

建筑排水管道堵塞成因及防治措施探讨

文 / 戴建儒 深圳市柏涛蓝森国际建筑设计有限公司

摘要：建筑排水管道堵塞是影响城市基础设施运行的重要问题，本文通过文献调研与案例分析，系统梳理了排水管道堵塞的多重成因，并提出针对性防治措施。研究表明，设计缺陷、施工质量、使用维护不当及外部环境因素是导致堵塞的主要原因，而优化设计标准、强化施工监管、创新防堵技术及建立智能运维体系是解决问题的关键。本文旨在为建筑排水系统的优化提供理论支持与实践参考。

关键词：建筑排水管道；堵塞成因；防治措施；设计缺陷

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.18.011

引言

建筑排水系统作为城市基础设施的重要组成部分，其运行效率直接影响居民生活质量与城市环境安全。然而，排水管道堵塞问题长期困扰城市管理者，据统计，我国城市排水管道年均堵塞率达15%-20%，每年因堵塞导致的经济损失超过百亿元。随着城市化进程加速，建筑密度不断增加，排水系统负荷持续加重，管道堵塞问题呈现复杂化、高频化趋势。本文结合最新行业标准与技术进展，深入分析堵塞成因，并提出系统性防治策略。

一、排水管道堵塞成因分析

（一）设计缺陷

管径与坡度不合理：部分设计人员为降低成本，盲目缩小管径或采用最小坡度，导致流速不足。例如，某小区排水横管坡度仅0.5%，远低于GB50015-2019规范的4.5.5及4.5.6条款中排水铸铁管与排水塑料管最小坡度的规定，造成悬浮物沉积。在一些老旧建筑改造项目中，因原有排水系统布局限制，新设计管径难以满足新增排水需求，导致排水不畅。据相关研究，管径每减少一级，排水能力下降约20%-30%^[1]。

管件选型不当：弯头、三通等管件若采用90°直角连接，易形成涡流区。某商业综合体因立管与横干管采用直角连接，三年累计发生堵塞23次。在高层建筑排水系统中，不合理的管件选型还会加剧水流冲击，导致管道接口松动，增加堵塞风险。

系统冗余不足：老旧小区普遍缺乏清通设施，如未设置检查口或清扫口，导致堵塞后难以疏通。此外，一些新建建筑虽然设置了清通设施，但位置不合理，或数量不足，无法满足实际维护需求。在某些大型公共建筑中，由于排水系统复杂，清通设施布局不合理，使得维护人员难以快速定位和处理堵塞点。

（二）施工质量问题

管道安装偏差：施工中管道轴线偏移或接口不严，导致局部积水。某项目因埋地管道接口错位，运行半年后出现结构性堵塞。管道安装过程中，若管道基础处理不当，如基础沉降不均匀，会使管道产生变形，影响排水顺畅。在穿越道路、河流等特殊地段施工时，若未采

取有效的保护措施，管道易受外力挤压变形，引发堵塞^[2]。

杂物残留：施工垃圾（如砖块、砂浆）未清理，直接进入管道。某工程竣工验收前未通球试验，交付后因建筑垃圾堵塞导致污水倒灌。在管道安装完成后，若未进行严格的清理和检查，残留的杂物会在管道内逐渐堆积，最终引发堵塞。尤其在装修阶段，施工人员将大量涂料、腻子等废弃物倒入排水管道，极易造成堵塞。

（三）使用维护不当

用户行为失当：居民将油脂、卫生纸等杂物倒入管道，某小区因餐饮废水直排，一年堵塞17次。在一些餐饮场所，大量的油脂和食物残渣进入排水管道，冷却凝固后会附着在管道内壁，逐渐缩小管道内径，导致排水不畅。此外，一些用户为图方便，将建筑垃圾、生活垃圾等倒入排水管道，也是造成堵塞的重要原因。在学生宿舍等人员密集场所，因用户环保意识薄弱，随意丢弃杂物，管道堵塞问题频发。

