



最新

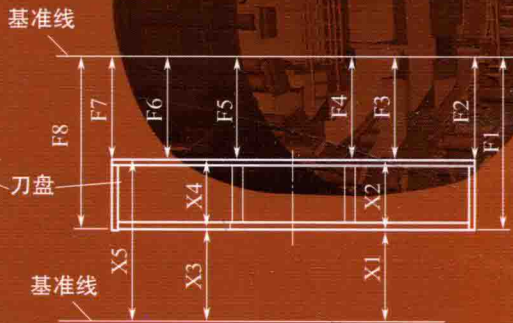
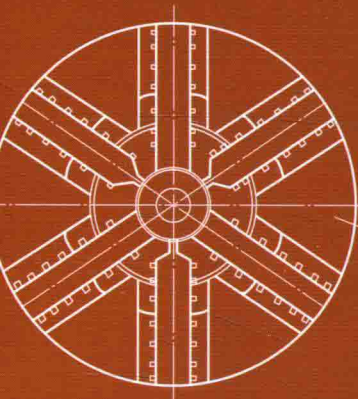
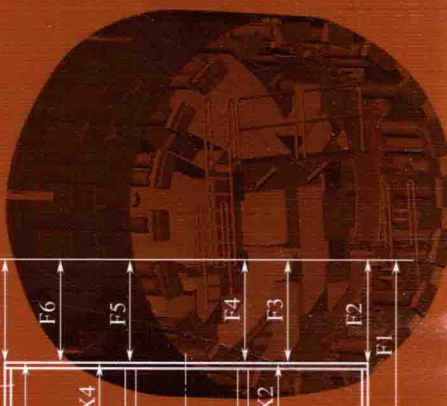
盾构机司机

培训教程



ZUIXIN DUNGOUJI SHI
PEIXUN JIAOCHENG

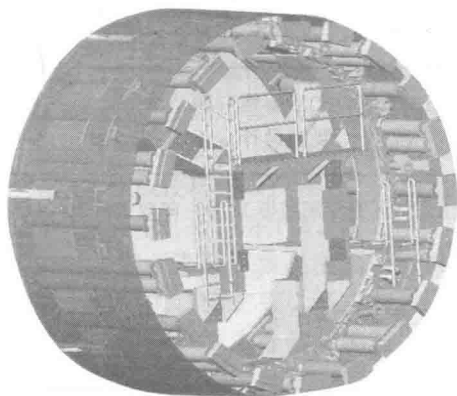
李波 黄磊 主编
张微 赵征祥 副主编



最新 盾构机司机 培训教程



李波 黄磊 主编
张微 赵征祥 副主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本教程由国内知名的工程机械驾驶培训教练编写,总结了多年实际职业培训的要求、经验和方法编写而成,内容实用,可操作性强。本书主要教会盾构机司机认识、了解盾构机的整体结构,如何一步一步地学会操作盾构机,并逐步掌握熟练操作的技巧;同时还介绍了保养维护的基本知识和要求,以及必要的安全操作规程和安全注意事项。另外,该教程还介绍了新机型、新技术的理论及应用,使读者既能操作盾构机普通机型又能操作最新机型。

本操作教程不仅适用于工程机械专业技术培训学校,也可供盾构机售后服务人员、维修人员自学参考。

图书在版编目(CIP)数据

最新盾构机司机培训教程/李波,黄磊主编. —北京:
化学工业出版社, 2015. 3
ISBN 978-7-122-23032-4

I. ①最… II. ①李…②黄… III. ①盾构-施工机械-
操作-培训-教材 IV. ①U455.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第030385号

责任编辑:张兴辉
责任校对:陶燕华

文字编辑:项 激
装帧设计:王晓宇

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 刷:北京永鑫印刷有限责任公司
装 订:三河市宇新装订厂
850mm×1168mm 1/32 印张10 字数278千字
2016年1月北京第1版第1次印刷

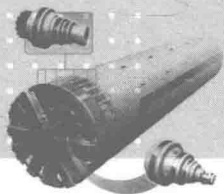
购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 49.00 元

