

## 检测电气不平衡和过载

### 应用技术文章

热图像是一种用于识别工业三相电路与其正常工作状况相比的表观温度差别的简易方法。

通过平行检查所有三个相的热梯度，技术人员可快速找到每一支路中因相不平衡或过载而造成的性能异常。

电气不平衡可能由几个不同原因引起：电源输送问题，一个支路上的低电压，或电机绕组中的绝缘电阻击穿等。

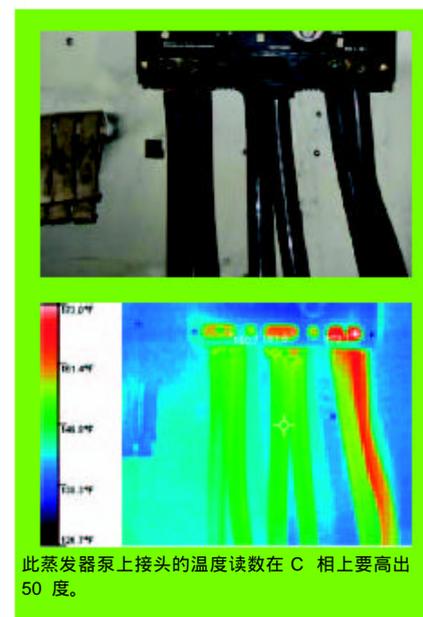
甚至是非常小的电压不平衡也会造成电气连接恶化，从而降低所提供的电压大小，同时电机和其它负载将吸入过量电流，传递较低的转矩（并伴有相关机械应力），迟早会发生故障。严重的不平衡会使熔断器熔断，使设备在单相电源上运行。同时，不平衡电流将返回到中线，使供电公司针对设施的高峰电力消耗而收取罚金。

实际上，要达到三相电压的完美平衡几乎是不可能的。美国电气制造商协会 (NEMA) 将相不平衡定义为一个百分数：不平衡 % =  $[(100) \div \text{平均电压} \times \text{最大偏差}] \div \text{平均电压}$ 。为了帮助设备操作人员确定可接受的不平衡程度，NEMA 针对多种设备起草了技术规范。这些基本技术数据是用于在维护和故障排除时进行比较的有用参考数据。

#### 检查什么？

捕获所有电气面板和其它高负载连接点（如驱动器、断路器、控制器等）的热图像。在发现较高温度的地方，沿着该电路检查所有相关支路和负载。

打开盖板，检查面板和其它电气连接。最好要在电气设备已完全预热，并处于至少具有 40% 典型负载的稳定状态时对其进行检查。这样，就可以对测量值进行正确分析，并与标准工作条件进行比较。



此蒸发器泵上接头的温度读数在 C 相上要高出 50 度。

#### 小心：

只有佩戴合适人身防护用品 (PPE) 的授权和合格人员才可以卸下电气面板护盖。



## 寻找什么？

同样大小的负载应该在每相上产生相同的温度。在不平衡负载条件下，负载较大的相的温度因电阻生热而比其它相高。但是，不平衡负载、过载、不良接头以及谐波不平衡都会具有相似的形式。因此，需要通过测量电气负载对问题进行诊断。

注意：温度低于正常温度的电路或支路可能表明有发生故障的部件。设计一条将所有关键电气接头包括在内的定期检查路线是一个非常好的做法。使用热成像仪随附的软件，将所捕获的图像保存到计算机上，并随时间跟踪测量结果。这样，您就获得了用于与以后的图像进行比较的基本图像。此步骤可帮助您确定所存在的热点或冷点是否正常。在采取纠正措施之后，新的图像可帮助您判断维修工作是否成功。

## 什么情况表示“红色警报”？

维修优先级制定应该首先根据安全性（即可带来安全风险的设备状况）、然后根据设备的危险程度以及温升的大小进行确定。NETA（国际电气测试协会）指南规定，当在相似负载下工作的相似电气部件之间的温度差（ $\Delta T$ ）超过  $15^{\circ}\text{C}$  ( $27^{\circ}\text{F}$ )，或者电气部件与周围空气温度之间的  $\Delta T$  超过  $40^{\circ}\text{C}$  ( $72^{\circ}\text{F}$ ) 时，应立即采取措施。

NEMA 标准 (NEMA MG1-12.45) 针对在超过 1% 的不平衡电压下运转电机而提出警告。实际上，NEMA 建议在较高的平衡状态下运转时，应该降低电机的额定值。其它设备的安全不平衡百分数有所不同。

## 故障的潜在成本有多大？

电机故障是电压不平衡的一个常见结果。总成本包括电机成本、用于更换电机的劳动力成本、因生产波动而造成的废弃产品的成本以及生产线停产期间的生产操作与收入损失成本。

假设每年更换一台 50 匹马力电机的成本为 5000 美元（含人工费用）。假设每年停机时间为 4 小时，且所产生的收入损失为每小时 6000 美元。则总成本为： $\$5000 + (4 \times \$6000) = \$29,000$ ，每年

## 随后的行动

当热图像显示整个导体的温度比电路某个部分的其它部件的温度都要高时，表明该导体的规格过小或发生了过载。检查导体的额定值和实际负载以确定是哪种情况。

使用带夹钳的万用表、钳形表或电能质量分析仪来检查电流平衡状况以及每相上的负载。

在电压输入侧，检查保护装置和开关柜的电压降。一般来说，输入电源应该在铭牌额定值的 10% 范围内。中线对地电压可告诉您系统的负载状况，并帮助您跟踪谐波电流。发现高出 3% 的中线对地电压时，应进行进一步检查。

负载不断在变化，如果明显较大的单相负载加入进来，则某一相的电压可能会突然下降 5%。熔断器和开关两端的电压降也可显示出电机处的不平衡以及根故障点处的过热。在您认为故障原因已经找到之前，用热成像仪和万用表或钳形表电流测量方法反复进行检查。

不要将馈电器或分支电路的负载增加到最大允许限值。电路负载方程也可用于谐波。过载的最常见解决方法是将负载在几个电路之间分配，或者在运行中加入负载时对它们进行控制。

使用相关软件，可以将热成像仪揭示的每个被怀疑问题记录在一个报告中，包括设备的一个热图像和数字图像。这是报告您所发现的问题并提出维修建议的最佳方式。

## 福禄克。助您与世界同步

美国福禄克公司北京办事处：  
电话：010-65123435  
传真：010-65123437

美国福禄克公司上海办事处：  
电话：021-63548829  
传真：021-63545852

美国福禄克公司广州办事处  
电话：020-38795800/38795811  
传真：020-38791137

美国福禄克公司成都办事处  
电话：028-85268810  
传真：028-85268988

美国福禄克公司西安办事处  
电话：029-88376090  
传真：029-88376199

网址：  
<http://www.fluke.com.cn/cnzh/products/CategoryT1.htm>

©2005 Fluke Corporation. 保留所有权利。

## 成像提示

热成像技术的主要用途是发现电气和机械异常现象。尽管人们有普遍相反的看法，但设备的温度（甚至是其相对温度）可能不总是它与失效接近程度的最佳指示。应该考虑到许多其它因素，包括环境温度以及机械或电气负荷的改变、可见的指示、部件的临界状态、相似部件的历史情况、来自其它测试的指示等。所有这些都表明，热成像技术最适合作为综合性状况监视和预防性维护程序的一个组成部分。