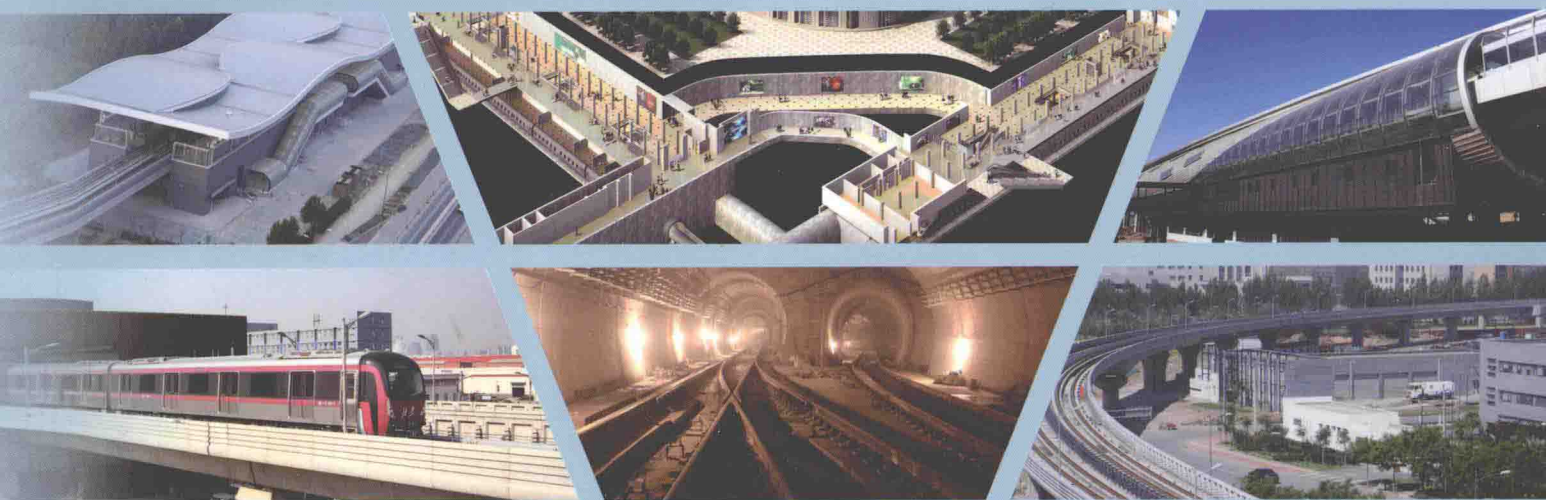


THE KEY
TECHNOLOGY OF
URBAN RAIL
TRANSIT
CONSTRUCTION

城市轨道交通工程 关键施工技术



北京城建集团有限责任公司 编著



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

城市轨道交通工程关键施工技术

北京城建集团有限责任公司 编著



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

本书以北京、天津、杭州、广州、深圳、大连、郑州等地轨道交通工程建设实际为背景,总结归纳十类关键施工技术,主要包括明挖、暗挖、盾构、地基处理、轨道交通预制构件制作、测量监测、线路跨越道路或河流,轨道交通车辆段、施工组织与管理等内容,力求反映工程一线的实际情况,积累对同类工程有指导性的经验。

本书可供从事城市轨道交通建设领域的管理、设计、施工、监理、养护维修的专业技术人员及相关大专院校师生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通工程关键施工技术 / 北京城建集团有限责任公司编著. — 北京:人民交通出版社股份有限公司, 2015. 1

ISBN 978-7-114-11960-6

I. ①城… II. ①北… III. ①城市铁路—铁路施工
IV. ①U239.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 004690 号

书 名:城市轨道交通工程关键施工技术

著 作 者:北京城建集团有限责任公司

责任编辑:张征宇 刘永芬 赵瑞琴

出版发行:人民交通出版社股份有限公司

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.ccpress.com.cn>

销售电话:(010)59757973

总 经 销:人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京市密东印刷有限公司

开 本:880×1230 1/16

印 张:36

字 数:1049 千

版 次:2015 年 1 月 第 1 版

印 次:2015 年 1 月 第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-11960-6

定 价:100.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书,由本公司负责调换)

《城市轨道交通工程关键施工技术》

编写委员会

总 策 划：徐贱云 陈代华

策 划：李卫红 姚广红 李太祥 徐荣明 樊 军 李振长
郭威力 王丽萍 朱国栋 史育斌 彭成均 张晋勋
李 莉 李胜军 刘月明 胡发新 范培礼 姜维纲
李文建 王 良 姚元山 王文德 李重庆 徐 谦
张玉华

主 编：张晋勋

副 主 编：金 奕 武福美

编 委：张晋勋 金 奕 武福美 张柏堂 吴朝东 黄陆川
段劲松 李笑男 张志艳 刘莎莎

审定专家：贺长俊 王 甦 李久林 金 淮 秦长利 杨秀仁
王 良 邱德龙

编 写 人：(按姓氏笔画排序)

