

中华人民共和国国家标准

UDC 621.314.222.6

电力变压器

第三部分 绝缘水平和绝缘试验

GB 1094.3—85

Power transformers
Part 3: Insulation levels and dielectric tests

代替 GB 1094—79

本标准参照采用国际标准IEC 76-3(1980)《电力变压器 第三部分 绝缘水平和绝缘试验》。

1 名词术语

见GB 1094.1—85《电力变压器 第一部分 总则》第3章。

2 概述

电力变压器的绝缘要求和相应的绝缘试验,是按指定绕组及其接线端子而规定的。应符合国家标准GB 311.1~6—83的有关规定。

对于油浸式变压器,这些要求仅适用于内绝缘。当需要对外绝缘提出补充要求或试验时,应由制造厂和使用部门商定。

注:在适宜的情况下,可以在合适的结构模型上进行型式试验。

当使用部门在变压器上的接线可能减小变压器原有的绝缘距离时,必须在询价订货及技术要求单上特别注明。

当油浸式变压器需要在海拔超过1000m处运行时,则绝缘距离应按其要求进行设计,同时也可选择绝缘水平比规定的变压器内绝缘水平高的套管。

套管和分接开关必须单独承受型式和出厂试验来验证其对地的内绝缘和外绝缘。虽然所用的套管和分接开关都是按有关的标准设计制造和试验的,但仍需在装配完好的变压器上进行绝缘试验,以便对这些部件的使用和安装是否正确进行检查。

通常,绝缘试验是在制造厂的车间里,且变压器放置在大致为规定的试验环境温度的地方进行。

试验时,变压器应和运行时一样装配完整,但对于油浸式变压器,外部冷却附件与试验无关的其他附件可不装配。

如因套管故障影响变压器试验时,允许临时用另外的套管来代替有故障的套管,并立即对变压器继续试验,直至试验完为止。当规定变压器使用这种套管时,在局部放电测量中,由于该套管介质中的局部放电量较高而使试验发生困难时,则可在试验期间用局部放电合格的套管来代替(见附录A)。

采用电缆盒连接的变压器或直接接到SF₆(六氟化硫)全封闭金属外壳电器装置中的变压器,应设计成必要时可用临时套管进行临时连接的结构,以便进行绝缘试验。

若在特殊情况下,制造厂需要在变压器内部或外部采用非线性元件或避雷器以限制传递的瞬变过电压时,应提请用户注意。

3 设备的最高电压和绝缘水平

对变压器的每一个绕组应指出其设备的最高电压 U_m 值(见GB 1094.1第3.9.1款)。根据 U_m 的大小不同,变压器在瞬变过电压的绝缘配合规则是不相同的。当一台变压器中不同绕组的试验规则之间有矛盾时,则应采用适合于具有最高 U_m 值的绕组的试验规则。

国家标准局1985-11-22批准

1986-07-01实施

适用于特殊情况的其他规则，在本标准第4章中给出。

U_m 的标准值在表2中列出。用于变压器绕组的 U_m 值可以等于或略大于绕组额定电压的一个值。

注：① 对于打算按星形联结接成变压器三相组的单相变压器，以相对地额定电压标明，例如 $500/\sqrt{3}$ kV。而相间的电压值则决定着 U_m 的选取，在这里 $U_m = 550$ kV。

② 对带有分接绕组的变压器，由于某些原因，所选绕组的分接电压可能稍高于 U_m 的标准值，但绕组所连接的系统的最高电压仍保持在这个标准值之内。由于绝缘要求必须与实际系统条件相配合，因此，这一标准值应作为变压器的 U_m 值，而不是选取最靠近的一个较大值。

构成绕组绝缘水平的额定耐受电压是由一组绝缘试验来验证的，而这一组绝缘试验（见本标准第5章）是随 U_m 值而改变的。

变压器每个绕组上的 U_m 值和绝缘水平与GB 311.1的规定不同时，应在询价或签定合同时提出。如果变压器的绕组是分级绝缘而且 $U_m > 300$ kV，则应按“方法1”或“方法2”（见本标准第5章表1）进行试验，并且还应注意进一步给出在感应耐压试验（见本标准第11.4条）中采用哪一种方法的说明资料。

所有绕组的额定耐受电压值应在铭牌上给出。标志的缩写原则，如以下各例所示。

注：所用缩写标志含义如下：

LI —— 雷电冲击耐受电压；

SI —— 操作冲击耐受电压；

AC —— 工频耐受电压。

例1：一台具有两个绕组的变压器，绕组 U_m 值分别为40.5 kV和11.5 kV，两个绕组都是全绝缘。绝缘水平表示如下：

绝缘水平：LI 200 AC 85/LI 75 AC 35

方框中不同绕组的数据用斜线分开，冲击水平写在前面。

例2：一台变压器有以下几个绕组：高压绕组 $U_m = 252$ kV，分级绝缘，星形联结，中性点非直接接地，另一绕组 $U_m = 126$ kV，星形联结，分级绝缘；第三绕组 $U_m = 11.5$ kV，三角形联结。绝缘水平表示如下：

绝缘水平：LI 850 AC 360-LI 400 AC 200/LI 480
AC 200-LI 250 AC 95/LI 75 AC 35

方框中分级绝缘的绕组，线端的数据写在前面，在连接号后面写中性点的数据。

例3：一台自耦变压器，按方法2（见本标准第5.4条）确定规范 $U_m = 363$ kV和126 kV，其中性点直接接地。第三绕组 $U_m = 40.5$ kV。绝缘水平表示如下：

绝缘水平：SI 950 LI 1175-AC 85/
LI 480-AC 85/LI 200 AC 85

在本例中，方法2的规范也决定了126 kV绕组的试验，对于该绕组的线端不需另行规定工频耐受电压。按本标准第11.4条规定的感应耐压试验适用于自耦连接的两个绕组。

4 适用于某些特殊类型变压器的规定

在变压器中，当具有不同 U_m 值的全绝缘的绕组在变压器内部连接在一起（通常是自耦变压器）时，其外施工频耐受试验电压应按具有最高 U_m 值的绕组确定。

当变压器的高压绕组具有 $U_m > 300$ kV时，雷电全波冲击试验对于所有绕组都是出厂试验。 $U_m = 252$ kV的变压器见本标准表1注。

变压器一个或多个分级绝缘的绕组由于感应耐受试验的电压及操作冲击试验（如果采用）电压系按具有最高 U_m 值的绕组确定，因而 U_m 值较低绕组可能承受不到其相应的试验电压，这种差异一般是可以接受的。如果绕组间的匝数比是由分接来改变的，应利用适当分接，使 U_m 值较低绕组上的试验电压值尽可能接近其试验电压值。

在操作冲击试验时，不同绕组的两端产生的电压大致与其匝数比成正比。如果对几个绕组都确定了各自的额定冲击耐受电压，有关问题应按上述办法来解决。一个具有较低 U_m 值，同时未指定操作冲击耐受电压值的带有分接的绕组，当做操作冲击试验时，它最好是接在主分接位置上。

增压变压器、移相变压器等的串联线圈虽然其额定电压仅为系统电压的一小部分，但其 U_m 值仍然是相当于系统电压的一个值。严格地按本规定对这一类变压器进行试验是比较困难的，为此有关试验项目应由制造厂与使用部门商定。

