现代工程机械系列丛书

XIANDAI GONGCHENG JIXIE XILIE CONGSHU

XIANDAI FEIKAIWA GONGCHENG JIXIE

现代非开挖工程机械

邓爱民 肖娇美 田 流 主编

人民交通出版社

现代工程机械系列丛书

XIANDAI GONGCHENG JIXIE XILIE CONGSHU

现代非开挖工程机械

邓爱民 肖娇美 田 流 主 编

TU6
DAM

人民交通出版社
China Communications Press

内 容 提 要

非开挖地下管线施工技术是地下管线施工的一项技术革命。现代非开挖工程机械是非开挖工程的利器。本书首次系统地阐述了现代非开挖工程机械各类机型的结构、工作原理、优化设计及其运用技术，并列举了典型的施工案例。

本书可供地下管线的施工单位、设备制造商的相关从业人员和大专院校有关专业师生参考。

图书在版编目（CIP）数据

现代非开挖工程机械 / 邓爱民，肖娇美，田流主编. 北京：人民交通出版社，2003.1
（现代工程机械系列丛书）
ISBN 7-114-04554-9

Ⅰ.现… Ⅱ.①邓… ②肖…③田… Ⅲ.工程施工—工程机械 Ⅳ.TU6

中国版本图书馆CIP数据核字（2003）第109337号

广告许可证号：京东工商广字第474号

现代工程机械系列丛书
现代非开挖工程机械
邓爱民 肖娇美 田 流 主编
正文设计：彭小秋 责任校对：宿秀英 责任印制：杨柏力
人民交通出版社出版发行
（100013 北京和平里东街10号 010—64216602）
各地新华书店经销
北京明十三陵印刷厂印刷
开本：787×1092 1/16 印张：12.75 字数：304千
2003年12月 第1版
2003年12月 第1版 第1次印刷
印数：0001—3000 （全套共10册） 总定价：260.00元
ISBN 7-114-04554-9

《现代工程机械系列丛书》编委会名单

名誉主任：孙国正(博导)

主　　任：陈润余

副 主 任：韩理安　黄家德　杜　颖

委　　员：(以姓氏笔划为序)

邓爱民　尹继瑶　卢毅非　刘永芬　刘家东　刘良臣

许亚楠　孙孝安　张征宇　张连庆　何晨冠　易小刚

陈志霏　罗选民　罗　绘　曹惠民

主　　编：邓爱民　田　流　周萼秋

分册主编：

现代铲土运输机械　卢和铭　刘良臣

现代挖掘机械　黄东胜　邱　斌

现代压实机械　周萼秋　易小刚　汤汉辉

现代高等级路面机械　田　流　邓爱民　曹惠民

现代高等级公路养护机械　田　流　邓爱民　曾格吾

现代起重机械　张　劲　卢毅非

现代桩工机械　邓明权　陶格兰

现代桥隧机械　段书国　杨路帆

现代非开挖工程机械　邓爱民　肖姣美　田　流

现代工程机械液压与液力实用技术　杨国平　刘　忠

序 1

长沙理工大学有关学科的骨干教师和行业资深工程技术人员共同编辑了一套现代工程机械系列丛书，其中包括《现代铲土运输机械》、《现代挖掘机械》、《现代压实机械》、《现代高等级路面机械》、《现代高等级公路养护机械》、《现代起重机械》、《现代桩工机械》、《现代桥隧机械》、《现代非开挖工程机械》、《现代工程机械液压与液力实用技术》等10部专业著作，由人民交通出版社正式出版。这是我国工程机械行业的一件大喜事！

自从改革开放以来，在社会主义市场经济体制激励下，我国工程机械行业获得了突飞猛进的发展，取得了前所未有的成绩。现已发展成为我国机械工业十大行业之一，并迈入世界工程机械生产大国之列。

