

市政桥梁桥面铺装早期病害成因及施工优化对策

周汉权

广东旭峰建筑工程有限公司 广东 惠州 516321

【摘要】：市政桥梁桥面铺装是影响桥梁使用寿命和交通安全的重要因素。随着使用时间的增长，桥面铺装容易出现裂缝、沉降等病害，严重影响桥梁结构的稳定性和交通运行的安全性。分析表明，桥面铺装的早期病害主要由施工质量、材料选择、环境因素等多方面原因导致。针对这些问题，本文提出了优化施工技术和材料选择的措施，以减少桥面铺装病害的发生。通过合理的施工方法和科学的材料应用，可以有效延长桥梁的使用寿命，提高其稳定性和安全性。

【关键词】：市政桥梁；桥面铺装；早期病害；成因分析；施工优化

DOI:10.12417/2811-0722.26.08.064

引言

市政桥梁作为城市基础设施的核心组成部分，担负着交通运输的重任。随着城市建设的迅速发展，市政桥梁的数量日益增多，但桥面铺装的早期病害问题也逐渐突出。桥面铺装作为桥梁的重要组成部分，其质量直接影响着桥梁的使用寿命和安全性。在桥梁的使用初期，铺装常常出现裂缝、沉降等问题，这些病害不仅影响了桥梁的稳定性，还可能给交通带来隐患。因此，分析桥面铺装的早期病害成因，探索并提出切实可行的施工优化对策，显得尤为重要。本文将深入分析桥面铺装病害的成因，提出改进的施工方法，并探讨如何通过优化施工技术提高桥梁的整体质量。

1 市政桥梁桥面铺装病害的常见类型

1.1 裂缝问题分析

桥面铺装裂缝是最常见的早期病害之一，裂缝的发生不仅影响桥面美观，也直接影响桥梁的使用性能。裂缝的成因较为复杂，主要与施工过程中的质量控制不严、材料选用不当以及荷载的长期作用等因素相关。尤其是在桥梁的启用初期，由于施工工艺的不成熟，铺装层和基层之间的结合力不足，容易产生裂缝。随着车辆通行频繁，桥面所承受的荷载不断增加，裂缝会逐渐加剧，进而影响桥梁的安全性。裂缝的大小、分布及形态直接反映了桥面铺装的质量和状况，必须引起高度重视。

1.2 沉降问题研究

沉降现象在桥面铺装中尤为突出，尤其是在软土地基或施工不当的情况下，沉降会导致桥面不平，严重时会影响车辆的通行安全。沉降的原因通常与基础处理不当、施工过程中对地基承载力的评估不足、以及填筑材料的压实度不够密切相关^[1]。在市政桥梁中，沉降问题不仅是由基础设施的沉降引起，也可能由于季节性温差变化和水文变化的影响而加剧。沉降导致桥面局部不平，长时间积水会进一步恶化病害情况，甚至可能造成更严重的结构性损坏。

1.3 水害引发的病害

水害问题是市政桥梁桥面铺装常见的另一类病害，主要表现在水渗透、积水以及冻融作用等方面。当桥面铺装出现裂缝或接缝不严时，雨水、融雪水或地下水便容易渗透到铺装层和基层之间，长时间积水不仅加剧了材料的老化，还可能导致基层的软化和失稳。水分的渗透和冻结膨胀会使桥面铺装发生剥落、起皮等病害。水害还会加剧溶解性盐分的积聚，进一步破坏桥梁的结构强度，特别是在冬季冰冻的环境下，冻融循环作用会使水分不断扩张，严重影响桥面铺装的稳定性。

2 影响桥面铺装病害的主要因素

2.1 施工质量的影响

桥面铺装的施工质量对其后期使用性能具有至关重要的影响。在施工过程中，如果施工人员未严格按照设计要求进行操作，或者施工设备、材料的质量不合格，都会直接导致铺装病害的发生。混凝土铺设不均匀、压实度不够或是铺设厚度不符合标准，都可能成为裂缝和沉降的诱因。施工过程中对温湿度的控制不当，也会导致材料性能的变化，从而影响桥面铺装的稳定性。加之桥梁施工往往需要在繁重的交通环境中进行，这对施工质量提出了更高要求，稍有疏忽就可能引发早期病害。

