

深圳地铁9号线工程技术 创新与实践

广州地铁设计研究院股份有限公司 主编



中国建筑工业出版社

深圳地铁 9 号线工程技术创新与实践

广州地铁设计研究院股份有限公司 主编



中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

深圳地铁9号线工程技术创新与实践 / 广州地铁设计研究院股份有限公司主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2018.7

ISBN 978-7-112-22404-3

I. ①深… II. ①广… III. ①地下铁路—铁路工程—施工技术—深圳 IV. ①U231

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第146818号

本书根据深圳城市轨道交通设计特点, 结合广州地铁设计研究院股份有限公司在深圳地铁9号线工程中的创新与实践经验而精心编写, 全书思路清晰, 理念先进, 内容全面, 对深圳城市轨道交通建设乃至全国城市轨道交通建设都具有指导和借鉴意义, 并对从事城市轨道交通建设的专业人员具有一定的参考价值。

责任编辑: 曾威 李春敏

责任校对: 王雪竹

深圳地铁9号线工程技术创新与实践

广州地铁设计研究院股份有限公司 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京海淀三里河路9号)

各地新华书店、建筑书店经销

北京点击世代文化传媒有限公司制版

北京缤索印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 22¼ 字数: 414千字

2019年5月第一版 2019年5月第一次印刷

定价: 280.00元

ISBN 978-7-112-22404-3

(32286)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

《深圳地铁9号线工程技术创新与实践》

编审委员会

主编单位：广州地铁设计研究院股份有限公司

审查委员会

主 审：杜彦良

副主审：许少辉 张中安 史海欧 王迪军 于德涌 赵维刚

审委会：毛宇丰 罗俊成 韩 瑶 翁德耀 何治新 谢国胜 陈晓丹

编辑委员会

主 编：丁先立 农兴中 邓剑荣 赵德刚

副主编：陈小林 张鸿才 湛维昭 王仲林 王亚平 成武发 胡自林
詹占岚 卓文海 项 宝 周 前

编委会：王 典 王 新 王艳红 甘世新 苏 蒙 朱志伟 刘 文
刘文武 刘成军 刘晓庆 刘敦兴 刘增华 孙元广 阴 燊
李凤麟 李 平 李 华 李林林 李恒一 李鲲鹏 吴 刚
吴 波 吴殿华 宋晓雪 何春媚 张文奇 张立杰 张远东
张继平 陈用伟 陈吉刚 林 斌 罗 旭 罗 坚 罗 慧
罗信伟 周 斌 侯世稳 管子卉 祝徐敏 姚伯坤 郭 莉
浦绍乾 黄先健 梁 笛 彭静萍 赖银森 鲍淑红 廖振宁
魏诗成 韦永美

编 辑：王 冉 欧飞奇 蔡冬云



随着我国城市化建设的发展，城市轨道交通逐渐成为大、中城市公共交通的主干线。城市轨道交通具有客运量大、快捷、安全、准时、低能耗、少污染等特点，是城市客流运输的大动脉，是解决“城市病”的一把金钥匙，是提高市民出行效率、节约时间、改善生活质量、实现“美好生活”的重要措施之一。

近十年来，我国城市轨道交通发展迅速，来自住房和城乡建设部的数据显示，截至2018年底，我国大陆地区（不含港澳台）共有35个城市开通城市轨道交通运营线路185条，运营线路总长度5761.4公里，在实施的建设规划线路总长7611公里（不含已开通运营线路）。进入“十三五”三年来，累计新增运营线路总长度为2143.4公里，年均新增运营线路长度714.5公里，规划、在建线路规模稳步增长。

