

高层建筑给排水施工技术难点与优化对策研究

祝嗣伸, 马玉笑

(山东伸达建设集团有限公司, 山东 菏泽 274000)

摘要 本文结合高层建筑的特点, 系统分析了供水、排水、消防给水及智能化施工中的关键难题, 并针对性地提出了优化对策: 通过分区供水与变频供水技术优化供水系统, 采用低噪声管道及高效通气系统改进排水设计, 优化消防供水增压稳压技术, 并引入BIM和智能监测系统提升施工管理精度, 旨在为有效提高给排水系统的施工质量和运行稳定性提供参考。

关键词 高层建筑; 给排水; 供水系统施工; 排水系统施工; 消防给水施工

中图分类号: TU82; TU974

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.15.040

0 引言

建筑高度的增加使得给排水系统的设计与施工变得更加复杂, 对供水压力、排水系统效率、消防安全及智能化管理提出了更高的要求。高层建筑供水系统需要确保高层用户水压稳定, 同时避免低层用户水压过高的问题, 排水系统则需兼顾高效排放和噪声控制。绿色建筑和智能建筑的发展趋势也要求给排水系统具备节能、环保和智能化管理的能力, 以提升整体建筑性能。

1 高层建筑给排水施工技术难点分析

1.1 供水系统施工难点

高层建筑由于高度较大, 供水系统面临水压分布不均的问题。高层用户会出现水压不足, 而底部用户则会遭遇超压, 导致管道受损或漏水。传统单一供水方式难以满足高层建筑不同楼层的水压需求, 管道内水锤效应的控制也是高层供水系统中的一项重要挑战, 若控制不当, 会导致管道震动、损坏甚至爆裂, 影响供水系统的稳定性。

高层建筑供水管道需具备较强的耐压性、耐腐蚀性和长期稳定性, 常用的管道材料包括不锈钢管、铜管、PPR管和复合管等^[1]。不锈钢管耐腐蚀性强但成本较高, PPR管轻质经济但耐压能力相对较弱, 而复合管兼具多种优点, 但施工要求较高。长期使用中水质的变化、管道结垢和老化问题也会影响管网的使用寿命, 需在施工阶段提前考虑防护措施。

1.2 排水系统施工难点

高层建筑排水系统的选择需在重力排水与虹吸排水之间权衡, 传统重力排水方式依赖于管道的坡度及水流自身重力进行排放, 适用于大部分建筑, 但在高

层建筑中会因管道垂直高度大、排水流速快而导致负压现象, 引发水封破坏或排水不畅。虹吸排水则通过特殊的管道设计和气流调节, 能够快速高效地排水, 但其施工要求较高, 对管道材料、接口密封性及系统整体匹配性要求严格。在高层建筑施工中, 如何选择合适的排水方式并确保系统的高效性和稳定性, 是排水施工的一大难点。

高层建筑的排水系统噪声主要来源于水流冲击管壁、气流扰动及管道共振等因素。由于高层建筑排水高度较大, 水流速度快, 管道内会形成湍流, 使噪声问题尤为严重, 直接影响住户的居住舒适度。尤其是在卧室、客厅等安静环境区域, 如果排水噪声过大, 会降低住宅的整体品质。在实际施工中, 如何在保证排水顺畅的前提下有效降低噪声仍然是一个关键挑战。

1.3 消防给水施工难点

高层建筑对消防供水系统的水压和稳定性要求极高, 一旦发生火灾, 消防系统必须在短时间内提供足够的水量和压力, 确保灭火设备正常运行。由于高层建筑高度较大, 水压衰减问题严重, 尤其是在顶层或偏远区域, 会出现水压不足的情况, 影响灭火效果^[2]。消防供水系统与生活供水系统通常是独立的, 如何在紧急状态下迅速启动消防供水, 确保其稳定性, 成为施工中的一大挑战。高层建筑的供水系统受到地形、供水方式及设备运行状况的影响, 施工过程中需综合考虑多方面因素, 以确保系统可靠性。

高位消防水箱是高层建筑消防供水的重要组成部分, 通常设置在建筑物的顶部或专门的设备层, 以提供稳定的消防用水。水箱的安装涉及高空作业, 施工过程中需特别注意安全防护, 防止高空坠落、材料运输困难等问题。增压稳压设施如消防泵、稳压泵等设

备的安装调试较为复杂,涉及电气控制、流体动力学等多个领域,施工过程中需要确保设备合理布置,避免占用过多建筑空间,并且要保证其能在火灾发生时迅速响应,确保消防水流稳定。