2.2 材料选择与使用不当

桥面铺装的材料选择在很大程度上决定了桥面铺装的耐久性和抗病害能力。如果所选材料的抗冻融、抗渗透性、抗压强度等性能不足，就容易在桥面使用初期或中期出现病害^[2]。使用不符合标准的低质量材料，或者在施工过程中材料的配比不合理，也会加剧铺装层的老化与损坏。在一些特殊环境条件下，如低温、潮湿的气候下，材料的选择尤为关键。若未能选用高性能的防水、防滑、抗腐蚀等特殊性能的材料，铺装层容易受到水害或化学物质的侵蚀，导致病害迅速扩展。

2.3 环境因素的作用

环境因素对桥面铺装的影响不可忽视。桥梁所在地区的气候条件，如温度变化、降水量和湿度等，都会影响铺装的耐久

性。在寒冷地区，温差变化和冰冻融化的循环作用会使材料产生膨胀和收缩，进而导致裂缝和脱落。空气中的污染物、盐分、酸雨等也可能加速铺装材料的腐蚀与老化。对于桥梁处于沿海或者盐碱地区的情况，盐分的腐蚀作用更为严重，长期的水汽侵入和盐分渗透会导致铺装层失去强度，进而影响桥梁的整体性能。

3 施工优化对策的必要性与实施步骤

3.1 科学材料选择

桥面铺装的材料选择对施工质量及后期维护起着关键作用。合理的材料搭配和高性能材料的使用可以有效延长桥面铺装的使用寿命，减少病害发生。施工前应充分考虑桥梁所在地区的气候条件、交通荷载、环境腐蚀等因素，选择符合工程标准的高耐久性材料。选择具有优良抗冻融性能的水泥基材料，或抗渗透性强的防水材料，可以有效减少裂缝、水害等问题的出现。随着新型材料的不断涌现，采用具有更高抗磨损、抗紫外线等功能材料，有助于提高桥面铺装的耐久性。施工过程中应严格按照要求配比材料，避免不合格原料的使用对铺装质量产生不利影响，确保铺装层在承载压力和外界环境变化下能保持稳定。

3.2 施工工艺的优化

优化施工工艺可以显著提升桥面铺装的质量与效率，减少后期的维修成本。施工工艺中，应特别注意层次的搭建与压实程度。使用高效的机械设备和施工技术，可以确保铺装层的均匀性和密实度，避免因施工不当导致的沉降和裂缝问题。在基层处理方面，必须确保基层的平整度、密实性达到设计要求，避免因不均匀的基层导致铺装层发生不规则沉降^[1]。采用合适的铺设方法，如热拌沥青混合料的摊铺技术，能够有效提高桥面铺装的密实性和整体稳定性，减少后期的裂缝与病害发生。施工过程中，还需加强对施工环境的监控，及时调整工艺，确保施工质量达到最佳状态。

3.3 施工过程的质量控制

施工过程中的质量控制是保证桥面铺装长期稳定的关键环节。在施工前，应进行详细的施工方案审查，确保所有施工人员和设备符合工程标准。在施工过程中，应持续进行质量监控，特别是在铺装层的摊铺与压实过程中，要确保厚度、密实度和均匀性符合设计要求。使用高精度的测量设备进行实时监测，可以在施工过程中及时发现问题并进行调整。同时，对材料的质量和来源进行严格把关，避免使用劣质原材料。施工完成后，应进行必要的质量验收和检测，确保桥面铺装层的各项性能指标符合要求，尤其是抗压强度、抗冻融性和防水性能。施工过程中要加强各环节之间的协调与配合，确保各项工艺的顺利进行，防止由于人员或工艺问题导致施工质量不达标。

4 桥面铺装病害的预防措施

4.1 完善设计方案

桥面铺装病害的预防始于合理的设计方案。在设计阶段，必须考虑到桥梁的使用环境、交通荷载、气候变化、地质条件等因素，确保设计能够满足长期使用的需要。设计师应根据桥梁所在的地理位置选择合适的材料和施工工艺，避免因设计不当导致的后期病害。在低温环境中，设计时应考虑到抗冻融性能较强的铺装材料，以及适应潮湿环境的排水系统设计，以防止水分渗透和冻融循环造成的病害。设计方案中应充分考虑桥面铺装的厚度、强度、排水设计等关键因素，确保桥面铺装在使用过程中能有效分散交通荷载，减少铺装层和基层之间的应力集中。合理的设计不仅能大幅度延长桥面铺装的使用寿命，还能提高桥梁的整体抗病害能力，减少后期维护与修复的成本。

4.2 加强施工现场管理

桥面铺装质量的高低直接与施工现场管理的严谨性息息相关。施工现场管理的重点在于确保每一个环节都严格按照设计要求和标准执行。施工现场管理首先要确保施工人员的专业素质和技术水平，施工人员必须接受相关培训，掌握最新的施工技术，理解施工细节和操作规范^[4]。现场管理还应加强对施工环境的控制，确保施工过程中的温度、湿度、风速等外界因素在合理范围内，这些都对桥面铺装的质量有直接影响。在施工过程中，尤其需要关注材料的存储和运输，避免材料受潮、污染或运输过程中的损坏。现场还应设置质量检查员，负责实时检查施工质量，确保铺装的厚度、密实度、平整度等符合标准。同时，要对施工的每一个环节进行记录，确保施工日志的准确性和及时性，便于后期的质量追溯和维护。

4.3 使用新型耐用材料

新型耐用材料的引入为桥面铺装病害的预防提供了更加有效的手段。在现代桥梁建设中，传统的铺装材料虽然已被广泛应用，但面对复杂的环境条件和日益增长的交通负荷，常规材料的性能逐渐暴露出一些不足。新型材料具有更强的耐久性、抗压强度和抗化学腐蚀性。高性能的改性沥青混凝土，具有更强的抗老化、抗疲劳、抗水损害性能，能有效应对大流量交通和恶劣天气条件带来的压力。使用新型的防水、防滑材料，可以有效减少水害和交通磨损带来的病害。抗冻融性能优异的复合材料也能够应对低温地区的冻融循环，延长桥面铺装的使用寿命。随着新材料技术的不断发展，采用创新型材料，能够更好地适应桥梁使用环境中的各种挑战，有效减少病害的发生，提升桥梁的长期稳定性和安全性。

5 桥面铺装病害的修复技术

5.1 常见修复方法介绍

桥面铺装病害的修复方法通常依赖于病害的类型与程度，

修复技术主要包括局部修补、整体更换以及表面加固等多种手段。局部修补适用于裂缝、坑洞等较小的病害，通常通过清除病变区域的旧材料，使用高强度修补料填充，确保修复后的铺装层平整和坚固。对于较大范围的损坏，整体更换是最为有效的修复方式，通常涉及整个桥面铺装层的拆除和重新施工，以恢复桥面原有的性能。表面加固则常用于那些表面磨损严重、但基层仍然完好的桥面，通过涂覆耐磨、抗渗的加固层来增强桥面的使用寿命。近年来，随着修复材料的不断创新，新型聚合物材料和高性能沥青等被广泛应用，能够大幅提升修复效果。这些新型材料具有较强的粘结性和弹性，能够有效解决传统修复材料容易剥落和开裂的问题，提高修复效果的长期稳定性。

5.2 修复效果的评估

桥面铺装修复后的效果评估是确保修复质量和长期稳定性的重要环节。评估的过程通常通过多种手段进行，包括目视检查、仪器检测以及动态监测等。目视检查主要用来判断修复区域的表面是否平整，裂缝是否消失，修复区域与原有结构之间的结合是否牢固。仪器检测则更侧重于评估修复后的承载能力、抗压强度、耐磨性等关键性能，常用的检测方法包括回弹法、超声波检测和荷载试验等。通过这些检测手段，可以科学评估修复区域的性能是否达到设计标准^[5]。动态监测则能够对桥面在长期使用中的变化进行实时跟踪，特别是在车流量大和环境条件复杂的情况下，动态监测能为桥面铺装的健康状况提供实时反馈，及时发现潜在的病害并进行处理。修复效果的评估不仅可以确保修复工作的质量，还能为未来的桥梁维护提供依据。

5.3 修复后的监测与管理

修复后的桥面铺装需要进行长期的监测与管理，以确保其修复效果的持续性和稳定性。监测工作通常通过安装传感器、数据采集系统和定期检测等手段来实施。传感器可以实时监测桥面铺装的温度、湿度、应力变化等物理指标，帮助工程师及时发现可能存在的问题，并采取相应的措施。在桥梁的关键部位，如桥面接缝、坡道等区域，应加强巡查频率，确保修复区域在早期能得到充分关注。修复后的管理不仅限于定期检测，还应包括桥梁的日常养护工作，如表面清洁、排水系统维护等，这些措施有助于延长桥面铺装的使用寿命。通过建立完善的监测与管理体系，能够确保桥梁在使用过程中保持良好的状态，并及时响应任何可能出现的安全隐患，从而提高桥梁的整体安全性和使用效益。

