

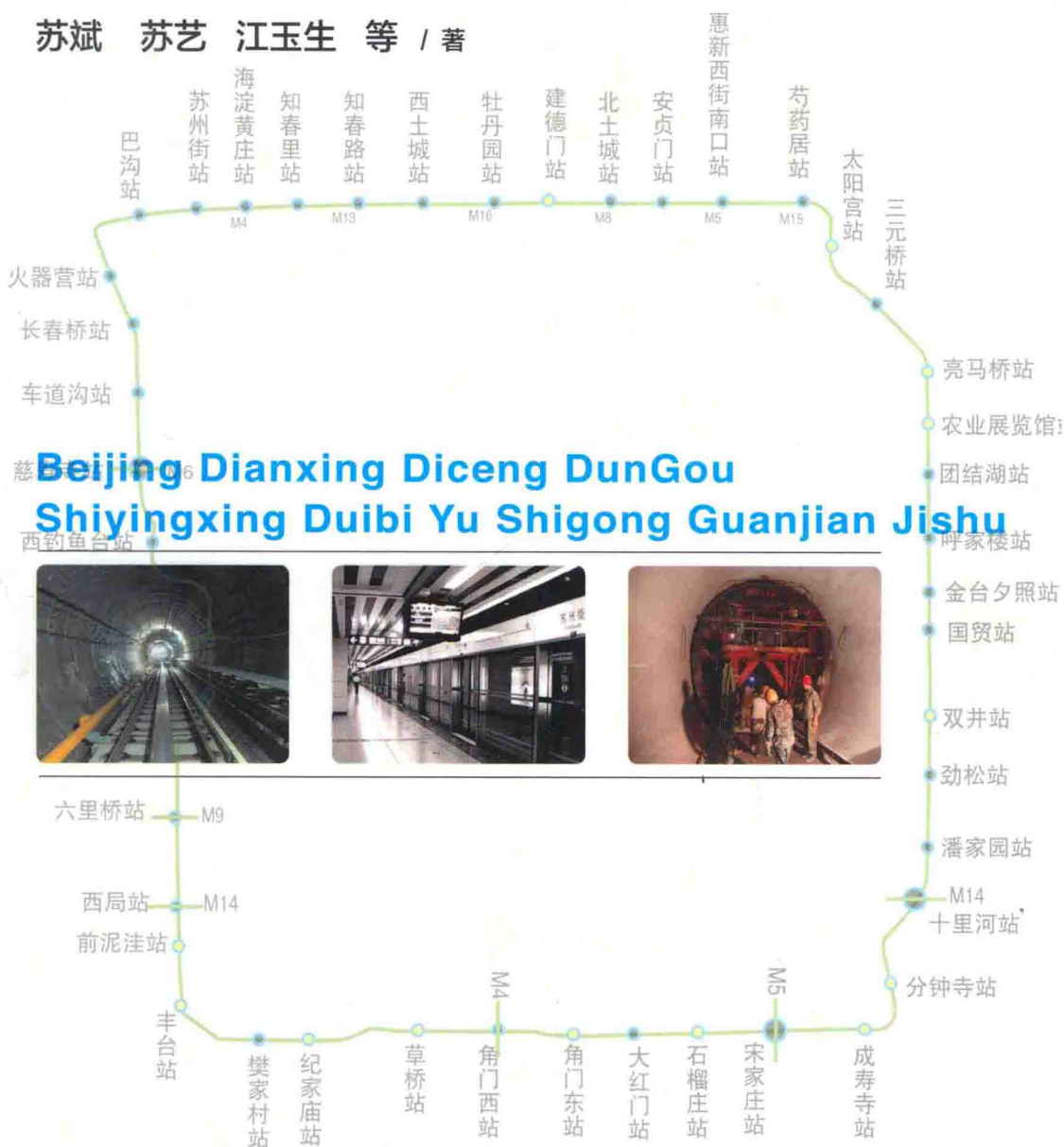


“十二五”国家重点图书出版规划项目

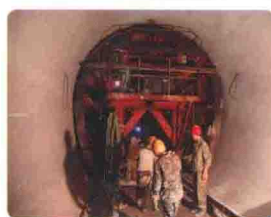
中国重大隧道及地下工程建设项目技术总结

北京典型地层盾构 适应性对比与施工关键技术

苏斌 苏艺 江玉生 等 / 著



Beijing Dianxing Diceng DunGou
Shiyingxing Duibi Yu Shigong Guanjian Jishu



人民交通出版社

China Communications Press



“十二五”国家重点图书出版规划项目
中国重大隧道及地下工程建设项目技术总结

北京典型地层盾构 适应性对比与施工关键技术

苏斌 苏艺 江玉生 等 / 著

Beijing Dianxing Diceng DunGou
Shiyingxing Duibi Yu Shigong Guanjian Jishu



人民交通出版社
China Communications Press

内 容 提 要

本书以北京地铁 10 号线土建工程为案例,系统介绍了典型地层盾构适应性对比及施工技术。全书共分为 7 章,包括北京地铁 10 号线工程概述,典型地层工程特性及其空间分布规律,典型地层盾构施工关键参数的预测、控制及适应性评价,典型地层盾构关键施工技术与风险控制、盾构壁后注浆控制技术与适应性研究,典型地层盾构施工土体改良技术和盾构始发与到达施工关键技术等内容。