1.4 智能化与节能施工难点

BIM 技术与智能监测技术在高层建筑给排水施工中的应用日益普及,在实际施工过程中,仍然存在数据采集不精准、管理系统对接困难等问题^[3]。由于施工现场环境复杂,实时监测水流压力、流速、温度等参数需要高精度传感器,而部分施工区域信号覆盖不佳,导致数据采集受限。BIM 技术虽能提供精确的三维建模,但在给排水施工中,需要与物联网设备、智能控制系统对接,现有软件和硬件之间的兼容性问题导致数据整合难度大。施工进度、设备安装变更等信息需要实时更新到 BIM 系统,而由于人工输入滞后或数据传输不稳定,导致施工管理决策信息不准确。

传统管道设计通常基于常规用水设备,而节水设备的低流量特性会导致管道流速降低,从而影响排水顺畅,甚至引发管道堵塞问题。高层建筑的雨水回收系统涉及雨水收集、过滤、储存、输送等多个环节,如何在有限空间内合理布置管道并确保回收水质达标是一个较大的挑战。部分节水设备需要智能控制,但其与供水系统的联动会存在延迟或控制精度不足的问题,影响用户体验。

2 高层建筑给排水施工优化对策

2.1 供水系统优化对策

1. 分区供水与变频供水技术优化。高层建筑由于高度较大,传统单一供水方式难以满足水压稳定性和能耗控制需求,可通过分区供水与变频供水技术优化供水系统,以提高供水效率和可靠性。依据建筑高度、水压需求、用户用水量分布,将供水系统划分为多个压力分区。采用变频供水泵组,结合智能压力传感器和控制系统,实时监测用水需求,动态调整水泵运行频率,避免超压或供水不足的问题,同时降低能耗^[4]。在高层建筑的顶层或中间层设置高位水箱或稳压罐,形成缓冲储水,提高供水稳定性,减少水泵启停次数,延长设备使用寿命。

2. 新型管道材料应用。聚丙烯随机共聚管适用于冷热水供应,具有良好的耐热性、抗冲击性、耐腐蚀性,且管道内部光滑,降低水垢沉积,延长使用寿命。交联聚乙烯管具有高柔韧性、抗冻性强的特点,适用于冷热水输送系统,同时耐高温、耐高压,可适应复杂环境。复合管,如不锈钢—塑料复合管、铝塑复合管,

结合了金属与塑料材料的优点,兼具耐高温、抗冲击、耐腐蚀、强度高特性,特别适用于高层建筑的压力供水系统。

3. 智能水泵系统调节。在高层建筑供水系统中,智能水泵系统可以根据用水需求自动调整水泵的运行频率,使供水量与用水需求匹配,避免高峰期水压不足或低峰期能耗过大问题,提高系统能效。安装实时水压监测传感器,动态调整水泵启停状态,保障供水压力恒定。智能水泵系统可结合大数据分析 with 远程监测技术,对水泵运行状态进行智能诊断,提前预警设备故障,降低维护成本。

2.2 排水系统优化对策

1. 优化排水系统设计。高层建筑的排水系统需要兼顾排水效率、管道稳定性及维护便利性,优化排水设计时,可结合重力排水与虹吸排水,提高排水能力并减少管道堵塞风险。重力排水适用区域适用于普通生活污水排放,通过管道坡度优化和大口径排水管道,减少排水阻力,提高水流速度,避免淤积^[5]。针对高流量雨水排放或卫生间排水,可引入虹吸排水系统,减少管道直径需求,提高排水速度,并减少高层建筑中的排水噪声问题。合理规划排水管道走向,减少弯头、竖管转折点,降低局部阻力损失,提高排水流畅性。

2. 优化排水系统设计。高层建筑排水时,水流速度较快,特别是在竖管中易产生较大噪声,影响居住舒适性,可通过管道材料选择与优化布设降低排水噪声。采用低噪声管道材料,如阻尼层复合管或内衬吸音材料的 UPVC 管,可有效减少水流噪声,球墨铸铁管具有较好的隔音效果,适用于竖向主排水管道。增加管道隔振措施,在管卡、管托处使用橡胶垫,减少震动传递。错层排水设计可以避免卫生间排水管道正对下层卧室、客厅,降低排水噪声干扰。在竖管管井内增加吸音材料包裹,如隔音棉或石膏板封装,提高降噪效果。

3. 高效通气系统设计。通气系统在高层建筑排水系统中起到平衡压力、防止水封破坏、避免排水不畅的重要作用,优化通气系统设计,有助于提高排水效率,减少异味倒灌。通过特殊导流设计,实现污水与空气流道分离,无需额外设置通气立管,节约管道空间,降低施工成本。通过负压辅助排水装置,可加速污水排放,减少排水不畅问题,特别适用于超高层建筑,结合智能监测系统,实时调节管道内压力,保障水封稳定,防止臭气溢出。合理布置排水通气立管,降低排水系统内气压波动,利用屋面通气管和室内排水管分流,避免高层低层排水互相干扰。

