

年

**行业
发展
报告**

2020



目 录

行业发展报告

一、绪论	33	3.3 管道更新行业动态	72
1.1 国外发展历程	34	3.3.1 管道替换	73
1.2 国内发展历程	35	3.3.2 管道修复	73
二、非开挖技术发展动态	36	3.4 辅助技术行业动态	74
2.1 管线铺设技术	36	3.4.1 管线探测	74
2.1.1 水平定向钻进技术	36	3.4.2 管道清洗检测与评	75
2.1.2 顶管技术	42	四、国外非开挖行业发展动态	76
2.1.3 盾构技术	47	4.1 国际长输管线动态	76
2.1.4 其它铺管技术	47	4.2 美国非开挖行业动态	79
2.2 管道更新技术	50	4.2.1 水平定向钻进	79
2.2.1 管道替换技术	50	4.2.2 市政管网非开挖动态	82
2.2.2 管道修复技术	50	4.3 其他国家非开挖行业动态	84
2.3 辅助技术	54	4.3.1 欧洲非开挖动态	84
2.3.1 管线探测技术	54	4.3.2 日本非开挖动态	84
2.3.2 管道检测技术	56	4.3.3 南非非开挖动态	86
2.3.3 管道清洗技术	59	五、非开挖行业展望	87
2.3.4 管道评价技术	60	5.1 非开挖发展格局	87
三、国内非开挖行业发展动态	61	5.1.1 国内非开挖发展格局	87
3.1 应用行业动态	61	5.1.2 国外非开挖发展格局	88
3.1.1 市政管网	61	5.2 管线铺设行业展望	89
3.1.2 长输管网	65	5.2.1 水平定向钻进	89
3.1.3 基础设施建设	66	5.2.2 顶管	89
3.2 管线铺设行业动态	68	5.2.3 盾构	89
3.2.1 水平定向钻进	68	5.2.4 其它铺管技术	90
3.2.2 顶管	69	5.3 管道更新行业展望	90
3.2.3 盾构	71	5.3.1 管道替换	90
3.2.4 其它铺管技术	72	5.3.2 管道修复	90
		5.4 辅助技术行业展望	90

一、绪论

非开挖技术（英文为No-Dig或Trenchless Technology）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），进行地下管线敷设、管道替换与修复的施工技术，该技术对周边交通与环境影响最小，具有很高的社会经济效果。在20世纪80年代开始非开挖技术获得大规模应用，随着非开挖技术不断完善和应用拓展，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，非开挖技术已成为城市现代化进程中的一项关键施工技术，是地下管线与城镇地下构筑物建设的一次技术革命。

广义非开挖技术是指在地表不开挖或少量开挖的条件下，进行各类地下管线或构筑物的铺设、建设、更新、探测、检测与运维等的施工技术。

非开挖技术总体可分为管线铺设技术和管道更新技术。管线铺设技术可分为：水平定向钻进法、顶管法/微型隧道、盾构法、夯管法、气动矛法和隧道法等，以及探地雷达、电磁法、管线探测仪、示踪法、真空抽吸法和轨迹测量等辅助技术；管道更新技术主要可分为插管法、改进插管法、原位固化法、螺旋缠绕法、喷涂法和灌浆法等管道修复方法，以及破裂管法、吃管法和抽管法等管道替换方法，以及管道清洗与预处理、管道检测和管道评价等辅助技术。

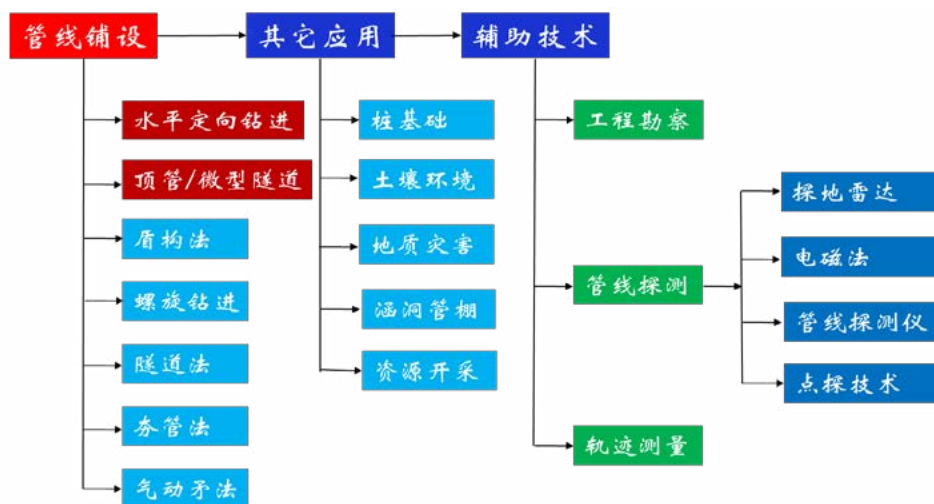


图 1-1 非开挖管线铺设工法分类

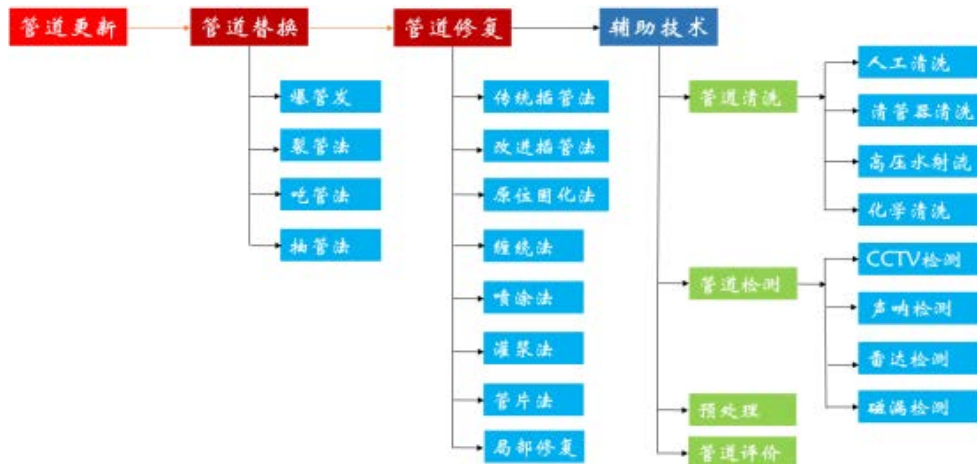


图 1-2 非开挖管道更新工法分类



非开挖技术主要应用于以下几个方面：

- (1) 地下构筑物建设：涵洞、地下管廊、地下交通隧道等建设；
- (2) 地下管线铺设：各类地下管线（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、更新和运维等；
- (3) 管棚支护：地下人行过道、地铁和地下车库等暗挖工程的结构性支护；
- (4) 环境治理：在受污染的地下水 and 地层中设置水平环境治理井；
- (5) 其它：基础工程（钢管桩、微桩、土钉）、边坡、路基、大坝等工程的排渗、降水和注浆孔等，以及煤层气等资源开采。

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，经济社会发展程度越高非开挖技术应用程度越高，非开挖技术主要有以下优点：

- ① 周边影响小。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合（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 绿色环保。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，以及安全、环保与高效的技术优势，日益受到各国政府的重视和提倡，联合国环保署（UNEP）也将非开挖技术列为环境友好的施工技术（EST）。

1.1 国外发展历程

非开挖技术发展水平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，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；采用的非开挖工法较为简单，用于穿越铁路、公路、河流等短距离施工，如：水平回转钻进、水平螺旋钻进（干钻）、人工顶管等工法。

- (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、传统施工方法成本提高，开始探索新的工法，研发了地下管线与构筑物非开挖建设、修复与替换设备、材料与工法、奠定了现代非开挖技术基础。

- (3) 1985~现在：现代非开挖技术大规模应用。

随着非开挖技术体系不断完善，以及现代城市建设和国家绿色环保与法律意识不断增加，非开挖技术得到各国政府的支持，采用非开挖技术的比例越来越高（比例在10%左右）或成为首选方法。1986年，国际非开挖技术协会（ISTT）成立于英国，推进非开挖技术的研究与实践，促进非开挖相关教育和培训，对非开

挖技术研究、推广和发展起了重大作用。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适应产业结构调整,20世纪80年代相继设立了非开挖技术专业 and 相应研究机构,培养非开挖技术领域专业人才。

1.2 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城镇地下管网建设,推动了非开挖技术在我国的应用和普及。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,发展历程大致可分为三个阶段。

(1) 萌芽期:20世纪50年代~80年代中

城市地下管线施工有时会遇到不允许开挖路面的特殊情况,工程的特殊性要求施工单位采用非开挖方法铺管,从而促成了非开挖技术在我国的前期发展。张家口探矿机械总厂和勘探技术研究所等单位与市政部门合作,研制了GP-220水平钻机、DGJ-1000水平螺旋钻机,以及人工顶管机等初级非开挖施工设备,以满足工程施工急需。

(2) 发展期:20世纪80年代中~20世纪末

随着改革开放,我国经济社会进入持续快速发展期,城市基础设施建设投入逐年加大,从20世纪80年代中期开始,市政、电信、给排水和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、水平定向钻机、气动矛和夯管锤等非开挖技术装备;进入20世纪90年代,在市场推动和政府支持下,我国开始在引进、消化、吸收国外非开挖装备的基础上,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技术装备的空白。

(3) 壮大期:21世纪以来

在我国国民经济快速发展和绿色环保政策的驱动,特别是城市黑臭水体治理,以及《全国城市市政基础设施建设“十三五”规划》统筹城市交通系统、城市地下管线系统、城市水系统、城市能源系统、城市环卫系统、城市绿地系统、智慧城市7个方面。我国非开挖行业获得快速发展,已形成包括设备制造商、工程承包商、材料供应商、高等院校和科研院所等组成完整的非开挖产业。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,可制造100多个品种的非开挖设备。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30多个国家或地区,工程承包商也已走出国门承揽大型非开挖工程。

中国地质学会非开挖技术专业委员会(CSTT)于1998年正式成立,30多年来一直致力于非开挖技术推广应用,同年加盟国际非开挖技术协会(ISTT),我国成为ISTT的28个国际会员国之一;CSTT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,对我国非开挖行业壮大与水平提升起到了极大的推动作用,并为我国非开挖行业健康发展做出了巨大贡献。

二、非开挖技术发展动态

近年来，世界非开挖技术发展突飞猛进，涌现出很多新工艺、新材料与新装备等，随着世界大型基础设施建设不断增加，单项非开挖工程施工世界记录不断打破、应用领域不断拓展；同时，非开挖技术发展呈自动化、数字化、规范化、集成化和精细化等特点。

2.1 管线铺设技术

管线铺设技术主要包括：水平定向钻进法、顶管/微型隧道法、盾构法、隧道掘进法、夯管法、螺旋钻进法、气动矛法和直推管法等。其中水平定向钻进、顶管、盾构和夯管应用较为普遍；隧道掘进在我国应用也较为普遍，不属于现代非开挖技术，有被盾构法逐步替代的趋势。

2.1.1 水平定向钻进技术

水平定向钻进（HDD）是我国使用最广的一种非开挖铺管方法，主要应用于穿越河流、湖泊、建筑物、公路、铁路等铺设地下管线管道（长输油气、供水、供气、供热管道、动力电缆、通讯电缆等）。水平定向钻进技术总体上是一项很成熟的技术，技术发展趋势主要有：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超长距离大口径管道铺设施工等。

（1）水平定向钻机

随着我国大型和超大型基础设施建设开工建设，为了解决穿越复杂地层、大口径、超长距离等非开挖工程施工难题，我国先后开发了多款回拖力超过千吨的1200t、1500t等水平定向钻机。



图 2-1 黄海机械 FDP-1500



图 2-2 徐工基础 XZ 13600



图 2-3 江苏谷登 GD12000

苏州科艺公司推出回拖力达2000t的全电驱动水平定向钻机（ $2 \times 600\text{kW}$ ），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，最大的特点是节能减排30%（发电）~50%（市电），环境友好、节能、噪音低，数字化精准控制，自动化程度高。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。



图 2-4 苏州科艺电驱动钻机

荷兰Normag公司研制了NRI300-140TE永磁电驱动钻机（节能减排、无排放；数字化精准控制-变频控制，数字传输和集中控制、施工效率高、成本低）。意大利EGT公司与大学研发电池驱动小型水平定向钻机。



图 2-5 意大利 EGT 公司研制的电池驱动钻机

德国TT公司的新一代钻机可采用2种工作模式：JCS（松散地层使用常规钻杆）和ACS（复杂地层，含岩层、卵石层，使用双壁钻杆）；采用更加灵活的模块化设计，直观的操作、遥控钻进、效率最大化。数字化全面解决方案：智能软件实现工程规划、执行、计费、建档和服务等。



图 2-6 德国 TT 公司新一代水平定向钻进系统

(2) 水平定向钻进仪器

水平定向钻进仪器包括导向仪器、轨迹测量仪器和超前探测仪器等。导向技术包括：有线导向和无线导向，以及长距离穿越引导式对接导向技术，国内在几个技术方面都有了长足的进步，仪器测量深度、精度和工作时间都有很大提高。

美国Underground Magnetics公司研发的MAG8导向仪,采用两个天线,发射频率4~31kHz (11个),其中Echo110发射器(探头)的最大探测深度可达110m,锂电池的使用寿命为30~120h。



图 2-7 Underground Magnetics 公司 MAG 8 导向仪

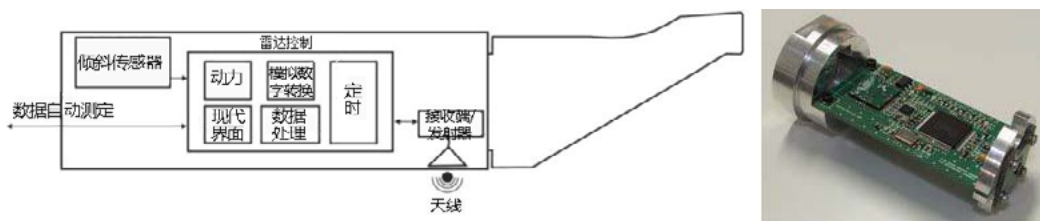


图 2-8 ORFEUS 近钻头雷达探测系统

ORFEUS近钻头雷达探测系统经过多次测试，系统未出现任何重大故障，水平定向钻进成功推进了半公里左右。该近钻头雷达探测系统可有效探测到钻头周围50cm 左右的障碍物（管道、电缆、地下墙壁等）；通过优化天线配置和数据处理软件，该系统能够满足城市地区水平定向钻进中对实时性和精确度的基本要求，由该系统生成的模拟地下图像简洁易懂，钻机操作人员可通过短期的培训迅速掌握该系统的使用方法；该近钻头雷达探测系统仍存在一定的局限性，探测范围不够大，警报反应时间较长等，即无法完全适应长距离复杂地形钻进；该近钻头雷达探测系统仍待进一步完善，包括缩小探测雷达体积、增加探测距离、实现实时可视化，缩短发出警告时间；可与智能化自动化相结合，研发智能自动处理软件和执行元件，根据近钻头雷达探测反馈信息实时调整钻头钻进方向。

俄罗斯SENSE公司研制一款轨迹测量仪，SNS A100轨迹测量仪可以测出扩孔后实际的钻孔轨迹，仪器直径32mm、长度380mm、质量3kg，工作温度-10~+50℃，由锂电池供电，可连续工作4d（100h）以上。

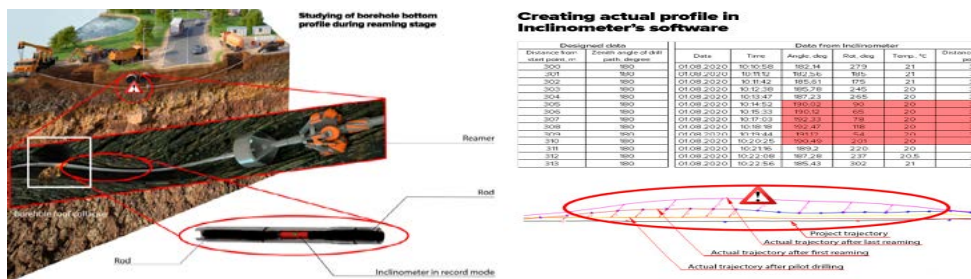


图 2-9 SENSE 公司 SNS A100 轨迹测量仪

(3) 硬岩钻进技术

随着水平定向钻进推广应用，硬岩水平定向钻进穿越工程越来越多，需克服碎岩慢、易阻卡等诸多难题，国内外公司不断研发了适用坚硬岩石的PDC钻头、铣齿钻头、潜孔锤等硬岩钻进碎岩工具与新工艺。德国海瑞克公司研制了助流器、全断面扩孔器和射流泵（单独使用或组合使用）新型孔底钻具，可大大提高水平定向钻进排屑速度和施工进度；射流泵在顶管中使用可使小口径顶管的长度超过1000m，该产品获ISTT2017年度产品奖。

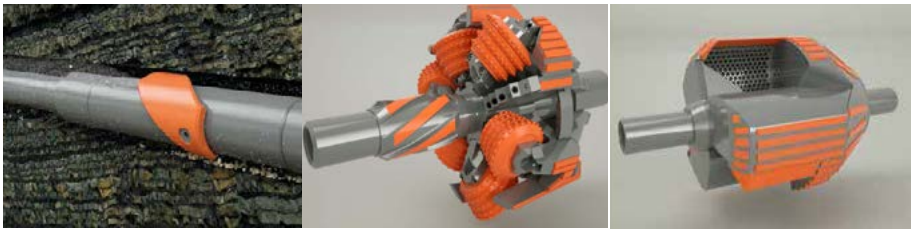


图 2-10 德国海瑞克公司新型孔底钻具



图 2-11 导向钻进 PDC 钻头



图 2-12 锤式扩孔器组配



图 2-13 芬兰 Geonex 公司的潜孔锤钻机

(4) 长距离大口径施工技术

水平定向钻进长距离大口径铺设工程越来越多，长距离大口径穿越工程多需采用对接导向技术，同时须克服超长距离粉砂、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。但是随着技术不断完善和进步，水平定向钻进工程施工水平不断提高，穿越世界记录不断被打破。

表 2-1 长距离水平定向钻进工程一览表

序号	工程名称	管径 (mm)	长度(m)	施工公司
1	香港国际机场航油管道穿越工程	508	5200	廊坊华元公司
2	荷兰北部马尔水道供水管道穿越工程	483	4608	德国LMR公司
3	湛江通明湾海域成品油管道穿越工程	508	4060	江苏谷登公司

4	美国休斯顿航道穿越工程	457	3797	美国Michael公司
5	英格兰索伦特海峡燃气管道穿越工程	508	3940	德国LMR公司
6	西气东输二线东段枣阳—十堰支干线穿越工程	508	3588	廊坊华元公司
7	如东—海门—崇明岛输气管道长江穿越工程	610	3500	管道局穿越公司
8	甬台温成品油管道飞云江定向钻穿越工程	323.9	3360	中原油建工程公司
9	江都—如东长江定向钻穿越工程	711	3302	管道局穿越公司
10	呼包鄂成品油管道黄河穿越工程	355.6	3200	管道局穿越公司
11	南气北输黄河主河槽穿越工程	711	3075	管道局穿越公司
12	波斯湾海底穿越工程	762	3050	沙特DCL公司
13	松花江水源松北区供水过江管线穿越工程	813	3000	水利水电六局
14	新乡黄河穿越工程	355.6	3000	廊坊华元公司
15	南威尔士米尔福德港燃气管道穿越工程	650	3000	德国LMR公司
16	加拿大亚大斯卡河穿越工程	1067	2195	美国Michael公司
17	陕京四线香河段管道工程定向钻穿越工程	1016	2035	管道局穿越公司

