

关于非开挖技术现状和发展的研究报告



杨 粤

广东省非开挖技术协会

2004年8月

广东省非开挖技术协会 非开挖技术研究报告

目 录

1、国际非开挖技术及市场研究

1.1、国际非开挖技术的发展历程及目前发展水平

1.2、国际非开挖技术开发、转让情况及应用领域

1.3、国际非开挖技术施工市场情况

1.4、各主要国家非开挖技术及施工市场的案例分析

1.5、香港非开挖技术的情况

2、国内非开挖技术及市场研究

2.1、发展历程综述

2.2、现状综述

2.3、问题与差距

2.4、发展方向

3、管线探测和管道修复技术研究

3.1、常用的非开挖地下管线修复方法

3.2、三种管线的非开挖修复情况

3.3、部分管道修复技术简况

3.4、管线探测技术

4、结论

【作者简介:杨粤，高级工程师，资深非开挖专业工程师，电话:13808894109，电邮:youngyuu@gmail.com】

2

广东省非开挖技术协会 非开挖技术研究报告

关于非开挖技术现状和发展的研究报告

1、国际非开挖技术及市场研究

1.1、国际非开挖技术的发展历程及目前发展水平

非开挖施工技术(Trenchless

Technology或No-Dig)是指利用各种岩土钻掘的技术手段，在地表不开沟(槽)的条件下铺设、更换或修复各种地下管线的施工新技术。与传统的挖槽施工法相比，非开挖施工技术具有不影响交通，不破坏环境、施工周期短，综合施工成本低、社会效益显著等优点。

现代非开挖施工技术是70年代末在西方发达国家兴起并逐渐走向成熟的地下管线铺设、修复和更换的新技术，是地下管线施工的一项技术革命，它以独特的技术优势和广阔的市场前景得到世界各国的极大重视。

非开挖管线施工技术的发展，大致可分为三个阶段：

(1)人工(或用简单机械)地下挖掘后再铺设管线。这是非开挖技术发展的初期，将地下挖掘与管线铺设分开进行，效率低、安全性差，只用于特殊场合下的短距离工程。

(2)常规钻、掘机械挖掘、铺设阶段。这基本上是20世纪70年代以前的技术，虽然在一定程度上将地下挖掘和铺管结合起来，但无法控制管线铺设方向，加之设备能力和施工技术水平的限制，效率低下，难于铺设直径、长度较大的管线。

(3)采用专用设备和技術，把地下挖掘和管线的铺设、更换等各项作业有机地合成为一体，并能准确控制管线铺设方向，形成了现代非开挖管线施工技术。

新技术的开发与应用取决于工程需要和市场需求。非开挖技术也是一样。但是，各国的情况又不一样。非开挖技术的发源地主要在三个国家——日本、美国、英国。

在日本，从在20世纪60年代至70年代，日本建设部决定大力建设污水系统，设法为更多的居民提供污水管道服务。由于道路狭窄、交通拥挤，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，因而产生了开发新的施工方法的实际动力。在日本政府的支持下，共用部门、制造商、承包商和大学协力在顶管法的基础上开创了一个新兴的工业——微型隧道法。如今，大阪往往被视为微型隧道施工法的诞生地。

英国在20世纪60年代和70年代的需求与日本大不相同。污水管道服务设施俱全，但是许多污水管道和自来水管均具有一百多年的历史，因而，需要修复或更新这些管道的施工技术。首先的需求是要查明管道的内部状况，所以开发了闭路电视(CCTV)摄像机以满足这一要求。软衬法(Insituform)和内衬法也是这一时期在英国发明和开发的。因而，在20世纪70和80年代又进一步开发了用于污水管、自来水管、煤气管修补和更换用的许多修复方法。

同英国一样，美国对铺设新管线的需求很小，城市内污水管道设施俱全。然而与英国不同的是，这些污水管并不怎么年久，对修复方法的需求也就较少。而石油和天然气工业需要穿越对环境敏感的地区铺设长距离管道，从而导致了定向钻进和导向钻进的开发和利用。

