

高压开关柜隔离触头压力检测值研究

张秀丽¹, 贺 勃¹, 李拥军², 杨志方³

(1. 郑州电力高等专科学校机电工程系, 河南 郑州 450004; 2. 郑州拖拉机厂, 河南 郑州 450000;
3. 郑州大学材料科学与工程学院, 河南 郑州 450000)

摘要: 为了减小高压开关柜的事故发生率, 笔者对高压开关柜隔离触头的压力值测量变化进行了研究, 分析了造成测量值变化的原因, 解决了相关误差问题, 为后期的大批量生产制定了标准。该分析手段适用于其它机械零部件的质量检测与分析。

关键词: 隔离触头; 压力检测; 误差分析; 润滑脂

中图分类号: TM56

文献标志码: A

文章编号: 1001-1609(2009)02-0094-03

Analysis of Pressure Detection Values Variation of Isolated Contacts in High Voltage Switchgear

ZHANG Xiu-li¹, HE Bo¹, LI Yong-jun², YANG Zhi-fang³

(1. Zhengzhou Electric Power College, Zhengzhou 450004, China; 2. Zhengzhou Tractor Factory, Zhengzhou 450000, China;
3. College of Materials Science and Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450000, China)

Abstract: To reduce the faults of high voltage switchgear, the cause of the detected pressure values variation of isolated contacts in high voltage switchgear is analyzed, and the error problem is solved. Moreover, a standard is proposed for subsequent mass production. This analysis method may be applied to the quality test and analysis of other mechanical parts.

Key words: isolated contacts; pressure detection; error analysis; lubricating grease

0 引言

隔离触头是高压开关柜(XGN28-12)上的一个零部件, 它的主要作用是隔离、接通电路。具体结构见图 1(a): 由弹簧垫片 1、特制螺钉 2、触头 3、八爪弹簧 4 等组装而成。其组装图后见图 1(b)。工作中其触头部分插入触头座孔内, 靠弹簧的弹力及触头瓣自身的弹力使触头瓣与触头座紧密贴合, 接触良好, 实现电路的导通。若弹力不够, 造成接触不良, 将会增加回路电阻; 而弹力过大, 又会增加机构的操作功, 这些都会造成质量事故。接触不良将导致触头过热, 温度过高将造成金属材料的机械强度下降、母线变形熔化、绝缘材料寿命降低, 并且可能最终导致绝缘击穿^[1,2], 造成事故。因此在生产装配完成后, 需要测试触头弹力, 使测力计的最大读数标准值在 0.35~0.45 mm 之间, 装配效果良好。

测试触头弹力时, 所用的检验工装见图 2, 主要由支架、千斤顶、可动平台、垫板、触头座、检测弹簧、百分表等组成。触头座通过螺钉与检测弹簧固定在

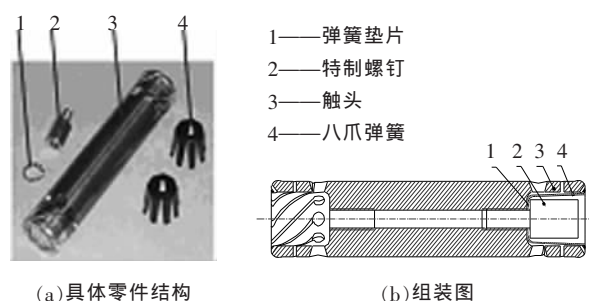


图 1 隔离触头具体零件结构和组装图

一起, 检测弹簧的变形量可通过百分表反映出来。检测时, 将触头放在垫板平面上, 用千斤顶将工装的可动平台顶起, 在触头将要接触到触头座时, 用手左右转动触头, 使其与触头座均匀接触, 继续顶起工装的可动平台 (使触头被检测部分进入检验套触头座内)。在这个过程中, 由于触头座与触头之间摩擦力的作用, 触头的向上推力迫使触头座向上移动, 从而引起测力计百分表读数的变化, 即力引起位移的变化, 读数将由小变大。等触头完全进入后, 两者之间的摩擦力变小, 由于轴向间隙的存在, 触头座将适当的向下移动, 百分表读数将有所变小。所以测力计存

收稿日期: 2008-07-28; 修回日期: 2008-11-13

作者简介: 张秀丽(1973-), 硕士, 工程师, 主要从事机械设计和复合材料结构研究。

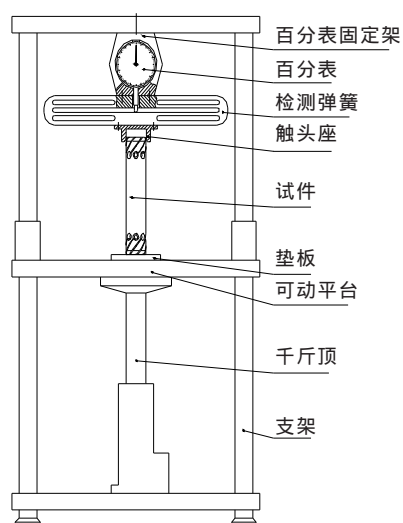


图2 测试触头弹力的检验工装

在一个最大读数，此最大读数应该在标准值 0.35~0.45 mm 之间。

1 检测值变化分析

首批隔离触头检测存在以下问题：在制造地甲地的检测值普遍比使用地乙地的检测值大 0.18 mm 左右，两地使用的检验工装同为国外一个厂家生产。笔者从以下几个方面对所存在的误差进行了分析，并很好地解决了该问题。

1.1 系统误差的影响

笔者在测量过程中，发现在相同条件下，多次测量同一量的样品时，测量值具有一定的规律，即总是高于真实值或总是低于真实值，误差的绝对值和正负保持恒定。

出现这种情况，最直观的原因应该是两套检验工装存在一个系统误差，在此可认为检具可能存在一个空行程。如果在自由状态，测力计（百分表）的压杆与检测弹簧可靠接触，它们之间存在一个间隙，这样隔离触头在检验时，入口压力引起的弹簧的最初变形并没有被百分表记录，从而最初变形就没有引起百分表读数的变化。如果这个间隙是 0.18 mm，那么测得的压力值即百分表的读数将比正确值小 0.18 mm，两地测量误差便找到根源，可以大批量生产了。但经与使用厂家联系，测量工装不存在这样一个空行程，所以这不是根本原因。

1.2 组成检验工装的零部件磨损的影响

两个检具如果使用频度不一样，一个使用的次数远远超过另一个的使用次数，可能对检测弹簧的刚度有影响，触头座的尺寸磨损也会不一样，最终都将体现在测量值误差上。假设检测弹簧的刚度不同，根据虎克定律 $F=km$ ，相同的入口压力将会引起不同的弹性变形；同时如果触头座内径大小不同，则会产生不相等的入口压力，那么即使弹簧刚度相同，也会产

生不同的变形。为此将两套检具放在一起在同一地点乙地进行对比测量，以排除可能的运行过程的变形及温度的影响。测量结果见表 1。从表 1 数据可得，相同的触头座、不同的弹簧所测得的读数几乎是相同的；而相同的弹簧、不同的触头座所测量的读数不同，有 0.04~0.07 mm 的差值，大部分集中在 0.05~0.06 mm 之间。由此可知，甲乙两地检具弹簧刚度是相同的，而触头座的几何尺寸有所差别。用内径表检测甲乙两地触头座，果然，甲地的触头座比乙地的小 0.05 mm。于是该误差造成两套检具在测量同一成品时，入口压力读数值会有 0.05~0.06 mm 的差别。甲地的检具测量值比乙地的测量值大 0.05~0.06 mm，但还与原测量结果（误差 0.18 mm 左右）不符，所以这只是误差的一部分，还存在其它因素的影响。

表 1 不同组合形式检验工装的测量结果 mm

工件序号	乙地弹簧与乙地触头座组合	甲地弹簧与甲地触头座组合	乙地弹簧与甲地触头座组合	甲地弹簧与乙地触头座组合
1	0.21	0.27	0.26	0.21
2	0.26	0.32	0.31	0.25
3	0.29	0.35	0.35	0.29
4	0.25	0.28	0.29	0.24
5	0.35	0.41	0.41	0.25
6	0.26	0.31	0.31	0.26
7	0.22	0.27	0.27	0.21
8	0.25	0.28	0.29	0.25

1.3 环境影响

环境误差是指测量时的环境条件不符合标准条件所引起的误差。通常的环境影响包括温度、湿度、气压、照明等。由于都是在室内测量，所以只有温度可能对检测结果有明显的影 响。如果实际温度偏离 20℃ 标准温度，则引起的测量误差 ΔL 为^[3]

$$\Delta L=L[a_2(t_2-20^\circ\text{C})-a_1(t_1-20^\circ\text{C})] \quad (1)$$

式(1)中， t_1 、 t_2 为计量器具和被测工件的温度， a_1 、 a_2 为计量器具和被测工件的线胀系数。为此做以下实验：对检验工装的主要部件（包括检测弹簧、触头座）和 8 只试件隔离触头分别进行加温和冷藏处理。结果见表 2。

表 2 不同温度的测量结果 mm

工件序号	室温 20℃ 读数	加温 40℃ 读数	冷藏处理 0℃ 读数
1	0.32	0.34	0.31
2	0.38	0.41	0.37
3	0.43	0.44	0.43
4	0.34	0.36	0.34
5	0.56	0.59	0.56
6	0.40	0.43	0.39
7	0.31	0.32	0.30
8	0.30	0.36	0.35

