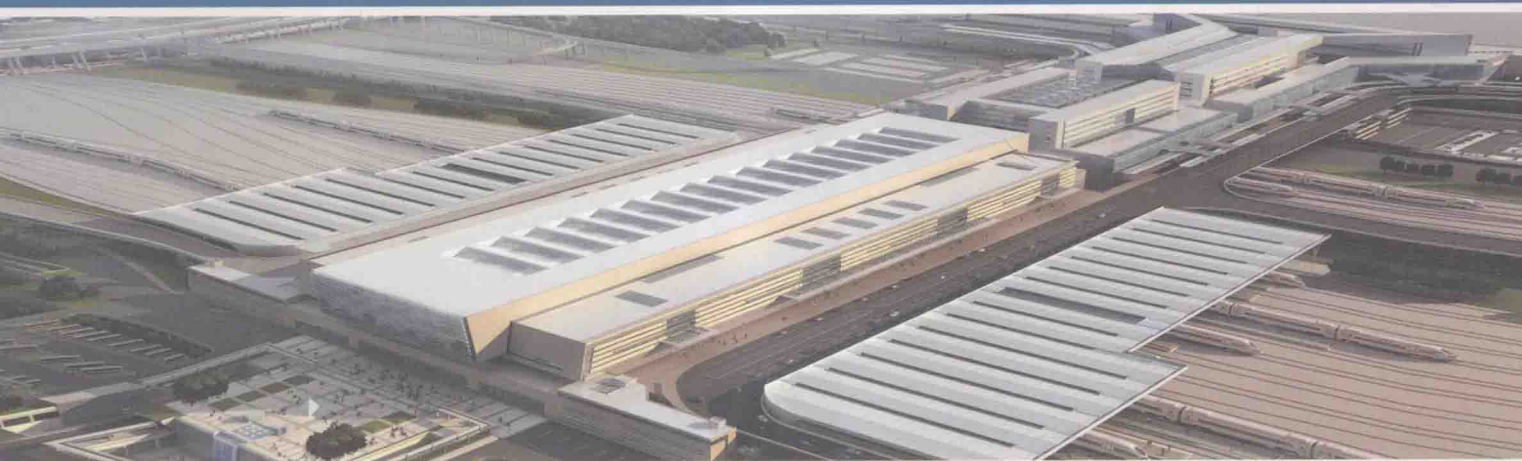


2010 年上海世博会配套工程

虹桥综合交通枢纽

施工管理丛书

GAOTIE HONGQIAOZHAN
SHIGONG GUANLI



高铁虹桥站施工管理



上海建工集团股份有限公司·编著

上海科学技术出版社



责任编辑 沈晓平

陈 怡

装帧设计 房惠平

2010年上海世博会配套工程
虹桥综合交通枢纽施工管理丛书

高铁虹桥站施工管理

前期策划及总承包管理	航站楼工程机电安装施工管理
航站楼施工管理	钢结构施工技术
东交通中心及磁浮站施工管理	混凝土工程施工技术与创新
深基坑工程施工技术	图解浦东国际机场二期工程施工



上海科学技术出版社
www.sstp.cn

上架建议
建筑施工·城乡建设与市政工程

ISBN 978-7-5478-1102-3



定价：98.00元

易文网 www.ewen.cc

2010年上海世博会配套工程

虹桥综合交通枢纽

施工管理丛书



高铁虹桥站施工管理



上海建工集团股份有限公司 编著

上海科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

高铁虹桥站施工管理/上海建工集团股份有限公司编
著. —上海: 上海科学技术出版社, 2012. 2
(2010年上海世博会配套工程虹桥综合交通枢纽施工管理丛书)

ISBN 978-7-5478-1102-3

I. ①高… II. ①上… III. ①高速铁路-铁路工程-
施工管理-上海市 IV. ①U238

中国版本图书馆CIP数据核字 (2011) 第267580号

上海世纪出版股份有限公司
上海科学技术出版社 出版、发行
(上海钦州南路71号 邮政编码200235)

新华书店上海发行所经销

上海书刊印刷有限公司印刷

开本 889×1194 1/16 印张9.75 插页4

字数 198千

2012年2月第1版 2012年2月第1次印刷

ISBN 978-7-5478-1102-3/TU · 147

定价:98.00元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,
请向印刷厂联系调换

内容提要

本书是新建京沪高速铁路上海虹桥站工程技术策划和施工管理的总结成果。新建京沪高速铁路上海虹桥站的施工过程充分考虑了周边磁浮车站、高架、西交通中心、地铁车站等单体项目同步施工的复杂工况条件限制，针对工程特有的超大规模、大体量、各工种集中施工的特点，突出以保障各施工阶段交通道路畅通、确保大体量的材料与构件的快速高效运输为关键线路，在桩基围护、基坑施工、主体结构、装饰各阶段的下坑道路与栈桥布置、主体结构利用、高架匝道提前利用、地下出租车道与铁路站场加固利用等全方位进行细致合理的策划与安排，结合各阶段工况形成总体布局临时施工道路的衔接与翻交，确保了施工的顺利完成。

全书从对整个工程初步的分析到深入的施工策划，从工程的总体部署再到各阶段的细部安排，系统地对新建京沪高速铁路上海虹桥站整个前期筹划、工作布置及施工组织等过程进行叙述，并优选了独具高速铁路车站工程特色的特殊施工项目展开详细介绍，适用于建设单位、施工单位、高校师生及相关专业人员作为参考用书。

编委会

封面题字

蒋志权

主 任

徐 征

副主任

林锦胜 钱 培

委 员

(以姓氏笔画为序)

丁和建	王美华	毕炤伯	朱洁士	伍小平	刘国富	江逢朝	许月根
杜伟国	李 葳	杨志强	吴 杰	吴欣之	吴惠荣	吴德龙	邱锡宏
应志明	宋文俊	张 铭	张 晴	陈安民	陈晓明	范庆国	胡玉银
	姜向红	夏 钧	倪道明	高振锋	曹鸿新	龚 剑	梁其家

主 编

高振锋

编写人员

上海市第七建筑有限公司：	陶 金	华士辉	朱旭东	张 欢
	倪小龙	陈 超	屠轶涛	陈志华
	丁炳国	吴国祥	杨冬冬	
上海建工集团股份有限公司：	徐 敏	张学进	刘子田	
上海市机械施工有限公司：	吴 昊	金俞槐		
上海市安装工程有限公司：	刘生成			

序

根据举行 2010 年上海世博会的需要，2005 年，上海市开始重新修编虹桥机场的总体规划工作。2006 年，上海市政府批准虹桥枢纽地区的规划，并以此为基础明确了虹桥综合交通枢纽 26.34 km² 的规划。虹桥综合交通枢纽整合了多种交通的方式，包括航空、铁路（高铁、城际）、磁浮、轨道交通、市内公共交通、长途巴士等。为了体现枢纽方便、快捷的服务，从东到西依次布置有航站楼、磁浮车站、铁路车站，然后在地下由轨道交通相连，形成枢纽的核心区域纵横交错的立体化交通。

在上海建工集团的历史上曾完成不少规模较大的群体工程，也曾分别承担浦东国际机场一期、二期工程和上海铁路南站、磁浮线路及龙阳路磁浮车站等交通枢纽工程。但将几种交通形式全部集合在一起，又高度关联，甚至交叉在一起且体量巨大，在国内外的建筑史上是绝无仅有的，上海建工集团破天荒地承担了这一国际首创的工程项目。

为此，上海建工集团面临着巨大的挑战：

挑战之一：来自工期方面。浦东机场一期、二期的实际工期大于 36 个月，虹桥机场第二航站楼工期仅为 32 个月；上海铁路南站用了 40 个月，高铁虹桥站仅为 24 个月。

挑战之二：来自施工的组织。工程有地铁、机场、高铁、磁浮、高架、道路以及河系等，采用何种组织构架，如何进行全面的布局，各种机械设备如何设置调配，等等。

挑战之三：来自界面的划分。由于业主多、设计单位多、监理单位多、参与的单位多，但全区域的管理仅为建工集团一家，如何协调各种关系，形成建设的合力。

挑战之四：来自地下工程。由于地下有 5 条地铁线进入，有两个地下车站，还有一大批商业和设备建筑，地下建筑面积达到 50 万 m²，占总建筑的三分之一；最大挖深达 31 m，挖土方 620 万 m³，相当于 70 多个标准地铁车站。因此，地下工程的成功是整个工程最关键的环节点。

前言

新建京沪高速铁路上海虹桥站是中国第一条设计时速可达 350 km 的京沪高速铁路终到始发站，是京沪高速铁路的重要组成部分，且处于京沪、沪昆两大铁路干线交汇处，是铁路华东地区的重要枢纽，建成后同上海地区其他铁路客站共同构成全国四大铁路客运枢纽之一。高铁虹桥站含高速、综合两个车场，主要有京沪高铁、沪宁城际高铁、沪杭高铁多条线路通过，总规模为 30 台、30 线，年设计旅客流量为 6 000 万人次。上海虹桥站又是上海虹桥综合交通枢纽工程重要组成部分，与地铁、磁浮、机场、长途、公交、出租无缝连接，使众多不同类型、不同功能的单体在“空铁联运”的概念下，共同组成了世界级超大型综合交通枢纽。

自 2008 年 6 月开工以来，在短短 2 年多的时间里，在总承包单位统筹安排、精心部署下，各参建单位密切配合，齐心协力，付出了艰辛的努力。广大建设者在实践中总结经验，在周边施工条件相当苛刻、施工进度相当紧张、工程规模相当巨大的前提下，在施工道路布置中结合各阶段工况，进行了大量的策划和分析，充分结合基坑栈桥、主体结构楼面、高架道路、高架匝道、地下出租车道、高速铁路站场等形成时空上的无缝衔接，合理布置了临时施工道路与永久道路之间的关系，确保了大体量的材料与构件的快速运输，确保了施工顺利，加快了施工进度，同时科学性地使用新材料、新工艺和新设备，采用了多梯次超大型深基坑施工工艺、大面积耐久劲性结构施工工艺、大跨度钢结构综合吊装等特色

挑战之五：来自工程质量的控制。面对如此大的工程量、如此紧的工期，如何做到质量管理体系的正常运转、工程质量的全面受控、工程质量的高标准，关系到工程的百年大计。

.....

面对众多的挑战，上海建工集团发挥整体优势，积极探索总承包管理，组织人员进行攻关，克服一个又一个的困难，创造了建筑史上的新纪录。据不完全统计，在建设期内，上海建工集团共投入各类吊装机械 100 多台，盾构机 6 台，高峰期间的劳动力近 2 万人；共完成桩基工程 2 万余根，地下连续墙 7 124 m，重力坝 6 289 m，挖土量 620 万 m³，混凝土近 300 万 m³，钢结构近 15 万 t；与此同时，完成了《上海虹桥综合交通枢纽地下工程关键技术研究——基坑围护工程关键施工技术研究》等 10 余项科技成果，共计获得专利 34 项，拥有一大批自主创新的科技成果。

上海虹桥综合交通枢纽的建设成果集中反映了该工程总承包管理以统揽全局的视野做好工程的前期策划工作，以工程总工期为目标、科学合理安排好工序和工程搭接，以工程质量为目标、严格苛求的质量标准，以实事求是、不断创新的态度在科技上取得突破的理念，这些成果的总结提炼将为我国建筑施工行业提供新的成功案例，是上海建工集团坚持科技创新的又一丰硕成果。《2010 年上海世博会配套工程虹桥综合交通枢纽施工管理丛书》的编辑出版，凝聚了上海建工集团广大技术人员和管理干部的智慧 and 心血，将对提高我国建筑企业总承包的能力，不断推进技术进步，作出积极的贡献。



施工工艺，并在施工过程中不断优化方案，从而大大提高了施工效率，在确保安全的前提下，缩短了工期，保证了质量。为此，上海建工（集团）总公司虹桥综合交通枢纽工程总承包管理部获得了中共中央、国务院授予的“上海世博会先进集体”荣誉称号。

本书的出版得到了铁道部、上海铁路局、上海虹桥综合交通枢纽建设指挥部、铁道第三勘察设计院集团有限公司、上海现代建筑设计（集团）有限公司、上海建科建设监理咨询有限公司、上海天佑工程咨询有限公司等单位的大力支持与多方帮助，在此表示深深的感谢，并特别感谢铁道部郑健、上海铁路局王峰等领导对我们的长期关心和指导。

本书希望能够总结京沪高速铁路上海虹桥站施工管理的经验，力求将京沪高铁上海虹桥站管理的全貌如实呈现给读者，但限于编者水平有限，难免挂一漏万，忽略更多值得加重笔墨的地方，疏漏之处，还望广大读者不吝赐教。

编 者

2011 年 10 月

目录

第1章 高铁虹桥站工程概况	1
1.1 工程总体概述	2
1.1.1 高铁虹桥站的功能与作用	2
1.1.2 工程背景	2
1.1.3 高铁虹桥站地理位置	4
1.2 高铁虹桥站建筑概况	6
1.2.1 功能区布局	6
1.2.2 建筑概况	6
1.2.3 装饰概况	8
1.2.4 幕墙、屋面概况	11
1.3 高铁虹桥站结构概况	11
1.3.1 地下室结构概况	11
1.3.2 上部结构概况	12
1.3.3 南北辅楼结构概况	13
1.3.4 站台结构概况	13
1.3.5 钢结构概况	13
1.4 高铁虹桥站机电安装概况	14
1.4.1 机电安装工程简介	14
1.4.2 项目分区及功能简介	14
1.4.3 主要系统组成	15
1.5 四电机房工程概况	16
1.5.1 “四电”系统的组成与分布	16
1.5.2 客服信息系统主要内容	18
1.5.3 车站站台票发售系统	18

第2章 工程分析

19

2.1	施工内容及工程量分析	20
2.1.1	上海虹桥综合交通枢纽工程整体概况	20
2.1.2	高铁虹桥站规模及工程施工指标分析	20
2.2	施工工期分析	21
2.2.1	总工期节点要求分析	21
2.2.2	阶段节点目标要求分析	21
2.3	界面分析	22
2.3.1	投资界面划分分析	22
2.3.2	设计界面划分分析	22
2.4	周边约束条件分析	22
2.4.1	高铁虹桥站房下方与地铁西站关系分析	23
2.4.2	东侧与磁浮关系分析	23
2.4.3	西侧与西交通中心关系分析	23
2.4.4	南北侧与楼前高架及铁路站场的关系分析	23
2.4.5	周边道路及交通组织分析	24
2.5	各阶段各专业施工的认识与分析	24
2.5.1	土建施工分析	24
2.5.2	钢结构施工分析	25
2.5.3	幕墙施工分析	27
2.5.4	屋面施工分析	28
2.5.5	机电设备安装施工分析	28
2.5.6	装饰施工分析	30
2.5.7	工程关键线路分析	33

第3章 总体布置及关键技术路线流程

35

3.1	总体布置	36
3.2	总进度计划确定	44
3.3	总体关键线路及施工流程确定	45
3.4	多通路立体交叉施工道路及平面布置	46
3.4.1	工程建设初期周边环境与道路布置	46
3.4.2	基坑施工阶段道路布置	46
3.4.3	主体结构施工阶段道路布置	52
3.4.4	上部装饰施工阶段道路布置	54
3.4.5	结合道路的水、电平面布置	56
3.4.6	结合道路的排水平面布置	57
3.5	大型起重设备的选用与布置	58
3.5.1	土建结构塔机分阶段策划与布置	58
3.5.2	地下钢结构履带吊等大型机械的分阶段策划与布置	59
3.6	钢结构吊装技术流程部署	59
3.6.1	复杂工况下组合式钢结构吊装施工技术	59
3.6.2	大流水施工配合节间综合吊装工艺	59
3.7	相邻界面的总体流程部署	61
3.7.1	下方与地铁西站界面流程部署	61
3.7.2	东侧与磁浮流程部署	61
3.7.3	西侧与西交通中心流程部署	62
3.7.4	南北侧与楼前高架及铁路站场流程部署	66
3.7.5	与铁路线路界面流程部署	69

第4章 主要工艺措施确定与分阶段实施	71
4.1 土建施工策划路线确定与实施	72
4.1.1 土方开挖流程及路线确定与实施	72
4.1.2 承受动荷载作用下结构体系比选与确定	73
4.1.3 承受动荷载作用的梁柱节点试验	73
4.1.4 大截面劲性梁柱施工技术研究确定	74
4.1.5 超长、超厚、超大体积无缝底板施工技术的确定	74
4.1.6 大截面劲性柱灌芯施工技术的确定	75
4.1.7 大面积叠合板结构施工工艺流程的确定	76
4.2 钢结构技术路线确定	77
4.3 屋面施工设计技术路线与实施	77
4.4 安装工程前期策划与确定	78
4.4.1 高铁主站房深化设计主要内容	78
4.4.2 深化设计对工程进度、工程效益、工程质量的影响	85
4.5 装饰工程前期策划与确定	87
4.5.1 装饰深化设计特点、范围及要求	87
4.5.2 大截面钢管柱外清水饰面策划与确定	88
4.5.3 结构顶板下大面积吸声保温喷涂策划与确定	89
4.5.4 大面积、多种异性吊顶策划与确定	89
4.5.5 室外站台吊顶板施工流程策划与确定	90
4.5.6 大空间超高、超大片式脚手架策划与确定	90

第5章 高铁特色的施工方法介绍	91
5.1 与地铁长距离套叠超大型深基坑挖土施工	92
5.1.1 软土地基中超临界边坡深度挖土施工控制技术	92
5.1.2 挖土过程中对超长重力坝的变形控制	92
5.1.3 套叠深基坑分层分区挖土控制措施	94
5.2 超大体量耐久性混凝土底板施工控制技术	96
5.2.1 底板概况及对策	96
5.2.2 施工分块	96
5.2.3 底板混凝土配合比设计	97
5.2.4 模筋混凝土	97
5.3 “站桥合一”动荷载长期作用下的劲性混凝土结构施工技术	98
5.3.1 大截面劲性柱结构施工	98
5.3.2 超长超厚耐久性外墙板抗裂施工技术	100
5.3.3 复杂截面劲性梁柱节点施工技术	102
5.3.4 承受动荷载的轨道层结构施工技术	106
5.4 地下结构外防水及回填土施工技术	107
5.4.1 高铁站房地下结构全包外防水施工技术	107
5.4.2 高铁站房外墙与重力坝间第一阶段回填土	110
5.4.3 高铁站房外墙外铁路线路地基第二阶段回填土	111
5.5 钢结构柱脚埋件复测及处理	111
5.6 钢结构分段处理施工技术	112
5.7 安装施工特色	113
5.7.1 光导照明系统的应用	113
5.7.2 地源热泵地埋管施工	114
5.7.3 太阳能光伏屋面施工	114

5.8	装饰工程施工	116
5.8.1	大截面钢管柱外 GRC 清水饰面施工技术	116
5.8.2	结构顶板下大面积吸声保温喷涂施工	119
5.8.3	大面积、多种异形吊顶施工技术	120
5.8.4	室外站台屋面吊顶逆作施工技术	121
5.8.5	地面石材应用六面防护技术	122
5.8.6	提高站台侧壁精度及声学效果的装饰声学构造技术	122
5.8.7	利用桁架结构钢屋架次檩条挂吊超高装饰吊顶转换层施工工艺	124
5.8.8	大空间超高、超大片式装饰脚手架施工技术	124
5.8.9	大面积墙地面石材铺贴施工技术	127
5.8.10	屋面、幕墙施工技术	129

第6章	工程纪实	131
-----	------	-----

后记	140
----	-----

第 1 章

高铁虹桥站工程概况

工程总体概述

高铁虹桥站建筑概况

高铁虹桥站结构概况

高铁虹桥站机电安装概况

四电机房工程概况

1.1 工程总体概述

1.1.1 高铁虹桥站的功能与作用

新建京沪高速铁路上海虹桥站（以下简称高铁虹桥站，见图 1-1）是中国第一条时速可达 350 km 的京沪高速铁路终到始发站，是京沪高速铁路的重要组成部分，且处于京沪、沪昆两大铁路干线交汇处，是铁路华东地区重要的枢纽，建成后与上海地区其他铁路客站共同构成全国四大铁路客运枢纽之一。高铁虹桥站含高速、综合两个车场，主要有京沪高速铁路、沪宁城际高速铁路、沪杭高速铁路多条线路通过，总规模为 30 台、30 线，年设计旅客流量为 6 000 万人次。高铁虹桥站工程是上海虹桥综合交通枢纽工程重要组成部分，与地铁、磁浮、机场、长途、公交、出租无缝连接，使众多不同类型、不同功能的单体在“空铁联运”的概念下，共同组成了世界级超大型综合交通枢纽。

高铁虹桥站站房、站场等全部工程计划竣工日期与京沪高速铁路工程同步，其中站房主体及综合场工程在 2010 年 7 月上海世博会期间投入使用。建成后的高铁虹桥站具有近期（2020 年）办理旅客列车到发 260 对、年发送旅客 5 272 万人次，远期（2030 年）办理旅客列车到发 335 对、年发送旅客 7 838 万人次的客运能力。它的建成对形成铁路旅客运输高速化、公交化，完善快速、便捷的客运网，提高铁路运输质量，促进上海在华东乃至全国的经济辐射力，具有重要的意义。



图 1-1 高铁虹桥站效果图

1.1.2 工程背景

1. 我国高铁工程发展状况

我国高速铁路发展规划是由 2004 年经国务院批准的《中长期铁路网规划》确定的，2008 年对这个规划进行了调整。近年来，中国铁路大力推进体制创新、管理创新和技术创新，走出了一条自主创新、跨越式发展的成功之路。目前，中国是世界上高速铁路发展最快、系统技术最全、集成能力最强、运营里程最长、运营速度最高、在建规模最大的国家，在高铁领域稳居六项世界第一。

我国高速铁路的各项技术不仅达到了世界先进水平，而且形成了具有自主知识产权的成套技术体系。经过几年的不懈努力，目前我国投入运营的高速铁路已达到 6 920 km，位居世界第一。今后几年，中国高速铁路建设将进入全面收获时期。到 2012 年，中国将有 36 条客运专线投入运营，总里程将达到 1.3 万 km，基本建成以“四横四纵”为骨架的全

国快速客运网。高速铁路具有极为明显的优势：在运行速度方面，目前我国高铁最高运营时速可达 350 km，堪称陆地飞行；在运输能力方面，一个长编组的列车可以运送 1 000 多人，每隔 3 min 就可以开出一列车，一条高速铁路年运量可达 1.6 亿人，运力强大；在适应环境方面，高速列车可以全天候运行，基本不受雨、雪、雾的影响；在列车开行方面，采取“公交化”的模式，旅客可以随到随走；在节能环保方面，高速铁路是绿色交通工具，非常符合节能减排的要求。正因为如此，高速铁路的重要作用不断显现，其深远意义也正在不断为人们所认识。高速铁路效果图如图 1-2 所示。



图 1-2 高速铁路效果图

2. 京沪高速铁路全线概况

京沪高速铁路从北京南站出发，终止于上海虹桥站，全线纵贯北京、天津、上海三大直辖市和河北、山东、安徽、江苏四省，共设 23 个客运站点，全程共 1 318 km，是我国目前最长的客运专线之一。京沪高速铁路建成后，与既有京沪铁路实现客货分流——新建的高速铁路为客运专线，既有的京沪铁路为货运主线。届时北京至上海的高速列车全程运行时间只需 5 h 左右，比目前京沪间特快列车缩短 9 h 左右，年输送旅客单向可达 8 000 余万人，大大提升了既有京沪铁路的能力，使既有京沪线单向年货运能力达 1.3 亿 t 以上，从而满足京沪通道客货运输需求，从根本上解决京沪通道运输能力紧张的状况，真正实现“人便其行，货畅其流”。京沪高速铁路全线示意图如图 1-3 所示。

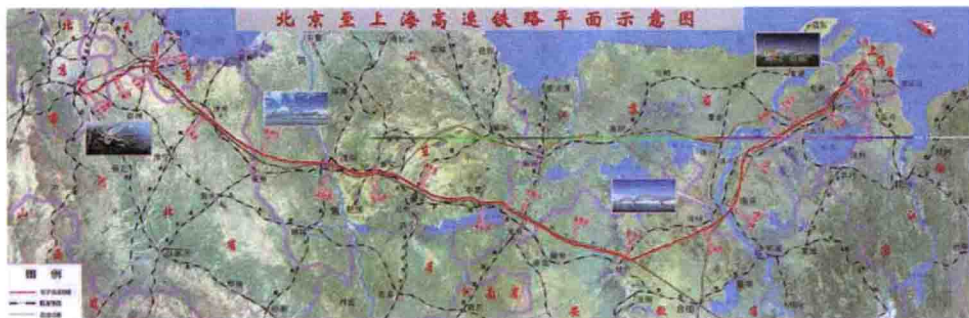


图 1-3 京沪高速铁路全线示意图

上海虹桥综合交通枢纽工程是一项综合性强、涉及面广的系统工程，集航空港、高速铁路与城际铁路、磁浮、城市轨道交通、公交和出租车等多种交通方式，是当今世界上最复杂、规模最大的交通枢纽。作为其重要组成部分的高铁虹桥站工程位于整个核心区工程

的西侧，东临磁浮车站，西临西交通中心，南北方向与楼前高架及高速铁路站场相邻。高铁虹桥站造型以平直、方正、厚重为设计原则，铁路站房与地铁、磁浮车站、机场航站楼的无缝连接，公交枢纽、长短途客运、出租客运布局紧凑，充分体验出现代交通建筑高效、简洁的时代特性。

上海虹桥综合交通枢纽工程位于上海市中心城区以西，闵行区的华漕镇和长宁区的虹桥地区，规划占地面积约 26.34 km^2 。地处沪青平公路以北，华翔路以东，北翟路以南，在现有虹桥机场的西面。虹桥综合交通枢纽工程规划图如图 1-6 所示。

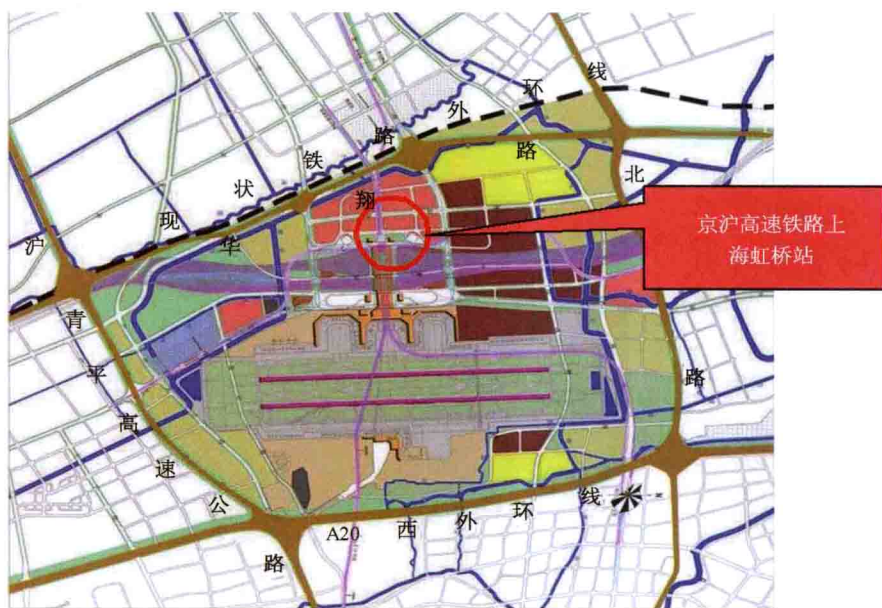


图 1-6 虹桥综合交通枢纽工程规划图

上海虹桥综合交通枢纽核心区占地面积约 4 km^2 ，各交通主体的平面布局由东向西依次为：虹桥机场 2 号航站楼（以下简称航站楼）、东交通中心、地铁虹桥东站、磁浮虹桥站、地铁虹桥西站、高铁虹桥站、西交通中心、西交通中心西延伸段、中央轴线公共配套工程等几大建筑单体组成，地铁轨道交通由东向西从地下穿越整个交通枢纽。虹桥综合交通枢纽核心区关系示意图如图 1-7 所示。

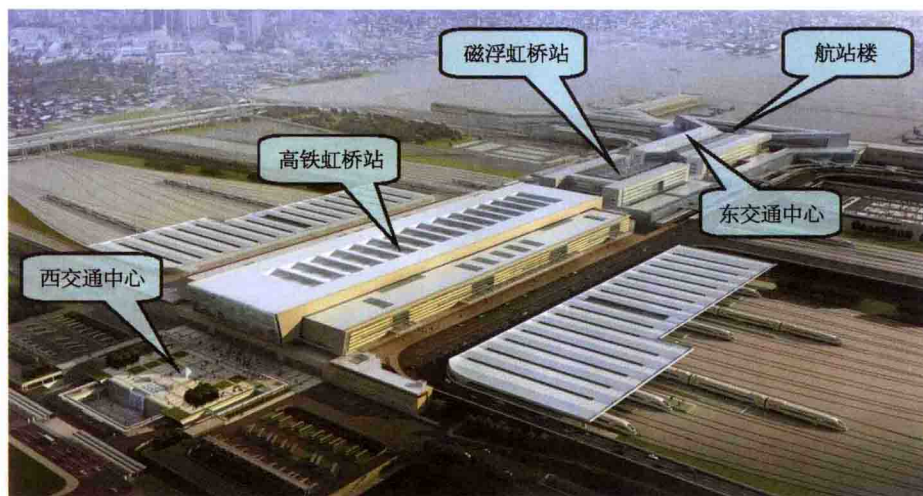


图 1-7 虹桥综合交通枢纽核心区关系示意图

虹桥综合交通枢纽核心区充分利用地下空间实现航空、磁浮、高速铁路、轨道交通、长途客运与市内公交等不同交流方式换乘,地下空间总面积达到了 50 多万平方米。其中,高铁虹桥站基坑规模达 16 万 m^2 ,施工期间受周边条件限制,是整个虹桥综合交通枢纽核心区内工期最紧、规模最大、最为复杂的单体。西侧相邻的西交通中心主要为地下空间,总建筑面积约 26 万 m^2 ,主要为高铁虹桥站配套服务。虹桥综合交通枢纽核心区平面示意图如图 1-8 所示。

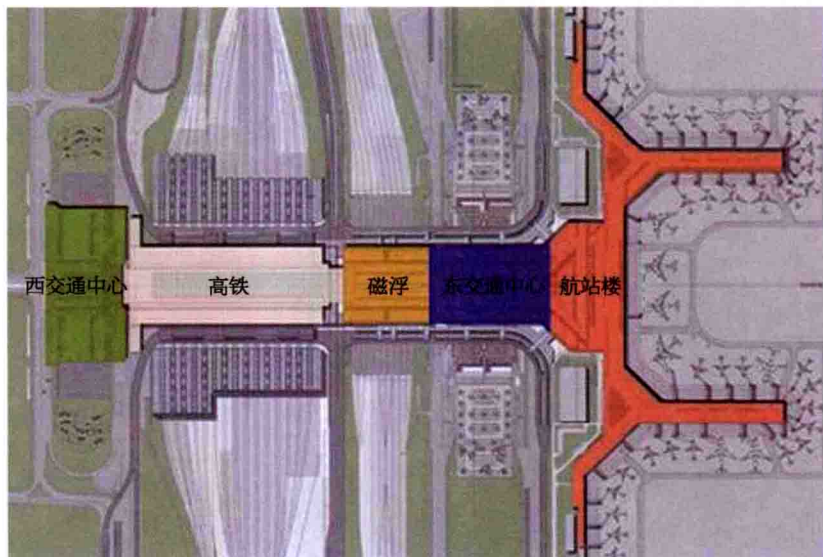


图 1-8 虹桥综合交通枢纽核心区平面示意图

1.2 高铁虹桥站建筑概况

1.2.1 功能区布局

高铁虹桥站工程(见图 1-9)由 I 区站房主体(见图 1-10)、II 区南北辅助办公楼、III 区无站台柱雨篷、IV 区 550 m 站台范围内站场设备等工程组成。设高速场和城际普速综合场两个车场,总规模为 16 台、30 线,其中高速场 10 台、19 线,城际普速综合场 6 台、11 线。高铁虹桥站站房建筑面积约 22.42 万 m^2 ,地下 1 层,地上 3 层;建筑高度檐口高度 40.5 m;工程设计标高 $\pm 0.00 \text{ m}$ 相当于 7.35 m 绝对标高。

与高铁虹桥站地下室与下方的地铁西站工程整合建设,是虹桥综合交通枢纽基坑工程中的重要组成部分。高铁虹桥站房(地铁西站)地下室共地下 3 层:地铁西站位于高铁投影面以下,为 2 号线、5 号线、10 号线、17 号线、青浦线这五条线换乘车站,2 号线、10 号线、青浦线站台位于东西向地下二层(B2 层),5 号线、17 号线站台位于南北向地下三层(B3 层),地下一层(B1 层)为地铁西站、高铁虹桥站共用地下站厅层。另外,地铁西站配套工程还包括地下出租车及联络车道、磁浮连接体、高架车道等。

与高铁虹桥站西侧相邻的西交通中心为地下结构,在施工期间及完成后为高铁虹桥站服务。

1.2.2 建筑概况

1. 站房主体

高铁虹桥站站房主体东西总长 448 m,南北向宽 198 m,主体建筑面积 22.42 万 m^2 ,

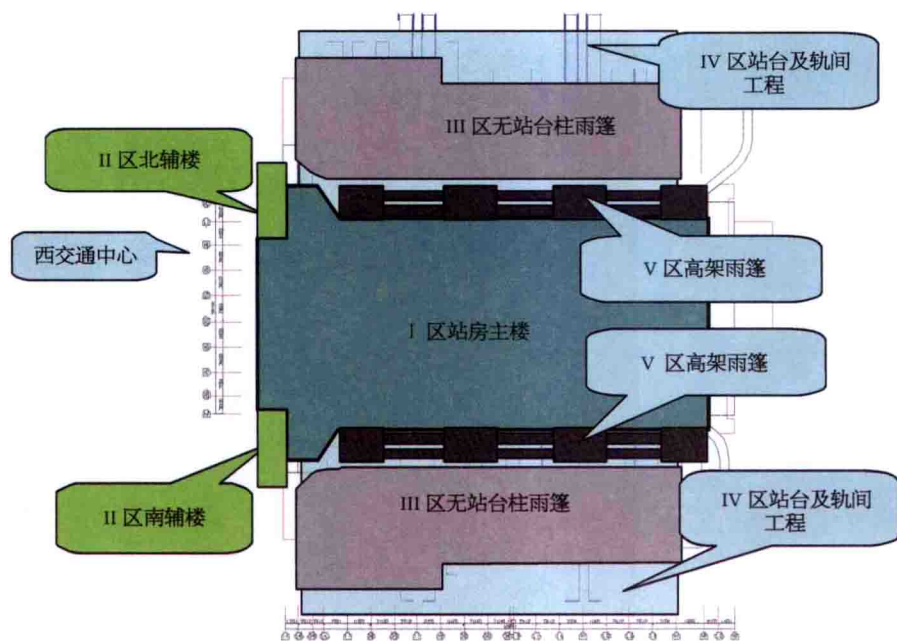


图 1-9 高铁虹桥站地面总图

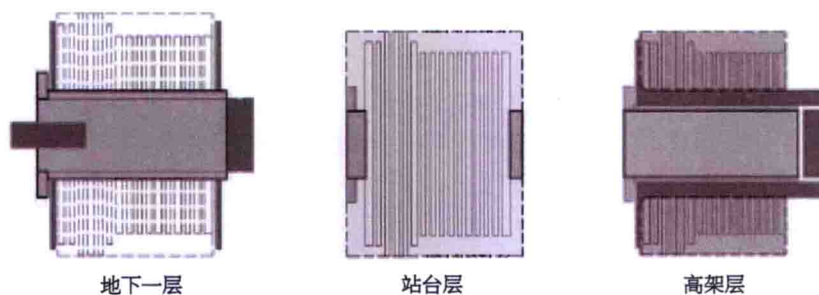


图 1-10 主体站房主要层面平面图

其中地上约 14 万 m^2 ，地下约 7 万 m^2 (B1 层)。站房主体共 4 层，包括 40.50 m (30.00 m) 屋面层，10.10 m 高架层 (含 21.95 m 高架商业夹层、16.10 m 高架办公夹层、6.50 m 设备夹层)，-2.55 m (± 0.00 m) 的轨道 (站台) 层和 -11.55 m 地下一层 (含 -4.80 m 公交上客平台夹层)。中间及西侧区域投影面以下为叠合的地铁西站部分，为上述五条线换乘的综合地铁枢纽车站，总建筑面积为 90 847 m^2 。其中，地下三层为南北走向的 5 号线与 17 号线的站台层，南北长 431 m，东西宽 22.4 m；地下二层为东西走向的青浦线、2 号线、10 号线的站台层、区间，东西长 568.0 m (包括西交通中心投影面以下)，南北宽 80 ~ 100 m。

2. 南北辅楼

高铁虹桥站辅楼分为南辅楼与北辅楼，与其下的地铁西站中的 5 号线、17 号线合建，地铁西站为辅楼的基础，除地铁西站外，西南、西北两辅楼均为地上 3 层、地下 2 层 (不含设备夹层)。辅楼总建筑面积 17 918.4 m^2 。南辅楼位于站房主体西南，面积 8 907 m^2 ，其中地下 5 296 m^2 ，地上 3 611 m^2 ；北辅楼位于站房主体西北，面积 8 907 m^2 ，其中地下 5 296 m^2 ，地上 3 611 m^2 。檐口标高 13.50 m，局部凸出屋面设备风道标高 15.45 m，主体地上首层层高 4.20 m，其余均为 3.90 m。

3. 站台

站台包含 2 个基本站台、14 个中间站台、站房主体外南北两侧的综合过轨设备管沟、站房主体内的轨道层排水沟及站房主体外站台范围内的站场排水沟的绕柱部分内容。基本站台及中间站台又可分为和站房主体合建与分建两大部分。站台面积 99 200 m², 国铁风道及过轨管沟 11 792 m², 站台板下 51 776 m²。站台共分两层, 站台层至高架层底板净高 6.00 m, 站台板下净高 1.95 m。

4. 西交通中心

平面分为三部分, 南北两侧为地下停车库 (A 区、C 区), 中间部分为地铁西站及长途客运中心 (B 区)。西交通中心竖向共分 6 个层面: 地表层 (7.20 m 层) 为屋顶广场层, 主要为 SN3 路、SN4 路及巴士停车场; 地下一层 (2.40 m 层) 为社会停车库和长途客运枢纽, 地下二层 (-0.90 m 层) 为社会停车库, 地下三层 (-4.22 m 层) 为社会停车库及中央通道, 地下四层 (-13.64 m 层) 为 2 号线、10 号线、青浦线站台层, 地下五层 (-20.24 m 层) 为排风通道。

1.2.3 装饰概况

1. 装饰设计原则及设计理念

1) 设计原则

高铁虹桥站外立面采用平直、方正、厚重的造型, 立面造型的风格延续至室内设计中, 做到内外协调、形成整体。因此, 室内装饰设计原则为简洁、大方、通透、明亮、有序, 并适当暴露结构, 体现结构杆件的形式感。高铁虹桥站与虹桥机场、虹桥磁浮车站连接为一体, 建筑综合体不仅高度一致, 且立面风格、颜色大体一致, 室内设计与其做好过渡和衔接, 形成和谐统一的室内整体效果。高铁虹桥站外立面效果图如图 1-11 所示。



图 1-11 高铁虹桥站外立面效果图

2) 设计理念

以充分体现铁道部关于“系统性、功能性、经济性、先进性、文化性”的科学人文思想为设计理念, 结合“本土文化与现代城市建设”的特点, 将“本土特色、环境为源”的视觉设计特色与区域、地域文化的特点融合在高铁虹桥站室内装修设计之中。

3) 设计手法

设计手法从元素化、统一化、模数化出发,采用绿色环保材料,遵循整齐划一的总体控制方式,化繁为简;从整体着手,从细部着眼,全力打造一个现代、舒适的虹桥站室内空间;根据“重结构、轻装饰”的指导思想,认真研究顶部各部分的尺度比例、分格形式等关系,在装饰手法和材料运用方面力求实现从“实”到“虚”手法统一、过渡自然的装饰效果;在站房高低跨结构桁架梁地方采用了半遮挡的处理手法。

2. 装饰材料分布

(1) 地下出站层 (-11.55 m): 吊顶主要采用铝合金金属扩张网、铝合金板与倒“凹”形铝合金箱形垂片组合成地下一层的吊顶体系,吊顶金属材料表面用浅灰色氟碳喷涂;地面主要采用浅灰色花岗岩,以灰色花岗岩作为色带分隔。地下出站层 (-11.55 m) 装修材料应用分布见表 1-1。

表 1-1 地下出站层 (-11.55 m) 装修材料应用分布表

项 目		应用范围
地面	花岗岩石材地面	人行通廊、出站区、商业区、东西厅 (含夹层)
吊顶	金属扩张网吊顶	人行通廊、出站区
	铝板吊顶	商业区、东西厅
	箱形挂片吊顶	商业区通道、东西厅
	穿孔铝合金瓦楞板	独立商业围合区、出租车入口及人行区、西厅夹层
	铝合金 U 形挂片	公交夹层
	吸声喷涂顶棚	-2.55 m 标高结构顶板
	安全石材墙面	出站区、东西厅 (含夹层)、出租车人行区、配套单体
内墙	清水水泥涂料	地下层结构柱
结构梁	清水水泥涂料	人行通廊

(2) 地面层 ($\pm 0.00\text{ m}$): 站屋的站台部分,包括东西进厅、贵宾厅及相配套的进厅及候车室等。吊顶主要采用铝合金金属挂片,与金属瓦楞板组合成东西进厅的吊顶体系;软席候车室吊顶为金属波形吸声铝板,材料表面用浅灰色氟碳喷涂。地面主要采用浅灰色花岗岩。地面层 ($\pm 0.00\text{ m}$) 装修材料应用分布见表 1-2。

表 1-2 地面层 ($\pm 0.00\text{ m}$) 装修材料应用分布表

项 目		应用范围
地面	花岗岩石材地面	东西进厅、软席候车室、站台
吊顶	金属铝板挂片	东西进厅、软席候车室
	铝板吊顶	无站台柱雨篷、站台、卫生间
	吸声喷涂顶棚	站台股道上方
内墙	安全石材幕墙	东西进厅、软席候车室

(3) 高架进站层 (10.10 m): 分为南北入口、售票区、候车区、检票区四大区域。高架进站层 (10.10 m) 装修材料应用分布见表 1-3。

各区域装饰后效果如图 1-12 所示。



图 1-12 各区域装饰效果图

(a) 站台雨篷；(b) 站台；(c) 一层东站厅；(d) 一层西站厅；(e) 西北区域商务 VIP；
(f) 南北入口；(g) 售票厅；(h) 候车大厅；(i) 检票口；(j) 西大厅；(k) 商业区；(l) 卫生间

表 1-3 高架进站层 (10.10 m) 装修材料应用分布表

项 目		应 用 范 围
地面	金属防尘垫	入口门斗
	石材	安检区外侧 (南北入口)、候车大厅、售票区、小件寄存、下站检票口
	静电地板	售票办公
	地砖	防疫、医务室
	安全夹胶玻璃	下站检票口两侧
	成品盲道	安检区外侧 (南北入口)、候车大厅、售票区、下站检票口
	变形缝	安检区外侧 (南北入口)
	引导线、一米线	售票区
墙面	石材	安检区外侧 (东西南北入口)、售票区
	玻璃	售票区、候车大厅、风柱
	乳胶漆	售票办公、防疫、医务室
	FC 板	风柱
顶面	铝制瓦楞板	安检区外侧 (东西入口)、售票区、东西大厅
	条形铝板	候车大厅
	弧形铝板	候车大厅
	FC 板	安检区外侧 (南北入口)
	矿棉板	售票办公、防疫、医务室

1.2.4 幕墙、屋面概况

高铁虹桥站新建工程建筑风格严谨而丰富,体现了“平实、方正、厚重”的设计理念。建筑幕墙在满足建筑设计要求的同时,对屋面玻璃采光及太阳能板相结合的锯齿形新型屋面系统进行了精心的设计,使建筑物形成一个高度和谐、特色鲜明的整体。幕墙面材主要为玻璃、石材、铝板等。建筑幕墙主要包括石材幕墙、横明竖隐框架玻璃幕墙、全隐框架玻璃幕墙、明框框架玻璃幕墙、条形玻璃窗、齿形点式玻璃幕墙、点式玻璃幕墙、钢结构点式玻璃雨篷等。建筑幕墙约 13 万 m²,其中主站房外立面建筑幕墙约 9 万 m²,内幕墙约为 4 万多平方米。

1.3 高铁虹桥站结构概况

1.3.1 地下室结构概况

高铁虹桥站 (地铁西站) 地下结构为 3 层劲性柱结合混凝土柱框架结构。各层底板结构面标高分别为 B1 层: -11.70 m; B2 层: -20.67 m; B3 层: -26.17 m、-27.16 m、-27.97 m、-29.11 m。各层的层高: B3 ~ B2 层为 8.44 m (5 号线、17 号线), B2 ~ B1 层为 8.97 m, B1 ~ 零层为 9.15 m。

工程桩为钻孔灌注桩 (部分桩型为扩孔桩), 基础采用钢筋混凝土桩筏基础, 并在整个站房范围及与西交通中心、SN5 路连接体、磁浮车站的整个范围内不设永久变形缝。各层底板厚度分别为 B1 层 2 000 mm, B2 层 3 000 mm, B3 层 2 500 mm。地下结构形式为钢-混凝土组合结构, 建筑结构的安全等级为一级, 设计基准为 50 年, 耐久性年限为 100 年, 基本抗震设防烈度为 7 度 (0.10 g), 本建筑抗震设防类别为乙类, 地震作用按基本

抗震设防烈度计算，按 8 度采取抗震措施。站房主体轨道层结构东西长 411.3 m，南北宽 199.6 m；东西方向设 5 道伸缩缝（满足抗震缝的要求），南北方向设 2 道伸缩缝。结构东西向柱网为 10.5 ~ 14.2 m，南北向柱网为 18 m + 21 m + 24 m × 5 + 21 m + 18 m。轨道层主要承受列车动力荷载的与钢管混凝土相连的框架梁采用型钢混凝土梁，典型截面一般为 1 000 mm × 2 300 mm、1 200 mm × 2 500 mm，主要承受列车动力荷载的柱采用矩形钢管混凝土柱或钢筋混凝土柱，典型截面为 1 400 mm × 1 400 mm，其他梁、柱、板及地下室边墙等采用普通钢筋混凝土结构。具体混凝土标号见表 1-4。

表 1-4 耐久性混凝土要求

混凝土强度	使用部位	耐久性（年）	碳化环境	电通量（C，56 d）	执行标准
C35(P8)R56	基础底板及轨道层梁板	100	T2	< 1 500	铁路标准
C35R56	楼梯及风道墙板	100	T2	< 1 500	铁路标准
C40(P8)R56	地下室外墙	100	T3	< 1 500	铁路标准
C50R56	混凝土柱	100	T2	< 1 000	铁路标准
	钢管混凝土柱内灌芯	100	T2	< 1 000	铁路标准

钢管混凝土柱外涂厚型防火涂料，满足一级耐火等级要求，柱脚采用埋入式刚接柱脚。地下结构防水以混凝土结构自防水为主，并辅以附加防水层的全包防水体系。

1.3.2 上部结构概况

高铁主站房上部为全钢结构，平面布置呈长方形，东西为长度方向，长 418 m（① ~ ②③轴），南北为宽度方向，宽 162 m（⑩ ~ ⑪轴）；立面上呈南北两侧为 30 m 高、中间为 40 m 的阶梯形布置。站房上部按标高主要分为 -2.55 ~ 0.00 m 站台层，6.50 ~ 10.00 m 桁架层，16.00 m、21.85 m 夹层，30.00 m 屋盖层，40.00 m 屋盖层等楼层；除 6.50 ~ 10.00 m 桁架层、30.00 m 屋盖层、40.00 m 屋盖层为桁架结构外，其余楼层均采用钢框架结构。高铁虹桥站房南北向剖面、东西向剖面如图 1-13、图 1-14 所示。

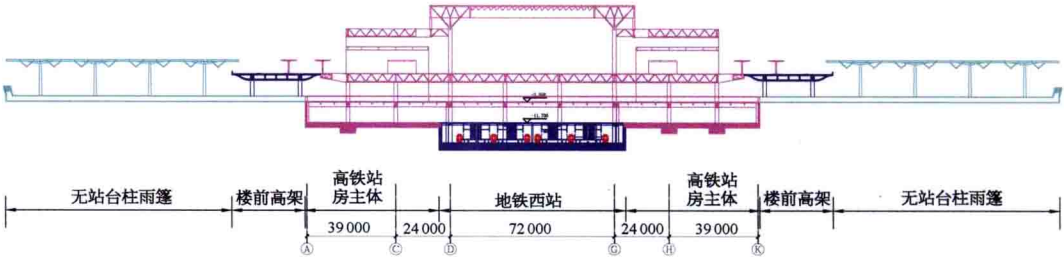


图 1-13 高铁虹桥站房南北向剖面

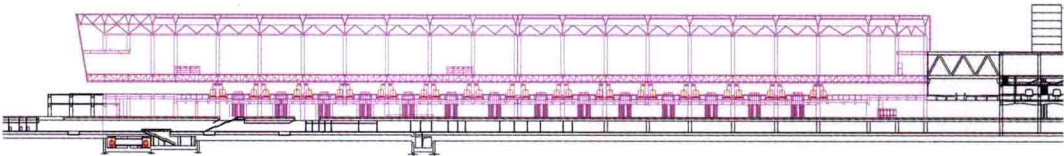


图 1-14 高铁虹桥站房东西向剖面

1.3.3 南北辅楼结构概况

南北辅楼为钢筋混凝土框架结构。结构外墙、顶板等均采用 C30、S8 混凝土,并在外墙、顶板外侧辅以柔性防水层。

1.3.4 站台结构概况

(1) 站台为钢筋混凝土结构。与站房主体合建及分建的站台采用在主体结构上设置钢筋混凝土站台墙及站台柱的架空站台,其他站台为设置现浇钢筋混凝土站台挡墙的填土站台。站台挡墙 20 ~ 30 m 间设置一道伸缩缝,在 14 个与站房主体分建的中间站台下设置有地源热泵用的地埋管。

(2) 与站房主体分建的站台及站台下综合设备管沟下的地基采用水泥搅拌桩处理。综合过轨设备管沟为现浇钢筋混凝土结构,在过轨段与站台段之间设置变形缝,并在每一中间站台上设置人工孔。排水沟采用现浇钢筋混凝土结构,并设置无机复合沟盖板。

(3) 与站台墙、站台基础及站台主体分建的站台柱在混凝土配合比设计时满足耐久性为 50 年的氯盐环境下的高性能混凝土的要求。综合设备管沟的混凝土满足耐久性为 100 年的碳化环境下的高性能混凝土的要求。

1.3.5 钢结构概况

高铁虹桥站钢结构主要分为站房和无站台柱雨篷两部分。

站房整个建筑分为地下 3 层,地上 2 层,其中地下二层、三层为地铁西站范围。其地上部分建筑东西向长度 414 m (23 根轴线,①~②③轴),南北向长度 162 m (8 根轴线,①~⑧轴),高 40 m。整个高铁站房钢结构总量约 8 万 t。

无站台柱雨篷建筑面积 68 842 m²,分两片对称布置在高铁站房南北两侧,长度方向为 351.8 m,宽度方向为 114 m。整个无站台柱雨篷钢结构总量约 7 000 t。高铁虹桥站新建工程效果图如图 1-15 所示。



图 1-15 高铁虹桥站新建工程效果图

1. 高铁站房结构概况

(1) 高铁站房钢结构分为地上和地下两大部分,地下为框架结构,地上主要为大跨度桁架结构。高铁站房钢结构剖面图如图 1-16 所示。

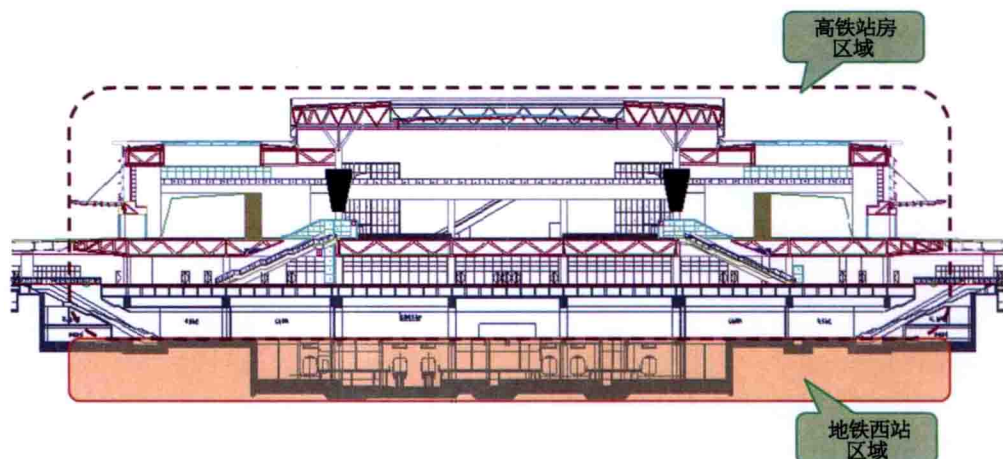


图 1-16 高铁站房钢结构剖面图

(2) 高铁站房地下结构东西方向为 409.7 m (23 根轴线), 南北方向为 198 m (10 根轴线), 由钢柱和钢梁形成框架结构。钢柱截面为 B0 层 1 400 mm × 1 400 mm, 壁厚 40 ~ 90 mm, 主要分布于 -11.70 m 标高上, 共有 266 根; 钢梁主要分布在 -2.55 m 标高轨道层以及 -0.10 m 标高站台层, 最大截面为 2 200 mm × 800 mm × 55 mm × 75 mm, 共 700 余根。

(3) 高铁站房地上结构东西方向为 418 m, 南北方向为 162 m, 高度为 40 m。由立柱、6.50 ~ 10.00 m 标高桁架层、16.00 m 标高夹层、21.85 m 标高夹层、30.00 m 标高屋盖结构层和 40.00 m 标高屋面结构层构成。

2. 无站台柱雨篷结构概况

(1) 无站台柱雨篷根据高铁站房南北对称, 南、北侧无站台柱雨篷的建筑面积、结构形式完全相同。整个无站台柱雨篷为大跨度空间桁架结构, 柱网布置大致呈长方形: 长度方向为 351.8 m (7 根轴线, Ⅲ-1 ~ Ⅲ-7), 其中 Ⅲ-1 对应高铁站房 ①, Ⅲ-7 对应 ⑩; 宽度方向为 114 m (5 根轴线, Ⅲ-A ~ Ⅲ-E 和 Ⅲ-F ~ Ⅲ-K); 结构高度 15.4 m。

(2) 无站台柱雨篷钢结构由立柱、主桁架和次桁架组成。立柱由 52 组叉形钢管柱和 10 组混凝土柱组成。叉形钢管柱每组由 4 根 $\phi 400 \times 24$ 钢管通过 8 根 $\phi 299 \times 16$ 钢管焊接形成的空间结构与桁架上弦相接。主桁架共 56 榀, 呈东西向分布, 与柱连接; 次桁架共 108 个桁架单元, 分布在主桁架间, 与主桁架连接。

1.4 高铁虹桥站机电安装概况

1.4.1 机电安装工程简介

高铁站房和南北辅楼的机电安装工程, 其机电安装总造价 6.4 亿元, 包含站房给水排水、暖通空调、消防、电梯及强弱电工程; 无站台柱雨篷的排水 (雨水) 及南北辅助办公楼的给水排水、暖通空调、消防、电梯及强弱电工程。

