

高速公路桥梁养护技术研究

朱华强 朱永生

郑州市广汇路桥工程有限公司 河南 郑州 450000

摘 要：文章深入研究了高速公路桥梁养护技术的现状与发展趋势。分析了桥梁养护面临的主要挑战，如结构老化、交通流量增大等。探讨桥梁健康监测、预防性养护、快速修复及智能化养护等关键技术，并提出相应的技术应用策略。研究旨在提高桥梁养护的科学性和有效性，延长桥梁使用寿命，保障行车安全。通过本研究，为高速公路桥梁养护管理提供理论支撑和技术参考。

关键词：高速公路桥梁；养护技术；检测评估

1 高速公路桥梁养护基础理论

1.1 高速公路桥梁结构与类型

高速公路桥梁作为连接公路的重要交通枢纽，其结构复杂多样，类型丰富。桥梁一般由上部结构、下部结构、支座系统和附属设施四个基本部分组成。上部结构，又称桥跨结构，是跨越障碍的主要承重结构，如梁式桥、拱桥、斜拉桥等；下部结构包括桥墩、桥台和基础，它们共同支撑上部结构；支座系统则是连接上部结构与下部结构的关键部件，起到传力的作用；附属设施则包括桥面系、伸缩缝、桥头搭板、锥形护坡等，为桥梁的正常运行提供辅助支持。按照不同的分类标准，高速公路桥梁可以分为多种类型。按结构体系分类，桥梁可分为梁式桥、拱桥、刚架桥、斜拉桥和悬索桥等；按用途分类，则可分为公路桥、铁路桥、公铁两用桥等；按跨越障碍分类，有跨河桥、跨谷桥、跨线桥（立交桥）等；按采用材料分类，有木桥、钢桥、钢筋混凝土桥等；按桥面位置分类，有上承式桥、下承式桥和中承式桥；按桥梁长度分类，则有小桥、中桥、大桥和特大桥等。

1.2 养护管理原则

高速公路桥梁的养护管理对于保障桥梁的安全运行至关重要。养护管理应遵循“预防为主，安全至上”的方针，通过科学的养护手段和技术措施，提高桥梁的结构安全性和耐久性，确保桥梁经常处于良好的技术状态。在养护管理过程中，应坚持“统一领导、分级管理”的原则^[1]。交通运输主管部门负责全省或地区桥梁管理工作的统一领导和协调，而具体的养护管理工作则由各级公路经营管理单位负责实施。应建立健全桥梁养护工程师制度，明确桥梁养护工程师的职责和权限，确保养护管理工作的专业性和有效性。养护管理还应注重科学决策和精细化管理，通过定期检测、评定桥梁的技术

状况，结合桥梁的实际情况和养护需求，科学制定养护计划和方案。同时加强对养护工程的质量和安全管理，确保养护工作的顺利进行和桥梁的安全运行。

1.3 养护技术标准与规范

高速公路桥梁的养护工作必须遵循一定的技术标准和规范，以确保养护工作的科学性和有效性。目前，我国已经制定了一系列针对桥梁养护的技术标准和规范，如《公路桥涵养护技术规范》（JTG H11-2004）、《公路桥梁技术状况评定标准》（JTG/TH21-2011）等。这些标准和规范对桥梁养护工作的各个方面都做出了详细的规定和要求。例如，在桥梁检查方面，规定了日常巡查、经常检查、定期检查和特殊检查的内容、频率和方法；在桥梁评定方面，明确了技术状况评定和适应性评定的方法和标准；在养护工程方面，规定了小修保养、中修、大修和改建等不同类型的养护工程的技术要求和实施程序等。遵循这些技术标准和规范进行桥梁养护工作，不仅可以提高养护工作的科学性和有效性，还可以确保桥梁的安全运行和延长使用寿命，随着技术的不断进步和桥梁养护需求的不断变化，这些标准和规范也将不断完善和更新以适应新的发展需求。

2 高速公路桥梁养护技术存在的问题

2.1 技术落后

在高速公路桥梁养护领域，技术落后的问题日益凸显，成为制约养护工作质量和效率的重要因素。目前，一些养护单位仍然沿用着较为传统、陈旧的养护技术和方法，这些技术往往基于过去的经验和手工操作，效率低下，难以满足现代桥梁养护对高效、精准、智能化的需求。随着桥梁结构的不断复杂化和新型材料的广泛应用，传统养护技术已经难以适应新形势下的养护工作。例如，一些传统的检测方法可能无法准确识别桥梁结构的潜在损伤或隐患，导致养护效果不佳，甚至可能因误

