

电气安全生产视角下电气工程及其自动化应用

凌 涛

中国能源建设集团新疆电力设计院有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘 要：在电力高度依赖的当下，电气安全生产虽有完备管理体系，但仍面临风险识别滞后、过程管控精度不足、应急响应效率低等挑战，凸显引入电气工程及其自动化技术的必要性。该技术在电气安全生产中，有智能监测与预警、自动化控制与联锁、远程运维与应急处置等应用路径。同时，企业需构建自动化安全管理体系、推动多技术融合、加强人员培养，并做好自动化系统防护设计、设备全生命周期管理以及自动化应用合规性与标准化工作。

关键词：电气安全生产；电气工程；自动化应用

引言：在电力深度融入工业生产与日常生活的当下，电气安全生产至关重要。虽已构建相对完备的管理体系，但风险识别滞后、过程管控精度不足、应急响应效率低下等安全风险仍存，引入电气工程及其自动化技术迫在眉睫。该技术在电气安全生产中有多条核心应用路径，同时需基于其开展管理优化，并落实安全保障措施。本文将围绕这些方面展开深入探讨，为提升电气安全生产水平提供参考。

1 电气安全生产现状与安全风险

在当今工业与日常生活高度依赖电力的背景下，电气安全生产工作已构建起相对完备的管理体系，涵盖制度规范、操作流程与监督机制等多个层面。然而，在实际运行过程中，电气安全生产仍面临着诸多棘手的挑战，其核心安全风险聚焦于三个关键维度，这也充分凸显了引入电气工程及其自动化技术的紧迫性与必要性。

(1) 风险识别存在明显的滞后性。传统的电气安全检查主要依赖人工巡检，巡检周期固定且覆盖范围受限，难以对电气系统的动态变化进行实时捕捉。对于那些隐蔽性较强的故障，例如电缆绝缘层的老化、配电柜内部接线的松动等，人工巡检极易出现漏检或误判的情况。往往要等到故障引发严重事故后，问题才得以暴露，此时早已错失了隐患处置的黄金时机，给电气安全带来极大隐患。(2) 过程管控的精度严重不足。电气系统在运行过程中，电压、电流、温度等关键参数必须严格控制在合理区间，一旦超出阈值，便极易引发安全事故。但传统的管控方式过度依赖人工调节，难以实现对这些参数的实时精准控制。特别是在复杂的电气系统中，多个设备协同运行时，人工调节极易出现偏差，导致系统运行不稳定，进而大幅增加安全风险。(3) 应急响应效率极为低下。当电气系统发生故障时，传统的应急处置流程需要人工排查故障点、制定处置方案并执行修复操作，

整个过程耗时较长。在故障扩散速度极快的场景下，如短路引发的电弧火灾，缓慢的应急响应会使事故影响范围迅速扩大，造成更为严重的损失。

2 电气工程及其自动化在电气安全生产中的核心应用路径

2.1 智能监测与风险预警系统的应用

自动化监测技术是达成电气安全“早发现、早预警”目标的关键支撑。在电气系统内，依据不同监测需求，精准部署电流传感器、电压传感器、温度传感器、绝缘监测传感器等各类传感器。这些传感器具备高精度与高稳定性，能够持续、实时地采集设备运行参数，如电流大小、电压数值，以及环境数据，像环境温度、湿度等，并通过数据传输模块，以高效、准确的方式将采集信息同步至中央控制系统。中央控制系统运用自动化数据处理技术，对采集的参数展开实时分析，与预设的安全阈值进行严格比对。一旦检测到参数异常，如电流过载、设备温度超出规定标准、绝缘电阻下降等情况，系统会立即自动触发预警机制。通过声光报警、短信通知、平台推送等多种途径，将隐患信息及时传递给安全管理人员，同时精确定位隐患位置，为后续的维修、更换等处置工作提供清晰指引。此外，部分先进的自动化预警系统还能结合历史数据与机器学习算法，预测电气设备的老化趋势和故障发生概率^[1]。

2.2 自动化控制与安全联锁机制的应用

自动化控制技术凭借构建闭环控制体系，达成对电气系统运行过程的高精度管控，有效降低因人为操作失误而引发的安全风险。(1) 在电气设备实际运行过程中，自动化控制器，如可编程逻辑控制器(PLC)、分散控制系统(DCS)等，能够依据实时监测获取的参数，自动且精准地调节设备运行状态，确保电压、电流、频率等关键指标始终稳定在预先设定的安全范围之内。

