

CHENGSHI GUIDAO JIAOTONG SHIGONG JISHU

城市轨道交通施工技术

深圳地铁7号线7301-2标和7307-1标施工技术总结

中国水利水电第十一工程局有限公司 编

中国铁道出版社有限公司
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE CO., LTD.

城市轨道交通施工技术

深圳地铁7号线7301-2标和7307-1标施工技术总结

中国水利水电第十一工程局有限公司 编

中国铁道出版社有限公司

2019年·北京

图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通施工技术:深圳地铁7号线7301-2标和7307-1标施工技术总结/中国水利水电第十一工程局有限公司编. —北京:中国铁道出版社有限公司,2019.7

ISBN 978-7-113-25825-2

I. ①城… II. ①中… III. ①城市铁路-轨道交通-工程施工 IV. ①U239.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第098806号

书 名:城市轨道交通施工技术
深圳地铁7号线7301-2标和7307-1标施工技术总结
作 者:中国水利水电第十一工程局有限公司 编

责任编辑:梁 雪 编辑部电话:010-51873193

封面设计:刘 莎

责任校对:苗 丹

责任印制:高春晓

出版发行:中国铁道出版社有限公司(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址: <http://www.tdpress.com>

印 刷:北京建宏印刷有限公司

版 次:2019年7月第1版 2019年7月第1次印刷

开 本:787mm×1092mm 1/16 印张:27 字数:662千

书 号:ISBN 978-7-113-25825-2

定 价:86.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社读者服务部联系调换。电话:(010)51873174(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)51873659,路电(021)73659,传真(010)63549480

编写委员会

主 任：张玉峰

副 主 任：夏水芳 陈双权 王波峡 杨和明

编 委：张卫东 金风清 李建强 朱 云

总 策 划：巩 富

主 编：金风清

主要撰稿人：金风清 张卫东 李建强 朱 云 杨士勇

冯宏朝 杨仲洪 吴 祥 张建国 潘传虎

张亚峰 包高强 李银辉 周石喜 宋天田

赵智强 张海山 高永林 高 峰 罗荣进

郜登科 李仁山 祁智斌 王春秀 姚 蕊

李彩云 王少鹏 陈多谋 杨跃辉 金术鹏

郭玉峰 李 博 张佳成 许云飞 王国强

郭振华 董现冰 谢晓欢

目 录

第一章 工程概况	1
1.1 工程概况	1
1.2 工程所在地的自然地理特征和地区特征	5
1.3 主要工程特点和工程数量	20
第二章 总体施工组织与安排	27
2.1 总体施工组织管理机构	27
2.2 施工重难点及对策	32
2.3 施工组织安排	33
2.4 施工准备和协调方案	50
第三章 车站主体结构施工	52
3.1 总体施工方案	52
3.2 接地网施工	54
3.3 底板施工方案	55
3.4 侧墙及立柱施工方案	55
3.5 顶、中板施工方案	61
3.6 钢筋工程施工工艺	64
3.7 模板工程施工工艺	67
3.8 脚手架工程施工工艺	71
3.9 防水混凝土施工工艺	75
3.10 结构防水施工	77
3.11 防水卷材铺设施工工艺	78
第四章 围护结构施工	81
4.1 工程概况	81
4.2 地下连续墙施工	83
4.3 钻孔灌注桩施工	93
4.4 旋喷桩施工	98
第五章 深基坑降水施工	113
5.1 工程概况	113
5.2 降水方案设计	113

5.3	施工工艺及技术要点	120
5.4	降水设施运行管理	123
5.5	施工组织方案	124
5.6	降水施工常见问题与处理措施	125
5.7	施工质量、安全控制	126
第六章	基坑土方开挖及支护施工方案	132
6.1	工程概况	132
6.2	总体施工部署及施工组织	132
6.3	深基坑开挖及支护施工	136
6.4	工程测量监测及监控测量	154
6.5	基坑开挖常见事故及预防、应急措施	157
第七章	冠梁及混凝土支撑施工	162
7.1	总体施工部署	162
7.2	施工工艺流程及技术要点	164
7.3	安全、质量、文明施工保证措施	169
第八章	锚索施工	173
8.1	工程概况	173
8.2	施工布置与进度安排	174
8.3	施工工艺及技术要点	174
8.4	施工机械、人员配置	180
8.5	质量、安全保证措施	180
第九章	高支模施工	182
9.1	工程概况	182
9.2	施工准备	183
9.3	施工进度安排及资源配置	184
9.4	施工工艺及技术要点	184
9.5	质量、安全保证措施	196
9.6	安全、文明施工及环境保护管理	199
9.7	雨季、台风和夏季高温季节的施工措施	203
第十章	高边坡支护施工	205
10.1	工程概况	205
10.2	施工技术要求	207
10.3	高边坡支护施工总体部署	209
10.4	施工工艺及技术要点	222
10.5	施工质量管理措施	235

