

# 智能化升压站在电厂的应用

张仲琪

国能宁夏大坝三期发电有限公司 宁夏 吴忠 751607

**摘要:** 能源行业升级转型背景下,智能化升压站对电厂提升运营质量、实现可持续发展至关重要。本文剖析电厂对智能化升压站的核心需求背景,阐述设备状态感知、数据传输、数据处理与决策控制构成的核心技术架构,介绍在设备运维管理、能源传输调控、安全风险防控场景的应用,分析带来的运维效率、成本、安全性能及能源效益提升价值,为电厂推进智能化升压站应用、优化能源传输体系提供参考。

**关键词:** 智能化升压站; 电厂应用; 核心技术架构; 运维效率; 能源效益

引言: 电厂作为电力生产与传输的关键主体,面临着提升效率、保障安全、适应能源结构调整等多重挑战。升压站作为电厂能源传输的核心节点,其运行水平直接影响电厂整体运营质量,而传统升压站在运维、调控等方面的局限日益凸显,难以满足电厂发展需求。智能化升压站凭借先进技术与高效性能,逐渐成为电厂升级转型的重要方向,深入研究其在电厂的应用具有重要现实意义。

## 1 电厂对智能化升压站的需求背景

### 1.1 电厂能源传输效率提升的内在需求

在电力生产与输送环节中,能源传输效率直接关系电厂整体运营效益。传统升压站受限于技术模式,难以实时感知传输过程中的损耗变化,也无法根据电网负荷波动灵活调整运行参数,导致部分电能升压与输送阶段产生不必要消耗<sup>[1]</sup>。随着电厂机组容量不断提升以及外部用电需求持续增长,对能源传输效率的要求日益提高。电厂需要通过智能化升级,让升压站具备动态监测与智能调控能力,精准匹配发电输出与电网接收需求,最大限度减少传输环节的能源损失,实现能源利用效率的优化,这成为电厂提升核心竞争力的内在驱动。

### 1.2 电厂设备运维模式升级的现实驱动

传统升压站运维依赖人工巡检,不仅需要投入大量人力成本,还存在巡检周期长、故障发现滞后等问题。随着电厂设备规模扩大与技术复杂度提升,传统运维模式已难以满足高效管理需求。人工巡检易受环境、人员经验等因素影响,难以全面覆盖所有设备状态,可能遗漏潜在隐患。设备故障排查与维修往往需要停机处理,影响电厂连续运行。电厂亟需升级运维模式,通过智能化升压站实现设备状态的实时监测与自动预警,减少人工干预,缩短故障响应与处理时间,推动运维从被动抢修向主动预防转变,这是电厂应对运维压力的现实选择。

### 1.3 电厂安全稳定运行的客观要求

安全稳定运行是电厂运营的核心前提,升压站作为电力传输的关键节点,其运行状态直接影响整个电厂系统的安全性。传统升压站缺乏实时监测与智能预警机制,设备故障可能无法及时发现,进而引发连锁反应,影响电力供应稳定性,甚至造成安全事故。随着电力系统联网范围扩大与运行复杂度增加,任何一个环节的故障都可能产生更大范围影响。电厂需要智能化升压站通过实时采集设备运行数据,分析设备健康状态,提前识别潜在故障风险,并具备一定的自动处置能力,降低故障发生概率与影响范围,为电厂安全稳定运行提供可靠保障,这是电厂满足安全运行要求的客观需要。

### 1.4 电厂适应能源结构调整的发展需要

当前能源结构正逐步向清洁化、多元化转型,风电、光伏等新能源发电比例不断提升,电厂也在逐步整合新能源发电资源,形成多能源互补的发电模式。这种转型对升压站的适应性提出更高要求,传统升压站难以兼容不同类型新能源发电的输出特性,也无法实现与新能源发电系统的协同调度。为更好地整合新能源发电资源,提升新能源电力的消纳与传输能力,电厂需要智能化升压站具备更强的兼容性与协同性,能够实时匹配新能源发电的波动特性,优化电力传输调度,推动电厂从传统发电模式向综合能源服务模式转型,助力电厂在能源结构调整中占据有利地位,这是电厂实现可持续发展的必然选择。

## 2 智能化升压站的核心技术架构

### 2.1 设备状态感知技术体系

多维度传感技术的集成应用围绕升压站关键设备展开,涵盖变压器、开关设备、母线等核心组件,通过部署电压、电流、温度、湿度、振动等不同类型的传感器,实现对设备运行状态的全面感知,打破传统单一参数监测

