

智能变电站在运维一体化模式下的运维管理

张志刚 李永增
国网宁夏中卫供电公司

【摘要】随着电力行业智能化进程的不断推进,智能变电站作为智能电网的重要组成部分,已逐渐成为现代电力系统的核心节点。传统的变电站运维模式已难以适应智能变电站的高自动化和信息化特点,运维一体化模式应运而生。本文深入探讨了智能变电站在运维一体化模式下的运维管理现状、技术应用及发展趋势,分析了运维管理中存在的问题,并提出了相应的优化策略,以提高变电站的安全性、经济性及运维效率。

【关键词】智能变电站;运维一体化;运维管理;智能电网;技术应用

Operation and maintenance management of smart substation in the integrated mode of operation and maintenance

Zhang Zhigang Li Yongzeng

State Grid Ningxia Zhongwei Power Supply Company

【Abstract】With the continuous advancement of intelligent process of power industry, smart substation, as an important part of smart grid, has gradually become the core node of modern power system. The traditional substation operation and maintenance mode has been difficult to adapt to the high automation and information characteristics of smart substation, and the operation and maintenance integration mode has emerged. This paper deeply discusses the current situation, technology application and development trend of operation and maintenance management of smart substation under the integrated mode of operation and maintenance management, analyzes the problems existing in operation and maintenance management, and puts forward corresponding optimization strategies to improve the safety, economy and operation and maintenance efficiency of substation.

【Key words】smart substation; operation and maintenance integration; operation and maintenance management; smart grid; technology application

引言:

随着能源互联网与智能电网的发展,变电站智能化建设成为电力系统发展的重要趋势。智能变电站具有高自动化、信息化、实时监控等特点,但其设备复杂度和管理难度也随之增加。传统的分散运维模式逐渐暴露出人力资源浪费、数据孤立、响应速度慢等问题,无法满足智能变电站高效运行的需求。因此,运维一体化管理模式应运而生,旨在整合人力、技术与管理资源,实现智能变电站运维管理的规范化、集中化与高效化。本文通过分析运维一体化管理模式的内涵及应用,探讨智能变电站运维管理的有效策略,为智能电网的稳定运行提供参考与支持。

一、智能变电站及运维一体化模式概述

1.1 智能变电站的定义与主要特征

智能变电站是通过数字化、网络化和自动化技术实现电力系统监控与管理的新型变电站。其主要特征包括设备数字化、信息集成化和运维智能化。设备数字化体现在智能终端和传感器实时采集运行数据,并通过光纤通信传输至后台管理系统。信息集成化使变电站内部各类数据实现统一管理

共享,提升系统的整体运行效率。运维智能化通过状态监测和远程诊断技术,实时掌握设备健康状态,降低人工巡检强度。例如,国家电网公司在全国范围内建设了超过5000座智能变电站,覆盖主要供电区域,成为电网智能化发展的重要里程碑。

1.2 运维一体化模式的内涵与实施背景

运维一体化模式是指通过技术手段和管理体系,将分散的设备运维、检修和管理进行集中整合,实现资源共享和运维流程标准化的管理模式。实施背景主要源于电力行业面临的多重挑战,包括电力需求增长、设备复杂度增加以及运维成本居高不下。此外,国家电网公司和南方电网公司等企业积极推动运维模式改革,提出基于大数据、云平台和智能监测的运维一体化策略,以解决传统模式中效率低下和管理分散的问题,支撑电网的安全稳定运行。

1.3 智能变电站运维管理与传统模式的对比

与传统变电站相比,智能变电站的运维管理具有显著优势。传统模式主要依赖人工巡检和周期性检修,管理分散且响应速度较慢,设备故障预测与诊断依赖经验判断,缺乏科学的数据支撑。智能变电站运维管理则依托实时监测、远程运维和大数据分析,实现设备状态的精准诊断和快速响应,极大提高了运维效率。例如,国网山东电力公司通过智能变

电站运维模式，将故障响应时间缩短至30分钟以内，设备健康状态监测的准确率提升至95%以上。

二、智能变电站运维一体化模式的关键技术

2.1 状态监测与智能诊断技术

状态监测与智能诊断技术是实现智能变电站运维一体化的基础，通过传感器、监测终端等设备实时采集电气设备的运行参数，并结合智能诊断系统对数据进行分析 and 预判，及早发现设备潜在故障。例如，江苏省电力公司在智能变电站中部署局部放电监测和红外热成像技术，实现对变压器和开关柜的实时监测，设备故障预测准确率达到90%以上，显著降低设备非计划停运次数。

2.2 数据采集与大数据分析技术

数据采集与大数据分析技术通过智能传感设备采集变电站设备运行数据，并利用大数据平台进行深度分析，实现设备健康评估和趋势预测。南方电网公司构建了覆盖数百座变电站的数据采集平台，通过数据挖掘和建模，成功实现设备故障率的趋势预测，并优化检修周期，设备运行效率提高20%。如表1所示，大数据技术的应用不仅提升了运维效率，还降低了设备故障率和优化了检修周期，极大提升了变电站的管理水平和安全性。