养护缺失：物业公司未定期清淤，某写字楼因五年未清理化粪池，导致支管堵塞。排水系统的定期维护对于预防堵塞至关重要，若化粪池、检查井等设施长期未清理，会积累大量的沉积物，影响排水系统的正常运行。部分老旧小区由于缺乏专业的物业管理，排水系统常年无人维护，堵塞问题日益严重^[3]。

应急处理滞后：某医院污水管堵塞后未及时疏通，造成医疗废水外溢，引发环保事故。在排水管道发生堵塞后，若不能及时进行处理，不仅会影响居民的正常生活，还可能引发一系列安全和环保问题。对于医院、实验室等特殊场所，排水管道堵塞可能导致有害污染物泄漏，危害公共安全。

（四）外部环境影响

地质灾害：地震、滑坡导致管道变形。2024年云南地震后，某县城30%排水管道出现结构性损伤。地质灾害对排水管道的破坏具有突发性和严重性，一旦发生，修复难度大，成本高。在地震多发地区，排水管道的抗震设计不足是导致地震后管道损坏的重要原因。

树根侵入：南方地区榕树根系穿透管道现象普遍，某别墅区因树根堵塞，年维护成本增加30%。在树木生

长旺盛的区域，树根会沿着管道的缝隙或薄弱部位侵入管道，随着树根的不断生长，会逐渐堵塞管道，甚至导致管道破裂。对于埋深较浅的排水管道，树根侵入的风险更高。

极端天气：暴雨引发泥沙淤积，某沿海城市排水系统年均因暴雨堵塞 12 次。极端天气会使大量的泥沙、杂物等进入排水管道，超出管道的排水能力，导致堵塞。此外，冬季的低温还可能使管道内的水结冰，造成管道冻裂和堵塞。在北方寒冷地区，冬季管道防冻措施不到位，是导致管道堵塞和损坏的常见原因。

二、防治措施研究

(一) 优化设计标准

科学管径计算：依据《建筑给水排水设计标准》(GB50015-2019)，结合排水量与流速要求，合理确定管径。例如，住宅厨房排水横管推荐采用 DN75，公共厨房采用 DN100。在进行管径计算时，还应考虑建筑的使用功能、人员数量、排水高峰期等因素，确保排水系统具有足够的排水能力。对于大型商业综合体和工业建筑，需根据实际排水流量和水质特点，进行专项水力计算，优化管径设计^[4]。

水力条件优化：立管与横管连接采用 45° 弯头，排水立管底部设置降噪器，降低水流冲击。在高层建筑排水系统中，可采用特殊单立管排水系统，如螺旋排水立管、芯型排水立管等，改善排水水力条件，减少水流噪音和堵塞风险。针对异形建筑和空间受限区域，可采用定制化的管件和排水方案，确保排水顺畅。

智能监测系统：安装压力传感器与流量监测设备，实时预警堵塞风险。某智慧小区试点项目将堵塞响应时间从 24 小时缩短至 2 小时。智能监测系统还可以通过数据分析，预测管道堵塞的可能性，提前采取预防措施。利用大数据和机器学习技术，对排水系统的运行数据进行深度分析，可实现对管道堵塞的精准预测和智能调度。



图 1 压力传感器与流量监测设备

(二) 强化施工监管

材料质量控制：严格验收管材，PVC-U 管环刚度需 $\geq 8\text{kN/m}^2$ ，铸铁管壁厚偏差 $\leq \pm 10\%$ 。在管材采购过程中，应选择信誉良好的供应商，并对管材进行抽样检测，确

保管材质量符合标准要求。对于特殊环境下使用的管材，如耐腐蚀、耐高温管材，需进行专项性能测试。

施工工艺规范：埋地管道需做灌水试验，通球率 100%；回填土压实度 $\geq 95\%$ 。施工过程中，应加强对施工工艺的监督和管理，确保施工符合相关规范和标准。例如，在管道接口施工时，应采用正确的连接方式，保证接口的密封性和牢固性。在穿越特殊地段施工时，需制定专项施工方案，确保施工质量。