深圳是我国改革开放后建立的第一个经济特区，是国家“一带一路”规划的15个海上合作战略支点城市之一，是粤港澳大湾区环湾东岸的重要核心。深圳市城市轨道交通9号线工程西起美丽的红树湾，东至古老的文锦渡，是连接原特区内居住区、就业区、商业区和休闲区的局域线，该工程联通上盖购物中心和海滨休闲广场，打破居住组团出行瓶颈，衔接枢纽、构建综合交通，与7号线组网成环缓解城市核心区高峰交通压力，对深圳地铁建设影响较大。设计人员秉承“建地铁就是建城市”的设计理念，攻坚克难，开拓创新，首创设计了高精度液体阻尼预制钢弹簧浮置板；创新设计了标准站统一设计布局等；首次提出了抛石填海地区地铁车站围护结构设计方法；创新了多维空间受限环境下地铁结构设计关键技术；创新设计了盾构区间预埋滑槽技术并制定了相关标准；发明了城市轨道交通线网全局多层次火灾联动控制系统及方法、弱电综合UPS电源系统；获得了多项国家、省、市优秀专利奖、设计奖，促进了城市轨道交通设计、施工和运营水平的发展，为行业做出了重要贡献。

2019年4月19日

广州地铁设计研究院股份有限公司是专业从事城市轨道交通设计的行业甲级设计研究院，一直坚持“设计科技地铁、人文地铁、环保地铁”的品质要求，秉承“美丽地铁、美好生活”的设计理念，坚持创新引领设计、质量铸就品牌，为广州及全国20多个城市输出轨道交通设计精品。

深圳市城市轨道交通9号线工程是我院承担的第一条轨道交通勘察设计总承包线路，线路西起美丽的红树湾，东至古老的文锦渡，整体呈“几”字形敷设，全长25.46km，设22座车站，一段一场，全为地下线，是连接原特区内居住区、就业区、商业区和休闲区的局域线，与7号线组网成环缓解城市核心区高峰交通压力。9号线工程于2009年9月开始开展设计工作，2016年10月建成通车试运营，以“现代之线”、“人文之线”、“宜居之线”展现在深圳市民之前，为深圳建设提速。

9号线穿越填海抛石区、建筑物密集的老城区、繁华的商业区，地下建（构）筑物密集，全线环境敏感点多，是深圳城市轨道交通建设史上最难的一条地铁线，设计团队不畏艰辛、攻坚克难、开拓创新，开展了一系列科研创新工作，将预埋滑槽技术、集中供冷技术、先隧后站技术、新型轨道技术、火灾联动控制技术及综合UPS技术等十多项新技术应用到该工程当中，保证了工程的先进性、安全性、耐久性和舒适性；设计团队还将绿色设计、人文设计、环保设计融入到地铁设计中，改善车站内部、车站出地面建筑及车辆基地的景观，提高地铁设计品质。

历时85个月的洗礼，铅华尽去，留下的是设计团队最真实的感想，最宝贵的经验积累，编辑成本书，以纪念那些峥嵘岁月！

序 前言

1 概述	1
1.1 总述	1
1.2 环境概况	2
1.2.1 人文环境	2
1.2.2 气候条件	3
1.2.3 水文地质条件	3
1.3 规划概况	4
1.3.1 城市规划	4
1.3.2 线网规划	6
1.3.3 建设规划	9
1.4 工程概况	10
2 工程特点及难点	14
2.1 工程特点	14
2.1.1 环境特点	14
2.1.2 线路特点	22
2.1.3 工程管理特点	27
2.2 工程难点	28
2.2.1 提高线路服务功能	28
2.2.2 提高工程实施及系统运营安全	28
2.2.3 提高设计品质	29
2.2.4 限额设计	29

3	设计思路及设计历程	30
3.1	设计思路	30
3.1.1	线路总体功能提升设计	30
3.1.2	工程实施安全性设计	31
3.1.3	结构耐久性设计	31
3.1.4	地铁品质提升设计	32
3.1.5	限额设计	33
3.2	设计历程	33
3.2.1	工程可行性研究	33
3.2.2	总体设计	34
3.2.3	初步设计	34
3.2.4	施工图设计	35
3.2.5	专题研究	35
3.3	重大技术方案演变	36
4	设计创新及关键技术研究	38
4.1	设计创新点	38
4.1.1	创新点一	38
4.1.2	创新点二	39
4.1.3	创新点三	39
4.1.4	创新点四	40
4.2	关键技术研究	41
4.2.1	标准站布局	41
4.2.2	换乘站方案	66
4.2.3	新型轨道技术	77
4.2.4	桩基托换系统	87
4.2.5	填海抛石基坑支护技术	93
4.2.6	盾构切割桩群技术	99
4.2.7	叠线隧道群洞效应研究	102

