

电网调度自动化二次检修与运维管理优化

王 嵩

内蒙古超高压供电公司 内蒙古 呼和浩特 010080

摘 要：我国经济建设一直持续高速发展，社会各个领域对电力能源依赖程度不断加深，这给电力系统稳定运行带来了前所未有的压力，现代信息技术深度应用显著提升了变电站智能化程度，但也增加了系统架构复杂性和运维难度，在此背景下加强智能变电站自动化设备调试与日常维护工作尤为重要，必须建立完善故障预警机制来保障系统安全，本研究基于多学科交叉视角系统性探讨智能变电站自动化设备调试技术与运维管理策略。

关键词：智能变电站；自动化；设备调试；运行维护

1 前言

智能变电站的核心技术体系涵盖四网融合传输系统、电子式互感装置、开关量状态监测以及高精度时间同步等关键技术，作为电力基础设施建设的重要发展方向，智能变电站在运行效率提升、运维成本控制、设备状态监测及故障诊断等方面比传统变电站具备显著优势，对推动变电站的可持续发展有着重要价值^[1]。

2 智能变电站的自动化系统结构

2.1 结构技术

智能变电站是传统变电站的升级形态，它在保留原有自动化架构基础上，靠引入先进自动化调试技术实现技术突破发展，该新型变电站系统继承传统结构模式，像集中式、分布式及分布分散式等典型架构，凭创新自动化调试机制显著提升系统运行效能与工作质量。

2.2 结构功能

智能变电站的架构体系能够划分为基础层功能和系统层功能这两个维度，基础层功能主要涵盖设备运行状态实时监测以及异常诊断等基础性工作，在传统变电站模式下这些工作全部依靠人工来完成，其自动化程度直接决定了人力资源投入的强度，自动化水平跟人工劳动强度呈现出显著的负相关关系，系统层功能依托智能变电站自动化平台得以实现，包括运行监控、远程调控、区域管控以及智能决策等高级功能模块，运维人员可借助该集成化平台实现变电站的远程智能化管理^[2]。

2.3 结构特点

智能变电站的架构设计并非简单的设备堆砌，而是与其中部署的自动化智能设备配置方式紧密关联、相互影响的有机整体。具体而言，当智能变电站采用分布式横向布局的自动化智能设备时，例如将智能化的保护测控装置、智能化的数据采集与监控系统（SCADA）、智能化的故障录波器等设备分散部署在变电站的不同区

域，而非集中于中心控制室，这种设备配置方式将直接塑造变电站的分布式横向结构特征。在这种架构下，各个智能设备不再是孤立的信息孤岛，而是通过高速、可靠的通信网络（如光纤以太网、工业无线网络等）与自动化控制系统紧密连接，实现设备间的互联互通和数据共享。

3 智能变电站自动化调试技术优势

3.1 提高电力系统运行安全性

和主要依靠软硬件以及人工巡检的传统变电站相比，智能变电站主要借助四网合一传输、电子互感器、跳合闸接点检测以及时间同步等技术来实现对设备运行状态的监测，传统变电站要是设备状态出现异常情况，需要人工结合软硬件信息去进行故障定位以及原因分析，这个过程所耗费的时间比较长且准确性容易受到影响，智能变电站则能够利用自动化调试技术，通过计算机以及相关系统快速且准确地判断故障，这样就可以缩短故障处理时间，明显提升电力系统运行的安全性^[3]。

3.2 优化电力调度体验

智能变电站采用先进的自动化调试技术体系，达成对无功补偿变压装置的精准调控，该技术方案大幅提升了电网调度效能，优化了电力资源的配置效率，依靠智能化无人值守系统，能对各区域电网负荷做精确计算与动态调节，基于自动化监测平台，系统可实时采集设备运行参数并实施预防性维护策略，在降低设备故障率和延长使用寿命上成效明显，进而全面提升电网调度管理水平。

3.3 提高变电站管理水平

基于自动化调试系统的智能变电站可直接生成并执行工作指令，避免传统人工逐级抄表传递指令的低效模式，显著提升变电站运行管理效能，考虑我国庞大电力用户基数，若完全依赖人工对终端设备进行维护管理，

不仅要投入大量人力资源和时间成本,高强度作业环境下还易出现人为操作失误,相较之下,智能变电站通过自动化系统处理数据,有效规避人工操作可能产生的误差,在人力资源配置和管理效率上优势明显。

