

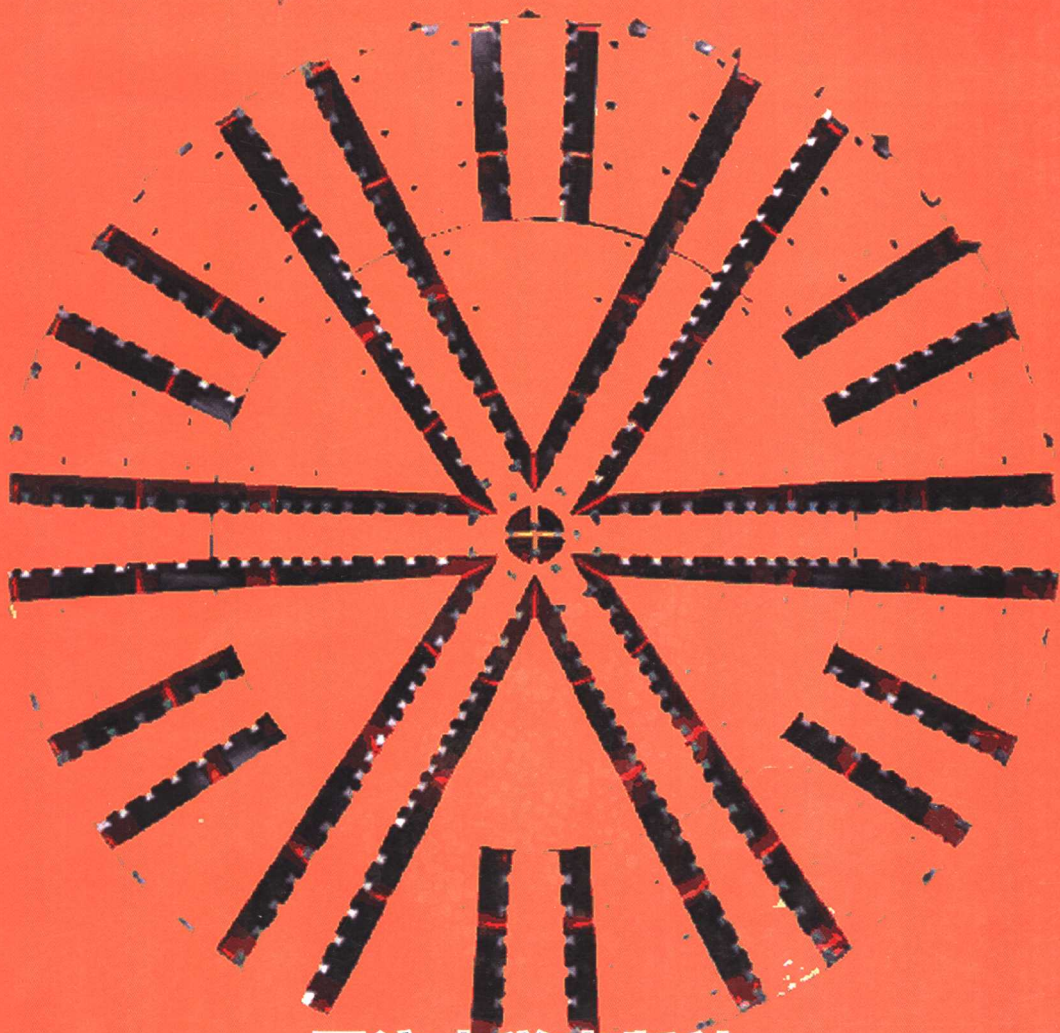
上海市土木工程学会 主编  
上海隧道工程股份有限公司



# 城市交通隧道工程最新技术

——2003上海国际隧道工程研讨会论文集

Collection of Papers from  
2003 Shanghai International Symposium on Tunnel Engineering



同济大学出版社

# 城市交通隧道工程最新技术

——2003 上海国际隧道工程研讨会论文集

Collection of Papers from  
2003 Shanghai International Symposium  
on Tunnel Engineering

上海市土木工程学会 主编  
上海隧道工程股份有限公司

同济大学出版社

## 内 容 提 要

本书收录了来自德国、法国、日本、荷兰和我国的论文 70 多篇,主要包括盾构隧道、盾构掘进机、沉管隧道、地铁车站基坑和盾构施工辅助技术。这些论文涉及近年来国内外著名隧道工程,如大连路越江隧道、复兴路双层隧道、上海外环沉管隧道、上海明珠线地铁隧道和日本东京湾跨海道路隧道、荷兰沉管隧道、德国易北河大直径隧道等工程,这些案例反映了上海和国际隧道工程的技术发展现状和水平。

本书作者大多是隧道工程第一线的工程技术负责人,他们所撰写的都是亲自经历的隧道工程技术论文,文中给出的实例均为现场施工的成功经验总结,条理清楚,数据齐全,结果置信度高,对隧道工程的设计、施工都有较大的借鉴价值。此书可供城市地铁隧道、大型沉管工程、深基坑工程等领域设计与施工的工程技术人员、施工技术人员、科研人员以及大专院校有关专业师生作技术参考资料。