5 绝缘要求和绝缘试验的基本规定

5.1 概述

绝缘要求和绝缘试验的基本规定见表1。

注：① 对全绝缘的三相变压器，当中性点不引出时，中性点的全波冲击试验为特殊试验。全波冲击施加于并联连接的三个线端上，其电压值应等于该线端冲击耐受电压值的70%，但对电压级次为20kV及以下的变压器，加到线端上的电压值应等于线端冲击耐受电压值减去1/2额定电压。

② $U_m = 252 \text{ kV}$ ，容量等于或大于120MV A的变压器，雷电全波冲击试验为出厂试验。

③ $U_m = 252 \text{ kV}$ 的变压器，带有局部放电测量的感应耐压试验为出厂试验，试验条款见本标准第11.4条。

询价和定货时必须提供有关变压器的绝缘要求和绝缘试验的说明资料，见GB 1094.1附录A。

5.2 $U_m < 300 \text{ kV}$ ，全绝缘绕组的绝缘要求和绝缘试验

5.2.1 绕组的额定耐受电压：

- a. 额定短时工频耐受电压见表2；
- b. 线端的额定雷电冲击耐受电压见表2；
- c. 中性点端子额定冲击耐受电压的峰值与线端相同。

5.2.2 额定耐受电压由下述绝缘试验来验证：

- a. 外施耐压试验见本标准第10章（属出厂试验）。
本试验用来检验被试绕组对其他绕组和对地的工频电压耐受强度。
- b. 感应耐压试验见本标准第11.2条（属出厂试验）。
本试验用来检验被试绕组对其他绕组和对地的工频电压耐受强度。
- c. 线端的雷电全波及截波冲击试验见本标准第12及13章（属型式试验）。
本试验用来检验每一线端对地、对其他绕组以及沿被试线圈本身的冲击电压耐受强度。
- d. 中性点端子的雷电全波冲击试验见本标准第12.3.2款（属型式试验）。
本试验用来检验中性点端子对地及对其他绕组的冲击电压耐受强度。

注：在某些地区安装的配电变压器会受到严重的大气过电压，此时经制造厂与使用部门协商，可用较高的试验电压值或增加补充试验项目。本标准不作具体规定。

5.3 $U_m < 300 \text{ kV}$ ，分级绝缘绕组的绝缘要求及绝缘试验

5.3.1 绕组的额定耐受电压：

- a. 线端的额定短时工频耐受电压见表2；
- b. 线端的额定雷电冲击耐受电压见表2；
- c. 中性点端子的额定短时工频耐受电压见本标准第5.5条及表3。
- d. 中性点端子的雷电全波冲击试验见本标准第12.3.2款（属型式试验）。中性点端子的雷电全波冲击耐受电压见表3。

表 1 对不同种类绕组的要求和试验导则

绕组种类	构成绝缘水平的耐受电压及有关条款和表格	试验项目和试验条款号	试验类别
$U_m < 300\text{kV}$ 全绝缘	(1) 工频, 见第5.2条、表2 (2) 雷电冲击, 见第5.2条、表2 (3) 中性点端子上的雷电全波冲击, 见第5.5.3款、表2	外施耐压试验, 见第10章	出厂
		在线端上雷电全波、截波冲击试验, 见第12及13章	型式
		中性点端子上的雷电全波冲击试验, 见第12.3.2款	型式
		感应耐压试验, 见第11.2条	出厂
$U_m < 300\text{kV}$ 分级绝缘	(1) 线端上的工频, 见第5.3条、表2 (2) 在线端上的雷电冲击, 见第5.3条、表2 (3) 中性点端子上的工频, 见第5.5条、表3 (4) 中性点端子上的雷电全波冲击, 见第5.5.3款、表3	与中性点绝缘水平相应的耐压试验, 见第10章	出厂
		在线端上的雷电全波、截波冲击试验, 见第12及13章	型式
		中性点端子上的雷电全波冲击试验, 见第12.3.2款	型式
		感应耐压试验, 见第11.3条	出厂
$U_m > 300\text{kV}$ 分级绝缘按方法1 (见第5.4.1款) 确定的规范	(1) 在线端上的工频, 见第5.4.1款、表2 (2) 在线端上的雷电全波和截波冲击, 见第5.4.1款、表2 (3) 在中性点端子上的工频, 见第5.5条、表3 (4) 中性点端子的雷电全波冲击, 见第5.5.3款、表3	与中性点绝缘水平相应的耐压试验, 见第10章	出厂
		在线端上的雷电全波冲击试验, 见第12章	出厂
		在线端上的雷电截波冲击试验, 见第13章	型式
		中性点端子上的雷电全波冲击试验, 见第12.3.2款	型式
		感应耐压试验, 见第11.3条	出厂
		带有局部放电测量的感应耐压试验, 见第11.4条	出厂
$U_m > 300\text{kV}$ 分级绝缘按方法2 (见第5.4.2款) 确定的规范	(1) 在线端上的雷电全波和截波冲击, 见第5.4.2款、表2 (2) 在线端上的操作冲击, 见第5.4.2款、表2 (3) 中性点端子上的工频, 见第5.5条、表3 (4) 中性点端子上的雷电全波冲击, 见第5.5.3款、表3	与中性点绝缘水平相应的耐压试验, 见第10章	出厂
		在线端上的雷电全波冲击试验, 见第12章	出厂
		在线端上的雷电截波冲击试验, 见第13章	型式
		中性点端子上雷电全波冲击试验, 见第12.3.2款	型式
		在线端上的操作冲击试验, 见第14章	出厂
		带有局部放电测量的感应耐压试验, 见第11.4条	出厂

表 2 电压等级为 3 ~ 500kV 的变压器绕组的绝缘水平

电压等级 kV	设备的最高电压 U_m kV (有效值)	额定短时工频耐受 电压(有效值), kV	额定雷电冲击耐受电压 (峰值), kV		额定操作冲击耐 受电压 (相到中 性点, 峰值), kV
			全波	截波	
3	3.5	18	40	45	—
6	6.9	25	60	65	—
10	11.5	35	75	85	—
15	17.5	45	105	115	—
20	23.0	55	125	140	—
35	40.5	85	200	220	—
63	69.0	140	325	360	—
110	126.0	200	480	530	—
220	252.0	360 395	850 950	935 1050	—
330	363.0	460 510	1050 1175	1175 1300	850 950
500	550.0	630 680	1425 1550	1550 1675	1050 1175

表 3 分级绝缘绕组中性点的绝缘水平

电压等级 kV	设备的最高电压 U_m (有效值), kV	中性点接地方式	额定短时工频耐受 电压 (有效值), kV	雷电全波冲击耐受 电压 (峰值), kV
110	126	—	95	250
220	252	死接地	85	185
		不死接地	200	400
330	363	死接地	85	180
		不死接地	230	550
500	550	死接地	85	180
		经小阻抗接地	140	325

5.3.2 额定耐受电压由下述来验证

- a. 感应耐压试验, 见本标准第11章(属出厂试验)。

本试验用来验证受试绕组线端对地及对其他绕组的工频电压耐受强度, 以及相间和沿被试绕组本身的工频电压耐受强度。试验按第11.3条进行。

- b. 线端的雷电全波和截波冲击试验, 见本标准第12及13章(属型式试验)。

本试验目的同第5.2.2c条所述。

- c. 中性点端子上的外施耐压试验, 见本标准第10章(属出厂试验)。

本试验目的是用来验证中性点端子对地的工频电压耐受强度。

- d. 中性点端子上的雷电全波冲击试验, 见本标准第12.3.2条(属型式试验)。

本试验目的与第5.2.2d同。

5.4 $U_m \geq 300\text{kV}$, 分级绝缘绕组的绝缘要求和绝缘试验

凡属于这一类绕组的变压器, 其有关规范和试验有如下两种方法可供选择, 应在“询价和定货时需提出的技术要求”中说明用哪一种方法。对于带有局部放电测量的感应耐压试验, 还应注明两个不同规范中选定哪一种。见本标准第11.4条。

