

智能变电站变电运维安全与设备维护分析

王宗利¹ 王颖²

1. 国网天津市电力公司高压分公司 天津 301700

2. 国网天津市电力公司武清供电分公司 天津 301700

摘要: 智能变电站是电力系统核心部分,它采用先进的传感器,通信及自动化技术来实现电力系统高效运行与可靠管理。智能变电站建设与运行对提高电网运行效率,缩短停电时间,降低运维成本起到了举足轻重的作用。在智能电网发展背景下,变电站智能化程度越来越高,变电运维安全和设备维护需求越来越高。文章将对智能变电站运行维护安全与设备维护进行深入剖析,并对变电运行维护中智能技术的应用状况以及未来发展趋势进行讨论。

关键词: 智能变电站; 变电运维安全; 设备维护

引言

伴随着我国电力需求日益增长以及电网规模不断扩大,变电站传统运维模式已很难适应现代电网发展需求。智能变电站提出并构建的目的是通过运用现代信息技术与自动化技术对变电站进行智能化管理与运行维护。智能变电站中运维安全与设备维护是保障其平稳运行的关键要素。

一、智能变电站概念概述

在供电服务中,变电站是电力工程的核心,在电力能源生产和传输过程中起着必不可少的重要作用。在电力系统中担负着电压和电流变换及接受和分配电能等任务。在电力能源处理完毕之后,变电站将被输送至对应的电网以及电路当中,作为供电企业输电服务得以实现的主要基地。实现这一功能离不开支持电流变换,电力能源接收与分配的大量装置,它们分为一次装置和二次装置。一次设备直接参加电能的产生、传输、分配及利用,如变压器、高压断路器、隔离开关、互感器、母线、避雷针、电容器及电抗器。二次设备的主要职责是对一次设备以及电力系统的运行状况进行持续的监控、管理和防护,包括但不限于自动设备、继电保护设备、测量和控制设备以及自动化设备等。

智能变电站以传统变电站为基础,综合运用信息技术,人工智能技术以及网络技术现代科技手段对变电站设备进行自动化控制,动态化监控以及及时性响应。其对变电站信息进行采集,加工,传输及输出等整个过程,由模拟信息向数字信息进行转换,同时建立变电站及电力系统通信系统及网站,使各个主体之间的信息能

够数字化地进行传输及交换。智能变电站信息整合性,动态监测性以及控制协调性等特征显著提高变电站运行效率与服务水平。

智能变电站在技术进步的带动下,是电力领域的一次重大改革,同时也是未来的一大发展趋势。电力工程智能化建设可以使得电力行业逐步适应数字化时代发展要求,满足现阶段社会中各种用电需求,促进电气企业服务效率以及电力系统运行质量提升。

二、当前在智能变电站运维安全与设备维护上存在的问题分析

(一) 运行管理不够规范

智能变电站技术水准高,设备精密运作是不可忽视的。在对设备进行运行和维护时,一定要严格按照操作技能标准进行操作,这样才能保证设备能够连续平稳运行。针对智能变电设备技术含量高、技术操作程序较为复杂、系统内不同设备之间功能联系密切等特点,对技术人员在检修和运行方面有很高的需求。在智能变电设备日常检修中,工作人员专业素养的高低影响着设备的工作状态。如果设备运维期间没有按标准操作程序详细排查相关设备,就有可能导致设备运行故障的发生,影响智能变电站安全运行。

(二) 部分设备存在老化问题

随着智能变电站的发展,电子系统对变电站运行的影响越来越大。运维管理人员目前可以很方便地在后台对设备进行远程控制、对各类问题进行及时反应和处理,不仅显著提高变电站运维安全,而且管理效率也得到很大提高。但值得关注的是智能变电站建设在传统变电站基础之上又有了改进与提升。尽管变电站的规模和主要

设备并未发生根本性变化，特别是许多传统设备仍在电力服务中发挥着核心作用，但这些传统设备由于长时间使用且缺乏全面检测，常见的老化问题无疑给系统运行稳定性形成冲击。设备老化既意味着使用寿命即将到来，又会造成功率传输速度降低。这些问题设备在实践中极易造成信号中断及其他质量与安全隐患，进而对电力传输效率与质量造成严重影响。