10.6	雨季、高温季节及台风季节施工措施	238
10.7	规范化、文明施工及环境保护措施	239
10.8	施工安全管理措施	241
第十一章 高边坡脚手架施工		245
11.1	工程概况	245
11.2	搭设方案	245
11.3	稳定性计算	249
11.4	脚手架的验收、使用及保养	255
11.5	脚手架的拆除	257
11.6	安全控制措施	258
11.7	资源配置	260
第十二章 高边坡施工安全技术		262
12.1	施工安全监测	262
12.2	事故应急预案	273
第十三章 强夯施工技术		284
13.1	概 述	284
13.2	降水井施工	287
13.3	降水井抽水设备配置及降水管理	289
13.4	强夯施工	290
13.5	施工组织	292
13.6	质量控制措施	294
13.7	降水井施工安全控制措施	295
第十四章 石方爆破施工		297
14.1	工程概况	297
14.2	施工环境及爆破安全要求	297
14.3	施工总体规划	298
14.4	施工重点、难点分析	303
14.5	施工方案选择	303
14.6	爆破试验及爆破监测方案	304
14.7	主要施工方法	306
14.8	施工进度安排	310
14.9	施工质量管理措施	311
14.10	安全施工管理	313
第十五章 隧道工程施工		317
15.1	工程概况	317

15.2	施工规划	319
15.3	施工布置	319
15.4	主要施工方法	321
15.5	施工工艺及技术要点	323
15.6	现场监控量测	329
第十六章 盾构施工		330
16.1	设计概况	330
16.2	施工安排	333
16.3	盾构机	336
16.4	洞口土体加固	343
16.5	盾构始发与到达	344
16.6	盾构正常推进	350
16.7	联络通道施工	380
第十七章 其他工程施工		386
17.1	预埋件及预留孔洞的施工	386
17.2	站内部附属结构施工	388
17.3	楼梯施工	389
17.4	土方回填施工	389
17.5	附属工程施工	392
17.6	白蚁防治工程	392
第十八章 工程测量及监控测量		395
18.1	工程测量	395
18.2	施工监测和周边建筑物的保护	395
第十九章 施工管理		398
19.1	施工管理目标	398
19.2	标准化管理	399
19.3	质量管理措施	400
19.4	安全管理措施	404
19.5	工期控制措施	411
19.6	环境保护及水土保持措施	412
19.7	文明施工措施	413
19.8	现场消防、保卫措施	415
19.9	职业健康保证措施	415
19.10	安全生产应急措施	417

第一章 工程概况

1.1 工程概况

1.1.1 全线工程概况

一、概 述

深圳地铁7号线属于深圳地铁三期工程(西丽线),工程起自南山区丽水路,经西丽、安托山、车公庙、上沙、石厦、皇岗口岸、华强北、八卦岭、笋岗、田贝终至罗湖区太安路,如图1-1-1所示,线路全长30.173 km,项目总投资约241亿元。该线建成后可与地铁1号线、2号线、3号线、4号线、5号线、11号线等实现无缝换乘,对完善中心城区轨道网络,提升中心城区公交吸引力和服务水平,改善城市交通出行结构,实现城市交通发展目标具有重要的意义。

该线由中国电建采用“投融资+设计施工总承包”的模式建设(简称BT项目建设模式),于2012年10月23日开始动工,2016年7月6日顺利通过竣工验收。



图 1-1-1 深圳地铁7号线示意图

二、车站与区间概况

1. 车站

全线共设车站28座。沿线车站分别为:西丽湖站、西丽站(与5、15号线换乘)、文光站、珠光站、龙井站、桃源村站、深云站、安托山站(与2号线换乘)、农林站、车公庙站(与1、9、11号线

换乘)、上沙站、新洲站、石厦站(与3号线换乘)、水围站、福民站(与4号线换乘)、皇岗口岸站、福南站、赤尾站、华强路站、华强北站(与2号线换乘)、华新站(与3号线换乘)、黄木岗站(与14号线换乘)、八卦岭站、红岭北站(与9号线换乘)、笋岗站、洪湖站、田贝站(与3号线换乘)、太安站(与5号线换乘)。车站全部为地下站,其中二层站17座,三层站10座,四层站1座。车站主要结构型式包括地下两层单柱双跨结构、地下三层单柱双跨结构、地下两层双柱三跨结构以及地下三层双柱三跨结构。最小站间距为0.580 km(华强路站至华强北站),最大站间距为2.034 km(西丽湖站至西丽站),平均站间距约为1.086 km。

2. 区间

全线区间共有27段,车辆段、停车场出入线各一个,其中在西丽—文光区间设置与5号线的联络线,深云—安托山区间设置与2号线的联络线,西丽湖—西丽区间设置区间风井。新建深云车辆段一处,安托山双层停车场一处,新建体育北主变电所,扩容西丽主变电所(5号线建),与9号线共用侨城东主变电所(9号线代建),控制中心和1号线共用。