工程机械所以能够如此快速发展，首要原因是它们的用途广泛，市场遍布于国民经济各部门，并能够保证各种工程建设实现高速度、高质量和低成本，极大地提高用户的经济效益。根据工程机械行业40多年来的发展经验可知，工程机械在国内的重点市场基本分布于以下六大领域：一是交通运输领域，包括公路、铁路以及各种车站的建设；沿海、内河码头建设和起重运输作业；飞机场建设；管道工程建设。二是能源工业领域，包括火力、风力、水力和核能电站建设；露天、井下煤矿开发和报废矿区的复垦改造；石油矿的开发、生产和复垦。三是原材料工业领域，包括黑色金属、有色金属、化工原料和建筑材料等系统的各种露天、井下矿山的开发、生产和复垦工程。四是农林水利领域，包括农村经济（农业、农村工业、农村商业、农村交通运输业、农村通信业、农村水利事业等）建设；林业生产，如植树造林、合理采伐、林区筑路、储木场和木材加工厂建设等；水利建设，包括大江大河干流治理，如堤防加固、控制性水利枢纽建设、蓄滞洪区安全设施建设、城市防洪设施建设等以及三峡、南水北调等大型水资源开发利用工程。五是城乡建设领域，包括现有城市扩建和改造、新城市尤其是众多的小城镇建设、广大新农村建设等。六是现代化国防工程建设领域，包括和平时期的国防工程建设和战争条件下的保障工程建设等。

在《中华人民共和国国民经济和社会发展第十个五年计划纲要》中明确提出的加强基础设施建设、实施西部大开发、稳步推进城镇化和实施可持续发展等四大经济发展战略，为工程机械行业提供了商机。也就是说，工程机械六大领域的重点市场，均包含在上述四大经济发展战略所规定的各种建设资金的投入范围之内。因此，我们说工程机械市场不仅广阔，而且持续的时间很长久。

长沙理工大学就是在这样的社会经济背景之下，编辑出版了这套现代工程机械系列丛书。作者选取了市场覆盖面较大的产品进行重点论述，对其结构、工作原理、操纵要点、使用规程、故障诊断、维护保养等各方面的应用技术进行了深入浅出的讲解。书中图文并茂，理论联系实际，内容新颖并具有明显的时代感。丛书的各个分册，在内容上既互相联系，又可独立应用，确实是一套实用性很强的工程机械专业书。

该丛书的读者对象，主要面向在交通、铁道、水利、电力、城建、机场、港口和国防工程等系

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

统从事基础设施建设的工程技术人员，经过适当取舍还可作为相关专业的教材，也可作为工程机械生产企业工程技术人员从事设计和制造加工的参考书。

谨以上述寥寥数语，作为我向长沙理工大学编辑出版该丛书的祝贺和向广大读者的推荐介绍。

杨红旗

2003 年 11 月于北京

序 2

工程机械是城市建设、交通通信设施建设、农田水利、能源开发和国防建设与维护中不可缺少的施工机具。随着我国东部基础设施的逐步形成和完善，许多基础设施，如道路已进入维护阶段，以及我国西部大开发战略举措的实施，西气东输、西电东送、南水北调、三峡工程、青藏铁路等重大项目的建设与开发，我国对施工机械与维修养护工程机械的需求不断上升。

随着我国对外开放的不断深入与发展，国外工程机械先进产品不断进入我国的施工用户，一方面对施工质量与施工进度的保障起到了良好的作用，另一方面也为国内工程机械厂家带来竞争压力与先进技术，促使国内工程机械与国外工程机械差距不断缩小甚至趋于接近，同时也为国内工程机械厂家带来了良好的效益与市场形象。

该套丛书以目前大量使用的国产机型以及大型基础工程中应用面广的进口机型为主，系统全面讲述各类工程机械的结构与工程原理、性能参数与使用技术，充分反映当前工程机械机电液一体化技术与操作使用的便利性和可维修性。

该丛书包括以下 10 册：

1.《现代铲土运输机械》

2.《现代挖掘机械》

3.《现代压实机械》

4.《现代高等级路面机械》

5.《现代高等级公路养护机械》

6.《现代起重机械》

7.《现代桩工机械》

8.《现代桥隧机械》

9.《现代非开挖工惩机械》

10.《现代工程机械液压与液力实用技术》

由于各册系分工编写，在内容选择、结构层次、名词术语等方面，难免有不一致的地方；同时，由于时间仓促，以及作者的水平有限，不成熟之处和错误在所难免，我们衷心希望读者指正，并能将意见反馈给我们。

