

# 电气设备过温红外远程在线监测系统在变电站的应用

邓国明

(广东电网公司阳江供电局, 广东 阳江 529500)

**摘要:**为了实现智能电网要求的管理信息化、智能化的目标,提出了解决变电站电气设备自动不间断温度状态监测的应用方案。应用方案采用安装在全方位云台上的网络型红外在线式热成像仪,对无人值守变电站电气设备关键节点进行连续不间断的远程温度状态监测,并将监测数据实时传输到工作网络中,同时实时对监测到的目标温度数据进行分析处理,生成数据报告。实际运行表明,系统输出的温度异常信息可以为预先排除电力设备故障隐患提供有力依据,实现了电网管理从维护运行到状态运行的重大提升。

**关键词:**红外热像在线检测;远程红外;温度状态分析;故障预警

**中图分类号:**TN219      **文献标识码:**A

## Application of network thermal imaging system in power transformer substation for over-heating electronic instrument

DENG Guo-ming

(Yangjiang Power Supply Bureau of Guangdong Power Grid CO., LTD, Yangjiang 529500, China)

**Abstract:**To implements the object of informationize and intelligence management of intelligent grid, the solution of automatic and continuous monitoring of electrical device in power transformer substation is presented. The solution adopted network thermal imaging camera along with omnibearing PTZ set for the surveillance of key position of unattended substation and monitoring of object temperature, analysis and crate report. During operation, the system alert abnormal information offer great help for predict and remedy fault, greatly upgraded the grid management from maintain operation to condition monitoring.

**Key words:** network thermal imaging system; remote thermal system; temperature state analysis; fault alert

### 1 引言

电力系统很早就将热像仪运用于设备的安全检修上,通过其对电气设备和线路的热缺陷进行探测,如变压器、套管、断路器、刀闸、互感器、电力电容器、避雷器、电力电缆、母线、导线、组合电器、绝缘子串、低压电器以及具有电流、电压致热效应或其他致热效应设备的二次回路等,这对于及时发现、处理、预防重大事故的发生可以起到非常关键而有效的作用。

随着现代电力工业向着高电压等级、超大容量的发展,为保证电力生产安全高效运行,对电力设备状态检修提出了更高的要求。由于状态检修主要依赖于对运行中设备的状态检测以及在线监测手

段<sup>[1-3]</sup>,所以,电力设备运行状态检测和在线远程监测在电力安全生产中始终起着重要的作用。

红外成像技术作为一门新技术,在电力设备运行状态检测中有着无比的优越性。红外成像是以设备的热状态分布为依据对设备运行状态良好与否进行诊断,它具有不停运、不接触、远距离、快速、直观地对设备的热状态进行成像的特点<sup>[4]</sup>。

由于设备的热像图是设备运行状态下热状态及其温度分布的真实描写,而电力设备在运行状态下

**作者简介:**邓国明(1964-),男,高级工程师,工学学士,从事电力系统变电运行管理工作。E-mail:xueluna@126.com

**收稿日期:**2010-09-13

的热分布正常与否是判断设备状态良好与否的一个重要特征<sup>[5]</sup>。因此采用红外成像技术可以通过对设备热像图的分析来诊断设备的状态及其隐患缺陷<sup>[6]</sup>。

## 2 现状之不足及解决方案

变电站原有设备红外监测方式,基本采用便携式红外测温仪由运行人员以人工巡检方式进行,对存储的热图像往往停留在后台PC机上的分析诊断<sup>[7]</sup>,只能是间断性的分析控制,不能对热分布场实时监控和诊断热像的故障性质等操作,由于使用中的不便和方法中存在缺陷,难以满足电力系统对实时性、经济性、安全性、可靠性和易用性等方面日益增长的要求,这往往会造成监视延误而引起比较大财产损失。

在传统的采用人工巡检的基础上,是通过运行人员的现场巡视来掌握设备的运行状态。人的自觉性、行政手段、运行经验及现场实证构成了目前变电站设备巡视管理的四大要素。基于上述四个基本要素,供电企业根据自身特点已建立并实施了一系列诸如设备巡视、运行分析、设备缺陷管理等规章制度<sup>[8]</sup>,在很大程度上保证了电力企业的安全生产,但同时也暴露出了许多难以克服的问题。

