

高速公路沥青路面施工质量控制与耐久性分析

张伟

(山东省路桥集团有限公司, 山东 济南 250013)

摘要 本文指出通过严格的质量控制措施,可以有效提升沥青路面的耐久性,减少施工缺陷,延长路面使用寿命。原材料的质量控制对保证沥青混合料的工作性和机械性能至关重要;施工设备的精确使用和工艺的标准化执行,有助于形成均匀一致的沥青层,提高路面的密实度和抗变形能力;施工环境的有效监控则可以减少环境因素对施工质量的不利影响。耐久性评价指标体系的建立和定量分析方法的应用,为沥青路面的性能评估和长期预测提供了科学依据。

关键词 高速公路; 沥青路面; 施工质量控制; 耐久性

中图分类号: U416

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)08-0082-03

施工质量控制是沥青路面工程中的重要环节,它涉及材料选择、混合设计、施工工艺、施工环境控制等多个方面,因此对施工过程中的质量控制进行深入研究,对于提高沥青路面的整体性能具有重要意义。耐久性分析则是对沥青路面在长期使用过程中性能退化的预测和评估,而且耐久性不仅取决于材料本身的性质,还受到交通荷载、环境因素、施工工艺等多种因素的影响,通过对沥青路面耐久性的系统分析,可以为工程设计提供科学依据,为维护策略制定提供指导。

1 高速公路沥青路面施工质量控制理论基础

1.1 沥青材料的基本特性

沥青材料的基本特性对施工质量控制至关重要。沥青是一种黏弹性材料,具有良好的黏结性、感温性、感压性以及抗老化和抗疲劳特性,这些特性决定了沥青路面的承载能力、耐久性和稳定性。沥青的软化点、针入度、延度等指标是评价沥青质量的关键参数,它们直接影响到沥青混合料的工作性和路面的使用寿命,因此在施工前,必须对沥青材料进行严格的检测和筛选,确保其满足相关技术规范的要求。

1.2 沥青路面结构设计原理

沥青路面结构设计原理是施工质量控制的基石,它涉及路面结构的组成、材料选择、层厚设计以及施工工艺等多个方面。沥青路面结构通常由沥青层、基层和底基层组成,其中沥青层是路面的表面层,直接承受车辆荷载和环境因素的作用,因此需要具备良好的承载能力、耐久性和稳定性,而基层和底基层则起到支撑沥青层的作用,同时需要具备良好的排水性和抗变形能力。沥青材料需要具备良好的粘附性、延展

性和抗老化性能,以适应不同的气候条件和交通荷载,并且骨料的选择则需要考虑其物理性质和化学性质,以确保沥青混合料的强度和耐久性。层厚设计是沥青路面结构设计中的另一个重要环节,合理的层厚设计可以确保路面结构的稳定性和耐久性,同时也可以控制工程成本,而且层厚的确定需要综合考虑交通荷载、材料性能、施工工艺和环境条件等因素。正确的施工工艺可以确保沥青混合料的均匀性和密实性,从而提高路面的承载能力和耐久性,施工过程中需要严格控制沥青混合料的拌合、运输、摊铺和压实等各个环节,以确保施工质量。此外,温度、湿度、紫外线等环境因素会影响沥青材料的性能和施工工艺的效果,因此在施工过程中需要根据环境条件合理选择施工时间和施工方法。

1.3 施工过程中的关键质量控制点

在高速公路沥青路面施工过程中,关键质量控制点是确保施工质量满足设计和规范要求的重要环节,施工过程中的质量控制涉及多个方面,包括原材料的质量控制、混合料的配比设计、施工机械的选用、施工工艺的执行以及施工环境的监控等。原材料的质量控制是基础,涉及沥青、骨料、填料等的物理和化学性质检验。只有合格的原材料才能保证混合料的性能满足要求,混合料的配比设计需要根据路面结构设计和交通荷载预测来确定,以保证沥青混合料的工作性、机械性能和耐久性。施工机械的选用直接影响到施工效率和路面施工质量,合适的摊铺机、压路机等设备能够提高施工的均匀性和密实度。施工工艺的执行包括摊铺温度、压实度、接缝处理等关键工艺参数的控制,这些参数直接关系到路面的平整度、密实度和耐久性^[1]。

2 高速公路沥青路面施工质量控制方法

2.1 原材料的质量控制

沥青路面的原材料主要包括沥青、骨料、填料等，它们是构成沥青混合料的基本成分，沥青作为黏合剂，其质量和性能直接影响路面的耐久性和稳定性；骨料作为沥青混合料的骨架，其质量和级配决定了混合料的机械强度和耐久性；填料则用于改善沥青混合料的施工性能和提高路面的抗变形能力。在原材料的质量控制中，必须对沥青的针入度、软化点、黏度等指标进行严格检测，以确保其满足设计要求和规范标准。骨料的质量控制则需要关注其物理性能和化学成分，包括骨料的粒径、级配、含水量、含泥量等，以保证骨料的强度和耐久性。填料的质量控制则需要检测其细度、塑性指数等，以确保填料能够与沥青充分结合，提高混合料的整体性能。

