

# 智能变电站设备运维策略优化研究

仇 昊 李 钢

内蒙古电力(集团)有限责任公司阿拉善供电分公司 内蒙古 阿拉善盟 750300

**摘要:** 智能变电站作为电力系统智能化转型核心节点,其设备运维至关重要。当前运维存在模式滞后、流程不规范、技术应用不充分、人员素养不足等问题。本文从运维模式、流程、技术、人员、保障体系五个维度提出优化方案,构建精准化、多元化运维模式,标准化协同化运维流程,强化技术赋能,打造复合型团队,完善保障体系,以提升智能变电站设备运维水平,保障电力系统安全稳定运行。

**关键词:** 智能变电站;设备运维;状态评估;数字孪生

**引言:** 随着电力系统智能化转型加速,智能变电站成为关键环节。其融合多领域技术,具备智能化、集成化等优势,对运维体系提出新要求。然而,当前智能变电站设备运维存在诸多问题,与智能化发展需求不匹配。研究智能变电站设备运维策略优化,构建适配智能化发展的运维模式与技术体系,提升运维质量与效率,降低运维成本,对保障电力系统安全稳定运行意义重大。

## 1 智能变电站设备运维体系架构

### 1.1 智能变电站功能特征分析

智能变电站作为电力系统智能化转型的核心节点,融合了电力电子、物联网、大数据等多领域技术,其功能特征呈现出显著的智能化、集成化与协同化优势。相较于传统变电站,智能变电站实现了一次设备智能化、二次设备网络化,具备设备状态自主感知、信息实时采集传输、数据智能分析处理等核心功能。其采用标准化信息交互协议,可实现全站设备信息互联互通,打破了传统设备信息孤岛的局限;通过在线监测系统,能够对变压器、断路器、互感器等核心设备的运行参数、绝缘状态进行实时监测,提升设备运行的可控性;同时具备远程操控、智能预警、故障自诊断等功能,大幅降低人工干预强度,为运维模式升级奠定技术基础<sup>[1]</sup>。智能变电站注重节能降耗与安全可靠,通过优化设备结构与控制策略,实现电网运行效率与供电可靠性的双重提升,其功能特征决定运维体系必须适配智能化发展需求,构建全新的运维模式与技术体系。

### 1.2 智能运维体系设计原则

智能变电站设备运维体系的设计需立足其智能化功能特征,结合电力系统安全稳定运行的核心需求,遵循科学性、实用性、前瞻性、协同性四大核心原则。科学性原则要求运维体系设计以设备运行规律、智能化技术特性为基础,融合大数据、人工智能等先进技术,构建

精准化、智能化的运维机制,确保运维策略的合理性与可行性。实用性原则强调体系设计需贴合现场运维实际,简化冗余流程,提升运维效率,降低运维成本,确保设计方案能够快速落地、高效执行,满足变电站日常运维与故障处置需求。前瞻性原则要求充分考虑电力系统智能化、数字化转型趋势,预留技术升级与功能拓展空间,确保运维体系能够适配未来设备升级、技术迭代与电网发展的需求,避免体系设计滞后于实际发展。协同性原则注重全站设备、各运维环节、各部门之间的协同联动,打破信息壁垒,实现运维数据共享、资源整合与流程协同,提升运维体系的整体运行效能,保障智能变电站安全、稳定、高效运行。

## 2 当前智能变电站设备运维存在的核心问题

### 2.1 运维模式滞后,与智能化水平脱节

当前部分智能变电站仍沿用传统运维模式,未充分适配设备智能化升级需求,导致运维模式与智能化水平严重脱节,成为制约运维质量提升的核心瓶颈。一方面,部分变电站虽配备了智能化监测设备与系统,但仍依赖人工巡检、定期检修的传统模式,未有效利用设备状态监测数据开展精准运维,智能化设备的技术优势未得到充分发挥,出现“设备智能化、运维人工化”的尴尬局面。另一方面,运维模式缺乏灵活性与针对性,未根据设备运行状态、重要程度进行差异化运维,对核心关键设备与普通辅助设备采用统一运维标准,既增加了运维工作量与成本,又无法实现对关键设备的重点管控。另外,部分运维模式仍以故障后维修为主,缺乏事前预警、事中管控的主动运维理念,无法及时发现并处置设备潜在隐患。