版权所有 违者必究

前言

FOREWORD



近年来，随着科学技术的快速发展，工程机械新技术、新产品不断涌现，盾构机也有了新一代的产品，确立了新的机械理论体系。为满足职业技术培训学校及企业工程机械驾驶培训的需要，我们在过去已编《盾构机操作工培训教程》一书基础上，根据近年来盾构机培训中反馈的信息，有针对性地编写了本书。本书在原有基础理论技术的基础上，重点增加了新理论、新技术、新内容和新的操作方法，以提高盾构机驾驶员的实际操作能力，以及管理服务人员在盾构机施工现场分析和解决问题的能力。

盾构机司机培训教程是针对新一代盾构机，电喷发动机理论技术、电脑控制以及电脑监控运用的操作，以了解认识盾构机、会开盾构机、熟练掌握施工操作技巧，最终成为一名既是操作高手，又会维护保养的合格驾驶员而编写的。

本教程按盾构机培训的内容分为：盾构机常识；盾构机安全要求；盾构机结构基础知识；盾构机操作技术；盾构机维护保养以及盾构机故障诊断。在论述盾构机操作过程中，必须掌握哪些理论知识（应知），需要具备哪些技能（必会），同时在完成这些技能时要注意哪些事项，及有哪些经验技巧可以供参考，通过这些内容的学习体现该教程做什么、学什么；学什么、用什么。使之体现出学以致用用的最大特点。

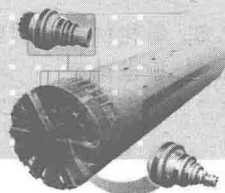
本书由李波、黄磊主编，张微、赵征祥副主编，赵永年、李文强、赵成志、徐文秀、马志梅、朱永杰、李秋、李林、马冰雪、陆清晨、张斌、张翠等参与编写，并得到了微山县技工学校的大力支持和帮助，在此表示衷心感谢！

由于笔者水平有限，书中难免存在不足之处，恳请广大读者批评指正。

编者

目录

CONTENTS



第 1 篇	PAGE
盾构机操作基础	1
第 1 章 盾构机简介	2
1.1 盾构机基本概况	2
1.2 盾构机的功能与组成	5
1.2.1 盾构机的功能	5
1.2.2 盾构机的类型	7
1.2.3 盾构机的组成	7
1.3 盾构机的技术参数	16
1.3.1 术语和定义	16
1.3.2 技术性能参数	18
1.4 国内外盾构技术的发展现状及趋势	27
第 2 章 盾构机安全作业与操作员的基本要求	34
2.1 盾构机操作员的素质与职责	34
2.1.1 对操作员的要求	34
2.1.2 对操作者的安全规定	35
2.1.3 组织管理措施	36
2.1.4 安全保障设备和危险区域	36
2.1.5 操作	39
2.1.6 保养和维修的要求	40
2.1.7 其他安全规程	41
2.2 盾构机主机操作安全操作规程	43
2.2.1 人员要求及安全操作总则	43
2.2.2 操作系统参数设定	44
2.2.3 开机	46
2.2.4 掘进	46

2.2.5 盾构的姿态调整	47
2.2.6 掘进结束	48
2.2.7 掘进报告的填写	49

第 2 篇

PAGE

盾构机构造原理

51

第 3 章 盾构机的结构原理与组成	52
3.1 盾构机的结构概述	53
3.1.1 盾构的类型和机型	53
3.1.2 土压盾构的结构原理	53
3.2 盾构机的主体部分结构与原理	56
3.2.1 盾体结构功能与工作原理	57
3.2.2 刀盘	61
3.2.3 刀盘驱动	64
3.2.4 双室气闸	66
3.2.5 管片拼装机	69
3.2.6 盾构机的排土机构	70
3.2.7 铰接系统	72
3.3 盾构机后配套部分结构部分	72
第 4 章 盾构机的液压系统	86
4.1 液压系统概述	86
4.1.1 盾构系统的功能	86
4.1.2 液压传动系统的组成	88
4.2 盾构液压系统的基本组成	91
4.2.1 液压系统动力源	91
4.2.2 液压系统执行单元	92
4.2.3 操作和控制单元	96
4.2.4 盾构液压系统的特点	96
4.3 液压系统回路	97
4.3.1 液压主系统回路	97
4.3.2 辅助系统回路	109

