

轨道交通土建工程施工技术及 安全质量监督管埋

图书在版编目 (CIP) 数据

轨道交通土建工程施工技术与安全质量监督管理 / 黄跃生主编.
—广州: 广东科技出版社, 2011.8
ISBN 978-7-5359-5622-4

I. ①轨… II. ①黄… III. ①城市轨道交通—铁路工程: 土木工程—工程施工②城市轨道交通—铁路工程: 土木工程—安全管理③城市轨道交通—铁路工程: 土木工程—工程质量监督 IV. ①U239.5

中国版本图书馆CIP数据核字 (2011) 第189390号

责任编辑: 姚 芸 李 婷

封面设计: 林少娟

责任印制: 任建强

出版发行: 广东科技出版社

(广州市环市东路水荫路11号 邮政编码: 510075)

E-mail: gdkjzbb@21cn.com

http: //www.gdstp.com.cn

经 销: 广东新华发行集团股份有限公司

印 刷: 广州市伟龙印刷制版有限公司

(广州市沙太路银利工业大厦1栋 邮政编码: 510507)

规 格: 889mm × 1 194mm 1/16 印张18.25 字数460千

版 次: 2011年8月第1版

2011年8月第1次印刷

定 价: 88.00元

如发现因印装质量问题影响阅读, 请与承印厂联系调换。

《轨道交通土建工程施工技术及安全质量监督管理》

编写委员会

顾 问 陈英松 侯永铨

主 审 林启华

副主审 张仕成 杨树荣

主 编 黄跃生

副主编 王 洋 赖伟文

编 委 米晋生 辜长军 黄 湃 李建国 徐 强 王锡锋 王 成 谢庆华

序

我国城市化进程越来越快，科学技术突飞猛进，城市建设必将向地下空间开拓。在大力提倡低碳环保的当今社会，轨道交通既是解决交通拥堵又是倡导绿色环保的重要手段，也是解决现代城市交通问题的根本出路。目前中国内地已有28个城市获得国家批复建设轨道交通，而且还会不断增加。以广州市为例，轨道交通从无到有，从零到拥有总长236 km、8条线路、148座车站的目前国内较为完善的轨道交通网络，仅用了10多年的时间，完成了发达国家城市近百年的轨道交通发展历程，不仅打破了“广州地质太复杂，不能建设地铁”的预言，更创造了轨道交通建设史上的奇迹！高峰时期同步建设的轨道交通线路有10条，规模之大，前所未有！“十二五”期间按照规划，广州还将增加11条轨道交通线路，总里程达到330.6 km。同时，广东也规划建设城际轨道交通线路23条，线网总长1890 km。到2030年，珠三角地区将建成基本覆盖所有县级以上城镇的城际轨道交通网络。

由于各个城市地质情况不同，有些地质条件极其复杂，给轨道交通土建工程的实施带来巨大风险，安全事故时有发生。轨道交通建设要经过建筑物、构筑物、人口密集的城区，因施工造成周边建筑物沉降、开裂的情况频频出现，有些安全事故还严重影响周边建（构）筑物及居民的安全。再者由于轨道交通施工工法繁多、施工难度大，如盾构法、矿山法、明暗挖法、冻结法、微爆破法等，使安全管理面临的形势更加严峻。因此，不断加强轨道交通建设安全质量监督管理，确保施工过程科学、规范、安全，已显得愈发重要。

该书共分为五章，对轨道交通的发展历史、轨道交通土建工程施工技术和现场安全质量监督管理等各个方面，进行了较为全面、系统的阐述，具有较强的适用性和可操作性，对轨道交通施工和现场监督管理，有一定的指导作用。作者长期从事轨道交通施工和安全质量监督管理工作，在实践中积累了较为丰富的经验。在目前全国各主要城市的轨道交通建设热潮中，相信这些经验和实际做法既对轨道交通建设的参建各方有较大的帮助，也对建设行政主管部门的相关人员、科研单位以及高等院校相关专业的师生学习了解轨道交通建设的有关知识有所裨益。



