

# 沥青路面施工质量影响因素及智能摊铺技术应用研究

刘 过<sup>1</sup>, 李国伟<sup>2</sup>

(1. 山东开创公路工程有限公司, 山东 滨州 256600;  
2. 山东高速交通建设集团有限公司, 山东 济南 250000)

**摘 要** 本文分析了沥青路面施工过程中涉及的原材料质量、施工工艺、环境条件以及施工设备的性能等多种影响因素, 介绍了智能摊铺技术的基本原理, 重点阐述了其在温度控制、摊铺厚度平整度、压实控制等方面的创新应用, 展示了智能摊铺技术在提高施工精度、缩短施工周期、优化资源利用和保障路面质量方面的显著优势。研究表明, 智能摊铺技术的引入, 使得沥青路面施工的每个环节都能精确控制, 确保了施工质量的稳定性和一致性。

**关键词** 沥青路面; 施工质量; 智能摊铺技术; 智能化压实控制; 数据采集

中图分类号: U416.1

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.08.041

## 0 引言

智能摊铺技术通过引入自动化控制、实时监测和数据分析等高新技术, 能够对摊铺过程中的各项参数进行实时调节, 确保摊铺温度、厚度、平整度以及压实度等关键质量指标的精准控制。尤其是在温度监控、厚度控制、压实控制等方面, 智能摊铺技术表现出极大的优势, 不仅提高了施工精度和效率, 还大大减少了对人工操作的依赖, 降低了施工中的误差风险。这使得沥青路面施工能够更加精细化、规范化, 显著提升了路面施工质量和整体性能。

## 1 沥青路面施工质量影响因素分析

### 1.1 原材料的质量

沥青和集料是沥青混合料的主要组成部分, 它们的质量直接决定了路面最终的性能。沥青作为粘结剂, 起到将集料与沥青混合料结合的作用。不同类型的沥青对路面质量的影响也有所不同。例如, 改性沥青通常比普通沥青具有更好的抗老化性和更强的粘结力, 能够提升路面的耐久性, 减少开裂和变形问题。因此, 在选择沥青时, 应根据路面使用环境和设计要求进行合理选择<sup>[1]</sup>。集料的清洁度、强度、粒径分布等是影响混合料质量的重要因素。若集料含有过多的泥土、灰尘等杂质, 将影响沥青与集料的结合力, 从而导致路面强度降低、抗裂性差。集料的粒径应按照设计要求合理配比, 避免出现过粗或过细的集料。

### 1.2 施工工艺

沥青混合料的温度控制是施工过程中至关重要的

环节。摊铺温度过高或过低, 都会影响沥青混合料的工作性能和路面质量。温度过高时, 沥青容易挥发, 导致粘结性不足, 而温度过低时, 沥青的流动性差, 混合料容易凝固, 导致摊铺不均匀, 进而影响压实效果。因此, 合理控制摊铺温度, 保持在适宜范围内, 对于提高路面质量至关重要。

压实工艺是影响沥青路面质量的关键因素之一。压实不足会导致路面密实度低, 抗压强度差, 容易产生裂缝和车辙。而压实过度则会导致沥青混合料的变形和路面损坏。因此, 在施工过程中, 需要根据不同的路面类型、沥青材料以及施工温度等因素, 精确调节压实机械的压实力和压实次数, 确保路面的密实度符合设计要求, 从而提高路面的耐久性和稳定性。

### 1.3 铺设厚度、平整度及横坡度对施工质量的影响

沥青路面的铺设厚度、平整度和横坡度是决定路面质量的三个关键因素<sup>[2]</sup>。铺设厚度不均会导致路面出现局部过薄或过厚的情况, 影响路面的耐久性。平整度不良则会影响行车舒适性, 增加噪声, 甚至影响排水性能。横坡度的设计与施工对路面的排水效果有直接影响, 如果横坡度不当, 容易导致积水现象, 进而影响路面的抗滑性。因此, 在施工过程中, 要严格控制铺设厚度、平整度和横坡度, 确保施工质量符合设计标准。

### 1.4 环境因素

气温和湿度是沥青路面施工过程中不可忽视的环境因素。高温天气有助于沥青的流动性, 但过高的温度也会导致沥青挥发, 降低混合料的粘结力, 而低温

则会使沥青的粘结性不足,影响摊铺质量。此外,湿度较大的环境会导致集料表面潮湿,从而影响沥青与集料的粘结效果,降低施工质量。

风速和雨水等自然因素会对沥青路面施工造成直接影响。强风会使摊铺过程中热气迅速散失,导致温度控制不稳定,影响路面的压实和黏结,而雨水的降临则会使沥青材料湿润,影响其粘结性和摊铺效果,甚至导致路面质量问题。因此,沥青路面施工应选择在适宜的天气条件下进行,并在施工过程中采取有效的防护措施。

### 1.5 设备因素

传统摊铺机通常依赖人工调整和经验操作,难以实现对摊铺温度、厚度、平整度等参数的精确控制,容易导致施工质量波动<sup>[3]</sup>。而智能摊铺机则配备了先进的传感器和自动控制系统,可以实时监测和调整施工过程中的各项参数,确保摊铺过程的精准性与一致性。

