

# 基于物联网的沥青拌合楼远程监控与故障诊断系统

张碧豪

保利长大工程有限公司 广东广州 510000

**【摘要】** 沥青拌合楼作为沥青路面施工的核心设备，其运行状态直接影响施工质量和效率。传统的人工监控和故障诊断方式存在效率低、成本高、实时性差等问题。本文提出一种基于物联网的沥青拌合楼远程监控与故障诊断系统，利用传感器、无线通信、云计算等技术，实现对沥青拌合楼运行状态的实时监控、故障预警和诊断，提高设备管理水平，保障施工顺利进行。

**【关键词】** 物联网；沥青拌合楼；远程监控；故障诊断

沥青拌合楼作为沥青路面施工的核心设备，其运行状态直接影响施工质量、效率和成本。然而，传统的设备管理方式主要依赖人工巡检和经验判断，存在诸多局限性。首先，人工巡检效率低下，难以实现全天候、全方位的监控，容易遗漏潜在故障隐患。其次，依赖经验判断缺乏科学依据，难以准确预测和诊断设备故障，导致故障处理滞后，甚至引发更严重的设备损坏。此外，传统方式难以对设备运行数据进行系统化分析，无法为设备维护和工艺优化提供数据支撑。随着物联网技术的快速发展，为沥青拌合楼的智能化管理提供了新的解决方案。基于物联网的远程监控与故障诊断系统，通过传感器网络实时采集设备运行数据，利用无线通信技术将数据传输至云端，并结合大数据分析和人工智能算法，实现对设备运行状态的实时监控、故障预警和智能诊断。该系统不仅能够提高设备管理效率，降低故障率，还能优化生产工艺，提高施工质量，降低维护成本，为沥青路面施工的智能化、数字化转型升级提供有力支撑。本文将详细阐述基于物联网的沥青拌合楼远程监控与故障诊断系统的架构、功能、优势以及未来发展方向，以期对相关领域的研究和应用提供参考。

## 1 基于物联网的沥青拌合楼远程监控与故障诊断系统架构

### 1.1 数据采集与传输层

数据采集与传输层是系统的基础，负责采集沥青拌合楼运行状态数据并将其传输至云端服务器。数据采集通过在沥青拌合楼关键部位部署传感器网络，实时采集设备运行状态数据，包括温度、压力、振动、电流、电压等参数。例如，在滚筒、沥青罐、除尘器等部位安装温度传感器，监测其温度变化；在沥青泵、液压系统等部位安装压力传感器，监测其压力变化；在电机、减速机旋转部件安装振动传感器，监测其振动情况。数据传输利用无线通信技术（如4G、5G、LoRa等）将采

集到的数据传输至云端服务器。无线通信技术的选择需要考虑传输距离、数据量、功耗等因素。例如，在施工现场距离较远、数据量较大的情况下，可以选择4G或5G通信技术；在距离较近、数据量较小的情况下，可以选择LoRa通信技术。

### 1.2 数据处理与分析层

数据处理与分析层是系统的核心，负责对采集到的数据进行存储、清洗、分析和处理，提取设备运行特征，建立故障诊断模型。数据存储将采集到的设备运行数据存储在云端数据库中，方便后续查询和分析。数据清洗对原始数据进行清洗，去除噪声和异常值，保证数据质量。数据分析利用统计分析、机器学习等方法，对设备运行数据进行分析，提取设备运行特征，建立故障诊断模型。例如，可以利用历史数据训练机器学习模型，识别设备正常运行状态和故障状态的差异，实现故障预警和诊断。

### 1.3 应用服务层

应用服务层是系统的用户界面，为用户提供可视化界面和功能服务。可视化界面以图表、曲线、仪表盘等形式直观展示设备运行状态、故障预警信息、诊断结果等。用户可以通过电脑、手机等终端设备随时随地查看设备运行状态。功能服务提供远程控制、数据分析、报表生成等功能。例如，用户可以通过系统远程控制沥青拌合楼的启停、参数设置等操作；可以查看设备运行数据报表，分析设备运行趋势；可以生成设备维护报告，制定设备维护计划。

## 2 基于物联网的沥青拌合楼远程监控与故障诊断系统功能

### 2.1 实时监控与可视化

系统通过安装在沥青拌合楼关键部位的传感器网络，实时采集设备运行状态数据，包括但不限于以下四

点。首先，在温度监测方面，系统通过安装在滚筒、沥青罐、除尘器等关键部位的温度传感器，实时监测这些部位的温度变化。例如，滚筒温度过高可能导致沥青老化，影响混合料质量；温度过低则可能导致沥青流动性差，影响搅拌效果。系统通过实时监测温度数据，能够及时发现温度异常并发出预警，提示操作人员调整加热系统或采取其他措施，防止因温度异常导致的设备故障。其次，在压力监测方面，系统通过安装在沥青泵、液压系统等部位的压力传感器，实时监测系统压力。在振动监测方面，系统通过安装在电机、减速机旋转部件的振动传感器，实时监测这些部件的振动情况。例如，电机振动异常可能是轴承磨损或转子不平衡的表现，如果不及时处理，可能导致设备损坏甚至安全事故。系统通过实时监测振动数据，能够及时发现振动异常并发出预警，提示维护人员进行检查和维修，避免故障扩大化。此外，在电流电压监测方面，系统通过监测电机、加热器等电气设备的电流电压，防止过载、短路等电气故障。例如，电流异常升高可能是电机负载过大的表现，电压异常波动可能是电源不稳定的表现。系统通过实时监测电流电压数据，能够及时发现电气故障隐患，避免因电气故障导致的设备停机和生产损失。