2011年6月

目 录

第一章 轨道交通发展概述	1
第一节 轨道交通综述	1
一、轨道交通的优点	1
二、国内轨道交通建设现状	1
第二节 国外轨道交通发展历程	1
一、诞生（1863—1924年）	1
二、停滞（1924—1949年）	1
三、逐步恢复（1949—1969年）	2
四、高速发展（1970年至今）	2
第三节 国内轨道交通建设历程	2
一、起步	2
二、发展	2
三、停滞时期	2
四、建设高潮	2
第四节 国内轨道交通建设展望	3
一、国家政策明朗化	3
二、建设模式选择多样化	3
三、技术优化	3
四、投资多元化，经营市场化	3
五、管理法制化	4
第二章 轨道交通土建工程施工技术	5
第一节 盾构法	5

一、盾构法概述	5
二、盾构机构造、分类及选型	7
三、盾构施工技术	27
四、辅助工法	56
五、工程实例	78
第二节 矿山法	79
一、概述	79
二、矿山法的种类	80
三、矿山法工艺流程与施工方法	82
四、工程实例	85
第三节 明挖法和暗挖法	96
一、概述	96
二、施工方法	97
三、工程实例	100
第四节 冻结法	104
一、概述	104
二、施工方法	104
三、工程实例	107
第五节 微爆破法	109
一、概述	109
二、施工方法	109
三、工程实例	112
第三章 轨道交通土建工程安全监督管理.....	116
第一节 轨道交通土建工程安全监督计划	116
一、轨道交通土建工程安全监督工作目标	116
二、轨道交通土建工程安全监督计划	116
三、轨道交通土建工程安全监督交底	116
第二节 轨道交通土建工程各方责任主体安全行为监督管理	116
一、安全行为监督检查的主要内容	116

二、收集有关安全监督管理资料	117
第三节 轨道交通土建工程施工现场安全监督管理	118
一、对施工现场的安全状态监督检查	118
二、安全监督的方式	118
三、安全监督管理手段	119
第四节 轨道交通危险性较大分部分项工程安全监督管理	120
一、深基坑工程	120
二、高大模板支撑系统	141
三、施工起重机械	149
第五节 轨道交通土建工程施工用电安全监督管理	164
一、施工安全用电监督管理的内容	164
二、施工安全用电存在的主要问题	169
三、施工用电存在问题解决方法	170
四、施工用电安全检查内容	172
第四章 轨道交通土建工程质量监督管理.....	174
第一节 质量行为和实体质量监督检查要点	174
一、质量行为监督检查要点	174
二、实体质量监督检查要点	176
第二节 盾构法隧道施工质量控制要点	177
一、施工测量控制要点	177
二、管片生产控制要点	179
三、管片拼装质量控制要点	185
四、壁后注浆质量控制要点	185
五、隧道防水质量控制要点	186
第三节 暗挖法施工质量控制要点	187
一、初期支护质量控制要点	187
二、防水层铺贴质量控制要点	189
三、二次衬砌质量控制要点	190
四、全断面开挖法施工质量控制要点	191

五、台阶法施工质量控制要点	191
六、分部开挖法施工质量控制要点	191
第四节 地下车站施工质量控制要点	192
一、地基加固处理质量控制要点	192
二、地下防水工程质量控制要点	194
第五节 轨道交通土建工程质量控制要点	197
一、施工测量及基标测设质量控制要点	197
二、待焊轨（或长钢轨）架铺质量控制要点	198
三、承轨台式道床施工质量控制要点	200
四、道岔组装、铺设及其整体道床浇筑质量控制要点	200
五、焊接长轨、无缝线路铺设质量控制要点	201
六、钢轨调节器的铺设质量控制要点	203
七、地面线有碴轨道质量控制要点	203
第六节 施工质量通病及防治措施	203
一、盾构隧道质量通病	203
二、暗挖隧道质量通病预防及处理	205
三、轨道施工的质量通病及预防措施	209
第七节 轨道交通土建工程质量验收	210
一、质量验收依据	210
二、轨道交通土建工程质量验收的划分	210
三、重要分部工程质量验收	211
四、单位工程实体质量验收	211
五、工程项目试运行验收	213
六、工程项目的竣工验收	213
七、工程项目竣工备案	214
八、轨道交通土建工程质量验收附件	214
附件1 广州市轨道交通建设工程的单位、分部工程划分表	215
附件2 _____分部（子分部）工程质量验收申请表	219
附件3 分部（子分部）工程质量验收记录表	220
附件4 建筑节能分部工程质量验收记录表（1）（建筑围护结构部分）	221

