

电力电气设备安装调试与运行维护技术研究

何志标

(珠海市恒源电力建设有限公司, 广东 珠海 519000)

摘 要 电力电气设备是电力系统的核心组成部分, 其安装调试质量与运行维护水平直接关系到电力供应的安全性和稳定性。随着智能电网建设的深入推进, 电气设备呈现出技术复杂化、功能集成化的发展趋势, 对安装调试和运行维护提出了更高要求。当前在设备安装调试过程中存在技术规范执行不到位、故障诊断精准度不足等问题, 影响了设备的可靠运行。本文分析了电力电气设备安装调试与运行维护技术的重要意义, 剖析了面临的技术挑战, 并从完善技术规范、构建智能化运维体系、建立预测性维护机制等方面提出优化策略, 以期提升电力系统运行质量提供参考。

关键词 电力电气设备; 安装调试; 运行维护; 故障诊断; 预测性维护

中图分类号: TM505

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.30.017

0 引言

电力工业是国民经济的基础产业, 电力电气设备的安全稳定运行关系到经济社会发展全局。随着电力负荷持续增长和用电结构不断优化, 电气设备的技术含量和智能化程度显著提升。然而, 设备安装调试环节的质量管控、运行维护过程的技术保障仍存在薄弱环节, 部分设备因安装调试不规范导致性能参数偏离设计要求, 维护策略滞后造成故障频发, 影响电力系统的供电可靠性。在智能电网建设背景下, 亟须创新安装调试技术手段, 优化运行维护管理模式, 提升设备全寿命周期管理水平。

1 电力电气设备安装调试与运行维护技术的重要性

1.1 电力系统安全、稳定运行的基础保障要求

电力系统稳定运行依赖于设备可靠运行, 设备安装调试质量直接影响设备是否能够达到设计性能指标,

影响电力系统的安全裕度。变压器油温、绕组的温升等参数如果在安装调试阶段没有调整好, 就会埋下设备过热、绝缘老化等安全隐患。断路器的分合闸时间、接触电阻等参数偏差会导致开断故障电流的时机不恰当, 危及电网安全。所以, 严格遵循技术规范实施安装调试, 凭借精密测量和不断校验来保证各项参数合格, 是坚守电力安全底线的关键环节之一^[1]。

同时, 运行维护工作贯穿于设备的整个生命周期中, 在设备日常的巡视与状态监测过程中能够及早发现设备的隐患, 预防性的试验能够及时了解设备的工作状态, 从而能够在故障发生的萌芽阶段就将其予以排除(见图1)。

实践表明, 科学的运行维护能使设备故障率降低30%以上, 有效地提高电力系统运行的安全性和稳定性, 为经济社会发展提供了有力的电力保障。

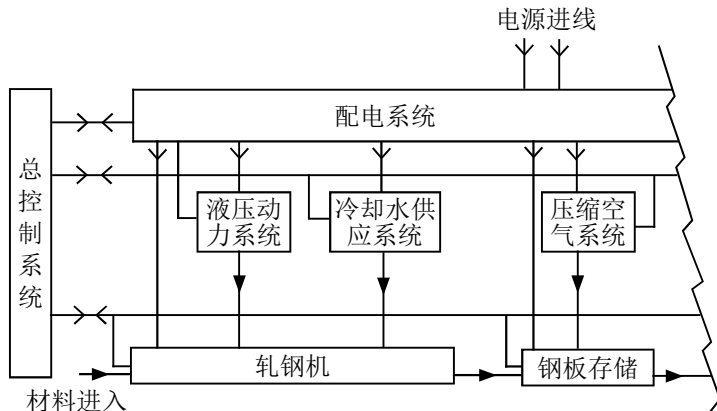


图1 电气控制系统安装概图

1.2 提高设备运转效率、降低运营成本的关键手段

电气设备是否处于良好的运行状态关系到企业的经济效益,良好的安装调试可以使设备在最理想的工况下运行,减少能量的损失,提高系统的运行效率。如变压器空载损耗、负载损耗占电网总损耗的 40% 以上,安装调试改进铁心叠装工艺、调整分接开关位置,可以使变压器损耗减少 5% ~ 8%。

运行维护环节运用红外测温、局部放电检测这些先进手段,可以准确找出设备存在异常发热、绝缘性能变差之类的问题,防止设备带着问题工作影响到它的能效。

科学的维护策略还可以延长设备的使用寿命,减少设备的更换频率和维修成本,传统的定期维护模式存在着“过度维护”和“维护不足”并存的现状。而基于状态的维护与预测性维护可按照设备的实际运行状况去制定维护计划,从而在保证可靠性的情况下尽量减少不必要的维护活动。