特别鸣谢以下赞助支持单位（排名不分先后）：

1.长沙理工大学

2.长沙建设机械研究院

3.人民交通出版社

4.中国道路运输协会筑养路机械分会

5.武汉理工大学

6.长沙中联重工科技发展股份有限公司

7.陕西建设机械集团股份有限公司

8.三一重工股份有限公司

9.湖南浦沅工程机械有限责任公司

10.百莱玛—威猛(中国)有限公司

11.四川建设机械(集团)股份有限公司

12.抚顺永茂工程机械有限公司

该套丛书内容新,涉及知识面宽,适用性强,对工程机械用户及其厂家具有一定的指导和参考价值,同时,也可用作高等院校相关专业的教材或教学参考书,还可作为工程机械从业人员的培训教材。

此套丛书的编著过程中参考引用了大量中外文献,在此我们谨向有关部门专家学者表示诚挚的谢意,特别是参考文献中疏于列出的文献,我们表示万分歉意和感谢。

现代工程机械系列丛书　编委会

2003 年 11 月

前　言

非开挖技术是指利用钻掘工程的技术手段，在地表不挖槽的条件下进行各种地下管线施工（铺设、更换和修复）的新技术，是地下管线施工的一项技术革命。它以独特的技术优势和广阔的市场前景而得到世界各国的极大重视，其发展极为迅猛，业已成为一门新兴的产业。与传统的挖槽施工法相比，非开挖施工技术具有以下优点：

1.不开挖路面，减少了渣土储运给城市带来的污染，提高城市建设的文明程度，避免了开挖所引起的破坏性重复建设，节省了原材料，保护了资源，保持了良好的路面状况。

2.不开挖路面，不影响市民的正常工作、生活，减少了市民的埋怨，提高了决策者的威望，提高了城市文明形象。

3.不中断交通，减少了因改道而造成的车辆拥挤、堵塞，减少了尾气排放量，减少了空气污染，降低了交通事故的发生率，保护了国家和人民的生命财产安全。

4.不开挖施工，使得无法开挖（河流、建筑）和不宜开挖（主干道、闹市区、古迹、重要场所）地段的铺管得以实施。为规划、设计部门提供了技术手段，避免了管道绕行，节约了宝贵的地下空间。

5.不损坏地下管线，保持了各类管线的正常运行，保证了各行各业正常的工作秩序。

由于该技术具有突出优点，因而发达国家对此项技术非常重视，日本在1975年在下水道管网工程中应用微型隧道和顶管钻进方法，20世纪80年代中期以后，包括水平导向钻进在内的各种非开挖技术在城市的应用更是以引人注目的速度增长。据估计，仅在美国和加拿大，每年用导向和定向钻进技术铺设的地下管线总长为6100～22500km。在德国，约10%的地下管道施工采用非开挖技术铺设，个别城市更高，柏林已达40%。2001年年初，全世界范围的钻机量已达17525台套，仅美国威猛（Vermeer）一家在2000年的钻机销量就达2200多台。

我国正处于经济建设突飞猛进发展时期，石油、煤气、电力、电讯、自来水、污水等各种地下管线的施工工程量巨大。但是，我国非开挖施工技术和设备的开发和研制工作起步较晚，至今对非开挖地下管线施工技术的发展和应用尚未引起足够的重视。目前我国大部分城市的管线仍采用开挖作业，这种“开肠破肚”的施工作业危害性极大，限制开挖施工的法规必将陆续出台，我国的非开挖工程市场将十分巨大。

现代非开挖工程机械是非开挖工程的利器，发达国家在地下管线探测、定向和导向钻进，包括水平钻孔轨迹的设计，施工准确率的控制及计算机模拟，非开挖自动控制、软件开发及闭路电视（CCTV）在管道修复中的应用都有了比较成熟的定向钻进设备和顶管设备。本书较系统的阐述了现代非开挖工程机械各类机型的结构、工作原理、优化设计及其运用技术。意在促进行业厂家对非开挖工程机械的研制与开发，以及促进工程施工单位对非开挖技术的熟悉与应用。