施工设备的性能稳定性直接影响施工质量。设备故障或性能不稳定会导致施工过程中断、质量控制不精确,从而影响路面最终的质量。因此,在沥青路面施工中,设备的保养与维护至关重要。

## 2 智能摊铺机的核心技术

温度控制技术是智能摊铺机的核心技术之一,直接影响沥青混合料的工作性能。智能摊铺机配备有温度传感器,能够实时监测沥青混合料的摊铺温度,并根据设定的温度范围自动调节摊铺机的加热系统或摊铺速度,以确保沥青混合料始终处于最佳温度范围内。通过精确的温度控制,不仅能保证沥青与集料的良好粘结性,还能避免由于温度过低或过高而导致的路面质量问题。

智能摊铺机采用了自动调平技术,通过内置的传感器和激光测距仪等设备,实时测量摊铺机前方和侧面的高度差,并自动调整摊铺机的工作台高度,确保摊铺过程中的路面平整度<sup>[4]</sup>。自动调平系统能够实时根据路面高度变化进行精确调整,从而保证摊铺过程中厚度的均匀性,避免路面起伏或不平整的现象。

过快的摊铺速度会导致沥青混合料的温度降低,从而影响压实效果,过慢的摊铺速度则会导致路面厚度不均匀,增加施工时间。智能摊铺机通过实时监测和控制摊铺速度,可以根据路面的实际情况和施工要求自动调节摊铺速度,确保摊铺过程的稳定性与均匀性,进而提高路面的施工质量。

## 3 智能摊铺技术在沥青路面施工中的应用

### 3.1 温度监控与控制系统

在摊铺过程中,温度监测设备不断收集摊铺区域的温度数据,并将其传输到智能系统。智能系统对接

收到的数据进行实时分析,判断温度是否处于预设的范围内。如果某个区域的温度低于设定值,系统会判断该区域摊铺质量会受到影响,进而通过自动化系统调节摊铺机的加热装置或调整摊铺速度,以恢复正常的温度范围。通过温度监测系统,摊铺机能够根据实际情况自动调节摊铺温度。对于温度过低的区域,智能系统会指令摊铺机加速加热或调整摊铺机的摊铺速度,确保温度不低于施工标准要求。对于温度过高的区域,系统会自动调节摊铺机的加热设备,避免温度过高导致沥青混合料过快挥发或施工过程中的粘结性降低。

智能温度控制系统不仅仅调节温度,还能与摊铺速度、加热方式等参数同步调整。例如,系统根据摊铺速度的不同,自动调节加热装置的功率或控制摊铺机的速度,以确保温度分布均匀,避免因过快或过慢的摊铺速度导致温度差异过大,从而影响路面的质量。当出现局部温度偏差时,智能系统能够通过热补技术对局部低温区域进行温度补偿<sup>[5]</sup>。在这种情况下,系统会指令摊铺机的加热装置增加热量输入,或通过延长摊铺时间来保证该区域的沥青温度达到所需水平,避免出现温度过低而导致的施工问题。智能系统还会利用采集到的大数据对整个施工过程中的温度变化进行分析,识别出施工中存在的隐患。

### 3.2 摊铺厚度与平整度控制

智能摊铺机通过安装高度传感器和自动调节系统,可以实时监测摊铺层的厚度,并通过自动化控制技术进行精确调节。摊铺机的传感器能够检测到摊铺层的实际厚度,并将数据反馈至智能控制系统。系统分析后,能够自动调节摊铺机的工作高度或摊铺速度,确保摊铺过程中的厚度始终保持在设定范围内。这种自动化调节系统有效避免了由于人为操作不当或施工环境变化带来的厚度不均现象。

为了确保沥青路面的高平整度,激光平整度监测技术成为一项重要的智能化控制手段。激光平整度监测技术通过激光扫描和传感器设备对摊铺过程中路面的平整度进行精确测量。激光扫描器通常安装在摊铺机的前方或两侧,实时获取摊铺后的路面高度数据。这些数据会被传输到智能控制系统,系统根据设定的平整度标准进行实时分析。如果发现某个区域的路面存在高低不平的情况,系统会自动调节摊铺机的高度,确保摊铺机始终维持平整的摊铺工作面。

激光平整度监测技术与摊铺厚度控制系统的结合,可以实现更加精准的摊铺控制<sup>[6]</sup>。当激光扫描系统发现某些区域的高低差异时,系统可以自动调整摊铺机的高度,保证路面的平整度。与此同时,厚度控制系统也会配合调整摊铺量,确保在保证平整度的同时,

不影响摊铺层的均匀厚度。这种综合调节方式能够确保路面的平整度和厚度都符合设计要求,从而提高施工质量。摊铺厚度和路面平整度控制并非独立操作,而是紧密协同的过程。智能化的摊铺设备能够根据实时监测数据,综合考虑厚度控制和平整度控制两个方面,自动调整摊铺的每个环节。摊铺机能够在摊铺过程中不断优化工作状态,确保摊铺效果的最优。

