

2012年江苏省电厂电气一次设备红外检测及分析

张钰¹, 杨晓慧²

(1.江苏方天电力技术有限公司,江苏南京 211102;2.江苏省电力设计院,江苏南京 211102)

摘要:文中对2012年江苏省内各类型发电厂的技术监督工作红外检测现场工作相关内容进行了归纳,结合现场经验及遇到的问题对红外检测现场判断、后期图像及数据处理等相关内容进行了总结,对现场工作中遇到的各类典型发热缺陷进行列举、分析。结合省内电厂地理分布、发电厂类型等实际情况,指出各电厂巡检人员及技术监督检测人员在今后工作中应加强注意的热缺陷类型及重点检测的设备,另外介绍了现场工作及后期数据处理中的一些注意点。

关键词:电气设备;红外检测;状态检修;污秽;过热

中图分类号: TN219

文献标志码: B

文章编号: 1009-0665(2013)04-0066-04

红外检测的对象主要为具有电流、电压致热效应或其他致热效应的各电压等级电气设备,包括变压器、断路器、隔离开关、互感器、高压套管、电力电容器、避雷器、电力电缆、母线、导线、绝缘子等^[1]。红外检测能够在早期热异常的过程中及时发现设备隐患,提高检修工作效率,有效延长设备的使用寿命,节约运行成本。

1 2012年电气一次设备红外检测

2012年的技术监督工作中,3名检测人员从6月12日至8月2日,对江苏省内燃煤、燃气、核电、抽水蓄能等二十余座电厂的各电压等级电气一次设备进行了红外检测,其中变压器约105台,断路器200余组,电流互感器400余组,隔离开关400余组,电压互感器150余组,避雷器180余组,电缆终端10组,此外还有较多数量的悬挂绝缘子、支柱绝缘子等,现场检测使用仪器为SAT及FLIR系列2台高精度红外热像仪。在整个红外检测过程中,检测到的设备发热缺陷主要有以下几类:

- (1) 变压器套管柱头,隔离开关刀口及转头,断路器导线接头等发热;
- (2) 电容式电压互感器油箱发热;
- (3) 电流互感器内、外接头发热;
- (4) 套管、绝缘子等表面污秽致热。

上述各类设备发热缺陷,有些属于往年检测中已存在发热缺陷隐患且监视运行的,有些则属于2012年新增发热缺陷。

2 典型缺陷及分析

红外检测的判断方法一般分为表面温度判断法、同类比较判断法、图像特征判断法、相对温差判断法、档案分析判断法、实时分析判断法。检测人员在现场

检测时应注意综合运用各种方法以快速发现设备发热缺陷。

2.1 变压器类

2012年7月26日对常州某电厂1台220kV主变进行红外检测时,发现其B相套管柱头存在过热缺陷,红外热像如图1所示。



图1 某电厂2号主变B相

该2号主变B相套管柱头处热点温度60.4℃,A相和C相套管相同部位分别为43.2℃,44.1℃,与B相温差约16K,相对温差约74%。按照DL/T 664—2008《带电设备红外诊断应用规范》中套管柱头发热缺陷的有关内容,属于严重缺陷(热点温度>55℃或相对温差 $\delta \geq 80\%$)。该部位在往年检测中未发现过热现象,为新增发热缺陷,此处应为柱头内部接触不良引起,应对柱头内部并线等进行紧固处理。

2.2 互感器类

2012年互感器类设备检测过程中较为典型的缺陷为电压互感器油箱发热,电流互感器内、外接头发热。

2.2.1 电压互感器

2012年7月25日对苏州某电厂220kV升压站进行红外检测时,发现2条220kV出线电压互感器(均为电容式电压互感器)油箱部位存在过热缺陷,并且套管污秽现象严重。红外热像如图2、图3所示。

