

老旧变电站智能化改造关键技术与实施

王英哲

乐山电力股份有限公司 四川 乐山 614000

摘要: 本文聚焦老旧变电站智能化改造,先剖析其运行管理现状,指出人工操作监控局限、数据采集处理能力不足、应急响应与故障处理能力弱等问题。接着从提升自动化、强化数据监控分析、增强应急响应预警三方面分析改造需求。随后阐述关键技术,涵盖智能监控、设备状态监测与智能维护、自动化开关设备与智能调度、数据管理与信息共享。最后提出实施策略,包括改造前评估规划、改造后测试验收、人员培训与运维管理,为老旧变电站智能化改造提供全面指导。

关键词: 老旧变电站;智能化改造;关键技术;实施方案

1 老旧变电站运行管理现状

1.1 人工操作与监控的局限性

老旧变电站目前仍较多依赖人工进行操作与监控,这种传统方式存在诸多局限性。一方面,人工操作易受人员技能水平、精神状态及经验等因素影响,导致操作失误概率增加,影响变电站运行的稳定性和安全性。另一方面,人工监控难以实现对变电站设备运行状态的实时、全面监测。监控人员需时刻关注大量仪表、信号等,长时间工作易产生疲劳,导致对异常情况的反应不及时,无法及时察觉设备潜在问题,错过最佳处理时机,给变电站安全运行带来隐患。

1.2 数据采集与处理能力的不足

老旧变电站的数据采集与处理能力相对薄弱。在数据采集方面,受限于设备技术水平和配置,采集的数据种类和精度有限。许多老旧变电站的传感器精度较低,无法准确采集设备的温度、压力、电流、电压等关键参数,导致获取的数据不能真实反映设备运行状态^[1]。在数据处理方面,缺乏先进的数据分析算法和高效的数据处理平台。采集到的数据往往只能进行简单的统计和展示,难以深入挖掘数据背后的潜在信息,无法为设备状态评估、故障预测等提供有力支持。

1.3 应急响应与故障处理能力

老旧变电站的应急响应与故障处理能力存在明显短板。在应急响应方面,缺乏完善的应急预案和快速响应机制。当发生突发故障或异常情况时,由于没有明确的应急处理流程和责任分工,各部门之间协调困难,导致响应时间延长,无法及时采取有效措施控制故障影响范围。在故障处理方面,由于设备老化、技术落后,故障诊断难度较大。维修人员往往凭借经验进行故障排查,缺乏先进的故障诊断工具和技术手段,导致故障定位不

准确,维修时间长。老旧变电站的备品备件储备不足,一旦出现关键设备故障,无法及时更换,进一步延长了故障处理时间,降低了供电可靠性。

2 老旧变电站智能化改造需求分析

2.1 提升自动化水平的需求

老旧变电站当前人工操作比重较大,在设备倒闸操作、日常巡检等环节效率低下且易出错。随着电力负荷持续增长、电网结构日益复杂,传统人工操作方式已难以满足电网安全稳定运行的要求。提升自动化水平,可借助智能设备实现设备远程控制、自动操作,减少人工干预,降低人为失误风险。例如,通过自动化控制系统实现断路器的自动分合闸,能快速响应电网调度指令,提高操作准确性和响应速度。自动化巡检机器人可替代人工完成设备外观检查、温度测量等工作,不仅提高巡检效率,还能实时反馈设备状态信息,及时发现潜在问题,保障变电站可靠运行。

2.2 强化数据监控与分析能力的需求

老旧变电站数据采集手段有限,数据精度和完整性不足,且缺乏有效的数据分析工具。在数字化时代,海量数据蕴含着设备运行状态、电网负荷变化等重要信息。强化数据监控与分析能力,需构建全面的数据采集系统,整合变电站内各类传感器数据,实现数据的实时、准确采集。运用大数据分析、人工智能等技术对采集到的数据进行深度挖掘,提取有价值的信息。

2.3 增强应急响应与故障预警能力的需求

老旧变电站应急响应机制不完善,在面对突发故障时,往往存在响应时间长、故障定位不准确等问题,导致故障影响范围扩大,造成较大经济损失。增强应急响应与故障预警能力,需建立智能化的应急指挥系统,实现故障信息的快速传递和共享^[2]。当发生故障时,系统能

自动定位故障点,并提供最佳抢修方案,指导抢修人员快速开展抢修工作。通过实时监测设备运行状态,利用故障预警算法提前发现设备潜在故障隐患,及时发出预警信息,提醒运维人员采取预防措施。

