全国二级建造师执业资格考试用书(第三版)

2K300000

市政公用工程管理与实务

全国二级建造师执业资格考试用书编写委员会◎编写

SHIZHENG GONGYONG GONGCHENG GUANLI YU SHIWU

中国建筑工业出版社

封面设计：兆远书装

全国二级建造师执业资格考试用书（第三版）

2Z100000　建设工程施工管理

2Z200000　建设工程法规及相关知识

2A300000　建筑工程管理与实务

2B300000　公路工程管理与实务

2F300000　水利水电工程管理与实务

2G300000　矿业工程管理与实务

2H300000　机电工程管理与实务

2K300000　市政公用工程管理与实务

建设工程法律法规选编

经销单位：各地新华书店、建筑书店

网络销售：本社网址 http://www.cabp.com.cn

网上书店 http://www.china-building.com.cn

博库书城 http://www.bookuu.com

图书销售分类：执业资格考试用书(R)

ISBN 978-7-112-12918-8

9 787112 129188 >

(20356)定价：50.00元

（含光盘）

全国二级建造师执业资格考试用书（第三版）

市政公用工程管理与实务

全国二级建造师执业资格考试用书编写委员会　编写

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

市政公用工程管理与实务/全国二级建造师执业资格考试用书编写委员会编写. —3版. —北京：中国建筑工业出版社，2011.3
全国二级建造师执业资格考试用书
ISBN 978-7-112-12918-8

Ⅰ. 市… Ⅱ. 全… Ⅲ. 市政工程—施工管理—建造师—资格考核—自学参考资料 Ⅳ. TU99

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 023281 号

责任编辑：田启铭　石枫华　王　磊
责任校对：刘　钰

全国二级建造师执业资格考试用书(第三版)
市政公用工程管理与实务
全国二级建造师执业资格考试用书编写委员会　编写

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)
各地新华书店、建筑书店经销
北京红光制版公司制版
世界知识印刷厂印刷

*

开本：787×1092 毫米　1/16　印张：18½　字数：456 千字
2011 年 3 月第三版　2011 年 4 月第二十次印刷
定价：**50.00** 元（含光盘）
ISBN 978-7-112-12918-8
(20356)
如有印装质量问题，可寄本社退换
(邮政编码　100037)

版权所有　翻印必究

请读者识别、监督：
本书环衬用含有中国建筑工业出版社专用的水印防伪纸印制，封底贴有中国建筑工业出版社专用的防伪标、光盘袋上贴有网上增值服务标；否则为盗版书，欢迎举报监督！举报电话：(010) 58337026、(010) 68333413；传真：(010) 68333413

前　言

本书是在第二版的基础上，按2009版《二级建筑师执业资格考试大纲（市政公用工程专业）》的要求和建设部关于建造师执业资格考试工作的指导意见扩写、改编而成。

本书以考试大纲为依据，就相关专业技术知识、工程项目管理知识以及相关法律法规知识，针对考试大纲每一条知识点，进行简明、扼要和适度的论述。每条论述均对应该条的要求，恰当把握了“掌握”、“熟悉”、“了解”三个层次。本书与第二版相比较，增加的主要内容有城市轨道交通和隧道工程、城市园林绿化工程和注册建造师有关文件的介绍；另外根据近两年来新颁布的法规、规范，对书中相关的内容作了相应的修改，其中修改比较大的为道路施工部分和安全事故等级划分。鉴于本书主要是为帮助应考人紧密结合大纲的要求进行备考，因而对各专业各方面知识的论述有别于教科书，不能过于追求学科知识的系统性、全面性和理论性，而是侧重实践性。应考人如需在系统性和理论性方面得到补充、提高，还应参考有关的中专教材或相关资料。

本书共分技术、管理和法律法规三章，每章均与市政公用工程的专业技术紧密结合，体现了考试大纲主要是考核有一定专业技术知识、熟悉法律法规的工程项目管理人员管理能力的宗旨。书中2K310000市政公用工程施工技术由谢铜华、潘名先、焦永达、乐贵平、焦猛、张国樑、丁国弟、张乐珍、苏蕙蕙编写（按章节顺序排列）；2K320000市政公用工程施工管理实务、2K330000市政公用工程相关法规及规定由夏兴洲、丁仁贵、欧阳际、傅元、张良予、陈立生、吴国俊、王洪新以及2K310000市政公用工程施工技术编写人员编写。全书由周钢、焦永达、杨我清、杨玉衡等审定。

本书此次依据新出版的CJJ 2—2008《城市桥梁工程施工与质量验收规范》、GB 50268—2008《给水排水管道工程施工及验收规范》、GB 50141—2008《给水排水构筑物工程施工及验收规范》，对原书中相关条目进行了修订。同时，对已发现的原书中的错误进行了改正。

本书既可作为二级建造师考试的考前指导用书，亦可作为施工管理者的便携参考手册。

市政公用工程包含道路、桥梁、隧道与轨道交通、给水、排水、热力、燃气、生活垃圾处理及园林工程等多个专业工程。本书编写过程中，参阅了上述专业大量的最新出版物，从中摘编了符合大纲要求的内容，汇编成此书；不能一一注明出处，在此谨向原编著者一并致以深深的歉意和崇高的敬意。

本书编写过程中得到了上海城建（集团）公司、上海市城市建设工程学校及有关单位领导和专家的关心、支持与指导，得到各阶段为本书编写、整理过程中进行文字录入、编排、校对、装订的同志们的大力帮助，在此一并表示衷心感谢。

限于编者的水平，本书可能存在不为编者所识的错误和不足，希望广大读者批评指正。

目　录

2K310000　市政公用工程施工技术 …… 1

2K311000　城市道路工程 …… 1
2K311010　城市道路的级别、类别和构成 …… 1
2K311020　城市道路路基工程 …… 6
2K311030　城市道路基层工程 …… 10
2K311040　沥青混凝土面层工程 …… 15
2K311050　水泥混凝土路面工程 …… 19
2K312000　城市桥涵工程 …… 23
2K312010　城市桥梁工程基坑施工技术 …… 23
2K312020　城市桥梁工程基础施工技术 …… 27
2K312030　城市桥梁工程下部结构施工技术 …… 33
2K312040　城市桥梁工程上部结构施工技术 …… 37
2K312050　管涵和箱涵施工技术 …… 47
2K313000　城市轨道交通和隧道工程 …… 50
2K313010　深基坑支护及盖挖法施工 …… 50
2K313020　盾构法施工 …… 56
2K313030　喷锚暗挖法施工 …… 70
2K313040　城市轨道交通工程 …… 78
2K314000　城市给水排水工程 …… 79
2K314010　给水排水厂站施工 …… 79
2K314020　给水排水工程 …… 95
2K315000　城市管道工程 …… 101
2K315010　城市给水排水管道施工 …… 101
2K315020　城市热力管道施工 …… 118
2K315030　城市燃气管道施工 …… 125
2K316000　生活垃圾填埋处理工程 …… 134
2K316010　生活垃圾填埋处理工程施工 …… 134
2K317000　城市园林绿化工程 …… 137
2K317010　城市园林绿化工程施工 …… 137

2K320000　市政公用工程施工管理实务 …… 146

2K320010　市政公用工程施工项目成本管理 …… 146
2K320020　市政公用工程施工项目合同管理 …… 159
2K320030　市政公用工程预算 …… 165
2K320040　市政公用工程施工项目现场管理 …… 169

2K320050 市政公用工程施工进度计划的编制、实施与总结 …… 172
2K320060 城市道路工程前期质量控制 …… 177
2K320070 道路施工质量控制 …… 184
2K320080 道路工程季节性施工质量控制要求 …… 192
2K320090 城市桥梁工程前期质量控制 …… 194
2K320100 城市桥梁工程施工质量控制 …… 200
2K320110 城市给水结构工程施工质量控制 …… 214
2K320120 城市排水结构工程施工质量控制 …… 217
2K320130 城市热力管道施工质量控制 …… 220
2K320140 市政公用工程安全生产保证计划编制、隐患与事故处理 …… 225
2K320150 职业健康安全控制 …… 232
2K320160 明挖基坑施工安全控制 …… 236
2K320170 桥梁工程施工安全控制 …… 241
2K320180 生活垃圾填埋场环境安全控制 …… 249
2K320190 市政公用工程技术资料的管理方法 …… 252

2K330000 市政公用工程相关法规及规定 …… 263

2K331000 市政公用工程相关法规 …… 263
2K331010 《城市道路管理条例》(国务院第 198 号令)有关规定 …… 263
2K331020 《城市绿化条例》(国务院第 100 号令)有关规定 …… 263
2K331030 《绿色施工导则》的有关规定 …… 264
2K331040 《房屋建筑工程和市政基础设施工程竣工验收备案管理暂行办法》的有关规定 …… 270
2K332000 市政公用工程相关规定 …… 271
2K332010 《注册建造师执业管理办法》 …… 271
2K332020 《市政公用工程二级注册建造师执业工程规模标准》 …… 273
2K332030 《市政公用工程注册建造师签章文件目录》 …… 276

2K310000　市政公用工程施工技术

2K311000　城市道路工程

2K311010　城市道路的级别、类别和构成

2K311011　掌握城市道路构成

城市道路主要分为刚性路面和柔性路面两大类，前者以水泥混凝土路面为代表，后者以各种形式的沥青路面为代表。水泥混凝土路面的基本构造特点将在2K311051条阐述，这里不再介绍。本条主要介绍沥青混凝土（混合料）路面的基本结构、结构性能及材料。

一、城市沥青路面道路的结构组成

城市道路主要由路基、路面和人行道构成。路基是在地表按道路的线型（位置）和断面（几何尺寸）的要求开挖或堆填而成的岩土结构物。路面是在路基顶面的行车部分用不同粒料或混合料铺筑而成的层状结构物。

（一）路基

在地基上按设计要求修筑路基，断面形式有：路堤——路基顶面高于原地面的填方路基；路堑——全部由地面开挖出的路基；半填半挖——横断面上部分为挖方、下部分为填方的路基。从材料上分，路基可分为土路基、石路基、土石路基三种。

（二）路面

行车荷载和自然因素对路面的影响随深度的增加而逐渐减弱；对路面材料的强度、刚度和稳定性的要求也随深度的增加而逐渐降低。为适应这一特点，绝大部分路面的结构是多层次的，按使用要求、受力状况、土基支承条件和自然因素影响程度的不同，在路基顶面采用不同规格和要求的材料分别铺设垫层、基层和面层等结构层。

1. 面层

面层是直接同行车和大气相接触的层位，承受行车荷载较大的竖向力、水平力和冲击力的作用，同时又受降水的侵蚀作用和温度变化的影响。因此面层应具有较高的结构强度、刚度、耐磨、不透水和高低温稳定性，并且其表面层还应具有良好的平整度和粗糙度。面层可由一层或数层组成，高等级路面可包括磨耗层、面层上层、面层下层，或称上（表）面层、中面层、下（底）面层。

（1）沥青混凝土面层的常用厚度和适宜层位见表2K311011，可按使用要求结合各城市经验选用。

（2）热拌热铺沥青碎石可用作双层式沥青面层的下层或单层式面层。作单层式面层时，为了达到防水和平整性要求，应加铺沥青封层或磨耗层。沥青碎石的常用厚度为50～70mm。

沥青混凝土面层常用厚度及适宜层位　　表 2K311011

面层类别	集料最大粒径（mm）	常用厚度（mm）	适宜层位
粗粒式沥青混凝土	26.5	60～80	二层或三层式面层的下面层
中粒式沥青混凝土	19	40～60	三层式面层的中面层或二层式的下面层
	16		二层或三层式面层的上面层
细粒式沥青混凝土	13.2	25～40	二层或三层式面层的上面层
	9.5	15～20	1. 沥青混凝土面层的磨耗层（上层）； 2. 沥青碎石等面层的封层和磨耗层
砂粒式沥青混凝土	4.75	10～20	自行车道与人行道的面层

（3）沥青贯入式碎（砾）石可做面层或沥青混凝土路面的下层。作面层时，应加铺沥青封层或磨耗层，沥青贯入式面层常用厚度为 50～80mm。

（4）沥青表面处治主要起防水、防磨耗、防滑或改善碎（砾）石路面的作用。常用厚度为 15～30mm。

2. 基层

基层是路面结构中的承重层，主要承受车辆荷载的竖向力，并把由面层下传的应力扩散到垫层或土基，故基层应具有足够的、均匀一致的强度和刚度。基层受自然因素的影响虽不如面层强烈，但沥青类面层下的基层应有足够的水稳定性，以防基层湿软后变形大，导致面层损坏。

用作基层的材料主要有：

（1）整体型材料

无机结合料稳定粒料：石灰粉煤灰稳定砂砾、石灰稳定砂砾、石灰煤渣、水泥稳定碎砾石等，其强度高，整体性好，适用于交通量大、轴载重的道路。工业废渣混合料的强度、稳定性和整体性均较好，适用于大多数沥青路面的基层。使用的工业废渣应性能稳定、无风化、无腐蚀。

（2）嵌锁型和级配型材料

级配碎（砾）石：应达到密实稳定。为防止冻胀和湿软，应控制小于 0.5mm 颗粒的含量和塑性指数。在中湿和潮湿路段，用作沥青路面的基层时，应掺石灰。符合标准级配要求的天然砂砾可用作基层。不符合标准级配要求时，只宜用作底基层或垫层，并应按路基干湿类型适当控制小于 0.5mm 的颗粒含量。为便于碾压，砾石最大粒径宜采用 60mm。

3. 垫层

垫层是介于基层和土基之间的层位，其作用为改善土基的湿度和温度状况，保证面层和基层的强度稳定性和抗冻胀能力，扩散由基层传来的荷载应力，以减小土基所产生的变形。因此，通常在土基湿、温状况不良时设置。垫层材料的强度要求不一定高，但其水稳定性必须要好。

（1）路基经常处于潮湿或过湿状态的路段，以及在季节性冰冻地区产生冰冻危害的路段应设垫层。

（2）垫层材料有粒料和无机结合料稳定土两类。粒料包括天然砂砾、粗砂、炉渣等。

采用粗砂或天然砂砾时，小于0.075mm的颗粒含量应小于5%；采用炉渣时，小于2mm的颗粒含量宜小于20%。

（3）垫层厚度可按当地经验确定，一般宜大于或等于150mm。

（三）沥青路面结构组合的基本原则

1. 面层、基层的结构类型及厚度应与交通量相适应。交通量大、轴载重时，应采用高等级面层与强度较高的结合料稳定类材料基层。

2. 层间结合必须紧密稳定，以保证结构的整体性和应力传递的连续性。面层与基层之间应按基层类型和施工情况洒布透层沥青、粘层沥青或采用沥青封层。

3. 各结构层的材料回弹模量应自上而下递减，基层材料与面层材料的回弹模量比应大于或等于0.3；土基回弹模量与基层（或底基层）的回弹模量比宜为0.08～0.4。

4. 层数不宜过多。

5. 在半刚性基层上铺筑面层时，城市主干路、快速路应适当加厚面层或采取其他措施以减轻反射裂缝。

二、路基与路面的性能要求

（一）路基的性能要求

路基既为车辆在道路上行驶提供基本条件，也是道路的支撑结构物，对路面的使用性能有重要影响。对路基性能要求的主要指标是：

1. 整体稳定性

在地表上开挖或填筑路基，必然会改变原地层（土层或岩层）的受力状态。原先处于稳定状态的地层，有可能由于填筑或开挖而引起不平衡，导致路基失稳。软土地层上填筑高路堤产生的填土附加荷载如超出了软土地基的承载力，就会造成路基沉陷；在山坡上开挖深路堑使上侧坡体失去支承，有可能造成坡体坍塌破坏。在不稳定的地层上填筑或开挖路基会加剧滑坡或坍塌。必须保证路基在不利的环境（地质、水文或气候）条件下具有足够的整体稳定性，以发挥路基在道路结构中的强力承载作用。

2. 变形量

路基及其下承的地基，在自重和车辆荷载作用下会产生变形，如地基软弱填土过分疏松或潮湿时，所产生的沉陷或固结、不均匀变形，会导致路面出现过量的变形和应力增大，促使路面过早破坏并影响汽车行驶舒适性。由此，必须尽量控制路基、地基的变形量，才能给路面以坚实的支承。

（二）路面的使用要求

路面直接承受行车的作用。设置路面结构可以改善汽车的行驶条件，提高道路服务水平（包括舒适性和经济性），以满足汽车运输的要求。路面的使用要求指标是：

1. 平整度

平整的路表面可减小车轮对路面的冲击力，行车产生附加的振动小，不会造成车辆颠簸，能提高行车速度和舒适性，不增加运行费用。依靠优质的施工机具、精细的施工工艺、严格的施工质量控制及经常性及时的维修养护，可实现路面的高平整度。为减缓路面平整度的衰变速率，应重视路面结构及面层材料的强度和抗变形能力。

2. 承载能力

行驶车辆把荷载传给路面，使路面结构内产生不同量的应力和应变。如果路面结构整

体或某结构层的强度或抗变形能力不足以抵抗这些应力和应变时，路面便出现开裂或变形（沉陷、车辙等），降低其服务水平。路面结构暴露在大气中，受到温度和湿度的周期性影响，也会使其承载能力下降。路面在长期使用中会出现疲劳损坏和塑性累积变形，需要维修养护，但频繁维修养护势必会干扰正常的交通运营。为此，路面必须满足设计年限的使用需要，具有足够抗疲劳破坏和塑性变形的能力，即具备相当高的强度和刚度。

3. 温度稳定性

路面材料特别是面层材料，长期受到水文、温度、大气因素的作用，结构强度会下降，材料性状会变化，如沥青面层老化，弹性、黏性、塑性逐渐丧失，最终路况恶化，导致车辆运行质量下降。为此，路面必须保持较高的稳定性，即具有较低的温度、湿度敏感度。

4. 抗滑能力

光滑的路表面使车轮缺乏足够的附着力，汽车在雨雪天行驶或紧急制动或转弯时，车轮易产生空转或溜滑，极有可能造成交通事故。因此，路表面应平整、密实、粗糙、耐磨，具有较大的摩擦系数和较强的抗滑能力。路面抗滑能力强，可缩短汽车的制动距离，降低发生交通安全事故的频率。

5. 透水性

路面应具有不透水性，防止水分渗入道路结构层和土基，造成道路稳定性、承载能力降低，使道路使用功能丧失。

6. 噪声量

城市道路使用过程中产生的交通噪声，使人们出行感到不舒适，居民生活质量下降。应尽量使用低噪声路面，为营造静谧的社会环境创造条件。

2K311012　熟悉城市道路的级别与类别

一、城市道路分类

我国城市道路根据道路在其城市道路系统中所处的地位、交通功能、沿线建筑及车辆和行人进出的服务频率，将其分为快速路、主干路、次干路和支路四大类。

（一）快速路

快速路是城市中有较高车速为长距离交通服务的重要道路。主要联系市区各主要地区、主要的近郊区、卫星城镇、主要对外公路。其具体特征为：

1. 车行道间设中间分隔带，禁止行人和非机动车进入快速车道；

2. 进出口采用全控制或部分控制；

3. 与高速公路、快速路、主干道相交采用立体交叉；与交通量较小的次干路相交可采用平面相交；过路行人集中处设置过街人行天桥或地道；

4. 设计车速为 80km/h。

（二）主干路

主干路是城市道路网的骨架，是连接城市各主要分区的交通干道。是城市内部的主要大动脉。

主干路一般设 4 或 6 条机动车道和有分隔带的非机动车道，一般不设立体交叉，而采用扩大交叉口的办法提高通行能力，个别流量特别大的主干路交叉口，也可设置立体交叉。

（三）次干路

次干路是城市中数量较多的一般交通道路，配合主干路组成城市干道网，起联系各部分和集散交通的作用，并兼有服务的功能。

次干路一般可设 4 条车道，可不设单独非机动车道，交叉口可不设立体交叉，部分交叉口可以作扩大处理，在街道两侧允许布置吸引人流的公共建筑，并应设停车场。

（四）支路

支路是次干路与街坊路的连接线，解决局部地区交通，以服务功能为主。部分主要支路可以补充干道网的不足，可以设置公共交通线路，也可以作为非机动车专用道。支路上不宜通行过境车辆，只允许通行为地区服务的车辆。

二、城市道路技术标准

我国城市道路分类、分级及主要技术指标见表 2K311012-1。

我国城市道路分类、分级及主要技术指标　　表 2K311012-1

类　别	项　目					
	级别	设计车速（km/h）	双向机动车道数（条）	机动车道宽度（m）	分隔带设置	横断面采用形式
快速路		80	≥4	3.75～4	必须设	双、四幅路
主干路	Ⅰ	50～60	≥4	3.75	应设	单、双、三、四
	Ⅱ	40～50	3～4	3.5～3.75	应设	单、双、三
	Ⅲ	30～40	2～4	3.5～3.75	可设	单、双、三
次干路	Ⅰ	40～50	2～4	3.5～3.75	可设	单、双、三
	Ⅱ	30～40	2～4	3.5～3.75	不设	单幅路
	Ⅲ	20～30	2	3.5	不设	单幅路
支路	Ⅰ	30～40	2	3.5	不设	单幅路
	Ⅱ	20～30	2	3.25～3.5	不设	单幅路
	Ⅲ	20	2	3.0～3.5	不设	单幅路

三、城市道路路面分级

（一）面层类型、路面等级与道路等级

根据我国现行道路技术标准，通常按路面的使用品质、材料组成类型及结构强度和稳定性将路面分为四个等级（表 2K311012-2）。

路　面　等　级　　表 2K311012-2

路面等级	面层主要类型	使用年限（年）	适应的道路等级
高级路面	水泥混凝土	30	高速、一级、二级公路；城市快速路、主干路
	沥青混凝土、厂拌沥青碎石、整齐石块和条石	15	
次高级路面	沥青贯入碎（砾）石、路拌沥青碎石	12	二级、三级公路；城市次干路、支路
	沥青表面处治	8	
中级路面	泥结或级配碎（砾）石、水结碎石、其他粒料、不整齐石块	5	三级、四级公路
低级路面	各种粒料或当地材料改善土（如炉渣土、砾石土和砂砾土等）	5	四级公路

1. 高等级路面：路面强度高、刚度大、稳定性好是高等级路面的特点。它使用年限长，适应繁重交通量，且路面平整，车速高，运输成本低，建设投资高，养护费用少。

2. 次高等级路面：路面强度、刚度、稳定性、使用寿命、车辆行驶速度、适应交通量等均低于高级路面，维修、养护、运输费用较高。

3. 中等级路面：强度、稳定性差、平整度差，使用寿命短，易扬尘、车速低，初期造价低，但养护维修运输成本高。

4. 低等级路面：低级路面的强度、水稳定性、平整度最差，易扬尘，可大量使用当地材料，只能保证低速行车，初期投入少，运输成本高，一般雨期影响通车。

（二）按力学特性的路面分类

1. 柔性路面：荷载作用下产生的弯沉变形较大、抗弯强度小，在反复荷载作用下产生累积变形，它的破坏取决于极限垂直变形和弯拉应变。一般柔性路面包括各种沥青路面、碎（砾）石路面、沥青加固土路面。

2. 刚性路面：行车荷载作用下产生板体作用，弯拉强度大，弯沉变形很小，呈现出较大的刚性，它的破坏取决于极限弯拉强度。主要代表是水泥混凝土路面。

2K311020　城市道路路基工程

2K311021　掌握城市道路路基成型和压实要求

路基工程包括路基（路床）本身及有关的土（石）方、沿线的小桥涵、挡土墙、路肩、边坡、排水管等项目。路基施工多以人工配合机械施工，采用流水或分段平行作业。

一、路基施工程序

路基施工程序包括：

1. 准备工作。

2. 修建小型构造物与埋设地下管线。

小型构造物和地下管线是城市道路路基工程中必不可少的部分。修建小型构造物可与路基（土方）施工同时进行，但地下管线必须遵循“先地下，后地上”、“先深后浅”的原则先完成，修筑排除地面水和地下水的设施，为土、石方工程施工创造条件。

3. 路基（土、石方）工程：

测量桩号与高程、开挖路堑、填筑路堤、整平路基、压实路基、修整路肩、修建防护工程等。

4. 质量检查与验收。

二、路基施工要求

工序包括挖土、填土、松土、运土、装土、卸土、修整、压实。必须依照路基设计的平面、横断面位置、标高等几何尺寸进行施工，并保证路基的强度和稳定性。

1. 路基施工测量

路基施工前，设计与勘测部门应对路线的交点（JD），水准点（BM）进行全面交底，对遗失或损坏的 JD 点、BM 点应负责予以恢复。

JD 点是确定路线位置的惟一依据，由于施工丢失或损毁错位是难以避免的。为了能正确迅速地找到它原来的位置，布置护桩是必要的，一般护桩应有 3 个点，注明 3 个点离

JD的距离即可。如果2个JD点相距较远时，每隔500～1000m应加设方向桩，以控制中线。护桩量距应用钢尺。

施工中为了测设的方便增设一些临时水准点是必要的，一般要求两个水准点的距离最好保持在500m左右。在桥头、填土高处等应增设临时水准点，水准点的闭合差应满足规范要求。

（1）恢复中线测量

恢复道路设计中线，对道路中线的各点进行复测，确认无误后进入施工测量。

（2）钉线外边桩

由道路中心线测出道路宽度，在道路边线外0.5～1.0m两侧，以距离5m、10m或15m钉木（边）桩。

（3）测标高

测出道路中心高程，标于边桩上，即“红印”，以供施工。

2. 填土（方）路基

当原地面标高低于设计路基标高时，需要填筑土方——填方路基。

（1）路基填土不得使用腐殖土、生活垃圾土、淤泥、冻土块和盐渍土。填土内不得含有草、树根等杂物，粒径超过100mm的土块应打碎。填前需将地基压实。

（2）排除原地面积水，清除树根、杂草、淤泥等。妥善处理坟坑、井穴，应分层填实至原地面标高。

（3）填方段内应事先找平，当地面坡度陡于1∶5时，需修成台阶形式，每级台阶宽度不得小于1.0m，台阶顶面应向内倾斜；在沙土地段可不做台阶，但应翻松表层土。

（4）根据测量中心线桩和下坡脚桩，分层填土、压实。

（5）填土长度达50m左右时，检查铺筑土层的宽度与厚度，合格后即可碾压。碾压先轻后重，最后碾压不应小于12t级压路机。

（6）填方高度内的管涵顶面还土500mm以上才能用压路机碾压。当管道结构顶面至路床的覆土厚度不大于50cm时，应对管道结构进行加固。当管道结构顶面至路床的覆土厚度在50～80cm时，路基压实过程中应对管道结构采取保护或加固措施。

（7）到填土最后一层时，应按设计断面、高程控制土方厚度，并及时碾压修整。

3. 挖土（方）路基

当路基设计标高低于原地面标高时，需要挖土成型——挖方路基。

（1）必须根据测量中线和边桩开挖，一般每侧要比路面宽出300～500mm。

（2）挖方段不得超挖，应留有碾压面到设计标高的压实量。在路基设计高程以下600mm以内的树根等杂物，必须清除并以好土等材料回填夯实。

（3）压路机不小于12t级，碾压自路两边向路中心进行，直至表面无明显轮迹为止。

（4）碾压时视土干湿而决定采取洒水或换土、晾晒等措施。

（5）过街雨水支管应在路床碾压前施工，雨水支管沟槽及检查井周围应用石灰土或石灰粉煤灰砂砾填实。

4. 质量检查

路基碾压完成时，按质量验收项目（主控项目：压实度、弯沉值；一般项目：纵断面高程、中线偏位、宽度、平整度、横坡、边坡等）检查，不合格处修整到符合规范、标准要求。

三、路基压实要求

挖土（方）路基及填土（方）路基基底均应进行压实。路基压实要求是：

1. 合理选用压实机械、机具

应根据工程规模、场地大小、填土种类、压实度要求、气候条件、工期要求、压实机机械效率等决定。常用的压实机械可分为静力式、夯击式和振动式三大类。静力碾压机有光面碾（普通光轮压路机：三轮、二轮）、凸块式（羊足）碾和 20～50t 轮胎压路机；夯实机具包括各种夯锤（板）、蛙式夯、内燃式火力夯、风动夯、手扶式振动夯和多功能振动建筑夯；振动机械包括振动器和振动压路机。压实机具的类型和数量选择是否恰当，直接关系到压实质量和工效，选择时应综合考虑各种因数。

2. 正确的压实方法和适宜的压实厚度

土质路基压实的原则：先轻后重、先稳后振、先低后高、先慢后快、轮迹重叠。各种压路机的碾压行驶速度最大不宜超过 4km/h；碾压时直线段由两边向中间，小半径曲线段由内侧向外侧，纵向进退式进行；横向接头：振动压路机一般重叠 0.4～0.5m，三轮压路机一般重叠后轮宽的 1/2，前后相邻两区段宜纵向重叠 1.0～1.5m。应做到无漏压、无死角，确保碾压均匀。使用夯锤压实时，首遍各夯位宜靠紧，如有间隙，则不得大于 150mm，次遍夯位应压在首遍夯位的缝隙上。道路边缘、检查井、雨水口周围以及沟槽回填土不能使用压路机的部位，应采用小型夯压机或蛙夯、人力夯夯实。必须防止漏夯，并要求夯击面积重叠 1/4～1/3。总之，碾压应以达到规范或设计要求的压实度为准。土基压实的分层厚度、不同压实机具的碾压（夯击）遍数，均应依土类、湿度、设备及场地条件等情况而异。应做试验段取得摊铺厚度、碾压遍数、碾压机具组合、压实效果等施工参数。

3. 掌握土层含水量

土中含水量对压实效果的影响比较显著。当含水量较小时，土中孔隙大都互相连通，水少而气多，土靠粒间引力保持着比较疏松的状态或凝聚结构，在一定外部压实功能作用下，虽然土孔隙中气体易被排出，密度可以增大，但由于水膜润滑作用不明显，所做的压实功能不足以克服粒间引力，土粒相对移动困难，因而压实效果比较差；含水量逐渐增大时，水膜变厚，引力缩小，水膜起着润滑作用，外部压实功能比较容易使土粒移动，压实效果渐佳；当含水量过大时，孔隙中出现了自由水，压实功能不可能使气体排除，压实功能一部分被自由水抵消，减小了有效压力，压实效果反而降低。由此可见，土只有在最佳含水量的情况下压实效果最好，才能被击实到最大干密度。然而，含水量较小时，土粒引力较大，而其强度可能比最佳含水量时还要高。但是由于其密实度较低，一经泡水，其强度会急剧下降；因此，在最佳含水量情况下压实的土水稳性最好。

最佳含水量和最大干密度是两个十分重要的指标，对路基设计与施工都很重要。

采用任何一种压实机械碾压土质路基，均应在该种土含水量接近最佳含水量值时进行，其含水量偏差幅度经试验确定。当土的实际含水量达不到上述要求时，对过湿土翻开、晾干，对过干土均匀加水，一旦达到要求，迅速压实。

4. 压实质量检查

土质路基施工前，采用重型击实试验方法测定拟用土料的最佳含水量和最大干密度。压实后，实测压实密度和含水量，求得压实度，与规定的压实度对照，如未满足要求，应

采取措施提高。

2K311022 熟悉地基加固处理方法

地基加固处理应根据地基土的种类、强度和密实度，按照设计要求，结合现场实际情况，采取相应的处理方法。

一、地基处理的分类

按地基处理的作用机理，大致分为：土质改良、土的置换、土的补强等三类。土质改良是指用机械（力学）的、化学、电、热等手段增加地基土的密度，或使地基土固结，这一方法是尽可能的利用原有地基。土的置换是将软土层换填为良质土如砂垫层等。土的补强是采用薄膜、绳网、板桩等约束住地基土，或者在土中放入抗拉强度高的补强材料形成复合地基以加强和改善地基土的剪切特性。

二、地基处理的方法

地基处理的方法，根据其作用和原理大致分为六类，如表 2K311022 所示。表中所列各种方法是根据软弱土的特点和所需处理的目的而发展起来的，各种方法的具体选用，应从地基条件、处理的指标及范围、工程费用、工程进度及材料来源、当地环境等多方面进行考虑和研究，切忌只要一种方法在某地应用成功，便一概予以肯定，也不考虑其他种种条件便加以采用。

地基处理方法分类 **表 2K311022**

序号	分类	处理方法	原理及作用	适用范围
1	碾压及夯实	重锤夯实，机械碾压，振动压实，强夯（动力固结）	利用压实原理，通过机械碾压夯击，把表层地基压实；强夯则利用强大的夯击能，在地基中产生强烈的冲击波和动应力，迫使土动力固结密实	适用于碎石土、砂土、粉土、低饱和度的黏性土，杂填土等，对饱和黏性土应慎重采用
2	换土垫层	砂石垫层，素土垫层，灰土垫层，矿渣垫层	以砂石、素土、灰土和矿渣等强度较高的材料，置换地基表层软弱土，提高持力层的承载力，扩散应力，减小沉降量	适用于暗沟．暗塘等软弱土的浅层处理
3	排水固结	天然地基预压，砂井预压，塑料排水板预压，真空预压，降水预压	在地基中设竖向排水体，加速地基的固结和强度增长，提高地基的稳定性；加速沉降发展，使基础沉降提前完成	适用于处理饱和软弱土层，对于渗透性极低的泥炭土，必须慎重对待
4	振密挤密	振冲挤密，灰土挤密桩，砂桩，石灰桩，爆破挤密	采用一定的技术措施，通过振动或挤密，使土体的孔隙减少，强度提高；必要时，在振动挤密过程中，回填砂，砾石，灰土、素土等，与地基土组成复合地基，从而提高地基的承载力，减少沉降量	适用于处理松砂、粉土、杂填土及湿陷性黄土
5	置换及拌入	振冲置换，深层搅拌，高压喷射注浆，石灰桩等	采用专门的技术措施，以砂，碎石等置换软弱土地基中的部分软弱土，或在部分软弱土地基中掺入水泥、石灰或砂浆等形成加固体，与未处理部分土组成复合地基，从而提高地基承载力，减少沉降量	黏性土、冲填土、粉砂、细砂等；振冲置换法对于不排水剪切强度 C_u＜20kPa 时慎用
6	加筋	土工聚合物加筋，锚固，树根桩，加筋土	在地基或土体中埋设强度较大的土工聚合物、钢片等加筋材料，使地基或土体能承受抗拉力，防止断裂，保持整体性，提高刚度，改变地基土体的应力场和应变场，从而提高地基的承载力，改善变形特性	软弱土地基、填土及陡坡填土、砂土

2K311030　城市道路基层工程

2K311031　掌握不同基层施工技术要求

路面基层是在路基（或垫层）表面上用单一材料或混合料按照一定的技术措施分层铺筑而成的层状结构，其材料与质量的好坏将直接影响路面的质量和使用性能。俗语说：面层好不如基层好。因此，在施工中必须严格控制原材料的质量和施工质量。

一、石灰稳定土基层

在粉碎的或原来的松散的土（包括各种细粒土、中粒土和粗粒土）中，掺入适量的石灰和水，经拌合、压实及养护后得到的混合料，当其抗压强度符合规定要求时，称为石灰稳定土。

石灰稳定土根据混合料中所用原材料的不同，可分为：石灰土、石灰碎石土和石灰砂砾土。石灰稳定土具有较高的抗压强度，一定的抗弯强度和抗冻性，稳定性较好，但干缩和温缩较大。石灰稳定土适用于各种交通类别的底基层，可作次干路和支路的基层，但石灰土不应作高级路面的基层。在冰冻地区的潮湿路段以及其他地区过分潮湿路段，不宜用石灰土作基层。如必须用石灰土作基层，应采取隔水措施，防止水分侵入石灰土层。

（一）影响石灰土结构强度的主要因素

1. 土质

各种成因的土都可用石灰来稳定，但生产实践说明，黏性较好的，其稳定效果显著，强度也高，但土质过黏时，不易粉碎拌合，反而影响效果，易形成缩裂。黏性过小的土，难以碾压成型，稳定效果不显著。因此塑性指数小于 10 的土不宜用石灰稳定，塑性指数大于 15 的黏性土更宜于水泥石灰综合稳定。有机物含量超过 10%的土，不宜用石灰来稳定。

2. 灰质

石灰存放时间过长不宜掺入到石灰土中，若要掺入需加大石灰剂量；采用磨细的生石灰作石灰稳定土，其效果优于消石灰稳定土。

3. 石灰剂量

石灰剂量是指石灰干重占干土重的百分率。石灰剂量对石灰土强度影响显著。石灰剂量较小时（小于 3%～4%），石灰起主要稳定作用，使土的塑性、膨胀性、吸水性降低，具有一定的水稳性。随着石灰剂量的增加，石灰土的强度和稳定性提高，但当剂量超过一定的范围，过多的石灰在空隙中以自由灰存在，将导致石灰土的强度下降。

4. 含水量

水是石灰土组成部分。水促使石灰土发生一系列物理化学变化，形成强度；施工有水，便于土的粉碎拌合与压实，且有利于养护。石灰稳定土的含水量以达到最佳含水量为好。

5. 密实度

石灰稳定土的强度随密实度的增加而增长。实践证明，石灰土的密实度每增减 1%，强度约增减 4%，而且密实的灰土，其抗冻性、水稳性也好，缩裂现象也少。

6. 石灰土的龄期

石灰土强度具有随龄期增长的特点。一般石灰土初期强度低，前期（1～2 个月）增长速率较后期为快，强度随龄期的增长大致符合指数规律。

7. 养护条件（温度和湿度）

高温和适当的湿度对石灰土强度的形成有利。温度高，物理化学反应大、硬化快、强度增长快；反之，温度低，强度增长慢，在负温条件下甚至不增长。湿度过大会影响新的生成物的胶凝结晶硬化，从而影响石灰土强度的形成；湿度过小，不能满足化学反应和结晶所需的水分而影响石灰土的强度。

（二）石灰稳定土施工技术要求

1. 粉碎土块，最大尺寸不应大于 15mm。生石灰应在使用前 2～3d 充分消解，用水量约为石灰重量的 1～5 倍，用 10mm 方孔筛筛除未消解灰块。工地上消解石灰的方法有花管射水消解法和坑槽注水消解法。消解用水可采用自来水或不含油质、杂质的清洁中性水。根据所用层位、强度要求、土质、石灰质量经试验选择最经济合理的石灰掺量。为提高强度，减少裂缝，可掺加最大粒径不超过 0.6 倍石灰土层厚度（且不应大于 10cm）的均匀粗集料。

2. 拌合应均匀，每层摊铺虚厚不宜超过 200mm，严格控制灰土的含水量。

3. 碾压应在最佳含水量的允许偏差范围内进行，先用 8t 压路机稳压，如发现摊铺和碾压的缺陷，加以改进后即用 12t 以上压路机碾压。碾压方向：直线和不设超高的平曲线段分别自两路边开始向路中心；设超高的平曲线段，应由内侧向外侧碾压。初压时，碾速宜为 20～30m/min；灰土初步稳定后，碾速宜为 30～40m/min。每次重轮重叠 1/2～1/3。要保持路拱和横坡不变。碾压一遍后检查平整度和标高，即时修整，控制原则应是“宁高勿低，宁刨勿补”。

4. 交接及养护：施工间断或分段施工时，交接处预留 300～500mm 不碾压，便于新旧料衔接。常温季节，石灰土成活后应立即洒水（覆盖）湿润养护，直至上层结构施工为止。养护期内严禁车辆通行。

5. 应严格控制基层厚度和高程，其路拱横坡应与面层一致。

二、水泥稳定土基层

在粉碎的或原来松散的土（包括各种细粒土、中粒土和粗粒土）中，掺入适量的水泥和水，经拌合得到的混合料在压实养护后，当其抗压强度符合规定要求时，称为水泥稳定土。

水泥稳定土根据混合料中原材料的不同，可分为：水泥土、水泥砂、水泥碎石（级配碎石和未筛分碎石）和水泥砂砾。同时用水泥和石灰稳定某种土得到的混合料，称为综合稳定土。

水泥稳定土具有良好的整体性、足够的力学强度、抗水性和耐冻性。水泥稳定土可适用于各种交通类别的基层和底基层，但水泥土不应作高级沥青路面的基层，只能作底基层。在快速路和主干路的水泥混凝土面板下，水泥土也不应用作基层。

（一）影响水泥稳定土强度的主要因素

1. 土质

土的类别和土质是影响水泥稳定土强度的重要因素，各类砂砾土、砂土、粉土和黏土均可利用水泥稳定，但稳定效果不同。用水泥稳定级配良好的碎（砾）石和砂砾效果最

好，不但强度高，而且水泥用量少；其次是砂性土；再次之是粉性土和黏性土。对有机含量较多的土、硫酸盐含量超过 0.25%的土及重黏土（难以粉碎和拌合），不宜用水泥来稳定。

2. 水泥成分和剂量

试验研究证明，水泥的矿物成分和分散度对其稳定效果有明显影响。对于同一种土，一般情况下硅酸盐水泥的稳定效果较好，而铝酸盐水泥的稳定效果较差。在水泥硬化条件相似，矿物成分相同，随水泥分散度的增加，其活性程度和硬化能力也有所增大，从而使水泥土的强度提高。

水泥土的强度随水泥剂量的增加而增长，过多的水泥用量虽能获得强度的增加，但经济上却不一定合理，效果上也不一定显著。试验和研究证明，水泥剂量以 5%～10%较为合理。

3. 含水量

含水量对水泥稳定土强度影响最大，当含水量不足时，水泥不能在混合料中完全水化和水解，不能充分发挥水泥对土的稳定作用，影响强度的形成。同时，含水量小，达不到混合料的最佳含水量也影响水泥稳定土的压实。因此，使含水量达到最佳含水量的同时，也要满足水泥完全水化和水解作用的需要。

4. 施工工艺过程

水泥、土和水拌合得均匀，且在最佳含水量下充分压实，使之干密度最大，其强度和稳定性就高。水泥稳定土从开始加水拌合到完全压实的延迟时间要尽可能最短，一般不应超过 3～4h。若时间过长，则水泥凝结，在碾压时，不但达不到规定的压实度，而且也会破坏已硬化水泥的胶凝作用，反而使水泥稳定土强度下降。

（二）水泥稳定土施工技术要求

1. 必须采用流水作业法，使各工序紧密衔接；自搅拌至摊铺完成，不应超过 3h。应按当班施工长度计算用料量。一般情况下，每一作业段以 200m 为宜。

2. 宜在春末和气温较高季节组织施工。施工期的日最低气温应在 5℃以上，在有冰冻的地区，应在第一次重冰冻（－3～－5℃）到来之前 0.5～1.0 个月完成。

3. 雨期施工，应特别注意天气变化，防止水泥和混合料遭雨淋，下雨时停止施工，已摊铺的水泥土结构层应尽快碾压密实。

4. 配料应准确，洒水、拌合、摊铺应均匀。应在混合料处于最佳含水量＋（1～2）%时进行碾压，直到满足按重型击实试验法确定的压实度要求。

5. 宜在水泥初凝前碾压成活。宜采用 12～18t 压路机作初步稳定碾压，混合料初步稳定后用大于 18t 的压路机碾压，压至表面平整、无明显轮迹，且达到要求的压实度。

6. 严禁用薄层贴补法进行找平。

7. 必须保湿养护，防止忽干忽湿。常温下成活后应经 7d 养护，方可在其上铺筑上层。

8. 养护期内应封闭交通。

三、石灰工业废渣稳定土（砂砾、碎石）基层

（一）石灰工业废渣稳定土

一定数量的石灰和粉煤灰或石灰和煤渣与其他集料相配合，加入适量（通常为最佳含

水量）的水拌合得到的混合料，当其经压实及养护后抗压强度符合规定要求时，称其为石灰工业废渣稳定土，简称石灰工业废渣。

石灰工业废渣分为两大类：一类是石灰粉煤灰类（石灰和粉煤灰简称二灰），包括：二灰土、二灰砂砾、二灰碎石、二灰矿渣等；其中砂砾、碎石、矿渣等通称为集料。另一类是石灰煤渣等废渣类。道路工程中常用的是石灰粉煤灰稳定砂砾（碎石）类基层。

石灰工业废渣，特别是石灰粉煤灰类材料，具有良好的力学性能、板体性、水稳性和一定的抗冻性，其抗冻性比石灰土高得多。抗裂性能比石灰稳定土和水泥稳定土都好。适用于各种交通类别的基层与底基层，但二灰土不应作高级沥青路面的基层，在快速路和主干路的水泥混凝土面板下，二灰土也不应作基层。

（二）石灰工业废渣稳定土施工技术要求

1. 宜在春末和夏季组织施工。施工期的日最低气温应在5℃以上，并应在第一次重冰冻（－3～－5℃）到来之前1～1.5个月完成。

2. 配料应准确。以石灰：粉煤灰：集料的质量比表示。

3. 城市道路的二灰砂砾应采用厂拌法生产，运到现场摊铺。加水拌合及摊铺必须均匀。摊铺虚厚由铺筑试验段确定，无条件铺试验段时可按《公路路面基层施工技术规范》（JTJ 034—2000）执行。应在混合料处于或略大于最佳含水量时碾压，直至达到按重型击实试验法确定的压实度要求。碾压时应采用先轻型后重型压路机组合。基层厚度≤150mm时，用12～15t三轮压路机；150mm＜厚度≤200mm时，可用18～20t三轮压路机和振动压路机。

4. 二灰砂砾基层施工时，严禁用薄层贴补方法进行找平，应适当挖补。

5. 必须保湿养护，不使二灰砂砾层表面干燥。在铺封层或面层前，应封闭交通。临时开放交通时，应采取保护措施。

总之，无机结合料稳定材料半刚性基层应做到：坚实平整；结构强度稳定，无显著变形；材料均匀一致；表面干净无松散颗粒；干燥。可总结为：实、稳、匀、净、干。

四、级配碎石和级配砾石基层

（一）级配型集料

由各种大小不同粒级集料组成的混合料，当其颗粒组成符合技术规范的密实级配的要求时，称其为级配型集料。级配型集料可分为级配碎石、级配砾石和级配碎砾石。

（二）级配碎石和级配砾石施工技术要求

1. 颗粒级配应符合规定，级配碎石中的碎石颗粒组成曲线应是一根顺滑的曲线。

2. 配料必须准确。混合料应拌合均匀，没有粗细颗粒离析现象。

3. 碾压前和碾压中应适量洒水。

4. 宜采用12t以上压路机碾压成活，碾压至缝隙嵌挤密实，稳定坚实，表面平整，轮迹小于5mm。

5. 未洒透层沥青或未铺封层时，禁止开放交通，以保护表层不受破坏。

2K311032 熟悉土工合成材料施工要求

一、定义及功能

土工合成材料——以人工合成的聚合物为原料制成的各类型产品，是道路岩土工程中

应用的合成材料的总称。它可置于岩土或其他工程结构内部、表面或各结构层之间，具有加筋、防护、过滤、排水、隔离等功能。应用时按照其在结构中发挥的主要功能进行选型和设计。

二、种类与用途

土工合成材料种类有：土工网、土工格栅、土工模袋、土工织物、土工复合排水材料、玻纤网、土工垫等。其用途为：

1. 路堤加筋：采用土工合成材料加筋，以提高路堤的稳定性。

2. 台背路基填土加筋：采用土工合成材料加筋，以减少路基与构造物之间的不均匀沉降。

3. 过滤与排水：土工合成材料单独或与其他材料配合，作为过滤体和排水体可用于暗沟、渗沟及坡面防护等道路工程结构中。

4. 路基防护：采用土工合成材料可以作坡面防护和冲刷防护。

三、土工合成材料施工要求

由于土工合成材料种类较多，用途较广，每一种土工合成材料的每一种用途，都有一些施工要求，不可能全部罗列。下面仅介绍土工布加固地基的方法及施工要求。

（一）垫隔土工布加固地基法

以土工织物作为补强材料加固地基，其作用类似柔性柴排。（用圆木或捆扎梢料做成柴排，铺在路堤底面，从而起到扩大基础分散荷载作用，保持路堤基底的稳定性。）

在地下水位较高、松软土基路堤中，采用垫隔土工布加固路基刚度，有利排水。在高填路堤，可适当分层垫隔；在软基上垫隔土工布可使荷载分布均匀。

垫隔土工布加固地基应满足以下要求：

1. 材料

土工合成材料应具有质量轻、整体连续性好、抗拉强度较高、耐腐蚀、抗微生物浸蚀好、施工方便等优点，非织型的土工纤维应具备孔隙直径小、渗透性好、质地柔软、能与土很好结合的性能。

所选土工合成材料的幅宽、质量、厚度、抗拉强度、顶破强度和渗透系数应满足设计要求。

2. 施工

（1）在整平好的下承层上按路堤底宽全断面铺设，摊平时拉直平顺，紧贴下承层，不得出现扭曲、折皱、重叠。在斜坡上摊铺时，应保持一定松紧度（可用U形钉控制）。

（2）铺设土工聚合物，应在路堤每边留足够的锚固长度，回折覆盖在压实的填料面上。

（3）为保证土工合成材料的整体性，当采用搭接法连接，搭接长度宜为0.3～0.9m；采用缝接法时，粘结宽度不小于50mm，粘结强度不低于土工合成材料的抗拉强度。

（4）现场施工中，一方面注意土工合成材料破损时必须立即修补好，另一方面上下层接缝应交替错开，错开长度不小于0.5m。

（5）在土工合成材料堆放及铺设过程中，尽量避免长时间暴露和暴晒，以免性能劣化。

（6）铺设质量应符合规范要求。

（二）垫隔、覆盖土工布处理基底法

在软土、沼泽地区，地基湿软，地下水位较高的情况下，用垫隔、覆盖土工布处理会收到较好的效果。

施工用料与要求同（一）。

施工中，在基底铺垫土工布并沿边坡折起，以致覆盖堤身摊铺，既能提高基底刚度，又有利于排水，并有利地基应力再分配而增加路基的稳定性。

2K311040 沥青混凝土面层工程

2K311041 掌握沥青混凝土路面施工工艺要求

一、沥青混凝土路面施工工艺要求

（一）沥青混凝土路面对基层要求

1. 具有足够的强度和适宜的刚度；

2. 具有良好的稳定性；

3. 干燥收缩和温度收缩变形较小；

4. 表面应平整密实；拱度与面层的拱度应一致；高程符合要求。

（二）施工工艺要求

1. 一般规定

（1）热拌沥青混凝土混合料按集料最大粒径分，有特粗式、粗粒式、中粒式、细粒式、砂粒式五种。

（2）沥青混凝土面层集料的最大粒径应与分层压实层厚相匹配。密级配沥青混合料每层的压实厚度，不宜小于集料公称最大粒径的 2.5～3 倍；对 SMA 和 OGFC 等嵌挤型混合料不宜小于集料公称最大粒径的 2～2.5 倍。

2. 施工准备

（1）应复查基层和附属构筑物质量，确认符合规范要求。施工材料经试验合格后选用。施工机械需配套且有备用的，并保持完好状态。

（2）沥青加热温度及沥青混合料拌制、施工温度应根据沥青标号、黏度、气候条件、铺筑层的厚度及下卧层厚度，按照《城镇道路工程施工及质量验收规范》（CJJ1－2008）的要求选用。当沥青黏度大、气温低、铺筑层厚度小时，施工温度宜用高限。

（3）热拌沥青混合料的配合比设计分三阶段：目标配合比设计、生产配合比设计、生产配合比验证。设计中采用的马歇尔试验技术指标有：稳定度、流值、空隙率、沥青饱和度、残留稳定度。城市主干路、快速路的上、中面层还需通过高温车辙试验来检验抗车辙能力，指标是动稳定度。

（4）重要的沥青混凝土路面宜先修 100～200m 试验段，主要分试拌、试铺两个阶段，取得相应的参数。

3. 热拌沥青混合料的拌制、运输

（1）沥青混合料的拌制必须在沥青拌合厂（场、站）进行。沥青拌合厂（场、站）可分为分批投料拌合厂（场、站）和滚筒式（连续）拌合厂（场、站）。沥青应分品种、分标号密闭储存。拌合厂（场、站）应有良好的防雨及排水设施，并应符合国家有关环境保

护、消防、安全等规定。应配备人员和试验仪器合格的试验室，以保证产品质量。

（2）城市主干路、快速路的沥青混凝土宜采用间歇式（分拌式）拌合机拌合。它具有自动配料系统，可自动打印每拌料的拌合量、拌合温度、拌合时间等参数。

（3）拌制的沥青混合料应均匀一致，无花白料、无结团成块或严重的粗细料分离现象。

（4）为配合大批量生产混合料，宜用大吨位自卸汽车运输，运输车辆的型号最好一致。运输时应防止沥青和汽车底板、侧板粘结，可喷涂一薄层油水（柴油：水＝1：3）混合液，余液不得聚积在车厢底部。

（5）出厂的沥青混合料应逐车用地磅秤重，并测量运料车中沥青混合料的温度，签发一式三份的运料单。一份存拌合厂（场、站），一份交摊铺现场，一份交司机。

（6）从拌合锅往汽车中卸料时，要前后均匀卸料，防止粗细料分离。运输过程中要对沥青混合料用篷布加以覆盖，做到保温、防雨及保护环境。在夏季，运输时间少于半小时的，也可不加覆盖。

4. 热拌沥青混合料的施工

（1）摊铺：摊铺机是沥青混凝土路面施工的主导机械。所以，在施工组织设计时，运料车的运输能力应较主导机械的工作能力稍大，使得在施工过程中，摊铺机前方有运料车子等候卸料。城市主干路、快速路在开始摊铺时，施工现场等候卸料的运料车不宜少于5辆。宜采用两台（含）以上摊铺机成梯队作业，进行联合摊铺。每台机器的摊铺宽度宜小于6m。相邻两幅之间宜重叠50～100mm，前后摊铺机宜相距10～30m，且保持混合料合格温度。摊铺机应具有自动调平、调厚装置；具有足够容量的受料斗和足够的功率可以推动运料车；具有初步振实、熨平装置；摊铺宽度可以调整。城市主干路、快速路施工气温低于10℃时不宜施工。

沥青混合料的松铺系数应根据混合料类型、施工机械、施工工艺等通过试验段确定。无实际资料时，沥青混凝土混合料松铺系数可供参考值为：机械摊铺1.15～1.35，人工摊铺1.25～1.50。摊铺沥青混合料应缓慢、均匀、连续不间断。用机械摊铺的混合料，不得用人工修整。

对一些不适合摊铺机作业的地方，应采用人工摊铺。人工摊铺时需十分仔细。材料要分布均匀，粗细集料不得发生离析。用铁锹摊铺沥青混凝土时，必须用扣锹法，不得扬撒沥青混合料，且一边摊铺，一边用刮板整平，一般往返刮2～3次达到整平即可。不得反复撒料反复刮平，引起粗集料离析。

（2）碾压和成型：摊铺后紧跟碾压工序，压实分初压、复压、终压（包括成型）三个阶段。碾压开始和终了温度随沥青标号而定，开始温度取值范围为120～150℃，终了温度取值范围为55～85℃。初压时料温较高，不得产生推移、发裂。初压应采用轻型钢筒式压路机碾压1～2遍。压路机应从外侧向中心碾压，碾压速度应稳定而均匀。碾压时应将驱动轮面向摊铺机，利用重力将料往下压，防止推移。初压后应检查平整度、路拱，必要时应修整。复压采用重型轮胎压路机或振动压路机，不宜少于4～6遍，相邻碾压带重叠宽度宜为10～20cm，达到要求的压实度。终压可用轮胎压路机或停振的振动压路机，不宜少于2遍，直至无轮迹。在连续摊铺后的碾压中，压路机不得随意停顿。为防碾轮粘沥青，可将掺洗衣液的水喷洒碾轮，严禁涂刷柴油。

压路机不得在未碾压成形并冷却的路面上转向、调头或停车等候。也不得在当天成形路面上停放任何机械设备或车辆，不得散落矿料、油料等杂物，加强成品保护意识。碾压的最终目的是保证压实度和平整度达到规范要求。

各种压实机械如下：

双轮钢筒式压路机：6～8t；三轮钢筒式压路机：8～12t，12～15t；振动压路机：2～6t，20～25t；手扶式小型振动压路机：1～2t；振动夯板：质量不小于180kg，振动频率不小于3000次/min。

（3）接缝：摊铺梯队作业时的纵缝应采用热接缝。上下层的纵缝应错开150mm以上。上面层的纵缝宜安排在车道线上。相邻两幅及上下层的横接缝应错位1m以上。中、下层可采用斜接缝，上层可用平接缝。接缝应粘结紧密、压实充分，连接平顺。

（4）开放交通：热拌沥青混合料路面完工后待自然冷却，表面温度低于50℃后，方可开放交通。

（三）改性沥青混合料路面施工工艺要求

1. 拌制、施工温度：根据改性剂类型、改性沥青的黏稠情况，按改性沥青的黏—温关系确定改性沥青混合料拌制、压实温度。通常比普通沥青混合料施工温度高10～20℃，特殊情况经试验确定。

2. 改性沥青混合料宜随拌随用，需要短时间贮存时，时间不宜超过24h，贮存期间温降不应超过10℃，且不得发生结合料老化、滴漏及粗细集料离析现象。

3. 改性沥青混合料运输中一定要覆盖，施工中应保持连续、均匀、不间断摊铺。

4. 因为黏稠，所以改性沥青混合料摊铺后应紧跟着碾压，充分利用料温压实。在初压和复压过程中，宜采用同类压路机并列成梯队操作，即全摊铺宽度上碾压，不宜采用首尾相接的纵列方式。

采用振动压路机碾压时，压路机轮迹的重叠宽度不应超过200mm，但在静载钢轮压路机工作时，轮迹重叠宽度不应少于200mm。

振动压路机碾压时的振动频率、振幅大小应与路面铺筑厚度相协调，厚度较小时宜采用高频低振幅，终压时要关闭振动。

5. 接缝

纵向缝：摊铺机梯队摊铺时应采用热接缝；特殊情况时，采用冷接缝，冷接缝有平接缝、自然缝。切除先铺的旧料，刷粘层油再铺新料，搭接100mm，一起碾压。

横向缝：中、下面层可采用平接缝或斜接缝，上面层应采用平接缝，宜在当天施工结束后切割、清扫、成缝。接缝摊铺前，先用直尺检查接缝处已压实的路面，切除不平整及厚度不符合要求的部分，涂刷粘层油并用熨平板预热，铺上新料后一起压实，骑缝先横向后纵向碾压，注意要考虑新料的松铺系数。

2K311042 了解沥青混凝土（混合料）组成和对材料的要求

一、沥青混合料组成

沥青混合料是一种复合材料，它由沥青、粗集料、细集料、矿粉及外掺剂组成。由这些不同质量和数量的材料混合可形成不同的结构，并具有不同的力学性质。

沥青混合料按结构可分为三类：

（1）悬浮-密实结构：这种由次级集料填充前级集料（较次级集料粒径稍大）空隙的沥青混合料，具有很大的密度，但由于各级集料被次级集料和沥青胶浆所分隔，不能直接互相嵌锁形成骨架，因此该结构具有较高的黏聚力 c，但内摩擦角 ϕ 较小，高温稳定性较差。

（2）骨架-空隙结构：此结构粗集料所占比例大，细集料很少甚至没有。粗集料可互相嵌锁形成骨架；但细集料过少容易在粗集料之间形成空隙。这种结构内摩擦角 ϕ 较高，但黏聚力 c 较低。

（3）骨架-密实结构：较多数量的粗集料形成空间骨架，相当数量的细集料填充骨架间的空隙形成连续级配，这种结构不仅内摩擦角 ϕ 较高，黏聚力 c 也较高。

三种结构的沥青混合料由于密度 ρ、空隙率 VV、矿料间隙率 VMA 不同，使它们在稳定性上亦有显著差别。

二、沥青混凝土对材料的一般要求

沥青材料的作用是把散粒矿料胶结成一个整体。

（一）沥青

其品种有道路石油沥青、软煤沥青和液体石油沥青、乳化石油沥青等。各种沥青在使用时，应根据交通量、气候条件、施工方法、沥青面层类型、材料来源等情况选用。多层路面选用沥青时，一般上层宜用较稠的沥青，下层或联接层宜用较稀的沥青。乳化石油沥青根据凝固速度可分为快凝、中凝和慢凝三种，适用于沥青表面处治、沥青贯入式路面，常温沥青混合料路面以及透层、粘层与封层。

用于沥青混合料的沥青应具有下述性能：

1. 具有适当的稠度：表征粘结性大小，即一定温度条件下的黏度；

2. 具有较大的塑性：以“延度”表示。即在一定温度和外力作用下的变形又不开裂的能力；

3. 具有足够的温度稳定性：即要求沥青对温度敏感度低，夏天不软，冬天不脆裂；

4. 具有较好的大气稳定性：抗热、光老化能力较强；

5. 具有较好的水稳性：抗水损害能力较强。

（二）石料（碎石、砂）

1. 石料应有足够的强度和耐磨性能，用于城市主干路、快速路的沥青表面层粗集料的压碎值应不大于 26%；

2. 石料与沥青有良好的粘附性，具有憎水性；

3. 清洁、干燥、无风化、无杂质；用于路面抗滑表层的石料，应选用坚硬、耐磨、抗冲击性好的碎石或破碎砾石，不得使用筛选砾石、矿渣及软质集料。

4. 石料应具有良好的颗粒形状，接近立方体，多棱角，针片状含量≯15%；

5. 砂应是中砂以上颗粒级配，含泥量＜3%～5%；

（三）填充料

填充料应用石灰岩或岩浆岩中强基性岩石等憎水性石料经磨细得到的矿粉，矿粉应干燥、洁净，细度达到要求。当采用水泥、石灰、粉煤灰作填充料时，其用量不宜超过矿料总量的 2%。高速路、主干路的沥青混凝土面层不宜用粉煤灰作填充料。

2K311050 水泥混凝土路面工程

2K311051 掌握水泥混凝土道路的构造

水泥混凝土道路结构的组成包括路基、垫层、基层以及面层。

一、路基

路基应稳定、密实、均质，对路面结构提供均匀的支承，即路基在环境和荷载作用下不产生不均匀变形。高液限黏土、高液限粉土及含有机质细粒土，不能用做城市道路路床填料。因条件限制而必须采用上述土做填料时，应掺加石灰或水泥等结合料进行改善。

地下水位高时，宜提高路堤设计标高。在设计标高受限制、未能达到中湿状态的路基临界高度时，应选用粗粒土或低剂量石灰或水泥稳定细粒土做路床填料，提高水稳定性；未能达到潮湿状态的路基临界高度时，应同时采取在边沟下设置排水渗沟等降低地下水位的措施。

岩石或填石路床顶面应铺设整平层。整平层可采用未筛分碎石和石屑或低剂量水泥稳定粒料，其厚度视路床顶面不平整程度而定，一般为 100～150mm。

路基压实度应符合现行规范质量验收标准的要求。

二、垫层

在温度和湿度状况不良的城市道路上，应设置垫层，以改善路面结构的使用性能。

1. 在基层下设置垫层的条件

季节性冰冻地区，路面总厚度小于最小防冻厚度要求时，根据路基干湿类型、土质的不同，其差值即是垫层的厚度；

水文地质条件不良的土质路堑，路床土湿度较大时，宜设置排水垫层；

路基可能产生不均匀沉降或不均匀变形时，宜加设半刚性垫层。

2. 垫层的宽度应与路基宽度相同，其最小厚度为 150mm。

3. 防冻垫层和排水垫层宜采用砂、砂砾等颗粒材料。半刚性垫层宜采用低剂量水泥、石灰或粉煤灰等无机结合料稳定粒料或土。

三、基层

基层应具有足够的抗冲刷能力和较大的刚度，抗变形能力强，坚实、平整、整体性好。

1. 混凝土面层下设置基层的作用：

防止或减轻唧泥、板底脱空和错台等病害；

在垫层共同作用下，控制或减少路基不均匀冻胀或体积变形对混凝土面层的不利影响；

为混凝土面层施工提供稳定而坚实的工作面，并改善接缝的传荷能力。

2. 基层的选用原则：

根据交通等级和基层的抗冲刷能力来选择基层。特重交通宜选用贫混凝土、碾压混凝土或沥青混凝土基层；重交通宜选用水泥稳定粒料或沥青稳定碎石基层；中、轻交通宜选择水泥或石灰粉煤灰稳定粒料或级配粒料基层。湿润和多雨地区，繁重交通路段宜采用排水基层。

3. 基层的宽度应根据混凝土面层施工方式的不同比混凝土面层每侧至少宽出 300mm（小型机具施工时）或 500mm（轨模式摊铺机施工时）或 650mm（滑模式摊铺机施工时）。

4. 各类基层结构性能、施工或排水要求不同，厚度也不同。

5. 为防止下渗水影响路基，排水基层下应设置由水泥稳定粒料或密级配粒料组成的不透水底基层，底基层顶面宜铺设沥青封层或防水土工织物。

6. 碾压混凝土基层应设置与混凝土面层相对应的接缝。

7. 基层下未设垫层，路床为细粒土、黏土质砂或级配不良砂（承受特重或重交通时），或者为细粒土（承受中等交通时），应在基层下设置底基层。底基层可采用级配粒料、水泥稳定粒料或石灰粉煤灰稳定粒料等。

四、面层

水泥混凝土面层应具有足够的强度、耐久性（抗冻性），表面抗滑、耐磨、平整。

面层混凝土板常分为普通（素）混凝土板、碾压混凝土板、连续配筋混凝土板、预应力混凝土和钢筋混凝土板等。目前我国较多采用普通（素）混凝土板。

1. 厚度

普通混凝土、钢筋混凝土、碾压混凝土或连续配筋混凝土面层所需的厚度，根据交通等级、公路等级、变异水平等级按现行规范选择并经计算确定。计算厚度产生的混凝土弯拉强度应大于最大荷载疲劳应力和最大温度疲劳应力的叠加值。

2. 混凝土弯拉强度

现行《城市道路设计规范》规定，以 28d 龄期的水泥混凝土弯拉强度控制面层混凝土的强度。各交通等级要求的混凝土弯拉强度标准值不得低于下列规定值（MPa）：特重交通 5.0，重交通 4.5，中等交通 4.5，轻交通 4.0。水泥混凝土的弯拉弹性模量宜采用实测值。无实测值时可选用下列值：设计强度为 5.0MPa/4.5MPa/4.0MPa 时，弯拉弹性模量分别是 31000MPa、28000MPa、27000MPa。

3. 接缝

混凝土板在温度变化影响下会产生胀缩。为防止胀缩作用导致板体裂缝或翘曲，混凝土板设有垂直相交的纵向和横向缝，将混凝土板分为矩形板。一般相邻的接缝对齐，不错缝。每块矩形板的板长按面层类型、厚度并由应力计算确定。

纵向接缝是根据路面宽度和施工铺筑宽度设置。一次铺筑宽度小于路面宽度时，应设置带拉杆的平缝形式的纵向施工缝。一次铺筑宽度大于 4.5m 时，应设置带拉杆的假缝形式的纵向缩缝，纵缝应与线路中线平行。

横向接缝：横向施工缝尽可能选在缩缝或胀缝处。前者采用加传力杆的平缝形式，后者同胀缝形式。特殊情况下，采用设拉杆的企口缝形式。

胀缝设置按施工季节分：除夏季施工的板，且板厚大于等于 200mm 时可不设胀缝外，其他季节施工的板均设胀缝，胀缝间距一般为 100～200m；混凝土板边与邻近桥梁其他结构物相接处或板厚有变化或有竖曲线等，一般也均设胀缝。横向缩缝为假缝，可等间距或变间距布置，一般不设传力杆。

对于特重及重交通等级的混凝土路面，横向胀缝、缩缝均设置传力杆。

当板厚按设传力杆确定的混凝土板的自由边不能设置传力杆时，设置边缘钢筋、自由

板角上部设有角隅钢筋。

混凝土是刚性材料，又是脆性材料。因此，混凝土路面板的构造措施，都是为了最大限度发挥其刚性特点，使路面能承受车轮荷载，保证行车平顺；同时又为了克服其脆性的弱点，防止在车载和自然因素作用下发生开裂、破坏，最大限度提高其耐久性，延长服务周期。

4. 抗滑性

混凝土面层应具有较大的粗糙度，即具备较高的抗滑性，以提高行车安全性。可采用刻槽、压槽、拉槽或拉毛等方法形成面层的构造深度。

2K311052 掌握水泥混凝土路面的施工要求

水泥混凝土路面施工要求：

（一）混凝土的搅拌、运输

1. 混凝土配合比：应保证混凝土的设计强度、耐磨、耐久及拌合物的和易性，在冰冻地区还要符合抗冻性要求。按弯拉强度（直角棱柱体小梁：150mm×150mm×550mm）作配合比设计，以抗压强度（标准试件尺寸：150mm×150mm×150mm）作强度检验。根据不同摊铺方式和粗集料的种类有所不同，拌合物摊铺坍落度取值范围为 0～65mm。应严格控制水灰比，最大水灰比不应大于 0.48。单位水泥用量一般不应小于 300kg/m³。当粗细集料均干燥时，混凝土的单位用水量，采用碎石为 150～160kg/m³；砾石为 145～155kg/m³。粗集料最大公称粒径，碎石不应大于 31.5mm，碎砾石不应大于 26.5mm，砾石不宜大于 19mm。混凝土的砂率，应根据砂的细度模数和粗集料种类从规范中查表取值，取值范围为 28%～42%。选定砂率并经试配，确定拌合物的理论配合比，在施工时，根据现场集料的含水率，换算成施工配合比。根据不同要求，可选用适当的外加剂。

2. 搅拌：常用的搅拌机械有自落式搅拌机和强制式搅拌机。自落式搅拌机是通过搅拌鼓的转动，使材料依靠自重下落而达到搅拌的目的，适用于搅拌塑性和半塑性混凝土，而不能用来拌制干硬性混凝土；强制式搅拌机是在固定不动的搅拌筒内，用转动的搅拌叶对材料进行反复的强制搅拌，适用于搅拌干硬性混凝土及细粒料混凝土，所用的砂、石、水泥等均应按允许误差过秤（袋装水泥要抽查），实测砂、石含水率，严格控制用水量。搅拌第一盘混凝土前，应事先用适量的混凝土拌合物或砂浆搅拌，拌后排弃，然后再按规定的配合比进行搅拌，搅拌机装料斗上料顺序为：碎（砾）石、水泥、砂，边搅拌边加水。混凝土的搅拌时间应按配合比要求与施工对其工作性要求经试拌确定最佳搅拌时间。每盘最长总搅拌时间宜为 80～120s。

3. 运输：拌合物从出料到运输完毕的允许最长时间，根据水泥初凝时间、施工气温和摊铺工艺确定。如施工气温 20～29℃，采用滑模摊铺工艺，允许最长时间 1h。在运输混凝土过程中，为防止混凝土产生离析，装料高度不应超过 1.5m 并要防止漏浆，城市道路施工中，一般采用连续搅拌车运送。夏季要遮盖，冬季要保温。

（二）混凝土的浇筑

1. 模板：宜用钢模板。如采用木模板，应具有一定的刚度，质地坚实，挠度小，无腐朽、扭曲、裂纹，装、拆方便，使用前须浸泡。木模板直线部分板厚不宜小于 50mm，高度与混凝土板厚一致，每 0.8～1m 设 1 处支撑装置；弯道上的模板宜薄些，可采用

15～30mm厚，以便弯制成型，每0.5～0.8m设1处支撑装置。木模板与混凝土接触面及顶面应刨光。模板底与基层间局部出现的间隙可采用水泥砂浆填塞。模板应稳固，搭接准确，紧密平顺，接头处不得漏浆。模板内侧面应涂隔离剂。

2. 摊铺：混凝土摊铺前，应对模板的间隔、高度、润滑、支撑稳定情况和基层状况，以及钢筋的位置、传力杆装置等进行全面检查。板厚不大于220mm时，可一次摊铺，大于220mm时，分两次摊铺，下层厚度宜为总厚的3/5。应考虑振实预留高度，一般为设计厚度的0.1～0.25倍。为防止拌合物离析，模板边部应采用“扣锹”方法摊铺，严禁抛掷和耧耙。

3. 振捣：对厚度不大于220mm的混凝土板，边角先用插入式振动器振捣，然后再用功率不小于2.2kW平板振动器纵横交错全面振捣，应重叠100～200mm，然后用振动梁拖平。在同一位置振动时间，应以拌合物停止下沉、不再冒气泡并泛出水泥浆为准，不宜过振。插入式振动器移动间距不宜大于其作用半径的1.5倍，至模板的距离不应大于其作用半径的0.5倍，并应避免碰撞模板和钢筋。应随时检查模板，发现下沉、松动、变形等问题应及时纠正。混凝土整平时严禁用纯砂浆填补找平。最后采用振动梁和铁滚筒整平，铁抹子压光，沿横坡方向拉毛或采用机具压槽，城市道路拉毛、压槽深度应为1～2mm。

4. 钢筋设置：不得踩踏钢筋网片。安放单层钢筋网片时，应在底部先摊铺一层混凝土拌合物，摊铺高度应按钢筋网片设计位置预加一定的钢筋沉落度。安放双层钢筋网片时，对厚度不大于250mm的板，上下两层钢筋网片用架立筋先扎成骨架后一次性安放就位。厚度大于250mm的板，上下两层网片应分两次安放。安放角隅、边缘钢筋时，均需先摊铺一层混凝土，稳住钢筋后再用混凝土压住。

5. 接缝：

（1）伸缝（胀缝、真缝）应与路面中心线垂直；缝壁必须垂直；缝宽必须一致，宜为20mm；缝中心不得连浆。缝上部应设分隔条，下部设置胀缝板并安装传力杆。传力杆固定后必须平行板面及路面中心线，其中心线误差不得大于5mm，水平高差不得大于3mm。传力杆的安装方法有顶头木模固定和支架固定两种。

（2）缩缝（假缝）采用切缝法施工，当混凝土强度达到设计强度的25%～30%时用切缝机切割，宽度宜为4～6mm。切缝深度：设传力杆时，不宜小于板厚的1/3，且不得小于70mm；不设传力杆时不应小于板厚的1/4，且不应小于60mm。切缝时间不仅与施工温度有关，还与混凝土的组成和性质（集料类型、水泥种类和水灰比等）等因素有关。切缝应做到宁早不晚，宁深不浅。各地可根据实践经验确定。

（3）纵缝有平缝、企口缝等形式。一般采用平缝加拉杆的形式。拉杆采用螺纹钢筋，其位置设在板厚的中央。

（4）施工缝是由于下雨、混凝土供应有延迟，不能正常浇筑而设置的一条缝，位置并非在胀缝、缩缝和纵缝处，处理方法是在接缝中埋置若干长400～500mm、直径16～20mm的光圆钢筋，以防在该处出现裂缝。

（5）混凝土板养护期满后，胀缝、缩缝和纵缝的缝槽应及时填缝。灌填缝料时，缝内应干净，缝壁必须干燥、粗糙，填缝料应与混凝土壁粘附紧密，不渗水。常温施工时填缝料宜与板面平，冬期宜稍低于板面。

（三）混凝土养护

有湿法养护和薄膜养护。养护时间宜为14～21d。在混凝土达到设计强度40%以后，可允许行人通过。在面层混凝土弯拉强度达到设计强度，且填缝完成前，不得开放交通。拆模时间应根据水泥品种、气温和混凝土强度增长情况确定。如昼夜平均气温20℃时，允许拆模时间为30h（普通水泥）。

2K312000 城市桥涵工程

2K312010 城市桥梁工程基坑施工技术

2K312011 掌握明挖基坑施工技术要求

城市桥梁工程基坑主要用于承台、桥台和扩大基础施工，一般分为无支护和有支护两类。

一、无支护基坑

（一）无支护基坑适用条件

1. 基础埋置不深，施工期较短，挖基坑时不影响临近建筑物的安全；

2. 地下水位低于基底，或渗透量小，不影响坑壁稳定。

（二）无支护基坑的坑壁形式

无支护基坑的坑壁形式分为垂直坑壁、斜坡和阶梯形坑壁以及变坡度坑壁。

对于天然湿度接近最佳含水量、构造均匀、不致发生坍滑、移动、松散或不均匀下沉的基土，坑深≤1～2m的基坑可采取垂直坑壁形式。

基坑深度在5m以内，土的湿度正常、土层构造均匀，基坑坑壁坡度可参考表2K312011，采用斜坡开挖或按相应斜坡高、宽比值挖成梯形坑壁，每梯高度以0.5～1.0m为宜。

基坑坑壁坡度 **表2K312011**

坑壁土类	坑壁坡度（高：宽）		
	基坑顶缘无荷载	基坑顶缘有静载	基坑顶缘有动载
砂类土	1：1	1：1.25	1：1.5
砾类土	1：0.75	1：1.0	1：1.25
粉质土、粉土质砂	1：0.67	1：0.75	1：1.0
黏质土	1：0.33	1：0.5	1：0.75
极软岩	1：0.25	1：0.33	1：0.67
软质岩	1：0	1：0.1	1：0.25
硬质岩	1：0	1：0	1：0

基坑穿过不同土层时，坑壁边坡可按各层土质采用不同坡度。在坑壁坡度变换处可视需要设至少0.5m宽的平台。

（三）无支护基坑施工注意事项

1. 基坑开挖前应先做好地面排水，在基坑顶缘四周应向外设排水坡，并在适当距离设截水沟，且应防止水沟渗水，以免影响坑壁稳定。基坑开挖时，应及时排干基坑内的

积水。

2. 坑缘边应留有护道，距坑缘不小于 1.0m；在垂直坑壁坑缘边的护道还应适当增宽，堆置弃土的高度不得超过 1.5m。

3. 施工时应注意观察坑缘顶地面有无裂缝，坑壁有无松散塌落现象发生，确保施工安全。

4. 基坑施工不可延续时间过长，自基坑开挖至基础完成，应抓紧时间，连续不断施工。

5. 如用机械开挖基坑，挖到比基底高程高 300mm 时，应停止挖掘，待浇筑基础前，再用人工挖至基底高程。

6. 相邻基坑深浅不等时，一般按先深后浅的顺序施工。

二、有支护基坑

（一）有支护基坑适用情形

1. 基坑坑壁土质不易稳定，并有地下水的影响。

2. 放坡开挖工程量过大，不经济。

3. 受施工场地或邻近建筑物限制，不能采用放坡开挖。

（二）网喷混凝土加固基坑壁施工

1. 一般要求

（1）基坑开挖深度小于 10m 的较完整风化基岩，可直接喷射素混凝土。喷射前应定距离埋设钢筋，以露出岩面的长度作为喷射厚度的标志。

（2）锚杆挂网喷射混凝土支护、开挖基坑时，各层锚杆要求进入稳定层的长度和间距、钢筋直径或钢绞线束数，应符合设计要求。

（3）应按设计要求逐层开挖，逐层加固。

（4）坑壁上有明显出水点处，应设置导管排水。

（5）喷射完成后，检查混凝土的平均厚度和强度，其值均不得小于设计要求。锚杆的平均抗拔力不小于设计值，最小抗拔力不小于设计值的 90%。混凝土喷射表面应平顺，钢筋和锚杆不外露。

2. 喷射混凝土

（1）原材料

1）优先选用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥。也可用矿渣或火山灰硅酸盐水泥。水泥强度等级不应低于 32.5 级。

2）应采用坚硬耐久的中砂或粗砂。

3）应采用坚硬耐久的卵石或碎石，粒径不宜大于 15mm。

4）喷射混凝土用的集料级配应按有关规范*规定控制。

5）应采用符合质量要求的外加剂。

6）喷射混凝土性能必须满足设计要求；掺加速凝剂前，应做与水泥的相容性试验及水泥净浆凝结效果试验，初凝不应大于 5min，终凝不应大于 10min。

7）需采用外掺料时，掺量应由试验确定；加外掺料的混凝土性能必须满足设计要求。

8）喷射混凝土用水应符合规范规定。

(2) 机具

1) 干法喷射混凝土机和湿法喷射混凝土机的性能都应符合规范规定，以保证喷射质量和施工顺利。

2) 湿法的效果明显优于干法，如何选用工艺和设备，由施工条件确定。

3) 空压机应满足喷射机工作风压和耗风量的要求，单台空压机工作的排风量不应小于 $9m^3/min$。

4) 压风进入喷射机前，必须进行油水分离。

5) 混合料宜采用强制式搅拌机。

6) 输料管应能承受 0.8MPa 以上压力，并有良好的耐磨性。

(3) 混合料配合比

1) 干法：水泥：砂石的重量比宜为 1：4～1：4.5，水灰比宜为 0.4～0.45。

湿法：水泥：砂石的重量比宜为：1：3.5～1：4，水灰比宜为 0.42～0.5，砂率宜为 50%～60%。

2) 速凝剂和外掺料的掺量应由试验确定，并符合相关标准。

3) 搅拌要求应满足规范*规定。

4) 混合料运输与存放中应防雨、防水、防混入大集料；装入喷射机前应过筛。

5) 干混合料，无速凝剂掺入时，存放时间不应超过 2h，掺加速凝剂后，存放时间不应超过 20min。

6) 湿法混合料拌制后，坍落度宜在 80～120mm 范围内。

(4) 喷射作业

1) 气温低于 5℃时，不应进行喷射作业。

2) 喷射作业应分段、分片，自上而下依次进行。

3) 分层喷射时，后一层喷射应在前一层混凝土终凝后进行。

4) 喷射与开挖循环作业时，混凝土终凝到下一循环放炮的时间间隔不应小于 3h。

5) 喷射机司机和喷射手的操作应遵守规范*规定。

(5) 钢筋网喷射混凝土

1) 钢筋事先清除污锈。

2) 钢筋网宜在壁面喷射一层混凝土后铺设，以利钢筋与壁面间保持 30mm 间隙。

3) 采用双层钢筋网时，第二层钢筋网应在第一层钢筋网被混凝土覆盖后铺设。

4) 钢筋网应牢固连接在锚杆或锚定装置上，喷射混凝土时不得晃动。

5) 开始喷射时，应减小喷头与受喷面的距离，并调整喷射角，以保证钢筋与壁面之间混凝土的密实性。

6) 喷射过程中，应及时清除脱落在钢筋网上的混凝土。

(6) 喷射混凝土养护

1) 混凝土终凝 2h 后，应喷水养护；一般工程，养护不少于 7d，重要工程，养护不少于 14d。

2) 气温低于 5℃，不得喷水养护。

---

* 参见《锚杆喷射混凝土支护技术规范》(GB 50086—2001)

3）普通硅酸盐水泥配制的喷射混凝土强度低于设计强度的30%时，以及矿渣硅酸盐水泥配制的喷射混凝土强度低于设计强度的40%时，不得受冻。

2K312012　掌握各类围堰施工技术要求

围堰的种类：有土围堰，土袋围堰，竹、铁丝笼围堰，间隔有桩围堰、钢板桩围堰、钢筋混凝土板桩围堰、套箱围堰、双壁钢围堰等。

一、各种围堰的适用范围（见表2K312012）

围堰适用范围　　**表2K312012**

序号	围堰名称	适用范围
1	土围堰	水深2.0m以内，水流流速0.5m/s以内，河床土质渗水较小时
2	土袋围堰	水深3.5m以内，水流流速2.0m/s以内，河床土质渗水较小时
3	套箱围堰	适用于埋置不深的水中基础或修建桩基的水中承台
4	钢筋混凝土板桩围堰	适用于黏性土、砂类土及碎石类土河床
5	竹、铁丝笼围堰	适用于流速较大而水深为1.5～4m
6	钢板桩围堰	适用于各类土（包括强风化岩）的深水基础
7	双壁钢围堰	适用于深水基础

二、对各类围堰的基本要求

1. 围堰高度应高出施工期内（到可以撤除围堰时为止）可能出现的最高水位（包括浪高0.5～0.7m）。这里指的施工期是：自排除堰内积水，边排水边挖除堰内基坑土（石）方，砌筑墩台基础及墩身（高出施工水位或堰顶高程）。基础应尽量安排在枯水期内施工，这样，围堰高度可降低，断面可减小，挖基时排水工作量也可减少。

2. 围堰外形设计时应考虑水深及河底断面被压缩后，流速增大而引起水流对围堰、河床的集中冲刷及航道影响等因素。对河流断面被围堰压缩而引起的冲刷，应有防护措施。

3. 围堰内平面尺寸应满足基础施工的要求：当基坑为渗水的土质时，坑底尺寸应根据排水要求（包括排水沟、集水井、排水管网等）和基础模板设计所需基坑大小而定，一般基底应比基础的平面尺寸增宽0.5～1.0m。

4. 围堰结构和断面应满足堰身强度、稳定和防水要求。

三、土围堰的施工要求

1. 堰顶宽度≥1.5m。当采用机械挖掘时，应视机械的种类确定，但不宜小于3m。堰外边坡迎水流冲刷的一侧，边坡坡度宜为1∶2～1∶3，背水冲刷的一侧的边坡坡度可在1∶2内，堰内边坡宜为1∶1～1∶3，内坡脚与基坑顶边缘的距离根据河床土质及基坑开挖深度而定，但不得小于1m。

2. 筑堰材料宜用黏性土或砂夹黏土；填出水面之后应进行夯实。填土应自上游开始至下游合龙。

3. 在筑堰之前，必须将堰底下河床底的树根、淤泥、石块及杂物清除干净。

4. 因筑堰引起流速增大使堰外坡面有受冲刷的危险时，可在外坡面用草皮、柴排、片石、草袋或土工织物等加以防护。

四、土袋围堰的施工要求

1. 堰顶宽度可为 1～2m。当采用机械挖掘时，应视机械的种类确定，但不宜小于3m。围堰中心部分可填筑黏土及黏性土芯墙。堰外边坡为1∶0.5～1∶1，堰内边坡为1∶0.2～1∶1，坡脚与基坑顶边缘的距离根据河床土质及基坑开挖深度而定，但不得小于 1m。

2. 在筑堰之前，必须将堰底下河床底的树根、淤泥、石块及杂物清除干净。

3. 土袋堆码应自上游开始至下游合龙。

4. 堆码的土袋上下层和内外层应相互错缝，尽量堆码密实平整。

五、钢板桩围堰的施工要求

1. 钢板桩围堰适用于各类土（包括强风化岩）的深水基坑。

2. 钢板桩的机械性能和尺寸应符合规定要求。经过整修或焊接后的钢板桩应用同类型的钢板桩进行锁口试验、检查。

3. 钢板桩堆存、搬运、起吊时，应防止因自重而引起的变形及锁口损坏。

4. 当起吊能力许可时，宜在打桩之前，将 2～3 块钢板桩，拼为一组并夹牢。

5. 施打钢板桩时，应注意如下事项：

（1）在施打钢板桩前，应在围堰上下游一定距离及两岸陆地设置经纬仪观测点，用以控制围堰长、短边方向的钢板桩的施打定位。

（2）施打前，钢板桩的锁口应用止水材料捻缝，以防漏水。

（3）施打钢板桩，必须备有导向设备，最初插、打的钢板桩，应详细检查其平面位置和垂直度。

（4）施打顺序按施工组织设计进行，一般由上游分两头向下游合龙。施打时宜先将钢板桩逐根或逐组施打到稳定深度，然后依次施打至设计深度。在垂直度有保证的条件下，也可一次打到设计深度。

（5）钢板桩可用锤击、振动、射水等方法下沉，但在黏土中不宜使用射水下沉办法。

（6）接长的钢板桩，其相邻两钢板桩的接头位置应上下错开不少于 1m。

（7）同一围堰内使用不同类型的钢板桩时，宜将两种不同类型的钢板桩的各半块拼焊成一块异形钢板桩以便连接。

（8）施打时，应随时检查其位置是否正确、桩身是否垂直，不符合要求时应立即纠正或拔起重新施打。

（9）钢板桩的转角及封闭，可用焊接连接或骑缝搭接。

6. 拔桩前，宜向堰内灌水使内外水位持平并从下游侧开始拔桩。拔桩时宜用射水、锤击等松动措施，并应尽可能采用振动拔桩法。

7. 拔出来的钢板桩应进行检修涂油，堆码保存。

2K312020 城市桥梁工程基础施工技术

2K312021 掌握沉入桩施工技术要求

沉入桩基础常用的施工方法：锤击沉桩和静力压桩。

一、锤击沉桩法

锤击沉桩是以桩锤（坠锤、柴油锤、液压锤等）锤击预制桩的桩头而将桩沉入地下土层中的施工方法。

（一）锤击沉桩法的特点

1. 锤击沉桩是在桩将土向外侧推挤的同时而贯入的施工方法，桩周围的土被挤压，因此增大了桩与土接触面之间的摩擦力；

2. 由于沉桩时会产生较大的噪声和振动，在人口稠密的地方一般不宜采用；

3. 各种桩锤的施工效果在某种程度上受地层、地质、桩重和桩长等条件的限制，因此需注意选用。

（二）锤击沉桩设备选择

锤击法沉桩的施工机械包括桩锤、桩架、动力装置、送桩杆（替打）及衬垫等，应按工程地质条件、现场环境、工程规模、桩型特性、桩密集度、工期、动力供应等多种因素来选择。

锤击沉桩设备选择的一般思路为选择锤型→选择锤重→选择桩架。

1. 选择锤型

只能在所在地方可供资源范围内按表 2K312021-1 选取。

各种锤型适用范围参考表　　**表 2K312021-1**

序号	锤型	适用范围	优缺点
1	坠锤	1. 适用于沉木桩和断面较小混凝土桩； 2. 重型及特重型龙门锤适用于沉钢筋混凝土桩； 3. 在一般黏性土、砂土、含有少量砾石土均可使用	设备简单，使用方便，冲击力大，能随意调整落距，但锤击速度慢（每分钟约 6～20 次），效率低
2	柴油锤	1. 杆式适宜沉小型桩、钢板桩； 2. 筒式锤适宜沉混凝土桩、钢管桩等； 3. 不适宜在过软或过硬土中沉桩； 4. 用于浮船中沉桩较为有利	附有桩架动力等设备，机架轻，移动方便、沉桩快，燃料消耗少，也可以打斜桩，是使用最广的一种，但振动大、噪声大
3	液压锤	1. 适用于沉重型的混凝土桩、钢桩； 2. 适用于黏性土、砂土含少量砾石等	锤质量大、冲击次数多、工作效率高，其冲程可根据不同土质用人工调整，在一定条件下，可保证锤对桩的锤击力控制，噪声小，且不会污染空气

2. 选择锤重

按锤质量与桩质量的比值选择，见表 2K312021-2。

锤质量与桩质量比值表　　**表 2K312021-2**

锤类别 / 土状态 / 桩类别	坠锤		柴油锤和液压锤	
	硬土	软土	硬土	软土
混凝土桩	1.5	0.35	1.5	1.0
钢桩	2.0	1.0	2.5	2.0

3. 选择桩架

桩架为沉桩的主要设备，可以用钢、木结构组拼而成，其主要作用是装吊锤和桩并控

制锤的运动方向。

桩架因施工对象和使用锤型的不同可分两大类：自行移动式桩架和非自行移动式桩架。自行移动式可分为履带式、导轨式和轮胎式。

城市桥梁施工多采用自行移动式桩架，且都与桩锤配套供应。桩架选择要考虑的主要因素之一是桩架高度。

桩架高度 H 可按式 2K312021 计算

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 - h_6 \qquad (2K312021)$$

式中 h_1——滑轮组高度（包括适当工作余量）；

h_2——锤的轮廓高度；

h_3——桩帽高度；

h_4——送桩高度（按最长考虑）；

h_5——桩长；

h_6——桩下端可能伸出桩架底盘以下的长度（随水深或基坑深度而定）。

各部分互相交错的长度，如桩帽套入桩头及某些锤的导杆伸入桩帽中等，视具体情况予以核减。

（三）沉入桩的施工技术要求

1. 水泥混凝土桩要达到 100%设计强度并具有 28d 龄期。

2. 重锤低击；桩帽与弹性垫层要与桩和锤相适应，并及时更换失去弹性的垫层材料。混凝土管桩桩帽上宜开逸气孔。

3. 打桩顺序：在一个基坑内沉入较多个桩时，桩会把土挤紧或使土上拱。因此打桩顺序是个很重要的问题，一般是由一端向另一端打；密集群桩由中心向四边打；先打深桩，后打浅桩；先打坡顶，后打坡脚；先打靠近建筑的桩，然后往外打；遇到多方向桩应设法减少变更桩机斜度或方向的作业次数，并避免桩顶干扰。沉入土中的桩，将使桩周附近 3～5 倍桩径范围内的土受到很大的重塑作用，因此在黏土层中沉桩，当桩距较小时更应注意顺序问题。

4. 在桩的打入过程中，应始终保持锤、桩帽和桩身在同一轴线上。

5. 沉桩时，以控制桩尖设计标高为主。桩尖标高等于设计标高而贯入度较大时，应继续锤击，使贯入度接近控制贯入度；当贯入度已达到控制贯入度，而桩尖标高未达到设计标高时，应继续锤击 100mm 左右（或锤击 30～50 击）如无异常变化时，即可停锤。

在饱和的细、中、粗砂中连续沉桩时，易使流动的砂紧密挤实于桩的周围，妨碍砂中水分沿桩上升，在桩尖下形成压力很大的“水垫”，使桩产生暂时的极大贯入阻力，休息一定时间之后，贯入阻力就降低，这种现象称为桩的“假极限”。

在黏性土中连续沉桩时，由于土的渗透系数小，桩周围水不能渗透扩散而沿着桩身向上挤出，形成桩周围水的滑润套，使桩周摩阻力大为减小，但休息一定时间后，桩周围水消失，桩周摩阻力恢复、增大，这种现象称为“吸入”。

锤击沉桩发现上述两种情况时，均应进行复打，以确定桩的实际承载力。复打前桩应休息一定时间。

桩的上浮有两种情况，被锤击的桩上浮和附近的桩上浮。对于前者，如使用坠锤时，可将坠锤停留在桩头的时间长一些；当用柴油锤时，如系空心管桩，桩尖不要封闭，将桩

内土排除，可减少桩上浮。无论何种情况，桩都应进行复打。

若桩尖标高比设计标高高得多时，应与设计单位和监理研究确定。

6. 无论桩多长，打桩和接桩均须连续作业，中间不应有较长时间的停歇。

7. 在一个墩、台桩基中，同一水平面内的桩接头数不得超过桩基总数的 1/4，但采用法兰盘按等强度设计的接头，可不受此限制。

8. 沉桩过程中，若遇到贯入度剧变，桩身突然发生倾斜、位移或有严重回弹，桩顶或桩身出现严重裂缝、破碎等情况时，应暂停沉桩，分析原因，采取有效措施。

9. 在硬塑黏土或松散的砂土地层下沉群桩时，如在桩的影响区内有建筑物，应防止地面隆起或下沉对建筑物的破坏。

二、静力压桩法

静力压桩法系借助专用桩架自重、配重或结构物自重，通过压梁或压柱将整个桩架自重、配重或结构物反力，以卷扬机滑轮组或电动油泵液压方式施加在桩顶或桩身上，当施加给桩的静压力与桩的人土阻力达到动态平衡时，桩在自重和静压力作用下逐渐沉人地基土中。

（一）静力压桩法的特点

1. 施工时无冲击力，产生的噪声和振动较小，施工应力小，可减少打桩振动对地基的影响；

2. 桩顶不易损坏，不易产生偏心沉桩，精度较高；

3. 能在施工中测定沉桩阻力为设计施工提供参数，并预估和验证桩的承载能力；

4. 由于专用桩架设备的高度和压桩能力受到一定限制，较难压入 30m 以上的长桩，但可通过接桩，分节压人；

5. 机械设备的拼装和移动耗时较多。

静力压桩法通常应用于高压缩性黏土层或砂性较轻的软黏土地基。当桩需要穿过有一定厚度的砂性土中间夹层时，必须根据砂性土层的厚度、密实度、上下土层的力学指标，桩的结构、强度、形式或设备能力等综合考虑其适用性。

静力压桩法按加力方式可分为压桩机（压桩架、压桩车、压桩船）施工法、吊载压力施工法、结构自重压力施工法等。

（二）静力压桩法施工要求

1. 静力压桩前应对压桩地区的土层地质情况调查清楚，并据以估算桩的阻力，如有夹砂层时，应采取相应的施工措施。

2. 选用压桩设备的设计承载力宜大于压桩阻力的 40%。

3. 压桩前应详细检查各种设备，并做好一切准备工作，如压桩机的辅助设备、测量仪器等的检查校定，使压桩工作不致间断。

4. 使用 2 台卷扬机同时启动放下压梁时，必须使其同步运行，确保压梁不偏斜。在压桩过程中，应始终保持压梁中轴线与桩帽、桩身中轴线在同一直线上。

5. 压桩时，应尽量避免中途停歇，如必须要停歇时（如接桩、接送桩等）应尽量减少停歇时间，并考虑将桩尖停歇在软弱土层中，使再启动时减小阻力。

6. 当桩尖标高接近设计标高时，应严格控制进程，不得过早或过迟停压。

7. 遇到下列情况，应暂停施压，分析原因并予以处理：

（1）插桩初压时桩尖即有较大走位和倾斜；

（2）压桩过程中桩身倾斜或下沉速度加快；

（3）压桩阻力突然剧增或压桩机倾斜。

2K312022 掌握钻孔灌注桩施工技术要求

一、钻孔灌注桩

钻孔灌注桩，是在现场采用钻孔机械将地层钻挖成预定孔径和深度的孔后，将预制成一定形状的钢筋骨架放入孔内，然后在孔内灌入水下混凝土而形成桩基。水下混凝土多采用垂直导管法灌注。

（一）钻孔灌注桩特点

1. 与沉入桩中的锤击法相比，施工噪声和振动要小得多；

2. 能建造比预制桩的直径大得多的桩；

3. 在各种地基上均可使用；

4. 施工上应特别注意对钻孔时的孔壁坍塌及桩尖处地基的流砂、孔底沉淀等的处理，施工质量的好坏对桩的承载力影响很大；

5. 因混凝土是在泥水中灌注的，因此混凝土质量较难控制。

（二）钻孔灌注桩常用的成孔方法、适用范围及泥浆的作用

见表 2K312022。

常用成孔方法　　表 2K312022

成孔方法	适用范围			泥浆作用
	土层	孔径（mm）	孔深（m）	
正循环回转钻	黏性土，粉砂、细、中、粗砂，含少量砾石、卵石（含量少于 20%）的土、软岩	800～2500	30～100	浮悬钻渣并护壁
反循环回转钻	黏性土、砂类土、含少量砾石、卵石（含量少于 20%，粒径小于钻杆内径 2/3）的土	800～3000	用真空泵＜35，用空气吸泥机可达 65，用气举式可达 120	护壁

1. 正循环回转钻孔原理

用泥浆以高压通过钻机的空心钻杆，从钻杆底部射出，底部的钻头（钻锥）在回转时将土层搅松成钻渣，被泥浆浮悬，随着泥浆上升而溢出流到井外泥浆溜槽，经过沉淀池沉淀净化，泥浆再循环使用。井孔壁依靠水头和泥浆保护。

2. 反循环回转钻孔原理：

泥浆由钻杆外流（注）入井孔，用真空泵或其他方法（如空气吸泥机等）将钻渣从钻杆中吸出。由于钻杆内径较井孔直径小得多，故钻杆内泥水上升速度较正循环快很多，就是清水也可把钻渣带上钻杆顶端，流到泥浆沉淀池，净化后泥浆可循环使用。

反循环与正循环相比，具有钻孔进度快 4～5 倍、需用泥浆料少、转盘所消耗动力较少、清孔时间较快等优点。

3. 选择钻孔设备的一般思路是选择钻孔方法→选择钻孔设备，选择钻孔设备应考虑的依据为孔径、孔深、土质状况和设备能力。钻孔设备中钻锥、钻杆和泥浆泵是重点考虑的部件，旋转盘的扭矩也是要考虑的主要性能。钻锥选择是根据土质和孔径而定；泥浆泵

选择应经过流量和泵压计算来选择；选择钻杆时要进行应力验算，以免钻进中钻杆被扭断而停工。在选择钻杆时，首先根据泵压确定钻杆的最小内径和管壁厚度，然后根据钻杆传递动力时的受力不利截面进行应力验算。钻杆受力有拉、压、弯、扭四种。

二、钻孔灌注桩施工技术要求

（一）对护筒的要求

护筒埋设工作是钻孔灌注桩施工的开始，护筒平面位置与垂直度准确与否，护筒周围和护筒底脚是否紧密、不透水，对成孔、成桩的质量都有重大影响。埋设时，护筒中心轴线应对正测量标定的桩位中心，其水平偏差＜50mm，垂直偏差＜1%。

钻孔灌注桩的护筒内径的大小，与钻机在钻孔时在孔内摆动程度有关，护筒内径要比桩径大 200～400mm。

在钻孔灌注桩钻孔过程中，应保持护筒中泥浆施工液位一定高度，形成 1～2m 液位差，以保护孔壁免于坍塌。

（二）骨架存放与运输

制好后的钢筋骨架必须放在平整、干燥的场地上。存放时，每个加劲筋与地面接触处都垫上等高的木方，以免粘上泥土。每组骨架的各节段要排好次序，便于使用时按顺序装车运出。在骨架每个节段上都要挂上标志牌，写明墩号、桩号、节号等。没有挂标志牌的钢筋骨架，不得混杂存放，避免搞错，造成质量事故。存放骨架还要注意防雨、防潮，不宜过多。

骨架运输总的要求是：无论采用什么方法运输，都不得使骨架变形。在运输中标志牌不得刮掉，便于校对检验。

（三）骨架的起吊和就位

为了保证骨架起吊时不变形，宜用两点吊。第一吊点设在骨架的下部，第二吊点设在骨架长度的中点到上三分点之间。起吊时，先提第一吊点，使骨架稍提起，再与第二吊点同时起吊。待骨架离开地面后，第一吊点停止起吊，继续提升第二吊点。随着第二吊点不断上升，慢慢放松第一吊点，直到骨架同地面垂直，停止起吊。解除第一吊点，检查骨架是否顺直。如有弯曲应整直。当骨架进入孔口后，应将其扶正徐徐下降，严禁摆动碰撞孔壁。焊接骨架时，应使上下两节骨架位于同一竖直线上，焊接时应先焊顺桥方向的接头。

骨架最上端定位，必须由测定的孔口标高来计算定位筋的长度，并反复核对无误后再焊接定位。骨架就位焊接完毕后，还要核对每节骨架入孔解下的标志牌，防止漏掉或接错骨架事故的发生。最后应详细检测钢筋骨架的底面标高是否与设计相符，偏差不得大于±50mm。

（四）水下混凝土的灌注

导管是灌注水下混凝土的重要工具，用钢板卷制焊成或采用无缝钢管制成。其直径按桩长、桩径和每小时需要通过的混凝土数量决定。导管制作应力求坚固。内壁应光滑、顺直、光洁和无局部凹凸。各节导管内径应大小一致，偏差不大于±20mm。

导管在使用前和使用一个时期后，除应对其规格、质量和拼接构造进行认真地检查外，还需做拼接、过球和水密、承压、接头、抗拉等试验。水密试验时的水压应不小于井孔内水深 1.5 倍的压力；进行承压试验时的水压不应小于导管壁可能承受的最大内压力。

1. 灌注水下混凝土是钻孔桩施工的重要工序，应特别注意。钻孔应经成孔质量检验合格后，方可开始灌注工作。

2. 灌注前，对孔底沉淀层厚度应再进行一次测定。如厚度超过规定，可用喷射法向

孔底喷射 3～5min，使沉渣悬浮，然后立即灌注首批水下混凝土。

3. 将首批混凝土灌入孔底后，立即探测孔内混凝土面高度，计算出导管内埋置深度，灌注水下混凝土时，导管内埋置深度，一般宜控制在 2～6m。如符合要求，即可正常灌注。如发现导管内大量进水，表明出现灌注事故，应进行处理。

4. 灌注开始后，应紧凑、连续地进行，严禁中途停工。在灌注过程中，要防止混凝土拌合物从漏斗顶溢出或从漏斗外掉入孔底，使泥浆内含有水泥而变稠凝结，致使测深不准确。灌注过程中，应注意观察管内混凝土下降和孔内水位升降情况，及时测量孔内混凝土面高度，正确指挥导管的提升和拆除。

导管提升时应保持轴线竖直和位置居中，逐步提升。拆除导管动作要快，时间一般不宜超过 15min。要防止螺栓、橡胶垫和工具等掉入孔中，注意安全。已拆下的管节要立即清洗干净，堆放整齐。

5. 在灌注过程中，当导管内混凝土不满，含有空气时，后续混凝土要徐徐灌入，不可整斗地灌入漏斗和导管，以免在导管内形成高压气囊，挤出管节间的橡皮垫，而使导管漏水。

6. 当混凝土面升到钢筋骨架下端时，要采取措施防钢筋骨架被混凝土顶托上升。

7. 为确保桩顶质量，在桩顶设计标高以上应加灌一定高度，以便灌注结束后将此段混凝土清除。增加的高度，可按孔深、成孔方法和清孔方法确定。一般不宜小于 0.5m，长柱不宜小于 1.0m。

混凝土灌注到接近设计标高时，工地值班人员要计算还需要的混凝土数量（计算时应将导管内及混凝土输送泵管内的混凝土数量估计在内），通知拌合站按需要数拌制，以免造成浪费。

为减少以后凿除桩头的工作量，可在灌注结束后，混凝土凝结前，挖除多余的一段桩头，但应保留 100～200mm，以待随后修凿、接浇墩柱或承台。

旱地施工用的钢护筒，如需回收，可在灌注结束、混凝土初凝前拔出。当使用两半式钢护筒或木护筒时，要待混凝土强度达到 5MPa 后方可拆除。

8. 在灌注将近结束时，由于导管内混凝土柱高度减小，超压力降低，而导管外的泥浆及所含渣土稠度增加，相对密度增大。如在这种情况下出现混凝土顶升困难时，可在孔内加水稀释泥浆，并掏出部分沉淀土，使灌注工作顺利进行。在拔出最后一段长导管时，拔管速度要慢，以防止桩顶沉淀的泥浆挤入导管下形成泥心。

9. 在灌注混凝土时，每根桩应至少留取两组试件，桩长 20m 以上者不少于 3 组；桩径大、浇筑时间很长时，不少于 4 组。如换工作班时，每工作班都应制取试件。试件应施加标准养护，强度测试后应填试验报告表。强度不合要求时，应及时提出报告，采取补救措施。

10. 有关混凝土灌注情况，各灌注时间、混凝土面的深度、导管埋深、导管拆除以及发生的异常现象等，应指定专人进行记录。

2K312030 城市桥梁工程下部结构施工技术

2K312031 掌握现浇混凝土墩台施工技术要求

现浇混凝土墩台的施工应控制好模板配置、支架搭拆、钢筋绑扎、混凝土浇筑四大环节。

一、模板配置

一般现浇混凝土墩台常用的模板有固定式模板、拼装式模板、整体吊装模板和组合式定型钢模板。墩台侧模板的设计荷载主要考虑现浇混凝土对侧面模板的压力和倾倒混凝土时产生的水平荷载。对钢筋混凝土柱等轻型墩台还应考虑捣实混凝土时产生的荷载。