1.4.2 项目分区及功能简介

(1) I 区为客站站房主体。

高架夹层一: 部分为机房。

高架夹层二: 部分为机房。

地下一层: 京沪高速铁路候车区、进出站区、人行通廊和设备用房。

(2) II区为南北辅助办公楼。

地下一层：变电所配电设备机房。

地下二层：消防泵、冷热源泵房、柴油发电机房、高压配电室。

(3) III区为无站台立柱雨篷。

(4) IV区为站台及轨道间工程。

(5) V区为高架人行平台雨篷。

站区工程另包括区门卫、垃圾楼、泵房等工程。

1.4.3 主要系统组成

1. 建筑给排水及采暖工程

(1) 室内给水系统、室内排水系统、室内热水供应系统、卫生器具安装、消防系统、给排水系统。

(2) 设计界面：主站房 ± 0.00 m 以上部分的室内给排水系统和消防系统由上海现代建筑设计集团设计， ± 0.00 m 以下部分和室外给排水系统由铁道部第三勘察设计院集团有限公司设计。

(3) 屋顶冲洗水系统：为保证玻璃屋顶面的清洁，单独设置屋顶冲洗水系统，并设置屋顶冲洗箱和屋顶冲洗水泵。

(4) 热水系统：采用太阳能热水器供应热水。向VIP贵宾室卫生间供应热水（35℃），不设置集中热水供应系统。

(5) 饮用水：候车厅内设饮用水末端供水设备，采用过滤加热一体式电加热直饮水机。

(6) 屋面雨水采用虹吸雨水系统收集。雨篷排水采用重力排水，直接排至站台间股道；空调机房冷凝水排水直接排入站台间股道；消防排水，在高架层分散设置地漏排水，直接排入站台间股道。

2. 通风空调系统

(1) 包括送排风系统、防排烟系统、空调风系统、制冷设备系统、空调水系统。

(2) 客站站房、辅助办公楼设置中央空调系统，夏季供冷，冬季供暖。其他如门卫值班室、上水工休息室、垃圾转运站办公室设置分体式冷暖空调器。

(3) 在站房地下一层南北两侧出租车道上方均设有新风道与排风道。每道风道的东西两端均设有地面风亭，共4组；其中两端两组风亭与辅楼结合设置。站房地下一层空调通风系统的新风均取自新风道，排风及火灾排烟均经排风道排出。

(4) 站房主体空调系统的冷负荷为19977kW，热负荷7126kW；辅助生产办公楼的空调系统冷负荷为1303kW，热负荷为336kW。冷热源的设置采用离心式冷水机组与地源热泵冷热水机组联合工作的方案。离心式冷水机组单台制冷量4571kW，共设4台；地源热泵冷热水机组单台制冷量为2256kW，制热量为2856kW，共设3台。

(5) 夏季（空调季节），主要由离心式冷水机组提供空调冷冻水，地源热泵冷热水机组主要用于补峰和夜间及过渡季节低负荷情况下使用；冬季（供暖季节），由地源热泵冷热水机组提供空调热水。

(6) 离心式冷水机组配套采用16台低噪声侧出风冷却塔，单台容量300t/h，设置在北辅楼北侧高架道路下。地源热泵冷热水机组室外换热器采用地埋管系统，地埋管系统设置在南北两侧站台板下（不含东西两侧基本站台）。采用垂直单U形地埋管（钻孔直径110~130mm，孔深90m），利用土层中较恒定的温度，与土壤进行封闭式热量交换。

(7) 空调水系统：采用二次泵系统。其中，一次泵与冷热水机组对应设置且定水量运

行,二次泵采用变频运行;用户侧系统定压采用定压膨胀罐,室外地埋管换热器系统定压,采用高位膨胀水箱,水箱设置在北辅楼屋面。

3. 建筑电气

1) 供配电系统

变配电室、供电干线、电气动力、电气照明安装、备用和不间断电源、防雷及接地安装、太阳能光伏系统。

2) 电力系统

系统设置 10 kV/400 V 变电所 7 座,分别位于北辅楼、南辅楼和主站屋的地下一层。其中南辅楼地下及主站房东北角设置柴油发电机房,内分别配置 2 台柴油发电机组。10 kV 高压配电所电源来自新建虹桥铁路高压配电所,引入 2 条 10 kV 独立回路,共 4 个回路电缆,并预留 1 条来自公用电网的高压电缆。每个变电所的重要负荷电源均来自 2 路独立电源,当这两路 10 kV 电源均故障停电时,由柴油发电机应急供电。

3) 照明系统

本项目的照明分为一般照明、应急照明、疏散照明指示标志灯、航空障碍灯、户外照明、商场及大堂照明。照明光源分别采用荧光灯、高效荧光灯、泛光照明;疏散指示照明内置自备电池,其放电时间按安装部位分别不少于 60 min 和 120 min。

4) 防雷系统

本项目为一类公共建筑,按二类防雷要求设计,分为三部分防雷系统施工:防直击雷、防感应雷、防电磁脉冲。

5) 太阳能光伏系统

本工程采用双面透光型多晶硅太阳能电池形成太阳能光伏阵列,将太阳能转化为电能,通过整流逆变设备提供给用电设备。太阳能板设置在南北无站台柱雨篷上方;装机容量为 6.68 MW;太阳能光伏阵列系统按并网系统设置,所发电能并网运行,并网设置于地下一层出租车道西北角的太阳能控制机房内,用以控制设备。

6) 光纤照明系统

本着建立国际一流顶级站房的理念,于地下商业大通廊 ⑩ 轴、⑰ 轴处设置光导照明区,营造站房室内具有生态环境的“中型植物区”。

4. 建筑设备

(1) 电梯、自动扶梯。

(2) 设备机房工程。

(3) 冷冻机房:冷冻机房设离心式制冷机组 4 台,螺杆式地源热泵机组 3 台,各类大小水泵 30 台,管径为 DN25 ~ DN800 的各类管道 4 500 m。

(4) 消防和给水泵房。

(5) 1# ~ 7# 变电所。

(6) 弱电控制室。

1.5 四电机房工程概况

1.5.1 “四电”系统的组成与分布

京沪高速铁路的“四电”系统主要由信号系统、通信系统、电力系统、接触网系统组成。

(1) 信号系统涉及房间范围及功能、所处部位及要求见表 1-5。

表 1-5 信号系统涉及房间范围

序 号	范 围	部 位
1	综合场信号机械室	北辅楼地下一层
2	高速场信号机械室	北辅楼地下一层
3	综合场及高速场 I 区	北辅楼地上一层
4	信号运转室及信息系统机房（综合与高速场）	北辅楼地上二层
5	通信机械室、通信网管中心	北辅楼地上三层
6	通号管井	地下二层~地上三层竖井

(2) 通信系统涉及房间范围及功能、所处部位及要求见表 1-6。

表 1-6 通信系统涉及房间范围

序 号	范 围	部 位
1	沪宁城际高速铁路 RBC 机房	南辅楼地下一层
2	高速场无线闭塞中心	南辅楼地下一层
3	无线覆盖基站及机械室（综合场）	南辅楼地下一层
4	网管中心（综合场和高速场）	南辅楼地下一层
5	通信机房（沪杭客专）	北辅楼地上二层
6	通信网管中心（高速场和综合场）	北辅楼地上三层
7	通信机械室（综合场和高速场）	北辅楼地上三层

(3) 电力系统见表 1-7。

表 1-7 变电所部位

序 号	变 电 所	部 位
1	1# 10kV 变电所	北辅楼 B2 层
2	2# 10kV 变电所	南辅楼 B2 层
3	3# 10kV 变电所	主站房 B1 层东北角
4	4# 10kV 变电所	主站房 B1 层东南角
5	5# 10kV 变电所	南辅楼 B2 层
6	6# 10kV 变电所	主站房 B1 层东北角
7	7# 10kV 变电所	北辅楼 B2 层

(4) 接触网系统见表 1-8。

表 1-8 接触网系统分区

序 号	线 别	接触网线路单元	部 位
1	沪宁城际高速公路	上海枢纽 20 单元	综合场 30 ~ 24 道
2	沪宁城际高速公路	上海枢纽 19 单元	综合场 23 ~ 20 道
3	沪杭城际高速铁路	上海枢纽 22 单元	高速场 19 ~ 13 道
4	沪杭城际高速铁路	沪杭客专 634 单元	高速场 12 ~ 10 道
5	京沪高速铁路	沪杭客专 633 单元	高速场 9 ~ 7 道
6	京沪高速铁路	上海枢纽 21 单元	高速场 6 ~ 1 道

1.5.2 客服信息系统主要内容

虹桥站客运服务信息系统、办公管理信息系统、公安管理信息系统，包括线槽道敷设、设备安装、系统调试、设备工器具等。子系统构成如下：

- (1) 车站旅客服务取消。
- (2) 信息系统集成平台。
- (3) 车站综合显示系统（包括旅客引导显示和到发作业显示）。
- (4) 车站客运广播系统。
- (5) 车站视频监控系统（包括安防视频、客运监控视频）。
- (6) 车站时钟系统。
- (7) 车站自助信息查询系统。
- (8) 车站小件寄存系统。
- (9) 车站求助系统。

1.5.3 车站站台票发售系统

- (1) 车站网络设备及综合布线（包括办公管理信息系统、公安管理信息系统）。
- (2) 车站信息系统安全设备。
- (3) 车站行李安全检查系统。

第2章

工程分析

施工内容及工程量分析

施工工期分析

界面分析

周边约束条件分析

各阶段各专业施工的认识与分析

2.1 施工内容及工程量分析

2.1.1 上海虹桥综合交通枢纽工程整体概况

上海虹桥综合交通枢纽工程核心区域包括多种功能建筑,由东至西依次为航站楼、东交通中心、磁浮虹桥站、高铁虹桥站、西交通中心及贯穿东西的地下地铁车站、周边市政管线、道路等。核心区建筑东西向长约 2.05 km,南北向宽约 1.10 km,建筑最大高度为 45 m,地下 2 层(局部 3 层),地上 2 层(局部 7 层)。总建筑面积约 150 万 m^2 ,其中地下部分约 50 万 m^2 ,基坑高低错落相连,地下二层(三层)相连通的地铁通道长达 1.54 km,最大宽度约 468 m,最大挖深约 31 m,挖土量达 620 多万立方米。建筑物虽功能多样,但从严格意义上来说,结构是一个整体,东西向紧紧相连,无法明确区分开来;工程集多种形式的交通建筑于一体,布局复杂多样,结构高低不一、错综相连,技术要求高、难度大,给工程施工带来较大的挑战。故枢纽工程的施工必须贯彻“统筹规划,分区实施,重点保障”的策略,以对工程进行全面策划。

2.1.2 高铁虹桥站规模及工程施工指标分析

1. 高铁虹桥站规模分析

高铁虹桥站房工程作为上海虹桥综合交通枢纽工程核心区域中汇集京沪高速铁路、沪宁城际高速铁路和上海市轨道交通 2 号线、5 号线、10 号线、17 号线、青浦线的五线换乘车站,具有超规、超长、超高、超重、超深、大跨、连体、错层、上下刚度突变大、体形极其不规则的特点,基坑面积达 16 万 m^2 (高铁放坡线以内基坑面积),总建筑面积达 30 多万平方米,周边与磁浮、西交通中心、楼前高架、高速铁路站场、地下轨道交通车站同步施工,特别是在基础阶段,在围护、土方开挖、材料运输、道路交通组织中无法独立分区施工,相互联系、相互依托、相互制约,形成了“我中有你、你中有我”的施工现象与交叉施工模式,具有施工管理难度大、工期紧、工序复杂等多重特点。

2. 工程施工指标分析

- (1) $\phi 850$ 钻孔灌注桩,桩有效长度 75 ~ 85 m,共 1 363 根。
- (2) 开挖土方量合计 350 万 m^3 (含地铁西站及车库土方量)。
- (3) 结构混凝土合计 22.8 万 m^3 ,其中耐久性混凝土 21 万 m^3 (包括纤维混凝土)。
- (4) 轨道层下钢管劲性混凝土(钢结构)用钢量 30 000 t。
- (5) 站屋主体钢结构用钢量 50 000 t。
- (6) 无柱雨篷用钢量 7 000 t。
- (7) 外立面幕墙 8.28 万 m^2 。
- (8) 室内幕墙、玻璃隔断 6.2 万 m^2 。
- (9) 电梯 42 台,自动扶梯 119 台。
- (10) 各类管道 20 万 m,各种规格风管 20 万 m。
- (11) 各种规格电缆 14 万 m,各种规格电线 200 万 m。
- (12) 各种规格 LED 显示屏 750 块,总面积约 20 240 m^2 。
- (13) 冷冻机组 4 台,地源热泵机组 3 台,埋深 90 m 的埋地管 1 960 根。
- (14) 安装 23 910 块太阳能电池板,总装机容量 6 688 kW。
- (15) 吊顶面积约 27 万 m^2 ,墙面面积约 4 万 m^2 ,地面面积约 21 万 m^2 。

2.2 施工工期分析

2.2.1 总工期节点要求分析

高铁虹桥站工程合同总工期 1776 个日历天, 计划开工日期为 2008 年 6 月 18 日, 竣工日期为 2013 年 4 月 28 日, 站房主体及综合场工程满足 2010 年 7 月 1 日沪宁城际高速铁路通车节点要求。

为满足 2010 年 7 月 1 日沪宁城际高速铁路通车对站房使用功能要求, 站房主体、安装、装饰及外围高架、出租车道等配套需基本完成。但是实际施工周期仅 24 个月, 与浦东国际机场、上海南站等类似工程比较, 其施工周期相当紧张, 且由于在整个虹桥综合交通枢纽核心区工程建设中, 位于西侧的高铁虹桥站和西交通中心相对于东侧的航站楼、东交通中心、磁浮等单体较晚开始施工, 站房主体结构施工阶段与楼前高架、铁路站场、西交通中心存在交叉施工的状态, 对工期影响较大。针对如此超大规模工程的超大工作量, 在超常规工期状态下, 为确保总工期目标实现, 需在相邻边界制约、各工种工序衔接、道路交通组织等各方面分析寻找关键线路, 针对性地结合不同的工况合理安排施工流程及采取相应的部署。

2.2.2 阶段节点目标要求分析

由于工程规模巨大, 应针对总工期节点要求, 结合工程各工种衔接及制约的关系, 确定关键的阶段性目标节点控制, 在分阶段目标分步实现的前提下完成总工期要求。根据本工程特点, 阶段性节点控制目标主要分为地下结构、地上结构、装饰三个阶段。

1) 地下结构施工阶段控制要点

(1) 由于高铁虹桥站基坑面积大、深度深, 存在大量的桩基及地下连续墙施工, 其施工操作面标高确定、施工流程安排等对后续时间节点控制有较大的影响。

(2) 由于高铁虹桥站周边限制条件众多, 基坑围护体系的选择与确定需与周边各基坑施工协调与衔接, 在施工操作面标高控制、施工流程衔接、道路布置等众多方面对基坑工程土方开挖的工期目标实现形成较大的制约。

(3) 在基坑土方与结构施工中, 对土方开挖时间节点控制主要需考虑到与东侧磁浮、西侧西交通中心的衔接, 在分层分段开挖中保证临时边坡的稳定, 在支撑体系不平衡状态下设置封堵墙等措施, 保证基坑挖土安全、快速, 为结构施工目标创造条件。

(4) 在地下结构施工中主要围绕如何在挖土过程中及时穿插结构施工, 对超大面积、超厚的混凝土底板、墙板进行分块、分段、流水施工, 保证混凝土完成时间及施工质量, 同时围绕及时为钢结构提供操作面的关键线路, 确定钢结构在何操作面开展吊装、何处提供胎架位置、何时具备钢结构吊装条件等关键节点控制开展工作。

(5) 在地下钢结构的吊装施工中, 明确主要的吊装方法及施工流程, 以此确定在时间节点控制上的具体要求, 为吊装使用的大型机械进场及土建使用的大机退场进行衔接, 完善坑内道路交通组织, 保证材料运输及大型机械进出场。通过钢结构吊装节点的控制, 及时完成 B1 层外墙板施工, 具备坑外回填土施工条件, 为铁路站场加固、楼前高架基础施工创造开工条件; 及时完成轨道层顶板施工, 为上部钢结构吊装创造条件。

2) 地上结构施工阶段控制要点

(1) 主要是围绕何时具备上部结构吊装条件, 在结合道路布置、保证材料运输的前提下进行合理的分区及吊装工艺流程, 及时完成主体钢结构吊装, 为屋面、幕墙施工提供操作面。

(2) 由于上部结构施工阶段与铁路站场施工同步进行, 需结合铺轨的进度节点要求, 与负责站场施工的中铁二十四局进行协商, 合理控制地基加固、基层设置、铺轨等各道工

序时间,以此确定运输道路的翻交与衔接,保证运输道路畅通。

(3) 由于上部结构与楼前高架同步施工,且与铁路站场、站台、地下出租车道等辅助设施穿插施工,需妥善处理各家施工单位的施工流程安排,合理制定节点控制目标及工序衔接。

3) 装饰阶段控制要点

(1) 主要是围绕候车大厅层屋面、幕墙施工期间采用何种施工方法及流程安排更有利于内装饰施工的穿插,合理制定大面积吊顶及墙地面之间的施工流程安排,确保候车大厅的施工节点等开展工作。

(2) 在候车大厅层、站台层、地下一层装饰施工同步开展的前提下,围绕如何确定楼前高架、站场区域进出通道、地下出租车道的贯通、翻交时间,充分利用高架、结构楼面、出租车道等设施落实大量的材料运输,以此确保装饰施工进度要求开展工作。

(3) 确定机电安装控制节点,提前完成相应的机房、电梯间装饰等相关工作,为供电及设备安装调试提供条件。特别是根据铁路方面特有的四电机房、轨道区间受电要求,落实相应的机房、站台等施工节点控制。

2.3 界面分析

2.3.1 投资界面划分分析

高铁虹桥站房地下一层与下方地铁西站二层、三层在西侧及中间部位上下重叠,且东西两侧与磁浮、西交通中心相邻,南北与楼前高架相邻,分属于铁道部和上海申虹投资发展有限公司两个不同的业主,存在较多的投资界面划分,因此对施工道路、工序衔接、整体规划等带来较大的难度。在工程招投标期间,不同的业主需结合后续施工关键技术流程及施工工艺,在有利于工程顺利开展的前提下合理确定投资界面。

2.3.2 设计界面划分分析

由于业主不同及建筑功能不同,则相应的各单体设计单位也不相同,存在较多的设计界面。地铁西站及高铁虹桥站房由铁道第三勘察设计院集团有限公司负责设计(上部结构与上海现代建筑设计集团有限公司联合设计),铁路站场部分由中铁第四勘察设计院集团有限公司进行设计,相邻的西交通中心及楼前高架由市政院进行设计,相邻的磁浮由现代设计集团华东建筑设计研究院有限公司进行设计。由于各单体由不同的设计院分别设计,在衔接部位存在较多的设计界面,需在施工工艺措施、节点细化控制等各方面进行沟通与策划。

2.4 周边约束条件分析

高铁虹桥站工程作为核心区工程的主体建筑之一,其东侧为磁浮虹桥站,西侧为西交通中心,南北两侧为楼前高架,站房的地下一层为站厅层,地下二层为2号线、10号线、青浦线地铁站台层,地下三层为5号线、17号线地铁及新风道、通风道(见图2-1),相当于其下面有5个地铁车站,建设环境十分复杂。同时,由于存在多家建设单位、设计单位、监理单位、施工单位,且多种工况并存、多种工序交叉施工,组织与协调相当困难。

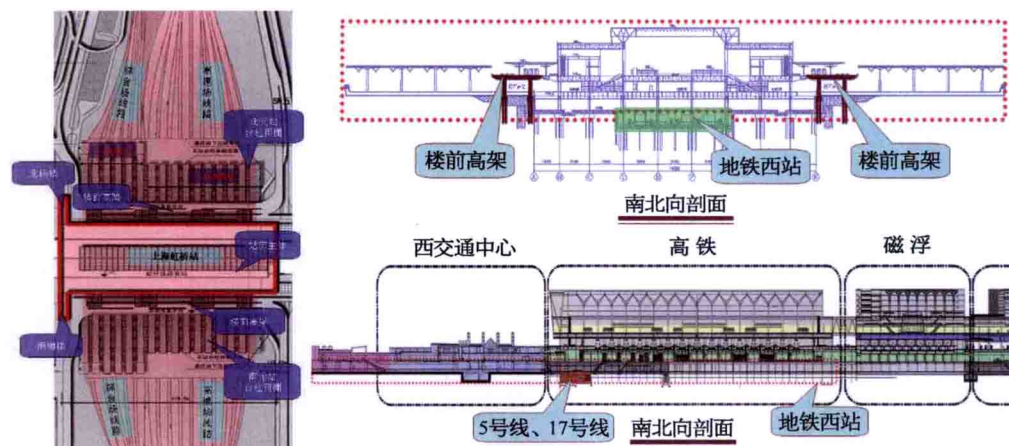


图 2-1 高铁虹桥站平面及剖面图

2.4.1 高铁虹桥站房下方与地铁西站关系分析

高铁虹桥站房地下一层与下方地铁西站二层、三层在西侧及中间部位上下重叠,从工程总体建设需要来看,在设计、施工中需整体同步考虑,特别是在基坑施工中,将基坑围护设计与施工作为一个大的围护体系来考虑,故彼此紧密相连、相互依托。地铁西站位于地下二层、三层,高铁位于地下一层,高铁部分 B1 层底板为地铁西站 B2 层顶板,从结构形式上来看,按“先深后浅”的原则待地铁西站地下二层结构完成后,方能进行高铁的结构施工。但在如此苛刻的工期条件下,如何在地铁西站地下结构施工的同时,把握时空效应的组合,在施工流程、工序穿插、变形控制等各方面合理布局与安排,及时组织高铁站房主体结构施工是本工程能否按时完成的关键。

2.4.2 东侧与磁浮关系分析

高铁虹桥站房(地铁西站)东侧与磁浮区交界处在地下一层、二层及 10.00 m 层贯通。由于磁浮车站基坑先行施工,地下结构部分(地下二层)以磁浮车站相邻区域临时封堵地下连续墙为界,需待磁浮基坑形成支撑体系后再进行高铁(地铁西站)基坑的土方开挖、结构施工。但在具体实施过程中,需结合不同的工况节点及控制要求,在临时边坡稳定控制、支撑体系转换、分隔地下连续墙凿除、地下室道路交通贯通等各方面合理布局与考虑。

2.4.3 西侧与西交通中心关系分析

高铁虹桥站房(地铁西站)施工区域西临西交通中心,在基坑施工阶段与西交通中心同步施工。由于高铁虹桥站房(地铁西站)与西交通中心在交界处存在挖土深度最深的 5 号线、17 号线 B3 层基坑,且与出租车道、南北副楼、楼前高架相邻,形成较多的坑中坑、坑边坑,结构体系相当复杂,在围护支撑体系设计、土方开挖、钢结构吊装、结构施工、道路组织中需结合不同的工况条件,科学合理地安排施工。

2.4.4 南北侧与楼前高架及铁路站场的关系分析

高铁虹桥站房(地铁西站)南北侧各长达 448 m 的范围与楼前高架及高速铁路站场相邻。楼前高架面连接高铁站房南北 10.00 m 层挑平台,楼前高架内侧桩基位于重力坝围护体内侧,楼前高架外侧桩基位于围护重力坝顶平台上。相邻的高速铁路站场存在大量的地基加固及站台、共同沟等设施。由于楼前高架与铁路站场施工需穿插在高铁虹桥站房(地铁西站)地下基础结构施工阶段,高铁虹桥站房(地铁西站)的钢结构吊装、外墙板完成时间

节点控制显得尤为重要,需结合楼前高架桩基、承台、墩柱、高架面及铁路站场的穿插施工,合理布置高铁虹桥站房(地铁西站)地下室外墙及回填土的分段、分层施工,并在坑内、坑外道路组织中进行多次翻交与布置,以此满足高铁虹桥站房(地铁西站)、楼前高架及铁路站场的同步交叉施工。

2.4.5 周边道路及交通组织分析

(1) 在高铁虹桥站房(地铁西站)施工前期,通过对整个虹桥综合交通枢纽工程规模与建设进度的分析,并结合原有道路交通状况与规划道路情况,进行了施工阶段总体道路的布置与阶段性优化。周边道路主要由基坑南北的高铁南(北)路、西交南(北)路、SN4路、SN5路构成地铁西站、西交通中心的临时道路,南面通过航翔路,北面通过青虹路向西通向市政道路—华翔路,向北由吴漕路、吴翟路通向市政道路—北翟路,向南通向市政道路—沪青平公路。

(2) 由于整个虹桥综合交通枢纽中东侧航站楼、东交通中心、磁浮车站等单体先行施工,高铁虹桥站房(地铁西站)周边道路与东侧的道路贯通共用。随着高铁虹桥站房(地铁西站)与西交通中心的同步施工,周边道路的交通压力非常巨大,在紧迫的工期、巨大的工程量等复杂条件下,道路交通的合理布置与阶段调整是本工程的关键。

2.5 各阶段各专业施工的认识与分析

2.5.1 土建施工分析

1. 超大型深基坑土方开挖与结构施工分析

高铁虹桥站房(地铁西站)为合建工程,且与东西侧的磁浮车站、西交通中心相邻,基坑围护设计及施工需同步考虑。由于高铁站房基坑东西长448m,南北宽210m,整个地下一层结构与地铁地下二层、三层基坑长距离套叠,基坑面积达16万 m^2 ,基坑挖土深度10~30m,挖土最大深度在31m,地下工程量巨大,基坑暴露时间相应较长,因此,如此大规模的组合围护形式的边坡稳定性和变形控制是必须重点考虑的。同时,由于高铁站房工程基坑工程为一超大型基坑围护设计,施工场地周边条件较为复杂,施工相对较为集中,特别是工程进度紧,相邻的磁浮连接体及西交通中心基坑同步施工,且南北与楼前高架、铁路站场交叉衔接,因而对基坑的合理降水和位移沉降控制提出了较高要求,所以复杂条件下大面积相邻深基坑群同步施工的环境影响控制是地下工程施工难点之一。同时由于站房工程基坑面积巨大、深度深、标高众多,特别是地下一层地下室基坑施工与地下二层及B3层风井、5号线、17号线交叉、重叠,形成了众多的坑中坑、坑外坑、交叉坑,如何针对不同要求下在相互关联的各基坑施工流程、深基坑群工程中对围护、结构、降水等施工的时间及空间上统一,对工程的安全性、经济性等显得尤为重要。

2. 地下主体结构与钢结构同步施工分析

高铁虹桥站房内主要有京沪高速铁路、沪宁城际高速铁路、沪杭城际高速铁路多条线路通过。其中,线路运行既有200 km/h 高速通过车站的列车,又有停靠车站的列车,站房地下一层的顶板(即轨道层)需承受列车高速通过和反复停靠与出发的长期活载,结构处在长期疲劳的工作状态。同时,考虑到大型公共建筑主体结构在大空间、大跨度的需要及特有的建筑结构功能需要,在“站桥合一”动荷载长期作用下,选用何种结构体系及相应的节点对疲劳工作状态更合理和结构整体安全保证是本工程的一大特点;如何针对高铁虹桥站房存在的大体量、大跨度特点,在大截面劲性结构节点设计与施工措施、特殊混凝

土材料控制及施工控制等关键技术是本工程的一大亮点与特点。

由于高铁虹桥站房与地铁西站在较多的区域上下叠合,站房上部结构的钢结构体系承载立柱需延伸至地铁西站的地下二层、三层的底板上,故大量的大截面钢柱及钢结构梁需结合地下结构穿插施工。地下主体结构主要形式为钢筋混凝土劲性结构,柱主要采用 $1\,400\text{ mm}\times 1\,400\text{ mm}$ 方形钢管柱,内灌C50耐久性混凝土,部分为钢筋混凝土柱,柱端采用钢结构柱箍。柱脚位置由于分布在不同标高的B3、B2、B1底板上,故长度为 $10\sim 30\text{ m}$ 。与钢管柱相连的框架梁在B2层采用混凝土梁,在 -2.55 m 轨道层由于要承受列车动力荷载,故采用典型截面一般为 $1\,000\text{ mm}\times 2\,300\text{ mm}$ 、 $1\,200\text{ mm}\times 2\,500\text{ mm}$ 的型钢混凝土梁。由于高铁虹桥站房(地铁西站)整个地下室结构面积巨大,钢结构数量大、重量重,如何选用合适的机械、对构件进行合理的分段、大型机械吊装操作面确定等一系列问题与土建结构施工流程密切相关,需结合钢结构吊装工艺及构件尺寸重量、土建与钢结构施工流程安排及工序衔接进行大量细致的分析研究,以此确定土建结构与钢结构穿插施工的合理流程安排。

3. 地上主体钢结构与混凝土结构工况分析

高铁虹桥站房上部主体为钢结构,结构柱主要采用 $\phi 1\,400$ 圆形钢管柱,30 m以下的钢管柱内需要混凝土灌芯,楼面为钢梁与压型钢板混凝土叠合楼板形式。对于上部主体钢结构施工,关键在于一方面需确定钢结构与灌芯混凝土、叠合楼板混凝土的吊装与穿插施工,主要需考虑大型吊机的布置、施工流程、构件分段等措施;另一方面需充分结合 -2.55 m 轨道层、 $\pm 0.00\text{ m}$ 站台层的停机位置与运输道路布置,使上部钢结构施工与站台层结构施工合理地衔接。

4. 机械布置及材料运输分析

高铁虹桥站房(地铁西站)建筑规模巨大、工序多、工期紧,且周边众多相邻单体同步施工,存在较大的影响与限制。特别是土建与钢结构的穿插施工、固定的大型吊机与钢结构的移动吊机的合理布置与衔接,是保证材料的运输和结构施工、保证工程顺利进行的重要前提。

在基坑施工阶段,主要需考虑好坑内栈桥与交通组织的布置,结合好东西两侧的衔接与利用,保证土方、混凝土、钢筋、钢结构构件等材料的运输。在道路布置的同时,结合结构特点及施工工艺,合理布置大型塔吊,保障坑内垂直运输。在结构施工阶段,主要需考虑好坑内栈桥与主体结构的翻交与衔接利用,确保混凝土、钢筋、钢结构构件等材料的运输,同时考虑好土建大型塔吊与钢结构大型吊机的合理穿插与利用,在保障钢结构吊装的同时兼顾材料的垂直运输。在装饰阶段,主要考虑好上、中、下各层的材料运输要求,利用井架、楼前高架、结构楼面、汽车吊等设施与机械,保障各层零星结构及装饰材料的运输,确保工程顺利进行。

2.5.2 钢结构施工分析

1. 站房钢结构特点分析

(1) 高铁虹桥站钢结构工程建设规模相当大,其中航站楼工程、东交通中心工程、磁浮车站工程和高铁车站工程都基本同步实施。在工程实施过程中出现较多的设计和施工界面协调问题,以及现场施工搭接、场地道路使用等复杂的协调问题。

(2) 本工程上部结构的钢结构形式多种多样,钢结构与混凝土形成立体交叉施工。施工分布在整个高铁工程的各个区域。

(3) 虽然本工程占地面积广,但供施工用的构件堆放及吊机开行的场地却十分有限,

现场采取综合吊装，对构件的配套组织供应提出了较高的要求。

(4) 本工程上部结构以大型桁架结构为主，钢桁架约 1 000 余榀。部分桁架超长超重，最重的桁架超过 200 t，吊机无法整体进行吊装，需多部吊机分段配合施工或整体提升施工。

(5) 高铁虹桥站工程是 2010 年上海世博会的配套工程。为配合京沪高铁及城际铁路运营的节点要求，其施工工期相当紧。

2. 吊装阶段环境概况分析

(1) 整个高铁站房为混凝土—钢混合结构，在钢结构吊装施工前，土建混凝土部分需基本具备吊装条件：

- ① 高铁站房 B1 底板部分施工完成。
- ② 周边永久施工道路还未开始施工，现场施工便道已经形成。

(2) 在无站台柱雨篷施工前，高铁站房主体结构正在建设中：

- ① 周边永久施工道路还未开始施工，现场施工便道已经形成。
- ② 相邻楼前高架同步施工中。
- ③ 无站台柱雨篷施工区域内为平地，铁路道场基本完成，铁路轨道未施工。

3. 钢结构胎架布置位置分析

现场胎架的布置合理与否，将直接关系到施工进度的好坏。为保证现场施工顺利进行，现场胎架布置需要遵循以下原则：

(1) 根据吊机的起重性能及构件吊装分段的重量布置构件胎架位置，不仅将胎架位置布置在吊机所允许的起重半径范围内，而且尽可能避免或减少吊机在吊装过程中的跑车。

(2) 在保证场内交通运输畅通和满足钢结构安装对构件配套要求的前提下，最大限度地减少场内运输，特别是减少场内二次搬运。轨道层东西高低部位如图 2-2 所示。

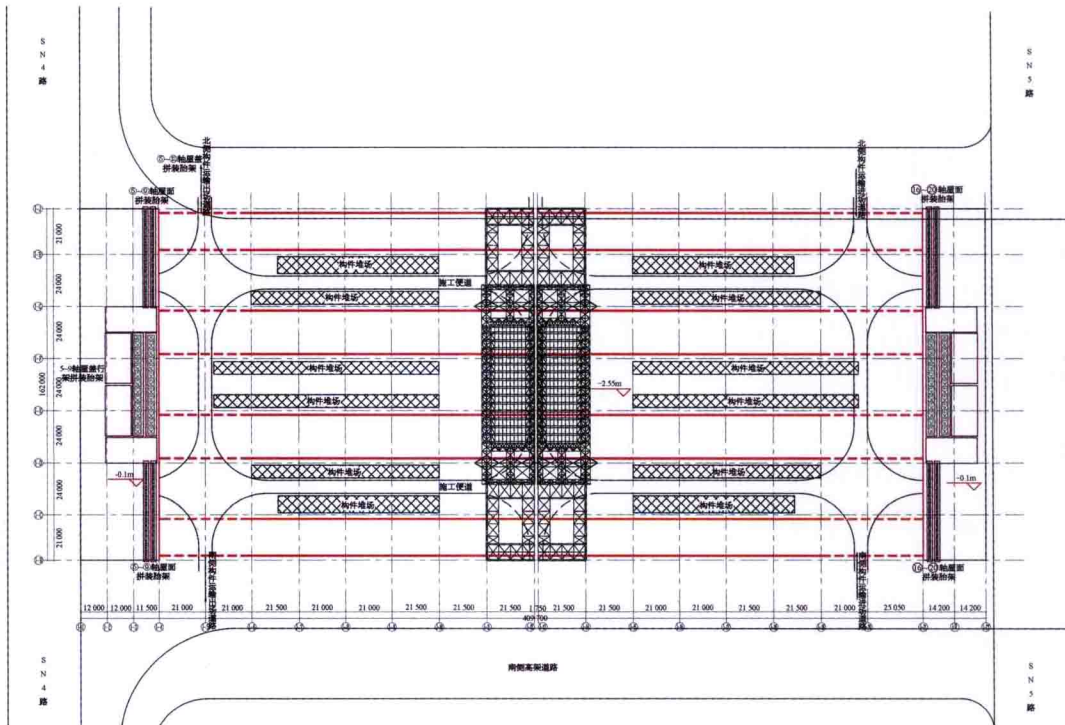


图 2-2 轨道层东西高低部位平面图

4. 钢结构机械布置分析

1) 高铁地下结构机械布置分析

本工程施工范围广,东西方向约409.7m,南北方向约198m,履带吊停在基坑两侧 ± 0.00 m标高的重力坝上,面临吊装半径大、吊装构件重的问题。且为了现场深基坑施工,土建在 -29.11 m(-20.67 m)深基坑内布置“三纵一横”栈桥作为运输、施工道路,栈桥标高 -14.30 m。履带吊如布置在栈桥上,则对栈桥荷载、交通运输影响较大;如布置在底板两侧,则对机械要求、底板形成时间要求较高,故布置位置对整个工程施工影响较大。

地下钢结构吊装的履带吊开行在深基坑两侧 -11.70 m标高的大底板上,机械设备的选用很大程度上决定了施工方案是否成功、合理,对钢结构后续吊装有着重要影响。为此,在技术方案确定的前提下,对高铁地下部分起重设备的选用限制性条件进行了分析。最终确立了多台400t履带吊下基坑行走结合750t履带吊跨外定点吊装并配合以150t履带吊施工的组合。

2) 高铁地上结构机械布置分析

高铁虹桥站房占地 $418\text{m} \times 162\text{m}$,东西向有轴线①~②③轴,南北向有轴线A~E轴。从工程外部环境分析,工程南北两侧为楼前高架,东西两侧分别为磁浮虹桥站和西交通中心(高铁虹桥站与磁浮虹桥站之间为规划的申兰路,与西交通中心之间为规划的申贵路),高铁站房施工时,周边各单体建筑同时施工。在如此复杂的环境下,如何布置上部钢结构吊装的塔吊及安排塔吊行走路线,使得钢结构既能实现大流水作业,又不至于影响到相邻工程的施工,存在着较大的难度。

因此,项目部在施工前进行了精心的策划。通过方案对比,考虑采用8台行走式塔吊($1000\text{t} \cdot \text{m}$ 以上)跨内布置,在②~③轴向东、向西边退边吊;另在东西两侧安装2台($1000\text{t} \cdot \text{m}$ 以上)塔吊设备拆装和收头。这个方案的优点是塔吊布置简单,现场总体施工布置简便,多工种搭接及多种施工工艺的使用,可提高安装精度,缩短工期,使工期节点目标得以保证。

5. 无站台柱雨篷钢结构分析

(1) 无站台柱雨篷投影面积约7万 m^2 ,52组树杈形支撑体系,屋架钢结构于2.5个月内完成,工作量相当艰巨,对施工流水安排也是一大考验。

(2) 屋面桁架东西向跨度达60多米,整跨吊装对施工机械、场地等要求较高,而且60多米的桁架在安装过程中的变形也需要通过计算和临时措施控制;如果采用分块吊装,则桁架吊装时的受力工况与整体形成后的受力不一样,需保证结构未形成整体前的刚度满足设计要求。

(3) 无站台柱雨篷的立柱为叉形钢管柱,每组由4根 $\phi 400 \times 24\text{mm}$ 钢管通过8根 $\phi 299 \times 16\text{mm}$ 钢管焊接形成空间结构,立柱与桁架节点类似倒四棱锥体,立柱安装时需考虑未与桁架形成整体前的立柱稳定。

(4) 由于无站台柱雨篷与高架路相邻的一侧(西侧)共有4根混凝土柱与高架道路共柱,连接主桁架的双向弹簧支座又要安装在这四根柱子上,故在方案编制时,应充分了解楼前高架的施工流程及工期进度,注意与楼前高架的搭接。

2.5.3 幕墙施工分析

(1) 本工程建筑幕墙体系非常多样化,各类型建筑幕墙与钢结构、土建、机电安装、屋面系统等连接处的节点设计相当复杂,幕墙节点深化必须考虑消化并处理钢结构、土建的施工误差,以及与屋面系统连接处的防渗漏节点处理。由于本工程的特殊性,所有幕墙

系统均需考虑火车经过时引起的震动。在幕墙系统节点设计时需充分考虑这一因素(火车时速 200 km/h)。

(2) 幕墙防渗漏节点处理难。本工程建筑幕墙包括开放式石材幕墙, 隐框、半隐框及明框玻璃幕墙, 锯齿形单索点式玻璃幕墙, 单索点式玻璃幕墙, 条窗玻璃幕墙等多种幕墙类型, 并且多种面材交接口多, 再加上幕墙与屋面系统交接口, 因此交接口之间的防渗漏节点处理相当关键, 节点处理难度大。

(3) 西立面锯齿形自平衡单索点式玻璃幕墙长 90 m, 斜高 22.5 m, 直高 22.05 m, 外倾 12° , 面积 3 100 m^2 。该幕墙连接形式特殊, 在国内罕见, 其中需要解决的技术难点较多, 深化设计难度大。

2.5.4 屋面施工分析

(1) 工期紧: 本工程包括金属屋面、玻璃天窗、铝单板等不同工序的施工。工程工期紧, 工程量大, 分项多, 断层多, 施工班组交叉作业面多。

(2) 防渗处理难: 由于部分屋面为玻璃天窗, 金属屋面与玻璃天窗间的节点设计和防水处理比较难。

(3) 垂直运输难: 由于施工场地条件限制, 如何解决构件的垂直、水平运输也是工程的难点之一。

(4) 安装精度高: 由于整个屋面的坡度和造型是由主檩支托调节的, 且主檩支托安装是整个屋面系统开始安装的基础, 安装的好坏直接影响整个屋面系统的质量。

(5) 协调组织难: 本工程其他子项工程较多, 金属屋面工程专业和其他相关专业(如幕墙、钢结构等)交叉作业, 协助配合较多, 这在一定程度上影响了工序的连续性, 是一个需要解决的重点和难点。

2.5.5 机电设备安装施工分析

1. 机电安装界面分析

高铁虹桥站机电安装工程为虹桥站站房和南北辅助办公楼提供生活和消防水源、生活及雨水排风系统、空调冷热源、电力照明及动力、弱电系统集成等功能性工程内容。此工程内容分属于 5 个以上的专业, 工程专业之间的施工顺序、各专业的分界点, 需要施工技术人员在施工中清晰明了地予以分解和贯彻实施。

本机电安装工程体量较大, 工期又非常紧张, 项目部虽然在 2008 年 8 月组建进入施工现场, 但除了配合土建进行工程的预埋、预留等工作, 直到 2009 年 6 月之前, 工作面一直无法打开, 机电安装工程项目投资概算在 6.4 亿元。也就是说在一年左右的时间内, 这么大的工程量要在这么短的时间内必须完成, 需相应制定各种各样的办法和措施, 项目部从管理人员配备, 到技术工人各工种的组织, 施工设计及机械的配置, 施工所需材料、设备的招投标采购等各环节需进行较为详尽的策划。

2. 机电安装系统分析

高铁虹桥站机电安装由水、强弱电、风、电梯五大系统组成, 高铁项目是虹桥综合交通枢纽的重要组成部分, 为上海世博会的配套工程之一, 以 2010 年 7 月 1 日沪宁城际高速铁路通车作为施工的第一个重要节点, 因此工期紧张。地上部分建筑结构多以钢结构为主, 主体框架及各个楼层的整体建造工期较短, 故与土建配合预埋及预留孔洞的处理较多; 其次, 高铁作为大型交通设施, 主站房内大空间区域、夹层错层区域多, 因此机电管线走向复杂, 需要充分了解相关夹层结构, 对各机电管线的具体安装进行合理细致的规划, 才能

达到设计和业主要求及预期的效果；再者，6.50 m 设备层为整个建筑机电设备用房的集中区域，本层结构框架由高度为 3.50 m 的钢结构桁架组成，在纵向上有许多斜撑，而且此层有许多大型的空调机房及配电间，管线尺寸较大且走向复杂，还需结合空间结构考虑，以满足机房内检修空间及走道内的消防通道；此外，40.00 m 屋面结构横向为 4.20 m 高的空间三角桁架，纵向在 30.00 ~ 40.00 m 层高差部分做成巨型桁架，巨型桁架的上弦为三角形管桁架，商业层机电管线安装于桁架内，且桁架内各钢结构构件档距较宽，因此，安装管线时的支架安装方式设计、安装工艺选择等也是一个难点。

其中，机组的吊装就位必须在土建结构完成后立即进行。在此机房的施工过程中，需按系统分类，深化设计部门提前介入，通过对现场的实际情况多方比对、实际测量，土建留设相应的平台、墙面留洞，为各类管道和设备合理安装路线及分配空间。

3. 风管系统分析

高铁虹桥站的通风、空调工程的施工将站房①~⑭轴、⑭~⑳轴的楼上、楼下和南北辅楼划分为五大作业屋面。以机房所在区域位置为界面，属于该机房的通风管路系统归并入机房所在区域的作业组进行施工。

特别是由于 40.00 m 桁架为高铁 10.00 m 层以上所有楼面的屋顶，存在高度高、施工难度大的特点，因而只要 40.00 m 桁架施工不完成，其他楼面就无法顺利施工，高铁于 2010 年 7 月 1 日的运行就得不到保障，因此吊顶内风管等安装必须在 2010 年春节前结束施工内容。但存在以下这些状况：

(1) 工作量大：40.00 m 桁架风管面积 1.2 万 m^2 ，风机 38 台，1 200 mm $\times$ 800 mm 的大型消音器 76 个，风管安装位置净高最少为 26.50 m。

(2) 施工高度高：由于时间仓促，在桁架上的马道还未安装制作，须提前施工。

(3) 施工环境恶劣：由于设计方案确认迟，安装、机施、装饰、幕墙在这一区域同时交叉施工，管理困难。

(4) 材料运输困难。

(5) 施工安全管理难度高。

4. 强电系统分析

(1) 高铁虹桥站站房供配电系统根据所接下级负载的重要性分别将负荷分为一级、二级、三级负荷。其中所带三级负荷在一路电源断开后、母联投入时，自动断开，以保证一台变压器所带负载在其允许带载范围之内。根据建筑形态及负荷分布情况，在站房中设置 2 个 10 kV 配电所，地下一层共设 5 座 10 kV/0.4 kV 变电所，其中配电所均为合建。2 个 10 kV 配电所分别由 220 kV 变电站引两路 10 kV 独立电源供电，电源分别由该变电站沿室外电缆沟引至基本站台腹腔内，由腹腔引至 1# ~ 2# 10 kV 变配电所，以电力电缆在综合管线沟内敷设的方式进入 3# ~ 4# 10 kV 变电所。

(2) 供配电系统是高铁站房的关键设备，是高铁安全正常运行的保障，如期保质地完成 7 个变电所安装、调试和供电是整个工程能否在 2010 年 7 月 1 日交付运行的关键。

① 工期紧，施工周期短。如按一般的施工程序，土建交付后有一定的安装工期；但本工程的施工节点要求土建工程完成的同时，安装工程也要基本完成，也就是说安装必须与土建施工同步、交错施工。所以在工序和技术上要仔细周密地安排。

② 电气设备量大品种多，到货期难以控制。工程量大，设备多，品种多，既要减少设备在现场的堆放时间，又不影响工程进度，这对设备到货期的控制带来很大的困难。由于土建工程处于全面施工阶段，进场道路条件差，造成设备运输困难；施工场面大，点多

面广,设备进场安装后,产品保护难度极大。

③ 安装设备多,空间小。5#变电所建筑层高5m,没有技术夹层。变压器、高压柜、低压柜等都采用上进线、上出线。在电气设备上空只有2m左右的空间里,要安装镀锌槽式桥架、插接式母线、低压柜联络母线、照明灯具、通风管、气体灭火管道,立体剖面排列困难极大。

④ 施工图纸问题。设计院前期提供的电气施工图纸不齐,缺少二次原理图和控制电缆一览表,阅图时无法发现设备平面布置图中的问题,由设备制造商提供的正确图纸往往要过了施工预埋阶段才能到位。所以在施工预埋阶段困难比较大,施工过早可能会造成返工,等出图又会影响整个施工的进度和观感质量。

⑤ 主要设备到货与加工件周期的衔接。变配电所变压器、高压柜、低压柜等主要设备由甲方提供,但变压器至低压进线柜、插接式母线等要在现场量尺寸后,由乙方委托加工。需充分考虑加工周期,在安排施工顺序时注意,往往会影响总的进度。

2.5.6 装饰施工分析

1. 地下室装饰阶段分析

(1) 高铁虹桥站房地下室装饰主要为地下一层出站层(-11.55m)。地下出站层大厅(包括-4.80m标高夹层公交上客平台)是站房内非常重要的综合换乘空间;采用石材幕墙分布在大厅南北两侧凸显厚重感;中间各功能分区以高大透明的玻璃幕墙分隔,使出站区域与人形通廊的室内空间与功能区域既有效分隔又形成视觉连通,具有便于运营管理的功能,又使各空间具有非常明显的导向作用。

(2) 吊顶主要采用铝合金金属扩张网、铝合金板与倒“凹”形铝合金箱形垂片组合成地下一层的吊顶体系,吊顶金属材料表面用浅灰色氟碳喷涂;地面主要采用浅灰色花岗岩,以灰色花岗岩作为色带分隔;墙面采用安全石材墙面、结构梁柱清水水泥涂料处理;结构顶棚吸声喷涂为硬质无机纤维喷涂,以提高空间的声学质量。

(3) 地下室装饰的关键在于与地铁西站的划分与界面处理,同时对大量至站台层的出入口位置施工界面进行划分与衔接。针对大量不同类型的吊顶与安装风道、管线的布置与衔接、钢柱外清水混凝土饰面、大面积墙地面的施工也是施工的关键点。不同类型的吊顶效果图如图2-3所示。

2. 站台层装饰分析

(1) 地面层(± 0.00 m)为站房的站台部分,是主站房极为重要的承上启下的建筑空间,是底层与上部空间的材料上的过渡和文化内涵的相互渗透。其室内装饰以突出建筑时代感、造型新颖为主。室内空间设计上本着延续建筑设计的装饰设计理念,将室内空间进一步细化完善,使之超大壮观的建筑空间被人们所感知。空间内容包括无站台柱雨篷、东西进厅、贵宾厅及相配套的进厅及候车室等。

(2) 吊顶主要采用铝合金金属挂片,与金属瓦楞板组合成东西进厅的吊顶体系;软席候车室吊顶为金属波形吸声铝板材料,表面用浅灰色氟碳喷涂;地面主要采用浅灰色花岗岩;墙面采用安全石材幕墙;轨道上方采用硬质无机纤维吸声喷涂顶棚;雨篷、高架及高架车下等部位吊顶为V形金属吊顶(见图2-4~图2-7)。

(3) 站台层的装饰关键在于轨行区与站台顶面的吊顶及地面石材施工的流程确定,特别是如何在精度控制上满足铁路轨行要求,并与铁路系统的铺轨、触网受电等关键控制节点进行合理衔接。



图 2-3 不同类型吊顶效果图



图 2-4 室内站台层效果图

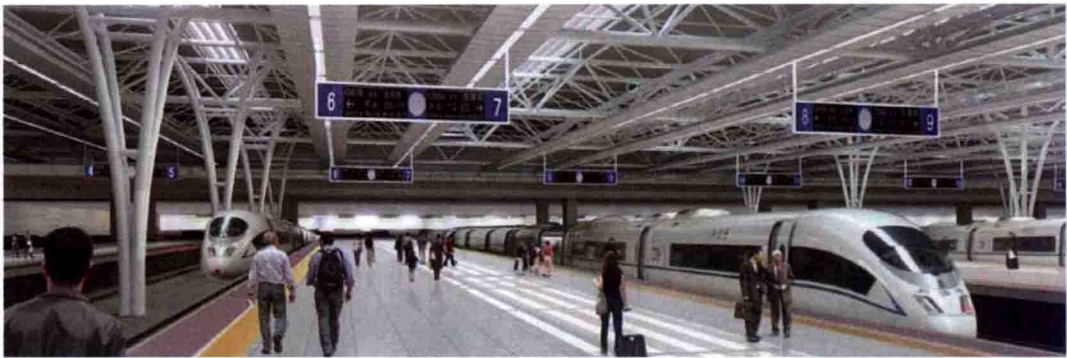


图 2-5 室外站台层效果图

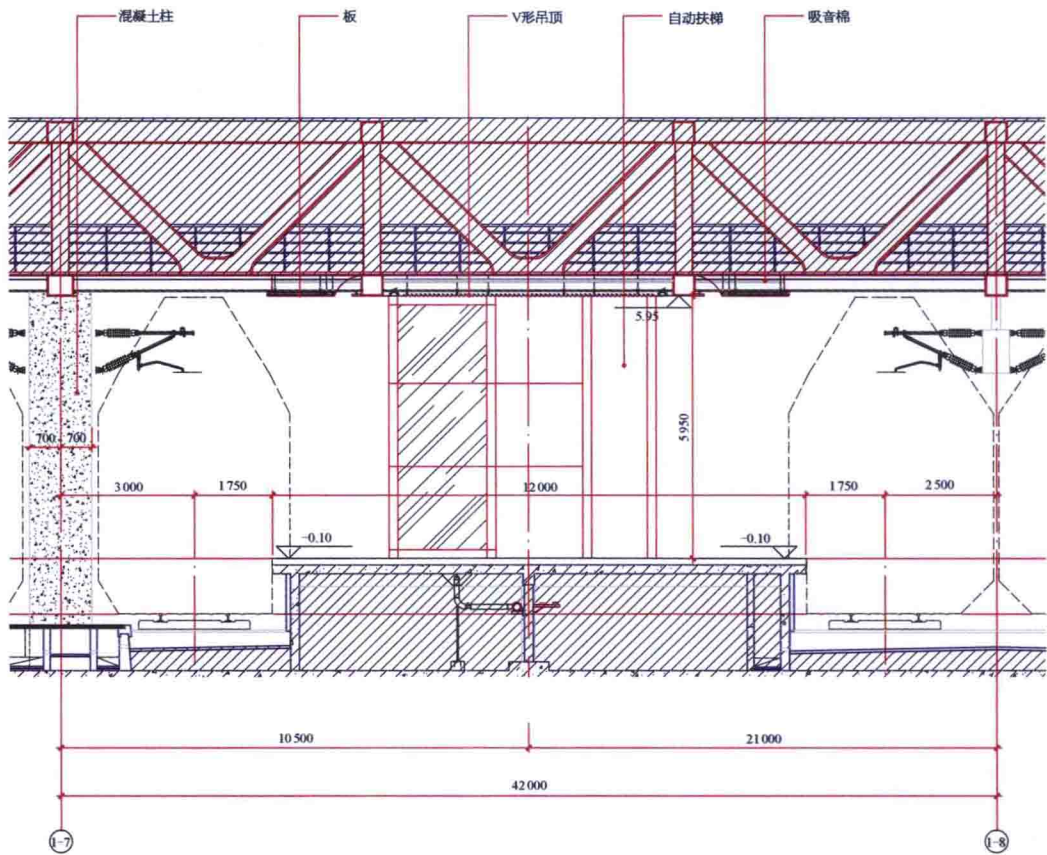


图 2-6 站台剖立面图

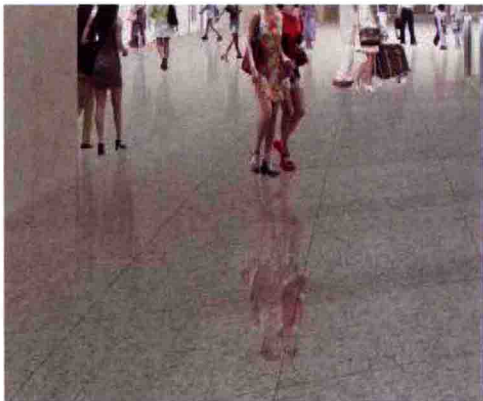


图 2-7 东西进厅石材地面图

3. 高架层装饰分析

(1) 高架进站层 (10.10 m) 是旅客“高进低出”的交通流中最先进入的区域，且作为主体建筑的主要楼层，与建筑的融合性也是非常强烈。所有地面、立面、顶面根据模数的统一规划，形成一个理性的空间，追求大空间简洁、通透、明亮的室内空间效果；并通过细部处理，追求舒适的候车空间。其分为南北入口、售票区、候车区、检票区四大区域。

(2) 南北入口：迎面为信息大屏，为使其平面居中布置，利用立柱对称布置；入口顶面

有5个采光天窗,考虑到此区域非座位区,故不设置内遮阳卷帘保持通透性,仅在室内吊顶区域设置白色金属网。

(3) 售票区:位于建筑外部空间和中间大空间的结合区域,墙面的选材界面以石材、玻璃为主,形成空间厚重、通透的对比;在吊顶形式上,根据模数关系设置设备带,并让灯具的布局形成穿梭形式,暗示其为一个流动的空间。

(4) 候车区:一直遵循的是“重结构、轻装修”的指导思想。在候车区内,暴露空间立柱结构,并研究顶部与立柱的穿插连接、尺度比例,体现百花齐放、海纳百川的深刻含义(见图2-8、图2-9);通过两排大空间的立柱排列,形成空间的序列感、韵律感、力度感。建筑大空间为大面积的采光玻璃顶面,内设置遮阳的电动卷帘。