### 图书在版编目(CIP)数据

城市交通隧道工程最新技术:2003 上海国际隧道工程研讨会论文集/上海市土木工程学会,上海隧道工程股份有限公司主编. —上海:同济大学出版社,2003.10  
ISBN 7-5608-2715-2

I. 城... II. ①上...②上... III. 地下铁道—隧道工程—国际学术会议—文集 IV. U231-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 076307 号

### 城市交通隧道工程最新技术——2003 上海国际隧道工程研讨会论文集

上海市土木工程学会 主编  
上海隧道工程股份有限公司

责任编辑 李炳钊 特约编辑 楼如岳 张洁萍 责任校对 徐 栩 封面设计 李志云

---

出 版 同济大学出版社  
发 行 (上海四平路 1239 号 邮编 200092 电话 021-65985622)  
经 销 全国各地新华书店  
印 刷 上海展望印刷厂印刷  
开 本 787mm×1092mm 1/16  
印 张 42.5 字 数 1090000  
版 次 2003 年 10 月第 1 版 2003 年 10 月第 1 次印刷  
书 号 ISBN 7-5608-2715-2/U·41  
印 数 1~1000 定 价 150.00 元

---

本书若有印装质量问题,请向本社发行部调换

## 序

2003 上海国际隧道工程研讨会的召开是结合国内外的交通隧道发展历程,描绘未来隧道事业前景的盛会,因此,本次会议的主题是:回眸与发展——聚焦城市交通隧道。

城市轨道交通建设,是一个城市建设史上最大的公益性基础设施,它对城市的全局和发展都将产生深远的影响。发展轨道交通网是解决大中城市交通现状及远期发展的一个切实可行的模式,可为城市的经济发展奠定良好的交通基础,从而使城市居民享受良好的生活质量。随着我国经济建设的发展,城市地铁工程建设已在上海、北京、广州、深圳、南京、天津等各大城市形成高潮,在建地铁轨道交通达 10 条线约 250km,其中约 150km 采用盾构法建造地铁隧道。上海市规划 17 条线,总长约 780km,另已建造的越江道路隧道工程中有 3 项采用大直径盾构掘进施工,一项采用沉管法施工。上海是国内首先采用盾构法建造交通隧道的城市,也是目前使用盾构掘进隧道最多的城市。在上海举办的这次国际隧道研讨会,是想通过这个窗口,让世界了解上海隧道事业的发展,让上海与国外轨道交通的发展接轨。

为了总结国内外城市交通隧道规划、设计、施工、科研、管理运营的经验,学习和引进国外先进技术,推动我国隧道工程领域的技术进步,藉此“2003 上海国际隧道工程研讨会”召开之际,汇编出版经过筛选的来自国内外的 70 多篇论文,以促进多方的交流与合作,这是很有意义的。论文集内容涵盖了隧道施工中的沉管隧道、盾构隧道、盾构掘进机、基坑工程及其他辅助技术,通过具体的工程实例,较全面直观地介绍了隧道工程的发展状况,极有价值。

预祝“2003 上海国际隧道工程研讨会”成功举办!

2003 年 11 月

---

① 刘建航:中国工程院院士、博士生导师、教授。

# 目 录

## 序

### 综述报告

- 上海城市交通隧道盾构施工技术综述 ..... 周文波 杨国祥 傅德明(3)  
上海城市轨道交通线网规划回顾与展望 ..... 杨贲良 沈秋飞(16)  
上海地铁4号线工程设计与施工新技术 ..... 白廷辉(25)  
上海外环隧道工程技术综述 ..... 杨我清(39)  
崇明越江通道南隧北桥方案 ..... 邵理中 陈奇甦 黄锦源 徐正良(45)

### 国外论文

- Applications of Underground Space  
..... L. O. Dahlström, A. Soreklint & S. Swedenborg(53)  
Ground Movement Control for Shield Tunnelling in Soft Ground  
..... Tadashi Hashimoto(65)  
Experiences in Monitoring in Japan for Shield Tunnels  
..... Tadashi Hashimoto(79)  
沉管隧道基础施工技术综述 ..... 齐藤尚武(97)  
DOT隧道工法的开发、施工和今后的展望 ..... 富沢 勉(108)  
Souterrain Project in The Hague, the Netherlands ..... ir. T. A. Feijen(113)  
Groene Hart tunnel—an ecologically friendly Project ..... Pierre Longchamp(124)

### 盾构隧道工程

- 大连路隧道工程设计 ..... 曹文宏 杨志豪(131)  
上海打浦路隧道复线工程建设方案研究 ..... 邵理中 徐一峰 潘国庆 王宝辉(138)  
结合南京地铁探讨盾构隧道结构设计 ..... 张伯林 余才高(146)  
肇嘉浜路盾构法排水隧道设计 ..... 潘国庆 孙家珍 徐长彪 张轶群(155)  
大型圆形双层公路盾构法隧道应用研究 ..... 周质炎(160)  
双圆(DOT)盾构隧道衬砌结构计算模型研究 ..... 袁金荣(165)  
双圆盾构隧道管片大整环拼装加载试验及结构分析 ..... 杨国祥 林家祥(173)  
上海大连路越江隧道施工技术综述 ..... 沈永东 朱卫杰 杨国祥(180)  
上海复兴东路隧道工程及施工技术 ..... 赵国强 邹长中 华学新(192)  
上海外滩观光隧道盾构叠交施工技术 ..... 周文波 吴惠明(199)  
新加坡DTSS-T01长距离深隧道施工技术 ..... 刘 浪(207)  
穿黄河隧洞泥水盾构施工技术研究 ..... 倪锦初 魏新柱 赵 峰 苏利军(218)

