

电气工程变配电设备维护管理研究

唐锦涛

河南平高通用电气有限公司 河南 平顶山 467001

摘要：变配电设备作为电力输配系统的关键载体，其维护管理水平直接关系到供电系统运行的稳定性与安全性。本文首先梳理变配电核心设备的结构组成与运行机理，随后围绕日常维护作业内容展开分类阐述，进而剖析当前维护管理在作业执行、人员素质、体系机制及配套保障四个层面存在的突出问题。在此基础上，提出标准化作业流程重构、人员队伍能力建设、精细化管理体系搭建及配套保障升级四条优化路径，为变配电设备维护管理的系统改进提供技术参照。

关键词：变配电设备；维护管理；运维体系；优化策略；精细化管控

引言：电力输配系统的可靠运转离不开变配电设备的持续稳定工作，而设备维护管理的质量则是保障这一目标达成的关键变量。当前变配电运维实践中，作业规范性不足、人员技能滞后、管理机制欠缺以及配套保障薄弱等问题交织并存，制约了运维工作的整体效能。梳理设备运行特性与维护工作的内在关联，找准现存问题的症结所在，探索切实可行的改进路径，对于提升变配电系统的运行管理水平具有现实意义。

1 变配电设备基础构成与运行特性分析

1.1 变配电系统核心设备组成

变配电系统依托多类专用电气设备协同搭建完整供电载体，各类设备依托独有结构特性承担专属运行职能。主变设备依靠电磁绕组结构完成电压等级的升降处理，实现不同层级电网的电能互通与功率输送，适配各级供电网络的运行标准。配电开关设备搭载专业电气导通与机械操作结构，能够完成供电线路的通断调控与电气隔离，规范整体电网的输电秩序。互感器设备依托电磁感应架构完成电气信号的转化处理，捕捉电网运行过程中的电压与电流变化，为系统运行监测提供基础数据支撑^[1]。无功补偿设备依靠储能电气结构调节电网内部功率配比，优化电能传输品质，削弱电能输送过程中产生的无效损耗。接地设备搭建电网与大地的电气连接通道，疏导线路异常工况产生的故障电流，平衡系统对地电位，强化电气运行安全防护性能。

1.2 各类设备运行工作原理

变配电系统核心设备依托基础电学原理完成常态化运转，不同设备形成差异化的能量流转与电路调控逻辑。主变设备依靠绕组之间的电磁耦合作用完成能量交互，通过磁场交变实现电能电压等级的转换，适配不同场景的供电需求。配电开关设备依托机械结构的精准动

作调整电路导通状态，改变电网拓扑结构，实现线路投切与故障区域的物理隔离。互感器设备可以将电网中的高幅值电气信号转化为标准化低幅值信号，匹配监测装置的数据采集标准，保障运行数据可以精准采集与传输。无功补偿设备通过电气元件的储能与释能动作调节电网无功功率，改善电能运行状态，提升电力输送的整体品质。

1.3 变配电设备运行环境与工况要求

变配电设备的稳定运行需要适配对应的外部环境与内部工况条件，各类参数的稳定状态直接影响设备运行寿命与工作性能。环境温度的浮动会干预电气元件的工作状态，高温条件加速绝缘材质老化，低温条件降低机械传动结构的灵活性能。空气湿度的持续变化会改变设备表层绝缘强度，潮湿氛围会弱化绝缘防护能力，提升电气漏电与局部放电的发生概率。电网负荷的波动会改变设备承载压力，长期偏高的负荷状态会持续累积设备运行损耗，频繁波动的工况会打乱设备稳定运转节奏。电压与频率等电气参数保持稳定，能够保障设备内部元件处于标准工作状态。

2 变配电设备常态化维护工作内容

2.1 变电设备常规维护内容

变电设备是电压转换与电力输送的核心载体，常态化维护工作围绕设备结构状态与运行性能全面开展。维护工作聚焦主变、断路器、隔离开关等核心装置，针对设备外部结构开展清洁养护，清除表面积聚的粉尘与污染物，规避杂质堆积引发的绝缘性能下降问题。定期核查设备机械连接部位的紧固状态，保障机械传动结构操作灵活，杜绝卡顿与松动问题影响设备正常动作^[2]。针对设备绝缘体系开展常态化检查，掌握绝缘结构的完整状态，及时排查绝缘老化、表层破损等不良状态，维持