丁 勇	于英杰	马长涛	马敬东	仇 伟	戈 玮
王小波	王东清	王志海	王志斌	王建光	王忠华
王 亮	王振玲	王 涛	王高敏	王 然	王慧斌
付 强	冯崇军	田永进	白韶红	石从军	刘少伟
刘月明	刘玉龙	刘 伟	刘 成	刘奎生	刘莎莎
刘 磊	刘震国	吕 波	孙宏宝	孙宪春	孙晓鹏
安文明	巩湘军	朱占稳	江 瀑	邢兆泳	何 刚
吴晓军	宋成辉	张玉奇	张礼舜	张佩昊	张学武
张岩玉	张海东	张鹏飞	李凤洪	李文科	李旭光

李昌军	李晋宝	李海兵	李润圣	李润军	李笑男
李高峰	李乾斌	李 琨	李源潮	李 福	李 赞
杨雨轩	杨 郡	汪令宏	肖 勇	肖 舰	辛玉升
邵永欣	邵 佐	陈荣昌	陈 新	单镠新	周占志
周 智	孟华东	孟英姿	尚金涛	林思进	武福美
罗华丽	范 明	金大春	金 奕	姚文花	宫 萍
段劲松	贺永跃	赵永康	赵建武	骆 林	唐 虎
徐 谦	栗 纯	桂 征	桂軼雄	郭全国	商啸旻
崔红军	康 健	萧剑宇	黄克强	黄陆川	黄清杰
彭志勇	彭海中	焦涵之	董延军	董明祥	韩学武
韩继锋	韩 爽	廖秋林	翟志民	蔡亚宁	裴宝权
鲜大国	薛英法	魏荣军	魏斌效		

前 言

北京城建集团有限责任公司近年来参加了北京、天津、杭州、广州、深圳、大连、郑州等地的轨道交通项目,累计完成城市轨道交通工程总里程近100km。在工程项目的实施过程中,广大工程技术人员积极进取,开拓创新,结合工程实际情况,解决了诸多技术难题,保障了工程项目的顺利实施,同时积累并总结了相关技术成果,这些成果对指导我国城市轨道交通工程建设产生重要意义。

为加强技术交流,全面提高技术人员的技术业务水平,我们组织参与各工程项目的技术人员,紧密结合工程实践,分析问题,总结提高,力求反映工程一线的实际情况,总结第一手资料并进行分析,得出对同类工程有指导性的经验。

本书各章节均由现场一线技术人员编写,由于经验及水平有限,编写内容难免存在疏漏,我们希望通过不断的总结和改进,提高企业施工技术能力,同时推动我国城市轨道交通领域技术水平的发展,更好地满足社会发展需求,为国家发展、城市建设、提高人民生活品质做更大的贡献。

本书可供从事城市轨道交通建设领域的管理、设计、施工、监理、养护维修的专业技术人员及相关大专院校师生参考使用。

目 录

一、明挖法施工专项技术

明挖车站横穿十字路口施工技术	张佩昊	韩 爽	李 赞	李凤洪(3)
深圳轨道交通市中心区竖井爆破施工技术	宋成辉	马长涛	彭志勇	周占志(7)
城市复杂环境条件下深大基坑施工技术	李 琨	黄陆川	商啸旻	周 智(11)
深基坑降水技术在 10 号线 3 标石榴庄站的应用	赵永康	冯崇军	丁 勇	(21)
长春桥站复杂环境条件下基坑施工技术	桂 征	武福美		(30)

二、暗挖法车站施工专项技术

达官营站 PBA 工法施工技术	廖秋林	李润军	孙宏宝(43)
达官营站穿越莲花河暗挖施工技术	廖秋林	马敬东	张鹏飞(49)
车道沟站中间段穿越城市主干道暗挖施工技术	武福美	张玉华	桂 征
.....	刘少伟	张鹏飞(58)	
大连轨道交通 2 号线中山广场站 PBA 暗挖施工技术	刘震国	郭全国	吕 波
.....	张海东	彭海中(68)	
新型水泥黏土固化浆液调节剂的技术性能及其应用	李 琨	黄陆川	朱占稳(94)

三、暗挖法区间隧道施工专项技术

达官营站 ~ 广安门站区间渡线段及停车线大断面施工技术	马敬东	李源潮	张鹏飞	栗 纯(101)
达官营站 ~ 广安门站区间 CRD + CD 法双连拱边洞施工技术	马敬东	廖秋林	张鹏飞	王 然(112)
东钓鱼台站 ~ 白石桥南站区间富含大粒径漂石地层大断面隧道施工技术	黄陆川	李晋宝	金 奕	李 琨(116)
白石桥南站 ~ 国家图书馆站区间隧道穿越下凹式立交桥施工关键技术	黄陆川	王 亮	刘莎莎(133)	
双侧壁导坑工法地表沉降控制技术	鲜大国	赵永康	丁 勇	王建光(139)
成寿寺站 ~ 宋家庄站区间穿越复杂地层暗挖施工管线控制技术	赵永康	李笑男	官 萍(149)	
宋家庄站 ~ 石榴庄站区间暗挖隧道上跨既有 5 号线抗浮施工技术	赵永康	鲜大国	丁 勇	王建光(155)
西局站 ~ 东管头站区间隧道下穿桥台二重管预注浆加固技术	王东清	邵 佐	骆 林(167)	
西局站 ~ 东管头站区间隧道侧下穿桥梁复合锚杆桩加固技术	王东清	姚文花	李昌军	刘 伟(172)