判而对桥梁结构造成二次损伤。

2.2 设备陈旧

设备陈旧是高速公路桥梁养护中另一个亟待解决的突出问题。一些养护单位使用的检测设备、施工机械等已经使用了多年,甚至超出了设计使用年限,设备性能大幅下降,精度和可靠性难以保证。陈旧的设备不仅影响了养护工作的效率和质量,还可能因设备故障或操作不当给养护人员带来安全隐患,随着桥梁养护技术的不断发展,一些新型、高效的养护设备已经问世,如自动化施工机械、智能化检测仪器等^[2]。由于资金、政策或管理等原因,一些养护单位未能及时更新设备,导致养护工作难以跟上时代步伐,无法满足现代桥梁养护的需求。

2.3 人才短缺

高速公路桥梁养护工作需要具备专业知识和技能的专门人才来支撑,然而目前养护领域面临着严重的人才短缺问题。一方面,由于桥梁养护工作的艰苦性和危险性,一些年轻人不愿意从事这项工作,导致人才流失严重,养护队伍年龄结构偏大,缺乏新鲜血液。另一方面,一些养护单位对人才培养不够重视,缺乏系统的培训和教育机制,使得现有养护人员的技能水平难以提升,难以适应新技术、新材料的发展需求。人才短缺问题不仅影响了养护工作的正常进行,还制约了桥梁养护技术的创新和发展。

3 高速公路桥梁养护关键技术研究

3.1 桥梁结构健康监测技术

桥梁结构健康监测技术是一种集传感器技术、数据采集与分析、云计算与大数据处理等多学科交叉的先进技术,它通过对桥梁结构进行全天候、全方位的实时监测,为桥梁的安全运营和养护管理提供了科学依据。这项技术通过在桥梁的关键部位安装各类高精度传感器,如应变计、加速度计、位移计、温度传感器等,来实时采集桥梁结构在各种荷载和环境作用下的响应数据。这些数据经过数据采集系统的传输和处理,被送入到数据中心进行深入分析,通过运用先进的算法和模型,对桥梁结构的应力、变形、振动、温度等多维度参数进行实时监测与评估。桥梁结构健康监测技术不仅能够及时发现桥梁结构的异常变化,如裂缝、变形、振动异常等,还能通过长期监测数据的积累和分析,预测桥梁结构的剩余使用寿命,为桥梁的养护管理提供决策支持。桥梁结构健康监测技术还能桥梁的设计、施工和运营提供反馈,帮助工程师优化桥梁结构设计和施工方案,提高桥梁的安全性和耐久性。随着传感器技术、无线通信技术和数据处理技术的不断进步,桥梁结构健康监测技术

正朝着更加智能化、集成化的方向发展。

3.2 预防性养护技术

预防性养护技术是指在桥梁结构尚未出现明显损伤或病害之前,采取一系列主动性的保养和维护措施,以延缓桥梁结构的老化和损伤进程,延长桥梁的使用寿命。这种养护理念强调“治早、治小、治好”,通过定期检查、检测和评估桥梁结构的健康状况,及时发现并处理潜在的问题,避免病害的进一步扩大和恶化。预防性养护技术涵盖了多个方面,包括但不限于裂缝修复、防腐处理、排水系统维护、支座更换等。例如,对于桥梁结构中的微小裂缝,可以采用表面封闭法、注浆法等预防性养护技术进行处理,防止裂缝的进一步扩大和水分侵入;对于桥梁的防腐处理,可以采用喷涂防腐涂料、设置防腐层等措施,提高桥梁结构的耐久性和抗腐蚀能力;对于桥梁的排水系统维护,应定期清理排水孔、伸缩缝等,防止水分积聚导致桥梁结构受损;对于桥梁支座的更换,应根据支座的磨损和老化情况,及时更换新支座,确保桥梁结构的稳定性和安全性。预防性养护技术的应用需要基于科学的检测和评估结果,结合桥梁结构的特点和使用环境,制定合理的养护计划和方案。通过实施预防性养护技术,可以显著降低桥梁的养护成本,提高桥梁的安全性和耐久性,为桥梁的长期稳定运行提供有力保障。

3.3 快速修复技术

在高速公路桥梁养护中,快速修复技术是一项至关重要的技术,它能够在桥梁结构出现突发损伤或病害时,迅速采取措施进行修复,恢复桥梁的正常通行能力。快速修复技术强调快速响应、高效施工和短期恢复,以减少对交通的影响和保障行车安全。快速修复技术涵盖了多种方法和材料,如快凝快硬高强混凝土、碳纤维布加固、环氧树脂粘结等。例如,对于桥梁伸缩缝的破损修复,可以采用快凝快硬高强混凝土进行快速修补,该材料具有初凝时间短、强度发展快、施工方便等优点,能够在不封闭交通的情况下迅速恢复桥梁的正常通行能力;对于桥梁结构的裂缝修复,可以采用碳纤维布加固技术,该技术利用碳纤维布的高强度和良好的粘结性能,对桥梁结构进行加固处理,提高桥梁的承载能力和耐久性;对于桥梁结构的局部破损修复,可以采用环氧树脂粘结技术,该技术具有粘结强度高、施工简便等优点,能够快速修复桥梁结构的破损部位^[3]。快速修复技术的应用需要充分考虑桥梁结构的特点和使用环境,选择合适的修复方法和材料,制定合理的修复方案。还需要加强施工过程的监控和管理,确保修复质量和施工

