

定长缠绕玻璃钢夹砂管顶管 施工技术与应用

■ 吴学伟 著



科学出版社

www.sciencep.com

定长缠绕玻璃钢夹砂管顶管 施工技术与应用

吴学伟 著



科学出版社

北京

内 容 简 介

顶管施工技术是一种新型的非开挖管道施工技术。本书是作者在多年从事定长缠绕玻璃钢夹砂管顶管工程的设计、施工、监测和监理等科研工作的基础上撰写而成的。本书共八章,包括概论、玻璃钢夹砂管道材料、定长缠绕玻璃钢夹砂管顶管工程设计、定长缠绕玻璃钢夹砂管顶管施工技术与方法、定长缠绕玻璃钢夹砂管顶管工程施工监测与分析、定长缠绕玻璃钢夹砂管顶管工程施工监理、城市排水管道 CCTV 和声纳技术检测、定长缠绕玻璃钢夹砂管顶管工程施工实例等内容。

本书可供从事顶管施工的工程技术人员参考,也可供市政管线工程和各类管道工程设计、施工、监理、管理人员以及大专院校相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

定长缠绕玻璃钢夹砂管顶管施工技术与应用/吴学伟著. —北京:科学出版社, 2007

ISBN 978-7-03-018472-6

I. 定… I. 吴… III. 玻璃钢管—顶进法施工 IV. U172

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 007273 号

责任编辑: 童安齐 / 责任校对: 柏连海

责任印制: 吕春珉 / 封面设计: 耕者设计工作室

科 学 出 版 社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

新 蕾 印 刷 厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007 年 2 月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2007 年 2 月第一次印刷 印张: 10 3/4

印数: 1—3 000 字数: 270 000

定价: 36.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈新欣〉)

销售部电话 010-62136131 编辑部电话 010-62137026 (BA08)

前 言

穿越铁路、公路、河流和障碍物铺管，或在城市道路下铺管，除需要满足管道安装质量要求外，还需保证穿越管道的正常使用，故常常采用顶管施工。顶管施工技术具有综合成本低、施工周期短、环境影响小、施工安全性好等优势，现已在发达国家成为一项政府支持、社会提倡和企业参与的高新技术产业，并得到了广泛的应用。

我国的顶管技术发展至今已有近 50 年的历史。据相关的资料记载，我国的顶管施工最早始于 1953 年的北京和 1956 年的上海，分别采用的是钢筋混凝土管顶管和钢管顶管。自 20 世纪 80 年代以来，随着国外先进的顶管设备、施工和监控技术的引进，我国的顶管施工技术上了一个新台阶，顶管施工越来越普及。特别值得指出的是，近年来广州市南洲路污水主干管工程成功应用定长缠绕玻璃钢夹砂管进行了顶管施工。实践证明，定长缠绕玻璃钢夹砂管不仅具有质量轻、承压能力强、输送液体阻力小、接口严密和渗漏量低、抗化学和电腐蚀性能好等特点，而且还具有安装方便、施工快捷、使用寿命长、综合费用低、操作简单、维护费用省等优点，有广泛的应用前景。

本书结合广州市南洲路污水主干管工程的顶管施工经验，依据《给水排水工程埋地玻璃纤维增强塑料夹砂管道结构设计规程》(CECS190:2005)和《给水排水管道工程施工及验收规范》(GB50286-97)，阐述了定长缠绕玻璃钢夹砂管顶管施工的各个方面。

全书共分八章。第一章概论，阐述了顶管技术的发展概况，顶管施工的原理、特点以及定长缠绕玻璃钢夹砂管顶管施工的特点；第二章玻璃钢夹砂管道材料，分别从玻璃钢夹砂管道的类型、原材料、结构、特点和技术规格等方面介绍了玻璃钢夹砂管道以及顶管用定长缠绕玻璃钢夹砂管的生产和制造技术要求；第三章定长缠绕玻璃钢夹砂管顶管工程设计，介绍了顶进力设计、工作坑设计和顶进设备选型等内容；第四章定长缠绕玻璃钢夹砂管顶管施工技术与方法，总结了手掘式顶管施工技术、泥水平衡式顶管施工技术、土压平衡式顶管施工技术、长距离施工技术以及工作坑的施工方法等；第五章定长缠绕玻璃钢夹砂