区间隧道标准断面整体式模板台车研究应用	王东清	李昌军	范明	孟华东(175)
复杂条件下暗挖隧道马头门施工技术	姚文花	王东清	范明	李昌君(180)
大断面暗挖隧道下穿道路及管线风险分析及规避	姚文花	王东清	范明	李昌君(188)
大连轨道交通2号线市中心区隧道微爆破设计与施工技术				张礼舜(193)
广州轨道交通5号线大断面隧道施工关键技术			巩湘军	付强(199)
广州轨道交通5号线隧道WSS工法穿越饱和动水砂层施工关键技术			巩湘军	付强(217)
轨道交通隧道过人行地下通道设计施工优化 ...	马长涛	杨雨轩	王志海	王高敏
深圳轨道交通3号线大断面分台阶导洞施工技术	马长涛	杨雨轩	刘玉龙	金大春(236)
深圳轨道交通3号线马头门施工技术	黄克强	宋成辉	杨雨轩	王志海(249)
隧道衬砌模板台车施工技术在深圳轨道交通中的应用	马长涛	刘玉龙	黄克强	宋成辉(254)

四、盾构法隧道施工专项技术

盾构隧道穿越大型工业园区技术措施	金大春	马长涛	彭志勇	王志海	张岩玉(265)
北京地区盾构始发反力架架设方案技术研究					孙宪春(271)
盾构机关键系统大修改造综合技术	桂轶雄	张玉奇	刘成	唐虎	(279)
砂卵石地层盾构施工渣土改良技术	魏斌效	戈玮	仇伟		(294)
盾构空载区间推进关键技术措施	魏斌效	戈玮	刘磊		(298)
房山线卵石地层暗挖与盾构方案比选及应用	崔红军	金奕	尚金涛		(303)
浅覆土盾构下穿机场停机坪施工技术	李润军	李乾斌	李润圣	薛英法	(309)
盾构施工测量技术研究及应用			孙晓鹏	王忠华	(314)
GPS在城市轨道交通工程中的应用			孙晓鹏	王忠华	杨郡(327)

五、支护结构与地基处理专项技术

大粒径卵漂石复合地层全套管钻机施工技术	黄陆川	金奕	刘莎莎		(333)
小直径超长桩在车辆段施工中的应用	王慧斌	董明祥	肖勇	单镛新	(347)
城市过街桥桩基托换技术	马长涛	刘玉龙	李文科	金大春	韩爽(351)
深圳轨道交通水贝站地下连续墙续接技术	马长涛	杨雨轩	彭志勇	张学武	(360)
杭州轨道交通滨江站软弱地层地下连续墙节点处理技术				王振玲	(365)
永定河大堤基础加固及深埋承台施工专项技术					
.....	李润军	韩学武	崔红军	李润圣	安文明(374)
深圳轨道交通3号线轨排井设计施工优化			宋成辉	马长涛	金大春(380)
双轮铣在深圳轨道交通水贝站连续墙施工中的应用	金大春	马长涛	彭志勇	张学武	(387)

六、轨道交通预制梁、预制构件制作专项技术

房山线40m跨预制箱梁施工关键技术	李润军	韩学武	崔红军	李润圣	安文明(397)
清水混凝土盾构管片预制关键技术	蔡亚宁	黄清杰	魏荣军	王志斌	孟英姿(403)
轨道交通高架车站清水混凝土轨道梁预制技术					
.....	蔡亚宁	陈新	孟英姿	焦涵之	黄清杰(413)
轨道交通专用清水混凝土板类构件预制技术	蔡亚宁	黄清杰	陈新	焦涵之	魏荣军(419)

高精度清水混凝土预制短轨枕模板研究与应用

..... 蔡亚宁 陈 新 王志斌 李海兵 黄清杰(430)

七、跨越道路、河流及支架专项技术

房山线跨越五环路整体式钢桁架支架设计及应用

..... 李润军 金 奕 韩学武 李润圣 安文明(441)

一种新型支架在房山线高架桥施工中的应用

..... 李润军 金 奕 韩学武 李润圣 裴宝权(450)

房山线跨永定河 40m 预制箱梁运架施工技术研究

..... 李润军 韩学武 李润圣 安文明 崔红军(454)

