



“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

类矩形盾构隧道 工程技术研究

朱瑶宏

著

Study on Engineering Technology of

Quasi-Rectangular
Shield Tunnel



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

类矩形盾构隧道 工程技术研究

朱瑶宏 著



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

内 容 提 要

本书以我国自主研发的第一台应用于城市轨道交通的类矩形土压平衡盾构机——“阳明号”为背景,系统介绍了类矩形盾构隧道工程的关键技术。全书共分六章,主要包括:类矩形盾构隧道技术发展概况、类矩形盾构隧道设计及试验、类矩形盾构装备技术研究、类矩形盾构施工关键技术研究以及实际工程应用等内容,为读者对类矩形盾构隧道工程技术研究提供了必要的基础。

本书可供从事类矩形盾构隧道工程设计、施工和科研的技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

类矩形盾构隧道工程技术研究 / 朱瑶宏著. — 北京:
人民交通出版社股份有限公司, 2018.10

ISBN 978-7-114-14488-2

I. ①类… II. ①朱… III. ①隧道施工—盾构法—研
究 IV. ①U455.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 013376 号

书 名:类矩形盾构隧道工程技术研究

著 作 者:朱瑶宏

责任编辑:王 霞 李 娜

责任校对:宿秀英

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.ccpress.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:18.25

字 数:400 千

版 次:2018 年 10 月 第 1 版

印 次:2018 年 10 月 第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-14488-2

定 价:108.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

本书编委会

主编单位：宁波市轨道交通集团有限公司

宁波大学

参编单位：上海隧道工程有限公司

同济大学

上海交通大学

上海隧道工程轨道交通设计研究院

主 编：朱瑶宏

编 委（排名不分先后）：

朱雁飞	汤继新	张付林	董子博	周俊宏
柳 献	杨志豪	黄德中	庄欠伟	石元奇
肖广良	顾建江	宗文亮	黄 毅	夏汉庸
黄 俊	翟一欣	俞登华	黄习习	苏秀婷

序

盾构法隧道技术是一项伟大的发明,具有机械化程度高、施工速度快以及安全等优点,使得许多处于复杂岩土环境中的隧道开挖成为一件可行的事,一百多年来得到了广泛的应用,在许多城市已经成为轨道交通区间隧道的首选施工工法。但传统的圆形盾构在狭窄的老城区道路下施工时,会不断遇到空间“放不下”、周边构建物“碰不得”的工程技术难题,为有效破解这一难题,推动城市地下空间的集约化利用,减小盾构施工对周边环境的影响,宁波轨道交通率先在全国提出了研发类矩形盾构的设想。历时9个月的研发,于2015年9月顺利研制完成了“阳明号”类矩形盾构机和相关的结构设计,并于2015年11月在3号线一期出入段线投入使用。

经过近一年的掘进施工,克服了穿越河流和房屋、穿越交通主干线、超浅覆土推进等种种施工难点,“阳明号”类矩形盾构隧道顺利贯通,这标志着国内第一条城市轨道交通类矩形盾构隧道得到成功应用。

“阳明号”建立了类矩形盾构法隧道设计、装备、施工三大技术体系,在技术上解决了类矩形盾构全断面切削与异形复杂管片拼装技术的国际难题,在异形多刀盘切削系统、管片拼装系统、推进系统等核心技术方面实现了首创性突破。类矩形盾构的空间利用率比圆形高30%~40%,高度上比容纳双线的大型圆隧道小很多,宽度上比两个单圆隧道加线间距要窄,且双线隧道一次成型,尤其适用于都市核心区、旧城区以及大规模开发区域轨道交通建设。

在此次研发过程中,宁波轨道交通方面首次尝试“科研、设计、施工总承包”的管理模式,并引入盾构设备制造、设计、施工企业及科研院所等优势力量共同参与,自2015年初招标完成起始,“阳明号”联合科研团队经历了整整9个月的不眠之夜才完成首套设备的研制。整个工程从立项到隧道贯通,得到了中科院孙钧院士,工程院钱七虎院士、梁文灏院士、杨华勇院士,日本地域地盘环境研究所(GRI)所长桥本正,国际隧道协会前主席 Lee In-Mo 等国内外知名专家的认可和赞誉,给出了“罕见”“非常成功”“国际领先”等高度评价。

在此书即将完成之际,要特别感谢各级领导的关怀与帮助,相关单位的支持与协助。

同时也离不开各位科研人取得的诸多科研成果,才有此书的顺利面世!令人感动的是,到2018年6月,宁波轨道交通2号线2期、4号线已有两条类矩形隧道贯通,很快要到更多的城市里应用。

