

城市道路涝水治理的系统性研究——以佛山市一环西拓旧路改造工程为例

刘慧芝

湖南省交通科学研究院有限公司，湖南长沙，410015；

摘要：佛山市一环西拓旧路改造项目中的排水工程，分析了现有排水系统面临的积水与易涝问题，提出了针对性的改造方案。本文通过对高明大道、三洲北涌等关键区域的排水能力进行评估，结合实际工程数据，提出了排水管道扩容、雨水口增加、排水沟槽优化等措施。结合现状设施，优化了排水系统设计，确保道路排水能力的提升。改造方案经过详细的技术计算与调整，预计能够有效缓解雨季内涝问题，提升区域排水防涝能力。该方案为城市道路排水治理提供了实践依据和技术指导。

关键词：排水工程；积水点改造；排水系统优化；排水管道；城市防涝

DOI：10.69979/3029-2727.25.07.001

引言

传统的排水系统往往无法应对现代城市交通和排水需求，导致内涝和积水问题严重。佛山市一环西拓旧路改造工程作为城市基础设施改造的重要组成部分，面临着较为复杂的排水治理挑战。目的是通过对现有排水系统的分析，提出合理的改造方案，解决排水设施老化、容量不足等问题，从而提升区域排水能力，防止内涝现象的发生。该研究为城市道路排水系统优化提供了技术支持。

1 设计依据与规范标准

1.1 设计依据

依据项目的可行性研究报告，结合佛山市一环西拓旧路改造的总体规划 and 交通需求，明确了改造方案的排水要求与目标。同时，参照相关区域的城市排水专项规划和排水防涝设施建设规划，确保改造后的排水系统能有效解决原有道路在暴雨时出现的积水和内涝问题。设计过程中，还考虑到沿线道路的现有排水设施状况，对现有管网的状况进行调研和评估，确保新的排水设施能够与原有系统相结合，提升排水能力。

1.2 规范标准

设计过程中参考了《室外排水设计规范》以及《公路排水设计规范》等一系列排水设计规范，规定了排水管道的设计标准、排水管道材料选择以及排水系统的功能性要求^[1]。《室外给水设计规范》为设计提供了水力计算与排水设施布局的技术依据，确保排水管道系统能

在设计流量下正常运作。针对施工与验收阶段，还引用了《给水排水工程管道结构设计规范》和《给水排水工程构筑物结构设计规范》来规范管道的结构和验收要求。

2 现状排水系统分析

2.1 老路现状排水系统概述

佛山市一环西拓旧路的现有排水系统主要由道路两侧的边沟、雨水口和管道构成，承担着收集和排放道路表面雨水的任务。边沟的排水功能主要体现在对路面径流水的引导，通过其横向坡度将雨水引至排水管道或受纳水体。然而，由于部分老旧路段并未设置足够的雨水口，排水系统的覆盖面和排水能力受到限制。现有排水管道在设计初期未充分考虑到当前排水需求，尤其在城市化快速发展的背景下，部分区域的排水管道逐渐出现了堵塞和损坏现象。沿线道路的排水系统有些已被其他基础设施所改建，原有的排水管道系统无法有效连接新的排水设施，导致部分积水点未得到及时排除。

2.2 现状排水问题分析

道路改造和扩建的需求，部分地区的排水设施无法满足现代化交通和排水需求，尤其是在一些低洼路段，积水现象严重^[2]。具体问题如下：

（1）现状排水管道管径过小

现状排水管道管径普遍较小，设计流量无法满足当前暴雨强度的需求。例如，高明大道的现状管道管径多为d600~d1000，排水能力仅能满足1~2年一遇的暴雨强度，远低于现状需求。在暴雨期间，雨水无法快速排出，导致路面积水严重。



图 1 兴教路交叉口，暴雨时积水

(2) 雨水口尺寸小且布置间距过大

现状雨水口多为 500×300 型单算雨水口，尺寸较小，且间距过大，多数路段每隔 30 米以上才设置一个雨水口。这种设计无法有效收集大面积的雨水，导致雨水在路面汇聚，无法及时进入排水管道，加剧了积水问题。

