

市政工程地下管线施工技术应用分析

田宸卓

中铁十五局集团有限公司

DOI: 10.12238/jpm.v5i4.6692

[摘要] 市政工程建设是城市发展的重要组成部分，随着我国城市规模不断扩大，市政工程建设规模也在不断增长。但是，市政工程建设过程中面临的一个重要问题是错综复杂的地下管线施工。地下管线网络极为复杂，如果在施工前没有充分掌握既有管线的准确布局以及各种特点，则施工过程中很容易出现各种安全隐患和问题，严重影响施工进度和成本。本论文选择以某一具体市政工程项目为例，通过对不同阶段地下管线施工技术的深入分析，旨在研究如何利用先进技术来解决施工中可能出现的各种问题，以保障整体工程的顺利进行和质量。这将对提高读者对地下管线施工的认识以及为市政工程建设提供参考意义。

[关键词] 房建工程；地下管线；施工技术；效果检查

Application analysis of underground pipeline construction technology in municipal Engineering

Tian Chen zhuo

China Railway 15th Bureau Group Co., Ltd

[Abstract] Municipal engineering construction is an important part of urban development. With the continuous expansion of China's city scale, the scale of municipal engineering construction is also growing. However, an important problem faced in the process of municipal engineering construction is the complicated underground pipeline construction. The underground pipeline network is extremely complex. If the accurate layout and various characteristics of the existing pipelines are not fully grasped before the construction, various safety risks and problems will easily occur in the construction process, which will seriously affect the construction progress and cost. This paper chooses a specific municipal engineering project as an example, through the in-depth analysis of the construction of underground pipeline construction technology in different stages, aims to study how to use advanced technology to solve various problems in the construction, so as to ensure the smooth progress and quality of the whole project. This will improve the readers' understanding of underground pipeline construction and provide reference significance for municipal engineering construction.

[Key words] house construction project; underground pipeline; construction technology; and effect inspection

引言：

在当前我国城镇化水平不断提高，经济持续快速发展的大背景下，地下管线施工技术也取得长足进步。随着市政工程规模的扩大，地下管线建设面临的挑战也日益增大。正确进行地下管线施工对于市政工程施工的顺利进行至关重要。论文从影响市政地下管线施工质量的各个方面进行深入分析，以期指出保障施工质量的重要措施。

1 工程概况

该综合性房建工程项目规模宏大，总建筑面积达 10 万平方米，涵盖了桩基础、地下管线、土方开挖、结构、机电以及内饰工程等多个专业施工环节。由于甲方对项目质量要求高，同时整个项目施工期限相对较短，这对施工单位提出了很高的挑战。此外，作为一个大规模项目，施工人员和设备物资的调度也是一个重要课题。尤其是地下管线施工环节，由于工作环境欠佳，同时项目施工地内还存在一定数量的既有管线，这将给地下管线施工增加难度。鉴于地下管线施工质量直接影响其

他各项工程的顺利进行，施工单位认为应重点保障地下管线施工质量。因此，施工单位决定以地下管线施工为重点，优先开展这一重要环节的施工，以确保其他各项工程能在紧凑的施工期限内顺利完成，从而保证整个项目的质量和进度。

2 地下管线施工准备要点

2.1 前期勘查工作

为保障地下管线施工的顺利进行，施工单位开展了详细的前期勘查工作。首先，施工单位向当地市政部门提交了申请，要求提供既有管线的设计资料，这对明确管线的具体情况大有裨益。此外，施工单位还通过与相关部门工作人员的交流，收集了更多第一手资料。比如既有管线在项目施工区内的确切位置、运行方向、埋深、数量、直径参数以及投入使用的时间等重要技术指标都获得了确认。这为后续施工奠定了坚实基础。通过充分利用政府部门提供的设计文件和工程人员的经验，施工单位对项目施工区内隐蔽在地下的管线布局进行了全面和准确的勘察，及时掌握了各管线的详细情况。这为它制定科学

