

# 数字化、智慧化技术在变电运维中的应用

林正坤

(国网福建省电力有限公司福州市长乐区供电公司 福建福州 350200)

**摘要:**在当前电网运行管理工作中,变电站设备故障主要来源于运维人员的日常巡检,主要依靠人工经验进行判断和处置,同时存在管理水平不高、管控措施不完善等问题。通过数字化、智慧化技术,可有效提升变电站运维效率和运维水平。将数字化、智慧化技术与变电站运行维护工作有机融合,应用智能监控、数据分析、故障预警、智能维护的综合管控系统,取代传统的以人为为主的管理与维护模式,实现变电站无人值守、远程巡检。运用大数据分析、智慧化监控系统,实现故障的提前预警、设备的精准检修维护,从而提升变电站设备运行的安全性和运行效能。

**关键词:**智能化技术;变电管理;运行效能

## 一、引言

电力系统由电源、输电线路、变电站、用户组成,其中,变电站在电网中承担着上启下的作用,变电站是汇集电源、升降电压和分配电力的场所。变电站的安全运行事关民生、社会稳定和经济发展。随着数字化、智慧化技术在各行各业中的应用推广,变电站数字化、智慧化技术的应用已成为必然趋势。建设数字化、智慧化变电站可以有效地对变电进行集中化控制,将多种运行系统结合起来,提升智能变电站的运维效益。同时,通过智能技术,还可对变电站设备状态进行全面监测分析,从而保证出现异常后能够及时发现,并指导有关检修部门及时进行合理处置,从而最大限度地减少事故的发生概率和缩短异常处置时间,有效地提升了智能变电站运维与管理工作的整体效益。但随着智能技术在变电管理运维领域的深入使用,还有些技术不足将逐步暴露,比如智能变电保护的安全性不足、智能互感器保护反应较为缓慢等,这影响了我国智能变电站运营管理水平的提升。正基于此,进一步探索智能技术在变电管理运维的有效运用,就非常有必要。

## 二、变电站运维存在问题的分析

从目前电网结构来看,变电站普遍存在小散远,变电站规模、电压等级形式多样,设备新旧层次不齐等现象。现阶段变电站的运行监视、巡检及维护主要依靠值班人员来完成。然而随着变电站的逐年增加,设备的老化、控制系统迭代更新不及时,系统功能不全,运维值班人员的技能水平、工作经验已成为当前变电站运行维护的主要问题。从运行维护情况来看,由于人员技能水平、工作经验及责任心所导致的变电站设备故障、安全事件时有发生。即使在设备发生异常时也因为缺乏有效的监控手段,不能在第一时间发现,只能随其发展至报警或设备跳闸才能被发现,结果造成设备的损毁、故障停运。不仅增加了设备维护成本,更为主要的是由于设备故障导致变电站停运引发对外中断供电,既影响电网安全运行,又影响企业经济效益。

## 三、数字化、智慧化技术在变电运维中的应用

### (一)智慧化变电运维平台

通过建设变电站运维智能化系统,实现对变电站运维人员的实时管理和在线监控,优化运维方式和提高运维效率。

在变电站运维智能化系统的建设过程中,要充分考虑到变电站运行环境以及生产特点,从而有效结合计算机技术、物联网技术、数据库技术、网络通信技术等多种先进技术,以智能控制为中心,集成各种先进的传感检测设备和先进的通信控制设备,采用信息集成、系统集成、多智能体系统集成等多种集成模式,实现变电运行管理各环节的智能化,建立变电运维数据仓库和变电运行专家数据库,提高变电运维管理水平。

### (二)“四遥”智能设备管理系统

“四遥”智能设备管理系统主要利用无线通信技术、数字信号处理技术、计算机网络技术等先进技术,通过对变电站内设备进行实时监测,

从而实现远程遥测、遥信、遥控和遥调的功能。在具体应用中,“四遥”智能设备管理系统具有以下主要功能:

(1) 实时监测:通过智能终端对变电站内设备的运行状态进行实时监测,包括运行电压、电流、有功功率、无功功率和频率等。

(2) 远程控制:通过无线通信技术对变电站内设备的运行状态进行远程控制。

(3) 遥控:通过智能终端向远方的控制计算机发送遥控指令,完成对变电站内设备的操作。

(4) 遥调:根据变电站内设备运行状态,自动改变设备的运行状态,包括控制开入开出、改变保护定值等。

(5) 事故处理:当变电站内发生故障时,智能终端会向现场人员发出故障信息,并将故障信息上传至监控中心,以便工作人员进行故障处理。

(6) 数据统计:根据变电站内设备的运行状态,对数据进行统计分析,从而为检修工作提供数据支持。

### (三)状态监测系统

状态监测系统是对变电设备运行状态进行实时监测和数据采集,对设备运行状况进行全面监控,及时发现故障隐患,避免事故发生,保证设备安全稳定运行的智能化管理系统。

(1) 在线监测是状态监测系统的核心功能。在线监测能够通过采集设备的运行状况和相关参数,对设备进行实时的状态评估、诊断和预测,有效地避免设备事故的发生,大大减少了检修次数和检修费用。在线监测还能够通过获取故障发生前的大量数据,进行故障风险分析与预警,并给出相应的预防措施。

