

市政供排水工程施工中的技术创新与应用研究

李东源

乌鲁木齐水业投资发展集团有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要：市政供排水工程作为城市基础设施的核心，对城市发展与民众生活至关重要。文章首先强调了其重要性，分析了技术创新面临的研发成本高、技术标准不完善及专业人才短缺等挑战。介绍了开挖技术、管道安装、连接技术、泵站建设及防渗技术等常用施工技术。在技术创新方面，探讨新材料与新设备的引进、新工艺与新技术的推广、信息技术的融合应用以及智能化监测技术的应用。这些创新为市政供排水工程的高效、环保、智能发展提供有力支持。

关键词：市政供排水工程；施工技术创新；应用研究

1 市政供排水工程的重要性及其在城市发展中的作用

市政供排水工程作为城市基础设施的核心，是城市有序运转与发展的基石，其重要性贯穿城市发展的各个维度。在城市发展战略方面，优质的供排水系统是吸引投资的重要因素。例如，现代化的工业园区若配备先进的供水系统，能满足各类高新技术企业对水质、水量的严格要求，吸引企业入驻，形成产业集聚效应，推动城市产业结构升级。同时，良好的排水与污水处理系统有助于提升城市形象，使城市在环保、可持续发展方面更具竞争力，吸引人才流入，为城市发展注入活力^[1]。在应对突发公共事件时，市政供排水工程的重要性更加凸显。在疫情期间，稳定的供水保障了医院、隔离点等场所的日常运营及消毒工作，而高效的污水处理系统则防止了病毒通过污水传播扩散，为疫情防控提供了坚实支撑。在自然灾害（如洪水、地震）后，供排水系统的快速恢复对于保障居民基本生活、防止次生灾害发生至关重要。因此，市政供排水工程不仅关乎城市的日常运行，更是城市应对各种挑战的关键防线。

2 市政供排水工程技术创新面临的挑战

2.1 技术研发与应用成本高

市政供排水工程技术创新面临着研发与应用成本高昂的挑战。新技术的研发往往需要大量的资金投入，包括实验设备购置、研发人员薪酬、测试与验证费用等。此外，将新技术应用于实际工程项目中，也需要进行一系列的适应性改造和调试，这些都会增加项目成本。特别是在一些经济欠发达或预算有限的地区，高昂的技术应用成本可能成为阻碍技术创新推广的关键因素。

2.2 技术标准与规范不完善

技术创新在市政供排水工程中的另一大挑战是技术标准与规范的不完善。随着新技术的不断涌现，原有的

技术标准与规范可能无法完全覆盖新技术的特性与应用要求。缺乏统一的技术标准和规范，不仅可能导致技术应用过程中的混乱和不确定性，还可能影响工程项目的质量和安全。

2.3 专业人才短缺

市政供排水工程技术创新还面临着专业人才短缺的挑战。新技术的研发、应用和推广都需要具备相关专业知识和技能的人才来支撑。然而，当前市政供排水工程领域的人才储备可能无法完全满足技术创新的需求^[2]。一方面，新技术的不断涌现对从业人员的专业素养提出了更高的要求；另一方面，现有的人才培养体系可能无法及时跟上技术发展的步伐，导致人才供给与需求之间的不匹配。

3 市政供排水工程施工中的常用技术

3.1 开挖技术

开挖技术作为市政供排水工程的首要施工步骤，其恰当运用对于工程的顺利推进及后续工作的平稳展开具有关键作用。依据施工现场环境、地下管线复杂程度及具体工程需求，开挖技术可分为人工开挖、机械化开挖以及爆破作业等多样化形式。人工开挖通常适用于狭窄空间、地下管线密集或地质条件特别复杂的区域。这种方法依赖人力操作，能精准调控开挖的深度与范围，显著降低对周边环境和既有设施的损害。同时，人工开挖过程中能够及时发现并处理地下障碍物，保障工程的安全性。然而，人工开挖的效率相对有限，成本也偏高，特别是在大规模工程中，会大幅增加人力及时间成本；机械化开挖则是当前市政供排水工程中的主流施工方式。它借助挖掘机、装载机等重型机械执行土方作业，具备高效、迅速且持续作业的优势。机械化开挖能够显著缩短施工周期，削减人力成本，尤其适用于大面积、

深层次的土方工程。但值得注意的是,机械化开挖对地质条件有一定要求,需预先开展详尽的地质勘察,以保障机械设备的平稳运作及施工安全。另外,机械化开挖伴随的噪音、振动及扬尘等环境问题亦需加以重视,需采取相应的环保举措;爆破作业则主要应用于岩石质地坚硬、难以通过常规手段开挖的地域。通过爆破手段,能够迅速破碎岩石,为管道铺设腾出必要空间。在实施爆破前,需深入进行地质勘察与安全评估,制定科学合理的爆破方案。在爆破执行过程中,应部署有效的安全防护措施,确保施工人员及附近居民的人身安全。同时,爆破作业可能引发的振动及冲击波可能对周边建筑物及管线构成潜在威胁,需提前规划并实施相应的防护措施。