6 提升市政桥梁桥面铺装质量的长远发展策略

6.1 技术创新与发展方向

市政桥梁桥面铺装质量的提升离不开技术的创新与持续

发展。随着新材料和新工艺的不断涌现，桥面铺装技术正在经历一场革命。采用高性能、长寿命的材料，如改性沥青、聚合物混合材料等，能够有效提高桥面铺装的耐久性和抗病害能力。智能化施工技术的应用为提升施工质量提供了新的手段。通过引入自动化摊铺设备、精确的温度监控系统以及数字化测量仪器，可以确保施工过程中的每一个环节都符合严格的质量标准。同时，施工过程中的数据采集与分析，能够帮助工程师实时调整施工方案，确保铺装质量的优化。在未来，随着材料科学、施工工艺和监测技术的不断发展，桥面铺装技术将更加精细化、智能化，进一步提升桥梁的使用寿命和安全性。

6.2 政策与管理的支持

政策的支持与管理的规范化是提升市政桥梁桥面铺装质量的关键保障。政府应出台针对桥梁建设与维护的相关政策，明确行业标准和施工要求，促进技术创新的应用。政策制定者应鼓励地方政府和施工单位建立健全的管理体系，确保桥梁施工、维修和管理的规范化和系统化^[6]。在施工过程中，应加强质量控制，明确责任分工，确保每一环节都严格执行标准操作规程，避免因管理不善导致质量问题。同时，政策层面的鼓励还可以促进科研机构与企业的合作，推动新技术、新材料的应用，从源头上提升桥面铺装的质量。只有通过政策与管理的双重支持，才能确保市政桥梁的长远发展，减少后期维修成本，提高桥梁的整体使用效益。

6.3 行业标准的完善

行业标准的完善是提升市政桥梁桥面铺装质量的重要基础。随着市政桥梁建设的快速发展，现有的标准体系已无法满足日益增长的质量要求。因此，亟需对行业标准进行全面修订和完善，尤其是在材料选择、施工技术、检测方法和质量评估等方面。新的行业标准应当综合考虑现代桥梁建设的实际需求，明确各类材料的技术要求，确保材料的性能能够满足不同气候、地质和交通条件下的使用需求。施工工艺方面，标准应针对桥面铺装的各个环节，明确施工过程中的质量控制措施，提供详细的技术操作指南。标准的修订还应包括对新技术、新材料应用的规范，促进行业的技术进步和质量提升。通过行业标准的完善，不仅可以提高市政桥梁的建设质量，还能推动全行业的技术进步与规范化发展。

7 结语

桥面铺装病害是影响市政桥梁使用寿命和安全性的主要因素。采取科学的设计方案、优化施工工艺、选择高性能材料，并加强施工过程中的质量控制，是减少病害发生的有效途径。技术创新和政策支持将为行业发展提供更多动力，推动桥梁建设与维护质量的提升。标准的完善和管理的规范化是保障桥梁长期稳定性和安全性的关键。只有各方协同努力，才能实现市政桥梁铺装质量的持续改进和提升。

参考文献:

- [1] 毕水升,张旭,景四乐.探究绿色生态桥面铺装材料在市政桥梁工程中的应用研究[J].现代工业工程,2026(2):71-74.
- [2] 柯莲伟.市政道桥施工中的桥面铺装技术研究[J].门窗,2026(2):67-69.
- [3] 杨忠胜.高速公路混凝土桥梁桥面铺装早期病害防治探讨[J].中外公路,2008,28(1):116-119.
- [4] 王义垚.公路桥梁桥面铺装层病害特征及新型材料应用研究[J].门窗,2025(20):202-204.
- [5] 周志刚,闫泽南,胡省,虢柱.基于桥梁整体变形的桥面铺装力学响应分析[J].长沙理工大学学报(自然科学版),2025,22(3):130-140.
- [6] 司春棣,栗晓恒,凡涛涛,许忠印,谷建玲,申冲冲.橡胶改性沥青桥面铺装层动态应变响应特性[J].公路交通科技,2026,43(1):129-137.