2.3 消防给水系统优化对策

1. 高效增压稳压供水技术。传统消防供水依赖单一高位水箱和集中式泵站,导致高层水压不足、低层水压过高。采用分布式变频加压泵组,根据楼层需求动态调节压力,提高供水均衡性。结合压力传感器和智能控制系统,实时监测供水压力,自动调整增压设备运行状态,确保压力稳定。分布式加压稳压设备适用于超高层建筑,能有效降低能耗,同时减少高位水箱的体积,优化建筑空间利用。采用消防分区储水和应急供水系统,在高、中、低区分别设立消防水池,提升供水安全性,结合雨水收集系统,在紧急情况下可作为消防用水储备,提高水资源利用率^[6]。

2. 新型耐火管材应用。消防管道长期处于高压状态,并在火灾高温环境下需要保持完整性。304或316L不锈钢管,具有耐高温、耐腐蚀、耐高压的特点,适用于消防主供水管网,相比传统镀锌钢管,不锈钢管使用寿命更长,减少维护成本。球墨铸铁管具有高强度、耐高温、抗震能力强的优点,适用于地下消防供水管网,可结合柔性接口技术,减少地基沉降对管道系统的影响,提高稳定性。

3. 优化消防管网布局。消防管网的布局影响供水效率和施工难度,利用BIM技术可提高施工精度,优化管道布设。BIM技术通过三维建模,模拟水流分布,优化管道走向,减少不必要的弯头和阻力损失。可以提前发现管道与建筑结构、电气系统的冲突,减少施工变更,提高施工效率。通过动态模拟消防供水压力,优化管网布局,提高供水均匀性。采用预制装配式消防管道,减少现场焊接工作,提高施工质量。分区布置消防立管,确保不同区域的消防供水独立运行,提高系统可靠性。合理布置阀门与检修口,确保管网维护便捷,减少长期运行风险。

2.4 智能化与节能优化对策

1. BIM技术和智能监测系统深度融合。BIM技术可用于三维建模、施工仿真、碰撞检测、施工管理等方面,提高施工精度和效率。通过BIM建模对供水、排水等进行综合分析,避免交叉冲突,优化管线布设。进行水力计算,可以确保管径、流速、压力分布合理,避免局部水压过高或过低的情况。在施工阶段,BIM技术可与智能传感器结合,实时监测管道安装精度、焊接质量等,降低施工误差。结合智能水表、流量计、压力传感器,在运营阶段实时监测供排水系统运行状态,实现远程监控与故障预警。施工完成后,BIM模型可用于管网维护与智能调度,提高运营管理水平。

2. 节水器具与管道系统优化匹配。高层建筑给排水系统的节能优化,不仅涉及管网设计,还包括节水器具与管道系统的协调配合。采用低流量节水龙头、感应水龙头、节水马桶、智能用水控制系统,减少不必要的水资源消耗。选用低阻力、高耐久性管材,可减少水流阻力,提高输水效率,合理设计管道直径,避免管径过大导致水流速下降、过小导致水阻增加和能耗上升^[7]。结合智能水力平衡阀,动态调节管网水力分布,减少水力不均导致的浪费。

3. 精细化施工管理技术应用。在高层建筑施工过程中,采用智能化施工管理技术,有助于提升工程质量和施工效率,同时减少资源浪费和施工风险。采用物联网、BIM技术、大数据技术,建立施工过程数据监测系统,优化施工进度安排。结合二维码追踪技术,对管道材料、阀门、设备等进行全过程追踪,提高材料管理精度。采用预制装配式管道施工,在工厂预制管道模块,减少现场焊接工作,提高施工速度和质量。通过BIM和激光扫描技术,对已安装管道进行数字化复测,确保管道安装符合设计标准。

3 结束语

在高层建筑给排水施工中,通过优化供水系统,采用分区供水与变频技术可以提升水压稳定性。在排水系统方面,结合重力排水与虹吸排水可提升排水效率,采用低噪音管道降低噪声干扰。在消防给水中,应用高效增压稳压技术可确保供水稳定性。在智能化与节能施工方面,利用BIM和智能监测技术提升施工精度,可提高施工管理的精细化水平。

参考文献:

- [1] 王玉男.高层住宅建筑给排水系统施工技术要点分析[J].中国住宅设施,2024(08):150-152.
- [2] 王跃儒.关于高层建筑给排水施工技术要点的研究[J].四川建材,2024,50(07):216-218.
- [3] 李国浩.高层建筑给排水常见问题及解决方案[J].城市建设理论研究(电子版),2023(24):97-99.
- [4] 吕晓红.高层建筑给排水施工难点与解决方法分析[J].中国建筑金属结构,2023,22(05):76-78.
- [5] 杨海燕.建筑给排水施工技术及其注意事项探讨[J].佛山陶瓷,2023,33(02):106-108.
- [6] 章鲁佳.高层建筑工程给排水施工内容与技术要点分析[J].房地产世界,2022(08):93-95.
- [7] 蔡凯.高层建筑给排水工程施工技术[J].工程机械与维修,2021(02):114-115.