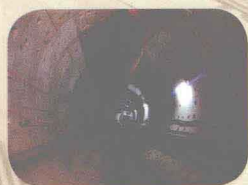




“十二五”国家重点图书出版规划项目
复合地层盾构工程技术系列丛书

丛书主编 竺维彬 鞠世健
丛书主审 史海欧

广州地铁二/八号线拆解段 盾构隧道工程施工技术研究



主 编 钟长平 孔少波 杨木桂
副主编 叶建兴 郭永顺 罗淑仪

EXTENSION OF METRO LINES 2/8



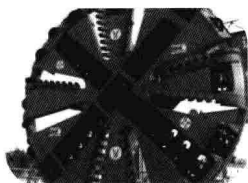
人民交通出版社
China Communications Press



“十二五”国家重点图书出版规划项目
复合地层盾构工程技术系列丛书

丛书主编 竺维彬 鞠世健
丛书主审 史海欧

广州地铁二 / 八号线拆解段 盾构隧道工程施工技术研究



主 编 钟长平 孔少波 杨木桂
副主编 叶建兴 郭永顺 罗淑仪

EXTENSION OF METRO LINES 2/8



人民交通出版社
China Communications Press

内 容 提 要

本书对广州地铁二/八号线拆解段隧道盾构施工进行了全面的技术总结。广州地铁二/八号线拆解工程共7个盾构施工标段,采用13台盾构机施工,本书详尽记录了每个标段的工程概况、施工环境、盾构机选型和适应性评价、盾构施工技术、施工过程中安全和质量控制,真实再现施工现场,资料翔实、数据丰富,对类似工程有借鉴和指导作用。

本书可供盾构施工、工程管理及教学、科研等相关人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

广州地铁二/八号线拆解段盾构隧道工程施工技术研究/钟长平等主编. —北京:人民交通出版社,2011.6

ISBN 978-7-114-08847-6

I. ①广… II. ①钟… III. ①地下铁道—铁路工程:隧道工程—盾构(隧道)—工程施工—施工技术—广州市 IV. ①U231

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 002049 号

书 名: 广州地铁二/八号线拆解段盾构隧道工程施工技术研究

著 者: 钟长平 孔少波 杨木桂

责任编辑: 刘彩云

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)59757969, 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: 20

字 数: 450 千

版 次: 2011年6月 第1版

印 次: 2011年6月 第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-08847-6

定 价: 80.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)



前言 Foreword

广州地铁自 1994 年一号线采用盾构法施工隧道开始,至今已先后投入了 124 台次盾构机,完成了 200 余公里的地铁盾构隧道,分布于已投入运营的广州地铁一号线、二号线、三号线、四号线、五号线及将于 2010 年亚运会之前开通运营的三号线北延段、二/八号线拆解段和广州—佛山线中。本书编者和笔者本人参与盾构施工十几年,既享受过其中的精彩,也咀嚼过当中的苦涩,有好多值得回味的东西。正是基于此,我们提出了一个目标和任务,“一项盾构工程结束之时,就是技术总结完成之日”。

至今,我们先后出版了《复合地层中的盾构施工技术》、《广州地铁三号线盾构隧道工程施工技术研究》、《盾构施工监理指南》、《地铁盾构施工风险源及典型事故的研究》等著作,详细地记录了我们这些年来在工作历程。随着工程的陆续结束,近期将出版《广州地铁二/八号线拆解段盾构施工技术》、《广州地铁三号线北延段盾构施工技术》和《广佛线盾构施工技术》,形成“复合地层盾构施工技术系列丛书”。这项工作,随着新线工程的开展还将持续下去。

在广州(也包括深圳、东莞等广东其他地区)的复合地层中施工,之所以总有新的话题或研究内容,主要源于以下三方面的原因:

