

「监测系统」

基于红外热成像技术的配电网设备温度在线监测系统设计

文/国网江西省电力公司萍乡供电分公司 张勇刚

国网江西省电力公司上栗县供电分公司 王 怡

配电网设备对于温度环境控制具有严格要求，为保障配电网设备的正常运行，需要进行表面温度实时监控，传统人工测温的方法效率低、成本高，检测效果不佳。因配电网设备运行环境的特殊性，对设备温度进行实时、准确监测是电力行业的技术难点之一，因此，基于远红外热成像技术，以配电变压器为例，设计研发配电网设备温度在线监测系统，可以有效地降低人工测温的工作强度，通过红外线传导，获取配电网设备温度场分布图像和数据。

红外成像在线监测系统，能够提供精确、宽范围、实时、边缘到边缘的温度测量，实时过程的彩色热图像，特别适用于连续和离散工业以及配电网设备工作过程的温度监视、图像扫描、分析及控制。本文主要研究红外成像在线监测系统的技术规范、性能以及系统结构，该监测系统采用红外热像测温检测仪和海康威视NVR作为视频温度信号采集单元，测量温度视频数据通过4G网络自动发送到云服务中心，相关工作人员可以通过手机随时查看测量设备的视频温度数据。有效

降低风险事故发生率，提高了设备状态检修管理水平，并通过研究表明红外成像技术在配电网设备状态的在线监测具有显著效果。

系统的设计原理

该系统由“云服务中心”和“前端子系统”组成，两者之间借助移动、电信及联通公司的4G网络进行通信。总体架构如图1所示，由多个安装在配电线路塔杆上的数据采集前端子系统和云

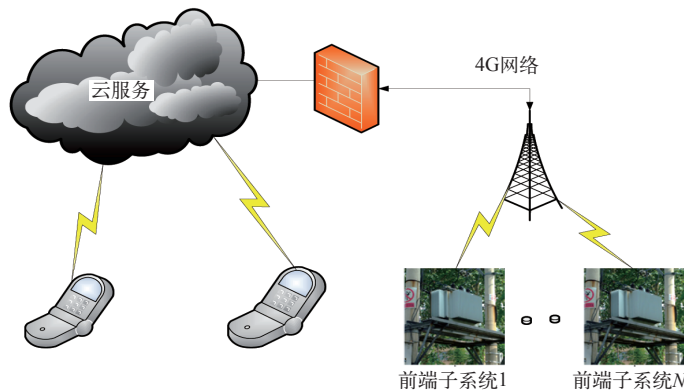


图1 红外成像系统的总体架构

服务中心组成的。云服务中心主要通过4G通信网络采集前端视频数据，集中到专用云服务中心数据库中保存；工作人员可以通过移动终端设备，随时查看整个设备的运行状态。前端子系统是在配电变压器附近安装红外热像设备，实时采集变压器设备视频温度数据，通过4G通信网络向上发送数据到云服务中心，采用非接触式红外热成像技术，设备安装无需停电操作。这些前端子系统主要负责采集输电线路的红外热图像和相关数据信息，然后通过4G通信网络传输到云服务中心。监控主站通过计算机对这些数据进行分析处理，并根据分析结果发出控制指令和报警信号。如图1所示。

红外成像在线监测系统的设计

红外热像仪是整个监测系统中重要组成部分，主要负责配电网设备的温度监测，本文研究的红外热像仪选用进口探测器，外形尺寸仅为54 mm×25 mm×95 mm，结构小巧、经济实惠、工作稳定、性能卓越，配合独有的测温校正算法和易用的用户界面，并且配有功能丰富的终端软件和简单易用的SDK包，无论是单独使用还是二次集成开发，都能满足用户差异化的应用需求，并且为关键设备的无间断状态监控提供连续的温度监控。能早期检测出设备中与温度相关的问题，是电力系统、加工和制造业、数据中心、运输和公共交通、发电厂和仓储设施连续状态监控和热点探测的理想红外热像仪。红外热像仪外观如图2所示。



图2 红外热像仪示意图

本系统采用的红外热像仪，拥有4 800个测温点的智能式红外热像仪，并且符合IP-67防护等

级的坚固外壳，具有多达6个含有报警功能的测温区域，可以支持MPEG、MJPEG和H.264格式储存热视频流、可见光与MSX视频，能够提供全方位分析与报警功能，该设备通过以太网连接器（M12），适配电源，I/O连接器（M12）。红外热像仪物理接口如图3所示。