本书参阅了大量国内外文献，正是这些作者与厂家的成果，才有了本书的顺利完成，在此表示真诚的感谢。

由于时间仓促，水平有限，书中难免有不当和错误之处，敬请读者批评指正。

编　者

2003年8月

目　录

第一章　总论 …… 1
　第一节　非开挖施工方法的分类及其应用 …… 1
　第二节　非开挖施工技术的发展历史 …… 3
　第三节　非开挖施工方法的优点和应用前景 …… 7
第二章　地下管线探测知识 …… 10
　第一节　岩土层的勘察知识 …… 10
　第二节　地下管线的探测 …… 13
　第三节　管道的检查 …… 20
第三章　气动冲击矛 …… 22
　第一节　概述 …… 22
　第二节　气动矛力学模型的建立与分析 …… 25
　第三节　气动矛的优化设计 …… 32
　第四节　气动矛在地下管线工程中的应用及建议 …… 35
第四章　夯管锤 …… 40
　第一节　概述 …… 40
　第二节　气动夯管锤 …… 40
　第三节　油压夯管锤 …… 50
第五章　导向/定向水平钻机 …… 57
　第一节　概述 …… 57
　第二节　钻机结构与工作原理 …… 58
　第三节　钻具 …… 63
　第四节　动力机组 …… 68
　第五节　导向钻进的实现 …… 70
　第六节　钻扩孔与管线回拖工艺参数的确定 …… 88
　第七节　泥浆的应用及其处理 …… 95
　第八节　定向钻机的选择 …… 102
　第九节　导向/定向水平钻机施工故障及排除 …… 106
第六章　顶管掘进机 …… 112
　第一节　概述 …… 112
　第二节　泥水式顶管掘进机 …… 114
　第三节　土压平衡顶管掘进机 …… 119
　第四节　气压式顶管掘进机 …… 125
第七章　其他非开挖工程机械 …… 132
　第一节　水平螺旋钻机 …… 132

第二节　螺旋式微型隧道施工机具 …… 135
第八章　非开挖工程机械施工案例 …… 140
案例 1　定向钻进穿越天津海河 …… 140
案例 2　导向钻进铺设污水管施工工程 …… 142
案例 3　非开挖导向钻进穿越彭祖大道铺设天然气管道 …… 146
案例 4　导向钻进非开挖铺管穿越公路 …… 151
案例 5　H350 型气动夯管锤工程实践 …… 152
案例 6　夯管锤在卵石层中进行非开挖铺管 …… 155
案例 7　钢管顶进施工技术 …… 157
案例 8　水平环境治理井施工 …… 160
案例 9　水平导向钻机在深圳市内铺设电缆管 …… 163
案例 10　气动矛在香港饮水工程中的应用 …… 168
附录 1　气动矛优化设计源程序 …… 171
附录 2　典型非开挖工程机械的主要技术参数 …… 179
参考文献 …… 190

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

第一章 总 论

第一节 非开挖施工方法的分类及其应用

当今社会，几乎所有的人类活动都离不开地下管线（管道和电缆）（如图 1-1）。大量的新管线需要铺设，现有的管线需要及时的检查、维护和修复。而传统的开挖技术具有很大的局限性，如造成交通不便、影响环境、施工周期长、成本高等，已经不能适应新时代的需要。此外，管线古迹保护区、闹市区、农作物及植物保护区、施工要高速公路、铁路、建筑物、河流等场合，施工十分困难，甚至根本无法进行施工。因此，非开挖技术（Trenchless Technology or No-Dig）应运而生。