本书可供从事隧道及地下工程的设计、施工人员,科研技术人员以及相关专业的高等院校师生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

北京典型地层盾构适应性对比与施工关键技术/苏斌等著. —北京:人民交通出版社,2013. 4

(中国重点隧道及地下工程建设项目技术总结)

ISBN 978-7-114-10445-9

I. ①北… II. ①苏… III. ①地层—盾构—适应性—对比研究—北京市②地下铁道—隧道施工—盾构法—北京市 IV. ①U455. 43②U231. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 045619 号

书 名: 北京典型地层盾构适应性对比与施工关键技术

著 作 者: 苏 斌 苏 艺 江玉生 等

责任编辑: 陈志敏 王 霞

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010)59757973

总 经 销: 人民交通出版社发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京盛通印刷股份有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 21.25

字 数: 544 千

版 次: 2013 年 4 月 第 1 版

印 次: 2013 年 4 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-10445-9

定 价: 108.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

北京典型地层盾构适应性对比与施工关键技术

序

北京地铁 10 号线二期位于北京城区平原地区,地貌类型为第四纪冲洪积平原地貌。全线总长度为 32.44km,共分 24 个区间,区间总长度 27.15km,其中盾构区间长度 22.34km,约占区间总长度的 82.3 %。盾构区间沿线穿越多种北京地区典型地层,如砂卵(砾)石、粉细砂、粉质黏土及黏土等及其多种形式的复合地层,砂卵石与砾岩复合地层等。沿线区间盾构法施工具有地层复杂多变性、风险工程多样性、盾构选型多元性、盾构施工控制性参数多变性、重大风险工程高难度以及对盾构施工要求特殊性等特点。全线盾构穿越特级风险 4 处,一级风险 12 处,二级风险 108 处,三级风险 124 处。

伴随北京地铁 10 号线二期工程建设过程先后开展了典型地层工程特性及其空间分布规律、盾构适应性评价及其关键施工参数的预测与控制、盾构穿越重大风险工程关键施工技术与风险控制、盾构壁后注浆控制技术与适应性、盾构始发与到达施工关键技术以及典型地层盾构施工土体改良技术等研究,作者根据一线盾构工程建设的技术资料,结合理论分析与工程实践对比,对上述研究内容进行了系统总结和提炼,获得了沿线典型地层磨蚀特性与空间分布规律、盾构刀盘开口率不小于 40%、北京地区砂卵(砾)石地层不能采用欠压推进等重要创新性结论,对今后北京地区乃至全国类似盾构工程具有重大参考价值和指导意义。本书对盾构法地下工程设计和施工具有非常重要的指导作用,我愿将此书推荐给大家,特别是盾构工程的建设管理人员、工程技术人员和大中专院校师生。



2013 年 3 月 7 日

前言

北京地铁 10 号线二期东南起自劲松站折返线,西北至巴沟终点,线路连接了城市东南部、西北部最为密集的居住地区,全长 32.44km,全部为地下线,共设车站 23 座,停车场 2 座,区间右线总长 27.15km,明挖区间 2.83km,矿山法区间 1.98km,盾构区间 22.34km。

北京地铁 10 号线二期位于北京城区平原地区,地貌类型为第四纪冲洪积平原地貌。第四纪以来由于受新构造运动的影响,山区不断抬升,平原区强烈下降,并接受了巨厚的河流沉积物。第四系沉积厚度由西向东逐渐增大。第四纪地层的岩相自西部山麓相向东部平原相逐渐变化。在西部的各大河流冲洪积扇顶部及上部以厚层砂土和卵、砾石地层为主;向东于城市中心区大部分范围内,地层过渡为粘性土、粉土与砂土、卵砾石互层,其间部分地区含有砾岩出入。基于地质成因,北京地铁 10 号线二期盾构区间沿线穿越多种北京地区典型地层,主要有粉质粘土、粉土、粘土、粉细砂、中粗砂、砂卵石、圆砾和砾岩等。

作为北京地铁 10 号线二期地下隧道修建的第一大工法,盾构工法一共涵盖 19 个区间,沿线与既有地铁 1、4、5 号线,在建中的 6、7、9 号线及规划中的 3、12 号线等相交,下穿京九铁路、京广铁路、京沪及京津城际高速铁路、国铁站场、约 10 万平方米的楼房及平房、多处河湖及重要桥梁等重大风险工程和许多重要地下管线以及北京地区目前出现的各种不同地层,特别是砂卵石⑤层、⑦层和砾岩层及其它们的复合地层,且当这些复合地层与地面重大环境风险工程组合时,对盾构施工关键技术和风险控制的要求尤其严格。复合地层特点明显,重大风险点多,城市环境条件特别复杂等是 10 号线二期工程盾构施工的显著特点。

在复杂多变的地质及环境条件下采用盾构法施工难度大,有许多关键技术需要突破。为此,在北京地铁 10 号线二期建设过程中,通过采用技术调研、理论分析、数值模拟、现场跟踪试验和归纳总结等手段,对北京地铁 10 号线盾构区间穿越典型地层的“工程特性及其空间分布规律”、“盾构适应性评价及其施工关键参数预测与控制”、“关键施工技术与风险控制”、“壁后注浆控制技术与适应性”、“盾构始发与到达施工关键技术”、“典型地层中土体改良技术”等进行深入研究,为北京地铁 10 号线二期土建工程安全、快速、高效、优质地完成发挥了重要的

