

# 广角红外透镜在封闭高压开关柜温度检测上的应用

赵云

(四川省电力公司阿坝公司 四川 阿坝 623200)

**摘要:**在介绍广角红外透镜的基本原理基础上,探讨了该型透镜在封闭开关设备内部发热检测中的应用,并给出了单面安装方法。其研究工作,对提高封闭开关设备内部发热监测水平,具有较高的价值。

**关键词:**广角红外透镜;封闭开关设备;内部发热;检测;单面安装方法

**Abstract:** Based on the basic principles of wide-angle infrared lens, its application to the internal heating detection of enclosed switchgears is discussed, and a single-sided installation method is given, which is of great value to the improvement of internal heating detection for enclosed switchgears.

**Key words:** wide-angle infrared lens; enclosed switchgear; internal heating; detection; single-sided installation method

中图分类号:TM835 文献标志码:B 文章编号:1003-6954(2012)03-0064-03

作为发电厂、变电站中的重要设备,高压开关柜具有合关及开断电力线、实现输送及倒换电力负荷、退出故障设备和线段等功能,对保证电力系统安全运行起着举足轻重的作用。但在长期运行过程中,柜内的触点和母线排连接处等部位,常常因老化和接触电阻过大而发热,致使在高温高负荷期间,由柜内触头过热引起的烧柜事故时有发生。为保证开关设备与电力系统运行安全,有必要对封闭开关柜内部温度进行严密准确的监测。

红外测温是检测电力设备发热的有力手段,但一般只用于敞开电力设备。对于大量运行的封闭开关设备而言,由于外壳的阻隔,需要在外壳上安装红外透镜,才能使用红外热成像仪等进行发热诊断。但迄今为止,绝大多数红外透镜的成本、尺寸、机械性能等诸项指标都不尽人意,严重影响了红外透镜在封闭电力设备内部测温领域的推广和应用。

随着透镜材料技术的发展,一种采用LLDPE树脂的广角Fresnel红外透镜可用于封闭开关设备红外检测,结合封闭开关设备的特点,需研究单面安装的镜框结构和安装方法。

## 1 常规红外透镜的缺点

常规的红外透镜通常用单晶硅、单晶锗、硒化锌、硫化锌等无机晶体材料加工而成,具有以下性能缺陷:①价格贵,直径为60 mm的圆形镜片,单价通常在

千元以上,尺寸越大,价格越贵;②加工难,尺寸小。无机晶体材料的加工极为困难,导致此类红外透镜的直径一般不超过100 mm,再大,则很难加工成功。此类尺寸的红外透镜,观察范围较为有限,难以全面监测封闭开关设备内部的发热情况;③机械性能差,无机晶体材料红外透镜机械强度与韧性较差,容易破碎,以致给设备外壳留下空洞,造成安全隐患;④表面硬度很低,容易磨花。如果透镜表面有污秽或灰尘,只能用软棉布沾无水酒精轻轻擦拭;⑤稳定性差,易水解,不耐酸碱的腐蚀,不能在有污染和湿度大的环境下长期工作。

这些技术问题严重影响了红外检测技术在封闭开关设备上的推广应用,成为了该类设备发热状态检测和状态检修的障碍。

## 2 LLDPE树脂广角Fresnel红外透镜的原理

LLDPE树脂材料物理化学性能稳定,能克服无机晶体材料上述缺陷。在红外光学性能方面,不仅有较高的长波红外线透过率,而且其折射率大约为1.5,在没有镀膜的情况下其反射损失为10%,不需要像无机晶体材料如单晶硅材料那样需要在表面镀以昂贵的增透膜来减少反射损失。其光学透过率曲线如图1所示。

