

基于电网设备状态检修和运维一体化技术研究

刘海先

(国网四川省电力公司达州供电公司 四川达州 635000)

摘要: 电网设备作为确保电网安全稳定运行的重要基础设施,其维护与管理一直是电力行业的重点工作。传统的管理模式主要采用定期例试检修的思路,存在一定的盲目性、滞后性与低效性。近年来,随着传感器、通信、大数据、人工智能等技术的进步,设备状态检修与智能运维技术框架初步形成,对电网设备实现全生命周期精细化管理提供了可能。但是相关技术与模式仍处于发展阶段,如何推进技术创新与模式优化,实现设备的全寿命智慧管理,是电力企业面临的重要课题。

关键词: 电网设备; 状态检修; 运维一体化; 智能运维技术

1. 电网设备运维传统检修模式分析

传统的电网设备检修模式一般采用定期例试检修的方式,根据设备运行时间或操作循环次数的设定阈值,每隔一定周期就进行预防性检修维护。这种定期检修模式维护周期难以确定,且部分高压试验属于破坏性试验,过度频繁试验会缩短设备使用寿命,有可能还处于良好状态的设备就进行不必要的停机试验检修。传统状态检修模式未能充分利用设备运行状态实时监测数据,与设备实际情况脱节,维护模式相对单一,针对不同设备状态的维护策略不够灵活。总之,传统检修模式存在周期设置不合理、维护内容不精准、维修质量不稳定等问题,很难实现电网设备的最佳状态检修。

2. 电网设备状态检修关键技术

2.1 设备状态监测技术

设备状态监测是实现状态检修的基础和前提。状态监测的关键是获取设备运行全过程中的各种状态数据。需要设置传感器,采集温度、泄漏电流、振动、噪音等参数,或使用摄像头等设备实时监控运行情况。数据要满足可靠采集和稳定传输,部分应用条件(如开关柜内、户外输电铁塔等)还需满足无线传输需求。需要使用多种微型传感器监测各非电量信号,同时利用多参量汇集分析单元对采集数据进行汇总管理及分析评估,得出设备运行状态结论为维护决策提供依据,建立统一的状态信息模型,实现对设备从制造到报废的全生命周期数据管理。设备状态监测技术的智能化和精细化是实现状态检修的基石。

2.2 状态维护与预测维修技术

在设备状态监测的基础上,还需要建立科学的状态维护与预测维修技术体系,以实施精准的电网设备检修。采用规范的设备状态评估标准,明确定义各种状态对应的技术指标,精确预测设备何时需要进行检修维护。在此过程中要建立故障风险预测模型,根据历史数据和实时状态判断可能出现的故障模式及趋势,同时要建立维护保养策略优化系统,根据设备精准状态与故障风险预测结果,制定相应的保养计划或检修方案。要推进预测

维修技术发展,从保养向预测更换关键部件升级。要建立数字分析系统,辅助评估维护策略的合理性。要实现检修资源和生产计划的协同优化,提高维护效率。要进行持续改进,使预知预修技术体系不断完善。科学的状态评估与预测维修技术,是做到早期预警、早期评估的关键。

3. 电网设备运维检修一体化技术

3.1 运维检修信息集成技术

实现电网设备运维与检修的深度融合,关键在于构建统一的信息集成平台。建立全生命周期设备资产信息库,收集设备的设计、制造、安装、调试、运行、维护等全过程数据。实现地理信息系统和运维业务系统的集成,进行空间数据和业务数据关联,支持可视化运维。建立实时监控系统,收集各类传感器、检测设备的数据,实现对设备状态的实时监测。构建统一的状态评估和故障诊断系统,对设备健康状态进行智能化分析。集成维保系统、备件系统和人力系统,支撑联合调度与协同管理。实现决策系统与执行系统的衔接,形成闭环 workflow,同时提供移动查询和业务处理功能,实时高效地支持运维人员。只有实现信息的无缝连接与融合,才能推动运维与检修的一体化。

3.2 智能运维系统建设

智能运维系统的建设是实现电网设备运维检修一体化的重要支撑。系统需具备全生命周期设备资产管理功能,实现对设备档案、状态、维保等信息的集中化数字化管理。智能运维具备强大的状态监测和数据采集功能,通过各类传感器及检测设备收集设备运行参数,同时具备强大的设备健康评估与故障预测功能,可以智能判断设备状态并预测风险。系统能根据设备实时状态和预测结果,智能制定运维保养计划或检修方案,能协同调度检修资源,优化运维 workflow。现代运维计算能够实现移动化的运维业务处理,具备开放接口与业务系统对接能力,构建起包括设备与系统冗余在内的高可靠性配套装备。智能运维系统涵盖状态感知、信息处理、决策优化等能力,是实现状态检修与运维深度融合的基础平台。

3.3 检修资源优化配置

电网设备状态检修与智能运维的实施,需要在检修资源配置上进行优化创新。要建立统一的检修资源管理平台,实现对人员、设备、工具、备件等资源的数字化管理,明确资源状况、配置位置等信息。要分类管理检修团队,根据设备类型、故障模式建立匹配的专业技术队伍。针对关键设备配备专职检修人员,提高故障响应速度。建立移动化的检修派工系统,优化资源调度流程。对关键备件实行精细化管理,完善备件存储、配置、补给体系。采用先进设备提高检修效率,建立移动检修车等快速响应平台。