作用。

本书以北京地铁 10 号线二期土建工程为实例,结合科学研究和工程实践,系统介绍了北京地铁典型地层盾构适应性研究及其施工过程关键技术,全书主体内容分为 7 章,理论与实践相结合,突出实用性的同时重视相关理论研究。北京地铁 10 号线二期各盾构参建单位提供了部分基础资料,特别是 7 标中铁六局和 17 标北京住总集团提供了他们发表的论文,申请的专利和获奖及工法等材料,中国地质大学(北京)杨宇友老师撰写了第 6 章——典型地层盾构土体改良技术的内容。在本书的编写过程中还参考了有关单位和学者的技术资料,并引用了其中部分内容、试验数据和图表,在此一并表示感谢。

本书由苏斌、苏艺、江玉生、江华、杨志勇、汪国锋、李潮、胡友刚、杨宇友著,其他参与本著作编写的还有:吴精义、武润利、刘玉波、孙希波、韩铁莲、郑向红、李军、李波、涂阳、张彦彬、通明、袁振国、姜少平、方克军、李丛林、张爱平、于力、黄金龙、冉隆波、李明智、戴玉超、周富宽、王峰、范丽萍、路刚、郭海、刘文亮、刘长剑、刘辉、丛恩伟、王鹏程、张玉华、敖岩、王全贤等。

鉴于作者水平及认识的局限性,书中难免有不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

2013 年 3 月于北京

作者简介



苏斌

(1966-)

博士、教授级高级工程师。北京市轨道交通建设管理有限公司副总经理。主持北京地铁4号线、5号线、10号线一期、二期和西郊线等建设工作。先后参加了济青高速公路、京九铁路、胶济复线铁路、广西黎钦铁路、粤海铁路、株六复线铁路、内昆铁路、秦沈客运专线铁路、洛湛铁路、渝怀铁路等国家重点工程的建设工作。曾任铁道部第三工程局第五工程处副总工程师，副处长，中铁三局四处董事长，中铁三局昆明指挥部任指挥长。2004年调北京市轨道交通建设管理公司，历任四号线项目处副总经理、五号线项目处总经理、十号线项目处总经理、第二项目管理中心总经理，轨道公司副总经理职务。发表有关桥梁、隧道建设管理等方面的学术论文三十余篇，其中多篇学术论文获奖，主持或参与多项重大科研课题和项目研究，并多次获国家级奖项。



苏艺

(1976-)

博士、高级工程师。北京市轨道交通建设管理有限公司第二项目管理中心副总经理、总工程师。主持北京地铁10号线（二期）和西郊线设计管理及施工技术管理工作。发表学术论文十余篇。



江玉生

(1964-)

中国矿业大学（北京）力学与建筑工程学院教授，博士生导师。长期从事隧道工程、岩石力学与工程地质方面的研究与开发工作，特别是隧道盾构/TBM开挖理论与应用技术、隧道围岩分级与稳定性分析、支护优化设计等方面的研发。发表专业论文40余篇，专利多项，获得省部级一等奖三项、二等奖两项、三等奖两项。现主要从事地铁、盾构与TBM隧道工程、煤矿斜井TBM施工等方面的研究和技术开发以及盾构施工过程风险监控与管理等。

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 北京地铁 10 号线二期盾构穿越地层的基本情况	1
1.2 北京地铁 10 号线二期典型盾构区间概况	14
1.3 北京地铁 10 号线二期盾构施工主要技术难题	36
第 2 章 典型地层工程特性及其空间分布规律	42
2.1 土砂复合地层工程特性及空间分布规律	42
2.2 砂卵石及其与砾岩复合地层工程特性及空间分布规律	43
2.3 盾构区间三维地质模型	64
2.4 基于盾构工法特点的地层组段划分技术	71
2.5 本章小结	88
第 3 章 典型地层盾构施工关键参数的预测、控制及适应性评价	91
3.1 典型地层盾构刀盘扭矩组成特征与控制范围	91
3.2 典型地层盾构推力的组成特征与控制范围	106
3.3 典型地层土压力计算模型与控制分析	115
3.4 典型地层盾构施工关键参数相关性分析	126
3.5 典型地层盾构掘进功效及地层适应性分析	141
3.6 典型地层盾构出土量预测与控制	144
3.7 本章小结	146
第 4 章 典型地层盾构关键施工技术与风险控制	148
4.1 典型地层盾构施工地层变形规律	148
4.2 典型地层变形控制影响因素分析	158
4.3 复杂地层条件下盾构穿越重大风险工程关键技术与风险控制	167
4.4 盾构下穿重大风险工程诱发事故分析	190
4.5 本章小结	207