## 2.2 故障预警与诊断

系统基于历史数据和机器学习算法，建立沥青拌合楼的故障诊断模型。通过对实时采集的数据进行分析，系统能够做到以下两个方面。在故障预警方面，系统能够实时监测设备运行参数，如温度、压力、振动、电流等，并与预设的阈值或正常范围进行比对。当监测到参数异常时，系统会自动发出预警信息，提醒相关人员及时处理，避免故障进一步恶化。例如，当滚筒温度超过设定阈值时，系统会立即发出高温预警，提示操作人员检查加热系统或降低生产速度，防止因过热导致的设备损坏。这种主动预警机制能够有效减少设备突发故障的概率，避免因故障导致的施工延误和设备损坏，从而降低维护成本和生产损失。在故障诊断方面，系统通过机器学习算法对设备故障特征进行深度分析，能够快速定位故障原因并提供维修建议。例如，当系统监测到电机振动异常时，可以根据振动频率和幅值的变化，判断是轴承损坏还是转子不平衡，并给出相应的维修方案。如果是轴承损坏，系统会建议更换轴承；如果是转子不平衡，系统会提示进行动平衡校正。这种智能化的故障诊断方式不仅能够缩短故障排除时间，减少设备停机时间，还能提高维修的准确性和效率，为设备维护提供了科学依据。

## 2.3 数据分析与优化

系统对采集到的设备运行数据进行存储和分析，

为用户提供了全面的数据支持功能，助力设备管理和生产优化。首先，系统能够自动生成设备运行数据报表，涵盖设备运行时间、故障记录、维修记录等关键信息。这些报表以清晰的形式呈现，帮助用户全面掌握设备状态，为制定维护计划和预算提供科学依据。其次，系统通过趋势分析功能，识别设备运行参数的变化规律，预测潜在故障并提前预警。例如，通过分析电机振动趋势，判断轴承磨损情况，从而提前更换，避免突发故障。最后，系统支持工艺优化，分析搅拌时间、加热温度等参数对设备运行和产品质量的影响，帮助用户找到最佳工艺组合，提升生产效率和产品质量。这些功能共同作用，实现了设备管理的智能化、生产的精细化和工艺的优化升级，为企业降本增效提供了有力支持。

## 3 基于物联网的沥青拌合楼远程监控与故障诊断系统优势

### 3.1 提高设备管理水平

传统的沥青拌合楼管理方式主要依靠人工巡检和经验判断，存在效率低、成本高、实时性差等问题。基于物联网的远程监控与故障诊断系统，可以实现对沥青拌合楼运行状态的实时监控、故障预警和诊断，有效提高设备管理水平。第一，实时监控。系统通过安装在沥青拌合楼关键部位的传感器，实时采集设备运行数据，包括温度、压力、振动、电流、电压等参数。这些数据通过无线通信技术传输至云端服务器，并经过处理后以可视化的形式展示在用户界面上。用户可以通过电脑、手机等终端设备随时随地查看设备运行状态，实现对设备的24小时不间断监控。例如，当滚筒温度异常升高时，系统会立即发出警报，提醒操作人员采取措施，避免因过热导致的设备损坏。这种实时监控方式能够及时发现设备异常，避免故障扩大化，显著提高了设备运行的可靠性。第二，故障预警。系统基于历史数据和机器学习算法，建立了沥青拌合楼的故障预警模型。通过对实时采集的数据进行分析，系统能够预测设备可能出现的故障，并提前发出预警信息。例如，当系统监测到电机振动频率逐渐增大时，可以预测轴承可能即将损坏，并提前发出预警，提醒维护人员进行检查和更换。这种主动预警机制能够有效减少设备突发故障的概率，避免因故障导致的施工延误和设备损坏，从而降低维护成本和生产损失。第三，故障诊断。当设备发生故障时，系统能够通过故障诊断模型快速定位故障原因，并提供详细的维修建议。例如，当系统检测到液压系统压力异常时，可以根据压力变化曲线和故障特征，判断是液压泵故障还是管路堵塞，并给出相应的维修方案。这种智能化的故障

诊断方式能够大幅缩短故障排除时间,减少设备停机时间,提高施工效率。同时,系统还可以记录每次故障的诊断过程和维修结果,为后续设备维护提供参考,进一步提升设备管理的科学性和规范性。