3.4 节省变电站运维成本

基于自动化调试系统的智能变电站能够和电网系统实现数据无缝对接,有效避免传统模式下信息传输产生高额成本支出,实证研究显示随着智能变电站管理水平不断提升,人工以及设备投入明显减少且设备运行可靠性大幅提高,进而相应降低了维护费用,为推进智能变电站建设创造了有利条件。

3.5 降低电力调度工作强度

基于自动化调试技术的智能变电站能显著降低运维人员工作负荷,和传统变电站需人工监测电力数据使用情况且负荷随用户数量递增的特点相比,智能变电站借助自动化系统实现了数据信息的实时同步处理,这大幅减少了人工统计电力数据所需的人力资源投入以及时间成本。

4 智能变电站的自动化调试技术

4.1 调试基础

智能变电站工程调试工作主要是对中控系统、传感装置以及软件程序做测试验证,该调试过程通过模拟变电站运行工况,目的是检测设备运行参数是否达标、自动化控制指令是否精确、通信传输链路是否稳定,以此全面评估智能变电站自动化调试技术的可靠性,当前调试体系是由集成系统测试和分系统测试共同构成的,前者重点考察上级调度指令接收与执行的效能,后者主要验证纵向指令之间逻辑的一致性,只有通过这两类系统测试,才能确保智能变电站在实际运行中充分发挥其效能优势和质量特性。

4.2 调试原则

在智能变电站进行调试的过程当中,一定要严格遵循安全第一的原则,重点避免逻辑混乱和概念模糊等问题发生,工程技术人员需要依据相关规范标准给出专业指导,以此确保调试工作具备应有的规范性,自动化调试系统作为智能变电站核心技术支撑,它的稳定运行直接关联到整个系统的安全性,尤其需要注意的是在每次设备完成更新之后,必须对系统开展全面的集成性测试和系统性验证,既要保证单体设备的调试能够达到质量要求,也要确保整体系统可以实现协调稳定运行,只有通过严格且规范的调试流程,才能最终达成智能变电站自动化系统功能完善、衔接合理且运行可靠的目标。

4.3 工厂调试

智能变电站设备在正式出厂以前需要开展工厂调试环节,此过程主要涵盖的内容如下,首先要借助仿真测试来验证设备功能参数是否契合标准要求,其次需要安装与之配套的软件系统,并且构建和实际运行环境相近的模拟场景,以此确保调试数据的准确无误。调试工作主要划分成集成系统测试和分系统测试这两大模块,其核心流程和基础调试规范始终保持一致。调试工作完成之后,设备制造商需要提供包含完整测试报告、使用手册以及备品备件清单等在内的技术文档,这些资料会跟随设备一同移交给变电站运营单位,从而为后续的设备维护和故障诊断提供必要的依据。

4.4 现场调试

在智能变电站建设的过程当中,现场调试环节属于自动化调试技术核心组成部分,其调试基础理论、基本原则以及前期工厂调试工作目的都是确保现场调试能顺利完成,工程技术人员开展现场调试工作时需要重点监控设备网络运行状态,以此保证各项参数传输具备可靠性,防止出现数据异常或者丢失的现象,调试环境里面的温湿度参数应该严格参照实际变电站运行标准来进行设置,开展电力设备联调时必须保证测试设备与实际运行设备在软硬件配置上完全匹配,从而消除潜在的兼容性方面的问题,调试过程当中要对一次设备开展全面的功能测试以及系统联动测试,通过验证调度指令的准确性和执行效果来评估软硬件系统是否达到智能变电站自动化调试的技术要求。

5 智能化变电站运维技术应用与实施

5.1 一次设备运维

在智能变电站一次设备运维体系当中,关键设备主要有电子式互感器、气体绝缘开关设备(GIS)以及温度控制系统,电子式互感器作为智能变电站的核心设备,融合传感技术、信息处理与计算机技术,可精确实现电流电压参数实时监测,运维过程要重点检查设备外观完整性、连接件紧固度以及内部结构状态,运行期间的电子互感器需确保信息传输的可靠性,其运维质量直接关系到系统协调运行稳定性,气体绝缘开关设备(GIS)作为变电站重要基础设施,具备结构紧凑、安装便捷等特点,检修周期可根据运行状况优化调整,运维工作着重对外部连接部件、汇控箱及各组件连接状态检测,温度控制装置作为预防性保护设备,能对一次设备过热故障实施断电保护,避免设备因长期高温运行致性能劣化、寿命缩短等问题,进而影响电力系统运行经济性和可靠性,针对变电站运维过程中设备温度管理问题,需建立完善温度监测机制,重点记录高温故障特征参数并分析

