



北京盾构工程协会
盾构工程技术系列丛书

中国盾构工程 科技进展

A REVIEW OF TBM ENGINEERING
IN CHINA



主 编 吴煊鹏

副主编 刘 军 朱宏军 方江华



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



北京盾构工程协会
盾构工程技术系列丛书

中国盾构工程 科技进展

A REVIEW OF TBM ENGINEERING
IN CHINA

主 编 吴煊鹏
副主编 刘 军 朱宏军 方江华



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

内 容 提 要

本书是北京盾构工程协会在 2015 年组织的全国盾构行业调研的基础上,对会员单位提供的近十年盾构科技创新成果进行精选、分类、修改、补充、编撰而成。

全书共分六篇,分别介绍了我国盾构产业发展现状、盾构新科技、盾构工程科技成果、盾构工程专利、盾构工程施工工法、盾构工程典型案例,比较全面地反映出我国近年来盾构行业的科技进展历程与现状。

本书可供盾构设计制造、施工、科研等领域技术人员研究借鉴,也可供大专院校相关专业师生参考学习。

图书在版编目(CIP)数据

中国盾构工程科技进展 / 吴焯鹏主编. —北京:
人民交通出版社股份有限公司, 2016. 11

ISBN 978-7-114-13453-1

I. ①中… II. ①吴… III. ①隧道施工—盾构法—研究—中国 IV. ①U455.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 271563 号
京朝工商广字第 8195 号(1-1)

书 名:中国盾构工程科技进展

著 者:吴焯鹏

责任编辑:刘彩云

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:北京盛通印刷股份有限公司

开 本:880×1230 1/16

印 张:45.25

彩 插:8

字 数:1256 千

版 次:2016 年 11 月 第 1 版

印 次:2016 年 11 月 第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-13453-1

定 价:238.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)



主编简介

吴焯鹏



教授级高级工程师，中国铁建十六局集团有限公司副总工程师，首席技术专家。石家庄铁道大学工程硕士研究生导师，北京盾构工程协会副理事长。主要从事轨道交通工程、盾构工程与盾构机技术研究、盾构施工技术服务与管理工作。曾三次负责盾构穿黄工程（西气东输、南水北调中线、兰州轨道交通）的技术指导；主持首都机场 T3 航站楼 APM 工程施工。主持和参与了原铁道部、中国铁建股份有限公司和中国铁建十六局集团有限公司多项盾构科研项目，获得省部级科技进步奖多项，2012 年获詹天佑中铁建科技进步专项基金奖。2016 年获首都五一劳动奖章。

刘 军



教授级高级工程师，清华大学博士后，曾为北京市政建设集团有限责任公司副总工程师，现为北京建筑大学教授，兼任北京盾构工程协会副理事长。主要从事岩土与地下工程的研究与教学工作。目前担任北京市危险性较大工程办公室副主任，北京市轨道交通指挥部土建组专家，北京交通大学兼职教授、博导。在国内外期刊上发表学术论文 60 余篇，出版《盾构工程理论与实践》等著作 6 部，参与编制国家、地方规范标准 12 部，获省部级科技成果奖 4 项。

朱宏军



教授，历任北方工业大学学院副院长、党委书记。主要从事材料科学与工程的教学与研究。获省部级科技进步奖 3 项，“北京市产学研工作先进个人”一次。发表科技学术论文 16 篇，翻译出版外文科技文献 7 万余字，主编或参编科技著作 4 本。先后被聘为建材标准化与质量管理杂志顾问和编审，科学发展智库副秘书长，北京盾构工程协会副秘书长兼盾构工程杂志主编，中国机械再制造创新产业联盟副秘书长等。

方江华



副教授、高级工程师，硕士，国家一级注册建造师，现任北京住总集团有限责任公司地铁指挥部总工程师、集团技术质量部副部长，兼任北京盾构工程协会副秘书长。先后在高校、生产一线和机关从事岩土与地下工程的教学、科研、生产技术服务与管理工作。在国家级核心期刊发表学术论文 20 多篇，EI 收录数篇，作为副主编编写安徽省规划教材一部，主持或参与多项省部级科研课题；获发明和实用新型专利各 2 项。