(5) 检票口区域:注重区域内各个建筑小品间本身的协调统一,包括下站检票口、风柱、观光天桥底部暴露式张悬梁结构、16.10m标高办公窗口外侧的铝合金百叶造型等。地面铺装材料采用大面积花岗石石材和部分钢化中空夹胶铯钾玻璃地面,以及南北入口门斗内铺贴新颖成品金属防尘垫地面;吊顶采用铝制瓦楞板、弧形铝板、FC板和条形铝板材料;内墙面采用夹胶玻璃墙面(见图2-10)、干挂石材墙面(安全石材幕墙)的墙面材料。

(6) 候车大厅层装饰阶段的关键在于如何确定大空间操作脚手架形式,以满足在苛刻的工期条件下对大面积高空吊顶及墙地面石材饰面进行合理的施工流程安排,并满足2010年7月1日城际铁路开通的使用功能要求。



图 2-8 高架进站层候车大厅



图 2-9 高架进站层顶部与立柱(局部)



图 2-10 高架进站层夹胶玻璃墙面

2.5.7 工程关键线路分析

综上所述,高铁虹桥站本体工程存在着工程量巨大、施工技术难度大、结构体系复杂、装修质量标准要求高等难点;同时在工程工期紧,投资管理界面复杂,周边约束条件众多,楼桥高架、出租车道、铁路站场同步施工等特殊条件的限制下,通过仔细分析归纳后,本

工程能否顺利实施的关键线路集中在施工期间道路布置上,即如何在桩基、基坑挖土、结构、钢结构吊装、装饰等各施工阶段结合现场实际情况灵活运用,充分利用主体结构、楼前高架等现场资源进行合理的道路布置与调整,保证大型运输车辆的通行,使大量的机械设备、材料能快速、安全地运抵施工操作面,满足施工现场高效率地持续施工,确保工程在满足工期、质量、安全的前提下顺利完成。

第3章

总体布置 及关键技术路线流程

总体布置

总进度计划确定

总体关键线路及施工流程确定

多通路立体交叉施工道路及平面布置

大型起重设备的选用与布置

钢结构吊装技术流程部署

相邻界面的总体流程部署

3.1 总体布置

针对高铁虹桥站房工程特殊的规模、工期、地理位置、复杂界面等限制条件,通过系统的分析与整理,以施工道路布置、调整为主线,将整个工程实施过程划分为六个主要阶段实施,以确保整个工程目标实现,具体如下:

1. 场地平整与外围道路修缮阶段

高铁站房与西交通中心区域原为大量的厂房与居民区(见图3-1),周边道路有航宇路、航建路、吴翟路,进行适当修缮整理后加以利用(见图3-2)。随着工程的进展,在建筑物四周设置临时施工道路与原有道路进行有序的贯通与调整,主要为基坑南北的高铁南(北)路、西交南(北)路、SN4路、SN5路构成地铁西站、西交通中心的临时道路。南面通过航翔路、北面通过青虹路向西通向市政道路——华翔路,向北由吴漕路、吴翟路通向市政道路——北翟路,向南通向市政道路——沪青平公路。



图 3-1 场地原状

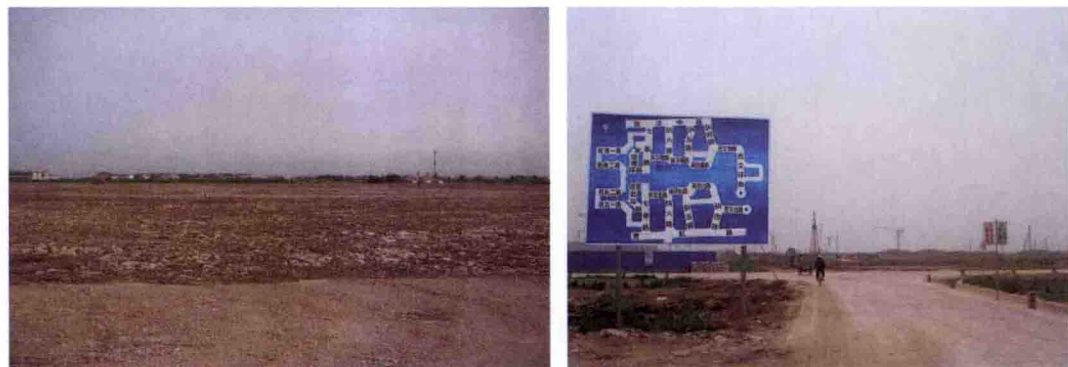


图 3-2 原有建筑拆除后场地平整

2. 场地大面积卸载阶段

在地铁西站桩基、地下连续墙施工阶段,考虑到大量原有厂房遗留的桩基对工程桩及地下连续墙施工的影响,同时考虑到对桩基施工阶段的精确定位,进行了综合比较分析后,整个施工场地在影响地下连续墙施工的桩基拔除后,先进行了约2m的卸载,在坑内布置了相应的道路(见图3-3),并与原有道路及新布置的环坑道路接通后进行地下连续墙、桩基、围护的施工。



图 3-3 卸载后桩基施工道路布置

3. 桩墙施工、围护施工阶段

在地铁西站桩基、地下连续墙施工(见图 3-4)中,由于地下连续墙深度较深、工程量巨大,且与大量扩孔灌注桩相邻,同时由于大量坑底加固穿插,其相互的施工流程安排与衔接相当重要,特别是在西侧与西交通中心相邻处的 5 号线、17 号线,其深基坑各类桩型数量最为密集,且工期最为紧张,需重点进行策划考虑。根据施工机械及材料的运输要求,卸载区基坑内道路布置充分考虑各类桩型的施工流程及工艺要求,将地下连续墙施工阶段行走区域作为重载道路,同时对出入口位置的设置与外围道路及将来基坑土方开挖阶段的道路进行了综合考虑与布置。



图 3-4 桩基围护阶段

4. 地下结构施工阶段

(1) 随着桩基、地下连续墙加固工作量的完成,高铁站房区域的基坑开挖存在较多的关键点。首先是桩基施工阶段道路与地下一层土方开挖的道路布置与衔接,利用原有桩基阶段下坑道路作为首层土方开挖出土道路,同时结合下坑栈桥布置,及时完成出入口坡道设置,并与重力坝顶道路贯通,为后续地下二层支撑、土方开挖创造条件。坑内临时道路布置如图 3-5 所示。



图 3-5 坑内临时道路布置

(2) 根据周边相关制约因素及总体关键节点需要,整个基坑分为三个区,首先为配合磁浮区域基坑开挖面临的边坡稳定(见图 3-6),开始东侧的相邻区开挖。



图 3-6 东侧与磁浮交界处临时边坡

(3) 其次,由于西侧 5 号线、17 号线处最深基坑的工期相当紧张,需及时完成地下结构施工及回填土。为铁路站场加固及路基、线路铺轨提供操作面,是沪宁城际高速铁路 2010 年 7 月 1 日通车的关键所在,故在西交通中心同步开挖的配合下,及时开展西侧土方开挖,随后完成中间区域土方开挖。地下一层基坑开挖如图 3-7 所示。



图 3-7 地下一层基坑开挖

(4) 在地下一层土方开挖完成后, 地下二层土方开挖中 (见图 3-8), 在中间区域栈桥、支撑具备的前提下, 优先考虑对有 B3 层深基坑的区域开始挖土。



图 3-8 地下二层基坑开挖

(5) 在地下三层土方开挖中 (见图 3-9), 把握关键实施要点, 充分利用时空效应, 在深基坑开挖的同时开展地下一层、地下二层的地板结构施工, 为外围通道、钢结构吊装等及时创造条件。



图 3-9 地下三层基坑开挖

(6) 随着基坑挖土的逐步完成, 在地下结构及时穿插的前提下, 南北向的临时道路需结合坑内栈桥布置进行优化与调整, 场内交通需结合西交通中心的道路布置与利用, 以满足土方开挖、钢结构吊装以及混凝土施工同时作业的要求。在基坑施工后阶段, 需充分考虑楼前高架、铁路站场的施工进行道路的翻交与穿插, 结合结构面道路、高架道路的利用, 满足工程总体建设需要。基坑施工阶段总体道路布置如图 3-10 所示。

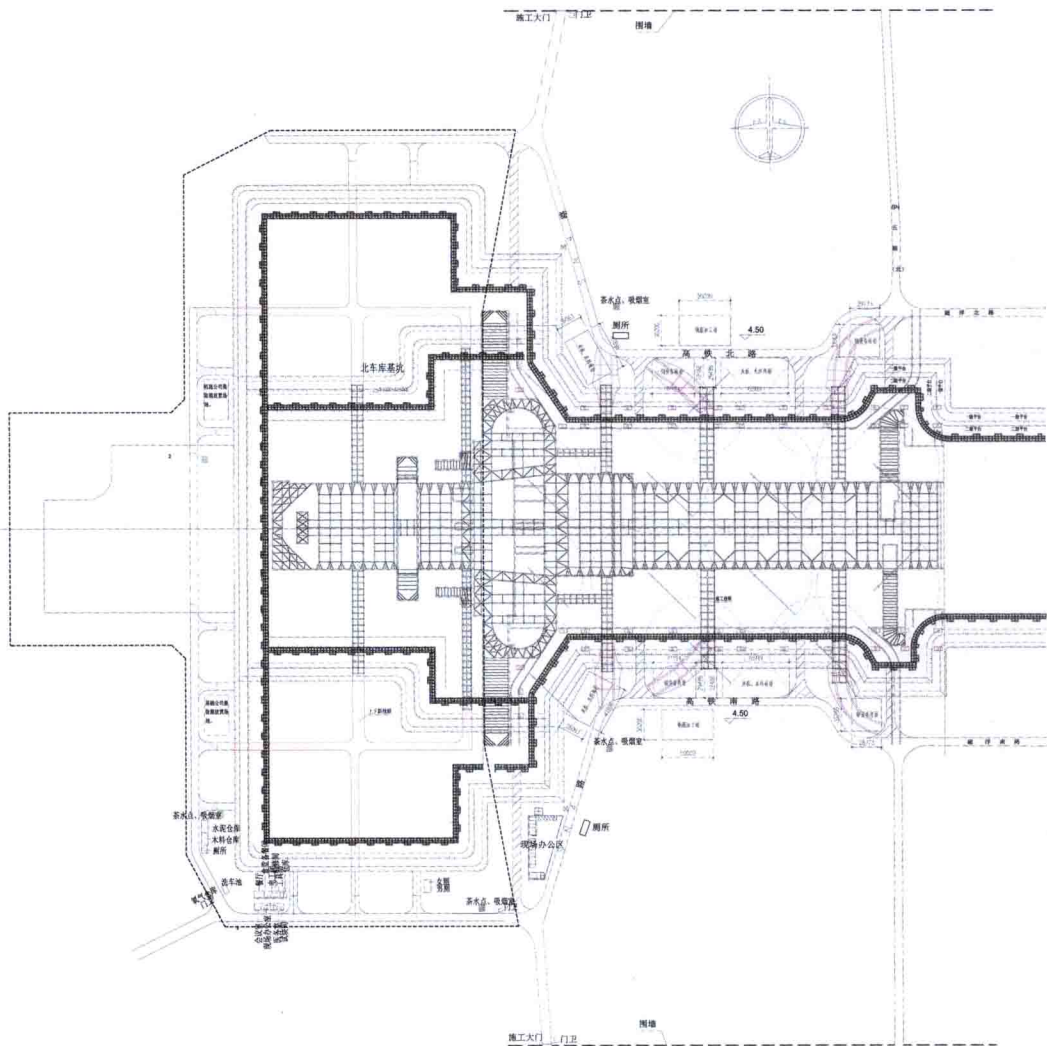


图 3-10 基坑施工阶段总体道路布置

(7) 随着地下一层地板结构的逐步形成(见图 3-11), 为地下钢结构吊装创造条件。在吊装过程中, 主要需考虑钢结构分段与土建灌芯的配合; 在吊装流水中, 充分考虑材料的运输与大型机械的进出场。以此确定由中间向东西两侧进行吊装的流程, 大型机械最终由东西两侧留设的斜坡道退出, 为上部钢结构吊装创造条件(见图 3-12)。同时, 由于西侧 5 号线、17 号线处周边出租车道、高架、铁路站场施工结构较为复杂, 在西交通中心的配合利用下, 及时完成钢结构吊装, 为后续施工创造条件。



图 3-11 地下一层地板施工



图 3-12 地下一层钢结构吊装

5. 地上结构施工阶段

(1) 随着地下结构的逐步完成,上部结构开始施工。上部结构主要为钢结构叠合板体系,关键在于钢结构吊装的流程确定与土建的穿插,最终为屋面、幕墙、装饰及时提供操作面。由于高铁站房上部钢结构分为 6.50 m 设备层、10.00 m 桁架层、16.00 m 夹层、21.85 m 夹层、30.00 m 屋盖结构层和 40.00 m 屋面结构层,为加快施工进度,由⑫~⑬轴间向东西两侧进行综合流水吊装。上部钢结构吊装如图 3-13 所示。

(2) 在上部钢结构吊装的同时,南北站台无柱雨篷、楼前高架、铁路站场同步施工(见图 3-14),在道路组织、上下施工流程与衔接方面确定了详细的部署,确保工程在快速有序的状态下完成。



图 3-13 上部钢结构吊装



图 3-14 无柱雨棚、楼前高架、铁路站场同时施工

6. 装饰施工阶段

在装饰阶段，高铁虹桥站房根据不同的功能可分为地下一层、站台层、候车大厅层三个主要的装饰层面。由于装修标准要求高、材料众多、工期紧，各道工序存在交叉同步施工，受周边条件限制，大量的装饰材料及构件直接运输到操作面存在较大的难度等情况，故需在道路布置、通道设置（见图 3-15）等方面充分利用楼前高架、出租车道等设施，通过沟通与协调，合理布置、衔接、控制，保证道路的畅通与施工的顺利。



图 3-15 装饰阶段道路布置、通道设置

3.2 总进度计划确定

本工程的原建设目标工期为 2013 年 7 月竣工，但由于铁道部提出整体工程需在沪宁城际高速铁路 2010 年 7 月 1 日通车的状态下提前完成，从 2008 年 6 月挖土开工起算，工期只有 24 个月。在如此超常规工期的状态下，由于本工程存在大体量的超深套叠基坑及地下结构，且由于主体结构形式为型钢混凝土结构，大量的钢结构吊装与土建之间存在施工流程搭接关系，所以合理制定钢结构与土建施工的流程搭接是本工程在工期克服上的瓶颈。面对周边磁浮、西交通中心、楼前高架、铁路站场同步穿插制约的条件，结合超大型主体结构及大空间装饰的特点及难点，从工程整体的角度出发，加强前期策划管理，合理安排、压缩钢结构、土建、安装、装饰施工的流程及工期，以形成一套超常规工期状态下的关键技术与管理措施。

通过分析，根据沪宁城际高速铁路与京沪高速铁路不同的使用功能与时间要求，将本工程以中间区域的 ②~③ 轴为分界线，将整个工程划分为 2 个工程进行分区实施，更有利

于劳动力的组织；同时，可以集中优势力量完成西区①～⑬轴范围内最深、最复杂的5号线、17号线基坑施工，为沪宁城际高速铁路的提前开通创造条件。通过对工作量、工艺流程、工序搭接的多次分析协调后，基本确定了以下主要的关键工期节点：

高铁开工：	2008年7月20日
土方开挖完毕：	2008年11月
下部结构完成：	2009年5月
上部钢结构吊装完成：	2009年11月
楼层混凝土、屋面板、幕墙完成：	2010年5月
装饰施工完成：	2010年6月
机电安装施工完成：	2010年6月
沪宁城际高速铁路开通：	2010年7月1日
沪杭城际高速铁路开通：	2010年9月1日
京沪高速铁路开通：	2011年7月1日

其中，四电时间安排如下：2010年1～3月，进行综合布线，客服终端设备布点安装；4月1日～5月10日，进行综合引导显示系统、综合监控系统、客源广播系统、办公管理、公安专网及客服管理集成平台等系统的自系统调试和综合联调；5月10日～20日，完成对虹桥枢纽客运应急管理系统联调；5月20日～30日，组织客服系统验收和纠缺。

3.3 总体关键线路及施工流程确定

针对高铁虹桥站房（地铁西站）的超常规工期，在周边磁浮、西交通中心、楼前高架、铁路站场同步穿插制约的条件下，结合超大型主体结构及大空间装饰的特点及难点，从工程整体的角度出发，工程前期进行了大量的策划、管理、比较，确定总体关键线路，合理安排钢结构、土建、安装、装饰施工的穿插流程及工期，形成一套超常规工期状态下的总体关键线路及施工流程，主要流程如下：

B1层土方开挖→支撑于栈桥→B2层土方开挖→支撑→B1层底板结构钢筋→B3层土方开挖→B1层底板混凝土→B2、B3层底板混凝土→B2、B3层钢结构吊装→B2、B3层混凝土结构施工→B1层钢结构吊装→B1层混凝土结构施工→外墙基坑第一次回填→楼前高架、出租车道施工→外墙基坑第二次回填→铁路站场地基加固→上部钢结构吊装→叠合板施工→站台结构施工→地下室装饰→屋面、幕墙施工→站台、候车大厅装饰施工→机电安装。

在土方开挖阶段：分成三个区。为配合磁浮车站基坑施工，先对东侧磁浮车站区域进行开挖，同时西侧5号线、17号线有最深的B3基坑，且存在出租车道、城际铁路站场，所以施工最复杂、工期最紧张，作为关键部位需及时开展西侧挖土、结构施工，为此相邻的西交通中心在挖土、临时放坡、坑内道路布置等一系列施工中进行了同步配合。

在地下室结构施工阶段：由于工期的限制，按常规的“先深后浅”（先完成B3层土方开挖，再由下而上完成B3、B2、B1层结构施工）施工顺序无法完成，故经过充分的研究与考虑后，确定B1层结构底板为配合钢结构吊装的基础平台，作为关键线路需穿插于挖土施工过程中；且在B2层土方开挖完即开始B1层结构底板施工，其基本与B2层底板结构保持同步，满足B2、B3层大型钢结构吊装。在B1层外墙板施工中，考虑到楼前高架、出租车道、铁路站场的施工，B1层外墙板分三段施工，满足外侧第一次回填土施工后提供楼前高架、出租车道施工，第二次回填土后提供铁路站场施工。在B1层结构施工阶段，考虑到上部结构施工流程，由中间⑫、⑬轴向东西两侧开展施工，故将⑫、⑬轴结构相关区域施工作为关键线路施工，为上部结构施工及时创造条件。

四电交叉时间节点：2009年10～11月底，客服系统应与强电、装潢、土建专业进行协调对接，确定基本的设备安装、吊装方式，以及平面布置确认。站房地下一层应于9月完成土建工作面；各机电设备安装施工阶段，强、弱电系统配管安装施工阶段，支路桥架安装施工阶段应于2009年11月30日完成。北辅楼客服信息系统的桥架、配管按照土建二次结构施工进度同步跟进，应于2009年10月底完成；主站屋B1层主干桥架施工应于11月10日完成。要求于11月底完成信息机房装修工程，12月初交付给室内线槽、配线施工和设备安装。设备应于12月陆续开始进场。

3.4 多通路立体交叉施工道路及平面布置

3.4.1 工程建设初期周边环境与道路布置

(1) 高铁虹桥站房（地铁西站）工程位于虹桥综合交通枢纽核心区的西侧，原场地为农田及拆迁后的厂房地基，建筑周边道路原有航宇路、航建路等多条道路。

(2) 由于高铁虹桥站房工程与地铁西站为合建工程，站房桩基、围护与地铁西站同步开始施工。至2008年6月，高铁虹桥站房（地铁西站）基坑准备开挖时，周边临时性环坑道路及排水管沟已贯通，东临的磁浮车站正进行地下二层基坑挖土与结构施工，南北侧铁路站场地基加固准备开始施工，西临的西交通中心基本具备同步基坑开挖条件。

(3) 在地铁西站桩基、地下连续墙施工阶段，考虑到大量原有厂房遗留的桩基对工程桩及地下连续墙施工的影响，同时考虑到对桩基施工阶段的精确定位，在进行了综合分析后，整个施工场地在拔除影响地下连续墙施工的桩基后，先进行了约2m的卸载，在坑内布置了相应的道路，并与原有道路及新布置的环坑道路接通后进行地下连续墙、桩基、围护的施工。桩基施工阶段道路布置如图3-16所示。

3.4.2 基坑施工阶段道路布置

1. 基坑土方开挖阶段施工道路布置

基坑施工阶段的坑内道路主要分为两个阶段。第一阶段考虑在2008年7～11月基坑挖土期间，在充分考虑了土方出土量、混凝土、钢筋材料的运输量，并结合后期钢结构吊装运输，与支撑布置结合考虑后，中基坑中间布置一条东西向主栈桥，在东西向400多米范围内预先布置南北贯通的四条入坑栈桥（其中一条布置在西交通中心交界处），利用基坑外高铁南路、高铁北路与入坑施工栈桥接通，满足基坑土方施工阶段的需要。在栈桥布置坡度上，预先考虑了斜栈桥与重力坝顶道路及底板面道路的贯通，在重力坝顶及底板面留设了相应的平台。基坑道路平面布置图如图3-17所示。

高铁虹桥站区域西侧的5号线、17号线基坑，其西侧为西交通中心，与西交通中心在B1板共坑，因此基坑施工时在西交通中心与5号线、17号线基坑结合处同步开挖，西交通中心向西延伸50m，然后作为5号线、17号线基坑的土方开挖道路，西交通中心施工底板留设20m作为5号线、17号线基坑的土方开挖道路，预留段与5号线、17号线的B2层顶板同步施工。基坑施工阶段坑内栈桥布置、剖面图及入坑通道如图3-18～图3-21所示。

2. 基坑结构施工阶段施工道路布置

2008年11月～2009年5月，随着中间区域B2、B3层结构的施工，中间区域（③～⑤轴间）栈桥逐步废除，保留进入B1层底板的斜栈桥。随着B1底板的形成，位于③轴与⑤轴处进入底板的斜栈桥，在底板完成50%及获得强度后，由斜栈桥和底板接通共同组成南进南出、北进北出的施工道路，在翻交过程中每侧始终保持两个出入口畅通，依次进行翻浇，

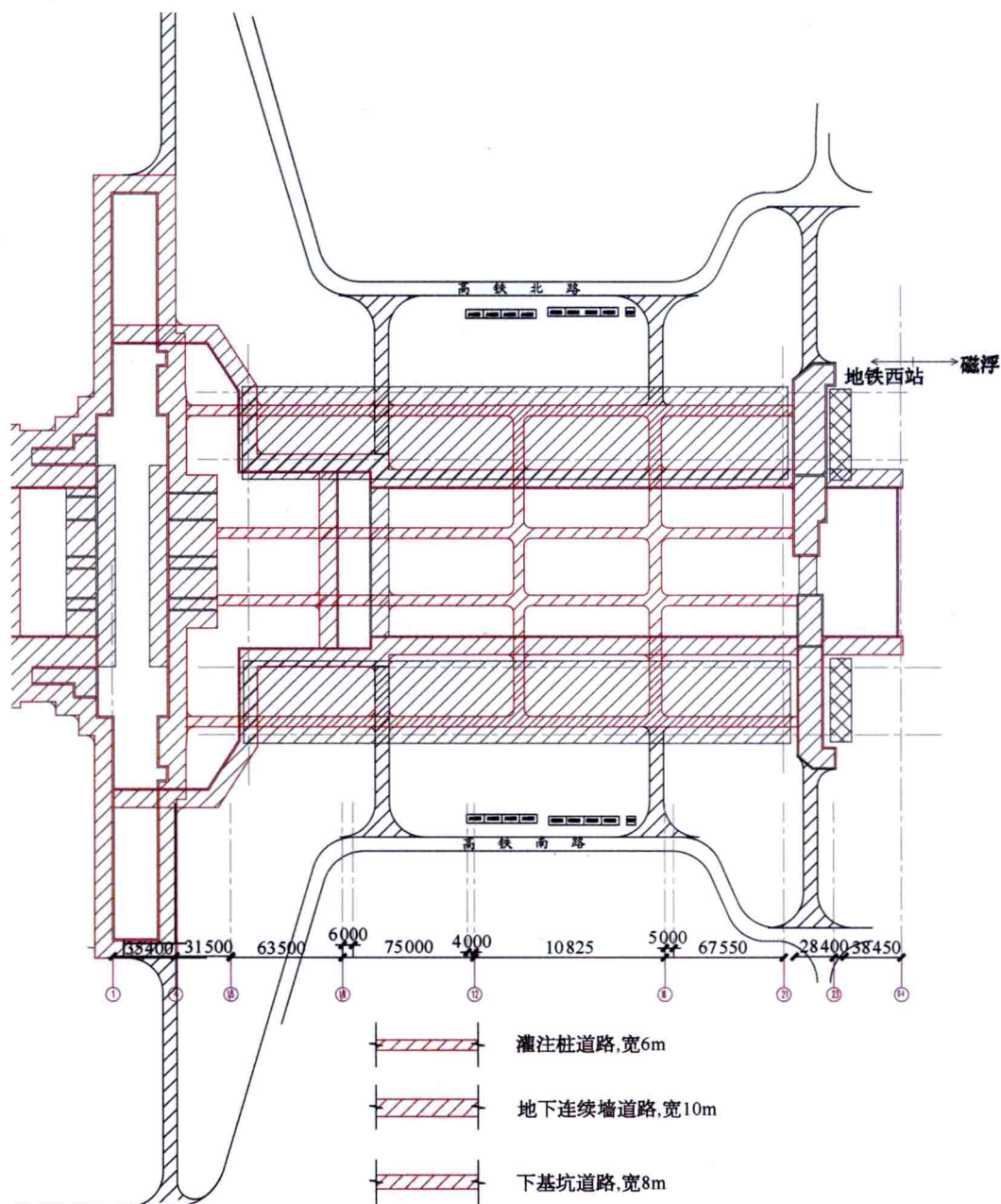


图 3-16 桩墙阶段场布图

即先将斜栈桥凿除,该处底板形成后,南北两侧再恢复一处,以确保 B1 层钢管柱、型钢梁吊装,钢筋、模板、木料等施工材料的运输。恢复栈桥处的 B1 层墙顶板最后施工,该处栈桥的位置需结合上部钢结构吊装的流程而定。由于上部钢结构吊装需在 B1 层顶板劲性梁上由中间向东西两端逐吊逐退,故恢复的栈桥应尽量位于东西两侧,不影响上部吊装,其凿除后进行的结构施工及养护的绝对工期必须小于上部钢结构退至该处的吊装工期。基坑结构施工阶段施工道路布置如图 3-22 所示。

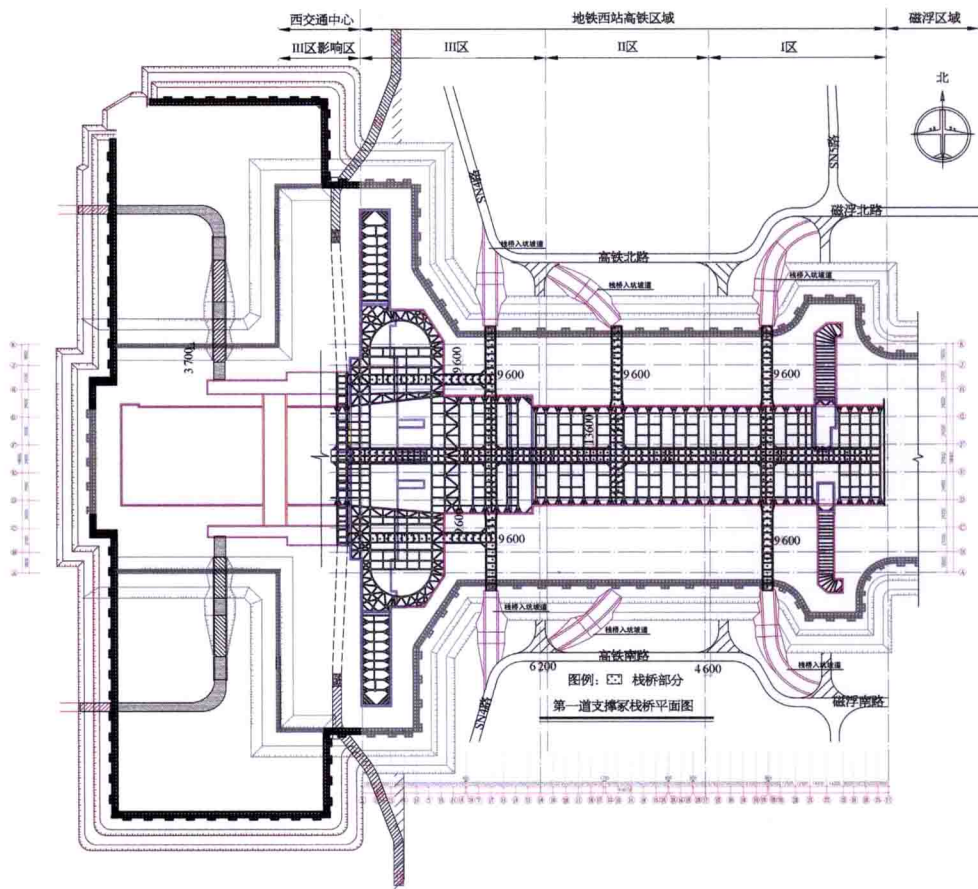


图 3-17 基坑道路平面布置图

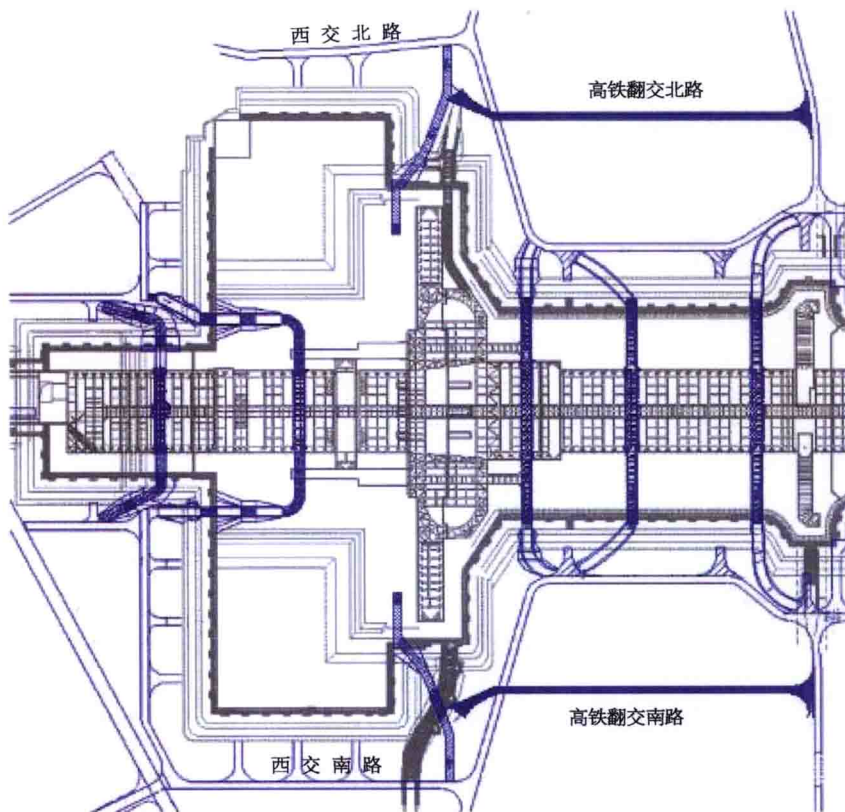


图 3-18 基坑土方施工阶段坑内栈桥布置

3. 钢结构施工阶段施工道路布置

中间区域 B3、B2 层钢结构吊装的施工，中间栈桥逐步废除，保留进入 B1 层底板的斜栈桥。吊装利用高铁 B1 地板作为吊装道路，并与外围道路连通。在①~④轴 B3 层钢结构吊装利用西交通中心的地铁疏散出入口暂不开挖，750t 吊机停于西交通中心的地铁疏散出入口进行钢结构吊装。钢结构施工阶段施工道路布置如图 3-23 ~ 图 3-25 所示。

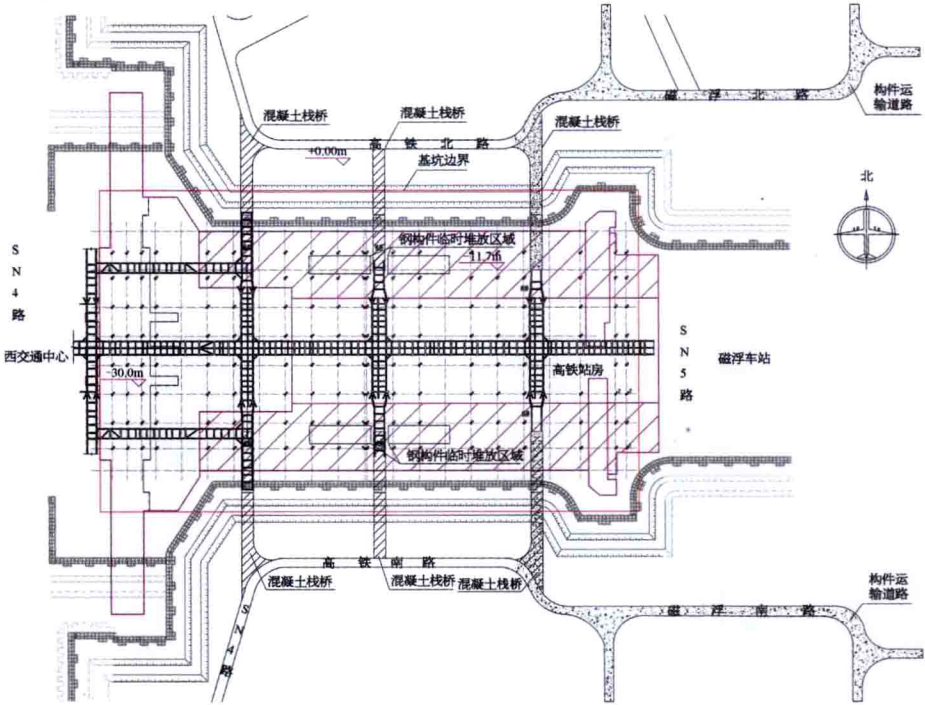


图 3-23 钢结构吊装施工阶段施工道路布置

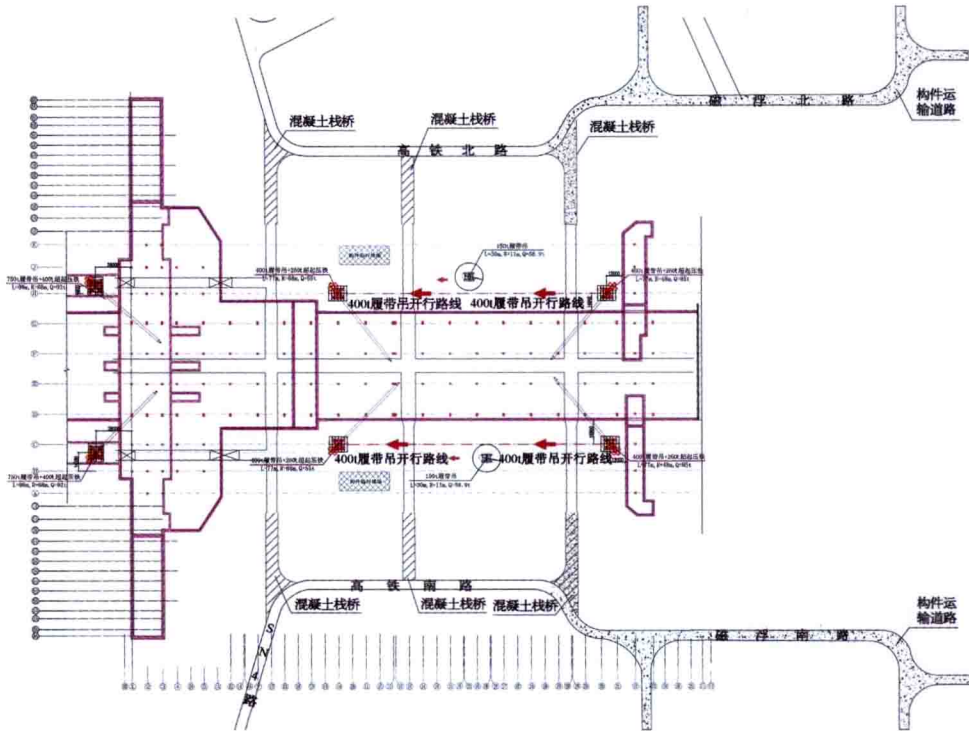


图 3-24 B3 层吊装施工阶段施工道路布置



图 3-25 栈桥与底板衔接

西交通中心结构出 ± 0.00 m 后, 高铁虹桥站上部钢结构正进行大流水吊装施工, 当 4 台行走式塔吊由中间退至西侧时, 借助西交通中心 (见图 3-26、图 3-27) 与高铁虹桥站之间的申贵路作为胎架拼装场地和塔吊吊装场地, 从而有效保障了高铁虹桥站工程的进展。



图 3-26 西交通中心道路利用

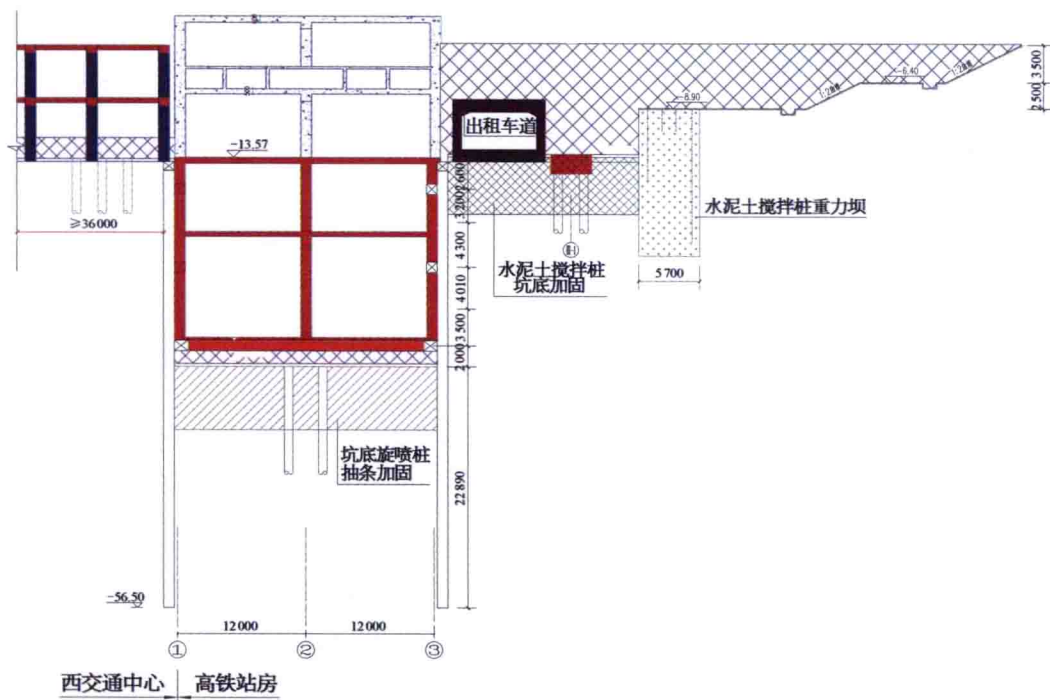


图 3-27 两次向西交通中心借道

3.4.3 主体结构施工阶段道路布置

1. 地下结构施工阶段道路布置

2009年5月开始,随着地上结构的开展,B1层二结构及装饰施工的开展,地下室内道路与外围道路的贯通显得尤为重要,要求东南、东北、西南、西北四处出租车道的结构施工与最后几块的B1层结构施工同步,待东南、西北出租车道养护结束,排架拆除开通后,利用出租车道这种永久道路作为进入B1层的施工道路及垂直运输,进行砌筑、安装乃至装饰施工。出租车道的装饰待B1层装饰基本完工后,轮番依次进行。B1层施工道路布置如图3-28、图3-29所示。

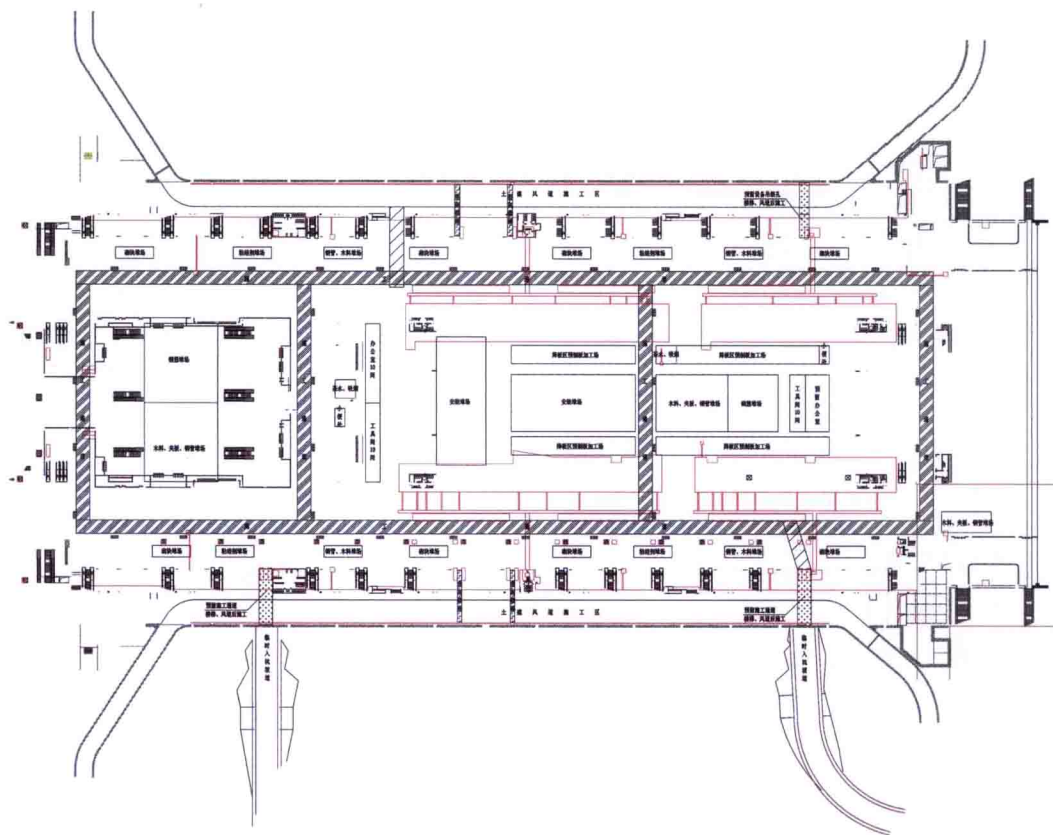


图 3-28 B1 层施工道路布置图



图 3-29 B1 层施工道路

2. 地上结构施工阶段布置

2009年5月开始,随着上部结构及站台层结构装饰的开展,在站房内部需于 -2.55 m 轨道层设置道路(见图3-30、图3-31),在外部需结合高速铁路站场加固及铺轨等工序进行道路翻交。B1层结构顶板厚度为 200 mm (站台区)、 450 mm (轨行区),对于重车开行的站台区其强度可满足,但裂缝宽度已超设计要求。故需规划好施工道路布置,并对B1层顶板施工道路在设计阶段加固消耗。本工程的顶板配筋为 $\phi 14@150\text{ mm}$ 双层双向,施工道路处的加固方式为增加顶板厚度,即 200 mm 变为 300 mm , 450 mm 不变,在B1层顶板施工时一并完成。道路的布置主要考虑上部钢构件的运输、楼板钢筋、模板运输及混凝土的布料,上部吊装由中间向东西两端进行,道路由中间的⑫~⑬轴轨道区域进出。考虑到楼前高架的施工,在⑫~⑬轴位置设置门洞,塔吊在南北向间隔覆盖了四跨轴线,施工道路须避开塔吊行进线路,实际呈东西向布置,位于⑥~⑩轴、⑭~⑱轴之间,共2条,宽度 7.2 m ,故该处的站台结构需滞后补缺施工。同时要求站台施工紧跟上部钢结构吊装进度,钢结构吊装完成的区域,站台结构应立即赶上。

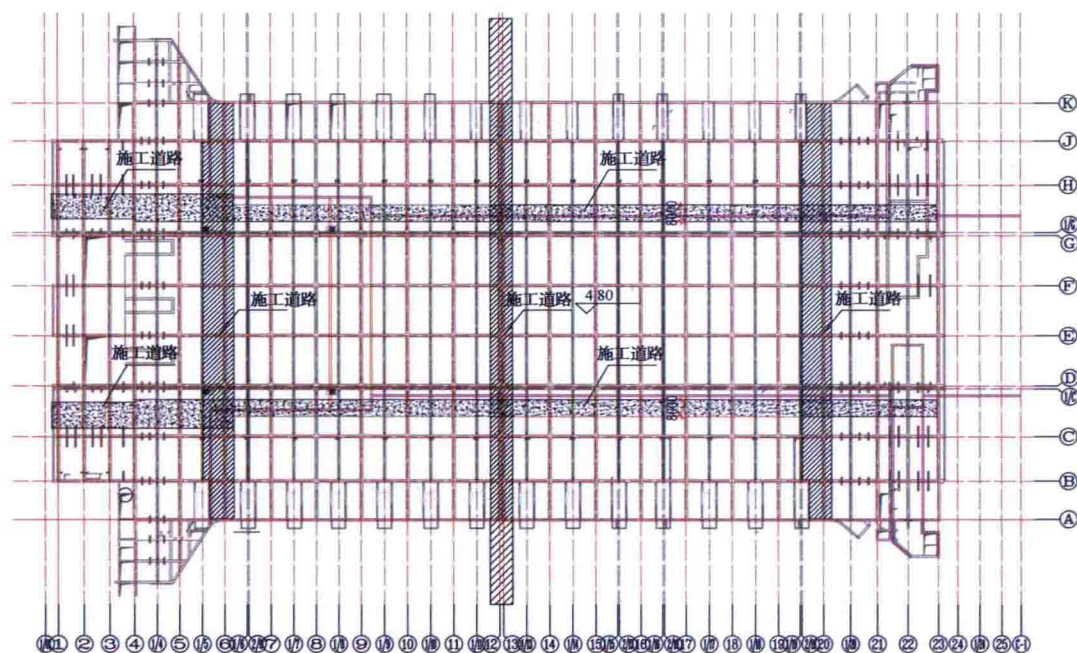


图 3-30 轨道层顶板上施工道路布置图



图 3-31 轨道层顶板上施工道路

3.4.4 上部装饰施工阶段道路布置

1. 协调外围高架工程

高铁虹桥站站房主体工程装饰阶段，南北楼前高架、共同管沟、铁路线路等同步开展，由于存在多单位（楼前高架由外地甲单位施工，土方回填及地基加固由地铁单位完成，共同管沟结构由中铁二十四局实施，管线铺设则由上海建工完成，线路加固及铺设由中铁二十四局完成）交叉施工的现象，影响了主体结构道路交通组织。因此，必须合理安排施工流程及各单体进行组织协调以尽快形成施工道路，为高铁虹桥站上部结构施工创造便利的交通组织条件。2009 年 11 月，随着 10.00 m 层二结构与装饰施工的开展，在外围高架匝道逐步贯通的前提下（高铁站房前南北高架尚未贯通），尽早形成东西端部、南北两侧的楼前高架出入口，通过外围高架匝道与 10.00 m 层楼板直接连通后在站房内部形成环路，满足大量的构建、材料运输。具体工序流程如图 3-32 所示，高架出入口、出入口与候车大厅衔接分别如图 3-33、图 3-34 所示。

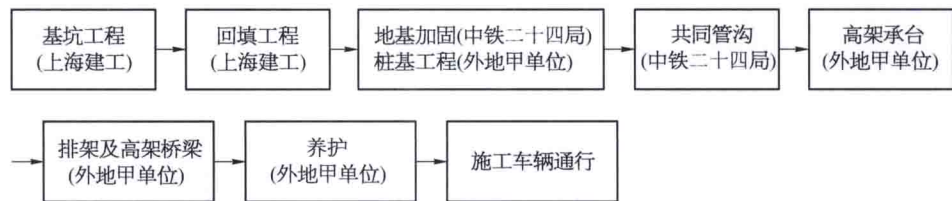


图 3-32 工序流程图

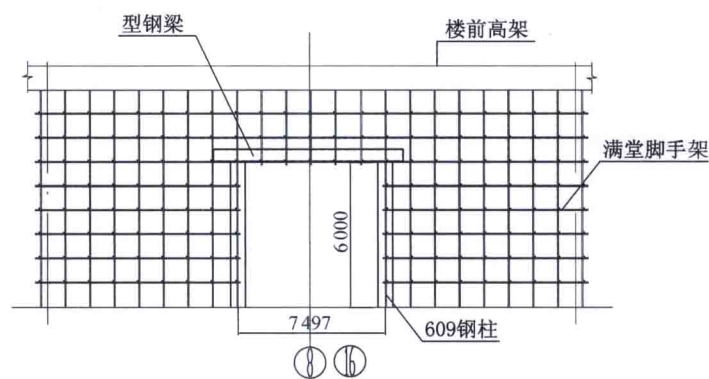


图 3-33 高架出入口



图 3-34 高架出入口与候车大厅衔接

2. 利用候车大厅层作临时施工道路

在高架匝道出入口提前开通的前提下,大量的屋面、幕墙钢构件及装饰材料能直接抵达候车大厅层,该层楼板厚度为120 mm,只允许16 t以下的施工车辆通行。吊顶高度达20~30 m,采用的是满堂脚手架,故需规划好满堂脚手架下的施工道路,在脚手架搭设前预留,且不得影响上部吊顶施工。实际考虑“二横四纵”的方式,即东西向2条、南北向4条,宽度均为7.2 m。上部装饰阶段施工道路布置、雨篷钢结构吊装施工道路布置如图3-35、图3-36所示。

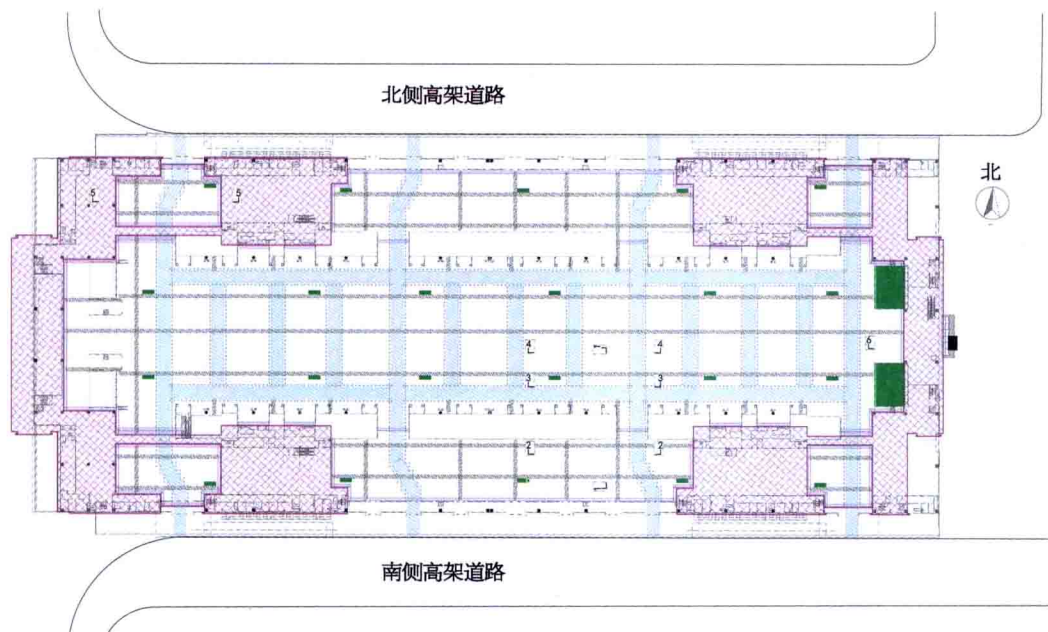


图 3-35 上部装饰阶段施工道路布置图

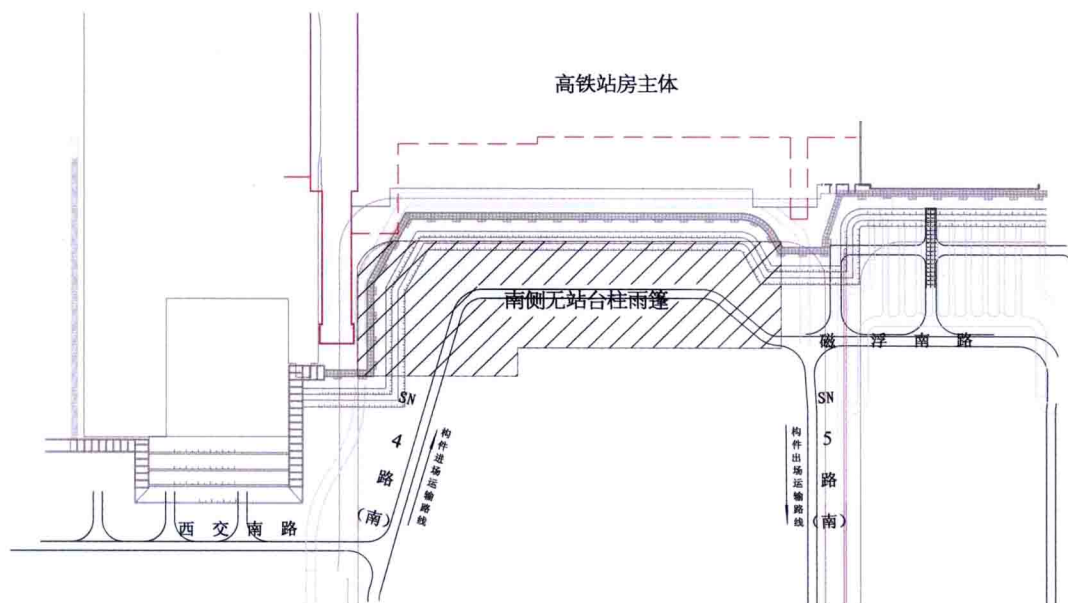


图 3-36 雨篷钢结构吊装施工道路布置图

3.4.5 结合道路的水、电平面布置

通过对工程总体工期及节点的计划要求，在结合道路布置的基础上，考虑到各专业工作量的需求，结合各专业单位穿插衔接，确定了所需临时用水、用电量，并进行了合理的现场总平面布置（见图 3-37），一方面结合道路布置、材料运输与堆放等满足施工需要，另一方面将水、电箱变的走向布置在施工影响较小、使用方便的位置，避开主要的临时道路及铁路站场。