图2中电压互感器油箱部位最高温度39.1℃,图3中电压互感器最高温度38.9℃,观察2台电压互感器成像可以明显看到其下部油箱部位较套管区域温度显著

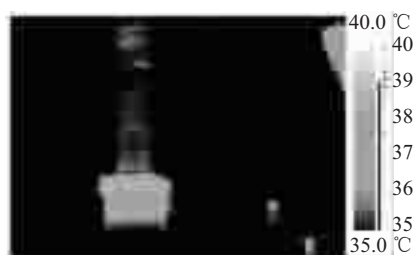


图 2 某电压互感器油箱发热

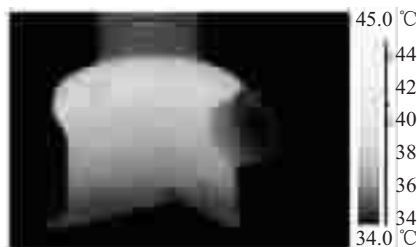


图 3 电压互感器油箱发热

升高,应结合检修机会对其内部进行检查、处理。电容式电压互感器油箱发热故障较为多见的是由于电磁单元内部或外部故障使保护电阻或阻尼电阻长时间通流发热所致^[2,3]。检测到存在油箱发热缺陷时应注意观察其缺陷发展,综合分析油相关试验结果及温升、部位等情况,对缺陷的性质进行初步判定,避免盲目停电。

2.2.2 电流互感器

2012 年的现场检测中发现有多家电厂存在电流互感器各部位的过热缺陷,主要为电流互感器内、外接头处发热。

(1) 某 500 kV 电流互感器接头处发热缺陷。2012 年 7 月 16 日对苏北某电厂 500 kV 升压站进行红外检测时,发现某电流互感器 A 相、C 相外部接头处发热现象较为明显,红外热像如图 4、图 5 所示。

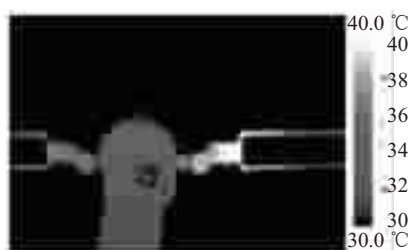


图 4 某 500 kV 电流互感器 A 相发热成像



图 5 某 500 kV 电流互感器 C 相发热成像

观察红外成像,A 相、C 相缺陷部位热点温度分别为 43.7 °C、44.0 °C,与正常相 B 相温差约为 5 K,为一

般过热缺陷(温差不超过 15 K),未达到严重缺陷热点温度 $>80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 或相对温差 $\delta\geq 80\%$ 的规定,应监视运行,日常巡视中应加强对上述部位的红外检测。

(2) 某 220 kV 电流互感器发热缺陷。2012 年 7 月 12 日对徐州某电厂 500 kV、220 kV 升压站进行红外检测时,发现一组电流互感器 A 相变比接头部位存在过热缺陷。红外热像如图 6 所示。

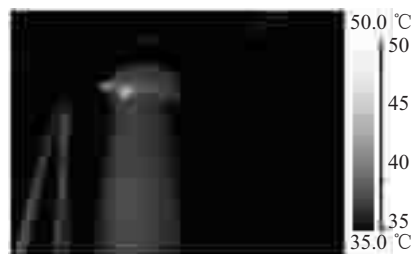


图 6 某电流互感器 A 相导流板螺丝发热缺陷

图 6 中,该电流互感器 A 相温度最高点温度为 43.5 °C,与正常相 B 相、C 相相同位置温差约为 6 K,该发热部位属于典型的电流互感器变比接头连接不良导致的一般过热缺陷(温差不超过 15 K,未达到严重缺陷热点温度 $>80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 或相对温差 $\delta\geq 80\%$ 的规定)。

(3) 某 500 kV 电流互感器接头发热缺陷。2012 年 8 月 2 日对苏北某电厂 500 kV 升压站进行红外检测时,发现某 500 kV 电流互感器的 C 相存在接头部位过热缺陷,红外热像如图 7 所示。



图 7 某 500 kV 电流互感器 C 相发热缺陷

图 7 中,温度最高点热点温度为 47.0 °C,与 A 相、B 相温差约 5~6 K,属于一般过热缺陷(温差不超过 15 K),该发热缺陷为典型的接触不良致热现象。电流互感器外接头发热原因一般为接头接触不良。接头处的压力是否合适、接触面的氧化程度等均不同程度影响接触电阻,从而影响接头发热状况。