对模板的技术要求如下：

（1）模板应具有必要的强度、刚度和稳定性，能可靠地承受施工过程中可能产生的各项荷载，保证结构物各部形状、尺寸准确。

（2）模板板面平整，接缝紧密不漏浆。

（3）拆装容易，施工操作方便，保证安全。

（4）模板制作、安装的允许偏差应符合规范要求。

（5）模板设计应包括以下内容：

1）绘制模板总装图、细部构造图；

2）在计算荷载作用下按受力程序分别验算其强度、刚度和稳定性；

3）制定模板的安装、使用、拆卸及保养等有关技术安全措施和注意事项；

4）编制模板材料数量表；

5）编制模板设计说明书。

（6）验算模板刚度时，其变形值不得超过下列数值：

1）结构表面外露的模板挠度为模板构件跨度的 1/400；

2）结构表面隐蔽的模板挠度为模板构件跨度的 1/250。

二、支架搭拆

用于墩台施工的支架其主要用途为脚手架，最常用的是扣件式钢管脚手架。搭拆扣件式钢管脚手架安全是第一位的。

三、现浇混凝土墩台钢筋绑扎和混凝土浇筑施工要求

1. 墩台施工前应在基础顶面放出墩、台中线和墩、台内、外轮廓线的准确位置。

2. 现浇混凝土墩、台钢筋的绑扎应和混凝土的灌筑配合进行。在配置垂直方向的钢筋时应有不同的长度，以便同一断面上的钢筋接头能符合《公路桥涵施工技术规范》（JTJ 041）的有关规定。水平钢筋的接头也应内外、上下互相错开。钢筋保护层的净厚度，应符合设计规范要求。

3. 浇筑混凝土的质量应从准备工作、拌合材料、操作技术和灌后养护这四方面加以控制。滑模浇筑应选用低流动度的或半干硬性的混凝土拌合料，分层分段对称浇筑，并应同时浇完一层。各段的浇筑应到距模板上缘 100～150mm 处为止。采用插入式振捣器时，应插入下层混凝土 50～100mm。要防止千斤顶和油管在混凝土和钢筋上漏油。浇筑混凝土要连续操作，如因故中途停止，应按施工缝处理。脱模后若表面不平整或有其他缺陷要予以修补。

在明挖基础上灌筑墩、台第一层混凝土时，要防止水分被基础吸收或基顶水分渗入混凝土而降低强度。

4. 注意掌握混凝土的浇筑速度。混凝土的配制、输送及灌筑速度应符合式（2K312031-1）要求：

$$v = Ah/t \qquad (2K312031\text{-}1)$$

式中 v——混凝土配制、输送及浇筑的容许最小速度（m^3/h）；

A——浇筑的面积（m^2）；

h——浇筑层的厚度（m）；

t——所用水泥的初凝时间（h）。

如混凝土的配制、输送及浇筑需要时间较长，则应符合式（2K312031-2）要求：

$$v \geqslant Ah/(t-t_0) \qquad (2K312031\text{-}2)$$

式中：t_0——混凝土配制、输送及浇筑所消耗的时间（h）。

混凝土浇筑层厚度 h，应根据使用的振捣方法按《公路桥涵施工技术规范》(JTJ 041) 第 11.6.1 条规定的数值采用。

若墩台截面积不大时，混凝土应连续一次浇筑完成，以保证其整体性。如墩、台截面积过大时，应分段分块浇筑。具体划分要求，详见《公路桥涵施工技术规范》（JTJ041）第 11.6.2 条。

5. 大体积混凝土应参照 2K320103 条的要求浇筑。

6. 在混凝土浇筑过程中，应随时观察所设置的预埋螺栓、预留孔、预埋支座的位置是否移动，若发现移位应及时校正。浇筑过程中还应注意模板、支架情况，如有变形或沉陷应立即校对并加固。

7. 高大的桥台，若台身后仰，本身自重力偏心较大，为平衡台身偏心，施工时应随同填筑台身四周路堤土方同步砌筑或浇筑台身，防止桥台后倾或向前滑移。未经填土的台身施工高度一般不宜超过 4m，以免偏心引起基底不均匀沉陷。

2K312032 掌握现浇混凝土盖梁施工技术要求

盖梁是指桩柱墩墩帽，除装配式的以外，需要现场立模浇筑。现浇混凝土盖梁施工应控制好模板设计、支架搭拆、预应力张拉三大环节的特殊点。

一、盖梁模板设计

盖梁模板设计时考虑的荷载组合按表 2K312032 条的规定执行。

模板、支架和拱架设计计算的荷载组合表　　表 2K312032

模板结构名称	荷载组合	
	计算强度用	验算刚度用
梁、板和拱的底模板以及支承板、支架及拱等	①+②+③+④+⑦	①+②+⑦
缘石、人行道、栏杆、柱、梁、板、拱等侧模板	④+⑤	⑤
基础、墩台等厚大建筑物的侧模板	⑤+⑥	⑤

1. 表中各数字表示的荷载如下所示：

①模板、支架和拱架自重；

②新浇筑圬工结构物的重力；

③人员、材料、机具等荷载；

④振捣混凝土产生的荷载；

⑤新混凝土对侧模板压力；

⑥混凝土倾倒时产生的水平荷载；

⑦其他可能产生的荷载，如雪载，风载，水流压力，飘浮物冲击荷载。

2. 支架和拱架应预留施工拱度，在确定施工拱度值时，应考虑支架受力产生的弹性和非弹性变形，支架基础的沉陷和结构物本身受力后各种变形。其中还应考虑 1/2 汽车荷载（不计冲击力）引起的梁或拱圈的弹性挠度。

3. 计算模板、支架和拱架的强度和稳定性时，应考虑作用在模板、支架和拱架上的风力。设于水中的支架，尚应考虑水流压力、流冰压力和船只漂流物等冲击力荷载。

二、盖梁支架和施工脚手架

（一）地基处理

1. 盖梁支架和脚手架的地基处理应按施工组织设计要求进行，一般采取先用压路机碾压，人工整平后，再在土基上铺设枕木或路基箱板作为支架基础的方法，或在土基上铺设 100mm 碎石，然后铺设 150mm 混凝土的方法处理。

2. 地基处理必须经验收合格后，方可进行盖梁支架和脚手架的搭设。

（二）盖梁承重支架（满堂排架）

1. 作为盖梁模板的支护系统，其立杆底部应有通长的槽钢或厚度不小于 50mm 的木板且上设有 100mm×100mm 钢板座垫衬；立杆的纵、横向间距，横杆的步距必须按施工组织设计要求搭设和按《钢管扣件水平模板的支撑系统安全技术规程》（DG/TJ 08—016—2004）要求实施。

2. 必须设置纵、横向扫地杆，纵向扫地杆应采用直角扣件固定在距底座 200mm 处的立杆上。横向扫地杆亦应采用直角扣件固定在紧靠纵向扫地杆下方的立杆上。当立杆基础不在同高度上时，必须将高处的纵向扫地杆向低处延长两跨与立杆固定，高低差不应大于 1m。靠边坡上方的立杆轴线到边坡的距离不应小于 500mm。

3. 立杆的接长除顶层顶部可采用搭接外，其余各层各步的接头必须采用对接扣件连接。

4. 立杆上的对接扣件必须交错布置；两根相邻立杆的接头不应设置在同步内，同步内隔一根立杆的两个相隔接头在高度方向错开的距离不宜小于 500mm。各接头至主接点的距离不宜大于步距的 1/3；搭接长度不小于 1m，应采用不少于两个旋转扣件固定，端部扣件盖板的边缘至杆端距离不小于 100mm。

5. 斜撑与剪刀撑必须按施工组织设计要求设置。

6. 搭设完毕的盖梁承重支架，必须经验收合格挂牌后，方可投入使用。

（三）盖梁施工脚手架

1. 盖梁施工脚手架部分与承重支架必须分隔设置，施工脚手架一般采取双排落地脚手架，在底模每边设置宽度 1m 左右的作业通道，作业通道的内、外侧必须设置临边防护，并用密目式安全网围护。对于高度较高的盖梁，脚手架应相应设置多层作业通道。应确保脚手架防护高度高于作业通道面 1.2m 以上。

2. 严禁在吊运盖梁模板及钢筋等作业时随意拆除脚手架的防护杆件。

3. 脚手架必须可靠接地。

4. 搭设完毕的脚手架，必须经验收合格挂牌后，方可投入使用。

三、预应力张拉

（1）预应力盖梁的穿索，必须设专人指挥和监护，严防钢索滑落或触及高压架空线路。

（2）张拉作业必须在脚手架上进行，脚手架的端头应设置防护板。

（3）张拉作业区应设置明显的标志，禁止无关人员进入。张拉作业人员必须持有效操作证。

（4）选择高压油泵的位置时，应考虑在张拉交接班过程中锚具构件出现突然损坏时，操作人员能立即避开。

（5）油泵与千斤顶之间的所有连接点及钢管的喇叭口，必须完好无损，连接螺母必须旋紧，油表等接头处应有胶布绑扎，以防漏油喷射伤眼。

（6）必须做到“六不张拉”，即：没有预应力筋出厂材料合格证、预应力筋规格不符合设计要求、配套构件不符合设计要求、张拉前交底不清、准备工作不充分安全设施未做好、混凝土强度达不到设计要求，不张拉。

（7）张拉过程中，张拉构件两端不准站人，并设置可靠有效的防护措施。必须随时注意非正常情况的出现，密切关注张拉值的大小必须与计算值相适应，当压力表指针不复零位，张拉机械发生故障时，必须停止张拉，会同工程技术人员采取措施，排除故障后，方可继续进行张拉。

（8）每次张拉完毕，必须稍等几分钟后再拆卸张拉设备。

（9）孔道灌浆时，掌握喷嘴的人必须戴防护镜，穿雨鞋，戴手套。喷嘴插入孔道时，喷嘴后面的胶皮垫圈要压紧在孔洞上，待砂浆压浆泵与胶皮圈连接牢固后，才能进行压浆灌注。堵灌浆孔时，作业人员应站在孔的侧面，以防砂浆喷出伤人。

（10）夜间施工，必须具备足够的照明，严禁不设照明借用路灯进行张拉作业。

（11）涉及交通道的张拉作业为防止两端构件突然损坏弹出，应在其两端各设两道防线，进行保护。

参见 2K312042。

2K312040 城市桥梁工程上部结构施工技术

2K312041 掌握预制混凝土梁（板）安装的技术要求

在城市中安装简支梁、板的常用方法为人字扒杆，龙门架或吊机，且以吊机单机或双机吊梁、板为主。

装配式桥梁构件在脱底模、移运、吊装时，混凝土的强度不应低于设计所要求的吊装强度，一般不得低于设计强度 75%。对孔道已压浆的预应力混凝土构件，其孔道水泥浆的强度不应低于设计要求，如无设计规定时，不得低于设计强度的 75%。

吊装移运装配式桥梁构件时，吊绳与起吊构件的交角应大于 60°，小于 60°时应设置吊架或扁担，尽可能使吊环垂直受力。

一、架设安装前的准备工作

（一）架设方法的选择

在选择架设方法时，应以安全可靠和经济简单为原则，结合下列具体情况，选定最合理的方法。

1. 架设安装施工地形条件

（1）梁下空间利用的可能性，地面下埋设物的障碍对架设安装的影响程度；

（2）架设地点上空安全高度有无保证；

（3）架设时外界噪声、振动等对安装的影响程度；

（4）电力来源情况；

（5）预制梁、板及施工机械的运输道路条件。

2. 工程规模条件：如架设孔数和宽度，预制梁、板总数；预制梁、板的长度、高度、质量；桥的纵向坡度、平面线形等。

3. 下部构造条件：如下部构造的形状、尺寸和施工状况等。

4. 工期条件：如安装进度要求和架设时期、场所、时间长短有无限制等。

5. 架设安装机械设备条件：如已有的架设机械设备完好的情况，能租赁到的机械设备情况，以及架设安装的机械操作人员配备情况。

（二）架设安装设备安全性的验算

为了保证架设安装工作的安全，一些大型的架设安装设备和相应的临时构造物的强度、刚度和稳定性应按架设安装的荷载，及有关规范规定进行验算。验算的荷载除构件本身质量外，还应考虑冲击力的作用。

（三）预制梁、板构件的安全性验算

预制构件（特别是预应力梁、板）在架设安装过程中，如果临时支承点位置与设计位置不一致，或构件纵横向发生过大的倾斜、扭曲或需在架好的梁板上运输构件时，则可能在构件某些部位产生大于设计容许的应力，故应按施工过程的具体情况，在架设安装作业前进行验算。若超过容许应力，则应改变架设安装作业方法，以避免构件发生裂损破坏事故。验算方法可按结构力学原理进行。

二、架梁的主要基本作业

（一）架梁注意事项

1. 注意梁、板的重心

在安装和架设梁、板构件的各个阶段中，要时刻注意构件的重心位置，并且要在验算其稳定性和采取确保平衡状态措施之后，方可进行吊装工作。对于弯曲梁板的系吊点位置应比梁板的重心高，否则就不稳定。

2. 选择好起落梁、板的方法

用人字扒杆、龙门架或吊机把梁系吊起落，只需对系点位置和起吊梁、板时瞬间予以注意即可，稳定性比用千斤顶起落好，而且费时较少，进度较快。

如用千斤顶放在梁下面起落梁，因千斤顶低于梁的重心，操作时不稳定。在工作过程中不能疏忽大意，否则梁就会有倾斜的危险。如限于条件，必须用千斤顶起落时，则应按照“（二）千斤顶起落梁”所述的技术要求办理。

3. 移梁操作方法的选择

梁板纵移或横移时，在坚固的轨道上使用平车较为安全可靠，且速度较快。若采用走板、滚筒移动时，由于滚筒直径较小，梁的重心和滚筒的相互关系以及滚筒所受的荷载都

随着梁的移动而发生较大的变化，特别是滑道条件较差时用滚筒移动稳定性较差。若限于条件必须用滚筒移梁时，要严格按照下述技术要求进行。

滚筒的构造视物件质量大小而定。一般质量大受力大的滚移，用锻（铸）钢作滚筒，质量不大受力较小的滚移则可用钢管或圆木棍作滚筒。

滚筒直径的大小与牵引力成反比，直径大，则所需牵引力小。但滚筒直径也不宜过大。一般木滚筒直径为 100～150mm，钢滚筒为 50～150mm。一副走板需用滚筒数按其荷载和承压计算确定。排列的最小距离宜为 2.5 倍滚筒直径。滚筒长度应宽于走板 300～400mm。

滚移时注意事项有：

（1）直线拖拉滚移时，滚筒应与走板正交。如需转向，可调整滚筒偏向，使物件和走板随着滚筒的偏移而转变滚向。

（2）在平列的双走道的接头应互相错开，走板的前端，应设弯弧以利放入滚筒。

（3）直径 80mm 以上的钢滚筒宜在其端部焊上把手，以便使用。

（4）滚移中操作人员不可站在滚进前方和在走板上行走，不可用脚踢滚筒来调整方向，以免发生人身安全事故。

4. 设置好控制方向用的钢丝绳

梁、板构件吊高、降落或移动时，应注意施加作用于移动方向的力和控制好向相反方向移动的力。由于构件质量一般都较大，一旦开始移动时，很难准确控制位置，因此，对需精确的移动时，一定要准备好制动用的钢丝绳。

（二）千斤顶起落梁

1. 千斤顶的选择

一般起落钢梁或较轻的混凝土梁时可选用油压千斤顶或螺旋千斤顶。起落大型的混凝土梁时，由于高度限制和起重量大，宜选用油压千斤顶，而不使用螺旋千斤顶。

2. 顶梁操作要求

（1）每次只允许顶落梁的一端，另一端必须稳妥垫实，防止向一端倾斜、走动；

（2）千斤顶上面或下面如需扩大承压面积时，应垫以厚钢板；为防止滑动，应在千斤顶上面和梁底之间加垫硬木板和麻袋片；

（3）在承受主要荷载时，千斤顶着力部位应在中央，不得倾斜，如必须斜顶时，其上下应以适合斜度的楔形硬木承垫，并加垫厚钢板；

（4）顶落 T 型混凝土梁时，两端需有稳妥的斜撑式托架支护，在托架下面跟随梁的起落用木楔及垫木保险；

（5）混凝土梁起顶和保险支承的部位，应尽量靠近设计支点处的梁梗底面，T 型梁的支撑应顶在梗肋；

（6）顶落梁工作量较大时，应有备用的千斤顶和供更换的易损配件，以便当千斤顶发生故障时可及时替换处理。

（三）吊放梁板

用各种起吊机具设备吊放梁、板时，应达到以下技术要求：

1. 起吊混凝土梁板时，捆绑吊点距梁端悬出的长度不得超过设计规定，无设计规定时应进行验算，以防止捆绑吊点梁顶面超过容许应力而使梁开裂破损。起吊钢桁梁时千斤

绳应捆在节点的部位，吊钢板梁的千斤绳应捆在靠近梁的横向连接处。吊Ⅱ型梁的千斤绳应捆在梁的横隔板附近，否则应在梁腹内加设横撑木或在梁底使用横托架。

2. 起吊混凝土T形梁时，若吊钩不是钩住预埋的吊环，而是用千斤绳捆绑吊放时，应采用不使梁的两个翼板受力的方法。

3. 钢梁及小跨度的混凝土梁、板经过验算不会发生超容许应力时，可采用人字千斤绳起吊，或由一个吊点在梁的重心起吊。较大跨度的混凝土梁如用一个主钩起吊，必须配以纵向扁担。

4. 各种起吊设备在每次组装后，初次使用时，应先进行试吊。试吊时，将梁吊离支承面约20～30mm后暂停，对各主要受力部位的作用情况作细致检查。确认受力良好，方可撤除支垫继续起吊。

（四）横移梁、板

横移梁、板的方法通常以吊装方法而定，原则是人的安全和梁板移动的平稳。

（五）梁、板落位

放线和位置的控制：

1. 根据线路中心线和墩台中心里程，在墩台上放出每片梁的纵向中心线、支座纵横中心线、梁板端头横线及支座底部轮廓线，在梁端横线上定出各片梁底部边缘的点。

2. 若墩台上布置有移梁滑道或枕木垛时，应再将必要的线翻放至滑道或枕木垛顶面。

3. 坡桥上顺坡斜置的梁，放线时应考虑坡度对平面跨径尺寸的影响。

4. 在每片梁、板的两端应标出梁的竖向中线，T型梁标在梁梗上，Ⅱ型梁只须标出一个梗的中线，梁两个端面的竖向中线应互相平行。

5. 落位时，在梁（板）侧面的端部挂线锤，根据墩台顶面标出的梁端横线及该线上标出的梁侧边缘点来检查和控制梁的顺桥向及横桥向正位。

6. 在梁、板端的顶部中心挂线锤，根据梁端面上的竖向中线检查梁是否正直并不向两侧倾斜。

7. 梁、板的顺桥向位置，一般以固定端为准，横桥向位置应以梁的纵向中心线为准。

2K312042　掌握预应力材料与锚具的正确使用

常用预应力材料有预应力筋和管道。常用预应力筋有钢丝、钢绞线、热处理钢筋。

一、预应力筋的正确使用

预应力筋进场时应分批验收。验收时，除应对其质量证明书、包装、标志和规格进行检查外，尚须按规定进行检验。每批重量不大于60t。按规定抽样，若有试样不合格，则不合格盘报废，另取双倍试样检验不合格项，如再有不合格项，则整批预应力筋报废。

预应力筋的下料长度应通过计算确定。计算时应考虑结构的孔道长度或台座长度，锚夹具厚度、千斤顶长度、焊接接头或镦头预留量、冷拉伸长值、弹性回缩值，张拉伸长值和外露长度等因素。

预应力筋切断，宜采用切断机或砂轮锯，不得采用电弧切割。

预应力筋由多根钢丝或钢绞线组成时，同束内应采用强度相等的预应力钢材。编束时，应逐根理顺，绑扎牢固，防止互相缠绕。

二、预应力管道的技术要求

1. 刚性或半刚性管道应是金属的。刚性管道应具有光滑的内壁并可被弯曲成适当的形状而不出现卷曲或被压扁；半刚性管道应是波纹状的金属螺旋管。金属管道宜尽量采用镀锌材料制作。

2. 制作半刚性波纹状金属螺旋管的钢带应符合现行《铠装电缆冷轧钢带》(GB 4175.1)和现行《铠装电缆镀锌钢带》（GB 4175.2）的有关规定，并附有合格证书。钢带厚度应根据管道直径、设置时间（在浇筑混凝土前或后设置钢束）及是否有特殊用途而定，一般情况厚度不宜小于 0.3mm。

3. 金属螺旋管的检验

金属螺旋管使用前必须按《预应力混凝土用金属螺旋管》（JG/T 3013）规定进行检验。

（1）金属螺旋管进场时，除应按出厂合格证和质量保证书核对其类别、型号、规格及数量外，还应对其外观、尺寸、集中荷载下的径向刚度、荷载作用后的抗渗漏及抗弯曲渗漏等进行检验。工地自行加工制作的管道亦应进行上述检验。

（2）金属螺旋管应按批进行检验。每批应由同一钢带生产厂生产的同一批钢带所制造的金属螺旋管组成，累计半年或 50000m 生产量为一批，不足半年产量或 50000m 也作为一批的，则取产量最多的规格。

（3）当按规定的项目检验结果有不合格项目时，应以双倍数量的试件对该不合格项目进行复验，复验仍不合格时，则该批产品为不合格。

4. 管道的其他要求

（1）在桥梁的某些特殊部位，当设计规定时，可采用符合要求的平滑钢管和高密度聚乙烯管。

（2）用做管道的平滑钢管和聚乙烯管，其壁厚不得小于 2mm。

（3）一般情况下，管道的内横截面积至少应是预应力筋净截面积的 2.0～2.5 倍。如果由于某种原因，管道与预应力筋的面积比低于给定的极限，则应通过试验验证其可以进行正常压浆作业。对于超长钢束的管道，亦应通过试验来确定其面积比。

（4）制孔采用胶管抽芯法时，胶管内应插入芯捧或充以压力水，以增加刚度；采用钢管抽芯法时，钢管表面应光滑，焊接接头应平顺。抽芯时间应通过试验确定，以混凝土抗压强度达到 0.4～0.8MPa 时为宜，抽拔时不应损伤结构混凝土。抽芯后，应用通孔器或压气、压水等方法对孔道进行检查，如发现孔道堵塞或有残留物或与邻孔有串通，应及时处理。

三、预应力锚具夹具和连接器的技术要求

（一）预应力锚具夹具和连接器分类

预应力锚具夹具和连接器是预应力工程中的核心元件，它是保证充分发挥预应力筋的强度，安全地实现预应力张拉作业的关键，应具有可靠的锚固性能，足够的承载能力和良好的适用性。应符合现行国家标准《预应力筋锚具、夹具和连接器》（GB/T 14370）的要求。

预应力张拉锚固体系，按预应力品种分，有钢丝束镦头锚固体系，钢绞线夹片锚固体系和精轧螺纹钢筋锚固体系；按锚固原理分，有支承锚固、楔紧锚固，握裹锚固和组合锚

固等体系。

螺丝端杆锚具，精轧螺纹钢筋锚具和镦头锚具属于支承锚固；钢质锥塞锚具，夹片锚具（JM）和楔片锚具（XM，QM 和 OVM）为楔紧锚固。

握裹锚固是将预应力筋直接埋入或加工后（如把钢筋或钢丝镦头、钢绞线压花等）埋入混凝土中，或在预应力筋端头用挤压的办法固定一个钢套筒，利用混凝土或钢套筒的握裹进行锚固。先张法生产的构件中，预应力筋就是握裹锚固的。

（二）预应力锚具夹具和连接器的一般要求

1. 预应力筋锚具应按设计要求采用。锚具应满足分级张拉、补张拉以及放松预应力的要求。用于后张结构时，锚具或其附件上宜设置压浆孔或排气孔，压浆孔应有足够的截面面积，以保证浆液的畅通。

2. 夹具应具有良好的自锚性能、松锚性能和重复使用性能。需敲击才能松开的夹具，必须保证其对预应力筋的锚固没有影响，且对操作人员的安全不造成危险。

3. 用于后张法的连接器，必须符合锚具的性能要求；用于先张法的连接器，必须符合夹具的性能要求。

（三）预应力锚具夹具和连接器进场验收规定

1. 锚具、夹具和连接器进场时，除应按出厂合格证和质量证明书核查其锚固性能类别、型号、规格及数量外，还应按下列规定进行验收：

（1）外观检查：应从每批中抽取 10%的锚具且不少于 10 套，检查其外观和尺寸。如有一套表面有裂纹或超过产品标准及设计图纸规定尺寸的允许偏差，则应另取双倍数量的锚具重做检查，如仍有一套不符合要求，则应逐套检查，合格者方可使用。

（2）硬度检验：应从每批中抽取 5%的锚具且不少于 5 套，对其中有硬度要求的零件做硬度试验。对多孔夹片式锚具的夹片，每套至少抽取 5 片。每个零件测试 3 点，其硬度应在设计要求范围内，如有一个零件不合格，则应另取双倍数量的零件重做试验，如仍有一个零件不合格，则应逐个检查，合格者方可使用。

（3）静载锚固性能试验：对大桥特大桥等重要工程，当质量证明书不齐全、不正确或质量有疑点时，经上述两项试验合格后，应从同批中抽取 6 套锚具（夹具或连接器）组成 3 个预应力筋锚具组装件，进行静载锚固性能试验，如有一个试件不符合要求，则应另取双倍数量的锚具（夹具或连接器）重做试验，如仍有一个试件不符合要求，则该批锚具（夹具或连接器）为不合格品。

对用于其他桥梁的锚具（夹具或连接器）进场验收，其静载锚固性能可由锚具生产厂提供试验报告。

2. 预应力筋锚具、夹具和连接器验收批的划分：在同种材料和同一生产工艺条件下，锚具、夹具应以不超过 1000 套组为一个验收批；连接器以不超过 500 套组为一个验收批。

四、预应力材料的保护

1. 预应力材料必须保持清洁，在存放和搬运过程中应避免机械损伤和有害的锈蚀。如进场后需长时间存放时，必须安排定期的外观检查。

2. 预应力筋和金属管道在仓库内保管时，仓库应干燥、防潮、通风良好、无腐蚀气体和介质；在室外存放时，时间不宜超过 6 个月，不得直接堆放在地面上，必须采取垫以枕木并用苫布覆盖等有效措施，防止雨露和各种腐蚀性气体、介质的影响。

3. 锚具、夹具和连接器均应设专人保管。存放、搬运时均应妥善保护，避免锈蚀、沾污、遭受机械损伤或散失。临时性的防护措施应不影响安装操作的效果和永久性防锈措施的实施。

2K312043 熟悉现浇预应力钢筋混凝土连续梁施工技术要求

现浇预应力混凝土连续梁的常用施工方法有支架法、移动模架法和悬臂浇筑法。

一、在支架上浇筑现浇预应力混凝土连续梁的技术要求和注意事项

1. 支架稳定，强度、刚度的要求应符合规范要求，验算倾覆稳定系数不得小于 1.3；受载后挠曲的杆件，挠度不得大于结构跨度的 1/400。

2. 支架的弹性、非弹性变形及基础的允许下沉量应满足施工后梁体设计标高的要求。因此，需在施工时设置一定数值的预拱度，其值为以下各项变形值之和：

（1）卸架后上部构造本身及活载一半所产生的竖向挠度；

（2）支架在荷载作用下的弹性压缩；

（3）支架在荷载作用下的非弹性压缩；

（4）支架基底在荷载作用下的非弹性沉陷；

（5）由混凝土收缩及温度变化而引起的挠度。

根据梁的挠度和支架的变形所计算出来的预拱度之和，为预拱度的最高值，应设置在梁的跨径中点。其他各点的预拱度，应以中间点为最高值，以梁的两端为零，按直线或二次抛物线进行分配。

3. 整体浇筑时应采取措施，防止梁体不均匀下沉产生裂缝，若地基下沉可能造成梁体混凝土产生裂缝时，应分段浇筑。

4. 承重部位的支架和模板，必要时，应在立模后预压，消除非弹性变形和基础的沉陷。预压重力相当以后所浇筑混凝土的重力，当结构分层浇筑混凝土时，预压重力可取浇筑混凝土重量的 80%。

5. 钢筋骨架的安装应注意以下几点：

（1）钢筋接头应设置在内力较小处，并错开布置。绑扎搭接的接头数量，在同一截面内，对受拉钢筋不宜超过受力钢筋的 1/4；对受压钢筋不宜超过受力钢筋的 1/2。接头相互间的距离，如不超过钢筋直径的 30 倍时，均视为在同一截面内。

（2）采用搭接式电弧焊接时，钢筋端部应预先折向一侧，使两接合钢筋在搭接范围内轴线一致，以减少偏心。搭接时双面焊缝的长度不小于 5d，单面焊缝的长度不小于 10d。

（3）采用夹焊式焊接时，夹杆总面积不小于被焊钢筋的面积。夹杆长度，如用双面焊缝，应不小于 5d，如用单面焊缝，应不小于 10d。

（4）用焊接的方法拼接骨架时，应用样板严格控制骨架位置。骨架的施焊顺序，宜由骨架的中间到两边，对称地向两端进行，并应先焊下部后焊上部，每条焊缝应一次成活，相邻的焊缝应分区对称地跳焊，不可顺方向连续施焊。

（5）为保证混凝土保护层的厚度，应在钢筋骨架与模板之间错开放置适当数量的水泥砂浆垫块、混凝土垫块或钢筋头垫块，骨架侧面的垫块应绑扎牢固。

6. 混凝土浇筑后应立即进行养护。在养护期间，应使混凝土表面保持湿润，防止雨淋、日晒和受冻。因此．对混凝土外露面，待表面收浆、凝固后即用草帘等物覆盖，并应

经常在模板及草帘上洒水。洒水养护的时间，一般在常温下，对于硅酸盐水泥应不少于7昼夜，对于矿渣、火山灰及粉煤灰等水泥应不少于14昼夜。采用塑性薄膜或喷化学浆液等保护层时，可不洒水养护。

混凝土在养护期间或未达到一定强度之前，应防止遭受振动。因此，在强度未达到1.2MPa以前，应禁止通行，并应禁止安装其上层结构的模板及支撑物等设施。

当日平均气温低于+5℃或日最低气温低于−3℃时，应按冬期施工要求进行养护。

后张法预应力混凝土采用蒸汽养护时，其恒温应控制在60℃以下；采用早期蒸汽养护、后期自然养护的方法时，自然养护期仍须洒水、保持湿润，直至达到设计要求的强度。

7. 梁模支架的卸落，应对称、均匀和有顺序地进行。卸落设备应放在适当的位置，当为排架式支架时应放在立柱处，当为梁式支架时应放在支架梁的支点处。支架卸落时，简支梁和连续梁应从跨中向两端进行，悬臂梁应先卸落挂梁及悬臂部分，然后卸落主跨部分。肋板梁等形式的上部构造，应按荷载传递的次序进行。

模板卸落时应分次分阶段进行，当达到一定的卸落量后，支架才能脱离梁体。卸落量h的计算可按式（2K312043）进行：

$$h = \delta_1 + \delta_2 + c \qquad (2K312043)$$

式中　δ_1——安放降落设备处梁体在自重及恒载作用下的挠度；

δ_2——支架的弹性变形；

c——从支架中取出卸落设备所需净空。

卸落设备可采用木楔、木马、砂筒和千斤顶等。

卸落模板期限应按下列规定办理：

（1）不承重的侧面模板，应在混凝土的强度能保证其表面及棱角不因拆除模板而受损坏，或在混凝土抗压强度大于2.5MPa时，方可拆除。

（2）钢筋混凝土结构的承重模板、支架应在混凝土的强度能承受自重及其他可能的叠加荷载时始可拆除。在一般荷载下，跨径等于及小于2.0m的板时，混凝土强度达到设计强度标准值的50%；跨径为2～8m的板、梁，混凝土强度达到设计强度标准值的75%时方能拆除。如设计对拆除承重模板、支架另有规定，应按照设计规定执行。

二、在移动模架上浇筑预应力混凝土连续梁的注意事项

1. 支架长度必须满足施工要求。

2. 支架应利用专用设备组拼，在施工时能确保质量和安全。

3. 浇筑分段工作缝，必须设在弯矩零点附近。

4. 箱梁外、内模板在滑动就位时，模板平面尺寸、高程、预拱度的误差必须在容许范围内。

5. 混凝土内预应力筋管道、钢筋、预埋件设置应符合规范和设计要求。

三、悬臂浇筑法

悬臂浇筑法（简称悬浇）主要设备是一对能行走的挂篮。挂篮在已经张拉锚固并与墩身连成整体的梁段上移动，绑扎钢筋、立模、浇筑混凝土、施预应力都在其上进行。完成本段施工后，挂篮对称向前各移动一节段，进行下一对梁段施工，循序前进，直至悬臂梁段浇筑完成。

1. 浇筑段落

悬浇梁体一般要分四大部分浇筑：(1) 墩顶梁段 (0 号块)；(2) 0 号块两侧对称悬浇梁段；(3) 边孔支架现浇梁段；(4) 主梁跨中合龙段。

2. 悬浇顺序

(1) 在墩顶托架或膺架上浇筑 0 号段并实施墩梁临时固结；

(2) 在 0 号块段上安装悬臂挂篮，向两侧依次对称分段浇筑主梁至合龙前段；

(3) 在支架上浇筑边跨主梁合龙段；

(4) 最后浇筑中跨合龙段形成连续梁体系。

在梁段混凝土浇筑前，应对挂篮 (托架或膺架)、模板、预应力筋管道、钢筋、预埋件、混凝土材料、配合比、机械设备、混凝土接缝处理情况进行全面检查，经签认后方准浇筑。

3. 张拉及合龙顺序

预应力混凝土连续梁悬臂浇筑施工中，顶、腹板纵向预应力筋的张拉顺序一般为上下、左右对称张拉，设计有要求时按设计要求。

预应力混凝土连续梁合龙顺序一般是先边跨、后次跨、再中跨。

预应力混凝土连续梁支座反力调整，按设计要求程序施工。

4. 高程控制

预应力混凝土连续梁，悬臂浇筑段前端底板和桥面标高的确定是连续梁施工的关键问题之一，确定悬臂浇筑段前段标高时应考虑：(1)挂篮前端的垂直变形值；(2)预拱度设置；(3) 施工中已浇段的实际高程；(4) 温度影响。因此，施工过程中的监测项目为(1)，(3)，(4)；必要时结构物的变形值、应力也应进行监测，以保证结构的强度和稳定。

2K312044 了解钢梁安装的技术要求

钢梁的架设方法一般在设计时已考虑好。因此钢梁安装应按施工图进行。

一、安装方法

钢梁工地安装，根据跨径大小、河流情况和起吊能力选择安装方法。城市内常用架设方法有以下几种：

1. 行式吊机整孔架设法；
2. 门架吊机整孔架设法；
3. 支架架设法；
4. 缆索吊机拼装架设法；
5. 悬臂拼装架设法；
6. 拖拉架设法等。

二、安装前检查

1. 应对临时支架、支承、吊机等临时结构和钢梁结构本身在不同受力状态下的强度，刚度及稳定性进行验算。

2. 应对桥台、墩顶面高程、中线及各孔跨径进行复测，误差在允许偏差内方可安装。

3. 应按照构件明细表核对进场的构件、零件，查验产品出厂合格证及材料的质量证

明书。

4. 对杆件进行全面质量检查，对装运过程中产生缺陷和变形的杆件，应进行矫正。

三、安装要求

1. 钢梁安装过程中，每完成一节间应测量其位置，标高和预拱度，不符合要求应及时校正。

2. 工地焊缝连接的规定

工地焊缝连接应符合下列规定：

（1）钢桥杆件工地焊缝连接应按设计规定的顺序进行。设计无规定时，纵向应从跨中向两端，横向应从中线向两侧对称进行。

（2）工地焊接应设立防风设施，遮盖全部焊接处。雨天不得焊接（箱形梁内除外）。箱形梁内采用 CO_2 气体保护焊时，必须使用通风防护安全设施。

（3）焊接施工时的技术要求应符合规范的规定。

（4）工地焊接接缝应按规范的规定检验。

3. 高强度螺栓连接的规定

（1）由制造厂处理的钢桥杆件的摩擦面，安装前应复验所附试件的抗滑移系数，合格后方可安装，并应符合设计要求。

（2）高强度螺栓的设计预拉力、施加预拉力应符合规范规定。

（3）高强度螺栓连接副在运输过程中应轻装轻卸，储存时应分类分批存放，不得混淆，并防止受潮生锈，在使用前应进行外观检查并应在同批内配套使用。

（4）施工前，高强度螺栓连接副应按出厂批号复验扭矩系数，每批号抽验不少于 8 套，其平均值和标准偏差应符合设计要求。设计无要求时平均值应在 0.11～0.15 范围内，其标准偏差应小于或等于 0.01。复验数据应作为施拧的主要参数。

（5）安装钢梁的高强度螺栓的长度必须与安装图一致。安装时，高强度螺栓应顺畅穿入孔内，不得强行敲入，穿入方向应全桥一致。高强度螺栓不得作为临时安装螺栓。被栓合板束的表面应垂直于螺栓轴线，否则应在螺栓垫圈下面加垫斜坡垫板。

（6）施拧高强度螺栓应按一定顺序，从板束刚度大、缝隙大之处开始，对大面积节点板应由中央向外拧紧，并应在当天终拧完毕。施拧时，不得采用冲击拧紧和间断拧紧。

（7）用扭矩法拧紧高强度螺栓连接副时，初拧、复拧和终拧应在同一工作班内完成。初拧扭矩应由试验确定，一般为终拧扭矩的 50%。

（8）高强度螺栓施拧采用的扭矩扳手，在作业前后均应进行校正，其扭矩误差不得大于使用扭矩值的±5%。

（9）高强度螺栓终拧完毕应按下列规定进行质量检查：

1）检查应由专职质量检查员进行，检查扭矩扳手必须标定，其扭矩误差不得大于使用扭矩的±3%，且应进行扭矩抽查。

2）松扣、回扣法检查，先在螺栓与螺母上做标记，然后将螺母退回 30°，再用检查扭矩扳手把螺母重新拧至原来位置测定扭矩，该值不小于规定值的 10%时为合格。

3）对主桁节点及板梁主体及纵、横梁连接处，每栓群以高强螺栓连接副总数的 5%抽捡，但不得少于 2 套，其余每个节点不少于 1 套进行终拧扭矩检查。

4）每个栓群或节点检查的螺栓，其不合格者不得超过抽验总数的 20%，如超过此

值，则应继续抽验，直至累计总数80%的合格率为止。然后对欠拧者补拧，超过者更换后重新补拧。

4. 钢桥构件连接固定后落梁就位时，应符合下列规定：

（1）钢梁就位前应清理支座垫石，其标高及平面位置应符合设计要求。

（2）固定支座与活动支座的精确位置应按设计图并考虑施工安装温度、施工误差等确定。

（3）钢梁落梁前后应检查其建筑拱度和平面尺寸，并做记录，校正支座位置。

（4）连续梁落梁步骤应符合设计要求。

（5）钢梁安装后的允许偏差要符合规范要求。

2K312050 管涵和箱涵施工技术

2K312051 掌握管涵施工技术要求

一、涵洞施工准备工作

（一）现场核对

涵洞开工前，应根据设计资料，结合现场实际地形、地质情况，对其位置、方向、孔径、长度、出入口高程以及与灌溉系统的连接等进行核对。核对时，还需注意农田排灌的要求，需要增减涵洞数量、变更涵型或孔径时，应向监理反映，按照合同有关规定办理。

（二）绘制施工详图

若原设计文件、图纸不能满足施工需要时，例如地形复杂处的陡峻沟谷涵洞、斜交涵洞、平曲线或大纵坡上的涵洞、地质情况与原设计资料不符处的涵洞等应先绘出施工详图或变更设计图（包括涵洞长度计算，八字翼墙尺寸计算和涵身预设拱度计算），报设计批准后再依图放样施工。

（三）施工放样

测定涵洞中线和涵台位置。

二、管涵的施工程序

管涵分为有圬工基础和无圬工基础两种。

（一）有圬土基础管涵施工程序

1. 挖基坑并准备修筑管涵基础的材料。
2. 砌筑圬工基础或浇筑混凝土基础。
3. 安装涵洞管节、修筑涵管出入口端墙、翼墙及涵底（端墙外涵底铺装）。
4. 铺涵管防水层及修整。
5. 铺设涵管顶部防水黏土（设计需要时），填筑涵洞缺口填土及修建加固工程。

（二）无圬工基础管涵施工程序

1. 挖基备料同上。
2. 修筑管座，截面形状同管节外截面；深度等于管壁厚度。
3. 铺设防水层，然后安装管节（按设计要求培填料捣实）。
4. 管节全身包裹防水层，防水层外再铺设黏质土。
5. 修筑管涵出入端墙，翼墙及两端涵底和整修工作。

三、管涵施工注意事项

1. 有圬工基础的管座混凝土浇筑时应与管座紧密相贴，浆砌块石基础应加做一层混凝土管座，使圆管受力均匀，无圬工基础的圆管基底应夯填密实，并做好弧形管座。

2. 无企口的管节接头采用顶头接缝，应尽量顶紧，缝宽不得大于 10mm，严禁因涵身长度不够，将所有接缝宽度加大来凑合涵身长度。管身周围无防水层设计的接缝，须用沥青麻絮或其他具有弹性的不透水材料从内、外侧仔细填塞。

3. 长度较大的管涵设计有沉降缝的，管身沉降缝应与圬工基础的沉降缝位置一致。缝宽为 20～30mm，应采用沥青麻絮或其他具有弹性的不透水材料，从内、外侧仔细填塞。

4. 长度较大、填土较高的管涵应设预拱度。预拱度大小应按照设计规定设置。

5. 各管节设预拱度后，管内底面应成平顺圆滑曲线，不得有逆坡。相邻管节如因管壁厚度不一致（在允许偏差内）产生台阶时，应凿平后用水泥环氧砂浆抹补。

6. 管节安装应接口平直，内壁齐平，坡度平顺，不得漏水。

7. 涵洞（基础和墙身）沉降缝处两端面应竖直、平整，上下不得交错。

8. 涵洞完成后，当涵洞砌体砂浆或混凝土强度达到设计强度的 75%时，方可进行回填土。回填土要切实注意质量，严格按照有关施工规定和设计要求办理。

（1）填土路堤在涵洞每侧不小于两倍孔径的宽度及高出洞顶 1m 范围内，应采用非膨胀的土由两侧对称分层仔细夯实。每层厚度 100～200mm，特殊情况亦可用与路堤填料相同的土填筑。管节两侧夯填土的密实度标准，高速公路和一级公路为 95%；其他公路为 93%。管节顶部其宽度等于管节外径的中间部分填土，其密实度要求与该处路基同。如为填石路堤，则在管顶以上 1.0m 的范围内应分三层填筑：下层为 200mm 厚的黏土；中层为 500mm 厚的砂卵石；上层为 300mm 厚的小片石或碎石。在两端的上述范围及两侧每侧宽度不小于孔径的两倍范围内，码填片石。对于其他各类涵洞的特别填土要求，应分别按照有关的设计要求办理。

（2）用机械填筑涵洞缺口时，须待涵洞圬工达到容许强度后，涵身两侧应用人工或小型机械对称夯填，高出涵顶至少 1m，然后再用机械填筑。不得从单侧偏推、偏填，使涵洞承受偏压。

（3）冬期施工时，涵洞缺口路堤、涵身两侧及涵顶 1m 内，应用未冻结土填筑。

（4）回填缺口时，应将已成路堤土方挖出台阶。

9. 涵洞进出水口的沟床应整理顺直，与上下游导流排水系统的连接应圆顺、稳固，保证流水顺畅，避免水流损害路堤、村舍、农田、道路等。

2K312052　了解箱涵顶进技术要求

当新辟道路必须从铁路、道路路基下通过时，对原有路线采取必要的加固措施后，可采取顶入法施工通道箱涵。

一、箱涵顶进的基本要求

箱涵顶进前应检查验收箱涵主体结构的混凝土强度、后背，应符合设计要求。应检查顶进设备并做预顶试验。

顶进作业应在地下水位降至基底以下 0.5～1.0m 进行，并宜避开雨期施工，必须在

雨期施工时应做好防洪及防雨排水工作。

顶进挖运土方应在列车运行间隙时间内进行。在开挖面应设专人监护。应按照侧刃脚坡度及规定的进尺由上往下开挖，侧刃脚进土应在 0.1m 以上。开挖面的坡度不得大于 1∶0.75，并严禁逆坡挖土，不得超前挖土。严禁扰动基底土壤。挖土的进尺可根据土质确定，宜为 0.5m；当土质较差时，可按千斤顶的有效行程掘进，并随挖随顶防止路基塌方。

二、箱涵顶进的测量与校正

（一）测量工作

为了准确掌握箱涵顶进的方向和高程，应在箱涵的后方设置观测站以观测箱涵顶进时的中线和水平偏差。观测站应离后背稍远，以避免后背变形而影响观测仪器的稳定。观测站内应设经纬仪及水准仪各一台，一般需要设两个纵向观测站，在箱涵洞内四个角上安设四个水平尺，进行高程测量，顶进方向偏差的观测可在箱涵一侧的前后端各设一个标尺进行。

为了解顶进时后背的变形情况，应在后背的一侧设置一个侧向观测站，内设经纬仪一台，在后背地梁两端设立标尺，进行后背变形的观测。测量工作对顶进箱涵很重要，必须每顶一镐测量一次高程和左右方向偏差，并做好记录。对仪器、基准点及标尺等要经常检验，核对位置，如有变位或过大的误差时，应及时校正。为避免洞内施工对观测工作的干扰，在布置标尺时，应使其位置能保证通视或能调整观测站的位置。

（二）顶进中调整水平与垂直误差的方法

箱涵从“起动”后沿滑板空顶使刃脚入土直至就位，其行程约为箱涵的长度加路基的高度数。如在土质较为松软的地基上顶进时，往往开始时是沿着滑板的坡度上升（滑板坡度一般为 1%），当箱涵顶出滑板 1/3 后，使滑板端部受箱涵的附加荷重，造成土壤压缩，而此时箱涵端部往往进入正线，由于活载作用，使端部下沉，箱涵坡度逐渐下降，滑板出现裂缝，箱涵开始低头。在箱涵重心移出滑板后，低头更为显著。而当箱涵继续前进，尾部在脱离滑板前后，往往滑板断裂，箱尾下沉，使坡度逐渐回升，尔后比较平稳地前进，直至就位。在此过程中，为了防止过大的方向高程误差，除加强观测认真预防外，还要及时校正。倘若造成过大偏差后，再行校正，则较为困难。常用的校正方法有下列几种：

1. 加大刃脚阻力，避免箱涵低头。

2. 在刃脚处适当超挖，调整抬头现象。甚至还可以将底刃脚前的挖土平面，降至箱涵底面以下 10～20mm。这样，在顶进过程中连续超挖的效果，能在顶进记录中发现。一般当箱涵重心行进到开始超挖点附近时，箱涵高程才逐渐发生变化，到此始见校正效果。因此，这种做法，必须注意避免那种发现抬头现象，即急速大量超挖，急于求成反而易出事故。

3. 校正水平偏差的几种情况：开始顶进时，箱涵在滑板上顶进。此时极易发生方向偏差，应该依靠箱涵两侧设置在滑板上的方向墩进行校正。箱涵在入土初期，方向的校正最为重要。这是因为箱涵大部分顶入路基后，已形成了空道，再进行校正就比较困难，因此，必须在箱涵入土前，就要把正方向，以避免发生误差，箱涵顶出滑板后的方向，一般可用调整两侧顶力或增减侧刃脚阻力的办法进行校正。

4. 预防为主，校正为辅。总之，箱涵体积大，顶程长，如发生过大的高程和方向偏差，校正工作颇困难。因此，在顶进工作中，必须树立“预防为主、校正为辅”的思想，以便稳步前进。通常多将工作坑中的滑板留 1%的仰坡，使箱涵顶出滑板时先有一个预留

高度。为了防止低头，还可在箱涵前端底板下设“船头坡”。船头坡不宜太陡，一般坡长lm，坡率5%，造成一个上坡的趋向，必要时也可垫混凝土板，使箱涵强制上坡。

三、箱涵在穿越铁路、桥涵和管线等结构时的安全防护措施

箱涵在穿越铁路、桥涵和管线等结构时可采取以下安全防护措施：

1. 铁路路基下顶进箱涵时，为确保行车与施工安全，必须进行铁道线路加固，并限制行车速度；

2. 小型箱涵可用调轨梁，轨束梁加固线路；

3. 孔径较大的箱涵可用横梁加盖、纵横梁加固、工字轨束梁体及钢板脱壳法，同时应严格控制车速。

4. 在土质差、承载力低、土壤含水量高，铁路行车繁忙，不允许限速太多的情况下，可采用低高度施工便梁的方法。

5. 箱涵穿越管线时可采用暴露管线和加强施工监测的保护方法。

在顶进过程中，应对原线路加固系统、箱体各部位、顶力系统和后背进行测量监控。测量监控方案应纳入施工组织设计或施工技术方案中。

2K313000　城市轨道交通和隧道工程

2K313010　深基坑支护及盖挖法施工

2K313011　掌握深基坑支护结构的施工要求

一、围护结构的类型

基坑的围护结构主要承受基坑开挖卸荷所产生的土压力和水压力，并将此压力传递到支撑，是稳定基坑的一种施工临时挡墙结构。

围护结构类型可归纳为以下6种：

二、支撑结构类型

基坑的支撑结构可分为内支撑和外拉锚两类；内支撑一般由各种型钢撑、钢管撑、钢筋混凝土撑等构成支撑系统；外拉锚有拉锚和土锚两种结构。

在软弱地层的基坑工程中，支撑结构是承受围护墙所传递的土压力、水压力的结构体系。支撑结构体系包括围檩、支撑、立柱及其他附属构件。

支撑结构挡土的应力传递路径是围护墙→围檩（冠梁）→支撑，在地质条件较好的、有锚固力的地层中，基坑支撑采用土锚和拉锚。

在深基坑的施工支护结构中，常用的支撑系统按其材料可分为现浇钢筋混凝土支撑体系和钢支撑体系两类，见表 2K313011。

两类支撑体系的形式和特点　　**表 2K313011**

材料	截面形式	布置形式	特　　点
现浇钢筋混凝土	可根据断面要求确定断面形状和尺寸	有对撑、边桁架、环梁结合边桁架等，形式灵活多样	混凝土结硬后刚度大，变形小，强度的安全可靠性强，施工方便，但支撑浇制和养护时间长，围护结构处于无支撑的暴露状态的时间长、软土中被动区土体位移大，如对控制变形有较高要求时，需对被动区软土加固。施工工期长，拆除困难，爆破拆除对周围环境有影响
钢结构	单钢管、双钢管、单工字钢、双工字钢、H 型钢、槽钢及以上钢材的组合	竖向布置有水平撑、斜撑；平面布置形式一般为对撑、井字撑、角撑。也有与钢筋混凝土支撑结合使用，但要谨慎处理变形协调问题	安装、拆除施工方便，可周转使用，支撑中可加预应力，可调整轴力而有效控制围护墙变形； 施工工艺要求较高，如节点和支撑结构处理不当，施工支撑不及时不准确，会造成失稳

现浇钢筋混凝土支撑体系由围檩（头道为圈梁）、支撑及角撑、立柱和围檩托架或吊筋、立柱、托架锚固件等其他附属构件组成。

钢结构支撑（钢管、型钢支撑）体系通常为装配式的，由内围檩（地下连续墙时可省略）、角撑、支撑、轴力传感器、支撑体系监测监控装置、立柱桩及其他附属装配式构件组成。

三、支撑体系的布置形式

支撑体系布置设计应考虑以下要求：

1. 能够因地制宜合理选择支撑材料和支撑体系布置形式，使其综合技术经济指标得以优化；

2. 支撑体系受力明确，充分协调发挥各杆件的力学性能，安全可靠，经济合理，能够在稳定性和控制变形方面满足对周围环境保护的设计标准要求。

3. 支撑体系布置能在安全可靠的前提下，最大限度地方便土方开挖和主体结构的快速施工要求。

四、基坑变形现象

基坑开挖的过程是基坑开挖面上卸荷的过程，由于卸荷而引起坑底土体产生以向上为

主的位移，同时也引起围护墙在两侧压力差的作用下而产生水平位移和因此而产生的墙外侧土体的位移。可以认为，基坑开挖引起周围地层移动的主要原因是坑底的土体隆起和围护墙的位移。

（一）墙体的变形

1. 墙体水平变形

当基坑开挖较浅，还未设支撑时，不论对刚性墙体（如水泥土搅拌桩墙、旋喷桩桩墙等）还是柔性墙体（如钢板桩、地下连续墙等），均表现为墙顶位移最大，向基坑方向水平位移，呈三角形分布。随着基坑开挖深度的增加，刚性墙体继续表现为向基坑内的三角形水平位移或平行刚体位移，而一般柔性墙如果设支撑，则表现为墙顶位移不变或逐渐向基坑外移动，墙体腹部向基坑内突出。

2. 墙体竖向变位

在实际工程中，墙体竖向变位量测往往被忽视，事实上由于基坑开挖土体自重应力的释放，致使墙体有所上升，有工程报道，某围护墙上升达 10cm 之多。墙体的上升移动给基坑的稳定、地表沉降以及墙体自身的稳定性均带来极大的危害。特别是对于饱和的极为软弱的地层中的基坑工程，更是如此。当围护墙底下因清孔不净有沉渣时，围护墙在开挖中会下沉，地面也下沉。

（二）基坑底部的隆起

基坑开挖时会产生隆起，隆起分正常隆起和非正常隆起。一般由于基坑开挖卸载，会造成基坑底隆起，该隆起既有弹性部分，也有塑性部分，属于正常隆起。而如果坑底存在承压水层，并且上覆隔水层重量不能抵抗承压水水头压力时，会出现坑底过大隆起；如果围护结构插入深度不足，也会造成坑底隆起，这两种隆起是基坑失稳的前兆，是非正常隆起，是施工中应该避免的。

（三）地表沉降

根据工程实践经验，在地层软弱而且墙体的入土深度又不大时，墙底处显示较大的水平位移，墙体旁出现较大的地表沉降。在有较大的入土深度或墙底入土在刚性较大的地层内，墙体的变位类同于梁的变位，此时墙后地表沉降的最大值不是在墙旁，而是位于距离墙一定距离的位置上。

（四）基坑变形监测

一级和二级基坑的施工中必须对周围建（构）筑物和管线等采取监测措施。基坑工程的监测分为：坑周土体变位监测、围护结构变形量测及内力量测、支撑结构轴力量测、土压力量测、地下水位及孔隙水压力量测、相邻建筑物及地下管线、隧道等保护对象的变形量测。

深基坑坑底稳定的处理方法可采用加深围护结构入土深度、坑底土体注浆加固、坑内井点降水等措施。

五、地铁及轨道工程常见围护结构的施工特点

（一）工字钢桩围护结构

作为基坑围护结构主体的工字钢，一般采用 50# 、55# 和 60# 大型工字钢，基坑开挖前，在地面用冲击式打桩机沿基坑设计边线打入地下，桩间距一般为 1.0～1.2m。若地层为饱和淤泥等松软地层也可采用静力压桩机和振动打桩机进行沉桩。基坑开挖时，随挖土

方随在桩间插入 50mm 厚的水平木背板，以挡住桩间土体。基坑开挖至一定深度后，若悬臂工字钢的刚度和强度都不够大，就需要设置腰梁和横撑或锚杆（索），腰梁多采用大型槽钢、工字钢制成，横撑则可采用钢管或组合钢梁。

工字钢桩围护结构适用于黏性土、砂性土和粒径不大于 100mm 的砂卵石地层，当地下水位较高时，必须配合人工降水措施。而且打桩时，施工噪声一般都在 100dB 以上，大大超过环保法规定的限值，因此，这种围护结构一般宜用于郊区距居民点较远的基坑施工中。当基坑范围不大时，例如地铁车站的出入口，临时施工竖井可以考虑采用工字钢做围护结构。

（二）钢板桩围护结构

钢板桩强度高，桩与桩之间的连接紧密，隔水效果好，可多次倒用。因此，沿海城市如上海、天津等地修建地下铁道时，在地下水位较高的基坑中采用较多；北京地铁一期工程在木樨地过河段也曾采用过。

钢板桩常用断面形式，多为 U 形或 Z 形。我国地下铁道施工中多用 U 形钢板桩，其沉放和拔除方法、使用的机械均与工字钢桩相同，但其构成方法则可分为单层钢板桩围堰、双层钢板桩围堰及屏幕等。由于地下铁道施工时基坑较深，为保证其垂直度且方便施工，并使其能封闭合拢，多采用屏幕式构造。

（三）钻孔灌注桩围护结构

钻孔灌注桩一般采用机械成孔。地铁明挖基坑中多采用螺旋钻机、冲击式钻机和正反循环钻机等。对正反循环钻机，由于其采用泥浆护壁成孔，故成孔时噪声低，适于城区施工，在地铁基坑和高层建筑深基坑施工中得到广泛应用。

（四）深层搅拌桩挡土结构

深层搅拌桩是用搅拌机械将水泥、石灰等和地基土相拌合，从而达到加固地基的目的。搅拌桩一般是连续搭接布置，作为挡土结构的搅拌桩一般布置成格栅形。深层搅拌桩也可以用来形成止水帷幕。施工工艺流程见下页图 2K313011。

（五）SMW 工法

SMW 挡土墙是利用搅拌设备就地切削土体，然后注入水泥系混合液搅拌形成均匀的挡墙，最后，在墙中插入型钢，即形成一种劲性复合围护结构。

这种围护结构的特点主要表现在止水性好，构造简单，型钢插入深度一般小于搅拌桩深度，施工速度快，型钢可以部分回收。

2K313012 掌握地下连续墙施工技术

地下连续墙主要有预制钢筋混凝土连续墙和现浇钢筋混凝土连续墙两类，通常地下连续墙一般指后者。

地下连续墙的施工工艺（图 2K313012）：在地面上用专用的挖槽设备，沿着基坑的周边，按照事先划分好的幅段，开挖狭长的沟槽，在开挖过程中，为保证槽壁的稳定，沟槽内采用特制的泥浆护壁，每个幅段的沟槽开挖结束后，在槽段内放置钢筋笼，并浇注水下混凝土，然后将若干个幅段连成一个整体，形成一个连续的地下墙体，即现浇钢筋混凝土壁式连续墙。为了确保槽段与槽段之间连接具有良好的止水性和整体性，应根据连续墙的目的选择适当的接头形式，使其既能增加接缝处抗剪力，又不渗漏。连续墙接头形式多种

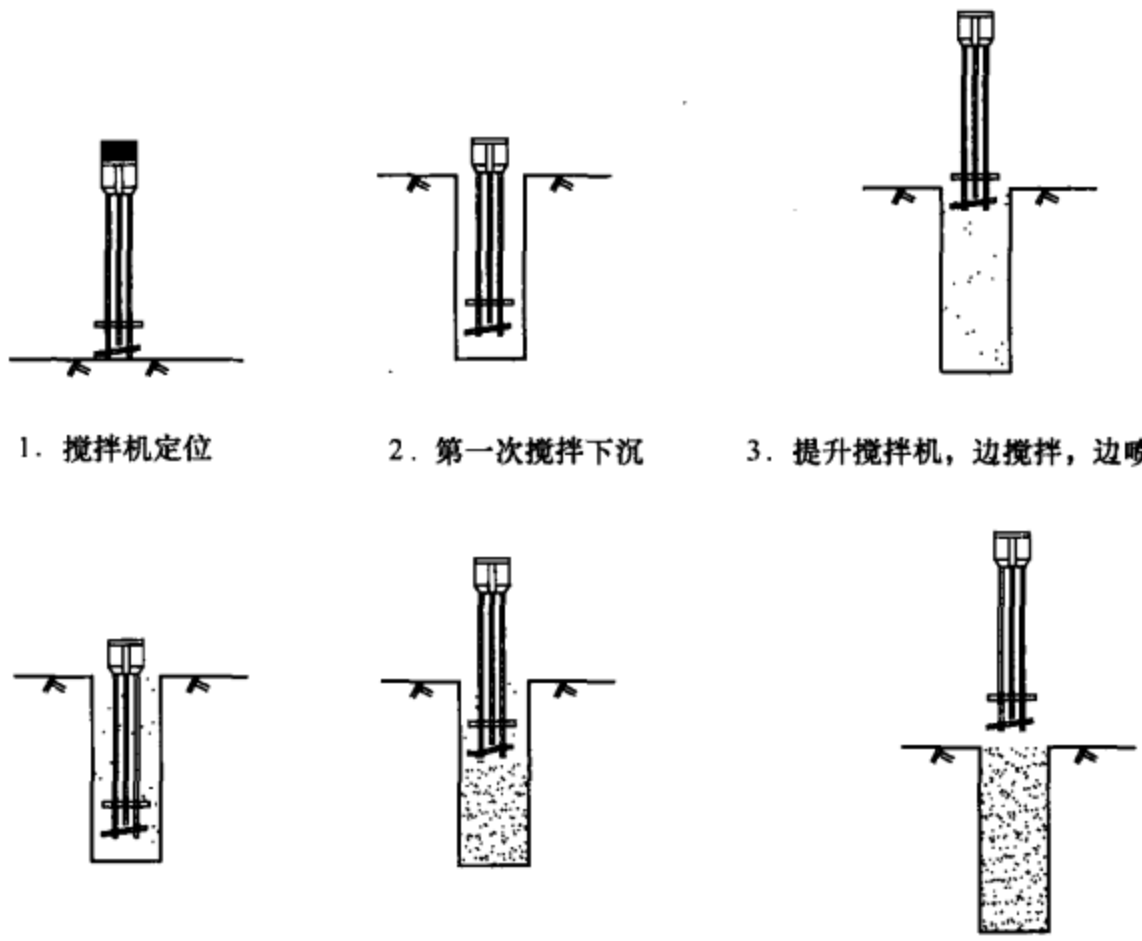


图 2K313011　深层搅拌桩施工工艺流程

多样，目前连续墙常见的接头形式有：直接连接接头、接头管接头、接头桩接头、接头箱接头、十字钢板接头、工字形钢板接头、隔板式接头及预制构件接头等。

地下连续墙工法的优点主要有：施工时振动小、噪声低；墙体刚度大，对周边地层扰动小；可适用于多种土层，除夹有孤石、大颗粒卵砾石等局部障碍物时影响成槽效率外，对黏性土、无黏性土、卵砾石层等各种地层均能成槽。

地下连续墙按成槽方式可分为桩排式、壁式和组合式三类；按挖槽方式可分为抓斗式、冲击式和回转式等类型。

导墙是控制挖槽精度的主要构筑物，导墙结构应建于坚实的地基之上，并能承受水土压力和施工机械设备等附加荷载，不得移位和变形。

泥浆应根据地质和地面沉降控制要求经试配确定，并在泥浆配制和挖槽施工中对泥浆的比重、粘度、含砂率和 pH 值等主要性能技术指标进行检验和控制。

一、槽段的划分一般应综合考虑下列因素

地质条件。当地质条件较差时，如软土地基，不宜将槽段定得太长，以保证槽段稳定。

后续工序的施工能力。如混凝土的供给能力，钢筋笼整体重量，起吊刚度，贮浆池容量等。

其他因素。便于组织均衡施工，地面施工荷载和地下水位对槽段稳定的影响，内部主体结构的布置，设计开挖深度。

二、泥浆的功能有

护壁功能。泥浆的液柱压力平衡地下水土压力，形成泥皮，维持槽壁稳定。

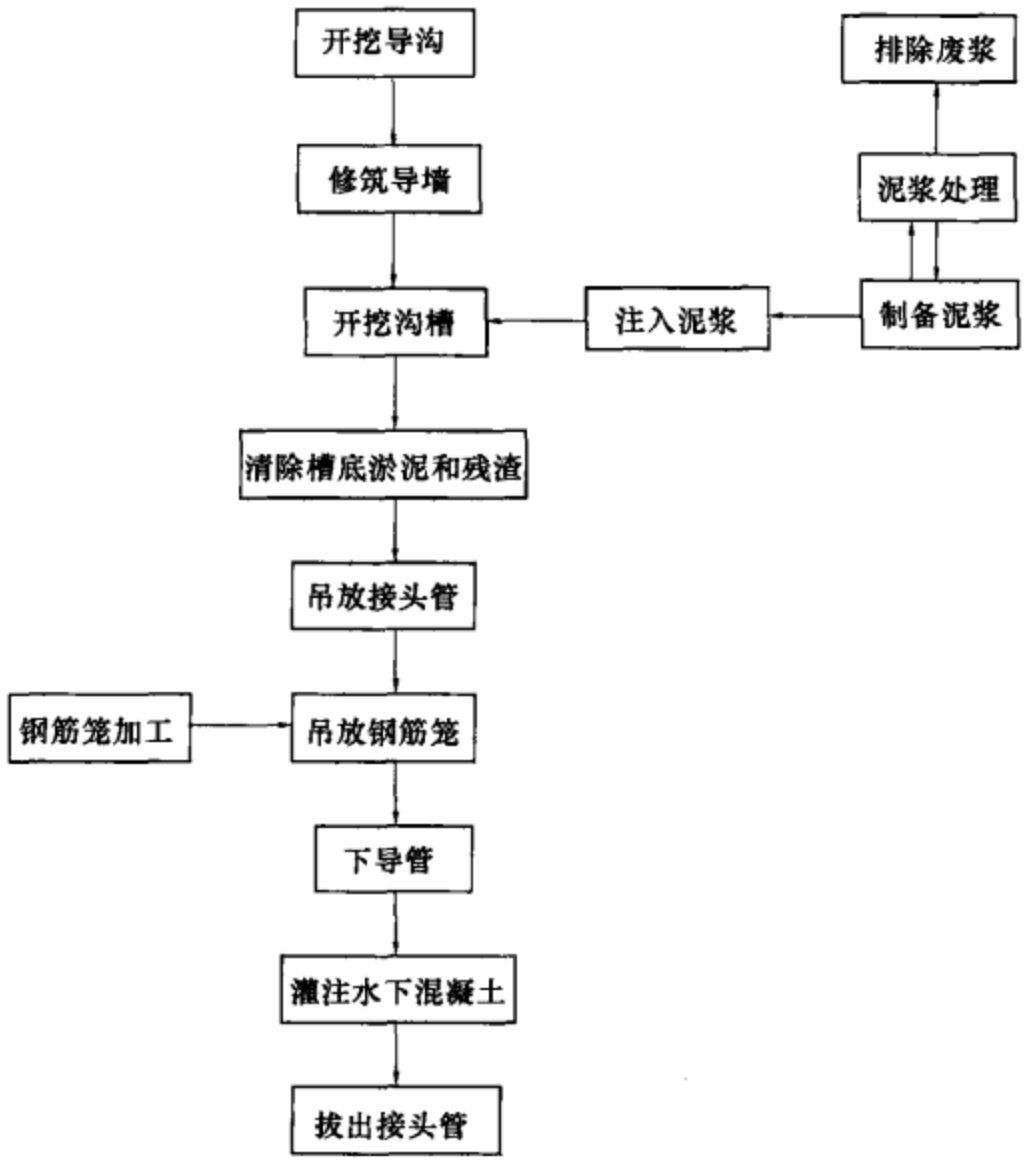


图 2K313012　现浇壁式地下连续墙的施工工艺流程

携渣作用。在泥浆循环时，能携带土渣一起排出槽外。

冷却与润滑功能。泥浆能降低成槽机械连续施工而产生的温升和磨耗，提高设备寿命。

地下连续墙混凝土应采用导管法灌注，管节连接应严密、牢固，施工前应对拼接好的导管接缝进行水密性试验。混凝土应一次灌注完毕，不得中断，以保证混凝土的均匀性，导管提升速度要和混凝土上升面相适应，在灌注过程中要经常量测混凝土面标高。当混凝土灌注至顶面时，应清除顶部浮渣。

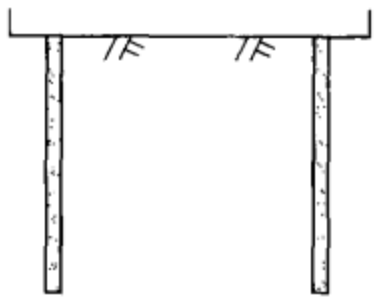
2K313013　掌握盖挖法施工技术

明挖顺作法是从地表向下开挖形成基坑，然后在基坑内构筑结构，完成后再填土，从而完成工程的施工方法。

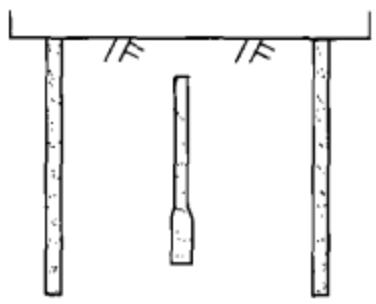
盖挖顺作法的制作顺序为自地表向下开挖一段后先浇筑顶板，在顶板的保护下，自上而下开挖、支撑，由下而上浇筑结构内衬。

盖挖逆作法是基坑开挖一段后先浇筑顶板，在顶板的保护下，自上而下开挖、支撑和浇筑结构内衬的施工方法。

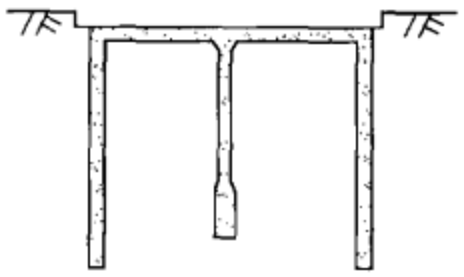
盖挖逆作法施工，基本分为两个阶段，第一阶段为地面施工阶段，它包括围护墙、中间支承桩、顶板土方及结构施工，第二阶段为洞内施工阶段，包括土方开挖、结构、装修施工和设备安装。具体步骤见图 2K313013。



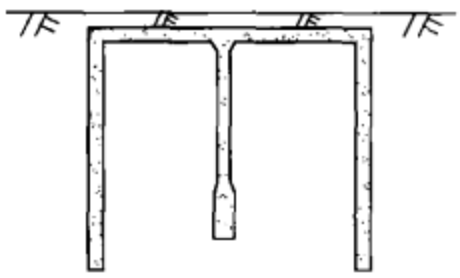
步骤1：构筑围护结构



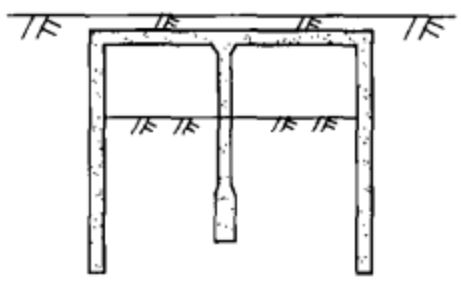
步骤2：构筑主体结构和中间立柱



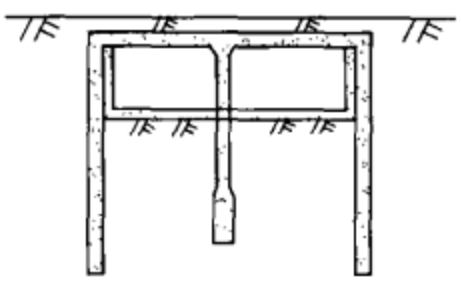
步骤3：构筑顶板



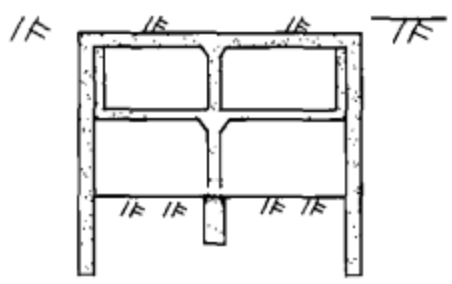
步骤4：回填土，恢复（地面）路面



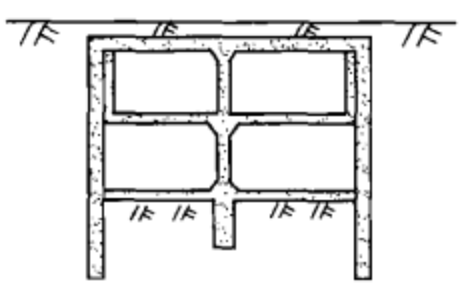
步骤5：开挖上层土方



步骤6：构筑上层主体结构



步骤7：开挖下层土方



步骤8：构筑下层主体结构

图 2K313013　盖挖逆作法施工步骤

一、盖挖法施工的优点

1. 围护结构变形小，能够有效控制周围土体的变形和地表沉降，有利于保护临近建筑物和构筑物；

2. 基坑底部土体稳定，隆起小，施工安全；

3. 盖挖逆作法施工一般不设内部支撑或锚锭，可增大施工空间和减低工程造价；

4. 盖挖逆作法施工基坑暴露时间短，用于城市街区施工时，可尽快恢复路面。

二、盖挖法施工的缺点

（一）盖挖法施工时，混凝土内衬的水平施工缝的处理较困难；

（二）盖挖逆作法施工时，暗挖施工难度大、费用高。

盖挖法每次分部开挖及浇筑衬砌的深度，应综合考虑基坑稳定、环境保护、永久结构形式和混凝土浇筑作业等因素来确定。

2K313020　盾构法施工

2K313021　掌握盾构法施工要求

盾构法是用盾构防止围岩的土砂坍塌，进行开挖、推进，并在盾尾进行衬砌作业从而

修建隧道的方法。盾构是用来开挖土砂类围岩的隧道机械，由切口环、支撑环及盾尾三部分组成。盾构机的种类繁多，按开挖面是否封闭划分有密闭式和敞开式二类，按平衡开挖面的土压与水压的原理不同，密闭式盾构机分为土压平衡式和泥水平衡式两种。国内用于地铁工程的盾构主要是土压平衡盾构和泥水平衡盾构两种。

一、盾构法施工概述

盾构法施工的概貌如图 2K313021-1 所示，其主要施工步骤为：

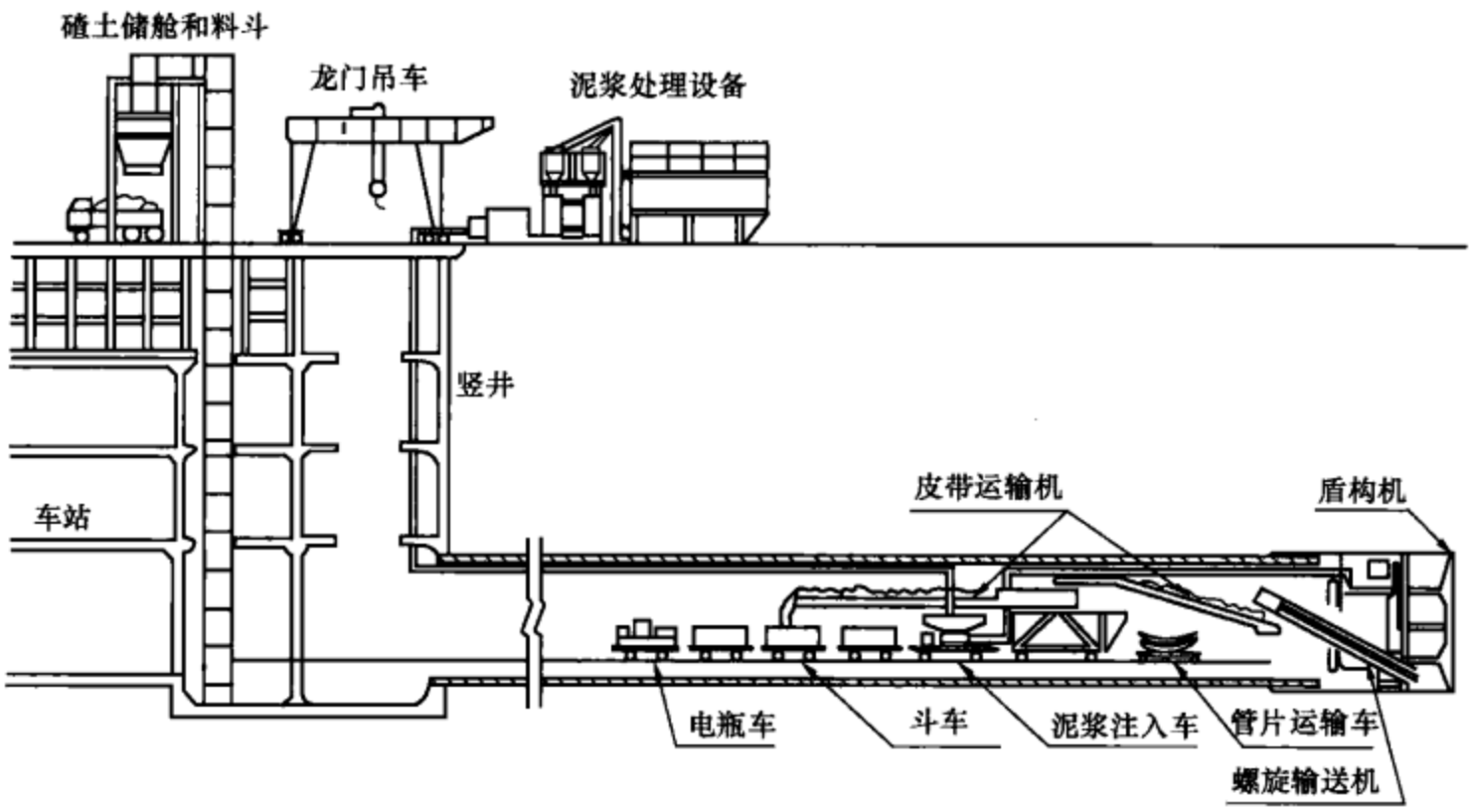


图 2K313021-1　土压平衡盾构法施工概貌

1. 在拟建隧道的起始端和终结端各建一个工作井，城市地铁一般利用车站的端头作为始发或到达的工作井；

2. 盾构在起始端工作井内安装就位；

3. 依靠盾构千斤顶推力（作用在工作井后壁或新拼装好的衬砌上）将盾构从起始工作井的墙壁开孔处推出；

4. 盾构在地层中沿着设计轴线推进，在推进的同时不断出土（泥）和安装衬砌管片；

5. 盾尾脱出后，及时向衬砌背后的空隙注浆，防止地层移动和稳定衬砌环位置；

6. 盾构进入终结端工作井并被拆除，如施工需要，也可穿越工作井再向前推进。

盾构掘进施工中，必须保证正面土体稳定，并根据地质、线路平面、高程、坡度等条件，正确编组千斤顶。同时必须严格控制推进轴线，使盾构的运动轨迹在设计轴线的允许偏差范围内。

盾构正面稳定的效果将直接影响地层变形，平衡压力过大、过小，出土量过多、过少，平衡压力大小波动过多等情况将导致正面稳定不佳的现象产生。

盾构施工时应有有效措施控制开挖面变形、盾构姿态、盾尾处的变形及衬砌质量。控制开挖面变形的主要措施是出土量。因为有时直接准确地控制出土量较为困难，土压平衡盾构施工时还要控制土仓压力，泥水平衡盾构还要控制泥水压力。盾构出现姿态偏差后，纠偏也会引起地层变形，因此，要对盾构的姿态和位置进行控制。盾构盾尾脱出后，应及时采用浆液填充，注浆时应控制注浆量和注浆压力。另外，衬砌质量也是隧道施工时应控

制的主要指标。施工前必须根据地质条件、隧道条件、环境条件、设计要求等，在试验的基础上，确定具体控制内容与参数；施工中根据包括量测监控的各项数据调整控制参数，才能确保实现施工安全、施工质量、施工工期与施工成本预期目标。盾构掘进控制的具体内容见表 2K313021。

密闭式盾构掘进控制内容构成　　**表 2K313021**

控制要素		内容	
开挖	泥水平衡式	开挖面稳定	泥水压、泥浆性能
		排土量	排土量
	土压平衡式	开挖面稳定	土压、塑流化改良
		排土量	排土量
		盾构参数	总推力、推进速度、刀盘扭矩、千斤顶压力等
线　形		盾构姿态、位置	俯仰角、方位角、滚转角
			铰接角度、超挖量、蛇行量
注　浆		注浆状况	注浆量（注浆填充率）、注浆压力
		注浆材料	稠度、固化收缩率、凝结时间、凝结后强度、配比
一次衬砌		管片拼装	椭圆度、错台、螺栓紧固扭矩
		防水	漏水、密封条压缩量不足、裂缝
		隧道中心位置	轴线平面位置偏差、轴线高程偏差

二、盾构进出洞控制

盾构进出洞是盾构法施工的重要环节之一，在始发井内，盾构按设计高程及坡度从预留洞口推出，进入正常土层的过程定义为盾构出洞。反之，盾构从正常土层中进入接收井预留洞口并完全脱离预留洞口的过程定义为盾构进洞。

地铁盾构施工中，进出洞口外侧的土体一般要进行改良，使土体的抗剪、抗压强度提高，透水性降低，自身具有保持短期稳定的能力。改良土体方法可选用注浆、搅拌桩、旋喷桩、玻璃纤维桩、SMW 桩、冻结法、降水法等。洞口土体改良的方法和范围应根据工程地质、水文地质、盾构类型和外径、覆土厚度、作业环境、地下埋设物等条件确定。盾构始发前必须对洞口经改良后的土体进行质量检测，并对盾构始发前的位置作复核、检查。

盾构到达段必须做好盾构轴线的方向传递测量和接收盾构的准备工作，推进轴线应控制在到达要求的偏差范围内，洞口封门必须严格按照工艺要求拆除。

三、开挖控制

开挖控制的根本目的是确保开挖面稳定。

土压平衡式盾构与泥水平衡式盾构的开挖控制内容略有不同。

土压平衡盾构通过前端刀盘切削开挖面土层，切削下来的土体流入土仓，由于推进作用，使切削土体对开挖面加压，以平衡开挖面土水压力。盾构的实际排土量应与推进时切削下来的土量相等。要想保持盾构正常推进，土体应该具有一定的流塑性和抗渗性。如果土层自身的流塑性和抗渗性不足，则应向土中注入改良材料。

泥水平衡盾构是在机械式盾构刀盘的后方设置一道封闭隔板，隔板与刀盘间的空间称为泥水舱。前端刀盘切削下来的土砂进入泥水舱，经搅拌装置搅拌后形成高浓度泥水，经泥浆泵泵送到地表的泥水分离系统，待土、水分离后，再把滤除掘削土砂后的泥水经适当处理后重新送回泥水舱。在同时，通过推进力把泥水舱内泥水压力传递到开挖面，以维持开挖面稳定。

四、土压（泥水压）控制

开挖面的土压（泥水压）控制值，按地下水压（间隙水压）＋土压＋预备压设定。

地下水压可从钻孔数据正确掌握，但要考虑季节性变动。靠近河流等场合，要考虑水面水位变动的影响。

土压有静止土压、主动土压和松弛土压，要根据地层条件区别使用。按静止土压设定控制土压，是开挖面不变形的最理想土压值，但控制土压相当大，必须加大设备装备能力。主动土压是开挖面不发生坍塌的临界压力，控制土压最小。地质条件良好、覆土深、能形成土拱的场合，可采用松弛土压。

预备压，用来补偿施工中的压力损失，土压平衡式盾构通常取 10～20kN/m^2，泥水平衡式盾构通常取 20～50kN/m^2。

计算土压（泥水压）控制值时，一般沿隧道轴线取适当间隔（例如 20m），按各断面的土质条件，计算出上限值与下限值，并根据施工条件在其范围内设定。土体稳定性好的场合取低值，地层变形要求小的场合取高值。

（上限值）P_{max}＝地下水压＋静止土压＋预备压

（下限值）P_{mim}＝地下水压＋（主动土压或松弛土压）＋预备压

为使开挖面稳定，土压(泥水压)变动要小；变动大的情况下，一般开挖面不稳定。

五、塑流化改良控制

（一）土压平衡式盾构掘进时，理想地层的土特性

1. 塑性变形好；
2. 流塑至软塑状；
3. 内摩擦小；
4. 渗透性低。

细颗粒（75μm 以下的粉土与黏土）含量 30%以上的土砂，塑性流动性满足要求。在细颗粒含量低于 30%、或砂卵石地层，必须加泥或加泡沫等改良材料，以提高塑性流动性和止水性（参见图 2K313021-2）。

改良材料必须具有流动性、易与被开挖土砂混合、不离析、无污染等特性。一般使用的改良材料有矿物系（如膨润土泥浆）、界面活性剂系（如泡沫）、高吸水性树脂系和水溶性高分子系四类（我国目前常用前二类），可单独或组合使用。

（二）选择改良材料要依据以下条件

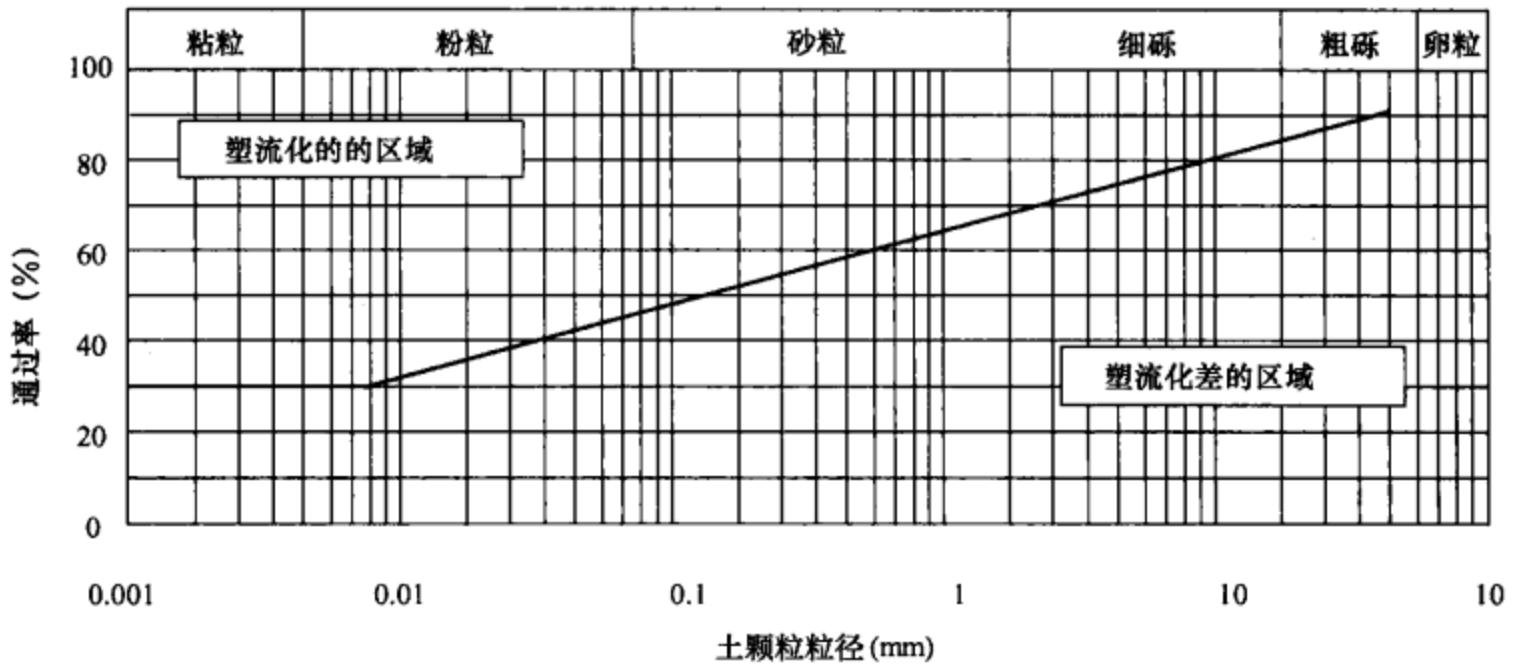


图 2K313021-2　土的粒径分布与塑流化改良

1. 土质（粒度分布、砾石粒径、砾石含量、黏性土含量、均等系数等）；
2. 透水系数；
3. 地下水压；
4. 离子水电性；
5. 是否泵送排土；
6. 加泥（泡沫等）设备空间（地面、隧道内）；
7. 掘进长度；
8. 弃土处理条件；
9. 费用（材料价格、注入量、材料损耗、用电量、设备费等）。

（三）流动化改良控制是土压平衡式盾构施工的最重要要素之一，要随时把握土压仓内土砂的塑性流动性，一般按以下方法掌握塑流性状态。

1. 根据排土性状

取样测定（或根据经验目视）土砂的坍落度，以把握土压仓内土砂的流动状态。采用的坍落度控制值取决于土质、改良材料性状与土的输送方式。

2. 根据土砂输送效率

按螺旋输送机转数计算的排土量与按盾构推进速度计算的排土量进行比较，以判断开挖土砂的流动状态。一般情况下，土压仓内土砂的塑性流动性好，盾构掘进就正常，两者高度相关。

3. 根据盾构机械负荷

根据刀盘油压（或电压）、刀盘扭矩、螺旋输送机扭矩、千斤顶推力等机械负荷变化，判断土砂的流动状态。一般根据初始掘进时的机械负荷状况和地层变化结果等因素，确定开挖土砂的最适性状和控制值的容许范围。

六、泥浆性能控制

泥水平衡式盾构掘进时，泥浆起着两方面的重要作用：一是依靠泥浆压力在开挖面形成泥膜或渗透区域，开挖面土体强度提高，同时泥浆压力平衡了开挖面土压和水压，达到

了开挖面稳定的目的；二是泥浆作为输送介质，担负着将所有挖出土砂运送到工作井外的任务。因此，泥浆性能控制是泥水平衡式盾构施工的最重要要素之一。

泥浆性能包括：物理稳定性、化学稳定性、相对密度、黏度、pH 值、含砂率。

七、排土量控制

（一）开挖土量计算

单位掘进循环（一般按一环管片宽度为一个掘进循环）开挖土量 Q，一般按下式计算：

$$Q = \pi/4 \cdot D^2 \cdot S_t$$

式中　Q——开挖土计算体积（m^3）；

D——盾构外径（m）；

S_t——掘进循环长度（m）。

当使用仿形刀或超挖刀时，应计算开挖土体积增加量。

（二）土压平衡式盾构出土运输方法与排土量控制

土压平衡式盾构的出土运输（二次运输）一般采用轨道运输方式。

土压平衡式盾构排土量控制方法分为重量控制与容积控制两种。重量控制有检测运土车重量、用计量漏斗检测排土量等控制方法。容积控制一般采用比较单位掘进距离开挖土砂运土车台数的方法和根据螺旋输送机转数推算的方法。我国目前多采用容积控制方法。

（三）泥水平衡式盾构排土量控制

泥水平衡式盾构排土量控制方法分为容积控制与干砂量（干土量）控制 。

容积控制方法如下，检测单位掘进循环送泥流量 Q_1 与排泥流量 Q_2，按下式计算排土体积 Q_3：

$$Q_3 = Q_2 - Q_1$$

式中　Q_3——排土体积（m^3）；

Q_2——排泥流量（m^3）；

Q_1——送泥流量（m^3）。

对比 Q_3 与 Q，当 $Q > Q_3$ 时，一般表示泥浆流失（泥浆或泥浆中的水渗入土体）；$Q < Q_3$ 时，一般表示涌水（由于泥水压低，地下水流入）。正常掘进时，泥浆流失现象居多。

干砂量表征土体或泥浆中土颗粒的体积，开挖土干砂量 V 按下式计算：

$$V = Q \cdot 100/(G_S \cdot \omega + 100)$$

式中　V——开挖土干砂量（m^3）；

Q——开挖土计算体积（m^3）；

G_S——土颗粒相对密度；

ω——土体的含水量（%）。

干砂量控制方法是，检测单位掘进循环送泥干砂量 V_1 与排泥干砂量 V_2，按下式计算排土干砂量 V_3，

$$V_3 = V_2 - V_1 = [(G_2 - 1) \cdot Q_2 - (G_1 - 1) \cdot Q_1]/(G_1 - 1)$$

式中　V_3——排土干砂量(m^3)；

V_2——排泥干砂量(m^3)；

V_1——送泥干砂量(m^3)；

G_2——排泥相对密度；

G_1——送泥相对密度。

对比V_3与V，当$V>V_3$时，一般表示泥浆流失；$V<V_3$时，一般表示超挖。

八、管片拼装控制

（一）拼装方法

1. 拼装成环方式

盾构推进结束后，迅速拼装管片成环。除特殊场合外，大都采取错缝拼装。在纠偏或急曲线施工的情况下，有时采用通缝拼装。

2. 拼装顺序

一般从下部的标准（A 型）管片开始，依次左右两侧交替安装标准管片，然后拼装邻接（B 型）管片，最后安装楔形（K 型）管片。

3. 盾构千斤顶操作

拼装时，若盾构千斤顶同时全部缩回，则在开挖面土压的作用下盾构会后退，开挖面将不稳定，管片拼装空间也将难以保证。因此，随管片拼装顺序分别缩回盾构千斤顶非常重要。

4. 紧固连接螺栓

先紧固环向（管片之间）连接螺栓，后紧固轴向（环与环之间）连接螺栓。采用扭矩扳手紧固，紧固力取决于螺栓的直径与强度。

5. 楔形管片安装方法

楔形管片安装在邻接管片之间，为了不发生管片损伤、密封条剥离，必须充分注意正确地插入楔形管片。为方便插入楔形管片，可装备能将邻接管片沿径向向外顶出的千斤顶，以增大插入空间。

拼装径向插入型楔形管片时，楔形管片有向内的趋势，在盾构千斤顶推力作用下，其向内的趋势加剧。拼装轴向插入型楔形管片时，管片后端有向内的趋势，而前端有向外的趋势。

6. 连接螺栓再紧固

一环管片拼装后，利用全部盾构千斤顶均匀施加压力，充分紧固轴向连接螺栓。

盾构继续掘进后，在盾构千斤顶推力、脱出盾尾后土（水）压力的作用下衬砌产生变形，拼装时紧固的连接螺栓会松弛。为此，待推进到千斤顶推力影响不到的位置后，用扭矩扳手等，再一次紧固连接螺栓。再紧固的位置随隧道外径、隧道线形、管片种类、地质条件等而不同。

（二）真圆保持

管片拼装呈真圆，并保持真圆状态，对于确保隧道尺寸精度、提高施工速度与止水性及减少地层沉降非常重要。

管片环从盾尾脱出后，到注浆浆体硬化到某种程度的过程中，多采用真圆保持装置。

（三）管片拼装误差及其控制

管片拼装时，若管片间连接面不平行，导致环间连接面不平，则拼装中的管片与已拼

管片的角部呈点接触或线接触，在盾构千斤顶推力作用下，发生破损（见图 2K313021-3）。为此，拼装管片时，各管片连接面要拼接整齐，连接螺栓要充分紧固。

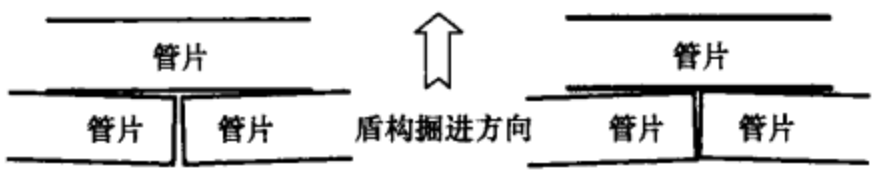


图 2K313021-3　管片环间连接面不平状况示意图

另外，盾构掘进方向与管片环方向不一致时，盾构与管片产生干涉，将导致管片损伤或变形。伴随管片宽度增加，上述情况增多。为防止管片损伤，预先要根据曲线半径与管片宽度对适宜的盾构方向控制方法进行详细研究，施工中对每环管片的盾尾间隙认真检测，并对隧道线形与盾构方向严格控制。在盾构与管片产生干涉的场合，必须迅速改变盾构方向、消除干涉。

盾构纠偏应及时连续，过大的偏斜量不能采取一次纠偏的方法，纠偏时不得损坏管片，并保证后一环管片的顺利拼装。

（四）楔形环的使用

在盾构工程中，除曲线施工外，为进行蛇行修正，也可使用楔形环管片。

九、注浆控制

注浆是向管片与围岩之间的空隙注入填充浆液，向管片外压浆的工艺，应根据所建工程对隧道变形及地层沉降的控制要求选择同步注浆或壁后注浆，一次压浆或多次压浆。由计划到施工的流程图如图 2K313021-4 所示。

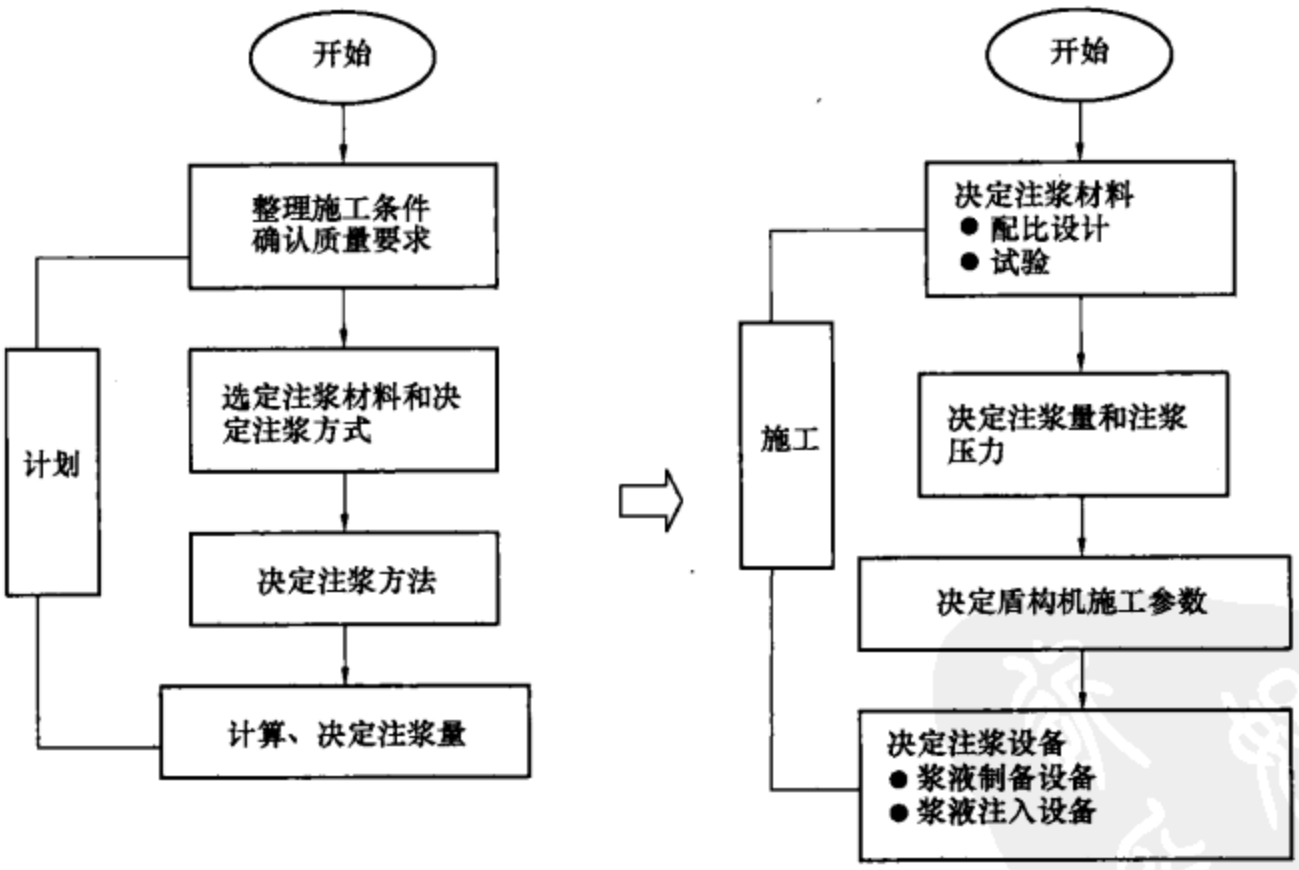


图 2K313021-4　注浆计划和施工流程图

（一）注浆目的

管片拼装完成后，随着盾构的推进，管片与洞体之间出现空隙。如不及时充填，地层因应力释放而产生变形，其结果发生地面沉降，邻近建（构）筑物沉降、变形或破坏等。注浆的主要目的就是抑制隧道周边地层松弛，防止地层变形；除此之外还有其他重要目的：

1. 使管片环及早安定，千斤顶推力能平滑地向地层传递；作用于管片的土压力平均，能减小作用于管片的应力和管片变形，盾构的方向容易控制。

2. 形成有效的防水层。

（二）注浆材料的性能

一般对注浆材料的性能有如下要求：

1. 流动性好；

2. 注入时不离析；

3. 具有均匀的高于地层土压的早期强度；

4. 良好的充填性；

5. 注入后体积收缩小；

6. 阻水性高；

7. 适当的黏性，以防止从盾尾密封漏浆或向开挖面回流；

8. 不污染环境。

（三）一次注浆

一次注浆分为同步注浆、即时注浆和后方注浆三种方式，要根据地质条件、盾构直径、环境条件、注浆设备的维护控制、开挖断面的制约与盾尾构造等研究确定。

1. 同步注浆

同步注浆是在空隙出现的同时进行注浆、填充空隙的方式，分为从设在盾构的注浆管注入和从管片注浆孔注入两种方式。前者，其注浆管安装在盾构外侧，存在影响盾构姿态控制的可能性，每次注入若不充分洗净注浆管，则可能发生阻塞，但能实现真正意义的同步注浆。后者，管片从盾尾脱出后才能注浆，为与前者区别，可称作半同步注浆。

2. 即时注浆

一环掘进结束后从管片注浆孔注入的方式。

3. 后方注浆

掘进数环后从管片注浆孔注入的方式。

一般盾构直径大，或在冲积黏性土和砂质土中掘进，多采用同步注浆；而在自稳性好的软岩中，多采取后方注浆方式。

（四）二次注浆

二次注浆是以弥补一次注浆缺陷为目的进行的注浆。具体作用如下：

1. 补足一次注浆未充填的部分；

2. 填充由浆体收缩引起的空隙；

3. 以防止周围地层松弛范围扩大为目的的补充。

以上述 1、2 为目的的二次注浆，多采用与一次注浆相同的浆液；若以 3 为目的，多采用化学浆液。

（五）注浆量与注浆压力

注浆控制分为压力控制与注浆量控制两种。压力控制是保持设定压力不变，注浆量变化的方法。注浆量控制是注浆量一定，压力变化的方法。一般仅采用一种控制方法都不充分，应同时进行压力和注浆量控制。

1. 注浆量

注浆量除受浆液向地层渗透和泄漏影响外，还受曲线掘进、超挖和浆液种类等因素影响，不能准确确定。一般采用以下方法确定。

按下式计算注浆量 Q：

$$Q = \lambda \times \pi(D^2 - d^2) \times L/4$$

式中 Q——注浆量(m^3)；

λ——充填系数；

D——盾构切削外径(m)；

d——预制管片外径(m)；

L——每次充填长度(m)。

充填系数 λ 是根据浆液特性(体积变化)、土质及施工损耗考虑的比例系数，基于经验确定。

2. 注浆压力

注浆压力应根据土压、水压、管片强度、盾构形式与浆液特性综合判断决定，但施工中通常基于施工经验确定。

从管片注浆孔注浆，注浆压力一般取 100～300kN/m^2(1～3kg/cm^2)，或间隙水压＋200kN/m^2左右。

注浆量与注浆压力要经过一定的反复试验，确认注浆效果、对周围地层和建(构)筑物的影响等，并在施工中进行一定范围内的效果确认，反馈其结果指导施工。注浆控制流程见图 2K313021-5。

十、盾构隧道的线形控制

线形控制的主要任务是通过控制盾构姿态，使构建的衬砌结构几何中心线线形顺滑，且偏离设计中心线的距离在容许误差范围内。

(一)掘进控制测量

随着盾构掘进，对盾构及衬砌的位置进行测量，以把握其偏离设计中心线的程度。测量项目包括：盾构的横向偏差、竖向偏差、俯仰角、方位角、滚转角和切口行程；盾尾间隙和衬砌环中心坐标、底部高程、水平直径、垂直直径、前端面里程等。基于上述测量结果，作图画出盾构及衬砌与设计中心线的位置关系，这对直接预测下一环盾构掘进偏差十分重要。

(二)方向控制

掘进过程中，主要对盾构姿态以及拼装管片的位置进行控制。

盾构方向修正依靠调整盾构千斤顶使用数量和设定刀盘回转力矩进行。若遇硬地层或曲线掘进，要进行大的方向修正场合，须采用仿形刀向调整方向超挖。此时，盾尾间隙减小，管片拼装困难，为确保盾尾间隙，必须进行方向修正。盾尾间隙大大减小的情况下，要拼装楔形环管片，以确保盾尾间隙。