(3) 管道破损、淤积

部分排水管道由于使用年限较长，出现了沉降、变形或破裂，导致管道堵塞。同时，管道清淤工作不及时，淤积物阻塞了管道的有效流通，增加了排水系统的负荷。例如，高明大道 K74+940~K75+580 段的管道因榕树根系侵入，导致管道淤积严重，排水不畅。

(4) 施工破坏

在部分施工路段，下游管道被挖断或破坏，导致上游雨水无法及时排出。例如，高明大道 K71+850~K72+000 段因施工导致管道破裂，积水严重。这种施工破坏不仅影响了排水系统的正常运行，还可能引发新的积水点。



图 2 施工路段积水

(5) 下游水体顶托

部分排水管道的排出口水位过高，导致管道内水流无法顺畅排出。例如，三洲北涌的常水位高达 1.55 米，而排水管道的出口底标高仅为 0.05 米，导致管道内水流只能通过液位差进行压力流排放。这种顶托现象严重影响了排水效率，特别是在暴雨期间，容易引发严重积水。

(6) 排涝泵站规模小

现状排涝泵站的抽排能力不足，无法在暴雨期间及时降低水位。例如，三洲南排涝站的抽排能力仅为 8.3 m³/s，远低于规划的 45m³/s。这种泵站规模的不足导致排水系统无法有效应对暴雨，积水问题难以缓解。

3 排水系统设计方案

3.1 设计原则与目标

设计首先遵循“高水高排、低水低排、蓄排结合、分散出口、就近排放”的原则，力求在设计时保证尽量自排，减少外部泵站的依赖。排水体制方面，老城区采用截流式合流制，而新建区域则采用雨污分流制。在雨水排放过程中，设计团队力求最大限度地利用现有道路排水系统，对其进行清淤和改建，以满足现代化交通和排水需求。现有道路的雨水口、管道和排水沟槽的状况都需进行全面检测，并根据其运行状况进行必要的修复与提升。在排水管道的布置上，考虑到地形、气象、以及地质等因素，综合布置雨水管道和排水沟槽，避免出现排水死角。路基和路面排水的设计遵循区域规划和合理布局，尽量避免占用耕地和破坏农田水利排灌设施，同时也考虑了农田水利的利用。

3.2 排水管道系统设计

在设计中，雨水管道采用钢筋混凝土承插管，管道的直径根据不同地段的需求进行选择，常见的管道直径为 600mm、800mm、1000mm 和 1200mm。所有排水管道都采用橡胶圈接口，确保接口的密封性和耐久性。设计管道的坡度一般为 0.0015 到 0.003，具体坡度依据不同地段的要求进行合理调整^[3]。管道的设计流速则控制在 2m/s 至 3m/s 之间，以确保水流的畅通和减少管道的沉积。由于某些地段地势较低，排水管道需要进行特殊设计，采取较深的埋设深度，确保雨水能够通过管道系统顺利排放至接纳水体或排水泵站。在管道设计时，考虑到未来的维护需求，设计中预留了足够的支管接口，便于与其他区域的排水管网对接。

3.3 雨水口与排水设施设计

设计过程中对现有的雨水口进行了全面评估，并对

老化或设计不当的雨水口进行了更换和优化。雨水口的间距一般控制在30米以内,并且在低洼地段,雨水口间距会适当缩小。对于现有的单算雨水口,本次设计将其更换为双算防盗型球墨铸铁雨水口,以提高其排水能力和防盗功能。每个雨水口的设计流量根据管道的设计流量和雨水口的排水能力进行匹配,确保水流顺畅流入管道系统。所有雨水口的箅子材料采用球墨铸铁,承载能力不小于40吨/㎡,确保在高交通负荷下不发生破损。在雨水口的布置上,根据路段的地形特点,合理选择偏沟式、平面式或立式雨水口,并根据不同的地形设定相应的排水坡度,以保证雨水能及时流入排水管道系统。雨水口连接管一般采用直径300mm至400mm的钢筋混凝土管,管道坡度不小于0.01,以确保水流畅通无阻。