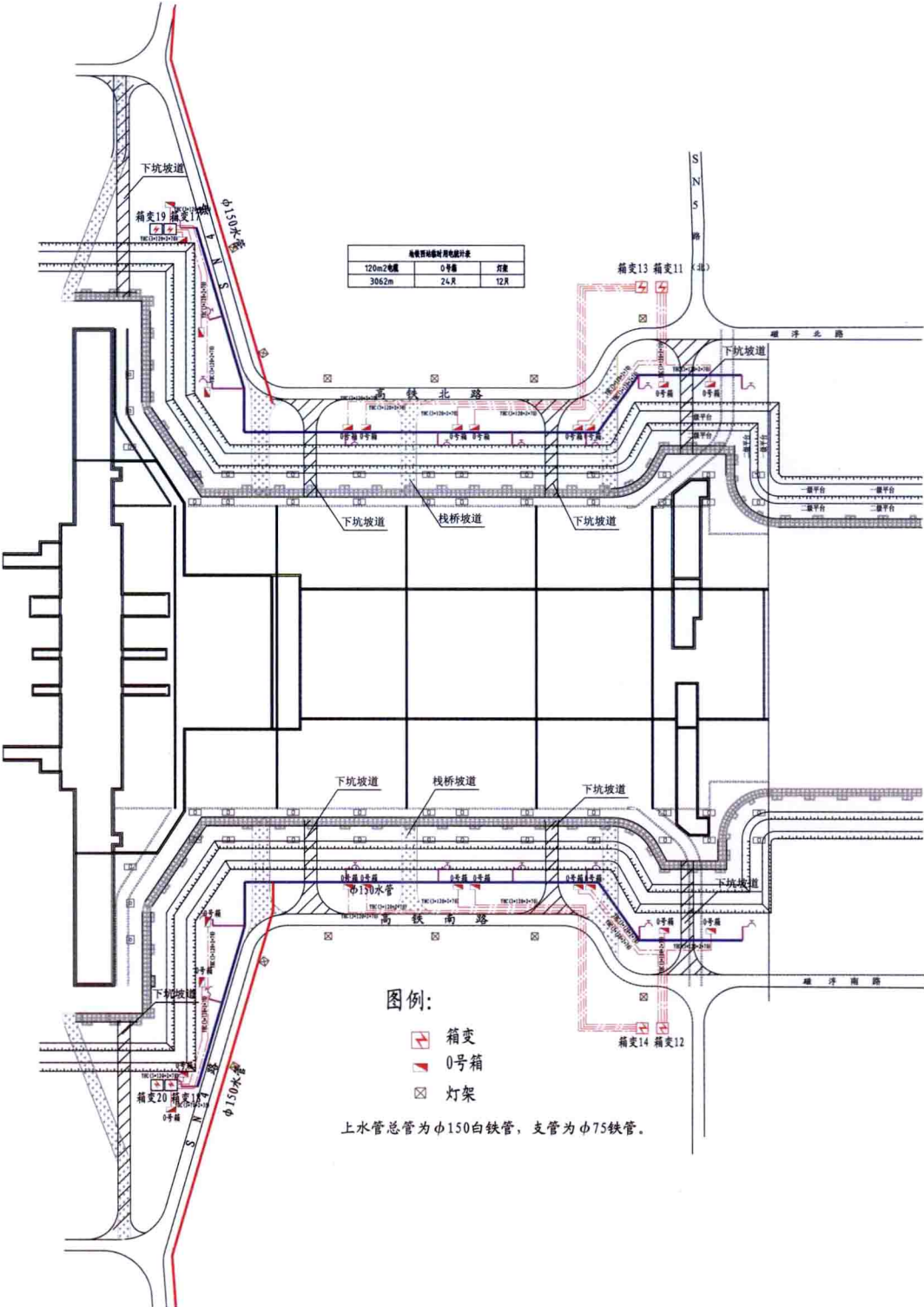


图 3-37 现场用水、用电平面布置示意图

3.4.6 结合道路的排水平面布置

结合道路的布置,在路边设置总排水沟。主要考虑基坑阶段汛期,本工程基坑总面积约 16 万 m^2 ,基坑范围内日降雨量约 8 000 m^3 ,每小时雨量为 334 m^3 。除考虑部分雨水没入地下以外,其余雨水均需利用水泵抽离基坑,雨水损失按 10% 考虑,每小时排水量不小于 300 m^3 。现场布置 8 台总水泵进行基坑抽水,每台水泵每小时抽水量应不小于 40 m^3 。具体做法为:在两级放坡、重力坝等位置设置环向排水沟,采用 YQ-7、YQ-15、YQ-25 型潜水泵进行强排提升,并在坡顶和重力坝顶布置集水坑及泵房,其中坡顶泵房布置 8 间,每间各采用 1 台 2 $\frac{1}{2}$ PW 污水泵抽取一级放坡区域雨水,重力坝布置 10 间泵房,每间泵房各布置 2 台 3PNL 型泥浆泵,将雨水提升至南北施工道路旁的排水沟内。现场雨、污水主要排入点为南北两侧就近河道,其中北侧 SN4 路、SN5 路排入北潮江,南侧 SN4 路排入郭浦港、SN5 路排入唐家浜,在河道排入点处设置强排点,强排点内各设置 3 台 3PNL 污水泵强排入河道。

在地下结构施工期间,除在各级放坡及重力坝顶部设置排水明沟和集水井外,B2、B3 层地下连续墙内侧放置 2.5 m $\times$ 2.5 m $\times$ 1.5 m 的钢水箱(合计数量 36 个),用于集中基坑雨水,相互之间的排水连接采用 4 in(1 in=25.4 mm) 钢水管;并在临时性的集水箱中放置水泵以接力的形式将水排至泵房,由泵房再统一向外排水。泵房间 24 h 派专人进行看护值班,并配置一定数量的备用泵,随时对基坑内雨、污水进行强排,保证基坑施工的顺利实施。排水平面图如图 3-38 所示。

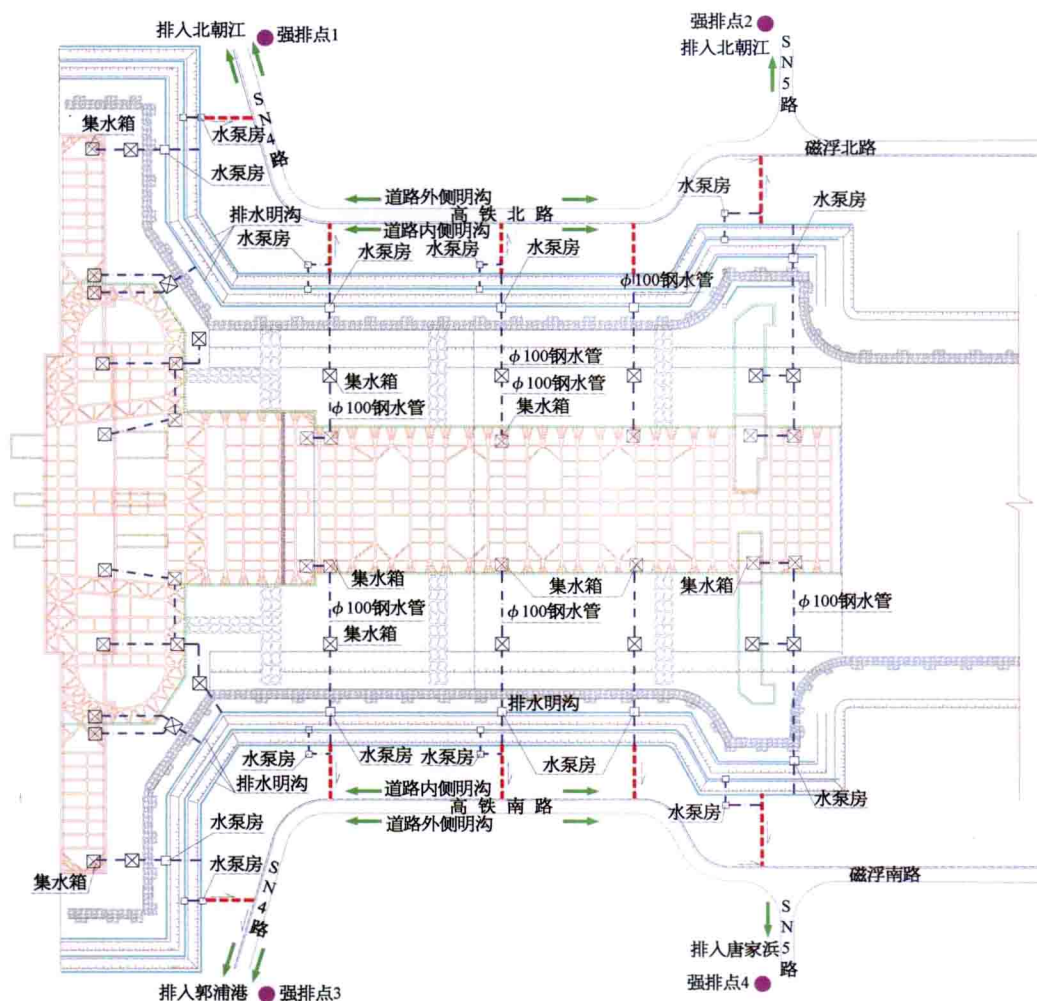


图 3-38 排水平面图

3.5 大型起重设备的选用与布置

3.5.1 土建结构塔机分阶段策划与布置

2008年7月开始挖土前,由于基坑面积巨大,为保证基坑内支撑施工,逐步开始进行大型塔吊设置(见图3-39、图3-40)。结合道路布置,以运输道路在塔吊覆盖范围内

为原则,本工程塔吊采用132EC型塔吊(半径60m)4台、TC5616型塔吊(半径56m)10台。

本工程共布置14台,南北以中轴线对称布置,编号由西向东分别为N-1#~N-7#,以及S-1#~S-7#,N-1#与S-1#以中轴线对称布置。

塔吊主要用于地下结构施工阶段,待地下结构施工完毕后均拆除(B1层加固顶板上)。



图 3-39 基坑机械布置

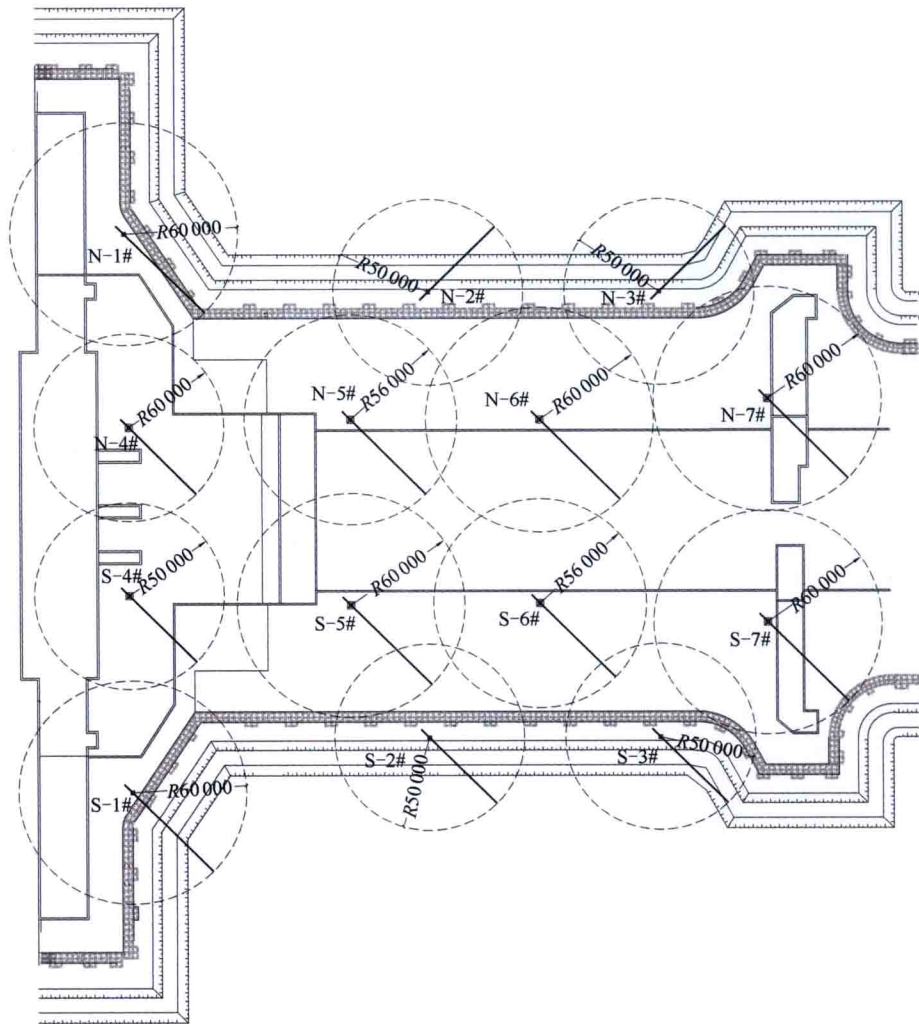


图 3-40 土建施工塔吊平面布置图

3.5.2 地下钢结构履带吊等大型机械的分阶段策划与布置

2008年11月开始, B1层底板逐步形成, 满足大型钢结构吊装条件, 土建塔吊开始逐步拆除。本工程下部钢结构安装选用4台400t履带吊, 分别在③~⑩轴和⑥~⑪轴跨中行走; 并配150t履带吊配合吊装, 另配750t、600t各1台履带吊负责解决吨位重、半径大的构件安装。

由于西侧地下钢结构工程量巨大, 结合基坑内道路布置, 以⑨轴为界分为东西两块, 由两侧向中间进行流水作业, 大型吊装机械最后由⑨轴处栈桥退出。

3.6 钢结构吊装技术流程部署

3.6.1 复杂工况下组合式钢结构吊装施工技术

高铁虹桥站钢结构工程体量大(约8.7万t)、构件重(最重的桁架超过200t)、工期紧(4个月内完成下部钢结构3万多吨、5个月完成上部结构5万多吨), 钢结构吊装与其他工种同步立体交叉施工, 施工现场占地面积广但供施工用的构件堆放及吊机开行的场地却十分有限。因此, 必须选择合适的吊装机械, 采用科学的吊装方法, 才能确保工程有序进展。

根据高铁虹桥站钢结构工程的特点, 项目部经过精心策划, 提出采用“大型行走式动臂塔吊分区域逐跨退吊, 大流水施工配合节间综合吊装”、“现场拼装, 整体提升”及“利用桁架形成胎架场地, 跨内定点吊装”等工艺, 极大地解决了吊装场地狭小的问题, 保证高铁虹桥站钢结构的顺利实施, 同时也为后续工作的开展提供工作面, 以确保整个工程的顺利实施。

3.6.2 大流水施工配合节间综合吊装工艺

高铁虹桥站房占地418m×162m, 东西向有轴线①~⑫轴, 南北向有轴线A~K轴。从工程外部环境分析, 工程南北两侧为楼前高架, 东西两侧分别为磁浮虹桥站和西交通中心(高铁虹桥站与磁浮虹桥站之间为规划的申兰路, 与西交通中心之间为规划的申贵路), 高铁站房施工时, 周边各单体建筑同时施工。

在如此复杂的环境下, 需要考虑上部钢结构吊装如何布置塔吊及安排塔吊行走路线, 使得钢结构既能实现大流水作业, 又不至于影响到相邻工程的施工。因此, 项目部在施工前进行了精心的策划, 先后对比了三种方案。

方案一: 行走式塔吊跨外施工。考虑采用4台行走式塔吊布置在结构南北两侧, 即在主站房结构外侧进行钢结构吊装。优点是可大流水作业, 不影响结构施工。缺点是一方面没有大的场地, 同时也会影响到周边建筑物的施工; 另一方面所需的塔吊吨位超大(超过3500t·m), 市场上无满足该吨位的塔吊。

方案二: 行走式塔吊纵向跨内施工(南北向行走, 见图3-41)。考虑利用-2.55m轨道层的列车轨道作为塔吊行走路基, 进行钢结构吊装。优点是可以减少对-2.55m标高混凝土楼面的破坏, 也可以减少对行走式塔吊行走轨道的设计和布置; 缺点是只有当列车轨道铺设完毕后, 才能安装塔吊及吊装钢结构, 这样势必使得钢结构安装工期更加紧张, 同时也增加了与土建等相关单位的协调难度。另外, 钢结构安装完成后, 塔吊的拆除也很困难。

方案三: 行走式塔吊横向跨内施工(东西向行走, 见图3-42)。考虑采用8台行走式塔吊(1000t·m以上)跨内布置, 在⑫~③轴向东、向西边退边吊。优点是塔吊布置简单, 现场总体施工布置简便; 多工种搭接及多种施工工艺的使用, 可提高安装精度, 缩短工期, 使工期节点目标得以保证。

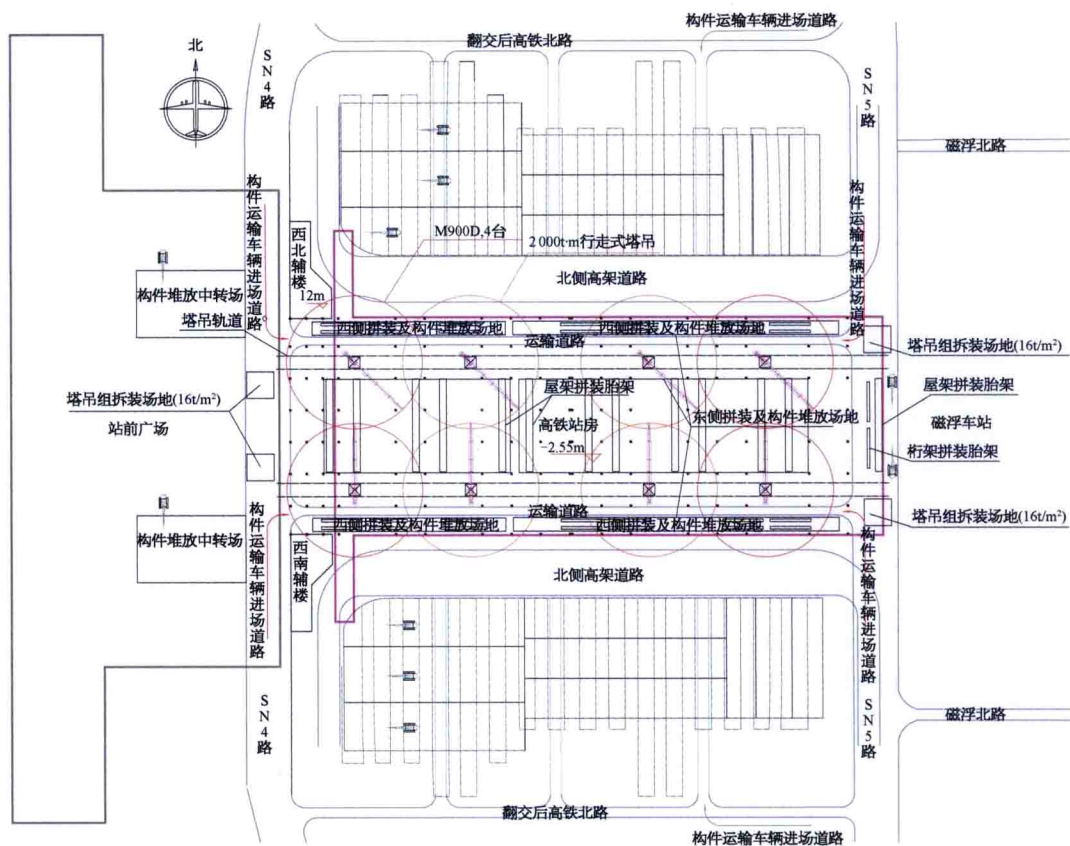


图 3-41 行走式塔吊纵向跨内施工

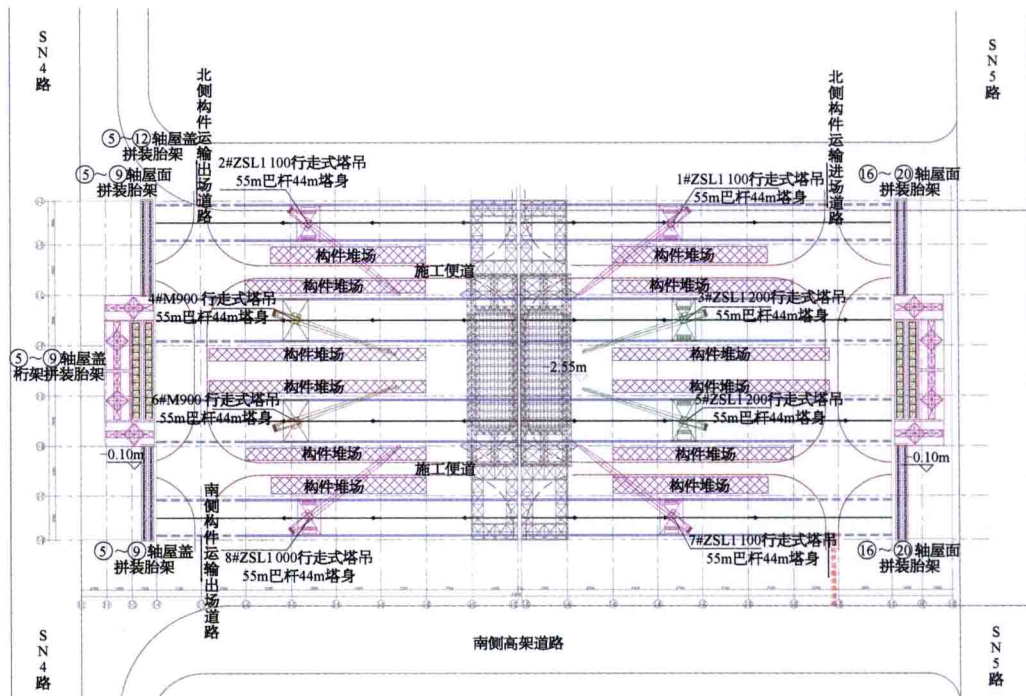


图 3-42 行走式塔吊横向跨内施工

经过以上分析对比,决定采用方案三的大流水作业,将整个站房主体上部钢结构安装分为东、西两个施工区域。东区为①~⑩轴,西区为⑬~⑳轴,8台行走式塔吊分成4台/组,自⑩、⑬轴向东西两侧同时吊装。在吊装每一跨时,借鉴厂房节间吊装经验,采用综合吊装方法,即先安装10.00m标高的立柱,然后依次安装6.50~10.00m标高桁架层、16.00m和21.85m的夹层、30.00m标高屋面结构层以及40.00m标高屋盖结构层。如此吊装可以尽快形成一个完整的节间,为后道工序的施工创造条件。另在东西两侧安装2台塔吊作拆卸及收头。

3.7 相邻界面的总体流程部署

3.7.1 下方与地铁西站界面流程部署

1. 结构流程部署

高铁虹桥站房地下一层与下方地铁西站叠合,在围护、挖土、结构施工中整体考虑。原则上按先深后浅的顺序,先围绕地铁西站中间及西侧区域B3层最深处开挖,对在施工过程中对较远处影响较小的B1层结构同步施工,形成B2层底板与较深的B3层底板同步施工,B1层结构底板与较深的B2层底板同步施工,以加快施工进度。5号线、17号线基坑与西交通中心相邻,两侧开挖深度差异较大:东侧顶面为B2层,开挖相对标高为-23.97m,其下面有2道混凝土支撑;西侧顶面为西交通中心B1层区,相对标高为-13.20m,其下面设有4道混凝土支撑,两侧的主动土压力差异较大。为控制支撑两侧的土压力平衡,拟采用如下施工措施:当基坑开挖至第三道支撑时,先完成第三道支撑的混凝土结构,紧接着完成B2层底板混凝土浇筑,而后再开挖5号线、17号线基坑第三道支撑以下土体,对B3层结构进行施工。对于施工区内的通风道,考虑到风道宽度较小,延长面较短,施工工期较短,且考虑到B2层结构底板完成并交付钢立柱安装,拟采取以下施工方法:当开挖至B2层底板后,将B2层底板和风道第三道支撑的压顶梁一次浇筑,而后再安装第三道钢支撑,开挖以下土体,进行风道结构施工。

2. 钢结构流程部署

本工程地下部分钢结构施工工期紧,且钢结构超长超重,为了满足工程进度和吊装需要,采用2台400t履带吊、2台750t履带吊和4台150t履带吊安装地铁西站的所有钢结构。由于施工机械停在-11.70m的大底板上吊装地下结构所有钢柱和钢梁,且施工现场只有通过三纵一横(4道)栈桥与外面的施工道路相连,故运输车辆只能通过栈桥进入底板区域,进行构件的卸车和履带吊部件的组装。

随着工程的进展,为了保证工程进度,为下道工序创造有利条件,在①轴以西(西交通中心地铁北出入口)布置1台400t履带吊,同时进行①~③轴的吊装工作。

3.7.2 东侧与磁浮流程部署

东侧与磁浮区交界处,地下结构部分以磁浮临时封堵地下连续墙为界,磁浮B2层结构形成后,施工高铁虹桥站基坑。在封堵墙区域,磁浮区域留设施工缝,并设置换撑板带,结构暂不施工;待形成永久换撑(结构)后,凿除封堵墙,再行施工该跨轴线内剩余结构。高铁虹桥站与磁浮界面关系如图3-43所示。

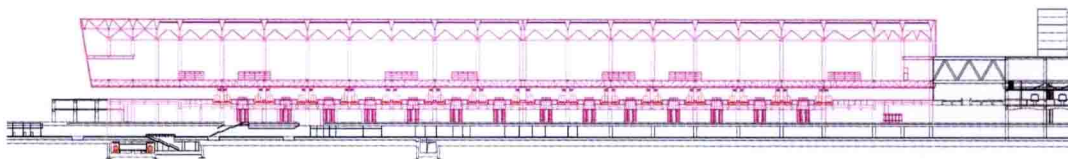


图 3-43 高铁虹桥站与磁浮界面关系剖面图

3.7.3 西侧与西交通中心流程部署

1. 结构施工流程部署

地铁西站（高铁站房）施工区域西临西交通中心，以①轴线为界，①轴线以西为西交通中心施工范围，以东为地铁西站（高铁站房）区施工范围，由于地铁西站（高铁站房）与西交通中心在 B1 板共坑，因此要求西侧的西交通中心与地铁西站的Ⅲ区在结合处同时进行基坑土方开挖，所以需要考虑高铁虹桥站与西侧西交通中心基坑影响范围内的降水先行施工，并要求西交通中心在基坑施工中予以配合。B1、B2 层基坑施工剖面工况如图 3-44 所示。

(1) 在西交通中心与地铁西站的结合部位要求同步降水，确保地铁西站Ⅲ区基坑在土方开挖时能同步进行挖土施工。

(2) 在西交通中心靠近地铁西站的一排疏干井长度间隔加深，疏干井的长度增加到 27m。

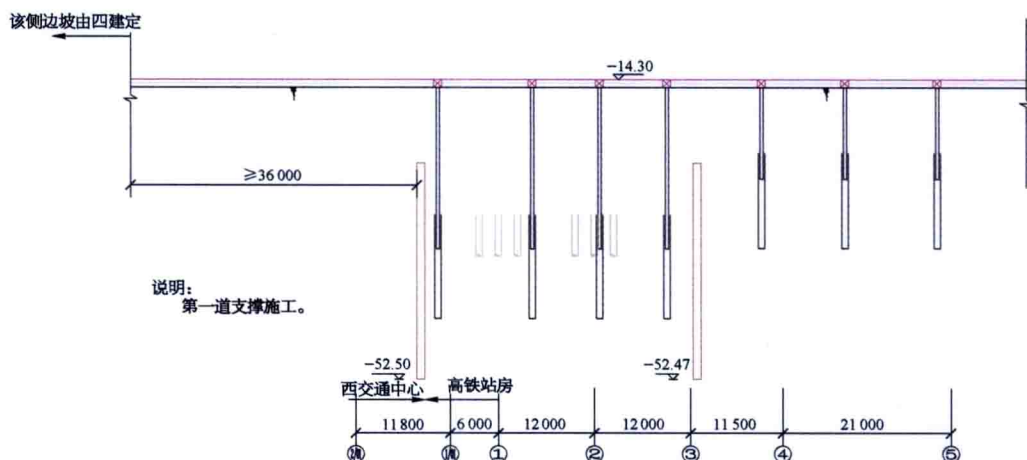
(3) 在第二阶段土方开挖时，西交通中心的南北两侧有两个下坑坡道和结构底板（约 30m 宽）需及时完成，以保证入坑土方开挖的道路畅通。

(4) 在二级基坑部位有钢筋混凝土施工栈桥和支撑共用，此栈桥要求能确保地铁西站Ⅲ区基坑第二阶段的土方开挖。

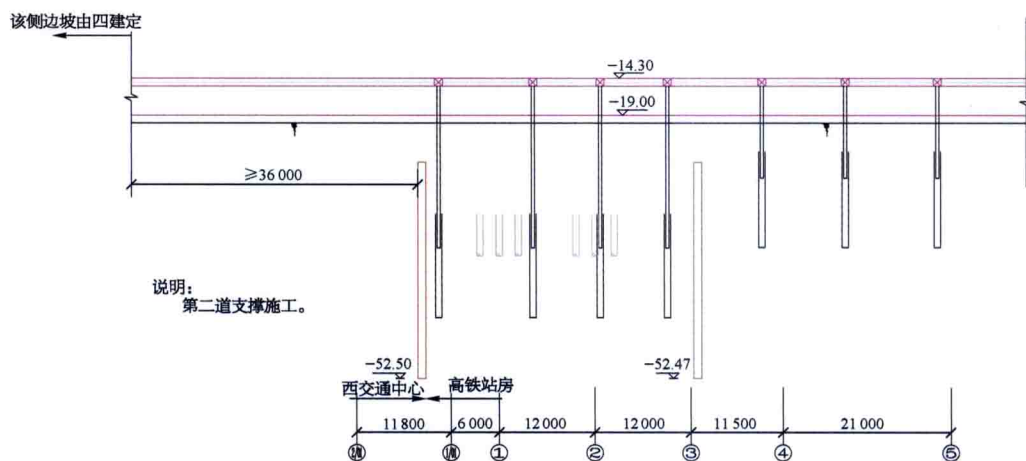
(5) 在地铁西站Ⅲ区基坑挖土时，西交通中心结合部位的土方开挖须同时进行，挖土平台不小于 36m。

(6) 西交通中心疏散通道原则上须在 5 号线、17 号线 B2 层顶板完成后开挖，自动扶梯须在 B3 层顶板结构完成后开挖。若需提前开挖，则应对 5 号线、17 号线的基坑支撑体系反力点采取支承措施。

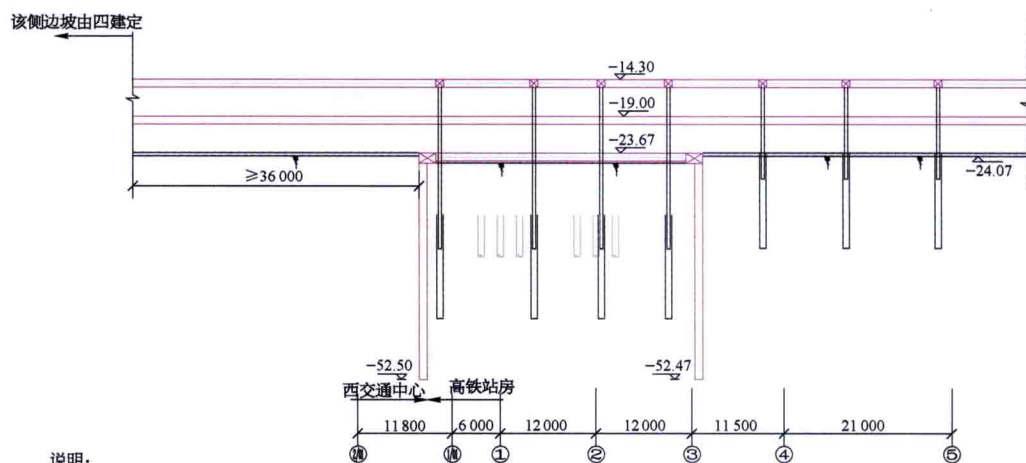
(7) 西交通中心要求一、二级基坑处的基坑施工应与 5 号线、17 号线的基坑同步进行。



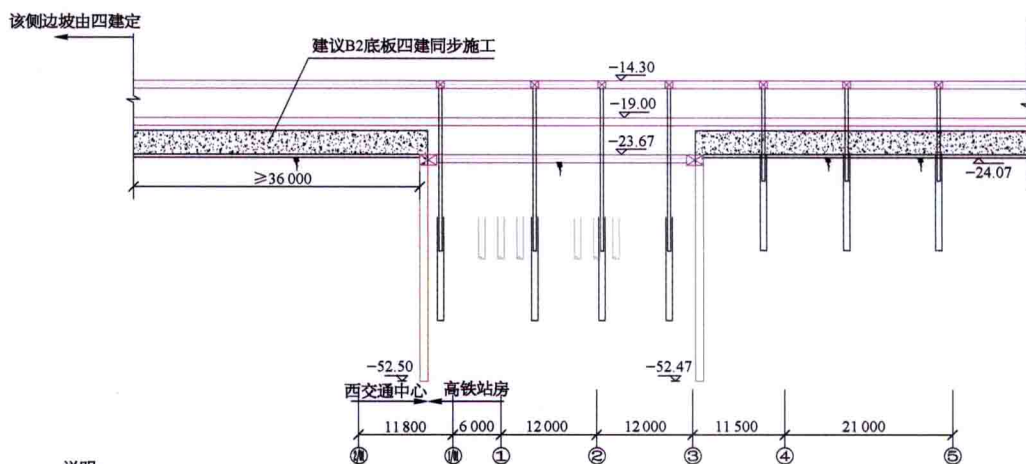
1-1剖面工况一：第一道支撑施工
(标高均为相对标高)



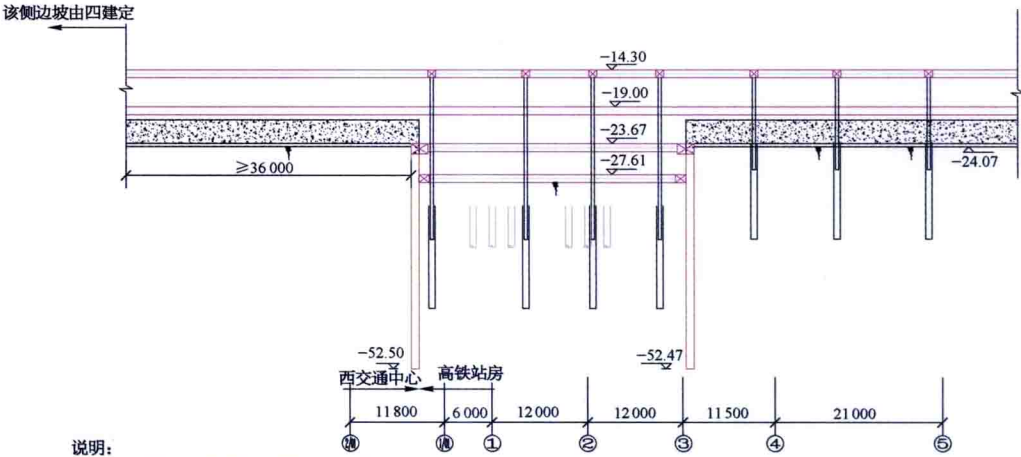
1-1剖面工况二：第二道支撑施工
(标高均为相对标高)



1-1剖面工况三：第三道支撑施工
(标高均为相对标高)

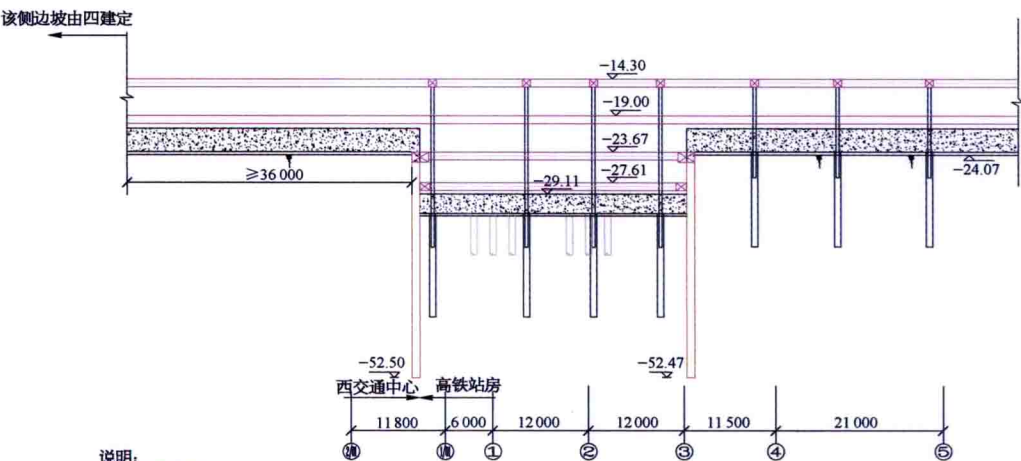


1-1剖面工况四：B2层底板施工
(标高均为相对标高)



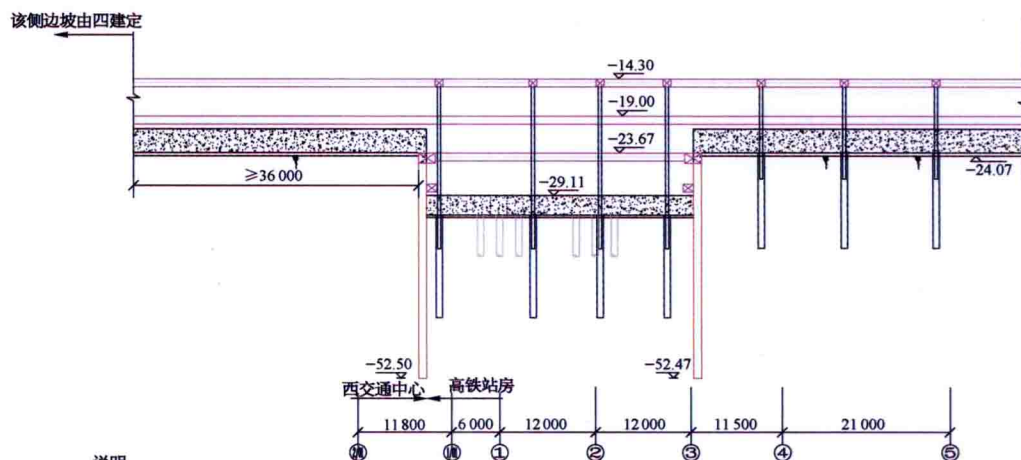
说明:
1. 5号线、17号线控土至第三道支撑;
2. 第三道支撑施工。

1-1剖面工况五: B3层第四道支撑施工
(标高均为相对标高)



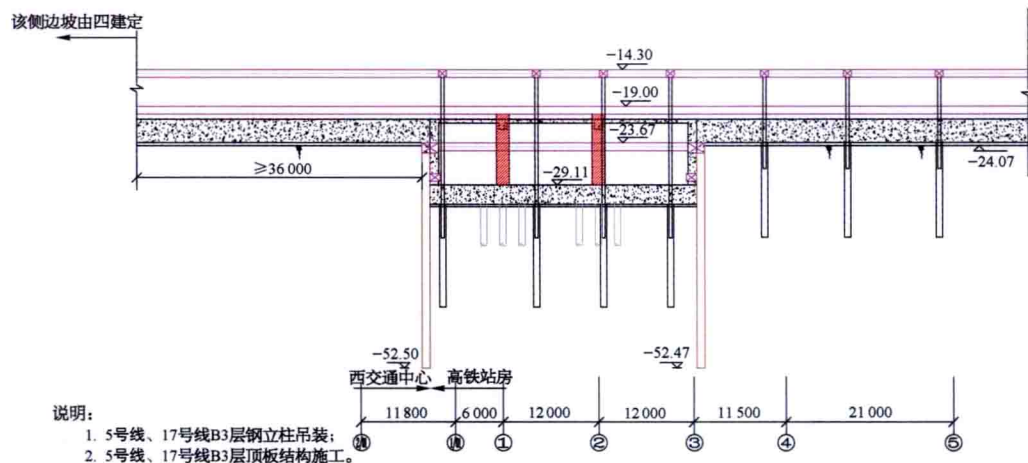
说明:
B3层底板施工。

1-1剖面工况六: B3层底板施工
(标高均为相对标高)



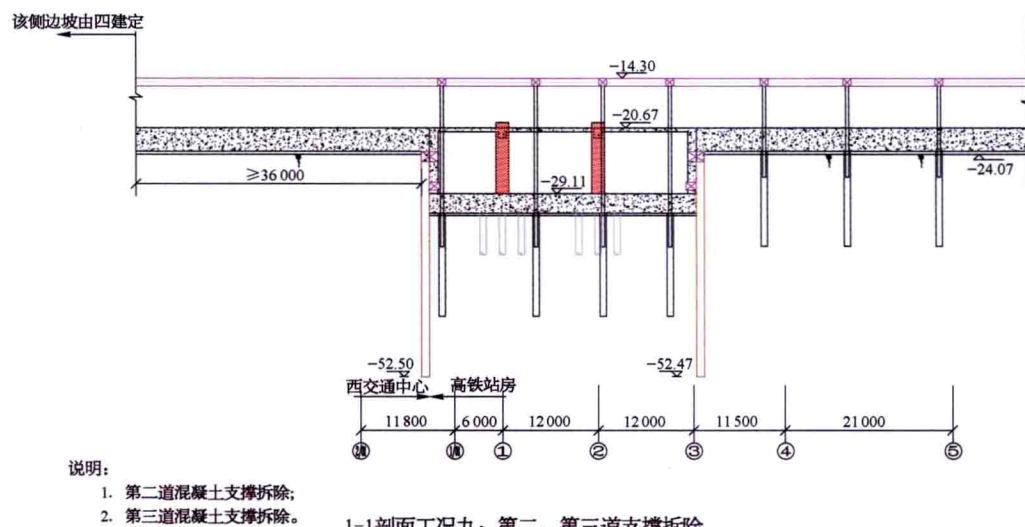
说明:
第四道支撑拆除。

1-1剖面工况七: 第四道支撑拆除
(标高均为相对标高)



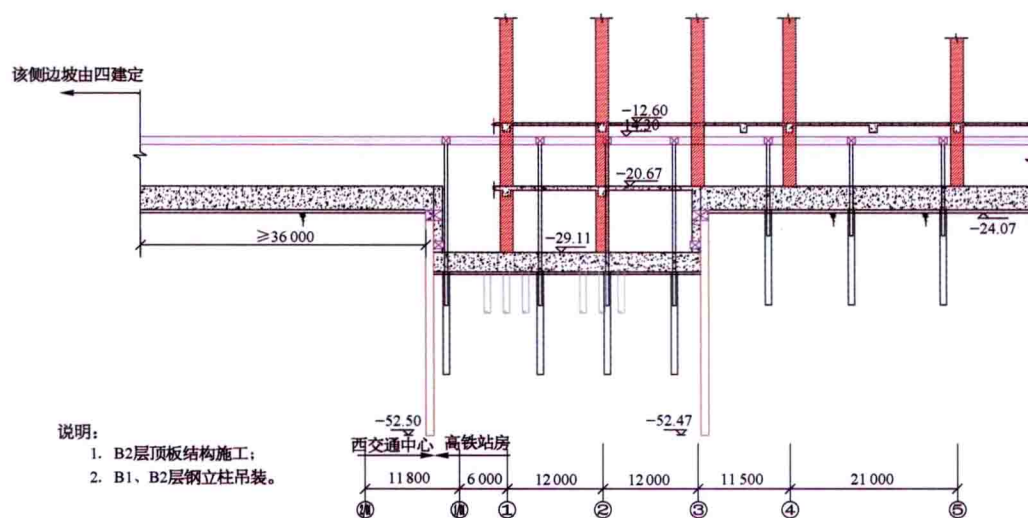
1-1剖面工况八: B3层钢立柱吊装, B3层结构施工

(标高均为相对标高)



1-1剖面工况九: 第二、第三道支撑拆除

(标高均为相对标高)



1-1剖面工况十: B1、B2层钢立柱吊装, B2层顶板施工

(标高均为相对标高)

图 3-44 B1、B2 层基坑施工剖面工况

2. 钢结构施工流程部署

高铁虹桥站钢结构吊装的一个特点就是虽然施工现场面积广 ($410\text{ m} \times 162\text{ m}$), 但是现场胎架拼装场地却十分狭小。因此, 采取大流水吊装施工时, 胎架拼装场地随着 8 台行走式塔吊分别向东、向西后退而后退; 特别是当 4 台行走式塔吊退至站房西侧时, 胎架场地将退至西侧的申贵路, 这会对道路的施工与协调及整个工程的道路交通组织产生很大影响。

西区边跨施工时采用“大型行走式塔吊低跨 (-2.55 m 标高) 翻高跨 (-0.10 m 标高), 边吊边退, 综合吊装”。

考虑到西区轴线间距较大, 吊装构件数量较多, 为了加快施工进度, 在保证西区 4 台塔吊正常施工的情况下, 在①~④轴高跨 (-0.10 m 标高) 新增 1 台 M900D ($1280\text{ t}\cdot\text{m}$) 行走式塔吊, 布置在⑧~⑨轴跨内; 并拆除同跨内的低跨 (-2.55 m 标高) $1100\text{ t}\cdot\text{m}$ 行走式塔吊, 将其安装至⑧~⑨轴高跨后拆除低跨 $1100\text{ t}\cdot\text{m}$ 行走式塔吊; 最后再将中间 2 台 M900D 行走式塔吊翻至 -0.10 m 标高的高跨安装。与⑤~⑧轴相同, 通过高跨 4 台塔吊的边吊边退、综合吊装, 完成⑧~④轴钢结构施工。钢轨铺至 SN4 路上, 4 台塔吊位于 SN4 路上进行⑧轴、①轴的 40.00 m 层桁架吊装, 以及零星构件的补缺。

3.7.4 南北侧与楼前高架及铁路站场流程部署

(1) 楼前高架桩基在 B1 层底板结构施工完毕后进行, 在结构 B1 层底板上施工内侧高架承台桩, 在 -1.55 m 重力坝上施工外侧高架承台桩。

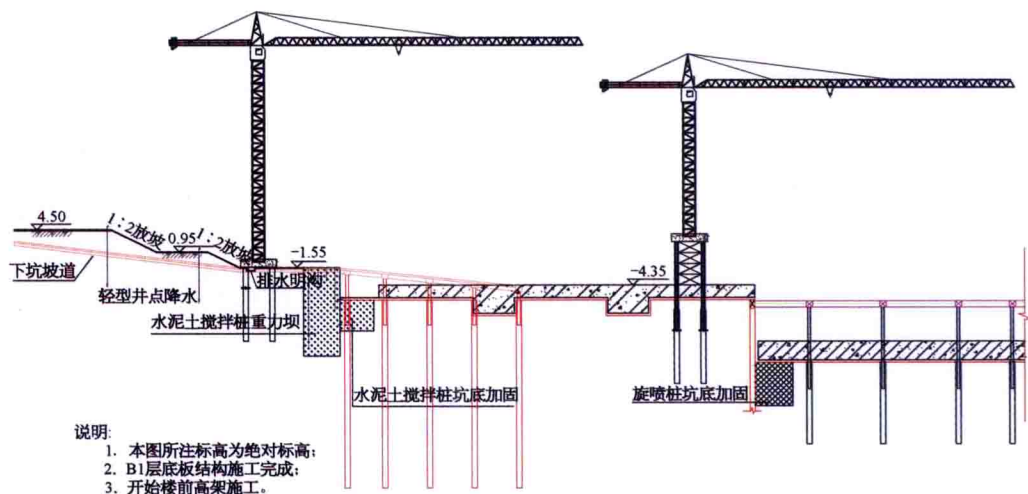
(2) 高铁地下结构施工同时穿插楼前高架承台及回填土以下的墩身混凝土施工。待高铁地下结构及楼前高架承台完成后, 进行周边土方回填施工。

(3) 土方回填土完成后进行高排架硬地坪的施工, 然后进行高架墩身和排架的施工。

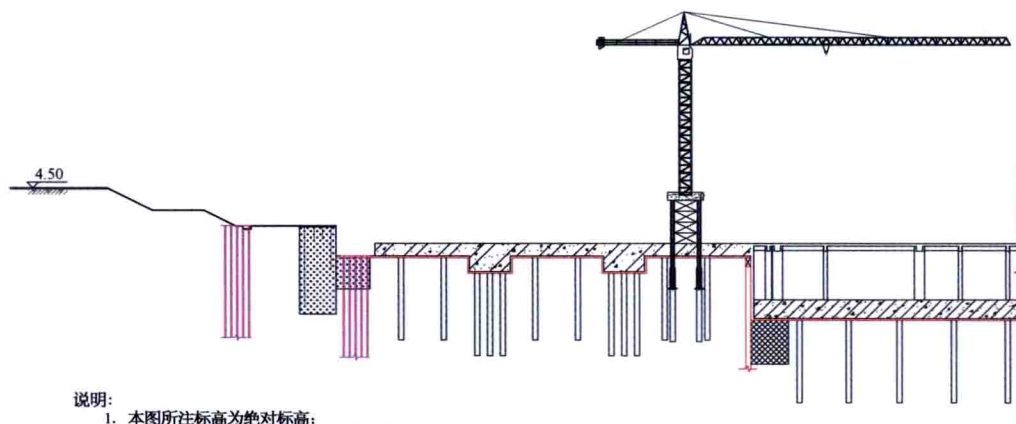
(4) 进行楼前高架箱梁结构施工和道路的翻交。

(5) 楼前高架箱梁混凝土达到强度后, 进行模板及排架的拆除, 清理完成后移交线路站台的施工。

楼前高架剖面工况如图 3-45 所示。



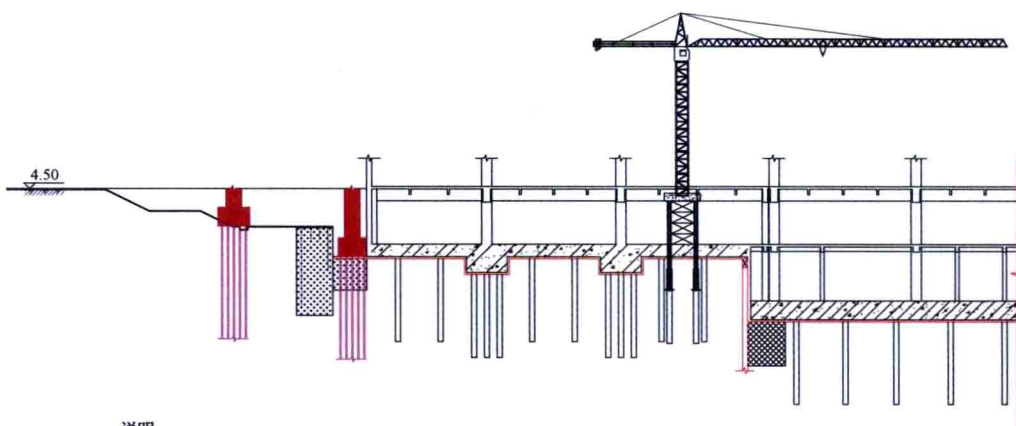
工况一: B1层底板结构施工完成开始高架施工



说明:

1. 本图所注标高为绝对标高;
2. 于B1层底板高处施工高架内承台桩;
3. 于-1.55m(重力坝)处施工高架外承台桩。

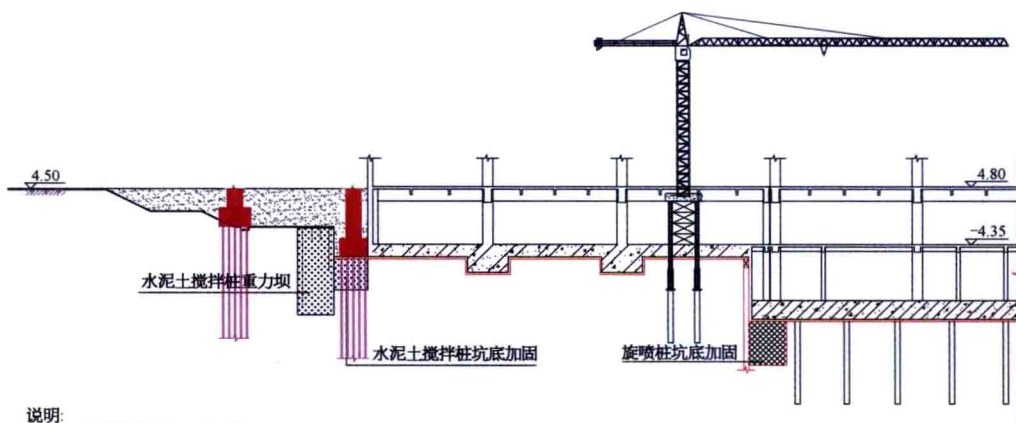
工况二：高架桩基施工



说明:

1. 本图所注标高为绝对标高;
2. 入坑施工高架承台结构;
3. 施工高架墩身于回填土以下部分;
4. 与高铁地下结构同时穿插施工。

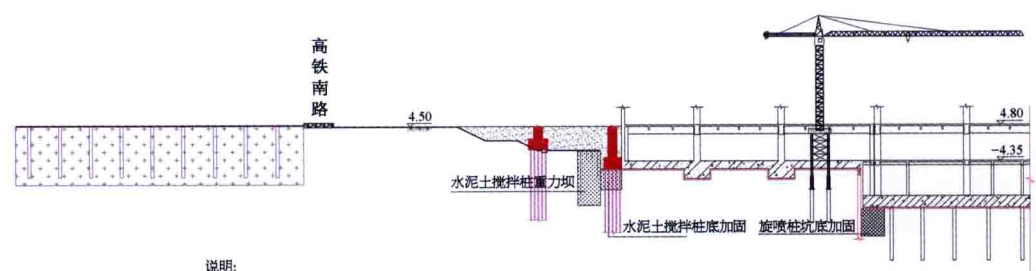
工况三：高架承台墩身施工



说明:

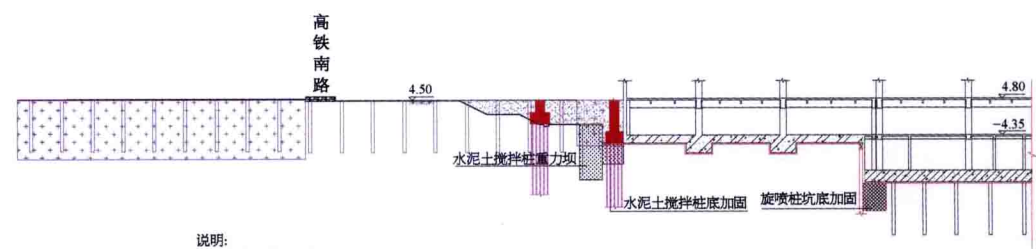
1. 本图所注标高为绝对标高;
2. 待地下结构及高架承台完成后进行周边土方回填施工。

工况四：土方回填



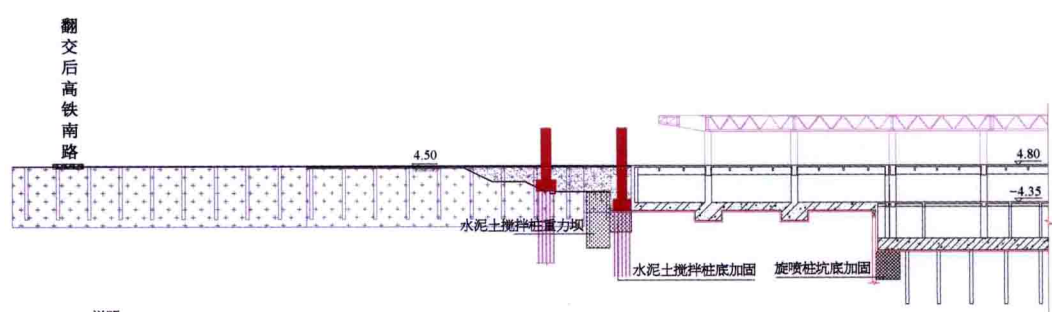
说明:
1. 本图所注标高为绝对标高;
2. 高铁南路、高铁北路以外站场工程桩及站台地基加固施工,无站台雨篷桩施工并完成碎石层。

工况五: 外站场工程桩及站台地基施工



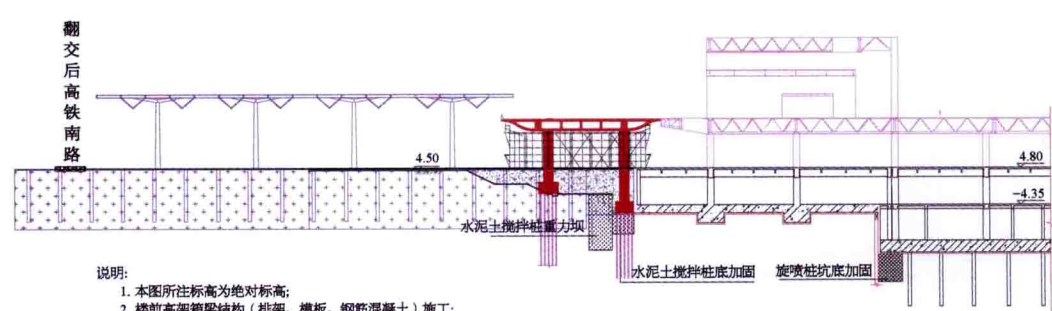
说明:
1. 本图所注标高为绝对标高;
2. 高铁南路、高铁北路以外站场工程桩及站台地基加固施工,无站台雨篷桩施工并完成碎石层。

