

公路工程沥青路面施工质量控制的关键技术研究

王华宁

中交三公局工程技术有限公司 北京

【摘要】公路工程沥青路面施工质量直接关系到道路的使用寿命与行车安全。施工过程中若缺乏有效的质量控制，极易导致早期病害与性能衰减。本文围绕沥青路面施工质量控制的关键技术展开研究，重点分析了施工前材料与配合比检测的重要性、拌合与摊铺过程的温度与均匀性控制、碾压成型的压实度与结构稳定性保障、以及养护阶段防止早期破坏的措施。在此基础上，结合工程实践探讨了质量检测与信息化监测手段的应用路径，提出了优化施工流程与强化全过程监管的建议。研究表明，通过材料控制、温度管理、压实优化及养护管理的系统结合，可有效提升沥青路面的结构性能与耐久性，为公路工程高质量建设提供技术支撑与实践参考。

【关键词】公路工程；沥青路面；施工质量控制；关键技术；耐久性

【收稿日期】2025 年 3 月 15 日 **【出刊日期】**2025 年 4 月 12 日 **【DOI】**10.12208/j.ace.2025000169

Study on key technologies for construction quality control of asphalt pavements in highway engineering

Huaning Wang

CCCC Third Highway Engineering Technology Co., Ltd., Beijing

【Abstract】 The construction quality of asphalt pavements in highway engineering is directly related to the service life of roads and driving safety. The lack of effective quality control during construction can easily lead to early diseases and performance degradation. This paper focuses on the key technologies for construction quality control of asphalt pavements, with emphasis on analyzing the importance of material and mix ratio testing before construction, temperature and uniformity control during mixing and paving, guarantee of compaction degree and structural stability during rolling and forming, and measures to prevent early damage during the maintenance stage. On this basis, combined with engineering practice, it discusses the application paths of quality inspection and information-based monitoring methods, and puts forward suggestions for optimizing construction processes and strengthening full-process supervision. The research results show that the structural performance and durability of asphalt pavements can be effectively improved through the systematic integration of material control, temperature management, compaction optimization and maintenance management, which provides technical support and practical reference for the high-quality construction of highway engineering.

【Keywords】 Highway engineering; Asphalt pavement; Construction quality control; Key technologies; Durability

引言

沥青路面以其行车舒适性好、施工周期短和维护便捷等优势，在公路工程中被广泛应用。实际工程中沥青路面早期病害频发，如裂缝、车辙、松散等问题，严重影响道路的使用功能与寿命。究其原因，多与施工过程中的质量控制不到位密切相关。尤其在原材料选择、拌合温度、摊铺均匀性、碾压压实度以及后期养护等环节，任何细节的疏漏都可能引发结构性能下降。随着施工机械化水平和监测技术的进步，沥青路面施工质量

控制技术不断发展，但在具体工程中仍存在管理与技术结合不紧密、检测手段不足等短板。本文将从材料检测、温度与压实控制、信息化监测及养护管理等方面深入探讨沥青路面施工质量控制的关键技术，旨在为工程建设单位提供可操作性强的质量保障路径。

1 沥青路面施工质量控制的重要性与常见问题分析

沥青路面在公路工程中承担着直接承载车辆荷载、抵御气候与环境变化的重要任务，施工质量水平直接决定了道路的使用寿命与运行安全。沥青路面结构设

计虽有科学理论支撑,但若施工阶段质量控制不到位,其力学性能和耐久性会大打折扣。在长期交通荷载作用下,路面材料会发生疲劳破坏,温度变化也会引起热胀冷缩效应,进而导致裂缝产生。由此可见,施工质量控制不仅是保障结构性能的核心环节,也是延长道路使用周期、降低养护成本的前提条件。实践中,许多路段虽设计合理,但由于施工过程中的疏漏,早期出现病害,严重时甚至影响通行安全,增加了维护负担和经济支出。

在实际施工中常见的问题包括原材料质量不稳定、混合料配比不准确、施工温度控制不严以及碾压质量不达标等。原材料的级配、沥青粘附性、矿粉活性等性能若未经过严格检测,很容易造成拌合料稳定性不足,导致路面在使用过程中出现剥落或松散。温度控制是影响沥青路面质量的另一关键因素,拌合温度偏高会导致沥青老化,温度过低则会导致混合料拌合不均匀,影响混合料的流动性,与成型质量。碾压环节若压实度不足,会产生空隙率偏高的现象,降低路面的抗水损害能力。施工组织管理不科学、工序衔接不合理也会加剧质量问题的发生。