附件5	建筑节能分部工程质量验收记录表（2）（建筑设备安装部分）	222
附件6	_____子分部工程质量验收意见表（桩基础、天然地基、处理地基等）	223
附件7	_____主体结构分部（子分部）工程质量验收意见表	224
附件8	建筑节能分部工程质量验收意见表（1）（建筑围护结构部分）	225
附件9	建筑节能分部工程质量验收意见表（2）（建筑设备安装部分）	226
附件10	子分部工程质量核查记录表（桩基础、天然地基、处理地基等）	227
附件11	_____主体结构分部（子分部）工程质量核查记录表	228
附件12	建筑节能分部工程质量验收核查记录表（1）（建筑围护结构部分）	229
附件13	建筑节能分部工程质量验收核查记录表（2）（建筑设备安装部分）	230
附件14	_____子分部工程质量验收登记表（桩基础、天然地基、处理地基等）	231
附件15	_____主体结构分部（子分部）工程质量验收登记表	232
附件16	建筑节能分部工程质量验收登记表（1）（建筑围护结构部分）	233
附件17	建筑节能分部工程质量验收登记表（2）（建筑设备安装部分）	234
附件18	单位工程实体质量验收申请	235
附件19	轨道交通土建工程质量评估报告	236
附件19-1	单位（子单位）工程质量控制资料核查记录（轨道交通建筑安装工程）	242
附件19-2	单位（子单位）工程安全和功能检验资料核查及主要功能抽查记录 （轨道交通建筑安装工程）	245
附件19-3	单位（子单位）工程安全和功能检验资料核查及主要功能抽查记录 （轨道交通和系统工程）	246
附件19-4	单位（子单位）工程观感质量检查记录（建筑围护结构部分）	247
附件19-5	单位（子单位）工程观感质量检查记录（建筑设备安装部分）	248
附件20	轨道交通土建工程设计文件质量检查报告	249
附件21	轨道交通土建工程勘察文件质量检查报告	253
附件22	工程验收条件检查情况通知书	255
附件23	单位工程实体质量验收计划书	256
附件24	单位（子单位）工程实体质量验收记录	258
附件25	单位（子单位）工程实体质量验收纪要	259
附件26	建设工程实体施工质量验收监督意见书	264

第五章 轨道交通土建工程安全质量管理文件	265
第一部分 法律、法规	265
第二部分 部门规章、管理文件	265
一、综合	265
二、住房和城乡建设部	265
三、铁道部	267
四、广东省住房和城乡建设厅	268
第三部分 施工安全规范、标准	269
一、综合类	269
二、深基坑、基础与地基	269
三、施工用电	269
四、高处作业	269
五、脚手架、模板工程	270
六、施工起重设备、施工机具	270
七、安全防护	271
八、文明施工	271
第四部分 施工质量规范、标准	271
一、综合管理类	271
二、勘察、设计	272
三、质量验收	273
四、测量、检测	274
五、施工技术	274
参考文献	276

第一章 轨道交通发展概述

第一节 轨道交通综述

一、轨道交通的优点

轨道交通具有运量大、速度快、安全、准点、保护环境、节约能源和用地等特点。发展至今，世界各国已普遍认识到：解决城市交通问题的根本出路在于优先发展以轨道交通为骨干的城市公共交通系统。

