

非开挖技术

(双月刊)

2008年第6期

总第135期

主编:朱文鉴 博士

主办:

中国非开挖技术协会

全国岩土钻凿工程信息网

编辑:

《非开挖技术》编辑部

出版:

国土资源部信息中心

印刷:

国土资源部信息中心

发行:

中国非开挖技术协会

地址:北京市百万庄大街26号

邮编:100037

电话:010-68992605

传真:010-68992605

电子信箱:zhwji@cstt.org

网址:www.cstt.org

出版日期:2008年12月

国际标准刊号:ISSN 1003-2932

国内统一刊号:CN-2193/P

目 录



南京市地下管线非开挖工艺应用规划研究

..... 陈立川 黄宏亮 涂昌鹏(1)

严寒地区的非开挖工程技术 Ian Clarke 著 王虎译(5)

非开挖铺管技术方法选择的优化研究

..... Agata Zwierzchowska 田建东译(8)



定向钻进——满足不断发展的社会需要

..... Steve B. Gross 著 吕华珍译(12)

购买和维护一套领先的分动器的技巧

..... David Clifton 著 胡波译(14)

经受住风暴的袭击 Tara Deering(16)

可熔聚氯乙烯管的水平定向钻进铺设在南卡罗来

纳州成功完成 石鹏飞译(18)

纽约天然气管道水平定向钻进工程

..... Siggi Finnsson 著 邱玲玲译(20)

委内瑞拉用水平定向钻进连接主要的天然气管道网络

..... Ian Clarke 著(22)

用水平定向钻在密西西比河上铺设球墨铸铁排水管

..... Jeff Griffin 著 陈帅译(25)

水平定向钻进的钻进液使用指南

..... 王一雄译(27)

小型HDD在小城镇光纤网络工程大有作为

..... Jeff Griffin 著 段立强(32)



流塑状淤泥沉井预留洞施工法 兰冰 朱晓(34)

沉井施工遇特殊情况的处理方法

..... 兰冰 徐卓坚 律文田(36)

复杂地层条件下的艰难选择

..... Desiree Willis 路桂英译(38)

顶管和微型隧道技术指南 刘丰敏译(40)



影像检查技术——解决管道问题的根本所在

..... Sharon M. Bueno 著 陶扬译(44)

《非开挖技术》2008年总目录 (46)

本期广告商目录 (19)



上海市天然气工程创穿越长度纪录(11);川气东送管道水阳江穿越工程顺利完工(17);昆明城市开挖新建道路要付高额修复费(21);中亚燃气管道主管成功穿越伊犁河(24);沙颍河成功完成了天然气管穿越工程(37)

Trenchless Technology

(Bimonthly)

Vol. 25 No.6

Dec. , 2008

Chief Editor:

Dr. Zhu Wenjian

Trenchless Technology published Bimonthly by National GeoTech Information Center (NGIC) & China Society for Trenchless Technology (CSTT) was founded in 1982 and so far she has become the only magazine involving in trenchless technology including pipe installation, rehabilitation and replacement in China.

Executive Office Address:

26 Bai Wan Zhuang Dajie, Beijing, China

Post Code:100037

Sponsors:China Society of Trenchless Technology(CSTT)

Tel/Fax: +86 10 68992605

Email: zhwji@cstt.org

Http://www.cstt.org

ISSN 1003-2932/ CN-2193/P

CONTENTS



Research on Application Programming of Trenchless Technology to Underground Pipeline in Nanjing

..... *Chen Lichuan Huang Hongliang Tu Changpeng* (1)

Trenchless Technology & Cold Climates *Ian Clarke* (5)

The Optimum Choice of Trenchless Pipe Laying Technologies

..... *Agata Zwierzchowska* (8)



Directional Drilling Meets the Needs of Expanding Communities

..... *Steve B. Gross* (12)

Maintenance and Purchasing Tips From a Leading Swivel Maker

..... *David Clifton* (14)

Weathering the Storm *Tara Deering* (16)

Fusible PVC & HDD Forge Successful Project in South Carolina

..... (18)

HDD Gas Project in New York *Siggi Finnsson* (20)

Connecting Major Gas Pipeline Systems with HDD in Venezuela

..... *Ian Clarke* (22)

HDD DIP Meet Tennessee Project Needs *Jeff Griffin* (25)

Horizontal Directional Drilling Information Guide (27)

Small Cities Are Not Waiting *Jeff Griffin* (32)



Construction Method of obligated Hole Sink Well in Silt

..... *Lan Bing Zhu Xiaoyu* (34)

Treat Method of Special Condition in Sink Well Construction

..... *Lan Bing Xu Zuojian Lv Wentian* (36)

Hard DecisionHard Decisions in Mixed Ground ... *Desiree Willis* (38)

Pipejacking and Mierotunneling (40)



Video Inspection – Getting to the Root of the Problem

..... *Sharon M. Bueno* (44)

2008 Contents (46)

Adcrtiser (19)



..... (11, 17, 21, 24, 37)

南京市地下管线非开挖工艺应用规划研究

陈立川¹ 黄宏亮² 涂昌鹏²

(成都理工大学)

摘要: 本文通过对非开挖技术规划、管理方面所暴露出的一些问题进行分析,提出了建立非开挖管理、评价系统的思想。经过分析制定了一系列的评价指标并提出了相关建议。

关键词: 非开挖、规划、评价

1 前言

改革开放后近30年,随着我国国民经济的高速、稳定增长,我国各大城市的现代化进程不断加快。南京作为一个历史、文化名城,城市建设更是日新月异。城市的发展离不开基础设施的建设,作为基础设施建设的一部分,地下管线工程建设也取得了巨大的成绩,这就为非开挖技术(非开挖技术是利用微开挖或不开挖的相关技术对地下管线、管道和地下电缆进行铺设修复或更换的一门科学)的快速发展提供了契机。近几年来,非开挖技术在南京的推广和应用越来越受到市政府及有关各方的重视(见图1、图2)。在市政府和相关部门的大力倡导下,南京市广泛采用非开挖技术进行地下管线施工,在非开挖设备拥有量、施工项目和施工技术水平等方面南京市都位于国内前列。

但是随着非开挖技术在南京的推广和应用,由于管理系统的建设落后于施工技术的发展,在规划、管理方面暴露出了一些问题。其主要表现在:①缺乏相应的指标对“非开挖”施工的可行性和必要性进行评价;②对非开挖的规划设计不科学、不合理;③缺乏“非开挖”设计与施工的相应技术规范;④“非开挖”施工资料数据不完整、不准确,建档工作不完善;⑤管线竣工后,没有建立起对管线进行评价和测绘的体系。

针对目前南京市“非开挖”存在的问题建立起



图1 南京十运会架空线入地综合管道整治工程



图2 水平定向钻进穿越沪宁高速公路

一套合理的管理、评价系统显得十分必要。希望通过该系统在具体条件下对非开挖施工的可行性进行评价，然后作出合理的规划设计。对“非开挖”轨迹进行实时监控，通过对非开挖施工轨迹的掌握，可以方便规划管理部门对城市管网进行综合规划、管理。管线竣工后建立完善的管线评价和测绘体系，以保证城市管网建设的可持续发展。只有建立起一套完整的管理、评价制度，才能体现“非开挖”的先进性，降低其风险性，实现发展的长期性。

2 非开挖规划评价与分析

目前，南京市对于道路管道铺设工程是否采用非开挖技术进行施工还没有一个具体的标准。现阶段采用的唯一评价指标为国务院于1996年10月1日公布的《城市道路管理条例》规定：新建、扩建、改建的城市道路交付使用后5年内不许挖掘；大修的城市道路竣工后，3年内不得挖掘。仅仅采用唯一的指标作为判断的依据，从决策的角度来看不具备较高的科学性。为了提高规划的合理性，笔者建议通过以下几个方面的对比评价来作出科学、合理的决策。

2.1 规划合理性分析与评价

铺管线路的可破坏性对施工工艺的选择起着决定性的作用，通过综合分析交通影响、环境影响、施工成本等各方面指标提出相应的可破坏性等级是十分必要的。为了不影响市民的日常生活和工作，保障交通安全畅通和市容整洁又不使城市道路、历史遗产、自然保护区等遭到较大破坏，笔者对铺管线路可破坏性等级进行了划分，破坏道路时社会综合成本由上至下逐级减小。

①级：横穿快速路、主干道繁华地段、铁路、机场跑道；穿越河流、不可恢复和不易搬迁的文物古迹、高层建筑、大型雕塑等；

②级：横穿主干道；穿越池塘、一般性建筑物、环境风貌保护区、历史文化保护区等；

③级：横穿次干路、市区主要步行街；在现有重力管线轴线之下铺设；埋设深度大于8m；

④级：横穿支路；市内商业区、广场等；

⑤级：穿越小街巷、人行道；沿市区快速路、主、次干路；埋设深度大于5m；

⑥级：沿支路、花基绿化带、人行道；靠近

市内居民区、学校、医院、企事业单位等；

⑦级：市区建筑工地内；对周边交通环境、市民日常生活影响较小处；郊区人、车流量较小处。

从社会整体发展和建立和谐社会角度出发，为了降低社会综合成本把对社会环境和交通的影响降到最低。建议在非开挖施工技术可实施的情况下，前5级应采用非开挖技术进行施工。

2.2 技术可行性分析与经济评价

非开挖作为一门新的工艺技术在城市管道建设工程中有着得天独厚的优势，但是作为一门新方法必然有其承载的基础条件。在此笔者提出了建立施工可行性分析表这个概念，通过对施工成本、工程条件、施工环境条件、地下障碍物影响和施工风险等几个因子进行差异权重评分，累计求和的定量分析方式来合理评价是否采用非开挖技术进行施工。

表1 可行性分析表

	非开挖技术施工	明挖法技术施工
施工成本	分数×A	分数×A、
工程条件	分数×B	分数×B、
施工环境条件	分数×C	分数×C、
地下障碍物影响	分数×D	分数×D、
施工风险	分数×E	分数×E、
总计		

- 注：1. 各单项评价指标的总分都为100分；
2. 其中（A、B、C、D、E）和（A、B、C、D、E、）分别为非开挖施工技术和明挖法施工技术各单项的对应权重，其权重具体分配可根据实际情况进行调节，但必须满足 $A + B + C + D + E = 1$ 和 $A、+ B、+ C、+ D、+ E、= 1$ 不变
- （由于施工成本为主要考虑因素，其所占权重应较重，一般取0.8）；
3. 施工成本由直接成本、间接成本、和社会成本够成，计算时也可参照权重分配方式进行计算；
4. 当非开挖技术单项评价指标没达到50分时，不能

2.3 施工成本分析

规划设计时所要计算的施工成本是由3部分组成的，它包括直接成本、间接成本和社会成本。施工成本是进行施工方案选择最直观的依据，下面对施工成本的计算不是对各项施工费用的简单求和。笔者将通过对环境、交通、道路修复等方面的影响

进行综合分析,同时将非开挖施工技术和其它施工技术进行对比,根据具体工程条件的侧重点对各种负效应提出相应权重,然后进行计算分析。

综合成本 = 直接成本×A + 间接成本×B + 社会成本×C

式中: A、B、C 为相应各项的权重, A + B + C = 1;

A、B、C 的选取以可破坏性等级和对交通、环境的影响为指标。

(一般全过路工程 A 取 0. 5、B 取 0. 35、C 取 0. 15)

以下笔者将通过图表对比分析的方法进行各种施工工艺的成本比较(直接成本)。在成本比较图中,我们以明挖法的施工成本为基准(100%)。

在考虑综合成本的基础上,为了减小管线工程施工时居民日常生活的干扰,建议大力推广和应用非开挖施工技术,当存在下述条件之一时,应考虑采用非开挖施工工艺进行地下管线的施工:

- ①新建竣工、扩建或改建竣工后五年内或者大修竣工后三年内的城市道路;
- ②穿越市中心交通主干道及交通繁忙交叉口的;
- ③次干道等管线全过路工程;
- ④铺管埋深大于 5m, 开挖施工断面较大, 靠近现有的地下管线;

- ⑤在不稳定地层中和高层建筑的附近;
- ⑥在地下水位以下和环境敏感地区;
- ⑦交通繁忙及商业网点集中的路段;
- ⑧市、区市政工程、公安交通管理部门有特殊要求区域。

对于其它情况应大力推广和应用非开挖技术。

2. 4 规划实例探讨

对非开挖施工进行合理的规划,不但可以节约大量的成本而且有利于城市综合规划的实施。如(图 6)为南京市某处自来水管线铺设工程,设计在 A 点和 C 点之间铺设一条直径为 300mm 的钢质自来水管。

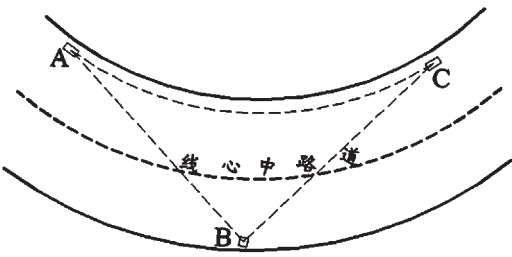


图6 非开挖平面规划图

由于此处道路交通拥挤,人流量和车流量都较大,所以规划时决定采用非开挖技术施工。设计采用水平定向钻进施工,由于没有充分认识到水平定向钻进的施工特点,认为水平定向钻进只能进行直线铺管。原设计采用分段施工的方式,先由 A 点铺管到 B 点,再由 B 点向 C 点进行施工。实际上,水平定向钻进也可以进行曲线铺管施工,只是其所要求的最小曲率半径为 1500D (D 为穿越管段外径)。当穿越管段为柔性管时,最小曲率半径根据管径和管材情况来选取。由此计算该处自来水管铺设的最小曲率半径为 450m,而该处道路的最小转弯半径为 530m,适合从 A 点到 C 点的直接铺管施工。通过设计变更,可以大大降低施工成本,减小施工影响。上例说明在进行非开挖规划设计时,需要对各种非开挖施工工艺有相应的了解才能做出合理的规划。

3 竣工管线的测绘和验收、评价

3. 1 管线测绘

在非开挖施工过程中进行“非开挖”轨迹实时监控和对竣工后的管线进行测绘可以方便规划管理

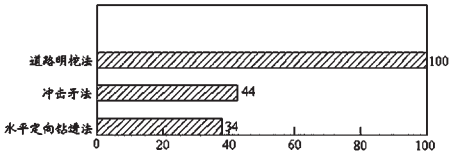


图3 自来水管道(直径100mm)的施工成本比较

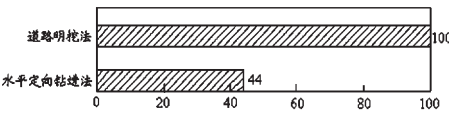


图4 煤气管道(直径100mm)的施工成本比较

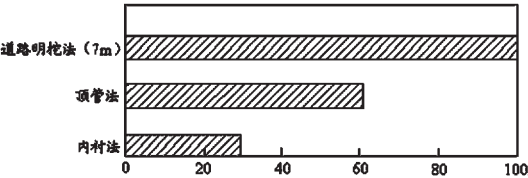


图5 污水管道(直径600mm)的施工成本比较

部门对城市管网进行综合规划。

在非开挖施工过程中施工单位需根据探测仪所测得的实时数据,绘制出管线轨迹图。在工程竣工后将所绘管线图上交设计单位,并配合相关部门所指定的测绘机构对竣工后的管线进行再次测量。若测绘机构所测得的数据与施工单位所绘制的管线图有出入,以测绘机构的数据为最终数据。最后根据测绘部门的数据绘制相关图表并送交相关部门立案、建档。

3.2 管线竣工验收与评价

对采用非开挖技术铺设的管线进行竣工后的验收、评价是保证工程质量的一项重要措施。这种验收、评价需要在此工地工作的工程师配合下进行,通过验收、评价确保新的管线铺设没有影响原有的地下管线和道路结构。另外,按照各行业的新铺设的管线进行测试还能发现和处理其存在的一些质量问题,以避免影响正常使用和增加维修费用。

(1) 竣工验收及资料移交

非开挖工程竣工验收应以批准的设计文件、国家现行有关标准、施工承包合同、工程施工许可文件和相关行业规范为依据。竣工资料的收集、整理工作应与工程建设过程同步,工程完工后应及时做好整理和移交工作。

(2) 质量评价

4 相关政策研究

为了加强对南京市地下管线工程的管理,降低施工对交通、市容的影响,现对地下管线规划管理提出几点建议:

(1) 凡属推广和应用非开挖技术施工适用范围内的管线工程项目,在进行设计前的可行性分析阶段,应明确施工方式是明挖法还是非开挖施工。建设方若认为不具备非开挖技术施工条件的,应事先向非开挖技术中介机构咨询,申报掘路计划时应附上咨询建议书,否则不予受理掘路计划申报。

(2) 规划管理部门应加大对非开挖施工工程项目规划许可的审批力度。未经原批准单位核准,不得擅自改变为明挖法施工。

(3) 对采用非开挖施工的工程项目,应按规划许可的管线水平位置和垂直标高组织施工,施工中

必须对施工轨迹进行严格控制,施工结束后需进行详细测绘建档。

(4) 凡应用非开挖技术施工的管线工程项目,因其对交通、市容、和市民日常生活影响小,申报掘路计划时应享有优先立项权利。同时,立项批准实施后,不占下达给各专业道路管线单位的掘路指标。

5 结语及展望

近10年来,在市政府和有关各方的大力支持下南京市非开挖技术的推广和应用虽已有了长足的进步,但在整个城市地下管线建设中所占比例依然很小,可以说方兴未艾,发展的空间非常大。目前南京市采用非开挖施工技术进行地下管线施工的比例仅占全部地下管线施工工作量的小部分,其主要原因是:(1)有关管理、设计、施工以及投资部门对这项新技术了解不够;(2)片面理解施工成本,只注重直接成本,而不考虑综合成本、社会效益和环境影响等因素。(3)非开挖施工设备一次性投资较大。但是,非开挖施工技术由于具有不污染环境、不影响交通、施工周期短、综合成本低等有点,无疑将在以后的地下管线施工中获得广泛的应用。而且随着南京市地下管网工程的建设,为了避开现有的密集管网系统,其城市管线埋深将有加大的趋势,局部地区管线的埋深已达10米左右。开挖施工的成本随埋深的加大而提高,非开挖施工的优越性也更为显著。

今后五年,随着我市地下管网建设的高速发展,非开挖施工总量也将会持续稳定增长,服务领域也将不断拓展。如何做好南京市非开挖技术的推广和应用可以用4句话来概括,即“政府支持、企业参与、协会推进、社会关注”,这良好格局将为南京市的非开挖事业进一步发展创造有利条件!

参考文献:

- [1] 颜纯文, D. Stein. 非开挖地下管线施工技术及其应用. 地震出版社, 1999.
- [2] 中国非开挖技术协会, 水平定向钻进管线铺设工程技术规范, 2002, 8.
- [3] 广州市城市道路挖掘管理办法, 2003.
- [4] 龚解华, 面向21世纪的上海非开挖行业状况探析, Trenchless Aisa 2006论文集, 2006.

