

非开挖技术行业发展报告

(2018版)

中国地质学会非开挖技术专业委员会
二零一八年五月

目 录

绪 论

非开挖概述.....25

定义.....25

主要特点.....25

发展历程.....26

国外发展历程.....26

国内发展历程.....26

非 开 挖 技 术

铺设与建造技术.....28

水平定向钻进技术.....28

顶管技术.....30

盾构技术.....32

其它技术.....32

修复与更换技术.....33

管道修复.....33

管道更换.....36

探测与检测技术.....36

探测技术.....36

检（监）测技术.....38

管道清洗.....41

管道评价.....41

管网信息化.....41

国内 市 场 现 状 及 预 测

地下管网及城市地下空间发展现状.....43

城市地下空间.....43

市政管网.....45

长输管网.....47

铺设与建造.....48

水平定向钻进.....48

顶管.....50

盾构.....51

修复与更换.....53

探测与检测.....55

探测市场.....55

管道清洗、检测与评价市场.....56

国外 市 场 现 状 及 预 测

美国市场现状与预测.....57

长输管线现状.....57

市政管线现状.....58

非开挖市场预测.....59

其他国家非开挖市场.....60

日本.....60

欧洲.....	61
---------	----

展 望

国内非开挖市场增长空间.....	62
国内地下管线规划.....	63
长输管线.....	63
市政管线.....	65
地下空间.....	67
非开挖市场展望.....	67
铺设与建造市场.....	67
修复与更换市场.....	68
探测与检测市场.....	68
参考文献.....	69

表 目 录

表2-1 常规探测方法适用范围.....	37
表2-2 长输管道智能检测机器人类型与性能比较...40	
表3-1 1985-2016年我国市政管网长度(公里)...45	
表3-2 1980年以来我国城市排水管网建设情况...46	
表3-3 不同年代地下管网长度及所占比例.....46	
表3-4 我国1980-2016年长输油气管道建设情况(单位: km).....47	
表3-5 我国再建或即将开工建设的四大天然气干线管道.....48	
表3-6 2006-2016年各种型号钻机所占的比重(%)..49	
表3-7 按新规程分类的2017年钻机型号统计.....49	
表3-8 1997-2017年我国顶管机市场增加量和保有量	

统计表	50
-----------	----

表3-9 市政管网中不同年代铺设的长度及所占比重.53	
表3-10 2007-2010年各类管道采用非开挖修复和更换方法的使用情况	53
表3-11 2003-2015年我国管线修复和更换施工法的使用比例统计.....	54
表3-12 2016年-2017年我国各种非开挖管线修复和更换施工法统计表.....	55
表4-1 2011~2015年水平定向钻进的应用领域(%)..57	
表4-2 2011-2015年美国排水和供水管道施工投资情况(亿美元)	58
表4-3 美加油气基础设施投资情况(2015~2035)...59	
表4-4 美加油气管线建设投资和建设里程(2015~2035).....	60
表5-1 我国非开挖技术水平评价表.....	62
表5-2 德国、日本和中国制造顶管机的对比.....	62
表5-3 能源发展“十三五”规划中长输油气管网建设指标	64
表5-4 原油管道重点建设工程.....	64
表5-5 成品油管道重点建设工程.....	64
表5-6 天然气管道重点建设工程.....	65
表5-7 全国城市市政基础设施建设“十二五”进展和“十三五”规划	65
表5-8 全国县城市政基础设施建设“十二五”进展和“十三五”规划	66

1 绪论

非开挖是利用各种岩土钻掘设备和技术手段，通过定向钻进、顶管、盾构等方式在地表极小部分开挖的情况下（一般指入口和出口小面积开挖），进行地下空间建造以及地下管线敷设、更换和修复各种施工新技术。该技术不会阻碍交通，不会破坏绿地，植被，不会影响商店，医院，学校和居民的正常生活和工作秩序，解决了传统开挖施工对居民生活的干扰，对交通，环境，周边建筑物基础的破坏和不良影响，因此具有较高的社会经济效果。在20世纪80年代开始获得大规模应用，非开挖技术已成为一项政府支持、社会提倡、企业参与的高新技术，是地下管线施工技术的一次革命，已成为城市现代化进程中的一项关键施工技术。随非开挖技术的不断发展，其应用领域也不断扩大，非开挖市场也迅猛增长。

1.1 非开挖概述

1.1.1 定义

广义上，非开挖技术（英文为No-Dig或Trenchless Technology）：是指在地表不开挖或少量开挖的条件下，利用岩土钻掘、地球物理等高新技术进行各类地下管线或空间的建设、更新、探测、检测、监测的一种施工新技术。

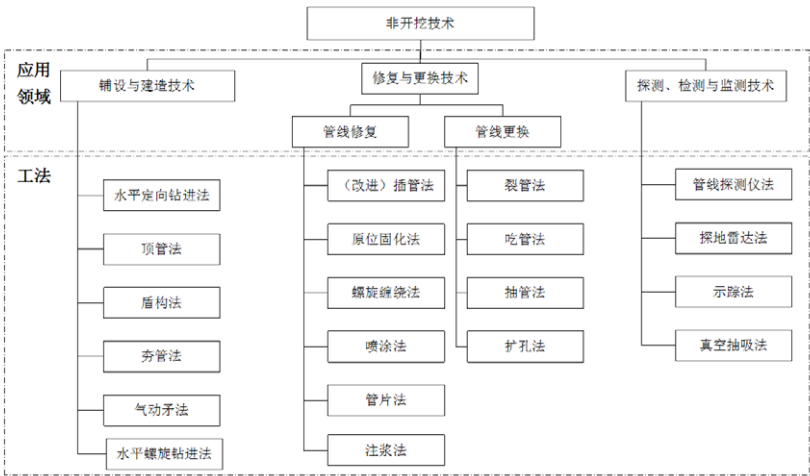


图 1-1 非开挖技术主要应用和工法分类

非开挖施工技术主要应用于以下几个方面：

- （1）地下空间或管线建造：涵洞、地下管廊、地下交通的建造，以及各类管线（自来水、污水、雨水、石油、天然气等管道，以及通讯、动力和信号等电缆线）的铺设、更换、修复；
- （2）包括等所需的管棚支护：地下人行过道、地铁、地下车库等工程的结构性支护；
- （3）环境治理：在受污染的地下水和地层中设置水平环境治理井；
- （4）其它：基础工程（钢管桩、微桩、土钉）、边坡、路基、大坝等工程（排渗孔、降水孔和注浆孔等）、以及降排水等。

如图1-1所示，根据细分领域划分，非开挖技术分为地下空间与管线建造技术、管线更新（修复与更换）技术、管线探测与普查技术；根据工法，地下空间与管线建造技术又分为定向钻进法、顶管法、盾构法、夯管法、气动矛法等；管线修复与更新技术中，管线修复技术主要有插管法、改进插管法、原位固化法、螺旋缠绕法、喷涂法等，管线更新技术主要有破裂管法、吃管法、抽管法等；管线探测与普查的最常用工法有管线探测仪法、探地雷达法、示踪法和真空抽吸法等。

1.1.2 主要特点

非开挖技术在20世纪80年代开始获得大规模应用，目前，非开挖技术已成为一项政府支持、社会提倡、企业参与的高新技术，是地下管线施工技术的一次革命，已成为城市现代化进程中的一项关键施工技术，非开挖技术推广应用程度与国家或地区经济发展水平密切相关，非开挖技术具有以下主要优点：

①对地面干扰小，施工时不影响交通，不破坏环境（绿地、植被、树木），不干扰工厂、商店、医院、学校和居民的正常生活与工作秩序；

②施工速度快，由于辅助工程（如支护、回填等）少，施工速度大幅度提高，而且，可应用于传统施工方法无法施工或不允许开挖施工的场所（如穿越河流、湖泊、重要交通干线、重要建筑物的地下管线）；

③综合成本低，非开挖施工的综合成本均低于传统的开挖法施工，而且管径和埋深越大时越明显；部分施工方法的直接成本甚至低于开挖法施工，具有较好的经济效益和社会效益；

④环境友好，碳的排放量少，由于施工时地面交通拥堵少，施工时间短，而且减少了渣土和回填土的运输量，使碳的排放量大大减少。

经实践证明，在大多数情况下，尤其是在繁华市区或管线埋深较深时，非开挖技术是开挖施工的最佳替代方法；在特殊的条件下，例如穿越公路、铁路、河流、建筑物等，非开挖技术更是唯一经济可行的施工方法。非开挖技术在短短的30余年时间内，以其独特的技术特点，以及环保、高效、经济、安全的技术优势，日益受到欧美等发达国家的重视和提倡。联合国环保署（UNEP）也已将非开挖技术列为环境友好的施工技术（EST）。近年来，随着很多发展中国家的基础建设加大投入，非开挖技术应用得到越来越多的推广应用。

1.2 发展历程

1.2.1 国外发展历程

非开挖技术的发展与国家经济发展密切相关，所以非开挖技术主要发源于西方发达国家，发达国家非开挖技术发展可分以下三个时期：

（1）1900～1960：早期非开挖技术应用主要是二战后，美国、欧洲、日本等国的重建；采用的非开挖工法为简单的方法，用于穿越铁路、公路、河流等短距离施工；回转钻进、水平螺旋钻进（干钻）、人工顶管等。

（2）1960～1985：现代非开挖技术兴起和发展

随着西方发达国家的生活水平提高、交通发展、传统施工方法成本的提高；西方发达国家开始探索新的工法，开发了各种管线非开挖铺设、更换和修复的方法和设备、奠定了现代非开挖技术的基础。

（3）1985～现在：现代非开挖技术大规模应用

随着非开挖方法和设备的完善，交通、环保、法律意识的增加，非开挖施工成本降低和政府支持，非开挖技术采用的比例越来越大（比例在10%左右）或成为首选的方法。并形成了非开挖技术产业：设备制造商（约100家）、材料供应商（约400家）、工程承包商（6000～8000多家）和非开挖技术科研院所。1986年，国际非开挖技术学会（ISTT）成立于英国，该学会为了公共利益推进非开挖技术的科学与实践，并促进相关教育和培训，对非开挖技术研究、推广和发展起到极其重大的作用。此外，英国曼彻斯特工业大学、美国路易斯安娜理工大学、德国波鸿大学等高等院校为及时适应产业结构调整，上世纪80年代相继设立了非开挖技术专业和相应的研究机构，培养非开挖技术领域的专业人才。

1.2.2 国内发展历程

我国改革开放以来，随着国民经济发展和城市快速建设，以及西气东输工程等大型地下管网建设，推动了非开挖技术在中国的普及和推广应用。我国非开挖技术的使用始于20世纪50年代，近二十年获得了快速发展，其发展过程大致可分为萌芽期、发展期和壮大期三个阶段。

（1）萌芽期：20世纪50年代至80年代中

在城市管线施工中，往往会遇到不允许开挖路面的特殊情况（如北京市东西长安街），工程的特殊性要求施工单位采用非开挖的方法铺管，从而促成了现代非开挖技术在我国的前期发展。张家口探矿机械总厂、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，先后研制了GP-220水平钻机、DGJ-1000水平螺旋钻机，人工或液压顶管机等简单的非开挖施工设备，以满足工程施工的急需。这一时期主要以水平人工顶管技术为主，装备具有应急特征，技术水平较低（不能测斜纠偏），应用范围有限（不适合在含水的地层中施工）。

（2）发展期：20世纪80年代中期到20世纪末

随着改革开放的深入，我国的经济建设进入了持续快速发展期，城市基础设施建设的投入力度明显加大。在道路建设迅速发展的同时，各类管线特别是通信光缆、有线电视线路铺设工程量大大增加，各类跨越公路、铁路、河道、沟渠的管线工程量日趋

增多。在这种情况下，各种无法采用开挖法铺管或要求采用非开挖技术铺管的工程量不断增多，为了适应我国经济发展的需要，我国从国外引进了先进的非开挖施工设备，并在引进、消化吸收的基础上陆续研制出国产的非开挖施工设备。从80年代中期开始，市政、电信、石油天然气等部门陆续从日本、美国、德国、瑞士等国家引进了顶管掘进机（含微型顶管掘进机）、水平螺旋钻机、水平定向和导向钻机、以及气动矛和夯管锤等非开挖施工设备，对我国非开挖技术推广起到了巨大的推动作用。进入上世纪90年代，在市场的推动和政府的支持下，我国开始在引进、消化吸收国外设备的基础上，研制了具有自主知识产权的不同类型非开挖施工设备，陆续填补了我国非开挖施工设备的空白。

1998年，中国地质学会非开挖技术专业委员会（CSTT）正式成立，同年加盟国际非开挖技术协会（ISTT），使我国成为28个国际会员国之一。中国地质学会非开挖技术专业委是我国唯一能在全中国开展非开挖技术活动的合法民间组织，并相继协助成立了北京、上海和广东等地方性非开挖技术协会，对国内非开挖技术和行业发展起到了极大的推动作用。

（3）壮年期：21世纪以来

在人口、资源、环境压力下，生活和工作节奏不断加快，环境保护限制日趋严格的现代城市中，人们对传统的开挖法管线施工带来的交通阻塞、绿地园林破坏、施工噪声、出行不便和堆土带来的扬尘及泥泞已难以接受，对管线修复、改造带来的“拉链马路”也难以容忍。

受国家政策的支持和市场需求的驱动，我国非开挖技术的发展速度明显加快。从事非开挖设备制造和工程施工的专业公司相继成立。据不完全统计，目前我国约有600多家工程承包商、100多家设备制造商和材料供应商，已能承包各类非开挖工程，可制造100多个品种的非开挖设备，水平定向钻机实现国产化，并在2002年自制钻机的数量首次超过进口钻机的数量，打破了依赖进口的局面，对我国非开挖技术的推广起到了重要的作用。

经过20多年的发展，我国的非开挖行业在政府支持、协会推进、企业参与、社会关注和市场驱动下，规模从小到大，发展速度从慢到快，科技创新从无到有，实力从弱到强。无论是在设备研制，还是工程施工，均呈快速发展的步伐，现已形成了包括设备制造商、工程承包商、材料供应商、高等院校和科研院所等组成较完整的非开挖产业。目前，我国水平定向钻机、顶管掘进机等设备已开始大幅度出口，出口30多个国家或地区；非开挖施工承包商也已走出国门承揽大型非开挖施工项目。

2 非开挖技术

近些年来，非开挖技术发展突飞猛进，出现很多新的工艺、新材料、新设备等，而且工程区域不断扩大，服务领域也不断拓展，而且技术发展逐步呈现出规范化、集成化、精细化等特点。本章结合铺设与建造技术，修复与更换技术，探测、检测与监测技术3个应用领域和相关工法论述非开挖技术的发展现状。

2.1 铺设与建造技术

铺设与建造技术主要是指铺设地下管线、建造综合管廊和地下交通等地下空间的施工技术。主要方法包括：水平定向钻进法、顶管法、盾构法、微型隧道法、隧道掘进法、直推管法、气动矛法、夯管法、水平螺旋钻进法等等。

其中，综合管廊就是地下城市管道综合走廊。即在城市地下建造一个隧道空间，将电力、通信，燃气、供热、给排水等各种工程管线集于一体，设有专门的检修口、吊装口和监测系统，实施统一规划、统一设计、统一建设和管理，是保障城市运行的重要基础设施和“生命线”。

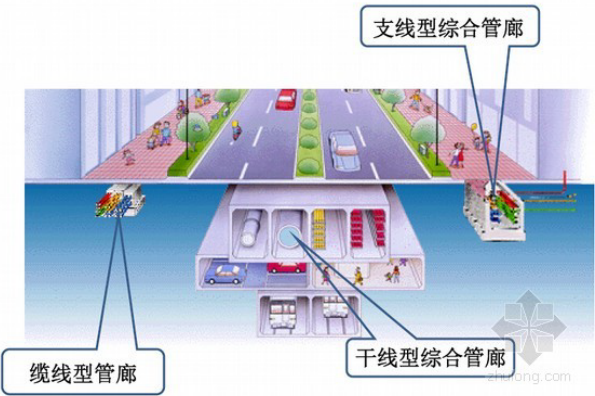


图 2-1 不同类型的地下综合管廊

2.1.1 水平定向钻进技术

水平定向钻进（Horizontal Directional Drilling, HDD）是利用钻进设备以近水平方向（8°至20°角）钻入地层，以可控方向方式钻进一定距离后返出地表，然后采用回拉方式进行单次或多级扩孔钻进至一定直径，最后采用回拖方式将管线拉入孔内，实现地下管线铺设的施工方法，是目前在我国使用最广的一种非开挖施工方法，主要用于穿越河流、湖泊、建筑物、公路、铁路等铺设压力管道（长输油气、供水、供气、供热管道等）和电缆线（动力电缆、通讯电缆等）。

目前，水平定向钻进技术总体上是一项很成熟的技术，同时也是应用面最广的一项管线铺设技术。水平定向钻进技术发展的趋势主要有：钻机模块化、电气自动化、导向对接技术、硬岩钻进施工技术和长距离大口径管道铺设施工等。

(1) 水平定向钻进设备



图 2-2 电驱动钻机结构示意图

目前，水平定向钻机都是全液压驱动钻机，尚未有电驱动水平定向钻机，电驱动钻机具有液压钻机、机械驱动钻机和直流电驱动钻机无可比拟的优越性能（图2-2）。最大的特点是节能减排（减少30%能耗）、环境友好（无排放）；数字化精准控制。采用变频控制，数字传输和集中操作，信息自动化程度高，施工效率高，成本低。

水平定向钻机自动化，很多作业过程可以通过遥控/手动两种方式控制。遥控可使用有线/无线两种传输方式。遥控发射器上设有系统选择旋钮，可根据需要自由选择机械手控制、螺旋地锚控制、履带行走控制、地锚板旋转控制、桅杆升降及滑动控制等功能（图2-3）。



图 2-3 遥控操作控制器

（2）导向技术

水平定向钻进导向包括有线导向和无线导向，以及长距离穿越导向孔用引导式对接导向技术。

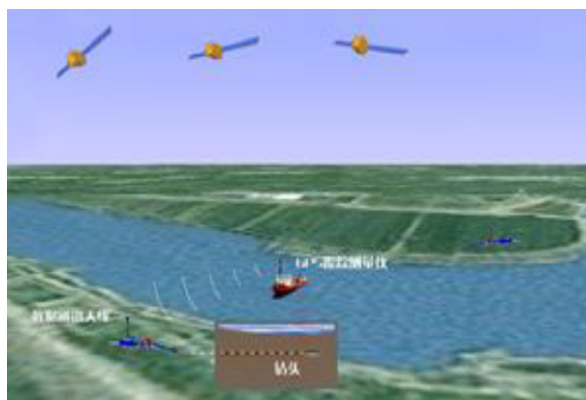


图 2-4 GPS 跟踪测量示意图

目前，廊坊华元公司开发了GPS跟踪测量辅助对接导向技术。GPS跟踪测量仪（磁靶定位结合GPS自动测量）安装在钻头后面的短节上。GPS跟踪测量仪最大测量深度100m，可置于水中，深度测量精度0.5m，GPS定位精度小于2m。GPS钻头跟踪测量仪工作原理：根据出、入土点标定的GPS坐标，建立穿越中心线的GPS坐标系，GPS钻头跟踪测量仪发射磁信号，钻头探测器接收到信号后，由计算机计算出钻头相对穿越中心线的相对位置。

（3）硬岩钻进技术

硬岩水平定向钻进施工重点依靠碎岩扩孔器，对于特别坚硬的岩石需要采用冲击回转的钻进方法，即采用潜孔锤。

美国Horizontal Tech公司、澳大利亚transco公司等可提供岩石扩孔器、PDC钻头、铣齿钻头等；德国TT公司、芬兰Geonex公司可提供冲击钻进方式的岩石钻机。

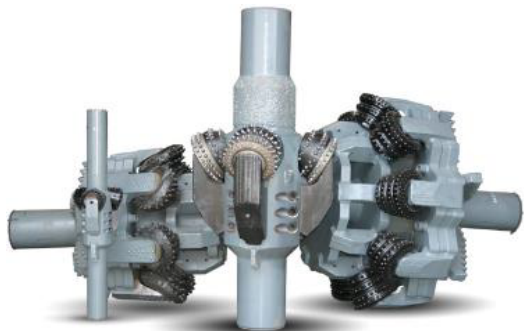


图 2-5 美国 melfredborzall 公司的鹰爪式钻头



图 2-6 芬兰 Geonex 公司的潜孔锤钻机

(4) 长距离大口径施工技术

长距离大口径（管道局穿越分公司的记录：管径610mm，长度3500m；美国Michels公司：12459 ft/3797.5m、管径18 in/457.2mm）管线铺设多需采用对接导向技术，同时须克服穿越超长距离粉砂、卵砾石等特殊地层，摩阻大、携屑难、易发钻杆抱死和折断等施工难题，施工风险极高。

水平定向钻进设备、仪器和施工技术很成熟，国内外应用普及程度高。技术发展主要趋势是钻机自动化和模块化、硬岩钻进技术、对接技术、更高精度和深度的导向仪等。国内主要科研单位：中石油管道局研究院非开挖技术研究所、中国地质科学院勘探技术研究所、中国地质大学（武汉）、中国地质大学（北京）、成都理工大学等。同时，很多设备制造商具有很高的新设备研发水平；有些工程承包商具有很高的配套工具和仪器，以及施工新工艺研发水平。

2.1.2 顶管技术

顶管法（Pipe Jacking）是采用人工、机械或其它方式挖掘土体，并利用机械方法将管道逐节推入土体内的地下管道铺设施工方法。顶管是使用得最早的、施工精度最高的一种非开挖施工方法，主要用于重力管道的铺设。根据挖掘面是否密闭，将顶管施工方式分为敞开式与封闭式两大类；敞开式顶管有挖掘式（手掘式/机掘式/钻爆式）、挤压式、网格式、水冲式等；封闭式顶管有泥水平衡、土压平衡、气压平衡等。敞开式顶管包括：手掘式顶管、机掘式顶管、钻爆式顶管、网格式顶管、水冲式顶管、挤压式顶管、挤密式顶管、螺旋钻进式顶管等；封闭式顶管包括：土压平衡式顶管、泥水平衡式顶管、气压平衡式顶管等。

相对于水平定向钻进，国内顶管技术相对发展滞后，近几年顶管技术发展速度较快，顶管设备和工艺研发细分化程度越来越高。顶管专用管材研制开始得到业主的重视。

(1) 顶管掘进机

顶管机主要发展方向是大口径顶管机、微型顶管机和异形顶管机等。国内最大顶管机直径为4000mm；日本和德国最小顶管掘进机直径为250mm（图2-7），国内最小泥水平衡顶管机直径为500mm（图2-8）。近两年随着我国地下管廊的发展，异形顶管机在国内开始得到重视，其中扬州广鑫具有生产各类异形顶管掘进机的能力（图2-9），市场前景广阔；德国和日本很早就开放出了异形顶管机（图2-10），但是市场应用一直都不是很理想。



图 2-7 徐工 XDN500 顶管机



图 2-8 日本 250mm 顶管机

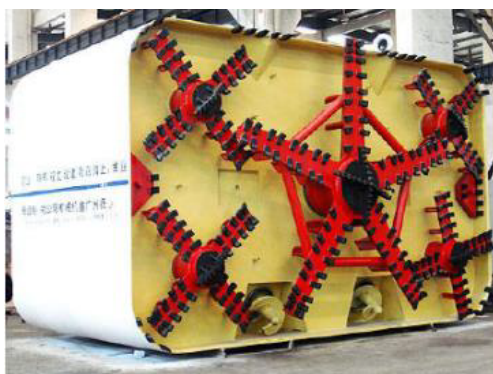


图 2-9 扬州广鑫矩形顶管掘进机



图 2-10 日本 Alpha 土木工程公司矩形顶管掘进机

我国硬岩顶管掘进机和德国、日本相比，技术上还有很大的差距。受材料和顶进碎岩工艺研究水平限制，目前国内的岩石顶管掘进机的机头质量没有过关，特别是当岩石抗压强度超过80MPa时，只能采用日本或者德国的产品。

(2) 导向技术

顶管导向技术与国外差距还很大，目前国外主要有两种自动测量导向系统：陀螺仪导向系统和全站仪导向系统，在长距离和曲线顶管中应用有很大的优势，可有效提高施工效率，目前国内属空白。

日本Tokmiec建设系统有限公司生产的TMG-32B陀螺仪导向系统,可检测顶管掘进机的姿态参数指引推进方向。方位角由陀螺仪获取,俯仰角和旋转角(合称倾斜角)由倾斜仪获取。获取的姿态数据可以数字形式显示,也可以通过串口线传输到电脑设备中。TMG-32B系统由感知单元、控制单元、电源单元、显示单元和连接箱组成。

(3) 顶管施工技术

国内机械顶管施工技术目前仍处于推广应用的初中级阶段,一些特殊顶管掘进机和顶管施工技术国内仍是空白。

日本安田工程有限公司研制了一种铣磨式顶管掘进机(图2-11),具有切削破碎遗留在地下的预制混凝土构筑物或钢管桩的能力。它主要具有三个功能:探测——用以确定金属障碍物的位置及距离;加固——可以更好地固定障碍物,保证周边土体的稳定;切割——在障碍物固定好后,将切削钻头推出,采用低速钻进的方式对其进行切除。使用该设备,即使地下存在金属障碍物,也不再需要改变管道路径或者采用成本较高的特殊施工方法。



图 2-11 铣磨式顶管掘进机

离岸顶管和盲孔顶管:在海岸边或者管道连接处等某些特殊条件下,有时需要采用离岸顶管或者盲孔顶管技术(图2-12)。这时需要采用可伸缩顶管机(图2.12)实现离岸顶管和盲孔顶管。

