

# Research on Key Technologies for Design and Construction of Intelligent Drainage System in Highway Bridge Connection Section

Xiaoqiang Li

Yunnan Jiaotou Highway Construction Third Engineering Co., Ltd., Kunming, Yunnan, 650000, China

## Abstract

The connection section of highway bridges refers to the link between the roadbed and the bridge. This connection section is the key to improving the construction quality of highway engineering projects. It is also a weak link in the construction of road and bridge engineering projects, and there are many problems that need to be solved, such as drainage problems. The drainage problem is helpful for improving the stability of the roadbed, driving comfort, and structural durability of the highway bridge connection section. This article discusses the intelligent drainage system for the connection section of highway bridges, which can effectively solve the technical problems of regional drainage and effectively improve the overall construction quality level of highway bridges. This article briefly discusses the current drainage problems in the connection sections of highway bridges, and then focuses on the effective design of intelligent drainage systems, which can maximize the application of system technology, including many key construction technologies worth studying.

## Keywords

highway bridge connection section; Intelligent drainage system; Drainage issues; Flexible connection; Central control unit

# 公路桥梁衔接段智能排水系统设计与施工关键技术研究

李小强

云南交投公路建设第三工程有限公司, 中国 · 云南 昆明 650000

## 摘要

公路桥梁衔接段是指路基与桥梁衔接环节, 这一衔接段是公路工程项目建设质量能够提升的关键所在, 它同时也是路桥工程项目建设中的薄弱环节, 存在诸多病害问题有待解决, 例如排水问题。排水问题对于公路桥梁衔接段的路基稳定性、行车舒适性以及结构耐久性改善都有帮助。本文所讨论的是公路桥梁衔接段的智能排水系统, 该智能排水系统可以有效解决区域排水技术难题, 切实提升公路桥梁的整体建设质量水平。本文简单讨论了目前公路桥梁衔接段的排水问题, 然后重点论述智能排水系统的有效设计, 它能够最大限度改善系统技术应用, 其中包含诸多施工关键技术值得研究。

## 关键词

公路桥梁衔接段; 智能排水系统; 排水问题; 柔性连接; 中央控制单元

## 1 引言

公路桥梁衔接段为解决传统排水病害问题, 需要考虑设计采用智能排水系统。新系统集成了大量的现代信息化技术、自动化控制技术以及材料科学技术, 在解决传统排水系统中可能存在的各种病害问题(如排水不畅、维护困难)非常有效。与此同时, 就是提高排水效率, 降低维护成本, 确保道路与桥梁的安全性水平有所提高, 使用寿命大幅度延长。

## 2 公路桥梁衔接段传统排水问题的指出

公路桥梁衔接段存在排水技术问题, 具体来讲包含以下几点。

### 2.1 排水设施堵塞或损坏

公路桥梁衔接段传统排水系统可能存在长时间使用后排水设施堵塞或者损坏, 其中垃圾淤泥堵塞问题也不容忽视, 这导致排水设施长期无法顺利排水而损坏, 对公路桥梁的耐久性与安全性均会产生较大负面影响。

### 2.2 衔接段桥面排水系统设计缺乏合理性

公路桥梁衔接段的桥面部分排水系统存在设计合理性不足问题, 例如纵横坡设置不正确, 导致泄水管数量与位置缺乏合理性, 雨水无法被有效排除, 长久聚积于桥面上, 对行车安全以及桥梁结构都会产生较大影响。

【作者简介】李小强(1994-), 男, 中国湖北钟祥人, 本科, 工程师, 从事公路工程研究。

## 2.3 施工质量与材料选择缺乏

如果施工质量与材料缺乏,也会导致排水设施渗漏或者堵塞问题发生,对排水效果产生不利影响。具体讲,如果填料质量表现不佳、回填工艺不够严格,都会导致衔接段渗水漏水问题发生。

## 2.4 外部环境因素不利影响

外部环境因素不利影响主要是指气温因素、雨量因素等,这些因素都会影响桥梁衔接段排水效果。外部环境气温巨大变化导致材料热胀冷缩问题发生,对于排水设施的密封性影响极大。如果雨量过大,则排水设施可能无法及时排出积水,导致公路桥梁衔接段出现排水病害问题,一时无法解决。

如果公路桥梁衔接段发生上述问题,传统解决方法主要围绕定期检查与维护展开。例如定期对排水设施进行清理或者维护,保证衔接段排水设施能够畅通无阻。如果有垃圾淤泥堵塞排水设施,则必须及时进行清掏疏通处理。另外就是优化设计,确保衔接段设计过程中满足横纵坡合理设置要求,同时安排泄水管在最佳的排水设施位置,如此才能保证雨水被迅速排出。如果泄水管的数量与位置不正确,则根据桥面纵坡与桥长再进行合理布局。在解决衔接段排水问题过程中,需要严格控制施工质量,确保填料质量与回填工艺均符合施工要求,避免由于施工质量问题导致渗水、漏水等问题产生。另外就是保护排水设施,避免在施工过程中发生排水设施损坏问题。最后是环境因素,在具体施工中必须考虑所在区域气温以及雨量等环境因素,再合理选择材料以及施工方法,保证排水设施在各种环境中都能正常工作运行。

