

球墨铸铁管非开挖施工材料供应与技术管理

赵光桦

上海浦东水务（集团）有限公司，上海 201399

[摘要]此文探讨了球墨铸铁管非开挖施工中的材料供应和技术管理。对非开挖施工的特点与优势进行了详细阐述，同时也探讨了球墨铸铁管在该领域的应用情况。针对材料供应的关键因素展开了分析，涵盖了管材的选择与供应管理。同时，讨论了技术管理的重要方面。通过实际案例研究，阐述了材料供应和技术管理对项目成功的影响。最后，提出了改进和优化的建议，以提高球墨铸铁管非开挖施工的效率和质量。

[关键词]球墨铸铁管；非开挖施工；材料供应；技术管理

DOI: 10.33142/ec.v8i4.16310

中图分类号: TG143.5

文献标识码: A

Supply and Technical Management of Non Excavation Construction Materials for Ductile Iron Pipes

ZHAO Guanghua

Shanghai Pudong Water (Group) Co., Ltd., Shanghai, 201399, China

Abstract: This article explores the material supply and technical management in non excavation construction of ductile iron pipes. The characteristics and advantages of non excavation construction were elaborated in detail, and the application of ductile iron pipes in this field was also discussed. An analysis was conducted on the key factors of material supply, covering the selection and supply management of pipes. Meanwhile, important aspects of technical management were discussed. Through practical case studies, the impact of material supply and technical management on project success was elucidated. Finally, suggestions for improvement and optimization were proposed to enhance the efficiency and quality of non excavation construction of ductile iron pipes.

Keywords: ductile iron pipe; non excavation construction; material supply; technical management

1 研究背景与意义

1.1 研究背景

伴随着城市化进程的持续推进，特别是东部沿海地区大城市、超大城市对于基础设施建设的需求愈发增加。球墨铸铁管作为一项关键的管材，在城市供水、排水、燃气等范畴得到广泛运用。然而，城市地下空间资源相对有限，传统的开挖施工模式给城市交通、环境以及居民生活带来较大干扰。非开挖施工技术的问世，为解决这一难题提供了全新的方法。球墨铸铁管具备强度高、耐腐蚀、使用寿命长等特性，能够适应各种恶劣地质状况和环境。在非开挖施工过程中，球墨铸铁管的性能优势得以充分展现。随着施工技术的持续发展，非开挖施工技术也在不断创新和完善，例如水平定向钻进、顶管等技术，为球墨铸铁管的非开挖施工提供了技术保障^[1]。

1.2 研究意义

(1) 提高施工效率

市政工程中的地面非开挖施工技术往往可以避免大面积开挖，减少施工对城市交通和环境的影响，缩短施工工期，提高施工作业效率，保证施工质量。通过合理的材料和技术管理，可以确保球墨铸铁管的质量和性能，提高管道的使用寿命和安全性。

(2) 降低施工成本

非开挖施工技术是一种在不开挖或少量开挖地表的

情况下，铺设、更换或修复地下管道、电缆等设施的施工技术，可以减少土方开挖、回填工程量，降低施工成本，减少对周围环境的影响，避免交通拥堵、噪声污染等问题。同时，通过优化材料采购和库存管理，可以降低材料成本，提高施工效率。

(3) 满足环保要求

研究球墨铸铁管非开挖施工材料供应与技术管理，有助于推动非开挖施工技术的发展和运用，提高我国城市基础设施建设的水平，降低施工对环境的损害，契合环保要求，达成可持续发展的目标。

总的来说，针对球墨铸铁管非开挖施工材料供应与技术管理进行研究具备重大的现实意义和社会价值，可以给工程实践给予理论引导和技术支撑，为城市基础设施建设作出贡献。

1.3 非开挖施工技术概述

非开挖施工技术一些常见类型与特点：

(1) 水平定向钻进

通过使用水平定向钻机，在地下钻出一条导向孔，然后将管道沿着导向孔拖拉铺设。适用于长距离、大口径管道的铺设，对地表干扰小，可穿越河流、铁路等障碍物。常用于城市燃气、供水、排水等管道的铺设。

(2) 顶管法

在工作坑内借助顶进设备的顶力，将管道逐渐顶入土

中,并将土方从工作坑内运出。适用于穿越城市道路、建筑物等障碍物,对周围环境影响较小。常用于城市排水、电力、通信等管道的铺设。

(3) 微型隧道法

利用微型(小型)隧道掘进设备在地下挖掘隧道,然后将已在地面组装完成的管道安装在隧道内。精度高,对地表干扰小,可在复杂地质条件下施工。适用于小口径管道的铺设,如污水管道、电缆管道等。

(4) 爆管法

通过将旧管道破碎并扩大,同时将新管道拉入或顶入破碎后的管道中。适用于旧管道的更新和修复,无需开挖地面。多用于大中城市的燃气、供水、排水、排污等管道的修复与更换施工中。

2 球墨铸铁管非开挖施工的特点与优势

2.1 材料特性及其在非开挖施工中的优势

球墨铸铁管在供水、排水及燃气等领域应用广泛,其具备如下特性:其一,高强度与韧性,抗拉强度及屈服强度颇高,且兼具良好的韧性与延展性,可承受较大外力与变形;其二,良好的耐腐蚀性,表面经特殊处理,耐腐蚀性优良,能在恶劣环境中长期使用;其三,密封性佳,接口采用橡胶圈密封,密封性能良好,可有效避免漏水与渗水;其四,施工便捷,重量较轻,可大幅缩短施工周期。

2.2 与传统开挖施工相比的优点

在非开挖施工中,球墨铸铁管具有如下优势:一是对环境影响小,无需开挖地面,能有效降低对环境的影响,如减少噪声、粉尘及交通堵塞等;二是施工效率高,无需开挖地面,可大幅缩短施工周期;三是适应性强,能适应各种复杂地质条件与环境,如穿越河流、铁路及建筑物等;四是维护成本低,使用寿命长,一般可达50年以上,能有效降低维护成本。

3 技术管理要点

3.1 施工工艺流程

球墨铸铁管非开挖施工的工艺流程包括以下步骤:

(1) 施工准备

进行现场勘察,了解地下管线、地质条件等情况。制定施工方案,包括钻进轨迹、钻进速度、泥浆配比等。准备施工设备和材料,如水平定向钻机、钻杆、钻头、泥浆泵、球墨铸铁管等。对施工人员进行技术培训和安全教育。

(2) 导向孔钻进

使用水平定向钻机按照预定的钻进轨迹进行导向孔钻进。在钻进过程中,通过泥浆循环系统将泥浆注入孔内,起到冷却钻头、携带岩屑和稳定孔壁的作用。利用导向仪等设备实时监测钻进轨迹,确保钻进方向的准确性。

(3) 扩孔

当导向孔钻进完成后,根据需要进行扩孔操作。扩孔可以采用多级扩孔或一次性扩孔的方式,逐渐扩大孔径至

设计要求。在扩孔过程中,同样需要进行泥浆循环和轨迹监测。

(4) 管道回拖

将球墨铸铁管连接成一定长度的管道,并在管道前端安装回拖头。使用水平定向钻机将管道沿着导向孔回拖至预定位置。在回拖过程中,要注意控制回拖速度和拉力,避免管道损坏。

(5) 管道连接

当管道回拖完成后,对管道进行连接。球墨铸铁管的连接方式通常有承插式连接、法兰连接等,具体连接方式应根据设计要求和现场条件确定。在连接过程中,要确保连接质量,防止漏水。

(6) 泥浆清理

施工完成后,对孔内的泥浆进行清理。可以采用泥浆回收系统或其他方式将泥浆清理干净,避免对环境造成污染。

(7) 竣工验收

对施工完成的球墨铸铁管进行验收,包括管道的位置、高程、连接质量等。进行压力试验,确保管道的密封性和强度符合要求。整理施工资料,提交竣工验收报告。球墨铸铁管非开挖施工的工艺流程可能会因具体情况而有所不同,应根据工程特点和要求进行合理调整,严格遵守相关规范和标准,确保施工质量和安全。