### 2.2 运维流程不规范,协同效率低

运维流程不规范、协同机制不完善,是当前智能变电站设备运维存在的突出问题,严重影响了运维工作的

有序开展与效率提升。首先,运维流程缺乏统一的标准化规范,各变电站、各运维环节的操作流程、工作标准不统一,存在流程冗余、操作不规范、记录不完整等问题,易出现运维工作漏洞,增加设备故障风险。例如,设备巡检、检修、故障处置等环节缺乏明确的操作指引与责任划分,导致出现问题时相互推诿、处置滞后<sup>[2]</sup>。其次,各运维环节协同不畅,运维、检修、监控、调度等部门之间缺乏有效的信息共享与沟通机制,数据传递不及时、不精准,导致故障处置时无法快速整合资源、协同作战。另外,运维流程缺乏有效的监督与考核机制,对运维工作的执行情况、流程合规性缺乏全面管控,部分运维人员存在敷衍了事、操作不规范等行为,进一步降低运维流程的执行效率与质量,影响了智能变电站的安全稳定运行。

### 2.3 运维技术应用不充分,技术赋能不足

尽管当前智能变电站配备了大量智能化运维技术与设备,但技术应用不充分、落地效果不佳,技术赋能作用未得到有效发挥,无法满足精准运维、高效运维的需求。一方面,智能化监测技术应用不深入,部分变电站虽安装了设备在线监测系统,但仅实现了数据采集功能,未建立完善的数据挖掘与分析机制,无法对监测数据进行深度分析,难以从数据中提取设备运行状态特征、预判潜在故障,导致监测数据沦为“无用数据”。另一方面,大数据、人工智能、物联网等先进技术的融合应用不足,未构建智能化运维平台,无法实现运维数据的集中管理、共享与智能分析,运维工作仍依赖人工判断,难以实现设备状态的精准评估与故障的精准处置。此外,部分运维技术与设备存在兼容性问题,不同厂家的设备与系统无法实现有效联动,导致技术应用碎片化。

### 2.4 运维人员专业素养不足,适配性差

智能变电站的运维工作对人员专业素养提出了更高要求,需具备电力设备、信息技术、大数据分析等多领域的综合知识,但当前运维人员专业素养不足、能力适配性差,成为制约运维工作升级的重要因素。首先,部分运维人员仍停留在传统运维理念,缺乏对智能化设备、先进运维技术的认知与学习,难以熟练操作在线监测系统、智能化运维平台等设备,无法充分发挥设备的智能化优势。其次,运维人员的知识结构单一,多数人员仅掌握传统电力设备运维知识,缺乏信息技术、大数据分析等相关技能,无法对运维数据进行深度挖掘与分析,难以实现设备故障的精准预判与处置。另外,部分运维人员年龄结构老化,学习能力不足,无法快速适应智能化运维工作的需求,且缺乏系统的专业培训与考核机制,

导致运维人员的专业能力无法得到有效提升,与智能变电站运维工作的岗位需求不相适配,影响了运维工作的质量与效率。

## 3 智能变电站设备运维策略各维度优化方案

### 3.1 运维模式优化:构建精准化、多元化运维模式

针对当前运维模式滞后的问题,需立足智能变电站智能化特征,构建精准化、多元化的运维模式,实现运维工作从“人工化、定期化”向“智能化、精准化”转型。推行状态检修模式,基于设备在线监测数据、运行历史数据,构建设备状态评估模型,对设备运行状态进行精准研判,根据设备状态等级制定差异化检修策略,避免过度检修与欠检修,提升检修针对性与效率,降低运维成本。构建多元化运维模式,融合远程运维、现场运维、智能运维等多种方式,充分利用智能化运维平台实现设备远程监测、远程操控与故障预警,减少现场巡检工作量;对核心关键设备开展重点现场巡检,对普通辅助设备采用远程运维为主、现场巡检为辅的模式,提升运维灵活性<sup>[3]</sup>。树立主动运维理念,依托大数据、人工智能技术构建故障预警模型,及时捕捉设备潜在隐患,实现故障事前预警、事中管控、事后复盘,全面提升运维模式的智能化与精准化水平,适配智能变电站的发展需求。

### 3.2 运维流程优化:构建标准化、协同化运维流程

为解决运维流程不规范、协同效率低的问题,需构建标准化、协同化的运维流程,明确操作规范、理顺协同机制,提升运维流程的执行效率与质量。制定统一的运维流程标准化规范,明确设备巡检、检修、故障处置、数据记录等各环节的操作流程、工作标准、责任分工与时间节点,确保各运维环节有章可循、有据可依,避免流程冗余与操作不规范等问题。例如,明确巡检人员的巡检范围、巡检频次、记录要求,检修人员的检修流程、安全规范,故障处置人员的响应时限、处置流程等。完善协同运维机制,搭建一体化运维协同平台,实现运维、检修、监控、调度等各部门之间的信息共享、数据互通与协同联动,确保故障发生时能够快速整合资源、明确分工、高效处置。建立运维流程监督与考核机制,对运维流程的执行情况、合规性进行全面监督,将考核结果与运维人员绩效挂钩,倒逼运维人员规范操作,提升运维流程的执行效率与质量。