3.2 管道安装技术

根据施工场景与管材特性的差异,管道敷设可划分为明挖敷设法、井下作业敷设以及非开挖导向铺设法等多种策略。明挖敷设涉及挖掘形成既定尺寸的沟壑,随后按设计要求将管道置于沟内,并进行回土与压实作业。此方法直观明了、操作相对简单,能适应多样化的地质状况和管材类型。但明挖敷设对交通流线及生态环境的影响显著,故需预先规划交通引导方案及生态保护措施。在大规模项目中,明挖所需的土方挖掘与回填作业量大,进而提升了施工成本与时间跨度;井下作业敷设主要应用于管道深埋、地面交通密集或地下管网错综复杂的区域。借助预先构建的井筒结构进行管道安装,能缩减地面开挖面积,有效减轻对周边生态与交通的影响。井下敷设展现了施工灵活、环境友好的优势,尤其适合城市心脏地带及交通主动脉周边的工程。然而,井下作业对技术人员的专业技能要求严苛,需提前组织安全教育与技术说明。井下作业环境较为严苛,要落实严密的安全防护手段;非开挖导向铺设法利用钻孔设备的导向与钻进能力,在地下构筑一条连续的隧道,随后牵引管道穿越隧道完成安装。此技术施工速率高、对地面交通与生态干扰小,尤其适宜穿越公路、水体等难以开挖地段的管道安装。然而,非开挖导向铺设对地质情况及管材质量有特定要求,需预先执行详尽的地质勘查与材料甄选。同时,钻孔进程中可能遭遇地层坚硬、地下水丰富等挑战,需采取针对性的应对策略。

3.3 连接技术

在市政供排水工程中,管道连接技术是实现管道系统连续性和密封性的关键。根据管道材料、工作压力和使用环境的不同,连接技术可以分为焊接连接、承插连接和法兰连接等多种方式。焊接连接主要用于金属管道的连接,如钢管、铸铁管等。通过焊接作业,使管道之

间形成牢固的冶金结合,从而提高管道的承压能力和抗渗性能。焊接连接具有强度高、密封性好、施工速度快等优点^[3]。焊接连接对操作人员的技能要求较高,需要熟练掌握焊接工艺和设备操作。同时,焊接过程中可能产生焊接变形、裂纹等缺陷,需要进行严格的质量检验和修复工作。

3.4 泵站建设技术

泵站作为市政供排水系统的核心组成部分,承担着水流的提升、输送和调节等关键任务。在泵站选址方面,需要综合考虑水源条件、地形地貌、交通状况以及周边环境因素。合理的泵站选址可以确保泵站的有效运行,并减少对周边环境的影响。同时还要对泵站进行科学合理的设计,包括泵站的总体布局、泵组的选型与配置、控制系统的设计等。设计过程中需要充分考虑泵站的运行效率、节能效果以及维护管理的便利性。在土建施工中,确保泵站基础的稳定性和承重能力,以及泵房结构的合理性和安全性。在设备安装过程中,注重设备的调试和校验工作,确保泵组的性能和控制系统的稳定可靠。同还需要做好泵站内部的管道、电缆等附属设施的安装和调试工作;建立健全的运行管理制度和维护保养计划,定期对泵站设备进行检查、维护和保养工作。在运行过程中,需要密切关注泵组的运行状况和水流参数,及时发现并处理异常情况。

3.5 防渗技术:守护地下水资源的安全屏障

防渗技术在市政供排水工程中至关重要,它不仅关系到地下水资源的安全,还直接影响到工程的使用寿命和环境保护。除了土工膜铺设、防渗层施工和地下水位降低等传统方式外,近年来还涌现了一些新的防渗技术和材料。(1)新型防渗材料:随着材料科学的发展,一些高性能的防渗材料如纳米复合材料、高分子防水卷材等逐渐应用于市政供排水工程中。这些材料具有更高的防渗性能、更强的耐久性和更广的适用性,能够在复杂的地质和环境条件下提供可靠的防渗保障。(2)生态防渗技术:为了减少对自然环境的影响,生态防渗技术逐渐受到重视。通过在防渗层上方或周边种植植被,形成生态缓冲带,既能增强防渗效果,又能促进生态平衡,实现绿色可持续发展。(3)综合防渗系统:现代防渗技术趋向于形成综合防渗系统,将多种防渗手段有机结合,形成多层次、全方位的防渗屏障。例如,结合土工膜、防渗层、排水系统等手段,形成复合防渗结构,提高整体防渗性能。