管顶管工程监测与分析,提出了顶管施工监测要点、测量和纠偏方法以及一些监测与分析实例;第六章定长缠绕玻璃钢夹砂管顶管工程施工监理,阐述了顶管施工质量监理的各种要求和监理实例;第七章城市排水管道 CCTV 和声纳检测技术,介绍了城市排水管道检测的方法、技术与设备,并以工程实例进行了说明;第八章定长缠绕玻璃钢夹砂管顶管工程施工实例,介绍了采用定长缠绕玻璃钢夹砂管进行顶管施工的实际工程。

在本书的编写过程中,广州市污水处理有限责任公司、武汉理工大学、广州市市政工程设计研究院、广州市市政工程维修处、新疆永昌复合材料股份公司、广州市管源复合材料有限公司、广州市自来水工程公司、北京市政建设集团有限公司、广东水电二局股份有限公司、广州市富华工程建设监理有限公司、中国船级社实业公司广州分公司、北京磐石建设监理有限责任公司、广州市市政工程监理有限公司等单位提供了很多相关的技术资料,作者在此对他们表示诚挚的谢意。另外,作者对被引用参考文献的作者以及相关的网站,也表示衷心的感谢。

限于作者的水平,书中难免会出现一些不当之处,希望读者多提宝贵意见。作者愿与广大读者一起,为进一步推广定长缠绕玻璃钢夹砂管顶管施工技术的应用而共同努力。

目 录

前言

第一章 概论	1
1.1 顶管施工技术的发展简况	1
1.2 顶管施工的原理与特点	2
1.3 玻璃钢夹砂管顶管施工的特点与经济性	7
第二章 玻璃钢夹砂管道材料	10
2.1 概述	10
2.2 玻璃钢夹砂管道类型	11
2.3 玻璃钢夹砂管道原材料	12
2.3.1 不饱和聚酯树脂	12
2.3.2 玻璃纤维及其制品	15
2.3.3 辅助材料	16
2.3.4 助剂	17
2.4 玻璃钢夹砂管道结构	18
2.5 玻璃钢夹砂管道特点	19
2.6 玻璃钢夹砂管道技术规格	22
2.6.1 玻璃钢夹砂管的主要技术参数	22
2.6.2 普通玻璃钢夹砂管的规格	22
2.6.3 玻璃钢夹砂管的连接方式	22
2.7 顶管用定长缠绕玻璃钢夹砂管	24
2.7.1 管材设计要求	24
2.7.2 原材料指标	26
2.7.3 铺层设计	27
2.7.4 构造要求	27
2.7.5 生产过程	29
2.7.6 接头构造	33
第三章 定长缠绕玻璃钢夹砂管顶管工程设计	35
3.1 顶进力设计	36
3.1.1 顶进力的组成	36
3.1.2 影响顶进力的因素	36

3.1.3	顶进力计算	37
3.2	工作坑设计	42
3.2.1	工作坑的形状与种类	42
3.2.2	工作坑的设计原则	42
3.2.3	工作坑尺寸设计	43
3.2.4	后座墙设计	44
3.3	顶进设备选型	46
3.3.1	顶管机组成及分类	46
3.3.2	顶管机选型	47
3.4	南洲路玻璃钢夹砂污水管顶管工程设计实例	47
3.4.1	设计条件	47
3.4.2	管道设计要求	48
3.4.3	顶管工程设计	49
3.4.4	主要经济指标	51
3.4.5	改进设计建议	52
第四章	定长缠绕玻璃钢夹砂管顶管施工技术与方法	53
4.1	顶管施工技术的分类与选择	53
4.1.1	顶管施工技术的分类	53
4.1.2	顶管施工方法的选择	54
4.2	手掘式顶管施工技术	55
4.2.1	施工工艺	55
4.2.2	挖掘面的稳定及其计算	57
4.3	泥水平衡式顶管施工技术	61
4.3.1	概述	61
4.3.2	泥水平衡式顶管施工的基本原理	65
4.4	土压平衡式顶管施工技术	67
4.4.1	概述	67
4.4.2	土压平衡式顶管施工的基本原理	70
4.5	长距离顶管施工技术	72
4.5.1	概述	72
4.5.2	注浆减阻	72
4.5.3	中继间	78
4.6	工作坑的施工方法	80
4.6.1	开槽法	80
4.6.2	沉井法	81

