

## 浅谈电力设备运营状况,在线监控系统的设计与实施

张艳霞<sup>1</sup> 史杰<sup>1</sup> 于林林<sup>1</sup> 甘贤德<sup>1</sup> 耿琴兰<sup>2</sup>

1 国网青海省电力公司海西供电公司, 青海 格尔木 816000

2 青海绿能数据有限公司, 青海 西宁 810000

**[摘要]** 目前, 中国的宏观经济和能源工业发展非常迅速, 电力是中国的主要燃料之一。在所有的电气设备中, 电力系统检测技术和传统的故障判别检测是非常基础的。确保这两者的有效性, 将能够更有效地降低相应的安全隐患, 使电力系统平稳运行。此外, 还可通过引进电脑科学技术、信息体系和人工智能技术, 从而更好地对所监测到的故障做出具体评估, 并剖析其影响原因以及可能导致的事后后果, 从而找出故障影响因素间的存在规律性, 从而寻找更为合理的故障判定技术手段和状态检测系统。

**[关键词]** 电力设备; 运行状态在线监测系统; 设计; 实现

DOI: 10.33142/hst.v5i2.5977

中图分类号: TM7

文献标识码: A

### Brief Discussion on the Operation Status of Power Equipment and the Design and Implementation of On-line Monitoring System

ZHANG Yanxia<sup>1</sup>, SHI Jie<sup>1</sup>, YU Linlin<sup>1</sup>, GAN Xiande<sup>1</sup>, GENG Qinlan<sup>2</sup>

1 Haixi Power Supply Company of State Grid Qinghai Electric Power Company, Golmud, Qinghai, 816000, China

2 Qinghai Green Energy Data Co., Ltd., Xining, Qinghai, 810000, China

**Abstract:** At present, Chinese macro-economy and energy industry are developing very rapidly, and electric power is one of Chinese main fuels. In all electrical equipment, power system detection technology and traditional fault discrimination detection are very basic. Ensuring the effectiveness of them will be able to more effectively reduce the corresponding security risks and make the power system run smoothly. In addition, through the introduction of computer science and technology, information system and artificial intelligence technology, we can better make a specific evaluation of the monitored faults, analyze their influencing causes and possible accident consequences, so as to find out the existence regularity of fault influencing factors, and find a more reasonable technical means of fault judgment and condition detection system.

**Keywords:** power equipment; online monitoring system of operation status; design; realization

由于当前经济大发展, 对电能需求量日益大, 加之当前信息化技术、智能化技术设备的广泛应用, 电力设备运行状态在安全和平稳范围内工作, 大幅增强了供电稳定性和可靠性。电力设备运行在线监控管理系统具备高灵敏度, 灵敏的传感器检测和收集电力设备异常信号, 利用计算机技术辨识和处理故障信号, 通过在线测量故障信号, 并导入最新的设备特征量, 对发电装置运营状况在线故障检测与判断, 使发电设备朝着更为安全稳健的方向发展。

#### 1 电力设备运营及在线监控系统

为保证电力系统的安全运转, 并最大限度地减少事故率, 公司采用现代能量管理系统科学方法手段, 对电气设备的工作状况进行了检测分析, 并实行了在线或离线方式监测, 通过选择科学合理的检测策略和利用现代高新技术管理手段, 通过选择最优化的检测方法手段, 保证电气设备安全运转, 增强了电气设备工作安全性, 是电气设备检测从有计划性向科学性过度, 从而使公司的生产管理工作变得更加科学性和精细化, 为电网创造更多的经济效益和社会效益。整体电能传递流程要完全依靠电力设备运行完

