

既有建筑的给排水系统改造探讨

耿 梅

中国二十冶集团有限公司 上海 201900

【摘要】：目前有关城市发展的论述已把“存量优化”作为城市进程的重点，更新是时代要求的核心内容。给排水系统在既有建筑改造中占有重要地位，对建筑本身、居民乃至城市都具有意义。文章以给排水系统为着手点，就改造所遇问题作归纳性总结（即管道老化、设计不当、消防供水不够、合规隐患或设备失效）。清晰地阐述了各问题的成因与影响，针对诊断、设计、技术及数字化方法提出解决方案，通过安全、节水、智能的途径实现长期可持续发展目标。

【关键词】：城市更新；既有建筑改造；给排水系统；管道老化；数字化

DOI:10.12417/2705-0998.26.13.016

前言

城市更新应作为改善城市结构及品质、完善功能的基本思路。就“双碳”与高质量发展而言，改造旧建筑而不是大拆大建已被认可^[1]。我国现有城镇建筑存量达到600多亿平方米，其中多数是近三十年所建（即上个世纪末或本世纪初），此时给排水系统正面临较多问题与改造需求。给排水属于建筑内部的生命线，和用水、环境、防火、能耗都有关联，可是在实际操作中这类设施易被忽略（隐蔽强、费用多），隐患因而产生。

1 既有建筑给排水系统改造的常见问题分析

1.1 管材老化锈蚀与结构隐患

过去所用的镀锌钢管及铸铁类传统管材在早期建筑中是常见材料，但经过较长时间使用之后往往有种种重大缺陷：镀锌钢管因电化学作用而生锈，内壁锈蚀、结垢使通水断面变小、输水效率低、耗能多，锈水本身即为水质隐患，外壁锈蚀又可造成渗漏、结构损伤^[2]；铸铁排水管所用的承插接口油麻丝一类填料容易干裂老化，接口因而不严、渗漏较多，管体表面粗糙易积垢、抗腐性能弱，在湿气中锈蚀穿孔的可能性很高。支架若锈蚀失灵，管道就易出现变形、应力集中；穿墙或穿楼板处缺少套管亦非良策，不能保证固定与防水、防火的完整性。

上述问题导致：跑冒滴漏所导致的浪费对水是一种损失，有时也会造成邻居之间矛盾；暗埋管道如漏而未察，长时期潮湿会使混凝土中钢筋生锈、建筑整体失稳，安全性因而大为降低；水质“二次污染”危险较重。

1.2 系统设计先天缺陷与功能适配性不足

旧的设计标准、理念与当下需求存在明显代差，导致系统存在“先天不足”：

给水系统中，早期高层建筑分区数少，竖向分区不合理，压力过高且未设减压措施，导致用水点水压过大、器具易损，低区管网承压爆管风险高^[1]；用水器具多为非节水型，节水设计缺失；热水系统无循环支管较多，使用前需放掉大量冷水，造成水资源与热能双重浪费^[4]。

排水系统中，缺少环形通气管或专用通气管，通气系统不完善，层数多或布局复杂的建筑，排水立管容易因负荷大破坏水封，导致臭气窜入室内^[3]；老旧小区雨污管道合流或混接，导致污水进入雨水系统污染河道；建筑功能改变后卫生器具数量或负荷增加，原有管径排水能力不足，易堵塞。

1.3 消防供水能力不足与合规性风险

消防系统是建筑安全的生命防线，然而既有建筑消防系统隐患最为突出。

消防水源与压力不足：消防水泵老旧，导致供水压、水量不达标；屋顶消防水箱维护不当，导致冻损、容积不足等；消防水池有效容积，较现有规范偏小^[2]。

消防管网与设施老化：所用消防管道的内壁已高度锈蚀，通水性能明显变差；喷头种类或安装距离未按现行喷淋标准；消火栓箱中的零件多为老残损、阀锈塞。

消防系统设计缺陷：旧式建筑往往没有安装自动喷水灭火系统或系统不够完善（如缺末端试水部件、所用压力开关不对）；消防泵的控制柜年久失修，不能做自动巡检或双电源转换。

合规性风险：现在对消防的审查和验收已开始变得严格，各地方也都制定了有关装修改造的消防规定，凡与现行强制性标准不符的缺陷很可能是验收失败的原因，风险极大。

1.4 关键设备效能衰退与能效低下

加压供水设备：早期多使用工频泵+高位水箱或气压罐供水方式，能耗高、调节能力差、水质二次污染风险大，水泵本身效率低下已属淘汰产品。

热水设备：集中热水系统的锅炉或热交换器效率低下，管网保温破损严重，热损失巨大^[4]。

排水提升设备：地下室集水坑排污泵多为启停控制，可靠性差、易堵塞烧毁且臭气外溢。

计量设施：水表普遍老化计量不准，且多为传统机械表，无法实现数据远程采集与分析，不利于节水管理与漏损控制。

2 给排水系统改造的综合设计策略

面对这些问题，改造设计绝非简单修补，而是要进行系统重构，需始终秉持“安全为本、功能优先、绿色智慧、经济可行”的原则。

2.1 全面的前期诊断与评估

结合原始图纸核查、现场踏勘、仪器检测（管道内窥镜、压力流量测试、漏水探测等）多元手段，对现有系统开展全方位评估，形成详尽的“系统体检报告”，作为改造设计的初始依据。