为了推动非开挖技术的普及和发展，1986年在伦敦成立了国际非开挖技术协会(ISTT,International Society for Trenchless

Technology)。在其推动下，许多国家和地区相继成立了国家和地区

4

广东省非开挖技术协会 非开挖技术研究报告

的协会(共有23个，有的是几个国家联合组成一个协会)，而且还发展了很多个人会员。国际非开挖技术协会每年还举办1-2次国际性的技术交流会和设备展览会。为培养该领域的专业人才，先后有英国曼彻斯特工业大学，美国路易斯安娜理工大学、德国波鸿大学等设立了非开挖技术专业和研究机构，从而使非开挖技术成为企业参与、政府支持、社会关注的一个新的应用技术领域，使之在近十年间获得了飞速发展，成为发达国家中一个新兴的产业和技术部门。

虽然，非开挖施工技术已有近百年的历史，但重大的发展始于七十年代，尤其是近十年。目前，在发达国家，它不仅已成为地下管线工程的一个新技术增长点，并以其自身的技术优势和广阔的市场前景逐渐发展成一个新兴的产业(机械制造业和工程承包业)，为发达国家创造了新的就业机会。据统计，在西方发达国家中，目前非开挖设备制造商和材料供应商达400多家，工程承包商达4000余家，各种非开挖施工方法达百余种。近年来非开挖管线工程施工量已占全部地下管线工程量的10%，个别地区更高，如柏林市达到40%左右。

1.2、国际非开挖技术开发、转让情况及应用领域

目前，非开挖施工方法按其用途可分为管线铺设、管线更换和管线修复三大类。各国由于地下管线的现状和地层条件不同，所使用的方法有所侧重，市场的状况也影响技术的发展方向。对于管线铺设和管线更新范畴，技术的开发主要是和设备、材料的研发、生产捆绑在一起的，技术的转让主要体现为设备和材料的购买，一般在购买设备的同时，提供技术的培训和售后的技术支持。对于管线修复领域，目前主要是以工法为主，实行“许可制”。技术开发商

5

广东省非开挖技术协会 非开挖技术研究报告

开发或演化出某种管线修复方法，相应研发了配套的设备和材料，并且以工法获得专利。其他承包商需购买专利、设备和材料，形成自己的生产能力。当然，也有以合资企业形式合作的。另外，也有个别工法是不需要购买专利，而只需购买设备和材料。

在管线铺设方面，非开挖的铺设方法包括微型隧道法，顶管法，夯管法、导向或定向钻进法，以及气动矛法。已进入市政给排水、污水、煤气、天然气、电力、通信等领域。

微型隧道法的定义是使用可调的、遥控的盾构机或微型隧道掘进机(MTBM)以顶管的方式铺设非进入的小口径管道。其特点是设备昂贵但技术成熟。例如，水平方向和高程可极精确地控制，可实施长距离的顶进施工。其在国内外有着最长的发展历史。

定向钻进和导向钻进绝大多数用于电力、电信工程。直到目前为止，这些方法难于保持足够高的精度。

在管线更新方面，原位更换是指沿着原有管线同样的路径铺设一条直径相同或更大的新管线。为此，必须将旧管破碎(碎管法)或切削(胀管法)，同时将新管拉入随后形成的空间。

这种方法仅可用于更换脆性材料的管道，如GVC管、铸铁管、非加筋的混凝土管，它不能用于更换韧性材料的管，如塑料管，球墨铸铁管，加筋的混凝土管。应用范围较窄，国内管线更换的工程实例还屈指可数。

在管线修复方面，包括点状修复和带状修复。

在英国，非开挖技术的早期发展是基于对旧的污水管、自来水管和煤气管的修复和内衬的。用于增强大口径污水管结构的技术。内衬的创新方法是在英国开发的，这些方法包括软衬法(CIPP)，该法是在25年前以Insituform方法在英国发明并取得专利的。

6

广东省非开挖技术协会 非开挖技术研究报告

英国的许多极年久的污水管道是以大口径隧道由砖和石头建造的。目前，已开发了许多修复技术，其中大部分涉及到使用预制的内衬板和内衬管段，它们可由一系列材料制成，例如玻璃钢(GRP)、聚乙烯(PE)、PVC、玻璃加强水泥(GRC)，加筋混凝土、喷射混凝土和钢筋混凝土。

软衬法(CIPP)也许是使用得最广的较小口径污水管道施加内衬层的方法。插入式内衬法及其各种改进的方法(冷拔、热轧、拉模和变形)广泛用于煤气和自来水管的修复。

局部修补方法在英国的使用是由于管道的探查表明，破损管道仅是局部上有缺陷，而不是整段长度破损。所使用的方法倾向于修复整段长度,例如软衬法、树脂注浆法、整园法和接头密封法是最受欢迎的。这些修补方法一般是遥控进行的，因而无疑需要适量的机器人控制，所有的方法均需要由遥控的闭路电视(CCTV)来监控。

在过去的十年左右，用机器人进行管道修补的发展极为迅速，如今机器人的使用提供了一种代替传统方法的更为经济、更为实用的方法。这种很受欢迎的装置是在瑞士生产的，虽然它们在英国的使用被限制在一定的范围，而在德国的使用则极为频繁。

非开挖技术发展到今天，它已应用于本来定义的三个领域，广泛用于穿越高速公路，铁路，建筑物、河流，以及在闹市区，古迹保护区，农作物和植被保护区等进行市政，供水、煤气、电力，电讯，石油，天然气等管线的铺设，更新或修复。此外，非开挖施工技术还可用于水平降排水工程、隧道工程(管棚)、基础工程(钢板,管桩，微桩、土钉)、环境治理工程等。

非开挖项目比较表

表1

项目	技术开发、占有	转让方式	转让费用	技术成熟情况
				很昂贵
	设备商、材料商、承承建商	购买设备		

管道铺设 200,1000万人很成熟 建商多方面开发 和材料

民币

昂贵

管道更换 设备商、承建商开发 承建商购买设备 200,500万人民币不成熟

币

承建商购买设备

设备和材料一体化开不昂贵

管道修复 和材料，获得许成熟 发 <200万人民币

可

我们寻找非开挖技术的方向应紧紧抓住市场的需要和经济的发展情况。非开挖技术是一项发展中的技术，它本身是多样性和开放性的。它有两个基础和一个中心，一是经济的发展;二是环保意识、环保法规的增强;三是围绕管道这个中心。

非开挖技术在其本来定义的三个领域里面的发展是不平衡的，在某一个特定的地区或国家，它会根据本地区的管道建设的情况和周期而不平衡发展。例如，在日本，主要是使用微型隧道施工法来铺设交通拥挤、道路狭窄的市内污水管道;在英国，主要的需求在于修复和更换由于年久而破损的现有管道，因而发明和开发了许多非开挖管线更换和修复的方法;在美国，由于石油天然气和通讯工业的发展需要铺设大量的石油和天然气输送管道，其中要穿越一些地表障碍物(如河流、铁路、高速公路等)，因而定向钻进和导向钻进施工法的发展极为迅速，并得到广泛的应用。

在香港地区，通过近几年香港非开挖协会的统计情况，很明显的看到两点，一、利用定向钻机铺设各种电力、电信管道在迅速发展

展，穿越海底的电信管道也快要实施;二、管道修复工程已含盖供水、排水等管道。

在国内，我们正处于建设的过程中，管道工程主要集中在新建管道。部分城市也存在需要修复的管道，但总数较新建管道要少。

1.3、国际非开挖技术施工市场情况

在世界范围内，非开挖施工市场是一个快速增长的市场。非开挖施工的优点是其快速增长的前提。

非开挖施工方法的优点，与传统的施工方法相比，非开挖地下管线施工方法的主要优点是：

- 1)、解决了传统开挖施工对居民正常生活的干扰，对交通、环境、周边建筑物基础的破坏和不良影响。非开挖施工不会阻断交通，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;
- 2)、在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)，可用非开挖技术从其下方穿越铺设，并可将管线设计在工程量最小的最佳地点穿过;
- 3)、现代非开挖技术可以高精度地控制地下管线的铺设方向、埋深，并可使管线绕过未曾发现的地下障碍(如巨石和地下构筑物);

4)、有较好的经济效益和社会效益，在可比性相同的情况下，非开挖管线铺设、更换、修复的成本均低于开挖法施工，管径越大、埋深越大时越明显。

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，非开挖施工是明挖施工的极好替代方法;在特殊的情况下，例如穿越公路、铁路、河流、建筑物等，非开挖施工更是一种唯一经济可行的施工方法。

