

「电力系统」

# 低压电器故障诊断及其检测方法

文 / 大连市产品质量监督检验所 姜学娟

目前,在保障电网的安全运行中,低压电器的作用日益明显,诸如低压断路器和接触器的故障就需要进行及时排除,避免故障扩大和影响电网运行。基于此,探讨了主要低压电器的故障原因,对相应检测技术做了阐述,同时,将红外线成像技术应用于故障检测中,具体分析其在断路器上的应用。

长时间的使用和运行,很多电器元件会受到损坏,需要进行必要的维修。其中,低压电器元件有简单元件和复杂元件之分,按钮以及保险之类的元件结构相对较为简单,更为复杂的如断路器、接触器、热继电器等,对其故障原因进行分析和诊断十分必要。本文对此展开讨论,并结合红外线成像技术,对故障的检测做了较为深入的分析,以期供同行参考。

## 相关低压电器的故障原因分析

### 1. 接触器的故障诊断

目前,出现的接触器类型很多,有交流型和直流型之分,在实际运行中使用较多的是交流接触器。可将它等效为一个自动化开关,在对具有较大功率和需要频繁起动的电动机进行远距离控制时,交流接触器的应用较多,当其发生故障,会发生很严重的后果,如果没有及时将故障排除,将会造成事故迅速扩大。在实际运行中,对交流接触器的常见故障进行总结如下:当线圈通电后,接触器出现不动作或者是不正常动作的情况;当线圈失电后,接触器出现不释放或者是释放时间过长等情况。这两种情况都会对设备与工作人员的安全造成威胁,对于第一种情况,主要原因是:①线圈的控制回路中有断路部分。仔细检查接线端子,查看是否有断线以及线路松脱的现象,如有,则应立即将相应的断线换掉,对于松脱的地方,采用相应工具将端子紧固。②出现了线圈损坏的现象。此时,可以检测一下线圈的电阻值,如果该值为无穷大,则表明线圈已经损坏,需要进行更换。对于第二种情况,主要原因有:①在磁路系统中,柱间没有气隙,出现

了过大的剩磁。此时,应该适当将截面减小,也可以于线圈中并联上一个电容。②在接触器的铁心表面有油渍。此时,应该将这些油脂擦干净,同时,要求铁心具有较为平整的表面,但是不能太过光滑。

### 2. 真空断路器的故障诊断

在真空断路器的功能不断完善的同时,也使得维护和保养工作变得困难,主要表现在当断路器出现工作异常情况时,不易找到问题的关键点,通常情况下,根据以下几点进行真空断路器故障的判断:首先,观察和检测真空断路器的动作情况,看是否能够实现正常的分合闸;其次,当分合闸没有出现异常时,检测它是否能够可靠保持在所需的位置;对于主回路的故障,在检修和维护的过程中可以得到排除。总结常见的故障原因有:①真空断路器不能实现正常的储能功能。这种故障在实际中经常出现,此时,应该仔细检测相关结构的设备是否正常,包括:驱动部分、电动机以及定位件等,只要对这三个环节进行仔细检查和测试,就能够找出故障点。②真空断路器出现无合闸动作的情况。此时,应该重点检查合闸电磁铁的吸合是否正常,是否有足够的储能,定位件的动作正常与否。③断路器出现空合的状况。当断路器合不上闸时,应该检测其保护部分,再检查储能部分。

### 3. 继电器的故障诊断

在电力系统中,继电器承担的主要任务是保证用电的安全和可靠,是一种自动化的装置,它能够对系统的运行状态进行实时监控,及时发现系统中出现的故障,从而通过断路器的相关动作将故障切除,继电器的常见故障有两个:①继电



器的触点处发生了电蚀现象。因为在该处，大部分都是感性负载，对这些负载在操作的过程中，会造成之前存在的电磁能量通过在端点处形成电动势的方式进行能量释放，这些能量甚至会将触点间的气隙击穿，形成火花，进而造成电蚀。长期持续这样的过程，在继电器的触点表面，将会出现一些凹陷，影响继电器的正常工作。对这种现象的应对措施是设置相应电路，将火花熄灭。