（三）存在信息泄漏风险

智能变电站依靠信号传输完成各种功能，这个传输过程由数字模型完成，网络在其中必不可少。但是在实际信号传输中，网络具有开放性特点，使得信号很可能存在泄露或者截获等危险。该网络环境脆弱，造成信号安全保护性能比较差。外部信号干扰还会给智能变电站运行带来负面影响。其中信号泄露、传输效率不高等问题是外界因素扰动下变电站操作中普遍存在的。严重时上述问题甚至会明显降低电力系统整体运行的安全性。

三、智能变电站变电运维安全与设备维护提升对策

（一）加强设备监测与维护

在智能变电站运维安全工作中，强化设备监测及维护工作非常重要，其中核心就是采用先进技术实现设备全方面状态监测及精准维护，从而保障设备的长期平稳运行。利用在线监测技术，能够实时获得设备的各种运行参数，例如温度、电压和电流等，这有助于技术人员及时识别设备可能出现的异常状况。通过对设备的运行数据进行深入分析，状态评估技术能够预估设备的健康状况和可能的故障率，从而为其预防性的维护工作提供坚实的科学支撑。另外，故障诊断技术还可以在设备异常情况下快速定位故障点、分析故障原因并提出解决措施，缩短了故障处理时间，降低停机损失。

智能传感器、物联网等技术的运用使对该装置的监控更全面、更细致。传感器可安装于装置关键部位对装置各参数进行实时监控，通过物联网传输数据至监控中心构成装置工作全景视图。将大数据分析与人智能技术运用到设备监测当中，可以通过挖掘与分析大量数据来发现设备运行过程中可能存在的问题与规律，并提出最佳维护策略。利用这些技术手段能够对设备进行精准维修，避免了传统维修方式过度维修或者维修不到位的情况发生，延长了设备使用寿命，增强了设备可靠性与安全性。

对设备进行综合监测与维护，不仅可以提高智能变电站运行效率，而且可以有效地降低运维成本、降低设备故障率、确保电网平稳运行。所以，加强对智能变电

站运行维护中设备的监控和保养是保障其安全、高效运行的重要举措。

（二）优化设备更新和改造

优化设备更新与改造是提高智能变电站运行维护安全与效率的重点举措，重要意义体现在保证变电站设备时刻保持最佳运行状态并满足日益发展的技术需求。通过对设备运行状态及技术性能进行定期评价，能够及时发现老化及性能降低的设备，从而避免设备老化带来的失效及安全隐患。使用最新高效节能设备可显著提高变电站运行效率与可靠性、降低能源消耗与运营成本。

在对设备进行更新改造时，重点引进数字化变电设备、智能控制系统等先进技术来促进变电站自动化、智能化发展。这样既可以提高装置操作精度与响应速度，又可以通过智能控制对装置进行远程监控与故障自诊断以降低人工干预与操作风险。将新材料、新工艺运用于设备改造，可提高设备耐用性、稳定性、延长设备使用寿命、降低设备维修、更换次数。

设备更新改造也需考虑到系统整体协调性、兼容性等因素，保证新建设备与原有系统无缝对接，以免由于不相容造成系统故障。同时对设备更新与改造策略进行了优化，将大数据分析 with 智能算法相结合，依据设备运行数据与故障历史制定出科学合理的更新计划以保证设备一直保持在最优运行。智能变电站通过对设备更新与改造的不断优化，可以不断提高运维效率与安全性，保障电网稳定、可靠地运行。

（三）加强信息保护

变电站信息传递目前主要是以数字信号方式进行，该方式取决于准确数字信号模型。要想对信号传递进行优化，变电站需要对该模式进行精心制作，并且借助局域网来对信号传递进行稳固的传输基础。供电企业和信息技术企业携手共同构筑安全防护墙加密内部流通信号。信号收发两端均安装有专用解码器以保证仅有企业内部人员能够对其进行判读并实施，从而既保证信号传递稳定安全，同时也增强了系统对外界干扰的抵抗能力，以达到保护信息安全的目的。

与此同时运维管理人员也承担着记录信息的任务。他们把变电站运维管理中出现的问题及有关资料全部详细地记录到工作日志上，实现了日志电子化管理。伴随着日常工作，变电站工作档案得到了完善。系统内嵌数据分析技术可对档案内全部数据进行综合剖析，迅速提取出核心信息并为运维管理人员决策提供强有力支持，有助于其对设备状态进行更加精准的判断，更加高效的

