

城市建设背景下智慧水务排水管道施工策略分析

韩菁芸

天津市园林建设工程监理有限公司

DOI:10.32629/btr.v8i12.5192

[摘要] 智慧水务排水管道施工,眼下主要卡在几个地方:前期勘测智能化跟不上,智能设备普及率上不去,人员专业能力还差一截,质量安全监测机制也不够健全。要解决这些问题,得靠空间测绘、自动化作业、数据传输处理和智能监控预警这几项技术来支撑。把勘测规划流程理顺,推动设备作业模式升级,搭建起人才培养体系,再把质量安全管控机制完善一下,施工效能就能上来不少。再加上施工全过程的数据标准化管理、工序协同管控,以及后期运维的智慧化衔接,工程质量和效率也就有了更扎实的保障。

[关键词] 城市建设; 智慧水务; 排水管道; 施工智能化

中图分类号: TU992.05 文献标识码: A

Analysis of Construction Strategies for Smart Water Drainage Pipelines in the Context of Urban Development

Jingyun Han

Tianjin Landscape Construction Engineering Supervision Co., Ltd.

[Abstract] The construction of smart water drainage pipelines currently faces several challenges, including insufficient intelligence in preliminary surveying, low adoption of smart equipment, inadequate professional capabilities among personnel, and imperfect quality and safety monitoring mechanisms. To address these issues, technologies such as spatial surveying and mapping, automated operations, data transmission and processing, and intelligent monitoring and early warning are required as key technical support. By optimizing the surveying and planning process, promoting upgrades in equipment operation modes, establishing a professional training system, and improving quality and safety management mechanisms, construction efficiency can be significantly enhanced. In addition, standardized data management throughout the construction process, coordinated control of construction procedures, and intelligent integration with subsequent operation and maintenance can provide stronger guarantees for project quality and efficiency.

[Key words] urban development; smart water management; drainage pipelines; intelligent construction

引言

城市建设对排水管道施工的精度、效率 and 安全性要求越来越高,智慧水务技术正好给施工智能化转型提供了一条路子。不过眼下排水管道施工还是老问题:前期勘测规划智能化跟不上,智能设备普及率上不去,人员专业能力欠缺,质量安全监测机制也不健全,这些都在拖累施工效能的整体提升。要破局,还得从空间测绘、自动化作业、数据处理和智能监控这些核心技术入手,在勘测规划优化、设备升级、人才培养和质量安全管控这几个方向上找对策。

1 城市建设背景下智慧水务排水管道施工现存核心问题

1.1 施工前期勘测与规划智能化程度不足

排水管道施工前期,智能化勘测和规划手段还没真正融入

日常作业。地质条件、地下管线和水文环境这些数据,大多还是靠人工查勘和翻纸质资料来获取,效率不高,也很难形成能动态更新的三维数字底图。到了规划阶段,多源数据整合分析的能力跟不上,不同专业之间数据传递经常断档,做施工方案时很难把地下空间冲突的风险全面考虑到。智能化模拟和优化工具用得也有限,方案比选大多凭经验,而不是靠数据说话,这直接影响了后续施工的科学性和适应性,也给突发情况下的应急调整留下了隐患。

1.2 管道施工智能化设备应用普及率偏低

排水管道施工现场,真正带自动感知、自主调控或远程运维功能的智能化设备,实际用得并不多。开挖、吊装、焊接、检测这些关键工序,主要还是靠常规动力设备和人工来完成,设备的数字化控制水平和数据交互能力还差不少。有些作业面倒是引

进了一些新装备,但设备成本高、维护麻烦、现场供电也跟不上,用不了多长时间,很难形成规模效应。现有设备之间没有统一的通讯接口,各干各的,单机再智能也发挥不出集群效能,施工节奏还是靠人来调度,整体效率和精度的提升空间被压得很窄。

1.3 施工人员智慧化施工专业能力欠缺

一线施工团队在智慧化施工所涉及的智能设备操作、数据终端使用及在线管理系统交互等方面,普遍存在知识储备与实践经验的双重短板。多数作业人员长期习惯于传统施工工艺,对新型传感装置、自动控制界面及远程诊断工具的操作规程理解不深,遇到设备报警或数据异常时,往往无法独立判断并及时采取正确措施^[1]。现场管理层在施工计划编制、进度调控和资源分配中,对智能化系统生成的数据报表解读能力也不足,难以将信息反馈有效转化为决策动作。