严寒地区的非开挖工程技术

Ian Clarke 著 王 虎 译

摘 要: 本文简要介绍了在严寒地区进行非开挖施工, 包括: 顶管、水平定向钻进、管线修复与替换等可能存在的施工技术问题以及防范技术措施。

关键词: 非开挖、严寒地区、施工

三十年来, 随着各种非开挖工程技术的迅猛发展, 在欧洲、北美和日本等发达国家和地区产生了许多相关应用和产品。

虽然这些国家和地区中大部分区域属于温带, 气候温和, 但也有部分地区一年四季会有很大的温度变化。曾经有人想过如何把这些在温和气候条件下已经发展成熟并应用于实际的技术应用于极冷或极热的地区。

随着即将在莫斯科举行的2008年国际非开挖工程技术大会的来临, 或许到访的客人们都可能想从俄罗斯体验一下这个星球上的极端寒冷的天气条件。非开挖工程技术的可行性主要适用于气候比较温和地区, 因此在像这种极度寒冷的地区使用该技术之前, 我们必须小心检测并且提出各种预防措施。

下面简要介绍一些与这一领域相关的行业运营商和制造商在这种严寒条件下使用非开挖技术体系时可能会遇到的一些问题, 也许还有一些疏漏。

那些主要由钢铁制成的器械在严寒中会出现很多问题, 这种想法似乎很古怪——除非你从没有在寒冷的天气中用裸露的肌肤触摸过暴露在外的钢铁。除了一些显而易见的情况, 有些时候使用这些器械时我们需要考虑怎样保证工作效率和更为重要的安全运行。

然而, 令人惊讶的是, 人们发现无论是在安装还是维修, 在严寒的条件下有时却反而更加有利。

1 微型隧道铺管技术

微型隧道铺管技术在像加拿大、俄罗斯北部地区以及世界上各个高海拔山区等地区使用时遇到的

问题要比预期的少。一个调查员指出, 在加拿大冬季使用泥水式和螺旋式微型隧道施工法, 螺旋式会有很多优势。只要掘进机深度在三米以深, 旋掘器处就会比较温暖且温度相当稳定, 该深度处土壤并没有冻结, 所以旋掘器所处工作环境非常好。对螺旋式微型隧道施工系统和泥水式微型隧道施工系统来说, 传动轴和主要控制容器都被放在了一个内有恒温加热装置的壳体里面, 使其工作更为舒适。

当使用泥浆循环系统时, 该系统也用外壳护住并安装了加热装置。当泥浆循环时, 由于发动机所在处温度高于冰点, 也没有特别的问题。然而, 当晚上机器停止工作时, 问题可能就会出现了。保持泥浆机整晚不停的运作虽然会增加开支, 但可以避免在晚上被冻住。

对于动力系统, 可以在发动机冷却水里加入防冻剂, 使用专为寒冷环境设计的油和动物脂肪也符合使用规范。有一种比较聪明的观点, 动力系统产生的热量也可以给需要使用水的机械保暖。弃渣必须小心处理, 因为潮湿松散的材料会被冻结住而不能流动, 从而形成一个尖堆而不会平铺开。因此, 需要最仔细地调整设备, 而附属设备和现场材料的照管也需要丰富的经验。

2 水平定向钻进

在水平定向钻进区可以采取一些基本的预防措施, 例如给发动机加些防冻剂、给液压系统装配预热加热设备、规范润滑油的使用等。除此之外, 还要考虑到一系列的具体技术问题。

如果预热设备无法使用, 比较谨慎的做法就是让发动机24小时不停的运作, 但这样二氧化碳排

放量太大,可能在现在的政策上难以接受,且花费较大。发动机可以放在一种容器里,在这个容器里使用预热装置时,由于机器暴露在外的部分减少,运行起来效率会更高些。还有一种方法是使用蒸汽发电机加热驾驶舱和其它容器,还可以加热钻井液体系使其温度保持在 0°C 以上。

作为对工人的保护措施,最好在钻井平台附近搭上帐篷,操作工人只需要一个工作间即可作业,避免了暴露在恶劣环境中。要记住没有健康的、细心的、机敏的工作人员,以致没有保护周到的机械,工作都无法进行。特别要注意操作人员。用手操作冰冻的钻杆,可能会对裸露的肌肤造成严重的接触伤害,而操作手提式定位导航设备也是完全暴露在严寒之中的。在这种能见度极度降低的恶劣条件下,必须考虑人们的生命安全。

最近开发的水平定向钻进远程导航系统可以稍微缓解这一问题,因为它可以把接收天线放到外面,使司钻人员无需再经常到现场检测。

就钻井液本身来说,有人曾提到他们曾经研究过是否可以在制作钻井液时加入防冻剂。然而人们发现相对于保护泥浆系统和使用加热装置,其造价高得让人望而却步。钻井液可以在高于 0°C 的环境下通过钻杆内孔,也意味着一旦接好钻杆,外界温度将不会再对其造成影响。

与会者还一致认为,尽管接近地表的地层被冻住了,大部钻头都在未冻结的地层中,所以一般不需要使用硬岩钻具,除非当地的地质条件需要。在开始钻孔时安装导向护套,穿过多年冻土,也是良好的举措,还要想办法使钻孔内的钻井液保持液态并且在循环中得到补充。

有人称在某些地区冬天工作简直就是一种幸运。这是因为在夏季地表的霜将要融化,使得重型设备的运输要比结冰时难得多。

在严寒条件下塑料管道的状况又如何呢?据一家知名的塑料管制造商称,测试表明PE管在 -60°C 的低温条件下仍能保持一定的弹性。在低于 20°C 时,尽管管子压力品级保持不变,但是管子变得僵硬。随着温度下降到 20°C 以下,管子的最小安全弯曲半径开始减小,而其拉伸强度开始增加。这就要求限制管道在 20°C 时的拉负荷。有人还建议,设计管道时把整个管道外表面都包起来可能是有利的。

使用碰焊或电融合连接管道时也要一部分技术和设备。在设计时,都是假定其在某一具体温度范围内工作。对个别细节设备和系统都需要考虑到其任何可能超出设计范围的情况,此时建议向相关制造商或供应商寻求所需设备和管道。进一步的建议是,随着温度的下降和管道变得僵硬,其冲击性能也会发生变化,所以处理时要小心,避免暂时的小面积接触或者边缘或尖端碰撞。

某些管道制造商可以提供某种管道的性能会随温度发生什么变化,应当怎样连接和在连接现有管道和不同材料管道时应注意哪些问题,这些都需要早做考虑。他们也可以建议做某些监控管道性质和某些特定情况下的管道可能的性能改变的测试。

性能特点的改变也将适用于折叠成形管建的塑料管情况,当管道更换和维修承包商和计划人在考虑这一技术时应该考虑到温度条件——这就是我们的另一个非开挖技术项目,在线更换。

3 在线更换

对在线更换来说,上文所述安装体系基本设备的预防措施同样适用。简单的管道破裂机制检测方法如下:如果管道线位低于冻土层,管道可能破裂;如果管道在冻土层内,则其很可能不会破裂。这是因为管道包裹在冻土层里就像是被包在了混凝土里。如果更换处低于冻土层,则一般的管道破裂需要考虑的事项适用,但如果更换深度接近冻土层,冻土层会影响更换处土壤的性质和破裂时被更换的管道破裂性状。

4 修复系统

寒冷气候对CIPP内衬系统有影响,特别是对树脂混合和泵注,但这一问题可以由加热设备解决。管道的浸渍处理可能会很困难,因为它们是在严寒中变得僵硬并且里衬的涂层在低温下会变脆。但有一个好处就是寒冷可以延缓塑化,并且使运输和灌注减少麻烦。一个详细的调查显示整个安装过程因不同的温度效应所得到的好处都会付出代价。

水的供给、转换和循环也都存在问题。管道清洁应当视为一个单独的项目,因为它涉及到许多与水有关的问题。要在严寒条件下塑化管道,而加热器和加热管道却暴露在低温中,这就增加了散热引起的损失和加热器的负载,使很难达到预定的温

度。彻底的热量损失估计和平衡是至关重要的，涂层中为保证质量而插入热电偶可以增加顾客对达到适当塑化温度目标的信心。例如，有些树脂制品在 -20°C 的极度低温条件下凝固成固体而有些树脂制品需要小心加热至 15°C 以保证适合注入管道。这就意味着如果在没有保护措施的情况下使用树脂罐，则要在输送前加热树脂罐。

但寒冷环境也有一些优势。安装时司钻人员可以花更多的时间在灌输管道上。在施工现场，大部分情况下，突降大雪时输水管道被风暴淹没的几率接近于0，这就排除了恢复期间建立扫排系统的必要。另外，根据当地地下水的情况和冻土区深度，可以排除渗透的可能，因为没有流动的水或地下水位很低。这可能会影响对管道材料和安装技术的选择。

就工程成本来说，有必要考虑增加一些。例如为了维持运作，全天候的开动机器所增加的燃料耗费（可能高达百分之二十五），还要顾及由此引起的设备磨损和维修费用。凡是储水罐、喷水器和沸煮器等用水设备，尤其在过夜情况下，需要放水、封存。

当在户外用水工作时，要不断地循环以防水结冰，这就要求发动机持续高速运转使水泵不停地工作。当水流过水管时，就会有结冰的趋势，这可能会导致水泵的破坏进而缩短设备的使用寿命。有些情况下，需要改造设备确保把水排干，以防水结冰而造成破坏。此外，制动系统、轮胎和像轮胎防滑链这样的冬季设施需要便捷地运抵现场。为了保证发动机正常运行，还要使用柴油机调节器和非胶凝冬季燃料。在某些情况下，寒冷条件时启动电子设备可能会损坏这些设备。

最后，也许最重要的是设备的安全性。在寒冷的地方，司钻人员身穿防冻服，很可能他们就不能不戴着手套操作设备。这样，在比较阴暗的地方（尤其是高纬度地区）发生意外的可能性就会增加。要有良好的培训和监督，并且对劳动个人和集体不断提醒注意，确保成功和安全地完成项目。

乌效鸣 校

译自 < Trenchless Technology International >

March 2008

非开挖铺管技术方法选择的优化研究

Agata Zwierzchowska 著 田建东 译

摘要: 数学模型 AZ-01 是基于考虑输入数据来选择最优的非开挖铺管技术而提出的。在 AZ-01 的框架内, 给出了一种以假设、限定条件, 输入和输出数据为基础的非开挖分类方式。该模型的算法也一直在讨论之中。2006 年爱思唯尔有限公司保留所有权利。

关键词: 非开挖铺管、优化、数学模型

1 简介

从 1990 年开始非开挖技术在波兰已被更大规模的应用于铺设管道。尽管从那时起已经过去很多年了, 同时应用非开挖技术铺设了越来越多的管道, 但是在波兰没有任何一种科学的说明或者指示指出在施工中怎样做出这种方法的最优选择。因此, 有必要为如何为非开挖铺管技术做出最优选择制定一个数学模型。非开挖铺管技术的最优选择技术是一个跨学科的问题, 这包括材料技术, 岩土工程, 交通工程, 经济和环境等方面, 以及其他许多方面的学科。为了给某个既定的管道工程一个最优技术方案有必要对诸多的因素和技术参数进行分析。

2 数学模型 AZ-01 为非开挖铺管技术进行的最佳选择

2.1 简介

每种非开挖铺管方法都是以其自身的技术参数作为特征的, 例如: 安装管道的标称直径、材料、铺设长度、土层类型是否适合某种已有方法, 准确性, 覆盖深度, 还有其他标准。这些参数在不同的方法下会显现出不同的价值。这些参数, 例如土层类型或者地下水位, 甚至可以排除对某一已有工程采用某种已有方法的可能性。因此, AZ-01 模型的最主要目的是给非开挖铺管技术一个最优选择 (Zwierzchowska, 2003)。

2.2 适用于该模型的非开挖铺管技术分类

在这个模型中, 非开挖铺管技术分类的选择和接受是一个关键的问题, 因为有很多不同的部门和分类。AZ-01 模型有它自己适用的分类, 我们对 13 种方法进行了分析 (Zwierzchowska, 2003), 如下:

- (1) 不可操纵冲击矛;
- (2) 可操纵冲击矛;
- (3) 带封闭管道的冲击夯;
- (4) 土壤移位顶管法;
- (5) 定向钻进法和导向钻进法;
- (6) 带开放管道的冲击夯;
- (7) 不可操纵顶管法;
- (8) 可操纵顶管法;
- (9) 带试点钻孔和土屑清除螺旋输送机的顶管法;
- (10) 带试点钻孔和扰动水流装置的顶管法;
- (11) 带土壤清除螺旋输送机的微型隧道法;
- (12) 带扰动水流装置的微型隧道法;
- (13) 带扰动气流装置的微型隧道法。

一些考虑到土屑排除类型的方法被一分为二, 例如不带试点钻孔的顶管法, 因为带土屑清除螺旋运输机的方法和带扰动水流装置的的方法以不同的技术参数值为特征。在这个数学模型中的非开挖铺管技术的分类不包含属于隧道技术的施工方法。

2.3 假设

指定的假设和限制条件是制定此模型的第一步, 做出以下假设:

- (1) 在任何一种方法下人都不需要在铺设管线

的过程中在管道中作业；

(2) 设计管线有 j - 节组成，每节管道都被包含在一个起点坑（轴）和一个目标坑之间；管道的直径和厚度沿整个管道上是不变的；

(3) 所有管道都是用同一方法制造的，但是由于设计管线的技术参数有相当大的不同，致使其他的管线的制造有可能使用的是另一种完全不同的方法；

(4) 所有 j - 节组成的管线只能构成一种管道（天然气管道，供水系统，污水处理系统等）；

(5) 以下管道已经通过审议：压力管道，重力管线，连接内部压力的管道，房子下水道；

(6) 以下管道已经被排除：远距离供热和制冷管线；

(7) 根据波兰标准（1999年），七种土壤已经被鉴定通过；

(8) 该模型是为圆形横断面的管线建立的，最大深度为40米，标称内径范围从25到3600毫米。

2. 4 限制条件

在数学模型 AZ - 01 中达到要求的限制条件有：每种方法的最大施工距离；各种安装管道的直径；安装管道的材料；用某一方法有可能可以在其中安装管道的土壤类型；安装管道在纵向和横向上的准确性；以管线上沿为基点的最小深度；以管线下沿为基点的最高地下水位，等等（Zwierzchowska, 2003）。所有的这些限制条件都以用矩阵形式记录。

例如，利用某一方法有可能在七种安装管道的土壤类型的限制条件用矩阵形式记为：

$$B = [b_{ik1}]_{m \times n_1} \quad \text{for } i = 1, 2, \dots, m; \\ \text{其中 } m = 13$$

$K_1 = 1, 2, \dots, n_1$ ；其中 $n_1 = 7$ (1)
其中 B 是在 K_1 - 土壤类型中用 i - 方法来指定管道建设的可能性的矩阵，根据波兰标准（1999年）中的土方工程的标准， K_1 指土壤类型， i 指非开挖铺管的方法。

$\{0, 1\}$ 的值被作为矩阵元素 b_{ik1} 的值带入矩阵中，其中 $b_{ik1} = 1$ 指在 K_1 - 土壤类型中利用

i - 方法有可能建造某一管线， $b_{ik1} = 0$ 指在 K_1 - 土壤类型中利用 i - 方法不可能建造某一管线。

另一个限制条件是安装管道的材料，并非所有的管道材料都可以用某一非开挖方法安装，例如只有钢管才能用冲击夯法安装。这一限制条件用矩阵的形式可写为：

$$F = [f_{ik6}]_{m \times n_6} \quad \text{for } i = 1, 2, \dots, m; \quad \text{其中 } m = 13 \\ K^6 = 1, 2, \dots, n_6; \quad \text{其中 } n_6 = 8 \quad (2)$$

其中 F 是可用 i - 方法安装的管道材料 K^6 的矩阵， K_6 是管道材料， i 是非开挖铺管技术。

$\{0, 1\}$ 的值被作为矩阵元素 f_{ik6} 的值带入矩阵中，其中 $f_{ik6} = 1$ 指用 i - 方法利用 K_6 - 管道材料有可能建造某一管线， $f_{ik6} = 0$ 指用 i - 方法利用 K_6 - 管道材料不可能建造某一管线。

2. 5 输入量

在数学模型 AZ - 01 中以下输入量已经被定义了：管道直径、有效长度、每节管道铺设的理论深度、以管道上沿为基点所覆盖的最小设计深度、管道种类、管道材料、每节管道的土壤类型和其他参数、系数和辅助数据（Zwierzchowska, 2003）。这些输入量被用为标量、矢量和矩阵，例如：根据波兰标准（1999年）中的土方工程标准 $b_j = [b_{j1}, b_{j2}, \dots, b_{jk1}, \dots, b_{jn1}]$ 是拟定矢量土壤类型，公式中的 j 是设计管道的节数，其中 $K_1 = 1, 2, \dots, n_1$ ； $n_1 = 7$ 。

$\{0, 1\}$ 的值被作为矩阵元素 b_{ik1} 的值带入矩阵中，其中 $b_{ik1} = 1$ 是指在第 j 节管道周围的土壤类型， $b_{ik1} = 0$ 是指不在第 j 节管道周围的土壤类型。 $f = [f_1, f_2, \dots, f_{k6}, \dots, f_{n6}]$ 是拟定标量土壤类型，其中 $f_{k6} = 1, 2, \dots, n_6$ ， $n_6 = 8$ 。

$\{0, 1\}$ 的值被作为元素 f_{k6} 的值，其中 $f_{k6} = 1$ 是指 k_6 是管道中设计应用的材料， $f_{k6} = 0$ 是指 k_6 不是管道中设计应用的材料。

2. 6 算法

系统的寻求解决方案的方法已经在模型 AZ - 01 应用，该数学模型的算法包括 11 个步骤（Zwierzchowska, 2003）。在本文中仅讨论限制条件和输入量两个步骤，

在该算法中，利用管道周围的土壤类型进行方法的选择是其中的第一个步骤，它是利用矢量 b_i 的选择来实现的， i 是矩阵 B 中的一行，这个矢量必须满足的条件是：

$$\text{如果 } b_{jk1} = 1, \text{ 则 } b_{jk1} = 1 \quad (3)$$

其中 b_{jk} 是矢量 b_j 的元素。

该算法的下一步骤与设计管道的材料有关, 在该算法的这部分中, 矢量 f_i 被用来选择材料, 其中 i 是矩阵 F 的一行, 但是这个矢量必须满足的条件是:

如果 $f_{ik6} = 1$ 则 $f_{ik6} = 1$ (4)

其中 f_{ik6} 是矢量 f 的元素, f_{ik6} 是矢量 f_i 的元素。

2. 7 输出量

确定某一种或几种非开挖铺管方法的量或指标是输出量。这些量是 $i = 1, 2, \dots, m$; 其中 $m = 13$ 。例如输出量可以使 $i = 11, i = 12$ 和 $i = 13$ 。这意味着某一铺管工程 (给出了输入量) 最优的非开挖技术是非开挖铺管技术中的第 11、12、13 三种方法。

2. 8 数值模型

数值已经全部被代入矩阵和矢量 (限制条件和输入量) 的元素中去了, 指定的非开挖铺管技术也已经确定, 具体情况如下:

- (1) $i = 1$ - 代表不可操纵冲击矛;
- (2) $i = 2$ - 代表可操纵冲击矛;
- (3) $i = 3$ - 代表带封闭管道的冲击夯;
- (4) $i = 4$ - 土壤移位顶管法;
- (5) $i = 5$ - 定向钻进法和导向钻进法;
- (6) $i = 6$ - 带开放管道的冲击夯;
- (7) $i = 7$ - 不可操纵顶管法;
- (8) $i = 8$ - 可操纵顶管法;
- (9) $i = 9$ - 带试点钻孔和土屑清除螺旋输送机的顶管法;
- (10) $i = 10$ - 带试点钻孔和扰动水流装置的顶管法;
- (11) $i = 11$ - 带土壤清除螺旋输送机的微型隧道法;
- (12) $i = 12$ - 带扰动水流装置的微型隧道法;
- (13) $i = 13$ - 带扰动气流装置的微型隧道法。

有些矩阵有很多的元素, 甚至于上千, 因此在本文中矩阵 F (最小的中的一个) 的数字版已经给出。在这个矩阵中, 行代表以上所有的非开挖方法, 列代表某一特定管道的材料类型, 第一列是聚合物混凝土, 第二列是石制品, 第三列是 PE, 第四列是 PVC, 第五列是钢, 第六列是钢筋混凝土,

土, 第七列是球墨铸铁, 第八列是 GRP。可以用这些指定的元素来进行一次解释, 例如:

f_{i2} - 矩阵 F 的元素, 指在 i - 方法中可以利用石

$$F = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \quad (5)$$

制品的可能性。

f_{i2} - 矩阵 F 的元素, 指在定向钻进和导向钻井中利用石制品的可能性。

分析下面矩阵 F (5) 的数值我们可以看出元素 $f_{i2} = 0$ 。这意味着在定向钻进中利用石制品作为材料的可能性为 0。

3 验证模型

1999 - 2003 年在波兰的非开挖铺管工程施工中所获得的技术数据验证了该模型, 其中一个利用模型 AZ - 01 进行的非开挖技术最优选择的例子如下。

下面是被考虑的输入量:

- (1) 管道类型 - 重力排污;
- (2) 土壤类型, 取决于设计管道的位置 - 4, 5;
- (3) 设计管道的标称直径 - 400mm;
- (4) 设计管道的外径 - 556mm;
- (5) 管道的设计材料 - 石制品;
- (6) 垂直方向上管道安装要求的准确性 - 20mm;
- (7) 水平方向上管道安装要求的准确性 - 25mm;
- (8) 以管道上沿为基点管道以上的最小深度 - 6.0m;
- (9) 以管道下沿为基点管道以上地下水位的最大高度 - 2.5m;

(10) 有效长度 – 62m。

输入量为：

$a = [0, 1, 0, 0]$ 是指管道种类的矢量[-]；

$j = 1$ 是设计管道的节数[-]；

$b = [0, 0, 0, 1, 1, 0, 0]$ 是指设计管道所在位置处土壤类型的矢量[-]；

$d_n = [400]$ 是指设计管道标称直径的矢量[mm]；

$d_z = [556]$ 是指设计管道外径的矢量[mm]；

是指设计管道内径的矢量[-]；

$d1 = 1000000000000000000010000000000000000100000001$

$f = [0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0]$ 是指设计管道材料的矢量[-]；

$g^1 = [20]$ 是指在垂直方向上管道安装可接受的准确性的矢量[mm]；

$g^2 = [25]$ 是指在水平方向上管道安装可接受的准确性的矢量[mm]；

$h_{min} = [6. 0]$ 是指以管道上沿为基点管道以上的最小深度的矢量[m]；

$h_{max\ wg} = [2. 5]$ 是指以管道下沿为基点管道以上地下水位的最大高度的矢量[m]；

$L = [62]$ 是指每节设计管道长度（有效长

度）的矢量[m]；

$p = 1$ 是湿地。

利用模型AZ – 01的算法，得到以下输出值：
 $i = 9, i = 11, i = 12$ 和 $i = 13$ ，意味着以下方法可能被选用：带试点钻孔和土屑清除螺旋输送机的顶管法，带土壤清除螺旋输送机的微型隧道法，带扰动水流装置的微型隧道法，或者带扰动气流装置的微型隧道法。