盾构法由于其安全、快速、高效,已越来越广泛地应用于城市轨道交通、铁路、公路、市政基础设施等领域隧道工程的建设中。盾构机问世至今已有 100 多年的历史,始于英国,发展于日本、德国。21 世纪以来,我国已是世界上隧道及地下工程规模最大、数量最多、地质条件最复杂、修建技术发展速度最快的国家,用于城市轨道交通和其他领域地下空间建设的盾构机(隧道掘进机)保有量已达 1200 余台,位居世界前列。

据统计,截至 2015 年年底,国内城市轨道交通运营线路已达到 97 条,运营总里程达到 3087km,运营车站达到 2023 座,居世界第一位;全国 37 个城市在建项目 159 个,在建里程达到 3800km,完成投资 3683 亿元。截至目前,全国共有 43 个城市的轨道交通建设规划获得批复,规划总里程达 8600km。随着我国城市轨道交通建设规模的快速扩张,城市地下综合管廊和海绵城市的建设异军突起,国家“一带一路”建设以及城市深层空间的开发,将会对我国盾构机研发与制造、设计与施工、盾构耗材的生产与辅助装备以及盾构机的再制造提出更高要求,未来我国盾构产业发展前景广阔。

盾构法的广泛应用,带动了盾构工程设计施工及监理、盾构设备维保及再制造、盾构机配件、耗材生产及辅助设备等相关产业的快速发展。2015 年,我国盾构产业产值已接近 2000 亿元人民币;在盾构施工方面,已积累了大量在复杂地质环境、建(构)筑物密集和穿越大江大河等各种风险条件下的施工经验,并取得了大量创新成果,其中很多成果已经达到世界先进水平。但盾构技术快速大规模应用的同时,如何提高行业整体技术水平,防范盾构施工风险,不断创新,仍是业内必须高度重视的课题。

我翻阅了《中国盾构工程科技进展》,得知本书是北京盾构工程协会在 2015 年组织有关专家对 10 个省市盾构产业进行调研的基础上编写的,目的就是总结和推广成功经验和创新成果,行业协会就是要这样做促进行业健康发展的事情。本书内容丰富、着眼行业全局,编撰体系有创新,没有拘泥于惯例,既体现了我国近十年来盾构工程科学技术成果,又站在盾构技术的发展前沿,可以启发业内技术人员继续创新,是我国盾构发展历史中的一部价值非常高的重要文献,值得广大盾构工程从业者和爱好者学习。

陈仲雄

中国工程院院士

2016 年 9 月



院士题词：

依靠自主创新推动盾构
产业快速发展

徐滨士

二〇一六年十一月

科技使盾构腾飞，
盾构助隧道施工

现代化

贺《中国盾构工程科技发展》

徐滨士 二〇一六年十一月

中国制造2025 农机引领潮流

贺《中国农机工程科技进展》出版

王彦忠

2016.11.1

智能技术引领盾构装备的发展，
贺《中国盾构工程科技进展》出版。

栢桦勇

2016.10.

《中国盾构工程科技进展》

编写委员会



总策划:杨兴富

策 划:(按姓氏笔画排序)

马 栋 王 良 王文学 王杜娟 孔 恒 田世文
乐贵平 刘卡丁 刘双仲 江玉生 关 龙 阮 霞
杜永绥 李国强 李晓林 余 乐 张 伟 张 弥
张自太 张建民 陈 馈 陈英盈 陈韶章 邵翔宇
竺维彬 周 俊 周文波 周江天 油新华 胡胜利
钟长平 贺长俊 贺少辉 耿亚京 袁大军 黄昌富
黄常波 常喜平 程永亮 游大江 路 刚 蔡永立

顾 问:(按姓氏笔画排序)

王梦恕 杜彦良 杨华勇 施仲衡 钱七虎 徐滨士

主 编:吴煊鹏

副主编:刘 军 朱宏军 方江华

编 委:(以章节顺序主要供稿、编辑人员排序)