2.3 套管类

套管类设备存在的问题多为套管表面污秽致热。2012 年 7 月 25 日对苏州某电厂 220 kV 升压站进行红外检测,该升压站为室内布置,检测时发现大量设备存在表面污秽致热现象。以某电压互感器为例,其红外热像如图 8 所示。

从图 8 中可以明显观察到该电压互感器存在显著的表面污秽致热现象。该升压站内设备表面污秽现象

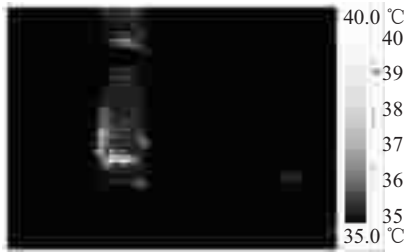


图 8 某电压互感器表面污秽致热

较普遍,应利用检修机会清理污秽,同时在日常巡检工作中应加强监测。

2.4 绝缘子类

绝缘子类设备存在的问题为表面污秽。2012年7月25日对苏州某电厂220 kV室内布置升压站进行红外检测,绝缘子表面污秽致热缺陷较为普遍,包括刀闸、接地刀闸支柱绝缘子,母线悬挂绝缘子等。典型表面污秽缺陷红外热像如图9、图10所示。



图 9 220 kV 母线悬挂绝缘子



图 10 某刀闸 A 相支柱绝缘子

图9、图10的220 kV母线悬挂绝缘子及某刀闸支柱绝缘子红外成像图谱中,表面污秽现象显著,应结合检修对污秽部位进行处理。套管、绝缘子表面污秽致热主要特征为以瓷盘为发热区的热像,发热区由于表面污秽导致绝缘子泄漏电流增大而导致的发热较为明显。运行环境污秽条件下,绝缘子将不同程度降低绝缘性能,易导致发生闪络,从而对正常电力生产造成危害。该类缺陷目前在江苏省内较常见于室内布置且投运时间较长的电气设备,由于空气流通不畅、灰尘累积易造成绝缘子以及高压套管等表面污秽致热。

2.5 金属连接类

金属连接类设备发热比较常见于接头与线夹、金属导线、隔离开关的刀口与转头等。在2012年的检测中也发现了一定数量金属连接部位的发热缺陷问题。

(1) 某500 kV刀闸发热缺陷。2012年7月24日对南京某电厂500 kV升压站进行红外检测时,发现某

500 kV刀闸B相存在过热缺陷,其红外成像如图11所示。



图 11 50322 刀闸 B 相

图11中,缺陷部位热点温度为45.2°C,与正常相A相、C相温差约为5 K,由接触不良引起,属于一般缺陷(温差不超过15 K未达到严重缺陷热点温度 $>80^{\circ}\text{C}$ 或相对温差 $\delta \geq 80\%$ 的规定)。

(2) 某220 kV刀闸发热缺陷。2012年8月1日对镇江某电厂220 kV升压站进行红外检测时,发现某220 kV刀闸C相存在较为明显的过热缺陷,红外热像如图12所示。



图 12 某 220 kV 刀闸 C 相刀口发热

图12中,该刀闸主变侧刀口热点温度为88.0°C,与正常相温差达42 K,相对温差约为80%,属于严重缺陷。金属连接类设备过热缺陷可见于各类设备,如导线接头接触不良,隔离开关弹簧压接不良、转头接触不良等,此类缺陷由于发热往往较为显著,在现场检测中易于发现。在省内一些投运时间较长的升压站中,该缺陷较为多见。

2.6 开关类

2012年8月15日对南京某电厂500 kV升压站进行红外检测时,发现其500 kV的5002开关A相主变侧导线接头部位存在较为明显的过热缺陷。红外热像如图13所示。



图 13 5002 开关 A 相主变侧

观察图 13,接头处热点温度 80.6 °C,与正常相温差 42 K,按照标准规定属于严重过热缺陷,属于连接部位接触不良致热。2012 年的检测工作中,开关类设备本体未发现明显的发热缺陷,存在的问题一般为类似上述 5002 开关 A 相的各类接触不良致热问题。