4 结 论

利用在现有算法和数据库的基础上建立的模型AZ – 01，投资者、工程师或其他负责人可以选择非开挖铺管方法，或者核实所选方法。它可以使人避免选择不合适的非开挖铺管方法和随后在铺管过程中产生的并发症，以及管道维护过程中的问题。在多数情况下，利用模型AZ – 01通常可以获得一个以上的施工方法，就像上面的例子那样。进一步的选择可以利用作者阐述的第二种模型，Zwierzchowska（2003）中的模型AZ – 02，该模型是以经济分析来选择非开挖铺管方法。

（胡远彪 校）

参考文献：



上海市天然气工程创穿越长度纪录

2008年12月19日凌晨，上海市重大工程 – 总长为1548米，管径为813×15. 9的上海天然气主干管



网二期工程LNG主干线III标段2号定向钻穿越回拖取得一次成功，标志着该工程建设取得重大突破，创下了上海城市燃气建设中穿越管径最大、穿越长度最大的历史纪录，为实现年内全面完成LNG主干线、迎接进口LNG的到来奠定基础。上海天然气主干管网二期工程LNG主干线是洋山港进口液化天然气的配套工程，其总长38公里的管线横穿南汇、奉贤二区。

（摘自 文汇报）

定向钻进——满足不断发展的社会需要

Steve B. Gross 著 吕华珍 译

摘要: 本文说明了随城市不断的发展, 非开挖水平定向钻进技术在城市地下管线铺设的作用越来越大, 应用面不能扩展。

关键词: 非开挖、水平定向钻进、发展

去年, Thomas Township, Mich 面临着一项任务, 他需要满足由于两家工厂和很多附近家庭面积不断扩大带来的建设复杂地下污水管的需要。其中一家工厂生产计算机芯片和太阳能工业原材料, 正在扩大它的厂房规模。

近年来, 尽管农村地区更加注重农业生产, 但 Thomas Township 确把自己的注意力放在了工业化进程和农村居住面积的增加上。为了适应这种不断发展趋势的需要, 该地区的用水设施和排水设施都将逐步得到完善以适应更多的人口和工业消耗。一些家庭受到了影响, 但是没有新的家庭迁到这个区域。由于不断扩大的工厂增加了更多的就业岗位, 因此地下管网的规划考虑到这个区域预计的未来的居住人口。

这几个大的地下设施改进工程中的其中一个, 是一条近 13000 英尺的生活污水管主管道安装。这条长管道将穿越一条交通比较繁忙的路 Gratiot Road, 它是 M - 46 国道高速公路的一部分, 这条道路和附近一些交通干道将因此受到不同程度的干扰。

Thomas Township 聘请了 Spicer Group Inc 公司的 Saginaw Mich 作为这项工程的顾问。Spicer Group 设计了污水管道的穿越轨迹, 并选择用水水平定向钻进的方法进行管道敷设。

“这条管道需要与 M - 46 路平行, 在实际穿越过程中, 钻孔将不可避免地一条河流下通过。” John Olson 说道, 他是 Spicer Group 的项目经理。最重要的是, 在马路的右侧是人流密集区域, 其中还有很多汽车通过, 我们不想扰乱他们的正常生活。减轻这种干扰程度也不是最好的



图1 准备回拖铺管施工

选择。因此, 我们选择水平定向钻进技术, 它对地面几乎没有干扰, 后续清理工作也极为方便, 这就使它成为该项目一个理想的选择。

S & S 定向钻进有限公司的 Bryan Ohio 被任命为该工程的施工负责人。去年五月这项工程开工。在合同中, Spicer Group 提供了两种管道选择, 一是 Certain Teed Certa - Lok Yelomine PVC 管, 另一种是 HDPE 管。Spicer Group 将最后的选择权留给了 Bryan Ohio, 他选择了前者, 因为它易安装, 并且不会出现大的拉管问题。

“我青睐于 Certa - Lok Yelomine 管是因为在敷设中不会影响到汽车道。” Tod Schlachter 解释说, 他是 S & S 定向钻井公司的合作伙伴, “这种管道每段 20 英尺长, 当安装时可以逐段相连, 而不是将几百英尺的管子连成一串, 摆在附近区域。安装一个

接头只需30-40秒,所以它是一个不错的选择。”

该工程所需的管道总长为12700英尺,其中9000英尺将通过水平定向钻进的方式进行敷设。剩下的3700英尺,将从一片豆田下穿过,将通过明挖的方法敷设。

管道的供应方是位于萨吉诺的Michigan Pipe & Value分公司。S&S定向钻进公司有两台非开挖钻机,一台是Vermeer 33×44,具有33000公斤的回拖力,两台钻机的回转扭矩都是4,995 N·m。

钻遇地层包括砂土层和冻土层,该施工组钻了10个钻孔,它们的分布范围:水平距离400-1100英尺,深度6-12英尺。为了从Swan Greek河底部穿过,施工组需要钻进一条长650英尺,深30英尺的钻孔。他们在管道回拉之前将每个钻孔用16英尺带有凹槽的扩孔器扩孔。

当最后一级扩孔器将它从钻孔中回拉时,后面就会连着一段段连接好的管道,“最大的问题是要在原有的地下管道附近钻进。”Schlachter说,“这项工程的大部分区域,我们都会遇到很多原有地下管线,它们要么在钻孔附近,要么在它正上方,所以实际的工作并不是那么容易,”他说,为了在原有地下管线之下并沿着这些管线路径钻进,待敷设的管道与原管道的距离保持垂直在100英尺。通过“月蚀”数字跟踪导向仪的实时追踪,技术人员可以获得钻头的实际位置。

穿越Swan Greek 河流也为施工组的工作增加

了一点困难。“Swan Greek 河已经下有了一条地下管道,并且这条管道穿越了该设计区域,”Schlachter 解释说,“我们必须钻到这个管道的背面去,并且要比该区域任何一条现有管道深一点。”

在成功钻完导向孔施工后,施工组接上了16英寸的扩孔器完成扩孔。在扩孔时,泥浆漏失了3-4次,施工人员把扩孔器拉出重新清孔。在Baroid钻井液协会技术人员的协助下,将两种液体混合。一种是7袋钻井凝胶,2袋No pag,1000加仑水,另一种配方是2袋QuikTrol LV,1000加仑水。果不其然,当使用这种钻井液后施工组毫不费力地将管道顺利拉出。穿越Swan Greek工作终于顺利完成。

由于成功地采用水平定向钻进的方法进行了管道敷设,这使对居民区和高速公路的影响降到最低成为了现实。“管道被安装在Michigan 46 边缘处一点,”Schlachter 说,“我们能够放下心来继续我们的工作。它造成的扰动是如此少以至于人们甚至没有发现这个工程正在进行,当工作完成之后一些人还问我们什么时候拉管。我认为这是最大的欣慰。”

孙平贺 校

译自 <Trenchless Technology International>

Jan. 2008

购买和维护一套领先的分动器的技巧

David Clifton 著 胡 波 译

摘 要: 本文简要介绍了水平定向钻进施工中的分动器结构原理, 以及在优选及维护分动器需要注意的几个技术问题。

关键词: 非开挖、分动器、优选

作为领先的水平定向钻机回拖分动器制造商, 我们设计与制造的DCD可脱连接器自20世纪90年代初开始运用到水平定向钻机制造产业。自那时以来, 随着公司蓬勃发展, 我们掌握了关于分动器很多的知识和经验。

在那个时候, DCD技术仅仅运用于回拖安装到清洁、干燥的管道中的电缆的小型分动器。它们只有一个简单的轴承和密封结构。开始时我们本没有想到将该技术运用到水平定向钻机制造。但庆幸后来我们考虑到了。当接到电话通知说我们的DCD分动器不能正常工作时, 我们不禁纳闷是哪里出了什么问题呢? 当看到收回的分动器, 原来它们都被干泥浆固结住了, 我们才明白问题所在。于是我们开始着手解决这个问题。

在初期, 许多承包商将两个分动器串接起来使用, 以防万一其中一个失效。而另一些人则高额的使用高品质的分动器, 它们虽具有良好的强度, 但没有足够的密封能力。一旦泥浆进入其中, 轴承就会很快被卡住。

一年后, 专用于地下定向钻孔(DUB)分动器研制出来了。在专利权的保护下, DCD开始在公司历史上崭露头角。在那个时候几乎所有的机器制造商都订购我们的DUB, 包括查尔斯机械工程, CMS, 美国奥格, Barbco和其他一些公司。

DUB是当时最优越的分动器, 而且迅速成为行业标准, 并一直保持到今天。它的设计纳入了可承受负荷的轴承、多级密封系统、完全保证泥浆排除在外和高达5:1的安全系数, 这些确保了所有机械部件都能有一个非常长的工作年限。并且由于安装了一个可润滑分动器的

安全阀, 使得该系统密封性能非常好。

在早期, DCD分动器只能提供大约80吨拉力, 但今年DCD制造了有史以来第一次能承受700吨拉力的分动器, 以及许多500吨和超过100吨拉力更多数量的大型分动器。这些在当今许多大型钻机上都能见到。10年前的主要销售重点是提供给使用小型钻机铺管地全美光纤总线, 但今天主要是提供给更多种类和大多数铺管需承受多达20万磅拉力, 甚至更大的制造商。

现在的销售对象包括使用铺设给水管道、污水管等所有需要更大拉力和更大分动器的钻机的厂家。虽然在过去十年的设计中, 分动器本身结构保持不变, 但如今却能承受更大的拉力。

1 购买DCD分动器

分动器的主要问题是成本和保养。对于成本, 和大多数产品一样, 我们都想物有所值。首先购买前要了解这个产品, 为什么它这么贵呢? 比较发现另一种分动器也可以提供类似的拉力, 但直径却小的多。为什么会这样呢? 因为决定分动器大小的重要组成部分是承受负荷的轴承。如果分动器其他部分较小, 那么轴承也会较小。所以首先要考虑使用什么类型的轴承。通常情况下, 球面滚动轴承是最好的抗拉轴承。但遗憾的是, 这种类型的轴承非常昂贵。然而有利的一面是, 它们有很长的工作寿命, 并已被证明它们很可靠。如果您的分动器固定在扩孔器或钻杆最前端(而不是有一个能使其两端灵活移动的U型夹), 这时轴承将承受更高的边侧负荷。既然球面轴承的优点不是为了承受边侧负荷, 所以这种情况你就不必要选用这种轴承。在你购买前, 思考这些类似的问题有助于你决定使用何种产品。

密封系统也很重要。轴承能否获得良好的维护直



图1 连接分动器

关系到它们的生命周期。密封口的作用就是不让任何外来物质进入轴承。改良型密封系统(逐步优化型)通常是最好的。它们虽然配有高品质的封条,但却使大型分动器的成本远远超过1000美元。它们值得吗?因为它们能很好的维护轴承,这就可以节省大量的消耗费用,所以它们是值得的。

最后,检查所有的机械部件。例如牵引钩联结销的大小和结构、支耳的厚度、使用钢材的类型。另外不要忘记检查制造商的保修服务。制造商是否记录了每一个分动器?一旦失效,他们是否能提供材料的可追查性?他们是否有信誉?所有上述问题都非常有助于您选用合适的分动器。

一个非常重要的技巧是,一定要选购分动器的承受拉力始终高于您打算使用的钻机的额定拉力。例如如果您有一台回拖力30,000磅的钻机,你就要买一个能承受40,000磅拉力的分动器。两者能力上的差异虽会造成价格上的损失但你会获得更大的收益。下面是一个简单的参考例子:当钻机拉力超过分动器10个百分点以上的额定拉力时,分动器的轴承寿命将减少百分之二十五。当钻机拉力低于分动器10个百分点以下额定拉力时,分动器的轴承寿命将增加百分之四十。

2 分动器维护

一旦您已决定购买那种分动器,现在你就必须弄清如何维护它。跟任何一件机器一样,闲置在工作场会使它生锈,这对分动器没有好处。所以一定要保持它的清洁,并时刻让它处于工作条件。在每次牵引结束后,最好是你将它从管柱上卸掉前,继续保持其转动并通软



图2 分动器入井

管放油冲洗接头。特别要注意的是冲洗分动器的间隙。这里可能会集聚泥浆,如果存留下的泥浆干涸,会严重损害橡胶密封件。一旦泥浆从间隙区露出,它会将密封件部件闭锁在一起。结果当您在一两个星期内再次启动分动器时,一个严重的危害将是密封件被撕裂,变得毫无用处。所以需要冲洗密封区域部件,直至干净的水流出,然后注射润滑油,以保持湿润。一旦放回堆置场,泵入一点油脂以确保轴承保持密封。有许多分动器,油脂可以轻易通过密封部件间隙流出。对于这些分动器,最好是泵入足够多的油脂,直到油脂从另一端口流出,确保轴承中没有任何污染物。

对于DUB接头,油脂不能通过密封件流出,而必须通过出口安全阀流出。务必保证当油脂流过时安全阀是打开并是干净的。油脂无法通过安全阀流出可能意味着安全阀有故障或不能工作。参考手册,并替换它。

必须确保分动器工作时不会出现‘松’的现象。如果听到转磨的声音可能意味着轴承中有污染物。这时需检查牵引钩磨损情况并检查确保销钉附近牵引钩及支耳周围无划痕或其他损害。

分动器是一个最好不要轻易拆解的部件。一定要保证它处于良好的工作条件中,并且满足钻机和工程回拖要求。

乌效鸣 校

译自 <Trenchless Technology International>

Jan. 2008

经受住风暴的袭击

Tara Deering 著

作为一项无法预料的恐怖袭击的预防措施，密歇根州政府雇用承包商铺设一条连接该州北部和南部的911应急通讯线路。但是，在铺设通讯线路时，承包商必须克服一些无法预料的自然障碍。

工程承包商 Durocher Marine 公司，一家 Kokosing 施工公司的子公司，雇用密歇根州 Belleville 的公用设施服务公司 LLC 作为铺设 SBC 通讯公司 911 应急线路的二级承包商。应急情况时，新的 911 通讯线路可作为密歇根州上下半岛的辅助应急系统。为了这条线路，公用设施服务公司需要在河床下 25 尺的深处进行水平定向钻进，并从 St. Ignace 到 Mackinaw 市铺设一条管道。

在如此大型的工程中进行导向对公用服务公司来讲并不新鲜，因为它一直从事自来水、污水、天然气、电力电缆和通讯电缆的铺设和维护。该公司成立于 6 年前，拥有一批威猛公司的水平定向钻机，完成了一些典型的大型公用管线铺设工程。事实上，将近 100 名员工的公司每年用 25 台威猛钻机要铺设约百万英尺的套管和电缆。

1 铺设 911 应急线路

公用服务公司的钻进业务主管 Chris Lamb 介绍说，对这个特殊的工程，选择使用该公司最大的水平定向钻机——威猛公司的 NAVIGATOR D300x500 钻机，施工人员需要在半岛的北岸钻进 2500 英尺，并在南岸钻进 800 英尺。Lamb 先生知道，他们需要一台功率强大的钻机，以便快速地钻进长距离钻孔，并铺设直径 127 mm 的钢管。目前，SBC 公司的 911 应急通讯线路已经贯穿跨越麦基诺海峡连接密歇根州的 5 英里长大桥，这里是密歇根湖和休伦湖交汇的地方。相反，新的 911 应急

线路在将在海峡的底部从 St. Ignace 延伸到 Mackinaw 市。

工程首先从工程公司规划钻孔路径开始，然后公用服务公司雇佣潜水员来铺设湖底电网，以便用来作为其水平定向钻进过程的定位和跟踪系统。Lamb 先生介绍说，一旦电网铺设完成，6 名施工人员将利用 D300x500 钻机，威猛公司制造的最大型的水平定向钻机，开始北岸 750 m 长钻孔的施工。施工人员选择 6 3 / 4 英寸的孔底马达钻头来钻进湖底坚硬的石灰岩地层。除了复杂的地层条件外，从驳船进行施工也是一大挑战。

“我们在北岸从岩石中钻出，然后又钻回去。这是有一点挑战，但对我们来讲不是克服不了的。”Lamb 先生介绍说，“如果我们使用小型的水平定向钻机，我敢肯定它将花更长的时间。”

总之，根据 Lamb 先生介绍，在 St. Ignace 附近完成北岸这个 750 m 的钻孔，施工人员花了大约 7 天的时间，并在 Mackinaw 市附近用 3 天的时间完成南岸的 800 m 长钻孔。由于使用了钻进液搅拌系统（泥浆的粘度大约为 60 秒），施工人员不需要进行任何预扩孔或后扩孔。

他介绍说，“我们使用 6 3 / 4 英寸的泥浆马达钻进一眼 9 7 / 8 英寸的先导孔。然后，从湖底取出钻杆柱，放到驳船上。最后回拖有黄色带子的钢管，并且将钻管重新拉入。我们不使用扩孔器，因为我们回拖与前面拉入的钻管相同尺寸的管道。”

2 自然的力量引起的问题

当听说 Lamb 先生和他的施工人员面临着在构成湖岸和湖底的坚硬石灰岩地层钻进时，许多人也许会认为地层是他们铺设管道的最大挑战。但是，

自然的力量且成为他们的挑战。当要回拖管道时，自然的力量决定她不希望公用设施公司的施工人员使事情变得容易。大风和大雨迫使Lamb先生和他的施工人员停止施工作业。“我们不得不在两次雷雨风暴时坐在户外，使我们的施工进度大大地慢下来”，Lamb先生介绍说。

当暴风雨来临时，Lamb先生的妻子，Christina女士正在工地上为正在工作的施工人员摄像，见证了险恶的气候条件是如何影响他们的施工进度的。

Christina Lamb女士介绍说，似乎所有的施工人员都在待命，等待雷雨风暴平息下来，以便能重新回到工地继续进行回拖管道作业。有时，

看起来自然的力量似乎会给予合作，工人将要回到工地，但几分钟后雨下得更大。那天，施工人员直到上午4点也没有完成管道回拖作业。

“在任何施工工程中，气候条件均可起到巨大的作用。但是，工人们表现出色，这是她发现的一个现象。”Christina Lamb女士介绍说，“他们知道自己的作用，他们也工作得非常出色。”

Chris Lamb女士说，工程进行了4个星期后，施工人员的艰苦工作得到了回报。911应急通讯电缆的5英寸钢套管终于铺设在麦基诺海峡的南北岸两岸。没有任何自然的力量能够阻止成功地完成工程施工。

(威猛制造公司 供稿)

川气东送管道水阳江穿越工程顺利完工

2008年11月28日凌晨5时30分左右，一根直径为1016毫米的管道，被一台水平定向钻机驯服地从一根套管里拖了出来。这标志着川气东送管道唯一一处采用导向孔对接技术施工的河流穿越工程——水阳江穿越工程顺利完工。所谓导向孔对接技术，也就是用两台钻机各自从河岸两侧向河床下打导向孔，然后通过特殊的控制软件，使两台钻机的钻头在河床下“会师”，实现两个导向孔的连通。通常情况下，水平定向钻穿越只需用一台水平定向钻，就可以完成从河岸一侧到达对岸的导向孔施工。

水阳江是安徽省宣城市境内的一条河流，也是当地最大的一条长江支流。水阳江穿越地层主要是卵石层、强风化与中风化泥质砂岩。穿越距离为962米，最深处距河床下28米。由于水阳江两岸的河床下均有卵石层，如果按照通常的施工方法，由于卵石层稳固性差，很可能出现导向孔塌陷的现象。鉴于此，水阳江穿越工程只有采用导向孔对接技术，才能攻克这样复杂的地质施工难题。针对水阳江的地质特点，施工单位在河流两岸各打入了一根长约70米的套管，把卵石层隔离在了套管之外。然后，两岸施工人员各自启动定向钻机，从套管里向河床底部钻进，并在河床下顺利实现了导向孔对接，为这项工程的按计划完工奠定了基础。

(摘自 中国石化新闻网)

可熔聚氯乙烯管的水平定向钻进铺设 在南卡罗来纳州成功完成

石鹏飞 译

摘 要: 本文简要介绍了一个采用水平定向钻进技术铺设可熔聚氯乙烯管热塑性管的排水管道工程的概况。

关键词: 非开挖、水平定向钻进、可熔聚氯乙烯管

米尔斯集团在蒲福河下用水平定向钻穿越方法为蒲福河下水道管理局 (BJWSA) 成功地铺设了5120英尺的管道, 该管道为直径10英寸的可熔PVC管, 这一举措打破了纪录。