在国外，尤其是西方发达国家，非开挖技术的应用已十分普遍，施工工作量急剧增加(表1—

4)。如:德国:约10,的管道施工采用非开挖技术，个别城市更高。主要方法:小口径顶管、导向钻进、气动矛法、夯管法等。美国:主要方法:导向钻进(已有导向钻机2000余台，年施工量5000多公里)、水平螺旋钻进，气动矛法，夯管法等。英国:主要方法:气动矛法、导向钻进、爆管法、软衬法等。日本:主要方法:小口径顶管(有小口径顶管机2000余台，年施工量2000多公里。

近五年部分国家和地区新铺设管线的年平均值

表2	国家或地区	重力(排水)管道	压力(水气)管道	电缆(通讯动力)	北美	15000
	30000	30000	西欧	11000	50000	90000
	日本	10000	2000	4000	合计	
	36000	82000	124000	总计:	24.2万公里	总投资:300亿美元

1.4、各主要国家非开挖技术及施工市场的案例分析

1.4.1香港岩石穿越工程

美丽的香港，在地质结构上是一个火山地区，大部分地质是花岗岩，还有部分的粘土，同时，香港的土地占用和时间占用都是很

10

广东省非开挖技术协会 非开挖技术研究报告

高的价格，在街道上进行开挖施工的费用和难度是可想而知的，若在这样的地区进行定向钻穿越施工，同样存在技术和费用问题。

此项穿越工程全长70米，穿越直径400毫米的HDPE煤气管道，自钻头入土点开始，实际的地质情况是:入土5米长度内是较软的砂岩，然后是约25米长的花岗岩，硬度达到50000psi以上，最后是约30米的粗砂，而且花岗岩段是半径约300米的平面曲线，粗砂段穿越曲线是向下的走向。

工程使用威猛VERMEER—

D50X100型定向钻机，美国DCI公司的MAK—

3定向钻探测定位系统，威猛VERMEER公司生产的S—

300型泥浆回收清洁系统，美国SHAREWELL公司的泥浆马达和岩石钻头，低扭矩岩石扩孔器，香港市场采购或租赁的泥浆回收提升用泥浆泵及泥浆回收管路系统。

根据地质报告，工程选择中等硬度的钻头。钻进过程中更换了一次钻头，平均进尺基本维持在200—300毫米每分左右。同时更改了岩石扩孔器的形式和扩孔尺寸级别，改变通常采用的反拉扩孔的工艺方式，采用正推反拉的方式扩孔，在出口处增加正拉机械，配合钻机进行扩孔，调整泥浆的参数和扩孔工艺参数，经三次扩孔后，最终成孔直径达到550毫米，并将直径400毫米HDPE煤气管道顺利穿越成功。

此项工程实际工期28天，实现了在岩石中的成功穿越。

1.4.2 穿越Aare河的铺管工程

该工程采用水平定向钻进方法施工了两条穿越Aare河的平行的孔道，两孔长度均为170米，直径分别为215mm和420mm。工程采用Terra-Jet钻机，Digi-Trak定位仪和Bentonil HDG泥浆。

11

广东省非开挖技术协会 非开挖技术研究报告

第1个170m长的先导孔花费1天时间完成。定位探测是采用DigiTrak公司的DTI定位系统。该系统的定位探测深度达16m。由于两个钻孔必须相互平行，所以第1个钻孔轨迹在河流底下的准确定位至关重要。在两只木船上安装了木质台架作为定位探测的工作平台。直接用215mm直径的反向扩孔器可以把外径为160mm的聚乙烯管拉入孔内。回拉工作是在第二天完成的。

第2个钻孔的先导孔也花费了1天时间完成。然后该先导孔分几步，扩大到需要的420mm直径。扩孔作业是在硬砂岩中进行的。因此，Terra—Jet5515A钻机和获得专利的自动钻进和反向扩孔系统(ADBS)承受了施加在它们上面的5500Nm的高扭矩，使两者都经历了考验。根据实际地层条件，ADBS可以自动调整钻进和反向扩孔速度。这样的设计能保证Terra-Jet钻机经常以最优的工作速度工作，而不会使钻杆超载。地层条件要求采用专门的膨润土泥浆混合物BentonilHDG。由于有泥浆添加剂，纵然存在许多地下水，BentonilHDG仍然使钻孔保持畅通无阻。把外径280mm的聚乙烯管拉入170m长的钻孔花费不到4小时。