限于时间和水平,难能全面,遗漏和不足之处望大家批评指正。

朱桂芳

前言

近年来,随着城市地下空间开发速度的不断加快,可利用的地下空间越来越少,迄今为止,国内约有 100 个城市提出了建设轨道交通的规划和设想,已有 40 余城市开通或正在建设。自 1818 年法国工程师 Brunel 发明盾构法以来,经过 100 多年的应用与发展,从气压盾构到泥水加压盾构以及更新颖的土压平衡盾构,已经使盾构法能适用于任何水文地质条件下的施工,无论是松软或坚硬、有地下水或无地下水的暗挖隧道工程都能用盾构法施工。

世界各国广泛应用盾构法修建公路隧道、地下铁道、水工隧道及小断面市政等隧道工程。美国仅纽约一地自 1900 年起用气压盾构就修建了数十条水底隧道。前苏联自 1932 年开始在莫斯科等地用盾构法修建地下铁道的区间隧道和车站。德国慕尼黑和法国巴黎地铁均采用了盾构施工。日本于 1922 年开始使用盾构技术修筑过铁羽线折渡隧道。20 世纪 60 年代,盾构法在日本得到了迅速发展,到 1978 年,日本已经拥有 100 台泥水加压盾构,同时开发了土压平衡式盾构和微型盾构,最小的盾构直径仅有 1m 左右,适用于城市上下水道、煤气管道、电力电缆和通信电缆等工程。

1956 年我国在阜新海州露天矿采用直径 2.66m 的盾构在砂土层中成功地修建了一条输水隧道。1957 年起在北京市区的下水道工程中采用过直径 2.0m 和 2.6m 的盾构。上海自 20 世纪 60 年代开始研究用盾构法修建黄埔水底隧道和地下铁道试验段,先后在第四纪软弱含水饱和地层中用直径 4.2m、5.6m、10.0m 等 11 台盾构进行了水底隧道、地下人防通道、引水和排水隧道及地铁隧道的施工。近年来盾构法在全国大中城市地下工程中已被广泛应用,并取得可喜的成绩。

盾构法经过 100 多年的应用与发展,截面形状经过了几代变更,至今应用最为广泛的截面形状有圆形、半圆形、椭圆形、马蹄形、矩形等。宁波地铁建设中应用的轨道交通新型结构断面的类矩形盾构隧道工程技术是一种全新的轨道交通设计理念和施工技术,类矩形盾构隧道工程技术不仅环境影响小而且能有效节约城市地下空间占用率,有利于克服目前面临的地下空间紧俏问题,为复杂环境地铁隧道工程开发、规划提供一种新的形式,应用前景广泛。

本书结合编著者的研究和工程实践,并参阅了大量的国内外有关文献,对类矩形盾构隧

道工程技术进行介绍和阐述,同时也尽量反映近年来国内外的一些重要研究成果。本书内容丰富,除涉及了大量的类矩形盾构隧道工程技术的研究和应用成果之外,还特别强调其实用性和可读性,力图提供一本便于盾构隧道设计和施工研究的较为全面且简明扼要的参考书。

全书共分为6章,具体内容如下:第1章为类矩形盾构技术概况,主要对隧道盾构法的历史沿革、国内外异形盾构发展现状和国内类矩形盾构研发背景进行概述,希望给读者一个较为全面的研究概况;第2章介绍类矩形盾构设计方法,包括其计算方法研究、试验段工程概况、类矩形盾构断面设计、管片结构设计及试验、类矩形盾构防水设计等;第3章介绍类矩形盾构装备,主要对异形隧道掘进机的发展历史和类矩形盾构机装备、构造、制造试验、组装及维护等进行介绍;第4章介绍类矩形盾构施工方法,包括其施工技术概述、类矩形盾构管片生产测量方法研究、盾构机运输及吊装、盾构始发及推进技术、纠偏技术、切削及渣土改良、管片拼装技术、同步注浆技术、二次注浆技术、盾构机接收和沉降控制技术;第5章介绍类矩形盾构施工方法在隧道中的工程应用,主要介绍了技术应用的工程概况、类矩形盾构施工环境影响理论分析及计算、工程实施效果分析等;第6章为全书的总结和展望,为读者后续对类矩形盾构隧道工程技术研究提供了必要的基础。

