

电气自动化在机电设备安全防护中的应用研究

高亚昌 130429199503212019

摘要

机电设备的安全运行是工业生产领域保障生产效率、规避人员财产损失的核心环节，传统人工安全防护模式存在响应滞后、监测精度不足、故障预警不及时等问题，难以适配现代工业规模化生产的需求。电气自动化技术凭借智能化监测、自动控制、快速响应的技术特性，为机电设备安全防护体系升级提供了可行路径。本文围绕电气自动化在机电设备安全防护中的具体应用展开研究，首先分析了机电设备安全防护的传统痛点，进而阐述电气自动化技术在安全防护中的核心应用场景，探讨应用过程中存在的优化方向，最终总结电气自动化应用对提升机电设备安全水平的实际价值，为工业生产领域机电设备安全管理体系完善提供参考。

关键词

电气自动化；机电设备；安全防护；工业生产

一、引言

随着我国工业生产规模不断扩大，机电设备在各类生产场景中的应用普及率持续提升，机电设备的运行稳定性与安全性直接关系到整个生产流程的有序推进，一旦发生安全事故，不仅会导致生产中断，造成经济损失，还可能引发安全事故，威胁现场操作人员的生命安全。传统机电设备安全防护主要依赖人工定期巡检、人工故障排查的模式，该模式受人员专业能力、工作状态等主观因素影响较大，对于设备运行过程中潜藏的渐进式故障难以提前识别，故障发生后的响应速度也难以满足紧急处置的要求。

二、机电设备安全防护的传统痛点分析

第一，故障监测精准度不足，隐患识别滞后。传统人工巡检模式下，工作人员主要依靠感官经验与简单检测工具判断设备运行状态，对于设备内部零件的磨损、电路绝缘层老化等潜藏性隐患难以精准识别，往往等到故障已

经引发明显运行异常才会被发现，此时隐患已经发展为实质性安全问题，处置成本与风险大幅提升。例如大型冲压机电设备的传动齿轮磨损，初期磨损不会引发明显的运行噪音或参数变化，人工巡检很难提前发现，当磨损加剧导致齿轮卡顿时，已经可能造成设备结构损坏甚至安全事故。

第二，安全防护响应速度慢，处置不及时。传统安全防护模式下，故障发生后需要工作人员先排查故障位置、判断故障类型，再开展处置工作，整个流程耗时较长，对于一些可能快速恶化的安全问题，比如电路短路、液压系统泄漏等，缓慢的响应很容易导致故障范围扩大，引发更为严重的安全事故。同时，部分高危作业场景下的机电设备故障，人工现场处置本身就存在较高的安全风险，进一步拖慢了处置效率。

第三，安全管理数据支撑不足，难以实现预防性防护。传统安全防护模式下，设备运行安全数据主要依靠人工记录，数据的完整性、准确性较差，无法为设备故障规律分析、预防性维护提供有效的数据支撑，安全防护始终处于“事后补救”的被动状态，无法实现主动预防的目标。

三、电气自动化在机电设备安全防护中的核心应用场景

（一）运行状态实时监测与隐患自动识别

电气自动化技术依托各类传感器、智能监测模块，可以对机电设备的核心运行参数实现 24 小时不间断采集，包括设备运行温度、电压电流、振动频率、压力参数等，这些参数会实时传输到中央控制系统，与预设的安全阈值进行自动比对，一旦参数偏离正常范围，系统会自动标记隐患位置。例如在煤矿井下掘进机电设备的安全防护中，通过电气自动化监测系统，可以实时监测设备的电机温度、液压系统压力、主轴振动参数，当电机温度超过安全阈值时，系统可以第一时间识别异常，判断为电机过载隐患，提前发出预警，避免电机烧毁引发的安全事故。相较于人工巡检，电气自动化监测的精度更高、覆盖范围更广，能够捕捉到人工难以发现的微小参数变化，实现隐患的早识别、早预警。

（二）自动预警与故障紧急处置

在识别到安全隐患或故障之后，电气自动化系统可以自动完成预警与应急处置，大幅缩短响应时间。一方面，系统可以通过声光预警、远程信息推送等方式，第一时间向现场操作人员与后台管理人员发出预警，明确标注隐患的位置与类型，帮助工作人员快速定位问题；另一方面，针对不同类型的

安全故障，系统可以预设应急处置程序，自动执行停机、切断电源、启动备用设备等操作，避免故障进一步恶化。例如针对机电设备的短路故障，电气自动化保护系统可以在毫秒级时间内切断故障设备的电源，避免短路引发的火灾、设备烧毁等问题，其响应速度远快于人工处置，能够有效降低故障带来的损失。

（三）安全防护的智能化闭环管理

电气自动化系统可以对机电设备全生命周期的安全运行数据进行存储与分析，构建安全防护的闭环管理体系。系统会自动记录每一次隐患预警、故障处置的参数与结果，通过大数据分析技术梳理设备故障的发生规律，为设备的预防性维护计划制定提供数据支撑，帮助管理人员合理安排维护时间与维护内容，将安全防护从被动处置转变为主动预防。例如汽车制造生产线的焊接机电设备，电气自动化系统可以统计不同焊枪的磨损规律，提前预判焊枪需要更换的时间，在设备发生故障之前就完成更换，避免焊接过程中因焊枪故障引发的产品质量问题与安全隐患。

四、电气自动化应用过程中的优化方向

当前部分工业企业在应用电气自动化开展机电设备安全防护时，仍存在一些需要优化的问题。第一，部分企业的自动化防护系统与原有设备的兼容性不足，老旧机电设备改造过程中，没有针对设备特性调整监测参数阈值与处置程序，导致系统误报或漏报问题频发，因此需要推动自动化防护系统的模块化改造，针对不同类型、不同使用年限的机电设备适配个性化的监测方案，提升系统的适配性。第二，部分中小企业的自动化安全防护系统升级成本较高，因此需要进一步推动轻量化电气自动化防护技术的研发，降低中小企业的应用门槛，扩大电气自动化安全防护的覆盖范围。第三，需要提升电气自动化防护系统的网络安全水平，当前多数自动化系统依托工业互联网实现数据传输与远程控制，需要加强网络防护体系建设，避免网络入侵引发的系统故障，保障安全防护系统本身的稳定运行。

五、结论

电气自动化技术的应用，推动机电设备安全防护从传统人工模式向智能化、主动化模式转变，有效解决了传统防护模式中隐患识别滞后、响应速度慢、缺乏数据支撑的痛点，通过实时监测、自动预警、应急处置、闭环管理等多方面的应用，大幅提升了机电设备运行的安全性，降低了安全事故发生

的概率，也为操作人员提供了更为全面的安全保障。未来随着电气自动化技术与人工智能、大数据技术的进一步融合，机电设备安全防护的智能化水平还将持续提升，为工业生产的安全有序推进提供更坚实的支撑。

参考文献

- [1] 张进. 电气自动化技术在机电设备安全防护中的应用探讨[J]. 中国设备工程, 2021(12): 182-183.
- [2] 王建国. 电气自动化控制对矿山机电设备安全运行的应用分析[J]. 矿业装备, 2022(03): 148-149.
- [3] 李亮. 电气自动化技术在煤矿机电设备安全管理中的应用[J]. 能源与节能, 2023(05): 201-203.