

基于 PLC 的沥青站电气控制系统维护案例分析

文 / 东晓峰 山东高速工程建设集团有限公司

摘要: 在现代道路建设中, 沥青站作为生产沥青混合料的关键设施, 其电气控制系统的稳定性和可靠性直接影响到工程的质量和进度。基于 PLC (可编程逻辑控制器) 的电气控制系统因其高效、灵活和易于维护的特点, 在沥青站中得到了广泛应用。随着设备运行时间的增长, 系统维护成为确保沥青站持续高效运行的关键环节。本文将通过一个具体的维护案例, 分析 PLC 控制系统在沥青站中的应用及其维护策略, 以为相关技术人员提供参考和借鉴。

关键词: PLC; 沥青站电气控制系统; 维护案例

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.01.061

引言

随着科技的进步, PLC 技术在工业自动化领域扮演着越来越重要的角色。在沥青生产行业, PLC 控制的电气系统已经成为提高生产效率和确保产品质量的重要手段。任何技术设备在长期运行后都可能出现故障, 对 PLC 控制系统进行定期维护和故障排查显得尤为重要。本文将通过一个实际案例, 探讨 PLC 在沥青站电气控制系统中的维护实践, 分析维护过程中遇到的问题及解决方法, 旨在为行业内技术人员提供维护经验和技巧。

一、沥青站电气控制系统概述

(一) 系统组成

沥青站电气控制系统是确保沥青混合料生产过程自动化和精确控制的核心部分, 控制系统的基础是可编程逻辑控制器 (PLC), 它作为中央处理单元, 负责接收来自现场的各种传感器信号, 如温度、压力、拉力等, 并根据预设的程序逻辑来控制执行机构, 如电机、气动执行器等。PLC 的高可靠性和灵活性使其成为沥青站控制系统的理想选择。人机界面 (HMI) 是操作人员与控制系统交互的窗口。通过 HMI, 操作人员可以实时监控生产状态, 调整参数, 以及接收报警信息。HMI 的直观性和易操作性对于提高生产效率和安全性至关重要。传感器和执行机构是控制系统与生产设备之间的桥梁。传感器负责收集现场数据, 如温度传感器监测沥青加热温度, 流量传感器监控介质的流动情况。执行机构则根据 PLC 的指令执行具体的动作, 如开启或关闭阀门, 启动或停止电机。电源系统和信号传输网络也是不可或缺的部分。电源系统为整个控制系统提供稳定的电力供应, 而信号传输网络则确保传感器信号和控制指令能够准确无误地传输。安全系统是保障生产安全的重要组成部分。它包括紧急停止按钮、安全继电器以及各种安全连锁装置, 以确保在紧急情况下能够迅速切断电源, 防止事故的发生。

(二) 工作原理

各种传感器分布在沥青站的各个关键位置, 如料斗、计量称、加热炉等, 它们负责监测温度、压力、拉力等参数, 并将这些数据转换成电信号。这些信号随后

被传输到 PLC 进行处理。PLC 作为系统的“大脑”, 接收来自传感器的信号, 并根据预设的控制逻辑和程序进行数据分析和处理。PLC 能够判断当前的生产状态, 并根据需要调整控制策略。例如, 如果检测到沥青温度过低, PLC 会自动增加加热炉的功率, 以提高温度。处理后的控制指令通过信号传输网络发送到执行机构, 如电机、气动执行器等。这些执行机构根据 PLC 的指令执行相应的动作, 如开启或关闭阀门, 加速或减速电机等, 以实现生产过程的精确控制。操作人员可以通过人机界面 (HMI) 实时监控生产状态, 并进行必要的干预和调整。HMI 提供了直观的图形界面, 使操作人员能够轻松地查看生产数据、设置参数和接收报警信息。在整个工作过程中, 安全系统始终处于激活状态, 确保在紧急情况下能够迅速切断电源, 防止事故的发生, 系统还会记录生产数据, 用于后续的质量控制和故障分析。