### 3.3 智能化压实控制

智能化压实控制系统的核心在于实时感知和精准调控,通过在摊铺机和压路机上安装各种传感器,系统能够实时监测路面压实过程中的关键数据,并通过智能算法进行数据分析和反馈,优化压实作业。智能压实控制系统通常集成有多种传感器,包括加速度传感器、压实深度传感器、温度传感器等。压实深度传感器可以检测每次压实的深度,确保压实层厚度均匀。温度传感器能够帮助监测压实过程中温度的变化,确保在最佳温度范围内进行压实。压路机的振动频率和幅度是影响压实效果的重要参数,传感器能够实时监测这些参数,确保振动强度符合施工要求<sup>[7]</sup>。收集到的传感器数据会被传输到中央处理单元,通过智能算法进行实时分析和处理。基于大数据分析和机器学习算法,系统能够预测并计算出最佳的压实参数,如压实深度、振动频率、压实次数等,并自动调节压路机的工作状态。

智能压实控制系统能够通过传感器实时监测施工中的各项数据,并将数据传输至现场操作人员的控制终端或远程管理平台。施工人员可以通过实时数据,快速判断当前施工质量。例如,系统如果发现某个区域的压实度未达到设定标准,会立即发出警告,提醒施工人员调整施工方法或进行二次压实。智能压实监测系统将压实数据可视化,通过图表、热力图或实时曲线等形式,直观地展示路面压实质量。施工人员可以通过可视化界面清晰地看到路面压实不均的区域,及时进行调整。与此同时,系统还能够通过自动报告功能,生成施工质量报告,为后期的质量验收和监管提供依据。

### 3.4 数据采集与分析

智能摊铺机通过传感器系统采集施工过程中的多项关键数据,包括摊铺温度、摊铺厚度、摊铺速度、平整度等。这些数据实时反映了施工的每一个环节,从而为施工过程的精确控制提供支持。例如,智能摊铺机通过安装温度传感器,实时监控摊铺温度,确保在最佳温度范围内进行摊铺。智能摊铺机通过传感器检测摊铺厚度,并将数据实时反馈给操作人员或自动化系统,根据需要自动调整摊铺机的工作高度,确保

厚度均匀。智能摊铺机不仅采集数据,还能通过嵌入的系统生成实时质量报告<sup>[8]</sup>。这些报告不仅包括施工过程中的各项数据,还能标明施工中的关键参数是否符合标准要求。通过这些数据报告,施工人员能够及时识别出施工中的偏差或问题,并做出相应调整。

智能系统能够基于采集的数据,进行大数据分析,找出施工过程中影响质量的关键因素。例如,通过分析不同摊铺温度和摊铺速度对路面质量的影响,系统可以在后续施工中自动优化这些参数,确保施工质量持续提升。同时,数据分析还可以识别出某些施工阶段的瓶颈,如压实不足或摊铺厚度不均,从而优化施工工艺和设备调度,提高整体施工效率。施工过程中采集的所有数据将被存储在云端数据库中,形成完整的施工数据档案。这些数据不仅可以用于即时的质量评估,还可以用于项目完成后的质量追溯。

## 4 结束语

智能摊铺技术的引入对沥青路面施工质量的提升发挥了重要作用,标志着沥青路面施工迈入了更为精准、智能和高效的时代。智能摊铺技术通过温度监测与调控系统确保了摊铺过程中温度的均匀性,避免了因温度波动导致的施工缺陷。同时,自动化调节摊铺厚度和平整度,结合激光平整度监测技术,保障了路面的平整性和均匀性,提高了施工精度。智能压实控制则通过实时反馈压实质量,优化了压实工艺,确保了路面的承载能力和长期稳定性。数据采集与分析系统为施工过程提供了全面的监控和反馈机制,使得施工质量可追溯,并为未来的施工过程优化提供了数据支持。

## 参考文献:

- [1] 李康. 沥青路面摊铺施工技术应用研究[J]. 工程建设与设计, 2024(23):269-271.
- [2] 周国鸿. 道路沥青路面摊铺碾压施工技术关键点分析[J]. 运输经理世界, 2024(34):55-57.
- [3] 王超. 沥青路面智能摊铺碾压技术的应用分析[J]. 交通科技与管理, 2024,05(22):160-162.
- [4] 刘志峰. 3D 智能化摊铺技术在沥青路面施工中的应用分析[J]. 交通世界, 2023(36):16-18.
- [5] 马武. 公路工程沥青路面摊铺施工技术应用分析[J]. 工程技术研究, 2023,08(22):86-88.
- [6] 成壮. 沥青路面施工质量评价及控制研究[J]. 四川建材, 2023,49(11):194-195,198.
- [7] 蒙永兴. 道路施工中沥青路面施工质量控制分析[J]. 运输经理世界, 2023(30):7-9.
- [8] 蔡明, 乐海淳, 曹亚东, 等. 沥青路面智能建造管控体系的研究与实践[J]. 上海建设科技, 2019(06):50-53.