(2) 自动化技术可构建一套完备的安全连锁机制, 实现设备之间的协同保护功能。举例而言, 当某一电气设备出现故障时, 连锁系统能够迅速且自动地切断相关设备的电源, 避免故障进一步扩散至其他区域。在高压电气系统里, 自动化连锁装置可实现“五防”功能, 即防止误分误合断路器、防止带负荷拉合隔离开关等, 从技术根源上杜绝违规操作行为, 切实保障人员与设备的安全。此外, 针对连续性生产场景, 自动化控制还能实现故障状态下的平滑切换, 大幅减少生产中断时间, 降低事故造成的经济损失。

2.3 远程运维与自动化应急处置的应用

远程运维技术凭借电气工程及其自动化所具备的网络通信能力, 成功突破了传统运维在空间维度上的局限, 为电气安全管理构建起更为高效便捷的运作模式。

(1) 安全管理人员借助远程监控平台, 能够实时、精准地查看处于异地的电气设备的运行状态。针对一些轻微故障, 例如参数的细微调整、小型设备的重启操作等, 可直接通过远程操控完成, 这不仅大幅减少了现场巡检的工作强度, 还有效降低了人员暴露在危险作业环境中的可能性。(2) 在应急处置的关键环节, 自动化技术展现出强大的优势, 能够显著提升响应速度。当电气系统突发故障时, 自动化应急系统可依据预先设定的处置预案, 迅速且自动地启动应急程序, 如及时切断故障区域的电源、快速启动备用电源、精准开启灭火装置等, 从而快速有效地控制事故的发展态势。(3) 系统会自动记录故障发生的具体时间、相关故障参数以及整个处置过程等详细信息, 为后续的事故深度分析与预案的持续优化提供坚实的数据支撑。对于复杂故障, 远程运维平台还可实现多专业人员的协同会诊, 快速制定科学合理的处置方案, 进一步缩短应急处置时间。

3 自动化技术的电气安全生产管理优化策略

3.1 构建自动化安全管理体系

企业需立足自身电气系统的独特特性, 精心搭建一套覆盖“风险预警-过程管控-应急处置-事后复盘”全流程的自动化安全管理体系。此体系旨在实现电气安全管理的全面自动化与精细化。(1) 在体系构建过程中, 要清晰界定自动化系统的运行管理职责, 明确各岗位在系统运行、维护中的具体任务。制定严谨且细致的日常维护制度, 涵盖传感器定期校准, 以保证数据采集的精准性; 数据传输链路检查, 防止数据丢失或错误; 系统软件升级, 确保系统功能的先进性与稳定性, 让自动化设备始终维持良好的运行状态。(2) 还应深度融合自动化系统采集的数据与企业现有安全管理流程。比如, 将预

警信息与隐患排查台账紧密关联, 构建隐患处置的闭环管理机制; 把设备运行数据与安全考核指标有机结合, 为安全管理决策提供坚实、可靠的数据支撑, 杜绝自动化技术与安全管理“两张皮”现象, 切实发挥自动化技术的实际效能^[2]。

3.2 推动多技术融合提升安全防护水平

单一自动化技术在电气安全防护应用中往往存在一定局限, 难以全方位满足复杂电气系统的安全需求。因此, 需积极推动电气工程及其自动化技术与其他先进技术的深度融合, 以此构建更为全面、高效的安全防护体系。例如, 把自动化监测技术与物联网(IoT)有机结合, 能够突破地域限制, 实现对分散电气设备的集中管控, 提升管理效率与及时性。与大数据技术相融合, 可深入挖掘电气系统运行数据背后的安全规律, 进而优化预警模型与控制策略, 使安全防护更具前瞻性与精准性。与数字孪生技术结合, 能构建出电气系统的虚拟仿真模型, 通过模拟不同故障场景下的系统响应, 为应急预案的科学制定与人员培训提供有力支撑。此外, 引入边缘计算技术也十分必要。它可在电气设备本地实现数据的快速处理与实时控制, 有效减少数据传输延迟, 大幅提升对突发故障的响应速度, 尤其适用于对实时性要求极高的高压电气系统与关键生产环节。

3.3 加强专业人员能力培养

自动化技术在电气安全领域的有效落地与持续优化, 高度依赖于专业人员的精准操作与科学管理。为此, 企业必须着力加强对电气安全管理人员与技术人员的系统性能力培养。(1) 要积极开展自动化技术专项培训。通过专业课程与实践操作相结合的方式, 使相关人员深入掌握传感器原理、自动化控制系统操作规范、数据分析方法等核心专业知识, 确保他们能够熟练运用各类自动化设备, 高效开展安全管理工作, 精准识别并排除潜在安全隐患。(2) 需持续强化安全意识教育。让人员深刻认识到, 自动化技术虽具备强大功能, 但并非“万能法宝”, 仍需紧密结合人工巡检与全面风险评估, 构建“技术辅助+人工把关”的双重安全保障体系。(3) 企业还应建立跨部门协作机制, 积极推动电气技术人员与安全管理人员之间的深度沟通交流, 促进技术应用与安全管理需求的精准对接, 有效避免因技术与管理脱节而引发的安全漏洞。