(2) 离线监测是指通过人工测量或传感器获取数据,对设备的运行状态进行分析、判断。离线监测主要有人工监测和传感器监测。人工监测主要是通过巡视人员巡视设备时,利用测量仪表、红外热成像、超声波、声频振动等仪器,对设备进行状态监测。

传感器监测是指通过安装在设备上的各种传感器,对设备的运行状态进行实时感知。传感器主要有红外热像仪、超声波、声/波传感器等,根据不同的应用场景,选择合适的传感器。

(3) 状态评估是指通过对变电设备运行状态的分析,发现可能存在的缺陷或异常情况,及时发出预警信号。状态评估主要有离线诊断和在线诊断两种方式。离线诊断是指在离线状态下对设备的运行状态进行分析和判断,发现可能存在的缺陷或异常情况。在线诊断是指在离线状态下,利用传感器、在线监测设备等获取设备的运行状态,通过分析、计算得到设备的运行状态信息,进而判断出设备可能存在的缺陷或异常情况。在线诊断一般采用人工智能算法,基于历史数据对设备进行诊断。

### (四)故障诊断及预警系统

故障诊断及预警系统的主要功能包括:故障诊断及预警、远程运维管理和智能预警。

(1) 故障诊断及预警: 基于大数据分析 with 人工智能技术, 对变电设备状态数据进行分析与挖掘, 提取关键特征, 通过专家系统对变电设备运行情况进行评估和诊断, 实现变电设备状态的提前预判, 将设备隐患消灭在萌芽状态。

(2) 远程运维管理: 基于智能终端设备和系统平台, 建立一套适用于电力企业的智能运维管理体系。对变电站运行情况进行实时监控和数据分析, 通过综合分析、模拟仿真、运行维护等功能, 实现对设备的远程监控与管理, 提高运维效率。

(3) 智能预警: 基于设备运行状态及历史数据, 通过人工智能、机器学习等技术, 建立专家系统, 对变电设备进行智能诊断和智能预测, 实现变电设备运行状态的提前预判, 并通过多种手段实现故障的预测和预防。

#### (五) 移动巡检系统

移动巡检系统主要包括巡检任务管理、设备巡检、设备定位、移动数据采集、系统管理五个部分。

在巡检任务管理部分, 主要对巡检计划的执行进行管控, 对巡检任务进行实时跟踪和提醒, 保证巡检任务按时按质完成; 在设备巡检部分, 通过设备定位技术, 可实现对所有设备的精准定位和导航, 将变电站的地理位置信息和设备位置信息进行关联, 可通过对变电站所在区域的天气、环境等因素进行分析, 生成相应的巡检路线; 在移动数据采集部分, 可实现对现场工作人员的实时定位和监控; 在系统管理部分, 主要包括运维系统、检修系统、基础数据管理等功能模块。

#### 四、数字化、智慧化技术在变电运维中应用的保障措施

随着数字化、智慧化技术在各行各业的应用, 开展变电站的数字化、智慧化已成必然。要建设一座数字化、智慧化变电站, 一是要结合小分散的特点, 应用一套变电站智能监控系统, 分区域建立电网集中监控中心, 通过电力专网将各变电站的运行监视、数据采集、远程控制、故障报警等数据引入集控中心, 通过集控站实现对变电站的远程监视。

二是建立变电站运行分析系统, 通过对设备基本运行数据、历史数据的比对, 实现设备运行数据的偏差分析。当设备参数出现异常时, 能第一时间以报警界面形式提示值班人员。运维值班员就能在第一时间对设备故障情况进行分析判断, 并实现了对故障设备的远程控制, 这样就可以把设备故障控制在萌芽状态, 最大限度地减少设备故障停运次数和变电站停运次数。

三是完善现场监控设备, 在变电站设备区域安装带红外测温多角度成像的摄像头, 并将视频引入监控中心, 集控中心值班员利用摄像头进行定期巡查, 实现对变电站一、二次设备的远程巡视, 代替值班员进行巡检, 既降低了工作强度, 又能及时发现设备的异常。