工况六: 内站场工程桩及站台地基施工



说明:
1. 本图所注标高为绝对标高;
2. 楼前高架支撑排架硬地坪及墩身结构施工;
3. 高铁主站房主体上部结构施工;
4. 高铁南路、高铁北路拆除。

工况七: 地面以上墩身结构施工



说明:
1. 本图所注标高为绝对标高;
2. 楼前高架箱梁结构(排架、模板、钢筋混凝土)施工;
3. 站房主体钢结构吊装;
4. 无站台柱雨篷钢结构吊装。

工况八: 高架箱梁施工

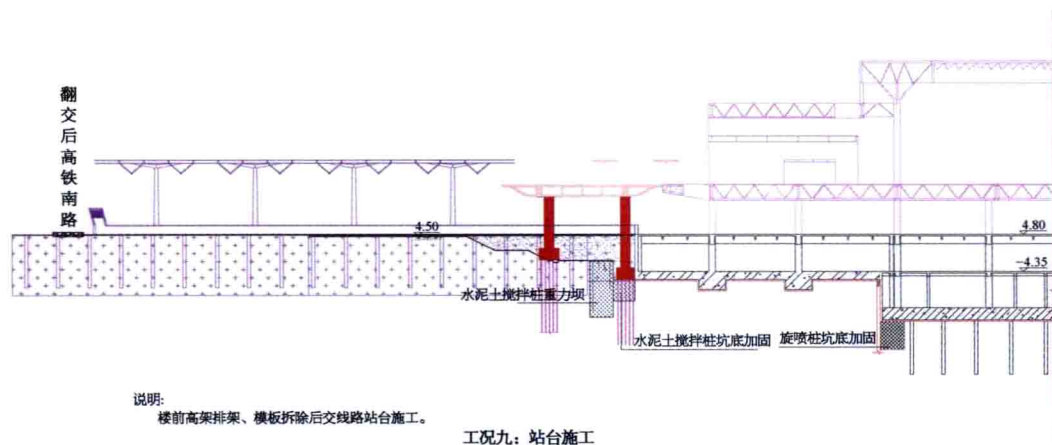


图 3-45 楼前高架剖面工况

3.7.5 与铁路线路界面流程部署

1. 与铁路触网的界面流程部署

在站台施工中，结构完成后进行防水、装饰施工，随后移交铁路触网施工。

2. 与铁路列车通行的界面流程部署

铁路站场线进场施工基底加固、路基土石方工程、跨沪杭铁路特大桥工程等桥涵工程同步推进，然后开始铺架工作和站后配套工作，施工期间与站房工程充分协调。待施工完毕后，开始进入与京沪高速铁路建设同步的高速场 550 m 范围内 8 ~ 16 站台的施工。

第4章

主要工艺措施确定 与分阶段实施

土建施工策划路线确定与实施

钢结构技术路线确定

屋面施工设计技术路线与实施

安装工程前期策划与确定

装饰工程前期策划与确定

4.1 土建施工策划路线确定与实施

4.1.1 土方开挖流程及路线确定与实施

1. 合理分区

针对本工程基坑面积大及相邻工程工况限制的要求,将围护划分为 I、II、III 三区。各分区又分别划分为两个子分区,即 I-1、I-2、II-1、II-2、III-1、III-2 分区;同时,各分区又划分为若干施工段(见图 4-1)。每个施工段长度原则上不大于 50 m,可有利于迅速建立支撑,减小基坑变形。

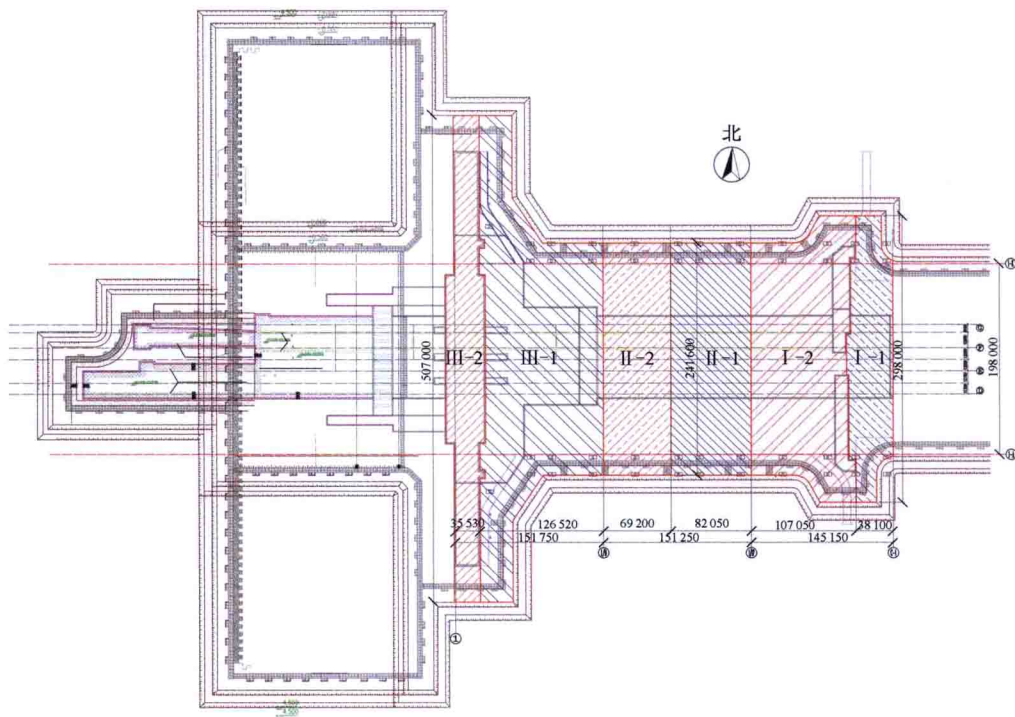


图 4-1 分区平面图

2. 合理分层

根据顺作施工特点, B2 层基坑处的 2 道钢筋混凝土支撑将土方分成 3 层开挖; B3 层基坑处的 4 道钢筋混凝土支撑将土方分成 5 层开挖; B1 层处无支撑可一次开挖到底,但由于一次开挖深度达 10.75 m,故采用多级放坡保证临时边坡稳定。顺作施工有利于大体量土方在短时间内开挖完工,将土方开挖与支撑建立视为一个整体——开挖到哪里就要求支撑限时建立到哪里,有效减小土方卸载对支护体系的变形,确保基坑安全。

3. 合理的流程

为配合磁浮车站基坑施工,在桩基围护先行完成的前提下,首先开挖东侧 I 区磁浮车站相邻区域,开挖区域及边坡留设满足磁浮车站基坑边坡稳定即可。同时,优先考虑西侧 III 区 5 号线、17 号线最深的 B3 基坑部位施工,在桩基围护完成的前提下,将 B3 基坑部位作为关键部位及时开展西侧挖土、结构施工;为此,相邻的西交通中心在挖土、临时放坡、坑内道路布置等一系列施工中进行了同步配合。

4.1.2 承受动荷载作用下结构体系比选与确定

结构地下一层与上部结构相接的柱采用矩形钢管混凝土柱，顺线路方向的结构跨度为 $8\text{ m} + 21\text{ m} + 24\text{ m} \times 5 + 21\text{ m} + 18\text{ m}$ ，垂直线路方向的跨度为 10.75 m 左右。根据结构跨度、受力特点，结合柱的截面形式，结构梁有三种结构形式可供选择，分别为普通钢筋混凝土结构、预应力钢筋混凝土结构和型钢混凝土结构。在结构选型中，结合本工程特点对三种结构的优缺点进行了比较，最终确定型钢混凝土结构，其具有以下优势：承载力高、刚度大、截面小，更能满足大跨度及高层建筑的要求。由于型钢混凝土中的型钢可不受含钢率限制，所以型钢混凝土构件的承载力可以高出同样外形的钢筋混凝土构件的承载力 1 倍以上，这样就相应减小了构件的截面尺寸，同时也增加了楼层的净空高，其经济效益是可观的。

4.1.3 承受动荷载作用的梁柱节点试验

结合本工程的实际情况，业主、设计、施工单位共同委托同济大学土木工程学院进行了 3 个型钢混凝土梁、3 个型钢混凝土梁梁节点及 3 个型钢混凝土梁与钢管混凝土柱的疲劳性能实验研究。通过对上述 9 个构件试验研究得到以下研究结论：

(1) 型钢混凝土结构承受疲劳荷载是可靠的、合理的，并可有效减小构件的截面尺寸，值得推广。

(2) 通过合理设置栓钉、箍筋、拉筋等构造措施，可以避免发生混凝土与型钢之间的黏结破坏。

(3) 型钢部分的构造细节及焊接质量对疲劳性能有重大影响，在设计中应特别注意细节构造与焊接质量。

高铁站房地下一层（承受动载作用结构层）与上部结构相接的柱采用矩形钢管混凝土柱，顺线路方向的结构跨度为 $18\text{ m} + 21\text{ m} + 24\text{ m} \times 5 + 21\text{ m} + 18\text{ m}$ ，垂直线路方向的跨度为 10.75 m 左右。根据结构跨度、受力特点，结合柱的截面形式，结构设计从普通钢筋混凝土、预应力钢筋混凝土及型钢混凝土三种结构的比选中择优选取了型钢混凝土结构，并进行了 1:4 缩尺试件的疲劳试验。试验分为梁自身、梁柱节点、梁梁节点三种方式。其中，梁柱节点中梁纵向钢筋采用与型钢梁翼缘直接焊接的形式（见图 4-2）进行疲劳试验，得出了型钢混凝土结构承受疲劳荷载是可靠的、合理的结论。如按此种连接方式施工，则施工必然存在大量的现场焊接，质量也得不到相对的保障。

于是，必须改变这种连接方式，应可靠且便于施工。经土建与钢结构专业单位共同深化，采用在钢管柱上直接焊接直螺纹钢筋接驳器，梁纵向钢筋同直螺纹接驳器连接（见图 4-3），并通过了试验检测，直螺纹接驳器同钢管柱连接达到等强连接的要求。该方法的直螺纹接驳器可在钢结构加工厂焊接，既减少了现场的焊接工作量，又保证了质量，为 B1 层大面积劲性梁施工奠定了基础。



图 4-2 试验时梁纵向钢筋与型钢翼缘焊接连接



图 4-3 施工时梁纵向钢筋与钢管柱直螺纹连接

4.1.4 大截面劲性梁柱施工技术研究 with 确定

根据试验结果,确定了高铁站房梁柱节点形式后,按设计图纸进行细化后的实施,在钢构件加工、钢筋绑扎、模板封闭流程、技术措施等一系列施工工序进行了仔细的研究与分析,形成了一套科学合理、切实可行的大截面劲性梁柱施工技术。普通梁钢筋的保护层控制方法为:在梁下部纵向钢筋下加设垫块,通过外箍固定上部纵向钢筋,达到梁钢筋保护层厚度的正确控制。而本工程针对大截面大吨位的劲性梁,根据特殊的条件下钢筋保护层控制较难的原理,创新地采用一种纵向钢筋保护层可方便控制的方法,即根据设计标高,在劲性钢梁上翼缘焊接定位钢筋,绑扎上部纵向钢筋,再利用外箍吊住下部纵向钢筋。由于外箍为定加工,尺寸一定,故可以起到正确控制保护层厚度的作用。其针对性强,操作简便,且成本低,实用性高。

4.1.5 超长、超厚、超大体积无缝底板施工技术的确定

在确定结构体系选型与梁柱节点细化的基础上,对本工程超长、超大体积耐久性混凝土的控制与施工也是本工程的关键。本工程主体结构设计基准期为50年,耐久性年限为100年,结构安全等级为一级。工程地下室一层底板长448m,厚2~5m,按T2环境下耐久性混凝土要求控制;设计不考虑设永久缝,均属超长、超厚、大体积混凝土结构,且底板与套叠的地铁结构衔接,在挖土与结构的施工中工况极为复杂。为保证底板施工的质量,在裂缝控制、耐久性、防水性能等各方面需制定相应的关键技术,在混凝土施工过程中需采取以下技术措施与控制原则:

(1) 在保证混凝土良好工作性能的情况下,尽可能地降低混凝土单位用水量,在配合比设计时采用“三低(低砂率、低塌落度、低水胶比)、二掺(掺高效减水剂和高效引气剂)、一高(高粉煤灰掺量)”的设计准则,并降低含泥量和杂质含量。

(2) 对地下室底板结构体系进行分析,结合施工工况合理布置后浇带及施工缝,通过科学合理地对分块浇捣及相邻块的浇捣时间进行控制,以提高混凝土分散裂缝的能力及减少收缩徐变,从而控制有害裂缝的产生。

(3) 地下室底板间隔40m左右设置一道后浇带,并在完成首期浇筑混凝土2个月后的合适温度区段内($10 \sim 21^{\circ}\text{C}$)对后浇带进行封闭。后浇带采用补偿收缩混凝土(不添加纤维,膨胀率在 $0.035 \sim 0.04$)浇筑,其强度等级比两侧混凝土提高一级,并在养护时加强保湿措施,确保其补偿收缩性能。后浇带两侧设置快易收口网+钢板止水带,交叉部位采用十字钢板止水带,并辅以遇水膨胀止水胶止水。



图 4-4 底板混凝土浇捣

(4) 对用后浇带分隔成的每一块混凝土底板及底板后浇带按照“抗放兼顾、先放后抗、以抗为主”的原则,采用分层、放坡连续浇筑的施工工艺。分层浇筑的厚度为500mm,放坡浇筑的坡率为1:6,以解决混凝土的水化热问题。

(5) 在混凝土浇筑过程中,控制混凝土浇筑、养护时中心与外表面的温差不超过 $25^{\circ}\text{C}/\text{d}$,且将温度梯度控制在 $1.5^{\circ}\text{C}/\text{d}$,并采用二次振捣措施。

底板混凝土浇捣如图4-4所示。

4.1.6 大截面劲性柱灌芯施工技术的确定

1. 大截面方钢管柱特点

近年来,在我国广泛使用的钢管柱混凝土灌芯方法主要有两种:一种是高位抛落不振捣混凝土的施工方法;另一种是在钢管柱下部开临时浇灌孔,用混凝土泵自下而上灌注混凝土的施工方法(泵送顶升法)。两种方法使用的混凝土一般均为自密实混凝土,但价格是普通混凝土的3倍。

高铁虹桥站房主体与其下方的地铁西站为合建工程,整个工程主体分为5层,地上2层,地下3层。结构体系采用劲性结构后存在着大截面方钢管柱,钢管柱截面尺寸为 $1400\text{ mm}\times 1000\text{ mm}$ 、 $1400\text{ mm}\times 1400\text{ mm}$ 、 $1400\text{ mm}\times 2600\text{ mm}$ 。钢管柱在梁位置设有横隔板,横隔板上设有 $\phi 400\sim 600$ 的浇灌孔,并设有 $\phi 60$ 透气孔。钢管柱内的灌芯混凝土采用耐久性为100年的C50混凝土,每节钢管柱的长度约为10m,浇筑高度一般为10~30m。由于该工程的基坑庞大,工况复杂,部分钢管柱无法采用汽车泵吊装一节、灌芯一节,须待地面层的楼板施工完毕后,汽车泵才停在地面层楼板上对20m高的钢柱内一次性灌芯。故在同样满足设计要求的情况下,确保巨型钢管柱混凝土灌芯的密实性和减小钢管内壁与混凝土间隙,同时为减少投资,采用一般的普通混凝土灌芯,需针对本工程特有的难点寻找一种新的、比较合理及安全的灌芯施工方法。

2. 大截面方钢管柱导管法试验

针对大截面方钢管柱存在的特点,结合现场实际工况,在现场用木模模拟了方钢管柱的截面形状及管内加劲板布置(见图4-5、图4-6),采用导管浇筑法的施工工艺(见图4-7)及措施进行试验,用类似于钻孔灌注桩施工的混凝土浇筑工艺进行施工。导管选用10mm厚无缝钢管制作,内径230mm,直径制作偏差不应超过2mm,导管的标准长度为2.5m,接头采用法兰盘接头,用8M29螺栓连接。

(1) 试验柱高度为10m,导管采用四节标准节,每节为2.5m。

(2) 导管采用汽车吊起拔,人工配合。浇筑混凝土时采用汽车泵。在混凝土浇灌过程中采用吊车上下抽动导管,确保混凝土的浇筑密实。

(3) 用吊车将导管安放在柱内,导管插入到离基础面300~400mm,导管顶端安装漏斗。

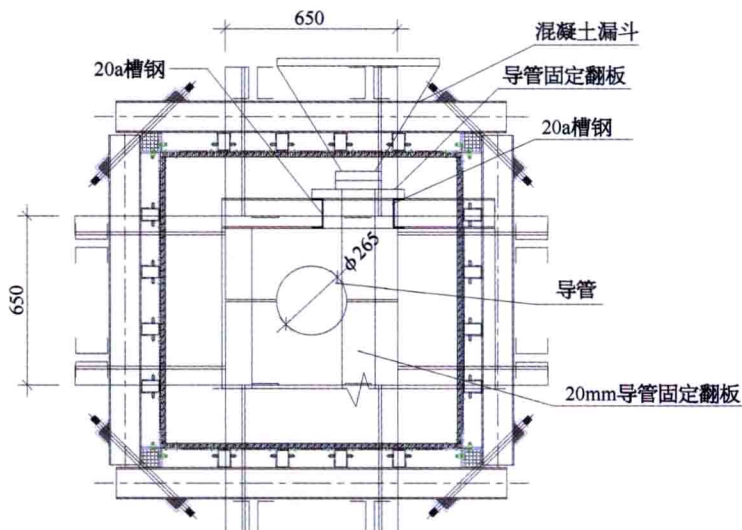


图 4-5 试验柱模板支撑平面图

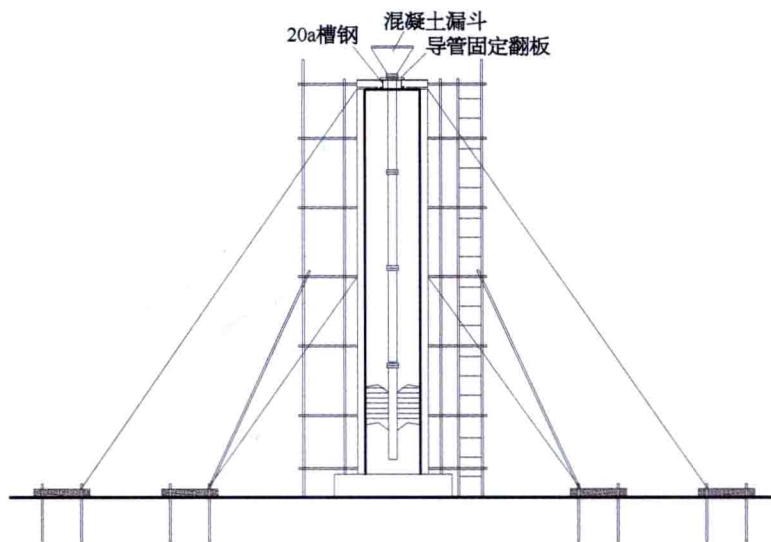


图 4-6 试验柱模板支撑立面图

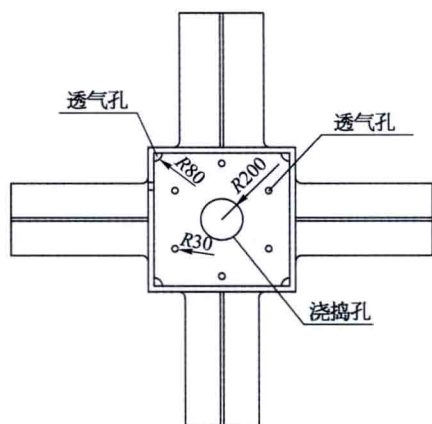


图 4-7 钢管柱内软管加硬管浇灌示意图

(4) 整个试验方案的混凝土浇筑量为 19.6 m^3 。首次浇筑混凝土 10 m^3 ，即提升一节标准导管；第二次浇筑 5 m^3 ，提升一节标准导管；第三次浇筑 5 m^3 ，提升一节标准导管；最后浇筑 5 m^3 ，拔除最后一节导管。始终使导管插入混凝土深度保持在 $2 \sim 4 \text{ m}$ 。为了准确地了解混凝土的浇筑数量，每辆搅拌车内的混凝土数量规定为 5 m^3 。

(5) 在提升导管前，用标准测深锤（锤质量不小于 4 kg ，锤呈锥状，吊锥索用质轻、拉力强的尼龙绳）测混凝土表面的深度，控制导管提升高度，始终将导管底口埋于已灌入的混凝土液面下不小于 2 m 。

(6) 首灌混凝土后，要保持混凝土连续地灌注，尽量缩短间隔时间。当导管内混凝土不饱满时，应徐徐地灌注，防止导管内形成高压气囊。

(7) 灌注混凝土的坍落度宜在 $18 \sim 22 \text{ cm}$ 之间，并保证其具有良好的和易性，在运输和灌注过程中不发生显著离析和泌水。

(8) 保证混凝土的连续灌注，中断灌注不应超过 30 min 。

3. 试验结果

试验完成后，拆模检查混凝土的密实程度完全达到要求，为大面积方钢管柱灌芯采用导管法施工提供了可靠的实践经验及施工技术控制措施。试验柱混凝土浇捣完成后效果如图 4-8 所示。

4.1.7 大面积叠合板结构施工技术流程的确定

高铁虹桥站房上部平台为叠合板结构形式，总体部署为待机施公司吊装开始，土建单位将紧跟机施公司施工流程，对吊装校正完毕的钢管柱进行灌芯，待机施桁架吊装压型钢板铺装完成后，进行压型钢板上混凝土楼面施工。



图 4-8 试验柱混凝土浇筑完成后效果

4.2 钢结构技术路线确定

1. 高铁站房地下结构技术路线

本工程地下部分钢结构形式简单,由钢柱和钢梁组成框架结构。根据现场实际情况,确立了“钢柱分层分段吊装,钢梁整根吊装,多台大型履带吊下基坑(-11.70 m 标高)施工”的技术路线。

2. 高铁站房地上结构技术路线

高铁站房地上结构采用“6.50 ~ 10.00 m 桁架整榀吊装、部分整体提升;30.00 m、40.00 m 桁架地面分批整体拼装、双机抬吊;大型行走式动臂塔吊分区域逐跨退吊,大流水施工配合综合吊装”的技术路线。8 台大型行走式动臂塔吊分区域隔跨布置,东、西施工区域(①~⑬轴为西区,⑭~⑳轴为东区)各 4 台。塔吊轨道布置在-2.55 m 标高楼层板上,从中间(⑫~⑬轴)开始,向东西两侧边退边吊。最后在东、西两跨由 2 台固定塔吊拆卸及收头。

3. 无站台柱雨篷技术路线

无站台柱雨篷安装采用“临时支撑、整榀吊装、局部补缺、分跨卸载”的技术路线。即将屋面桁架按照主次桁架分为若干个桁架单元,各单元安装时,采用临时支撑,次桁架之间的檩条采用散件补缺,待相邻两跨桁架形成整体后拆除两跨之间的桁架支撑,将屋架荷载转换至永久支撑上。

4.3 屋面施工设计技术路线与实施

1. 屋面施工技术路线

本工程屋面系统体系包括钢转接件、檩条、檩托支撑系统,铝镁锰合金金属屋面板,玻璃采光天窗,不锈钢排水天沟,屋面遮阳系统等。屋面系统面积约 11 万 m^2 ,其中主站房屋面系统约 5 万多平方米,无柱雨篷屋面为直立锁边彩钢板系统,面积约 6 万多平方米。

(1) 严格管理、化整为零、分区处理。根据轴线以⑫、⑬轴伸缩缝为界,分为东西两区;以屋面层次,分为南北 30.00 m 屋面及 40.00 m 屋面。

(2) 合理利用钢结构吊装之便,将其一些工序穿插并同时施工,降低屋面系统安装难度,

缩短施工绝对工期。

(3) 控制直立锁边屋面系统、排水天沟、檐口、玻璃天窗、铝单板等的制作、安装进度，协调各工序之间的配合，争取使施工工期提前。

2. 施工分区

- (1) 根据施工总体部署，将整个主站房屋面分为东、西两个区域同时进行。东区为 ①~⑫轴，西区为 ⑬~⑳轴，自 ⑫轴向东两侧同时安装。
- (2) 东、西两区内再分成三个施工区域：南北 30.00 m 屋面及 40.00 m 屋面施工区域。
- (3) 三个区域内再根据轴线分成若干个作业区，按照施工工序的先后，有层次地进行流水作业施工。

4.4 安装工程前期策划与确定

4.4.1 高铁主站房深化设计主要内容

高铁的设备机房基本在 B1 层、6.50 m 夹层及南北辅楼内（见图 4-9 ~ 图 4-14）。

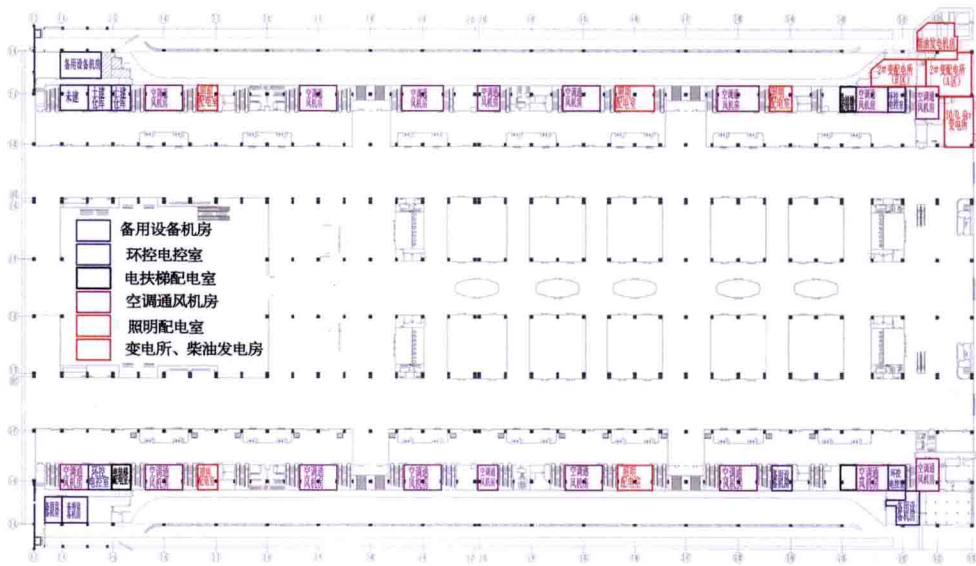


图 4-9 B1 层设备布置图

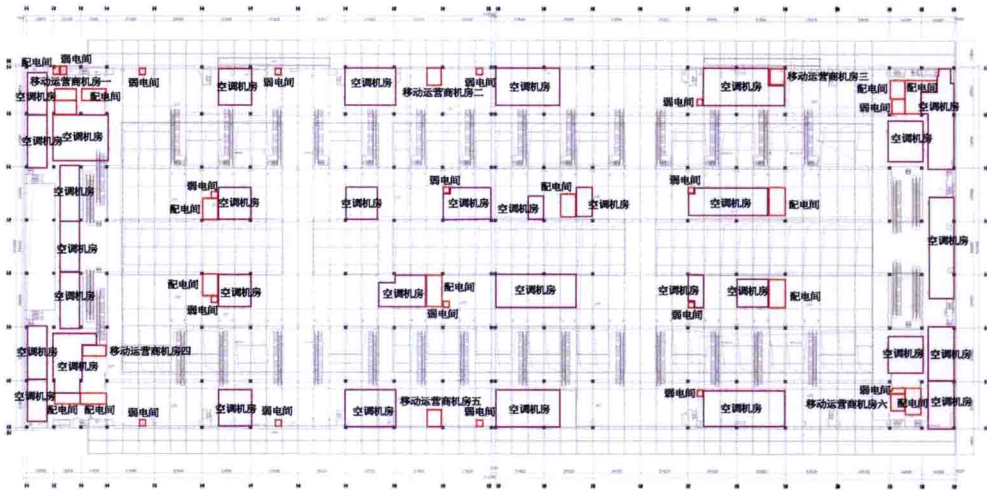


图 4-10 6.50 m 层设备布置图

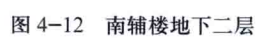




图 4-13 北辅楼地下一层

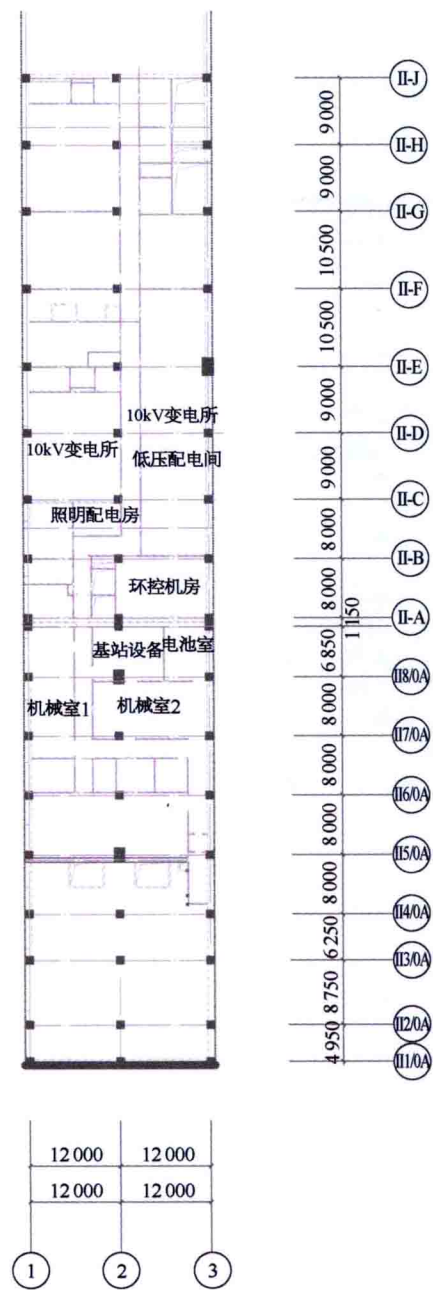


图 4-14 南辅楼地下一层

1. 平面综合布线图及剖面图

在做项目之前,根据项目的特点及合同要求,确定深化设计时应该涵盖的内容,本项目主要包括二结构预留洞图,走道、大空间等管线综合平剖面图,设备基础图,机房大样图,配电间布置详图。具体做法如下:管线综合时,设计人员将各专业管线叠加在建筑图上(见图4-15、图4-16),根据各种设计规范和施工质量验收规范的要求,合理布置各机电管线的走向及标高,尽量减少转弯和上下翻;比较复杂的区域用剖面图表示出来,然后根据剖面位置和剖面图绘制各专业平面图。若在原设计系统上的深化设计有所调整时,需跟设计院进行沟通,待其确认后方可修改。

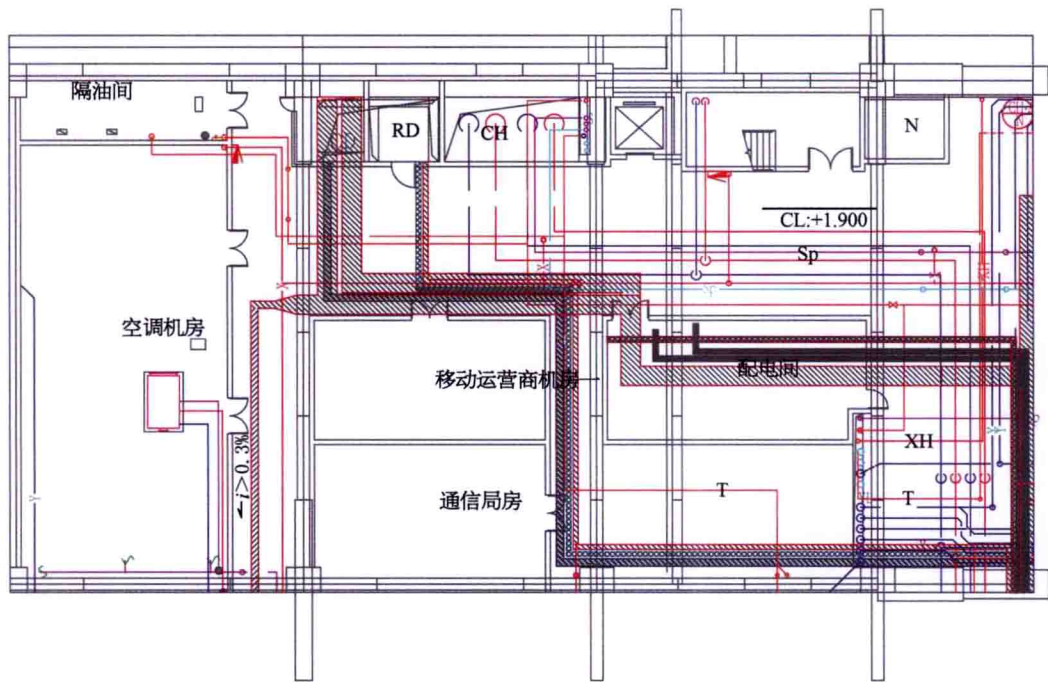


图 4-15 主站房 6.5 m 设备层管线综合平面图 (局部)

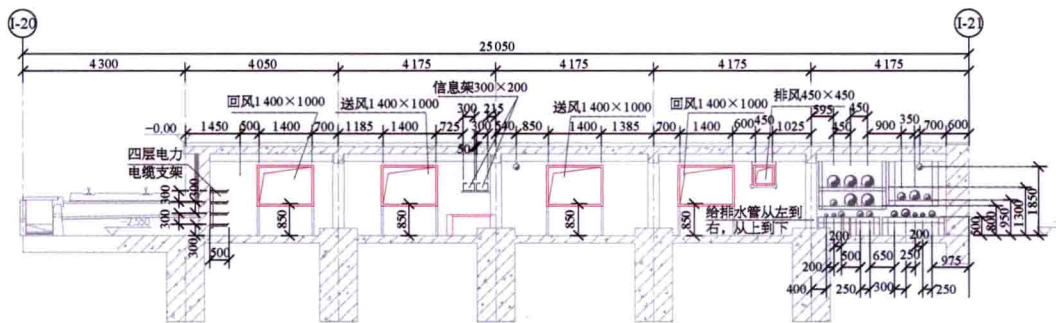


图 4-16 主站房地下一层 16# 站台剖面图

2. 二结构预留洞图

高铁项目是大型公共建筑,因而其中的机电管线必然大且多,为此在二结构开工之前深化设计需将二结构预留洞图纸(见图4-17)交予土建施工单位,这样不仅能加快施工进度,还能节约成本。通常设计人员根据各专业原设计图纸进行预留洞时,洞的大小比管道偏大 100 mm 左右,然后进行叠加,把叠在一起的洞根据各自标高和大小综合确定为一个,看上去美观、明了简单。这只是初步预留洞,可以先提供给土建方用以参考。管线综合后,

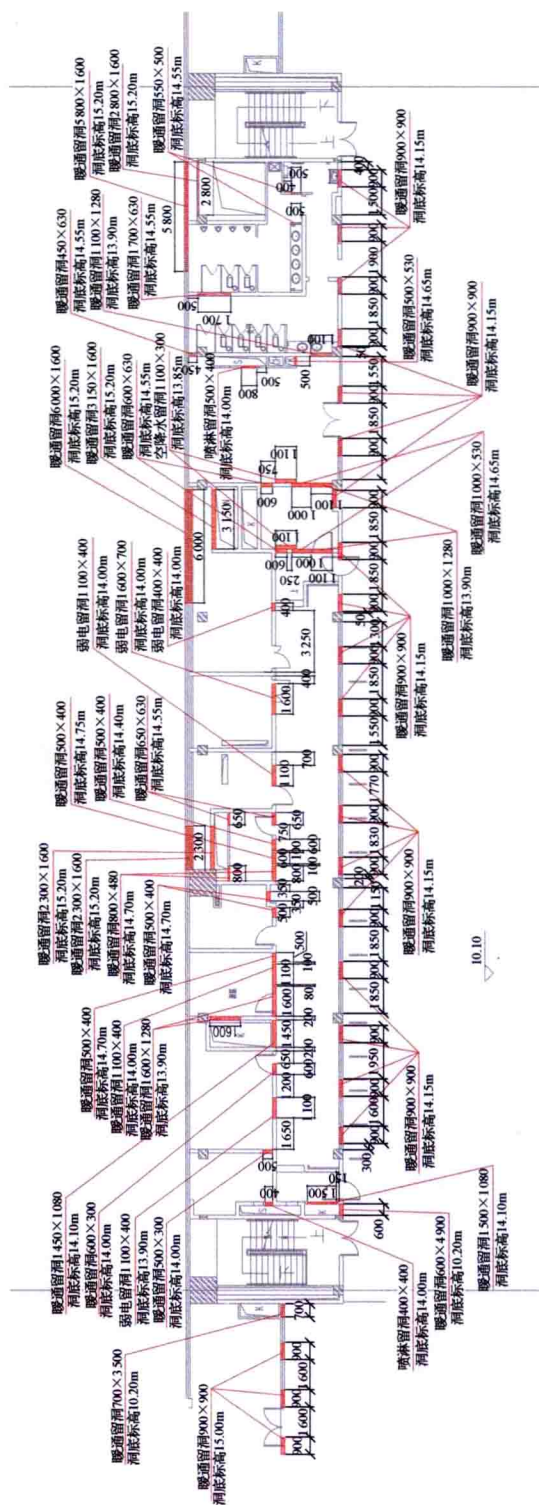


图 4-17 10.10 m 高架层二结构预留洞图 (局部)

管道或电气桥架的标高和位置可能会有所调整,设计人员将根据调整后的图纸对初步预留洞进行校核并修改,之后发往设计院,由设计院确认后出图,土建单位进行施工。

3. 设备基础布置图

设备订货后,设计人员根据设备的外形尺寸和安装空间等要求绘制设备基础图,之后发往设计院由其确认;涉及减震基础时,提供给相关单位进行设计。冷热源机房设备基础平面布置图(局部)如图4-18所示。

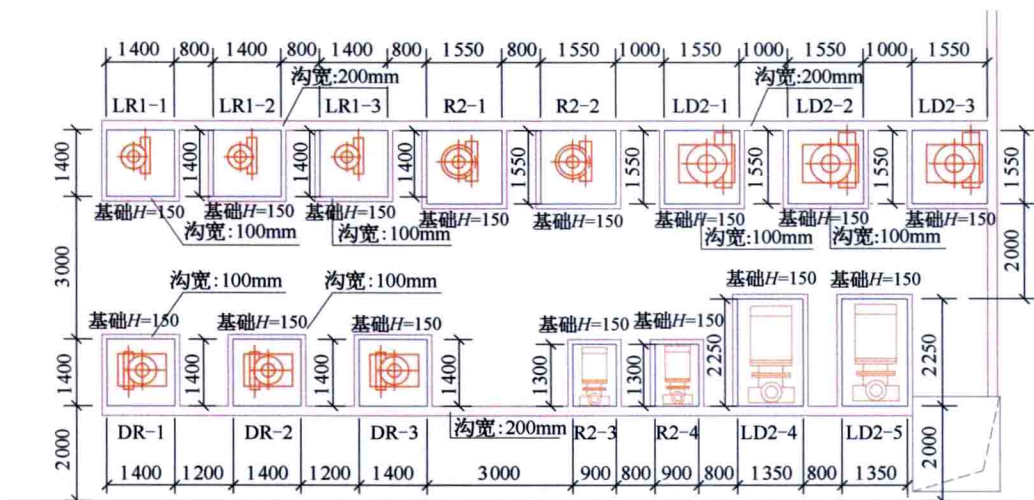


图 4-18 冷热源机房设备基础平面布置图(局部)

4. 各类设备机房详图

高铁项目所涉及的机房主要有冷热源机房和空调机房。

高铁虹桥站独立设置空调冷热源系统。冷热源机房位于北辅楼地下二层(见图4-19),主要服务于主站房及南辅楼。空调冷热源采用封闭型水冷离心式冷水机组与地源热泵冷水机组联合工作的方案。在了解了冷热源机房的设计框架后,开始对机房内部的机电安装进行深化。首先,对相关的技术资料进行收集,包括机房相关设备如冷热水机组,冷、热水泵,加压、加药装置的外形尺寸、技术参数等,并与材料科确认。在确认设备后,先提供设备基础的平面布置,然后进行设备管线的深化,主要考虑设备的接口要求,设备的检修空间,阀门、过滤器的拆卸及调试等。冷热源机房内主要为大管径的供回水管,以及部分消防管道和电气母线、线槽等。因此,在深化时尽量避免管道及电气线槽的碰撞,以符合施工规范。此外,在墙面接口处,也需对机房周围的管线进行水平及高度的定位,保证接管的流畅,减少弯头的使用。最后在深化完成后,针对冷热源的深化平面绘制管线轴测图,以保证冷热源系统的完整,送审完成后和施工人员交底。在土建交付和设备进场前做好机房的深化,能给予机电施工方更多的时间准备,保证工程的质量。

空调机房主要位于主站房设备层,整个层面所拥有的空调机组近百台,其间均是大风管。设备基础方案图确定后,再进行机房各专业管线详图以及剖面图的绘制。在仔细分析设计院原机房图纸后,了解整个设备机房中管线系统的走向,然后在满足设计规范和施工规范的情况下,合理布置管线,方便设备机房的安装和维修,同时还需考虑各管线从机房接出后与机房外管线的连接是否合理。在图4-19所示的空调机房中,除有大型风管外,还有暖通水管、消防管、喷淋管、喷淋排水管,这几种管子管径都在DN100以上;另外还有6根管径为D_e250和D_e300的虹吸雨水管,一根D_e160的排水管以及其他一些管径小于DN100

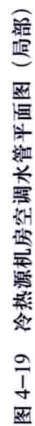


图 4-19 冷热源机房空调水管平面图 (局部)

的管道,要在不改变原设计系统和满足规范的前提下,合理布置这些管道。我们首先查看各管道系统图,熟悉各系统;其次,查看此处梁结构图,然后把各机电管线图纸叠加在一起,综合判断各管道大体的走向及在纵向空间管道的分层排布:虹吸雨水管是从高架层接至此层,汇总后接到站台层排出室外,它不能随意上下翻,其下方还有1台吊装风机,因而排布时优先考虑虹吸雨水管,让其贴梁安装,再考虑大型风管,最后安装其他有压管道,并根据机房内消防喷淋要求加装喷头。

5. 配电间布置图

高铁项目中,主站房共有52个配电间,南北辅楼共有9个配电间。

在深化过程中,遇到房间空间面积小、设备体积大、设备数量增加等困难,通过与施工单位、原设计院、设备供货商多方协商,在确认后根据各控制箱的尺寸大小,在配电间内按实际尺寸进行排布,如按动力、照明专业合理安置,按落地安装、挂墙安装的不同形式安置。在不改变原系统的原则下,提供施工单位便于操作的施工空间,确保在有限的空间里配电柜排列得整齐美观,在使用过程中配电柜合理的布置以及留出将来检修保养的空间。要综合考虑多方面原因、满足多方面条件,最后选择最佳方案实施平面布置。平面布置后还要对房间的每个复杂面作剖面详图,进一步使图纸简单易懂,保证每个施工人员在拿到深化图后能立即投入施工,这样就能保质保量,减少因图纸表达不清而浪费的时间,直接提高工作效率,减少施工中的失误,避免不必要的误操作和返工。典型配电间布置详图如图4-20所示。

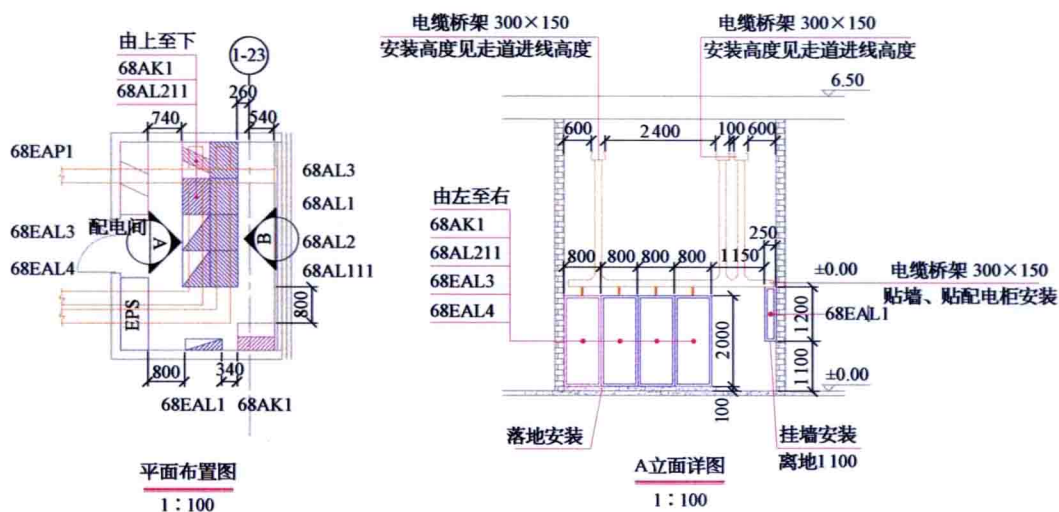


图4-20 主站房0.00m站台层68#配电间布置详图(局部)

4.4.2 深化设计对工程进度、工程效益、工程质量的影响

(1) 工程进度、工程效益及工程质量是检验深化设计能力的标准,在高铁项目深化设计的各项工作展开中也有很好的体现。

(2) 与以往接触过的工程相比较,如磁浮虹桥站等同类型的工程,高铁工程的深化设计任务更为艰巨。0.00m站台层一直是整个工程需要攻克的难关。站台层的站台区和候车区的设计方案由不同的设计单位负责,因此在保证深化质量的前提下,与设计单位相互协调配合,也得到了充分的肯定和好评。站台层中间的站台区域包括2个基本站台和14个普通站台。由于大量的机电管线均暗装于站台底部的空腔内,包括电力电缆桥架、空调送回风管、暖通供回水管、给排水等相关管线。站台空腔内部的空间较狭小,管线走向及安装

布置需要合理深化,且需留出适当的检修通道供以后调试及维护保养。参考现场结构,将排水管、污水管等无压管管线根据设计要求的坡度及距离进行校核调整,并与喷淋管、消防栓给水管道等有压管道用联合支架安装,节省了空间及支架的材料,且方便施工人员的操作。其次,连接南北管线的总管安装于过轨管沟内,需要在铁轨铺设前提前敷设及安装。通过积极配合施工单位,在铁路轨道运行测试前完成相关工作,保证了工作进度。

(3) 不同于磁浮虹桥站的站台候车区域,高铁的候车区域还包括了VIP候车厅、非公共的办公区域及进站厅。由于区域的功能性不同,机电管线也较磁浮工程的复杂,不仅包括站台候车区域的大空间照明、电子站牌、安保摄像等,还包含了候车厅内的空调系统、喷淋系统等,机电安装需要大量的时间。对此,深化设计人员对相关的资料作了详细的分析,根据设计方对于办公区域、VIP候车厅的装修吊顶等图纸,做出了合理的深化方案。候车厅内吊顶的高低顶涉及范围较大,从走道引入的排烟风管需避开灯槽及风机盘管中的冷凝水管,考虑到下开风口及阀门的安装,对风管的空间排布作了相应调整,并对风量、风速等设计参数进行校核后给予设计确认,既减少了机电安装的成本,也满足了消防要求等规范。

(4) 6.50 m 设备层内是设备机房集中的区域,机电安装的施工进度十分紧张。因此,在收到设计图纸和机电参数资料后,设计人员在深化过程中也相互进行协商,探讨合适的深化方案。由于部分空调机房和配电间相隔较近,在风管和电缆桥架交叉的地方尽量避开大面积的接触区域。此外,考虑配电间引出的母线槽将在后期安装,因此在深化时预留出安装的操作空间,并且在平面上母线也以最短的路线进行深化设计,减少工程成本。

关于空调机房的深化,参考了其他项目的经验,在空调机房内机电管线安装高度不低于2.20 m,以保证机房内的检修空间。另外,考虑到消防规范的要求,在所有宽度大于1.5 m的空调风管下布置了一些下喷淋头,以满足消防规范要求。在空调机房整体风管水管的总管布置完成之后,发现空调机组水管支管安装的位置也十分重要,因为既要保证阀门的高度以方便维修人员操作,也要使整个水管系统看起来整齐美观。因此深化设计人员还对各个空调机组的接管详图进行了深化。

在实际过程中,发现局部区域不能完全保证符合消防逃生通道的规定,对此立即去现场进行勘察,根据原设计逃生路线作出局部修改并给予原设计确认,这样避开了需要大范围修改的区域,仅在局部几个节点处进行了小范围的修改,将损耗减少到最低,同时也满足了消防要求。

(5) 10.00 ~ 21.00 m 是个大空间的挑空层,机电施工安装需要配合脚手架的搭建,因此对于施工进度的安排比较严格。由于深化设计的周期也很紧张,所以必须严格、仔细地核对图纸,并且需及时地将审批后的图纸交给施工单位,与施工人员进行技术交底,让施工方提前预算备料,尽量配合施工单位的工程进度。在实际操作中,各个环节也衔接得非常好,在配合装修的修改出图后,已安装的机电管线基本没有较大的改动,这样既保证了整个工程的进度,也减少了人力物力的消耗。

(6) 30.00 ~ 40.00 m 的机电管线主要集中在桁架内,所以在深化过程中主要考虑此区域内的管线支架安装方式。由于无法采用支架在钢结构构件直接焊接或用螺栓固定等这种可能影响结构受力的手段,通过和设计方多次探讨和研究,最终决定在纵向斜撑可以承受的节点距离内水平搁置檩条,用抱箍将其固定在主构件上,再将机电管线的支架固定于檩条上。在计算了檩条与构件的节点上的载荷后提供给设计方,并由设计方校核载荷对整体结构的承载影响。在设计方的相互配合下,顺利地解决了桁架内的支架安装问题。风机等需要吊装的设备也采用了这种方式,既符合了施工规范,也合理利用了材料。

诸如此类的工作都是深化设计所考虑的细节,因此高铁工程的深化设计对机电安装的各个方面均起到了很大的作用。

4.5 装饰工程前期策划与确定

4.5.1 装饰深化设计特点、范围及要求

1. 深化设计工作特点

深化设计在整个装饰工程中起到了承上启下的纽带作用，主要是对技术图纸深化及设计完善，对相关专业配套的协调，对材料的把控，以及对各施工部门进行技术指导和技术监督。

本装饰工程项目深化设计以全力打造一个世界一流、目前国内最具规模的现代化、舒适的高铁虹桥站建筑室内空间，充分体现铁道部关于“系统性、功能性、经济性、先进性、文化性”科学人文的设计理念为工作目标。主要工作内容包括对深化施工图纸进行深化及设计完善；配合室内设计师审核装饰材料样板；现场服务及装饰施工配合（如施工过程技术答疑，施工过程中的变更及调整，对施工单位现场施工工艺的控制，对各分包深化图纸进行审核，配合设计院等进行设计沟通配合工作）；参与现场工程例会，积极配合甲方和设计院解决现场出现的各种与设计有关的问题，以确保施工的顺利进行。

深化设计是有别于原建筑设计和室内设计的未完成或不完善的那部分的设计，它具有综合性，是综合设计、现场、材料供应商，并结合本公司的特点进行的再创作工作。深化设计是所有设计阶段中最深入的设计工作，以设计院的设计原则为工作基础，以方便施工及立足国内最高设计水平、接近并达到国际上发达国家的技术水平为指导思想，对各相关环节进行协调和综合起到重要作用。通过深化设计工作，使得施工中每个环节都能有一个有效的控制和保障，使各工作之间的协调都变得有序、高效。

本工程深化设计的工作特点：围绕设计院建筑设计理念和设计原则，根据材料供应商提供的技术资料，并结合施工现场的实际情况开展装饰深化设计；对于设计院未定的方案，采取沟通发挥的处理方法，充分发挥公司所掌握的国内外新技术、新材料、新工艺的优势进行深化设计，以展现企业高科技的掌控能力；对于已定设计和材料，以优化施工工艺进行深化设计。

2. 设计范围

本次工程设计院设计范围为室内各层服务于旅客的公共区部分。对于辅助办公、一般生产房屋、设备用房等，本次设计只列出主要装修材料和尺寸，不再进行详细设计（由施工单位深化处理），贵宾室装修设计拟单独报部审查。另外，本次设计还包含了车站建筑的外维护幕墙、屋面以及无站台柱雨篷和站台面的设计内容。

3. 设计内容与深度要求

1) 室内公共空间装修设计

包含了地下出站层（-11.55 m）、站台层（±0.00 m）和高架进站层（10.10 m）等主要公共空间的设计范围内容。主站房立面分层示意图如图 4-21 所示。

还包括卫生间、饮水间、吸烟室等功能性房间的设计内容，以及隔断、栏杆、观光电梯井道、进站检票口等细部设计内容。同时，还提出了主要空间的墙面、地面、吊顶（顶棚）、柱、栏杆等部位的装修做法和主要材料的技术规格要求等。另外，还对贵宾室的规模、布局进行了深化设计，并对贵宾室的装修风格及主题画的选题提出了建议。

2) 站台及雨篷

针对站台空间进行设计，主要包括高架候车厅及高架车道下的顶棚处理、站台雨篷（见图 4-22）的吊顶处理、站台面以及进出站楼梯的设计等，还包括雨篷屋面与太阳能发电系统的结合设计。同时，还提出了站台面、吊顶（顶棚）、柱等部位的装修做法和主要材料的技术规格要求。

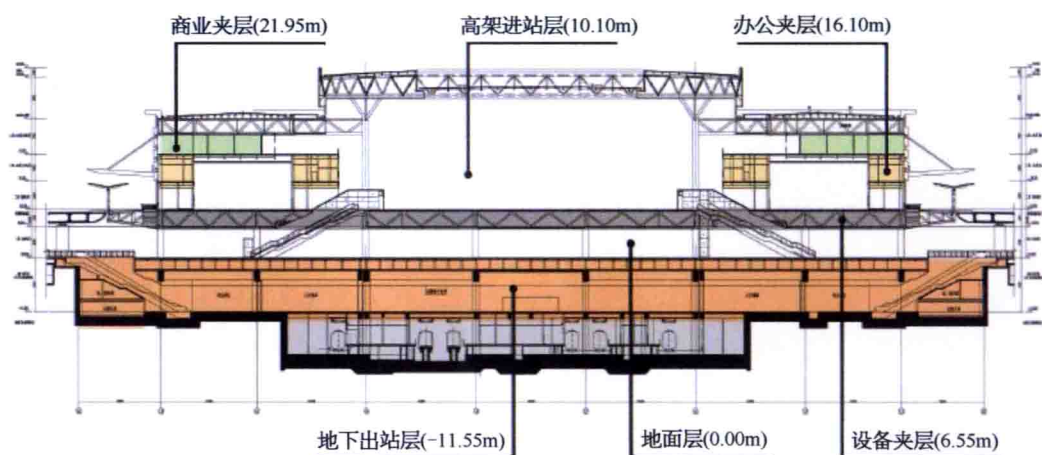


图 4-21 主站房立面分层示意图

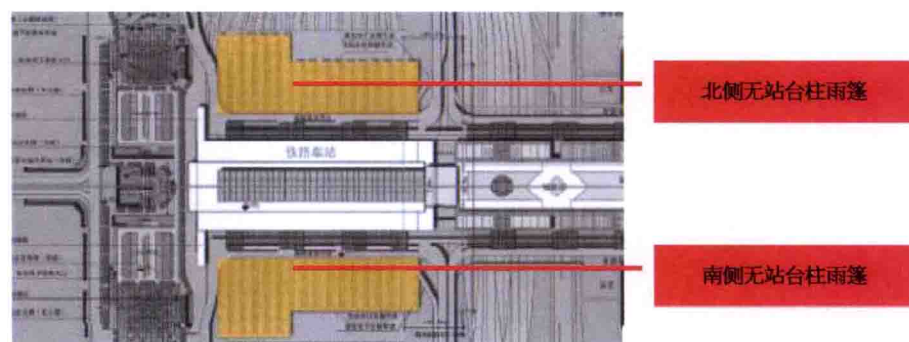


图 4-22 无站台柱雨篷区域示意图

3) 外立面幕墙设计

主要包括辅助办公楼外立面幕墙、10.10 m 标高及以上外立面幕墙、10.10 m 室内玻璃幕墙、主要出入口和防火玻璃采光地坪等部位的深化设计，并对其主要结构、构造节点及材料技术规格提出了要求。