袁立刚 石元奇 王正元 郑永光 王宇飞 易 杰
全雪勇 邓立营 党军峰 申志军 庄榕榕 付仁鹏
尹清锋 尚华梁 闻和咏 桂轶雄 郑仔弟 赵洪岩
马云新 李小岗 帅玉兵 李天宇 杨开武 王胜勇
王海明 李振武 郭 健 阎向林 于兴国 王敏伟
李安清 乔国刚 蒙先君 薛尔莎 张豫湘 张 涛
张洪涛 周刘刚 贾 飞 付春青 李宏安 张天举

主编单位:北京盾构工程协会

参编单位:

北京市轨道交通建设管理有限公司

北京城市快轨建设管理有限公司

广州地铁集团有限公司

北京城建设计发展集团股份有限公司

北京建工京精大房工程建设监理公司

广州轨道交通建设监理有限公司

浙江大学

北京交通大学

中国矿业大学(北京)

北京建筑大学

石家庄铁道大学

北方工业大学

盾构及掘进技术国家重点实验室

装备再制造技术国防科技重点实验室

中铁工程装备集团有限公司

中国铁建重工集团有限公司

北方重工集团有限公司

上海隧道工程股份有限公司

中交天和机械设备制造有限公司

中船重型装备有限公司

辽宁三三工业有限公司

德国海瑞克股份公司

河北德林机械有限公司

北京住总集团有限责任公司

北京市政建设集团有限责任公司

北京市市政四建设工程有限责任公司

北京建工土木工程有限责任公司

中国建筑股份有限公司

中建交通建设集团有限公司

中建市政建设有限公司

中国铁建十六局集团有限公司

中铁十六局集团地铁工程有限公司

中铁十六局集团北京轨道交通工程建设有限公司

中国中铁隧道集团有限公司

中国铁建十四局集团有限公司

中国铁建十一局集团有限公司

中国中铁三局集团有限公司

中国石油天然气管道局第四工程分公司

沈阳鑫山盟建材有限公司

天津立林机械集团有限公司

山东天工岩土工程设备有限公司

河南豫中起重集团有限公司

洛阳特重轴承有限公司

北京九镁科技有限公司

北京金隅砂浆有限公司

北京盾构工程协会组织编纂这本《中国盾构工程科技进展》，是一件很有意义的事情，此书将对推动我国盾构工程科技进步和科技创新、促进我国盾构产业更好更快发展起到重要作用。编委会请我给本书写个序，作为北京盾构工程协会的名誉理事长，我愉快地答应了下来。

北京盾构工程协会自成立以来，按照创新发展、不断探索、真抓实干、为行业服务的精神，在学术交流、技术咨询、人才培养、信息服务、盾构机国产化及再制造等方面做了很多重要工作。我认为其中最值得称道的还是2015年组织的“我国盾构产业发展现状”调研。历时近一年，先后对盾构产业比较集中的北京、上海、广州、深圳、湖南、河南、河北、辽宁、江西、乌鲁木齐等10个省市进行了调研。调研对象涵盖盾构工程规划设计、建设管理、工程施工、工程监理、盾构机制造和再制造、盾构机零部件生产及盾构耗材生产等有代表性的企业。在调研过程中我们欣喜地看到中国盾构行业、盾构科技所取得的巨大成就和广阔的发展前景，也听到了各单位提及的盾构行业发展中存在的问题与中肯的建议，协会对调研中各单位提出的对策和建议进行归纳总结，向国家工业和信息化等有关部门作了专题汇报；同时，协会组织了一批专家、学者和盾构技术人员对各单位提交的反映本单位科技进展的材料编撰成《中国盾构工程科技进展》一书。