3.4 排水沟槽与急流槽设计

急流槽的设计考虑到水流的速度和排放的有效性,槽底一般采用C25混凝土浇筑,槽壁光滑,减少水流摩擦力。急流槽的尺寸设计依据路段的流量进行优化,常见的尺寸为0.3m至0.5m宽,0.5m至1.0m深。对于急流槽的出口部分,设计了消力槛,以减缓水流的冲击力,避免水流冲刷路基边坡。在部分路段,设计了钢纤维混凝土(UHPC)覆盖层,以增强槽体的耐久性和抗压能力。对于排水沟的设计,主要是确保水流能够沿沟槽顺利流向排水管道系统。排水沟的断面尺寸一般设计为0.6m到1.0m宽,0.6m到1.0m深,采用预制C20混凝土块结构,侧壁采用钢筋混凝土加固,确保沟槽的强度和稳定性。在道路的超高段和坡度较大的区域,急流槽设计尤为重要,设计考虑到水流的集聚效应,确保水流能够及时导入排水系统。

4 积水点与易涝区域改造方案

4.1 积水点调查与分析

(1) 高明大道积水点

针对高明大道的积水点,特别是在K68+520至K68+660段和K68+960至K69+020段,这两个区域常在暴雨后发生积水,排水能力不足是主要原因。高明大道的现有排水管道在设计时未考虑到当前道路交通和周围建筑的排水需求,导致了积水的严重性。分析表明,排水管道的断面过小,流量设计不足,特别是在下游的排水设施未能及时排除道路雨水。

(2) 三洲隧道积水点

三洲隧道及其周边地段的排水受限于低标高的管道出水口,导致管道水位过高,无法实现有效排水。三洲北涌的水位常年过高,直接影响到上游道路的排水能

力。与此同时,部分地区的雨水口数量不充足,位置布局不合理,致使地表水未能及时引导进入管道系统。

4.2 高明大道排水改造方案

(1) 管道扩容

为解决高明大道的积水问题,设计方案包括对现有管道进行扩容,将d600管道替换为d1000至d1200的管道,以提升排水能力。同时,对三洲北涌的排水通道进行清淤和拓宽,以降低水位,改善排水能力。

(2) 雨水口优化

将现有的500×300型单算雨水口更换为双算防盗型球墨铸铁雨水口,间距控制在20米至30米之间,尤其在低洼区域和交通交汇点增加雨水口数量,以增强排水能力。

(3) 清淤与修复

对现状管道进行全面清淤,修复破损管道,确保管道畅通。对于受榕树根系影响的管道,采取特殊措施进行清理和加固。

4.3 三洲北涌排水系统优化

(1) 清淤拓宽

在现有的排水系统中,三洲北涌的常水位高达1.5m,而排水管道的排水出口底标高仅为0.05m,这意味着大部分的雨水只能依靠液位差通过压力流进行排放,这种方式极大地限制了排水的效果,特别是在暴雨过后,涌水量大幅增加,导致积水现象。为了优化三洲北涌的排水系统,设计方案首先提出了对北涌底部进行清淤拓宽,通过去除淤积物,提升排水通道的有效截流能力。该项工作包括清理涌底的淤泥,并扩大涌口的断面,预计拓宽后可以增加30%的排水量。

(2) 泵站扩建

为了提高排水效率,计划加强下游三洲南排涝站的抽排能力,目前该排水站的抽排能力仅为8.3m³/s,而规划目标为45m³/s。通过对泵站进行扩建,增加抽水流量,能够更有效地降低涌水位,缓解高明大道及周边道路的积水问题。

4.4 道路低洼区域的排水提升

(1) 增设雨水口

针对低洼区域和交通交汇点的积水问题,本次设计在这些关键区域增设雨水口,间距控制在20米至30米。通过增加雨水口的数量,可以更有效地收集路面积水,减少雨水在路面的滞留时间。新增的雨水口采用双算防盗型球墨铸铁材质,尺寸为750×450mm,能够显著提升排水能力,确保暴雨期间雨水快速排出,有效缓解积水

现象,保障道路通行安全。

(2) 优化排水设施

对低洼路段的急流槽和排水沟进行优化设计,调整急流槽的宽度和深度,确保暴雨期间水流能够迅速排走。在部分低洼区域,增设锯齿形街沟,确保水流能够更顺畅地流向排水管道。

5 施工与实施方案

5.1 排水管道施工技术与实施要点

(1) 地基处理

在管道埋设深度超过 4.0 米时,地基的承载能力对管道的稳定性至关重要。采用换填中粗砂的方式,可以有效提高地基的承载力,防止管道因地基沉降而发生变形或破裂。中粗砂具有良好的透水性和压实性,能够确保管道在长期运行中保持稳定,减少维护成本。

