

Analysis of the Short-circuit Problem of the Transformer Body

Tao Li

Zhengzhou Airport Creative Power Equipment Co., Ltd., Zhengzhou, Henan, 451171, China

Abstract

A short circuit is a circuit or part of a circuit is shorted. In the short circuit, the current provided by the power supply is much larger than the current provided by the channel. Generally, the short circuit is not allowed. If the short circuit is serious, the power supply or equipment will be burned. In the power system, the so-called "short circuit" refers to the connection between the phase and the ground (or neutral line) other than the normal operation of the power system. The basic forms of short circuit in the three-phase system are: three-phase short circuit, two-phase short circuit, single-phase ground short circuit, two-phase ground short circuit. This paper mainly describes the defect caused by the abnormal voltage ratio of the transformer body (assembling the winding coil set on the core). After a series of investigations, the problems are finally found and dealt with, and the investigation experience and the preventive measures for the future work are summarized.

Keywords

transformer; voltage ratio abnormal; process control

变压器器身短路问题分析

李涛

郑州空港科锐电力设备有限公司, 中国·河南郑州 451171

摘要

短路是指电路或电路中的一部分被短接。短路时电源提供的电流相比通路时提供的电流大得多, 一般情况下不允许短路, 如果短路, 严重时烧坏电源或设备。电力系统中, 所谓“短路”是指电力系统正常运行情况以外的相与相之间或相与地(或中性线)之间的接通。在三相系统中短路的基本形式有: 三相短路、两相短路、单相接地短路、两相接地短路。论文主要描述一款变压器器身(把绕制完成的线圈套装在铁心上装配而成)测量电压比异常引起的缺陷。通过一系列排查后最终发现问题及处理, 在此问题上总结出排查经验和今后工作的预防措施。

关键词

变压器; 电压比异常; 过程控制

1 引言

前不久, 变压器事业部过程控制人员在测试一台美式变压器器身时, 发现电压比偏差超过国标要求的偏差值(表1), 且测试电流也存在异常(表2)。过程控制人员立即对此器身A、B、C三相进行了单相测试, 经现场测试, 该美式变压器器身C相电压比偏差大, 测试电流明显高于其他两相(表3), 一系列处理后, 笔者对此类故障进行了一些总结思考, 和大家共同讨论。

表1 电压比偏差

器身编号	高压(V)	低压(V)	档位	电压比偏差(%)		
				AB/ab	BC/bc	CA/ca
S13Q500 D230043	10500	400	1	0.33	0.02	0.33
	10250		2	0.40	0.09	0.41
	10000		3	0.36	0.06	0.37
	9750		4	0.29	0.01	0.30
	9500		5	0.38	0.09	0.39

2 设备状态

测试所选设备为变压器电压比测试仪, 生产厂家为保定市金源科技有限公司, 型号JYT, 最小分辨率0.0001, 量程0.9~10000, 出厂编号04172652, 校准单位为计量检测股份有限公司, 检测设备使用日期在校准有效期内^[1]。

表2 测试三相电流数据

器身编号	高压(V)	低压(V)	档位	电流(mA)		
				AB/ab	BC/bc	CA/ca
S13Q500 D230043	10500	400	1	104.0	0.992	104.4
	10250		2	106.1	1.048	109.7
	10000		3	109.0	1.098	114.2
	9750		4	112.6	1.145	118.4
	9500		5	122.1	1.217	127.1

【作者简介】李涛(1983-), 男, 中国河南周口人, 本科, 助理工程师, 从事变压器制程控制研究。

表3 测试单相额定档电流数据

器身 编号	高压 (V)	低压 (V)	档位	电流 (mA)		
				A	B	C
S13Q500 D230043	10000	230.9	3	1.023	1.102	116.3

3 异常现象

该过程控制人员汇报,于现场测试时发现电压比测试数据异常,分析人员测试后发现其中 AB/ab 和 CA/ca 两电压比偏差大于 0.4%。测试电流异常, AB/ab 和 CA/ca 测试电流是 BC/bc 电流的 100 倍。

GB/1094.1—2017 对电压比的允许偏差规定: a—规定电压比的 $\pm 0.5\%$; b—主分接上实际阻抗百分数的 $\pm 1/10$, 取 a、b 两者较小值。此台美式变压器设计阻抗标准 4%, 所以, 本台变压器器身电压比允许偏差为 $\pm 0.4\%$ 。测试数据最大值为 0.41%, 超过国标允许偏差^[2]。

