

公路桥梁施工中桥面铺装技术的优化与创新

裴立

湖北省路桥集团华晟通建设工程有限公司, 湖北 武汉 430000

[摘要]公路桥梁施工中的桥面铺装技术是保证桥梁使用性能和耐久性的关键。为了提高桥面铺装的施工质量与效率,结合现代化材料和施工工艺进行优化设计。采用高性能混凝土、沥青材料及先进的铺装工艺,可以有效提高桥面抗压、抗老化性能,同时减少养护成本。通过优化施工流程,精确控制铺装厚度与材料比例,缩短施工周期,降低工程造价。此外,创新的桥面铺装技术能够提升交通安全性,减少维护频率,延长桥梁使用寿命,确保桥梁在长期服役中的结构稳定性与行车平顺性。通过这些技术改进,不仅能够提升施工质量,还能带来可持续的经济效益和环境效益。

[关键词]桥面铺装; 施工技术; 优化设计; 材料创新; 耐久性

DOI: 10.33142/ect.v3i1.15110

中图分类号: U443.33

文献标识码: A

Optimization and Innovation of Bridge Surface Pavement Technology in Highway Bridge Construction

PEI Li

Huashengtong Construction Engineering Co., Ltd. of Hubei Road & Bridge Group, Wuhan, Hubei, 430000, China

Abstract: The bridge surface pavement technology in highway bridge construction is the key to ensuring the performance and durability of the bridge. In order to improve the construction quality and efficiency of bridge surface pavement, optimization design is carried out by combining modern materials and construction techniques. The use of high-performance concrete, asphalt materials and advanced paving technology can effectively improve the compression resistance and aging resistance of the bridge deck, while reducing the maintenance cost. By optimizing the construction process, accurately controlling the paving thickness and material ratio, shortening the construction period, and reducing project costs. In addition, innovative bridge surface pavement technology can improve traffic safety, reduce maintenance frequency, extend the service life of bridges, and ensure the structural stability and smooth driving of bridges in long-term service. Through these technological improvements, not only can construction quality be improved, but sustainable economic and environmental benefits can also be brought.

Keywords: bridge surface pavement; construction technology; optimization design; material innovation; durability

引言

随着公路交通量的持续增长,桥梁作为重要的交通基础设施,其桥面铺装的质量直接影响到行车安全、舒适度和桥梁的使用寿命。然而,传统桥面铺装技术在耐久性、施工效率和经济性方面存在一定的局限性。为了解决这些问题,近年来桥面铺装技术不断优化与创新。通过引入新型材料和高效施工工艺,不仅能够显著提升桥梁的结构性能,还能有效降低工程造价和后期维护成本。这些技术进步为提升桥梁施工质量、延长使用寿命提供了新的可能,为现代公路桥梁建设提供了宝贵的参考和借鉴。

1 桥面铺装技术现状与发展趋势

1.1 现有桥面铺装技术概述

公路桥梁的桥面铺装技术主要包括沥青铺装、混凝土铺装和复合铺装等几种形式。沥青铺装因其施工简便、价格相对低廉,广泛应用于公路桥梁中。沥青材料具备较好的抗滑性和适应温度变化的能力,是目前最常用的桥面铺装材料。混凝土铺装则由于其较强的抗压强度和耐久性,常用于重载交通频繁的桥梁,尤其是在高速公路和城市主

干道的桥梁中得到应用。此外,复合铺装技术通过将沥青与混凝土的优势结合,改善了单一材料铺装的局限性,逐渐成为现代桥梁建设中的重要方向。

1.2 现有技术面临的问题

尽管现有桥面铺装技术已经取得一定的进展,但仍存在一些问题和挑战。首先,传统沥青铺装在高温或极端气候条件下容易发生软化、老化现象,导致桥面产生裂缝和坑洼,降低使用寿命。其次,混凝土铺装虽然耐久性较好,但施工周期长,成本较高,且维修难度较大。复合铺装技术虽然能够弥补上述缺陷,但其施工过程复杂,要求更高的技术标准。再者,桥面铺装的施工质量受施工人员技术水平、设备精度和施工环境等多方面因素影响,常常难以保持一致性,影响桥梁的长期稳定性^[1]。

1.3 发展趋势与技术创新

随着科技的进步,桥面铺装技术正朝着更高的材料性能和施工工艺效率方向发展。未来,高性能材料的应用将成为提升桥面铺装质量的关键。例如,高抗裂、高抗压的复合沥青材料和超高强度混凝土材料的研究与应用,有望

显著提升桥梁的抗老化性能和整体稳定性。此外，纳米技术和改性技术在材料中的应用，也为桥面铺装提供了更优异的性能，延长了桥梁的使用寿命。

另一方面，施工工艺的不断优化也是技术发展的重点。例如，通过自动化设备和智能化施工监控系统来提高施工精度、减少人工误差，提升施工质量与效率。现有的桥面铺装技术在施工过程中也越来越倾向于绿色环保，低碳排放技术的引入，将有效减少施工过程中对环境的影响，推动桥梁建设走向可持续发展的道路。

2 高性能材料在桥面铺装中的应用

2.1 高性能混凝土的特点与应用

高性能混凝土（HPC）是一种通过优化水泥、骨料和外加剂配比，以提高其抗压强度、抗裂性、耐久性等性能的材料。相较于传统混凝土，高性能混凝土具有更低的渗透性、更高的抗冻性和抗老化能力，因此在桥面铺装中能够显著提高桥梁的耐久性和使用寿命。高性能混凝土适用于高负荷、交通繁忙的桥梁，尤其是对于长期暴露在恶劣环境下的桥梁，能够有效抵抗酸雨、盐碱等腐蚀性物质的侵蚀。它的抗裂性能和抗磨损性使得桥面在长时间使用后不会发生严重的裂缝，减少了维护成本和频率。

此外，高性能混凝土具有较好的施工性和较短的养护时间。其在桥面铺装中的应用，尤其是在复合材料铺装系统中，能够与其他材料共同作用，达到优化性能的效果，延长桥梁的使用寿命并减少运营成本。

2.2 改性沥青的特点与优势

沥青材料因其良好的黏结性和弹性，广泛应用于公路桥梁的桥面铺装。然而，传统沥青在高温或低温环境下容易发生软化或脆裂，影响桥梁的使用性能。为了克服这一问题，改性沥青材料的出现成为了一种有效解决方案。通过加入聚合物、橡胶粉、纳米材料等添加剂，改性沥青材料的性能得到了显著提高，具有更好的高温稳定性和低温抗裂性。

改性沥青具有较高的抗车辙性能和抗老化性能，能够在高温情况下保持稳定形态，在低温下不易开裂。其弹性特性使其在交通荷载作用下能够分散应力，减少了桥面发生裂缝的概率。对于重载桥梁或长期承受高频车流的桥梁，改性沥青铺装能够有效提高桥面铺装的使用寿命和行车平顺性^[2]。

2.3 高性能材料带来的技术提升

高性能材料的应用使得桥面铺装技术的整体水平得到显著提升。首先，通过使用高性能混凝土和改性沥青材料，能够有效提升桥面的抗压、抗裂、抗老化等基本性能，减少了传统铺装材料所带来的局部破损、裂缝和坑洼问题。其次，材料的创新使得施工过程更加高效。改性沥青具有较好的施工适应性，能够在较短时间内达到高质量的铺装效果，缩短了施工周期并降低了工期压力。高性能混凝土

则通过优化材料配比和技术手段，确保了桥面铺装的均匀性和坚固性。此外，这些新型材料还能够降低养护成本，提高桥梁的长期经济效益。通过提高铺装的耐久性，减少了桥梁维护的频率和维修费用，从而为交通管理部门节省了大量的维护支出。

3 施工工艺优化与桥面铺装质量提升

3.1 施工工艺优化的必要性

桥面铺装的施工工艺直接影响桥梁的使用性能和维护周期。传统的铺装工艺存在施工周期长、质量控制难度大、人工依赖强等问题，且难以保证每次施工的质量一致性。随着工程技术的进步，施工工艺的优化已经成为提高桥面铺装质量、减少工程成本及缩短施工周期的关键手段。优化施工工艺不仅能够提高施工效率，还能确保铺装质量，减少后期的维护和修复费用。因此，施工工艺的改进是提升桥面铺装整体性能和经济效益的核心所在。

3.2 高效施工技术的应用

高效施工技术的引入是桥面铺装工艺优化的重要方向。例如，使用机械化施工设备替代传统人工操作，可以大幅提高施工精度和效率。自动化摊铺机、振动压实机和热控技术设备的广泛应用，确保了铺装材料均匀分布、温度控制精准，避免了人为因素对施工质量的影响。摊铺机能够确保材料铺设的厚度一致，振动压实机则有效提高了桥面材料的密实度，从而增强了铺装的抗压强度和耐久性。

此外，自动化监控系统的应用，可以实时监测施工过程中材料的温度、湿度、厚度等关键参数，确保每一环节都在最佳状态下进行。施工工艺的精细化和高效化使得桥面铺装质量得到了显著提升。

3.3 施工工艺的质量控制与精细管理

施工工艺优化不仅仅体现在新技术和设备的使用上，精细的质量控制也是确保铺装效果的重要因素。通过优化施工流程，实施分段作业和逐步检查，可以避免施工过程中出现的任何质量问题。为了确保铺装质量，施工单位通常会对材料的配比、温度控制、铺设速度等进行严格监控，同时在每一个环节设置质量检查点，确保每一层铺装都符合标准要求。精细化管理不仅能够提高施工效率，还能避免后期频繁的维修工作。

同时，通过引入先进的质量控制系统，能够对桥面铺装的每一个施工环节进行实时跟踪。施工过程中遇到任何异常情况时，系统能够立刻发出警报，提前发现问题并采取应对措施，从而最大限度地保障施工质量。

3.4 工艺优化带来的成本与时间节约

施工工艺的优化直接影响项目的施工周期和成本。机械化施工和自动化监控系统的使用，大大减少了人力成本和施工时间。通过合理安排施工步骤、优化施工顺序，可以使得桥面铺装工作更加高效，不仅提高了施工质量，还能够避免返工和材料浪费。优化后的施工流程通常使项目

提前完成,减少了因施工延误而增加的费用^[3]。

此外,高效的施工工艺还能够减少材料的浪费,提高材料的使用效率。通过精准控制材料的用量和铺设厚度,避免了过量使用材料或不均匀铺设的问题,从而降低了施工成本。随着施工工艺的优化,桥面铺装的经济效益和施工效率都有了显著提升。

3.5 长期效果与维护成本降低

施工工艺的优化不仅仅体现在短期的施工效率上,更重要的是对桥面铺装长期使用效果的提升。精细化的施工管理保证了铺装的均匀性和耐久性,使得桥面在长时间使用过程中保持良好的状态,减少了裂缝和损坏的发生。高质量的铺装有效降低了桥梁后期的维护成本,延长了桥梁的使用寿命,从而为投资方带来更大的经济效益。

4 桥面铺装技术创新的经济与环境效益

4.1 提升桥梁耐久性与减少维护频率

桥面铺装技术创新通过采用高性能材料和先进施工工艺,显著提升了桥梁的耐久性。新型高性能混凝土、改性沥青等材料的使用,提高了桥梁抵抗温差变化、腐蚀性物质侵蚀和交通荷载的能力。这使得桥面在长期使用过程中不易发生裂缝、剥落等问题,从而延长了桥梁的使用寿命。延长使用寿命的直接经济效益是减少了对桥梁的维修和养护频率。

传统桥面铺装材料和工艺在长期使用中容易出现破损,需要频繁进行大规模的修复和更换,这不仅增加了维护成本,还可能对交通流畅性和道路安全带来不利影响。而采用创新的铺装技术后,桥梁的维护周期大大延长,频繁维修和突发性修复事件的发生率显著下降^[4]。

