



(12)发明专利申请



(10)申请公布号 CN 111707887 A

(43)申请公布日 2020.09.25

(21)申请号 202010441928.9

G01R 31/62(2020.01)

(22)申请日 2020.05.22

G01R 1/04(2006.01)

(71)申请人 国网河北省电力有限公司保定供电
分公司

地址 071000 河北省保定市阳光北大街138
号

申请人 国网河北省电力有限公司
国家电网有限公司

(72)发明人 刘钊 刘洋洋 王佼 张帅
李晓溪

(74)专利代理机构 石家庄新世纪专利商标事务
所有限公司 13100

代理人 巴少谦

(51)Int.Cl.

G01R 31/00(2006.01)

权利要求书2页 说明书7页

(54)发明名称

一种电力变压器例行试验最优方案

(57)摘要

本发明公开了一种电力变压器例行试验最优方案,先对电力变压器进行低压试验,再对电力变压器进行高压试验;低压试验的试验电压在1000V及以下;高压试验的试验电压在1000V及以上;电力变压器先进行交流试验,再进行直流试验;电力变压器相同或部分相同试验接线的试验项目结合开展。电力变压器的绕组频响试验首先进行或完成所有试验后、变压器充分放电以后进行。本发明解决变压器停电例行试验各项试验接线费时耗力,效率低下而且试验先后顺序影响试验结果准确性的问题,既能提高各项试验数据的准确性又能减少变更试验接线次数。

1. 一种电力变压器例行试验最优方案,其特征在於:先对电力变压器进行低压试验,再对电力变压器进行高压试验;

低压试验的试验电压在1000V及以下;高压试验的试验电压在1000V及以上;

电力变压器先进行交流试验,再进行直流试验;

电力变压器相同或部分相同试验接线的试验项目结合开展;

电力变压器的绕组频响试验首先进行或完成所有试验后、变压器充分放电以后进行。

2. 根据权利要求1所述的一种电力变压器例行试验最优方案,其特征在於:220kV电压等级三绕组变压器的具体试验操作顺序如表1所示:

表1:220kV电压等级三绕组变压器例行试验操作顺序表

序号	项目名称	试验性质	试验电压/ 电流	高压侧接线	中压侧接线	低压侧接线
1	高压绕组频率响应试验	交流	变频电压 25V	各相分别接测试线	开路	开路
2	中压绕组频率响应试验	交流	变频电压 25V	开路	各相分别接测试线	开路
3	低压绕组频率响应试验	交流	变频电压 25V	开路	开路	各相分别接测试线
4	有载分接开关特性试验	直流	电流 0.5A/1A	各相分别接测试线	短接接地	短接接地
5	高压对低压变比测试	交流	电压 120V-160V	各相分别接测试线	开路	各相分别接测试线
6	低压对高压变比测试	交流	电压 120V-160V	各相分别接测试线	开路	各相分别接测试线
7	高压侧绕组直流电阻测试	直流	电流 5A/10A/15A	各相分别接测试线	开路	开路
8	中压侧绕组直流电阻测试	直流	电流 5A/10A/15A	开路	各相分别接测试线	开路
9	低压侧绕组直流电阻测试	直流	电流 5A/10A/15A	开路	开路	各相分别接测试线
10	高压侧套管 绝缘电阻试验	直流	电压 5000V	短接接加压线	—	—
11	高压对中、低压及地本体绝缘电阻	直流	电压 5000V	短接接加压线	短接接地	短接接地

3. 根据权利要求2所述的一种电力变压器例行试验最优方案,其特征在于:220kV电压等级三绕组变压器的例行试验过程为:待检修班组将变压器高、中、低压侧出线全部接头拆除后,接线人员穿戴安全带攀爬至变压器顶端将高、中、低压出线全部用试验专用线接引至变压器底部,试验专用线采用直流电阻测试仪的测试线。

4. 根据权利要求3所述的一种电力变压器例行试验最优方案,其特征在于:表1中序号1-9步均属于低压试验,相当于高、中、低压各套管均用测试线引至主变下侧,短接、开路、短接接地及连接试验仪器均通过引下的测试线完成。

