



# 大型变压器直流电阻试验分析

A nalysis of DC Resistance Test of L arge T ransfomer

北京供电局修试处(北京100075) 张会平

**摘要** 根据北京供电局266只110~ 550kV 变压器运行维护资料,分析了变压器预防性试验规程中最重要的电气试验项目之一的绕组直流电阻试验结果,得到了有益的经验。

## 1 利用“相互校正法”分析数据变化趋势

规程要求的直流电阻试验数据的历史比较一般用温度换算的方法进行。缺点是计算量大,温度指示计经常不准,且指示的是油温而非绕组温度,故此用下述“相互校正法”改进。

(1) 先判断相间平衡否,规律与前吻合否。

(2) 若无问题,再用“相互校正法”进行历史比较,选定一次试验数据作为参考数据(一般用出厂试验数据),用本次试验数据的高压、中压和低压的任何一个数据与参考数据里相对应的数据(同绕组、相位、分接)分别比较其变化幅度,取得对应于三侧绕组的三个相对比值。如这三个数据相差不大,表明三个绕组随温度的变化幅度基本一致,由此判断三侧绕组直阻是稳定的;反之如数据相差比较明显,表明某侧绕组异常。简单的换算可以证明,如果三侧绕组直流电阻值在两次测量期间

没有发生改变,则它们随温度的变化比值相同而与测量时的实际温度无关。可见,“相互校正法”不违背温度换算的原理,只是省略了温度换算中间环节又避免了温度指标不真实的缺陷。

利用“相互校正法”要注意几个问题:(1)它适用的前提是认为三相、三侧所有的直流电阻值在温度变化的影响下,同时发生同样幅度的变化的可能性不存在。否则,“相互校正法”失效。(2)此方法主要是用来判断某一侧绕组直阻同时发生变化的缺陷,当然也可以用在相间平衡的判断方面。(3)需要一次可信而完整的数据作为固定参考数据(一般以出厂数值作为参考)。

例1:某 YO/YO—Δ—12—11 接线的220kV 变压器,1977年投运,1996年中压侧短路烧毁,检查发现中压侧中性点引出线头有烧断迹象,查试验记录可知,中压侧直阻表现异常。由表1可见,利用温度换算不但计算量太大,而且分析判断的误区比较多。

相互比较法分析结果见表2,显见最后一次试验数据异常且中压侧的直流电阻增加太多。

表1 历次直阻数据换算到20 后的结果

试验日期	高压第2分接			中压侧			低压侧			结论
	AO	BO	CO	AmOm	BmOm	CmOm	ab	bc	ca	
1977-11-02	0.7534	0.7473	0.7494	0.1661	0.1640	0.1661	0.003232	0.003219	0.003268	相间平衡
1991-09-05	0.7430	0.7439	0.7438	0.1654	0.1656	0.1664	0.003295	0.003289	0.003330	基本正常
1992-04-09	0.7530	0.7536	0.7535	0.1683	0.1688	0.1697	0.003338	0.003337	0.003374	温度可能不准
1995-04-24	0.7318	0.7300	0.7325	0.1823	0.1828	0.1842	0.003326	0.003303	0.003334	高中压不正常

表2 相互比较法的结果

试验日期	高压第2分接			中压侧			低压侧			三侧绕组变化判断
	AO	BO	CO	AmOm	BmOm	CmOm	ab	bc	ca	
1977-11-02	0.7350	0.7290	0.7310	0.1620	0.1600	0.1620	0.003153	0.003140	0.003188	参考数据
1991-09-05	三相平衡		1.16	三相平衡		1.17	三相平衡		1.19	三侧基本平衡
1992-04-09	三相平衡		1.12	三相平衡		1.13	三相平衡		1.15	三侧基本平衡
1995-04-24	三相平衡		1.11	三相平衡		1.26	三相平衡		1.16	三侧明显异常

例2 某SFSZ8-31500/110型变压器,1997年5月大修后直阻试验,用“相互校正法”发现低压侧直阻整体偏大7%,后来用大电流直阻仪器测试三侧偏差不到1%,检查发现前次所用直阻测量仪器有问题。