2.2 管道系统全面更新与选材优化

生活给水管以薄壁不锈钢管、刚塑复合管或塑料管 PP-R、PE 管为佳（卫生、耐用、节能）；排水管宜用 UPVC 静音管、HDPE 管或机制铸铁排水管（柔韧不蚀、流体噪声低）；消防管道按需要选热镀锌钢管、钢丝网骨架复合管或不锈钢管，同时做好防腐设计。应把卡压、卡箍及热熔这类机械/物理方法用于连接，避免螺纹、焊接，由此提高施工质量与安全性。安装上要先考虑管道井明装或吊顶中敷设，这样检修方便、后期维护省事；如为暗敷，重要部位应有可开启的检修口。

表 1 不同材质给水管对比表

管材类型	PPR 给水管	PE100 给水管	钢塑复合管	304/316 薄壁不锈钢管
优点	无毒卫生，热熔连接密封性好，性价比	韧性佳，抗地基沉降，耐腐蚀，重量轻	刚性强，抗高压，兼顾金属强度与塑料卫生性	卫生极优，耐腐蚀耐用，耐高温高压
缺点	怕晒易老化，低温环境抗冲击性一般	仅适用于冷水，刚性差，明装易变形	重量大，施工烦琐，接口易腐蚀	成本高，施工需专用工具
成本等级	中等	中低	中高	高
适用场景	家装冷热水、室内给水	市政埋地、小区外网	高层给水、消防、老旧改造	直饮水、高端家装、医院
使用寿命	50 年	50 年	30~50 年	70~100 年

2.3 供水系统优化设计与节水增效

优化供水分区，调节用水点压力：根据改造建筑的新功能及改造区域，重新进行竖向供水分区，优先选用变频供水设备和减压阀组合，通过压力调节，实现节能节水；楼层分区低层设置支管减压阀，保证舒适的用水点压力（0.12-0.20MPa^[1]）。

构建热水全循环系统，更换节水型卫生器具：老旧建筑热水管网不循环管段偏多，造成不好的用户体验及浪费，根据现场勘测情况，可将生活热水系统设计成全循环或立管循环，用水点支管也可增设自控调电伴热保温，实现“即开即热”；卫生间等用水点的改造，优先将卫生器具改为感应式、延时自闭式等节水器具，既满足节水需求，也安全卫生。

非传统水源利用：从项目的实际情况出发，对非传统水源做适当、合理的利用（例如雨水或中水）。雨水回收系统处理后的雨水可用于浇灌、洗路一类的非饮用目的，屋面或地面的雨水可被收集起来作为水源，亦可接入已有的雨水管网，处理之后即成可用资源；有关中水的利用是把污水加以处理，有些工业点有大量质量好的废水，经过适当净化即能作冲刷、设备补水之用，显然有助于节约城市供水与自来水的用量。

2.4 消防系统合规性提升与能力强化

系统复核与升级：依据现行消防规范及既有建筑改造标准，重新核算消防水源、水量、水压，对不满足要求的消防水池、水箱进行扩容改造，也可在室外增设一体化消防泵站以满足要求；对于文物或优秀历史建筑等，现状无法达标且无相关消防规范佐证时，需组织专家开展消防专项评审并按方案改造。

管网及设施更新改造要求：所涉及的改造项目中，消防管网做完检查之后应将所有不合格管道予以替换，替换完毕要按规程做冲洗和试压处理；室内各类消防装置（消火栓、喷淋头、报警阀）都要更新，对建筑现有布置作分析，看是否有必要增建或移动相关设施的位置；把消防泵以及其控制柜加以改进，使自动巡检、双电源控制得到实际运用。

消防系统智能化管理：以智能传感设备为手段，实时、可靠地采集消防管网压力、消防水池及水箱水位、阀门启闭状态、水泵运行参数、报警装置工作状态诸种数据，再统一上传到楼宇消防物联网平台，由此让平台充分发挥数据分析功能，对设备运行状态做动态可视化监控，及时主动预警异常数据，快速准确地定位故障，也便于查询历史数据，因而切实提高消防设施管理的效率和可靠性。