4.2.8	多维空间受限条件下工程技术研究	106
4.2.9	预埋滑槽技术	111
4.2.10	近海环境工程耐久性设计	115
4.2.11	系统安全性研究	118
4.2.12	节能技术	131
4.2.13	地面建筑艺术	139
4.2.14	车辆基地自然和谐设计	148
4.2.15	公共艺术设计	158
5	工程设计与实施	167
5.1	行车组织与管理	167
5.1.1	重难点及解决措施	167
5.1.2	主要设计方案	169
5.2	车辆与限界	173
5.2.1	概述	173
5.2.2	重难点及解决措施	175
5.2.3	主要设计方案	176
5.2.4	工程实施	178
5.3	线路	179
5.3.1	概述	179
5.3.2	重难点及解决措施	181
5.3.3	调线调坡	185
5.4	轨道	196
5.4.1	概述	196
5.4.2	重难点及解决措施	197
5.4.3	主要设计方案	199
5.4.4	优化实施	204
5.5	车站建筑	205
5.5.1	概述	205
5.5.2	出入口设计	206
5.5.3	车站设计方案	209

5.6	结构与防水	220
5.6.1	重难点及解决措施	220
5.6.2	主要设计方案	232
5.7	通风与空调系统	233
5.7.1	重难点及解决措施	233
5.7.2	主要设计方案	237
5.7.3	问题处理及对策	240
5.7.4	思考与建议	241
5.8	给排水与气体灭火系统	242
5.8.1	概述	242
5.8.2	重难点及解决措施	242
5.8.3	主要设计方案	245
5.8.4	问题处理及对策	247
5.8.5	思考与建议	248
5.9	动力配电及照明	249
5.9.1	概述	249
5.9.2	重难点及解决措施	249
5.9.3	主要设计方案	250
5.9.4	问题处理及对策	255
5.10	集中供冷系统	259
5.10.1	概述	259
5.10.2	重难点及解决措施	260
5.11	供电系统	262
5.11.1	概述	262
5.11.2	重难点及解决措施	262
5.11.3	主要设计方案	266
5.11.4	问题及处理对策	269
5.12	刚性接触网系统	270
5.12.1	概述	270
5.12.2	技术重难点及解决措施	271
5.12.3	主要设计方案	274
5.12.4	工程实施	278

5.13	通信系统	278
5.13.1	主要设计方案	278
5.13.2	技术方案创新和优化	279
5.13.3	问题处理及对策	290
5.14	信号系统	291
5.14.1	概述	291
5.14.2	主要设计方案	292
5.14.3	创新和优化设计	300
5.15	综合监控系统	303
5.15.1	重难点及解决措施	303
5.15.2	设计方案	304
5.16	火灾报警系统和环境与设备监控系统	307
5.16.1	重难点及解决措施	307
5.16.2	设计方案	309
5.16.3	设计优化	311
5.17	自动售检票系统	312
5.17.1	重难点及解决措施	312
5.17.2	设计方案	314
5.18	车辆段与综合基地	318
5.18.1	概述	318
5.18.2	重难点及解决措施	319
5.18.3	设计方案	327
5.19	控制中心	332
5.19.1	概述	332
5.19.2	设计方案	333
5.20	安防系统	335
5.20.1	概述	335
5.20.2	设计方案	336
5.20.3	重难点及解决措施	340
5.20.4	系统特点与创新	341
5.20.5	总结	344



6 教训与思考	345
6.1 关于地铁出地面建筑与周边环境融合设计的反思	345
6.2 关于冷却塔设计的反思	346
6.3 关于出入口设计标准的反思	347
6.4 关于盾构区间侵限问题的反思	347
6.5 关于地铁车站管线综合设计的反思	348
6.6 相关建议	349
6.6.1 建立统一的技术标准	349
6.6.2 政府相关部门尽早稳定设计依据	349
6.6.3 建立前期工程资料数据库	350
6.6.4 开展地铁出地面建筑艺术设计, 纳入初步设计要求中	350
6.6.5 推动 BIM 在地铁设计中的应用	350