南京地铁 1 号线软土隧道施工 .....	周希圣	英 旭	(222)
盾构在砂性土中的掘进施工及环境保护 .....	龚金弟	桂业琨	郑 坚(233)
在硬岩及球状风化岩地段选用传统工法辅助盾构施工的探讨 .....	竺维彬	袁敏正	鞠世健(239)
广州地铁 2 号线赤—鹭区间隧道盾构施工引起的地面沉降规律分析 .....	张厚美	张良辉	罗劲鸿(246)
地铁隧道纵向沉降和结构性能研究 .....	臧小龙	黄宏伟	徐 凌(257)
盾构隧道信息化施工实时远程管理系统的建设 .....	周文波	胡 珉	(266)
掘进机隧道施工运输问题的最优化模型和工程应用 .....		白 云	(273)
隧道系统工程在掘进机隧道工程的辅助决策系统中的应用 .....		白 云	胡向东(283)
我国矩形隧道施工技术的研究与应用 .....		张冠军	(294)
大连路隧道泥水处理技术的应用 .....	刘豫东	孙静毅	(303)
砂砾石地层中土压平衡盾构施工模拟试验分析 .....	郑宜枫	徐天泰	石元奇(313)
盾构姿态自动测量系统偏差解算 .....	岳秀平	陈 洁	(320)
复兴东路电缆越江顶管施工测量技术 .....	程文华	郑金森	(327)

### 盾构掘进机技术

盾构掘进机发展战略研究 .....	杨华勇	龚国芳	(339)
直径 6.14m 复合型土压盾构掘进机 .....	王鹤林	黄明涛	陈雅萍(347)
4m×6m 偏心多轴矩形顶管机的研制 .....	吕建中	石元奇	(354)
偏心多轴式掘进机的开发研究及工程应用 .....		宓佩明	(360)
大刀盘电机驱动土压平衡顶管机 .....		黄均龙	(370)
上海地铁 10 号盾构监控技术 .....		吴兆宇	(376)
直径 6.14m 复合式土压平衡盾构电气系统设计研究 .....		顾德焜	(382)
上海地铁盾构数据采集系统的技术改造 .....		杨宏燕	(389)
区间盾构筹划软件的开发编制 .....	马忠政	姚文俊	(398)

### 沉管隧道工程

上海外环隧道设计 .....	沈秀芳	乔宗昭	陈 鸿(415)
上海外环隧道管段沉放施工技术研究 .....	陈 彬	傅德明	李向红(425)
常洪隧道管段浮运沉放测量及定位实时监控 .....	杜云龙	刘千伟	王解先(433)
沉管隧道基础处理技术 .....		朱家祥	白 云(443)
上海外环隧道基础处理技术研究及应用 .....	陈 彬	张冠军	王 祺(456)
上海外环隧道浦东暗埋段施工技术 .....		徐经纬	(469)
常洪沉管隧道关键施工技术概述 .....	周 松	刘千伟	杨国祥(476)

### 基坑工程

上海人民广场地区地下交通枢纽及其地下空间综合利用的规划设想 .....	俞加康	周建非	(489)
上海地铁 4 号线工程上海体育馆站换乘方案设计 .....	姚宪平	曹文宏	梁 伟(497)

上海外环沉管隧道浦西风井围护结构设计 .....	李庆来	(503)
既有隧道上方修建轻轨车站的设计与施工对策 .....	罗衍俭 缪 仑	(510)
嫩江路车站地下一层半侧式车站的建筑设计 .....	樊洪涛	(516)
古象大酒店基坑工程设计与实践 .....	梁颖元 王 挥 林 洁	(524)
上海外滩观光隧道浦东、浦西竖井深基坑施工 .....	张 焰 杨国祥 朱雁飞	(530)
张杨路地铁车站施工关键技术与变形性状实测研究 .....	张志勇 杜 毅 陈少波	(540)
SMW 工法在地铁深基坑中的应用 .....	徐子林	(547)
围护结构弹性地基梁法的改进研究 .....	白廷辉	(553)
超载作用下围护结构水平位移与坑周地表沉降关系研究 .....	杨国伟 刘建航	(560)
关于基坑围护结构墙内预留土堤土压力的研究探讨 .....	马忠政 刘朝明	(568)
深大圆形基坑的结构计算与坑底抗隆起问题的分析 .....	张惠甸 秦夏强 谢 非	(575)
地铁车站结构振动台模型试验的研究 .....	季倩倩 杨林德	(587)

