

机电设备电气线路故障检测技术与预防性维护实践研究

作者：杨支好

身份证号：533123198903052032

摘要：电气线路是机电设备动力传输与信号控制的核心载体，线路运行稳定性直接决定设备作业安全与生产连续性。工业复杂工况下，电气线路易受粉尘、高温、震动侵蚀出现绝缘老化、短路、接触不良等故障，传统事后抢修模式无法适配现代化生产需求。本文简述机电线路常见故障类型，分析主流智能检测技术应用优势，结合行业规范梳理当前运维短板，提出针对性预防性维护策略，助力企业实现电气线路隐患前置管控，保障机电设备安全稳定运行。

关键词：机电设备；电气线路；故障检测；预防性维护；设备运维

一、引言

机电设备是工业生产的核心基础装备，电气线路作为设备运行的关键载体，长期处于高负荷、多干扰的复杂工况中，极易出现性能劣化与突发故障。电气系统故障大多存在渐进式劣化特征，初期隐患隐蔽性强，仅凭人工事后检修难以有效防控。常态化故障检测与标准化预防性维护，是规避电气安全事故、降低设备停机概率、延长设备使用寿命的核心手段，也是现代工业设备精细化运维的重要发展方向。

二、机电设备电气线路常见故障类型及诱因

（一）线路短路故障

短路是电气线路高发高危故障，主要分为相间短路与对地短路两类。线路绝缘层长期受油污、高温、机械磨损侵蚀会出现破损击穿，造成不同电位导线直接连通。设备长期过载运行、线路选型不匹配、现场接线工艺不规范，都会大幅提升短路故障概率。短路故障会瞬间激增回路电流，触发保护跳闸，严重时烧毁线路与电气元件，引发电气火灾风险。

（二）线路接触不良故障

线路接头、接线端子长期受设备震动与温度交变影响，会出现螺丝松动、导线氧化、接触面积垢等问题，造成接触电阻异常增大。接触不良属于典型间歇性故障，会引发电压波动、供电断续，导致设备启停异常、运行抖动。该类故障隐蔽性极强，常规巡检难以发现，长期带病运行会持续加剧线路发热老化，诱发次生电气故障。

（三）绝缘老化与漏电故障

绝缘材料存在固定使用周期，在潮湿、腐蚀、高温工业环境中，绝缘性能会持续衰减，出现绝缘电阻下降、局部漏电等问题。绝缘失效是各类电气故障的基础性诱因，不仅会造成电能浪费，还会导致设备外壳带电，直接威胁现场作业人员人身安全，多数电气安全事故均由绝缘老化隐患长期积累引发。

（四）接地系统异常故障

可靠的接地系统是电气设备安全运行的重要保障，接地线路锈蚀、松动、断裂，会导致接地电阻超标、接地保护失效。线路绝缘破损、金属构件搭铁会引发持续性接地故障，造成设备保护装置频繁动作、控制系统运行紊乱，严重影响机电设备精准作业。

三、电气线路主流故障检测技术应用

（一）目视排查检测技术

目视检测是线路运维最基础的排查手段，依托人工现场巡查，观察线路绝缘外皮、接线端子、线路排布的外观状态，可快速识别灼烧破损、线路杂乱、端子氧化松动等显性故障。该技术操作便捷、无需设备辅助，适用于日常常态化巡检，但无法识别内部绝缘劣化、隐性漏电等隐蔽隐患，检测覆盖面与精准度存在明显局限。

（二）电气参数检测技术

依托绝缘电阻测试仪、钳形电流表、万用表等专业仪器，可精准采集线路电流、电压、绝缘电阻、接地电阻等核心参数。绝缘电阻测试与耐压试验是判定线

路绝缘性能的核心标准,通过实测参数与行业标准参数比对,能够精准定位漏电、接地异常、接触不良等隐性故障,是工业线路故障精准排查的核心技术手段。

(三) 红外热成像检测技术

电气线路多数隐性故障都会伴随局部异常发热,接触不良、过载运行、绝缘劣化均会引发点位温升超标。红外热成像技术采用无接触测温方式,精准捕获线路温度场分布,快速锁定高温热点隐患。该技术无需设备停机,可适配连续化生产场景,能够精准捕捉人工巡检无法识别的隐性过热故障,是隐患前置排查的关键技术。

(四) 智能数据诊断技术

工业智能化背景下,数据驱动的智能诊断技术逐步普及。依托线路运行历史数据、故障特征样本,结合机器学习算法构建智能研判模型,可实时监测参数变化趋势,自动识别异常波动、预判故障发展态势。智能检测能够实现故障精准定位、趋势预警,彻底弥补传统检测滞后性、主观性强的短板,大幅提升运维智能化水平。

四、电气线路预防性维护现存主要短板

(一) 运维理念较为滞后

多数企业普遍存在重生产、轻运维的认知偏差,长期依赖故障事后抢修,忽视常态化预防性养护。日常巡检流于形式,未定期开展专项隐患排查,导致微小隐患持续积累、逐步恶化,频繁引发设备停机与电气故障,增加运维成本与生产风险。

(二) 运维管理制度不规范

部分企业缺乏适配现场工况的线路运维制度,巡检周期、检测标准、隐患整改流程缺乏统一规范,运维工作随意性较强。同时运维台账记录不完善,检测数据、养护记录、故障处置信息缺失,无法实现线路运行状态全周期追溯,难以精准把控设备劣化规律。

(三) 运维人员专业能力不足

一线运维人员多擅长故障抢修，对新型检测设备操作、隐性隐患识别、精细化养护规范掌握不足，无法精准排查线路潜在故障，预防性维护工作难以落地，无法充分发挥前置防控的运维价值。

五、电气线路预防性维护优化实践策略

（一）转变运维工作理念

坚持预防为主、防治结合的运维原则，彻底摒弃被动抢修的传统模式，将隐患排查、常态化检测、精细化养护贯穿线路全生命周期，通过前置管控从源头降低电气线路故障发生率。

（二）完善标准化运维制度

结合生产工况制定精细化运维规程，明确巡检、检测、养护、隐患整改的标准流程与周期。完善运维台账管理，实现隐患排查、整改、复查闭环管控，推动线路运维规范化、标准化开展。

（三）开展精细化分类养护

针对不同故障类型落实差异化养护，定期紧固接线端子、清理线路粉尘油污，定期开展绝缘与接地性能专项检测，及时更换老化破损线路配件，规范线路敷设与接线工艺，全面提升线路运行稳定性。

（四）强化智能运维与人才培养

积极应用红外测温、智能参数监测等先进技术，搭建线路状态动态监测体系。常态化开展专业培训，提升人员隐患识别、设备操作、智能研判能力，打造专业化运维队伍，保障预防性维护工作高效落地。

六、结语

电气线路稳定运行是机电设备安全连续生产的基础保障，传统被动抢修模式已无法适配现代工业发展需求。工业生产连续性强、设备运行负荷高，电气线路长期往复工作极易积累各类隐性缺陷，一旦集中爆发会直接造成生产线停滞，带来显著的经济损失与安全隐患。依托多元检测技术精准排查隐患，落实全周期预

防性维护，能够有效解决线路绝缘老化、接触不良、短路漏电等常见问题，降低故障发生率与运维成本。通过更新运维理念、完善管理制度、落实精细养护、强化智能运维，可全面提升电气线路运行稳定性与使用寿命，为工业安全生产、高效生产筑牢坚实基础。

参考文献

- [1] 刘晓宏. 机电设备电气安装调试常见故障及检测方法研究[J]. 工程技术研究, 2025, 10(08): 112-114.
- [2] 田智勇. 电气自动化设备故障预防及检修方法探讨[J]. 装备制造技术, 2024(11): 189-191.
- [3] 王亮. 工业机电设备电气线路隐患排查与预防性维护技术[J]. 机电工程技术, 2024, 53(06): 201-203.
- [4] 张凯. 电气设备红外测温故障检测与状态维护研究[J]. 电气技术, 2023(09): 76-79.
- [5] 李建军. 智能制造背景下机电设备预防性运维体系构建[J]. 机械设计与制造工程, 2024, 53(03): 45-48.