1.4.3 英国26km供水管道修复工程

西南供水公司(SWWL)是一家给英国德文郡和陆沃尔群地区的居民提供用水的公司。最近该公司启动了一个从达特姆尔高原的Venford水处理厂到德文郡的约26000米供水干线修复项目。

尽管直径为9英寸的原铸铁管结构基本完好，但由于管线生锈产生严重的锈蚀，使得所供给的水变色，不得不将管线停用。该管线将重力供给管线，管线压力达23.8巴。负责该项目的SWWL工程师是SteveCross。

考察了各种计划后，SWWL公司与普需斯地区的Subterra公司签订一个预算为1(7百万法郎的合同。合同要求Subterra公司用它的Subcoil衬管系统来完成这个项目。Wain塑料公司为Subterra

公司提供Subcoil衬管，在工厂把用折叠法预制的PE管卷在绞盘上。

1)施工地点

该项目的现场具有典型的德文郡地区特色，曲折的乡间小路加上起伏的地形。由于旧管道埋深超过3米，用开挖的方法修复管线是不现实的。如果用开挖的方法，它的成本很高并且会破坏环境。

选择Subcoil衬管是因为重新铺管的成本太高，而且施工占地面积小。Subcoil管卷在圆筒状的绞盘上，一卷有300米到400米长的Subcoil管。一个安装队每周能安装1400米。总的来说，Subterra公司承诺在工期内用两个施工队实施该项工程。

工程开始于2000年12月，由于英国爆发严重口蹄疫，2001年春达到高峰。受此影响，修复工程直到2001年2月才真正开始。

2)Subcoil管

支线和次主干线设计的有效直径为4英寸到9英寸。Subcoil管是一种由薄壁式的聚乙烯管制成的，它被折叠并卷成圆形状，卷在绞盘上以减小横截面积。单卷长度不超过1000米，单卷最大长度因管径不同而不同。这给使用者提高安装速度的潜力。接下来要为衬砌管线做的准备是刮削和清洗。然后直接用绞车将Subcoil衬管从两个基坑之间拉过。基坑一般只有2米深，就可满足衬管顺利进入管道进行安装。这个工程由于旧管埋深达到3米，所以需要大一些的基坑。

Subcoil衬管是由标准的聚乙烯树脂制造而成的。安装衬管就是加压使聚乙烯管去除暂时的束缚，并在持续压力作用下使得聚乙烯管膨胀并与旧管很好地贴在一起。当它恢复原来的形状时，截去它的末端将被截去并用VikingJohnsonLinergrip末端器将Subcoi管密封到旧管的端部。接着用专用的安装设备重置管线，随着所有密封和修复工作的完成，管线即可重新使用。

用于Paignton管线的SDR41Subcoil管只有5(4毫米厚。尽管周围环境压力很大，但由于旧管的结构完好，这种方法仍是可行的。

该项目在主干线上施工所遇到的问题与在这个地区附近爆发的口蹄疫有关，由于它的爆发导致必须重新规划许多工作。

通过Subterra公司和SWWL公司在这个工程中的合作，促使他们成为合作伙伴。

SWWL公司的计划部主管AndyDawe评价这个工程时说：“如果开挖出26000米的沟，那么由开挖马路所产生的问题，将对环境产生不良影响，同时导致大面积的交通中断。这将给当地居民的生活带来不便。选择Subcoil的主要原因就是为了减少这些影响。除了对居民的影响外，有一段必须穿过特殊科学保护区(SSSI)的约2千米长管线将影响生存在那里稀有植物和动物。就算是还有别的办法，能象现在这样减少影响，同时降低成本的方法是很少的。”

SWWL比较了避免象旧线路那样沿着公路重新铺设新管和运用衬管技术两者的成本。AndyDawe谈到：“即使与新铺改新的管线相比，用Subcoil也为我们省了钱并减少了干扰。在SSSI发生的情况就是证明。”