盾构滚转角的修正，可采取刀盘向盾构偏转同一方向旋转方法，利用所产生的回转反力进行修正。

十一、盾构法施工现场的设施布置

盾构施工要按照施工方案和施工进度的要求，在业主提供的施工用地范围内，对施工

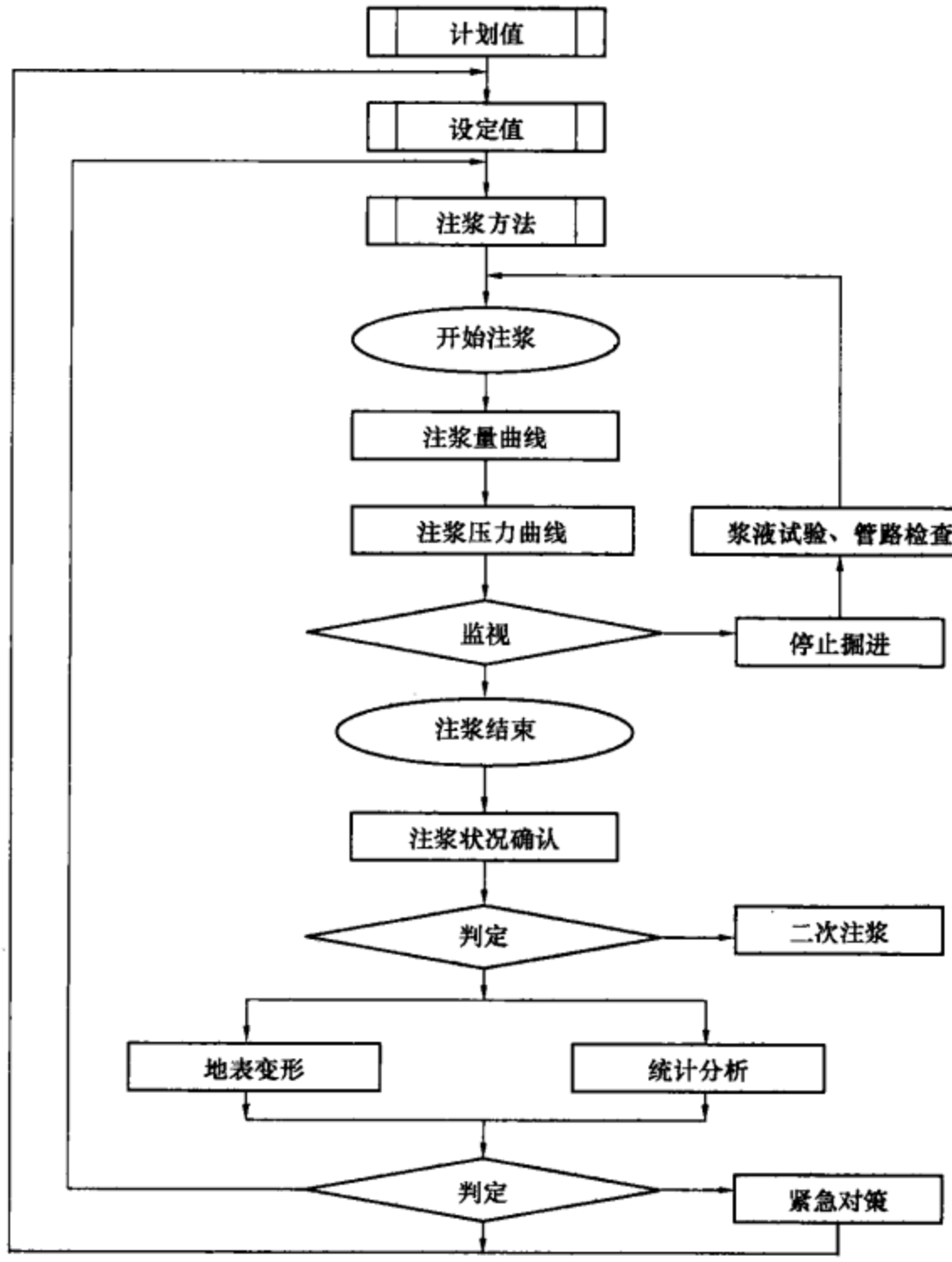


图 2K313021-5　注浆控制流程

现场的道路交通、材料仓库、材料堆场、临时房屋、大型施工设备、集土坑、拌浆系统、临时水电管线、消防器材等做出合理的规划布置，从而在规定的施工区域内正确处理施工期间所需各项设施之间的空间关系。

盾构现场的平面布置包括：盾构工作竖井、竖井防雨棚及防淹墙、垂直运输设备、管片堆场、管片防水处理场、拌浆站、料具间及机修间、两回路的变配电间、电机车电瓶充电间等设施以及进出通道。

盾构基座置于工作井的底板上，用作安装和放置盾构机，同时作为负环管片的基座，可采用钢筋混凝土结构或钢结构。

当盾构掘进采用泥水机械出土和用井点降水施工时，应设相当规模的沉淀池。

当采用气压法施工时，应设置空压机房，以供给足够的压缩空气。

当采用泥水平衡盾构时隧道的施工平面布置中还须设有泥浆处理系统及中央控制室。

当采用土压平衡盾构时还应设有地面出土和堆土设施。

十二、停止盾构掘进的几种情况

盾构掘进一般应均衡组织施工，保持连续作业，以保证工程质量、减小地层的扰动和沉降。当确需停止时应采取防止盾构正面与盾尾土体流入，造成盾构和地面沉降的措施。

盾构掘进时，可能会遇到几种情况：对地层情况了解不细而遇到障碍物；对水文条件掌握不全面遇到流砂、回填土层、承压水或地层土体软硬不均匀；对盾构自转方向、出土或仪表控制不当；对注浆控制不当；或是盾构处在小半径曲线区间段等情况而出现不良现象。

当遇到以下几种情况时，应及时处理：

(1) 盾构前方地层发生坍塌或遇有障碍；

(2) 盾构本体滚动角不小于 3°；

(3) 盾构轴线偏离隧道轴线不小于 50mm；

(4) 盾构推力与预计值相差较大；

(5) 管片严重开裂或严重错台；

(6) 壁后注浆系统发生故障无法注浆；

(7) 盾构掘进扭矩发生异常波动；

(8) 动力系统、密封系统、控制系统等发生故障。

2K313022　了解盾构机型的选择

一、盾构机的种类

盾构机种类繁多，可根据不同的分类方法进行分类。

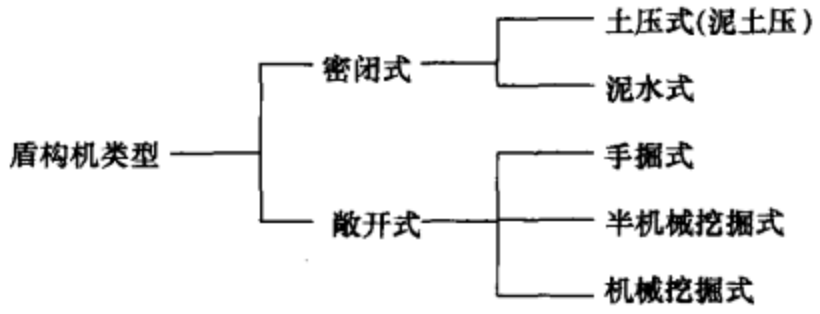


图 2K313022-1　盾构机分类图

按开挖面是否封闭划分（见图 2K313022-1），主要有密闭式和敞开式两类。按平衡开挖面土压与水压的原理不同，密闭式盾构机分为土压平衡式和泥水平衡式两种。敞开式盾构机按开挖方式划分，主要有手掘式、半机械挖掘式和机械挖掘式三种。

按盾构机的断面形状划分，有圆形和异型盾构机两类，其中异型盾构机主要有多圆形、马蹄形和矩形。

二、盾构机的选择

盾构机是盾构法隧道施工的关键成套设备。盾构机的选择是保证工程项目顺利实施的前提条件与设备保障。盾构机的选择除满足隧道断面形状与外形尺寸外，主要包括盾构机种类、性能、配套设备、辅助工法等。

(一)选择原则

盾构机的选择主要根据工程地质与水文地质条件、隧道断面形状、隧道外形尺寸、隧道埋深、地下障碍物、地下构筑物、地面建筑物、地表隆沉要求等，经过技术、经济比较后确定。

盾构机的选择原则主要有：适用性，技术先进性，经济合理性。

1. 适用性原则

盾构机的断面形状与外形尺寸适用于隧道断面形状与外形尺寸，种类与性能适用于工程地质与水文地质条件、隧道埋深、地下障碍物、地下构筑物与地面建筑物安全需要、地

表隆沉要求等使用条件。若所选盾构机不能充分满足上述使用条件，应增加适用的辅助工法，如压气工法、注浆工法等，以确保开挖面稳定。

由于盾构机具有较长的合理使用寿命，可用于多项施工工程，因此应根据使用寿命期内预计的常用使用条件、或最不利使用条件选择盾构机，以便具有较广泛的适用性。

2. 技术先进性原则

技术先进性有两方面含义：一是不同种类盾构机技术先进性不同，二是同一种类盾构机由于设备配置的差异与功能的差异而技术先进性不同。

选择技术先进的盾构机，一方面为了更好地适应建设单位当前及今后的工程施工要求，提高施工单位的市场竞争力；另一方面在合理使用寿命期内保持技术先进性。

技术先进性要以可靠性为前提，要选择经过工程实践验证、可靠性高的先进技术。

当前，技术最先进的盾构机是土压平衡式与泥水平衡式盾构机，随着设计与制造技术的不断完善与提高，其适用范围愈加广泛，已成为盾构隧道施工使用最多的盾构机。

3. 经济合理性原则

经济合理性是指：所选择的盾构机及其辅助工法用于工程项目施工，在满足施工安全、质量标准、环境保护要求和工期要求的前提下，其综合施工成本合理。

（二）各种盾构机对地质条件的适用性

根据当前盾构机的技术水平，各种盾构机对地质条件的适用性如表 2K313022 所示。

盾构机对地质条件的适用性一览表　　**表 2K313022**

土质 \ 盾构机			敞开式						密闭式			
			手掘式		半机械挖掘式		机械挖掘式		土压平衡式		泥水平衡式	
分类	土质	N 值	适用性	注意点	适用性	注意点	适用性	注意点	适用性	注意点	适用性	注意点
冲积黏性土	腐殖土	0	×		×		×		△	地层变形	△	地层变形
	粉土、黏土	0～2	△	地层变形	×		×		○		○	
	砂质粉土、砂质黏土	0～5	△	地层变形	×		×		○		○	
		5～10	△	地层变形	△	地层变形	△	地层变形	○		○	
洪积黏性土	亚黏土、黏土	10～20	○		○		△	泥土堵塞	○		○	
	砂质亚黏土、砂质黏土	15～25	○		○		○		○		○	
		25 以上	△	开挖机械	○		○		○		○	
软岩	黏土岩、泥岩	50 以上	×		△	地下水压	△	地下水压	△	刀具磨损	△	刀具磨损
砂质土	混有粉土、黏土的砂	10～15	△	地下水压	△	地下水压	△	地下水压	○		○	
	松散砂	10～30	△	地下水压	×		△	地下水压	○		○	
	密实砂	30 以上	△	地下水压	△	地下水压	△	地下水压	○		○	
砂砾、卵石	松散砂砾	10～40	△	地下水压	△	地下水压	△	地下水压	○		○	
	固结砂砾	40 以上	△	地下水压	△	地下水压	△	刀盘与刀具磨损、地下水压	○	刀具磨损	○	刀具磨损
	混有卵石的砂砾	—	△	人员安全、地下水压	△	地下水压、超挖量	△	刀盘与刀具磨损、地下水压	○	刀具磨损	△	刀具选择、送泥对策
	卵石、巨砾	—	△	砾石破碎、地下水压	△	地下水压、超挖量	△		△	刀具与螺旋机选择	△	砾石破碎、送泥对策

注　1. 表中符号○表示原则上适用；△表示必须进行辅助工法、辅助设备等充分论证后适用；×表示原则上不适用；

2. 选择敞开式盾构多同时采用压气、注浆等辅助工法，其适用性要经过充分论证。

（三）选择程序

盾构机选择正确与否，涉及能否正常掘进施工，特别是涉及施工安全，必须采取科学的方法，按照可行的程序，经过策划、调查、可行性研究、综合比选评价等步骤，科学合理选定。

盾构机选择流程参见图 2K313022-2。

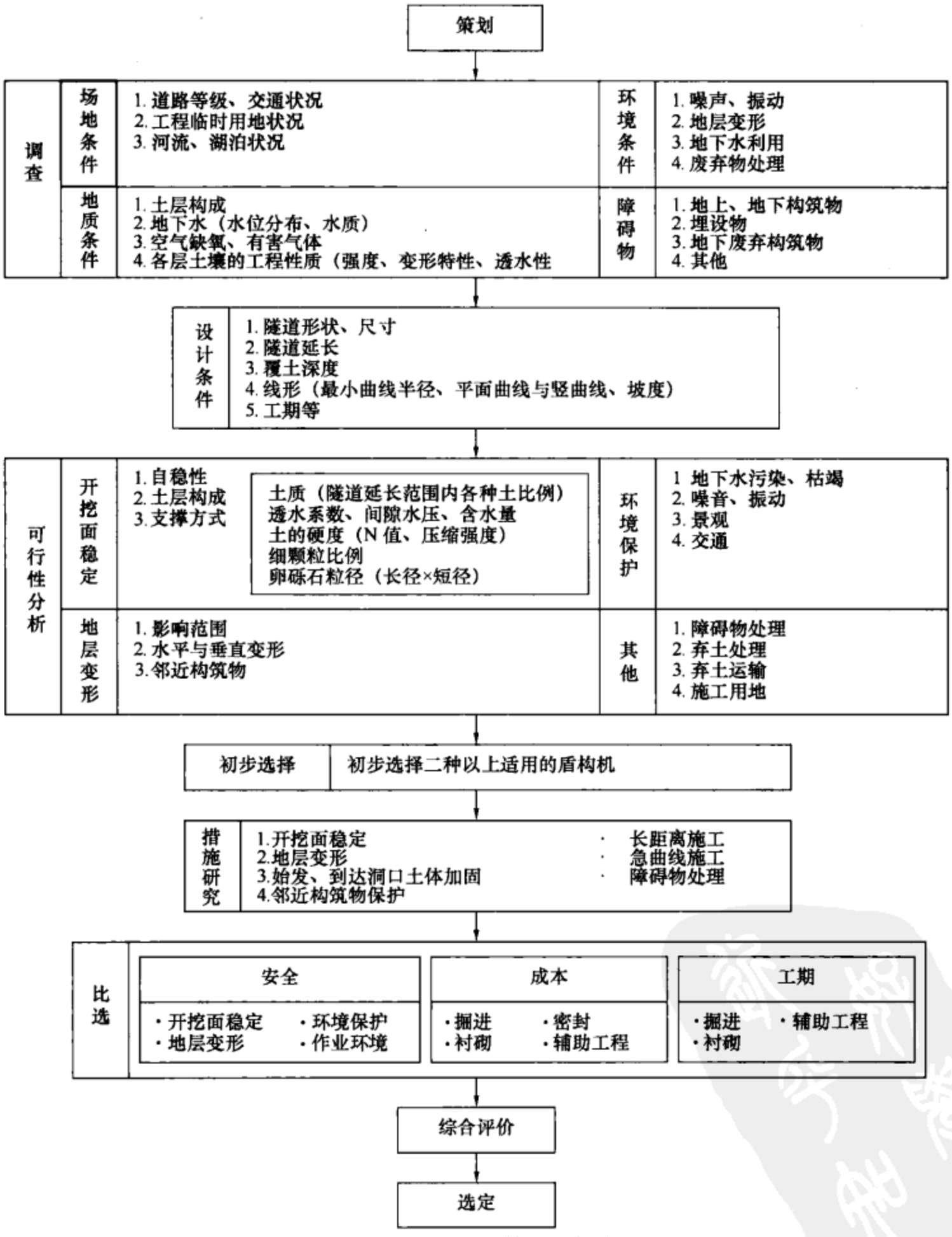


图 2K313022-2　盾构机选择流程

2K313030　喷锚暗挖法施工

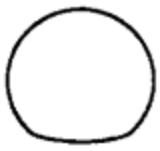
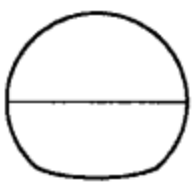
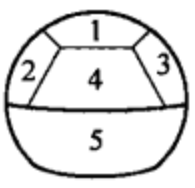
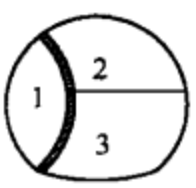
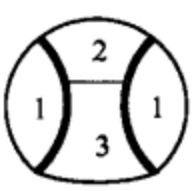
2K313031　掌握喷锚暗挖法施工技术要求

在城市地区修建隧道时，往往因周围环境等要求必须采用喷锚暗挖法施工。城市喷锚暗挖法施工主要有新奥法、浅埋暗挖法等，这里主要介绍浅埋暗挖法。浅埋暗挖法是一种综合施工技术，其特点是在开挖中采用多种辅助施工措施加固围岩，合理调动围岩的自承能力，开挖后及时支护，封闭成环，使其与围岩共同作用形成联合支护体系，有效地抑制围岩的过大变形。“管超前、严注浆、短开挖、强支护、早封闭、勤量测”是浅埋暗挖法施工的十八字方针。

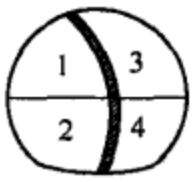
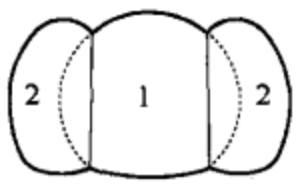
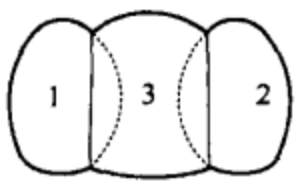
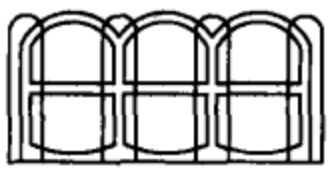
一、常见的浅埋暗挖典型施工方法

采用浅埋暗挖法施工时，常见的典型施工方法是正台阶法以及适用于特殊地层条件的其他施工方法，如全断面法、正台阶法、正台阶环形开挖法、单侧壁导坑法、双侧壁导坑法、中隔壁法、交叉中隔壁法、中洞法、侧洞法、柱洞法等。主要的施工方法见表 2K313031。

浅埋暗挖法修建隧道及地下工程主要施工方法　　表 2K313031

施工方法	示　意　图	重要指标比较					
		适用条件	沉降	工期	防水	初期支护拆除量	造价
全断面法		地层好，跨度≤8m	一般	最短	好	无	低
正台阶法		地层较差，跨度≤12m	一般	短	好	无	低
正台阶环形开挖法		地层差，跨度≤12m	一般	短	好	无	低
单侧壁导坑法		地层差，跨度≤14m	较大	较短	好	小	低
双侧壁导坑法		小跨度，连续使用可扩大跨度	大	长	效果差	大	高

续表

施工方法	示 意 图	重要指标比较					
		适用条件	沉降	工期	防水	初期支护拆除量	造价
中隔壁法（CD工法）		地层差，跨度≤18m	较大	较短	好	小	偏高
交叉中隔壁法（CRD工法）		地层差，跨度≤20m	较小	长	好	大	高
中洞法		小跨度，连续使用可扩成大跨度	小	长	效果差	大	较高
侧洞法		小跨度，连续使用可扩成大跨度	大	长	效果差	大	高
柱洞法		多层多跨	大	长	效果差	大	高

（一）全断面法

地下工程断面采用一次开挖成型的施工方法叫全断面开挖法，该法的优点是可以减少开挖对围岩的扰动次数，有利于围岩天然承载拱的形成，工序简单，便于组织大型机械化施工；施工速度快，防水处理简单，缺点是对地质条件要求严格，围岩必须有足够的自稳能力。

（二）台阶法

台阶法施工就是将结构断面分成两个或几个部分，即分成上下两个工作面或几个工作面，分步开挖。根据地层条件和机械配套情况，台阶法又可分为正台阶法和中隔壁台阶法等。正台阶法能较早使支护闭合，有利于控制其结构变形及由此引起的地面沉降。

1. 台阶法开挖优点

（1）灵活多变，适用性强。凡是软弱围岩、第四纪沉积地层，必须采用正台阶法，这是各种不同方法中的基本方法。

（2）具有足够的作业空间和较快的施工速度。当地层无水、洞跨小于10m时，均可采用该方法。

2. 台阶法开挖注意事项

（1）台阶数不宜过多，台阶长度要适当，对城市第四纪地层，台阶长度一般以控制在1D内（D一般指隧道跨度）为宜。

（2）对岩石地层，针对破碎地段可配合挂网喷锚支护施工，以防止落石和崩塌。

（三）正台阶环形开挖法

又称环形开挖留核心土法，一般将断面分成环形拱部（图中的1、2、3）、上部核心土（4）、下部台阶（5）等三部分。根据断面的大小，环形拱部又可分成几块交替开挖。环形开挖进尺为0.5～1.0m，不宜过长。台阶长度一般以控制在1D内（D一般指隧道跨度）为宜。

正台阶环形开挖法的施工作业顺序为：

用人工或单臂掘进机开挖环形拱部。架立钢支撑、喷混凝土。在拱部初次支护保护下，建议为加快进度，宜采用挖掘机或单臂掘进机开挖核心土和下台阶，随时接长钢支撑和喷混凝土、封底。根据初次支护变形情况或施工安排，施工二次衬砌作业。

由于拱形开挖高度较小，或地层松软锚杆不易成型，所以对城市第四纪地层，施工中一般不设或少设锚杆。

在正台阶环形开挖法中，因为上部留有核心土支挡着开挖面，而且能迅速及时地建造拱部初次支护，所以开挖工作面稳定性好。和台阶法一样，核心土和下部开挖都是在拱部初次支护保护下进行的，施工安全性好。这种方法适用于一般土质或易坍塌的软弱围岩中。

正台阶环形开挖法的主要优点是：与超短台阶法相比，台阶长度可以适度加长，以减少上下台阶施工干扰；而与下述的侧壁法相比，施工机械化程度可相对提高，施工速度可加快。

采用正台阶环形开挖法时应注意下列问题：虽然核心土增强了开挖面的稳定，但开挖中围岩要经受多次扰动，而且断面分块多，支护结构形成全断面封闭的时间长，这些都有可能使围岩变形增大。因此，它常要结合辅助施工措施对开挖工作面及其前方岩体进行预支护或预加固。

（四）单侧壁导坑法

这种方法一般是将断面分成三块：侧壁导坑（1）、上台阶（2）、下台阶（3）。侧壁导坑尺寸应本着充分利用台阶的支撑作用，并考虑机械设备和施工条件而定。一般侧壁导坑宽度不宜超过0.5倍洞宽，高度以到起拱线为宜，这样导坑可分二次开挖和支护，不需要架设工作平台，人工架立钢支撑也较方便。导坑与台阶的距离没有硬性规定，但一般应以导坑施工和台阶施工不发生干扰为原则。上、下台阶的距离则视围岩情况参照短台阶法或超短台阶法拟定。

单侧壁导坑法每步开挖的宽度较小，而且封闭型的导坑初次支护承载能力大，所以，单侧壁导坑法适用于断面跨度大、地表沉陷难于控制的软弱松散围岩中。

（五）双侧壁导坑法

又称眼镜工法。当隧道跨度很大、地表沉陷要求严格、围岩条件特别差、单侧壁导坑法难以控制围岩变形时，可采用双侧壁导坑法。现场实测表明，双侧壁导坑法所引起的地表沉陷仅为短台阶法的1/2。

这种方法一般是将断面分成四块：左、右侧壁导坑、上部核心土（2）、下台阶（3）。导坑尺寸拟定的原则同前，但宽度不宜超过断面最大跨度的1/3。左、右侧导坑错开的距

离，应根据开挖一侧导坑所引起的围岩应力重分布的影响不致波及另一侧已成导坑的原则确定。

双侧壁导坑法施工作业顺序为：

开挖一侧导坑，并及时地将其初次支护闭合。相隔适当距离后开挖另一侧导坑，并建造初次支护。开挖上部核心土，建造拱部初次支护，拱脚支承在两侧壁导坑的初次支护上。开挖下台阶，建造底部的初次支护，使初次支护全断面闭合。拆除导坑临空部分的初次支护；施作内层衬砌。

双侧壁导坑法虽然开挖断面分块多、扰动大、初次支护全断面闭合的时间长，但每个分块都是在开挖后立即各自闭合的，所以在施工中间变形几乎不发展。

双侧壁导坑法施工安全，但速度较慢，成本较高。

（六）中隔壁法和交叉中隔壁法

中隔壁法也称 CD 工法，主要适用于地层较差和不稳定岩体，且地面沉降要求严格的地下工程施工。当 CD 工法不能满足要求时，可在 CD 工法基础上加设临时仰拱，即所谓的交叉中隔壁法（CRD 工法）。CD 工法和 CRD 工法在大跨度隧道中应用普遍，在施工中应严格遵守正台阶法的施工要点，尤其要考虑时空效应，每一步开挖必须快速，必须及时步步成环，工作面留核心土或用喷混凝土封闭，消除由于工作面应力松弛而增大沉降值的现象。

（七）中洞法、侧洞法、柱洞法、洞桩法

当地层条件差、断面特大时，一般设计成多跨结构，跨与跨之间有梁、柱连接，一般采用中洞法、侧洞法、柱洞法及洞桩法等施工，其核心思想是变大断面为中小断面，提高施工安全度。

中洞法施工就是先开挖中间部分（中洞），在中洞内施作梁、柱结构，然后再开挖两侧部分（侧洞），并逐渐将侧洞顶部荷载通过中洞初期支护转移到梁、柱结构上。由于中洞的跨度较大，施工中一般采用 CD、CRD 或眼镜工法进行施工。中洞法施工工序复杂，但两侧洞对称施工，比较容易解决侧压力从中洞初期支护转移到梁柱上时的不平衡侧压力问题，施工引起的地面沉降较易控制。该工法的特点是初期支护自上而下，每一步封闭成环，环环相扣，二次衬砌自下而上施作，施工质量容易得到保证。

侧洞法施工就是先开挖两侧部分（侧洞），在侧洞内做梁、柱结构，然后再开挖中间部分（中洞），并逐渐将中洞顶部荷载通过初期支护转移到梁、柱上，这种施工方法在处理中洞顶部荷载转移时，相对于中洞法要困难一些。两侧洞施工时，中洞上方土体经受多次扰动，形成危及中洞的上小下大的梯形、三角形或楔形土体，该土体直接压在中洞上，中洞施工若不够谨慎就可能发生坍塌。

柱洞法施工是先在立柱位置施作一个小导洞，当小导洞做好后，在洞内再做底梁，形成一个细而高的纵向结构，该工法的关键是如何确保两侧开挖后初期支护同步作用在顶纵梁上，而且柱子左右水平力要同时加上且保持相等。

洞桩法就是先挖洞，在洞内制作挖孔桩，梁柱完成后，再施作顶部结构，然后在其保护下施工，实际上就是将盖挖法施工的挖孔桩梁柱等转入地下进行。

二、喷锚加固支护的施工要点

喷锚暗挖施工必须配合开挖及时支护，保证施工安全。浅埋暗挖法施工的地下结构一

般采用复合式衬砌支护形式，即初期支护和二次衬砌。

初期支护应采用喷锚支护，喷锚支护是喷射混凝土、锚杆、钢筋网喷射混凝土、钢拱架喷射混凝土等结构组合起来的支护形式，可根据不同围岩的稳定状况，采用喷锚支护中的一种或几种结构组合。在浅埋软岩地段、自稳性差的软弱破碎围岩、断层破碎带、砂土层等不良地质条件下施工时，当围岩自稳时间短，不能保证安全地完成初次支护时，为确保施工安全，加快施工进度，应采用以下各种辅助技术进行加固处理使开挖作业面围岩保持稳定。

1. 喷射混凝土封闭开挖工作面；
2. 超前锚杆或超前小导管支护（参见 2K313032）；
3. 管棚超前支护（参见 2K313033）；
4. 设置临时仰拱；
5. 地表锚杆或地表注浆加固；
6. 小导管周边注浆或围岩深孔注浆；
7. 冻结法固结地层；
8. 降低地下水位法。

喷射混凝土封闭开挖面时，应采用早强混凝土，喷射厚度宜为 50～100mm；超前锚杆是沿开挖轮廓线，以一定的外插角，向开挖面前方安装锚杆，形成对前方围岩的预加固，超前锚杆、小导管支护应满足下列要求：宜与钢拱架配合使用；长度宜为 3.0～3.5m，并应大于循环进尺的 2 倍。

临时仰拱应根据围岩情况及量测数据确定设置区段，可采用型钢或喷混凝土等修筑。

喷射混凝土严禁选用具有碱活性骨料，喷射方式应根据工程地质及水文地质、喷射量等条件确定，宜采用湿喷方式。喷射混凝土前，应检查开挖断面尺寸，清除开挖面、拱脚或墙脚处的土块等杂物，设置控制喷层厚度的标志。对基面有滴水、淌水、集中出水点的情况，采用埋管等方法进行引导疏干。

喷射混凝土应紧跟开挖工作面，应分段、分片、分层，由下而上顺序进行，当岩面有较大凹洼时，应先填平。分层喷射时，一次喷射厚度可根据喷射部位和设计厚度确定。喷射混凝土的强度必须符合设计要求，可根据工程需要掺用外加剂。速凝剂应根据水泥品种、水灰比等，通过不同掺量的混凝土试验选择最佳掺量，使用前应做速凝剂试验，要求初凝时间不应大于 5min，终凝不应大于 10min。

地面砂浆锚杆是一种地表预加固地层的措施，适用于浅埋、洞口地段和某些偏压地段的岩体松软破碎处。地面锚杆按矩形或梅花形布置，先钻孔→吹净钻孔→用灌浆管灌浆→垂直插入锚杆杆体→孔口将杆体固定。地面锚杆预支护，是由普通水泥砂浆和全粘结型锚杆构成地表预加固地层。

锚杆类型应根据地质条件、使用要求及锚固特性进行选择，可选用中空注浆锚杆、树脂锚杆、自钻式锚杆、砂浆锚杆和摩擦型锚杆。锚杆施工应保证孔位的精度在允许偏差范围内，钻孔不宜平行于岩层层面，宜沿隧道周边径向钻孔。

锚杆必须安装垫板，垫板应与喷射混凝土面密贴。

锚杆稳定开挖后工作面的锚杆施工须在开挖后尽快安设锚杆，钻孔安设锚杆前应先进行喷射混凝土施工，孔位、孔径、孔深要符合设计要求，锚杆露出岩面长不大于喷射混凝

土的厚度，锚杆施工应符合质量要求。

钢筋网材料宜采用 Q235 钢，钢筋直径宜为 6～12mm，网格尺寸宜采用 150～300mm，搭接长度应符合规范。钢筋网应与锚杆或其他固定装置连接牢固。

钢架宜选用钢筋、型钢、钢轨等制成，格栅钢架的主筋直径不宜小于 18mm。钢架应在开挖或喷射混凝土后及时架设。钢架应与喷射混凝土形成一体，钢架与围岩间的间隙必须用喷射混凝土充填密实，钢架应全部被喷射混凝土覆盖，保护层厚度不得小于 40mm。

冻结法是利用人工制冷技术，在地下开挖体周围需加固的含水软弱地层中钻孔铺管，安装冻结器，通过制冷作用将天然岩土变成冻土，形成完整性好、强度高、不透水的临时加固体，从而达到加固地层、隔绝地下水与工程联系的目的。然后在冻结体的保护下进行竖井或隧道等地下工程的开挖施工，待衬砌支护完成后，冻结地层逐步解冻，最终恢复到原始状态。

冻结法具有以下特点：

1. 冻结加固的地层强度高；
2. 封水效果好；
3. 适应性强；
4. 整体性好；
5. 无污染。

通常，当土体的含水量大于 2.5%、地下水含盐量不大于 3%、地下水流速不大于 40m/d 时，均可适用常规冻结法，当土层含水量大于 10%和地下水流速不大于 7～9m/d 时，冻土扩展速度和冻结体形成的效果最佳。

降低地下水位法，浅埋地下工程处于富水地层中，地层的渗透性较好，不会因降水而引起地面过大沉降时，为了保持开挖工作面的干燥或少水状态，以便安全快速施工，采可用降低地下水位的方法施工。降水有洞内和地面降水两种方法。

三、衬砌及防水技术要点

《地下工程防水技术规范》（GB 50108）规定：地下工程防水的设计和施工应遵循“防、排、截、堵相结合，刚柔相济，因地制宜，综合治理”的原则。

《地铁设计规范》（GB 50157）规定：地下铁道隧道工程的防水设计，应根据工程地质、水文地质、地震烈度、结构特点、施工方法和使用要求等因素进行，并应遵循“以防为主，刚柔结合，多道防线，因地制宜，综合治理”的原则，采取与其相适应的防水措施。当结构处于贫水稳定地层，同时位于地下潜水位以上时，在确保安全的条件下，可考虑限排。

施工期间的防水措施主要是排和堵两类，施工前，根据资料预计可能出现的地下水情况，估计水量，选择防水方案，施工中要做好出水部位、水量等的记录工作，按设计做好排水系统，认真做好水治理。

含水的松散破碎地层应采用降低地下水位的排水方案，不宜采用集中宣泄排水的方法，当采用降水方案不能满足要求时，应在开挖前进行帷幕预注浆，加固地层等堵水处理。根据水文、地质钻孔和调查资料，预计有大量涌水或涌水量虽不大，但开挖后可能引起大规模塌方时，应在开挖前进行压浆堵水，加固围岩。

衬砌背后排水及止水系统的施工应符合下列要求：

在衬砌背后设置排水盲管（沟）或暗沟和在隧底设置中心排水盲沟时，应根据坑道的渗漏水情况，配合衬砌一次施工，施工中应防止衬砌混凝土或压浆浆液侵入盲沟内堵塞水路，盲管（沟）或暗沟应有足够的数量和过水能力的断面，组成完整有效的排水系统并应符合设计要求。

衬砌背后可采用注浆或喷涂防水层等方法止水，施工前应根据工程地质和水文地质条件，通过试验作出设计，并在施工过程中修正各项参数。

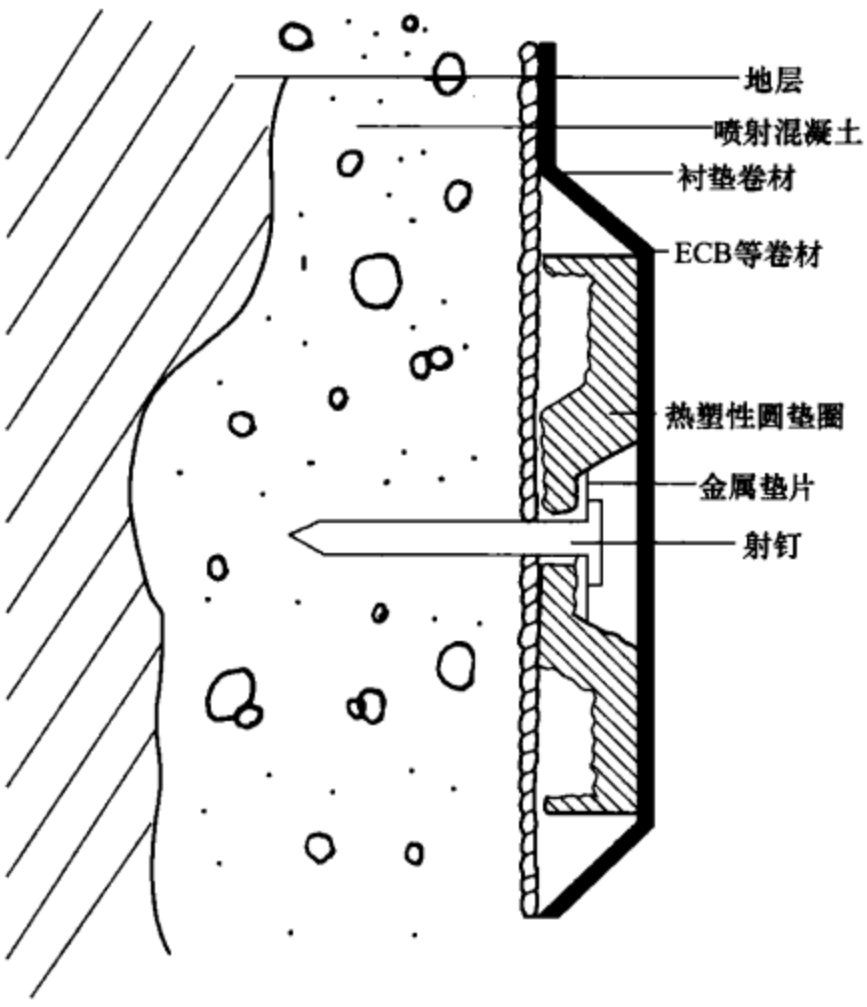


图 2K313031　塑料防水板无钉孔铺设

复合式衬砌防水层施工应优先选用无钉铺设，如图 2K313031。衬砌防水层施工时喷射混凝土表面应平顺，不得留有锚杆头或钢筋断头，防水层接头应擦净，喷层表面漏水应及时引排，防水层可在拱部和边墙按环状铺设，开挖和衬砌作业不得损坏防水层，铺设防水板地段距开挖面不应小于爆破安全距离，防水层纵横向铺设长度应根据开挖方法和设计断面确定。

衬砌施工缝和沉降缝的止水带不得有割伤、破裂，固定应牢固，防止偏移，提高止水带部位混凝土浇筑的质量。

2K313032　熟悉小导管注浆加固土体技术

小导管注浆是浅埋暗挖隧道超前支护的一种措施。在软弱、破碎地层中凿孔后易塌孔，且施作超前锚杆比较困难或者结构断面较大时，应采取超前小导管支护，超前小导管支护必须配合钢拱架使用。在条件允许时，也可在地面进行超前注浆加固；在有导洞时，也可在导洞内对隧道周边进行径向注浆加固。

小导管注浆支护的一般设计如下：钢管直径 40～50mm，钢管长 3～4m，钢管钻设注浆孔间距为 100～150mm，钢管沿拱的环向布置间距为 300～500mm，钢管沿拱的环向外插角为 5°～15°，小导管是受力杆件，因此两排小导管在纵向应有一定搭接长度，钢管沿隧道纵向的搭接长度一般不小于 1m。

导管安装前应将工作面封闭严密、牢固，清理干净，并测放出钻设位置后方可施工。

采用小导管加固时，为保证工作面稳定和掘进安全，应确保小导管安装位置正确和足够的有效长度，严格控制好小导管的钻设角度。用作小导管的钢管钻有注浆孔，以便向土体进行注浆加固，也有利于提高小导管自身刚度和强度，参与受力。

小导管注浆宜采用水泥浆或水泥砂浆。浆液必须充满钢管及周围空隙，注浆量和注浆压力应由试验确定。

导管的钢管在隧道开挖时承受地层的压力，为保证灌浆质量防止漏浆，导管钢管的尾

部需设置封堵孔。

注浆施工应根据土质条件选择注浆法：在砂卵石地层中宜采用渗入注浆法；在砂层中宜采用劈裂注浆法；在黏土层中宜采用劈裂或电动硅化注浆法；在淤泥质软土层中宜采用高压喷射注浆法。

注浆材料应具备：良好的可注性，固结后有一定强度、抗渗、稳定、耐久和收缩小，无毒、注浆工艺简单、方便、安全等性能。注浆材料的选用和配比的确定，应根据工程条件，经试验确定。

注浆施工期应监测地下水是否受污染，应该防止注浆浆液溢出地面或超出注浆范围。

2K313033 熟悉管棚的施工要求

管棚超前支护作为地下工程的辅助施工方法，是为了在特殊条件下安全开挖，预先提供增强地层承载力的临时支护方法，对控制塌方和抑制地表沉降有明显的效果。管棚超前支护加固地层主要适用于软弱、沙砾地层或软岩、岩堆、破碎带地段。

根据国内外经验，一般在下列场合采用管棚超前支护：

1. 穿越铁路修建地下工程；
2. 穿越地下和地面结构物修建地下工程；
3. 修建大断面地下工程；
4. 隧道洞口段施工；
5. 通过断层破碎带等特殊地层；
6. 特殊地段，如大跨度地铁车站、重要文物保护区、河底、海底的地下工程施工等。

管棚一般是沿地下工程断面周边的一部分或全部，以一定的间距环向布设，形成钢管棚护，沿周边布设的长度及形状主要取决于地形、地层、地中或地面及周围建筑物的状况，有帽形、方形、一字形及拱形等。

采用管棚超前支护施工时，管棚一般选用直径 50～150mm 的焊接钢管或无缝钢管，入土端制作成尖靴状或楔形，钢管长度 8～30m 不等，对于特殊地段，可采用较大直径的管棚，如北京地铁 5 号线下穿崇文门车站就采用了直径 600mm 的管棚。

管棚钢管环向布设间距对防止上方土体坍落及松弛有很大影响，施工中须根据结构埋深、地层情况、周围结构物状况等选择合理间距。一般采用的间距为 2.0～2.5 倍的钢管直径。在铁路、公路正下方施工时，要采用刚度大的大中直径钢管连续布设。

管棚超前支护的施工工艺流程：设置管棚基地（包括空间及定位架）→ 水平钻孔→压入钢管→（必须严格向钢管内或管周围土体注浆）→管棚支护条件下进行开挖。

钻孔开始前，把钢管放在标准拱架上，测定钻孔孔位和钻机的中心，使两点一致。为了防止钻孔中心振动，钢管应用 U 形螺栓与拱架稍加固定，以防止弯曲，并应每隔 5m（视情况可调整，一般为 2～6m）对正在钻进的钻孔及插入的钢管的弯曲及其趋势进行孔弯曲测定检查。

钢管的打入随钻孔同步进行，并按设计要求接长，接头应采用厚壁管箍，上满丝扣，确保连接可靠，钢管打入后，应及时隔孔向钢管内及周围压注水泥浆或水泥砂浆，使钢管与周围岩体密实，并增加钢管的刚度。

2K313040　城市轨道交通工程

2K313041　熟悉城市轨道交通车站形式

首先要对城市轨道交通车站的基本形式有所了解。地铁车站布置大致可归纳为以下几点：

1. 城市轨道交通车站的站台形式可采用岛式、侧式和岛侧混合的形式，通常地铁车站多采用岛式车站。

2. 城市轨道交通车站站台的最小宽度应满足表 2K313041 要求。

城市轨道交通车站站台最小宽度表　　**表 2K313041**

类　别	地　下　站	高　架　站	地　面　站
岛式站台（m）	8	6	5
侧式站台（无柱）（m）	3.5	3	2
柱（墙）外侧至站台边缘（m）	2	2	2

3. 城市轨道交通车站一般由站厅、站台厅、行车道、出入口、通道或天桥、通风道以及设备、管理用房等部分组成。

4. 车站形式必须满足客流需求、乘候安全、疏导迅速、环境舒适、布置紧凑，便于管理的基本要求。

5. 车站的楼梯、检票口、出入口通道三者的通过能力应满足超高峰小时设计客流的需要，并应满足在发生事故灾害时，能在 6min 内将一列车乘客、站台上候车人员及车站工作人员全部撤离站台的要求。

应确保下车乘客到就近通道或楼梯口的最大距离不超过 50m。

6. 站厅布置应满足功能分区，避免进、出站及换乘人流路线之间的相互交叉干扰。

7. 车站设备用房包括供电、通风、通信、信号、给水排水、防灾、电视监控等系统用房，其面积和要求应按各专业的工艺布置确定。

8. 车站的管理用房及生活设施包括：车控室、站长室、交接班室（兼会议、餐室）、票务室、站务室、警务室、更衣室、卫生间等。

9. 车站出入口的数量，应根据客运需要与疏散要求设置，浅埋车站不宜少于四个出入口。当分期修建时，初期不得少于 2 个。

10. 车站内部建筑装修应实用、安全。采用防火、防潮、防腐、无污染、易清洁的材料，站内地面应选用耐磨、防滑的材料。

11. 市轨道交通车站结构形式分为矩形、圆形及马蹄形三大类。

12. 当有几条城市轨道交通线路交汇时，上、下层车站之间应设置人员通行的联络通道，有条件的应设置相应的电动扶梯便于人员的乘换。

2K313042　了解地铁区间隧道的特征

1. 城市轨道交通区间隧道大致可归纳为以下几点

（1）按区间隧道断面形状可以分为矩形、拱形、圆形和椭圆形等断面形式。

（2）矩形断面可分为单跨、双跨及多跨等种类。

（3）拱形断面可分为单拱、双拱及多拱等种类。

（4）圆形断面可分为单圆和多圆两种形式。

2. 区间隧道由直线和曲线组成，其中曲线包括圆曲线和缓和曲线两种形式。平面的最小曲线半径应符合表 2K313042 的规定：

最小曲线半径 **表 2K313042**

线路	一般情况（m）	困难情况（m）
正线	300	250
辅助线（联络线、出入线）	200	150
车场线	110	80

3. 曲线超高值应在缓和曲线和曲线内递减顺接；无缓和曲线时，应在直线段递减顺接；超高顺坡率不宜大于 2‰，困难地段不应大于 3‰。

4. 在新建的城市轨道交通线路中，应按规程要求进行有关杂散电流腐蚀的防护。主要有对主体结构钢筋及金属管线结构采取防护措施；在地铁沿线敷设的各种电缆、水管等管线结构应选择符合杂散电流腐蚀防护要求的材质、结构设计和施工方法；采取设计合理，性能可靠持久的隧道绝缘防水措施；限制地铁的牵引供电和回流系统中的杂散电流。

5. 城市轨道交通线路均为右侧行车的双线线路，采用 1435mm 标准轨距，正线及辅助线均采用 50kg/m 及以上的钢轨，钢轨接头采用对接形式。

6. 城市轨道交通隧道埋深较浅时，要采取降低噪声和减少振动的措施。

7. 城市轨道交通隧道混凝土不仅要满足强度需要，同时要考虑抗冻、抗渗和抗侵蚀的要求。

8. 限界是指列车沿固定的轨道安全运行时所需要的孔洞尺寸。限界包括车辆限界、设备限界和建筑限界三类。车辆限界是指车辆在正常运动状态下形成的最大动态包路线；设备限界是限制设备安装的控制线；建筑限界是在设备限界基础上，考虑了设备和管线安装尺寸、厚度的最小有效断面。建筑限界中不包括测量误差、施工误差、结构沉降、位移，变形等因素。

9. 区间隧道结构防水要求不得有线流和漏泥砂，当有少量漏水点时，每昼夜的漏水量不得大于 0.5L/m^2。变形缝、施工缝、穿墙管等特殊部位应采取加强措施。在侵蚀性介质中仅用防水混凝土时，其耐蚀系数不应小于 0.8。

10. 明挖隧道结构的防水优先采用防水混凝土，其抗渗等级不少于 0.8MPa，防水层卷材层数及层厚必须符合设计，并设置保护层。

2K314000 城市给水排水工程

2K314010 给水排水厂站施工

2K314011 掌握沉井施工技术要求

当水文地质条件不宜采用大开挖建造泵站及水池构筑物时可采用沉井。沉井是地下工程和深埋基础施工的一种方法。具体施工方法是：将位于地下一定深度的建筑物或建筑物

基础，先在地面以上制作，形成一个上、下开口钢筋混凝土井状结构，然后在沉井内不断挖土，借助井体自重而逐步下沉，下沉到预定标高后，进行封底，构筑井内底板、梁、楼板、内隔墙、顶盖板等构件，最终形成一个地下建筑物。

在市政工程中，广泛应用于桥梁墩台基础、取水构筑物、污水泵站、大型设备基础、人防掩蔽所、盾构拼装井、顶管拼装井、地下车道与车站、地下构筑物的围壁和大型深基坑基础等。

沉井在施工中有独特优点：占地面积小，不需要板桩围护，与大开挖相比较，挖土量小，对邻近建筑的影响比较小，操作简便，无须特殊的专用设备。

一、沉井类型

（一）按横截面形状分类

1. 圆形沉井

有带底梁和无底梁两种形式。

2. 矩形沉井

（1）单孔：形式和圆形相同。

（2）单排孔：沉井内单排两孔或多井孔，可增加井体刚度，有利于沉井均匀下沉，便于纠偏，提高沉井承载能力，适合于平面尺寸大的重型建筑物基础。

（3）多排孔：在井内设几道内隔墙，形成纵横格网，形成刚度较好的空间结构，每个井孔内可设底梁或不设底梁。多孔沉井在施工中有利于均匀下沉，适合于平面尺寸大而重的地下建筑物。

（二）按竖向剖面形状分类

1. 柱形沉井

柱形沉井井壁按截面形状，上、下井壁厚度是相同的。由于柱形沉井受周围土体约束，沉井过程中发生倾斜及偏转的可能性减少，周围土体的塌陷也较小，因此，适合于建筑物中建造深度不大的沉井。但下沉过程中土壤与井壁间摩阻力较大。

2. 阶梯形沉井：

当作用在沉井侧壁上的土压力和水压力随沉井深度增加而加大，阶梯形沉井井壁平面尺寸随深度呈台阶形加大，做成变截面。当土比较密实时，设外侧阶梯可减少沉井侧面的土的摩阻力以便顺利下沉，刃脚处的台阶高度一般为 1～2m，阶梯宽度一般为 100mm。

外壁阶梯形沉井分为单阶梯和多阶梯两类。

外壁单阶梯沉井的优点是可以减少井壁与土体之间的摩阻力，并可向台阶以上形成的空间内压送触变泥浆。其特点是：如果不压送触变泥浆，则在沉井下沉时，对四周土体的搅动要比柱形沉井大。

外壁多阶梯沉井与外壁单阶梯沉井的作用基本相同。因为，越接近地面，作用在井壁上的水土压力越小，为了节约建筑材料，将井壁逐步减薄故形成多阶梯形。

二、沉井构造

沉井一般由井壁（侧壁）、刃脚、凹槽、底梁等组成。

（一）井壁

沉井主要是靠井壁的自重来克服正面阻力和侧面阻力而下沉的。因此，要求沉井井壁不仅要有足够的强度承受施工荷载，而且还要有一定的重量，以便满足沉井下沉的要求。

因此，井壁厚度主要取决于沉井大小、下沉速度、土层的物理力学性质以及沉井能在足够的自重下顺利下沉的条件来确定。井壁厚度一般为 0.4～1.2m 左右。井壁的竖向断面形状有上下等厚的直墙形井壁、阶梯井壁。

（二）刃脚

井壁最下端一般都做成刀刃状的“刃脚”，其主要功用是减少下沉阻力。刃脚还应具有一定的强度，以免在下沉过程中损坏。刃脚底的水平面称为踏面，见图 2K314011-1 所示。刃脚的式样根据沉井时所穿越土层的软硬程度和刃脚单位长度上的反力大小来决定。踏面宽度一般不大于 50mm，斜面高度视井壁厚度而定，并考虑在沉井施工中便于挖土和抽除刃脚下的垫木，如图 2K314011-1。刃脚内侧的倾角一般为 40°～60°。当沉井湿封底时刃脚的宽度取 100～300mm。斜面高度视井壁厚度而定，并考虑在沉井施工中便于挖土和抽除刃脚下的垫木，刃脚内侧的倾角为 40°～60°。当沉井湿封底时，刃脚的高度取 1.5m 左右，干封底时，取 0.6m 左右。沉井重、土质软时，踏面要宽些。相反，沉井轻，又要穿过硬土层时，踏面要窄些。

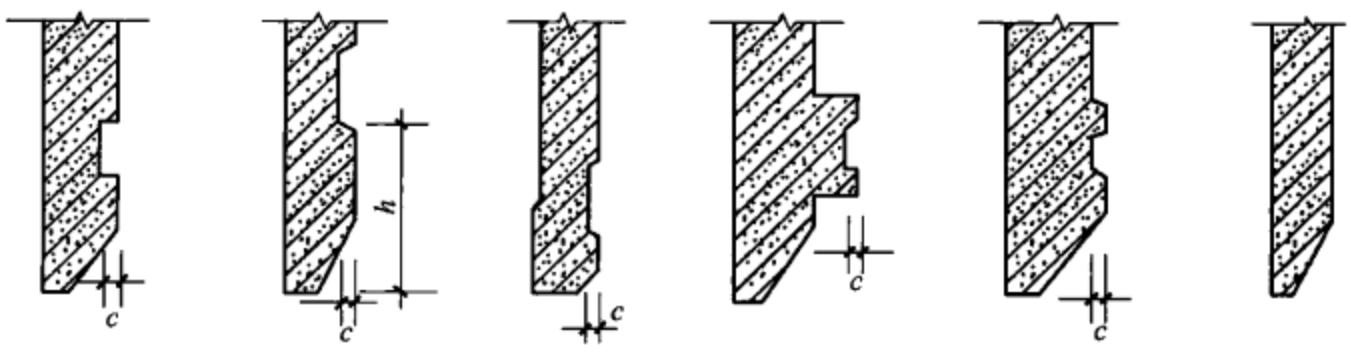


图 2K314011-1　刃脚

（三）底梁

在比较大型的沉井中，如果由于使用要求不能设置隔墙，可在沉井底部增设底梁，以便于构成框架，增加沉井在施工下沉阶段和使用阶段的整体刚度。

（四）凹槽

主要作用是在沉井封底时，使封底底板与井壁更好连接，防止渗水。

三、沉井制作

（一）平整场地

要先将场地平整夯实，以免在灌筑沉井过程中和拆除支垫时，发生不均匀沉陷。若场地土质松软，应加铺一层 300～500mm 厚的砂层，必要时，应挖去原有松软土层，然后铺以砂层。

沉井可在基坑中灌筑，但要做好排降水工作。

（二）铺设垫木

1. 铺设垫木的基本要求见表（2K314011-1）

铺设垫木的基本要求　　**表 2K314011-1**

序号	项　目	要　求
1	垫木材料	质量良好的普通枕木及短方木
2	垫木铺设方向	刃脚的直线段垂直铺设，圆弧段径向铺设

续表

序号	项　目	要　求
3	垫木下承压应力	应小于基面容许承压力
4	刃脚下和隔墙下垫木应力	应基本上相等，以免不均匀沉陷使井壁与隔墙连接处的混凝土产生裂缝
5	铺设次序	应先从各定位垫木开始向两边铺设
6	调整垫木高度	不应在其下垫塞木块、木片、石块等，以免受力不均
7	垫木间间隙	应添砂捣实
8	垫木埋入岛面深度	应为垫木高度的 1/2

2. 垫木数量及安排

刃脚下应满铺垫木。一般常使用长短两种垫木相间布置，在刃脚的直线段应垂直铺设，圆弧部分应径向铺设。垫木的数量按垫木底面承压应力不大于 0.1MPa，按式（2K314011）求算所需数量：

$$n = Q/Lb[\sigma] \qquad (2K314011)$$

式中　n——垫木根数；

Q——第一节沉井重量(kg)；

L、b——垫木的长和宽(折算为等长)(mm)；

$[\sigma]$——基底土容许承压力，≤0.1MPa。

实际排列时应对称铺设，故实际数量比计算结果应适当增加。

刃脚下底模应按分段拆除的次序布置，预先断开。

沉井制作可参见 2K313011 现浇混凝土水池施工

四、沉井下沉

（一）准备工作

当沉井混凝土强度达到设计要求，大型沉井达到 100%、小型沉井达到 70%时，方能进行拆除承垫木工作，抽除刃脚下的垫木应分区、分组、依次、对称、同步进行。垫木应按设计拟定的次序统一编号。抽除次序：圆形沉井为先抽一般承垫木，后抽除定位垫木；矩形沉井先抽内隔墙下的垫木，然后分组对称地抽除外墙短边下的定位垫木，再后抽除长边下一般垫木，最后同时抽除定位垫木。同一编号同时抽光垫木并回填土后，方可抽下一组编号垫木。抽除方法是将垫木底部的土挖去，利用人工或机具将相应垫木抽出。每抽出一根垫木后，应立即用砂、卵石或砾石将空隙填实，同时在刃脚内侧填筑成小土堤，并分层夯实，如图 2K314011-2 所示。

抽出垫木时要加强观测，注意下沉是否均匀。一般情况下，当抽至垫木的 2/3 这一阶段时，沉井下沉比较均匀，下沉量也不大，回填时间亦较充分，便于较好抽垫和回填。当继续抽垫时，下沉量逐步加大，回填工作也逐渐困难，甚至出现下沉很快来不及回填的现象，致使垫木压坏或压断。故在抽垫时，开始阶段宜缓慢进行，留出足够的时间进行充分回填夯实，力求尽量改变最后阶段下沉快、下沉量大、来不及回填以至压断垫土的现象。抽垫至

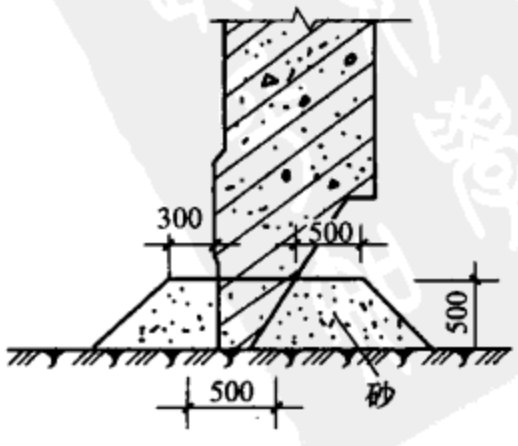


图 2K314011-2　沉井下沉

最后阶段时，应全力以赴，一鼓作气地尽快将剩余垫木全部抽出，使沉井刃脚平稳均匀地落入土层。

（二）下沉方法

市政工程沉井下沉由于沉井深度较浅，一般采用三种方法：人工或风动工具挖土法、抓斗挖土法、水枪冲土法。各种下沉方法，可根据具体情况单独或联合使用，以便适合各种土层下沉，其各种方法的使用条件和优缺点见表 2K314011-2。

下沉方法的优、缺点 **表 2K314011-2**

下沉方法		适用条件	优 点	缺 点
不排水下沉	抓斗挖土法	流硫层、黏土质砂土、砂质黏土层及胶结松散的砾、卵石层	设备简单、耗电量小、将下沉与排渣两道工序合一、系统简化、能抓取大块卵石	随着沉井深度的加大，效率逐渐降低；不能抓取硬土层和刃脚斜面下土层；双绳抓斗缠绳不易处理，应使用单绳抓斗
	水枪冲土法	流沙层、黏土质砂土	设备简单、在流硫层及黏土层下沉效果较高	耗电量大；沉井较深时，不易控制水枪在工作面的准确部位，破硬土效率较低
排水下沉	人工或风动工具挖土法	涌水量不超过 $30m^3/h$ 时，流硫层厚度不超过 1.0m 左右	设备简单；电耗较小；成本低；破土均匀	体力劳动强度大；壁后泥浆和砂有流入井筒的危险

（三）排水开挖下沉

在稳定的土层中，渗水量不大（每平方米沉井面积渗水量小于 $1m^3/h$）时，可采用排水开挖下沉。

排水开挖下沉常用人工或风动工具、或在井内用小型反铲挖土机，在地面用抓斗挖土机分层开挖。开挖必须对称、均匀进行，使沉井均匀下沉。挖土方法视土质情况而定，各种土质开挖方法是：

1. 一般土层

从中间开始逐渐挖向四周，每层挖土层 0.4～0.5m，在刃脚处留 1～1.5m 台阶，然后沿沉井井壁每 2～3m 一段，向刃脚方向逐层全面、对称、均匀地开挖土层，每次挖去 50～100mm，当土层经不住刃脚的挤压而破裂，沉井便在自重作用下均匀破土下沉。当沉井下沉很少或不下沉时，可再从中间向下挖 0.4～0.5m，并继续向四周均匀掏挖，使沉井平稳下沉。当在数个井孔内挖土时，为使其下沉均匀，孔格内挖土高差视土质不得过大，刃脚下部土方应边挖边清理。

当土质松软时，在分层挖除回填土的过程中，沉井即逐渐下沉。当刃脚下沉至与沉井中部土面大约齐平时，即可在中部先向下挖约 400～500mm，并逐渐向四周均匀扩挖，到距刃脚 1m 处（此距离可视土的松软程度而定），再分层挖除刃脚内侧的土台。

2. 比较坚硬土层

可比照抽垫的顺序分段掏空刃脚，每段掏空后随即回填砂砾，待最后几段（即定位承垫处）掏空并回填后，再分层分次逐步挖去回填料，使沉井下沉。

在开始 5m 以内下沉时，要特别注意保持平面位置与垂直度正确，以免继续下沉时不易调整。在距离设计标高 200mm 左右应停止取土，依靠沉井自重下沉到设计标高。在沉

井开始下沉和将要下沉至设计标高时，周边开挖深度应小于 300mm 或更少一些，避免发生倾斜或超沉。其下沉速度，随沉井大小、入土深度、地层情况而定，一般平均为 0.5～1.0m/d。

（四）不排水开挖下沉

1. 基本要求

（1）井内挖土深度，一般根据土质而定，最深不应低于刃脚 2m（此数与沉井平面尺寸的大小有关）。若土质特别松软时，不应直接在刃脚下除土。

（2）尽量加大刃脚对土的压力。

（3）通过粉砂、细砂等松软地层时，不宜以降低井内水位而减少浮力的办法，促使沉井下沉，应保持井内水位高出井外 1～2m，以防流砂涌向井内，引起沉井歪斜，并增加吸泥工作量。

（4）除为了纠正沉井倾斜外，井内的土一般应由各井孔均匀清除，各井孔土面高差不得超过 500mm。

（5）在沉井入土较深，井壁侧面阻力较大，应根据具体情况，采取有效的下沉方法。一般需采取抓土、吸泥、射水交替或联合作业；必要时还需铺以降低井内水位（当土壤稳定性较好）以增加沉井重量，或在井底放炮震压，或在井顶压重，才能沉至设计标高。

2. 抓斗挖土下沉

采用抓斗挖土方法时，需用吊车吊住抓斗挖掘井底中央部分的土，逐渐使井底形成锅底状。在砂或砾石类土中，一般当锅底比刃脚低 1～1.5m 时，沉井即可靠自重下沉，而将刃脚下的土挤向中央锅底，再从井孔继续抓土，沉井即可继续下沉。在黏质土或紧密土中刃脚下的土不易向中央坍塌，则应配以射水管松土，如图 2K314011-3 所示。

多井孔的沉井，最好每个井孔配置一套抓土设备，可同时均匀挖土，并减少抓斗倒孔时间，否则应逐孔轮流抓土，使沉井均匀下沉。如用一台抓斗抓土时，应对称逐孔轮流进行使其均匀下沉，各井孔内土面高差不大于 0.5m。

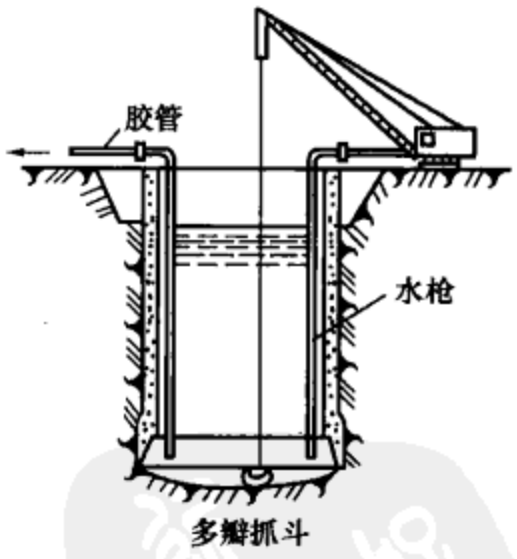


图 2K314011-3　抓斗挖土下沉

3. 水枪冲土下沉

水枪冲土吸泥机排渣下沉是沉井的主要方法，适用于亚黏土、轻亚黏土、粉细砂土中；使用不受水深限制，但其出土率则随水压、水量的增加而提高，必要时应向沉井内注水，以加高井内水位。在淤泥或浮土中使用水力吸泥时，应保持沉井内水位高出井外水位 1～2m。

水枪冲土系统包括：高压水泵、供水管路、水枪等。高压水沿供水管路输送到水枪，经水枪喷嘴后形成一股高速射流，冲击工作面土层，并破坏其结构，形成泥渣浆，同时由空气吸泥机将泥渣浆排到地面，以完成沉井挖土任务。取土顺序为先中央后四周，并沿刃脚留出土台，最后对称分层冲挖，不得冲空刃脚踏面下的土层。施工时，应使高压水枪冲入井底的泥浆量和渗入的水量与水力吸泥机吸出的泥浆量保持平衡。

吸泥系统（水力吸泥机或空气吸泥机）包括：吸泥器、吸泥管、扬泥管、高压水管、离心式高压清水泵、空气压缩机（采用空气吸泥式用）等。

（五）沉井辅助措施

1. 射水下沉

它是用预先安设在沉井外壁的水枪，借助高压水冲刷土层，使沉井下沉。

2. 泥浆润滑下沉

泥浆润滑套下沉沉井的方法，是在沉井外壁周围与土层间设置膨润土泥浆隔离层，减少土壤与井壁的摩阻力，以利沉井下沉。

一般泥浆润滑套与井壁的摩阻力为 0.3～0.5t/m^2。

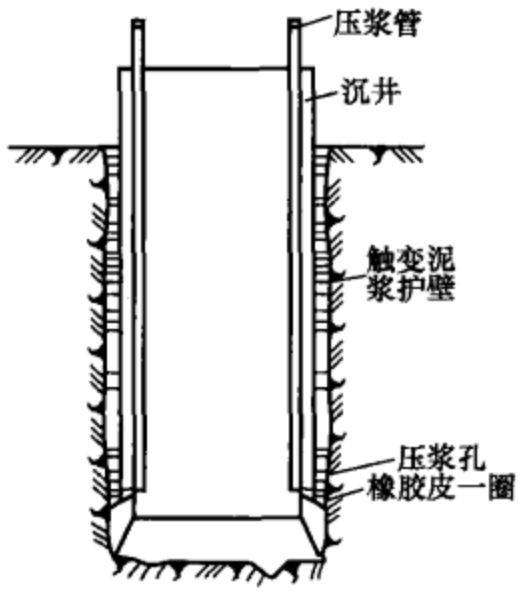


图 2K314011-4　沉井用泥浆润滑助沉示意图

沉井外壁制成宽为 100～200mm 的台阶作为泥浆槽。泥浆是用泥浆泵、砂浆泵或气压罐通过预埋在井壁体内或设在井内的垂直压浆管压入，如图 2K314011-4 所示，使外壁泥浆槽内充满触变泥浆，其液面接近于自然地面。为了防止漏浆，在刃脚台阶上宜钉一层 2mm 厚的橡胶皮，同时在挖土时注意不使刃脚底部脱空。在泥浆泵房内要储备一定数量的泥浆，以便下沉时不断补浆。在沉井下沉到设计标高后，泥浆套应按设计要求进行置换，一般采用水泥浆、水泥砂浆或其他材料来置换触变泥浆，即将水泥浆、水泥砂浆或其他材料从泥浆套底部压入，使压进的水泥浆、水泥砂浆等凝固材料挤出泥浆，待其凝固后，沉井即可稳定

3. 压重下沉

可根据不同情况及下沉高度、施工设备、施工方法等，采用压钢轨、型钢、接高混凝土筒壁等加压方法，使沉井下沉，但特别要注意均匀对称加重。

4. 空气幕下沉

空气幕下沉沉井是通过预埋在沉井壁中管路上的小孔，向外喷射压缩空气，以减小井壁摩阻力，而使沉井顺利下沉的方法。与普通沉井相比，可节省圬工 30%～50%，提高下沉速度 20%～60%；与泥浆套沉井相比，可在水中施工不受水深限制，下沉完毕后井壁摩阻力可以得到恢复。

五、沉井封底

沉井下沉至设计标高，应检验基底的地质情况是否与设计相符，排水下沉时，可直接检验、处理；不排水下沉时，应进行水下检查、处理，必要时取样鉴定。不排水下沉的沉井基底应平整，且无浮泥。排水下沉的沉井，应满足基底面平整的要求。还应进行沉降观测，经过观测在 8h 内累计下沉量不大于 10mm 或沉降率在允许范围内，沉井下沉已稳定时，即可进行沉井封底。

沉井封底可分为排水封底和不排水封底两种，当沉井基底无渗水或少量渗水时可用排水封底；当沉井基底有较大量渗水时需采用不排水封底。

（一）排水封底

基底岩面平整，刃脚周围经用黏土或水泥砂浆封堵后，井内无渗水时，可在基底无水的情况下灌筑封底混凝土。若刃脚经封堵后仍有少量渗水、但易于抽干时，则可采用排水封底。这种方法是将新老混凝土接触面冲刷干净或打毛，对井底进行修整，使之成锅底

形，由刃脚向中心挖成放射形排水沟，填以卵石做成滤水暗沟，在中部设 2～3 个集水井，深 1～2m，井间用盲沟相互连通，插入 ϕ600～ϕ800mm 四周带孔眼的钢管或混凝土管，管周填以卵石，使井底的水流汇集在井中，用泵排出，如图 2K314011-5 所示，并保持地下水位低于井内基底面 0.3m。

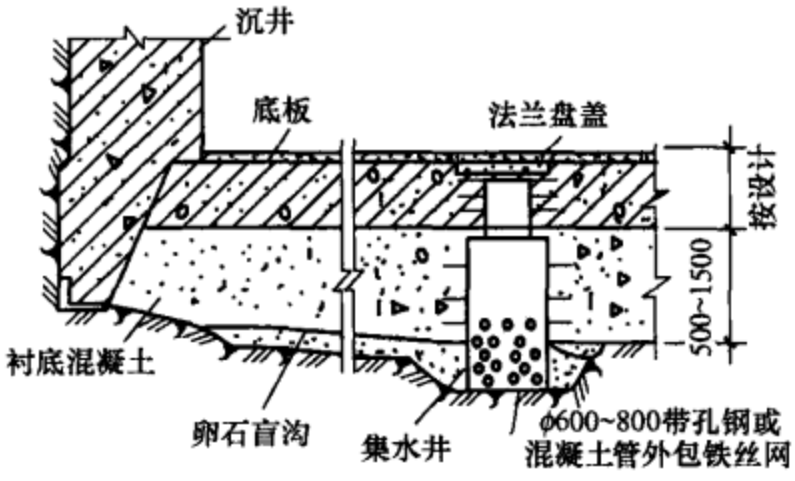


图 2K314011-5　排水封底

封底一般先浇一层素混凝土垫层，达到 50%设计强度后，绑扎钢筋，两端深入刃脚或槽内，浇筑上层底板混凝土，浇筑应在整个沉井面积上分层、同时不断地进行，由四周向中央推进，每层厚 300～500mm，并用振捣器捣实。但应注意层与层间浇筑时间间隔不得超过初凝时间，并插入下层 50mm。当井内有隔墙时应前后左右对称地逐孔浇筑。混凝土采用自然养护，养护期间应继续抽水。待底板混凝土强度达到 70%后，对集水井逐个停止抽水，逐个封堵。封堵方法是，将滤水井中的水抽干，在套筒内迅速用干硬性的高强度混凝土进行堵塞并捣实，然后上法兰盘盖，用螺栓拧紧或焊牢，上部用混凝土填实捣平。

（二）不排水封底

不排水封底即在水下进行封底。要求将井底浮泥清除干净，新老混凝土接触面用水冲刷干净，并铺碎石垫层。封底混凝土用导管法灌注或用推石灌浆法灌注。待水下封底混凝土达到设计要求强度后，即一般养护为 7～10d，方可从沉井中抽水，按排水封底法施工上部钢筋混凝土底板。

2K314012　掌握现浇混凝土水池施工技术

给水厂站内的混凝土水池有混凝池、沉淀池、过滤池、消毒池、清水池等。现以清水池为例说明现浇混凝土水池施工技术要求。

清水池是给水系统中调节水厂均匀供水和满足用户不均匀用水的调蓄构筑物。

由于每座水厂供水能力与水厂总平面布局的不同，水厂清水池的容量、数量、平面尺寸、深度以及结构类型也不同。

虽然清水池的类型与结构不尽相同，但其主要施工方法与要求是相通或类似的。

矩形现浇钢筋混凝土清水池包括了整体现浇设缝钢筋混凝土清水池及部分预制安装的清水池。

不设缝的现浇钢筋混凝土清水池多用于小型水池，设缝水池多用于中型或较大型水池。

一、施工缝的设置与施工程序

水池底板一次浇筑完成。底板与池壁的施工缝在池壁下八字以上 150～200mm 处，底板与柱的施工缝设在底板表面。

水池池壁竖向一次浇到顶板八字以下 150～300mm 处，该处设施工缝。柱基、柱身及柱帽分两次浇筑。第一次浇到柱基以上 100～150mm，第二次连同柱帽一起浇至池顶板

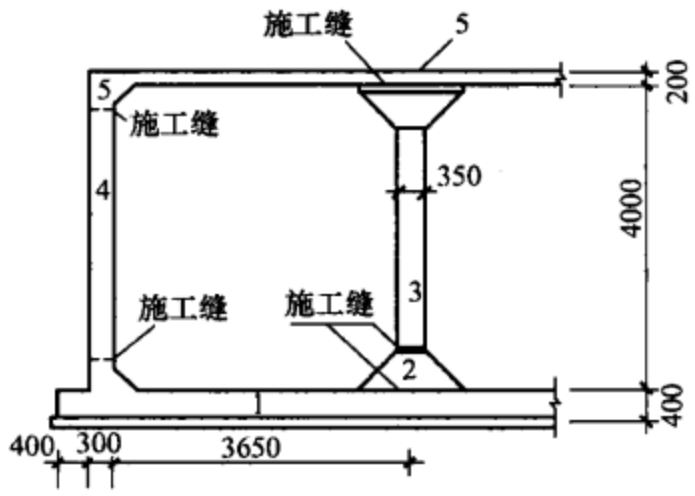


图 2K314012-1　清水池施工缝位置及施工程序图

1—底板；2—柱基；3—柱；4—池壁；5—顶板

下皮。

池顶一次完成，施工缝位置见图 2K314012-1。

（一）垫层

1. 基坑开挖后，应按照有关地基规范与设计要求对地基进行检查验收。检查验收后，引放水池各部轴线控制桩与垫层模板外缘线。

2. 基坑混凝土的表面成型与高程控制垫层混凝土表面高程与平整度的精度影响到上部结构的质量水平。为使垫层混凝土表面高程控制在标准以内，首先要控制好垫层侧模板高程的误差值≤5mm（用水准仪测量）。为此，在垫层浇筑时，设控制高程用的临时侧模板，将整体大面积垫层分为若干条。其次在分条浇筑垫层过程中，用平杠尺和抹子对混凝土表面整平。浇筑一条后，便拆除临时侧模，并继续浇筑下一条垫层，如此直到全部完成。

（二）底板钢筋混凝土

水池底板混凝土连续一次浇筑完成，设缝水池的底板要分层浇筑（不要连续浇筑，以免变形缝移位）。

水池底板施工的关键是：确保底板各部轴线位置及高程符合标准要求；钢筋位置（特别是底板内的预埋池壁、柱插筋）要准确；混凝土的强度及抗渗标号要符合标准要求；设缝水池的变形缝防水性能要符合要求。

1. 测量放线

当垫层混凝土的强度达到 1.2MPa 以后开始放线。用经纬仪将水池的池壁、柱及进出水口的轴线投至垫层上（弹墨线）。对垫层表面（每 25m²），用水准仪实测并注实际误差值，以便对模板及钢筋的高程作调整。

2. 底板模板安装

底板外侧模板应先于底板钢筋安装工序，但在支吊模过程中应注意保护钢筋。底板侧模及池壁八字吊模的支搭方法参照图 2K314012-2。

池壁根部吊模的尺寸、轴线位置按照允许偏差严格控制，确保与上部池壁模板接茬直顺。

3. 底板钢筋安装

绑好底板钢筋的关键是控制好上下层钢筋的保护层，确保池壁与柱预留筋的准确位置。为达到上述要求，要做好以下工作：

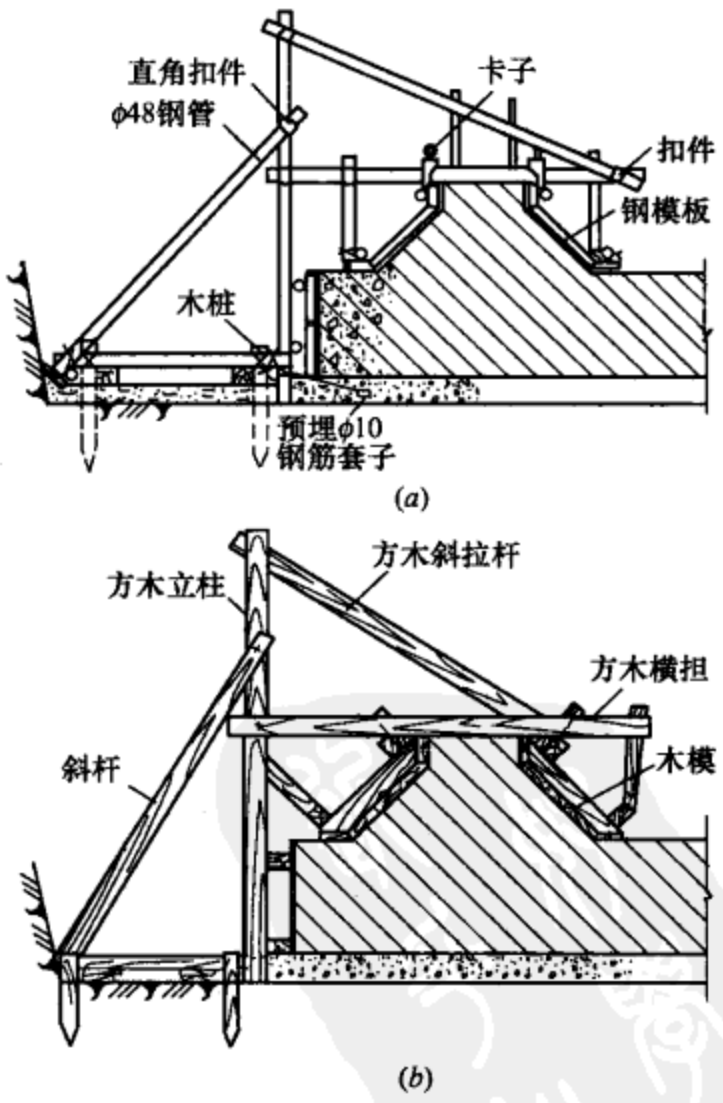


图 2K314012-2　底板侧模及池壁八字吊模支搭方法

（a）基础底板八字吊模（钢模）图；

（b）基础底板八字吊模（木模）图

（1）根据底板筋的直径与分布情况，预先确定上下层筋的保护垫块与架立筋（板凳筋）的摆放间距及钢筋固定方法。

当底板主筋直径为 ϕ16mm 或更大时，排架的间距不宜超过 800～1000mm。当主筋直径为 ϕ12mm 或更小时，排架间距宜控制在 600mm 以内。

排架做法可利用底板的上下层的内层筋，用钢筋焊接预制排架，支撑和固定上下层底板筋。

（2）为使池壁及柱筋保护层在允许偏差范围内，先固定好上下层底板筋，使其稳固不变形；其次是调整好底板上下层池壁、柱根部钢筋的位置，使池壁、柱预埋筋对准其位置。

（3）底板筋垫块的位置要与排架的立筋位置相对应。

（4）绑扎后的底板筋要逐点检查保护层厚度，对池壁及柱预埋筋的位置要拉通线检查，为使底板钢筋稳固，在上下层筋之间加斜向筋。特别是池壁八字吊模板完成后，对底板筋及池壁筋再次检查与调整（见图 2K314012-3 底板钢筋排架支撑加固图）。

4. 底板混凝土浇筑

（1）水池底板混凝土的原材料及配合比应符合设计与有关规范要求。

（2）底板混凝土的坍落度。采用吊斗浇筑机械振捣时，在浇筑地点混凝土的坍落度宜选用 50～70mm。采用掺外加剂的泵送混凝土时，其坍落度不宜大于 150mm。

（3）混凝土浇筑应连续进行，尽量减少间隔时间。

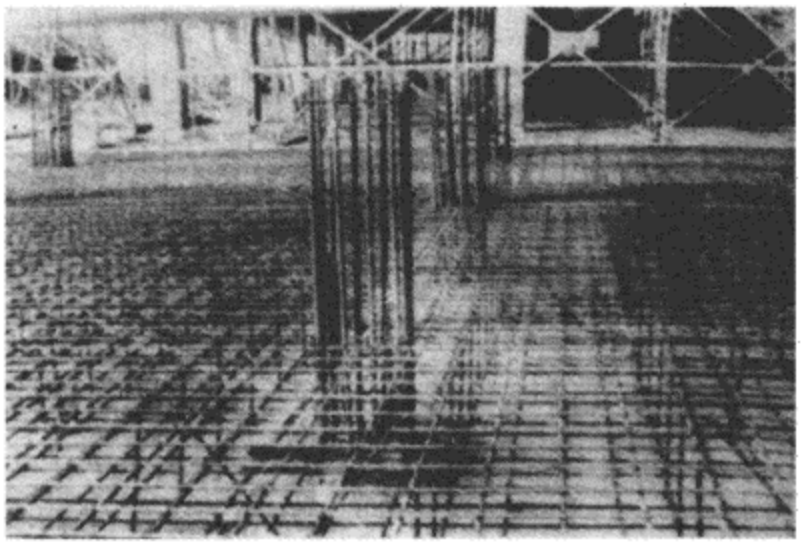


图 2K314012-3　底板钢筋排架支撑加固图

（4）对底板混凝土的浇筑，要根据底板厚度和混凝土的供应与浇筑能力来确定浇筑宽度和分层厚度，以保证间隔时间不超过初凝时间的要求。

（5）池壁八字吊模部分的混凝土浇筑应在底板平面混凝土浇筑 30min 后进行，防止八字腋角部分的混凝土由吊模下部底板面压出后造成蜂窝麻面，为保证池壁腋角部分的混凝土密实，应在混凝土初凝前进行二次振捣，压实混凝土表面，同时对八字吊模的根部混凝土表面整平。

（6）底板表面的整平与压实。设置底板混凝土表面高程控制轨。在稳固的底板钢筋排架上，安装临时控制轨。在浇筑底板混凝土时，用杠尺整平。

（7）混凝土浇筑完成后，应视气温与混凝土的硬化情况适时覆盖并洒水养护，时间不少于规定的 14d。特别是池壁的施工缝部位，要覆盖严密，洒水养护。

（三）池壁钢筋混凝土施工

1. 施工程序

清除池壁钢筋上水泥浆→施工缝凿毛→拆除池壁八字吊模→绑扎池壁钢筋→验收钢筋→安装池壁模板→浇筑准备工作→浇筑池壁混凝土→养护→拆除池壁侧模→继续养护（池壁筋也可在内模完成后进行）。

2. 施工缝凿毛处理

池壁根部混凝土强度达到 2.5MPa 时开始凿毛。

凿毛应用剁斧或尖锤轻锤将混凝土的不密实表面及浮浆凿掉露出新茬。凿毛过程中要注意保护混凝土的棱角，不要将粗集料剔出。

3. 池壁钢筋绑扎

重点应控制好内外层钢筋的净尺寸，为此采用排架或板凳筋做法。无论采用哪种方法，要按施工图保护层厚度的要求，精心加工排架与砂浆垫块，使误差值不大于允许偏差值。排架（支撑板凳）的间距不应大于 1000mm。砂浆垫块摆放的位置，要与钢筋排架的支点相对应。绑丝扣应向内侧弯曲，不应占用保护层的厚度。

绑扎后的池壁钢筋，应稳固不变形，竖立筋保持垂直，横向筋保持水平。特别要注意池壁转角部位的垂直度与钢筋的保护层不超差，以保证模板安装顺利进行。绑扎后的池壁钢筋，应经检查验收。

4. 池壁模板架设

池壁模板的质量，直接影响池壁混凝土的质量水平。池壁模板设计，应根据模板的支搭高度与浇筑方式，对模板的强度、刚度、稳定性进行计算。做到构造合理、结构稳定、易于装拆、操作方便。

对正常厚度的池壁（池壁厚度：池壁高度约为 1：12），池壁模板一次支到顶板腋角以下 200～300mm 左右。特殊的薄壁水池将视结构情况和设计要求，采取分段支模连续浇筑的方法。

5. 池壁混凝土浇筑

混凝土配合比、外加剂及所用材料除应符合规范要求外，应采取措施解决好下述问题：

（1）混凝土浇筑平台与池壁模板连成一体时，应保证池壁模板的整体稳固，避免模板振动变形而影响混凝土的硬化。

（2）非泵送混凝土的坍落度不大于 80mm；掺外加剂的泵送混凝土坍落度不宜大于 150mm。混凝土的供应、运输、浇筑、振动等各个环节应协调一致，以保证池壁混凝土的连续浇筑。

（3）施工缝应事先清除干净，保持湿润，但不得积水。浇筑前施工缝应先铺 15～20mm 厚的与混凝土配合比相同的水泥砂浆，与混凝土的浇筑的相隔时间不应过长。

（4）池壁混凝土应分层浇筑完成，每层混凝土的浇筑厚度不应超过 400mm，沿池壁高度均匀摊铺；每层水平高差不超过 400mm。

池壁转角、进出水口、洞口是配筋较密难操作的部位，应按照混凝土捣固的难易程度划分浇筑长度。尤其是进出水口、洞口下半部分必须采取有效措施振捣密实，以免出现蜂窝、空洞等质量问题。

插入式振动器的移位间距不大于 300mm，振捣棒要插入到下一层混凝土内 50～100mm，使下一层未凝固混凝土受到二次振动。

每层混凝土的浇筑间歇时间不宜大于 1h。

用溜筒浇筑混凝土的落下高度（从溜嘴）不大于 2m。

浇筑混凝土时，应将混凝土直接运送到浇筑部位，避免混凝土横向流动。

（5）池壁的混凝土浇到顶部应停 1h，待混凝土下沉后再作二次振动，消除因沉降而产生的顶部裂缝。

（6）浇筑后的混凝土应及时覆盖和洒水养护。

（四）柱钢筋混凝土施工

为加快施工速度与节约模板加工，柱的施工时间应与水池池壁的施工时间同步进行，柱模板的加工数量应视总量而定。在能保证总工期的前提下，尽量减少一次投入量。

一般柱体分为两次浇筑：第一次浇筑根部混凝土，第二次浇筑到柱帽顶或梁底。

1. 柱的施工程序

柱轴线及边缘放线→施工缝凿毛与清刷→绑扎柱根钢筋（调整）→安装柱根模板→验收→浇筑混凝土→养护→柱根顶部凿毛→绑扎柱身钢筋→安装柱身（包括柱→帽）模板→绑扎柱帽钢筋→验收→浇筑混凝土→养护（拆模后继续养护）→柱顶凿毛。

2. 柱模板采用钢模或木模（多层胶合板）

柱身混凝土浇筑应一次到顶，浇前施工缝应充分湿润，应铺垫与混凝土配比相同的水泥砂浆。混凝土坍落度不宜大于 80mm，分层（不超过 400mm）浇筑与振动，为使混凝土沉实，浇到柱帽底部时应暂停后作二次振动，待全部浇完后，再作二次振动。

（五）顶板钢筋混凝土施工

小型清水池顶板应一次浇筑完成，较大水池顶板应考虑防裂措施。

1. 水池顶板的施工程序

拆除池壁及柱模板→清理池底→放线（柱轴线、测池顶部高程控制线）→支搭池顶支架及模板→池壁顶板部混凝土施工缝凿毛清理→绑扎顶板钢筋→支搭池壁与顶板腋角的外模板→验收→混凝土准备→浇顶板混凝土→养护→拆除模板。

2. 顶板模板施工

模板支架采用工具式支架体系。支架立柱下端螺旋支座可调整高程，支架柱头采用可调早拆柱头体系，柱头摆放桁架（或梁），顶模铺放钢模板。柱头及边角部分铺放木模，铺齐全部顶板。

3. 顶板钢筋施工

顶板钢筋应根据配筋情况设置主筋。其做法是用双层钢筋的内层钢筋作为架立水平筋。排架立筋的间距一般取 600～800mm（为普通钢筋网间距的整倍数）。钢筋保护层的垫块位置应与排架的立筋位置相对应。

绑扎后的钢筋直径、接头做法、间距，特别是保护层厚度应认真检查与调整。

在以后的工序操作中应着重保护钢筋，以防变形，直到浇筑完毕。

4. 顶板混凝土施工

顶板混凝土施工的准备工作中，最重要一点是对顶板钢筋的保护，绑扎钢筋时，要铺设操作脚手板，禁止踩踏钢筋。

顶板混凝土的浇筑顺序，应在较短的一侧开始分条浇筑，先浇低处。分条宽度根据混凝土的供应量与接茬的间歇时间决定。

顶板混凝土强度达到设计规定的拆模强度时才准许拆除支架。支架体系应在达到规定拆模强度时，才能拆除。顶板支架的搭设与拆除过程中，应有足够的斜向支撑。为了保持其稳定，拆除时，应先上后下，逐层拆除，随拆随运，按指定地点堆放整齐。

2K314013 掌握构筑物满水试验的规定

一、水池满水试验的前提条件

1. 池体结构混凝土的抗压强度、抗渗强度或砖砌体水泥砂浆强度达到设计要求；
2. 现浇钢筋混凝土水池的防水层、水池外部防腐层施工以及池外回填土施工之前；
3. 装配式预应力混凝土水池施加预应力或水泥砂浆保护层喷涂之前；
4. 砖砌水池的内外防水水泥砂浆完成之后；
5. 进水、出水、排空、溢流、连通管道的安装及其穿墙管口的填塞已经完成；
6. 水池抗浮稳定性，满足设计要求。

二、构筑物满水试验程序

按下述程序进行：试验准备→水池注水→水池内水位观测→蒸发量测定→有关资料整理。

三、构筑物满水试验要求

（一）注水

向池内注水分 3 次进行，每次注入为设计水深的 1/3。注水水位上升速度不超过 2m/24h，相邻两次充水的间隔时间，应不少于 24h。每次注水后宜测读 24h 的水位下降值。

（二）外观观测

对大中型水池，可充水至池壁底部的施工缝以上，检查底板的抗渗质量，当无明显渗漏时，再继续充水至第一次充水深度。在充水过程中和注水以后，应对池外观、沉降量进行检查，渗水量或沉降量过大时应停止充水，待作出妥善处理后方可继续注水。

（三）水位观测

池内水位注水至设计水位 24h 以后，开始测读水位测针的初读数。测读水位的末读数与初读数的时间间隔应不小于 24h。水位测针的读数精度应达到 0.1mm。测定时间必须连续。测定的渗水量符合标准时，须连续测定两次以上；测定的渗水量超过允许标准，而以后的渗水量逐渐减少时，可继续观测；延长观测的时间应在渗水量符合标准时止。

（四）蒸发量的测定

有盖水池的满水试验，对蒸发量可忽略不计。无盖水池的满水试验的蒸发量，可设现场蒸发水箱，蒸发箱可采用直径约为 500mm，高约 300mm 的敞口钢板水箱，水箱应做渗水检验，不得渗漏。水箱固定在水池中，充水深度可在 200mm 左右，并在水箱内设水位测针进行测定。测定水池中水位的同时，测定水箱中的水位。

四、满水试验标准

水池构筑物满水试验，其允许渗水量按设计水位浸湿的池壁和池底总面积(m^2)计算，钢筋混凝土水池不得超过 2L/(m^2 · d)，砖石砌体水池不得超过 3L/(m^2 · d)。

2K314014 了解泵站工艺流程和构成

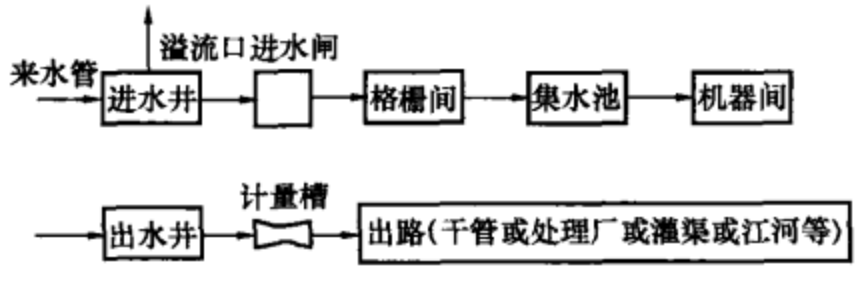


图 2K314014-1 泵站流程图

通常排水管道多采用重力流的形式致使下游管线埋深较大。当雨水不能直接排入水体或污水无法自流至污水处理厂，则需要设置排水泵站，将污水或雨水进行提升。

一、工艺流程

泵站一般流程如图 2K314014-1 所示。

污水泵站布置可参见图 2K314014-2 4PW 污水泵站。

如有条件时，可在集水池前加设沉砂池或在进入泵站前的管道上加设沉泥井，沉泥井深度可采用 0.6～1.0m，不得小于 0.5m，沉泥槽的形状要满足机械挖泥要求。设沉砂池或沉泥井可减少集水池的淤积。

二、格栅

格栅拦截雨水、生活污水和工业污水中较大的漂浮物及杂质。排水泵站中的格栅设置在水泵前，起保护水泵的作用。格栅一般由一组（或多组）平行的栅条组成，斜置在雨污水流经的渠道及泵站集水池的进口处（前方和两侧）。大的泵站设格栅间，供安装清污机、粉碎机之用。

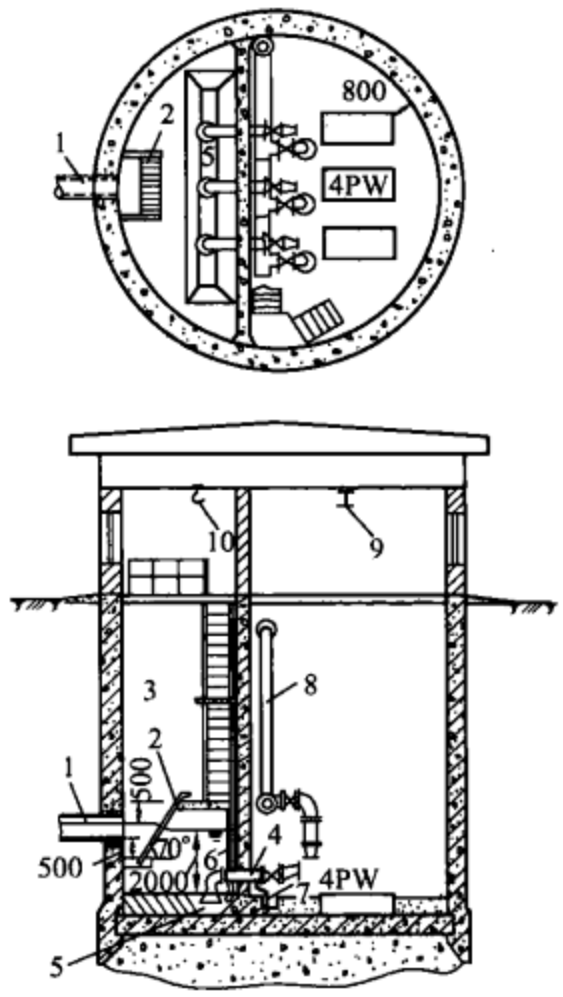


图 2K314014-2　4PW 污水泵站示意图
1—来水干管；2—格栅；3—集水池；4—水泵吸水管；5—吸水坑；6—冲洗水管；7—吸水支管；8—出水管；9—单梁水坑；10—吊钩

（一）栅条

1. 栅条断面：应根据跨度和拦污量计算决定，一般可采用 10mm×50mm～10mm×100mm 的扁钢制成，后面横向支撑可以使用槽钢（80～100mm），每隔 800～1000mm 加 1 个，通常预先制成 500mm 左右宽度的栅条现场组合而成。栅条也可以使用铸铁制造。

2. 栅条间隙：可根据水质和水泵性能决定，格栅间隙总面积，根据计算确定，当用人工清除时应不小于进水管渠有效断面的 2 倍；机械清除时应不小于进水管渠有效面的 1.2 倍。

（二）格栅倾斜角度

格栅倾斜角度为 45°～75°，一般采用机耙时采用 70°。

（三）格栅工作台（平台）

1. 格栅工作台最好是敞开式，周围可设防护栏杆或矮墙（高 1m）。工作台上设遮阳防雨顶棚，以改善工作条件。并应安装工字钢梁、电动或手动葫芦，为吊运污物及拆装格栅提供方便。

2. 格栅工作台一般不得淹没，应高出最高设计水位（或可能出现的最高水位）以上 0.5～1.0m。并应不低于溢流管水位。但工作台至格栅底高差不宜太大，用人工清除污物时一般不超过 3m；用机械清除时不超过 4m。

3. 工作台要设楼梯，向上至地面宜为混凝土阶梯；向下至池底可设人孔（直径为 1.5～1.8m）加盖和铸铁踏步。

（四）机械格栅

大型雨、污水合流泵站，应尽量采用机械格栅。当格栅宽度小于 4m 时，一般使用固定式清污机；当宽度大于 4m，且格栅分为几个格时，可使用移动式清污机。

三、集水池

集水池主要起调节水量作用，集水池容积应根据进水管的设计流量、水泵抽升能力、

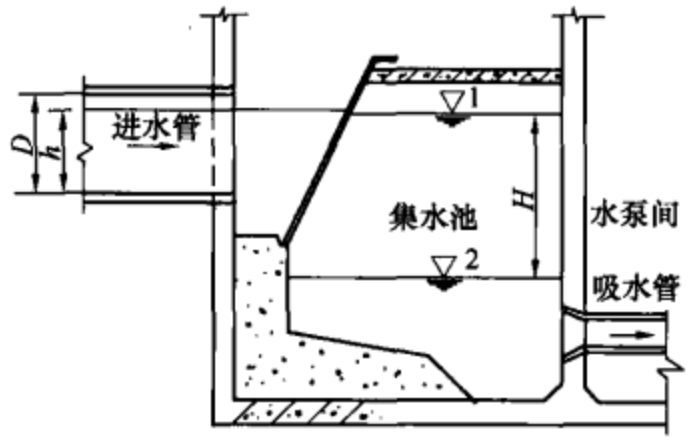


图 2K314014-3　集水池有效容积示意图

▽1—最高水位（开动水泵时出现的最高水位）；▽2—最低水位（停泵时之最低水位）；H—有效水深。

水泵启动方式、启动时间、开停次数、池的水力条件以及进泵站前的下水道是否可能作为调蓄容积而定。集水池容积应能满足水泵及时将水抽走，并尽量避免因起动过于频繁而造成电耗的增加，但又不宜过大，以降低工程造价和减少沉积泥渣。

集水池最小容积一般指死水容积和有效容积两部分，死水容积指最低水位以下部分，主要由水池结构和吸水喇叭口的安装条件而定，此容积不计算在集水池的有效容积内，见图 2K314014-3。

在集水池侧墙明显的位置设水标尺或液位计，并引入机器间或值班室，以供控制水泵启闭和记录水位时观察之用。

四、机器间

根据处理厂或提升泵站的规模、输送的水量、输送的距离与扬程不同以及根据介质的不同选用水泵等设备。排水泵站常选用轴流泵、混流泵、离心泵和潜水泵。

（一）主泵选型要求

1. 满足泵站设计流量、设计扬程及不同时期排水的要求。尽量选用类型相同和口径相同的水泵，以便于检修，但还需满足低流量时的需要。

2. 在平均扬程时，水泵应在高效区运行；在最高与最低扬程时，水泵能安全、稳定运行。排水泵站的主泵，在确保安全运行的前提下，其设计流量按最大单位流量计算。

3. 由多泥砂水源取水时，记录泥砂含量、粒径对水泵性能的影响；水源介质有腐蚀性时，水泵叶轮及过流部件应有防腐措施。

4. 优先选用国家推荐的系列产品和经过鉴定的产品。当现有产品不能满足泵站设计要求时，可设计新水泵。新设计的水泵必须进行模型试验或装置模型试验，经鉴定合格后方可采用。采用国外先进产品时，应有充分论证。

5. 具有多种泵型可供选择时，综合分析水力性能、机组造价、工程投资和运行检修等因素择优确定。条件相同时选用卧式离心泵。

（二）起重设备

1. 泵站起重设备的额定起重量应根据最重吊运部件和吊具的总重量确定。起重机的提升高度满足机组安装和检修的要求。

2. 起重量等于或小于 5t，主泵台数少于 4 台时，选用手动单梁起重机；起重量大于 5t 时，选用电动单梁或双梁起重机。

3. 起重机工作制采用轻级、慢速。制动器及电气设备的工作制采用中级。起重机跨度级差按 0.5m 选取。

五、溢流井（或事故排出口）

溢流井的设置，是为了由于停电或抽升水泵（或压力管）发生故障时，要求关闭进水闸，或出现雨水、合流泵站超频率、污水超设计流量等情况时，来水管之流量不能及时抽升，就要通过溢流井中之溢流管临时流入天然水体（或污水排入雨水沟渠），以免淹没集

水池和影响排水。溢流井的设置，必须取得当地卫生主管部门的同意。

1. 溢流井位置：应设在来水干管进水闸之前，在较长的来水管上，可在上游一定距离加设溢流井。

2. 溢流口高度：应根据排入水体的洪水位决定，必须高于洪水位，不允许河水倒灌。

3. 溢流口断面尺寸：溢流口过水能力可按来水设计流量计算，但在与有关方面（规划、环保、市政管理）协商后，也可适当减少。溢流口的形式，可以采用溢流堰的做法。

无溢流条件者，重要地区的泵站要设双电源，或设备用泵临时接电源抽升。

六、出水井（池）

出水井一般靠近机器间。主要作为水泵出水口和稳定出水井水位标高。每台水泵出水设一拍门，可去掉每台水泵出水管上的阀门和止回阀。

1. 压力出水井：多采用封闭式，井盖下必须加设橡皮垫，并以螺栓封。压力井井盖上应设 *DN*100～150 铸铁通气管，上加雨罩，通气管高度应使管内水柱不致喷出。出水压力管较长时，应在一定距离（50～75m）设压力检查井，并于管道的高点加设透气孔，透气孔可采用给水管使用之排气阀。压力出水井可设在水泵间外一定距离，也可与水泵间合建。

2. 无压出水井：可采用敞开式，当每台泵分别设出水压力管时，出水井内应分格以免互相干扰或串联，发生倒灌。

七、排水泵站的运行特点

（1）污水泵站

一般为全日运行（小型泵站有非全日运行者），应根据水量的变化开动工作泵的台数，但由于集水池起一定的调蓄作用，规定了每小时开停次数（如定为最多不超过 6 次/h），即可根据集水池水位（或定时）发出信号，控制开停。污水泵站，又分自灌式和非自灌式。非自灌式用真空泵引水起动时，按起动按钮，先开动真空泵抽真空，再接通水泵电动机的起动装置。全年连续运转的大型、中型污水泵站，往往因电动机过热（卧式泵的电动机）温升过高，而需要停车转换备用泵。

（2）雨水泵站

需根据降雨量决定开动泵的台数和大小；若用出口水位标高作为控制时，应根据出口水位，在不能满足自流（或溢流）时，才起动水泵，同时关闭溢流道闸门；有些大型雨水泵站的出口，采用虹吸断流时，需在停泵的同时用真空破坏阀破坏虹吸作用。

（3）合流泵站

在降雨时应立即能按着雨水流量来控制，又要满足使污水及时排出，不发生倒灌；在非雨期时节，其运行特点，同一般污水泵站的运行规律。

2K314015　了解给水排水厂站工艺管线施工与设备安装

1. 给水、排水厂站工艺管线连接各构筑物及建筑物使之成为有机的整体实现设计使用功能，所以其质量影响整体运行效果。厂站工程工艺管道种类多、涉及材质多、采用施工方式多种多样，应根据不同情况和设计要求组织施工。施工的主要原则为“先地下后地上”、“先深后浅”的原则：

先组织道路下及厂区排水管线的施工；构筑物混凝土浇筑之前完成各专业管线预埋及隐蔽验收；构筑物之间连接工艺管线应考虑柔性接口；根据运行的介质考虑防腐、功能试

验标准。

2. 设备安装要点

(1) 对于进场设备进行开箱验收并填写记录；

(2) 编制可行的安装方案并按批准的方案准备相应的人员、材料、机具满足现场安装条件；安装之前进行土建结构验收，确保土建工程质量满足设备安装对于土建质量的要求；

(3) 现场进行测量放线并核对相关预埋件尺寸、位置 、材质情况；

(4) 设备安装、调试、单机运行并按规定验收、记录；

(5) 联动试车。

2K314020 给水排水工程

2K314021 熟悉城市污水处理工艺流程

污水按其来源可分为生活污水、工业废水和降水。

生活污水是指人们在日常生活中用过的水，水中含有大量的有机物和病原微生物。因此，在其排放前，需要进行处理。

工业废水是指生产过程中产生或用过的水。由于其生产类别、工艺过程及使用的原材料不同，按其污染程度分为生产废水和生产污水两大类。生产废水是指经受到轻度污染或水温升高的工业废水，通常可经简单处理后重复使用或直接排放；生产污水是指在使用过程中受到较重污染的工业废水，这类污水多含有毒有害物质，具有危害性，必须经各自处理达标后才能排放。对有用物质可采取回收利用措施。

降水是指地面径流的雨水和融化的冰雪水。雨水比较清洁，一般不需要处理可直接排入水体，但初期雨水较脏，应经适当处理后才能排入水体。

排水工程就是建设一整套工程设施来收集、输送、处理（利用）和排放污水。对三类污水是采用一套管渠系统来排除，还是采用两套或两套以上各自独立的管渠系统来排除，其不同的排除方式所形成的排水系统，称为排水体制。

排水体制分为分流制和合流制两类。分流制是具有污水排水系统和雨水排水系统；合流制又分为直泄式、全处理和截流式合流制。截流式合流只适用于旧城市改造。

污水排水系统是由室内排水系统及设备、室外污水管渠系统、污水泵站及压力管道、污水处理厂、排出口及事故排出口等部分组成。雨水排水系统则由房屋雨水管渠系统、街区雨水管渠系统、街道雨水管渠系统、雨水排水泵站、雨水出水口等部分组成。

污水中含有大量的有机物，是污水处理的主要对象。由于污水中有机物的成分较为复杂，各种有机物的绝对含量难以直接测定，所以常用生物化学需氧量来间接表示污水中有机物的含量。

生物化学需氧量（BOD）是指在温度为 20℃，时间一定条件下，好氧微生物在氧化分解单位体积水中有机物的过程中，所消耗水中溶解氧量，常用单位为 mg/L。

有机物生物降解氧的整个过程是一个漫长的过程，在 20℃的自然条件下，大致需时 100d 才能最终完成。由于需时过长，若以 20d 的生化需氧量，记作 BODu。而目前都以 5d 生化需氧量，记作 BOD_5。生活污水的 BOD_5 约为 BODu 的 70%左右。生活污水的 BOD_5 一般在 100～300mg/L 之间。

一、污水处理方法

污水中各种污染物质可分为悬浮物质、胶体物质和溶解性物质。污水处理就是利用各种方法将污水中所含有的污染物质分离出来，或转化为稳定和无害的物质从而使污水得到净化。

城市污水处理方法，按原理可分为物理处理法、生物处理法和化学处理法三类。

物理处理法：利用物理作用分离污水中呈悬浮状态的固体污染物质的处理方法，主要有筛滤法（格栅、筛网）、沉淀法（沉砂池、沉淀池）、气浮法、过滤法（快滤池、慢滤池）和反渗透法（有机高分子半渗透膜）等。

生物处理法：利用微生物的代谢作用，使污水中呈溶解性、胶体状态的有机污染物转化为稳定的无害物质的处理方法。主要可分为两大类：利用好氧微生物作用的好氧氧化法和利用厌氧微生物作用的厌氧还原法。好氧氧化法广泛用于处理城市污水，主要有活性污泥法（氧化沟、曝气池等），生物膜法（生物转盘、生物滤池、接触氧化法等）；厌氧还原法主要有厌氧塘，污泥的厌氧消化池等。

