

# 高压电气设备安装调试与运行维护

韩贝贝 李江伟

天津瑞源电力工程有限公司 天津 300090

**摘要：**本文聚焦高压电气设备安装调试与运行维护。阐述了安装技术，强调前期规划、过程规范及安装后检测的重要性。介绍了调试技术，涵盖调试前检查、分系统与整体联动调试。提出运行维护策略，包括日常巡检、预防性试验、故障处理及智能化运维。最后探讨智能技术在其中的融合应用，如BIM、大数据与AI、物联网等技术。旨在为高压电气设备全生命周期管理提供全面指导，保障电力系统安全稳定运行。

**关键词：**高压电气设备；安装调试；运行维护

引言：高压电气设备作为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网的安全稳定运行。随着电力行业的快速发展，对高压电气设备的管理要求日益提高。精准的安装调试是设备可靠运行的基础，而科学有效的运行维护策略能延长设备寿命、降低故障率。同时，智能技术的兴起为设备管理带来新机遇。本文将深入探讨高压电气设备安装调试技术与运行维护策略，并分析智能技术的融合应用，以提升电力系统的整体效能。

## 1 高压电气设备安装技术

高压电气设备安装是电力系统建设的关键环节，关乎电网运行的安全与稳定。在安装前，要依据设计图纸和现场实际情况，精确规划设备布局，确保设备间距符合安全规范，预留足够的操作与检修空间。同时，对基础进行严格验收，保证其强度、平整度达标，为设备稳定安装奠定基础。安装过程中，严格遵循操作规程，对于变压器等核心设备，要使用专业吊装工具，平稳起吊与就位，防止设备受损；母线连接时，确保接触面清洁、平整，采用合适的力矩扳手紧固螺栓，保证连接紧密，降低接触电阻。安装完成后，进行全面调试与检测<sup>[1]</sup>。运用专业仪器对设备的绝缘性能、接地电阻等关键指标进行测量，确保符合标准。进行耐压试验，模拟高压运行环境，检验设备绝缘强度。只有各项指标均合格，设备才能投入运行。另外，安装人员需具备专业资质，严格遵守安全规定，保障施工安全。

## 2 高压电气设备调试技术

### 2.1 调试前检查与试验

高压电气设备调试前检查与试验是保障调试安全顺利的基础，要全面排查设备状态与安装质量。外观与接线检查要细致，查看设备安装位置、固定方式是否合规，柜体和部件有无变形破损，接线端子连接是否牢固

规范，母线排列是否整齐，绝缘层有无破损老化，同时确认接地和防雷装置连接可靠、标识清晰。绝缘性能试验是核心，用摇表、耐压试验设备等，对设备关键部位做绝缘电阻测试、直流和交流耐压试验，检测绝缘强度，排查隐患，数据要与出厂及行业标准对比，不合格设备不能进入后续调试。还要检查机械特性，测试断路器设备的分合闸动作和操作机构灵活性，核查保护装置等接线和参数。调试前要制定详细方案，配备合格仪器和防护设备，明确流程与注意事项，确保试验规范、数据精准，为分系统调试打基础。

### 2.2 分系统调试

高压电气设备分系统调试按功能模块拆分，聚焦各系统独立运行性能，为整体联动调试打基础。调试按“先单体、后系统”顺序进行，涵盖主电路、控制保护、辅助等系统。主电路系统调试重点测试母线等设备的通断性能与负荷承载能力，模拟负荷试验，核查运行参数、有无异常及绝缘性能稳定性<sup>[2]</sup>。控制保护系统调试校验继电保护等装置动作准确性，模拟故障场景，检查保护功能，调整参数确保与主电路协同。辅助系统调试包括冷却等系统，测试设备启停与运行状态，检查油位品质，验证储能效果。调试中详细记录数据，及时整改参数偏差、动作异常等问题，确保各系统独立运行稳定、性能达标后，再进入整体联动调试。

### 2.3 整体联动调试

高压电气设备整体联动调试是检验设备协同运行能力的关键，需模拟实际工况，核查整体性能与联动可靠性。调试前要完成分系统整改闭环，确认各系统正常、参数达标，制定详细方案，明确流程、项目、标准及防护措施，配备专业团队和应急人员。调试时按运行逻辑启动设备，模拟多种场景，重点测试系统间协同动作能力，如主电路与控制保护系统联动响应速度，辅助系统

对主设备的保障效果,以及设备运行稳定性。同时全面监测关键参数,核查是否在允许范围波动,记录全过程数据。针对联动不畅等问题,及时排查原因,调整参数和接线逻辑,反复调试直至整改到位。整体联动调试合格后出具报告,确认设备具备投运条件,为后续运行提供保障。

