

# 变电运行维护风险分析与控制措施

周永强

国网宁夏电力有限公司固原供电公司 宁夏 固原 756000

**摘要:** 变电运行维护是保障电力系统稳定运行的关键。本文介绍了变电运行维护的定义、内容与重要性,分析了设备、人员、环境和管理等方面的风险,并提出了相应的控制措施,如加强设备选型与维护、规范人员操作、优化设备运行环境和完善管理制度等,以降低风险,确保变电运行安全可靠。

**关键词:** 变电运行维护; 风险分析; 控制措施

引言: 在电力系统中,变电站是核心节点,其运行维护至关重要。随着电力需求的增长和电网规模的扩大,变电运行维护面临诸多挑战。设备老化、人员失误、环境影响和管理漏洞等问题,都可能引发故障,影响供电可靠性。深入分析变电运行维护风险,并采取有效控制措施,对保障电力系统安全稳定运行具有重要意义。

## 1 变电运行维护基础

### 1.1 变电运行维护的定义与内容

变电运行维护是电力系统中不可或缺的重要环节,主要指对变电站内各类电气设备进行日常管理、检查、保养和故障处理等一系列技术性工作的总称。其核心目标是保障变电站设备的安全稳定运行,防止因设备异常或故障导致的停电事故,确保电力输送的连续性和可靠性。变电站作为电力传输和分配的关键节点,内部包含多种关键设备,如变压器、断路器、隔离开关、互感器、继电保护装置以及直流系统等。这些设备在长期运行过程中,受环境、负载、时间等因素影响,可能出现性能下降、部件老化或运行异常等问题,通过系统的运行维护工作加以管理。日常检查是变电运行维护的基础内容之一,主要包括对设备运行状态的巡视、参数记录、异常声响或气味的识别等。定期维护则是在规定周期内对设备进行清洁、润滑、紧固、测试等操作,确保设备始终处于良好工作状态。当设备发生突发故障时,运维人员需迅速响应,进行故障诊断与修复,以最大限度减少对供电系统的影响。随着技术的发展,现代变电站逐步引入自动化监测手段,如红外测温、局部放电检测等,提升了设备状态评估的准确性与效率。变电运行维护工作不仅依赖于规范的操作流程,还需要运维人员具备扎实的专业知识和丰富的实践经验,以应对各种复杂情况。

### 1.2 变电运行维护的重要性

在电力系统中,变电站承担着电压变换、电能分配

和系统控制等重要功能,其运行状态直接影响整个电网的稳定性与安全性<sup>[1]</sup>。科学合理的运行维护工作对于保障电力系统的正常运转具有重要意义。首先,良好的维护能够有效预防设备故障的发生,降低非计划性停电的概率,提高供电的连续性和可靠性。电力供应的中断可能对工业生产、公共设施及居民生活造成严重影响,而通过及时发现并处理设备隐患,可以避免大规模停电事故的发生。系统的运行维护有助于延长设备的使用寿命。电气设备在长期运行过程中会受到机械磨损、电气应力、环境腐蚀等多种因素的影响,若缺乏有效的维护措施,设备老化速度将加快,提前失效的风险随之增加。通过定期检查和保养,可减缓设备劣化进程,提升其运行效率,从而延长整体服役周期,降低更换频率和运行成本。高质量的运维工作还能提升供电质量。电压波动、频率不稳定、谐波干扰等问题往往源于设备运行不良或控制系统不完善,而通过持续监测和及时调整,可以有效改善电能质量,满足不同用户的用电需求。特别是在一些对电力质量要求较高的行业,如医疗、通信、精密制造等领域,稳定的电力供应至关重要。随着电力系统智能化水平的不断提升,变电运行维护的内涵也在不断扩展。从传统的被动检修向状态监测和预测性维护转变,成为当前发展趋势。这种转变不仅提高了运维效率,也增强了对设备全生命周期的管理能力。由此可见,变电运行维护不仅是保障电力系统安全运行的基本支撑,更是推动电力行业高效、可持续发展的重要基础。

## 2 变电运行维护风险分析

### 2.1 设备风险

变电设备长期运行过程中,受电应力、热应力及机械振动等因素影响,部件老化问题难以避免。变压器绝缘油在高温环境下发生氧化反应,黏度上升并产生酸性物质,导致绝缘性能下降,易引发匝间短路等故障;开关设备触头因频繁分合产生电弧,造成烧蚀损伤,接