三、主要施工方法

1. 区间主要施工方法

除西丽湖—西丽、西丽—文光、龙井—桃源村、深云—安托山、安托山—农林(部分)、农林—车公庙(部分)、新洲—石厦(部分)、水围—福民、田贝—太安、车辆段及停车场出入线、联络线、部分岔线区段采用矿山法,局部明挖法施工外,其余区间全部采用盾构法施工。

2. 车站主要施工方法

除福民站、华强路站、华强北站、华新站采用盖挖法施工,丽水站、黄木岗站、笋岗站、洪湖站、田贝站等部分车站因交通疏解等原因采用局部盖挖法施工外,其余采用明挖顺作法施工,围护结构多采用地下连续墙或排桩结构(挖孔桩、钻孔桩)。

四、施工标段划分

深圳地铁7号线7301-2标及7307-1标段工程施工由中电建十一局承建。7301-2标工程范围为西丽湖—西丽站,包含两站一区间;7307-1标工程范围为深云车辆段,包含场地土石方开挖及基础处理、既有边坡及开挖边坡防护、试车线隧道工程、车辆段上盖混凝土结构。

本书主要以上述两标段施工为例总结深圳地铁7号线施工技术。

1.1.2 西丽湖(含)—西丽站(含)工程概况

一、西丽湖站

西丽湖站(含站前单渡线及站后折返线)位于深圳市南山区丽水路,在深圳市野生动物园南侧、西湖林语名苑北侧。

车站有效站台中心里程为DK0+390.926,车站西端设盾构始发井,东端设站后折返线,均采用明挖法施工。车站全长565.812 m,其中车站主体部分长295.45 m(含站前折返线),站后折返线长270.362 m。车站线路起点里程DK0-6.586,终点里程DK0+559.226。整个车站设2‰纵坡,呈西高东低。

车站为现浇钢筋混凝土矩形框架结构。车站标准段设计为地下两层单柱双跨或双柱三跨

的矩形框架结构;站后折返线段设计为地下一层设置中墙的双跨或三跨矩形框架结构。结构标准段结构外包尺寸为 19.4 m(宽)×13.44 m(高),盾构井段结构较标准段结构每侧加宽 2.3 m,有效站台中心里程处顶板覆土厚度约 3.5 m。车站主体结构主要尺寸如下:顶板厚 900 mm、1 000 mm,中板厚 400 mm、500 mm,底板厚 1 000 mm、1 100 mm,内衬墙厚度 600 mm、800 mm,且与连续墙形成叠合结构。

车站附属结构包括 2 个风亭、3 个出入口、1 个紧急疏散通道,均采用明挖顺作法施工。

二、西丽站

西丽站位于深圳市南山区沙河西路与留仙大道交叉口。西丽站为地铁 5、7、15 号线三线的换乘站,其中 5 号线沿留仙大道东西向布置于路口西侧,7、15 号线沿沙河西路跨路口四线平行布置,5、7、15 号线形成 T 换乘方式。

车站全长 273.900 m(含站前单渡线),车站起点里程:左线为左 DK2+282.787,右线为 DK2+304.187;终点里程:左线为左 DK2+556.688,右线为 DK2+556.723。左线长 274.9 m,右线长 252.5 m。车站有效站台中心里程为 DK2+425.987,车站北端设 7、15 号线单渡线,均采用明挖顺筑法施工。标准段外包尺寸为 41.6 m(宽)×13.34 m(高),有效站台中心里程处顶板覆土厚度约 3.5 m,整个车站设 5.11%、2%、5%纵坡,呈北低南高。

车站标准段设计为地下两层三柱四跨或五柱六跨的矩形框架结构;与 5 号线换乘节点段为地下三层三柱四跨的矩形框架结构,车站小里程端设盾构接收井。盾构井段结构较标准段每侧加宽 2.30 m,加深 1.10 m,盾构井段长 12.5 m,并为 15 号线预留暗挖法接口;车站大里程端接暗挖区间。西丽站基坑总长 273.900 m,宽 29.3~44.3 m,深约 17.6~24.5 m,支护工程安全等级为一级。主体结构建筑面积为 21 351 m²,站厅层及站台层分别为 9 955 m² 和 9 955 m²,换乘节点建筑面积为 1 441 m²。