1.4 施工质量与安全智能监测机制不健全

排水管道施工过程中的质量检验与安全巡查,尚未建立起覆盖全工序、全时段的智能监测体系。关键参数如管道接口密封性、基础沉降量、沟槽支护稳定性及周边地表位移等,仍以间断式人工抽检和目视巡查为主,监测频次与覆盖范围均无法满足实时管控要求。数据采集后缺乏统一的智能分析平台进行趋势研判,异常信号的识别与预警往往滞后于现场实际变化。安全风险管控方面,人员定位、环境气体浓度、设备运行状态等信息的集成化监控程度较低,各监测子系统之间信息孤立,难以形成联动报警与应急响应闭环。监测机制的不健全,使得质量缺陷和安全隐患难以及早发现和有效干预,工程整体可靠性与作业环境安全保障水平都受到了影响。

2 智慧水务排水管道施工的核心技术支撑体系

2.1 空间测绘与数据采集智能技术

排水管道施工对地下空间信息的精确性要求很高,空间测绘与数据采集技术是施工决策最基础的数据支撑。这套技术把高精度定位测距、多波段地下扫描和惯性导航轨迹记录等手段整合在一起,能快速获取地表高程、地下管位、地质分层及空洞分布等关键空间属性。采集过程中,数据自动配上空间坐标和时间标签,形成可追溯的原始信息档案。和传统人工测量比起来,智能采集系统可以连续作业、实时回传数据,外业重复劳动和人为误差都明显减少了。获得的数据经过初步清洗和格式转换,就能直接用于后续建模与分析,为施工轴线设定、开挖深度控制和既有设施避让提供量化依据,地下不确定性带来的施工干扰也因此降低了不少。

2.2 管道施工自动化与智能化作业技术

自动化与智能化作业技术,重点在于提升排水管道施工时机械的执行精度和自主运行能力。这类技术给主要施工机械装上了位置感知、姿态调控和动作编程这些功能,挖掘、吊装、对口、紧固以及内壁处理等工序都能按照预设参数自动执行或半自动辅助完成。设备本身就配有行程限位、载荷感应和倾斜补偿这类调控模块,在不同地质条件和管径下可以自动调整出力

和速度,人工操作波动带来的质量偏差也能相应减少^[2]。智能化作业系统还支持多机协同,能根据施工断面的变化动态分配任务,避免设备闲置或者扎堆。

2.3 施工数据传输、分析与处理技术

施工过程中产生的海量现场数据,需要高效可靠的传输通道和深度处理能力,才能转化为有效决策信息。数据传输技术依托现场自组网、多跳中继和抗干扰编码等手段,确保各类传感器和机械设备的数

2.4 施工全过程智能监控与预警技术

施工全过程智能监控与预警技术致力于建立覆盖进场准备至竣工验收各阶段的动态感知与风险响应网络。监控体系在施工沿线部署固定式与移动式感知节点,持续采集支护结构变形、地下水位波动、管道轴线偏移及周边土体应力等关键物理量,并实时上传至中央监控平台。平台内置分级预警逻辑和阈值自调整机制,能够根据施工工况变化动态修正报警界限,减少误报与漏报。当监测数值触及预设警戒范围时,系统自动触发声光提示,将预警信息推送至现场负责人与远程管理端,同时给出初步处置建议。

3 城市建设背景下智慧水务排水管道施工优化策略

3.1 优化智能化前期勘测与施工规划流程

前期勘测和规划流程的优化,关键是要转向数据驱动的工作方式。勘测阶段得把智能采集的作业规范立起来,明确各种探测设备怎么用、数据精度要达到什么标准、信息怎么录入,确保原始资料完整可靠。勘测数据要能直接对接规划设计系统,中间尽量减少人工转录和格式转换这些环节,让信息流转更顺畅。规划阶段则要强化多专业协同,把地质、水文、既有设施和施工条件都放到同一个分析框架里,用系统化的数据叠置和冲突检测来辅助方案编制。规划成果不能是一锤子买卖,得能根据施工反馈随时更新调整,让前期规划真正成为指导施工的动态依据,而不是锁在柜子里的死文件,这样才能更好地应对现场的各种变化。

3.2 推进施工设备与作业模式智慧化升级

设备和作业模式怎么升级,是提升施工效能绕不开的问题。设备这块,得逐步提高智能传感、自动调控和远程通讯这些模块在主要施工机械上的装配比例,让设备自己能感知运行状态、记录作业参数、提示故障隐患,把基本智能功能先搭起来。作业模式方面,要从单机分散作业转向集群协同作业,通过统一的调度平台,在多台设备之间做任务分配、进度匹配和动作协调,减少工序衔接中的等待和冲突。同时,鼓励用少人化或无人化操作替代那些高强度的重复人工劳动,既降低劳动强度,也能提高作业