管道将连接皇家港回收水设施和当地的一个高尔夫球场。该项目已经在6月12日完成, 并且它是历史上最长的一次性水平定向钻进穿越热塑性管铺设。

可熔聚氯乙烯在工业上越来越常用, 结合这次成功的穿越, 证明对于水平定向钻进穿越施工来说聚氯乙烯是一种可行的和经济的材料。BJWSA也考虑了其它的替代材料, 包括钢管和高密度聚乙烯 (HDPE), 但最终选定的还是可熔聚氯乙烯, 因为它兼备了其它替代材料的最佳元素。钢管虽有足够的强度能从这一距离中回拖出来, 但费用昂贵, 并要求严格的防腐蚀控制措施。高密度聚乙烯耐腐蚀, 但其强度重量比和弹性性质限制了它在长期受载时的应用。

这种长度的热塑性塑料管孔是前所未闻的。“超过五千英尺的可熔聚氯乙烯管是从未有过的, 因此, 我们不得不采取许多措施以确保成功完成这项工作” 米尔斯项目总监Birdell说。

BJWSA与地下施工公司 (USGI) 合作, 由其供应专有的可熔聚氯乙烯管。这种管道在成功完成这项工作中起了关键的作用。

在预扩孔中为了在刃具上施加合适的力, 米尔斯在入口处用的是一台330000磅能力的钻机, 而在出口处用的是一台60000磅能力的钻机。在石灰岩和粉质土中钻进的最大深度为80英尺。据

Birdwell得知, 约百分之九十五以上钻进通过的地层条件良好, 而其余孔段的钻进则很困难。

用水平定向钻进安装可熔聚氯乙烯, 还不像使用较传统的钢管或高密度聚乙烯材料那样普遍。米尔斯对整个水平定向钻进操作, 特别是在回拖过程中对管道的处理上, 非常的谨慎。他们在整个管道安装过程中使用的拉力都不超过67000磅。这就保证了员工在USGI的许用安全拉力100000磅以内正常工作。此前, USGI所知道的可熔PVC管铺设长度最长为1480英尺, 管道安装长度最长为3500英尺, 然而现在USGI相信其管道可以在更长的钻孔中铺设。

USGI副总裁汤姆马蒂说, “是米尔斯, BJWSA和USGI之间的伟大合作为这一突破性成功创造了条件”。马蒂还指出, 关注细节和规划细致对按时完工和创造记录这一结果是至关重要的。

回拖是一个长时间的过程, 共用了17个小时才完成。由于地点的限制, 管道只能预制成五节, 每节约1000英尺长, 这就使回拖变得困难。每回拖1000英尺就要停下来连接下一节管道。有些人担心, 钻孔中的落屑需要处理否则将使后面的回拖变得困难。对此, 将每个接头操作控制在两个小时内完成, 使之不成为问题。

另一个令人关注的是管道的浮重问题。对此, 米尔斯已研制出了压载控制系统, 并且在扩孔回拉管道的过程中得以应用。在整个回拖过程中对于管道的处理考虑的很全面。井下安装了一个张力记录器以监测管道中的实际拉力。这样就可以协助钻进者把张力保持在一个合理的范围内。



图1 该工程采用回拖力为330,000-lb至60,000-lb的钻机

随着项目的完成，BJWSA将向高尔夫球场每天提供高达1百万加仑的回收水，并希望将来能向附近的另一个高尔夫球场提供该服务。整个项目约耗资170万美元，用了18个月来计划和完成。米尔斯在工地呆了一个月。

BJWSA对米尔斯所做出的成果很满意。这个地区百分之四十的面积让水覆盖着，因此许多项目都选择了水平定向钻进方法。最后的连接已经

完成并且管道已经发挥了作用。

BJWSA副总经理埃德撒克逊说，“该项目是一个巨大的成功。我们的许多项目已经利用了定向钻进，但到目前为止这是最复杂的。通过利用公共部门独特的风险分担的办法，我们召集了一个强大的团队，由米尔斯和USGI携手合作，并在预算范围内如期完成钻进。我们对这个结果非常满意。目前我们正在和米尔斯及USGI讨论一个可创记录的项目，即定向钻进铺设直径16英寸6300英尺长的可熔聚氯乙烯管道。”

经设计师和承包商对可熔PVC管完成地下方案能力的讨论，认为它的使用可能会增加。马蒂认为，在将来使用可熔PVC管材的机会越来越多。和传统材料的钢相比，虽然抗拉强度小，但是它更便宜并且有更好的弹性。

“我认为，未来将增大可熔聚氯乙烯的应用，因为它很好地综合了钢管和高密度聚乙烯管的优点” Birdwell说。

乌效鸣 校

译自 <Trenchless Technology International>

Dec. 2007

本期刊登广告厂商目录

封面：北京土行孙非开挖技术有限公司

封底：中国地质科学院勘探技术研究所

封二：美国奥格公司

封三：绍兴新光建设基础工程有限公司

前页：深圳市钻通机电设备开发有限公司

上海钟仓机械设备有限公司

(日本RASA工业公司)

桂林市华力重工机械有限公司

南京地龙非开挖工程技术有限公司

后页：

湖南一品重机股份有限公司

无锡市鼎隆贸易有限公司(黑白)

纽约天然气管道水平定向钻进工程

Siggi Finnsson 著 邱玲玲 译

摘 要: 本文简要介绍了在纽约施工铺设天然气管道采用的回拖拉力测量及其实时监测技术。

关键词: 非开挖、水平定向钻进、天然气管道

作为专门服务于美国东北部地区的跨国能源公司—美国国家电网公司在10月份正在进行一个天然气输送管道项目的施工,该项目主要是通过连接已有的两个独立管道线路,进而扩展其输送范围。

该工程位于锡拉库扎正北部的西塞罗,作为野生动物栖息的湿地,该区域对外界环境比较敏感。

该工程主要采用水平定向钻进的方法进行湿地穿越并敷设一条900英尺长直径为80英寸的SDR11系列HDPE气体输送管道。一位来自纽约奥本的承包商—Dekatherm承担了该工程的施工任务,主要采用威猛公司的D80×100钻机进行水平定向钻进。下部地层主要是流沙层,在起始位置也分布有浅滩冲积砂砾层。

国家电网公司要求在施工过程中采用分离机构来减小抱管压力,分离机构连接在扩孔器和敷设管道之间,当管道所受拉力达到一定值时,分离机构脱开,保证管道不会发生断裂。而不利之处就是此后管道与回拉它的钻机脱开。

为了避免此种情况,Dekatherm一直在寻找分离机构替代品,当然这需要得到国家电网公司的许可。在西赛罗工程中使用数字监控公司的TensiTrak荷载和钻井液压力监控系统,得到了国家电网公司的许可。



图1 安装拉力测量器

在Eclipse定位系统的平台上,TensiTrak系统能够按照一定的频率实时地传输数据。传输的资料包括瞬时拉力、最大拉力、钻井液的压力、温度、发射机的电池电量和地磁信号等参数,进而可以确定TensiTrak监控的探头深度和方向,这对描述敷设管道的实际位置具有重要意义。Eclipse的接收器将上述信息传送给钻机监控人员,以便他们在施工过程中采取适当的措施。Eclipse的接收器还可以存储所有的张力和压力的数据,以便日后能够传输到电脑上进行储存和分析。

TensiTrak监测器位于扩孔器和敷设管道之间的旋转器上。这种设置方式使其只能检测敷设管道的压力。然而作为一个重要的参数,目前还不能准确判定其增加的原因,回拖机械可以导致力的增大,扩孔钻头的旋转也可以使其增加,以至直接作用在管道上方的地层压力也可以使该力增大。在增加荷载的情况下,TensiTrak读数是可以确定敷设管道拉力增大的原因。

10月18日导向孔开钻,由于是环境敏感区域,因此地面手持式跟踪仪工作范围有限。出于这种考虑,Dekatherm选择使用目标导向。在钻进路线中,这种方法采用一定程序设定接收器并把它安置在地表工具的前端,然后该接收器将所有相关的导向信息发给偏远的钻机,然后该接收器每30英尺移动一次。在长约900英尺的导向钻孔施工中,耗时8个小时,最大深度11.38英尺。

第二天扩孔施工过程中,使用了12英寸直径的扩孔器和TensiTrak公司的60000磅的钻机。TensiTrak记录的是15磅张力增量,钻井液的压力为1磅,远小于127磅的递增的限制。高密度聚乙烯管道的最大允许负荷是21000磅。



图2 基于Eclipse系统平台的实时数据传输

从图1中可以看到,回拉开始时记录的管道荷载是2000至3000磅,同时钻井液压力上升至31磅。在此,横轴表示时间尺度。附近的不断记录拉力和压力机器读数的停止说明为了保护HDPE

管道,在回拉时中断三次。回拉快要结束时,钻具遇到的一些砾石,而且机器的回拉荷载明显增加,测量指标高达28000磅。但是管道本身的压力,没有大幅度的增加。回拉结束时,三个荷载峰值,分别达12510磅,16665磅和14055磅。当扩孔器钻穿砾石层时,管道比较难拖,拉力甚至接近的21000磅极限,这是从没有过的。

综上所述,TensiTrak系统最大的优势在拉力和钻井液的压力信号能够实时信息显示,从而保证了操作人员能够适时调整,进而维护管道的稳定。通过监测钻井液的压力,也能够最大限度地保证回拉速度稳定。

孙平贺 校

译自 <Trenchless Technology International>

Dec. 2007

昆明城市开挖新建道路要付高额修复费

昆明道路“开膛破肚”备受市民争议。近日召开的市政府常务会已原则通过了《昆明市城市管线管理办法》,《办法》再次明确:城市道路在新建、扩建、改建完工交付使用后5年内、大修竣工后3年内原则上不得开挖敷设各类管线。

据悉,此次出台的《办法》有几个特点,在适用范围上划定为昆明市中心城区,包括主城区、呈贡新区、空港经济区。虽然外地大多数城市的相似法规均为城市地下管线管理办法,考虑到城市管线是一个系统,昆明市制定的《办法》中指的城镇管线包括地上、地下管线。同时提出对现有的电信架空线、110千伏及以下等级电力架空线将按照计划或者配合城市道路建设、旧城改造、地块开发等逐步入地。

之前昆明市就曾提出新建道路5年内不得开挖。此次《办法》第29条也再次明确“新建、扩建、改建的城市道路交付使用后5年内、大修的城市道路竣工后3年内不得挖掘。因特殊情况需挖掘的,除按规定程序办理审批手续外,须报经市政府批准,并加收二至五倍掘路修复费”。

《办法》还规定,建设单位应当在管线工程竣工后6个月内向城建档案管理部门移交管线工程档案,不交的由城乡规划行政主管部门责令限期移交,如还逾期不补交的,处1万元以上5万元以下的罚款。同时为保证新、改、扩建道路5年内不得开挖留下确实的“依据”,负责道路工程竣工验收的部门要在道路工程竣工验收之日起30日内,将新建、改建、扩建和大修的城市道路的竣工日期在政府网站上予以公告,并分别保留5年和3年。

(摘自 都市时报)

委内瑞拉用水平定向钻进连接主要的天然气管道网络

Ian Clarke 著

摘要: 本文简要介绍了在纽约施工铺设天然气管道采用的回拖拉力测量及其实时监测技术。

关键词: 非开挖、水平定向钻进、天然气管道

1 背景

委内瑞拉中西部天然气输送网络的连接工程通常称为ICO, 这是其西班牙名字第一个字母的缩写, ICO代表Interconnection Centro - Occidente, 是800 km长, 直径为760 mm和915 mm的天然气管道工程NURGAS中的最后的一段。NURGAS工程最初由委内瑞拉国家石油天然气公司(PDVSA)发起建设。原来的工程起始于委内瑞拉中东部Anzóategui州的Anaco, 到西北部Falcón州的Rio Seco结束。

Morón / Río 管线原来计划沿着Falcón - Lara山脉的南侧, 以绕开沼泽地, 并避免穿越流入加勒比海的数条河流, 因为这个方案的高成本将使工程推迟完工时间。最后, 由于Amuay - Cardón冶炼联合体对天然气的较大需要而迫使PDVSA恢复这个建设项目。几个委内瑞拉的工程公司受到邀请来评价各种选择方案, 并且同当地的威猛经销商, 委内瑞拉加拉加斯的RIVERTEC公司一起, 使用威猛公司的钻孔设计工具软件ATLAS BORE PLANNER设计了几套穿越工程方案, 大约有19个方案。结论是北部路径要比原来计划的沿着山脉南侧的施工方案的方案要经济得多, 尽管需要几个穿越工程。

ICO工程于2003开工建设, 计划2006年年中完工。然而, 到2006年12月底, 原来设计的19个钻孔中还有好几个没有完工。到2007年底, 管线工程全部完工并全负荷运行时, 每天大约可以输送1550万立方米的天然气。2006年8月初, 这段投入运行的管线由一家PDVSA与加拿大PetroFalcon公

司的全资子公司Vinccler组建的合资公司负责管理, 每天可以输送大约40万立方米的天然气。

ICO是一条长度为300 km的天然气管道, 直径有760 mm和915 mm两种, 分别连接委内瑞拉现有的两条天然气输送管道。新的管道将使PDVSA建立起连接全国的网络, 以克服该国西部地区天然气供应的不足。

新的管道将从委内瑞拉西部Falcon和Zulia州的E & P新开发区向该国中部的Carabobo州和其它州输送天然气。

2 施工合同

ICO工程施工分几段授予几家承包商。与水平定向钻进有关的工程授予CONVECA (Constructores Venezolanos, C. A.) 公司, 它是委内瑞拉的一家主要的管道承包商。该合同包括19个需要使用水平定向钻进技术的穿越工程。

工程通过PDVSA主管天然气业务的全资子公司PDVSA - GAS实行监理。开始时, CONVECA公司使用一台自己从一家美国钻进承包商购买的电缆铺设钻机进行钻进作业, 该钻机以前已经临近的哥伦比亚完成了数条穿越工程, 这个工程也是由原班人马操作。

为了加快钻进速度, CONVECA公司的发起人和所有者Giusseppe (Pepe) Basso先生与当地的威猛公司经销商RIVERTEC公司进行了接触, 因为他了解到该经销商有一台威猛公司NAVIGATOR D300x500大型水平定向钻机, 以前从来没有在委内瑞拉的大型工程中使用过这类钻机。那时, D300x500钻机已经提供给PHD

(PERFORACIONES HORIZONTALES, C. A.) 公司, 一家位于委内瑞拉东部 El Tigrito 的承包商。因此, RIVERTEC 的所有者 Rafael Rivero 先生就将 Basso 先生介绍给 PHD 的所有者 Jairo Urdaneta 先生, 并且达成了一项协议, 即在其中的一个钻孔对 NAVIGATOR D300x500 钻机进行检验, 以便确定是否最终考虑用它来完成 ICO 工程的其余钻孔。

CONVECA 公司与 PHD 公司达成一致, 用标准的 NAVIGATOR D300x500 钻机来铺设长 400 m、直径 760 mm 钢管。因此, 要求的钻孔长度为 500 m, 直径达 1067 mm, 铺设在 Morón 河下面 20 m 深处。该工程最后由 RIVERTEC 公司的 Rafael Rivero Jr. (Toro) 先生代表钻进承包商 PHD 公司和 CONVECA 公司全权负责管理, 使用 100% 的委内瑞拉员工, 这在委内瑞拉还是第一次。

在 Morón 河的穿越施工大约距离整体工程西端 32 km 处, 于 2006 年 9 月 15 日开工。不幸的



图1 威猛公司的NAVIGATOR D300x500 HDD 钻机



图2 准备回拖的钢质天然气管道



图3 在回拖过程中辅助钢管进入钻孔



图4 Rafael (Toro) Rivero 和一名施工人员在回拖完成的钢管旁

是, 穿越施工没有在 11 月 8 日之前完工。实际上, 是待铺设钢管涂层的原因才导致工程比预期的完工时间延迟了几天。这又导致了其它的需要承包商来克服的问题。

即使在河流边缘的泥浆和沼泽地中进行施工, 导向孔钻进仅用了 5 天的时间就完工。施工中, 使用了 DCI 公司的 Eclipse 导向系统和 SST 转向工具以保证导向孔沿着设计的轨迹钻进。在最深处, 钻孔位于河底下 18 m 深处。导向钻杆柱的作业端是装配有探头盒的 10 m 长的钻杆和 216 mm 宽的导向板。

由于所遇到的粘土地层硬度较大, 扩孔作业经过 6 个扩孔过程才达到 1067 mm 这一最终钻孔直径, 每个扩孔过程均花了大约 3 天的时间。

导向孔钻进和最初的扩孔过程进展顺利。但 400 m 长管道意想不到的延迟后, 由于在整条钻孔长度上土层的倒塌, 迫使承包商必须在最终管道铺设

前三次复原扩孔后的最终钻孔。最后,开始管道铺设,并仅用了10个小时就完成。

当然,在一个同样尺寸的钻孔中,主要是要求良好的钻进液支撑体系。在这个例子中,使用了威猛公司的SA300/R300循环器,以及由Baroid提供的膨润土和Penetrol泥浆及其添加剂,还使用了MI钻进液公司提供的Poly Plus添加剂。

根据Toro先生介绍,在工程开始时,部分人不相信他们能够用自己的钻机和设备完成穿越施工。他们怀疑的是小型钻机的能力。

Conveca先生对第一个钻孔的施工结果感到满意,并要求将钻机用于其它的钻孔施工,但在

这个时候,该D300x500钻机必须转移到其它的工程。

在这个工程之后,到2007年1月2为止,PHD公司又用D300x500完成了两条直径660 mm、长度300 m的钢管铺设工程中的一条,该工程是从委内瑞拉马拉开波湾到哥伦比亚Ballena的跨洋天然气管道工程的一部分。钻机又被要求完成该跨洋天然气管道工程中的另一条直径660 mm、长度300 m的钢管铺设,以及在今年的晚些时候完成一条直径915 mm、长600 m,从PDVSA的西部Lejos天然气联合体到Pue rto Ordaz工业区的天然气钢质管道铺设。

(威猛制造公司 供稿)

中亚燃气管道主管成功穿越伊犁河

当地时间12月18日23时6分,中亚天然气管道控制性工程之一——伊犁河穿越第一条主管完成回拖,宣告伊犁河单线定向钻穿越一次成功。为穿越紧张鏖战46天的石油管道人,脸上终于露出灿烂的笑容。

这是管道局穿越公司第一次在哈萨克斯坦成功实施大型河流穿越,也是目前中国施工队伍所完成的管壁最厚的大口径天然气管道定向钻穿越。以伊犁河成功穿越为标志,中亚天然气管道全线建设顺利推进,截至12月20日,已完成主体焊接662公里,重大控制性工程全部按照节点顺利进行,完成全年施工任务指日可待。

中亚天然气管道公司针对穿越技术难度高、施工风险大等实际,超前规划,超前组织,周密安排,强化协调,死保节点。牢固树立一盘棋思想,充分利用各种社会资源,积极协助管道局办理哈萨克斯坦安全、环保、泥浆处理等多种许可,积极推动穿越管材制造运输、穿越施工人员及设备动迁等各项准备工作,努力排除各种障碍。与此同时,严把技术、质量和安全“三关”,严格坚持按施工程序办事,组织ILF项目管理咨询公司和摩迪监理公司的专家对伊犁河地质勘查资料和施工技术方案进行严格认真的审查。组织召开穿越工程HSE专题讨论会,做好施工风险评估,制定相应的风险消减措施,做好防汛准备,以确保穿越施工万无一失。

此次穿越是管道局第一次组织实施管材壁厚为28.6毫米、管径为1067毫米的大管径管道定向钻穿越。穿越地质主要为中砂和细沙,施工中容易造成钻孔坍塌、泥浆外泄,施工风险较大。同时,冬季气候寒冷,对定向钻施工的泥浆防护和回拖发送都带来很大困难。为保证穿越成功,管道局不断优化技术方案,选派专业化程度最高、设备最先进、技术水平最高的穿越公司负责具体施工,动用先进钻机,选派施工经验丰富的管理和技术人员。

中亚天然气管道是双线敷设,伊犁河将进行3次穿越,其中穿越主管2次,穿越光缆套管1次。这次成功穿越的是第一条主管道,下一步进行光缆套管穿越回拖,2009年2月将完成另一条主管道的穿越回拖。

(摘自 中国石油报)

用水平定向钻在密西西比河上铺设球墨铸铁排水管

Jeff Griffin 著 陈 帅 译

摘 要: 在美国田纳西州的里普利城, 用水平定向钻进方法在密西西比河的河床岸坡上成功铺设了九段直径18英寸、总长4,300英尺的球墨铸铁排水管道。

关键词: 水平定向钻进、球墨铸铁管道、排水管道

水平定向钻进可铺设球墨铸铁管道的能力, 为田纳西州的里普利城在环境敏感、无法开挖的密西西比河上铺设排水管道提供了有力的支持。

总投资490万美元的密西西比河压力干管工程, 需要铺设直径18英寸、总长约12.5英里的球墨铸铁干管和出口管。该压力干管工程设计用于从里普利城新建的污水处理厂输送处理过的废水至密西西比河上的排放点。