国际上盾构发展历史悠久，中国盾构应该是2000年后才加速发展的。盾构产业是我国近十几年迅速发展起来的新兴产业，全国盾构机拥有量从当时不到20台发展到今天的1200多台；盾构法施工从少数几个城市应用到已经在各大中城市普遍应用，从穿长江越黄河、跨海大直径长距离盾构施工到城市轨道交通、公路、铁路、水利、电力、地下管廊、核电、煤矿巷道等隧道工程建设，盾构法施工显示出在复杂地质环境、安全质量、环境保护等方面的优越性。经过十多年的发展，许多施工单位已经在国际上承包盾构工程，我国盾构施工技术已经达到国际先进水平，部分处于国际领先水平。十多年来，中国盾构机设计制造也实现了跨越式发展，从进口盾构机产品独占市场到国产盾构机占据85%市场份额并向国际市场进军；从引进技术、国际交流到自主创新、中国创造、中国制造，盾构机产业为我国成为制造强国起到了示范带头作用。整体上看，中国盾构技术已经是国际盾构技术中的重要组成部分，盾构行业已经成为我国一带一路，走出国门的先锋。这是我国综合实力提高的成果，也是盾构行业贯彻落实“创新、协调、绿色、开放、共享”发展的成果。根据我国经济和社会发展战略规划，盾构产业今后还会有更大的发展空间。

本书是我国近十年盾构工程科学技术成果的汇总，是对我国盾构工程科技发展的总结，是我国盾构发展历史中的一部重要文献。这些科技成果、专利、工法和典型案例，都是在盾构行业中具有先进性、代表性的例证。所以本书的出版发行，对于我国盾构工程行业具有重要意义。一是可以使广大读者从书中比较全面地了解我国盾构工程科技发展的现状，对盾构工程行业内甚至全国关注盾构工程行业的人士都

是一个很大的鼓舞；二是最为重要的（也是本书编纂的主旨），可以使这些科技成果、专利、工法及典型案例等重要信息在行业内得到共享和相互借鉴，推动我国盾构工程科技进步和创新、促进我国盾构产业更快发展。

从本书的参编单位和书的内容看，我国盾构行业的主要企事业单位和科研单位都有参与。我希望北京盾构工程协会再接再厉，多吃一些类似的有重要意义的工作，多提供一些帮助盾构行业各单位之间沟通交流的平台，为把我国盾构产业打造成引领国际水平的又一张名片做出更大的贡献。

最后，为《中国盾构工程科技进展》一书的出版发行，我谨向为本书提供科技成果及资料的企事业单位表示衷心的感谢！向编委会的专家学者、参编单位、为编纂本书付出辛勤劳动的所有工作人员表示诚挚的问候和热烈的祝贺！

全国人大十届常委、全国总工会原副主席 杨兴宙

2016年9月6日

前 言

本书是在北京盾构工程协会 2015 年组织的全国盾构行业调研成果的基础上,对各个协会会员单位提交的各种资料进行精选、分类、修改、补充、编撰而成。

本书共分六篇,分别介绍了我国盾构产业发展现状、盾构新科技、盾构工程科技成果、盾构工程专利、盾构工程施工工法、盾构工程典型案例。本书所收入的内容基本上为近十年的盾构科技创新成果,由于本书篇幅所限,案例、科技成果、工法之间的内容一般不重复介绍,也不可能收入盾构行业所有的案例、科技成果、工法和专利。但我们还是尽力让本书收入的内容形成一个能比较全面反映我国近些年盾构(隧道掘进机)行业科技进展历程与现状的基本概貌体系,一本能用于盾构行业内的技术交流和信息共享的书籍。例如盾构机制造和再制造的创新研究方法和成果,可供盾构机研发和制造单位互相借鉴,各种新型盾构机可供施工企业选型;成功的盾构工程案例、科技成果、施工工法和专利可供施工企业或相关单位参考和应用。

中国盾构研究与应用,起源于 20 世纪 60 年代,随后得到迅速发展和大规模应用,这是改革开放和国家综合实力提高的结果。中国盾构行业自 2006 年以来发展十分迅猛,盾构机在交通、水利、电力、地下空间开发等领域的隧道施工中得到广泛应用。中国盾构科技井喷式的发展和进步,让世界叹为观止。在以前是工程禁区的复杂地质环境、建(构)筑物密集和大江大河等风险条件下,中国盾构工程技术人员创造了一个又一个成功案例。从盾构工程勘察设计、盾构机设计制造与再制造、盾构机配套设备与耗材生产、盾构科学研究、盾构施工技术等各方面形成了一个完整的产业链,并获得了众多的发明专利、工法及国家级、省部级科技进步奖。