3.2 施工中的关键技术参数控制

拖拉管施工是一种非开挖管道敷设技术,其关键技术参数应根据管道直径、壁厚、材质、地质条件等因素进行合理选择。

入土角和出土角直接影响到管道的拖拉效果和施工难度,其大小应在 $10^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 之间。拖拉速度直接影响到管道的拖拉效果和施工效率,拖拉速度的大小应在 $0.5\text{m/min} \sim 1.0\text{m/min}$ 之间。泥浆压力直接影响到管道的拖拉效果和施工安全,其大小应在 $0.1\text{MPa} \sim 0.3\text{MPa}$ 之间。管道弯曲半径大小应在 $150D \sim 300D$ 之间(D 为管道直径)。

总之,拖拉管施工中的关键技术参数包括入土角和出土角、拖拉速度、泥浆压力、管道弯曲半径等,这些参数的大小应根据管道的直径、壁厚、材质、地质条件等因素进行合理选择,以确保拖拉管施工的顺利进行和施工质量的可靠保证。

4 实际案例分析

4.1 案例介绍

上海临港水厂与南汇水厂给水连通管工程,工程总投资为34210.75万元,其中第I部分工程费用26751.84万元。新建给水连通管工程总长12.75km,沿Y4路→新元南路→长空路→鸿音路敷设,满足最大 $10\text{万 m}^3/\text{d}$ 的水量转输需求,实现了临港水厂和南汇南水厂出厂供水主干管连通,以提高临港地区供水系统应对重要清水输水主干断水等突发供水事件的能力,保障区域供水安全。

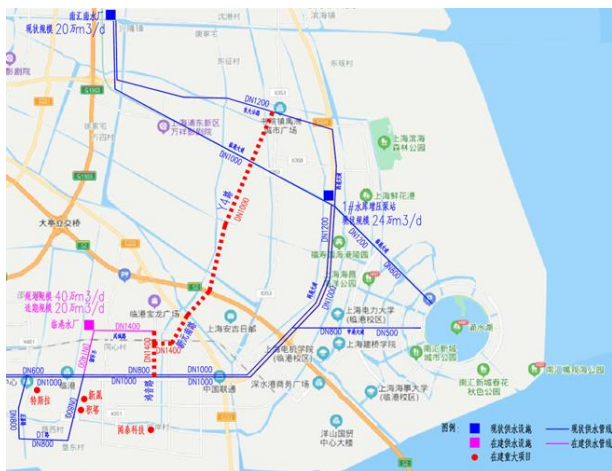


图1 临海水厂与南水厂给水管工程位置示意图

该工程案例中主要管材为球墨铸铁管，其中 8000m 为 DN1000 管径、3000m 为 DN1200、1750m 为 DN800 及以下管材。主要应用的非开挖技术为水平定向钻（拖拉管）为 DN1200 球墨铸铁管，应用长度 208.5m、压力 0.8MPa。

4.2 材料供应与技术管理的具体实施

首先从使用场景、流量与压力要求、土壤与温度条件、施工环境、成本因素等多个因素，以确保材料供应选择的管道能够满足项目的要求，具有良好的性能和可靠性。其次，在进行供应商选择时，综合考虑产品质量、生产能力、价格、信誉和口碑、服务水平、地理位置等因素，选择合适的供应商，确保项目的顺利进行。

最终本项目选择的是行业较先进的新兴管材。通过球墨铸铁管的供应链管理策略需要，综合考虑供应商管理、生产计划管理、物流管理、客户关系管理和风险管理等方面，通过优化供应链流程，提高供应链的效率和竞争力，为本项目案例的顺利实施提供了有力的支撑。最后，在球墨铸铁管供应商管理中，材料质量控制与检验是确保产品质量的关键环节。

通过与供应商新兴管材进行评估，控制原材料与生产过程，并委托第三方权威检验机构对球墨铸铁管进行检验，以确保检验结果的公正性和可靠性。及时向供应商新兴管材公司反馈质量问题，要求其采取措施进行改进。还建立了质量问题跟踪机制，确保问题得到有效解决。定期对供应商的质量表现进行评估和考核，根据评估结果采取相应的管理措施。不断加强与供应商的沟通与合作，共同提高产品质量，也是实现双赢的重要途径。