表1 大数据技术在变电站运维中的成效分析

| 指标 | 应用前 | 应用后 |
|---------|--------|---------|
| 设备故障率降低 | 5% | 2% |
| 检修周期优化 | 每6个月一次 | 每12个月一次 |
| 运维效率提升 | - | 20% |

2.3 远程运维与云平台技术

远程运维与云平台技术通过云计算和远程通信手段，使运维中心能够实时监控设备运行状态，远程诊断故障并提供解决方案。国家电网公司建设的“智慧运维云平台”实现了对全国多个智能变电站的集中管理，设备运维效率提高50%，故障响应时间减少至原来的1/3。此外，运维人员通过云平台实现跨区域协同作业，有效节约了人力和时间成本。

三、运维一体化模式下智能变电站管理现状与问题分析

3.1 现阶段智能变电站运维管理的现状

目前，国内智能变电站运维管理已初步实现一体化，主要体现在设备状态监测覆盖率、数据采集精度和故障诊断能力的提升。例如，国网浙江电力公司已在90%以上的变电站实现设备状态在线监测，故障诊断准确率达到93%。这些技术的引入有效提高了设备的运行效率，并减少了非计划停运的发生。然而，智能变电站运维的一体化在国内不同地区发展不均。发达地区和大城市的智能化程度较高，技术设施完善，但一些偏远地区的设备更新和智能化建设仍滞后，运维一体化进程面临较大挑战。尽管这些地区正在推进智能化建设，但设备老化、技术力量薄弱及运维人员的专业素质差异，

导致智能运维效果和管理效率受到限制。要实现全面的智能运维，仍需推动技术普及与标准化建设。

3.2 运维管理中存在的问题

尽管智能变电站运维管理已取得一定进展，但仍面临若干问题。首先，技术标准不统一严重制约了运维管理的一体化。不同地区和企业运维平台、监测系统及数据接口设计上存在差异，导致各系统之间难以实现高效数据共享和互联互通，从而影响运维效率。其次，虽然许多变电站已部署先进监测系统，但部分设备的监控覆盖不足，数据采集精度也有待提高，这使得故障诊断的时效性和准确性受到影响。运维人员的专业技能也是一大瓶颈，智能运维系统要求人员具备较高的技术素质，而技术更新速度较快，部分人员的培训难以跟上需求，限制了智能运维效果。最后，现有的数据共享平台大多是局部性建设，缺乏统一、高效的跨平台数据交换机制，这导致了数据流动性差，影响了运维管理的整体效率。

3.3 传统运维模式的局限性

传统的运维模式以人工巡检为主，管理方式较为分散且反应速度较慢，难以满足现代智能电网对于快速反应和高效管理的需求。传统巡检依赖人工经验，巡检人员的判断常常受到个人经验的影响，容易忽略设备的潜在隐患。随着电力系统的规模和复杂性不断增加，人工巡检已无法实现对所有设备的全面、实时监控，这使得潜在的故障和隐患可能得不到及时发现和处理。与智能运维模式相比，传统模式在设备状态监控、故障预测以及快速响应等方面明显滞后，无法充分利用现代技术手段进行智能化管理。

四、智能变电站运维管理的优化策略

4.1 完善运维一体化管理体系

为了提升智能变电站的运维管理效率，首先需要完善一体化的管理体系。制定统一的运维标准是确保系统顺畅运作的基础，尤其是在不同地区、不同类型的变电站之间，统一标准能够确保各环节的高效协同。以国家电网公司为例，通过逐步形成了全国范围的智能运维标准体系，促进了各地运维平台的技术对接和资源共享，从而提升了整体运维效率。未来，运维管理体系应更加注重跨区域的协同机制建设，尤其是在不同地域之间，如何优化资源配置，提升运维效率，降低成本，将是一个重要的研究方向。同时，随着智能电网的不断发展，运维一体化体系还需要通过信息化手段进行进一步完善，提升数据流通的效率，确保设备的实时状态能够快速反馈给管理层，以便及时做出决策。

4.2 推动技术创新与智能化应用

技术创新是推动智能变电站运维管理提升的重要动力。近年来，随着人工智能、大数据、物联网等新技术的快速发展，智能变电站的运维手段不断创新。例如，湖北电力公司在其变电站中引入了巡检机器人和无人机巡检技术。巡检机器人能够替代人工进行设备的状态监测，并将数据实时反馈

到管理平台,实现故障的早期诊断与及时处理。而无人机巡检则能够在高空或危险区域进行设备检查,避免了人工巡检的安全隐患。这些新技术的应用大大提升了设备的监测精度和运维效率,减少了人工巡检的压力。同时,通过大数据技术和人工智能算法,变电站的运维管理可以实现更加精准的故障预测和维修计划,进一步提升了智能运维的水平。