第 5 章 盾构壁后注浆控制技术与适应性研究..... 209

5.1 概述 209

5.2 盾构壁后注浆的分类与定义 209

5.3 同步注浆的施工控制技术 210

5.4 二(多)次补浆控制技术 214

5.5 典型地层盾构同步注浆效果指标合理性评价 215

5.6 典型地层典型断面同步注浆适应性评价 223

5.7 本章小结 228

第 6 章 典型地层盾构土体改良技术..... 230

6.1 概述 230

6.2 改良剂与土体匹配关系研究 231

6.3 新型改良剂的研制 241

6.4 新型黄原胶泥浆土体改良的室内试验 244

6.5 土体改良现场试验 254

第 7 章 盾构始发与到达施工关键技术..... 259

7.1 基本概述 259

7.2 盾构始发技术与到达施工技术分类 260

7.3 盾构始发与到达端头加固范围的确定 262

7.4 典型地层端头加固方法选择 274

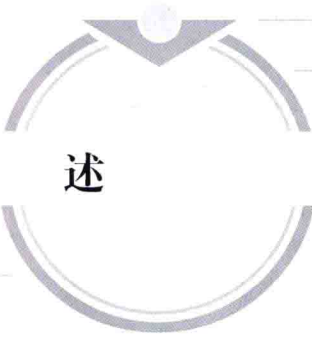
7.5 盾构始发与到达端头加固效果检测 282

7.6 典型地层盾构始发与到达关键技术 287

7.7 北京地铁 10 号线二期盾构始发与到达典型案例分析..... 303

7.8 本章小结 321

参考文献..... 323



第1章 概述

1.1 北京地铁 10 号线二期盾构穿越地层的基本情况

1.1.1 北京地区典型地层特点

(1)北京地区总体地层特征

任何地下工程的设计与施工都离不开“地层”这个研究与开发的对象,工程所处的地层条件是我们必须十分重视和进行深入研究工程对象之一。北京地铁工程建设实践充分证实了只有摸清工程所处的地层条件,才能科学、合理、有效和按计划完成地铁工程的建造,才能有效的将工期、质量及安全等要素控制在既定的目标内。

北京地区的地层,除缺少震旦系、上奥陶统、志留系、泥盆系、下石炭统、三叠系及上白垩统外,其他地层都有发育。第四纪以来由于受新构造运动的影响,山区不断抬升,平原区强烈下降,并接受了巨厚的河流沉积物。

北京地区处于平原与山区相连接的地带,地势和地下水位为西北部高(高程 70~90m)、东南部低(高程 30m 左右),城区位于平原地区的边缘,它的北部和西部靠山,东部和南部连接华北平原,是一个不完整的盆地,如图 1-1 所示。北京城区有五大河流(大清河、永定河、北运河、潮白河和蓟运河),从西北向东南汇流入海,如图 1-2 所示。由各河流所携带的堆积土石是北京平原的主要组成物质,因此第四系松散土层和砂卵石、砾石地层遍布全市,地下水也以不同形式埋藏其中,从而形成了北京地区特有的工程地质与水文地质特征。第四系冲洪积层河流相的砂、砂砾石、砂卵石以及黏土、粉土、黏质粉土和粉质黏土等黏性土互层而生,其地质沉积层的“相变”十分明显,彰显了北京地区土层条件的复杂性,给工程的建设带来了相当的困难^[1-4]。

北京地层总体特点是西北部颗粒粗、东南部颗粒细。一般而言,在西部的各大河流冲洪积扇顶部以厚层砂土和卵、砾石地层为主;向东于城市中心区大部分范围内,地层过渡为黏性土、粉土与砂土、卵砾石互层的多层状态;再向东北的东郊及北郊地区,则以厚层黏性土、粉土为主,表现出从上游到下游颗粒由粗到细的递变规律。东部砂卵(砾)石层中卵砾石颗粒较小(一般小于 100mm),西部及西北部砂卵(砾)石的颗粒相对较大,存在超大粒径的漂石,最大粒径可达 1500mm 以上,且各层层位、层厚分布不稳定,时厚、时薄、有时尖灭,也有呈透镜体夹层。

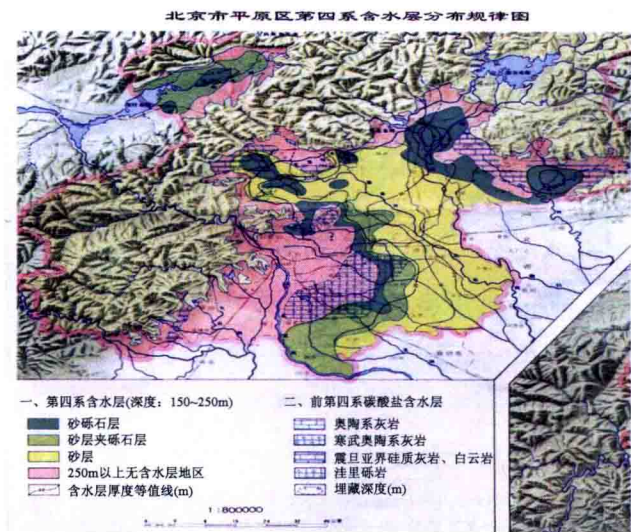
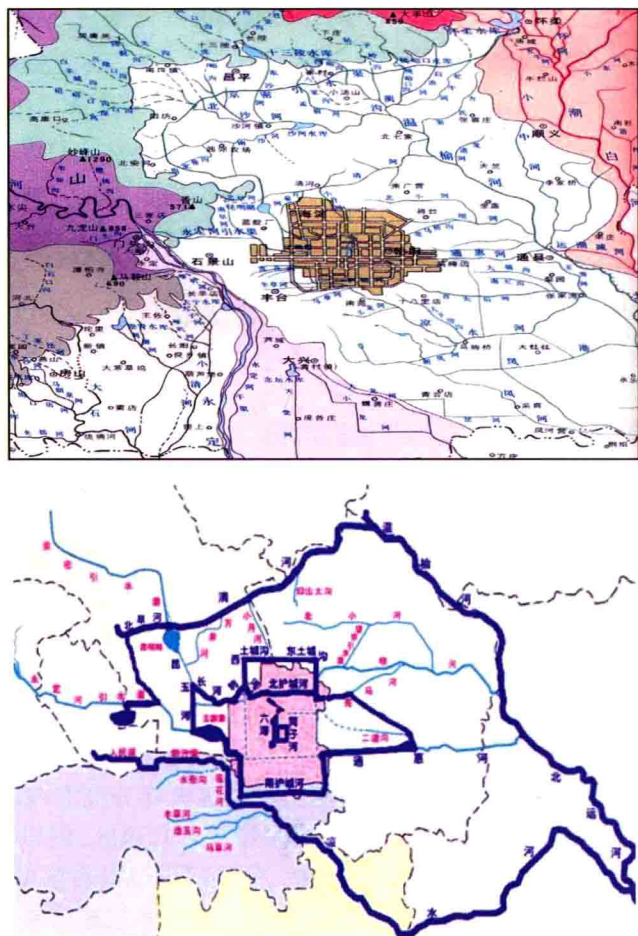


