

城市综合管廊内给水管道的优化布局与设计原则研究

陈 鹏 毛立东

宁波市城建设计研究院有限公司 浙江 宁波 315000

摘 要：结合宁波当地工程经验，本文深入探讨了城市综合管廊内给水管道的优化布局与设计原则。首先概述了城市综合管廊的定义、功能及给水管道在其中的重要角色。分析了当前给水管道布局存在的问题，并基于宁波等城市的实际工程案例，提出针对性的优化布局策略。同时，详细探讨了给水管道设计的安全性、经济性和可维护性原则，旨在确保供水系统的稳定、可靠和经济运行。本研究对于提升城市供水效率和服务质量具有重要意义，并融入了宁波等城市的宝贵实践经验。

关键词：城市综合管廊；给水管道；优化布局；设计原则

1 城市综合管廊与给水管道概述

1.1 城市综合管廊的定义与功能

城市综合管廊，又称共同沟或综合管道，是现代城市建设中的一种重要基础设施。它是指在城市地下建造的用于集中敷设电力、通信、给水、热力、排水等多种市政管线的构筑物。这些管线被整合在一个相对封闭的空间内，形成一个统一、有序、高效的地下管线系统。城市综合管廊的主要功能包括：一是提高城市地下空间的利用效率，减少因各种管线单独敷设而造成的地下空间浪费；二是便于管线的维护和管理，通过集中的布局和合理的空间规划，使得管线的检修、更换等工作更为便捷；三是提升城市的安全性和美观度，避免因频繁开挖路面进行管线维修而导致的交通拥堵和安全隐患，同时也美化了城市环境。城市综合管廊，作为现代城市建设的关键基础设施，集中敷设了电力、通信、给水、热力、排水等多种市政管线。宁波等城市在综合管廊的建设中，有效提高了地下空间利用效率，简化了管线维护管理，提升了城市安全性和美观度。

1.2 给水管道在城市综合管廊中的角色

在城市综合管廊中，给水管道扮演着至关重要的角色。它是城市供水系统的重要组成部分，负责将清洁、安全的水源输送到千家万户和各个工业、商业设施。给水管道在城市综合管廊内的布局和设计直接影响到城市的供水效率、水质安全和运维成本。作为城市生命线工程的一部分，给水管道需要确保在任何情况下都能稳定、可靠地供水，满足城市居民的日常用水需求以及工业、农业生产的用水要求。同时，给水管道还需要与其他市政管线（如电力、通信、热力、排水等）保持一定的间距和协调性，以确保整个城市综合管廊系统的正常运行和安全^[1]。水管道在综合管廊中负责输送清洁、安

全的水源，是城市供水系统的核心。在宁波等城市的综合管廊项目中，给水管道的稳定运行直接关系到居民生活、工业生产等多个领域的用水需求，其优化布局与设计显得尤为重要。

2 给水管道在城市综合管廊中的重要性

结合宁波等城市的实践，给水管道在综合管廊中的重要性体现在：保障供水安全，优化供水效率，以及提升城市美观度和安全性。作为城市供水系统的核心组成部分，给水管道承担着将清洁、安全的水源从水源地输送至城市各个角落的重任。在城市综合管廊这一集约化、高效化的地下管线系统中，给水管道不仅关乎城市居民的日常生活用水，还影响着工业、商业、农业等多个领域的正常运作。第一，给水管道的稳定运行是保障城市供水安全的关键。在综合管廊内，给水管道与其他市政管线分离，避免了因其他管线故障而引发的连锁反应，确保了供水系统的独立性和可靠性。同时，综合管廊为给水管道提供了一个相对封闭、保护良好的运行环境，减少外界因素（如土壤腐蚀、人为破坏等）对管道的影响，延长管道的使用寿命。第二，给水管道在综合管廊内的布局设计直接关系到城市的供水效率。合理的管道布局能够减少水在输送过程中的损失，提高供水效率。综合管廊内的给水管道便于维护和检修，一旦出现故障，能够迅速定位并修复，确保了城市供水的连续性和稳定性^[2]。第三，给水管道在综合管廊中的集成化布局还有助于提升城市的美观度和安全性。避免了因频繁开挖路面进行管线维修而导致的交通拥堵和安全隐患，同时也减少了城市地面上的管线设施，美化了城市环境。

3 城市综合管廊内给水管道布局现状分析

3.1 布局不合理导致的资源浪费

在城市综合管廊的建设过程中，给水管道的布局设

计往往面临诸多挑战。一些早期的管廊项目,由于缺乏长远规划和科学的设计理念,导致给水管道布局不合理。这种不合理性主要体现在管道走向不够优化,管径选择不当,以及与其他市政管线的空间关系处理不妥善等方面。不合理的布局不仅增加了建设成本,而且在长期运营过程中造成了水资源的浪费。例如,过长的管道长度和不必要的弯头会增加水流阻力,降低供水效率;管径过大或过小则会导致水流速度不均,影响供水质量。