车站采用明挖顺筑法施工,车站主体围护结构主要选用地下连续墙,地下两层段及二级基坑连续墙厚度 800 mm,换乘节点处地下三层段基坑连续墙厚度 1 000 mm。主体结构标准段基坑两层段竖向设四道水平支撑,其中第一道支撑为钢筋混凝土支撑,水平间距不大于 9 m;第二道支撑为钢筋混凝土支撑,水平间距不大于 6 m;第三、四道支撑为钢管支撑,支撑的水平间距不大于 3 m。换乘节点三层段基坑竖向设六道支撑加一道倒撑,第一、二道支撑为钢筋混凝土支撑,第一道支撑水平间距不大于 9 m,第二道支撑水平间距不大于 6 m,第三、四道为钢管支撑,支撑的水平间距不大于 3 m,第五道支撑与二层段二级基坑围护相结合,基坑横向端部钢筋混凝土斜撑,二级基坑横向中部采用一道混凝土支撑。基坑中部设置两道连系梁及临时立柱。

附属工程主要包括:车站出入口布设两排 $\phi 600$ mm 旋喷桩;临时雨水箱涵换位支托工程布设 10 个 $\phi 1 200$ mm 灌注桩;基坑内布设 $\phi 700$ mm 的降水井;基坑排水、回填;施工基坑监测、围挡等附属工程;西丽站基坑范围内存在密集的电力、电信、雨水、给水、污水、燃气、路灯等地下管线管道,车站施工前期将管线改迁。

三、西丽湖—西丽站区间工程

西丽湖—西丽站区间隧道采用盾构法施工,隧道由两分离单洞组成,隧道结构采用两个单线圆形衬砌形式。区间左线里程为 DK0+600.000~DK2+283.587,长度 1 662.077 m(含长

链 5.837 m,短链 27.347 m);右线里程为 DK0+558.426~DK2+304.987,长度 1752.073 m (含长链 5.512 m),区间总长度为 3 414.150 m。左线 DK0+559.226~DK0+600.000 段为车站结构,由原明挖变为暗挖,盾构机下井后经过 40.774 m 长的暗挖门洞形隧道至空推始发处而进行始发。区间左线 DK0+600.00~DK0+666.801,长度 66.801 m;右线 DK0+558.426~DK0+660.000,长度 101.574 m,均采用矿山法开挖,盾构空推拼装管片通过。区间于右线 DK1+716.000 处设置中间风井 1 座,风井中设置联络通道和废水泵房,在右线 DK1+130.000 处设区间联络通道 1 座。线路区间正线线间距为 9.73~39.63 m,最大转弯半径为 3 000 m,最小转弯半径为 350 m。区间隧道埋深 6~28 m,处于 V 形坡上,最大坡度为 -27.5‰,最小坡度为 2‰。

区间隧道所在地区为台地地貌,地形稍有起伏,地面高程一般为 13.10~28.00 m,区间隧道基本穿越粗砂、砾质黏性土、砂质黏性土、粉质黏土,全、强、中、微风化花岗岩和全、强风化花岗片麻岩中。

区间所在位置主要道路有丽水路、动物园路、西丽路、沙河西路。区间场地主要建筑有:动物园垃圾转运站、旺家百货、4 栋 2 层商铺、大沙河、西丽水库、深圳市铭景艺石材有限公司、西丽镇九祥岭村、丽新花园等。区间右线主要侧穿旺家百货(右 DK0+767~DK0+772,最小净距 8.69 m,隧道埋深约 6 m),中泰楼,丽新花园 F 栋、A 栋(右 DK2+154~DK2+281,净距 2.25~8.85 m,隧道埋深约 12 m),下穿 4 栋 2 层建筑(右 DK0+785~右 DK0+976,隧道埋深约 6.5~9 m)等,除丽新花园 F 栋基础为 $\phi 480$ mm 沉管灌注桩外,其他均为浅基础。区间线路在右 DK2+029.5 处侧穿九祥岭人行天桥,基础为 $\phi 1.2$ m 钻孔灌注摩擦桩,隧道埋深约 18 m,左、右线距桩基础净距分别为 3.12 m 和 4.05 m。

1.1.3 深云车辆段工程概况

深云车辆段工程项目位于深圳市南山区桃源街道深云村,南山区龙苑路北侧、南坪快速路东侧的塘朗山郊野公园内,建场地系利用已关闭的采石场,场区南北长 905 m,东西宽 307 m,总占地面积 32 hm²。

车辆段场区东、北两侧为人工采石遗留下来的既有高边坡,边坡最大高度 146 m,场区南侧为开挖边坡,最大边坡高度 76 m。边坡设计采用锚杆、混凝土框架梁、主动防护网、边坡挡墙、喷混植生等方式进行坡面加固及防护。场坪地基主要采用振冲碎石桩及强夯处理。

车辆段场区设计两条进段公路及一条地铁车辆出入线隧道。隧道工程主要包括试车线隧道工程和进站道路隧道工程,试车线隧道长 1 073 m,试车线风道隧道长 280 m,进站道路隧道段长 373.9 m,全部为暗挖隧道,施工中严格遵循“管超前、严注浆、短开挖、强支护、勤量测、早封闭”的原则。