本书的编写和出版得到了一些教授或专家的宝贵意见和建议,作者在此表示衷心感谢。此外,本书引用了国内外许多学者的研究成果和资料,在此一并表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限,书中难免存在诸多不足之处,敬请广大读者批评指正。

作者

2017年12月

目录

第 1 章 类矩形盾构隧道技术发展概况	1
1.1 隧道盾构法的发展历史	2
1.1.1 国外盾构法发展历程	2
1.1.2 国内盾构法发展历程	6
1.2 国内外异形盾构发展现状	10
1.2.1 国外异形盾构发展现状	11
1.2.2 国内异形盾构发展现状	16
1.3 类矩形盾构隧道特点、意义及研究重点	19
1.3.1 类矩形盾构隧道特点	19
1.3.2 类矩形盾构研发意义	20
1.4 本章小结	21
第 2 章 类矩形盾构隧道设计及试验	23
2.1 盾构隧道计算方法研究	24
2.1.1 类矩形盾构隧道主要优势	24
2.1.2 类矩形盾构隧道设计难点	24
2.2 试验段工程概况	25
2.3 断面设计	26
2.3.1 限界设计	27
2.3.2 疏散方式设计	29
2.3.3 断面形式设计	30
2.4 管片结构设计	31
2.4.1 结构厚度	31
2.4.2 管片分块及拼装方式	32
2.4.3 环、纵缝构造	32

2.5 盾构防水设计	33
2.5.1 防水设计参数	33
2.5.2 管片接缝密封垫防水形式选型	35
2.5.3 弹性密封垫及防水沟槽设计	36
2.6 类矩形盾构管片试验	38
2.6.1 管片接缝试验	39
2.6.2 整环试验	86
2.6.3 优化试验	95
2.6.4 防水试验	104
2.7 现场试验	107
2.7.1 现场试验设计及过程	108
2.7.2 主要试验结果	112
2.7.3 试验结果分析	126
2.7.4 小结	138
2.8 本章小结	139
第3章 类矩形盾构装备技术研究	143
3.1 类矩形盾构机装备概述	144
3.2 技术研究重点	146
3.3 类矩形盾构机构造	147
3.3.1 “双X同面+偏心多轴”组合式全断面切削刀盘系统	147
3.3.2 施工同步可更换、压密量可调节铰接密封系统	148
3.3.3 类矩形盾构壳体	149
3.3.4 可随动螺旋机装置	150
3.3.5 串联环臂式轨迹伺服类矩形盾构拼装系统	150
3.3.6 防背土装置	152
3.4 类矩形盾构制造试验	152
3.4.1 切削试验	153
3.4.2 拼装试验	159
3.4.3 铰接试验	162
3.5 设计、组装的关键技术	166
3.5.1 创新点	166
3.5.2 制造	166
3.6 维护与检查要点	173
3.7 本章小结	176

第 4 章 类矩形盾构施工关键技术研究	177
4.1 类矩形盾构施工技术概述	178
4.2 类矩形盾构隧道管片生产测量方法研究	179
4.2.1 研究内容	179
4.2.2 测量项目和测量要求	179
4.2.3 测量方法	180
4.3 盾构始发	182
4.3.1 盾构出洞(始发)施工总体流程	182
4.3.2 盾构出洞(始发)准备工作	183
4.3.3 盾构出洞(始发)段掘进	185
4.4 推进技术	187
4.4.1 盾构推进主要参数设定	188
4.4.2 盾构推进的轴线控制	189
4.5 纠偏技术	191
4.5.1 基于几何关系的纠偏量细化计算	192
4.5.2 基于受力平衡的纠偏力计算	194
4.5.3 基于拼装仿真的立柱纠偏计算	195
4.6 切削及渣土改良	196
4.6.1 基于 SPH 方法的土仓渣土运动趋势模拟	196
4.6.2 土体改良技术研究	197
4.7 管片拼装技术	202
4.7.1 基于拼装仿真的管片拼装顺序比选	203
4.7.2 基于多环拼装仿真的拼装质量控制措施	205
4.7.3 基于受力分析的拼装质量控制标准研究	207
4.7.4 矩形管片拼装控制措施	208
4.8 同步注浆技术	210
4.8.1 基于 SPH 方法及可视化注浆试验的浆液填充机理研究	210
4.8.2 高流动度早强浆液配合比研究	214
4.8.3 同步注浆施工参数研究	218
4.8.4 同步注浆方案设计	221
4.8.5 同步注浆施工操作	227
4.9 二次注浆技术	229
4.10 盾构机接收	231
4.10.1 盾构接收施工总体流程	231