天津轨道交通 3 号线跨津沧高速公路现浇预应力箱梁施工技术 辛玉升 刘奎生(459)

八、监测专项技术

轨道交通桥梁支座更换监测技术及应用 白韶红 吴晓军 韩继锋 陈荣昌 江 瀑(469)

北京轨道交通桥梁安全监控设施及应用 韩继锋 江 瀑(482)

九、车辆段及控制管理中心施工专项技术

车辆段大体积混凝土基础施工技术 贺永跃 徐 谦 王慧斌 邢兆泳(489)

喷涂高弹性橡胶沥青防水涂料施工工艺 邢兆泳 汪令宏 徐 谦 于英杰(492)

型钢混凝土组合结构在平西府车辆段工程中的应用 徐 谦 王慧斌 汪令宏 贺永跃(500)

水泥搅拌桩在郑州地铁车辆段工程中的应用 赵建武 石丛军(508)

郑东车辆段运用库大跨度网架施工技术 李高峰 石丛军(511)

北京轨道交通管理中心工程多结构体系施工技术

..... 邵永欣 肖 舰 董延军 王慧斌 李旭光(515)

车辆段钢骨架轻型板施工技术 王 涛 林思进(525)

临时停车场钢结构吊装施工技术 段劲松 田永进 翟志民 单镛新(530)

十、施工组织与管理

BT 项目模式下城市轨道交通工程设计技术管理 王东清 何 刚 刘月明(539)

BIM 技术在 PBA 暗挖车站施工中的应用 廖秋林 李润军 张鹏飞 裴宝权 王 亮(542)

车站装修施工组织与管理 李 琨 康 健 罗华丽(547)

深圳轨道交通田贝站交通疏解及施工优化方案

..... 张佩昊 马长涛 李凤洪 王志海 萧剑宇(553)

平西府车辆段上盖综合开发工程施工组织与管理 汪令宏 邢兆泳 贺永跃 于英杰(560)

一、明挖法施工专项技术

明挖车站横穿十字路口施工技术

张佩昊 韩爽 李赞 李凤洪

摘 要 以深圳地铁3号线田贝站明挖施工为实例,本文介绍了利用321公路钢桥实现24m上承式大跨度临时便桥及大管径综合管线悬吊施工技术。目前,田贝站主体结构已经封顶,工程施工过程中经受了深圳地区强暴雨、大流量交通、地下三层施工长期反复的爆破震动影响等不利因素的考验。施工过程中地面交通正常,基坑变形符合设计及规范要求,把明挖法施工对周边环境及交通的影响降至最小,达到了预期效果。

关键词 明挖车站 施工技术 临时便桥

1 工程概况

深圳地铁3号线上的田贝站,位于深圳市罗湖区翠竹路与田贝四路、太宁路交叉口地下,车站主体沿翠竹路呈南北走向,南接翠竹站,北接水贝站,车站需横穿田贝四路—太宁路十字路口。本站途径地段,覆土表层为第四系人工填筑的素填土、杂填土,冲洪积黏性土、砂层、角砾土,残积黏性土,下伏基岩为花岗片麻岩、碎裂岩。车站地处老城区,交通流量大,地下管线复杂。

本站为换乘站,为远期规划地铁7号线预留换乘节点。起讫里程:K11+373.6~K11+878.415,全长504.815m。围护结构采用800mm厚地下连续墙,车站主体采用地下二层三跨和二层双跨现浇钢筋混凝土矩形框架结构,换乘地段采用地下三层双跨现浇钢筋混凝土矩形框架结构。施工采用明挖法和盖挖顺筑法联合施工方法,基坑开挖深度为18~23.0m,换乘体段基坑深达26.6m。

2 总体施工方案

根据现场地形条件,在施工期间,翠竹路及田贝四路—太宁路段不允许断路,然而,车站主体及围护结构施工过程中,田贝四路路口需要采取倒边施工方法,以实现其十字路口下方的明挖法施工。

该十字路口,翠竹路方向公交车多达23路,田贝四路方向有12路,再加上数量众多的小汽车、货柜车,对地铁施工组织提出了很高要求。该路口的沿翠竹路方向管线施工围挡前已经改移至车站围护结构以外,施工期间影响管线主要为横穿翠竹路方向,影响管线有:1400mm×1200mm雨水箱涵,D540mm污水管,D400mm上水管,6×10φ150mm电缆,6×10φ114mm电信电缆及光缆。

对十字路口主体围护结构分环岛内及环岛外进行两期进行施工;对路口管线进行改移,并置换成硬质管进行悬吊保护;对基坑开挖阶段通过设置在路口南北两侧各12m宽的钢便桥来实现交通疏解。

具体的施工流程:

- (1)实现十字路口的环状围蔽。形成环岛状疏解交通,环岛内实现施工作业。
- (2)既有管线未影响区域WW16、WW17、WE16、WE17的地下连续墙施工。
- (3)地下连续墙施工作业退场,进行环岛内管线改移作业,将所有通过路口段管线改移并置换成硬质管至已经施工完地下连续墙结构上方(此时预留管线悬吊所需要的悬吊杆件)。
- (4)继续进行环岛内未完成段的地下连续墙施工。
- (5)交通疏解,恢复路口交通,对环岛外未完成围护结构进行围蔽施工(WW10至WW15,WE10至WE15,WW22至WW26,WE22至WE26)。

- (6) 进行墙顶冠梁及钢便桥后背墙施工。
- (7) 钢便桥桥体及桥面施工。
- (8) 进行交通疏解,恢复路口环岛交通,环岛内连续墙顶冠梁施工及管线悬吊梁施工,对管线进行悬吊保护。
- (9) 基坑开挖及基坑内支撑架设。
- (10) 车站主体结构施工。
- (11) 管线恢复,十字路口路面恢复,恢复交通,拆除钢便桥。

3 关键施工技术

3.1 交通疏解的临时道路及钢便桥施工

临时道路分为两期,一期为车站围护结构施工阶段的临时道路,另一期为明挖基坑施工过程中的疏解钢便桥施工。钢便桥横跨车站呈东西向布置,以解决田贝四路路口交通。车站主体结构基坑在设便桥处净宽为 20.3 ~ 22.1m。

环岛临时道路的曲线半径为 25m,道路宽度为 10m,两车道机动车道宽 8m,人行道宽 2m。

钢便桥划分标准两车道,两侧约 2m 宽人行步道,两个机动车道宽 8.5m。钢便桥支撑系统采用 321 型公路钢桥,路面系统采用铺方木结构,方木上铺 20mm 厚钢板。

3.1.1 临时路面及配套设施施工

路基平整后,在路基上铺设一层 20cm 厚的水泥稳定层,然后再进行路面施工,路面采用碎石沥青混凝土,厚度为 10cm。路面设置 1.5% 横坡。道路中间用波形护栏隔离人行道及车行道。路口标明车道、设置前方施工车辆慢行牌及限速牌。

3.1.2 公路钢桥设计及施工

临时钢便桥所使用的支撑体系为装配式公路钢桥,装配式公路钢桥为全焊构架,销接组装。采用高强钢全焊制成,桁架拼装用单销或螺栓连接,质量较轻,运输拆装较方便。

(1) 设计验算

采用有限元软件 MIDAS. Civel 建立全桥有限元模型,有限元模型见图 1 ~ 图 3。

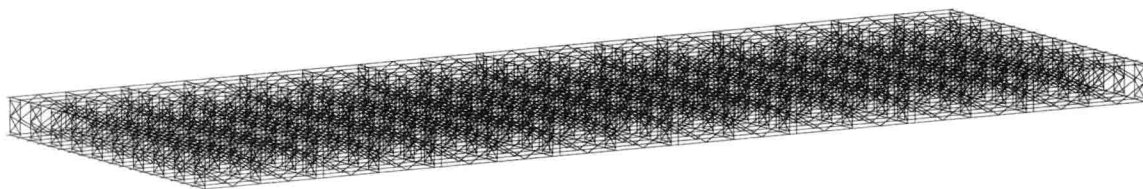


图1 全桥示意图

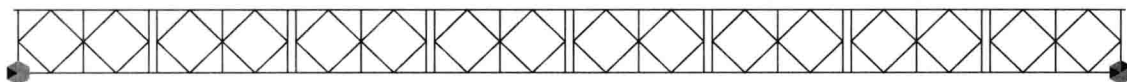


图2 纵立面示意图

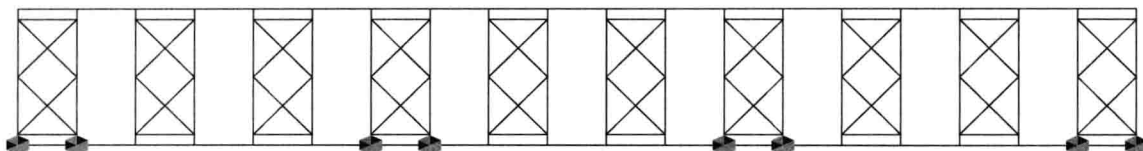


图3 横截面示意图

模型中均采用梁单元。机动车道横桥向共设置 20 片主桁, 等间隔 0.45m 布置, 机动车道桥面全宽 8.55m。主桁架之间还设置上、下横梁, 上、下横梁在纵桥向间隔 1.5m。上弦杆横梁采用双 20 工字钢 (2 根 20 号工字钢), 下弦杆横梁采用 [10 (2 根 20 号槽钢)。同时考虑横梁与主桁弦杆间连接方式的影响, 放松横梁绕桥轴向抗弯刚度的 20%。两片主桁间间隔设置支撑架, 如图 4 所示, 支撑架在纵桥向间隔 3m。考虑到实际工程中多支座很难共同受力, 因此计算模型中取 24m 装配式简支梁两端支撑条件如图所示。