4.4 盾构设备辅助系统	113
4.4.1 润滑和密封	113
4.4.2 注浆回路	117
4.4.3 泡沫回路	118
4.4.4 膨润土回路	120
4.4.5 压缩空气回路	121
4.4.6 工业水回路	122
4.4.7 排气与通风	123
4.4.8 回转接头和人闸	126
第5章 盾构机电气控制系统	127
5.1 盾构机电气系统概述	127
5.1.1 配电系统	128
5.1.2 自动控制系统的组成	132
5.2 盾构机的基本电气设备及其基本原理	134
5.2.1 配电系统概述	134
5.2.2 电气设备	137
5.3 盾构机控制电路的组成及其基本原理	140
5.3.1 控制电路的组成	140
5.3.2 控制线路系统组成	143
5.3.3 可编程控制系统	143
5.3.4 计算机控制及数据采集分析系统	144
5.3.5 盾构机电气系统的应用	145

第3篇

PAGE

盾构机施工操作

149

第6章 盾构机基础操作	150
6.1 操纵台功用与控制	150
6.1.1 盾构机主要结构组成及操作顺序	150
6.1.2 盾构机各系统的启动和停止	151
6.2 PLC控制屏幕的识读与监控	152
6.2.1 屏幕的布置	153

6.2.2 操作面板的描述	157
第7章 盾构机操作程序	173
7.1 盾构机操作	173
7.1.1 盾构机操作手的要求	173
7.1.2 盾构机的主要技术参数功能	174
7.2 盾构机的操作程序	179
7.2.1 开机的准备	179
7.2.2 掘进的操作	180
7.2.3 掘进中可能的紧急情况处理	183
7.2.4 掘进结束	184
7.2.5 掘进记录	185
7.2.6 管片拼装	185
7.3 盾构机装置的基本操作	187
7.3.1 操作台(操作面)的使用	187
7.3.2 操作台(监控面)的使用	190
7.3.3 操作台内部的使用	191
7.3.4 上部推进液压缸操作箱的使用	192
7.3.5 下部推进液压缸操作箱的使用	192
7.3.6 拼装机遥控器的使用	192
7.3.7 拼装机有线操作箱的使用	193
7.3.8 紧急停止操作盒的使用	194
7.3.9 报警操作盒的使用	194
7.3.10 加泥转播操作箱操作	194
7.3.11 阀头闸门、螺旋机伸缩操作箱的使用	195
7.3.12 安全装置(联锁装置)	195
7.3.13 盾尾密封	200
第8章 盾构机施工作业	202
8.1 盾构法施工的特点及流程	202
8.1.1 盾构施工的特点	202
8.1.2 盾构施工工艺流程	204
8.2 土压平衡式盾构机安装	204
8.2.1 盾构体	204
8.2.2 盾构机的施工准备	208

8.2.3	盾构的出、进洞技术	211
8.2.4	盾构推进	213
8.2.5	管片拼装及防水	217
8.2.6	隧道注浆	221
8.2.7	隧道内衬施工	224
8.3	盾构机技术标准	228
8.4	试验方法	239
8.4.1	厂内试验	239
8.4.2	施工现场井下试验	247
8.4.3	盾构 100m 试推进试验	248
8.5	检验规则	248
8.5.1	检验的分类	248
8.5.2	判定规则与复验规则	254
8.5.3	标志、标签、使用说明书	254
8.5.4	包装、运输、贮存	254

第 4 篇

PAGE

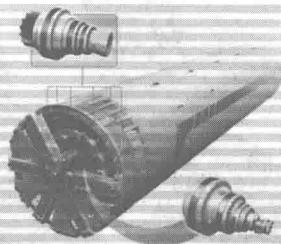
盾构机维护保养与故障排除

257

第 9 章	盾构机的维护保养	258
9.1	盾构机维修保养内容	258
9.2	维修保养操作方法	268
9.2.1	滤清器(更换滤芯)	269
9.2.2	加注液压油和齿轮油方法	272
9.2.3	推进液压缸检查方法	273
9.2.4	铰接密封的调节方法	273
9.2.5	盾尾油脂密封气动阀的检查方法	274
9.2.6	空压机的维保方法	275
9.2.7	油脂桶更换操作要求	277
第 10 章	盾构机常见故障排除	278
10.1	盾构机操作员常见故障	279
10.2	盾构机液压系统故障与排除	283

