



“十三五”国家重点图书出版规划项目  
中国隧道及地下工程修建关键技术研究书系

# 城市轨道交通快线 关键技术创新与应用

## ——深圳地铁11号线工程

THE KEY TECHNOLOGY INNOVATION AND APPLICATION OF  
URBAN RAIL TRANSIT EXPRESS LINE  
—— SHENZHEN METRO LINE 11 PROJECT

深圳市地铁集团有限公司 编  
中铁南方投资集团有限公司



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



“十三五”国家重点图书出版规划项目

中国隧道及地下工程修建关键技术研究书系

THE KEY TECHNOLOGY INNOVATION AND APPLICATION OF  
URBAN RAIL TRANSIT EXPRESS LINE  
— SHENZHEN METRO LINE 11 PROJECT

# 城市轨道交通快线 关键技术创新与应用

## ——深圳地铁11号线工程

深圳市地铁集团有限公司 编  
中铁南方投资集团有限公司



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

## 内 容 提 要

深圳地铁 11 号线是目前国内一次性建成线路最长、行车速度最快的地铁线路。本书编者全程参与了 11 号线的建设管理工作, 搜集和整理了建设过程中的新技术和创新应用。

本书分为工程概况、规划及设计创新、明(盖)挖车站及区间关键技术、高架车站及区间关键施工技术、矿山法隧道区间施工技术创新、盾构区间隧道施工技术、车站出入口通道施工关键技术、车辆段及停车场施工关键技术、车站机电安装及装修工程以及轨道工程施工技术等 10 章, 介绍了 11 号线建设过程中在规划设计、土建施工、机电安装、装饰装修以及轨道工程等方面采用的新技术、新工艺、新思路, 包括: 线路规划创新, 应对深圳复杂地层的盾构施工技术、物探技术, 深圳地铁首次采用外径 6980mm 非标准盾构、CP III 精密测量技术等。编者旨在通过本书将 11 号线建设过程中关键技术创新与应用进行总结和推广, 进一步推动地铁工程的健康、有序、高效发展。

本书可供地铁建设、设计、监理、施工、装备制造等单位的技术与管理人员参考, 也可以作为大专院校相关专业师生的参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通快线关键技术创新与应用: 深圳地铁 11 号线工程 / 深圳市地铁集团有限公司, 中铁南方投资集团有限公司编. — 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2018.7

ISBN 978-7-114-14657-2

I. ①城… II. ①深… ②中… III. ①城市轨道交通—铁路施工—施工技术 IV. ①U239.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 078313 号

书 名: 城市轨道交通快线关键技术创新与应用——深圳地铁 11 号线工程

著 者: 深圳市地铁集团有限公司 中铁南方投资集团有限公司

责任编辑: 刘彩云 李 梦

责任校对: 孙国靖

责任印制: 张 凯

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.ccpres.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: 北京印匠彩色印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 22.25

字 数: 517 千

版 次: 2018 年 7 月 第 1 版

印 次: 2018 年 7 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-14657-2

定 价: 128.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书, 由本公司负责调换)



## 本书编写委员会

主任：肖 民 陈湘生 付漳湖 温德智  
副主任：李全清 胡晖辉 张国亮  
委员：张中安 钱秀武 苑立武 孙 波 雷江松 黎忠文  
胡 鹰 彭 义 张 伟 伍生龙 王先高 吴蔚博  
王平豪 朱斌顺 陈 滨 周建军 赵雪峰 周 勇  
刘启峰 周明亮 王仕春 杨永刚 苟明中 刘学勤  
黄鑫琢 贾晓辉 徐世达 文仁学  
主 编：黄力平 赵 勇 龙宏德  
副主编：刘晓阳 刘 恒  
主 审：刘继强 罗 曼 潘晓明 刘锦辉

编写单位：深圳市地铁集团有限公司 中铁南方投资集团有限公司

# 前 言

## FOREWORD

深圳地铁 11 号线是深圳市城市轨道交通三期工程建设重大项目之一，线路全长 51.936km，是深圳市城市轨道交通三期项目中线路最长、投资规模最大的一条线路，也是深圳市首条建设运营速度达 120km/h 的机场快线。

11 号线作为快速城市轨道交通线路，承担深圳市中心区与西部滨海地区的快速联系功能，同时作为机场线，采用 8 节 A 型车编组（其中含 2 节商务车），承担深圳市中心区、次中心与深圳机场的快速联系功能，无缝对接高铁站、机场新航站楼，满足疏散机场旅客和提升深圳机场服务水平的需要，是一条运营服务水平较高的区域快线。