今天,我们已经看到,中国盾构技术与国际盾构技术已经融为一体,更有一些技术已经具有世界领先水平。国外盾构企业在国内合资办厂,中国盾构企业并购欧美企业,形成了你中有我、我中有你、融合发展的新格局。中国盾构行业在不断创新发展的同时,也在不断学习、吸收、借鉴国际盾构新技术;在布局国内市场的同时,紧紧盯着国际盾构市场。中国盾构行业前进的脚步在加速,盾构行业队伍和发展势头正在扩大。

我们相信,未来的十年,中国盾构工程科技在现在的基础上还会有进一步的强势发展。特别是在海底隧道、深埋隧道、高水压隧道、超大直径隧道工程技术领域,在超大直径盾构机国产化、核心零部件国产化、盾构机再制造等技术领域,在盾构应用机器人、3D 打印、BIM、VR 虚拟、自动化、互联网+、物联网、大数据、云平台等新技术领域都将取得全面突破。

中国盾构从一个以前受众极小的领域发展到今日国家重视、全民了解的大国重器、开路先锋和国家名片,很多科研技术人员为之付出了几十年的辛勤努力,很多单位在盾构领域先行一步、艰辛开拓,还有更多的人默默奋战在盾构工程第一线,他们是伟大的“地下工作者”,是盾构创新的劳动者。借本书出版

发行之机,谨向他们表达最崇高的敬意。

在此,还要向为本书提供资料的各协会会员单位、协会会员,参编单位及为本书编撰提供各种帮助的
各界同仁表示诚挚的感谢。

限于编者水平,本书疏误之处在所难免,敬请专家及读者批评指正。

《中国盾构工程科技进展》编委会

2016年9月1日

第 1 篇 我国盾构产业发展现状

第 1 章	我国盾构机研发、制造发展现状及存在的问题	3
第 1 节	盾构机研发、制造发展现状	3
第 2 节	盾构机研发、制造存在的问题	6
第 2 章	我国盾构机再制造发展现状及存在的问题	8
第 1 节	盾构机再制造的必要性和重要意义	8
第 2 节	盾构机再制造企业	9
第 3 节	盾构机再制造存在的问题	12
第 3 章	我国盾构施工技术发展现状及存在的问题	13
第 1 节	北京地区盾构施工技术发展现状	13
第 2 节	上海地区盾构施工技术发展现状	14
第 3 节	广州地区盾构施工技术发展现状	16
第 4 节	盾构施工企业	17
第 5 节	盾构施工方面存在的问题	20
第 4 章	我国盾构施工耗材和辅助装备发展现状及存在的问题	23
第 1 节	盾构施工耗材产品发展现状及存在的问题	23
第 2 节	盾构施工耗材生产企业和辅助装备生产企业	25
第 5 章	我国盾构产业发展展望	28

第 2 篇 盾构新科技

第 1 章	盾构机研制、创新及其应用	31
第 1 节	城市轨道交通类矩形盾构法隧道装备技术研究	31
第 2 节	超大型全断面(10.4m×7.5m)矩形隧道掘进机技术研究	92
第 3 节	世界首台大断面马蹄形土压平衡盾构机	130