3 老旧变电站智能化改造关键技术

3.1 智能监控系统

智能监控系统是老旧变电站智能化改造的核心技术之一,它突破了传统监控的局限,实现了全方位、实时、精准的监控。在监控范围上,智能监控系统整合了变电站内各类设备、环境参数等监控点。通过高清摄像头、红外热成像仪等设备,对变电站设备的外观、运行状态进行实时监测,不仅能捕捉设备的细微变化,还能在夜间或恶劣环境下清晰成像。对变电站内的温湿度、气体浓度等环境参数进行精准测量,为设备运行提供适宜的环境保障。在数据处理与分析方面,智能监控系统运用先进的图像识别、数据分析算法。对采集到的视频图像进行实时分析,能够自动识别设备的异常状态,如设备外观破损、部件松动等,并及时发出警报。对环境参数数据进行分析,可预测环境变化趋势,提前采取调控措施,防止因环境因素导致设备故障。智能监控系统还具备远程监控与管理功能。运维人员可通过移动终端或远程监控中心,随时随地查看变电站的运行状态,实现对变电站的远程操控和实时调度。这不仅提高监控效率,还降低运维成本,使变电站的管理更加便捷、高效。

3.2 设备状态监测与智能维护

在设备状态监测方面,采用了多种先进的传感器技术。在变压器上安装油色谱传感器、局部放电传感器等,实时监测变压器的油中气体含量、局部放电情况等关键参数,准确评估变压器的健康状态。在开关设备上安装位移传感器、压力传感器等,监测开关的分合闸位置、操作压力等,及时发现开关的机械故障。通过这些传感器的实时数据采集,为设备状态评估提供了丰富的数据支持。基于设备状态监测数据,智能维护系统运用大数据分析和机器学习算法,建立设备状态评估模型。对设备的运行数据进行深度挖掘和分析,预测设备的剩余使用寿命和故障发生概率。根据评估结果,制定个性化的维护计划,实现从“定期检修”向“状态检修”的转变。智能维护系统还具备故障诊断与修复功能,当设备发生故障时,系统能够快速定位故障点,分析故障原因,并提供修复方案。运维人员可根据系统提供的指导,快速开展故障修复工作,缩短故障处理时间,提高供电可靠性。

3.3 自动化开关设备与智能调度

自动化开关设备和智能调度技术是提高变电站自动化水平和电网运行效率的重要手段。自动化开关设备采用了先进的电子技术和控制技术,实现了开关的快速、准确分合闸操作。与传统的开关设备相比,自动化开关设备具有操作速度快、可靠性高、寿命长等优点^[1]。在电网发生故障时,自动化开关设备能够快速响应,迅速切除故障区域,防止故障扩大,保障电网的安全稳定运行。智能调度系统则基于先进的通信技术和优化算法,实现了对变电站内设备和电网运行的智能调度。通过与上级调度中心的实时通信,智能调度系统能够及时获取电网的运行信息和调度指令,根据电网的负荷变化和设备状态,自动调整变电站的运行方式。智能调度系统还具备故障自愈功能。当电网发生故障时,系统能够自动分析故障情况,制定故障隔离和恢复供电方案,快速恢复非故障区域的供电,减少停电时间和停电范围。

3.4 数据管理与信息共享

数据管理与信息共享技术是变电站智能化改造的基础支撑,它实现了变电站内各类数据的高效管理和共享。在数据管理方面,建立了统一的数据管理平台,对变电站内的设备数据、运行数据、环境数据等进行集中存储和管理。采用先进的数据存储技术和数据库管理系统,确保数据的安全性、完整性和可靠性。对数据进行分类、编码和标准化处理,方便数据的查询、分析和利用。信息共享技术则通过构建变电站内部网络和与上级调度中心、其他变电站的互联互通,实现了数据和信息的实时共享。运维人员可以通过信息共享平台,获取变电站内各类设备的运行状态、故障信息等,及时掌握变电站的运行情况。上级调度中心可以通过信息共享平台,对变电站进行远程监控和调度,实现电网的优化运行。数据管理与信息共享技术还为变电站的智能化应用提供了数据支持。

4 老旧变电站智能化改造实施策略

4.1 改造前的评估与规划

老旧变电站智能化改造并非一蹴而就,改造前的全面评估与科学规划是确保改造项目顺利推进并取得预期效果的关键前提。评估工作需涵盖多个维度,要对变电站现有的设备状况进行细致排查,包括设备的运行年限、性能参数、故障历史等,明确哪些设备已严重老化、性能低下,急需更换或升级;哪些设备虽运行时间较长,但性能尚可,可通过技术改造提升其智能化水平。评估变电站的电网结构、负荷特性以及未来的发展规划,了解电网对变电站智能化改造的具体需求,如是否需要增加新的功能模块、提高供电可靠性等。还需考