5.4.1 方法1**5.4.1.1 绕组的额定耐受电压:**

- a. 线端的额定短时工频耐受电压见表2;
- b. 线端的额定雷电冲击耐受电压见表2;
- c. 中性点端子的额定短时工频耐受电压见表3;
- d. 中性点端子的额定雷电全波冲击耐受电压见表3。

5.4.1.2 耐受电压由下述绝缘试验来检验:

- a. 感应耐压试验见本标准第11章(属出厂试验), 试验方法按本标准第11.3条进行。

本试验的目的如本标准第5.3条所述。

- b. 线端的雷电全波及截波冲击试验见本标准第12及13章(属出厂和型式试验)。

本试验的目的如本标准第5.2条所述。

- c. 中性点端子的外施耐压试验见本标准第10章(属出厂试验)。

本试验的目的如本标准第5.3条所述。

- d. 中性点端子的雷电冲击试验见本标准第12.3.2款(属型式试验)。

本试验目的如本标准第5.2条所述。

5.4.1.3 带有局部放电测量的感应耐压试验见本标准第11.4条(属出厂试验)。**5.4.2 方法2****5.4.2.1 绕组的额定耐受电压:**

- a. 线端的额定操作冲击耐受电压见表2;
- b. 线端的额定雷电冲击耐受电压见表2;
- c. 中性点端子的额定短时工频耐受电压见表3;
- d. 中性点端子的额定雷电冲击耐受电压见表3。

5.4.2.2 额定耐受电压由下述绝缘试验检验:

- a. 线端的操作冲击试验见本标准第14章(属出厂试验)。

本试验用来检验线端对地及三相变压器线端之间的操作冲击耐受能力。

- b. 线端的雷电全波及截波冲击试验见本标准第12及13章(属出厂和型式试验)。

本试验的目的如本标准第5.2条所述。

- c. 中性点端子的外施耐压试验见本标准第10章(属出厂试验)。

本试验的目的如本标准第5.3条所述。

- d. 中性点端子的冲击试验见本标准第12.3.2款(属型式试验)。

本试验的目的如本标准第5.2条所述。

5.4.3 带有局部放电测量的感应耐压试验:

从正常运行条件下和暂时过电压下的作用电压的角度来看,变压器应承受该试验,按本标准第11.4条进行(属出厂试验)。

本试验规定了两个可以选择的规范,应在定货时确定。试验方法适用于分级绝缘变压器的所有绕组。

本试验应在其他绝缘试验做完之后进行。

注:在三相变压器上进行操作冲击耐受电压试验时,相间试验电压大约为相对中性点端的耐受电压的1.5倍(见14.3条)。

5.5 分级绝缘绕组中性点端子的绝缘要求和试验

5.5.1 概述

绝缘水平取决于中性点端子是否直接接地。如中性点端子不直接接地,为限制瞬变过电压,过电压保护装置必须安装在中性点端子与地之间。

注:下面的内容涉及到确定中性点端子需要的最小耐受电压。此电压值的提高,有时是容易做到的,同时能改善系统中变压器的互换性。另外由于感应耐压试验时试验接线的缘故,可能需将绕组的中性点绝缘水平设计得较高些(见11.3条)。

5.5.2 直接接地的中性点端子

中性点端子必须直接或通过电流互感器牢固地接地,而无任何有意接入的阻抗。在线端上进行冲击试验期间,中性点端子应直接接地。

5.5.3 不直接接地的中性点端子

中性点端子不直接接地,它可以通过相当大的阻抗(例如消弧线圈)接地。独立的相线圈的中性点端子可连接到调压变压器上。

5.5.4 中性点端子的额定雷电冲击加压方式

施加电压的方法由本标准第12.3.2款中所述的两种试验方法之一来检验。对中性点的截波冲击试验,本标准不予推荐。

6 带有分接绕组的变压器的试验

如分接范围等于或小于 $\pm 5\%$,则绝缘试验应在变压器处于主分接的情况下进行。

如分接范围大于 $\pm 5\%$,试验时的分接位置用感应耐压试验和操作冲击试验的要求来选择(见第4章)。

雷电冲击试验时,绝缘中的场强分布是随变压器分接的连接和变压器的整体设计的差异而不同。除经协议规定需在某一特殊分接上进行冲击试验外,冲击试验应在两个极限分接和主分接位置上进行,在三相变压器或变压器三相组的三个单独的相上各使用其中的一个分接进行试验。

7 干式变压器的绝缘要求和试验条件

见相应国家标准。

8 重复的绝缘试验

如果一台变压器已经全耐受按本标准第5.2、5.3或5.4条规定的绝缘验收试验,而在其后进行重复试验时,则试验电压应降低到原来值的85%(另有协议者除外),同时必须以在此期间内变压器的内绝缘未曾变更为条件。

注:本规则不适用变压器带有局部放电测量的感应耐压试验(见11.4条)。

9 辅助接线的绝缘

除非有其他的规定, 辅助电源的接线和控制回路应承受2kV (有效值) 1 min工频耐压 (对地) 试验, 辅助设备的电机和其他电器的绝缘要求应符合有关标准 (如该标准的要求低于单独对辅助接线规定的值, 为了对接线进行试验, 有时需临时拆除这些器件)。

注: 大型变压器的辅助设备为了运输, 通常在出厂时拆除。在运行地点装配完毕后, 推荐用1000 V 的兆欧表进行试验。

10 外施耐压试验

外施耐压试验应采用不小于80% 额定频率的任一适当频率其波形尽可能接近于正弦波的单相交流电压进行。

试验电压值应是测量电压的峰值除以 $\sqrt{2}$ 。

试验应从不大于规定试验值的1/3的电压开始, 并应与测量相配合尽快地增加到试验值。试验完了, 应将电压迅速地降低到试验值的1/3以下, 然后再切断电源。

加在被试绕组与接地端子 (包括其余绕组的所有端子及铁心、夹件、箱壳等连在一起并接地) 之间的全电压试验值应施加60s。

如果未发现内部绝缘击穿或局部损伤, 则试验合格。

注: 对于分级绝缘的绕组, 仅按中性点端子规定的试验电压进行试验。因此, 绕组的线端只耐受本标准第11.3或11.4条所述的感应耐压试验。

11 感应耐压试验

11.1 概述

有三种可采用的方法供绝缘种类不同的绕组进行试验。这三种方法如11.2、11.3、11.4条所述。

在变压器一个绕组的端子上施加交流电压, 其波形应尽可能为正弦波。为了防止试验时励磁电流过大, 试验时频率应适当大于额定频率。

试验电压值应是测量感应试验电压的峰值除以 $\sqrt{2}$ 。

试验应从小于1/3试验电压的电压下开始, 并应与测量相配合尽快地增加到试验值。试验完了, 应将电压尽快地降低到试验值的1/3以下, 然后再切断电源。

除非另有规定, 在下述各条中, 当试验电压的频率等于或小于2倍额定频率时其全电压下的施加时间应为60s。

当试验频率超过两倍额定频率时, 试验时间应为:

$$\frac{120 \times [\text{额定频率}]}{[\text{试验频率}]} \text{ (s), 但不少于15s}$$

11.2 高压绕组为全绝缘的变压器的感应耐压试验

通常规定, 加在变压器不带分接的线圈两端的试验电压等于两倍的额定电压, 但是任一三个相线圈的相间试验电压不应超过表2第3栏中所列的额定短时I频耐受电压。

三个相线圈最好用对称三相电源在各相中感应出的电压来试验。如果该绕组中有中性点端子, 则在试验期间可将其接地。

如果未发现内部绝缘击穿或局部损伤, 则试验合格。

11.3 高压绕组为分级绝缘的变压器的相对地感应耐压试验

$U_m < 300 \text{ kV}$ (见5.3条) 或者 $> 300 \text{ kV}$, 按方法1确定 (见5.4.1款)。线端的试验电压见表2。