4. 电网设备状态检修和运维一体化技术运用存在的问题

4.1 设备状态监测与评估技术还不成熟

当前,电网设备状态监测与评估技术在工程应用中仍存在一些不成熟之处。设备状态监测中使用的各类传感器精度与可靠性有待提高,传感器失效后无法及时知晓设备真实状态。不同类型设备缺乏统一的状态评估标准体系,设备健康状态划分不够科学合理。当前状态评估模型还停留在经验统计模型阶段,与设备真实复杂工作状态的拟合度不高,评估结果存在误差。状态监测采集的各类数据难以有效融合,直接支持状态评估与决策。设备运行环境与负荷条件变化大,给状态评估带来了困难。新的设备类型和工作模式难以快速建立可靠的状态评估模型。

4.2 运维与检修系统间信息不畅通

当前,电网企业运维业务系统与状态检修系统之间的信息交互与共享存在一定问题,信息孤岛现象较为突出。各类业务系统数据独立存在,缺乏整合,设备基础信息及运行数据无法支持统一的健康评估。企业间及运维检修系统间缺乏数据接口与共享标准,信息无法有效融通。状态监测所获取的各类传感器数据与运维系统集成度低,无法实现无缝连接。缺乏统一的设备健康管理平台,故障风险预警功能不足。系统优化分析结果反馈到业务系统执行时效性较差。系统集成过程中,信息安全性和稳定性得不到充分考虑。

4.3 检修资源配置与调配机制不顺畅

电力企业在设备状态检修和智能运维实施中,检修资源配置与调配也存在一些制约问题。检修队伍结构与素质有待提升,高技能人才较为缺乏,产业工人队伍流动性大。检修所需的专业设备和精密工具供应不足,无法满足技术需要。关键备件数量不足,配送速度慢,无法满足故障快速响应要求。缺乏统一的资源管理平台,各类资源状态信息难以共享。资源配置扁平化程度低,调配效率有限。体系化的人才培养机制未建立,业务培训不能满足新技术要求。资源配置与生产计划存在脱节。

5. 电网设备状态检修运维的发展趋势

5.1 设备全生命周期管理

电网设备状态检修与智能运维的发展方向是实现设备全生命周期智能化管理。首先,在设备设计阶段,应充分考虑设备的监测与维护需求,设计便于状态检测的产品结构。然后,在制造和安装过程中,需要装配各类传感器,确保监测信号的有效采集。再者,在运行过程中,要建立实时监测与健康评估体系,实现对设备状态的持续追踪,并进行科学的维护与预测性维修。最后,在设备报废前,要全面评估设备状况,提取寿命信息,为新设备设计提供参考。在整个周期内,都要进行数据的积累与分析,使设备管理模式不断优化。

5.2 基于大数据的智能决策

电网设备生成和积累了海量的运行与维护数据,这为实现基于大数据技术的智能决策提供了可能。建立面向设备全生命周期的大数据平台,对各类结构化和非结构化数据进行采集、清理、存储和管理。应用大数据挖掘技术,分析设备状态行为,建立精准的数字孪生模型。利用预测性维护等大数据算法,进行故障风险预测和状态评估。基于大数据分析优化设备使用策略、备件配备、岗位配置等,提升资源利用效率。提供大数据可视化功能,通过多维动态展示支持决策,实现与其他信息系统的无缝对接,保证决策执行闭环。

5.3 检修模式的持续优化

电力企业要实现设备状态检修和智能运维,不能一劳永逸,而要建立常态化的检修模式优化机制。要加强对现有模式的监测与评估,总结运用中存在的问题和不足。要积极学习借鉴先进的设备管理模式,进行本土化的改进创新。要关注前沿新技术如预测性维护、数字孪生等,研究在现有模式中进行有效集成的方式方法。要加强检修业务人员的新技能培训,提高应用能力。要建立健全设备全生命周期信息化平台,为模式优化提供数据支撑。要配备专职的模式优化团队,进行持续的理论与实证研究。要建立灵活的机制平台,及时进行模式调整升级。还要加强组织文化建设,为模式创新提供土壤。

结束语

综上所述,设备状态检修与智能运维技术框架正在深入推进与实践,取得了积极的进展,但仍存在设备状态评估不精准、信息支撑不畅通、资源配置不优化等问题需要解决。下一步,电网企业还需继续加强基础技术研发,健全信息平台建设,完善组织机制与模式,推动检修管理模式持续优化。只有系统性地推进设备全生命周期管理体系建设,才能实现电力系统安全、经济、高效地持续运行。

参考文献:

- [1]关猛.基于电力设备状态检修和运维一体化技术研究[J].电子元器件与信息技术, 2022, 6(03):141-142+145.
- [2]钟小凡, 蒋来福, 等.电力企业智能运维系统架构与应用[J].电力系统保护与控制, 2020, 48(1):158-166.