

绿色施工理念下地铁给排水管道安装工艺优化研究

熊浩江 汪 洋

中国水利水电第七工程局成都水电建设工程有限公司 四川 成都 611130

【摘要】：在绿色施工理念推动下，地铁工程给排水管道安装方式呈现出节材、降耗与环境协调的趋势。围绕施工现场的资源利用、工序衔接与环境控制，对传统安装步骤进行系统梳理，通过工艺流程优化、设备适配改进与作业模式调整，使管道定位精度、接驳可靠性与安装效率得到提升，并在施工扰动、噪声扬尘与材料浪费方面形成可控的表现。优化后的工艺在施工组织、作业效率与生态影响之间取得平衡，为地铁建设中推行绿色化施工方式提供可借鉴路径。

【关键词】：绿色施工；地铁工程；给排水管道；工艺优化；资源节约

DOI:10.12417/2811-0722.26.05.038

引言

城市地下空间开发不断加速，使地铁线路建设呈现规模扩张与技术更新并行的态势。给排水系统作为地铁结构中不可或缺的组成部分，其安装质量关系到设备运行、安全排水与车站环境稳定。在绿色理念逐步渗透工程建设的背景下，传统高耗能、高损耗的管道安装方式已难以满足节材、高效与低扰动的目标。施工组织方式、设备选型与工序衔接在新的要求下呈现出更多可改进空间。围绕施工过程的精细化控制，通过对管道安装流程进行优化，有助于在资源利用、环境协调与施工效率之间建立更适配的技术路径，为地铁建设提供更具持续性的实施方式。

1 地铁给排水管道安装中的关键矛盾分析

地铁建设进入密集化阶段后，给排水管道系统的安装矛盾愈加突出。传统工艺在深基坑、狭窄作业面与多专业交叉的条件下暴露出资源投入偏高、作业衔接紊乱与环境扰动不易控制等问题。管沟开挖范围受限，使管道吊装、对口、固定等环节往往依赖人工精调，导致耗时延长与误差累积。部分材料在搬运和切割过程中存在浪费，影响资源利用率^[1]。施工现场湿作业比例偏大，排水与泥浆处理压力增加，使作业环境易受到扰动。地铁车站与区间结构空间层次复杂，穿越设备区、泵房和附属管井时，安装路径受到多重结构约束，进一步放大空间不足、工序冲突和施工组织不协调的矛盾。

在给排水管线布局不断精细化的趋势下，传统定位方式难以满足标高、坡度与中心线精确控制的需求，管道轴线偏移与局部坡差累积可能引起排水不畅、接口受力异常等风险。施工手段仍以分散作业为主，信息传递滞后，使材料进场、支架安装、管段预制与接口焊接之间出现脱节现象。部分作业环节对现场条件敏感度较高，如混凝土结构未达到适宜强度便开展支架预埋或钻孔，会对结构表面稳定性造成影响。现场机具选型不够统一，不同班组使用的测量工具精度差异明显，使管段连接和立管安装过程中的累计误差无法及时修正。管道系统与风、水、电等专业在同一通道或设备层交错布设，安装窗口被压缩，从而使施工过程中的矛盾呈现叠加趋势。

随着绿色施工理念的推进，节材降耗、控制扬尘、降低噪声与提高机械化程度成为新的要求，但现有工艺模式尚未完全适应这一变化。高空作业比例偏大，安全风险与能耗问题并存；现场切割与研磨操作频繁，粉尘与废料处理负担加重；施工组织缺乏对资源调配的整体统筹，水资源循环利用、材料二次利用等绿色措施难以发挥预期作用。地铁区间内自然通风条件不足，使湿作业影响范围扩大，设备运行环境受到制约。安装精度不稳定、作业流程不紧凑、环境负荷偏高等矛盾交织在一起，使地铁给排水管道安装亟须在流程、装备与作业方式上寻求优化路径，以适应城市地下工程绿色化发展的趋势。

2 绿色施工理念下的安装流程重构方向

绿色施工理念融入地铁给排水管道安装后，传统以进度推进为主的流程被迫让位于资源统筹、环境控制与工序协调并重的模式。流程重构的关键在于提升前置策划深度，通过数字化定位、BIM协同与参数化布置，使管线走向、支吊架布置、接口数量与材料规格在施工前实现可视化推演，减少现场反复调整带来的能源与材料消耗^[2]。在深基坑与狭窄区间内，绿色理念促使作业顺序更倾向精简与集约，将测量放线、支架安装、预制段拼装与接口成型以模块化方式嵌入流程，使作业面占用时间被压缩，机械操作空间得到释放。随着装配式构件应用比例提高，安装流程从随机作业转向计划化拼接模式，为降低湿作业比例和减少扬尘、噪声提供条件。

在实际施工组织中，绿色理念对资源流转方式具有显著影响。安装流程在材料供应、设备投入和人员调度上呈现更高的系统化要求，通过设置集中加工区、材料周转区以及可重复利用的运输通道，使管道切割、坡口加工、试组装等环节从现场移至可控区域，在源头减少废料、噪声和粉尘。流程重构还强调设备适配，通过引入自动定位仪、数字测量仪、轻型提升机具及管道对口辅助装置，使安装精度与作业效率得到同步提升。地铁车站和区间空间形态多样，流程设计需要将不同作业面之间的干扰降至最低，以减少多专业交叉造成的重复搬运、等待时间与能耗浪费。绿色理念贯穿流程，使材料消耗结构从“现场即时需求”转向“工序集成供应”，为资源优化奠定基础。

在安装流程重新构建过程中,环境控制策略成为不可忽视的组成部分。施工区域内的湿作业面积通过流程调整得以缩减,排水、泥浆与清洗作业被限制在特定区域,使环境扰动更具可控性。通风、照明与噪声管理被纳入流程编排,使不同阶段的环境指标保持在合理区间。对排水管道、消防立管、设备用水系统等不同类型管线设置差异化的安装节奏,使施工人员能够在明确的环境控制条件下完成任务,从而降低资源浪费与返工率。随着绿色理念持续深化,安装流程正在由经验型操作向精细化、数字化与低扰动模式过渡,使地铁给排水管道安装能够与节能环保目标保持一致,并在施工组织层面形成稳定的运行逻辑。

3 管道安装关键环节的技术完善策略

管道安装的关键环节在绿色施工理念的影响下呈现出更高的精度要求与更严的环境约束。定位测量作为起点,需要在复杂空间中实现标高、轴线与坡度的精准控制。传统人工测量受现场光线、结构遮挡与空间局限影响较大,易出现累计偏差,导致后续对口难度增加。为提高安装一致性,可通过全站仪、激光测距系统与数字化标识技术形成连续测量链,减少人为调整带来的不稳定因素^[3]。支吊架布置对管道稳定性影响显著,间距、受力方向与构件材料直接决定整体结构的抗震性能与耐久性,通过模块化支撑构件与可调节装置,可在狭窄工位中实现快速匹配,使支撑体系更为精细与可靠。

在管段拼装与接口处理过程中,工艺缺陷易引发渗漏、变形与失稳等风险,而精确的对口与连接方式是技术完善的核心。受限空间内的人工对位误差频发,加之接口种类多样,各类胶圈、法兰、焊缝或卡箍式连接对施工手法敏感度不同,使得稳定性难以统一。采用对口校准装置、管段导向滑轨与机械化夹持工具,可改善对位精度,使接口形成过程中应力分布更加均匀。焊接作业对环境湿度、光照与通风条件有较高依赖,流程中需构建局部可控作业区,提高焊缝成型质量。对于柔性接口,通过调整插入深度控制、润滑均匀性与密封圈预压状态,可提升抗变形能力,使系统在地铁运营中的动态荷载作用下保持长期稳定。

在安装阶段的资源优化与环境控制中,清洁化作业与低扰动技术显得尤为重要。通过将切割、坡口与预制拼装尽量转移至加工区,使现场湿作业量得到减少,从而降低泥浆、粉尘与废料扩散。提升设备配置,如使用低噪音切割机、环保型清洗设备与可回收材料收集装置,可在不影响施工效率的情况下改善工地环境。狭小区域内的排水管、消防管与设备水系统往往交叉密集,通过优化吊装途径、减轻构件重量与设置临时导向槽,可在高空或侧向作业中提升安全性与可控性。随着绿色理念不断深化,各环节的技术完善逐步促使管道安装从经验依赖向标准化、机械化与精细化方向迈进,使整体施工过程在质量、效率与环境协调性方面呈现协同提升趋势。

4 施工资源与环境控制的协同优化措施

在地铁给排水管道安装过程中,施工资源配置与环境控制存在高度关联性,任何一方失衡都会对整体效率与绿色施工目标产生影响。为了在有限空间内实现材料、设备与作业面的协调,需要将资源投放节奏与管线安装流程进行匹配,使供应链与施工链形成一致的运行逻辑。材料储放区经过合理划分,可减少无序堆放造成的二次搬运与损耗;可重复利用的运输通道与周转容器能够提升管道、支架及辅材运输效率,使资源流动保持连续稳定^[4]。施工设备方面,通过引入轻量化吊装装置、低噪声机具与节能型照明系统,不仅降低能耗,还减少环境敏感区的扰动,为管道安装创造更加适宜的作业环境。资源调度方式从粗放式供应向计划化投放转变,使作业进度、材料消耗与设备占用能够保持较高的同步性。