1.3 适应智能电网发展、推动技术创新的必然需要

智能电网创建促使电气设备出现了信息化、互动化的新需求,智能变电站采用新型设备如电子式互感器、智能终端等,传统安装调试方法不能满足要求。电子式互感器要有数字接口检测,延时校正等专门调试,智能终端则要完成通信协议设置,逻辑回路核实等繁杂工作,技术人员的水准也受到极大考验。在维护运行方面,智能电网注重设备的实时状态感测和风险预知,需要部署诸多的传感器及观测装置,形成设备状况评价模型和故障预估算法^[2]。运维工作人员不能只了解传统技术,还要能够使用一些大数据、人工智能等内容。同时,新能源并网设备、储能装置等新电力设施大量接入给安装调试及运行维护带来了前所未有的困难。只有不断地更新技术途径,探寻智能化运维模式,才能符合智能电网发展要求,推动电力领域革新,从而对新型电力系统创建起到强有力的技术辅助作用(见图2)。

2 电力电气设备安装调试与运行维护面临的技术挑战

2.1 设备技术复杂化,安装调试难度增大

电力技术发展速度不断加快,使电气设备集中且智能,其内部结构更加繁杂,安装调试所涉及的技术难点也变多。以智能变电站为例,传统的变电站中二次设备比较独立,其安装调试的过程十分清晰,而在智能变电站中采取过程层、间隔层和站控层等网络架构,设备彼此之间经由光纤以及以太网实现联通,要执行网络拓扑配置、通信协议调试,还要进行虚拟回路测试等很多繁杂的工作。通信协议存在许多数据对象与属性设置,只要参数出现差错就会造成保护装置误动。

2.2 运行环境多样,维护标准不统一

电力电气设备所处的地理位置以及气候环境均有所不同,同时设备所处的环境也包括了温度、湿度等多种环境因素,因此对运行维护工作造成了极大的困扰。沿海地区的设备长期处于高盐雾环境中,绝缘子表面容易积聚盐分,形成导电通路引发闪络事故;高海拔地区空气稀薄,设备的绝缘强度和散热能力减弱,要降低容量运行或者做特殊保护措施;北方地区冬天严寒,油浸式变压器油温太低影响设备性能,要增加加热装置;南方地区高温高湿,设备容易产生凝露和霉变。

2.3 故障诊断准确度差,预防性维护效果就会变差

准确的故障诊断是进行有效维修的前提,但是目前故障诊断技术的精确度有待提高,传统的故障诊断主要是靠人工巡检以及定期的试验,存在诊断周期长、准确率低等问题。巡检人员通过“看、听、闻、摸”发现设备异常情况,很大程度上依靠个人经验以及主观判断,对于早期故障和隐藏性的问题辨别能力较为有限。预防性试验可以定量地评估设备性能,但是试验周期很长,不能实时地掌握设备状态,错过故障发展的关键时期^[3]。近些年来线上监测技术得到普遍应