11 号线是轨道交通规划创新的又一次成功实践，首先在轨道网络方案中确定了 11 号线的功能定位和线站位方案，继而又在线路详细规划中进一步深化了线站位规划设计方案及沿线城市和交通的组织协调，通过枢纽详细设计锚固沿线重要节点，确保规划理念在实施中的落实，为国内城市轨道快线规划提供了有益的经验、方法和范式。

11 号线具有线路区间长、列车运行速度快、车站规模大等特点，列车在隧道内高速运行的空气动力形态引发一系列工程问题，对区间断面尺寸、车站主体结构、设备选型及安装等提出了新的要求，而国内暂无实例，国内地铁规范和标准尚未涵盖。基于此，设计单位针对运营速度目标值选择、列车编组和商务车编组运营管理、隧道断面等开展了多方面研究，亦为后期快速轨道线路建设提供好的实践经验。

此外，11 号线工程自 2012 年 6 月 28 日开工建设以来，深圳市政府相关部门、地铁公司、设计、监理及施工各方建设者以“建设安全舒适、绿色环保、科技领先、人文和谐的轨道交通线，全线争创鲁班奖”为总目标，经过四年的精心组织，于 2016 年 6 月 30 日顺利实现开通运营。四年来，参建各方精诚合作，从建设伊始即对全线建设总目标、工期总策划、设计与施工互动、施工组织设计以及安全、质量、进度、工期等诸多保障措施进行了全方位的顶层设计，为优质高效推进工程建设提供了有力保障。

11 号线施工过程中，广泛应用新技术和新工艺，大直径盾构国产化研制、关键盾构施工技术、围护结构防渗漏检测、中立柱定位、数码电子雷管爆破、盖挖逆作车站矮支架法施工等新技术达到国内领先；首次将高铁 CP III 高精测量技术引入深圳地铁工程，采用减振道床，极致降噪；率先应用 BIM 技术，通过构建各车站建筑结构、机电及综合管线三维模型，实现了碰撞检查、设计优化、施工模拟、现场漫游，大幅提高了工程实体质量

和建设效率。

11号线装修工程遵循“统一风格，一站一景”的设计理念，点、线、面、块有机组合，细节精美、整体大气。车站装修与城市人文历史有机融合，设置文化艺术墙，展示深圳地域文化、科技文化、沿海文化、岭南文化、建设文化。接触网系统引入弹性支持结构和膨胀节头，实现更好的弓网结合；信号系统采用基于AP天线等方式的无线通信技术，实现全线路的信号移动闭塞功能，确保11号线120km/h的运营速度。

各层级的创新及新技术的应用，把11号线建设成为安全舒适、绿色环保、科技领先、人文和谐的城市轨道交通线，工程质量优良，实现了轨道交通建设“深圳速度”到“深圳质量”的目标，为后期轨道交通快线建设提供了可供借鉴的经验，并助力深圳构建先进的轨道交通体系，为深圳加快建成现代化、国际化创新型城市做出了积极贡献！

编者

2018年6月

# 目 录

## CONTENTS

### 第1章 工程概况

第1节	工程简介	002
1.1	线路走向及项目建设意义	002
1.2	线路主要工程	005
1.3	项目所处环境	008
1.4	工程特点及重难点	010
第2节	工程技术应用情况	012
2.1	施工工法	012
2.2	技术创新概述	015
第3节	建设历程	017
3.1	建设规划	017
3.2	建设历程	017
3.3	政府专项验收	019

### 第2章 规划及设计创新

第1节	规划创新	022
1.1	规划流程	022
1.2	轨道快线特点	023
1.3	技术创新	024
1.4	轨道快线与城市空间有机融合	026
1.5	应用成效	031
第2节	车站、区间设计创新	032
2.1	高速长大区间隧道空气压力波设计	032
2.2	填海区复杂环境设计创新	036
2.3	长大区间非标盾构设计创新	046

2.4	车站区间设计创新成果	055
第3节	机场航站楼与轨道交通一体化设计创新	057
3.1	机场站概况	057
3.2	机场站换乘设计	057
3.3	项目建设主体和项目建设时序统筹	060
3.4	机场站换乘设计成效	061
第4节	车辆段、停车场设计创新	062
4.1	松岗车辆段	062
4.2	机场北停车场	069
第5节	长大区间机电设计特点	070
5.1	给排水及消防设计	070
5.2	长大区间用电设备电缆截面选择	071