主要生产房屋包括运用库、物资库、定临修库及吹扫库、易燃品库、垃圾转运站、蓄电池间、镗轮库及洗车库、试车间及污水处理间、工程车库、门卫、汽车库、材料棚、咽喉区盖体及综合楼工程等,其中上盖平台总面积 105 495 m²。生产办公房屋周围设场区道路,满足生产、生活和消防的要求。

车辆段上盖平台上部靠近高边坡一侧设有培训楼、宿舍楼等物业建筑,其他部位主要布置为文体活动场地。场区南端设计 NOCC 塔楼 3 座,主要负责深圳市 25 条地铁线路集控运营管理。

1.2 工程所在地的自然地理特征和地区特征

1.2.1 自然特征

一、地形地貌

1. 西丽湖站

西丽湖站是深圳市轨道交通7号线工程的起点站,位于南山区深圳市野生动物园南侧、西湖林语名苑北侧丽水路上。所在地区为台地地貌,地形略有起伏,地面高程21.21~30.83 m。主要建筑物有:车站起点路段及北侧为深圳市野生动物园,高程比丽水路高约2~7 m,动物园管理处位于高边坡上,比丽水路高约5 m,车站主体结构北侧离动物园管理处房屋最近距离约8.9 m;南侧为深圳大学城清华大学园区、西湖林语名苑,丽水路高程比清华大学地面高约7 m,与主体结构最近距离约12 m;车站主体结构南侧离西湖林语名苑最近距离约10.41~13.02 m。清华大学段及动物园侧均设有挡墙。

道路两侧存在密集的电力、电信、雨水、上水、污水、燃气、路灯等地下管线管道,地下管线管道的走向与道路平行。

2. 西丽站

西丽站位于深圳市南山区沙河西路与留仙大道交叉口处,所在地区为冲洪积平原地貌,地形平坦,地面高程13.03~14.10 m。该站周围主要建筑物为:左侧为天虹商场(6层)、丽阁苑(金惠宾馆),右侧为丽新花园小区、规划公交枢纽、鼎新大厦(15层)、壮丽商厦(6层),距车站基坑净距约18~36 m,周边商业繁华,并且影响到沙河西路两侧共四处公交站牌。道路两侧存在密集的电力、电信、雨水、上水、污水、燃气、路灯等地下管线管道,地下管线管道的走向与道路平行。

3. 西丽湖—西丽湖区间

区间隧道所在地区为台地地貌,地形稍有起伏,地面高程一般为13.10~28.00 m。

4. 深云车辆段

深云车辆段拟建场地利用已关闭的采石场,原始地貌为丘陵坡地,地面高程58.77~123.74 m。场地中央经人工回填平整,地面标高约78~80 m,坡脚原开采基岩面标高估计为EL.40 m。场地三面环山,地势起伏较大,东侧为山体陡坡,峰高约为260 m;场地东、北两侧为人工采石遗留下来的岩质高边坡,边坡高度为50~130 m。边坡上缓下陡,上部综合坡度约40°,下部综合坡度约60°,整体综合坡度约50°,坡体主要由中~微风化的加里东期混合花岗岩(M₇)组成。

在场地西南侧有香瑞园居民小区,该小区距规划边线最近距离约60 m。周边既有建筑物和管线较少,仅在场西侧规划边线外侧建有成品油管道(管径323 mm),其走向基本平行于规划边线,并距规划边线不少于7 m,埋深低于场地设计标高,且沿成品油管道自北向南有一条混凝土矩形排水渠。

二、气候特征

深圳市气候属亚热带季风气候,热量丰富,日照时间长,雨量充沛;气候和降雨量随冬、夏

季风的转换而变化;冬季无严寒,夏季湿热多雨,一年内有冷暖和干湿季之分;具有雨热同季,干凉同期的特点。但降水和气温的年季变化较大,灾害性天气较多。深圳地区主要气候要素如下:

(1)气温:年平均气温 22.4℃,月平均气温 1 月为 14.3℃,7 月为 28.3℃;极端最高气温 38.7℃,极端最低气温 0.2℃。

(2)风:常年盛行南东风(频率 17%)和北北东风(频率 14%),其次为东风(频率 13%)和东北风(频率 11%),随季节和地形等不同,风向频率也不同。年平均风速 2.6 m/s,极端最大风速 40 m/s(为南或南南东向台风)。

(3)降雨量:年平均降雨量为 1 933.3 mm,雨季降雨量 1 516.1 mm;日最大降水量 412 mm(1964 年 10 月 12 日),年降水日数 144.7 d,连续最长降水日数 20 d。