该工程的业主是里普利城燃气及给排水管理局, 工程设计和建管由田纳西州的Wauford公司杰克逊工程师负责, 施工总承包商为Garney建筑公司。

Garney公司的项目经理S. 佛德先生称, 工期是这项工程的关键因素。河水如果上涨到高水位, 会使工程拖延, 造成这条新建管线不能按时投入使用。佛德先生说: “工期之所以紧张, 是因为里普利城必须要在规定的时限内启用这条输水管路, 否则就会对该城的主要产业造成严重影

响”。

工程约半数的压力干管需铺设在洪水位之下的密西西比河河床上。管道先要爬上一段相对陡峭的坡岸 (Garney公司采用了快速卡箍来固定此段管道), 然后才在河岸高地上延伸 (长度为压力干管的另一半)。

“为与洪水抢时间, 加快完成河床段的铺设以及出口管的施工就显得极其重要了”。佛德说, “密切协调田纳西州交通局和环保局, 得到交通管制与开挖、弃土管制的许可, 也成为了影响工程的关键因素”。

该工程历时六个多月方得以完成, 工期有所提前, 费用控制在了预算之内。

佛德先生说: “该工程使用的直径18英寸球墨铸铁管累计长达65800英尺。当初设计时, 大都倾向于选用HDPE管, 但考虑到HDPE管的可靠性, 以及工程投标时其价格波动很大, 最后由Garney公司与美国铸铁管道公司合作, 提出了这一性价比最好的方案。两家公司还向业主和建管方承诺, 工程实施中不再提出其它任何附加费用”。

1 水平定向钻进与球墨铸铁管

施工中, 在河岸的永久性防渗墙上采用水平定向钻进铺设了累计约4300英尺长的球墨铸铁管, 成功穿越了河岸上一些环境敏感的小溪支流和排水沟, 这些球墨铸铁管的连接采用了柔性环限制式接头。在河床上, 还铺设了累计约480英尺长的出口管, 这些管道的连接采用了柔性球头



图1 密西西比河上的球墨铸铁排水压力干管

式接头。

水平定向钻进施工分包给了位于路易斯安那州西门罗的东北管道工程公司 (NUCO)。佛德先生称, 由于计划周密、配合默契, 钻进铺管施工进度得非常顺利。

水平定向钻进使用了美国奥格公司生产的钻机, 其回拖力为 122,500 磅, 扭矩为 20000 磅 / 尺。配用的导向仪为 Pensor 型有线导向仪。

第一个孔施工时, 导向孔的入、出土点都放在了地表上; 以后的全部钻孔, 就都将钻机和出口放到了工作坑内。球墨铸铁管的柔性环限制式接头连接, 都是在回拖过程中逐节组装的。

“管道回拖连续进行, 其中甚至不需要任何停顿”。佛德先生如是说: “在全部的 9 个钻孔施工过程中, 钻机的回拖力从未超过 85,000 磅”。

佛德说: “九个钻孔一共铺设了 4300 英尺的管道, 孔的长度分别从 430 英尺到 900 英尺不等。由于地层是冲积物沉积层, 钻进比较容易, 只是在有些地方钻进深度要比普通情况深一些, 这是为了避免对小溪支流河底的破坏。一般的穿越深度距支流河底 10 ~ 20 英尺之间”。

在此类条件下进行水平定向钻进施工, 一般都往往选用 HDPE 管材。实际上, 业内许多人还不知道, 水平定向钻进也能用于球墨铸铁管道的铺设。佛德称, Garney 公司已经将此应用在了好几个管道铺设工程中, 目前最大的工程是铺设了直径 36 英寸、长度 960 英尺的球墨铸铁管道。

2 工程经验

Wauford 公司副总裁 D. E. 库维称, 他们公司和里普利城都对水平定向钻进技术非常熟悉, 但这次却是首次使用这种工法来铺设球墨铸铁管道。他说道: “就我对水平定向钻进的了解, HDPE 管似乎更加适应较小直径的管道施工。在我们所参与过的大多数工程中, 18 英寸直径对 HDPE 管来说好像太大了一些。但是, 球墨铸铁管却在这种大直径管道施工中表现出了许多优越性。”

球墨铸铁管采用柔性环限制式接头连接。施工中, 既可以在回拖铺设之前就把全部管节连接成管柱, 也可以在回拖中一次一节地逐个加接。由于柔性环允许管节接头发生偏斜, 故其是水平定向钻进拖管中理想的连接方式, 这样的偏斜变形能力可使管道回拖阻力大大降低。柔性环接头发生偏斜变形时, 其 V 形的柔性环关节就上下滑动, V 形面始终与柔性环中的球面紧密贴合, 可均匀地将推进力或回拖力分布到整个球面上。

库维总结说: “在本项工程中, 定向钻进施工部分非常顺利, 我们对 Garney 公司在施工中的全部表现也都非常赞赏”。

李山 校

译自 <Underground Construction International>

2008 年 3 期

水平定向钻进的钻进液使用指南

王一雄 译

摘要: 本文介绍了泥浆基础材料、泥浆性能测试方法、泥浆相关设备等, 以及施工土壤的不同需采用不同泥浆的方法, 该文是水平定向钻进施工泥浆使用的基础指南。

关键词: 水平定向钻进、钻进液、指南

1931年旧金山的Hallan N. Marsh发表了他的漏斗粘度计的设计和使用方法。马氏先生, 他那个时代具有前瞻性的泥浆工艺师, 在他1931年发表的文章中这样说道: 泥浆问题听起来是如此简单, 乏味和不重要以至于它未能得到应有的重视, 至少在石油钻井上是这样的。事实上它是与回转钻进有关的最复杂的、讲技术的、重要且有趣的问题之一。

虽然马氏先生的评论原本是针对油井钻进系统的, 但是他的观点也可以较容易地引入到水平定向钻进施工中。下面我们将探讨, 钻进液作为一个影响许多土层钻孔施工效率的极为重要的因素, 以一种值得关注的方式影响到盈利及承包商的成功施工。

1 土壤

要设计合理的钻进液先得对土的组成有个基本的了解。有人会说土就是你脚下的土呗。但是为了进行水平定向钻进, 有必要更深入地了解土的组成并且区分土的种类以更有效地钻孔。

没有所谓的标准土。全球的, 全国的, 一个地区的, 甚至你脚下这一小块地方的土都常会多种多样。如果一个水平定向钻孔长四百英尺, 钻孔前端的土可能与沿途遇到的及钻孔出口处的土相差很大。

土主要由通过各种化学和物理风化作用形成的粒度和化学成分多种多样的岩石碎屑组成。这些颗粒的聚集体使我们能根据其特性来辨别土的种类。尽管有些水平定向钻孔在岩石中施工, 但是大多数孔在主要由粘土, 砂岩, 方解石, 岩石

碎屑和有机质组成的沉积土中施工。这些类型的土的每种还分几个级别, 在吸水和保水方面有所不同。然而这儿我们的目标是从通常使用的角度宽泛地讨论一下钻进液的设计。

2 钻进液的使用

影响水平定向钻进施工的一个关键因素是对钻孔的控制。既然钻进液能冷却装有探棒的钻头部分, 还能润滑和稳定钻孔, 像钻头一样, 它就的确是一种工具。合理设计的钻进液有助于承包商安全高效地安装功能管线。

高效钻进液的设计要靠对钻进液用途, 成分及各成分功用的充分理解, 加上你所在特定条件下的现场实践经验。

2.1 干钻

钻孔时不用钻进液的情况虽然少, 但也有。然而在砂岩和粘土中钻进时, 干钻会导致钻柱由于摩擦而过热, 引起钻头或探棒的损坏, 甚至最终导致钻孔报废。

2.2 钻进时只用水

(1) 砂岩中

在砂岩中钻进时只使用水是不行的。水会从钻孔中渗滤出去并且以你往钻孔中泵水的速度渗入地层, 还会引起孔壁坍塌并且掉落的碎屑会在钻杆周围沉降。一旦在砂岩中发生这种情况, 就很难提供足够的马力以克服土的重量而拔出钻杆。

(2) 粘土中

粘土易于吸水, 像类似于膨润土薄片的海绵一样。经过一段时间之后, 粘土将吸水并膨胀到与钻杆, 钻具和功能管线接触的程度。在钻孔入口处情

况尤其糟糕因为那里是水有最多时间渗入粘土中的地方。回拖中遇到这种情况时,通常钻工会逐渐感受到递增的扭矩同时想到他旋转扩孔器时遇到了麻烦。事实上他正在克服作用在钻孔前端的钻杆上的表面张力。这种情况持续一段时间后会致整个钻柱被卡并且引起正在安装的功能管线的损坏。

2.3 为什么要用钻进液?

使用钻进液具有一下好处:(1)抑制泥页岩;(2)悬浮岩屑;(3)稳定钻孔;(4)控制失水;(5)减少泥包;(6)减小扭矩;(7)减小对钻杆和功能管线的摩擦;(8)增加钻机的效率和寿命;(9)它可能是最便宜的保险;(10)赚钱。

下面的部分将讨论如何实现这些好处。

3 钻进液成分

膨润土,聚合物,水的调节剂和水是四种主要成分通常混在一起以配制钻进液,或“泥浆”。理解这些成分的特性是针对具体情况设计高效钻进液的关键。

3.1 膨润土

膨润土是一种粘土衍生物。粘土这个词描述了一种天然材料,它易于吸附水并且被用于制造瓷器,砖等一系列产品。在9个不同的门类中有50多种粘土。它们对水分有不同的反应。一些粘土保持塑性,如做模型的粘土,而另一些,如伊利石,会吸收大量的水而使你遭遇卡钻。

从含钠的蒙脱石粘土层衍生出膨润土。在美国它通常在怀俄明州被开采。膨润土有着微小的结合紧密的片状的化学结构。如果把一立方英寸大小的膨润土中的单个薄片分离出来然后边挨着边地一片一片地扑在地上,它们会完全覆盖66个足球场。

在弱碱性水中的强烈搅拌会使粘土片分离(这个过程叫做剪离),然后在粘土片间的水分子的作用下重新组合。水被吸入膨润土薄片间使膨润土体积增大了15倍。这些木瓦状薄片通过电离作用保持悬浮状态,并且当完全解离时会使钻进液粘度增加,这个过程叫做造浆。

先导孔或扩孔段内的完全造浆的膨润土在试图逃离的钻进液的压力下会移到孔隙区从而封闭钻孔。使用合理配制的钻进液,溶液中的粘土片会彼此保持平行并且在钻孔孔壁上形成一层很薄的不透

水的粘土外衣。这种贴于孔壁上的部分重叠的粘土片叫做滤饼。滤饼有助于稳定钻孔,并且明显地降低失水量。

除了形成滤饼和控制失水,膨润土还使钻进液具有悬浮特性,有时这被称作凝胶强度,或者从钻孔中悬浮并带出固体颗粒的能力。凝胶强度通常是粘度的一个功能,但是靠加入一定的聚合物它也能被加强。

膨润土可以被用于控制各种各样的不稳定的和未压实的地层,如沙砾石层。它在控制易脱落的粘土和腐殖质方面也很有用,这类地层会产生从地层中脱落的碎屑。膨润土会封闭钻孔并提供足以把固体颗粒带出孔外的凝胶强度。

在水平定向钻进中,通常会用到两种膨润土。第一种是经过改性的膨润土产品,通常被称为“高造浆”(膨润土)。当改性的膨润土被使用时,需添加一种特殊的短链聚合物以增强它的吸水能力。纯膨润土每吨大概会造3,360加仑钻进液,而改性的膨润土每吨大概会造8,400加仑钻进液。尽管相对纯膨润土改性膨润土有点贵,但是价格的差异常会因较高的造浆率而被接受。这使得改性膨润土在水平定向钻进施工中被广泛使用。

第二种水平定向钻进施工中常用的膨润土是“袋装原土”,这种袋装原土加有水的调节剂,减少了对搅拌前PH测试和水的调节剂的需要。所以理论上操作者可把产品倒入搅拌系统中,让其造浆,并且继续较快地钻进。在实践中,操作者应当搅拌之前和之后均测试PH,第一批产品被搅拌以确定PH在合适的范围内。

3.2 聚合物

聚合物可以是天然的,半天然的(经过加工的),生物的或人工合成的化学物质,被广泛用在包含粘土在内的许多产品中。从冰激凌到你新车上的保险杠等众多产品都要靠聚合物来获得特性。自然的和经过加工的聚合物,如淀粉,纤维素,苍耳和瓜尔胶,自从古代就已被用于建立粘度和增加水的润滑性,它们在钻进液中的应用可追溯到许多年前。

这些聚合物有多种有机的化学成分,但它们都有一种化学连接叫做链,即单个分子连在一起的方式。聚合物按照链的形态和重复的链节数进

行分类。链的类型不同使不同的聚合物对钻进液有不同的影响。

聚合物可单独使用但通常把它们添加到一种由调节好的水及高造浆率的膨润土组成的基本钻进液中，这种钻进液已搅拌好但造浆后粘度达不到要求。添加聚合物可以抑制泥页岩，增加润滑性，防止泥包，建立粘度，控制失水，这要根据你所遇到的具体情况而定。

当只使用膨润土时，为充分控制失水所需的膨润土量会使钻进液太稠而无法泵取，并且还会形成厚的不稳定的泥饼，造成回拖时很大的拉力，这种情况的补救方法是加一种聚丙烯酸盐（PAC）聚合物，它可以减少失水量同时减少控制钻孔所需的膨润土量。

部分水解聚丙烯酰胺（PHPA）聚合物是泥页岩的抑制剂。这些聚合物的链易于将自己吸附在泥岩或页岩上，以使配浆水不能渗入地层而使地层膨胀。把PHPA聚合物添加到配浆水在会明显地提高粘度和润滑性。在压实的地层在钻小直径孔时经常不用膨润土而只用这些聚合物，并且作为膨润土的添加剂则可以增加粘度和润滑性。

聚丙烯酸盐（PAC）聚合物用于控制失水。在钻进液中它几乎总是与膨润土一起使用的。除了控制失水，它还能改善润滑性并有助于防止泥包。这种产品明显改善了用于未压实地层的钻进液的表现。被PAC聚合物加强了膨润土，凭借控制失水和增加润滑性，减少了要成功完成钻孔所需的扭矩，压力及泥浆的体积。

3.3 水的调节剂

对大多数小型的水平定向钻进施工来说，取自城市消防栓的钻进液用水的PH常在5到7之间。为了把增加到所需的8到9的范围内，常添加苏打粉作为水的调节剂。

3.4 水

配浆水的PH对配制性能优异的钻进液所需的化学反应进行程度的好坏及反应速率的快慢起着重要作用。在加入膨润土或聚合物前，应测试水的PH值并需调节到8到9的范围内。

4 搅拌和测试

4.1 合理搅拌钻进液的步骤

（1）测试配浆水的PH；

（2）加入所需量的苏打粉把PH调到8到9之间；

（3）把膨润土加入到喷射式或文丘里式搅拌器中；

（4）让膨润土造浆；

（5）测试粘度；

（6）如果粘度过低，重复3-5步；

（7）加入所需的聚合物。

4.2 钻进液测试

（1）PH

PH是一种表示物质酸碱性的方法。PH的范围从0到14，中间值7是中性的。PH较小时为酸性，较大时为碱性。对钻进液来说，理想的PH在8到9之间（弱碱性）。

很容易找到各种样式的测试仪器，从简单的石蕊试纸到电学计量器，并且它们能在大多数五金店和商业联营店买到。

合适的PH值能使膨润土造浆更快，造浆完全并且保持悬浮状态。PH值也会影响PHPA聚合物的效果。

造浆更快—合适的PH会使膨润土片以可能的最快速度吸收配浆水。那会使较少的时间花在搅拌和造浆上，较多的时间花在钻进上。

造浆完全—合适的PH会使造浆量最大化。因为起步得早，改性的膨润土片能增长到最初大小的15倍。配浆水的PH对那种增长影响很大。劣质水会使膨润土片的生长速度减缓5到10倍。采用合适的PH使造浆量最大化，这就降低了达到特定粘度所需的膨润土量。这也降低了钻进液的费用。

保持悬浮状态—在水平定向钻进施工现场，你可能观察到膨润土分离出来或沉降在容器底部。直觉告诉你搅拌一下泥浆就能克服这个问题。事实上，当PH值不合适时，膨润土会从配浆水中析出。如果它在容器中析出，在钻孔中也会析出。所以，合适的PH值也是重要的，它能使钻进液保持均匀一致的状态并确保你花钱买的封闭和携带功能。

（2）粘度

粘度是液体抗流动能力的一种表示方法。对所有钻进液的一个基本测试是用马氏漏斗测粘度。该测试只简单地量测一定量的钻进液流经标定的漏斗嘴所花的时间。

做马氏漏斗粘度测试：用你的手指堵在马氏漏斗底部的漏斗嘴上，然后往漏斗中倒钻进液并让其流经漏斗底部的筛网，直到钻进液到达筛网面处；注意：一个常见的错误是只把1夸脱钻进液倒入漏斗而非倒满漏斗，这会导致读取的粘度值比真实值大；把1夸脱的量杯放在漏斗下方；把手指从漏斗嘴移开让钻进液流入量杯的同时开启秒表；当量杯中的钻进液到达1夸脱线时停止秒表。

测试结果：流1夸脱钻进液所需时间（以秒计）可表示钻进液的粘度。例如，从漏斗中流出的钻进液在50秒内到达1夸脱线，就说该钻进液的粘度为50秒。如果流相同体积的钻进液需要70秒，就说该钻进液的粘度为70秒。

（3）失水

测试失水量需要一种叫做滤失仪的专门仪器。在这个测试中，搅拌好的钻进液被压入一种特殊的滤纸中，它可以拦截钻进液中的固体颗粒。任何在一定时间内透过固体颗粒，或泥饼，和滤纸的钻进液都被收集并测量。被收集的钻进液叫滤液，它是被测试的那批钻进液在钻孔中对失水的抵抗能力的一种标志。对滤纸上留下的泥饼的测量也标志着钻孔封闭的好坏，及孔壁是否易于坍塌和膨胀。

做失水量测试：在测试容器中施加100psi. (0. 7MPa) 的压力，保持30分钟；以立方厘米为单位测量滤液（失水量）；取出滤纸并测量泥饼。另一种方法：加压7. 5分钟，然后把滤液量乘以2 (7. 5分钟失水量大于8毫升时)。

5 为不同土层设计钻进液

下面这些信息提供了钻进液设计的几个一般性原则。值得声明的是这些信息是为设计的起步服务的。实践中，应仔细记录水的PH，膨润土类型、用量和粘度，及聚合物类型和由此带来的粘度增量。钻机操作者也应该监视给进速率及扭矩和压力/回拖力，而其他工作人员隔一段时间要观察返浆量。那么在保持上述压力尽可能低的同时就可根据具体的钻孔所需的特性改进搅拌好的钻进液。

（1）粘土

在纯粘土中，常用加有PHPA聚合物的水作为钻进液，粘土层越纯，它的粘性越强，这种混合物效果越好。然而，如果扩孔靠切削而非挤压，那么岩屑和细颗粒就需要被悬浮并被带出孔外。这种情

况下，粘度为40秒的基本膨润土泥浆，加上PHPA聚合物，会改善对钻孔的控制。

（2）粘质壤土

当在粘质壤土中钻进时，即粘土和砂的混合物，其中粘土占主导因素，粘度为40秒的基本膨润土泥浆加上PHPA聚合物（会使粘度再增加10秒），用于这种情况效果好。在粘质壤土中钻的孔会产生细颗粒和微小的岩屑。膨润土会悬浮这些颗粒和细小的切削物并把它们带出孔外，同时聚合物会抑制粘土，防止钻孔缩径，还能提供润滑性，减少作用在钻杆，钻具及正在安装的功能管线上的表面张力。

（3）砂质壤土

当地层变为砂质成分较多的壤土时，基本膨润土泥浆的粘度应被增至50秒并且聚合物应改用PAC而非PHPA，因为砂质成分较多时会使其易于从地层中脱落，因而需要提高悬浮性能来把砂质成分带出孔外。

（4）砂岩

当主要在砂层中钻孔时，可使用加有PAC聚合物产品的粘度为50秒的基本膨润土泥浆。加入足量的聚合物以使泥浆的粘度再增加10秒。这会提供好的悬浮特性，形成一层薄而坚韧的滤饼，并且控制向砂质地层中失水。

（5）碎屑层

当地层由砂岩变成砾石和小的碎屑时，钻进液的粘度需要增加以有效悬浮岩屑。

（表在附录中）

6 合理施工的钻孔

一个合理施工的钻孔有以下特性：

- （1）钻进液和岩屑能自由地在环空中流动；
- （2）因为使用合理的钻进液使孔壁稳定；
- （3）钻柱可在孔中自由移动；
- （4）一旦被拉入孔中，管线仍可较容易地来回拉动。