从表 2 可知：加温后读数增加 0.01~0.03 mm

左右,冷藏处理后读数基本不变。而首批隔离触头分别在甲、乙两地检测时,温差不超过 5℃,由此可见,温度在该测量中不是一个关键的影响因素。

1.4 润滑脂的影响

隔离触头在检测之前,其触头部分要涂抹适量润滑脂,以减少其与触头座的摩擦,避免造成镀层的损坏和防止电气腐蚀^[4]。这既可节约电能,又能达到延长电气装置使用寿命的功效^[5]。在甲地用的润滑脂是硅脂,在大量的检测过程中,笔者发现这样一个现象:隔离触头刚装满润滑脂时测量值与经过多次检测后,润滑脂逐渐减少后的检测值相比略大一些。虽然该差值很小,并且容易让人理解为正常的测量误差,但笔者还是试着将隔离触头触头座的润滑脂全部擦去,重新检测,结果发现其测量值减小 0.13 mm 左右。后得知在乙地用的润滑脂是凡士林。于是分别用硅脂、凡士林做润滑脂进行检测,结果见表 3。

表 3 不同润滑脂的测量结果

工件序号	润滑脂为硅脂	无润滑脂	润滑脂为凡士林
1	0.38	0.25	0.25
2	0.41	0.27	0.27
3	0.56	0.42	0.40
4	0.40	0.26	0.28
5	0.31	0.22	0.23
6	0.36	0.25	0.25
7	0.33	0.25	0.22
8	0.43	0.32	0.32

由表 3 可知:用凡士林作为润滑脂与不用任何润滑脂的测量结果基本相同,该结果比硅脂作润滑脂测量时,其测量结果小 0.08~0.16 mm,平均为 0.13 mm。该误差是引起甲乙两地检测结果不同的主要因素。

2 结果分析及解决方案

经分析可知:凡士林和硅脂虽然都适用于金属间的润滑与密封,但它们的性能参数例如粘度、锥入度及滴熔点均相差很大^[6]。所以,不同的润滑脂引起的装配变形不同,即最终造成测量误差。该测量误差加上触头座内径不同引起的误差约 0.05 mm,正好为 0.18 mm,与测量结果相符。

鉴于以上原因,笔者重新制订触头座加工标准:严格控制其内径尺寸、入口形状、表面光洁度,并且与乙地统一用凡士林为润滑脂。

3 结语

检验是机械制造过程中的一个重要环节,检验工装精度的高低直接影响加工质量的好坏,所以设计合理的检具、制订完善的检验规程,是提高产品质量的重要保证。而工程人员良好的分析能力更是解决测量问题的关键。笔者对高压开关柜隔离触头的压力值测量变化进行了研究,分析了造成测量值变化的原因,解决了相关误差问题,为后期的大批量生产制定了标准。此分析过程可以为其它机械零部件的测量提供借鉴。

参考文献:

- [1] 关永刚,徐国政,钱家骊.一种高压开关柜隔离触头过热的监测方法[J].电工技术杂志,2001(10):39-41.
- [2] 孔宪锋.高压开关柜隔离触头温度监测研究[J].中国电机工程学报,2006,26(1):155-158.
- [3] 廖念钊.互换性与技术测量[M].北京:中国计量出版社,2007.
- [4] 钟振蛟.提高户外高压隔离开关的运行可靠性[J].高压电器,1994,30(5):43-46.
- [5] 电接触导电膏及其应用[EB/OL].http://www.chinabei.com 2005-7-7 10:07:59,中国建筑电气资讯网.
- [6] 胡性禄.润滑脂的性能(2)[J].石油商技,2004,22(4):51-54.

(上接第 93 页)

- [4] MALLAT S. A Theory for Multiresolution Signal Decomposition the Wavelet Representation [J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1989; 11(7): 647-693.
- [5] HUANG N E, STEVEN R L. The Empirical Mode Decomposition and Hilbert Spectrum for Nonlinear and Non-stationary Time Series Analysis [C]// Proc. R. Soc. Lond. A, 1998; 903-996.
- [6] LOH C H, WU T C, HUANG N E, et al. Application of the Empirical Mode Decomposition-hilbert Spectrum Method to Identify Near-fault Ground-motion Characteristics and Structural Responses[J]. Bulletin of the Seismological, Society of America, 2001, 91(5): 1339-1357.
- [7] HUANG N E, SHEN Z, LONG S R. A New View of Nonlinear Water Waves[J]. The Hilbert Spectrum. Annu. Rev. Fluid Mech., 1999(31): 417-456.
- [8] 徐玉秀,原培新,杨文平.复杂机械故障诊断的分形与小波方法[M].北京:机械工业出版社,2003.
- [9] 张学文.组成论[M].合肥:中国科学技术大学出版社,2003.
- [10] 桂中华,韩凤琴,张浩.小波包特征熵提取水轮机尾水管动态特征信息[J].电力系统自动化,2004,28(13):77-79.
- [11] 韩立群.神经网络教程[M].北京:北京邮电大学出版社,2006.