

沥青混凝土面层施工质量动态智能管控要点

廖鹏翔 房怡博

陕西高速公路工程试验检测有限公司 陕西 西安 710000

摘要：沥青混凝土面层施工质量对道路工程的整体性能和使用寿命具有重要影响。随着物联网、大数据和人工智能技术的不断发展，动态智能管控技术在沥青混凝土面层施工中的应用日益广泛。本文探讨了沥青混凝土面层施工质量控制理论基础，介绍了动态智能管控系统的架构，包括感知层、网络层和应用层的功能与协同作用。该系统通过实时数据采集、传输、分析与预警，实现了对沥青混合料拌和、运输、摊铺和碾压等关键环节的智能管控，希望为实际工程提供理论指导和技术支持。

关键词：沥青混凝土；面层施工质量；动态智能管控；要点

引言：沥青混凝土面层作为道路工程的重要组成部分，其施工质量直接关系到道路的使用寿命和行车安全。随着科技的进步和智能化技术的应用，动态智能管控系统在沥青混凝土面层施工质量控制中发挥着越来越重要的作用。本文旨在探讨沥青混凝土面层施工质量控制理论基础，并详细介绍动态智能管控系统的架构、功能及在关键环节中的应用要点。通过深入分析，旨在为道路施工行业提供科学的理论指导和实践参考，推动施工质量的全面提升。

1 沥青混凝土面层施工质量控制理论基础

1.1 事前控制的规划

事前控制是施工质量控制的第一道防线，其核心在于预防而非纠正。在施工准备阶段，基于对施工图纸、技术规范以及过往工程经验的深入分析，项目团队需制定详尽的质量控制计划。这一计划不仅涵盖了材料选择、配合比设计、机械设备配置等关键环节，还应包含应急预案，以应对可能出现的各种突发情况。通过编制质量控制手册，明确各岗位职责、检验评定标准以及质量控制流程，确保每位参与者都能深刻理解并遵循质量要求。此外，施工前的场地准备、设备调试、材料预检等工作同样不可或缺，它们为施工活动的顺利进行奠定了坚实基础。

1.2 事中控制的动态管理

事中控制强调对施工过程的实时监控与动态调整，是实现质量控制目标的关键。在施工过程中，项目团队需依据事先制定的控制计划，密切关注施工工艺、工序质量以及影响质量的各类因素。通过定期或不定期的质量检查、试验检测，及时发现施工偏差，并采取有效措施予以纠正。例如，对于沥青混合料的温度控制、摊铺厚度与均匀性、压实度等关键指标，需实施严格的监控

与记录，确保每一道工序都达到设计要求^[1]。此外，加强现场沟通协调，确保施工信息的及时传递与反馈，也是事中控制的重要环节，它有助于快速响应施工中的各种问题，保障施工质量和进度。

1.3 事后控制的全面评估与补救

事后控制作为施工质量控制的最后一道关卡，其重要性不容忽视。施工完成后，项目团队需按照相关标准和规范，对施工成果进行全面检验与评定。这包括但不限于路面平整度、厚度、压实度、渗水系数等多方面的检测。对于发现的质量问题，应立即组织分析原因，并依据问题的严重程度，采取返工、修补或其他补救措施，确保工程质量满足设计要求。通过事后控制的反馈机制，可以进一步总结经验教训，为今后的施工质量控制提供宝贵参考。

2 沥青混凝土面层施工质量的动态智能管控系统

2.1 系统架构

动态智能管控系统的架构主要分为感知层、网络层和应用层，各层之间协同工作，共同实现施工质量的智能管控。（1）感知层是整个系统的数据基础，通过部署在施工现场的各种传感器和RFID标签等设备，实时捕捉施工过程中的关键参数。这些参数包括但不限于温度、湿度、摊铺厚度、平整度等，它们对于评估施工质量至关重要。传感器设备不仅需要具备高精度和可靠性，还需适应复杂的施工环境，如高温、尘土等。此外，合理的设备布局也是确保数据全面性和准确性的关键。例如，在摊铺机上安装温度传感器，可以实时监测沥青混合料的温度，确保其在最佳温度范围内进行压实。（2）网络层负责将感知层收集的数据安全、稳定地传输到应用层。这一层采用了多种通信技术，如有线网络、ZigBee、Wi-Fi和LoRa等，以适应不同场景下的数据传输