成, 而作为智能电网系统的核心结构, 电力设备运营状态的安全平稳运转与否会对整体电网运行形成影响, 随着建设规模和覆盖范围扩大的电力系统, 对电力设备运行状况的监控也提出了更高的技术需求, 因此设计和完善电网系统设备运行状况的网络监控体系, 一直是目前科研的重要领域。日益发展完善的智慧电网系统和动态增容技术, 为国家电网设备运营状况及即时有效的监控流程的完成提供了有力保障, 但目前由于受技术水平和生产成本等因素制约, 仍存在以单点监控为主、尚未组网并建立监控体系等问题, 因此国家电网装置运行状况及在线监控产品和监测流程的智能化、自动化、互动化等技术水平尚有待进一步提高, 并需要通过逐步完善技术以减少在实际应用过程中的故障率、应用时间和维修成本。

#### 2 状态监测与故障诊断的必要性

为确保电气系统安全工作, 必须对整个系统的设备状况实施严格的监控并必须具备完善的故障诊断技术。在电力设备的具体工作流程中, 难以避免的会受到不同外界影响以及内在原因的影响产生相应故障; 同时, 随着电力系

统运行的长时间运转,由于环境因素、电加热、天气等因素,工程材料也难以避免老化。因此,如果电力系统运行出现故障,可能会导致区域性停电,严重的情况下,可能会导致大规模停电,造成非常严重的经济损失。为了防止相关故障的发生,电气企业必须能够合理地检测整个设备及其系统的状态,并对可能的故障做出合理的判断。

### 3 在线监测系统设计思路

#### 3.1 在线监测系统的总体规划

电力设备的在线监控系统,首先要设置监控公用移动通信基站,在选择发电站或者发电厂后选择相应的监控子站。在监控子站中,要收集每一次通过数据采集器所获取到的数据,然后利用数据处理模块将数据进行转化处理,定时地发送给监控子站,并存入全国统一信息库。然后再由监控子站将数据统一地传送到全中心站上,并纳入全国信息库中进行保存。

#### 3.2 在线监测系统的结构

目前,我国电气设备在线监测系统主要由中央监督管理站、变电所和水电站变电所组成。整个监控系统采用光纤通信技术实现信息传输,变电站通过专用监控线路连接。监控过程主要是通过网线将各变电所在工作状态下的工作信息传输给中央数据处理器,然后数据由中央计算机软件模块完成,然后通过通信线路传输到监控中心工作站,从而进行网络的远程监测,同时调度中心站也可调取所有子站的边缘数据,从而完成中心站对子站的网络监控。

### 4 电力设备运行状况,在线监控系统的设计和 实施

#### 4.1 过程层设备监测

过程层装备检测主要涉及变压器、电容器、避雷装置、各种气体绝缘屏蔽复合家电和断路器等。目前,国家已对电工技术开展了大规模的科学研究,检测力量和范围进一步增强,智能化系统已成为过程层装备检测的主要组成部分,普遍使用了电子设备、数字型电话接口、感应器和执行器,并具有在线检测与识别的功能。使用的 SF<sub>6</sub> 电气设备绝缘屏蔽特性是确保安全工作的必要条件,但设备工作中会出现放电现象,因此局部放电也是设备状态检测的主要目标所在。变电站在线状态监控管理系统,包含了智能监控平台、热容性装置、空气断路器等实时监控系统,实时对变电站机械设备实施在线工作状态监控,对设备运行异常信息及时进行告警处置。

#### 4.2 变电站运行环境监测

根据变电所工作环境的监控要求,重点关注安全和视频监控,通常为无人值守监控系统,可实现现场监控、出入口监控、防盗报警和基于劳动力减少的火灾报警。系统主要采用红外光束、紫外光束、电烟雾探测等技术手段获取变电站温度、变电站室外温度、风速、降雨等数据信号,并记录可能发生的火灾、泄漏、, 变电站内的烟雾和排水

检查。监控数据通过通信网络系统传输到变电站系统,最终由集控管理中心对所有数据信号进行分析和处理,实现对电气设备运行状态信息的密集解析的监控效果。输电网络环境监测内容较多,以变压器的运行与环境监测为最重要内容,当数据信号异常说明变压器出现了故障问题时,可利用远程视频监测终端,通过窗口的自行切换功能,将报警信号与图象传送,可自行设定告警地点和类型,还可与警笛或灯光等装置连接,以提高监控系统的预警意义。对于险情的监测与自我检测需求,可利用视频单元系统实现,对发生位置与实际状况进行全面的自动化监控。