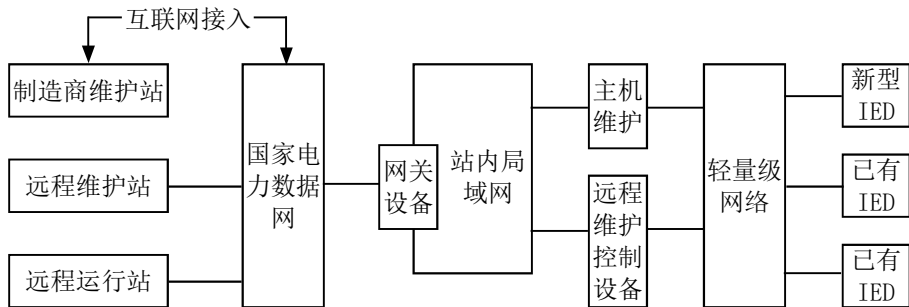


图2 通过远程控制 RMS 技术强化变电运行设备

用,但是监测数据众多,信息利用率不高,误报现象频繁出现等情形也时常发生。

3 电力电气设备安装调试与运行维护技术优化策略

3.1 完善安装调试技术规范,提高工程质量标准

由于设备的技术比较复杂,所以在安装调试过程中就产生了很多问题,应完善安装调试技术规范体系,细化各类设备的安装调试标准和操作流程。组织行业专家和技术骨干,结合新设备、新技术的特点编写详细具体的安装调试作业指导书,将每个工序的技术要求、质量标准和验收办法写清楚。对智能变电站等复杂系统,应制订系统调试方案,将系统调试过程分设备调试、联调联试等步骤进行,并为每一个阶段设定明确的完成标记与质量控制节点。要强化安装调试过程控制,在方案审核、过程监视、质量鉴定的基础上,设立三级质量管理机制。方案审查阶段要开展技术评审,保证调试方案科学合理,过程监督阶段要安排专业监理人员,针对重要工序执行旁站监督,立即纠正不标准操作,质量验收阶段要实行三级验收制度,未经验收合格的设备不得投入运行^[4]。重视安装调试记录与技术资料的完备性,创建设备安装调试档案,将设备参数、试验数据以及调试过程等内容记载下来,为之后的运行提供可靠的依据。

3.2 建立智能化的运维体系,做到准确的故障诊断

要充分利用物联网、大数据、人工智能等现代信息技术来塑造智能化运维体系,从而优化故障诊断的精确度与及时性。健全设备状态监测网络,于重要设备上设置温度、湿度、局部放电等多种传感器,从而实现对设备运行情况的全方位掌握并做到即时搜集,创建统一的数据采集平台,将分散的监测系统加以融合,实现对监测数据的集中管理并完成共享应用^[5]。创建设备状态评判体系依靠大数据分析技术,塑造设备健康度评判模型,结合设备运转数据、缺陷记录等多种信息,针对设备状态展开评判,实现由“定性判断”向“定量评价”的改变。开发智能故障诊断系统,利用机器学习、深度学习等人工智能算法,创建故障特性库和诊断知识库,实现故障自动识别和智能诊断。通过大量学习历史数据,诊断系统可以捕捉到设备出现故障时的微小迹象,并在故障发生之前就给出警报,在故障出现之前提前做好防范措施。而且要推动移动互联网技术在运维工作中的应用,研制移动运维 APP,实现巡检任务的智能派发、缺陷的移动上报、专家的远程诊断,从而提升运维工作的效率。

3.3 构建预测性守护机制,提升设备寿命

要转变传统的“定期维护”和“故障维修”模式,建立基于设备状态及寿命预测的预测性维护机制。要开展设备寿命评估的研究,根据设备材料老化机理、历史运行数据等来建立设备寿命的预测模型,科学评价设备剩余寿命。通过寿命曲线分析,找出设备老化的关键阶段,设备进入劣化加速阶段之前采取有针对性的措施,减缓设备老化进程。根据设备的重要性、运行环境等因素,制定个性化的维护计划,对重要设备、老设备增加维护频次;对新设备、好设备可适当延长维护周期,避免过度维护^[6]。要优化维护资源配置,建立维护管理信息系统,实现维护计划的动态调整和维护资源的统筹安排,根据设备状态评价结果,自动生成维护计划优化维护顺序,合理分配人员、工器具等资源,提高维护效率。此外,还要重视设备寿命延长技术的研究和应用,如变压器油再生处理、绝缘材料修复技术等。通过技术改造和提高设备的性能,延长旧设备的使用年限,减少设备更新投入。

4 结束语

电力电气设备安装调试与运行维护技术是保障电力系统安全稳定运行的基石。面对设备技术复杂化、故障诊断要求精准化等诸多挑战,必须与时俱进,不断创新技术手段和管理模式。在智能电网和新型电力系统建设的大背景下,电力企业要高度重视设备安装调试与运行维护技术的创新发展,加大技术研发投入,加强人才队伍建设,推动信息技术与电力技术深度融合,不断提升设备管理的智能化、精益化水平,为构建清洁低碳、安全高效的现代能源体系提供坚实的技术支撑,在服务经济社会发展中做出新贡献。

参考文献:

- [1] 周军.高压电气设备安装调试与运行维护[J].上海电气技术,2025,18(02):24-27.
- [2] 李东伟.电气设备安装与调试技术研究[J].新潮电子,2025(12):106-108.
- [3] 张亮.电力系统电气设备安装与调试技术的研究[J].电工技术,2025(S1):61-63.
- [4] 徐邾.电力系统中电气设备安装与调试的技术分析[J].消费电子,2025(09):125-127.
- [5] 夏元红.智能电气设备接地安装调试与运行维护技术研究[J].装备制造技术,2025(01):160-162,178.
- [6] 王海,杨旋,杨辉,等.电力系统电气设备安装与调试技术探析[J].电力设备管理,2025(12):71-73.