图 1-1 北京的地形与河系^[107]



(2) 北京地层分类及基本特征^[1]

通过调查和统计已施工工程地层条件,结合盾构施工特点,将北京地区主要土层的基本特征简述如下:

①黏土与粉质黏土:容易发生塑性变形和破坏。含水率大小对其物理特性(如坚硬、硬塑、可塑、软塑、流塑等)和力学状态(如强度、稳定性等)影响较大。一般情况下该土层稳定性较好。

②粉土:饱和粉土在振动荷载作用下容易产生液化现象,从而使地基和隧道围岩失稳。该土层在施工降水过程中,容易产生细颗粒流失形成空洞(尤其在与粗颗粒交界处),而且含水率大时稳定性较差。一般情况下粉土稳定性尚可。

③细砂、粉细砂:饱和状态下受震动荷载作用容易产生液化现象。含水率大时会产生流动,形成流沙,出现塌方,特别是粉细砂在施工过程中容易产生细颗粒流失形成空洞(尤其在相对隔水界面和粗颗粒交界面处)。干燥的粉细砂在外界扰动下容易形成干流沙而使隧道围岩失稳。

④中粗砂、粗砂:地层稳定性因含水状况不同而变化很大。

⑤卵石、圆砾(粒径小于100mm):一般来说,该地层稳定性较好,但级配单一的地层稳定性较差。基坑开挖观察,开挖深度在10m左右时,边坡坡率为1:0.3(大于73°)仍然属于安全边坡,试验采用人工掏挖边坡造成自然滑坡,滑动后的新边坡坡率也约为1:0.3。卵石、圆砾地层的破坏形式相对黏性土常为脆性破坏。

⑥含大粒径漂石的卵石、圆砾(粒径大于100mm):其工程特性与粒径小于100mm的卵石、圆砾地层相似,但由于地层中存在大粒径(600~1500mm)漂石,会对盾构施工造成严重的影响,故将其单列为一类。此类卵石常被中粗砂、粉土及粉质黏土充填,构成稳定的围岩结构。

⑦岩体:包括下伏土层,由砂卵石经过成岩作用而形成的第三系砾岩和西山一带以花岗岩、砂岩和灰岩为主的岩体。相对于土层,岩体的强度和硬度都比较大,隧道掘进困难。岩体遇水饱和后强度有所降低,但对其工程性质不会有太大影响。

就地层工程特性和考虑盾构施工特点,北京典型地层可归纳为以下三种:砂砾石/砂卵石/圆砾地层(包括岩石地层)、粉砂/细砂/中粗砂地层和粉土/黏土地层。在多数情况下,地下工程的修建,尤其是地铁工程的修建,均处于此三种典型地层或其混合地层中。

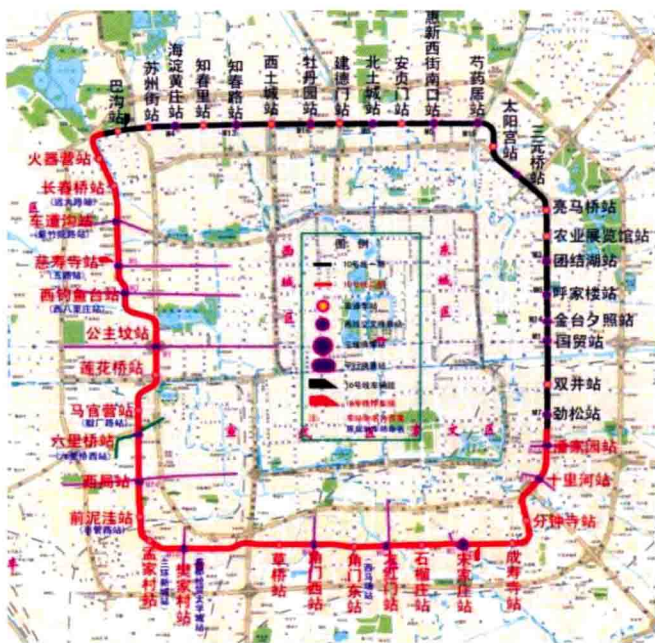
(3) 北京地区水文地质特征^[1,2]

