

工业厂区机电设备常见电气故障分析与维修防控策略研究

作者：杨洪财

身份证号：53302219901016243X

摘要：机电设备是工业厂区连续化生产的核心载体，电气控制系统作为设备运行中枢，其运行稳定性直接决定生产线作业效率、生产安全与企业运维成本。工业厂区存在粉尘浓度大、环境湿度高、设备 24h 不间断连续运行、电网负荷波动频繁等工况特点，机电设备线路、电机、控制元件、供电回路极易出现各类电气故障，轻则造成生产线停机减产，重则引发短路起火、人员触电等安全事故。本文结合工业厂区现场运维实际，梳理机电设备四大类高发电气故障，剖析故障表层诱因与深层管理根源，结合工业电气设备安全规范要求，构建事前预防、事中检修、事后复盘的全流程维修防控体系，提出针对性故障维修方法与常态化防控运维策略，降低厂区电气故障发生率，保障机电设备长期安全稳定运行。

关键词：工业厂区；机电设备；电气故障；故障维修；预防性防控

一、引言

电气设备绝缘性能下降、线路接触不良、过载运行是工业现场最普遍的电气安全隐患，所有电气检修作业必须严格执行停电、验电、接地、悬挂警示标识的标准化安全流程，禁止带电开展非必要检修作业。机电设备运维管理需遵循全生命周期管控理念，变事后故障抢修为主，为事前预防性巡检为主，从源头削减电气故障发生概率。

多数工业厂区仍采用被动故障维修模式，忽视电气线路与元器件日常养护，加之车间恶劣工况持续侵蚀设备，电气故障频发。同时运维人员多凭经验检修，缺乏标准化流程，故障排查效率低、修复不彻底，同类故障反复出现。完善故障诊断体系，建立预防为主的运维模式，是厂区机电运维优化的核心方向。

二、工业厂区机电设备高发电气故障类型及表现

（一）供电线路故障

厂区线路长期暴露在粉尘、油烟、潮湿环境中，电缆绝缘层出现老化、开裂、破损问题，进而引发线路漏电、相间短路故障。同时设备长期振动导致接线端子松动、线路虚接，出现设备间歇性停机、电压忽高忽低等问题。线路故障隐蔽性较强，初期无明显故障提示，持续发展极易诱发电气火灾，是厂区高危电气隐患。

（二）驱动电机电气故障

电机是机电设备核心动力部件，高发电气故障包含定子绕组短路、绕组接地、电机缺相运行三大类型。厂区电网电压波动、三相负荷不平衡会引发电机缺相运行，短时间内电机温度急剧升高，烧毁内部绕组；长期过载运行会加速线圈绝缘老化，最终造成绕组短路损坏，直接导致整套机电设备彻底停运。

（三）控制元器件故障

PLC 控制器、交流接触器、热继电器、传感器等控制元件长期连续运行，触点频繁吸合会出现触点烧蚀、粘连故障，造成设备无法启停、程序指令错乱。车间粉尘进入电控柜内部，会造成控制模块信号传输异常，出现设备误动作、参数失控等问题，干扰生产线正常自动化作业。

（四）变频器与变频回路故障

现阶段工业机电设备普遍配套变频器实现调速节能，变频器易出现过流、过压、过载、散热故障。车间高温环境导致变频器散热风扇卡顿，模块温度超标触发自动保护停机；电网谐波干扰会造成变频器输出波形紊乱，电机运行异响、转速不稳定，影响设备加工精度。

三、机电设备电气故障核心成因分析

（一）现场运行环境恶劣

生产车间粉尘、湿气与腐蚀性气体会持续侵蚀电气线路和元器件，破坏绝缘层与内部电路。叠加设备连续运行产生的高温，电气元件长期处于恶劣负荷环境，老化速度大幅加快，直接提升电气故障发生概率。

（二）设备长期超负荷运行

工业厂区为保障产能，机电设备长期满负荷不间断运行，电气部件缺少停机养护时间。长期过载运行会持续升高回路电流，加剧元器件发热老化，大幅缩短电气部件使用寿命，极易诱发突发性设备故障。