7 钻进液设备

钻进液的控制系統像钻进液本身的特性一样重要。基本的泥浆输送系统的组成部分有：储存与搅拌容器，膨润土加入与搅拌系统，一台加压泵和一台输送泵。

储存与搅拌系统：通常是些聚丙烯容器，有各种形状和大小。根据钻头和钻孔的大小，可能需要一个或几个容器。选择容器容量要考虑的重要方面是它是否能跟上钻孔中对泥浆的需求量及工作结束时清洗系统是否容易。

加入和搅拌系统：加入系统时使膨润土剪离是决定泥浆表现好坏及搅拌泥浆所花时间长短的一个主要因素。高效的系统应包含一台大体积、低压力的泵配上一种用液流剪离膨润土的加入方法。低效的系统依靠搅拌泥浆来达到剪离的目的，而这要花费较多的时间并且可能导致钻进液表现差及膨润土用量的增加。这个系统也应该能足够快地循环搅拌好的钻进液来防止膨润土沉淀。

加压泵：搅拌泵也可以向泥浆输送泵提供加压的钻进液，或者也可以用另一台泵，这要根据一定时间内所需的泥浆体积来定。这样做另一方面可以防止泥浆输送泵缺乏钻进液或者在加压的液流中出现空穴现象。

泥浆输送泵：把泥浆最终送入钻柱中要靠一台高压、小体积的泥浆泵来实现，通常输送泥浆的压力在200到1500psi. 范围内，好的钻孔计划会确定用钻进或扩孔工具完成一个孔所需泥浆的实际量。那时就能根据大约在350转 / 分下运转时要提供所需的钻进液体积和压力来选择泥浆泵的尺寸。

对许多钻进施工来说，一个基本系统指所有必

需的设备。有些情况下需要大体积的钻进液，如在坚硬地层中钻进，钻大直径孔，或者粗粒地层像砾石层，在特定的条件下可能要添加下列的一个或几个部件以使产量最大化。

泥浆净化系统：这些系统使承包商可以从入口和出口处的泥浆池中回收废液并把它们返回到净化系统中处理然后在钻进施工中继续使用。

辅助的泥浆输送泵：装在钻机上的泥浆泵的输送能力可能不足以提供控制钻孔所需的压力或流量，或者有些情况下压力和流量都达不到要求。在这点上，添加一个辅助的泥浆输送泵会扩展钻进设备的能力。

真空吸泥卡车或拖车：随着废液体积的增加，有必要带走废液，或者在一个允许的地方排放，或者把它们回收净化系统中。

8 总结

高效钻进液的设计要靠对钻进液成分及其各自功用的充分理解，加上你所在特定条件下的现场实践经验。合理设计的泥浆会让你完成比你曾想过可能完成的更多的工作，并且会让那些相信更强的实力是唯一的解决方案的承包商获得巨大的竞争优势。记住：钻进液是一种有效的水平定向钻进工具。

小型HDD在小城镇光纤网络工程大有作为

Jeff Griffin 著 段立强 译

摘要: 目前许多网络用户其实是通过铜芯缆线再接入的光纤网络。美国许多小城镇正在实行FTTH(光纤到家庭)网络建设。这项工程为小型水平定向钻进施工提供了广阔的市场。

关键词: 网络、光纤网络、水平定向钻进

电信巨头们正花巨资兜售他们的“捆绑式”服务,强调的重点是可提供视频节目和本地及长途电话的“高速”宽带网络接入服务。在他们的广告中,明显夸大了自己光纤网络的能力。实际上,目前只有Verizon这一家大公司才做到了将光纤网络接到多数终端用户(Verizon通信公司是美国最大的本地电话运营商,在全美主要城市的光纤总长度已经达到约970万公里,居美国同行之首——译者注)。AT&T(美国电话电报公司)的大多数光纤只到主营运营商节点处就终止了,在此之后,则是铜绞线接入的受到大肆追捧的U-Verse平台。众多有线网络公司的用户实际上是经由同轴电缆线接入的光纤网络。

美国大部分还没有与光纤网络连接,美国的许多地方在短期内也无望享受这种连接。造成这一现状的原因是:宽带网络营运商的大玩家们只把目光盯住了中心大都市,因为那里已有大量的用户,并且拥有潜在的巨大市场。

越来越多的社区、政府机构和企业已对电信巨头们失去了信心,不愿意再年复一年地等待。取而代之的是,他们开始建设自己的光纤网络,以此来为进入21世纪竞争市场的本地居民和企业提供真正意义上的高速网络接入。

克拉克斯维尔市(Clarksville)正在建设自己的光纤网络,网络建成后可为其所有的用户提供宽带接入服务,约54,000位用户在今年年初即可使用该网络。此外,网络还可为大大改善电力系统的管理。这一网络通过光纤直接向用户提供高速网络连接、数字电视和电话服务。网络的终端安装在与每个住户电子计费器相连接的一个灰色塑料盒里,

无论住户是否订制这项新的服务,光纤网络的安装都是免费的。

1 飞速发展的光纤网络

克拉克斯维尔市位于美国田纳西州北部的中心,是该州光纤网络发展最快的城市之一。该市有Austin Peay州立大学,也是距开曼群岛的Campbell军事基地最近的主要城镇。

新光纤网络由克拉克斯维尔市的电力局负责建设和管理,这一网络实际上已由某个部门的功能发展成为了管理整个城市的技术手段。

电力局主管电子通讯的副局长Stephen Hopkins说:“我们局的想法是寻找一种有效的手段来管理我们的电力用户。大学和军事基地是用电情况变化最大的用户,我们每年都要通过54000个仪表进行超过13万次的电路接通和断开操作。我们想找到一种高效的手段,能够对这些仪表进行遥控管理,从而降低这13万次通、断操作的成本”。

最终研究出的结果,就是采用这一FTTH(光纤到家庭)网络对仪表进行遥控管理。如果要建设这个光纤网络,自然就想到同时提供一些附加的宽带接入服务,如数字电视、互联网、电话等,这样可使该宽带网络的效益达到最大化,所以,最终决定建设这一网络。

实施这个计划需要在几个月内完成以下几个步骤:电力局首先拿出该光纤网络的商业策划方案;呈交州长办公室获得批准;然后,呈交克拉克斯维尔市议会审议;市议会在与电力局就用户是否能从该网络中受益达成一致后,于2006年11

月举行了公民投票表决。

“公众的最初反应是一片赞同声”，Hopkins说，“投票前，有既得利益者设置阻碍，力图反对。但我们解决了这些障碍，并通过公开辩论的方法教育了选民”。最后的公民投票结果是72%的人赞同建设这个网络。

2 网络建设

2006年12月开始工程招标，2007年2月大西洋工程集团（AEG）中标，全面负责此项工程的施工、项目管理、材料和施工过程中的空中与地下作业。该公司的技术服务部负责网络的割接、测试和入户的全部工作。该网络集合了已有的FTTB（光纤到商户）网和交通控制信息网，核心部分的光纤环路已经完成施工。另外，该网还可提供的服务有：Ciena网用户接口、Telco TV网络电视、CIS基础信息网、Kasenna IP电视等的中转接入。该网络由电力局负责其运行和管理工作。

Hopkins说，该网络工程于2007年5月动工，到2008年4月可完成整个工程的约13%的工作。届时，电力局即可监控和管理54000个仪表中的7200个。到2008年1月，首批用户就可以享受到这一光宽带网络系统提供的服务。

按照计划，整个工程的70%网络采用架空方式，其余30%埋设在地下。

Hopkins说：“该系统是附属我们供电线路而建设的网络。因此，如果电力线本来是架空的，光缆也就挂在电杆上；如果电力线本来是铺设在地下的，相应地光缆也从地下走”。

“所有的施工都仅限于克拉克斯维尔市主城区



图1 入户光纤网络施工



图2 施工钻机设备

范围。光缆走空中还是地下，不是由地面条件来决定，而是由供电线路的位置来确定”。他说：“但是，随着我们服务区域的扩展，电力电缆和光缆都会铺设在普通管沟的各自套管中。购房者都对地下管线有了额外的新要求，当我们在已开发成熟的地方铺设光缆时，不会再把光缆安装在套管中，而是使用水平定向钻进方法直接铺设。这样，结构紧凑的水平定向钻机就能派上大用场了”。

Hopkins称，随着克拉克斯维尔市的持续发展，由于线缆下地是发展方向，所以电力和光纤在地下铺设的百分比也会不断增加。“目前，光纤网络工程施工进展很顺利”，他说，“用户的反应好极了。由于我们能提供的服务随着正在建设的网络而不断增加，目前表现出来的市场还非常有限，我们相信，对用户承诺的所有服务都将随着网络的建设而全部实现”。

“我们计划在5年内占据25%的网络服务市场，我们完全有信心超过这个目标”。

流塑状淤泥沉井预留洞施工法

兰冰 朱晓宇

(广州市市政工程维修处, 广东省广州市, 510060)

摘要: 本文对流塑状淤泥中顶管施工井预留洞口沉井施工的工程实例进行了介绍和分析, 指出了该施工方法的优缺点及施工中应注意的事项。

关键词: 沉井、流塑状淤泥、预留洞

1 简介

顶管施工井常用沉井法, 目前沉井常用不预留洞口施工, 待沉井施工完毕后, 再凿洞口, 即不预留洞口施工法。该施工方法最大的缺点是需凿洞口。本文介绍预留洞口沉井施工, 即在施工井壁时预留洞口, 施工完毕后不再凿洞口, 这样既节约费用又节省时间。下面通过一个工程实例对这种施工方法的优缺点进行分析。

该工程是大沙地污水处理系统厂外管网工程-A区管网土建工程, 分为乌涌两侧及石化路两个独立部分。以石化路W2顶管工作井沉井施工进行介绍, 采用沉井结构, 不排水下沉, 水下砼封底。W2井为 9.7m 圆井, 采用预留洞口沉井施工法施工, 井深10.73m、采用C25砼。洞口采用旋喷桩止水加固。穿越的土质为粉细砂、中砂夹粘土、流塑状淤泥, 地下水位较高。流塑状淤泥层位于沉井底部。在流塑状淤泥中做沉井下沉, 极易产生突沉、偏沉滑移, 井内涌水、涌泥和超沉不止, 沉井下沉的速度和方向极难控制, 这是至今尚未很好解决的施工难题。

2 基坑开挖

基坑底四边尺寸比沉井结构外围尺寸沿周边各放宽0.5m, 依据沉井平面尺寸确定基坑底面尺寸, 沉井的基坑开挖深度为1m, 以基坑底部周边尺寸按1:1放坡至地面标高, 为基坑敞口形, 可供立模板、绑扎钢筋搭设外模板。沉井基坑采用人

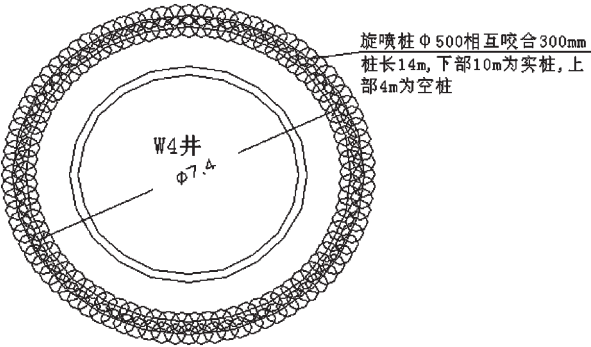
工挖土并整平基底。人工整平之后, 沿沉井井壁中心线铺设碎石垫层, 垫层厚度为200mm, 铺设宽度1.25m (刃脚两侧各放宽0.5米), 并用人工机具夯实平整; 然后在碎石垫层上填筑粗砂垫层, 厚度为100mm, 用平板震动整平、密实。在垫层上沿沉井刃脚四周浇筑素砼垫层带, 厚度为80mm, 宽度比沉井井壁内外各宽200mm, 沿砼垫层带周长相距1.0m设木条, 供内外立模板, 绑扎钢筋之用。

3 井壁制作及下沉

在铺筑的素砼垫层带上, 铺设隔离层油毛毡, 然后架立内模板, 沉井内设置满堂红脚手架。内模板校正后绑扎钢筋, 再立外模板和外脚手架, 沉井内外模封闭后, 安装对拉杆螺丝、拉紧、清理并冲洗。

混凝土分层浇筑, 每层厚度为50cm, 间隔时间不超过1小时。混凝土运输搅拌车将商品混凝土运到现场, 由汽车泵送入模板内, 用振动棒震捣密实。

井壁砼达到设计强度的30%以上, 拆除模板。井壁进行淋水养生。为了减少养生的时间, 在使用的商品混凝土中添加早强剂。拆除井内脚手架, 沉井外壁涂上沥青, 减少土体摩擦力。当第一节沉井混凝土达到设计强度的100%之后, 其后各节达到设计强度的70%以后, 才允许下沉。第一节沉井的下层采用排水下沉挖土方法, 第二节以下各节井壁开始下沉后, 采用不排水挖土下沉方法, 长壁挖掘机挖土下沉。



说明：
1、旋喷桩 $\Phi 500\text{mm}$ 双排布置，桩间相互咬合 300mm ，桩长 14m ，其中下部为实桩长 10m ，上部为空桩长为 4m 。旋喷桩采用 325 普通硅酸盐水泥，每米掺量为 200kg 。
2、工程量：共有 161 条桩，其中实桩总长为 1610m ，空桩总长为 644m 。
3、井口处理按设计图施工

图1 钢筋加固示意图

4 洞口预留

在井壁制作中，定出预留洞口的位置，支立模板，在模板内预留洞口采用水泥砂浆砌砖封堵，厚度与井壁同厚。

在沉井下沉至预定标高，并且进行封底、浇注底板之后，按照设计要求在沉井顶管顶进方向施工旋喷桩，顶管机就位，完成以上工作后，之后机头出洞，通过机头的破碎功能破碎砖墙。

考虑到预留洞口的受力情况，特在预留洞口外侧设置加固筋进行加固，图1所示。

5 在流塑状淤泥中沉井下沉及封底

沉井下沉进入流塑状淤泥层后，出现了涌泥、井壁下沉加快现象。采取了如下措施：一是向井内注水，增加井内水压；二是停止挖土，待井壁下沉

停止后，减少下挖土量，让井壁缓慢下沉；三是加强观察井壁下沉；四是沉井下沉到位时，井底呈锅底型，锅底深度比沉井底部深 $2\sim 3$ 米，对这些超挖部分需回填碎石整平，之后在整个井底铺设 30cm 厚碎石。在沉井下沉已经稳定时，进行水下封底。W2 顶管工作井采用预留洞口沉井施工法顺利施工完毕。

6 预留洞口沉井施工的优缺点

预留洞口沉井施工法与不预留洞口沉井施工法相比存在如下优缺点：

6. 1 施工控制

预留洞口沉井施工法对施工中对井壁下沉控制非常严格，要求按设计标高进行下沉控制。一旦井体超过设计标高，则标志着预留洞口沉井施工法失败，需进行凿洞口的施工，将给施工带来很大的麻烦。预留洞口沉井施工法对施工人员的责任心、技术水平、施工经验要求很高。

不预留洞口沉井施工法因无预留洞口，对下沉的控制相对来说不是很严格，若井体下沉超过设计标高，不会造成多大影响。不预留洞口沉井施工法对施工人员要求不是很高。

6. 2 费用

预留洞口沉井施工法因井壁施工时已预留了洞口，节约了凿除洞口的费用。目前市场价凿除一个洞口需 $4000\sim 5000$ 元人民币。

6. 3 时间

预留洞口沉井施工法因井壁制作时已预留了洞口，省去了凿除洞口的时间。凿除一个洞口耗时 $8\sim 10$ 天。

7 结论

(1) 在流塑状淤泥中采用预留洞口沉井施工是可行的，采用该施工法既节约费用又节省时

沉井施工遇特殊情况的处理方法

兰 冰 徐卓坚 律文田

(广州市市政工程维修处, 广州市, 510060)

摘 要: 市政工程中在流砂、淤泥地层建造构筑物常采用沉井施工。地下工程的不可预见性及地面环境的复杂性, 沉井施工中仍会遇到新的特殊情况, 需采用新的方法进行处理, 本文介绍一种沉井施工遇特殊情况的处理方法实例。

关键词: 沉井、流砂、旋喷桩

1 概述

沉井作为一种成熟的施工方法在各类工程中被广泛使用, 市政工程中在流砂、淤泥地层建造构筑物也常采用沉井施工。人们在沉井施工中总结了许多施工经验, 但由于地下工程的不可预见性及地面环境的复杂性, 沉井施工中仍会遇到新的特殊情况, 需采用新的方法进行处理。下面介绍一种笔者经历的沉井施工遇特殊情况的处理方法。

2 沉井施工遇特殊情况的处理方法

2.1 沉井施工遇到的特殊情况

大沙地污水处理系统厂外A区管网土建工程石化路段顶管接收井W4, 原设计采用沉井方案, 井深12.6米, 井径5米, 施工到10.8米。但由于施工场地交地问题, 施工受到村民阻碍, 并导致停工40多天。由于长时间停滞, 导致井体被周边土体抱死, 不能下沉。按监理要求下挖土体, 导致沉井刃脚下部悬空500mm, 并多次抽水, 流砂从井壁下部涌入, 无法向下挖掘, 并导致周边两条高压电杆底部土体掏空。电杆周围土体已经与电杆分离, 并发生轻微倾斜, 随时有可能倒塌, 存在较大安全隐患。

W4井的地质情况为:

从地面往下依次为: 0~2米为杂填土, 2~4.2米为残积土, 4.2~10.2米为流塑状淤泥, 10.2~11.2米为粉细砂(流砂), 11.2~13米为强风化泥岩。

2.2 处理方法

根据现场的情况, 为保证W4井的安全施工、及施工中电杆的安全, 制定了如下处理方法。

为能使W4安全顺利施工, 在井边打两圈单管旋喷桩进行土体固化, 以防流砂的涌入, 土体固化后对体井最后一节采用人工挖孔护壁工艺施工。电杆周边打一圈单管旋喷桩进行保护, 以防电杆下部土体流失

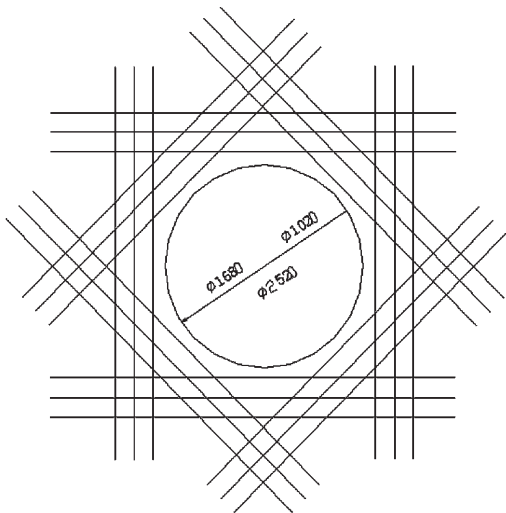


图1 W4井旋喷桩布置图

而引起电杆下沉、倾倒。

具体施工方案：

(1) W4井体土体固化旋喷桩

在距离井边 1. 2 米处打双排桩，每桩互相咬合 300mm，桩径为 $D = 500\text{mm}$ ，单管旋喷桩，上部空桩 4 米，下部实桩 10 米（见图 1）。

(2) 电杆保护旋喷桩

电杆基础直径 1 米，在距离基础中心 1. 2 米处周边打单排单管旋喷桩，每桩搭接 300mm，桩径为 $D = 500\text{mm}$ ，单管旋喷桩，全部为实桩，桩长 14 米。

(3) 旋喷桩施工参数

水压控制为 20 ~ 25Mpa，喷嘴直径 $\geq 2\text{mm}$ ；
水灰比：1 : 1；

每米水泥用量 200kg（32. 5 普通硅酸盐水泥）。

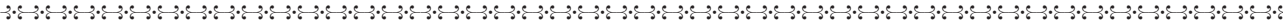
(4) W4井井体施工

由于 W4 井四周已采用旋喷桩进行了封闭施工，W4 井余下部分采用人工开挖、由下向上施工井壁，顺利施工完毕。施工中对电杆进行监控测量未发现继续下沉和偏斜的现象。

3 结 论

(1) 用旋喷桩、人工挖孔施工法处理沉井遇到的这种特殊情况是成功的，对于沉井施工遇到类似情况可作为有益的借鉴。

(2) 保证旋喷桩的施工质量是成功的关键所在。旋喷桩应连续施工，尤其要注意每圈旋喷桩



沙颍河成功完成了天然气管穿越工程

2008 年 12 月 8 日下午，周口天然气有限公司在沙颍河成功完成了天然气管道穿越工程，一条近 400 米长的大型钢管穿河而过、钻地而出。这是我市第一条穿越河底的管道。穿越地点选在沙颍河大庆路桥西侧，整个穿越长度近 400 米。为了不影响大桥施工，天然气公司采取了定向钻技术，以非开挖方式进行天然气管道的穿越。随着钻头的旋转，钢管缓缓地钻入地下。