4.6.3	连续墙法	81
4.6.4	洞口止水方法	82
4.6.5	进出洞口的措施	83
4.7	定长缠绕玻璃钢夹砂管顶管施工的优缺点	84
4.7.1	优点	84
4.7.2	缺点	85
4.8	定长缠绕玻璃钢夹砂管在顶进中出现局部问题的处理	87
4.8.1	管尾端局部损伤的处理措施	87
4.8.2	管端之间接触面夹角过大处理措施	87
4.9	定长缠绕玻璃钢夹砂管顶管施工注意事项	87
4.9.1	顶铁要求	88
4.9.2	定长缠绕玻璃钢夹砂管的变形与回弹	88
4.9.3	对设计的建议	88
第五章	定长缠绕玻璃钢夹砂管顶管工程施工监测与分析	90
5.1	顶管施工监测要点	90
5.2	顶管施工监测与纠偏方法	91
5.2.1	直线顶管的施工测量	91
5.2.2	曲线顶管的施工测量	91
5.2.3	顶管施工中常用的测量方法	92
5.2.4	顶管施工中纠偏	96
5.3	顶管施工监测与分析实例	98
5.3.1	土压作用下定长缠绕玻璃钢夹砂管的环向应变监测与分析	98
5.3.2	土压作用下定长缠绕玻璃钢夹砂管的轴向应变监测与分析	99
5.3.3	主千斤顶系统顶进时管的尾端动态轴向应变监测与分析	101
5.3.4	主千斤顶系统卸载时管的回弹动态轴向应变监测与分析	102
5.3.5	土压作用下定长缠绕玻璃钢夹砂管的径向应变监测与分析	103
5.3.6	回弹变形测量监测与分析	104
5.3.7	顶力的监测与分析	105
5.3.8	纠偏时管道的应变监测与分析	106
5.3.9	扭转变形的监测与分析	108
5.3.10	摩阻系数分析	109
5.3.11	顶力设计计算公式分析	110
第六章	定长缠绕玻璃钢夹砂管顶管工程施工监理	112
6.1	工程监理概论	112
6.1.1	服务性	112

6.1.2	科学性	113
6.1.3	独立性	113
6.1.4	公正性	113
6.2	顶管施工的质量监理	113
6.2.1	施工要求	113
6.2.2	监理要点	116
6.2.3	质量标准	117
6.3	定长缠绕玻璃钢夹砂管顶管施工质量监督实例	118
6.3.1	工程实施方法的论证	118
6.3.2	试验段施工情况监理	119
6.3.3	全线管道施工情况监理	120
第七章	城市排水管道 CCTV 和声纳检测技术	124
7.1	城市排水管道检测方法	124
7.1.1	管道检测方法	124
7.1.2	检查井检测方法	125
7.2	城市排水管道检测技术与设备	125
7.2.1	管道潜望镜	125
7.2.2	CCTV 闭路电视检测系统	126
7.2.3	声纳检测系统	131
第八章	定长缠绕玻璃钢夹砂管顶管工程施工实例	135
8.1	概述	135
8.2	工程施工实例	136
8.2.1	广州南洲路污水主干管顶管工程	136
8.2.2	沙河涌分洪道穿越中山一路立交段顶管工程	143
附表 A		148
附表 B		150
附表 C		156
参考文献		160

第一章 概 论

1.1 顶管施工技术的发展简况

顶管施工是继盾构施工之后发展起来的一种地下管道施工方法,属于非开挖施工方法中的一种。它不需要开挖面层,就能够穿越公路、铁道、河流、地面建筑物、地下构筑物以及各种地下管线等。目前,敷设新的煤气、热力、电力、给水、排水等地下管道以及地下通道,沿用以往开槽敷设方法已感到越来越困难,为了减少施工对交通和市民正常活动的干扰,避免房屋拆迁以及减少对市容和环境卫生的影响,顶管施工已成为常用的市政管道施工方法。