### 其他地下工程技术

大连路隧道江底联络通道冻结施工技术研究 .....	丁光莹 章仁财 罗良友	(597)
小关大跨度连拱隧道的设计与施工 .....	刘胜利 彭立敏 余晓琳 胡自林	(607)
破碎岩石地层浅埋暗挖隧道施工技术 .....	郭英杰 黄修云 杨 枫	(612)
连拱隧道断面优化设计模型及其应用 .....	余晓琳 彭立敏 乐小刚	(617)
南京地铁元中区间隧道降水设计与施工 .....	刘 辉	(624)
超深沉井下沉施工技术 .....	田 军 匡志文	(630)
CCG 注浆过程的数值模拟研究 .....	李向红 刘建航 张冠军	(636)
高速列车隧道的空气动力学效应及解决措施 .....	温竹茵 周质炎	(644)
盾构隧道高精度钢筋混凝土管片钢模的设计和制造技术 .....	王佩明	(649)
润扬大桥北锚碇施工期基底封水及降排水设计 .....	常汉军 倪锦初	(656)
不良地质条件下坑道围岩控制技术研究 .....	张广生 吴红晓	(666)

# 综 述 报 告





# 上海城市轨道交通隧道盾构施工技术综述

周文波 杨国祥 傅德明

(上海隧道工程股份有限公司 上海 200032)

**提 要:**上海城市轨道交通规划总长 385km,地铁区间隧道采用盾构法已建设约 100km。本文介绍了上海交通隧道的综合施工技术,结合上海打浦路隧道、延安东路隧道、外滩观光隧道、大连路隧道、地铁隧道和双圆隧道工程等,重点论述了网格式挤压盾构技术、土压平衡盾构技术和大直径泥水加压盾构技术的开发与应用。

**关键词:**城市交通隧道 网格盾构 土压盾构 双圆盾构 泥水盾构 崇明越江工程

**Abstract:** Shanghai rail transit length is set at 385km in total in the planning, of which about 100km long has been built by shield driving for running section. The paper presents comprehensive construction technology in Shanghai traffic tunnels building, in incorporation with such tunnels as at Dapu road, Yan An Dong Lu, Sight-seeing in the Bund, Dalian road, Metro running, and DOT with focus on describing technology development and application with mesh grid shield, EPB machine, and large diameter slurry shield.

**Keywords:** urban traffic tunnels, mesh grid shield, EPB shield, DOT shield, slurry shield, Chong Ming Cross river project.

## 1 前言

上海城市人口 1450 万,流动人口 300 万,面积 6340km<sup>2</sup>,目前已经成为中国的经济、贸易、金融、航运中心城市。城市的经济发展促进城市建设尤其是交通建设的发展,城市地下轨道交通具有快捷、安全的特点。上海城市轨道交通线网规划 17 条线路,总长 780km,其中地铁 11 条线,长度 385km。已建 3 条线,其中地铁 2 条线;在建 4 条线,其中地铁 2 条线。地铁区间隧道总长度达 700km(双线),采用盾构法施工,已建约 100km。

黄浦江从东北至西南流经上海城区,把上海分为浦东、浦西两部分,江面宽 500~700m,主航道水深 14~16m。近 10 年来,浦东的迅速发展促进了越江交通工程建设,采用大直径盾构建造江底交通隧道已得到广泛的应用。已建隧道 5 条,在建隧道 4 条,拟建隧道 6 条。

上海地层为第四纪沉积层,其中 0~40m 深度内均为软弱地层,主要为粘土、粉质粘土、淤泥质粘土、淤泥质粉质粘土、粉砂土等,这类土颗粒微细、固结度低,具有高溶水性、高压缩性、易塑流等特性。在该类地层中进行盾构隧道掘进施工,开挖面稳定和控制周围地层的变形沉降十分困难。

上海地区盾构隧道技术的应用,始于 1965 年,近 40 年来,尤其是近 10 年来,盾构隧道技术广泛用于地铁隧道、越江公路隧道和其他市政公用隧道。本文就上海城市轨道交通隧道盾构施工技术的发展和现状,作一个回顾和综述。

## 2 网络挤压盾构掘进技术的开发和隧道工程应用

### 2.1 直径 5.18m 网络挤压盾构及上海地铁试验工程

1964 年,上海市决定进行地铁扩大试验工程,线路位于衡山路北侧,建 2 条长 600m 的区间隧道,隧道覆土 10m,隧道外径 5.6m,内径 5m。隧道掘进施工采用 2 台自行设计制造的  $\phi 5.8\text{m}$  网络挤压盾构,辅以气压稳定开挖面土体,于 1966 年底完成 1200m 地铁区间掘进施工,地面沉降达 10cm。

### 2.2 打浦路隧道直径 10.2m 网络挤压盾构掘进施工

1965 年,上海第一条穿越黄浦江底的车行隧道——打浦路隧道,全长 2761m,主隧道 1324m 采用  $\phi 10.2\text{m}$  网络挤压盾构掘进施工,黄浦江宽约 600m,水深 16m(图 1)。