(2) 沟槽开挖

沟槽开挖是排水管道施工的重要环节。按照 1:0.5 的坡率进行放坡,可以有效防止沟槽坍塌,确保施工安全。同时,根据施工现场的具体地质条件和周边环境,施工人员可适当调整坡率,以适应不同的施工需求,确保沟槽的稳定性和施工的顺利进行。

(3) 管道敷设

管道敷设时,从下游向上游施工可以有效避免因施工导致的水流倒灌,确保水流方向正确。采用承插式连接并使用橡胶圈密封,可以有效防止管道接口处的渗漏,提高管道系统的整体密闭性,确保排水系统的正常运行,减少渗漏对周边环境的影响。

(4) 闭水试验

闭水试验是检验管道施工质量的重要手段。通过向管道内注水并保持一定时间,观察水位变化和接口处的渗漏情况,可以有效检测管道的密闭性。渗水试验则进一步验证管道在实际运行中的抗渗性能,确保管道在长期使用中不会出现渗漏,满足设计要求。

(5) 回填夯实

回填夯实是管道施工的最后一步,对管道的保护至关重要。采用对称回填和逐层夯实的方式,可以有效防止管道因回填不均匀而受到侧向压力。管顶覆土 500mm 以下采用天然级配砂砾,粒径不超过 40mm,既能保证良好的透水性,又能防止管道因回填材料过硬而受损,确保管道的长期稳定运行。

5.2 施工过程中的排水设施调整

在部分区域,现有的排水管道系统可能会因为地下管线的交叉或施工中的不可预见因素而受到影响,因此

需要对管道的布置进行调整。特别是在交通繁忙的区域,需要对管道的埋设位置和深度进行细致调整,以确保新建排水系统不影响原有交通系统的正常运行^[4]。在施工过程中,针对低洼地区的排水问题,如果现有的排水沟和管道无法满足排水需求,施工团队会根据现场实际情况增设临时排水设施,例如临时排水管道和排水井,以保证施工期间积水不对道路交通造成影响。

尤其是在进行大规模铣刨作业的区域,由于道路路面经常会出现沉降或积水问题,必须及时设置排水沟和排水井以防止积水在工地内积存^[5]。对于已有的排水设施,如果在施工过程中发现有堵塞或损坏的情况,需立即进行修复或更换。特别是在排水口区域,由于长期使用造成雨水口箅子损坏或堵塞,施工过程中应对其进行检查和维护,必要时替换现有雨水口为新型的防盗型球墨铸铁雨水口,确保排水系统的正常运行。对现有管道的改造,也需要根据实际情况进行优化,确保新管道和原管道系统的无缝衔接,保证排水通畅。

6 结语

通过对佛山市一环西拓旧路改造工程的排水系统进行详细分析与优化设计,提出了一系列针对性强的改造措施,包括管道扩容、雨水口增设、排水沟槽的优化等。这些措施的实施将显著提升该区域的排水能力,有效缓解暴雨后的内涝问题。通过该研究,能够为其他类似城市排水问题提供有益参考,并为城市基础设施的可持续发展提供技术支持。

参考文献

- [1] 张军. 基于绿色施工技术的办公楼给排水工程设计[J]. 中华建设, 2025, (02): 80-82.
- [2] 陈巧珍. 新海南路市政排水工程设计分析[J]. 安徽建筑, 2025, 32(01): 98-100.
- [3] 钱泽项, 李亚, 罗利. 市政排水工程顶管顶进测量纠偏技术——以广州市十涌西路顶管工程为例[J]. 科技和产业, 2025, 25(02): 263-268.
- [4] 邓永彬. 顶管施工技术在市政大型排水管道工程中的应用研究[J]. 居业, 2025, (01): 13-15.
- [5] 柳文波, 杨涛, 郑立安. 基于内涝风险预评估的道路排水工程方案设计与优化[J]. 中国给水排水, 2025, 41(02): 69-74.

作者简介: 刘慧芝, 男(1984-7), 汉族, 湖南衡阳人, 高级工程师, 本科学历, 主要研究方向: 市政给排水。