1. 地质环境的复杂性

在我国华南地区,从前寒武系至第四系跨越了几十亿年时空的所有地质时代的地层,在广州地区的盾构施工中都遇到了;地球上的三大类岩石(岩浆岩、沉积岩和变质岩)在已完成的盾构隧道中都曾掘进过;盾构机在断层、褶皱、裂隙等各种地质构造以及各种类型、各种渗透系数的地下水中穿行过。问题还不止于此,它的复杂性尤其表现在地层组合的多样性:时而沉积岩,时而岩浆岩;时而第四系淤泥,时而古老的片麻岩;时而软,时而硬;时而溶洞,时而花岗岩球状风化体,等等。

2. 盾构机的适应性困难

我们头痛的是找不到一种万能盾构机完全适应千变万化的地质环境,特别是对于那些复合地层中的深(隧道埋深)、大(隧道直径)、长(隧道线路)盾构隧道,还没有哪种盾构机是没有缺陷的。因此,除了要求对盾构机的精心设计和制造之外,还要配合恰如其分的辅助工法,



比如添加剂的使用等。

3. 施工技术和施工管理的非程式特征

宏观地讲,盾构施工是一种先进的、控制参数可计算的施工方法,但是认真起来,又不完全是那么回事。比如,广州地铁三号线北延段的〈3-2〉砂层的颗分值与二/八号线〈3-2〉砂层的颗分值是不一样的,地层组合的变化无法用一个确切的数字反映出来,等等。因此,单纯的计算是不够的,模糊经验有时更重要。

正因为如此,本书的特点是尽可能具体地记录工程的地质情况、盾构机、施工参数的实际值,以便读者能真实地了解发生了什么,如何发生以及怎样解决的,特别要说明的是,在书中不厌其烦地描述了每一个工点详细的地层和岩土特征,就是要说明都是端头加固但为什么方法不同,都是同样的盾构机为什么施工进度就是不同……,因为盾构施工的环境发生了微细的变化。

本书资料是我们在深入一线过程中一点点搜集起来的,在这个过程中,得到了施工单位和业主的大力支持和帮助,因此本书的出版是工程参与各方辛勤工作和智慧的结晶。

全书共分八章,其中第二、三、四、五、六、七、八章分别对应施工1、2、3、4、5、6、7标。

祝大家在下一个工程中取得更好的成绩。

竺维彬 鞠世健 史海欧

2011年5月19日

复合地层盾构工程技术系列丛书

编审委员会

丛书主编:竺维彬 鞠世健

丛书主审:史海欧

本书编委会

主 编:钟长平 孔少波 杨木桂

副 主 编:叶建兴 郭永顺 罗淑仪

编 委:林志元 廖鸿雁 赵国旭 朱育宏 米晋生

王 晖 黄威然 黄良海 郑 石 张国军

吕征舟 王安礼 钟少洪 梁怡星 张 荣

刘 坤

主要参编单位:广州地铁设计研究院有限公司 盾构技术研究所

广州轨道交通建设监理有限公司

广州市地下铁道总公司 建设事业总部

丛书作者简介

■ 竺维彬

丛书主编

教授级高级工程师,广州地铁总公司副总经理,建设事业总部总经理。主要专著:《复合地层中的盾构施工技术》,《广州地铁三号线盾构隧道工程施工技术研究》,《盾构施工监理指南》,《地铁盾构施工风险源及典型事故的研究》



