

市政工程给排水设计常见问题与优化策略研究

刘劲松

湖北省清江路桥建筑有限公司 湖北 宜昌 443000

摘要：市政工程给排水设计常面临管网布局不合理、雨污分流不彻底、设计参数偏差及施工材料质量不达标等问题，导致排水不畅、内涝频发及资源浪费。优化策略包括：应用BIM技术进行三维管网建模与碰撞检测，推广智能监测设备实时反馈流量数据；采用HDPE管等绿色材料，强化材料进场验收；建立全生命周期成本管理体系，完善多部门协同规划机制，以提升系统可靠性并推动城市可持续发展。

关键词：市政工程；给排水设计；常见问题；优化策略

引言：市政工程给排水设计是保障城市运行安全与水资源高效利用的关键环节。然而，当前设计中普遍存在管网布局与地形适配性差、雨污分流体制选择不当、施工材料质量失控及极端气候下防涝能力不足等问题，导致内涝频发、水质污染和资源浪费。本研究立足城市可持续发展需求，通过剖析设计规范执行偏差、施工管控漏洞及运维机制缺陷，针对性提出智能监测技术、全周期成本管理、多部门协同规划等优化策略，为提升给排水系统韧性提供科学依据。

1 市政给排水设计理论基础

1.1 设计规范与标准解析

(1) 国家标准（如《室外排水设计规范》GB50014-2021）核心要求聚焦安全性与功能性，明确暴雨强度计算需采用当地近30年降雨资料，雨水管渠设计重现期按区域重要性分档（如一般地区1-3年、重要地区3-5年）；污水管网需满足水力流速要求（最小流速0.6m/s防淤积，最大流速4m/s防冲刷），同时强制要求雨污分流制，特殊地区需设置截流式合流制时，截流倍数需结合污染控制目标确定。(2) 地方性法规因气候、地理差异呈现差异化影响，如北方严寒地区法规要求给水管网埋深需低于土壤冰冻线（如哈尔滨地区埋深不小于2.0m），并增设管道保温层；南方多雨地区（如广州、深圳）则提高雨水管渠设计重现期至5-10年，部分沿海城市还需考虑台风、风暴潮影响，要求排水出口设置防倒灌设施。

1.2 水力计算模型与参数选择

(1) 雨水径流模型（如SWMM）需合理选取核心参数，包括透水地面与不透水地面比例（按城市用地性质确定，如居住区不透水率60%-80%、公园绿地30%-50%）、曼宁系数（混凝土管0.013-0.015、沥青路面0.016-0.018），模型需模拟降雨-产流-汇流全过程，输出管渠流量、节点水位等数据，验证设计方案是否满足排

水要求。(2) 污水管网水力平衡计算需以远期规划人口为基础，按生活污水量标准（如居民生活用水120-180L/人·d，污水排放系数0.8-0.9）核算管段设计流量，同时考虑工业废水接入量，通过水力计算软件（如鸿业市政管线设计软件）校验各管段管径、坡度是否匹配，确保管网系统无满流、倒灌现象^[1]。

1.3 可持续发展设计原则

(1) 海绵城市理念要求设计融入低影响开发（LID）设施，如道路两侧设置生物滞留带（宽度不小于2m，填料厚度0.6-1.2m）、停车场采用透水铺装（渗透系数不小于 1×10^{-4} m/s），通过“渗、滞、蓄、用、排”结合，将70%以上降雨就地消纳和利用，减少雨水管网负荷。

(2) 节能降耗与资源化利用需从两方面推进：一是供水系统采用变频水泵，根据用水负荷调节转速，降低能耗；二是污水资源化，小区或市政层面设置再生水处理站，将处理后水质达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》GB/T18920标准的再生水，用于绿化灌溉、道路清扫，减少自来水用量。

2 市政工程给排水设计常见问题分类与成因分析

2.1 设计阶段问题

(1) 管网布局不合理：多因设计前未充分调研现场地形与用水需求，仅依据经验套用标准图纸，导致管径突变（如DN600管直接衔接DN300管），引发局部水流速度骤增，冲刷管道内壁；坡度设计未结合地面高程数据，出现倒坡（如管段坡度为-0.2%），造成污水淤积，增加堵塞风险。此外，部分设计未考虑管网远期扩容需求，管径预留不足，后期需频繁改造。(2) 泵站选址与规模估算偏差：选址时忽视水文地质条件，如将泵站建于地下水位较高区域，增加基坑降水成本与渗水风险；规模估算未结合区域人口增长、产业布局变化，仅依据现状用水量，导致泵站设计流量偏小（如实际用水峰值