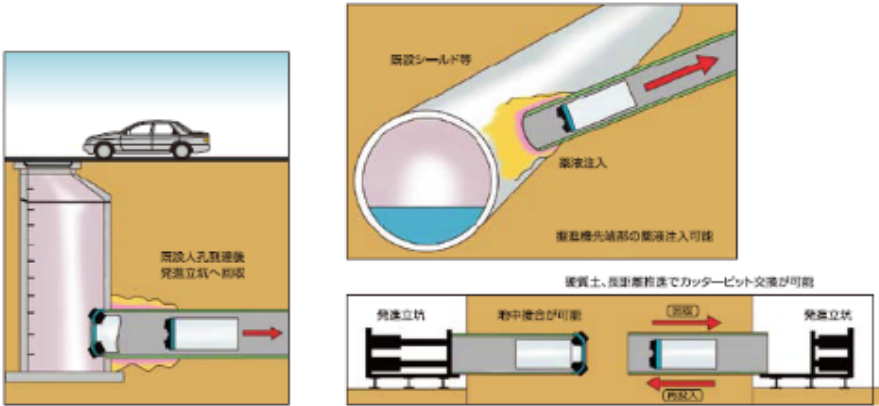


图 2-12 离岸顶管和盲孔顶管

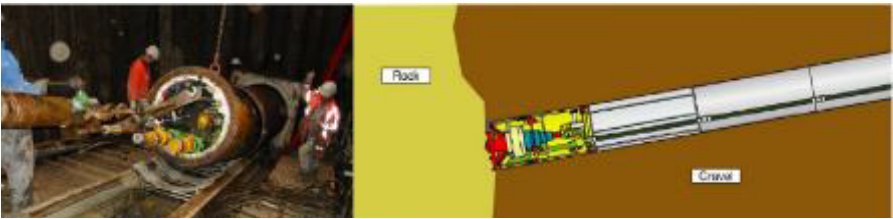
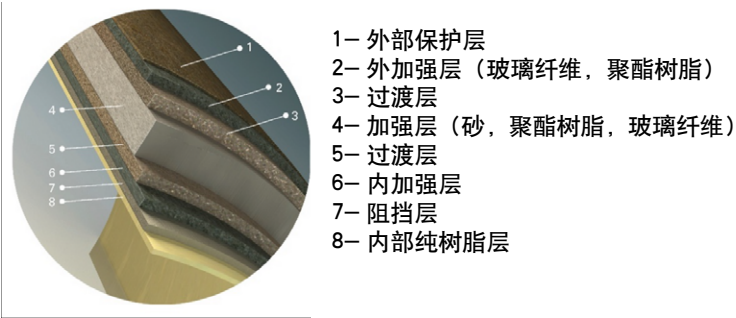


图 2-13 可收缩的顶管机

(4) 顶管专用管材

目前,顶管管材除常规的钢筋混凝土管、钢管等外,顶管新型管材主要为树脂混凝土管(CC-GRP),由玻璃纤维、不饱和聚酯树脂和石英砂组成。树脂混凝土管道具有更大的弹性、更好的密封性、更耐腐蚀性,不容易脆裂,使用更安全。



- 1—外部保护层
- 2—外加强层(玻璃纤维, 聚酯树脂)
- 3—过渡层
- 4—加强层(砂, 聚酯树脂, 玻璃纤维)
- 5—过渡层
- 6—内加强层
- 7—阻挡层
- 8—内部纯树脂层

图 2-14 CC-GRP 管片典型结构



图 2-15 迄今为止 HOBAS 生产的最大的 CC-GRP 管道 (DN3600)

HOBAS公司是澳大利亚生产树脂混凝土管的最大公司，其CC-GRP管材的基本物理和特性：材料的纵向抗压强度： $\sigma_{bmin} = 90\text{MPa}$ ；弹性压缩应变： $\varepsilon_b = 0.7\%$ ；纵向压缩弹性模量： $E_p = 18000\text{MPa}$ ；环向弹性屈服模量： $E_h = 10000 \sim 12000\text{MPa}$ ；材料密度： $\rho = 2.0\text{g/cm}^3$ ；内表面粗糙系数： $k = 0.01\text{mm}$ 。国内生产商主要有上海耀华玻璃钢有限公司等。

目前，国内顶管技术水平和西方发达国家相比仍有很大的差距，国内常规普通机械顶管机生产和施工竞争日趋激烈，岩石顶管机、微型隧道顶管机、特殊顶管技术、高精度导向技术等在国内技术上存在一定的瓶颈，很多方面还是空白。顶管技术发展趋势是微型隧道顶管机、异形顶管机、高精度导向技术、岩石顶管、长距离顶管和特殊顶管技术等。

顶管技术主要研究单位：同济大学、中国地质大学（北京）等。国内有些顶管设备制造商具有一定的新设备研发能力。

2.1.3 盾构技术

盾构法（Shield）是采用盾构掘进机隧道掘进、拼装作业成孔或铺设管道的施工方法。

大型盾构掘进机主要用于地铁或大型地下空间建设（图2-16）。随着盾构技术的不断进步和城市污水管道和综合管廊建设的需求日益增加，小型盾构掘进机（市政盾构机）技术日益成熟和应用普及，目前小型盾构掘进机的最小直径为3.6m。根据城市市政建设的需要，异形盾构也日趋成熟（图2-17）。



图 2-16 首钢机电研究院盾构机

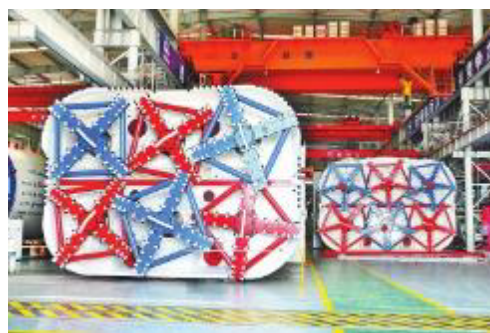


图 2-17 中铁装备集团异形盾构机

扬州广鑫重型设备有限公司开发了一套小型管节盾构与半管异形节盾构，目前已投入生产和应用。近几年随着我国各大城市地铁快速建设，盾构技术在我国获得了突飞猛进的进步，多家大型国企都可以生产大型盾构和市政盾构掘进机，同时配套设备、管片等也取得了很大的进步。但是与德国、日本一些生产盾构设备的厂家相比，技术上还存在很大的差距，包括：岩石盾构掘进机、导向与控制技术等。

2.1.4 其它技术

其它铺管技术包括隧道掘进法、冲击矛法、夯管法、螺旋钻进法、直推管法等。

隧道掘进法（Tunneling）是采用爆破、浅埋暗挖等方法在土体内挖掘构建隧道成孔或铺设管道的施工方法。

夯管法（Pipe Ramming）是利用冲击锤夯击钢套管从而在土体形成管道孔的、方向不可控的施工方法，钢套管内的土可用螺旋钻杆或者高压射流或气压排除。

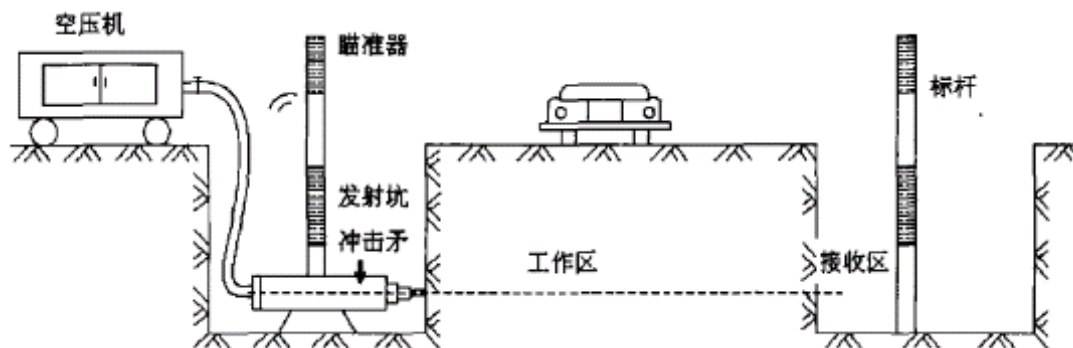


图 2-18 冲击矛工作示意图

冲击矛法（Impact Moling）是利用气动或者液压冲击锤冲击锤头，锤头将土挤压到周围土层成孔，同时将待铺设的管线拉入孔或随后顶推管线就位的施工方法。气动冲击器的直径一般在 $\phi 45 \sim 250\text{mm}$ 之间，可施工的钻孔长度与冲击器的型号、冲击力、管线的直径、类型以及地层条件有关，一般孔长在 $30 \sim 50\text{m}$ 之间，最长可达 80m 。冲击矛适用于均质非富水地层，如粘土、亚粘土

等，也可用于含卵砾石层。在含水地层，冲击振动使矛体与地层接触周围发生“液化”，摩擦力降低，冲击矛无法前进，或进尺缓慢，矛头下沉，解决的办法是加钻杆，加压给进推人。

螺旋钻进法（Auger Boring）是采用钻机，通过螺旋钻杆带动切削头钻进土体成孔，然后采用顶推或回拖方式铺设地下管线的施工方法。

直推管技术融合了水平定向钻进和微型隧道技术的优势，应用该技术可有效减少对地面环境的影响和扰动。直推管法（DP-Direct Pipe Method）由德国海瑞克公司研发，推管机可广泛用于长距离、大口径管线的施工，以辅助钻机的回拖作业。此外，推管机还可用于窄开挖作业时的快速铺管（PEX-Pipe Express Method）、回收报废的管线、以及在现有的隧道或钻孔内铺管，如图2-21。



图 2-19 德国海瑞克公司推管机



图 2-20 推管机用于辅助回拖作业



图 2-21 回收旧管道和管内铺管



直推管机国内有公司尝试研发，但直推管施工在国内尚未获得成功应用。

2.2 修复与更换技术

所有管线的寿命都是有限的，当使用到一定的年限以后必然会发生腐蚀而导致破坏。同时，城市的现代化建设日新月异，以前铺设的管线往往无法满足当今现代化城市发展的需要。因此，这些已到使用寿命和不能满足需要的管线必须进行更换或修复。管道更新包括管道替换和修复。管道更换：碎裂管法、吃管法和抽管法等。管道整体修复包括：插管法、改进插管法、管片法、螺旋缠绕法、CIPP法、喷涂法等。管道更新工法众多，不同方法中还有很多不同的工艺方法，而且修复效益差别比较大。

2.2.1 管道修复

管道修复（Pipe Rehabilitation）是在对旧管道内壁进行预处理后，置入新的内衬，以解决管道腐蚀、泄漏、破损等缺陷，并延长其使用寿命的施工方法。既可进行整体修复，也可进行局部修复。管道修复技术在国外兴起较早，修复方法多达百余种，主要方法有：插管法、改进插管法、管片法、螺旋缠绕法、CIPP法、喷涂法等。按管道结构更新程度分为：结构性修复、半结构性修复、功能性修复；按原管道内壁与内衬管外壁的结合方式，管道修复分为：间隙式修复、紧贴式修复、粘贴式修复；按修复后管道功能或要求（压力、流量）是否提升，管道修复分为：升级式修复、非升级式修复。

插管法、改进插管法是技术较简单的方法，国内很多施工企业都已经掌握，与国外技术水平相近；螺旋缠绕法、喷涂法、管片法，主要用于排水等大型管道的修复中，国内技术上已经过关，但是在材料方面、施工工艺方面与国外还有一定的差距，例如管片材料、树脂材料等；随着CIPP法技术的不断进步和完善，以及成本的不断降低，它将是以后主流的管道修复方法，其工艺方法、材料主要来源于德国，德国从事CIPP技术研发的公司有10余家。

插管法（Slip Lining）是采用牵拉或顶推的方式在旧管内置入直径稍小的内衬管，并向旧管和内衬管之间的环向间隙灌注浆

液的管道修复方法。管片法 (Segmental Lining) 是将片状型材在旧管道内拼接成一条新管道, 并对新管道与旧管道之间的间隙进行填充和粘接处理的修复方法。改进插管法 (Modified Sliplining) 是在将内衬管置入旧管之前, 先使其断面变小 (如用挤压、拉拔、折叠变形等方法), 置入旧管之后再使其恢复原状, 以达到新管和旧管之间的紧密贴合修复方法。原位固化法 (Cured-in-place Pipe, CIPP) 是将浸渍树脂粘接剂的纤维增强软管或编织软管通过翻转或牵拉的方式置入旧管道内, 使带有树脂粘结剂的一面面对旧管的内壁, 并被紧贴在管壁上, 然后在常温下或通过加热 (热水、热气或紫外线) 使树脂固化形成管道内衬的方法, 又称软衬法 (Soft lining)。螺旋缠绕法 (Spiral Wound Lining) 是使用螺旋缠绕机或人工将带筋条的塑料带在旧管内壁形成内衬层, 衬层与旧管之间的环隙可注入浆液或使内衬扩张, 实现紧密配合。喷涂法 (Spray Lining) 是以压缩气体及电能为动力使用驱动高速旋转的喷头在管道内旋转、移动, 在管道内壁形成一定厚度、均匀的水泥砂浆液或树脂涂层, 达到预防或消除管道腐蚀、渗漏、爆裂等缺陷, 提高管道通过能力, 延长使用寿命的修复方法。

技术发展趋势主要有以下几个方面:

(1) 新工艺方法

管道修复新工艺主要包括: 快速修复、在线修复、原位造管、离心浇注法等。



图 2-22 原位造管法



图 2-23 离心浇注法

德国卡尔维斯公司研发的翻转内衬快速修复目前处于管道快速修复的领先地位。不同于排水管道的CIPP快速修复, 该技术还适用于燃气压力管道的修复, 修复后内衬与原管壁通过粘结剂结合形成气密层, 一般单段管道 (至150m) 在断管吹扫完成后可于12小时内完成修复。



图 2-24 翻转内衬快速修复法

(2) 新型内衬材料

新型CIPP软管材料、树脂材料、固化剂和新型管片材料等。

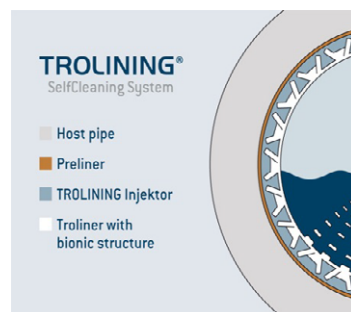
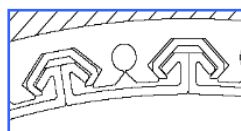


图 2-25 德国 Trolining 公司的仿生型内衬



图 2-26 瑞士萨尼维尔公司的双层覆膜软管内衬



图 2-27 智能切割装置

(3) 管道修复机器人

芬兰Picote公司研制了一种智能切割机器人(图2-27),可用于将修复后的小直径排水管道与分支管道重新连通起来。德国机器人公司研发了一种微型系统/污水分支管道机器人(图2-28),可用于分支管的连接与封堵等作业。



图 2-28 德国机器人公司的微型系统 / 污水分支管道机器人



图 2-29 上海管丽公司大直径 CIPP 管道修复



图 2-30 Interflows 公司污水管道非开挖修复工程



(4) 修复工艺拓展应用

上海管丽公司引进了德国瑞莱集团的管道光固化内衬修复技术及施工设备,可实施内径1500mm、内衬材厚度21.0mm、单次施工90m的管道修复工程(图2-29)。

澳大利亚Interflows公司采用螺旋缠绕法进行结构性修复、较大弯曲度、长距离(200m)修复工程,主管道采用Sekisui公司最新研发的Expanda 螺旋缠绕法;在弯曲部分采用Rotaloc螺旋缠绕法;并使用速凝型浆液进行快速灌浆。

北京天环燃气有限公司从德国卡尔斯及瑞士萨尼维尔引进的翻转内衬修复技术及施工设备,可实施DN300—DN600、压力级制至3.0MPa、单次施工至400m的压力管道(燃气及自来水管道)修复(图2-31),技术水平及施工设备自动化水平则达到了国内同行的最高水准。

管道更新技术在经济发达国家或地区应用普及程度高。技术发展主要趋势是新型工法和新型材料等,其中CIPP法将是主要研究发展方向,同时,吃管法、管片法和喷涂法也有一定的发展前景。

管道更新国内材料生产技术和施工设备制造上与发达国家相比还有较大的差距。碎裂管法、插管法、改进插管法等与国外相差不大,但是在CIPP法、吃管法、管片法和喷涂法方面还有很大的差距。

主要研究单位:清华大学、天津大学、天津工业大学、中国纺织科学研究院等。同时,北京隆科兴公司、河南中拓公司、北京天环燃气有限公司等也具有很强的技术研发能力。

图 2-31 北京天环压力管道
翻转内衬修复

2.2.2 管道更换

管道更换 (Trenchless Pipe Replacement) 是指以待更换的旧管道为导向, 以切削、碎裂、钻碎或拉拔等方式破碎旧管道, 同时构筑一个新管道的施工方法。根据破碎旧管的方式不同, 可将管道更换分为: 吃管法、碎裂管法、抽管法等。管道更换技术目前只有碎裂管法在国内有应用, 吃管法等其它方法, 由于技术和市场等方面的原因目前国内仍没有获得推广应用。

碎裂管法 (Pipe Splitting) 是指以待更换的旧管道为导向, 使用碎裂管设备从旧管道内部将旧管道割裂或碎裂, 并将旧管道碎片挤入周围土体并形成管孔, 同时将新管道拉入完成旧管道的更换的施工方法。吃管法 (Pipe Eating) 是使用微型顶管设备改进的设备将旧管道连同周围土层一起破碎并将管道碎片排出, 同时顶入新管道的施工方法。抽管法 (Pipe Pulling) 是将新管连接在旧管上, 然后将旧管拉出, 而新管则留在孔内的管道更换施工方法。是一种小直径管道更换方法。



图 2-32 碎裂管工具与设备

2.3 探测与检测技术

2.3.1 探测技术

地下管线普查是查明地下管线现状, 按照相关技术标准获取准确信息资料, 建立管线数据库和信息管理系统的过程。地下管线普查工作内容: 已有管线资料收集和管线现状调绘、地下管线探测、管线图编绘、成果检查与验收、管线数据库与信息系统建设。在进行非开挖地下管线施工之前, 应采用地球物理的方法探明施工场地地下管线的分布情况, 包括: 平面位置、走向、埋深(或高程)、规格、性质、材质等, 以避免施工时对既有管线的造成破坏。地下管线探测的主要方法有: 管线探测仪法、探地雷达法、示踪法和真空抽吸法(点探法)等。

地下管线普查: 根据城市规划、建设、管理的需要, 全面查明城市建成区或城市规划区内的地下管线现状, 按照相关技术标准规定的技术要求、精度指标、工作内容和工作流程, 在城市建成区或城市规划区内进行地下管线探测、地下管线图编绘、建立管线数据库和信息管理系统, 并实施动态管理的全过程。地下管线探测从狭义上说是非开挖的情况下探测地下管线的走向与埋深, 从广义上指从现状调绘、数据采集(明显点调查、隐蔽点探查、管线点测量)、数据处理、成果生成等一系列活动, 其目的是摸清地下管线的敷设情况, 并经采集、处理, 最终形成空间地理信息数据。

地下管线探测包括对地下管线进行全面探查和测绘, 并建立地下管线数据库等。探测是指在现场应用地球物理方法对地下管线进行探寻和调查; 测绘是指对实地已查明的地下管线进行测量和图件编绘。地下管线普查的目的和任务是: 查明地下管线的平行位置、埋深、高程(或走向)、性质、规格、材质、埋设时间和产权单位, 并测绘地下管线图, 为地下管线的管理和维护提供基础数据资料。地下管线探测技术方法较多(表2.1), 可依据现场情况选择采用不同的方法。当前的探测技术对一般场地条件下的金属管线探测较为成熟, 但是对于埋地塑料管道、超深管道、城市复杂环境下管线的探测仍有难度。

实际工程作业中, 目前采用多种探测方法相结合的方式, 融多种探测技术进行地下管线探测的尝试已在加拿大、美国、澳大利亚等国引起仪器开发商的高度重视。

表 2-1 常规探测方法适用范围

方法			适用范围
电磁 (感应) 法	被动 源法	工频法	在干扰小的场地，用来探测动力电缆或金属管线
		超低频法	在一定条件下，可用来搜索电缆或金属管线
	主动 源法	直接法	用于精确定位、定深或追踪各种金属管线
		夹钳法	金属管线直径较小且有出露点，可精确定位、定深或追踪。
		电偶极感应法	可用来搜索和追踪金属管线
		磁偶极感应法	用于搜索、定位、定深和追踪金属管线
		示踪电磁法	探测有进出口的非金属管线
		电磁波法（探地 雷达）	可用来探测与追踪金属管线和非金属管线
直流 电法	电阻率法		在接地条件好的场地探测直径较大的金属或非金属管线
	充电法		用于追踪具备接地条件和出露点的金属管线
磁法	磁强 FDFE 法		在磁性干扰小的场地探测埋深较大的铁磁性管道
	磁梯度法		用于探测掩埋的井盖
地震 波法	浅层地震法		在其它探测方法无效时，用于探测直径较大的金属或非金属管线
	面波法		用于探测直径较大的非金属管线
红外线辐射法			用于探测热力管道、石油管道
瑞雷波法			探测管径较大管道时效果好，受地层条件影响大
高密度电法			受地面与电极耦合效果影响，且探测深度受测线长度影响
高精度磁法			对磁异常定位效果较好，但其背景值影响较强
点探法			在不损伤地下管线的条件下，可快速掘示地下管线。
管线轨迹定位仪			主要用于管线轨迹变化大的地下管线检测，特别是水平定向钻进施 工铺设的地下管线

目前，国内地下管线探测仪器主要差距体现在以下几个方面：

- （1）探地雷达：是目前应用面最广的地下管线探测仪器，国内设备与国外相比还有很大的差距，主要体现在探测精度和深度上；
- （2）点探法：是采用真空挖掘机揭露地下管线的方法，是最直观的方法，目前一些公司曾做过研发，但是没有应用；国外有系列真空挖掘机产品，应用广泛；
- （3）管线轨迹定位仪：主要用于检测采用非开挖技术铺设的地下管线轨迹，具有较好的市场前景，目前国内仪器与国外仪器还有一定的差距，主要体现在检测精度上；
- （4）电子标识器：是今后管道预埋的必备元素，特别是塑料管道，是治理管道档案管理混乱和城市规划混乱的利器，具有广阔市场空间，国内起步较晚。



图 2-33 美国威猛 Interragator II 探地雷达



图 2-34 美国威猛公司 V800 真空挖掘机



图 2-35 DUCT RunnerTrm DR-HDD-4.2 惯性陀螺定位仪

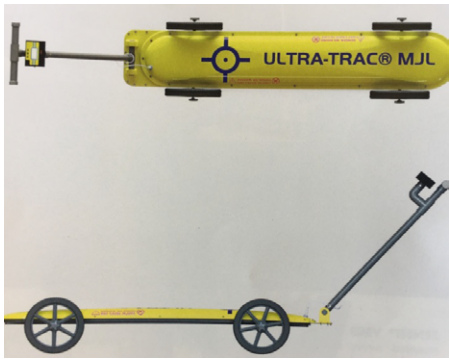


图 2-36 金属接头定位仪

随着经济社会发展，我国地下管线建设发展迅速。参加图2-46、47截至2015年底，我国仅给水、排水、燃气、热力四种市政管线总长度就已超过175万km，地下管线总量超过300万km。地下管线密度已达到40km/km²以上。

我国地下管线的突出特点：1) 规模庞大、种类繁多；2) 新材质管线增多、新工艺敷设管线增多；3) 掩埋地下、错综复杂。暴露出的突出问题：由于管理方式、管理手段的原因，造成档案资料不全、不准、不现势，无法满足城市规划、设计、建设、管理、维护和防灾减灾需要。

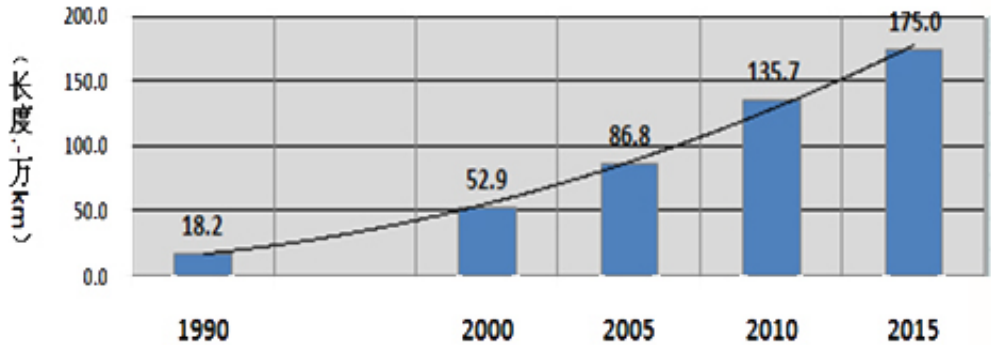


图 2-37 近年市政地下管线增加长度

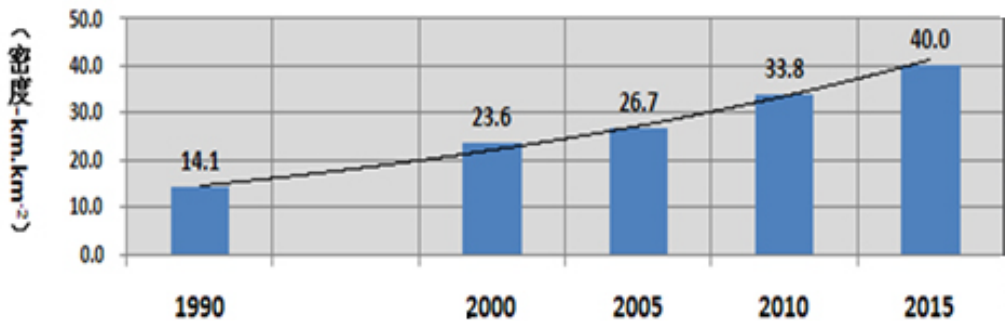


图 2-38 近年市政地下管线铺设密度

我国地下管线探测难点：相对线缆、大口径管道、埋深较浅而言，复杂条件管线探测；非金属管线探测；小口径非金属管道探测；大埋深管道探测；交叉重叠管线探测；以及水下管线探测。

地下管线与其周围介质间存在物性差异，管线目标体具有足够的规模，为利用物探技术探测埋深和平面位置提供了前提条件。根据工作环境条件、不同管线自身属性的不同，有效性、适应性是衡量采用何种物探方法的重要标志，无损探测是对探测方法的基本要求。从地下线缆探测到大口径管道探测，经过大量实践，电磁法、浅层地震法、电法、磁法以及红外测温法等相继取得探测效果。经过20多年的应用发展，电磁感应法成为地下金属管线探测的最经济、最简便的有效方法，探地雷达法因其自身优势成为金属、非金属管线探测均有效的主要手段。