■ 鞠世健

丛书主编

高级工程师,广州地铁设计院有限公司盾构技术研究所、广州轨道交通建设监理有限公司顾问



■ 史海欧

丛书主审

教授级高级工程师,广州地铁设计研究院有限公司总工程师,广州地铁设计研究院有限公司盾构技术研究所所长,广东省土木建筑学会地下工程专业委员会主任



本书著者简介

■ 钟长平 本书主编

高级工程师,广州轨道交通建设监理有限公司副总经理,建设部注册监理工程师,本项目总监。主要著作:《广州地铁三号线盾构隧道工程施工技术研究》,《盾构施工监理指南》



■ 孔少波 本书主编

高级工程师,广州地铁总公司建设事业总部副总经理,二/八号线建设业主负责人



■ 杨木桂 本书主编

高级工程师,建设部注册监理工程师,项目总监



■ 叶建兴 本书副主编

高级工程师,广州轨道交通建设监理有限公司董事长



■ 郭永顺 本书副主编

工程师,广州地铁建设事业总部二/八号线盾构标段项目部经理



■ 罗淑仪 本书副主编

工程师,广州轨道交通建设监理有限公司总工程师室技术主管



序 Preface

中国工程院院士 施仲衡 ▶



欣闻广州地铁为迎亚运,在三个月的时间内将在原开通线路的基础上相继开通四号线北延段、三号线北延线、二/八号线拆解段、二号线北延线和广佛线首通段等六条线累计共 236 公里的惊世之举时,陆续收到广州地铁同仁们对其中的三号线北延段、二/八号线拆解工程和广佛线盾构工程的研究成果初稿,令我们这些早期指导过广州地铁建设的老一辈专家感动。广州地铁在地质环境非常复杂的条件下,顺利地实现了既定的地铁建设目标,说明他们在盾构工程技术和管上已走上成熟的道路,他们踏踏实实的科学精神值得学习和推广。

广州地铁经过十几年的积累和沉淀,培养了一批人才,并以老带新,不断壮大。在出版《复合地层中的盾构施工技术》、《盾构施工监理指南》、《广州地铁三号线盾构隧道工程施工技术研究》和《地铁盾构施工风险源及典型事故的研究》几本专著的基础上,建设一条线,总结一条线,提升一条线,坚持不懈、持之以恒地使他们总结出来的盾构施工理论(“地质是基础,盾构机是关键,人是根本”)经过在新线建设中的应用和创新,更加完善和充实。

本书是作者编著“复合地层盾构施工技术丛书”的组成部分,通读全书,反映出以下几个特点及创新点:

(1) 进一步强调了地质状况在盾构施工中的基础性作用,在每一个施工案例中都首先详细地介绍了地质环境特征;

(2) 反映了特殊地质条件下的盾构施工技术创新,如花岗岩球状风化体的爆破清除技术(已获专利)、盾构穿越岩溶地区的施工及岩溶处理方法,等等。

(3) 介绍了盾构机到达和始发新技术的应用,包括:

- ① 工作井端头围护结构采用玻璃纤维混凝土或合成纤维块材混凝土,盾构机直接破除法;
- ② 预制盾构机始发箱体,回填土后,模拟原状土环境的始发技术;
- ③ 采用套筒法接收盾构机到达技术。

(4) 介绍了开挖面不稳定条件下盾构机维修换刀技术的创新,如:

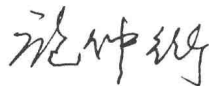
- ① 土压平衡盾构机先制泥膜、后气压作业方法;

②密封舱回填注浆开舱换刀方法。

(5)介绍了特殊地层掘进盾构纠偏技术的应用。

(6)本工程建设中基本稳定了在十分复杂的复合地层中盾构机的“类型”和“模式”选择;刀盘形式及其开口率、刀具类型及其组合的选择已形成一项成熟的技术;盾构机的超前钻机、盾壳预留径向孔等建议已被制造商普遍采纳。

广州地铁自20世纪90年代使用盾构工法以来,为在全国推广和使用该工法作出了特殊贡献,本书的出版进一步丰富了他们复合地层盾构施工系列丛书的内容,也为广大科技人员提供了可贵的参考资料和类似工程经验,在此,深表祝贺,并祝不断进步!



2011年4月18日

目 录

第一章 工程概况和施工环境	3
第一节 线路和盾构区间	3
一、线路情况	3
二、各施工标段工程情况统计	6
第二节 工程地质和水文地质环境	8
一、地层与岩性	8
二、岩土工程地质特征	12
三、水文地质	19
四、地质风险分析	19
第三节 盾构机主要参数	22
第二章 江泰路站—南洲站区间盾构施工技术	29
第一节 工程概况	29
一、线路和限界	29
二、主要技术指标	29
三、建设工期	29
四、工程投资	30
第二节 施工环境	30
一、地层及构造	30
二、建筑物、构筑物 and 地下管线	33
第三节 盾构机	33
一、盾构机选型	33
二、盾构机的适应性评价	35
第四节 盾构施工主要技术	36
一、始发井可回收锚索施工技术	36
二、盾构左线过东晓南路站先隧后站施工技术	38
三、小间距施工技术	44
四、盾构机掘进先到达吊出井后开挖施工技术	46