触电阻增大,进而出现过热甚至熔焊现象;电缆绝缘层在电晕和局部放电作用下易出现龟裂与破损,形成潜在绝缘隐患。随着设备老化加剧,故障概率显著上升,轻则造成局部停电,重则可能引发火灾或爆炸,严重威胁电力系统的安全稳定运行。部分设备在制造过程中存在质量缺陷,也为运行带来风险。一些厂商为降低成本选用低等级绝缘材料,使设备无法承受额定电压,易发生绝缘击穿;变压器油箱焊接工艺不达标,导致渗漏油问题,影响散热与绝缘性能;开关设备操动机构装配精度不足,运行中出现卡涩现象,造成分合闸动作延迟或不到位。这些问题在初期不易察觉,往往随运行时间推移逐步暴露,具有较强的突发性和处理难度。若设备选型不合理,同样会引发运行风险。如变压器容量配置不足,在用电高峰期长期过载运行,将加速绕组绝缘老化;断路器开断能力不足,无法有效切断短路电流,导致故障扩大;高压熔断器参数选择不当,无法在过电流时及时熔断,失去保护作用。选型偏差不仅缩短设备使用寿命,还可能导致越级跳闸,扩大停电范围,影响供电可靠性。

## 2.2 人员风险

运维人员技能不足或疏忽易导致操作失误。倒闸操作未执行操作票制度,顺序错误可能带负荷拉刀闸,引发弧光短路;继电保护参数设置错误,造成保护误动或拒动;设备检修后二次回路接线错误,致使仪表指示与保护信号异常,威胁设备安全,甚至引发电力系统震荡。部分人员安全规定执行不力,增加作业风险<sup>[2]</sup>。进入高压设备区未穿戴绝缘用具,违规靠近带电设备;高空作业不系安全带,工具未防坠落;动火作业前未检测可燃气体、未办许可手续。防护缺失使人员面临触电、坠落、火灾风险,也易造成设备误碰误动。培训不足导致人员难适应技术发展。新入职人员未掌握操作规范与故障处理流程,作业易引发事故;老员工面对智能变电站、数字化设备,知识更新滞后,无法利用在线监测发现故障。培训缺失致使运维效率低、故障处置能力弱。

## 2.3 环境风险

恶劣天气对变电设备构成直接威胁。雷击产生的过电压可瞬间击穿设备绝缘,损坏变压器、避雷器等;暴雨引发的洪水可能淹没变电站,造成电气设备短路烧毁;大风裹挟异物撞击绝缘子,导致瓷瓶破碎、导线断落;冰雪堆积在设备上增加机械负荷,可能压断母线、损坏架构,冰雪融化时水分渗入设备内部,容易引发电气故障。极端天气引发的故障具有突发性和多发性特点,严重影响供电可靠性。变电站周边复杂的电磁环境

影响设备正常运行。附近大功率无线发射装置、高压输电线路产生的强电磁场,干扰二次设备的信号传输与处理。继电保护装置受电磁干扰后可能误发跳闸信号,导致正常设备停运;自动化监控系统数据采集模块受干扰出现信号失真,造成监控画面与实际设备状态不符。电磁干扰降低设备运行稳定性,增加故障判断与处理难度。

## 2.4 管理风险

管理制度漏洞影响运维工作质量。巡检制度执行不严,存在巡检路线随意变更、巡检项目遗漏现象,无法及时发现设备发热、渗漏等初期缺陷;缺陷管理制度不健全,缺陷分类模糊、处理流程冗长,导致小缺陷发展成重大故障;设备检修计划制定不合理,未结合设备实际运行状况安排检修周期,造成过度检修或检修不足。制度缺失削弱运维工作规范性,使设备隐患得不到及时消除。缺乏有效应急预案严重制约故障处置能力。部分变电站未针对常见故障类型制定专项处置方案,突发事件时运维人员无章可循,延误故障处理时机;应急预案未定期修订更新,与实际设备配置、系统运行方式不匹配;应急演练流于形式,人员对应急流程不熟悉,物资储备不足且未及时补充。一旦发生重大故障,无法快速隔离故障点、恢复供电,易造成事故扩大,加剧停电损失。

## 3 变电运行维护风险控制措施

### 3.1 设备风险控制措施

加强设备选型与采购管理是设备风险防控的首要环节。制定严格的设备选型标准,从设备性能、质量稳定性、适用性等多维度考量,确保所选设备契合变电运行要求<sup>[3]</sup>。在选择供应商时,深入考察其生产工艺、质量管理体系,筛选出质量可靠的合作对象,避免因设备先天缺陷带来运行隐患。设备采购过程中,建立完善的验收流程,对设备各项参数、功能进行细致检测,只有符合标准的设备方可投入使用。完善设备维护与检修制度是保障设备稳定运行的关键。制定详细的设备维护计划,根据设备类型、运行状况、使用年限等,明确不同设备的检查周期、维护保养项目。日常工作中,严格按照计划对设备进行检查、维护和保养,小到螺丝紧固、部件清洁,大到关键设备的性能检测,都要做到一丝不苟。一旦发现设备存在异常,及时采取处理措施,防止小问题演变成大故障。加强设备状态监测能有效提前发现设备异常。运用在线监测技术,实时获取设备运行的电流、电压、温度等关键参数,通过数据分析及时察觉参数的细微变化。红外测温技术也是重要监测手段,借助红外热成像仪,可快速发现设备局部过热等潜在问题。将多种监测手段结合,构建全方位的设备状态监测体