- 自觉性问题:由于缺少有效的监督机制,设备巡视到位率、工作质量高低等都无法得到保证。

- 运作问题:管理工作的复杂性、人员考核的完整性和有效性、具体操作的随意性和规范性等,都直接或间接地造成了较高的操作费用。

- 衡量尺度问题:运行经验是确保电力设备安全运行的一种技术能力,但运行经验的积累过程具有单一性。人员一旦变动,就可能造成经验流失。这些问题造成了对运行设备状态把握的难度,而且间接地引起了较高的管理费用。

- 原始数据积累问题:由于设备运行状态的原始数据和信息的积累不足,对事故的预防及排除无法提供有用的辅助性资料。

- 监测全面性问题:人工采用便携式红外设备检测带电设备的工作热状态,受限于操作员的身高与设备的安装高度,对于设备的大部分位置无法全面观察,而安装在制高位置的在线式红外热像仪监测时就不存在该问题。

另外对某些特殊场合如无人值守变电站运行设备的热状态监测,若是便携式操作的红外设备,往往会造成劳动强度的提升及诊断不及时等缺陷。总之,目前的红外热成像仪虽在热像处理技术上不断

改进提高,但始终仍需要人为加以控制操作,操作人员的工作方便性和控制实时性仍需加强。

在此基础背景下,人们强烈希望能出现一种可以远程控制的智能化的红外热像监控诊断系统,以实现对外红外图像的远程控制操作。

随着人工智能的发展和新型传感器、计算机技术、信息处理技术的融合,特别是高电压绝缘在线监测技术、红外热成像技术的发展<sup>[9-12]</sup>,使得变电站在不停电的情况下,自动安全监测成为可能,因此在线监测的应用为高电压设备的状态检修、安全运行监测及无人值守变电站等工作提供理想的手段,新的《带电设备红外诊断应用规范》也专门对在线型热像仪提出了要求<sup>[13]</sup>。系统建成后应至少包含自动巡检、自动预警、远程控制、远程监视以及告警等功能。

## 3 应用方案介绍

### 3.1 总结架构

由于变电设备热故障的发生是非突发性的故障,定时、定位地分析更符合实际和可靠。在自动工作状态下,通过控制室计算机配合带预置位的高精度云台(可预置128个不同监视位置),红外热像仪保证对指定重要设备的重要部位进行定时定位的图像采集和温度数据采集分析。在系统自动巡航工作状态下,定时开启红外热成像设备,对预先设定的设备接点进行测温操作,系统自动记录所测得的温度数据并保存所采集的红外热图,以便对设备运行情况进行分析。系统自动对指定的设备如变压器的套管、CT、PT等进行测温,将其红外图像采集存储下来,送入数据库,分析比较后,利用设定的判据,确定设备的工作状态。发现故障后,发出报警信号,并可在数据库管理系统的支持下,分析故障设备的劣化状况。

当巡航过程中有发现目标设备温度越限,系统发出文字报警信息和声音报警信息以便运行人员发现、跟踪并处理故障。

根据阳江供电局所辖变电站的实际情况,系统设计为二级网络架构,远期是在供电局设监控中心,以监控中心做为整个系统的网络中枢,在各巡检中心设分控中心,为二级网络结点。通过电力专用网络,各变电站的前端红外在线监测设备接入网络,建立一个整体的远程红外在线自动监测体系,实现统一的监测管理。

### 3.2 项目架构

近期先在阳江巡检中心设一个分控中心,在220 kV漠南变电站设置红外热成像在线监测设备,

利用设立在每个主变及 220 kV, 110 kV 场区前后的在线式红外热成像仪, 对视场内的所有运行设备进行每天定时巡检, 获取覆盖范围内的红外热图像, 每个在线式热成像仪按照预先设定的程序巡检, 以减少人力巡视, 提高了生产效率和自动化程度。根据 220 kV 漠南变电站的具体情况, 采用 4 台大立科技的 DM60-S 在线式红外热成像仪组成远程红外在

线自动监测系统, 对 2 台主变及 220 kV, 110 kV 场地上的各类设备进行全方位监测, 同时通过网络将监测数据接入分控中心, 以适应变电设备的热成像在线监测的需求。同时搭载可见光摄像头, 以便获取可见光视频图像, 对目标进行放大、定位观测分析。系统结构图如图 1 所示。

