

智能变电站变电运维安全管控方法及主要难点

高晓丽 齐冰洁

国网河北超高压分公司

摘要: 智能变电站代表了数字化、自动化与智能化技术的集成应用,利用高级监控和感应技术,对变电站运维情况进行实时监测。本文首先概述了智能变电站运维的基本含义,接着探讨了在智能变电站运维过程中遇到的主要安全管理难题,最终提出了若干针对提升智能变电站运维安全管理的改进策略和措施,旨在为智能变电站的运维安全管理提供有价值的参考和指导,以实现变电站更高效、更安全的运营目标。

关键词: 智能变电站; 变电运维; 安全管控

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-627X.2022.06.239

引言

智能变电站相比传统变电站在大规模应用现代信息技术方面展现出显著区别,通过构建动态的数字化模型,利用高级检测设备和感应器等手段,实现对运行维护信息的全面收集。这种数字化展现、智能化操作和系统化管理的方法,不仅提升了变电站运维的安全性能,也有效降低了运维成本,促进了向“无人值守加集中管理”模式的转变。此外,智能变电站的发展还是实现“智慧电网”目标中不可或缺的一环,为电网的智能化升级和转型提供了坚实基础。此篇论文旨在阐述智能变电站如何通过现代信息技术的广泛应用,提高运维性能,以及对未来电网管理模式的影响。

一、智能变电站变电运维的内涵

(一) 智能变电站变电运维的作用

1. 运行安全监控

通过引入先进的信息技术,智能变电站将人工检测和控制方式转变为自动化、智能化的运维体系。此系统实行的是一种实时数据采集机制,依托于高效的软件系统对收集到的数据进行对比分析处理,以便及时识别出偏离正常范围的异常数据。计算机的大容量存储功能,使其能够详尽记录设备的运行日志和各类报表,确保了信息的即时可访性和完整性。在监测到设备发生故障或者异常数据达到某一危险等级时,计算机系统会立即发出报警,通过采用不同颜色的图标—如蓝色代表正常运行状态、黄色指示异常、红色警告重大故障—来提示工作人员及时进行排查和维修操作。这种模式不仅从传统的人工预防检修转向了智能预测检修,降低了由于故障造成的经济损失,而且通过记录和分析数据,构建了智能变电站运维大数据平台,为未来智能变电站的稳定运行提供了坚实的数据支撑。

智能变电站的智能运维通过全面增强变电设备的状态感知和控制能力,进一步提升了运维工作的精准度和效率。智能化运维不仅意味着问题的即时发现和快速响

应,还包括对大量数据进行深度分析,从而实现对变电站运行状态的全方位监控和管理。相比传统的运维模式,智能变电站的智能运维显著提高了变电设备的运行安全性、可靠性和经济性,为实现电网现代化管理和运营目标奠定了基础。

2. 数据可视性

在智能变电站的信息化系统成功收集运维数据后,利用Hightopo的HT for Web产品等工具,可以构建轻量级的3D可视化视图,并将其投影在大型显示屏上。这样的3D可视化技术不仅生动形象地展现了输电网的实时运行状况,而且通过对变电站的CAD图纸、鸟瞰图、设备的三视图等关键资料进行动态的缩放、平移和旋转操作,极大地增强了数据展示的直观性和交互性。这种高度直观的数据呈现方式,能够使得操作人员和维护团队对变电站的运行状态有一个更快速、更全面的了解。

3. 集中化管理、智能化调度

借助于收集到的数据与3D可视化技术的应用,智能变电站的工作人员得以在前台执行实时操作和智能化调整。这一过程中,系统后台能够即时响应,实现了对整个输电网的智能化管理与控制。同时,系统能够持续记录设备的运行状态数据,从而极大地提升了变电站在智能化和自动化方面的能力。随着未来科技的不断进步,远程调度的技术也有望进一步发展,这将在提高变电运维的智能性和安全性方面发挥重要作用。

4. 智能巡检

传统变电站的日常维护和巡检依赖大量人力进行,并且这种方式在工作效率和维护质量方面存在一定局限性,特别是在遇到高温、暴雨、大雾等恶劣天气时,会遭遇更多的困难和障碍。然而,通过采用先进的监测和感应技术,甚至引入智能化巡检机器人,可以实现对变电运维相关数据的实时收集,这种智能巡检方式使得数据采集更加便捷、精确,且大幅降低成本。当前发展的趋势是向“集中管控+无人值守”模式转变,其中计算

机监控系统发挥主导作用，而人工监控则作为辅助。

（二）智能变电站智能变电运维的优点

1. 变电运维运行数据收集方面

基于高精度、高性能以及高稳定性的监测和感应技术，结合先进的软件应用，智能变电站在实施智能运维和数据收集过程中展现出了更高的速度和精确度，这为进行实时动态监控提供了便利。这种技术优势大大提升了变电站运维的效率和质量，为确保电力系统稳定运行提供了有力支撑。