4 检查和处理过程

①过程控制人员检查后,发现器身外观完好、没有磕碰、破损以及其他异常现象,分析人员初步认为有可能是设备端子接触不好,而导致电压比测量不准。分析人员用万用表测量,发现设备上高、低压接线均正常,并用螺丝刀拧紧了可能松开的端子。

②根据目前可能出现的故障情况,分析人员判断,既然测量设备没有问题,那么问题出在变压器器身本身。使用压缩空气吹扫器身表面及油道间隙后重新测量,短路现象依然存在。

③分析人员把器身运送试验站送电测试,显示 C 相电

流比 A、B 相电流大约 100%。电压升高到 20V 时,坚持 5 秒后 C 相电流下降到与 A、B 相一致。

④拆除夹件、拔掉铁心上铁轭、拔出 C 相线圈,拆解线圈后发现低压线圈第二层有明显故障点,故障点处铜箔边缘有划伤,刺穿层间绝缘,致使短路现象发生(见图 1)。

⑤绕制当天操作人员精神状态正常、原材料经检验合格后转场到绕线区。通过观察铜箔边缘伤痕,不是铜箔原材料检验遇到的边缘毛刺异常,像是被钝器所伤。且该台绕线设备缺少近段时间的日常维护记录。检查设备后,发现防护铜箔的胶垫上有明显划痕且部分区域已开裂、固定防护胶垫的一颗螺母松动,螺母凸起划伤铜箔(见图 2)。

⑥更换胶垫,固定螺母后重新绕制线圈,器身装配后测试正常。

5 原因分析及思考

在变压器生产过程控制中,如果过程控制人员发现器身变比测试有异常的话,首先应从容易引起故障的地方开始排查,比如端子是否紧固,连接线是否完好。具体过程可以按下面排查的顺序:

- ①吹扫器身保持器身表面清洁,防止落入金属杂物。
- ②检查测量设备上接线端子是否有松动现象。
- ③检查一下高压连接线是否断裂,高压分接引线焊接是否良好。
- ④检查低压首尾导电排紧固是否到位。
- ⑤如果前面四项都正常,则可转运试验站测试。变压器试验站空载试验后,显示短路异常,可直接判断此器身短路。如果试验站测试无异常,可能是器身测试电阻时有剩磁存在,造成电压比数据异常,此种情况可在试验后复测电压比数据,根据测试结果再分析判断。



图1 低压线圈故障点



图2 螺母松动故障

6 今后工作的预防

变压器生产过程短路问题涉及的因素比较多,比如原材料采购、检验规范、操作人员状态、生产工艺调整、现场管理水平、设备日常维护、对供应商的考核监督及验厂、技术方案更改等等。由此可见,预防变压器过程短路问题是十分有必要的,根据笔者近年来的经验:

①在进行变压器前期设计的时候,一定使用质量信得过的原材料。原材料的好坏决定了使用的可靠性,以及使用年限。在设计、采购阶段就要把好关,禁止采购质量差的产品。

②原材料检验人员严格执行检验规范,尽量做到全检,对发现漆瘤、漆疤、划伤、磕碰或者毛刺等不符合检验规范要求的情况,及时沟通采购协调处理。

③高、低压线圈绕制人员要做好绕制过程中铜箔、铜线的自检,因为原材料来料检验只是检查每轴铜箔或铜线的最外层,内层的异常仅靠检验是发现不了的。这就需要操作人员按照操作规范通过看、摸等发现原材料使用过程中存在的异常。

④低压线圈绕制人员焊接铜箔时做好防护措施,防止焊渣落入层间,焊接后要打磨处理确保焊缝饱满光滑无凹坑。高压人员焊接铜线时要做好相应的绝缘措施,做好记录。

⑤线圈压装人员在固化线圈时要检查线圈上下表面有无异物,并做好压装托盘的清扫确保其清洁干净。

⑥设备日常维护要到位,并填写维护记录,以便检查;操作人员开机前要认真检查设备是否存在隐患;按照相关要求感受设备运转是否正常、有无异常响声并做好相应的清扫工作。

⑦设备方面的原因和人的因素共同造成的这起质量事故,操作人员越粗心大意越容易出现此问题。

⑧生产过程的每个环节都要监督检查到位,产品的质量才有保证。

以上是笔者在处理变压器过程缺陷中的一些经验和总结,希望对读者有所帮助。

参考文献

- [1] 胡启凡.变压器试验技术[M].北京:中国电力出版社,2010.
- [2] GB 1094.1—2013 电力变压器 第1部分:总则(2013版)[S].