(三) PLC 在系统中的作用

在沥青站电气控制系统中, 可编程逻辑控制器 (PLC) 是系统的核心控制单元, 负责接收、处理和发送控制指令, 以确保生产过程的自动化和精确控制。PLC 接收来自各种传感器的输入信号, 这些信号反映了沥青站各个生产环节的实时状态, 如温度、压力、拉力等。PLC 通过内置的输入模块将这些模拟或数字信号转换成可处理的数据。PLC 根据预设的控制逻辑和程序对这些数据进行分析 and 处理。这些逻辑和程序通常由工程师根据生产需求和工艺标准编写, 它们定义了在不同情况下应采取的控制动作。例如, 当检测到沥青温度低于设定值时, PLC 会发出指令增加燃烧机的热功率。处理后的控制指令通过 PLC 的输出模块发送给执行机构, 如电机、气动执行器等。这些执行机构根据 PLC 的指令执行相应的动作, 从而实现对生产设备的精确控制。PLC 的输出模块能够将控制指令转换成适合执行机构操作的信号。PLC 还负责监控系统的运行状态, 并在检测到异常情况时发出报警信号。这些报警信号可以通过 HMI 显示给操作人员, 以便及时采取措施。PLC 还能够记录生产数据, 用于后续的质量分析和故障排查。

二、基于 PLC 的沥青站电气控制系统维护案例描述

（一）案例背景

在现代道路建设领域，沥青站是生产沥青混合料的核心设施，其电气控制系统的高效运行直接关系到工程质量和进度。本案例聚焦于一家采用 PLC（可编程逻辑控制器）技术的沥青站，该站通过自动化控制系统实现了对搅拌、加热、输送等关键工序的精确管理，极大提升了生产效率和产品质量。随着设备运行年限的增长，PLC 控制系统开始出现性能下降和故障频发的现象，严重影响了生产线的稳定运行。为了恢复系统的最佳性能，维护团队需要对 PLC 及其相关组件进行深入的检查、维护和必要的升级。

（二）故障现象

在本次基于 PLC 的沥青站电气控制系统维护案例中，面临了几个关键的故障现象。操作人员报告，在生产过程中，出现几次振筛电机异常跳闸（接触器异常失电复位）的现象，由于生产系统连锁保护，振筛之前的相应连锁电机自动停止，导致产生废料。通过控制系统的人机界面（HMI），我们发现加热炉的温度控制存在偏差，有时温度会超出预设的安全范围，这影响了沥青的加热效果和最终产品的质量。系统还出现了间歇性的通信中断，这种中断导致 PLC 无法及时进行指令的接收或发送，严重影响了生产流程的连续性和效率。这些故障现象不仅降低了生产效率，还可能对沥青混合料的质量构成潜在的风险。

（三）初步诊断

团队检查了 PLC 的输入输出模块，确认传感器和执行机构是否正常工作，以及信号传输是否存在干扰或断路。通过使用专业的诊断工具和软件，团队对 PLC 的程序逻辑进行了审查，以确保控制逻辑和参数设置没有错误。团队还检查了电源系统和信号传输网络，以排除电源波动和信号干扰的可能性。在初步诊断过程中，团队发现了一些潜在的问题，如部分传感器的老化和信号线路的松动，这些都可能是导致故障的原因。基于这些发现，团队制定了详细的维护计划，以进一步深入排查和解决问题。

三、基于 PLC 的沥青站电气控制系统维护案例故障分析与排查

（一）故障原因分析

针对振筛电机异常跳闸故障现象，我们仔细检查了所有和振筛电机接触器相关的电路，最终确定是振筛接触器辅助输入出点接触不良导致，PLC 系统有时会接收不到振筛接触器的输入信号，导致跳闸。加热炉温度控制偏差的问题被追溯到温度传感器的精度下降。随着使用时间的增长，传感器可能受到了环境因素的影响，如灰尘、湿气或化学物质的侵蚀，导致其测量精度下降，进而影响了温度的准确控制。系统间歇性通信中断的问题被归因于信号传输线路的老化和松动。在沥青站这样

恶劣的工作环境中，信号线路容易受到机械振动和温度变化的影响，导致连接不稳定，从而引发通信中断。团队还注意到电源系统可能存在波动，这可能是由于电网电压不稳定或内部电源设备老化所致。电源波动不仅会影响 PLC 的稳定运行，还可能导致传感器和执行机构的工作异常。