当然,传统解决方法虽然可以解决衔接段排水问题,但是技术应用方面效率不高,缺乏先进性。本文所讨论的是公路桥梁衔接段的智能排水系统,新系统的设计内容复杂,而且包含诸多施工关键技术有待研究,下文具体来谈<sup>[1]</sup>。

# 3 公路桥梁衔接段智能排水系统的设计方案

采用智能排水系统可以良好解决公路桥梁衔接段的传统排水问题,提高衔接段的智能化排水水平,实现对公路桥梁的现代化管理。下文着重介绍了系统的诸多设计技术方案。

## 3.1 水文分析与水力计算子系统设计

在水文分析以及水力计算子系统设计过程中,针对汇水面积的确定与计算相当重要。智能排水系统的计算精确度相对较高,可以在上游路面的汇水面积调整上发挥重要作用。在充分考虑纵坡、横坡、超高以及桥梁结构过程中,对水流路径的影响作用也相对较大,不容忽视。在该基础上,还能进一步设计降雨强度,参考项目所在区域的洪汛重现期以及暴雨强度指标分析制定标准,可以设计为5~10年或者更高,如此可以有效确定所设计降雨量多少<sup>[2]</sup>。

在选择径流系数过程中,系统会充分考量路面材料以

及路基填料具体类型,避免发生比较严重的污染堵塞问题。然后对水力计算问题展开分析,系统可以精确计算公路桥梁衔接段所需排水量,如此对于集水井、排水沟等具体位置尺寸的计算、坡度调整均非常有利。在设计方案过程中,针对水流衔接段的沉降差分析、流向分析、流速变化分析也很重要,如此能够有效规避冲刷、淤积等现象发生,堵塞管道设施。

## 3.2 智能化排水功能设计

在分析智能排水系统设计过程中,必须了解核心组件变化情况,确保智能化排水功能设计丰富化。例如设计高效率的集水系统,要确保对排水沟的设计优化升级,同时确保快速收集地表水以及渗出水部分。在设计安全可靠的输水管道时,主要采用耐压、耐腐蚀、抗沉降变形的HDPE、PVC-U管材来合理设计坡度,有效检查智能化排水功能系统,优化功能设计内容<sup>[3]</sup>。

除此之外,还有智能监测层部分。这一部分的核心技术内容就是流量与水位传感器,它专门安装在集水井以及关键管道节点位置,可以实时监测积水深度变化与流量变化。在分析沉降、位移传感器应用功能时,也要有效监测台背填土位置,保证路基之间不会产生较大的沉降差异。另外,就是有效预测潜在排水路径由于受阻所产生的风险问题。因此,在系统中可以安装雨量计,确保雨量计可以实时提供降雨信息,满足系统控制策略应用技术要求。

## 3.3 智能控制与执行层设计

在智能控制与执行层,需要专门设计电动闸门以及阀门,有效控制排水路径,保证排水路径可以正常切换应急溢流口,调节流量变化。考虑到公路桥梁衔接段的智能排水系统功能表现丰富,可以通过自动启闭泵站、冲洗装置来定期进行水力或者气压清洗,满足水位自动启停控制要求。可以在智能控制与执行层设计基础上加入功能表现强大的中央控制单元,专门用于处理所采集数据信息,并快速接收所有传感器数据内容。在智能决策算法应用过程中,主要基于预设规则分析水位阈值变化,或者采用更高端的智能控制与执行层设计方案来解决外部环境变化问题,调整降雨预测情况,分析历史数据,保证优化相关技术操作决策<sup>[4]</sup>。

## 3.4 防淤堵设施维护设计

智能排水系统的防淤堵设施维护设计非常巧妙,它采用高效过滤嘴配合沉淀仓,可以在集水井口直接设置滤网,满足泥沙、杂物拦截要求。另外就是沉淀仓,其中所设置的沉淀区可以自动测量淤积程度,然后智能化定期清淤,操作便捷度相对较高。冲洗接口则主要分析管道关键节点的预留空间,可以在预留空间设置高压智能化冲洗接口,为后续布局摩擦系数相对较小的HDPE管材创造条件,满足防淤堵设施维护的智能通信化设计要求。为确保智能排水系统满足智能供电要求,系统中专门设计了UPS备用智能化电源,配合蓄电池智能供电方案有效搭载传感器、控制器以及执行器,

保证供电安全稳定。在通信方面,系统所选择的可靠且高效的通信技术方式,例如LoRa、NB-IoT、5G等先进通信技术,充分考量现场信号覆盖以及抗干扰能力变化,专门设置智能化数据存储机制,避免通信终端导致大量数据丢失<sup>[5]</sup>。