2. 变电运维运行数据处理方面

智能变电站的运维监控系统通过先进的计算机程序处理运行数据，实现了数据的快速处理和实时展示，有效地反映了变电运维的即时状态。此外，其可视化功能使得变电运维情况的展示更为直观和生动，尤其是在管理成千上万座不同等级变电站时，手工操作显然不现实，而计算机系统能够确保准确无误的信息展示。这一系统大大提高了运维效率和响应速度。

3. 变电运维安全管控方面

智能监控处理系统通过迅速分析数据，能即时识别并报错异常情况，为操作人员提供充裕的处理时间。此外，采用智能化技术取代传统人工作业，有效规避了因员工疲劳、轮班难题、情感冲突或疏忽大意等问题所带来的风险，从而保障了运维工作的安全性和高效性。

二、智能变电站变电运维过程中的安全管控难点

（一）环境管控难点

在智能变电站的构建中，虽然大量智能设备的投入提高了运维效率，但这些设备对环境条件有较高要求，极端天气可能引发安全隐患乃至设备损坏或电网事故。针对环境管控的挑战，技术措施的应用成为关键对策之一。以智能汇控柜的保护设备为例，其运行会受外界环境一如相对湿度超过90%或温度低于-25℃—的影响，潜在地带来质量与安全风险。为了规避这些问题，可通过增配辅助设备、加强例行检修以及加密巡视来提高预警能力。同时，对于关键性设备，实行定期检查和预防维护策略，以确保智能变电站的安全稳定运行。

（二）设备自身可靠性难点

在智能变电站的操作过程中，高性能和精密的智能设备难免面临磨损和老化，尤其是一些重要设备，如GOOSE断链、SV通道异常、对时系统故障、监控系统主机或站控层交换机出现问题、装置显示屏异常等严重缺陷，以及网络记录仪、辅助系统、温控装置、在线监测系统发生故障，这些问题的存在直接关系到智能变电站的安全与可靠性。因此，确保设备可靠性是保障运维过程安全可靠的关键。这要求我们不仅要重视智能设备

的可靠性检测，而且还需加强设备的日常管理，制定一套科学的设备可靠性风险评估模型，通过科学管理来避免或减少设备故障对智能变电站运维的影响。

（三）工作人员操作难点

智能变电站的运维和维护任务主要依赖于运维及维护人员。然而，某些情况下，由于工作制度的不完善和工作人员在技能、认知以及积极性方面的不足，难以有效应对高度集成化的智能变电站的挑战，这直接影响了运维管理的质量与效率。这种技术能力与工作要求之间的差距，不仅导致维护工作不完备，更在出现问题时缺乏快速故障排查和维修的能力，从而可能加剧运行安全风险。因此，提升运维及维护人员的专业技能和认知水平，完善工作制度，增强工作积极性，是确保智能变电站安全、高效运行的关键。

三、优化和改进智能变电站变电运维安全管控的措施

（一）建立健全管理制度

为确保变电运维工作的安全和效率，建立一套全面且细化的管理制度至关重要。这套制度应包括技术交底、培训、日常工作管理、巡视维修、环境监管、监督检查以及奖惩等多个方面，旨在通过定额定量的精细化管理，为运维安全管控提供清晰的规范和指导。具体而言，技术交底制度确保所有工作人员对项目的技术细节和安全要求有深刻理解；培训制度则旨在提升员工的专业技能和安全意识；日常工作管理制度与巡视维修制度合力保障变电站日常运维的正常进行；环境监管制度和监督制度则从外部和内部两个层面确保运维活动的合规性与安全性；考核检查制度通过定期的评估和反馈，促进运维工作不断改进；而奖惩制度则明确奖赏和惩罚的标准，激励员工积极参与安全生产。在这一系列制度的基础上，明确划分责任并落实到具体个人是实现管理目标的关键。通过将运维过程中的管理责任细化，并实行严格的追责制度，可以确保每一名员工都明确自己的职责范围和任务要求，从而时刻保持高度的责任感和紧迫感。相对应的，配套的奖惩措施则可以有助于维护制度的执行力，通过对表现优异的员工给予物质奖励，以及对表现不佳的员工进行批评和惩罚，进一步促进运维工作的质量提升。

（二）落实日常安全控制管理

建立完善的管理体系后，加强变电运维的运行管理显得尤为关键，尤其是将关注焦点集中在安全管控上。为此，可以构建一种网状的管理模式，确保信息和职责在不同层级之间能够有效上传下达，同时在不同区域之间实现良好的联动，从而切实增强日常管理的效果。在这种管理方式下，严格执行“两票三制”政策，一票是

