

城市市政道路排水工程配套施工技术优化研究

苏 鹏 许少俯 苏小春

福建兴睿隆建设工程有限公司 福建 泉州 362200

【摘 要】：市政道路排水系统是城市防洪排涝体系的核心组成部分，其施工质量直接决定道路使用寿命与城市运行安全。福州作为东南沿海软土分布广、暴雨强度高的典型城市，排水工程施工面临地基沉降大、渗漏风险高、排水负荷重等地域化难题。本文结合福州地区市政道路排水工程实践，梳理当前施工的共性质量通病与地域特殊难点，从管道基础处理、检查井施工、雨水收水系统、工序协同管控四个维度提出针对性优化方案，并通过工程实践验证应用效果。结果表明，优化后的施工技术可将管道累计沉降量控制在 20mm 以内，管道闭水试验合格率达 100%，可有效应对极端暴雨天气的排水需求，可为同类沿海软土地区市政排水工程施工提供技术参考。

【关键词】：市政道路；排水工程；施工技术优化；软土地基

DOI:10.12417/2811-0528.26.19.074

1 引言

随着我国新型城镇化建设不断推进，城市市政道路里程迅速增长，配套排水工程的质量也愈发受到人们的关注。排水系统除担负路面雨水排出、生活污水输送的任务外，还直接关系到城市内涝防治和水生态安全。福州位于闽江下游，受亚热带海洋性季风气候的影响，年内降水集中，台风暴雨频繁，短时强降雨很容易造成城区路面积水，城区广泛分布着冲淤积软土层，地基承载力低、压缩变形大，极易造成排水管道沉降断裂、接口渗漏等质量缺陷^[1]。

传统的市政排水施工大多采用通用工艺，没有考虑到地域的地质气候特点进行改进，工程竣工后常常会出现管道渗漏、检查井下沉、排水能力不够等问题，不但增加了后期的维护费用，而且影响了城市排水的安全。因此，以福州本地工程条件为依托开展排水施工技术优化研究，对于提高市政工程品质、防范城市内涝风险有重大的现实意义。本文以福州城区实际工程项目为基础，对排水施工的主要问题进行了梳理，并提出相应的技术改进措施，最后通过实践检验其效果，为其他地区的工程建设提供借鉴^[2]。

2 市政道路排水工程施工的常见问题与地域难点

2.1 通用施工质量通病

目前市政排水工程施工质量通病主要集中在四个方面，分别是管道渗漏和错位，由于地基处理不到位、接口施工不规范、回填压实度不够等原因造成的，容易造成污水外溢或者路基沉降塌陷；检查井病害频发，传统的砖砌检查井整体性差、施工精度低，容易造成井体不均匀沉降、井盖高差超标、井周路面开裂等问题；排水系统效能不足，雨水口布设间距过大、位置不合理，收水效率不能满足短时强降雨的要求，容易形成道路内涝点；施工协同性差，排水工程与道路主体施工工序脱节，

管线交叉冲突处理滞后，常出现二次开挖破坏路基结构的情况^[3]。

2.2 福州地区的特殊工程难点

与一般的城市相比，福州地质、气候条件给排水施工工程造成了双重重负。其一，软土地基沉降风险大，福州位于闽江冲淤积平原，城区普遍分布有淤泥、淤泥质土层，土体含水率高、承载力低，容易造成管道断裂、井体下沉^[4]。其二，暴雨排水负荷大，每年 7-9 月台风集中登陆，短时强降雨特点明显，排水系统收水、输水能力要求很高。第三，新旧管网衔接难度大，老城区有部分雨污合流管网，新建工程接驳时容易出现高程偏差、管径不匹配等问题，施工管控难度大。

表 1 福州平原地区市政工程典型地质与降雨特征参数

参数类别	具体指标	典型取值范围	工程影响
地质参数	软土层厚度	3~10m	地基不均匀沉降风险高
	淤泥质土天然含水率	45%~65%	土体承载力低，压缩变形大
	表层地基承载力	60~80kPa	易引发管道断裂、井体沉降
气象参数	平均年降水量	1300~1400mm	全年排水负荷大
	极端最大小时降雨量	>80mm/h	短时强降雨易引发路面积水
	台风集中影响期	每年 7—9 月	暴雨集中，杂物堵塞风险高