4) 屋面设计

高铁虹桥站新建工程主体站房是一个超大型的公共交通建筑，主站房的整体造型采用平直、方正的原则。整个主站房屋面的平面尺寸为 $412\text{ m} \times 162\text{ m}$ ，候车大厅的中间高度约 30 m，两边 20 m。站房屋顶是中间高、两侧底。屋面构造采用直立锁边的金属系统，局部设有屋顶采光天窗。由于屋面的面积非常大，作为特大型的公共建筑，对屋面材料的选择及其防排水、防火、保温、隔声、采光、通风排气、防雷、维修等方面作了综合的研究和权衡，使建筑屋面合理、经济地满足适用、坚固、耐久、美观的基本要求。

5) 与其他相关专业设计的关系

这部分内容主要论述了室内控制性装修与客服系统、商业开发、灯光照明设计以及综合管线设计的原则和要求，以期达到最终的整体效果；同时，针对外维护幕墙和屋面的设计与室外泛光照明的结合，也提出了设计上的原则要求，并把灯光照明设计的专题研究作为本次设计的附件一并提出。

4.5.2 大截面钢管柱外清水饰面策划与确定

本工程主站房地下一层大截面钢管柱外饰面板包柱按设计理念及要求需仿清水混凝土处理，既要保证饰面效果，又要保证装饰基层与钢柱结构牢固。

在结构基层设置中进行了多方案比较筛选,最终确定采用 GRC 板基层较为合适。GRC 板是“抗碱玻璃纤维增强水泥 (Glass fiber Reinforced Cement)”的英文缩写,是源自国外的新型高强轻质外墙装饰工艺复合建材。其以耐碱玻璃纤维作增强材料、硫铝酸盐低碱度水泥为胶结材料并掺入适宜集料构成基材、通过喷射、立模浇注、挤出、流浆等工艺而制成的新型无机复合构件材料。其集轻质、高强、高韧性和耐水、非燃、隔音、隔热、抗腐、易于加工、寿命长等特性于一体;可满足各种建筑风格要求,能体现各种装饰效果,减少建筑承重,便于施工;构件外表光洁精致,定型完美,艺术感强。它是一种新型绿色环保材料,在建筑上占有独特的地位。

GRC 板技术指标:容重 $1.8 \sim 2.1 \text{ kg/cm}^3$,抗拉强度 $6.0 \sim 7.0 \text{ MPa}$,抗弯强度 $18.0 \sim 25.0 \text{ MPa}$,抗冲击强度 $15 \sim 30 \text{ kJ/m}^2$,使用寿命在 60 年以上。

4.5.3 结构顶板下大面积吸声保温喷涂策划与确定

本工程主站房地下一层结构顶板梁间、站台层站台侧壁、站台层股道结构顶板梁间为达到设计保温、吸声的功能,需采用一种新型吸声喷涂材料,技术指标:喷涂厚度 $25 \sim 30 \text{ mm}$,燃烧性能 A 级,降噪系数 ≥ 0.75 ,热导率 $\leq 0.044 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$,隔声量 $\geq 20 \text{ dB}$,黏结强度 $\geq 25 \text{ N/mm}^2$,剪切强度 $\geq 45 \text{ N/mm}^2$ 。

经多方案比较,确定采用硬质无机纤维喷涂。它是由喷涂专用矿物纤维与系列特殊无胶材料等原材料结合而成的新型吸声喷涂材料,通过成套专用喷涂设备喷涂于建筑等基体表面,形成具有一定强度和厚度的无缝、密闭的硬质无机纤维喷涂层。由于喷涂纤维和喷涂胶结材料均为不燃无机成分,形成的喷涂层具有整体卓越的防火性能,符合国家标准 GB 8624—2006《建筑材料及制品燃烧性能分级》A1 级不燃防火标准;同时具有吸声降噪性能、保温绝热性能、抗阻尼性、复杂结构的适应性、安全环保性和装饰性能等多项性能,有效地保证了良好的声学效果。硬质无机纤维喷涂与目前市场使用的纤维喷涂产品相比有本质的区别:具备了抗压、抗冲击、耐水、耐冻融等显著性能;适用于任何复杂结构及异性结构表面;采用机械化施工,效率高;可直接喷涂于木材、玻璃、钢材、混凝土、石膏板、玻璃等材料表面上;解决了传统的支撑、吊挂件和加固材料的复杂工序问题,大大地缩短了工期。

4.5.4 大面积、多种异性吊顶策划与确定

高铁虹桥站房装饰施工中吊顶面积达 27 万 m^2 ,主要为铝合金吊顶,其面积大、规格多、形式复杂,特别是主站房地下一层弧形风管外包、主站房大面积异型铝单板天花等部位,对铝板表面质量要求高。经过多种铝材表面处理方式的比较,确定采用氟碳喷涂的处理方式。氟碳喷涂是以聚偏二氟乙烯树脂 $n\text{CH}_2\text{CF}_2$ 烘烤 $(\text{CH}_2\text{CF}_2)_n$ (PVDF) 为基料或配金属铝粉为色料制成的涂料,在氟碳基料的化学结构中以 F—C 化学键结合。这种具有短键性质的结构与氢离子结合被认为是最稳定最牢固的结合,化学结构上的稳定与牢固使氟碳涂料处理的物理性质不同于一般涂料处理,是国内一种较新的高技术产品。除了在机械性能方面具有优良的耐磨性、抗冲击性外,氟碳喷涂还具有优异的抗褪色性、抗起霜性、抗大气污染(酸雨等)的腐蚀性,且抗紫外线能力、抗裂性强,并能承受恶劣天气环境。

技术指标:物理性能不低于牌号 AA3003—H24 的各项物理指标;氟碳漆采用美国 PPG 或美国 VLSP,采用三涂二烤,漆膜厚度 $\geq 30 \mu\text{m}$;背面采用钝化处理;产品的抗老化性能、耐酸碱性能、涂层硬度 $\geq 3\text{H}$,附着力测试等均达到美国 AAMA2605 标准;使用寿命 30 年。

4.5.5 室外站台吊顶板施工流程策划与确定

高铁站房外侧南北室外无站台柱雨篷采用钢屋盖体系,面积达 70 000 m²。钢屋盖下吊顶一般采用 300 mm 宽铝条板饰面,一般与钢屋盖间距在 200 ~ 500 mm。由于工期紧迫,在无站台柱雨篷屋面施工阶段,站台结构尚在施工中。如果按常规施工部署,待屋面钢屋盖施工完成、站台结构板施工完毕后,再搭设落地脚手架进行屋面钢屋盖下铝板的吊顶施工,最后再拆除脚手架,铺设站台地面石材——如此多道工序既不利于工期控制要求,也无法达到节约费用的目的。于是结合现场实际控制情况,采用无柱雨篷金属屋面板未铺设前,在屋面钢结构檩条上铺设脚手板作为操作面,由上而下逆向先施工铝条板吊顶,待铝条板吊顶施工完毕后,再行施工金属屋面板,封闭屋面。采用此种钢屋盖逆向高效施工技术,既可节约落地脚手架费用,又不妨碍其投影面下方的站台结构施工,并形成立体交叉施工,加快了施工进度,极大地减少了安全防护费用。

4.5.6 大空间超高、超大片式脚手架策划与确定

高铁站房 10.10 m 层候车区大堂面积达 6 万多平方米,吊顶高度达 20 ~ 30 m,墙地面采用了大量的石材铺贴饰面及玻璃地面。由于需满足 2010 年 7 月 1 日沪宁城际铁路启运的工期要求,装饰工期非常紧迫,如何选择脚手架体系显得尤为重要。

在装饰施工前期,拟定了两套方案进行比选:

方案一,采用高空滑移脚手架。优点在于在吊顶施工的同时能进行地面石材等铺贴,形成上下立体交叉施工,加快施工进度;缺点在于滑移脚手架需要结合吊顶形式进行相应的节点设计及滑移工况模拟,脚手架加工周期较长。

方案二,采用落地满堂脚手架。优点在于工艺成熟,能根据吊顶变化灵活调整;缺点在于施工吊顶的同时不能进行同区域地面施工。

根据以上两种脚手架方案,并结合工程实际情况进行大量比较分析工作,在设计图纸未完全确定、加工周期紧迫、工艺成熟度有待实践确认的特殊条件下,装饰脚手架最终确定了采用落地满堂脚手架。但若大面积搭设落地满堂脚手架,待吊顶全部施工完毕后再进行地坪石材铺设的话,将满足不了工期的要求,故对落地满堂脚手架结合结构形式,分区分块进行流转施工。具体施工流程安排为:将两跨数字轴划分为一个施工段,分块进行吊顶施工,吊顶施工完毕后立即拆除脚手架进行石材铺贴,如此便形成了多工种交叉立体的施工。此外,还对落地满堂脚手架进行了优化,在理论计算的基础上,创造性地采用了片式整体落地脚手架,通过门式架空的技术措施,将一片片落地满堂脚手架在顶部操作层连成统一的操作面,这样满堂脚手架内施工道路、人行道路的总体规划及布置,既保证了材料运输的要求,又节约了钢管配置。

第5章

高铁特色 的施工方法介绍

与地铁长距离套叠超大型深基坑挖土施工

超大体量耐久性混凝土底板施工控制技术

“站桥合一”动荷载长期作用下的劲性混凝土结构施工技术

地下结构外防水及回填土施工技术

钢结构柱脚埋件复测及处理

钢结构分段处理施工技术

安装施工特色

装饰工程施工

5.1 与地铁长距离套叠超大型深基坑挖土施工

5.1.1 软土地基中超临界边坡深度挖土施工控制技术

两侧重力坝顶施工完毕且中部地下水位降至开挖面以下 50 cm 后, 开始进行中部的土方开挖。中部土方开挖最深处为 10.75 m, 计划一次开挖至坑底。为确保安全, 土方分为三个层次进行开挖, 各层次高度为 3.5 m, 每层土方放坡坡度为 1:1.5, 土方开挖过程中层间设置 8 m 宽平台 (见图 5-1), 有利于土坡稳定, 同时也是挖机站立平台和土方中转场地。

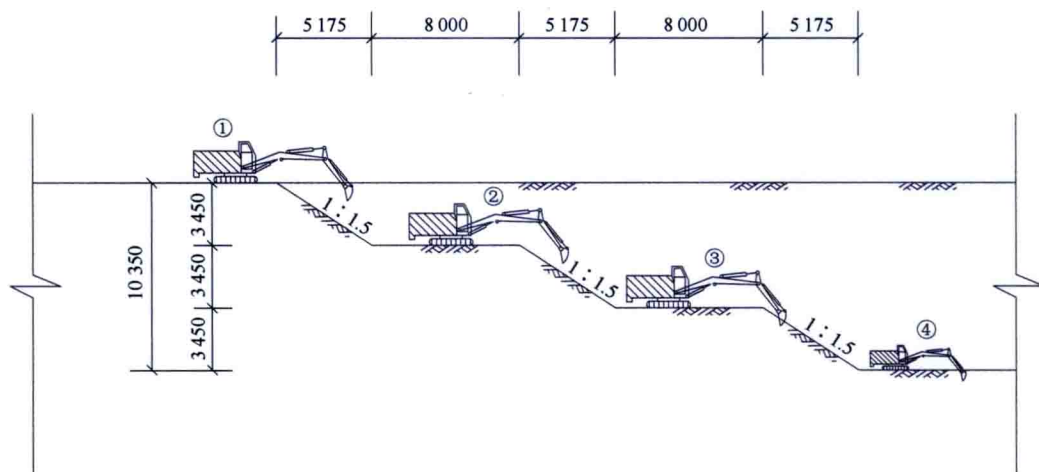


图 5-1 边坡放坡剖面图

5.1.2 挖土过程中对超长重力坝的变形控制

开挖重力坝坝顶以及两级放坡位置土方。除 5 号线、17 号线区域外, 重力坝内侧需留土护壁 (见图 5-2), 即留土 16 m; 再按 1:2.5 坡度放坡, 呈盆式。5 号线、17 号线重力坝由于暴露时间最长, 采用配筋垫层的方法约束重力坝变形 (见图 5-3)。

重力坝内侧土方受出土路线制约, 采用分区跳仓开挖 (见图 5-4), 有利于减小重力坝变形; 每个区南北各配 1 条流水线, 每条流水线配 1 台 1 m^3 、1 台 0.6 m^3 挖机。出土道路利用重力坝, 故重力坝坝顶上压顶混凝土由原设计要求的 100 mm 厚增至 200 mm。

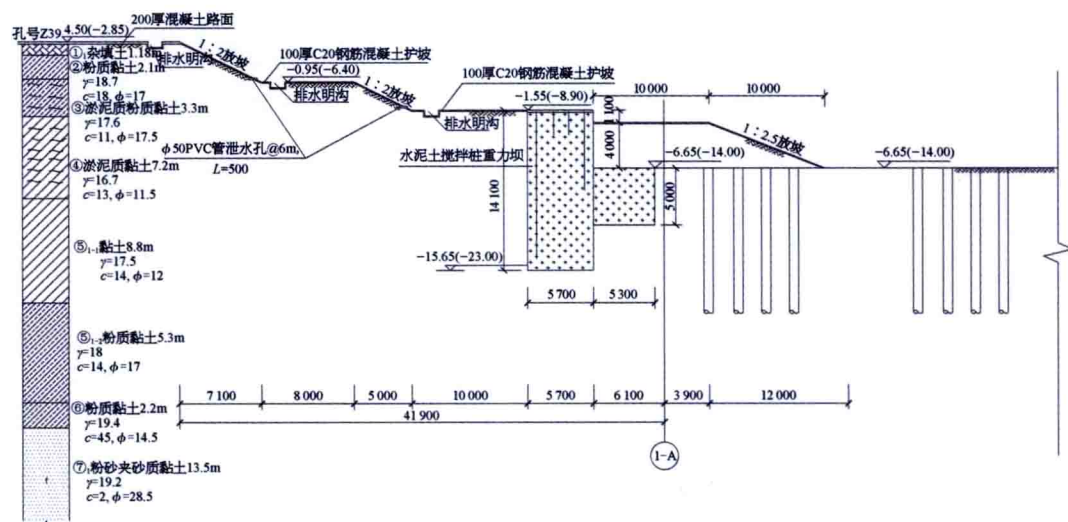


图 5-2 非 5 号线、17 号线区域留土剖面图

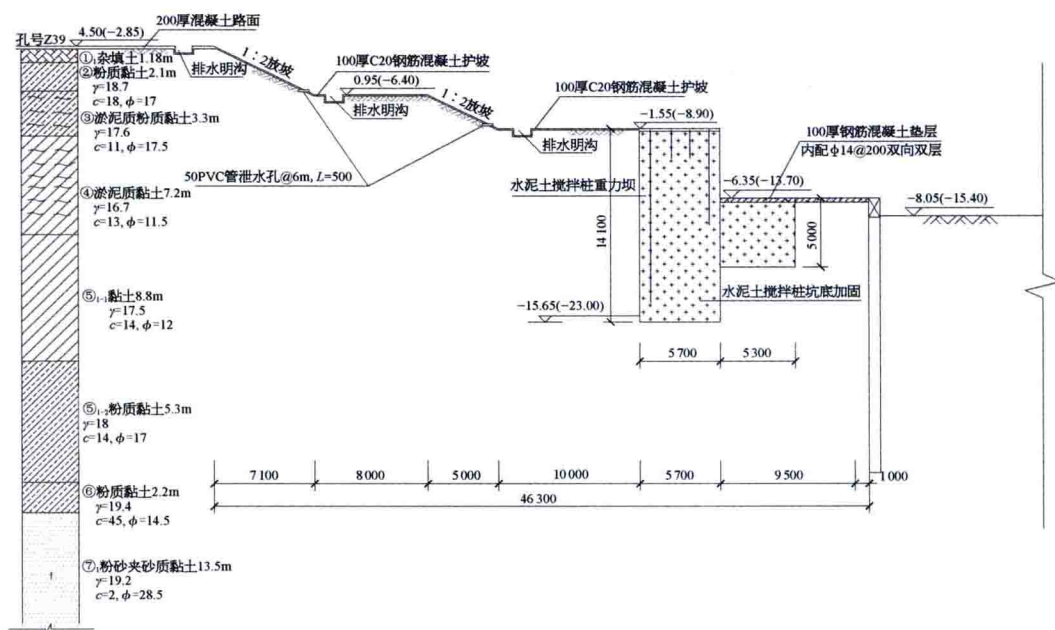


图 5-3 5 号线、17 号线区域留土剖面图

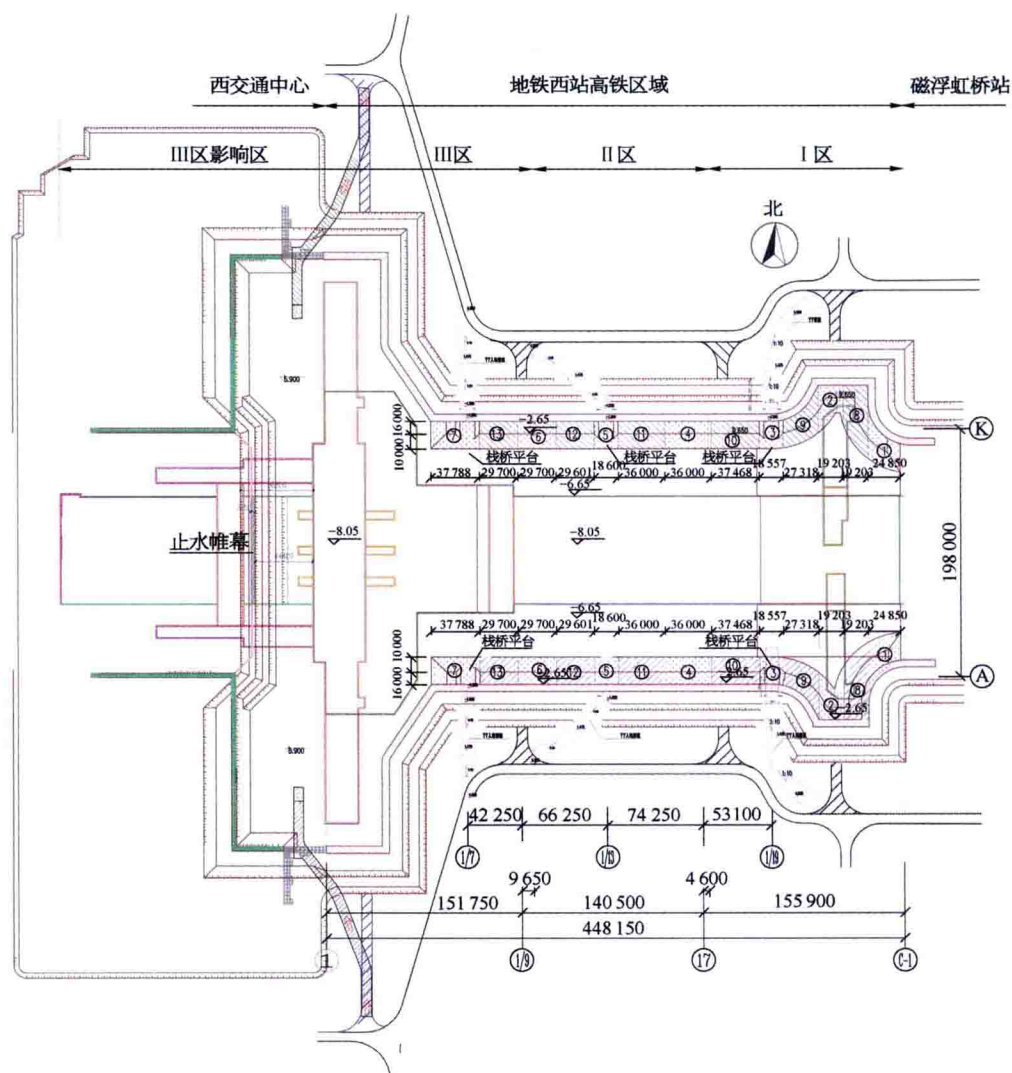


图 5-4 重力坝内侧土方跳仓开挖平面图

5.1.3 套叠深基坑分层分区挖土控制措施

本工程基坑面积达 16 万 m²，时空效应明显，须合理分区、分层、分段。确定并优化各区段的开挖部署是挖土工程的一大难点。

针对本工程基坑面积大，将土方开挖平面划分为 I、II、III 三区。分区流程为：I 区 → II 区 → III 区。

各区按底板和支撑标高划分为五个挖土阶段（局部超深部位为七个挖土阶段），各区各阶段按支撑布置形式和底板分块划分为若干施工段（见图 5-5 ~ 图 5-7）。

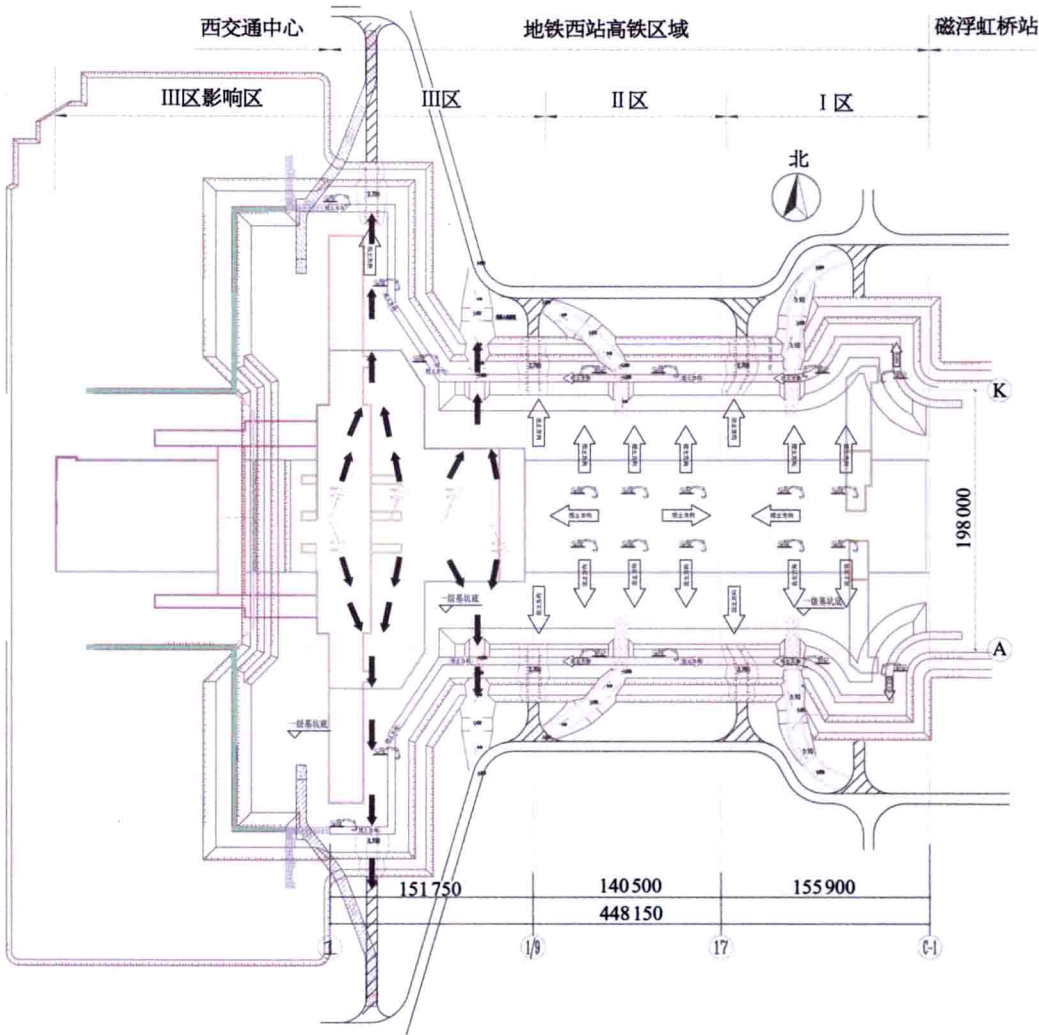


图 5-5 第一阶段土方挖土方向平面图

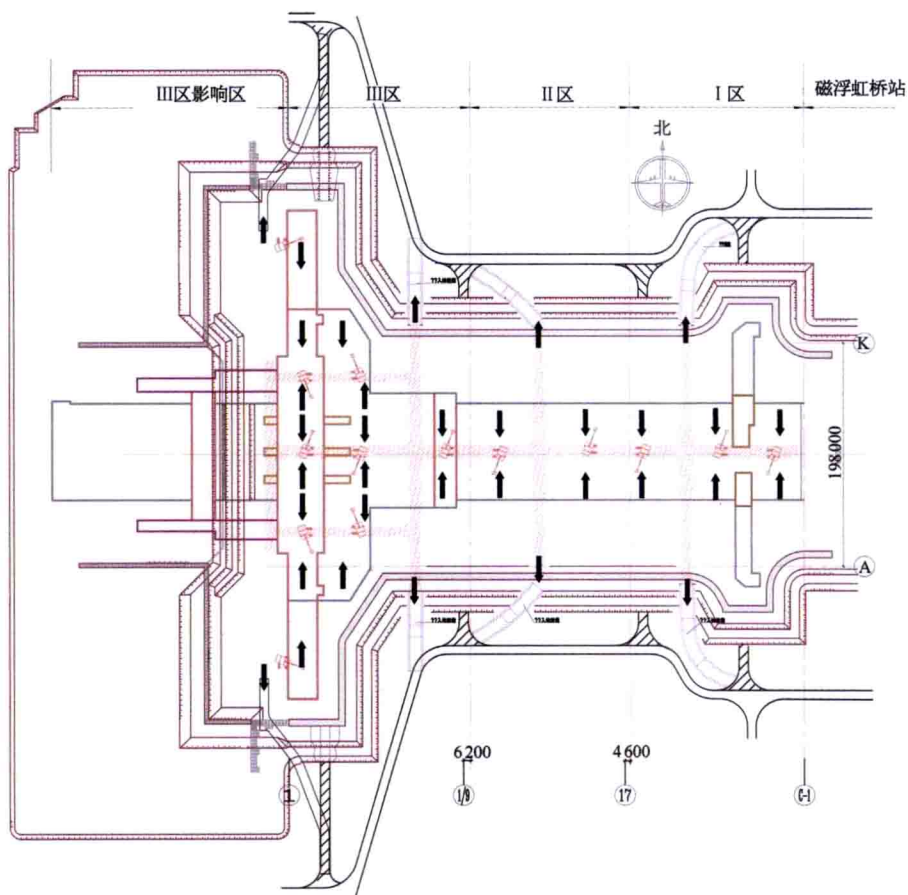


图 5-6 第二、三阶段土方挖土方向平面图

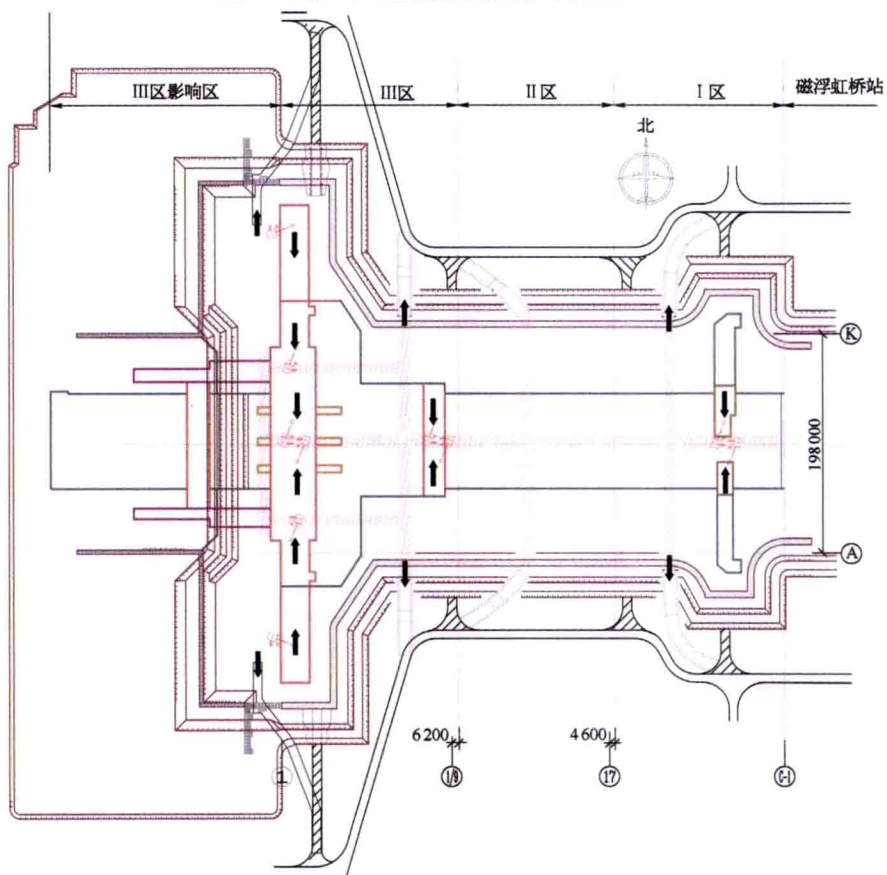


图 5-7 第四、五阶段土方挖土方向平面图

5.2 超大体量耐久性混凝土底板施工控制技术

(具体见《混凝土工程施工技术与创新》)

5.2.1 底板概况及对策

本工程高铁虹桥站房工程底板混凝土厚度为 2 000 mm, 且结构超长, 属大体积混凝土结构, 在混凝土施工中需采取防裂措施 (温度裂缝和伸缩裂缝)。故针对本工程的具体情况, 拟采用以下措施:

(1) 根据设计要求, 在保证混凝土耐久性和工作性能的情况下, 尽可能地降低混凝土的单位用水量, 在配合比设计时采用“三低 (低砂率、低塌落度、低水胶比)、二掺 (掺高效减水剂和引气剂)、一高 (高粉煤灰掺量)”的设计准则, 并降低含泥量和杂质含量。具体级配待试验后确定。

(2) 对混凝土底板按照“抗放兼顾、先放后抗、以抗为主”的准则, 采用分块跳仓, 加留设适量后浇块方法进行浇筑。跳仓施工缝间距控制在 30 ~ 40 m, 相邻分块浇筑间隔 10 ~ 15 d。后浇块南北区分别设置 3 条 (原则上根据栈桥位置设置)。施工缝模板采用快易收口网, 并设置钢板止水带 (交叉部位采用十字钢板止水带), 辅以膨胀止水胶。混凝土浇筑采用斜坡式分层浇筑, 坡率为 1 : 6, 分层厚度为 500 mm, 以解决混凝土浇筑过程中的散热问题。

5.2.2 施工分块

B1 层基础底板原则上采用分块跳仓浇筑加适量后浇块的施工方法。跳仓施工缝的间距控制在 30 ~ 40 m, 采用棋盘式跳仓浇筑, 相邻板块浇筑时间间隔在 10 ~ 15 d。南北 B1 层底板共分为 24 个施工分块 (见图 5-8), 后浇块为栈桥区域及与磁浮连接区块, 南北各设置 4 块。

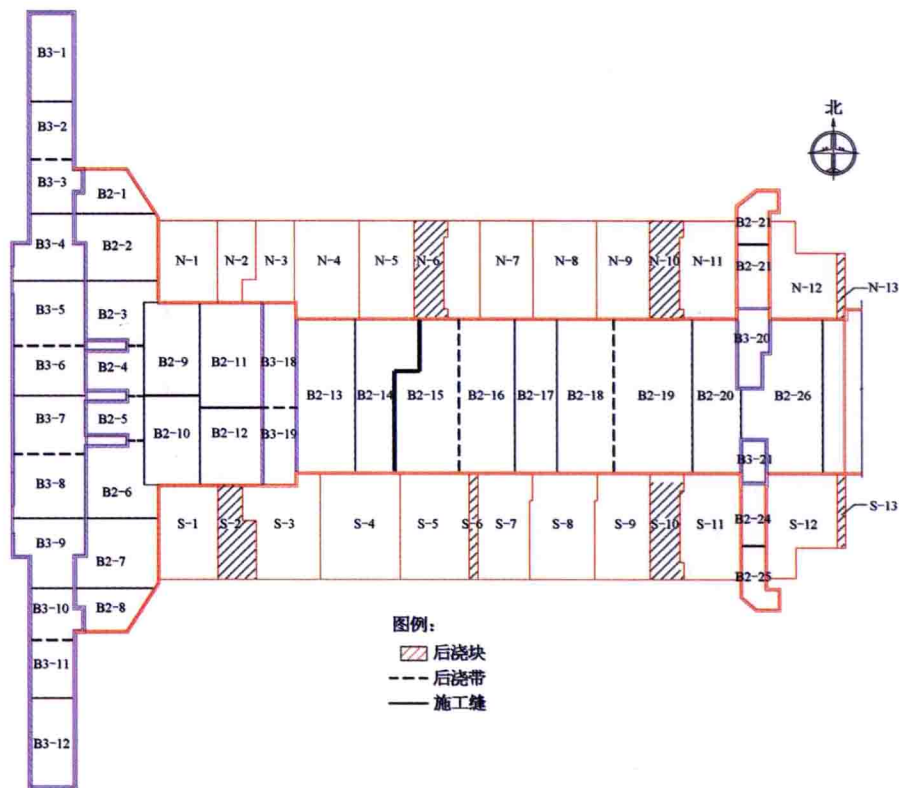


图 5-8 底板施工分块平面示意图

5.2.3 底板混凝土配合比设计

本工程 C35 (P10) R60 底板配合比见表 5-1。

表 5-1 底板配合比

材料名称	水	水泥	砂	碎石	粉煤灰	矿粉	外加剂
品种	饮用水	P O 42.5	中砂	5 ~ 25 mm	二级灰	S95	LN800N
数量	175	210	786	1 045	80	100	4.03

本工程 C40 (P10) R58 底板后浇带配合比见表 5-2。

表 5-2 底板后浇带配合比

材料名称	水	水泥	砂	碎石	粉煤灰	外加剂	膨胀剂
品种	饮用水	P O 42.5	中砂	5 ~ 25 mm	二级灰	LN800N	CMA
数量	195	340	735	1 030	70	4.08	41

5.2.4 模筋混凝土

钢筋接头：底板钢筋与连续墙上预留接驳器连接为直螺纹；底板钢筋之间在连接原则上均采用直螺纹连接，部分钢筋采用挤压套筒连接，少量采用焊接连接。

基础底板的厚度为 2 ~ 3 m，局部集水井、承台位置厚度高达 5 m。为了保证上排及中间排钢筋的位置及标高正确，在底板上下钢筋间设置槽钢支架；立柱为 I63，按 2 m 间距纵横设置；平横梁为 I63；中间水平牵杆为 L40×4；纵横斜撑为 L40×4。

采用分皮分层斜坡式浇捣混凝土，对落深承台处在混凝土泵车上设 $\phi 150$ 泵管出口口加接 6 m 长软管下料（见图 5-9、图 5-10），以控制混凝土自由落体高度。



图 5-9 底板混凝土浇捣



图 5-10 B1 层底板施工实景

混凝土养护采用保湿、保温养护的方法，并设置混凝土内外温度测量点（电子测温仪与预埋钢管相结合，每块底板上布置 3 个测温点）。

底板养护保湿方法为满铺塑料薄膜。保温方法为覆盖草包或麻袋，使混凝土内外温差控制在 25℃ 以内；内外温差通过草包或麻袋覆盖厚度（层数）加以调节。混凝土养护的时间根据测温情况确定，当混凝土温度降低到与大气温度的温差小于 25℃ 时且处于峰值回落阶段，方可逐步撤去麻袋，保温麻袋切不可一次全部撤除。

5.3 “站桥合一”动荷载长期作用下的劲性混凝土结构施工技术

5.3.1 大截面劲性柱结构施工

1. 地下室大截面方钢管柱灌芯实施确定

结合现场实际情况及吊装单位的吊装方法,对不同部位采取不同的施工方法:汽车泵接软管加超长串筒浇筑和导管法浇筑。

B3层部位:B3~B2层(8.44m)钢柱灌混凝土采用汽车泵接软管加超长串筒振捣浇筑,B2~B0层(18.12m)柱在B0层板梁混凝土浇筑完毕后一次性采用导管法施工。

B2层部位:B2~B1层(8.97m)钢柱灌混凝土采用汽车泵接超长串筒振捣浇筑,B1~B0层(9.15m)柱在B0层板梁混凝土浇筑完毕后采用汽车泵接超长串筒振捣浇筑。

B1层部位:B1~B0层柱(9.15m)在B0层板梁混凝土浇筑完毕后采用汽车泵接超长串筒振捣浇筑。

B1层钢管柱灌芯原则上采用导管法施工,即待B0层结构楼板浇捣完毕后,在楼板上运用灌注桩浇捣架浇捣;如部分钢柱有条件先灌芯,则采用汽车泵接超长软管高抛法浇捣(见图5-11~图5-13)。浇捣高度为钢柱上隔板往下至少50cm,以防止钢柱焊接时,由于高温影响混凝土的强度质量。

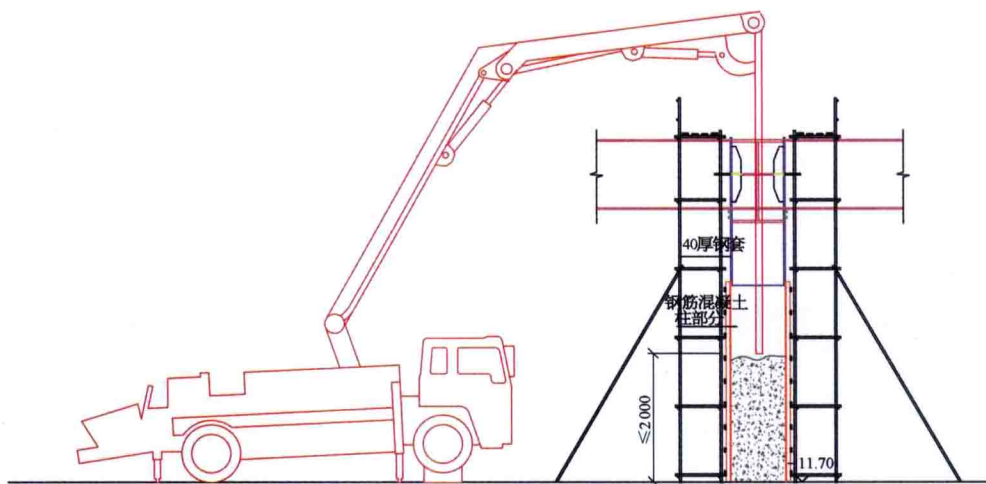


图 5-11 B0层混凝土柱内振捣浇灌示意图(先浇捣)

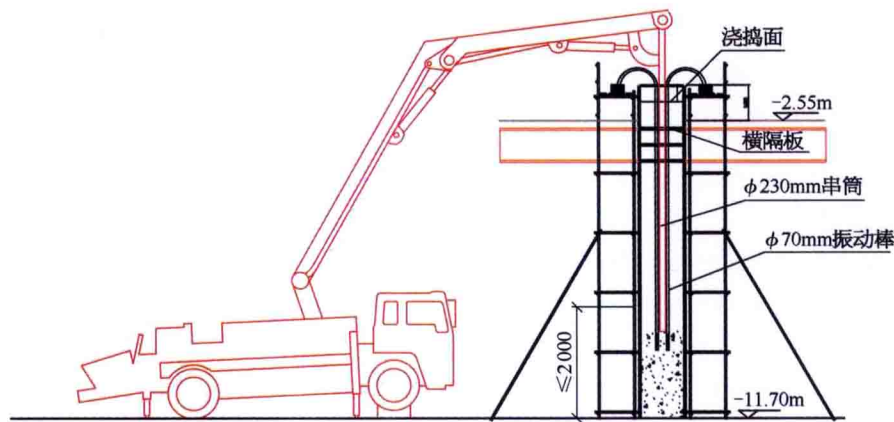


图 5-12 B0层钢管柱内振捣浇灌示意图(先浇筑)

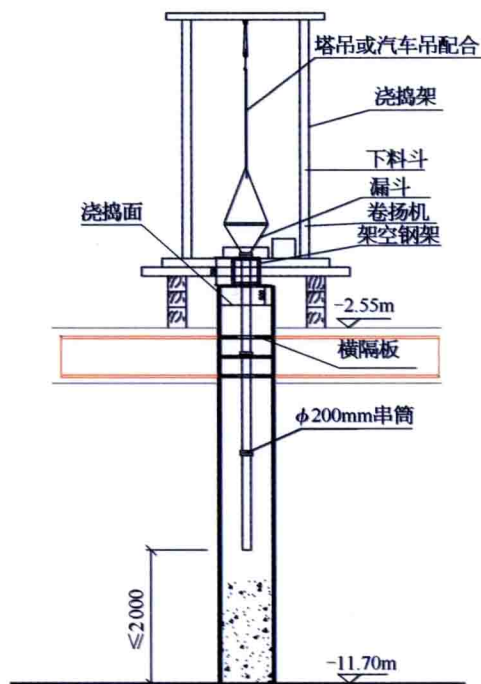


图 5-13 B0 层钢管柱内振捣浇灌示意图 (后浇筑)

2. 上部大截面钢管柱灌芯实施确定

1) 劲性柱概况

轨道层标高 $-2.50 \sim 10.00$ m 钢管柱: ⑧~⑪轴, 共计 152 根;

10.00 ~ 21.85 m 钢管柱: ⑩轴、⑪轴, 共 2 根;

10.00 ~ 30.00 m 钢管柱: ⑧、⑨、⑩、⑪ / ⑥~⑫轴, 共计 52 根。

混凝土强度 C50。

2) 平面施工原则

根据机施纵向吊装流程, 以 ⑩ / ⑪ 轴为中线, 分两区由中线向东西两端进行, 钢管柱内灌芯宜紧随机施施工。

根据机施横向吊装流程, 由中线向南北两端进行, 钢管柱内灌芯宜紧随机施施工。

灌芯平面施工原则: 机施吊装校正完一个柱网后, 灌芯即可开始。汽车泵停在吊装后退方向的隔跨施工道路上。

注: 要求机施公司吊装时, 给土建施工预留一定的时间和空间。时间: 一般应不少于 24 h; 空间: 隔跨 10.00 m 层钢结构次桁架待钢管混凝土浇注后再吊装。

3) 竖向施工原则

钢管柱的标高分别为 10.00 m、21.85 m 和 30.00 m 三种。根据钢管吊装分段, 浇筑分段如下:

10.00 m 标高的钢管柱均采用在 10.00 m 层钢柱吊装校正完毕后一次浇筑完成; 21.85 m 和 30.00 m 标高钢管柱不论下部如何分段, 均采用在钢柱分段校正完毕后于 13.50 m 以下先浇筑一次, 以上再浇筑一次, 共分两次浇筑完毕 (见图 5-14)。

所有钢管柱灌芯施工, 均以机施、安装 (管内有避雷节点及电线管) 及监理单位确认的移交单为前提依据。

4) 混凝土配合比

高铁站房钢柱内混凝土采用满足耐久性为 100 年的 T2 碳化环境下的高性能 C50 混凝土。混凝土配合比见表 5-3。

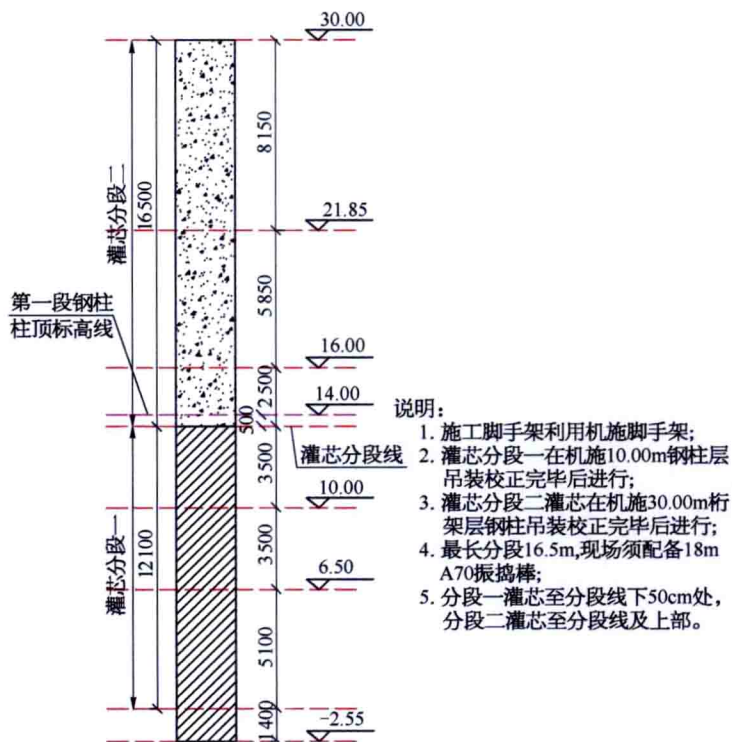


图 5-14 上部钢管混凝土柱灌芯立面分段示意图

表 5-3 钢柱混凝土配合比

材料名称	水泥	矿粉	粉煤灰	水	砂	石子	外加剂
品种规格	P O 42.5	S95	F- II	饮用	中砂	5-25	ADVA152DLR
每立方米用量 (kg)	270	105	100	160	686	1 060	5.22

5) 施工方法

轨道层以上钢管柱灌芯采用汽车泵接软管高抛法浇捣。浇捣高度为钢柱顶标高以下不少于 50 cm, 以防止钢柱焊接时高温影响混凝土的强度质量。

5.3.2 超长超厚耐久性外墙板抗裂施工技术

1. 外墙板概况

B1 层结构外墙墙厚为 1 000 mm, 采用 C40 (P8) R56 掺加纤维的混凝土, 每立方混凝土中纤维素掺加量为 0.9 kg。外墙主要配筋为竖向 B32@150, 局部加密至 B32@75, 水平筋 B28@100, 拉筋 B10@450×300。钢筋主筋保护层厚度: 迎水侧为 50 mm, 背水侧为 40 mm。

2. 施工对策

(1) 为降低水化热, 对站房工程混凝土中配合比进行设计时, 采用水化热较低的矿渣硅酸盐水泥; 采用的粗骨料抗压强度大于 150 N/mm², 膨胀系数小于 10×10⁻⁶/℃, 针片状小于 10%, 含泥量指标小于 1%; 采用的细骨料为中粗砂, 其含泥量指标小于 2%。其中水泥采用同一厂家生产的同时期、同规格的产品。

(2) 严格按设计要求, 在混凝土浇筑时于地下室外墙间隔 30 ~ 40 m 设置 1 道后浇带, 并在合适的温度区内对后浇带进行封闭。

3. 施工分段

拟将 B1 层结构外墙南北各分为 20 个施工段（包括试验段），除在栈桥两侧设置施工缝，其余施工段交界处均设 1 000 mm 宽的后浇带（结构伸缩缝位置例外）。外墙分段原则为：

- （1）每段外墙长度不大于 30 m。
- （2）以结构伸缩缝为分段线。
- （3）栈桥两侧施工缝均设置于栈桥梁边两侧 200 mm 距离处。
- （4）分段线位置有条件处避开外墙壁坎位置。
- （5）外墙与出租车道处，外墙分段至外墙与出租车道结构缝位置。

水平施工缝划分：根据壁龛内凹陷暗梁构造特点，设置上、中两条水平施工缝将外墙分为三个施工段，第一段浇筑至壁龛上暗梁底 200 mm，第二段浇筑至结构梁底 150 mm，第三段与上部 B1 层结构梁、板一同浇筑。

4. 施工质量保证措施

外墙混凝土强度等级为 C40(P8)R56,掺加纤维素。后浇带混凝土强度等级为 C45(P8)微膨胀混凝土，两侧外墙后浇筑块施工 40 d 后进行后浇带施工。

经过试验段外墙的施工比较，最终选取纤维素纤维作为正式外墙的外加剂进行混凝土配合比设计，混凝土配合比见表 5-4、表 5-5。

表 5-4 B1 层结构外墙试验段混凝土配合比设计（材料公司提供）

部位	原材料	水	水泥	矿粉	砂	石	粉煤灰	外加剂	纤维
B1 层外墙 (添加纤维素)	每立方混凝土 用量 (kg)	165	240	90	760	1 050	90	4.20	0.9
	重量比	0.69	1	0.38	3.17	4.38	0.38	1.75%	0.38%

表 5-5 B1 层结构外墙试验段混凝土配合比设计（构件公司提供）

部位	原材料	水	水泥	矿粉	砂	石	粉煤灰	外加剂	纤维
B1 层外墙 (添加纤维素)	每立方混凝土 用量 (kg)	160	272	48	732	1 046	94	4.14	0.9
	重量比	0.5	1	0.15	2.29	3.27	0.29	1.30%	0.3%

混凝土塌落度控制在 (120 ± 30) mm。外墙混凝土采取分层浇捣，随浇随捣，振捣时应快插慢拔，每个振捣点间距不大于 60 cm，振捣时间为 20 ~ 30 s，混凝土浇筑速度控制在 3 m/h 以内。

混凝土浇筑时，混凝土下落高度不应大于 2 m；当下落高度超过 2 m，应采用串筒、溜槽等下料。混凝土浇筑前，底部应先填以 50 ~ 100 mm 厚与混凝土成分相同的水泥砂浆。浇捣时派专人看模，并随时敲击模，以控制混凝土浇筑密实；同时在浇筑过程中观察模板支撑情况，当发现有变形、移位时，应立即停止浇筑，并应在已浇筑的混凝土凝结前修整完毕。墙板模板支承如图 5-15 所示。



图 5-15 墙板模板支撑

劲性梁上下排主筋采用直螺纹连接，最后一次机械连接采用长丝套筒，长丝余量为10mm；下部主筋在加腋区同样采用长丝套筒连接（见图5-17）。



图 5-17 劲性梁钢筋绑扎试验

2) 节点位置箍筋封闭的解决方法

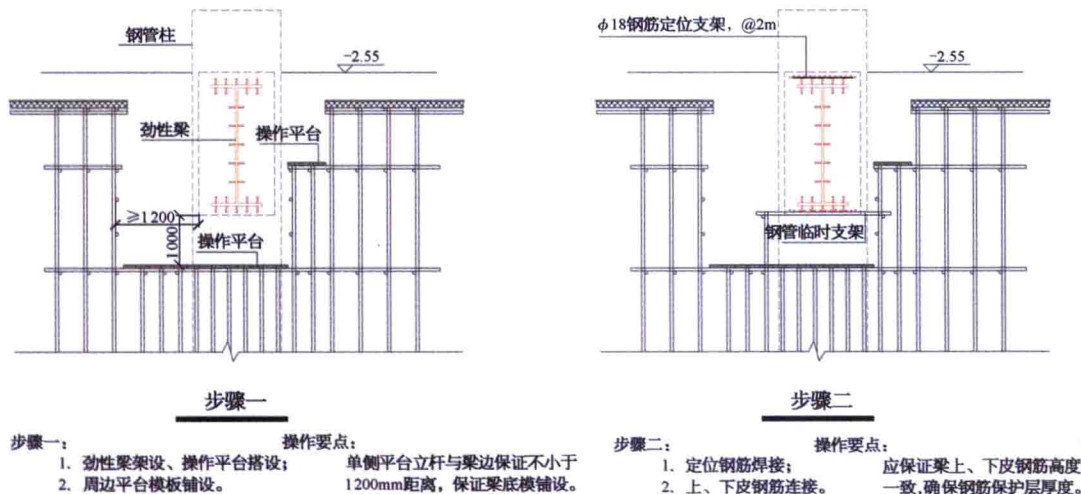
劲性梁外箍为环箍,端部的两个 135° 弯钩采用两个 90° 弯钩,以确保外箍能紧靠主筋。内箍采用开口箍后 $10d$ 单面焊连接,要求配置时尽量上长下短,以方便开口下箍从下往上穿越型钢下翼缘留孔。

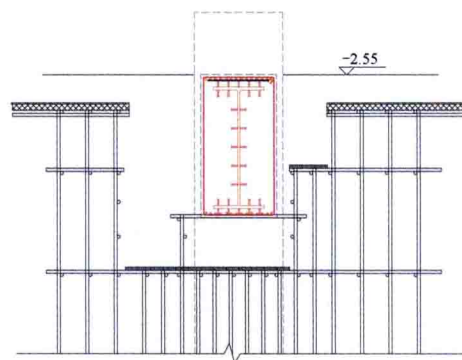
3) 模板的选择

所有模板均采用散装散拆体系,即七夹板、木料、钢管支撑。为使对拉螺栓的设置符合型钢梁腹板上的拉筋开孔,经计算,2.5 m 高与 2.3 m 高的梁高度方向设 4 道 $\phi 14$ 对拉螺栓,同拉筋间距开孔。劲性梁柱节点处对拉螺栓焊接于钢管柱栓钉上。

3. 施工方法

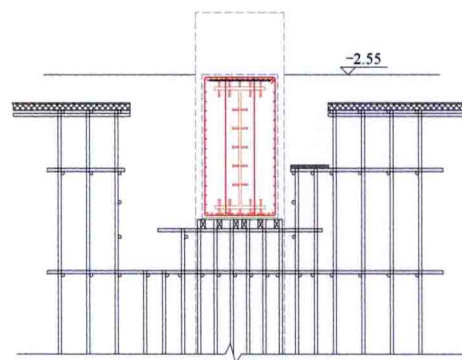
施工工艺流程(见图 5-18):模板支架搭设至梁底下 1 m 左右→梁底及两侧铺设操作平台→梁上部纵向钢筋安装(见图 5-19)→梁下部纵向钢筋安装(见图 5-20)→腰筋安装→外箍筋安装→内箍筋安装焊接→梁底模施工→梁拉筋安装→梁侧模施工→支架补缺。拉筋、内箍筋连接如图 5-21 所示。劲性梁柱节点如图 5-22 所示。钢筋绑扎完毕后的劲性梁如图 5-23 所示。





步骤三

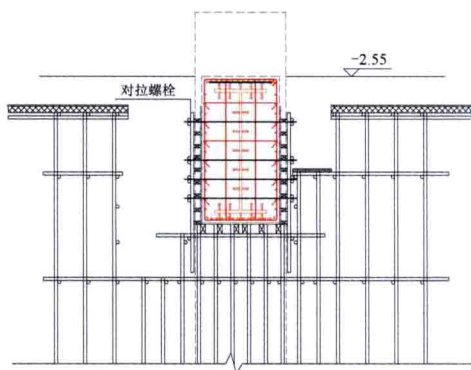
步骤三：
外箍筋穿插绑扎。



步骤四

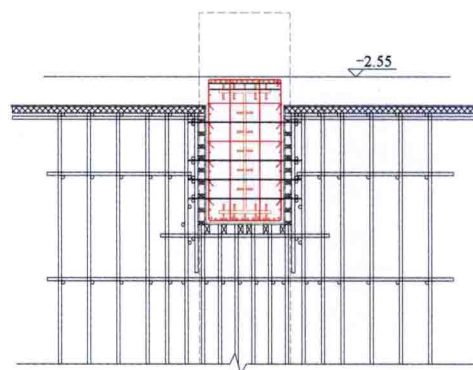
步骤四：操作要点：
1. 梁内箍穿插焊接；
2. 梁底模铺设；
3. 梁腰筋绑扎。