目前最长的水平定向钻进穿越是2018年廊坊华元公司完成了香港机场两条5.2公里航油管道定向钻穿越工程。该工程要在海平面下约130m深复杂的地层条件和严格的环境要求下，完成5200m导向孔(311mm)、扩孔(最大710mm)和航油管道(508mm)回拖作业。施工过程中，不仅要保证机场的正常运行，还要保护周围环境和野生动物。

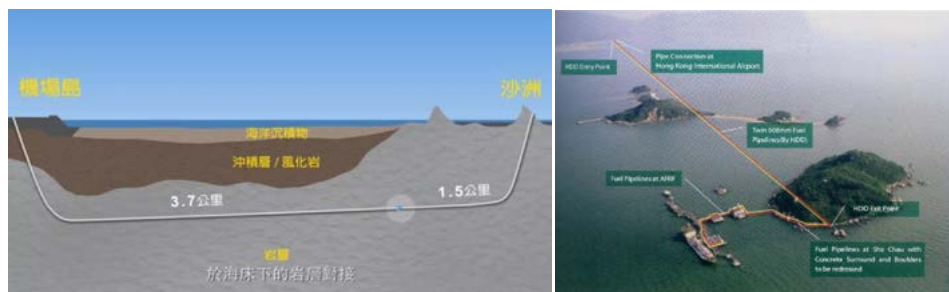


图 2-14 香港机场航油管道穿越工程路线图

该工程面临四大挑战：超长穿越长度达5200m、复杂地层条件(抛石填海层、海底淤泥层、极硬花岗岩和软硬交替的断裂带)、施工场地有限(临时占地不能超过10m×10m)和严格的环保要求(不得破坏植被、噪音不得超过一定分贝、4~7月鹭鸟繁育期不得施工)。为此，前期进行了数项技术改进准备，包括：具有顶管和推管功能的高扭矩钻机、专用的切削钻具、泥浆马达和扩孔器，保护钢管的三重涂层和阴极保护，以及海底水平穿越导向和对接技术。该工程获得ISTT的2019年度优秀工程奖。



图 2-15 香港机场航油管道穿越工程现场及颁奖

中国大陆最长水平定向钻海域穿越于2019年1月完成导向孔对接，穿越以湛江市东海岛为起点，在湛江市湖光镇东南侧护岸登陆，穿越长度4060m，成品油管道及天然气管道直径均为508mm，光缆套管直径159mm，位于主管道中间，与主管道间距14m，在世界范围内位列第三。



图 2-16 湛江东海岛输油管道穿越工程

中石油管道局工程有限公司首次采用了独创的“海上扩孔及拖管工艺”，在国家“一带一路”能源基础设施项目实施国外陆对海定向钻穿越，六条陆海HDD穿越均一次回拖成功，连续刷新中国管道陆海定向钻穿越纪录，获得业主及国际专业监理公司的称赞，在长距离、大口径陆对海穿越设计、施工方面，积累了宝贵的实战经验。

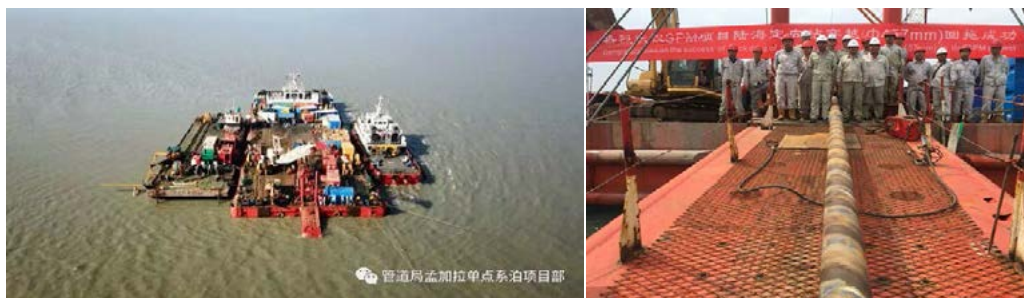


图 2-17 驳船全景和回拖成功

2020年6月乌尉高速公路天山胜利隧道超长距离水平定向钻成功穿越博阿断裂带后，进入完整硬质花岗岩超100m，完成预定目标，于2271m处终孔。该水平定向钻开创了国内3项第一：第一次在公路隧道勘察中采用水平定向钻进技术；第一次在超过1000m深度处（1003m和1900m两处）完成水平定向钻进取心；第一次在工程勘察行业完成2271m的超长距离水平定向钻勘察。

水平定向钻进设备、钻杆工具、仪器和施工技术日趋成熟，应用普及程度高，后期技术发展趋势主要是钻机自动化、硬岩钻进技术、超长距离施工技术、更高精度与深度导向技术和新领域拓展应用等。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。很多制造商具有很高的研发能力，包括：徐州徐工

基础工程机械有限公司、江苏地龙重型机械有限公司、德威土行孙工程机械（北京）有限公司、江苏谷登工程机械装备有限公司等；有些工程承包商也拥有很高的配套工具、仪器和工艺研发能力，廊坊华元机电工程有限公司和河北天通管道工程有限公司等公司，不断打破水平定向钻进穿越世界记录。

2.1.2 顶管技术

顶管/微型隧道（Pipe Jacking）是使用最早、施工精度最高的一种非开挖铺管，早期主要是手掘式顶管和机掘式顶管，主要用于重力管道的铺设。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。近几年封闭式顶管（机械顶管）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，顶管专用管材研制也得到业主的重视。

（1）顶管掘进机

顶管机主要发展方向是大口径顶管机或微型隧道顶管机和异形顶管机，以及多功能或混合式顶管机。日本和德国是顶管技术的领跑者，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，国内最小泥水平衡顶管机直径为500mm。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，扬州广鑫和安徽唐兴等设备商逐步具备生产各类异形顶管掘进机的能力。



图 2-18 徐工 XDN500 微型顶管机



图 2-19 日本 250mm 微型顶管机



图 2-20 扬州广鑫 JD9.8×5.5m 矩形顶管机

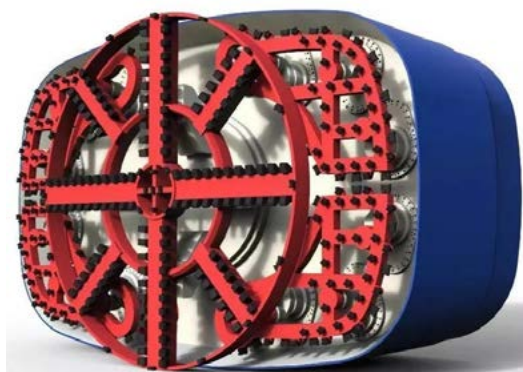


图 2-21 上海隧道股份路桥集团矩形顶管机

我国硬岩顶管掘进机与德国、日本相比，技术上还有很大的差距。受材料和顶进碎岩工艺水平限制，目前国内岩石顶管掘进机的机头质量没有完全过关，特别是当岩石抗压强度超过80MPa时，多采用日本或者德国的产品。岩石顶管机多采用二次破碎机构（主要是圆锥破碎装置），同时可实现机内更换刀具（长距离顶管）。MTS顶管机的圆锥破碎装置是一个底部相连的前后两个圆锥体，分别与刀盘和驱动装置的输出轴连接，而喇叭状可移动壳体与油缸连接，油缸缩回，进泥口开大；油缸伸出，进泥口关小。

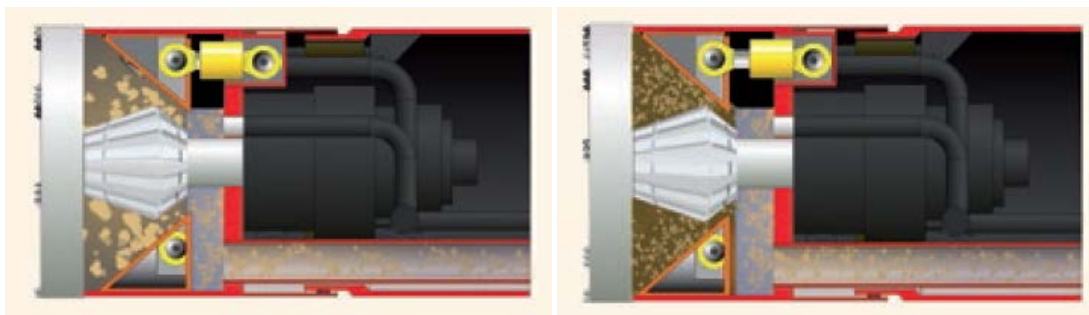


图 2-22 大破碎间隙（粘性土）

小破碎间隙（砂土、砾石）

在一些特殊条件下，有时需采用可撤回式顶管机，机头上的切割刀具可以向内折叠，以减小机头的外径，从而可以向后退回到起始工作井。主要适用于无法设置到达工作井或者遇到障碍物的施工现场，也可用于向主管顶进、管棚和对顶施工。该产品获ISTT的2016年度产品奖。



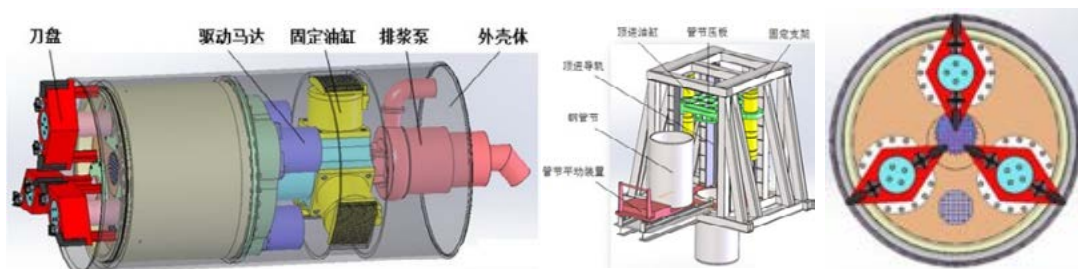
2-23 可撤回的顶管机机头

日本ISEKI公司最新研发的TCK系列顶管机，其切削刀盘和滚刀是可更换的，可适应不同的地层条件（硬岩、卵砾石、砂岩或淤泥）。



图 2-24 刀盘可转化的顶管机

上海隧道工程有限公司研发了一种泥水平衡顶管成桩机，采用直径1m、长度1.5m的钢管节垂直向下顶进，施工结束后回收主机并浇筑混凝土，可适用于低净空（3.5m）条件下的桩基施工，如高架桥下、地铁隧道和地下室等。



2-25 垂直顶管成桩机

(2) 顶管导向技术

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，目前陀螺仪导向国内属空白。日本Tokmiec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。

(3) 顶管施工技术

近年来顶管施工工程不断取得突破，包括单次施工长度、管道外径、曲线顶管、异性顶管等。

表 2-2 顶管典型工程

序号	工程名称	参数	工程特点或难点	施工公司
1	重庆: 观景口梳理枢纽 3 号引水隧道顶管工程	直径 2650mm、长 3224m	硬岩顶管机	中铁十八局隧道公司
2	苏州: 阳澄湖引水工程	钢管直径 2000mm, 长 2686m	双管、距京沪高铁仅 30m	苏州水务集团
3	珠海: 过磨刀门水道超长顶管工程	内径 2400mm、长 2329m	岩石顶管	上海建工基础集团
4	黄冈: 地下综合管廊东门路岩石顶管工程	外径 4870mm	超大口径岩石顶管	黄石精武
5	南宁: 国际物流基地平花河上游段排水干渠工程	外径 4800mm、长 1188m	岩石顶管	
6	昆明: 滇池草海顶管工程	外径 4700mm、长 1188m	大口径顶管	中铁上海局市政司
7	上海: 白龙港南线东段顶管工程	外径 2040mm、长 4640m	平行双管 (间距 4.6m)	上海市基础工程集团
8	上海: 陆翔路-祁连山路贯通工程 (II 标)	9.94m × 8.18m、长 445m	超大断面、超长距离	上海隧道股份路桥集团
9	苏州: 苏州市城北路综合管廊元和塘顶管工程	9.1m × 5.5m、长 233.6m	大断面、长距离、覆土浅 3.5m。	中铁上海工程局
10	嘉兴: 快速路环线下穿南湖大道顶管工程	14.82m × 9.446m、长 210m	超大断面	中铁隧道局

随着矩形顶管技术的日益成熟，在城市寸土寸金的情况下，为了避免交通疏解、管线改迁、施工扰民、降低工程造价和保护生态环境，地下人行通道、城市综合管廊等多采用矩形顶管。



图 2-26 武汉地下人行通道采用矩形顶管

2019年中铁十八局隧道公司承建的重庆观景口水利枢纽3号引水隧道创顶管世界纪录的重庆引水隧道3224m顶管工程顺利贯通，采用顶管施工克服了涌泥、突水、软弱夹层等不良地层带来的难题，施工效率可提高一倍以上，在施工过程中，自主研发的长距离顶管施工“触变泥浆减少阻力”和“管道应力监测”等新技术确保了隧道安全、精准贯通。



图 2-27 创世界纪录的重庆引水隧道 3224 m 顶管工程

近几年典型顶管工程有湖北省最大直径穿越湖底曲线顶管工程（内径3500mm，最大顶距1422.18m），广东珠海过磨刀门水道顶管工程（管径2400mm，一次性顶管长度达2329m），湖北黄冈综合管廊顶管工程（总长度33.9km，顶管长度20.6km，其中外径4.8m、长15.1km）等。



图 2-28 湖北黄冈综合管廊顶管工程

随着大型隧道工程，有时采用顶管实施管幕，管幕法是利用锁扣进行连接，在锁扣空隙内填充止水材料，形成一个能抵御上部荷载的超前支护体系。为确保管幕最大支护效果，在管幕施工过程中要求：钻进平稳，精度控制良好，锁扣咬合成功。管幕钢管顶进过程中可通过探测装置对管幕顶进角度进行跟踪检测，发现问题及时纠偏；后背墙稳定，无局部掉块、鼓包、裂缝等不良现象出现；根据周围环境监测数据进行管幕顶进施工的动态调整，管幕施工对周围地层的扰动可通过补充加固注浆将既有线变形控制在安全阈值内。

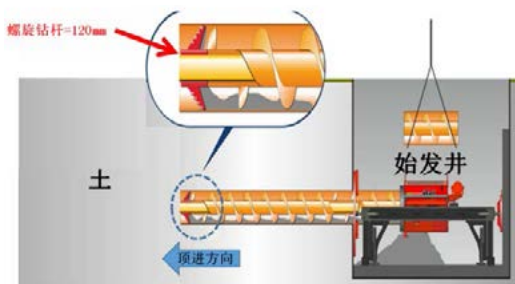


图 2-29 管幕顶管工作示意图



图 2-30 管幕顶管机

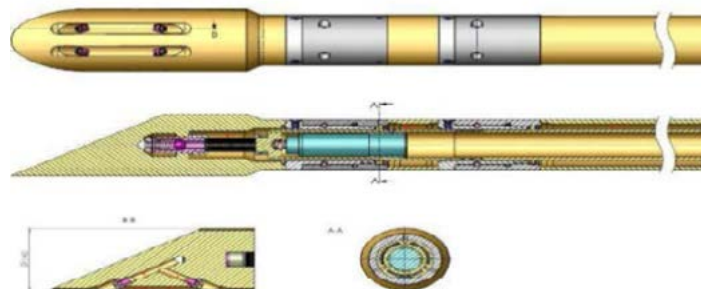


图 2-31 管幕钻头

今年来各国还开发了多工法复合式顶管，包括：顶管+盾构、混合模式（土压+泥水+浓泥+气压）和顶管+HDD（直接铺管）等工法。

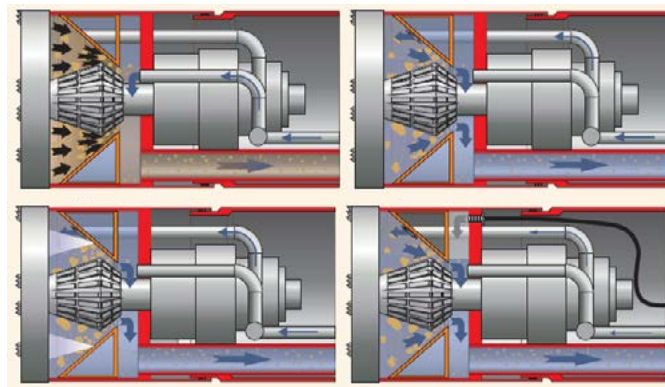


图 2-32 混合模式（土压 + 泥水 + 浓泥 + 气压）

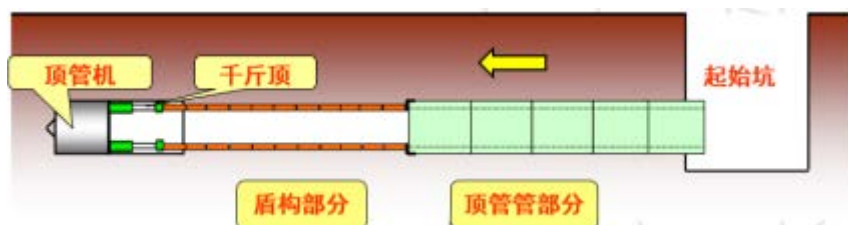


图 2-33 顶管 + 盾构工法

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。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、岩石顶管、长距离顶管、曲线顶管和特殊顶管等技术。顶管技术主要研究单位：浙江大学、中南大学、同济大学、中国地质大学（北京）、东南大学、长春工业大学和淮南联合大学等，国内有些顶管设备制造商具有较强的新设备研发能力，包括：安徽唐兴机械装备有限公司、扬州广鑫重型设备有限公司等。

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，主要用于地铁或大型地下空间建设。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。近年来，我国盾构技术获得长足进步，盾构机生产打破国外垄断，根据城市市政建设需要，异形盾构也日趋成熟。



图 2-34 首钢机电研究院盾构机

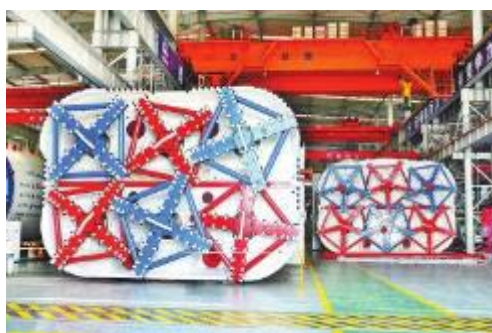


图 2-35 中铁装备集团异形盾构机

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，多家大型基础建设类企业可以生产大型盾构和市政小型盾构掘进机，配套设备和管片等也取得了长足进步。与德国、日本一些盾构设备的厂家相比，技术上还存在一定的差距，包括：岩石盾构掘进机、刀盘设计、导向与控制技术等。中铁工程装备集团、南宁轨道交通集团和南宁广发重工集团联合研制了国内首台气垫式直排泥水-土压双模盾构机，在南宁中铁广发轨道装备有限公司顺利下线，标志着国产盾构机全面迈向高端化时代。



图 2-36 “中铁 685 号”气垫式直排泥水-土压双模盾构机

2.1.4 其它铺管技术

除水平定向钻进、顶管和盾构应用较普遍的铺管技术外，还有很多其它管线铺设技术，比较典型的铺管技术还有隧道掘进法（Tunneling）、夯管法（Pipe Ramming）、螺旋钻进法（Auger Boring）、冲击矛法（Impact Moling）和直推管法等。