鉴于此,采用LLDPE树脂,研制加工出一种用于封闭开关设备红外检测的广角Fresnel红外透镜。

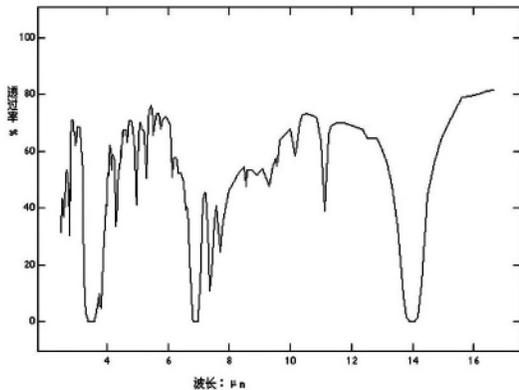


图1 LLDPE树脂材料的光学透过曲线

在加工时,先将LLDPE树脂材料热压成是厚度为0.38 mm的薄膜,两面为平面,再采用了准分子激光微加工系统加工成负焦距Fresnel透镜。准分子激光微加工系统的加工能力可使透镜加工按最优光学方案进行:透镜采用完全非球表面,而没采用圆锥形的齿槽;采用非周期的齿槽结构,即在径向单位长度内具有变化的齿槽数,从透镜边缘到中心,齿槽数是减少的,而没采用在径向单位长度内具有固定的齿槽数的结构;同时又保持所有齿槽的深度不变。这些措施减少了不确定的散射和衍射,减少了透镜光学误差,提高了透镜成像质量和对特定波长范围光线的透过率。通过在兼顾成像质量的前提下,根据封闭开关设备的尺寸和检测范围来确定适当透镜的负焦距,扩大了视角。配合镜框安装于封闭开关设备外壳适当位置,在其狭窄的空间内可使观察范围扩大2至4倍。该透镜的部分光学结构如图2、图3所示。

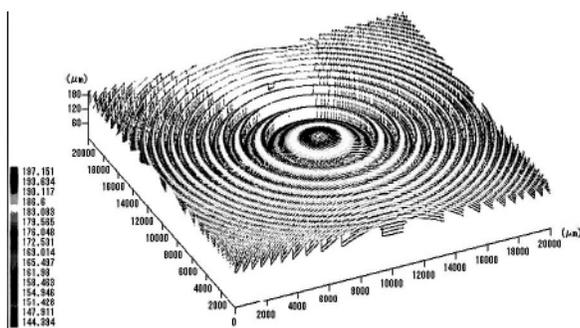


图2 广角Fresnel红外透镜中央3D形状图



图3 广角Fresnel红外透镜齿槽剖面的扫描电子显微照片

### 3 LLDPE树脂广角Fresnel红外透镜的安装

该透镜构件的结构采用如下方案:广角红外透镜安装在金属外框上,用密封胶密封并与金属外框固定在一起,金属外框上有孔,安装时根据纸钻模所示位置在封闭开关设备面板上钻孔,用手动抽芯铆枪和高强度不锈钢抽芯封闭铆钉将金属外框紧固于封闭开关设备面板。金属盖板通过螺纹和金属外框连接,红外透镜的防护等级达到IP65,高于封闭开关设备的防护等级。所以安装窗口不会改变封闭开关设备的安全性。并完全符合DL/T 664-2008《带电设备红外诊断技术应用导则》的要求。

由于封闭开关设备内部空间狭窄,安装红外透镜时操作人员及工具往往不能抵达封闭开关设备背面。因此开发出相应的单面安装方法,既不用进入,也不需要用手或工具伸入封闭开关设备里面,就可完成红外透镜安装。相应安装流程如下:①准备如下安装工具:不干胶纸钻模、锤子、镊子、电钻、4.2 mm钻花、开孔器、圆锉、手动抽芯铆枪;②按红外透镜尺寸,用不干胶纸钻印制纸模,并将其贴于安装处;③用镊子标注中心孔和安装孔位置;④用电钻安装4.2 mm钻花钻中心孔和3个安装孔;⑤用开孔器在中心孔所示位置开圆孔;⑥用圆锉打磨切口毛刺,并用防锈漆涂抹切口;⑦用手动抽芯铆枪和高强度不锈钢抽芯封闭铆钉紧固红外透镜于面板。

安装好的LLDPE树脂广角Fresnel红外透镜结构与位置如图4所示。

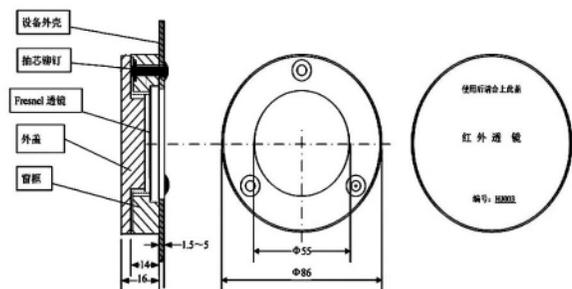


图4 广角Fresnel红外透镜安装结构示意图

### 4 现场试验

为检验该观测窗与红外热成像仪配合测量柜内温度的效果,专门进行了现场安装及测温试验。在现场安装中,为保证封闭开关设备的安全,窗口的防护

等级达到 IP65 高于封闭开关设备的防护等级。

安装在 XGN2 - 12 型箱型固定式交流金属封闭开关设备上的 FRESNEL 透镜具有如下参数: 直径为  $\varphi 40$  mm; Fresnel 透镜直径为  $\varphi 30$  mm; 材质为 LLDPE 树脂; 厚度为 0.38 mm; 焦距为 -330 mm; 增加视角为  $15^\circ$ 。通过测温, 得出了柜内被测铜排及接头区域详尽全面的温度分布云图, 如图 5 所示。