梁底模应分段铺设，逐步拆除临时支架；钢筋保护层垫块及时放置，保证钢筋保护层厚度。



步骤五

步骤五：
梁侧模铺设。



步骤六

步骤六：
平台模板补缺铺设。

图 5-18 施工工艺流程剖面示意图

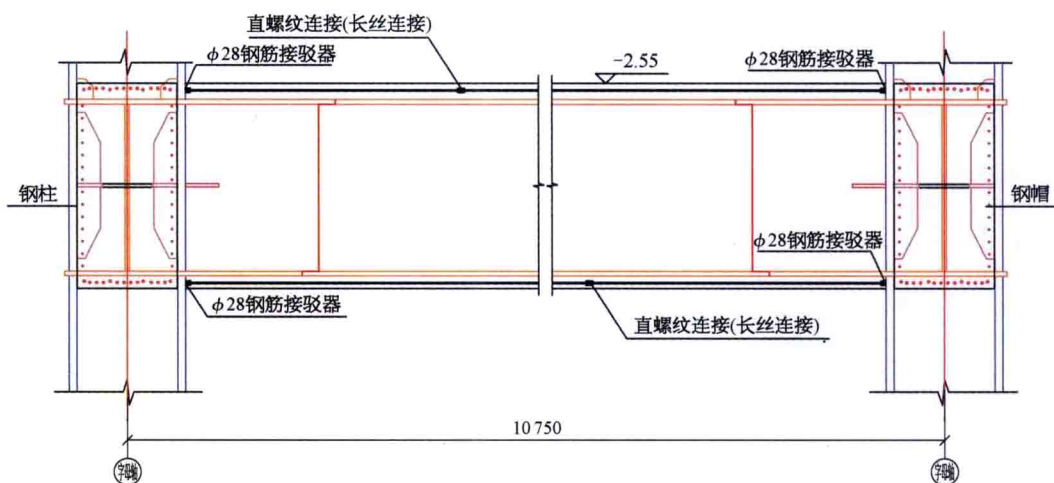


图 5-19 纵向钢筋连接示意图 1

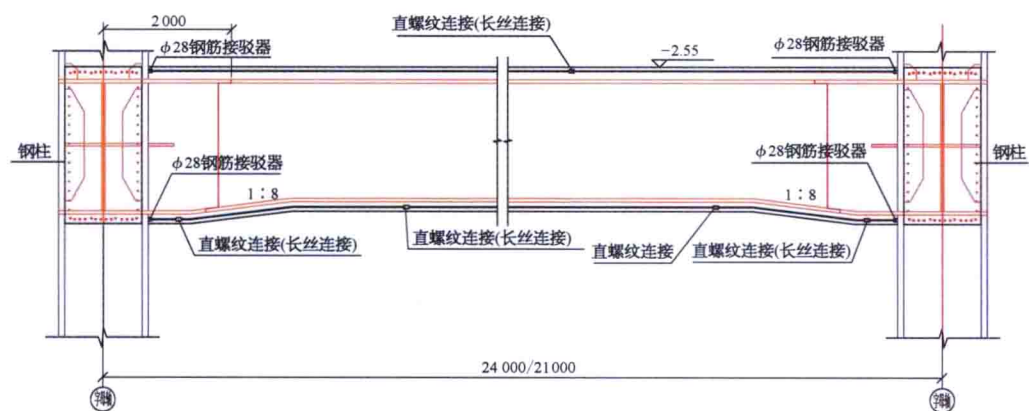


图 5-20 纵向钢筋连接示意图 2

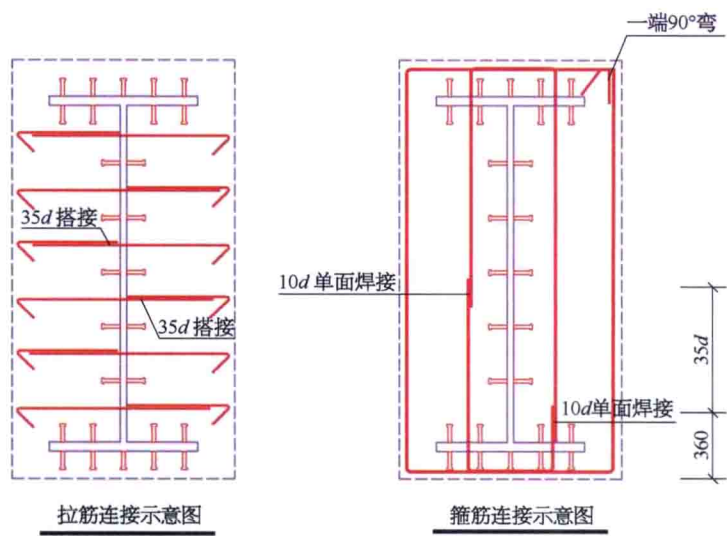


图 5-21 拉筋、内箍筋连接示意图



图 5-22 劲性梁柱节点



图 5-23 钢筋绑扎完毕后的劲性梁

5.3.4 承受动荷载的轨道层结构施工技术

1. 施工原则

本工程 B1 层东西向总长 440 余米, 南北向宽分别为 80 余米、90 余米、250 余米和 430 余米, 其工程凸显体量大, 混凝土方量大; 结构为整体浇筑, 无变形缝。这给混凝土的收缩裂缝控制带来极大的困难。为减少和控制结构楼板混凝土裂缝的产生, 施工时采用分块跳仓浇筑并留设一定数量后浇带的方法进行施工, 分块尺寸一般控制在 30 ~ 40 m, 跳仓施工间隔控制在 10 ~ 15 d, 每 2 ~ 3 个分块设置一条后浇带, 后浇带宽度为 0.8 m, 后浇带在两侧混凝土浇筑后的 2 个月 after 封闭。其施工流程原则上与结构底板的施工流程相对应。

2. 结构分块

B1 层板按 30 m × 30 m 左右分块, 后浇带宽度为 0.8 m (见图 5-24)。

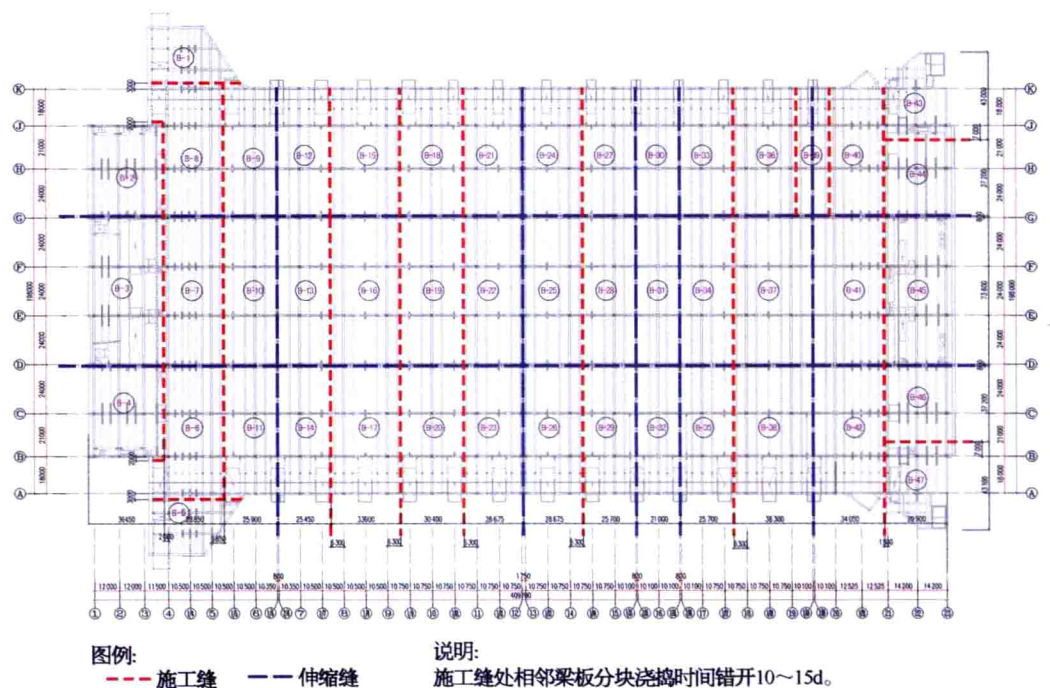


图 5-24 顶板分块平面图

3. 具体施工

为保证平台质量, 平台底模均采用 18 mm 厚的胶合板; 搁栅采用 50 mm × 100 mm 木料侧放, 其间距不超过 300 mm; 木档必须两侧平面刨平, 确保断面一致及平台平整度。

当梁跨度大于 4 m 时, 按跨长 1/1 000 起拱。

为防止反梁和高低板混凝土向外漏浆, 采用 1 mm 厚钢板网在梁板阴角处加强 (见图 5-25)。

主梁与钢管柱钢筋连接及梁钢筋之间连接方法:

(1) 梁与钢柱的连接采用直螺纹套筒连接, 钢柱上预先焊接直螺纹接驳器, 长度为 84 mm。

(2) 钢柱间无混凝土柱主梁钢筋与钢筋连接采用长丝套筒或焊接连接, 钢柱间有混凝土柱的直接锚入混凝土柱内。

(3) 次梁钢筋连接采用常规的直螺纹连接。

不大于 500 mm 厚的平台钢筋上下二皮采用钢筋马凳, 相互间距不大于 1 000 mm, 长

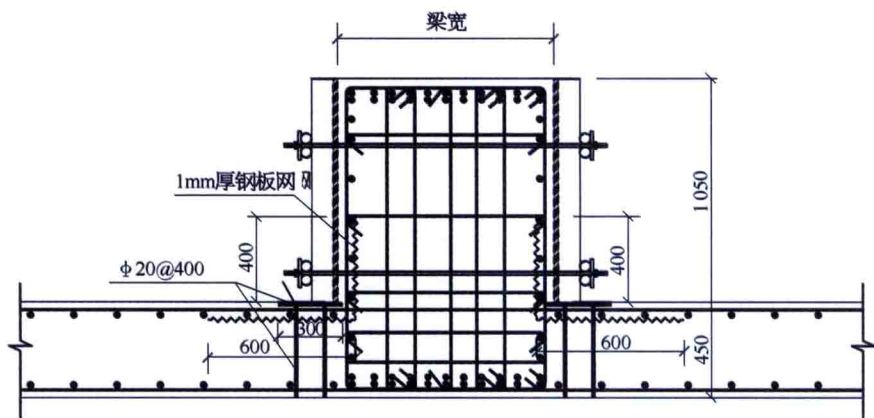


图 5-25 防翻浆剖面示意图

度根据板大小而定；支架端部距离支座间间距不宜大于 1 000 mm。大于 500 mm 厚的平台钢筋上下二皮采用钢筋支架，钢筋支架立柱为 I 63，按 2 m 间距纵横设置；水平横梁为 I 63，纵横斜撑为 L 40 × 4。

根据划分的施工段位置，制定分阶段混凝土浇筑原则，每次浇筑一次连续完成。

因楼板的施工期在冬季，应严格控制混凝土的表面温度，使混凝土的养护温度控制在 5 ℃ 以上。养护采用一层塑料薄膜和一层麻袋，根据气温数据必要时再覆盖一层麻袋或多层麻袋。

结构后浇带宽度大多为 800 mm，后浇带两侧的结构由于后浇带的存在，该跨梁板结构未形成整体，一般需保留该跨的整体模板支撑体系，但这将影响基坑支护体系的拆除，同时将影响其他后续工程的施工。为能达到不保留后浇带处整体模板支撑，故在某些部位的纵向（横向）结构梁下增加临时混凝土立柱（600 mm × 600 mm），该立柱在后浇带封闭并达到强度后拆除。

后浇带混凝土提高一级，混凝土内掺微膨胀剂。

由于本工程结构柱混凝土标号为 C50，梁板混凝土标号为 C35，故按设计要求在柱梁板处留设临时施工缝，首先进行柱混凝土浇筑，后进行梁板混凝土浇筑。

临时施工缝以专用钢板网（快易收口网）作为分界、φ 16 钢筋作为支撑。钢板网设置位置为柱边向外 500 mm。B1 层顶板施工如图 5-26 所示。



图 5-26 B1 层顶板施工

5.4 地下结构外防水及回填土施工技术

5.4.1 高铁站房地下结构全包外防水施工技术

高铁站房采用地下结构全包外防水处理，并采用 2 道 3 mm 厚 PY-Ⅱ型 SBS 改性沥青防水卷材。要做好全包防水，施工缝的处理至关重要，各施工缝的防水处理如下：

1. 底板施工缝处理

底板与上一层施工缝设置快易收口网 + 钢板止水带（辅以遇水膨胀止水膏），快易收口

网采用钢筋网加固 (见图 5-27、图 5-28)。

底板与下一层墙体的施工缝设置在地下连续墙与衬墙之间 (见图 5-29)。施工缝模板采用快易收口网, 并设置 1 道止水钢板, 快易收口网采用钢筋加固。

2. 结构外墙施工缝处理

板墙施工缝处中间加 1 道止水钢板, 与板墙钢筋电焊搭接, 支撑牢靠。外墙施工缝、外墙后浇带如图 5-30、图 5-31 所示。

3. B1 层结构外墙变形缝处理

设置中埋式止水带 + 阿拉丁系统 (见图 5-32)。

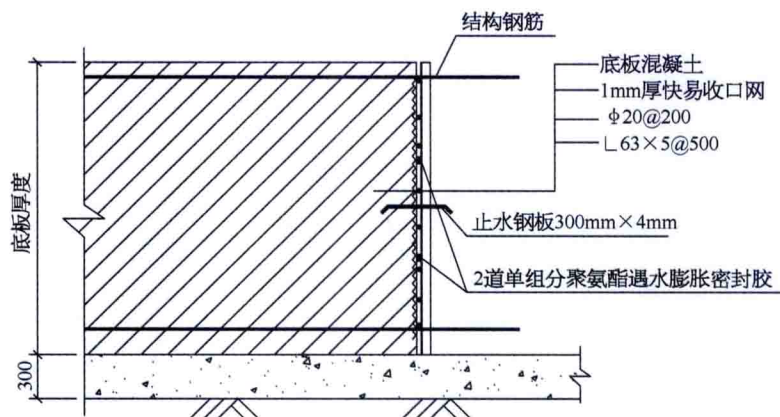


图 5-27 底板施工缝

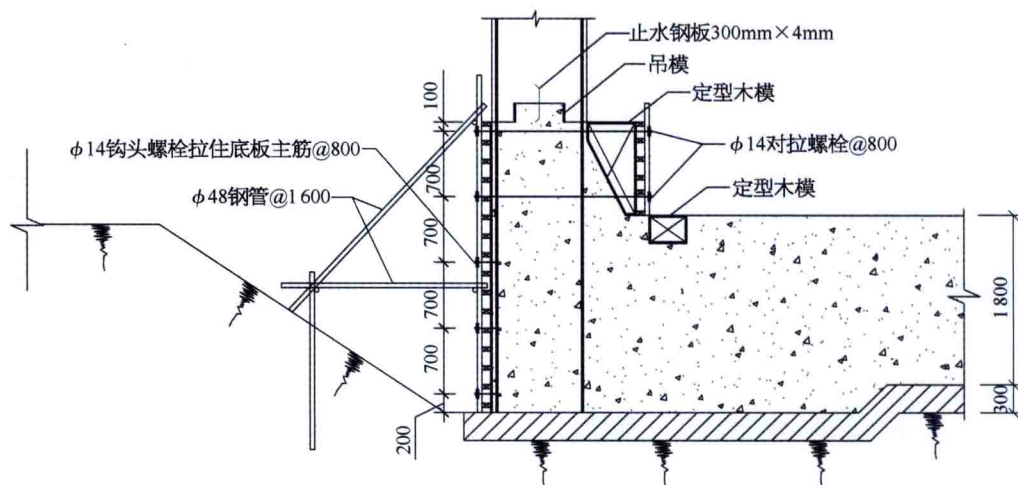


图 5-28 底板与外墙交界处施工缝

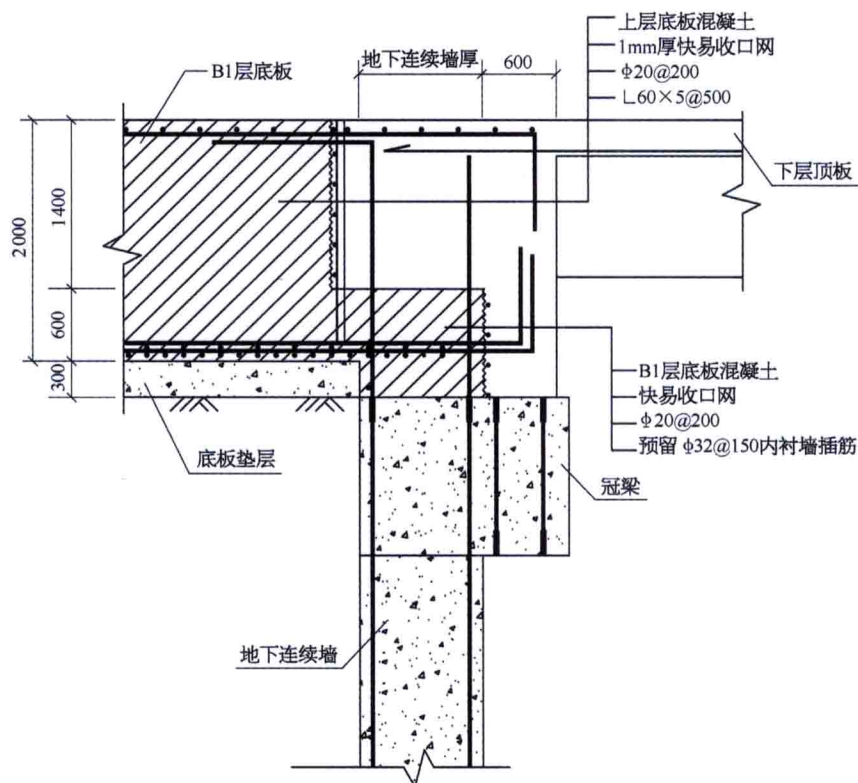


图 5-29 B1 层底板与 B2 层墙板施工缝

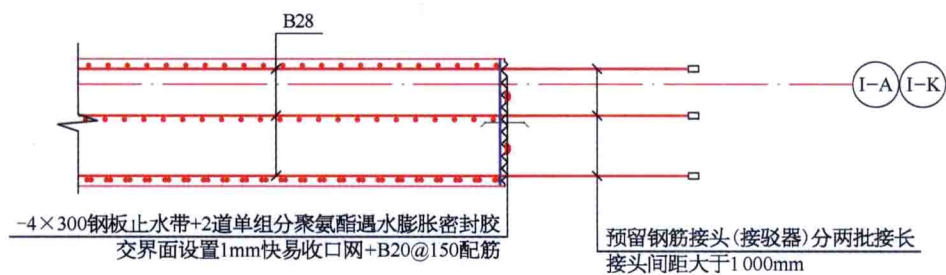


图 5-30 外墙施工缝

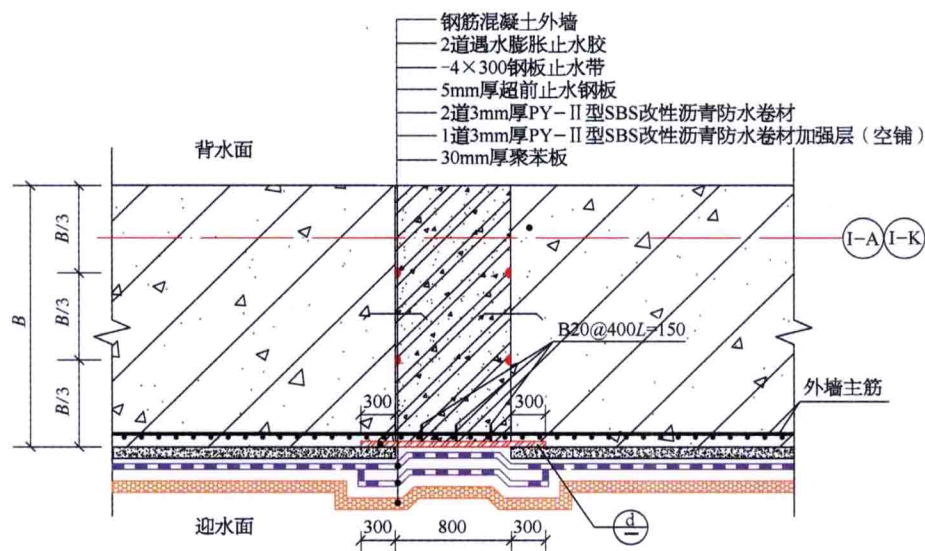


图 5-31 外墙后浇带

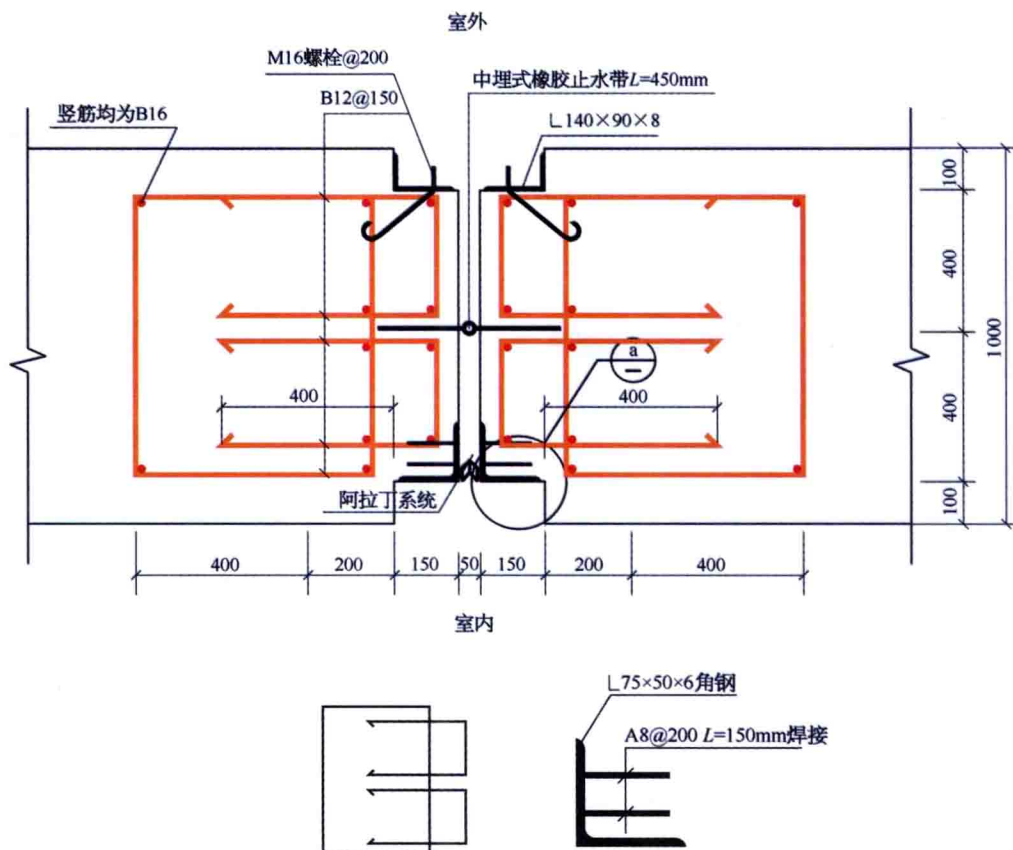


图 5-32 外墙变形缝

5.4.2 高铁站房外墙与重力坝间第一阶段回填土

1. 回土流程

高铁地下室外墙施工至 -1.15 m (包括外墙防水施工) 并达到强度→重力坝与高铁地下室外墙间回土至 -1.55 m 。

2. 回土方法

(1) 回填方式：采用机械回填及人工相结合的方法。经分层夯实碾压，每层填土压实厚度为 200 mm ；每层土用压路机碾压后，局部压不到的位置用平板振动器夯实。

(2) 回填黏性土，应在填土前检验填料的最大干密度、最佳含水量及最佳密实度。回填时应控制填料的含水量，使其尽量接近最佳含水量；如含水量偏高时，可采用翻开晾晒，均匀掺入干土或掺入石灰等措施；含水量偏低，可预先洒水湿润，增加压实遍数。

(3) 回填采用自卸汽车运料；小挖机入坑摊铺平整，每层虚铺厚度不超过 300 mm ；采用小型压路机 (4 t) 入坑碾压 (或采用振动打夯机夯实) 至 200 mm 左右，压路机无法进入的部位采用人工回填、蛙式打夯机分层夯实。

(4) -1.55 m 以上范围内用 12 t 压路机进行碾压，一般为 $6 \sim 8$ 遍 (具体根据试验结果确定)，确保密实度达到回填要求。

(5) 如出现弹性变形的土 (俗称橡皮土)，则应将该部分土方挖除，另用掺石灰的黏土回填。

(6) 碾压时根据“先边后中、先轻后重、先稳后振、先低后高、先慢后快”的原则，先用压路机静压 $1 \sim 2$ 遍，然后用振动压路机碾压 $3 \sim 4$ 遍，最后用压路机静压 $1 \sim 2$ 遍。

碾压速度控制在 5 km/h 以内, 碾压速度应均匀; 轮迹重叠宽度不得小于后轮宽的一半。碾压后的表面应平整密实, 无明显轮迹。严禁车辆机械在已压实后的表面行驶。根据施工现场实际情况分成若干作业段施工。

5.4.3 高铁站房外墙外铁路线路地基第二阶段回填土

1. 回土流程

楼前高架承台、立柱(地下段)施工; 从高铁地室外墙施工至 B0 层大梁底(包括外墙防水施工)并达到强度和 B0 层钢结构框架形成后; 护坡拆除→回填土至 2.83 m 。

2. 回土方法

铁路路基分层回填时, 其土层底面应向两侧设 $2\% \sim 4\%$ 的横坡, 并同时设坡向集水井管(见图 5-33)。集水井管采用内径 $\phi 300$ 的瓦筒管或塑料管从底至顶设置, 每层土层的瓦筒上留出 $3 \sim 4$ 只 $\phi 50$ 左右的圆孔, 四周用碎石回填以免洞口堵塞; 间距为 40 m 一座; 并配备相应扬程的水泵及时抽干积水。



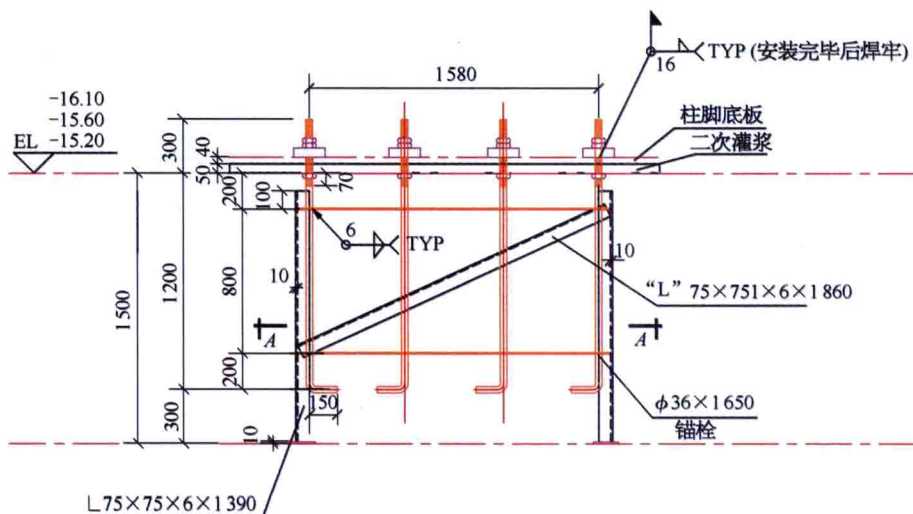
图 5-33 回填土施工

5.5 钢结构柱脚埋件复测及处理

(1) 本工程柱脚埋件在土建单位埋设后进行复测, 在埋件埋设之前与土建单位一起对埋件施工图上埋件的布置及数量、规格进行统计(见图 5-34)。

(2) 本工程高铁站房立柱多为 $1400\text{ mm} \times 1400\text{ mm}$ 的矩形钢管柱, 设计方采用地脚螺栓固定的方式来精确定位立柱的平面位置。为了保证地脚螺栓的精度, 在安装过程中通过深化设计配套加工地脚螺栓框的方式进行(见图 5-35)。

(3) 同时, 针对不同的施工区域进行轴线、标高基准线的移交, 且建立不同施工区域的施工负责人的联系方式, 以便及时对埋件进行复核。



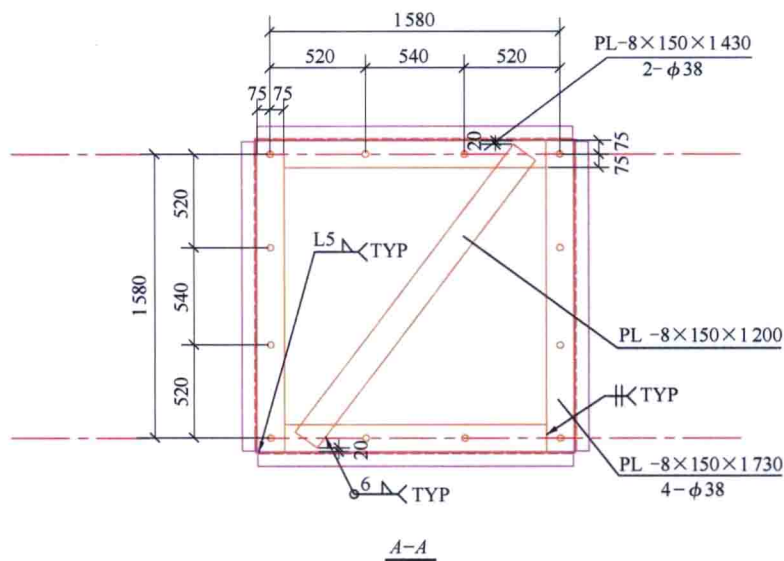


图 5-34 -11.70 m 标高埋件结构图

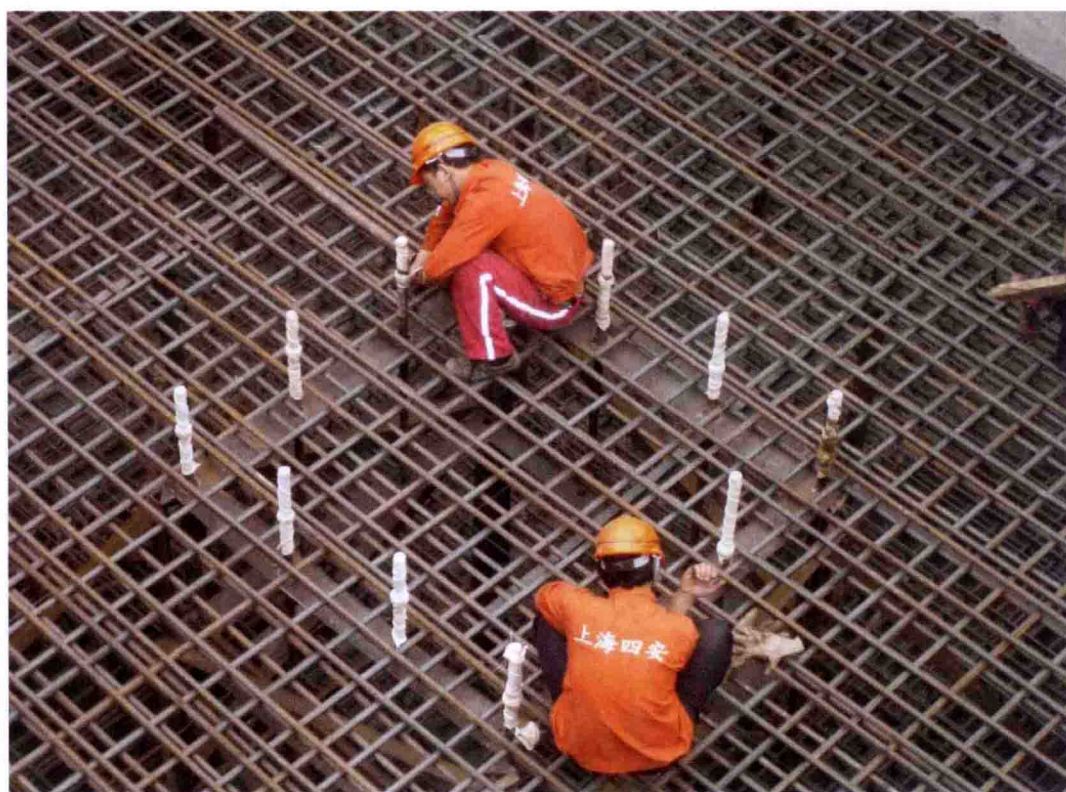


图 5-35 柱脚埋件安装、校正

5.6 钢结构分段处理施工技术

(具体见《钢结构施工技术》)

高铁虹桥站钢结构工程的钢结构形式多样,并将站房钢结构与无站台柱雨篷钢结构的制作分成多家,深化设计更要根据现场施工流程同步深化。为了便于现场的安装,深化设计单位的管理显得尤为重要,对构件的吊装分段设置必须进行控制。

根据现场实际情况、大型机械的起重能力及安装工期要求,对工程结构特点及现场施

工场地进行深入了解和多方案比较后,分别确定了立柱、钢梁[6.50~10.00 m桁架(普通桁架及提升桁架)、16.00 m、21.85 m 夹层、30.00 m 桁架、40.00 m 屋面桁架]、高空连廊和无站台柱雨篷叉形钢管柱及主次桁架的吊装分段,在施工中便于统一方案和管理。

5.7 安装施工特色

5.7.1 光导照明系统的应用

光导照明系统(又称为管道式日光照明系统)是一种新型照明装置,其系统原理是通过采光罩高效采集自然光线导入系统内重新分配,再经过特殊制作的导光管传输和强化后,由系统底部的漫射装置把自然光均匀高效地照射到任何需要光线的地方,得到由自然光带来的特殊照明效果。

光导照明系统与传统的照明系统相比,存在着独特的优点,是真正节能、环保、绿色的照明方式。该套装置主要分为采光罩、光导管、漫射器。

技术指标:光导管最大的传输距离为20 m;完全取代白天的电力照明,拥有至少10 h的自然光照明且无能耗;照明光源取自自然光线,全频谱并通过采光罩表面的防紫外线涂层,滤除有害辐射;系统使用寿命 ≥ 25 年。

本工程应用部位:主站房地下一层商业大通廊⑩轴、⑪轴光导照明区(见图5-36)。

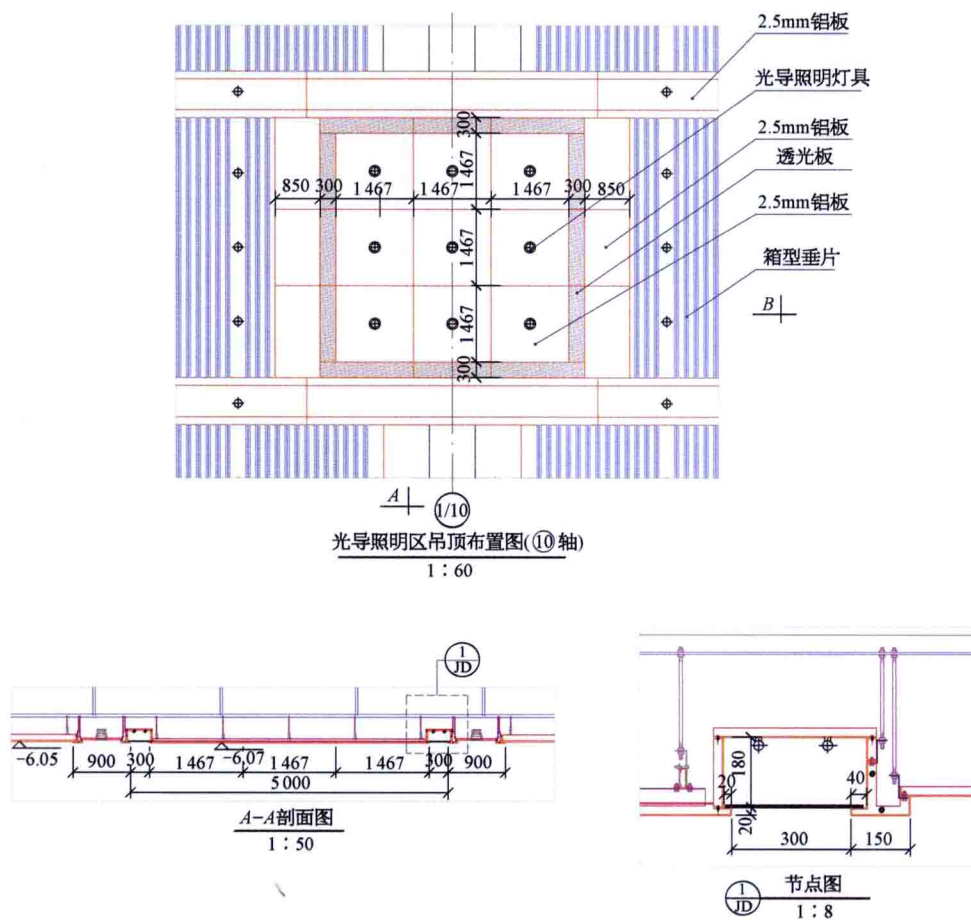


图 5-36 地下一层光导照明区吊顶图

5.7.2 地源热泵地埋管施工

高铁虹桥站是虹桥综合交通枢纽核心区的重点工程。本工程建筑面积 24 万 m^2 ，空调面积约 16.5 万 m^2 ，采用垂直单 U 并联型埋管地源热泵空调系统；地源井孔径 110 ~ 130 mm，钻孔深度 92 m，有效深度 90 m，在南北 2 ~ 15 号站台下面钻孔 1 960 个，水平管采用 PE100d63 管，垂直管采用 PE100d32 管，共敷设垂直管 (PE100d32) 36 万 m，水平管 (PE100d63) 2.5 万 m；DN400 二次热镀锌钢管 3 000 m，7 个垂直孔组成一个小支路，每个站台敷设 10 个回路，敷设在南北无站台柱雨篷 14 个站台的下部；每 10 个回路组成一个 DN200 集分水器，集分水器安装在站房南北两侧的综合管沟内，共计 28 个，28 个集分水器均连接至综合管沟 DN400 总管；地源热泵共安装 3 台 2 471 kW 制热量的螺杆式机组，夏季总冷负荷 19 977 kW，冬季总热负荷 7 126 kW。本地源热泵系统为高铁主站房和南北辅楼提供冬季供暖全部热量，夏季与离心式冷水机组联合工作，用于补峰和夜间或过渡季低负荷情况下使用。地源热泵钻孔施工及集水器作业如图 5-37 所示。



图 5-37 地源热泵钻孔施工及集水器作业

5.7.3 太阳能光伏屋面施工

1. 设计要求

高铁虹桥站在设计理念、设计内容、设计方法上力求超越传统观念，在突出铁路功能，满足旅客日益提高的对方便、快捷、舒适的要求的同时，也兼顾城市发展和综合交通协调发展的需要，尤其是在建筑设计上体现了绿色建筑、节能环保的先进理念。站区内建筑占地面积大，无高大建筑，是建设太阳能光伏发电场的理想场所；尤其是面积约 6.88 万 m^2 的两侧站台雨篷，周围没有任何遮挡，从建筑结构上看，比较适合采用太阳能光伏发电电池组件和雨篷的光伏建筑一体化设计。

太阳能是清洁的可再生能源，光伏发电是未来可再生能源利用的重要途径，是国家鼓励积极发展的新能源，也是铁道部在新一轮铁路客站建设中倡导应用的。根据铁道部《关于新建京沪高速铁路上海虹桥铁路客站工程初步设计的批复》(铁鉴函[2008] 331 号文)的要求，拟采用建筑一体化设计，在站区建筑屋顶上建设大型发电场。

上海位于北纬 31 度 14 分，东经 121 度 29 分，属北亚热带季风区，年平均气温 16.5 $^{\circ}\text{C}$ ，气候温和湿润，降水丰沛，四季分明，太阳能资源较为丰富。春季始于 3 月，气候温暖宜人，但历时较短，约 2 个多月；夏季自梅雨开始，进入盛夏后，高温干燥，形成伏旱；秋季金风阵阵，天高气爽；冬季晴朗少雨，北方冷空气南下，偶有寒潮侵袭。日照条件较为充足，年日照时数为 2 014 h 左右，多年平均太阳辐射量在 4 565 $\text{MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})$ 左右。所以，上海具有较好的自然资源条件。同时，上海市政府对开发利用太阳能资源高度重视，2005 年 9 月上海市发展和改革委员会、上海市经济委员会等五个市政府职能部门联合颁发

了“关于《上海市开发利用太阳能行动计划》的通知”,要求到 2010 年在上海实施 7 ~ 10 MW 以上光伏发电示范项目。经过几年的努力,目前上海已建成并投运 2 个并网型 MW 级太阳能光伏电站:上海崇明前卫村太阳能光伏发电示范工程以及上海临港新城兆瓦级太阳能光伏电站。其他 MW 级或以上的光伏发电项目,如世博主题馆、世博会议中心、上海太阳能科技 BIPV 项目等也已进入施工阶段。本项目拟在上海虹桥铁路客站主站楼两侧的雨篷顶上建设建筑一体化的光伏发电场,既是对上海市太阳能行动计划的响应,也是一个太阳能光伏一体化的典型范例——按照雨篷的面积可敷设 6.68 MW 左右的太阳能电池组件,其装机容量属目前国内规模最大的光伏建筑一体化的太阳能发电场。

上海作为中国最大的经济和金融中心,在中国的经济发展中具有极其重要的地位。2010 年世博会定在上海举办,虹桥综合交通枢纽作为上海对外的一个重要的现代化门户,对维护上海的形象具有十分重要的作用。在虹桥综合交通枢纽建设大型太阳能光伏发电场,能更好地向世界宣传和展示中国在可再生能源开发利用领域的先进技术和绿色环保的理念。本项目建成后,不仅能为上海这一重要门户增姿添彩,还将成为我国城市建筑一体化太阳能光伏并网发电领域的新标志和里程碑。

高铁站房太阳能光导照明由采光罩、光导管和漫射器三部分组成。高铁虹桥站太阳能光导照明的采光罩设置于主站房屋顶,由它收集的太阳经光导管传送至设置于地下候车大厅和贵宾厅的漫射器,可实现地下大面积的自然光照明(见图 5-38)。



图 5-38 太阳能晶硅电池板与光导室内照明

2. 组件安装工程概况

组件安装工程包括高铁站台雨篷上方的电池板、汇流箱、电缆桥架等。雨篷上方的电池板、汇流箱安装在高铁虹桥站面积约 6.88 万 m^2 的两侧站台雨篷上。结构形式:通过铝合金夹具与槽形檩条连接,槽形檩条上垂直铺设方形檩条,方形檩条上架设太阳能组件。北雨篷组件铺设数量:11 951 块,南雨篷组件铺设数量:11 934 块。

3. 电气设备安装概况

电气设备安装包括逆变器室、箱变室、10 kV 开关站,其下方均设有电缆夹层,高铁站场区内设置有电缆沟。各设备之间均通过电缆相连。安装的主要内容包括槽钢基础制装、设备就位安装、设备接地安装、高压电缆线安装、二次安装及调试、配合电试。主要设备:光伏逆变器系统采用合肥阳光的产品,就地升压箱变采用上海置信的产品,10 kV 开关柜采用上海天灵的产品,变电站监控系统采用上海致达智利达的产品,保护装置采用 SEL 的产品,故障录波器采用南京银山的产品。

5.8 装饰工程施工

5.8.1 大截面钢管柱外 GRC 清水饰面施工技术

地下一层的混凝土柱和钢柱采用预制好的 GRC 构件包裹（玻璃纤维增强水泥制品），大部分装饰柱体板为异形，每个拐角都不是 90° ，板形复杂。地下一层 GRC 包柱平面布置如图 5-39 所示。

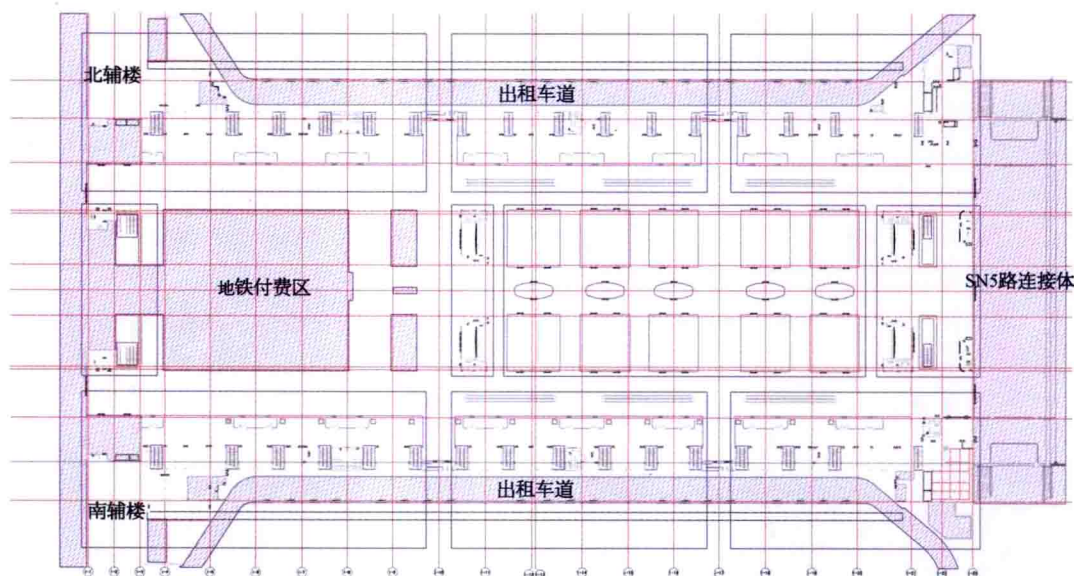


图 5-39 地下一层 GRC 包柱平面布置图

1. GRC 柱板安装工艺流程

施工准备→进场构件检验→各类铁件、支架制作→找准土建基准线→按 GRC 构件规格定位放线→GRC 构件就位安装（见图 5-40～图 5-44）→堵缝、修补→养护→分项验收。

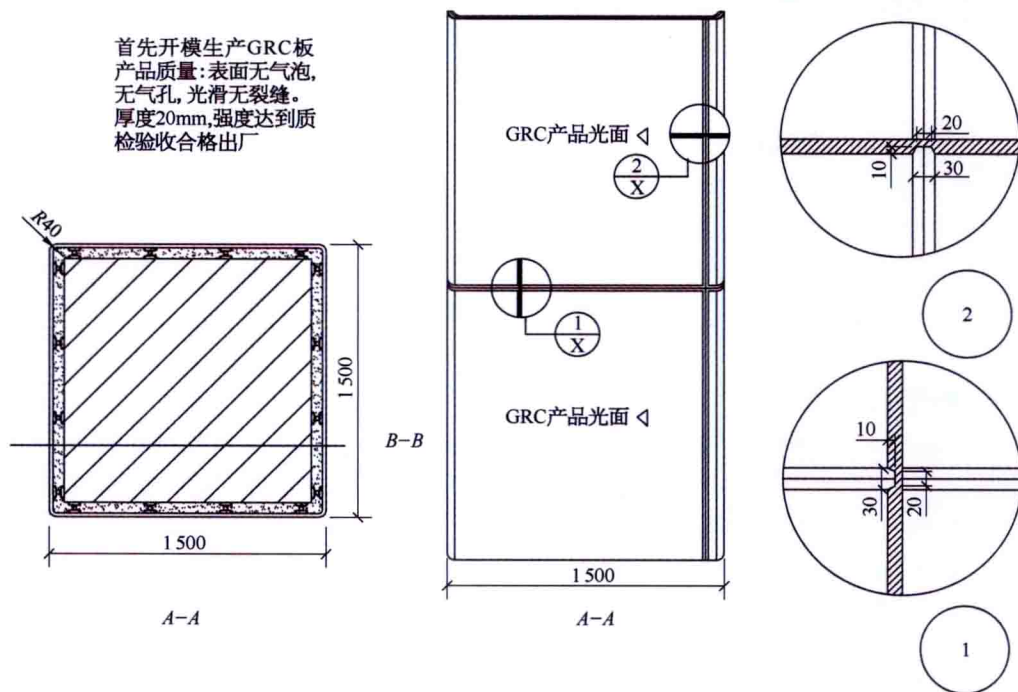


图 5-40 钢柱基层连接

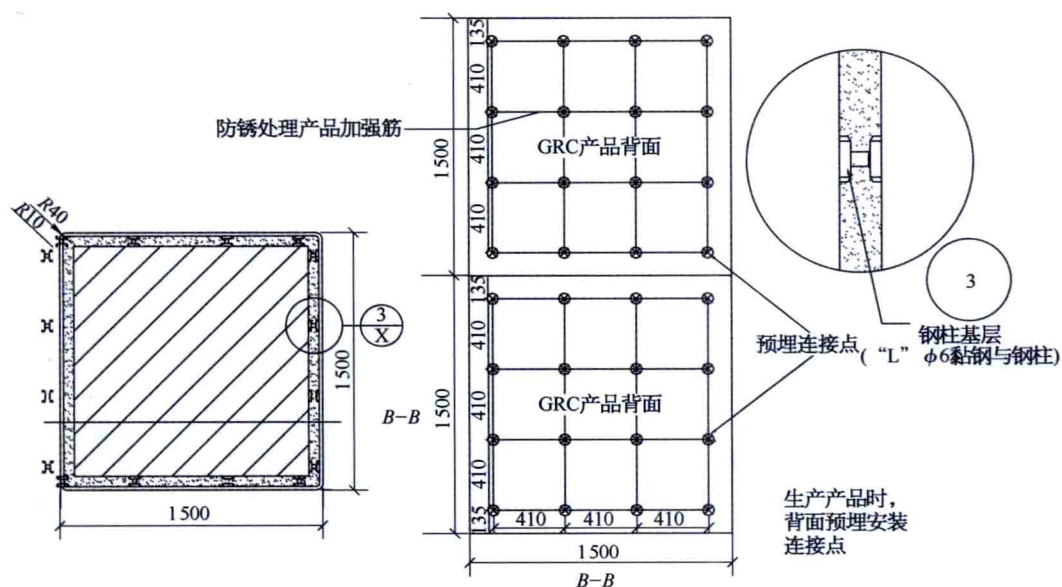


图 5-41 混凝土基层连接 (一)

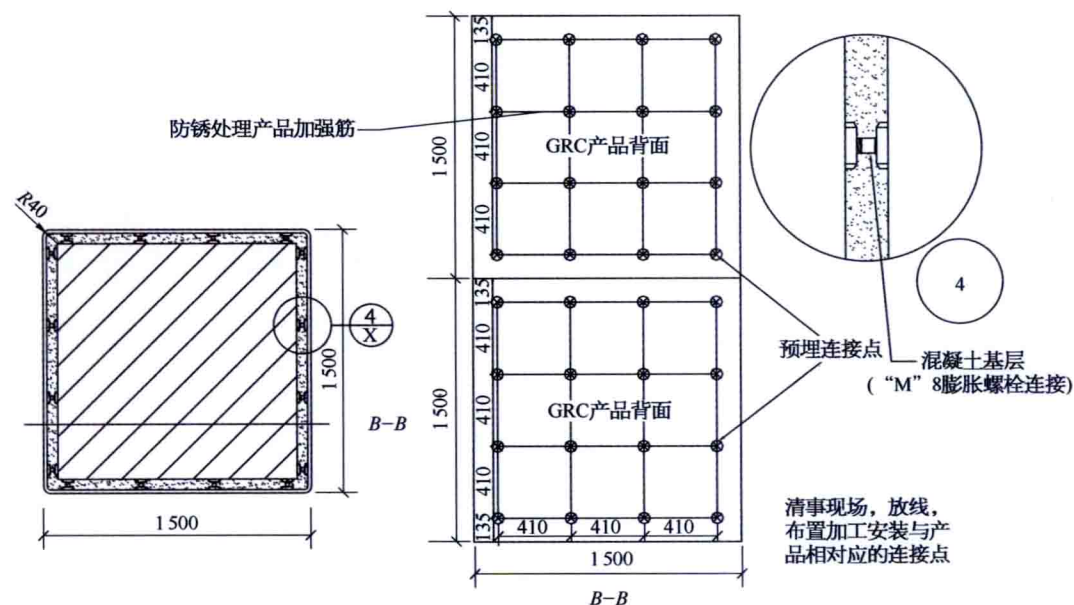


图 5-42 混凝土基层连接 (二)

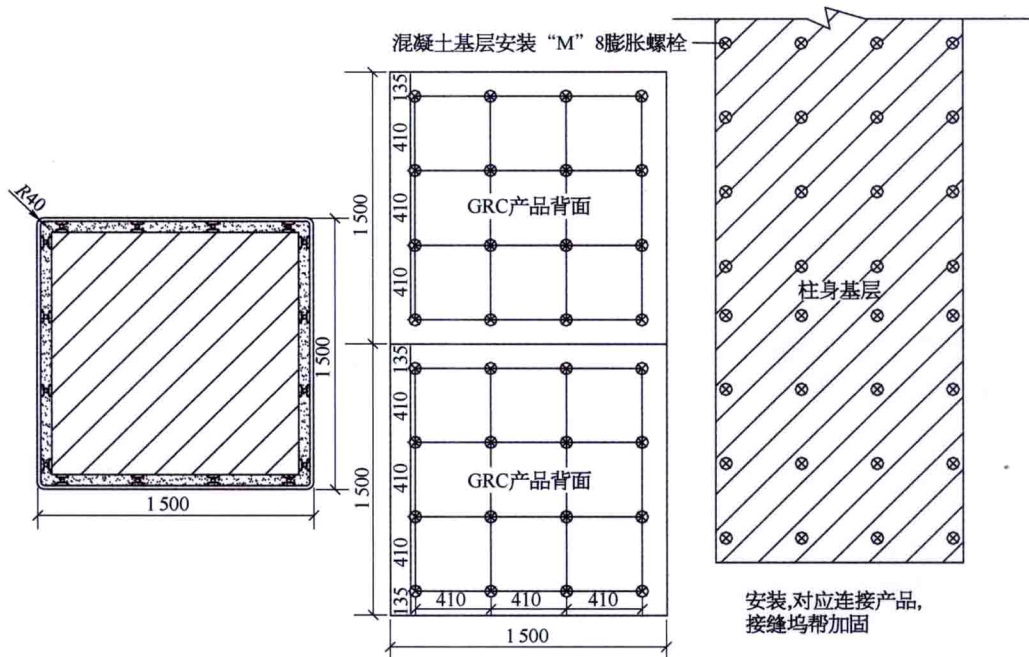


图 5-43 混凝土基层连接 (三)

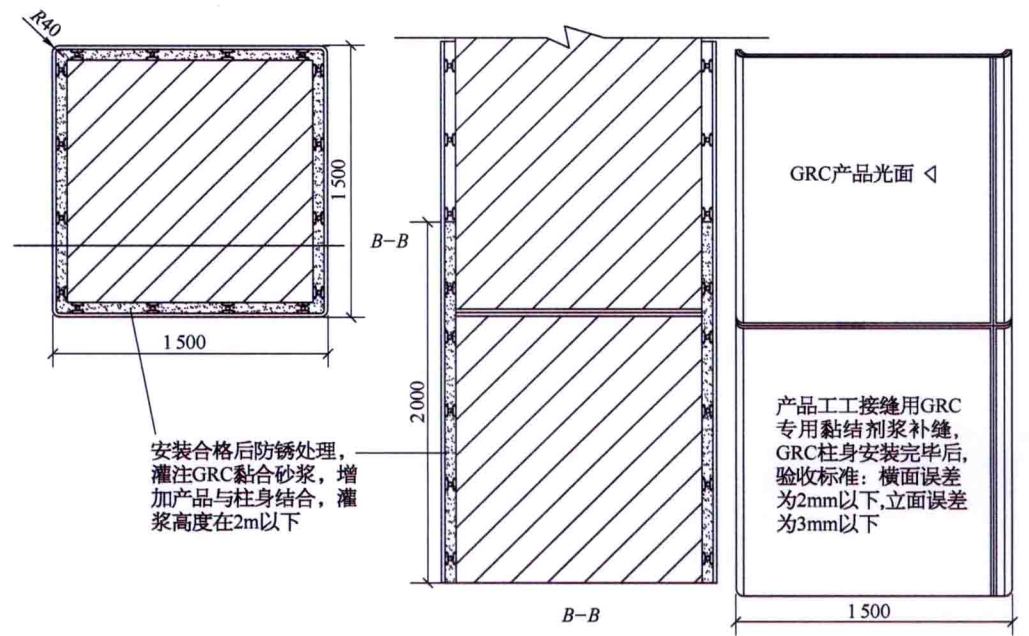


图 5-44 混凝土基层连接 (四)

2. 接 (缝) 处抗裂工艺

由于 GRC 构件 (空挂) 安装的接口很容易产生裂缝,是影响构件安装质量的重要环节, 两板使用双燕尾槽接缝处理,再用硫铝酸盐水泥、中砂 (含水量 <0.5%)、822 胶、UEA 高效膨胀剂、PP 纤维不同配比的混合物填补缝隙及接口,可永保接口不开,达到一个完美的装饰效果。