4.10.2 盾构接收准备工作	231
4.10.3 盾构接收施工	232
4.10.4 盾构接收施工针对性措施	234
4.11 沉降控制技术	235
4.11.1 周边环境影响控制	235
4.11.2 隧道变形控制	238
4.12 施工技术综合评价	240
第 5 章 类矩形盾构试验段应用	243
5.1 工程概况	244
5.1.1 工程简介	244
5.1.2 类矩形盾构区间概况	245
5.1.3 线路和周边环境特点	245
5.1.4 管片环结构形式	246
5.1.5 盾构设计参数	246
5.2 类矩形盾构施工环境影响理论分析及计算	247
5.2.1 盾构掘进地层扰动分析	247
5.2.2 ABAQUS 有限元分析	253
5.2.3 浅覆土掘进分析	257
5.2.4 浅覆土掘进分析结果	260
5.3 工程实施效果分析	263
5.3.1 地表沉降	263
5.3.2 隧道轴线	265
5.3.3 盾构偏转	266
5.3.4 隧道收敛	267
5.3.5 隧道上浮	267
5.4 应用情况综合评价	268
第 6 章 总结与展望	271
6.1 总结	272
6.2 展望	275
参考文献	277

第1章

类矩形盾构隧道技术发展 概况

宁波轨道交通3号线使用“阳明号”盾构机施工,作为一种新引进的盾构工法,建立了类矩形盾构法隧道设计、装备、施工三大技术体系。同时,在技术上解决了类矩形盾构隧道全断面切削与异形复杂管片拼装技术的国际难题,在异形多刀盘切削系统、管片拼装系统、铰接系统等核心技术方面实现了突破性进展,为城市地下空间集约化利用及高标准环境保护开辟了一条新路。

为适应地下工程建设各种复杂环境条件的需要,不断发展和提高类矩形盾构技术水平,本书吸取了“阳明号”科研经验和工程经验,将理论与实践紧密结合,科研、施工并行,将国内外类矩形盾构隧道的设计、盾构装备、施工及工程应用系统归纳,以满足从事类矩形盾构隧道设计、施工和管理的技术人员的实用需要及使用参考。

1.1 隧道盾构法的发展历史

随着经济社会的快速发展,城市化进程的不断加速,我国已进入城市轨道交通大发展时期。截至2016年,国内已约有100个城市提出了建设轨道交通的规划和设想,其中40个城市已经开通或正在建设轨道交通,其余的60个城市开展了规划、勘测、设计、咨询等前期工作,“十三五”计划内有望开始建设。作为城市轨道交通隧道施工的主要工法,盾构法在近几十年内也取得了飞速发展,进而满足日益增长的轨道交通建设需求。

盾构法是隧道暗挖法施工中的一种全机械化施工方法,因其具有施工速度快、隧道结构稳定、对周围建筑物影响较小等特点,现已被广泛引用。盾构法始于英国,1825年布鲁诺尔(Brunel)在伦敦泰晤士河下首次用1台手掘矩形盾构开挖水底隧道,但在其后相当长的历史时期,由于矩形管片不易于机械拼装,也无法实现全断面机械化开挖,很少有矩形断面盾构隧道。由于圆形隧道结构受力好,便于机械化全断面开挖和机械化拼装,所以在这近200年来,95%以上的盾构都是圆形盾构,世界各国研制了数以千计的各种类型、各种直径的盾构,使盾构及其施工技术得到了不断发展和完善。至今,盾构已发展成为修建隧道的一种常用施工设备。

1.1.1 国外盾构法发展历程

1865年,巴尔劳(B.W. Barlow)首次采用圆形盾构,并用铸铁管片作为隧道的衬砌。

在盾构穿越饱和含水地层时,施加压缩空气以防止涌水的“气压法”最先是在1830年由劳德考切兰斯(Lord Cochran)发明的。

1874年,在英国伦敦地铁隧道的施工中,格雷塞德(James Henry Greathead)综合了以往盾构施工和气压法的技术特点,首创了在盾尾后面的衬砌外围环形空隙中压浆的施工方法,为盾构施工法的发展起到重大推动作用。

1880~1890年间,在美国和加拿大间的圣克莱河下用盾构施工法建成一条直径6.4m、长1800m的水底铁路隧道。

20世纪初,盾构施工法已在美、英、德、苏、法等国开始推广,30~40年代在这些国家已成功地使用盾构建成内径3.0~9.5m的多条地铁及过河公路隧道,仅在美国纽约就采用气压法建成了19条重要的水底隧道,盾构施工的范围很广泛,有公路隧道、地下铁道、上下水道以及其他市政公用管道等。