四是完善变电站智能巡检模块, 将变电站设备异常、缺陷与智能巡检模块有机结合, 实现异常情况下的自我诊断, 并将判断结果发送到集控系统。当满足条件时, 系统自动派发维护工作任务清单。当运维人员接收到系统派发的维护任务清单时, 维护人员可以及时准确的开展检修维护工作。

五是完善变电站数据分析系统, 将变电站运行情况与历史数据进行对比, 也可与同区域变电站运行情况对比, 通过比较深挖变电站效能提升空间, 由管理层、专业技术人员依据对标情况制定检修技改方案, 对设备实施技术改造, 从而实现提高变电站安全性和运行效益的目的。

#### 五、智能化技术在变电运维中的优势

变电设备开展智能化管理工作, 其主要优势有:

一是在电气设备管理工作方面。可以利用相应的智能化系统掌握电气设备的工作情况, 根据系统中的各种数据去判定电气设备是否发生异常, 完成对变电设备的实时控制。采用智能化技术去建设数字化的变电

站, 使得变电设备的运行监视和设备状态评估得到了强大的数据和技术支撑, 从而可以最大限度提升日常运行工作的实际效果, 从而提高变电站设备运行的安全性。

二是在变电站管理工作方面。由于运用了智能化技术, 变电站的数字化操作与管理能力得到了明显的提高。在整个工作流程中, 变电站能够对所有操作做出科学合理的判断与调整, 并据此合理安排各种作业, 从而减少了因为人为错误而导致的设备故障, 也提高了变电站以及电网的安全性、可靠性。

#### 六、提升智能变电运维管理的安全、可靠性

随着智能化技术的不断发展, 变电站自动化系统越来越多, 在变电站自动化系统中, 智能设备已经得到了广泛的应用, 然而, 由于智能设备自身的不稳定性和不稳定因素, 导致智能设备在运行过程中存在较多的安全隐患。总之, 智能变电运维设备的安全性与稳定性还亟待提高, 具体的方法可借鉴以下:

一是智能设备选择时要注意可靠性与兼容性, 确保二次设备所取的电压和电流量能够保持正确且避免发生异常波动, 防止设备间通讯异常导致保护误动、拒动或测控异常, 这是智能电网设备发挥作用的前提。

二是对于变电站所用的智能设备, 其设计、安装、调试应在变电运维管理工作中予以充分考虑, 并得到有效的重视, 尽可能将智能设备的使用成本降至最低, 只有这样才能保证智能设备能够正常发挥作用。并且对于智能设备的运行状况, 需要有专门的人员进行定期检查, 并形成详细的报告, 对于其运行状况作出及时调整, 使其能够正常地运行。另外, 为了保证变电运维的安全性 with 可靠性, 应严格按照相关规定对其进行定期检修和维护。

三是利用微机技术手段去监测变电装置的具体运行状态, 从中及时发现设备在工作过程中可能发生的异常情况, 使异常和故障可在最短时间内得以发现并处理。如可以通过智能传感器监测设备的温度和湿度, 若发现异常现象, 就会立即通知相关人员, 并通过相应的方法及时进行处理, 从而使设备能够保持正常运行状态, 为设备的安全运行提供保障, 防止发生故障和事故。

四是为了提高对自身监控能力的运用, 实现对变电运维作业过程的全面控制, 必须把断路器视为主要监视目标, 一旦发现异常现象必须做出警示, 并督促制定处理方法。在此期间, 要通过智能传感器去监测二次系统的运行状况, 以获知整个变电运维作业过程是否安全。

#### 七、结束语

智能化技术在变电运维的实际应用还存在着一些问题需要解决, 为此广大从业者必须不断地探索和研究, 为我国智能变电运维技术的快速发展打下基础。为了提高智能化变电站的运行安全性与效益, 应将智能化技术与运维技术有效结合, 实施对变电站的全面自动化管理和实时监控, 提升变电运维工作的效率, 有效推动我国电力事业的数字化、智慧化的安全稳定发展。

#### 参考文献:

- [1]高蕾, 李安娜. 变电运维中的危险点及其预控对策[J]. 光源与照明, 2023, (05): 210-212.
- [2]林海波. 变电运维误操作事故的预控措施分析[J]. 电气技术与经济, 2023, (03): 164-166+169.
- [3]杜霖森, 纪振东. 变电运维技术中的智能化技术应用[J]. 电子技术, 2023, 52(05): 348-349.
- [4]陈琦. 带电检测技术在变电运维中的应用分析[J]. 光源与照明, 2023, (04): 228-230.
- [5]康文姣. 关于变电运维倒闸操作的危险性策略分析[J]. 智慧中国, 2023, (04): 92-93.