2.5 设备设施智能化与绿色化更新

智慧集成供水泵房：绝大多数既有建筑中的供水设施及水箱都有改造的客观需要，但是多数存在空间不足、无条件新增设备，因此一体化智慧集成供水泵房是对此类问题极好的解决方案。一体化智慧集成泵房内置变频加压泵、水消毒设备、水

质监测系统、门禁安防系统、视频监控系统、数据远传系统，且采用物联网技术实现远程监控、自动控制，故能做到无人值守、精细管理、主动预警，真正保证供水安全，也大大提高了运维效率及水质保障水平。

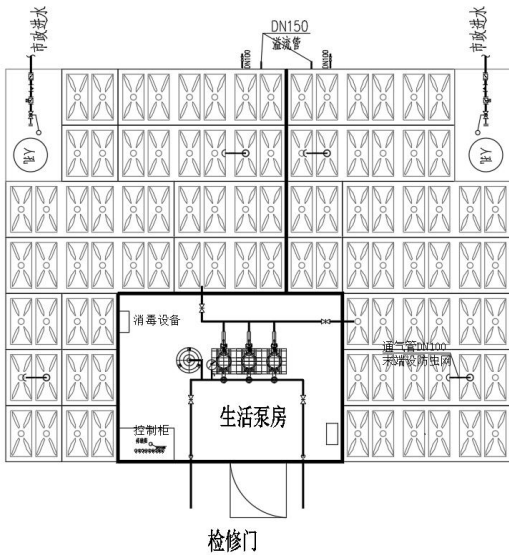


图 1 一体化生活泵站平面图

绿色、高效热水设备：太阳能热水设备、空气源热泵、冷凝锅炉都是目前比较常见、成熟可靠的高能效热源，又都具备热效率高、碳排放低的特点，因此很自然地符合绿色建筑的要求，而配套热水系统又采用智能控制方式，分析用户用水规律，用分时控制、自动调节的方式优化能耗。

成套排水提升设备：由于地下室污水排放推广了一体化密闭式提升设备，该设备有自备的切割装置能很好地处理固体废物，又配有反冲洗装置以防堵塞、除臭气，故很适合于各种商业及住宅地下空间，也自然有利于改善卫生条件、方便日常使用。

参考文献：

- [1] GB 50015-2019,建筑给水排水设计标准[S].
- [2] GB 50974-2014,消防给水及消火栓系统技术规范[S].
- [3] 王增长,等.建筑给水排水工程[M].北京：中国建筑工业出版社,2016.
- [4] 赵锂,等.既有建筑给排水系统改造与节水节能技术[J].给水排水,2020,56(S1):45-50.
- [5] 中华人民共和国住房和城乡建设部.关于在实施城市更新行动中防止大拆大建问题的通知[Z].2021.
- [6] 张森,陈永青.基于 BIM 技术的既有建筑机电改造管线综合应用研究[J].土木工程信息技术,2019,11(3):110-115.

用。

智能化计量系统：用更换智能远传水表的方法建立计量分区漏损控制系统，以实时数据采集、水平衡分析、夜间最小流量监测等诸种手段相结合的方式准确、可靠地查找漏损点，及时修复暗漏，因而能切实减少水损，提高管网管理的智能化水平。

3 数字化技术在城市更新给排水改造中的应用

老旧小区改造中管线混乱，BIM 与 GIS 技术对管线改造有十分有力的支撑作用：设计阶段用 BIM 技术做碰撞检查，即可及时、可靠地发现新旧管线及各专业管线的冲突问题，因此返工率大大降低^[6]。更重要的是，三维可视化图纸能直接指导施工人员准确安装，最终形成“竣工数字资产”，也由此为今后运维管理提供精确的数据模型。

在片区级管网更新中，可以整合改造后的地下给排水管网数据，上传至城市 GIS 平台，构建水力模型对管网运行状态进行模拟分析，为区域防汛排涝、爆管应急抢修等场景提供科学决策依据。

4 结论与展望

既有建筑改造中给排水系统与安全、节能、环保诸种要求高度相关，又属于复杂、精细的系统工程，因此设计者宜先做全面诊断、系统规划，把绿色建筑、健康建筑、智慧城市诸种理念自然、妥帖地融合在一起，从“达标”转向“提质”。更难得的是，AI 漏损预警、水力模型优化等新材料、新设备、新技术的应用，已经让既有建筑给排水系统真正向安全、节能、智慧的方向升级，也因而为城市可持续发展筑牢最可靠的生命线根基。故而设计者宜主动探索与前瞻设计相融合的方法，杜绝“简单替换”。