单相变压器上的试验, 通常是在中性点端子接地的情况下进行的。假如绕组之间的电压比可用分接来改变, 则分接就可以用来尽可能同时满足不同绕组上的试验电压的要求。在特殊情况下 (见第4章), 中性点端子上的电压可用将其连接到一台辅助的增压变压器上的方法加以提高, 或者被试变压器

的另一个绕组也可与高压绕组相串联。

三相变压器的试验程序包括三次逐相施加单相试验电压，每次将绕组的不同点接地。图 1 所示的推荐的试验连接法能避免过高的线端间的过电压。另外还有其它可行的办法。

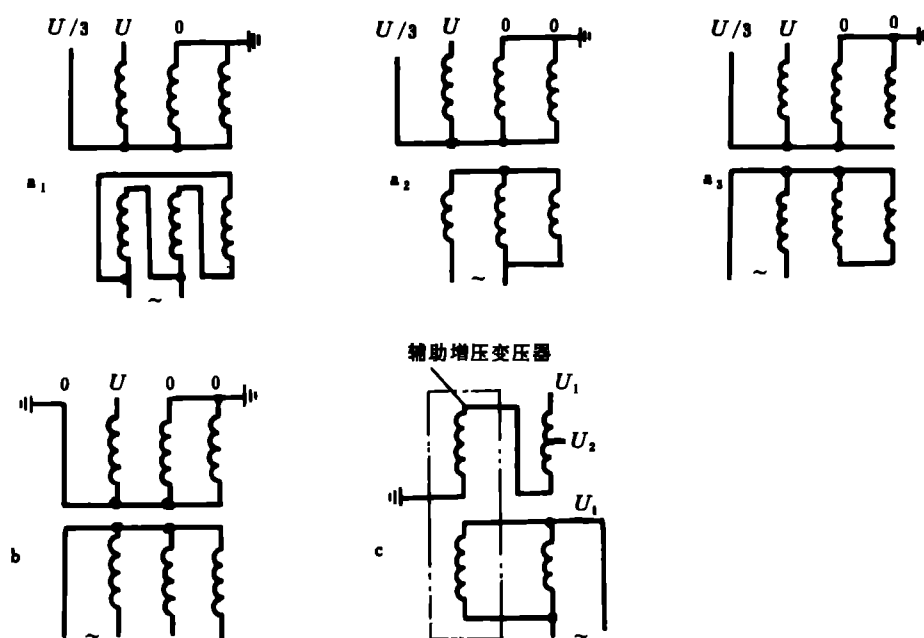


图 1 分级绝缘变压器单相感应耐压试验的联结方法

一台变压器中其余的独立绕组如为星形接法，应将其中性点接地，如为三角形接法应将其中的一个端子接地。

试验时，每匝电压随试验连接法不同，所达到的值也不相同。

试验接线方法的选择应根据变压器和试验设备的特性而定。

注：当变压器的线圈布置复杂时，为了使试验尽可能代表实际运行中的各种电气作用强度的真实组合，推荐制造厂与使用部门在签订合同阶段中对试验时所有线圈的接线进行一次审查。

如果未发现内部绝缘击穿或局部损伤，则试验合格。

联结法a₁、a₂、a₃：当中性点端子设计成至少能耐受1/3U的电压时，可采用图中表示的发电机连接到低压绕组的三种不同方法。如果变压器具有不套有线圈的磁回路(壳式或五柱铁心)，则只有a₁可采用。

联结法b：如果三相变压器不套有线圈，而作为被试心柱磁通流过的磁回路，则推荐用该联结法。如变压器有三角形联结的绕组，则试验期间三角形联结的绕组必须打开。

联结法c：表示一台辅助增压变压器给予被试自耦变压器的中性点端以支撑电压U_t。两个自耦连接绕组的额定电压为U_{N1}、U_{N2}，而相应的试验电压为U₁、U₂。其关系为：

$$\frac{U_1 - U_t}{U_{N1}} = \frac{U_2 - U_t}{U_{N2}}$$

$$U_t = \frac{U_2 \cdot U_{N1} - U_1 \cdot U_{N2}}{U_{N1} - U_{N2}}$$

这种连接也可用于一台套有线圈磁回路的三相三柱铁心其中性点绝缘小于1/3U的三相变压器。

11.4 高压绕组为分级绝缘的变压器在感应耐压下的局部放电测量

U_m > 252kV，见5.4.3款。

试验施加于变压器所有分级绝缘的绕组上，而不管这些绕组是自耦连接的或是独立的。

被试绕组的中性点端子应接地。对于其他的独立绕组如为星形联结应将其中性点端子接地，三角形联结应将其一个端子接地。

一台三相变压器，即可以按照图 2 用单相连接的方式逐相地将电压加在线端进行试验，以采用对称三相连接的方法试验。

施加试验电压应按图 3 所示的时间顺序进行。在不大于 $1/3U_2$ 的电压下接通电源并增加至 U_2 ，持续 5 min，再增加至 U_1 ，保持 5 s，然后，立即将 U_1 降低到 U_2 ，保持 30 min，当电压再降低到 $1/3 U_2$ 以下时方可切断电源。

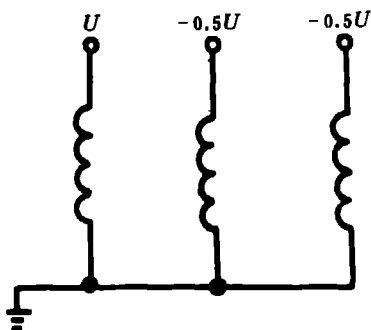


图 2 三相变压器的逐相试验

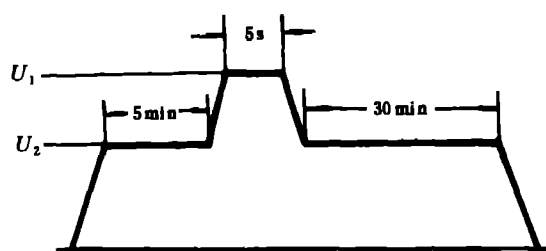


图 3 施加试验电压的时间顺序

试验持续时间与试验频率无关。

在施加试验电压的整个期间，应按下述的方法监测局部放电。线路端子与中性点端子之间的试验电压以 $U_m/\sqrt{3}$ 表示。视在电荷量 q 值（用 pC 表示）不应大于规定值。