(4)年平均气压:101.08 kPa。

(5)相对湿度:平均相对湿度 79%,最小相对湿度 11%,最大相对湿度 100%。

(6)年平均蒸发量:1 755.4 mm。

(7)雷暴日数:年平均雷暴日数 73.9 日/年(1951~1985 年)。

三、水文地质

1. 西丽湖站、西丽站

场地地下水按赋存条件主要分为松散岩类孔隙水及基岩裂隙水。

孔隙水主要赋存在第四系素填土、砂层、残积层和全风化岩中,砂层中地下水略具承压性。基岩裂隙水主要赋存在花岗片麻岩强风化层~中等风化层中,略具承压性。勘察期间地下水位埋深 0.8~7.2 m,水位高程 6.4~12.59 m,水位变幅 0.50~2.00 m。

地下水总的径流方向为由西北向东南。地下水的排泄途径主要是蒸发和以径流方式流入河水。补给来源主要为大气降水、河水及地表水的渗透。

经取水样进行室内水质简分析,根据《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)(2009 年版)表 12.2.1、12.2.2、12.2.4 综合判定:按环境类型为 I 类,按地层渗透性为 A 类判定,地下水对钢筋混凝土结构具中等腐蚀性,对钢筋混凝土结构中钢筋具微腐蚀性。

地下水总矿化度为 0.060 2~0.164 5 g/L,为淡水。

经 MGZ2-SXL-1、MGZ3-SXL-18 孔内的地下水位以上取土试样,于室内做土的腐蚀性试验,根据《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)(2009 年版)表 12.2.1、12.2.2、12.2.4 综合判定:按环境类型为 I 类,按地层渗透性为 B 类判定,环境土对混凝土结构、钢筋混凝土结构中的钢筋、钢结构均具微腐蚀性。

2. 西丽湖—西丽站区间

(1)地下水的类型、赋存、径流排泄及与地表水的关系

区间地下水按赋存条件主要为孔隙水及基岩裂隙水。孔隙水主要赋存在冲洪积砂类土、残积砾质黏性土、砂质黏性土、粉质黏土、全风化岩中,基岩裂隙水赋存于强风化及中等风化岩中。稳定地下水位埋深 0.00~12.00 m,水位高程 6.92~22.00 m,水位变幅 0.50~2.00 m。

地下水总的径流方向为由北向南。地下水的排泄途径主要是蒸发和以径流方式流入河水。补给来源主要为大气降水、河水及地表水的渗透。

大沙河从本区间 DK1+000~DK1+050 位置由北向南流过,具有大沙河流程短,汇流时

间快,形成洪水暴涨暴落的特点。根据现场调查及河中钻孔揭露情况来看,虽然大沙河河床及其两侧铺设水泥混凝土,但地下水与河水存在一定的互补关系。

(2)地下水的腐蚀性

经取水样进行室内水质简分析,根据《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)(2009年版)表 12.2.1、12.2.2、12.2.4 综合判定:按环境类型为 I 类,DK1+000~DK1+450、DK2+090~DK2+304.187 按地层渗透性为 A 类判定,地下水对钢筋混凝土结构具弱腐蚀性;DK0+548.226~DK1+000、DK1+450~DK2+090 按地层渗透性为 B 类判定,地下水对钢筋混凝土结构具微腐蚀性;场地按干湿交替状态判定,地下水均对钢筋混凝土结构中钢筋及钢结构具微腐蚀性。

(3)各岩土层的富水性及渗透系数

在 MGZ3-TLL-46、MGZ3-TLL-59、MGZ3-TLL-94、MGZ3-TLL-123、MGZ3-TLL-167 孔内进行了单孔抽水试验,试验结果测得:砾砂渗透系数为 17.9~18.8 m/d,具强透水性;残积粉质黏土渗透系数为 0.03 m/d,具弱透水性;全风化花岗岩渗透系数为 0.07 m/d,具弱透水性;强风化花岗岩渗透系数为 0.14 m/d,具弱透水性。

人工填土在场地广泛分布,成分以黏性土为主的①₁素填土含水率少,具弱透水性,建议取渗透系数 $k=0.3$ m/d;①₂素填土成分以砂土为主,具中等透水性,建议取渗透系数 $k=3.0$ m/d;①₃素填土成分以花岗岩碎石为主,具强透水性,建议取渗透系数 $k=80.0$ m/d;①₄素填土成分以块石为主,具强透水性,取渗透系数 $k=200.0$ m/d;①₅杂填土成分以建筑垃圾为主,具强透水性,取渗透系数 $k=200.0$ m/d。

④₃淤泥质粉质黏土具微透水性,取渗透系数 $k=0.001$ m/d;④₅粉质黏土具弱透水性,属相对隔水层,取渗透系数 $k=0.01$ m/d。

④₇粉砂层富含地下水,为场地主要含水层,透水性随黏粒含量增多而变小,具中等透水性,取渗透系数 $k=1.5$ m/d;④₉中砂层富含地下水,为场地主要含水层,透水性随黏粒含量增多而变小,具强透水性,取渗透系数 $k=10$ m/d;④₁₀粗砂层富含地下水,为场地主要含水层,透水性随黏粒含量增多而变小,具强透水性,取渗透系数 $k=15.0$ m/d;④₁₁砾砂层富含地下水,为场地主要含水层,透水性随黏粒含量增多而变小,具强透水性,取渗透系数 $k=20.0$ m/d;⑥₂粉质黏土具弱透水性,属相对隔水层,取渗透系数 $k=0.3$ m/d;⑦₁砾质黏性土呈饱和状态,具弱透水性,取渗透系数 $k=0.5$ m/d;⑦₂砂质黏性土呈饱和状态,具弱透水性,取渗透系数 $k=0.5$ m/d;⑦₅粉质黏土呈饱和状态,具弱透水性,取渗透系数 $k=0.5$ m/d。