### 3 高压电气设备运行维护策略

#### 3.1 日常巡检与维护

高压电气设备日常巡检与维护是防范设备故障、延长使用寿命的基础手段,需遵循“常态化、精细化、全覆盖”原则。日常巡检需制定标准化巡检流程,明确巡检周期、范围与核心要点,巡检人员配备红外测温仪、验电器、听诊器等工具,按既定路线逐一排查设备状态。重点巡检设备外观,查看柜体有无变形、锈蚀,绝缘子、套管有无破损、积污、闪络痕迹,油浸式设备有无渗漏油现象,油位、油色是否正常。监测设备运行参数,通过仪表观察电压、电流、温度等数据是否稳定,倾听设备运行声音是否正常,排查有无异响、振动等异常情况,检查接地装置、接线端子是否牢固,有无发热、氧化现象。日常维护需同步跟进,及时清理设备表面灰尘、杂物,对易损耗部件进行定期检查与更换,如密封件、熔断器等;对转动部件加注润滑油,保障动作灵活;做好巡检记录,建立设备运行台账,对发现的轻微隐患及时整改,重大隐患立即上报并采取隔离措施,防止故障扩大。

#### 3.2 预防性试验与状态评估

高压电气设备预防性试验与状态评估是主动防范设备故障的核心手段,通过定期试验与科学评估,预判设备运行状态,提前消除潜在隐患。预防性试验需严格按照行业规范与设备说明书要求,制定周期性试验计划,涵盖绝缘性能试验、机械特性试验、电气性能试验等项目。绝缘性能试验包括绝缘电阻测试、耐压试验、介质损耗测试等,定期检测设备绝缘状态,排查绝缘老化、受潮、破损等问题;机械特性试验针对断路器、隔离开关等设备,测试分合闸速度、行程、力矩等参数,确保动作可靠;电气性能试验包括变比测试、直流电阻测试等,核查设备运行参数的稳定性。状态评估需基于预防性试验数据、日常巡检记录、设备运行年限等信息,采用定量与定性相结合的方法,分析设备运行状态与劣化趋势,划分设备健康等级。对健康等级较高的设备,维持常规巡检周期;对存在轻微劣化迹象的设备,缩短巡检与试验周期,加强监测;对劣化严重、存在重大故障隐患的设备,及时制定检修或更换计划,避免设备“带

病运行”。通过预防性试验与状态评估,实现设备维护从“事后抢修”向“事前预防”转变,保障设备长期稳定运行。

#### 3.3 故障诊断与处理

高压电气设备故障诊断与处理需遵循“快速定位、科学研判、安全处置”原则,最大限度降低故障对供电系统的影响。故障诊断需结合设备运行台账、巡检记录及现场症状,采用多种检测手段精准定位故障点与故障类型。针对电气故障,可通过万用表、示波器等仪器检测电压、电流、电阻等参数,排查短路、接地、绝缘破损等问题;针对机械故障,通过听诊、目视、振动检测等方式,判断部件磨损、卡滞、松动等情况;对复杂故障,可借助红外热成像仪、局部放电检测仪等专业设备,精准识别隐蔽性故障<sup>[3]</sup>。故障研判需结合故障现象与检测数据,分析故障成因,评估故障影响范围,制定针对性处置方案,明确处置流程、安全措施与责任人。故障处理需严格执行停电操作流程,落实停电、验电、接地、挂牌等安全措施,严禁带电作业。处理过程中,按方案更换损坏部件、修复故障点,对相关设备进行全面检查与测试,确保故障彻底消除。处理完成后,需进行试运行,监测设备运行状态,记录故障处理过程与结果,分析故障产生的根源,优化维护策略,完善设备台账,避免同类故障再次发生。

#### 3.4 智能化运维技术

高压电气设备智能化运维技术依托现代信息技术,实现设备运维的自动化、精准化与高效化,大幅提升运维质量与效率。智能化运维系统核心涵盖数据采集、分析预警、远程控制三大模块,通过在设备关键部位安装传感器、智能监测终端,实时采集电压、电流、温度、振动、局部放电等运行数据,借助物联网技术将数据传输至后台管理平台,实现数据实时监控与集中管理。平台集成大数据分析 with AI 算法,对采集的数据进行深度挖掘,对比历史数据与标准参数,识别数据异常趋势,提前预判设备潜在故障,发出预警信号,为运维人员提供精准检修建议,避免故障突发。远程控制功能可实现对部分设备的远程启停、参数调整、故障复位等操作,减少现场运维工作量,尤其适用于偏远区域、高危环境下的设备运维。智能化运维技术可实现运维流程数字化管理,自动生成巡检报告、试验数据、故障处理记录等,优化运维排班与资源调配,提升运维管理的规范化水平。