3 工程案例概况

3.1 项目基本情况

本文以福州仓山区某市政道路排水工程为研究对象,道路全长 2.4km,为城市次干路,红线宽度为 36m,双向四车道,采用雨污分流制排水系统。其中雨水管道主管径 DN600~DN1200,总长 2.8km;污水管道主管径 DN400~DN600,总长 2.6km,管道敷设深度 2.5~4.2m,全线采用开槽施工。项目场地属于闽江冲淤积地貌,淤泥质土层厚度 4~7m,为典型的软土地基,设计暴雨重现期为 5 年。

3.2 原施工方案的核心问题

项目初期使用通用施工方案,首段试验段施工后暴露出了明显的适配性问题,一是软土地基没有做专门的加固处理,只设了 10cm 砂垫层,管道敷设 1 个月后最大沉降量远远超过了规范限值,接口渗漏的风险非常高;二是采用砖砌检查井,整体性差,井周回填压实度难以保证,容易出现沉降开裂;三是雨水口按 30m 常规间距布设,经水力验算,短时强降雨下水收能力缺口约 35%,低洼路段易积水;四是工序衔接不合理,先路基后管线容易造成二次开挖,加重沉降隐患^[6]。

4 排水工程配套施工技术优化策略

4.1 管道基础与安装施工优化

根据软土地基沉降问题建立分级加固加复合基础的抗沉降施工体系。差异化地基预处理,软土层厚度小于 3m 的路段采用 1.5m 深度级配碎石换填,压实度 $\geq 95\%$,地基承载力提高到 120kPa 以上;软土层厚度大于 3m 的路段采用水泥搅拌桩加固,桩径 500mm、间距 1.2m,桩长穿透软土层进入稳定层,从根子上控制沉降。用复合管道基础代替单一砂垫层,采用 20cm 级配碎石垫层和 10cm C15 混凝土基础,柔性管道增设弧形砂垫分散应力,刚性管道接口预留变形缝适应微量沉降^[6]。精细化安装控制,全站仪逐 5m 控制管道轴线和高程,坡度偏差 $\leq \pm 0.05\%$;用柔性橡胶圈接口,胸腔级配砂石分层回填,管顶 50cm 内人工夯实,防止管道破损。

4.2 检查井施工技术优化

全部使用预制装配式钢筋混凝土检查井,适应软土沉降的特点。井体工厂预制,C35 混凝土、P6 抗渗等级,现场吊装拼接,企口接缝设遇水膨胀止水条,整体性及防水性能好于砖砌井。实行井管基础一体化浇筑,保证井体和管道一起沉降,消除差异沉降断裂的风险;井周 1.5m 范围内用 5%水泥稳定碎石回填,压实度比同层路基高 3 个百分点,防止井周路面开裂。配套防沉降可调式球墨铸铁井盖,支座与基层锚栓固定,可以动态调节高程,同时设置进水格栅拦截杂物,减少管网淤积。

4.3 雨水收水系统优化

根据福州暴雨特点升级收水系统,提高极端天气应对能力。将雨水口间距由原来的 30m 加密到现在的 20m,交叉口、低洼点、公交站台增设双算雨水口,低洼处增设应急侧算辅助收水。更换成侧立式联合雨水口,不容易被杂物堵塞,收水效率比平算式高 30%以上;雨水连接管管径由 DN200 增大到 DN300,坡度 $\geq 1\%$,保证汇水快速汇入主管。同步建设人行道透水铺装等海绵设施,滞蓄雨水削减峰值,减轻管网排水压力^[7]。

4.4 施工工序与质量检测优化

以工序协同和数字化检测来保证质量的落地。施工前利用 BIM 模型进行管线综合,提前发现交叉冲突并加以优化,改善管线走向,轻型井点降水,保证沟槽干作业,防止软土遇水软化。推行一体化流水施工,路基填筑前完成管线敷设回填,管道回填与路基填筑同步分层作业,杜绝二次开挖,按 200m 流水段推进,提高施工效率。质量控制采用闭水试验加 CCTV 内窥检测双验收的方式进行,并且建立 6 个月沉降监测制度,对沉降变形情况进行全程跟踪^[8]。