4.3 强化数据共享与协同运维机制

数据共享和协同运维机制的建设是提升智能变电站运维管理效能的关键。当前,尽管许多变电站部署了监控系统和数据采集设备,但由于缺乏统一的数据交换平台,各系统之间的数据互通仍存在较大障碍。建立一个统一的、跨区域的数据共享平台,有助于打破不同运维平台之间的信息壁垒,确保设备数据的高效流动。通过数据共享,运维中心能够实时获取各变电站的设备状态,快速进行故障定位和处理,提高响应速度和处理效率。以国家电网公司的“智慧运维云平台”为例,该平台实现了全国多个智能变电站的数据集中管理,不仅提高了运维效率,还通过数据共享和协同运维减少了故障响应时间。此外,数据共享平台的建设还能够实现跨区域协作,促进资源的最优配置。

五、运维一体化模式的技术应用与案例分析

5.1 典型案例分析:天津滨海新区智能变电站运维实践

天津滨海新区的智能变电站在运维一体化管理中充分应用了云平台和状态监测技术,实现了对变电站设备的远程监控与智能诊断。通过在变电站内部署智能终端,这些设备能够实时采集电气设备的运行数据,并将数据传输至云平台。运维中心通过云平台实时监控设备状态,及时发现潜在故障,并能够进行远程诊断与处理。这种远程监控系统显著缩短了设备故障的响应时间,故障处理时间减少了40%。此外,由于通过云平台和智能监测技术能够实现更加精准的故障定位,运维人员的工作效率得到提高,从而有效降低了30%的运维成本。这一模式的应用不仅提升了变电站的运维效率,也为未来的智能电网建设提供了有力支持。

5.2 运维一体化模式的实施效果与经验总结

天津滨海新区智能变电站实施运维一体化模式后,取得

了显著的效果。首先,设备故障率降低了20%,这意味着通过更加精准的故障预测和监测,设备运行的可靠性得到了显著提升。设备的健康监测准确率也达到了95%以上,这表明智能化监测系统能够更精确地识别设备状态并预测潜在故障。随着故障发生频率的降低,设备的整体维护成本大幅下降,运维费用得到了有效控制。这些成效表明,技术创新和管理优化是提升运维效率的关键路径。通过云平台的应用,天津滨海新区的智能变电站成功实现了高效的数据采集、实时监控和快速响应,从而保障了电网的稳定运行。整体来看,智能运维模式的引入大大提升了变电站的智能化水平和运维效益。

5.3 案例分析中的启示与发展建议

天津滨海新区的成功经验为智能变电站运维管理提供了重要启示。首先,推广云平台与大数据技术对于提升智能变电站运维管理至关重要。云平台能够将设备监测、诊断和故障处理等环节集中管理,提高了数据处理效率,并降低了运维人员的工作压力。其次,设备监测与诊断的智能化升级是提升运维管理水平的关键。天津的实践表明,通过智能监测终端和远程诊断系统,可以有效降低人工巡检的依赖,提高故障预警和响应速度。最后,标准化管理和资源整合对于提升运维效率和质量同样不可忽视。在运维一体化模式下,统一的技术标准和跨区域资源整合能够优化整体运维流程,确保各个环节的协同运作。未来,在推广智能变电站运维管理时,应进一步加强技术创新,推动行业标准化,促进数据共享,提升整体运维管理水平。

六、结语

综上所述,智能变电站运维一体化管理模式是电力系统智能化发展的必然选择,能够有效解决传统运维管理中的局限性和挑战。通过整合先进的技术手段、完善的管理体系及协同运维机制,智能变电站的运维效率、安全性和经济性将得到显著提升。未来,随着大数据、人工智能及云计算技术的进一步发展,运维一体化模式将在智能变电站的建设和管理中发挥更加重要的作用,为智能电网的持续发展提供坚实的支撑。

参考文献

- [1]智能变电站运维管理策略分析. 郭玲玲.光源与照明, 2022(06)
- [2]智能变电站运维管理要点及操作分析. 许馨月.花炮科技与市场, 2020(02)
- [3]智能变电站的设计与优化策略分析. 陶永峰; 吕顺.集成电路应用, 2024(08)
- [4]智能变电站的运维与故障对策分析. 姬元亨.电子技术, 2023(06)
- [5]智能变电站几点运维关键技术研究. 贾志飞.电力设备管理, 2021(09)
- [6]智能变电站发展综述. 苏适; 张征容; 谢青洋.云南电力技术, 2021(05)
- [7]智能变电站继电保护设备的运行和维护研究. 李扬.工程技术研究, 2019(22)
- [8]智能变电站二次系统建设的关键技术及应用. 张桓浩.地产, 2019(17)