顶管施工方法最早应用于 1896 年美国的北太平洋铁路铺设工程的施工中,其采用的是铸铁管,之后随着顶管机性能的改进,顶管设计和施工技术理论也在不断完善。1920 年以后,钢筋混凝土管和钢管顶管取代了铸铁管顶管。1980 年以来,发达国家的玻璃钢夹砂管顶管发展较快,顶管多采用离心浇铸玻璃钢夹砂管,其中德国在技术方面比较成熟,日本在小口径顶管方面比较先进,美国在顶管发展方面尤为显著。据统计,自 1989 年以来,平均每年有 38% 的中小型顶管采用离心浇铸玻璃钢夹砂管。

我国的顶管施工虽然起步很晚,但发展速度较快。

20 世纪 50 年代,我国北京和上海就有顶管施工的先例,北京首次顶管施工应用在京包铁路路基下,采用的是钢筋混凝土管顶管施工;上海首次顶管施工应用于穿越黄浦江江堤,采用的是钢管顶管施工。60 年代,北京和上海计划性地开发和推广顶管施工,取得了一定的成绩。70 年代,工业大口径水下长距离顶管技术在上海首先取得成功。80 年代,第一次应用中继间获得成功并在小口径顶管上取得突破,之后引进了计算机控制、激光指向、陀螺仪定向等先进技术,顶管施工技术日趋成熟。近年来定长缠绕玻璃钢夹砂管顶管技术也越来越被广泛采用。

目前,顶管施工中最为流行的三种工作平面平衡理论是气压平衡理论、泥水平衡理论和土压平衡理论。

气压平衡理论又有全气压平衡理论和局部气压平衡理论之分。全气压平衡理论应用的最早,该理论提出在所顶进的管道及挖掘面上都充满一定压力的空气,以空气的压力来平衡地下水的压力;而局部气压平衡理论则提出只在掘进机的土仓内充入一定压力的空气,起到平衡地下水压力和疏干挖掘面土体中地下水的作用。

土压平衡理论提出以顶管掘进机土仓内泥土的压力来平衡掘进机所处土层的

土压力和地下水压力。目前,采用土压平衡理论设计的顶管掘进机的设备比较简单,主要原因是施工过程中土压平衡式顶管掘进机所排出的渣土要比泥水平衡式顶管掘进机所排出的泥浆更容易处理。

泥水平衡理论的主要观点是提出以含有一定量黏土、且具有一定相对密度的泥水充满顶管掘进机的泥水仓,并对它施加一定的压力,以平衡地下水压力和土压力。按照该理论的阐述,泥水在挖掘面上能形成泥膜,以防止地下水的渗透,然后再施加一定的压力就可以平衡地下水压力,同时也可以平衡土压力。

过去,顶管施工作为一种特殊的施工手段,一般情况下不轻易采用。因此,顶管常被当作穿越铁道、公路、河流等的特殊手段,施工的距离一般较短,大多在 20~30m。然而,现在顶管施工作为一种常规的施工方法已被广泛接受,而且一次连续顶进的距离也越来越长。最长的一次连续顶进距离可达数千米,最大的顶管口径已达 4m。

顶管技术在向长距离、大口径方向发展的同时,也向小口径方向发展。目前最小顶管的口径只有 250mm。这类管道在电缆、供水、煤气等工程中应用得最多。它们除了口径小外,还有覆土浅和距离短的特点。

曲线顶管则是近几年顶管技术的又一重大进展,而且曲线的形状也越来越复杂,不仅有单一曲线,也有复合曲线,如 S 形曲线;不仅有水平曲线,也有垂直曲线;还有水平和垂直兼而有之的复杂曲线等,曲线的曲率半径也越来越小。

另外,顶管的附属设备、管材也得到不断改进,如主顶油缸已有二级和三级顶进油缸,测量和显示系统也朝着自动化的方向发展,可实现自动测量、自动记录、自动纠偏,所需的数据可以自动打印出来。这些都使顶管技术迈向了新的高峰。

1.2 顶管施工的原理与特点

顶管施工就是借助主顶油缸及管道间的中继间等的推力,把工具管或掘进机从工作坑内穿过土层一直推到接收坑内后回收的过程。与此同时,也就把紧随工具管或掘进机后的管道埋设在了两坑之间,顶管施工示意图如图 1.1 所示。