14

广东省非开挖技术协会 非开挖技术研究报告

1.5、香港非开挖技术的情况

香港是一个开放的城市，在非开挖施工方面，现在可以认为其技术是与国际接轨的。香港是一个开放的市场，是亚洲的一个经济中心。就象其在其它方面的作用一样，在非开挖技术方面，它也是中国大陆的一个窗口，来自欧美等国家的非开挖技术都是先登陆香港，再发展到内地。香港的非开挖技术的引进和应用主要在近十年，主要的动力来自设备商的推动力。在定向钻进技术方面，主要的设备商有美国Vermeer(威猛)、CASE(凯斯)等等。香港非开挖技术协会于1989年成立，是香港非开挖技术发展中的一个里程碑。

香港在非开挖技术方面有很明显的几个特点：

- 1)、香港的非开挖技术全部来自国外。香港本地没有自己的技术研发机构，也没有本地的设备生产商。
- 2)、香港的非开挖技术集中在应用，在研究和开发上投入不大。从而，使得香港的非开挖技术集中在设备的销售和工程承包两方面。

3)、施工领域主要集中在定向穿越和管道修复。据了解，香港拟用非开挖管道修复技术，在未来的10年里更新或修复60年代铺设的DN150mm,DN450mm的供水管道，总投入达20亿港元。

4)世界各国的管道修复公司云集香港。如美国American Logiball公司、英国Clearline公司、德国Trolining公司、澳大利亚Rib Loc公司，法国的Sade公司也于2002年进入香港活动。

2、国内非开挖技术及市场研究

15

广东省非开挖技术协会 非开挖技术研究报告

众所周知，任何一项应用技术的产生、运用和发展，均以实际需要为前提，市场需求是现代技术产生、发展和运用的推动力。而且，对某一技术的水平、重要性进行评价的标准，也主要是该技术在运用中的成功度(经济效益和社会效益)和创新程度。

目前，现代非开挖技术在我国城市地下管线建设中已开始得到应用，而且日益受到方方面面的重视。这也正是由于当前国内市场的需要和该技术本身带来的效益和所致。现代非开挖管线工程技术是对传统开挖法施工的一次技术革命，它有效解决了河流和在现有建筑物下铺设管道的难题，并可在不破坏道路、植被及不影响环境、交通条件下进行地下管线施工。有良好的经济效益和社会效益。

2.1、发展历程综述

改革开放以来随着经济发展和城市建设的需求，在市政建设中，地下管线开挖施工所造成的对道路交通、城市绿化的干扰、破坏，日益为人们所重视。正是由于这个原因，非开挖管线工程技术逐步在我国获得应用。其发展历程大致可分为三个阶段。

1)、前期(70年代末至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(如此北京市东西长安街)，这时工程的特殊性要求施工单位用不开挖方法铺管，从而促成了现代非开挖技术在我国的前期发展。

因此类工程往往是零星的、小型的，加之工程效率要服从政治需要，效率不是主要问题，故在施工时往往具有应急性质。只考虑眼前工程需要，不考虑技术发展的规划性。如80年代初，由北京市政工程研究所与原地矿部张家口探矿机械厂、北京探矿机械厂合作研制的GP--220水平工程钻机和DGJ--1000水平螺旋顶管机等。

这一时期的发展以水平顶管技术为主，装备因具有应急特征，故不仅技术水平较低，而且也缺少系列化、标准化的考虑，一旦工程结束，所研制的设备也就束之高阁，并未形成新的产品进入市场，当然也更谈不上建立非开挖技术产业了。故此间的个别进展并未形成足以推动我国非开挖技术发展的动力，相反，从上到下人们对这一新技术缺乏充分认识，传统的开挖法施工束缚了人们的求变思考，加之城建管线施工缺少应有的规划和严格的管理，而我国的劳动力又十分便宜，说挖就挖，“拉链马路”只是口头的感叹和讽刺，丝毫无助于开挖铺管面貌的改变，此间我国的非开挖技术和产业基本处于停滞状态。

但前期的发展也向国人表明，只要工程需要，并有相应投入的情况下，依靠我们自身的工业实力和技术人才，在非开挖技术领域的某些方面，短期内是能开发出适用于我国非开挖管线工程用的技术装备的。

2)、专门设备引进期(80年代中至90年代中)

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、河网、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不断增多，适应我国经济发展的这一形势，加速发展我国的非开挖技术产业的呼声也日趋高涨。但因前期的发展并未为此时的需求打下必要的物质技术基础，故在需求增加的矛盾压力下，自80年代中期后，逐渐出现了从国外引进非开挖技术装备的高潮。