北京平原地区地下水类型按地下水的赋存条件主要为基岩裂隙水和第四纪松散岩类孔隙水,第四纪松散岩类孔隙水又分为上层滞水、潜水和承压水。根据古河道和古河间地块可划分若干水文地质单元。古河道水文地质单元的特点是含水层岩性以圆砾、卵石为主,渗透性强,地下水位较低。地下水的形成以沿古河道方向的侧向补给、径流、排泄为主,总体径流方向为自永定河出山口呈辐射状分别向东北、东、东南等下游方向运动,在古河道范围内具有区域性统一的潜水面,局部受地下水开采或工程降水的影响,地下水位略有起伏变化。在河间地块水文地质单元的特点是含水层的岩性以粉细砂和粉土为主,渗透性较差。隔水层岩性为粉质黏土、黏土,含水层与隔水层基本呈互层状分布。除了地下水的侧向补给、径流和排泄以外,垂直方向运动较明显。

简言之,北京地区地下水赋存特点(准确地说是市区浅层30m以上)可概括为“三层水和

1.1.2 北京地铁 10 号线二期盾构区间穿越地层概况

北京地铁 10 号线二期工程与已运营的 10 号线一期工程共同构成的北京地铁 10 号线是北京轨道交通线网中的第二环线,如图 1-3 所示。具有连接中心城西北、东南方向的对角线功能,是线网中的骨架线路。

图 1-3 北京地铁 10 号线二期线路图^[109]

4

湖、约 10 万平方米的建筑物及重要桥梁等重大风险工程和许多重要地下管线,穿越北京地区目前出现的各种不同地层,特别是砂卵石⑤层、⑦层和砾岩层及其它们的复合地层,且当这些复合地层与地面重大环境风险工程组合时,对盾构施工关键技术和风险控制的要求尤其严格。重大风险点多,城市环境条件特别复杂是 10 号线二期工程盾构施工的显著特点。

(2)北京地铁 10 号线二期穿越地层概述

在建北京地铁 10 号线二期位于北京城区平原地区,地貌类型为第四纪冲洪积平原地貌。第四系沉积厚度由西向东逐渐增大,地层岩相自西部山麓相向东部平原相逐渐变化。西部以厚层砂土和卵、砾石地层为主,向东过渡为黏性土、粉土与砂土、卵砾石互层,其间部分地区会有砾岩出入。基于地质成因,10 号线二期盾构区间沿线穿越目前已经出现的所有北京地区典型地层,主要有黏土与粉质黏土、粉土、黏土、粉细砂、中粗砂、砂卵石、卵石、圆砾和砾岩等。上述各类地层是目前北京地铁工程建设的典型地质条件,在体现北京地区地铁建设所遇地层条件多样性的同时,也具有非常典型的代表性。

1.1.3 北京地铁 10 号线二期盾构区间基本情况

北京地铁 10 号线二期全线共 19 个盾构区间,分布在 10 个标段,依次为 01 标“潘家园站—十里河站”区间(以下简称“潘一十”)、02 标“十里河站—分钟寺站”区间(以下简称“十一分”)、02 标“分钟寺站—成寿寺站”区间(以下简称“分一成”)、05 标“石榴庄站—大红门站”区间(以下简称“石一大”)、05 标“大红门站—角门东站”区间(以下简称“大一角”)、07 标“角门东站—角门西站”区间(以下简称“角一角”)、07 标“角门西站—草桥站”区间(以下简称“角一草”)、08 标“草桥站—玉泉营站”区间(以下简称“草一玉”)、08 标“玉泉营站—樊家村站”区间(以下简称“玉一樊”)、08 标“樊家村站—丰台站”区间(以下简称“樊一丰”)、10 标“丰台站—前泥洼站”区间(以下简称“丰一前”)、“前泥洼站—西局站”区间(以下简称“前一西”)、11 标“西局站—六里桥站”区间(以下简称“西一六”)、11 标“六里桥站—莲花桥站”区间(以下简称“六一莲”)、12 标“公主坟站—西钓鱼台站”区间(以下简称“公一西”)、12 标“西钓鱼台站—慈寿寺站”区间(以下简称“西一慈”)、16 标“车道沟站—长春桥站”区间(以下简称“车一长”)、17 标“长春桥站—火器营站”区间(以下简称“长一火”)、17 标“火器营站—终点站”区间(以下简称“火一终”)。各盾构区间在 10 号线二期工程的平面位置参见图 1-3。

北京地铁十号线二期 19 个盾构区间共投入盾构设备 30 台,其中 08 标投入 6 台,02、12 标投入 4 台,05、10、11 标各投入 3 台,01、07、17 标各投入 2 台,16 标投入 1 台。截止至 2012 年 9 月,全线盾构区间均已贯通。各标段盾构区间概况见表 1-1。

北京地铁十号线二期盾构区间概况

表 1-1

序号	标段/区间	区间长度/管片环数	盾 构 厂 商	备 注
1	01 标潘一十	左线:870m/725 环	海瑞克	投入盾构两台,土压平衡式盾构,面板式刀盘
		右线:870m/725 环	海瑞克	
2	02 标十一分	左线:1610m/1342 环	奥村	投入盾构两台,土压平衡式盾构,辐条式刀盘
		右线:1610m/1342 环	石川岛	
3	02 标分一成	左线:823m/686 环	奥村	投入盾构两台,土压平衡式盾构,辐条式刀盘
		右线:823m/686 环	石川岛	