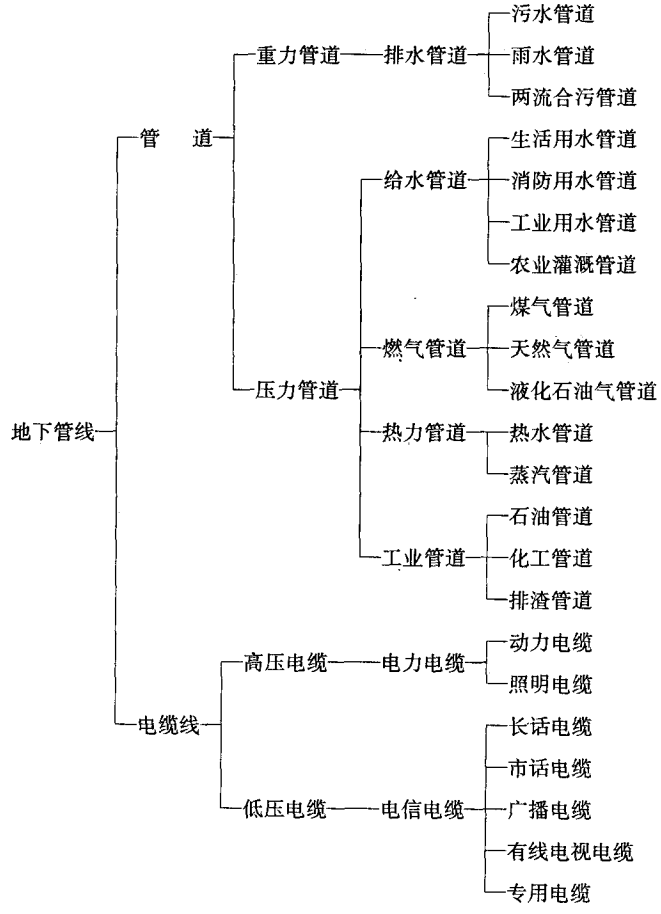

图 1-1 地下管线的分类

非开挖地下管线铺设施工技术（简称非开挖铺管技术）是指利用岩土钻掘、定向测控等技术手段，在地表不挖槽和地层结构破坏极小的情况下，对诸如供水、煤气、天然气、污水、电信电

缆等公用管线进行铺设的施工技术。

非开挖施工方法早在19世纪末就已经出现，一些非开挖铺管法，如顶管法和水平钻进法已大量采用，只是当时没有使用“非开挖”这一术语而已。这里将顶管法和水平钻进法称为“传统的非开挖地下管线施工法”。

20世纪70年代以来，为了适应经济发展的需要，陆续出现了各种新的非开挖地下管线施工方法(参见表1-1)。这些方法与传统的非开挖方法相比具有以下的特点：

①引入了管线轨迹的测量和控制技术；

②可在复杂地层(如在地下水位以下、含卵砾石的地层和硬岩地层)中施工；

③大大提高了铺管的能力，包括铺管的直径、长度和精度；

④可以原位更换和修复现有的地下管线；

⑤高效、低成本。

为了区别于传统的非开挖地下管线施工法，我们称新的非开挖地下管线施工法为现代的非开挖地下管线施工法，其所使用的非开挖施工设备称为现代非开挖工程机械。

非开挖施工方法大致可分为如下三大类：

①管线铺设：铺设新的地下管线；

②管线更换：在原位更换旧管线；

③管线修复：修复现有管线的局部缺陷或改善其性能。

各种非开挖施工方法的特点及应用见表1-1。

各种非开挖施工方法的特点及应用 表1-1

施工方法	典型应用	管材	适用管径(mm)	施工长度(m)
管线铺设				
顶管法	各种大口径管道，跨越孔	混凝土，钢，铸铁	>900	30~1500
水平钻进法	钢套管，跨越孔，降水井	钢套管	50~600	20~100
微型隧道法	小口径管道，管棚，跨越孔	混凝土，钢，铸铁	100~900	30~300
水平螺旋钻进法	钢套管，跨越孔	钢套管	100~1500	20~100
定向钻进法	长跨越孔，水平环境井	钢，塑料	300~1500	100~1500
导向钻进法	压力管道，电缆线，短跨越孔	钢，塑料	50~350	20~300
顶推钻进法	压力管道，钢套管	钢，混凝土	40~200	30~50
气动矛法	压力管道，电缆线，跨越孔	钢，塑料	30~250	20~100
夯管法	钢套管，跨越孔，管棚，桩	钢套管	50~2000	20~80
管线更新				
爆管法	各种重力和压力管道	PE，PP，PVC，GRP	50~1200	230
吃管法	各种重力和压力管道	PE，PP，PVC，GRP	100~900	200
管线修复				
传统的内衬法	各种重力和压力管道	PE，PP，PVC，GRP	60~2500	600
改进的内衬法	各种重力和压力管道	HDPE，PVC，MDPE	75~1200	1000
软衬法	各种重力和压力管道	树脂+纤维	50~2700	900
缠绕法	各种重力管道	PE，PVC，PP，PVDF	150~2500	300
喷涂法	各种重力和压力管道	水泥浆，树脂	75~4500	150
化学稳定法	各种重力和压力管道	水泥浆，树脂	100~600	150
局部修复法	各种重力和压力管道		100~2800	