的局限,为后续数据分析提供全面数据支撑<sup>[2]</sup>。实时数据采集与预处理机制则依托传感设备获取的数据,通过边缘计算节点对原始数据进行过滤、清洗与规整,去除冗余信息与干扰数据,确保数据准确性与有效性,同时将处理后的数据按设定频率传输至后端平台,为设备状态评估与故障预判奠定基础。

## 2.2 数据传输与通信技术

高可靠性通信网络构建结合有线与无线通信方式,形成覆盖升压站全域的通信链路,有线通信保障关键数据稳定传输,无线通信弥补有线覆盖盲区,通过网络冗余设计,避免单一通信链路故障导致的数据传输中断,确保数据在设备与平台、平台与调控中心之间高效流转。数据传输的安全性保障方案从数据加密、访问控制、身份认证等多方面入手,对传输数据进行全程加密处理,严格限制不同角色的数据访问权限,通过身份验证机制防止未授权设备或人员接入网络,避免数据泄露、篡改或恶意攻击,保障整个通信过程的安全可靠。

## 2.3 数据处理与分析技术

大数据分析平台的搭建整合分布式存储与计算资源,能够容纳升压站长期积累的海量运行数据,同时具备高效的数据检索与调用能力,为多维度数据分析提供支撑。智能算法在数据解读中的应用针对设备运行数据特点,引入趋势分析、异常检测、寿命预测等算法,通过对历史数据与实时数据的对比分析,识别设备运行状态变化规律,精准判断设备是否存在潜在故障风险,为设备运维提供科学依据。

## 2.4 决策与控制技术

智能决策模型的构建基于设备运行数据与历史运维经验,整合设备故障特征、运维成本、供电需求等多方面因素,形成具备自主判断能力的决策逻辑,当系统检测到设备异常或运行参数偏离阈值时,能够自动生成最优运维方案或调控建议,减少人工决策的主观性与滞后性。自动控制与远程调控机制则将决策模型输出的指令转化为具体操作,通过对升压站设备的远程控制,实现运行参数的实时调整或故障的快速处置,同时支持运维人员对控制过程的全程监控,确保调控操作的安全性与准确性。

# 3 智能化升压站在电厂的核心应用场景

## 3.1 设备运维管理场景

设备状态实时监控依托前期部署的多维度传感技术与数据传输网络,对升压站变压器、开关设备等核心设备的运行参数进行持续采集与动态展示,运维人员可通过终端平台实时掌握设备电压、电流、温度等关键指标

变化,无需现场巡检即可全面了解设备运行状态,打破传统运维中信息获取不及时、不全面的局限,甚至能捕捉到人工巡检难以察觉的细微参数波动。潜在故障预警与诊断基于大数据分析平台与智能算法,对设备运行数据进行深度解读,通过对比历史正常数据与实时数据差异,识别参数异常波动背后的潜在故障风险,结合设备故障特征库,精准判断故障类型与可能位置,为运维人员提前介入处理提供明确方向,有效避免故障扩大化<sup>[3]</sup>。运维任务智能规划综合考虑设备故障紧急程度、运维人员技能匹配度、备件库存情况等因素,自动生成合理的运维任务清单与执行顺序,避免人工规划中任务重叠或遗漏,根据任务完成情况动态调整后续计划,提升运维工作的有序性与效率,减少无效运维成本消耗。

## 3.2 能源传输调控场景

电压与功率智能调节针对电厂发电输出与电网接收需求的动态变化,通过决策与控制技术实时调整升压站变压器的变压比与输出功率,确保输出电压稳定在电网要求范围内,避免因电压波动影响电力传输质量或损坏电网设备,为后续电力远距离输送提供稳定基础。能源传输路径优化依托对电厂内部发电单元分布、外部电网接入点负荷情况的数据分析,自动筛选出损耗最低、效率最高的能源传输路径,当某条路径出现负荷过高或设备异常时,迅速切换至备用路径,保障能源传输的连续性与经济性,降低传输过程中的能源损耗。负荷变化动态适配则密切跟踪外部电网负荷的实时波动,根据负荷增减情况及时调整升压站的能源传输量,在电网负荷高峰期增加传输输出以满足用电需求,在负荷低谷期合理控制传输量,减少能源浪费,实现电厂发电与电网用电的动态平衡,助力电厂提升能源利用效率。