3.2 管道老化与维护困难

随着时间的推移,城市综合管廊内的给水管道不可避免地会出现老化现象。老化的管道不仅容易引发泄漏和爆裂等安全问题,还会降低供水效率和水质安全。特别是在一些建设年代较早的管廊项目中,由于当时材料科学和施工技术的限制,管道的老化问题尤为突出。由于综合管廊内部空间有限,且管线密集,给管道的维护和检修工作带来了极大的困难。

3.3 与其他管线的冲突与干扰

在城市综合管廊中,给水管道与其他市政管线(如电力、通信、热力、排水等)之间的空间关系错综复杂。由于各种管线的功能和运行要求不同,它们在管廊内的布局往往存在冲突和干扰^[3]。例如,给水管道与热力管道的间距过近可能会导致管道受热膨胀,增加泄漏风险;与排水管道的交叉则可能因水质污染而影响供水安全。此外,随着城市建设的不断发展,新的市政管线不断加入综合管廊系统,进一步加剧了管线之间的冲突和干扰问题。

4 城市综合管廊内给水管道优化布局策略

4.1 综合考虑地下空间利用与城市规划

地下空间作为城市宝贵的自然资源,其有效开发对于提升城市功能、缓解地面压力具有重要意义。给水管道的布局设计需紧密结合城市规划,确保在满足供水需求的同时,最大限度地优化地下空间资源。一方面,给水管道的走向应与城市主要道路、交通轴线相协调,避免对城市交通造成不必要的干扰。通过精确的地理信息系统(GIS)分析,可以精确确定管线的最佳路径,减少不必要的弯曲和交叉,从而降低水流阻力,提高供水效率。同时,给水管道的布局还应与城市发展方向和人口分布相匹配,确保供水服务的均衡性和可及性。另一方面,给水管道的布局还需考虑未来城市扩张和基础设施升级的需求。在城市规划中预留足够的管廊空间,以应对未来新增管线的需求,避免频繁的开挖和改造,减少资源浪费和环境破坏。给水管道与其他市政管线的布局应相互协调,形成统一、有序的地下管线系统,提高城

市基础设施的整体效能。为了实现这一目标,需要建立跨部门协作机制,加强规划、建设、管理等部门的沟通与协作,确保给水管道布局与城市规划的无缝对接。同时,引入先进的三维建模和仿真技术,对给水管道布局进行虚拟模拟和优化,提高布局设计的科学性和准确性。

4.2 基于管道功能的合理分区与布局

基于管道功能的合理分区与布局,有助于提高供水系统的灵活性和可靠性,降低运维成本。首先,根据城市供水需求的不同,可以将给水管道分为生活用水、工业用水、消防用水等不同功能的区域。生活用水管道应优先保障居民区的供水需求,确保水质安全和服务稳定性;工业用水管道则需考虑工业企业的地理位置和生产需求,合理设置泵站和储水池,以满足工业生产的水量和水压要求;消防用水管道则需确保在紧急情况下能够迅速提供足够的水量,保障城市安全。其次,在给水管道的布局设计中,应考虑不同功能区域之间的连接和互备。通过设置合理的联络管道和阀门,实现不同功能区域之间的灵活切换和互备,提高供水系统的可靠性和灵活性。在紧急情况下,可以迅速调整供水方向和水量,确保关键区域的供水需求。另外,给水管道的布局还应考虑与城市防洪排涝系统的协调。在易涝区域或低洼地带,应合理设置排水阀门和泵站,确保在暴雨等极端天气条件下,能够及时排除积水,防止对给水管道造成损害。为了实现基于管道功能的合理分区与布局,需要建立详细的供水系统模型,对不同功能区域的水量、水压、水质等参数进行精确计算和预测^[4]。同时,加强供水系统的监测和管理,实时掌握管道运行状态,及时发现问题并进行处理。

4.3 考虑施工与维护的便利性

给水管道的施工和维护工作不仅关系到供水系统的正常运行,还直接影响到城市交通和居民生活的正常秩序。在施工阶段,给水管道的布局设计应充分考虑施工条件和技术限制,避免在复杂地质条件或敏感区域进行大规模的开挖和施工,减少对环境的影响;合理选择管道材料和连接方式,确保施工质量和安全。在施工过程中,应加强施工管理和监督,确保各项施工标准和规范得到严格执行;在维护阶段,给水管道的布局设计应便于日常巡检、检修和更换工作。通过设置合理的检修孔、阀门和排水口等设施,为维护工作提供便利。同时,加强供水系统的监测和预警机制,及时发现并处理潜在的安全隐患。在维护工作中,应注重技术创新和智能化应用,提高维护效率和准确性。为了实现施工与维护的便利性,需要建立完善的施工和维护管理制度,明

