

国家电网变电站智能化改造研究与实践

杨培

内蒙古电力（集团）有限责任公司鄂尔多斯供电分公司，内蒙古自治区鄂尔多斯市，017000；

摘要：随着我国电力系统的快速发展和智能电网构建的逐步推进，对变电站的智能化改造提出了迫切需求。本研究通过国家电网公司的变电站智能化改造项目为实践基础，系统地分析了国内外变电站智能化的发展现状与趋势。采用综合理论与工程实践相结合的研究方法，重点探讨了变电站智能化改造的技术路线、关键技术与实施策略。研究发现，通过实施设备状态监测与故障诊断、智能决策支持系统等技术的应用，能有效提升变电站的自动化水平、运行效率和可靠性。实践证明，改造后的智能变电站能响应电网调度的需求，实现资源的优化配置和能源的高效利用，为实现电网智能化提供了成功经验和技術借鉴。研究为国家电网变电站智能化的深入推进和科学管理提供了理论指导和实践方案，对提升我国电网现代化水平具有重要的理论和现实意义。

关键词：变电站智能化改造；国家电网；自动化水平；电网现代化；设备状态监测

DOI：10.69979/3060-8767.25.01.021

引言

21 世纪信息化发展加速，电力行业面临挑战，变电站管理有难题。传统变电站设备管理模式不能满足增长需求，智能电网建设变电站智能化改造成为研究课题。改造包括技术提升，运维改进，自动控制能力增强，系统信息化加强，调度优化。借鉴国际经验，制定适合国情改造计划。研究靠国家电网公司项目，分析智能化变电站技术路线、技术要点，给出实施方法，目标技术实践结合，争取变电站效率变高，电力资源分配合理，推动电网智能化发展，保障电力行业持续发展有作用，处理困难。

1 变电站智能化改造背景与发展概述

1.1 国内外电力系统发展趋势

全球电力系统经受深远转变，智能电网建设变成促进电力工业转型关键路径^[1]。新能源发电比例提高，可再生能源并网需求增长，电网原来集中式模式变成分布式模式转型，注重弹性、可靠性和高效性。先进国家普遍使用智能感知、信息通信和自动化控制技术，持续提高电力系统运作能力，达成多能源协调智能化管理方式。国内电力系统适应经济快速进步能源结构调整需求，遭遇负荷增长绿色低碳转型难题，需要解决更多实际问题。智能化变电站作为智能电网的核心组成部分，其建设和改造对于优化资源配置、提升能源利用效率具有重要作用。当前我国在电力系统智能化方面取得了一定成效，但与发达国家相比依然存在差距，加强技术创新与行业协作已成为进一步提升电网现代化水平的关键路径。

1.2 变电站智能化改造的需求与意义

电力系统发展起来，智能电网搭建起来，推动变电站智能化改造，提升电网现代化水平的重要部分。传统变电站运行效能差，管控实力弱，问题处理方面不完善，不能匹配当前电力需要变得繁杂多变的特点。智能化改造使用先进技术，完成设备状态监测、故障诊断、资源精准调度任务，电力系统获得高度安全和可靠的保证。智能变电站优化能源使用效能，减少人为干预的程度，提升运行自动化水平，完全适应电网调度动态需要不断变化的趋势。改造是电网产业发展必须经历的方向，推动能源供需协调发展的重要措施。变电站智能化改造使电网规模化发展、绿色能源使用获得深远战略价值，助力能源结构优化调整，给予电力系统高质量发展的坚实支撑。

1.3 变电站智能化改造的技术挑战

变电站智能化改造面临技术挑战主要体现在多系统融合、数据处理复杂性和标准化不足等方面。设备互联互通要求高，传统系统难以兼容；监测数据量激增对实时分析和存储能力提出更高要求；缺乏统一技术标准与规范限制了技术推广与实施效果，影响整体智能化水平的提升。

2 国家电网变电站智能化改造的现状与技术路线

2.1 国家电网变电站智能化现状

国家电网搭建智能电网进程中，变电站智能化改造变成关键组成部分不可缺少的部分。现在完成一批拥有代表性的智能变电站项目，达成部分智能化功能的实际使用。传统变电站慢慢变成智能变电站，广泛采用新一

代信息技术跟自动化设备,展示出显著的技术升级方向发展势头非常强劲。智能变电站针对数据采集、通信技术、数字化控制这些方面取得进展,电力设备运行状态的实时监测跟自动化控制得到技术支撑保障电力系统稳定。智能终端设备的应用慢慢普及,大数据跟人工智能的分析技术在部分试点变电站中获得初级应用。全部推进进程中,区域改造进度不均等、设备兼容性跟标准化程度存在缺陷的问题存在,需要提升技术融合跟统一计划争取更好效果。