5. 根据权利要求4所述的一种电力变压器例行试验最优方案,其特征在于:表1中第9步过后,接线人员需穿戴安全带爬上主变变压器,将1-9步所用的试验线拆除,并进行第10-14步接线,这四步变压器各端接线一致:高压侧A、B、C、0四相专用短路封线短接不接地;中压侧Am、Bm、Cm、Om四相专用短路封线短接接地;低压侧a、b、c三相专用短路封线短接接地。

6. 根据权利要求5所述的一种电力变压器例行试验最优方案,其特征在于:表1中第15-19步变压器各端接线一致高压侧A、B、C、0四相专用短路封线短接接地;中压侧Am、Bm、Cm、Om四相专用短路封线短接不接地;低压侧a、b、c三相专用短路封线短接接地。

7. 根据权利要求6所述的一种电力变压器例行试验最优方案,其特征在于:表1中第20-21步时,变压器各端接线一致高压侧A、B、C、0四相专用短路封线短接接地;中压侧Am、Bm、Cm、Om四相专用短路封线短接接地;低压侧a、b、c三相专用短路封线短接不接地。

8. 根据权利要求7所述的一种电力变压器例行试验最优方案,其特征在于:进行表1中第23步时,将前一步骤变压器高压侧A、B、C、0四相短接接地的专用封线拆除,保持开路状态;低压侧a、b、c三相短接不接地状态不变,中压侧拆除Am、Bm、Cm、Om四相短接接地的专用封线并接短路阻抗仪器专用测试线。

9. 根据权利要求8所述的一种电力变压器例行试验最优方案,其特征在于:进行表1中第24步时,保持低压侧a、b、c三相短接不接地状态不变,将中压侧短路阻抗仪器专用测试线移至高压侧,保持中压侧开路不接线。

10. 根据权利要求9所述的一种电力变压器例行试验最优方案,其特征在于:进行表1中第25步时将上一步低压侧a、b、c三相短接的封线拆除保持开路状态,并将中压侧Am、Bm、Cm、Om四相用封线短接不接地,高压侧A、B、C、0四相接短路阻抗仪器专用测试线。

一种电力变压器例行试验最优方案

技术领域

[0001] 本发明涉及一种电力变压器试验,具体是一种电力变压器例行试验最优方案。

背景技术

[0002] 电力变压器被喻为“电力系统的核心”,它是电力系统中应用最广泛也是最重要的设备。变压器一方面能将电压升高以降低电能传输损耗,另一方面能将电压降低以满足各级电力用户的用电需求。除此之外,变压器还能起到连接各级电网的作用。

[0003] 对于任何一台电力设备的高压试验按照设备全寿命周期可分为4类:出厂试验、交接试验、例行试验以及诊断性试验。电力变压器也不例外,当变压器在生产厂家生产、组装、调试完毕后,准备出厂运输至安装现场前,由厂家人员进行全面的出厂高压试验以确保变压器产品质量。当变压器运抵施工现场并且安装完毕后,由基建方进行交接试验,设备运维管理单位派专业人员至现场见证及抽检。当变压器正式投入运行以后,设备运维管理单位及各省市供电公司会按照设备状态检修周期进行停电例行试验,一般而言对35kV及以上电压等级的电力变压器停电例行试验周期为3-6年,换言之最长6年设备运维管理单位就会上报停电计划将变压器停电检修试验。诊断性试验是指变压器遭受不良运行工况跳闸之后进行的高压试验,只有高压试验合格才能再次将变压器投入运行。

[0004] 电力变压器在运行中受到电、热和机械应力以及环境应力的作用,其各类性能尤其时绝缘性能会逐渐下降,这一个渐变的过程,如果不及时发现,就可能导致设备发生故障,甚至引发突发性的电力系统事故,造成巨大的直接和间接经济损失。对电力变压器进行周期性停电例行试验,是对变压器状态量的收集,简而言之就是对变压器定期进行“体检”,可及时发现设备隐患,减少事故的发生,同时直接为变压器的局部或整体检修或零部件更换提供重要依据。停电例行试验已成为我国电力生产中的一项重要制度,是电力设备运行管理工作的重要部分,是实现电力设备科学管理、安全运行、提高经济效益的重要保障。