需求。在数据传输过程中,加密技术的应用确保了数据的安全性,防止数据被非法访问或篡改。数据压缩技术有效降低了传输数据量,提高了传输效率。此外,网络层还支持多数据中心同时接收数据,确保数据的冗余备份,以及断网数据续传功能,保证了数据的连续性和完整性。(3)应用层是系统的核心部分,负责数据的分析处理、预警发布和决策支持。通过智能算法和模型,应用层能够实时分析施工数据,判断施工质量的稳定性,并发现潜在问题。用户界面友好直观,使得施工团队可以方便地查看实时数据、历史数据和分析结果。基于分析结果,应用层还可以执行相应的控制命令,如调整摊铺速度、压实频率等,实现施工过程的智能化管理。

2.2 系统功能

(1)数据采集是动态智能管控系统的基石。通过部署在施工现场的传感器等设备,系统能够实时采集施工过程中的各种数据。为了确保数据的可靠性和准确性,数据采集设备需要满足一定的技术要求,如高精度、高采样频率和适当的防护等级。此外,设备的合理布局也是确保数据全面覆盖和精确采集的关键。例如,在压路机上安装平整度传感器,可以实时监测路面的平整度,确保施工质量达到设计要求。(2)实时传输功能将采集到的数据及时、安全地传输到应用层进行处理。网络层采用高效、稳定的通信技术,如Wi-Fi和LoRa,确保数据的实时性和完整性。在传输过程中,数据经过加密处理,提高了数据的安全性。系统支持多数据中心同时接收数据,实现了数据的冗余备份。此外,断网数据续传功能确保了即使在网络中断的情况下,数据也能在恢复连接后继续传输,保证了数据的连续性和可靠性。(3)智能分析功能是应用层的核心之一。通过智能算法和模型,系统能够对采集到的数据进行分析处理,判断施工质量的稳定性,并发现潜在问题。例如,系统可以根据设定的温度阈值,实时监测沥青混合料的温度,并在温度超出范围时发出预警。此外,通过数据分析,系统还可以优化施工流程,提高施工效率和质量。例如,通过分析历史数据,系统可以预测摊铺机的最佳工作参数,从而减少施工误差和提高路面平整度。(4)预警处理功能是基于智能分析结果的直接应用。当系统检测到数据异常或超出设定范围时,会及时发出预警信号,提醒施工团队采取相应措施。预警信息包括异常数据的类型、位置和时间等详细信息,有助于施工团队快速定位问题并采取针对性措施^[2]。系统还会记录预警信息和处理结果,为后续的质量改进提供参考。例如,当系统检测到某段路面的平整度不达标时,会立即发出预警,并提示

施工团队进行返工或修补。

3 沥青混凝土面层施工质量的动态智能管控要点

3.1 沥青混合料拌和的动态智能管控

(1)沥青混合料拌和是施工过程中的首要环节,在拌和楼操作平台上,通过安装外接系统或内置系统,可以实时采集各热料仓的材料用量、油石比、矿粉用量、外掺剂用量等关键参数。这些参数对于评估拌和料的均匀性和稳定性至关重要。沥青加热温度和集料加热温度也是重要的监测指标,它们直接影响到拌和料的温度控制。拌和时间同样需要精确记录,以确保拌和料达到充分的混合效果。在出料口,加装红外温度采集设备可以实时测量放料时沥青混合料的温度。这些温度数据对于判断拌和料的热稳定性具有重要意义。数据传输模块应确保无遮挡,以保证数据的实时性和准确性。通过有线或无线通信技术,将采集到的数据实时上传至信息化系统,为后续的数据分析提供基础。(2)采集到的数据经过信息化系统的处理和分析,可以判断沥青混合料的拌和质量是否稳定。系统通过对比预设的阈值和标准,实时监测数据的变化趋势。当检测到数据异常或超出设定范围时,系统会及时发出预警信号,提醒施工人员调整拌和参数或检查设备状态^[3]。例如,当油石比偏离设定值时,系统可以自动调整沥青泵的流量,以确保油石比的准确性。此外,通过数据分析还可以优化拌和流程。系统可以根据历史数据和实时数据,预测拌和料的最佳配比和拌和时间,从而提高拌和效率和质量。