（二）排查步骤

在基于 PLC 的沥青站电气控制系统维护案例中，故障排查是一个系统化的过程，团队对 PLC 控制柜进行外观检查，确认所有连接是否牢固，观察是否有明显的物理损坏或异常现象。使用诊断软件连接到 PLC，收集运行日志和报警信息，分析系统在故障发生时的状态数据。检查 PLC 控制程序中的关键参数，确保它们设置合理，符合当前生产工艺的要求。对温度、压力等关键传感器进行测试，使用标准仪器校准传感器，检查其输出是否准确。检查所有信号传输线路，包括电缆和接头，查找可能的断路、短路或接触不良问题。测试电源电压和电流，确保电源供应稳定，检查电源设备是否有老化或损坏的迹象。对搅拌器、加热炉等执行机构进行功能测试，确保它们能够响应 PLC 的控制指令。在完成上述检查和测试后，进行系统集成测试，模拟生产过程，观察系统是否能够稳定运行。通过这些步骤，维护团队能够逐步缩小故障范围，最终确定故障点，并采取相应的修复措施。

（三）使用的工具和方法

在基于 PLC 的沥青站电气控制系统维护案例中，维护团队使用了多种专业工具和方法来辅助故障排查和修复工作。诊断软件，使用 PLC 供应商提供的专用诊断软件，可以实时监控 PLC 的运行状态，读取错误日志，分析程序逻辑。多用途测试仪，这种仪器可以测量电压、电流、电阻和频率，用于检查电源系统和信号线路的电气参数。传感器校准工具，用于校准温度、压力等传感器的输出，确保其测量精度。网络分析仪，对于信号传输线路，使用网络分析仪可以检测信号的完整性和传输质量，查找通信故障。逻辑分析仪，这种工具可以捕获和分析数字信号，帮助诊断 PLC 输入输出模块的问题。手动操作工具包括螺丝刀、钳子、扳手等，用于拆卸和安装设备，检查和修复物理连接。在怀疑某个组件故障时，使用已知良好的备件进行替换，以快速验证故障点。通过结合这些工具和方法，维护团队能够高效地进行故障分析和排查，确保沥青站电气控制系统的稳定运行。

四、基于 PLC 的沥青站电气控制系统维护案例维护措施与实施

（一）维护方案制定

维护团队在分析了故障原因和排查步骤后，开始制定一套全面的维护方案，旨在解决现有问题并预防未来故障的发生。团队确定了维护的目标，即恢复系统的正

常运行,提高其可靠性和效率。为此,维护方案包括了对PLC硬件的检查、软件的优化、传感器和执行机构的校准以及信号线路的加固。维护方案明确了各项维护活动的优先级。例如,对于频繁出现故障的组件,如温度传感器控制模块,被列为高优先级维护对象。而对于相对稳定的组件,如电源系统和通信模块,则被列为中低优先级。在维护方案中,团队还考虑了预防性维护的重要性。这包括定期对PLC系统进行健康检查,使用诊断软件监控系统状态,以及制定详细的维护计划,确保所有组件都能按照制造商的建议进行定期维护和更换。维护方案还包括了对维护人员的培训计划,以确保他们能够熟练掌握最新的维护技术和工具。培训内容涵盖了PLC编程、故障诊断技巧以及安全操作规程。维护方案还涉及与供应商和制造商的合作,以获取技术支持和备件供应。团队计划与供应商建立长期合作关系,确保在需要时能够快速获得专业的技术援助和高质量的备件。

