

道路桥梁工程中路面结构设计与施工技术分析

马军胜

甘肃朴信建筑安装工程有限公司, 甘肃 定西 743000

[摘要]道路桥梁工程中的路面结构设计与施工技术是确保道路安全、舒适性与耐用性的关键因素。此文通过分析当前路面结构设计的基本原理, 结合最新的施工技术, 探讨如何在不同路况与环境条件下优化设计与施工方案, 以提高路面质量与施工效率。通过案例分析与理论研究, 此文总结了近年来路面施工技术的发展趋势与创新应用, 提出了在实际工程中常见的技术难题及其解决方法。最后, 展望了未来道路桥梁工程中路面结构设计的智能化与可持续发展方向。

[关键词]道路桥梁; 路面结构设计; 施工技术; 优化方案; 智能化

DOI: 10.33142/ect.v3i2.15506

中图分类号: U41

文献标识码: A

Analysis of Road Surface Structure Design and Construction Technology in Road and Bridge Engineering

MA Junsheng

Gansu Puxin Construction and Installation Engineering Co., Ltd., Dingxi, Gansu, 743000, China

Abstract: The design and construction technology of pavement structure in road and bridge engineering are key factors in ensuring road safety, comfort, and durability. This article analyzes the basic principles of current pavement structure design, combined with the latest construction technology, to explore how to optimize design and construction plans under different road conditions and environmental conditions, in order to improve pavement quality and construction efficiency. Through case analysis and theoretical research, this article summarizes the development trends and innovative applications of pavement construction technology in recent years, and proposes common technical problems and their solutions in practical engineering. Finally, the intelligent and sustainable development direction of road surface structure design in future road and bridge engineering was discussed.

Keywords: road and bridge; road surface structure design; construction technology; optimization plan; intelligent

引言

道路桥梁作为交通基础设施的重要组成部分, 其路面结构设计与施工技术直接影响着工程的质量与使用寿命。随着交通量的不断增加, 路面承载力与耐久性的要求也日益提高。路面结构设计不仅要考虑力学性能、材料选择, 还需依据道路交通流量、环境条件等多方面因素进行综合设计。与此同时, 施工技术的进步也为优化路面结构设计提供了更多选择。本文旨在探讨道路桥梁工程中路面结构设计与施工技术的现状与发展, 为提高道路工程的整体质量与安全性提供理论依据与实践指导。

1 道路桥梁路面结构设计基本原理

1.1 路面结构设计的基础理论

路面结构设计的基础理论是确保道路桥梁具有足够承载能力和使用寿命的核心。设计时需要考虑交通荷载、温度变化、气候条件以及路面材料的性能等因素。根据现行的设计规范, 路面结构的主要功能包括分担车辆荷载、提供平整舒适的行车条件, 并具有抗滑、抗水、抗冻等多重性能。结构设计的核心是通过合理的层次配置来分配路面荷载, 确保每一层材料在长期使用过程中能够稳定发挥作用。在设计过程中, 需要对交通流量、轴重以及行驶速度等进行详细分析, 以计算每层路面结构所能承受的荷载。

现代路面设计还注重对路面变形、裂缝、摩擦系数等的综合考虑, 确保设计既符合短期功能要求, 又能应对长期使用中的变化与磨损。

1.2 路面结构层次设计

路面结构的层次设计是确保道路桥梁长期稳定性的关键。通常, 路面结构包括基层、面层、下基层等多个层次。每一层次的材料选择和厚度都与其承载能力、耐久性密切相关。

基层设计: 基层位于路面结构的下部, 主要负责传递上部荷载并将其分布到下部土壤或基岩上。基层的设计应考虑土壤的强度与稳定性, 并选择合适的材料, 如碎石、稳定土等。基层的厚度通常根据交通量、土质情况和气候条件来确定。**面层设计:** 面层是路面最上层, 直接承受交通荷载。面层的设计要注重耐磨性、抗压性、抗冻性等性能, 常用的材料有沥青混凝土和水泥混凝土。面层的厚度与道路的使用功能和交通强度有关, 一般在设计中需要保证面层足够的强度以减少表面损坏。**下基层设计:** 下基层通常起到分层作用, 增强整个路面结构的稳定性。其设计标准通常会参考上层材料的承载力, 以确保路面不会因荷载集中而发生变形。

1.3 材料选择与应用

材料选择是路面结构设计中至关重要的一环。不同材

料的选择会直接影响到路面结构的性能和耐久性。在路面设计中,常用的材料包括沥青、混凝土、碎石以及不同的添加剂和增强材料^[1]。

沥青材料: 沥青是最常用的路面材料之一,具有良好的密封性、柔韧性及较高的抗疲劳性,适用于多种交通条件。尤其是在高速公路及城市道路中,沥青混凝土因其较好的抗水性和温度适应性,被广泛使用。然而,沥青材料容易受温差影响,可能导致路面裂缝的产生。

水泥混凝土: 水泥混凝土路面具备较强的抗压强度和耐久性,适合承受较大荷载和频繁重型车辆的通行。水泥混凝土路面常用于高速公路和桥梁段的路面设计,尤其适合高温、高湿及冻融交替的地区。其缺点是施工周期较长且成本较高。