3.2 沥青混合料运输的动态智能管控

(1)沥青混合料的运输环节同样需要严格的管控。在拌和楼出料口和摊铺机上安装射频识别设备和温度传感器,可以实时采集运输车的装料、卸料时间和运输过程中的温度数据。这些数据对于判断运输过程中沥青混合料的温度稳定性和运输效率至关重要。在运输车上安装定位设备可以实时采集车辆的位置数据。这些数据有助于施工人员掌握运输车的行驶轨迹和到达时间,从而合理安排施工计划。数据传输设备应满足一定的技术要求,如准确度、采样频率和防护等级等,以确保数据的可靠性和准确性。(2)通过对采集到的数据进行分析处理,可以判断沥青混合料的运输质量是否稳定。系统实时监测运输过程中的温度数据,当检测到温度异常或超出设定范围时,会及时发出预警信号。例如,当运输温度过低时,系统可以提醒施工人员采取保温措施;当运输温度过高时,则可以提醒施工人员调整运输速度或采取降温措施。此外,通过数据分析还可以优化运输流程。系统可以根据历史数据和实时数据,预测运输车的

最佳行驶路线和到达时间,从而提高运输效率。

3.3 沥青混合料摊铺的动态智能管控

(1) 沥青混合料的摊铺环节,通过在摊铺机上安装定位设备和温度传感器,可以实时采集摊铺过程中的位置、速度和温度数据。这些数据对于判断摊铺质量是否稳定具有重要意义。利用探地雷达可以采集摊铺厚度数据,探地雷达通过发射电磁波并接收反射信号来测量摊铺层的厚度。这种方法具有非接触、高精度和实时性等优点,可以大大提高摊铺质量的控制精度。数据传输设备应满足一定的技术要求,以确保数据的可靠性和准确性。通过有线或无线通信技术,将采集到的数据实时上传至信息化系统,为后续的数据分析提供基础。(2) 通过对采集到的数据进行分析处理,可以判断沥青混合料的摊铺质量是否稳定。系统实时监测摊铺过程中的温度数据,当检测到温度异常或超出设定范围时,会及时发出预警信号。例如,当摊铺温度过低时,系统可以提醒施工人员调整摊铺速度或采取加热措施;当摊铺温度过高时,则可以提醒施工人员采取降温措施^[4]。此外,系统还可以根据摊铺位置和速度数据,判断摊铺过程的均匀性和连续性。当检测到摊铺速度过快或过慢时,系统会提醒施工人员调整摊铺参数以确保摊铺质量的稳定性。

3.4 沥青混合料碾压的动态智能管控

(1) 通过在压路机上安装定位设备和温度传感器,可以实时采集碾压过程中的位置、速度和温度数据。这些数据对于判断碾压质量是否稳定具有重要意义。利用定位设备可以采集碾压遍数数据,通过记录压路机在特定区域内的行驶轨迹和次数,可以判断该区域内的碾压遍数是否达到设计要求。这种方法具有直观、准确和易于操作等优点,可以大大提高碾压质量的控制精度。数据传输设备应满足一定的技术要求,以确保数据的可靠性和准确性。通过有线或无线通信技术,将采集到的数据实时上传至信息化系统,为后续的数据分析提供基

础。(2) 通过对采集到的数据进行分析处理,可以判断沥青混合料的碾压质量是否稳定。系统实时监测碾压过程中的温度数据,当检测到温度异常或超出设定范围时,会及时发出预警信号。例如,当碾压温度过低时,系统可以提醒施工人员调整碾压速度或增加碾压遍数;当碾压温度过高时,则可以提醒施工人员采取降温措施或调整碾压参数。此外,系统还可以根据碾压位置和速度数据,判断碾压过程的均匀性和连续性。当检测到碾压速度过快或过慢时,系统会提醒施工人员调整碾压参数以确保碾压质量的稳定性。通过数据分析还可以优化碾压流程。系统可以根据历史数据和实时数据,预测压路机的最佳工作状态和参数设置,从而提高碾压效率和质量。

结语

综上所述,沥青混凝土面层施工质量的控制是一个复杂而精细的过程,需要综合运用控制论与统计学原理,结合动态智能管控系统,实现事前、事中、事后的全面控制。通过数据采集、实时传输、智能分析和预警处理等措施,可以及时发现并解决施工过程中的质量问题,确保施工质量的稳定性和可靠性。未来,随着智能化技术的不断发展,动态智能管控系统将在道路施工领域发挥更加重要的作用,为道路工程的质量控制提供更为高效、精准的解决方案。

参考文献

- [1]严修统.沥青混凝土面层施工质量控制研究[J].装饰装修天地,2022(6):88-90.
- [2]张亮.沥青混凝土面层施工技术及其质量控制对策[J].大众标准化,2022(6):25-26,29.
- [3]杨国强.高速公路沥青路面施工质量动态控制技术研究[J].中国航班,2022(32):139-142.
- [4]徐丽卫.公路工程施工中的沥青混凝土施工技术应用研究[J].交通世界(下旬刊),2020(12):97-98.