该试验表明, 将广角 Fresnel 红外透镜用单面安装法安装于封闭设备外壳的适当位置, 与红外热成像

仪相结合, 能够很方便地得到高压开关柜内部设备详尽全面的温度分布情况。

## 5 结 论

综上所述, 所发明的广角 Fresnel 红外透镜, 结构坚固耐用, 观察范围宽广, 便于单面安装, 可以方便安全地实现封闭开关设备大面积、大范围的红外发热在线监测, 为状态检修提供有力依据。

### 参考文献

- [1] 国网武汉高压研究院, 华东电网有限公司. DL/T 664 - 2008 带电设备红外诊断应用规范[S]. 北京: 中国电力出版社, 2008.
- [2] 陈永辉, 蔡葵, 刘勇军, 等. 供电设备红外诊断技术[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2006.
- [3] 曾琛. 高精度红外仪器透镜用光学树脂的开发[J]. 石化技术与应用, 2004, 22(5): 342 - 343.

(收稿日期: 2012 - 02 - 15)

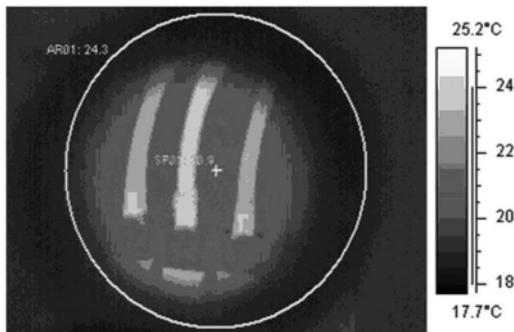


图 5 测温所得柜内铜排及接头的温度分布云图

(上接第 60 页)

电力信息技术是一个不断深入发展的过程, 基于 GPRS 抄收催一体化技术的管理系统在设计、开发、调试和应用集成的过程中进行了不断完善。在系统上线后也遇到一些问题, 系统经过硬件改进和应用升级得以解决。

### 3.1 应用中发现的问题

(1) 系统采用移动 GPRS 网络, 在部分农村偏远地区移动信号弱或未覆盖, 终端设备无法上线。

(2) 随着智能电网发展, 智能电表在农村逐步应用, 抄收催终端需要解决智能电表快速充值缴费的问题。

(3) 由于 GPRS 通讯信息中涉及电费缴费、账务资金等敏感数据, 该系统 GPRS 通信过程需要极高的安全保障。

### 3.2 应用改进和解决措施

(1) 终端设备采用更换终端通讯模块、延长终端天线等措施, 增强终端的通讯能力; 同时协调移动公司, 对 GPRS 信号未覆盖的地方进行补点, 从源头上解决 GPRS 通信问题。

(2) 抄收催终端在设计时预留了 IC 卡接口, 并在系统应用功能中增加智能电表充值缴费功能。通过抄表收费人员上门充值或在农村便利店部署抄收催终端, 实现了智能卡表用户的充值缴费。

(3) 基于 GPRS 抄收催一体化技术采用了 APN (Access Point Name) 专网模式, 利用 SIM 卡的唯一性, 划定用户可接入系统的范围, 有效避免了非法入侵。采用移动公司分配的 APN 进行无线网络接入, 在网络侧对 SIM 卡和 APN 进行绑定, 只有属于电力行业的 SIM 卡才能访问专用 APN。同时, 在网络边界采用安全的防火墙过滤, 设置防火墙软件保障系统安全。

## 4 结 语

基于 GPRS 抄收催一体化技术的管理系统将通信技术和计算机应用有机结合, 较好地解决了“农村用户抄表、收费、催费难以有效管理”的问题, 为电力企业提高了工作效率、降低了企业管理成本, 同时也为农村用户电费缴费提供了便利, 提高了客户满意度。同时, 系统全面支持预付费, 实时监控电费资金状况, 为农电资金安全提供了保障。通过推广试点证明, 基于 GPRS 抄收催一体化技术的管理系统为供电企业带来了良好的经济效益和社会效益, 提高了供电企业对现场工作的管理水平, 符合“精细化”管理的要求, 在供电企业内具有较大的推广应用价值。

(收稿日期: 2012 - 03 - 28)