夯管除在短距离穿越施工外，国内多采用夯管为大型定向钻穿越工程铺设进出口套管，特别是对于表层的碎石、卵石等不良地层，可保障定向钻穿越工程成功。



图 2-37 滇江定向钻穿越工程夯套管基坑与设备就位



图 2-38 南充市第四水厂原水管道穿越嘉陵江工程

德国海瑞克的Bohrtec分公司主要生产直径小于等于1.4m的导向螺旋钻机。导向螺旋钻进有两种不同的钻进方法：一种是部分排土，称为导管法；另一种是完全排土，称为首节变向法。这两种方法是针对不同地层条件的不同解决方案。导管法适用于软土和可置换土。首节变向法适用于坚硬的地层条件，直至坚硬的岩石，多应用管棚支护工程。



图 2-39 隧道圆拱上的 Bohrtec BM 600 LS

直推管（DP-Direct Pipe Method）技术由德国海瑞克公司研发，它融合了水平定向钻进和微型隧道

技术的优势。直推管法可广泛用于长距离、大口径管线的施工，以辅助钻机的回拖作业。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商业应用。直推管施工于2016年首次应用在西气东输镇江高效园区改线工程穿越船山河项目，穿越水平距离346m，纵向曲率半径2032m，管道最大埋深12m，管径1016mm，压力10MPa，穿越地质主要为粉质粘土、淤泥和碎石层。施工中最大推力260t，平均施工速度45m/d，最大推进速度为淤泥层3m/min，设备贯通时水平与纵向误差均在100mm以内。



图 2-40 西气东输镇江高效园区改线工程直推管掘进设备与可回退式刀盘

直推管施工世界记录是2020年7月新西兰McConnell Dowell公司为奥克兰水务公司完成了外径为1220mm，长度达2021m入海排污管道铺设。前期世界记录分别是：2015年1068m(美国)，2016年1399m(荷兰)，2017年1496.5m(美国)，2018年1929m(新西兰)。



图 2-41 2021m 新世界记录直推管工程



图 2-42 回收旧管道和管内铺管

对于海岸管道工程排水(Outfalls污水、雨水、盐水)、取水(Intakes海水淡化、冷却)与登陆(Landfalls油气管道、光纤电缆)，可采用水平定向钻进、小口径顶管、直推管和管片法等施工方法或组合工法。



图 2-43 海岸管道工程施工方法

2.2 管道更新技术

管道更新技术 (Pipe Renovation) 包括管道替换和管道修复。管道替换包括：碎裂管法、吃管法和抽管法等。管道修复包括：插管法、改进插管法、管片法、螺旋缠绕法、CIPP法、喷涂法和软衬法等。

2.2.1 管道替换技术

管道替换 (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，可分为：吃管法、碎裂管法和抽管法等。

管道替换技术目前只有碎裂管法在国内有少量应用，吃管法等其它方法由于市场方面的原因国内仍没有获得商业应用。



图 2-44 碎裂管工具与设备

2.2.2 管道修复技术

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 (Slip Lining)、改进插管法 (Modified Sliplining)、管片法 (Segmental Lining)、螺旋缠绕法 (Spiral Wound Lining)、原位固化法 (Cured-in-place Pipe-CIPP) 和喷涂法 (Spray Lining) 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。管道修复技术发展趋势主要有以下几个方面：

（1）蓝光固化原位固化法（LED CIPP）

丹麦Per Aarsleff公司最近开发了一种BLUELIGHT LED固化系统，即利用蓝光（波长为450nm）进行固化的原位固化法，使用柔性毛毡（具有聚氨酯PU涂层）、特殊的乙烯基酯树脂（不含苯乙烯）和获得专利的光引发剂，由发光二极管（LED）发出的蓝光使树脂固化。适用于分支管道和建筑物内小口径（100~250mm）管道修复，固化速度在0.30~1.33m/min（18~80m/h），是传统光固化的2倍。



图 2-45 BLUELIGHT LED 固化系统与施工

（2）软管法（Winched-in Hose）

将具有柔韧性与高强度的软管折叠成U型后，拉入旧管道内，通过注入水或者压气使软管膨胀成圆形，然后在两端安装专用接头完成管道的修复。软管具有三层结构：外层为耐磨聚乙烯保护层，中间为采用无缝编织的聚酯纤维或凯夫拉纤维加强层（单层或双层），内层为聚乙烯（供水、工业）、热塑性聚氨酯（油气）或PUX（高温）。主要优点有软管可压扁、可折叠，壁厚薄；施工方便、占地小、速度快（10m/min）、成本低（可节省40%）。使用范围：主要用于小口径压力管道（供水、油气）的修复，管径50~800mm，长度20~2000m，工作压力7~50bar，工作温度-40~120℃，可通过45°弯头。



图 2-46 Primus Line® 普莱姆斯软管法施工

(3) 垫衬法 (Padding)

将外侧带有钉状突出物的高密度聚乙烯软衬置入旧管内，并在软衬和旧管之间的环隙注浆，达到修复破损管道的目的。主要用于大口径（150~4000mm）的上下水管道、检查井以及引水隧道、箱涵等的修复。主要特点：耐腐蚀、耐磨损，抗断裂、抗压和抗热变形和防渗透性能，管道内壁光滑、流速增大，适用于各类管材和断面形状。结构形式：采用不同的软衬及组合，可满足不同的修复要求，包括：基本型（防腐）、垫衬型（防渗）、双层型（承载）、仿生型（自洁、防滑）、监测型、电缆型等。

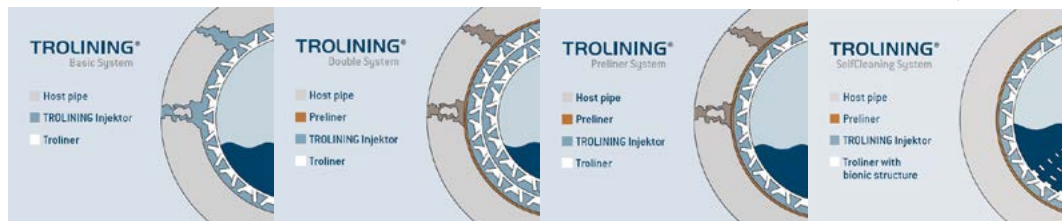


图 2-47 德国 Trolining 公司的仿生型内衬

(4) 热塑料成型法 (Formed-In-Place Pipe-FIPP)

将工厂预制好的衬管（C形、U形、凹形、工字形或扁形）先在现场预热软化后拉入待修复的管道内，再通过加热、加压使其膨胀并与原管道紧密贴合，最后通入常温气体或冷空气使其冷却成型形成内衬管。主要特点：施工设备简单、速度快、现场技术要求低；可以修复带角度的弯管和严重错位、变径和异形。（矩形、椭圆形）的管道。可适用于直径200~900mm的雨污管道、供水管道，以及公路涵管，不适合大口径、长距离管道修复。



图 2-48 热塑料成型工法与试验

(5) 离心浇筑法 (Centrifugal Cast Concrete Pipe-CCCP)

使用双向旋转的喷头在旧管道内喷一层或数层均匀的玻璃纤维加强混凝土，主要用于大口径的雨污管道以及检查井的修复。

(6) 原位制管法 (Manufactured-In-Place Pipe-MIPP)

利用机器人在旧管道内壁喷涂一层或数层速凝的高分子聚合物，厚度根据管道承载的内部压力和外部载荷设计，主要用于管压力管道的修复。



图 2-49 原位造管法

图 2-50 离心浇筑法

(7) 螺旋缠绕法 (Spiral Wound Lining)

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。

(8) 原位固化法 (Cured-in-place Pipe-CIPP)

北京天环燃气有限公司从德国卡尔维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）修复，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。

(9) 玻璃纤维贴片法 (GFRP)

玻璃纤维加固工艺是用玻璃纤维聚合物来加固混凝土结构，通常用于桥梁、堤坝等大型工程的加固处
理。实验将该工艺引入到检查井的加固修复中，再配合人工喷涂的方法，来解决检查井由于外力过大引起
的破裂问题。



2-51 改进后的玻璃纤维贴片法修复

(10) 紫外光原位固化修复技术 (UV-CIPP)

紫外线固化原位修复技术在城市重力流排水管网综合治理中得到了广泛的应用，修复管径涵盖
300mm~1600mm。同时也可以用于修复低压力管道，利用UV-CIPP 技术对深圳市凤塘泵站两根管径
1350mm、部分管段工作压力0.2MPa 的出水压力排水管道进行修复，解决了管道存在的腐蚀、裂缝、渗漏
等结构性病害，恢复了管道使用功能、延长了管道使用寿命。



图 2-52 北京隆科兴 UV-CIPP 修复压力管道

表 2-3 各种 UV CIPP 的性能试验 (德国 IKT)

Liner system	Base material	Water-tightness		Modulus of elasticity		Flexural strength		Wall thickness	
		No. of samples	Watertight in % of tests	No. of samples	Target* achieved in % of tests	No. of samples	Target* achieved in % of tests	No. of samples	Target* achieved in % of tests
Berolina liner	GRP	107	99.1	107	100	107	100	53	100
Brandenburger liner	GRP	236	99.6	288	99.0	288	99.7	222	94.1
Alphaliner	GRP	610	99.3	618	99.4	618	98.5	453	95.8
Insituform CIPP liner (NL)	NF	131	100**	147	96.6	147	98.0	136	98.5



IMPREG liner	GRP	290	97.9	296	100	296	99.0	224	94.6
SAERTEX liner	GRP	253	99.2	295	98.3	295	95.9	178	98.9
PAA SF liner	NF	84	98.8*	92	96.7	92	97.8	32	96.9
Average			99.1		98.9		98.4		96.2
average or above average below average * Target values in accordance with client's data (structural-analysis/sample data record) ** Without cutting of integrated inner film GRP: Glass-fibre-reinforced plastic base material NF: Needle-felt backing material									

管道更新主要研究单位有：清华大学、郑州大学、中国地质大学（北京）、天津科技大学、天津工业大学和中国纺织科学研究院等。同时，北京隆科兴公司、浙江华仕公司、上海誉帆公司、北京焕发管道公司、北京北燃环能公司、河南中拓公司、上海管丽建设公司、天津倚通科技公司等也拥有很强的技术研发能力。

2.3 辅助技术

非开挖辅助技术主要包括地下管线探测、管道检测、管道清洗与预处理、管道评价等。

2.3.1 管线探测技术

地下管线探测的主要方法有：探地雷达法、管线探测仪法、示踪法和真空抽吸法（点探法）等，探地雷达应用较为普遍。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时造成破坏。实际工程作业中一般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。

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。

表 2-4 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
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
磁法	磁梯度法		用于探测掩埋的井盖
	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
地震 波法	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，目前国内应用极少；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 2-53 美国威猛公司 V800 真空挖掘机



图 2-54 DUCT RunnerTm DR-HDD-4.2 惯性陀螺定位仪

探地雷达多为阵列式雷达，典型产品有：意大利IDS公司的车载阵列式探地雷达，配一台徕卡移动式激光扫描系统，具有一套完整的硬件和软件解决方案；美国Radar公司的三频探地雷达，集成了10英寸高分辨率平板电脑，GPS定位、3D成像、谷歌地图以及探测报告；瑞典Impulse Radar、加拿大Sensors & Software等公司均有各具特色的产品。



图 2-55 阵列式探地雷达产品

清华大学合肥公共安全研究院自主研发的管道漏失定位智能检测球是一个安装有声音传感器的专门用来检测泄漏点的球体。智能球在供水管道内随介质向前移动，当经过泄漏点时，通过传感器可以清晰地捕捉到极微小泄漏产生的噪音，并对泄漏点进行精确定位，同时估算出泄漏量的大小。



图 2-56 管道漏失定位智能检测球

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。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。

随着物联网、5G、GPS定位技术、云计算和人工智能等数字化技术应用于管线探测，为智能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。国内从事管道探测技术研究的单位有：保定金迪地下管线探测工程有限公司、上海雷迪机械仪器有限公司、广州探霸仪器有限公司、徠卡测量系统等。

2.3.2 管道检测技术

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。地下管道检测主要方法有：人工法、CCTV法、声纳法、潜望镜法、漏磁检测、雷达检测和微地震检测等。

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。

随着管道的老龄化及对于管道安全的重视，管道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；基于多传感器的监测网络，尤其是物联网、5G和地理信息系统等是今后发展的重要方向之一，对于管道预警具有价值。

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。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。



图 2-57 轮式及履带式摄像检测车



图 2-58 自漂流管道检测设备



图 2-59 ROV Seamor 型潜水检测机器人



图 2-60 国外大型 CCTV 检测设备



图 2-61 国产大型 CCTV 检测设备



图 2-62 螺旋推进式 CCTV 检测设备



图 2-63 无人机检测设备



图 2-64 典型的小直径 CCTV/声学检测装置

奥地利MTA公司开发的无缆式CCTV，由锂电池供电，可进行光学检测（缺陷），还可进行声学检测（渗漏）；适用于压力管道（供水、油气、热力等）检测；适用管径100~3000mm，最大长度500m，耐压100bar，耐温70℃。

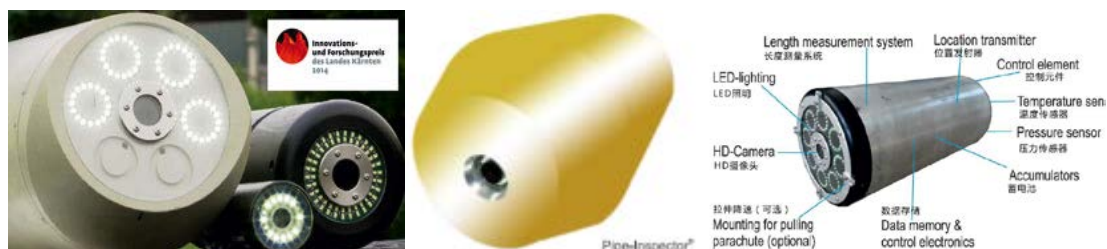


图 2-65 电池管道检测仪（子弹头）

芬兰Picote公司研制了一种智能切割机器人，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，可用于分支管的连接与封堵等作业。



图 2-66 德国机器人公司的微型系统 / 污水分支管道机器人

表 2-5 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 2-67 LineExplorer 3TM-tool 电磁超声检测器

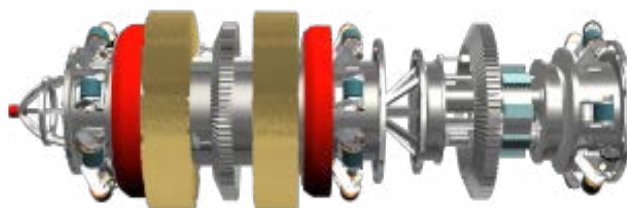


图 2-68 中石油检测公司漏磁检测仪

国外管道检测公司主要有：英国：RADIODETECTION公司、DYNALOG公司、Rosen公司、AT公司、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：北京英泰瑞得公司、武汉特瑞升公司、杭州华仕管道公司、上海予迪公司、北京埃德尔公司、北京雷迪东方公司、武汉中仪物联技术股份有限公司、深圳市施罗德工业集团有限公司、上海京佳实业有限公司、深圳市博铭维智能科技有限公司和管道局检测公司等。

2.3.3 管道清洗技术

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，有些公司开发了一些特殊管道清障机器人，受市场的影响，国内在该方面刚刚起步，研发有待提高和加强。

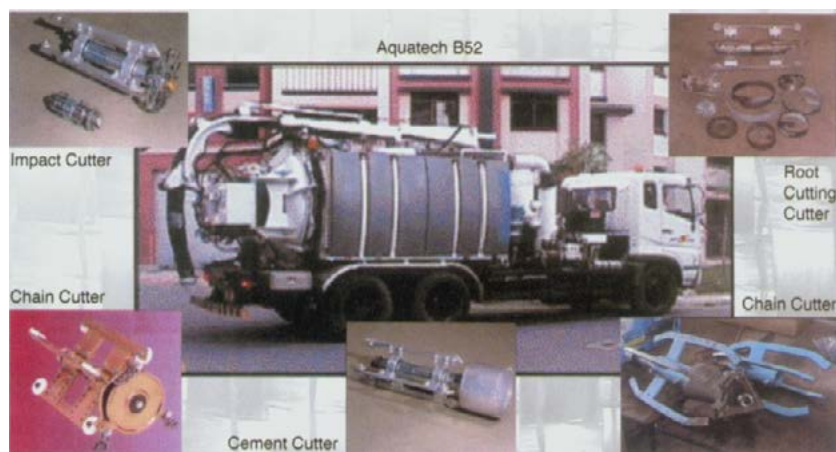


图 2-69 管道多用途清障机器人



图 2-70 POWER+ 工具适用范围

自从Picote Solutions公司将获奖的Smart Cutter (ISTT2012 年度产品奖) 作为重新开放分支和侧向连接的工具引入管道行业, 是Picote Solutions公司为各类管道进行清洁, 除垢和翻新研发众多工具中的一部分。



图 2-71 Picote Smart Cutter 管道清洗与预处理工具

2.3.4 管道评价技术

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, 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、业主或者两者合作去做。



图 2-72 Wincan Viewer 管道缺陷自动分析软件界面

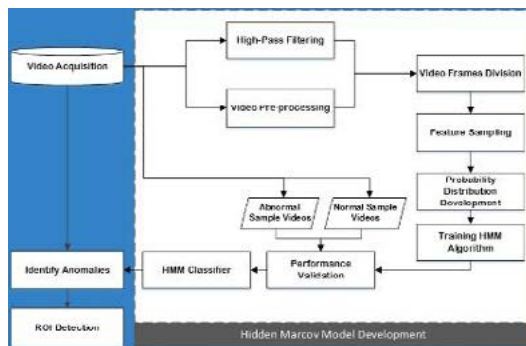


图 2-73 加拿大 Concordia 大学多属性下水道评价模型

图 2-74 加拿大 Concordia 大学自动检测诊断下水道异常模型

3 国内非开挖行业发展动态

非开挖行业发展与市政地下管线、长输送管线、交通和水利等应用行业发展密切相关，与国民经济社会发展程度和地理条件等相关，非开挖行业发展紧随国情，不同国情意味着非开挖工法应用在各国具有不同的特征，非开挖发展动态具有不同特点。

3.1 应用行业动态

非开挖应用主要有市政管网、长输管网和地下设施等，市政管网主要包括：排水管道、供水管道、供气管道、供热管道、工业管道等；长输管网主要包括：油气管道（原油、成品油和天然气）、电信电缆、电力电缆等；地下设施主要包括：城市地铁、人行通道、交通隧道等。

2007年6月，建设部把非开挖技术作为推广应用技术列入《建设事业“十一五”推广应用和限制禁止使用技术公告》（建设部第659号公告）。2014年6月，国务院办公厅在《关于加强城市地下管线建设管理的指导意见》中提出：鼓励在地下管线规划建设、运行维护及应急防灾等工作中，广泛应用精确测控、示踪标识、无损探测与修复、非开挖、物联网监测和隐患事故预警等先进技术。2019年11月，住房和城乡建设部等四部门联合发布的《关于进一步加强城市地下管线建设管理有关工作的通知》提出：“鼓励有利于缩短工期、减少开挖量、降低环境影响、提高管线安全的新技术和新材料在地下管线建设维护中的应用”。