1939年,日本正式应用盾构施工法施工关门隧道的海底部分,该盾构的外径为7.182m,隧道总长为7258m,该工程奠定了日本盾构技术的基础。

从20世纪60年代起,盾构施工法在日本得到迅速发展,70年代日本及德国针对城市建设区的松软含水地层中因盾构施工引起的地表沉降,解决了预制高精度钢筋混凝土管片和接缝防水等技术问题,研制了各种新型的衬砌和防水技术及局部气压式、泥水加压式和土压平衡式等新型盾构及相应的工艺和配套设备。

之后30年,随着土压平衡、泥水平衡、盾尾密封、盾构始发及接收等一系列技术难题的解决,盾构技术有了较快发展,至今已累计生产10000多台。各厂家可以根据不同的地质条件和工程要求,设计不同类型的盾构机以满足不同工程的需要。

1990~2010年,盾构工法的技术进步极为显著。归纳起来有以下几个特点:①盾构隧道长距离化、大直径化;②盾构多样化;③施工自动化。

由英法两国共同建造的英吉利海峡隧道(长48km)采用11台 $\Phi 5.8\text{m}$ 和 $\Phi 8.8\text{m}$ 的土压盾构掘进施工,如图1-1所示,于1993年竣工(原计划1993年通车,后延迟一年),创造了单台盾构一次掘进21km和月掘进1487m的世界纪录。英法两侧的6台盾构在海底实现对接,隧道最大埋深达100m。

丹麦斯多贝尔特海峡铁路隧道长7.9km,最大埋深75m,采用4台 $\Phi 8.78\text{m}$ 复合型土压盾构掘进。由于穿越的地层为冰碛石和泥灰岩,其含水丰富,渗透系数大,因而比英法海峡隧道的掘进施工更为困难。施工中发生了特大涌水导致隧道淹没事故,采用海底井点降水、冻结、气压等辅助施工工法解决了困难,工程历经艰辛,于1996年竣工。

日本东京湾道路隧道(长9.4km)采用8台 $\Phi 14.14\text{m}$ 泥水盾构掘进施工,于1996年竣工。盾构采用先进的自动掘进管理系统、自动测量

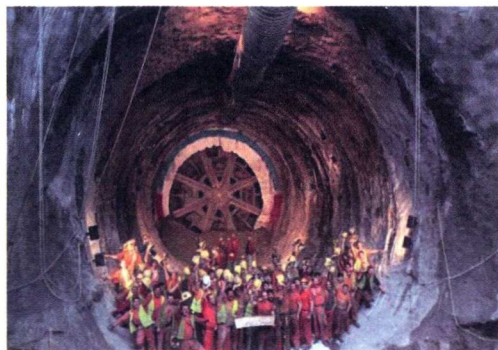


图1-1 英吉利海峡隧道

管理系统和自动拼装系统，8 台盾构在海底实现了对接，如图 1-2 所示，体现了高新技术在盾构法隧道工程中的应用。隧道最大埋深 60m，在黏土和砂性土中掘进，隧道管片分为 11 块，厚度 65cm，结构计算采用弹性地基梁模型，接头弹簧系数经管片接头试验取得。

1997 年开工的德国汉堡易北河第 4 隧道工程，长度 2.6km，河底最小覆土仅为 7m（小于 0.5D），采用海瑞克公司制造的 $\Phi 14.2\text{m}$ 复合型泥水盾构，穿越的地层为坚硬的黏土、砾石，含水丰富，透水系数大，掘进施工十分困难。盾构机中心设有直径 3m 的先行小刀盘，泥水舱下部设有可破碎直径达 1200mm 巨砾的破碎机；另一项新技术是地震测量系统，称为“声波软土探测系统”（SSP），可为整条隧道推进过程采集数据测量，提供盾构前 20 ~ 30m 的三维反射图象。这台盾构掘进机还设计了在常压状态下的刀盘更换设施，具有国际先进水平，易北河第 4 隧道工程于 2003 年竣工。

荷兰 GROENE HART 隧道是阿姆斯特丹到布鲁塞尔高速铁路隧道工程，长度 7.156m，中间设 3 座工作竖井，穿越地层为砂土，隧道埋深 30m，采用法国 NFM 厂制造的外径 14.87m 泥水气平衡盾构掘进机，掘进施工相当顺利，于 2005 年竣工。