2.2 变电站智能化改造的技术路线

变电站智能化改造技术路线实现现代化电网重要一环必不可少部分,中心思路是用先进信息技术、网络通信技术、自动化控制技术融合起来,建成高效、可靠智能化系统架构。技术设计方面用分布式数据采集传输方法,完成设备运行状态监测、数据高效传输,保证系统运行。信息集成平台建好后,各种数据源统一接入汇聚,支持多层次、多功能智能化应用服务。功能设计方面把智能诊断技术、预测性维护技术、在线监测系统结合使用,提高设备故障解决能力、电网运行效率,保证电力供应安全稳定。改造过程注重设备的互联性与兼容性,推动变电站内部的物联化建设,以实现全面信息共享与智能协同。通过上述技术路线,构建结构合理、运行稳定的智能化变电站,为电网现代化奠定坚实基础。

2.3 关键技术及其应用

变电站智能化改造的关键技术包括设备状态监测与故障诊断技术、智能决策支持系统以及自动化控制系统。这些技术通过实时数据采集与分析,实现设备健康状态的精确评估与故障的快速定位,并提供高效的决策优化方法,增强系统运行的稳定性与可靠性,满足复杂电网条件下的调度与优化要求。技术的应用有效提升了变电站的自动化水平,为电网智能化建设提供了重要支持与保障。

3 变电站智能化改造的关键技术与实施策略

3.1 设备状态监测与故障诊断技术

设备状态监控问题判断方法是变电站智能化改造的中心重要部分之一,应用提高变电站运作的稳定性和效能具有重大价值^[3]。方法利用安装多种精密传感器和在线监控设备,获取设备运作时的重要状态参数,涵盖温度、振动、电流、电压等数据。多源数据融合和大数据分析方法能够精确辨别设备运作状态出现的不正常变化,并且依靠历史数据和问题机理模型完成走向预判

和问题判断。人工智能算法加入后,方法能够针对可能出现的异常情况发出警告,并且制定完善有效的运作方案推荐,最终达成保养物资和成本的最优分配。借助物联网和智能终端的应用,状态监测数据可以实时上传至云端平台,为变电站的集中化管理和智能化运行提供数据支撑。设备状态监测与故障诊断技术的应用有效减少设备故障率,延长设备使用寿命,提高了变电站整体的运行稳定性和可靠性,是实现智能变电站建设的重要环节和技术保障^[4]。

3.2 智能决策支持系统

智能决策协助系统属于电力站智能化改造重要核心技术。构建先进算法结构以及信息获取实用技术,能够完成大量运行信息详细分析处理。使用机器智能加上大数据先进技术,智能决策协助系统找出设备潜在严重问题,优化运行具体方案,帮助进行电力调度准确决策。技术提高电力站处理复杂电力场景实际效率,减少人工操作常见失误概率。整合多种丰富信息源,提供优质可靠协助,确保电力系统安全稳定持续运行,提供坚实可靠技术支持。使用智能决策协助系统推动电力站传统管理转变成智能化高效管理,电网新时代快速发展奠定重要稳固基础。更多实际应用确认,智能决策协助系统成效显著,意义非常巨大。

3.3 自动化控制系统的实现与优化

自动化控制系统的实现与优化是变电站智能化改造的核心环节,通过采用先进的控制算法及实时通信技术,实现设备间的协同与精准操作。基于分布式控制架构,优化控制逻辑和策略,提高系统响应速度与资源利用效率。通过引入智能终端设备与动态数据分析技术,强化自动化控制平台的可扩展性和可靠性,为变电站智能化运行提供技术支撑。

4 智能变电站改造的实践与成效

4.1 智能化改造后的变电站运行效果

智能化改造变电站运行效果提高。工作人员引入智能设备,变电站完成设备状态全时段实时监测故障诊断,减少故障率事故风险,提高设备稳定性安全性。智能化测控自动化技术提升运行效率,完成电力资源精确调度优化配置,达到运行需求。变电站能智能响应电网指令,机动调整运行参数,调整适应不同负荷变化,提升电网机动性经济性。提高数据采集处理能力,让变电站具备实时监控预警功能,电网可靠运行获得有力保障,技术进步让电力系统更稳定,管理更方便。