二、国内轨道交通建设现状

近年来，我国轨道交通工程建设发展迅速，总体进展顺利。

目前我国拥有轨道交通的内地城市有北京、上海、广州、深圳、天津、南京、武汉、重庆、大连、沈阳、长春、成都、西安13个城市，总里程约1 540 km，还有香港和台湾地区的台北、高雄。截至2011年6月，有28个城市轨道交通建设规划获国家批复，共计120条线路、3 400多km。以广州为例，目前已经形成了8条线路（总长236 km）、148座车站的轨道交通网络。按照规划，“十二五”期间，将保持轨道交通适度建设规模，积极稳妥推进，合理控制新开工项目规模和节奏。广州还将增加11条轨道交通线路，里程达到330.6 km。

第二节 国外轨道交通发展历程

世界上轨道交通建设已有140多年的历史，经历了诞生、发展、停滞、逐步恢复和高速发展这样一个螺旋式的发展过程。

一、诞生（1863—1924年）

第一条地下式铁路运营路线于1863年在伦敦通车，此后欧美城市纷纷借鉴，轨道交通得到了较快发展。其间，有13个城市建设了地铁，还有很多城市开始发展有轨电车。

二、停滞（1924—1949年）

第二次世界大战的爆发以及汽车工业的发展，轨道交通因投资高、建设周期长而停滞和萎缩。这一阶段只有5个城市发展了地铁，有轨电车的发展也停滞不前，有些线路还被拆除。

三、逐步恢复（1949—1969年）

二战后，各国小汽车快速发展，造成了严重的交通问题，诸如道路拥挤、停车困难等，影响了经济活动及其发展。这一时期，轨道交通又得到了重视，从欧美扩展到南美和亚洲，如巴西、日本、中国等，20年间共有17个国家新建了轨道交通。

四、高速发展（1970年至今）

世界上许多国家都确定了发展轨道交通的方针，立法解决轨道交通的资金来源问题，同时，技术的发展促进了轨道交通的发展，目前就连大洋洲的澳大利亚也有了轨道交通。

第三节 国内轨道交通建设历程

国内轨道交通建设发展至今有近60年的历史，大致经历了起步、发展、政府调控和高速发展几个阶段。根据我国国情，还经历了从人防战备功能向和平时城市交通功能的转变。

一、起步

20世纪50年代，我国开始筹备北京地铁网络建设，在1965—1969年，建设了北京地铁一期工程（23.6 km），随后建设了天津地铁、沈阳、长春、哈尔滨人防隧道等工程。该阶段地铁建设以人防战备为主要功能。

二、发展

20世纪80年代末至90年代初，我国仅有北京、上海、广州等几个大城市规划建设了轨道交通。该阶段轨道交通建设开始真正以城市交通为目的。

三、停滞时期

进入20世纪90年代，一批省会城市开始筹划建设轨道交通项目，纷纷进行轨道交通建设的前期工作。由于要求建设的项目较多且工程造价高，1995年12月国务院发布了国办60号文，暂停了轨道交通项目的审批。同时，国家计委开始研究制定轨道交通设备国产化政策。该阶段为政府通过研究制定相应政策来指导轨道交通的规划建设。

四、建设高潮

1999年以后，国家的政策逐步鼓励大中城市发展轨道交通，全国陆续建有轨道交通的城市达13

个，目前已申请立项获国家批复准备建设的城市有28个。该阶段轨道交通建设速度大大超过之前的30年。

第四节 国内轨道交通建设展望

随着世界经济和科学技术的不断发展，轨道交通在投资、建设、运营和管理等方面不断发展并走向成熟和完善。通过对国内外城市的轨道交通发展现状的分析，展望我国建设轨道交通的前景，有以下发展趋势：

一、国家政策明朗化

轨道交通在综合交通系统中所发挥的作用越来越大，如伦敦、东京等城市的公共交通系统就是围绕轨道交通来组织的。参照国家“十五”规划与国家“十一五”规划，关于轨道交通的认识增强了。

“十一五”规划明确提出：“优先发展公共交通，完善城市路网结构和公共交通场站，有条件的大城市 and 城市群地区要把轨道交通作为优先领域，超前规划，适时建设。”“十二五”期间，轨道交通将保持适度建设规模，积极稳妥推进，合理控制新开工项目规模和节奏。国家政策导向使轨道交通建设有较好的发展前景，并逐步由直辖市、省会城市的建设向二线城市转移，国内大中城市发展轨道交通有较好的前景。