国内的地下管线探测市场主要由各地方的测绘院或勘察院掌握。

2.3.2 检（监）测技术

管道检测 (Pipe Inspection) 是通过进入式肉眼观察或者机器人、潜望镜、电视摄像设备、雷达和声纳等装置对管道内部的结垢、淤积、泄漏、错位、破损或管道外部破损、土体空洞等状况进行检测。如需要修复现有的地下管道, 还需要对管道的结构性缺陷 (变形、破裂、错口等) 和功能性缺陷 (积垢、障碍物、树根等) 进行检测和评估, 以便制定合理的管道修复和养护方案; 同时, 对修复后的管道进行修复质量检验。地下管道检测的主要方法有: 摄像法、声纳法、潜望镜法、漏磁检测、雷达检测、微地震检测和人工法等。

管道检测是管道完整性管理 (包括管道适用性评价和风险评估) 的基础和前提, 同时也是管道修复前期评估和后期修复质量评价的必要基础工作。

管道泄漏检测或监测方法有: 外检测: 示踪剂法、染色试验、烟雾试验、红外热像法、分段密封性试验、电极渗漏试验法、甲烷嗅觉传感器; 内检测: 漏磁、超声波、CCTV、声纳、激光、智能球; 监测: SCADA系统分析法(负压波法、相关分析法、压力梯度法、质量/体积平衡法)、电缆检测法、分布式光纤传感器法等。

外防腐层和涂层检测方法有: 标准管地电位法、近间距电位法、电流梯度法、直流电位梯度法等; 检测仪器有: 超声导波检测仪、多频管线电流测绘仪、C-Scan管线巡检仪、DM防腐层检测仪等。

管道内腐蚀检测方法有: 漏磁检测、超声波检测、涡流检测、射线检测、基于光学原理的无损检测、导波检测和管道智能清管器内检测等。

管体剩余壁厚检测方法有: 超声波测厚法、红外摄像检测法、漏磁法、TEM(瞬变电磁)法等。

管道变形检测方法有: CCTV法、测径器法、激光仪法和多传感器探测法。

管道裂纹检测方法有: 超声波法、超声导波法、CCTV法。

城市燃气评价的难点: 没有可行的检测手段, 很难取得管道剩余壁厚、裂纹的数据。

随着管道的老龄化及对于管道安全的重视, 管道的检测正在发展成为一个稳定的市场; 现有的市政管网, 包括给排水管道、燃气管道的检测主要采用外检测手段和内检测中的CCTV等较简单的手段; 油气管道的检测投资是管道行业中最大的, 涉及的管道内检测、外检测和管道监测的技术手段也是最先进和富有成效的 (图2-34、图2-35); 基于多传感器的监测网络, 尤其是无线数据传输网络是今后发展的重要方向之一, 对于管道预警具有价值。



图 2-39 LineExplorer 3TM-tool 电磁超声检测器

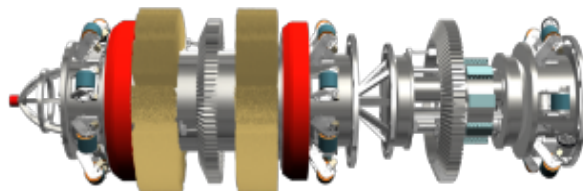


图 2-40 中石油检测公司漏磁检测仪

长距离管道内部检测一般采用智能机器人检测方法的特点如表2-2所示。

蓝牙无线传输技术、GPS地理定位技术、数据存储和下载技术等数字化技术应用于管线探测, 为数字化管线探测提供了可能性。尤其是对于油气田和长输管道而言, 其野外环境和管道条件更适宜采用数字化管线探测技术, 对于提高管线探测效率、提高管线管理水平具有积极、长远的意义。数字化管线探测目前还属于前沿技术, 尚未得到充分重视以及普及应用, 相信不久的将来, 数字化管线探测将成为标准的管线探测作业方式。

管道修复相关常用检测方法包括: 摄像CCTV法、声纳法、潜望镜法、漏磁检测、雷达检测、微地震检测、激光仪法等, 见图2-41、2-42。

表 2-2 长输管道智能检测机器人类型与性能比较

类型	耦合介质	管材	检测速度 (m/min)	钢管厚度 (mm)	检测缺陷	测厚精度 (mm)	点坑深度 (mm)	缺陷形状显示
Ultrascan WM	石油 (液注检测气管)	钢管、工程塑料管、复合管	0.1~8	2~50	腐蚀、测厚、分层、直径	±(0.1~0.5)	0.5~1.0	仿真(直观)
Ultrascan CD	石油 (液注检测气管)	钢管、工程塑料管、复合管	0.1~8	2~50	径向裂纹、轴向裂纹、SCC 探伤、测厚	±(0.1~0.5)	0.5~1.0	仿真(直观)
EMAT Pig	石油、天然气	钢管、工程塑料管、复合管	0.1~8	2~50	腐蚀测厚	±(0.1~0.5)	0.5~1.0	仿真(直观)
MFL-Pig	石油、天然气	钢管	4~5	5~15	径向裂纹、腐蚀	±(10%~15%)	8%~18%	计算机识别分析
Transcan Pig	石油、天然气	钢管	4~5	5~15	轴向裂纹、腐蚀	±(10%~15%)	40%	计算机识别分析



图 2-41 轮式及履带式摄像检测车



图 2-42 典型的小直径 CCTV/声学检测装置

国内管道检测与国外先进国家相比较，技术上有很大的差距，在有些方面甚至是空白。

管道检测与评价技术方面，国内技术水平和发达国家相比有很大的差距，近几年国内成立了不少管道检测仪器开发的公司。总体上，管道检测与评价方面还是具有很好的可投资性，投资回报率较高。但是技术门槛较高，没有仪器研发技术积累的公司，不建议在该领域继续投资。



图 2-43 CCTV 典型摄像

国外管道检测公司主要有：英国：RADIODETECTION公司、DYNALOG公司、Rosen公司、Advantica(简称AT)公司、British Gas (BG)公司、Innovative公司、Plant Integrity公司、Guided Ultrasonics公司、TWI公司等；德国：Pipetronix公司、德国工业研究协会集团等；美国：GE公司、Intratech公司、Pure公司等；澳大利亚：CSIRO 公司；加拿大：NGKS公司、Corrpro公司、Enbridge公司；法国：Exavision 公司；俄罗斯：TDW 公司；日本：NKK公司。

国内管道检测仪器公司主要有：北京英泰瑞得科技发展有限公司、武汉特瑞升电子科技有限公司、杭州华仕管道工程有限公司、杭州非克斯管道工程有限公司、上海予迪电子科技有限公司、北京埃德尔公司、北京雷迪东方科技发展有限公司、广州市亨佳电子有限公司、广州铭远科技发展有限公司、中国石油天然气管道局检测公司等。

2.3.3 管道清洗

管道清洗 (Pipe Cleaning) 是采用人工、机械、水力和化学等方式清除管道内结垢、淤积、障碍、杂物等对管道输送和输送介质有影响的物质。管道清洗有两方面的应用：清除管道内垢层、淤积物、杂物等，确保管道畅通，确保装置正常使用；清除管道内壁覆盖物（钢管主要为铁锈等氧化层），使其恢复原有表面状态，为管道修复后序作业做准备。清洗主要包括化学清洗和物理清洗。物理清洗比较常见的有高压水（射流）清洗、清管器清洗、喷砂除锈清洗。

目前，针对管道修复的管道清洗多采用常规管道清洗技术。依据管道修复特殊情况，有些国外公司开发了一些特殊管道清障机器人，如下图所示；受市场的影响，国内在该方面尚属空白，研发有待提高和加强。



图 2-44 管道多用途清障机器人



图 2-45 WincanViewer 管道缺陷自动分析软件界面

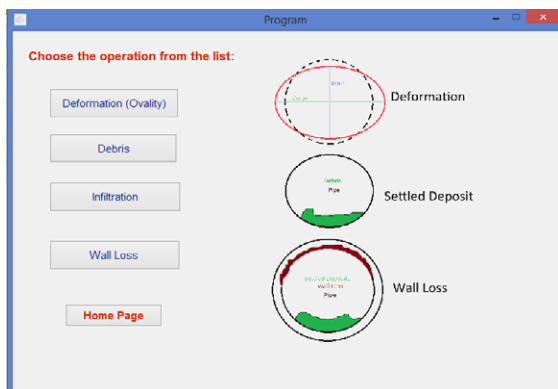


图 2-46 加拿大 Concordia 大学多属性下水道评价模型

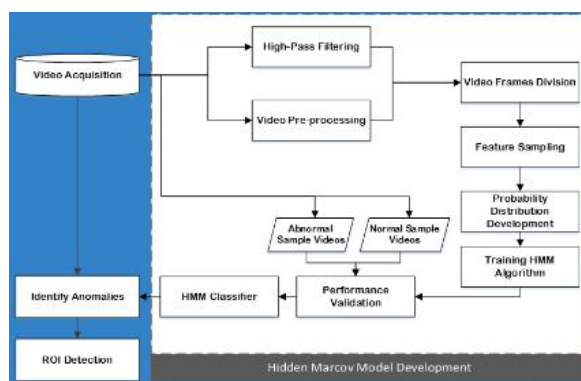


图 2-47 加拿大 Concordia 大学比例模型自动检测诊断下水道异常

2.3.4 管道评价

管道评价 (Pipe Evaluation) 是根据对管道内部的检测数据、视频等资料，对管道内部状况以及管道结构进行输送功能和结构强度性能等进行评价，为管道后续维护维修提供参考依据和建议。

不同类型管道，其评价方法不同。相对于非开挖修复的管道评价，目前国内刚刚处于起步阶段，在排水管道评价方面技术上相对比较成熟；国外有些相对成熟的管道评价方法和模型（图2-45至图2-47）。其中压力管道质量评价是管道评价的难点。

管道评价需要高质量的管道检测报告，同时需要分析师根据经验做一定的推荐，一定程度上影响到评价的可靠性。随着管道探测技术研究深入和发展，将有更多高级的技术设备可用，得到更准确的数据，从而减少分析师的推测工作量。高质量的管道评价结果有助于在管道修复和更换方面能够做出更好的、更明智的决策。

由于管道评价技术不完善，评价报告可靠性有待提高等方面的问题，所以目前国内外专业从事管道质量评价的公司相对较少，主要由施工公司、业者或者两者合作去做。

2.4 管网信息化

考虑到地下管线的重要性和保密性，以及地下空间开发效率，国内地下管线的管理多由地方地下管线办或信息中心负责。重要管线业主单位也有自己的地下管线管理信息系统。管线办或中心的主要职能是建立本地地下空间综合信息管理系统；对本地地下空间信息实施集中统一管理；搭建本地地下空间信息共享平台；为本地规划管理和城市建设提供信息服务。

地下管线管理信息系统是结合探测系统、GPS、GIS等，见图2-48，通过数据库实现无缝三维数据整合。其中地下管网三维可视化展示技术是其发展的热点之一。地下管线三维系统将基础地理信息、各种管线空间信息、负荷运行信息及自身健康状况信息等复杂的属性信息以三维方式直观地展现；充分发挥三维系统强大的空间分析功能、监测分析功能以及其他分析功能，具备通

常的自动生成任意地点的纵横断面和标示出管线的属性、管线间的间距、管线与管线之间的空间关系等功能。

地下空间或管线管理信息系统的开发和利用受两大因素制约：城市地下管网的详细数据多以保密等级为各地市政、地调等部门所掌握，一般不对外开放；开发此类大平台需要巨大资金的支持。

地下管线探测与普查技术、地下管线或空间管理信息系统技术国内外差距逐年缩小，资金比较充足，重点地区都已开始建立了地下管线或空间管理信息系统。地下管线或空间的管理是由政府主导的，但是企业可参与地下管线探测与普查和地下管线或空间管理信息建设工程。地下管线探查与测绘属重大基础工程，技术成熟度较高，前期投入大，投资回报率不高。

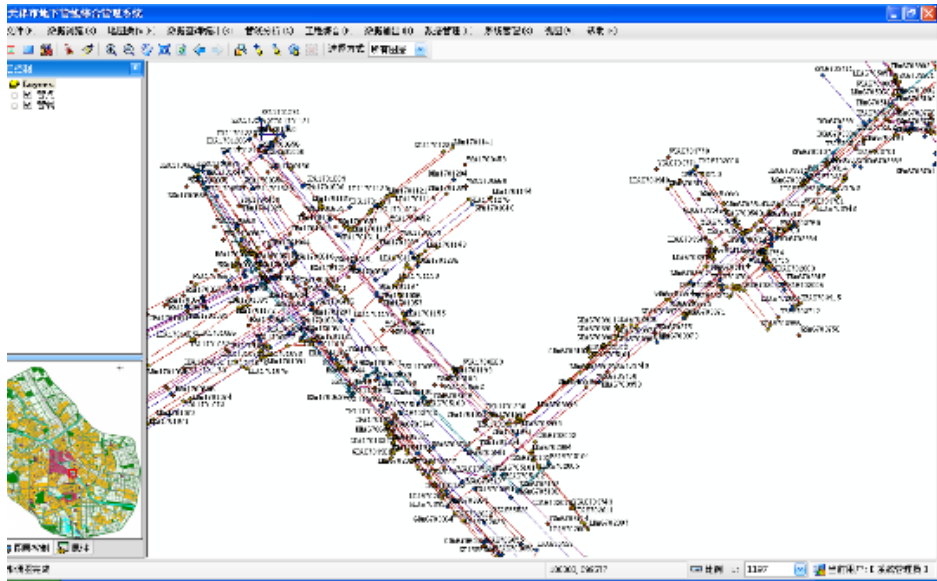


图 2-48 天津市地下管线综合管理系统

国外知名企业：英国雷迪公司、加拿大探棒及软件公司、美国地球物理探测设备公司、美国威猛公司、意大利IDS公司、瑞典MALA公司、英国雷迪公司、日本GEORADAR公司、瑞典地质公司等。

国内知名企业：中国地质大学（北京）、山东正元地球物理信息技术有限公司、武汉市测绘研究院、天津市测绘院、北京世超勘探技术公司、北京英泰瑞得科技发展有限公司、上海予迪电子科技有限公司、广州亨佳电子科技有限公司、上海微波技术研究所等。

3 国内市场现状及预测

3.1 地下管网及城市地下空间发展现状

地下管网包括市政管网和长输管网两大类，前者主要有：排水管道、供水管道、供气管道、供热管道、工业管道等，后者主要有：油气管道（原油、成品油和天然气）、电信电缆、电力电缆等。

城市地下管线是城市运行、企业生产和百姓生活所需能源和资源的载体，是城市基础设施的重要组成部分。近年来，我国城市建设取得了举世瞩目的成就，城市地下管线的规模也不断扩大。据统计，截至2015年，仅城市供水、排水、燃气、供热四类市政地下管线长度就已超过198.3万公里，是1985年的26.2倍，特别是供水、燃气管道长度增长迅猛。特别需要指出的是，随着西气东输等能源通道的陆续建成投产，燃气置换的工作急剧增加，因此近十年来，我国天然气管道的长度快速增加（图3.1）。1990年，我国天然气输送管道全长7136公里，至2015年底已经增至49.8万公里，20年间天然气输气管线长度增长了近70倍。

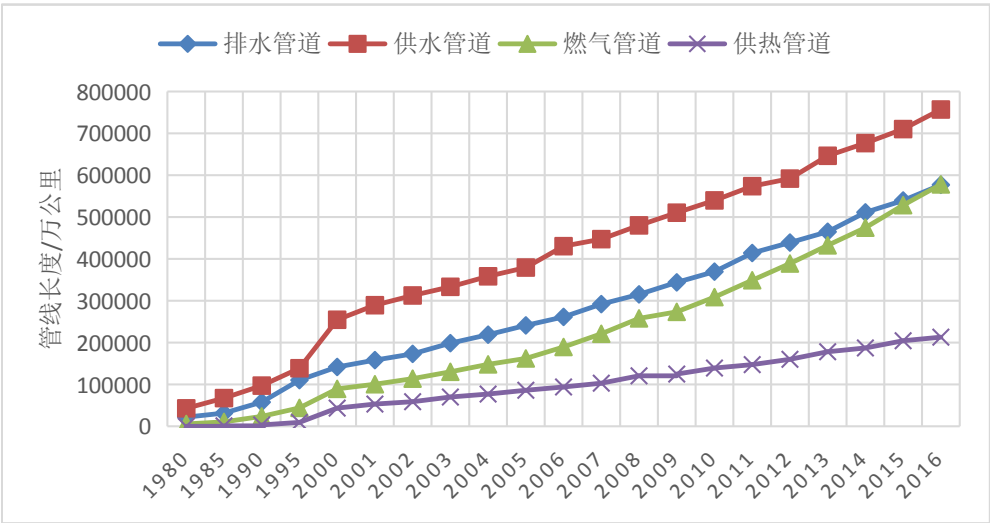


图 3-1 国内市政管线长度随年度增长趋势曲线

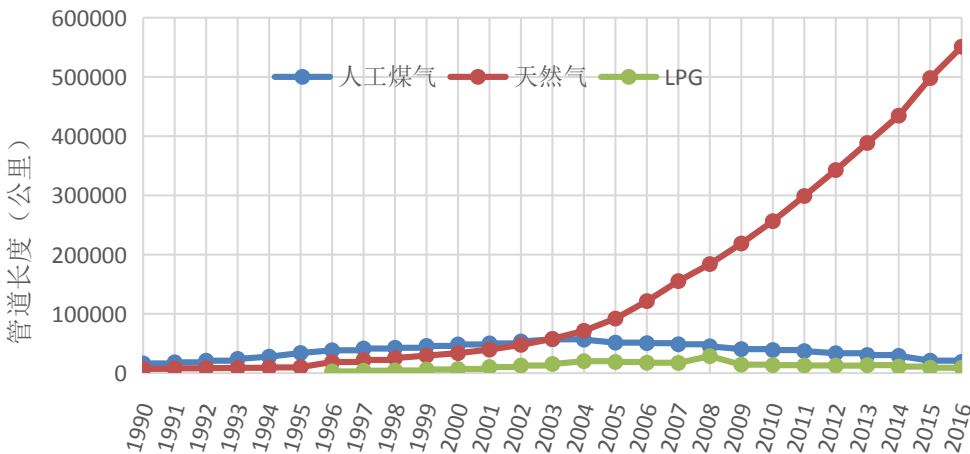


图 3-2 国内油气管道长度随年度增长趋势曲线

3.1.1 城市地下空间

(1) 发展现状。

规模增长迅速。近年来，随着工业化、城市化进程推进，我国城市地下空间开发利用进入快速增长阶段。“十二五”时期，我国城市地下空间建设量显著增长，年均增速达到20%以上，约60%的现状地下空间为“十二五”时期建设完成。据不完全统计，地下空间与同期地面建筑竣工面积的比例从约10%增长到15%。尤其在人口和经济活动高度集聚的大城市，在轨道交通和地上地下

综合建设带动下,城市地下空间开发规模增长迅速,需求动力充足。

利用类型丰富。城市地下空间开发利用类型呈现多样化、深度化和复杂化的发展趋势。类型上,逐渐从人防工程拓展到交通、市政、商服、仓储等多种类型;开发深度上,由浅层开发延伸至深层开发;具体项目上,由小规模单一功能的地下工程发展为集商业、娱乐、休闲、交通、停车等功能于一体的地下城市空间。

综合效益显著。城市地下空间开发利用在城市发展中的地位和作用日益提高。一方面,在城镇化发展不断加速与生态环境要求不断提高的双重约束下,地下空间开发利用成为优化城市空间结构、提高城市空间资源利用效率的重要手段;另一方面,城市地下空间开发利用有利于增加城市容量、增强防灾减灾能力、缓解交通拥堵、完善公共服务和基础设施配套,经济、社会、环境综合效益显著,是建设资源节约型、环境友好型社会和践行生态文明的重要举措。

(2) 主要问题。

系统性不足。城市地下空间作为城市地面空间的重要补充,只有建立有机联系才能发挥其提高城市空间资源利用效率、实现综合效益的作用。目前,我国城市地下空间开发利用普遍存在系统性缺乏问题。一方面,城市地下空间之间连通性较差,同一地区相邻项目之间缺乏联系和贯通,存在零星、分散、孤立开发问题;另一方面,城市地下空间与地面空间协调不足,缺乏衔接,甚至相互矛盾,形成安全隐患。

管理体制亟待完善。城市地下空间开发利用日趋复杂和综合,需要完善的配套管理制度及有关部门的密切配合。我国城市地下空间开发利用管理体制建设尚处于起步阶段,缺乏系统、规范的内容和程序要求,地下空间开发利用在规划建设、权属登记、工程质量和安全使用等方面的制度尚不健全。此外,地下空间开发利用涉及多个管理部门,存在多头管理或管理缺位问题。

规划制定落后于城市建设发展实践。我国城市地下空间规划制定尚处于探索阶段,存在规划组织编制主体不明确、规划体系不清晰、缺乏统一规范的规划编制要求等问题,对城市地下空间资源保护和合理开发产生不利影响。多数城市地下空间开发利用缺乏规划,城市地下空间规划制定普遍滞后于建设发展实践。

基本情况掌握不足。大部分城市对地下空间开发利用基本现状掌握不足。城市规划建设管理部门通过实施规划许可管理,对近期城市地下空间开发建设情况较为了解,但对早期建设的地下空间开发利用情况缺乏掌握。此外,数据共享不足、沟通不畅、统计口径和标准不一致等问题,也导致一些地方地下空间调查进展不顺。

(3) 面临形势。

城市是经济社会发展和人民生产生活的重要载体,是现代文明的标志,把城市规划好、建设好、管理好,对促进新型城镇化发展,建设美丽中国,实现到2020年全面建成小康社会的奋斗目标,具有重要意义。根据我国城镇化进程和地下空间开发利用发展趋势,“十三五”时期城市地下空间开发利用还将有相当大的规模。科学合理地开发利用城市地下空间,成为提高城市空间资源利用效率、提高城市综合承载力和保护地下空间资源的重要途径。

虽然我国部分城市地下空间开发利用进入迅速发展阶段,但是大多数城市地下空间开发利用仍处于起步阶段,城市地下空间开发利用面临建设发展需求旺盛但系统性不足、有关立法和规划制定相对滞后、现状利用基本情况不清、管理体制和机制有待进一步完善等挑战。以北京为例,按照《北京城市总体规划(2016年—2035年)》,到2020年,北京市建成综合管廊长度由现状约12.5公里提高到150公里至200公里;到2035年达到450公里左右。

自从2013年起,我国的地下管廊规划与建设开始了迅猛的突然加速,每年参与的城市数量为世界所罕见,修建的管廊长度远超过世界上其它国家当年建设管廊长度的总和。

2015年中国69个城市在建的地下综合管廊约1000km,总投资约880亿元。目前,建有地下综合管廊的城市有上海、北京、广州、深圳市、济宁、天津、济南、宁波、大同、衢州、连云港、佛山、沈阳、佳木斯、南京、厦门、大同、无锡、武汉、兰州、重庆等。

2015年,住建部和财政部确定了在沈阳、哈尔滨等10个城市试点,计划3年内建设地下综合管廊389km,2015年开工190km,总投资351亿元。其中,中央政府投资102亿元,地方政府投入56亿元,拉动社会投资约193亿元。

如图3-3所示,2015~2017年综合管廊的试点城市和里程规划是:包头市:规划34.4km,总投资约23.37亿元;沈阳市:规划33.828km,总投资约50.6亿元;哈尔滨市:规划12条共25km;苏州市:5条共31.16km,总投资约40亿元;厦门市:3个试点项目共38.9km,总投资约28.5亿元;十堰市:规划51.64km,总投资约35.5亿元;长沙市:63.3km,总投资约34.66亿元;海口市:43.24km,总投资约38.47亿元;六盘水市:39.69km,总投资约29.94亿元;白银市:26.25km,总投资约22.38亿元。

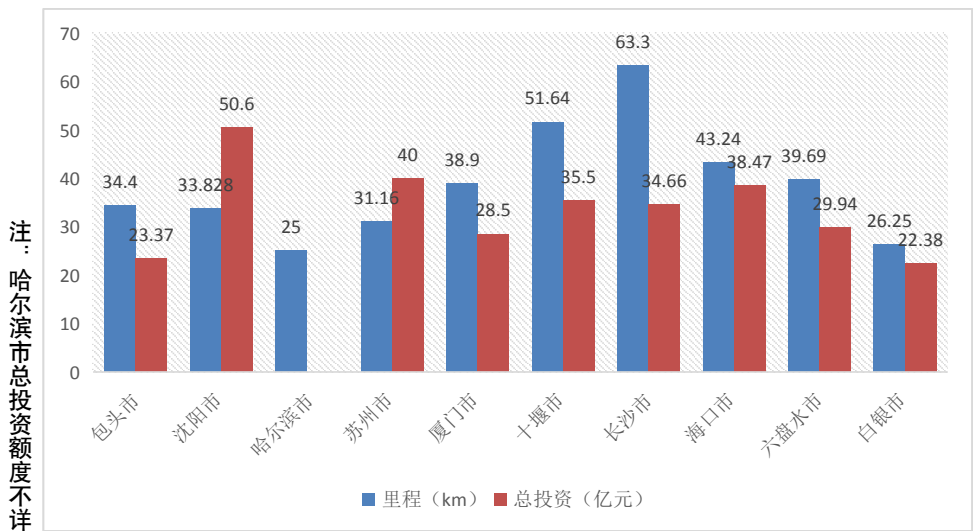


图 3-3 2015-2017 年综合管廊的试点城市里程规划和投资总额

3.1.2 市政管网

表 3-1 1985-2016 年我国市政管网长度（公里）

年份	排水管道	供水管道	燃气管道	供热管道	合 计	每年新增
1985	31556	32538	10567	1030	75691	
1990	57787	97183	23628	3257	181855	21232
1995	110293	138700	44000	9365	302358	24100
2000	141758	254561	89458	43782	529559	45440
2001	158128	289338	100479	53109	601054	71495
2002	173042	312605	113823	58740	658210	57156
2003	198645	333289	130211	69967	732112	73902
2004	218881	358410	147949	77038	802278	70166
2005	241056	379332	162109	86110	868607	66329
2006	261379	430426	189491	93955	975251	106644
2007	291933	447229	221103	102986	1063251	88000
2008	315220	480084	257846	120596	1173746	110495
2009	343892	510399	273461	124807	1252559	78813
2010	369553	539778	308680	139173	1357184	104625
2011	414074	573774	348965	147353	1484166	126982
2012	439000	591872	388941	160080	1579893	95727
2013	465000	646413	432377	178237	1722027	142134
2014	511000	676727	474600	187184	1849511	127484
2015	540000	710000	528000	205000	1983000	133489
2016	577000	757000	578000	213000	2125000	142000