[0005] 国家电网公司企业标准《Q/GDW1168-2013输变电状态检修规程》及“国家电网公司变电运检五项通用制度”等相关技术规程中规定对于35kV及以上电压等级的电力变压器停电例行试验共涉及10项高压试验:绕组直流电阻测试(直阻测试)、套管绝缘电阻试验、套管末屏绝缘电阻试验、套管介质损耗因数及电容量测量(介损测试)、有载分接开关特性试验、绕组频率响应试验(频响试验)、绕组短路阻抗试验、本体绝缘电阻、本体介质损耗因数及电容量测量及变比测试。

[0006] 对于三绕组变压器而言,直阻测试包括高压、中压及低压直阻测试;频响试验包括高压、中压及低压绕组频响测试;绕组短路阻抗试验包括高压对中压、高压对低压、中压对低压短路阻抗试验;本体绝缘电阻测试包括高压对中压、低压及地,中压对高压、低压及地,低压对高压、中压及地的绝缘电阻测试;本体介损测试包括高压对中压、低压及地,中压对高压、低压及地,低压对高压、中压及地的介损测试;变比试验包括高压对中压、高压对低压的变比测试。

[0007] 对于两绕组变压器而言,直阻测试包括高压及低压直阻测试;频响试验包括高压

及低压绕组频响测试;绕组短路阻抗试验包括高压对低压、低压对高压短路阻抗试验;本体绝缘电阻测试包括高压对低压及地,低压对高压及地的绝缘电阻测试;本体介质损耗因数及电容量测量包括高压对低压及地,低压对高压及地的介损测试;变比试验包括高压对低压的变比测试。

[0008] 对于220kV及以上电压等级变压器而言,套管绝缘电阻试验包括高压侧A、B、C、0四相套管本体绝缘电阻试验,中压侧A、B、C、0四相套管本体绝缘电阻试验;套管末屏绝缘电阻测试包括高压侧A、B、C、0四相套管末屏绝缘电阻试验,中压侧A、B、C、0四相套管末屏绝缘电阻试验;套管介质损耗因数及电容量测量包括高压侧A、B、C、0四相套管本体绝缘电阻试验,中压侧A、B、C、0四相套管本体绝缘电阻试验。

[0009] 对于110kV电压等级变压器而言,套管绝缘电阻试验是指高压侧A、B、C、0四相套管本体绝缘电阻试验;套管末屏绝缘电阻测试是指高压侧A、B、C、0四相套管末屏绝缘电阻试验;套管介质损耗因数及电容量测量是指高压侧A、B、C、0四相套管本体绝缘电阻试验。

[0010] 对于35kV及以下电压等级变压器而言,不涉及高压套管试验项目。进行这些试验项目时,需要1至2名试验人员穿戴安全带攀爬至变压器顶部,进行高压试验接线。当试验开始时,出于安全因素考虑,接线人员需要从变压器顶端爬下。由于试验原理及方法不同,每种试验接线不尽相同,每项试验结束后,该接线人员需再次爬至变压器顶部进行变更接线。顺利完成所有变压器试验项目需要接线人员上下设备十几次之多。如果遇到特殊情况,则还需接线人员爬上爬下多次,来检查试验接线、排除故障及干扰等。这样极大耗费了工作人员的体力精力,此外变压器通常较高,尤其110kV、220kV及以上电压等级的变压器,多次攀爬增添了工作现场的不安全因素,容易造成事故,例如人员跌落、高摔等。另外,由于变压器本结构所致一顶端情况十分复杂,例如有的主变顶部为尖顶型,接线人员双脚只能踩在斜面上;再例如有的变压器正上方坐落着巨大的油枕,接线人员无法直起身来。加之变压器顶端各种管路纵横,让接线人员举步维艰。在设备顶部接线、变更接线更是费时耗力,并且接线人员绊倒、磕碰的现象时有发生。有时为了加快试验进度会增加登高接线人员或者动用斗车进行接线及变更接线。综上所述,变压器各项试验的接线、变更接线的环节,费时耗力并且存在安全隐患,效率低下。