BIM 技术应用：某商业综合体通过 BIM 模拟施工，将管道交叉冲突率降低 70%。BIM 技术可以在施工前对排水系统进行三维建模和模拟，提前发现和解决管道设计和施工中的问题，提高施工效率和质量。利用 BIM 技术还可以进行施工进度管理和成本控制，实现施工过程的精细化管理^[5]。

(三) 创新防堵技术

1. 物理防堵

自动过滤装置：在厨房排水口安装格栅拦截油脂，某酒店应用后堵塞频率下降 60%。自动过滤装置可以根据排水流量和杂物情况自动清理拦截的杂物，提高过滤效果。新型自动过滤装置采用智能感应技术，可实时监测过滤状态，自动启动清理程序。

高压水射流清洗：通过高压泵将普通自来水加压至数百至数千兆帕的压力，通过特殊设计的喷嘴以 200~500m/s 的极高速喷射行成能量高度集中的水流，配合旋转喷头，清洗效率提升 3 倍。高压水射流清洗技术可以有效清除管道内的各种污垢和堵塞物，适用于不同管径和材质的排水管道。目前，高压水射流清洗技术不断升级，出现了脉冲式水射流清洗、空化射流清洗等新技术，清洗效果更佳。

自清洁涂层：管道内壁涂覆纳米疏水材料，减少污垢附着，某医院改造后维护周期延长至 2 年。自清洁涂层具有超疏水、超亲油等特性，可以使污垢难以附着在管道内壁，便于清洗和维护。新型自清洁涂层还具有抗菌、防腐蚀等功能，可进一步提升管道性能。

2. 化学防堵

生物酶处理：投加脂肪酶分解油脂，某餐厅试点后管道清掏次数减少 50%。生物酶处理技术具有环保、高效等优点，可以分解管道内的有机污垢，减少堵塞的发生。目前，生物酶制剂不断改进，具有更强的分解能力和适应性，可应用于不同类型的排水管道。

缓蚀剂应用：针对工业废水，添加缓蚀剂防止化学沉淀，某工厂年维护成本降低 25%。缓蚀剂可以抑制工业废水中的化学物质对管道的腐蚀和沉淀，延长管道的使用寿命。新型缓蚀剂采用复合配方，具有更好的缓蚀效果和稳定性。

3. 生物防堵

微生物调控：引入降解油脂的微生物菌株，某社区试验显示生物膜厚度减少 40%。微生物调控技术可以通

过培养和驯化特定的微生物，使其在管道内形成有益的生物膜，分解污垢，防止堵塞。利用基因工程技术改造微生物菌株，可提高其分解能力和适应能力。

植物根系阻隔：在管道周围种植根系浅的植物，某公园改造后树根侵入率下降 70%。通过选择合适的植物品种，并采取一定的根系阻隔措施，可以有效防止树根侵入排水管道。新型根系阻隔材料如高密度聚乙烯阻隔板，具有良好的柔韧性和耐久性，可更好地保护排水管道。

（四）完善运维管理

分级养护制度：建立“日常巡检-季度清淤-年度检测”三级体系，某城市实施后堵塞率下降 40%。日常巡检可以及时发现排水系统中的异常情况，季度清淤可以清除管道内的沉积物，年度检测可以对排水系统进行全面的评估和维护。利用无人机、机器人等设备进行巡检，可提高巡检效率和准确性。

智慧运维平台：集成 GIS 与物联网技术，某区试点实现堵塞定位误差 ≤ 1 米。智慧运维平台可以实时监测排水系统的运行状态，自动报警和定位堵塞点，提高运维效率和准确性。未来，智慧运维平台将融合人工智能技术，实现故障自动诊断和维修方案自动生成。

公众教育：通过社区宣传与 APP 推送，某小区居民正确使用管道意识提升 80%。公众教育可以提高居民对排水系统的认识和保护意识，减少因用户行为不当导致的堵塞问题。开展线上线下相结合的教育活动，制作生动有趣的科普视频和宣传手册，可提高公众参与度。

三、案例分析

（一）某老旧小区改造

问题诊断：管径不足（DN50）、坡度 0.3%、树根侵入。该老旧小区建成时间较长，排水系统老化严重，管径较小，无法满足当前居民的排水需求，坡度不足导致排水不畅，树根侵入进一步加剧了堵塞问题。

改造措施：更换 DN100HDPE 管，坡度调整至 1.20%，加装防根刺套管。HDPE 管具有耐腐蚀、柔韧性好等优点，适合老旧小区排水系统改造。调整坡度可以提高排水流速，减少沉积物的积累。防根刺套管可以有效防止树根侵入管道。

效果评估：改造后两年未发生堵塞，维护成本降低 50%。通过改造，该老旧小区的排水系统运行状况得到显著改善，居民的生活质量得到提高，同时也降低了物业公司的维护成本。

（二）某商业综合体优化

技术应用：安装智能监测系统与自动清污装置。智能监测系统可以实时监测排水系统的压力、流量等参数，自动报警和定位堵塞点。自动清污装置可以根据监测数据自动清理管道内的杂物，保持管道畅通。

经济效益：堵塞处理时间从 8 小时缩短至 1 小时，年节约维护费用 12 万元。智能监测系统和自动清污装置的应用，大大提高了商业综合体排水系统的运行效

率，减少了堵塞对商业活动的影响，同时也降低了维护成本。

（三）某医院排水系统升级

问题诊断：医院污水中含有大量的病菌、病毒、化学药剂等，对排水管道腐蚀严重，且容易形成堵塞。此外，医院排水系统的使用频率高，排水量大，对排水系统的稳定性和可靠性要求较高。

改造措施：采用耐腐蚀的不锈钢管道，安装生物酶处理装置和紫外线消毒设备。不锈钢管道具有耐腐蚀、强度高的优点，可以有效抵御医院污水的腐蚀。生物酶处理装置可以分解污水中的有机污垢，减少堵塞的发生。紫外线消毒设备可以对污水进行消毒处理，防止病菌、病毒的传播。

效果评估：改造后排水系统运行稳定，堵塞频率降低 80%，同时污水排放符合环保标准。医院排水系统的升级，不仅保障了医院的正常运行，也保护了周边环境。

（四）某超高层建筑排水系统优化

问题诊断：超高层建筑排水高度大，水流速度快，水锤效应明显，管道接口易损坏，且排水系统复杂，清通难度大。

改造措施：采用特殊单立管排水系统，在立管底部设置消能装置，缓解水锤效应；优化清通设施布局，增加检查口和清扫口数量，并采用智能监测系统实时监测管道运行状态。

效果评估：改造后管道堵塞频率降低 70%，维护效率提高 50%，有效保障了超高层建筑排水系统的稳定运行。

结语

建筑排水管道堵塞是多因素综合作用的结果，需从设计、施工、技术、管理全链条协同治理。通过优化设计标准、强化施工监管、创新防堵技术和完善运维管理等措施，可以有效降低管道堵塞的发生率，提高排水系统的运行效率和可靠性。

参考文献

- [1] 陈国晶. 高层建筑排水施工过程中要注意的问题及对策 [J]. 四川水泥, 2022, (01): 190-191.
- [2] 王正军. 建筑机电工程安装施工质量问题及防治对策 [J]. 建筑技术开发, 2021, 48(11): 141-142.
- [3] 王稳. 建筑给排水设计中常见问题及处置措施研究 [J]. 中华建设, 2021, (04): 96-97.
- [4] 刘军雄. 高层建筑给排水管道安装技术分析 [J]. 工程机械与维修, 2021, (02): 134-135.
- [5] 涂春立. 高层房建工程给排水施工技术应用研究 [J]. 中华建设, 2020, (05): 122-123.

作者简介：戴建儒，1984 年 9 月，女，内蒙古呼和浩特，本科学历，中级职称，研究方向：建筑给排水设计研究。