随着城市地下管线的迅猛发展，其在城市运行中的地位 and 作用更加凸显，地下管线的安全、平稳、高效运行已成为城市安全的重要基础，也是实现“保增长、保稳定、保民生”目标的重要手段。据统计，截至2015年，仅城市供水、排水、燃气、供热四类市政地下管线长度就已超过198.3万公里，是1985年的26.2倍，特别是供水、燃气管道长度增长迅猛，详见上表。但由于历史和现实的种种原因，致使城市地下管线建设与管理滞后于城市建设的总体水平，地下管线施工、运营和维护过程中各类事故时有发生

生，造成了严重的经济损失。2008年至2010年，仅媒体报道的地下管线事故每年就数以千计，平均每天约有5、6起。

据住房和城乡建设部统计，在城市供水管道中，普遍存在管网老化（50年以上占6.2%左右，明漏和暗漏严重）、管材低劣（灰口铸铁管占50%以上，抗腐和抗压强度低）和超负荷运行（爆管事故增多，断水现象时有发生）三大问题。

(1) 管网数量不足

以排水管道为例，无论是总量，还是人均占有量和管网密度均落后于西方发达国家，且差距悬殊。如德国，在2002年排水管道总长度就达44.6万km，管道密度在10km/km²以上，人均拥有5.44m；又如日本，2004年的排水管道总长度达35万km，管道密度在20~30km/km²，人均拥有3.51m；美国现有排水管道总长度达150万km，密度为15km/km²，人均均为4.0m；而我国到2015年底，城市排水管道总长度为54万km，密度为10.36km/km²，人均仅1.17m，见表3。

表 3-2 1980 年以来我国城市排水管网建设情况

时间	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015
长度 (万 km)	2.2	3.2	5.8	11.0	14.2	24.1	37.0	54.0
密度 (km/km ²)	2.97	3.36	4.50	5.73	6.32	7.41	9.23	10.36
人均 (m)	0.24	0.27	0.39	0.60	0.68	0.74	0.94	1.17

(2) 管网老化

从管网铺设的时间分析，在现有的供水管网中，超过使用年限的管网达到20%左右，而且由于早期铺设的管网，使用管材低劣、施工技术落后，造成管网严重老化，其中，主干管占59%、其它管网占41%。

燃气用钢管设计寿命一般为15年到20年，多数城市中压燃气管网及早期投入运营的低压管网运行近20年左右时间，已接近或达到使用寿命，处于事故多发期，已成为燃气输配的重要安全隐患。近几年，管网系统腐蚀穿孔事故频发，且呈上升趋势。

据统计，我国于20世纪80年代以前铺设的市政管网约有18.2万公里（见表4），其中：排水管5.8万多公里，供水管9.7万多公里，燃气管2.4万多公里，供热管0.3万公里，很多已到使用年限，事故频发。城市供水管网的平均漏损率达24%左右，远高于欧洲的7%，每年因此损失的自来水近100亿立方米，多于南水北调工程中线的输水量。排水管网因年久失修、结垢严重、接头开裂，渗水、漏水现象较为普遍，严重污染城市地下水和周围环境。燃气管网因管道腐蚀和接头破裂，造成燃气泄漏和爆炸时有发生，对人民生命财产构成严重威胁。

表 3-3 不同年代地下管网长度及所占比例

管线类别	总长度 (万 km)	70 年代及以前		80 年代		90 年代		2001-2015	
		长度 (万 km)	百分比 (%)	长度 (万 km)	百分比 (%)	长度 (万 km)	百分比 (%)	长度 (万 km)	百分比 (%)
排水道管	54.00	2.19	4.05	3.59	6.65	8.40	15.55	39.82	73.75
供水管道	71.00	2.22	3.13	7.50	10.56	15.74	22.17	45.54	64.14
燃气管道	52.80	0.56	1.06	1.80	3.41	6.54	12.39	43.90	83.14
供热管道	20.50			0.33	1.61	4.02	19.61	16.15	78.78
油气管道	11.00	0.87	7.91	0.72	6.55	0.98	8.91	8.43	76.63

(3) 管材低劣

从所使用的管材分析，在现有的供水管网中，灰口铸铁管在很多城市占50%以上（主管占58%、其它管网占42%），个别城市甚至达90%。大多数灰口铸铁管质量不符合现行国家标准的要求，而且管网配件质量差，接口技术落后，导致管网抗压强度低，爆漏事故频繁发生。此外，普通水泥管和镀锌铁管也占有相当比例，材质差、抗冲击和抗腐蚀能力差。

据住建部对部分城市总计8.4万公里供水管网的不完全统计，各类管材长度及所占的比例为：灰口铸铁管43362公里，占50.8%；水泥管11133公里，占13.0%；镀锌铁管5138公里，占6.0%；球墨铸铁管14135公里，占16.8%；钢管6977公里，占8.2%；PVC管4467公里，占5.2%。

(4) 超负荷运行

一些城市将不同时期或不同地区使用的供水管进行联网供水，出现了管材混杂的情况，承压标准较低的管段处于超负荷运行状态，爆管事故增多；一些城市中心区或局部地区供水管径偏小，供水能力明显不足，用水高峰时，断水现象时有发生；一些城市由于新建水源工程，将地下水源更换为地表水源或增大地表水源比例，为弥补被替代的补压井压力损失，提高了管网压力，超出原设计标准，使部分管道破损，管网漏损严重；还有一些城市将雨水管与污水管混接，雨、污不分，降雨时排水量增加，造成污水外溢，同时对污水处理厂运行处理工艺冲击很大。

3.1.3 长输管网

到2016年年底，我国已建油气管道约12.6万公里，详见表3-4，其中输油管道5.17万公里，输气管道7.43万公里，初步形成了“北油南运”、“西油东进”、“西气东输”、“海气登陆”的油气输送格局。

表 3-4 我国 1980-2016 年长输油气管道建设情况（单位：km）

年 度	1980	1985	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
总长度	8700	11700	15861	17231	25659	27555	29766	32592	38204	43981	48100
输油管道				8850	12397	13272	14964	15737	17089	20984	23185
输气管道				8381	12762	14283	14802	16855	21115	22997	24915
年 度	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
总长度	54500	58300	69100	78500	83300	91600	98500	105700	108700	126000	
输油管道	29000	30200	30700	35900	36400	37800	40800	44400	44700	51700	
输气管道	25500	28100	38400	42600	46900	53800	57700	61300	64000	74300	

注：到 2020 年总长度达 16.9 万公里，其中输气管道 10.4 万公里，输油管道 6.5 万公里。

(1) 原油管道

1959年新疆克拉玛依—独山子原油管道的建成，标志着我国无长输管道历史的结束。目前已在东北、西北、华北、华东、华中地区形成了区域性的原油输送管网。

(2) 成品油管道

我国第一条长输成品油管道是1973年开工、1977年建成的格拉（青海格尔木—西藏拉萨）管道。目前已在西北、西南和珠三角地区建成骨干输油管道，形成了“西油东运、北油南下”的格局。

(3) 天然气管道

我国天然气管道起步晚，但发展速度快，特别是近几年来发展迅猛。第一条跨区输气管道为1986 年建成投产的中沧（河南濮阳柳屯—沧州化肥厂）管道。1997 年陕京一线建成投产，拉开了我国长距离输气管道建设的序幕。随着西气东输、川气东送、陕京三线等骨干管道工程的建设，建成了“横跨东西、纵贯南北、连通海外”的基本框架，形成以4大气区（新疆、青海、陕甘宁、川渝）外输管线和进口天然气管线为主干线、连接海气登陆管线的全国性天然气管网。



图 3-4 2001 ~ 2016 年我国天然气管道建设情况



图 3-5 我国天然气管道网络

目前，我国在建和近期即将开工建设的天然气干线管道工程主要包括：陕京四线、西气东输四线、新粤浙线和中俄东线，四条管线总长度约1.6万公里，总投资额大约3200亿元。

表 3-5 我国再建或即将开工建设的四大天然气干线管道

管道名称	陕京四线	西气东输四线	新粤浙线	中俄东线
长度（km）	1468, 1 干 3 支	2454	1 干 4929, 5 支 3393	俄 2680, 中 3968
管径（mm）	1219	1410		1016~1420
年输送能力（亿 m³）	250	300	300	380
开工时间	2014-07	2014（推迟）	2015（推迟）	2015
完工时间	2017-10（干线）	2017	2017	2018
总投资/亿元	230	360	1590	

3.2 铺设与建造

受十三五基建项目全面可启动，环境要求提高，设备更新需求等因素的叠加影响，城市地下空间或管线建造中水平定向钻进、顶管、盾构版块呈快速增长的势头。

3.2.1 水平定向钻进

(1) 我国水平定向钻进应用现状

水平定向钻进是我国使用最广的一种非开挖施工技术，主要用于长输油气管道电信电缆、电力电缆、天然气管道和供水管道的铺设，其中由于西气东输等能源通道工程的投产，在各大城市中开始使用天然气作为清洁能源，因此天然气管道的铺设量急剧增加，从而也带动了水平定向钻进技术的发展。

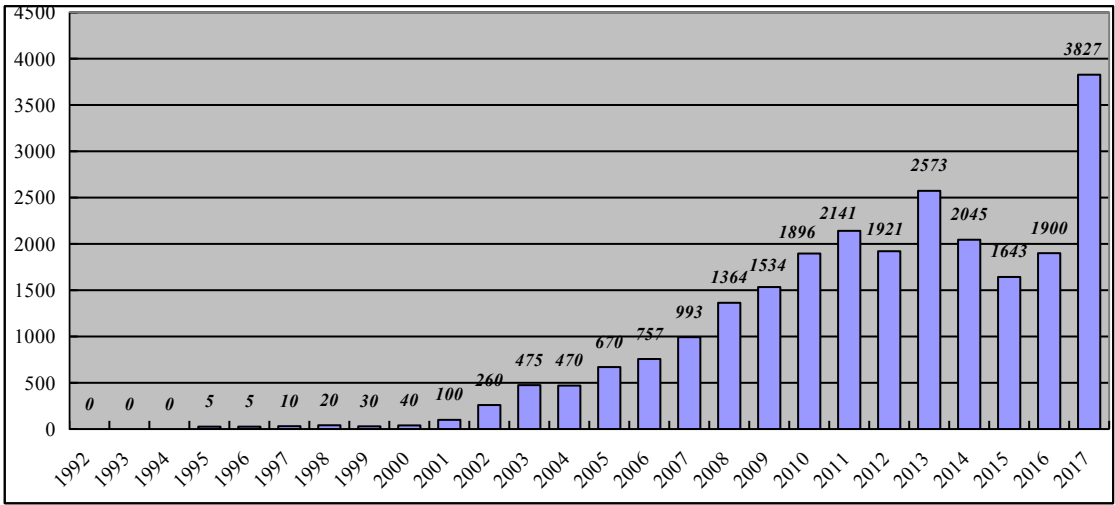


图 3-6 我国 1992—2017 年水平定向钻机的销售情况

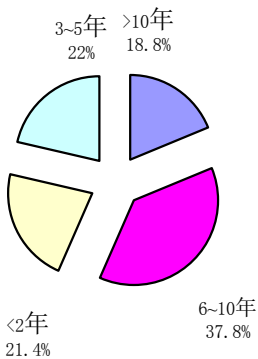


图 3-7 2017 年底钻机总数按机龄分布

如上图所示,到2017年底,国内钻机的保有量已经接近2万台(19963台,含进口钻机);同期,美国新增钻机2594台,钻机的保有量达47595台。据CSTT统计(15th HDD Survey in China):2017年,全国共销售水平定向钻机3827台(接近美国2000年新增3990台的历史最高记录),比2016年的1900台翻了一番;有6家制造商高速增长(增幅在80%以上),3家增幅超过100%,2家销量超过1000台。在新增的钻机中,出口902台,占新增钻机总数的23.6%,比2016年的542台增加了360台;主要出口印度、马来西亚、以及俄罗斯等国家。在累计存量的钻机中,使用年限在2年内(2017和2016年投入市场)的钻机4283台,占21.4%;3~5年的钻机4389台,占22.0%;6~10年的钻机7538台,占37.8%;10年以上的钻机3752台,占18.8%。

由于近几年水平定向钻进技术主要用于天然气管道的铺设,管径相对较大。因此,在我国中型钻机(回拖力在25~50吨之间)为主力机型,自2010年以来所占的比重最大,大型和特大型钻机所占的比例也比美国高,见表3-6。

表 3-6 2006~2016 年各种型号钻机所占的比重(%)

年 度	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
小型 (<25t)	68.2	60.02	57.9	53.3	41.6	36.3	40.3	40.5	31.8	33.9	21.6
中型 (25~50t)	27.7	32.93	30.9	35.9	46.4	52.2	45.8	48.8	59.5	56.8	67.0
大型 (>50t)	4.1	7.05	11.2	10.8	12.0	11.5	13.9	10.7	8.7	9.3	11.4

2017年,根据CSTT《水平定向钻进技术规程》2015年版分类,水平定向钻机型号回拖力明显增大,从侧面反映水平定向钻进技术逐步向大型化发展趋势。

表 3-7 按新规程分类的 2017 年钻机型号统计

型号	小型	中型	大型	特大型
回拖力, t	≤ 40	40~120	120~400	>400
数量, 台	2443	1238	125	21
比例, %	63.8	33.4	3.3	0.5%

(2) 我国水平定向钻进市场预测

水平定向钻进是我国应用最广的一种非开挖铺管施工技术,几乎可用于各类管材(主要是钢管和塑料管)和各类管线(主要是压力管道、电信和电力电缆)的铺设。

每年市政管道的建设长度在12万公里左右,其中排水管道3万公里,供水管道3.5万公里,供气管道4万,供热管道1万公里,其它管道0.5万公里,总投资在3000~5000亿元之间。若按10%的工作量采用非开挖施工技术计算,每年约为1.2万公里。其中大部分小口径管道的铺设都可以采用水平定向钻进施工技术,大约在1万公里左右。

目前,我国天然气管道建设仍落后于发达国家。为了解决我国能源短缺问题,改善能源结构和城市环境,正在积极推进东北、西北、西南和海上四大天然气进口通道建设,天然气管道建设将呈高速发展的态势。

从管道建设长度看,到2015年底,美国天然气干线管道总长已超过50万公里,我国仅8.5万公里。可以说,我国天然气管道建设还处在初级发展阶段。从管道建设速度看,2000至2010年,我国天然气管道长度从1.23万公里增加到4.85万公里,平均每年增加3600公里;2010至2015年,天然气管道长度从4.85万公里增加到8.5万公里,平均每年增加7300公里。可见,国内天然气管道建设已处在快速发展期。从一次能源消费结构看,2015年我国天然气在一次能源消耗中所占的比例仅为5.9%,远不及世界平均水平的23.7%,美国则高达29.6%。根据我国《能源发展战略行动计划(2014~2020年)》,到2020年,长输油气管道长度力争达到12万公里,天然天然气占一次能源消费的比例将达12%。由此可见,平均每年需要建设的长输油气管道接近7000万公里。因此,未来五年我国的天然气管道建设将进入高峰期。需要特别指出的是:

(1) 上述统计中,没有包含县城和镇建设的市政管道数量,表3-9是近十年我国1568个县城建设的市政管道情况。根据《国家新型城镇化规划(2015-2020)》,未来我国将重点加强20多个城市群,180多个地级以上城市和1万多个城镇建设,因此,市政管道建设数量将远大于上述的统计数量。

(2) 除了市政管网外,水平定向钻进还广泛用于电信电缆(光缆)和动力电缆的铺设,在三网融合(电信网、广播电视网和互联网)和电网改造(架空电线入地)中,每年建设的光缆和电缆数量要远超过市政管道。

同时,水平定向钻进还将在地热开发、环境和灾害治理中也大有用武之地。

国外知名企业：美国Auger公司、Ditch Witch公司、美国Vermeer公司、美国DCI公司、美国Michels公司等。

国内知名企业：徐州徐工基础工程机械有限公司、连云港黄海机械股份有限公司、江苏地龙重型机械有限公司、德威士行孙工程机械（北京）有限公司、廊坊市雷克工程机械有限公司、河北冠能石油机械制造有限公司、黄山金地电子有限公司、河南华北技术工程有限公司等。

国内知名施工企业：中国石油天然气管道局穿越公司、廊坊华元机电工程有限公司、河北衡水鸿泰非开挖机械工程有限公司、安徽两淮建设有限责任公司等。

国内技术水平和国外相差不大，中国已成为HDD钻机生产大国，HDD钻机生产已供过于求，国内市场竞争激烈；同时钻机大量出口俄罗斯、东南亚、中东等地区。中小型工程施工竞争激烈，施工效益较低；大型水平定向钻进工程效益较高，但是风险也很高。水平定向钻进市场可投资性不高，投资回报率低，不建议在该领域继续投资。

3.2.2 顶管

顶管施工技术是我国使用最早的一种非开挖技术，但由于设备投资大，施工要求高，其发展速度不如水平定向钻进技术那么迅速，主要用于大口径管道（1000~3000mm）的铺设以及城市高压架空电缆的入地改造。

近十年由于先进机械顶管掘进机的陆续引进，使我国的顶管技术有了较大的进展，引入了中继间顶管技术、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顶管技术。顶管直径最小为400 mm，最大为4000 mm。一次性顶进长度可达几百米，甚至上千米，同时在含水层中顶管施工也成为可能。

为了加强城市基础设施建设，解决城市内涝、管网爆裂等问题，提高新型城镇化的质量，2015年国务院办公厅先后发布了《关于推进城市地下综合管廊建设的指导意见》和《关于推进海绵城市建设的指导意见》，并在36个大中城市全面启动地下综合管廊试点工程，2016年开工建设地下综合管廊2000公里以上，力争在2020年建设完成一批完善的地下综合管廊体系；在30个城市开展海绵城市建设试点工作。

表 3-8 1997-2017 年我国顶管机市场增加量和保有量统计表

年份	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
增加量	12	13	12	16	20	35	93	135	158	188
保有量	46	59	71	87	107	142	235	370	528	716
年份	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
增加量	176	198	230	244	246	262	310	360	470	639
保有量	892	1090	1320	1564	1810	2072	2382	2742	2852	3491

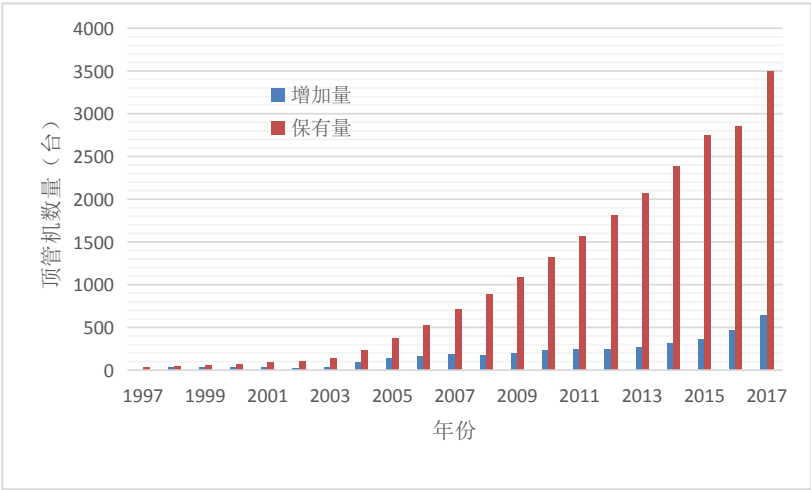


图 3-8 1997-2017 年我国顶管机市场增加量和保有量

2006年据对国内6家顶管机与微型隧道机生产企业的调查，我国共生产和销售顶管机158台套，除少量合资生产外，几乎全部是国产，其中泥水平衡式顶管机约占80%，土压式平衡式占20%。顶管机尺寸范围从小直径的600mm到大直径的4200mm都可以

生产。2006年比2005年的135台多生产了23台套。年增长率达17.0 %。我国顶管机市场保有量已达到528台套。2006年进口顶管机市场占有率进一步下降。国产顶管机不仅可以满足国内的需要，还能出口到马来西亚、印度等国。2017年的不完全统计，年销售顶管机639台。国内市场保有量超过3491台，详见表3-10。

顶管技术现已广泛地应用于我国水平定向钻进技术难以施工的污水、雨水等重力管道的非开挖施工，以及大直径的燃气、自来水和中水等压力管道的非开挖施工。同时，顶管施工技术可用于地下管廊建设，地下综合管廊建设和海绵城市建设大多数涉及大口径顶管和盾构施工，市场容量极大，据报道地下管廊的投资规模达1.6~3.2万亿元，每年约为3200~6400亿元。

国内顶管设备、仪器和施工技术日趋成熟，但是与德国和日本相比，还是有很大的差距，技术不高、不精，特别在岩石顶管机、导向技术、特殊顶管技术等方面仍存在一定的空白。国内顶管施工普及程度已逐步提高，工程量逐年增加，在长距离顶管、曲线顶管等方面取得了长足的进步。

国外知名企业：德国海瑞克公司、日本RASA公司、日本小松公司等。

国内知名企业：扬州广鑫重型设备有限公司、安徽唐兴机械装备有限公司、江都市永坚顶管工程有限公司、湖北黄石精武顶管工程有限公司、福建东辰岩土基础工程公司厦门顶管分公司、上海隧道盾构工程有限公司顶管事业部、广州市市政工程集团公司等。

目前常规机械顶管市场竞争日趋激烈，高端和特殊顶管机还有很大的发展空间；每年有一定量的机械顶管机出口至俄罗斯、东南亚和中东等地区。顶管工程施工市场具有一定的竞争，施工效益和水平逐年提高。顶管机和顶管施工市场可投资性属中等水平，投资回报率较高，可在该领域进行投资。

3.2.3 盾构

盾构技术引入我国初始几年，大多用的德国和日系的盾构机。目前，国产盾构机已占国内市场半壁江山，并且出口到国外。现在国内盾构制造厂家很多，如中铁装备、铁建重工、北方重工、三一重工，徐工等等，也取得诸多成就，1988年，直径4.35m加泥式大刀盘土压平衡盾构机研制成功；2003年，土压平衡盾构机“先行号”研制成功；2008年，直径11.22m大直径泥水平衡盾构机研制成功；2014年7月，研制出世界首创的矩形盾构机出口到新加坡；2015年1月，具有完全自主知识产权的国产硬岩掘进机研制成功；2016年1月，3.5米世界最小直径硬岩掘进机研制成功；2016年7月，世界首创“马蹄形”盾构机研制成功；2017年8月国产最大直径硬岩掘进机“彩云号”研制成功，直径9.03m

2016年底以来，工程机械市场持续回暖。受益基建投资增长、低基数、更新换代及出口增长等叠加因素，2017年盾构机设备销售火爆并创新高。进入2018年，工程机械市场行情保持稳定。并根据最新的产业链调研情况，预计1月份盾构机行业销量同比增速大约120%。预计1月份、2月份累计销量同比持平或略有增长，3月份销量可能大幅超预期，一季度销量有望超过30%。并通过数据分析所得盾构机市场指数中与新订单和产品价格相关的指数均出现上涨，“量价齐升”有助于龙头企业报表修复及毛利率上升。这将是国产盾构机企业和零部件公司迎来发展良机。据不完全统计，截止2018年5月，北京某一公司共拥有18台土压平衡型盾构机，口径3.15~10.22m。其中，最大口径为10.22m；占比最大的事6.14m口径的，共计13台。我国盾构发展主要有以下推动力：

(1) “十三五”期间城市轨道交通建设对盾构机的需求量将翻番

我国城市轨道交通建设具备较大长期增长空间。世界主要发达城市人均城轨长度为 0.39 千米/万人，我国主要城市人均城轨长度为 0.12 千米/万人，其中北上广深人均城轨长度为 0.22 千米/万人，与平均水平仍有较大差距。总的来看，我国城市轨道交通建设存在巨大的成长空间。

轨道交通人均城轨长度增长空间巨大（国外）

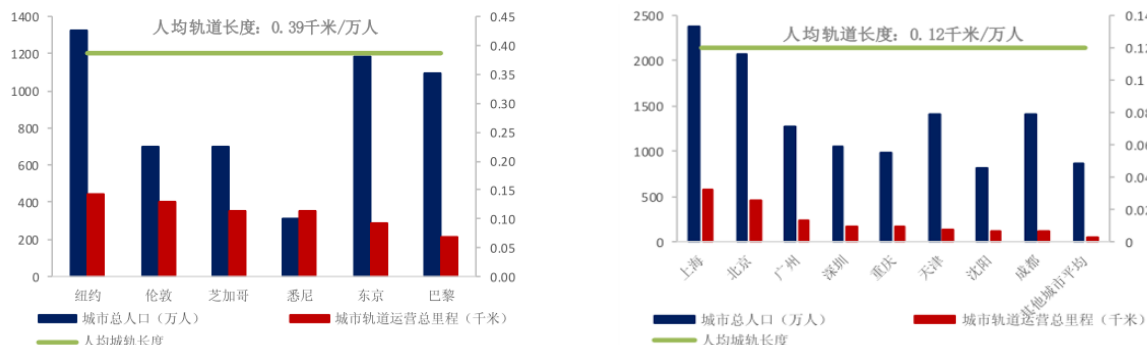


图 3-9 轨道交通人均城轨长度增长空间巨大

根据《“十三五”城轨交通发展形势报告》，城轨交通将出现更大规模的发展态势。据统计，约有 75% 的运营线路为地铁，预计至 2022 年，地铁总长度将达到 8033.3 公里，从 2017 年起新增 4919.6 公里。由于地下铁路的修建往往通过人口密集区，所以无法大面积进行地表开挖，需要采用盾构机。地铁隧道一般为双车道，需要双向开挖，根据盾构机的设计寿命，假设每 9 公里需要两台盾构机，则共需要盾构机 1093 台，由于隧道挖掘工作一般在地铁通车前 2 到 3 年进行，因此我们假设当年盾构机需求采用未来第 2 年和第 3 年新增里程的平均数计算，则可以得出 2016 年-2019 年地铁建设的盾构机需求分别为 157 台、210 台、214 台、178 台。