2.2 施工设备与工艺的控制

在高速公路沥青路面施工中，施工设备是实现高质量沥青路面施工的基础，包括摊铺机、压路机、沥青混合料搅拌站等，这些设备的选型、性能和维护状况直接影响到施工的效率和质量，摊铺机的精准摊铺能力、压路机的压实效果以及搅拌站的均匀混合能力都是施工过程中需要严格控制的关键因素。摊铺机的调整和校准对于保证沥青层的厚度和平整度至关重要，因此压路机的合理选择和正确使用则关系到沥青路面的密实度和耐久性，而且沥青混合料搅拌站的自动化控制和精确计量系统保证了混合料配比的一致性和准确性，这对于沥青路面的整体性能至关重要。施工工艺的控制涉及施工流程的每一个环节，包括混合料的运输、摊铺、压实和接缝处理等。混合料的运输过程中需要控制运输时间和温度，防止沥青老化和性能下降。摊铺过程中要控制摊铺速度和厚度，确保沥青层的均匀性和一致性。压实工艺需要根据沥青混合料的类型和施工条件选择合适的压实方法和压实遍数，以达到规定的压实度^[2]。

2.3 施工过程的实时监控技术

在高速公路沥青路面施工过程中，实时监控技术能够对施工过程中的关键参数进行即时监测和调整，从而预防质量问题的发生，提高施工效率和路面质量，而且实时监控技术包括对沥青混合料的温度控制、摊铺厚度和压实度的监测等。沥青混合料的温度是影响施工质量的关键因素之一，因为温度直接影响到沥青的粘合力 and 混合料的工作性能，通过使用温度传感器和实时数据采集系统，施工团队能够确保混合料在整

个运输和摊铺过程中保持在最佳温度范围内。摊铺厚度的监控同样重要，它直接关系到路面的耐久性和承载能力，现代摊铺机通常配备有自动找平系统，能够根据预设的厚度参数自动调整摊铺高度，同时，通过安装在摊铺机上的激光或超声波传感器，可以实时监测并调整摊铺厚度，确保路面的均匀性和一致性。压实度是衡量沥青路面施工质量的另一个重要指标，它关系到路面的稳定性和抗变形能力，通过使用压实度检测设备，如核子密度仪或压实度传感器，施工团队能够实时监测各层的压实情况，并及时调整压路机的工作参数，确保达到设计要求的压实度。

2.4 施工人员的技能与管理

在高速公路沥青路面施工中，施工人员的技能直接影响到施工的各个环节，包括材料处理、设备操作、工艺执行等，因此，提升施工人员的专业技能和操作水平是提高施工质量的重要途径。施工人员应接受定期的专业培训，以掌握最新的施工技术和设备操作方法，培训内容应涵盖沥青路面施工的理论知识、施工规范、安全规程以及环保要求等。在管理层面上，建立一套完善的施工人员管理体系至关重要，包括明确施工人员的职责分工、制定严格的施工操作流程、实施有效的监督和激励机制等，通过明确的职责分工，可以确保每个施工人员都清楚自己的任务和要求，从而提高工作效率和质量，而且严格的操作流程有助于规范施工行为，减少人为错误。有效的监督和激励机制能够鼓励施工人员遵守规范，提高工作积极性^[3]。

3 高速公路沥青路面耐久性分析方法

3.1 耐久性评价指标体系

高速公路沥青路面的耐久性是衡量道路工程长期性能的关键指标，它直接关系到道路的使用寿命和维护成本，而且耐久性评价指标体系的建立，旨在全面评估沥青路面在各种环境因素和交通荷载作用下的性能表现。耐久性评价指标体系通常包括多个方面，如抗变形能力、抗裂性、抗水损害能力、抗老化性能等。抗变形能力主要评价路面在重复交通荷载作用下的稳定性，反映路面抵抗永久变形的能力。抗裂性则关注路面抵抗裂缝扩展的能力，包括温度裂缝和反射裂缝等。抗水损害能力涉及路面在水的作用下保持完整性的能力，包括抗水渗透和抗冻融破坏等。抗老化性能则评价沥青材料在长期环境作用下保持性能稳定的能力。这些指标的确定需要综合考虑沥青路面的使用环境、交通特点、材料特性以及施工技术，通过对这些指标的定量分析和评价，可以对沥青路面的耐久性能