### 3.3 运维技术优化:强化技术赋能,提升运维智能化水平

强化运维技术融合应用,充分发挥先进技术的赋能作用,破解技术应用不充分的难题,全面提升智能变电站运维智能化水平。首先,深化在线监测技术应用,优

化监测点位布局,完善监测数据采集、传输与存储机制,确保监测数据的真实性、准确性与实时性;构建监测数据深度分析模型,对设备运行参数、绝缘状态等数据进行挖掘分析,精准识别设备异常特征,实现设备故障的早期预警与精准研判。其次,推进大数据、人工智能、物联网等技术与运维工作的深度融合,搭建一体化智能运维平台,实现运维数据的集中管理、共享与智能分析,依托人工智能算法实现设备状态评估、故障诊断与处置方案推荐,减少人工干预,提升运维精准度与效率。另外,解决技术与设备兼容性问题,推动不同厂家的设备与系统实现标准化对接、互联互通,打破技术应用碎片化格局;加强运维技术创新研发,跟踪行业前沿技术,积极引入先进运维技术与设备,持续提升运维技术的智能化与专业化水平。

### 3.4 运维人员优化:提升专业素养,打造复合型运维团队

立足智能变电站运维岗位需求,聚焦人员专业素养提升,打造一支复合型、高素质的运维团队,破解人员适配性差的问题。优化人员招聘与配置机制,加大对具备电力设备、信息技术、大数据分析等综合知识的复合型人才的引进力度,优化运维人员年龄结构与知识结构,提升团队整体适配性;同时建立人员轮岗机制,让运维人员熟悉不同岗位的工作内容,提升综合业务能力。构建系统化的专业培训体系,结合运维工作实际需求,制定针对性的培训计划,开展智能化设备操作、运维技术应用、大数据分析等相关培训,采用线上培训与线下实操相结合、理论教学与案例分析相结合的方式,提升培训效果;邀请行业专家、技术骨干开展专题讲座,分享先进运维经验与技术要点,助力运维人员提升专业能力。建立完善的考核与激励机制,将专业技能、工作绩效、培训效果等纳入考核范围,对表现优秀的人员给予表彰奖励,激发运维人员的学习积极性与工作热情,推动运维人员主动提升专业素养,适应智能化运维工作需求。

### 3.5 运维保障体系优化:强化支撑,确保策略落地

为确保各项运维优化策略顺利落地、高效执行,需

构建全方位、多层次的运维保障体系,强化政策、资金、制度、安全等多方面的支撑作用。首先,完善制度保障,结合智能变电站运维优化需求,修订完善运维管理制度、安全管理制度、考核管理制度等,明确各项工作的责任主体、操作规范与奖惩机制,为运维策略落地提供制度支撑;建立制度动态更新机制,根据技术迭代、设备升级与运维工作实际变化,及时优化完善相关制度,确保制度的适用性与针对性<sup>[4]</sup>。其次,强化资金与资源保障,加大对运维技术升级、设备更新、人员培训等方面的资金投入,配备充足的智能化运维设备、监测设备与培训资源,为运维策略落地提供物质支撑;加强与科研机构、设备厂家的合作,引进先进技术与经验,提升运维保障能力。另外,强化安全保障,构建全方位的运维安全防控体系,加强对运维人员的安全培训,规范安全操作流程,定期开展安全隐患排查与整治,防范安全事故发生;建立应急保障机制,制定完善的故障应急处置预案,定期开展应急演练,提升故障应急处置能力,确保智能变电站运维工作安全、稳定、有序开展。

### 结束语

智能变电站设备运维策略优化研究,针对现存问题从多维度提出具体方案。通过优化运维模式、流程、技术、人员及保障体系,能有效提升运维智能化、精准化水平,增强运维团队专业能力,保障运维策略落地。未来,随着技术发展,需持续完善运维策略,适应电力系统智能化、数字化转型趋势,为智能变电站安全稳定运行和电力系统高质量发展提供有力支撑。

### 参考文献

- [1]杨鹏兴.基于状态检修理念的变电站电力设备智能运维策略探讨[J].通信电源技术,2025,42(13):210-212.
- [2]秦玮,王宇明,杨昌益.智能变电站继电保护系统运维优化策略研究[J].华东科技,2025(10):52-55.
- [3]金珊珊,孙博洋,刘鹏飞.基于大数据和人工智能的智慧变电站运营优化策略研究[J].南北桥,2024(7):193-195.
- [4]付强.220kV智能变电站运检一体化运维及管理要点研究[J].模型世界,2025(29):75-77.