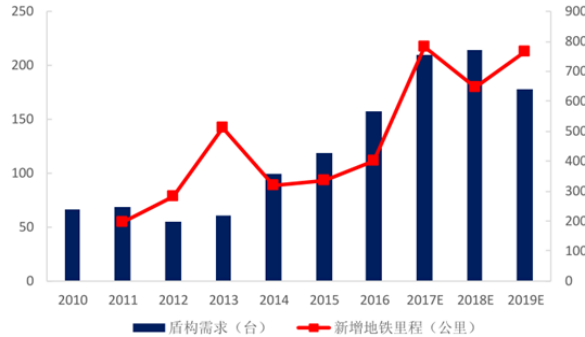


图 3-10 地铁建设对盾构机的需求趋势

(2) 地下城市管廊有望成为未来盾构机的需求主力

城市地下管廊，又称为共同沟，是将电力、通讯、广播电视、给水、排水、热水、制冷、燃气、垃圾真空管等两种以上的管线集中设路到道路以下的同一地下空间而形成的一种现代化、科学化、集约化的城市基础设施。经过一百多年的发展，其技术水平已经完全成熟，并成为了国外发达城市市政建设管理现代化象征。比如，目前巴黎共有地下管廊约 100 公里，斯德哥尔摩市约有 30 公里，莫斯科约有 130 公里，东京约 126 公里。

(3) 公路、铁路隧道等对盾构的需求持续增加

盾构机作为隧道挖掘、建设的必要设备，其需求将受到铁路和城轨高速发展拉动。2016 年 5 月，国家发展改革委、交通运输部联合印发《交通基础设施重大工程建设三年行动计划》，2016-2018 年拟重点推进铁路、公路、城市轨交等交通基建领域共 303 个项目，涉及项目总投资约 4.7 万亿元，其中 2016-2018 年分别为 2.1 万亿元、1.3 万亿元、1.3 万亿元。

(4) 海外市场成为新的增长点

紧跟“一带一路”战略布局，新兴掘进设备进入海外市场势头良好。目前我国的全断面隧道掘进机产业出口形势良好，出口国家和地区有所扩大，除原来的新加坡、香港、马来西亚、伊朗、印度等外，还开始出口非洲、南美洲、澳洲及欧洲，国内掘进机产品质量趋于稳定、产品性价比好的特点已逐渐被国外用户所认识。以中铁资产中铁装备为例，自成立至今，中铁装备积极推进“走出去”的国际化道路，先后成立德国公司和新加坡分公司等海外机构，产品出口至马来西亚、新加坡、印度、中东等国家及地区，并成功进入欧洲。2013 年国产盾构机中铁 50 号在马来西亚吉隆坡地铁 SBK-LINE 第一区间顺利贯通，这亦是马来西亚地铁第一台顺利贯通的掘进设备。2015 年，中铁装备隧道掘进机海外市场已签订 10 台订单，分别来自印度、新加坡、意大利、以色列等国家。其中对意大利的出口是中国自主品牌硬岩掘进机首次出口欧洲。预计今后一段时间，以东南亚、南亚、南美、非洲为主的掘进机市场潜力很大，逐步打入欧美澳等发达地区的可能性也很大。根据中铁装备海外订单的增长情况，保守估计我国盾构机出口增长率在 30% 以上。预计，2017 到 2019 年我国盾构机出口数量分别为 46 台、60 台、78 台。

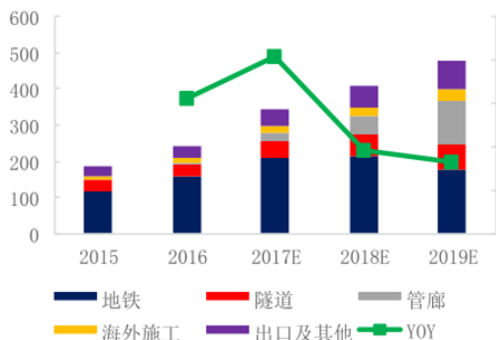


图 3-11 2017-2019 年国产盾构机销量预测 (台)

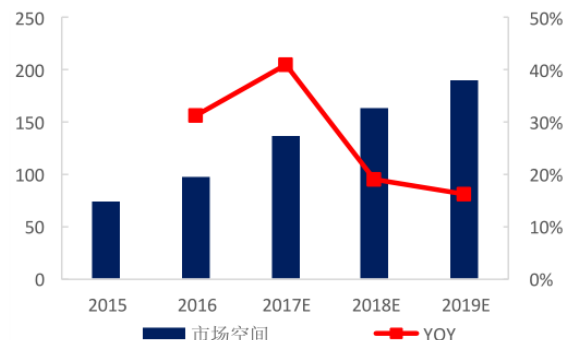


图 3-12 2017-2019 年国产盾构机市场空间预测

预计，我国 2017 年~2019 年盾构机市场需求量分别为 344 台、410 台、477 台。假设掘进为机平均价格为 4000 万元/

台，则 2017 年~2019 年的市场空间分别为 137.6 亿元、164 亿元、190.8 亿元，2016 年到 2019 年复合增长率为25.04%。并且随着城市基础建设的进一步规划和技术的进步，该市场还将进一步扩大。

3.3 修复与更换

表 3-9 市政管网中不同年代铺设的长度及所占比重

管 网	2015 年底总 长度/万 km	1990 年以前		1991~2000		2001 年以后	
		长度/万 km	比重/%	长度/万 km	比重/%	长度/万 km	比重/%
排水管道	54.0	5.8	10.7	8.4	15.6	39.8	73.7
供水管道	71.0	9.7	13.6	15.8	22.3	45.5	64.1
供气管道	52.8	2.4	4.6	6.5	12.3	43.9	83.1
供热管道	20.5	0.3	1.5	4.0	19.5	16.2	79.0

在现有的市政管线中，普遍存在严重老化（最早铺设的管线已有100多年的历史，50年以上的管线约占6%）、材质低劣、超负荷运行等问题，导致管道漏失和爆裂、路面塌陷、城市内涝等事故频发，大量的老旧管线需要更换或修复。

据统计，在非正常运行的供水主管道中，严重老化、材质低劣、超负荷运行的管网分别占37.0%、32.8%、8.2%；而在非正常运行的其他管网中，严重老化、材质低劣和超负荷运行的管网分别占35.4%、33.1%、9.0%。不同时期铺设的市政管网及其在总管网长度（2015年底）中的所占比例见表3-11。

为了解决上述问题，国家先后出台了《全国城市燃气管网改造规划》（2008-2010）和《全国城市供水管网改造近期规划》（2006-2007年），尤其是在2013年和2014年国务院办公厅先后发布了《关于加强城市基础设施建设的意见》和《关于加强城市地下管线建设管理的指导意见》，提出了城市地下管网的更新和改造提出具体的目标和任务，即：力争用5年时间，完成城市地下老旧管网改造，将管网漏失率控制在国家标准以内，显著降低管网事故率，避免重大事故发生；用10年左右时间，建成较为完善的城市地下管线体系，使地下管线建设管理水平能够适应经济社会发展需要，应急防灾能力大幅提升。这对我国非开挖管道修复技术的推广将起到了巨大的推动作用。可以预计未来几年，我国非开挖管道更新的施工量将呈现一个较快的增长态势。

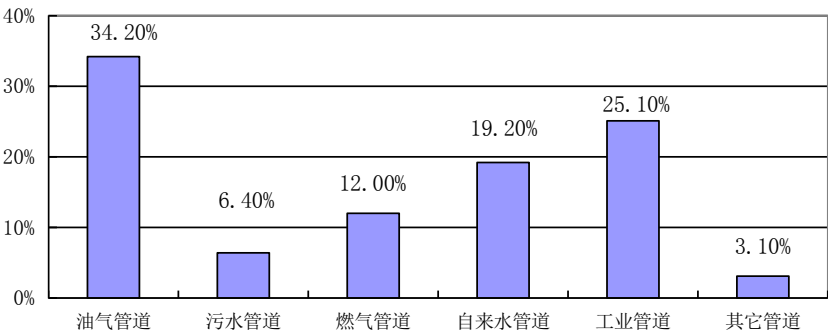


图 3-13 2010 年非开挖修复和更换技术用于各类管道的比例

表 3-10 2007-2010 年各类管道采用非开挖修复和更换方法的使用情况

管道类型	2007		2008		2009		2010	
	公里数	所占比例(%)	公里数	所占比例(%)	公里数	所占比例(%)	公里数	所占比例(%)
油气管道	37.9	18.0	27.30	11.9	30.1	10.0	72.92	34.2
污水管道	28.1	13.3	27.76	12.1	27.92	9.2	13.54	6.4
自来水管	36.9	17.5	50.01	21.8	72.89	24.1	40.75	19.2
燃气管道	69.6	33.0	29.59	12.9	41.49	13.7	25.42	12.0
工业管道	25.8	12.2	83.27	36.2	79.93	26.1	53.33	25.1
其它管道	12.5	6.0	11.47	5.1	51.1	16.9	6.67	3.1

如图3-13，表3-12所示，根据2010年统计的数据，按修复或更换管道的用途分，各类管道所占的比例为：油气管道72.92公里，占全部管道34.29%；污水管道13.54公里，占6.4%；燃气管道25.42公里，占12.0%；自来水管40.75公里，占19.2%；工业管道53.33公里，占25.1%；其它管道6.67公里，占3.1%。

按修复或更换管道的材料分，各类管道所占的比例（图3.6）为：钢管142.31公里，占全部管道的66.9%；混凝土管道31.56公里，占14.9%；铸铁管道19.18公里，占9.0 %；其它管道19.58公里，占9.2%。

如图3-14所示，按修复或更换管道的直径分，各类管道所占的比例为：直径在500mm以下的管道117.63公里，占55.3%；直径在500~1000mm之间的管道91.15公里，占42.9%；直径在1000~2000mm的管道3.85公里，占1.8%。

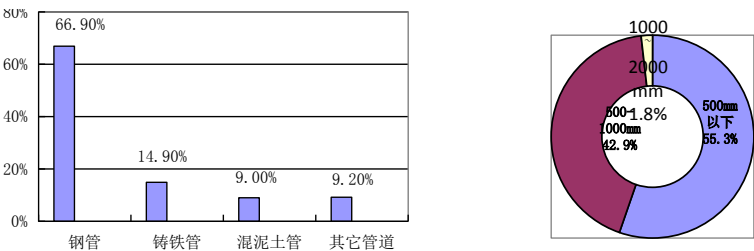


图 3-14 应用非开挖修复和更换的各类管材（左）和各类口径（右）比例图

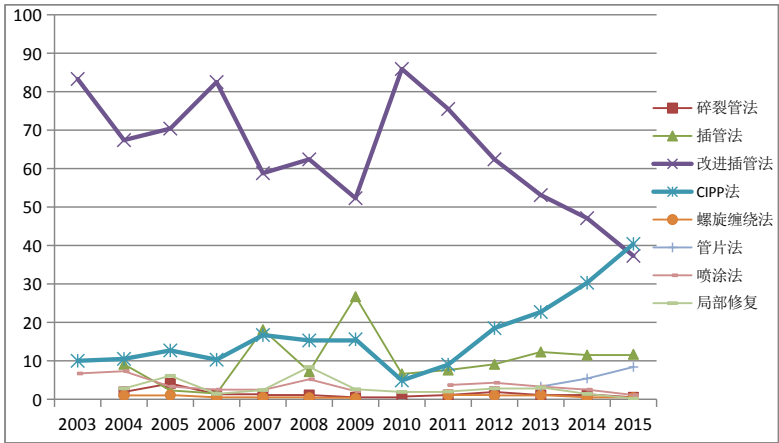


图 3-15 2003—2015 年不同管道更新方法占比

历年来不同工法所占比例见表3-13。由于紫外线原位固化法的技术日趋成熟和成本降低，其使用量逐年增加，而改进插管法逐年降低国外知名企业：德国柏林卡尔维斯公司、瑞士萨尼维尔公司、德国瑞莱集团、德国Trolining公司、德国萨泰克斯公司、德国ITK公司、美国Insituform公司、美国Pro-liner公司、澳大利亚Interflows公司等。其中，前两个公司的技术不仅应用于排水等重力管道上，还应用于技术要求更高的自来水及燃气等压力管道上。

表 3-11 2003—2015 年我国管线修复和更换施工法的使用比例统计

单位： %

年份 施工方法	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
碎裂管（裂管、胀管）法	-	1.9	4.1	1.3	1.1	1.1	0.5	0.7	1.1	1.9	1.1	1.3	0.5
传统内衬法（插管法）	-	9.1	2.3	1.5	18.1	7.2	26.7	6.6	7.6	9.1	12.3	11.5	11.7
改进内衬法（改进插管法）	83.3	67.4	70.4	82.5	58.8	62.4	52.3	85.9	75.5	62.4	53.1	47.1	37.3
原位内衬法（CIPP 法）	10.0	10.5	12.7	10.3	16.7	15.3	15.6	4.9	9.0	18.5	22.7	30.3	40.4
螺旋缠绕法	-	1.0	1.1	0.5	0.5	0.4	0.2	-	1.1	1.0	1.1	0.5	0.4
管片法	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.3	5.4	8.4
其它方法（灌浆或喷涂法）	6.7	7.3	3.3	2.5	2.4	5.2	2.1	-	3.7	4.3	3.3	2.5	1.1
局部修复	-	2.8	6.1	1.4	2.4	8.4	2.6	1.9	2.0	2.8	3.1	1.4	0.2

备注：2011 至 2014 为估计值。

表 3-12 2016 年 - 2017 年我国各种非开挖管线修复和更换施工法统计表

施工方式	2016 年	2017 年
插管法 (m)	60770	58604
改进插管法 (m)	83736	224120
CIPP 法 (m)	213996	157282
管片法 (m)	14900	28858
胀裂管法 (m)	36512	178628
螺旋缠绕法		
喷涂法	8000	2456
点修复 (点)	16080	11912
其他		

据2015年不完全统计：插管法63km；管片法：45km；改进插管法：201km；CIPP：217.5km；螺旋缠绕法：2.4km；喷涂法：6km；碎裂管法：2.7km；局部修复：0.9km。总计约：538.5km。工程量主要集中东部地区的大中城市（北京、上海、广州等），应用最多的是排水（污水和雨水）管道、燃气管道和长输油气管道，最受欢迎的非开挖修复技术是原位固化法（翻转法）、插管法（包括折叠法和缩径法）。2016年，CIPP法施工长度达到新高，高达21.4km；2017年，改进插管法高达22.4km，管片法也大幅增长，达到2.89km，胀裂管法是公共长度也达到17.86km。详见表3-14

国内知名企业：北京天环燃气公司、北京隆科兴非开挖工程有限公司、河北肃安实业集团有限公司、河南中拓石油工程技术股份有限公司、管丽环境技术（上海）有限公司和杭州诺地克科技有限公司等。

经过10多年的引进、研发，国内管道更新技术取得很大的进步，碎裂管法、插管法、改进插管法、管片法、喷涂法和螺旋缠绕法等方面已基本摆脱进口局面，但是在CIPP法、管道修复材料等方面和国外相比还有很大的差距。随着技术完善、成本降低，管道更新应用面越来越广、工程量越来越大。特别是CIPP法应用呈现快速增长的态势，国内多家公司已引进或开发软管制作流水线、紫外线（UV）固化设备和树脂材料等。

国内管道更新施工市场目前处于快速增长阶段，同时进入该领域的生产和施工企业也逐年增加，施工效益和水平逐年提高。管道更新材料生产和工程施工市场可投资性较高，投资回报率高，应在该领域进行投资，特别是CIPP工法。

3.4 探测与检测

3.4.1 探测市场

地下管线探测的主要市场由各城市的国企类的测绘院、勘察院所控制，民营企业所从事的业务多为这些企业的分包，或是某一具体工程的特殊需求。

这其中最具开发潜力的是地下管网数据，结合现代信息技术，可以发展成为极具市场价值的云数据大平台。但这一市场的撬动受两大因素制约：(1)国家保密政策的限制。城市地下管网的详细数据多以保密的等级为各城市市政、地调等部门所掌握，一般不对外开放；(2)开发此类大平台需要巨大资金的支持。

对于地下管线的探测与普查可以总结如下：

(1)当前的探测技术对一般场地条件下的金属管线探测较为成熟，对于埋地塑料管道、超深管道、城市复杂环境下的管线的探测仍有难度。研究与开发能探测非金属管道的技术与产品市场巨大，但难度也大。

(2)融多种传感器进行地下管线探测的尝试已在加拿大、美国、澳大利亚等国引起仪器研发商的高度重视，建议给予适当关注。

(3)探测系统融入GPS、GIS系统是大势所趋。这将减少人工录入、数据校对的时间，通过数据库实现无缝三维数据整合。

(4)电子标识器是今后管道预埋的必备元素，有可能成为管道出厂前的必备覆盖层之一，是治理管道档案管理混乱和城市规划混乱的利器，有广阔市场空间；

(5)智能手机终端应用是未来发展的方向。为现场服务的地下管线数据采集、查询、智能巡检、地下管线事故上报、应急智能辅助决策、关联呼叫中心等已有广泛的需求。

(6)地下管网三维可视化展示技术将是发展的热点之一。地下管线三维系统将基础地理信息、各种管线空间信息、负荷运行信息及自身健康状况信息等复杂的属性信息以三维方式直观地展现；充分发挥三维系统强大的空间分析功能、监测分析功能以及其他分析功能，不仅具备通常的自动生成任意地点的纵横断面和标示出管线的属性、管线间的间距、管线与管线之间的空间关系等功能。

(7)管线信息化平台建设与大数据是无价之宝，这已引起了国务院和民营企业的高度重视和极大兴趣。虽然因数据保密的需要而无法以市场化的形式竞争，但可以借助燃气管道体制，与政府机构合作，在燃气管道行业内部，开发不公开、仅服务于政府和集团的管理与评价系统。

3.4.2 管道清洗、检测与评价市场

管道清洗、检测与评价市场目前具备以下特点：(1)随着管道的老龄化及对于管道安全的重视，管道的清洗、检测与评价正在发展成为一个稳定的市场；(2)现有的市政管网，包括给排水管道、燃气管道的检测主要采用外检测手段和内检测中的CCTV等较简单的手段；(3)油气管道的检测投资是管道行业中最大的，涉及的管道内检测、外检测和管道监测的技术手段也是最先进和富有成效的；(4)基于多传感器的监测网络，尤其是无线数据传输网络是今后发展的重要方向之一，对于管道预警具有价值；(5)产、学、研、管相结合，开发针对燃气管道的监测、评价、维护与管理系统具有很高的实用价值和市场潜力。

1) 管道清洗市场

管道清洗的市场容量庞大，分两种情形：一是正常的维护需要，无论是什么类型的管道，应每隔一定周期对其进行清洗疏通；二是管道评价与修复前的必选项。但时至今日，每个地区的各类管道，都会有相应的维护机构或合作伙伴，要想开拓更大的市场，似乎也有难度，可购置和自制以燃气管道为目标的设备和装置，培养以燃气管道为目标的专业养护队伍，开展面向全国的高品质燃气管道维护专业服务。

2) 管道检测市场

按照国内油气管道的相关法规，新建管道必须在投产三年后进行一次全面检测，以后根据运营记录状况确定检测周期，但最长间隔不得达到8年。预计到2016年底全国油气管道总长度将突破17万公里(孙元斌，2013)。2014年，人工煤气供气管道长度2.9万公里，天然气供气管道长度43.5万公里，液化石油气供气管道长度1.1万公里(钟乾，2016)。按平均每6年检测一次来算，每年应进行检测的油气管道长度约为2.83万公里，燃气管道长度约7.92万公里。

2) 管道评价市场

目前，在国内外的高校等研究机构，针对压力管道开展了大量的管道安全评价模型，特别是在石油管道系统中，国内外还颁布了多个管道评价规范。可以说，当前针对油气管道结构稳定性和事故灾难后果的评价理论方面取得了长足的进步，足以达到实用化的程度。只需用这些理论模型分析管网数据，将结果运态反馈到以GIS为代表的平台上，就能产生服务于各级主管领导和工程技术人员需要的评价结果。强烈建议燃气管网数据公司与高校的管网评价研究人员、GIS开发人员合作，形成服务于燃气集团的高端专业监测、评价与管理综合系统。

4 国外市场现状及预测

4.1 美国市场现状与预测

美国非开挖的技术发展和应用与国内非开挖行业具有很好的相似性，分析美国非开挖行业现状和发展对我国非开挖行业分析具有重要的参考价值。

4.1.1 长输管线现状

石油和天然气管线铺设往往需要穿越地表障碍物（如河流、铁路、高速公路等）或环境敏感的地区（古迹保护区、绿化带、建筑物等），因而在20世纪70年代初，美国在受控定向钻进技术和管线施工技术相结合的基础上开发了水平定向钻进施工技术（HDD），并广泛应用于长输油气管道的施工，后来由于电信业的高速发展，又广泛应用于电信电缆的铺设。随后迅速传到欧洲各国、中国，目前水平定向钻进技术已成为使用最广的一种非开挖施工技术。

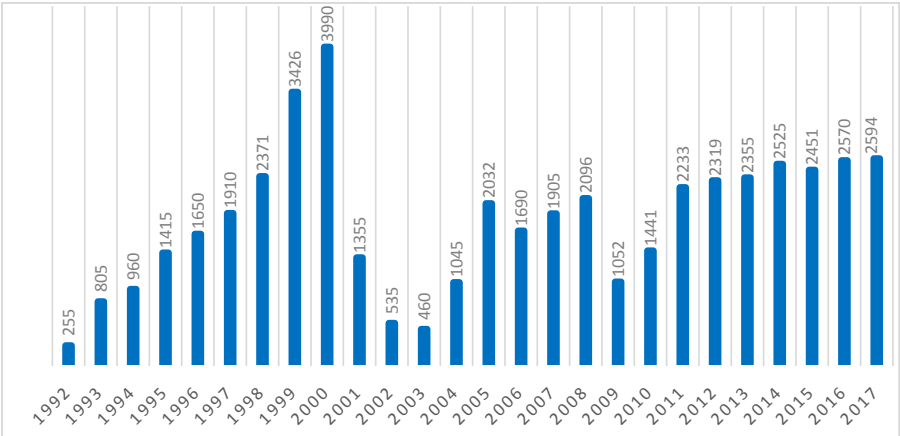


图 4-1 美国 1992-2017 年水平定向钻机的新增数量

表 4-1 2011 ~ 2015 年水平定向钻进的应用领域（%）

应用领域	2011	2012	2013	2014	2015
电信电缆	24.2	25.0	21.5	19.9	20.0
电力电缆	13.9	13.3	12.9	13.5	14.0
天然气管道	21.9	21.1	16.9	17.0	19.6
长输油气管道	15.4	15.5	17.6	18.1	13.5
供水管道	12.4	12.5	14.9	15.1	18.0
排水管道	9.3	8.7	9.6	9.5	8.7
其他	2.9	3.9	6.6	6.9	6.2

在美国，水平定向钻进是使用最广的一项非开挖技术。目前，无论是每年钻机的新增量（图4-1），还是市场保有量都远超过我国。据统计，到2017年底，美国水平定向钻机的市场保有量已超过45000台。

从应用领域看，目前在美国电信电缆的铺设仍然是水平定向钻进的最大应用领域，占20.0%；其次是天然气管道和供水管道，分别占19.6%和18.0%，其中近几年天然气管道的市场份额增长最快；长输油气管道的市场份额有所减少（占13.5%），而电力电缆和排水管道的市场份额先对比较稳定，分别占14.0%和8.7%；其他市场（地热开发、环境治理等）所占的比例有所上升，见表4-1。

由于所铺设的电信电缆和电力电缆的口径相对较小，因此小型钻机（回拖力小于18吨）一直占据主导地位，但由于市政管道的施工量增加，中型和大型钻机所占的比例近几年有所上升（图4-2）。

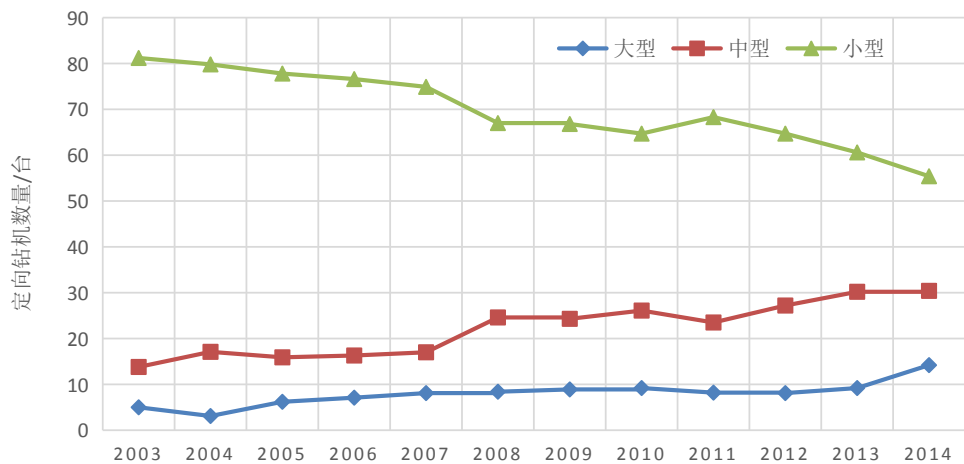


图 4-2 2003-2015 年美国定向钻机所占的比重

4.1.2 市政管线现状

据统计，随着美国经济的缓慢复苏，过去5年在排水（污水和雨水）和供水管道施工（包括铺设和修复）的投资连年增加，见表4-2。

表 4-2 2011-2015 年美国排水和供水管道施工投资情况（亿美元）

年 度		2011	2012	2013	2014	2015
供水管道	新铺设	27.8	32.0	36.0	38.0	41.0
	更换与修复	16.5	17.0	19.0	21.0	22.0
污水管道	新铺设	43.0	43.0	48.0	50.0	55.0
	更换与修复	35.8	38.0	43.0	47.0	50.0
雨水管道	新铺设	8.2	9.0	13.0	15.0	18.0
	更换与修复	7.8	10.0	11.0	10.0	11.0
合 计		140.1	149.0	170.0	181.0	197.0

从管道修复来看，非开挖施工方法所占的比例超过40%，在管道铺设工程中非开挖施工约占18.5%。总的来讲，承包商在管道工程施工中，非开挖施工方法所占的比例约为33%。

在采用非开挖施工的城市中，CIPP（原位内衬法）是最受欢迎的一种方法，占51%；其次是局部修复法（40%）和喷涂法（31%）；化学灌浆法、水平定向钻进法、爆管法和分支管内衬法分别为28%、24%、22%和21%；插管法、折叠法、夯管和微型隧道法使用的比例相对较低（图4-3）。



图 4-3 各种非开挖施工技术在市政管道施工中所占的比例

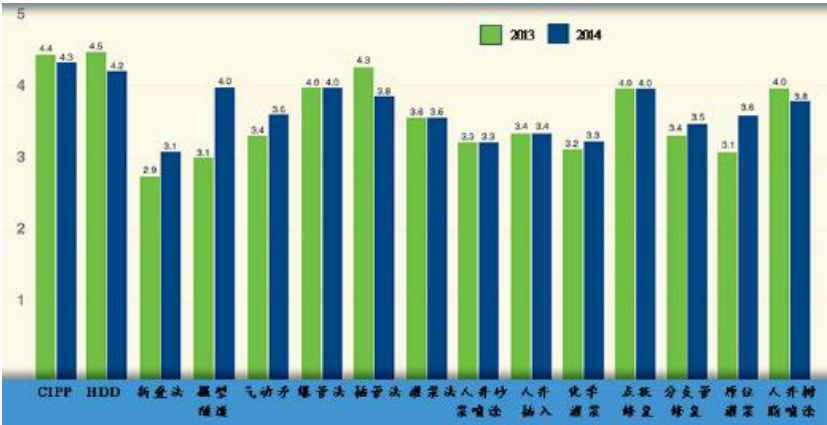


图 4-4 对各种非开挖施工技术的评价

根据统计数据，目前水平定向钻进（HDD）和原位固化法（CIPP）是美国使用最广的非开挖管道铺设和修复技术（图4-4）。到目前为止，使用原位固化法修复的管道约有6万公里。尤其是近几年，利用紫外线固化的原位固化法（UV-CIPP）由于采用玻璃纤维加强的内衬材料，强度高、耐腐蚀、壁厚薄，可节省材料成本，而且固化速度快、自动化程度高、受环境影响更小，因此越来越受到重视，应用面越来越广。

4.1.3 非开挖市场预测

（1）市政管网建设：

据美国研究机构Bluefield预测，目前美国约有50%左右的上下水管道（160万英里或260公里）已经接近使用寿命，每年发生的管道爆裂事故超过24万次。未来十年（2016~2025），美国市政基础设施（主要包括上下水管道）建设投资将超过5320亿美元（约3.5万亿元），比上个十年增加28%。其中，管道施工的投资将比过去的十年翻番，接近3000亿美元（约1.95万亿元），平均每年达300亿美元（约1950亿元）。

由于具有对地面环境和交通干扰少、工期短、成本低等优点，原位固化法（CIPP）和爆管法等非开挖更新技术将在延长管道使用寿命发挥重要作用。

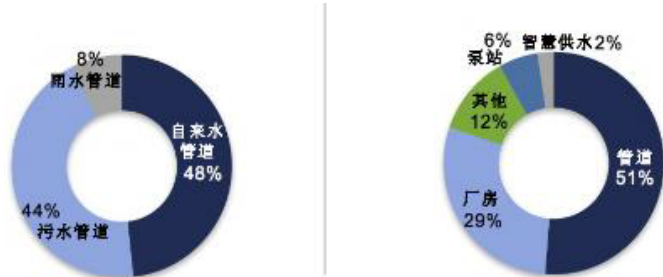


图 4-5 2016 ~ 2025 年美国市政管网投资预测（Bluefield）

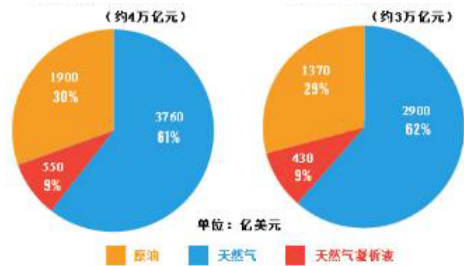


图 4-6 美加油气基础设施投资情况（2015 ~ 2035）

（2）长输油气管网建设：

据美国跨州天然气协会（INGAA）预测，未来二十年（2015~2035），美国和加拿大的油气中游基础设施（主要包括：油气管线、接受站、压缩设施、处理设施、储运设施、排放控制等）建设的投资将达5460亿美元（约3.55万亿元），平均每年在225~300亿美元（约1460~1950亿元）之间，其中油气主管线和分支管线建设的投资约占30%。

表 4-3 美加油气基础设施投资情况（2015 ~ 2035）

	不乐观情况	乐观情况	中间点
天然气	2900 亿美元 (1.89 万亿元)	3760 亿美元 (2.45 万亿元)	3300 亿美元 (2.15 万亿元)
原油	1370 亿美元 (0.89 万亿元)	1900 亿美元 (1.89 万亿元)	1670 亿美元 (1.08 万亿元)
天然气凝析液	430 亿美元 (0.28 万亿元)	550 亿美元 (0.36 万亿元)	490 亿美元 (0.32 万亿元)
合 计	4710 亿美元 (约 3 万亿元)	6210 亿美元 (约 4 万亿元)	5460 亿美元 (约 3.55 万亿元)
每年投资	235 亿美元 (约 1500 万亿元)	310 亿美元 (约 2000 亿元)	270 亿美元 (约 1750 亿元)

表 4-4 美加油气管线建设投资和建设里程 (2015 ~ 2035)

	不乐观情况	乐观情况	中间点
天然气	1415 亿美元 (0.92 万亿元)	2090 亿美元 (1.36 万亿元)	1573 亿美元 (1.14 万亿元)
	16.74 万英里 (26.9 万公里)	20.86 万英里 (33.6 万公里)	18.80 万英里 (30.2 万公里)
原油	219 亿美元 (0.14 万亿元)	464 亿美元 (0.30 万亿元)	342 亿美元 (0.22 万亿元)
	8.69 万英里 (14.0 万公里)	10.82 万英里 (17.4 万公里)	9.76 万英里 (15.7 万公里)
天然气凝析液	200 亿美元 (0.13 万亿元)	263 亿美元 (0.17 万亿元)	232 亿美元 (0.15 万亿元)
	0.97 万英里 (1.56 万公里)	1.29 万英里 (2.8 万公里)	1.13 万英里 (1.82 万公里)
合 计	1833 亿美元 (约 1.19 万亿元)	2816 亿美元 (约 1.83 亿元)	2320 亿美元 (约 1.51 万亿元)
	26.4 万英里 (42.5 万公里)	32.9 万英里 (53.0 万公里)	29.6 万英里 (48.0 万公里)
每年平均	92 亿美元 (约 600 万亿元)	141 亿美元 (约 915 亿元)	116 亿美元 (约 750 亿元)
	1.32 万英里 (2.1 万公里)	1.65 万英里 (2.6 万公里)	1.48 万英里 (2.4 万公里)

4.2 其他国家非开挖市场

4.2.1 日本

日本受国土面积较小、路/街面比较窄小的条件限制，水平定向钻进技术的应用很少，管道铺设主要采用顶管施工技术，旧管道更新也多采用非开挖更换和修复技术。

1) 顶管

日本是顶管技术（尤其是小口径顶管或微型顶管）的发源地。于1948年开始使用顶管施工法，主要是顶进铸铁管和钢套管，直到20世纪50年代才首次顶进混凝土管。

20世纪60年代和70年代，日本建设部决定改善和增加地下污水排放系统。但由于交通拥挤、道路狭窄，使用开挖的方法来施工污水管道极为困难，成本也极为昂贵。因而在日本政府的支持下，公用部门、制造商、承包商和大学协力在大口径顶管施工技术的基础上开发了许多新的施工方法，统称为小口径顶管施工法或微型隧道法施工法（Microtunnelling）。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，并在1984年以前一直处于领先地位。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掘进机。

目前，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（目前主要是RASA和小松两家公司），承包商多达4000家，市场上使用的小口径顶管机大约有6000台左右，每年的顶管工程施工量在500公里以上。

2) 管道更新

20世纪50年代,日本正处于经济高速发展的初期,为了解决日益恶化的环境污染问题,1970年日本召开了有名的“公害国会”,在这次国会上政府大幅度修改了《下水道法》,明确规定了下水道建设的目的,并决定每年投入大量的国家预算用于污水收集管道和污水处理厂的建设,以彻底改善人民的 living 环境。

到2001年,日本全国的污水处理普及率为63.5%,中央直辖的13个政令指定都市的普及率则达到98.3%。全国的下水管道总长度为344864公里,其中管径600mm以下的小口径管道占85%。与此同时,在以东京为首的大城市中,使用年数已超过50年的陈旧排水管道已达到了7000多公里。由于地下管道陈旧破损的原因,道路坍塌事故时有发生,给交通安全和市民生活带来危害。为此,日本在对旧管道进行定期管内检测调查的同时,还对已损坏的管道进行有计划的修复,仅1983年到2000年的18年中采用非开挖修复技术修复的排水管道长度已达到1404km。

目前,日本使用最多的非开挖修复技术主要是原位固化法(包括翻转法和牵引法,1986年开始使用)、螺旋缠绕法(1990年开始使用)和短管内衬法。

(1) 翻转法即把浸有热硬化性树脂的软管材料运到工地现场,利用水或空气的压力把材料翻转送至管道并使其紧贴于管道内壁,通过热水、蒸汽、喷淋或紫外线加热的方法使树脂材料固化,在旧管内形成一根高强度的内衬塑料新管的方法。具有代表性的翻转法施工技术(工法)有:SD Liner工法、Japan Insituform工法、In Pipe工法、Grow工法、ICP Breathe工法和Hors Lining工法等6种,这些工法在材料强度,施工技术等方面各有特色。由于翻转的动力是空气和水,只要材料加工上没有问题,一次施工的距离可以非常长。在日本北海道的工地上,曾有过对600mm管径的污水管道一次性修复施工长度达500m的记录。

(2) 牵引法是把浸有热硬化性树脂的软管材料运到工地现场后,采用牵引的方式把材料插入旧管内部,然后加压空气或水使之膨胀,并紧贴于管道内壁。其加热固化的方式和翻转法类似,一般也采用热水、蒸汽、喷淋或紫外线加热的方法加热固化。具有代表性的牵引法施工技术(工法)有:EX工法、FFT-工法、All Liner工法、Omega Liner工法、Seamless System工法、Parutemu Sz工法、Parutemu HL-E 等7种,在中小口径(直径250~800mm)管道的修复上得到广泛的应用。

(3) 螺旋缠绕法是在旧管内,采用带状的硬塑料材使之嵌合后形成螺旋管,或采用塑料片材在旧管内接合制成塑料新管。在新管和旧管之间的缝隙内注浆,塑料新管只作为注浆时的内壳,起维持修复后管道内部形状的作用。这种方法具有管道内有少量污水流动时也可以施工的特点,在大管径(直径800mm以上)以及临时排水有困难的管道进行修复施工时应用较多。其缺点是管道的流水断面损失大,注浆的情况不易确认等。具有代表性的螺旋缠绕技术(工法)有:SPR工法、ICP Breathe 复合管工法、Japan Danby工法和Parutemu Frauling工法等4种工法。

(4) 短管内衬法曾作为临时的应急施工技术,在小范围内有过使用,目前使用的范围非常小,并已逐渐被其他技术所替代。

根据日本下水道管网管理业协会的统计,自1983年以来,采用非开挖修复技术对地下管道的修复长度已超过5000公里。各种施工技术的施工比例大致为:翻转法内衬技术占62%,牵引法内衬技术占23%,螺旋缠绕内衬技术占15%。翻转法和牵引法两者合计占了总施工量的85%,由此可见在日本CIPP技术已十分成熟,应用面非常广泛。

值得一提的是,为了把握每种非开挖修复技术的特点,并使研发的新技术得到广泛的应用,在日本对这些技术由专门的机构,在规定的评审项目下进行审查。其中财团法人下水道新技术推进机构的半官方组织,在从事有关下水道、污水处理和环境保护等技术研究的同时,对企业开发的与下水道相关联的新技术进行鉴定、评价工作。其具体做法是,接受技术开发者的申请后,按事先制定的标准,对其材料性能和施工工艺进行多方面的实验和论证,经最终评审后认定为合格者,授予技术合格证书。

4.2.2 欧洲

欧洲发达国家整体管道铺设施工量不大,非开挖技术应用主要体现在管道更新更换与修复上。由于欧洲的许多城市历史悠久,地下管道老化情况十分普遍,许多污水管道和自来水管大都具有一百多年的历史。因此,欧洲有很多从事管道检测、评价和管道更新技术研发的中小企业,同时研发了很多特定条件下使用的管道检测和修机器人。特别是德国,在管道更新技术研发上占据主导地位。

由于欧洲发达国家地域较小,城市历史悠久,地下管道发达。因此,许多非开挖管道更换和修复技术都是首先在欧洲开始使用,其中以原位固化法(CIPP)的使用最为广泛。据统计,自1971年开始使用以来,在欧洲CIPP法已经修复了5万公里的老旧管道,包括建于十九世纪的铸铁煤气管道。

在欧洲发达国家,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;而在管道修复中,非开挖施工所占比例高达50%以上。

在德国,柏林被认为是非开挖技术的“首都”,于1982年在管道铺设和修复中开始采用顶管施工技术和各类管道更换与修复技术。目前,无论是非开挖技术在管道施工中所占的比例,还是非开挖工程量,柏林都居首位。

5 展望

由于政府政策方面的大力支持和非开挖的优势逐渐被人们认同，非开挖技术日趋成熟，非开挖施工成本逐年降低，所以非开挖的应用在逐年增长。随着经济建设同国际交流的更加广泛，在世界先进水平的引领下，中国的非开挖技术将日益成熟，迅猛发展，中国非开挖技术的前景将广阔无限。

总体上看，我国非开挖市场与国外相比存在差距，但这种差距也为我国非开挖市场的发展提供了巨大空间。但市场也表现出以下特点：非开挖管道铺设应用接近行业顶峰，市场容量扩大余地有限；但是管道更新还处于逐步壮大期，市场应用还有很大的发展余地，特别是CIPP法。其中，管道铺设中一些高水平、高难度施工，还有很大的市场发展空间；管道更新中技术层次较低、工艺简单的管道更新方法，市场发展空间有限，有被高层次技术工法替代的趋势。

5.1 国内非开挖市场增长空间

表 5-1 我国非开挖技术水平评价表

领域	领 跑	并 跑	跟 跑
水平定向钻进	施工	装备	-
顶管技术	-	施工	装备
管道更新	-	施工	材料
相关仪器	-	-	装备

我国非开挖行业无论是技术装备，还是推广应用，与国外相比还存在一定差距，“差距”中市场发展空间巨大，前景乐观，但仍有挑战。总体来说我国非开挖技术中水平定向钻进施工领域领跑全球，相关装备水平也处于前端；顶管技术、管道更新、相关仪器较为落后，存在差距，见下表5-1，具体表现在：

1) 创新意识不强，产品同质化严重。产品的性能大同小异，主要依靠价格占领市场；缺少核心技术，竞争能力不强；低端产品过剩、高端产品不足。

2) 应用比例不高，东西部发展不平衡。美国在新管铺设中非开挖技术占10%左右，而在旧管道修复中高达45%（排水管）和18%（供水管）左右，我国还远未达到这个水平。东部省市（尤其是华东、华北、华南地区）的应用比例较高，而西部省市发展较慢，应用的比例还较低。到2017年底，美国水平定向钻机的保有量已接近5万台（47595台），我国还不到2万台。

3) 我国市场集中度不高。对工程机械市场来说，国际市场容量大，总体相对稳定，尤其是俄罗斯、印度、巴西等金砖国家，经济增长相对较快，工程机械的需求量大，市场潜力不可忽视。目前主要集中在独联体（俄罗斯为主）、东南亚（马来西亚和新加坡）、南亚（主要是印度）；出口南美洲、非洲、以及北美洲和欧洲经济发达国家的数量很少。市场波动大，易受政治、经济等因素影响。

相对于国外，我国设备制造的优势在于性价比高，价格低廉。以顶管机制造为例，中国顶管机采用PLC控制，价格低廉，性价比高，纠偏系统有待完善；

德国（海瑞克AVN）顶管机采用领先的工控机自动控制和激光导向与纠偏系统，配置丰富，价格最贵，施工和维护要求高；日本（伊势机TCC）偏心破碎和纠偏系统独特，适用地层广，维修方便、价格偏高，见表5-2。

表 5-2 德国、日本和中国制造顶管机的对比

国别	德国（海瑞克 AVN）	日本（伊势机 TCC）	中国
刀盘结构	扭矩中等，切削和破碎能力强。	扭矩大，切削和破碎能力强。	扭矩较小，切削和破碎能力有限。

二次破碎	锥形漏斗滚轧破碎，破碎后颗粒较大（最大粒径约 70mm）。	偏心破碎（频率 25 次/转），效果好，破碎后颗粒较小。	轴固定偏心破碎（频率 1 次/转）。
纠偏系统	数码相机：电子激光系统和模糊控制技术，手动和自动两种方式，效果好。	进口光学相机：RSG 反射诱导纠偏系统，依靠模拟信号控制，简单实用，可靠性高。	国产光学相机：无纠偏反馈系统，具有滞后性，偏差大。
控制系统	采用工控机自动控制，实现了信号的集成化和可视化（数字或图形）。	采用传统的继电器控制，利用电缆传送控制信号，但施工不方便。	采用 PLC 微电脑控制，控制准确、稳定，施工方便。
拖动系统	采用液压马达驱动刀盘，运行稳定，但施工不方便；电机采用变频调速，可实现无级调速。	采用电机驱动刀盘，电机采用电磁调速或其他方法（如增加旁路），运行可靠，但效率低。	采用电机驱动刀盘，效率较低。
电气系统	集中在一个配电柜内，配有保护装置，电机配变频器，照明配温度自动调节装置。	集中在一个配电柜内，但集成度稍差，有些未配变频器、保护装置和温度自动调节装置。	同日本产品
综 合	领先的工控机自动控制和激光导向与纠偏系统，配置丰富，价格最贵，施工和维护要求高。	偏心破碎和纠偏系统独特，适用地层广，维修方便、价格偏高。	采用 PLC 控制，价格低廉，性价比高，纠偏系统有待完善。

5.2 国内地下管线规划

国内地下管网建设，是“十三五”规划中的重要内容之一，规划了大量长输管线和市政管线基础设施建设宏图，为地下管网建设和非开挖市场发展提供了良好的政策环境。根据相关规划，可对未来几年的地下管网市场和非开挖市场进行展望和预测。相关政策文件包括油气等长输管线和市政管线，主要有：

长输管线：

- 1) 能源发展战略行动计划（2014—2020年）
- 2) 能源发展“十三五”规划
- 3) 天然气发展“十三五”规划

市政管线：

- 1) 全国城市市政基础设施规划建设“十三五”规划
- 2) 国务院关于推进城市地下综合管廊建设的指导意见（2015）
- 3) “十三五”全国城镇污水处理及再生利用设施建设规划
- 4) 全国城镇供水设施改造与建设“十二五”规划及2020年远景目标

5.2.1 长输管线

表 5-3 能源发展“十三五”规划中长输油气管网建设指标

指 标	单位	2010	2015	2020
能源消耗结构	%			
煤炭		69.2	64.0	58.0
石油		17.4	18.1	17.0
天然气		4.4	5.9	8.3~10.0
非化石能源		9.4	12.0	15.0
长输油气管网建设	万 km	8.3	11.2	16.5
原油管道		2.2	2.7	3.2
成品油管道		1.8	2.1	3.3
天然气管道		4.26	6.4	10.0

参见上表,根据《能源发展“十三五”规划》中长输油气管网建设指标,十二五期间,我国常输油气管线建设从2010年8.3万公里,增长至2015年的11.2万公里;规划至2020年长输管线长度将达到16.5万公里,增幅47.3%。其中,至2020年,预计原油管道3.2万公里,增幅18.5%,成品油管道3.3万公里,增幅57.1%,天然暖气管道10万公里,增幅56.25%。可见,油气长输管线建设投入巨大,相关非开挖市场也未来可期,特别是成品油管线和天然气管线施工。

表 5-4 原油管道重点建设工程

项目分类		管道名称	长度(km)	管径(mm)	输送能力(万 t/y)
1	陆上进口 通道及配 套工程	中俄原油管道二线	941	813	1500, 完工
2		中缅原油管道(国内段)及安宁支线	658	813/610	1000, 在建
3		铁大线改造(鞍山-大连段)	362	813/711	2000, 在建
1	海上进口 通道及配 套工程	董家口-齐鲁-东营	364	762/508	1500
2		仪长复线仪征—九江段	560	864/559	2000, 在建
3		日照-濮阳-洛阳	782	914/813	1800
4		廉江-茂名	75	711	2000
5		连云港—仪征	400	813	2000
6		日照港-沾化	485	700	1000
7		董家口-潍坊-鲁中鲁北	311	700 双线	3800, 在建
8		大亚湾-长岭	1100	813	2000

表 5-5 成品油管道重点建设工程

序号	管道名称	长度(km)	管径(mm)	输送能力(万 t/y)
1	锦州-郑州	1646	660/610/559	1300, 再建
2	樟树-株洲	300	406	450
3	洛阳-三门峡-运城-临汾	480		600
4	三门峡-西安	230		300
5	永坪-晋中	360		320
6	湛江-北海	210		500
7	格尔木-拉萨成品油管道改(扩)建	1110	323 (156)	80 (15)

表 5-6 天然气管道重点建设工程

序号	管道名称	长度(km)	管径(mm)	输送能力(万 t/y)	压力(MPa)
1	西三线	3807			在建
	中卫—靖边支干线	353	1219	300	12 建成
	东段干线（吉安—福州）	817	1219/1016	150	10 建成
	中段干线（中卫—吉安）	2062	1219	300	12
2	闽粤干线	575	813	56	10
	西四线（伊宁—中卫）	2431			2015~2017
	伊宁—吐鲁番段	760	1219	300	12
	吐鲁番—中卫段	1671	1219	300	12
3	西五线（乌恰—中卫）	3200			
	乌恰—鄯善连木沁段	1495	1219	300	12
	连木沁—中卫段	1705	1219	300	12
4	中亚 D 线（含境外段）	1000	1219	300	12
5	陕京四线（1 干 5 支干 2 支）	1274	1219	300	12 在建
6	新疆煤制气外输工程（新粤浙）	8972	1219/1016	300	12/10

十三五规划也设立大量油气长输管道工程，重点工程参见表5-4至5-7。其中，原油管道重点建设工程：统筹油田开发、原油进口和炼厂布局，以长江经济带和沿海地区为重点，加强区域管道互联互通，加快完善东北、西北、西南陆上进口通道，提高管输原油供应能力。成品油管道重点建设工程：按照“北油南下、西油东运、就近供应、区域互联”的原则，优化成品油管输流向，鼓励企业间通过油品资源串换等方式，提高管输效率。天然气管道重点建设工程：按照“西气东输、北气南下、海气登陆、就近供应”的原则，统筹规划天然气管网，加快主干管网建设，优化区域性支线管网建设，打通天然气利用“最后一公里”，实现全国主干管网和区域管网互联。

5.2.2 市政管线

表 5-7 全国城市市政基础设施建设“十二五”进展和“十三五”规划

基础设施类别	“十二五”增长情况			“十三五”规划		
	2010 年	2015 年	增幅	2015 年	2020 年	增幅
城市地下管线长度/万公里	136	198	46%	城市新区新建道路综合管廊建设率 30%，城市道路综合管廊综合配建率 2%		
供排水普及率/%	89.5	93.1	3.6%	93.1	95	
燃气普及率/%	92.0	95.3	3.3%	95.3	97	
集中供热面积/亿平方米	44	67	64%	北方 ¹ 采暖地区大中型以上城市热电联产集中供热率达到 60% 以上		

备注 1：北方包括：黑龙江、吉林、辽宁、北京、天津、河北、山西、内蒙古、河南、山东、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆和新疆生产建设兵团

表 5-8 全国县城市政基础设施建设“十二五”进展和“十三五”规划

基础设施类别	“十二五”增长情况			“十三五”规划		
	2010 年	2015 年	增幅	2015 年	2020 年	增幅
县城地下管线长度/万公里	34.1	53.9	58%	\	\	\
供排水普及率/%	78.8	85.1	6.3%	85	90	5%
燃气普及率/%	64.9	75.9	11%	75.9	80	4.1%
集中供热面积/亿平方米	6.1	12.3	102%	20 万人口以上县城全覆盖热电联产集中供热		

《全国城市市政基础设施规划建设“十三五”规划》的发展目标中与非开挖相关的有：

(1) 进一步扩大公共供水服务范围，全国设市城市公共供水普及率达到95%以上，县城90%以上，建立从“源头到龙头”的饮用水安全保障体系，保障龙头水水质稳定达标，扩大天然气的应用领域与应用规模，全国设市城市燃气普及率达到97%以上，县城燃气普及率达到80%以上，提高北方地区集中供热质量，让老百姓身暖、心暖，重点解决水、电、气、热设施“最后一公里”问题，提高市政基础设施的整体保障水平。(2) 加强地下管线综合管理，有序推动重大隐患点的筛查和整改，有效降低事故率。(3) 有序推进综合管廊建设至2020年全国城市道路综合管廊综合配建率力争达到2%左右，并建成一批布局合理、入廊完备、运行高效、管理有序的具有国际先进水平的地下综合管廊并投入运营。具体指标参见表5-5、5-6。市政基础设施建设“十三五”规划，重点进行一下市政管线建设：

- a)全面改造使用年限超过50年、材质落后、漏损严重、瓶颈管段的供水管网，降低管网漏损率和事故率；
- b)因地制宜推进雨污分流管网改造和建设，对暂不具备分流改造条件的，要建设截流干管，适当加大截流倍数。
- c)对存在事故隐患的供热、燃气、电力、通信等地下管线进行维修、更换和升级改造。
- d)对存在塌陷、火灾、水淹等重大安全隐患的电力电缆通道进行专项治理改造，推进城市电网、通信网架空线入地改造工程。
- e)推进老旧小区水电气热及二次供水设施的改造，打通市政基础设施的“最后一公里”；
- f)合理布局综合管廊，集约利用城市地下空间。在城市新区、各类园区和成片开发区域，新建道路必须同步建设地下综合管廊，老城区因地制宜推动综合管廊建设，逐步提高综合管廊配建率。至2020年，建成一批具有国际先进水平的地下综合管廊。