4 电气工程及其自动化应用中的安全保障措施

4.1 自动化系统的安全防护设计

自动化系统作为电气安全管理的关键核心支撑, 其自身安全性能的优劣直接关乎整个电气安全管理体系的

稳定与可靠。因此，在系统设计阶段，就必须全方位、多层次地考量安全防护措施。（1）采用冗余设计方案是保障系统稳定运行的重要手段。例如，针对关键传感器、控制器以及数据传输链路等核心部件，设置备份装置。如此一来，即便单一设备出现故障，备份设备也能迅速接管工作，避免整个自动化系统陷入瘫痪状态，确保电气安全管理的连续性。（2）要运用加密技术对数据传输过程进行严密保护。通过加密算法，防止数据在传输途中被恶意篡改或泄露，切实保障系统决策依据的准确性与真实性。（3）还需强化自动化系统的抗干扰能力。通过科学合理布局设备、设置高效屏蔽装置、优化接地系统等方式，有效减少电磁干扰对系统运行的不利影响。对于接入互联网的远程运维平台，更要设置防火墙、入侵检测系统等网络安全防护措施，防止黑客攻击导致系统故障^[3]。

4.2 自动化设备的全生命周期管理

自动化设备的性能稳定性是保障电气安全管理成效的关键因素，因此，建立一套覆盖设备“采购-安装-运行-报废”全生命周期的科学管理机制势在必行。（1）在采购环节，应秉持严谨负责的态度，优先挑选符合国家安全标准、在市场上拥有良好口碑的自动化设备。坚决杜绝使用劣质产品，从源头上消除可能存在的安全隐患，为电气安全管理筑牢第一道防线。（2）安装调试阶段，必须严格按照设计规范与安全标准精准操作。确保设备安装位置合理，接线准确无误，参数设置科学恰当，为设备后续的稳定运行奠定坚实基础。（3）运行阶段，要制定详尽的定期巡检与维护计划。通过定期检查，及时发现设备老化、性能下降等潜在问题，并迅速进行维修或更换，保障设备始终处于良好运行状态。（4）报废阶段，需严格按照环保与安全要求对设备进行妥善处置，防止废旧设备中的有害物质污染环境或引发安全事故。

4.3 自动化应用的合规性与标准化

电气工程及其自动化技术在电气领域的深度应用，

其合规性是保障电气系统安全稳定运行的基石。（1）行业内长期实践中形成了一系列被广泛认可的权威规范与通用准则，企业必须严格以此为标杆，对自动化系统展开全面且深入的合规性审视。（2）从自动化系统的初始设计环节，确保方案科学合理、符合安全要求；到安装阶段，严格把控设备安装工艺与质量；再到运行过程，实时监测系统性能与状态，每个环节都需对照规范进行细致检查。一旦发现不符合项，应迅速组织专业力量分析原因并制定整改措施，确保系统始终处于合规运行状态。（3）企业应结合自身生产特点、设备状况和管理需求，制定自动化技术应用的内部标准。明确设备选型原则、数据采集频率标准、预警阈值设定方法以及应急处置流程等，实现自动化应用的标准化精细管理，有效规避因技术应用不规范带来的安全风险，保障电气安全生产工作稳步推进。

结束语

电气安全生产关乎工业稳定与日常生活秩序，电气工程及其自动化技术为其筑牢了安全防线。从智能监测预警、自动化控制连锁到远程运维应急，多路径应用有效化解了传统电气安全管理的难题。而构建自动化安全管理体系、推动多技术融合、加强人员能力培养等优化策略，进一步提升了安全防护水平。同时，自动化系统的安全防护设计、设备全生命周期管理以及应用的合规性与标准化，为技术的稳定运行提供了坚实保障。未来，需持续深化技术创新与管理优化，让电气工程及其自动化技术更好地服务于电气安全生产，为经济社会发展保驾护航。

参考文献

- [1]陈川.基于互联网的电力设备可靠性监测分析[J].集成电路应用, 2022, 39(5): 72-74.
- [2]余伟淳, 李玳.基于产品全生命周期的电气设备质量管理应用[J].电工电气, 2021(9): 72-74.
- [3]丁元元.安全生产风险管理体系在设备全生命周期管理中的应用[J].冶金管理, 2023(4): 18-22.