

编者按 为了介绍现代非开挖地下管线施工方法技术, 我们编辑了一组文章, 《现代非开挖

地下管线施工方法及适用范围》是其中的第一篇。以后将陆续刊登介绍该方法技术及发展状况方面文章。

61-64 现代非开挖地下管线施工方法及适用范围

U175.5

张伟

王鹏

(中国地质调查技术院·北京·10083) (地矿部勘探技术研究所·河北·065000)

每一种非开挖地下管线施工方法都有其各自特点和适用范围。介绍了一些最常用的现代非开挖地下管线施工方法, 包括铺设、修复或更换管线施工方法的原理、特点和适用范围。

关键词 非开挖管线施工 铺设管线 修复管线

1 前言

非开挖地下管线施工包括非开挖铺设、修复或更换管线施工。其方法技术种类很多, 可广泛地用于自来水、排污、电信、电力、石油和天然气等各种地下管线施工领域。

与传统的开挖施工方法相比, 非开挖地下管线施工具有不影响交通, 不污染环境等优点, 并且在许多情况下比开挖施工周期短、成本低、安全性好。因此, “非开挖法”正在越来越多的场合取代“开挖法”地下管线施工。

最早的非开挖施工在上一世纪就已经出现。一些传统的非开挖铺管方法如顶管法、水平钻进铺管法的采用已有几十年历史了。现代非开挖地下管线施工方法自本世纪80年代陆续开始大量出现。这些方法包括水平定向钻进、微型隧道、水平螺旋钻(方向可控)、冲击矛、夯管锤等多种非开挖铺管方法以及各种各样的非开挖管道修复方法。

现代方法与传统方法相比有以下特点:

- (1) 引入了管线轨迹的测量与控制;
- (2) 增强了在复杂地层(含水层、卵砾石层和硬岩)条件施工的能力;
- (3) 大大提高了铺管(管道直径和长度)

能力;

- (4) 实现了高效、低成本;
- (5) 使管道的原位修复成为可能。

每种铺设或修复地下管线方法都有其自己的特点, 因此有相应的适用范围。了解每种方法的特点和适用范围, 是我们合理选择非开挖施工方法和确定研究、开发方向的首要条件。

2 非开挖铺设地下管线方法及适用范围

2.1 导向钻进(Guided Boring)铺管法

采用方向可控和以水射流破土为主的钻进技术, 使用地表放置的钻机, 按设计轨迹钻一个导孔, 然后在扩孔和回拉的同时铺入管线。根据钻机能力、铺管直径和地层条件, 也可先进行一次或两次扩孔后再拉管。采用带斜面的钻头, 通过对其回转状态的控制, 进行钻孔方向的调控。钻头的定位和导航通过采用手持式仪器测量钻头附近探头发出的电磁信号来实现。

该方法适用于在松软地层中进行较小型的管线铺设。常见铺管直径在350 mm以内, 铺管长度在300 m以内, 铺管深度在15

m 以内。可用管材包括钢管、PE、PVC 管等。

2.2 水平定向钻进(Horizontal Directional Drilling)铺管法

该方法施工原理同导向钻进铺管法。与其不同之处是:

(1)采用螺杆马达和弯接头来进行定向钻进,通过弯接头的转与不转来实现造斜和保直钻进;

(2)采用有缆式随钻测斜仪进行钻头的定位和导航;

(3)在进行大型穿越时,有时在导孔钻柱外增加套洗钻柱,以减少导孔钻进时的阻力和保证拉管施工安全。

该方法主要用于中、大型河流或较大规模障碍的管线穿越。最大铺管直径可达 1.2 m,铺管长度可达 1.5 m,深度可达 60 m。碎岩的主要工具是牙轮钻头,根据地层条件,也可采用合金钻头或金刚石钻头。因此,该方法适用于各种类型的地层。可用管材包括钢管或 PE 管等。

2.3 顶杆(Rod Pushing)铺管法

采用该方法施工时,接在小直径钻杆前端的钻头在顶推力作用下挤开土层成孔。待钻头在另一端的工作坑中出露后,换接扩孔器扩孔,然后拉工作入管线。

该方法的主要特点是简单易行、占地少、施工成本低,但只适合于在土层中铺设小直径和短距离的水平管线,一般用来铺设直径 200 mm 以下、一次铺管长度 20 m 以内的各种管线。近年来,导向钻进的控向原理引入了该方法,使其铺管长度明显增加。

2.4 冲击矛(Impact Molding)铺管法

冲击矛因其形状似矛并以压缩空气驱动,故通常称为气动矛。它由钢质外套和重型活塞组成。在压气作用下,矛体内的活塞往复运动,不断冲击矛头,矛头挤压土层成孔并带动矛体前进。欲铺设的管线接在气动矛后,一次铺入。由于矛体与土层摩擦力的作用以及活塞往复运动的冲击力远大于回程时

的反作用力,故气动矛可在土层中自行移动。通过反转送气管,还可实现气动矛向后运动。

气动矛铺管法的特点是简便、易行、效率高、成本低。该方法铺管的长度一般在 30 m 以内(因铺管方向不可控),铺管直径 40 mm~200 mm,适用于含水量不太大的土层。有的气动矛带有往复式齿头,可在含少量砾石的土层中使用。有时,该方法也用于铺设直径较大的管线,做法是:先用气动矛穿孔,然后用卷扬机、钢丝绳、刮板等扩大钻孔,最后铺入管线。

2.5 夯管(Impact Ramming)铺管法

该方法铺管是靠一个低频、大冲击功的气动锤(夯管锤)将欲铺设的钢管直接夯入地层。夯管锤的工作原理与气动矛的相似,有的气动矛也可兼做夯管锤。这两种方法的区别在于:气动矛在土层中前进并拉入管线;而夯管锤是在土层之外将钢管夯入土层。夯管锤夯击的是开口钢管,管柱前端接有管鞋,铺管时有土芯进入钢管。土芯可通过压气或水以及螺旋钻掏土方法排除。铺设较大钢管时,可在钢管外注入膨润土泥浆,以减轻土层与钢管间的摩擦。

该方法只能用于铺设钢管,钢管间靠焊接连接。铺管的直径最大可达 2 m;铺管长度根据地层和夯管锤的不同,在 10 m~80 m 之间变化。该方法对地层适应性较强,可在含水或不含水的砂、土层或含少量砾石(直径须小于钢管内径)的软层中使用。其特点是简单易行、设备投资低、效率高,铺管时不产生地面沉降。

2.6 水平螺旋钻(Horizontal Auger Boring)铺管法

施工时,将螺旋钻机水平地安放在预先掘好的工作坑内。依靠螺旋钻杆传递钻压、扭矩并排除土屑。欲铺设的钢管套在螺旋钻杆外,由钻机的顶管油缸顶进。钢管靠焊接连接。

该方法一般只用于铺设钢管,铺管的长

度一般在 90 m 以内,铺管直径为 100 m~1500 m,适用于不含水的土层。铺管的方向一般不可控,不过方向可控的水平螺旋钻系统也有应用。通过控向,可增加铺管长度,目前用该方法铺管的长度纪录是 267 m。最新的技术进展使该方法的使用范围向卵砾石层和硬岩扩展,碰到这类地层后,可先用潜孔锤钻一先导孔,然后用大直径组装式牙轮钻头或滚刀钻头扩孔并铺管。

2.7 微型隧道(Microtunneling)铺管法

微型隧道铺管是一种遥控的、可导向的顶管施工。整个系统由钻掘系统、激光导向系统、顶管系统、泥浆润滑系统、出渣系统和操作控制系统 6 部分组成。排渣方式分为螺旋(干式)和冲洗循环(湿式)两种。

该方法适应地层范围广,在软至硬岩中皆可使用,并可在水下施工,可用于铺设混凝土、铸铁、强化树脂、钢、PVC 等各种材质的管道。铺管直径为 250 mm~3000 mm,铺管长度一般为 90 m~200 m,有时长达 500 m 或更多。该方法的另外一个特点是控向精度高,曾经有铺设 1500 ft(456 m)管道,偏差仅为 1in(25.4 mm)的记录。由于系统较复杂,设备和施工成本都比较高。

3 非开挖修复或更换地下管线方法及特点

3.1 原位固化法(CIPP)

CIPP 方法是在现存的旧管内壁上衬一层热固性物质,通过加热使其固化,形成致密的隔水层。含热固性树脂的柔性编织管通过液压、气压或绞拉在旧管中推送就位,然后通入热水或水蒸气,使树脂受热硬化。

该方法的优点是管壁平滑,可改善流动特性,尽管管径稍有减小,但过流能力可不下降。缺点是需要特殊设备,对人员素质要求较高,施工成本也较高。

3.2 滑动内衬法(Sliplining)

这是一种使用较早的非开挖修复管道方

法。施工时,在欲修复的旧管中插入一直径较小的新管,然后通过注浆予以固结。根据施工工艺的不同,该方法可细分为连续式、分节式和缠绕式 3 种。

该方法的优点是简单、易行、施工成本低,缺点是过流断面损失较大。

3.3 原位换管法(On Line Replacement)

原位换管法是指以欲更换的旧管道为导向,将旧管切碎或冲压碎并同步拉入或顶入新管道的方法。根据破碎旧管和置入新管的方式不同,该方法可再分为胀管法和吃管法:

(1)胀管法(Bursting)由气动锤将旧管冲碎并压入周围土层,同步拉入新管。

(2)吃管法(Excavation)以专门的隧道掘进机将旧管破碎,碎片通过一定方式排出工作坑外,同时顶入新管。

胀管法的优点是能通过换管铺设与原管道直径相同甚至比原管道直径更大管道,并且施工效率高、成本低。缺点是旧管破碎后的碎片可能损坏新管的保护层。吃管法实际上是一种微型隧道铺管法。

3.4 变形一再成型法(Deformed & Reshaped)

此种管道修复方法采用可变形的 PE(聚乙烯)和 PVC(聚氯乙烯)作为管道材料。将欲衬入的新管先通过机械变形,减小其尺寸,送入欲修复的旧管中就位。然后通过加热或加压或靠自然作用,使变形后送入的新衬管膨胀到现存旧管的形状和尺寸。该方法可细分为:断面变形法;热拔缩径法;冷轧缩径法。

这类方法的优点是:管道的过流能力降低很少;不需要注浆;可用于大曲率半径的拐弯;只用少量接头甚至无接头便可实现长段铺衬。缺点是:旧管中的结构破坏(如塌陷)可能引起施工困难;处理横向接头较难。

3.5 局部修复法(Point Sources Repair)

这类方法用于修复管道的局部破损和裂纹,其分支种类较多,如有注浆法;喷涂法;局部原位固化法;机器人结构修复法等。

4 结语

现代非开挖地下管线施工方法种类繁多,并各具特色,在许多场合可取代开挖方法和传统的非开挖方法,为地下管线施工提供高效、经济的最佳选择。目前的当务之急是要广泛地宣传现代非开挖地下管线施工方法,使人们清楚地认识这些方法的原理、优点和适用范围,并要积极地进行现代非开挖技术的引进与开发。

参考文献

- 1 Leo Barbera, et al. . Historical Development of Trenchless

- Construction Methods and Equipment in the United States. Proceedings of a Advanced Technical Seminar on Trenchless Technology, 26 - 30 Jan 93, Vicksburg
- 2 High W. O. Donnell. Historical Overview of the Horizontal Directional Drilling Industry
- 3 Tom Iseley, et al. Trenchless Pipeline Rehabilitation. Constructor, Oct. 1992
- 4 S. R. Kramer, et al. . An Introduction to Trenchless Technology, 1992
- 5 Robert D Bennett, et al. Guidelines for Trenchless Technology: CIPP, FFP, Mini - HDD and Microtunneling. Final Report CPAR - GL - 95 - 2. US Army Corps of Engineers Waterways Experimental Station, 1995

MODERN TRENCHLESS PIPELINE CONSTRUCTION METHODS AND THEIR APPLICATION

Zhang Wei, Wang Peng

Each trenchless pipeline construction method has its own characteristics and application ranges. The working principles, characteristics and application ranges of modern trenchless pipeline construction methods were introduced including installation and rehabilitation methods mostly used in practice.

Key words trenchless pipeline construction, installation, rehabilitation



第一作者简介:

张伟男,1978年毕业于武汉地质学院探工系。1983~1985年在德国克劳斯塔尔工业大学深钻所进修。教授级高级工程师。从事过金刚石钻头、空气钻进和科学钻探方面的研究工作和探矿科技管理工作。

通讯地址:北京市海淀区学院路31号 中国地质调查技术院 邮政编码:100083

(上接44页)

METHOD AND PROGRAM FOR CALCULATION OF MINERAL DEPOSIT RESOURCE QUANTITY AND EVALUATION OF PREDICTION EFFECT

Li Xinzhong, Xu Zhenbang, Zeng Fangang

An intelligent program system was designed and realized with database technology and expert system technology as the core of system structure integrating model building, resources prediction, effect analysis and interpreting function by using C program language based on geological variable researching result. The system can separately use total evaluating and non-total evaluating to realize mineral deposit resource quantity calculation with different data level. For non-total evaluating, the prediction results could be provided in four forms, that is, resources quantity, unit location, main ore-controlling factor combination and favorable-data-range, and minerogenic probability of prediction unit. It can be used as an aid tool of resources evaluation for geological studies.

Key words database, expert system, resource quantity, mathematics model, grid unit.



第一作者简介:

李新中男,1965年生,1997年北京地质大学地质学系博士后出站。先后从事的研究领域包括地质问题的定量方法研究及软件研制,矿产资源的定量评价,地质过程的计算机模拟,非线性地质学,多源和多图地质数据的合成技术,地质专家系统以及地理信息系统等。

通讯地址:北京市建国门外大街5号 中国社会科学院数量经济与技术经济研究所 邮政编码:100732