碎石与稳定土: 基层和下基层常采用碎石或稳定土作为主要材料,这些材料具有较好的稳定性和较强的承载力,能够有效分散上层荷载,防止路面变形。在选择这些材料时,需要考虑当地土质条件与气候变化,确保其耐久性和抗压性能。

2 道路桥梁路面施工技术分析

2.1 路面施工技术的现状

当前,道路桥梁的路面施工技术已经发展到较为成熟的阶段,但仍然面临着一些挑战。传统的路面施工技术主要包括人工摊铺、机械摊铺和振动压实等,这些技术在许多常规道路建设中得到了广泛应用。机械摊铺技术已成为主流,摊铺机、压路机等设备的使用大大提高了施工效率,并确保了路面的平整度和压实度。传统技术在面对复杂的地质条件、恶劣气候以及重交通荷载的情况下,仍然存在一定局限性。尤其是在高温或低温环境下,路面材料的施工性能可能受到影响,导致施工质量难以保证。传统施工过程中容易出现路面裂缝、沉降等问题,影响道路的长期使用性能和安全性^[2]。

2.2 新型施工技术的创新与应用

随着科技的进步,新型施工技术在道路桥梁路面建设中逐渐得到应用,推动了施工方法的创新与改进。例如,智能化施工技术已经开始在路面工程中得到广泛应用,自动化摊铺机、无人驾驶机械设备的引入,使得施工过程更加精确、高效。这些新型设备能够实时监控施工进度,确保施工质量与精度的同时,减少人为操作误差。环保型施工技术也得到了广泛推广。比如,利用再生材料(如再生沥青、废弃混凝土等)进行路面施工,不仅降低了材料成本,还符合环保要求。再生沥青材料的应用可以显著提高路面的抗滑性和耐久性,同时降低了对自然资源的依赖,符合可持续发展的要求。还应提到的是,路面施工中的冷铺技术的应用,它能够降低施工时的温度要求,适用于温差较大或低温条件下的施工,有助于减少沥青混合料在施工过程中的温度变化对质量的影响。

2.3 施工质量控制与管理

施工质量控制与管理是确保道路桥梁路面长期稳定性和使用寿命的关键。当前,路面施工的质量控制通常涉及多个环节,从原材料的选取、现场施工到最终检测,每一环节都需严格把关。必须严格遵循设计标准与施工规范,确保所选材料符合要求。例如,沥青的密实度和水泥混凝土的强度都应在施工前进行检测,并在施工过程中持续监控。在施工过程中,常常需要对温度、湿度等环境因素进行实时监控,因为这些因素直接影响到路面材料的性能。通过使用温控设备与湿度监测仪器,可以精确掌握施工环境的变化,及时调整施工策略。此外,施工过程中的质量检测也至关重要,常用的检测手段包括现场密实度检测、平整度测量以及裂缝监控等。施工团队需进行持续的质量抽检,确保每一段路面达到设计要求。

3 道路桥梁路面结构设计与施工技术的优化

3.1 路面结构设计的优化方法

路面结构设计的优化方法主要围绕如何提高路面承载力、延长使用寿命以及减少维护成本展开。在设计过程中,采用基于交通流量预测和交通荷载分析的优化方案,是确保路面结构合理性和长期稳定性的关键。通过综合考虑交通量、车辆轴重及行驶速度等因素,可以更加精准地计算路面所需的承载能力,从而避免过度设计或设计不足。在材料选择上,优化方法强调高性能材料的应用,如改性沥青和高强度水泥混凝土,这些材料能够有效提高路面的耐久性和抗疲劳性,减少日常使用中的损耗。采用分层设计,通过合理配置基层、面层和下基层的厚度和材料,确保每一层都发挥最大的功能,有助于分散荷载,防止路面因荷载过大或不均匀沉降而产生裂缝^[3]。

3.2 施工过程中的技术创新

在施工过程中,技术创新为提高效率和施工质量提供了新的解决方案。例如,自动化与智能化施工技术的引入,使得施工过程更加精准和高效。现代施工设备如自动摊铺机、无人驾驶压路机等,可以通过实时监控和数据反馈,确保施工过程的精度,避免人为操作误差。这些技术使得施工速度加快,同时提升了施工质量,尤其在大规模施工项目中表现尤为突出。数字化施工技术也在施工管理中得到了广泛应用。通过 BIM(建筑信息模型)技术,施工人员可以在施工前进行全面的虚拟建模,优化施工方案,避免施工中出现不必要的错误与浪费。BIM 技术还能实现施工现场的实时数据跟踪与分析,通过对施工进度、质量、材料使用等数据的监控,确保项目按时按质完成。在材料应用上,新型环保施工材料的出现也为施工过程带来了创新,如低温沥青混合料、可再生路面材料等,这些材料的应用有效提高了施工效率,并减少了环境污染。