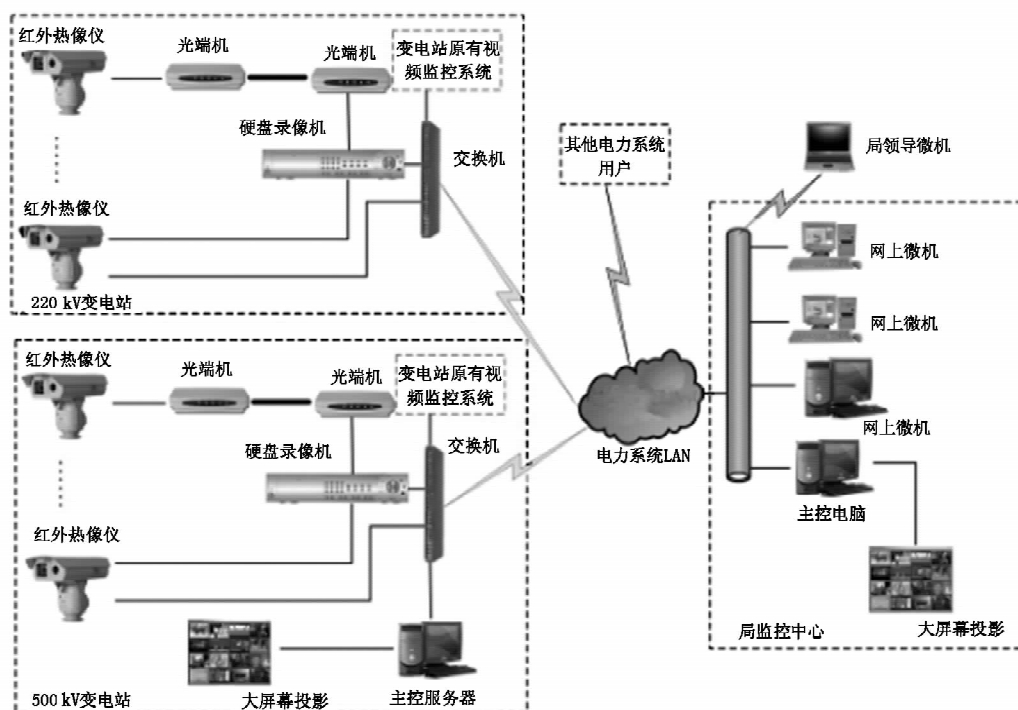


图1 系统结构图

#### 4 实施效果

过温红外预警系统建成后, 实现了变电站一次设备温度情况自动巡检, 并按预先设定的预警值发出声音报警信号, 使运行人员(或通过值班监控人员)能及时采取相应的措施, 用减少负荷或改变系统运行方式等手段, 确保设备运行的安全, 提高运行人员对设备缺陷的识别能力和预见性。

系统在完成除预先设计的自动巡检、自动预警、远程控制、远程监视以及告警等功能外, 更进一步提供了后续数据处理及分析的功能。

系统能自动根据预先设计的巡检策略, 定时控制 DM60 红外热像仪转动的各个预置位, 监测该预置位上各个设备的工作状态, 采集当前设备的工作状态热图, 记录这时设备的工作温度, 同时比较当前设备的工作温度是否高于预先设置的报警温度。

通过以上的工序以后, 系统可以给出所有处于巡检策略的设备在一段时间内每天同一时间上的温度数据, 并形成温度变化曲线图, 当该温度曲线

产生明显的拐点时, 就是该设备将出现故障的前兆, 需要辅以其他的观测手段特别重点观察。当然, 在观察温度变化趋势时, 也需要同时结合其他在线检测系统的数据(如该设备的电流变化趋势), 以便对设备的工作状态给出尽量准确的判断。

#### 5 结束语

采用电气设备过温红外远程在线监测系统, 在保证设备健康运行的同时, 同时也为设备检修重点提供了科学的依据, 也就相应增加了设备的可用率, 较大程度上提高了工作效率, 逐步实现了智能电网的目标, 为减人增效提供了可能, 实现管理的信息化、智能化, 确保了设备管理目标的实现, 为电网安全乃至社会的稳定提供了技术保障。