### 3.2 保障施工顺利进行

沥青拌合楼是沥青路面施工的核心设备,其运行状态直接影响施工进度和质量。基于物联网的远程监控与故障诊断系统,可以有效保障施工顺利进行。第一,减少设备故障。传统的设备管理方式往往依赖人工巡检和经验判断,难以及时发现设备运行中的潜在问题。而基于物联网的系统能够对设备运行状态进行24小时不间断监控,实时采集温度、压力、振动、电流等关键参数。当系统检测到参数异常时,会立即发出预警信息,提醒相关人员采取措施,避免故障进一步恶化。例如,当系统监测到滚筒温度过高时,可以及时调整加热系统或降低生产速度,防止因过热导致的设备损坏。这种主动预警机制能够显著减少设备故障的发生,避免因设备故障导致的施工延误。第二,提高施工效率。设备故障是影响施工效率的主要因素之一。传统的故障排除方式往往需要依赖经验丰富的技术人员进行现场排查,耗时长、效率低。而基于物联网的系统能够通过故障诊断模型,快速定位故障原因,并提供详细的维修建议。例如,当系统检测到电机振动异常时,可以根据振动频率和幅值判断是轴承损坏还是转子不平衡,并给出相应的维修方案。这种智能化的故障诊断方式能够大幅缩短故障排除时间,减少设备停机时间,从而提高施工效率,确保工程按时完成。第三,保证施工质量。沥青混合料的质量直接关系到路面施工的质量和耐久性。而沥青混合料的质量又取决于拌合楼的运行状态,如搅拌时间、温度控制、材料配比等。基于物联网的系统能够实时监控这些关键参数,确保设备始终处于最佳工作状态。例如,系统可以实时监测沥青加热温度、骨料含水率等参数,并根据预设的工艺要求自动调整设备运行参数,确保混合料的质量符合标准。此外,系统还可以记录每次生产的工艺参数和质量数据,为后续质量追溯提供依据,进一步提升施工质量的可靠性和一致性。

### 3.3 降低维护成本

传统的设备维护方式主要依靠定期检修和事后维修,存在维护成本高、资源浪费等问题。基于物联网的远程监控与故障诊断系统,可以实现设备的预测性维护,降低维护成本。第一,减少人工巡检。传统的设备维护需要依赖人工定期巡检,不仅耗时耗力,还容易因人为疏忽导致漏检或误判。而基于物联网的系统可以实时采集设备运行数据,并通过自动化分析替代人工巡检,大幅减少人力成本。例如,系统可以通过传感器网络实时

监测设备的温度、振动、压力等关键参数,一旦发现异常,立即发出预警,无需人工干预。第二,延长设备寿命。通过实时监控和故障预警,系统能够及时发现设备运行中的异常情况,并在故障发生前采取预防措施,避免小问题演变成大故障。例如,当系统监测到电机轴承温度异常升高时,可以及时提醒维护人员进行检查和润滑,避免轴承因过热而损坏。这种主动维护方式不仅能够减少设备突发故障的概率,还能有效延长设备的使用寿命,降低设备更换和维修的频率。第三,优化维护策略。传统的定期检修往往基于经验或固定周期,缺乏科学依据,容易造成资源浪费。而基于物联网的系统通过对设备运行数据的深度分析,可以精准判断设备的健康状况和维护需求,从而优化维护策略。例如,系统可以根据设备的历史运行数据和实时状态,动态调整维护周期,避免不必要的维护操作。同时,系统还可以为每台设备建立个性化的维护档案,记录其运行状态、故障历史和维护记录,为后续维护决策提供数据支持。这种数据驱动的维护策略不仅能够提高维护效率,还能显著降低维护成本。

#### 参考文献:

- [1] 杜庆灿,韩丁,周鹏鸿. 沥青混合料 GLS 模型的应用和简化 [J]. 合肥工业大学学报(自然科学版),2025,48(02):274-282.
- [2] 申安润. 生物油再生沥青的流变特性及其贮存稳定性研究 [J]. 价值工程,2025,44(06):6-9.
- [3] 陆生华,朱鹏程,徐永成,等. 超表处乳化沥青施工和易性提升研究 [J]. 合成材料老化与应用,2025,54(01):32-35.
- [4] 陈三喜,关宏信,姚明,等. 宽域空隙率下沥青混合料动水冲刷性能 [J]. 实验室研究与探索,2025,44(02):10-14.
- [5] 秦逸轩,许斌. 大掺量胶粉改性沥青长寿命路面工程应用研究 [J]. 公路,2025,70(02):81-85.
- [6] 刘帅,付伟,谷利宙,等. 磷酸环境下沥青混合料抗水损害设计研究 [J]. 公路,2025,70(02):420-427.
- [7] 严兵,姚波. 基于离散元法的多孔沥青混合料集料骨架优化研究 [J]. 公路,2025,70(02):14-21.
- [8] 张万,刘永超,李波. 大温差地区沥青路面温度应力的累计效应分析 [J]. 公路,2025,70(02):1-7.

作者简介:张碧豪(1979.01.15—),男,广东茂名,本科,工作单位:保利长大工程有限公司,中级职称:机械工程师。