3. 柱面抹灰处理

(1) 轻质柱面板安装,柱面板干透后才能进行表面抹灰和接缝处理。

(2) 抹灰之前用水冲湿墙面,再用涂料辊子在墙板表面涂一遍 107 胶水泥砂浆(107 胶、水泥、砂的比例为 1:2:3,加适量水调成稀糊状,能辊涂为标准)进行拉毛,以防脱壳。待完全干后,即可用基层双飞粉打底,喷涂底漆,打磨,喷涂面漆(做两次抹灰,每次厚度不超过 3~5 mm)。

4. 埋设水电管线处理

根据线路的走向确定位置时,最好在圆孔处开孔。对于圆孔可以采用机械开孔,通过专用或自制的工具开孔,效果较好;对于尺寸较大的矩形孔,由于 GRC 柱面板良好的可加工性,可锯可割,因此没有多大问题。

GRC 柱面板由企口槽连接拼装而成,经不起重锤猛击,不能横向敷设管路,施工时管路必须在预埋时从楼板中敷设。放线定位后用切割机开凿。敷设完工即用混凝土砂浆掺入适量 107 胶等在开槽处粘贴玻璃纤维网格带补平,防止开裂。在安装消防箱、电气开关、插座、手动报警器等水电设备处,按尺寸要求剔凿孔口(不可剔通)后,不可用重锤猛击,以免震坏墙板。管线埋好后,柱基及柱身底部 1.8 m 范围内需用水泥砂浆掺水泥,振捣密实。而对于体积较大,自重较重的器具如消防箱则按尺寸要求凿孔洞(不可凿通),再将木楔或钢埋件用水泥砂浆掺水泥灌筑塞实,3 d 后再安装。

5.8.2 结构顶板下大面积吸声保温喷涂施工

本工程根据设计要求,需喷硬质无机纤维以消减上部高速列车开行对地下一层的噪声影响。硬质无机纤维喷涂施工范围位于地下一层公共及主要房屋的顶板梁间(顶板底),不含地铁、出租车道及部分预留房屋,总面积约 45 286 m²。

1. 喷涂前的准备

1) 喷涂基体表面处理

- (1) 基础存在明显凹凸时,需要修整到不影响喷涂作业的程度。
- (2) 杂物清除:清除基础表面不需要的钉子、螺栓类、钢筋等;清除混凝土表面的油污脏物。
- (3) 开口部位周边的遮盖必须提前完成。
- (4) 最适宜在管道、配管、配线等线路的吊具以及配管开孔作业都施工完成之后,并且设备工程开始安装之前进行施工。如情况不能完全允许,则必须做好成品防护工作或在喷涂面被破坏部位进行适当的修补。

2) 喷涂施工准备

- (1) 通过对图纸核对校验,确定纤维喷涂部位和非喷涂部位。
- (2) 安置喷涂机械、调验喷涂主机,保持运转稳定均匀。
- (3) 调验喷涂胶泵,保持压力稳定均匀;联合调试主机和液泵系统,并进行局部试喷。

2. 施工工艺流程

基底预喷→喷涂施工→整形→清理。

- (1) 基底预喷:基础表面涂刷黏合剂或者喷涂其(胶液)水溶液,在充分渗透到基础后再进行喷涂作业。
- (2) 喷涂施工:按要求一次喷涂到预定厚度;如厚度不能满足,则须进行补喷。
- (3) 整形:利用专用压板进行表面加工(整形)。
- (4) 用加入专用色浆的混合浆液全面喷涂罩面。
- (5) 清理善后:现场回弹料清理;防护遮挡材料拆除;作业面成品擦拭清理。

3. 喷涂施工工艺

(1) 基础表面涂刷黏合剂或者喷涂其(胶液)水溶液,在充分渗透到基础后再进行喷涂作业。

(2) 保证纤维棉给料均匀,搅拌速度应均匀稳定;浆料搅拌机不允许长时间停转(超过 15 min),否则应进行人工辅助搅拌。

(3) 在进行硬质无机纤维喷涂施工时,棉与混合浆液应按预定比例混合。特别是混合浆液黏合剂必须在规定的混合比例范围内混合。(基础处理液的基本比例为:水 80 L、黏合剂 2 L;混合浆液黏合剂的基本比例为:水 80 L、黏合剂 2 L、专用固化胶粉 40 kg。)

(4) 喷涂厚度必须高于指定喷涂厚度 5 mm 左右,在使用专用压板对喷涂面进行压花加工的同时下压 5 mm 左右。

(5) 各种材料必须在充分混合的状态喷出。

(6) 喷涂后用配制好的混合浆液(按预先设定的配色比例加入色浆)罩面,以表面覆盖的颜色状态均匀一致为准。

(7) 喷涂后必须彻底清扫。小心地除去墙壁、顶棚的保护塑料布,收拾地面的防护布时也要注意防止掉落棉的飞溅。即使残留在地面的棉都必须用簸箕收集,清扫以达到施工之前的干净状态。

(8) 每次结束喷涂工作,须认真清洗喷嘴。

(9) 喷涂后的纤维喷涂层可自然养护,固化期间禁止扰动(初期干燥固化时间为 3 ~ 7 d)。

对喷涂后的施工现场应及时清理,将回弹料装袋从现场清出。

5.8.3 大面积、多种异形吊顶施工技术

本工程 10.00 m 层装饰面积大,呈高低错落、异型板数量多的特点,按吊顶高度可分为 30 m、40 m,按吊顶类型可分为金属板(瓦楞板)吊顶、轻钢龙骨无纸纤维石膏板吊顶、轻钢龙骨矿棉板吊顶。

1. 金属板(瓦楞板)吊顶施工

施工方法如下:

(1) 放线。

① 墙面或柱面上弹好吊顶标高线。

② 楼板下底面上弹好龙骨布置线。

③ 楼板下底面上根据龙骨断面,弹好吊杆位置线。

(2) 龙骨安装应按照预先弹好的位置,从一端依次安装到另一端。

(3) 根据标高控制线,使龙骨就位。龙骨的调平和安装宜在同一时间完成。调平主要是调整主龙骨。

(4) 对于金属板的对接缝,应按产品要求进行板缝处理。

2. 轻钢龙骨无纸纤维石膏板吊顶

1) 施工工艺

弹出墙面标高水平线→弹出顶棚十字线并划出吊杆位置→钻眼安装膨胀螺栓、镀锌吊杆→安装主龙骨→安装次龙骨,用卡座接主龙骨→按横撑、水平调整固定→中间验收→封板。

2) 龙骨安装施工要点

(1) 吊顶用的轻钢龙骨及配件必须采用业主认定产品。

(2) 吊杆采用可进行高度调节的螺杆, 吊杆距主龙骨端部距离不超过 300 mm, 吊点按设计图要求布置, 吊杆采用 $\phi 8$ 的圆钢。

(3) 吊杆距主龙骨端部距离不超过 300 mm; 如排列最后距离超过 300 mm, 则应增加一根吊杆。

(4) 60 轻钢主龙骨安装起拱高度可为房间短向跨度的 $1/200$ 左右。

(5) 无纸纤维石膏板安装用配套烤漆金属龙骨 $600\text{ mm} \times 600\text{ mm}$ 布置美观整齐。

(6) 吊顶施工时, 吊顶上的风口、灯具、烟感探头、消防喷淋可在吊顶板就位后安装。

(7) 筒灯用开孔应在背面加固三夹板 (涂防火涂料), 空调用开孔、检修孔均应增加吊筋和龙骨。

(8) 无纸纤维石膏板必须采用业主认定的产品。

(9) 无纸纤维石膏板安装用配套烤漆金属龙骨以间距 $600\text{ mm} \times 600\text{ mm}$ 形成方格, 成品面板施工时, 吊顶上的风口、灯具、烟感探头、消防喷淋可在吊顶板就位后安装。

3. 轻钢龙骨矿棉板吊顶

1) 施工工艺

弹线→安装吊杆→安装主龙骨→安装副龙骨→起拱调平→安装矿棉板。

2) 施工方法

(1) 根据图纸, 先在墙上、柱上弹出顶棚标高水平墨线, 在顶板上画出吊顶布局, 确定吊杆位置并与原预留吊杆焊接; 如原吊筋位置不符或无预留吊筋时, 则将 M8 膨胀螺栓固定在顶板上, 吊杆采用 $\phi 8$ 钢筋加工。

(2) 根据吊顶标高安装大龙骨, 基本定位后调节吊挂抄平下皮 (注意起拱量); 再根据板的规格确定中、小龙骨位置, 中、小龙骨必须和大龙骨底面贴紧; 安装垂直吊挂时应用钳夹紧, 防止松紧不一。

(3) 主龙骨间距一般为 1000 mm, 龙骨接头要错开; 吊杆的方向也要错开, 避免主龙骨向一边倾斜。用吊杆上的螺栓上下调节, 保证一定起拱度, 视房间大小起拱 $5 \sim 20\text{ mm}$, 为房间短向的 $1/200$, 待水平度调好后逐个拧紧螺帽, 在开孔位置需将大龙骨加固。

(4) 施工过程中注意各工种之间的配合, 待顶棚内的风口、灯具、消防管线等施工完毕并通过各种试验后, 方可安装面板。

(5) 矿棉板安装: 注意矿棉板的表面色泽, 必须符合设计规范要求; 对矿棉板的几何尺寸进行核定, 偏差在 $\pm 1\text{ mm}$; 安装时注意对缝尺寸, 安装完后轻轻撕去其表面保护膜。

5.8.4 室外站台屋面吊顶逆作施工技术

本工程室外无站台柱雨篷面积为 $73\,000\text{ m}^2$, 吊顶采用 100 mm 宽条形铝板南北向安放, 吊顶标高为 12.90 m。如采用常规的满堂脚手架, 则与室外站台结构施工相冲突; 必须待室外站台结构完工后, 再行施工吊顶, 但工期滞后, 施工成本增大。

由于室外无站台柱雨篷的结构均为钢结构, 屋面钢梁为桁架式, 钢梁上设有屋面 C 形檩条, 呈东西布置, 间距 1 m, 故可在屋面 C 形檩条安放完毕后, 进行条形铝板施工。吊顶施工完毕后, 再行施工屋面金属板。这种钢屋面下吊顶逆作施工技术, 能有效提高施工界面设施利用的效率 (见图 5-45)。

该施工方法须有三个前提条件:

(1) C 形檩条间距较密, 上可直接铺设脚手板, 作为吊顶施工平台。

(2) 尽管吊顶位于屋面檩条下, 但二者的高差较小 ($\leq 300\text{ mm}$), 从上至下施工, 在人手可达到的操作距离之内。

(3) 吊顶铝板必须狭长、自重轻且方便从上到下的人手操作。

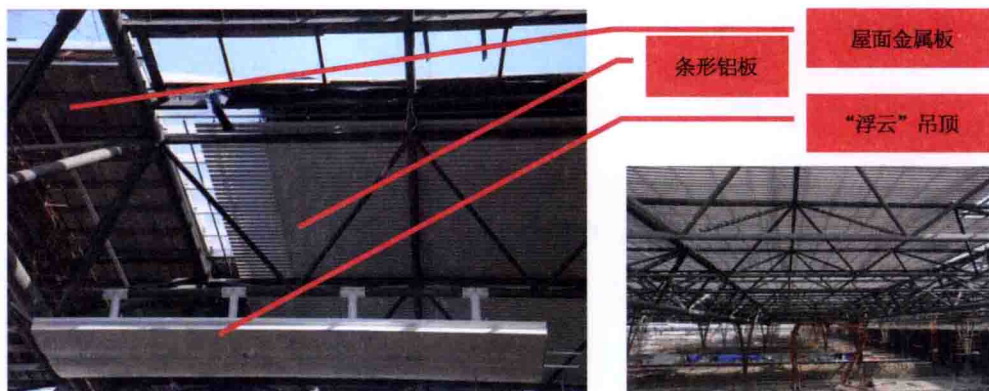


图 5-45 无站台柱雨篷吊顶（屋面金属板、吊顶条形铝板和“浮云”关系）

5.8.5 地面石材应用六面防护技术

采用永凝液 TS 防护剂，对地面石材六面防护处理。该防护剂是硅酸盐（酯）及其他硅类组分溶入蒸馏水的表面密封剂，是一种透明、环保无毒的水性渗透型防护剂，用于矿物性天然及人造石材和碱性底材的浸渍、涂刷处理。TS 防护剂内的催化剂能渗透进基材表面内约 2 mm，在其内部形成永久性防水层，既可以使基材永久防水并透气，又可以使表层更坚固，具有减少水气、隔离氯化物、防含酸性物质污染等功效，可延长石材寿命，防止石材表层经毛细管吸收水和溶于其中的有害物质污染石材引起色差。

技术指标：特性表相对密度 1.05 ± 0.05 ；不燃；完全无毒； $5\% \leq \text{固含量} \leq 10\%$ ；无分层、无漂油、无明显沉淀；防水性 $\geq 85\%$ ；渗透性（热处理、低温处理、紫外线处理、酸处理、碱处理） $= 2 \text{ mm}$ 。符合 JC/T 973—2005《建筑装饰用天然石材防护剂》产品标准要求。

本工程应用部位：本工程所有石材地面。

5.8.6 提高站台侧壁精度及声学效果的装饰声学构造技术

1. 站台边缘与站台侧壁施工

站台边缘与站台侧壁是直接涉及铁路技术管理规程中严格技术数值要求的重要技术装饰部位，关系到铁路运营的安全和提供旅客优质乘车环境的保证。故根据 GB 146—83 铁路限界标准、《铁路技术管理规程》（2007 年实施）及设计院图纸要求，在施工中严格控制站台边缘端口面至线路中心线的设计限界尺寸，同时对站台面涉及建筑限界的站台端头护栏等建筑构筑物实施限界控制（见图 5-46）。

站台边缘的施工强调的是放线定位的正确性，以保证限界的设计要求；用测量定位来确定轴线控制点。将整个站台分为与站房主体合建的 198 m 直线段部分和分建的弧线段两大部分，可有效处理好施工的节奏问题，便于分段施工处理。

站台边缘内侧帽石、安全线和提示盲道这“三石”尺寸的严控性和不可改变性，决定了这“三石”铺贴与中间石材铺贴的共性和差异性。共性：对石材质量的要求和铺贴中对石材对缝的缝线贯通等普遍性要求；差异性：“三石”作为一个不可改变的尺寸组合，有站台边缘铁路建筑限界尺寸控制要求，有与站台侧壁衔接的要求，又有站台弧线面的存在造成与中间地坪石材拼合上的要求。在细部处理上，严格把握“尺寸正确性，放线严肃性”的原则。大面积分段施工铺贴上的细小疏忽和偏差，均会造成站台面石材缝线错位瑕疵的质量问题，故分段施工要求对定位点做好复测工作，过程中不断修正施工中的放线尺寸。

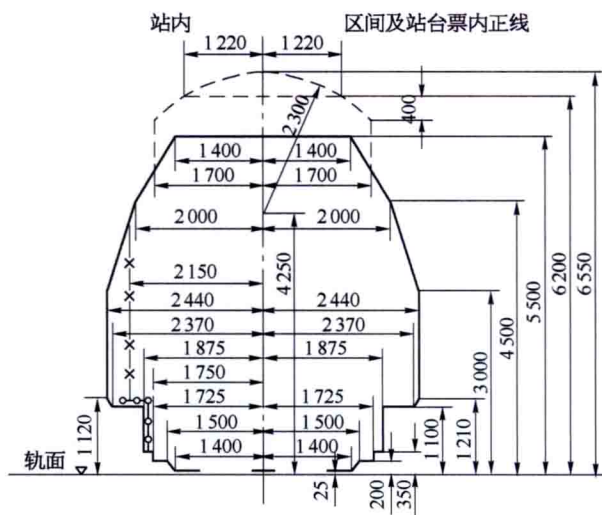


图 5-46 建筑接近限界图

2. 提高声学效果的装饰声学构造技术施工

站台侧壁 L 形的形态布局构成了站台列车轮轨两侧的隔声屏墙，但缓解噪声的效果不全面。为提高站台的声学处理效果，采用组合共振吸声结构的装饰声学构造体处理技术。细部构造方面，在壁墙内侧喷涂 30 mm 厚的硬质无机纤维（技术指标：燃烧性能 A 级、降噪系数 ≥ 0.75 、隔声量 ≥ 20 dB）材料，外侧封罩 8 mm 穿孔 FC 板（即纤维增强水泥加压板）。这种利用声音反射、折射及相互干涉的原理构筑成的穿孔板组合共振吸声结构的装饰声学构造体，具有适合中频的隔声吸声特性，站台侧壁通过此细部构造处理，可有效减少 3 ~ 10 dB 噪声，声影区内降噪效果更佳，从而为旅客提供一个舒适的乘车环境。这种构造体处理技术有别于传统的吸声材料实贴的处理方法，对列车轮轨产生的以中频为主的噪声有很好的声学处理效果。站台缘边与站台侧壁细部如图 5-47 所示。

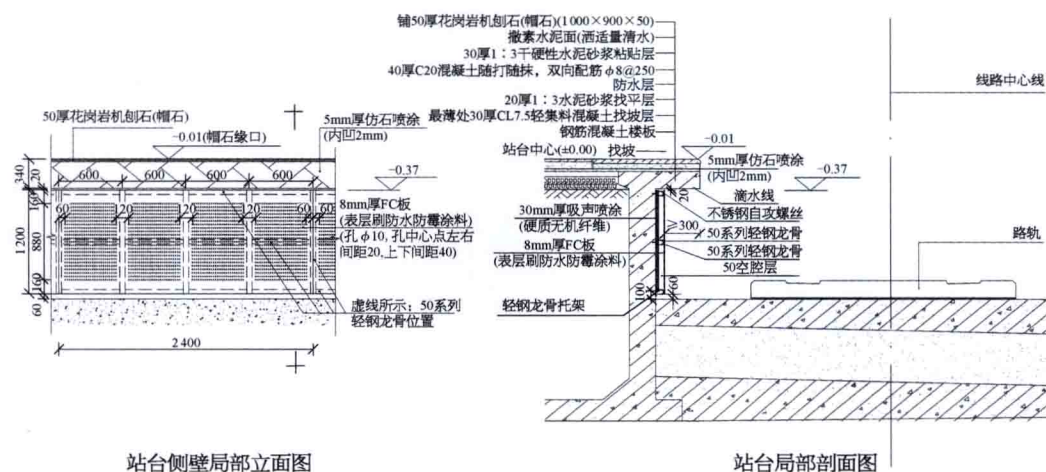


图 5-47 站台缘边与站台侧壁细部图

施工工艺流程要求：按站台标高线确定 FC 罩面板标高→划出支撑框架点位置线→固定支撑框架（托架）→按要求厚度喷涂硬质无机纤维→按留的空腔尺寸，固定安装轻钢龙骨→安装调平龙骨→安装固定穿孔 FC 板→校正、清洁表面→表面涂刷外墙型防水涂料→产品保护。

细部施工处理方面，要求控制好支撑框架（托架）及轻钢龙骨的排布，形成合理的声

学结构体；轻钢龙骨固定要牢固，FC板与龙骨要覆贴平整，用于安装固定FC板的不锈钢自攻螺钉按标准间距固定，避免龙骨、FC板等构件松动而产生自身振动噪声；在穿孔面板表面涂刷外墙型防水涂料时不得将涂料覆没穿孔板孔，避免影响其声学效果。站台侧壁通过此细部构造处理，可减少3~10dB噪声，且声影区内降噪效果更佳。

5.8.7 利用桁架结构钢屋架次檩条挂吊超高装饰吊顶转换层施工工艺

高铁虹桥站主站房30.00m/40.00m吊顶与桁架结构面落差超过4.5m，对装饰吊顶施工是一个技术难题。通过对钢屋架的桁架结构体系的受力特点分析，采用钢屋架桁架的次檩条与角钢吊筋上端用螺栓连接、角钢吊筋下端与角钢水平钢平台构造的转换层螺栓连接（对桁架的下弦管用4mm钢板抱箍式@3000连接），从而解决装饰吊顶吊杆的落脚生根的问题。施工工艺：次檩条上钻孔须在机施公司钢屋架檩条安装前进行，避免施工操作上的难度；次檩条上钻孔的尺寸为 $\phi 10.5$ ，位置为次檩条底端向上 $1/3H$ （ H 为次檩条截面高度）的位置，以减少对次檩条的结构损伤；次檩条上所钻圆孔的孔与孔水平间距均匀控制在1200mm，以确保钢架转换层对次檩条的均匀受力；与次檩条连接的吊筋选用L36×36×3热镀锌角钢，用M10×30不锈钢螺栓加以固定，桁架下弦管须用4mm钢板抱箍式连接，不得损伤和破坏弦管乃至影响整个桁架结构系统（见图5-48）。此施工工艺的要点：钢结构次檩条在施工安装前增加装饰吊顶转换层吊筋连接孔位加工工序。装饰施工结合钢结构施工是行之有效的工艺措施，极大地降低施工成本。

本工程应用部位：高架进站层30.00m/40.00m吊顶。

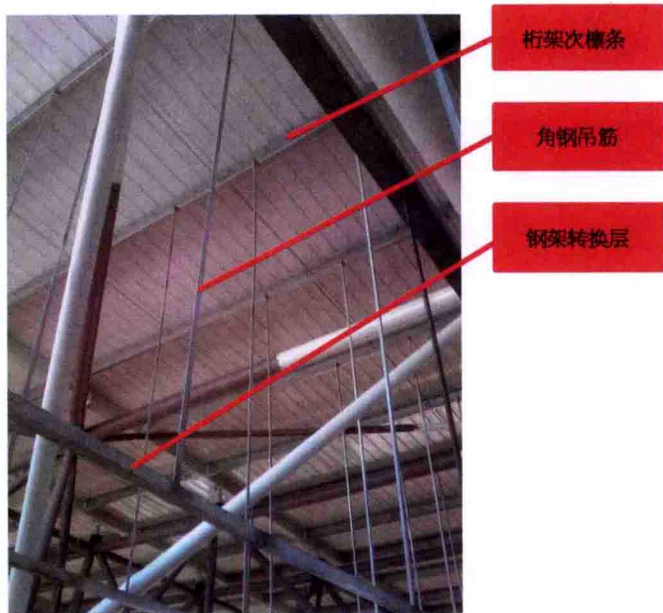


图5-48 30.00m/40.00m吊顶转换层施工照片

5.8.8 大空间超高、超大片式装饰脚手架施工技术

10.10m层（21.95m层）吊顶装饰是施工高度高（最高可达30m）、工程量大的项目，结合高铁整体工程进度与总体施工流程特点，装饰脚手架以满堂钢管脚手架为主、扣盘式脚手架与门式钢管脚手架为辅，以降低施工成本，提高企业的经济效益。10.10m层装饰工程脚手架除了21.95m以上区域及吊顶钢架转换层施工外，均采用满堂钢管脚手架形式；21.95m以上区域装饰工程采用扣盘式移动脚手架，吊顶钢架转换层施工采用门式钢管翻脚脚手架（采用块状或条状搭设形式）。10.10m层装饰工程脚手架具体搭设布置如图5-49所示。

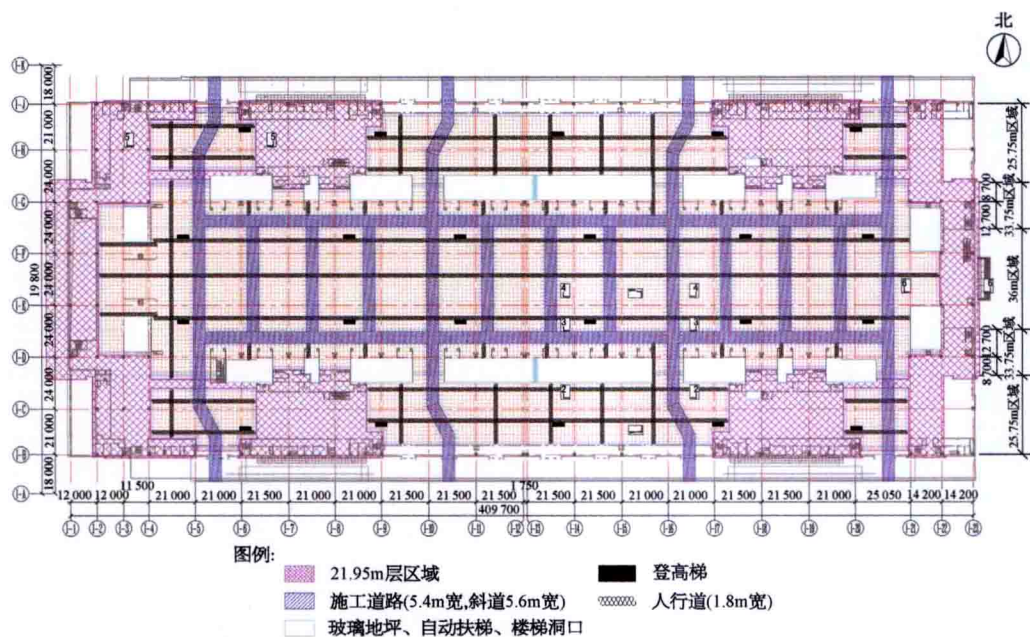


图 5-49 10.10 m 层装饰脚手架布置平面图

鉴于大空间超高、超大片式装饰工程脚手架对施工和安全的要求极高,因而须严格遵循以下满堂钢管脚手架具体布置原则和搭设要求:

总平面内脚手架东西、南北杆件一致连通,形成一个完整的脚手架体系。其中,21.95 m 区域以下、玻璃地坪、楼梯洞口区域作为单独的脚手架体系,立杆间距根据玻璃地坪支撑钢架位置布置,与主体脚手架进行可靠连接(至少搭接一跨)。满堂钢管脚手架边立杆距离装饰立面至少 50cm,顶层操作层距吊顶面底 1.8 m。针对 10.10 m 层装饰工程上部吊顶底面标高不同的情况,按搭设高度不同对应分为三大区域:25.75 m 区域,33.75 m 区域,局部 36.00 m 为玻璃顶棚区域(见图 5-50、图 5-51)。

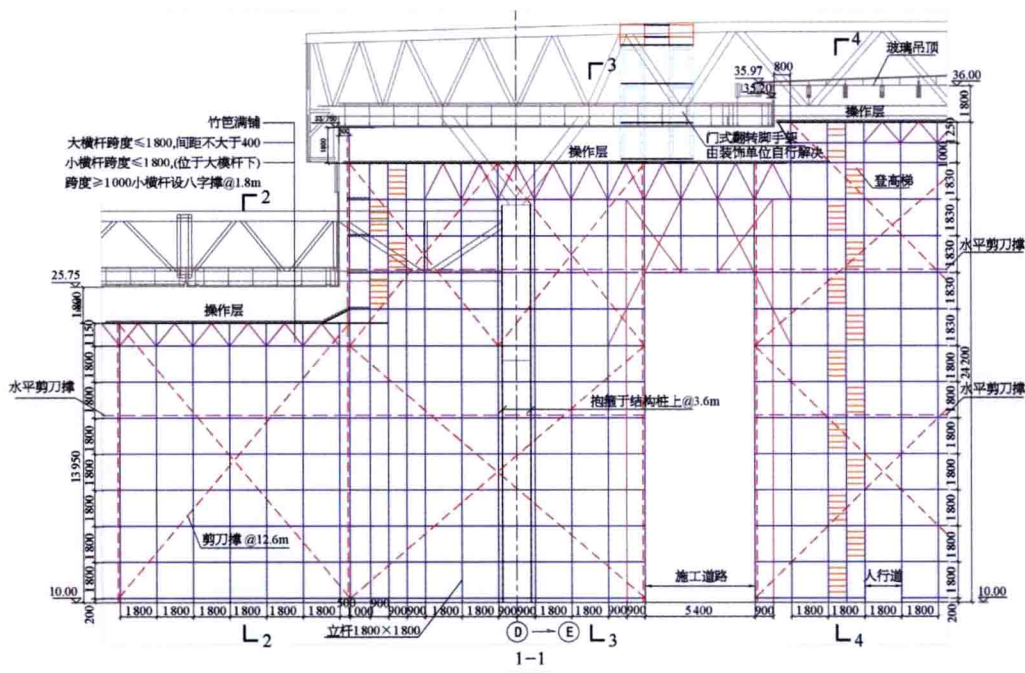
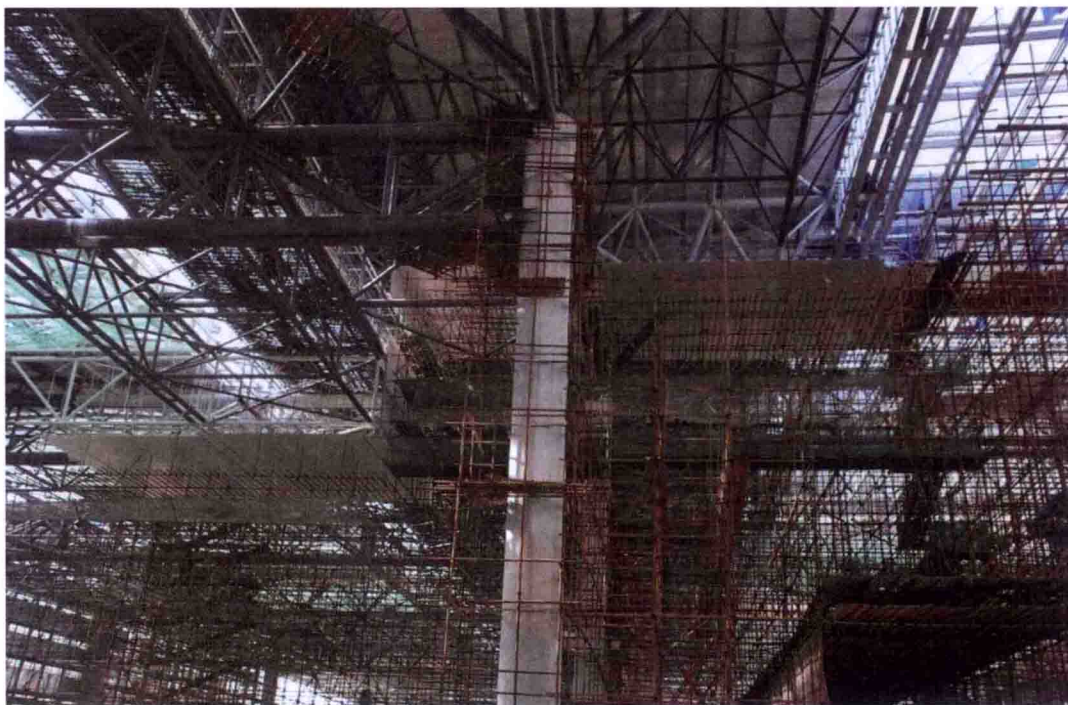


图 5-50 10.10 m 层装饰脚手架搭设剖面图(局部)



钢管满堂脚手架的立杆双向间距均为 1.8 m, 步距为 1.8 m, 顶层操作层 (位于吊顶层下 1.8 m) 位于下侧的承重横杆 (跨度大于 1 m) 中部设置八字撑连接至两侧立杆; 脚手架登高梯采用斜道式, 按 1:3 坡度设置, 布置于人行道侧 1.8 m 跨内。此外, 部分区域可使用已完结结构楼梯至 21.95 m 平台, 再布置登高梯至各操作层, 登高梯两侧用密目网围挡封闭; 10.10 m 层内施工道路东西向设置 2 条, 南北向设置 13 条 (其中, ⑤轴、⑩轴、⑬轴、⑳~㉑轴 4 条道路作为行车道, 其余不通车), 道路宽均为 5.4 m; 10.10 m 层内人行道东西向设置 7 条, 南北向设置 11 条, 宽度为 1.8 m, 扫地杆断开; 门洞开设上部与左右两侧挂密目网。

图 5-52 装饰脚手架分区搭设平面图

5.8.9 大面积墙地面石材铺贴施工技术

1. 总体施工部署

在大面积墙地面施工前进行测量定位, 投放十字控制线, 采取分段施工的方法, 总共划分为8个施工区域: ①~③轴、③~⑥轴、⑥~⑨轴、⑨~⑫轴、⑬~⑯轴、⑯~⑲轴、⑲~⑳轴、㉑~㉓轴。

2. 墙面石材施工

干挂石材施工采用短槽式。槽式工艺流程: 吊垂直、套方找规矩→龙骨固定和连接→石板开槽→挂件安装→石板安装→打胶或擦缝。

1) 吊垂直、套方找规矩

在建筑物的四大角和门洞口边用红外线水平仪打垂直线; 建筑物为多层时, 可以从顶层开始用特制的大线坠、绷铁丝吊垂直。然后根据门窗、楼层水平基线交圈找控制点。

弹线: 按照设计分块大样图, 在地面、墙面上分别弹出底层石材位置线和墙面石材的分块线。

2) 龙骨固定和连接

(1) 在墙面上, 根据石材的分块线和石板开槽位置弹出纵横向龙骨位置线。

(2) 埋件: 干挂石材宜采用墙面预埋铁件的办法, 如采用后置埋件应符合设计图纸要求。

(3) 焊接将钢型材龙骨焊接在埋件上。宜先焊接竖向龙骨, 焊接的焊缝高度、长度应符合设计, 经检查合格后按分块线位置焊接水平龙骨。水平龙骨焊接前应根据石板尺寸、挂件位置提前进行打孔, 孔径一般应大于固定挂件的螺栓 1~2 mm; 左右方向最好打成椭圆形, 以便挂件的左右调整。

(4) 经检查, 水平高度和焊缝符合设计要求后将焊渣敲干净。

(5) 涂刷防腐材料。一般情况下, 室内钢材涂刷 2 遍防锈漆, 室外焊缝先涂刷 1 遍富锌底漆; 干燥后再涂刷防锈漆 1~2 遍, 要求涂刷均匀, 不得漏刷。

3) 石板开槽

将石板临时固定, 按设计位置在石板的上下边各开 2 个短平槽。短平槽长度不应小于 100 mm, 在有效长度内槽深不宜小于 15 mm; 开槽宽度宜为 6~7 mm (挂件: 不锈钢支撑板厚度不宜小于 3 mm, 铝合金支撑板厚度不宜小于 4 mm)。弧形槽的有效长度不应小于 80 mm。两挂件间的距离一般不应大于 600 mm。设计无要求时, 两短槽边与石板两端部的距离不应小于石板厚度的 3 倍, 且不应小于 85 mm, 也不应大于 180 mm。

石板开槽后不得有损坏或崩边现象, 槽口应打磨成 45° 倒角, 槽内应光滑、洁净。开槽后应将槽内的石屑吹干净或冲洗干净。

4) 挂件安装

将挂件用螺栓临时固定在横龙骨的打眼处, 安装时螺栓的螺帽朝上, 同时应将平垫、弹簧垫安放齐全并适当拧紧。将首层石板逐块进行试挂, 位置不相符时应调整挂件的左右使其相符。

5) 石板安装

首层石板安装: 将沿地面层的挂件进行检查, 如平垫、弹簧垫安放齐全则拧紧螺帽。

将石板下的槽内抹满环氧树脂专用胶, 然后将石板插入; 调整石板的左右位置, 找完水平、垂直、方正后, 将石板上槽内抹满环氧树脂专用胶。

将上部的挂件支撑板插入抹胶后的石板槽, 并拧紧固定挂件的螺帽, 再用靠尺板检查有无变形。等环氧树脂胶凝固后, 使用同样方法按石板的编号依次进行石板块的安装。首

层石板安装完毕后,再用靠尺板找垂直、水平尺找平整、方尺找阴阳角方正、游标卡尺检查板缝,发现石板安装不符合要求的,应进行及时修正。按上述方法的第二、三步进行第二层及各层的石板安装。

6) 擦缝、打胶

擦缝:设计为密缝时,石板安装完毕后,用麻布擦干净石板表面,并按石板颜色调制色浆嵌缝,边嵌边擦干净,使缝隙密实、均匀、干净、颜色一致。

打胶:用麻布擦干净石板表面,在石板的缝隙内放入与缝大小相适应的泡沫棒,使其凹进石板表面 3 ~ 5 mm 并均匀直顺;然后用注胶枪注耐候胶,使缝隙密实、均匀、干净、颜色一致、接头处光滑。墙面如图 5-53、图 5-54 所示。



图 5-53 B1 层墙面



图 5-54 出租车道墙面

3. 地面石材施工

1) 铺设要求

在混凝土垫层和混凝土楼板基层上铺设大理石、花岗石、预制水磨石,施工时一般应在顶棚立墙抹灰后进行。先铺地面,后安踢脚板。

2) 试拼编号

大理石、花岗石、预制水磨石地面铺设前,应对块材进行试拼,先对色、编号,以便于对号入座。

3) 基层修补

检查基层平整情况,偏差较大的应事先凿平和修补,并将基层清扫干净。

对切割部分的板材,做好加工套板;然后按套板进行切割,切割完毕后,用套板进行复验无误,方可使用。

4) 找水平、弹线

在素混凝土找平层上贴水平灰饼,弹线找中找方。施工前一天洒水湿润基层。

5) 铺设顺序

弹线后应先铺若干条干线作为基准,以起标筋作用。一般先由中线往两侧采取退步法铺贴。凡有柱子的地方,宜先铺设柱子与柱子之间的部分,然后向两旁展开,最后收口。

6) 铺贴

铺贴前对花岗石板材作预处理,在板底及板的四周刷 1 遍防水涂料,以防止铺贴后的水迹斑产生;大理石、花岗石、预制水磨石铺贴应先作试铺,在找平层上均匀刷 1 道素水泥浆,随刷随铺,用 30 mm 厚 1 : 3 干硬性水泥砂浆作黏结层。板块安放后,用橡皮锤敲击,既要达到铺设高度,又要使砂浆黏结层平整密实。

铺贴时,应注意整齐平直,缝应对齐,留出铜条缝,区域边线对准轴线控制线。操作时,

操作人员要站在垫板上。在铺贴过程中应随时检查,如发现空隙,则应将板材掀起,用砂浆补实后再重新进行铺贴。

7) 擦缝

用同板色一致的水泥稠浆填缝嵌实,面层用干布擦干净。施工完毕后,做好地坪清洁工作。待地面铺完后,在面层上铺盖一层塑料薄膜,可减少砂浆在硬化过程中的水分蒸发,增强面板与砂浆的黏结,以保证地面的铺设质量。养护期一般为3~5d,在养护期间应禁止踩踏、过车。

8) 清洁上蜡

最后擦去板面污迹,清洁干净,上蜡,成品保护。10.00 m层候车大厅地坪如图5-55所示。

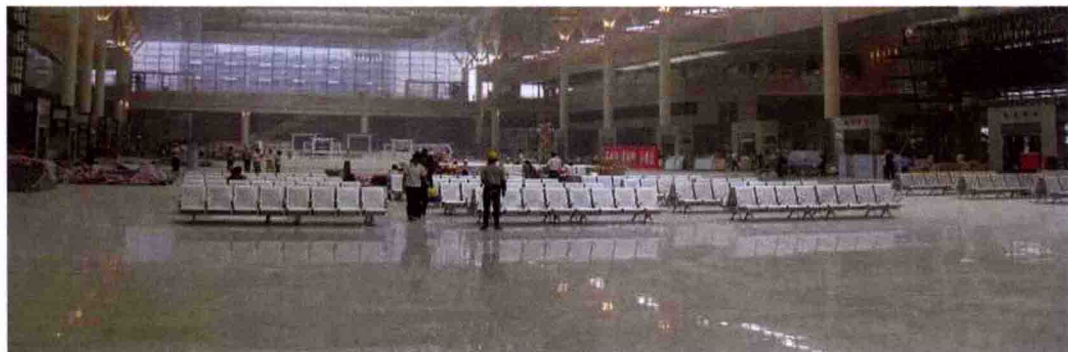


图 5-55 10.00 m 层候车大厅地坪

5.8.10 屋面、幕墙施工技术

本工程屋面系统体系包括钢转接件、檩条、檩托支撑系统,铝镁锰合金金属屋面板,玻璃采光天窗,不锈钢排水天沟,屋面遮阳系统等。屋面系统面积约11万 m^2 ,其中主站房屋面系统约5万 m^2 ;无柱雨篷屋面为直立锁边彩钢板系统,面积约6万 m^2 。建筑幕墙主要包括石材幕墙、横明竖隐框架玻璃幕墙、全隐框架玻璃幕墙、明框框架玻璃幕墙、条形玻璃窗、齿形点式玻璃幕墙、点式玻璃幕墙、钢结构点式玻璃雨篷等。建筑幕墙约13万 m^2 ,其中主站房外立面建筑幕墙约9万 m^2 ,内幕墙约4万 m^2 。

根据本工程幕墙、屋面与钢结构的特点和相互关系,结合工程整体施工进度,对钢结构、幕墙、屋面进行一体化施工,其总体技术路线:钢结构采用大流水、综合吊装;幕墙、屋面实行“跟踪测量、分段移交、线型控制”施工流程。

1. 屋面施工技术路线

(1) 严格管理、划整为零、分区处理。根据轴线以⑫、⑬轴伸缩缝为界分为东、西两区;以屋面层次分为南北30.00 m屋面及40.00 m屋面。

(2) 合理利用钢结构吊装之便,将其一些工序穿插同时施工,降低屋面系统安装难度,缩短施工绝对工期。

(3) 控制直立锁边屋面系统、排水天沟、檐口、玻璃天窗、铝单板等的制作、安装进度,协调各工序之间的配合,争取施工工期提前。

2. 屋面施工分区

(1) 根据施工总体部署,将整个主站房屋面分为东、西两个区域同时进行。东区为①~⑫轴,西区为⑬~⑳轴,自⑫轴向东、西两侧同时安装。

(2) 东、西两区内再分成三个施工区域:南北30.00 m屋面及40.00 m屋面施工区域。

(3) 根据轴线,三个区域内再分成若干个作业区,按照施工工序的先后,有层次地进行流水作业施工。

3. 幕墙深化设计

本工程建筑东西长 412 m,南北长 162 m,考虑到主体结构是钢结构桁架与钢管混凝土柱组成的框架结构体系,局部幕墙支点之间的跨度距离特别大,且整个屋面支撑体系又是大跨度结构体系,相对于地面,其有较大的上下向的位移。针对这样的主体结构特点,我们在幕墙设计时,不能仅按照常规的幕墙主钢结构是受拉的受力情况考虑,而是需在满足风荷载和恒荷载的情况下,将其作为受压构件,且须复核其稳定性是否满足要求,上下向的伸缩量是否在主结构的位移和其他幕墙本身的安装、加工误差和温差变形等组合位移的范围之内。

4. 幕墙施工流程

主体结构主要以钢结构框架为主,幕墙钢结构龙骨系统通过转接件与主体钢结构连接、主体钢结构与幕墙钢结构系统密切相关,相辅相成,上、下道工序搭接相当紧密。因此,本工程钢结构施工流程为幕墙、屋面服务,钢结构总体策划考虑幕墙系统的施工作业面及钢结构的偏差要求。

5. 幕墙施工总平面布置

钢结构安装整体施工流程紧紧围绕幕墙、屋面展开,为幕墙、屋面尽可能地创造更多的施工作业面。幕墙工程施工阶段根据现场实际情况合理布置井架、材料堆场、材料仓库、垂直运输井架等,如图 5-56 所示。

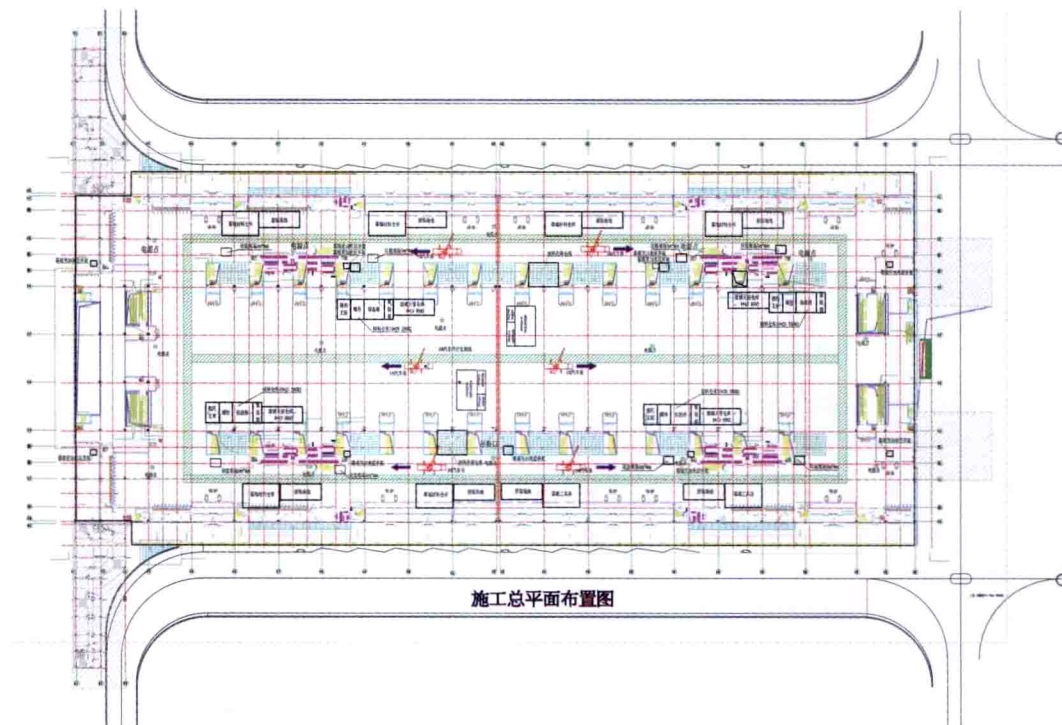


图 5-56 幕墙施工阶段平面布置图

第6章

工程纪实

(1) 在桩基、地下连续墙施工中, 由于地下连续墙深度较深、工程量巨大, 且与大量扩孔灌注桩相邻, 同时由于大量坑底加固穿插, 其相互的施工流程安排与衔接相当重要。根据施工机械及材料的运输要求, 卸载区基坑内道路布置充分考虑各类桩型施工流程及工艺要求, 将地下连续墙施工接卸行走区域作为重载道路, 同时对出入口位置的设置与外围道路及将来基坑土方开挖阶段的道路进行了综合考虑与布置。桩基、围护阶段施工道路如图 6-1 所示。



图 6-1 桩基、围护阶段施工道路

(2) 格构柱采用工具拆卸式 (见图 6-2)。压缩投资, 多、快、好、省地建成本工程。



图 6-2 工具拆卸式格构柱安装

(3) 基坑施工阶段坑内道路主要分为两个阶段施工 (见图 6-3、图 6-4)。第一阶段即 2008 年 7 月 ~ 11 月的基坑挖土期间, 在充分考虑了土方出土量和混凝土、钢筋材料的运输量, 并结合后期钢结构吊装运输与支撑布置考虑, 中基坑中间布置 1 条东西向主栈桥, 在东西向 400 多米范围内预先布置南北贯通的 4 条入坑栈桥 (其中一条布置在西交通中心交界处), 利用基坑外高铁南路、高铁北路与入坑施工栈桥接通, 满足基坑土方施工阶段需要。第二阶段考虑在 2008 年 11 月 ~ 2009 年 5 月, 随着中间区域 B3、B2 层结构的施工, 中间区域 (©~⑤轴间) 栈桥逐步废除, 保留进入 B1 层底板的斜栈桥。随着 B1 底板形成, 位于 ⑭轴与 ⑮轴处进入底板的斜栈桥, 在底板完成 50% 并获得强度后, 由斜栈桥和底板接通共同组成南进南出、北进北出的施工道路。基坑施工阶段施工道路如图 6-3 所示, 重力坝坝顶道路如图 6-4 所示。



图 6-3 基坑施工阶段施工道路



图 6-4 重力坝坝顶道路

(4) 超大面积底板、顶板混凝土的施工,以分段分块分隔,采用跳仓浇筑方式,严格把关原材料的混凝土配合比,尽可能地降低混凝土的单位用水量,在配合比设计时采用“三低(低砂率、低塌落度、低水胶比)、二掺(掺高效减水剂和引气剂)、一高(高粉煤灰掺量)”的设计准则,并降低含泥量和杂质含量,加强混凝土入模后的振捣,以电子测温为手段,切实做好混凝土的养护工作(见图 6-5),是避免、减少大面积、大体积混凝土的裂缝产生的重要控制方法。



图 6-5 底板养护及电子测温

(5) 将底板作为钢结构道路（见图 6-6），在底板施工时，于柱插筋处留设施工缝，满足柱筋的长度。



图 6-6 底板作为钢结构道路

(6) B0 层为钢柱的劲性梁结构，由于两端为矩形钢柱的超大截面劲性梁，在钢管柱上预设直螺纹钢筋接驳器，实现梁纵向钢筋与钢柱的可靠连接（见图 6-7）。同时，由于两端为钢管柱且劲性梁截面超大，外箍筋的绑扎无法从梁一端套入，只能从梁的侧面套入（见图 6-8）。

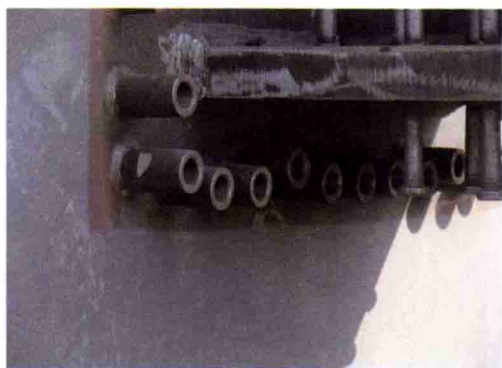


图 6-7 钢管柱上预设直螺纹钢筋接驳器



图 6-8 钢管柱与劲性梁连接

(7) 高铁站房地上结构采用“6.50 ~ 10.00 m 桁架整榀吊装、部分整体提升；30.00 m、40.00 m 桁架地面分批整体拼装、双机抬吊；大型行走式动臂塔吊分区域逐跨退吊，大流水施工配合综合吊装”的技术路线。钢结构吊装如图 6-9 所示。



图 6-9 钢结构吊装

(8) 无站台柱雨篷安装采用“临时支撑、整榀吊装、局部补缺、分跨卸载”的技术路线。(见图 6-10)



图 6-10 无站台柱雨篷钢结构吊装

(9) 通过装饰设计与施工处理后的实景效果如图 6-11 ~ 图 6-31 所示。



图 6-11 地下一层出站层人行通廊



图 6-12 地下一层出站层商业通廊



图 6-13 GRC 饰面板包柱效果



图 6-14 地下一层出站层西区

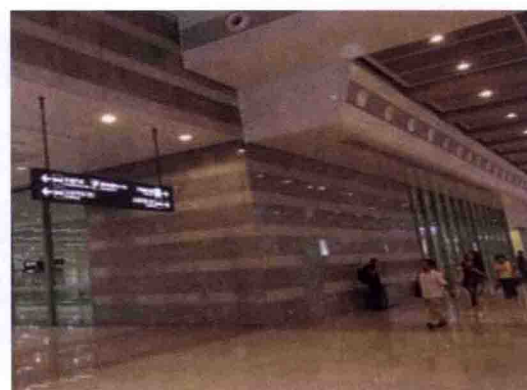
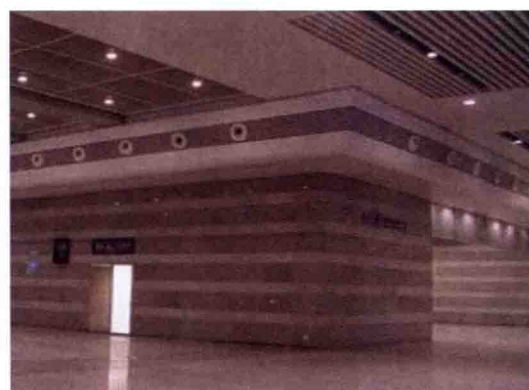


图 6-15 地下一层出站层金属吊顶及弧形侧风口



图 6-16 弧形侧风口构造



图 6-17 -4.80 m 公交夹层



图 6-18 石材墙面消防门



图 6-19 站台层无站台柱雨篷与高架下吊顶接口



图 6-20 无站台柱雨篷

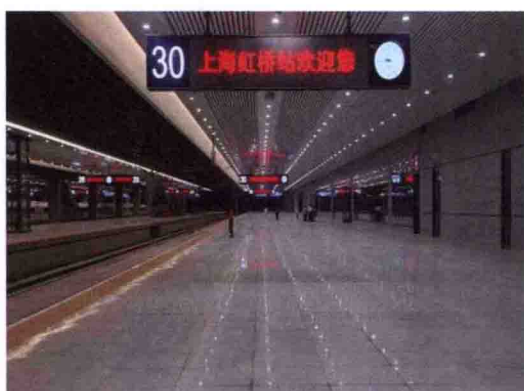


图 6-21 站台层站台

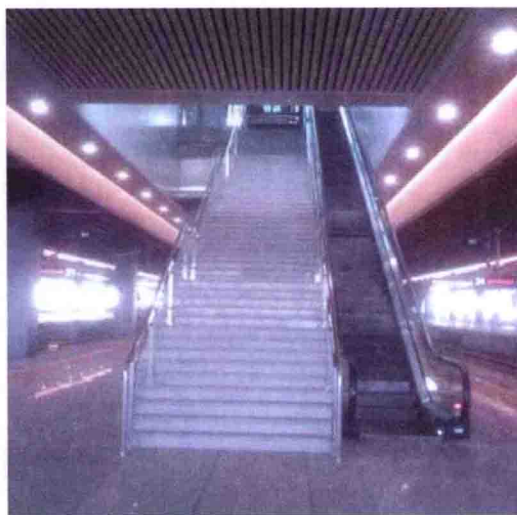


图 6-22 下站台楼扶梯



图 6-23 出站楼扶梯



图 6-24 出站楼扶梯安全檐口



图 6-25 吊顶构造



图 6-26 站台侧壁



图 6-27 高架进站层候车大厅



图 6-28 进站层天桥部位



图 6-29 进站层下站台检票入口



图 6-30 高架进站层西区自动扶梯



图 6-31 高架进站层西进厅

后记

本书的编写工作启动于 2009 年 12 月。随着工程各系统及相邻单体的全面铺开，工期紧、体量大、边界制约条件复杂等问题之间的矛盾也逐步显现，我们越来越感到有必要记录下整个工程的施工管理全过程，为今后类似的工程提供可借鉴的经验。在项目总工程师高振锋博士的带领和全程参与下，成立了本书的编写小组，随着工程的推进，定期进行讨论，边施工边总结，推进编书工作的进展。

本书由新建京沪高速铁路上海虹桥站参建单位（总承包部、七建、机施、安装等）进行编写。其中，上海市第七建筑有限公司负责全书的编写汇总工作，为此上海市第七建筑有限公司成立了由副总工程师梁其家为组长的编写团队，由陶金负责文字主执笔，华士辉、朱旭东等负责资料提供与补充，张欢负责美编及图纸修改。

本书由机施公司吴昊等负责钢结构相关内容的编写，金俞槐等负责幕墙相关内容的编写；由安装公司潘建、刘生成等负责机电安装相关内容的编写；由七建吴国强等负责装饰深化及施工相关内容的编写。两年多来，编写人员利用了大量的业余时间，从资料收集、目录确定、分头撰写、汇总调整直至返工调整；在工程建设后期部分编写人员调离原工作岗位的不利条件下，编写小组成员仍放弃了大量的周末休息时间，在项目总工程师高振锋博士的组织下坚持定期进行编写工作的讨论与修改完善，通过数十次的讨论修改和审稿修改，最终完成了全书的编写。

感谢钱培同志对全书通篇阅读，并提出了很好的修改意见。感谢上海市第七建筑有限公司、上海市安装工程有限公司、上海市机械施工有限公司、上海建工材料工程有限公司、上海市建筑构件制品有限公司等参建单位的大力支持，各参建单位的同志在致力于繁忙的工程建设的同时，利用大量的业余时间投入本书的编写工作，十分辛苦与不易。尤其是七建参加编写的同志们为本书的编写付出了大量辛勤的劳动，在这里对他们的付出表示深深的谢意。

由于时间仓促及编写人员自身能力所限，尽管为了提高书籍质量，编写人员作出了很大的努力，但是缺点与不足在所难免。希望各位读者、同行、专家提出宝贵的意见和建议，帮助我们不断提高与完善。

编 者

2011 年 10 月