注：PE=聚乙烯；PP=聚丙烯；PVC=聚氯乙烯；PVDF=聚偏二氟乙烯；HDPE/MDPE=高/中密度聚乙烯；GRP=玻璃纤维加强树脂(玻璃钢)。

目前,我国在地下管线施工中大部分还是采用开挖施工方法,少数采用传统的非开挖施工方法。最近几年,采用现代的非开挖施工方法进行地下管线施工逐年增加。为此,本书将详细介绍现代非开挖工程机械及运用,对传统的施工方法及设备运用也作一简要的介绍。

非开挖地下管线铺设方法中英文对照如下:

①顶管法　Pipe Jacking;

②水平钻进法　Horizontal Wet Drilling;

③微型隧道法　Microtunneling;

④水平螺旋钻进法　Auger Boring;

⑤水平定向钻进法　Horizontal Directional Drilling;

⑥导向钻进法　Guided Boring;

⑦顶推钻进法　Rod Pushing or Thrust Boring;

⑧气动矛法　Impact Moling;

⑨夯管法　Pipe Ramming;

⑩冲击钻进法　Percussive Drilling。

第二节　非开挖施工技术的发展历史

非开挖施工技术虽然已有近百年的历史,但其重大的发展始于20世纪50年代,尤其是近十几年,在发达国家,它不仅已成为地下管线工程的一个新技术增长点,并以其自身的技术优势和广阔的市场前景逐渐发展成为一个新兴的产业(机械制造业和工程承包业)。据统计,在西方发达国家中,目前非开挖设备制造商和材料供应商达400多家,工程承包商达4000余家,各种非开挖施工方法达百余种。近年来非开挖管线工程施工量已占全部地下管线工程量的10%,个别地区如柏林市已达到40%左右。

一、国外非开挖施工技术的发展

1896年,美国首次采用施工顶管法,在铁路下顶进一根混凝土管。从那以后顶管施工法被视为在铁路、公路下铺设管线的标准施工法,其应用遍及美国各地。20世纪60年代后,随着液压技术的发展及大型千斤顶的采用,顶管施工法获得了迅速推广应用。

各国由于地下管线的现状和地层条件不同,所使用的方法有所不同。例如,日本主要用微型隧道施工法铺设市内污水管道;英国主要的需求在于修复和更换由于年久而破损的现有管道,因而发明和开发了许多非开挖管线更换和修复的方法;美国由于石油天然气和通讯工业的发展,需要铺设大量的石油天然气输送管道和通信电缆,其中要穿越一些地表障碍物(如河流、铁路、高速公路等),因而定向钻进和导向钻进施工法的发展极为迅速,并得到广泛的应用。

为了适应不同的地层条件,满足不同的施工要求,各国相继对顶管施工方法和施工设备进行改进,使之顶进的距离更长、顶进的管道直径更大。日本于1948年开始使用顶管施工法,主要是使用铸铁管和钢套管,直到20世纪50年代才首次使用混凝土管。到20世纪70年代末,顶管施工的应用已不仅仅限于跨越孔,还广泛用于污水管道的铺设。

微型隧道施工法,或称"小口径顶管法",于20世纪70年代初在日本首次出现。1972年,小松制作所研制出首台小口径顶管机。三和公司也于1977年研制成功螺旋式小口径顶管机,

1984年以前它一直处于领先地位。但这一领先地位很快又受到挑战。伊势机(ISEKI)公司于1979年研制出第一台泥水加压式小口径顶管机,随后又相继推出适合在各种地层中(包括含地下水的地层和含卵砾石的地层)进行管线施工的一系列新型顶管机。

至今,日本在小口径顶管施工方面仍占据主导地位。据不完全统计,日本生产小口径顶管机的厂家有30多个,承包商多达4000家,市场上使用的小口径顶管机有1500~2000余台,每年的施工量均在400~500km。

定向钻进和导向钻进施工法因为其施工精度高、适用范围广,是发展最快的一种非开挖施工法。这种施工方法是石油工业的受控定向钻进技术和管线施工技术相结合的一种特殊施工方法,20世纪70年代初在美国首先获得使用,随后迅速传到欧洲各国。据报道,美国目前约有1500余台定向和导向钻机在各地使用。

自20世纪60年代初波兰研制成功第一台气动矛以来,气动矛和夯管施工法由于设备简单、操作方便、投资小、成本低而一直受到各国承包商的普遍青睐,至今一直是使用最广的一种非开挖施工法。随着气动矛性能的不断改进及可测试、可探式气动矛的相继出现,可以预见,气动矛施工法在地下管线施工中将进一步获得推广和使用。