工作票，二票是操作票，三制则是安全技术措施、安全工作措施及安全生产责任制。如果在日常管理中发现有违规操作或不安全隐患，必须立即进行干预，并采用相关教育措施加以纠正，确保问题得到及时的解决。通过严格的规章制度和日常工作的有效管理，不断提升安全控制的质量和效率。此外，智能化管理系统的应用，如利用实时位置跟踪技术，可以极大地提高变电运维的安全性。系统可以根据工作人员的位置信息，结合后台数据，在三维场景中进行实时标记，实现对工作人员位置的有效监控。结合系统预设的安全操作区域，利用工作人员的实时定位信息，系统可以准确判断工作人员是否处于安全区域内工作。一旦检测到工作人员超出安全区域，系统将自动发出安全警告，及时提醒作业人员纠正其位置，避免可能的安全风险。这种智能化的安全监控不仅提高了安全管理的实时性和准确性，也大幅提升了运维效率和作业人员的自身安全意识。因而，结合传统的管理措施和先进的技术手段，能够更全面、更有效地提高变电站运维过程中的安全管理水平，确保电力系统的稳定运行和人员的生命安全。

（三）加强巡视管理

在智能变电站的管理与维护过程中，增强对智能设备的巡检与管理是确保运营安全的重要措施之一。通过实施实时监控，管理人员能够及时掌握设备的运行状况，迅速响应并处理出现的问题，从而有效地避免由智能设备可靠性问题引发的安全隐患。此外，在不同的维护和修理周期中对智能设备执行彻底的检查与维护，并保留详尽的检查与维修日志，是提高设备管理效率和预测设备未来表现的基础。通过对这些日志数据的分析，可以评估智能设备及其零部件的耗损情况和整体寿命，为设备的运维和未来规划提供科学依据。针对智能设备的检测和维护策略，需要执行包括日常检测、定期检测、不定期检测及突击检测等多种模式。日常检测确保持续监控设备状态，定期检测依据设备运行和磨损特点进行预设周期的全面检查，而不定期检测和突击检测则针对特定情况或突发事件，提供快速反应的能力。这种综合检测方式可以确保在各种运营条件下，智能设备的安全性和可靠性得到有效的保障。

（四）做好人员培训

实施智能设备运维安全管理的根本落脚点在于加强对运维人员的专业培训，确保他们能够深入理解智能变电站运维的关键知识点，包括培训基础、检测对象的详细信息以及检测流程等。通过系统化的培训，不断提升运维人员的专业技能和工作效率，从而有效促进智能设备的维护和修理过程。此外，智能变电站还需对运维

人员进行深入培训，以确保他们掌握智能变电运维的信息化运行原则和操作技能，并具备故障诊断与处理的能力。利用智能化应用技术，如三维虚拟仿真技术，增强培训的直观性和实效性，将极大提升培训效果。通过三维动画展示变压器的组装过程、智能设备的工作原理，以及智能设备主要部件的结构和安装位置，配合详尽的文字解释介绍其主要功能和特性。这种生动、直观的培训方式不仅能够帮助运维人员更加深刻地理解设备结构和工作机制，还能提高他们对日常运维和突发故障排查的处理能力。为确保智能变电站的运维工作既高效又安全，强化运维人员的培训成为不可或缺的一环。这不仅包括理论知识的传授，还涉及实操技能的训练，

结语

综合来说，智能变电站的建设对于提高变电站的智能化水平具有重大意义，能有效实现变电站的智能监控、智慧管理与远程控制，极大地提升了变电站的运维效率和安全性。然而，在实际的变电运维工作中，仍然面对多种挑战和难点，这要求持续探索及理解这些问题，并采取科学合理的解决策略，以确保智能变电站的稳定运行和高效管理。

参考文献

- [1] 田萌邹捷. 基于“四道防线”的智能变电站安全管控模式探讨[J]. 百科论坛电子杂志, 2020, 000(010): 396.
- [2] 章新涛. 基于物联网的变电站作业安全智能管控系统[J]. 电力安全技术, 2020, 22(9): 5.
- [3] 杜飞, 王薇. 智能变电站继电保护检修作业安全风险管控解析[J]. 电力系统装备, 2020, 000(002): 54-55.
- [4] 薛磊、曹旌、褚海波、杨要中、梁刚、华铸. 基于图像识别的变电站施工安全管控系统研究[J]. 粘接, 2020, 44(11): 6.
- [5] 王贺, 宋星辰, 顾成成. 智能变电站运行的安全与设备维护[J]. 电子乐园, 2021(8): 1.
- [6] 周景, 魏冰凌, 钟鸣. 智能变电站不停电保护校验技术应用[J]. 内蒙古电力技术, 2020, 38(2): 3.
- [7] 马海云汪贻明. 智能变电站的安全管理[J]. 石油石化物资采购, 2020(35): 118-118.
- [8] 屈延师, 郭凯, 张高峰, 等. 物联网技术在特高压变电站中的应用[J]. 山东电力技术, 2020.
- [9] 周慧、廖成城、李锦鹏. 变电站红外对射智能安全围栏的研制及应用[J]. 电力安全技术, 2020, 22(10): 5.