其值分别是：

U_1 为预加电压，其值为 $\sqrt{3} U_m/\sqrt{3} = U_m$ ；

U_2 为测量电压，当 U_2 为 $1.5 U_m/\sqrt{3}$ 时， q 不大于 500 pC；

当 U_2 为 $1.3 U_m/\sqrt{3}$ 时， q 不大于 300 pC。

测量电压 U_2 值的选择，应由制造厂与使用部门在签订合同时商定。

注： q 值是暂定的，并将根据经验进行修订。

局部放电的观测如下所述（有关资料见附录 A）：

a. 应在所有的分级绝缘绕组的线端上进行测量。对自耦连接的一对绕组的较高电压和较低电压的线路端子，也应同时用来测量。

b. 每个测量端子都应该在线端与地之间施加重复脉冲波来校准，这种校准是用来在试验期间对读数的定量。

c. 在变压器一个指定线端上测得的视在电荷量是根据经上述校准后的最高的稳态重复脉冲波计算出来的。偶然出现的尖波可以忽略不计。

d. 在施加试验电压的前后，应记录所有测量端子上的背景噪声水平。

e. 背景噪声水平应低于规定的视在电荷量限值 q 的一半。

f. 在电压升至 U_2 及由 U_2 再降低的过程中，应记录可能出现的起始放电电压和熄灭电压值。

g. 在电压 U_2 的第一阶段中应读取并记下一个读数。

h. 在施加 U_1 的短时间内不要求观测。

i. 在电压 U_2 的第二阶段的整个期间内，应连续地观察并按一定的时间间隔记录局部放电水平。

如果在上述局部放电的观测过程中，试验电压不产生突然下降，并在施加电压 30 min 的最后 29 min 内，所有测量端子上的视在电荷量的连续水平，低于规定的限值，并不表现出明显地、不断地向接近这个极限方向增长的趋势时，则试验为合格。

如果在一段时间内，视在电荷量的读数超过规定的限值，但之后又低于这个限值，则试验不必中断仍可连续进行，直到在此后的 30 min 的期间内取得可以接受的读数为止。偶然出现的较高的脉冲可

忽略不计。

只要不产生击穿并且不出现长时间的特别高的局部放电，则试验是非破坏性的。当局部放电不能满足验收判断标准时应尽量查明原因，使用部门不应简单地断然拒绝验收而应与制造厂协商进一步的研究试验，这方面的建议在附录A中给出。

试验中间，涉及到由于套管引起的困难问题见本标准第2章。

12 雷电冲击试验

12.1 概述

有关冲击试验名词的一般定义，对试验电路的要求，对于许可的测量设备的性能试验及定期校验均见GB 311.2~6—83《高电压试验技术》。

更详细的资料见有关变压器冲击试验的国家标准。

油浸式变压器的试验电压通常是用负极性的，以减少试验电路中出现异常的外部闪络的危险。

试验期间，套管的火花间隙可以拆除或者将其增大以避免闪络。

当变压器内部或外部装了限制传递瞬变过电压用的非线性元件或避雷器时，在试验过程中用示波图判断（见12.5条）可能产生困难，对于这种特定情况下的冲击试验方法应在事先进行讨论。

试验冲击波应是标准雷电冲击全波： $1.2 \pm 30\% / 50 \pm 20\% \mu\text{s}$ 。

有时，由于绕组电感小或对地电容大，这种标准冲击波形不能合理地得到，因而冲击波往往是振荡的。在这种情况下，经制造厂与使用部门协商，可以允许比较大的偏差。振荡冲击波的反极性峰值不应超过第一个峰的50%。

冲击波形问题也可以在试验期间选用某一合适的接地方法来解决（见12.3条）。

冲击电路及测量时的连接在校准期间和全电压试验期间应保持不变。

12.2 试验顺序

试验顺序包括电压为50%~75%试验电压的一次冲击（标准冲击）以及其后的三次全电压的冲击。如果在任何一次冲击电压的施加期间，在电路中或在套管的火花间隙处产生了外部闪络，或者在任何规定测量通道上的示波图失效，则这一次电压冲击可以不计，需重新施加一次。

可以使用大于50%峰值的额外的校准冲击波，但不必在试验报告中说明。

12.3 试验时的连接

12.3.1 在线路端子上试验时的连接

冲击试验的顺序是将冲击波连续地施加到被试绕组的每一个线端上。对于三相变压器，绕组的其他线端应直接接地或通过一个低阻抗（例如测量电流用的分流器）接地。

如果绕组有一个中性点端子，这一中性点端子应直接接地或通过一个低阻抗（例如测量电流用的分流器）接地。油箱也应接地。

当试品为独立绕组的变压器时，所有非被试绕组的线端也应直接接地或通过阻抗接地，这样就保证在任何情况下在这些线端上产生的电压小于其额定雷电冲击耐受电压的75%。

如为自耦变压器，当对最高电压绕组的线端试验时，如公共线圈的线端为直接接地或者通过测量电流用的分流器接地，则要合理地获得标准冲击波形可能有困难。当试验公共线圈的线端时，如高压绕组线端接地也有同样的情况。此时允许将这些未试的线端通过小于 400Ω 的电阻接地。另外在未试线端上出现的对地电压不应超过额定雷电冲击耐受电压的75%。

在低阻抗绕组的冲击试验中，在被试线端上得到正确的冲击波形是困难的，此时，经使用部门与制造厂协商，可以允许较大的偏差（见12.1条）。将绕组的非被试端子通过电阻接地也可能简化这一问题。电阻值应小于 500Ω 。而此电阻值的选择必须使在这些线端上所产生的电压小于其额定雷电冲击耐受电压的75%。在签订合同时，经双方协商也可以采用传递冲击波的方法（见12.3.3款）。

12.3.2 中性点端子上的冲击试验

当一个绕组的中性点端子具有额定冲击耐受电压时，可由施加于三相绕组的任一线端上或连在一

起的全部三个线端上的冲击试验来检验。中性点端子通过一个阻抗接地，并以标准的冲击波施加于线端时，该阻抗两端产生的电压峰值应等于该中性点端子本身的额定耐受电压值。施加于线端的冲击波峰值不作规定，但不应超过线端额定雷电冲击耐受电压的75%。

另一种方法是，将中性点端的额定耐受电压直接施加于中性点端子上，此时所有的线端均应接地。在这种情况下允许波前时间较长但不得大于13 μ s。

12.3.3 传递冲击波的方法

当低压绕组在运行中不会遭受来自低压系统的雷电过电压时，经制造厂与使用部门协商，该绕组可以用由高压绕组传递过来的冲击波进行试验。

当直接对低压绕组施加冲击波时，高压绕组上将受到过高电压的作用，尤其是当大范围的调压线圈在结构上靠近低压绕组时更是这样。此时，用上述传递冲击波法是正确的。

当采用传递冲击波方法时，低压绕组的试验应与相邻的较高电压绕组的冲击试验同时进行。低压绕组的线端通过电阻接地，其电阻值应使线端与地之间，或不同的线端间，或一个相线圈的两端之间的传输冲击电压峰值尽可能高，但不超过额定冲击耐受电压，电阻值小于5000 Ω 。

12.4 试验记录

在校正及试验期间所得到的示波图，应能清楚地表明施加电压的冲击波形（波前时间、波尾的半峰值时间）。

至少要使用一个以上的测量通道。在大多数情况下，记录被试绕组流向地中的电流的示波图将具有最好的示伤灵敏度。记录从油箱流向地的电流或非试绕组中的传递电压，也是一种可供选择的合适的测量数值。