②触点上积累了大量的灰尘。长时间使用，会在触点上积累灰尘及污垢，从而在触头表面生成氧化膜，造成继电器无法可靠接触，对此，应该注意要定期采用四氯化碳液体清洗继电器触头，保持触头的接触性能良好。

## 低压电器的检测技术概述

### 1. 传统检测技术

目前，与低压电器故障检测相关的试验较以前都有了很大发展，在试验初期，都是通过继电器—接触来进行控制的，之后开始采用PLC控制，到现在，正在逐步向着计算机控制的方向发展。以前的手动电气控制也逐步开始实现自动化，比如，在进行低压电器的电寿命试验中，主要的关键技术有：各种电气参数的获取及相关处理、各类电动机负载的模拟，等等，同时，在试验中，很难较为准确地对触头断开的过电压信号进行测量，在显示上也存在困难。

### 2. 新型智能检测技术

河北工业大学研制出“电器试验数据高速采集与处理系统”，使得我国低压电器的检测技术有了很大飞跃，这一系统能够实时采集相关的电气参数，并且对这些参数进行处理，得到有效的系统参数。同时，近年来，在智能化检测技术上也不断有了新突破，当下研究较多的技术是：针对断路器电弧故障的智能检测技术，其关键是，通过将在正常情况下的电弧与在故障下的电弧检测结果进行比较，对故障电流进行在线检测，起到保护断路器的目的，这种技术也实现了联网控制，将低压电器的检测水平提升到新的高度。另外，目前出现的一些智能技术也推进了故障检测技术的发展，例如早期的电流智能检测技术等。

## 基于红外成像的低压电器故障检测技术

### 1. 技术概述

这是一种在线检测技术，它集多种技术于一

体，充分利用了光电成像、图像处理等知识，通过计算机平台，实现故障检测。技术原理是：首先检测目标与周围环境之间的温度差值，根据它们的热对比，在计算机上显现出红外辐射能量的密度，产生热像，直观地展现在工作人员面前，人们就能够更为准确地找到设备的异常点，这一技术具有精确和实时的特点，同时，在目前的诊断工作中，还没有形成一套统一的标准，对设备的缺陷进行判断，对其原因进行分析，由于在红外线的温度测量中，会受到多种因素的影响，比如大气的实时条件、检测距离、检测方位以及测量人员的经验等，难于得到一个较为有效的经验公式，阻碍了统一标准的制定。

大部分设备的接头在流过小电流时，温度的升高都会在相关标准范围之内，但是对于三相设备来说，对应点之间却存在较大的温度差，在检测的过程中，如果测得接头的接触电阻超出了技术要求，则这将会造成设备的不安全运行，同时增加能量的损耗，如果此时发生了外部短路故障，将会造成设备运行的严重恶化，使得设备无法正常工作，所以，需要十分重视低压电器的缺陷，相对温差法则是一种较为有效的检测方法。

### 2. 相对温差法在断路器上的应用

当相同型号的断路器带有同样负荷时，对造成损耗变化的原因进行分析发现，大部分是由回路的电阻造成的，损耗的表达式为 $P=I^2R$ ，损耗将以热量的形式传播，并且是沿着特定的路径进行，由此会使得断路器的外表热场发生相应变化，根据这一特点，可以采用热像仪，检测出断路器各个触点处的温度，找出温度异常点，同时，将它们与在正常情况下的温度进行对比，并综合考虑其他的各种因素，从而判断设备故障与否。常见的断路器热故障有三种：①当动静触头接触不良时，温度特点是：顶帽的温升>瓷套的温升>瓷套基座法兰的温升。②当中间触头接触不良时，温度特点是：瓷套的温升>顶帽的温升>瓷套基座法兰的温升。③当静触头的基座没有可靠地与内部连接件相连接时，温度特点是：顶帽的温升>瓷套的温升>瓷套基座法兰的温升，并且，瓷套的温升与瓷套基座法兰的温升十分接近。对断路器内部故障的诊断进行判别，遵循以下原则：①正常发热情况下，断路器表面的温升不超过20℃，相间的温度差值在10℃以内。②当存在故障时，断路器表面的温度通常会大于