10.2.1	盾构机推进系统液压故障案例分析	283
10.2.2	刀盘驱动液压系统的故障与排除	290
10.2.3	刀盘卡死故障与排除	292
10.2.4	管片拼装系统的故障与排除	294
10.2.5	盾构机施工中设备泄漏的故障与排除	295
10.2.6	液压油温度过高故障的排除	298
10.3	盾构机电气系统故障与排除	300

第 1 篇
盾构机操作基础



第1章

盾构机简介



1.1 盾构机基本概况

(1) 认识盾构机 (图 1-1、图 1-2)

为了对盾构机有一个初步的认识, 现以德国海瑞克设计的盾构机为例作一介绍, 海瑞克盾构机总重 520t, 总长 82m。盾构机分为“车头”“车厢”两大部分; “车头”叫盾体, “车厢”叫后配套设备, 后配套设备分别安装在盾体后的 5 节后续台车上。盾体的构成十分复杂, 包括盾构本体、盾构千斤顶、管片拼装机、刀盘、仿形刀盘、动力装置、电源装置、管道和布线、牵引车架、注浆系统、泡沫系统、回填系统等 20 多个组成部分。盾构机的主要作业都是在盾壳的保护下进行的, 盾构机其实是盾和矛的综合体。位于盾体最前端的刀盘就起矛的作用。刀盘前端有 92 支“矛”, 为适应地质条件, 配备了由滚刀、刮刀及可换型撕裂刀等组合的具有硬岩和软土“通吃”的结构, 因此得名盾构机。

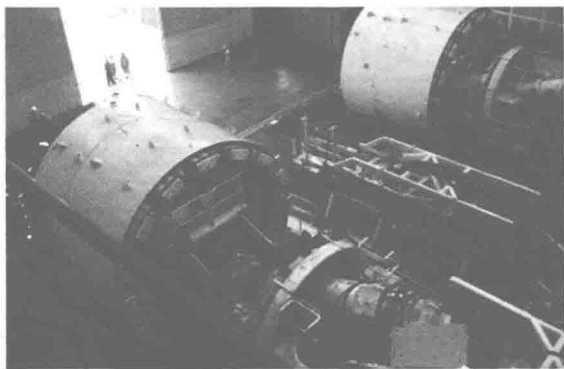


图 1-1 盾构机 (一)

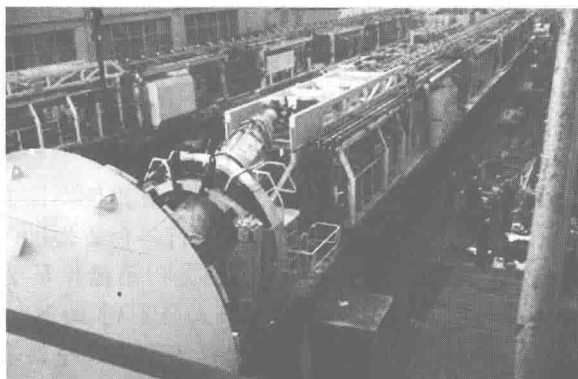


图 1-2 盾构机 (二)

为防止盾构机在掘进过程中被地质中存在的黏性土质、风化岩黏附在刀盘背面及胸板表面，刀盘上附设了固定搅拌翼，能把加注在开挖面的添加材料，包括泥、水、泡沫等，与切削下来的土体在土仓中进行充分搅拌，提高土体的塑性及流动性，并具有止水性。在盾构机的前体上有一个密封隔板，盾构和开挖面之间构成一个土仓，用于堆积刀盘切削下来的渣土，以便通过对这些渣土进行加压，使压力作用在开挖面上，维护被开挖土体的稳定。同时它还可以保护在土仓内作业人员的安全。