计算结论:

- ①恒载 + 汽车—超 20 和恒载 + 挂车—100 两种荷载组合下, 主桁杆件内力满足承载力的要求。
- ②汽车—超 20 和挂车—100 静活载作用下, 24m 装配式简支梁跨中挠度满足规范要求。
- ③如果能够增加梁端主桁支座数量并提高支座共同受力程度, 则可大大减小结构杆件尤其是主桁竖杆、斜杆的轴力。

(2) 桥面布设

321 公路钢桥主桁架净宽 3m, 便桥处基坑净宽为 20.3 ~ 22.1m。因此选取 24m 跨度作为钢便桥的设计、施工标准。主梁采用 32 片 321 型桁架梁, 主要由主梁桁架、支撑架、桥端构件 (端柱及桥座板) 及架设工具等构件组成。

本工程单片贝雷片组成形式为 8 件标准桁架片外加一个阴头端柱和一个阳头端柱, 每片桁架片宽 8cm, 桁架片之间用桁架销子连接, 两片桁架架设在一个桥座上; 两片桁架片之间用支撑架连接组成贝雷梁, 每片贝雷梁宽 53cm, 桁架片与片之间中心间距为 45cm, 净距为 37cm; 贝雷梁高 1.50m; 钢便桥机动车道贝雷梁与贝雷梁之间净距 22cm, 人行道贝雷梁与贝雷梁之间净距 70.5cm; 钢便桥背后挡墙高度与梁高、地面高相对应。各片贝雷梁之间采用横向联结系连接, 上部采用两根 20 号工字钢横梁连接, 下部采用两根 10 号槽钢横梁连接; 钢筋混凝土挡墙为 300mm 厚度 C30 现浇混凝土。基座强度达设计强度的 70% 时, 方可安装钢便桥, 便桥横断面见图 4 所示。

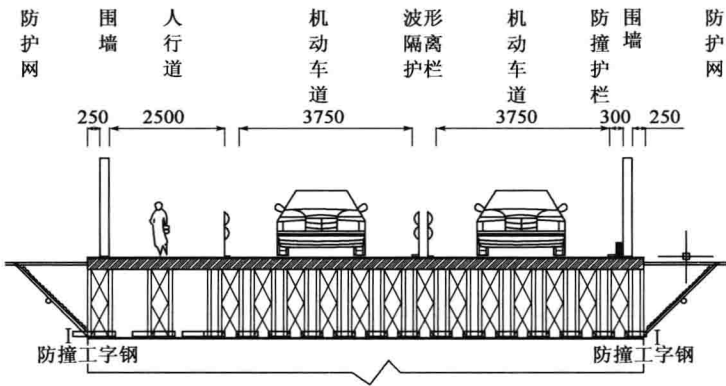


图 4 12m 宽钢便桥横断面示意图 (尺寸单位: mm)

3.2 管线悬吊施工

需要跨基坑的管线有以下几种: 1400mm × 1600mm 雨水箱涵, D540mm 污水管, D400mm 上水管, 6 × 10φ150mm 电缆, 6 × 10φ114mm 电信电缆及光缆。根据管线悬吊施工经验, 一般采取钢桁架整体悬吊或者钢筋混凝土支托梁两种形式。若采用钢筋混凝土托梁, 托梁施工必须在管线施工前完成, 工期紧张, 且钢筋混凝土梁跨度 22m, 截面高度太大, 影响车站主体结构施工, 因此选择钢桁架整体悬吊。

钢桁架可采取现场焊接钢构件或者采用成品钢构件。由于所有管线均集中在 5m 宽的一幅连续墙宽度范围内, 因此悬吊体系的刚度必须满足计算要求。管线的布置如图 5 所示。

3.2.1 悬吊体系主梁

由于场地限制,拟悬吊管线两侧各架设一根悬吊主梁,所有管线悬吊共用该主梁;主梁采用单层三

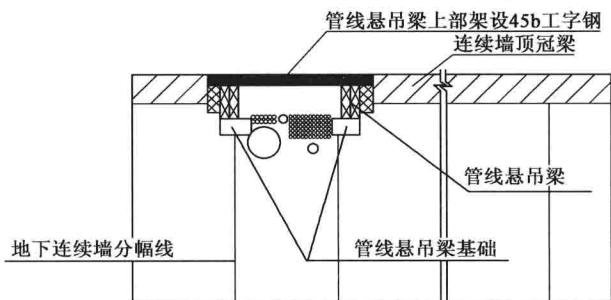


图5 管线位置纵剖面图

排321钢桥桁架拼装形成纵梁(标准钢桥规格:3000mm×1500mm),纵梁长为24m,管线悬吊保护跨度22.17m;每组钢桥底部采用1m长的[10槽钢双拼作为贝雷梁横向底部连接梁,横联间距为3m。贝雷片之间采用销连接。主梁上部利用悬吊次梁做横向连接。