4.3 技术管理

(1) 工程地质与施工环境。

在球墨铸铁管管道水平定向钻穿越前，进行工程勘察，包括工程水文与地质、地貌与地形、地面建构筑物与地下管线探测等，掌握工程穿越地层土质和工程穿越地层障碍物详细情况，确保符合施工条件。

(2) 拖拉施工参数的确定

拖拉施工参数应由施工方根据球管推荐参数、钻进设备、现场工况、施工经验进行最终确定。

① 曲率半径选取

DN1200 新兴球墨铸铁拖拉管的最小曲率半径为 382m，入土造斜段曲率半径和出土造斜段曲率半径应不小于球管最小曲率半径的 1.5~2 倍。

② 入土角和出土角选取

施工方应根据钻进设备和现场工况，选取合适的入土角和出土角。建议入土角 $8^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ，出土角的取值范围 $4^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 。

③ 穿越管线长度确定

确定入土角、出土角、曲率半径之后^[8]，则可通过以下公式计算穿越管线长度 L_{pipe} 。

$$L_{\text{pipe}} = R_1 \times \alpha_1 + L + R_2 \times \alpha_2$$

式中： L_{pipe} —管线穿越长度，m； α_1 —入土角，rad； α_2 —出土角，rad； R_1 —入土造斜段曲率半径，m； R_2 —出土造斜段曲率半径，m； L —直孔钻进段长度，m。

④ 终孔直径选取

终孔直径的推荐取值范围为承口最大外径的 1.2~1.5 倍，施工方根据穿越长度、穿越地层土质、施工经验进行选取。

⑤ 最大拖拉力确定

新兴 DN1200 球墨铸铁拖拉管的最大允许拖拉力为 2474kN，在施工时应未超过上述值。

(3) 接头位置关键技术

① 安装前的检查与清理

检查承口内表面尤其是密封工作面有无沙、土等杂物，用钢丝刷、平铲、毛刷、抹布等将承口工作面槽内杂物清理干净。

仔细检查连接用密封圈、橡胶支撑体、挡环是否符合要求，表面不得粘有任何杂物；仔细检查插口倒角以及插口端部焊环是否满足安装要求。

② 橡胶支撑体安装

将橡胶支撑体从挡环两端开口卡槽挤入安装孔内，使其安装到位，同时将橡胶支撑体的斜面与挡环的受力球面相对应。

③ 密封胶圈安装

对于较小规格的橡胶密封圈，将其弯成“心”形放入承口密封槽内；对于较大规格的橡胶密封圈，将其弯成“十”字形放入承口密封槽内。

④ 挡环的安装

安装前应对挡环的外形进行检查，外表应无明显铸造缺陷且挡环无变形，可以与挡环仓紧密贴合。首先，将挡环安放在承口挡环仓内，应注意其弧度要与承口自锚仓的弧度一致，然后将安装卡插入挡环与挡环连接处，旋转 90° ，

将安装卡固定在承口上,最后将挡环支撑成一个整环。

⑤密封胶圈与插口的润滑

承插口安装前,需对承口胶圈密封面及插口倒角处整个圆周方向涂刷好润滑剂。

⑥承插口安装

当插口倒角穿过挡环后,将安装卡取出,确认挡环被插口撑成一个整环,继续插入,待承口端面位于插口线之间,插口安装到位,确认焊环全部通过挡环。

5 问题与挑战

5.1 材料供应方面的常见问题

球墨铸铁管非开挖施工中材料供应可能会遇到以下常见问题:

如供应不及时,由于球墨铸铁管的生产和运输需要一定时间,如果供应商不能按时交货,可能会导致施工进度延误;质量问题,球墨铸铁管的质量直接影响到管道的使用寿命和安全性,如果供应商提供的管材存在质量问题,可能会导致管道泄漏、破裂等安全事故;数量不足,如果供应商提供的管材数量不足,可能会导致施工进度延误,甚至需要重新采购管材,增加施工成本;运输损坏:球墨铸铁管在运输过程中可能会受到损坏,如果供应商不能及时处理,可能会导致管材无法使用,增加施工成本。