4.2 改造后的自动化水平与可靠性提升

电力工业在时代变革中,迎来了一座新纪元的变电站。它的升级运动从智慧化着手,将自动化程度拔高,稳定性随之攀升。新以采用设备运行实时观测和故障检测,对主要装置完成了精细管理,逐步剔除了设备异常的隐患。同时,调度方案解析通过智能系统的辅助,更精准数据让这个系统也得到了长足进步。复杂工况下的稳定移动,这是自动化控制设计特色所在。减少人为差错,提高安全可靠,而升级智慧变电站,这一切正是在新社会里电网发展所展现的技术革命。

4.3 智能化改造对电网调度与资源优化的影响

智能化改造显著提高了电网调度的灵活性与实时响应能力,改造后的变电站能够通过多源数据融合实现精准负荷预测,为电力资源分配提供科学依据^[5]。智能设备的互联与协同优化了能源利用效率,降低了运行成本。基于智能决策支持系统的优化调度,进一步提升了电力系统的稳定性和可靠性,为资源优化配置和绿色能源深度整合奠定了基础。

5 对未来变电站智能化改造的展望与建议

5.1 未来技术发展的趋势

电力技术和信息技术的革新,正在握住一种坚实的可能,变电站智能化改造的步伐,正向着新的技术方向迈进。在装置层,传感与物联网的深度融合,为精细的装置状态感触铺展道路,全方位的智能监察网络开始成型。人工智能与大数据分析,在庞大的运行数据中赋予决策和控制以崭新的智慧,效能不断提升。5G 技术的到来,化作强劲的后盾,为数据传输提供稳定的保障,让系统之间的协作更为流畅。边缘计算与云计算的联合使用将提升变电站的信息处理能力,支持分布式智能控制的实现。能源管理技术和可再生能源接入技术的创新也将推动变电站向低碳化、绿色化方向发展,为建设更高水平的智能电网提供技术基础。

5.2 变电站智能化改造的挑战与对策

变电站智能化改造遇到很多难题,技术繁琐性让操作变得复杂,设备适配性让使用受到限制,数据融合增加处理方面的困难,关键技术完善度影响实际效果。改造成本造成资金压力变大,时间周期导致工程进度拖延,实际推进工作遇到显著阻碍。人员技术水平跟不上智能

化需求,出现明显差异,专业化人才数量不够限制发展速度。电力行业数字化发展过程中,信息安全问题不能忽略,网络攻击风险变得更加突出,威胁程度更大。解决这些难题,必须推动关键技术研发工作,强化科研和产业之间的合作效率。增加技术人才的培养强度,提高运行和保养方面的技能水平。依靠政策支持来管理成本,加快改造发展的速度。建立完善的法律标准和安全防护体系,保证智能变电站保持平稳、安全、高性能的运营状态。

5.3 对国家电网智能化建设的建议

为推动国家电网智能化建设,应加强新兴技术在变电站中的推广应用,包括大数据分析、人工智能与物联网等,提升系统智能监管与优化能力。需强化技术标准的体系化建设,为智能化改造提供统一规范。通过多方协同与深化试点项目实施,逐步积累实践经验,为实现电网智能化奠定坚实基础。

6 结束语

国家电网变电站智能化的改革,是机遇也是挑战。其发展态势与前瞻方向,分析可见深刻的思维与推进技术上的决心。自动化程度提升,被科技的智慧驱动。资源效率优化,是带着时代需求的协作之果。而智能变电站,它在调度需求里展现了它的无疑价值。但技术追赶间,总有验证缺失的隐忧在。这项研究,重新审视技术提升的方案,也在系统学习中把握每一个改进方向。合作的电网设施,若能优化联合,将使电力的长远未来,注入现代化与可持续发展的新希望。

参考文献

- [1] 劳荣华. 变电站智能化技术改造研究[J]. 装备维修技术, 2021, (07): 0263-0263.
- [2] 王丰, 赵国普, 李爱华, 杨耿, 袁睿. 国家电网公司智能电网 IPv6 应用探讨[J]. 数字通信世界, 2022, (06): 126-128.
- [3] 张鸿昌. 变电站智能化升级改造分析[J]. 中国科技期刊数据库 工业 A, 2023, (10): 0005-0007.
- [4] 任腾飞. 国家电网: 鏖战疫情 主动转型 智能升级[J]. 国资报告, 2020, 0(03): 57-60.
- [5] 陈雪婉, 赵焯, 范若虹. 国家电网断舍离[J]. 财新周刊, 2021, (09): 48-59.