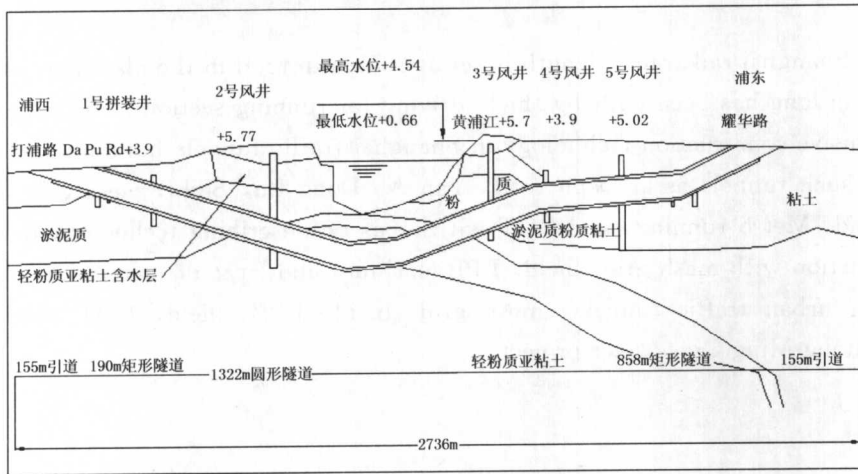


图 1 打浦路隧道纵剖面图

$\phi 10.2\text{m}$  网络挤压盾构掘进机是中国第一台最大直径的盾构,盾构总推力达  $7.84 \times 10^4 \text{kN}$ ,为稳定开挖面土体,采用气压辅助施工方法。盾构穿越的地层为淤泥质粘土和粉砂层,在岸边采用降水辅助工法和气压辅助工法,在江中段采用全气压局部挤压出土法施工。盾构见图 2 所示。

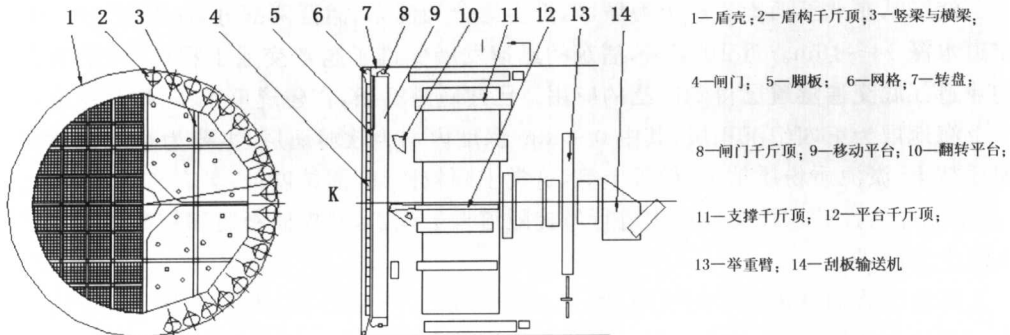


图 2  $\phi 10.2\text{m}$  网络挤压型盾构掘进机

圆隧道外径 10m,由 8 块钢筋混凝土管片拼装而成。管片环宽 90cm,厚 60cm。管片环向接头采用双排钢螺栓联接。衬砌接缝防水采用环氧树脂。打浦路隧道于 1970 年底建成通车,至今已运营 33 年。

### 2.3 延安东路隧道北线 $\phi 11.3\text{m}$ 网格挤压水力出土盾构施工

1983 年,位于上海外滩的延安东路隧道北线工程开工建设,隧道全长 2261m,为穿越黄浦江底的 2 车道隧道,其中 1310m 为圆形主隧道,采用盾构法施工,隧道外径 11m,隧道衬砌由 8 块高精度钢筋混凝土管片拼装而成,管片环宽 100cm,厚 55cm,接缝防水采用氯丁橡胶防水条。

隧道北线圆形主隧道采用了上海隧道工程公司自行设计研制的  $\phi 11.3\text{m}$  网格型水力出土盾构(图 3)。在密封舱内采用高压水枪冲切开挖面,挤压进网络的土体,搅拌成泥浆后通过泥浆泵接力输送,实现了掘进、出土运输自动化。网格上布有 30 扇液压闸门,具有调控进土部位、面积和进土量的作用,可辅助盾构纠偏和地面沉降控制。网格板上还布设了 20 只钢弦式土压计,可随时监测开挖面各部位的土压值变化,实现了信息化施工。盾构最大推力可达  $1.08 \times 10^5 \text{kN}$ 。盾构顺利穿越江中段浅覆土层和浦西 500m 建筑密集区,保护了沿线的主要建筑物和地下管线。

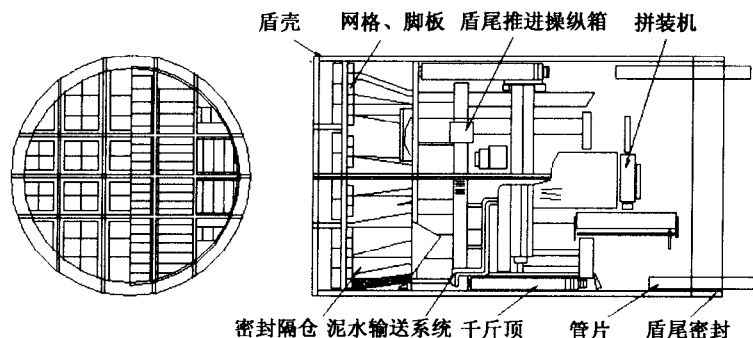


图 3  $\phi 11.3\text{m}$  网格型水力出土盾构掘进机

## 3 土压平衡盾构在城市交通隧道工程的应用和发展

### 3.1 土压平衡盾构的引进和开发应用

近年来,我国的城市地铁隧道、市政隧道、水电隧道、公路交通隧道已经越来越多地采用全断面隧道掘进机施工,其中用得最多的是土压平衡盾构掘进机。上海、广州、深圳、南京、北京的地铁区间隧道已经采用了 31 台  $\phi 6.14 \sim 6.34\text{m}$  的土压平衡盾构,掘进区间隧道总长度达 400km。土压盾构具有机械化程度高、开挖面稳定、掘进速度快、作业安全等优点,在隧道工程中有广泛的发展前景。