考虑变电站的地理位置、周边环境等因素，这些因素可能对改造方案的实施产生影响，例如在环境恶劣地区，设备的防护等级需要相应提高。基于评估结果，制定详细的改造规划，规划要明确改造的目标、范围、时间节点和预算。确定智能化改造的具体内容，如是否引入智能监控系统、自动化开关设备、智能调度系统等。合理划分改造阶段，根据变电站的实际情况和改造任务的轻重缓急，安排不同阶段的改造工作，确保改造过程不影响变电站的正常运行。制定预算计划，充分考虑设备采购、安装调试、人员培训等各项费用，确保改造项目在经济上可行。同时要制定风险应对措施，对可能出现的设备供应延迟、技术难题、施工安全等问题提前做好预案，降低改造过程中的风险。

4.2 改造后的测试与验收

改造完成后，严格的测试与验收工作是保证老旧变电站智能化改造质量的重要环节。测试工作应全面且细致。对智能化设备进行功能测试，检查设备是否能够按照设计要求正常运行，各项功能是否准确实现。进行性能测试，评估设备的性能指标是否满足要求，如传感器的精度、通信系统的传输速率等。进行兼容性测试，确保新安装的智能化设备与变电站原有的设备和系统能够良好兼容，实现数据的共享和交互。还需进行模拟故障测试，检验智能化系统在面对突发故障时的应急响应能力和故障处理能力。验收工作要依据相关标准和规范进行。组织专业的验收团队，成员应包括电力专家、设备供应商代表、运维人员等。验收团队根据改造规划和测试结果，对改造项目进行全面评估。检查改造工程是否按照规划要求完成，设备安装是否符合规范，系统功能是否正常运行。对测试过程中发现的问题进行复查，确保问题得到彻底解决。只有当改造项目完全符合验收标准时，才能通过验收，正式投入运行，验收团队还应形成详细的验收报告，对改造项目的优点和不足进行总结，为后续的运维管理和进一步优化提供参考。

4.3 人员培训与运维管理

老旧变电站智能化改造完成后，人员培训和运维管理是保障变电站长期稳定运行的重要保障。人员培训至关重要，由于智能化变电站采用了许多新技术、新设备，运维人员需要具备相应的知识和技能才能胜任工作。因此要制定全面的培训计划，针对不同岗位的人员

开展有针对性的培训。对于技术人员，重点培训智能化设备的技术原理、安装调试、故障诊断与维修等方面的知识；对于运维人员，培训内容主要包括智能化系统的操作使用、日常巡检、数据监测与分析等^[4]。培训方式可以多样化，包括理论授课、现场实操、模拟演练等，通过实际操作和案例分析，提高运维人员的实际操作能力和应急处理能力。运维管理要建立科学、规范的制度体系。制定详细的运维规程，明确运维人员的职责和工作流程，规范设备的巡检、维护、检修等工作。加强对智能化设备的状态监测，利用先进的监测技术实时掌握设备的运行状态，及时发现设备潜在的问题。建立设备台账，记录设备的运行数据、维护记录、故障处理情况等信息，为设备的管理和维护提供依据。定期对运维工作进行评估和总结，分析运维过程中存在的问题，不断优化运维管理流程，提高运维管理水平。另外，要加强与设备供应商的合作，建立快速响应机制，确保在设备出现故障时能够及时获得技术支持和备品备件供应，保障变电站的安全稳定运行。

结束语

老旧变电站智能化改造是电力行业发展的必然趋势，对于提升电网安全稳定运行水平、提高供电可靠性具有重要意义。本文通过对老旧变电站运行管理现状的分析，明确改造需求，并深入探讨关键技术和实施策略。在实际改造过程中，需综合考虑各种因素，科学规划、精心实施，确保改造项目取得预期效果。同时要重视人员培训和运维管理，为智能化变电站的长期稳定运行提供保障，推动电力行业向智能化、现代化迈进。

参考文献

- [1]赵虎.智能化变电站运行维护技术应用与实施要点探究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术.2023.24(3):86-88.
- [2]孙慧谦.智能化变电站中网络通信技术的应用现状及分析[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术.2022.29(2):54-56.
- [3]张源涛.智能变电站关键技术研究[J].电力系统自动化,2020,44(5):45-52.
- [4]王雪,赵琳琳.变电站智能化改造的实践与探索[J].电网技术,2021,45(3):105-112.