关于合适的扫描时间值，按相应国家标准的规定。

12.5 试验判断准则

如果全电压下所记录的电压和电流瞬变波形图与降低电压下所记录相应的瞬变波形图无明显差异时，则绝缘耐压试验合格。

详细地阐述示波图的试验记录和进行故障的真实记录与临界干扰进行鉴别，都需要有熟练的技能和丰富的经验。

如果对示波图之间可能存在的差异的分析有疑问时，则应再加三次全电压的冲击波，或者在该端子上重作全部冲击试验。

试验中可以采用辅助观察（如音响效果等），可用它来验证所得到的示波图记录，但辅助观察办法本身不能作为直接证据。

13 在波尾截断的雷电冲击试验

13.1 概述

本试验是在绕组的线端上进行的。试验应按下述的方法和全波雷电冲击试验结合起来进行。雷电冲击截波耐受电压的峰值见表2及表3。

通常，冲击电压发生器和测量设备与全波冲击试验相同，只是加一个截断间隙。标准雷电冲击截波具有2~6 μ s之间的截断时间。

13.2 截断间隙和截断特性

推荐使用可以调节时间的触发式截断间隙，也允许使用简单的棒对棒间隙。截断线路的布置应使被记录的冲击波截断后的过零系数接近于0.3（其允许范围为0.25~0.35）。

13.3 试验顺序和试验判断准则

如上所述，截波冲击试验和全波冲击试验合并成一个统一的试验顺序，各种冲击波的试验顺序如下：

- 一次降低电压的全波冲击；
- 一次100%的全波冲击；
- 一次或几次降低电压的截波冲击；

两次100%的截波冲击；

两次100%的全波冲击；

截波冲击试验时所采用的测量接线及示波图记录方式与全波冲击试验相同。

原则上，截波冲击试验的故障判断主要取决于100%截波冲击和降低电压截波冲击的示波图的比较。此时中性点电流示波图（或任何其他补充示波图）是由原全波波前部分下的瞬态现象与截断时的瞬态现象迭加后而得到的图形。因此应当考虑到截断时延可能出现的变化，虽然变化微小，振荡图形的后面部分将因此而发生变化，而要把这一效应和故障记录区分开来是困难的。

后续的100%全波冲击试验的示波图被作为一种补充的故障判断，但是这些冲击试验本身并不难作为截波冲击试验的质量判断的依据。

14 操作冲击试验

14.1 概述

对于 $U_m > 300\text{kV}$ 的绕组，按方法2确定（见5.4条）。本试验为出厂试验。

有关冲击试验名词的一般定义，对试验电路的要求，对于许可的测量设备的性能试验及定期校验均见GB 311.2~6—83。

冲击波是由冲击电压发生器直接加到被试的线端上，也可施加到较低电压的绕组上，再通过感应将试验电压传送到被试绕组上。应在线端和中性点端子之间出现规定的试验电压值，中性点应接地。在一台三相变压器中，试验期间线端间产生的电压应近似为线端与中性点端子之间相电压的1.5倍（见14.3条）。

通常试验电压是负极性的，以减小试验电路中出现异常的外部闪络的危险。

变压器的各个绕组两端产生的电压实质上与它们的有效匝数成正比，而试验电压将由具有最高电压 U_m 的绕组来确定（见第4章）。

冲击电压波形的视在波前时间至少为 $20\mu\text{s}$ ，超过90%的规定峰值的时间至少为 $200\mu\text{s}$ ，从视在原点到第一个过零点的总时间至少为 $500\mu\text{s}$ 。

注：这一个冲击波形是有意选择得与 $250/2500\mu\text{s}$ 标准波形不同。这个标准波形是GB 311.2~GB 311.6—83中推荐专门用于空气外绝缘试验的。

波前时间应由制造厂选择，其值应使沿着被试绕组的电压分配实际上是均匀的，其值通常小于 $250\mu\text{s}$ 。试验期间在磁路中会增加磁通密度。冲击电压可以维持到铁心达到饱和及变压器的励磁阻抗明显地降低的瞬间。最大可能持续的冲击时间可以用在每次全电压冲击试验之前引入反极性剩磁的办法来增加。这可用波形类似但极性相反的较低电压的冲击波或短时接通直流电源的方法来实现。

14.2 试验顺序及记录

试验应包括一次50%~75%全试验电压下的冲击（校正冲击波）和三次连续的全电压下的冲击。如果示波图记录有问题，则这一次冲击可以不计并再补加一次冲击。示波图至少应有在被试线端上的冲击波形图。

14.3 试验时的连接

试验时，为使变压器有足够的阻抗，变压器必须处于空载条件下。试验中不使用的绕组应以适当的方法在一点接地，但不使其短路。对于单相变压器，被试绕组的中性点端子应接地。

三相变压器绕组应逐相进行试验。此外其中性点端子应予接地。变压器的试验接线方式应使其余的两个非试线端上产生一个反极性的电压，其幅值为1/2的施加电压（见图2）。

套管火花间隙及限制过电压的补充方法等均按雷电冲击试验的有关规定处理。

14.4 试验的判断准则

如果示波图中没有指示出电压的突然下降，则试验合格。

注：但是磁饱和在冲击过程中产生的影响，会使得连续的示波图因这一效应而各不相同。

试验期间的辅助观察（不正常的音响效果等）可用来证实示波图的记录，但这些辅助观察本身不能作为直接的证据。

附录 A

对变压器在感应耐压试验时进行局部放电测量的使用导则（按本标准第11.4条）
(补充件)

A.1 绪言

局部放电(PD)是指引起导体之间的绝缘只发生局部桥接的一种放电。在变压器中,这种局部放电能使每一个引出的绕组端子对地电压发生瞬时的变化。

测量用阻抗通常是通过套管的电容抽头或通过一个独立的耦合电容器,有效地连接在这些端子与接地之间,如A.2所述。

在局部放电处出现的实际放电电荷是不能直接测量的。局部放电强度的较好测量方法是测量视在电荷量 Q ,其定义见相应国家标准。

任一测量端子上的视在电荷量 Q 可由适当的校正方法来确定(见A.2)。

一个特定的局部放电会导致变压器各个端子上的视在电荷值有所不同。比较各个端子上同时得到的显示值,可以得到有关变压器内局部放电源位置的信息(见A.5)。

本标准第11.4条中规定的验收试验方法要求测量绕组线端上的视在电荷量。

如果按照下述的推荐方法,则可认为对任何位置处的局部放电源都有足够高的灵敏度。这种暂定的、验收时许可的视在电荷量是根据已通过传统的工频绝缘试验的变压器上实际局部放电测量经验得出的。

A.2 测量电路和校准电路的连接(校准程序)

测量仪器是用匹配的同轴电缆接到绕组端子上的,测量阻抗的最简单的方式是电缆的匹配阻抗,该阻抗又是测量仪器的输入阻抗。

为了改善整个测量系统的信号噪声比,利用调谐电路、脉冲变压器,以及在试品端子与电缆间使用放大器可能是方便的。当从测量端子二端观察时,测量线路在局部放电测试的整个频率范围内,应表现出一个适当的恒定的阻抗。

对绕组的线端与接地的油箱之间进行局部放电测量时,最好是将测量阻抗有效地接到电容套管的电容抽头与接地法兰(图A1)之间。如果无电容抽头,也可以将套管法兰与油箱绝缘,并将该法兰用作测量端子。中心导杆和测量端子之间以及测量端子和地之间的等效电容对局部放电信号起到分压的作用,但是这种分压作用在套管的顶部端子与地间进行校准时也产生。

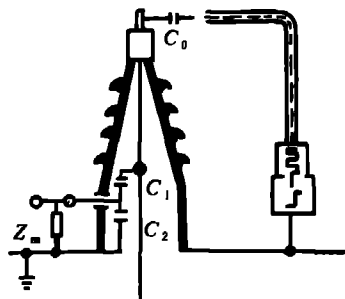


图 A1 电容式套管有电容抽头时的局部放电测量电路

如果必须在没有任何可以利用的电容式套管电容抽头(或绝缘的法兰)的带电端子上进行测量时,可以使用高压耦合电容器的方法。用一个无局部放电的电容器,其电容与校准发生器的电容 C_0 相比应足够大,测量阻抗(带有保护间隙)连接在该电容器的低压端子与地之间。见图A2。

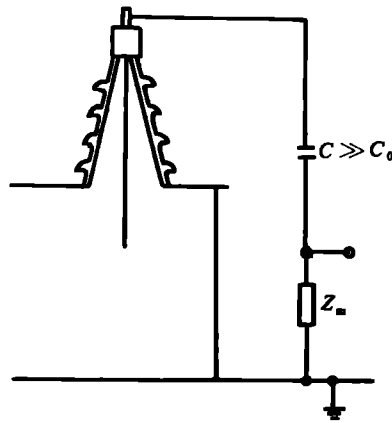


图 A2 采用高压耦合电容器的局部放电测量电路

整个测量系统的校准是在校准装置的两端输入已知的电荷来进行的。校正装置包括一台上升时间短的阶跃电压脉冲发生器（其内阻不应大于 100Ω ）和一个已知电容值为 C_0 的小的串联电容器，上升时间应不大于 $0.1\mu\text{s}$ ，而且 C_0 值应在 50pF 左右。当这个发生器接到两个校正端子土时，由于端子呈现的电容值远远大于 C_0 ，因此由脉冲发生器输入的电荷将为：

$$q_0 = U_0 \cdot C_0$$

式中： U_0 ——方波电压值，通常为 $2 \sim 50\text{V}$ 。

如果校准发生器的重复频率，与变压器试验时所用的 I 频的每半周中一个脉冲时的数量级相当，那将是方便的。

如果校准端子相距较远，则连接引线上的杂散电容可能会引起误差。用于高压端子与地之间的校准的方法如图 A 1 所示。在高压端子上放置电容 C_0 ，同时用备有匹配电阻的同轴电缆将 C_0 与方波电压发生器连接起来。

如果两个校准端子都不接地，则由发生器本身形成的电容也可能引起误差。发生器最好由电池供电，且几何尺寸以小些为好。

A.3 仪器、频率范围

所用测量仪器的特性应符合相应国家标准的规定。

试验时的示波器监视通常是有用的，特别是因为它可以通过观察脉冲的重复率、波形上的位置和脉冲极性差异等来区分变压器真实局部放电与某些形式的外部干扰。

读数观测可在整个试验期间连续进行或每隔一定时刻进行，不强制规定用示波器或磁带记录器作连续记录。

局部放电测量系统分为窄频道和宽频道系统。窄频道系统大约有 10kHz 带宽或在低于某一调谐频率下工作（例如无线电噪声计）。宽带系统使用的频带其上下限之间范围较大，例如 $50 \sim 150\text{kHz}$ 或者甚至 $50 \sim 400\text{kHz}$ 。

当采用窄带系统时，适当地调节频带的中心频率，可避免来自于地区广播电台的干扰，但必须证明在靠近测量频率时绕组的共振对测量影响不大。窄频带仪器应在不大于 500kHz 最好是在小于 300kHz 的频率下工作，这有两个原因：第一，放电脉冲的传输使较高频率分量产生大的衰减；第二，当将校准脉冲波施加于线端时，该脉冲波容易在此端子或靠近此端子处引起局部振荡，当采用频带中心频率大于 500kHz 时，这将使校准变得复杂起来。

对不同的脉冲波的衰减响应而言，宽频带系统受到的限制较少，但在没有静电屏蔽的试验场所它更易接受干扰。使用带阻滤波器能防止无线电波的影响。通过单个脉冲波形和极性的比较能够识别局

部放电源。

A.4 试验判断准则, 试验不合格后的判断方法

在本标准第11.4条的末尾给出了验收判断准则。在指定测量端子间测量的以视在电荷量表示的稳态局部放电水平不应超过规定的限值, 而且在这个限值附近不应有显著的增加趋势。

如果试验电压并不发生突然下降, 但因局部放电读数太高, 然而尚属中等程度(在几千微微库仑或者更小)时, 试验虽然不合格但仍属非破坏性的。故不应据此结果马上拒绝验收, 而应对被试品再进行探查。首先应对试验环境进行探查, 以便找到与局部放电源无关的任何外界干扰信号。

这时应由制造厂与使用部门进行协商, 确定再进行补充试验或采取其他措施, 以判明变压器是否有严重的局部放电和能否满足运行要求。

下面的一些建议, 对采取上述措施时可能有用。

a. 研究测量值是否真正与试验顺序有关, 还是碰巧测到外来的与局部放电无关的显示值。

试验时, 采用示波器往往是很易做出上述区别的, 例如, 干扰就不与试验电压(波形)同步。

b. 研究局部放电是否由供电电源传输而来。试验时在电源与变压器之间接入低通滤波器对此可以有所帮助。

c. 研究确定局部放电源是在变压器内部还是在变压器外部(从大厅内悬浮电位的物体发出, 从空气中带电部分发出或从变压器接地部分的尖角发出)。推荐采用临时外部加屏蔽的方法来区分局部放电源是在变压器内部还是外部。

d. 按照变压器的电路图研究局部放电源的可能位置。

有几种已公认的定位方法。其中之一是根据不同成对的端子上的各个读数和校准值的相互关系来定位(用以补充各线圈端子与地之间的规定读数), 这在下面的A.5条中提到。

如果使用宽频带电路记录, 可用相应的校正波对试验的每一单个脉冲波形进行鉴别。

电容式套管介质中的局部放电鉴别是一种特殊情况, 参见A.5条后面部分。

e. 用声波和超声波的探测方法, 探测油箱内的各放电源的“地理”位置。

f. 根据试验电压水平、滞后效应、试验电压波形上的脉冲特性等的变化来确定局部放电源的可能物理性质。

g. 绝缘系统中的局部放电, 可能由于绝缘的干燥或浸油不充分而引起。因此, 变压器可重新处理, 或停放一个时期后重复试验。

众所周知, 只要产生了相当高的局部放电, 尽管次数有限, 也可能使油局部分解, 并使熄灭电压和起始电压暂时降低, 但经过几小时后, 可自恢复到原有起始状态。

h. 如果局部放电的指示读数超过验收限值, 但不认为是很严重时, 经过协商可以重复试验, 或者延长试验时间, 甚至可以使用增加试验电压的方法。若试验电压增加, 局部放电量增加不多, 并且又不是随时间而增加的, 则认为该变压器仍可投入运行。

i. 除非在相当长的持续时间内, 出现了远大于验收限值的局部放电量, 一般将变压器吊心后是难于直接观察到局部放电痕迹的。如果其他改善局部放电性能或确定局部放电位置的措施均无效时, 则本方法可作为最后的判断手段。

A.5 用“多端子测量”和“图形比较”的方法确定局部放电源的位置

任何一个局部放电源, 均会向变压器的所有能在外部接线的测量端子对之间传输信号, 而这些信号的图形是一种独特的“组合”, 如果将校准脉冲波交替地输送给各校准端子对时, 则这些脉冲波也将向成对的测量端子传输各种信号的特性组合。