⑧₁全风化花岗岩、⑩₁全风化花岗片麻岩、⑭₁全风化辉绿岩具中等透水性,渗透性从上向下逐渐增大;由于钻探时残留的泥浆,抽水试验时未能完全冲洗干净,得到的渗透系数值较小,取渗透系数 $k=1.0$ m/d。⑧₂强风化花岗岩、⑩₂强风化花岗片麻岩、⑬₃强风化碎裂岩、⑭₂强风化辉绿岩具中等透水性;抽水试验钻孔强风化花岗岩呈土夹砂砾状,黏粒含量较高,得到的渗透系数值较小,取渗透系数 $k=3.0$ m/d。⑧₃中等风化花岗岩、⑩₃中等风化花岗片麻岩、⑭₃中等风化辉绿岩具中等透水性,透水性随节理裂隙发育程度改变,取渗透系数 $k=5.0$ m/d。⑧₄微风化花岗岩具弱透水性、⑩₄微风化花岗片麻岩、⑭₄微风化辉绿岩,渗透系数 $k=0.1$ m/d。

由于地层的渗透性差异,砂层及基岩中的水略具承压性,基岩裂隙发育,孔隙水与裂隙水局部具连通性。岩石富水性和透水性 with 节理裂隙发育情况关系紧密,节理裂隙发育的不均匀性导致其富水性和透水性也不均匀。

3. 深云车辆段

地表水主要是场地西北侧的深云水库,常年流水,蓄水量少,其下为一条由北向南的冲沟,水量较少,雨季较多。地表水靠大气降水及塘朗山山泉水补给,受季节性影响较大,经由场地向外排泄。

地下水主要是松散岩类孔隙水和基岩裂隙水,地下水量较小,主要受大气降水补给,由北向南排泄。

孔隙水主要赋存在第四系填土、残积砂质黏性土、全风化岩中,基岩裂隙水赋存于强风化及中等风岩中。本次勘察期间稳定地下水位埋深 3.50~19.30 m,水位高程 52.17~84.05 m。

按环境类型为 II 类,按地层渗透性为 B 类判定,本车辆段地下水对钢筋混凝土结构及其结构中钢筋均具微腐蚀性。

四、工程地质

1. 西丽湖站

西丽湖范围内上覆第四系全新统人工堆积层(Q_4^{pl})、第四系全新统冲洪积层(Q_4^{al+pl})、第四系上更新统坡积层(Q_3^{pl})、花岗岩残积层(Q^r),下伏燕山期花岗岩(γ_3^s),局部地段见辉绿岩,主要地层岩性概述如下:(1)第四系全新统人工堆积素填土,冲洪积层粉质黏土、砾砂,坡积粉质黏土,花岗岩残积砾质黏性土。(2)燕山期花岗岩:中粗粒结构,块状构造,主要成分为石英、长石、云母,按风化程度可分为全风化岩、强风化岩、中等风化岩、微风化岩。(3)辉绿岩:细粒结构,块状构造,主要成分为辉石、斜长石,本段仅揭露微风化岩。

其所处地层由上至下依次为:

(1)第四系全新统人工堆积层(Q_4^{pl})

按填土填料成分不同分为①₁、①₂和①₃3个亚层。

①₁素填土:褐灰、褐红、灰褐色,主要成分为黏性土,局部地段顶部为水泥混凝土碎块,可塑~硬塑,具中压缩性,厚 0.0~6.2 m。左 DK0+000~左 DK0+548.226、右 DK0+000~DK0+594.226 分布。层底高程 18.86~30.05 m。实测标准贯入击数为 15 击,修正击数为 13.4 击。

①₂素填土:浅灰、深灰、棕红、灰色,主要成分为砂,混黏性土,稍湿,稍密,厚 0.0~4.7 m,在左 DK0+325~左 DK0+490、右 DK0+325~右 DK0+425 呈透镜体分布,层底高程 21.77~27.60 m。

①₃素填土:灰褐色,主要由花岗岩碎石组成,混砾粗砂密实,稍湿。在右 DK0+580~右 DK0+594.226 呈透镜体分布。层厚 0.0~1.6 m,层底高程 24.60 m,层底埋深 1.60 m。