盾体中上有推进系统、渣土运输系统、管片运输、安装系统、人闸装置系统等。盾构机后体内周均匀地安装了 32 个盾构，它与前体和后体之间的 14 台千斤顶组成盾构推进的动力装置。推进千斤顶总推力为 34, 210kN，相当于 10 倍火车头的牵引力。当盾构机在地下掘进时，土仓内和隧道内的压力差可达 2atm ^①，相当于 20m 水深，这也同时阻止了地下水渗入盾构体内。此时，工作人员若要进入土仓作业，必须在人闸内历经缓慢加压过程，直到人闸内气压与土仓内压力相等，方能打开闸门进入土仓；人员离开高压环境时也必须在人闸内经过减压过程。

人闸内的装置有照明灯、压力表、气阀、时钟、消声器、椅

① $1\text{atm}=101325\text{Pa}$ 。

子、取暖器、电话等。一旦发现有人不适于继续工作时，将立即安排其到主仓接受减压，同时安排医护人员立即进入人闸副仓进行加压，以缩短医护人员与伤员之间的压力差，使医护人员能尽快对伤员进行初步救治。另外油压、电气、控制系统和庞大后配套系统共同协调配合，才能保证盾构机正常运行。

一台盾构机作业时，由正、副 2 名操作员担任操作工作。为提高可靠性，还要有 1 名操作员备班，要运行一台盾构机，还要配备除渣人员 10 人、管片运输和安装 6 人、龙门吊操作员 2 人，还有电工等。盾构机实行两班倒作业，每班人员不到 40 人。要使用好这台盾构机，整个团队，包括项目经理、安全员和材料采购、后勤人员等共有 100 多人。

(2) TBM (图 1-3)

TBM 是目前国际上最先进的隧洞施工机械，它依靠机械的强大推力和剪切力破碎岩石。



图 1-3 TBM

它的巨大推力由高压液压缸提供，使刀具能够贯入岩体，因此液压缸的推力、刀具的贯入度就是 TBM 掘进速度的一个重要参数。

剪切力就是由安装在刀盘上的刀具——滚刀、切刀、刮刀等切

割岩体实现的，刀盘由驱动轴承带动旋转提供转矩和转速，使隧洞掘进、出碴、衬砌、灌浆、采用激光导向等工序平行作业，实现一次成洞。

TBM 法对围岩扰动小，开挖面平整圆顺，超欠挖少，可以有效降低地质灾害引发的风险，实现连续快速作业。它具有速度快、质量优、费用低、施工安全等优点，广泛应用于水利、水电、城建、交通等行业。

真正意义上的 TBM 主要分为两个大类，一类是岩石隧道掘进机，国内一般称为 TBM，有单护盾和双护盾的，用于岩石隧道施工，初期支护多采用锚杆喷射混凝土支护，大部分还有二次衬砌，最终成形隧道，不过也有采用类似盾构管片形式一次成形的；另一类就是盾构机，分为土压平衡盾构机和泥水盾构机。用于单一或者复合式的土层、砂层、岩层地质条件的隧道施工，没有初期支护，采用管片的形式进行拼装形成衬砌，一次成形隧道。

TBM 适用于中硬岩层的开挖，最适宜于开挖岩石单轴抗压强度介于 50~150MPa 的岩层。当岩石的抗压强度超过 150MPa 时，将导致掘进机刀具磨损加剧，掘进速度降低，施工成本提高。而当掘进机通过自承能力较差围岩时，如土层、断层破碎带、溶洞等不良地质条件时，会发生机头下沉，拱顶坍塌，甚至会被埋没等。

20 世纪 60 年代以来，TBM 以其朴素的破岩机理、先进的技术集成及很高的掘进效率而得到迅速发展。目前，中小直径 TBM 在各类围岩中的掘进技术已经基本成熟，应用也最为广泛。

1.2 盾构机的功能与组成

1.2.1 盾构机的功能

盾构机（图 1-4）是掘进机的一种类型，掘进机的定义是用机械能破碎隧道掌子面、随即将破碎物质连续向后输出并获得预期的洞型、洞线的机器。

用盾构机进行隧洞施工具有自动化程度高、节省人力、施工速度快、一次成洞、不受气候影响、开挖时可控制地面沉降、减少对地面建筑物的影响和在水下开挖时不影响水面交通等特点，在隧洞

