公路路面大修及灾毁重建恢复技术研究

罗志能

新兴县公路事务中心, 广东 云浮 527400

DOI:10.61369/ME.2025010001

摘要 : 本文涵盖公路路面大修及灾毁重建恢复技术多方面内容。包括大修工程设计标准, 多种修复技术如全深式就地冷再生等, 滑坡体等灾害处治技术, 还涉及桥梁维修技术。介绍了预防性养护策略、GIS等技术应用, 以及绩效评估和质量追溯机制, 最后总结关键技术体系并提出发展方向。

关键词 : 公路大修; 灾毁重建; 技术体系

Research on Highway Overhaul and Disaster Reconstruction and Recovery Technology

Luo Zhineng

Xinxing County Road Affairs Center, Yunfu, Guangdong 527400

Abstract : This article covers various aspects of highway pavement major repairs and disaster reconstruction. It includes design standards for major repair projects, multiple restoration techniques such as full-depth on-site cold recycling, landslide treatment technologies, and bridge maintenance techniques. The paper also introduces preventive maintenance strategies, the application of GIS technology, performance evaluation, and quality traceability mechanisms. Finally, it summarizes key technical systems and proposes future development directions.

Keywords : highway overhaul; disaster reconstruction; technical system

引言

公路作为交通运输的重要基础设施, 其建设、维护与管理至关重要。随着我国交通事业的不断发展以及相关政策的不断完善, 如《交通强国建设纲要》(2019年)的颁布, 对公路的质量和性能提出了更高要求。公路路面大修及灾毁重建恢复技术研究涵盖多个关键领域, 包括路面大修工程设计标准、各种修复技术以及相关的管理体系等。这些方面相互关联, 共同影响公路的使用性能和寿命。合理的设计标准是基础, 先进的修复技术是保障, 科学的管理体系是关键, 它们共同为提高公路的质量和服务水平提供支撑, 以适应现代交通运输的需求。

一、公路路面大修技术体系

(一) 大修工程设计标准

公路路面大修工程设计标准涵盖多个关键方面。路面损坏评估标准是基础, 需综合考虑路面的各种病害类型、程度及分布范围等因素, 以准确判断路面的损坏状况^[1]。交通量预测方法同样重要, 通过对历史交通数据的分析以及对区域发展趋势的预估, 合理推测未来交通量, 为大修工程的设计提供依据。结构承载力评价体系也是不可或缺的一部分, 它要对路面结构的承载能力进行全面评估, 包括各结构层的强度、稳定性等指标, 确保大修后的路面能够满足交通荷载的要求。这些标准相互关联, 共同构成了公路路面大修工程科学合理设计的依据。

(二) 大修材料与工艺

全深式就地冷再生技术是一种环保且经济的大修工艺。它利

用旧路面材料, 通过破碎、添加稳定剂等操作, 重新形成结构层^[2]。在应用中, 需严格控制稳定剂的种类和剂量, 确保再生混合料的性能。超薄磨耗层技术则能有效提高路面的抗滑性和耐磨性。施工时, 要精确控制磨耗层的厚度和材料的级配, 保证其与下层路面的良好粘结。新型改性沥青材料的应用也日益广泛。其通过对沥青进行改性, 提高了沥青的高温稳定性和低温抗裂性等性能。在质量控制方面, 需关注改性剂的添加量和均匀性, 以及沥青的各项指标检测^[2]。

二、公路灾毁重建恢复技术

(一) 地质类灾害处置

滑坡体处治技术包括多种方法。如抗滑桩技术, 通过在滑坡体中设置抗滑桩, 增加滑坡体的抗滑力, 提高稳定性^[3]。还有削

坡减载技术，对滑坡体上部进行削坡，减少下滑力。对于崩塌路段路基加固，可采用锚杆加固技术，将锚杆打入岩体，增强岩体的整体性和稳定性。同时，挡土墙也是常用的方法，能有效阻挡土体或岩体的坍塌。在灾毁重建中，生态防护体系也至关重要。植被的根系可以固土护坡，减少坡面径流，防止水土流失，增强坡面的稳定性，从而提高公路在地质灾害区域的抗灾能力。

（二）气象灾害修复

公路灾毁重建恢复技术在气象灾害修复方面具有重要意义。水毁路基是常见的气象灾害破坏形式，可采用快速修复技术，如及时清理淤泥杂物，对路基进行加固处理，采用合适的填充材料恢复路基结构稳定性^[4]。冻融灾害对公路也有较大影响，需采取防治措施，包括选用抗冻性能好的材料，改善路面结构设计以增强抗冻融能力。台风等气象灾害可能会对桥梁造成破坏，建立台风灾后桥梁应急支撑系统至关重要。该系统应能迅速对受损桥梁提供有效支撑，确保桥梁在后续修复过程中的安全，保障公路的正常通行。

