

红外测温技术在电气 / 电力行业的 预维护和诊断 (PdM)

技术应用文章

——高精度和高重复性的红外测温仪可对异常部位和重点电气设备进行正确的测温。

综述：

红外测温仪 / 热像仪可在远离目标的安全处测量物体的表面温度，这使之成为电气维护必不可少的工具。通过探测电气设备和线路的热缺陷，从而及时发现、处理、预防重大事故的发生。在《带电设备红外诊断技术应用导则》中关于操作方法中指出：检测时一般先用成像仪对所有应测部位进行全面扫描，找出工况异常部位，然后对于异常部位和重点电气设备进行正确测温。F570 (MX) 系列则成准确测量的最优的选择。

概念：

电气设备 / 线路的热缺陷：通常是指由于其内在或外在原因所造成的发热现象。

根据缺陷所产生的原因不同，可归纳 3 种：

第一种是长期暴露在空气中的部件，由于温度湿度的影响，或表面结垢而引起的接触不良，或由于外力作用所引起的部件损伤，因而使得的导电截面积减少而产生的发热。如接头连接不良，螺栓，垫圈未压紧；长期运行腐蚀氧化；大气中的活性气体、灰尘引起的腐蚀；元器件材质不良，加工安装工艺不好造成导体损伤；机械振动等各种原因所造成的导体实际截面降低；负荷电流不稳或超标等。

第二种是由于电器内部本身故障，如内部连接部件接触不良导致的电阻过大；绝缘材料老化、开裂、脱落；内部元件受潮，元气件损耗增大；冷却介质管路阻塞等等。

第三种是因漏磁通产生的涡流损耗。

诊断范围

发电机的定子绕组线棒接头、铁心、电刷、端盖、冷却系统，旋转电机、变压器、套管、断路器、刀闸、互感器、阻波器、电



力电容器、避雷器、电力电缆、母线、导线接头、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的设备的二次回路等。

判断方法

1. 表面温度判断法
2. 相对温差判断法

对电流制热型设备应准确测温，计算相对温度，判断缺陷性质。

3. 同类比较法

A. 同一电气回路中，当三相电流对称和三相设备相同时比较对应部位的温升值，判断工况是否正常；

B. 同型号的电压制热型设备，可根据对应点温升差异判断设备是否正常。

4. 热谱图分析

5. 档案分析法

不同时期的数据分析（温度、温升、相对温差和热谱图）。

具体诊断方法

1. 红外测温仪可直接测试可观察到的设备及元气件的温度，从而迅速有效地发现所有连接点的热隐患。

2. 对于那些由于被遮挡而无法直接看到的部分，则可以根据其热量传递到外面部件上的温度变化情况加以分析，考虑现场的实际情况，如当前的温度、风量、负荷等，我们可以根据不同的特点作出相应的判断，如一级危险：

- 是否该相位之间的温差大于 24℃？
- 是否绝对温度为 94℃，或者大于正在使用的可靠的测定？
- 是否具有一个可见信号表明金属或者保温层已经熔化或者严重变色？

要预防设备出现故障和意外停机，建议做如下的全面预防性的维护程序：

连接器

通常接通 / 断开电流负载和环境温度改变会导致连接器的多次升温（膨胀）和冷却（收缩），一段时间后，连接器逐渐松动了，由于松动的连接器对于电流有高阻抗，就会消耗功率，导致热的产生。同样，连接器上的脏物、沉积碳、腐蚀也可产生高阻抗。当检测连接器时，知道连接器和环温间的温差相当重要，若环温未知，可用非接触测温仪很快地测得。若连接器比环温高 10℃，即说明连接不良、电路接地短路或负载不平衡。更多的专家都赞成其温度读数比环温高 30℃ 或更多，就表明存在严重问题了。

电动机

工业现场通常有几百个多相电动机在工作，为确保电动机的使用寿命，必须监测温度以确保平衡的相间功率分布和合适的工作温度。NEMA—国际电气制造协会建议保持 ± 1% 功率平衡以防止损坏或烧坏电动机。红外测温仪可用于检查电源连接器和断路器（或保险丝）的温度是否相同。

电动机轴承

当轴承损坏引起电动机震动或轴心偏离时通常会产生热，可用红外测温仪扫描轴承温度。测温仪使维护工程师在设备产生故障前就可探测到热点，及时进行定期维修或更换。

电动机绕组绝缘

假如工作温度超过额定的最大值，绕组绝缘的寿命就会大大缩短，电枢绕组绝缘的正常使用年限约是 10 年。

下表说明工作温度对绕组绝缘寿命的影响：

最大温度(额定的)	绝缘寿命
超过 10℃	正常使用年限的 1/2
超过 20℃	正常使用年限的 1/4
超过 30℃	正常使用年限的 1/8

电气维护专业人士的研究表明，绕组表面温度较内部低 10℃。当热过载保护设备不工作和电动机停机时，红外测温仪可有效探测故障所在。

三相电路的相间测量

高电压三相电力电路在工业电力系统中是常用的，对于感应电动机、大型计算机和其它设备，要求相间功率平衡，这是很重要的原则，假如由于过负荷或短接地导致功率不平衡时，可能导致损坏和停机。用非接触测温仪检测电缆和连接器相间温度是否相等，如果所测温差有 5℃ 或更多，则立刻表明存在问题。

变压器

变压器上通常标明最大工作温度，空冷器件的绕组可直接用红外测温仪测量以查验过高的温度，任何热点都表明了变压器绕组的损坏。

电线和电缆

可用红外非接触测温仪监测电线和电缆，查验由于断裂、腐蚀和老化等引起的过热，然后两条电缆进行比较，温度较高的电缆则负载较高的电流。

不间断电源

直流蓄电池之间的连接易松开和腐蚀，从而引起额外的热量，用红外测温仪可识别出 UPS 输出过滤器上的连接热点，冷点则指示直流过滤器电路正处于断开状态。低压电池应用非接触测温仪检查以确保正确的连接，电池组中电池间的连接不良可能会烧毁接线端子。

镇流器

老化的电气元件会导致照明设备的过热，过热的镇流器在其开始冒烟前就可用红外测温仪探测出来。

电气系统

在现场，红外测温仪有助于快速查验连接处、电线接点、变压器和其它设备的热点，有效节约开支。因为日常温度监测可防止由于设备损坏和系统意外停机导致的巨大开支。在这些领域，管理电气系统意味着日常性的读取变压器、线路或安装在距地面较高位置或其它难以接触到的元件的温度。

说明

一旦测得温度读数，该如何判定问题的真正所在？这就需结合维修和维护技师对设备的经验和所监测电气元件的制造商提供的额定值而进行判断。电子设备制造商通常会给出允许的温度最大值。

相关产品

- 热像仪 Ti 系列
- 红外测温仪 F570/MX 系列
- 红外测温仪 F60/ST 系列

红外测温仪的优点

- 测试精度高（F570/MX 可达 0.75%）
- 大距离系数（D:S）（F570/MX 可达 60:1）
- 测试重复性高（可达 0.5%）
- 响应时间短（F570/MX 可达 250ms）
- 发射率可调
- 功能强大，坚实耐用

仪器使用方法

1. 选择好环境温度参照体
2. 正确设定仪器发射率
3. 保证合适的测试距离
4. 进行环境参数的补偿