续上表

序号	标段/区间	区间长度/管片环数	盾 构 厂 商	备 注
4	05 标石一大	左线:1085m/904 环	日本小松	投入盾构 2 台,土压平衡式盾构,辐条面板式刀盘
		右线:1085m/904 环	日本小松	
5	05 标大一角	左线:893m/744 环	日本小松	投入盾构 1 台,土压平衡式盾构,辐条面板式刀盘
		右线:824m/687 环	日本小松	
6	07 标角一角	左线:1015m/846 环	日本小松	投入盾构 2 台,土压平衡式盾构,辐条式刀盘
		右线:1015m/846 环	日本小松	
7	07 标角一草	左线:1461m/1218 环	日本小松	
		右线:1461m/1218 环	日本小松	
8	08 标草一玉	左线:1332m/1110 环	日立	投入盾构 2 台,土压平衡式盾构,辐条面板式刀盘
		右线:1332m/1110 环	海瑞克	
9	08 标玉一樊	左线:958m/798 环	日本小松	投入盾构 2 台,土压平衡式盾构,辐条面板式刀盘
		右线:958m/798 环	日本小松	
10	08 标樊一丰	左线:844m/704 环	法马通	投入盾构 2 台,土压平衡式盾构,辐条面板式刀盘
		右线:829m/691 环	法马通	
11	10 标丰一前	左线:445m/371 环	石川岛	投入盾构 2 台,土压平衡式盾构,辐条式刀盘
		右线:440m/367 环	石川岛	
12	10 标前一西	左线:382m/318 环	石川岛	投入盾构 1 台,土压平衡式盾构,辐条式刀盘
13	11 标西一六	左线:1298m/1082 环	海瑞克	投入盾构 1 台,土压平衡式盾构,面板式刀盘
14	11 标六一莲	左线:2004m/1670 环	海瑞克	投入盾构两台,土压平衡式盾构,面板式刀盘
		右线:2004m/1670 环	海瑞克	
15	12 标公一西	左线:2204m/1837 环	海瑞克	投入盾构两台,土压平衡式盾构,辐条面板式刀盘
		右线:2204m/1837 环	海瑞克	
16	12 标西一慈	左线:1034m/862 环	海瑞克	投入盾构 2 台,土压平衡式盾构,辐条面板式刀盘
		右线:1032m/860 环	拉瓦特	
17	16 标车一长	左线:743m/619 环	日立	投入盾构 1 台,土压平衡式盾构,辐条式刀盘
		右线:750m/625 环	日立	
18	17 标长一火	左线:614m/512 环	日立	投入盾构 2 台,土压平衡式盾构,辐条式刀盘
		右线:614m/512 环	日立	
19	17 标火一终	左线:964m/803 环	日立	
		右线:940m/783 环	日立	