确各项工作的责任和要求。加强人员培训和技术交流,提高施工和维护人员的专业素质和技术水平,此外,引入先进的施工和维护设备和技术手段,如无人机巡检、智能传感器等,提高施工和维护工作的效率和准确性。

5 城市综合管廊内给水管道设计原则探讨

5.1 安全性设计原则

确保供水系统的安全可靠,不仅关系到城市居民的正常生活用水,还直接影响到城市的公共安全。(1)材料选择上应注重其耐久性和耐腐蚀性。给水管道长期处于地下潮湿环境中,若材料质量不过关,容易引发泄漏、爆裂等安全隐患。因此,管材选择自锚式球墨铸铁管、钢管。(2)管道布局应合理规避潜在风险。在设计过程中,需对城市地下空间进行详尽的勘察,了解地质结构、地下水位等情况,避免因地质不稳定或地下水侵蚀导致的管道损坏。管道应尽可能避开地震带、滑坡等自然灾害频发区域,降低自然灾害对供水系统的影响。(3)还需考虑管道系统的防护措施。在管道穿越河流、道路等关键部位时,应采取加固措施,如设置套管、安装支架等,以防止外力破坏。同时,加强管道周边的监控和预警机制,及时发现并处理潜在的安全隐患。

5.2 经济性设计原则

在确保安全性的前提下,如何降低成本、提高效率,是设计师需要深入思考的问题。一方面,需合理确定管道规格和材质。根据城市供水需求、水压要求及地质条件等因素,综合考虑管道的承压能力、耐腐蚀性和使用寿命,选择性价比最优的管道规格和材质。避免盲目追求高标准、高配置,导致不必要的成本浪费。另一方面,应注重施工和运维的经济性。在设计阶段,应充分考虑施工条件和技术限制,制定合理的施工方案,降低施工难度和成本。同时,加强运维管理,提高供水系统的自动化和智能化水平,减少人工干预和运维成本。通过科学的管理手段和技术创新,实现给水管道的经济性设计。另外,还需考虑管道系统的可扩展性和可升级性。随着城市的发展和供水需求的增长,给水管道系统可能需要不断扩展和升级;在设计过程中,应预留足够的空间和接口,便于未来新增管线的接入和系统的升

级,降低未来的改造成本。

5.3 可维护性设计原则

结合宁波等城市的实践经验,在给水管道的设计中,应注重其可维护性。第一,管道布局应便于巡检和维修。在设计过程中,应合理设置检修孔、阀门和排水口等设施,为运维人员提供便捷的通道和操作空间;管道走向和标识应清晰明了,便于运维人员快速定位故障点并进行处理。第二,加强管道的监测和预警机制。通过安装智能传感器、压力计等设备,实时监测管道的运行状态和水质情况,及时发现并预警潜在的安全隐患。这有助于运维人员提前采取措施,避免故障的发生或扩大。第三,还需考虑管道系统的灵活性和可扩展性。在设计过程中,应预留足够的空间和接口,便于未来新增管线的接入和系统的升级;管道之间的连接应采用标准化、模块化的设计方式,便于运维人员进行快速更换和维修。通过采用先进的技术手段和管理方法,实现给水管道的可维护性设计,确保供水系统的长期稳定运行。

结束语

综上所述,结合宁波等城市的工程经验,城市综合管廊内给水管道的优化布局与设计原则对于提升城市供水系统的整体效能至关重要。通过综合考虑地下空间利用、城市规划、管道功能分区、施工与维护便利性等因素,可以构建出更加科学、合理的给水管道布局。同时,遵循安全性、经济性和可维护性的设计原则,能够确保供水系统的稳定、可靠和经济运行。未来,随着技术的不断进步和城市发展的需求变化,给水管道的优化布局与设计原则也将持续演进和完善。

参考文献

- [1]王云.修建综合管廊的市政道路管线综合设计要点研究[J].建材发展导向,2020:139-139.
- [2]陈建锋,徐欣,杨帅.长距离输水管道施工技术探析[J].山东水利,2023(07):5-7.
- [3]曹军,汪顶阳.一体化预制泵站在惠州截污治污工程中的应用[J].云南水力发电,2021,37(10):148-153.
- [4]刘坪生.给排水管道施工技术要点及质量管理对策[J].造纸装备及材料,2020,49(04):153-154.