### 第3章 明（盖）挖车站及区间关键技术

第1节	基坑钢支撑自动轴力补偿与监测技术	076
1.1	工程概述	076
1.2	自动轴力补偿系统概述	076
1.3	自动轴力补偿系统在前海湾站盖挖逆作体系中的应用	079
1.4	自动轴力补偿系统应用成效	080
第2节	基坑止水帷幕 ECR 渗漏检测技术	081
2.1	工程概况	081
2.2	ECR 技术检测原理及系统组成	082
2.3	防渗技术应用	083
2.4	应用成效	085
第3节	单侧悬臂液压大模板台车施工技术	086
3.1	侧墙施工方法分析及单侧悬臂液压大模板组成	086
3.2	模板台车组装工艺	087
3.3	模板台车施工注意事项	088
3.4	应用成效	088
第4节	十字型钢格构柱高精度定位技术	089
4.1	工程概述	089
4.2	技术应用难点分析	089
4.3	一柱一桩实时监测系统组成及工作原理	089
4.4	实时监测系统的主要特点	091
4.5	钢格构柱调垂	091
4.6	应用成效	093
第5节	大型枢纽车站盖挖逆作法施工技术	094

5.1	工程概况	094
5.2	总体施工组织	095
5.3	盖挖逆作法施工技术应用	095
5.4	应用成效	104
第6节	填海区深基坑与结构新型盖挖逆作法施工技术	105
6.1	工程概况	105
6.2	盖挖逆作段施工方案	106
6.3	填海区复杂地层关键施工技术	109
6.4	结构施工	111
6.5	应用成效	112
第7节	填海区域地下连续墙施工技术	113
7.1	工程概述	113
7.2	水文地质条件分析	114
7.3	围护结构施工难点	115
7.4	地下连续墙成槽辅助性技术措施	115
7.5	填海区复杂地质状况下的围护结构施工	118
7.6	控制测量、监测控制措施	118
7.7	应用成效	119
第8节	紧邻次高压燃气管数码电子雷管微振控制爆破施工技术	120
8.1	工程概况	120
8.2	技术应用特点	120
8.3	爆破试验	120
8.4	爆破方案	123
8.5	应用成效	124

## 第4章 高架车站及区间关键施工技术

第1节	海域段地铁高架桥梁施工技术	126
1.1	工程概况	126
1.2	跨海段高架施工技术应用	127
1.3	应用成效	131
第2节	高架区间吹填大砂被填海施工技术	133
2.1	工程简介	133
2.2	吹填大砂被填海的必要性	133
2.3	施工方法	134
2.4	应用成效	136
第3节	地铁高架桥挂篮法悬臂浇筑施工技术	137
3.1	工程概况	137

3.2	挂篮系统构造、施工原理及施工特点	137
3.3	挂篮施工技术应用	139
3.4	应用成效	140

## 第5章 矿山法隧道区间施工技术创新

第1节	矿山法区间超小净距下穿污水管(箱)涵施工技术	142
1.1	工程概况	142
1.2	施工方案比选	143
1.3	数值模拟分析	143
1.4	施工方案	148
1.5	方案实施及工艺控制	151
1.6	效益分析	153
1.7	应用成效	153
第2节	滨海滩涂区矿山法隧道防水施工技术	154
2.1	工程概况	154
2.2	施工情况	155
2.3	现场成效	157
2.4	应用成效	158
第3节	矿山法隧道数控爆破技术	159
3.1	工程概况	159
3.2	施工重难点	160
3.3	施工方案	161
3.4	应用成效	164
第4节	矿山法区间隧道大管棚超前支护施工技术	165
4.1	大管棚支护的工程应用	165
4.2	红后区间大断面矿山法隧道大管棚超前支护	165
4.3	沙后矿山法区间下穿街边涌箱涵段大管棚超前支护	169
4.4	前宝区间盾构下穿既有地铁5号线大管棚超前支护	172
4.5	大管棚超前支护法的适应性分析	176

## 第6章 盾构区间地质勘察及不良地质处理技术

第1节	车红区间孤石综合物探技术	178
1.1	工程概况	178
1.2	技术应用难点分析	178
1.3	地震勘探法技术应用	179
1.4	地震横波反射法探测技术应用	180

1.5	跨孔电阻率法探测技术应用	181
1.6	应用成效	181
第2节	孤石爆破效果及注浆效果的物探检验技术	182
2.1	工程概况	182
2.2	技术应用难点分析	182
2.3	技术应用	183
2.4	预裂爆破效果检验	183
2.5	注浆效果检验	188
2.6	应用成效	195
第3节	地面钻孔地下爆破预处理硬岩技术	196
3.1	工程概况	196
3.2	技术应用难点分析	197
3.3	技术应用	198
3.4	应用成效	200
第4节	区间地面空洞探测技术	201
4.1	工程概况	201
4.2	技术应用难点分析	201
4.3	技术应用	202
4.4	应用成效	205

## 第7章 盾构区间主要施工技术创新

第1节	浅覆土段上跨既有地铁1号线施工技术	208
1.1	工程概况	208
1.2	施工难点	209
1.3	关键技术	210
1.4	实施结果	214
1.5	应用成效	216
第2节	盾构区间上软下硬地层预处理施工技术	217
2.1	工程概况	217
2.2	施工过程	218
2.3	掘进施工控制	221
2.4	应用成效	223
第3节	大盾构小角度下穿既有运营线路施工技术	224
3.1	工程概况	224
3.2	施工难点	226
3.3	数值计算分析	227
3.4	关键技术	230

3.5	遇到的困难及处理措施	235
3.6	监测数据分析	243
3.7	应用成效	243
第4节	复合地层土压平衡盾构带压换刀施工技术	244
4.1	工程概况	244
4.2	带压换刀技术的前期基础研究	245
4.3	膨润土泥浆的配比试验及制备	246
4.4	应用效果	248
第5节	重叠段隧道液压台车支撑保护施工技术	249
5.1	工程概况	249
5.2	工法特点	250
5.3	施工技术应用	250
5.4	出入线盾构掘进施工前准备工作	251
5.5	台车拼装及配合出入线重叠段隧道掘进施工	253
5.6	应用成效	255

## 第8章 其他土建施工技术

第1节	车公庙枢纽大断面矩形顶管施工技术	258
1.1	工程概况	258
1.2	车公庙枢纽大断面矩形顶管机	258
1.3	大断面矩形顶管管节	259
1.4	大断面矩形顶管施工工艺	260
1.5	施工测量	263
1.6	应用成效	264
第2节	地下通道开挖上穿共线下卧地铁隧道保护技术	265
2.1	工程概况	265
2.2	技术应用难点分析	266
2.3	隧道监测方案及监测结果分析	267
2.4	卸载率、隧道水平位置与上浮量的关系	270
2.5	应用成效	270
第3节	车辆段停车场移动式灯笼架立柱模板支撑系统施工技术	271
3.1	工程概况	271
3.2	设计方案优化	271
3.3	整体式灯笼架应用	271
3.4	整体式灯笼架应用经济效益分析	272

**第9章 车站机电安装装修工程技术创新**

第1节	机电系统特点及创新	276
1.1	通风空调	276
1.2	给排水系统	277
1.3	动力照明	278
1.4	屏蔽门及安全门	281
1.5	气体灭火系统	283
1.6	综合监控系统	285
第2节	车站装修设计及特色	292
2.1	建筑装饰原则	292
2.2	建筑装饰要求	292
2.3	公共区装修创意	292
2.4	装修设计实践	293
2.5	导向、标识	294
第3节	公共艺术与地铁空间的对话	295
3.1	应用背景	295
3.2	功能性与光学媒介的对话	296
3.3	文化与空间的对话	297
3.4	在地元素与当代艺术的对话	298
3.5	文化的传播平台的对话	300
第4节	BIM 技术应用	301
4.1	BIM 技术应用工程概况	301
4.2	BIM 技术研究与应用	302
4.3	BIM 技术应用存在的问题与建议	304
4.4	应用效果	305
第5节	其他安装技术	306
5.1	综合支吊架技术	306
5.2	地铁车站的“裸装”	307
5.3	防静电地砖铺贴	308
5.4	阳极氧化铝板	309

