

高层建筑给排水系统优化设计与施工要点

马士玉

(山东省滕州市中润供水有限公司, 山东 滕州 277599)

摘要 随着城市化进程的加快, 高层和超高层建筑成为城市空间的主体, 给排水系统的复杂度和运行要求也明显提高。传统的给排水设计和施工模式不能满足当前建筑严格的规范要求, 系统优化是必然的趋势。本文对高层建筑给排水系统优化设计的原则、要点以及施工路径进行研究, 摒弃空洞的理论和孤立的案例, 从系统的整体逻辑出发, 把技术落实到具体的施工中。首先确定以安全为基础、高效为中心、经济为约束的原则, 从供水压力分区、排水通气效能、消防联动、智慧化管控等角度分析设计要点, 提出材料选择、工艺控制、BIM 技术融合、全过程质量监管等施工途径。创建技术逻辑链条, 为高层建筑给排水工程提供前瞻性且具有操作性的系统解决办法, 旨在对保证建筑整个生命周期的水务运作稳定可靠有所裨益。

关键词 高层建筑; 给排水系统; 优化设计; 施工管理; 压力分区

中图分类号: TU972

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.12.037

0 引言

高层建筑给排水系统是保证建筑功能正常运转、保证建筑安全、提高建筑品质的重要基础设施。由于竖向高度跨度大, 它存在着静水压力不均匀、排水气流波动大、火灾救援难等特有的问题, 这就决定了系统的结构设计要突破常规。当前建筑行业正向着精细化、绿色化、智能化方向发展, 给排水系统优化水平决定着建筑能耗、运维成本和应急能力。但是, 在实际的工程中, 一些项目存在着设计理念滞后、系统匹配度低、施工工艺粗糙等问题, 从而造成噪声、水压不稳定、管道渗漏、消防失效等隐患。因此, 对系统的运行机理进行分析, 建立优化的设计和施工体系已成为工程技术领域亟需解决的问题。

1 高层建筑给排水系统优化设计原则

1.1 安全性原则

安全性是高层建筑给排水设计的最低标准, 包含结构安全、水质安全、消防安全、应急避险等各方面。在竖向高压环境下, 管道和附件应有足够的承压、抗疲劳性能, 防止爆管造成水浸或者结构损坏, 这就需要设计阶段准确模拟管网压力分布, 保证系统在任何情况下都处在安全范围内。水质安全要严防二次污染, 改善水箱材质、管路走向和配置消毒装置, 创建全程纯净屏障, 在生活和消防用水共用时要建立严格的隔离措施。消防安全是生命线, 系统在火灾发生时立

即响应, 消火栓、喷淋系统布置要覆盖所有的防火分区并且没有死角, 还需考虑极端情况下备用电源和应急供水^[1]。抗震设计、防洪排涝能力也不能忽略, 管道连接要用柔性接口来适应主体变形, 地下室排水要备有冗余泵组防暴雨倒灌, 只有把安全理念贯穿到每一个环节中去, 才能构筑起一道坚不可摧的防线。

1.2 高效性原则

高效性原则在于依靠科学的架构和先进的技术来达到水资源利用最大化、能源消耗最小化的目的。供水系统要抛弃传统的高位水箱重力供水方式, 采用变频调速恒压供水技术, 根据实时用水量自动调节水泵的转速, 消除无效扬程, 采用分区分压的方式防止低区超压浪费。排水系统具有通畅性和自洁性, 改善立管管径、管件结构以及合理设置通气管道, 达到平衡管内气压的目的, 避免水封被破坏、气流噪声, 保证污水快速排出。雨水收集和中水回用系统集成起来可以起到重要的作用, 将屋面雨水和生活杂排水处理之后用于绿化、冲洗、冲厕等, 大大降低市政自来水的用量, 减轻城市管网的负担。系统高效运转还需依靠智能化监测, 利用高精度传感器持续收集数据并加以分析反馈, 进而自动调节参数并发出警报信号, 从而把被动保养变为主动管理, 保证系统一直处在最佳状况中。

1.3 经济性原则

经济性原则是以全生命周期成本为视角, 综合考虑初投资、运行费、维护费和残值来实现最佳的经济

作者简介: 马士玉 (1979-), 女, 本科, 工程师, 研究方向: 给排水工程。

效益。设计阶段不能由于过于保守而造成材料浪费,准确进行水力计算得到最合理的管径,保证流速符合要求,同时防止管径过大造成成本上升。空间布局的经济性在于合理的管线布置减小管井的尺寸,释放出宝贵的建筑面积。施工和运维阶段用预制装配式构件缩短工期、降低人工成本,利用大数据进行预测性维护防止出现突发性的修理费用。更重要的是,设计者要有长远的眼光,考虑能源价格的波动和新技术的更新,留有扩展接口和改造的空间,使系统具有良好的适应性,避免由于短期节约而造成长期功能僵化或者重复建设,真正实现“一次投资,长期受益”。

2 高层建筑给排水系统优化设计要点

2.1 科学合理的供水压力分区策略

高层建筑巨大的竖向高差使得静水压力成为主要矛盾,科学的压力分区是优化设计的第一步。分区策略要依照建筑高度、市政压力、器具额定压力以及水泵性能曲线综合计算,一般每十到十二层划分成一个独立的区域,保证各个分区最低点的压力不大于允许值,最高点的压力能够满足出水要求。分区内部优先采用减压阀组调节,比减压水箱占地面积小、无二次污染、调节灵活,但是需要设置旁通和备用阀组来应对故障。超高层建筑需要设置中间转输水箱,把垂直链路分成若干个独立的子系统,降低单台水泵扬程的要求,提高效率,增加冗余度,保证某一区段发生故障不会影响到整个系统,这是实现平稳高效运行的基础^[2]。

2.2 强化排水系统通气效能与水封保护

高层建筑排水立管长、落差大,容易产生剧烈的压力波动,不通风会破坏水封,影响居住健康,所以加强通气效果是关键。优化设计要推广使用特殊单立管或者双立管系统,利用特殊管件将水流引导成螺旋状下落,在立管中心形成稳定的空气柱来减小气流阻力。通气管道的布置应符合“高处引出、低处连通”的原则,顶端高出屋面加装风帽,底端与排水立管可靠连接,必要时设置环形通气管形成网络化的通气系统。在水封保护方面,除了严格控制存水弯深度之外,地漏选型应选择深水封或者机械密封产品,并设置补水装置防止干涸。底部几层排水由于受力最大,应单独排除或者加设防护。

2.3 构建智能联动的消防给水保障体系

高层建筑火灾扑救困难,要创建反应灵敏、供水可靠、智能联动的消防保障体系。系统设计采用双重水源、双动力、双重控制的冗余设计思想,市政供

水之外还需保证一定的消防水量,并且设置足够的消防水池,配备主备消防泵,实现自动切换。管网布置成环状以提高可靠性,重要节点装设检修阀和压力表。智能化是提高效率的重要手段,利用物联网技术把水位、压力和泵状态数据传送到控制中心,一旦出现异常或者报警,系统则会立刻启动并联动阀门,实现秒级响应。对于超高层建筑要设置中间转输泵和高位消防水箱,依靠重力和加压相结合的方式保证顶层和底层的水量水压充足,定期对系统进行自动化检测,保证系统完整,为人员疏散和火灾扑救争取时间。

2.4 深化智慧水务与全生命周期管理平台

高层建筑给排水系统已经发展成一个感知、传输、分析、决策的智慧水务生态系统。优化设计应该在前端大量安装智能水表、传感器和漏水检测探头,形成一个全覆盖的感知网络,把数据汇总到云端平台上。依靠大数据以及人工智能算法,平台可以对用水规律进行深入学习,从而预估出高峰时段的用水量,并且对水泵的操作策略加以调整,达成按需供水和节能降耗的目的,而且还能找出管道老化及渗漏的早期迹象,发出警报并给出维修建议,促使运维由“事后抢修”转向“事前预防”。全生命周期管理平台冲破信息壁垒,让BIM模型同运行数据深度结合,管理人员借助三维界面得知管网状况,加快应急处理速率。平台还需具有开放接口,同楼宇自控和智慧城市平台对接,共享资源、协同联动,实现数字化、网络化、智能化升级^[3]。

3 高层建筑给排水系统优化施工有效路径

3.1 严控高性能管材选型与进场验收

管材和配件的质量是决定高层建筑给排水系统使用寿命和安全性能的物理基础,施工过程中必须制定严格的选型标准和进场验收制度,从源头上杜绝不合格材料进入工地。选型时要根据设计要求和系统工况,优先选用耐腐蚀、耐高压、内壁光滑、环保性能好的管材,生活给水管宜用不锈钢管或优质PPR管,消防管宜用内外涂塑钢管,排水管宜用高密度聚乙烯(HDPE)静音管,保证材料性能与系统需求相匹配。

进场验收环节要实行“三证齐全、外观检查、抽样复检”这一标准程序,查验产品的质量合格证、检测报告和出厂证明,仔细查看管材表面有无裂纹、凹陷、色泽不均等缺陷,按照规范的比例截取样品送到具备资质的第三方检测机构做物理力学性能和卫生指标的检测,只有各项指标都达到国家标准和设计要才能入库使用。施工现场应建立完善材料存储保管制度,

分类堆放, 防晒、防雨、防潮, 防止材料存放期间发生变形、性能退化, 精密阀门和仪表更要设专用库房专人管理, 保证每颗螺丝、每一个垫片都能经受住时间的考验, 为百年工程打下坚实的物质基础。