安全。通过实施快速修复技术,可以迅速恢复桥梁的正常通行能力,减少对交通的影响和保障行车安全。

3.4 智能化养护技术

随着信息技术的飞速发展,智能化养护技术已经成为高速公路桥梁养护领域的重要发展方向。智能化养护技术通过运用物联网、大数据、云计算、人工智能等先进技术,实现对桥梁结构健康状况的实时监测、预警和分析,提高养护工作的智能化水平和效率。智能化养护技术涵盖了多个方面,包括但不限于智能巡检系统、智能维护设备、大数据分析 with 预测等。例如,智能巡检系统可以利用无人机、智能巡检车等设备进行自动化巡检,通过搭载的高精度传感器和摄像头等设备,实时采集桥梁结构的健康状况数据,并将数据传输至数据中心进行处理和分析;智能维护设备则可以根据养护计划,自主完成道路清扫、修补和维护工作,减少人工干预和提高养护效率;大数据分析 with 预测技术则可以通过对桥梁结构健康状况的长期监测数据的分析,预测桥梁结构的剩余使用寿命和可能发生的病害类型,为养护管理提供决策支持。智能化养护技术的应用需要充分考虑桥梁结构的特点和使用环境,结合实际需求和技术条件,制定合理的养护计划和方案。通过实施智能化养护技术,可以实现对桥梁结构健康状况的实时监测和预警,提高养护工作的智能化水平和效率,为桥梁的长期稳定运行提供有力保障。还可以降低养护成本、提高养护质量和安全性,为高速公路桥梁养护事业的可持续发展提供有力支持。

4 高速公路桥梁养护管理优化策略

4.1 养护管理体制变革

在当前高速公路桥梁养护管理面临的新挑战下,养护管理体制变革显得尤为重要。传统的养护管理模式往往存在职责不清、效率不高、反应迟缓等问题,难以满足现代桥梁养护管理的需求。因此,需要对养护管理体制进行深化改革,明确各级养护管理部门的职责和权限,形成权责清晰、运转高效的管理体系。同时要推行养护管理的市场化、专业化进程,引入竞争机制,鼓励社会力量参与桥梁养护,提高养护管理的水平和效率。通过体制改革,可以建立起更加科学、合理、高效的养护管理机制,为桥梁的长期安全运行提供有力保障。

4.2 养护资金管理

养护资金是高速公路桥梁养护管理的重要基础,其充足与否直接影响到养护工作的质量和效果。必须加强养护资金的管理,确保资金的合理使用和有效投入。一方面,要建立健全养护资金的筹措机制,通过多种渠道筹集资金,如政府拨款、社会捐赠、企业赞助等,为桥梁养护提供充足的资金支持^[4]。另一方面,要加强养护资金的使用监管,确保资金能够专款专用,避免挪用、滥用等现象的发生。同时,还要对养护资金的使用效果进行评估,根据评估结果及时调整资金投入策略,提高资金的使用效益。

4.3 桥梁健康监测与评估体系建设

桥梁健康监测与评估体系是高速公路桥梁养护管理的重要组成部分,它通过对桥梁结构的实时监测和定期评估,及时发现桥梁的潜在问题和安全隐患,为养护管理提供科学依据。加强桥梁健康监测与评估体系的建设,要引进先进的监测技术和设备,提高监测的准确性和可靠性;建立完善的评估模型和方法,对监测数据进行深入分析和处理,得出准确的评估结果。还要加强监测与评估人员的培训和管理,提高他们的专业素养和技能水平,确保监测与评估工作的顺利进行。通过建设和完善桥梁健康监测与评估体系,可以更加全面地了解桥梁的健康状况,为养护管理提供有力的支持。

结束语

随着交通事业的快速发展,高速公路桥梁养护技术将不断面临新的挑战。本研究通过深入探讨桥梁养护的关键技术,为养护管理提供了新思路和方法。未来,将继续关注桥梁养护技术的最新进展,不断推动技术创新和应用,为高速公路桥梁的安全运营和可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1]樊玉琴.高速公路桥梁隧道预防性养护技术的实践应用分析[J].运输经理世界,2022,(12):134-136.
- [2]丁博.高速公路桥梁常见病害及预防性养护技术[J].四川建材,2021,47(07):166-167.
- [3]王海宏.高速公路混凝土桥梁预防性养护加固措施研究[J].智能城市,2021,7(10):99-100.
- [4]王阳.公路桥梁养护与加固施工技术的应用研究[J].科技创新与应用,2020,10(36):163-164.