#### 4.3 避雷器在线监测技术

常见的氧化锌放电(MOA)故障包括密封故障、热故障、阀板局部放电等。在线监测技术有两种,即基于全电压的在线检测和基于电阻电流的在线检测。一是将万用表与防雷装置串联,采集防雷装置两端的所有电压。如果预载电流达到额定容量的两倍以上,则认为已超过安全报警限值并发出报警。然而,由于金属氧化物避雷器的非线性特性和高次谐波电压的影响,全电压检测的结果往往是错误的。因此,在线检测高强度电压更具实用性。检测原理是在每个 MOA 下放置一个观察者,并收集高电阻电压。电信号经转换器/D 处理后,以数字信号的形式传输并进入计算机系统。然后通过后台管理计算机系统,将结果显示在主机显示屏上。

#### 4.4 监测设备的供电

监控装置的供电必须严格遵守国家有关能耗的规定,尤其是塔架上的实用太阳能电池往往难以更换。既不能悬挂长电缆,也不能直接从高压输电线路获取电力,但可以通过安装节点来采用太阳能发电系统,为一些监测节点、变电站和图形传感器提供必要的能量。关键是太阳能发电系统可以利用阳光来实现设备的持续能源需求,但也要注意锂离子电池容量的选择,这可以基于设备的总功率、连续降雨天数和其他实际情况,测算出免维护铅酸蓄电池的所需容量。太阳能电池组件也需要按照实际状况选用,包括发电量、电池电压和装置功率等情况,供电系统的体积和重量也必须严格按照杆塔所在抗风能力和承载的重量等实际状况设定,才能保证太阳能供电系统满足供电需要。为防止电流对电线产生损坏等不良影响,通过电磁感应用电的方法设有了电线温度检测节点。为防止因输电线路负载不足,以及因继电保护系统跳闸等特殊情况下而造成的停电现象,在电气设备上必须安装了电磁感应供电的蓄电池。

#### 4.5 容性设备在线监测技术

电容性设备的常见故障包括导体绝缘层断裂、油中水分含量过高、异物释放等。在线状态监测系统主要由两部分组成,即电流和电压信息采集部分和变电站状态监测部分。以油水含量在线检测为例,前端检测设备安装在油箱的浮阀上,可以立即检测到油中的微量水。将现场采集的

数据与正常运行的热容设备标准数据进行比较后,如果实际数据超过标准范围,则会予以告警。

#### 4.6 射频检修技术应用

射频检测技术主要是基于无线电接收机。使用接收器,您可以获得有关影响设备范围内空间大小的电磁波的信息。其基本原理是无线电接收机通过频率扫描、频率选择等方法收集电磁波,从而确定电磁波信息的空间维度,从而检测和维护该区域内设备的状态。同样,以设备局部放电为例,通过射频检测技术可以获得设备的局部放电信号,并获得信号大小,然后通过图像检测获得电信号的频率和波形图像进行诊断。值得注意的是,目前射频检测技术主要有两种形式:频率分析和时间处理。前者主要具有使用简单、灵敏度高、影响范围小的优点,后者主要存在效率高、信息分辨率不足的缺点。因此,除非需要在短时间内处理一些紧急检测工作,否则通常建议进行频率分析。此外,在该系统中,射频检测技术主要与气象色谱传感器和隔热传感器相结合。

#### 4.7 电缆和开关柜测温

电缆和配电盘的状态对电源的运行有很大影响。当线路之间传输的能量过大时,就会形成线路温度过高的问题,这将直接导致电气设备的故障。尤其是由于电力运行涉及大量电气设备,如果出现故障,将导致许多设备出现严重问题,包括与配电盘接触不良或插入式模式偏心不良。特别是在高压电缆与导体内部接触不良的情况下,电缆绝缘老化问题更为严重,也存在很大的隐患。因此,有必要加强对光缆接头和高压配电盘等电气设备过热的预防,并通过应用布拉格光纤原理等新技术,采用实时监测和精确温度,必须进行分布式光纤测量和星顶温度控制,对光缆和配电盘进行实时温度测量和监控,以确保光缆和配电盘的工作安全。