4.2 降低施工和材料成本

桥面铺装技术的创新不仅提升了桥梁的质量,还有效降低了施工成本。通过采用智能化施工技术和高效设备,施工过程更加精准、高效,减少了人工成本和施工周期。例如,自动化铺装设备和智能监控系统的引入,可以确保每一层铺装的均匀性和质量,从而避免了因不合格铺装导致的返工现象,进一步降低了施工费用。同时,高性能材料的应用能够减少桥梁在使用中的损耗和频繁维修,降低了长期的运营成本。

此外,新型复合材料和高性能沥青的使用,虽然初期成本较高,但其更强的耐用性和较低的维护需求,使得长期来看,整体投资回报率明显提高。通过优化材料使用和施工工艺,项目的总体经济效益得到了提升。

4.3 环境效益:绿色施工与可持续发展

桥面铺装技术的创新也为环境保护作出了积极贡献。新型环保材料的使用不仅降低了桥面铺装的能耗和污染,还推动了绿色建材的广泛应用。例如,改性沥青材料的研究不仅增强了其性能,还改善了其生产过程中对环境的负面影响;某些创新材料如再生沥青的使用,能够通过回收

利用废旧材料,降低资源消耗,减少建筑垃圾,减少对自然资源的依赖^[5]。

同时,优化的施工工艺降低了施工过程中的能源消耗和废气排放。自动化和机械化施工大大提高了施工效率,减少了人工操作带来的环境影响,并且智能化监控系统的应用,能够实时监控施工中的能耗和排放情况,确保施工过程更加环保。

4.4 促进可持续发展

随着桥面铺装技术不断创新,其在可持续发展中的作用日益突出。高效节能、低污染的材料和工艺,使得桥梁建设和运营更加符合现代社会对环境保护和资源节约的需求。创新技术不仅延长了桥梁的使用寿命,降低了全生命周期的资源消耗,还为交通基础设施的绿色发展奠定了基础。

此外,桥面铺装技术创新也在减少温室气体排放方面发挥了积极作用。通过降低施工阶段的能耗和减少材料的浪费,创新技术帮助实现了建筑行业的绿色转型。随着环保要求日益严格,绿色建筑和可持续发展成为全球趋势,桥面铺装技术的创新必将在推动交通基础设施可持续发展中发挥重要作用。

5 结语

桥面铺装技术在公路桥梁施工中的创新与优化,显著提升了桥梁的耐久性、施工效率和经济效益。通过采用高性能材料和先进施工工艺,不仅增强了桥面抗压、抗老化能力,还有效延长了桥梁的使用寿命,减少了频繁的维护和修复工作。施工工艺的精细化和自动化技术的引入,进一步提高了铺装质量和施工效率,降低了成本和施工周期。此外,创新技术在环保和可持续发展方面的应用,也推动了绿色施工理念的实现。未来,随着新材料和新技术的不断发展,桥面铺装技术将进一步优化,助力交通基础设施建设实现高质量、低成本、可持续的发展目标,为社会提供更安全、可靠、环保的桥梁设施。

【参考文献】

- [1]王奇伟.公路桥梁工程施工中的桥面铺装技术研究[J].门窗,2013(11):114.
- [2]张园操,郭亮.高速公路桥梁桥面铺装施工控制技术分析[J].交通世界,2016(36):66-67.
- [3]郁家龙.关于道路桥梁施工技术[J].中华民居(下旬刊),2013(12):307.
- [4]陈广明,姜顺龙.公路桥梁施工中的桥面铺装及防撞墙技术[J].江西建材,2012(1):175-176.
- [5]李朋强.浅谈水泥混凝土桥面铺装施工控制技术在公路桥梁施工中的运用[J].中国设备工程,2021(22):53-54.

作者简介:裴立(1991.3—),男,职称:目前中级路桥,籍贯:湖北黄冈。