1 概 述

1.1 总 述

深圳市城市轨道交通 9 号线工程位于广东省深圳市，线路西起南山区东部的红树湾南，经过福田区的北部，止于罗湖文锦路（图 1.1-1）。线路全长约为 25.46km，共设 22 座车站，一段一场，全部为地下线路，工程总投资 232 亿元。9 号线以现状覆盖为主，是中心城区内主要居住区与就业片区之间的局域线。

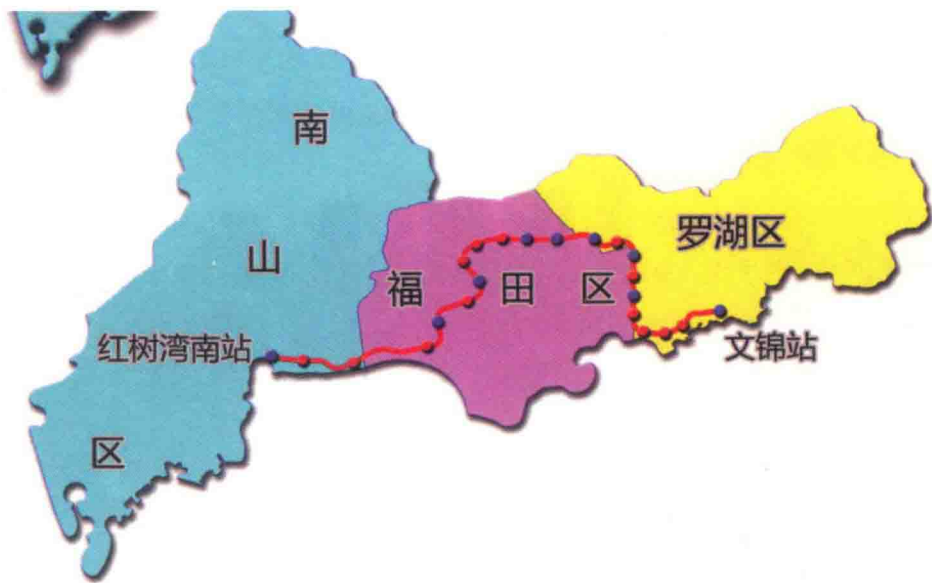


图 1.1-1 深圳市城市轨道交通 9 号线工程线路图

本线设计招标采用勘察设计总承包模式。2009 年 9 月通过招标确定广州地铁设计研究院有限公司（以下简称“广州地铁设计研究院”）为本线的勘察设计总承包单位，开展设计工作。2016 年 10 月 28 日建成通车试运营，设计历程历时 7 年零 1 个月。

1.2 环境概况

1.2.1 人文环境

自 1980 年 8 月 26 日全国人大常委会批准在深圳设置经济特区以来，深圳作为经济特区建市才走过 37 个年头，是一个年轻的城市。改革开放后，来自全国各地的大量移民涌入深圳，数据显示，截至 2010 年 5 月，深圳市总人口约 1446 万，而流动人口占总人口 82%，聚齐了全国 56 个民族，因此，深圳是个包容的、开放的城市（图 1.2-1）。



图 1.2-1 深圳城市风貌

深圳人均年龄 33.6 岁，正是精力充沛、朝气蓬勃的年纪，是充满创造力的年纪，而深圳的主要产业也正是高新技术产业，到 2015 年，高新技术产业增加值占工业增加值比重达到 75% 以上，自主创新和打造高端服务正是深圳的代名词。