五、盾构掘进过建筑物施工技术·····	47
六、端头加固与始发到达效果·····	54
第五节 施工安全质量·····	59
一、2号联络通道初期支护施工时漏水及涌沙事故分析·····	59
二、右线隧道812/813环环缝错台原因分析·····	61
第三章 洛溪站—南洲站区间盾构施工技术·····	65
第一节 工程概况·····	65
一、线路和限界·····	65
二、主要技术指标·····	65
三、建设工期·····	66
四、工程投资·····	66
第二节 施工环境·····	67
一、工程地质·····	67
二、水文地质条件·····	69
三、建筑物、构筑物和地下管线·····	70
第三节 盾构机·····	70
一、盾构机选型·····	70
二、盾构机的适应性评价·····	74
第四节 盾构施工主要技术·····	75
一、过江掘进技术·····	75
二、过砂层掘进技术·····	85
三、桩基托换与过建筑物掘进技术·····	91
四、端头加固及始发到达技术·····	103
第五节 盾构施工过程的安全和质量控制·····	109
第四章 洛溪站—南会中间风井盾构施工技术·····	115
第一节 工程概况·····	115
一、主要技术指标·····	115
二、建设工期和工程投资·····	116
第二节 施工环境·····	116
一、地貌·····	116
二、地层及构造·····	116
三、水文地质特性·····	116
四、建筑物、构筑物和地下管线·····	116
第三节 盾构机·····	118
一、盾构机选型·····	118

二、刀盘和刀具	120
三、泥水输送系统	122
四、盾构机的适应性评价	129
第四节 盾构施工主要技术	129
一、泥岩地层中的泥饼防治技术	129
二、穿越重要建(构)筑物施工技术	131
三、过江掘进技术	133
四、软弱地层中的始发和到达技术	135
五、富水砂层联络通道冷冻法施工技术	145
六、隧道底软弱地层袖阀管注浆加固技术	151
七、软弱地层隧道沉降超限及施工处理技术	152
第五章 南会中风井—会石中风井区间盾构施工技术	157
第一节 工程概况	157
第二节 施工环境	158
一、工程地质	158
二、水文地质	161
三、地面建筑物、地下构筑物和管线特征	162
第三节 盾构机	162
一、盾构机选型	162
二、适应性分析	163
三、掘进完成后盾构机状况	163
第四节 盾构施工主要技术	164
一、过江掘进技术	164
二、端头加固施工技术	169
三、过硬岩掘进技术	173
第五节 盾构施工过程的安全和质量控制	186
一、管片连续错台	186
二、管片破损	189
三、质量控制情况	190
第六节 废水处理系统的利用	191
一、概况	191
二、技术原理	191
三、主要技术性能指标	191
第六章 会石轨排井—广州南站区间及江泰路站—跃进村站区间盾构施工技术	197
第一节 工程概况	197



一、线路和限界	197
二、建设工期和工程投资	197
三、主要工程量	198
第二节 施工环境	198
一、地形地貌	198
二、工程地质与水文地质	199
第三节 盾构机	205
一、盾构机选型	205
二、盾构机的适应性评价	205
三、盾构机的刀具使用情况	205
四、施工参数分析	206
五、同步注浆及二次注浆	207
六、添加剂的使用	209
第四节 盾构主要施工技术	209
一、浅覆土地层施工技术	209
二、分体始发技术	213
三、端头加固技术	214
四、石壁站刀盘主轴承外密封损坏更换处理技术	219
第五节 盾构施工过程中的安全和质量控制	221
一、水泥罐倒塌安全事故	221
二、隧道严重偏移质量事故	222
三、盾构到达洞门环板脱落事件	229
第七章 大洲停车场出入段线盾构施工技术	233
第一节 工程概况	233
第二节 施工环境	233
一、地形地貌	233
二、工程地质	234
三、水文地质条件	237
第三节 盾构施工主要技术	237
一、盾构始发掘进技术	237
二、盾构小半径曲线掘进技术	241
三、不良地质盾构掘进技术	247
四、盾构机直接破除吊出井洞门施工技术	251
第四节 盾构施工过程的安全和质量控制	252