进行全面的评估。例如，通过路面性能测试、现场调查和实验室试验等手段，可以获得关于路面耐久性的实证数据，进而对指标体系进行量化。

3.2 耐久性影响因素的定量分析

在高速公路沥青路面耐久性分析中，耐久性影响因素的定量分析是一个关键步骤，它涉及对影响沥青路面长期性能的各种因素进行系统的测量和评估，这些因素包括交通荷载、环境因素、材料特性以及施工质量等。交通荷载是影响沥青路面耐久性的主要因素之一，车辆的重量、速度和轴配置都会对路面产生不同程度的荷载效应，导致路面结构的疲劳和永久变形，通过交通量调查和轴载模型分析，可以定量评估交通荷载对路面的影响。环境因素，如温度、湿度、降水和紫外线等，也会对沥青路面的耐久性产生显著影响，其中温度变化会引起沥青材料的热胀冷缩，湿度和降水可能导致水损害，而紫外线会加速沥青的老化，通过气候数据收集和环境暴露试验，可以定量分析这些环境因素对沥青路面性能的影响^[4]。

3.3 耐久性模拟与预测方法

在高速公路沥青路面耐久性分析中，耐久性模拟与预测方法是评估路面性能随时间变化的重要工具，这些方法允许工程师模拟沥青路面在预期使用期限内的表现，并预测可能出现的损坏模式和性能退化。耐久性模拟通常基于材料的力学响应和损伤累积理论，通过数学模型来描述沥青材料在交通荷载和环境因素作用下的响应，这些模型可以是确定性的，也可以是概率性的，用以模拟路面结构的应力、应变以及由此产生的损伤过程。预测方法则依赖于模拟结果，通过统计和机器学习技术来预测路面的剩余寿命和性能退化趋势，这些方法可以基于历史数据和案例研究，建立性能退化模型，从而对路面的耐久性进行长期预测。为了实现精确的模拟和预测，需要收集和分析大量的现场性能数据，包括交通量、车辆类型、气候条件、路面结构和材料特性等，这些数据为模型提供了输入参数和验证基准。此外，现代信息技术，如建筑信息模型（BIM）、大数据分析和人工智能（AI），在耐久性模拟和预测中发挥着越来越重要的作用，这些技术能够处理和分析复杂的数据集，提高模拟的准确性和预测的可靠性^[5]。

4 高速公路沥青路面施工质量与耐久性的关系分析

在高速公路沥青路面施工中，质量控制措施对提升耐久性起着至关重要的作用，通过实施严格的质量控制措施，可以确保施工过程中各个环节的质量达到设计和规范要求，从而提高路面的耐久性。质量控制

措施包括对原材料的严格筛选和检测，确保沥青、骨料和填料等满足质量标准，这有助于保证沥青混合料的工作性和机械性能，为路面的耐久性打下良好基础，同时施工设备的定期维护和校准也是质量控制的重要组成部分，能够确保施工过程中摊铺和压实作业的精确性和一致性。施工工艺的标准化和规范化同样对提升耐久性至关重要，包括混合料的准确配比、适宜的摊铺温度、正确的压实方法和工艺参数的严格控制，这些措施有助于形成均匀一致的沥青层，提高路面的密实度和抗变形能力，从而延长路面的使用寿命。此外，施工过程中的环境监控也是提升耐久性的关键，通过实时监测温度、湿度等环境因素，并根据监控结果调整施工计划和方法，可以减少环境因素对施工质量的不利影响。

5 结束语

通过全面分析高速公路沥青路面施工质量控制的基础理论、关键控制点、施工方法以及耐久性评价和预测技术，揭示了施工质量与路面耐久性之间的密切联系，并且强调了从原材料选择、施工设备与工艺控制，到施工过程的实时监控和人员技能管理，每一个环节都是确保沥青路面施工质量、提高路面耐久性不可或缺的部分。通过对沥青材料基本特性的深入理解，以及对路面结构设计的科学规划，可以为施工质量控制提供坚实的基础，同时施工过程中的质量控制措施，如原材料的严格筛选、施工设备的精确使用、施工工艺的标准化执行，以及环境因素的有效监控，都是提升路面耐久性的关键因素。此外，耐久性评价指标体系的建立和耐久性影响因素的定量分析，为沥青路面的性能评估和预测提供了科学的方法和工具，而且耐久性模拟与预测方法的应用，使得工程师能够更准确地评估路面的长期性能，并制定相应的维护和修复策略。

参考文献:

- [1] 王磊, 钟晓珍. 公路工程耐久性沥青路面施工关键技术[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2023(02): 66-69.
- [2] 魏伟. 高速公路沥青路面养护施工技术与质量控制分析[J]. 运输经理世界, 2023(27): 19-21.
- [3] 魏靖. 公路改建工程沥青路面施工技术与质量控制措施分析[J]. 中国科技期刊数据库工业A, 2022(03): 166-168.
- [4] 杨晨. 高速公路沥青路面施工质量动态控制技术分析[J]. 科技资讯, 2022(02): 77-79.
- [5] 董玲. 关于高速公路沥青路面施工质量动态控制技术探析[J]. 现代物业, 2022(17): 76-78.