二、中国非开挖施工技术的发展

我国非开挖施工技术和设备的开发和研制工作起步较晚,其自行开发的部分非开挖施工设备见表1-2。我国非开挖施工技术的应用和发展大致可分为两个阶段:1953~1985年为第一阶段,即使用传统的非开挖技术阶段;1985年至今为第二阶段,即引入现代非开挖技术阶段。

我国最早使用的非开挖施工法是顶管法。1953年,北京市在市政工程中首次使用顶管法,此后逐渐推广到全国。该方法至今还是我国使用最多的非开挖施工法。据统计,上海市的顶管施工应用比例已从1983年的3%上升到1992年的13%,顶管施工的年工作量平均递增31%。在这一时期,我国顶管施工技术的主要特点是:采用人工掘进、不能测斜纠编、不适合在含水的地层中施工、一次顶进的距离较短。

我国自行开发的部分非开挖施工设备 表1-2

年份	非开挖施工设备	研制单位
1981	水平钻机(φ140~φ300)	天津市市政三公司
1984	YZD系列液压钻孔顶管机	中国通信建设第四工程局
1985	GLP-150水平螺旋钻机(φ150~φ330)	原地矿部勘探所 原西北探矿机械厂
1985	SPZ-3060水平螺旋钻机(φ300~φ600)	北京市市政工程研究所 呼和浩特第一机械厂
1987	GP-220水平工程钻机(φ220)	北京市市政工程研究所 张家口探矿机械厂
1986 1988 1990	φ1200泥水土压平衡遥控顶管机 φ2200和φ2400土压平衡顶管机 φ1650~φ1800泥水机械平衡式顶管机	上海市市政工程研究所 上海隧道工程股份有限公司
1990	DGJ-1000型水平顶管钻机(φ600~φ1000)	北京市市政工程研究所 北京探矿机械厂

续上表

年 份	非 开 挖 施 工 设 备	研 制 单 位
1990	HKZ-1500 螺旋钻机(φ273～φ1050)	江汉石油机械厂
1990	SYD 系列(SYD,SYD-L,SYD-Z_1,SYD-Z_2)水平液压顶管机	河南省畅通管道电讯工程有限公司
1993	气动冲击矛和夯管锤(φ80,φ90,φ130)	长春路下工程股份公司 东煤公主岭钻探机械厂
1994 1998	M 系列(H63,M108)气动冲击矛 H 系列(H180,H300,H377)夯管锤	原地矿部勘探所
1995 1998	DZ-200/DZ-400 型全液压干式导向钻机	河北省地质三队 宣化英格索兰公司
1995	GT-1A 型工程定向孔多用无线探测仪	河北省地质矿产开发局
1995 1998	GBS-10 型导向钻机 GBS-5,15,20 型导向钻机	原地矿部勘探所
1997	φ600 和 800 中心螺旋式小型顶管机 DH 系列气动冲击锤	上海隧道工程股份有限公司
1997	FDP-15B 导向钻机	首钢地质勘探公司 连云港黄海机械厂
1997	PH 系列气动冲击矛/夯管锤	上海同济大学 上海宝山油缸厂
1998	GD-8 顶推钻机	武汉市城建委非开挖管道铺设工程公司
1998	φ1000 泥水平衡顶管机 φ1800 土压平衡顶管机	煤炭科学研究院上海分院
1999	YT-5 小型导向钻机	中南冶金机械厂