4 市政供排水工程施工中的技术创新

4.1 新材料与新设备的引进

在高性能材料领域,HDPE双壁波纹管 and 玻璃钢夹砂管等新型复合材料凭借其独特的性能优势,在市政给排水工程中得到广泛应用。HDPE双壁波纹管以其重量轻、抗渗性强、安装便捷等特点,在软土地基区域的应用尤为突出,有效解决了传统管材在复杂地质条件下的施工难题。玻璃钢夹砂管则以其高强度、耐腐蚀、寿命长等优势,成为替代传统金属管材的理想选择。此外,耐腐蚀合金管道采用316L超低碳不锈钢内衬工艺,能够承受极端水质环境的考验,确保管道系统的长期稳定运行。在设备革新方面,无人驾驶压路机搭载先进的GNSS定位系统,实现了 $\pm 3\text{mm}$ 级的压实精度,提高路面的平整度和压实质量。激光测距导向的微型盾构机则能够在直径800mm以下的管道中精准掘进,解决小管径施工中的技术难题。热熔对接焊机通过红外温控系统,确保焊缝强度达到母材的95%,从而大幅降低接口渗漏的风险,提升管道系统的整体密封性能。

4.2 新工艺与新技术的推广

微型隧道掘进技术(MTBM)在穿越既有地铁隧道等复杂工程环境中展现出了独特的优势。该技术通过精确控制地表沉降,实现了在5mm以内的微小沉降,有效保障周边建筑物的安全。改良型顶管工艺则采用触变泥浆复合润滑系统,将顶进摩擦阻力降低40%,大大提高施工效率。预制装配式检查井采用模块化设计,现场组装效率较传统工艺提升3倍,同时密封性能也通过0.15MPa的水压测试,确保了检查井的长期稳定运行。三维激光扫描与BIM逆向建模技术的结合,为市政给排水工程的改造提供强有力的技术支持。该技术能够对既有管网进行毫米级的数字化复原,指导改造工程的设计与实施,使得工程误差减少70%,大大提高改造工程的精度和效率^[4]。

4.3 信息技术的融合应用

基于LoRaWAN的物联感知网络在市政给排水工程施工中发挥重要作用。该网络以每公里20个监测点的密度部署,实现对施工区域地下水位、土体位移等参数的分钟级采集,为施工过程中的安全监控提供实时、准确的数据支持。数字孪生平台则集成了地质雷达数据与施工机械运行参数,能够动态模拟开挖过程中的管线应力变

化,为施工方案的优化提供了科学依据。混凝土养护智能系统的应用,进一步提升了混凝土构件的质量。该系统通过无线湿度传感器群组,自动调节养护膜内的微环境,使得28天抗压强度的标准差降低至1.5MPa以内,确保混凝土构件的强度和耐久性。

4.4 智能化监测技术

分布式光纤传感系统(DTS)在市政给排水工程的管道监测中展现出了极高的精度和可靠性。多光谱水质在线分析仪则能够同步检测COD、氨氮等12项水质指标,检测周期压缩至3分钟以内,大大提高水质监测的效率和准确性。AI渗漏诊断系统通过声纹识别技术,能够分辨出0.1L/s级微小渗漏的频谱特征,误报率低于5%,为管道的渗漏检测提供了智能化的解决方案。管廊巡检机器人则配备了3D-SLAM技术,能够自主构建地下空间的高精度地图,缺陷识别准确率达98.6%,提高管廊巡检的效率和准确性。这些智能化监测技术的应用,为市政给排水工程的运维管理提供了强有力的技术支持。

结束语

综上所述,市政给排水工程施工中的技术创新与应用是推动城市基础设施建设的关键。通过不断引进新材料、新设备,推广新工艺、新技术,融合信息技术,以及应用智能化监测技术,可以显著提升给排水系统的效率、稳定性和安全性。未来,随着技术的不断进步和创新,市政给排水工程将朝着更加智能化、绿色化的方向发展,为城市的可持续发展作出更大贡献。

参考文献

- [1]赵丹丹.市政给排水工程施工管理实践[J].新材料·新装饰,2021,3(10):177-178.
- [2]李君.基于农田水利工程施工中的给排水施工技术探讨[J].警戒线,2020(10):117-118.
- [3]谢凌云.机电工程中的给排水设计与施工技术分析[J].中国住宅设施,2023(1):178-180.
- [4]郭盛.市政给排水工程中的长距离顶管施工技术[J].建材发展导向(上),2023,21(1):157-159.DOI:10.3969/j.issn.1672-1675.2023.01.051.