系,为设备故障预判提供准确依据。

### 3.2 人员风险控制措施

加强人员培训对提升运行维护水平至关重要。定期组织运行维护人员参与专业技能培训,培训内容涵盖变电设备原理、操作方法、故障排查等多方面知识。通过理论讲解、实际操作演示、案例分析等多样化教学方式,帮助人员深入理解并熟练掌握专业技能。开展安全意识教育活动,强化人员的安全意识和责任感,让安全操作理念深入人心。规范人员操作行为可有效减少人为失误。制定完善的操作规程和标准,对设备操作的每一个步骤、每一个细节都作出明确规定。在人员上岗前,进行系统的操作培训和严格考核,只有考核合格者才能独立上岗作业。工作过程中,加强监督管理,确保人员严格按照操作规程进行操作,杜绝违规操作行为。提高人员应急处理能力是应对突发故障的必要保障。组织开展应急演练,模拟各类突发故障场景,如设备短路、停电等。通过演练,让运行维护人员熟悉故障处理流程,掌握应急操作技能,提高在面对突发状况时的应急处理能力和协同配合能力。每次演练后,进行总结分析,查找不足并加以改进。

### 3.3 环境风险控制措施

优化设备运行环境有助于降低环境因素对设备的影响。在变电站安装防雷装置,合理布局避雷针、避雷器等防雷设备,增强变电站抵御雷电的能力,减少雷电对设备造成损害的风险。针对通风条件改善,可安装排风扇并定期清理风道,确保空气流通顺畅,防止设备因热量积聚而影响性能;做好防潮处理,铺设防潮层、使用除湿设备,避免设备受潮生锈、绝缘性能下降;采取有效的防尘措施,安装防尘滤网、定期清扫,防止灰尘进入设备内部,影响设备正常运行。加强环境监测与预警能够及时应对自然环境变化<sup>[4]</sup>。建立环境监测系统,运用气象传感器、红外监测设备等,对温度、湿度、风速、雷电等自然环境因素进行实时监测。详细记录环境参数变化数据,为后续分析提供依据。一旦监测到环境参数出现异常,如强降雨、大风、雷电等恶劣天气即将来临,迅速通过站内广播、信息推送平台发布预警信息,

通知运维人员及时采取防范措施,提前对设备进行加固、防护,确保设备安全运行。事后对预警及处理过程进行复盘分析,持续优化监测预警机制。

### 3.4 管理风险控制措施

完善管理制度是保障变电运行维护有序开展的基础。建立健全变电运行维护的各项管理制度,以书面文件形式明确各部门和人员的职责范围,避免职责不清导致工作推诿、疏漏。采用定期巡检与不定期抽查相结合的方式,加强制度的执行和监督力度,对制度执行情况进行检查评估,将评估结果与绩效考核挂钩,确保各项制度落到实处,为变电运行维护工作提供有力的制度保障。加强应急管理可提升应对突发故障的能力。制定完善的应急预案,针对不同类型的突发故障,详细规划应急处理流程、人员分工、资源调配等内容。每季度至少组织一次应急演练,模拟真实故障场景,检验和完善应急预案的可行性和有效性。建立应急物资动态管理台账,定期对应急物资和设备如备用电源、抢修工具、零部件等进行盘点与更新,确保在紧急情况下能够迅速响应,及时开展故障抢修工作,最大限度减少故障造成的影响。

### 结束语

变电运行维护风险分析与控制是电力系统管理的重要环节。通过全面剖析设备、人员、环境和管理等方面的风险,并针对性地提出控制措施,可有效降低故障发生率,保障变电站安全稳定运行。未来,随着技术的不断进步,变电运行维护将更加智能化、精细化,为电力系统的可持续发展提供有力支撑。

### 参考文献

- [1]徐文奇,王智昊.变电站运维中的智能化操作与管理技术分析[J].集成电路应用,2023,40(11):378-379.
- [2]岳利文.变电站运行维护的风险及控制策略探讨[J].冶金管理,2022(01):130-132.
- [3]任杰.220KV变电站运行维护风险分析与控制措施关键研究[J].中国房地产业,2022(5):165-167.
- [4]王晨浩.变电检修中的安全风险分析与控制[J].中国公共安全,2024(4):112-114.