二、建设模式选择多样化

轨道交通的类型日趋多样化。除了地铁外，许多城市开始将目光转移到建设成本更低的轻轨交通。目前正在建设和即将建设的轨道交通项目中，除省会城市外，许多二线城市如东莞、佛山等经济水平发达且在区域经济中占有重要地位的城市也加入此行列。可以预测，未来的几十年将是我国轨道交通建设的繁荣时期，我国的轨道交通通车里程将有一个飞跃性的提高。

三、技术优化

轨道交通系统的技术不断进步，一方面适应了地区多样化需求，提高了轨道交通的适用性、运行效率和服务水平；另一方面，技术进步也使轨道交通的建设成本有所降低，对建设轨道交通的类型选择的余地也就越大。

四、投资多元化，经营市场化

轨道交通发展之初，其投资主体比较单一，由政府财政直接投资。随着轨道交通规模越来越大，为了解决资金问题和提高轨道交通的效率，很多轨道交通将转变为由政府和社会资本等共同投资。

另一方面，经营方式有的采取完全的国有垄断经营模式，有的采取市场化经营模式。现在，很多

城市充分发挥市场作用以提高轨道交通的运行效率，在轨道交通运营上引入市场机制已成为一种发展趋势。

五、管理法制化

限于当时的社会、政治和经济条件，规范轨道交通管理的法制化起初并不够完善。现在，很多轨道交通实行全面法制化管理以规范各方行为和维护各方利益，以法制化的管理来保障轨道交通持续、稳定和高效的运行。轨道交通的全面法制化管理是世界轨道交通发展的重要趋势。

第二章 轨道交通土建工程施工技术

第一节 盾构法

一、盾构法概述

(一) 概述

盾构法是暗挖法施工中的一种全机械化施工方法，它是将盾构机械在地中推进，通过盾构外壳和管片支承四周围岩土防止发生往隧道内的坍塌，同时在开挖前方用切削装置进行土体开挖，通过出土机械运出洞外，靠千斤顶在后部加压顶进，并拼装预制混凝土管片，形成隧道结构的一种机械化施工方法。

盾构法施工的概貌如图2-1-1所示。构成盾构法施工的主要内容是：先在隧道某段的一端建造竖井或基坑，以供盾构机安装就位。盾构机从竖井或基坑的始发洞门处出发，在地层中沿着设计轴线，向另一竖井或基坑的到达洞门掘进。

盾构机是这种施工方法中最主要的独特的施工设备，它由一个能支承地层压力而又能在地层中推进的圆形、矩形或马蹄形等特殊形状的钢筒结构和后配套台车组成。在钢筒的前面设置各种类型的支撑和开挖土体的装置，在钢筒中段周圈内面安装顶进所需的千斤顶，钢筒尾部是具有一定空间的壳体，在盾尾内可以拼装1~2环预制的隧道衬砌环。盾构机推进中所受到的地层阻力，通过盾构千斤顶传至盾构尾部已拼装的预制隧道衬砌结构，再传到竖井或基坑的后靠壁上。盾构机推进过程中不断从开挖面排出适量的土，每推进一环距离，就在盾尾支护下拼装一环衬砌，并及时向紧靠盾尾后面的开挖坑道周边与衬砌环外周之间的空隙中压注足够的浆体，以固定已成型的隧道及防止地面下沉。盾构法是一种安全而有效的施工法，但不是万能施工法，故有必要充分掌握盾构法施工的特点。如图2-1-1所示。