5 优化方案应用效果分析

5.1 工程质量效果

经工程实践证明,本次施工技术优化方案能够很好地适应福州软土地基和多雨气候的特点,各项质量指标都满足规范要求,实体质量得到明显提高。在管道沉降和防渗方面,常规施工方案中软基路段管道累计最大沉降量可达 122mm,闭水试验一次合格率只有 82%,接口渗漏和井管错位的风险比较大;优化后采用差异化地基加固、复合管道基础和井管一体化施工,管道累计最大沉降量控制在 18mm 以内,检查井最大沉降 15mm,井周路面沉降差仅 8mm,均远低于规范规定的 30mm、15mm 的限值,全线闭水试验一次合格率 100%,无结构性渗漏缺陷,从根本上解决了软土地区管道沉降断裂、接口渗漏的质量通病。常规方案单处雨水口收水能力约为 12L/s,低洼处 72mm/h 台风强降雨时积水深度可达 21cm;优化后通过雨水口加密、收水口形式升级,单处收水能力提高到约 20L/s,相同降雨条件下路面最大积水深度小于 5cm,远低于 10cm 管控标准,降雨后积水快速排空,无内涝点,满足福州极端暴雨天气排水要求。预制检查井代替砖砌工艺之后,单座施工工期从原来的 2.5 天缩短到 1 天,加快了整个进度,也减少了沟槽长期暴露造成软基变形的风险。

5.2 综合效益分析

经济效益上本次技术优化可以达到施工期和运维期双降本的效果。施工阶段预制检查井施工效率提高 60%,配合管线、

路基一体化流水施工, 全线总工期缩短 16 天, 机械租赁、人工窝工、管理成本降低; 一体化施工防止了路基二次开挖修复, 直接省去路基修复费用约 28 万元, 削减返工材料损耗。运维阶段管道沉降、渗漏得到有效控制, 大大降低了管网破损、堵塞的风险, 预计全生命周期排水系统运维成本比原来的减少 30% 以上, 道路和管网使用寿命提高了 3 至 5 年, 长期经济效益明显。从社会效益上来说, 项目补齐了片区排水设施的不足, 提高了片区的防洪排涝能力, 解决了雨季路面积水的问题, 改善了居民出行条件, 提高了城市运行韧性。施工期间工序优化缩减了占道作业时间, 削减了扬尘、噪声对周边的影响, 文明施工成果显著。另外, 一套符合福州地域特点的施工技术体系形成了可以复制的经验, 可以给其他类似的市政工程提供借鉴的范本, 对区域市政工程建设质量的提高起到正向的促进作用

[9][10]。

6 结论

根据福州软土地基广、暴雨强度大的地域特点, 市政道路排水工程施工要冲破通用工艺的束缚, 实施有针对性的技术改良。本文以福州地区市政道路工程为研究对象, 从管道地基加固、预制检查井应用、收水系统升级、工序协同管控四个方面提出施工优化方案, 工程实践证明该方案具有较好的有效性及适用性, 可以有效地解决管道渗漏、检查井沉降、排水能力不足等主要问题, 大大提高了工程品质和排水效率。

后续可以结合福州城市更新需求, 研究老旧城区排水管网改造施工技术优化, 探索智慧排水和施工管控的融合途径, 不断提升市政排水工程的建设、运维水平, 助力城市高质量发展。

参考文献:

- [1] 邵龙. 海绵城市理念下市政道路排水系统的优化设计思路[J]. 智能建筑与智慧城市, 2026, (7): 154-156.
- [2] 袁凯. 海绵城市理念下市政道路排水系统优化设计研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2026, (19): 190-192.
- [3] 于生川. 基于海绵城市理念的市政道路排水系统改进与防涝实践[J]. 城市建设, 2026, (18): 61-63.
- [4] 吴丽颖. 海绵城市理念对市政道路排水系统可持续发展的影响[J]. 建材发展导向, 2026, 24(12): 136-138.
- [5] 吴勇. 绿色环保理念下市政道路排水系统优化[J]. 中国房地产业, 2026, (14): 106-109.
- [6] 孙庆攀. 市政道路桥梁工程中排水系统设计缺陷与改进[C]//河南省豫商经济文化交流协会. 2026 中国建筑经济研讨会论文集(上册). [出版者不详], 2026: 287-288.
- [7] 韩萍萍. 海绵城市理念下市政道路下凹式绿带排水系统设计研究[J]. 智能建筑与智慧城市, 2026, (1): 182-184.
- [8] 李旭刚. 城市旧区市政道路排水改造策略研究[J]. 中国房地产业, 2025, (34): 82-85.
- [9] 余学兴. 市政道路的雨污水管网施工技术探究[J]. 居业, 2025, (7): 88-90.
- [10] 丁超强. 探析市政工程道路中排水管道的施工技术要点[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2025, (19): 122-124.