从长期运营效果来看,沥青路面早期病害不仅影响行车舒适性,还会缩短道路的全寿命使用周期,导致频繁养护和维修,增加了全生命周期的工程成本。为此,公路工程在沥青路面施工过程中应当以全过程质量控制为核心,从材料进场检验、拌合与摊铺的技术参数控制,到碾压成型与养护管理的各环节,均需建立完善的质量监测与反馈机制。通过质量管理体系的落实,可以有效预防施工质量缺陷的出现,提高沥青路面的结构强度、耐久性和整体服役性能,为交通运输提供长期稳定的保障。

2 施工前材料检测与配合比优化技术

沥青路面施工的质量保障首先依赖于优质的原材料,而科学合理的配合比设计是确保结构性能的重要基础。施工前的材料检测应当覆盖沥青、粗细集料、矿粉等全部组成部分,并根据公路等级及使用环境进行针对性检测。沥青的针入度、软化点、延度、老化等性能指标直接影响路面在高温和低温条件下的稳定性与抗裂性;集料的压碎值、磨耗值、针片状颗粒含量等参数则与结构骨架的稳定性密切相关。通过对原材料的严格检测,可以筛选出满足技术规范和设计要求的优质材料,从源头保障施工质量。

配合比优化不仅是满足设计要求的過程,更是提高施工可操作性和路面服役性能的重要手段。在实际

生产中,应结合目标空隙率、最佳沥青用量、矿料级配曲线等参数进行优化设计。采用马歇尔试验、车辙试验、水稳定性试验等多种试验方法综合评估混合料性能,可以更准确地确定最佳配合比。应考虑施工季节与气候条件的影响,例如在高温季节适当调整沥青用量和矿料比例,以减少高温下的车辙变形;在低温地区增加高黏度改性沥青或提高矿粉比例,以提升低温抗裂性。

在工程应用中,材料检测与配合比优化需要与施工设备性能、拌合站生产能力以及施工组织计划相匹配。先进的拌合设备可实现精准的称量与混合,提高配合比控制的稳定性^[2]。应建立动态调整机制,根据现场试验段试铺情况和质量检测结果,对配合比进行微调,从而确保混合料在摊铺、碾压及成型后能够达到设计性能指标。通过严谨的材料检测与科学的配合比优化,能够显著提升沥青路面施工的整体质量水平,减少后期养护压力,降低养护费用。

3 施工过程温度管理与压实质量保障措施

沥青混合料的温度控制是影响施工质量的关键因素之一,其直接关系到材料的流动性、黏附性和压实性能。施工中需要对拌合、运输、摊铺、碾压等各环节的温度进行全程监测与控制。拌合温度应在设计范围内,避免过高造成沥青老化,过低影响混合料均匀性与施工性能。运输过程中应使用保温措施减少热量损失,特别是在气温较低或风速较大的环境下,应适当缩短运输时间并提高运输效率,以确保混合料到达施工现场时仍具备良好的施工温度。摊铺时的温度控制更需严格,以便混合料在碾压前保持适宜的工作性能。

压实是形成沥青路面结构强度与耐久性的重要环节,压实度的高低直接影响路面的空隙率、抗水损害能力以及承载性能。压实应在混合料温度下降至一定范围之前完成,这一温度区间是保证密实度的“最佳压实温度”。在碾压工艺上,通常采用初压、复压和终压三个阶段,初压阶段以静碾或轻振为主,复压阶段采用重型振动碾压实现最大密实度,终压阶段则以静碾平整路面表层,消除轮迹。各阶段的碾压遍数、速度和行进路线需要根据试验段的检测结果确定,并在实际施工中严格执行。

在温度管理与压实控制过程中,质量检测应贯穿始终。可利用红外测温仪、无核密度仪法、钻芯取样法、挖坑灌砂法等现代化设备实时监控混合料温度与压实度,确保每一段路面均达到设计要求。对于温度下降过快或压实度未达标的区域,应立即采取补救措施,避免形成质量隐患^[3-7]。应考虑气候条件、基层温度、施工