#### 参考文献:

- [1] Li Bo. Application of status monitoring and fault diagnosis to main electrical equipment in substation [J]. Electric Power, 2002, 35(11): 37-41. (in Chinese)

- 李博. 变电站主电气设备状态监测和故障诊断技术应用[J]. 中国电力, 2002, 35(11): 37-41.
- [2] Guan Genzhi, He Jingliang. On-line insulation monitoring techniques and condition maintenance of electric equipment[J]. Electric Power, 2000, 33(3): 46-49. (in Chinese)  
关根志, 贺景亮. 电气设备的绝缘在线监测与状态维修[J]. 中国电力, 2000, 33(3): 46-49.
- [3] Chen Weirong, Song Yonghua, Sun Jinxin. Concept and present situation of the state monitoring of power system equipment[J]. Power System Technology, 2000, 24(11): 12-17. (in Chinese)  
陈维荣, 宋永华, 孙锦鑫. 电力系统设备状态监测的概念及现状[J]. 电网技术, 2000, 24(11): 12-17.
- [4] Sun Xiaogang, Li Yunhong. Review of the development of temperature measurement technology with infrared thermal imager[J]. Laser & Infrared, 2008, 38(2): 101-104. (in Chinese)  
孙晓刚, 李云红. 红外热像仪测温技术发展综述[J]. 激光与红外, 2008, 38(2): 101-104.
- [5] Liu Xin ye, Chang Da ding, Ouyang Lun duo. Application of infrared imaging in the maintenance of electric devices [J]. Infrared and Laser Engineering, 2002, 31(3): 220-224. (in Chinese)  
刘新业, 常大定, 欧阳伦多. 红外热成像在电气设备维护中的应用[J]. 红外与激光工程, 2002, 31(3): 220-224.
- [6] Zhong Ji sheng, Li Chun cheng, Ren Xun. Application of infrared imaging technology on petrochemical industry equipment inspection and damage diagnosis[J]. Laser & Infrared, 1999, 29(5): 310-314. (in Chinese)  
仲跻生, 李春诚, 任迅. 红外热像技术应用于石化设备的检测诊断[J]. 激光与红外, 1999, 29(5): 310-314.
- [7] Yang Li. Calculation and Error Analysis of Temperature Measurement Using Thermal Imager [J]. Infrared Technology, 1999, 21(4): 20-24. (in Chinese)  
杨立. 红外热像仪测温计算与误差分析[J]. 红外技术, 1999, 21(4): 20-24.
- [8] Liu Youwei, Li Guangfan, Gao Keli, et al. Fundamental frame to draft "guide for condition maintenance of electric power equipment" [J]. Power System Technology, 2003, 27(6): 64-67, 76. (in Chinese)  
刘有为, 李光范, 高克利, 等. 《电气设备状态维修导则》的原则框架[J]. 电网技术, 2003, 27(6): 64-67, 76.
- [9] Xing Suxia, Zhang Junju, Chang Benkang, et al. Recent development and status of uncooled IR thermal imaging technology [J]. Infrared and Laser Engineering, 2004, 33(5): 441-444. (in Chinese)  
邢素霞, 张俊举, 常本康, 等. 非制冷红外热成像技术的发展与现状[J]. 红外与激光工程, 2004, 33(5): 441-444.
- [10] Amantea R, et al. Progress towards an uncooled IR Imager with 5 Mk NETD [C]. SPIE, 1998, 3436: 647-659.
- [11] Blackwell Richard, Geldart Stevrn, Kohin Margaret, et al. Recent technology advancements and applications of advanced uncooled imagers [C]. SPIE, 2004, 5406 (Infrared Technology and Applications XXX): 422-427.
- [12] Butley N, McClelland J, I wass S. Ambient temperature solid state pyroelectric IR imaging arrays [C]. SPIE (Crit, Rev930), 1988: 151.
- [13] Shanghai Municipal Electrical Power Company. The atlas of infrared test diagnosis for electrical equipment & its working regulation [M]. Beijing: China Electric Power Press, 2004. (in Chinese)  
上海市电力公司. 电力设备红外诊断图谱及应用规范 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2004.