3.2 推行标准化预制装配与精细化安装工艺

传统的现场切割焊接施工方式效率低、质量不稳定、会产生大量的建筑垃圾, 推行标准化预制装配和精细化安装工艺是提高高层建筑给排水施工质量的根本方法。施工前要利用 BIM 技术做详细的管线综合排布和碰撞检测, 生成准确的三维加工图, 将管道在工厂或者现场预制加工区定尺切割、坡口处理、法兰焊接、支吊架组装, 形成标准化的模块单元, 然后运送到作业面进行整体吊装和连接, 该种“像造汽车一样造房子”的方式大大减少了高空作业量和现场动火作业, 提高了施工精度和速度^[4]。

安装时必须严格按照工艺标准执行, 螺纹连接要保证丝扣完整、填料均匀, 沟槽连接要保证卡箍紧固到位、橡胶圈无扭曲, 热熔连接要精确控制加热时间和插入深度, 严禁虚焊、过焊。支吊架设置要进行力学计算, 间距合理、固定牢固, 在穿越沉降缝、伸缩缝处必须按设计要求安装柔性补偿装置, 以适应建筑结构的变形。每道工序结束后均要进行自检、互检和专检, 形成完整的质量追溯记录, 保证管道横平竖直、标识清楚、接口严密, 用工匠精神铸造出高品质的安装工程。

3.3 深度融合 BIM 技术赋能全过程施工管理

建筑信息模型 (BIM) 技术已经不再只是辅助工具, 而是高层建筑给排水施工全过程中的核心驱动力。深度融合 BIM 技术可以实现施工管理的可视化、协同化、智能化。在施工准备阶段用 BIM 模型做虚拟预演, 提前发现并解决管线碰撞、净高不够、预留孔洞偏移等问题, 优化施工方案和工序安排, 防止返工浪费。施工实施阶段用移动端设备把 BIM 模型和现场实况实时对比, 指导工人准确找到管道走向和标高, 保证安装误差在毫米级以内, 依靠模型关联施工进度、材料信息、质量数据, 实现施工过程的动态监控和精细化管理。对复杂的节点如泵房、管井等制作详细的三维交底视频, 直观地反映安装的细节和技术要求, 降低沟通成本, 提高作业人员技术的理解程度。调试与验收环节可以将 BIM 模型当作数字化交付成果, 将设备参数、维护手册以及操作指南等全部纳入其中, 给后期的运维管理提供丰富的数据支撑, 推动施工管理由“蓝图施工”

向“数字建造”迈进, 大幅提升了施工管理的科技含量和总体成效。

3.4 实施全方位压力测试与系统性调试验收

压力测试和系统调试是检验高层建筑给排水施工质量及功能的最后一道关卡, 必须做全方位、多层次的测试和验收工作, 保证系统交付即合格。水压试验要按照规范要求分段、分区进行, 逐步升压到试验压力并保持规定时间, 仔细观察压力表读数的变化以及管道接口、配件处是否有渗漏、变形的现象, 隐蔽工程必须在覆土或者封闭之前完成试压并签署验收文件, 严禁带病隐蔽。排水系统应做通球试验和灌水试验, 检验管道的畅通程度及接口的密封情况, 保证无堵塞、无渗漏, 对卫生器具做满水试验, 检测溢流功能及排水速度^[5]。系统联动调试是验收的关键环节, 要模拟各种运行工况, 测试水泵启停、阀门开关、液位控制、报警联动等功能是否正常, 尤其是消防系统, 必须进行实地喷水试验, 检验最不利点的压力和流量是否符合设计要求, 保证火灾时能够及时响应。

4 结束语

高层建筑给排水系统优化设计及施工属于综合性、实践性和艺术性并存的系统工程, 直接关系到城市运转和居民生活。本文根据安全性、高效性、经济性原则来建立逻辑框架, 分析压力分区、通气效能、消防联动、智慧水务的设计要点, 提出材料控制、预制装配、BIM 融合、系统调试施工路径。这些措施互相联系, 要在设计、施工、运维阶段分别做好前瞻规划、细致落实、智能控制, 才能得到最佳的方案。面对未来建筑技术革新与用户需求多样化的情况, 从业者的视野要宽广, 创新意识要强, 努力探究新材料、新工艺、新技术的运用, 推动给排水行业向前发展, 为城市人居环境做出贡献。

参考文献:

- [1] 王德龙. 新型复合管材在高层建筑给排水系统中的应用研究 [J]. 居舍, 2025(25):60-62.
- [2] 方立忠. 高层建筑给排水系统消防联动设计与运行研究 [J]. 消防界(电子版), 2025, 11(15):58-60.
- [3] 程冰如. 超高层住宅建筑给排水系统同层水力性能研究 [J]. 城市开发, 2025(15):138-140.
- [4] 方洪伟. 超高层建筑给排水系统精细化设计 [J]. 工程建设与设计, 2025(13):72-74.
- [5] 唐颖. 关于高层建筑给排水系统及消防系统的设置探讨 [J]. 给水排水, 2025, 61(S1):444-448.