化学处理法：利用化学反应分离污水中的污染物质的处理方法，主要有中和、电解、氧化还原和电渗析、气提、吹脱、萃取等。

二、城市污水的常规处理工艺

（1）一级、二级、三级污水处理工艺

现代处理污水工艺技术，按照处理程度，可以分为一级、二级、三级处理污水工艺。

一级处理：在污水处理设施进口处，必须设置格栅，主要是采用物理处理法截留较大的漂浮物，以便减轻后续处理构筑物的负荷，使之能够正常运转。沉砂池一般设在格栅后面，也可以设在初沉池前，目的是去除比重较大的无机颗粒。初沉池对无机物有较好的去除效果，一般设在生物处理构筑物的前面。经过一级处理后的污水 BOD_5 一般可去除 30% 左右，达不到排放标准，只能作为二级处理的预处理。

二级处理：主要去除污水中呈胶体和溶解性状态的有机污染物质，通常采用生物处理法。生物处理构筑物是处理流程中最主要的部分，利用微生物的代谢作用，将污水中呈溶解性、胶体状态的有机污染物转化为无害物质，从而达到排放的要求，一般去除率能达到90%以上，有机污染物可达到排放标准，处理后的五日生化需氧量（BOD_5）可降至 20～30mg/L。二沉池的主要功能是去除生物处理过程中所产生的，以污泥形式存在的生物脱落物或已经死亡的生物体。

一级和二级处理法是城市污水处理经常采用的。因此又称为常规处理法。

三级处理：在一级、二级处理后，用来进一步处理难以降解的有机物、磷和氮等能够导致水体富营养化的可溶性无机物等。主要处理方法有生物脱氮除磷法、混凝沉淀法、砂滤法、活性炭吸附法、离子交换法和电渗析法等。通过三级处理，BOD_5 能进一步降到 5mg/L 以下。

（2）城市污水厂典型工艺流程（见图 2K314021-1）

图 2K314021-1 为城市污水二级生物处理典型工艺流程图。原污水经过一级处理后进入曝气池（活性污泥法），在空气搅拌合供氧的条件下，与活性污泥混合接触，其中好氧生物降解，将最终分解为 CO_2，H_2O、氨、氮等。曝气池混合出水进入二次沉淀池后进行泥水分离。上部澄清液流入接触池经投氧灭菌后排入受纳水体。沉淀的污泥经浓缩、厌氧

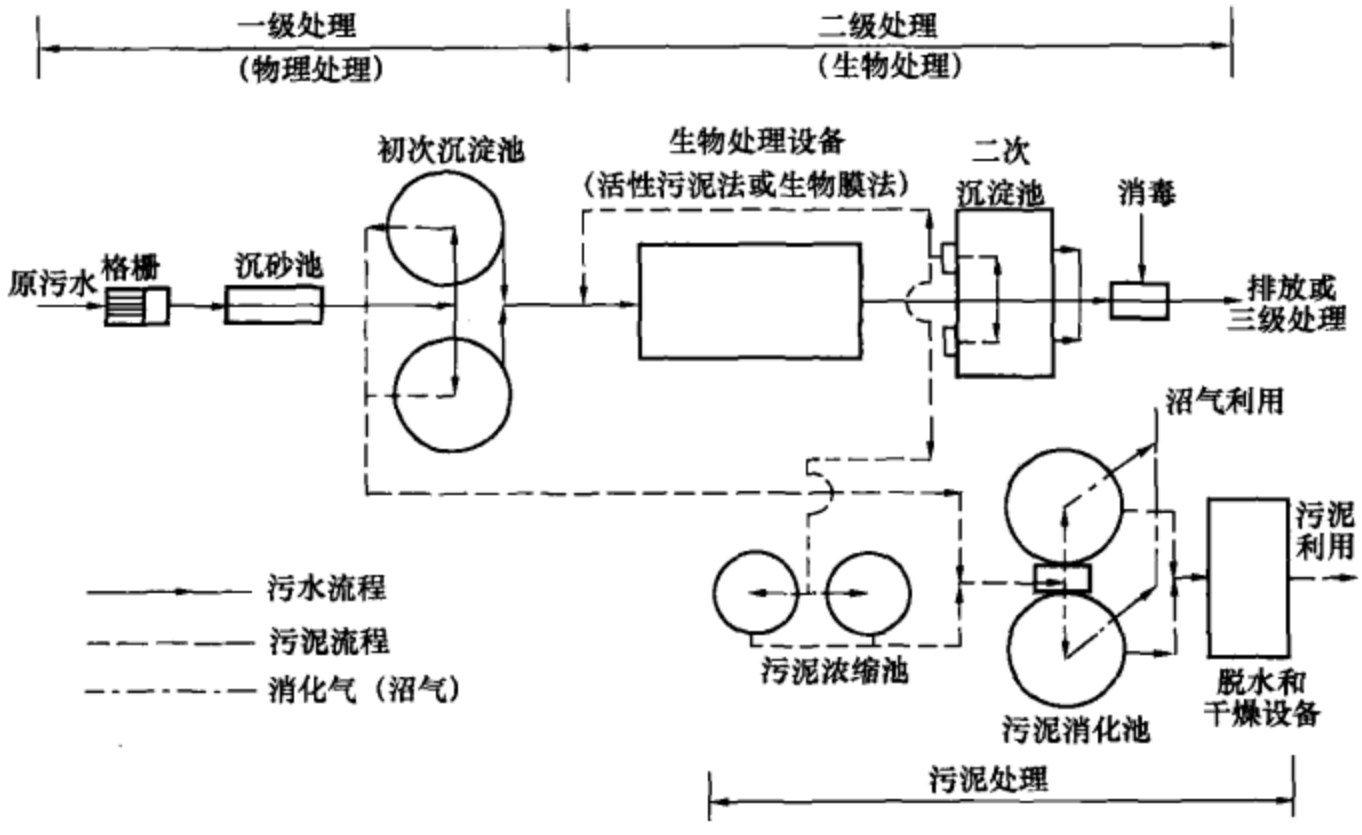


图 2K314021-1 城市污水厂典型工艺流程

消化和脱水后可进行利用。

三、污泥处理

在污水处理过程中产生大量污泥，这些污泥的成分非常复杂，不仅含有很多有毒物质（如病原微生物、寄生虫卵以及重金属离子等），也含有可利用物质（如植物营养素氮、磷、钾、有机物等）。污泥很不稳定，不能任意堆积和排放，否则会影响污水厂的整体效果，危害环境卫生。因此污泥在最终处理前需要进行妥善的稳定处理。这不仅可以消除污泥的危害，还可以回收污泥中的有用物质，以便达到变害为利，综合利用的目的。

污泥中干物质量约为 30～50g/L，含水率高（97%以上），体积庞大，其处理费用较高，约占全厂运行费用的 20%～50%，所以对污泥处理必须给予充分重视。

城市污水厂污泥处理的常用方法及流程如图（2K314021-2）所示。

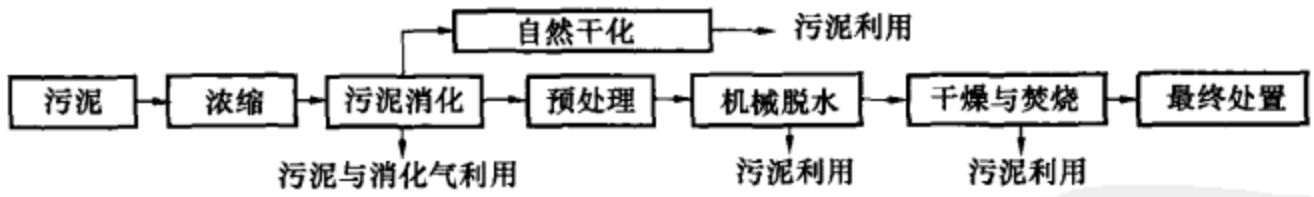


图 2K314021-2 城市污水厂污泥处理常用方法及流程

上述流程，可按不同要求及具体条件进行组合。

沉淀物按其主要成分的不同，可分为污泥和沉渣。以有机物为主要成分的沉淀物称为污泥。它的特点是：有机物含量高，易腐化发臭。有的含有寄生虫卵和病原体，颗粒密度较小（接近水的密度），含水率高且不易脱水，便于用管道输送。例如，初次沉淀池和二次沉淀池分离的沉淀物均属污泥。以无机物为主要成分的沉淀物称为沉渣。它的特点是：颗粒较粗，密度较大，含水率不高易于脱水，化学稳定性高，流动性差，不易用管道输送。例如，沉砂池中排出的沉淀物主要为砂、煤屑等，故属于沉渣。

污泥按其产生的来源可以分为以下几类：

（1）初次沉淀污泥：来自初沉池，其性质随污水的性质而异。

（2）剩余活性污泥：来自生物膜法与活性污泥法后的二次沉淀池。

（3）熟污泥：初次沉淀污泥和剩余活性污泥经消化处理后即称熟污泥或称消化污泥。

（4）化学污泥：用化学处理污水所产生的污泥称化学污泥。

（一）污泥的浓缩

污泥的含水率很高（一般在97%以上），因而体积很大。为了便于污泥的运输、处理和处置，需要降低污泥的含水率。一般的浓缩技术可使剩余污泥含水率由99%降至97%～98%，初沉污泥的含水率可降至85%～90%。污泥经浓缩后仍呈流态，但体积可以大为减小。

污泥浓缩的方法主要有重力浓缩法、气浮浓缩法和离心浓缩法。其中以重力浓缩法使用最为广泛。

（二）污泥厌氧消化

污水在处理过程中产生的污泥，含有高浓度的有机物，通过微生物的代谢作用使其降解。但是在自然条件下的分解过程由于供氧不足产生厌氧状态，称之为污泥腐败。污泥腐败产物中存在硫化氢及硫醇等恶臭物质，对环境卫生产生严重影响，因此，必须对污泥进行稳定处理。污泥稳定处理的方法主要有：化学稳定法，即使用化学药剂杀死微生物，使污泥在短期内不腐败；生物稳定法，即在人工控制条件下，加速污泥中有机物的分解，使有机物变为稳定的无机物。生物稳定法又分为厌氧消化和好氧消化两种方法。由于污泥中有机物浓度很高，在一般情况下多采用厌氧消化法，采用的构筑物称为污泥消化池。

污泥厌氧处理又称厌氧消化，即在无氧条件下，利用兼性菌及专性厌氧菌的作用来降解有机污染物。

（三）污泥脱水与干化

污泥经浓缩处理后，含水率仍然很高，一般在95%～97%左右，体积仍很大。为了便于污泥的运输和最后处置，需要进一步降低污泥含水率，将污泥含水率降低至85%以下的过程称为脱水干化。脱水后的污泥体积大为减小，具有固体的性质，呈泥块状。污泥脱水的方法主要有自然脱水及污泥烘干、焚烧等。

1. 污泥干化场

污泥干化场的优点是：方法简单，不需要机械设备。但是占地面积大，卫生条件差，因而在大型污水处理厂不宜采用。

2. 机械脱水

机械脱水的特点是：占地面积小，工作效率高，卫生条件好。机械脱水设备的种类很多，常用的有真空过滤机、压力过滤机和离心脱水机等。各种机械脱水设备工作的基本原理都是以过滤介质，（一种多孔性物质）两面产生的压力差作为推动力的，污泥中的水分被强制通过过滤介质，固体颗粒被截留在介质上，从而使污泥脱水。

2K314022　了解给水处理工艺流程

水是一种溶解能力较强的溶剂。因此，水在自然界循环过程中会混入各种各样的杂质，其中包括各种地球化学和生物过程的产物，如岩石风化的砂、黏土及易溶于水的盐类，动植物残骸及微生物等有机体腐败分解而形成的腐殖质，也包括人类生活生产所形成的各种废弃物，如生活污水中所含的大量废弃有机物和微生物，工业废水中所含的各种生产废料、残渣、原料等。因此，自然界没有真正纯净的水。水总是以某种溶液或浊液状态

存在，其中包含着各种杂质。这些杂质，尤其是生活和生产污水中所含的杂质进入天然水体，都会引起各种污染，甚至完全改变天然水体原有的物质平衡状态，破坏人类周围的自然环境，给人类社会的生活和生产带来极其恶劣的影响。

水中的各种杂质按其存在状态通常为悬浮物、胶体物质和溶解物三类。它们之间的区别主要在于杂质的分散程度，即杂质颗粒的大小，见表 2K314022。

水中杂质分类　　**表 2K314022**

分散颗粒	溶解物（低分子、离子）	胶体颗粒	悬浮物	
颗粒尺寸	0.1nm　1nm	10nm　100nm	1μm　10μm	100μm　1mm
分辨工具	质子显微镜可见	超显微镜可见	显微镜可见	肉眼可见
分散系外观	透　明	光照下浑浊	浑　浊	

一、地表水处理工艺流程

（一）地表水常规处理工艺流程

由于地表水中大多含有大量悬浮物、胶体物质，这些物质的存在使水变得浑浊，而且它们还能够粘附很多细菌和病毒。因此，悬浮物和胶体是地表水作为饮用水源时水处理中主要的去除对象。

以地表水作为水源的水厂多采用以下的工艺流程（如图 2K314022-1）

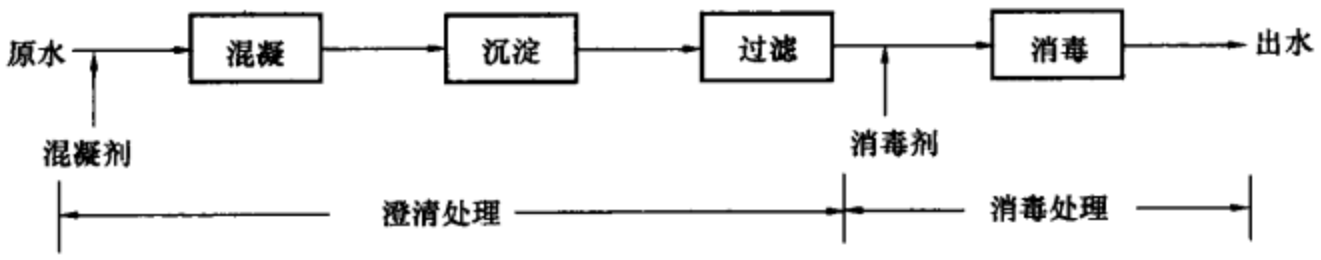


图 2K314022-1　地表水常规处理工艺流程

混凝、沉淀和过滤通常被称作澄清工艺，因此以地表水作为水源的生活饮用水的常规处理工艺也可以分为澄清和消毒两部分。

原水进入给水处理厂后，先加入混凝剂，使水中的悬浮物和胶体物质形成较大的絮状颗粒，然后经过沉淀池沉淀，过滤池过滤去除。完善而有效的混凝、沉淀和过滤过程，能够有效地降低水的浊度，可有效去除水中的悬浮物和胶体物质，而且还可以部分去除水中某些有机物、细菌及病毒等。经过过滤的水，还必须投加消毒剂来杀灭致病微生物，然后出水通过管道输送给用户。

在给水处理中，沉淀池、澄清池的个数、能够单独排空的分格数一般不宜少于 2 个，而且在投药消毒设施之后，需要设置不少于 2 个（或 2 个分格）清水池，作为水量调节构筑物，同时要满足消毒剂与清水的接触时间不低于 30min。

（二）其他处理工艺流程

根据原水水质的不同，澄清工艺系统还可以适当增加或者减少某些处理构筑物。当原水的浊度很高时，往往需要在混凝前设置预沉池或者沉砂池（如图 2K314022-2）。

当原水浊度很低时，可以省去沉淀构筑物，将原水加入混凝剂，然后直接过滤（如图 2K314022-3）。但是在生活饮用水处理中，过滤是必不可少的步骤。

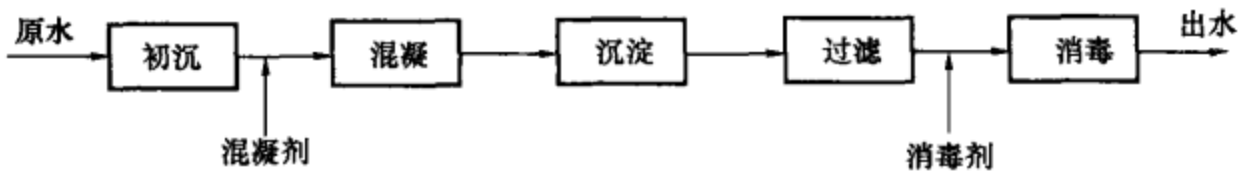


图 2K314022-2　高浊度水处理工艺流程

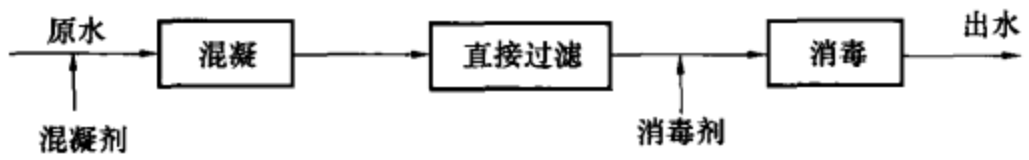


图 2K314022-3　低浊度水处理工艺流程

二、地下水的处理工艺流程

地下水的处理工艺流程应该根据水源水质和用水对象对水质的要求进行选择，常用的处理过程是除铁、除锰、除氟等。

（一）地下水除铁、锰

铁是人体必须的元素之一，它与造血功能有着重要的关系。但水中含铁量不能过高，当水中的含铁量为 0.3mg/L 时，色度约为 20 度；在 0.5mg/L 时，色度便大于 30 度；当含铁量大于 1.0mg/L 时，就有明显的铁腥气味，煮食会使茶饭发黑；用水器皿和洗涤的衣物会被染色，出现黄色锈斑；铁的沉淀物也是水垢的组成物。含铁过高的水还容易使铁细菌繁殖而阻塞输水管道。因此，标准中规定铁的含量不超过 0.3mg/L。

锰是人体需要的微量元素之一，它的各种特征都与铁相近，锰的氢氧化物沉淀呈灰黑色，可在输水管配水中造成“黑水”现象。锰细菌的繁殖也会阻塞管道。因此，标准中规定锰的含量不超过 0.1mg/L。

当地下水中铁、锰的含量超过生活饮用水卫生标准时，需要采用自然氧化法和接触氧化法等方法去除铁、锰。前者通常设置曝气装置、氧化反应池和砂滤池（如图 2K314022-4）。

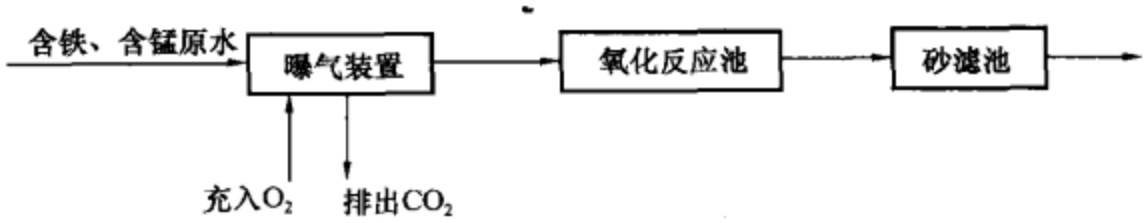


图 2K314022-4　含铁水处理工艺流程

后者通常设置曝气装置和接触氧化滤池，一般选择一段处理，当锰的含量比较高时，可以在一段处理后面再加一段处理过程（如图 2K314022-5）。

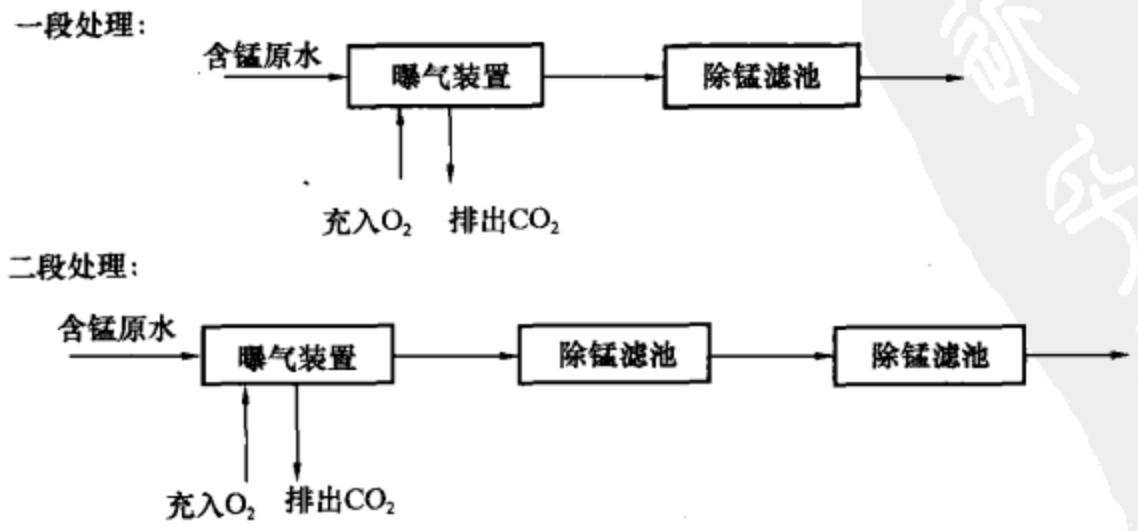


图 2K314022-5　含锰水处理工艺流程

如果同时除铁除锰，可以利用与上面除锰相似的工艺过程，只是用除铁除锰滤池代替除锰滤池。

工艺系统的选择应该根据是否单纯除铁还是同时除铁除锰以及原水中铁和锰的含量等水质特点来确定。

（二）地下水除氟

氟化物在自然界中广泛存在，是一种天然的有毒物。当地下水中含氟 1.0mg/L 时，长期饮用会破坏牙齿琅质而产生斑齿，患氟骨症（人体骨骼发脆变形），膝外翻等，需要采取除氟措施。

除氟的方法可以分为两类。混凝沉淀法，即投入硫酸铝、氧化铝或者碱式氯化铝使氟化物产生沉淀；吸附过滤法，利用活性氧化铝或者磷酸三钙等进行吸附交换。其中，活性氧化铝吸附过滤法是比较常见的处理方法，含氟原水通过过滤，氟被吸附在吸附剂表面，生成难溶氟化物，然后去除，其工艺流程如图 2K314022-6 所示。

图 2K314022-6 含氟水处理工艺流程

2K315000 城市管道工程

2K315010 城市给水排水管道施工

2K315011 掌握开槽埋管施工技术要求

本条内容以钢筋混凝土管为例，除管道基础施工和管道安装两项内容外，其他管材的管道施工都可以参照执行。

管道开槽施工一般包括施工准备工作、沟槽开挖、沟槽支撑、施工排水、管道基础、管道铺设、砌筑检查井及雨水口、质量检查与验收、沟槽回填、竣工验收等部分。

一、沟槽开挖

土方开挖前，应首先查明地下水位、土质及地下现有管道、构筑物等情况，然后制订土方开挖、调运方案及沟槽降水、支撑等安全措施。开挖时应注意：

1. 开挖深度较大时，应合理确定分层开挖的深度，如人工开挖每层的深度不宜超过 2m。

2. 基坑（槽）两侧临时堆土或施加其他荷载时，不得影响临近建筑物、各种管线和其他设施的使用和安全，另外也应考虑对基坑（槽）土壁安全的影响，如人工挖土要求，堆土高度不宜超过 1.5m，距槽口边缘不宜小于各地方规范规定的距离。

3. 采用吊车下管时，可在一侧堆土，另一侧为吊车行驶路线，不得堆土；

4. 机械挖槽时，应在设计槽底高程以上保留一定余量（不小于 200mm），避免超挖，余量由人工清挖。

5. 不得掩埋消火栓、管道闸阀、雨水口、测量标志以及各种地下管道的井盖、且不得妨碍其正常使用。

6. 挖土机械应距高压线有一定的安全距离，距电缆 1.0m 处，严禁机械开挖。

7. 在有行人、车辆通过的地方开挖，应设护栏及警示灯等安全标志。

8. 当下步工序与本工序不连续施工时，槽底应预留保护土层不挖，待下步工序开工时再挖。

9. 采用坡度板控制槽底高程和坡度时，坡度板应选用有一定刚度且不易变形的材料制作，其设置应牢固。对于平面上呈直线的管道，坡度板设置间距不宜大于15m；对于曲线管道，坡度板间距应加密；井室位置、折点和变坡点处，应增设坡度板。坡度板距槽底的高度不宜大于3m。

二、沟槽支撑与拆除

在基坑或沟槽开挖时，为了缩小施工面，减少土方量或因受场地条件的限制不能放坡时，可采用设置土壁支撑方法施工。土方支撑是防止基坑（槽）土方坍塌，保证工程顺利进行及人身安全的重要技术措施。

（一）支撑类型及适用范围

支撑类型有横撑、竖撑、板桩撑。

1. 横撑与竖撑

开挖较窄的沟槽及基槽多用横撑式支撑及竖撑式支撑，如图2K315011-1。水平挡土板的布置又分断续式和连续式两种。湿度小的黏性土挖土深度小时，可用断续式水平挡土板支撑；松散、湿度大的土可用连续式水平挡土板支撑；对松散和湿度很大的土可用垂直挡土板支撑。各种支撑方式的适用范围，应遵守地方规范要求。

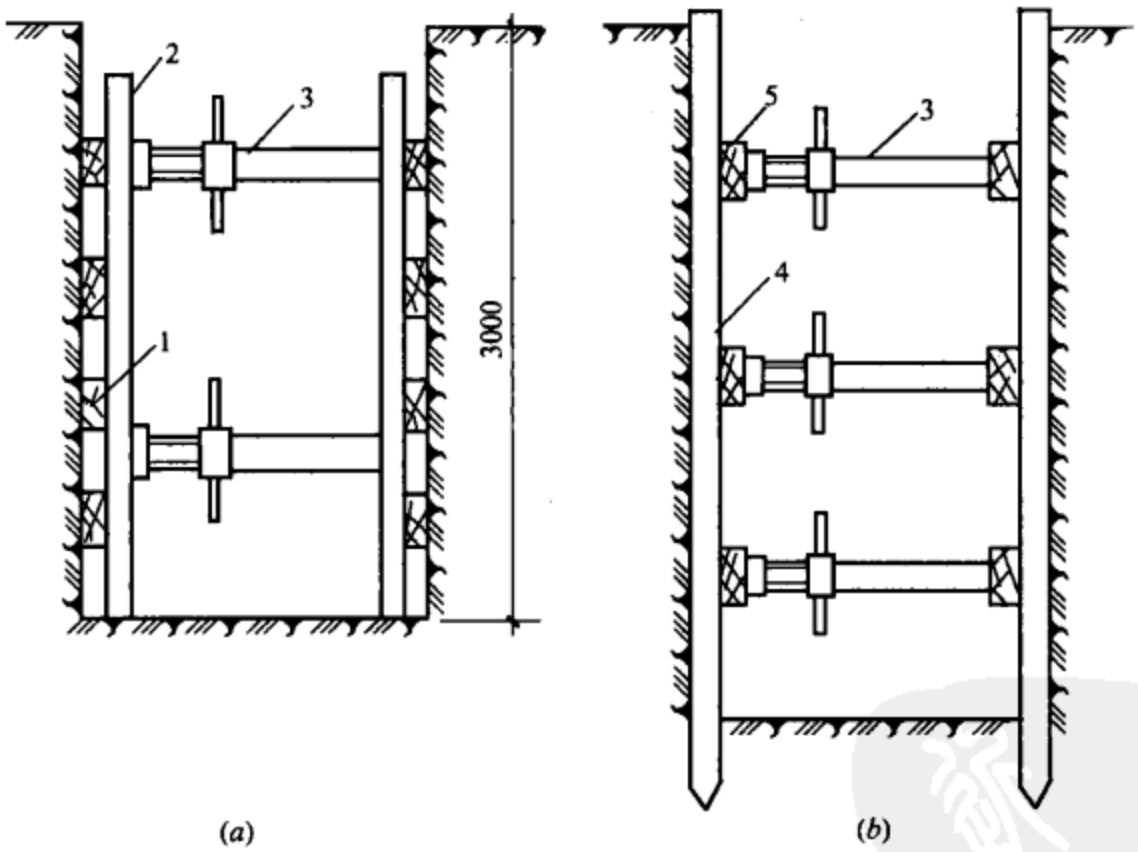


图2K315011-1　支撑形式

（a）断续式水平挡土板横支撑；（b）垂直挡土板竖支撑

1—水平挡土板；2—竖楞木；3—工具式横撑；4—竖直挡土板；5—横楞木

2. 板桩支撑

板桩是一种支护结构，可用它来抵抗土和水所产生的水平压力，既挡土又挡水。当开挖的基坑较深、地下水位较高又有可能出现流砂现象时，如果未采用井点降水方法，则宜采用板桩打入土中，使地下水在土中渗流的路线延长，降低水力坡度，阻止地下水渗入基坑内，从而防止流砂产生。在靠近原有建筑物开挖基槽（坑）时，为了防止原有建筑物基

础下沉，通常也多采用打板桩的方法进行支护。

（二）施工要求

1. 支撑要牢固可靠，符合强度和稳定性要求。

2. 支撑应随着挖土的加深及时安装，在软土或其他不稳定土层中，开始支撑的沟槽开挖深度不得超过 1.0m，以后开挖与支撑交替进行，每次交替的深度宜为 0.4～0.8m。

3. 遇到下列情况时，支撑应加强：

（1）当沟槽挖深与建筑物、地下管线或其他设施的水平距离较近（$H/L \leqslant 0.5 \sim 1$，H 为建筑物基础底面与开挖沟槽槽底的高差；L 为建筑物基础地面至开挖沟槽槽壁的最小距离）；

（2）施工便桥的桥台部位；

（3）地下水排除措施不能疏干槽底土层；

（4）雨期施工。

4. 撑板安装应与沟槽槽壁紧贴，当有空隙时应填实，横撑板应水平，立排撑板应顺直，密排撑板的对接应严密。

5. 钢板桩支撑，可根据具体情况设计为悬臂、单锚或多层横撑的方式，并应通过计算确定钢板桩的入土深度和横梁的位置，横梁与钢板桩之间的空隙应采用木板垫实。

6. 支撑应经常检查，当发现支撑的构件有弯曲、松动、移位或劈裂等迹象时应及时处理，特别是雨期和春季解冻时期更应加强检查。

7. 支撑拆除前应对沟槽两侧的建筑物、构筑物和槽壁进行安全检查，并应制定拆除支撑的实施细则和安全措施。

8. 支撑的拆除应与回填土的填筑高度配合进行，且在拆除后及时回填夯（压）实。

9. 采用排水沟的沟槽，应从两座相邻排水井的分水岭向两端延伸拆除。

10. 多层支撑的沟槽，应待下层回填完成后再拆除其上层的支撑。

11. 拆除单层密排撑板支撑时，应先回填至下层横撑底面，再拆除下层横撑，待回填至半槽以上，再拆除横撑；一次拆除有危险时，宜采取替换拆撑法拆除支撑。

12. 在回填达到规定要求后，方可拔除钢板桩。拔除后，应及时回填桩孔；回填桩孔时应采取措施填实；当用砂灌填时，可冲水助沉，当控制地面沉降有要求时，宜采取边拔桩边注浆的措施。

13. 支撑的施工质量应符合下列规定：

（1）支撑后，沟槽中心线每侧的净宽不应小于施工设计的规定；

（2）支撑不得妨碍下管和稳管；

（3）安装应牢固，安全可靠；

（4）钢板桩的轴线位移不得大于 50mm，垂直度偏差不得大于 1.5%。

三、施工排、降水

施工排、降水的目的：一是防止沟槽开挖过程中地面水流入槽中，造成槽壁塌方；二是开挖沟槽前，使地下水降低至沟槽以下。为了达到以上目的，施工中常用的有明沟排水法和人工降低地下水位法。

（一）基坑（槽）内明沟排水

基坑（槽）开挖采用明沟排水时，应分层下挖，即先进行基坑（槽）的开挖，当开挖到接近地下水位时，在基坑（槽）的适当位置挖设集水井并安装水泵，然后在基坑

四周（沟槽一般在中间）开挖临时排水沟，使地下水经排水沟汇集到集水井并由水泵排出，继续开挖排水沟两侧的土，当挖掘面接近排水沟底时，再加深排水沟，直到基坑（槽）底到达设计标高为止。排水沟底要始终保持比土基面低不小于 0.3m。当坑（槽）面积较大时，可挖设纵横交错的多条临时排水沟。排水沟应以 3%～5%的坡度坡向集水井，使地下水不断的流入排水沟，再汇集到集水井，由水泵排除。

挖土顺序应从集水井、排水沟处逐渐向远处挖掘，使基坑（槽）开挖面始终不被水浸泡，见图 2K315011-2 明沟排水断面图。

（二）人工降低地下水位

人工降低地下水位的方法根据土层性质和允许降深的不同，可分为轻型井点、喷射井点、深井泵井点、电渗井点等。

轻型井点降水，设备及施工较为简单，技术可靠，是基坑（槽）降低地下水位的一种常用方法。

1. 轻型井点系统的组成

轻型井点系统由井点滤管、直管、弯联管、总管和抽水设备组成。如图 2K315011-3、图 2K315011-4 所示。

图 2K315011-3　轻型井点

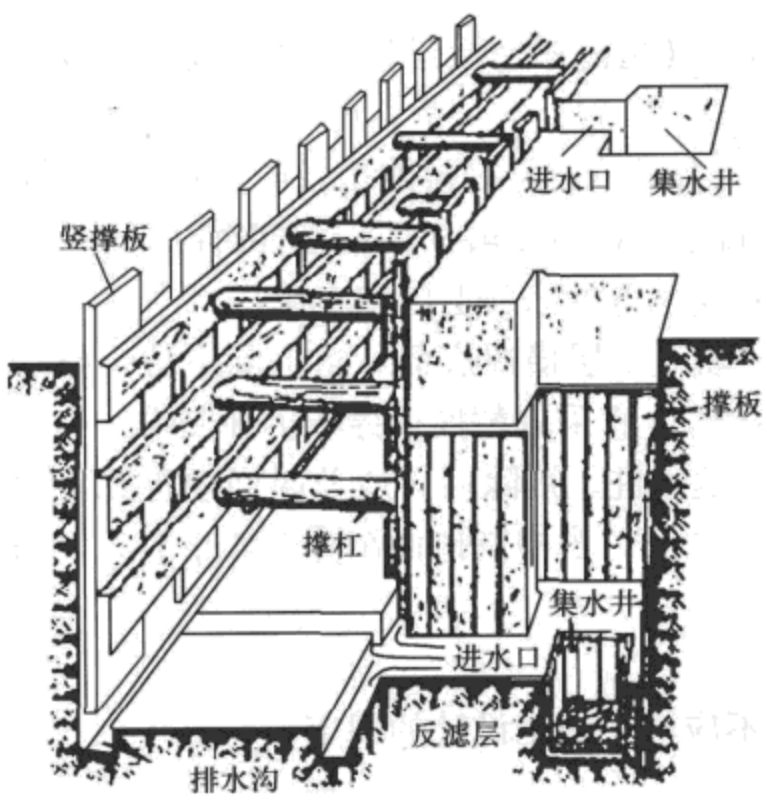


图 2K315011-2　明沟排水断面图

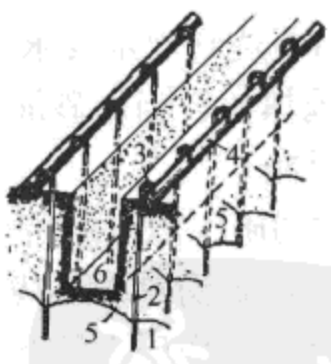


图 2K315011-4　沟槽双排井点系统路

1—滤管；2—直管；3—弯联管；4—总管；5—地下水降落曲线；6—沟槽

2. 轻型井点系统的布置

井点系统的布置形式分为线状和环状，总的布置原则是：应将全部降水范围均包括在井点系统之内，重点保证能抽掉工程中较深的基坑（槽）的降水。

一般情况下，当降水深度小于 5m，基坑（槽）宽度小于 6m 时，井点布置采用单排线状。条件许可时，可将井点自基坑（槽）端部再延伸 10～15m，以利降低水位。布置形式见图 2K315011-5 所示。

当基坑（槽）宽度大于6m，或土质不良，渗透系数大时，宜采用双排线状布置，见图2K315011-6所示。

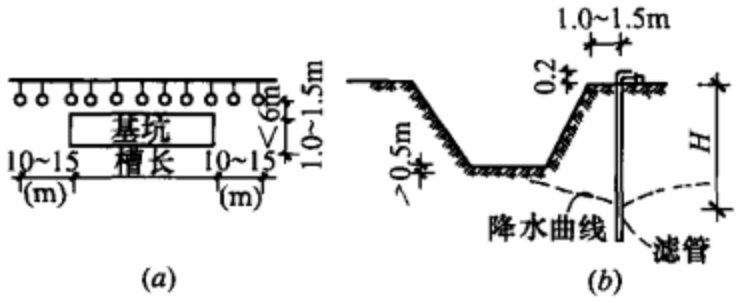


图2K315011-5 单排线状井点布置（单位：m）

（a）平面图；（b）剖面图

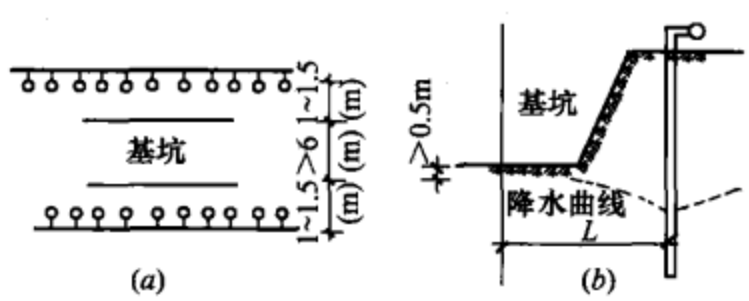


图2K315011-6 双排线状井点布置（单位：m）

（a）平面图；（b）剖面图

当基坑面积较大时，可将井点管沿基坑周边布置成封闭环状。如图2K315011-7所示。布置时应在真空泵对面的集水总管上安装一个阀门或将该处断开，使总管内的水分别流入真空泵设备内。环形布置的剖面图与双排线状井点相同。

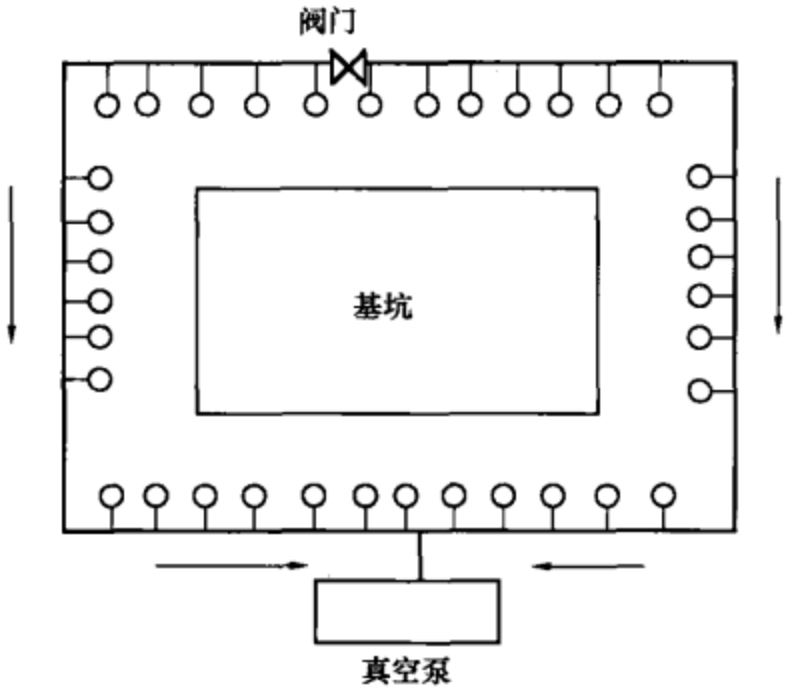


图2K315011-7 环状井点布置

井点管应布置在基坑（槽）上口边缘外1.0～1.5m。布置过近，会影响施工，而且可能使空气从坑（槽）壁进入井点系统，使井点系统的真空破坏。

四、管道基础

管道基础由地基、基础和管座三部分组成。

（一）管道地基应符合下列规定：

1. 采用天然地基时，地基不得受扰动；

2. 槽底为岩石或坚硬地基时，应按设计规定施工，设计无规定时，管身下方应铺设砂垫层，其厚度应符合规范要求；

3. 当槽底地基土质局部遇有松软地基、流砂、溶洞、墓穴等，应与设计单位商定处理措施；

4. 非永冻土地区，管道不得安放在冻结的地基上；管道安装过程中，应防止地基冻胀。

（二）管道基础施工要求

1. 铺筑管道基础垫层前，应认真复核基础底的土基标高、宽度和平整度，铲除槽底的淤泥、杂物和积水，并于当天查验整改完毕。

2. 地基不稳定或有流砂现象等，应采取措施加固后才能铺筑碎石垫层。应根据规定的宽度和厚度摊铺平整拍实，摊铺完毕后，应尽快浇筑混凝土基础。

3. 槽深超过2m，基础浇筑时，必须采用串筒或滑槽来倾倒混凝土，以防混凝土发生离析现象。

4. 倒卸浇筑材料时，不得碰撞支撑结构物。车辆卸料时，应在沟槽边缘设置车轮限位木，防止翻车坠落伤人。

（三）浇筑混凝土管座的规定

1. 混凝土管座的模板，可一次或两次支设，每次支设高度宜略高于混凝土的浇筑高度。消除模板中的尘渣、异物，核实模板尺寸；

2. 管座分层浇筑时，应先将管座平基凿毛冲净，并将管座平基与管材相接触的三角部位，用同强度等级的混凝土砂浆填满、捣实后，再浇混凝土；

3. 采用垫块法一次浇筑管座时，必须先从一侧灌注混凝土，当对侧的混凝土与灌注一侧混凝土高度相同时，两侧再同时浇筑，并保持两侧混凝土高度一致；

4. 管座基础留变形缝时，缝的位置应与柔性接口相一致；

5. 浇筑混凝土管座时，应留混凝土抗压强度试块，留置数量及强度评定方法应遵守规范要求。

五、管道安装

管道安装有四项工序：下管、稳管、接口施工、质量检查。

管道安装应符合下列要求：

1. 起重机下管时，起重机架设的位置不得影响沟槽边坡的稳定；起重机在高压输电线路附近作业与线路间的安全距离应符合当地电业管理部门的规定。

2. 管道应在沟槽地基、管基质量检验合格后安装，安装时宜自下游开始，承口朝向施工前进的方向。

3. 合槽施工时，应先安装埋设较深的管道，当回填土高程与邻近管道基础高程相同时，再安装相邻的管道。

4. 管节安装前应进行外观检查，发现裂缝、保护层脱落、空鼓、接口掉角等缺陷，使用前应修补并经鉴定合格后，方可使用。管节安装前应将管内外清扫干净。

5. 管道安装时，应随时清扫管道中的杂物；给水管道暂时停止安装时，两端应临时封堵；管道暂时不接支线的预留孔应封堵。

6. 管道安装时，应将管节的中心及内底高程逐节调整正确。调整管节中心及高程时，必须垫稳，两侧设撑杠，不得发生滚动。安装后的管节应进行复测，合格后方可进行下一工序的施工。

7. 水泥砂浆抹带接口施工应符合下列规定：

（1）抹带前应将管口的外壁凿毛、洗净。

（2）抹带完成后，应立即用吸水性强的材料覆盖，3～4h 后洒水养护。

（3）水泥砂浆抹带及接口填缝时，水泥砂浆配合比应符合设计规定。当设计无规定时水泥砂浆配合比应符合规范要求。

8. 管道接口安装质量应符合下列规定：

（1）承插式甲型接口、套环口、企口应平直，环向间隙应均匀，填料密实、饱满，表面平整，不得有裂缝现象；

（2）水泥砂浆抹带接口应平整，不得有裂缝、空鼓等现象，抹带宽度、厚度的允许偏差应符合规范要求。

六、闭水试验

1. 按建设部行业标准，污水管道、雨污水合流管道、倒虹吸管、设计要求闭水的其他排水管道，必须做闭水试验。

2. 闭水试验的要求

（1）闭水试验应在管道填土前进行；

（2）闭水试验应在管道灌满水后 24h 后再进行；

（3）闭水试验的水位，试验段上游设计水头不超过管顶内壁时，试验水头应为试验段上游管道内顶以上 2m；超过管顶内壁时，试验水头应以试验段上游设计水头加 2m 计；计算出的试验水头小于 10m，但已超过上游检查井井口时，闭水试验水位可至井口为止；

（4）对渗水量的测定时间不少于 30min。

七、沟槽回填

地下管道或构筑物施工完毕并经检验合格后，沟槽应及时回填，回填时应注意以下事项。

1. 沟槽回填时，应符合下列规定：

（1）砖、石、木块等杂物应清除干净；

（2）采用明沟排水时，应保持排水沟畅通，沟槽内不得有积水；

（3）采用井点降低地下水位时，其动水位应保持在槽底以下不小于 0.5m。

2. 回填土或其他材料填入槽内时不得损伤管道及其接口，并应符合下列规定：

（1）根据一层虚铺厚度的用量将回填材料运至槽内，且不得在影响压实的范围内堆料；

（2）管道两侧和管顶以上 500mm 范围内的回填材料，应由管槽两侧对称运入槽内，不得直接扔在管道上。回填其他部位时应均匀运入槽内，不得集中推入；

（3）需要拌合的回填材料，应在运入槽内前拌合均匀，不得集中推入。

3. 回填土或其他材料的压实，应符合下列规定：

（1）回填压（夯）实应逐层进行，且不得损伤管道；

（2）管道两侧和管顶以上 500mm 范围内，应采用轻夯压实，管道两侧压实面的高差不应超过 300mm；

（3）管道基础为土弧基础时，管道与基础之间的三角区应填实。压实时，管道两侧应对称进行，且不得使管道位移或损伤；

（4）同一沟槽内有双排或多排管道的基础底面位于同一高程时，管道之间的回填压（夯）实应与槽壁之间的回填压（夯）实对称进行；

（5）同一沟槽内有双排或多排管道但基础底面的高程不同时，应先回填基础较低的沟槽，当回填至较高基础地面高程后，再按上款规定回填；

（6）分段回填压实时，相邻段的接茬应呈阶梯形，且不得漏夯；

（7）采用木夯、蛙式夯等压实工具时，应夯夯相连，采用压路机时，碾压的重叠宽度不得小于 200mm；采用轮式压路机、振动压路机等压实机械时，其行驶速度不得超过 2km/h。

（8）接口工作坑回填时底部凹坑应先回填压实至管底，然后与沟槽同步回填。

2K315012 熟悉普通顶管施工工法

地下管道不开槽施工是指一切在地下敷设或修复旧管道，利用少开挖或不开挖技术的施工过程。采用这一方法不需要在地面全线开挖，而只要在管线的特定部位开始，采用暗

挖的方法就可在地下敷设管道。这对交通繁忙、地面建筑物众多、地下构筑物及管线复杂的城市来说是非常重要的。

地下管道不开槽施工主要用于穿越铁路、公路、河流、建筑物等，或管道埋深较大的场合。与开槽施工相比，管道不开槽施工的土方开挖和回填工作量减少很多；不必拆除地面障碍物；不会影响交通；跨越河流时，不必修建围堰或进行水下作业；消除了冬、雨期对开槽施工的影响；不会因管道埋深的增加而增加开挖土方量；管道不必设置基础和管座；可减少管道沿线的环境污染等等。另外，由于不开槽施工技术的进步，施工费用也是比较低的。

管道不开槽施工方法有很多种，顶管法即为其中一种，按其顶进的方式有人工挖土顶管、机械挖土顶管、水力机械顶管、挤压法顶管。

一、工艺与特点

在敷设管道前，在管线的一端事先建造一个工作坑（井），在坑内的顶进方向后侧，布置一组行程较长的千斤顶，一般左右成对布置，如 2 只、4 只、6 只等。将敷设的管道放在千斤顶前面的导轨上，管道的最前端安装工具管。千斤顶顶进时，以工具管开路，把前面的管道压入土中。与此同时，进入管道的泥土被不断挖掘排出管外（挖掘方式有人工、机械和水力冲刷等）。当千斤顶达到最大行程后缩回，放入顶铁，千斤顶继续顶进。如此不断加入顶铁，管道不断向土中延伸。当坑内导轨上的管道几乎全部顶入土中后，缩回千斤顶，吊去全部顶铁，将下一节管段吊下坑，安装在已顶入管道的后面，接着继续顶进，如此循环施工，直至顶完全程，如图 2K315012-1 所示。

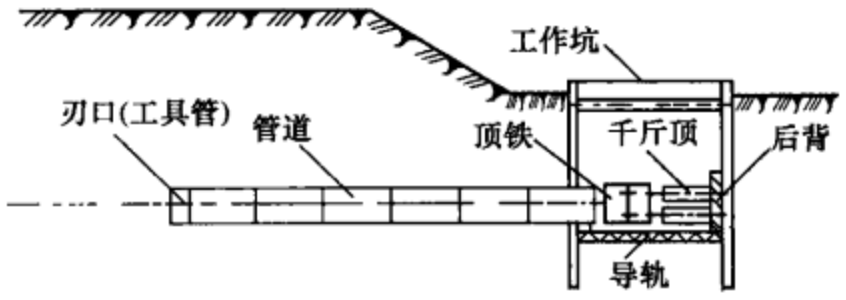


图 2K315012-1　顶管示意图

顶管法的特点是顶管管道既起掘进空间的支护作用，又是构筑物的本身。

二、适用范围

顶管适用土层很广，特别适用于黏性土、粉性土和砂土，也适用于卵石、碎石、风化残积土等非黏性土。但对于淤泥、沼泽地及岩石来说，要经过详细的分析。强度较高的岩石掘进困难，而淤泥一方面流动性太大，难以防止工作面的坍塌，另一方面由于淤泥承载力太低，管道顶进过程中难以形成必需的导向力，管道容易偏差，管轴线容易失稳。

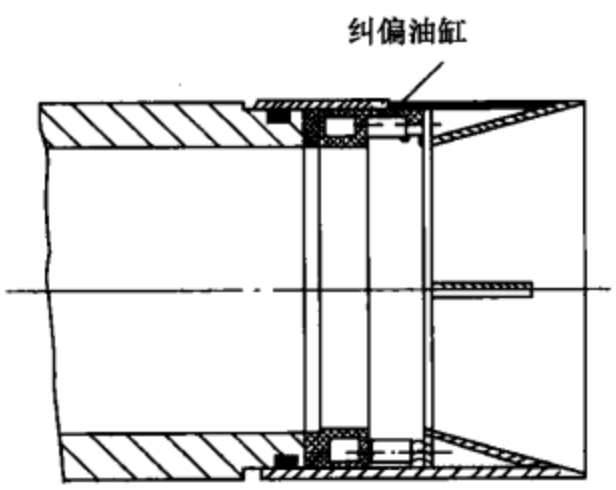


图 2K315012-2　刃口工具管

三、管材及附属工具

顶管所用管材常用的有钢管和钢筋混凝土管两种。

顶管所用的附属工具是工具管，工具管是顶管的关键机具，一般应具有以下功能：掘进、防坍、出泥和导向等。工具管一般采用钢板焊制，它的种类很多，如图 2K315012-2 刃口工具管，主要用于切削土层。

四、工作坑的布置

（一）位置的确定

工作坑（井）是顶管施工的工作场所，其位置

可根据以下条件确定：

1. 根据管线设计情况确定，如排水管线可选在检查井处；
2. 单向顶进时，应选在管道下游端，以利排水；
3. 考虑地形和土质情况，有无可利用的原土后背等；
4. 工作坑要与被穿越的建筑物有一定的安全距离；
5. 便于清运挖掘出来的泥土和有堆放管材、工具设备的场所；
6. 距水电源较近。
7. 不宜设置于工厂企业、里弄出口处及高压线下方。

（二）工作坑的施工

工作坑的形成，一种方式是采用钢板桩或普通支撑，用机械或人工在选定的地点，按设计尺寸挖成，坑底用混凝土铺设垫层和基础；一种方法是利用沉井技术，将混凝土井壁下沉至设计高度，用混凝土封底。前者适用于土质较好、地下水位埋深较大的情况，顶进后背支撑需要另外设置；后者与之相反，混凝土井壁既可以作为顶进后背支撑，又可以防止塌方。

工作坑的支撑应形成封闭式框架，矩形工作坑的四角应加斜撑。

五、顶进系统

管道顶管中的顶管系统包括：导轨、顶铁、千斤顶（油泵）、后背及后座墙。

（一）导轨

导轨的作用是支托未入土的管段和顶铁，起导向的作用。导轨用工字钢或槽钢做成，两导轨安装牢固、顺直、平行、等高，其纵坡与管道设计坡度一致，标高可略高于设计高程。在使用中应经常检查校核导轨，防止产生位移。

（二）顶铁

顶铁是为了弥补千斤顶行程不足而设置的。顶铁要传递顶力，所以顶铁两面要平整，厚度要均匀，受压强度要高，刚度要大，以确保工作时不会失稳。

顶铁是由各种型钢拼接制成，有U形、弧形和环形几种，如图2K315012-3所示。其

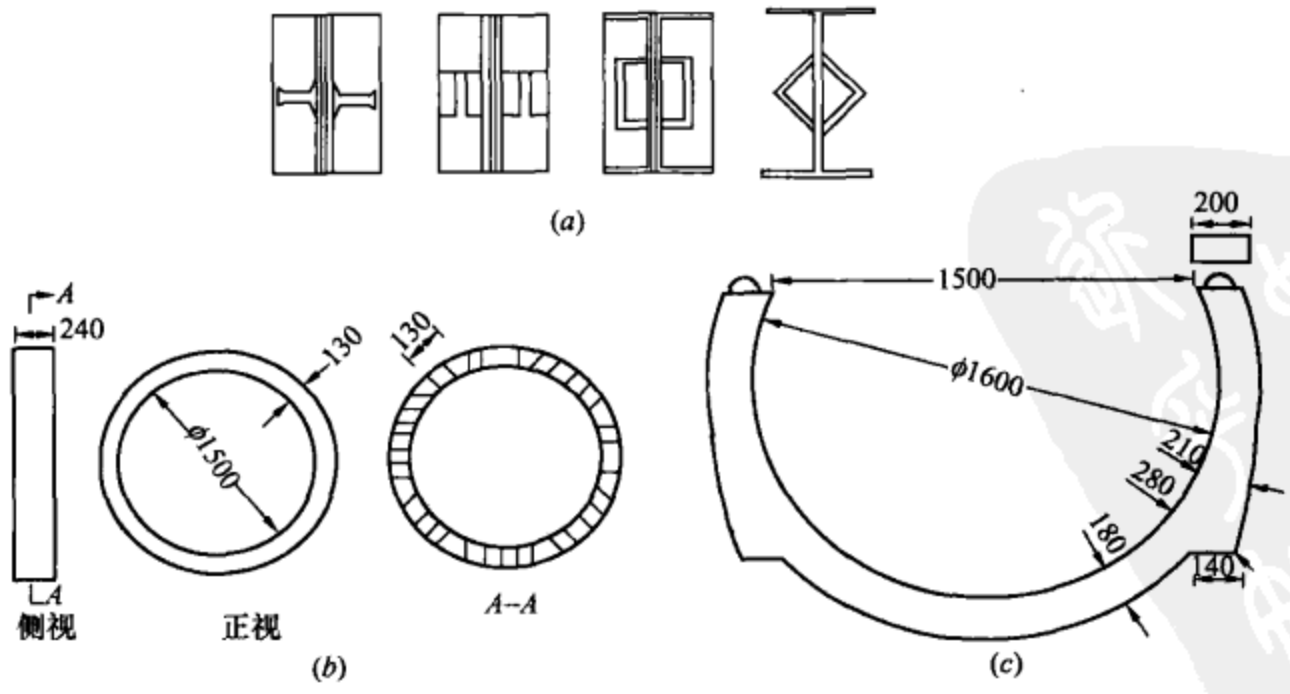


图2K315012-3 顶铁

（a）顶铁断面示意图；（b）圆形顶铁；（c）U形顶铁

中U形顶铁使用时开口向上，弧形内圆与顶管的内径相同；弧形顶铁使用方式与U形相似，一般用于钢筋混凝土管顶管；环形顶铁是直接与管段接触的顶铁，它的作用是将顶力尽量均匀的传递到管段上。

（三）千斤顶及油泵

千斤顶又称为油缸，是顶管系统的核心，目前大多采用油压千斤顶。其作用原理为：电动机使油泵工作，把工作油加压到工作压力，由管路输送经分配器、控制阀送入千斤顶。电能经油泵转换为压力能，千斤顶又把压力能转换为机械能，将管子顶入土中。机械能输出后，工作油以一个大气压状态回到油箱。

千斤顶的顶力一般采用1000～4000kN，行程要长，一般应大于1m，否则会增加吊放顶铁的次数，影响顶管施工效率。

千斤顶应左右对称布置，顶力的合力位置应该和顶进抗力的位置在同一轴线上，避免产生顶进力偶，使管子顶进出现偏差。顶进抗力包括管壁与土壤的摩擦力和管前端的切土阻力。根据施工经验，顶力的合力中心偏差要低于管中心约$R/4$，R为管子的半径。

（四）后背及后座墙

后背及后座墙是千斤顶的支撑结构，管子顶进过程中所受到的全部阻力，通过千斤顶传递给后背及后座墙。其中，对于采用沉井技术施工的工作坑，可将沉井壁作为后座墙，而采用大开挖（或钢板桩）的方法施工的工作坑则要设置单独的后座墙。为了使顶力均匀地传递给后座墙，常在千斤顶与后座墙之间设置钢板、方木等传力构件，此传力构件称之为后背。

（五）吊装设备

为了便于工作坑内材料和机械的垂直运输，一般在顶管现场需要设置吊装设备。施工中常用的除了轮式起重机外，还有起重桅杆和门式吊车。起重桅杆一般仅适用于管径较小、顶管规模不大的顶管施工；门式吊车由于吊装方便，操作安全而使用范围较广。起重设备严禁超负荷吊装。

六、管道顶进

管道顶进：

1. 采用手掘式顶管时，将地下水位降至管底以下不小于0.5m处，并采取措施，防止其他水源进入顶管管道。

2. 全部设备经过检查并试运转合格后方可进行顶进。顶进程序是：安装顶铁→开动油泵→千斤顶活塞伸出一个行程→关油泵→千斤顶停止运行→活塞收缩→在空隙处加上顶铁→再开油泵。如此周而复始。

3. 工具管开始顶进5～10m的范围内，允许偏差为：轴线位置3mm，高程0～+3mm。当超过允许偏差时，采取措施纠正。

4. 采用手工掘进顶进时，应符合下列规定：

（1）工具管接触或切入土层后，自上而下分层开挖。

（2）在允许超挖的稳定土层中正常顶进时，管下部135°范围内不得超挖；管顶以上超挖量不得大于15mm；管前超挖根据具体情况确定，并制定安全保护措施。

5. 顶管结束后，管节接口的内侧间隙按设计规定处理，设计无规定时，可采用石棉水泥、弹性密封膏或水泥砂浆密封。填塞物应抹平，不得凸入管内。

顶进时测量工具管的中心和高程规定：

（1）采用手工掘进时，工具管进入土层过程中，或进入接收工作井前 30m，每顶进 0.3m，测量不少于一次；管道进入土层后正常顶进时，每 1.0m 测量一次，纠偏时增加测量次数。

（2）全段顶完后，在每个管节接口处测量其轴线位置和高程；有错口时测出相对高差。

6. 纠偏

（1）采用小角度、顶进中逐渐纠偏。

（2）纠偏方法有挖土校正法、木杠支撑法、千斤顶校正法等。

挖土校正法：即在管子偏向一侧少挖土，而在另一侧多超挖些，强制管子在前进时向另一侧偏移。适用于偏差为 10～20mm 时。

木杠支撑法：如管端下陷，可采用图 2K315012-4 方法校正。管子发生错口时，可采用图 2K315012-5 所示方法校正，适用于偏差大于 20mm 时。

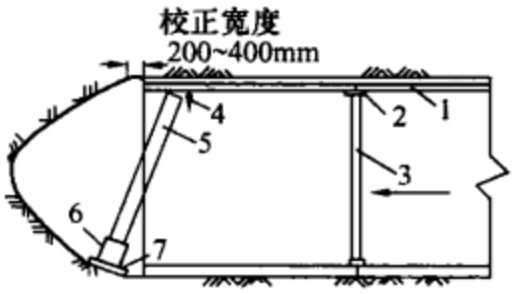


图 2K315012-4 下陷校正

1—管子；2—木楔；3—内涨；4—楔子；5—支柱；6—校正千斤顶；7—垫板

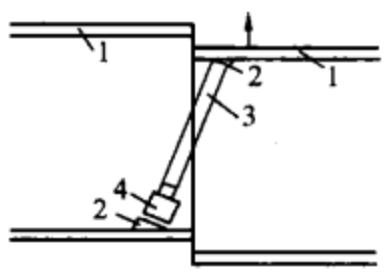


图 2K315012-5 错口校正

1—管子；2—楔子；3—立柱；4—校正千斤顶

使用工具管时，可预先在工具管后面安装校正环，在环的上下左右各安设一个小千斤顶，当发生管端有误差时，可开动相应的小千斤顶进行校正。

7. 顶进过程中，出现下列紧急情况时应采取措施进行处理：

（1）工具管前方遇到障碍；

（2）后背墙变形严重；

（3）顶铁发生扭曲现象；

（4）管位偏差过大且校正无效；

（5）顶力超过管端的允许顶力；

（6）油泵、油路发生异常现象；

（7）接缝中漏泥浆。

（8）地层、邻近建（构）筑物、管线等周围环境的变形量超出控制允许值。

七、长距离顶管技术关键措施

长距离顶管技术措施需要掌握中继间和泥浆套等措施。

（一）中继间法

将需顶进的管线全长分成若干段，在相邻两段之间设置一个与所顶进管相同管径的工作管，其中布置顶进设备，此工作管节称中继间。中继间以前的管段用中继间的顶进设备顶进。中继间千斤顶活塞收缩后，中继间与其前的管段之间出现一个千斤顶行程的空隙。再由工作坑顶进设备顶进中继间以后的管段，使中继间与前面的管段相接。

（二）泥浆套法

在顶进过程中，以高压泵向管外壁与土层之间注入触变泥浆，以减少阻力的措施。

1. 触变泥浆的主要成分是膨润土，使用前应测定泥浆的密度、黏度、失水量、稳定性和 pH 值。

2. 触变泥浆的配合比按管道周围土层的类别、膨润土的性质以及触变泥浆的技术指标确定。

3. 顶管采用触变泥浆套法，一般在下管之前，应预先在管壁上留出注浆孔，储备足够的泥浆。管前可加一超前环，以形成 10～20mm 的超挖量为触变泥浆层。

4. 顶进施工完成以后，可根据需要将水泥砂浆或粉煤灰水泥砂浆压入管外壁与土层之间，将触变泥浆置换出来，以起到减少地面沉降的作用。

2K315013　熟悉柔性管道施工工艺

柔性管道指埋地排水用硬聚氯乙烯（PVC-U）、高密度聚乙烯（HDPE）和 CE 包括双壁波纹管、加筋管、中空壁螺旋缠绕管和平壁管。管材管型见图 2K315013。

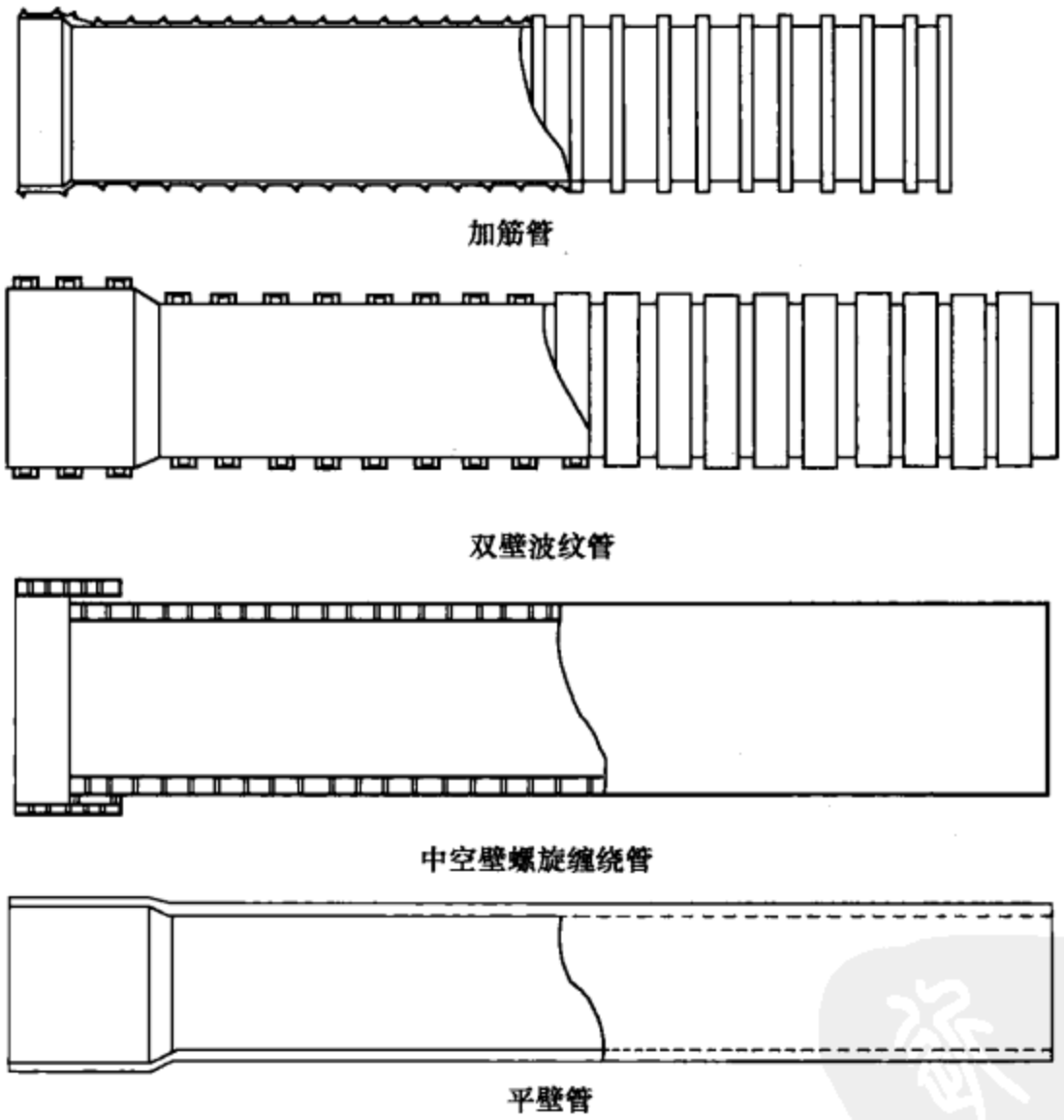


图 2K315013　塑料管材形式图

平壁管为内外壁光滑的均质管壁管材；结构壁管管壁为带肋、带夹层或带中空等异型管壁结构的管材的统称；双壁波纹管管壁截面为双层结构，其内壁光滑平整、外壁为等距排列的具有梯形或弧形中空结构的管材。

一、管材的外观质量及尺寸要求

1. 管材外观结构特征明显、颜色一致、内壁光滑平整无毛刺。管身不得有裂缝、凹陷及可见的缺损；管口不得有损坏、裂口、变形等缺陷。

2. 管材的端面应平整且与管中心轴线垂直，管材长度方向不得有明显弯曲现象。

3. 管材插口外径、承口内径的尺寸应符合相关产品标准的要求。应光滑无毛刺，圆度应符合有关产品标准。

4. 管材内壁应有统一的标识（生产企业、产品名称、公称直径、环刚度及生产日期等）。

二、弹性密封橡胶圈及粘结剂

1. 管道承插接口的弹性密封橡胶圈，应由管材生产厂配套供应。

2. 弹性密封橡胶圈的外观应光滑平整，不得有气孔、裂缝、卷褶、破损重皮等缺陷。

3. 管道接口用的弹性密封橡胶圈应采用氯丁橡胶或其他具有耐酸、碱、污水腐蚀性能的合成橡胶，其性能应符合下列要求：

（1）邵氏硬度：50±5；

（2）伸长率：≥500%；

（3）拉断强度：≥16MPa；

（4）永久变形：<20%

（5）老化系数：≥0.8（70℃，144h）

4. 管道接口的胶粘剂应由管材生产厂配套供应，必须是适用于该管材的溶剂型胶粘剂。

5. 胶粘剂的质量及粘结强度应符合现行行业标准的规定。

三、沟槽

1. 沟槽断面形式应根据施工现场环境、槽深、地下水位高低、土质情况、施工设备及季节影响等因素选定。

2. 槽底净宽应根据管径、管道敷设方法、管两侧回填材料夯实及沟槽的排水要求确定。槽底最小宽度可参照表 2K315013-1 规定。

槽底最小宽度 **表 2K315013-1**

管径 DN（mm）	槽底最小宽度 B（mm）	说　明
$110<DN\leqslant250$	D_e+400	用于街坊内及道路连管敷设
$300\leqslant DN\leqslant1000$	D_e+600	用于道路下排水管道敷设

注：1. 有支撑沟槽的支撑板厚度未计入内；

2. 当槽深大于 3m 时，沟槽宽度可增加 200mm。

3. 开挖沟槽时，应严格控制基底高程，不得扰动基面。

4. 机械开挖中，应保留基底设计标高以上 0.2～0.3m 的原状土，待铺管前用人工开挖至设计标高。如果局部超挖或发生扰动，应换填粒径 10～15mm 天然级配的砂石料或 5～40mm的碎石，整平夯实。

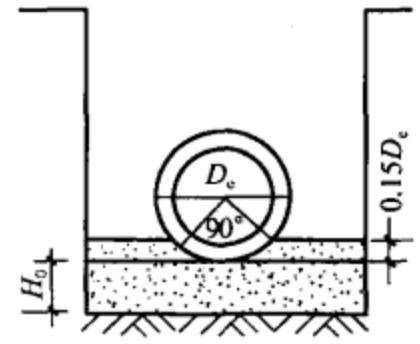
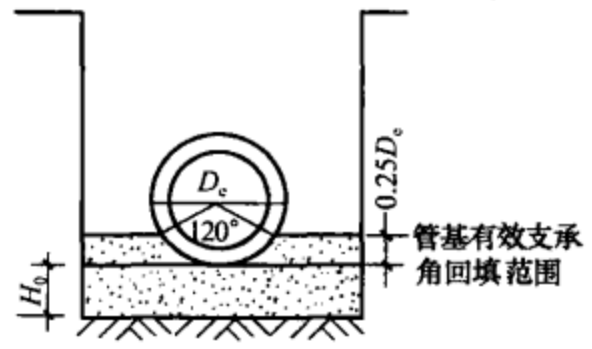
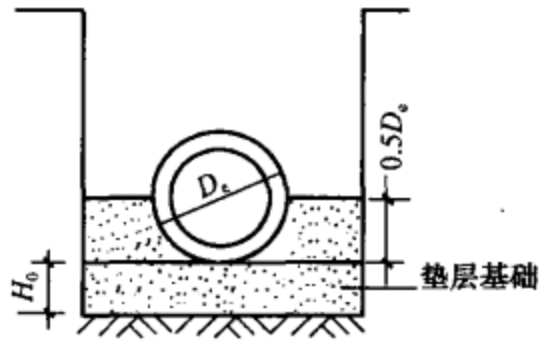
5. 沟槽开挖时应做好排水措施，防止槽底受水浸泡。

四、基础

1. 管道基础应采用垫层基础。对于一般的土质地段，垫层可为一层砂垫层（中粗砂），其厚度为 100mm；对处在地下水位以下的软土地基，垫层可采用 150mm 厚、颗粒尺寸为 5～40mm 的碎石或砾石砂，上面再铺 50mm 层砂垫层（中、粗砂）。

2. 管道基础形式及管基有效支承角应依据地质条件、地下水位、管径及埋深等条件，可参照表 2K315013-2 选用。

砂石基础的设计支承角 2α　　**表 2K315013-2**

基础形式	设计支承角 2α	基础设置要求	说　明
A	90°		H_0 按 1 条的规定
B	120°		
C	180°		

3. 管道基础应夯实平整，其密实度不得低于 90%。

4. 管道基础在接口部位的凹槽，宜在铺设管道时随挖随铺，接口完成后，凹槽应随即用中粗砂回填密实。

五、管道安装

1. 下管前，应按产品标准逐节进行外观质量检验，不符合标准要求的，应做好记号，另作处理。

2. 下管可用人工或起重机进行。采用人工下管时，可由地面人员将管材传递给沟槽施工人员；对放坡开挖的沟槽，也可用非金属绳索系住管身两端，保持管身平衡均匀溜放至沟槽内，严禁将管材由槽顶滚入槽内；采用起重机下管时，应用非金属绳索扣系住，不得串心吊装。

3. 安装时，承插口管应将插口顺水流方向，承口逆水流方向，安装宜由下游往上游进行。

4. 塑料管材的接口，应采用弹性密封橡胶圈连接的承插式或套筒式柔性接口。

5. 橡胶圈接口应符合以下规定：

（1）接口前，应先检查橡胶圈是否配套完好，确认橡胶圈安放位置及插口应插入承口的深度。

（2）接口时，先将承口内壁清理干净，并在承口内壁及插口橡胶圈上涂上润滑剂（首选硅油），然后将承插口端面的中心轴线对齐。

（3）接口方法应按下述程序进行：*DN*400mm 及其以下管道，先由一人用棉纱绳吊住被安装管道的插口，另一人用长撬棒斜插入基础，并抵住该管端部中心位置的横挡板，然后用力将该管缓缓插入待安装管道的承口至预定位置；*DN*400mm 以上管道可用 2 台手扳葫芦将管节拉动就位。接口合拢时，管节两侧的手扳葫芦应同步拉动，使橡胶密封圈正确就位，不扭曲，不脱落。

6. 粘接接口应符合以下规定：

（1）检查管材质量，必须将插口外侧和承口内侧表面擦拭干净，使被粘接面保持清洁，不得有尘土水迹。表面沾有油污时，必须用棉纱蘸丙酮等清洁剂擦净。

（2）粘接前必须对两管的承口与插口粘接的紧密程度进行验证，使插入深度及松紧度配合情况符合要求，并在插口端表面划出插入承口深度的标线。

（3）在承插接头表面用毛刷涂上符合管材材性要求的专用粘结剂，先涂承口内面，后涂插口外面，沿轴向由里面而外涂抹均匀，不得漏涂或涂抹过量。

（4）涂抹胶粘剂后，应立即校正对准轴线，将插口插入承口，用力推挤至所划标线，插入后将管旋转 1/4 圈，在 60s 内保持施加外力不变，并保持接口的正确位置。

（5）插接完毕应及时将挤出接口的胶粘剂擦拭干净，静止固化。固化时间应符合胶粘剂生产厂的规定。

7. 管道接口后，应复核管道的高程和轴线使其符合要求。

8. 雨期施工应采取防止管材漂浮措施。管道安装结束后，可先回填至自管顶起 1 倍管径以上高度。管道安装结束尚未回填时，一旦遭到水淹，应进行管中心线和管底高程复测及外观检查，如发生位移、漂浮或拔口现象，应返工处理。

六、管道与检查井的衔接

1. 塑料管道的检查井可采用砖砌或混凝土直接浇制。

2. 管道与检查井的衔接，宜采用柔性接头。

3. 当管道与检查井采用砖砌或混凝土直接浇制衔接时，可采用中介层做法。施工前在管道与检查井相接部位预先用与管材相同的塑料胶粘剂和粗纱做成中介层，然后用水泥砂浆砌入检查井的井壁内。

中介层的做法：先用毛刷或棉纱将管壁的外表面清理干净，然后均匀地涂抹一层塑料胶粘剂，紧接着在上面撒一层干燥的粗纱，固化 10～20min，即形成表面粗糙的中介层。中介层的长度与检查井厚度相同。

4. 管道位于软土地基或低洼、沼泽、地下水位高的地段时，与检查井宜采用短管连接。即直接与检查井连接采用长 0.5m 的管段，后面再连以长度不大于 2.0m 的短管，以下再与整根管连接。

七、回填

1. 回填前，检查管道有无损伤或变形，有损伤的管道应修复或更换。

2. 管内径大于 800mm 的柔性管道，回填施工时应在管内设有竖向支撑。

3. 管道回填时间宜在一昼夜中气温最低时段。

4. 管道半径以下回填时应采取防止管道上浮、位移的措施。

5. 管道隐蔽竣工验收合格后应立即回填至管顶以上 1 倍管径的高度。

6. 沟槽回填从管底基础部位开始到管顶以上 0.5m 范围内，必须用人工回填、严禁用机械推土回填。

7. 管顶 0.5m 以上部位的回填，可采用机械从管道轴线两侧同时回填、夯实或碾压。

8. 回填前应排除沟槽积水。不得回填淤泥、有机物及冻土。回填土中不应含有石块、砖及其他杂硬带有棱角的大块物体。

9. 回填时应分层对称回填、夯实以确保管道及检查井不产生位移。

10. 回填土的含水量，应按回填材料和采用的压实工具控制在最佳含水量附近。

11. 回填土的面层虚铺厚度，应按采用的压实工具和要求的密实度确定。对常用的压实工具，虚铺厚度可按表 2K315013-3 中的数值选用。

回填土每层虚铺厚度（mm）　　**表 2K315013-3**

压实工具	虚铺厚度	压实工具	虚铺厚度
木夯、铁夯	≤200	压路机	200～300
蛙式夯、火力夯	200～250	振动压路机	≤400

注：重型机械适用于管顶 1m 以上及地下水位以上的沟槽回填压实。

12. 设计管基支承角 2α 范围内应用中粗砂回填，不得用沟槽土回填。

13. 对车行道下的管道或位于软土地层以及低洼、沼泽、地下水位高的地区的管道，沟槽回填应先用中粗砂将管底腋角部位填充密实后，再用中粗砂或石屑等材料分层回填至管顶以上 500mm；再往上可回填良质土。

14. 回填至设计高程时，应在 12～24h 内测量并记录管道变形率，管道变形率应符合设计要求；设计无要求时，不应超过 3%。3%＜变形率≤5%时，应采取下列处理措施：

（1）挖出回填材料至露出管径 85%处，管道周围内应人工挖掘，以避免损伤管壁；

（2）挖出管道局部有损伤时，应进行修复或更换；

（3）重新夯实管道底部的回填材料；

（4）选用适合回填材料按上述要求重新回填施工，直至设计高程；

（5）重新检测管道变形率。

变形率超过 5%时，应挖出管道，并会同设计单位研究处理。

2K315014　了解管道交叉处理方法

地下管线和构筑物种类繁多，在埋设排水管道时，经常出现互相交叉的情况，排水管埋设一般比其他管道深。排水管道有时与其他几种管道同时施工，有时是在已建管道的上面或下面穿过。为了保证各类管道交叉时下面的管道不受影响和便于检修，上面管道不致下沉破坏，必须对交叉管道进行必要的处理。管道交叉的情况比较复杂，在考虑处理方法时必须摸清各类管道对交叉的要求，无论采用什么处理方法，都应与有关管道的主管部门进行联系并取得同意。

（一）圆形排水管道与上方给水管道交叉且同时施工

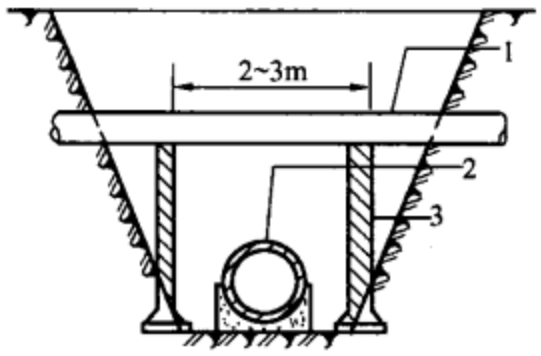


图 2K315014-1 圆形管道两侧砖墩支撑图

1—铸铁管道或钢管道；2—混凝土管；3—砖砌支墩

混凝土或钢筋混凝土预制圆形管道与其上方钢管或铸铁管交叉且同时施工，若钢管或铸铁管的内径不大于400mm时，宜在混凝土管两侧砌筑砖墩支撑，参见图2K315014-1。砖墩的砌筑应符合下列规定：

1. 应采用黏土砖和水泥砂浆，砖的强度等级不应低于MU7.5；砂浆不应低于M7.5。

2. 砖墩基础的压力不应超过地基的允许承载力。

3. 砖墩的尺寸应采用下列数值：

（1）宽度　砖墩高度在2m以内时，用240mm；高度每增加1m，宽度增加125mm。

（2）长度　不小于钢管或铸铁管道的外径加300mm。

（3）砖墩顶部砌筑座，其支撑角不小于90°。

4. 覆土高度不大于2m时，砖墩间距宜为2～3m。

5. 对铸铁管道，每一管节不少于2个砖墩。当钢管或铸铁管道已建时，应在开挖槽时加以妥善保护并及时通知有关单位处理后再砌筑砖墩支撑。

（二）矩形排水管道与上方给水管道交叉

混凝土或钢筋混凝土矩形管道与其上方钢管或铸铁管道交叉时，在顶板与其上方管道底部的空间宜采用下列措施：

1. 净空不小于70mm时，可在侧墙上砌筑砖墩支撑管道；当在顶板上砌筑砖墩时，应不超过顶板的允许承载力（图2K315014-2）。

2. 净空小于70mm时可在顶板与管道之间采用低强度等级的水泥砂浆或细石混凝土填实，其支承角不应小于90°（图2K315014-3）。

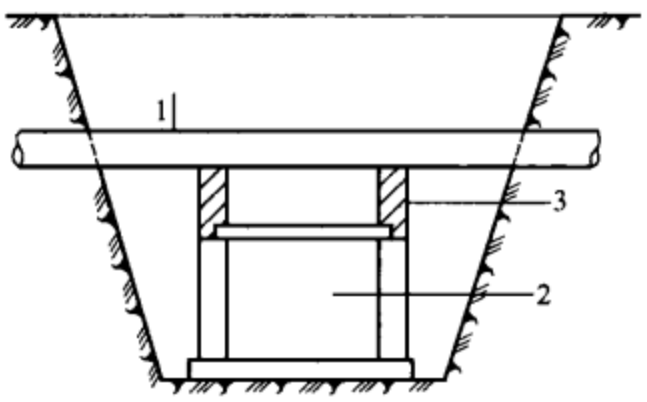


图 2K315014-2 矩形管道上砖墩支承

1—铸铁管道或钢管道；2—混合结构或钢筋混凝土矩形管道；3—砖砌支墩

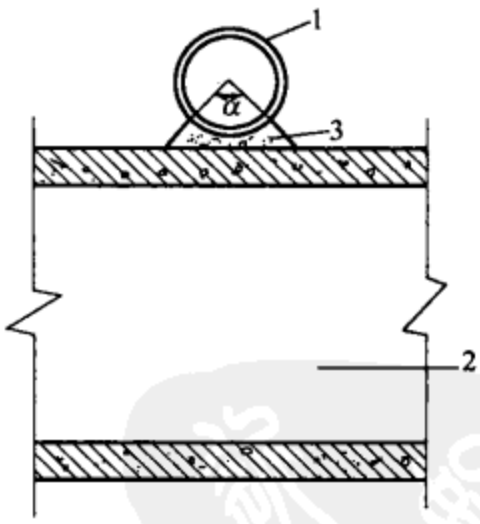


图 2K315014-3 矩形管道上填料支承

1—铸铁管道或钢管道；2—混合结构或钢筋混凝土矩形管道；3—低强度等级的水泥砂浆或细石混凝土；α—支承角

（三）排水管道与下方的给水管道交叉

圆形或矩形管道与下方给水管道或铸铁管道交叉且同时施工时，宜对下方的管道加设套管或管廊（图2K315014-4），并符合下列规定：

1. 套管、管廊的内径不应小于被套管道外径300mm

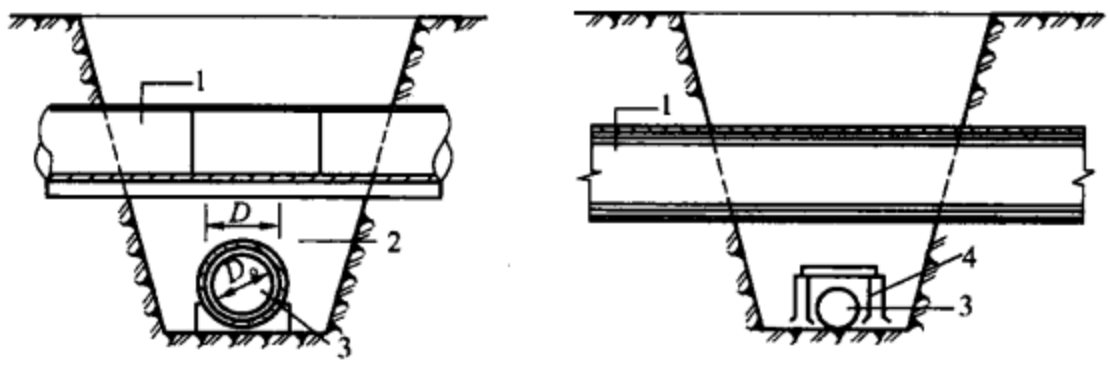


图 2K315014-4　套管或管廓

（a）套管；（b）管廓

1—排水管道；2—套管；3—铸铁管道或钢管道；4—管廓

2. 套管或管廓的长度不宜小于上方排水管道基础宽度加管道交叉高差的 3 倍，且不小于基础宽度加 1m。

3. 套管可采用钢管、铸铁管或钢筋混凝土管；管廓可采用砖砌或其他材料砌筑的混合结构。

4. 套管或管廓两端与管道之间的孔隙应封堵严密。

（四）排水管道与其上方的电缆管块交叉时，宜在电缆管块基础下的沟槽中回填低强度等级的混凝土、石灰土或砌砖。其沿管道方向的长度不应小于管线基础宽度 300mm，并应符合下列规定：

1. 排水管道与电缆管线同时施工时，可在回填材料上铺设一层中砂或粗砂，其厚度不宜小于 100mm。

2. 当电缆管块已建时，应符合下列规定：

（1）当采用混凝土回填时，混凝土应达电缆管块基础底部，其间不应有空隙。

（2）当采用砌砖回填时，砖砌体的顶面宜在电缆管块基础面以下不小于 200mm，再用低强度等级的混凝土填至电缆管块基础底部，其间不得有空隙。

（五）排水管道与交叉管道高程一致时的处理

地下的各种管道交叉时，若管道高程一致，应主动和有关单位联系，取得对方的配合，协商处理。处理的原则如下：

1. 应满足管道间最小净距的要求；

2. 软埋电缆线让刚性管道（沟）；

3. 压力流管道让重力流管道；

4. 小口径管道让大口径管道；

5. 后敷设管道让已敷设管道；

6. 支管道避让干线管道。

2K315020　城市热力管道施工

2K315021　掌握城市热力管道施工要求

一、工程测量

1. 施工单位应根据建设单位或设计单位提供的城市平面控制网点和城市水准网点的位置、编号、精度等级及其坐标和高程资料，确定管网设计线位和高程。

2. 管线工程施工定线测量应符合下列规定：

（1）应按主干线、支干线、支线的次序进行；

（2）主干线起点、终点，中间各转角点及其他特征点应在地面上定位；

（3）支干线、支线，可按主干线的方法定位；

（4）管线中的固定支架、地上建筑、检查室、补偿器、阀门可在管线定位后，用钢尺丈量方法定位。

3. 供热管线工程竣工后，应全部进行平面位置和高程测量，并应符合当地有关部门的规定。

二、土建工程及地下穿越工程

1. 土方施工中，对开槽范围内各种障碍物的保护措施应符合下列规定：

（1）应取得所属单位的同意和配合；

（2）给水、排水、燃气、电缆等地下管线及构筑物必须能正常使用；

（3）加固后的线杆、树木等必须稳固；

（4）各相邻建筑物和地上设施在施工中和施工后，不得发生沉降、倾斜、塌陷。

2. 土方开挖时，必须按有关规定设置沟槽边护栏、夜间照明灯及指示红灯等设施，并按需要设置临时道路或桥梁。

3. 回填时应确保构筑物的安全，并应检查墙体结构强度、外墙防水抹面层强度、盖板或其他构件安装强度。当能承受施工操作动荷载时，方可进行回填。

4. 穿越工程必须保证四周地下管线和构筑物的正常使用。在穿越施工中和掘进施工后，穿越结构上方土层、各相邻建筑物和地上设施不得发生沉降、倾斜、塌陷。

三、焊接

1. 在实施焊接前，应根据焊接工艺试验结果编写焊接工艺方案，包括以下主要内容：

（1）母材性能和焊接材料；

（2）焊接方法；

（3）坡口形式及制作方法；

（4）焊接结构形式及外形尺寸；

（5）焊接接头的组对要求及允许偏差；

（6）焊接电流的选择；

（7）检验方法及合格标准。

2. 壁厚不等的管口对接，应符合下列规定：

（1）外径相等或内径相等，薄件厚度小于或等于 4mm 且厚度差大于 3mm，以及薄件厚度大于 4mm，且厚度差大于薄件厚度的 30%或超过 5mm 时，应将厚件削薄。

（2）内径外径均不等，单侧厚度差超过本条（1）款所列数值时，应将管壁厚度大的一端削薄，削薄后的接口处厚度应均匀。

3. 焊件组对时的定位焊应符合的规定：

（1）焊接定位焊缝时，应采用与根部焊道相同的焊接材料和焊接工艺；

（2）在焊接前，应对定位焊缝进行检查，当发现缺陷时应处理后方可焊接；

（3）在焊接纵向焊缝的端部（包括螺旋管焊缝）时不得进行定位焊；

（4）焊缝长度及点数按规定进行。

4. 在零度以下的气温中焊接，应符合的规定：

（1）清除管道上的冰、霜、雪；

（2）在工作场地做好防风、防雪措施；

（3）预热温度可根据焊接工艺制定；焊接时，应保证焊缝自由收缩和防止焊口的加速冷却；

（4）应在焊口两侧 50mm 范围内对焊件进行预热；

（5）在焊缝未完全冷却之前，不得在焊缝部位进行敲打。

5. 在焊缝附近明显处，应有焊工钢印代号标志。

6. 不合格的焊接部位，应采取措施进行返修，同一部位焊缝的返修次数不得超过 2 次。

四、管道安装及检验

1. 管道安装前，准备工作应符合的规定

（1）根据设计要求的管径、壁厚和材质，应进行钢管的预先选择和检验，矫正管材的平直度，整修管口及加工焊接用的坡口；

（2）清理管内外表面、除锈和除污；

（3）根据运输和吊装设备情况及工艺条件，可将钢管及管件焊接成预制管组；

（4）钢管应使用专用吊具进行吊装，在吊装过程中不得损坏钢管。

2. 管道安装应符合的规定

（1）在管道中心线和支架高程测量复核无误后，方可进行管道安装；

（2）安装过程中不得碰撞沟壁、沟底、支架等；

（3）吊、放在架空支架上的钢管应采取必要的固定措施；

（4）地上敷设管道的管组长度应按空中就位和焊接的需要来确定，宜等于或大于 2 倍支架间距；

（5）每个管组或每根钢管安装时都应按管道的中心线和管道坡度对接管口。

3. 管口对接应符合的规定

（1）对接管口时，应检查管道平直度，在距接口中心 200mm 处测量，允许偏差为 1mm，在所对接钢管的全长范围内，最大偏差值不应超过 10mm；

（2）钢管对口处应垫置牢固，不得在焊接过程中产生错位和变形；

（3）管道焊口距支架的距离应保证焊接操作的需要；

（4）焊口不得置于建筑物、构筑物等的墙壁中。

4. 法兰连接应符合的规定

（1）安装前应对法兰密封面及密封垫片进行外观检查，法兰密封面应表面光洁，法兰螺纹完整、无损伤；

（2）法兰端面应保持平行，偏差不大于法兰外径的 1.5%，且不得大于 2mm；不得采用加偏垫、多层垫或加强力拧紧法兰一侧螺栓的方法，消除法兰接口端面的缝隙；

（3）法兰与法兰、法兰与管道应保持同轴，螺栓孔中心偏差不得超过孔径的 5%；

（4）垫片的材质和涂料应符合设计要求；当大口径垫片需要拼接时，应采用斜口拼接或迷宫形式的对接，不得直缝对接。垫片尺寸应与法兰密封面相等；

（5）严禁采用先加垫片并拧紧法兰螺栓，再焊接法兰焊口的方法进行法兰焊接；

（6）螺栓应涂防锈油脂保护；

（7）法兰连接应使用同一规格的螺栓，安装方向应一致，紧固螺栓时应对称、均匀地

进行，松紧适度；紧固后丝扣外露长度应为 2～3 倍螺距，需要用垫圈调整时，每个螺栓应采用一个垫圈；

（8）法兰内侧应进行封底焊；

（9）法兰与附件组装时，垂直度允许偏差为 2～3mm。

五、阀门安装应符合的规定

1. 按设计要求校对型号，外观检查应无缺陷、开闭灵活。

2. 清除阀口的封闭物及其他杂物。

3. 阀门的开关手轮应放在便于操作的位置；水平安装的闸阀、截止阀的阀杆应处于上半周范围内。

4. 当阀门与管道以法兰或螺纹方式连接时，阀门应在关闭状态下安装；当阀门与管道以焊接方式连接时，阀门不得关闭。

5. 有安装方向的阀门应按要求进行安装，有开关程度指示标志的应准确。

6. 并排安装的阀门应整齐、美观、便于操作。

7. 阀门运输吊装时，应平稳起吊和安放，不得用阀门手轮作为吊装的承重点，不得损坏阀门，已安装就位的阀门应防止重物撞击。

8. 水平管道上的阀门，其阀杆及传动装置应按设计规定安装，动作应灵活。

9. 焊接蝶阀应符合下列要求：

（1）阀板的轴应安装在水平方向上，轴与水平面的最大夹角不应大于 60°，严禁垂直安装；

（2）焊接安装时，焊机地线应搭在同侧焊口的钢管上；

（3）安装在立管上时，焊接前应向已关闭的阀板上方注入深 100mm 以上的水；

（4）焊接完成后，进行 2 次或 3 次完全的开启以证明阀门是否能正常工作。

10. 焊接球阀应符合下列要求：

（1）球阀焊接过程中要进行冷却；

（2）球阀安装焊接时球阀应打开；

（3）阀门在焊接完成后应降温后才能投入使用。

六、热力站、中继泵站及通用组装件安装

设备安装前，应按设计要求核验规格、型号和质量，设备应有说明书和产品合格证；对设备开箱应按下列项目进行检查，并应做出记录：

1. 箱号和箱数以及包装情况。

2. 设备名称、型号和规格。

3. 装箱清单、设备的技术文件、资料和专用工具。

4. 设备有无缺损件，表面有无损坏和锈蚀等。

5. 其他需要记录的情况。

七、保温工程

保温层施工应符合下列规定：

1. 当保温层厚度超过 100mm 时，应分为两层或多层逐层施工。

2. 保温棉毡、垫的保温厚度和密度应均匀，外形应规整，密度应符合设计要求。

3. 瓦块式保温制品的拼缝宽度不得大于 5mm。缝隙用石棉灰胶泥填满，并砌严密，瓦块内应抹 3～5mm 厚的石棉灰胶泥层，且施工时应错缝。当使用 2 层以上的保温制品

时，同层应错缝，里外层应压缝，其搭接长度不应小于50mm。每块瓦应有2道镀锌钢丝或箍带扎紧，不得采用螺旋形捆扎方法。

4. 各种支架及管道设备等部位，在保温时应预留出一定间隙，保温结构不得妨碍支架的滑动和设备的正常运行。

5. 管道端部或有盲板的部位应敷设保温层。

八、试压、清洗、试运行

1. 一级管网及二级管网应进行强度试验验和严密性试验。强度试验压力应为1.5倍的设计压力，严密性试验压力应为1.25倍设计压力，且不得低于0.6MPa。

2. 热力站、中继泵站内的管道和设备的试验应符合下列规定：

(1) 站内所有系统均应进行严密性试验，试验压力应为1.25倍设计压力，且不得低于0.6MPa。

(2) 热力站内设备应按设计要求进行试验。当设备有特殊要求时，试验压力应按产品说明书或根据设备性质确定。

(3) 开式设备只做满水试验，以无渗漏为合格。

3. 供热管网的清洗应在试运行前进行。

4. 清洗方法应根据供热管道的运行要求、介质类别而定。可分为人工清洗、水力冲洗和气体吹洗。

5. 清洗前，应编制清洗方案。方案中应包括清洗方法、技术要求、操作及安全措施等内容。

6. 试运行应在单位竣工验收合格，热源已具备供热条件后进行。

7. 试运行前，应编制试运行方案。在环境温度低于5℃进行试运行时，应制定可靠的防冻措施。试运行方案应由建设单位、设计单位进行审查同意并进行交底。

8. 试运行应符合下列要求：

(1) 供热管线工程宜与热力站工程联合进行试运行。

(2) 供热管线的试运行应有完善、灵敏、可靠的通讯系统及其他安全保障措施。

(3) 在试运行期间管道法兰、阀门、补偿器及仪表等处的螺栓应进行热拧紧。热拧紧时的运行压力应为0.3MPa以下，温度宜达到设计温度，螺栓应对称、均匀适度紧固。在热拧紧部位应采取保护操作人员安全的可靠措施。

(4) 试运行期间发现的问题，属于不影响试运行安全的，可待试运行结束后处理；若影响试运行安全，必须当即停止试运行，进行处理。试运行的时间，应从正常试运行状态的时间开始运行72h。

(5) 供热工程应在建设单位、设计单位认可的参数下试运行，试运行的时间应为连续运行72h。试运行应缓慢地升温，升温速度不应大于10℃/h。在低温试运行期间，应对管道、设备进行全面检查，支架的工作状况应做重点检查。在低温试运行正常以后，可再缓慢升温到试运行参数下运行。

(6) 试运行期间，管道、设备的工作状态应正常，并应做好检验和考核的各项工作及试运行资料等记录。

九、竣工验收

1. 工程质量验收分为“合格”和“不合格”。不合格的不予验收，直到返修、返工

合格。

2. 工程质量验收按分项、分部、单位工程划分。

(1) 分项工程包括下列内容：

1) 沟槽、模板、钢筋、混凝土（垫层、基础、构筑物）、砌体结构、防水、止水带、预制构件安装、回填土等土建分项工程。

2) 管道安装、支架安装、设备及管路安装、焊接、管道防腐及保温等热机分项工程。

3) 热力站、中继泵站的建筑和结构部分等按现行国家有关标准执行。

(2) 分部工程宜按长度、专业或部位划分为若干个分部工程。如工程规模小，可不划分部工程。

(3) 单位工程宜为一个合同项目。

3. 验收评定应符合下列要求：

(1) 分项工程符合下列二项要求者，为“合格”：

1) 主控项目（在项目栏列有 Δ 者）的合格率应达到 100%。

2) 一般项目的合格率不应低于 80%，且不符合规范要求的点，其最大偏差应在允许偏差的 1.5 倍之内。

凡达不到合格标准的分项工程，必须返修或返工，直到合格。

(2) 分部工程的所有分项工程均为合格，则该分部工程为合格。

(3) 单位工程的所有分项工程均为合格，则该单位工程为合格。

2K315022 熟悉城市热力管网的分类和主要附件

一、热力管网的分类

(一) 按热媒种类

1. 蒸汽热网可分为：高压、中压、低压蒸汽热网

2. 热水热网

(1) 高温热水热网：$t \geqslant 100℃$；

(2) 低温热水热网：$t \leqslant 95℃$。

(二) 按所处地位

1. 一级管网：从热源至热力站的供回水管网。

2. 二级管网：从热力站到用户的供回水管网。

(三) 按敷设方式

1. 地沟敷设可分为：通行地沟、半通行地沟、不通行地沟。

2. 架空敷设可分为：高支架、中支架、低支架。

3. 直埋敷设：管道直接埋设在地下，无管沟。

(四) 按系统形式

1. 闭式系统：一次热网与二次热网采用换热器连接，一次热网热媒损失很小，但中间设备多，实际使用较广泛。

2. 开式系统：直接消耗一次热媒，中间设备极少，但一次热媒补充量大。

(五) 按供回分类

1. 供水管（汽网时：供汽管）：从热源至热用户（或热力站）的管道。

2. 回水管（汽网时：凝水管）：从热用户（或热力站）回至热源的管道。

二、热力管网的主要附件

热力管网的主要附件有：补偿器、支吊架、阀门等。

（一）补偿器

热力管道内的介质温度较高，热力网本身长度又较长，故热网产生的温度变形量就大，其热膨胀约束的应力也会很大。为了释放温度变形，消除温度应力，以确保管网运行安全，各种适应管道温度变形的补偿器也就应运而生。

热力网中几种常用补偿形式见表 2K315022-1。

热力网中常用补偿形式简明示表　　表 2K315022-1

序	名　称	补偿原理	特　点
1	自然补偿	利用管道自身弯管段的弹性来进行补偿	利用管道自身的弯头来进行补偿，是最简单经济的补偿，在设计中首先采用。但一般补偿量较小
2	波纹管补偿器	利用波纹管的可伸缩性来进行补偿	补偿量大，品种多，规格全，安装与检修都较方便，被广泛使用。但其内压轴向推力大，价格较贵，且对其防失稳有严格的要求
3	球形补偿器	利用球形的转向性来达到补偿的目的	补偿能力大，空间小，局部阻力小，投资少，安装方便，适合在长距离架空管上安装，但热媒易泄漏
4	套筒补偿器	利用套筒的可伸缩性来进行补偿	补偿能力大，占地面积小，成本低，流体阻力小，但热媒易泄漏，维护工作量大，产生推力较大
5	方形补偿器	利用 4 个 90°弯头的弹性来达到补偿的目的	加工简单，安装方便，安全可靠，价格低廉，但占空间大，局部阻力大

（二）支吊架

支吊架承受巨大的推力或管道的荷载，并协助补偿器传递管道温度伸缩位移（如滑动支架）或限制管道温度伸缩位移（如导向支架），在热力管网中起着重要的作用。几种主要的常用支吊架见表 2K315022-2。

几种主要常用支吊架的简明作用及特点　　表 2K315022-2

名　称		作　用	特　点
支架	固定支架	使管道在该点无任何方向位移	承受作用力很大，多设置在补偿器和附件旁
	滑动支架	管道在该处允许有较小的滑动	形式简单，加工方便，使用广泛
	导向支架	限制管道向某一方向位移	形式简单，作用重要，使用较广泛
	弹簧支架	管道有垂直位移时使用，不能承受水平荷载	形式较复杂，使用在重要场合
吊架	刚性吊架	适用垂直位移为零的管道	加工、安装方便，能承受管道荷载及水平位移。但应注意及时调整吊杆的长度
	弹簧吊架	能承受三向位移和荷载	形式较复杂，使用在重要场合

（三）阀门

阀门在热力管网中起到开启、关闭、调节、安全、疏水等重要作用。以下是对安置阀门最常见的几种要求：

1. 热力网管道的干线、支干线、支线的起点应安装关断阀门；

2. 当供热系统采用质调节时，宜在供水或回水总管上装设自动流量调节阀。当供热系统采用变流量调节时，宜装设自力式差压调节阀；

3. 当热水供应系统换热器热水出口上装有阀门时，应在每台换热器上设安全阀；当每台换热器出口管不设阀门时，应在生活热水总管阀门前设安全阀；

4. 工作压力大于或等于 1.6MPa，且公称直径大于或等于 500mm 的管道上的闸阀应安装旁通阀；

5. 公称直径大于或等于 500mm 的阀门，宜采用电驱动装置；

6. 蒸汽管道的低点和垂直升高的管段前应设启动疏水和经常性疏水装置；

7. 热水和凝结水管道的高点应安装放气装置；热水和凝结水管道的低点应安装放水装置。

8. 温度对阀门等管件材质的要求（表 2K315022-3）。

环境温度对阀门附件的材质的要求（按室外采暖计算温度 t 计） 表 2K315022-3

t（℃）	管道的阀门及附件的工作条件	要求材料
＜−5	露天敷设的不连续运行的凝结水管道放阀	不得用灰铸铁制品
＜−10	露天敷设热水管道设备附件	不得用灰铸铁制品
＜−30	露天敷设热水管道上的阀门、附件	应采用钢制阀门及附件
—	城市热力网蒸汽管道，在任何条件下	应采用钢制阀门及附件

2K315030 城市燃气管道施工

2K315031 掌握城市燃气管道安装要求

一、燃气管道材料选用

高压和中压 A 燃气管道，应采用钢管；中压 B 和低压燃气管道，宜采用钢管或机械接口铸铁管。中、低压地下燃气管道采用聚乙烯管材时，应符合有关标准的规定。

二、室内燃气管道安装

（一）管道安装要求

1. 燃气管道采用螺纹连接时，煤气管可选用厚白漆或聚四氟乙烯薄膜为填料；天然气或液化石油气管选用石油密封脂或聚四氟乙烯薄膜为填料。

2. 燃气管道敷设高度（从地面到管道底部或管道保温层部）应符合下列要求：

（1）在有人行走的地方，敷设高度不应小于 2.2m；

（2）在有车通行的地方，敷设高度不应小于 4.5m。

（二）燃气设备的安装要求

燃具与燃气管道宜采用硬管连接，镀锌活接头内用密封圈加工业脂密封。采用软管连接时，家用燃气灶和实验室用的燃烧器，其连接软管长度不应超过 2m，并不应有接口，工业生产用的需移动的燃气燃烧设备，其连接软管的长度不应超过 30m，接口不应超过 2 个，燃气用软管应采用耐油橡胶管，两端加装轧头及专用接头，软管不得穿墙、窗和门。燃气管道应涂以黄色的防腐识别漆。