土压平衡盾构适用于各种粘性地层、砂性地层、砂砾土层。对于风化岩地层、软土与软岩的混合地层,可采用复合型的土压平衡盾构。在砂性、砂砾、软岩地层采用土压盾构掘进施工,应在土舱、螺旋输送机内以及刀盘上注入润滑泥浆或泡沫,以改良土砂的塑流性能。

### 3.2 直径 6.34m 土压盾构在上海地铁工程中的应用

1990 年,上海地铁 1 号线开工建设,双线区间隧道选用土压平衡盾构掘进,经国际招标,7 台  $\phi 6.34\text{m}$  土压盾构由法国 FCB 公司、上海市隧道工程公司、上海市隧道工程设计院、上海沪东造船厂联合体中标,利用法国混合贷款 1.32 亿法郎。第 1 台  $\phi 6.34\text{m}$  土压盾构于 1991 年 6 月始发推进,7 台盾构掘进总长度 17.37km,1993 年 2 月全线贯通,掘进施工期仅 20 个月,每台盾构的月掘进长度达 200~250m。掘进施工穿越市区建筑群、道路、地下管线等,地面沉降控制达 +1cm~-3cm。 $\phi 6.34\text{m}$  土压平衡盾构(图 4),其主要技术性能见表 1。

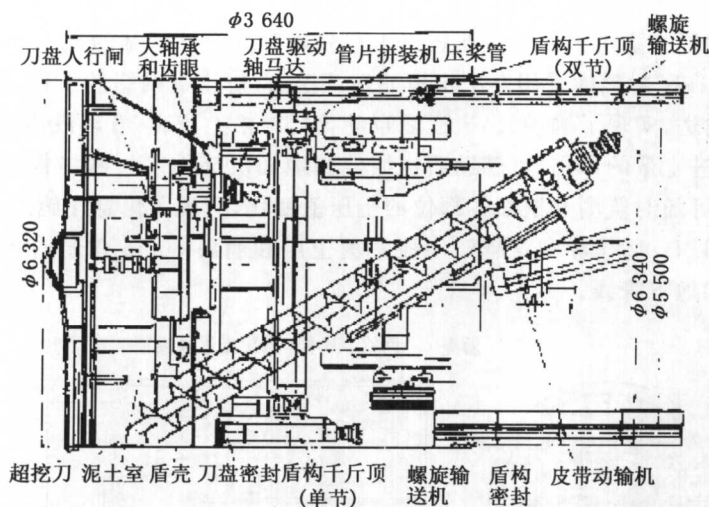


图 4 直径 6.34m 土压平衡盾构

表 1  $\phi 6.34\text{m}$  土压平衡盾构主要工作参数

盾构本体	外 径	6300mm
	长 度	6540mm
	最大推力	$3.332 \times 10^3 \text{ kN}$
	推进速度	3cm/min
切削刀盘	最大扭矩	$4635 \text{ kN} \cdot \text{m}$
	转 速	0~0.8r/min
	螺杆直径	$\phi 700 \text{ cm}$
螺旋输送机	扭 矩	0~15kN·m
	排 土 量	$200 \text{ m}^3/\text{h}$
	回转速度	0~1.5r/min
拼装机	回转角度	$\pm 210^\circ$
	提升重量	82kN
	提升行程	650mm
	平移行程	1050mm

1995 年上海地铁 2 号线 24.12km 区间隧道开始掘进施工,地铁一号线工程所用的 7 台直径 6.34m 土压盾构经维修以后,继续用于二号线区间隧道掘进,同时又从法国 FMT 公司和上海的联合体购置 2 台土压盾构,上海隧道工程股份有限公司制造 1 台土压盾构,共计 10 台土压盾构用于隧道施工。

于 2000 年开工兴建的上海地铁 4 号线工程区间隧道仍将使用这 10 台  $\phi 6.34\text{m}$  土压平

衡盾构施工。2001年,向日本三菱重工购置4台 $\phi 6.34\text{m}$ 土压平衡盾构,共计14台盾构正在掘进施工。

上海地铁隧道外径6.2m,衬砌环由6块钢筋混凝土管片拼装而成,通缝拼装,环宽100cm,管片厚35cm。如图5所示,地铁4号线部分区间隧道管片采用错缝拼装,环宽120cm。