(二) 实施过程

在基于PLC的沥青站电气控制系统维护案例中,维护方案的实施是确保系统恢复稳定运行的关键步骤。维护团队按照维护方案的优先级,对PLC硬件进行了彻底的检查。这包括对控制柜内部的清洁、紧固件的检查和更换以及对电源模块和I/O模块的功能测试。对于发现的问题组件,如损坏的继电器或老化的电缆,团队及时进行了更换。团队对PLC软件进行了优化。这包括更新控制程序,修复已知的逻辑错误,以及优化控制策略以提高系统的响应速度和稳定性。团队还对传感器和执行机构的参数进行了校准,确保它们能够准确地反映生产过程中的实际情况。在实施过程中,团队还特别关注了系统的安全性和可靠性。他们加强了信号线路的防护,防止电磁干扰和物理损伤。团队还对系统的备份和恢复机制进行了测试,确保在发生故障时能够快速恢复生产。团队还对维护人员进行了现场培训,确保他们能够熟练掌握维护工具和操作流程。培训内容包括了PLC编程、故障诊断技巧以及安全操作规程。团队与供应商和制造商保持了紧密的沟通,确保在实施过程中能够及时获取技术支持和备件供应。这种合作关系为实施过程提供了有力的支持,确保了维护工作的顺利进行。通过这些细致的实施步骤,维护团队确保了维护方案的有效执行,为沥青站电气控制系统的稳定运行打下了坚实的基础。

(三) 效果验证

维护团队在实施维护方案后,进行了一系列的测试和评估,以确保系统性能得到了实质性的提升。团队通过实时监控运行数据,对比维护前后的性能指标,如响应时间、故障率和生产效率等。这些数据为评估维护效果提供了客观依据。团队进行了模拟故障测试,以验证系统的故障恢复能力和稳定性。通过模拟各种可能的故障场景,团队能够确保系统在实际运行中遇到问题时,能够迅速恢复正常工作。在效果验证过程中,团队

还收集了操作人员的反馈,了解他们对系统改进的感受和建议。这些反馈为持续改进维护方案提供了宝贵的信息。团队与供应商和制造商进行了技术交流,分享了维护经验和成果。这种交流不仅增强了团队的技术能力,也为未来的维护工作提供了参考。通过这些全面的效果验证措施,维护团队能够确保维护方案达到了预期的效果。

五、基于PLC的沥青站电气控制系统维护案例维护经验总结

对PLC硬件的定期检查和清洁是防止故障发生的基础,软件的及时更新和优化能够显著提升系统的性能和稳定性。传感器和执行机构的精确校准对于保证生产过程的准确控制同样重要,维护团队的专业技能和持续培训是确保维护质量的关键因素。为了预防未来的故障和延长系统的使用寿命,维护团队制定详细的预防性维护计划,定期对系统进行健康检查,以及使用先进的诊断工具监控系统状态。团队还加强了系统的备份和恢复机制,确保在紧急情况下能够快速恢复生产。基于本次维护经验,建议建立一个全面的维护记录系统,记录每次维护的详细信息,以便于追踪问题和评估维护效果。建议加强与供应商和制造商的合作,获取最新的技术支持和备件信息,确保维护工作的顺利进行。建议持续关注行业动态和技术发展,及时引入新技术和新方法,提升维护工作的效率和质量。

结束语

PLC控制系统在沥青站的应用极大地提升了生产自动化水平,通过对上述PLC控制系统维护案例的分析,可以看到,定期的维护和及时的故障处理对于确保沥青站电气控制系统的稳定运行至关重要。技术人员需要具备扎实的专业知识和丰富的实践经验,以便在遇到问题时能够迅速准确地进行诊断和修复。加强日常的预防性维护,可以有效减少故障发生的概率,延长设备的使用寿命,从而为沥青站的高效运行提供有力保障。

参考文献

- [1]何全龙. 沥青混凝土搅拌站动态称重系统的精确控制研究[D]. 太原科技大学, 2023.
- [2]李小娜. 基于PLC在沥青混合料搅拌站中的应用[J]. 计算机产品与流通, 2020, (08): 91.
- [3]胡晓芹. 沥青搅拌站电气系统的安装与维护[J]. 通讯世界, 2018, (09): 124-125.
- [4]黄辉. 探析沥青拌合站电气设施的安装及维护研究[J]. 智能城市, 2018, 4(05): 160-161.
- [5]张永鑫. 沥青拌合站电气设施的安装及维护[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2017, (30): 22.
- [6]时锋. PLC在沥青拌和站控制系统中应用[J]. 中国新技术新产品, 2015, (10): 6.
- [7]李明飞. 基于PLC的间歇式沥青拌合站自动标定系统研究[D]. 长安大学, 2015.