此次穿越工程分为两步进行。首先是沿所需的轨迹，钻导向孔。第二步是回拖过程，天然气管道通过旋转钻头与扩孔器连接，并随着钻杆的回拖，将天然气管道由河的北岸沿钻孔拉到南岸。该项技术具有相对成本较低、工期短、不阻碍交通等优点，这也是我市首次把管道穿越沙颍河底。

（摘自 周口晚报）

复杂地层条件下的艰难选择

Desiree Willis 著 路桂英 译

摘要: 本文简要介绍了在复杂地层条件下, 进行微型隧道施工面临的众多技术措施的艰难选择, 包括采用的机头类型、刀头形式等。

关键词: 非开挖、微型隧道、复杂地层

在复杂地质条件下进行非开挖钻进较为困难。对于100英尺长, 直径24~96英寸的钻孔而言, 可用的工具就有很多。选择依据主要取决于地质条件, 包括砾石和卵石的尺寸, 地下水位情况和岩石的硬度等等。

1 干涸冲积层或夹杂卵石和块石的粘土层

复杂地层类型很多, 有干涸冲积物、致密的冻土层以及夹杂卵石和块石的硬质粘土层等。干涸冲积层一般比较松散, 容易破碎, 但由于含卵石和砾石, 硬度差异很大, 从软沉积岩到硬火成岩, 其差异达30,000psi。因此, 切削工具各异。

1.1 传统旋挖设备(ABM)的螺旋切削头

传统的螺旋钻头安装在全断面螺旋的头部, 利用掘进牙或碳化钨切削齿进行旋挖。子弹头式的切削齿通过剪切和挤压的复合方式来碎岩。这种传统的螺旋钻头形似“圣诞树”, 常用于浅孔钻进(不超过100英尺), 若地层中含卵石和砾石, 则直径不应超过4~6英寸。较大的砾石给传统钻头带来很多麻烦, 比如说, 要经常停钻并拉出钻具, 再用人工碎岩工具来碎岩。在硬岩条件下, 必须采用专业的复合式碎岩工具或者微型隧道掘进机。

1.2 复合式小型地下钻进机具(SBU-A)

该机具的直径24~72英寸, 配备于标准的螺旋钻进设备上。切削刀盘上带有环形削面。根据地质条件的不同, 其切削面上可配置单盘铣刀, 或者配置双排碳化钨盘形铣刀。

过程包括: 在起始工作坑, 把钢制套管焊接在

SBU头上, ABM产生扭矩来旋转SBU, 同时通过钢套管提供向前的推进力。切削齿从掘进头敞开端口切削, 泥土通过螺旋钻的螺旋输送到地表。尽管SBU-A钻机已用于钻进500英尺长的钻孔, 但SBU-A典型的应用区间是100~300英尺。

在含卵石和砾石的干涸地层中, 通常使用双排碳化钨盘形铣刀钻头, 而不是单盘铣刀钻头。这是因为单盘铣刀钻头和双排碳化钨盘形铣刀钻头在碎岩方式上是不同的。单盘铣刀钻头将岩石碎成小块, 而不是挤压成细粒或从表面剪断。旋转的盘形铣刀挤压岩石, 使岩石破碎, 碎块从表面崩开。这种碎岩方式使得单盘铣刀钻头适用于纯岩石或带有粘土或裂隙的岩石层环境。

相比之下, 碳化钨钻头能有效地开凿卵石和砾石。这是因为它们多点接触钻掘工作面, 工作起来就象拖曳和搬运, 使得钻头能“抓住”软土并旋转。单盘铣刀钻头只单点接触表面, 在软土条件下趋向于“打滑”, 一旦被磨平, 钻进砾石非常困难。

SBU-A技术也存在一些缺点: 在干燥条件下, 必须使用钢套管。其它类型的套管如RCCP或者陶土管都不适合。这是由于这种装置必须与套管焊接成一体。值得一提的是, 灵活的、铰链式的结构也可以使用RCCP管和顶管机构, 但通常的驱动装置就达500英尺。

1.3 微型隧道挖掘机

尽管微型隧道挖掘机在干涸的地层下挖掘存在问题, 但在某些地质条件下却很有优势。这是因为它们能采用了能弯曲的、不同类型的管道。微型隧道挖掘机系统也可以利用泥浆系统或螺旋



图1 微型隧道挖掘机机头

钻来输送岩屑。

泥浆微型隧道挖掘机利用一个顶管机构和一个双向旋转的铣刀式刀盘进行开凿。岩屑通过铣刀式钻头中的那些大的孔道进入到混合仓。在那里他们和水混在一起形成泥浆。尽管开凿效率较低,但挖掘过程中可以使用各种钻头,如碳化钨嵌入式铣刀钻头,单盘式铣刀式钻头和切削型钻头等。

在无水干涸地层工况下,泥浆压力平衡装置和岩屑清除装置可能停止工作,造成堵塞。因为地层缺水,造成泥浆渗漏,不能循环,岩屑就不能被输送到地表。

具体到某一次钻进,泥浆流失的多少取决于岩层的渗透性。在低渗透性岩层中,如在细颗粒的泥土和岩石层,水漏失比较少;但是在高渗透性的砂层及砾石层,系统就很容易堵塞。另外,由于泥浆混合物在钻头表面的重复磨蚀,用于泥浆微型隧道挖掘系统的钻头损耗也比较快。

通常螺旋式微型隧道挖掘系统更适合于干燥地层,特别是冲积层,粘土层和砂层。但由于其有限的剪切和挤压能力,所以不适于卵石层和岩石层。

2 含水冲积层或夹杂卵、砾石的粘土层

如果水位很低,微型隧道挖掘系统也能在该类地层中施工,尽管该系统对水有严格要求。

在高密的冻土层或硬质粘土地层中,孔隙很少,渗水率通常可以忽略。如果钻掘的岩层又湿又粘,可以用地表降水的方法临时降低渗水率,使钻掘方位处于干燥状态。这种情况(对于岩石来说,孔径小于4-6英寸)可以使用ABM钻头。如果遇到大的卵石和砾石,或钻孔超过100英尺长,则需用用于复合式地下SBU-A钻头。

在渗水严重的地层中,必须采用微型隧道挖掘

机。这种机器可以远程控制,从而减少由于严重透水引起的危险。起点和终点工作坑也要求作防渗。防渗可以阻止地下水流入工作竖井,也阻止泥浆从套管外侧流失。高水压时可以采用双层密封。

3 夹杂粘土的岩层或缝隙地层

这类地层,钻具的选择主要以岩石强度为依据。

3.1 复合式地下小型钻孔装置

尽管硬岩层需要用SBU型钻头,但在低于5000psi的软岩中,由碳化钨或钢组成的切削型钻头本身就很有效。盘形铣刀钻头用于地质条件复杂,岩石强度大于5000-6000psi的环境中,它既可以单独使用,也可以与切削型钻头联合使用。

对于盘形铣刀和切削齿两者兼备的钻头,盘形刀突出较多,而切削型刀刃不直接与钻凿面接触。当接触缝隙时,切削型刀刃将粘土和泥土清除,使盘形铣刀钻头顺利通过。要想钻岩石强度高于16000-18000psi的岩层时,就要用到大口径盘型刀,或小口径双排碳化钨嵌入式铣刀型钻头。

3.2 微型隧道挖掘机

采用盘型铣刀钻头的微型隧道挖掘机应用很成功。与SBU-A相比,这种方法成本低,但效率也低。如前所述,由于在刀面上泥浆的磨蚀作用,这种钻头较容易提前损坏。

另外,泥浆系统在多岩石条件下效率很低。SBU-A法是在工作面上直接形成岩石碎块,而微型隧道挖掘机先碎岩,然后将破碎的岩石卷入挤压仓。在挤压仓,岩石碎块进一步压碎,再进入泥浆管等待输送地表。和SBU-As方法相比,这种方法钻进速度是比较低的。

顶管和微型隧道技术指南

刘丰敏 译

摘要: 本文简要介绍了顶管和微型隧道技术的相关基础知识, 包括: 使用条件、机头选择、竖井设计、顶管架设计、施工规划等。

关键词: 顶管、微型隧道、指南

1 概 论

顶管的微型隧道技术, 包括导向螺旋微型隧道技术, 都是来自于管线铺设这一同样的家族。这些技术可用来铺设直径在120mm以上的管线。顶管是指在盾构机后面直接铺设管线的系统。管线由驱动竖井的注入压顶进装置顶进, 便在土体中形成边疆的一串管道。为了承受铺管时的顶进力, 管道经过了专门的设计, 一旦掘进工作完成后, 管线也就铺设完毕。

在此说明, 微型隧道法被具体的定义为一种用于铺管的可操纵式远程盾构。它用于铺设直径小于一个人能进入的管线。尽管和较大的直径的顶管铺管一样, 激光导向技术和常规调查技术也可用于保持其直线铺设和水平, 但微型隧道法的施工人员更常用激光导向系统来进行。

顶管法和微型隧道法通常用于铺设主要线路和主干管道。

导向螺旋钻井系统是导向钻进系统和传统微型隧道法的混合类型。该技术用钻掘设备钻出一个先导孔, 并使用将目标定在钻头后面的激光经纬仪进行水平监测和控制。在先导孔完成后, 便使用螺旋钻头进行扩孔, 同时每完成一点扩孔, 就要跟着顶进一段。这个系统通常用于小直径或短距离钻孔, 如分支或横向管道的连接。

2 应 用

最近几年, 现代技术得以使这些方法运用于各种地下情况, 如从淤砂到砾石, 到软或硬、干或湿的粘土和泥岩, 再到坚硬的岩石。

顶管法、微型隧道法和导向螺旋钻进系统特别适合于管线符合一定直线和水平标准的地方, 因为

这些方法的导向和控制系统能够满足与目标极为接近的精确铺设。一个最常见的应用便是重力或下水道, 对于重力式下水道来说, 保持直线和水平非常重要, 并且在这种深度上进行非开挖铺设要比开挖铺设更为高效益。

大部分微型隧道法是在竖井之间直线顶进的。但最近几年多外公司已开发出能进行弯曲顶进的导向系统, 且不断增多, 尤其是大直径, 长距离的的钻孔。因为管道是弯曲的, 所以驱动井和微型隧道机械之间是不可见的。诸如以陀螺仪装置和移动激光系统为基础的定位系统可能取代更为常用的普通激光装置。

3 顶管破碎和碎屑清除

顶管法中有几种不同的破碎技术。顶管、微型隧道或导向螺旋钻进的第一个要求是沉驱动竖井。竖井的设计依赖于铺管要求, 顶管架的尺寸, 及所铺管线的长度。无论哪种情况, 都需要修建一推力墙, 通过顶在这个墙上, 可以避免顶进时顶管架损坏竖井或造成竖井偏移。为破碎顶管前面的土体, 第一种技术是使用开口式盾头手工开挖。其借助于矿工使用或没有动力装置的手工工具, 挖掉盾头前面的土体。在土体条件复杂的情况下, 可以使用友铲、刀壁或者旋转刀头进行破碎。大多数情况下这些装置与开口式盾头相连使用时, 很大范围内取决于盾头面处土体保持某一角度的自支持能力。碎屑通过废料车时从工作面处清除。废料车通常安装在铁轨上, 通过连续绳索系统吊离和吊送到破碎工作面处。另外, 也可通过传送带将荷载传递到竖井底中的一个提升装置。

曾有使用真空装置清除碎屑的实例, 其中破

碎土体被吸出了隧道。另外还发明了一种软泥浆体系，其用真空泵来输送泥浆。

在土体不能自稳的地区，一般需要使用封闭式盾头。这种情况下需要一个旋转式的切削头来进行开挖。破碎量达到足以支撑开挖面的水平。通过使用这些技术，碎屑清除能维持对开挖面的足够支撑。后一种系统通常称为土压力平衡。

4 微型隧道法中的开挖和碎屑排除

在和微型隧道法相关的小直径铺管中，常使用两种重要的碎屑排出系统。在地下水压力水头高度不超过3~4米的自稳土体中，可以使用长螺旋装置来排出碎屑。在顶管中装有一套螺旋套管，套管上装在螺旋链。螺旋运动将土体送到位于顶管架下面的废料车上。当其装满后，便被提升到地表，倾倒入掉后，再返回原位继续钻进。

在土体条件较为复杂和地下水水头较高的情况下，通常采用泥浆循环清除碎屑。泥浆系统需要在地表准备膨润土或专业设计的高聚物的悬浊液（或者二者的混合液）。这些悬浮液通过布置在顶管中的管路系统，被泵送到刀具室，如果必要的话，可以对泥浆加压以维持工作面土体稳定。在刀具室中，泥浆和土体碎屑混合，这些混合物通常会通过一个内置的偏心径向运动的卵石破碎装置，以确保所有进入到返回侧系统的土体颗粒粒径都不大于泥浆循环系统能够处理的粒径。混合物被泵送到地表面，在这里悬浊液中的土颗粒通过简单的重力沉淀或水力旋流装置等类似装置而被除去。为了达到有效分离的目的，也常加入化学絮凝剂。新净化的泥浆被监测，并通过加入更多化学物质进行修复，以满足破碎面处的专业要求，再通过泥浆系统进行循环。

泥浆系统具有连续性的优点，而螺旋法需要提升碎屑，包含有更多的周期和切削头中断多次。

还有一种系统，其采用了液压控制的密封门来限制破碎时土体的切削。它在顶管中使用了一套刮刀系统来完成土体的清除。这种系统通常不使用切削头，而且是在盾头的前边缘使用切割环来松动土体，使其从工作面上脱落下来。这项技术的应用非常的成功，但是相对于上述两种主要的系统类型，它的使用受到了土体类型的限制。

其它两项专门的微型隧道技术可用于直径小于200mm的小孔。第一种是一种简单的压缩方法，这种方法的旋转“切削”头切削破碎的土体

没有将其推到切削头周边的土体多。微型隧道的切削头将孔周边的土体压缩。这个系统在压缩性土体中受到限制。第二种通常叫做导向螺旋微型隧道法，它采用一种和大多数定向钻机所使用的相同的破碎方法（如下图所示）。

为了使用顶管法、微型隧道法、导向螺旋钻进法来完成顶进，需要修建一个接收竖井。这个竖井的尺寸应该满足顶管法、微型隧道法、导向螺旋钻进的盾头或螺旋套管能够轻松的出露。因为这些竖井通常不用于顶进作业，所以没有必要完全采用很高的强度或者修建推力墙。

5 导向螺旋微型隧道技术

正如前面所提到的，导向螺旋微型隧道技术是水平定向钻进技术和标准微型隧道技术的结合体。刚开始顶管架被修建在竖井的底部与钻柱成一排，并靠近所铺设的管线和管道完成时的水平位置。导向钻柱的切削头是有倾角的旋转头。这个旋转头在旋转钻进时，钻成直孔。当其保持某一角度时，倾斜钻头导致方向发生偏转。整个工程的钻导向孔部分是通过使用激光经纬仪操作系统来完成的。激光经纬仪用于保持直线和控制切削头水平位置。

一旦导向孔完成后，该系统通常使用螺旋排渣技术，并且在管道铺设之前需要使用一个扩孔器将孔径扩大到管线铺设所需要的孔径。在高压压缩性土体中，通常使用一个位于第一节管道的前面的扩孔器来完成扩孔。但这个系统更多的情况下使用一种多道铺设技术，采用螺旋钻头将孔径扩大到铺管所需的直径。这种螺旋布置包括在螺旋套管内部安装，有一个头部带切削钻头的螺旋钻柱。切削头破碎先导孔周围的土体，在顶进的同时完成扩孔。它使用导向钻柱来控制方向。螺旋链通过螺旋套管将破碎的碎屑排到竖井中，并用废料车提升到地面，一旦螺旋链（杆）掘进完先导孔的全长，就可以开始铺设管道产品。

随着管道被顶入到土体中，螺旋套管也就被一节一节的顶入到接收井中，并被回收再利用。当管道中将整个螺旋套管串替代时，铺管工作就完成了。土体足够自稳的地区或顶管接收受限制的情况下，可以先将螺旋套管回拖到启动井中，进行铺管作业，但这种情况对土体性质依赖性很强。

6 顶管架

顶管、微型隧道和导向螺旋装置通常不将顶管架作为购买设备的一部分。对于任何使用盾头掘进

的工程,设计顶管架主要是用来提供顶进所需要的顶进力。而任何一项工程对顶管架的要求取决于土体条件、顶进长度和所采用的盾构机类型。

7 内部顶进法

和主要的顶进站一样,特别是长距离、高难度的顶进,一根润滑管道可能不足以保证顶进作业的顺利完成。例如,管道串长度过长,导致顶进阻力超过了实际尺寸顶管架的承受能力,或者摩阻力或土体运动因素难以克服的情况。在考虑减少计划的顶管长度之前,应考虑使用内顶的方法。

内部顶进站是指在顶进困难处,安装一个带有钢架的环状液压千斤顶。每个内部顶进装置将管道串划分为很多个可控的顶进长度。每段长度,无论是顶管架与内顶点,还是内顶点与内顶点之间,或是内顶点与开挖面之间,都可以不依赖于其它管柱而单独被顶进。这相当于几个小的顶管在孔内同时作业,每个内顶点都将它后面管道段作为“推力墙”。内顶法的使用减小了管道损坏的可能性,因为作用于任意一段分支长度的最大顶进力领带于管疲乏段的节数和作用于该段长度上摩擦力之积,每个内部顶进装置都可以从工作站单独控制,并且在必要时可以通过恰当控制和设置润滑泵进行润滑。

8 土体条件

顶管法和微型隧道法中最重要的因素便是地质条件。现场勘察应该另外在一个环节完成,但在将型号错误的设备顶入土体风险很大的情况下,勘察工作值得重复进行。除非土体的勘察施工十分准确,且对所确定的顶管或微型隧道线路可能遇到的地层条件有充分的理解。这一点也不过分,因为在过去所发生的顶管或微型隧道施工事故中,与其他原因比,更多的应该归结为未预期出现的土体条件。这些事故有时会导致高昂的修复作业,已顶进管道的毁坏,或者最终导致昂贵设备的丢失。

9 计划

在微型隧道技术发展的早些和当今的某些时候,一些工程按照现有的开挖方法进行设计。一般这往往是由于设计工程师缺乏非开挖技术的知识。那时要求承包商提供一种采用顶管技术的替代方案。不幸的是,这往往是一个低效的过程,因为它没有考虑在地面上存在的障碍物的下面,采用较短的管道线路,这些障碍物在开挖中被考虑,如必须

沿着道路,避免穿过私人土地和有足够的容纳挖掘设备的面积。

现在大多数顶管或微型隧道技术几乎能够完全消除这些限制。通过了解管道的液压要求、连接点,可能遇到的土体类型和设计路线的限制,工作竖井的位置、深度和尺寸便可按照最小化所需开挖的井数的方式进行设计,因此也减小了信息处理一条单独顶进的次数。

这种计划不仅通过限制工作期限最小化了对建筑物的物理影响,也减小了在交通中断和扰动土体数量方面的工程环境效应。这种优化的管道长度节省了大量项目所需要的材料。限制开挖量的进一步优点是,在更大的发达国家现在很从客户和公路行政部门坚持要在开挖后使用高质量回填土代替开挖土来进行回填,结果导致必须运输和倾倒入开挖出的土体,再从采石场采回新的回填料,使用非开挖技术或最小开挖技术减少了交通运输的中断和损失,避免了回填和开采,现时保护了天然材料。在发展中国家,赞成非开挖技术的当地政府,在某些情况下禁止在最近几年新修道路上实施开挖。

因为对世界上大部分地区来说,面管法尤其是微型隧道法是一种相对较新的技术,其标准化的趋势受到了出版与个别国家相关的标准需要以丰富的经验为基础的限制。许多情况下,非开挖铺管的设计工程师往往要依赖有经验的承包商和机械制造商在某一标准下填写知识的空白。为此,许多客户组织也着眼于利用设计和建设合同,在早期规划阶段为那些经验丰富的有潜力的承包商对给定的土体条件和管道要求提出一些系统适宜性方面的建议。一旦一个基本的计划形成,感兴趣的承包商们就会通过投标竞争来获得最终的设计和铺设资格。这使得以往的经验,最新的技术和高效益的方法得到使用,同时客户和承包商的风险都降到了最低。

10 管道

鉴于非开挖技术需要很高的顶进力将管道顶入到土体中,选择恰当的管道和选择正确的钻机一样重要,应该摆在首位。管道的选择要满足顶进时具有随所需顶进力的能力,且最终的产品要有良好使用性能。

在使用顶管和导向螺旋钻进进行铺管时有着丰富的管道材料可供选择,种类的选择取决于客户要求,土体条件、运输成本和管线长度。材料的种类包括钢筋混凝土、素混凝土、聚合物混凝土(混凝

土骨料和树脂基体)、玻璃纤维树脂基管、各种粘土制品、钢、球墨铸铁和塑料等都可作为顶进管材。在大多数情况下管材要么是混凝土,要么是粘土制品,按严格的标准制成顶管(见标准一节)。