在十年的引进浪潮中，用于地下管线非开挖铺设的设备，从用于小型跨越工程(小直径、短距离)的气动矛，到用于中大型工程(大直径或大长度;或中等直径与长度的)定向钻机、夯管锤、螺旋钻机、小口径顶管机等均有。从引进的部门看主要有石油天然气管道总局(以大型定向钻机、螺旋钻机为主)、市政工程部门(以小口径顶管机为主，多用于重力管道)、部队通信部门(从小型气动矛和定向钻机为主)，其它工业部门和专业公司，如铁道部工程局、煤气公司(以顶管机、微型隧道掘进机、夯管锤为主，用于压力管道铺设)。十年来引进的设备总重能统计到的达到90余台套，详见表3所示。

十年的引进热潮中有以下特点：

(1)九十年代初期前，偏重于引进螺旋钻机和小口径顶管机，型号、国别、公司的均较杂，以大中型设备为主，但数量不大(约12台套)、且有的是为承包境外工程所引进；

(2)九十年代中期，引进设备集中在小型的气动矛，夯管锤和定向钻机上，以适应各类通信线路、动力电缆等穿越公路，铁路和沟渠、河流的需要。如仅1994、1995年，引进的各类气动矛、夯锤就达50余台套。

(3)近几年来，随着国内小型非开挖设备的陆续研制成功、进入市场，从而扼制了这类产品进口的增长，引进产品的类别又重新转向国内尚未涉及的微型隧道类产品上。如1996,1998三年就引进日本伊势机公司的中小型盾构9台套；

(4)非开挖工程施工所需的各类探测仪器的引进始终在进行，其中一些国内研制的导向钻机，大多采用国外的导向仪表来配套。

我国引进的非开挖设备(不完全统计)

表3 年份 引进的非开挖设备 引进单位 1978 42--

31313水平螺旋钻机(美国奥格公司), 4台 中国石油天然气管道局三公司 1985
RB-5水平定向钻机(美国里京贝斯公司), 1台 中国石油天然气管道局三公司 1984
TM800泥水式小口径顶管机(日本伊势机公司), 上海市市政二公司 1995 2台。

1985 TCC600和800泥水式小口径顶管机(日本伊势机南京市市政公用局 1986
公司), 各1台 北京市政工程研究院 1987 SH-308, SH-1030(日本三和公司)
各一台 有色地勘院

1988 TOP--150水平钻机(日本利根公司), 1台 铁道部西北勘测设计院 1989
SH--1030螺旋式小口径顶管机(日本三和公北京市市政工程局

司), 1台

1991 AVN600泥水式小口径顶管机(德国海瑞克公无锡市市政工程局等

司), 1台

1994 M-500, 1612A导向钻机, (瑞士Terra公司)共中国通讯建设第一工程局等
1998 6台。

1994

气动矛和夯管锤(美国威猛公司、瑞士Terra公上海市煤气公司、北京城建三1995
司、英国Powermole公司、德国Tracto--公司、首都钢铁公司、总参、

Technik公司,)共50余台。 沈阳沈工机电设备有限公司。 1994
CCTV(英国Telespec公司), 2台

1994 DD-60,R2, DD--120, DD--330定向钻机(美国管道局二公司、三公司
1997 奥格公司), 3台 中国国际航空公司 1995 D-
10, D24a, D24~40a导向钻机(美国Vermeer中国通讯建设第三、第四工程199
8 公司), 共约6台 局, 上海宝钢二十冶, 泰安阿

吉斯管线工程公司等 1995 Midi-Rig水平定向钻机(德国FlowTex)1台。
大连龙亿市政工程公司 1996

TCC400, TCC600, TCZ400, MEP2200, 上海市政二公司、铁道部第四1997

MEPI800，MEPI500，MEPI200，TPM200顶管机工程局，天津市9b二政公司北1998（日本伊势机公司），共9台。京二北公司

管道检测仪、定向钻进导向仪(美国WitchWitch原地矿部勘探所、中国石油天公司、英国雷迪公司，美国Sharewell公司) 然气管道局等。

19

广东省非开挖技术协会 非开挖技术研究报告

3)、自主研制创业期(90年代初期)