(1)01 标“潘一十”区间

“潘一十”区间线路从潘家园站出发,一路向南,侧穿华威桥及过街天桥后,折向西南,下穿弘燕路口、西燕北街路口后,抵达十里河站。

本区间左线、右线盾构分别于2011年7月6日、2011年10月11日始发,分别于2012年1月4日、2012年2月24日掘进完毕,工程实施见图1-4所示。

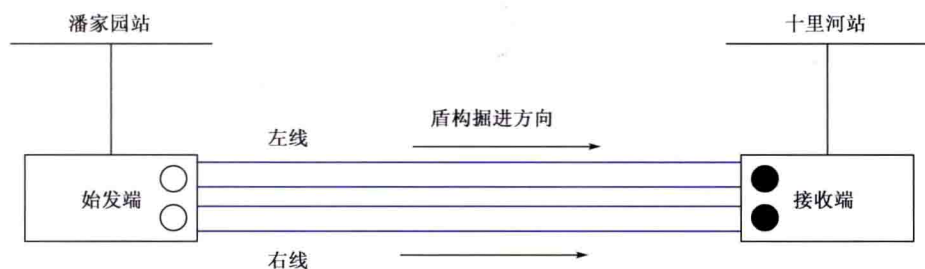


图 1-4 “潘—十”区间工程实施示意图

(2)02 标“十一分”区间

“十一分”区间线路从十里河站出发,沿东三环南行约730m后向西,拐入规划的龙爪树路,到达分钟寺站。

本区间右线、左线盾构分别于2011年7月27日、2011年8月23日始发,分别于2011年10月13日、2011年11月17日掘进完毕,工程实施见图1-5所示。

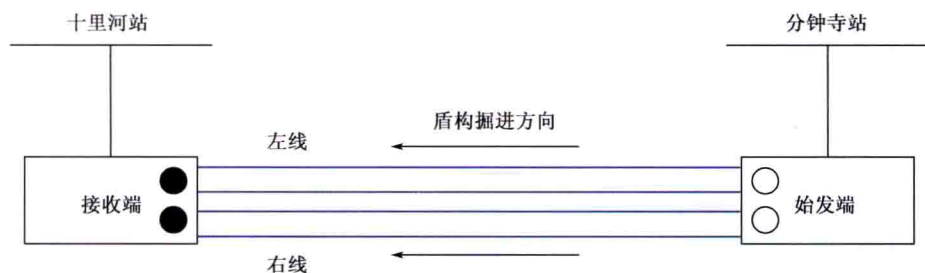


图 1-5 “十一分”区间工程实施示意图

(3)02 标“分—成”区间

“分—成”区间线路从小红门路东侧龙爪树宾馆出口处开始沿规划龙爪树路向南延伸,然后向西转向规划石榴庄路下,到达成寿寺路东侧的成寿寺站。

本区间左线、右线盾构分别于2010年11月14日、2010年10月15日始发,于2010年12月31日、2011年1月4日掘进完毕,工程实施见图1-6所示。

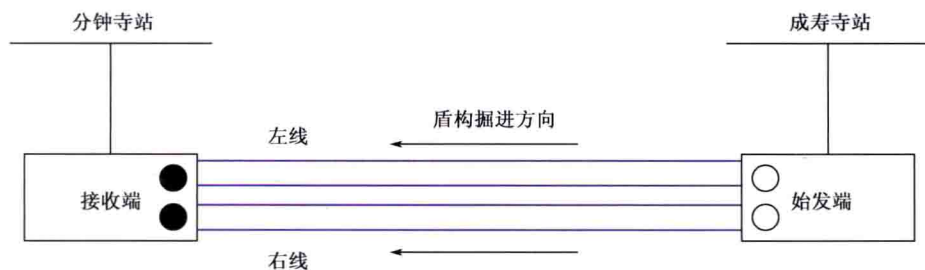


图 1-6 “分—成”区间工程实施示意图

(4)05 标“石—大”区间

“石—大”区间线路呈东西走向,主要在规划的石榴庄路下方敷设,与石榴庄路永中基本平

行。区间沿线要穿越凉水河、大红门路、永南路以及大量居民区。

本区间左线、右线盾构分别于 2010 年 9 月 16 日、2010 年 10 月 9 日始发,于 2011 年 1 月 18 日、2011 年 1 月 25 日先后到达,工程实施见图 1-7 所示。

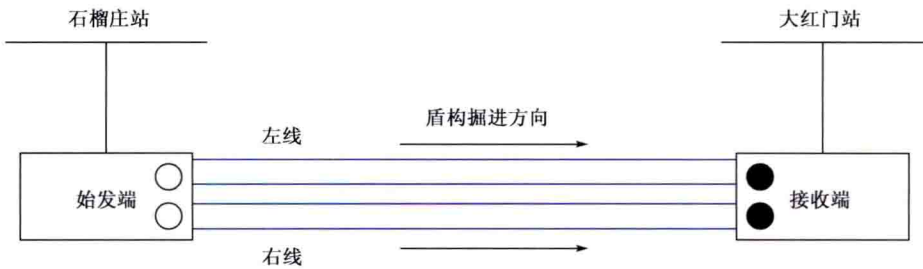


图 1-7 “石一大”区间工程实施示意图

(5)05 标“大一角”区间

“大一角”区间线路呈东西走向,主要在规划的石榴庄路下方敷设,与石榴庄路永中基本平行,线路横穿永南西辅路,石油东侧路以及沿线大量的居民区。

2011 年 3 月 20 日左线盾构在大红门站先行始发,6 月 20 日到达后设备转场后继续掘进右线,9 月 11 日开始进行右线盾构施工,至 11 月 5 日双线贯通,工程实施见图 1-8 所示。

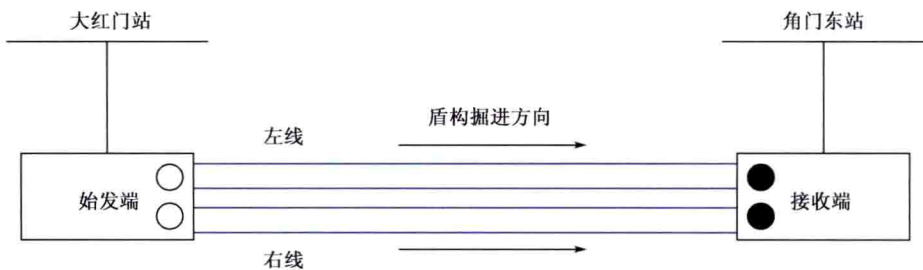


图 1-8 “大一角”区间工程实施示意图

(6)07 标“角一角”区间

“角一角”区间线路东起角门东站,西至角门西站,设 1 个联络通道,线路全长约 1040.5m,隧道底板埋深约 17.0~26.5m。

本区间左线、右线盾构分别于 2011 年 1 月 13 日、2011 年 1 月 28 日始发,先后于 2011 年 5 月 2 日、2011 年 5 月 10 日到达,工程实施见图 1-9。

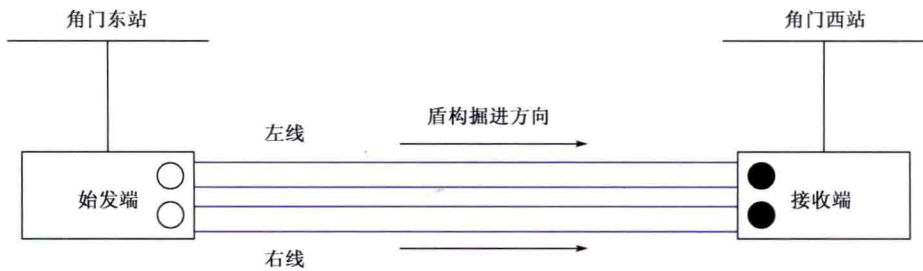


图 1-9 “角一角”区间工程实施示意图