#### 4.8 红外监测

电气设备过热是电气系统中最常见的故障因素,会造成巨大的损坏和经济损失。我们应该把重点放在防止电气设备过热和总体监测措施上。当电气设备存在高热风险时,及时报警并及时处理,可以有效降低电气设备的工作温度,防止电气设备过热引起的严重故障。红外温度监测技术应用于简单、安全、前沿的科技领域。它是电力系统运行中最常用的温度监测技术。红外探测设备,如热成像摄像机、红外热电视和红外温度,用于准确探测其他生物或非生物过程产生的红外辐射能,为了实现电气设备的高温检测效率。

### 5 对电气设备工作状况在线监控技术实现的建议

#### 5.1 强化网络监控管理

唯有进一步加强在线监控工作的管理协调,方可使监控管理系统之设计与使用获得最大限度的发挥。近年来,随着中国电力装备的工作状态在线检测进展迅速,对于怎样有效开展发电设备状态在线检测,以提高产品功能与稳定性并实现现场安装重点解决的问题。这就要求在中国能

源领域要形成套完善的综合性评估检测制度,对发电设备中的关键产品技术性能、先进性、可掌性,以及对发电装备的制造单位等开展综合评估。

#### 5.2 完善监控装置的性能

电力设备的在线检测系统主要有检测结构不稳,系统的抗干扰力量较弱等技术难题,但经过当前科技的进展介质损耗检测技术和阻性电流检测技术水平有了较大提升。当前的任务难点主要是解决传感元器件自身特性,如何改善其线性度问题和增强故障收集和信号传输抗干扰技术能力,从而进一步提高信号传输的可草性和稳定工作能力。另外,还要进一步提高电气设备组装的工艺水平和产品质量。为防止偏差过大,影响检测结果并进一步提高研究的基础能力。

#### 5.3 提升基础科研能力

用电装置在线监测系统的设计与实施都离不开科研机构,大专院校等的支持,并运用新科技进行在线技术设备的研制拓宽了监测系统功能。还必须大力支持创新,加强技术开发与研制,特别是对电气装置元器件、变压装置和气体绝缘装置等开展重大科技突破:如发展电力变压器综合性监测装置等。能反映系统故障性的重要特征参数,以提高综合检测能力重点发展局部电池放电检测控制系统的抗干扰能力研究,并引入国外先进技术。在根据中国的电气装置实际状况,探究出具备中国自己创新能力的在线检测控制系统、把在线监测技术运用于电力工业改造中的同时,加强对付气绝缘组合电器等在线监测技术的研究开发监测故障性释能因子加大重大科技突破,尽快完成线监测技术的应用化。

### 6 结语

在线监控管理系统是将电子装置的工作状况进行了数据分析与交流,并经过对其的数据分析与收集后,将信息传送到处理机中,再应用计算机处理后,通过光纤通信传送到监督管理中心站内的信息系统,并通过该信息系统的使用,完成了对电力设备的远程管理与控制,为中央公用移动通讯基站和人员带来了安全可靠的监控数据信息,从而有效消除了电力设备故障问题,并增强了供电设施工作的可靠性与稳定性。

基金项目: 国网青海省电力公司科技项目资助(52280620009J)。

#### [参考文献]

- [1]张磊,刘代. 变电设备运行在线监测系统的设计与实现[J]. 电气时代,2016(4):2.
  - [2]袁远. 电力设备在线监测系统的 PXI 系统软件设计与实现[D]. 西安:西安电子科技大学,2020.
  - [3]王伟. 变电设备在线状态监测系统的设计与实现[D]. 天津:天津大学,2019.
- 作者简介: 张艳霞(1980-)女,本科,副高级工程师,研究方向为企业运营监测管理与数据挖掘。