三、桥梁维修关键技术

（一）上部结构维修

1. 桥面铺装改造

钢桥面环氧沥青铺装技术是桥面铺装改造的关键技术之一。该技术通过环氧沥青的特殊性能，能够有效提高桥面的耐磨性和抗腐蚀性，增强桥面的承载能力。其铺装过程需要严格控制温度和湿度等环境因素，确保铺装质量^[5]。混凝土桥面抛丸处理工艺同样重要。抛丸处理可以去除桥面的浮浆和杂质，增加桥面的粗糙度，提高桥面与铺装层之间的粘结力。在进行抛丸处理时，要根据桥面的实际情况选择合适的抛丸参数，以达到最佳的处理效果。这两种技术在桥面铺装改造中都具有重要的应用价值，能够有效提高桥面的性能和使用寿命。

2. 支座更换技术

液压同步顶升技术在桥梁支座更换中具有重要应用。该技术通过多个千斤顶同步工作，实现对桥梁上部结构的平稳顶升。在顶升过程中，需精确控制顶升力和顶升高度，确保结构安全。同时，要对顶升过程进行实时监测，监测内容包括结构的变形、应力等。通过在关键部位安装传感器，获取准确的数据，以便及时调整顶升参数。变形监测方法主要有全站仪测量、水准仪测量以及应变片测量等。全站仪可测量结构的三维坐标变化，水准仪用于测量竖向变形，应变片则能感知结构的应变情况。这些监测方法相互配合，为支座更换过程提供可靠的数据支持，保证桥梁维修工作的顺利进行^[6]。

（二）下部结构加固

1. 墩台加固技术

外包钢板加固法是墩台加固的重要技术之一。该方法通过在墩台表面外包钢板，提高墩台的承载能力和抗震性能。在实施过程中，需精确测量墩台尺寸，确保钢板与墩台表面紧密贴合，可采用粘结剂或锚栓进行固定，以保证加固效果。同时，要注意钢

板的防腐处理，延长其使用寿命。碳纤维布补强技术也被广泛应用。碳纤维布具有强度高、重量轻、耐腐蚀等优点。施工时，要对墩台表面进行清洁和平整处理，确保碳纤维布能够牢固粘贴。粘贴过程需严格按照工艺要求进行，避免出现空鼓、褶皱等缺陷，从而有效提高墩台的结构强度^[7]。

2. 基础修复工艺

基础修复工艺是桥梁下部结构加固的关键环节。旋喷桩加固技术通过高压喷射水泥浆与土体混合，形成强度较高的桩体，提高基础的承载能力和稳定性^[8]。该技术可有效处理基础的不均匀沉降等问题。微型钢管桩托换技术则是将微型钢管桩植入基础下方，通过桩体承担上部结构荷载，实现对基础的托换加固。此技术适用于基础出现严重病害，承载能力不足的情况。在实际应用中，需根据基础的具体病害类型、地质条件等因素，合理选择基础修复工艺，以确保桥梁下部结构的加固效果，保障桥梁的安全运营。

四、公路管理养护体系

（一）全寿命周期管理

1. 预防性养护策略

预防性养护策略是公路全寿命周期管理的重要组成部分。它基于对路面性能的准确预测，旨在在路面出现严重病害之前采取适当的养护措施，以延缓路面性能的衰退，延长路面的使用寿命。通过建立路面性能预测模型，能够分析不同因素对路面性能的影响，从而确定最佳的养护时机^[9]。同时，BIM技术的应用为预防性养护提供了更直观和有效的工具。它可以对公路结构进行三维建模，实现对公路设施的精细化管理。通过BIM模型，可以实时监测路面的状态，及时发现潜在的病害风险，为预防性养护决策提供有力支持。

2. 资产管理信息化

GIS技术在公路管理养护体系的全寿命周期管理及资产管理信息化中具有重要作用。它可用于公路资产数据库建设，准确记录公路各类资产信息，包括路面状况、设施分布等^[10]。通过空间分析功能，能直观呈现资产的地理位置和相关属性关系。在养护决策支持系统中，GIS技术可整合多源数据，如路况监测数据、交通流量数据等。依据这些数据进行分析，为养护决策提供科学依据，例如确定路面大修及灾毁重建的优先区域，合理安排养护资源，提高公路管理养护的效率和科学性，实现全寿命周期的有效管理和资产信息化管理。

（二）智能化监测技术

1. 结构健康监测

光纤光栅传感器在公路结构健康监测中具有重要应用。在桥梁应力监测方面，它能够精确感知应力变化。通过将光纤光栅传感器合理布置在桥梁关键部位，如梁体、桥墩等，可实时获取应力数据。这些数据对于评估桥梁结构的安全性和稳定性至关重要。一旦应力出现异常变化，可能预示着桥梁存在潜在安全隐患，以便及时采取维护措施。在路面温度场监测中，光纤光栅传