如果在不同的成对测量端子上测试读数的图形, 与当向一个特定的成对校准端子提供脉冲波时在前述相同测量端子上得到的图形存在着明显相关时, 则认为实际局部放电源与这对校准端子密切相关。

这就意味着, 通过变压器的电路图可能得出有关局部放电源的位置。“物理位置”是另外一种概念,

即“电气上”位于某一特定端子附近的一个局部放电源，从物理定位的角度上则是说它可以位于与这个端子相连接导线上的任何位置或者位于该线圈结构的相应末端。

比较所取得的图形的方法如下：

当校准发生器接到一对规定的校准端子上时，应观察所有成对的测量端子上的显示值。然后对其他成对的校准端子重复此一程序。应在线圈的各端子与地之间进行校准，但也可以在高压套管的带电端子与它们的电容抽头之间进行校准(模拟套管介质中的局部放电)，也可以在高压端子与中性点端子之间，以及在高压绕组和低压绕组各端子之间进行校准。

成对的校准和测量端子的所有组合，形成一个“校正矩阵”，从而作为对实际试验读数进行判断的依据。

图A3表示一台带有第三绕组的超高压单相自耦变压器的例子，校准和试验都是在表列的端子上进行的。将 $1.5U_m$ 这一行的试验结果与各种校正数进行对比，显然可见：它和“2.1-地”的校准数量相当。可以认为在2.1端子上出现了约1500 pC这一数值的局部放电量，并且还可以认为是带电体对地之间的局部放电。其结构位置或许在串联线圈与公共线圈之间的连线上某一位置，也可能在邻近线圈的端部。

通道	1.1	2.1	2.2	3.1
校准	任意单位			
1.1-地 2000pC	50	20	5	10
2.1-地 2000pC	5	50	30	8
2.2-地 2000pC	2	10	350	4
3.1-地 2000pC	3	2	35	25
试验				
$U = 0$	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
$U = U_m/\sqrt{3}$	<0.5	<0.5	0.5	0.5
$U = 1.5U_m/\sqrt{3}$	6	40	25	8

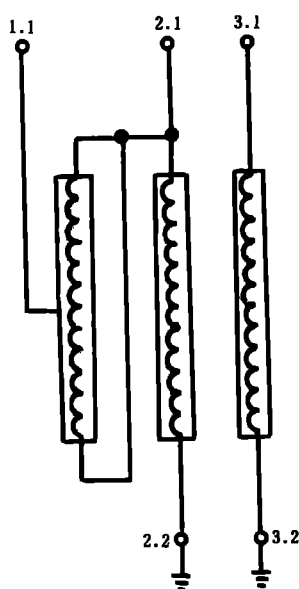


图 A3 用“多端子测量”和“图形比较”法来确定局部放电源的位置

上述方法主要用在当一个局部放电源是明显的而且背景噪音又低的情况下。但并不是总出现这种情况的。当需确定所观察到的局部放电是否发生在高压套管介质中时,可利用由套管出线端子与套管电容抽头间的校准来研究。这一校准与套管中的局部放电图形有极密切的关系。

附录 B

从高压绕组向低压绕组传递的过电压 (补充件)

B.1 概述

下面说明仅涉及到特殊使用条件下与变压器本身有关的一些问题。所考虑的传递过电压是瞬变冲击波或者是工频过电压。

B.2 冲击电压的传递

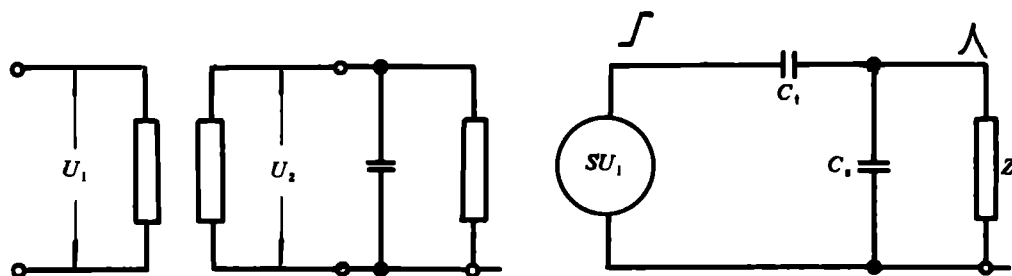
B.2.1 概述

传递的冲击过电压问题的研究，一般只在电压比大的发电机变压器（升压变压器）和具有低电压第三绕组的大容量高电压系统的变压器上进行。

研究冲击波的传递过程，有利于区分电容性传递和感应传递。

B.2.2 电容传递

传向低压绕组的过电压的传递可大体上看作是一种电容分压的方式。从低压绕组看，这个最简单的等值电路是由一个电动势和一个传递电容 C_1 串联组成（参看下图）。



过电压电容传递的等值电路

等值电动势 S 是高压侧输入冲击波的一个分数值。 C_1 大约为 10^{-9}F ， S 和 C_1 的数值不好准确确定，但它们与冲击波的波头形状有关，这些值均可通过示波器测量确定。预先计算是不够可靠的。

二次线端上的负载将使传递的过电压峰值降低，作为这一负载的开关、短电缆或附加电容器（几个 10^{-9}F ）可以看成是（甚至在头一个微秒期间内）直接接到二次线端的集中电容 C_s 。至于长电缆或母线，则要用其波阻抗来表示。产生的二次过电压波形与输入冲击波波前相对应，具有短时间（微秒数量级）尖峰的特性。

对传递过电压较高的变压器应采取措施。

B.2.3 感应传递

冲击电压的感应传递依靠高压绕组中的冲击电流的流动。如果二次绕组上不带有外部负载，则电压的瞬变过程波形叠加了一个阻尼振荡波，其频率由漏感和绕组电容来确定。感应传递过电压分量可用避雷器的起阻尼作用的电阻，也可用负载电容改变其振荡的方法来降低。假如使用电容器，其电容值常用 $0.1\mu\text{F}$ 数量级（当电路电感值低的时候，它们将自动地消除电容性的传递分量）。

属于感应冲击传递中的变压器的参数，比较好确定，同时与容性传递相比，它与上升率（或频率）的关系较少。其进一步的说明参见有关文献。

B.3 传递的工频过电压

如果在结构上接近于高压绕组的低压绕组并不接地或者只是通过高阻抗接地，那么当高压绕组励磁时，这个低压绕组将存在由于电容分配而引起的工频过电压的危险。

对于单相绕组而言，这种危险是明显的。但对于三相绕组而言，一次绕组电压不对称，如产生接地故障时，这种危险也存在。在某些特殊情况下，可能出现共振状态。

在大型变压器中，第三绕组和稳定绕组也会承受同样的危险。使用部门有责任防止第三绕组偶然出现的经过太高的阻抗接地。通常，稳定绕组均采取内部或外部永久接地（接油箱）的方式。

过电压是由各绕组之间的电容以及各绕组对地之间的电容来确定的。这种电容可以在低频下在变压器的不同组合的端子上进行测量，同时也可以足够准确地来计算。

附加说明：

本标准由中华人民共和国机械工业部和水利电力部提出。

本标准由沈阳变压器研究所和水利电力部电力科学研究院负责起草。

本标准主要起草人王肇平、凌愍。

自本标准实施之日起，原GB 1094—79《电力变压器》中有关内容作废。