目前,非开挖工业中的有些组织和大多数客户有顶管和微型隧道中使用的管道是按照公认的标准和地方标准制造的,它们的制造商通过了ISO9002质量体系认证。

允许的连接处的偏斜程度和连接面的几何形状可能是顶管工程设计中管道方面设计的最重要的方面。一般来看,连接面的偏转不应该超过 0.5° 尽管对于曲线或顶进来说,通过在管接头处采用衬垫材料,偏转超过 1° 也是允许的。为了保证形状,连接面应按公认标准或地方标准来制造。并且在铺设时必须用合适的包装材料来保证顶进力通过连接点的分力。明白如下这点非常重要:由于点荷载的增加,当管道连接处的偏转增加时,对于给定的管道其最大允许顶进力明显快速下降。尽可能保持顶管直线将有利于充分利用其允许的最大荷载进行顶进。大角度偏转将会减少管柱可以随的最大荷载,而不用担心管道在土体中的损坏。

微型隧道和顶管的一个重要性质是连接不会延伸到主要管道的外面。换句话说,全部的接头都保持普通管的壁厚,而不像常规那样开槽安装,使用插口直径大于其他部分的管箍承插管进行连接。对于这些管,由于没有凸出,管线外表面摩擦力较低的优点是明显的。某些实例中,设计有润滑槽的管箍对于沿管长在管壁和周围土体注入润滑液非常有用。这样可以尽量减小摩阻力,进而减小所需的顶进荷载。

按照使用的顶进系统,管道直径和限制空间,管道的长度有很多种。虽然长度为 0.75m 的管道常用于小直径,有时为了特殊目的也可以采用,但更为典型的管道长度通常在 $1.0\sim 2.0\text{m}$ 之间。顶管法的大部分花费是连接处,因此,使用较长的管道更易于节省管道费用。但这需要更大的竖井。

11 竖井

正如前面所讲,所有的顶管和微型隧道法施工都是在起始竖井和接收竖井之间进行的。最值得注意的是这一例外情况:盾头的出露点要么是在设计好的地面,要么是水下。尽管这样,仍然需要设计一套接收方案,以阻止润滑液或泥浆的漏失造成环境的污染和由于阻止水进入到管道中。

起始工作井的要求因所需设备、土层条件、管

道材质和长度、顶进长度和铺设形式不同而有很大的不同。竖井可以是圆形、方形、椭圆形,可以采用板桩、沉井或沉箱等,如果土体足够好,且符合当地标准,可以不进行支撑。虽然现代世界上更喜欢使用竖井沉井设备或挖掘机,但是人工挖掘也是可以的。

通常,每个竖井的要素是必须有某种形式的用于顶管架推顶的反力墙,在土体性质良好的地区,可以简单地把竖井后墙作为推力墙,但更多的是要修建推力墙。一般情况下,采用混凝土结构的推力墙是竖井整体支护不可或缺的部分。推力墙中心设计有强度较低的洞眼,以允许顶管架旋转,在相反的方向打出第二个孔,或作为另外一段的接受井点位。推力墙必须保证顶管架能够提供其最大的推力,同时还要保证维持竖井整体结构和土体结构,以便不影响最终的管线。

最近竖井的设计发展趋势取消了修建出口洞的要求,出口洞采用橡胶密封,由于启动顶管机头,为了启动设备和接受能力而修建带有中心洞眼的竖井不断增加,这使得操作者在竖井中顶出刀头时可以不破坏竖井周围的土体。因为那样的话会有地下水的涌入,或者由于竖井周围土体损失而造成铺设新管线周围土体的不稳定。中心洞眼反过来有增加了退出设备方面的安全性,这成为接受井的最为重要的一部分。

某些微型隧道系统设计使用较小的工作竖井,使用直径仅为 2.0m 的竖井铺设 1.0m 长的管道段是可行的。

12 总结

(1) 对于大部分类型的土和不同深度的管道,顶管和微型隧道技术是铺设新压力管线或重力管线的一种低成本高效益的施工方法;

(2) 这些技术可以对倾斜度和对齐对正进行精确的控制,它们特别适合于中到大性下水道管线的铺设;

(3) 成功运用顶管和微型隧道技术铺设管线取决于计划、调查、技术和经验的结合,疏忽这些因素中的某一项或者它们中的任一项的使用不正确,都会导致工程的失败,或者至少引起困难的修复作业,大量增加了成本;

(4) 熟悉该技术的专家们往往能做出更大的贡献,特别是尽可能早的咨询专家们,对于任何特殊的工程,业内经验证明是最大的潜在成本的节约者,远远超过了按照设计使用设备、管道材料和润

影像检查技术——解决管道问题的根本所在

Sharon M. Bueno 著 陶扬 译

摘要: 本文简要说明了对于管道质量检测, 影像检测技术是相当重要的, 是进行管道修复的最重要的技术基础工作。

关键词: 非开挖、管道检测、视频技术

那些在地面上使你的城镇风景更美丽的树在给你视觉上享受的同时, 在地面下这些复杂交织的树根却在不断地侵蚀着地下管道, 造成管道堵塞并且有可能造成管道本身的结构损坏, 如果不加以控制将导致昂贵的维修费。

据美国环保局估计, 约43%的下水管道发生泄漏是由管道本身受到堵塞造成的, 而在这中, 大约一半的堵塞是树根侵蚀的结果。采用影像检查, 市政部门就能够了解所有管道堵塞的类型和程度。

不同于油脂导致的堵塞, 树根往往可能会损坏管道, 还可能崩裂和分离管道接头, 导致地下水的入渗, 严重可以导致管道发生结构性的破坏。

作为美国下水管道维修的一个重要部门, 市政部门已经掌握了采用化学方法控制树根侵蚀管道的方法, 进而减少了其对管道的影响。

在开始采用化学方法控制后, 接下来要应对的就是防止处理后的根在二到五年后恢复破坏能力, 并且同时也要防止新生树根和那些远在管子之外树根的破坏。及时有效地进行二次化学控制是防止树根重新蔓延破坏的关键所在。

但是这些措施会产生效果么? 除了坐以待毙外, 市政部门还能够做些什么呢?

最为科学的答案就是采用影像检查技术来探测树根的侵蚀程度。将这种技术应用于管道的探测不仅可以使市政部门高枕无忧, 同时也可以有效地防止下水管道的堵塞以及由于管道结构性破坏所带来的高昂维修费用。

作为影像检查领域的专家, 查尔斯·布朗有着超过20年的实践经验, 而且树根对管道的侵蚀检测是他日常工作的一个组成部分。它既是美国马萨

诸塞州 Mobile Robotics 公司的老板, 也是技术咨询专家, 他所服务的对象大多数是新西兰地区的市政部门, 对这些部门所辖区域的下水管道和光缆进行影像检查。布朗说: “我们一般会对下面管道做例行的影像检查, 同时也会针对具体问题提出解决方案, 而往往这些问题都是由树根所引起的”。

布朗利用他的 EnviroSight ROVER 摄像机和更小的 Ridgid SeeSnake 照相机对管道进行检查, 整个过程只需要几秒钟, 然后将检测情况进行分析并加以说明, 最后将结果反馈给客户。

如果后续的处理工作没有进行, 那么, 这点技术人员最好能够及时地了解到。他解释说: “如果只证明化学控制树根的方法在生效, 那么后续的影像检查是非常重要的。”通过检测到的情况, 布朗劝告说: “如果你只是单纯地将化学处



图1 管道质量检测车

理方法应用于树根的处理，而没有做后续作用效果的检测，那么，当你想了解这种效果何时，道路下面的下水管道就已经被下面的树根所堵塞了。”

影像检查就是市政部门掌控地下管道情况的一双眼睛，同时对于管道自身而言，也是保护其不受侵蚀的第一道防线。正如布朗所说的那样：“我可以在任何人之前看到下面的树根。”

布朗推荐在采用影像检查管道与采用化学处理树根之间至少保证六个月。“在这个时间后，化学处理才能够有效地除去树根，但为了后期效果更为有效，我一般采用九个月的时间。”他解释道。

在实际中只需要对代表性的管道进行影像检查就够了，而不用每根管子都检查。“如果你在采用化学处理之前对管道做了进一步检查，而且已经形成了一个带有彩色图片的报告，同时对这些图片能够有效辨认，那么你就可以判断这种方法是否有效了。”

“后续影像检查的原因是确定你能为你的纳税人得到多少价值。”他说，“直到你满意你所选择的化学处理方法以及应用效果。”

多数的化学处理工作都会为客户提供担保，

因此，如果这些处理方法不奏效，那么就可以通过担保获得后续的服务。

布朗的市政客户往往还要求其能够对树根对管道的后续影响问题以及管道的例行检查等工作继续探讨。

管道影像检查对于诸如管道修理、修复和安装等同样是很重要的。布朗认为，作为一项耗资少、效率高的检查工作，无论对于管道应用于何种场合，只要细致检查，保证管道自身的完整，都能够对后续工作起到莫大的作用。

布朗注意到，区域要求检查所有最近安装的下水管道。一些大的城市如哈特福德、康涅狄格州等，要求所有新的管子在合同订立前都需要对管道进行影像检测，布朗十分赞同这个政策。

正如过去20年化学方法控制树根技术的发展一样，影像检查技术市场的发展也是需要一定的历程，作为监控地下管道设施的有效手段，这种技术在未来也必将成为一种惯例。

“影像检查技术的发展具有重要意义，它是一个非常重要的工具。”布朗说，“它同时也是一项成熟的服务和产业。”

孙平贺 校

《非开挖技术》2008年总目录

【综合】

中美非开挖行业市场调查与分析

..... 颜纯文 2008 (1-2)

非开挖工程领域理论研究最新进展

..... 刘 珍 马保松 2008 (1-2)

市政管道的全寿命风险评估

..... 赵云川 郑争锋 2008 (1-2)

非开挖技术在矿难事故中的可能应用

..... 曹 函 马保松 2008 (1-2)

非开挖专家观察横跨一个国家的非开挖工程

..... Ian Clarke 编著 童红梅 译 2008 (1-2)

FMI对2007年美国污水和自来水建设的评述

..... 谷 穗 译 2008 (1-2)

资金对于城市变化趋势影响日益重要

..... Robert Carpenter 著 王海译 2008 (1-2)

南京市地下管线非开挖工艺应用规划研究

..... 陈立川 黄宏亮 涂昌鹏 2008 (6)

严寒地区的非开挖工程技术

..... Ian Clarke 王虎 译 2008 (6)

非开挖铺管技术方法选择的优化研究

..... Agata Zwierzowska 田建东 译 2008 (6)

【水平定向钻进】

水平定向钻进铺管技术应用研究的深化

..... 乌效鸣 王 海 钮洪亮 李晓芬 童红梅

..... 2008 (1-2)

水平定向钻进地层适应性的评价方法

..... 李 山 2008 (1-2)

磨刀门水道水平定向钻穿越施工技术

..... 尹刚乾 汤学峰 2008 (1-2)

非开挖导向钻进技术在浅层低渗透性含水层

地下水开采中应用浅析

... 李小杰 叶成明 郑继天 刘迎娟 2008 (1-2)

水平孔钻渣运移机理研究

..... 孙平贺 乌效鸣 2008 (1-2)

非开挖水平定向钻具(HDD)的分析与应用

..... 曲春林 2008 (1-2)

非开挖水平定向钻机钻头的类型及适应性分析

..... 李 恒 2008 (1-2)

HDD第九次年度调查

..... Robert Carpenter 著 孔耀祖 译 2008 (1-2)

最大程度利用中型水平定向钻设备

..... Jeff Griffin 著 王耀峰 译 2008 (1-2)

大型钻机比小型钻机更富有挑战性

..... Jeff Griffin 著 刘 杰 译 2008 (1-2)

工程的多样性仍然是水平定向钻进成功的关键

... Katherine Fulton 著 向天昌 译 2008 (1-2)

水平定向钻进(HDD)承包商仍在低价竞争

..... Jeff Griffin 著 沈璟璟 译 2008 (1-2)

温哥华下水道钻进问题重重

..... Tonia Jurbin 著 邵明利 译 2008 (1-2)

电力工程与水平定向钻的完美结合

..... Jeff Griffin 著 刘远亮 译 2008 (1-2)

坑内始钻式水平定向钻进设备解决能力、导向

问题 Jeff Griffin 著 胡 波 译 2008 (1-2)

大型定向钻机的选购

..... Rob Foster 著 钮洪亮 译 2008 (1-2)

定向钻进岩体钻进技巧

..... Elaine Watkins - Miller 著 邵明利 译

..... 2008 (1-2)

为工程选配合适的钻具

..... Ian Clarke 编著 邵明利 译 2008 (1-2)

水平定向钻进在边坡坡体排水中的应用

..... 刘海明 曹 净 王建钧 2008 (3)

“人造岩体”隔离技术在定向钻穿越沙卵砾石

地层中的应用 叶文建 朱刚坚 2008 (3)

泥浆性能对定向钻进铺管孔壁稳定性的影响

..... 黄光明 2008 (3)

水平定向钻用岩石扩孔器的选择及操作控制

技术 陈雪华 刘 伟 2008 (3)

- 福建LNG燃气管阳岐河穿越工程
..... 陈永茂 2008 (3)
- 定向钻施工风险分析
..... 雷章彬 郭文庆 梅 强 2008 (3)
- 非开挖技术在济青高速公路工程中的应用
..... 蒋志文 高东岳 孙雪琦 2008 (3)
- 水平定向钻进施工事故处理两三例
..... 杨国发 2008 (3)
- 防冒浆泥浆优化设计软件的开发与应用
..... 刘 杰 乌效鸣 王晓明 2008 (4)
- 浅谈定向钻穿越工程现场施工的质量控制
..... 雷章彬 王勇光 2008 (4)
- 非开挖铺管工程成本管理研究潘献义
..... 刘天乐 2008 (4)
- 多管组合穿越工艺研究
..... 孔娜娜 曹苏军 艾志久 吴 昌 2008 (4)
- 定向钻进泥浆后处理 刘 珍 2008 (4)
- 城市燃气管道东江穿越工程施工技术
..... 刘利涛 2008 (4)
- 海底管道工程施工方案比选
..... 王 帆 2008 (4)
- 以服务意识整合非开挖技术资源的实践
..... 马宏辉 张理河 2008 (4)
- UEA公司为了更大的工程重回威猛公司
..... Greg Ehm 2008 (4)
- 为迪拜朱美拉棕榈岛开发区铺设服务管网
..... Ian Clarke 2008 (4)
- 钻井液流变模型的优选
..... 童红梅 乌效鸣 钮洪亮 2008 (5)
- 非开挖水平孔的孔壁稳定性分析
..... 邵明利 乌效鸣 2008 (5)
- 水平定向管线穿越在某工程中的应用
..... 饶秋生 鲁智勇 袁建伟 2008 (5)
- 非开挖技术在南阳电力工程中的应用
..... 张松刚 惠 英 2008 (5)
- 无需多次扩孔工序的水平定向钻穿越施工
... Sharon M. Bueno 著 楼岱莹 译 2008 (5)
- 水平定向钻进帮助新南威尔士扩大自来水供应
..... Greg Keane 2008 (5)
- 为福特岛艾塞尔河提供动力和水
..... Ian Clarke 2008 (5)
- 定向钻进——满足不断发展的社会需要
..... Steve B. Gross 著 吕华珍 译 2008 (6)
- 购买和维护一套领先的分动器的技巧
..... David Clifton 著 胡波 译 2008 (6)
- 经受住风暴的袭击 Tara Deering 2008 (6)
- 可熔聚氯乙烯管的水平定向钻进铺设在南卡罗来
纳州成功完成 石鹏飞 译 2008 (6)
- 纽约天然气管道水平定向钻进工程
..... Siggı Finnsson 著 邱玲玲 译 2008 (6)
- 委内瑞拉用水平定向钻进连接主要的天然气管道
网络 Ian Clarke 著 2008 (6)
- 用水平定向钻在密西西比河上铺设球墨铸铁
排水管 Jeff Griffin 著 陈 帅 译 2008 (6)
- 水平定向钻进的钻进液使用指南
..... 王一雄 译 2008 (6)
- 小型HDD在小城镇光纤网络工程大有作为
..... Jeff Griffin 著 段立强 译 2008 (6)
- 【微型隧道和顶管】**
- 挤压式顶管施工力学分析
..... 李慧军 张治红 程 磊 李瑞强 雷小彭
..... 2008 (1-2)
- 玻璃钢夹砂管在顶管工程中的应用
..... 律文田 2008 (1-2)
- 市政项目中长距离顶管工程若干问题探讨
..... 杨转运 2008 (1-2)
- 手掘式顶管在排水管道工程中的应用
..... 刘 会 2008 (1-2)
- 静态爆破成洞在顶管工程中的应用
..... 潘金壮 覃颖恒 2008 (1-2)
- 某污水截流顶管工程中的施工控制
..... 杨转运 2008 (1-2)
- 小导管注浆处理顶管涌水技术
..... 刘 会 2008 (1-2)
- 顶管工程中沉井与搅拌桩的综合应用
..... 付思峰 刘 晶 王国田 2008 (1-2)
- 掘进机刀盘的研发趋势
..... Desiree Willis 著 王希全 译 2008 (1-2)
- 美国科罗拉多州顶管工程
Rebecca Mullenix Paul Langlois James Shaughnessy
..... 涂昌鹏 译 2008 (1-2)
- 钢筋混凝土管片
..... Marc Vandewalle 王希全 译 2008 (1-2)

- 超浅层曲线顶管施工效应有限元模拟研究
..... 杨转运 2008 (3)
- 顶管工程中质量保证体系研究
..... 刘 会 2008 (3)
- 超长距离顶管施工中的中继间技术及实例分析
..... 吴 坚 胡丽娟 2008 (3)
- 新泽西州污染土层中工程逾期的防止
..... 孙平贺 译 2008 (4)
- 顶管工程中的测量工作要点
..... 李日明 2008 (5)
- 穿越地球的微型隧道——微型隧道公司回望
行业发展 15 年
..... Pam Stask 著 吕东兴 译 2008 (5)
- 流塑状淤泥沉井预留洞施工法
..... 兰冰 朱晓宇 2008 (6)
- 沉井施工遇特殊情况的处理方法
..... 兰 冰 徐卓坚 律文田 2008 (6)
- 复杂地层条件下的艰难选择
..... Desiree Willis 路桂英 译 2008 (6)
- 顶管和微型隧道技术指南
..... 刘丰敏 译 2008 (6)

【管道替换与修复及其他】

- 爆管法施工过程中力学行为分析
..... 王书宏 马保松 黄功华 2008 (1-2)
- 德国管线翻转内衬修复工艺实施要求的测试
方法 王 玥 2008 (1-2)
- 下水管线老化情况的调查与评估
..... Rod Thornhill 王希全 译 2008 (1-2)
- 英国排水管道修复新技术
..... Ian Clarke 编著 王希全 译 2008 (1-2)
- 巴西采用静力爆管法大批更换给水管道
..... Ian Clarke 著 涂昌鹏 译 2008 (3)
- 得克萨斯州普莱诺市采用动静结合碎管法

更换大直径管道

- Miller Pipeline 公司 王希全 译 2008 (3)
- 采用 CIPP 法修复哥伦布市河滨公园地下
排污管道
..... Am - Liner East 公司 涂昌鹏 译 2008 (3)
- 非开挖管道翻转内衬修复技术的探讨
..... 程剑雄 王 瑞 张淑洁 2008 (4)
- 支管修复市场进入蓬勃发展阶段
..... Joan Blythe 著 陈立川 译 2008 (4)
- 美国威斯康星州的最大静力爆管工程
..... Rod Thornhill 涂昌鹏 译 2008 (4)
- 佛罗里达的内衬法修复支线管工程
..... Sharon M. Bueno 著 夏 阳 译 2008 (5)
- 玻璃钢内衬法和管道修复技术用于改善排
水管网 Ian Clarke 著 范运林 译 2008 (5)
- 软衬法管道修复技术留住城市的南方风情
..... Ben R. Bogner 著 沈璟璟 译 2008 (5)

【其它】

- 广州 LNG 某段非开挖管线的探测
..... 张汉春 李海军 杨友生 2008 (1-2)
- 非开挖城市地下信息管线数据采集和建库
..... 邵本科 马保松 2008 (1-2)
- PE 管道性能及其使用范围分析研究
..... 熊道华 2008 (1-2)
- 水力开挖技术使开挖施救更高效更安全
..... Jack Pettyjohn Ken Sugawara 著 孙平贺 译 2008 (1-2)
- 眼见为实在非开挖工程中前期勘探的重要性
..... Marshall Pollock 著 李晓芬 译 2008 (1-2)
- IDS 公司把地质雷达技术推向了高峰
..... 王 海 译 2008 (4)
- 2008 国外非开挖设备选择指导表 2008 (5)
- 影像检查技术——解决管道问题的根本所在
..... Sharon M. Bueno 著 陶扬 译 2008 (6)