感器同样发挥关键作用。它可以准确测量路面不同深度的温度分布情况。了解路面温度场对于分析路面材料性能变化、预测路面病害的发生具有重要意义。例如，温度的剧烈变化可能导致路面出现裂缝等病害，通过传感器监测可提前预警并采取相应措施预防病害的发生。

2. 无人机巡检系统

多旋翼无人机在公路巡检中具有重要作用。其可搭载高清摄像与红外设备，通过特定的病害识别算法实现对公路路面状况的监测。高清摄像设备能够清晰拍摄路面的裂缝、坑洼等病害情况，为后续的分析提供直观的图像数据。红外设备则可检测路面温度差异，有助于发现一些潜在的病害隐患，如地下空洞导致的温度异常区域。病害识别算法对采集到的数据进行处理和分析，能够准确识别病害类型、位置和严重程度，从而为公路管理养护部门提供精准的决策依据，以便及时采取相应的养护和修复措施，提高公路的使用性能和安全性。

(三) 绩效评估体系

1. 技术经济评价

公路管理养护体系的绩效评估体系中的技术经济评价至关重要。需建立包含全寿命周期成本、社会效益及环境影响的综合评价模型。全寿命周期成本涵盖建设成本、养护成本、运营成本等各阶段费用，通过准确核算与分析，为决策提供成本依据。社会效益包括对区域经济发展的促进、交通便利性提升、就业机会增加等方面，应采用合理的方法量化这些效益。环境影响涉及施工过程中的污染排放、对生态的破坏以及建成后对周边环境的长期影响，需综合评估并寻求降低影响的措施。综合考虑这三个方面，能全面评估公路项目的技术经济可行性，为公路的大修及灾

毁重建恢复技术选择提供科学支撑。

2. 质量追溯机制

公路管理养护体系、绩效评估体系以及质量追溯机制在公路路面大修及灾毁重建恢复技术研究中至关重要。在质量追溯机制方面，基于区块链技术构建工程质量追溯系统具有显著优势。区块链的分布式账本特性可确保工程建设过程中各类数据的不可篡改和透明性。从原材料采购开始，每一个环节的数据都能被准确记录，包括材料的来源、质量检测结果等。在施工过程中，施工工艺、施工时间、施工人员等信息也能实时上传。一旦出现质量问题，通过区块链系统能够迅速追溯到问题产生的源头，明确责任主体，为工程质量提供可靠保障，同时也有助于规范公路管理养护工作流程，提升整体绩效。

五、总结

公路路面大修及灾毁重建恢复技术研究涵盖多个关键方面。系统总结了公路大修与灾毁重建关键技术体系，为相关实践提供了坚实的技术支撑。同时提出基于智能感知的预防性养护发展方向，这将有助于提高公路养护的前瞻性和精准性。强调多学科交叉在公路全寿命周期管理中的重要性，通过融合不同学科的知识和方法，能够更全面地考虑公路的建设、维护和管理。此外，展望绿色低碳修复材料与数字孪生技术的应用前景，绿色低碳修复材料符合环保要求，数字孪生技术则可为公路的精细化管理提供可能，这些都为公路路面大修及灾毁重建恢复技术的进一步发展提供新的思路 and 方向。

参考文献

- [1] 王秋燕. 顺平南线公路大修工程项目质量控制研究 [D]. 北京: 北京交通大学, 2017.
- [2] 王瑞法. 高速公路大修工程施工安全保障措施 [J]. 交通世界 (工程技术), 2015, (07): 138-139.
- [3] 周维军. 基于公路灾毁信息采集系统的水毁公路易发性分析 [D]. 江西: 南昌大学, 2021.
- [4] 宋文涛. 高速公路大修工程交通组织方案研究 [D]. 湖南: 长沙理工大学, 2014.
- [5] 杨明. 高速公路沥青路面大修施工关键技术分析 [J]. 山西建筑, 2018, 44(19): 132-134.
- [6] 郑平辉. 高速公路沥青路面大修技术探讨 [J]. 建材与装饰, 2016, (01): 236-237.
- [7] 孟凡刚. 高速公路沥青路面大修工程的技术研究 [J]. 交通世界, 2016, (12): 112-113.
- [8] 郑平辉. 高速公路沥青路面大修技术探讨 [J]. 建材与装饰, 2016, (01): 236-237.
- [9] 孟凡刚. 高速公路沥青路面大修工程的技术研究 [J]. 交通世界, 2016, (12): 112-113.
- [10] 廉福明. 高速公路沥青路面大修技术研究 [J]. 价值工程, 2017, 36(13): 134-136.