三、室外燃气管道安装

（一）管道安装基本要求

1. 地下燃气管道不得从建筑物和大型构筑物的下面穿越。

地下燃气管道与建筑物，构筑物基础或相邻管道之间的水平和垂直净距，不应小于表 2K315031-1、表 2K315031-2 的规定。

地下燃气管道与建筑物、构筑物或相邻管道之间的水平净距（m）　　表 2K315031-1

项　　目		地下燃气管道				
		低　压	中　压		高　压	
			B	A	B	A
建筑物的基础		0.7	1.0	1.5	4.0	6.0
给水管		0.5	0.5	0.5	1.0	1.5
排水管		1.0	1.2	1.2	1.5	2.0
电力电缆		0.5	0.5	0.5	1.0	1.5
通讯电缆	直埋	0.5	0.5	0.5	1.0	1.5
	在导管内	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5
其他燃气管道	DN<300mm	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
	DN>300mm	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
热力管	直埋	1.0	1.0	1.0	1.5	2.0
	在管沟内	1.0	1.5	1.5	2.0	4.0
电杆（塔）的基础	<35kV	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	>35kV	2.0	2.0	2.0	5.0	5.0
通讯照明电杆（至电杆中心）		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
铁路钢轨		5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
有轨电车钢轨		2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
街树（至树中心）		0.75	0.75	0.75	1.2	1.2

地下燃气管道与构筑物或相邻管道之间垂直净距（m）　　表 2K315031-2

项　　目		地下燃气管道（当有套管时，以套管计）
给水管、排水管或其他燃气管道		0.15
热力管的管沟底（或顶）		0.15
电　缆	直　埋	0.50
	在导管内	0.15
铁路轨底		1.20
有轨电车轨底		1.00

注：如受地形限制布置有困难，而又确实无法解决时，经与有关部门协商，采取行之有效的防护措施后，上表净距均可适当缩小。

2. 地下燃气管道埋设的最小覆土厚度（路面至管顶）应符合下列要求：

埋设在车行道下时，不得小于 0.9m；埋设在非车行道下时，不得小于 0.6m；埋设在庭院时，不得小于 0.3m；埋设在水田下时，不得小于 0.8m（当采取行之有效的防护措施后，上述规定均可适当降低）。

3. 地下燃气管道不得在堆积易燃、易爆材料和具有腐蚀性液体的场地下面穿越，并不宜与其他管道或电缆同沟敷设。当需要同沟敷设时，必须采取防护措施。

4. 地下燃气管道穿过排水管、热力管沟、联合地沟、隧道及其他各种用途沟槽时，应将燃气管道敷设于套管内。套管伸出构筑物外壁不应小于表 2K315031-1 中燃气管道与

该构筑物的水平距离。套管两端的密封材料应采用柔性的防腐、防水材料密封。

5. 燃气管道穿越铁路、高速公路、电车轨道和城镇主要干道时应符合下列要求：

（1）穿越铁路和高速公路的燃气管道，其外应加套管，并提高绝缘防腐等级。

（2）穿越铁路的燃气管道的套管，应符合下列要求：

1）套管埋设的深度：铁路轨道至套管顶不应小于 1.20m，并应符合铁路管理部门的要求；

2）套管宜采用钢管或钢筋混凝土管；

3）套管内径应比燃气管道外径大 100mm 以上；

4）套管两端与燃气管的间隙应采用柔性的防腐、防水材料密封，其一端应装设检漏管；

5）套管端部距路堤坡角外距离不应小于 2.0m。

（3）燃气管道穿越电车轨道和城镇主要干道时宜敷设在套管或地沟内；穿越高速公路的燃气管道的套管、穿越电车和城镇主要干道的燃气管道的套管或地沟，应符合下列要求：

1）套管内径应比燃气管道外径大 100mm 以上，套管或地沟两端应密封，在重要地段的套管或地沟端部宜安装检漏管；

2）套管端部距电车道边轨不应小于 2.0m；距道路边缘不应小于 1.0m。

3）燃气管道宜垂直穿越铁路、高速公路、电车轨道和城镇主要干道。

6. 燃气管道通过河流时，可采用穿越河底或采用管桥跨越的形式。当条件许可时也可利用道路桥梁跨越河流，并应符合下列要求：

（1）利用道路桥梁跨越河流的燃气管道，其管道的输送压力不应大于 0.4MPa；

（2）当燃气管道随桥梁敷设或采用管桥跨越河流时，必须采取安全防护措施；

（3）燃气管道随桥梁敷设，宜采取如下安全防护措施：

1）敷设于桥梁上的燃气管道应采用加厚的无缝钢管或焊接钢管，尽量减少焊缝，对焊缝进行 100%无损探伤；

2）跨越通航河流的燃气管道管底标高，应符合通航净空的要求，管架外侧应设置护桩；

3）在确定管道位置时，应与随桥敷设的其他可燃的管道保持一定间距；

4）管道应设置必要的补偿和减震措施；

5）过河架空的燃气管道向下弯曲时，向下弯曲部分与水平管夹角宜采用 45°形式；

6）对管道应做较高等级的防腐保护。

对于采用阴极保护的埋地钢管与随桥管道之间应设置绝缘装置。

7. 燃气管道穿越河底时，应符合下列要求：

（1）燃气管道宜采用钢管；

（2）燃气管道至规划河底的覆土厚度，应根据水流冲刷条件确定，对不通航河流不应小于 0.5m；对通航的河流不应小于 1.0m，还应考虑疏浚和投锚深度；

（3）稳管措施应根据计算确定；

（4）在埋设燃气管道位置的河流两岸上、下游应设立标志；

（5）燃气管道对接安装引起的误差不得大于 3°，否则应设置弯管，次高压燃气管道

的弯管应考虑盲板力。

（二）管道埋设的基本要求

1. 沟槽开挖

（1）混凝土路面和沥青路面的开挖应使用切割机切割。

（2）管道沟槽应按设计规定的平面位置和标高开挖。当采用人工开挖且无地下水时，槽底预留值宜为 0.05～0.10m；当采用机械开挖且有地下水时，槽底预留值不小于 0.15m；管道安装前应人工清底至设计标高。

（3）管沟沟底宽度和工作坑尺寸，应根据现场实际情况和管道敷设方法确定。

（4）局部超挖部分应回填压实。当沟底无地下水时，超挖在 0.15m 以内，可采用原土回填；超挖在 0.15m 及以上，可采用石灰土处理。当沟底有地下水或水量较大时，应采用级配砂石或天然砂回填至标高。超挖部分回填后应压实，其密实度应接近原地基天然土的密实度。

（5）在湿陷性黄土地区，不宜在雨期施工，或在施工时切实排除沟内积水，开挖时应在槽底预留值 0.03～0.06m 厚的土层进行压实处理。

（6）沟底遇有废弃构筑物、硬石、木头、垃圾等杂物时必须清除，并应铺一层厚度不小于 0.15m 的砂土或素土，整平压实至设计标高。

（7）对软土基及特殊腐蚀土壤，应按设计要求处理。

2. 回填土

（1）不得采用冻土、垃圾、木材及软性物质回填。管道两侧及管顶以上 0.5m 内的回填土，不得含有碎石、砖块等杂物，且不得采用灰土回填。距管顶 0.5m 以上的回填土中的石块不得多于 10%、直径不得大于 0.1m，且均匀分布。

（2）沟槽的支撑应在管道两侧及管顶以上 0.5m 回填完毕并压实后，在保证安全的情况下进行拆除，并应采用细砂填实缝隙。

（3）沟槽回填时，应先回填管底局部悬空部位，再回填管道两侧。

（4）回填土应分层压实，每层虚铺厚度宜为 0.2～0.3m，管道两侧及管顶以上 0.5m 内的回填土必须采用人工压实，管顶 0.5m 以上的回填土可采用小型机械压实，每层虚铺厚度宜为 0.25～0.4m。

（5）回填土压实后，应分层检查密实度，并做好回填记录。

3. 警示带敷设

（1）埋设燃气管道的沿线应连续敷设警示带。警示带敷设前应将敷设面压实，并平整地敷设在管道的正上方，距管顶的距离宜为 0.3～0.5m，但不得敷设于路基和路面里。

（2）警示带宜采用黄色聚乙烯等不易分解的材料，并印有明显、牢固的警示语，字体不应小于 100mm×100mm。

四、燃气管道的试验方法

管道安装完毕后应依次进行管道吹扫、强度试验和严密性试验。

（一）管道吹扫

1. 管道吹扫应按下列要求选择气体吹扫或清管球清扫：

（1）球墨铸铁管道、聚乙烯管道、钢骨架聚乙烯复合管道和公称直径小于 100mm 或长度小于 100m 的钢质管道，可采用气体吹扫。

（2）公称直径大于或等于100mm的钢质管道，宜采用清管球进行清扫。

2. 管道吹扫应符合下列要求：

（1）吹扫范围内的管道安装工程除补口、涂漆外，已按设计图纸全部完成。

（2）管道安装检验合格后，应由施工单位负责组织吹扫工作，并在吹扫前编制吹扫方案。

（3）按主管、支管、庭院管的顺序进行吹扫，吹扫出的脏物不得进入已合格的管道。

（4）吹扫管段内的调压器、阀门、孔板、过滤网、燃气表等设备不得参与吹扫，待吹扫合格后再安装复位。

（5）吹扫口应设在开阔地段并加固，吹扫时应设安全区域，吹扫出口前严禁站人。

（6）吹扫压力不得大于管道的设计压力，且应不大于0.3MPa。

（7）吹扫介质宜采用压缩空气，严禁采用氧气和可燃性气体。

（8）吹扫合格设备复位后，不得再进行影响管内清洁的其他作业。

3. 气体吹扫应符合下列要求：

（1）吹扫气体流速不宜小于20m/s。

（2）吹扫口与地面的夹角应在30°～45°之间，吹扫口管段与被吹扫管段必须采取平缓过渡对焊，吹扫口直径应符合表2K315031-3的规定。

吹扫口直径（mm） **表2K315031-3**

末端管道公称直径 DN	$DN<150$	$150\leqslant DN\leqslant 300$	$DN\geqslant 350$
吹扫口公称直径	与管道同径	150	250

（3）每次吹扫管道的长度不宜超过500m；当管道长度超过500 m时，宜分段吹扫。

（4）当管道长度在200m以上，且无其他管段或储气容器可利用时，应在适当部位安装吹扫阀，采取分段储气，轮换吹扫；当管道长度不足200m，可采用管道自身储气放散的方式吹扫，打压点与放散点应分别设在管道的两端。

（5）当目测排气无烟尘时，应在排气口设置白布或涂白漆木靶板检验，5min内靶上无铁锈、尘土等其他杂物为合格。

4. 清管球清扫应符合下列要求：

（1）管道直径必须是同一规格，不同管径的管道应断开分别进行清扫。

（2）对影响清管球通过的管件、设施，在清管前应采取必要措施。

（3）清管球清扫完成后，应按上述3中（5）进行检验，如不合格可采用气体再清扫至合格。

（二）强度试验

一般情况下试验压力为设计输气压力的1.5倍，但钢管不得低于0.4MPa，聚乙烯管（SDR11）不得低于0.4MPa，聚乙烯管（SDR17.6）不得低于0.2MPa。当压力达到规定值后，应稳压1h，然后用肥皂水对管道接口进行检查，全部接口均无漏气现象认为合格。若有漏气处，可放气后进行修理，修理后再次试验，直至合格。

（三）严密性试验

严密性试验应在强度试验合格、管线全线回填后进行。严密性试验压力根据管道设计输气压力而定，当设计输气压力 $P<5$kPa时，试验压力为20kPa；当 $P\geqslant 5$kPa时，试验

压力应为设计压力的1.15倍，但不得低于0.1MPa。严密性试验前应向管道内充气至试验压力，燃气管道的严密性试验持续时间一般不少于24h，实际压力降不超过允许值为合格。

2K315032　熟悉城市燃气管道的分类和主要附件

一、燃气管道的分类

（一）燃气分类

燃气是以可燃气体为主要组分的混合气体燃料。城镇燃气是指符合国家规范要求的，供给居民生活、公共建筑和工业企业生产作燃料用的，公用性质的燃气。主要有人工煤气（简称煤气）、天然气和液化石油气。

（二）燃气管道分类

1. 根据用途分类

（1）长距离输气管道：其干管及支管的末端连接城市或大型工业企业，作为供应区的气源点。

（2）城市燃气管道

1）分配管道：在供气地区将燃气分配给工业企业用户、公共建筑用户和居民用户。分配管道包括街区的和庭院的分配管道。

2）用户引入管：将燃气从分配管道引到用户室内管道引入口处的总阀门。

3）室内燃气管道：通过用户管道引入口的总阀门将燃气引向室内，并分配到每个燃气用具。

（3）工业企业燃气管道

1）工厂引入管和厂区燃气管道：将燃气从城市燃气管道引入工厂，分送到各用气车间。

2）车间燃气管道：从车间的管道引入口将燃气送到车间内各个用气设备（如窑炉）。车间燃气管道包括干管和支管。

3）炉前燃气管道：从支管将燃气分送给炉上各个燃烧设备。

2. 根据敷设方式分类

（1）地下燃气管道：一般在城市中常采用地下敷设。

（2）架空燃气管道：在管道通过障碍时，或在工厂区为了管理维修方便，采用架空敷设。

3. 根据输气压力分类

燃气管道之所以要根据输气压力来分级，是因为燃气管道的严密性与其他管道相比，有特别严格的要求，漏气可能导致火灾、爆炸、中毒或其他事故。燃气管道中的压力越高，管道接头脱开或管道本身出现裂缝的可能性和危险性也越大。当管道内燃气的压力不同时，对管道材质、安装质量、检验标准和运行管理的要求也不同。

我国城市燃气管道根据输气压力一般分为：

（1）低压燃气管道：$P<0.01$MPa；

（2）中压B燃气管道：$0.01\text{MPa}\leqslant P\leqslant 0.2$MPa；

（3）中压A燃气管道：$0.2\text{MPa}<P\leqslant 0.4$MPa；

（4）次高压 B 燃气管道：0.4MPa＜P≤0.8MPa；

（5）次高压 A 燃气管道：0.8MPa＜P≤1.6MPa；

（6）高压 B 燃气管道：1.6MPa＜P≤2.5MPa；

（7）高压 A 燃气管道：2.5MPa＜P≤4.0MPa。

中压 B 和中压 A 管道必须通过区域调压站、用户专用调压站才能给城市输配管网中的低压和中压管道供气，或给工厂企业、大型公共建筑用户以及锅炉房供气。

一般由城市高压 B 燃气管道构成大城市输配管网系统的外环网。高压 B 燃气管道也是给大城市供气的主动脉。高压燃气必须通过调压站才能送入中压管道、高压储气罐以及工艺需要高压燃气的大型工厂企业。

高压 A 输气管通常是贯穿省、地区或连接城市的长输管线，它有时构成了大型城市输配管网系统的外环网。

城市燃气管网系统中各级压力的干管，特别是中压以上压力较高的管道，应连成环网，初建时也可以是半环形或枝状管道，但应逐步构成环网。

城市、工厂区和居民点可由长距离输气管线供气，个别距离城市燃气管道较远的大型用户，经论证确系经济合理和安全可靠时，可自设调压站与长输管线连接。除了一些允许设专用调压器的、与长输管线相连接的管道检查站用气外，单个的居民用户不得与长输管线连接。

在确有充分必要的理由和安全措施可靠的情况下，并经有关上级批准之后，城市里采用高压的燃气管道也是可以的。同时，随着科学技术的发展，有可能改进管道和燃气专用设备的质量，提高施工管理的质量和运行管理的水平，在新建的城市燃气管网系统和改建旧有的系统时，燃气管道可采用较高的压力，这样能降低管网的总造价或提高管道的输气能力。

二、燃气管道主要附件

为了保证管网的安全运行，并考虑到检修、接线的需要，在管道的适当地点设置必要的附属设备。这些设备包括阀门、补偿器、排水器、放散管等。

（一）阀门

阀门是用于启闭管道通路或调节管道介质流量的设备。因此要求阀体的机械强度高，转动部件灵活，密封部件严密耐用，对输送介质的抗腐性强，同时零部件的通用性好，安装前应做严密性试验，不渗漏为合格，不合格者不得安装。

安装阀门应注意的问题：

1. 方向性：一般阀门的阀体上有标志，箭头所指方向即介质的流向，必须特别注意，不得装反。因为有多种阀门要求介质单向流通，如安全阀、减压阀、止回阀等。截止阀为了便于开启和检修，也要求介质由下而上通过阀座。

2. 安装位置要从长期操作和维修着眼，尽可能方便操作维修，同时还要考虑到组装外形美观，阀门手轮不得向下，避免仰脸操作；落地阀门手轮朝上，不得歪斜；在工艺允许的前提下，阀门手轮宜位于齐胸高，以便于启阀；明杆闸阀不要安装在地下，以防腐蚀。有些阀门的安装位置有特殊要求，如减压阀要求直立地安装在水平管道上，不得倾斜。总之，要根据阀门工作原理确定其安装位置，否则阀门就不能有效地工作，或不起作用。

3. 其他应注意的问题：在施工中，对各种阀门还应核对规格型号，鉴定有无损坏，消除通口封盖和阀内杂物，检验密封程度；脆性材料（如铸铁）制作的阀门，不得受重物撞击，大型阀门起吊，绳子不能拴在手轮或阀杆上；安装螺纹阀门时，不要把用作填料的麻丝挤到阀门里面；安装旋塞时注意清除阀门包装物及其污物；安装法兰阀门时，法兰之间端面要平行，不得使用双垫，紧固螺栓时要对称进行，用力均匀。

（二）补偿器

补偿器作为消除管段胀缩应力的设备，常用于架空管道和需要进行蒸汽吹扫的管道上。补偿器常安装在阀门的下侧（按气流方向），利用其伸缩性能，方便阀门的拆卸和检修。在埋地燃气管道上，多用钢制波形补偿器，其补偿量约 10mm 左右。为防止其中存水锈蚀，由套管的注入孔灌入石油沥青，安装时注入孔应在下方。补偿器的安装长度，应是螺杆不受力时的补偿器的实际长度，否则不但不能发挥其补偿作用，反使管道或管件受到不应有的应力。

波形补偿器安装时，应按设计规定的补偿量进行预拉伸（压缩）。波形补偿器内套有焊缝的一端，应安装在燃气流入端，并应采取防止波形补偿器内积水的措施。

（三）排水器

为排除燃气管道中的冷凝水和石油伴生气管道中的轻质油，管道敷设时应有一定坡度，以便在低处设排水器，将汇集的水或油排出。

（四）放散管

这是一种专门用来排放管道内部的空气或燃气的装置。在管道投入运行时利用放散管排出管内的空气，在管道或设备检修时，可利用放散管排放管内的燃气，防止在管道内形成爆炸性的混合气体。

（五）阀门井

为保证管网的安全与操作方便，地下燃气管道上的阀门一般都设置在阀门井口。阀门井应坚固耐久，有良好的防水性能，并保证检修时有必要的空间。考虑到人员的安全，井筒不宜过深。

2K315033　了解城市燃气管网调压站附属设施

一、城市燃气管网

1. 城市燃气输配系统的构成

现代化的城市燃气输配系统是复杂的综合设施，通常由下列部分构成：

（1）低压、中压以及高压等不同压力等级的燃气管网；

（2）城市燃气分配站或气站、各种类型的调压站或调压装置；

（3）储配站；

（4）监控与调度中心；

（5）维护管理中心。

输配系统应保证不间断地、可靠地给用户供气，在运行管理方面应是安全的，在维修检测方面应是简便的。还应考虑在检修或发生故障时，可关断某些部分管段而不致影响全系统的工作。

在一个输配系统中，宜采用标准化和系列化的站室、构筑物和设备。采用的系统方案

应具有最大的经济效益，并能分阶段地建造和投入运行。

2. 城市燃气管网系统

城市输配系统的主要部分是燃气管网，根据所采用的管网压力级制不同可分为：

（1）一级系统：仅用低压管网来分配和供给燃气，一般只适用于小城镇的供气，如供气范围较大时，则输送单位体积燃气的管材用量将急剧增加；

（2）二级系统：由低压和中压 B 或低压和中压 A 两级管网组成；

（3）三级系统：包括低压、中压和高压的三级管网；

（4）多级系统：由低压、中压 B、中压 A 和高压 B，甚至高压 A 的管网组成。

二、储配站

储配站是接受气源来气并进行净化、加臭、贮存、控制供气压力、气量分配、计量和气质检测。

（一）高压储配站

在低峰时，由燃气高压干线来的燃气一部分经过一级调压进入高压球罐，另一部分经过二级调压进入城市；在高峰时，高压球罐和经过一级调压后的高压干管来气汇合经过二级调压送入城市。为了提高储罐的利用系数，可在站内安装引射器，当储气罐内的燃气压力接近管网压力时，可以利用高压干管的高压燃气把燃气从压力较低的罐中引射出来，以提高整个罐站的容积利用系数。引射器除了能提高高压储罐的利用系数之外，当需要开罐检查时，它可以把准备检查的罐内压力降到最低，减少开罐时所必须放散到大气中的燃气量，以提高经济效益，减少大气污染。

（二）低压储配站

当城市采用低压气源，而且供气规模又不特别大时，燃气供应系统通常采用低压储气，与其相适应，需建设低压储配站。低压储配站的作用是在低峰时将多余的燃气储存起来，在高峰时，通过储配站的压缩机将燃气从低压储罐中抽出，压送到中压管网，保证正常供气。

城市燃气供应系统中设置储配站的数量及其位置的选择，需要根据供气规模、城市的特点，通过技术经济比较确定。

（三）储配站站址选择要求

储配站应符合城市规划的要求；与周围建、构筑物的防火间距，必须符合现行的国家标准的规定，并应远离居民稠密区、大型公共建筑、重要物资仓库以及通信和交通枢纽等重要设施；储配站站址应具有适宜的地形、工程地质、供电、给水排水和通信等条件；储配站应少占农田、节约用地并应注意与城市景观相协调。

三、调压站

调压站在城市燃气管网系统中是用来调节和稳定管网压力的设施。通常是由调压器、阀门、过滤器、安全装置、旁通管及测量仪表等组成。有的调压站还装有计量设备，除了调压以外，还起计量作用，通常将这种调压站叫做调压计量站。

（一）调压器

燃气供应系统的压力工况是利用调压器来控制的，调压器的作用是根据燃气的需用情况将燃气调至不同压力，在燃气输配系统中，所有调压器均是将较高的压力降至较低的压力，因此调压器是一个降压设备。调压器通常安设在气源厂、燃气压送站、分配站、储罐

站、输配管网和用户处。

（二）阀门

调压站进口及出口处设置的阀门，主要是当调压器、过滤器检修或发生事故时切断燃气。在调压站之外的进、出口管道上亦应设置切断阀门，此阀门是常开的（但要求它必须随时可以关断），并和调压站相隔一定的距离，以便当调压站发生事故时，不必靠近调压站即可关闭阀门，避免事故蔓延和扩大。

（三）过滤器

燃气中含有的固体悬浮物很容易积存在调压器和安全阀内，妨碍阀芯和阀座的配合，破坏了调压器和安全阀的正常工作。因此，有必要在调压器入口处安设过滤器以清除燃气中的固体悬浮物。调压站常采用以马鬃或玻璃丝作填料的过滤器。

过滤器前后应设置压差计，根据测得的压力降可以判断过滤器的堵塞情况。在正常工作情况下，燃气通过过滤器的压力损失不得超过 10kPa，压力损失过大时应拆下清洗。

（四）安全装置

当负荷为零而调压器阀口关闭不严，以及调压器中薄膜破裂或调节系统失灵时，出口压力会突然增高，它会危及设备的正常工作，甚至会对公共安全造成危害。

防止出口压力过高的安全装置有安全阀、监视器装置和调压器并联装置。

（五）旁通管

为了保证在调压器维修时不间断地供气，在调压站内设有旁通管。燃气通过旁通管供给用户时，管网的压力和流量是由手动调节旁通管上的阀门来实现。对于高压调压装置，为便于调节，通常在旁通管上设置两个阀门。

选择旁通管的管径时，要根据燃气最低的进口压力和需要的出口压力以及管网的最大负荷进行计算。旁通管的管径通常比调压器出口管的管径小 2～3 号。

（六）测量仪表

为了判断调压站中各种装置及设备工作是否正常，需设置各种测量仪表。通常调压器入口安装指示式压力计，出口安装自记式压力计，自动记录调压器出口瞬时压力，以便监视调压器的工作状况。

专用调压站通常还安装流量计。

2K316000　生活垃圾填埋处理工程

2K316010　生活垃圾填埋处理工程施工

2K316011　熟悉泥质防水层及膨润土垫（GCL）的施工要求

一、泥质防水层施工

泥质防水层施工技术的核心是掺加膨润土的拌合土层施工技术。理论上，土壤颗粒越细，含水量适当，密实度高，防渗性能越好。膨润土是一种以蒙脱石为主要矿物成分的黏土岩，膨润土含量越高抗渗性能越好。但膨润土是一种比较昂贵的矿物，且土壤如果过分加以筛选，会增大投资成本，因此实际做法是：选好土源，检测土壤成分，通过做不同掺量的土样，优选最佳配比；做好现场拌合工作，严格控制含水率，保证压实度；分层施工

同步检验，严格执行验收标准，不符合要求的坚决返工。施工单位应根据上述内容安排施工程序和施工要点。

（一）施工程序

具体程序为：

验收场地基础 → 选择防渗层土源 → 做多组不同掺量的试验 → 做多组土样的渗水试验 → 选择抗渗达标又比较经济的配比作为施工配比 → 施工现场按照相应的配比拌合土样 → 土样现场摊铺、压实 → 分层施工同步检验 → 工序检验达标完成

（二）控制要点

1. 审查施工队伍的资质

应审查施工单位的资质：营业执照、专业工程施工许可证、质量管理水平是否符合本工程的要求；从事同类工程的业绩和工作经验；合同履约情况是否良好，不合格者不能施工。通过对施工队伍资质的审核，保证有相应资质、作业能力的施工队伍进行施工。

2. 膨润土进货质量

应采用材料招标方法选择供货商，审核生产厂家的资质，核验产品出厂三证（产品合格证、产品说明书、产品试验报告单），进货时进行产品质量检验，组织产品质量复验或见证取样，确定合格后方可进场。进场后注意产品保护。通过严格控制，确保关键原材料合格。

3. 膨润土掺加量的确定

应在施工现场内选择土壤，通过对多组配合土样的对比分析，优选出最佳配合比，达到既能保证施工质量，又可节约工程造价的目的。

4. 拌合均匀度，含水量及碾压压实度

应在操作过程中确保掺加膨润土数量准确，拌合均匀，机拌不能少于 2 遍，含水量最大偏差不宜超过 2%，振动压路机碾压控制在 4～6 遍，碾压密实。

5. 质量检验

应严格按照合同约定的检验频率和质量检验标准同步进行，检验项目包括压实度试验和渗水试验两项。

二、土工合成材料膨润土垫（GCL）施工

1. 土工合成材料膨润土垫（GCL）是两层土工合成材料之间夹封膨润土粉末（或其他低渗透性材料），通过针刺、粘接或缝合而制成的一种复合材料，主要用于密封和防渗。

2. GCL 施工必须在平整的土地上进行；对铺设场地条件的要求比土工膜低。GCL 之间的连接以及 GCL 与结构物之间的连接都很简单，并且接缝处的密封性也容易得到保证。GCL 不能在有水的地面及下雨时施工，在施工完后要及时铺设其上层结构如 HDPE 膜等材料。大面积铺设采用搭接形式，不需要缝合，搭接缝应用膨润土防水浆封闭。对 GCL 出现破损之处可根据破损大小采用撒膨润土或者加铺 GCL 方法修补。

3. GCL 在坡面与地面拐角处防水垫应设置附加层，先铺设 500mm 宽沿拐角两面各 250mm 后，再铺大面积防水垫。坡面顶部应设置锚固沟，固定坡面防水垫的端部。对于有排水管穿越防水垫部位，应加设 GCL 防水垫附加层，管周围膨润土妥善封闭。每天防

水垫操作后要逐缝、逐点位进行细致检验验收，如有缺陷立即修补。

2K316012　熟悉聚乙烯（HDPE）膜防渗层的施工要求

高密度聚乙烯（HDPE）防渗膜具有防渗性好、化学稳定性好、机械强度较高、气候适应性强、使用寿命长、敷设及焊接施工方便的特点。

HDPE 防渗膜施工工序是整个垃圾填埋场工程施工中一道关键的工序，整个工程的成败取决于防渗层的施工质量。采用 HDPE 膜防渗技术的核心是 HDPE 膜的施工质量。而施工质量的关键环节是 HDPE 膜的产品质量及专业队伍的资质和水平，包括使用机具的有效性、工序验收的严肃性和施工季节的合理性等。因此在进行 HDPE 膜施工时，应根据以上内容安排施工程序和控制要点。

（一）施工程序

验收素土保护层 → 制定铺膜区域顺序 → 分区铺膜粘接膜缝 → 分区检验及时返修 → 进行工序检验达标

（二）控制要点

1. 审查施工队伍资质

应审查施工企业的资质：营业执照、特殊工种专业许可证施工范围、质量管理水平是否符合本工程的要求；该企业从事本类工程的业绩和工作经验。履约情况是否良好，不合格者不能施工。通过对企业的审核，保证由具备相应资质等级的企业进行施工。

2. 施工人员的上岗资格

应审核操作人员的上岗证，确认其上岗资格，相关的技术管理人员（技术人员、专业试验检验人员）能否上岗到位，工人数量是否满足工期要求。通过验证使有资格的操作人员上岗，保证工期和操作质量。

3. HDPE 膜的进货质量

HDPE 膜的质量是工程质量的关键，应采用招标方式选择供货商，严格审核生产厂家的资质，审核产品三证（产品合格证、产品说明书、产品试验检验报告单）。特别要严格检验产品的外观质量和产品的均匀度、厚度、韧度和强度，组织产品复验和见证取样检验。确定合格后，方可进场，进场应注意产品的保护。通过严格控制，确保关键原材料合格，保证工程质量。

4. 施工机具设备的有效性

应对进场使用的机具设备进行检查，包括审查须进行强制检验的机具是否在有效期内，机具种类是否齐全，数量是否满足工期需要。不合格的不能进场，种类和数量不齐的应在规定时间内补齐。

5. 施工方案和技术交底

应审核施工方案的合理性、可行性，检查技术交底单内容是否齐全，交底工作是否在施工前落实。通过检查，以保证施工方法科学、可行。操作班组在操作前明确操作方法、步骤、工艺及检验标准。

6. 施工场地及季节

应在施工前验收施工场地，达标后方可施工。HDPE 膜不得在冬季施工。

7. 严格执行检验频率和质量标准

应确保检验方法及质量标准符合合同要求及国家、地方有关技术规程和规范，并经过业主和监理单位的确认。认真执行现场检验程序，控制检验频率，及时检查，不合格必须及时返工处理，认真进行复检。

2K317000 城市园林绿化工程

2K317010 城市园林绿化工程施工

城市园林绿化工程包括土方工程、给水排水工程、假山工程、水景工程、铺装工程、桥梁工程、古建筑工程、绿化工程、灌溉工程、用电及照明工程等。其中古建筑工程与市政公用工程相去较远，假山工程和绿化工程比较特殊，其他主体工程的施工要求与市政公用工程中相关工程类似，可以借鉴运用。本章仅对假山工程和绿化工程的施工要求作一简述。

2K317011 熟悉城市绿化工程施工要求

常用的城市绿化工程施工有树木栽植、草坪建植、花坛花境建植等。

一、树木栽植

树木栽植成功与否，受各种因素的制约，如树木自身的质量及其移植期，生长环境的温度、光照、土壤、肥料、水分、病虫害等。

树木有深根性和浅根性两种。种植深根性的树木应有深厚的土壤，在移植大乔木时比小乔木、灌木需要更多的根土。所以栽植地要有较大的有效深度。具体可见表2K317011-1。

植物生长所必需的最低限度土层厚度　　表 2K317011-1

种　　类	植物生存的最小厚度（cm）	植物培育的最小厚度（cm）
草类、地被	15	30
小灌木	30	45
大灌木	45	60
浅根性乔木	60	90
深根性乔木	90	150

出于安全考虑，树木与架空线、地下线及建筑物等应保持一定的安全距离。

1. 树木与架空线的距离应符合下列要求：

（1）电线电压380V，树枝至电线的水平距离及垂直距离均不小于1.00m。

（2）电线电压3000～10000V，树枝至电线的水平距离及垂直距离均不小于3.00m。

2. 树木与地下管线的间距。

（1）乔木中心与各种地下管线边缘的间距均不小于0.95m。

（2）灌木边缘与各种地下管线边缘的间距均不小于0.50m。

注：各种管线指给水管、雨水管、污水管、煤气管、电力电缆、弱电电缆。

3. 树木与建筑、构筑物的平面距离

树木与建筑、构筑物的平面距离见表 2K317011-2。

树木与建筑、构筑物的平面距离　　表 2K317011-2

建筑物、构筑物名称	距乔木中心不小于（m）	距灌木边缘（m）
公路铺筑面外侧	0.8	2.00
道路侧石线（人行道外缘）	0.75	不宜种
高 2m 以下围墙	1.00	0.50
高 2m 以上围墙（及挡土墙基）	2.00	0.50
建筑物外墙上无门、窗	2.00	0.50
建筑物外墙上有门、窗（人行道旁按具体情况决定）	4.00	0.50
电杆中心（人行道上近侧石一边不宜种灌木）	2.00	0.75
路旁变压器外缘、交通灯柱	3.00	不宜种
警亭	3.00	不宜种
路牌、交通指示牌、车站标志	1.20	不宜种
消防龙头、邮筒	1.20	不宜种
天桥边缘	3.50	不宜种

4. 道路交叉口、里弄出口及道路弯道处栽植树木应满足车辆的安全视距。

树木栽植施工要点：

根据设计图纸的要求，将绿化地段与其他地界区划开来，整理出预定的地形，整理工作一般应在栽植前 3 个月以上的时期内进行。

在施工场地上，凡对施工有碍的一切障碍物如杂物、违章建筑、坟堆、砖石块等要清除干净。一般情况下已有树木凡能保留的尽可能保留。

施工定点放线要以设计提供的标准点或固定建筑物、构筑物为依据。定点放线应符合设计图纸要求，位置要准确，标记要明显。定点放线后应有设计或有关人员验点，合格后方可施工。

规则式种植，树穴位置必须排列整齐，横平竖直。行道树定点，行位必须准确，大约每 50m 钉一控制木桩，木桩位置应在株距之间。树位中心可用镐刨坑后放白灰。

孤立树定点时，应用木桩标志于树穴的中心位置上，木桩上写明树种和树穴的规格。绿篱和色带、色块，应在沟槽边线用白灰线标明。

挖种植穴、槽的位置应准确，严格以定点放线的标记为依据。穴、槽的规格应视土质情况和树木根系大小而定。一般要求树穴直径应较根系和土球直径加大 15～20cm，深度加 10～15cm。树槽宽度应在土球外两侧各加 10cm，深度加 15～20cm。如遇土质不好，需进行客土或采取施肥措施的应适当加大穴槽规格。

挖种植穴、槽应垂直下挖，穴槽壁要平滑，上下口径大小要一致，以免树木根系不能舒展或填土不实。底部应留一土堆或一层活土，挖出的表土和底土、好土、坏土分别置放。在新填土方地区挖树穴、槽，应将底部踏实。

栽植穴挖好之后，一般即可开始种树。但若种植土太瘦瘠，就要先在穴底垫一层基肥。基肥一定要用经过充分腐熟的有机肥，如堆肥、厩肥等。基肥层以上应当铺一层壤

土，厚 5cm 以上。

定植时，应先将苗木的土球或根蔸放入种植穴内，使其居中，然后将树干扶起，使其保持垂直（如果树干有弯曲，其弯向应朝当地风方向）；分层回填种植土，填土后将树根稍向上提一提，使根群舒展开，每填一层土就用锄把将土压紧实，直到填满穴坑，并使土面能够盖住树木的根茎部位。将余土绕根茎一周进行培土，做成环形的拦水围堰，其直径应略大于种植穴的直径。堰土要拍压紧实，不能松散。围堰筑完后，将捆拢树冠的草绳解开取下，使枝条舒展。

栽植深度，裸根乔苗木，应较原根茎土痕深 5～10cm；灌木应与原土痕齐；带土球苗木比土球顶部深 2～3cm。

行列式植树必须保持横平竖直，左右相差最多不超过树干一半。因此，种植时应事先栽好“标杆树”。方法是：每隔 20 株左右，用皮尺量好位置，先栽好一株，然后以这些标杆树为瞄准依据，全面开展栽植工作。

树木定植后 24h 内必须浇上第一遍水（头水、压水），水要浇透。头水浇完后和次日，应检查树苗是否有倒、歪现象，发现后应及时扶直，并用细土将堰内缝隙填严，将苗木固定好。

常规做法为定植后必须连续灌水 3 次，之后视情况适时灌水。浇三水之间，都应中耕一次，用小锄或铁耙等工具，将堰内的土表锄松。浇第 3 遍水并待水分渗入后，用细土将灌水堰内填平，使封堰土堆高于地面。土中如果含有砖石杂质等物，应挑拣出来，以免影响下次开堰。

树木自挖掘至栽植后整个过程中，若遇高气温时，应适当疏稀枝叶，或搭棚遮荫保持树木湿润，天寒风大时，应采取防风保温措施。

乔木、大灌木、在栽植后均应支撑。支撑可用十字支撑、扁担支撑、三角支撑或单柱支撑。成排树木或栽植较近的树木，可用绳索相互连接，在两端或中间适当地方设置支撑柱。支柱要牢固，树木绑扎处应夹垫软质物，绑扎后树干必须保持正直。

因受坑槽限制胸径在 12cm 以下树木，尤其是行道树，可用单柱支撑。支柱长 3.5m，于栽植前埋深 1.1m（从地面起），支柱应设在盛行风向的一面。支柱中心和树木中心距离为 35cm。

非栽植季节栽植，应按不同树种采取相应的技术措施：最大程度的强修剪应至少保留树冠的1/3；凡可摘叶的应摘去部分树叶，但不可伤害幼芽；夏季要搭棚遮荫、喷雾、浇水，保持二、三级分叉以下的树干湿润，冬季要防寒。

凡列为工程的树木栽植，及非栽植季节的栽植均应做好记录，作为验收资料，内容包括：栽植时间、土壤特性、气象情况、栽植材料的质量、环境条件、种植位置、栽植后植物生长情况、采取措施以及栽植人工和栽植单位与栽植者的姓名等。

二、草坪建植

草坪建植的方法有籽播、喷播、植生带、铺植等。本节简述铺植草坪的建植。

1. 草坪建植前的基本准备

（1）场地准备　应全面调查，清除各类垃圾，进行地形处理，严禁使用化学污染土和深层土。

（2）土壤改良　应按下列规定

1）对 pH＞7.5 的土壤，应采用草灰土或酸性栽培介质进行改良。

2）对密度＞1.30t/m³、总孔隙＜50%的土壤，必须采用疏松的栽培介质加以改良。

3）对有机质低于 2.0%的土壤，应施腐熟的有机肥或含丰富有机质的栽培介质加以改良。

（3）整地翻耙　应在建植前全面翻耙土地，深耕细耙，翻、耙、压结合，清除杂草及杂物。翻地时期以春秋两季为宜，整地深度为 20～25cm。严禁在土壤含水量过高时操作。当土壤含水量为 15%～20%时，宜进行翻耙。

（4）排灌设施准备　应按下列规定

1）面积在 2000m² 以上的草坪必须有充分的水源和完整的灌溉设备，给水管应在排水管之下。

2）必须及时排除积水。面积≤2000m² 的草坪，利用地形自然排水，比降为 3‰～5‰。面积 2000m² 以上的草坪，可建永久性地下排水管路，与市政排水系统连接。

（5）肥料准备　基肥以有机肥为主，必须充分腐热。基肥施用数量每公顷宜为 75～110t，过磷酸钙宜为 300～750kg。可结合翻地将肥料施入。

2. 铺植草坪

（1）密铺　应将选好的草坪切成 300mm×300mm、250mm×300mm、200mm×200mm 等不同草块，顺次平铺，草块下填土密实，块与块之间应留有 20～30mm 缝隙，再行填土，铺后及时滚压浇水。若草种为冷地型则可不留缝隙。

（2）间铺　铺植方法应同密铺。用 1m² 的草坪宜有规则地铺设 2～3m² 面积。

（3）点铺　应将草皮切成 30mm×30mm，点种。用 1m² 草坪宜点种 2～5m² 面积。

（4）茎铺　茎铺时间：暖地型草种以春末夏初为宜，冷地型草种以春秋为宜。撒铺方法：应选剪 30～50mm 长的枝茎，及时撒铺，撒铺后滚压并覆土 10mm。

（5）铺植后的草坪管理应符合表 2K317011-3 的规定。

草坪铺植后的管理　　**表 2K317011-3**

	密铺、间铺、点铺	茎　铺
浇水	每周一次浇透、浇匀	及时、浇透、浇匀
松土、除草、防病虫害	及时松土、除草、防治病虫害	及时松土、除草、防治病虫害
其他管理	铺植 2～3d 后滚压，每周至少一次	茎铺后有裸露根基时用砂、土补覆

3. 建植草坪质量要求

（1）各类草坪的覆盖度应达到 95%，集中空秃不得超过 1m²。

（2）达到覆盖度 95%所需的时间，满铺草坪应为一个月，其他方法建植的草坪应为三个月。

三、花坛、花境建植

花坛是将同期开放的多种花卉，或不同颜色的同种花卉，根据一定的图案设计，栽种于特定规则式或自然式苗床内，使其发挥群体美的一种布置形式。花坛植物材料宜由一、二年生或多年生草本、球宿根花卉及低矮色叶花植物灌木组成。应选用花期一致、花朵显露、株高整齐、叶色和叶形协调，容易配置的品种。花坛花卉必须选择其生物学特性符合当地条件者。

花境是在绿地中的路侧或在草坪、树林、建筑物等边缘配置花卉的一种布置形式，用来丰富绿地色彩。布置形式以带状自然式为主。花境用花宜以花期长、观赏效果佳的球（宿）根花卉和多年生草花及高度 40cm 以下的观花、观叶植物为主。

1. 施工准备

（1）施工前必须按设计要求做好材料、场地、人工等准备。

（2）施工应符合设计要求，如无法满足设计要求，应提前 7 天作出调整方案，经有关部门同意，方可施工。

2. 土壤要求

（1）栽植土必须采用疏松、肥沃、富含有机质的土壤，对不符合栽植要求的土壤，必须根据植物的习性改良土壤结构，调整酸碱度。

（2）栽植前土壤必须进行深翻细作，翻地深度不应小于 30cm，清除石块、残根、杂草，施入基肥。有机肥可在翻地时施入，亦可在挖穴时施入穴底。

（3）栽植前土壤应进行杀虫和灭菌处理，严禁有害、有毒物质存在。

（4）花坛土壤样品必须提前送到指定的土壤测试中心进行测试，并在种植花卉前取得的测试结果，必须符合表 2K317011-4 的规定。

花坛、花境土壤主要理化性状要求　　表 2K317011-4

	一级花坛	二级花坛	一级花境	二、三级花境	备　注
土壤的 pH 值	6.0～7.0	6.6～7.5	6.5～7.5	7.1～7.5	酸性花卉 5～7
土壤的密度（g/cm^3）	≤1.0	≤1.2	≤1.25	≤1.30	
有机质含量（%）	≥3.0	≥2.5	≥2.5	≥2.0	
通气孔隙度（%）	≥15	≥10	≥10	≥5	

3. 植物质量要求

（1）花坛植物质量应符合下列要求：

1）主干矮壮，分枝（分蘖）强健、株型整齐，抗病力强的一、二年生花卉。

2）规格统一，同一品种株高、花色、冠径、花期等无明显差异。

3）花卉生长健壮，无明显病虫害，无枯黄叶，根系完好，无严重损伤。

4）开花及时，盛花期符合设计时间要求。

5）有效观赏期不少于各地规范规定天数。

6）地栽花苗起掘应带宿土，用盛器运输，防止机械损伤，保持湿润状态。

（2）花境植物质量应符合下列要求：

1）宿根花卉根系发育良好，每丛 3～4 个芽，选用常绿或绿色期长的品种，无明显病虫害或机械损伤。

2）根茎类多年花卉宜选用休眠不需每年挖掘地下部分作养护处理的种类。要求植株健壮、生长点多。

3）球根花卉的种球大小基本一致，种球无明显病虫害。

4）矮生木本植物应选用株型丰满、无明显病虫害的观花或观叶植物。木本植物宜经移栽或盆栽。

5）一、二年生花卉质量要求同花坛用花。

4. 栽植

(1) 施工人员必须是经过专业技术培训的园林工人或具有相关知识与技能的人员。

(2) 应按设计要求对地形、坡度进行整理，做到表土平整、排水良好。

(3) 应按设计要求放样，根据花卉种类定好株行距，并按时种植。

(4) 栽植穴稍大，使根系舒畅伸展。盆栽苗要除去花盆及垫片。栽植深度应保持花苗原栽植深度，严禁栽植过深。

(5) 栽后填土应充分压实，使穴面与地面相平略凹。

(6) 栽后应用细眼喷头浇足水分，待水沉后再浇一次。结合浇水可施以腐熟的稀薄有机肥料，施后叶面要用清水喷淋。一、二年生草花第二天再一次浇透水，一周内加强水分管理。球根和木本花卉一般不需要再浇水，待土壤干时再浇。

(7) 大株的宿根花卉和木本花卉栽植时，应进行根部修剪，去除伤根、烂根、枯根。

5. 验收与备案

(1) 验收应在栽植过程中分段进行，分别为：定位放样、挖穴、换土、施肥、植株质量、修剪、栽植、筑堰、浇水。

(2) 植株成活率应达到各地规范规定的要求。

(3) 计算成活率和保存率时，应剔除由于不可抗拒因素造成的植株死亡。

(4) 竣工验收与备案程序应按当地有关规定执行。

2K317012　了解园林假山工程施工要求

一、假山的类型

按照不同的分类标准，可将假山作如下分类：

(1) 按材料可分为土假山、石假山、石土混合假山。

(2) 按施工方式可分为筑山、掇山、凿山和塑山。

(3) 按假山在园林中的位置和用途可分为园山、庭山、池山、楼山、阁山、壁山、厅山、书房山和兽山。

假山种类的划分是相对的，在实际工作中经常是复合式的。

二、假山施工要求

假山施工是指按照假山设计图纸的尺寸进行定位、放线、堆叠、整修的过程。假山的外形千变万化，但其基本结构和程序是相通的。假山的掇叠过程分为施工准备、分层施工、山石结体、假山洞、假山蹬道施工、艺术处理等工序环节。

(一) 施工准备

施工前应由设计单位提供完整的假山叠石工程施工图及必要的文字说明，进行设计交底。施工人员必须熟悉设计，明确要求，必要时应根据需要制作一定比例的假山模型小样，并审定确认。

勘察现场、理解设计意图以后，根据设计要求准备石料、灰料、用具和有关设备。

施工前需先对现场石料反复观察，区别不同质色、形纹和体量，按掇山部位和造型要求分类放置石块。对关键部位和结构用石做出标记，按秩序、分块平放在地面上，以供相石之需。选用的假山石必须坚实、无损伤、无裂痕，表面无剥落。必须对假山石进行清洗，除去山石表面积土、尘埃和杂物。

要准备好水泥、石灰、砂石、钢丝、铁扒钉、银锭扣等辅助材料以及倒链、支架、铁吊架、铁扁担、桅杆、撬棒、卷扬机、起重机、绳索等施工用具和机械，并注意检查起重用具的安全性。

（二）分层施工

假山施工图不可能标明每一块山石的位置、大小、结构等，即使详细，其施工也很难完全按照施工图去做。假山施工要自下而上、自后向前、由主及次、分层进行，确保稳定实用。

假山施工工艺流程：放线挖槽→基础施工→拉底→中层施工→扫缝→收顶→检查→完形。

1. 放线挖槽

根据设计图纸上假山的位置与形状，在地面上放出假山基础的外形，并根据条件适当外扩 100～150cm。在假山有较大幅度的外挑处要根据假山的重心位置来确定基础的大小，需要放宽的幅度更大。如果施工区内土层松软，或有建筑垃圾，或临水体时，要适当变化，便于特种防护处理。

挖槽的深度与山高、石质、当地气候和土质有关。假山堆叠南北方各不相同，北方一般满铺底，基础范围覆盖整个假山；南方一般沿假山外形及山洞位置设基础。

2. 基础施工

基础常用的材料有桩基、石基、灰土基和钢筋混凝土基。桩基用于湖泥沙地，石基多用于较好的土基，灰土基用于干燥地区，钢筋混凝土基多用于流动水域或不均匀土基。一般基础表面高程应在土表或常水位线以下 0.3～0.5m。

（1）桩基

即主要由支撑桩撑起的假山基础。水中的假山选用结实坚固、耐水湿、抗腐烂和锈蚀的木桩、石桩、钢筋混凝土桩为支撑桩。木桩顶面直径 10～15cm，桩的长度以打到硬层为宜，桩长一般为 1～2m。桩子按梅花形排列，桩间距离约为 20cm，在基础范围内均匀分布，桩间用块石嵌紧，再用条石压顶。条石上面才是自然形态的山石。条石应置于低水位线以下，自然山石的下部亦在水位线下。

（2）灰土基

即由石灰和素土按一定比例配制的混合物，凝固后形成结实的不透水层，能有效减少土壤冻胀对上层建筑设施的破坏。灰土基础的宽度应比假山底面宽 0.5～1m，灰槽深度一般为 0.5～0.6m，灰土的比例采用 3∶7，石灰一定要选用新出窑的块灰，现场泼水化灰。2m 以下的假山一般是打一步素土，一步灰土。一步灰土即灰土厚 30cm，踩实到 15cm，再夯实到 10cm 左右。2～4m 高的假山用一步素土、两步灰土。在北方地下水位一般不高，雨季较集中，使灰土基础有比较好的凝固条件，园林中位于陆地上的假山多采用灰土基础，在北京的古典园林中常见。

（3）混凝土基

现代的假山多采用浆砌块石或混凝土基础，这类基础具有耐压强度大、施工速度快的特点。混凝土基础的基槽宽度同灰土基，即比假山底面宽 0.5～1m。在基土坚实的情况下可利用素土槽浇注，首先根据山体的占地范围挖去表层虚土，或用块石横竖排列，在石块之间注进水泥砂浆，也可用混凝土与钢筋扎成的块状网浇注成整块基础。至于砂石与水泥的混合比例关系、混凝土的基础厚度、所用钢筋的直径粗细等，则要根据山体的高度、体

积以及重量和土层情况而定。参考数值：陆地上假山基础用厚度为 10～20cm，强度不低于 C20 的钢筋混凝土作为结构层，用不低于 C15 的素混凝土作为垫层；水中用 C20 钢筋混凝土作为结构层，厚度约为 30cm，选用 M10 水泥砂浆浆砌块石或 C20 的素混凝土作为垫层；高大的假山其基础酌加厚度。

浇注基础时注意留白、栽植、防渗、埋管以及山体与地面的自然过渡。

3. 拉底

拉底即在基础上铺置最底层的自然山石。拉底应用大块平整山石，坚实、耐压，不允许用风化过度的山石。拉底山石高度以一层大块石为准，有形态的好面应朝外，注意错缝（垂直与水平两个方向均应照顾到）。每安装一块山石，即应将刹垫稳，然后填馅，如灌浆应先填石块，如灌混凝土则应随灌随填石块，山脚垫刹的外围，应用砂浆或混凝土包严。北方多采用满拉底石的做法。

4. 中层施工

中层是指底层以上，顶层以下的大部分山体。这一部分是掇山工程的主体，掇山的造型手法与工程措施的巧妙结合主要体现在这一部分。其基本要求如下：

（1）堆叠时应注意调节纹理，竖纹、横纹、斜纹、细纹等一般宜尽量同方向组合。整块山石要避免倾斜，靠外边不得有陡板式、滚圆式的山石，横向挑出的山石后部配重一般不得少于悬挑重量的两倍。

（2）石色要统一，色泽的深浅力求一致，差别不能过大，更不允许同一山体用多种石料。

（3）一般假山多运用“对比”手法，显现出曲与直、高与低、大与小、远与近、明与暗、隐与显各种关系，运用水平与垂直错落的手法，使假山或池岸、掇石错落有致，富有生气，表现出山石沟壑的自然变化。

（4）叠石“四不”“六忌”

1）石不可杂，纹不可乱，块不可均，缝不可多。

2）忌“三峰并列，香炉蜡烛”，忌“峰不对称，形同笔架”，忌“排列成行，形成锯齿”，忌“缝多平口，满山灰浆，寸草不生，石墙铁壁”，忌“如城墙堡垒，顽石一堆”，忌“整齐划一，无曲折层次”。

5. 收顶

收顶即处理假山最顶层的山石，具有画龙点睛的作用。叠筑时要用轮廓和体态都富有特征的山石，注意主、从关系。收顶一般分峰、峦和平顶三种类型，可根据山石形态分别采用剑、堆秀、流云等手法。

顶层是掇山效果的重点部位，收头峰势因地而异，故有北雄、中秀、南奇、西险之称。就单体形象而言又有仿山、仿云、仿生、仿器设之别。掇山顶层有峰、峦、泉、洞等 20 多种。其中“峰”就有多种形式。峰石需选最完美丰满石料，或单或双，或群或拼。立峰必须以自身重心平衡为主，支撑胶结为辅。石体要顺应山势，但立点必须求实避虚，峰石要主、次、宾、配，彼此有别，前后错落有致。忌笔架香烛，刀山剑树之势。其施工要点如下：

（1）收顶施工应自后向前、由主及次，自下而上分层作业。每层高度约在 0.3～0.8m 之间，各工作面叠石务必在胶结料未凝之前或凝结之后继续施工。万不能在凝固期间强行

施工，一旦松动则胶结料失效，影响全局。

（2）一般管线水路孔洞应预埋、预留，切忌事后穿凿，松动石体。对于结构承重受力用石必须小心挑选，保证有足够强度。

（3）山石就位前应按叠石要求原地立好，然后栓绳打扣。无论人抬机吊都应有专人指挥，统一指令术语。就位应争取一次成功，避免反复。

（4）掇山始终应注意安全，用石必查虚实。栓绳打扣要牢固，工人应穿戴防护鞋帽，掇山要有躲避余地。雨期或冰期要排水防滑。人工抬石应搭配力量，统一口令和步调，确保行进安全。

（5）掇山完毕应重新复检设计（模型），检查各道工序，进行必要的调整补漏，冲洗石面，清理场地。

（6）有水景的地方应开阀试水，统查水路、池塘等是否漏水。有种植条件的地方应填土施底肥，种树、植草一气呵成。

（三）山石结体

山石结体有以下一些堆叠方法：

安——安放布局平面宜成八字；连——左右连靠；接——上下拼接；斗——斗石成拱状；跨——斜撑成拱跨；拼——竖或横向、多石拼叠；榫——以石加工成榫拼接；扎——将石穿扎或捆扎；填——留空填实；补——添加；缝——按石拼缝而勾缝；垫——叠石时用石垫起以平衡；刹——用楔形石片打入石之底脚缝道处；搭——按石性拼接；靠——石块相互支撑平衡；转——转换掇山方向延伸堆叠；顶——偏侧支顶向上；压——挑石之尾部压石以求平衡；悬——悬臂；卡——两峰相峙，中夹块石；剑——矗立如剑指向天；垂——垂直向下成悬垂；挑——悬出作伸臂状；飘——端处置石；飞——顶点处点石；戗——斜向撑石以成洞壁；挂——悬卡成挂；钉——以扒钉连固拼石；担——两头出挑，铁件横担；钩——用铁件钩挂悬垂。

（四）假山洞、假山蹬道施工

假山洞结构形式一般分为“梁柱式”、“挑梁式”和“券拱式”，应根据需要采用。在一般地基上做假山洞大多满筑两步灰土，承重量特大的石柱可在灰土下加桩基。假山洞的叠砌做法与假山工程相同，应遵照假山工程操作工序。悬挑石体操作时须加临时保护支撑，待整体完成后方可撤除。假山洞有单洞与复洞，水平洞与爬山洞，单层洞与多层洞，旱洞与水洞之分。山洞应利用洞口，洞间天井和洞壁采光，兼作通风。

假山蹬道是水平空间与垂直空间联系中不可缺少的重要构成部分，多用石块叠置而成；随山势而弯曲、延伸，并有宽窄和级差的变化；或穿过浓荫林丛，或环绕于树的盘根错节之处，或阻挡于峰石之后，给人一种深邃幽美的感觉。假山蹬道要有相握而不及足、相闻而不及见、峰回路转、小中见大的艺术效果，同时又能与排水、瞭望、种植相结合。

（五）叠山的艺术处理

整个假山结构施工完成以后，要到不同的地点去观赏探究，也要到山洞、磴道去体验一下意境与景观的表现情况。对于远观的部位可粗略、从简处理，而近看的部位要精细加工。人工痕迹明显的地方要用立景石、栽植物、刻字画的形式来处理，达到作假如真的效果。

2K320000　市政公用工程施工管理实务

本章共十九目，涵盖了市政公用工程施工管理实务中的成本管理、合同管理、进度管理、现场管理、质量管理、职业健康安全管理、工程技术资料管理等管理要求，是考试的重点。本章的内容是《建设工程施工管理》课程中所述原理在本专业施工管理中的具体应用。因此，考生在研读本章的同时，要研读《建设工程施工管理》中的相关章节，结合施工管理实务细心琢磨，以求融会贯通。

2K320010　市政公用工程施工项目成本管理

2K320011　掌握市政公用工程施工项目目标成本责任制的内容

组建项目经理部确定项目经理和各个岗位管理人员后，也就确定了相应的“责、权、利”。“责”是指完成施工项目目标成本控制指标的责任；“权”是指对责任承担者为了完成施工项目目标成本控制目标必须具备的权限；“利”是根据施工项目目标成本控制目标完成情况，给予责任承担者相应的奖惩。三者和谐统一，缺一不可。关键是将目标落实到人。

施工项目目标成本责任制内容包括以下几方面：

一、预算、计划、统计、合同人员的管理责任内容

1. 根据招投标文件、报价和合同条款，客观分析各种因素，全面、合理编制分析施工项目直接成本，为企业确定施工项目目标成本提供可操作性依据；

2. 了解工程形象进度，及时按规定计量，做好基础核算资料，定期对已完工程产值进行计划成本与实际成本的分析工作，及时发现问题，提出纠偏意见，使施工项目目标成本处在受控状态；

3. 研究合同的不确定项目，与项目管理人员配合，增加工程收入；

4. 及时反馈和研究工程发生的变更，做好索赔，保证工程收入；

5. 参加对外经济合同的谈判和决策，严格控制分包，确实做到计划性收入，商品化支出。

二、材料人员的管理责任内容

1. 材料采购和构件加工，择优选择。进场材料，正确计量，认真验收，降低采购成本，减少采购过程中的管理损耗，为降低材料成本把好第一关，合理安排材料储存，减少资金占用；

2. 根据施工进度计划，及时组织材料供应，确保施工项目顺利进展，防止因停工待料造成损失；

3. 施工过程中，严格执行限额领料制度，控制消耗，做好余料回收和利用，配合成本分析提供实际消耗水平数据；

4. 周转材料及时回收、进退场，节省租费，提高利用率。

三、机械设备人员的管理责任内容

1. 根据施工方案，合理选择机械；

2. 配合项目成本核算人员做好机械设备折旧、摊销分析。

四、工程技术人员的管理责任内容

1. 合理安排进度计划，严格执行技术规范，确保工程质量，消灭质量事故，降低质量成本；

2. 根据设计要求与工程特点，运用自身技术优势，采用实用的有效技术措施和合理方案，走经济和技术相结合的道路，为降低工程成本提高经济效益开拓途径；

3. 严格执行安全操作规程，减少一般事故，消灭重大人身伤亡事故和设备事故，降低事故成本。

五、行政管理人员的管理责任内容

1. 根据施工大纲和施工项目目标成本要求，合理安排后勤人员，节约工资性支出，控制非生产性开支；

2. 管理好行政办公财产物资，防止损坏和流失；

3. 安排好后勤服务，确保工程施工需要。

六、财务成本人员的管理责任内容

1. 按照施工项目目标成本和财务制度，严格审核各项成本费用，控制成本支出；

2. 建立月报财务收支计划制度，根据生产需要，平衡调度资金，通过控制资金使用，达到控制成本的目的；

3. 建立辅助制度，及时向项目经理和有关管理人员反馈信息，以对资源消耗进行有效控制；

4. 定期开展成本分析，及时向项目经理反映成本情况，以便及时采取针对性措施纠正项目成本的偏差；

5. 协助项目经理检查、考核各部门、班组的责任成本执行情况，落实责权利的有关规定。

2K320012　掌握市政公用工程施工项目目标成本计划的编制

施工项目目标成本计划是指根据市场信息和施工项目的具体情况，对未来的项目成本可能达到的控制水平及其目标进行全面的分析、预测所编制的书面计划。通过施工项目目标成本计划的编制，可以使项目经理部在满足业主合同要求的前提下，为项目成本控制、分析、核算和项目考核提供科学的、可操作的依据，推动项目及企业经济效益的提高，促进项目经理部在施工项目成本形成过程中开源节流，降本增效，针对薄弱环节，加强成本控制，克服成本管理的盲目性，增强成本控制的预见性。因此，施工项目目标成本计划的编制是每个项目经理部及项目经理的一项极其重要的基本任务。

一、项目目标成本计划的组成

项目目标成本是指为完成一项工程所必须投入的费用，它由工程直接成本、综合管理（间接）成本组成。

1. 直接成本是直接投入工程，形成物质形态的产品所需要的费用，包括人工、材料和机械费用及其他直接成本，工程直接成本又称为直接费和其他直接费，即工程直接成本

有明确的载体，并能以货币或实物的数量来表示。

2. 管理（间接）成本又称为间接成本，是除直接成本外组织项目实施所必须支付的费用，主要包括管理人员的工资、上级管理费、办公费用、固定生产使用费、业务活动费、财务费用、通信、交通、差旅费用等。综合管理（间接）成本和财务成本，大部分成本没有明确的载体，也是整个项目需要承担的成本。

二、项目目标成本计划编制的依据

1. 合同、招投标文件（招标文件、补遗文件、图纸、投标报价清单）；

2. 组织设计；

3. 总体布置即实施方案；

4. 设备的市场价格。

三、项目目标成本计划编制的流程

施工成本计划编制一般分为两个阶段：准备阶段、编制阶段。如图 2K320012 所示。

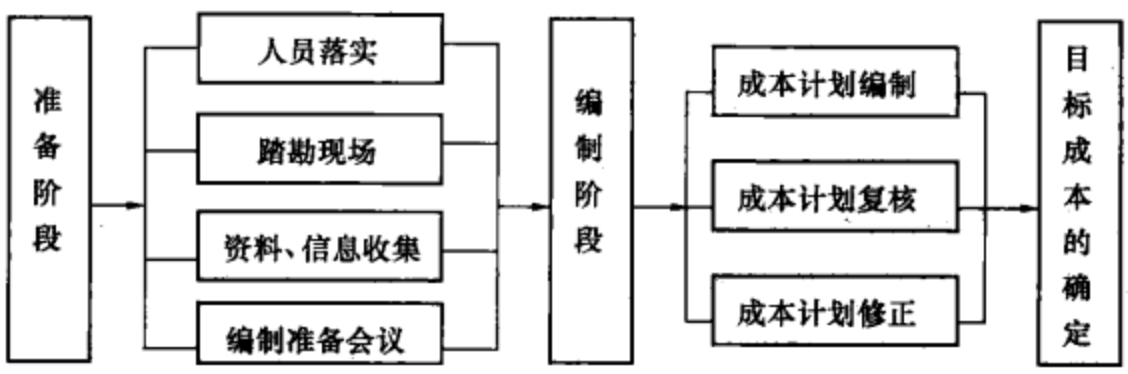


图 2K320012　施工计划编制

（一）准备阶段内容

1. 人员落实

编制的主要人员：项目经理、项目总工、预决算员、材料员、设备员；

2. 踏勘现场

现场踏勘的目的：深入仔细了解现场地形、地貌、周边环境即建筑物、地下高空公用管线，为编制施工成本提供真实的基础依据；

3. 资料、信息收集

收集内容：招投标文件、施工图、报价清单、材料及设备价格；

4. 编制前准备会议

会议内容：工程实施的总体布置、单项建设工程项目划分（或分段）、材料采购供应的品种及方式、施工方案及优化措施、编制工作的分工。

（二）编制阶段内容

1. 目标成本计划的编制；

2. 目标成本计划的复核；

3. 目标成本计划的修正。

四、目标成本计划编制的方法

目标成本计划的编制不同于施工图预算和施工预算，它是按工程量清单子目，依据施工总体方案和优化的施工方案措施，结合市场价格对清单子目的人工、材料、机械的耗用，进行全面、合理和可操作性的测算，也就是计划性的量，商品化的价，也可称为企业

定额。它对企业投标报价提供扎实的底线依据，也是企业施工管理过程中对目标成本计划控制的依据。

其编制的步骤如下：

1. 数量复核

（1）复核目的：为了核算本工程实际将发生的实物工程量及其金额，以便发现与中标工程量清单之间的差异，也是编制目标成本计划的重要依据；

（2）复核方法：根据施工图、施工方案、优化措施方案等，按照中标工程量清单子目逐项计算工程实物量及金额；

（3）注意问题：如发现遗漏项目或金额有误经复算确认后应如实反映，在投标中如有涉及直接成本的价格减让也应在相关子目中反映；

（4）复核要求：工程量复核的结果应编制《工程数量复核表》。

2. 工程单价分析

（1）分析目的：工程单价分析的目的是通过测算工程直接成本的各项价格，对照相应的清单子目，分析人工、材料、机械成本耗用情况，以利采取必要的降本措施。它是预测目标成本计划，确立综合单价的重要步骤；

（2）分析方法：工程单价分析应按照工程量复核后的工程量清单子目中所包含的人工费、材料费、机械费等逐项逐笔测算；

（3）注意问题：工程单价分析的依据为工程量复核量，工、料、机单价应是经过比较和优选后的价格，并要考虑价格浮动的预期因素，不应简单地将定额价、指导价作为价格分析依据；

（4）分析要求：工程单价分析结果应编制《工程单价分析表》。

3. 工程两算对比

（1）对比目的：两算对比的主要目的是将中标价与直接成本分析价进行比较，以客观、全面反映本工程中各子目的盈亏情况和整个工程的预计盈利情况；

（2）对比方法：两算对比的依据是中标工程量清单和工程量复核的结果，其中标价中的工程数量及单价取中标工程量清单，成本分析价中的实物工程量及其单价取复核工程量表和工程单价分析表；

（3）注意问题：两算对比必须根据中标工程量清单中所列章节按子目逐项进行，不得遗漏；

（4）对比要求：两算对比的结果应编制《工程两算对比表》。

4. 综合管理（间接）费用分析

（1）分析目的：综合管理（间接）费计算目的是为了分析、确定综合管理（间接）费的控制目标，保证有计划使用，防止滥用或随意摊派；

（2）分析方法：综合管理（间接）费计算应根据本工程管理人员数量、施工工期、工程规模等因素，按照费用子目逐项、如实进行测算，并须分表列出计算式；

（3）注意问题：综合管理（间接）费在中标时有相应收入的，也应进行两算对比分析，反映盈亏情况；

（4）分析要求：综合管理（间接）费计算的结果应编制《综合管理（间接）费分析表》。

5. 目标成本计划编制综合说明

目标成本计划编制说明应包括的内容：

（1）描述工程概况；

（2）反映工程使用的主要材料价格、施工设备数量、种类、来源和价格等情况；

（3）分析中标工程量清单中存在遗漏、错误的数据；

（4）详细说明施工方案优化措施费用的投入及效益；

（5）与工程相关的其他问题说明。

【案例 2K320012】

1. 背景

某公司已中标某城市高架桥工程，该工程 75 跨均系现浇预应力箱梁，总长 2390m。高架桥面宽 30m，桩基均为 ϕ800、ϕ1000 钻孔灌注桩，埋置式承台，Y 型独立式立柱，地面至箱梁底净高 10m 左右，全线将上跨 4 条城市次干道，一条城市主干道，总工期 540d。地处闹市，原地面老路交通属城市主要干道，施工工期受房屋动拆迁和公用管线搬迁影响。该公司分析本工程特点和难点后认为，75 跨箱梁现浇施工，必须分 3 个工作区域同时施工才能满足工期要求。

2. 问题

（1）根据本工程的特点，本工程总体施工布置时应注意哪些方面？

（2）结合总体施工布置编制项目目标成本计划应注意哪些问题？

（3）如何确定人工、材料、机械的耗用和价格？

（4）以何种方式具体描述项目目标成本计划编制的结果？

3. 分析与答案

（1）目标成本计划编制时，要根据自身的优势，招标文件的条款要求和投标文件的承诺，按照该建设工程项目特点和施工条件进行合理、科学的总体施工布置。

由于该工程地处闹市，交通流量大，受沿线房屋动拆迁影响，涉及公用管线搬迁施工牵制，在承诺的工期里完成项目施工，总体布置时必须考虑上述因素。本工程 75 跨箱梁现浇施工，必须分 3 个工作区域同时施工才能满足工期要求，根据这样的布置给项目目标成本计划编制，提供了人工、设备、生活设施等投入用量的计算依据，也给材料供应计划提供了制定依据。总体布置应注意以下几方面：

1）项目管理班子及管理人员的设置；

2）施工作业面的划分和安排；

3）劳动力投入的初步计划；

4）机械设备投入的名称、型号、数量；

5）临时设施（生活设施）搭建的规模；

6）安全、文明施工的措施。

（2）项目目标成本是指为完成一项工程所必须投入的费用，它由工程直接成本和其他直接成本、综合管理（间接）成本组成。编制项目目标成本计划时，除按工程量清单对照施工图逐一项目分析外，要按照招投标文件全面地对其他直接成本进行分项目仔细分析，使编制的项目目标成本计划具有全面性、合理性和符合企业管理需要的可操作性。因此编制项目目标成本计划时要注意下面几个问题：

1）招标文件涉及工程造价规定条款而构成建设工程项目成本的费用；

2）投标文件实施工程完成涉及造价承诺条款而构成建设工程项目成本的费用；

3）编制准备会议的决议内容；

4）经过优化的施工方案和措施方案。

（3）目前施工企业对工程承接后的建设，其管理实质上是一个计划性收入，商品化支出的过程，而项目目标成本编制既是企业定额的分析方法，也是企业完成合格产品并获取一定盈利，进行积累资金再拓展的保证措施。由于市政工程的特点，企业定额的使用既有普遍性，又有特殊性，因此在编制项目目标成本计划时，人工、材料、机械耗用和单价的确定尤其重要，它将直接影响目标成本的准确性。

1）人工的耗用应根据划分的工作区域，结合工期计划中分部分项施工的节点工期，完成该部位任务所投入的人工来确定耗用量；

2）人工的单价应根据企业工资和工资性收入两部分组成确定，外来劳务工的工资也应符合国家政策和企业法规规定；

3）材料的耗用应根据施工设计图和相关材料消耗定额，周转材料和低值易耗材料的投入应按施工方案进行确定；

4）材料的价格应按市场价格，周转材料的摊销应按企业摊销方法计算确定；

5）机械设备的耗用应根据施工方案所需的名称、型号、数量确定；

6）租用机械设备的价格应按市场价，自有机械设备的折旧应按企业折旧方法确定。

（4）目标成本计划的编制，是以数据进行具体描述和产生结果的过程，要求以比较直观的表式进行表达，一般需下面几类表式，见表 2K320012-1～表 2K320012-4。

工程量复核表　　**表 2K320012-1**

序号	工程量清单子目名称	计量单位	中标单价	中标工程量		复核工程量		差值	
				数量	总价	数量	总价	量差	价差
1	2	3	4	5	6=4×5	7	8=4×7	9=7−5	10=8−6
2.1	基础								
2.1.1	φ800 钻孔灌注桩	m^3	952.54	37680.00	35891707	37565	35782165	−115.00	−109542
2.1.2	灌注桩钢筋	t	3875.45	2562.45	9930647	2442.75	9466755	−119.70	−463891
2.2	下部结构								
2.2.1	C30 混凝土承台	m^3	565.88	7548.00	4271262	7554.58	4274986	6.58	3723
2.2.2	承台钢筋	t	3913.57	913.85	3576416	914.12	3577473	0.27	1057
2.2.3	C40 混凝土立柱	m^3	680.17	5465.60	3717537	5468.80	3719714	3.20	2177
2.2.4	立柱钢筋	t	4018.56	902.80	3627956	903.45	3630568	0.65	2612

工程单价分析表　　**表 2K320012-2**

序号	子目名称	单位	数量	工、料、机单价			综合单价	合计	人工费合计	材料费合计	机械费合计
				人工	材料	机械					
1	2	3	4	5	6	7	8=5+6+7	9=4×8	10=4×5	11=4×6	12=4×7
2.1	基础										
2.1.1	φ800 钻孔桩	m^3	37565	97.11	471.60	85.79	654.50	24586293	3647937	17715654	3222701
2.1.2	灌注桩钢筋	t	2442.75	215.80	3222.75	5.65	3444.20	8413320	527145	7872373	13802
2.2	下部结构										
2.2.1	C30 混凝土承台	m^3	7554.58	77.19	319.54	121.33	518.06	3913726	583138	2413990	916597
2.2.2	承台钢筋	t	914.12	230.65	3222.75	5.65	3459.05	3161987	210842	2945980	5165
2.2.3	C40 混凝土立柱	m^3	5468.80	88.82	420.38	71.62	580.82	3176388	485739	2298974	391675
2.2.4	立柱钢筋	t	903.45	230.65	3222.75	6.45	3459.85	3125801	208381	2911593	5827

两算对比表　　**表 2K320012-3**

序号	工程清单子目名称	计量单位	中标价			直接成本分析价			差值	
			数量	单价	合计	数量	单价	合计	量差	价差
1	2	3	4	5	6=5×4	7	8	9=8×7	10=4−7	11=6×9
2.1	基础									
2.1.1	φ800 钻孔桩	m^3	37680.00	952.54	35891707	37565	654.50	24586293	115.00	11305415
2.1.2	灌注桩钢筋	t	2562.45	3875.45	9930647	2442.75	3444.20	8413320	119.70	1517327
2.2	下部结构									
2.2.1	C30 混凝土承台	m^3	7548.00	565.88	4271262	7554.58	518.06	3913726	−6.58	357537
2.2.2	承台钢筋	t	913.85	3913.57	3576416	914.12	3459.05	3161987	−0.27	414429
2.2.3	C40 混凝土立柱	m^3	5465.60	680.17	3717537	5468.80	580.82	3176388	−3.20	541149
2.2.4	立柱钢筋	t	902.80	4018.56	3627956	903.45	3459.82	3125774	−0.65	502182
	小计				61015525			46377487		14638038

其他直接成本和间接成本　　**表 2K320012-4**

序号	一、其他直接成本	合价	备注
1	安全措施费、文明施工费		必须附具体计算式，计算式应参照工程单价表式
2	施工便道、交通通道费		
3	公用管线、建筑物保护措施费		
4	特殊部位技术措施费		
5	……		
	二、间接成本		
1	管理人员工资、补贴性工资收入		必须附具体计算式，依据按总体布置方案
2	行政办公费		
3	上级管理费		
4	劳保基金		
5	财务费		
6	交通费、通讯费		
7	教育基金		
8	固定资产使用费		
9	临时实施		
10	税金		
11	……		
12			

2K320013　掌握市政公用工程施工项目目标成本的分解

施工项目成本是以货币形式编制项目计划期内的生产费用、成本水平、成本降低以及相应的措施或规划所形成的书面方案，它是成本控制和成本核算的基础，是施工项目降低成本的指导文件，是设立项目目标成本的依据。

施工项目目标成本分解的目的，是在施工过程中对目标成本加以控制的具体措施，使建设工程项目目标成本最终实现在控制范围内。建设工程项目成本控制的含义是指在成本形成过程中，按照已设立的项目目标成本计划，在施工过程中对工程各项目部位所发生的各项费用和支出，按照目标成本计划规定的原则进行分解控制，以期达到规定的成本目标，保证预期利润目标的实现。

一、施工项目目标成本分解的依据

1. 招投标文件；

2. 施工总体方案布置；

3. 已设立的项目目标成本；

4. 施工进度网络计划。

二、施工项目目标成本分解的方法

施工项目目标成本分解方法可根据工程性质、类别或特点进行，一般可选择以下方法：

1. 根据总工期生产进度网络节点计划分解；

2. 按月形象进度计划分解；

3. 按施工项目直接成本和间接成本分解；

4. 按成本编制的工、料、机费用分解。

【案例 2K320013】

1. 背景

某公司已中标某高架桥工程，该工程均系现浇预应力箱梁，总长 2390m。高架桥面宽 30m，桩基均为 ϕ800、ϕ1000 钻孔灌注桩，埋置式承台，Y 型独立式立柱，地面至箱梁底净高 10m 左右，全线将上跨 4 条城市次干道，一条城市主干道，总工期 540d，即 18 个月。工程中标价 18500 万元，经过建设工程项目成本预测分析编制，设立的项目目标成本 17525 万元，其中直接成本 17015 万元，间接成本 510 万元。根据总体安排分三个施工区域，配备相应的直接生产人员和工程所需的机械设备，组建了 24 人的管理班子。

2. 问题

（1）根据施工特点，采取哪种方法分解施工项目目标成本？

（2）施工项目目标成本分解注意哪些内容？

（3）施工项目目标成本分解如何方便成本分析？

3. 分析与答案

施工项目目标成本分解是对目标成本加以控制的具体措施。在工程实施过程中施工项目目标成本也可分为固定成本和可变成本。与产品产量无关，不随产品产量的变化而变化的成本称为固定成本。与此相对应，随产品产量变化而变化的成本称为可变成本。

根据现已中标并经施工图纸确认，该项目的固定成本主要包括材料费、管理费用和一部分人工费，这部分成本是项目实施所必须投入的最低成本，在项目目标成本中已经分析设定。

该项目的可变成本主要包括机械折旧费、机械使用费和一部分人工费，而这部分所需支出的费用大小是随产品产量的增加而增加，这里所指产量增加，是由于诸多因素引起所在工期内没有按预定计划实施，而造成不均衡完成计划产量，致使可变成本支出大于目标成本。

根据建设单位招标文件所规定的各项条款和投标文件的承诺，结合工程的特点对此项

目施工项目目标成本分解应注意下列几方面因素：

（1）影响此项目施工主要原因，地处闹市，受动拆迁牵连，在施工时保证工期成了主要因素，工程实施期间，项目的固定成本不会有变化，也能进行有效的控制。项目的关键问题是如何解决实施过程中可变成本的均衡投人，若不能解决好这一因素，可变成本将会变化而增加，因此履约工程合同，完成计划，控制施工项目目标成本的主要因素是可变成本。为了保证施工项目目标成本受控，此项目的目标成本可以按固定成本和可变成本分解，而后将固定成本按月计划分解，实施中紧抓机械的使用和投人，使这部分的可变成本支出控制在施工项目目标成本约定中。

（2）施工项目目标成本主要由直接成本和间接成本组成，在实施中又将他们分解成固定成本和可变成本，分解中应注意下列几方面：

分解后的固定成本在具体施工中又演变成此项目所需投人的计划成本，每月无论完成多少产量，它的基本单元中材料费、部分人工费是固定的，每月所需管理费也将固定。

分解后的可变成本在具体施工中也演变成此项目所需投人的计划成本，所不同的是在每月施工进度计划中，它不受产量增减而起变化，在每月实施中又成了月固定成本，如果每月都不能达到目标成本预期设备周转、机械投入费用所完成的产量，形成后期设备周转、机械费用的增加，这样预期施工项目目标成本中机械费的计划成本将会增加，因此分解后这部分将作为关键问题制定有效措施进行实施。

（3）为了确保施工项目目标成本的控制，项目实施过程中的成本分析（核算）便是有效的保证措施，因此施工项目目标成本的分解，一定要方便成本分析（核算）过程中能及时发觉问题，制定整改措施，使施工项目目标成本真正成为成本控制的纲领性文件。

（4）对固定成本中的直接成本分解时，应尽量做到针对项目部位再分解它的具体人工、材料费用及施工过程中各阶段的费用，以便于总体控制。

（5）对可变成本中的直接成本分解时，也应针对项目部位再分解它的具体人工、周转设备和机械费用及施工过程中各阶段的费用，以便于过程中因计划变化而对该费用投人的调整。

2K320014　掌握市政公用工程施工项目目标成本分析

施工项目目标成本分析是施工企业在生产过程中对实施项目目标成本指标的一种具体的成本管理制度。工程直接成本是以工程量清单和招投标文件为依据所编制的支出费用成本，进行施工项目目标成本分析，首先是产值核算，它是另一种必要的统计程序，成本分析是项目在生产过程中对施工项目目标成本的控制方法，企业完成项目其目的是要获取盈利，使产品的目标成本实现，就必须在生产过程中实行成本计划、成本控制、成本核算、成本分析的目标成本管理方法来加以保证。

一、施工项目目标成本分析的目的

施工项目目标成本分析，是理顺企业各级经济核算关系的管理活动，是促进项目经理部开展目标成本管理的方法，主要目的是控制成本消耗，提高效益水平。

二、施工项目目标成本分析的方式

施工项目目标成本分析一般采取下列方式贯穿工程实施全过程。

（一）定期分析

项目经理部为加强建设工程项目目标成本动态管理，定期开展成本分析，分析施工项目目标成本执行情况，分析建设工程项目盈亏情况，并制定措施，使施工项目目标成本处于受控状态。

（二）专业分析

项目经理部将施工项目目标成本分析落实各专业部门，在过程中进行控制。各业务部门应对各自控制管理的目标值与实际耗用成本进行专业分析，分析实际成本与目标成本偏离情况，对量、价差的分析，同时提出纠偏建议和积累调整施工项目目标成本的资料。

（三）综合分析

项目经理部将各专业部门控制的施工项目目标成本分析内容，由成本核算人员及时收集，加以整理汇总形成综合分析报告，上报相应的成本管理机构。

三、施工项目目标成本分析的内容

（一）施工产值

施工产值是项目经理部进度计划实施结果的数据记录，是项目经理部对已完产值中计划成本与实际成本分析的基础数据。根据目前施工单位已完产值与建设单位审批产值不能同步现象，进行施工产值分析需建立下列基础资料：

1. 已完工程实物数量的台账；

2. 已完工程产值的台账；

3. 验工计价月报。

（二）耗用材料

是项目经理部对已完产值中计划材料量、价的耗用成本与已完产值中实际材料量、价的耗用成本的数据记录。同时需建立下列基础资料：

1. 周转材料月报；

2. 主要材料月报。

（三）机械、设备

是项目经理部对已完产值中计划机械、设备量、价的租用、折旧成本与已完产值中实际机械、设备量、价的租用、折旧成本的数据记录。同时需建立下列基础资料：

1. 机械设备租赁月报；

2. 自有机械设备折旧、摊销月报。

（四）间接费用

是项目经理部在实施工程过程中所支出的管理费用、综合间接费用具体耗用的详细数据记录。同时需建立下列基础资料：

1. 固定资产折旧月报；

2. 行政管理费月报；

3. 劳动工资及辅助性工资月报；

4. 其他间接费用月报等。

四、施工项目目标成本分析的方法

施工项目目标成本过程管理是对工程直接耗用成本和施工项目目标成本测算的检验，也是一个施工团体综合管理水平的真实反映。分析一般采取下列方法贯穿工程实施全过程。

（一）实物量法

实物量分析的方法，直观地反映出工程的形象进度，同时也反映计划耗用量与实际耗用量的两者差别。

（二）单价法

单价分析的方法，直观地反映出工程施工项目目标计划成本与实际成本的差别，详细地记录和真实反映项目支出的费用数据。

【案例 2K320014】

1. 背景

某公司已中标某城市高架桥工程，该工程均系现浇预应力箱梁，总长 2390m。高架桥面宽 30m，桩基均为 ϕ800、ϕ1000 钻孔灌注桩，埋置式承台，Y 型独立式立柱，地面至箱梁底净高 10m 左右，全线将上跨 4 条城市路面支干道，一条城市路面主干道，总工期 540d，即 18 个月。工程中标价 18500 万元，经过建设工程项目成本预测分析编制，设立的项目目标成本 17525 万元，其中直接成本 17015 万元，间接成本 510 万元。根据总体安排分 3 个施工区域，配备相应的直接生产人员和工程所需的机械设备，组建了 24 人的管理班子。

2. 问题

（1）如何建立各种基本台账和登录各种基本数据？

（2）如何进行计划成本和实际成本的分析？

（3）如何将各专业部门分析资料汇总？

3. 分析与答案

（1）施工项目目标成本分析时，应根据企业管理的要求和项目法管理的需要，建立和设置各类分析台账，以满足施工项目目标成本分析的需要，一般设立以下几类台账：

1）施工产值类分析台账；

2）材料耗用类分析台账；

3）机械设备折旧类分析台账；

4）间接费用类分析台账。

施工产值类分析台账建立与数据登录，见表 2K320014-1～表 2K320014-6：

实物量分析台账、数据登录表　　**表 2K320014-1**

序号	细目名称	单位	0 号		1 号		2 号		3 号	
			数量	日期	数量	日期	数量	日期	数量	日期
1	C25 混凝土承台	m^3	95.62	3.16	95.62	3.28	95.62	4.2	96.5	4.10
2	承台钢筋	t	12.14		12.14		12.14		12.25	
3	C30 混凝土立柱	m^3	47.34	4.16	47.34	4.20	47.34	5.10	47.34	5.20
4	立柱钢筋	t	8.73		8.73		8.73		8.73	
5	C50 混凝土箱梁（合计）	m^3			640.5	8.9	641.7	8.11	638.9	8.14
6	其中：一次浇筑				179.34	8.2	179.68	8.4	178.89	8.7
	二次浇筑				461.16	8.9	462.02	8.11	460.01	8.14

产值分析台账、数据登录表 **表 2K320014-2**

细目编号	细目名称	单位	单价	中标价		本月					开工累计			
				数量	合价	分包产值			自行产值	合计	分包产值		自行产值	合计
						数量	单价	合价			数量	合价		
			1	2	3=1×2	4	5	6=4×5	7=8−6	8=1×4	9=4+上期	10=9×5	11=12−10	12=1×9
3.1	基础													
3.1.1	φ800 钻孔灌注桩	m^3	895.42	22350	20012637		250.16				22350	5591076	14421561	20012637
3.1.2	灌注桩钢筋	t	1289.65	1298	1673966		286.56				1274	365077	1308888	1673966
3.2	下部结构													
3.2.1	C25 混凝土承台	m^3	580.34	5163.9	2996818		300.05				767.82	230384	215212	445597
3.2.2	承台钢筋	t	3931.21	359.63	1413781		260.00				97.48	25345	357870	383214
3.2.3	C40 混凝土盖梁	m^3												
3.2.4	盖梁钢筋	t												
3.2.5	C30 混凝土立柱	m^3	646.52	2840.25	1836278	189.36	344.25	65187	57238	122425	378.72	130374	114476	244850
3.2.6	立柱钢筋	t	3989.27	524.27	2091455	34.92	270.00	9428	129877	139305	69.84	18857	259754	278611
	本页小计	元			30024935			74615	187115	261730		6361113	16677761	23038874

周转材料月报表　　**表 2K320014-3**

材料名称	规格型号	单位	上月结存			本月收入			本月消耗			本月摊销			本月结存	
			数量	单价	金额	数量	单价	金额	数量	单价	金额	数量	单价	金额	数量	金额
合计																

主要材料耗用月报表　　**表 2K320014-4**

材料名称	规格型号	单位	上月库存			本月收入			本月消耗			本月库存	
			数量	单价	金额	数量	单价	金额	数量	单价	金额	数量	金额

设备租赁月报表　　**表 2K320014-5**

序号	设备编号	设备名称	规格型号	租赁起止日期	台班	单价	租赁费用	其他费用		费用合计
								燃料	维修	

自有设备摊销月报表　　**表 2K320014-6**

设备名称：　　规格型号：　　计量单位：

年		凭证		摘要	收入		本月摊销						净值		摊销项目
月	日	种类	号数		数量	单价	金额	单价	台班	金额	折旧率%	折旧金额	数量	金额	

（2）计划成本和实际成本的分析，是施工项目成本分析的重要环节，掌握计划成本和实际成本的分析，首先要编制月生产形象进度计划表，计划成本必须在月生产形象进度计划表基础上进行编制分析，它是在施工中起到掌控作用的目标成本，使目标成本起到真正的目标作用。计划成本和实际成本的分析方式见表 2K320014-7、表 2K320014-8。

月计划成本表　　**表 2K320014-7**

项目编号	项目名称	桩号部位	单位	数量	中标预算		目标成本		计划成本								
					单价	合价	单价	合价	人工费	材料费				机械费	分包管理费	分包成本	自行成本
										分包自购		自供或甲供					
										数量	合价	数量	合价				

月实际成本表　　**表 2K320014-8**

项目编号	项目名称	桩号部位	单位	数量	目标成本		计划成本		实际成本								
					单价	合价	单价	合价	人工费	材料费				机械费	分包管理费	分包成本	自行成本
										分包自购		自供或甲供					
										数量	合价	数量	合价				

（3）由于要将各专业部门对成本分析资料进行汇总，使施工项目成本分析简明的描述，一般情况采用一表式汇总。

2K320020　市政公用工程施工项目合同管理

2K320021　掌握市政公用工程施工项目合同管理的规定

一、签订建设工程合同的法律依据

1.《合同法》规定，建设工程合同是承包人进行工程建设、发包人支付价款的合同。其中包括工程勘察、设计、施工合同；

2.《建筑法》规定，发包单位与承包单位应依法订立书面合同，明确双方的权利和义务；

3.《民法通则》也是签订建设工程合同的法律依据。

二、施工项目合同履行中涉及的法律规定

1.《中华人民共和国公证暂行条例》是对合同进行公证的法律依据。

2.《中华人民共和国仲裁法》或《中华人民共和国民事诉讼法》是处理合同纠纷、进行仲裁或诉讼的法律依据。

3.《中华人民共和国标准法》及相关的施工、验收规范是关于工程质量标准问题的法律依据。

4.《中华人民共和国土地管理法》是施工临时用地的法律依据。

5.《中华人民共和国招标投标法》、《中华人民共和国专利法》、《中华人民共和国文物保护法》、《中华人民共和国担保法》、《中华人民共和国保险法》、《中华人民共和国环境污染防治法》、《中华人民共和国道路交通管理条例》、《城市市容和环境卫生管理条例》以及《中华人民共和国反不正当竞争法》等是施工项目合同的各个方面的法律依据。

三、承包合同的合法性分析

工程合同必须在合同的法律基础范围内签订和实施，否则会导致合同全部或部分无效。这是最严重的，影响最大的问题。这将导致合同中止，激烈的合同争执，工程不能顺利实施，合同各方都会蒙受损失。合法的工程合同必须符合如下基本要求：

1. 建设工程项目已具备招标投标、签订和实施合同的一切条件，包括：

（1）具有相应的建设工程项目立项的批准文件。

（2）具有各种工程建设的许可证，建设规划文件，城建部门的批准文件。这样保证工

程建设和运营过程符合法律的要求，对社会、对公共利益没有不当影响。

（3）招标投标过程符合法定的程序。为了保证招标投标活动符合公开、公平、公正和诚实信用的原则，防止招标过程中的腐败行为，我国招标投标法规定了比较严密的程序。通过这些程序保证各项工作透明、公开、公正，保证对各投标人使用统一尺度，保证在合同的签订过程中没有欺诈和胁迫行为。这是必须执行的。

2. 工程承包合同的目的、内容（条款）和所定义的活动符合合同法和其他各种法律的要求。例如合同的标的物合法，税赋和免税的规定、外汇额度条款、劳务进出口、劳动保护、环境保护等条款要符合相应的法律规定，所采用的技术、安全、环境等方面的规范符合国家强制性标准的要求。

3. 各主体资格的合法性、有效性。即招标单位和投标人都要具有发包和承包工程、签订合同所必需的权力能力和行为能力。在我国，业主发包工程需要具有相应的发包资格；承包商承包一项工程，不仅需要相应的权利能力（营业执照、许可证），而且要有与工程规模、专业要求相应的行为能力（资质等级证书），这样合同主体资格才有效。

2K320022　掌握市政公用工程施工项目合同管理的内容

施工项目合同施工阶段履行中承包人一方的管理内容一般包括：

一、项目经理部必须履行合同的内容

1. 项目经理应负责组织施工合同的全面执行。

2. 遵守《合同法》规定的各项原则。

3. 发生不可抗力使合同不能履行或不能完全履行的，应依法及时处理。

4. 履行分包合同时，承包人应当就承包项目向发包人负责；分包人就分包项目向承包人负责。因分包人过失给发包人造成损失，承包人承担连带责任。

二、依《合同法》规定进行合同变更、转让、终止和解除工作

（一）项目经理应随时掌握合同发生变更的情况

1. 工程增加。

2. 质量及特性变更。

3. 工程标高、基线、尺寸等变更。

4. 工程删减。

5. 施工顺序变化。

6. 永久工程附加工作、设备、材料和服务的变更等。

（二）合同变更的处理

1. 工程师向承包人提出变更令，或承包人根据施工合同将变更向工程师提出申请。

2. 工程师进行审查，将审查结果通知承包人。

（三）承包人必须掌握索赔知识，按要求进行

1. 有正当索赔理由和充分证据。

2. 按施工合同文件有关规定办。

3. 准确、合理地计算索赔时间和费用。

（四）合同终止后，承包人应做的评价工作

1. 合同订立情况评价

2. 合同履行情况评价

3. 合同管理工作评价

4. 合同条款评价

三、合同实施控制

（一）合同交底

在合同实施前，项目经理必须进行“合同交底”，把合同责任具体地落实到各责任人和合同实施的具体工作上。

【案例 2K320022-1】

1. 背景

某市政工程公司承接到一个高架道路建设工程项目，项目经理部组建后，经营合同部门就合同的主要内容向项目经理及项目技术负责人进行了交底。项目经理项目技术负责人由于不清楚与合同相关的其他信息，故项目实施时对许多情况不清楚，经常要询问经营合同部门有关情况。

2. 问题

（1）合同交底的内容包括哪些？

（2）本案例中经营合同部门交底内容完全吗？简要说明理由。

3. 分析与答案

合同交底的内容：

（1）合同的主要内容。主要介绍：承包商的主要合同责任、工程范围和权力；业主的主要责任和权力；合同价格、计价方法、补偿条件；工期要求和补偿条件；工程中的一些问题的处理方法和过程，如工程变更、付款程序、工程的验收方法、工程的质量控制程序等；争执的解决；双方的违约责任等。

（2）在投标和合同签订过程中的情况。

（3）合同履行时应注意的问题、可能的风险和建议等。

（4）合同要求与相关方期望、法律规定、社会责任等的相关注意事项。

本案例中经营合同部门交底内容不完全，尚应就上述（2）、（3）、（4）项内容进行交底。

（二）合同实施监督

合同实施监督的目的是保证按照合同完成自己的合同责任。

【案例 2K320022-2】

1. 背景

某项目经理承接一项道路综合改造工程。项目涉及多个分包商，分成多个工程小组实施。为了保证合同履约，对合同能有效控制，项目经理对合同实施了监督，做了以下这些工作：

（1）施工现场的安排，人工、材料、机械等计划的落实；

（2）对各工程小组和分包商进行工作指导；

（3）会同项目管理的有关职能人员检查、监督各工程小组和分包商的合同实施情况。

2. 问题

（1）为了保证合同履约，对合同能有效控制，对合同实施监督应做哪些工作？

（2）本案例中项目经理对合同实施监督，所做工作符合要求吗？请简要说明理由。

3. 分析与答案

项目经理应做以下一些主要工作：

（1）落实合同实施计划，为各工程小组、分包商的工作提供必要的保证。如施工现场的安排，人工、材料、机械等计划的落实，工序间的搭接关系的安排和其他一些必要的准备工作。

（2）在合同范围内协调业主、工程师、项目管理各职能人员、所属的各工程小组和分包商之间的工作关系，解决合同实施中出现的问题，如合同责任界面之间的争执，工程活动之间时间上和空间上的不协调。

（3）对各工程小组和分包商进行工作指导，作经常性的合同解释，使各工程小组都有全局观念。对工程中发现的问题提出意见、建议或警告。

（4）会同项目管理的有关职能人员检查、监督各工程小组和分包商的合同实施情况，保证自己全面履行合同责任。

本案例中项目经理对合同实施监督，所做工作尚未完全到位。理由可从上述四方面去找。

（三）合同跟踪

1. 合同跟踪的作用

（1）通过合同实施情况分析，找出偏离，以便及时采取措施，调整合同实施过程，达到合同总目标。

（2）在整个工程过程中，能使项目管理人员一直清楚地了解合同实施情况。

2. 合同跟踪的依据

（1）合同和合同分析的结果。

（2）各种实际的文件。

（3）工程管理人员每天对现场情况的直观了解。

3. 合同跟踪的对象

（1）具体的合同实施工作，如：

1）工作质量是否符合合同要求；

2）工程范围是否符合要求，有无合同规定以外的工作；

3）是否在预定期限内完成工作，工期有无延长，延长的原因是什么；

4）成本有无增加或减少。

（2）对工程小组或分包商的工程和工作进行跟踪。

（3）对业主的工作进行跟踪。

（4）对工程总体进行跟踪。

（四）合同实施诊断

合同诊断是对合同执行情况的评价、判断和趋向分析、预测。

【案例 2K320022-3】

1. 背景

某项目经理部承接了一项城市桥梁和道路工程，工程开工时正遇上雨季。工程实施了几个月，工期未达到节点目标，工程成本超过计划、合同执行情况较差，尤其是实际成本

较计划成本偏高较大。于是上级公司对合同实施计划和实际成本差异进行诊断，发现了下述情况：(1) 钢材和水泥涨价；(2) 桥梁主跨桩位还没最后确定；(3) 天气不好，经常下雨，造成场地泥泞不堪。(4) 没有有效的应对措施。

2. 问题

(1) 引起合同实施计划和实际成本差异的常见原因有哪些?

(2) 本案中造成合同实施计划和实际成本差异的原因有哪些?