合理的施工方案和施工顺序奠定了基础,也为保证施工安全和质量提供了依据。

2.2 管线整体规划

施工单位采用 BIM 与 GIS 技术对地下管线进行了详细规划。通过前期勘查获得的既有管线数据输入至 GIS 软件,在 GIS 软件中完成初步的二维管线布局设计。然后,运用 MapControl 和 SceneControl 两种控件,分别调用数据库中的二维图层数据和三维场景数据,实现了二维与三维数据之间的联动,并根据中间点坐标在三维场景中计算出目标点位置,从而构建了立体化的场景模型。同时,利用 Revit 软件建立各专业的管线三维模型。然后将各专业构建出的模型导入 Nacisworks 软件进行碰撞试验,一旦发现问题区域,就会根据相关规定对其进行优化修改。最后,施工单位利用 Project 软件创建施工信息,并最终确定完善了管线施工整体布局方案。通过 BIM 与 GIS 技术的有效融合,施工单位对该项目地下复杂的管线网络进行了全面而细致的设计与规划,各项工作井井有条,从而为管线施工奠定了坚实基础。

3 地下管线施工技术要点

3.1 场地开挖

考虑到该项目地下管线施工场地的复杂地质条件,施工单位采取了分层分段对称开挖的施工方法。他们根据施工图纸和方案,将全场地分为 3 个垂直开挖层,每层控制开挖长度为 20 米。为了保证管线结构的精度要求,施工单位采取了精细的开挖前期准备工作。首先根据测定的轴线控制网,初步放置管线,并在基坑边加钉控制木桩,明确开挖边线位置。然后,依次根据轮廓线开挖,方法上采取先用小型钩机进行粗挖,再由工人亲自修整,以确保开挖质量。整个开挖过程井井有条,分层分段进行,每层长度控制在 20 米,这可以很好地减轻开挖施加的地质应力,防止地层塌陷。同时,前期的准备工作也保证了管线施工的定位准确性。通过这种方法,使得该项目地下复杂场地的开挖工作得以顺利进行,为后续管线施工奠定了坚实基础。

表 1 施工区域中淤泥软土的基本性质参数

项目	参数
平均淤泥厚度	13.3
平均液限/%	57.0
平均塑限/%	36.0
平均天然含水率/%	65.1
平均孔隙比	2.34
干密度平均值/(g/cm ³)	1.12
有机质含量/%	2.6
pH 值	7.4

表 2 高压旋喷桩施工的主要参数

项目	参数
压缩空气气压/MPa	0.7
压缩空气气量/(L/min)	2500
水泥浆液压/MPa	30
水泥浆流量/(L/min)	40
水灰比	1:1
喷杆提升速度/(m/min)	0.15
喷杆旋转速度/(r/min)	20
喷嘴直径/mm	Φ2.2

3.2 软土加固

本项目施工过程中,为了充分利用场地资源,降低成本并

缩短工期,施工单位采取了软土加固与土方开挖相结合的施工方法。在加固施工前,勘查人员对施工场地的土质进行了勘查,发现该区域内存在淤泥软土地基,其基本参数如表 1 所示。

根据表 1 软土参数可得出,其机械性能无法满足建设要求。施工单位决定采用高压旋喷法加固。技术部门检测后决定采用双重管法,其主要参数详见表 2。

根据双重管法施工参数,场地软土加固施工工作按照严格的流程进行。首先,施工人员根据设计图纸,精确布置钻机设备,以确保钻孔位置的准确性。然后,启动钻机开始钻孔作业,控制钻进速度为每分钟 1.2 米,以保证钻孔质量。钻孔完成后进行清洗作业,使用 PAM 型号的泥浆对钻孔内壁进行清理,清除钻屑和软土粘附物。清洗结束后,采用 P0425 型高强 Portland 水泥进行高压注浆,将水泥深入软土层内,实现软土的固结加强。注浆结束后,操作人员对每个注浆孔进行清洗,使用水流冲洗除去多余的泥浆残留物,以保证水泥的深入渗透。最后,对每个注浆孔进行检测,确保加固质量,此时一个完整的软土加固施工环节才宣告结束。全过程严格按流程进行,保证了加固效果的可靠性。