超出设计值30%)，高峰期排水不畅。部分设计未考虑泵站与管网衔接合理性，出现进水管高程低于管网末端，无法重力输水^[2]。(3)排水体制选择争议：争议源于对区域实际条件评估不足，如老城区建筑密度高、地下管线复杂，强行推行分流制需大规模开挖，成本高且影响居民生活；新城区未结合降雨特征，盲目采用分流制，却因初期雨水污染严重，未配套初期雨水处理设施，导致河道污染。此外，部分设计未统筹考虑环保要求与经济成本，选择的体制与区域发展不匹配。

2.2 施工阶段问题

(1)管道接口渗漏与基础沉降：接口渗漏多因施工时未按规范处理接口，如HDPE管热熔对接时温度控制不当(低于180℃或高于220℃)，导致接口强度不足；混凝土管橡胶圈密封不严，未做好接口防腐处理。基础沉降源于管道基础施工未压实(压实度低于95%)，或基坑回填时选用劣质填料(如含大量淤泥的土壤)，后期受地面荷载影响，基础下沉，管道断裂。(2)施工材料质量不达标：部分施工单位为降低成本，采购不合格材料，如HDPE管壁厚偏差超出标准(实际壁厚比设计值薄10%)，抗压力不足；混凝土管存在裂缝、露筋等缺陷，使用中易破损。此外，材料进场验收流程流于形式，未按标准抽样检测，导致不合格材料流入施工现场。

2.3 运行管理问题

(1)维护资金不足导致设备老化：市政给排水设施维护资金多依赖财政拨款，部分地区财政压力大，资金投入不足(如年度维护费用仅占设施总价值的1%)，无法及时更换老化设备(如使用超15年的泵站水泵)，导致设备运行效率下降，故障频发。(2)信息化管理水平低下：多数城市未建立完善的管网信息化系统，仍采用人工记录台账，数据更新不及时(如管网改造后未同步更新图纸)，导致维修时无法快速定位管道位置与故障点；部分地区虽引入监测设备，但未实现数据整合分析，无法为运维决策提供有效支持。

2.4 特殊场景问题

(1)山地城市地形高差处理：山地城市地形起伏大(高差超50m)，设计时未合理设置减压阀、跌水井，导致管道内水压骤升骤降，引发管道破裂；部分管段沿陡坡敷设，未采取固定防护措施(如设置管卡、挡墙)，受山体滑坡影响，管道易移位。(2)极端气候下的防涝设计：未充分考虑极端暴雨(如百年一遇暴雨)强度，雨水管渠设计重现期偏低(仅1-3年)，导致降雨时管渠满流，道路积水；部分地区排水出口设计不合理，如位于河流洪水位以下，暴雨时河水倒灌，加剧内涝。

3 市政工程给排水设计优化策略体系构建

3.1 技术层面优化

(1)智能监测技术推广：在管网关键节点(如管径突变处、泵站进出口)安装超声波流量计，实时监测管段流量变化，精度控制在 $\pm 1\%$ ，及时识别流量异常(如管道堵塞导致流量骤降)；在雨水管网末端、低洼路段节点布设液位传感器，采用无线传输技术(如LoRa)，将水位数据实时上传至管控平台，当水位超警戒值(如距管顶0.5m)时自动触发预警，助力快速调度排涝。同时，建立传感器定期校准机制(每季度1次)，确保数据准确性。(2)BIM技术在三维管网设计中的应用：设计阶段构建包含地形、地下管线、周边建筑的BIM模型，通过碰撞检测功能(如检查给水管与燃气管最小净距是否满足0.5m要求)，提前规避管线交叉冲突；施工阶段利用BIM模型生成可视化施工方案，明确管道敷设顺序、接口处理工艺，指导现场作业；运维阶段将BIM模型与管网实际数据(如管道检修记录、设备参数)关联，点击模型中任意管段即可查看历史运维信息，实现管网全周期数字化管理。此外，推动BIM模型与GIS系统融合，提升管网空间分析与调度能力^[3]。(3)绿色材料的推广：优先选用高密度聚乙烯(HDPE)管替代传统混凝土管，HDPE管具有抗腐蚀(可耐受pH值4-9的污水)、柔韧性好(断裂伸长率 $\geq 350\%$)、施工便捷(采用热熔对接，接口强度高于管材本体)等优势，使用寿命可达50年(较混凝土管延长20年)；针对不同场景优化材料选型，如市政给水管网选用食品级HDPE管(符合GB/T13663.2标准)，雨水管网选用增强型HDPE管(环刚度 $\geq 8\text{kN/m}^2$)；建立绿色材料进场验收标准，对HDPE管的壁厚、环刚度、熔体流动速率等指标进行抽样检测，不合格材料严禁入场。