1959 年,北京地质学院首次采用水平钻进法穿越刚完工的北京市三里河路,铺设了三条高压动力电缆,长度均为 48.5m。从 20 世纪 70 年代末 80 年代初开始,为解决非进入的小口径管线铺设问题,原地矿部的一些厂家(如张家口探矿机械厂、原西北探矿机械厂、北京探矿机械厂以及勘探技术研究所等)与市政部门合作,先后研制开发了可用于非开挖管线施工的水平钻机和水平螺旋钻机,以应工程急需。上海隧道工程股份有限公司自 1958 年起先后设计制造了百余台盾构掘进机和顶管掘进机,直径小到 0.6m,大到 11.3m,适用于不同的地质条件。其他单位研制成功并投入应用的非开挖施工设备主要有原地矿部勘探所生产的 GBS-10 型导向钻机,M63、108 气动矛,M180、300、377 夯管锤;原地矿部河北三队与宣化英格索兰公司合作研制的 DZ-200 型导向钻机;首钢地质勘探公司研制的 FDP-15B 型导向钻机,河南畅通管道电讯工程公司研制的 SYD 顶推钻机,上海同济大学和上海宝山油缸厂研制的 DH 系列气动矛和夯管锤,北京探矿机械厂的螺旋式小口径顶管机,以及上海市市政工程研究所和上海隧道股份有限公司研制的 φ1200 和 φ1650～φ1800 土压平衡式盾构机等。此外,原地矿部河北地质矿产开发局还研制出了 GT-1A 导向探测仪。这些设备的主要缺点是施工精度差、钻机的能力小、最大铺设长度一般在 100m 以内。

从20世纪80年代中后期起，由于不允许开挖铺设地下管线的工程量日益增多（如穿越河流、高速公路、铁路干线、机场跑道等），现代非开挖技术开始引入我国。首先是顶管技术有了较大的进展，引入了中继环顶管技术、触变泥浆技术、自动测斜纠偏技术以及土压平衡和泥水加压平衡技术；其次，顶管直径从20世纪50年代的800mm发展到3m，一次顶进长度从几十米发展到几百米，甚至上千米，在含水层中施工也已成为可能。

此外，一些国外的非开挖设备相继进入我国（表1-3），以解燃眉之急。据不完全统计，到目前为止，我国各工业部门已引进各类非开挖设备共计约70台套，其价格最高为450万美元（特大型定向钻机）。例如：中国石油天然气管道局自1985年起先后从美国引进大、中型水平定向钻机和水平螺旋钻机，并用于穿越黄河、黄浦江等大跨度河流，以及穿越公路、铁路铺设石油天然气输送管道；上海市市政工程局1985年从日本引进小口径顶管机用于上海的合流污水治理工程；中国通讯建设总公司1994年以来先后从美国和瑞士引进数台导向钻机用于国家光缆干

我国引进的非开挖施工设备 表1-3

年　份	引进的非开挖设备	引进单位
1978	42-30G水平螺旋钻机（美国奥格公司），4台	中国石油天然气管道局三公司
1985	RB-5水平定向钻机（美国里京贝斯公司），1台	中国石油天然气管道局三公司
1984 1995	TM800泥水式小口径顶管机（日本伊势机公司），2台	上海市市政二公司
1985 1987	TCC 600和800泥水式小口径顶管机（日本伊势机公司），各1台	南京市市政公用局
1988	TOP-150水平钻机（日本利根公司），1台	铁道部西北勘测设计院
1989	SH-1030螺旋式小口径顶管机（日本三和公司），1台	北京市市政工程局
1991	AVN600泥水式小口径顶管机（德国海瑞克隧道机械公司），1台	无锡市市政工程局等
1994 1998	M-500，1612A导向钻机（瑞士Terra公司），共6台	中国通讯建设第一工程局等
1994 1995	气动矛和夯管锤（美国Vermeer公司、瑞士Terra公司、英国Powermole国际公司、德国Tracto-Technik公司），共约50余台	上海市煤气公司、北京城建三公司、首都钢铁公司，总参等
1994	CCTV（英国Telespec公司）2台	
1994 1997	DD-60/R2，DD-120，DD-330定向钻机（美国奥格公司），3台	管道局二公司、三公司，中国国际航空公司
1995 1998	D-10，D24a，D24×40a导向钻机（美国Vermeer公司），共约6台	中国通讯建设第三、第四工程局，上海宝钢二十冶，泰安阿吉斯管线工程公司等
1995	Midi-Rig水平定向钻机（德国Flow Tex公司），1台	大连龙亿市政工程公司
1996 1997 1998	TCC400，TCC600，TCZ400，MEP2200，MEP1800，MEP1500，MEP1200，TPM200顶管机（日本伊势机公司），共9台	上海市政二公司、铁道部第四工程局、天津市政二公司、北京三北公司等
	管道探测仪、定向钻进导向仪（美国Ditch Witch公司、英国雷迪公司、美国Sharewell公司）	原地矿部勘探所、中国石油天然气管道局等

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com