“加快推进老旧管网和架空线入地改造，消除管线事故隐患”。因此，国家政策的支持为非开挖技术提供了良好发展空间。

3.1.1 市政管网

市政管网是城市运行、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，是城市的“生命线”。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2018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421万公里，是1985年的近50倍，特别是供水、燃气管道长度增长迅猛。

到2018年，全国城镇市政管网总长度419.1万公里，城市263.5万公里、县城65.8万公里、建制镇乡89.8万公里。其中，全国城镇供水管网总长度180.5万公里，其中：城市86.5万公里，县城24.3万公里，建制镇乡69.7万公里；全国城镇排水管网总长度108.4万公里，其中：城市68.3万公里，县城20.0万公里，建制镇乡20.1万公里；全国城镇燃气管网总长度86.4万公里，其中：城市71.6万公里，县城14.8万公里。全国城镇供热管网总长度43.8万公里，其中：城市37.1万公里，县城6.7万公里。

表 3-1 近五年我国市政管网建设统计 万 km

市政管网		2014		2015		2016		2017		2018	
		新增	长度	新增	长度	新增	长度	新增	长度	新增	长度
排水	城市	4.6	51.1	2.5	54.0	3.7	57.7	5.3	63.0	5.3	68.3
	县城	1.1	16.0	0.8	16.8	0.4	17.2	1.8	19.0	1.0	20.0
	乡镇	1.1	17.1	1.1	18.2	0.9	19.1	-0.1	19.0	1.7	20.7
	合计	6.8	84.2	4.4	89.0	5.0	94.0	7.0	101.0	8.0	109.0
	城市	3.1	67.7	3.3	71.0	4.7	75.7	4.0	79.7	7.0	86.5

供水	县城	0.9	20.4	1.1	21.5	-0.4	21.1	2.3	23.4	0.9	24.3
	乡镇	2.4	55.0	2.6	57.6	3.2	60.8	6.1	66.9	4.9	71.8
	合计	6.4	143.1	7.0	150.1	7.5	157.6	12.4	170.0	12.8	182.6
燃气	城市	4.3	47.5	5.3	52.8	5.0	57.8	6.3	64.1	7.5	71.6
	县城	1.2	9.3	1.7	11.0	-0.1	10.9	2.0	12.9	1.9	14.8
	合计	5.5	56.8	7.0	63.8	4.9	68.7	8.3	77.0	9.4	86.4
供热	城市	0.9	18.7	1.8	20.4	0.9	21.4	6.2	27.6	9.5	37.1
	县城	0.4	4.4	0.2	4.6	0.1	4.8	1.4	6.1	0.6	6.7
	合计	1.3	23.1	2.0	25.0	1.0	26.2	7.6	33.7	10.1	43.8
市政管网合计		20.1	307.2	20.7	327.9	18.6	346.5	35.2	381.7	40.1	421.8

2018年,全国城市(含县城)供水、排水、燃气、供热等四项市政设施建设投资共计3561.9亿元。其中:城市2788.0亿元,县城773.9亿元。其中:供水687.1亿元,排水1897.6亿元,燃气398.6亿元,供热578.6亿元。

表 3-2 全国 2011—2018 年城市市政设施建设投资 亿元

年份	供水	排水	燃气	供热	小计
2011	431.8	770.1	331.4	437.6	1970.9
2012	410.4	704.5	414.5	630.3	2159.7
2013	524.7	778.9	425.6	596.0	2325.2
2014	475.3	900.0	416.0	575.4	2366.7
2015	619.9	982.7	350.5	516.8	2469.9
2016	545.8	1222.5	408.9	481.9	2659.1
2017	580.1	1343.6	445.7	584.2	2953.6
2018	543.0	1529.9	295.1	420.0	2788.0

表 3-3 全国 2001—2018 年县城市政设施建设投资 亿元

年份	供水	排水	燃气	供热	小计
2011	127.6	201.6	112.7	155.7	597.6
2012	146.6	229.6	137.3	167.8	681.3
2013	164.9	276.1	182.3	223.4	846.7
2014	172.6	296.1	158.1	187.6	814.4
2015	156.4	265.8	112.6	171.0	705.8
2016	160.7	263.0	123.1	180.7	727.5

2017	226.3	383.9	121.0	194.1	925.3
2018	144.1	367.7	103.5	158.6	773.9

“十三五”期间，我国加强水和空气环境治理，以及美丽乡村建设，加大了城市和乡镇地下管线的投资力度，随着市政管网建设的迅猛发展，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。

表 3-4 “十三五”全国市政基础设施建设情况

序号	建设项目		规模(万 km)	投资(亿元)
1	供水管网工程	新建工程	9.3	1,230
		改造工程	8.08	850
2	污水管网工程	新建工程	9.5	1,720
		老旧管网改造	2.3	450
		合流制管改造	2.9	450
3	雨水管渠工程	雨水管网工程	11.24	5,150
		大型管涵	0.99	1,190
4	燃气管网工程	新建工程	13.7	2,440
		改造工程	3.1	470
		小区改造	3.0	300
5	供热管网工程	新建工程	4.1	1,810
		改造工程	3.0	1,220
		小区改造	2.0	800
	合 计		73.21	16,360

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，造成了严重的经济损失。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。例如德国在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；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2017年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2018年底，城市排水管道总长度为68.5万km，密度为10.36km/km²，人均仅1.6m。

表 3-5 1980 年以来我国城市排水管网建设情况

年 度	1980	1990	2000	2010	2015	2018	德国 2002	日本 2004	美国 2017
总长度, 万 km	2.19	5.8	14.18	36.96	53.96	68.35	44.6	35.0	150.0
密度, km/km ²	2.97	4.50	6.32	9.23	10.36	11.69	10	20~30	15.0
人均, m	0.24	0.39	0.68	0.94	1.17	1.60	5.44	3.51	4.0



(2) 管网老化

2000年前铺设的城市市政管网总长度约53万公里，其中：供水管25.5万公里，占供水管总长29.48%；排水管14.2万公里，占排水管总长20.79%；燃气管8.9万公里，占燃气管总长12.43%；供热管4.4万公里，占供热管总长11.86%。其中：20世纪七十年代及以前铺设的9.1万公里；20世纪八十年代铺设的15.0万公里；20世纪九十年代铺设的28.9万公里；2001—2010年铺设的82.8万公里；2011—2018年铺设的127.7万公里。其中很多已到使用年限，造成城市供水管网漏水、爆管事故率频发，全国每年因供水管网漏损和爆管造成的损失达几亿元；城市排水管网因年久失修、接头开裂，渗水、漏水现象较为普遍，严重污染城市地下水 and 周围环境；城市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。

	70年代以前		80年代		90年代		2001-2010		2011-2018	
	长度	占比 (%)	长度	占比 (%)	长度	占比 (%)	长度	占比 (%)	长度	占比 (%)
城市供水	5.9	6.82	7.5	8.67	12.1	13.99	28.5	32.95	32.5	37.57
城市排水	2.2	3.22	3.6	5.27	8.4	12.30	22.8	33.38	31.3	45.83
城市燃气	0.7	0.98	2.4	3.35	5.8	8.10	22.0	30.73	40.7	56.84
集中供热	0.3	0.81	1.5	4.04	2.6	7.01	9.5	25.61	23.2	62.53
合计	9.1	3.45	15.0	5.69	28.9	10.97	82.8	31.42	127.7	48.46

(3) 管材低劣

城镇供水管网管材主要为钢管、铸铁管（球墨铸铁管）、混凝土管、塑料管等；城镇排水管网管材主要为铸铁管、混凝土管、塑料管等；城镇燃气管网管材为钢管、铸铁管、塑料管等；集中供热管网管材为钢管，塑料管作为其保温层的保护套管。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%。

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。

(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。

截止2018年底,全国城市(含县城)市政管网总长度达到329.3万公里,其中:供水管110.8万公里,排水管88.3万公里,燃气管86.4万公里,供热管43.8万公里。其中,2011—2018期间,全国城市(含县城)市政管网平均每年新增加19.9万公里,其中:供水5.1万公里,排水5.0万公里,燃气6.4万公里,供热3.4万公里。另外,《全国城市市政基础设施建设“十三五”规划》安排:十三五期间,全国城市(含县城)市政管网建设73.21万公里,平均每年新建约14.5万公里。因此,巨量新铺设市政管网为非开挖铺设提供了广阔市场。虽然“十二五”、“十三五”期间,各地先后对部分市政管网进行了更新改造,取得了显著成效,有效地扼制了市政管网“跑冒滴漏”问题,但仍有大量市政管网亟待更新和改造。因此,巨量的市政管网更新改造任务为非开挖更新提供了广阔市场。

3.1.2 长输管网

我国为了减少大气污染,提高空气质量,到2020年在一次能源消费中,天然气消费的比重要达到10%以上(相当于4000亿 m^3),全国油气管网主干道总里程达到16.9万公里,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;至2025年,全国油气管网主干道总里程达到24万公里。据此测算,“十三五”与“十四五”期间主干油气管道建设总投资将分别达到7120亿元与9670亿元,总计约16790亿元。

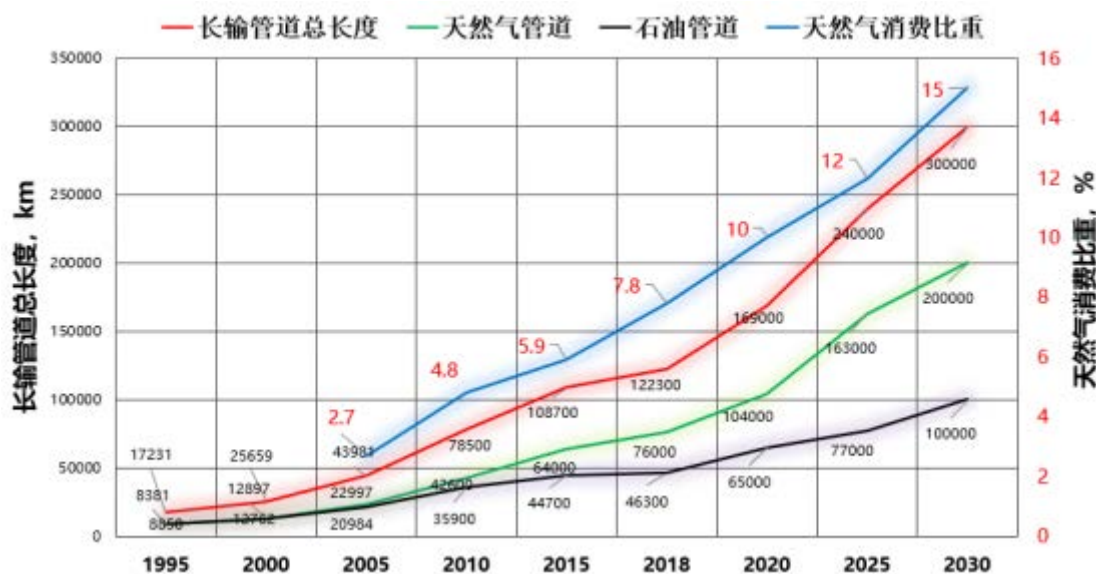


图 3-1 我国的长输管线建设情况

2017年,我国天然气消费量仅占能源消费总量的7.2%,远低于24%的国际平均水平;长输天然气管道总里程为7.7万公里,干线管道密度为7.3m/平方公里,只有美国的1/8、法国的1/9、德国的1/10。

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。

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。

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。

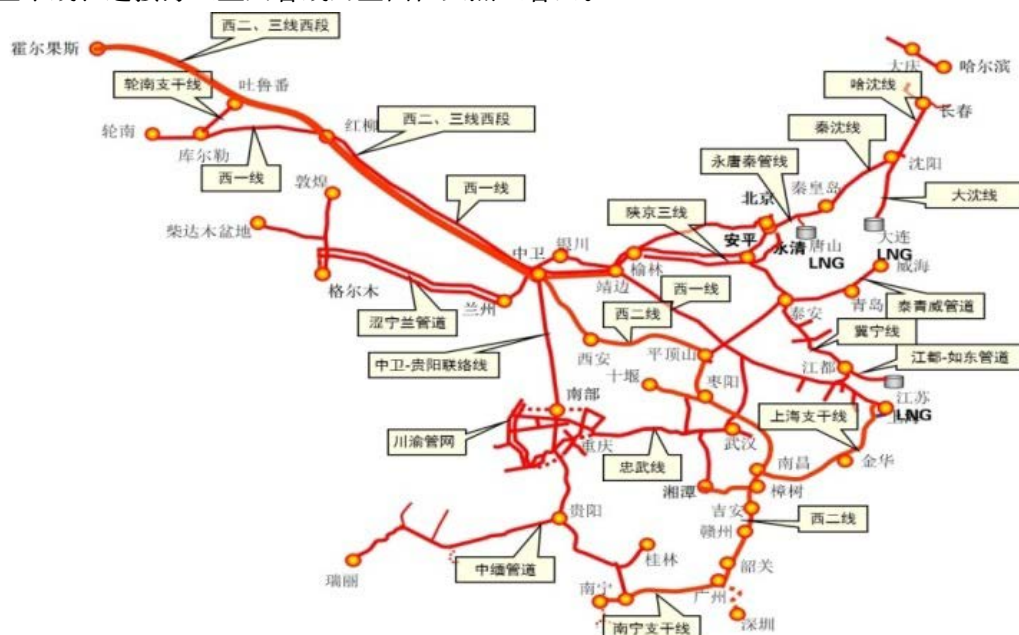


图 3-2 我国天然气输送管道网络

表 3-7 我国在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 千 3 支	2454	1 千 4929, 5 支 3393	俄 2680, 中 3968
管径 (mm)	1219	1410		1016-1420
年输送能力 (亿 m ³)	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	

3.1.3 基础设施建设

城市地下空间建设呈现多样化、深度化和复杂化发展趋势，逐渐从人防工程拓展到交通、市政、商服、仓储等多种类型，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。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。

“十三五”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。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。

自2013年起，我国地下管廊规划与建设开始了迅猛发展，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。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。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。全国地下管廊建设投资超过550亿元。

自2010年起,我国城市轨道交通开始迅猛发展,投资增速超40%以上,2010年仅10个城市建成轨道交通,在建项目28个,建设长度1991km。2019年有41个城市有轨道交通,长度超过6000km;城市轨道交通投资超过5800亿元,有49个城市在建设城市轨道交通,长度超过5600km。在“十四五”期间,城市地下空间建设会得到进一步加强。

表 3-8 2019 全国城市相关行业市政建设投资情况 单位:万元

地区名称	供水	燃气	轨道交通	地下综合管廊	排水
全国	5600744	2426995	58556287	5581094	15623608
北京	229793	154399	3464541	564183	1163097
天津	27242	4704	2176268	103223	297405
河北	109567	148871	719488	138453	424824
山西	148332	39887	0	1200	136675
内蒙古	104274	17868	606600	102968	178518
辽宁	171978	94741	771341	280	75762
吉林	68605	39334	440709	165135	218050
黑龙江	117253	57662	526860		117516
上海	75428	257383	2067600		989428
江苏	464541	263614	7186516	458101	1198960
浙江	613809	166616	8596321	181029	465509
安徽	297619	141155	1405751	94987	731867
福建	414529	80148	3195314	213700	578316
江西	191982	50666	838984	349824	914137
山东	399971	240432	3251101	721608	980179
河南	160816	87222	1238691	180757	533103
湖北	171721	32467	0	180285	1685443
湖南	366044	39441	0	144693	294524
广东	356480	131052	7390493	655964	1942458
广西	143674	56656	989090	193588	308811
海南	33196	0	45900	14836	149777
重庆	185509	48602	3099960	76224	478709
四川	314321	66327	6232592	151072	893907
贵州	100918	3361	340877	50923	77324
云南	72797	37829	1640821	228850	199834
西藏					200
陕西	97759	76292	1650710	85161	257425
甘肃	38781	20518	278271	45123	102339
青海	34181	5049	95000	167143	22021

宁夏	3296	4086	74	90716	54979
新疆	67977	58320	306416	171067	149728
新疆兵团	18355	2296		50000	2785

3.2 管线铺设行业动态

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，城市地下基础设施建设中水平定向钻进、顶管、盾构等非开挖技术应用呈快速增长的势头。

3.2.1 水平定向钻进

由于经济增速放缓，需求萎缩，2019年水平定向钻机制造商的钻机销量普遍下滑。2019年我国共销售水平定向钻机4350台钻机，比2018年的4554台减少了204台，其中出口钻机1065台（占24.5%），比2018年少97台；到2019年底，国内水平定向钻机的保有量为26640台，累计出口钻机6977台。同期，美国新增钻机2597台（比2018年少97台），钻机的保有量达53373台。

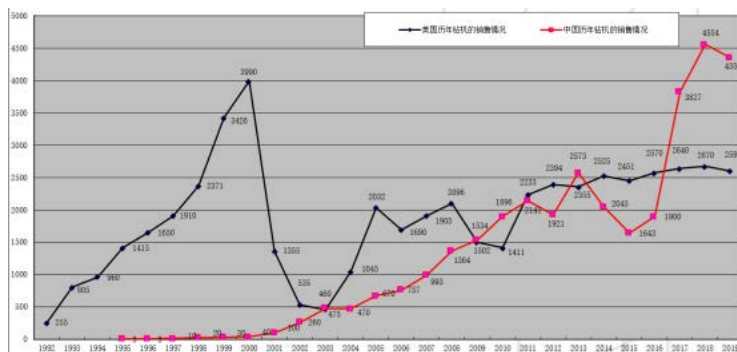


图 3-6 中美历年新增水平定向钻机的情况

在新增的钻机中，特大型钻机64台（占1.5%）、大型钻机135台（占3.1%），大型和特大型钻机的数量与2018年的175台增加了24台，所占比例从3.9%上升到4.6%。中型钻机共1944台，比2018年的1362台增加了582台，在新增钻机中所占比例由29.9%提高到44.7%。小型钻机2207台（其中微型钻机48台），比2018年减少了812台，但仍为主力机型（占50.7%）。

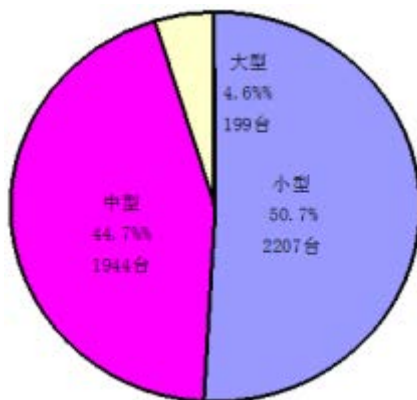


图 3-7 新增钻机不同机型所占比例

从钻机的使用年限上看，在累计的26640台钻机中，机龄在2年以内的钻机6677台（占25.0%）；2~5年的钻机5425台（占20.4%）；5~10年的钻机数量8282台（占31.1%）；10年以上的钻机6256台（占23.5%）。

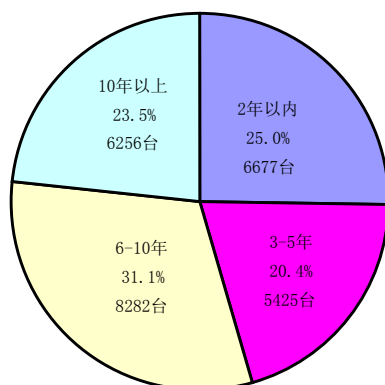


图 3-8 钻机总数按机龄分布

2019年,我国水平定向钻机销量排名首位的企业,其市场占有率达39.1%;前3名的制造商,其总销量为3477台(占79.9%,比2018年上升4.9%);前5名厂商的总销量共3845台(占88.4%,比2019年增加2.5%);前10名企业的总销量共4276台(占98.3%,比2019年增加1.4%)。行业集中度的变化与波动说明,经过十几年的快速发展,我国水平定向钻机行业已经进入相对成熟和稳定的阶段,市场格局基本成型。

表 3-9 2010 ~ 2019 年我国水平定向钻机的行业集中度

排名	2010/ %	2011/%	2012/%	2013/%	2014/%	2015/%	2016/%	2017/%	2018/%	2019/ %
第1位	22.4	21.6	26.1	24.2	22.6	25.1	24.3	30.9	33.6	39.1
前3位	49.9	53.0	56.4	56.8	55.1	58.2	60.8	68.8	75.0	79.9
前5位	71.5	73.4	72.5	72.8	78.6	75.1	76.2	82.0	85.9	88.4
前10位	96.3	95.1	92.8	95.2	95.0	94.6	94.1	98.4	96.9	98.3

水平定向钻进技术国内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。

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。国内知名设备制造企业: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、河南华北基础工程有限公司、廊坊市穿山甲工程机械有限公司等。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、河北天通管道工程有限公司、武汉市拓展地下管道工程有限公司、南京地龙非开挖工程技术有限公司、浙江银腾建设有限公司、新地能源工程技术有限公司、泰安市岱峰管道工程有限公司、廊坊中油昆仑管道工程有限公司、中石化江汉油建工程有限公司等。

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,近十余年来由于先进机械顶管掘进机的陆续引进,我



国顶管技术有了较大的进展，土压平衡、泥水平衡顶管技术日趋完善，引入了中继间、触变泥浆、测量纠偏、曲线顶管和岩石顶管等技术。顶管最小直径400mm，最大为4000mm。一次性顶进长度可达几百米，甚至千米以上。

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。随着顶管技术的不断完善进步，顶管应用面越来越宽，不断涌现出大型或超大型顶管工程。

表 3-10 2010—2020 年我国顶管机年生产量统计表

类 型	规 格	2016 年/ 台套	2017 年 /台套	2018 年/台 套	2019 年 /台套	2020 年 /台套
泥水平衡式顶管机	DN800mm 以下	18	26	28	42	56
	DN800—2600mm	303	377	428	418	411
	DN2600mm 以上	43	36	32	47	72
土压平衡式顶管机	DN1800mm 以下	12	18	12	9	9
	DN1800mm—4000mm	75	66	89	129	145
	DN4000mm 以上	4	3	3	7	9
异型（矩形）顶管机	截面积 20m ² 以下	5	7	9	12	12
	截面积 20m ² —35m ²	7	12	18	24	29
	截面积 35m ² 以上	3	4	9	11	19
合计		470	539	628	699	762

据对国内顶管机与微型隧道机生产企业的调查，2020共生产销售顶管机762台套，其中泥水平衡式顶管机约占70%，土压式平衡式占20%，异性顶管机约占10%。顶管机尺寸范围从小直径的600mm到4200mm。我国顶管机市场保有量已达到5600余台套。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。

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、雨水等重力管道施工，以及大直径的燃气、自来水和中水等压力管道施工。同时，大型或异性顶管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。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，特别在岩石顶管机、导向技术和特殊顶管技术等方面仍存在一定的技术瓶颈。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。国内知名生产企业：安徽唐兴机械装备有限公司、扬州广鑫重型设备有限公司、江都市永坚顶管工程有限公司等；知名施工企业：浙江交工集团股份有限公司、湖北黄石精武顶管工程有限公司、绍兴磐石管道工程有限公司、北京东方中远市政工程有限责任公司、山东诺泰市政工程有限公司、迅通（北京）非开挖建设工程有限公司、北京易成市政工程有限责任公司、上海隧道盾构工程有限公司顶管事业部、湖北望新建设有限公司、中煤建工集团有限

公司北京市政工程分公司、中亿丰隧道工程股份有限公司等。

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，3.5m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，

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，1月份、2月份累计销量同比持平或略有增长，3月份销量大幅超预期，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。据不完全统计，截止2018年5月，北京某公司共拥有18台土压平衡型盾构机。

(1) “十三五”期间城市轨道交通建设对盾构机的需求量翻番

我国城市轨道交通建设具备较大长期增长空间。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。

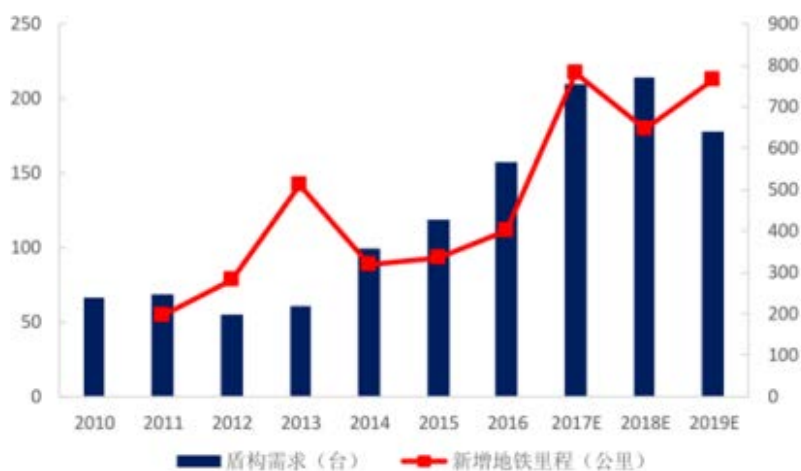


图 3-9 地铁建设对盾构机的需求趋势

(2) 管廊有望成为盾构机需求主力之一

城市地下管廊是将电力、通讯、广播电视、给水、排水、热水、制冷、燃气等两种以上的管线集中设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。管廊是大型城市建设的基础工程，随着我国城市的发展，管廊建设有望成为盾构机主力需求之一。

(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。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。



图 3-10 2015-2019 年国产盾构机销量

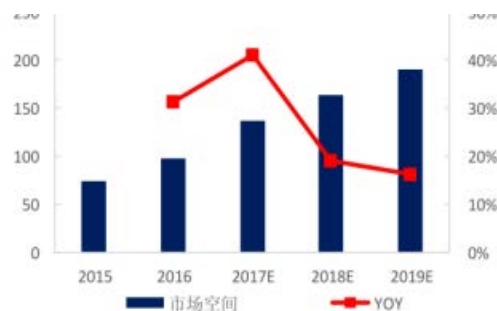


图 3-11 2015-2019 年国产盾构机市场

3.2.4 其它铺管技术

夯管、螺旋钻进、直推管和气动矛等技术普及应用相对水平定向钻进与顶管比较很少，夯管、气动矛和螺旋钻进应用于穿越长度不超过80m的场合，市场很小；同时小型水平定向钻进可替代夯管、气动矛和螺旋钻进应用。目前，夯管结合水平定向钻进夯表层导管和辅助施工，螺旋钻进结合顶管进行微型隧道施工等。气动矛在国内应用极少；直推管在一些特殊条件下有一定的优势，在国内会有少量应用。

3.3 管道更新行业动态

国内现有的市政管线中，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%。

表 3-11 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		2000 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

为了解决上述问题,在2013年和2014年国务院先后发布了《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,对我国非开挖管道更新技术的推广将起到了巨大的推动作用。

3.3.1 管道替换

20多年来管道替换行业的发展总体是平稳的,由于受市场制约,管道替换技术引进、研发进展不大,有研究单位或企业进行了吃管法等技术准备和前期研究,但是没有成熟产品或技术。目前,仅碎裂管法有少量的应用,其它管道替换工法基本没有应用。

3.3.2 管道修复

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,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。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。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,特别是UV CIPP工法。

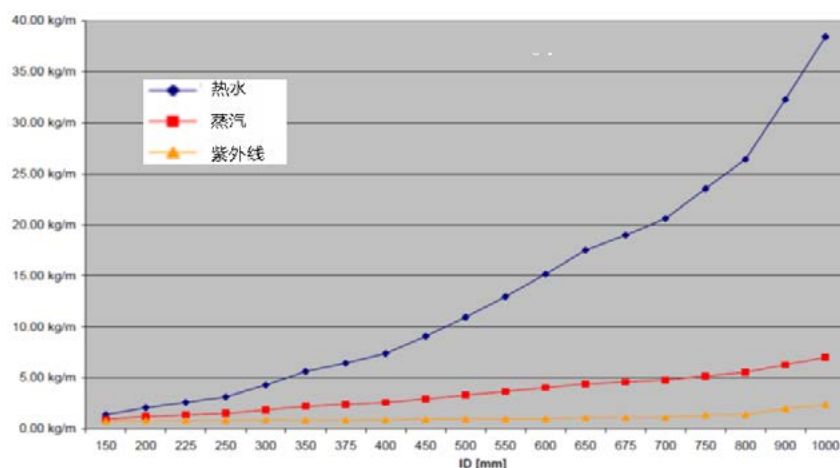


图 3-12 UV CIPP——一种绿色环境的施工方法

据CSTT不完全统计,2019年完成700余km管道替换与修复,点修复46000余处;2020年管道更新完成1000余km,点修复71000余处,其中CIPP法占工程量超过50%,UV CIPP占总工程量超过30%。近两年管道更新工程量年增长超过30%;每年都有不少管道更新公司成立。

表 3-12 2016 年—2019 年管道更新工法统计

更新工法	细分工法	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
插管法/m		34269	38092	53839	33586	18004
改进插管法 /m	塑料管	104439	113998	82224	68385	46697
	衬垫法	0	0	507	1170	111539
	软管法	130	7280	14300	4427	4570

	不锈钢	17173	15181	9173	14058	16527
CIPP 法/m	UV	111274	117074	145294	264467	383134
	蒸汽	1040	354	4524	8900	19538
	热水	39800	45067	56392	89167	126827
	常温	33	1989	7855	9822	15158
管片法/m		1300	2600	6695	9100	11740
螺旋缠绕法/m		6630	7836	20656	20822	35007
喷涂法/m ²	树脂	2561	2425	5444	14944	22993
	水泥砂浆	1300	12628	10556	56527	57502
	复合浆	2139	18355	18624	31347	14560
其他修复方法/m		45564	74005	49759	49681	88805
胀裂管法/m		18385	24323	16343	32023	25097
点修复/点		6085	19351	31655	45834	71266

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。国内知名企业：浙江华仕管道科技有限公司、北京隆科兴非开挖集团股份有限公司、北京焕发管道修复有限公司、深圳市巍特环境科技股份有限公司、上海管丽建设工程有限公司、上海誉帆环境科技有限公司、北京北排建设有限公司、天津倚通特种工程有限公司、北京北燃环能工程科技有限公司、浙江君泰环保科技有限公司、浙江荣邦建设有限公司、河南中拓石油工程技术股份有限公司、上海潜业市政工程有限公司、河北天元地理信息科技工程有限公司等。

3.4 辅助技术行业动态

3.4.1 管线探测

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：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，一般不对公众开放；开发此类大平台需要巨大资金的支持。

对于地下管线探测行业动态可总结如下：

(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；

(7) 地下管线信息化平台建设与大数据是无价之宝，虽然因数据保密的需要而无法以透明市场化形式竞争，但可与政府机构合作，开发不公开、仅服务于政府和主管部门的管理与评价。

3.4.2 管道清洗检测与评价

管道清洗、检测与评价市场目前具备以下特点：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；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；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；开发地下管道的监测、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

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

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2020年底全国油气长输管道总长度将突破16.9万公里，人工煤气供气管道长度1.1万公里，天然气供气管道长度76.8万公里。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2.82万公里，燃气管道长度约12.9万公里；同样，给排水等管道检测工程量也是巨大的。总体我国管道检测市场是很大的。

(3) 管道评价

我国重力管道评价技术是成熟的，有严格的技术规范标准，重力管道评价市场较为稳定。压力管道的评价具有很大的难度，技术上还不太成熟，没有成熟的技术规范。

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。

4 国外非开挖行业发展动态

国外非开挖发展动态，主要以欧、美、日为典型，也是现代非开挖技术主要发源地，同时由于不同国情、不同天然条件形成了各具特色的非开挖技术发展和应用之路。

4.1 国际长输管线动态

表 4-1 全球长输油气管道建设分布

地区	全球	北美	亚太	独联体	中东	欧洲
在建/ km	77073	12997	25326	18322	2095	6907
规划/ km	127325	38772	20434	12436	6291	8057
合计/ km	204398	51770	45760	30758	8386	14964

注：南美27624km，非洲25136km。



图 4-1 全球长输油气管道建设分布

全球主要长输管道工程如下：

- (1) 北溪2Nord Stream2（双线）：通过波罗的海将俄罗斯的天然气输送到德国以及欧洲国家；
- (2) 塔皮天然气管道（TAPI—土库曼—巴基斯坦—阿富汗—印度）：长1818km，投资80亿美元，可将天然气从土库曼输送到巴基斯坦和印度；
- (3) 土耳其流Turk Stream（双线）：绕过乌克兰连接俄罗斯最大气田和土耳其的天然气运输网络，并延伸到保加利亚，直接向欧洲输送天然供气；
- (4) 巴士拉到亚喀巴油气管道（双线）：长1680km，可从伊拉克向约旦输送1MMbpd（百万桶石油/天）和258MMcf/d（258百万立方英尺天然气/天）。
- (5) 波罗的海天然气管道：长900km，总投资18~24亿美元，将挪威的天然气通过丹麦输送到波兰，以减少对俄罗斯的依赖，预计2022年底投产；
- (6) 希腊—保加利亚天然气管道：长182km，将天然气从Azeri输送到保加利亚，也可将液化天然气从希腊输送到保加利亚，计划2020年完工；
- (7) AKK（Ajaokuta—Kaduna—Kano）：尼日利亚最大的天然气管道项目，长613km，管径1016mm，总投资28亿美元，计划2020年完工。

目前，欧洲各国所需天然气的40%由俄罗斯经乌克兰提供，部分中东欧国家更是80%以上依赖俄罗斯。近几年，俄罗斯和乌克兰之间的天然气风波让许多欧洲国家经历了“断气”的困境。

俄罗斯为了摆脱对能源过境乌克兰的依赖，同时欧洲为了实现天然气进口的多元化，修建新的输气管道

对欧盟和俄罗斯都显得尤为必要。建设北溪天然气管道和南方天然气走廊便是两大重要举措，其中土耳其在连接俄罗斯、中亚以及中东的大型天然气田和欧洲天然气市场中起到了桥梁的作用，多条管道需要过境土耳其输向欧洲。



图 4-2 欧洲天然气进口长输管线

表 4-2 土耳其境内的主要天然气管道

管道名称	工程概况	长度和投资	建成时间	年输送能力
俄罗斯经土耳其到东南欧的天然气管道				
俄罗斯-土耳其西线	自俄罗斯，经乌克兰、摩尔多瓦到达罗马尼亚、保加利亚、马其顿、土耳其。	1780km, 60亿卢布	1978年	280亿 m ³
俄罗斯-土耳其(蓝流 Blue Stream)	自俄罗斯的伊扎比热内，经黑海海底至土耳其首都安卡拉，是世界上最深(2150m)的海底管道。	1213 km (俄罗斯373km, 黑海396km, 土耳其444km), 32亿美元	2002年	160亿 m ³
土耳其流 (Turkish Stream)	自俄罗斯阿纳帕，穿越黑海东北部至西南部海底，在靠近土耳其基伊科伊的海底分2条线，1条为土耳其供气，另1条穿越土耳其西北部通向希腊的边境城市易普萨拉为东南欧国家供气。	1170km (海底910km, 土耳其260km)	2019年	315亿 m ³
中亚-里海经土耳其到欧洲的天然气管道				
南高加索 (SCP)	自阿塞拜疆巴库，经格鲁吉亚第比利斯，到达土耳其埃尔祖鲁姆。	970km	2007年	200亿 m ³
纳布科 (Nabucco)	经阿塞拜疆、格鲁吉亚、土耳其，把中亚(土库曼、哈萨克、阿塞拜疆)的天然气输往中东欧(保加利亚、匈牙利、罗马尼亚和奥地利等国家)。	3300km, 109亿美元	停顿状态	310亿 m ³

跨安纳托利亚 (TANAP)	将土库曼、阿塞拜疆的天然气输向欧洲，为南方天然气走廊的一部分，被视为连接欧洲和里海地区的“能源丝绸之路”。	1850km, 100亿美元	2019年	240亿 m ³
中东（伊朗、伊拉克、叙利亚）至土耳其天然气管道				
伊朗-土耳其	自伊朗西北部城市大不里士延伸到土耳其安卡拉。	1207km	2002年	140亿 m ³
伊朗-土耳其新线	自伊朗的大不里士，到土耳其的埃尔祖鲁姆。	660km, 约10亿欧元	2016年	200亿 m ³
伊拉克-土耳其			计划中	100亿 m ³
阿拉伯-土耳其	从埃及通过约旦、叙利亚将天然气输送到土耳其、欧洲。		计划中	
土耳其至欧洲天然气管道				
土耳其-希腊-意大利 (ITGI)	自土耳其的卡拉扎贝，延伸至希腊的利莫迪尼，为欧洲南方天然气走廊的一部分。	1096km, 15亿欧元	土耳其-希腊已完成	120亿 m ³
跨亚得里亚海 (TAP)	从土耳其，经希腊、阿尔巴尼亚，跨越亚得里亚海至意大利南部，最终通往西欧。	878km, 45亿欧元	2020年	200亿 m ³
土耳其-保加利亚 (ITB)	把来自阿塞拜疆的天然气，经过土耳其输送至保加利亚。		2016年	50亿 m ³

表 4-3 其他主要的石油和天然气管道

管道名称	建设路径	长度和投资	建成时间	年输送能力
北溪天然气管道	(Nord Stream)自列宁格勒州维堡钢，穿越波罗的海，在德国格赖夫斯瓦尔德登陆，是世界上最长的近海天然气管道。	1224km(均采用双管)，95+99亿欧元	1号 2011年 2号 2019年	550亿 m ³ 550亿 m ³
尼日利亚天然气管道	(AKK)贯穿东西的AKK (Ajaokuta-Kaduna卡杜纳-Kano卡诺)管道，为史以来最长天然气管道工程。	613 km(直径1016 mm)，28亿美元	2020年	
约旦-伊拉克油气管道	自巴士拉Basra到亚喀巴Aqaba。	1680 km (双线)		
塔皮天然气管道	(TAPI)自土库曼斯坦东部道列塔巴德气田，经阿富汗、巴基斯坦到印巴边境的印度小镇法济尔加。	1814 km, 76亿美元	2019年	330亿 m ³

中亚天然气管道	ABC三线西起土库曼斯坦和乌兹别克斯坦边境, 穿越乌兹别克斯坦中部和哈萨克斯坦, 经新疆霍尔果斯口岸入境, 与西气东输二线相连。 D线始于图乌边境, 经乌兹别克、塔吉克、吉尔吉斯, 从新疆乌恰入境。	ABC: 1833km D: 1000km	2014年 2020年	550亿 m ³ 300亿 m ³
中俄天然气管道东线	从俄罗斯远东经黑龙江黑河入境, 终点为上海。	俄罗斯2680km, 中国3968km	2019年	380亿 m ³
中俄天然气管道西线	俄罗斯自西西伯利亚, 经阿尔泰管道至中国新疆, 最终与西气东输五线相连。	6700km (俄罗斯2700km, 中国4000km)	规划中	300亿 m ³
拱心石输油管道	由加拿大阿尔伯塔省的哈迪斯蒂直接通向美国内布拉斯加州斯蒂尔城, 东至伊利诺伊州的帕托卡, 南达俄克拉荷马州的库辛, 再延伸至得克萨斯州的休斯顿, 直抵墨西哥湾。	约4000km		80万桶 / 日