在实际安装区域内,环境控制措施贯穿作业始终,对施工秩序与人员配置具有引导作用。深基坑与隧道空间封闭性强,通风不足会加剧湿作业的影响,使粉尘、噪声与潮湿环境叠加,影响接口成型质量与设备运行状态。通过分区通风、定点降噪与独立排水系统构建,使各区域在不同阶段具备相对稳定的环境条件。湿作业量通过工艺转移方式得以减少,泥浆与废水集中收集后可回流用于清洗与降尘,减轻排放压力。照明系统采用定向布置,使深部空间在安装过程中保持稳定光源,减少测量偏差与设备误操作。针对区间狭窄、净空不足的区域,通过设置临时支撑平台、可移动式操作架与柔性防护设施,使关键工序的环境可控性进一步提高。

随着绿色标准不断提高,施工资源与环境控制之间的协同机制表现得更加突出。为减少现场施工量,预制化与半装配化构件投入比例逐渐提高,使大量扰动性作业转移至受控区域,从根本上降低噪声、粉尘与固废生成强度。管道支架、接口组件与密封材料按批次校核,使材料损耗率得到有效压缩,并减少返工概率。垃圾分类投放、材料余料回收与设备节能管理形成闭环,使资源循环在工地内部得到延续。通过将施工动态、材料消耗与环境监测数据纳入统一平台,管理人员能够实时调整作业节奏,使资源利用与环境控制保持协调,使给排水管道安装在复杂的地铁结构中展现更稳定、有序与绿色化的施工模式。

5 优化工艺在地铁建设中的综合成效梳理

优化后的地铁给排水管道安装工艺在现场表现出更高的整体协调性,各环节之间的衔接更加紧密,减少了因空间受限、专业交叉与流程紊乱导致的反复调整。通过数字化定位、模块化支撑构件与机械化辅助装置的应用,管道轴线控制、坡度校核与接口成型趋于稳定,安装误差被有效抑制,流水作业节奏更加清晰^[5]。深基坑、车站设备层与区间隧道等多种作业空间因预先规划的流程重构而得到更高层次的适配,使安装进度保持连续性,减少等待时间与重复搬运的资源浪费。

在绿色施工指标的作用下,优化工艺对材料与能耗的影响尤为明显。预制化与集中加工的推广,使现场湿作业明显减少,粉尘、废水与噪声等环境负荷下降。通过系统化的材料周转体系,支架、管段与密封组件的损耗率被压缩,资源流动更加顺畅。节能型机具与高效照明系统的投入,使作业面在深部空间仍能保持良好的工作条件,减少因环境不足造成的工序波动。施工设备的运行负载趋于平稳,使能源消耗结构更为合理。不同专业之间的管线布局因预先协调而更具条理,使安装过程在狭窄空间中保持较高的作业效率。

随着优化措施逐步落地,质量稳定性与环境可控性呈现同步提升趋势。给排水系统的密封性、耐久性与抗振性在标准化工序约束下得到增强,接口渗漏与结构变形的风险显著降低。施工现场的通风、照明与排水系统因流程调整而更具秩序,使安装人员在受限空间中的操作条件得到改善。干扰因素的减少,使作业环境更易维持在适宜区间。绿色施工理念贯穿于各

项工艺中,使地铁建设在资源配置、作业组织与环境表现之间形成稳定的技术体系,为地下工程的给排水管道安装展现出更加高效、清洁与可控的施工格局。

6 结语

绿色施工理念的引入,使地铁给排水管道安装在流程组织、技术路径与资源配置方面呈现出新的发展方向。随着工艺不断完善,安装过程在精度控制、环境稳定性与作业连续性方面展现出更高水平。管道定位、支吊架布置与接口成型等关键环节在数字化与机械化手段的支撑下更具可控性,减少了空间限制与多专业交叉带来的施工矛盾。资源调配方式的转变,使材料、设备与环保措施形成协同机制,推动施工现场形成整洁、高效的运行格局。绿色理念贯穿各阶段,使地铁建设在安全性、环境协调与施工质量之间实现了较为平衡的技术路径,为地下工程中给排水系统的可靠构建奠定了坚实基础。

参考文献:

- [1] 林秋敏.绿色施工理念下再生建材对市政工程造价控制的影响研究[J].陶瓷,2025,(12):147-149.
- [2] 高健,张鹏翔,杨鹏,等.绿色施工技术在地铁盾构施工中的应用[J].新疆有色金属,2025,48(06):86-87.
- [3] 魏朝军.绿色施工理念下的建筑工程管理模式创新路径[J].中国房地产业,2025,(34):46-49.
- [4] 李宗健.绿色施工理念在建筑工程管理中的实践路径探讨[J].中国住宅设施,2025,(11):59-61.
- [5] 王志奎.绿色施工技术在地铁站装修工程中的运用研究[J].中国建筑装饰装修,2023,(02):92-94.