[0011] 除此之外,高压试验人员还应注意试验项目先后顺序。例如有载分接开关试验宜在绕组直流电阻试验之前进行,否则试验结果会受到直流试验后绕组内残留电荷的影响。再例如绕组频率响应试验时仪器输出的是幅值极低的变频电压信号,其他任何试验都会对此试验结果产生影响,所以频响试验通常首先进行。

发明内容

[0012] 本发明旨在解决上述变压器停电例行试验各项试验接线费时耗力,效率低下而且试验先后顺序影响试验结果准确性的问题,提供一种既能提高各项试验数据的准确性又能减少变更试验接线次数的电力变压器例行试验最优方案。

[0013] 为解决上述问题,本发明所采取的技术方案是:

一种电力变压器例行试验最优方案,先对电力变压器进行低压试验,再对电力变压器进行高压试验;

低压试验的试验电压在1000V及以下;高压试验的试验电压在1000V及以上;

电力变压器先进行交流试验,再进行直流试验;

电力变压器相同或部分相同试验接线的试验项目结合开展。

[0014] 电力变压器的绕组频响试验首先进行或完成所有试验后、变压器充分放电以后进行。

[0015] 作为本发明的进一步改进,

220kV电压等级三绕组变压器的具体试验操作顺序如表1所示:

表1:220kV电压等级三绕组变压器例行试验操作顺序表

序号	项目名称	试验性质	试验电压/ 电流	高压侧接线	中压侧接线	低压侧接线
1	高压绕组频率响应试验	交流	变频电压 25V	各相分别接测试线	开路	开路
2	中压绕组频率响应试验	交流	变频电压 25V	开路	各相分别接测试线	开路
3	低压绕组频率响应试验	交流	变频电压 25V	开路	开路	各相分别接测试线
4	有载分接开关特性试验	直流	电流 0.5A/1A	各相分别接测试线	短接接地	短接接地
5	高压对低压变比测试	交流	电压 120V-160V	各相分别接测试线	开路	各相分别接测试线
6	低压对高压变比测试	交流	电压 120V-160V	各相分别接测试线	开路	各相分别接测试线
7	高压侧绕组直流电阻测试	直流	电流 5A/10A/15A	各相分别接测试线	开路	开路
8	中压侧绕组直流电阻测试	直流	电流 5A/10A/15A	开路	各相分别接测试线	开路
9	低压侧绕组直流电阻测试	直流	电流 5A/10A/15A	开路	开路	各相分别接测试线
10	高压侧套管 绝缘电阻试验	直流	电压 5000V	短接接加压线	—	—
11	高压对中、低压及地本体绝缘电阻	直流	电压 5000V	短接接加压线	短接接地	短接接地
12	高压对中、低压及地本体介损测试	交流	电压 10kV	短接接加压线	短接接地	短接接地

[0016] 作为本发明的进一步改进，

220kV电压等级三绕组变压器的例行试验过程为：待检修班组将变压器高、中、低压侧出线全部接头拆除后，接线人员穿戴安全带攀爬至变压器顶端将高、中、低压出线全部用试验专用线接引至变压器底部，试验专用线采用直流电阻测试仪的测试线。

[0017] 作为本发明的进一步改进，

表1中序号1-9步均属于低压试验，相当于高、中、低压各套管均用测试线引至主变下侧，短接、开路、短接接地及连接试验仪器均通过引下的测试线完成。

[0018] 作为本发明的进一步改进，

表1中第9步过后，接线人员需穿戴安全带爬上主变变压器，将1-9步所用的试验线拆除，并进行第10-14步接线，这四步变压器各端接线一致：高压侧A、B、C、0四相专用短路封线短接不接地；中压侧Am、Bm、Cm、Om四相专用短路封线短接接地；低压侧a、b、c三相专用短路封线短接接地。