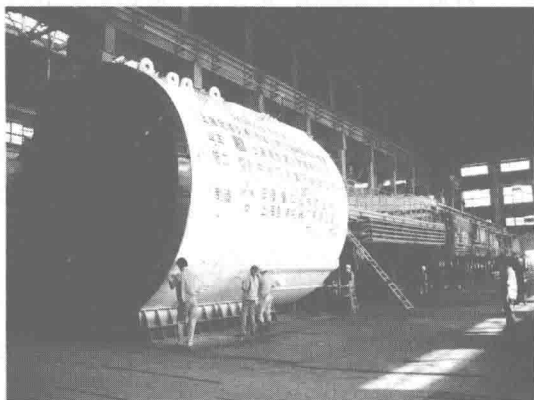


图 1-4 盾构机（三）

洞线较长、埋深较大的情况下，用盾构机施工更为经济合理。

盾构机是盾构施工法中的主要施工机械。盾构施工法是在地面下暗挖隧洞的一种施工方法，它使用盾构机在地下掘进，在防止软基开挖面崩塌或保持开挖面稳定的同时，在机内安全地进行隧洞的开挖和衬砌作业。其施工过程需先在隧洞某段的一端开挖竖井或基坑，将盾构机吊入安装，盾构机从竖井或基坑的墙壁开孔处开始掘进并沿设计洞线推进直至到达洞线中的另一竖井或隧洞的端点。

盾构机施工主要由稳定开挖面、挖掘及排土、衬砌（包括壁后灌浆）三大要素组成。

（1）盾构机的掘进

液压马达驱动刀盘旋转，同时开启盾构机推进液压缸，将盾构机向前推进，随着推进液压缸向前推进，刀盘持续旋转，被切削下来的碴土充满泥土仓，此时开动螺旋输送机将切削下来的渣土排送到带式输送机上，后由带式输送机运输至渣土车的土箱中，再通过竖井运至地面。

（2）掘进中控制排土量与排土速度

当泥土仓和螺旋输送机中的碴土积累到一定数量时，开挖面被切下的渣土经刀槽进入泥土仓的阻力增大，当泥土仓的土压与开挖面的土压和地下水的水压相平衡时，开挖面就能保持稳定，开挖面

对应的地面部分也不会坍塌或隆起，这时只要保持从螺旋输送机和泥土仓中输送出去的渣土量与切削下来的流入泥土仓中的渣土量相平衡，开挖工作就能顺利进行。

(3) 管片拼装

盾构机掘进一环的距离后，拼装机操作手操作拼装机拼装单层衬砌管片，使隧道一次成形。

1.2.2 盾构机的类型

盾构机根据适用土质不同可分为软土盾构机、硬岩盾构机、混合型盾构机。

① 软土盾构机适用于未固结成岩的软土、某些半固结成岩及全风化和强风化围岩。刀盘只安装刮刀，不需滚刀。

② 硬岩盾构机适用于硬岩且围岩层较致密完整，只安装滚刀，不需要刮刀。

③ 混合型盾构机适用于以上两种情况，适应更为复杂多变的复合地层，可同时安装滚刀和刮刀。

盾构机根据工作方式的不同分为泥水式、土压平衡式等。泥水式盾构机是通过加压泥水或泥浆（通常为膨润土悬浮液）来稳定开挖面，其刀盘后面有一个密封隔板，与开挖面之间形成泥水室，里面充满了泥浆，开挖土料与泥浆混合由泥浆泵输送到洞外分离厂，经分离后泥浆重复使用。土压平衡式盾构机是把土料（必要时添加泡沫等对土壤进行改良）作为稳定开挖面的介质，刀盘后隔板与开挖面之间形成泥土室，刀盘旋转开挖使泥土料增加，再由螺旋输料器旋转将土料运出，泥土室内土压可由刀盘旋转开挖速度和螺旋输出料器出土量（旋转速度）进行调节。

1.2.3 盾构机的组成

盾构机的基本工作原理就是一个圆柱体的钢组件沿隧洞轴线边向前推进边对土壤进行挖掘。该圆柱体组件的壳体即护盾，它对挖掘出的还未衬砌的隧洞段起着临时支承的作用，承受周围土层的压力，有时还承受地下水压以及将地下水挡在外面。挖掘、排土、衬砌等作业在护盾的掩护下进行。

盾构机主要由盾体、刀盘驱动、双室气闸、管片拼装机、排土