5.2 技术管理中遇到的困难

球墨铸铁管非开挖施工中,技术管理可能会遇到以下困难:如地质条件复杂,地下地质条件复杂,如遇到岩石、流沙、地下水等,会给施工带来很大的困难;施工精度要求高,非开挖施工需要精确控制钻进方向和深度,以确保管道铺设的准确性和安全性。如果施工精度不够,可能会导致管道铺设偏差、破裂等问题;施工设备要求高,非开挖施工需要使用专业的施工设备,如水平定向钻机、泥浆泵等。这些设备价格昂贵,维护成本高,对施工单位的技术水平和资金实力要求较高。

6 结论与展望

6.1 研究成果总结

文中主要探讨了球墨铸铁管非开挖施工中的材料供应和技术管理。球墨铸铁管作为一项关键的管材,能够适应各种恶劣的地质状况和环境,在非开挖施工过程中,性能优势较为突出。随着施工技术的持续发展,非开挖施工技术也在不断创新和完善,为球墨铸铁管的非开挖施工提供了技术保障。

(1) 对非开挖施工的特点与优势进行了详细阐述,同时也探讨了球墨铸铁管在该领域的应用情况。

(2) 针对材料供应的关键因素展开了分析,讨论了技术管理的重要方面。

(3) 通过实际案例研究,阐述了材料供应和技术管理对项目成功的影响。

(4) 提出了改进和优化的建议,以提高球墨铸铁管非开挖施工的效率和质量。

6.2 对未来球墨铸铁管非开挖施工的展望

随着城市化进程的加速和基础设施建设的不断推进,球墨铸铁管非开挖施工技术将在未来得到更广泛的应用和发展。对未来球墨铸铁管非开挖施工的展望主要体现在以下几个方面:

(1) 技术创新

随着科技的不断进步,球墨铸铁管非开挖施工技术将不断创新和完善。例如,新型的导向钻进设备、扩孔器和管道回拖设备将不断涌现,提高施工效率和质量。

(2) 智能化施工

未来,球墨铸铁管非开挖施工将更加智能化。通过引入先进的传感器、监测设备和数据分析技术,可以实时监测施工过程中的各种参数,如钻进速度、泥浆压力、管道位置等,从而实现施工过程的自动化控制和优化。非开挖施工将更加注重绿色环保。例如,采用环保型的泥浆材料和施工工艺,减少对环境的污染;采用节能型的施工设备和技术,降低能源消耗。

(3) 多元化应用

除了在城市供水、排水、燃气等领域的应用外,未来球墨铸铁管非开挖施工技术还将在其他领域得到广泛应用,如石油、化工、电力等领域的管道铺设和修复。

(4) 国际化发展

随着中国经济的不断发展和国际化程度的提高,未来球墨铸铁管非开挖施工技术将走出国门,参与国际市场的竞争和合作。

总之,未来球墨铸铁管非开挖施工技术将不断创新和发展,为城市化进程和基础设施建设提供更加高效、环保、智能化的解决方案。

【参考文献】

- [1]方启超,罗星燕,钟显奇.泥水平衡顶管施工技术在珠江三角洲地区的应用[J].广东土木与建筑,2004(4):29-31.
 - [2]李峰.市政给水施工中的非开挖顶管施工技术[J].水上安全,2024(10):139-141.
 - [3]朱一元.全国性股份制商业银行中间业务竞争力研究[D].安徽:安徽大学,2016.
 - [4]武婧,尤勇生.EPC总承包工程采购管理优化研究[J].现代国企研究,2015(24):65.
 - [5]龙飞泉.城市燃气管道水平定向穿越施工技术探讨[J].化工管理,2019(19):187-188.
 - [6]徐海峰,卢方,戴维生.大口径PE管非开挖牵引施工技术的要点及经验[J].中国给水排水,2010,26(8):108-112.
- 作者简介:赵光桦(1980—),男,汉族,籍贯浙江诸暨,本科,上海浦东水务(集团)有限公司,工程师,给排水工程管理工作。