深圳毗邻香港，与香港的经济和文化交流频繁，西方先进的管理经验和高端的服务标准都通过香港源源不断地向深圳输入，可以说深圳是学贯东西。

深圳地铁的建设同深圳这个新的城市一样，也是包容的、开放的，一方面在不断学习国内外先进设计和管理经验，另一方面也在不断创新，打造地铁的高端服务水平。

1.2.2 气候条件

深圳是我国南部海滨城市。地处广东省南部，毗邻香港，东临大亚湾和大鹏湾，与惠州相连，西至珠江口伶仃洋，与中山、珠海相望，南至深圳河，北与东莞、惠州接壤。

深圳市属亚热带海洋性季风气候，全年气候温和温暖，夏长冬短，雨量充沛，日照充足，干、湿分明，年平均气温为 22.0℃，年相对湿度 77%，霜冻机率很小。

深圳的主要气象灾害有台风、暴雨、洪涝等。台风是深圳发生多、危害大的灾害性天气，其影响时间为每年的 5 ~ 12 月，以 7 ~ 9 月为高峰期，台风季节年平均 82 天；历次台风登陆都带来强降雨或暴雨，引发洪涝或滑坡事故较多，对地铁的施工和运营也造成一定影响。

总体而言，深圳市气候条件较复杂，高温潮湿及海洋气候对工程耐久性设计提出高要求；台风和雨季对土建工程施工和运营影响大，在工程设计中都需充分考虑。

1.2.3 水文地质条件

线路沿线自西向东地质分三个区域，第 I 区域自红树湾南站至下沙站，主要为填海区及海边平原区，上覆地层为填海抛石挤淤地层，抛石层厚达 13m，下覆花岗岩残积层，基岩为燕山晚期粗粒花岗岩，基岩起伏明显。第 II 区自车公庙站至红岭南站，地貌主要为台地，局部邱林，上覆较厚冲 - 洪积砂层和黏土层，遇水极易软化崩解，下覆基岩主要为震旦系混合岩和燕山晚期花岗岩，地层受构造运动影响明显，地层破碎，结构错乱。第 III 区自鹿丹村站至文锦站，该区域地势平坦，上覆较厚冲 - 洪积砂层，基岩主要为侏罗纪变质岩，断层发育明显。深圳 9 号线沿线地质断层分布如图 1.2-2 所示。

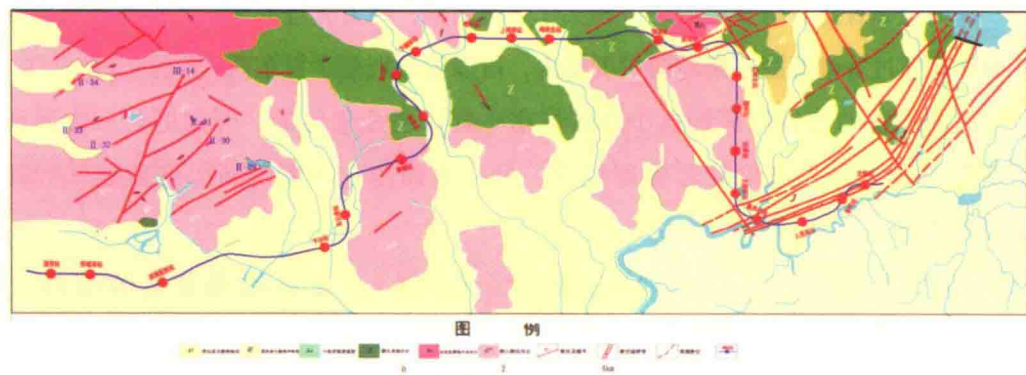


图 1.2-2 深圳 9 号线沿线地质断层分布图

勘察揭露沿线地下水稳定水位埋深 1.20 ~ 17.10m。地下水位的变化与地下水的赋存、补给及排泄关系密切，每年二月起随降雨量增加，水位开始逐渐上升，到六月至九月处于高水位时期（丰水期），九月以后随着降雨量减少，水位缓慢下降，到十二月至次年二月处于低水位期（枯水期）。地下水的补给主要源于大气降水补给，并在一定条件下接受海水和河水的侧向补给，水量充沛。

按照国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001) 相关规定，对 9 号线沿线地下水腐蚀性进行评价，结果如下：I 区线路沿线地下水对混凝土结构具微~中等腐蚀性，对钢筋混凝土结构中的钢筋在长期浸水的条件下具有微~弱腐蚀性，在干湿交替的条件下具微~强腐蚀性；II、III 区线路沿线地下水对混凝土结构具微~弱腐蚀性，对钢筋混凝土结构中的钢筋在长期浸水的条件下具微腐蚀性，在干湿交替的条件下具微~中腐蚀性。地下水的腐蚀性处理是本工程的重点问题之一。