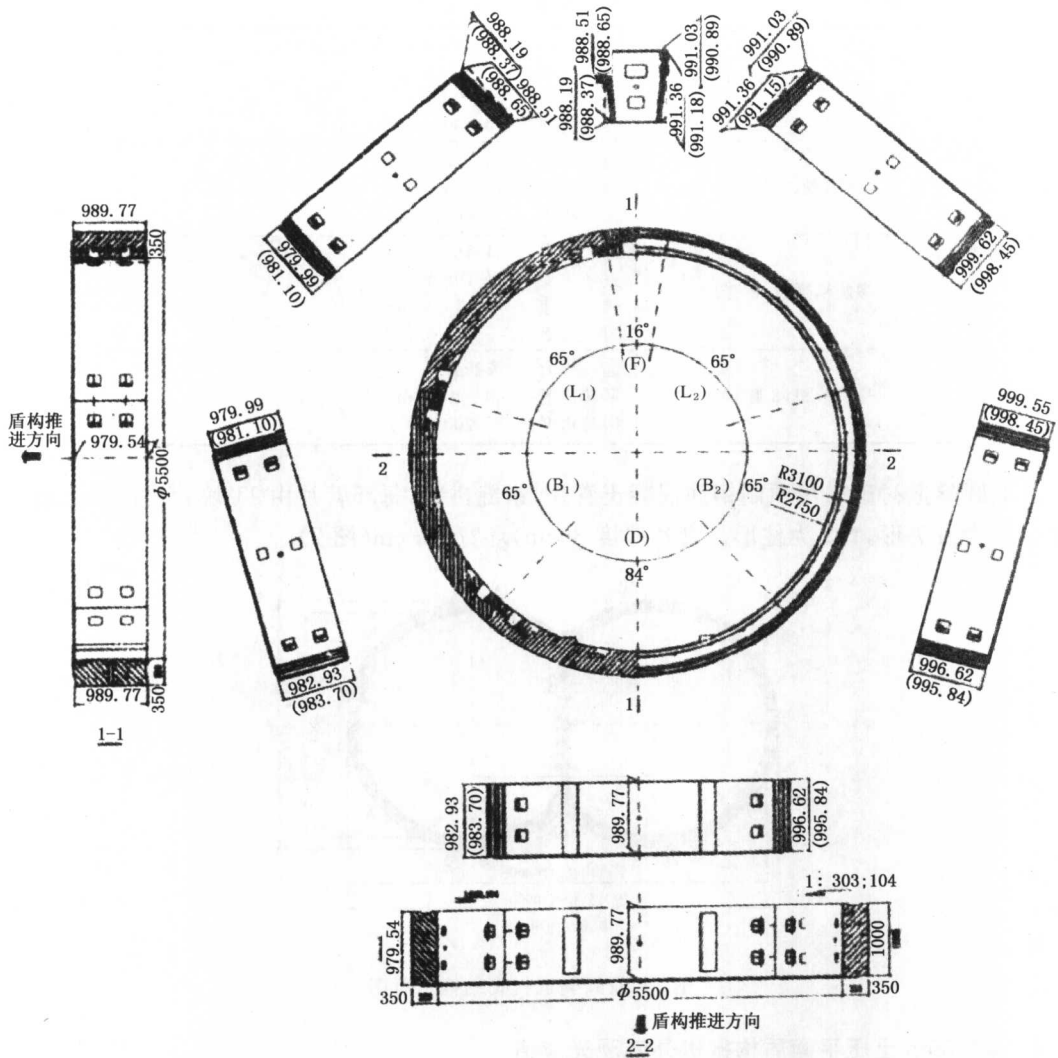


图5 地铁隧道衬砌环图

上海地铁2号线与1号线垂直相交,盾构从1号线区间隧道下1m穿越,掘进施工中采用地层注浆加固、跟踪注浆、信息化施工等技术措施,确保1号线地铁安全运营,沉降控制在2cm以内。地铁4号线与2号线区间隧道相交,4号线盾构从2号线隧道下1m穿越。 $\phi 6.34\text{m}$ 土压盾构在城市建筑群下穿越,其沉降一般也在4cm以内。盾构平均月推进长度约250m,最快达400m/月。

### 3.3 双圆形盾构掘进机的引进和应用

2002年,上海地铁8号线黄兴路至开鲁路站三个区间隧道,长度2688m,采用DOT双圆盾构隧道工法,并从日本引进两台 $\phi 6300\text{mm} \times W11900\text{mm}$ 的双圆形土压盾构掘进机。双圆盾构如图6所示,其主要技术参数见表2。

表2 双圆盾构主要技术参数

盾构本体	外径	$\phi 6520\text{mm} \times W11120\text{mm}$
	长度	7130mm
	总推力	68600kN
	推进速度	0~60mm/min
刀盘(2套)	转速	0~1.0rpm
	额定扭矩	3844kN·m
	最大扭矩	5766kN·m
螺旋输送机(2套)	排土能力	151m <sup>3</sup> /h
	直径	$\phi 710\text{mm}$
	转速	0~14.3rpm
	扭矩	51kN·m
拼装机(2套)	起重力	32kN
	回转速度	0~1.0rpm
	回转角度	$\pm 200^\circ$

双圆隧道衬砌采用预制钢筋混凝土管片,错缝拼装;每环管片由11块管片拼装而成,其中2块为海鸥形,1块为柱形。管片厚度30cm,环宽120cm(图7)。

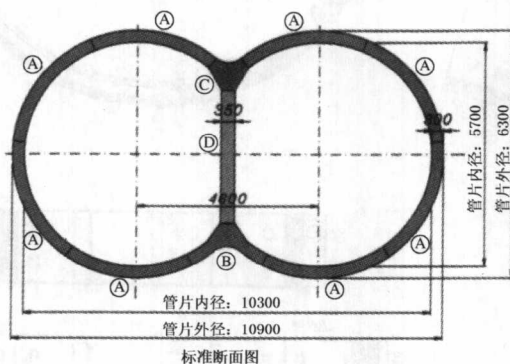


图7 双圆隧道衬砌结构示意图

### 3.4 $\phi 7.65\text{m}$ 土压平衡盾构掘进外滩观光隧道

#### 3.4.1 工程概况

上海外滩观光隧道是我国第一条行人过江专用隧道,是一条连接南京路外滩和陆家嘴东方明珠塔的江底隧道,全长646m,隧道内径6.76m。隧道内通行一来一往2条观光车轨道。