主梁基础支墩设在两侧连续墙顶冠梁上方,靠土一侧施做钢筋混凝土后背墙,当支墩混凝土强度达到70%以上后方可架设主梁。

3.2.2 上水、雨水、污水管线悬吊体系

水务管线根据管线位置,悬吊采用同一个主梁及次梁,各管线单独使用一套吊杆;悬吊横担采用双I45b工字钢,污水及给水管悬吊杆下部分采用管线改移动前预埋的14mm×55mm扁铁,上半部分采用φ25圆钢,圆钢下端与扁铁焊接,焊缝长度双面焊不小于10d,圆钢上端加工成丝头,最后通过螺母及垫板吊装在横担上;雨水管采用φ41钢丝绳作为悬吊杆件,所有钢丝绳悬吊杆端头与工字钢之间用卡扣连接,连接前采用25t吊机起吊施加预应力的方式紧固钢丝绳后再安装卡扣。

同时,为确保悬吊横担的侧向稳定,横担与悬吊主梁之间通过螺栓连接成整体,如图6所示。

3.2.3 电信、电力管线

电信、电力管线悬吊共同采用同一个横担,横担采用双[20槽钢背扣组成,两根槽钢之间通过钢板焊接成一个整体,连接钢板不少于4道。由于电信、电力管线自身的刚性不足,所以在悬吊时要加密吊点,吊点每隔3m布设一道,共设7道。所有横担均通过螺栓与主梁连接成整体。具体悬吊如图7所示。

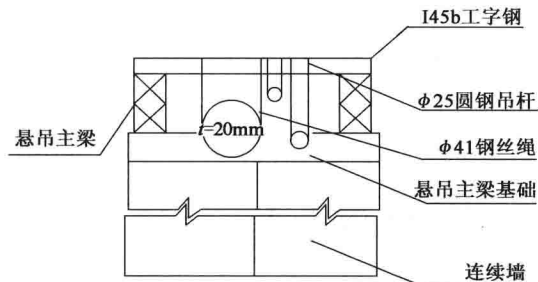


图6 水务管线悬吊横断面图

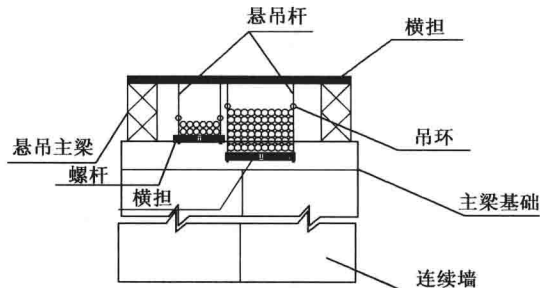


图7 电信、电力悬吊剖面图

4 结语

田贝站横穿田贝四路十字路口施工,现主体结构已经封顶,处于工程回迁及恢复交通阶段,工程施工过程中经受了深圳地区强暴雨、大流量交通、地下三层施工长期、反复的爆破震动影响等不利因素的考验。施工过程中地面交通正常,基坑变形符合设计及规范要求,达到了预期效果。在施工过程中得到了以下几点经验:

(1)对于老城区,地下管线复杂、交通流量大的车站主体结构,可以使用环岛交通疏解来实现车站过路口施工。它替代了初步设计阶段盖挖施工,达到了节省造价,加快施工进度目的。

(2)采用321公路钢桥进行大跨度24m临时便桥施工,大口径管线φ1600mm悬吊施工,即方便,又安全、经济,适用性强。

(3)基坑的监控量测是明挖基坑施工不可缺少的环节,它必须贯穿施工的全过程。

深圳轨道交通市中心区竖井爆破施工技术

宋成辉 马长涛 彭志勇 周占志

摘 要 当地铁施工需穿越岩石地层时,如果采用盾构施工法,不仅难度大,且不经济,爆破施工则是方便、快捷、经济的施工方式,然而地铁又建在城市闹市区,安全有效的爆破施工是主要的研究问题。本文详细介绍了爆破施工的方式、布孔方式、爆破参数、装药和填塞、起爆方式和起爆网设计、爆破的安全防护和施工管理,为城市爆破施工提供借鉴。

关键词 地铁 岩石地层 盾构 爆破施工

1 工程概况

深圳地铁3号线02标段,位于翠竹站~田贝站区间。该路段过大头岭,其大部分地段穿越强度较大围岩地层,最大饱和抗压强度达到127.1MPa,同时还存在同一断面穿越软硬不均的岩层,从经济和安全的角度上看,不宜直接使用盾构掘进,故先施做矿山法隧道初支,然后在隧道轮廓内进行盾构推进。矿山法施工竖井口位于翠竹公园入口处,西侧100m有翠拥华庭,东侧紧邻精神康复医院,北边位于交通拥挤的田贝路主干道,周边情况复杂,施工竖井位于硬岩地段,爆破施工稍不注意,飞屑可能发生重大伤害事故,因此必须采取特别的措施进行防护;另外,强烈爆破的声音,还会引起旁边康复医院病人的不满,同时爆破对翠拥华庭的高层住宅产生震动,也会引起居民的恐慌。因此,项目组针对该段爆破施工进行了详细的研究和论证。