### 4 智能技术在高压电气设备安装调试与运维中的融合应用

#### 4.1 BIM技术的应用

BIM技术(建筑信息模型)在高压电气设备安装调试与运维中的融合应用,实现了全生命周期的数字化管理,大幅提升工作精准度与效率。在安装阶段,BIM技术可基于设计图纸构建三维可视化模型,精准呈现设备、管线、基础的空间布局,提前排查设计图纸中的碰撞问题,如设备与管线干涉、基础尺寸不匹配等,优化安装方案,减少施工中的返工与整改。通过模型模拟安装流程,制定精准的吊装路径、设备就位方案,指导现场施工人员规范操作,尤其适用于复杂场景下多设备协同安装,确保安装精度符合要求。在调试阶段,BIM模型可集成设备调试参数、试验数据,实现调试过程的可视化跟踪,通过模型关联各系统设备,快速定位调试中出现的联动问题,优化调试方案。在运维阶段,BIM模型可作为设备运维管理的核心载体,关联设备台账、巡检记录、故障处理信息、预防性试验数据等,实现设备信息的集中管理与快速查询。运维人员通过模型可直观查看设备内部结构、管线走向,为故障诊断、检修规划提供精准支撑。

#### 4.2 大数据与AI技术的应用

大数据与AI技术在高压电气设备安装调试与运维中的融合应用,推动传统技术模式向智能化、精准化转型。在安装调试阶段,大数据技术可收集整理同类设备的安装调试数据、故障案例、技术参数等,构建数据库,为新项目安装调试提供参考依据,优化安装流程与调试参数,预判可能出现的问题并提前制定应对措施。AI算法可对安装调试过程中采集的实时数据进行分析,自动识别安装偏差、调试参数异常等问题,及时发出预警,辅助工作人员精准整改,提升安装调试质量与效率。在运维阶段,大数据与AI技术的应用更为核心,通过采集设备全生命周期运行数据,包括日常运行参数、巡检记录、预防性试验数据、故障信息等,AI算法对数据进行深度分析,挖掘数据背后的关联规律与劣化趋势,实现故障的精准预判与早期预警,避免故障扩大。同时,AI技术可基于历史故障数据构建故障诊断模型,快速定位故障点与故障成因,提供最优处理方案,提升故障处理效率。

#### 4.3 物联网与移动运维技术的应用

物联网与移动运维技术在高压电气设备安装调试与

运维中的融合应用,打破了时空限制,实现了设备管理的实时化、高效化。在安装调试阶段,物联网技术通过在设备上部署智能传感器与无线通信模块,实时采集安装过程中的设备位置、姿态、受力情况及调试过程中的各项运行参数,数据实时传输至后台平台与移动终端,工作人员可远程监控安装调试进度与质量,及时发现异常并指导现场整改,尤其适用于跨区域、多站点同步施工场景,提升协同作业效率。移动运维技术可实现安装调试文档、图纸、数据的移动端查阅与录入,工作人员现场采集的数据可实时上传至平台,自动生成报表,减少纸质记录与人工录入误差,提升工作规范性<sup>[4]</sup>。在运维阶段,物联网技术实现设备运行状态的24小时实时监测,对电压、电流、温度、振动等参数异常及时报警,数据同步推送至运维人员移动终端,确保工作人员快速响应。移动运维终端可集成设备台账、巡检任务、故障工单等功能,运维人员按终端提示完成巡检、检修工作,实时上传工作记录与故障处理情况,后台可实时跟踪任务进度,优化运维调度。移动运维技术支持远程协同,现场人员可通过终端与后台专家实时联动,借助视频、图片等功能获取技术支持,提升故障处理能力。

#### 结束语

高压电气设备安装调试与运行维护是保障电力系统稳定运行的关键环节。从安装时的精准规划、规范操作,到调试阶段的全面检查、系统测试,再到运行维护中的日常巡检、故障处理,每个步骤都至关重要。而智能技术的融合应用,如BIM、大数据与AI、物联网等,为设备管理带来了更高的效率与精准度。未来,应持续探索创新技术,优化管理策略,不断提升高压电气设备的管理水平,为电力行业的可持续发展提供坚实支撑。

#### 参考文献

- [1]陈湘安.电力设备中的变压器运行检修和维护研究[J].中国设备工程,2024,(S2):224-226.
- [2]韩洋,邓楠.新型电力系统背景下电力设备运行维护技术应用探讨[J].中国设备工程,2023,(15):46-48.
- [3]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.
- [4]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.