3. 分析与答案

引起合同实施计划和实际成本差异的常见原因有：

(1) 整个工程加速或延缓；

(2) 工程施工次序被打乱；

(3) 工程费用支出增加，如材料费、人工费上升；

(4) 增加新的附加工程，以及工程量增加；

(5) 工作效率低下，资源消耗增加等。

引起工作效率低下的原因可能有：

1) 内部干扰：施工组织不周全，夜间加班或人员调遣频繁；机械效率低，操作人员不熟悉新技术，违反操作规程，缺少培训，经济责任不落实，工人劳动积极性不高等。

2) 外部干扰：图纸出错，设计修改频繁，气候条件差，场地狭窄，现场混乱，施工条件如水、电、道路等受到影响。

本案中造成合同实施计划和实际成本差异的原因有：(1) 钢材和水泥涨价造成工程费用支出增加；(2) 桥梁主跨桩位还没最后确定，使得桥梁工程施工无法照计划实施；(3) 天气不好，经常下雨，造成场地泥泞不堪，道路土路基工程就不能按计划施工；(4) 没有有效的应对措施，说明项目经理面对气候条件差、工程施工次序被打乱、工程费用支出增加的现状，缺乏应变能力，因此造成施工组织不周全，工作效率低下，资源消耗增加的局面。

2K320023　掌握市政公用工程施工索赔的程序

施工索赔是在工程承包合同履行中，当事人一方由于另一方未履行合同所规定的义务或者出现了应当由对方承担的风险而遭受损失时，向另一方提出赔偿要求的行为。通常情况下，索赔是承包人在合同实施过程中，对非自身原因造成的工期延误、费用增加而要求发包人给予补偿损失的一种权利要求。

一、施工索赔产生的原因

1. 发包人违约：常常表现为发包人没有为承包人提供合同约定的施工条件，未按照合同约定的期限和数额支付工程款等。

2. 不可抗力事件：不可抗力可以分为自然事件和社会事件。自然事件主要是不利的自然条件和客观障碍，如施工过程中遇到了经现场调查无法发现、业主提供的资料也未提到的、无法预料的情况，如地下水、地质断层等。社会事件包括国家政策、法律、法令的变更、战争、罢工等。

3. 合同缺陷：表现为合同文件规定不严谨甚至矛盾，合同中的遗漏或错误。在这种情况下，工程师应给予解释，如果这种解释将导致成本增加或工期延长，发包人应当给予

补偿。

4. 合同变更：表现为设计变更、施工方法变更、追加或者取消某些工作、合同规定的其他变更等。

5. 工程师指令：如工程师指令承包人加速施工、进行某项工作、更换某些材料、采取某些措施等也会产生索赔。

6. 其他第三方原因：常常表现为与工程有关的第三方的问题而引起的对本工程的不利影响。

二、施工索赔的程序及依据

【案例 2K320023】

1. 背景

某工程公司在某市承建了一项道路及污水处理工程，在实施过程中，遭遇该市 50 年未遇的特大暴雨，不仅影响工期至少 30d，且一些已实施部分工程也受到破坏，修复也需要投人。

2. 问题

（1）承包人因暴雨影响是否能向发包人提出索赔申请？索赔的理由和证据分别是什么？

（2）施工索赔的程序和依据有哪些？

3. 分析与答案

（1）承包人可以向发包人提出索赔申请。特大暴雨属于索赔理由不可抗力中自然事件。承包人应详细收集该市同一时期的历年气象分析资料，工程进度计划、具体的施工进度和有关的文件作为索赔的证据。

（2）施工索赔的程序为：

1）承包人提出索赔申请。索赔事件发生 28d 内，必须以正式函件向工程师和业主发出索赔意向通知，声明对此事项要求索赔。逾期申报时，工程师有权拒绝承包人的索赔要求。

2）承包人提出索赔报告和相关证据资料。发出索赔意向通知后 28d 内，向工程师和业主提出补偿经济损失和（或）延长工期的索赔报告和证据资料、索赔依据，以及其他计算出的该事件影响所要求的索赔额和申请展延的工期天数。

3）工程师和业主审核承包人的索赔申请。工程师和业主在收到承包人送交的索赔报告和有关资料后，于 28 天内给予答复，或要求承包人进一步补充索赔理由和证据。工程师和业主在 28 天内未给予答复或未对承包人作进一步要求，视为该项索赔已经被认可。

4）当该索赔事件持续进行时，承包人应阶段性向工程师和业主发出索赔意向，在索赔事件终了后 28 天内，向工程师和业主提供索赔的有关资料和最终索赔报告。

5）工程师与承包人谈判。如果双方对索赔事件的责任、索赔款额或工期展延天数分歧较大，通过谈判达不成共识的话，按照条款规定工程师有权确定一个他认为合理的单价或价格作为最终的处理意见报送业主并通知承包人。

6）发包人审批工程师的索赔处理证明。发包人首先根据事件发生的原因、责任范围、合同条款审核承包人的索赔申请和工程师的处理报告，再根据项目的目的、投资控制、竣工验收要求，以及针对承包人在实施合同过程中的缺陷或不符合合同要求的地方提出反索

赔方面的考虑，决定是否批准工程师的索赔报告。

7）承包人是否接受最终的索赔决定。承包人同意了最终的索赔决定，这一索赔事件即告结束。若不接受索赔决定，双方可通过谈判、调解、仲裁或诉讼的方式解决。

（3）施工索赔的依据有：

1）招标文件、施工合同文本及附件，经认可的工程实施计划、各种工程图纸、技术规范等。

2）双方的往来信件及各种会谈纪要。

3）进度计划、具体的进度以及项目现场的有关文件。

4）气象资料、工程检查验收报告和各种技术鉴定报告，工程中送停电、送停水、道路开通和封闭的记录和证明。

5）国家有关法律、法令、政策文件，官方的物价指数、工资指数，各种会计核算资料，材料的采购、订货、运输、进场、使用方面的凭据。

2K320030　市政公用工程预算

2K320031　掌握市政公用工程施工图预算编制的依据和方法

一、施工图预算的编制依据

1. 施工图纸及说明书和标准图集。经审定的施工图纸、说明书和标准图集，完整地反映了工程的具体内容、各部分的具体做法、结构尺寸、技术特征以及施工方法，是编制施工图预算的重要依据。

2. 现行预算定额及单位估价表。国家和地区都颁发的现行建筑、安装工程预算定额及单位估价表和相应的工程量计算规则，是编制施工图预算确定分项工程子目、计算工程量、选用单位估价表、计算直接工程费的主要依据。

3. 施工组织设计或施工方案。因为施工组织设计或施工方案中包含了与编制施工图预算必不可少的有关资料，如建设地点的土质、地质情况、土石方开挖的施工方法及余土外运方式与运距、施工机械使用情况、结构件预制加工方法及运距、重要的梁板柱施工方案、重要或特殊机械设备的安装方案等。

4. 材料、人工、机械台班预算价格及调价规定。材料、人工、机械台班预算价格是预算定额的三要素，是构成直接工程费的主要因素。尤其是材料费在工程成本中占的比重大，而且在市场经济条件下，材料、人工、机械台班的价格是随市场而变化的。为使预算造价尽可能接近实际，各地区主管部门对此都有明确的调价规定。因此，合理确定材料、人工、机械台班预算价格是编制施工图预算的重要依据。

5. 建筑安装工程费用定额。依据各省、市、自治区和各专业部门规定的费用定额及计算程序。

6. 预算工作手册及有关工具书。预算工作手册和工具书包括了计算各种结构件面积和体积的公式，钢材、木材等各种材料规格、型号及用量数据，各种单位换算比例，特殊断面、结构件的工程量的速算方法，金属材料重量表等。显然，以上这些公式、资料、数据是施工图预算中常常要用到，所以它是编制施工图预算必不可少的依据。

二、市政公用工程施工图预算的编制方法

施工图预算的编制方法主要有单价法和实物法。

单价法以单位工程为计算单元，用地区的统一单位计价表的各有关单价与相应各工料项目的工程量相乘之总和，得到包括工、料、机费用在内的单位工程的直接费，由此再计算出其他直接费、现场经费、间接费、计划利润及税金，汇总上述各项费用即得单位工程的施工图预算。概括之，单位工程施工图预算的直接费等于各项工料单价乘以对应各项工程量之总和；其他直接费、现场经费、间接费和利润可由规定的费率乘以相应的计取基数求得。

单价法编制施工图预算的步骤如下：

1. 收集、准备施工图纸、施工组织设计、相关定额、费率标准、地区材料预算价格、工程量计算规则等文件、资料，并详细阅读、熟悉。

2. 工程量计算。

3. 套用工料单价，按单位工程施工预算直接费计算，求得单位工程人工费、材料费和机械使用费之和。

4. 编制工料分析表。

5. 计算、汇总造价，即按规定之税、费率和相应的计取基础，分别计算其他直接费、现场经费、间接费、利润、税金等，将上述费用累加后与直接费汇总，得单位工程施工预算造价。

6. 复核。

7. 填写封面和编制说明。

实物法是先用算出的各分项工程的实物工程量分别套取预算定额，按类相加求出单位工程所需的工、料、机消耗量，再分别乘以当时当地的工、料、机实际单价，求得工、料、机费，并汇总求和。概括之，单位工程施工预算直接费＝∑(工程量×人工预算定额用量×当时当地人工工资单价)＋∑(工程量×材料预算定额用量×当时当地材料预算价格)＋∑(工程量×施工机械预算定额台班用量×当时当地机械台班单价)。

计算其他直接费、现场经费、间接费、计划利润和税金等费用时，需根据当时当地建筑市场供求情况确定。

实物法编制施工图预算的步骤与单价法基本相似，只是在具体计算工、料、机三种费用之和时有一些区别。

实物法编制预算所用工、料、机的单价均为当时当地实际价格，编得的施工图预算可较为准确地反映实际水平，适合市场经济特点。但因该法所用工、料、机消耗量需统计得到，所用实际价格需要做搜集调查，工作量较大，计算繁琐。但随着计算机和信息系统的普及，这种方法更能适应国内、国际市场需要。

2K320032　熟悉市政公用工程工程量清单计价

工程量清单是表现拟建工程的分部分项建设工程项目、措施项目、其他项目、规费项目和税金项目名称和相应数量的明细清单。工程量清单是工程量清单计价的基础，是标准招标控制价、投标报价、计算工程量、支付工程款、调整合同价款、办理竣工结算以及工程索赔等的依据。

工程量清单计价是建设工程招标投标工作中，招标人按照《建设工程工程量清单计价规范》的要求提供工程数量，由投标人依据工程量清单并结合拟建工程实际情况自主报价，按照经评审低价中标的工程造价计价方式。简称工程量清单计价。

综合单价是指完成一个规定计量单位的分部分项工程量清单项目或措施清单项目所需的人工费、材料费、施工机械使用费和企业管理费与利润，以及一定范围内的风险费用。

工程量清单作为招标文件的组成部分，一个最基本的功能是作为信息的载体，以便投标人能对工程有全面充分的了解。从这个意义上讲，工程量清单的内容应全面、准确。《建设工程工程量清单计价规范》中规定，工程量清单应由分部分项工程量清单、措施项目清单、其他项目清单、规费项目清单、税金项目清单组成。

【案例 2K320032】

1. 背景

某公司拟投标某市政工程，该工程技术要求较高，而该公司在这类工程的施工中有丰富的业绩和较高声誉。

招标单位提供的招标文件提供了工程量清单。在购买标书后，对报价部分采用了如下计算方法，工程量直接使用清单数量，价格使用某定额站的信息价格。由于措施项目一览表内容只列了项目，没有给出工程量，没有依据无法报价，所以这部分内容未予报价。全部组价后，投标方未做任何调整，按规定时间送招标单位。

快到投标截止时，投标单位发现有一个竞争对手的实力与本公司相当，而本公司的标价极可能高于对方。

2. 问题

（1）根据本工程的特点及该公司的实力，本工程应如何报价？

（2）承包商直接使用清单工程量是否妥当？说明理由。

（3）价格使用某定额站的信息价格是否妥当？如不妥当还需参考哪些内容？

（4）承包商对措施项目的处理对吗？如不对应如何处理？

（5）评价全部组价后，投标方未做任何调整的做法。

（6）针对快到投标截止发生的情况承包商应采取什么策略？为什么？

3. 分析与答案

投标报价时，既要考虑自身的优势和劣势，又要分析招标项目的特点。按照建设工程项目的不同特点、类别、施工条件等来选择报价策略。本工程技术要求较高，而该公司在这类工程的施工中又有丰富的业绩和较高的声望，中标的可能性非常大，报价可高一些。

一般应注意招标文件提供的工程数量含有预估的成分，所以，为了能准确确定综合单价，应该根据招标文件提供的施工图纸及相关说明，重新核对工程数量，并根据核对后的工程数量，确定组价的工作内容，并以此计算综合单价。

实行工程量清单计价模式后，投标人自由组价，所有与价格有关的全部放开，政府不再进行任何干预。询价成了投标面临的新问题，也是投标人投标工作的重要内容。这样，投标时，除应注意参考定额站的信息价格外，更重要的是实际询价，调查当地市场价。询价的主要内容包括：材料市场价、人工当地的行情价、机械设备的租赁价、分部分项工程的分包价等。材料和设备在工程造价中常常占总造价的60%以上，对报价影响非常大，所以，投标方在报价时一定要对材料和设备的市场

行情非常了解。采集材料价格时不能只考虑当时的价格，必须做到对不同渠道查询到的材料价格进行有机综合，并能分析出今后材料价格的变化趋势，用综合方法预测价格的变化，报价时材料价格要考虑上涨的风险。

报价时，当地的定额，相关的费用标准，相关政策规定等都是不可缺少的资料。

措施项目是指为完成建设工程项目施工，发生了该工程施工前和施工过程中技术、生活、安全等方面的非工程实体项目。工程量清单计价时，对措施项目清单可做调整。措施项目清单为可调整清单。投标人对招标文件中所列项目，可根据企业自身特点作适当的变更增减。投标人要对拟建工程可能发生的措施项目和措施费用作通盘考虑，措施项目清单计价一经报出，即被认为是包括了所有应该发生的措施项目的全部费用。如果报出的清单中没有列项，且施工中又必须发生的项目，招标人有权认为，其已经综合在分部分项工程量清单的综合单价中。将来措施项目发生时投标人不得以任何借口提出索赔与调整。

投标人在对招标文件中提出的措施项目清单进行审核及调整时，应考虑如下几个因素：

（1）根据拟建工程的施工组织设计，确定环境保护、文明安全施工、材料二次搬运等项目。

（2）根据施工技术方案，确定夜间施工、大型机械设备进出场及安拆、脚手架、模板、施工排水降水、深基坑支护等项目。

（3）参阅施工验收规范，可确定施工方案没有表述的，但是为了达到施工验收规范要求而必须发生的技术措施。

（4）招标文件中提出的某些必须通过一定的技术措施才能实现的要求。

（5）设计图纸中一些不足以写进技术方案但是要通过一定技术措施才能实现的内容。

措施项目清单的金额，应根据拟建工程的施工方案或施工组织设计，参照规范规定的综合单价组成确定。

招标人的“措施项目一览表”内容只列项目，由投标人根据实际施工方案自主计算措施项目的量及费用并报价，包括：人工费、材料费、机械使用费、管理费、利润以及风险费；而不是由招标人提供工程量。如果报出的清单中没有列项，且施工中又必须发生的项目，招标人有权认为，其已经综合在分部分项工程量清单的综合单价中。所以，投标人对本项目措施费用的处理方式是不正确的。

组价完成后还可以通过调整内部各个项目的报价，以期既不提高总价、不影响中标，又能在结算时得到更理想的经济效益，这种方法称为不平衡报价法。能够早日结算结账的收回工程款的项目、预计今后工程量会增加的项目、没有工程量只填单价的项目可提高单价；对于后期项目、工程量可能减少的项目等可降低单价。具体怎么样调整视项目具体情况灵活确定。所以，本项目组价完成未做任何调整对提高项目的效益来说是不恰当的。

在投标报价中采用一定的手法或技巧业主可以接受，使中标可能性提高。这些方法有：多方案报价法、突然降价法、增加建议方案法及许诺优惠条件等。本项目对手实力相当，自己的报价又可能高于对手，不中标的可能性较大，可采用突然压低标价的方法，这样既提高中标的可能性，又可以迷惑对手。

2K320040　市政公用工程施工项目现场管理

2K320041　掌握市政公用工程现场管理内容和要求

一、市政公用工程现场管理内容

1. 施工现场管理是建设工程项目得以顺利进行的保障。施工现场管理是指项目开工前已获得政府主管部门批准的施工许可证，明确了经批准的施工用地和建设用地之后的场地管理。

2. 施工现场管理主要是对现场用地的科学安排、合理使用，并与各种环境保持协调关系，实现场容整齐清洁规范、施工文明安全有序、不扰民、不损害公共利益的管理目标。

3. 施工项目现场管理包括以下内容：

（1）合理规划施工用地。

（2）做好施工总平面设计。施工总平面设计是现场管理的重要内容和依据，是施工组织设计的组成部分。施工总平面图应科学布置临时设施、大型机械、料场、仓库、构件堆场、消防设施、道路及进出口、加工场地、水电管线、周转用地等，体现出文明、科学、安全、环保的施工理念，有利于节约、方便施工。

（3）适时调整施工现场总平面布置。施工阶段不同，对现场布置的需求也会有变化，因而应随时根据新的需要调整现场布置。

（4）对现场的使用要有检查。检查是为加强现场管理，也为适时调整现场布置提供依据。

（5）建立文明的施工现场。以科学有序的施工布局和管理，保证施工文明安全、环境得到保护、绿化得到保护、维持交通畅通、文物得到保存以及良好的场容与卫生。以此保证工程质量，提高企业信誉。

（6）及时清场转移。施工项目结束后，应及时清理施工现场，拆除全部临时设施，清运全部剩余器材，组织施工队伍转向下一个施工现场，恢复临时用地，不留后患。

4. 为做好施工现场管理，项目经理应全面负责施工过程中的现场管理，并根据工程规模、技术复杂程度和施工现场的具体情况，建立施工现场管理责任制，并组织实施。

5. 建设工程项目实行总包和分包时，由总包单位负责施工现场的统一管理，监督检查分包单位的施工现场活动。分包单位应当在总包单位的统一管理下，在其分包范围内建立施工现场管理责任制，并组织实施。总包单位可以受建设单位的委托，负责协调该施工现场内由建设单位直接发包的其他单位的施工现场活动。

6. 施工单位必须编制该施工项目的施工组织设计，实行总包和分包时，由总包单位负责编制施工组织设计或者分阶段施工组织设计，分包单位在总包单位的总体部署下，负责编制分包工程的施工组织设计。

7. 施工单位需要暂时停工两个月以上或需要进行爆破作业或需要架设临时电网、电缆、停水、停电、封路等均需报请政府行政主管部门批准后才能执行；施工中发现文物、危险物等意外情况，应保护现场，及时报告有关部门，按照规定处理后，方可继续施工。

8. 工程竣工后，需经过竣工报告和竣工验收程序，并验收合格后，方可将该单项工程移交建设单位管理，施工单位方可解除施工现场的全部管理责任。

二、市政公用工程现场管理要求

施工项目现场管理是对施工项目现场内的活动及空间所进行的管理，是项目管理的一个重要组成部分。

建设工程所指的现场是指用于进行项目的施工活动，经有关部门批准所占用的场地。这些场地用于生产、生活或两者兼有的目的，当该项工程施工结束后，这些场地将不再使用。

施工项目现场管理十分重要，它是施工单位项目管理水平的集中体现。良好的现场管理使场容美观整洁、道路畅通，材料堆置有序，施工有条不紊，安全、消防、保安均能得到有效的保障，并且使与项目有关的各方都得到满意。相反，低劣的现场管理会影响施工进度，并且是产生事故的隐患。

项目现场管理的关键是建立、健全项目管理制度，认真落实岗位责任制，施工单位要保证项目现场管理的良性运转，必须建立完善质量保证体系、安全生产保证体系和文明施工管理框架网络，明确管理职责，配备相应的现场管理力量，靠制度管理人、约束人。

施工过程中必须加强对施工作业的检查监督力度，落实自查、自纠工作，发现的问题及时做到定人、期限予以整改。对违反施工项目现场管理规定的，由县级以上地方人民政府建设行政主管部门根据情节轻重，给予警告、通报批评、责令限期改正、责令停止施工整顿、吊销施工许可证，并可处以罚款。

施工现场管理的基本要求：

1. 现场门口应设企业标志。承包人项目经理部负责场容、文明形象管理的总体部署。各分包人应在承包人项目经理的指导和协调下，做好分区管理划分并严格分工负责。

2. 项目经理部应在门口公示以下标牌：

（1）工程概况牌：工程概况、性质、用途、发包人、设计人、承包人、监理单位的名称和施工起止日期等。

（2）安全纪律牌。

（3）防火须知牌。

（4）安全无重大事故计时牌。

（5）安全生产、文明施工牌。

（6）施工总平面图。

（7）施工项目经理部组织及主要管理人员名单图。

3. 项目经理应将现场管理列为日常巡视检查内容，搜集场内外信息，以利及时整改。

2K320042　掌握市政公用工程文明施工要求

施工单位应当贯彻文明施工的要求，推行现代管理方法，科学组织施工，做好施工现场的各项管理工作。

施工单位应当按照施工总平面布置图设置各项临时设施。堆放大宗材料、成品、半成品和机具设备，不得侵占场内道路及安全防护等设施。建设工程实行总包和分包的，分包单位确需进行改变施工总平面布置图活动的，应当先向总包单位提出申请，经总包单位同意后方可实施。

施工现场必须设置明显的标牌，施工单位负责施工现场标牌的保护工作。施工现场的

主要管理人员在施工现场应当佩戴证明其身份的证卡。

施工现场的用电线路、用电设施的安装和使用必须符合安装规范和安全操作规程，并按照施工组织设计进行架设，严禁任意拉线接电。施工现场必须设有保证施工安全要求的夜间照明；危险潮湿场所的照明以及手持照明灯具，必须采用符合安全要求的电压。

施工机械应当按照施工总平面布置图规定的位置和线路设置，不得任意侵占场内道路。施工机械进场须经过安全检查，经检查合格的方能使用。施工机械操作人员必须建立机组责任制，并依照有关规定持证上岗，禁止无证人员操作。

施工单位应该保证施工现场道路畅通，排水系统处于良好的使用状态；保持场容场貌的整洁，随时清理建筑垃圾。在车辆、行人通行的地方施工，应当设置沟井坎穴覆盖物和施工标志。

施工单位必须执行国家有关安全生产和劳动保护的法规，建立安全生产责任制，加强规范化管理，进行安全交底、安全教育和安全宣传，严格执行安全技术方案。施工现场的各种安全设施和劳动保护器具，必须定期进行检查和维护，及时消除隐患，保证其安全有效。

施工现场应当设置各类必要的职工生活设施，并符合卫生、通风、照明等要求。职工的膳食、饮水供应等应当符合卫生要求。

建设单位或者施工单位应当做好施工现场安全保卫工作，采取必要的防盗措施，在现场周边设立围护设施。施工现场在市区的，周围应当设置遮栏围栏，临街的脚手架也应当设置相应的围护设施。非施工人员不得擅自进入施工现场。

施工单位应当严格依照《中华人民共和国消防条例 》的规定，在施工现场建立和执行防火管理制度，设置符合消防要求的消防设施，并保持完好的备用状态。在容易发生火灾的地区施工或者储存、使用易燃易爆器材时，施工单位应当采取特殊的消防安全措施。

施工现场发生的工程建设重大事故的处理，依照《工程建设重大事故报告和调查程序规定》执行。

【案例 2K320042】

1. 背景

某承包商通过竞标取得一项市政工程的总承包任务，在取得施工许可证 95d 后进入现场进行施工，在施工中由于地质等特殊原因暂停施工 75d 后又继续完成了剩余的工作量，竣工验收阶段，承包商整理了各种技术资料，编制了工程竣工图，并向有关主管部门提交竣工验收报告后，即解除施工现场的全部管理责任。

2. 问题

（1）该承包商施工过程中的做法是否符合施工现场的管理原则，应如何做才是正确的？

（2）该承包商在竣工验收阶段应如何做好现场管理？

3. 分析与答案

承包商经批准取得施工许可证后，应当自批准之日起叁个月内组织开工；因故不能按期开工的，承包商应当在期满前上报建设单位向发证部门说明理由，申请延期。不按期开工又不按期申请延期的，已批准的施工许可证失效。

由于特殊原因，建设工程需要停止施工的 ，建设单位应当自中止施工之日起一个月

内将停工原因及停工时间向当地人民政府建设行政主管部门报告。

竣工验收阶段，应由建设单位组织设计、施工单位共同编制工程竣工图，进行工程质量评议，整理各种技术资料，进行工程初验，并向有关主管部门提交竣工验收报告。单项工程竣工验收合格的，施工单位可以将该单项工程移交建设单位管理。全部竣工验收合格后，施工单位方可解除施工现场的全部管理责任。

2K320050　市政公用工程施工进度计划的编制、实施与总结

2K320051　掌握市政公用工程横道图和网络计划图的编制

横道图进度计划法是传统的进度计划方法。横道图计划表中的进度线（横道）与时间坐标相对应，这种表达方式较直观，易看懂计划编制的意图。

横道图，又称为甘特图，是把项目实施计划分为若干项（作业活动或工作单元），用横坐标表示时间，纵坐标表示各项作业活动，每项工作用一横道表示，横道两端表示该项作业活动的起、止时间；其长度即是完成该作业活动所需时间。

横道图进度计划存在一些问题：

工序（工作）之间的逻辑关系可以设法表达，但不易表达清楚；

没有通过严谨的进度计划时间参数计算，不能确定计划的关键工作、关键路线与时差，无法分析工作之间相互制约的数量关系；

不能在进度偏离原订计划时迅速简单地进行调整与控制，更无法实行多方案的比选。

尽管横道图有许多缺点，但由于应用起来简单、方便、直观，仍然是目前现场管理中最常见的进度计划方法，在现场施工中被广泛应用。

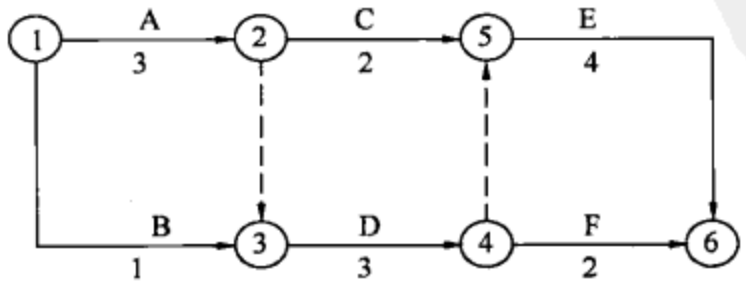
网络计划技术应用网络计划图表达计划中各项工作的相互关系。它具有逻辑严密，层次清晰，主要矛盾突出等优点，有利于计划的优化、控制和调整，有利于电子计算机在计划管理中应用。

编制网络计划图时，首先将施工项目的施工过程分解成若干项工作，根据工程量及施工定额计算各施工过程的施工天数，以规定的网络符号表达各项工作之间的相互制约和依赖关系，并根据各项工作的开展顺序和相互关系，从左至右排列起来，最后形成的网状图形，就是网络计划图。

【案例 2K320051】

1. 背景

某市政工程，合同总工期为 10 个月，施工单位根据施工方案绘制网络计划图如下（单位为月）：



2. 问题

（1）背景资料中的网络计划图属于何种网络计划图？

（2）指出关键线路及关键工作。

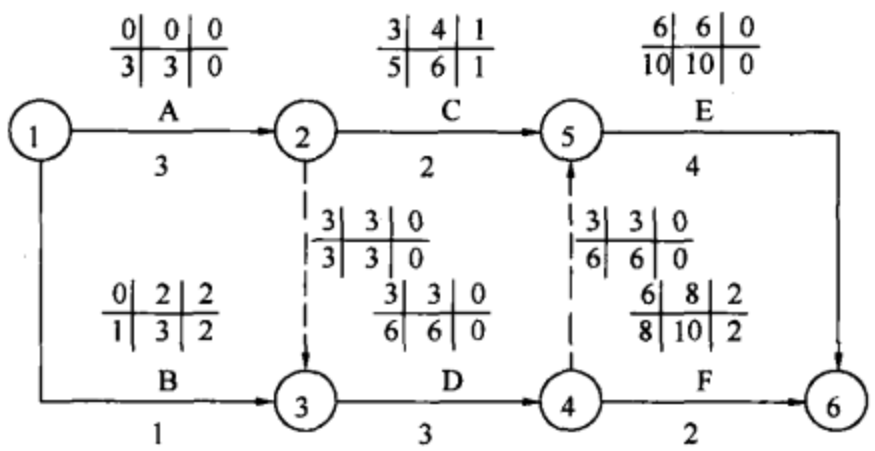
（3）根据网络计划图计算工期，并判断是否满足合同工期要求。

（4）如果施工中发生工期延误，欲对后续工作的持续时间压缩，应注意哪些？

3. 分析与答案

《工程网络计划技术规程》（JGJ/T 121—99）推荐的常用的工程网络计划类型包括：双代号网络计划、单代号网络计划、双代号时标网络计划、单代号搭接网络计划。背景资料中的网络计划图属于双代号网络计划图。

计算关键工作有两种方法。一种方法是先计算时间参数，通过时间参数判断关键线路。本工程的时间参数计算结果如下：



双代号网络计划的关键工作是总时差最小的工作。关键工作相连形成的通路就是关键线路。上图中最小总时差为 0，故关键线路为 1—2—3—4—5—6，关键工作有：A、D、E。

另一种方法是当网络图较为简单时，可分别计算每条线路的持续时间，持续时间最长的线路即为关键线路。对于本工程网络图，线路分别有：1—2—5—6；1—2—3—4—5—6；1—2—3—4—6；1—3—4—5—6；1—3—4—6。每条线路上工作的持续时间分别为：9、10、8、8、6。1—2—3—4—5—6 持续时间最长，所以为关键线路。

根据网络图上的时间参数可得计算工期为 10 个月；也可以根据线路中最长的持续时间确定计算工期。所以，本网络图的计算工期满足合同工期要求。

如果施工中发生工期延误，欲对后续工作的持续时间压缩，应注意：压缩资源有保证的工作；压缩对质量和安全影响不大的工作；压缩追加费用少的工作。

2K320052　掌握市政公用工程施工进度控制的实用措施

施工进度控制采取的主要措施有组织措施、技术措施、经济措施和管理措施等。

一、进度控制的组织措施

进度控制的组织措施主要是指：落实各层次的进度控制人员，具体任务和工作责任；建立进度控制的组织系统；按着施工项目的结构、进展阶段或合同结构等进行项目分解，确定其进度目标，建立控制目标体系；确定进度控制工作制度，如：检查时间、方法、协调会议时间、参加人等；对影响进度的因素分析和预测。

二、进度控制的技术措施

技术措施主要是采取加快施工进度的技术方法。技术措施涉及对实现进度目标的设计技术和施工技术的选用。

三、进度控制的经济措施

经济措施是指实施进度计划的资金保证措施，涉及资金需求计划、资金供应条件和经济激励措施等。

在工程预算中应考虑加快工程进度所需要的资金，其中包括为实现进度目标将要采取的经济激励措施所需要的费用。

四、进度控制的管理措施

建设工程项目进度控制的管理措施涉及管理的思想、管理的方法、管理的手段、承发包模式、合同管理和风险管理等。在理顺组织的前提下，科学严谨的管理显得十分重要。

承发包模式的选择直接关系到工程实施的组织和协调。应处理好总分包单位的进度关系。工程物资的采购模式对进度也有直接的影响，对此应作比较分析。

为实现进度目标，不但应进行进度控制，还应注意分析影响工程进度的风险，并在分析的基础上采取风险管理措施，以减少进度失控的风险量。常见的影响工程进度的风险，如：组织风险、管理风险、合同风险、资源（人力、物力和财力）风险、技术风险等。

信息管理措施是指不断地收集实际施工进度的有关资料进行整理统计并与计划进度比较，定期地向建设单位提供比较报告。

另外，还要重视信息技术（包括相应的软件、局域网、互联网以及数据处理设备）在进度控制中的应用。虽然信息技术对进度控制而言只是一种管理手段，但它的应用有利于提高进度信息处理的效率、有利于提高进度信息的透明度、有利于促进进度信息的交流和项目各参与方的协同工作。

【案例 2K320052】

1. 背景

某公司承包了一项市政工程，总工期为 12 个月。项目部按进度目标编制了进度计划并实施。施工中承包商对进度进行了控制，但发生了下列情况：

情况一：施工一段时间后，承包单位发现某项设计不合理，实施该设计时采用的施工技术由于工作面过小进度异常缓慢，也无法投入过多的资源加快施工进度；

情况二：由于资源不足，某项工作无法按正常进度完成；

情况三：承包商把某项工程分包给两个分包商，两个分包商的工作交叉过多，相互牵制。

2. 问题

（1）情况一说明承包商在进度控制中的失误是什么？遇到这样的情况应如何处理？

（2）情况二反映出承包商在进度控制时哪些工作没有做？

（3）情况三可能对进度造成什么样的影响？

3. 分析与答案

不同的设计理念、设计技术路线、设计方案会对工程进度产生不同的影响，在设计工作的前期，特别是在设计方案评审和选用时，应对设计技术与工程进度的关系作分析比较。在工程进度受阻时，应分析是否存在设计技术的影响因素，为实现进度目标有无设计变更的可能性。

在决策施工方案选用时，不仅应分析技术先进性和经济合理性，还应考虑其对进度的影响。在工程进度受阻时，应分析是否存在施工技术的影响因素，为实现进度目标有无改

变施工技术、施工方法和施工机械的可能性。

本工程由于设计技术及施工技术原因致使进度缓慢，是因为在进度控制的技术措施上存在失误。出现情况一时，为实现进度目标，应考虑进行设计变更，并改变施工技术。

为保证进度目标的实现，应编制与进度计划相适应的资源需求计划（资源进度计划），包括资金需求计划和其他资源（人力和物力资源）需求计划，以反映工程实施的各时段所需要的资源。通过资源需求的分析，可发现所编制的进度计划实现的可能性，若资源条件不具备，则应调整进度计划。资金供应条件包括可能的资金总供应量、资金来源（自有资金和外来资金）以及资金供应时间。

承包商发生情况二说明承包商可能没有编制与进度计划相适应的资源需求计划（资源进度计划），或没有对资源需求进行分析，有可能在资金供应条件上出现失误。

总包单位与分包单位签订的施工合同的合同工期与有关部门进度计划目标要相协调。为了实现进度目标，应选择合理的合同结构，以避免过多的合同交界面而影响工程的进展。情况三说明分包合同结构过于复杂，造成承包商协调工作难度增大，必然会对施工进度产生影响。这是在工期控制时要注意的。

2K320053　掌握市政公用工程施工进度报告的编制要求

为了对施工进度计划的完成情况进行统计、进度分析和为调整计划提供信息，应对施工进度计划依据其实施记录进行跟踪检查。

检查收集到的施工项目实际进度数据，要进行必要的整理，按计划控制的工作项目进行统计，形成与计划进度具有可比性的数据、相同的量纲和形象进度。一般按实物工程量、工作量和劳动消耗量以及累计百分比整理和统计实际检查的数据，以便与相应的计划完成量相对比。

将收集的资料整理和统计成具有与计划进度可比性的数据后，用施工项目实际进度与计划进度进行比较。通常用的比较方法有：横道图比较法、S形曲线比较法、“香蕉”形曲线比较法、前锋线比较法和列表比较法等。通过比较得出实际进度与计划进度相一致、超前、拖后三种情况。

施工进度检查的结果，按照检查报告制度的规定，形成进度控制报告向有关主管人员和部门汇报。

进度控制报告是把检查比较结果，有关施工进度现状和发展趋势，提供给项目经理及各级业务职能负责人的最简单的书面报告。

进度控制报告是根据报告对象的不同，确定不同的编制范围和内容而分别编制的。一般分为：项目概要级进度控制报告，是报给项目经理、企业经理或业务部门以及建设单位（业主）的，它是以整个施工项目为对象说明进度计划执行情况的报告；项目管理级的进度报告是报给项目经理及企业业务部门的，它是以单位工程或项目分区为对象说明进度计划执行情况的报告；业务管理级的进度报告是就某个重点部位或重点问题为对象编写的报告，供项目管理者及各业务部门为其采取应急措施而使用的。

进度报告由计划负责人或进度管理人员与其他项目管理人员协作编写。报告时间一般与进度检查时间相协调，也可按月、旬、周等间隔时间进行编写上报。

施工进度计划检查完成后，应向企业提供施工进度报告，报告应包括下列内容：

1. 进度执行情况的综合描述。主要内容是：报告的起止期；当地气象及晴雨天数统计；施工计划的原定目标及实际完成情况；报告计划期内现场的主要大事记（如停水、停电、事故处理情况）；

2. 实际施工进度图及简要说明；

3. 施工图纸提供进度；

4. 材料物资、构配件供应进度；

5. 劳务记录及预测；

6. 日历计划；

7. 工程变更，价格调整，索赔及工程款收支情况；

8. 进度偏差的状况和导致偏差的原因分析；

9. 解决问题的措施；

10. 计划调整意见。

2K320054　熟悉市政公用工程施工进度总结的编制要求

在施工进度计划完成后，项目经理部应及时进行施工进度控制总结。

一、施工进度控制总结编制依据

1. 施工进度计划；

2. 施工进度计划执行的实际记录；

3. 施工进度计划检查结果；

4. 施工进度计划的调整资料。

二、施工进度控制总结内容：

1. 合同工期目标及计划工期目标完成情况；

2. 施工进度控制经验；

3. 施工进度控制中存在的问题及分析；

4. 施工进度计划科学方法的应用情况；

5. 施工进度控制的改进意见。

【案例 2K320054】

1. 背景

某公司承包了一市政工程，总工期为 6 个月，施工 2 个月后，建设单位发现承包方的工期明显落后于计划进度。为此，建设单位对施工单位进行了系统的检查，发现该项目部存在以下情况：

①项目部按进度目标编制了进度计划，进度计划中只有年进度分目标，进度计划只有横道图进度计划；

②项目部只有一个资料员在兼职负责进度控制工作；

③进度会议只不定期召开了两次；

④分包单位施工进度明显落后导致项目部工程进度缓慢；

⑤项目部向企业提交的进度报告只包括了实现施工进度简要说明。

2. 问题

（1）情况①说明进度承包商在进度计划上存在哪些主要问题？实施性进度计划应如何

编制和实施？进度计划只横道图进度计划是否科学？为什么？

（2）情况②说明项目部在进度控制上存在什么问题？

（3）情况③是否妥当？说明理由。

（4）情况④反映出项目部在处理总分包工程的进度上有哪些不当之处？

（5）项目部向企业提交的进度报告是否全面？如不全面还应做哪些补充？

3. 分析与答案

年度和季度进度计划属于控制性进度计划，是用来确定并控制项目施工总进度的重要节点目标。但还要编制月、旬或周施工进度计划。月、旬或周进度计划是实施性进度计划。应分别在每月、旬（或周）末由项目经理部提出目标和作业项目，通过工地例会协调之后编制。年、季、月、旬、周进度计划应逐级落实，最终通过施工任务书由班组实施。

横道图进度计划在工程中非常常用，但没有通过严谨的进度计划时间参数计算，也不能确定计划的关键工作，关键路线与时差，无法分析工作之间相互制约的数量关系。用网络图的形式表达单位工作施工进度计划，能充分展示项目中各工作之间的相互制约和相互依赖关系，并能明确反映出进度计划中的主要矛盾；可以利用计算机进行计算、优化和调整，使进度计划更加科学。本项目进度计划只有横道图进度计划是不科学的。

施工进度计划控制应建立以项目经理为首的控制体系，各子项目负责人、计划人员、调度人员、作业队长和班组长都是该体系的成员。各承担施工任务者都应承担进度控制目标；对进度控制负责。进度控制需要大量的组织和协调工作，只靠个别岗位人员的努力是难以完成任务的。情况说明项目经理没有真正重视进度工作，没有把进度控制工作真正落实。

进度控制工作包含了大量的组织和协调工作，而会议是组织和协调的重要手段，应进行有关进度控制会议的组织设计，以明确：会议的类型、各类会议的主持人及参加单位和人员、各类会议的召开时间、各类会议文件的整理、分发和确认等。本项目的进度会议不定期召开，没有进行会议的组织设计，是不能满足进度控制要求的。

分包人的进度计划必须依据承包人的施工进度计划编制；承包人应将分包的施工进度纳入总进度计划的控制范畴，总、分包之间要相互协调；总包人要经常检查分包人的进度情况，对分包人的进度提出建议。本项目分包单位工作明显落后，反映出总包方在上述工作方面的失误。

本工程中项目部向企业提交的进度报告过于简单，不全面。进度报告应包括：进度执行情况的综合描述；实际施工进度图及简要说明；施工图纸提供进度；材料物资、构配件供应进度；劳务记录及预测；日历计划；工程变更，价格调整，索赔及工程款收支情况；进度偏差的状况和导致偏差的原因分析；解决问题的措施；计划调整意见等。

2K320060 城市道路工程前期质量控制

2K320061 掌握城市道路工程前期工作要求

一、道路工程前期地质、水文调查

工程地质、水文地质调查为确定路线、小桥涵与构造物位置以及施工方案、施工组织设计提供依据。

（一）路线方面

充分调查、研究沿线的工程地质条件，路线应在地质情况比较好的区间内。调查沿线地质单元和地貌特征，地质构造（岩层接触关系、节理、裂隙发育情况，断层、褶曲位置、走向、产状等）、岩性、水文地质、土壤类别、地面径流以及不良地质现象，并分别进行地质评价，提出线路定位意见与施工及保安措施；分段测绘代表性的地质横断面，标明土石分类界限，划分土石等级；调查气象、地震、水文以及旧路状况等资料。勘察应尽量利用天然或已有的人工露头，当无露头可利用时应进行勘探，开挖试坑或钻探，其中试坑深度应达到地下水位以下，当地下水位很深时，开挖深度不小于 2.0m。

（二）路基方面

根据地质构造、岩性及风化程度提出路基边坡坡度及路基加固措施；调查沿线河流形态、水文条件、河岸地貌、地质特征、河岸稳定情况，提出路基坡面及支撑构造物的防护类型、基础埋置深度、长度等意见；调查地下水类型、蓄水层性质、补给和排泄条件、地下水和地表水关系、地下水与软弱层的关系，判明水文地质条件对筑路的影响；确定地震烈度≥7 度的各级烈度的分界位置。路基取土调查，对于沿线集中取土或线外大型取土坑每处应布设勘探点，勘探深度应穿过取土层以下 0.5m，并选取代表性土样鉴定土的路用性质。

（三）路面方面

收集有关气象资料，研究地貌条件，划定各路段的气候分区，并确定路基回弹模量值。对特殊地质不良地区进行调查与观测，为制定防治措施提供资料。

二、道路环境与资源调查

对道路沿线施工影响范围内进行环境调查，包括地形、地貌、地上地下构造物与建筑物、社会状况、人文状况、现有交通状况、洪汛及防洪防汛状况、文物保护、环境治理状况等。

对道路沿线境域要进行资源调查，包括社会经济状况、地方材料资源分布和生产能力及价格、外运材料物资能力及价格、运输条件、人力资源、土地资源、水、电、通讯、居住等状况。

（一）自然资源调查

1. 气象资料

（1）气温：主要收集年平均、最高、最低温度；最冷、最热月平均温度；结冰期及解冻期。目的是制定防暑降温、冬期施工的措施，估计混凝土、砂浆强度增长情况，选择水泥混凝土工程、路面工程及砌筑工程的施工季节。

（2）降雨：收集雨期起止时间、降水量、日最大降水量及雷雨时间等，为安排雨期施工、工地排水及防雷工作提供依据。

（3）风力风向：收集主导风向及频率、每年大风时间及天数等资料，为布置临时设施，制定高空作业及吊装措施提供依据。

2. 地形与地貌

收集工程所在区域的地形图、规划图、工程位置图、控制桩、水准点等资料，调查地上地下障碍物的位置和数量，特别重点调查道路沿线大桥、隧道、附属加工场、工程困难地段，为布置施工平面图、规划临时设施提供依据。

3. 地质调查

收集钻孔布置图、地质剖面图、各层土类别及厚度、地基土强度、地质稳定性、地下各种障碍物等资料，以便选择路基土石方施工方法，确定特殊路基的处理措施，复核地基基础设计及施工方案，选定自采材料料场及制定障碍物的拆除计划等。

4. 水文地质调查

（1）地下水：了解施工区域的最高、最低水位及时间、流向、流速及流量、水质分析等情况，以确定基础施工方案，是否降低地下水位，采用什么方法，水有否侵蚀性及施工注意事项。

（2）地面水：了解附近江河湖泊及施工地点的距离，洪水、枯水的时期及水质分析，确定临时供水方案及施工防洪措施。

5. 其他自然条件的调查

主要包括泥石流、滑坡、地震烈度等的调查，必要时也应进行详细调查，注意这些因素对基础和路基施工的影响，以便采取相应的施工保障措施。

（二）施工资源调查

1. 筑路材料调查

主要调查：外购材料的供应及发货地点、规格、单价、供应数量，运输方式、运输距离及运费；地方材料的产地、质量、单价、数量、运输方式、运输距离及运费；自采加工材料的料场、加工场的位置、可开采的数量及运输距离等情况。

2. 运输情况调查

主要调查：工程沿线及邻近的铁路、公路、河流的位置；车站、码头到工地的距离；施工单位自办运输及当地可能提供的运输能力；主要筑路材料的运输途径、转运情况和运杂费等。

3. 供水、供电通信情况调查

主要调查：施工现场用水水源、水质、供水量、水压、输水管道长度；当地电源供电容量、电压、可供施工用的用电量及接线位置；对临时供电线路和变电设备的要求等；当地电信机构的设置情况。如当地能为施工提供供水、供电、及通信服务，应签订相应的协议书，以便提前做好准备。

4. 劳动力及生活设施

主要调查：当地可提供的劳动力数量、技术水平、工资标准及当地的风俗习惯；当地可提供的施工临时用房的面积、地点，以及房屋结构、设备情况；工程所在地的文化教育、生活、医疗、消防、治安情况；施工现场的环境情况等。

5. 地方的施工能力

主要调查：当地钢筋混凝土预制构件厂、木材加工厂、采石厂、混凝土搅拌站等建筑施工企业的生产能力；这些企业满足道路施工需求的可能性和数量。

2K320062 掌握城市道路施工准备的内容与要求

城市道路工程施工在露天作业，受自然条件影响大。表现为类型多、结构独特、地上地下构筑物多、配合工作多、干扰多，导致施工变化多。由于建设工程项目多，设计滞后且变更多，目前还存在“三边”工程。同时又增加了“包工队”这个因素。为了利用有限

资金，以最快的速度，最少的消耗确保工程优质，创造最好的经济效益、社会效益，必须做好充分的施工前的准备工作。

一、组织准备

（一）组建施工组织机构：成立项目经理部，挑选精干、高效、具有实践经验的项目经理；再由项目经理选择具有事业心、责任感，懂生产、会经营、善管理的成员并制定各级岗位责任制。

（二）建立生产劳动组织：在满足施工进度和技术质量前提下合理组织和安排施工队伍，应由比较熟悉道路专业操作技能的人员组成骨干施工队，特殊工种、熟练工种和普通工种的人员要合理搭配，以求最佳的工种组合。

二、技术准备

（一）熟悉和核对设计文件：设计文件是工程施工最重要的依据，组织技术人员熟悉和了解设计文件，是为了明确设计者的设计意图，掌握图纸、资料的主要内容及有关的原始资料。此外，从设计到施工通常都要间隔几年时间，勘测设计时的原始自然状况也许会由于各种原因有所变化，因此必须对设计文件进行现场核对。其主要内容有：

1. 各项计划的布置、安排是否符合国家有关方针、政策和规定以及国家的整体布局；设计图纸、技术资料是否齐全，有无错误和相互矛盾。

2. 设计文件所依据的水文、气象、地质、岩土等资料是否准确、可靠、齐全。

3. 掌握整个工程的设计内容和技术条件，弄清设计规模、结构特点和形式。

4. 重要构造物的位置、结构形式、尺寸大小、孔径等是否恰当，能否采用更先进的技术或使用新材料。

5. 对地质不良地段采取的处理措施是否先进合理，对防止水土流失和保护环境采取的措施是否恰当、有效。

6. 各项纪要、协议等文件是否齐全、完善；明确建设期限，包括分期、分批施工的工程期限要求。

如发现设计图纸有错误或不合理的地方，应及时提出修改意见，待有关方面核准后进行修改设计、补充图纸等工作。

（二）编制施工组织设计（施工方案）参见 2K320063。

（三）技术交底——项目技术负责人向施工人员讲解工程特点、设计要求、相关技术规范、规程要求及获准的施工方案，强调工程难点及解决办法，使人人把住技术、质量关。

（四）测量放样——核对路线中线、主要控制点、转角点、水准点、三角点、基线等是否准确无误；重点地段的路基横断面是否合理；做好设计、勘测的交桩、交线工作，恢复道路中线，补钉转角桩、路两侧外边桩，恢复道路中线标高等。如发现有错误之处，应报知上级机构和监理并进一步复测。

三、物资准备

（一）材料：制定材料分期分批供应计划。各类原材料、成品、半成品，必须经过选择和检验，不合格不准用。

（二）机具：配备足够的施工机具，分期分批进场备用。

（三）劳保用品：重视安全生产，配备足够的安全、消防、劳保用品。

四、现场准备

（一）动、拆迁工作：该工作一般由建设单位承担，但有时施工单位可协助建设单位共同做工作。动、拆迁工作政策性强、涉及面广又繁琐，抓紧协调按政策进行，不要因它而影响工程进度。

（二）临时设施：包括现场“七通一平”（强电通、弱电通、给水通、排水通、暖气通、蒸汽通、路通和场地平整）、施工用房、环境维护等。按施工组织设计中的总平面布置图建设，要有利于施工和管理且不扰民。

（三）施工交通：建临时施工便线、导行临时交通，协助交通管理部门管好交通，使施工对人民群众、社会经济生活的影响降到最低。

【案例 2K320062】

1. 背景

某路是城市次要放射线，连接市区和高新技术开发区，为规划城市主干路。规划红线外有多个住宅区。现况路界外有某大学、某国家机关培训中心、部队等单位和村庄。现况路宽 12m，机非混行，通行 7 条公交线路和货车，交通流量大，经常发生堵塞。现况有一条 *D*400 天然气管线，2 条电信，一条 *D*400 雨水管线。该路地质情况：表层为人工堆积层，厚 0.5～2.0m，主要岩性为杂填土，其中有低液限黏土、粉土填土和房渣土，地下水埋深 5m。土基属于中湿～干燥类型。路北端有 5 棵古槐树。

该路改建设计资料：南接公路某环高速路立交，北接某路，全长 2400m，沿线与 6 条道路平交。在 3 个主要过街路口设置人行过街天桥。横断面为四幅路，中间隔离带 3.5m，两侧主路为三上三下各宽 11.5m，分隔带各宽 4.75m，辅路各宽 7m，外侧步道为 5m，红线范围 60m。路拱横坡 1.5%，纵坡 0.3%～0.5%。

该路结构为：上面层 40mmSMA-13，中面层 50mmAC-25，下面层 60mmAC-30，基层 510mm 石灰粉煤灰砂砾，总厚 660mm。路基为 9%石灰处理土 200mm。要求机械化施工。人行步道结构，防滑彩色方砖，镶嵌 0.5m 宽盲道砖。增建 *D*1600 雨水管道、*D*1150 污水管道各一条。

2. 问题

（1）该城市主干路施工前应做好哪些现场准备？

（2）该城市主干路施工前应做好哪些技术准备？

3. 分析与答案

（1）现场准备

1）应充分注意该路是旧路改造，道路宽从 12m 增加到 60m，需拆迁大量民房、商铺、机关。要以人为本，依据政策、法规办事，做好拆迁居民、单位的动员、安置工作。

2）根据施工现况，在不影响道路、管道施工以及水、电、热供应方便的地域较宽处搭建施工管理用临时设施（或租借现房）。

3）现况交通与改建工程是个矛盾。应合理建好施工便线，做好导行交通方案，管制好交通，做到施工、市民出行两方便，并要注意施工与交通安全。

（2）技术准备

1）应首先充分掌握设计文件（说明、图纸）意图。

2）保护好现况管线。对建设单位提供的地下管线走向图，要进行仔细复核。该路地

下水位低，新雨、污水管线施工要抓紧在雨期前完成，保证沟槽回填质量。尤其应注意沥青面层施工季节的安排。

3）人行天桥和防滑盲道的设置，体现了人文关怀和交通安全。路北端5棵古槐树要保护好。

以上各点实际是编制施工组织设计（施工方案）前必须考虑的。

4）对施工技术人员和工人做好技术交底，讲清设计意图、施工难点和重点以及采取的技术措施。

5）该路与公路某环高速路相接，又与6条道路平交。为接顺各路口，不造成积水并与周围环境景观相协调，整条道路测量放样和重要桩位的高程控制很重要。

2K320063　掌握城市道路工程施工方案与质量计划编制

施工方案的选择是施工组织设计中最重要的环节之一。

一、城市道路工程施工方案

（一）施工方案的拟订

施工方案就是对工程的施工做出总体安排和部署。它是在分析研究设计文件及有关规范和深入调查的基础上，结合工程的特点和施工单位自身的施工能力，对各分部、分项工程的施工顺序和施工方法做出选择。

合理安排施工顺序，首先需满足施工工艺顺序的要求。道路工程的施工顺序一般为：路基土方→连管铺设→道路基层→路面→附属工程。但施工方法与施工顺序有时是互相影响的。在路面施工中，如果是水泥混凝土路面时，应先浇筑水泥混凝土面板，然后再安砌侧石（无平石）；沥青混凝土路面摊铺前，应先做侧平石安砌。因此，施工方案的确定应综合考虑以下四方面的原则：

1. 各施工项目（工序）之间客观上存在的工艺顺序必须遵守；
2. 采用的施工方法、工程机械必须与施工顺序协调一致；
3. 满足施工质量和施工安全的基本要求；
4. 应考虑工艺间隔和季节性施工的要求。

（二）施工顺序的确定

按照工程工期的要求，根据城市道路工程的设计图纸、结合工程的施工组织条件（自然条件、劳动力、材料、机械和工艺），选择合理的施工顺序是确定施工方案和编制工程施工进度计划首先要考虑的问题。

城市道路工程按其主体工程结构可以分为土基工程、路基工程、路面工程、沿线的桥梁工程、（隧道工程）、排水管道工程及公用管线等。它们各自的施工顺序是不同的：土基工程一般为平面分段并进，先埋地下管线，先挖方后填方；先土基再基层后路面；桥梁工程则是先下部后上部、先主体后附属；水中工程以汛期控制优先考虑。通常施工顺序应以下述原则来确定：

1. 必须符合工艺要求；
2. 应与投入的施工机具相适应；
3. 必须保证施工质量的要求；
4. 应充分考虑水文、地质、气象等因素对施工的影响；

5. 必须优先考虑影响全局的关键工程进度工期要求，并以此安排各工序的施工顺序，必要时应集中力量攻克关键工程。

6. 体现施工组织的基本原则，即施工过程的连续性、协调性、均衡性和经济性；

7. 必须考虑安全生产的要求。

（三）施工方法的选择

选择施工方法主要是针对工程的主导施工过程而言。例如，沥青混凝土路面，为保证主导施工的顺利完成，在拟定施工方法时，应明确指出该施工项目土基与基层的质量标准及确保质量的措施。凡采用新工艺、新技术和那些影响质量的关键操作，在施工方案中均应详细说明施工方法和技术措施，必要时单独编制施工方案。

施工方法的选择取决于工程特点、工期要求、施工条件等因素，对各种不同类型工程施工方法有很大的差异，即使对同一种工程，其施工作业方式也有许多种可供选择的方案。例如水泥混凝土路面摊铺可采用人工摊铺或机械摊铺；机械可用进口或国产。究竟采用何种方法，必须根据当时当地的施工条件、工期和经济状况等因素而定。

（四）施工方案的技术经济分析

同建设工程项目实施的评价一样，施工方案可以通过经济评价方法来分析，并选择经济指标最优的方案作为实施方案。通常，施工方案的技术经济分析可分为定性分析和定量分析两种方法。

1. 定性分析评价

即对拟定的若干个施工方案，根据以往的施工经验，进行一般性的优缺点分析比较。比较内容有以下几点：

（1）施工操作上的难易程度和安全可靠性；

（2）为后续工序能否创造有利的施工条件；

（3）现有施工机械和设备利用程度及新增施工机械设备是否可能取得；

（4）对冬期、雨期施工带来的困难程度；

（5）对施工质量和安全生产的保证程度；

（6）能否为现场文明施工创造有利条件等。

2. 定量分析评价

定量分析评价是计算出各施工方案的工期、成本费用、利润增加额、劳动力及材料消耗等，进行多指标评价，以此来进行施工方案的综合分析比较。

（1）工期指标：按期完工是一个方案成立的基本条件。当工程对完工期限要求严并希望尽可能缩短工期时，比较方案的工期指标应放在首要位置考虑。

（2）单位工程量造价：对各施工方案按一定的编制要求核算出工程的实际造价（包括人工、材料、机械和施工管理等费用），以货币计算出单位工程量的平均造价进行比较。

$$\text{单位工程量平均造价}=\frac{\text{工程施工实体总造价}}{\text{总工程实体量}} \qquad (2K320063\text{-}1)$$

单位工程量可根据具体工程类型，采用每立方米实体、每平方米、每 1 延米或 1 公里。

（3）成本降低率：计算各方案的计划成本后，即可求得各方案的成本降低额＝预算成本－方案计划成本，然后求得：

$$成本降低率=\frac{成本降低额}{预算成本}\times 100\% \qquad (2K320063\text{-}2)$$

（4）单位工程劳动消耗量　这是一个反映施工机械化程度和劳动生产率水平的指标。

$$单位工程量劳动消耗量=\frac{完成该工程的全部劳动工日}{总工程数量} \qquad (2K320063\text{-}3)$$

（5）主要材料消耗指标　以各施工方案计划的主要材料（钢材、木材和水泥为主）消耗进行比较。

对于不同的施工方案进行比较时，往往会出现某一方案某几项指标较优而另几项指标不如其他方案的情况。这时应考虑结合工程特点，对各指标的重要性给出一个权数，然后综合分析比较。例如，在一些政府重大工程中工期往往成为一个主要指标，因为这涉及政府宏观规划和社会政治影响问题；对边施工边要求通车的改扩建工程，安全生产并保证正常交通秩序就显得格外重要。当然，在一般情况下，还是应以经济为基本评价指标。

二、质量计划编制的原则与内容

（一）质量计划的编制原则

1. 应由项目经理主持编制项目质量计划；

2. 质量计划应体现从工序、分项工程、分部工程到单位工程的过程控制，且应体现从资源投入到完成工程质量最终检验试验的全过程控制；

3. 质量计划应成为对外质量保证和对内质量控制的依据。

（二）质量计划的内容

1. 编制依据；

2. 项目概况；

3. 质量目标；

4. 组织机构；

5. 质量控制及管理组织协调的系统描述；

6. 必要的质量控制手段，施工过程，服务、检验和试验程序等；

7. 确定关键工序和特殊过程及作业的指导书；.

8. 与施工阶段相适应的检验、试验、测量、验证要求；

9. 更改和完善质量计划的程序；

10. 必要的纪录。

2K320070　道路施工质量控制

2K320071　掌握无机结合料稳定基层的质量控制要求

一、石灰稳定土基层

1. 材料：采用塑性指数 10～15 的粉质黏土、黏土为石灰稳定土用土，效果较好。有机物含量宜小于 10%。使用旧路的级配砾石、砂石或杂填土等应先进行试验。级配砾石、砂石等材料的最大粒径不宜超过分层厚度的 60%，且不应大于 10cm。土中欲掺入碎砖等粒料时，粒料掺入含量应经试验确定。应采用Ⅲ级（含）以上的钙质或镁质生、消石灰。生石灰应在使用前 2～3d 进行充分消解成消石灰粉，并过 10mm 筛。消石灰粉应尽快使

用，不宜存放过久。

2. 配合比应准确，应按制定的配比，在石灰土层施工前 10～15d 进行现场试配，通过配合比试验确定最佳的石灰剂量和混合料的最佳含水量。

3. 石灰稳定土应拌合均匀。应在春末和夏季施工。应严格控制基层厚度和高程，其路拱横坡应与地面一致。碾压时含水量宜在最佳含水量的允许偏差范围内。应用 12t 以上压路机碾压，先轻型后重型。压实厚度与碾压机具相适应，最厚 200mm，最薄 100mm。严禁用薄层贴补的办法找平。石灰土成活后应立即洒水（或覆盖）养护，保持湿润，直至上层结构施工为止。养护期内应封闭交通。

4. 龄期：石灰稳定土的强度具有随龄期增长的特点，前期增长速度较快随后逐渐减慢。其强度与龄期关系大致符合指数规律，如式（2K320071）

$$R_t = R_1 t^{\beta} \qquad (2K320071)$$

式中 R_1——1 个月龄期的强度（MPa）；

t——龄期（月）；

R_t——t 个月的强度（MPa）；

β——系数，约为 0.1～0.5。

二、水泥稳定土基层

1. 材料：宜选用粗粒土、中粒土；土的均匀系数不应小于 5，宜大于 10，塑性指数宜为 10～17；土中小于 0.6mm 颗粒的含量应小于 30%。如水泥稳定的是碎（砾）石，则它们要先筛分成 3～4 个不同粒级，然后配合成规范要求的级配范围。作城市道路基层时，单个颗粒的最大粒径不应超过 37.5mm。应选用初凝时间 3h 以上和终凝时间宜在 6h 以上的 42.5 级普通硅酸盐水泥、或 32.5 级矿渣硅酸盐、火山灰硅酸盐水泥。水泥应有出厂合格证与生产日期，复验合格方可使用。贮存期超过 3 个月或受潮，应进行性能试验，合格后方可使用。

2. 配合比应准确，通过配合比试验确定必须的水泥剂量和混合料的最佳含水量，使其 7d 浸水抗压强度达到 3～4MPa（城市主干路、快速路基层）或 2.5～3MPa（城市一般道路基层）。水泥稳定中粒土、粗粒土做基层时，水泥剂量不应小于 3%。

3. 宜在春末和气温较高季节施工，施工最低气温为 5℃。雨期施工应防止水泥和混合料淋雨。降雨时应停止施工，已摊铺的应尽快碾压密实。水泥稳定土应洒水拌合均匀。应严格控制基层厚度和高程，使其路拱横坡与面层一致。混合料应在等于或略大于最佳含水量（1%～2%）时碾压，以满足按重型击实标准确定的压实度要求。应用 12t 以上压路机碾压，先轻型后重型。严禁用薄层贴补法找平。基层保湿养护不宜少于 7d，养护期间应封闭交通。

三、石灰工业废渣（石灰粉煤灰）稳定砂砾（碎石）基层

1. 材料：石灰质量应符合Ⅲ级消石灰或Ⅲ级生石灰的技术指标。粉煤灰中 SiO_2、Al_2O_3 和 Fe_2O_3 的总含量应大于 70%；在温度为 700℃时的烧失量不应超过 10%。粉煤灰细度要求：通过 0.3mm 筛孔达 90%，通过 0.075mm 达 70%，比表面积宜大于 2500cm^2/g。砂砾（或碎石）应具有良好的级配，粒状颗粒的最大粒径不应超过 37.5mm；石料的压碎值：城市主干路、快速路应不大于 30%，城市其他道路应不大于 35%。

2. 配合比应准确，通过配合比试验确定必须的石灰、粉煤灰含量及混合料的最佳含

水量和最大干密度。用作基层的二灰混合料的 7d 浸水强度应达到设计要求。

3. 城市道路中应采用专用稳定料集中厂拌机械拌制二灰混合料。为保证质量，不同粒级的石料、细集料应分开堆放，石灰、粉煤灰、细集料均应有覆盖，防止雨淋过湿。严格按设计配合比配料，拌合时应先将石灰、粉煤灰搅拌均匀，再加入砂砾（碎石）和水搅拌均匀。混合料的含水量宜略大于最佳含水量，使运到工地的料适宜碾压成型。拌制石灰粉煤灰砂砾均应做延迟时间试验，以确定混合料在贮存场存放时间及现场完成作业时间。碾压时，混合料的含水量宜在最佳含水量的允许偏差范围内。压路机先轻型（12t）后重型（>12t），注意匀速，碾轮重叠。碾压过程中，及时对二灰砂砾（碎石）层补洒少量水，严禁洒大水碾压。基层横坡路拱应与面层要求一致。二灰砂砾（碎石）基层宜采用洒水养护，常温下养护期一般为 7d。养护期间宜封闭交通。需通行的机动车辆应限速，严禁履带车辆通行。

4. 石灰工业废渣稳定砂砾（碎石）基层质量控制项目主要有：配合比、级配、含水量、拌合均匀性、压实度、抗压强度等。

各种基层材料的施工质量控制过程中，对各个工序检验和试验均应符合规范规定要求，对查出的质量缺陷应及时处置、纠正；应保留质量控制过程的全部检验资料。

【案例 2K320071】

1. 背景

某项目部中标承建某项道路工程。其中道路基层结构为 150mm 厚石灰土和 400mm 厚水泥稳定碎石，工期为 2004 年 5 月 15 日开工，2005 年 4 月 30 日完工。

（1）在石灰土基层施工时，发现在消解后的石灰中仍含有较多未消解的生石灰块；便派人用 25mm 的方孔筛将其过筛。

（2）将 400mm 厚水泥稳定碎石分二层施工，每层 200mm 厚。为保证碾压密度，施工员将现有的 3 台 12t 压路机全部调换成 15t 三轮压路机。

（3）配合完工日期的要求，项目部将石灰土和水泥稳定碎石按流水节拍安排施工。这两项工序定在 2004 年 8 月 10 日～12 月 25 日完成。

2. 问题

（1）上述项目部的 3 项做法有无不妥之处？请作评论并简述正确处理方法。

（2）石灰土内可否掺加集料？说明掺加集料的作用及最大粒径的要求？

（3）石灰土应养生几天？水泥稳定碎石的水泥含量应控制在什么范围内？

3. 分析与答案

（1）对上述做法的评论如下：

第一项做法不妥。在筛除未消解的生石灰块时，应使用 10mm 方孔筛，不能使用 25mm 方孔筛。孔眼过大，不能保证质量。

第二项做法不妥。施工员虽然有保证压实度的意识，但 15t 压路机仍不能满足 200mm 厚水泥稳定碎石的碾压要求，应换成 18～20t 的压路机。

第三项仍有不妥。应考虑石灰土和水泥稳定碎石对施工温度的要求：施工期间最低气温在 5℃以上，并且在－3～－5℃天气到来之前 0.5～1.0 月完成。项目部将最后完成日期安排在 12 月 25 日，气温偏低不符合要求，应参照历年大气气温资料，将最迟完成日期提前，满足上述两项施工工序对气温的要求。

（2）石灰土内可以掺加集料。其作用是可提高强度和减少裂缝。掺加集料的最大粒径不超过0.6倍的石灰土层的厚度。

（3）石灰土成活后应立即洒水（或覆盖）养护，保持湿润，直至上层结构施工为止。水泥稳定碎石的水泥含量不应小于3%。

2K320072 掌握沥青混凝土面层施工质量控制要求

沥青路面施工应贯彻“精心施工、质量第一”的方针，保证沥青路面施工质量，使铺筑的沥青路面坚实、耐久、平整、稳定，为社会提供安全、舒适、顺畅的交通条件，这也是评价沥青路面性能的标准。沥青路面施工必须有详细的施工组织设计，并保证合理工期。施工中要严格按照施工组织设计去做，要按科学规律管理，不得随便缩短工期，赶工、抢工，不顾施工气温，在寒冷的气候条件下施工，严重影响沥青路面的压实质量，从而造成路面过早损坏。

沥青面层一般应连续施工，避免与可能污染沥青层的其他工序交叉，以杜绝施工和运输污染。强化洒布粘层油是为了解决层间污染的问题。由于沥青路面的层间污染，使沥青层形不成整体，是导致沥青路面过早损坏的重要原因。一般情况下，沥青面层和基层最好在一年内施工完毕。对不能保证连续施工、跨年度施工或层间的铺筑间隔较长时，要特别强化粘层油的作用及洒布质量控制，确保沥青层能成为一个整体，改善路面内部的受力状况，从而达到提高路面寿命的目的。

沥青面层施工必须在得到监理工程师的开工令后方可开工，基层弯沉的合格率必须满足设计要求。施工单位在施工过程中应随时对施工质量进行自检。监理工程师应按规定要求自主（独立）地进行试验，并对承包商的试验结果进行认定，如实评定质量，计算合格率。当发现有质量不合格等异常情况时，应立即追加检查。施工过程中无论是否已经返工补救，所有数据均必须如实记录，不得丢弃。

沥青混凝土面层施工质量控制技术要求如下：

1. 施工温度

石油沥青加工及沥青混合料施工温度应根据沥青标号及黏度、气候条件、铺装层的厚度确定。普通沥青混合料的施工温度宜在135～170℃之间。

2. 铺筑试验路段

城市快速路、主干路工程，铺筑试验段是不可缺少的步骤。铺筑试验段绝不是一种形式，必须达到要求的目标。试验段的长度应根据试验目的确定，通常为100～200m，并应选在正线上铺筑。试验段应包括下列试验内容：

（1）检验各种施工机械的类型、数量及组合方式是否匹配。

（2）通过试拌确定拌合机的操作工艺，考察计算机的控制及打印装置的可信度。

（3）通过试铺确定透层油的喷洒方式和效果，摊铺、压实工艺，确定松铺系数等。

（4）验证沥青混合料生产配合比设计，提出生产用的标准配合比和最佳沥青用量。

试验段铺筑应由有关各方共同参加，及时商定有关事项明确试验结论。铺筑结束后，施工单位应就各项试验内容提出完整的试验路施工、检测报告，取得业主或监理工程师的批复。

3. 沥青混合料摊铺的平整度

平整度是沥青路面质量好坏的重要指标之一。为提高铺筑时的平整度，常采用非接触

式的平衡梁来调整摊铺层的厚度。

首先要做到摊铺时的两个不要：

（1）不要停下摊铺机；

（2）不要碰撞摊铺机。

在沥青路面施工中，压实度、厚度和平整度是三个最重要的指标。需要特别摆正平整度和压实度的关系，一定要在确保压实度的前提下努力提高平整度。如果只是片面追求平整度，造成压实不足，会导致路面过早损坏。

4. 沥青路面施工厚度的重点检查与控制

（1）利用摊铺过程在线控制，即不断地用插尺或其他工具插入摊铺层测量松铺厚度。

（2）利用拌合场沥青混合料总生产量与实际铺筑的面积计算平均厚度进行总量检验。

（3）当有地质雷达等无破损检验设备时，可利用其连续检测路面厚度，但其测试精度需经标定认可。

（4）待路面完全冷却后，在钻孔检测压实度的同时测量沥青层的厚度。

沥青路面施工除符合路面设计与施工技术规范外，还应符合国家颁布的有关标准、规范的规定。特殊地质条件和地区的沥青路面工程，各省、市、自治区或工程建设单位可根据实际情况，制定补充规定或相应技术指南，对具体的建设工程项目还应该制定更具体的、更详细的施工操作规程。

行业标准 CJJ 1 规定，沥青混凝土面层外观检查要求是：表面应平整、坚实，不得有脱落、掉渣、裂缝、推挤、烂边、粗细料集中等现象，不得有明显轮迹；接缝应紧密、平顺、烫缝不应枯焦；面层与路缘石、平石及其他构筑物应接顺，不得有积水现象。检测项目有压实度、厚度、弯沉值、平整度、宽度、中线高程与偏位、横坡、井框与路面的高差、抗滑等十项。其中压实度、厚度和弯沉值是主控项目。

国家标准 GB 50092—96 规定，施工过程中，沥青混合料路面工程质量应检查外观、接缝、施工温度、矿料级配、沥青用量、马歇尔试验指标、压实度等。同时还应控制厚度、平整度、宽度、纵断面高程、横坡度等外形尺寸。在交工检查、验收阶段，城市道路沥青混合料路面应检查面层总厚度、上面层厚度、平整度（标准差 σ 值）、宽度、纵断面高程、横坡度、沥青用量、矿料级配、压实度、弯沉等。抗滑表层还应检查构造深度、摩擦系数摆值等。城市主干路、快速路的平整度采用 3m 平整度仪测得。

施工质量最低应满足规范要求，如业主对某项工程有特殊的更高要求，则施工方一定要做到。注意压实度测定中标准密度的确定，是试验室马歇尔试验密度还是试验路钻孔芯样密度，标准密度不同，压实度要求也不同，后者要求高。如对城市主干路、快速路的沥青混凝土面层，交工检查验收阶段的压实度代表值应达到马歇尔试验密度的 96％或试验路钻孔芯样密度的 99％。

2K320073　掌握水泥混凝土路面施工质量控制要求

水泥混凝土路面在施工前，应对混凝土路面板下的基层进行强度、密实度及几何尺寸等方面的质量检验。基层质量检查项目及其标准应符合基层施工规范的要求。基层宽度应比混凝土路面板宽 300～500mm 或与路基同宽。

水泥混凝土路面施工需要消耗大量的人工、物资、机械和时间等资源，是一项历时时

间长、技术要求高的工作。在施工过程中，所有的施工活动都必须严格按有关施工规范进行，以确保最后得到质量优良的工程实体。

一、材料与配合比

1. 采用强度高、收缩性小、耐磨性强、抗冻性好的普通硅酸盐水泥，初凝时间≥1.5h，终凝时间≤10h。新出厂的水泥至少存放 1 周后方可使用，水泥的存放期不得超过 3 个月，标号不低于 42.5 号。路面用细集料宜采用质地坚硬、细度模数在 2.5 以上、符合级配规定的洁净粗砂、中砂。其中，河砂经长期水流冲洗，粒形较圆、较洁净，质量最好，特重、重交通道路水泥混凝土路面工程优先采用河砂。海砂不得直接用于混凝土面层。淡化海砂不应用于城市快速路、主干路、次干路，可用于支路。用作路面混凝土的粗集料不得使用不分级的统料，应按最大公称粒径的不同采用 2～4 个粒级的集料进行掺配并应符合规定级配的要求，砾石最大公称粒径不宜大于 19.0mm；碎砾石最大公称粒径不应大于 26.5mm；碎石最大公称粒径不宜大于 31.5mm。根据用途，合理选用外加剂。使用外加剂应符合下列规定：宜使用无氯盐类的防冻剂、引气剂、减水剂等；应符合现行国家标准《混凝土外加剂》（GB 8076）的有关规定，并应有合格证；应经掺配试验，并应符合现行国家标准《混凝土外加剂应用技术规范》（GB 50119）的有关规定；高温施工时，混凝土搅拌物的初凝时间不得小于 3h，低温施工时，终凝时间不得大于 10h。使用减水剂的目的有：改善工作性、降低水灰比和节约水泥。

2. 精心设计混凝土配合比，普通混凝土路面的配合比设计应满足弯拉强度、工作性、耐久性等三项技术要求。

（1）弯拉强度：路面混凝土主要是以混凝土的弯拉强度为设计标准。路面混凝土的弯拉强度是以 150mm×150mm×550mm 的试件，标养 28d，以三分点双力点的抗折强度为标准（轻交通为 4.0MPa；中等交通为 4.5MPa；重交通、特重交通为 5.0MPa）。严格控制水泥混凝土拌合时的水灰比是保证其质量的主要因素之一。

（2）工作性：路面普通混凝土工作性要求是很重要的，混凝土工作性必须首先满足振捣棒对路面板的振捣密实度的要求；其次是满足路表面施工高平整度、抗滑构造和规则外观的要求；此外尚需保证表面的平整度一致和表面砂浆的厚度均匀。路面在浇筑前必须对混凝土的工作性进行检验并作必要的调整。

（3）耐久性：路面混凝土仅满足弯拉强度的要求，对其 20～40 年使用寿命和耐久性来说是不够的。水灰比不仅要满足弯拉强度的要求，在更大程度上受耐久性控制。从保证耐久性的观点而言，各级道路路面混凝土全部要求掺引气剂。混凝土路面掺用引气剂，除了提高弯拉强度、工作性和平整度外，仅从耐久性来看，不只是抗（盐）冻性、减小面板伸缩变形、提高抗风化能力，满足耐久性的需要，而且是减少上表面泌水，提高表面的耐磨性和抗海水、海风、酸雨、硫酸盐等腐蚀环境介质的重要措施之一。

二、常规施工

1. 搅拌站应设在施工路段中的恰当位置上，内部布置应满足原材料储运、检测，混凝土运输、供电、供水、钢筋加工等使用要求，并尽量紧凑，减少用地。搅拌站一般使用散装水泥。水泥的供应需要很好的生产调度、运输组织与现场管理。水泥仓库应覆盖或设置顶棚防雨，并应设置在地势较高处，严禁水泥受潮及浸水。混凝土拌合物的组成材料应严格计量。有条件时，尽量采用电子秤等自动计量设备，并应随时注意砂石的含水量，有变化时，

试验员应及时调整。搅拌机应优先选用强制立轴式或双轴式搅拌机，不宜采用自落式搅拌机。控制投料顺序和搅拌时间，最好根据试验确定投料顺序，以最短的时间搅拌出均质的混凝土。混凝土拌合物的最佳搅拌时间（自材料全部进入搅拌鼓开始搅拌至拌合物开始出料为止）应按配合比要求与施工对其工作性要求经试拌确定。每盘最长总搅拌时间宜为 80～120s。搅拌第一拌混凝土时，为避免搅拌鼓内粘附一部分砂浆而影响混凝土的配合比，可先用 1/3 拌的混凝土或适量砂浆搅拌，将其排出后再按规定的配合比搅拌混凝土。

2. 摊铺混凝土前应全面检查模板的位置、间隔、高度、润滑、支承稳定情况和基层的平整、润湿情况及钢筋（单、双层钢筋网片、角隅钢筋、边缘钢筋）设置的位置、传力杆装置等。混凝土混合料由运输车辆直接卸在基层上。卸料时应不使混凝土离析，且应尽可能将其卸成几小堆，便于摊铺，如发现有离析现象，应在铺筑时用铁锹拌均匀，但严禁第二次加水。摊铺厚度应考虑振捣的下落高度，预留高度一般为设计厚度的 0.1～0.25 倍左右。

3. 已铺好的混凝土，应迅速振捣密实，并控制混凝土振动时间，不应过振，且不宜少于 30s，移动间距不宜大于 50cm，以达到表面不再下沉并泛出水泥浆为准。振动器的振动顺序为：插入式振捣器→平板式振捣器→振动梁（重）→振动梁（轻）→无缝钢管滚杆提浆赶浆。应使混凝土表面有 5～6mm 的砂浆层，以利于密封和抹面。在整个振捣过程中，要随时注意模板，发现问题及时纠正。严禁在混凝土初凝后进行任何形式的振捣。混凝土板抹面前，应做好清边整缝、清除粘浆、修补掉边、缺角。抹面时严禁在面板混凝土上洒水、撒水泥粉。混凝土抹面不宜少于 4 次，先找平抹平，待混凝土表面无泌水时再抹面，并依据水泥品种与气温控制抹面间隔时间。

4. 做好接缝处理

（1）纵缝。小型机具施工时，通常是按一个车道的宽度（3.0～4.0m）一次施工，纵缝一般采用平缝加拉杆的形式，拉杆采用螺纹钢筋，其位置设在板厚的中央。

（2）胀缝一般采用真缝形式。胀缝应与路中心线垂直，缝壁必须垂直，缝宽宜为 20mm，缝隙宽度应一致，缝中不得连浆，缝隙下部设胀缝板，上部灌注嵌缝料。胀缝应设传力杆，传力杆设在板厚中间，平行于混凝土板面及路面中心线，传力杆可动的一端应很光滑，这一段传力杆在 50mm 范围内需涂上沥青或油漆，套上 100mm 长有润滑剂的套管。胀缝使用的传力杆一般采用光圆钢筋。

（3）横缩缝。一般采用假缝形式，缝宽 4～6mm，假缝可在混凝土结硬后锯切或在混凝土浇筑过程中做出压入缝。与压入缝相比，切缝做出的缩缝质量较好，接缝处比较平顺，因此，缩缝施工应尽量采用切缝法施工。

（4）灌注嵌缝材料。混凝土养护期满后，缝槽应及时填缝，在填缝前必须保持缝内清洁，可用空气压缩机将缝槽内垃圾清理干净，并保持混凝土干燥。嵌缝料灌注高度，夏天宜与板面平，冬天宜稍低于板面。

5. 为保证混凝土面板质量，要求达到设计弯拉强度时，才允许开放交通。

2K320074　熟悉压实度的测定方法和评定标准

一、击实试验

在试验室进行击实试验是研究土压实性质的基本方法。击实试验分轻型和重型两种，轻型击实试验适用于粒径小于 5mm 的黏性土，重型击实试验适用于粒径不大于 20mm 的

土。试验时，先将土样烘干、碾碎、过筛后掺入一定量的水成为扰动土样。将含水量为一定值的扰动土样分层装入击实筒中，每铺一层厚，均用击锤按规定的落距和击数锤击土样，直到被击实的土样（共3～5层）充满击实筒。由击实筒的体积和筒内击实土的总重计算出湿密度 ρ，再根据测定的含水量 w，即可算出干密度 $\rho_d=\dfrac{\rho}{1+w}$。用一组（通常为5个）不同含水量的同一种土样，分别按上述方法进行试验，即可绘制一条击实曲线，如图2K320074所示。

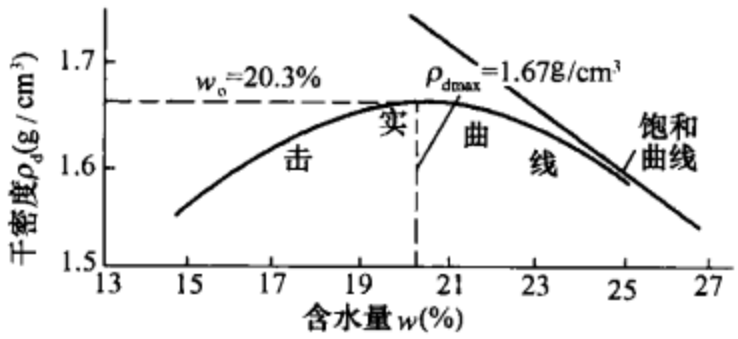


图2K320074 击实曲线

由图2K320074可见，对某一土样，在一定的击实功能作用下，只有当水的含量为某一适宜值时，土样才能达到最密实。击实曲线的极值为最大干密度 ρ_{dmax}，相应的含水量即为最佳含水量 w_0。

在工程中，填土的质量标准常用压实系数来控制，即 $k=\rho_r/\rho_{dmax}$，（用百分比表示）ρ_r 为工地实测干密度，压实系数愈接近1，表明对压实质量的要求越高。

二、压实密度的测定过程

1. 重型击实试验：由建设单位或监理单位委托对承包商无隶属关系的第三方、资质合格的试验单位，求得施工用土的最佳含水量和最大干（质量）密度。

2. 现场实测干密度和含水量：一般黏性土采用环刀法或蜡封法；砂质土及粗粒的石质土采用灌砂法。

3. 计算压实度：实测干(质量)密度与最大干(质量)密度的比值，一般以百分率表示。

三、压实质量的评定

按照土路基填挖类型、填筑深度及道路类型，对照表2K320074，判断是否达到质量要求。

土质路基压实度标准 **表2K320074**

填挖类型	路床顶面以下深度（cm）	道路类别	压实度（%）（重型击实）	检验频率		检验方法
				范围	点数	
挖方	0～30	城市快速路、主干路	≥95	1000m²	每层3点	环刀法、灌水法或灌砂法
		次干路	≥93			
		支路及其他小路	≥90			
填方	0～80	城市快速路、主干路	≥95			
		次干路	≥93			
		支路及其他小路	≥90			
	>80～150	城市快速路、主干路	≥93			
		次干路	≥90			
		支路及其他小路	≥90			
	>150	城市快速路、主干路	≥90			
		次干路	≥90			
		支路及其他小路	≥87			

2K320080　道路工程季节性施工质量控制要求

2K320081　掌握道路雨期施工质量控制要求

雨期施工能否顺利进行，关键在于施工计划与措施是否符合客观要求，因而在施工前须深入现场进行实地勘察，根据工程的特征与实际情况，针对不同建设工程项目采取切实可行的措施。编制实施性的雨期施工专项方案，合理安排机具，集中人力，组织快速施工，分段突击，本着完成一段再开一段的原则，当日进度当日完成。其施工特点及质量控制要求如下：

1. 土路基

有计划地集中力量，组织快速施工，分段开挖，切忌全面开花或战线过长。挖方地段要留好横坡，做好截水沟。坚持当天挖完、填完、压完，不留后患。因雨翻浆地段，坚决换料重做。对低洼处等不利地段，应优先安排施工，宜在主汛期前填土至汛期水位以上，且做好路基表面、边坡与排水防冲刷措施。路基填土施工，应留 2%～4%以上的横坡，每日收工前或预报有雨时，应将已填土整平压实，防止表面积水和渗水，将路基泡软。施工坚持：遇雨要及时检查，发现路槽积水尽快排除；雨后及时检查，发现翻浆要彻底处理，挖出全部软泥，大片翻浆地段尽量利用推土机等机械铲除，小片翻浆相距较近时，应一次挖通处理，一般采用石灰石或砂石材料填好压好。

2. 基层

对底基层应注意砂石材料的含水量，采取集中摊铺、集中碾压，当日碾压成活。对稳定材料基层，摊铺段不宜过长，并应当日摊铺、当日碾压成活；未碾压的料层受雨淋后，应进行测试分析，按配合比要求重新搅拌。及时开挖排水沟或排水坑，以便尽快排除积水。

3. 面层

（1）沥青面层不允许在下雨或下层潮湿时施工。雨期应缩短施工长度与工作面，加强与气象部门的联系，密切工地现场与沥青拌合厂的联系，雨天天气变化及时调整产品供应计划。沥青混合料运输车辆应有防雨措施。工地上应做到及时摊铺、及时完成碾压。对于双层式施工，雨后应注意清扫干净底层，以确保两层紧密结合为一个整体。在旧路面上加铺沥青混凝土面层，更要注意。

（2）水泥混凝土路面施工时，要加强与气象部门联系，掌握天气预报，安排在不下雨时施工。做好防雨准备，水泥必须放在库棚里，在料场和搅拌站搭雨棚，或施工现场搭可移动的罩棚，以便下雨时能继续完成。应勤测砂石集料的含水率，适时调整加水量，保证拌制混凝土时加水量的准确性，严格掌握配合比。雨期作业工序要紧密衔接，应及时浇筑、振动、抹面、养护。

【案例 2K320081】

1. 背景

某市政工程道路总长 1867.9m，*DN*600 给水管道 3736m，*DN*1600 给水管道 1991m，雨水管道 5186m，道路 108563m。道路结构组合是：9%石灰处理土基 150mm，12%石灰土底基层 170mm，石灰粉煤灰砂砾基层 400mm，粗粒式沥青混凝土（AC-25）底面层

70mm，AC-20 中面层 60mm，细粒式沥青混凝土（AC-13）上面层 50mm。

2. 问题

道路施工正值雨期，土基、基层、面层如何控制质量？

3. 分析与答案

雨期施工，沟槽忌泡槽，回填忌含水量过高，土基和基层忌含水量过高达不到压实度要求，沥青面层施工忌有水作业。所有这些的根源就是雨水。为此，该工程雨期施工的质量控制的核心是防雨、挡水、排水。此案例应从以下几方面分析：

（1）根据雨期施工特点，做好施工组织设计，做到思想重视，物资准备充分，组织健全。掌握天气预报和施工主动权，在雨水侵袭干扰的间隙中控制质量、完成工程的基础。

（2）要从采取防、排水措施入手，准备好施工方案和组织与器材，来考虑雨期施工的质量控制。

（3）应注意将沟槽回填和土基施工安排在无雨时段实施，集中力量施工一段完成一段。土基施工要留有一定横坡，以利排水。

（4）该工程为城市道路，施工无机结合料稳定材料，一定要求厂拌，注意防雨，严格检验含水量。施工时快节奏安排，做一段完成一段。

（5）应抓住沥青面层需在无水条件下施工才能保质量的关键，据天气预报安排面层沥青混合料施工。施工时若下层潮湿，应晒干后再铺上一层。缩短施工长度，力争摊铺一段、碾压一段、完成一段。其间加强与沥青拌合厂联系。遇大雨时，应尽快将已铺完的压实，未铺的料应遮盖，不再施工。

2K320082 熟悉道路冬期施工质量控制要求

当施工现场环境日平均气温连续 5d 稳定低于 5℃，或最低环境气温低于－3℃时，应视为进入冬期施工。

一、施工准备

1. 在冬期施工中，既要防冻，又要快速，以保证质量。

2. 科学合理安排施工部署，尽量将土方和土基项目安排在上冻前完成。

3. 做好防冻覆盖和挡风、加热、保温工具等物资及措施准备。

二、避害措施

1. 土路基：土路基冬期施工中，应做到：开挖冻土，应选择适宜的破冻土机械与开挖机械，施工时严禁掏洞取土；宜每日开挖到规定深度，并及时采取防冻措施。当开挖至路床时，必须当日碾压成活，成活面应采取防冻措施。路堑的边坡应在开挖过程中及时修整。填方土层宜用未冻、易透水、符合规定的土。气温低于－5℃时，每层虚铺厚度应较常温施工规定厚度小 20%～25%。铺土层应及时碾压密实，不应受冻。城市快速路、主干路的路基不应用含有冻土块的土料填筑。次干路以下道路填土材料中冻土块含量应小于 15%，冻土块最大尺寸不应大于 10mm。冻土必须与好土拌匀，严禁集中使用。

2. 基层：级配颗粒基层和稳定类基层冬期施工时可按规范要求加一定浓度的盐水，以降低冰点。石灰及石灰、粉煤灰稳定土（粒料）类基层宜在进入冬期前 30～45d 停止施工；水泥稳定土（粒料）类基层，宜在进入冬期前 15～30d 停止施工。

3. 沥青类面层：城市快速路、主干路的沥青混合料面层严禁冬期施工。次干路及其

以下道路在施工温度低于5℃时，应停止施工。当风力小于六级，环境温度大于5℃，沥青混合料施工时，应视沥青品种、标号，比常温适度提高混合料搅拌与施工温度。运输中应覆盖保温。下承层表面应干燥、清洁、无冰、雪、霜等。摊铺时间宜安排在一日内气温较高时进行；施工中做好充分准备，采取“快卸、快铺、快平”和“及时碾压、及时成型”的方针。粘层、透层、封层、贯入式与表面处治沥青面层严禁冬期施工。

4. 水泥混凝土面层：施工中应根据气温变化采取保温防冻措施。当连续五昼夜平均气温低于－5℃，或最低气温低于－15℃时，宜停止施工。水泥应选用水化总热量大的R型水泥或单位水泥用量较多的32.5级水泥，不宜掺粉煤灰。搅拌机出料温度不得低于10℃，混凝土拌合物的摊铺温度不应低于5℃。当气温低于0℃或浇筑温度低于5℃时，应将水和砂石料加热后搅拌，最后放入水泥，水泥严禁加热。混凝土板浇筑前，基层应无冰冻、不积冰雪；拌合物中不得使用带有冰雪的砂、石料，可加经优选确定的防冻剂、早强剂；冬期养护时间不少于28d，养护期应经常检查保温、保湿隔离膜，保持其完好，并应按规定检测气温与混凝土面层温度，确保混凝土面层最低温度不低于5℃。混凝土板的弯拉强度低于1MPa或抗压强度低于5MPa时，严禁遭受冰冻。

【案例2K320082】

1. 背景

某道路为新建道路，全线经过农田，腐殖土厚0.3m。部分路段有鱼塘，需清除腐殖土和淤泥。设计资料是：路基为2～3m的填土，上部有9%石灰处理土200mm，重型标准压实度95%；路面结构为：12%石灰土底基层150mm，石灰粉煤灰砂砾基层350mm，沥青混凝土上、中、下面层150mm，共计650mm。管线工程有*DN*1500上水管道工程和*D*1150排水管道工程。计划工期是第一年的10月到第二年的5月。

2. 问题

在第一年10月到次年3月，除安排管线施工及清除腐殖土、淤泥外，还安排土基和基层施工，应采取哪些积极措施以保证施工质量？

3. 分析与答案

本案例中的管道工程主要为管基和管道安装工程，少量管道构筑物工程。这些管道工程均在沟槽内进行，冬期施工措施较为容易控制，而道路路基、基层的冬期避害措施是重点。

（1）应注意天气预报，密切关注气温变化，尽量将土方、路基一类工程安排在上冻前完成。一旦进入冬期，应按冬期施工组织设计进行施工，实施防冻、挡风、保温、加热等措施。

（2）必须从控制负温下填土施工的限制高度和严禁回填冻土的角度，执行规范，保证质量。

（3）应考虑采取在基层材料中使用防冻盐外掺剂措施，以利于负温下防冻、利于强度增长。

2K320090　城市桥梁工程前期质量控制

2K320091　掌握城市桥梁工程施工准备的内容

施工准备工作的基本任务是为桥梁工程的施工建立必要的技术和物资条件，统筹安排

施工力量和施工现场。施工准备通常包括技术准备、劳动组织准备、物资准备和施工现场准备等工作。

一、技术准备

技术准备是施工准备的核心。由于任何技术上的差错和隐患都可能危及人身安全和造成质量事故，带来生命、财产和经济的巨大损失，因此必须认真做好技术准备工作。

（一）熟悉设计文件、研究施工图纸、进行现场核对

施工单位在收到拟建工程的设计图纸和有关技术文件后，应尽快组织工程技术人员熟悉、研究所有技术文件和图纸，全面领会设计意图；检查图纸与其各组成部分之间有无矛盾和错误；在几何尺寸、坐标、标高、说明等方面是否一致；技术要求是否正确；并与现场情况进行核对。同时要作出详细记录，记录应包括对设计图纸的疑问和有关建议。

（二）原始资料的进一步调查分析

对拟建工程进行实地勘察，进一步获得有关原始数据的第一手资料，这对于正确选择施工方案、制定技术措施、合理安排施工顺序和施工进度计划是非常必要的。

1. 自然条件的调查分析

（1）地质

应了解的主要内容有：地质构造、墩（台）位处的基岩埋深、岩层状态、岩石性质、覆盖层土质、土的性质和类别、地基土的承载力、土的冻结深度、妨碍基础施工的障碍物、地震级别和烈度等。

（2）水文

应了解的主要内容有：河流流量和水质、年水位变化情况、最高洪水位和最低枯水位的时间及持续时间、流速和漂浮物、地下水位的高低变化、含水层的厚度和流向；冰冻地区的河流封冻时间、融冰时间、流冰水位、冰块大小；受潮汐影响河流或水域中潮水的涨落时间、潮水位的变化规律和潮流等情况。

（3）气象

调查的内容一般包括：气温、气候、降雨、降雪、冰冻、台风（含龙卷风、雷雨大风等突发性灾害）、风向、风速等变化规律及历年记录；冬、雨期的期限及冬期地层冻结厚度等情况。

（4）施工现场的地形地物

对建设单位提供的工程区域的交通和工程地点沿线附近建筑物、地下构筑物、公用管线等资料进行周密的调查和复核，如有影响施工及安全的应采取应对措施，并经建设单位或（和）监理批准后实施。

2. 技术经济条件的调查分析

主要内容包括：施工现场动迁状况、当地可利用的地方材料状况、国拨材料供应状况、地方能源和交通运输状况、地方劳动力和技术水平状况、当地生活物资供应状况、可提供的施工用水用电状况、设备租赁状况、当地消防治安状况及分包单位的实力状况等。

（三）施工前的设计技术交底

设计技术交底一般由建设单位（业主）主持，设计、监理和施工单位（承包商）参加。先由设计单位说明工程的设计依据、意图和功能要求，并对特殊结构、新材料、新工艺和新技术提出设计要求，进行技术交底。然后施工单位根据研究图纸的记录以及对设计

意图的理解，提出对设计图纸的疑问、建议和变更。最后在统一认识的基础上，对所探讨的问题逐一作好记录，形成“设计技术交底纪要”，由建设单位正式行文，参加单位共同会签盖章，作为与设计文件同时使用的技术文件和指导施工的依据，以及建设单位与施工单位进行工程结算的依据。当工程为设计施工总承包时，应由总承包人主持进行内部设计技术交底。

（四）制定施工方案、进行施工设计

在全面掌握设计文件和设计图纸，正确理解了设计意图和技术要求，以及进行了以施工为目的各项调查之后，应根据进一步掌握的情况和资料，对投标时初步拟定的施工方法和技术措施等进行重新评价和深入研究，以制定出详尽的更符合现场实际情况的施工方案。

施工方案一经确定，即可进行各项临时性结构的施工设计，诸如基坑围堰，浮运沉井和钢围堰的制造场地及下水、浮运、就位、下沉等设拖，钻孔桩水上工作平台，连续梁桥顶推施工的台座和预制场地，悬浇桥梁的挂篮，导梁或架桥机，模板、支架及脚手架，自制起重吊装设备，施工便桥便道及装卸码头等的设计。施工设计应在保证安全的前提下尽量考虑使用现有材料和设备，因地制宜，使设计出的临时结构经济适用、装拆简便、通用性强。

（五）编制施工组织设计

编制施工组织设计见 2K320092。

（六）编制施工预算

施工预算是根据施工图纸、施工组织设计或施工方案、施工定额等文件进行编制的。施工预算是施工企业内部控制各项成本支出、考核用工、签发施工任务单、限额领料以及基层进行经济核算的依据，也是制订分包合同时确定分包价格的依据。

二、劳动组织准备和物资准备

（一）劳动组织准备

1. 建立组织机构

确定组织机构应遵循的原则是：根据建设工程项目的规模、结构特点和复杂程度来决定机构中各职能部门的设置，人员的配备应力求精干，以适应任务的需要。坚持合理分工与密切协作相结合，使之便于指挥和管理，分工明确，责权具体。

2. 合理设置施工班组

施工班组的建立应认真考虑专业和工种之间的合理配置，技工和普工的比例要满足合理的劳动组织，并符合流水作业方式的要求，同时制定出该工程的劳动力需要量计划。

3. 集结施工力量，组织劳动力进场

进场后应对工人进行技术、安全操作规程以及消防、文明施工等方面的培训教育。

4. 施工组织设计、施工计划和施工技术的交底

在单位工程或分部分项工程开工之前，应将工程的设计内容、施工组织设计、施工计划和施工技术等要求，详尽地向施工班组和工人进行交底，以保证工程能严格按照设计图纸、施工组织设计、施工技术规范、安全操作规程和施工验收规范等要求进行施工。交底工作应按照管理系统自上而下逐级进行，交底的方式有书面、口头和现场示范等形式。

交底的内容主要有：工程的施工进度计划、月（旬）作业计划；施工组织设计，尤其

是施工工艺、安全技术措施、降低成本措施和施工验收规范的要求；新技术、新材料、新结构和新工艺的实施方案和保证措施；有关部位的设计变更和技术核定等事项。

5. 建立健全各项管理制度

内容包括：技术质量责任制度、工程技术档案管理制度、施工图纸学习与会审制度、技术交底制度、各部门及各级人员的岗位责任制、工程材料和构件的检查验收制度、工程质量检查与验收制度、材料出入库制度、安全操作制度、机具使用保养制度等。

（二）物资准备

物资准备工作的内容主要包括：

1. 工程材料的准备，如钢材、木材、水泥、砂石材料等。

2. 工程施工设备的准备。

3. 其他各种小型生产工具、小型配件等的准备。

三、施工现场准备

施工现场的准备工作，主要是为工程的施工创造有利的施工条件和物资保证。其具体内容如下：

1. 施工控制网测量

按照勘察设计单位提供的桥位总平面图和测图控制网中所设置的基线桩、水准标点以及重要桩志的保护桩等资料，进行三角控制网的复测，并根据桥梁结构的精度要求和施工方案，补充加密施工所需要的各种标桩，建立满足施工要求的平面和立面施工测量控制网。

2. 补充钻探

桥梁工程在初步设计时所依据的地质钻探资料往往因钻孔较少、孔位过远而不能满足施工的需要，因此必须对有些地质情况不甚明了的墩位进行补充钻探，以查明墩位处的地质情况和可能的隐蔽物，为基础工程的施工创造有利条件。

3. 搞好“四通一平”

“四通一平”是指水通、电通、通信通、路通和场地平整。为了蒸汽养护的需要以及在寒冷冰冻地区，还要考虑暖气供热的要求。

4. 建造临时设施

按照施工总平面图的布置，建造所有生产、办公、生活、居住和储存等临时用房，以及临时便道、码头、混凝土拌合站、构件预制场地等。

5. 安装调试施工机具

对所有施工机具都必须在开工之前进行检查和试运转。

6. 材料的试验和储存堆放

按照材料的需要量计划，应及时提供材料的试验申请计划，如混凝土和砂浆的配合比和强度、钢材的机械性能等试验，并组织材料进场，按规定的地点和指定的方式进行储存堆放。

7. 新技术项目的试制和试验

按照设计文件和施工组织设计的要求，认真组织新技术项目的试验研究。

8. 冬期、雨期施工安排

按照施工组织设计的要求，落实冬期、雨期施工的临时设施和技术措施，做好施工

安排。

9. 消防、保安措施

建立消防、保安等组织机构和有关的规章制度，布置安排好消防保安等措施。

10. 建立健全施工现场各项管理制度

根据工程特点，制定施工现场必要的各项规章制度。

11. 办理同意施工的手续

应遵守施工当地市政工程管理部门、交通管理部门的管理要求，办妥一切要求办理的同意施工的手续。

2K320092　掌握城市桥梁工程施工方案与质量计划编制

应依据招、投标文件，施工合同，设计文件及有关规范，在深入调查的基础上，根据工程特点、本企业具体条件，抓住主要环节，编制施工组织设计。

1. 施工组织设计

施工组织设计一般包括以下内容：（1）编制说明；（2）编制依据；（3）工程概况和特点；（4）施工准备工作；（5）施工方案（含专项设计）；（6）施工进度计划；（7）工料机需要量及进场计划；（8）资金供应计划；（9）施工平面图设计；（10）施工管理机构及劳动力组织；（11）季节性施工的技术组织保证措施；（12）质量计划；（13）有关交通、航运安排；（14）公用事业管线保护方案；（15）安全措施；（16）文明施工和环境保护措施；（17）技术经济指标等。

2. 工程概况

工程概况是对桥梁的工程规模、结构特点、桥位特征和施工条件等所作的一个简要的、突出重点的文字介绍。一般还需附以工程的简图（如桥位、桥型布置图和上下部主要结构的尺寸图等）和主要工程量一览表。不同类型的结构、不同条件下的桥梁工程施工，均有其不同的施工特点，因此还需对其特点进行分析，指出施工中的关键问题，以便在选择施工方案、组织物资供应和技术力量配备等方面采取有效措施。

3. 施工方案

施工方案是施工组织设计的核心部分，主要包括施工方法的确定、施工机具的选择、施工顺序的确定等方面的内容。

（1）施工方法的确定

施工方法是施工方案中的关键问题，它直接影响施工进度、质量、安全和工程成本。确定施工方法应注意突出重点：

1）工程量大，在整个工程中占重要地位的分部分项工程；

2）施工技术复杂的项目；

3）采用新技术、新工艺及对工程质量起关键作用的项目；

4）不熟悉的特殊结构或工人在操作上不够熟练的工序。

在确定施工方法时，应详细而具体，不仅要拟订出操作过程和方法，还应提出质量要求和技术措施，必要时应单独编制施工作业计划。

（2）施工机具的选择

施工方法的确定往往取决于施工机械。因此，应将施工机械的选择与施工方法的确定

进行综合考虑。施工机械选择的一般思路是：根据工程特点，先在本单位内选择适宜的主导和配套施工机械，不能满足施工要求时，再考虑租赁或购买。要尽可能选择通用的标准机械。

（3）施工顺序的确定

桥梁工程在确定施工顺序时，应考虑当地水文、地质和气候的影响，满足施工的质量、安全、程序、工艺、组织要求，使之与施工方法和施工机械相协调；应尽量安排流水或部分流水作业，以充分发挥劳力和机具的效率，使工期最短。

（4）专项设计

大型桥梁工程应有针对单项工程施工需要的专项设计，如模板及支架设计、地下沟槽支撑设计、降水设计、施工便桥、便线设计、箱涵顶进后背设计、预应力混凝土钢筋张拉设计、大型预制构件吊装设计、混凝土施工浇筑方案设计、设备安装方案设计等。

4. 施工进度计划

在既定施工方案的基础上，根据规定工期和各种资源供应条件，按照施工过程的合理施工顺序及组织施工的原则，对工程从施工准备工作开始直到工程竣工为止的全部施工过程，利用横道图、垂直图或网络图等形式来确定其全部施工过程在时间和空间上的安排、相互间配合关系以及各工序之间的衔接关系。施工进度计划的主要作用是：统筹全局，指导全部施工生产活动，控制工程的施工进度；为编制季度、月度生产作业计划，确定劳动力和各种资源需要量计划等提供依据。

施工进度计划编制的一般步骤为：（1）确定施工过程；（2）计算工程量；（3）确定劳动量和机械台班数；（4）确定各施工过程的作业天数；（5）编制施工进度计划；（6）编制主要工种劳动力需要量计划及施工机械、周材、主材、构件、加工品等的需要量计划。

5. 施工平面图

施工平面图是施工组织设计的重要组成部分，绘制比例为 1∶500～1∶2000。施工平面图的设计步骤为：（1）收集分析研究原始资料；（2）确定搅拌站、仓库和材料、构件堆场的位置及尺寸；（3）布置运输道路；（4）布置生产、生活用临时设施；（5）布置临时给排水、用电管网；（6）布置安全、消防设施。

6. 质量计划：（参见 2K320063 有关质量计划编制的论述）

桥梁工程的质量计划往往与施工组织设计结合在一起编写。通常的做法是在编制施工方案、技术保证措施、质量保证措施等内容时，将质量计划要求的内容结合在一起写进去。以编写钻孔灌注桩施工方案为例，循着钻孔灌注桩施工工艺流程的每一工序，都可以写出施工要求、质量要求，检验、试验、测量、验证方法或程序，记录要求、表式，整个钻孔灌注桩施工方案应该遵守的技术规范。方案有了这些内容，就基本满足了质量计划的编写要求。

【案例 2K320092】

1. 背景

在某城市的城区拟建一定向匝道桥，上跨既有立交桥。该匝道桥分跨为：12×25m＋(28m＋40m＋28m) ＋12×25m，主跨为三跨钢与混凝土组合梁，引桥为预应力混凝土工字梁，两侧桥头路长各 100m，采用装配式钢筋混凝土挡墙。桥宽为 9.0m、分界墩为钢筋混凝土 T 形墩、中间墩为钢筋混凝土圆柱形墩，在钢筋混凝土承台下为钻孔灌注桩，施

工工期为：5月1日～10月1日。

2. 问题

应怎样考虑本桥梁施工组织设计的内容？

3. 分析与答案

按编制施工组织设计的要求，结合该桥梁工地的特点，应着重研究如下几方面的问题：

（1）详细了解桥位处的工程地质、水文地质、河流水文、地下管线、地上拆迁、附近建筑物、交通、施工场地、工地用水用电等情况；

（2）基础的施工方法的选择应尽量减少对周围居民生活以及周围环境的影响；

（3）对于用量大的预制梁应选择好构件厂，并应详细了解当地现有的吊装设备及运输情况；

（4）预应力钢与混凝土组合连续梁是技术复杂的工程，应对钢梁的预制、吊装、临时支架的搭设、浇筑与张拉次序、拆架的时机进行充分研究并应做出详细的施工作业计划；

（5）在安排施工进度时，应考虑工期经过雨期的特点；

（6）地处繁华地区，应结合工序、临时支架位置等因素组织好交通。

2K320100　城市桥梁工程施工质量控制

2K320101　掌握城市桥梁工程钻孔灌注桩质量事故预防及纠正措施

一、常见的钻孔（包括清孔时）质量事故的原因及处理

常见的钻孔（包括清孔时）事故有以下几种：坍孔、钻孔偏斜、掉钻落物、糊钻和埋钻、扩孔和缩孔、钻杆折断、钻孔漏浆等。

（一）扩孔和坍孔

发生的原因相同，轻则为扩孔，重则为坍孔。常用预防措施有控制进尺速度、选用适用护壁泥浆、保证孔内必要水头、避免触及和冲刷孔壁等。孔内局部坍塌而扩孔，钻孔仍能达到设计深度则不必处理；孔内坍塌，回填砂和黏质土（或砂砾和黄土）混合物到坍孔处以上1m～2m，如坍孔严重应全部回填，待回填物沉积密实后再钻。

（二）钻孔偏斜

1. 产生的原因：（1）钻头受到侧向力；（2）扩孔处钻头摆向一方；（3）钻杆弯曲、接头不正；（4）钻机底座未安置水平或位移。

2. 钻孔偏斜后，应查明偏斜情况。一般可在偏斜处吊住钻头上下反复扫孔，使钻孔正直。偏斜严重时应回填砂黏土到偏斜处，待回填物沉积密实后再钻。

（三）钻孔漏浆

造成钻孔漏浆的原因有泥浆稀、护筒制作埋置不良、水头过高等，可查明原因对症下药。

二、灌注水下混凝土质量事故的预防及处理

灌注水下混凝土是成桩的关键性工序，灌注过程中应分工明确，密切配合，统一指挥，做到快速、连续施工，灌注成高质量的水下混凝土，防止发生质量事故。

如出现事故时，应分析原因，采取合理的技术措施，及时设法补救。对于确实存在缺

点的钻孔桩，应尽可能设法补强，不宜轻易废弃，造成过多的损失。

经过补强的桩须经认真的检验认为合格后方可使用。对于确实无法利用的桩，应与设计单位研究采用补桩或其他措施。

（一）导管进水

1. 主要原因

（1）首批混凝土储量不足，或虽然混凝土储量已够，但导管底口距孔底的间距过大，混凝土下落后不能埋没导管底口，以致泥水从底口进入。

（2）导管接头不严，接头间橡皮垫被导管高压气囊挤开，或焊缝破裂，水从接头或焊缝中流入。

（3）导管提升过猛，或测深出错，导管底口超出原混凝土面，底口涌入泥水。

2. 预防和处理方法

为避免发生导管进水，事前要采取相应措施加以预防。万一发生，要当即查明事故原因，采取以下处理方法：

（1）若是上述第一种原因引起的，应立即将导管提出，将散落在孔底的混凝土拌合物用反循环钻机的钻杆通过泥石泵吸出，或者用空气吸泥机、水力吸泥机以及抓斗清出，不得已时需要将钢筋笼提出采取复钻清除。然后重新下放骨架、导管并投入足够储量的首批混凝土，重新灌注。

（2）若是第二、三种原因引起的，应视具体情况，拔换原管重下新管；或用原导管插入续灌，但灌注前均应将进入导管内的水和沉淀土用吸泥和抽水的方法吸出。如系重下新管，必须用潜水泵将管内的水抽干，才可继续灌注混凝土。为防止抽水后导管外的泥水穿透原灌混凝土从导管底口翻入，导管插入混凝土内应有足够深度，一般宜大于 2000mm。由于潜水泵不可能将导管内的水全部抽干，续灌的混凝土配合比应增加水泥量，提高稠度后灌入导管内，灌入前将导管进行小幅度抖动或挂振捣器予以振动片刻，使原混凝土损失的流动性得以弥补。以后灌注的混凝土可恢复正常的配合比。

若混凝土面在水面以下不很深，未初凝时，可于导管底部设置防水塞（应使用混凝土特制），将导管重新插入混凝土内（导管侧面再加重力，以克服水的浮力）。导管内装灌混凝土后稍提导管，利用新混凝土自重将底塞压出，然后继续灌注。

若如前述混凝土面在水面以下不很深，但已初凝，导管不能重新插入混凝土时，可在原护筒内面加设直径稍小的钢护筒，用重压或锤击方法压入原混凝土面以下适当深度，然后将护筒内的水（泥浆）抽除，并将原混凝土顶面的泥渣和软弱层清除干净，再在护筒内灌注普通混凝土至设计桩顶。

（二）卡管

在灌注过程中，混凝土在导管中下不去，称为卡管。卡管有以下两种情况：

1. 初灌时隔水栓卡管；或由于混凝土本身的原因，如坍落度过小、流动性差、夹有大卵石、拌合不均匀，以及运输途中产生离析、导管接缝处漏水、雨天运送混凝土未加遮盖等，使混凝土中的水泥浆被冲走，粗集料集中而造成导管堵塞。

处理办法可用长杆冲捣管内混凝土，用吊绳抖动导管，或在导管上安装附着式振捣器等使隔水栓下落。如仍不能下落时，则须将导管连同其内的混凝土提出钻孔，进行清理修整（注意切勿使导管内的混凝土落入井孔），然后重新吊装导管，重新灌注。一旦有混凝

土拌合物落入井孔，须将散落在孔底的拌合物粒料等予以清除。

提管时应注意到导管上重下轻，要采取可靠措施防止翻倒伤人。

2. 机械发生故障或其他原因使混凝土在导管内停留时间过久，或灌注时间持续过长，最初灌注的混凝土已经初凝，增大了导管内混凝土下落的阻力，混凝土堵在管内。其预防方法是灌注前应仔细检修灌注机械，并准备备用机械，发生故障时立即调换备用机械；同时采取措施，加速混凝土灌注速度，必要时，可在首批混凝土中掺入缓凝剂，以延缓混凝土的初凝时间。

当灌注时间已久，孔内首批混凝土已初凝，导管内又堵塞有混凝土，此时应将导管拔出，重新安设钻机，利用较小钻头将钢筋笼以内的混凝土钻挖吸出，用冲抓锥将钢筋骨架逐一拔出。然后以黏土掺砂砾填塞井孔，待沉实后重新钻孔成桩。

（三）坍孔

在灌注过程中如发现井孔护筒内水（泥浆）位忽然上升溢出护筒，随即骤降并冒出气泡，应怀疑是坍孔征象，可用测深仪探头或测深锤探测。如测深锤原系停挂在混凝土表面上未取出的现被埋不能上提，或测深仪探头测得的表面深度达不到原来的深度，相差很多，均可证实发生坍孔。

坍孔原因可能是护筒底脚周围漏水，孔内水位降低，或在潮汐河流中涨潮时，孔内水位差减小，不能保持原有静水压力，以及由于护筒周围堆放重物或机械振动等，均有可能引起坍孔。

发生坍孔后，应查明原因，采取相应的措施，如保持或加大水头、移开重物、排除振动等，防止继续坍孔。然后用吸泥机吸出坍入孔中的泥土；如不继续坍孔，可恢复正常灌注。

如坍孔仍不停止，坍塌部位较深，宜将导管拔出，将混凝土钻开抓出，同时将钢筋抓出，只求保存孔位，再以黏土掺砂砾回填，待回填土沉实时机成熟后，重新钻孔成桩。

（四）埋管

导管无法拔出称为埋管，其原因是：导管埋入混凝土过深，或导管内外混凝土已初凝使导管与混凝土间摩阻力过大，或因提管过猛将导管拉断。

预防办法：应按前述要求严格控制埋管深度一般不得超过 6～8m；在导管上端安装附着式振捣器，拔管前或停灌时间较长时，均应适当振捣，使导管周围的混凝土不致过早地初凝；首批混凝土掺入缓凝剂，加速灌注速度；导管接头螺栓事先应检查是否稳妥；提升导管时不可猛拔。若埋管事故已发生，初时可用链滑车、千斤顶试拔。如仍拔不出，凡属并非因混凝土初凝流动性损失过大的情况，可插入一直径稍小的护筒至已灌混凝土中，用吸泥机吸出混凝土表面泥渣；派潜水工下至混凝土表面，在水下将导管齐混凝土面切断；拔出小护筒，重新下导管灌注。此桩灌注完成后，上下断层间，应照下面所述方法予以补强。

（五）钢筋笼上升

钢筋笼上升，除了一些显而易见的原因是由于全套管上拔、导管提升钩挂所致外，主要的原因是由于混凝土表面接近钢筋笼底口，导管底口在钢筋笼底口以下 3m 至以上 1m 时，混凝土灌注的速度（m^3/min）过快，使混凝土下落冲出导管底口向上反冲，其顶托力大于钢筋笼的重力时所致。

为了防止钢筋笼上升，当导管底口低于钢筋笼底部 3m 至高于钢筋笼底 1m 之间，且混凝土表面在钢筋笼底部上下 1m 之间时，应放慢混凝土灌注速度。

克服钢筋笼上升，除了主要从上述改善混凝土流动性能、初凝时间及灌注工艺等方面着眼外，还应从钢筋笼自身的结构及定位方式上加以考虑。具体措施为：（1）适当减少钢筋笼下端的箍筋数量，可以减少混凝土向上的顶托力；（2）钢筋笼上端焊固在护筒上，可以承受部分顶托力，具有防止其上升的作用；（3）在孔底设置直径不小于主筋的 1～2 道加强环形筋，并以适当数量的牵引筋牢固地焊接于钢筋笼的底部，实践证明对于克服钢筋笼上升是行之有效的。

（六）灌短桩头

灌短桩头亦称短桩。产生原因：灌注将近结束时，浆渣过稠，用测深锤探测难于判断浆渣或混凝土面，或由于测深锤太轻，沉不到混凝土表面，发生误测，以致拔出导管终止灌注而造成短桩头事故。还有些是灌注混凝土时，发生孔壁坍方，未被发觉，测深锤或测深仪探头达不到混凝土表面，这种情况最危险，有时会灌短数米。

预防办法是：

（1）在灌注过程中必须注意是否发生坍孔的征象，如有坍孔，应按前述办法处理后再续灌。

（2）测深锤不得低于规范规定的重力及形状，如系泥浆相对密度较大的灌注桩必须取测深锤重力规定值。重锤即使在混凝土坍落度尚大时也可能沉入混凝土数十厘米，测深错误造成的后果只是导管埋入混凝土面的深度较实际的多数十厘米；而首批混凝土的坍落度到灌注后期会越来越小，重锤沉入混凝土的深度也会越来越小，测深还是能够准确的。

（3）灌注将近结束时加清水稀释泥浆并掏出部分沉淀土。

（4）采用热敏电阻仪或感应探头测深仪。

（5）采用铁盒取样器插入可疑层位取样判别。

处理办法可按具体情况参照前述接长护筒；或在原护筒里面或外面加设护筒，压入已灌注的混凝土内，然后抽水、除渣，接浇普通混凝土；或用高压水将泥渣和松软层冲松，再用吸泥机将混凝土表面上的泥浆沉渣吸除干净，重新下导管灌注水下混凝土。

（七）桩身夹泥、断桩

大都是以上各种事故引起的次生结果。此外，由于清孔不彻底，或灌注时间过长，首批混凝土已初凝，流动性降低，而续灌的混凝土冲破顶层而上升，因而也会在两层混凝土中夹有泥浆渣土，甚至全桩夹有泥浆渣土形成断桩。

对已发生或估计可能发生夹泥断桩的桩，应采用地质钻机，钻芯取样，作深入的探查，判明情况。有下述情况之一时，应采取压浆补强方法处理。

1. 对于柱桩，桩底与基岩之间的夹泥大于设计规定值。

2. 桩身混凝土有夹泥断桩或局部混凝土松散。

3. 取芯率小于 95%，并有蜂窝、松散、裹浆等情况。

用地质钻机钻芯取样检验钻孔桩质量方法，费时多，有时钻孔歪斜，偏出桩外，不能查得结果。宜用非破损检验混凝土桩（包括预制桩和灌注桩）质量的方法。

（八）灌注桩补强方法

灌注桩的各种质量事故，其后果均会导致桩身强度的降低，不能满足设计的受力要

求，因此需要作补强处理。事前，应会同主管部门、设计单位、工程监理以及施工单位的上级领导单位，共同研究，提出切实可行的处理办法。据以往的经验，一般采用压入水泥浆补强的方法。其施工要求如下：

1. 对需补强的桩，除用地质钻机已钻一个取芯孔外（用无破损探测法探测的桩要钻两个孔），应再钻一个孔。一个用做进浆孔，另一个用作出浆孔。孔深要求达到补强位置以下 1m，柱桩则应达到基岩。

2. 用高压水泵向一个孔内压入清水，压力不宜小于 0.5～0.7MPa，将夹泥和松散的混凝土碎渣从另一个孔冲洗出来，直到排出清水为止。

3. 用压浆泵压浆，第一次压入水灰比为 0.8 的纯水泥稀浆（宜用 32.5 级水泥），进浆管应插入钻孔 1.0m 以上，用麻絮填塞进浆管周围，防止水泥浆从进浆口冒出。待孔内原有清水从出浆口压出来以后，再用水灰比 0.5 的浓水泥浆压入。

4. 为使浆液得到充分扩散，应压一阵停一阵，当浓浆从出浆口冒出后，停止压浆，用碎石将出浆口封填，并用麻袋堵实。

5. 最后用水灰比为 0.4 的水泥浆压入，并增大灌浆压力至 0.7～0.8MPa 关闭进浆闸，稳压闷浆 20～25min，压浆工作即可结束。

压浆工作结束，水泥浆硬化以后，应再作一次钻芯，检查补强效果：如断桩夹泥情况已排除，认为合格后，可交付使用；否则，应重钻补桩或会同有关单位研究其他补救措施。

【案例 2K320101】

1. 背景

某桥梁施工工地，在河中的钻机平台上进行钻孔灌注桩施工，桩的直径为 ϕ800mm，桩深为 41～45m，施工时水深为 6m，流速为 2.0m/s，河床土质为黏性土。

2. 问题

为保证钻孔桩的施工质量，应在哪几方面采取措施？

3. 分析与答案

（1）根据河流、桩径、钻孔范围内的土质特点正确选择钻孔桩的施工方法；

（2）根据钻孔范围内的土质、桩长及桩径等情况合理选用钻机；

（3）根据水深、流速、河床土质情况确定护筒长度及其桩顶标高；

（4）根据钻孔范围的土质配好泥浆；

（5）控制进尺速度；

（6）控制孔内与孔外的水头差；

（7）采取措施避免在下放钢筋笼时，触及孔壁造成塌孔；

（8）灌注混凝土过程中控制导管在混凝土中的埋置深度；

（9）钻孔过程中做好可能出现事故处理的准备。

2K320102　掌握城市桥梁工程大体积混凝土浇筑的质量控制要求

桥梁工程中对大体积混凝土浇筑质量控制要求如下：

1. 较大体积的混凝土墩台及其基础，在混凝土中埋放石块时应符合下列规定：

（1）可埋放厚度不小于 150mm 的石块，埋放石块的数量不宜超过混凝土结构体积

的25%。

（2）应选用无裂纹、无夹层且未被烧过的、具有抗冻性能的石块。

（3）石块的抗压强度不应低于30MPa及混凝土的强度。

（4）石块应清洗干净，应在捣实的混凝土中埋入1/2左右。

（5）石块应分布均匀，净距不小于100mm，距结构侧面和顶面的净距不小于150mm，石块不得接触钢筋和预埋件。

（6）受拉区混凝土或当气温低于0℃时，不得埋放石块。

2. 大体积墩台基础混凝土，当平截面过大，不能在前层混凝土初凝或能重塑前浇筑完成次层混凝土时，可分块进行浇筑。分块浇筑时应符合下列规定：

（1）分块宜合理布置，各分块平均面积不宜小于50m^2。

（2）每块高度不宜超过2m。

（3）块与块间的竖向接缝面应与基础平截面短边平行，与平截面长边垂直。

（4）上下邻层混凝土间的竖向接缝，应错开位置做成企口，并按施工缝处理。

3. 大体积混凝土的浇筑温度不宜高于28℃。浇筑应在一天中气温较低时进行。应参照下述方法控制混凝土的水化热温度：

（1）用改善集料级配、降低水灰比、掺加混和料、掺加外加剂等方法减少水泥用量。

（2）采用水化热低的大坝水泥、矿渣水泥、粉煤灰水泥或低强度水泥。在大体积混凝土施工中，限制温升的主要方法是控制胶凝材料（水泥）的种类和数量，使较低强度等级水泥7d龄期的水化热限制在0.081W/g，28d为0.093W/g以下。采用火山灰、粉煤灰活性混合材料作为代用材料，可进一步延缓和降低发热。延缓水泥发热是有利的，但冷却水管的运用期需要延长。

（3）减小浇筑层厚度，加快混凝土散热速度。

（4）混凝土用料要遮盖，避免日光暴晒；冷却集料，特别是冷却粗集料较冷却细集料容易一些，具体方法是石子浇水（井水更好）；在拌合水中加入部分冰块或全部用冰水搅拌混凝土，以降低混凝土入仓温度。

（5）在混凝土内埋设冷却管，用循环水降低混凝土温度，进行人工导热。循环水是通过管道系统泵入的，以井水为最好。

（6）设测温装置，加强观测，并做好记录，及时测定浇筑后混凝土表面和内部的温度，其温差应符合设计要求，当设计无要求时不宜大于25℃。

（7）在遇气温骤降的天气或寒冷季节浇筑混凝土后，应注意覆盖保温，加强养护。

注：混凝土的浇筑温度系指混凝土振捣后，在混凝土50～100mm深处的温度。

4. 大体积混凝土湿润养护时间应符合表2K320102规定。

大体积混凝土湿润养护时间 **表2K320102**

水泥品种	养护时间（d）
硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥	14
火山灰质硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、低热微膨胀水泥、矿渣硅酸大坝水泥	21
在现场掺粉煤灰的水泥	

注：高温期施工湿润养护时间均不得少于28d。

【案例 2K320102】

1. 背景

在某城市轻轨铁路跨过河流时，拟建一斜拉桥，该桥为独塔、双面索、弯斜拉桥。主塔为宝石型，塔高 70m、塔梁为固接，塔下设有四边形承台（长 24m、宽 12m）、台厚 4.5m，承台浇筑在钻孔灌注桩上

2. 问题

大体积混凝土承台在冬期施工时，应考虑哪些方面的问题?