## 2 大型变压器的直阻变化标准应更为严格

例1 某220kV 变压器,1993-05出厂,1994-

09投运,1995-09油色谱分析变压器出现过热缺陷,中压侧B<sub>m</sub>相直阻也有增加(见表3,4),但相间差<2%,同时红外测温未发现过热部位,故专家们疑为铁芯故障,但是最后的检修表明过热点就在B<sub>m</sub>,C<sub>m</sub>两相套管的将军帽处,而这两相的直阻已经反映出来了,与色谱分析的结果有明显关系。所以大型变压器的直阻变化应该特别重视,而且2%的标准不够严格。

表3 油色谱监测部分结果

采样日期	H <sub>2</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	总烃	结果
1994-08-24	0	34	320	0.63	0.86	0	0	1.5	正常
1995-10-16	27	450	2 200	79.00	86.00	35	0	200.0	裸金属过热
1997-03-19	61	570	2 700	300.00	300.00	130	0	730.0	过热发展

10<sup>-6</sup>

表4 中压侧直流电阻部分试验结果

Ω

试验日期	A <sub>m</sub> O <sub>m</sub>	B <sub>m</sub> O <sub>m</sub>	C <sub>m</sub> O <sub>m</sub>	t/	各相与参考数据的比值(结合高、低压分析)
1993-05	0.05902	0.05882	0.05925	28	出厂数据作为参考数据
1994-08	0.05837	0.05846	0.05854	32	0.989/0.994/0.988, B <sub>m</sub> 增加
1995-09	0.05960	0.06050	0.05986	38	1.010/1.029/1.014, B <sub>m</sub> 相继续增加, 相间差1.5%
1996-11	0.05673	0.05673	0.05719	50	0.961/0.964/0.965, 暂时恢复平衡
1997-05	0.05969	0.05962	0.06306	45	1.011/1.014/1.064, 相差超标, C <sub>m</sub> 相为甚, B <sub>m</sub> , C <sub>m</sub> 套管头烧损
1997-06处理后	0.05753	0.05745	0.05755	41	0.975/0.977/0.971, 处理 B <sub>m</sub> , C <sub>m</sub> 套管接头后恢复正常

规程规定大型的变压器直阻历次变化不能超过三相平均值的2%,测量直阻主要是检查绕组的焊接质量、分接开关的接触效果、绕组或者引线有无折断、断股、短路等。以前因测试仪器精度不高,对绕组充电电流小,试验时油温不太准,导致直阻换算误差,故规定2%的相间误差和历史误差但随试验仪器、方法的改进和分析手段的提高,则2%的变化极需注意;导致直阻增加的缺陷多数都有恶化的趋势,所以一旦确定有1%的变化,即应查明原因,制定对策。

例2 某220kV 的变压器1997-04预试时,中压A<sub>m</sub>相直阻较交接数值增加1%,1997-08红外测温即发现此套管接头过热。

## 3 有载调压变压器预试时的直阻测量

有载调压变压器大多采用正反调方式,因规程没有规定预试时应测几个分接的直阻,不少单位是在运行分头上下各测几个。我们的经验是:若变压器的调压范围比较宽,就测“一半加一”个分接的直阻,如有15个分头,可在1—9分接或者7—

15分接测量,以保证所有的分接位置都检查到;也可同时检查分接开关的电动调压机构运作情况(曾因此发现一起调压机构的事故隐患)。

例1 某220kV 有载调压变压器,因从枢纽变改变负荷变,开始经常调压,但随后的油色谱分析中很快出现裸金属过热迹象。处理故障时,来回调有载分接数百次,测直阻正常,投运后,色谱数据恢复正常,表明由于长期不调压,分接开关表面可能氧化,以前预试时,只在运行分头上下两个分头测量直阻,所以没有发现这个缺陷。

例2 某110kV 有载调压变压器,预试时用“一半加一”的原则测量直阻,发现高压侧B相第8分接(主分接)直阻比其它两相大8%且不稳定。

分析直阻数据时,还要综合考虑各种因素。例如:变压器运行历史中的各种试验仪器和方法对结果的影响;不同型号和厂家产品的工艺控制标准;直阻构成回路(尤其是可调压变压器);变电站环境影响等。(收稿日期 1997-08-26)

张会平 1972年生,上海交大毕业,助理工程师,从事高电压技术工作,电话:(010)63128945。