[0019] 作为本发明的进一步改进，

表1中第15-19步变压器各端接线一致高压侧A、B、C、0四相专用短路封线短接接地；中压侧Am、Bm、Cm、Om四相专用短路封线短接不接地；低压侧a、b、c三相专用短路封线短接接地。

[0020] 作为本发明的进一步改进，

表1中第20-21步时，变压器各端接线一致高压侧A、B、C、0四相专用短路封线短接接地；中压侧Am、Bm、Cm、Om四相专用短路封线短接接地；低压侧a、b、c三相专用短路封线短接不接地。

[0021] 作为本发明的进一步改进，

进行表1中第23步时，将前一步骤变压器高压侧A、B、C、0四相短接接地的专用封线拆除，保持开路状态；低压侧a、b、c三相短接不接地状态不变，中压侧拆除Am、Bm、Cm、Om四相短接接地的专用封线并接短路阻抗仪器专用测试线。

[0022] 作为本发明的进一步改进，

进行表1中第24步时，保持低压侧a、b、c三相短接不接地状态不变，将中压侧短路阻抗仪器专用测试线移至高压侧，保持中压侧开路不接线。

[0023] 作为本发明的进一步改进，

进行表1中第25步时将上一步低压侧a、b、c三相短接的封线拆除保持开路状态，并将中压侧Am、Bm、Cm、Om四相用封线短接不接地，高压侧A、B、C、0四相接短路阻抗仪器专用测试线。

[0024] 采用上述技术方案所产生的有益效果在于：

本发明解决变压器停电例行试验各项试验接线费时耗力，效率低下而且试验先后顺序影响试验结果准确性的问题，提供一种既能提高各项试验数据的准确性又能减少变更试验接线次数的最佳电力变压器试验方案。

具体实施方式

[0025] 下面对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本申请一部分实施例，而不是全部的实施例。以下对至少一个示例性实施例的描述

实际上仅仅是说明性的,决不作为对本申请及其应用或使用的任何限制。基于本申请中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本申请保护的范围。

[0026] 需要注意的是,这里所使用的术语仅是为了描述具体实施方式,而非意图限制根据本申请的示例性实施方式。如在这里所使用的,除非上下文另外明确指出,否则单数形式也意图包括复数形式,此外,还应当理解的是,当在本说明书中使用术语“包含”和/或“包括”时,其指明存在特征、步骤、操作、器件、组件和/或它们的组合。

[0027] 除非另外具体说明,否则在这些实施例中阐述的部件和步骤的相对布置、数字表达式和数值不限制本申请的范围。对于相关领域普通技术人员已知的技术、方法和设备可能不作详细讨论,但在适当情况下,所述技术、方法和设备应当被视为授权说明书的一部分。在这里示出和讨论的所有示例中,任何具体值应被解释为仅仅是示例性的,而不是作为限制。

[0028] 因此,示例性实施例的其它示例可以具有不同的值。

[0029] 在本申请的描述中,需要理解的是,方位词如“前、后、上、下、左、右”、“横向、竖向、垂直、水平”和“顶、底”等所指示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本申请和简化描述,在未作相反说明的情况下,这些方位词并不指示和暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位或者以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本申请保护范围的限制;方位词“内、外”是指相对于各部件本身的轮廓的内外。

[0030] 一种电力变压器例行试验最优方案,先对电力变压器进行低压试验,再对电力变压器进行高压试验;

低压试验的试验电压在1000V及以下;高压试验的试验电压在1000V及以上;

电力变压器先进行交流试验,再进行直流试验;

电力变压器相同或部分相同试验接线的试验项目结合开展。

[0031] 电力变压器的绕组频响试验首先进行或完成所有试验后、变压器充分放电以后进行。

[0032] 作为本发明的进一步改进,

220kV电压等级三绕组变压器的具体试验操作顺序如表1所示:

表1:220kV电压等级三绕组变压器例行试验操作顺序表

序号	项目名称	试验性质	试验电压/ 电流	高压侧接线	中压侧接线	低压侧接线
1	高压绕组频率响应试验	交流	变频电压 25V	各相分别接测试线	开路	开路
2	中压绕组频率响应试验	交流	变频电压 25V	开路	各相分别接测试线	开路
3	低压绕组频率响应试验	交流	变频电压 25V	开路	开路	各相分别接测试线
4	有载分接开关特性试验	直流	电流 0.5A/1A	各相分别接测试线	短接接地	短接接地
5	高压对低压变比测试	交流	电压 120V-160V	各相分别接测试线	开路	各相分别接测试线
6	低压对高压变比测试	交流	电压 120V-160V	各相分别接测试线	开路	各相分别接测试线
7	高压侧绕组直流电阻测试	直流	电流 5A/10A/15A	各相分别接测试线	开路	开路
8	中压侧绕组直流电阻测试	直流	电流 5A/10A/15A	开路	各相分别接测试线	开路
9	低压侧绕组直流电阻测试	直流	电流 5A/10A/15A	开路	开路	各相分别接测试线
10	高压侧套管 绝缘电阻试验	直流	电压 5000V	短接接加压线	—	—
11	高压对中、低压及地本体绝缘电阻	直流	电压 5000V	短接接加压线	短接接地	短接接地
12	高压对中、低压及地本体介损测试	交流	电压 10kV	短接接加压线	短接接地	短接接地

[0033] 作为本发明的进一步改进，

220kV电压等级三绕组变压器的例行试验过程为：待检修班组将变压器高、中、低压侧

出线全部接头拆除后,接线人员穿戴安全带攀爬至变压器顶端将高、中、低压出线全部用试验专用线接引至变压器底部,试验专用线采用直流电阻测试仪的测试线。

[0034] 作为本发明的进一步改进,

表1中序号1-9步均属于低压试验,相当于高、中、低压各套管均用测试线引至主变下侧,短接、开路、短接接地及连接试验仪器均通过引下的测试线完成。

[0035] 作为本发明的进一步改进,

表1中第9步过后,接线人员需穿戴安全带爬上主变变压器,将1-9步所用的试验线拆除,并进行第10-14步接线,这四步变压器各端接线一致:高压侧A、B、C、0四相专用短路封线短接不接地;中压侧Am、Bm、Cm、Om四相专用短路封线短接接地;低压侧a、b、c三相专用短路封线短接接地。

[0036] 作为本发明的进一步改进,

表1中第15-19步变压器各端接线一致高压侧A、B、C、0四相专用短路封线短接接地;中压侧Am、Bm、Cm、Om四相专用短路封线短接不接地;低压侧a、b、c三相专用短路封线短接接地。

[0037] 作为本发明的进一步改进,

表1中第20-21步时,变压器各端接线一致高压侧A、B、C、0四相专用短路封线短接接地;中压侧Am、Bm、Cm、Om四相专用短路封线短接接地;低压侧a、b、c三相专用短路封线短接不接地。

[0038] 作为本发明的进一步改进,

进行表1中第23步时,将前一步骤变压器高压侧A、B、C、0四相短接接地的专用封线拆除,保持开路状态;低压侧a、b、c三相短接不接地状态不变,中压侧拆除Am、Bm、Cm、Om四相短接接地的专用封线并接短路阻抗仪器专用测试线。

[0039] 作为本发明的进一步改进,

进行表1中第24步时,保持低压侧a、b、c三相短接不接地状态不变,将中压侧短路阻抗仪器专用测试线移至高压侧,保持中压侧开路不接线。

[0040] 作为本发明的进一步改进,

进行表1中第25步时将上一步低压侧a、b、c三相短接的封线拆除保持开路状态,并将中压侧Am、Bm、Cm、Om四相用封线短接不接地,高压侧A、B、C、0四相接短路阻抗仪器专用测试线。

[0041] 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;作为本领域技术人员对本发明的多个技术方案进行组合是显而易见的。而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明实施例技术方案的精神和范围。