由于国外非开挖设备的引进和使用，现代非开挖技术逐渐为国人所知。其中特别要提出的是：

(1)1990年1月，原中国地质矿产信息研究院出版了国内第一本介绍现代非开挖技术的专辑；

(2)1992年4月，原中国地质矿产信息研究院又指派颜纯文副研究员以个人身份加入国际非开挖技术协会，成为中国大陆第一个国际非开挖协会会员。

经过这些努力，在原地质矿产部支持下，我们有组织地与国际非开挖协会建立了联系，扩大了与国际非开挖是的接触。在此基础上，自1994年起，原中国地质矿产信息研究院组织了多次中外非开挖技术交流会、座谈会和请外国专家来华讲课。通过这些活动不仅大大开拓了中国工程技术人员的眼界，了解了国外非开挖技术的发展及其前景，而且也促使原地质矿产部的领导者下决心依托部的传统技术优势，拓展服务领域，加速建立我国的非开挖技术产业。这反映在“八五”

计划末期就开始的非开挖技术专项立项，和在“九五”计划中将其定为90年代发展的关键技术之一;此外，1996年国家科委就将由原地矿部组织实施的导向钻进非开挖铺管技术成果列为“九五”推广计划(编号P7070201)。此后，原地矿部下属单位又相继研制开发了中小型非开挖施工用的气动矛，夯管锤和钻头位置探测仪，并初步完成了导向钻机的系列化(GBS-5、10、18、20等机型)。

与此同时，其它部委和系统也看好这一新兴市场，竞相投入此类中小型装备的研制开发:原冶金部首钢地勘院于1996年成立了金地通非开挖技术开发中心，研制出FDP--15型导向钻机，并率先组

20

广东省非开挖技术协会 非开挖技术研究报告

建了非开挖施工公司。通过自研和引进设备的办法，有组织地进入了工程市场。此外还有煤炭系统推出的小型气功矛、夯锤;邮电系统推出的SYD系列的水平顶管设备;上海隧道工程股份有限公司研制的D600、,800mm的螺旋式小型顶管机;上海同济大学研制的气动矛和夯管锤等。根据我们能够收集到的资料，在此期间(含前期)国内开发、研制的非开挖设备见表4所示。

在自主创业期间，不仅在一些小型装备的自主研制开发方面取得了一些突破和可喜的的成绩，对这类设备的大宗引进起到了一定的扼制作用。

(3)涌现出一批专门或兼营非开挖铺管和非开挖修管的施工企业(公司)。这些企业不仅是敢于用新技术闯市场的勇敢者，而且也从工程市场中取得了丰厚的回报，不断发展和壮大了自己。对十家管线铺设施工企业的统计，他们近几年的税前利润均能达到工程造价的30,50,。目前，这种高回报率也成为吸引众多施工企业转向非开挖市场的重要诱因。但可以肯定，随着参与者的增多和竞争的加剧，随着甲方对该技术的熟悉和把握，目前的高利润率是不可能持续维持的。

(4)在管线工程领域非开挖技术的使用取得了斐然的成绩。如据不完全统计，1998年用不同方法完成的非开挖管线铺设量已达75km，是1997年的1.56倍;而采用翻转内衬法在1998年也完成了8300延米的管线修复量，实现了非开挖修管的突破。在这些工程中包括首都机场扩建时跑道下方的管道非开挖铺设和中南海新华门外煤气管线的非开挖修补等有很大社会影响的工程。此外，1999年上海普陀区引进了德国的非开挖注浆法修复污水管道也取得了较好的效果。

21

广东省非开挖技术协会 非开挖技术研究报告

(5)社会影响不断扩大，行业协会应运而生。此间通过刊物的宣传，各类研讨会的交流，各类工程业绩和新产品成功开发的影响，使非开挖管线工程技术的先进性、优越性和加速发展的必要性逐渐为人们所接受和肯定。与此同时也日益得到有关产门的重视和支持(如原地矿部)，特别是获得主管部门建设部的重视与肯定。

2.2、现状综述

在谈及我国非开挖技术产业时，有一个重要的基本观点必须强调。即就该技术的发展而言，因其是用于地下的隐蔽性工程，故具有其特殊的复杂性和多变性。因此这类技术的发展必然包括两个不可分割的方面：

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。
如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/525302131023011300>