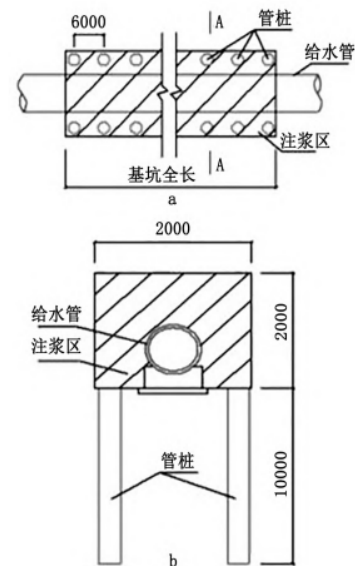


图 1 地下管线加固处理示意图

3.3 管线铺设

3.3.1 深层地下管线铺设

深层地下管线铺设工作需要根据实际情况进行科学规划。首先,由于存在地下电缆,施工部门在施工前对电缆下方土体进行浇筑,确保施工安全。然后,技术人员根据现场情况在管道两侧规划混凝土孔,每侧布设两排,与管道距离控制在 20cm 以内。施工采用自内而外连续浇筑方式,使接头向管道扩展,实现加固。管道范围控制在地下 2m 深、3.5m 宽。同时,施工前引入层压板分层施工,每层管线铺设后浇筑 C25 混凝土。技术部门严格控制土层变化,保证板体施工质量。灌浆半径控制在 1m 内,压力值为 0.5MPa,每立方米土体灌浆量控制在 20% 左右。通过科学规划和严格控制,全面提升了深层地下管线铺设施工质量与效率。各项参数设置合理,可有效保障工程质量。

3.3.2 浅层地下管线铺设

浅层金属管线安装是深层管线施工后的下一步工作。施工单位采取了一系列措施,确保管线安装质量。首先,质检人员对所有管线材料进行逐根测量编号,选择管径差异最小的管节进行对接。然后,检查管节内外防腐层是否合格,方可进行下

管安装。在浅层管道敷设过程中,施工单位重视运输和布管环节。管道材料通过预处理合格后,使用自卸车辆将其运送至工地。在起吊和运输过程中,均采用专用吊带轻装轻放,避免撞击,同时在管线材料和车架之间均妥善设置橡皮和软质衬垫,管口和防腐层外加装套橡胶管,防止损伤。布管前准备就绪后,操作人员在管线材料两端垫高45cm软质衬垫,管线首尾相接处错开一个管口,方便管内清扫、坡口清理及起吊等步骤。布管完成后进行管道下沟工作。采用轮胎式吊车与倒链相结合方法,管段地面连接控制在20m左右。吊车配备专用尼龙吊具,起吊高度1m,将管子移至管沟上方轻放沟底,吊车位置与沟边保持距离,防止土方塌方。管端绑绳由工人拉住调整,防止管道材料摆动。下沟完成后,再使用电火花检漏仪检查管线。如发现损伤节点,由于损面直径均在100mm以下,采用常规沥青进行修补。全过程操作周到,各项措施协同保障,确保浅层管线安装质量。



图2 市政工程地下管线施工

3.4 管道接口连接

本次管道设计采用金属管道,所有接口均采用焊接连接。对各连接节点进行严格控制焊接参数(表3),确保连接强度和防腐性能,从而保证管道整体质量和使用安全。

表3 焊接参数

焊接方法	电流 /A	电弧电压 /V	速度 / (cm/min)	线能量 / (kJ/cm)
SMAW	110~130	20~22	6~10	15~24

焊接完成后,工程人员采取了一系列措施保证管道质量。首先进行水压试验,通过水的自然流动观察管道是否通畅,同时用电火花检测仪检查焊缝,确保焊接质量合格。只有通过检测的管道,才能进入后续工作。然后,在预制泵站周围进行回填作业。选择中粗砂作为回填材料,可以很好地填补间隙,又不会损伤管道表面。回填高度控制在连接管最低面以上,保证管道不受压力影响。回填后采用分层夯实,分多个层次均匀压实砂土。每压实一层后测量压实度,直至超过95%为止。这可以有效避免土方松散导致的沉降和变形,给管道带来二次损伤。只有通过各项检测与试验的管道,才能进行进出水管道的连接工作。上述一系列措施的协同保障,可以有效提高管道系统的安全可靠性,为后续运行奠定坚实基础。