图 4-3 塔皮 (TAPI) 天然气管道和拱心石输油管

4.2 美国非开挖行业动态

美国非开挖行业动态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趋势对我国非开挖行业分析具有重要的参考价值。

4.2.1 水平定向钻进

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, 还是市场保有量都远超我国。据统计, 到2019年底, 美国水平定向钻机的市场保有量已超过50200台。

近两年受全球新冠肺炎 Covid-19 的影响, 全球石油和天然气消费量的突然下降高达30%, 再加上俄罗斯和沙特阿拉伯之间的价格战, 导致油价螺旋式下降至负值。尽管油价迅速回升至正数, 并继续稳步复苏, 油价才刚刚开始接近一个可以让钻井和管道建设再次获得合理盈利的价格点。油气管道项目要多久才能恢复还有待观察。石油和天然气项目的减少无疑对水平定向钻进行业造成了一定的伤害, 但是得到其他市场的补充。

对于中小型钻机所有者和运营商而言，电信行业(即宽带行业)在Covid-19疫情大流行的高峰期只经历了稍微影响。在北美市场的某些地区，5G蜂窝网络的建设出现了轻微放缓，但光纤网络的建设总体上没有收到影响。互联网和流媒体服务的需求猛增，流媒体娱乐服务的消费需求也大幅增长，这些“新常态”对宽带服务的更多需求，家庭、企业、医疗设施等的光纤建设将稳步增加。因此，到目前为止，通信服务的整体建设从未严重放缓，所以主要使用HDD的电信承包商很少看到他们的工作中断。

目前Covid-19疫情大流行已经清楚地表明了HDD对地下基础设施的价值，HDD已被所有涉及地下公用设施安装市场广泛接受。电信仍然是小型钻机的主要驱动因素，而天然气配送、电力、供水甚至下水管道继续成为不断增长的市场机会。在Covid-19疫情大流行的这一年，HDD市场的构成发生了一些变化。调查显示，电信占25.9%，仍然是HDD应用的最大细分市场；供水的市场份额保持在19.9%，紧随其后的是天然气分销的19.8%和电力分销、传输的12.9%；石油和天然气输送的应用已经下降到7.6%的市场份额(并且仍在下降)。HDD的多样性和创新性用途已增长到3.1%的市场份额。

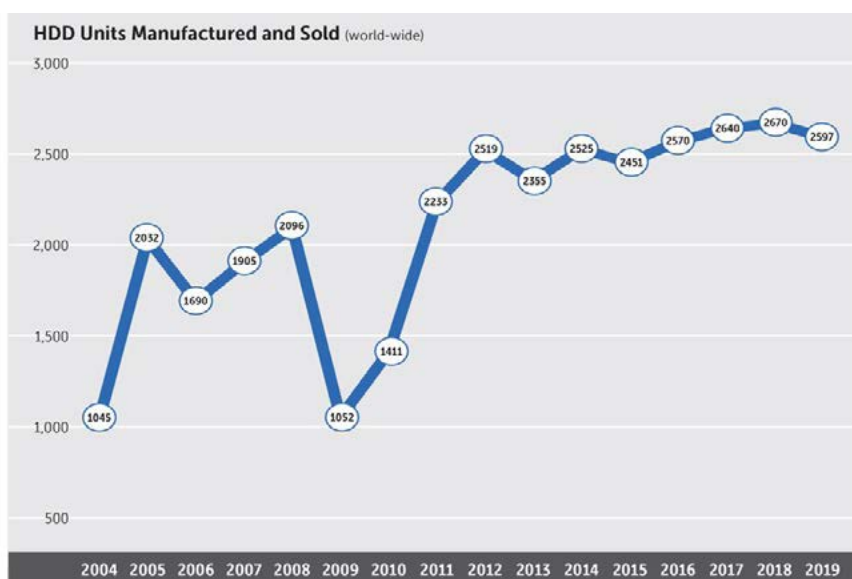


图 4-4 美国 2004-2019 年水平定向钻机新增数量

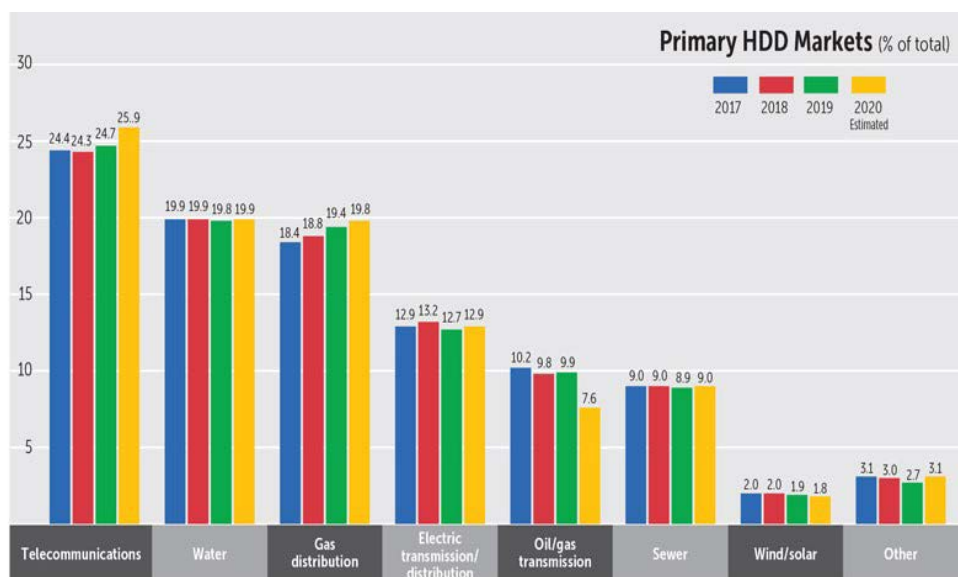


图 4-5 HDD 应用市场分布

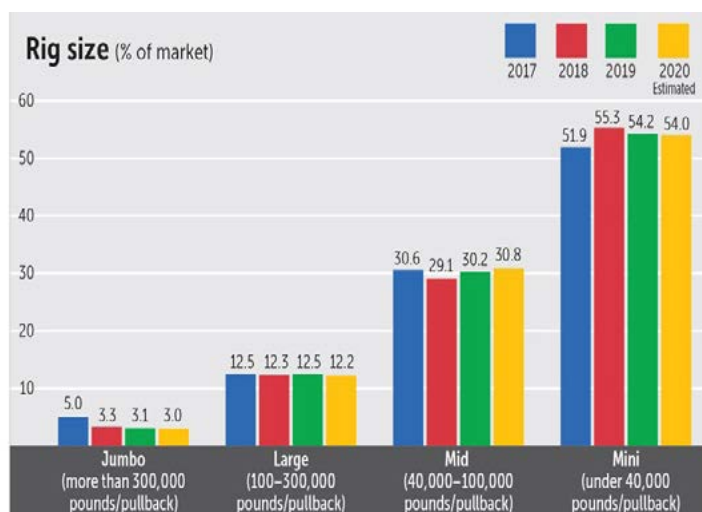


图 4-6 HDD 钻机类型分布

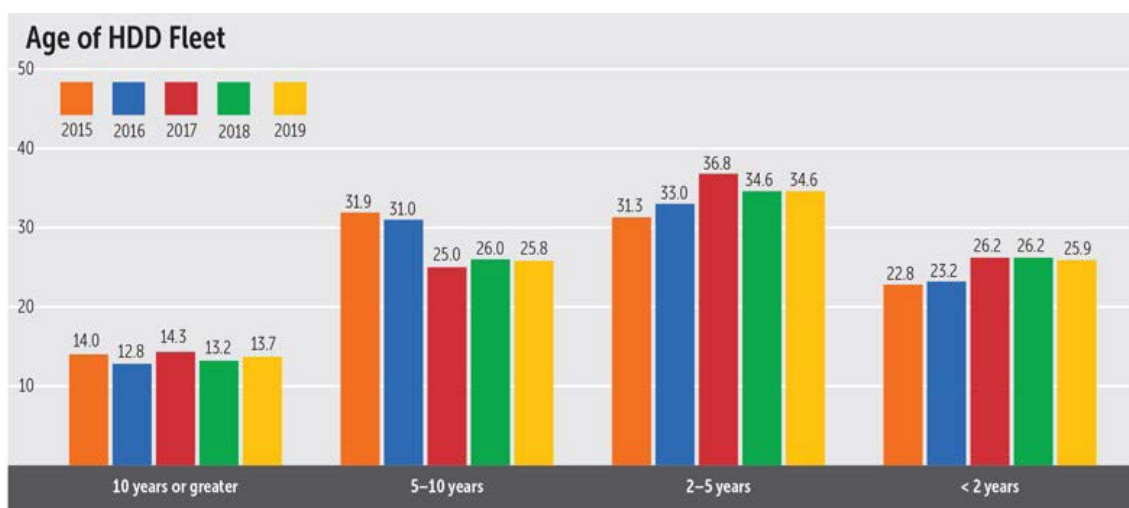


图 4-7 HDD 钻机服役时长

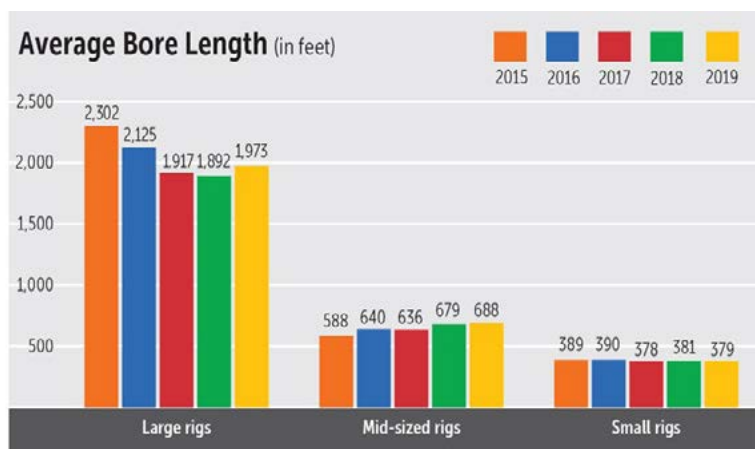


图 4-8 各类设备累计钻进长度

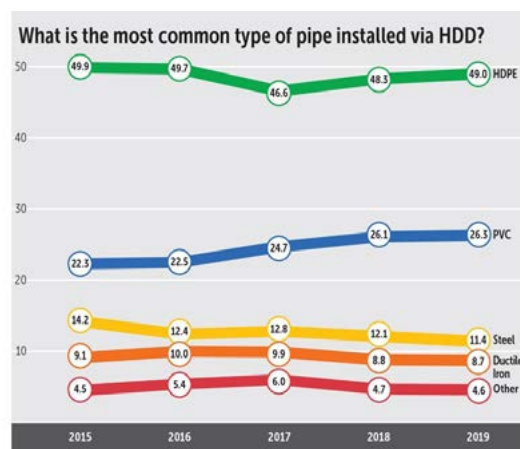


图 4-9 HDD 铺管管材类型

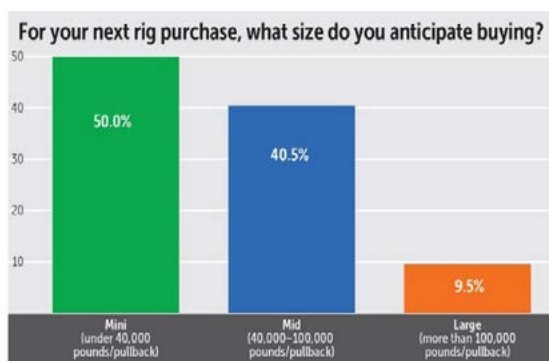


图 4-10 不同类型 HDD 钻机的购买潜力

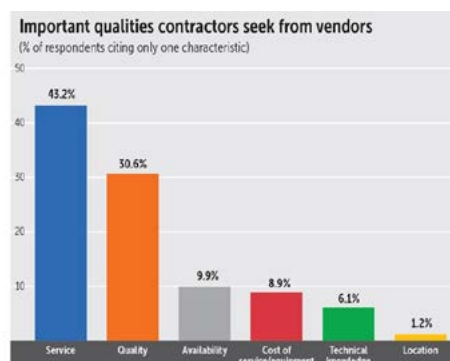


图 4-11 承包商关注点

4.2.2 市政管网非开挖动态

据统计，美国过去5年在排水（污水和雨水）和供水管道施工（包括铺设和修复）的投资基本持平。预计到2020年，新安装的下水道基础设施将增加到53亿美元，而供水建设将从37.4亿美元增加到38亿美元。在其增长曲线中，修复的速度继续超过新建的速度。排水管道修复项目预计将增加到50亿美元，供水项目将增加0.5%(23亿美元)。总的来说，到2020年，美国用于排水、供水和雨水管道基础设施的支出计划预计将达到199亿美元。

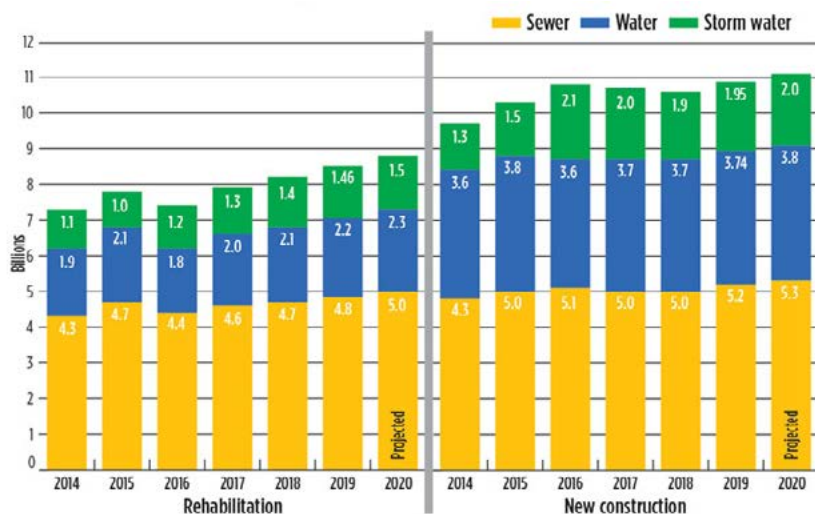


图 4-12 2014–2020 年美国污水、雨水和供水管道投资情况

表 4-4 近十年美国市政管道建设投资 (亿 USD)

年 度		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
供水管道	新铺设	26	27.8	32	36	38	36	37	37	37.4	38
	更换与修复	15	16.5	17	19	21	18	20	21	22	23
污水管道	新铺设	42	43.0	43	48	50	51	50	50	52	53
	更换与修复	32	35.8	38	43	47	44	46	47	48	50
雨水管道	新铺设	9.1	8.2	9	13	15	21	20	19	19.5	20
	更换与修复	8.1	7.8	10	11	10	12	13	14	14.6	15
小计	新铺设	77.1	79	84	97	103	108	107	106	108.9	111
	更换与修复	55.1	60.1	65	73	78	74	79	82	84.6	88
合 计		132	139	149	170	181	182	186	188	194	199

在采用非开挖施工的工法中，CIPP（原位内衬法）是最受欢迎的一种方法，占52%；其次是局部修复法（43%）和喷涂法（32%）；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29%、26%、20%和18%；插管法、折叠法、夯管和微型隧道法使用的比例相对较低。

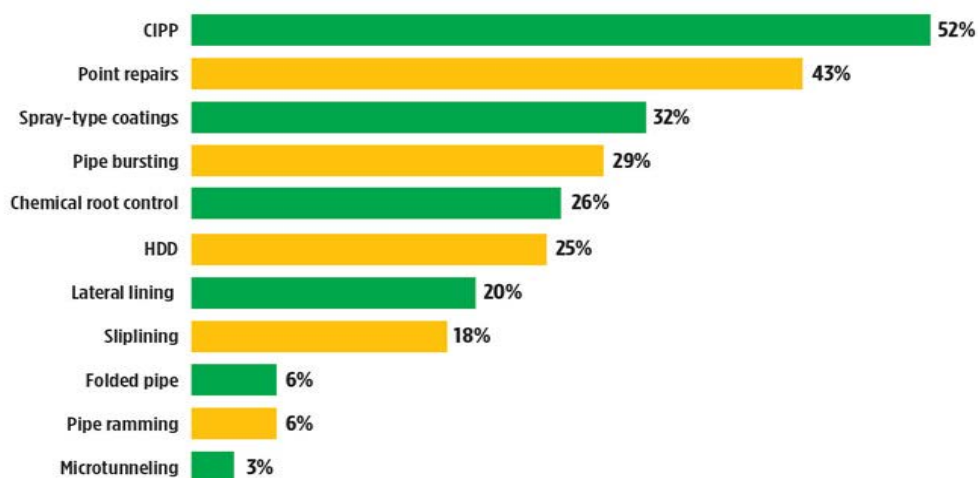


图 4-13 各种非开挖工法施工所占的比例

根据统计数据，目前水平定向钻进（HDD）和人井喷涂修复是美国使用最广的非开挖管道铺设和修复技术。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。

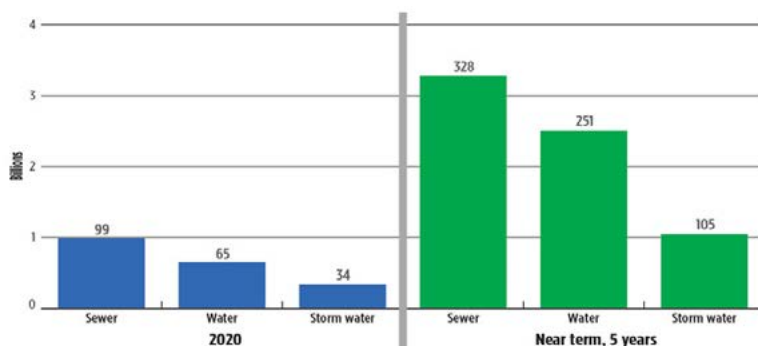


图 4-14 预期管道更新所需资金情况

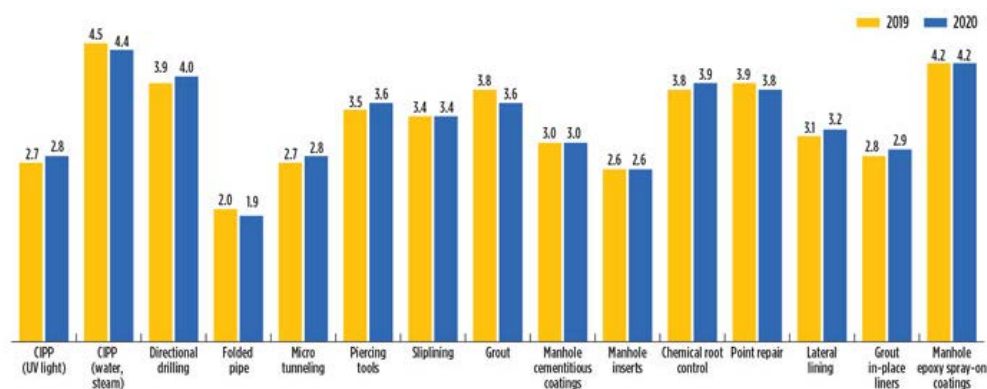


图 4-15 对各种非开挖工法施工技术的评价

4.3 其他国家非开挖行业动态

4.3.1 欧洲非开挖动态

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。2017年，德国CIPP总量约为1500km，其中UV CIPP为947km，占63%；其他国家的UV CIPP为1579km（美国约占修复工程量50%，欧洲除德国外占40%）。