**第10章 轨道施工技术创新**

第1节	减振垫浮置板施工技术	312
1.1	工程概况	312
1.2	主要施工工艺	313
1.3	技术创新	315

第2节	橡胶弹簧浮置板道床施工技术	316
2.1	工程概况	316
2.2	主要施工工艺	316
2.3	技术创新	318
第3节	钢轨吸振器及道床吸声板施工技术	320
3.1	工程概况	320
3.2	钢轨吸振器	320
3.3	道床吸声板	321
3.4	实施效果	322
第4节	新型地铁道岔施工技术	323
4.1	工程概况	323
4.2	主要施工工艺	323
4.3	技术创新	325
第5节	钢筋桁架双块式轨枕施工技术	327
5.1	工程概况	327
5.2	主要施工工艺	327
5.3	技术创新	329
第6节	地铁CPIII精密测量技术	330
6.1	工程概况	330
6.2	轨道基础控制网的布设	330
6.3	轨道基础控制网平面测量	333
6.4	轨道基础控制网高程测量	334
6.5	技术创新	334
	结束语	336
	参考文献	338
	编写人员名单	340
	特别鸣谢	342



## 第1章

# 工程概况

# 第 1 节 工程简介

## 1.1 线路走向及项目建设意义

### 1.1.1 线路走向

深圳地铁 11 号线是深圳市城市轨道交通三期项目中线路最长、投资规模最大的一条线路，也是深圳市首条运营速度达 120km/h 的机场快线。

11 号线全长 51.936km，起于福田中心枢纽，经深南大道、海德三道，下穿平南铁路，在机场与规划的机场综合服务区预留轨道通道，实现无缝对接后进入 T3 航站楼的机场站，出机场站后沿宝安大道北行，经新和大道、沙江路、朗碧路，最终到达终点站碧头站。线路示意图如图 1.1-1 所示。



图 1.1-1 深圳地铁 11 号线线路示意图

### 1.1.2 项目建设意义

11 号线处于深圳中心区发展带和城市西部空间拓展轴上，是与穗莞深城际线一起贯穿珠江东岸的港—深—莞—穗都市发展带的重要联系通道。随着国民经济的快速发展，11 号线将使深圳市与珠三角各城市的联系越来越紧密。11 号线的建设，通过与穗莞深城际线接驳，将有力地推动珠江东岸发展轴及其重点地区的发展建设，促进珠三角发展脊梁的形成，进一步推动珠三角区域的合作与发展，巩固并提升深圳在珠三角城市群的中心地位。珠三角城镇发展布局示意图如图 1.1-2 所示。



图 1.1-2 珠三角城镇发展布局示意图

同时，11 号线位于西部发展轴上，线路串联了福田、南山、宝安等中心区，与机场、福永、沙井、松岗等片区相连，与深圳市城市空间发展“南北贯通、东拓西联”以及“中心强化、两翼伸展”策略一致，适应中心区内外一体化发展的需要。深圳市城市空间发展策略示意图如图 1.1-3 所示。

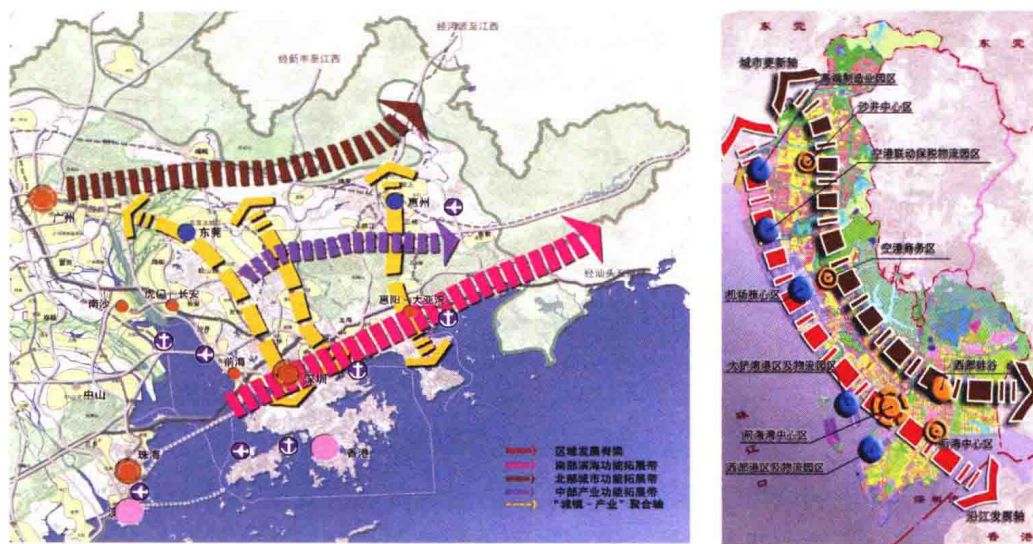


图 1.1-3 深圳市城市空间发展策略示意图

此外，11 号线作为深圳机场快线，线路穿越机场航站楼，并设站于新航站楼下，与