组织等因素对温度与压实质量的影响，并采取相应的施工方案调整。在低温或多风环境中可增加保温设施，在高温季节则需防止混合料过热导致沥青老化。通过精准的温度控制与科学的压实管理，能够显著提升沥青路面的结构稳定性与使用寿命。

在实际工程中，温度与压实的协同控制不仅依赖技术参数的准确掌握，还需要施工组织的高效配合。各环节必须保持衔接紧密，避免因等待或设备调度不当导致混合料温度衰减过快。为进一步保障质量，可在关键工序设置专人监测并实时记录数据，形成可追溯的质量档案。通过数据分析，可及时发现潜在问题并调整施工策略，实现全过程动态管控，从而确保路面密实、结构稳定，满足长期服役的设计目标。

4 信息化监测与养护管理在质量控制中的应用

信息化技术的发展为沥青路面施工质量控制提供了新的手段和保障。现代公路工程中，施工过程可引入智能检测系统、GPS 定位系统、无人机巡检、物联网传感器等，实现全程可视化和数据化管理。拌合站可通过自动化控制系统精准计量原材料，实时监测生产参数并自动生成质量报告；摊铺机与压路机配备智能压实系统，通过传感器实时采集温度、压实度、遍数等数据，并传输至监控平台进行分析和反馈。这种信息化手段不仅提高了施工精度，也为后期养护提供了详实的数据支撑。

在养护管理方面，信息化系统可实现道路状态的实时监测与病害预测。通过在路面结构中嵌入传感器，能够长期监测温度、湿度、应变等关键参数，结合大数据分析与人机智能算法，可以提前发现路面早期病害迹象，制定有针对性的养护方案。这种预测性养护模式比传统的定期检修更具经济性与科学性，能够有效延长道路的服役寿命，降低全生命周期成本。利用无人机航拍与三维建模技术，可以快速获取大范围路面的病害分布情况，为养护决策提供直观依据。

信息化监测与养护管理的结合，使沥青路面质量控制形成了从施工到运营的闭环体系。施工阶段获取的质量数据可以与养护阶段的监测数据相结合，形成全寿命周期的质量档案^[8]。这不仅有助于分析路面性能衰减规律，还能为后续类似工程提供参考与改进方向。未来，随着 5G 通信、人工智能和物联网技术的进一步

融合，信息化监测与养护管理将实现更高的实时性与精度，为沥青路面施工质量控制提供更加坚实的技术保障。通过这一体系的持续完善，公路工程将能够在更长周期内保持优良的路用性能与安全水平。

5 结语

沥青路面施工质量控制是一项系统性、全过程的技术管理工作，涵盖了原材料检测、目标配合比设计、目标配合比验证、施工配合比验证阶段，温度与压实控制以及信息化监测与养护等多个环节。只有在各环节形成科学衔接与动态反馈机制，才能有效减少施工缺陷与早期病害的发生，提升路面的结构强度与耐久性。通过引入先进设备与信息化管理手段，实现施工质量的可视化与可追溯，为公路工程的安全运营和长期服务性能提供有力保障，也为行业高质量发展奠定坚实基础。

参考文献

- [1] 徐昱.公路工程沥青路面施工技术质量控制要点研究[J].中国住宅设施,2025(05):137-139.
- [2] 惠兵.公路工程沥青路面施工技术与质量控制分析[J].运输经理世界,2025(15):4-6.
- [3] 马仁帮.公路工程沥青路面施工技术与质量控制策略分析[J].运输经理世界,2025(12):20-22.
- [4] 许琦.公路工程沥青路面施工技术及其质量控制要点[J].运输经理世界,2025(04):55-57.
- [5] 王嘉崢.公路工程沥青路面施工质量控制关键技术研究[J].运输经理世界,2024(35):25-27.
- [6] 王莉.公路工程沥青路面施工技术及质量控制[J].汽车画刊,2024(11):242-244.
- [7] 张进成.公路工程沥青路面施工技术与质量控制策略[J].汽车周刊,2024(12):99-101.
- [8] 曹艳芳.公路工程沥青路面施工技术及质量控制策略[J].汽车画刊,2024(10):125-127.

版权声明：©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS