

电气自动化设备故障预防及检修方法探讨

张丰收

克拉玛依荣康机电设备有限公司, 新疆 克拉玛依 834000

[摘要]现代工业生产离不开电气自动化设备,这些设备的运行状态对企业经济效益和生产安全影响很大。在气候特殊、文化多元的地区,电气设备故障模式和维修需求常常带有地域特点,传统维护方法效果不佳。现有研究对标准设备维护探讨深入,但对特殊环境适应性维护的系统研究相对缺乏。本研究从环境工程信息技术和跨文化管理视角切入,致力于开发一套实用的设备全生命周期维护方案。该方案旨在应对地域性运维困境。技术代差问题也需同步解决。

[关键词]电气自动化;故障预防;检修方法;地域性运维困境;全生命周期

DOI: 10.33142/sca.v8i7.17146

中图分类号: TM615

文献标识码: A

Discussion on the Prevention and Maintenance Methods of Electrical Automation Equipment Malfunctions

ZHANG Fengshou

Karamay Rongkang Electromechanical Equipment Co., Ltd., Karamay, Xinjiang, 834000, China

Abstract: Modern industrial production cannot do without electrical automation equipment, and the operating status of these equipment has a significant impact on the economic benefits and production safety of enterprises. In regions with unique climates and diverse cultures, the failure modes and maintenance needs of electrical equipment often have regional characteristics, and traditional maintenance methods are ineffective. Existing research has delved deeply into the maintenance of standard equipment, but there is a relative lack of systematic research on adaptive maintenance for special environments. This study focuses on developing a practical equipment lifecycle maintenance plan from the perspectives of environmental engineering information technology and cross-cultural management. This plan aims to address regional operational challenges. The issue of technological differences also needs to be addressed simultaneously.

Keywords: electrical automation; fault prevention; maintenance methods; regional operational difficulties; all life cycle

引言

电气自动化设备在现代工厂中至关重要,其故障导致的停产损失巨大。在昼夜温差大、风沙多的区域,设备电子元器件老化速度惊人,既定维护周期完全行不通。够快,设备就坏了。多语言环境存在沟通障碍,准确传递故障信息很困难,这种复杂运维现状急需创新方案。现有研究多聚焦单一故障分析,却较少关注特殊环境下多种故障同时发生的耦合效应。耦合效应是研究难点。设备厂商的标准方案常忽略地域适应性,导致预防措施效果打折。一线维护人员技术水平跟不上设备更新速度,这种技术代差显著放大了故障风险。因此,建立既技术先进又符合地域特点的故障防控体系因此成为当务之急。地域性运维困境亟待系统性方案。

1 电气自动化设备故障问题分析

1.1 系统故障

系统层面的故障问题,主要指的是发生在控制软件内部、通信协议交互过程以及数据处理算法执行这些逻辑层面的功能紊乱现象,程序跑飞、信号传输过程中发生丢包、控制指令最终执行结果出现偏差等等,都是这类故障经常能观察到的典型表现。当整个系统长时间处于过负荷的运

行状态时,那些未能被及时释放的内存资源,就可能逐步地累积起来,最终导致整个控制程序完全崩溃掉,在那些需要连续不停运转的生产线上,这种情况造成的经济损失尤其严重。更让人头疼的是,有相当一部分系统故障,会把自己伪装成硬件出了问题的样子,比如说当通信模块的驱动程序本身存在设计缺陷的时候,它表现出来的症状,跟物理连接发生松动所产生的现象,几乎可以说是一模一样,这无疑给准确定位故障点增添了额外的困难。

1.2 硬件故障

硬件方面的故障问题,具体涉及到电气元件自身性能的逐步劣化、机械结构件发生失效、连接部件出现物理性损伤等等多种形式,这类故障其发展变化的过程,通常都是符合那个著名的浴盆曲线规律的。在那些昼夜温差变化特别剧烈的特定地区,印刷电路板上面那些小小的焊点,因为材料反复经历热胀冷缩而产生的机械应力作用,会导致焊点内部产生微观的裂纹并且逐渐扩展变大,这种损伤在刚开始的时候,可能仅仅表现为设备偶尔出现的接触不良现象,但随着时间一年年地推移下去,最终就会发展成永久性的断路故障^[1]。电动机轴承里面填充的润滑脂,在低温的环境条件下黏度会显著增大,这就会造成电机启动

时所需的扭矩大大超过设计标准,还有高温环境会导致绝缘材料加速老化变脆等问题,这些都是在特定地域环境下非常典型的硬件故障模式。特别需要维修人员提高警惕的是,像编码器、压力变送器这类特别关键又精密的传感器件,它们的性能衰减过程,往往不是线性的均匀变化,一旦传感器的测量误差超过了系统设定的安全阈值,搞不好就会引发一连串的连锁反应,最终导致整个控制系统做出了完全错误的判断^[2]。

1.3 人为操作造成故障

在好多电气自动化设备运用过程中,除了机械自身的故障外,还有一部分是人为的原因,在一些电气自动化设备的生产厂家,由于操作工人的专业化水平低,在操作过程中不能熟练地操作,或者发生问题不能及时解决延误机器的正常运转引起系统的故障,还有随着电气自动化设备的不断更新以及操作的复杂程度,一些操作人员由于麻痹大意对设备的操作流程不熟悉或者不规范操作,就会导致电气自动化控制设备出现故障。

2 电气自动化设备故障预防措施

2.1 环境适应性改造方案

提升电气自动化设备密封防尘等级至关重要。这需要平衡成本控制与防护需求。长期暴露在含大量悬浮颗粒环境中的电气控制柜,IP65 防护等级标准是特别重要的。密封结构必须达标。柜门缝隙处硅橡胶密封条的质量,还有线缆进线口迷宫式密封装置的质量,直接决定防尘效果。这些部件的性能是核心因素。

密封材料会发生物理性能衰退,源于持续的热胀冷缩循环。弹性模量降低会发生,表面硬化裂纹也会产生。短期内密封可能不会立即失效。但长期防护性能必然受影响,这点是明确的。安装自适应调节功能的温度补偿系统时,设备内部功率器件的热量分布需要考虑。当地气象资料记载的极端温度记录也需要考虑。补偿方案应基于此设计。半导体加热与强制风冷相结合的复合温控方式能应对剧烈温度波动。然而,这种方式会带来负面效应。额外的能源消耗会存在,而且维护工作量也会增加。系统稳定性可能受此影响。

2.2 基于工况的预防性维护制度

沙尘季节正式到来之前的专项检测机制,需要建立一份包含电气连接点紧固程度、散热系统工作效率、光学仪器镜头透光率等总共 12 项关键指标的详细检查清单内容,并且要求在沙尘天气实际来临前大约两周的时间点完成清单上所有检测项目的检查工作。检测过程的每一个步骤,都应当努力做到标准化和流程化,针对每一个具体的检测项目,都必须制定清晰明确的操作步骤规范和最终的验收合格标准,这样做主要是为了避免因为不同检测人员操作习惯或者能力水平的差异,导致最终的检测结果不可靠或者缺乏可比性^[3]。与此同时,检测过程中获取的各项数据

的详细记录和后续的深入分析工作同样非常重要,通过对比分析历年积累下来的检测数据,有可能发现一些潜在设备问题逐渐发展的趋势和规律。针对冻融循环这种特殊气候现象制定的周期性维护计划,则应该重点关注液压系统密封圈弹性性能的变化、润滑油脂在低温状态下流动特性是否达标以及金属结构部件表面是否出现疲劳裂纹等典型问题,维护计划的具体执行间隔时间,需要参考当地长期积累的气象历史记录数据进行动态灵活的调整。整个维护制度最终能不能发挥出应有的效果,高度依赖于日常执行过程的标准化程度到底怎么样,然而这一点在实际生产操作中常常被追求操作便利性的想法给削弱了作用。

2.3 智能监测系统建设

部署在工业现场的传感器网络除了要监测传统的三相电流波动和轴承振动频谱之外,还应当增设能够实时采集空气中可吸入颗粒物浓度和相对湿度变化趋势的特殊传感单元,这些传感单元的安装位置既要避开变频器产生的高频电磁干扰又要保证信号传输链路具有足够的信噪比,如此复杂的技术要求使得整个监测系统的拓扑结构设计成为考验工程师专业水平的试金石。开发故障预警平台时遇到的最大难题莫过于如何在云端的批量数据处理能力和边缘计算节点的实时响应速度之间找到最佳平衡点,那些未经优化的机器学习算法要么会产生大量无效报警消磨运行人员的耐心要么会遗漏真正的危险征兆贻误处理时机,这种两难处境暴露出智能诊断技术在实际应用中面临的深层困境。

2.4 人员培训体系优化

编写用于指导现场操作的多语种技术文档时经常遇到的陷阱是专业术语的直译会造成理解偏差,那些没有配备三维爆炸图和错误操作对比示意的说明书即使翻译得再准确也难以避免被误读的命运,更糟糕的是不同版本的文档混杂使用会导致操作标准出现令人担忧的分裂现象。采用虚拟现实技术开展培训虽然能减少对实体设备的依赖却隐藏着仿真模型精度不足带来的风险,当参训人员在虚拟环境中反复练习的那些故障处置流程与实际情况存在细微差别时,这些差别可能会在实际操作中造成灾难性的后果,这种潜在风险暴露出仿真培训系统验证机制存在严重缺陷。

2.5 备件供应链本地化

建立区域性备件储备中心时面临的悖论是既需要控制库存资金占用又必须确保关键备件随时可用,那些基于故障模式与影响分析理论计算出的最优库存量往往在实际执行时会被各种意外因素打乱,尤其当遇到交通运输受阻或供应商交货延迟等突发情况时,再精确的库存模型也会失去指导意义。确定耐候型电子元器件的技术参数时需要参考的不仅是产品样本标注的标准测试数据,更重要的是这些元器件在特定环境应力作用下的实际退化曲线,那

些没有制造商技术支持团队参与的选型决策很可能会忽略某些关键的失效机理。

2.6 应急响应机制完善

编制极端天气应对预案时最容易犯的错误是过度关注设备保护措施而忽视人员安全保障方案,那些没有标明紧急疏散路线和备用通讯频点的预案文本在真正面临台风或暴雪袭击时会暴露出致命的缺陷,这种缺陷反映出安全管理思维中存在重物轻人的错误倾向。配置移动检修车辆时经常陷入的误区是过分追求装备的齐全而牺牲了机动性,那些装载着精密检测仪器却无法通过泥泞路段的救援车队在关键时刻反而会成为摆设,这种本末倒置的做法值得我们深刻反思。

3 电气自动化设备故障检修方法

3.1 分级诊断技术

构建远程专家会诊系统面临着如何协调现场维修人员区域技术中心专家和设备制造商技术支持团队这三个层级技术力量的核心难题。高清视频传输技术实时数据共享平台和协同诊断软件的集成应用虽然理论上能够实现跨地域技术支援,但在实际操作中经常遇到现场人员无法准确描述故障特征的困境。那些仅凭主观感受描述的机器异响或指示灯异常现象完全无法满足精确诊断的要求,必须通过专业培训使其掌握振动频率测量和信号时序分析等标准化故障信息采集方法。配备在防震工具箱中的便携式示波器与红外热像仪等智能诊断设备,这些价值高昂的精密仪器在实际恶劣工况下的可靠性往往取决于操作人员能否正确解读不断跳动的波形图。分级诊断体系最大的价值在于将有限的高级技术资源从更换保险丝这类简单工作中解放出来,但这种资源优化必须以建立复杂的多级响应机制为代价。

3.2 模块化替换策略实施

标准化功能模块更换流程中,防静电措施常被维修人员忽略。不佩戴防静电手环便直接接触电路板的行为,存在着难以预估的风险。新安装模块的性能验证过程必须严格执行,包含从初始上电至满载运行全阶段的十三步测试流程。任何一项关键参数异常,都可能导致修复失败甚至引发更严重的二次故障。故障模块返厂分析工作的有效性,很大程度上受限于物流运输条件。需要恒温恒湿环境运输的精密电路板,在普通物流中经历的物理冲击会彻底改变其失效特征。模块化维修虽显著缩短现场抢修时间,但同时也带来了新问题,备件库存资金占用率显著上升。模块化维修带来了备件积压问题。备件管理成为新的挑战。

3.3 环境参数追溯法解析

分析微气候数据与设备运行日志时,常存在思维陷阱:将相关性误判为因果性。例如,将某次故障前记录的湿度峰值简单归为根本原因,而忽略同时段发生的电压骤降事件。采用机器学习算法构建故障预测模型时,必须警惕过拟合陷阱——模型在训练集表现优异却无法适应新环境

数据。环境因素对设备性能的影响常呈现明显滞后效应,这种特性在年平均温差超四十度的地区尤为突出。基于实时监测数据得出的诊断结论,在此类地区经常偏离实际情况。环境因素导致诊断偏差,诊断偏差也就由此而产生了。追溯环境参数需格外谨慎,设备运行状态与外部环境之间存在复杂关联,这种关联有时难以直观把握,容易陷入数据迷雾。数据迷雾需要清晰认识。

3.4 民族地区特色解决方案

多语言智能诊断界面开发过程中最具挑战性的不是文字翻译本身而是图形符号的文化适应性,某些在西方工业标准中代表正常的绿色对勾图案在部分少数民族文化语境中可能被赋予负面含义^[4]。技术术语翻译的一致性保障需要建立跨语言的标准术语数据库作为支撑,缺乏这种基础性工作就会导致相同电气元件在不同语言版本手册中出现完全不同的命名方式。调整设备检修计划以避免重要宗教节假日的做法虽然看似简单,却能显著提升当地维修团队的工作配合度,这种对文化习俗的尊重所产生的管理效益常常超过纯粹的技术改进措施。

4 结束语

电气自动化设备故障的预防与检修,构成了一项需要持续完善的系统工程。本研究提出的环境适应性改造思路以及智能诊断方法,为解决特殊环境设备维护难题开辟了新途径。实施分级诊断策略和模块化替换路径,可以显著提升故障处理效率。基于实际工况的预防性维护制度,则能有效降低故障发生的源头风险。再先进的技术,如果脱离了操作人员的能力范围,操作人员的技能鸿沟可能引发事倍功半的效果。需要反思的是这一点。接下来的研究重心应置于预测性维护技术在特殊环境中的本地化应用探索。培养具备跨学科知识的复合型人才,该任务也亟需加速推进。提升电气设备维护水平,不仅依赖技术创新,更需要管理思维的根本性转变,并且需要培育专业的维护文化。说到底,只有将先进技术与因地制宜的实施策略相结合,才能建立起真正经得起考验的设备健康管理体系。

【参考文献】

- [1]吴沁莹.自动化设备的故障预防与检修方法分析[J].集成电路应用,2023,40(8):244-245.
- [2]谢家骅.电气自动化控制设备故障预防与检修技术概述[J].世界有色金属,2022(16):12-14.
- [3]秦鑫,陈霞.电气自动化控制设备故障预防与检修技术分析[J].电子测试,2022,36(20):116-118.
- [4]石磊.电气自动化控制设备故障预防与检修技术探析[J].仪器仪表用户,2024,31(11):37-39.

作者简介:张丰收(1991.5—),毕业院校:东北大学,所学专业:电气自动化技术,当前就职单位名称:克拉玛依荣康机电设备有限公司,就职单位职务:总经理,职称级别:中级工程师。