1) “十三五”市政基础设施建设重点建设工程

新增城市轨道交通运营里程3000公里以上；
结合道路建设与改造、新区建设、旧城更新、河道治理、轨道交通、地下空间开发等，建设干线、支线地下综合管廊8000公里以上；
新建供水管网长度共计9.30万公里，对受损失修、落后管材和瓶颈管段的供水管网进行更新改造，计8.08万公里；
新建污水管网9.5万公里，改造老旧污水管网2.3 万公里，改造合流制管网2.9万公里；
建设城市雨水管道11.24万公里，大型雨水管廊/箱涵0.99万公里；
新建燃气管道13.7万公里，改造市政燃气管网3.1万公里，庭院燃气设施3.0万公里；
新建集中供热管网4.1万公里，改造供热一次网老旧管网3.0万公里，供热二次网2.0万公里；
地级及以上城市治理黑臭水体2026个，总长度5798公里。

2) 国家综合管廊试点城市

2015年第1批试点城市10个：包头、沈阳、哈尔滨、苏州、厦门、十堰、长沙、海口、六盘水、白银，计划3年内建设地下综合管廊389公里，总投资351亿元；

2016年第2批试点城市15个：广州、四平、郑州、青岛、石家庄、威海、杭州、保山、南宁、银川、平潭、景德镇、成都、合肥、海东。

试点城市的综合管廊建设将为后续城市地下管廊建设提供参照，带动全国建设地下综合管廊的积极性。

据统计，目前全国共有69个城市在建的地下综合管廊约1000公里，每年投资约为3200~6400亿元。未来在试点城市成功的建设经验基础上，地下综合管廊建设有望快速复制和拓展到其他城市，后续建设进程有望加速。

5.2.3 地下空间

合理开发利用城市地下空间，是优化城市空间结构和管理格局，增强地下空间之间以及地下空间与地面建设之间有机联系，促进地下空间与城市整体同步发展，缓解城市土地资源紧张的必要措施，对于推动城市由外延扩张式向内涵提升式转变，改善城市环境，建设宜居城市，提高城市综合承载能力具有重要意义。为贯彻落实《国家新型城镇化规划（2014—2020年）》、《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》和《中共中央国务院关于进一步加强城市规划建设管理工作的若干意见》，根据《住房城乡建设部关于印发〈住房城乡建设事业“十三五”规划编制工作方案〉的通知》（建计函〔2014〕185号），住房城乡建设部编制了《城市地下空间开发利用“十三五”规划》，以促进城市地下空间科学合理开发利用。其总体目标：科学和合理地推进城市地下空间开发利用，大力提高城市空间资源利用效率，充分发挥城市地下空间综合效益，切实提高行政管理效能，提高城市地下空间规划建设管理水平，促进城市持续健康发展。更好发挥地下资源潜力，形成平战结合、相互连接、四通八达的城市地下空间。力争到2020年，初步建立较为完善的城市地下空间规划建设管理体系。

具体目标中就提到，开展地下空间普查和地下空间信息系统的建立，这里蕴含着巨大的非开挖市场。

1. 开展地下空间普查。推进城市地下空间现状普查。对已有和在建地下空间进行分类和信息收集，并纳入不动产统一登记管理。建立地下空间资源的普查制度、补（修）测制度、汇交制度。建立地下空间档案管理系统。按照相关保密要求，妥善做好地下空间信息保密管理工作。编制城市地下空间规划，应当具备国家规定的勘察、测绘、气象、地震、水文、环境等基础资料。

2. 建立地下空间信息系统。结合智慧城市建设，推进城市地下空间综合管理信息系统建设。将普查成果纳入系统，动态维护地下空间开发利用信息，为城市地下空间规划管理提供支撑。逐步将地下空间规划、规划许可、权属管理、档案管理等纳入统一管理平台，建立地下空间管理信息共享机制，促进实现城市地下空间数字化管理，提升城市地下空间管理标准化、信息化、精细化水平。

5.3 非开挖市场展望

5.3.1 铺设与建造市场

（1）水平定向钻进

水平定向钻进设备、仪器和施工技术成熟，国内外应用普及程度高。技术发展主要趋势是钻机自动化和模块化、硬岩钻进技术、对接技术、更高精度和深度的导向仪等。国内水平定向钻进技术水平和国外相差不大，中国已成为HDD钻机生产大国，HDD钻机生产已供过于求，国内市场竞争激烈，同时钻机大量出口俄罗斯、东南亚、中东等地区。

水平定向钻机制造商有10余家；水平定向钻进施工承包商近300家。目前，水平定向钻进市场处于高度竞争、重新洗牌阶段，钻机生产集中度越来越高，预计国内HDD钻机生产商将剩下主要6家企业；具有较强的技术和经济实力的全国性水平定向钻进承包商全国仅有10余家，地区性或行业性水平定向钻进承包商面临高度竞争。工程承包商可分两大类：没有相关资质、从事中、小型工程施工的小企业；有资质的、主要从事中大型工程施工的企业。中小型工程施工竞争激烈，施工效益较低；大型水平定向钻进工程效益较高，但是风险也很高。

目前，水平定向钻进市场已超饱和，总体上可投资性不高，投资回报率相对较低。

（2）顶管

国内顶管技术水平和西方发达国家相比仍有很大的差距，岩石顶管机、微型顶管掘进机、特殊顶管技术、高精度导向技术等在国内技术上存在一定的瓶颈，某些方面还是空白。目前，常规机械顶管市场竞争日趋激烈，高端和特殊顶管机还有很大的发展空间；我国每年有一定量的机械顶管机出口至俄罗斯、东南亚和中东等地区。

专业从事顶管掘进机生产的企业不足10家，技术和经济实力较强的仅2家。从事机械顶管施工企业近200家，其中技术水平较高的企业近20余家；很多从事顶管施工的企业都有能力从事顶管掘进机生产和维护的能力，目前主要从事顶管掘进机生产的企业有20余家。随着我国顶管机和顶管施工技术日益成熟和普及应用，施工效益和水平逐年提高，顶管机销售市场竞争日趋激烈，顶管工程施工市场竞争逐年激烈。

目前，泥水和土压平衡顶管机市场竞争激烈，但是一些特殊顶管机还是供不应求。总体上，顶管机和顶管施工市场可投资性属中等水平，进入市场门槛不高，投资规模不大，同时投资回报率较高。

（3）盾构

盾构市场主要有以下机遇：“十三五”期间城市轨道交通建设对盾构机的需求量将翻番；地下城市管廊有望成为未来盾构机的需求主力；公路、铁路隧道等对盾构的需求持续增加；海外市场空间巨大。

因此，有理由相信盾构市场将加速扩大，盾构企业应该立足轨道交通盾构版块，累积地下管廊盾构技术，以备满足地下管廊盾构市场爆发式增长，并积极拓展海外业务，实行“走出去”战略。

(4) 其他

直推管机国内有公司尝试研发，但直推管施工在国内尚未获得成功应用。盾构技术在我国获得了突飞猛进的进步，多家大型国企都大型盾构和市政盾构掘进机，同时配套设备、管材等也取得了很大的进步。但是与德国、日本一些生产盾构设备的厂家相比，技术上还存在很大的差距或空白，包括：岩石掘进机、导向与控制技术等。直推管和盾构市场进入门槛高，一次性投资规模大，技术难度大。

5.3.2 修复与更换市场

管道更新技术发展主要趋势是新型工法、新型材料等，其中CIPP法将是主要发展方向，吃管法、管片法和喷涂法也有一定的发展前景。碎裂管法、插管法、改进插管法、管片法等与国外相差不大；但是在CIPP法、吃管法、管片法和喷涂法方面还有很大的差距。经过10多年的引进与开发，国内管道更新技术取得很大的进步，碎裂管法、插管法、改进插管法、管片法、喷涂法和螺旋缠绕法等方面已基本摆脱纯进口局面；但是在CIPP法、管道修复材料等方面和国外相比还有很大的差距。

随着技术完善、成本降低，管道更新应用面越来越广、工程量越来越大，有的单项工程合同额超过1亿元。特别是CIPP法应用呈现快速增长的态势，国内多家公司已引进或开发软管制作流水线、紫外线（UV）固化设备和树脂材料等。目前主要从事管道更新的施工企业有40余家；从事管道更新材料生产的企业有10余家。随着施工效益和水平逐年提高，国内管道更新施工市场目前处于快速增长阶段，同时进入该领域的生产和施工企业也逐年增加。

管道更新市场有一定的竞争性，有些工法和材料还依赖进口。总体上，管道更新材料生产和工程施工市场可投资性较高，市场进入门槛不高，前期投资规模不大，投资回报率较高，特别是CIPP工法。

管道检测与评价技术方面，国内技术水平和发达国家相比有很大的差距，近几年国内成立了不少管道检测仪器开发的公司。总体上，管道检测与评价方面还是具有很好的可投资性，投资回报率较高；但是技术门槛较高，需要一定的仪器研发技术积累。

5.3.3 探测与检测市场

地下管线探测与普查技术、地下管线或空间管理信息系统技术国内外差距逐年缩小，资金比较充足重点地区都已开始建立了地下管线或空间管理信息系统。地下管线或空间的管理是由政府主导的，但是企业可参与地下管线探测与普查和地下管线或空间管理信息建设工程。地下管线探查与测绘属重大基础工程，技术成熟度较高，市场进入门槛不高，前期投入较大，投资回报率高。而且随着国家推进城市地下空间现状普查，探测市场必将迎来大幅增长。

检测市场主要集中在油气管道和热力管道检测。其中，每年应进行检测的油气管道长度约为2.83万公里，燃气管道长度约7.92万公里。

参考文献

- [1] 国家统计局 (www.stats.gov.cn) 年度统计数据
- [2] 住房和城乡建设部 (www.mohurd.gov.cn) 城乡建设统计公报 (年鉴)
- [3] 全国城市市政基础设施规划建设“十三五”规划
- [4] 全国城市市政基础设施规划建设“十三五”规划
- [5] “十三五”全国城镇污水处理及再生利用设施建设规划
- [6] 全国城镇供水设施改造与建设“十二五”规划及2020年远景目标
- [7] 能源发展“十三五”规划
- [8] 天然气发展“十三五”规划
- [9] “十二五”全国城镇污水处理及再生利用设施建设规划
- [10] 全国城市燃气管网改造规划 (2008~2010) 和全国城镇燃气发展“十二五”规划
- [11] 全国城市供水管网改造近期规划 (2006~2007) 和全国城镇供水设施改造与建设“十二五”规划
- [12] 能源发展战略行动计划 (2014~2020年) 和能源发展“十二五”规划
- [13] 国务院关于加强城市基础设施建设的意见 (2013)
- [14] 国务院关于加强城市地下管线建设管理的指导意见 (2014)
- [15] 国务院为推进城市地下综合管廊建设的指导意见 (2015)
- [16] 国务院为推进海绵城市建设的指导意见 (2015)
- [17] 国务院办公厅关于印发三网融合推广方案
- [18] 中国城市规划协会地下管线专业委员会, 2011 年中国城市地下管线发展报告, 2012 年12 月
- [19] 颜纯文. 地下管线建设和非开挖市场分析[J]. 非开挖技术, 2017(2):1-10.
- [20] 孙跃平, 日本地下管道非开挖修复技术, 城市管理技术, 2008年6月
- [21] 高立新, 我国城市地下管网现状发展规划及战略机遇, 2013管道工程与非开挖技术国际研讨会 (ICPTT 2013), 2013 年10月, 西安
- [22] 郑小明, 我国城镇给水管道现状和非开挖技术应用, 第一届全国非开挖管道工程技术推广交流会, 2010年10月, 武汉
- [23] 18th Annual HDD Survey: Diverse markets drive HDD forward, Underground Construction, 2016, Vol.71, No.6
- [24] 19th Annual Municipal Survey, Underground Construction, 2016, Vol.71, No.2
- [25] Surging 28% US Municipal Infrastructure Forecast Reaching \$532 Billion, Underground Construction, 2016, Vol.71, No.6
- [26] 2015-35 U.S., Canada Midstream Gas, Oil and NGL Spending to Total \$546 Billion, Pipeline & Gas Journal, 2016, Vol.243, No.6
- [27] 2015 International Pipeline Survey, Underground Construction, 2015, Vol.70, No.11
- [28] 侯树刚, 陈静. 非开挖技术的发展研究. 科技进步与对策, 2003年S1期
- [29] 范娟. 非开挖技术的应用及施工方法. 民营科技, 2011年05期
- [30] 周友新, 欧彩丹. 非开挖技术在给排水工程中的应用. 科技信息, 2010年第14期
- [31] 王鹏, 王洪玲, 周升风. 导向钻进非开挖铺管技术. 探矿工程, 1996年第6期
- [32] 方雪松. 非开挖定向钻进铺管技术的关键点. 探矿工程, 2005年增刊

- [33] 宋翔雁.现代非开挖管线工程技术的崛起.建筑机械化, 2002年02期
- [34] 谭相东.非开挖施工地下管线的改进措施.非开挖技术, 2012年第2期
- [35] 瞿唐君.常用非开挖技术在燃气行业应用中的问题分析.城市公用事业, 2010年第3期
- [36] 庄迎春, 王哲, 校月钿.非开挖铺管关键技术分析.非开挖技术, 2004年第2期
- [37] 汪建国.水平定向钻技术应用现状及建议.上海煤气, 2011年02期
- [38] 李暑荣.非开挖管道施工技术应用浅谈.中国水运, 2009第02期
- [39] 王飞.浅谈顶管法的应用与技术措施.科技信息, 2008年第22期
- [40] 王晓惠, 罗树德.浅谈顶管施工技术.科技风杂志, 2010年9月
- [41] 杨转运, 龚尚龙, 刘会.微型顶管隧道施工关键技术.现代交通技术, 2007年02月
- [42] 杨太华, 郑庆华.越江电力管道泥水顶管法施工关键技术.工业建筑, 2008年第11期
- [43] 刘乔.浅谈顶管技术在我国的发展.价值工程, 2012年第18期
- [44] 李健.顶管施工法的技术特点分析筑路机械与施工机械化, 2006年07期
- [45] 汤岚.顶管施工技术的研究与应用.建材技术与应用, 2010年09期
- [46] 冯家泽.浅谈盾构法的施工技术.中国新技术新产品, 2012年7月
- [47] 刘仁鹏.新型盾构技术概述.地下工程与隧道, 1993年03期
- [48] 王丽丽, 张格尔, 王丽.盾构施工技术的发展及展望.建材技术与应用, 2011年01期
- [49] 吴笑伟.国内外盾构技术现状与展望.建筑机械, 2008年第15期
- [50] 谢含华.国内外非开挖气动锤的技术现状.凿岩机械气动工具, 2006年04期
- [51] 彭新明.螺旋钻进技术在工程施工中的应用.西部探矿工程, 1998年5月
- [52] 马毅.微型隧道铺管技术.广东建设报, 2002年第2版
- [53] 申志军, 孙春英.城市微型隧道施工技术.铁道标准设计, 2002年08期
- [54] 李艳, 袁宗明, 胡世强.长输管道修复技术现状及发展.化工设备与管道, 2007年02月
- [55] 吴坚慧.排水管道非开挖修复技术综述.城市道桥与防洪, 2012年第8期
- [56] 王朝建.内衬非开挖管道修复技术及其应用分析.探矿工程, 2008年第3期
- [57] 赵春霞, 何景连, 刘萍等.地下管道的非开挖修复技术及其发展前景.中小企业管理与科技, 2012年05期
- [58] 马孝春, 苏焕忠.我国地下管道非开挖修复技术现状与展望.探矿工程, 2009年增刊
- [59] 范秀清, 欧芳, 王长青.城市排水管道非开挖修复技术探讨.管线工程, 2012年第1期
- [60] 张菊英, 尹春来.城市给排水管道非开挖修复技术研究.科技与企业, 2012年第13期
- [61] 孙跃平.地下管道非开挖修复技术的分类和结构设计方法.上海水务, 2008年12月
- [62] 冯运玲, 田国伟, 张力高.国内外供水排水管道非开挖修复技术介绍及相关建议.特种结构, 2011年8月
- [63] 曾聪, 马保松.非开挖管道更换和修复技术.非开挖技术, 2005年03月
- [64] 颜纯文.我国非开挖行业现状与展望.探矿工程, 2010年第10期

企业简介

中国水利水电第六工程局有限公司是隶属世界500强企业之一的中国电力建设集团有限公司，公司成立于1958年，位于辽宁省沈阳市，注册资本金11.46亿元，国家特级水利水电施工总承包企业、市政公用工程施工总承包一级、建筑工程施工总承包一级、河湖整治工程专业承包一级企业，建行AAA级信用评价单位，“全国五一劳动奖状”获得单位，是集国际工程建设、水利水电工程建设、基础设施工程投资建设为一体的国内大型综合公司。

在非开挖领域，公司参与实施了南水北调工程、辽西北输水工程、大伙房水库输水工程、哈尔滨市松花江水源松北区域供水工程等多项国内重点输水工程建设。多次荣获“鲁班奖”、“大禹奖”、“全国科学大会奖”、“国家质量金质奖”等殊荣，创多项中国企业新记录及国家专利。

我公司拥有目前国内最大口径（DN4400mm）钢筋混凝土顶管的制作与安装施工技术，成功穿越京哈高速、京沈高速等多条干线道路。采用对穿工艺成功完成了哈尔滨市松花江水源松北区供水工程-过江管线三根 $\phi 813\text{mm} \times 2935\text{m}$ 管道的中粗砂层穿越。公司施工地域遍布全国，创造了多项世界和国内施工记录。

荣誉资质



近五年施工业绩

序号	工程名称	工程规模	时间	备注
1	辽西北供水工程预应力钢筒混凝土管（PCCP）采购二标	(DN4000+DN4400) x 2376m	2012	顶管制作及安装
2	辽西北供水工程（四段）管道建安工程二标	DN3400 x 1323m	2012	顶管安装
3	开发区化工园25万吨污水处理厂进水管管道工程	DN2400 x 800m	2014	顶管安装
4	昌平区小城镇污水处理市场化建设配套管网工程（第八标段）施工	DN1200 x 1464m	2015	顶管安装
5	大伙房水库输水（二期）抗旱应急工程顶管采购及安装二标	DN3800 x 2607m	2016	顶管制作及安装
6	盐城市新水源地及引水工程三标段	(DN1800+DN2200+DN2600) x 3888m	2016	顶管制作及安装
7	哈尔滨市松花江水源松北区供水工程-过江管线工程	$\phi 813\text{mm} \times 8805\text{m}$	2017	定向钻对穿



定向钻钢管成功回拖



定向钻管道回拖推管机助推钢管



钢筋混凝土管顶进施工



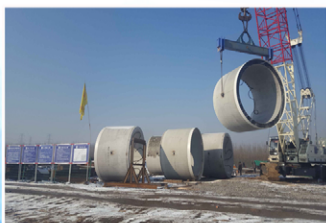
钢管顶进施工



哈尔滨松花江过江管线定向钻穿越



两台600t定向钻机同时施工现场



我公司制作的DN4400顶管运抵现场



盐城市新水源地顶管安装施工现场



杭州华仕管道工程有限公司

公司简介



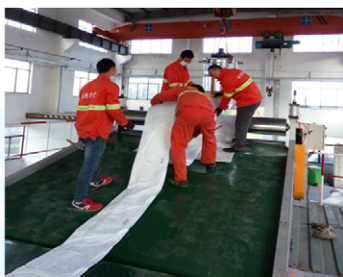
杭州华仕管道工程有限公司成立于2010年，是兴源环境科技股份有限公司（股票代码：300266）旗下控股子公司，华仕管道是集城市综合管廊建设、海绵城市建设、城市管网建设养护、城市管网CCTV检测、疏通清淤、非开挖修复、污染源调查、治理，窨井修复、潜水作业，探测及技术服务，智慧管网数据收集分析，疏通设备、检测设备、气囊等相关设备的研发及租赁转让为一体的专业化公司。公司从美国、欧洲引进先进的管道养护理念、先进的设备及管道维修管理的前沿技术，拥有先进的机器人检测、机器人疏通、非开挖修复等先进设备，以及一批专业技术人才。公司愿以先进的管道养护、维修理念，最新的技术装备及优质的服务竭诚让城市的“血管”更清洁，更健康，让城市的生活更美好。



城市排水管网疏通、检测、非开挖修复及智慧排水管网的建立

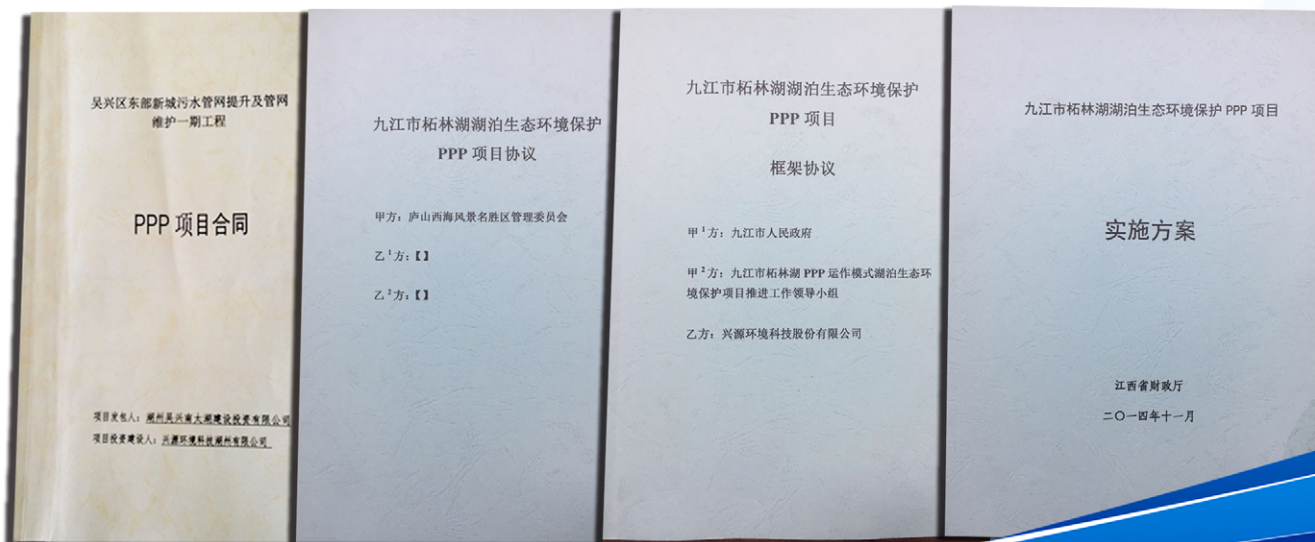


城市排水管网疏通、检测、非开挖修复整车装备及修复材料的研发、生产及销售



PPP项目及杭州G20峰会合作项目

2016年是华仕跨越式发展的一年，华仕借总部兴源环境（股票代码：300266）上市公司为背景的支持下，进行了资源的整合，开拓了新市场，由原浙江省的业务板块迅速扩张到了全国；也相继壮大了施工队伍，我司还承担了G20峰会地下管网检测及修复项目的85%任务，并以优质的服务完成。今年在兴源环境总部的牵头下，华仕又拿下了全国首个城市管网疏通、CCTV检测、非开挖修复ppp项目。



专注管道非开挖修复

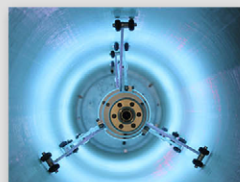
—— 创新服务 品质保障 ——



UV管道光固化修复系统



X120-UV便携式光固化修复系统



光固化修复作业



修复后管道

地址：武汉市东湖新技术开发区武大科技园武大园一路9-2号

电话：027-59880849 027-59828059 027-59376719

售后：027-59903799 18827434945

网址：www.zy-cam.com E-mail:easysight@163.com



公司简介Company profile

武汉中仪物联技术股份有限公司是一家以排水管网检测设备、养护、修复技术及材料为产业技术核心的高新技术企业，为城市提供高效环保的智慧排水整体解决方案。

中仪股份从2014年5月开始投入研发便携式光固化修复系统，第一台便携式光固化修复系统于2017年5月正式投产面世。修复管径从DN200--DN1600，拥有紫外光固化管道修复机器人及系统的发明和实用新型专利。中仪股份有专业的研发技术团队，有经德国UV-CIPP设备操作培训的售后技术人员。我们将利用自己在业内的技术优势，为市政排水管道检测与修复做出最大贡献。

产品优势Product advantage





荆州市巨枫传动机械厂



荆州市巨枫传动机械厂（原荆州矿山机械设备厂）位于湖北省荆州市高新技术产业开发区沙岑路跃进工业园区，湖北荆州地处美丽富饶的江汉平原，她素有“文化之邦、鱼米之乡”的美誉，是一座古老文化与现代文明交相辉映的滨江城市，东连武汉，西接三峡，南跨长江，北临汉水，高铁，动车横穿而过，为中国首批公布的24座历史文化名城之一。

我厂是一家集科研、开发、制造顶管机及盾构机，施工、经营服务于一体的多功能、多元化的现代企业。本厂专业生产顶管机、盾构机，承包地下非开挖工程二十多年。企业已通过 ISO9001 质量管理体系认证，主要产品分为一、地下非开挖设备和配套设备，二、减速器及传动设备两大系列。

一类为地下非开挖顶管系列产品：a)生产直径中吃 $\phi 800$ —— $\phi 4000$ （顶管机）系列土压平衡和泥水平衡顶管掘进机及与之配套的主顶油缸，主顶液压站，中继间、水平站、螺旋输送机、泥水输送系统等产品。b)生产直径中 $\phi 3000$ 以上的盾构。

几十年来上述产品均有业绩说明，并在全国各地城市市政管道工程中使用并受到用户好评。

一类为减速器系列产品：主要生产大功率2K-H悬浮均载行星齿轮减速器本厂专利专利号为：ZL95243413.X)、港口用行星齿轮差动卸船机，矿山用斗轮堆取料机减速器。同时可针对用户的特殊要求提供从设计到制作的全方位服务。上述产品广泛应用于盾构机，顶管机和矿山，港口，发电厂等领域。