第 4 节	国内自主研发的超大断面矩形顶管机	131
第 5 节	适合于城市地下综合管廊建设的小直径土压平衡盾构机	134
第 6 节	国内自主研发直径 8.03m 全断面岩石隧道掘进机	135
第 7 节	国内自主研发出口直径 3.53m 双 X 撑靴式岩石隧道掘进机	137
第 8 节	国产首台矿用斜井单护盾岩石隧道掘进机	138
第 9 节	国内自主研发首台敞开式岩石隧道掘进机	140
第 10 节	国产首台“长距离、大埋深、可变径”敞开式岩石隧道掘进机	142
第 11 节	国内自主研发首台铁路大直径土压平衡盾构机	144
第 12 节	世界首台永磁同步电机驱动土压平衡盾构机	146
第 13 节	国产亚洲最大直径 14.10m 复合式土压平衡盾构机	147
第 14 节	莞惠城际轨道大直径土压平衡复合盾构机	149
第 15 节	国产首台出口双护盾岩石隧道掘进机	150
第 16 节	国产首台自主研发双护盾岩石隧道掘进机	152
第 17 节	国产首台出口土压岩石双模式盾构机	155
第 18 节	国内自主研发首台出口的 $\phi 3.14\text{m}$ 微型泥水平衡盾构机	157
第 19 节	天津铁路单洞双线隧道大直径泥水平衡盾构机	159
第 20 节	国内首台水下对接隧道大直径泥水平衡盾构机	160
第 21 节	首台穿越长江大直径泥水平衡盾构机	161
第 22 节	国产首台 8.53m 大直径敞开式岩石隧道掘进机	163
第 23 节	世界首台煤矿岩巷全断面掘进机	165
第 24 节	世界首台全断面矩形煤巷高效掘进机	166
第 25 节	国产首台 14.93m 超大直径泥水气压平衡复合式盾构机	168
第 26 节	珠机城际轨道交通用 $\phi 8.78\text{m}$ 复合式土压平衡盾构机	171
第 27 节	广州制造世界最大直径 17.6m 盾构机	172
第 2 章	盾构机再制造技术及其应用	175
第 1 节	14.87m 超大直径泥水气平衡盾构吸收消化、再制造技术	175
第 2 节	盾构机关键系统再制造技术及应用	199
第 3 节	再制造技术在盾构机修复中的应用	214
第 4 节	S-254 土压平衡盾构机整机再制造及其应用	218
第 5 节	TBM 整机再制造开拓国外市场和应用	223
第 3 章	新技术在盾构工程中的应用	225
第 1 节	3D 激光打印技术在盾构工程中的应用	225
第 2 节	盾构隧道装配式衬砌三维力学分析理论与方法	228
第 3 节	盾构施工实时远程监控系统	232
第 4 节	深圳地铁 9 号线盾构隧道预埋滑槽应用技术	236
第 5 节	可组装式多功能盾构管片力学性能试验系统	240
第 6 节	盾构三维云平台的研究及应用	246
第 7 节	环保型预拌砂浆的技术研究及工程应用	250
第 8 节	硬岩 TBM 新型高耐磨高韧性滚刀研制及其应用	258

第 3 篇 盾构工程科技成果

第 1 章 国家级科技奖励	263
第 1 节 盾构装备自主设计制造关键技术及产业化	263
第 2 节 砂卵石地层盾构隧道施工安全控制与高效掘进技术	266
第 3 节 高水压浅覆土复杂地形地质超大直径长江盾构隧道成套工程技术	268
第 2 章 省部级与企业级科技奖励	271
第 1 节 南水北调中线穿黄隧道施工关键技术研究与应用	271
第 2 节 小角度近距离立体交叉地铁盾构下穿昆明火车站的关键技术	272
第 3 节 大直径土压平衡盾构机综合施工技术	272
第 4 节 大粒径卵石地层中盾构长距离下穿运营高铁施工技术	273
第 5 节 城市地铁近距离穿越地铁和桥梁综合施工技术	274
第 6 节 大坡度小半径重叠隧道盾构综合施工技术研究	275
第 7 节 杭州复杂地质条件下盾构区间综合施工技术	277
第 8 节 黄河冲淤积地质城市地铁综合施工技术	277
第 9 节 盾构隧道近距离小角度上穿既有矿山法隧道施工关键技术研究	278
第 10 节 盾构小半径下穿京沪京九多股铁路特级风险源施工技术研究	279
第 11 节 混合地层小半径连续正反向曲线段土压平衡盾构综合施工技术研究	280
第 12 节 盾构高压环境下动火修复关键技术研究	281
第 13 节 4m 小直径土压平衡盾构机研制	282
第 14 节 “中建一号”盾构机系统改造与应用	283
第 15 节 盾构机及辅助装置修复创新技术研究与应用	284
第 16 节 盾构下穿建(构)筑物群施工技术	285
第 17 节 复杂条件下盾构施工关键技术	286
第 18 节 特殊环境条件下地铁盾构施工综合技术	287
第 19 节 复杂地质条件下小断面长距离泥水平衡盾构施工技术研究	287