3. 分析与答案

在大体积混凝土施工中，主要应采取措施防止混凝土开裂，防裂的关键是防止混凝土内与混凝土表面的温差不能超过限值，为此应从以下几个方面考虑：

（1）应注意采用大块石的措施；

（2）控制水泥品种和水泥用量；

（3）控制混凝土的凝固速度；

（4）控制混凝土拌合用水的温度；

（5）控制混凝土浇筑时的分层、分块体量；

（6）注意在混凝土内部冷却降温措施；

（7）浇筑完毕后注意覆盖保温措施。

2K320103　掌握城市桥梁工程预应力张拉质量控制要求

一、机具及设备

施加预应力所用的机具设备及仪表应由专人使用管理，并应定期维护和校验。千斤顶与压力表应配套校验，以确定张拉力与压力表之间的关系曲线。校验应在经主管部门授权的法定计量技术机构定期进行。

张拉机具设备应与锚具配套使用，并应在进场时进行检查和校验。对长期不使用的张拉机具设备，应在使用前进行全面校验。使用期间的校验期限应视机具设备的情况确定，当千斤顶使用超过 6 个月或 200 次或在使用过程中出现不正常现象或检修以后应重新校验。弹簧测力计的校验期限不宜超过 2 个月。

二、施加预应力的准备工作

1. 对力筋施加预应力之前，必须完成或检验以下工作：

（1）施工现场应具备经批准的张拉程序和现场施工说明书；

（2）现场已有具备预应力施工知识和正确操作的施工人员；

（3）锚具安装正确，对后张构件，混凝土已达到要求的强度；

（4）施工现场已具备确保全体操作人员和设备安全的必要的预防措施。

2. 实施张拉前，应检查千斤顶的张拉力作用线与预应力筋的轴线是否重合一致。

三、张拉应力控制

1. 预应力筋的张拉控制应力应符合设计要求。当施工中预应力筋需要超张拉或计入锚圈口预应力损失时，可比设计要求提高 5%，但在任何情况下不得超过设计规定的最大张拉控制应力。

2. 预应力筋采用应力控制方法张拉时，应以伸长值进行校核，实际伸长值与理论伸

长值的差值应符合设计要求，设计无规定时，实际伸长值与理论伸长值的差值应控制在6%以内，否则应暂停张拉，待查明原因并采取措施予以调整后，方可继续张拉。

3. 预应力筋的理论伸长值 ΔL（mm）可按式（2K320103-1）计算：

$$\Delta L=\frac{P_p L}{A_p E_p} \tag{2K320103-1}$$

式中 P_p——预应力筋的平均张拉力（N）；

L——预应力筋的长度（mm）；

A_p——预应力筋的截面面积（mm^2）；

E_p——预应力筋的弹性模量（N/mm^2）。

4. 预应力筋张拉时，应先调整到初应力 σ_0，该初应力宜为张拉控制应力 σ_{con} 的10%～15%，伸长值应从初应力时开始量测。力筋的实际伸长值除量测的伸长值外，必须加上初应力以下的推算伸长值。对后张法构件，在张拉过程中产生的弹性压缩值一般可省略。

预应力筋张拉的实际伸长值 ΔL（mm），可按式（2K320103-2）计算：

$$\Delta L = \Delta L_1 + \Delta L_2 \tag{2K320103-2}$$

式中 ΔL_1——从初应力至最大张拉应力间的实测伸长值（mm）；

ΔL_2——初应力以下的推算伸长值（mm），可采用相邻级的伸长值。

5. 必要时，应对锚圈口及孔道摩阻损失进行测定，张拉时予以调整。

6. 预应力筋的锚固，应在张拉控制应力处于稳定状态下进行。锚固阶段张拉端预应力筋的内缩量，应不大于设计规定。

7. 预应力筋张拉及放松时，均应填写施工记录。

【案例 2K320103】

1. 背景

某市市区一立交桥，主跨结构为 $L=35m$ 后张预应力工字梁简支结构，共需预制22根。

（1）项目经理部决定将预制工字梁安排在本企业在郊区另一个工程项目部的现场预制场进行，按照进度计划，该预制场在正好完成了200根后张预应力梁张拉，即可投入本工程的22根工字梁预制张拉，充分利用了该预制场的设备和人员力量。

（2）在开始本工程22根梁预制张拉后，其中一个压力传感器工作失灵，操作人员随即将一个新的压力传感器换上，使张拉作业继续进行。

2. 问题

以上（1）、（2）做法有错吗？如果有错，错在哪里？如何做才对？

3. 分析与答案

（1）该预制场利用已张拉200根梁的预应力张拉设备，不做重新校验即投入22根梁的新一轮张拉的做法不对，应该将张拉设备重新校验合格后再使用。

（2）张拉过程中传感器发生故障随手换一个新的，继续张拉的做法不对，应该将新传感器先做检验标定后并同其配套张拉设备成套检验。合格后方可继续使用。

2K320104　掌握城市桥梁工程先张法和后张法施工质量的过程控制

一、先张法

先张法施工工艺是在预制构件时，先在台座上张拉力筋，然后支模浇筑混凝土使构件成型的施工方法。先张法张拉预应力筋，分单根张拉和多根张拉；单向张拉和双向张拉。张拉一般操作过程为：调整预应力筋长度、初始张拉、正式张拉、持荷、锚固。

（一）台座

先张法墩式台座结构应符合下列规定：

1. 承力台座须具有足够的强度和刚度，其抗倾覆安全系数应不小于 1.5，抗滑移系数应不小于 1.3。

2. 横梁须有足够的刚度，受力后挠度应不大于 2mm。

（二）预应力筋铺放与张拉

1. 在台座上铺放预应力筋时，应采取措施防止沾污预应力筋。

2. 张拉前，应对台座、横梁及各项张拉设备进行详细检查，符合要求后方可进行操作。

3. 同时张拉多根预应力筋时，应预先调整其初应力，使相互之间的应力一致；张拉过程中，应使活动横梁与固定横梁始终保持平行，并应抽查力筋的预应力值，其偏差的绝对值不得超过按一个构件全部力筋预应力总值的 5%。

4. 预应力筋张拉完毕后，与设计位置的偏差不得大于 5mm，同时不得大于构件最短边长的 4%。

5. 预应力筋的张拉程序应符合设计要求。

6. 张拉时，对钢丝、钢绞线而言，同一构件内断丝数不得超过钢丝总数的 1%；对钢筋而言，不容许断筋。

（三）放张

1. 预应力筋放张时的混凝土强度须符合设计规定，设计未规定时，不得低于设计的混凝土强度等级值的 75%。

2. 预应力筋的放张顺序应符合设计要求，设计未规定时，应分阶段、对称、相互交错地放张。在力筋放张之前，应将限制位移的侧模、翼缘模板或内模拆除。

3. 多根整批预应力筋的放张，可采用砂箱法或千斤顶法。用砂箱放张时，放砂速度应均匀一致；用千斤顶放张时，放张宜分数次完成。单根钢筋采用拧松螺母的方法放张时，宜先两侧后中间，并不得一次将一根力筋松完。

4. 钢筋放张后，可用乙炔—氧气切割，但应采取措施防止烧坏钢筋端部。钢丝放张后，可用切割、锯断或剪断的方法切断；钢绞线放张后，可用砂轮锯切断。

长线台座上预应力筋的切断顺序，应由放张端开始，逐次切向另一端。

二、后张法

后张法是在混凝土构件达到一定的强度后，在构件预留孔道中穿入预应力筋，用机械张拉，使预应力筋对混凝土构件施加应力。

（一）预留孔道

1. 预应力筋预留孔道的尺寸与位置应正确，孔道应平顺，端部的预埋钢垫板应垂直

于孔道中心线。

2. 管道应采用定位钢筋固定安装，使其能牢固地置于模板内的设计位置，并在混凝土浇筑期间不产生位移。固定各种成孔管道用的定位钢筋的间距，对于钢管不宜大于1m；对于波纹管不宜大于0.8m；对于胶管不宜大于0.5m；对于曲线管道宜适当加密。

3. 金属管道接头处的连接管宜采用大一个直径级别的同类管道，其长度宜为被连接管道内径的5～7倍。连接时应不使接头处产生角度变化及在混凝土浇筑期间发生管道的转动或移位，并应缠裹紧密，防止水泥浆的渗入。

4. 所有管道均应设压浆孔，还应在最高点设排气孔及需要时在最低点设排水孔。压浆管、排气管和排水管应是最小内径为20mm的标准管或适宜的塑性管，与管道之间的连接应采用金属或塑料结构扣件，长度应足以从管道引出结构物以外。

5. 管道在模板内安装完毕后，应将其端部盖好，防止水或其他杂物进入。

（二）预应力筋安装

1. 预应力筋可在浇筑混凝土之前或之后穿入管道，对钢绞线可将一根钢束中的全部钢绞线编束后整体装入管道中，也可逐根将钢绞线穿入管道。穿束前应检查锚垫板和孔道，锚垫板应位置准确，孔道内应畅通，无水和其他杂物。

2. 预应力筋安装后的保护

（1）对在混凝土浇筑及养护之前安装在管道中但在下列规定时限内没有压浆的预应力筋，应采取防止锈蚀或其他防腐蚀的措施，直至压浆。

不同暴露条件下，未采取防腐蚀措施的力筋在安装后至压浆时的容许间隔时间如下：

1）空气湿度大于70%或盐分过大时，7d；

2）空气湿度40%～70%时，15d；

3）空气湿度小于40%时，20d；

（2）在预应力筋安装在管道中后，管道端部开口应密封以防止湿气进入。采用蒸汽养护时，在养护完成之前不应安装预应力筋。

（3）在任何情况下，当在安装有预应力筋的构件附近进行电焊时，对全部预应力筋和金属件均应进行保护，防止溅上焊渣或造成其他损坏。

3. 对在混凝土浇筑之前穿束的管道，力筋安装完成后，应进行全面检查，以查出可能被损坏的管道。在混凝土浇筑之前，必须将管道上一切非有意留的孔、开口或损坏之处修复，并应检查力筋能否在管道内自由滑动。

（三）张拉

1. 对力筋施加预应力之前，应对构件进行检验，外观和尺寸应符合质量标准要求。张拉时，构件的混凝土强度应符合设计要求，设计未规定时，不应低于设计强度等级值的75%。

2. 预应力筋的张拉顺序应符合设计要求，当设计未规定时，可采取分批、分阶段对称张拉。宜先中间，后上下或两侧。

3. 应使用能张拉多根钢绞线或钢丝的千斤顶同时对每一钢束中的全部力筋施加应力，但对扁平管道中不多于4根的钢绞线除外。

4. 预应力筋张拉端的设置应符合设计要求，当设计无具体要求时，应符合下列规定：

（1）对曲线预应力筋或长度大于等于25m的直线预应力筋，宜在两端张拉；对长度

小于 25m 的直线预应力筋，可在一端张拉。

（2）曲线配筋的精轧螺纹钢筋应在两端张拉，直线配筋的可在一端张拉。

（3）当同一截面中有多束一端张拉的预应力筋时，张拉端宜分别设置在构件的两端。预应力筋采用两端张拉时，可先在一端张拉锚固后，再在另一端补足预应力值进行锚固。

5. 后张预应力筋的张拉程序应符合设计要求。

6. 后张预应力筋断丝及滑移，对钢丝、钢绞线而言，同一构件内断丝数不得超过钢丝总数的 1%，每索断丝或滑丝不得大于 1 根；对钢筋而言，不容许滑移或断筋。

7. 预应力筋在张拉控制应力达到稳定后方可锚固。预应力筋锚固后的外露长度不宜小于 30mm，锚具应用封端混凝土保护，当需长期外露时，应采取防止锈蚀的措施。一般情况下，锚固完毕并经检验合格后即可切割端头多余的预应力筋，严禁用电弧焊切割，强调用砂轮机切割。

（四）后张孔道压浆

1. 预应力筋张拉后，孔道应尽早压浆。

2. 孔道压浆宜采用水泥浆，所用材料应符合下列要求：

（1）水泥

宜采用硅酸盐水泥或普通水泥。采用矿渣水泥时，应加强检验，防止材性不稳定。水泥的强度等级不宜低于 42.5。水泥不得含有任何团块。

（2）水

应不含有对预应力筋或水泥有害的成分，每升水不得含 500mg 以上的氯化物离子或任何一种其他有机物。可采用清洁的饮用水。

（3）外加剂

宜采用具有低含水量、流动性好、最小渗出及膨胀性等特性的外加剂，它们不得含有对预应力筋或水泥有害的化学物质。外加剂的用量应通过试验确定。

3. 水泥浆的强度应符合设计规定，设计无具体规定时，应不低于 30MPa。对截面较大的孔道，水泥浆中可掺入适量的细砂。水泥浆的技术条件应符合下列规定：

（1）水灰比宜为 0.40～0.45，掺入适量减水剂时，水灰比可减小到 0.35。

（2）水泥浆的泌水率最大不得超过 3%，搅拌后 3h 泌水率宜控制在 2%，泌水应在 24h 内重新全部被浆吸回。

（3）通过试验后，水泥浆中可掺入适量膨胀剂，但其自由膨胀率应小于 10%。

（4）水泥浆稠度宜控制在 14～18s 之间。

4. 孔道的准备

压浆前，应对孔道进行清洁处理。对抽芯成型的混凝土空心孔道应冲洗干净并使孔壁完全湿润；金属管道必要时亦应冲洗以清除有害材料；对孔道内可能发生的油污等，可采用已知对预应力筋和管道无腐蚀作用的中性洗涤剂或皂液，用水稀释后进行冲洗。冲洗后，应使用不含油的压缩空气将孔道内的所有积水吹出。

5. 水泥浆自拌制至压入孔道的延续时间，视气温情况而定，一般在 30～45min 范围内。水泥浆在使用前和压注过程中应连续搅拌。对于因延迟使用所致的流动度降低的水泥浆，不得通过加水来增加其流动度。

6. 压浆时，对曲线孔道和竖向孔道应从最低点的压浆孔压入，由最高点的排气孔排

气和泌水。压浆顺序宜先压注下层孔道。

7. 压浆应缓慢、均匀地进行，不得中断，并应将所有最高点的排气孔依次一一放开和关闭，使孔道内排气通畅。较集中和邻近的孔道，宜尽量先连续压浆完成，不能连续压浆时，后压浆的孔道应在压浆前用压力水冲洗通畅。

8. 对掺加外加剂泌水率较小的水泥浆，通过试验证明能达到孔道内饱满时，可采用一次压浆的方法；不掺外加剂的水泥浆，可采用二次压浆法，两次压浆的间隔时间为30～45min。

9. 压浆应使用活塞式压浆泵，不得使用压缩空气。压浆的最大压力宜为 0.5～0.7MPa；当孔道较长或采用一次压浆时，最大压力宜为 1.0MPa，梁体竖向预应力筋孔道的压浆最大压力可控制在 0.3～0.4MPa。压浆应达到孔道另一端饱满和出浆，并应达到排气孔排出与规定稠度相同的水泥浆为止。为保证管道中充满灰浆，关闭出浆口后，应保持不小于 0.5MPa 的一个稳压期，该稳压期不宜少于 2min。

10. 压浆过程中及压浆后 48h 内，结构混凝土的温度不得低于 5℃，否则应采取保温措施。当气温高于 35℃，压浆宜在夜间进行。

11. 压浆后应从检查孔抽查压浆的密实情况，如有不实，应及时处理和纠正。压浆时，每一工作班应留取不少于 3 组的 70.7mm×70.7mm×70.7mm 立方体试件，标准养护 28d，检查其抗压强度，作为评定水泥浆质量的依据。

12. 对需封锚的锚具，压浆后应先将其周围冲洗干净并对梁端混凝土凿毛，然后设置钢筋网浇筑封锚混凝土。封锚混凝土的强度应符合设计规定，一般不宜低于构件混凝土强度等级值的 80%且不得低于 30MPa。必须严格控制封锚后的梁体长度。长期外露的锚具，应采取防锈措施。

13. 对后张预制构件，在管道压浆前不得安装就位，在压浆强度达到设计要求后方可移运和吊装；设计未规定时，不应低于砂浆设计强度的 75%。

14. 孔道压浆应填写施工记录。

【案例 2K320104】

1. 背景

某市市区一立交桥扩建高架匝道工程，匝道桥宽 7m，结构为 $L=20$m 有粘结的后张预应力工字梁简支结构，现浇混凝土桥面板加沥青混凝土桥面铺装；两侧为预制混凝土防撞墩及栏杆。全桥 15 跨共需预制工字梁 75 根，由某新建预制构件厂预制。

2. 问题

如何进行后张法预应力张拉的全过程质量控制。

3. 分析与答案

本案例背景条件为新建厂，问题是全过程质量控制，因此在本案例的分析中要注意本条大纲的后张法要求和预应力质量控制的总体要求，为此，对一个新建厂，应从以下几个方面考虑后张法预应力的全过程质量控制：

（1）人员控制：应注意预应力施工操作人员资格的要求；

（2）安装孔道的过程控制：管材、接头、压浆孔、排气孔、绑扎成形；

（3）穿预应力筋的过程控制：钢材、下料、编束、初张拉、锚头、穿束时间、穿束；

（4）预应力张拉的过程控制：设备校验、张拉时混凝土的强度、张拉次序、张拉程

序、张拉控制、事故处理；

（5）孔道灌浆的过程控制：设备校验、浆料的配制、灌浆时机、灌浆方法、饱满度的评定。

2K320105　熟悉桥梁混凝土工程季节性施工的技术要求

桥梁工程与其他土木工程一样，包含大量混凝土、钢筋混凝土及预应力混凝土结构。因而混凝土浇筑质量是桥梁工程质量的关键之一。

在正常的环境条件下，混凝土工程按常规的施工技术要求施筑，可以获得预期的工程质量；在高温期、雨期或冬期的自然条件下，除遵守常规的技术要求外，还必须严格遵守以下特殊施工技术要求。

一、高温期施工技术要求

当昼夜平均气温高于30℃时，应确定混凝土进入高温期施工。

（一）混凝土的配制

1. 采取遮荫和降温措施，降低混凝土的原材料及水的温度。

2. 恰当减少水泥用量，掺加磨细粉煤灰等活性材料或减水剂。

3. 注意因气温高、水分蒸发快引起的原材料含水量损失，保持准确的配合比。

（二）混凝土的运输与浇筑

1. 尽量缩短运输时间，宜采用搅拌车运送，中途不得加水。

2. 充分做好浇筑准备，保证以最短的时间连续浇筑完毕。

3. 选择一天内气温较低的时候浇筑，浇筑温度应低于32℃。

4. 浇筑现场尽量遮阴，并采取措施降低模板与钢筋的温度。

5. 尽快完成混凝土修整工序，并可采取间接喷水雾的方法预防修整过程中混凝土表面出现裂纹。

（三）混凝土养护

按一般养护要求进行养护，同时还应注意：

1. 不单独用专用养护膜覆盖法养护高强混凝土。

2. 宜采用自动喷水、喷雾方式进行不间断湿养。

3. 混凝土初凝前用塑料膜及时覆盖，初凝后撤去塑料膜，换麻袋覆盖，洒水养护，至少保持7d，并尽量遮光、挡风。

4. 构筑物竖面拆模后用湿麻布外包塑料膜包裹，保湿7d以上。

（四）施工时检查项目

1. 至少每班检查一次砂、石料含水量。

2. 至少每日4次检查环境温度，并做记录，超过允许值应停止施工。

3. 混凝土应留两批试样，一批标养，另一批在结构物环境下养护，28d试压。

4. 混凝土浇筑前，应通过试验确定最高气温条件下混凝土分层浇筑的覆盖时间。

5. 高温期浇筑混凝土常用的缓凝剂剂量要严格控制。

二、雨期施工的技术要求

1. 在降雨集中的季节施工混凝土工程，必须随时搜集天气预报资料，指导工程施工的安排，以尽量避免风雨对水泥和钢筋等原材料的危害和用电的危害。

2. 做好防潮、防漏、排水和防洪工作，做好抢险措施准备。

3. 雨期混凝土工作面不宜过大，应逐段片分期施工。

4. 有洪水危害的工程应停止施工。

5. 加强地基不良地段的沉降观测，发现问题及时处理。

6. 基坑挖好后应及时浇筑混凝土或垫层，防止被水浸泡。

7. 基坑上边线要设挡水埂，防止地面水流入基坑。

8. 基坑应设集水井，配足抽水泵，坡道有截水措施。

9. 施工前检查和疏通现场排水系统。

10. 雨后及时清除模板和钢筋上的污物。

11. 雷区应有防雷措施，台风区要有防风措施，露天设备要有防漏电措施。

12. 注意因降雨、受水浸引起砂、石材料含水量增大，保持准确的混凝土配合比。

三、冬期施工的技术要求：

1. 当工地昼夜平均气温连续 5d 低于 5℃或最低气温低于－3℃时，应确定混凝土进入冬期施工。

2. 冬期施工期间，当采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥配制混凝土，抗压强度未达到设计强度的 30%时；或采用矿渣硅酸盐水泥配制混凝土，抗压强度未达到设计强度的 40%时；C15 及以下的混凝土抗压强度未达到 5MPa 时，混凝土不得受冻。浸水冻融条件下的混凝土开始受冻时，不得小于设计强度的 75%。

3. 冬期混凝土的配制和拌合应符合下列规定：

（1）宜选用较小的水胶比和较小的坍落度。

（2）拌制混凝土应优先采用加热水的方法，水加热温度不宜高于 80℃。骨料加热温度不得高于 60℃。混凝土掺用片石时，片石可预热。

（3）混凝土搅拌时间宜较常温施工延长 50%。

（4）骨料不得混有冰雪、冻块及易被冻裂的矿物质。

（5）拌制设备宜设在气温不低于 10℃的厂房或暖棚内。拌制混凝土前，应采用热水冲洗搅拌机鼓筒。

（6）当混凝土掺用防冻剂时，其试配强度应按设计强度提高一个等级。

4. 冬期混凝土的运输容器应有保温设施。运输时间应缩短，并减少中间倒运。

5. 冬期混凝土的浇筑应符合下列规定：

（1）混凝土浇筑前，应清除模板及钢筋上的冰雪。当环境气温低于－10℃时，应将直径大于或等于 25mm 的钢筋和金属预埋件加热至 0℃以上。

（2）当旧混凝土面和外露钢筋暴露在冷空气中时，应对距离新旧混凝土施工缝 1.5m 范围内的旧混凝土和长度在 1m 范围内的外露钢筋，进行防寒保温。

（3）在非冻胀性地基或旧混凝土面上浇筑混凝土，加热养护时，地基或旧混凝土面的温度不得低于 2℃。

（4）当浇筑负温早强混凝土时，对于用冻结法开挖的地基，或在冻结线以上且气温低于－5℃的地基应做隔热层。

（5）混凝土拌合物入模温度不宜低于 10℃。

（6）混凝土分层浇筑的厚度不得小于 20cm。

6. 冬期混凝土施工应根据结构特点和环境状况，通过热工计算确定养护方法。当室外最低气温高于－15℃时，地下工程或表面系数（冷却面积和体积的比值）不大于 $15m^{-1}$ 的工程应优先采用蓄热法养护。

7. 冬期混凝土拆模应符合下列规定：

（1）当混凝土达到规范规定的拆模强度，同时达到第 2 条规定的抗冻强度后，方可拆除模板。

（2）拆模时混凝土与环境的温差不得大于 15℃。当温差在 10～15℃时，拆除模板后的混凝土表面应采取临时覆盖措施。

（3）采用外部热源加热养护的混凝土，当环境气温在 0℃以下时，应待混凝土冷却至 5℃以下后，方可拆除模板。

8. 冬期混凝土养护方案中应根据不同的养护方法规定测温方法及频率。

9. 冬期施工的混凝土，除应按常规混凝土规定制作标准试件外，尚应根据养护、拆模和承受荷载的需要，增加与结构同条件养护的试件不少于 2 组。

2K320110　城市给水结构工程施工质量控制

2K320111　掌握给水结构工程的施工方案与质量计划编制

城市给水结构通常包含取水构筑物、净水构筑物、泵房、水塔等。其中净水构筑物和泵房施工方案与质量计划可参照 2K320121 条的相关规定进行编制。现就取水构筑物和水塔施工方案与质量计划编制要求阐述如下。

一、取水构筑物施工方案与质量计划编制要求

（一）地表水取水构筑物（固定式）

1. 取水头部

取水头部施工方案应包括以下主要内容：

（1）取水头部施工平面布置图及纵、横断面图；

（2）取水头部制作；

（3）取水头部的基坑开挖；

（4）水上打桩；

（5）取水头部下水措施；

（6）取水头部浮运措施；

（7）取水头部下沉、定位及固定措施；

（8）混凝土预制构件水下组装；

（9）质量标准。

2. 进水管道

（1）水下埋管及架空管施工方案应包括以下主要内容：

1）开槽方案；

2）排管方法（拖运法、浮运法、船运吊装法）应有受力计算；

3）管节安装与连接质量要求。

（2）水下顶管适用于取水泵房与取水头部连接的直径大于 1000mm 钢制进水管道的

顶管。施工方案应包括以下主要内容：

1）顶力计算和水下顶管工具管的选用

2）工作井内设备安装要求

3）管壁注浆方案

4）顶进测量及纠偏方案

5）管节焊接方案

6）质量标准

（二）地下水取水构筑物

施工方案应包括以下主要内容：

1. 无砂混凝土配制方案。应经试验确定其集料粒径、灰石比和水灰比，并应制定搅拌、浇筑和养护的施工措施。其渗透系数、阻砂能力和强度不应低于设计规定。

2. 大口井施工方案。

3. 辐射管施工方法。应根据含水层的土类、辐射管的直径、长度、管材以及设备条件等进行综合比较，选用锤打法、顶管法、水射法、水射法与锤打法或顶管法的联合以及其他方法。

4. 渗渠施工方案。

5. 滤料的制备与反滤层铺设方案。

6. 抽水清洗和测定产水量方案。

7. 质量标准。

二、水塔施工方案与质量计划编制要求

施工方案应包括以下内容：

1. 基础施工方案（含质量标准）

2. 塔身施工方案（含质量标准）应根据塔身的结构和所采用的材料编制针对性的施工方案。常见的塔身有以下几种：钢筋混凝土圆筒塔身、钢筋混凝土框架塔身、钢架或钢圆筒塔身和砖石砌体塔身。

3. 水柜施工方案应包含以下内容：

（1）水柜制作方案（含质量标准）

（2）满水试验方案（含质量标准）

（3）保温层施工方案（含质量标准）

（4）水柜提升（或吊装）方案应包括以下主要内容：

1）提升方式的选定及需用机械的规格、数量；

2）提升架的设计；

3）提升杆件的材质、尺寸、构造及数量；

4）保证平稳提升的措施；

5）安全措施。

2K320112 了解滤池滤板、滤料施工质量控制

沉淀池或澄清池的出水浊度要求不能达到生活饮用水浊度标准。为了进一步降低沉淀（澄清）池出水的浊度，必须进行过滤处理。所谓过滤，就是让待滤水流经具有一定孔隙

率的粒状材料组成的滤床去除水中悬浮物的过程。完成过滤工艺的处理构筑物称为滤池。常见的滤池有普通快滤池、虹吸滤池、无阀滤池、压力滤池等。

如图 2K320112 所示，普通快滤池构造分为四大系统：

1. 进水系统：进水总管、进水支管、进水阀门。

2. 过滤系统：滤料层、承托层。

3. 集水系统：清水支管、清水阀门、清水总管。

4. 反洗系统：冲洗总管、冲洗支管、冲洗阀门、配水干管、配水支管、反洗排水槽、废水渠、排水阀门。

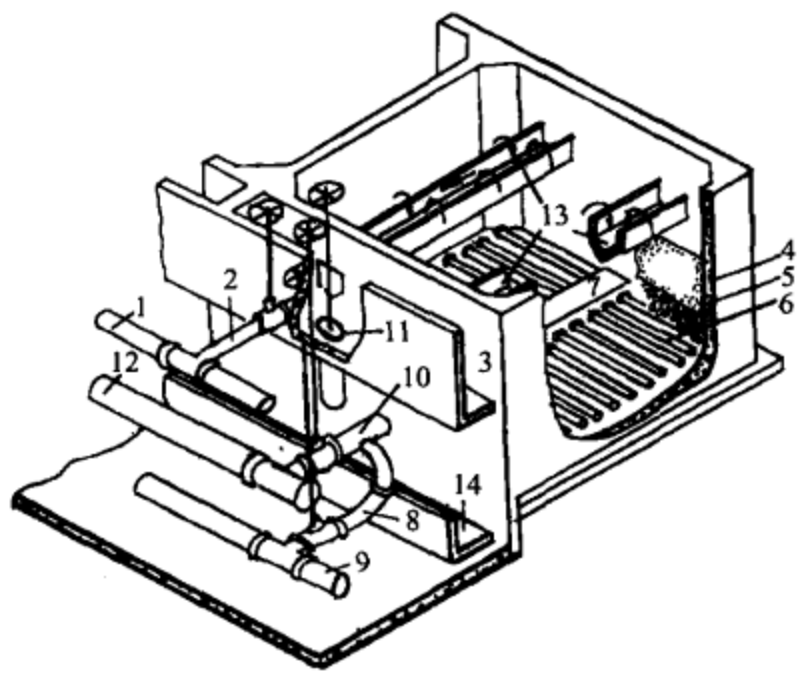


图 2K320112　普通快滤池构造剖视图

1—进水总管；2—进水支管；3—浑水渠；4—滤料层；5—承托层；6—配水支管；7—配水干管；8—清水支管；9—清水总管；10—冲洗水支管；11—排水阀；12—冲洗水总管；13—排水槽；14—废水渠

在给水处理中，常常用天然或人工颗粒作为过滤材料，即所谓滤料。给水滤料必须符合以下要求：

1. 有足够的机械强度，反冲洗时不会产生严重磨损和破碎；

2. 化学稳定性高，不含有损健康的杂质；

3. 有合适的粒径、良好的级配和较高的孔隙率；

4. 货源充足价格低廉。

迄今为止，天然的和人工破碎筛分的石英砂仍然是使用最广泛的滤料，此外还常用无烟煤、破碎陶粒、塑料球粒、陶瓷粒、次石墨、重晶石、榴石、磁铁矿、金刚砂、钛铁矿、天然锰砂等。

滤池的承托层一般由一定级配的卵石组成，敷设于滤料层和反洗配水系统之间。它的作用一是支承滤料，防止过滤时滤料从配水系统中流失；二是使反冲洗水均匀地向滤层分配。

滤板包括支承梁、滤梁、滤板、滤头。

为保证滤池的过滤效果，必须严格控制滤池滤板、滤料的施工质量：

1. 滤头、滤板、滤梁逐一检查、清理。

2. 地梁与支承梁位置须准确。

3. 滤梁安装要保证全池水平度精度。

4. 滤板安装不得有错台。

5. 必须封闭滤板间以及滤板与池壁间缝隙。

6. 用应力扳手按设计要求检查滤头紧固度。

7. 滤头安装后须做通气试验。

8. 严格控制滤料支承层和滤料铺装层厚度和平整度。

9. 待滤料铺装后，须做反冲洗试验，检查反冲效果。

2K320120　城市排水结构工程施工质量控制

2K320121　掌握城市排水结构工程施工方案与质量计划编制

本条城市排水结构工程专指城市排水构筑物土建工程。其按建筑材料分有：砖砌水池，料石砌体水池，预制混凝土块水池，混凝土、钢筋混凝土装配式预应力构筑物。按功能分有：大型泵站，预处理厂，污水处理构筑物及排放口。其特点为：

（一）排水构筑物土建结构形式一般为地下式或半地下式。

（二）随着排水构筑物的规模增大，对深基础施工技术提出了高要求。

（三）排水构筑物除有排水、蓄水能力外，还要对污水进行物理和生化处理，需安装各类机械、电气等设备。

鉴于上述特点，对排水构筑物在稳定性、强度、抗渗防冻和预留孔、预埋件设置等方面均有较高要求，其中最重要的是保证构筑物的整体稳定。若构筑物沉降量超过允许值或产生不均匀沉降，将使构筑物倾斜、开裂、管道接口脱开、设备损坏等等，影响排水构筑物的耐久性，甚至影响正常使用。

因此，在城市排水结构工程施工方案与质量计划编制中，应对保证构筑物的整体稳定，满足排水构筑物在稳定性、强度、抗渗防冻和预留孔、预埋件设置等方面的高要求，予以充分的重视。

一、城市排水结构工程施工方案与质量计划编制依据

1. 施工承包合同。

2. 设计文件及施工图纸。

3. 国家和地方政府颁布的有关安全、消防、环保和文明施工等方面的规定。

4. 市政排水构筑物施工及验收规程。

5. 国家有关的规范、标准和规定。

6. 市政工程质量保证资料。

二、城市排水结构工程施工流程

城市排水结构工程施工流程见图 2K320121。

三、城市排水结构工程施工方案与质量计划编制

从编制依据出发，遵循施工流程，编写分部分项工程的施工方案与质量计划。编写时应注意以下要求：

1. 为保证工程质量，根据建筑施工的客观规律，施工顺序的安排应遵循以下原则：先地下，后地上；先主体，后围护；先结构，后装修；先土建，后设备；先干线，后支线。

2. 施工流水段的划分原则：以后浇带、沉降缝、施工缝为界划分流水段。

3. 构筑物的整体稳定除了在设计时加以控制外，施工时的地基处理及基坑开挖是关键，必须严格监控，防止构筑物发生过量下沉、不均匀沉降以及施工期间的上浮现象。为此应编制施工排水和基坑开挖、回填施工方案。

（1）施工排水方案应包括以下主要内容：

1）排水量的计算；

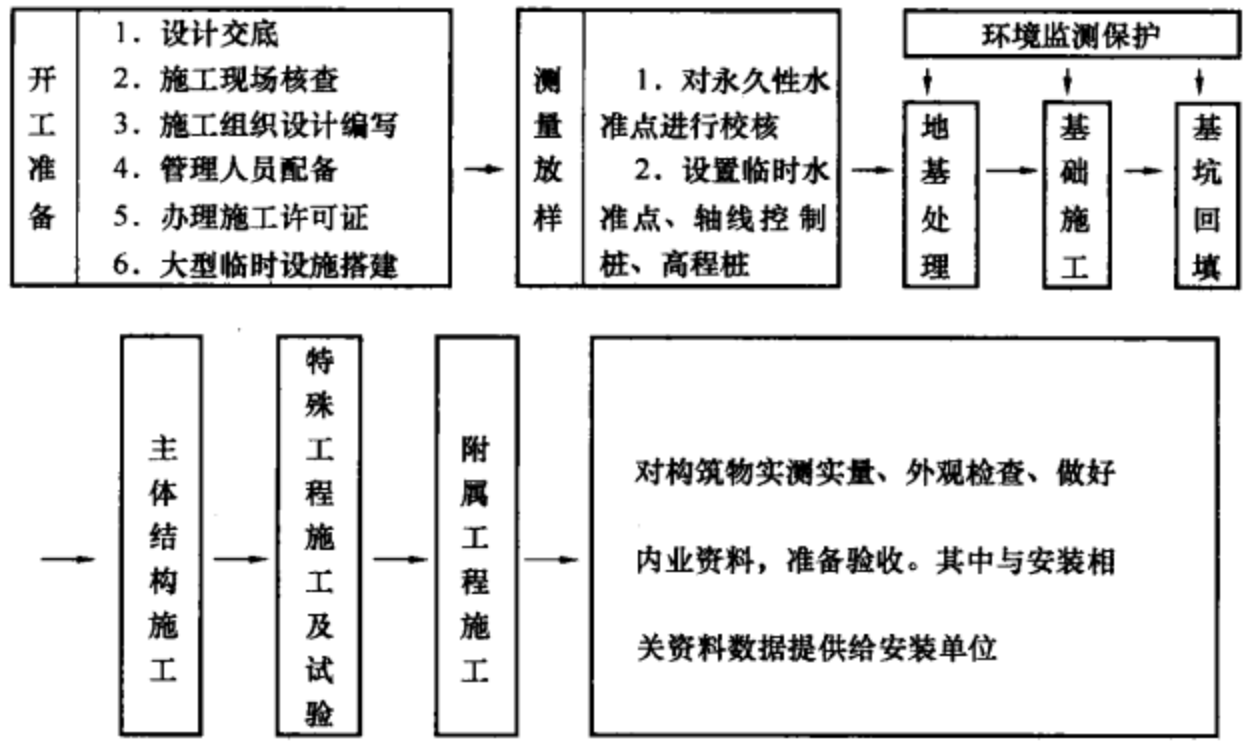


图 2K320121　城市排水结构工程施工流程

2）施工排水方法的选定；

3）排水系统的平面布置和竖向布置以及抽水机械的选型和数量；

4）排水井的构造，井点系统的构造，排放管的管径及坡度或排放管渠的构造、断面和坡度；

5）电渗降水所采用的设施及电极；

6）掌握地质资料，分析排水影响范围并预测原有建筑物、构筑物可能的沉降量，设观测点及保护措施。

（2）基坑开挖、回填施工方案应包括以下主要内容：

1）基坑施工平面布置图及开挖断面；

2）挖土、运土、采用的机械数量与型号；

3）基坑开挖的施工方法；

4）采用支撑时，支撑的形式、结构、支拆方法及安全措施；

5）基坑上堆土位置及数量，多余土方的处置，运输路线以及土方挖运，填方的平衡。

6）土方回填时间、程序、质量要求、避免构筑物不均匀沉降、开裂的措施。

4. 根据排水构筑物的特点，应特别重视钢筋混凝土的浇筑工艺，消除因施工不当而产生的裂缝引起渗漏。因此，在现浇钢筋混凝土构筑物前，应编制好施工方案。方案中必须包括模板设计、钢筋施工和现浇混凝土施工方案三部分内容。

（1）模板及其支架应根据结构形式、施工工艺、设备和材料供应等条件进行设计。模板设计应包括以下主要内容：

1）模板的选型和选材；

2）模板及其支架的强度、刚度和稳定性计算，其中包括支杆支承面积的计算，受力铁杆的垫板厚度与木材接触面积的计算；

3）防止吊模变形和位移的措施；

4）模板及其支架高于地面 6m 时，在风载作用下防止倾倒的构造措施；

5）各部分模板的结构设计，各接点的构造，以及预埋件、止水片等的固定方法；

6）脱模剂的选用；

7）模板的拆除程序、方法及安全措施。

（2）现浇混凝土施工方案应包括以下主要内容：

1）混凝土配合比设计及外加剂的选择；

2）混凝土的搅拌及运输；

3）搅拌车及泵送车停放位置；

4）混凝土分仓布置、浇筑顺序、速度及振捣方法；

5）预留施工缝后浇带的位置及要求；

6）预防混凝土施工裂缝的措施；

7）变形缝的施工技术措施；

8）季节性施工的特殊措施；

9）控制工程质量的措施；

10）安全生产的措施；

11）搅拌、运输及振捣机械的型号与数量；

12）劳动组合。

5. 特殊构筑物的施工方案和质量计划中，要特别关注保证各类预埋件位置准确的技术措施、质量检验计划。

2K320122　掌握防止混凝土构筑物裂缝的控制措施

钢筋混凝土的构筑物出现裂缝较为普遍。许多钢筋混凝土结构的破坏都是从裂缝开始的，必须十分重视裂缝的成因、预防和处理，尤其是要避免和控制有害贯穿性裂缝的出现。造成混凝土开裂、渗水的原因较为复杂，涉及的因素颇多，大致可分为两类：荷载引起的裂缝和变形引起的裂缝。对于水池等排水构筑物多半为地下式或半地下式露天结构，防水抗渗要求高，设计上须控制裂缝的展开，一般不存在承载力不足而引起构筑物的开裂，而主要是由于温差和混凝土干缩引起的变形裂缝。混凝土构筑物裂缝的防治，是为了将其对排水构筑物的危害程度控制在允许范围内。为此，在工程中应从设计和施工两方面着手防止混凝土构筑物底板和池壁的裂缝。

一、设计方面

1. 合理设置伸缩缝：按照设计规范要求设置伸缩缝，但应考虑高温、冬期、长期暴露在大气中的构筑物，承受反复的温差，剧冷剧热，反复的干湿作用，结构内部不断产生裂缝和裂缝扩展等因素。如果超出规范要求长度设置伸缩缝时，必须有有效的防开裂措施。

2. 对于无顶板的敞开式水池，宜在池壁顶设暗圈梁或加劲肋，以增加池壁顶部边缘的混凝土极限拉伸强度，防止出现边缘效应引起的裂缝。

3. 避免应力集中：避免结构断面突变产生应力集中，当不能避免断面突变时，应做局部处理，或做成逐渐变化的过渡形式。如池壁上的穿墙孔，预埋管道应增配构造加固钢筋或护边角钢，防止出现孔口边缘应力集中而开裂。

4. 合理增配构造钢筋提高抗裂能力：可适当增配构造钢筋，使其能起到温度筋的作用。构造筋应尽可能地采用小直径、小间距。全断面的配筋率不小于0.3%。

二、施工方面

1. 严格控制混凝土原材料质量；尽量采用粒径级配良好的石子及中、粗砂，以减少混凝土的用水量，使混凝土的收缩和泌水随之减少，同时应控制含泥量不能超过规范要求。水泥宜选择低水化热、低收缩质量稳定的普通硅酸盐水泥。外加剂和掺合料必须性能可靠，有利于降低混凝土凝固过程的水化热。

2. 使混凝土配合比有利于减少和避免裂缝：配合比中，在满足配合比规范和混凝土技术指标前提下，宜适当减少水泥用量和用水量，降低水灰比，提高和易性。对泵送混凝土，不能单纯用增加单位用水量的方法，来满足泵送混凝土的可泵性要求。这样不仅多用水泥，增大混凝土的收缩，而且还会使水化热升高，易引起裂缝。为此，在施工中可掺入适量的粉煤灰或减水剂（木质磺酸钙、MF 等），以期进一步改善混凝土的特性。

3. 合理设置后浇带：对于大型排水混凝土构筑物，合理的设置后浇带有利于控制施工期的温差与收缩应力，减少裂缝。后浇带设置时，要遵循“数量适当，位置合理”的原则。后浇带一般间距为 20～30m，带宽可取 700～1000mm，并应贯穿整个底板断面。后浇带内填筑的混凝土应用微膨胀水泥或无收缩水泥，混凝土强度应比原结构强度提高一级。

4. 控制入模坍落度，做好浇筑振动工作：在满足混凝土运输和布放要求前提下，要尽可能减小入模坍落度。混凝土入模后，要及时振捣，并做到不漏振，不过振。对重点部位可在混凝土振动界限以前给予二次振捣，再次排除因泌水在粗集料，水平钢筋下部生成的水分和空隙，提高混凝土的握裹力，并在混凝土初凝后、终凝前进行混凝土表面多次抹压，防止因混凝土的表面收缩而出现的细微裂缝，增加混凝土密实度，提高混凝土抗压强度和抗裂强度。

5. 避免混凝土结构内外温差过大：首先，降低混凝土的入模温度，且不应大于 25℃，使混凝土凝固时，其内部在较低的温度起升点升温，从而避免混凝土内部温度过高。其次，采取延长拆模时间和外保温等措施，使内外温差在一定范围之内。如在池壁外侧砌砖墙或其他保温砌块，使之既可作为施工时的外模，又可作为永久性的保温层，有效地减少池壁的内外温差，降低水化热降温引起的拉应力，减少温度裂缝。

6. 对于地下或半地下工程，拆模后应及时回填土。土是混凝土最佳的养护介质，能有效地控制混凝土早期、中期的开裂。

7. 加强混凝土早期养护，并适当延长养护时间，保持混凝土表面湿润，避免混凝土表面温度的急剧升降。

2K320130　城市热力管道施工质量控制

2K320131　掌握城市热力管道施工质量验收要求

一、竣工验收应复检的主要项目

1. 承重和受力结构；
2. 结构防水效果；
3. 补偿器；
4. 焊接；

5. 防腐和保温；

6. 泵、电气、监控仪表、换热器和计量仪表安装；

7. 其他标准设备安装和非标准设备的制造、安装。

二、沟槽开挖质量应符合的规定：

1. 槽底不得受水浸泡或受冻；

2. 槽壁平整，边坡坡度不得小于施工设计的规定；

3. 沟槽中心线每侧的净宽不应小于沟槽底部开挖宽度的 1/2；

4. 槽底高程的允许偏差：开挖土方时应为±20mm；开挖石方时应为－200mm～＋20mm。

三、管沟及检查室砌体结构质量应符合的规定

1. 砌筑方法应正确，不应有通缝；砂浆应饱满，配合比应符合设计要求；

2. 清水墙面应保持清洁，刮缝深度应适宜，勾缝应密实，深浅一致，横竖缝交接处应平整；

3. 砌体的允许偏差及检验方法应符合规定。

四、套管安装应符合的规定

1. 管道穿过构筑物墙板处应按设计要求安装套管，穿过结构的套管长度每侧应大于墙厚 20～25mm；穿过楼板的套管应高出板面 50mm；

2. 套管与管道之间的空隙可采用柔性材料填塞；

3. 防水套管应按设计要求制造，并应在墙体和构筑物砌筑或浇筑混凝土之前安装就位，套管缝隙应按设计要求进行充填；

4. 管道中心的允许偏差为 10mm。

五、管道安装质量检验应符合的规定

1. 管道安装坡向、坡度应符合设计要求；

2. 蒸汽管道引出分支时，支管应从主管上方或两侧接出；

3. 管道安装的允许偏差及检验方法应符合表 2K320131 的要求。

管道安装允许偏差及检验方法 **表 2K320131**

序号	项 目	允许偏差及质量标准（mm）			检验频率		检 验 方 法
					范围	点数	
1	Δ高程	±10			50m	—	水准仪测量，不计点
2	中心线位移	每 10m 不超过 5，全长不超过 30			50m	—	挂边线用尺量，不计点
3	立管垂直度	每米不超过 2，全高不超过 10			每根	—	垂线检查，不计点
4	Δ对口间隙	壁厚	间隙	偏差	每 10 个口	1	用焊口检测器，量取最大偏差值，计 1 点
		4～9	1.5～2.0	±1.0			
		≥10	2.0～3.0	＋1.0 －2.0			

注：Δ为主控项目，其余为一般项目。

六、换热器安装应符合的规定

1. 换热器设备不应有变形，紧固件不应有松动或其他机械损伤。

2. 属于压力容器设备的换热器，需带有国家技术监察部门有关检测资料，设备安装后，不得随意对设备本体进行局部切、割、焊等操作。

3. 换热器应按照设计或产品说明书规定的坡度、坡向安装。

七、水位表安装应符合的规定

1. 水位表应有指示最高、最低水位的明显标志，玻璃管的最低水位可见边缘应比最低安全水位低 25mm，最高可见边缘应比最高安全水位高 25mm；

2. 玻璃管式水位计应有保护装置；

3. 放水管应接到安全地点。

八、安全阀安装应符合的规定

1. 安全阀必须垂直安装，并在两个方向检查其垂直度，发现倾斜时应予以校正。

2. 安全阀在安装前，应根据设计和用户使用需要送相关的有检测资质的单位进行检测，同时按设计要求进行调整，调校条件不同的安全阀应在试运行时及时调校。

3. 安全阀的开启压力和回座压力应符合设计规定值，安全阀最终调整后，在工作压力下不得有泄漏现象。

4. 安全阀调整合格后，应填写安全阀调整实验记录。

5. 蒸汽管道和设备上的安全阀应有通向室外的排汽管。热水管道和设备上的安全阀应有接到安全地点的排水管，并应有足够的截面积和防冻措施确保排放通畅。在排汽管和排水管上不得装设阀门。

九、压力表安装应符合的规定

1. 压力表应安装在便于观察的位置，并防止受高温、冰冻和振动的影响；

2. 压力表宜安装内径不小于 10mm 的缓冲管；

3. 压力表和缓冲管之间应安装阀门，蒸汽管道安装压力表时不得用旋塞阀；

4. 压力表的量程，当设计无要求时，应为工作压力的 1.5～2 倍；

5. 压力表的安装不应影响设备和阀门的安装、检修、运行操作。

十、防腐和保温工程

1. 防腐材料、稀释剂和固化剂等材料的品种、规格、性能应符合现在国家标准和设计要求，产品应有质量合格证明文件（出厂合格证、有资质的检测机构的检测报告等），并应符合环保要求。

2. 材料在运输、储存和施工过程中，应采取有效措施，防止变质和污染环境。涂料应密封保存，严禁明火和暴晒。所用材料应在有效期内使用。

3. 涂料种类、性能、涂刷层数、涂层厚度及表面标记等应按设计规定执行，设计无规定时，应符合下列规定：

（1）明装无保温层管道、设备等，应涂一道防锈漆和两道面漆；有保温层时，应涂两道防锈漆；

（2）暗装管道应涂两道防锈漆；

（3）涂层厚度，应符合产品质量要求；

（4）涂料的耐温性能、抗腐蚀性能应按输热介质温度及环境条件进行选择。

4. 用涂料和玻璃纤维做加强防腐层时，除遵守上述的有关规定外，尚应符合下列规定：

（1）按设计规定涂刷的底漆应均匀完整，无空白、凝块和流痕；

（2）玻璃纤维的厚度、密度、层数应符合设计要求，缠绕重叠部分宽度应大于布宽的1/2，压边量宜为10～15mm。用机械缠绕时，缠布机应稳定匀速前进，并与钢管旋转转速相配合；

（3）玻璃纤维两面沾油应均匀，经刮板或挤压滚轮后，布面无空白，不得淌油或滴油；

（4）防腐层的厚度不得低于设计厚度。玻璃纤维与管壁应粘结牢固、缠绕紧密均匀。表面应光滑，不得有气孔、针孔或裂纹。钢管两端应留200～250mm空白段。

5. 埋地钢管阴极保护（牺牲阳极）防腐应符合下列规定：

（1）安装的牺牲阳极规格、数量及埋设深度应符合设计要求，设计无规定时，按国家现行标准《埋地钢质管道牺牲阳极阴极保护规范》SY/T 0019的规定执行；

（2）牺牲阳极填包料应注水浸润；

（3）牺牲阳极电缆焊接应牢固，焊点应进行防腐处理；

（4）检查钢管的保护电位值应低于－0.85Vcse。

6. 保温材料的品种、规格、性能等应符合现代国家产品标准和设计要求，产品应有质量合格证明文件（出厂合格证、有资质的检测机构的检测报告等），并应符合环保要求。

7. 材料进场时应对品种、规格、外观等进行检查验收，并从进场的每批保温材料中，应任选1～2组试样进行导热系数测定，导热系数超过设计取定值5%以上的材料不得使用。

8. 保护层应做在干燥、经检查合格的保温层表面上。应确保各种保护层的严密性和牢固性。

2K320132 熟悉城市热力管道焊缝质量检验要求

一、各种焊缝应符合的规定

1. 钢管、容器上焊缝的位置应合理选择，使焊缝处于便于焊接、检验、维修的位置，并避开应力集中的区域；

2. 有缝管道对口及容器、钢板卷管相邻筒节组对时，纵缝之间应相互错开100mm以上；

3. 容器、钢板卷板同一筒节上两相邻纵缝之间的距离不应小于300mm；

4. 管沟和地上管道两相邻环形焊缝中心之间距离应大于钢管外径，且不得小于150mm；

5. 管道任何位置不得有十字形焊缝；

6. 管道支架处不得有环形焊缝；

7. 在有缝钢管上焊接分支管时，分支管外壁与其他焊缝中心的距离，应大于分支管外径，且不得小于70mm。

二、焊接质量检验次序

1. 对口质量检验；

2. 表面质量检验；

3. 无损探伤检验；

4. 强度和严密性试验。

三、对口质量检验项目

对口质量应检验坡口质量、对口间隙、错边量、纵焊缝位置。

四、焊缝表面质量检验应符合的规定

1. 检查前，应将焊缝表面清理干净；

2. 焊缝尺寸应符合要求，焊缝表面应完整，高度不应低于母材表面，并与母材圆滑过渡。

3. 不得有表面裂纹、气孔、夹渣及熔合性飞溅物等缺陷；

4. 咬边深度应小于 0.5mm，且每道焊缝的咬边长度不得大于该焊缝总长的 10%；

5. 表面加强高度不得大于该管道壁厚的 30%，且小于或等于 5mm，焊缝宽度应焊出坡口边缘 2～3mm；

6. 表面凹陷深度不得大于 0.5mm，且每道焊缝表面凹陷长度不得大于该焊缝总长的 10%。

五、焊缝无损探伤检验应符合的规定

1. 焊缝无损探伤检验必须由有资质的检验单位完成。

2. 应对每位焊工至少检验一个转动焊口和一个固定焊口。

3. 钢管与设备、管件连接处的焊缝应进行 100%无损探伤检验。

4. 管线折点处有现场焊接的焊缝，应进行 100%无损探伤检验。

5. 焊缝返修后应进行表面质量及 100%的无损探伤检验，其检验数量不计在规定检验数中。

6. 穿越铁路干线的管道在铁路路基两侧各 10m 范围内，穿越城市主要干线的不通行管沟及直埋敷设的管道在道路两侧各 5m 范围内，穿越江、河、湖等的水下管道在岸边各 10m 范围内的全部焊缝及不具备水压试验条件的管道焊缝，应进行 100%无损探伤检验。检验量不计在规定的检验数量中。

7. 现场制作的各种承压管件，数量按 100%进行，其合格标准不得低于管道无损检验标准。

8. 焊缝的无损检验量，应按规定的检验百分数均布在焊缝上，严禁采用集中检验量来替代应检焊缝的检验量。

9. 焊缝不宜使用磁粉探伤和渗透探伤，但角焊缝处的检验可采用磁粉探伤或渗透探伤。

10. 焊缝无损探伤记录应由施工单位整理，纳入竣工资料中。

六、强度和严密性试验

1. 供热管网工程的管道和设备等，应按设计要求进行强度试验和严密性试验；当设计无要求时应按规范的规定进行。

2. 一级管网及二级管网应进行强度试验和严密性试验。强度试验压力应为 1.5 倍设计压力，严密性试验压力应为 1.25 倍设计压力，且不得低于 0.6MPa。

3. 强度试验应在试验段内的管道接口防腐、保温施工及设备安装前进行；严密性试验应在试验范围内的管道工程全部安装完成后进行，其试验长度宜为一个完整的设计施工段。

4. 供热管网工程应采用水为介质做试验。水压试验的检验内容及检验方法应符合表2K320132的规定。

水压试验的检验内容及检验方法　　表2K320132

序　号	项　目	试验方法及质量标准		检验范围
1	△强度试验	升压到试验压力稳压10min无渗漏、无压降后降至设计压力，稳压30min无渗漏、无压降为合格		每个试验段
2	△严密性试验	升压至试验压力，并趋于稳定后，应详细检查管道、焊缝、管路附件及设备等无渗漏，固定支架无明显的变形等		全段
		一级管网及站内	稳压在1h内压降不大于0.05MPa，为合格	
		二级管网	稳压在30min内压降不大于0.05MPa，为合格	

注：△为主控项目。

5. 当试验过程中发现渗漏时，严禁带压处理。消除缺陷后，应重新进行试验。

【案例2K320132】

1. 背景

某热力管道，其材料为碳素钢，敷设中，有几处为穿越河流的水下管道，有一处穿越铁路（非专用线）干线，个别管道焊缝不具备水压试验条件，对管道焊缝质量用超声和射线两种方法进行无损检验。

2. 问题

（1）热力管道焊缝质量检验应按哪三项要求分别按序进行？哪些焊口应100%做无损检验？

（2）如该管道有返修后的焊缝，无损检验有什么要求？

（3）某段管道用超声波检验为合格，但用射线检验不合格，该管道是否合格？

3. 分析与答案

（1）按CJJ 28—2004规定，焊缝质量检验应从表观、内部和物理力学指标三步顺序检验的思路去把握。本案例中哪些焊口要做100%的无损检验的问题，规范有明确规定，应从热力管道穿越重要工程结构的安全需要和不便做水压试验角度把握。

（2）应从万无一失的角度去对待返修后的检验。

（3）应从检验结果最不利的角度去考虑质量合格与否，去理解规范的规定。

2K320140　市政公用工程安全生产保证计划编制、隐患与事故处理

2K320141　掌握市政公用工程安全生产保证计划的作用和编制内容

一、安全生产保证计划的作用

施工现场安全生产保证体系是一套文件化的管理制度和方法，施工现场安全生产保证计划是其不可缺少的内容，是建立并保持施工现场安全生产保证体系的重要基础工作之一，也是建设工程项目经理部达到预定安全文明施工行为、评价和改进安保体系、实现持续改进、事故预防的必不可少的依据。

二、安全生产保证计划的内容

安全生产保证计划的内容应符合并覆盖施工现场安全生产保证体系规范。安全生产保

证计划可以包括下列内容，但不局限于下列内容：

（一）工程概况（非独立编制时可不写）

1. 工程概况表

2. 危险源与不利环境因素分析

（1）本工程特点、难点分析；

（2）本工程的重大危险源与一般危险源的识别、评价、控制清单；

（3）本工程的重大不利环境因素与一般不利环境因素的识别、评价控制清单。

3. 适用法律法规、标准规范的识别、配备控制清单

（二）安全生产保证体系文件

1. 适用的安全支持性文件清单；

2. 安全生产保证计划的适用范围；

3. 安全生产保证计划的管理要求。

（三）实施

1. 安全职责

（1）安全管理目标；

（2）安全管理组织：

1）安保体系要素职能分配表；

2）安全管理网络图；

3）职责与权限：为确保安全生产保证体系所要求的活动得到实施、控制并对其进展进行监督，安全保证计划应明确施工现场组织中以下管理人员的管理职责和权限（部门或岗位和名称因企业和项目的不同可以有所不同）：A. 项目经理；B. 项目副经理；C. 项目总工程师；D. 项目工程科（或质安科）；E. 项目经营科；F. 项目技术科；G. 项目材料设备科；H. 项目劳资科；I. 项目综合办。当项目较小时不设科由岗位替代。

（3）资源

1）建设工程项目部称职的技术管理人员名册；

2）特种作业和中小机械操作人员，监护人员名册；

3）施工中主要安全设施与设备的清单；

4）施工中必需的安全物资的清单；

5）本工程已到位的安全技术、防护设施、劳动保护和文明施工措施费用清单。

2. 教育和培训

安全生产保证计划应说明：

（1）负责安全教育和培训的项目领导和部门或岗位的职责权限；

（2）对全体员工安全教育和培训的内容；

1）安全生产保证体系要求的重要性；

2）本工程全过程中和个人本职工作中存在的危险源和不利环境因素以及违章指挥和违章作业可能产生的不良影响和后果；

3）从业人员上岗前所需掌握的安全知识和技能：安全法律、法规和规章制度；安全技术操作规程和安全操作技能；施工现场针对性的安全防范措施和设施，包括涉及新工艺、新材料、新技术和新设备的特定安全技术规定；突发和紧急情况下，如何启动预防或

减少风险、减少不利环境影响的现场急救或抢险的应急措施、应急预案；新工人的三级安全教育；进场员工、变换工种等的安全教育；

（3）项目内管理人员安全培训要求。

3. 文件控制

安全生产保证计划应说明：

（1）施工现场项目经理部对所收到的文件的收发记录控制要求；

（2）明确收发文件的责任人和对文件处理要求。

4. 安全物资采购和进场验证

安全生产保证计划应说明：

（1）项目经理部负责安全物资管理的项目领导和主管部门或岗位的职责与权限；

（2）对自行采购的安全物资或外部租赁的具体控制要求；

（3）内部转移或调拨的安全物资控制要求；

（4）对分包商采购或自带的安全物资控制要求；

（5）对进场安全物资的验证要求。

5. 分包控制

项目经理部必须按分包合同规定对分包商在施工现场内的施工或服务活动实施控制，并形成记录。控制内容和方法包括：

（1）审核批准分包商编制的专项施工组织设计和施工方案，包括安全技术措施；

（2）提供或验证必要的安全物资、工具、设施、设备；

（3）确认分包商进场从业人员的资格，依据施工现场安全生产保证体系文件，进行针对性的安全教育、培训和施工交底，形成由双方负责人签字认可的记录，并确保在作业前和作业时，由分包商对其从业人员实施安全教育和培训；

（4）安排专人对分包商施工和服务全过程的安全实施指导、监督、检查和业绩评价，对发现的问题进行处理，并与分包商及时沟通信息。

6. 施工过程控制

项目经理部必须根据施工现场安全生产保证体系策划的结果和安排，确保与所识别的危险源和不利环境因素有关的活动、人员、设施、设备在施工过程中处于受控状态，以便从根本上控制和减小风险和不利环境影响。

项目经理部对施工过程控制的内容和方式应包括；

（1）针对施工过程中需控制的活动，制定或确认必要的施工组织设计、专项施工方案、专项安全措施、安全程序、规章制度或作业指导书，并组织落实；

（2）将采购和分包活动中需实施控制的有关要求通知供应商和分包商，并按要求对其施工和服务提供过程进行控制；

（3）对从业的管理人员和操作人员进行针对性的资格能力鉴定、安全教育和培训、安全交底，及时提供必需的劳动防护用品；

（4）对安全物资进行验收、标识、检查和防护；

（5）对施工设施、设备及安全防护设施的搭设和拆除进行交底与过程防护、监控，在使用前进行验收、检测、标识，在使用中进行检查、维护和保养，并及时调整和完善；

（6）对重点防火部位、活动和物资进行标识、防护，配置消防器材和实行动火审批；

（7）保持场容场貌、作业环境和生活设施文明卫生、规范有序，保护道路管线和周边环境，减少并有效处理废水、废气、粉尘、噪声、振动和固体废弃物，组织好施工期间的道路交通；

（8）对与重大危险源和重大不利环境因素有关的重点部位、过程和活动、组织专人监控；

（9）就施工现场危险源、不利环境因素及安全生产的有关信息，与从业人员及相关方进行交流与沟通，对涉及重大危险源和重大不利环境的问题及时做出处理，并形成记录和回复；

（10）形成并保存施工过程控制活动的记录。

7. 事故的应急救援

（1）项目经理部应针对可能发生的事故制定相应的应急救援预案，准备应急救援物资，并在事故发生时组织实施，防止事故扩大，以减少伤害和不利环境影响。

（2）项目经理部应配合事故的调查、分析，并制定和实施纠正措施和预防措施。

（四）检查和改进

项目经理部应建立安全检查制度和对施工现场的安全状况和业绩进行日常检查的具体控制要求。

1. 安全检查的控制

（1）规定检查的人员及其职责权限；

（2）规定检查的对象、标准、方法和频次；

（3）对安全检查中发现的不符合规定要求和存在隐患的设施、设备、过程、行为，定人、定时间、定措施进行整改处置，并跟踪复查；

（4）对安全检查和整改处置活动进行记录，并通过汇总分析，寻找薄弱环节，确定需改进的问题及采取纠正措施或预防措施的要求；

（5）对用于检查的检测设备进行校正和维护，并保存校正和维护的记录。

2. 纠正和预防措施

（1）项目经理部应对严重的或经常发生的不合格、事故或险肇事故，建筑企业或政府主管部门提出的问题、隐患及整改要求，社会投诉的问题，进行调查和原因分析，针对原因制定并实施相应的纠正措施或预防措施，以防止其再次发生。

（2）所有拟订的措施应：

1）在实施前通过安全风险和不利环境因素影响评价；

2）规定实施职责和进度计划；

3）跟踪确认实施结果和有效性；

4）对措施的制定、实施和跟踪，以及导致施工现场安全生产保证体系文件的修改情况进行记录。

3. 内部审核

项目经理部必须以施工现场安全生产保证体系的业绩为重点，在各主要施工阶段，组织内部审核，以便确定：

（1）项目经理部应在安全生产保证计划明确各主要施工阶段内审的时间节点安排；

（2）项目经理部明确对内审中发现的不合格提出制定、实施纠正措施和验证的有关责

任部门或岗位。

4. 安全评估

（1）项目经理应对各主要施工阶段施工现场安全生产保证体系的适宜性、充分性、有效性及时组织评估，明确评估的时间安排并编制阶段性安全评估报告；

（2）项目经理部应明确安全评估的责任部门或岗位的职责与权限要求；

（3）安全评估报告的内容应包括：

1）安全目标的实现情况、重大危险源和重大不利环境因素的控制状况；

2）施工现场安全生产保证体系的自我完善机制的运行情况；

3）从业人员遵纪守法和安全意识的提高情况；

4）建立、实施和改进施工现场安全生产保证体系的经验和做法；

5）为确保施工现场安全生产保证体系持续的适宜性、充分性和有效性，需要对安全目标以及施工现场安全生产保证体系进行改进的要求和措施。

（五）安全记录

1. 建设工程项目经理部应在安全生产保证计划中明确安全记录的主管部门或岗位的职责与权限；

2. 本项目需建立的安全记录清单；

3. 如何、从哪里获得安全记录；

4. 安全记录的填写和保管要求。

三、安全生产保证计划编制的关键点

1. 安全生产保证计划应在施工活动开始前编制完成；

2. 必须针对本工程的特点、难点进行由浅入深、由表及里的剖析，准确识别出本工程的重大危险源和重大不利环境因素；

3. 按照安全生产预防为主的原则，依靠新工艺、新技术，制订出针对重大危险源和重大不利环境因素的管理控制方案；

4. 落实各类资源，从组织上、人力上、财力上给予保证；

5. 按照策划、实施、检查、改进的 PDCA 循环的管理模式，结合本工程、本建设工程项目部特点制定符合标准要求的管理程序，并认真加以论证，付诸实施。

2K320142　掌握市政公用工程安全隐患与事故处理原则

安全隐患是泛指生产系统中可导致事故发生的人的不安全行为、物的不安全状态和管理上的缺陷。

安全隐患分类非常复杂，它与事故分类有密切的关系，但又不同于事故分类。本着尽量避免交叉的原则，综合事故性质分类和行业分类，考虑事故起因，可将安全隐患归纳为21类，即火灾、爆炸、中毒和窒息、水害、坍塌、滑坡、泄漏、腐蚀、触电、坠落、机械伤害、煤气与瓦斯突出，公路设施伤害，公路车辆伤害、铁路设施伤害、水上运输、港口码头伤害，空中运输伤害，航空港伤害、其他类隐患等。

市政公用工程的安全隐患大致集中在火灾、中毒和窒息、坍塌、滑坡、触电、坠落、机械伤害、公路车辆伤害这八大类，随着工程的延伸，近年来爆炸、水害、泄漏、水上运输伤害及其他类隐患也有所上升。

一、对安全隐患的处理原则

建设工程项目部应对存在安全隐患的安全设施、过程和行为进行控制，确保不合格设施不使用，不合格过程不通过，不安全行为不放过。

二、对事故处理原则

1. 组织营救受害人员，组织撤离或采取其他措施保护危害区域内的其他人员。

2. 迅速控制事态，并对事故造成的危害进行检测，监测测定事故的危害区域、危害性质及危害程度。及时控制造成事故的危险源，防止事故的继续扩展。

3. 消除危害后果，做好现场恢复。针对事故对人体、动植物、土壤、空气等造成的现实危害和可能的危害，迅速采取封闭、隔离、洗消、监测等措施，防止对人的继续危害和对环境的污染。及时清理废墟和恢复基本设施，将事故现场恢复至相对稳定的基本状态。

4. 查清事故原因，评估危害程度。事故发生后及时调查事故发生的原因和性质，评估出事故的危险范围和危险程度。查明人员伤亡情况，做好事故调查。

5. 安全事故处理必须坚持“四不放过”原则：事故原因不清楚不放过，事故责任者和员工没有受过教育不放过，事故责任者没有处理不放过，没有制定防范措施不放过。

2K320143　掌握市政公用工程安全隐患与事故处理程序

建设工程项目部应确定对安全隐患进行处理的人员并规定其职责和权限。

一、安全隐患处理

（一）处理方式

1. 停止使用、封存；

2. 指定专人进行整改以达到规定要求；

3. 进行返工以达到规定要求；

4. 对有不安全行为的人员进行教育或处罚；

5. 对不安全生产的过程重新组织。

（二）对处理结果的验证

1. 建设工程项目部必要时可组织有关专业人员对存在隐患的安全设施、安全防护用品整改后的状况进行复查验证。

2. 对上级部门提出的安全隐患，应由建设工程项目部实施整改，由企业主管部门复查验证合格后报上级主管部门。上级主管部门对自身安检中开列的安全隐患通知单也必须按一定比例进行验证。

二、事故处理程序

1. 生产事故发生后，建设项目工程总承包企业的建设工程项目部应立即向上级主管部门报告，迅速分析，判定事故类别，一般事故由企业按“四不放过”原则处理，重大事故按事故处理条线向有关部门报告：

（1）发生人身伤亡（重伤以上）的生产事故应当立即报告企业主管部门和事故发生地安全生产监督管理部门、公安部门、人民检察院、工会、建设行政主管部门；

（2）特种设备发生事故应当立即报告企业主管部门、事故发生地的安全生产监督管理部门、人民检察院和特种设备安全监督管理部门；

（3）事故报告应当实事求是，不得隐瞒不报，谎报或者拖延不报。

2. 事故发生后，施工现场负责人应组织一切力量抢救受伤人员，迅速对其伤势进行判断，疏散有关人员脱离危险区域，并不得在事故调查处理期间擅离职守。对窒息、触电、淹溺类人员应迅速采取边人工呼吸、胸腔挤压等救护、边送医院治疗的措施，对确无生命危险人员应视其伤患送特色（专长）医院治疗，生命垂危伤者应立即送事故发生地就近大医院抢救，以期取得最佳救治效果。对机械设备、工程结构等无人员伤亡的事故，应迅速组织有关专家论证，制定出抢救方案后再实施。以免盲目抢救造成损失扩大。

3. 妥善保留事故现场，如确因抢救人员需搬动其他物体时应做好拍照（摄录像）或划出标志符号，待上级监督管理部门和事故调查组作出明确撤销意见后才能改变。

4. 重大事故发生后事故单位应组织人员按有关规定，妥善处理好伤亡者的善后工作，同时积极配合协助事故调查组开展事故调查工作，尽可能提供一切方便。

5. 重大事故调查完毕后，事故单位要按调查组的建议按“四不放过”原则对有关人员进行处罚，制订出防止事故重复发生的措施，并认真加以实施。事故处理报告书在调查工作结束十日内报送上级有关部门。

6. 工伤人员的治疗、复工与伤残等级的鉴定按有关规定执行。

【案例 2K320143】

1. 背景

某工地正在进行下水道工程的窨井砌砖作业，当时有 6 名砖瓦工在深达 5m 的无槽壁支撑的沟槽中施工，1 名砖瓦工在地面休息。突然，地面休息的工人发现沟槽有不明水冒出，同时沟槽坍塌，沟槽边堆高达 1.8m 的土方下滑，急忙向沟底工人发出塌方危险信号，沟底 6 名工人向不同方向逃逸，其中 5 人幸免于难，1 人被埋在土中，露出胳膊。5 人见状忙用手挖土将人救出，同时报告现场负责人知晓。现场负责人立即调来运土翻斗车将已窒息的伤者装上车后送医院抢救，因不知道最近的医院地址，于是边打听边摸索，用了近 40min 时间才将伤者送到了医院。经医院检查，伤者因窒息时间过长已经死亡。施工负责人忙于接待死者家属，等到第 3 天才想起通知上级主管部门，等事故调查组接到拖延的事故报告到达现场时窨井已砌好，事故现场已面目全非。

2. 问题

（1）造成本次事故物的不安全状态有哪些？

（2）造成本次事故人的不安全行为有哪些？

（3）本次事故处理有哪些管理上的失误？

3. 分析与答案

事故调查组分析因以下安全隐患引起，并列发生才造成本次事故：

（1）物的不安全状态：

1）深达 5m 的沟槽槽壁没有支撑；

2）槽壁渗水；

3）沟槽边堆土高度超标。

（2）人的不安全行为：

1）工人们冒险进入深达 5m 且没有支撑的沟槽作业；

2）沟槽临近施工宿舍内的工人们长期将洗刷用水倾倒在沟槽附近，渗入地下造成槽

壁冒水。

（3）管理上的失误

1）采取错误的抢救方法；

2）无应急预案，不知道附近医院延误抢救时机；

3）现场保护不力，事故迟报。

2K320144　掌握市政公用工程重大事故的分级

重大事故系指在工程建设过程中由于责任过失造成工程倒塌或报废、机械设备毁坏和安全设施失当造成人身伤亡或者重大经济损失的事故。

（1）特别重大事故，是指造成30人以上死亡，或者100人以上重伤，或者1亿元以上直接经济损失的事故；

（2）重大事故，是指造成10人以上30人以下死亡，或者50人以上100人以下重伤，或者5000万元以上1亿元以下直接经济损失的事故；

（3）较大事故，是指造成3人以上10人以下死亡，或者10人以上50人以下重伤，或者1000万元以上5000万元以下直接经济损失的事故；

（4）一般事故，是指造成3人以下死亡，或者10人以下重伤，或者1000万元以下100万元以上直接经济损失的事故。

本等级划分所称的“以上”包括本数，所称的“以下”不包括本数。

2K320150　职业健康安全控制

2K320151　掌握市政公用工程施工安全控制的重点对象

市政公用工程属于建筑业的一部分，是事故发生率较高的行业，其施工特点是：

1. 高处作业多。按照国家标准《高处作业分级》规定划分，约有80%以上是高处作业。

2. 露天作业多。市政公路、桥梁、下水道露天作业占整个工作量的100%，轨道交通与顶管工程露天作业约占整个工作量的40%以上，受到春、夏、秋、冬不同气候以及阳光、风雨、冰雪、雷电等自然条件的影响和危害。

3. 手工劳动及繁重体力劳动多。大多数工种至今仍是手工操作，由于手工操作容易使人疲劳，分散注意力，误操作多，容易导致事故的发生。

4. 立体交叉作业多。市政重大工程工期较紧，有时必须多单位、多工种互相配合，立体交叉施工，在城市高架、道路、互通式立交桥、轨道交通等工程中尤为突出，如果管理不好、衔接不当、防护不严，就有可能造成互相伤害。

5. 临时员工多。当前，在工地第一线作业的工人中，农民工约占50%～70%，有的工地高达95%，且农民工流动性大，在管理上带来困难。

以上这些特点决定了市政公用工程的施工过程是容易发生伤亡事故的生产过程，事故突发性强、危险性大。

因此，市政公用工程施工安全控制的重点对象是：

1. 地面及深基坑作业的防护；

2. 深基坑作业承压水的控制；
3. 轨道交通及越江隧道旁通道作业的防护；
4. 地下管线的防护；
5. 高处及立体交叉作业的防护；
6. 水上作业的防护；
7. 施工用电安全；
8. 机械设备的安全使用；
9. 地面交通安全的防护；
10. 采用的新工艺、新材料、新技术和新结构作业过程的控制；
11. 自然灾害（防台风暴雨、防洪水、防地震、防暑降温、防冻防寒等）预防；
12. 防火防爆；
13. 环境污染的控制。

建设工程项目部在编制施工组织设计（施工方案）时，必须根据对所承接工程危险源和不利环境因素的识别，根据该工程的施工工艺和施工方法，编写全面、具体、针对性强的有效的安全技术措施，进行事故预防。

2K320152 掌握市政公用工程施工安全控制中总包方和分包方责任分工

中华人民共和国建筑法第五章建筑安全生产管理第四十五条规定，施工现场安全由建筑施工企业负责。实行施工总承包的，由总承包单位负责。分包单位向总承包单位负责，服从总承包单位对施工现场的安全生产管理。

一、总承包单位的安全责任

实行施工总承包建设工程、由总承包单位对施工现场的安全生产负总责。

总承包单位的安全责任是：

1. 总承包单位应当自行完成建设工程主体结构的施工；

2. 总承包单位依法将建设工程分包给其他单位的，分包合同中应当明确各自的安全生产的权利、义务，总承包单位和分包单位对分包工程的安全生产承担连带责任。

3. 建设工程实行总承包的，如发生事故，由总承包单位负责上报事故。分包单位应当服从总承包单位的安全生产管理，分包单位不服从管理导致生产安全事故的，由分包单位承担主要责任。

二、分包合同要求

1. 必须严格执行先签合同，后组织进场施工的原则。

2. 合同可采用工程所在地的“标准文本”，总包与分包的权利、义务应明确，分包应对总包负责，分包必须服从总包的管理，对违反分包合同要求的制约措施不能与总合同的规定相矛盾。

3. 在签订分包合同时，应同时签订有关的附件，如：安全生产、治安消防、环境卫生等有关协议书并注意和义务一致。

4. 分包合同中应含安全考核奖罚细则。原则参照总包方所制定的奖罚条款执行，如有异议可由双方平等协商制定。

5. 分包合同应根据工程量大小送上级主管部门审批或备案，此要求视各企业现行的

管理标准而定。

三、安全生产协议书中总、分包的权利与义务

1. 总包项目经理部一旦同分包商确立合同关系，应积极为分包商创造进场施工的各项条件和提供方便，在施工中注意防止以包代管，以罚代管，放松控制等现象发生。要注意从以下五方面实施自己的安全生产权利和义务：

（1）在分包队伍进场前，对分包商的专项施工组织设计和施工方案，包括安全技术措施，应按企业规定实施审核审批，通过后才允许实施。

（2）合同规定应由总包提供的材料、工具及生活设施，总包必须在分包队伍进场前做好落实工作。合同规定施工过程中应由总包向分包队伍提供的机械设备、安全设施和防护用品，双方必须办理书面移交签字验收手续。

（3）当分包队伍进场时，总包项目部必须确认其从业人员的资格。正式开始施工前，应由项目部施工主要负责人组织有关人员向分包商负责人及分包队伍有关人员进行安全教育和施工总交底，交底内容以总包合同为依据，包括施工技术文件，安全生产保证体系的有关文件，安全生产规章制度和文明施工管理要求等。交底应以书面形式，一式两份，双方负责人和有关人员签字确认，并保留交底记录，确保作业前对全体分包从业人员均完成安全教育培训。

（4）在合同履约过程中，总包项目部应有专门部门或人员对分包队伍施工全过程中的安全生产、文明施工情况进行指导检查，实施监督管理，与分包方沟通信息，及时处理发现的问题，做好必要的记录，为今后对分包的业绩评定与奖罚提供依据。

（5）当分包方发生伤亡事故时，总承包项目部应及时按规定上报，并与分包方共同进行人员抢救和事故处理，在事故调查组的主持下界定当事双方的责任。当分包方不服从总包方安全管理，性质严重时，总包方可按合同约定中止合同。

2. 分包单位的安全权利和义务：

（1）要服从总包单位的安全生产管理。分包单位负责人必须对本单位职工进行安全生产教育，以增强法制观念和提高职工的安全意识及自我保护能力，自觉遵守安全生产六大纪律、安全生产制度。

（2）应认真贯彻执行工地的分部分项、分工种及施工安全技术交底要求。分包单位负责人必须检查具体施工人员落实情况，并进行经常性的督促、指导，确保施工安全。

（3）分包单位负责人应对所属施工及生活区域的施工安全、文明施工等各方面工作全面负责。分包单位负责人离开现场，应指定专人负责，办理书面委托管理手续。分包单位负责人和被委托负责管理的人员，应经常检查督促本单位职工自觉做好各方面工作。

（4）应按规定认真开展班组安全活动。分包单位负责人应定期参加工地、班组的安全活动，以及安全、防火、生活卫生等检查，并做好检查活动的有关记录。

（5）在施工期间必须接受总包方的检查、督促和指导。同时总包方应协助各分包单位搞好安全生产、防火管理。对于查出的隐患及问题，各分包单位必须限期整改。

（6）对各自所处的施工区域、作业环境、安全防护设施、操作设施设备、工具等必须认真管理，发生问题和隐患，立即停止施工，落实整改。如分包单位无能力落实整改的，应及时向总包汇报，由总包协调落实有关人员进行整改，经分包单位确认安全后，方可施工。

（7）与总包单位之间如需相互借用或租赁各种设备以及工具的，应有双方有关人员办理借用或租赁手续，制订有关安全使用及管理制度。借出单位应保证借出的设备和工具完好并符合要求，借入单位必须进行检查，并做好书面移交记录。

（8）对于施工现场的脚手架、设施、设备的各种安全防护设施、保险装置、安全标志和警告牌等不得擅自拆除、变动。如确需拆除变动的，必须经总包施工负责人和安全管理人员同意，并采取必要、可靠的安全措施后方能拆除。

（9）特种作业及中、小型机械的操作人员，必须按规定经有关部门培训、考核合格后，持有效证件上岗作业。起重吊装人员必须遵守“十不吊”规定，严禁违章、无证操作；严禁不懂电器、机械设备的人员，擅自操作使用电器、机械设备。

（10）必须严格执行防火防爆制度，易燃易爆场所严禁吸烟及动用明火，消防器材不准挪作他用。电焊、气割作业应按规定办理动火审批手续，严格遵守“十不烧”规定，严禁使用电炉。冬期施工如必须采用明火加热的防冻措施时，应取得总包防火主管人员同意，落实防火、防中毒措施，并指派专人值班看护。

（11）需用总包提供的电器设备时，在使用前应先进行检测，如不符合安全使用规定的，应及时向总包提出，总包应积极落实整改，整改合格后方准使用，严禁擅自乱拖乱拉私接电气线路及电气设备。

（12）在施工过程中，分包单位应注意地下管线及高、低压架空线和通信设施、设备的保护。总包应将地下管线及障碍物情况向分包单位详细交底，分包单位应贯彻交底要求，如遇到问题或情况不明时要停止施工，采取保护措施，并及时向总包汇报。

（13）贯彻“谁施工谁负责安全、防火”的原则。在施工期间发生各类事故及事故苗子，应及时组织抢救伤员、保护现场，并立即向总包方和自己的上级单位和有关部门报告。

2K320153 掌握市政公用工程职业健康安全设施的内容

职业健康安全设施是以改善劳动条件，防止伤亡事故和职业病发生为目的的技术装置。

一、安全技术方面的设施

1. 机床、提升设备、机车、农业机器及电器设备等传动部分的防护装置，在传动梯、吊台上安装的防护及各种快速自动开关；

2. 电刨、电锯、砂轮及锻压机器上的防护装置；有碎片、屑末、液体飞出及有裸露导电体等处所安设的防护装置；

3. 升降机和起重机上的各种防护装置；

4. 各种联动机械之间、工作场所的动力机械之间、建筑工地上为安全而设的信号装置以及在操作过程中为安全而设的信号装置；

5. 锅炉、压力容器、压缩机械及各种有爆炸危险的机器设备的安全装置和信号装置；

6. 各种运转机械上的安全起动和迅速停车装置；各种机床附近为减轻工人劳动强度而专门设置的附属起重设备；

7. 电器设备的防护性接地或接零以及其他防触电设施；

8. 在生产区内危险处所设置的标志、信号和防护装置；

9. 在高处作业时，为避免工具等物体坠落伤人以及防坠落摔伤而设置的工具箱或安全网；

10. 防火、防爆所必需的防火间距、消防设施等。

二、职业卫生方面的设施

1. 为保持空气清洁或使温度符合职业卫生要求而安设的通风换气装置和采光、照明设施；

2. 为消除粉尘危害和有毒物质而设置的除尘设备和消毒设施；

3. 防治辐射、热危害的装置及隔热、防暑、降温设施；

4. 为改善劳动条件而铺设的各种垫板；

5. 为职业卫生而设置的对原材料和加工材料消毒的设施；

6. 减轻或消除工作中噪声及振动的设施。

三、生产性辅助设施

1. 专为职工工作用的饮水设施；

2. 为从事高温作业或接触粉尘、有害化学物质或毒物作业人员专用的淋浴设备；

3. 更衣室或存衣箱，工作服洗涤、干燥、消毒设备；

4. 女士卫生室及洗涤设备以及食物的加热设备；

5. 为从事高温作业等工种工人修建的倒班休息室等。

2K320160　明挖基坑施工安全控制

2K320161　掌握防止基坑坍塌、淹埋的安全措施

基坑工程是临时工程，但其造价高，开挖数量大。基坑工程具有明显的地域性，不同地质条件时其设计和施工方法有很大的不同。基坑工程设计和施工相互制约，技术复杂，变化因素多，事故频繁，是建设工程中风险最大的项目之一。

基坑工程应根据现场实际工程地质、水文地质、场地和周边环境情况及施工条件进行设计和组织施工。

（一）基坑施工时的安全技术要求

1. 基坑坡度或围护结构的确定方法

应根据土的分类、力学性质确定边坡坡度（放坡开挖时），或根据土质、深度确定围护方法（采用围护开挖时）。

2. 尽量减少基坑顶边的堆载

基坑边缘堆置土方、建筑材料或沿基坑边缘移动运输工具或机械时，如果是放坡开挖时会增加滑动力矩；如果是围护开挖时，会增加作用于围护结构上的荷载。一般都要求堆载及机械等离开基坑边缘有一个安全距离，并且对堆载的级别有所限制。

3. 要做好降水措施，确保基坑开挖期间的稳定

地下水是引起基坑事故的主要因素之一。实践表明，多数发生的基坑事故都与地下水有关。地下水对基坑的危害与土质密切相关，当基坑处于砂土或粉土时，在地下水作用下，更容易造成基坑坡面渗水、土粒流失、流砂，进而引起基坑坍塌等重大事故。

当场地内有地下水时，应根据场地及周边区域的工程地质条件、水文地质条件、周边

环境情况和支护结构与基础形式等因素，确定地下水控制方法。

地下水的控制方法主要有降水、截水和回灌等几种形式。这几种形式可以单独使用，也可以组合使用。降水会引起基坑周围土体沉降，当基坑邻近有建筑物时，宜采用截水或回灌方法。

4. 严格按设计要求开挖和支撑

基坑开挖应根据支撑结构设计、降排水要求，确定开挖方案。开挖范围及开挖、支撑顺序均应与围护结构设计工况相一致。挖土要严格按照施工组织设计规定进行。软土基坑必须分层均衡开挖。支撑与挖土要密切配合，严禁超挖。发生异常情况时，应立即停止挖土，并应立即查清原因和采取措施，方能继续挖土。基坑开挖过程中，采取措施防止碰撞支撑结构、工程桩或扰动基底原状土。

软土基坑开挖还受到时间效应和空间效应的作用，因此，在制定开挖方案时，要尽量缩短基坑开挖卸荷后的无支撑暴露时间，减少开挖过程中的土体扰动范围，采用分层、分块的开挖方式，且使开挖空间尺寸能最大限度地限制围护墙体的变形和坑周土体的位移与沉降。

（二）应急措施

1. 及早发现坍塌和掩埋事故的预兆，及时抢险，避免事故的发生。

2. 及早发现坍塌和掩埋事故的凶兆，以人身安全为第一要务，及早撤离现场。

3. 要熟悉各种抢险支护和抢险堵漏方法。

【案例 2K320161】

1. 背景

某市政工程基础采用明挖基坑施工，基坑挖深为 5.5m，地下水在地面以下 1.5m，坑底黏土下存在承压水层。坑壁采用网喷混凝土加固。基坑附近有高层建筑物及大量地下管线。设计要求每层开挖 1.5m，即进行挂网喷射混凝土加固。某公司承包了该工程，由于在市区，现场场地狭小，项目经理决定把钢材堆放在基坑坑顶附近；为便于出土，把开挖的弃土先堆放在基坑北侧坑顶，然后再装入自卸汽车运出。由于工期紧张，施工单位把每层开挖深度增大为 3.0m，以加快基坑挖土加固施工的进度。

在开挖第二层土时，基坑变形量显著增大，变形发展速率越来越快。随着开挖深度的增加，坑顶地表出现许多平行基坑裂缝。但施工单位对此没有在意，继续按原方案开挖。当基坑施工至 5m 深时，基坑出现了明显的坍塌征兆。项目经理决定对基坑进行加固处理，组织人员在坑内抢险，但已经为时过晚，基坑坍塌造成了多人死亡的重大事故，并造成了巨大的经济损失。

2. 问题

（1）本工程基坑侧壁安全等级应属于哪一级？

（2）本工程基坑应重点监测哪些内容？当出现本工程发生的现象时，监测工作应做哪些调整？

（3）本工程基坑施工时存在哪些重大工程隐患？

（4）项目经理在本工程施工时犯了哪些重大错误？

3. 分析与答案

基坑工程具有地域性，许多地区对基坑的分类做了规定。建筑基坑支护技术规程（JGJ 120—99）3.1.3 条对基坑侧壁安全等级做了规定，见表 2K320161。

基坑侧壁安全等级　　表 2K320161

安全等级	破　坏　后　果
一级	支护结构破坏、土体失稳或过大变形对基坑周边环境及地下结构施工影响严重
二级	支护结构破坏、土体失稳或过大变形对基坑周边环境及地下结构施工影响一般
三级	支护结构破坏、土体失稳或过大变形对基坑周边环境及地下结构施工影响轻微

本工程基坑周围有高层建筑和大量地下管线，如果支护结构破坏、土体失稳或过大变形对周边环境影响很严重，因此，基坑侧壁安全等级应定为一级。

基坑开挖卸载必然引起基坑侧壁水平位移，基坑侧壁水平位移越大，坑后土体变形越大。过大的侧壁水平位移必然会造成建筑物沉降及管线变形。因此，任何环境保护要求高的基坑，侧壁水平位移都是监测的重点。

本工程基坑周围建筑物及地下管线是基坑环境保护的主要内容，其变形也应该是基坑监测的重点。

本工程地下水位在坑底以上，必须采取降水措施。施工时需要监测地下水位，因此，地下水位也应该是监测的重点。

另外，地下水中的承压水对基坑的危害很大，尤其要注意接近坑底的浅层承压水对基坑的影响。如果承压水上面有不透水层，随着基坑开挖，当承压水层上部土重不能抵抗承压水水头压力时，基坑坑底会出现突然的隆起，极容易引起基坑事故。如果坑底存在承压水层时，坑底隆起也是基坑监测的重点内容。但由于基坑开挖施工，直接监测坑底隆起并不容易，可以通过监测埋设在坑底的立柱的上浮来间接监测坑底隆起。

当基坑变形超过有关标准或监测结果变化速率较大时，应加密观测次数。当有事故征兆时，应连续监测。本工程应加密观测次数，如果变形发展较快应连续监测。

本工程施工中存在的最大隐患有：不按设计要求施工是基坑施工时引起事故的主要原因之一。基坑设计单位都应该根据其设计时的工况对施工单位的基坑开挖提出要求，不按设计要求施工，在施工时超挖极容易引起基坑事故。在基坑顶大量堆荷是引起基坑事故的另一重要原因。另外，本工程把大量钢材及弃土堆集于坑顶本身就是巨大的安全隐患，因为设计时没有考虑这些荷载。在这些荷载作用下，如果遇到大雨，土体的重度增加，土体的抗剪强度减小，造成基坑失稳事故的风险就更大。

当前，基坑的设计理论和施工方法还在不断研究中，监测反馈依然是回避基坑风险的主要手段。一般来说，基坑破坏前都会有预兆，如本基坑在施工时，出现坑后地表出现大量裂缝，变形速率增加等现象，此时应该对基坑进行抢险，对基坑做必要的加固和卸载。并且应调整设计和施工方案。在采用新方案后，仍应加强监测，对方案做进一步优化。本工程在基坑出现坍塌预兆后没有引起注意是施工单位的一大失误。

当基坑变形急剧增加，基坑已经接近失稳的极限状态，种种迹象表明基坑即将坍塌时，应以人身安全为第一要务，人员要及早撤离现场。本工程已经出现坍塌凶兆时，项目经理还组织人进入基坑抢险，造成人员伤亡是一个重大错误。

2K320162　掌握防止开挖过程损伤地下管线的安全措施

【案例 2K320162】

1. 背景

某地铁基坑工程采用地下连续墙及ϕ609mm钢管支撑。由于支撑不及时，随着基坑开挖地下墙水平变形越来越大。开挖至4m时，基坑南侧地下墙出现大面积渗水。经调查，该侧存在一根大口径上水管。由于变形过大，管线破裂造成大量漏水。随后，经过调查发现基坑周围还存在5根其他管线，其中东侧有一根天然气管。这些管线都或多或少出现了变形过大的问题。

2. 问题

（1）市政基坑工程周围可能存在哪些管线？哪些管线应作为保护的重点？

（2）本工程施工时有哪些失误造成了管线破坏？

（3）对基坑周围管线调查时，应做好哪些调查工作？

（4）哪些管线是监测的重点？

（5）对变形过大的管线应采取哪些保护措施？

3. 分析与答案

城市基坑周围往往密布各种管线，包括上水、雨水、污水、电力、电信、煤气及热力等管线，图2K320162是上海某地铁基坑周围的管线。在各种管线中，天然气和上、下水管及刚性压力管道，为监测的重点。

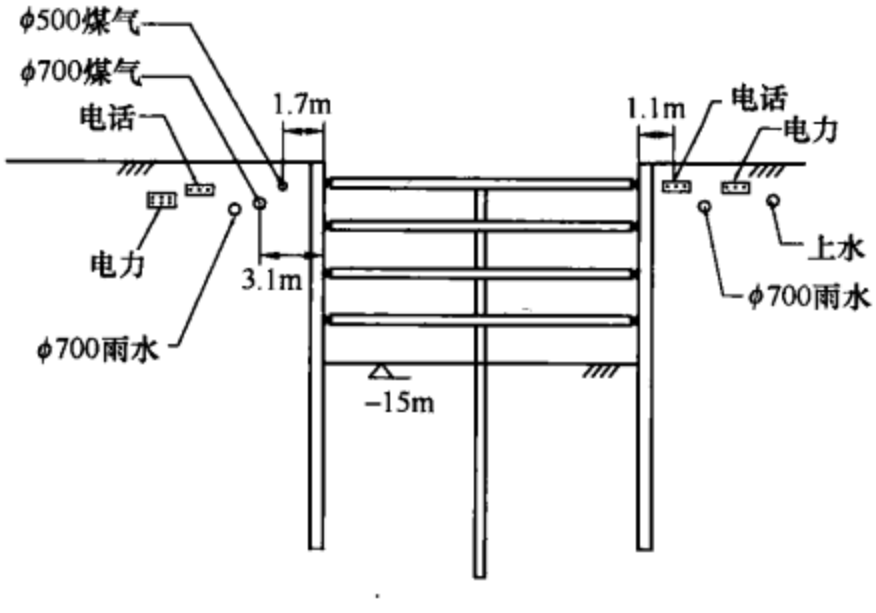


图2K320162　上海某地铁基坑周围管线

保护管线的主要方法是控制基坑变形。基坑变形将引起基坑周围土层移动，进而引起土中管线变形，因此，控制基坑变形是保护地下管线的主要手段。本工程施工时支撑不及时，造成基坑变形过大，引起管线破坏。另外，根据背景材料可以看出，施工前没有对基坑周围地下管线做好调查工作，当然也不可能做好监测工作。

保护地下管线要做好监测工作。监测前应摸清基坑周围地下管线种类、走向和各种管线的管径、壁厚、管节长度、接头构造和埋设年代，以及各管线距基坑的距离。

管线监测点布置应优先考虑天然气、煤气和大口径上水管。对受基坑开挖影响大的管线要加密布点。

基坑开挖变形会造成周围地下管线变形。当管线变形的曲率半径大于其容许的曲率半径时，可不采用处理措施；如果管线的沉降较大，变形的曲率过大时，可采用注浆方法调整管道的不均匀沉降；若沉降幅度或变形的曲率特别大，注浆加固起不到调整管道不均匀沉降效果时，需考虑搬迁、暴露悬吊或以其他方法处理。