2 竖井爆破施工工法

竖井的上部土方采用小型机械开挖,人工配合,石方开挖采用微差松动控制爆破作业,垂直运输采用电葫芦提升,弃土由汽车运送至指定弃土场。

2.1 爆破方法

石方爆破时,按照浅孔、密布、弱爆、循序渐进的原则进行,爆破参数应随地质变化及时调整。爆破时要采取切实有效的覆盖措施,可采用水袋、水幕加土袋覆盖,以降低爆破碎石飞溅及烟雾污染。爆破时间选择12点至18点,以减少对周围环境的影响。

(1)爆破要求:竖井爆破点在翠竹路旁,人多车多,必须采取严密的防护措施,实施控制爆破,才能确保行人和交通安全。

(2)爆破方法:根据技术条件,井筒掘进采用浅眼爆破法,直线掏槽方式,周边眼光面爆破。

(3)爆破防护:在爆破井筒外侧进行遮棚式防护,井内爆区砂土袋覆盖防护,以防止爆破飞石逸出井筒。

2.2 钻孔以及布孔方式

以人工手持风钻钻孔,钻机型号为7655型,带气腿,管道供风。炮孔孔径40mm。单循环进尺:1~1.5m。

采用直线掏槽,炮眼类型由掏槽中心至周边依次为:掏槽眼、辅助眼和周边眼。

2.3 竖井爆破参数

井筒断面形状:矩形断面,尺寸图 1 所示。

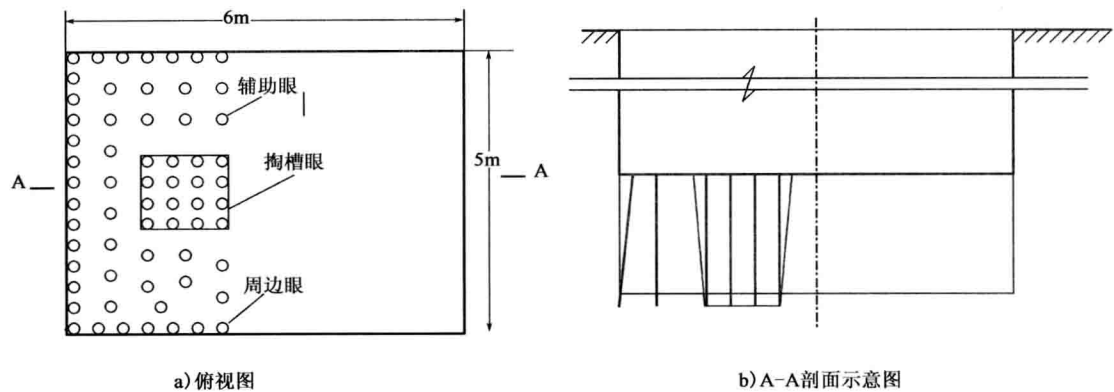


图 1 竖井爆破炮孔布置图

炮孔直径 ϕ : $\phi = 40\text{mm}$; 单循环进尺: $l = 1 \sim 1.5\text{m}$; 炮孔倾角 β : 掏槽眼和辅助眼为垂直向下布孔, 周边眼略为向岩壁外张。

孔网参数(表 1):

掏槽眼: 纵横各 4 排共 16 个炮孔, 加密布孔, 呈正方形均匀布置, 孔间距 $a =$ 排间距 $b = 700\text{mm}$ 。

辅助眼: 在掏槽眼与周边眼之间设辅助眼, 眼与眼的间距为 900mm 。

周边眼: 沿爆破成形的矩形轮廓四周布置, 间距 $700 \sim 800\text{mm}$ 。炮眼略向岩壁外张。

深孔、浅眼爆破参数表 表 1

爆破参数名称		单 位	竖 井 爆 破
孔径		mm	40
单循环进尺		m	1.00 ~ 1.50
掏槽眼	孔间距	mm	700
	孔深	m	1.40 ~ 1.60
	炮眼倾角		垂直向下
辅助眼	孔间距	mm	900
	排间距	mm	900
	孔深	m	1.30 ~ 1.50
	炮眼倾角		垂直向下
周边眼	孔间距	mm	700 ~ 800
	孔深	m	1.30 ~ 1.50
	炮眼倾角		垂直向下, 略为外张
炸药单耗		kg/m^3	0.8 ~ 1.5
单孔药量		kg	0.6 ~ 0.9
同段最大药量		kg	< 5
每次总药量		kg	15 ~ 20
填塞长度		mm	800 ~ 900

孔深 L :

$$L = l + \Delta l$$

— 8 —