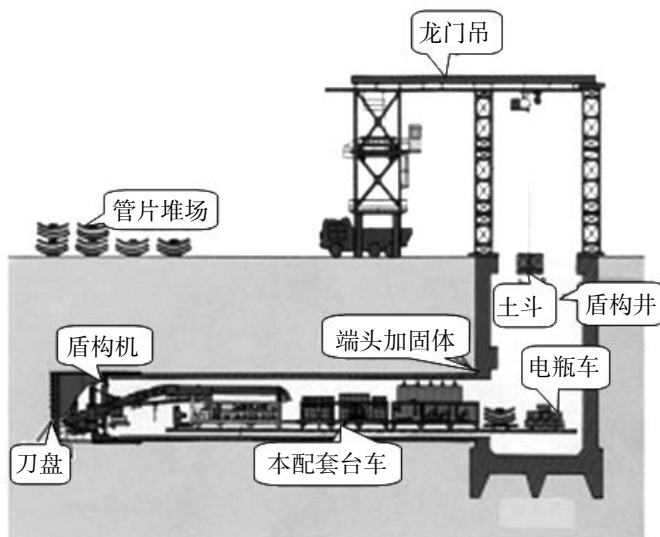


图2-1-1 盾构施工示意图

（二）盾构法的特点

1. 主要优点

- （1）安全开挖和衬砌，掘进速度快。
- （2）盾构的推进、出土、拼装衬砌等全过程可实现机械化作业，施工劳动强度低。
- （3）不影响地面交通与设施，同时不影响地下管线等设施。
- （4）穿越河道时不影响航运，施工中不受季节、风雨等气候条件影响，施工中没有噪音和扰动。
- （5）在松软含水地层中修建埋深较大的长隧道往往具有技术和经济方面的优越性。

2. 存在不足

- （1）在断面尺寸多变的区段适应能力差。
- （2）新型盾构购置费昂贵，对施工区段短的工程不太经济。
- （3）当隧道曲率半径过小时，施工较为困难。
- （4）在陆地建造隧道时，如隧道覆土太浅，开挖面稳定甚为困难，甚至不能施工，而在水下时，如覆土太浅则盾构法施工不够安全，故要确保一定厚度的覆土。
- （5）盾构施工中采用气压开仓时，对劳动保护要求较高，施工条件差。
- （6）盾构法隧道上方一定范围内的地表沉降尚难完全防止，特别在饱和含水松软的土层以及鹅卵石地层中，要采取严密的技术措施才能把沉降限制在很小的限度内，目前还不能完全防止以盾构正上方为中心土层的地表沉降。
- （7）在饱和含水地层中，盾构法施工所用的拼装衬砌，对达到整体结构防水性的技术要求较高。

（三）我国盾构法发展历程

我国使用盾构法修建隧道时，该技术已在世界范围内经历了1个世纪的发展历程。正因为技术的相对成熟，加之国内市政基础设施建设的迫切需求及国家对城市环境保护意识的增强，盾构法隧道施工以其节约城市空间及环保性而得到广泛的认可和接受。20世纪90年代，盾构法施工技术进入发展时期。21世纪，随着我国城市化建设进程的加快，城郊互动日益密切，城市交通便捷化要求日益增强，我国的盾构法隧道施工进入高速发展时期。

从我国开始隧道施工的可行性实验至今，盾构法隧道施工技术在我国大致经历了7个阶段。

1962年，一台直径4.16 m的普通敞胸盾构在上海唐桥地区开始试验施工，证明了上海饱和含水软土地层用盾构法、钢筋混凝土管片建造隧道技术的可行性。

1966年，我国盾构法施工实现零的突破，上海打浦路隧道用的网格式盾构，实现了闭胸式施工。该工程的成功建设，对我国盾构法软土隧道发展具有里程碑式的意义。

1991年，上海采用7台直径6.34 m的土压平衡盾构，进行地铁1号线工程施工，这为后来我国轨道交通建设的大发展提供了保障。

1993年，我国开始在复合地层中采用盾构法进行施工。广州地铁1号线工程的成功建设，为我国复合型盾构的研究和施工提供了参考，也开创了我国复合型盾构施工的先河。

1994年，大型泥水平衡盾构开始在我国隧道施工中得到应用。上海延安东路隧道南线施工中，采用一台直径11.22 m的泥水平衡盾构，不仅填补了我国泥水平衡盾构施工的空白，也为我国超大直径、超长距离越江公路隧道的建设创造了条件。