1.3 规划概况

1.3.1 城市规划

深圳是中国改革开放建立的第一个经济特区，国务院定位为全国性经济中心和国际化城市。《珠江三角洲地区改革发展规划纲要（2008-2020 年）》从国家层面赋予深圳市国家综合配套改革试验区、全国经济中心城市、中国特色社会主义示范城市、国家创新型城市和国际化城市的战略地位（图 1.3-1）。

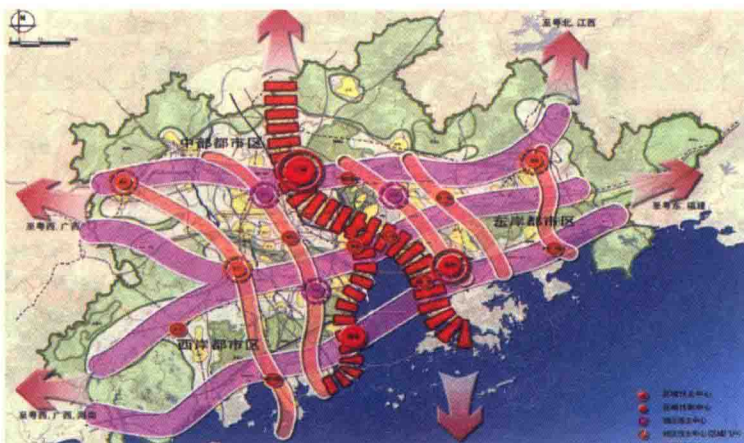


图 1.3-1 深圳市在珠三角城市群中的中心地位

2015年3月,国家公布《推动共建丝绸之路经济带和21世纪海上丝绸之路的愿景与行动》,深圳是国家“一带一路”规划的15个海上合作战略支点城市之一(图1.3-2),新的历史时期,深圳又被赋予了“四个全面”的使命,粤港澳大湾区纳入国家“一带一路”战略,2010年2月作为我国第四个国家级新区的前海深港现代服务业合作区成立,几大国家战略集于一身,为打造海上丝绸之路桥头堡提供了有力支撑。

深圳市城市空间发展所采取的策略为:“南北贯通、东拓西联”以及“中心强化、两翼伸展”(图1.3-3)。2010年8月,国务院正式批复了《深圳市城市总体规划(2010-2020)》,提出“以中心城区为核心,以西、中、东三条发展轴和南、北两条发展带为基本骨架,形成‘三轴两带多中心’的轴带组团结构”。

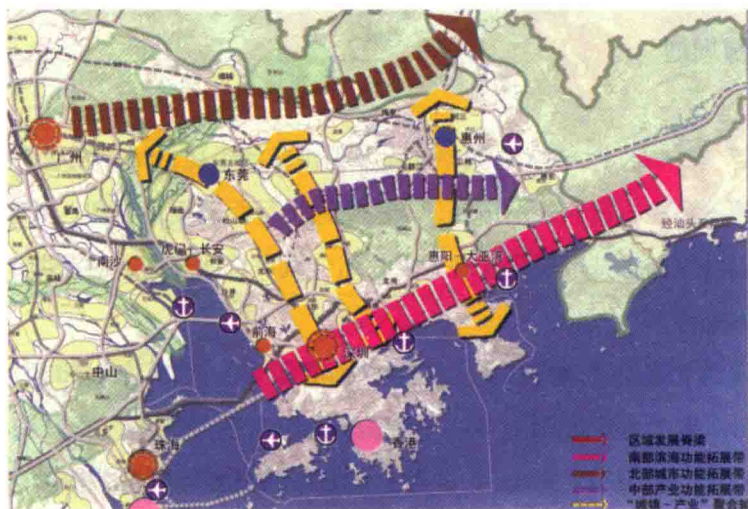


图 1.3-2 深圳市城市空间发展策略