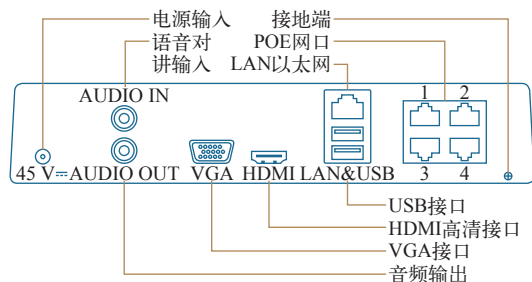


图3 红外热像仪物理接口

红外热像仪图像及视频实时传输到计算机，红外热像仪输出的模拟信号，需要视频采集设备将这些模拟信号转换成数字信号，视频采集卡（Video Capture card）种类繁多，根据配电网环境的不同，输出的视频信息也不尽相同，最大支持200 W px的高清网络视频预览、存储与回放；支持HDMI与VGA同源输出，HDMI与VGA输出分辨率最高均可达1 920×1 080；该红外热像仪使用全新的UI操作界面，支持一键添加IPC以及一键开启录像的功能；支持即时回放功能，在预览画面下对指定通道的当前录像进行回放，并且不影响其他通道预览，支持最大4路4CIF实时同步回放和多路同步倒放；支持硬盘配额存储模式，可以对多个通道分配不同的录像保存容量并且支持假日录像，方便工作人员随时查看温度日志；红外热像仪支持1个SATA接口，能够实现大量的数据信息传输功能；支持萤石云网络视频服务，可一键配置上网对配电网设备进行网络视频监控；支持网络流量监控、网络抓包以及网络资源统计等多个功能。红外热像仪可以有效地检测配电网与温度相关的问题，能够提前检测与电网设备温度相关的问题，最大限度地避免意外断电、服务中断和设备故障，无需红外窗口或手动扫描即可获得关键信息，支持MPEG、MJPEG和H.264格式储存热视频流、可见光或MSX视频，温度超过预设阈值时提供自动报警功能，支持双电缆连接，并且符合行业标准的Ethernet2IP、Modbus TCP接口，以及内置的网络界面可进行轻松设置。红外热像仪技术参数设定，见表所示。

表 红外热像仪技术参数设定

接口名称	电器规范
电源指示灯	热成像仪正常工作时电源指示灯为绿色，红灯表示报警信号
DC 12 V	允许输入9~15 V、纹波小于200 mV的直流电源，内部带过电压和反接保护，输入电压过高将导致保护电路失效。
以太网	标准100/1 000 Mbit/s以太网接口，RJ45规范。以太网供电运行范围是DC 12/24 V、2 W连续/3.1 W绝对最大值。当通过输入成功复位热像仪至出厂设置后，黄绿两指示灯会熄灭。
模拟视频接口	支持NTSC/PAL制式，引线接入。需要在软件中启用模拟视频后才可在该端口输出模拟视频信号。
RS 485/RS232-TTL	符合标准RS 485电气规范，可与其他支持RS 485设备通信或组网，例如云台、PC、GPS模块等。RS232-TTL 支持3.3 V电平标准的UART通信标准。
PWM通道	支持4路飞控PWM通道，可接入常见飞控系统
电动镜头接口	支持12 V电平的电动镜头
IO输入触发	1路磁隔离输入，当输入电平位于0~1 V时，输入逻辑0，当输入电平位于1~3.3 V时，输入逻辑1。当输入逻辑0时间超过6 s后，热像仪恢复成出厂设置
按键触发	外部按键，长按6 s复位热像仪，恢复出厂设置
热灵敏度/NETD和视场角	热灵敏度/NETD: $<0.10^{\circ}\text{C} + 30^{\circ}\text{C} (+86^{\circ}\text{F})/100\text{ mK}$ 视场角 (FOV) : $48^{\circ} \times 37^{\circ}$
电磁兼容性 (EMC)	EN 61000-6-2; 2001 (抗干扰) EN 61000-6-3; 2001 (抗辐射) FCC 47 CFR Part 15 Class B (抗辐射)

在线监测系统的应用效益评价

城市电网在我国经济发展中有着非常重要的地位，配网变压器及相配套的开关等设施，具有用量大、分布广等特点。因此，采用科学合理的在线监测技术，可对配电网设备的正常运行进行实时监管，提高设备运行的安全性及可靠性。研究得知，变压器及开关设备运行，要在标准温度环境范围内工作，如果设备运行时间问题到达风险临界点，将会产生停止、火灾甚至爆炸等事故。变压器种类有油浸变压器、干式变压器等，多采用地面或地下隐藏安装。因此，对设备温度监测是电力行业的技术难点之一。本文研究的基于红外热成像技术在配电网设备温度在线监测系统，经过试验运行和应用，安装了红外成像仪的配电网设备，除了少部分工作需要人工确认外，其余由系统自动化运行处理，有效减轻了人工劳动的强度，节约人力成本的同时，还能有效保障电力企业的安全生产。此外，本系统采用海康威视萤石云计算机客户端和移动设备APP进行数据浏览，红外热成像结果显示如图4所示，工作人员可以随时查看配电网现场设备运行温度情况，保证了设备的安全运行。

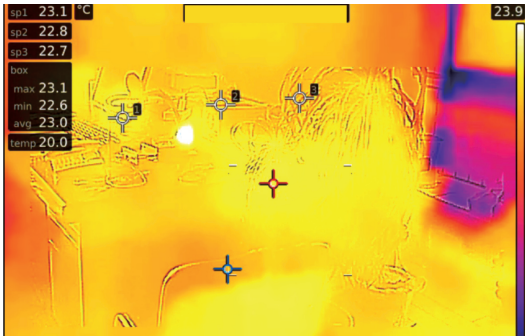


图4 红外热成像技术使用效果图

结束语

综上所述，随着自动控制技术和红外热成像技术的日趋成熟，使其在配电网设备温度在线监测中的具有重要意义，本系统采用的红外热成像技术，就是通过红外热像仪对配电网设备进行温度监测，产生实时的温度图像和数据信息，通过现场应用测试表明，红外成像仪对配电网设备在线监测效果，无论是从精度和实时性方面都能满足要求，既提高了工作效率，又能降低人工操作的劳动强度，值得推广应用。EA

(收稿日期: 2017.12.04)

(编辑: 朱金凤)