进行管理与维修。这样在显著提高智能变电站运行效率的同时，也充分保证系统内部数据的安全，极大地减少外部因素对系统内部信息传递以及数据分析等方面的扰动。

（四）强化人员培训

加强人员培训是保障智能变电站运行维护安全的根本，其目的在于提高运行维护人员专业技能与安全意识，进而保障变电站高效运行。首先，要构建系统化培训体系，针对不同职位及技能需求制定涵盖理论知识，实际操作及安全规程等内容的详细培训计划。通过采用先进的培训工具，例如虚拟现实（VR）和增强现实（AR）技术，我们可以模拟真实的工作环境，从而帮助员工更加直观地理解设备的操作和故障处理流程，从而提高培训的效果。

其次，定期举办专业技术讲座、专家交流会等活动，邀请业内资深专家交流最新技术动态、实际操作经验、开阔运维人员眼界、更新知识体系。推行导师带徒制度、请有经验的老师傅辅导新师傅、通过现场操作、案例分析等方式传授实战经验与技术诀窍。鼓励运维人员通过外部培训、认证考试等方式取得相关专业资质并提升自身职业素养与技术水平。

在培训内容方面，要强调整理论联系实际，加入实操课程及模拟演练等内容，使受训者在真实的设备及环境下操作练习并熟练运用设备维护及故障排除技能。建立健全培训评估机制，从笔试、实操考核、日常表现评价等环节对培训效果进行综合检测，适时调整优化培训内容与方式，保证培训针对性与实效性。

利用现代化信息管理系统建立员工培训档案以记录培训内容，考核成绩及技能提升等信息，方便制订个性化培训计划及晋升方案。智能变电站运维团队通过连续培训人员，可以时刻保持较高专业能力与安全意识，有效地应对各类复杂运维挑战，保障变电站安全平稳运行。

（五）应用智能化技术

首先，可以采用物联网技术通过传感器与变电站中的各种设备相连，对运行数据进行实时采集，经高速通信网络输送到中央监控系统中，构成一个综合监控及数据分析平台。将大数据分析技术应用于变电站，能够对海量运行数据进行处理与分析，确定设备运行过程中存在的异常与潜在问题并给出准确的故障预警与维护建议。

人工智能技术利用机器学习算法对变电站设备历史数据及运行状态建模分析以达到智能诊断与预测性维护

的目的。智能巡检机器人及无人机可替代人工巡检设备，尤其适用于高风险及不易接近地区，借助高清摄像头及红外线设备巡检，对设备运行状况进行实时监控，及时发现问题，及时上报，极大地提高了巡检效率及安全性。引入智能化控制系统，可实现装置自动化操作与智能调节，运行参数随负载变化而自动调节，优化了能源使用并提升了装置运行效率与稳定性。

利用智能电网技术将变电站紧密地连接在整个电网系统中，达到信息共享、协同控制的目的，并通过智能调度系统对电力资源进行优化配置，保证电力供应稳定、可靠。通过智能化技术改造的实施，实现了变电站远程监控与控制，降低了人工干预与现场操作风险，促进了运维效率的提高。

加强同国内外技术领先企业、科研机构合作，深入开展智能化技术研究与应用工作，积极引进、自主研发先进技术，持续提高智能变电站技术水平及创新能力。智能变电站运行维护可以通过这几项具体落地措施来达到全面智能化的目的，确保设备高效稳定地运行，促进电力行业向智能化方向发展。

结束语

在科学技术快速发展的今天，智能变电站已经成为现代电力系统中不可缺少的一个重要环节。智能变电站运维安全及设备维护直接影响着电力系统能否平稳运行及电力供应可靠性。本文就智能变电站变电运维安全及设备维护进行了深入的分析，能够更好的了解其中所遇到的各种挑战，并且提出了一些有效应对策略。这样既有利于提高变电站运行效率又极大地降低了潜在安全风险。

参考文献

- [1] 张皓. 智能变电站集成化设计与实现[J]. 数字技术与应用, 2023, 41(12): 194-196.
- [2] 徐晨, 赵飞. 智能变电站中的运维监控技术应用[J]. 集成电路应用, 2023, 40(6): 236-237.
- [3] 张灵. 人工智能在变电站运维管理中的应用探讨[J]. 现代工业经济和信息化, 2022, 12(9): 241-243.
- [4] 马庆华. 智能变电站运维技术及设备故障处理分析[J]. 数字化用户, 2022(27): 124-126.
- [5] 王雷雷. 智能巡检机器人在变电运维中的应用分析[J]. 电气技术与经济, 2023(8): 136-137.