2K320163　熟悉基坑施工安全监控量测的内容和方法

基坑支护结构在使用过程中出现荷载、施工条件变化的可能性较大，因此在基坑开挖中必须有系统的监控以防不测。施工监控的重要性越来越被业主所认识，系统的监控措施

是基坑安全施工的重要保证。

【案例 2K320163】

1. 背景

某市政基坑工程，基坑侧壁安全等级为一级，基坑平面尺寸为 22m×200m，基坑挖深为 10m，地下水位于地面下 5m，采用地下连续墙及钢支撑，设 3 道支撑。基坑周围存在大量地下管线等建（构）筑物。为保证基坑开挖过程中的安全，施工单位编制了监测方案，监测方案包括：监控目的、监测项目、工序管理和记录制度。施工过程中，监测单位根据监测方案对基坑进行了监测，工程结束后，监测单位提交了完整的监测报告。

2. 问题

（1）本工程监测方案内容是否全面，如不全面还应包括哪些内容？

（2）根据背景资料及建筑基坑支护技术规程（JGJ 120—99），应监测哪些项目？

（3）上述监测项目可分别采用什么方法监测？

（4）监测单位的作法有哪些不妥之处？

（5）简述监测总报告包括的内容。

3. 分析与答案

基坑开挖前应做出系统的开挖监控方案，监控方案应包括监控目的、监测项目、监控报警值、监测方法及精度要求、监测点的布置、监测周期、工序管理和记录制度以及信息反馈系统等。所以，本工程的监测方案并不全面，应按规定予以补充。

根据建筑基坑支护技术规程（JGJ 120—99），基坑工程监测项目可按表 2K320163 选择。

基坑监测项目表　　**表 2K320163**

监测项目 \ 基坑侧壁安全等级	一　级	二　级	三　级
支护结构水平位移	应测	应测	应测
周围建筑物、地下管线变形	应测	应测	宜测
地下水位	应测	应测	宜测
桩、墙内力	应测	宜测	可测
锚杆拉力	应测	宜测	可测
支撑轴力	应测	宜测	可测
立柱变形	应测	宜测	可测
土体分层竖向位移	应测	宜测	可测
支护结构界面上侧向压力	宜测	可测	可测

本工程侧壁安全等级为一级，应监测的项目有：地下连续墙水平位移，周围建筑物、地下管线变形，地下水位，地下连续墙内力，支撑轴力，土体分层竖向位移。

地下连续墙水平位移一般采用测斜仪监测；周围建筑物、地下管线变形采用水准仪量测；地下水位采用水位计量测；地下连续墙内力、支撑轴力采用应力计量测；土体分层竖向位移采用分层沉降仪监测。

基坑开挖监测过程中，监测单位应按照监测方案进行监测，施工单位应根据监测结果

调整施工方案。本工程监测单位在工程结束后提交监测报告，已经失去了监测的意义。

工程结束时应提交完整的监测报告，监测报告内容应包括：

（1）工程概况；

（2）监测项目和各测点的平面和立面布置图；

（3）采用仪器设备和监测方法；

（4）监测数据处理方法和监测结果过程曲线；

（5）监测结果评价。

2K320170 桥梁工程施工安全控制

2K320171 掌握桥梁工程沉入桩施工安全措施

一、水上打桩作业

（一）施工前准备

1. 必须配备相应的防高处坠落、防淹溺、临边防护、防船只撞击脚手架及水上施工机械等安全防护设施和相应的救生用品及个人防护用品。按航道交通安全要求在水上作业区设置航道安全警示、航道交通安全标志。

2. 及时到有关部门办妥水上施工的相关手续。

3. 进行安全策划，编制与工程相适应的施工组织设计和有针对性的安全技术措施并经审批合格。

4. 配备经行业培训合格持有效上岗证的专职安全管理人员、桩机驾驶员、起重指挥和打桩操作工等特种作业人员。

5. 选用与施工组织设计相符合的脚手架桩机、打入桩机及其他起重机械。所有桩工机械必须验收合格方可进场使用。

6. 进行安全教育和各层次安全技术及安全操作规程的交底。

7. 掌握各种管线、过河电缆及水文、地质等情况并进行逐级书面安全交底。

8. 对每一墩台均应实行开打令制度。

（二）排架脚手（桐木）桩施工

1. 脚手桩的规格尺寸、入土深度必须符合施工组织设计的要求，满足桩机自重、其他施工荷载及打桩所产生的震动引起的附加荷载的要求，严禁使用腐朽、断裂的脚手桩。

2. 脚手桩的分布位置必须严格按施工组织设计要求布置。

3. 脚手桩施工作业所用的木排及附属设施必须符合施工组织设计的要求，木排的四周必须设立规范的临边防护，四角的缆绳应可靠固定，并按航道安全规定的要求设置安全警示标志，经验收合格后方可投入使用。木排严禁超载。

4. 水中作业的电气设备、设施必须满足规范 JGJ 46—2005 的要求。

5. 所有作业人员必须穿上救生衣，正确使用劳防用品；严禁在打好的脚手桩上行走。

6. 脚手桩施工前，施工作业木排必须按脚手桩的分布位置用缆绳可靠定位，施工木排移位时，应设统一的指挥，缆绳的松与紧必须严格保持步调一致。

7. 在脚手桩吊桩时，应确认该桩必须与木排脱离，严禁脚手桩撞击桩机，严禁同时起吊多根脚手桩或脚手桩在作业木排底下起吊。

8. 脚手桩吊桩就位时，作业人员严禁将身体进入桩机的龙门内，关龙门的木撬棒上应设保险绳，操作者必须手持木撬棒尾端（使木撬棒受力弹起后不伤及自己的身体）；当发生桩贯入度剧变、桩身突然倾斜、移位等意外时，必须立即停止打桩。

9. 停止作业前，桩锤必须放在桩机的底部并上好保险；施工木排应停放在不影响航道通航的安全位置，并考虑潮位变化合理固定缆绳；安排专人值班并控制晚间警示装置。

10. 当波浪超过二级波浪峰高≥0.25～0.5m 或流速超过 1.5m/s、风力大于 5 级时均不宜打桩。

（三）桐木桩排架

1. 排架脚手桩施工完毕，在按施工组织设计要求进行脚手桩顶标高统一、脚手桩排架纵横向水平支撑、剪刀撑、斜撑等施工时，应采用符合施工组织设计要求的设有限载标志的木排或船只，具体安全防护要求及安全标识参照第（二）条第 3.款的规定执行。

2. 处于航道上的外排脚手桩及端部脚手桩处应及时设置醒目的安全标识和警示灯，端部脚手桩外侧应按施工组织设计要求，设置保护桩并设安全警示。

3. 水平撑、剪刀撑、斜撑应按施工组织设计要求选用木材或角铁，禁止使用腐朽断裂的木材或私自变更规格的材料，选用角铁材料时，应采用 U 型螺栓夹紧连接；选用木材时，应采用对撬螺栓与脚手木桩可靠连接。

4. 排架与排架之间必须设置斜撑，斜撑的方向必须交错或采用剪刀撑以增加排架的稳定性。

5. 盖方一旦就位，必须立即用马璜钉多点临时合理固定。

6. 铺设的搁栅，必须保证搁栅接长后的接头在盖方上，相邻两行搁栅的接头必须错开。

7. 采用起重机配合盖方、搁栅就位的，必须设起重指挥；作业人员、工作木排严禁在起重机作业半径内。

（四）在排架上打桩施工

1. 桩机组装

桩机不能直接设立在脚手桩排架的搁栅上。其余规定同陆上打桩。

2. 打桩施工

水上打桩的作业面，应设置临边防护，作业面应满铺，无洞孔。其余规定同陆上打桩。

二、陆上打桩作业

（一）施工前准备

1. 必须配备相应防高处坠落、临边作业、安全警示、地基处理及地下管线保护等安全防护设施。

2. 配备经行业培训合格持有效上岗证的专职安全管理人员、桩机驾驶员、焊工、电工、起重挂钩指挥和打桩操作工等特种作业人员。

3. 根据工程实际情况，编制与工程相适应的施工组织设计和针对性的安全技术措施并经审批合格。

4. 选用与施工组织设计相符合的桩机及其他起重机械。桩机等大型起重机械必须持有专业检测机构颁发的检验报告书及安全使用证，所有桩工机械必须经进场验收合格方可

使用。

5. 进行安全教育、安全技术和安全操作规程的交底；实行开打令签发制度，在每一墩台开打前实施。

6. 掌握各种管线、架空线路及水文、地质等情况并进行逐级书面安全交底。

7. 涉及道路交通的施工作业，必须及时办理有关手续，在征得交通部门同意的情况下，按交通方案实施。严禁私自占道施工。

8. 打入桩施工前，必须进行作业面地基加固，并满足施工组织设计及桩架规定的技术要求。

9. 打入桩施工作业必须将作业面有效隔离。

10. 桩头堆放处应在摸清地下管线，不影响交通的情况下选址堆放，确保不损坏地下管线、不影响交通。严禁擅自占道。

11. 建立危险品存放库，起重机械使用的油类，乙炔氧气瓶应规范入库，严禁随意存放。

（二）桩机组装

1. 桩机应设置在符合施工组织设计要求的路基箱板或托板上，托板滚筒下应垫铺 3 寸×6 寸木板。

2. 路基箱板的铺设必须符合施工组织设计要求。

3. 履带式和轨道式桩机在组装时，应采用吊机配合，底盘组装完毕后必须锁住履带或用轨钳夹紧固定。

4. 起扳桩机时，必须设置溜绳。当桩机龙门起扳到 75°时，必须适度控制溜绳的松紧，待后支撑导杆安装完毕，方可松溜绳。遇六级及以上大风，应停止作业，必要时将把杆放倒。

5. 安装时，桩锤等构件应运送到龙门正前方 2m 以内。

6. 起吊桩锤等桩机大型构件时，严禁拖吊和碰撞脚手架。安装桩锤时禁止碰撞桩架。桩锤安装完毕，必须置于桩机底部可靠固定。

7. 桩机必须设置可靠的避雷装置。

（三）打入桩施工

1. 吊桩前应将桩锤提升到一定的位置固定，严防桩锤在吊桩时坠落。

2. 桩的吊点必须按规定设置，吊桩时必须采用辅助起重机喂桩，速度保持均匀，使桩身平稳，必要时设置桩架缆风绳。

3. 起吊时桩身上不得有附着物，桩下不得有人。

4. 打入桩作业必须实行统一指挥、统一指令，严禁多人指挥；吊桩、运桩不得同时进行。

5. 严禁吊桩、吊锤、回转、行走等 2 个或 3 个以上动作同时进行。

6. 插桩时，身体的任何部位不得进入桩与龙门之间。用撬棒校正桩身时，用力不能过猛。插桩后，桩入土 3m 及以上时，禁用桩机行走或回转的动作来调正桩的垂直度。

7. 桩帽、送桩的规格必须符合施工组织设计要求，与桩架、桩锤、桩型相匹配。

8. 锤击不能偏心，开打时落距要小。在遇贯入度突然增大，桩身突然倾斜、位移，桩头严重损坏，桩身断裂，桩锤严重回弹等异常情况时，必须立即停止锤击，经采取措施

后方可继续作业。打桩机在吊有桩和锤的情况下，操作人员不得离开岗位；桩机行走时，桩锤应放至最低位置，斜坡上禁止回转。

9. 打桩作业区内应无高压电线路。作业区应有明显的围栏和安全标志，非作业人员禁止入内。

10. 桩锤启动前，应使桩锤、桩帽和桩处于同一轴线上；设专人控制曲臂上的油门绳，在意外情况下可紧急停锤；桩锤施打时，操作人员必须在距桩锤中心 5m 以外监视。

11. 硫磺胶泥熬制时，必须穿戴好相应的防护用品。工作棚应通风良好，配备防火设施；容器不准用焊锡焊接。

12. 胶泥浇筑后，上节桩应缓慢放下，防止胶泥飞溅。

13. 在套送桩时，应使桩锤、送桩帽、桩三者中心在同一轴线上。

14. 拔送桩的钢丝绳等索具必须符合施工组织设计要求，并经常进行检查；拔送桩帽时，必须缓慢加力，随时关注桩架、钢丝绳的受力变化情况；拔桩时，发现桩机明显减速等异常情况，必须立即停止起拔。

15. 送桩帽拔出后遗留的洞孔必须及时回填或加盖板。

16. 打桩结束后，必须将桩锤放至底部牢靠搁置或按使用说明书要求与桩机用销子连结。关闭用电设备的电源。

17. 涉及交通道的施工，除及时做好确保交通安全的措施外，还应及时保洁路面。

18. 若遇六级以上大风、大雪等恶劣气候，应停止作业，并将桩机可靠固定，必要时应放倒桩机或对桩机施加缆风绳。

2K320172　掌握桥梁工程钻孔灌注桩施工安全措施

钻孔灌注桩是一项工序较多、技术要求较高、参与机种较多、工作量大且需在一个短时期内连续完成的地下隐蔽工程施工，因此要十分注意施工各环节的安全。

钻孔桩施工中，有成孔设备、钢筋笼制作设备、电焊设备、起重设备、混凝土搅拌设备、物料运输机等，还有泥浆沉淀池等设施；因此，在施工组织设计编制中，必须按有关标准的要求明确施工顺序、机具设备的位置、制浆池、沉淀池出渣路线、场内运输路线以及供电、供水路线，确保施工安全。钻孔灌注桩施工应遵守下列安全技术规定：

1. 在钻孔灌注桩施工中，施工顺序、机具位置，泥浆池及沉淀池出渣路线、操作人员位置，场内运输，供水供电线路等，都必须符合施工组织设计要求。

2. 施工作业区应设置明显的标志且与非作业区严格隔离，严禁非作业人员进入施工现场。

3. 陆上钻孔桩施工一律按规定采用硬地坪施工法，即钻机应水平置于地基处理坚实平整的混凝土地面上，确保钻机运转平稳。

4. 钻孔桩机在陡坡或水上作业时，必须按施工组织设计要求设置坚固稳定的工作平台，并经验收合格。

5. 护筒埋设应严格按桩位中心轴线和垂直位置进行，埋设深度必须确保成孔过程中不发生筒边窜水造成坍孔事故。当桩孔附近有管线时，护筒的埋入深度宜超过管线深度。确保管线在钻孔桩成孔过程中的安全，埋设后的护筒上应加盖。

6. 钻机就位，机架不能靠在护筒上，以免机械振动引起护筒漏水导致坍孔，造成

事故。

7. 机械操作人员在施工操作中思想要集中，不准随便离开岗位，经常注意机械运转情况，发现异常及时纠正或停机，做到严格服从指挥信号，持证谨慎操作。

8. 冲抓钻或冲击钻操作时，不准任何人进入落钻区，以防砸伤。

9. 回转切削成孔机械，在装、拆钻杆时必须注意与吊、放操作工人之间的配合，以防伤人。在钻进过程中，若发生钻机突发卡钻震动迹象时，必须立即停机，排除孔内故障。

10. 桩孔成型后，应尽快灌注混凝土，若因故不能灌注混凝土时，应在护筒上加盖，以免掉土和发生人员坠落事故。

11. 钢筋笼子的吊点必须焊接牢固，起吊时必须设专人指挥，不准斜吊或横向拖拉，确保钢筋笼垂直入钻孔。

12. 除全套管钻孔施工法外，其他几种成孔方法，应注意孔内水位稳定；水位上下波动太大将会诱发坍孔；在潮汐地区或在河道中钻孔时必须有专人随时观测记录水位变化情况，及时调整护筒内的水位。

13. 坍孔最容易造成灌注桩安全事故，严重时将危及操作人员的自身安全及周边管线或建筑物的安全。因此，必须采取切实措施，严格执行操作规程，从每根桩开钻至混凝土浇筑完成必须连续作业，禁止中间停顿。

14. 钻孔桩施工的电气线路及设施，必须符合规范 JGJ 46—2005 要求，设备的电源线必须是整根导线，不得有破皮、接头；钻孔桩机的控制电箱，严禁外接其他用电设备。

15. 夜间施工，应配置足够的照明，照明灯高度≥3m，其金属外壳必须有可靠保护接地（零）。

16. 钻机各类安全防护装置应齐全、可靠、有效。

2K320173 掌握桥梁工程模板支架搭设及拆除安全措施

一、模板安装的技术要求

1. 模板与钢筋安装工作应配合进行，妨碍绑扎钢筋的模板应待钢筋安装完毕后安设。模板不应与脚手架联接（模板与脚手架整体设计时除外），避免引起模板变形。

2. 安装侧模板时，应防止模板移位和凸出。基础倒模可在模板外设立支撑固定，墩、台、梁的侧模可设拉杆固定。浇筑在混凝土中的拉杆，应按拉杆拔出或不拔出的要求，采取相应的措施。对小型结构物，可使用金属线代替拉杆。

3. 模板安装完毕后，应对其平面位置、顶部标高、节点联系及纵横向稳定性进行检查，签认后方可浇筑混凝土。浇筑时，发现模板有超过允许偏差变形值的可能时，应及时纠正。

4. 模板在安装过程中，必须设置防倾覆设施。

5. 当结构自重和汽车荷载（不计冲击力）产生的向下挠度超过跨径的 1/1600 时，钢筋混凝土梁、板的底模板应设预拱度，预拱度值应等于结构自重和 1/2 汽车荷载（不计冲击力）所产生的挠度。纵向预拱度可做成抛物线或圆曲线。

6. 后张法预应力梁、板，应注意预应力、自重和汽车荷载等综合作用下所产生的上拱或下挠，应设置适当的预挠或预拱。

二、支架、拱架制作安装

1. 支架和拱架宜采用标准化、系列化、通用化的构件拼装。无论使用何种材料的支架和拱架，均应进行施工图设计，并验算其强度和稳定性。

2. 制作木支架、木拱架时，长杆件接头应尽量减少，两相邻立柱的连接接头应尽量分设在不同的水平面上。主要压力杆的纵向连接，应使用对接法，并用木夹板或铁夹板夹紧。次要构件的连结可用搭接法。

3. 安装拱架前，对拱架立柱和拱架支承面应详细检查，准确调整拱架支承面和顶部标高，并复测跨度，确认无误后方可进行安装。各片拱架在同一节点处的标高应尽量一致，以便于拼装平联杆件。在风力较大的地区，应设置风缆。

4. 支架和拱架应稳定、坚固，应能抵抗在施工过程中有可能发生的偶然冲撞和振动。安装时应注意以下几点：

（1）支架立柱必须安装在有足够承载力的地基上，立柱底端应设垫木来分布和传递压力，并保证浇筑混凝土后不发生超过允许的沉降量。

（2）船只或汽车通行孔的两边支架应加设护桩，夜间应用灯光标明行驶方向。施工中易受漂流物冲撞的河中支架应设坚固的防护设备。

5. 支架或拱架安装完毕后，应对其平面位置、顶部标高、节点联接及纵、横向稳定性进行全面检查，符合要求后，方可进行下一工序。

三、模板、支架和拱架的拆除

（一）拆除期限的原则规定

1. 模板、支架和拱架的拆除期限应根据结构物特点、模板部位和混凝土所达到的强度来决定：

（1）非承重侧模板应在混凝土强度能保证其表面及棱角不致因拆模而受损坏时方可拆除，一般应在混凝土抗压强度达到 2.5MPa 时方可拆除侧模板。

（2）芯模和预留孔道内模，应在混凝土强度能保证其表面不发生塌陷和裂缝现象时，方可拔除。

（3）钢筋混凝土结构的承重模板、支架和拱架，应在混凝土强度能承受其自重力及其他可能的叠加荷载时，方可拆除，当构件跨度不大于 8m 时，在混凝土强度符合设计强度标准值的 75%的要求后，方可拆除；当构件跨度大于 8m 时，在混凝土强度符合设计强度标准值的 100%的要求后，方可拆除。悬臂构件则以 2m 为界。

如设计上对拆除承重模板、支架、拱架另有要求，应按照设计要求执行。

2. 石拱桥的拱架卸落时间应符合下列要求：

（1）浆砌石拱桥，须待砂浆强度达到设计要求，或如设计无要求，则须达到砂浆强度的 80%。

（2）跨径小于 10m 的小拱桥，宜在拱上建筑全部完成后卸架；中等跨径的实腹式拱，宜在护拱砌完后卸架；大跨径空腹式拱，宜在拱上小拱横墙砌好（未砌小拱圈）时卸架。

（3）当需要进行裸拱卸架时，应对裸拱进行截面强度及稳定性验算，并采取必要的稳定措施。

（二）拆除时的技术要求

1. 模板拆除应按设计的顺序进行，设计无规定时，应遵循先支后拆，后支先拆的顺

序，拆时严禁抛扔。

2. 卸落支架和拱架应按拟定的卸落程序进行，分几个循环卸完，卸落量开始宜小，以后逐渐增大。每一循环中在纵向应对称均衡卸落，在横向应同时一起卸落。在拟定卸落程序时应注意以下几点：

（1）在卸落前应在卸架设备上画好每次卸落量的标记。

（2）满布式拱架卸落时，可从拱顶向拱脚依次循环卸落；拱式拱架可在两支座处同时均匀卸落。

（3）简支梁、连续梁宜从跨中向支座依次循环卸落；悬臂梁应先卸挂梁及悬臂的支架，再卸无铰跨内的支架。

（4）多孔拱桥卸架时，若桥墩允许承受单孔施工荷载，可单孔卸落，否则应多孔同时卸落，或各连续孔分阶段卸落。

（5）卸落拱架时，应设专人用仪器现测拱圈挠度和墩台变化情况，并详细记录。另设专人观察是否有裂缝现象。

3. 墩、台模板宜在其上部结构施工前拆除。拆除模板，卸落支架和拱架时，不允许用猛烈地敲打和强扭等方法进行。

4. 模板、支架和拱架拆除后，应维修整理，分类妥善存放。

2K320174 掌握桥梁工程吊装作业安全措施

一、起重机械“十不吊”

1. 斜吊不吊；
2. 超载不吊；
3. 散装物装得太满或捆扎不牢不吊；
4. 指挥信号不明不吊；
5. 吊物边缘锋利无防护措施不吊；
6. 吊物上站人不吊；
7. 埋入地下的构件情况不明不吊；
8. 安全装置失灵不吊；
9. 光线阴暗看不清吊物不吊；
10. 六级以上强风不吊。

二、安全管理

1. 市政工程施工大型起重吊装作业必须要有经具体计算的吊装方案，以供正确选择起重机械、吊索具和吊装方法；对于环境因素复杂、风险较大的大型构件等吊装作业，应组织专家论证，确定吊装方案并到所属安全监督站备案。

2. 起重机械应具备有效的检测检验报告及合格证，并经进场验收合格；起重机械驾驶人员、起重指挥及起重挂钩人员等特种作业人员必须持有效的特种操作人员上岗证。

3. 起重吊装作业前，应对所有作业人员进行书面的安全技术、操作规程及工作环境、邻近架空线路、地下管线、建筑物等综合情况和保护措施的交底。

4. 起重机械作业区的地基承载力应符合起重机械说明书的要求；起重吊装作业所用的吊具、索具、脚手架等必须经过技术鉴定或检验合格，方可投入使用。

5. 起重吊装作业应实行“吊装令”签发制度，确保起重作业的地基处理等安全技术措施落实到位。

6. 起重吊装作业的区域必须设置有效的隔离和警戒标志；涉及交通安全的起重吊装作业，应及时与交通管理部门联系，办理有关手续，并按交通管理部门的要求落实好具体安全措施。

7. 起重吊装作业的全过程，必须设专职人员进行安全监控。

三、安全作业

1. 高处起重作业，必须设置供作业人员安全上下的登高设施以及供作业人员安全带能可靠悬挂保险钩的安全设施。

2. 起重吊装指挥人员作业时应与操作人员密切配合，执行规定的指挥信号；操作人员应按照指挥人员的信号进行作业，当信号不清或错误时，操作人员可拒绝执行。

3. 悬空吊装的第一件或单独的梁体等预制构件，必须站在操作平台上操作；吊装中的构件上，严禁站人和行走。

4. 在无法建立安全防护设施的特殊情况下，高空作业人员必须系好安全带，并扣好保险钩，或加设安全网。

5. 钢结构的吊装，构件应尽可能在地面组装，并应搭设供临时作业的脚手架等高空安全设施，随构件同时上吊就位；高空吊装其他大型预制构件前，也应搭设悬空作业中所需的安全设施。

6. 起重吊装作业时，起重臂和重物的下方严禁有人停留、工作或通过；重物吊运时严禁从人和起重机驾驶室上方通过；严禁用起重机载运人员，并严格实行重物离地 20～30mm 试吊，确认安全可靠，方可正式吊装作业。

7. 操纵室远离地面的起重机械，在指挥发生困难时，地面及作业层的指挥人员均应采用对讲机等的通讯联络进行指挥。

8. 起重机械的工作地基，必须按施工组织设计要求进行加固处理；履带式起重机正常作业时，其坡度不得大于 3°；起重机械应与基坑、沟渠保持安全距离。

9. 汽车、轮胎式起重机在作业前，必须全部伸出支腿，并在撑脚板下垫方木，调整机体时回转支承面的倾斜度，在无荷载时不大于 1/1000，支腿的定位销必须插上；底盘为弹性悬挂的起重机，放支腿前，必须先收紧稳定器；作业中严禁扳动支腿操纵阀；调整支腿必须在无载荷时进行，并将起重臂转至正前或正后方再进行调整。

10. 起重机械的变幅指示、力矩限制器、起重量限制器以及各种行程限位开关等安全保护装置，应完好齐全、灵敏可靠，不得随意调准或拆卸，严禁利用限制器和限位装置代替操纵机构。

11. 吊索与物件的夹角宜采用 45°～60°，且不得小于 30°，吊索与物件棱角之间应加垫块保护。

12. 严禁起吊重物长时间悬挂在空中，作业中若遇突发故障，应立即采取措施使重物降落到安全的地方，下降中严禁制动，并关闭发动机或切断电源后进行维修；在突然停电时，应立即把所有控制器拨到零位，并采取措施将重物降到地面。

2K320180　生活垃圾填埋场环境安全控制

2K320181　掌握生活垃圾渗沥液渗漏的检验方法

检验垃圾填埋区防渗效果，是件比较困难的工作。因为填埋区面积很大，一经使用每天垃圾填埋数量都在变化。降水、大气温度和季节等多种因素都对垃圾渗沥液的数量有影响，很难用收集的实际渗沥液的数量与估算数量进行对比，来检验是否渗漏，更不能在填埋区内打水质观测井，采集水样进行分析，检验是否渗漏。为确保防渗层完好，当前修建生活垃圾填埋场内都不允许打水质观测井。

为有效检测防渗效果，目前采用的检验方法是，在填埋场区影响区域内打水质观测井，提取地下水样，利用未被污染的水样与有可能被污染的水样进行比较的方法，对防渗效果的有效性进行检验。即：在填埋垃圾之前的填埋场影响区域内，按设计或有关管理部门的安排，打若干水质观测井。提取各井的水样，送到有合法资质的试验室，对水样进行化验分析，出具分析报告。管理单位将此报告存档。以此水样报告为依据，在垃圾填埋场投入使用之后，每隔一个固定时间段，抽取水样做水质化验分析，将化验结果与未填埋时的各井号水样进行比较分析，如无变化或虽有小变化但经分析与垃圾渗沥液无关，可判定为防渗效果良好，防渗功能未发现异常。若发现某井号的水样分析结果有很大变化，有害物质指标大幅度提升，并均与垃圾渗沥液有关，说明该井号所观测的区域内有渗漏现象发生。

若设双层排水系统时，可随时从提升泵井中抽出地下水的水样，进行分析比较。比一般单排水系统更为直接准确。

2K320182　熟悉垃圾填埋场选址准则

场址的选择是卫生填埋场规划设计的第一步，主要遵循以下两个原则：一是从防止污染角度考虑的安全原则；二是从经济角度考虑的经济合理原则。安全原则是填埋场选址的基本原则。垃圾填埋场建设中和使用后对整个外部环境的影响最小，不能使场地周围的水、大 气、土壤环境发生恶化。经济原则是指垃圾填埋场从建设到使用过程中，单位垃圾的处理费用最低，垃圾填埋场使用后资源化价值最高，即要求以合理的技术、经济方案，尽量少的投资达到最理想经济效果，实现环保的目的。

影响选址的因素很多，主要应从工程学、环境学、经济学以及社会和法律等方面来考虑。这几个因素是相互影响、相互联系、相互制约的。在选址过程中，应满足以下基本准则。

一、场址选择应服从总体规划

作为城市环卫基础设施的一个重要组成部分，卫生填埋场的功能是对城市生活垃圾进行控制和处理，目的是保护城市环境卫生及生态平衡，保障人民的身体健康和经济建设的发展。因此，卫生填埋场的建设规模应与城市建设规划和经济发展水平相一致，其场址的选择应服从当地城市总体规划，符合当地城市区域环境总体规划要求，符合当地城市环境卫生事业发展规划要求。填埋场对周围环境不应产生影响或虽影响周围环境但不超过国家相关现行标准的规定。填埋场应与当地的大气保护、水土资源保护、大自然保护及生态平

衡要求相一致。

二、场址应满足一定的库容量要求

任何一个卫生填埋场，其建设均必须满足一定的服务年限。一般填埋场合理使用年限不少于10年，特殊情况下不少于8年。应选择填埋库容量大的场址，单位库区面积填埋容量大，单位库容量投资最小，投资效益好。

库容是指填埋场用于填埋垃圾的场地体积。应充分利用天然地形以增大填埋容量。填埋城市生活垃圾应在计划的指导下进行，填埋计划和填埋进度图是填埋场设计的重要文件。依据填埋进度图可计算出填埋场每阶段和总填埋量；而库容填埋容量可基于设计平面图中每一等高线用求积仪测出面积，再以平均面积乘以等高线的高度而求得，或由横断面图而求得。

填埋场使用年限是填埋场从填入垃圾开始至填埋垃圾封场的时间。填埋场的规模根据必须的填埋年限而定。从理论上讲，填埋场使用年限越长越好，但考虑填埋场的经济性、填埋场地形的可能性以及填埋场终场利用的可行性，填埋场使用年限的确定必须在选址和定计划时就考虑到，以利于满足废物综合处理长远发展规划的需要。土地要易于征得，而且尽量使征地费用最少，以有利于二期工程或其他后续工程的新建使用。对于山谷型填埋场，垃圾的沉降对填埋库容有很大的影响。一般把由于沉降而产生的库容折算成垃圾重力密度。如刚刚填埋的垃圾，在充分压实的条件下，重力密度可能达到$1t/m^3$，若考虑沉降，在计算总库容时，可以把垃圾重力密度折算为$1.2\sim1.3t/m^3$。

对于长而窄、两头开口的山沟，虽然库容也可满足要求。但大大增加了临时作业支线，填埋设备使用效率低，管理不便，因此应该谨慎使用。

三、地形、地貌及土壤条件

场地的地形地貌决定了地表水，同时也往往决定了地下水的流向和流速。废物运往场地的方式也需要进行地貌评价才能确定。一个与较陡斜坡相连的水平场地，会聚集大量的地表径流和潜层径流。地表水和潜层水文条件的研究将有助于这种情况的评价，也有助于评价地表水导流系统的必要性和类型。场地地形坡度应有利于填埋场施工和其他建筑设施的布置；不宜选在地形坡度起伏较大的地方和低洼汇水处。原则上地形的自然坡度不应大于5%，场地内有利地形范围应满足使用年限内可预测的固体废物的产量，应有足够的可填埋作业的容积，并留有余地。应利用现有自然地形空间，将场地施工土方量减至最小。

四、气象条件

场址还应避开高寒区，其蒸发量大于降水量，不应位于龙卷风和台风经过的地区，宜设在暴风雨发生率较低的地区。场址宜位于具有较好的大气混合扩散作用的下风向，白天人口不密集地区。寒冷、潮湿、冰冻等气候条件将影响填埋场的作业，要根据具体情况采取相应的措施。

五、对地表水域的保护

所选场地必须在100年一遇的地表水域的洪水标高泛滥区之外，或历史最大洪泛区之外。避开湿地，与可航行水道没有直接的水利联系，同时远离供水水源，避开湖、溪、泉；场地的自然条件应有利于地表水排泄，避开滨海带和洪积平原。填埋场场址的选择必须考虑其位置应该在湖泊、河流、河湾的地表径流区。最佳的场址是在封闭的流域内，这对地下水资源造成危害的风险最小。填埋场不应设在专用水源蓄水层与地下水补给区、洪

泛区、淤泥区、距居民区或人畜供水点500m以内的地区、填埋区直接与河流和湖泊相距50m以内地区。填埋场场址离开河岸、湖泊、沼泽的距离宜大于1000m，与河流相距至少600m。

六、对居民区的影响

场地应位于居民区500m以外或更远，最好位于居民区的下风向，使运输或作业期间废物飘尘及臭气不影响当地居民，同时应考虑到作业期间的噪声应符合居民区的噪声标准。

七、对场地地质条件的要求

场址应选在渗透性弱的松散岩石或坚硬岩层的基础上，天然地层的渗透性系数最好能达到10^{-8}m/s以下，并具有一定厚度。基岩完整，抗溶蚀能力强，覆盖层越厚越好。场地基础岩性应对有害物质的运移、扩散有一定的阻滞能力。场地基础的岩性最好为黏滞土、砂质黏土以及页岩、黏土岩或致密的火成岩。场地应避开断层活动带、构造破坏带、褶皱变化带、地震活动带、石灰岩溶洞发育带、废弃矿区或坍塌区、含矿带或矿产分布区以及地标为强透水层的河谷区或其他沟谷分布区。

八、对场地水文地质条件的要求

场地基础应位于地下水（潜水或承压水）最高丰水位标高至少1m以上（参照德国标准），及地下水主要补给区范围之外；场地应位于地下水的强径流带之外；场地内地下水的主流向应背向地表水域。场址不应选在渗透性强的地层或含水层之上，应位于含水层的地下水水力坡度的平缓地段。场址的选择应确保地下水的安全，应设有保护地下水的严密的技术措施。

九、对场地工程地质条件的要求

场地应选在工程地质性质有利的最密实的松散或坚硬的岩层之上，它的工程地质力学性质，应保证场地基础的稳定性和使沉降量最小，并满足填埋场边坡稳定性的要求。场地应位于不利的自然地质现象、滑坡、倒石堆等的影响范围之外。填埋场场地不应选择建在砾石、石灰岩溶洞发育地区。

十、场址周围应有相当数量的土石料

所选场地附近，用于天然防渗层和覆盖层的黏土及用于排水层的砂石等应有充足的可采量和质量来保证能达到施工要求；黏土的pH值和离子交换能力越大越好，同时要求土壤易于压实，使土具有充分的防渗能力。填埋场的覆土量一般为填埋场库区库容量的10%～20%，并且土源宜为黏土或黏质土。城市附近土地紧张，应尽量利用丘陵或高阶台地上冲积、残积及风化土，以减少侵占农田；土料应尽量在填埋场附近选择，以降低成本，但对场区内可作为天然衬里的黏性土不宜破坏。

十一、场址应交通方便、运距合理

场址交通应方便，具有能在各种气候条件下运输的全天候公路，宽度合适，承载力适宜，尽量避免交通堵塞。根据有关资料垃圾填埋处理费用当中约60%～90%为垃圾清运费，尽量缩短清运距离，对降低垃圾处理费的作用是明显的。以目前城市较为普遍采用的垃圾清运车——东风牌自卸汽车为例，运距每缩短1km，每吨垃圾即可减少0.15L的耗油量，车辆周转时间可缩短1min。因此，场址选择应综合评价场址征地费用和垃圾运输费用，择其最低费用者为优选场址。

对于一个城市惟一建设的卫生填埋场，其与城市生活垃圾的产生源重心距离最好不超过15km，否则，将增设大型垃圾压缩中转站，以提高单位车辆的运输效率；或者分散建设几个填埋场。

2K320190　市政公用工程技术资料的管理方法

2K320191　掌握市政公用工程施工技术资料的内容和编制要求

市政基础设施工程施工技术文件，是指在施工过程中，施工单位执行工程建设强制性标准和国家、地方有关规定而填写、收集、整理的文字记录、图纸、表格、音像材料等必须归档保存的文件。

市政基础设施工程施工技术文件，应按规定的统一表格、表式填写；未规定统一表格、表式的，省级建设行政主管部门可根据需要做出规定。

市政基础设施工程施工技术文件应包括以下内容：

一、施工组织设计

1. 施工单位在施工之前，必须编制施工组织设计；规模大、施工工期长的工程可根据施工组织总设计分部位、分单位工程等分阶段进行编制。

2. 施工组织设计必须经上一级企业（具有法人资格）的技术负责人审批加盖公章方为有效，并须填写施工组织设计审批表（合同另有规定的，按合同要求办理）。在施工过程中发生变更时，应有变更审批手续。

3. 施工组织设计应包括下列主要内容：

（1）工程概况，包括工程规模、工程特点、工期要求、参建单位等。

（2）施工平面布置图。

（3）施工部署和管理体系：施工阶段、区划安排；进度计划及工、料、机、运计划表和组织机构设置。组织机构中应明确项目经理、技术责任人、施工管理负责人及其他各部门主要责任人等。

（4）质量目标设计：质量总目标、分项质量目标，实现质量目标的主要措施、办法及分项、分部、单位工程技术人员名单。

（5）施工方法及技术措施（包括冬、雨期施工措施及采用的新技术、新工艺、新材料、新设备等）。

（6）安全措施。

（7）文明施工措施。

（8）环保措施。

（9）节能、降耗措施。

（10）模板及支架、地下沟槽基坑支护、降水、施工便桥便线、构筑物顶推进、沉井、软基处理、预应力筋张拉工艺、大型构件吊运、混凝土浇筑、设备安装、管道吹洗等专项设计。

二、施工图设计文件会审、技术交底

1. 工程开工前，应由建设单位组织有关单位对施工图设计文件进行会审并按单位工程填写施工图设计文件会审记录。设计单位应按施工程序或需要进行设计交底。设计交底

应包括设计依据、设计要求、补充说明、注意事项等，并做交底纪要。

2. 施工单位应在施工前进行施工技术交底。施工技术交底包括施工组织设计交底及工序施工交底。各种交底的文字记录，应有交底双方签认手续。

三、原材料、成品、半成品、构配件、设备出厂质量合格证书；出厂检（试）验报告及复试报告

（一）一般规定

1. 必须有出厂质量合格证书和出厂检（试）验报告，并归入施工技术文件。

2. 合格证书、检（试）验报告为复印件的必须加盖供货单位印章方为有效，并注明使用工程名称、规格、数量、进场日期、经办人签名及原件存放地点。

3. 凡使用新技术、新工艺、新材料、新设备的，应有法定单位鉴定证明和生产许可证。产品要有质量标准、使用说明和工艺要求。使用前应按其质量标准进行检（试）验。

4. 进入施工现场的原材料、成品、半成品、构配件，在使用前必须按现行国家有关标准的规定抽取试样，交由具有相应资质的检测、试验机构进行复试，复试结果合格方可使用。

5. 对按国家规定只提供技术参数的测试报告，应由使用单位的技术负责人依据有关技术标准对技术参数进行判别并签字认可。

6. 进场材料凡复试不合格的，应按原标准规定的要求再次进行复试，再次复试的结果合格方可认为该批材料合格，两次报告必须同时归入施工技术文件。

7. 必须按有关规定实行见证取样和送检制度，其记录、汇总表纳入施工技术文件。

8. 总含碱量设计有要求的地区，应对混凝土使用的水泥、砂、石、外加剂、掺合料等的含碱量进行检测，并按规定要求将报告纳入施工技术文件。

（二）水泥

1. 水泥生产厂家的检（试）验报告应包括后补的 28d 强度报告。

2. 水泥使用前复试的主要项目为：胶砂强度、凝结时间、安定性、细度等。试验报告应有明确结论。

（三）钢材（钢筋、钢板、型钢）

1. 钢材使用前应按有关标准的规定，抽取试样做力学性能试验；当发现钢筋脆断，焊接性能不良或力学性能显著不正常等现象时，应对该批钢材进行化学成分检验或其他专项检验；如需焊接时，还应做可焊接性试验，并分别提供相应的试验报告。

2. 预应力混凝土所用的高强钢丝、钢绞线等张拉钢材，除按上述要求检验外，还应按有关规定进行外观检查。

3. 钢材检（试）验报告的项目应填写齐全，要有试验结论。

（四）沥青

沥青使用前复试的主要项目为：延度、针入度、软化点、老化、粘附性等（视不同的道路等级而定）。

（五）涂料

防火涂料应具有经消防主管部门的认定证明材料。

（六）焊接材料

应有焊接材料与母材的可焊性试验报告。

（七）砌块（砖、料石、预制块等）

用于承重结构时，使用前复试项目为：抗压、抗折强度。

（八）砂、石

工程所使用的砂、石应按规定批量取样进行试验。试验项目一般有：筛分析、表观密度、堆积密度和紧密密度、含泥量、泥块含量；针状和片状颗粒的总含量等。结构或设计有特殊要求时，还应按要求加做压碎指标值等相应项目试验。

（九）混凝土外加剂、掺合料

各种类型的混凝土外加剂、掺合料使用前，应按相关规定中的要求进行现场复试并出具试验报告和掺量配合比试配单。

（十）防水材料及粘接材料

防水卷材、涂料，填缝、密封、粘接材料，沥青马蹄脂、环氧树脂等应按国家相关规定进行抽样试验，并出具试验报告。

（十一）防腐、保温材料

其出厂质量合格证书应标明该产品质量指标、使用性能。

（十二）石灰

石灰在使用前应按批次取样，检测石灰的氧化钙和氧化镁含量。

（十三）水泥、石灰、粉煤灰类混合料

1. 混合料的生产单位按规定，提供产品出厂质量合格证书。

2. 连续供料时，生产单位出具合格证书的有效期最长不得超过 7d。

（十四）沥青混合料

沥青混合料生产单位应按同类型、同配比、每批次至少向施工单位提供一份产品质量合格证书。连续生产时，每 2000t 提供一次。

（十五）商品混凝土

1. 商品混凝土生产单位应按同配比、同批次、同强度等级提供出厂质量合格证书。

2. 总含碱量设计有要求的地区，应提供混凝土碱含量报告。

（十六）管材、管件、设备、配件

1. 厂（场）、站工程成套设备应有产品质量合格证书、设备安装使用说明等。工程竣工后整理归档。

2. 厂（场）、站工程的其他专业设备及电气安装的材料、设备、产品按现行国家或行业相关规范、规程、标准要求进行进场检查、验收，并留有相应文字记录。

3. 进口设备必须配有相关内容的中文资料。

4. 上述 1、2 两项供应厂家应提供相关的检测报告。

5. 混凝土管、金属管生产厂家应提供有关的强度、严密性、无损探伤的检测报告。施工单位应依照有关标准进行检查验收。

（十七）预应力混凝土张拉材料

1. 应有预应力锚具、连接器、夹片、金属波纹管等材料的出厂检（试）验报告及复试报告。

2. 设计或规范有要求的预应力锚具，锚具生产厂家及施工单位应提供锚具组装件的静载锚固性能试验报告。

（十八）混凝土预制构件

1. 钢筋混凝土及预应力钢筋混凝土梁、板、墩、柱、挡墙板等预制构件生产厂家，应提供相应的能够证明产品质量的基本质量保证资料。如：钢筋原材复试报告、焊（连）接检验报告；达到设计强度值的混凝土强度报告（含 28d 标养及同条件养护的）；预应力材料及设备的检验、标定和张拉资料等。

2. 一般混凝土预制构件如栏杆、地袱、挂板、防撞墩、小型盖板、检查井盖板、过梁、缘石（侧石）、平石、方砖、树池砌件等，生产厂家应提供出厂合格证书。

3. 施工单位应依照有关标准进行检查验收。

（十九）钢结构构件

1. 作为主体结构使用的钢结构构件，生产厂家应依照本规定提供相应的能够证明产品质量的基本质量保证资料。如：钢材的复试报告、可焊性试验报告；焊接（缝）质量检验报告；连接件的检验报告；机械连接记录等。

2. 施工单位应依照有关标准进行检查验收。

（二十）各种地下管线的各类井室的井圈、井盖、踏步等，应有生产单位出具的质量合格证书

（二十一）支座、变形装置、止水带等产品应有出厂质量合格证书和设计有要求的复试报告

四、施工检（试）验报告

（一）见证取样及送检资料

凡有见证取样及送检要求的，应有见证记录、有见证试验汇总表。

（二）压实度（密度）、强度试验资料

1. 填土、路床压实度（密度）资料

（1）有按土质种类做的最大干密度与最佳含水量试验报告。

（2）有按质量标准分层、分段取样的填土压实度试验记录。

2. 道路基层压实度和强度试验资料

（1）石灰类、水泥类、二灰类等无机混合料基层的标准击实试验报告。

（2）有按质量标准分层分段取样的压实度试验记录。

（3）道路基层强度试验报告。

1）石灰类、水泥类、二灰类等无机混合料应有石灰、水泥实际含量的检测报告。

2）石灰、水泥等无机稳定土类道路基层应有 7d 龄期的无侧限抗压强度试验报告。

3）其他基层强度试验报告。

3. 道路面层压实度资料

（1）有沥青混合料厂提供的标准密度。

（2）有按质量标准分层取样的实测干密度。

（3）有路面弯沉试验报告。

（三）水泥混凝土抗压、抗折强度，抗渗、抗冻性能试验资料

1. 应有试配申请单和有相应资质的试验室签发的配合比通知单。施工中如果材料发生变化时，应有修改配合比的通知单。

2. 应有按规范规定组数的试块强度试验资料和汇总表，包括：

（1）标准养护试块 28d 抗压强度试验报告。

（2）水泥混凝土桥面和路面应有 28d 标养的抗压、抗折强度试验报告。

（3）结构混凝土应有同条件养护试块抗压强度试验报告作为拆模、卸支架、预应力张拉、构件吊运、施加临时荷载等的依据。

（4）冬期施工混凝土，应有检验混凝土抗冻性能的同条件养护试块抗压强度试验报告。

（5）主体结构，应有同条件养护试块抗压强度试验报告，以验证结构物实体强度。

（6）当强度未能达到设计要求而采取实物钻芯取样试压时，应同时提供钻芯试压报告和原标养试块抗压强度试验报告。如果混凝土钻芯取样试压强度仍达不到设计要求时，应由设计单位提供经设计负责人签署并加盖单位公章的处理意见资料。

3. 凡设计有抗渗、抗冻性能要求的混凝土，除应有抗压强度试验报告外，还应有按规范规定组数标养的抗渗、抗冻试验报告。

4. 商品混凝土应以现场制作的标养 28d 的试块抗压、抗折、抗渗、抗冻指标作为评定的依据，并应在相应试验报告上标明商品混凝土生产单位名称、合同编号。

5. 应有按现行国家标准进行的强度统计评定资料（水泥混凝土路面、桥面要有抗折强度评定资料）。

（四）砂浆试块强度试验资料

1. 有砂浆试配申请单、配比通知单和强度试验报告。

2. 预应力孔道压浆每一工作班留取不少于 3 组的 70.7mm×70.7mm×70.7mm 试件，其中一组作为标准养护 28d 的强度资料，其余二组做移运和吊装时强度参考值资料。

3. 有按规范要求的强度统计评定资料。

4. 使用沥青马蹄脂、环氧树脂砂浆等粘接材料，应有配合比通知单和试验报告。

（五）钢筋焊、连接检（试）验资料

1. 钢筋连接接头采用焊接方式或采用锥螺纹、套管等机械连接接头方式的，均应按有关规定进行现场条件下连接性能试验，留取试验报告。报告必须对抗弯、抗拉试验结果有明确结论。

2. 试验所用的焊（连）接试件，应从外观检查合格后的成品中切取，数量要满足现行国家规范规定。试验报告后应附有效的焊工上岗证复印件。

3. 委托外加工的钢筋，其加工单位应向委托单位提供质量合格证书。

（六）钢结构、钢管道、金属容器等及其他设备焊接检（试）验资料

钢结构、钢管道、金属容器等及其他设备焊接检（试）验资料应按国家相关规范执行。

（七）桩基础检（试）验资料

桩基础应按有关规定做检（试）验并出具报告。

（八）检（试）验报告有效性

检（试）验报告应由具由相应资质的检测、试验机构出具。

五、施工记录

（一）地基与基槽验收记录

1. 地基与基槽验收时，应按下列要求进行记录：

（1）核对其位置、平面尺寸、基底标高等是否符合设计规定。

（2）核对基底的土质和地下水情况是否与勘察报告相一致。

（3）对于深基础，还应检查基坑对附近建筑物、道路、管线等是否存在不利影响。

2. 地基需处理时，应由设计、勘察部门提出处理意见，并绘制处理的部位、尺寸、标高等示意图。处理后，应按有关规范和设计的要求，重新组织验收。

一般基槽验收记录可用隐蔽竣工验收记录代替。

（二）桩基施工记录

1. 桩基施工记录应附有桩位平面示意图。分包桩基施工的单位，应将施工记录全部移交给总包单位。

2. 打桩记录

（1）有试桩要求的应有试桩或试验记录。

（2）打桩记录应记录桩的锤击数、贯入度、打桩过程中出现的异常情况等。

3. 钻孔（挖孔）灌注桩记录

（1）钻孔桩（挖孔桩）钻进记录。

（2）成孔质量检查记录。

（3）桩混凝土灌注记录。

（三）构件、设备安装与调试记录

1. 钢筋混凝土大型预制构件、钢结构等吊装记录。内容包括：构件类别、编号、型号、位置、连接方法、实际安装偏差等，并附简图。

2. 厂（场）、站工程大型设备安装调试记录。内容包括：

（1）设备安装设计文件。

（2）设备安装记录：设备名称、编号、型号、安装位置、简图、连接方法、允许安装偏差和实际偏差等。特种设备的安装记录还应符合有关部门及行业规范的规定。

（3）设备调试记录。

（四）施加预应力记录

1. 预应力张拉设计数据和理论张拉伸长值计算资料。

2. 预应力张拉原始记录。

3. 预应力张拉设备—油泵、千斤顶、压力表等应有由法定计量检测单位进行校验的报告和张拉设备配套标定的报告并绘有相应的 P-T 曲线。

4. 预应力孔道灌浆记录。

5. 预留孔道实际摩阻值的测定报告书。

6. 孔位示意图，其孔（束）号、构件编号与张拉原始记录一致。

（五）沉井下沉观测记录

沉井下沉时，应填写沉井下沉观测记录。

（六）混凝土浇筑记录

凡现场浇筑 C20（含）强度等级以上的结构混凝土，均应填写混凝土浇筑记录。

（七）管道、箱涵顶推进记录

（八）构筑物沉降观测记录（设计有要求的要做沉降观测记录）。

（九）施工测温记录

（十）有特殊要求的工程的施工记录

其他有特殊要求的工程，如厂（场）、站工程的水工构筑物，防水、钢结构及管道工程的保温等建设工程项目，应按有关规定及设计要求，提供相应的施工记录。

六、测量复检及预检记录

（一）测量复核记录

1. 施工前建设单位应组织有关单位向施工单位进行现场交桩。施工单位应根据交桩记录进行测量复核并留有记录。

2. 施工设置的临时水准点、轴线桩及构筑物施工的定位桩、高程桩的测量复核记录。

3. 分部、分项工程的测量复核记录。

4. 应在复核记录中绘制施工测量示意图，标注测量与复核的数据及结论。

（二）预检记录

1. 主要结构的模板预检记录，包括几何尺寸、轴线、标高、预埋件和预留孔位置、模板牢固性和模内清理、清理口留置、脱模剂涂刷等检查情况。

2. 大型构件和设备安装前的预检记录应有预埋件、预留孔位置、高程、规格等检查情况。

3. 设备安装的位置检查情况。

4. 非隐蔽管道工程的安装检查情况。

5. 补偿器预拉情况、补偿器的安装情况。

6. 支（吊）架的位置、各部位的连接方式等检查情况。

7. 油漆工程。

七、隐蔽工程检查验收记录

凡被下道工序、部位所隐蔽的，在隐蔽前必须进行质量检查，并填写隐蔽工程检查验收记录。隐蔽检查的内容应具体，结论应明确。验收手续应及时办理，不得后补。需复验的要办理复验手续。

八、工程质量检验评定资料

（一）工序施工完毕后，应按照质量检验评定标准进行质量检验与评定，及时填写工序质量评定表。表中内容应填写齐全，签字手续完备规范。

（二）部位工程完成后应汇总该部位所有工序质量评定结果，进行部位工程质量等级评定。签字手续完备、规范。

（三）单位工程完成后，由建设工程项目负责人主持，进行单位工程质量评定，填写单位工程质量评定表。由建设工程项目负责人和项目技术负责人签字，加盖公章作为竣工验收的依据之一。

九、功能性试验记录

（一）一般规定

功能性试验是对市政基础设施工程在交付使用之前所进行的使用功能的检查，并有有关单位参加，填写试验记录，由参加各方签字，手续完备。

（二）市政基础设施工程功能性试验主要项目一般包括：

1. 道路工程的弯沉试验。

2. 无压力管道严密性试验。

3. 桥梁工程设计有要求的动、静载试验。

4. 水池满水试验。

5. 消化池严密性试验。

6. 压力管道的强度试验、严密性试验和通球试验等。

7. 其他施工项目如设计有要求，按规定及有关规范做使用功能试验。

十、质量事故报告及处理记录

发生质量事故，施工单位应立即填写工程质量事故报告，质量事故处理完毕后须填写质量事故处理记录。工程质量事故报告及质量事故处理记录必须归入施工技术文件。

十一、设计变更通知单、洽商记录

设计变更通知单、洽商记录是施工图的补充和修改，应在施工前办理。内容应明确具体，必要时附图。

（一）设计变更通知单，必须由原设计人和设计单位负责人签字并加盖设计单位印章方为有效。

（二）洽商记录必须有参建各方共同签认方为有效。

（三）设计变更通知单、洽商记录应原件存档。如用复印件存档时，应注明原件存放处。

（四）分包工程的设计变更、洽商，由工程总包单位统一办理。

十二、竣工总结与竣工图

（一）竣工总结主要应包括下列内容：工程概况；竣工的主要工程数量和质量情况；使用了何种新技术、新工艺、新材料、新设备；施工过程中遇到的问题及处理方法；工程中发生的主要变更和洽商；遗留的问题及建议等。

（二）竣工图

1. 工程竣工后应及时进行竣工图的整理。绘制竣工图须遵照以下原则：

（1）凡在施工中，按图施工没有变更的，在新的原施工图上加盖“竣工图”的标志后，可作为竣工图。

（2）无大变更的，应将修改内容按实际发生的描绘在原施工图上，并注明变更或洽商编号，加盖“竣工图”标志后作为竣工图。

（3）凡结构形式改变、工艺改变、平面布置改变、项目改变以及其他重大改变；或虽非重大变更，但难以在原施工图上表示清楚的，应重新绘制竣工图。

2. 改绘竣工图，必须使用不褪色的黑色绘图墨水。

十三、竣工验收报告与验收证书

（一）工程竣工报告

工程竣工报告是由施工单位对已完工程进行检查，确认工程质量符合有关法律、法规和工程建设强制性标准，符合设计及合同要求而提出的工程告竣文书。该报告应经项目经理和施工单位有关负责人审核签字加盖单位公章。

实行监理的工程，工程竣工报告必须经总监理工程师签署意见。

（二）工程竣工验收证书

2K320192　掌握市政公用工程施工技术资料管理方法

市政基础设施施工技术文件，一般应按下列方法进行管理：

1. 市政基础设施工程施工技术文件由施工单位负责编制，建设单位、施工单位负责保存，其他参建单位按其在工程中的相关职责做好相应工作。

2. 建设单位应按《建设工程文件归档整理规范》（GB/T 50328—2001）的要求，于工程竣工验收后三个月内报送当地城建档案管理机构。

3. 实行总承包的建设工程项目，由总承包单位负责汇集、整理各分包单位编制的有关施工技术文件。

4. 市政基础设施工程施工技术文件应随施工进度及时整理，所需表格应按建城（1994）469号文规定的要求认真填写、字迹清楚、项目齐全、记录准确、完整真实。

5. 市政基础设施工程施工技术文件中，应由各岗位责任人签认的，必须由本人签字（不得盖图章或由他人代签）。工程竣工，文件组卷成册后必须由单位技术负责人和法人代表或法人委托人签字并加盖单位公章。

6. 建设单位与施工单位在签订施工合同时，应对施工技术文件的编制要求和移交期限做出明确规定。建设单位应在施工技术文件中按有关规定签署意见。实行监理的工程应有监理单位按规定对认证项目的认证记录。

7. 建设单位在组织工程竣工验收前，应提请当地的城建档案管理机构对施工技术文件进行预验收，验收不合格不得组织工程竣工验收。城建档案管理机构在收到施工技术文件七个工作日内提出验收意见，七个工作日内不提出验收意见的，视为同意。

8. 不得任意涂改、伪造、随意抽撤损毁或丢失文件，对于弄虚作假、玩忽职守而造成文件不符合真实情况的，由有关部门追究责任单位和个人的责任。

2K320193　熟悉市政公用工程施工技术资料的组卷方法

组卷是按照一定的原则和方法，将有保存价值的文件分门别类整理成案卷，亦称立卷。

（一）组卷的原则

组卷应遵循工程文件的自然形成规律，保持卷内文件的有机联系，便于档案的保管和利用。一个建设工程由多个单位工程组成时，工程文件应按单位工程组卷。

（二）组卷方法

1. 工程文件可按建设程序划分为工程准备阶段的文件、监理文件、施工文件、竣工图、竣工验收文件5部分；

（1）工程准备阶段文件可按建设程序、专业、形成单位等组卷；

（2）监理文件可按单位工程、分部工程、专业、阶段等组卷；

（3）施工文件可按单位工程、分部工程、专业、阶段等组卷；

（4）竣工图可按单位工程、专业等组卷；

（5）竣工验收文件按单位工程、专业等组卷。

2. 施工技术文件要按单位工程进行组卷。可以分册装订。

3. 卷内文件排列顺序一般为：封面、目录、文件材料和备考表。其中：

（1）封面应含工程名称、开竣工日期、编制单位、卷册编号、单位技术负责人和法人代表或法人委托人签字并加盖公章。

（2）文件资料宜按以下顺序编排：

1）施工组织设计；

2）施工图设计文件会审与技术交底记录；

3）设计变更通知单、洽商记录；

4）原材料、产品、半成品、构配件、设备出厂质量合格证书、出厂检（试）验报告和复试报告；

5）施工试验资料；

6）施工记录；

7）测量复核及预验记录；

8）隐蔽工程检查验收记录；

9）工程质量检验评定资料；

10）使用功能试验记录；

11）事故报告；

12）竣工测量资料；

13）竣工图；

14）工程竣工验收文件。

案卷规格及图纸折叠方式按城建档案管理部门要求办理。

【案例 2K320193】

1. 背景

某公司承包了某市政道路工程，该工程为二灰土基层，水泥混凝土面层。施工前项目部编制了施工组织设计，由项目工程师批准了开始施工。施工过程发生了以下情况：

①施工时由于直接应用设计院的施工图设计文件测量并施工，发生了错误，造成质量事故。

②总包方检查分包方工地，发现使用水泥的合格证书为复印件。

③工地使用的钢材为建设单位提供，施工单位认为应由建设单位负责质量检验，直接应用于工程中。

④在施工单位进行土路基时，凭经验认为能够达到要求就进行下一道工序的施工。

工程施工完成后，施工单位编制了工程竣工报告。该报告经项目经理审核签字后完成。

2. 问题

（1）项目部的施工组织设计是否合乎规定？说明理由。

（2）情况①说明施工单位存在哪些问题？在这种情况下必须编制的施工技术资料有哪些？

（3）情况②技术资料是否合乎规定？如不合乎应如何办理？

（4）情况③做法是否正确？为什么？

（5）情况④做法是否正确？如果不正确，应该做哪些施工检验？

（6）本工程的工程竣工报告还需补充哪些手续？

3. 分析与答案

（1）施工组织设计必须经上一级技术负责人进行审批加盖公章方为有效，并须填写施工组织设计审批表（合同另有规定的，按合同要求办理）。在施工过程中发生变更时，应有变更审批手续。所以本项目的施工组织设计只由项目工程师批准是不合乎规定的。

（2）工程开工前，应由建设单位组织有关单位对施工图设计文件进行会审并按单位工程填写施工图设计文件会审记录。施工单位应该仔细研究设计文件，发现设计中的问题时应向设计单位说明。如果直接应用施工图设计文件不加复核可能造成质量事故。

发生质量事故，施工单位应立即填写工程质量事故报告，质量事故处理完毕后须填写质量事故处理记录。本工程发生了质量事故，所以应填写本事故的质量事故报告及处理记录。

（3）原材料的合格证书、检（试）验报告为复印件的必须加盖供货单位印章方为有效，并注明使用工程名称、规格、数量、进场日期、经办人签名及原件存放地点。所以，分包方水泥的合格证书不合乎规定。

（4）对发包人提供的材料、半成品、构配件、工程设备和检验设备等，必须按规定进行检验和验收。认为应由建设单位负责质量检验而直接应用于工程中的做法是不正确的。

（5）凡被下道工序、部位所隐蔽的，在隐蔽前必须进行质量检查，并填写隐蔽工程检查验收记录。验收手续应及时办理，不得后补。

路基施工时应按质量标准分层、分段取样对填土做压实度试验记录。达到要求的压实度后方可进入下一道工序施工。所以，情况④做法不正确。

（6）工程竣工报告应经项目经理和施工单位有关负责人审核签字加盖单位公章。实行监理的工程，工程竣工报告必须经总监理工程师签署意见。

2K330000　市政公用工程相关法规及规定

2K331000　市政公用工程相关法规

2K331010　《城市道路管理条例》（国务院第198号令）有关规定

2K331011　掌握道路与其他市政公用设施建设应遵循的施工建设原则

根据该条例第12条规定：

城市供水、排水、燃气、热力、供电、通信、消防等依附于城市道路的各种管线、杆线等设施的建设计划，应与城市道路发展规划和年度建设计划相协调，坚持先地下、后地上的施工原则，与城市道路同步建设。

2K331012　掌握关于占用或挖掘城市道路的管理规定

《城市道路管理条例》中关于占用或挖掘城市道路的管理规定有下述几条：

第三十条　未经市政工程行政主管部门和公安交通管理部门批准，任何单位或者个人不得占用或者挖掘城市道路。

第三十一条　因特殊情况需要临时占用城市道路的，须经市政工程行政主管部门和公安交通管理部门批准，方可按照规定占用。

经批准临时占用城市道路的，不得损坏城市道路；占用期满后，应当及时清理占用现场，恢复城市道路原状；损坏城市道路的，应当修复或者给予赔偿。

第三十三条　因工程建设需要挖掘城市道路的，应当持城市规划部门批准签发的文件和有关设计文件，到市政工程行政主管部门和公安交通管理部门办理审批手续，方可按照规定挖掘。

新建、扩建、改建的城市道路交付使用后5年内、大修的城市道路竣工后3年内不得挖掘；因特殊情况需要挖掘的，须经县级以上城市人民政府批准。

第三十四条　埋设在城市道路下的管线发生故障需要紧急抢修的，可以先行破路抢修，并同时通知市政工程行政主管部门和公安交通管理部门，在24小时内按照规定补办批准手续。

第三十五条　经批准挖掘城市道路的，应当在施工现场设置明显标志和安全防围设施；竣工后，应当及时清理现场，通知市政工程行政主管部门检查验收。

第三十六条　经批准占用或者挖掘城市道路的，应当按照批准的位置、面积、期限占用或者挖掘。需要移动位置、扩大面积、延长时间的，应当提前办理变更审批手续。

2K331020　《城市绿化条例》（国务院第100号令）有关规定

2K331021　掌握保护城市绿地的规定

根据该条例第19条、第20条规定：

1. 任何单位和个人都不得擅自改变城市绿化规划用地性质或者破坏绿化规划用地的地形、地貌、水体和植被。

2. 任何单位和个人都不得擅自占用城市绿化用地；占用的城市绿化用地的，应当限期归还。因建设或者其他特殊需要临时占用城市绿化用地的，须经城市人民政府城市绿化行政主管部门同意，并按照有关规定办理临时用地手续。

2K331022　掌握保护城市的树木花草和绿化设施的规定

《城市绿化条例》中关于保护城市树木花草和绿化设施的规定有以下几条：

第二十一条　任何单位和个人都不得损坏城市树木花草和绿化设施。

砍伐城市树木，必须经城市人民政府城市绿化行政主管部门批准，并按照国家有关规定补植树木或者采取其他补救措施。

第二十四条　为保证管线的安全使用需要修剪树木时，必须经城市人民政府城市绿化行政主管部门批准，按照兼顾管线安全使用和树木正常生长的原则进行修剪。承担修剪费用的办法，由城市人民政府规定。

因不可抗力致使树木倾斜危及管线安全时，管线管理单位可以先行修剪、扶正或者砍伐树木，但是，应当及时报告城市人民政府城市绿化行政主管部门和绿地管理单位。

第二十五条　百年以上树龄的树木，稀有、珍贵树木，具有历史价值或者重要纪念意义的树木，均属古树名木。

对城市古树名木实行统一管理，分别养护。城市人民政府城市绿化行政主管部门，应当建立古树名木的档案和标志，划定保护范围，加强养护管理。在单位管界内或者私人庭院内的古树名木，由该单位或者居民负责养护，城市人民政府城市绿化行政主管部门负责监督和技术指导。

严禁砍伐或者迁移古树名木。因特殊需要迁移古树名木，必须经城市人民政府城市绿化行政主管部门审查同意，并报同级或者上级人民政府批准。

2K331030《绿色施工导则》的有关规定

2K331031　掌握施工中节材、节水、节能和节地的有关规定

一、节材与材料资源利用要点

（一）节材措施

1. 图纸会审时，应审核节材与材料资源利用的相关内容，达到材料损耗率比定额损耗率降低30%。

2. 根据施工进度、库存情况等合理安排材料的采购、进场时间和批次，减少库存。

3. 现场材料堆放有序。储存环境适宜，措施得当。保管制度健全，责任落实。

4. 材料运输工具适宜，装卸方法得当，防止损坏和遗洒。根据现场平面布置情况就近卸载，避免和减少二次搬运。

5. 采取技术和管理措施提高模板、脚手架等的周转次数。

6. 优化安装工程的预留、预埋、管线路径等方案。

7. 应就地取材，施工现场500km以内生产的建筑材料用量占建筑材料总重量的70%以上。

（二）结构材料

1. 推广使用预拌混凝土和商品砂浆。准确计算采购数量、供应频率、施工速度等，在施工过程中动态控制。结构工程使用散装水泥。

2. 推广使用高强钢筋和高性能混凝土，减少资源消耗。

3. 推广钢筋专业化加工和配送。

4. 优化钢筋配料和钢构件下料方案。钢筋及钢结构制作前应对下料单及样品进行复核，无误后方可批量下料。

5. 优化钢结构制作和安装方法。大型钢结构宜采用工厂制作，现场拼装；宜采用分段吊装、整体提升、滑移、顶升等安装方法，减少方案的措施用材量。

6. 采取数字化技术，对大体积混凝土、大跨度结构等专项施工方案进行优化。

（三）围护材料

1. 门窗、屋面、外墙等围护结构选用耐候性及耐久性良好的材料，施工确保密封性、防水性和保温隔热性。

2. 门窗采用密封性、保温隔热性能、隔音性能良好的型材和玻璃等材料。

3. 屋面材料、外墙材料具有良好的防水性能和保温隔热性能。

4. 当屋面或墙体等部位采用基层加设保温隔热系统的方式施工时，应选择高效节能、耐久性好的保温隔热材料，以减小保温隔热层的厚度及材料用量。

5. 屋面或墙体等部位的保温隔热系统采用专用的配套材料，以加强各层次之间的粘结或连接强度，确保系统的安全性和耐久性。

6. 根据建筑物的实际特点，优选屋面或外墙的保温隔热材料系统和施工方式，例如保温板粘贴、保温板干挂、聚氨酯硬泡喷涂、保温浆料涂抹等，以保证保温隔热效果，并减少材料浪费。

7. 加强保温隔热系统与围护结构的节点处理，尽量降低热桥效应。针对建筑物的不同部位保温隔热要求，选用不同的保温隔热材料及系统，以做到经济适用。

（四）装饰装修材料

1. 贴面类材料在施工前，应进行总体排版策划，减少非整块材的数量。

2. 采用非木质的新材料或人造板材代替木质板材。

3. 防水卷材、壁纸、油漆及各类涂料基层必须符合要求，避免起皮、脱落。各类油漆及粘结剂应随用随开启，不用时及时封闭。

4. 幕墙及各类预留预埋应与结构施工同步。

5. 木制品及木装饰用料、玻璃等各类板材等宜在工厂采购或定制。

6. 采用自粘类片材，减少现场液态粘结剂的使用量。

（五）周转材料

1. 应选用耐用、维护与拆卸方便的周转材料和机具。

2. 优先选用制作、安装、拆除一体化的专业队伍进行模板工程施工。

3. 模板应以节约自然资源为原则，推广使用定型钢模、钢框竹模、竹胶板。

4. 施工前应对模板工程的方案进行优化。多层、高层建筑使用可重复利用的模板体系，模板支撑宜采用工具式支撑。

5. 优化高层建筑的外脚手架方案，采用整体提升、分段悬挑等方案。

6. 推广采用外墙保温板替代混凝土施工模板的技术。

7. 现场办公和生活用房采用周转式活动房。现场围挡应最大限度地利用已有围墙，或采用装配式可重复使用围挡封闭。力争使工地临房、临时围挡材料的可重复使用率达到70%。

二、节水与水资源利用要点

（一）提高用水效率

1. 施工中采用先进的节水施工工艺。

2. 施工现场喷洒路面、绿化浇灌不宜使用市政自来水。现场搅拌用水、养护用水应采取有效的节水措施，严禁无措施浇水养护混凝土。

3. 施工现场供水管网应根据用水量设计布置，管径合理、管路简捷，采取有效措施减少管网和用水器具的漏损。

4. 现场机具、设备、车辆冲洗用水必须设立循环用水装置。施工现场办公区、生活区的生活用水采用节水系统和节水器具，提高节水器具配置比率。项目临时用水应使用节水型产品，安装计量装置，采取针对性的节水措施。

5. 施工现场建立可再利用水的收集处理系统，使水资源得到梯级循环利用。

6. 施工现场分别对生活用水与工程用水确定用水定额指标，并分别计量管理。

7. 大型工程的不同单项工程、不同标段、不同分包生活区，凡具备条件的应分别计量用水量。在签订不同标段分包或劳务合同时，将节水定额指标纳入合同条款，进行计量考核。

8. 对混凝土搅拌站点等用水集中的区域和工艺点进行专项计量考核。施工现场建立雨水、中水或可再利用水的收集利用系统。

（二）非传统水源利用

1. 优先采用中水搅拌、中水养护，有条件的地区和工程应收集雨水养护。

2. 处于基坑降水阶段的工地，宜优先采用地下水作为混凝土搅拌用水、养护用水、冲洗用水和部分生活用水。

3. 现场机具、设备、车辆冲洗、喷洒路面、绿化浇灌等用水，优先采用非传统水源，尽量不使用市政自来水。

4. 大型施工现场，尤其是雨量充沛地区的大型施工现场建立雨水收集利用系统，充分收集自然降水用于施工和生活中适宜的部位。

5. 力争施工中非传统水源和循环水的利用量大于30%。

（三）用水安全

在非传统水源和现场循环再利用水的使用过程中，应制定有效的水质检测与卫生保障措施，确保避免对人体健康、工程质量以及周围环境产生不良影响。

三、节能与能源利用要点

（一）节能措施

1. 制订合理施工能耗指标，提高施工能源利用率。

2. 优先使用国家、行业推荐的节能、高效、环保的施工设备和机具，如选用变频技术的节能施工设备等。

3. 施工现场分别设定生产、生活、办公和施工设备的用电控制指标，定期进行计量、

核算、对比分析，并有预防与纠正措施。

4. 在施工组织设计中，合理安排施工顺序、工作面，以减少作业区域的机具数量，相邻作业区充分利用共有的机具资源。安排施工工艺时，应优先考虑耗用电能的或其他能耗较少的施工工艺。避免设备额定功率远大于使用功率或超负荷使用设备的现象。

5. 根据当地气候和自然资源条件，充分利用太阳能、地热等可再生能源。

（二）机械设备与机具

1. 建立施工机械设备管理制度，开展用电、用油计量，完善设备档案，及时做好维修保养工作，使机械设备保持低耗、高效的状态。

2. 选择功率与负载相匹配的施工机械设备，避免大功率施工机械设备低负载长时间运行。机电安装可采用节电型机械设备，如逆变式电焊机和能耗低、效率高的手持电动工具等，以利节电。机械设备宜使用节能型油料添加剂，在可能的情况下，考虑回收利用，节约油量。

3. 合理安排工序，提高各种机械的使用率和满载率，降低各种设备的单位耗能。

（三）生产、生活及办公临时设施

1. 利用场地自然条件，合理设计生产、生活及办公临时设施的体形、朝向、间距和窗墙面积比，使其获得良好的日照、通风和采光。南方地区可根据需要在其外墙窗设遮阳设施。

2. 临时设施宜采用节能材料，墙体、屋面使用隔热性能好的材料，减少夏天空调、冬天取暖设备的使用时间及耗能量。

3. 合理配置采暖、空调、风扇数量，规定使用时间，实行分段分时使用，节约用电。

（四）施工用电及照明

1. 临时用电优先选用节能电线和节能灯具，临电线路合理设计、布置，临电设备宜采用自动控制装置。采用声控、光控等节能照明灯具。

2. 照明设计以满足最低照度为原则，照度不应超过最低照度的 20%。

四、节地与施工用地保护要点

（一）临时用地指标

1. 根据施工规模及现场条件等因素合理确定临时设施，如临时加工厂、现场作业棚及材料堆场、办公生活设施等的占地指标。临时设施的占地面积应按用地指标所需的最低面积设计。

2. 要求平面布置合理、紧凑，在满足环境、职业健康与安全及文明施工要求的前提下尽可能减少废弃地和死角，临时设施占地面积有效利用率大于 90%。

（二）临时用地保护

1. 应对深基坑施工方案进行优化，减少土方开挖和回填量，最大限度地减少对土地的扰动，保护周边自然生态环境。

2. 红线外临时占地应尽量使用荒地、废地，少占用农田和耕地。工程完工后，及时对红线外占地恢复原地形、地貌，使施工活动对周边环境的影响降至最低。

3. 利用和保护施工用地范围内原有绿色植被。对于施工周期较长的现场，可按建筑永久绿化的要求，安排场地新建绿化。

（三）施工总平面布置

1. 施工总平面布置应做到科学、合理，充分利用原有建筑物、构筑物、道路、管线

为施工服务。

2. 施工现场搅拌站、仓库、加工厂、作业棚、材料堆场等布置应尽量靠近已有交通线路或即将修建的正式或临时交通线路，缩短运输距离。

3. 临时办公和生活用房应采用经济、美观、占地面积小、对周边地貌环境影响较小，且适合于施工平面布置动态调整的多层轻钢活动板房、钢骨架水泥活动板房等标准化装配式结构。生活区与生产区应分开布置，并设置标准的分隔设施。

4. 施工现场围墙可采用连续封闭的轻钢结构预制装配式活动围挡，减少建筑垃圾，保护土地。

5. 施工现场道路按照永久道路和临时道路相结合的原则布置。施工现场内形成环形通路，减少道路占用土地。

6. 临时设施布置应注意远近结合（本期工程与下期工程），努力减少和避免大量临时建筑拆迁和场地搬迁。

2K331032　掌握施工中做好环境保护的有关规定

《绿色施工导则》中，对工程施工中做好环境保护工作做出如下规定。

一、扬尘控制

1. 运送土方、垃圾、设备及建筑材料等，不污损场外道路。运输容易散落、飞扬、流漏的物料的车辆，必须采取措施封闭严密，保证车辆清洁。施工现场出口应设置洗车槽。

2. 土方作业阶段，采取洒水、覆盖等措施，达到作业区目测扬尘高度小于 1.5m，不扩散到场区外。

3. 结构施工、安装装饰装修阶段，作业区目测扬尘高度小于 0.5m。对易产生扬尘的堆放材料应采取覆盖措施；对粉末状材料应封闭存放；场区内可能引起扬尘的材料及建筑垃圾搬运应有降尘措施，如覆盖、洒水等；浇筑混凝土前清理灰尘和垃圾时尽量使用吸尘器，避免使用吹风器等易产生扬尘的设备；机械剔凿作业时可用局部遮挡、掩盖、水淋等防护措施；高层或多层建筑清理垃圾应搭设封闭性临时专用道或采用容器吊运。

4. 施工现场非作业区达到目测无扬尘的要求。对现场易飞扬物质采取有效措施，如洒水、地面硬化、围挡、密网覆盖、封闭等，防止扬尘产生。

5. 构筑物机械拆除前，做好扬尘控制计划。可采取清理积尘、拆除体洒水、设置隔挡等措施。

6. 构筑物爆破拆除前，做好扬尘控制计划。可采用清理积尘、淋湿地面、预湿墙体、屋面敷水袋、楼面蓄水、建筑外设高压喷雾状水系统、搭设防尘排栅和直升机投水弹等综合降尘。选择风力小的天气进行爆破作业。

7. 在场界四周隔挡高度位置测得的大气总悬浮颗粒物（TSP）月平均浓度与城市背景值的差值不大于 0.08mg/m^3。

二、噪声与振动控制

1. 现场噪声排放不得超过国家标准《建筑施工场界噪声限值》（GB 12523—90）的规定。

2. 在施工场界对噪声进行实时监测与控制。监测方法执行国家标准《建筑施工场界噪声测量方法》(GB 12524—90)。

3. 使用低噪声、低振动的机具，采取隔音与隔振措施，避免或减少施工噪声和振动。

三、光污染控制

1. 尽量避免或减少施工过程中的光污染。夜间室外照明灯加设灯罩，透光方向集中在施工范围。

2. 电焊作业采取遮挡措施，避免电焊弧光外泄。

四、水污染控制

1. 施工现场污水排放应达到国家标准《污水综合排放标准》（GB 8978—1996）的要求。

2. 在施工现场应针对不同的污水，设置相应的处理设施，如沉淀池、隔油池、化粪池等。

3. 污水排放应委托有资质的单位进行废水水质检测，提供相应的污水检测报告。

4. 保护地下水环境。采用隔水性能好的边坡支护技术。在缺水地区或地下水位持续下降的地区，基坑降水尽可能少地抽取地下水；当基坑开挖抽水量大于 50 万 m^3 时，应进行地下水回灌，并避免地下水被污染。

5. 对于化学品等有毒材料、油料的储存地，应有严格的隔水层设计，做好渗漏液收集和处理。

五、土壤保护

1. 保护地表环境，防止土壤侵蚀、流失。因施工造成的裸土，及时覆盖砂石或种植速生草种，以减少土壤侵蚀；因施工造成容易发生地表径流土壤流失的情况，应采取设置地表排水系统、稳定斜坡、植被覆盖等措施，减少土壤流失。

2. 沉淀池、隔油池、化粪池等不发生堵塞、渗漏、溢出等现象。及时清掏各类池内沉淀物，并委托有资质的单位清运。

3. 对于有毒有害废弃物如电池、墨盒、油漆、涂料等应回收后交有资质的单位处理，不能作为建筑垃圾外运，避免污染土壤和地下水。

4. 施工后应恢复施工活动破坏的植被（一般指临时占地内）。与当地园林、环保部门或当地植物研究机构进行合作，在先前开发地区种植当地或其他合适的植物，以恢复剩余空地地貌或科学绿化，补救施工活动中人为破坏植被和地貌造成的土壤侵蚀。

六、建筑垃圾控制

1. 制定建筑垃圾减量化计划，如住宅建筑，每万平方米的建筑垃圾不宜超过 400t。

2. 加强建筑垃圾的回收再利用，力争建筑垃圾的再利用和回收率达到 30%，建筑物拆除产生的废弃物的再利用和回收率大于 40%。对于碎石类、土石方类建筑垃圾，可采用地基填埋、铺路等方式提高再利用率，力争再利用率大于 50%。

3. 施工现场生活区设置封闭式垃圾容器，施工场地生活垃圾实行袋装化，及时清运。对建筑垃圾进行分类，并收集到现场封闭式垃圾站，集中运出。

七、地下设施、文物和资源保护

1. 施工前应调查清楚地下各种设施，做好保护计划，保证施工场地周边的各类管道、管线、建筑物、构筑物的安全运行。

2. 施工过程中一旦发现文物，立即停止施工，保护现场并通报文物部门并协助做好工作。

3. 避让、保护施工场区及周边的古树名木。

4. 逐步开展统计分析施工项目的 CO_2 排放量，以及各种不同植被和树种的 CO_2 固定量的工作。

2K331040 《房屋建筑工程和市政基础设施工程竣工验收备案管理暂行办法》的有关规定

暂行办法适用于境内新建、扩建、改建各类房屋建设工程和市政基础设施工程的竣工验收备案。全国各地均依照此办法建立了建设工程竣工验收备案制度。

2K331041 掌握房屋建筑工程和市政基础设施工程竣工验收备案所应提交的文件

暂行办法第五条具体规定了建设单位办理工程竣工验收备案应当提交下列文件：

（一）工程竣工验收备案表。

（二）工程竣工验收报告。竣工验收报告应当包括工程报建日期，施工许可证号，施工图设计文件审查意见，勘察、设计、施工、工程监理等单位分别签署的质量合格文件及验收人员签署的竣工验收原始文件，市政基础设施的有关质量检测和功能性试验资料以及备案机关认为需要提供的有关资料。

（三）法律、行政法规规定应当由规划、公安消防、环保等部门出具的认可文件或者准许使用文件。

（四）施工单位签署的工程质量保修书。

（五）法规、规章规定必须提供的其他文件。

商品住宅还应当提交《住宅质量保证书》和《住宅使用说明书》。

2K331042 熟悉房屋建筑工程和市政基础设施工程竣工验收合格后进行备案的规定

暂行办法第四条同时规定：建设单位应当自工程竣工验收合格之日起 15 日内，依照本办法规定，向工程所在地的县级以上地方人民政府建设行政主管部门（以下简称备案机关）备案。

备案机关收到建设单位报送的竣工验收备案文件，验证文件齐全后，备案机关的经办人和负责人应当在工程竣工验收备案表上签署文件收讫。

工程竣工验收备案表一式两份，一份由建设单位保存，一份留备案机关存档。

工程质量监督机构应当在工程竣工验收之日起 5 日内，向备案机关提交工程质量监督报告。

备案机关发现建设单位在竣工验收过程中有违反国家有关建设工程质量管理规定行为的，应当在收讫竣工验收备案文件 15 日内责令停止使用，重新组织竣工验收。

建设单位在工程竣工验收合格之日起 15 日内未办理工程竣工验收备案的，备案机关责令限期改正，处 20 万元以上 30 万元以下罚款。

建设单位将备案机关决定重新组织竣工验收的工程，在重新组织竣工验收前，擅自使用的，备案机关责令停止使用，处工程合同价款 2 %以上 4%以下罚款。

建设单位采用虚假证明文件办理工程竣工验收备案的，工程竣工验收无效，备案机关责令停止使用，重新组织竣工验收，处20万元以上50万元以下罚款；构成犯罪的。依法追究刑事责任。

备案机关决定重新组织竣工验收并责令停止使用的工程，建设单位在备案之前已投入使用或者建设单位擅自继续使用造成使用人损失的，由建设单位依法承担赔偿责任。

竣工验收备案文件齐全，备案机关及其工作人员不办理备案手续的，由有关机关责令改正，对直接责任人员给予行政处分。

抢险救灾工程、临时性房屋建设工程和农民自建低层住宅工程不适用本办法。

2K332000　市政公用工程相关规定

2K332010　《注册建造师执业管理办法》

2K332011　掌握市政公用工程注册建造师执业工程范围

市政公用专业注册建造师的执业工程范围包括：城镇道路工程、城市桥梁工程、城市供水工程、城市排水工程、城市供热工程、城市地下交通工程、城市供气工程、城市公共广场工程、生活垃圾处理工程、交通安全设施工程、机电设备安装工程、轻轨交通工程、园林绿化工程等。

1. 城镇道路工程

城镇道路工程的术语来自《中华人民共和国工程建设标准体系——城乡规划、城镇建设、房屋建筑部分》和《城镇道路工程技术标准》。城镇道路工程包括城市快速路、城市环路、城市主干路、次干路的建设、养护与维修工程。

2. 城市桥梁工程

城市桥梁工程术语来自《中华人民共和国工程建设标准体系——城乡规划、城镇建设、房屋建筑部分》和《城市桥梁设计规范》。城市桥梁工程包括立交桥、跨线桥、人行天桥、地下人行通道的建设、养护与维修工程。

3. 城市供水工程

城市供水工程术语来自《中华人民共和国工程建设标准体系——城乡规划、城镇建设、房屋建筑部分》和《城镇供水场运行、维护及其安全技术规程》。城市（镇）供水工程（含中水工程）包括水源取水设施、水处理厂（含水池、泵房及附属设施）和供水管道（含加压站、闸井）的建设与维修工程。

4. 城市排水工程

城市排水工程术语来自《中华人民共和国工程建设标准体系——城乡规划、城镇建设、房屋建筑部分》和《城镇给水排水工程专用标准》。城市排水工程包括水处理厂（含水池、泵房及附属设施）、城市排洪、排水管道（含抽升站、检查井）的建设与维修工程。

5. 城市供热工程

城市供热工程术语来自《中华人民共和国工程建设标准体系——城乡规划、城镇建设、房屋建筑部分》和《城镇供热管网工程施工及验收规范》。城市供热工程包括热源、

管道及其附属设施（含储备场站）的建设与维修工程，不包括采暖工程。

6. 城市燃气工程

城市燃气工程术语来自《中华人民共和国工程建设标准体系——城乡规划、城镇建设、房屋建筑部分》和《城镇燃气输配工程施工及验收规范》。城市燃气工程包括气源、管道及其附属设施（含调压站、混气站、气化站、压缩天然气站、汽车加气站）的建设与维修工程，但不包括长输管线工程。

7. 城市地下交通工程

城市地下交通工程术语来自《中华人民共和国工程建设标准体系——城乡规划、城镇建设、房屋建筑部分》和《地下铁道工程施工及验收规范》。城市地下交通工程包括地下铁道工程（含地下车站、区间隧道、地铁车厂与维修基地）、地下过街通道、地下停车场的建设与维修工程。

8. 城市公共广场工程

城市公共广场工程术语来自《中华人民共和国工程建设标准体系——城乡规划、城镇建设、房屋建筑部分》和《城市公共交通站、场、厂设计规范》。城市公共广场工程包括城市公共广场、地面停车场、人行广场和体育场的建设与维修工程。

9. 生活垃圾处理工程

生活垃圾处理工程术语来自《中华人民共和国工程建设标准体系——城乡规划、城镇建设、房屋建筑部分》和《城市生活垃圾卫生填埋技术规范》。生活垃圾处理工程包括城市垃圾填埋场、焚烧厂及其附属设施的建设与维修工程。

10. 交通安全设施工程

交通安全设施工程术语来自《中华人民共和国工程建设标准体系——城乡规划、城镇建设、房屋建筑部分》。交通安全设施工程包括城市交通工程中的隔离、防撞设施、隔音、消音设施的建设与维修工程。根据行业意见，将此部分与土建工程分开单列。

11. 机电设备安装工程

机电设备安装工程术语来自《中华人民共和国工程建设标准体系——城乡规划、城镇建设、房屋建筑部分》。机电设备安装工程指市政公用工程的场（厂）站的机电系统，含机械设备（施）、电器、自控等系统的建设与维修工程。根据行业意见，与其专业场（厂）站土建工程分开单列。

12. 轻轨交通工程

轻轨交通工程术语来自《中华人民共和国工程建设标准体系——城乡规划、城镇建设、房屋建筑部分》和《轻轨交通工程施工及验收规程》。轻轨交通工程通常与地下铁道工程统称为城市轨道交通工程，考虑到轻轨交通工程的线下工程与城市桥梁工程类似，有别于地下铁道工程，根据行业意见单列。

13. 园林绿化工程

园林绿化工程术语来自《中华人民共和国工程建设标准体系——城乡规划、城镇建设、房屋建筑部分》和《城市绿化工程施工与验收规范》。按照建设部城建司意见，将楼房、古建筑列入建筑工程专业范围，将园林绿化工程纳入市政公用工程专业。

2K332020 《市政公用工程二级注册建造师执业工程规模标准》

2K332021 掌握市政公用工程规模标准

市政公用工程执业工程规模标准见表 2K332021。

注册建造师执业工程规模标准（市政公用工程） 表 2K332021

工程类别	项目名称	规模			备注
		大型	中型	小型	
城市道路	路基工程	城市快速路、主干道路基工程≥5km，单项工程合同额≥3000万元	城市快速路、主（次）干道路基工程2～5km，单项工程合同额1000万～3000万元	城市次干道路基工程＜2km，单项工程合同额＜1000万元	含城市快速路、城市环路，不含城际间公路
	路面工程	高等级路面≥10万m^2，单项工程合同额≥3000万元	高等级路面5万～10万m^2，单项工程合同额1000万～3000万元	次高等级路面，单项工程合同额＜1000万元	
城市公共广场	广场工程	广场面积≥5万m^2，单项工程合同额≥3000万元	广场面积2万～5万m^2，单项工程合同额1000万～3000万元	单项工程合同额＜1000万元	含体育场
城市桥梁	桥梁工程	单跨跨度≥40m；单项工程合同额≥3000万元	单跨的跨度20～40m；单项工程合同额1000万～3000万元	单跨跨度＜20m；单项工程合同额＜1000万元	含过街天桥
地下交通	隧道工程	内径（宽或高）≥5m或单洞洞长≥1000m，单项工程合同额≥3000万元	内径（宽或高）3～5m，单项工程合同额1000万～3000万元	内径（宽或高）＜3m，单项工程合同额＜1000万元	含地下过街通道；小型工程不含盾构施工
	车站工程	单项工程合同≥3000万元	单项工程合同＜3000万元		小型工程不含车站工程
城市供水	供水厂	日处理量≥5万t，单项工程合同额≥3000万元	日处理量3万～5万t，单项工程合同额1000万～3000万元	日处理量＜3万t，单项工程合同额＜1000万元	含中水工程，加压站工程
	供水管道	管径≥1.5m，单项工程合同额≥3000万元	管径0.8～1.5m，单项工程合同额1000万～3000万元	管径＜0.8m，单项工程合同额＜1000万元	含中水工程，本表中的管径为公称直径*DN*
城市排水	污水处理厂	日处理量≥5万t，单项工程合同额≥3000万元	日处理量3～5万t，单项工程合同额1000万～3000万元	日处理量＜3万t，单项工程合同额＜1000万元	含泵站
	排水管道工程	管径≥1.5m，单项工程合同额≥3000万元	管径0.8～1.5m，单项工程合同额1000万～3000万元	管径＜0.8m，单项工程合同额＜1000万元	含小型泵站，本表中的管径为公称直径*DN*

续表

工程类别	项目名称	规模			备注
		大型	中型	小型	
城市供气	燃气源工程	日产气量≥30万m^3，单项工程合同额≥3000万元	日产气量10万～30万m^3，单项工程合同额1000万～3000万元	日产气量＜10万m^3，单项工程合同额＜1000万元	含调压站、混气站、气化站、压缩天然气站、汽车加气站等
	燃气管道工程	高压以上管道，单项工程合同额≥3000万元	次高压管道，单项工程合同额1000万～3000万元	中压以下管道，单项工程合同额＜1000万元	
	储备厂（站）工程	设计压力＞2.5MPa或总贮存容积＞1000m^3的液化石油气或＞400m^3的液化天然气贮罐厂（站）或供气规模＞15万m^3/日的燃气工程，单项合同额≥3000万元的工程	设计压力2.0～2.5MPa或总贮存容积500～1000m^3的液化石油气或200～400m^3的液化天然气贮罐厂（站）或供气规模5万～15万m^3/d的燃气工程，单项合同额≥1000万～3000万元的工程	设计压力＜2.0MPa或总贮存容积＜500的m^3液化石油气或＜200m^3的液化天然气贮罐厂（站）或供气规模＜5万m^3/d的燃气工程，单项合同额＜1000万元的工程	
城市供热	热源工程	产热量≥250t/h或供热面积＞30万m^2，单项工程合同额≥3000万元	产热量80～250t/h或供热面积10～30万m^2，单项工程合同额1000万～3000万元	产热量＜80t/h或供热面积＜10万m^2，单项工程合同额＜1000万元	
	管道工程	管径≥500mm，单项工程合同额≥3000万元	管径200～500mm，单项工程合同额1000万～3000万元	管径＜200mm，单项工程合同额＜1000万元	本表中的管径为公称直径*DN*
生活垃圾	填埋场工程	日处理量≥800t，单项工程合同额≥3000万元	日处理量400～800t，单项工程合同额1000万～3000万元	日处理量＜400t，单项工程合同额＜1000万元	填埋面积应折成处理量计
	焚烧厂工程	日处理量≥300t，单项工程合同额≥3000万元	日处理量100～300t，单项工程合同额1000万～3000万元	日处理量＜100t，单项工程合同额＜1000万元	
交通安全设施	交通安全防护工程	单项工程合同额≥500万元	单项工程合同额200万～500万元	单项工程合同额＜200万元	含护栏、隔离带，防护墩
机电系统	机电设备安装工程	单项工程合同≥1000万元	单项工程合同额500万～1000万元	单项工程合同额＜500万元	
轻轨交通	路基工程	路基工程≥2km，单项工程合同额≥3000万元	路基工程1～2km，单项工程合同1000万～3000万元	路基工程＜1km，单项工程合同额＜1000万元	不含轨道铺设
	桥涵工程	单跨跨度≥40m，单项工程合同额≥3000万元	单跨的跨度20～40m，单项工程合同额1000～3000万元	单跨跨度＜20m，单项工程合同额＜1000万元	不含轨道铺设
城市园林	庭院工程	单项工程合同额≥1000万元	单项工程合同额500万～1000万元	单项工程合同额＜500万元	含厅阁、走廊、假山、草坪、广场，绿化、景观
	绿化工程	单项工程合同额≥500万元	单项工程合同额300万～500万元	单项工程合同额＜300万元	

从表 2K332021 可以看出，市政公用工程专业二级注册建造师可以担任单项工程合同额 3000 万元（交通安全防护工程＜500 万、机电设备安装工程＜1000 万、庭院工程＜1000 万、绿化工程＜500 万 ）以下的市政工程项目的项目负责人，执业的工程范围却与一级注册建造师完全相同。这就对二级注册建造师提出了很高的要求，同时指出了努力方向。

1. 要对自己不懂的工程类别加紧理论学习和工程实践经验的积累

现代市政公用工程大多为综合性工程，在一个主要工程类型的项目中，往往含有其他类型的小型工程。例如：在泵站工程项目中含有小型的绿化工程，业主希望你一起做。这时，应抓住机会，学习和积累园林绿化工程的施工和管理经验，以便将来可以承接中型的园林绿化工程。通过类似这样的途径，可以不断地扩展自己的执业工程范围，以适应市场的需求，提高自己的执业竞争力。

2. 要瞄准一级注册建造师的执业工程规模标准，努力提高自己的执业能力

与一级注册建造师的执业工程规模标准相比，二级注册建造师的差距不光是造价上的区别，更重要的在于工程结构与工程时空规模上的差别，这种差别有时候是十分巨大的。需要明白这些差别，在工作中虚心向一级注册建造师学习，努力提高自己的专业理论知识和施工管理水平，争取早日成长为优秀的一级注册建造师。

2K332022　熟悉工程规模标准界定原则

工程规模标准是综合考虑建造师的分级管理和工程规模分级管理的要求以后加以界定的。

一、建造师的分级管理

建造师分为一级建造师和二级建造师。一级建造师具有较高的标准、较高的素质和管理水平，有利于开展国际互认。设立二级建造师主要是考虑我国建设工程项目量大面广，项目规模差异悬殊，投资额大到几十亿元甚至更多，小至几十万甚至几万元，项目难易差别较大。常规工程简单，特殊工程、重点工程较为复杂。各地经济、文化和社会发展水平差异较大，不同工程项目对管理人员的要求也不尽相同。建造师的分级管理既有利于满足不同建设工程项目对管理人员要求不同的特点，也有利于满足建设工程对管理人员在数量上的实际需求。分级管理还有利于与原项目经理资质管理制度相衔接，实现平稳过渡。

按照施工企业资质管理规定，依据工程量、工程结构划分，工程规模一般分为大型、中型、小型。如果将建造师的标准普遍定得过高，则无法满足全国范围内或局部范围内的建设工程对工程项目管理人员数量的实际需求；如果建造师的标准过低，相当一部分建造师将没有能力承担大型或复杂工程，这会影响我国建设工程的总体发展，同时也影响我国建造师队伍整体水平的不断提高。

二、工程规模分级管理

建设部《关于建造师专业划分有关问题的通知》（建市［2003］86 号）文中明确了“大、中型工程项目施工的项目经理必须由取得建造师注册证书的人员担任”，那么就需要界定有关专业大、中型项目的规模标准以便于执业管理中进行操作，也便于招投标过程中进行参考。根据行业意见，工程量采用单项工程合同额和结构形式划分，具体划分参照了施工企业资质管理的有关规定。工程规模划分体现了市政公用专业工程特点和目前建筑市场发展的趋势，体现了不同结构形式、施工难度的差异。因市政工程较为复杂，如果仅以

工程结构形式限制恐难以适应建筑市场需要。例如隧道工程：内径≥5m，单洞洞长≥1000m，单项工程合同≥3000万元的隧道定为大型工程，其中包括3个限制条件，主要针对城市地铁工程。内径3～5m；单项工程合同1000～3000万元的隧道定为中型工程，含有两个限定条件，主要针对于城市地下通道。而小型工程限定为隧道内径≯3m，单项工程合同额≯1000万元；隧道内径小于3m通常不属于地下交通工程，而是市政公用工程采用暗挖法施工的其他隧道；如给排水管道或供热、燃气、电力电信的管道。但是，这类隧道的施工难度也是很大的，技术要求还是较高的，建设单位通常限定总承包资质一级以上施工单位投标，相对应也就是一级建造师来执业，所以必须有单项工程合同价的限定条件。单项工程合同价是指单独（个）工程项目的合同价，也就是单位工程中标的合同价。当工程结构形式、施工难度不足以限定工程的规模时，必须以单项工程合同价来统一衡量。

2K332030 《市政公用工程注册建造师签章文件目录》

2K332031 掌握注册建造师签章的法规规定

1. 担任建设工程施工项目负责人的注册建造师对其签署的工程管理文件承担相应责任。注册建造师签章完整的工程施工管理文件方为有效。

2. 注册建造师有权拒绝在不合格或者有弄虚作假内容的建设工程施工管理文件上签字并加盖执业印章。

3. 担任建设工程施工项目负责人的注册建造师在执业过程中，应当及时、独立完成建设工程施工管理文件签章，无正当理由不得拒绝在文件上签字并加盖执业印章。

4. 担任工程项目技术、质量、安全等岗位的注册建造师，是否在有关文件上签章，由企业根据实际情况自行规定。

5. 建设工程合同包含多个专业工程的，担任施工项目负责人的注册建造师，负责该工程施工管理文件签章。

6. 分包工程施工管理文件应当由分包企业注册建造师签章。分包企业签署质量合格的文件上，必须由担任总包项目负责人的注册建造师签章。

7. 修改注册建造师签字并加盖执业印章的工程施工管理文件，应当征得所在企业同意后，由注册建造师本人进行修改；注册建造师本人不能进行修改的，应当由企业指定同等资格条件的注册建造师修改，并由其签字并加盖执业印章。

8. 因续期注册、企业名称变更或印章污损遗失不能及时盖章的，经注册建造师聘用企业出具书面证明后，可先在规定文件上签字后补盖执业印章，完成签章手续。

2K332032 掌握市政公用工程注册建造师签章文件填写要求

1. 文件填写

文件名称下方的左侧“工程名称”，填写工程的全称，应与工程承包合同的工程名称一致。文件名称下方的右侧，与工程名称同一行的“编号”应填写本工程文件的编号。编号由项目施工企业确定。

表格中“致××单位”，应写该单位全称，例如：致北京某某工程咨询公司。

表格中的工程名称应填写工程全称，并与工程合同的工程名称一致。

表格中工程地址，应填写清楚，并与工程合同一致。

表格中分部（子分部）、分项工程必须按专业工程的规定填写。

表中若实际工程没有其中一项时，可注明“工程无此项”或填写“无”。

审查、审核、验收意见或者检查结果，必须用明确的定性文字写明基本情况和结论。

表格中施工单位是指某某工程项目经理部。

表格中施工项目负责人是指受聘于企业担任施工项目负责人（项目经理）的市政公用工程注册建造师。

以下为填写示例。

市政公用工程　　CK102

施工组织设计报审表

工程名称：××轨道交通2号线东延伸工程2标　　编号：××-××-××

致：××轨道交通建设咨询有限公司（监理单位）

我方已根据施工合同的有关规定完成了××轨道交通2号线东延伸工程2标工程施工组织设计（方案），并经我单位上级技术负责人审查批准，请予以审查。

附：××轨道交通2号线东延伸工程2标工程施工组织设计（方案）

施工单位（章）××公司××轨道交通2号线
东延伸工程2标项目经理部
施工项目负责人（签章）×××
××年××月××日

专业监理工程师审查意见：

专业监理工程师（签章）
年　月　日

总监理工程师审核意见：

项目监理机构（章）
总监理工程师（签章）
年　月　日

注：本表也可用作施工方案报审表。

市政公用工程　　CK201

工程总体施工进度计划报审表

工程名称：××轨道交通2号线东延伸工程2标　　编号：××-××-××

致：××轨道交通建设咨询有限公司（监理单位）

现报上××轨道交通2号线东延伸工程2标工程的总体施工进度计划请予以审查。

附：总体施工进度计划（说明、图表、工程量、资源配备）　×　份

施工单位（章）××公司××轨道交通2号线
东延伸工程2标项目经理部
施工项目负责人（签章）×××
××年××月××日

专业监理工程师审查意见：

专业监理工程师（签章）
年　月　日

项目监理机构（章）
总监理工程师（签章）
年　月　日

市政公用工程　　**CK301**

分包单位资质报审表

工程名称：××轨道交通2号线东延伸工程2标　　编号：××-××-××

致：××轨道交通建设咨询有限公司（监理单位）

根据施工合同约定和工程需要，我方拟将本申请表中所列项目分包给所选分包人。经考察，所选分包人具备按照合同要求完成所分包工程的资质、经验、技术和管理水平、资源和财务能力，并具有良好的业绩和信誉，请贵方审核。

分包人名称	××造船厂					
分包工程编码	分包工程名称	单位	数量	单价	分包金额（万元）	占合同总金额的（%）
×××××××××××××	钢箱梁制作安装	t	120	20000	240	5
合　　计						

附件：分包人简况（包括分包人资质、经验、能力、信誉、财务、主要人员经历等资料）。

施工单位（章）××公司××轨道交通2号线
东延伸工程2标项目经理部
施工项目负责人（签章）×××
××年××月××日

监理单位审核意见	

监理机构审批意见：

总监理工程师（签章）：
年　月　日

市政公用工程　　CK403

工程材料进场报审表

工程名称：××轨道交通2号线东延伸工程2标　　编号：××-××-××

致：××轨道交通建设咨询有限公司（监理单位）

我方于200×年　×　月××日进场的工程材料数量如下（见附件）。现将质量证明文件及自检结果报上，拟用于下述部位：

P15-P17轨道梁

，

请予以审核。

附件：1. 材料清单

2. 质量证明文件

3. 自检结果

施工单位（章）××公司××轨道交通2号线
东延伸工程2标项目经理部
施工项目负责人（签章）×××
××年××月××日

审查意见：

经检查上述工程材料，符合/不符合设计文件和规范的要求，准许/不准许进场，同意/不同意使用于拟定部位。

项目监理机构（章）

总/专业监理工程师（签章）
年　月　日

市政公用工程　　CK504

专项施工方案

工程名称：××轨道交通2号线东延伸工程2标　　编号：××-××-××

致××轨道交通建设咨询有限公司（监理单位）

我方已根据施工合同的有关规定完成了××轨道交通2号线东延伸工程2标箱梁支架专项工程施工方案，并经专家论证和我单位技术负责人审查批准，请予以审查。

附：××轨道交通2号线东延伸工程2标箱梁支架专项工程施工技术措施（方案）

施工单位（章）××公司××轨道交通2号线
东延伸工程2标项目经理部
施工项目负责人（签章）×××
××年××月××日

专业监理工程师审查意见：

专业监理工程师（签章）
年　月　日

总监理工程师审核意见：

项目监理机构（章）
总监理工程师（签章）
年　月　日

市政公用工程　　CK602

施工现场环保、文明施工检查及整改报告

工程名称：××轨道交通2号线东延伸工程2标　　编号：××-××-××

致××轨道交通建设咨询有限公司（监理单位）

我方已施工环境保护、文明施工管理方案及有关规定进行了海天路车站工区施工环境保护、文明施工检查，对存在问题进行了整改，特此报告，请予以审查。

附：施工现场环境保护、文明施工检查及整改报告。

施工单位（章）××公司××轨道交通2号线
东延伸工程2标项目经理部
施工项目负责人（签章）×××
××年××月××日

专业监理工程师审查意见：

专业监理工程师（签章）
年　月　日

总监理工程师审核意见：

项目监理机构
总监理工程师（签章）
年　月　日

市政公用工程　　**CK701**

工程进度款支付申请表

工程名称：××轨道交通2号线东延伸工程2标　　编号：××-××-××

致××轨道交通建设咨询有限公司（监理单位）

我方已完成了P15-P20墩钻孔灌注桩桩基和承台工作，按施工合同的规定，建设单位应在××××年××月××日前支付该项工程款共（大写）××万×千×百×拾×元（小写：×××××××.00），现报上P15-P20墩钻孔灌注桩桩基和承台工程付款申请表，请予以审查并开具工程款支付证书。

附件：1. 工程量清单；

2. 计算方法。

施工单位（章）××公司××轨道交通2号线

东延伸工程2标项目经理部

施工项目负责人（签章）×××

××年××月××日

2. 签章应规范

表格中凡要求签章的，应签字并盖章。例如施工项目负责人（签章），应签字同时盖上注册执业建造师的专用章。签章文样见图 2K332032。

图 2K332032　签章文样

在配套表格中“施工项目负责人（签章）处”签章。

[General Information]
书名=市政公用工程管理与实务
作者=《全国二级建造师执业资格考试用书》编写委员会编写
页数=284
出版社=中国建筑工业出版社
出版日期=2011.03
SS号=12793457
DX号=000008070249
URL=http://book2.duxiu.com/bookDetail.jsp?dxNumber=000008070249&d=6251F76BE93F96FC39D5735D1E1F91F6