设备基础绝缘水平。结合设备运行状态开展内部组件养护,保障电磁结构、绕组结构处于良好工作状态,支撑变电设备持续稳定运转。

2.2 配电设备常规维护内容

配电设备承担电能分配与线路管控的核心职能,常态化养护工作覆盖柜体、线路、开关装置等全部配电结构。定期对配电柜、配电箱内部空间开展除尘整理,规整内部线路排布,清理线路表层附着的杂质,维持柜内干燥整洁的运行环境。细致核查线路连接点位的贴合状态,加固松动接线部位,规避接触不良引发的发热现象与供电异常。对各类配电开关装置开展操作试验,检验通断性能与闭锁功能,保障开关动作灵敏可靠。同步检查配电设备防护结构的完整状态,修复破损防护部件,抵御外界环境因素对配电设备的侵蚀影响。

2.3 辅助设备配套维护内容

辅助设备的运行状态直接影响主设备运维质量,配套养护工作需要做到常态化全覆盖。针对系统散热与除湿装置开展定期检查,测试设备启停性能与运行工况,保障环境调控设备可以根据现场状态及时启停,稳定设备运行环境参数。常态化核查接地装置的连接完整性,检测接地结构的稳定状态,保障故障电流可以快速疏导,稳固系统安全防护基础。逐一检查现场警示防护设施的完好状态,更换破损缺失的防护构件,维持现场运维安全秩序,为主辅设备稳定运行提供基础保障。

2.4 维护工作流程规范

标准化流程是保障运维工作有序推进的核心支撑,完整运维流程覆盖作业全环节。日常巡检工作按照固定周期有序开展,逐层排查设备运行状态与潜在隐患,精准记录设备实时工况。养护作业严格遵循作业逻辑分步推进,区分常规养护与深度养护工作内容,杜绝作业疏漏与工序错乱。作业结束后及时整理运维台账,如实记录养护内容、设备状态与作业时间,搭建完整的运维数据记录体系,为后续运维工作开展提供数据支撑。

3 变配电设备维护管理现存核心问题

3.1 设备维护作业层面问题

变配电设备日常维护作业开展过程中普遍存在诸多实操短板,整体作业质量无法契合标准化运维的开展标准。维护作业执行过程缺少统一的规范约束,现场操作会出现工序简化、流程随意更改的情况,作业开展的规整性难以保障^[3]。日常运维工作多集中在设备表层清洁与基础养护工作,对设备内部结构、隐蔽连接部位的养护工作存在疏漏,作业覆盖范围存在明显盲区。不同类型变配电设备的结构特点与运行损耗规律存在差异,运维

工作普遍采用统一作业模式,无法针对设备特性制定专属养护方案,运维工作精准度大幅降低。服役年限较长的电力设备会出现结构磨损与绝缘性能衰减的问题,运行稳定性持续下降,常规养护手段难以修复隐性运行缺陷,整体养护工作的开展难度不断提升。

3.2 运维人员管理层面问题

运维团队整体专业素养与现代化运维工作的适配程度存在明显不足。电力设备智能化升级速度持续加快,新型集成化设备逐步普及,传统运维知识与实操技能无法适配新型设备的养护需求,技能储备更新速度跟不上设备技术迭代节奏。岗位管理制度细化程度不足,各岗位工作边界较为模糊,养护作业、隐患排查、故障处置等工作内容容易出现交叉或空缺,岗位工作权责无法清晰界定。部分运维人员对常态化运维工作重视程度不足,日常巡检流于表面,忽视细微运行隐患的潜在风险,岗位运维的主动履职意识较为薄弱。常态化技能培育体系建设滞后,人员专业能力无法持续迭代,难以适配不断升级的运维工作标准。

3.3 运维体系机制层面问题

现阶段运维管理体系存在多处结构性漏洞,整体管控体系的完善度不足。运维全流程管控标准不够细化,巡检开展、设备养护、隐患治理等各个作业环节缺少严格的规范约束,整体作业流程的规整性不足。设备台账管理工作缺乏标准化管控,运维记录、设备运行信息与故障处置资料整理不够规范,信息完整性不足,设备运行全程的数据信息无法实现有效追溯。不同班组与岗位之间的工作对接不够顺畅,作业信息传递存在偏差或滞后,容易造成运维工作遗漏或重复作业的情况。管理重心集中于设备故障后的处置修复,没有建立覆盖设备全生命周期的管控模式,全程运维管控存在明显缺失。