(2)第四系全新统冲洪积层(Q_4^{al+pl})

按照颗粒级配或塑性指数可分为④₅粉质黏土和④₁₁砾砂 2 个亚层。

④₅粉质黏土:褐黄、褐灰、褐红色,硬塑,局部混砂,具高压缩性。厚 0.0~5.8 m,在左 DK0+235~左 DK0+275、左 DK0+440~左 DK0+460、右 DK0+230~右 DK0+275 分布。层顶高程 13.89~25.70 m,层顶埋深 3.00~12.50 m。实测标准贯入击数为 16~26 击,平均 21.1 击,修正击数为 13.8~22.6 击,平均 17.5 击。

④₁₁砾砂:褐黄、深灰、灰白、褐灰、灰黄色,中密,饱和,混黏性土,厚 0.0~5.3 m,在左

DK0+235~左 DK0+275、左 DK0+420~左 DK0+440、右 DK0+230~右 DK0+275 分布。层顶高程 15.89~18.43 m,层顶埋深 8.90~11.90 m。

(3)第四系上更新统坡积层(Q^{pl})

本次勘察只揭露⑥₂粉质黏土 1 个亚层。

⑥₂粉质黏土:褐红、棕红、黄褐色,可塑~坚硬,局部混砂砾,具中~高压缩性。厚 0.0~12.3 m,在左 DK0+000~左 DK0+030、左 DK0+150~左 DK0+235、左 DK0+270~左 DK0+440、左 DK0+460~左 DK0+540、右 DK0+000~右 DK0+115、右 DK0+190~右 DK0+230、右 DK0+270~右 DK0+495 分布。层顶高程 19.76~30.05 m,层顶埋深 0.50~6.20 m。

(4)残积层(Q^d)

由花岗岩风化残积形成,按照其大于 2 mm 颗粒含量(%)可分为⑦₁砾质黏性土 1 个亚层。

⑦₁砾质黏性土:褐红、棕红、黄褐色,硬塑~坚硬,具中~高等压缩性,厚 0.0~15.2 m,在左 DK0+000~左 DK0+540、右 DK0+000~右 DK0+520 分布。层顶高程 10.59~28.85 m,层顶埋深 1.00~15.30 m。实测标准贯入击数为 11~42 击,平均 24.2 击,修正击数为 9.4~29.8 击,平均 19.1 击。

(5)燕山期花岗岩(γ₃)

褐灰、棕红、褐黄、肉红、褐红、浅灰色,中粗粒结构,块状构造,主要成分为石英、长石及暗色矿物。局部地段见辉绿岩墙(脉)分布。本次钻探揭露按风化程度可分为⑧₁全风化花岗岩、⑧₂强风化花岗岩、⑧₃中等风化花岗岩、⑧₄微风化花岗岩和⑩₄微风化辉绿岩 5 个亚层,分述如下:

⑧₁全风化花岗岩:岩体呈土状及土夹砂砾状,局部夹强风化岩碎块,最大揭示厚度 8.7 m,在左 DK0+000~左 DK0+520、右 DK0+000~右 DK0+495 分布。层顶高程 0.60~22.35 m,层顶埋深 8.00~22.50 m。实测标准贯入击数为 36~70 击,平均 47.2 击,修正击数为 30.0~49.0 击,平均 34.4 击。

⑧₂强风化花岗岩:岩体呈半岩半土状及土夹岩块状、碎块状,局部夹中等风化岩块,普遍分布。最大揭示厚度 8.5 m,层顶高程-2.34~29.68 m,层顶埋深 0.70~27.20 m。实测标准贯入击数为 64~89 击,平均 75.5 击,修正击数为 50.4~62.6 击,平均 54.1 击。

⑧₃中等风化花岗岩:岩体呈碎块状、块状、柱状,节理裂隙较发育~发育,普遍分布。最大揭示厚度 6.0 m,层顶高程-5.76~28.98 m,层顶埋深 1.00~32.30 m。根据室内试验结果,本场地中等风化花岗岩的饱和单轴抗压强度平均值为 29.4 MPa,为较软岩,破碎,岩体基本质量等级为 V 级。

⑧₄微风化花岗岩:岩体呈块状、巨块状,节理裂隙较发育,普遍分布。最大揭示厚度 20.6 m,层顶高程-7.46~28.56 m,层顶埋深 1.00~34.00 m。根据室内试验结果,本场地微风化花岗岩的饱和单轴抗压强度范围值为 42.9~104.1 MPa,标准值为 72.6 MPa,为坚硬岩,破碎,岩体基本质量等级为 IV 级。

⑩₄微风化辉绿岩:岩体呈块状、巨块状,节理裂隙较发育,普遍分布。仅在 MGZ3-SLS-61 (右 DK0+509.45 右 6.54 m)揭露。最大揭示厚度 5.70 m,层顶高程 10.79 m,层顶埋深 18.00 m。