20℃,同时相间的温度差值也会超过10℃。下面举例说明相对温差法在断路器上的应用。

首次测得断路器A相的红外图谱,如图1所示。由图可知,瓷套的温升>顶帽的温升>瓷套基座法兰的温升,初步可以得到断路器中很可能出现了中间触头的接触不良;一年后再次测得断路器A相的红外图谱,如图2所示。由图可知,瓷

套的温升>顶帽的温升>瓷套基座法兰的温升,同时,瓷套的温升与瓷套基座法兰的温升十分接近,可知,断路器出现了中间触头的接触不良现象,需要进行维修处理。(图中: $t_1$ 表示顶帽的温升, $t_2$ 表示瓷套基座法兰的温升, $t_3$ 表示瓷套的温升) **EA**

(收稿日期:2012.10.26)

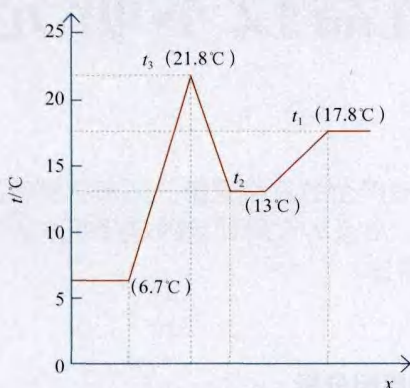


图1 A相沿水平位置分布的温度曲线

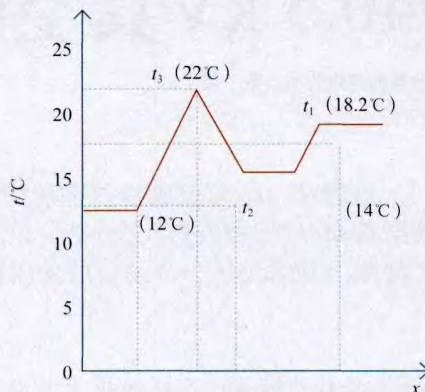


图2 A相沿水平位置分布的温度曲线

(上接第76页)

表 路径列表

路径	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11
T1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
T2	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
T3	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
T4	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0
T5	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0
T6	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1

一张配电网接线图可以生成的路径线路由下式决定

$$N = 1 + \sum_{i=k}^{i=1} (n_i - 2) \quad (8)$$

式中, $n_i$ 为与该节点有连接的区段数; $k$ 为图中节点数。

区段的故障信息集 $G$ 是一个包含 $m$ 个元素的集合, $m$ 为图中区段的数量。根据上一节的方法判断出位于故障回路中的区段对应的元素置“1”,不在故障回路中的区段对应的元素置“0”。集合 $G$ 表示为

$$G = [S1 S2 S3 S4 S5 S6 S7 S8 S9 S10 S11]^T$$

路径矩阵 $T$ 和故障信息矩阵 $G$ 相乘得到故障判断矩阵 $P$ ,即 $P = T \times G$ 。 $P$ 中的元素就是每条路径中有故障区段的个数。在一条供电路径中,当某馈线发生故障的情况下,从该故障区域到电源点之间的所有区段都将检测到故障信息。从电源点

开始到以最后一个故障区段之间所经过的故障区段最多,从而可知故障区段最多的那条供电线路发生故障,故障路径长度值最大的路径为实际的故障路径。如果两条或多条供电路径的故障区段个数相等且最大,则表示故障发生在两条或多条供电线路的公共节点后。

如图5所示,若区段S10发生了故障,则相应的故障信息矩阵为

$$G = [1 1 0 0 0 0 1 1 0 1 0]^T$$

$$P = T \times G = [1 1 2 4 5 4]^T$$

$P_5 = 5$ 最大,则故障发生在路径T5,S10区段,与假设一致。

## 结束语

1) 提出了在配电网加装探测器在线监测接地故障的方法,通过综合分析探测器的零序电流测量信息,结合线路的长度提取故障特征信息,可识别监测点是否位于故障回路中。

2) 结合监测点的识别结果,结合故障区段定位算法,能够实现故障路径的判断及故障点所在区段的判断。

3) 提出的方案和具体的实现技术可应用于当前的配电网自动化改造项目中。**EA**

(收稿日期:2013.05.06)