一个比较完整的顶管施工大体包括以下部分。

1. 工作坑和接收坑

工作坑也称基坑。工作坑是安放所有顶进设备的场所,也是顶管掘进机的始发场所。工作坑还是承受主顶油缸推力反作用力的构筑物。

接收坑是接收掘进机的场所。通常管道从工作坑中逐节推进,到接收坑中把掘进机吊起以后,再把第一节管子推出一定的长度,整个顶管施工才算基本结束。有时在多段连续顶管的情况下,工作坑也可当接收坑用,但反过来则不行,因为一般情况下接收坑比工作坑小得多,顶管设备无法安放。

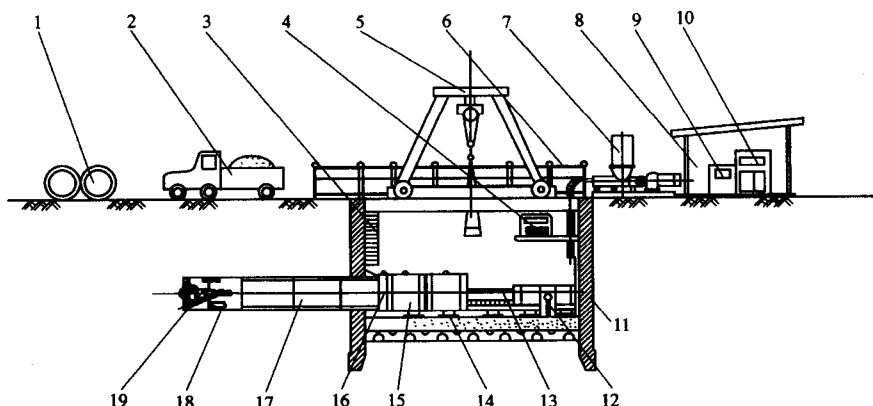


图 1.1 顶管施工示意图

1. 堆放的管道; 2. 运输车; 3. 扶梯; 4. 主顶油泵; 5. 行车; 6. 安全扶栏; 7. 润滑注浆系统;
8. 操纵房; 9. 配电系统; 10. 操纵系统; 11. 后座墙; 12. 测量系统; 13. 主顶油缸; 14. 导轨;
15. 弧形顶铁; 16. 环形顶铁; 17. 顶进中的管道; 18. 运土车; 19. 机头

2. 洞口止水圈

洞口止水圈安装在工作坑的出洞洞口和接收坑的进洞洞口, 具有防止地下水和泥沙流到工作坑和接收坑的作用。

3. 顶管机

顶管机是顶管掘进用的机器, 也称顶管掘进机或掘进机, 它安放在所顶管道的最前端, 主要是用来取土和保证管道顶进方向的正确性。

4. 主顶装置

主顶装置主要由主顶油缸、主顶油泵、操纵台及油管四部分构成。主顶油缸是管道推进的动力, 它多呈对称状布置在管壁周边。在大多数情况下, 其都成双数且左右对称。

主顶油泵主要通过高压油管为主顶油缸提供压力油, 常用的压力在 $32 \sim 42\text{MPa}$ 之间, 高的可达到 50MPa 。

操纵台主要控制主顶油缸的推进和回缩。操纵的方式有电动和手动两种, 前者使用电磁阀或电液阀, 后者则采用手动换向阀。

5. 顶铁

顶铁有环形、弧形和马蹄形之分。环形顶铁的主要作用是把主顶油缸的推力较均匀地分布在所顶管道的端面上。

弧形和马蹄形顶铁可以弥补主顶油缸行程与管节长度之间的不足。弧形顶铁

用于手掘式、土压平衡式等许多方式的顶管中,它的开口向上,便于管道内出土,而马蹄形顶铁则是倒扣在基坑导轨上的,开口方向与弧形顶铁相反,它只用于泥水平衡式顶管中。

6. 基坑导轨

基坑导轨是由两根平行的箱形钢焊接在轨枕上制成的。它的作用主要有两点:一是使推进管在工作坑中有一个稳定的导向,并使推进管沿该导向进入土中;二是让环形、弧形顶铁工作时能有一个可靠的托架。

7. 后座墙

后座墙是把主顶油缸推力的反力传递到工作坑后部土体中去的墙体。它的构造会因工作坑的构筑方式不同而不同。在沉井工作坑中,后座墙一般就是工作井的后方井壁。在钢板桩工作坑中,必须在工作坑内的后方与钢板桩之间浇筑一座与工作坑宽度相等的厚度为 0.5~1m 的钢筋混凝土墙,目的是使推力的反力能比较均匀地作用到土体中去,尽可能地使主顶油缸总推力的作用面积大些。

由于主顶油缸较细,如果把主顶油缸直接抵在后座墙上,则后座墙极容易损坏。为了防止此类事情发生,在后座墙与主顶油缸之间,我们再垫上一块厚度在 200~400mm 之间的钢构件,称之为后靠板。通过它把油缸的反力较均匀地传递到后座墙上,这样后座墙就不容易损坏。

8. 推进管及接口

推进管分为多管节和单一管节两大类。多管节的推进管有钢筋混凝土管和玻璃钢夹砂管,管节长度有 2~6m 不等,这类管都必须采用可靠的管接口,该接口必须在施工时和施工后的使用过程中都不渗漏。单一管节的是钢管,它的接口都是焊接成的,施工完工后变成一根刚性较大的管子。它的优点是焊接接口不易渗漏,缺点是只能用于直线顶管,而不能用于曲线顶管。

9. 输土装置

输土装置会因不同的推进方式而不同。在手掘式顶管施工中,大多采用人力车出土;在土压平衡式顶管施工中,采用蓄电池拖车、土砂泵等方式出土;在泥水平衡式顶管施工中,采用泥浆泵和管道输送泥水。

10. 地面起吊设备

地面起吊设备最常用的是门式行车,不同口径的管道应配不同吨位的行车。它们的优点是操作简便、工作可靠,缺点是转移过程中拆装比较困难。

汽车式起重机和履带式起重机也是常用的地面起吊设备。它们的优点是转移方便、灵活。

11. 测量装置

通常用的测量装置就是置于基坑后部的经纬仪和水准仪。经纬仪用来测量管道的左右偏差,水准仪用来测量管道的高低偏差。有时所顶管道的距离比较短,也可只用上述两种仪器的任何一种。

在机械式顶管中,大多采用激光经纬仪。它是在普通的经纬仪上加装一个激光发射器而构成的。激光束打在掘进机的光靶上,观察光靶上光点的位移可判断管道顶进的高低和左右偏差。在复杂的顶管中也可用自动测量装置进行测量。

12. 注浆系统

注浆系统由拌浆、注浆和管道三部分组成。拌浆是把注浆材料兑水以后再搅拌成所需的浆液。注浆是通过注浆泵来进行的,它可以控制注浆的压力和注浆量。管道分为总管和支管,总管安装在管道内的一侧,支管则把总管内压送过来的浆液输送到每个注浆孔去。

13. 中继站

中继站亦称中继间,它是长距离顶管中不可缺少的设备。中继站内均匀地安装有许多台油缸,这些油缸把它们前面的一段管子推进一定长度以后,然后再让它后面的中继站或主顶油缸把该中继站油缸缩回。这样一只连一只,一次接一次就可以把很长的一段管道分成几段顶进。最终依次把从前到后的中继站油缸拆除,一个个中继站合拢即可。

14. 辅助施工

顶管施工有时离不开一些辅助的施工方法,如手掘式顶管中常用的井点降水、注浆等,又如进出洞口加固时常用的高压旋喷施工和搅拌桩施工等。不同的顶管方式以及不同的土质条件就采用不同的辅助施工方法。顶管常用的辅助施工方法有井点降水、高压旋喷、注浆、搅拌桩、冻结法等多种,都要因地制宜地使用才能达到预期的效果。顶管施工流程见图 1.2。

15. 供电及照明

顶管施工中常用的供电方式有两种,在距离较短和口径较小的顶管中以及在使用电量不大的手掘式顶管中,都采用直接供电。当在口径较大而且顶进距离又比较长的情况下,都是把高压电输送到掘进机后的管道中,然后由管道中的变压器进行降压再送到掘进机的电源箱中。高压供电的好处是途中损耗少而且所用电缆可细些,但其危险性也较大,要慎重使用,更要做好用电安全工作和采取各种有效的防触电、漏电措施。

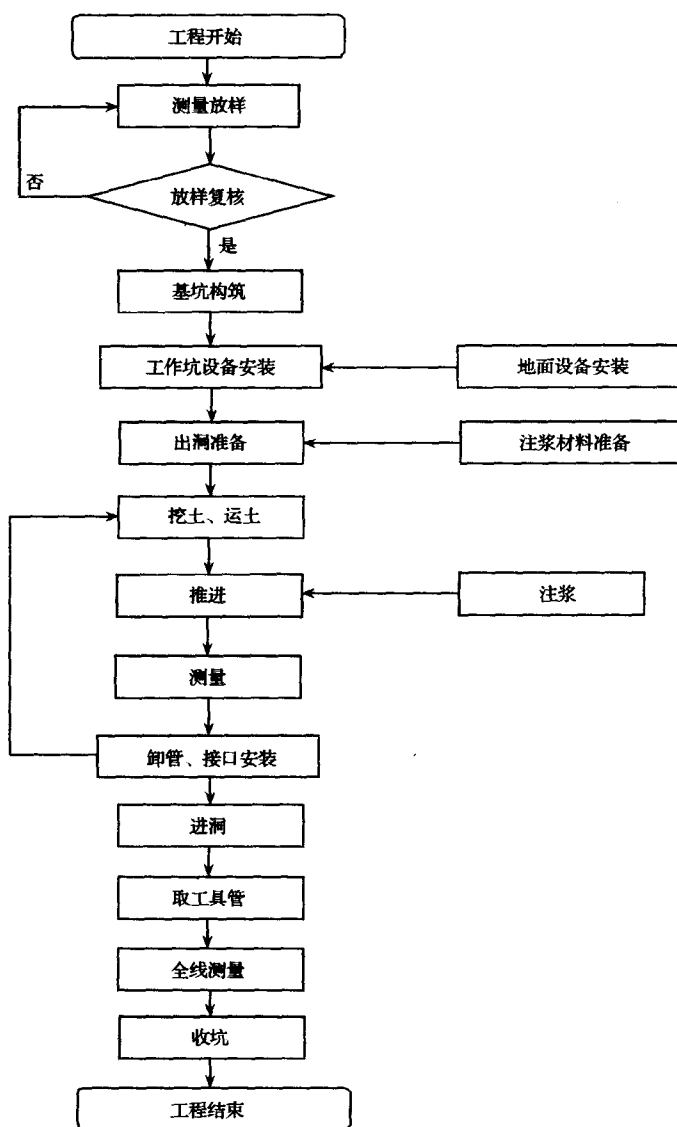


图 1.2 顶管施工流程图

16. 通风与换气

通风与换气是手掘式顶管中不可缺少的一环,否则将可能发生缺氧或气体中毒现象。顶管中的换气装置应采用专用抽风机或鼓风机。通风管道一直通到掘进机内,把混浊的空气抽离工作井,或使工作井内的空气强制流通。

顶管施工是一种较为现代化的地下管道施工方法,其特点是管道作为结构构件的同时也起着开挖面支护的作用,管体外土层不受扰动,管壁与原土层结合紧密,不会形成回填土中的积水带,减轻了回填土地下积水对管体的浮力和渗透作用。顶管施工技术现在可以成功地用于绝大部分地层,包括坚硬地层、极不稳定的淤泥层和地下水位较高的砂层等,针对不同的土质、不同的施工条件和要求,我们必须选择与之相适应的顶管施工方式。

顶管施工有它独特的优点,但也有其局限性。下面将顶管施工和开槽埋管以及盾构施工进行比较。

顶管施工与开槽埋管施工相比的优点是:

- 1) 开挖部分仅仅只有工作坑和接收坑,土方开挖量少,而且安全、对交通影响小。
- 2) 管道顶进过程中,只挖去管道断面的土,比开槽施工挖土量少许多。
- 3) 施工作业人员比开槽埋管少。
- 4) 对环境影响小,文明施工程度比开槽施工高。
- 5) 工期比开槽埋管短。
- 6) 在覆土深度大的情况下比开槽埋管经济。

其与开槽埋管相比的不足之处:

- 1) 设计路线曲率半径小而且多种曲线组合在一起时,其施工就非常困难。
- 2) 在软土层中容易发生偏差,而且纠偏又比较困难,管道容易产生不均匀下沉。
- 3) 顶进过程中遇到障碍物时处理非常困难。
- 4) 在覆土浅的条件下显得不很经济。

顶管施工与盾构施工相比的优点是:

- 1) 顶进结束后不需要进行衬砌,节省材料,同时也可缩短工期。
- 2) 工作坑和接收坑占用面积小,环境影响小。
- 3) 挖掘断面小,渣土处理量少。
- 4) 作业人员少。
- 5) 造价比盾构施工低。
- 6) 地面沉降小。

其与盾构施工相比的不足之处:

- 1) 超长距离顶进比较困难,顶进路线曲率半径变化大时施工也比较困难。
- 2) 口径大,如 5000mm 以上的顶管非常困难。
- 3) 在转折多的复杂条件下施工,工作坑和接收坑的数量都会增加。

1.3 玻璃钢夹砂管顶管施工的特点与经济性

将玻璃钢夹砂管用于顶管工程中,其与传统的钢管顶管、钢筋混凝土管顶管相比,在技术上有如下特点:

1) 玻璃钢材质具有优良的耐腐蚀性,无论管内污水或管外的地下水体呈酸性或碱性都不会对所用产品造成损害,且产品本身无需再做任何防护措施,还可根据管道用途不同选用不同的内衬树脂,从而适用于各种流体的输送,钢管或钢筋混凝土管则不具备这项优势。

2) 玻璃钢夹砂管在无需运行维护的条件下,使用寿命长,这是其最大的优势。由于顶管属于地下隐蔽工程,其使用寿命无疑是决策者考虑的非常重要的因素。钢筋混凝土管内外表面都易附着微生物且难以清除,以至增大粗糙率减小过水断面,而玻璃钢夹砂管在避光情况下不会产生或附着微生物,因此无污染,长期使用仍洁净如初。玻璃钢夹砂管的使用寿命可长达 50 年,且检修和维护费用低。

3) 玻璃钢夹砂管质量轻、强度高、运输安装方便。顶管用玻璃钢夹砂管的比重只有钢管的 $1/3$ 左右,在软弱地基上顶管不会发生栽头现象,由于质量轻可以无需重型吊车设备,既节约施工费用,又方便施工,而且其强度和刚度都优于普通钢,这种性能可以更好地用于长距离和曲线顶管施工。

4) 玻璃钢夹砂管外壁光滑,所需顶力小。在无注浆减阻的条件下,特别是对于含水率高的黏土地带,玻璃钢管的顶力仅为钢筋混凝土管顶力的 $1/10$ 左右。这是由于玻璃钢夹砂管外表光滑,土的内聚力对玻璃钢夹砂管吸附力很小;而钢筋混凝土管外表粗糙,土的内聚力容易对钢筋混凝土管形成抱紧力。

5) 玻璃钢夹砂管内壁光滑,在同等流量情况下,管径比钢筋混凝土管和钢管小,如 DN3000mm 的钢筋混凝土管可使用 DN2500mm 的玻璃钢夹砂管代替,从而节约地下空间。

6) 双橡胶密封圈的密封性能好。玻璃钢夹砂管道采用两道密封圈密封,一道是楔形倒刺橡胶圈,具有较大压缩量,另一道是位于管端的遇水膨胀橡胶圈,只要有水,它就膨胀密封,为第二道保险密封。

7) 玻璃钢夹砂管的可设计性和适应性强。玻璃钢夹砂管的轴向环向强度分配、可承受的内、外压、防腐性能、接头方式和产品形状都可以通过特定工艺根据不同的环境要求灵活设计,使玻璃钢夹砂管的应用更为广泛。

广州市南洲路污水管道工程对定长缠绕玻璃钢夹砂管顶管和钢筋混凝土管顶管的经济性进行了对比分析。两种管材在一次性投资、施工工期、日常维护费用、经济寿命、地下水渗入量导致污水处理厂运行成本的增加和经济寿命期内费用现值等方面的比较情况见表 1.1。

从表 1.1 可以看出,南洲路污水管采用定长缠绕玻璃钢夹砂管顶管除在一次性投资方面比采用钢筋混凝土管顶管大之外,在施工工期、日常维护费用、经济寿命和地下水渗入量导致污水处理厂运行费用的增加等方面均优于采用钢筋混凝土管顶管。均按照 30 年经济寿命比较两种管材的费用现值,采用定长缠绕玻璃钢夹砂管顶管的费用现值较小。除此之外,采用玻璃钢夹砂管顶管需要占用的地下空间也比采用钢筋混凝土管顶管所占用的地下空间要小,更能节省地下空间。