第八章 三元里站—陈田村站盾构施工技术·····	257
第一节 工程概况·····	257
第二节 施工环境·····	257
一、地形地貌·····	257
二、地层·····	259
三、工程地质和水文地质·····	259
四、建筑物和地下管线·····	261
第三节 施工技术·····	261
一、溶、土洞处理技术·····	261
二、盾构隧道施工技术·····	278
跋·····	289

Contents

Chapter 1 Project overview and construction environment	3
Section 1 Alignment and construction Sectors	3
Sub-section 1 Alignment	3
Sub-section 2 Statistics of project data of each construction sector	6
Section 2 Engineering geology and hydrogeological environment	8
Sub-section 1 Stratum and lithology	8
Sub-section 2 Engineering geology	12
Sub-section 3 Hydrogeology	19
Sub-section 4 Geologic risk analysis	19
Section 3 Main TBM data	22
Chapter 2 Shield tunnelling technology of sector from Jiangtailu station to Nanzhou station	29
Section 1 Project overview	29
Sub-section 1 Alignment and clearance	29
Sub-section 2 Main technical indexes	29
Sub-section 3 Time	29
Sub-section 4 Investment	30
Section 2 Construction environment	30
Sub-section 1 Stratum and structure	30
Sub-section 2 Buildings, structures and underground pipelines	33
Section 3 Shield machine	33
Sub-section 1 Model selection of shield machine	33
Sub-section 2 Adaption evaluation of shield machine	35
Section 4 Main construction technology of shield tunnel	36
Sub-section 1 Construction technology of recyclable anchor rope in working shaft for shield tunnel	36
Sub-section 2 Construction technique of shield driving across Dongxiao Nanlu station by tunneling method in left line	38



Sub-section 3	Construction technique of shield tunneling with small space between tunnels	44
Sub-section 4	Construction technique of TBM driving through working shaft before excavation	46
Sub-section 5	Construction technology of shield driving under buildings	47
Sub-section 6	Ground improvement for TBM launching and arriving	54
Section 5	Construction safety and quality	59
Sub-section 1	Analysis on water leaking and sand gushing when preliminary lining is constructed in cross passage 2	59
Sub-section 2	Segment displacement between rings 812 and 813 in left tunnel	61
Chapter 3	Shield tunnelling technology of sector from Luoxi station to Nanzhou station	65
Section 1	Project overview	65
Sub-section 1	Alignment and clearance	65
Sub-section 2	Main technical indexes	65
Sub-section 3	Time	66
Sub-section 4	Investment	66
Section 2	Construction environment	67
Sub-section 1	Topography	67
Sub-section 2	Hydrogeology	69
Sub-section 3	Buildings, structures and underground pipelines	70
Section 3	Shield machine	70
Sub-section 1	Model selection	70
Sub-section 2	Adaption evaluation	74
Section 4	Main technology of shield tunnelling	75
Sub-section 1	Technique of driving under the river	75
Sub-section 2	Technique of driving through the sand layer	85
Sub-section 3	Technique of pile foundation underpinning and driving under the buildings	91
Sub-section 4	Technique of ground improvement and TBM launching and arriving	103
Section 5	Safety and quality control while TBM driving	109
Chapter 4	Shield tunnelling technology of sector from Luoxi station to Nanhui middle ventilation shaft between Nanzhou station and Huijiang station	115
Section 1	Project overview	115
Sub-section 1	Main technical indexes	115
Sub-section 2	Time and investment	116
Section 2	Construction environment	116