的一致性和安全性。设备升级和模式变革是相互带动的,两者加起来,才是施工能力提升的真正底子。

3.3 搭建专业化智慧施工人才培育体系

人才培养得围绕智慧施工需要什么样的技能来设计。培训内容上,智能设备怎么操作维护、数据终端怎么用、在线管理系统怎么交互、异常信息怎么识别和处置,这些核心模块都得涵盖进去,让施工人员至少能适应智能作业环境的基本要求。培训方式上,理论讲授和模拟操作要结合起来,利用虚拟训练系统让学员在安全的环境下熟悉各类智能设备的操作界面和应急处理流程。管理人员这边,还得增加数据解读和决策应用方面的专项研修,让他们能根据系统信息来调整施工计划和资源配置^[3]。岗位技能认证和继续教育制度也要建立起来,培训内容定期更新,跟上技术迭代的节奏,这样人才能力才能始终跟得上施工智能化的步伐。

3.4 完善施工质量与安全智能管控机制

质量与安全管控机制的完善应着眼于全要素、全时段的闭环管理架构。质量管控方面,需建立关键工序的质量特征参数库,明确各检测节点的数据采集频率、精度标准和判定准则,将质量检验从抽检模式过渡为持续监测模式。安全管理方面,应构建涵盖人员定位、环境参数、支护状态和设备运行的综合感知网络,实现多类风险因素的同平台集中监控。管控机制的核心在于形成数据采集、异常识别、预警推送、处置反馈和效果复核的完整闭环,确保每一个监测信号都有对应的响应流程^[4]。建立分级预警和责任触发规则,使不同级别的风险能够自动匹配相应的处置权限和措施方案,避免因信息传递延迟或责任不清而延误最佳干预时机。

4 智慧水务排水管道施工质量与效率保障体系

4.1 施工全过程数据标准化管理

施工全过程数据标准化管理,说白了就是给质量管控和效率提升打一个统一、规范的数据底子。从勘测、设计、采购、进场,到安装、检测、验收,每个环节都得按照统一的数据格式、编码规则和精度等级来采集和记录信息,这样不同阶段、不同设备出来的数据才能放在一起比较、也才能追溯。标准化体系要定清楚各类数据的命名怎么叫、用什么量纲、时间戳什么格式、存储结构怎么设计,还要定好传输和交换的接口协议,让现场采集端、管理平台端和后期运维端之间的信息流转不卡壳。质量验收指标也得量化表达,把主观判断变成客观数值比对,减少评定过程中扯皮的地方。

4.2 智能化施工工序协同管控模式

工序协同管控模式着力解决施工过程中多工种、多设备、多区段之间衔接不畅所导致的效率损耗与质量波动问题。该模式以统一的施工进度模型为驱动,将各工序的启动条件、持续时间、资源需求和完成标准转化为数字化节点,通过实时获取各作业面的实际进展数据,自动比对计划进度并识别偏差。系统能够根据偏差程度动态调整后续工序的资源配置和启动时间,避免因局部延误引发整体工期连锁滞后。在空间协同方面,管控模式对不同作业区的施工顺序和占位进行优化编排,减少交叉作业干扰与重复搬运^[5]。建立工序交接的数字确认机制,上一工序完成数据经系统校验合格后,方可触发下一工序启动,确保质量验收节点不被跳过,在保证质量底线的前提下提升整体施工效率。

5 结束语

智慧水务排水管道施工向智能化转型,是城市建设提质增效躲不开的一步。回头来看,勘测规划、设备应用、人员能力和监测机制这几个方面都还有明显短板,得靠空间测绘、自动化作业、数据处理和智能监控这些技术来补。把勘测流程理顺,设备升级跟上,人才培养抓起来,质量安全管控机制完善好,再配合数据标准化管理、工序协同管控和运维的智慧化衔接,施工质量和效率才有系统性的提升,排水管道建设也才能一步步往精细化、智能化的方向走。

[参考文献]

- [1]董林.城市建设背景下智慧水务排水管道施工策略分析[J].智能建筑与智慧城市,2025(10):187-189.
- [2]张骞茜.市政道路给排水管道建设中的质量控制与管理策略[C]//2025智慧设计与建造经验交流论文集,2025:1-3.
- [3]陈煜政.市政给排水工程技术管理存在的问题与解决策略探析[J].建筑·建材·装饰,2026(10):10-12.
- [4]顾敏.老旧城区市政给排水管道改造安装的施工难点与解决方案[C]//2025可持续工程设计与实践经验交流论文集,2025:1-3.
- [5]张海峰.市政道路施工中的排水施工技术研究[C]//2025工程技术与材料应用学术交流论文集,2025:1-3.

作者简介:

韩菁芸(1993--),女,汉族,天津人,本科,高级工程师,研究方向:水利水务。