第 4 篇 盾构工程专利

第 1 章 发明专利	291
第 1 节 一种密实砂层中加快盾构掘进的刀盘刀具改进方法	291
第 2 节 软土地层既有盾构法隧道防渗漏保护方法	292
第 3 节 一种无水砂卵石地层盾构开仓换刀的方法	293
第 4 节 一种隧道用同步注浆材料及其制备方法	294
第 5 节 盾构机皮带输送机刮泥清洗装置及其安装方法	295
第 6 节 盾构机千斤顶撑靴安装与拆卸装置及撑靴安装、拆卸方法	296
第 7 节 盾构机注浆管路清洗的浆液和水回收利用系统及操作方法	297
第 8 节 盾构掘进过程中更换尾刷的装置及其施工方法	298

第 9 节	一种盾构泥渣净化回收再利用系统及其方法	300
第 10 节	盾构施工用装配式轨枕及其施工方法	301
第 11 节	轮式移动基座过站施工方法及装置	302
第 12 节	一种用于盾构机刀具磨损量的检测装置及检测方法	303
第 13 节	一种用于隧道盾构施工中的刀具磨损检测装置及方法	305
第 14 节	一种盾构机刀盘在隧道内高压环境下的修复方法	306
第 15 节	一种隧道和地下工程中盾构刀盘检修井机械成井的方法	307
第 16 节	用于高压环境下干式焊接的载人培训试验舱及试验方法	308
第 17 节	预设加固桩群建立城市地下隧道盾构刀盘修复空间的方法	310
第 18 节	盾构穿越检查井的施工方法	311
第 19 节	一种盾构通过竖井结构的施工方法	312
第 20 节	管片快速吊运装置	314
第 21 节	轴端出渣螺旋输送机	315
第 22 节	盾构机管片拼装机抓取装置	317
第 23 节	盾构机螺旋输送机驱动机构	318
第 24 节	敞开式岩石掘进机斗轮式清渣装置	319
第 25 节	盾构机管片快速卸载装置	320
第 2 章	实用新型专利	322
第 1 节	一种盾构隧道简易实用台车轨枕	322
第 2 节	成型盾构隧道顶部管片拆除装置	323
第 3 节	成型盾构隧道下部管片拆除装置	324
第 4 节	盾构分体始发管线同步移动装置	325
第 5 节	盾构机过站反力装置	327
第 6 节	盾构掘进隧道内行人通行装置	328
第 7 节	门式起重机装配式轨道基础	329
第 8 节	移动托架	330
第 9 节	砂卵石地层盾构刀盘	331
第 10 节	一种盾构隧道贯通口管片结构	332
第 11 节	盾构机分体始发加长管线隧道内悬吊架	333
第 12 节	盾构机分体始发加长管线隧道外悬吊架	334
第 13 节	土压平衡盾构机始发与接收施工多功能作业架	336
第 14 节	盾构施工预制拼装型集土坑	337
第 15 节	一种用于富集大粒径漂石地层的盾构刀盘	338
第 16 节	一种盾构机用重型撕裂刀	339
第 17 节	一种用于软硬不均互侵复合岩层的盾构复合式刀盘	340
第 18 节	盾构机步履式推移车	342
第 19 节	一种软硬不均互侵复合岩层的盾构刀盘与刀具选型配置	343
第 20 节	一种刀具呈分层多点布置的盾构刀盘	344
第 21 节	盾构机用耐磨板	345