（三）日常巡检运维工作缺位

运维班组重生产、轻维护，日常巡检只关注设备运行状态，忽略线路绝缘检测、触点温度测量、电控柜除尘等隐蔽项目。巡检记录流于形式，无法提前发现早期隐性故障，最终小隐患演变为大故障，增加维修成本与停机时长。

（四）运维检修流程不规范

维修人员仅凭工作经验盲目更换元器件，未通过仪器检测定位故障根因，维修治标不治本。同时检修作业未严格落实电气安全规范，线路接线不规范、接地保护安装不到位，维修完成后反而埋下全新电气安全隐患。

四、各类电气故障针对性维修措施

（一）供电线路故障维修

使用兆欧表定期检测线路绝缘性能，及时更换老化破损电缆，紧固全部接线端子，对振动区域线路加装减震配件。规整柜内强弱电线路，避免信号干扰，同步完善接地保护回路，消除线路漏电、短路安全隐患。

（二）电机电气故障维修

加装三相缺相保护装置，实时平衡回路电压；对烧毁绕组重新绕制并做绝缘处理。定期清理电机散热风道灰尘，保障散热通畅，避免高温过载损伤电机内部电气结构，保障电机稳定运行。

（三）控制元器件与变频系统维修

定期清理电控柜粉尘，更换烧蚀接触器与老化继电器，校准现场传感设备。针对变频器故障，清理散热组件、加装抗谐波装置，依托设备故障代码精准定位问题，杜绝盲目拆机维修，提升检修效率。

五、机电设备电气故障常态化预防性防控策略

（一）分级开展设备日常预防性巡检

建立日检、周检、月检三级巡检制度，日检查看设备运行异响、指示灯状态；周检测线路温度、元件发热情况；月检开展绝缘电阻、回路电压全面检测。做好巡检数据台账记录，实现故障隐患可追溯、可预判。

（二）优化车间电气运行环境

为电控柜、变频器加装防尘、除湿散热装置，车间合理布置通风降温设备，控制车间温湿度处于合理区间。对腐蚀性较强的生产车间，对关键电气部件做防腐防护处理，降低恶劣环境对电气系统的侵蚀损伤。

（三）规范电网负荷管控与作业流程

统筹厂区机电设备启停时序，避免多台大功率设备同时启动造成电网电压骤变。严格落实电气检修两票三制管理制度，规范检修、接线、调试全流程操作，杜绝违规检修行为，全面规避人为运维失误带来的故障问题。

（四）提升运维人员专业技术能力

定期开展电气故障实操培训与安全交底，普及新型 PLC、变频器设备故障诊断方法，统一标准化故障排查流程。依托设备历史故障大数据，梳理厂区高发故障清单，提升运维人员快速定位、彻底维修的实操能力。

六、结论

工业厂区机电设备电气故障分为线路、电机、控制元件、变频系统四类，环境恶劣、设备过载、运维不足、检修不规范是主要诱因。事后抢修无法满足连续化生产要求，结合现场工况落实精准维修，搭配分级巡检、环境优化、规范运维、人员培训多重防控手段，可有效降低故障发生率。运维体系兼顾故障修复与事前预防，后续还可融入在线监测模块，实现电气参数实时监测与故障提前预警。整套运维模式既能缩减停机损失、控制运维成本，也能防范触电、电气火灾等安全事故，保障厂区生产平稳运行。

参考文献

- [1] 张磊. 工业机电设备电气线路常见故障诊断及维修技术[J]. 电工技术, 2024(12): 178-180.
- [2] 陈明. 工业电机电气故障成因及预防性维护方案设计[J]. 电机技术, 2024, 45(03): 56-59.
- [3] 吴彦伟. 变频器现场常见电气故障分析与整改措施[J]. 自动化应用, 2024(09): 145-147.
- [4] 林浩. 粉尘环境下机电电控柜故障防控及除尘运维技术[J]. 设备管理与维修, 2024(16): 112-113.
- [5] 王旭. 工业厂区电气设备全生命周期预防性运维体系构建[J]. 现代工业经济和信息化, 2024, 14(05): 89-91.