外滩观光隧道于1998年初开工,1999年底建成运营,土建工程包括黄浦江两岸的2座出入口竖井和一条过江隧道(图8)。隧道位于延安东路隧道北侧,并与上海地铁二号线2条过江区间隧道在江底交叉。隧道穿越的主要地层为粘土、粉质粘土、淤泥质粘土和砂质粉土。





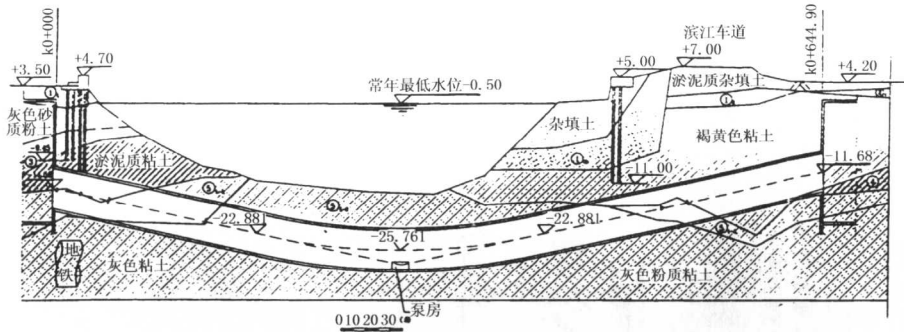


图8 外滩观光隧道地质剖面图

隧道衬砌环由6块钢筋混凝土管片拼装而成,管片设计强度C50,抗渗等级S8,环宽120cm,厚35cm。管片接缝防水采用EPDM多孔橡胶止水带,管片背面涂防水层。

3.4.2  $\phi 7.65\text{m}$  土压平衡盾构掘进施工

隧道掘进采用 $\phi 7.65\text{m}$ 土压平衡盾构(图9)。盾构大刀盘切削土体,为幅条式结构。盾构长8.935m,中间有铰接装置,易于纠偏施工。盾构最大推力 $5.2 \times 10^4\text{kN}$ 。盾构密闭舱内充满切削土砂,通过直径900mm的螺旋输送机排土,通过推进速度、螺旋机转速、排土量来控制密闭舱土压,使之与开挖面水压力平衡。盾构掘进速度为 $0 \sim 4\text{cm}/\text{min}$ 。

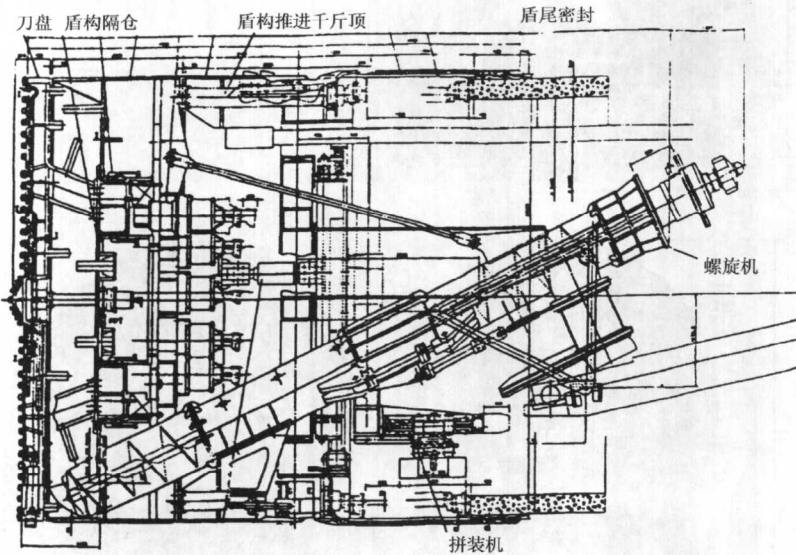


图9  $\phi 7.65\text{m}$  盾构掘进机

盾构于1998年11月始发推进,隧道纵坡达4.8%,平曲线最小半径为400m,均为国内越江盾构隧道之最。盾构初推段100m内进行了土体变形、土应力、孔隙水压的监测,反馈盾构施工,调整盾构施工参数,控制施工轴线和地表沉降。盾构掘进的平均速度达 $8\text{m}/\text{d}$ ,646m隧道共花费3个月的时间完成,工程质量优良。

3.4.3  $3.8\text{m} \times 3.8\text{m}$  矩形土压盾构掘进地铁过街人行地道

常用的盾构隧道掘进机为圆形,主要是圆形结构受力合理,圆形掘进机施工摩阻力小,即使机头旋转也影响小。但是圆形隧道往往断面空间利用率低,而矩形、椭圆型、马蹄形、双