3.2 管理层面优化

(1)全生命周期成本管理：设计阶段采用成本估算软件(如广联达造价管理系统)，结合管材、施工工艺、运维费用测算全周期成本，例如对比HDPE管与混凝土管，虽HDPE管初期投资高15%-20%，但运维成本低30%，从全周期看更经济；施工阶段推行精细化成本管控，通过BIM模型优化施工流程，减少材料浪费(如管材损耗率控制在3%以内)，避免返工成本；运维阶段建立成本分摊机制，将泵站电费、管道检修费按服务区域人口、用水量合理分摊，保障运维资金稳定投入，同时定期开展成本审计，杜绝资金浪费。(2)应急预案与风险评估机制：制定分级应急预案，针对管道破裂、泵站故障、暴雨内涝等不同场景，明确应急响应流程(如管

道破裂后30分钟内抵达现场、2小时内完成临时封堵)、责任部门及物资储备(如储备应急水泵、堵漏材料);定期开展风险评估,采用故障树分析法,识别管网薄弱环节(如使用超20年的铸铁管、地势低洼的管段),评估故障发生概率及影响范围(如管道破裂可能导致的停水面积、经济损失),根据评估结果制定针对性改造计划,降低风险发生概率^[4]。

3.3 政策与制度优化

(1) 多部门协同规划机制:建立由住建、水利、规划、环保等部门组成的协同工作组,明确各部门职责(如规划部门负责管网路由规划,环保部门负责污水排放标准制定),实行联席会议制度(每月1次),统筹解决设计中的跨部门问题,例如在新区管网设计中,同步协调道路建设与管网敷设进度,避免道路建成后二次开挖;制定协同规划技术标准,统一管网数据格式(如采用CAD标准图层)、规划指标(如雨水管网设计重现期),确保各部门规划方案衔接一致。(2) 公众参与监督体系:搭建公众监督平台(如微信小程序、政务APP),公开管网设计方案(如管道路由、泵站选址)、施工进度、运维情况,接受公众查询与反馈;建立公众意见处理机制,对公众提出的合理建议(如建议调整某路段管道路由以减少对居民出行影响),在5个工作日内予以回复并落实;定期组织公众开放日活动,邀请居民参观污水处理厂、泵站,讲解给排水设施功能与重要性,提升公众参与积极性与监督意识。

3.4 特殊场景专项策略

(1) 地下空间开发中的排水设计:地下商场、停车场等地下空间,采用“分区排水+应急强排”系统,每个分区设置独立排水管网,配备大流量排水泵(设计流量按50年一遇暴雨强度计算),同时在入口处设置挡水板(高度不低于0.5m)、排水明沟;地下管线穿越地下空间时,采用套管保护(套管材质选用不锈钢,管径比主管大2个规格),并在套管两端设置止水环,防止地下

水渗入;建立地下空间排水系统定期演练制度(每半年1次),确保应急设备正常运行^[5]。(2) 历史街区保护性改造方案:管网改造优先采用非开挖技术(如水平定向钻进、夯管法),避免破坏历史建筑地基、石板路,非开挖施工的管道选用柔性HDPE管(管径 \leq DN300),适应街区复杂地形;排水体制采用“截流式合流制+局部分流”,对历史建筑密集区域保留原有合流管网,增设截流井(截流倍数取2.0-2.5),将截流污水输送至污水处理厂,对新建区域推行分流制;管网设计兼顾历史风貌保护,如将管道检查井盖板设计为仿古样式(材质选用铸铁,表面雕刻传统纹样),与街区风格协调,同时在改造前对历史建筑、古树名木进行评估,制定专项保护措施,避免施工影响。

结束语

市政工程给排水设计关乎城市运行安全与生态可持续发展。本研究聚焦设计规范执行偏差、管网布局不合理、施工材料质量隐患等典型问题,提出智能监测体系构建、BIM全周期协同设计、绿色材料推广及多部门联动管理等优化策略。未来,随着智慧城市与韧性建设需求深化,需持续强化技术集成创新与政企民协同共治,推动给排水系统向高效能、低碳化、抗风险方向升级,为城市高质量发展提供坚实保障。

参考文献

- [1]廖小晖.市政工程给排水设计常见问题与应对策略研究[J].陶瓷,2024,(12):222-224.
- [2]史玉桂.市政工程给排水设计常见问题与应对策略研究[J].科技资讯,2024,22(10):162-164.
- [3]张靠.城区市政给排水管网设计及施工要点分析[J].水上安全,2024,(22):19-21.
- [4]杨明杰.市政工程给排水设计中存在的问题及解决措施[J].建筑技术开发,2020,47(15):119-120.
- [5]赵政.市政给排水设计中常见的问题与解决措施[J].工程建设与设计,2023,(21):101-103.