3 结束语

基于 2012 年红外检测工作中检测到的各类缺陷,建议电厂巡检人员在今后现场检测时应注意以下发热缺陷类型及缺陷设备类型:

(1) 对于变压器类设备的检测,应重视各电厂主变封闭母线及升高座部位由于涡流引起的发热缺陷的检测。检测时应注意对比相似负荷、环境条件下的历史检测数据。

(2) 互感器类设备的发热缺陷逐年增加,应加强对于电流互感器内、外连接不良致热缺陷及电压互感器油箱发热缺陷的检测。

(3) 套管类及绝缘子类的问题主要为表面污秽致热。室内升压站的电厂也应对此类缺陷加以重视。沿海电厂,由于空气盐分高、腐蚀性强,应加强表面污秽致热检测。

(4) 对于电压致热效应设备的检测应更加细致,对于细微的温差也应当加强重视。

此外,对于红外检测工作现场,电厂巡检人员应注意做到避免日照强、环境温度高时进行检测,负荷常年较高的电厂可根据实际情况缩短检测周期。抽水蓄能电站由于经常不能满足精确检测要求的通电时间等条件,应根据自身实际,结合过往检测情况对设备发热状况进行判断,同时各电厂应建立红外诊断数据库,有序管理历史检测数据,注意对设备发热缺陷发展的监视,为合理安排检修工作提供依据。

参考文献:

- [1] 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] 何子东,付炜平,霍春燕. 红外监测诊断电容式电压互感器故障分析[J]. 高电压技术,2008,34(6): 1310-1312.
- [3] 张 霁. 电容式电压互感器的特点及存在问题[J]. 江苏电机工程,2000,19(1):35-36.

作者简介:

张 钰(1986),男,江苏南通人,助理工程师,从事高电压试验及现场检测工作;

杨晓慧(1985),女,江苏泰州人,助理工程师,从事电力勘测与设计工作。

2012 Infrared Detection of Electric Equipment in Power Plants of Jiangsu Province

ZHANG Yu¹, YANG Xiao-hui²

(1. Jiangsu Fangtian Power Technology Co. Ltd., Nanjing 211102, China;

2. Jiangsu Electric Power Design Institute, Nanjing 211102, China)

Abstract: The infrared detection projects implemented in the power plants of Jiangsu Province in 2012 have been summarized in this work. The encountered problems as well as the issues associated with the field analysis, post image and data processing are presented. From the points of geographic position and plant type, suggestions, such as the typical defects frequently encountered, are proposed in this work to provide reference for technical inspection and supervision personnel. Besides, problems needed more attention during the periods of field operation and post data processing are also introduced.

Key words: electrical equipment; infrared detection; condition-based maintenance; foul; overheating

特高压交流设备通过联合抗震、减震试验

2013 年 3 月 27 日至 28 日,国家电网公司组织开展的世界首次特高压交流设备联合抗震和减震试验在重庆获得成功,标志着我国在特高压设备抗震、减震方面的研究取得了重要成果。

联合抗震和减震试验在重庆交通科研设计院进行。试验结果表明,采用管型导体连接方式的特高压交流设备联合系统能够满足 8 级地震的设防要求。加装减震装置后,特高压交流设备能够满足 9 级地震的设防要求。该试验充分验证了变电站的出线高抗回路优化设计方案的可行性和设备抗震性能,对后续特高压变电站的设计和结构选型、抗震和减震技术研究具有指导意义。

我国是地震多发国家,变电设备抗震能力将直接关系到电力安全可靠供应能力。特高压设备具有大、高、柔、重等结构特点,其连接导体和金具的作用力较大,对设备的抗震要求更为严苛。公司对此高度重视,组织系统内相关单位和设备厂家开展联合攻关和设计优化,对特高压变电站出线高抗回路首次采用避雷器与互感器作为管型导体的支撑构件,减少了设备数量和占地面积,但也对特高压交流设备的机械强度提出了新要求。