3.5 管线防腐处理

管材进场后进行除锈处理,除去表面锈迹和污垢。待除锈等级达到St3后,开始采用“特加强级六油二布防腐”技术进行防腐涂装。该技术操作过程严格控制,首先在管道表面刷上一层环氧煤沥青底漆,然后分别在第二、三、五、六、八、九层涂刷环氧煤沥青面漆,其间第四层和第七层分别包裹玻璃布,形成“油布油布”的防腐结构。同时,为了保证防腐效果,操作过程中对环境条件进行了严格控制。防腐施工地点的温度控制在15~25℃范围内,相对湿度控制在80%以下,这可以最大限度地减少环境对防腐涂料的影响,如温度过高可能导致涂料干燥变形,湿度过大也会影响涂层质量。通过除锈和多层“油

布油布”防腐结构的配合,以及对环境条件的严格把控,可以有效延长金属管道使用年限,确保其长期使用的安全性能。

3.6 施工场地回填

本次施工采用黄砂和细石混合料进行基坑回填。选择这种混合料可以很好地填补基坑,同时也有利于土壤还原和稳定。回填时,为使土层压实度达到设计要求,施工单位对原土回填进行了严格控制,压实度控制在95%以上。为确保压实度达标,施工人员采取了间隔50厘米进行人工夯实的方法。夯实过程中,工人需要反复踩压混填土层,使其逐步紧密,这是一项极为重要的手工操作。每次夯实后,工人会对压实度进行检查。只有当压实度达到预期值95%时,才能继续下步回填作业。通过选择合理的回填材料,结合间隔夯实和压实度检查,确保了场地土层的充分压实。这有效保证了管线埋设深度和土壤环境的恢复,从而为管线长期安全使用奠定了坚实基础。

4 地下管线铺设效果检查要点

本次地下管线铺设工程施工完成后,为检验本次工程质量和施工效果,施工单位与设计单位和甲方组成验收工作组,对本次工程进行了全面检查。检查工作主要从管道的基础参数和实际布局两个方面进行。在基础参数检查中,工作组对管道的位置坐标、深度、长度、数量和材料含量等关键指标进行了详细核对。结果显示,管道位置坐标与设计图标差异很小,最大偏差仅为45毫米,远低于允许范围。管道长度和数量材料含量等指标也基本符合要求,表明管道安装质量很高。为检查管线实际布局情况,工作组采用开挖样品坑的方法进行深入检查。考虑到检查可能对工程产生影响,工作组在复杂节点采用了空压机辅助开挖,以减轻对工程的影响。检查结果显示,实际布置的管线与既有管线没有任何空间上的冲突,表明管线布局设计得当,施工效果也很好。通过对管道参数和实际布局两个重要方面进行全面检查,工作组认为本次地下管线铺设工程质量可靠,施工效果优良,能够满足设计要求和需要使用。这为管线日后的安全运营奠定了坚实基础。

5 结束语

总之,市政工程地下管线建设是一项复杂系统工程,需要重视各个环节的把控与质量管理。本文通过对现场勘察与整体规划的重视,强调了项目前期工作的重要性,这为后续施工提供了依据。同时详细阐述了施工过程各个环节的技术要点,如场地开挖、软土处理、管线铺设等,强调必须按规范执行,以保证质量。此外,本文提出需要组织管线铺设效果检查,这不仅可以验证施工质量,也有利于找出问题及时改正,从而提高施工水平。只有全面掌握各个环节,并及时检查效果,才能真正实现地下管线建设质量的可控性。总体来说,本文从理论上给出了市政工程地下管线施工的系统思路,强调重视规划与各环节把控,如果施工实践能够贯彻这些建议,将有利于提高我国地下管线建设整体水平,保证管线建设质量和日后的运营安全。

[参考文献]

- [1]李文兴.市政工程项目中地下管线施工技术 & 保护策略分析[J].建筑技术开发, 2020, 47(16): 33-34.
- [2]王文龙.地下管线施工技术在市政工程中的重要性及应用[J].中国建筑装饰装修, 2021(11): 56-57.
- [3]聂平太.市政施工中地下管线施工技术研究[J].绿色环保建材, 2021(9): 131-132.
- [4]尹利.市政工程施工中地下管线的施工技术分析[J].工程技术研究, 2021, 6(9): 99-100.
- [5]方平.市政工程施工中地下管线施工技术分析[J].运输经理世界, 2021(2): 155-156.