2003年，双圆盾构开始在我国隧道施工中得到应用。上海轨道交通8号线首次运用双圆盾构进行掘

进施工，并获得成功。这对我国异型盾构的研究和施工具有重要的参考价值，它使我国成为继日本之后，世界上第二个掌握此项施工技术的国家。

2006年，世界最大直径的盾构在我国长江隧道工程中得到应用，该工程目前进展顺利。它的建设，标志着目前世界上盾构连续施工距离最长的工程在中国诞生，同时，它也标志着我国盾构法软土隧道施工技术跻身国际先进水平的行列。

二、盾构机构造、分类及选型

（一）盾构机构造

下面以海瑞克公司在广州地铁中使用的典型土压平衡式盾构机为例，对盾构机的构造进行分析。海瑞克土压平衡盾构机示意图如图2-1-2所示。

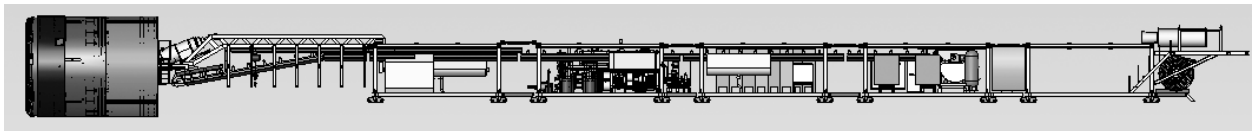


图2-1-2 海瑞克土压平衡盾构机示意图

盾构机外形尺寸：628 075 000 mm

总重量：520 t

装机总功率：1744.6 kW

最大掘进速度：80 mm/min

盾体结构（盾体及刀盘结构）如图2-1-3：

断面形状：圆形，用钢板成型制成，材料为S335J2G3。

主要由以下部分构成：刀盘、主轴承、前体、中体、推进油缸、铰接油缸、盾尾、管片安装机。

盾体外形尺寸：7 565 mm（L）、 $\phi 6\ 250$ （前体）、 $\phi 6\ 240$ （中体）、 $\phi 6\ 230$ （盾尾）。

重量：刀盘57 t、前体92 t、中体31.4 t、盾尾26 t、主轴承6.64 t、人舱4 t、管片安装机18.6 t。

总重量约：236 t（不含各系统设备重量）。

功能：实现对岩土的开挖、推进、一级出渣、管片安装。

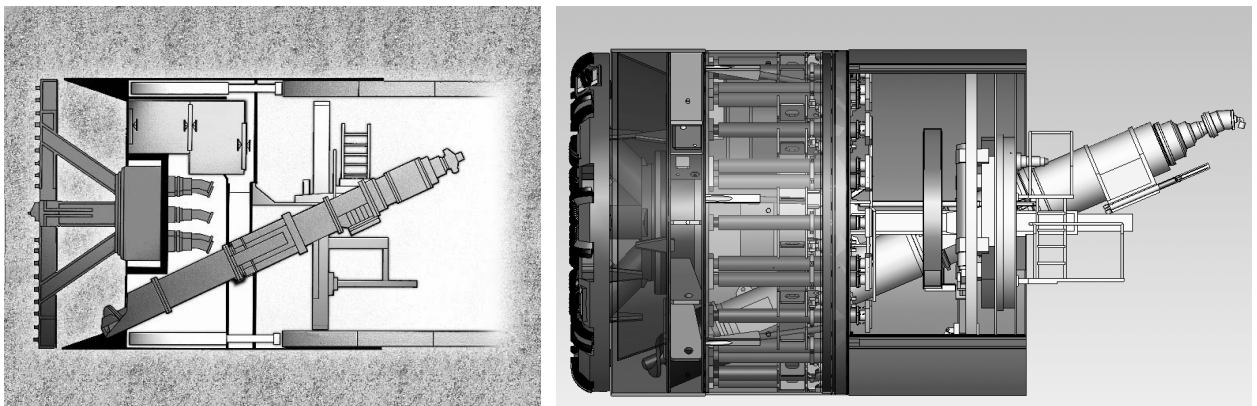


图2-1-3 盾构机盾体结构示意图