## 4 公路桥梁衔接段智能排水系统的关键施工技术应用

公路桥梁衔接段由于采用智能排水系统,因此某些施工技术的实践应用相当关键,下文结合多点来谈:

### 4.1 精准测量与定位施工技术的实践应用

衔接段施工需要严格遵照设计图纸进行放样处理,通过传感器与其他控制设备准确定位集水井、管道以及检查井,特别在穿越沉降差异区域展开关键节点分析,为定位施工技术的巧妙运用创造利好技术条件。精准测量技术属于智能排水系统的杆件技术,其中多种传感器均能发挥有效作用,满足图纸设计要求,提高放样处理技术水平,随时随地定位,满足衔接段施工工作要求<sup>[6]</sup>。

### 4.2 地基处理与沟槽开挖施工技术的实践应用

在公路桥梁衔接段,为保证排水设施基础设施建设稳定,需要施工技术人员专门对软弱地基进行特殊处理,可以采用换填、压实以及加压施工技术。例如,在地基处理与沟槽开挖过程中实施柔性连接技术,保证管道铺设坡度严格遵循设计技术要求,确保采用智能水准仪精准控制施工技术的实践操作。可以选择在公路桥梁衔接段的桥台以及路基位置智能化计算沉降缝位置,满足柔性智能化连接方式的有效设计要求,并预留变形补偿空间,严格遵照施工柔性接头操作安装智能排水系统。在系统安装过程中,需要遵循管道回填技术原则,采用级配表现良好的砂砾料进行分层回填,避免发生管道位移情况。其中,回填压实度要保证高于衔接段桥梁路基<sup>[7]</sup>。

### 4.3 传感器与智能设备安装施工技术的实践应用

在安装传感器以及智能设备过程中,要确保衔接段能够精准定位系统。例如,水位传感器需要安装在可以真实反馈积水深度的具体位置上,例如设置井底以上高度,保证沉降传感器牢固埋设在关键监测节点上,提高传感器与智能设备安装施工操作到位。在固定防护传感器技术环节,要有效做好对线缆套管的保护工作,在回填区域分析可能受挤压位置,提高传感器与智能设备的安装施工质量水平。另外设置防雷接地,满足室外电子设备防雷接地优化,提出具体的系

统接线调试方案。具体操作就是严格规范接线位置,强化密封处理,科学合理设置安装防水接线盒,做好单调试以及系统联合调制工作。另外就是大量准确采集数据,保证通信通常技术应用要求。

在该基础上,就要合理控制中央控制单元安装技术流程,满足系统集成要求。在系统联调过程中,对参数的有效设置非常重要,需要全面系统分析功能测试内容,有效模拟各种工况衔接段外部降雨所导致的水位变化,随时传递水位过高或者垃圾、淤泥堵塞信号。这一操作可以验证控制逻辑的正确有效性,保证系统执行机构的动作安全可靠,同时可以自动预警,参考施工现场状况做到对控制算法阈值、参数的精确、高效率调整<sup>[8]</sup>。

## 5 总结

目前公路桥梁衔接段的施工技术内容表现丰富,但是传统排水问题无法解决,采用固有排水技术操作效果不佳,所以本文考虑采用智能排水系统。新系统的水文设计精细化程度较高,可以保证高度适应系统结构优化设计,做到防止堵塞、易于维护。例如,本文中所讨论的实时感知、自动控制、智能决策等技术都能满足排水效能水平提升要求,确保智能排水系统在公路桥梁衔接段真正发挥作用,为未来衔接段发挥其重要衔接功能、提高排水效率创造利好环境。

## 参考文献

- [1] 曹永煌.跨越敏感水体公路桥梁排水系统设计[J].工程技术研究, 2024, 9(19):177-179.
- [2] 汪宜川.道路桥梁施工过渡段软基处治技术研究[J].安家, 2024(5):0097-0099.
- [3] 向波,刘正威,张乐,等.含多个软弱夹层缓倾顺层边坡开挖卸荷变形特征[J].地质灾害与环境保护, 2024, 35(1):74-81.
- [4] 何怡帆,詹同安.西昌市绕城公路昔格达地层滑坡变形破坏分析及治理措施研究[J].甘肃水利水电技术, 2024, 60(2):52-56.
- [5] 谭政君,吴海军,邓棕铎,等.公路桥面径流收集系统构造设计与选型分析[J].公路交通技术, 2024, 40(2):164-170.
- [6] 杨芳.公路路基稳定性分析及加固措施研究[J]. 2024(9):109-111.
- [7] 范文成,王雨飞,张宇,等.超高空钢箱梁排水管道悬挂安装技术[J].公路, 2024, 69(8):32-35.
- [8] 熊兆华.软土地质下公路桥梁的施工技术[J].黑龙江交通科技, 2024, 47(1):91-93.