3.3 路面结构设计与施工的协同优化

路面结构设计与施工的协同优化是实现高效、质量保

障的关键。设计与施工不仅要相互配合,还需要通过信息化手段实现实时沟通与反馈。在项目的初期阶段,设计团队与施工团队应进行深入的技术交流,确保设计方案的可行性与施工要求的一致性。在施工过程中,设计团队应根据现场的实际情况进行动态调整,避免出现设计与施工脱节的情况。BIM技术的运用,使得设计人员和施工人员能够在同一平台上协同工作,实时共享信息。例如,施工过程中若遇到特殊地质条件或气候变化,设计团队可以及时调整设计方案,施工团队根据新的设计要求调整施工计划,从而最大限度地减少时间浪费和质量问题。采用施工前的技术评审和施工中的中期检查,确保设计和施工阶段都严格遵循质量控制标准。通过定期评审与反馈,优化设计方案,并根据施工进展调整施工方法和材料使用,使得整个项目在设计与施工环节之间形成良好的协同效应。

4 道路桥梁工程中路面结构设计与施工的挑战与发展趋势

4.1 技术挑战与问题

随着道路桥梁建设规模的不断扩大,路面结构设计与施工面临着多方面的技术挑战。交通荷载的日益加重是设计中的一个重大挑战。现代交通工具不断发展,重型车辆和超限运输的频繁通行使得道路路面的承载能力受到更大考验。现有的设计标准可能无法完全适应超载交通的要求,导致路面早期损坏和频繁的维护问题。地质条件和气候变化对路面施工带来了不小的挑战。复杂的土壤环境、地下水位高、湿度大以及冻融循环等因素,都可能影响路基和路面结构的稳定性。不同地区的气候差异使得路面设计和施工技术难以一概而论,需要针对性地开发适应性强的技术方案。施工过程中,尤其是在快速施工和大规模项目的背景下,如何保证施工质量,避免施工缺陷成为亟待解决的问题。

4.2 未来发展方向

路面结构设计与施工的发展将朝着智能化、绿色环保和高效化方向迈进。智能化技术的引入将极大改善施工过程中的效率和精度。通过大数据、物联网、人工智能等技术的应用,施工过程中的各类数据将实现实时监控和分析,施工人员可以根据实时反馈调整施工工艺,优化施工过程中的决策,极大提高施工质量。绿色环保也将成为未来发展的重要趋势。随着环保法规的严格化以及社会对可持续发展的关注,未来的道路桥梁路面工程将更加注重资源的循环利用与环境保护。例如,使用再生沥青、废旧材料和低碳排放的施工方法,将有助于减少建筑垃圾,降低碳足

迹,符合全球环保趋势。在施工工艺方面,未来还将不断优化传统施工方法,提升施工技术的智能化和自动化水平。例如,自动化摊铺、智能化压实技术以及无人驾驶施工设备的应用,将有效提升施工效率,减少人工误差^[4]。

4.3 应对策略与解决方案

针对上述挑战,设计和施工单位应加强技术创新,采用新型高性能材料和先进施工设备,提高路面结构的承载能力与耐久性。例如,使用改性沥青、高强度混凝土等新材料,以增强路面对重型荷载和气候变化的适应性。建立健全质量控制体系,强化施工过程中的质量管理和监管,采用数字化技术对施工现场进行实时监控。通过精确测量与数据反馈,及时发现施工中的问题并进行调整,避免因施工不当而造成路面质量下降。针对复杂地质条件和气候变化对施工的影响,需采用针对性强的设计与施工方法。例如,对于低温地区,采用低温沥青混合料施工,或针对高湿度环境采用防水防冻设计,以确保路面结构的长期稳定。强化设计和施工阶段的协同工作,设计和施工团队应在项目早期就开展深入的技术讨论和协作,确保设计方案的合理性与施工的可行性。

5 结语

道路桥梁工程中路面结构设计与施工技术的不断发展与创新,对于提升交通安全、延长道路使用寿命具有重要意义。通过对现有设计原理和施工技术的分析,本文提出了多个优化方案,力求在设计和施工中达到最佳平衡。未来,随着智能化、环保技术的引入,路面结构设计与施工将更加精细化与科学化。在新技术的推动下,未来的道路桥梁工程将实现更高的质量标准和更长的使用寿命,为交通建设提供更加坚实的基础。

[参考文献]

- [1]高飞,胡亚洲,赵法伟,等.市政道路桥梁工程中沉降段路基路面施工技术[J].居业,2025(1):19-21.
 - [2]刘静.道路桥梁工程沉降段路基路面施工技术研究[J].工程技术研究,2025,10(1):56-58.
 - [3]柴旺,吴陆红.市政道路桥梁工程中沉降段路基路面施工技术探究[J].全面腐蚀控制,2024,38(12):19-21.
 - [4]商松,崔开荣,赵俊.市政道路桥梁工程沉降段路基路面的施工技术[J].汽车画刊,2024(12):132-134.
- 作者简介:马军胜(1985.12—),毕业院校:长安大学,所学专业:道路桥梁与渡河工程,当前就职单位:甘肃朴信建筑安装工程有限公司,职务:项目技术负责人,职称级别:工程师。