## 3.3 安全风险防控场景

安全隐患实时识别通过对升压站设备运行数据、环境数据如烟雾、明火、气体浓度等的实时监测与分析,快速识别设备过热、绝缘破损、气体泄漏等安全隐患,同时对人员违规进入危险区域等行为进行智能识别,第一时间将隐患信息反馈至监控平台,让运维人员能尽早介入排查。紧急情况自动响应在检测到短路、火灾等紧急情况时,无需人工干预即可启动预设的应急处置程序,如自动切断故障设备电源、启动灭火装置、开启通风系统等,快速控制险情发展,降低事故损失,避免险情对周边设备和人员造成更大威胁。风险扩散有效阻隔则通过对故障区域的精准定位与隔离控制,切断故障设备与其他正常设备的连接,防止故障电流、火焰等向周边扩散,通过通信系统及时向电厂调控中心与外部应急部门发送警报

信息,为后续救援与故障处理争取时间,保障整个电厂系统的安全稳定,减少事故对电厂整体运行的影响。

#### 4 智能化升压站为电厂带来的价值体现

##### 4.1 运维效率提升

减少人工干预环节体现在智能化升压站通过自动监测、分析与调控,替代传统运维中大量人工巡检、数据记录与手动操作流程,运维人员无需频繁前往现场,仅需通过终端平台即可完成多数管理工作,大幅降低人工投入<sup>[4]</sup>。缩短运维响应时间依托实时数据监测与故障预警功能,设备异常情况能被迅速捕捉并反馈,运维人员可第一时间获取故障信息与处置建议,无需花费大量时间排查问题,显著加快运维行动节奏。降低运维工作复杂度则通过智能系统对复杂数据的整合分析与运维任务的自动规划,将原本分散、繁琐的运维环节梳理成有序流程,减少人工判断与决策的难度,让运维工作更具条理性与可操作性。

##### 4.2 运行成本优化

减少设备无效损耗源于智能化升压站对设备状态的精准把控,通过实时监测设备运行参数,避免设备因过载、异常运行等情况产生额外损耗,延长设备使用寿命,减少因设备过早损坏带来的更换成本。优化备品备件管理借助智能系统对设备故障概率与备件消耗规律的分析,提前预判备件需求,合理制定采购与库存计划,避免备件积压造成的资金占用或备件短缺导致的运维延误,提升备件管理的经济性。降低整体运营能耗通过智能调控设备运行状态与能源传输路径,减少设备空转、能源浪费等情况,让整个升压站运行过程更节能,从长期来看能为电厂节省可观的能源支出。

##### 4.3 安全性能增强

提升故障处理及时性得益于智能化升压站的实时预警与自动响应机制,故障发生后系统可快速定位问题并启动应急处置程序,甚至在部分场景下实现自动修复,避免故障长时间持续引发更大风险。降低安全事故发生概率通过对安全隐患的实时识别与提前干预,在事故萌芽阶

段就将风险消除,减少设备故障、人员违规操作等引发安全事故的可能性,为电厂营造更安全的运行环境。增强系统抗干扰能力则通过优化通信网络与数据处理机制,减少外部电磁干扰、数据传输波动等对升压站运行的影响,确保系统在复杂环境下仍能稳定工作,提升整体安全保障水平。

##### 4.4 能源效益提升

提高能源传输效率依靠智能化升压站对电压、功率的精准调节与传输路径的优化,让能源在升压与输送过程中更符合电网需求,减少因参数不匹配导致的效率损耗,提升能源利用的有效性。减少能源传输损耗通过实时监测传输过程中的能源变化,及时调整传输策略,降低线路电阻、设备发热等造成的能源流失,让更多电力能有效输送至电网。增强能源供应稳定性则通过动态适配电网负荷变化与快速应对设备故障,避免因升压站问题导致能源供应中断或波动,为电厂向电网稳定供电提供可靠支撑,提升电厂在能源供应中的信誉与竞争力。

#### 结束语

智能化升压站通过先进的技术架构,在电厂的设备运维、能源传输调控与安全风险防控等场景中发挥重要作用,为电厂带来运维效率提升、成本优化、安全性能增强及能源效益提升等多方面价值。尽管当前应用可能存在部分待完善之处,但随着技术不断发展,智能化升压站在电厂的应用将更加成熟,为推动电厂实现高质量、可持续发展,助力能源行业转型贡献更大力量。

#### 参考文献

- [1]霍金龙,刘茂强.智能巡检机器人在火电厂升压站中的应用研究[J].电力系统装备,2024(7):106-107,138.
- [2]刘武.发电厂升压站智能巡检机器人安全监测研究与应用分析[J].电气开关,2023,61(4):28-33,37.
- [3]秦源.发电厂升压站智能巡检机器人安全监测研究[J].今日自动化,2023(8):61-64.
- [4]黄博睿.电厂升压站保护装置配置标准化设计与实现[J].中国新技术新产品,2025(17):61-63.