发生规律,对于易发热设备应加强巡检频次,制定科学温度调控方案,降低设备更换频率,避免因设备配合失调致供电恢复延迟问题。

5.2 二次设备运维

在智能变电站运行维护这个过程当中,二次设备的运维管理显得尤为关键,其核心要点在于保障自动化控制系统,以及报警装置能够高效且可靠地运行,这一特点明显区别于传统变电站运维模式,基于网络信息技术的运维管理体系,必须要确保网络通信具备安全性与稳定性,因为网络要是出现故障就会直接影响变电站运行效能,为确保二次设备能够正常稳定地运转,构建一个稳定的网络运行环境十分重要,以此有效防范网络与电力系统之间的交互故障,运维人员需要建立起快速响应的工作机制,针对突发停电或者设备异常等情况及时报修,防止因故障处理延误而导致设备出现损坏,在故障诊断的具体过程当中,应该系统收集设备报警方面的数据,建立完善的异常情况处置预案,并且定期开展设备巡检与维护相关工作,同时做好相关数据的采集、录入以及分析工作。

5.3 合并单元运维

对智能变电站运行维护现状做深入研究后发现,合并单元在实际运行过程存在诸多潜在风险因素,具体来讲该设备易受GPS同步异常和系统安全故障等多重因素干扰,为确保系统能够稳定运行需要建立完善的故障预警机制,涵盖开展失效模式与影响分析(FMEA)、构建实时监测系统以及优化人机交互界面设计等方面,运维人员要重点关注设备告警信息并建立快速响应机制,从而确保能在最短时间内完成故障定位与排除工作。

5.4 交换机运维

智能变电站自动化系统信息传递依靠交换机,它的稳定运行是非常重要的事情。所以在工程建设期间,要审慎地去选择交换机的具体型号,并且充分考虑它长期运行的可靠程度。在运维管理的过程当中,需要重视故障的及时诊断以及排除工作。要是遇到交换机内部程序出现故障的情况,可以尝试通过重启操作来让它恢复正常。要是重启之后还是没有效果,那就需要进一步排查

系统,采取相应修复措施让交换机快速恢复到正常工作状态,以此确保整个智能变电站能够稳定运行。

5.5 创新运维技术

为了提升智能变电站运行效率和维护水平,要先对现有的技术进行革新,特别是在传统变电站基础之上,重点升级智能变电站保护装置运维技术,目的是增强系统整体控制能力,同时要以智能化理念为指导,结合实际需求运用整定技术,创新运维管理模式,其次要积极引入数字化运维手段,比如采用数字建模技术,以此提升故障维护管理效能,具体来说维护人员可对比错误参数与模型仿真结果,精确判断故障位置并基于数字仿真结果制定解决方案,进而评估基于故障模型修复方案的可行性,在此情况下维护人员需熟练运用各类数字化运维技术,有效应对变电站故障,再次要借助互联网技术实现对关键设备远程调控与信息共享处理,通过程序设置实现变电站运行维护自动化,从而实现分布式差动保护,运维技术与互联网技术深度融合会显著革新智能变电站检修模式,此外为实现更好维护升级效果,需灵活运用物联网与云计算技术,优化智能变电站信息化管理体系。

6 结语

随着智能变电站建设规模不断持续扩大,其运行状态对国民经济社会生产影响日益显著,特别是近些年来站间信息交互复杂程度不断提高,自动化设备调试与运维工作面临新的技术挑战,为此运维人员应充分认识这一发展趋势,深入开展相关技术研究并付诸行动,针对自动化设备调试及运维过程关键问题提出优化方案,通过提升专业技能水平来确保自动化设备可靠运行。

参考文献

- [1]马登秀,马涛,孙海文.智能变电站的自动化调试技术分析[J].集成电路应用,2023,40(5):348-349.
- [2]周星辰.智能变电站自动化系统的结构及其工程调试技术研究[J].现代工业经济和信息化,2022,12(12):306-307.
- [3]石钰.智能变电站的自动化调试技术分析[J].电子技术,2021,50(7):278-279.