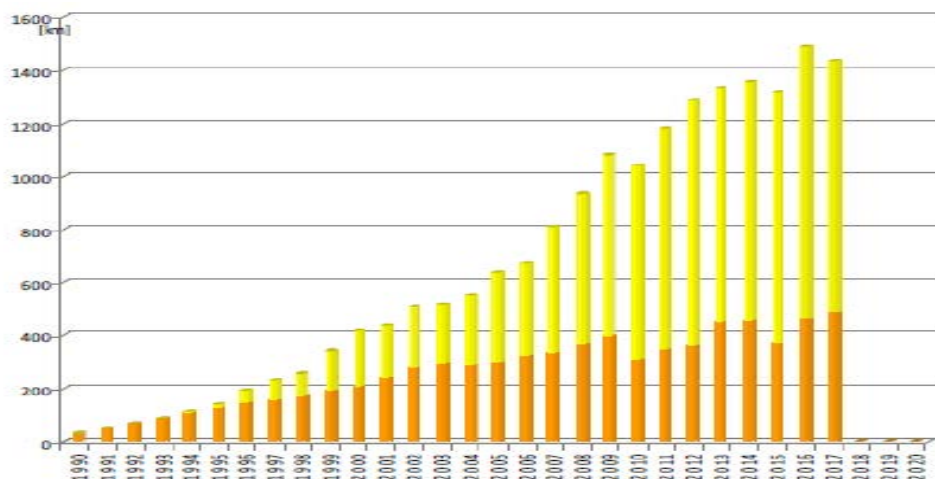


图 4-16 德国非开挖修复年度工程量

4.3.2 日本非开挖动态

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（包括含地下水的地质和含卵砾石的地质），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，以彻底改善人民的生活环境。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344864km，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km。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。

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。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。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。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5000km。各种施工技术的施工比例大致为：翻转法内衬技术为占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，在规定的评价项目下进行审查。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，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。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。

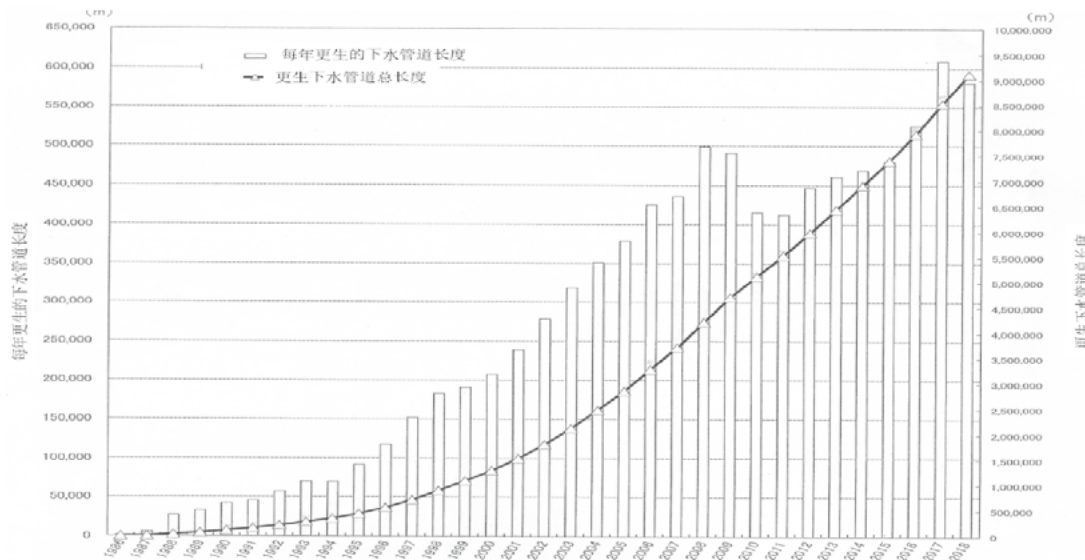


图 4-17 日本历年管道更新工程量

4.3.3 南非非开挖动态

南非全国范围内因为市政水管泄露和渗入产生37%的水资源浪费，40%的供水管和污水管道需要更换。这些事情将在2030年国家发展计划中加以解决，据估计需要大概626亿美元维修我们的管道和水利设施。正是由于这样，非开挖管道修复市场潜力巨大。这个国家长期处于干旱之中，毫无疑问这个自然因素将释放巨大的非开挖市场与需求。

目前，南非的国内生产总值很低，缺乏对基础设施的投入，这对建筑业以及非开挖技术产业的发展产生了不利影响。南非非开挖行业面临的挑战还有以创造就业为中心的采购倾斜政策，该政策鼓励许多城市使用明挖法更换管道来创造更多的就业机会。南非非开挖技术协会（SASTT）认为非开挖技术将会减少就业岗位简直就是一种错误的观念，现在面临的挑战是要证明非开挖技术不仅能削减成本，而且将提供与明挖法相同数量的就业机会。

SASTT目前正在制定自己的任务和组织模式，目的是获得其成员的授权，以便扩大非开挖市场。寻找机会销售设备，提供技术转让，并从国际和当地的角度出发进行培训和特许经营。希望看到现有的会员能从前述的项目中获益，这些项目难度更大，规模更大，需要经验丰富并在建造业发展局（CIDB）获得更高资质的非开挖承包商。

5 非开挖行业展望

欧美日等西方发达国家继续引领非开挖行业技术发展，非开挖行业发展相对稳定；发展中国家，特别是东南亚国家和金砖国家非开挖呈现快速发展趋势，技术上总体跟跑西方发达国家。

我国社会经济进入新阶段、非开挖技术日趋成熟完善和非开挖施工成本逐年降低，非开挖技术优势逐渐被人们认同，政府政策方面也给予大力支持，非开挖产业日益成长、应用程度逐年提高。随着国际交流更加广泛，中国非开挖技术将日益成熟，行业发展迅猛，设备和施工出口也逐年增长，中国非开挖技术行业前景广阔无限。

5.1 非开挖发展格局

5.1.1 国内非开挖发展格局

我国非开挖行业经过20余年的发展，非开挖装备与技术水平，与国外相比还存在一定差距，有的领域还存在诸多技术瓶颈。总体来说，我国非开挖技术中水平定向钻进领域领跑全球，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，差距明显。具体表现在以下几个方面。

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	-	施工	装备
盾构	施工	装备	-
管道更新	-	施工	材料
辅助技术	-	-	装备

(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；

(3) 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；目前我国非开挖行业出口主要集中在独联体（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。

我国非开挖装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。

表 5-2 德国、日本和中国制造顶管机的对比

国别	德国	日本	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，配又保护装置，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。

5.1.2 国外非开挖发展格局

美国是西方发达国家的代表，科技先进、国土辽阔，各非开挖技术先进、应用较为普及和均衡，水平定向钻进、顶管、盾构、管道更新和管线探测与检查等技术先进、应用程度高，发展模式与我国相类似，市场容量大、技术前沿。欧洲、日本由于发展程度高、地域较为狭小，总体水平定向钻进市场容量较小，欧洲管线探测、管道检测、管道更新技术走在世界前沿，市场应用程度高；日本管道探测与检查、顶管和管道修复技术先进，应用程度高。

金砖国家俄罗斯与印度等发展中国家，特别东南亚地区，非开挖技术紧跟西方发达国家，不断引进先进非开挖技术，特别是这些国家的经济获得快速发展促进了非开挖技术的推广应用，推动了世界非开挖技术的普及。总体这些国家的非开挖行业发展是粗放式，与西方发达国家还有很大的差距，同时为我国非开挖产品、技术和工程走出中国提供了巨大的市场。

5.2 管线铺设行业展望

我国人口众多、幅员辽阔，现代城市建设发展迅猛，经济社会发展进入新阶段，为非开挖应用提高了广阔的市场，我国非开挖推广应用与西方发达国家相比存在一定的差距，预测“十四五”期间我国非开挖行业市场前景很好。市场主要表现出以下几个特点：非开挖管道铺设应用接近到达行业顶峰，市场容量扩大余地有限，管道铺设中高难度、高技术水平施工还有较大的市场；管道更新刚刚处于逐步壮大期，市场应用有很大的发展余地，特别是UV CIPP法，管道更新中技术层次较低、工艺简单工法市场前景有限，有被高层次工法替代的趋势；主要辅助技术仪器我国目前主要依赖进口，国内自主研发有良好的市场前景。

5.2.1 水平定向钻进

水平定向钻进设备、仪器和施工技术成熟，应用普及程度高。国内水平定向钻进技术水平和国外相差不多，水平定向钻机制造商有10余家，钻机生产集中度越来越高。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，钻机大量出口俄罗斯、东南亚、中东等地区。

水平定向钻进施工承包商近300家，水平定向钻进施工市场处于高度竞争、重新洗牌阶段；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：从事中、小型工程施工的没有相关资质工程承包商，主要承包地区性或行业性非开挖工程；主要从事中大型工程施工的有资质工程承包商，主要承包全国范围或国外和多行业非开挖工程。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趋饱和，设备制造商和工程承包商都面临较大的竞争压力，行业总体可投资性不高，投资回报率相对较低。

5.2.2 顶管

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，顶管机和顶管工程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，投资回报率一般。

5.2.3 盾构

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。盾构机和施工技术集成度高、投资大，国内主要是有实力的国企从事盾构机生产和施工；有少数民企从事小型盾构机研制生产。盾构设备与工程市场主要在大型设备制造企业和工程承包企业竞争，小型企业难于踏入盾构市场。

“十四五”期间城市轨道交通建设对盾构机的需求量将趋于平稳；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，盾构市场将进一步扩大，盾构企业应该立足轨道交通盾构，累积地下管廊盾构技术，以满足地下管廊、城市轨道交通等盾构市场增长，并积极拓展海外。



5.2.4 其他铺管技术

夯管、气动矛和螺旋钻进应用面窄、市场小，装备制造和工程施工多从属于水平定向钻进类企业的附属产品或工程；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，具有一定的市场前景。

5.3 管道更新行业展望

5.3.1 管道替换

管道替换技术国内主要有碎裂管法有应用；由于管道替换应用面有限，碎裂管法应用市场很小；吃管法、抽管法等目前几乎没有应用，后期吃管法应有一定的前景，但市场容量也非常有限。总体管道替换技术投资性不强，市场有但容量有限，中小型企业可以考虑投资。

5.3.2 管道修复

经过10多年的不断引进、消化和创新开发，国内管道更新技术取得很大的进步，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，但在修复材料等方面还有很大的差距。

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，市场前景很好。特别是UV 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60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。总体上，管道更新材料生产和工程施工市场可投资性较高，前期投资规模适中，投资回报率较高。

5.4 辅助技术行业展望

地下管线探测、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普查属重大基础工程，技术成熟度较高，市场进入门槛较高，前期投入较大，投资回报率适中。而且随着国家推进城市地下空间现状普查，地下管线探测市场仍有较大幅度增长。

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市场前景看好，具有很好的可投资性，投资回报率较高；但是管道检测技术门槛较高，需要一定的仪器研发技术积累。



泰安市岱峰管道工程有限公司



“岱峰牌”吊管机在迪拜



长吉线岔路河穿越段
安全改造工程—夯锤施工



组对焊接



焊接工程—冀宁线大汶河
河道治理工程大汶河
河道治理工程组对焊接预制



兰郑长淮河穿越



潜江—韶关输气管道工程线路
四标段绿水河定向钻穿越工程—标准化
施工工地平面布置图



8管线发送
(陕京三线榆溪河 $\phi 1016 \times 870\text{m}$)



中委合资广东石化2000万重质原油
加工工程厂区给排水消防网管
工程沟下焊接

电 话：0538-2139777

移动电话：138-5388-6238

网 址：<http://www.tadfgd.com>

总部地址：山东省泰安市高新区南天门大街西首





中煤建工集团有限公司
中国煤地 China Coal Construction Engineering Group Co., Ltd.

公司简介 Company Profile

中煤建工集团有限公司隶属于中国煤炭地质总局，是一个集项目运作、建筑施工、土地开发、建材贸易于一体的管理型、技术型、效益型的中央二级企业，注册资本金10.05亿元，拥有房屋建筑工程施工总承包壹级、市政公用工程施工总承包壹级、建筑装修装饰工程专业承包壹级等多个高等级资质；拥有一批年富力强、具有丰富实践经验的管理人才和技术人才，特别是在工程建设领域中的设计、施工、预算、投融资、管控、运营等业务上具有较强的团队协作能力。目前下辖5个法人子企业、3个分公司，7个控股子公司，业务分布在国内20多个省（市、自治区）及境外多个国家和地区。

近年来，集团公司时刻秉承“品质保障、价值创造”的核心价值理念，依托总局“11463”总体发展战略，落实“建筑工程承包商、城市建设运营商”定位，成功进行了总局系统内相关企业的强强联合与重组整合，顺利完成了董事会建设，有效实现了专业化产业集团的擅变，构建起以地基基础、建筑施工、市政工程、水利水电工程、环境工程、土地开发为主业板块的业务格局，尤其是从地下到地上、从低层到高层、从开发建设到运营管理等业务方面不断突破，在国内建筑施工安装、市政基础、地下综合管廊和水利工程建设、资本市场运营、PPP模式运作等大型项目总承包方面具有较强的号召力、带动力和影响力，为企业发展奠定了坚实基础，也为集团在激烈的市场竞争中赢得了一席之地，驶入快速高质量发展的新经济时代。

荣誉证书



施工业绩



佳境美食城



咸阳博物院



句容-濠锋星钻



武汉-恒隆广场



长沙地铁站



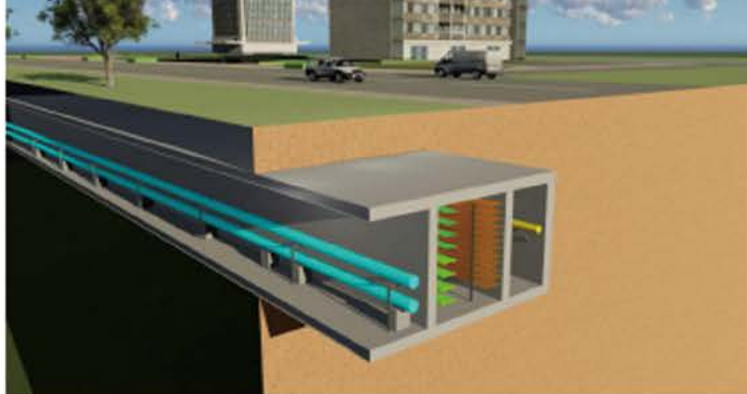
武汉恒隆广场



王家墩地铁站



延安新区北区第一九年义务教育学校



公司简介 Company Profile

中煤建工集团有限公司北京市政工程分公司是中煤建工旗下专业化公司，承担集团公司市政公用工程、环境工程、地下空间建设三大业务板块。成立三年来，市政分公司始终坚持贯彻落实总局“11463”总体发展战略和集团

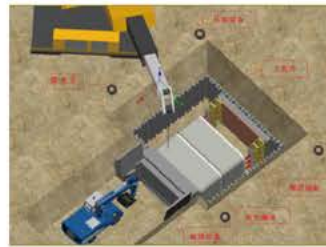


公司“12845”战略部署，践行“地质+”理念，围绕“美丽地球”建设战略愿景，充分发挥“地质+”优势，围绕国家“一带一路”“京津冀一体化”战略，着力打造市政公用工程、地下空间建设、环境工程三位一体的专业化公司。承建了集团首个PPP项目、首个地质灾害治理项目。成功申办地质灾害治理丙级资质、土地规划乙级资质。

市政分公司始终秉承着内外兼修的品牌建设理念，从施工现场的安全、质量精细化管理、内业资料的规范化梳理、项目部的文化气氛营造到管理团队的作风建设，力求打造出集团级精美、精准、精细化的优质品牌标杆项目，以品牌树形象，以品牌促效益，精心培育差异化核心竞争力。并以管廊项目为依托，着力推进科技创新、模式创新和管理创新，大力开展技术研究，《预制装配式地下管廊的施工关键工艺技术研究》重大科研项目获得总局立项并组织实施，目前已获得多项发明专利的受理或授权，力争形成特色鲜明、优势突出的具有较强行业竞争力的“地质+”企业，推进市政公司全面、快速、健康发展。

泾河新城地下综合管廊项目是由泾河新城管委会与中煤建工集团有限公司联合投资建设的PPP项目。该项目位于陕西省西咸新区泾河新城高庄镇，包括灞洲二街、茶马大道、乐华二路、乐华三路共四条管廊，设计使用年限100年，总长度5.06公里。茶马大道、乐华二路、乐华三路三条管廊采用传

施工业绩



管道检测

砂浆喷涂修复系统

高效 | 便捷 | 环保 | 耐用

X120-SP



咨询热线
ADVISORY HOTLINE

027-59880849

售后: 027-59903799 投诉: 027-59267223

与修复专家

CIPP光固化修复系统

稳定 | 高效 | 便捷 | 节能

X120-UV





关于我们 ABOUT US

- 20余年液压研发经验
- 同行业中规模领先
- 专业研发队伍，确保产品迭代速度
- 完善的售后服务体系



▶ 岩石顶管机



▶ 卵石顶管机



▶ 矩形顶管机



▶ 钻顶机



▶ 微型顶管机

- 地址：安徽省淮南市上窑工业园
- 销售热线：0554-3601279

- 服务热线：4006369008
- 邮箱：sales@tangxing.cn

让管网自由延伸 联通人类美好生活

核心服务
CORE SERVICES

售前技术
评估

施工
指导

专业人
才培训



- 专家组售前技术评估，量身打造整体方案
- 现场一对一施工指导
- 国内首个顶管机示范工作井
- 国内首家顶管机操作机手培训学院
- 覆盖全球的售后服务能力

● 网址: www.tangxing.cn

TANGXING MACHINERY



Company profile 公司简介

深圳市施罗德工业集团有限公司创立于2009年，是一家专注特种机器人产业集群的国际化新型高科技企业，公司集研发、生产、销售于一体，致力于为特种机器人工业、行业用户以及专业的有限空间检测、巡检应用提供智能检控产品和定制化解决方案。

2017年，集团开创性构建三大产品平台，即有缆机器人平台、有轨机器人平台、自主移动机器人平台，奠定了施罗德工业集团以特殊工况为中心的特种机器人产业应用研究与市场方向。十年来，施罗德工业集团自主研发了数十款特种机器人产品，包括管道检测机器人、管道修复机器人、智能巡检机器人等，被广泛应用于管网管廊、军事、医疗、能源、环保、农业、地铁、应急救援等领域。