马德里 M30 地下道路隧道工程一期南环线，2 条双向三车道隧道各长 4km，穿越地层为坚硬、有裂隙的灰色或绿色泥灰岩质黏土和石膏，如图 1-3 所示。北隧道采用德国海瑞克制作的 $\Phi 15.2\text{m}$ 世界最大双子星土压盾构，于 2005 年 11 月，盾构始发施工，2007 年 3 月北隧道建成通车。南隧道采用日本三菱重工制作的 15.2m 土压盾构掘进了 3664m，创日进度 46m 的纪录。

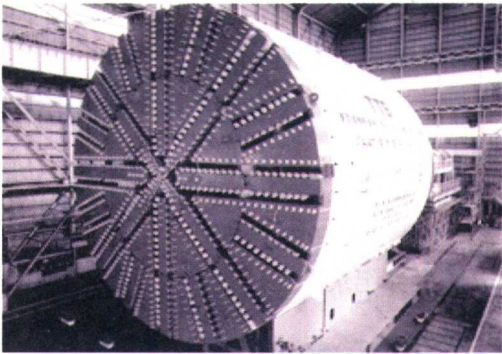


图 1-2 东京湾道路隧道 $\Phi 14.14\text{m}$ 泥水盾构



图 1-3 马德里 M30 地下道路隧道 $\Phi 15.2\text{m}$ 双子星土压盾构

可以看出，盾构法在隧道工程中的使用方兴未艾，发展势头良好、潜力巨大。国外盾构的发展情况如表 1-1 所示。

国外盾构发展一览表

表 1-1

时 间	工 程 名 称	施 工 方 法	备 注
18 世纪末	英国伦敦地下横贯泰晤士河隧道		世界首次提出盾构工法并实施
1869 年	建造横贯泰晤士河上的第二条隧道	圆形隧道，外径 2.18m，长 402m	新开发的圆形盾构，使用铸铁扇形管片

续上表

时 间	工 程 名 称	施 工 方 法	备 注
1876 年	英国人 Brunton 申请机械和盾构专利	盾构采用了半球形旋转刀盘	从人工开挖盾构到机械开挖盾构的改革
1887 年	南伦敦铁道隧道	气压法	气压盾构法获得成功
1896 年	英国人 Price 开发了辐条式刀盘的机械化盾构, 在 4 个辐条上装有切削刀具		
1892 年	美国最先开发了封闭式盾构		
1892 年	法国巴黎使用混凝土管片建造了下水道隧道		
1896 ~ 1899 年	德国使用钢管片建造了柏林隧道		
1913 年	德国建造了断面为马蹄形的易北河隧道		
1931 年	苏联用英制盾构建造了莫斯科地铁隧道, 施工中使用了化学注浆和冻结工法		
1939 年	日本关门隧道	直径 7m 的手掘圆形盾构	
1964 年	英国的 Mott Hey 和 Aderuson 申请了泥水加压平衡盾构专利		
1967 年	日本在东京首次实施泥水加压盾构施工, 直径为 3.1m		
1970 年	穿越东京森崎运河的羽田隧道工程	直径为 7.29m 的泥水加压盾构	
1972 年	日本开发土压盾构技术成功		
1974 年	德国研制 1 台泥水盾构并成功掘进了汉堡 4.6km 污水隧道		
1974 年	直径 3.72m 泥水加压盾构在东京掘进了 1900m 隧道		世界上第一台泥土加压盾构
1978 年	日本开发高浓度泥水盾构成功		
1981 年	日本开发气泡盾构成功		
1982 年	东京使用 $\Phi 10.58\text{m}$ 泥水加压盾构, 日本开发 ECL 工法成功		
1986 年	东京 JR 京叶线京桥隧道工程	$\Phi 7420 \times w12190$ 双圆泥水盾构	首次采用
1987 年	日本进行了 $\Phi 2.5\text{m}$ 的双圆盾构的模拟掘进试验和管片衬砌结构试验		
1988 年	日本开发泥水式双圆搭接盾构工法成功		
1989 年	广岛市鲤城交通隧道工程中	$\Phi 6.09\text{m} \times 10.62\text{m}$ 双圆土压盾构掘进	首次采用, 技术成果获日本 1996 年度土木学会技术开发奖
1989 年	日本开发 HV 工法、注浆盾构工法成功		
1992 年	东京地铁 12 号线饭田桥车站	$\Phi 8846 \times w17440$ 三圆泥水盾构	