3.4 设备运维配套保障问题

运维工作的配套支撑条件建设存在明显短板,难以支撑精细化运维工作有序推进。专业运维检测设备与养护工具配置不够齐全,高精度状态检测工作只能依托人工经验判别,检测精准度与作业效率难以提升。运维物资调配模式缺乏科学性,资源分配未结合设备运行损耗程度与运维工作优先级统筹规划,关键运维物资供给不足,闲置物资堆积浪费的问题时有发生。运维管控模式依托阶段性人工巡检开展,智能化动态监测手段应用不足,无法实时掌握设备运行状态的细微变化,难以提前预判和处置潜在运行隐患,设备动态管控能力存在明显欠缺。

4 变配电设备维护管理优化策略与实施路径

4.1 规范设备标准化维护作业流程

结合变配电系统各类设备的结构特征与运行损耗规律,搭建分层分类的标准化维护作业体系^[4]。针对变电设备、配电设备、辅助配套设备的差异化运行属性,梳理适配不同设备的专属作业流程,细化各环节作业步骤与养护重点。明确各类设备表层养护、内部检修、性能校验、隐患排查的具体作业标准,统一现场运维作业的执行尺度。依据设备服役时长与运行负荷差异划分养护等级,针对老旧设备制定深度养护方案,弥补常规运维模式的覆盖短板。细化隐蔽部位与内部结构的养护工序,补齐传统运维作业的覆盖盲区,减少人为操作带来的作业疏漏,持续提升现场运维作业的规范化与精准化水平。

4.2 完善运维人员队伍建设与管理

立足现代化变配电运维工作的发展需求,完善运维人员队伍的培育与管控模式。结合新型电力设备的技术特性搭建常态化技能培育机制,围绕智能化运维技术、新型设备养护方式开展专项培训,推动人员专业技能持续更新。细化运维岗位的权责划分,清晰界定巡检作业、设备养护、隐患治理、台账记录的岗位工作内容,杜绝岗位工作交叉空缺的现象。强化岗位履职管控力度,培育常态化运维履职意识,引导工作人员重视细微工况变化与隐性隐患排查。搭建贴合岗位适配需求的能力提升体系,全方位提升运维人员的实操水平与专业素养,夯实运维工作的人力支撑基础。

4.3 构建精细化运维管理体系

依托设备全生命周期运行规律,搭建精细化的常态化运维管理体系。优化设备台账管理模式,建立动态更新的信息记录机制,实时完善设备运维记录、工况状态与养护信息,保障设备运行数据可全程追溯。统筹规划运维工作的整体推进节奏,理顺巡检、养护、隐患整改各环节的工作衔接逻辑,打通不同岗位、不同班组的工作对接壁垒。构建覆盖设备投运初期、稳定运行期、老化运行期的全周期管控模式,根据设备不同运行阶段调

整运维管控力度。细化各环节管理细则,完善常态化管控机制,逐步形成规整有序、精细高效的现代化运维管理格局。

4.4 升级运维配套保障与管控方式

针对现有运维配套支撑短板,全面升级运维保障体系与现场管控模式。补齐专业检测设备与精细化养护工具,完善运维硬件配套条件,依托专业设备提升状态检测与隐患排查的精准程度^[5]。优化运维物资统筹调配机制,结合设备运维优先级与损耗规律分配养护资源,平衡物资供给配比,改善资源利用效率。引入智能化动态监测手段,替代单一的阶段性人工巡检模式,实时捕捉设备运行工况的细微波动,实现隐患前置管控。完善运维工作统筹调度机制,合理规划运维作业时序与人员分工,持续强化变配电设备维护管理的整体支撑能力。

结束语

变配电设备维护管理是一项涉及设备特性、人员能力、制度建设与资源配置的系统性工作。从作业流程的标准化再造,到运维队伍的持续培育,再到管理体系的精细化构建与配套保障的全面升级,各环节彼此关联、协同推进,共同决定着运维工作的最终质量。唯有将技术手段与管理手段深度融合,方能有效提升变配电设备的运维水平,为电力系统的安全稳定运行提供持久支撑。

参考文献

- [1]钱金洪.变配电工程设备调试与运行维护的措施[J].电力设备管理,2022(16):165-167.
- [2]祁玉堂.变配电室电气设备安装质量与造价控制[J].百科论坛电子杂志,2023(19):10-12.
- [3]张智标.专变配电设备的常见故障及日常维护的重要性分析[J].模型世界,2023(25):69-72.
- [4]左杨帆.智能电力运维系统在铁路变配电所的应用研究[J].电子元器件与信息技术,2022,6(3):138-140.
- [5]汤飞.变配电设备的运行维护策略分析[J].集成电路应用,2023,40(9):146-147.