在制造生产上述设备的同时，另外我们还组建了自己专业非开挖的顶管、盾构施工队伍，承揽全国各地城市市政管道的各类非开挖管道工程的顶管施工及隧道施工项目，均有业绩证明。

设备图片





施工案例



HKNPΦ2200北京西六环千灵山风景区大灰厂路施工现场



沈阳3米5施工



湖南长沙1米8进洞



HKTPΦ2200mm小卵石顶管掘进机在陕西西安渭河施工工地

地址：湖北省荆州市沙市区沙岑路82号
网址：www.hbjufeng.com

电话：0716—8315003
邮箱：hbjzgf@163.com

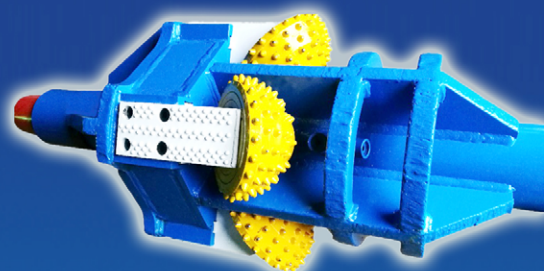


廊坊市穿山甲钻具有限公司

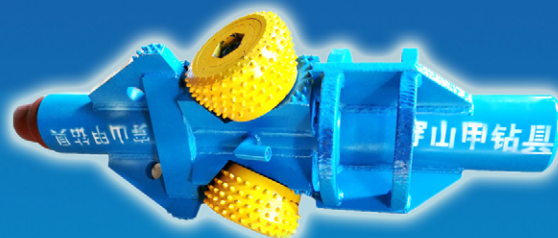
Langfang Pangolin Drilling Tools Co.,Ltd

—— 岩石非开挖钻具专家

可为大型钻机配套板式、桶式、流道式扩孔器



不掉轮的重型可更换牙轮扩孔器
特点：不掉轮，轮体更换方便，寿命达300小时



可更换滚刀扩孔器
特点：不掉轮，轮体更换方便，寿命达300小时



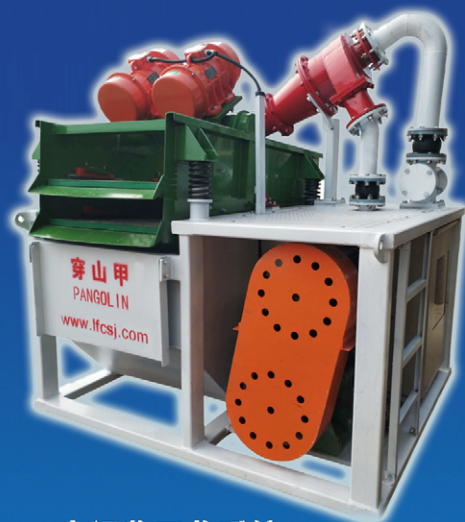
焊接式牙轮扩孔器

全自动控制 无人值守

泥浆回收系统 Mud recovery system



25方泥浆回收系统



50方泥浆回收系统



100方泥浆回收系统

**特点：陶瓷旋流器
双层筛网
全自动控制**



岫岩满族自治县

公司简介

岫岩满族自治县同创非开挖工程有限公司总部位于辽宁省风景秀丽的“玉都”岫岩县。公司拥有特种工程专业承包资质，是国际非开挖技术协会和中国非开挖技术协会单位会员。

目前，公司有专业施工人员218人，固定资产7000多万元，拥有非开挖工程各种施工设备。其中：上海谷登GD-280T、GD-160T水平定向钻机各1台套；徐州徐工XZ-68T水平定向钻机2台套；土行孙DDW-50T水平定向钻机3台套，DDW-36T水平定向钻机2台套；32T及以下的各种水平定向钻机28台套；泥水平衡顶管设备3台套；江苏谷登GD-45T水平定向钻机3台套；土压平衡顶管设备2台套；大型顶镐80台套；管道修复设备1台套；施工专用作业车50余部，同时配备业界领先的美国sharewell控向系统、月蚀和F5控向仪、日本向导5和6导向仪、英国雷迪等地下定位导航系统及GPS卫星定位测量仪。可承担单项合同额5000万元以下的各种地下管道非开挖施工工程。

自公司成立以来，公司通过大量非开挖工程施工的实践，在全体职工的不懈努力下研制出了多种非开挖施工工艺及专用设备工具。其中有两项已获得国家专利：a. 格栅式顶冲法（专利号：ZL 2009 2 0241473.5）、b. 拆卸钻杆丝扣的装置（专利号：ZL 2008 2 0012908.1）。

为促进施工工艺更加精炼，工作效率达到至高，把每一个非开挖工程都做好。我公司又投入了一个专注于培训、研发、改良的非开挖工程施工工艺及专用设备工具的“生产基地”，占地30余亩，同时还投入大量的人力及物力创建了“可移动式”的加强型大口径钢筋混凝土管的生产线及销售处，为工程和客户供便捷。

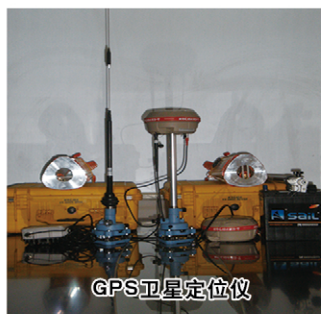
公司部分资信



部分精密仪器



美国sharewell控向系统



GPS卫星定位仪



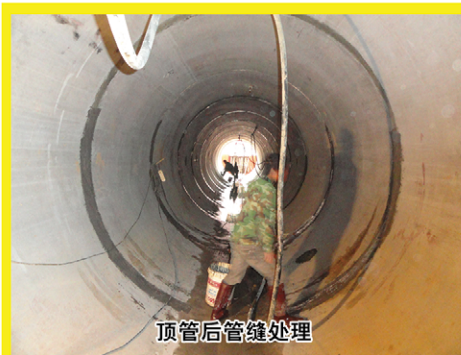
管道内窥摄像系统

同创非开挖工程有限公司

部分工程案例



工地现场制做大口径砼管



顶管后管缝处理



泥水平衡机采用行吊下井

顶进

桃仙机场中心变电站66K护管涵穿越沈阳绕城高速（K52+711.5）、机场高速（K8+286）工程提前竣工保证了桃仙机场新建T3航站楼设施顺利供电，为沈阳“十二运”完美召开奠定了基础。

管径：DN2.6m×D3.12m加强型钢筋砼管
顶管长度130m、116m，工期60日历天。



GD2800—L定向钻机撤离施工现场

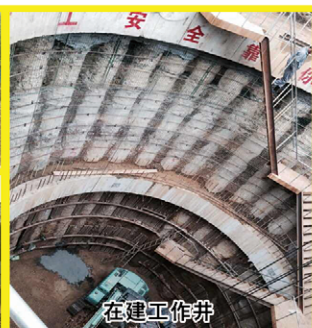


“三接一”布管

西安市亚迪路至西太路延线次高压天然气管道非开挖敷设工程
通气压力为1.6MPa，管径为Φ813×9.5mm螺旋焊管，定向穿越长度629.9m，采用“三接一”式布管拖管。



公司自主研发的旋喷机。
正反循环钻机正在作业



在建工作井

南昌市动物园变配套电缆护管涵下穿南昌电厂专用线顶管工程，砼管规格：D3.36×DN2.8X2.5m，顶进长度185m，井深15.2m，井外侧临近青山湖水水面仅2.6m，穿越地层圆砾。

公司自有专用配套设备



装载机平整施工场地



迷你型挖机下井作业



六驱随车吊正在吊装进口SK75挖机下井作业

11立泥浆吸污车三台

五十铃货车

四驱翻斗车

深圳市人工微型隧道应用开发有限公司

人工微型隧道非开挖技术简介

随着我国国民经济的高速发展和政府对环境的日益重视，自90年代中期以来，我国非开挖的工程施工量和投入的设备数量均以较高的速度增长。大量水平定向钻机的生产和投入使用，顶管和管线修复等也取得了飞速的发展。非开挖技术在我国已形成了一个新兴的产业。在北京、上海、广州、深圳等大城市，为了交通的安全、城市景观的保护、以及减少环境污染，城市所有的管道、管线铺设以及地下排水管等工程无一例外的用上了非开挖技术。水平导向钻机等机械非开挖在此起到了重要作用。然而不管是水平导向钻机还是顶管等机械非开挖都有一个致命的弱点，那就是欺软怕硬，如果地下是软土，那还可以，如果是大石头或者是地下还有另外的管线，那机械非开挖则吃不消了。为了解决这个难题，我公司的技术主管蓝先生和他在设计院的朋友经过多年的摸索和实验论证终于创出了一种安全的、高效的并能客服机械非开挖的弱点的新的非开挖技术——人工微型隧道非开挖技术。

该技术在广东的深圳和东莞等地的管道管线铺设等工程中的应用，取得了良好的效果、产生了显著的效应，同时也引起了同行的高度重视。特别是在建设东莞市的马石山人工微型隧道时，得到了市政府和各界人士的高度评价。

人工微型隧道的开发与应用，将为城市的建设和社会的发展发挥巨大的作用，愿意与各位同行们和有志于发展人工非开挖技术的人士共同合作，为社会创造更多产效益。



人工微型隧道原理与技术

一、原理：

人工微型隧道先由人工挖掘出土，同步用水泥预制件支护形成断面隧道小面积的施工方法。它结合了人工挖掘的应便特点。吸取了盾构施工技术的安全可靠之长，具有成本低，对地下已有管线破坏小等特点。

二、人工微型隧道的施工技术：

1、竖井的开挖和支护

根据甲方的要求的管线的测量，设计出隧道的路径，竖井的尺寸为2.0m(长) x 2.0m(宽) 深度则为隧道的底深，一般为砖砌结构如果深度超过4.0m则改用钢筋混凝土浇筑。

2、隧道的偏进

根据隧道设计的要求向路下偏进，掘进的不超过1.0m，复杂地层，不超过0.5m。

3、隧道低垫层的施工

隧道地垫层厚度为10cm采用混凝土浇筑。

4、两侧支撑砌筑

两侧支撑墙采用18墙用红砖灰沙浆砌筑高70cm。

5、隧道拱顶的安装

支撑墙筑完后将预制的马鞍型拱顶放于墙上。

6、周围超挖部分的填实注浆

在拱顶安置完毕后在土体和拱顶的空隙周围填砖块和水泥混凝土沙浆。

7、重复2—6施工步骤，直至到达设计的出口点。

8、接收井与开挖井的开挖和支护。





中铁工程装备集团有限公司

CHINA RAILWAY ENGINEERING EQUIPMENT GROUP CO., LTD.



企业简介

中铁工程装备集团有限公司（简称：中铁装备），为世界500强企业——中国中铁股份有限公司（简称：中国中铁）旗下工业板块的重要成员企业。

作为中国掘进机产业的开拓者和领先者，是中国盾构行业起步较早、发展最快、实力最强、拥有核心技术和自主知识产权最多、市场占有率最高的专业化企业。目前已经形成隧道掘进机、隧道机械化专用设备、地下空间开发、钢结构四大门类产业。

近500多名设计研发人员、四大设计研究院（设计研究总院，地下空间设计研究院，专用设备研究院、智能设计研究院）为您提供最优技术支持

15大制造基地，9大服务中心，4大海外营销服务中心为您提供全产业链服务。

产品应用于超过50多个城市，远销马来西亚、新加坡、以色列、黎巴嫩等9个国家。

近1000公里的施工业绩为您提供最具适应性的解决方案。



最懂施工的装备制造商

最懂制造的综合服务商



公司简介

上海宏诚市政工程有限公司，成立于2004年，依托上海市政工程的巨大市场，经过十几年的迅速发展，业已成为顶管施工领域的翘楚。

宏诚市政专注于顶管工程，立足上海、经略全国，从白雪皑皑的东三省，到四季如春的昆明；从塞上明珠包头到华中重镇武汉，都留下了宏诚人不懈追求的足迹。

因为专注，所以专业。宏诚人凭借强大的技术团队，专业的施工队伍，完善的设备保障，屡创业界纪录。我们出色地完成了国内最长的电力管道工程，地质条件超复杂的穿越黄浦江的污水外排工程，针对目前国内如火如荼的地下综合管廊建设，宏诚市政也积极参与其中，从2013年开始，先后在包头、武汉、南京、上海等地进行了矩形顶管施工。建立了良好的信誉度和美誉度。

“工欲善其事，必先利其器”宏诚人拥有大量600MM—4000MM口径的泥水、土压顶管掘进设备。可以根据现场施工客观条件，为客户量身定制性价比最高的解决方案。

多年的施工经验，各种疑难杂症的分析解决，成就了宏诚强大专业的技术团队，我们可以提供技术咨询服，为客户解决施工过程中的难点，痛点。为工程施工保驾护航。

宏诚人深知，施工方对于设备巨大的投入会带来很大的资金压力，为此，我们推出设备租赁服务，以小投入博取大业绩，给您一个杠杆，撬起施工领域的大蛋糕。

“雄关漫道真如铁，而今迈步从头越”，站在企业发展壮大的十字路口前，宏诚人深刻地体会到顶管装备对施工的制约，顶管装备的种种瑕疵和问题，使宏诚人下定决心，要制造出能用并且好用的国产装备，让施工企业不再为设备问题而寝食不安。公司于2016年注册成立了安徽广宏顶管装备制造有限公司，投资约1.2亿元，在安徽广德经济技术开发区建立了拥有2万余平米重型厂房的顶管装备制造基地。宏诚人坚信，本着精益求精，追求卓越的理念我们的顶管装备一定能够和施工业绩一样，在中国的顶管界写下浓墨重彩的一笔。



上海宏诚市政工程有限公司

地址：上海市闵行区恒西路189号爱登堡大厦1207室

电话：021-58415775

联系人：潘先生 手机：13901981052

邮箱：2907100509@qq.com 网址：www.shhcsz.cn



施工图片

◆ 黄浦江上游水源地连通管C3标

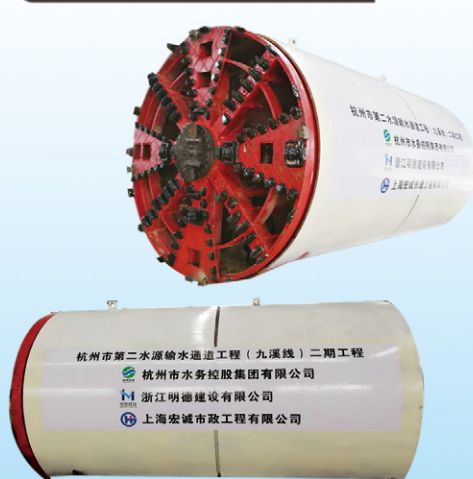


◆ 苏州吴中太湖新城综合管廊二期工程二标段友翔路矩形顶管

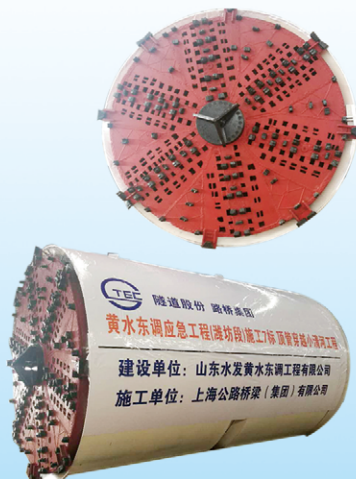


安徽广宏顶管装备制造有限公司

设备基地



TPD2700土压平衡顶管机



NPD3200泥水平衡顶管机图片



矩形顶管JD5450X4500

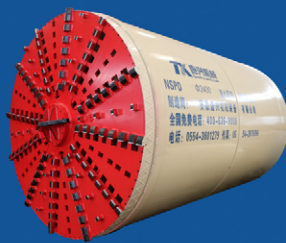
安徽广宏顶管装备制造有限公司

地址：安徽省广德县经济技术开发区西区（誓节镇）纬一路

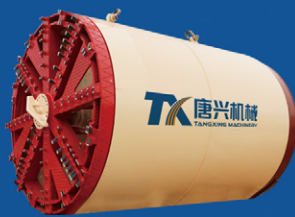
服务热线：4008709559

冠军工艺 磐石品质 唐兴顶管机

十余载顶管机设计制造经验
严苛高标准质量体系管控



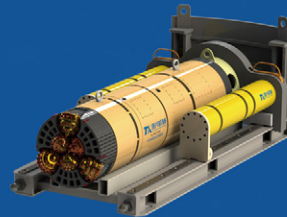
泥水平衡顶管掘进机



土压平衡顶管掘进机



岩石顶管掘进机



微型顶管掘进机

安徽唐兴机械装备有限公司

ANHUI TANGXING MACHINERY EQUIPMENT CO., LTD.

唐兴机械 · 全心服务于非开挖工程事业

地址：安徽省淮南市大通区上窑工业区

联系方式：0554-3601279/2796608

传真：0554-3605066

网址：www.tangxing.cn

邮箱：tangxingcn@163.com

工程案例

新加坡污水管网工程

使用机型：1500土压顶管机

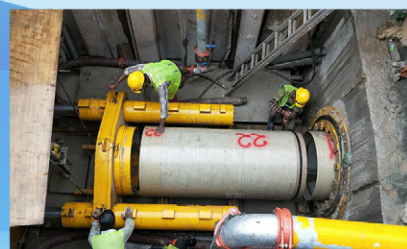
- 施工时间：2016年5月至2017年11月
- 最长顶段/工程总长：270米/450米
- 土质情况：沙土和黏土
- 施工单位：新加坡兴升私人有限公司
- 施工特点：市区施工，施工现场工作井尺寸小，现场施工条件要求苛刻。



马来西亚下水道管网建设工程

使用机型：750泥水平衡顶管掘进机

- 施工时间：2017年9月至2018年1月
- 最长顶段/工程总长：145米/500米
- 土质情况：回填土，石块及沙土
- 施工单位：MUTU私人有限公司
- 施工特点：土质多变，地下多障碍物，在市区施工，受场地及作业时间限制。



黄浦江上游水源地连通管工程C5标

使用机型：3200泥水平衡顶管机

- 施工时间：2016年6月
- 工程长度：单段穿越970米
- 土质情况：黑泥加沙
- 施工单位：中铁上海工程局集团市政工程有限公司
- 施工特点：每节钢管长9米，长顶距基本无偏差出洞



浙江金华污水处理工程

使用机型：1650 mm浓泥式顶管掘进机

- 施工时间：2017年5-6月
- 最长顶段/工程总长：130米/1000米
- 土质：沙卵石，卵石含量70%，颗粒直径最大200mm
- 施工特点：卵石含量高，有地下水，对压力平衡和功法要求高
- 设备特点：施工效率高，顶进速度快



公司介绍

中电富贝斯（上海京佳实业有限公司），1997年成立于上海，是中电北京公司（BEIEC）的子公司（中电北京公司隶属于中国电子信息产业集团公司，世界500强企业）。公司自成立以来专注管道智能检测，中电富贝斯旗下爬行机器人系列和工业内窥镜系列等产品已广泛应用于市政管道检测、石化、排水、供水、燃气、电力、锅检、大型机械制造，非开挖修复等多个行业，客户遍布世界30多个国家和地区。其中智能管道探测产品在北美地区已经连续多年蝉联销量第一。

近年来，公司紧跟时代发展步伐，先后与多家高新企业合作开发出城市综合管廊智慧巡检管理系统，市政管廊管网机器人检测监测系列产品、污水生化池智能检测监控系统、环保机器人等系列产品。

公司团队经过二十年的市场磨炼以及开发设计生产制造经验的积累，培养造就了一大批专业人才和自有研发生产制造设备基地，拥有完善的售后服务体系，为客户提供全方位的服务和技术支持。在常规产品线十分成熟稳定的基础上，借助欧美市场对产品的高标准要求和引进国外的CNC加工中心，先后为一些特种行业开发、生产制造了符合特殊要求的优质产品，帮助这些特殊行业提高了他们产品的性能和工作效率，特别是在产品智能化、精密化、集成化等领域，我们有着多年的技术积累和生产制造经验。

我们坚信凭借过硬的产品质量和客户至上的服务理念，不断为客户创造更大的商业价值。

U系统

U系统即USR（Underground Shuttle Robot）城市智慧管廊管网机器人管理系统的简称。该系统机器人集群与数字化管网、计算机云平台结合，全面实现管网日常维护和实时数据采集，简化城市智慧管网构成。可搭载热成像仪、声呐、机械手、切割机、毒气检测仪等设备。可对各种隐蔽空间、水下、易燃易爆、辐射等高危场所进行实时影像检测及分析处理。



FB20D爬行机器人

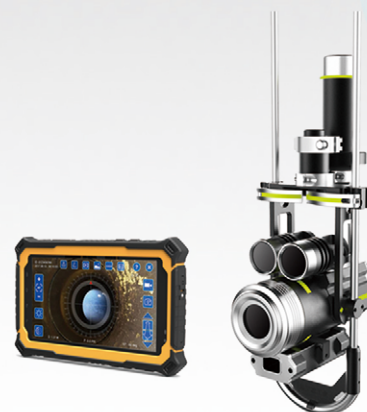
FB20D爬行机器人检测系统，是以智能轮式运动机构作为搭载平台，配备工业级高分辨率彩色摄像单元、运动姿态检测单元和智能控制影像录制处理终端，辅助强力照明光源和线缆卷收装置的高科技检测专用产品，可以根据应用场所需求，搭载热成像仪、声呐、机械手、树根切割机、毒气检测仪等等传感器或专用工具，实现对各种隐蔽空间、水下、易燃、易爆、辐射等高危场所进行实时影像检测、分析处理。

产品目前已广泛应用于市政管道检测、供暖管道检测、矿井检测勘探、隧道验收、地震搜救、消防救援、灾害援助、电力巡检、反恐排爆、军事侦查、高温、高辐射、有毒环境等，通过分析、出具检测报告，可作为工程项目的检测、勘探、验收、养护、建设及投资等依据。



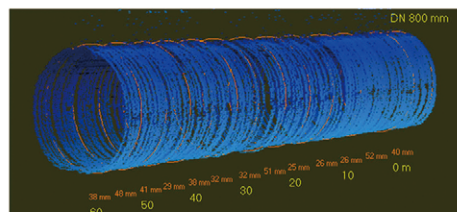
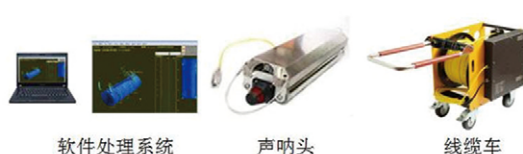
FB7S无线高清潜望镜

无线高清潜望镜（手杆）可用于快速检测、诊断管道内部状况，在检测过程中，视频将通过无线信号传输到手持式工业平板控制器上，可以方便地通过触摸屏上的虚拟按钮，控制机头的俯仰，从而获取管道缺陷位置处的清晰图像；同时可抓取、保存缺陷图像，录入文字、缺陷代码，叠加显示并保存到视频中，并可形成打印文档。



FB381B声呐检测系统

当管道处于满水或半管水状态，且不具备排干条件时，采用传统的CCTV视频检测手段已无法取得较好的检测效果，管道声呐检测系统适用于管径为300mm~6000mm范围内的各种材质管道的声呐检测，采用人工拖拽的方式驱动（可滑行、漂浮）在管道内移动。结合管道声呐检测成像分析软件实时采集并显示出高分辨率的3D轮廓图片，能够对管道多数的结构缺陷和管道功能缺陷起到准确的检测效果，并可进行量化分析，为管道的维护保养提供有效信息。



FB320/360系列工业内窥镜

在管道检测与维护领域，可满足管径60~500mm管道检测需求，带有一键视频拍摄、拍照功能、同步录音、计米显示功能，并可通过字符叠加功能，由主键盘录入文字信息，叠加在视频画面或图片照片中，另外可选配512Hz定位仪定位缺陷点位置。采用遥控器控制，操作简单方便，显示屏为10寸高亮度工业显示屏，画面清晰不失真。线缆长度为标配60米，可选配90米/120米，线架为双轮式，简单便携。



FB580深井摄像检测系统

中电富贝斯FB580深井机是井下检测的专用仪器。该仪器采用最新电视摄像技术，将井下孔壁的各种状态清晰地反映到地面的监视器上，配上录像设备或微机可对图象存盘保存，打印输出，从而对分析井下各种地质情况提供可靠依据。

该仪器适用工程地质、水文地质、岩土工程、矿山及石油地质等部门。使用该仪器可检测水井井壁的裂隙、错位、井下落物、滤水管孔管堵塞及流砂位置等情况。该仪器也可观察到基岩地区的基岩裂隙及发育状态以及溶洞大小，部位等地质情况。





广州市畅通管道工程有限公司

公司简介

畅通管道是一家以市政管网普查、检测、清疏、修复、养护、管理一站式服务为产业技术核心的科技节能环保企业，我们专注于为城市提供高效环保的管网排水问题整体解决方案。经过多年的沉淀和积累，畅通公司已经成为省内同行业的标杆企业，在业内享有“管网问题解决专家”的美誉。

公司坚持贯彻执行ISO的质量管理体系，不断提高员工素质和管理水平，先后通过了ISO9001、ISO14001、OHSAS18001等管理体系认证，所研发的行业相关产品更取得了多项专利证书。公司拥有多支团结专业、敬业爱岗的资深施工队伍，配备了涵盖安全、检测、清疏、养护、非开挖修复、潜水、淤泥处理等一系列行内专业先进的施工机械设备，为保持行内的领先水平，公司不断引进国内外的各类专业先进新型设备：德国KEG下水道冲洗铣头、CIPP非开挖修复器系列；德国IBG系列下水道冲洗铣头、整套紫外光固化(UV-CIPP)修复设备、高压气囊系列；英国雷迪管线仪、探地雷达、金属探测仪、呼吸机系列；美国史丹利液压抽水系统；意大利Vanguard液压抽水系统；中仪QV、CCTV、声纳管道检测系列；加拿大BW4合1气体检测仪，各类重型专项作业车、检测车、巡查车等等，极大地提高了各项施工的安全和效率。

严谨专业的管理班子、经验丰富的施工队伍、先进齐全的机械设备可为广大客户提供多个配备精良、安全文明、质优高效的管网排水问题整体解决方案，畅通公司愿与各界同仁携手共创辉煌。



CIPP 翻转非开挖修复



点位局部非开挖修复



紫外光非开挖修复