论文写作，论文降重，  
论文格式排版，论文发表，  
专业硕博团队，十年论文服务经验



SCI期刊发表，论文润色，  
英文翻译，提供全流程发表支持  
全程美籍资深编辑顾问贴心服务

免费论文查重：<http://free.paperyy.com>

3亿免费文献下载：<http://www.ixueshu.com>

超值论文自动降重：[http://www.paperyy.com/reduce\\_repetition](http://www.paperyy.com/reduce_repetition)

PPT免费模版下载：<http://ppt.ixueshu.com>

---

### 阅读此文的还阅读了：

- [1. 一种非平稳、非线性振动信号检测方法的研究](#)
- [2. 汽车车载网络系统的分析与检测研究](#)
- [3. 关于自升式塔机检测和安全使用的探讨](#)
- [4. 电喷发动机氧传感器的故障诊断与检修](#)
- [5. 便携式油气分析装置在变压器故障诊断中的应用](#)
- [6. 汽油机点火性能检测与故障诊断](#)
- [7. 病根可以吹出来](#)
- [8. 低压电器故障诊断及其检测方法](#)
- [9. 基于小波分析的压力传感器奇异信号的检测](#)
- [10. 大型电力变压器的故障诊断探讨](#)
- [11. 浅谈矿山设备故障诊断问题](#)
- [12. 基于人工神经网络的低压电器故障诊断的研究](#)
- [13. 诊断性刍议](#)
- [14. 水泥厂设备故障诊断和预测技术的发展与应用](#)
- [15. 丰田汽车安全气囊检测与维修](#)
- [16. 关于如何培养学生电机控制电气原理图读识图能力方面的教学探索](#)

- [17. 汽车发动机电控系统的检测与故障诊断研究](#)
- [18. Q来A去之日常应用篇:开机即检测磁盘、死机](#)
- [19. 数控车床故障诊断及排除的研究与应用](#)
- [20. 电力机车设备状态检测及故障诊断系统](#)
- [21. 钻井过程中的在线故障检测与诊断](#)
- [22. Improving Fault Detection in Modified Code - A Study from the Telecommunication Industry](#)
- [23. 工况监测与故障诊断中的信息检测技术研究](#)
- [24. NISSAN千里马轿车故障诊断实验台与软件设计](#)
- [25. 现代汽车状态检测和故障诊断技术及其发展](#)
- [26. 《汽车检测与诊断技术》课程实践教学探讨](#)
- [27. 一种非平稳、非线性振动信号检测方法的研究](#)
- [28. 基于VI的纺纱机罗拉振动检测诊断系统的开发](#)
- [29. TCP-1型透平循环压缩机微机控制系统的研制](#)
- [30. 气体绝缘开关设备中SF<sub>6</sub>气体分解产物检测与设备故障诊断的研究进展](#)
- [31. 小波分析在变电站综合自动化中的应用](#)
- [32. 小波变换在摆式列车倾摆系统故障诊断中的应用](#)
- [33. 我国常用汽车故障诊断与检测技术探析](#)
- [34. 论化工机械设备的状态监测与故障诊断](#)
- [35. 新一代的汽车检测与维护仪器—如何利用Raytek非接触红外测温仪检测制动系统故障](#)
- [36. 数控机床故障诊断与维修](#)
- [37. 低压电器故障诊断及检测方法](#)
- [38. 工程机械发动机不能起动的故障案例分析](#)
- [39. 如何用真空表检测诊断汽油发动机故障](#)
- [40. 故障诊断技术在煤矿电气设备绝缘故障诊断中的应用](#)
- [41. 电台CPU板检测技术研究](#)
- [42. 利用 \$\gamma\$ 射线技术检测炼化分馏塔类设备运行故障](#)
- [43. 斜井串车提升系统的故障诊断——异步电动机电磁转矩的检测](#)
- [44. 万用表测量低压电器绝缘质量探讨](#)
- [45. 浅谈矿山设备故障诊断问题](#)
- [46. 工况监测与故障诊断中的信息检测技术研究](#)
- [47. FDJ-B2型发动机综合检测仪在汽油机点火系统故障诊断中的应用](#)
- [48. 皇冠牌3.0轿车DLI系统的组成与检测](#)
- [49. 电化AT区段“V”停作业安全管理试行措施](#)
- [50. KM计算机控制检测系统投入运用](#)