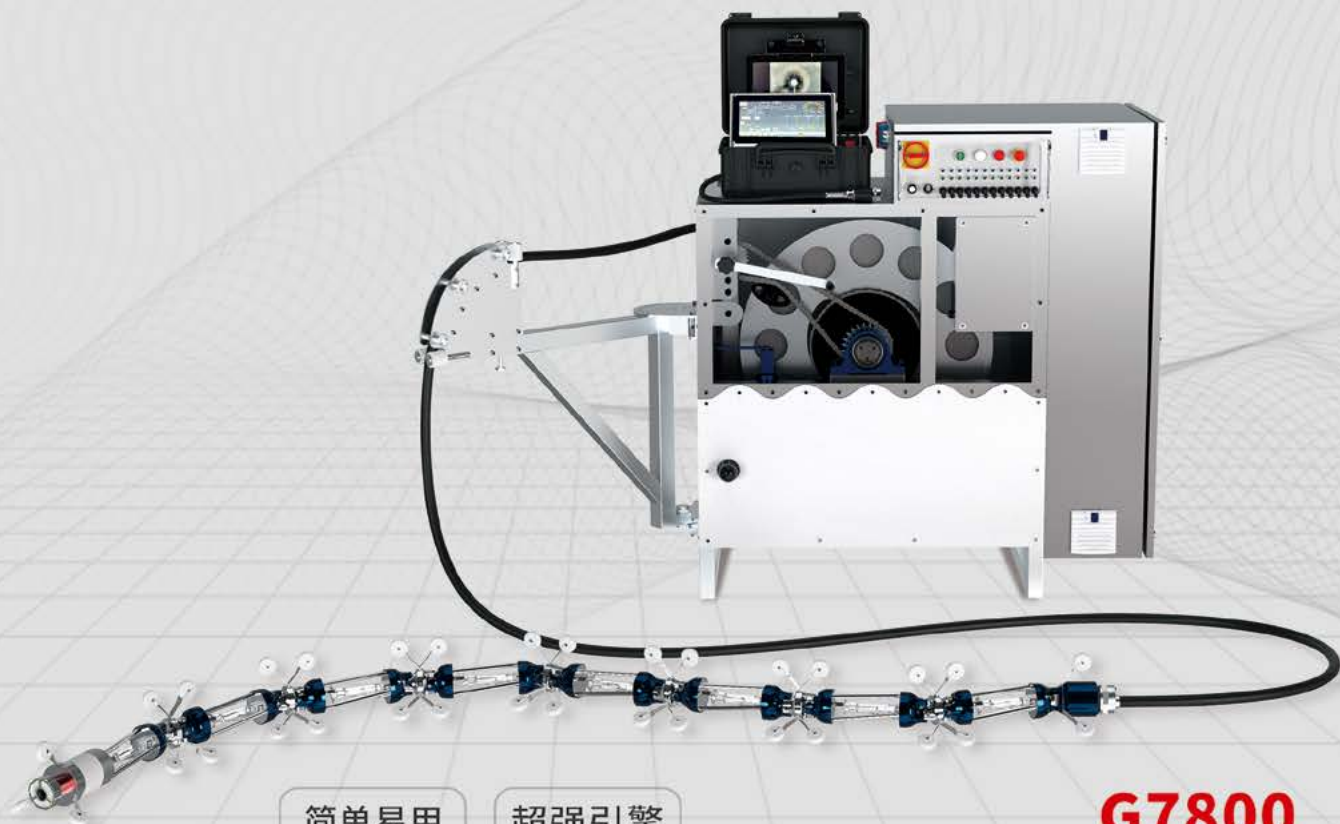
创立至今，施罗德工业集团一直坚守“聚德精进，明慧求实”的企业精神，将深厚的企业文化融入市场拓展和技术创新，推动公司经营的全球布局，在协助人们应对特殊工况上创造无限价值。

 400-6088-029

施罗德工业集团

深圳市龙华区观光路1301号银星智界1期2号楼1101





简单易用

超强引擎

效率高

自动+手动

G7800 紫外光固化设备



管道检测机器人



管道切割机器人



封堵、修复气囊



轨道巡检机器人

☎ 400-6088-029

施罗德工业集团

深圳市龙华区观光路1301号银星智界1期2号楼1101



福建纳川管材科技股份有限公司是国内领先的环保管材制造及管网投资、建设、运营集团。纳川股份于2003年创立于福建省泉州市，业务涵盖绿色环保给排水管材的研发、制造、销售及服务，城市智慧管网投资、设计、建设（含软硬件系统集成）、运营，其中管网系统建设、运营覆盖了引水、给水供水、中水回用、雨污水系统及工业给排水系统。

纳川股份秉承“一大一小、一内一外、新旧并举、投服并行、建管一体”的经营战略，经过多年创新与发展，已成为国内唯一集研发、生产、销售、运营为一体的“给排水系统解决方案”提供商。截至目前，纳川股份已在国内外建设长度超过300000公里的给排水管网，培养和储备了大量生产、研发、运营及管理型人才，成为拥有超过200项专利、院士工作站以及通过ISO及API质量体系认证的高新技术企业。

给排水管材

管道修复

管道运营



地址：福建省泉州市泉港区普安工业区

电话：86-595-87767777 传真：86-595-87962111

邮箱：nachuan@nachuan.com

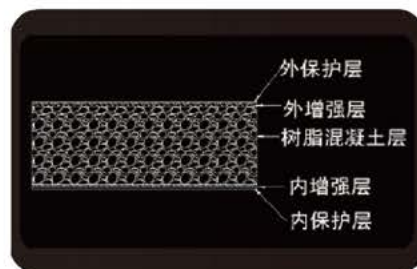
www.nachuan.com 4008-4000-89



微信扫一扫

聚酯树脂混凝土微型顶管及施工

纳川股份旗下子公司上海耀华玻璃钢有限公司生产的玻璃纤维增强聚酯树脂混凝土顶管（以下简称树脂混凝土顶管），是通过在立式放置的连续缠绕玻璃纤维增强塑料内外层之间，将拌和的不同粒径配石英砂、不饱和聚酯树脂灌注其中，经过振动方式使其密实、固化键结后形成的管道。它结合了钢筋混凝土的强度、陶土的耐腐蚀性及塑料的弹力，尤其在非开挖领域具有独特的优势。在德国、日本及我国台湾地区已经有近50年的使用历史。



树脂混凝土微型顶管

公称直径	内径	管壁厚度	理论单重	理论许用顶力	刚度
DN	mm	mm	KG/m	吨	N/m ²
300 ~ 1000(微顶管)	300 ~ 1000	35 ~ 82	76 ~ 590	60 ~ 450	200000



产品优势

- 1、轴向抗压强度高，不低于90MPa，最高可提升至110MPa。
- 2、抗压、抗弯强度是传统钢筋混凝土管的3~4倍。
- 3、防水性能优越，吸水率几乎为零。
- 4、耐腐蚀性能优，使用寿命50~100年。
- 5、曼宁系数小，减少水流阻力，同时减少顶进摩擦力。

● 管道检测



● 微顶管施工





五行科技股份有限公司

5Elem-Hi-Tech Corporation



五行科技

取得Norditube、Norditube IB中国区总授权

Norditube (Belgium) 是欧洲领先的压力管道修复内衬供应商
在市政供水、燃气管道修复领域具有丰富的全球市场经验

Norditube IB (Spain) 是机械螺旋管技术的继承者

2017年RTi Int收购Rib Loc Spain, 并更名为 Norditube Iberica, Rib Loc是机械螺旋内衬修复技术的发明者



特种设备生产许可证



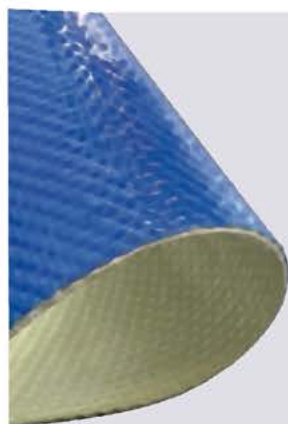
安全生产许可证



市政公用工程施工总承包二级
防水防腐保温工程专业承包一级
消防设施工程专业承包二级
建筑装修装饰工程专业承包二级



Norditube独家许可授权证书



IH穿插软管内衬

符合GB/T
37862-2020、



供水 热力 燃气 油田



Tubetex燃气管内衬

符合CJJ147、ISO11295规
范、通过DVGW 327、
W330、VP404、
DIN30658-1认证



燃气



Nordiflow CIPP内衬

符合ISO11295-2017
规范、通过DVGW W
270、KTW-BWGL认证



供水



占地面积**300**亩



产品出口至
120多个国家及地区



超过**200**项专利



牵头起草
行业团体标准



最大口径可达**DN3000**



与RTI集团
达成战略合作

Nordiloc S.X. 机械螺旋管内衬

符合ASTM F1741-18、ASTM F1697-18



排水



了解更多资讯请关注
五行科技修复技术论坛



地址:江苏省泰州市姜堰姜溱路16号



电话:+86-0523-8885 5555



邮箱:qingxiawang@5elem.com



www.5elem.com

五行科技股份有限公司

5Elem-Hi-Tech Corporation



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。公司拥有市政总承包资质及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、管道三维姿态测量仪（陀螺仪）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



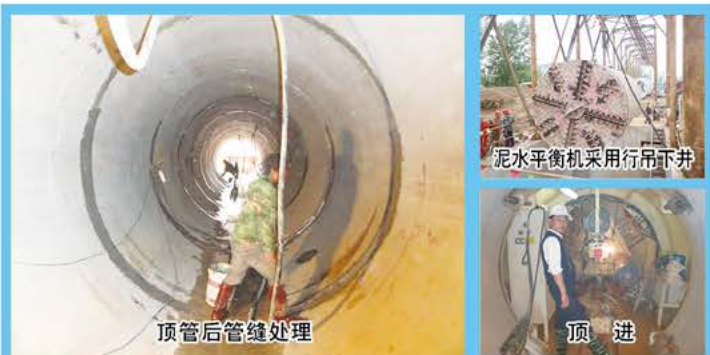
管道内窥摄像系统

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

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

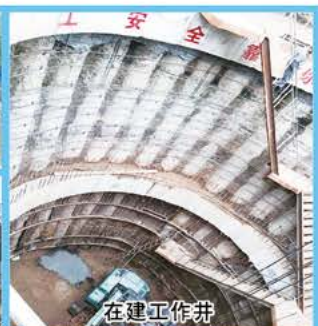


“三接一”布管

西安市亚迪路至西太路沿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

11立泥浆吸污车三台

五十铃货车

四驱翻斗车



六驱随车吊正在吊装进口SK75挖机下井作业

江西办事处

地址：江西省南昌市小蓝经济技术开发区江淦大道288号

邮编：330200

电话：13870839860

包头市市政公用工程有限责任公司成立于2002年1月，国有独资企业。公司具有市政公用工程施工总承包壹级、城市及道路照明专业贰级、建筑工程施工总承包、石油化工工程施工总承包、建筑机电安装工程专业承包叁级等5项施工资质，能够承揽各类城市道路、广场、给排水、电气以及垃圾处理场、污水处理厂等工程项目的施工任务。

公司现有职工165人，下设党群综合部、人力资源部、市场营销部、技术安全部、计划财务部、材料设备部6个部室、9个工程施工队、1个路灯维护队。公司已通过“三证体系”认证。ISO9002质量体系认证审核，包括ISO9001:2000质量管理体系认证、B/T28001-2001职业健康安全管理体系认证GB/T24001-2004-ISO 14001: 2004环境管理体系认证。

公司自成立以来，始终坚持“质量第一、技术领先”的质量方针，所承建工程合格率100%，优良率80%，安全达标率100%。曾荣获内蒙古最高质量奖“草原杯”、包头市优良样板工程奖“金鹿杯”、包头市质量和安全管理先进集体奖、包头市优秀建筑施工企业奖、优良工程奖等多项荣誉。

在城市建设中，承建了包头市城区主要道路、路灯及景观亮化、排水管网、桥梁加固改造等多项市政设施新建改造工程，以及包头市旧城区改造、绿色照明、地下综合管廊工程、东河区排水突出问题系统解决项目工程、包头市城区市政设施升级完善工程等一批重点建设任务，为包头城市建设做出了积极的贡献。

公用公司坚持“做精做强主业”的发展方向，以一流的产品质量、一流的施工速度、一流的服务态度服务于用户，努力打造成为受社会公众认可的一流市政建设品牌。

工程图片



资质证书



包头市市政公用工程有限责任公司



电话: 0472—3114616

邮箱: 13848266457@163.com

地址: 内蒙古包头市青山区富4号街坊



公司简介

上海潜业市政工程有限公司成立于2013年4月12日，注册资金3000万元。“潜业”引进国际先进材料，并致力于对非开挖修复材料的自主创新，是专业从事非开挖修复材料如点状修复材料、CIPP整体修复材料等材料的供应商。

“潜业”秉持着工匠精神，有着国家一级非开挖修复技术，是专业从事排水管道潜水、检测、养护和非开挖修复的服务商。“潜业”从业务及方案咨询、材料供应、工程施工、施工技术、设备操作培训到高质量的工程技术服务；是国际非开挖修复技术整体解决方案提供商。

CIPP整体翻转修复工艺

CIPP整体翻转法修复是一种排水管道非开挖现场固化内衬修理方法。将浸满热固性树脂的毡制软管利用注水翻转将其送入已清洗干净的被修管道中，并使其紧贴于管道内壁，通过热水加热使树脂在管道内部固化，形成高强度内衬树脂新管。



紫外光固化修复



产品介绍



不饱和聚酯树脂材料



CCTV设备



玻璃纤维



点状修复树脂



管道修复气囊



提供非标准尺寸定制
管径从DN225-DN1800





常德鹏投建筑工程有限公司

常德鹏投建筑工程有限公司是一家专业从事房屋建筑、市政公用工程施工、水利水电工程施工；园林绿化工程施工；环保工程施工；钢结构工程施工；建筑装饰工程施工；公路工程施工；管道工程施工；金属压力容器安装、改造、维修、拆除的股份企业。注册资金2000万元，拥有建筑工程施工总承包贰级、建筑装修装饰工程专业承包贰级、水利水电工程施工总承包叁级、市政公用工程施工总承包叁级、钢结构工程专业承包叁级、环保工程专业承包叁级资质。公司成立于2013年5月，2016年2月成立津市分公司。随着业务的不断扩展，也为了适应海绵城市建设的需要，公司于2016年加入中国地质学会非开挖技术专业委员会及国际非开挖技术协会并获得《会员证》书。目前，公司是全省加入协会并拥有非开挖设备及技术的三家单位之一。

常德鹏投建筑工程有限公司一贯秉承“企业发展，技术先行”的经营理念，始终注重先进设施设备和技术的投资。为拓展非开挖工程业务，2015年12月以来，公司共斥资500多万元引进了一系列非

开挖顶管设施、设备，并引进和培训了相应的技术骨干。现拥有镇江安达机械有限责任公司生产的TPN1000型泥水平衡顶管机和DK1750-2000型土压平衡顶管掘进机三台，徐州徐工基础工程机械有限公司及河南锋拓工程机械设备有限公司生产的XZ200型水平定向钻及XZ320D型水平定向钻各一台，及与主机配套的导向探测仪、管线探测仪等配套设施设备。公司技术力量雄厚，获得地网非开挖职业培训认证中心认定的顶管工程师10名，其中中级7人、初级3人；水平定向钻机操作证8人，导向探测仪操作证10人；其他施工岗位工作人员48人，获得了由全国城建培训中心颁发的《地下管线检测评估高级工程师》和《非开挖修复高级工程师》共5人，为非开挖工程配备、配强了施工队伍。

同时，常德鹏投建筑工程有限公司津市分公司获得了镇江安达机械有限责任公司及其子公司镇江安达非开挖工程机械有限公司在湖南常德地区的业务代理授权书，授权销售该公司生产的非开挖顶管掘进机及相关产品的业务洽谈、合同签订和资金回笼等相关事宜，并由安达公司为常德鹏投建筑工程有限公司津市分公司提供技术支持与服务，确保公司在各项非开挖工程中的质量与进度。

目前，安达公司生产的一系列顶管掘进设备不仅在祖国大江南北二十多个省市区的非开挖工程中大显身手，还在泰国、伊朗、印度等国的非开挖工程中立下了汗马功劳。相信在常德市市委、市政府的正确领导下，在各主管部门的大力支持下，常德鹏投建筑工程有限公司一定会在湖南省海绵城市建设中做出自己应有的贡献。



施工现场



TPN1500顶进现场



新疆TPN1500施工现场



顶管培训基地



上海TPN1220钢管顶进现场



伊朗TPN1400顶进现场



大同西路XZ200水平定向
钻机顶进现场



施工现场测量



大同西路XZ200水平定向
钻机卸钻杆现场



大同西路管理人员及施工
人员合照



古大同盐厂门口XZ320D水平
定向钻机顶进现场

电 话：13875021882 0736-4123355 邮 箱：3342038441@qq.com

公司地址：湖南省津市市汪家桥办事处桥北社区银苑路1152号

云南云怡建筑工程有限公司

公司简介

公司成立于2003年，是一家集房屋建筑、市政公用、装饰装修、钢结构及机电设备安装为一体的综合性建筑企业。注册资金1000万元，并通过了ISO9001、ISO14001、OHSAS18001管理体系认证。

成立至今，公司先后承接了变电站、工业厂房、办公楼等各类房屋建筑工程；电力、通讯、煤气、自来水、中水等市政公用工程、各类室内外装修装饰工程、绿化工程、钢结构工程、机电安装工程等。

此外，公司作为云南省内最早从事非开挖定向钻施工技术应用的施工企业，也是云南最早加入国际非开挖技术协会及中国非开挖技术协会的会员单位，首开云南电力管线非开挖定向钻施工先河。经过多年的发展，现拥有CASE、Vermeer、江苏谷登等多台先进的非开挖定向钻机及月蚀、猎鹰等先进的定向测量仪器；在复杂地段及多样性地质结构下的水平定向钻施工及土压平衡、泥水平衡顶管施工中积累了丰富的施工经验，拥有成熟稳定的专业技术人员及施工队伍。先后承接了大量D30~D1200mm的非开挖定向钻敷管工程及D800~3000mm顶管工程，得到社会各界的一致好评，成长为一个具有鲜明技术特色的施工企业。

我们将秉承“满足客户需求”这一永恒的目标，追求“绿色安全”的发展主题，恪守“团结、进取、诚信、创新”的企业精神，竭诚为社会各界精诚服务、迎接挑战，共创新辉煌。

施工现场



手机：13708464041 13608715806 13629426947 邮编：650224
地址：云南省昆明市北辰财富中心CD公寓22楼 总部电话：0871-65636046



贵州西能铠达穿越工程有限公司

技术优势：基于我队在地质、物探技术上的核心优势，在使用非开挖技术穿越公路、铁路、建筑物、河流、湖泊、山体时，拥有更高的成功率。



1 贵州大龙经开区岩湾隧道定向钻项目



3 遵义桐梓九坝镇排水管道定向钻项目



2 贵阳花溪湖退水管道定向钻项目



4 大龙经开区二号干道污水管网抢修工程



公司简介

贵州省煤田地质局一四二队组建于1957年12月30日，是我国建队较早的专业地勘单位，属煤炭工业部管辖。1998年7月后属贵州省管辖，为省直属正县级事业单位，为中国非开挖技术协会会员单位。

我队自2014年以来一直开展非开挖业务，秉承“客户需求第一，做全国优质穿越工程”的理念服务各业主单位，在贵州省内成功穿越多条管线，有着丰富的喀斯特岩溶地区设计施工经验，具有代表性的工程为贵州大龙污水管道岩湾隧道定向钻工程，桐梓九坝污水管道定向钻工程，大方县马场镇排水管道定向钻工程，大龙热网管网拉管工程等。