



中华人民共和国国家标准

GB 19212.1—2008/IEC 61558-1:2005
代替 GB 19212.1—2003

电力变压器、电源、电抗器和 类似产品的安全 第 1 部分：通用要求和试验

Safety of power transformers, power supplies, reactors and
similar products—Part 1: General requirements and tests

(IEC 61558-1:2005, IDT)

2008-09-19 发布

2009-06-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
引言	V
1 范围	1
2 规范性引用文件	2
3 术语和定义	4
4 一般要求	15
5 试验的一般说明	15
6 额定值	17
7 分类	17
8 标志和其他信息	17
9 电击防护	22
10 输入电压设定值的改变	23
11 负载输出电压和输出电流	24
12 空载输出电压	24
13 短路电压	24
14 发热	24
15 短路和过载保护	28
16 机械强度	31
17 防止灰尘、固体异物和潮湿有害进入的防护	33
18 绝缘电阻、介电强度和漏电流	35
19 结构	38
20 元器件	42
21 内部布线	46
22 电源连接和其他外部软电缆或软线	46
23 外部导线接线端子	50
24 保护接地装置	51
25 螺钉和连接	52
26 爬电距离、电气间隙和贯通绝缘距离	54
27 耐热、耐燃和耐电痕化	61
28 防锈	63
附录 A (规范性附录) 爬电距离和电气间隙的测量	69
附录 B (规范性附录) 系列变压器的试验	72
附录 C (规范性附录) 爬电距离(cr)电气间隙(cl)和贯通绝缘距离(dti)材料组别 II ($400 \leq CTI < 600$)	74
附录 D (规范性附录) 爬电距离(cr)电气间隙(cl)和贯通绝缘距离(dti)材料组别 I ($CTI \geq 600$)	77
附录 E (规范性附录) 灼热丝试验	80
附录 F (规范性附录) 作为变压器装配部件的手动开关的要求	81

附录 G (规范性附录)	电痕化试验	83
附录 H (规范性附录)	电子电路	84
附录 I (暂缺)		87
附录 J (规范性附录)	接触电流测量网络	87
附录 K (规范性附录)	用作多层绝缘的绝缘绕组线	88
附录 L (规范性附录)	例行试验(生产试验)	89
附录 M (资料性附录)	对 19.1 进行指导用的例子	90
附录 N (资料性附录)	试验电压施加点的例子	93
附录 O (暂缺)		94
附录 P (资料性附录)	爬电距离和电气间隙测量点的例子	95
附录 Q (资料性附录)	防护等级 IP 代码的说明	97
附录 R (规范性附录)	GB/T 16935.1—1997 中 4.1.1, 2.1 的应用说明	99
附录 S (暂缺)		100
附录 T (暂缺)		100
附录 U (资料性附录)	可任选的 t_w 标志的变压器	101
附录 V (资料性附录)	用于热切断器的符号	107
附录 W (规范性附录)	带涂层的印制电路板	108
参考文献		109

前 言

GB 19212 的本部分的全部技术内容为强制性。

GB 19212《电力变压器、电源、电抗器和类似产品的安全》目前包括下列部分：

- 第 1 部分：通用要求和试验；
- 第 2 部分：一般用途分离变压器的特殊要求；
- 第 3 部分：控制变压器的特殊要求；
- 第 4 部分：燃气和燃油燃烧器点火变压器的特殊要求；
- 第 5 部分：一般用途隔离变压器的特殊要求；
- 第 6 部分：剃须刀用变压器和剃须刀用电源装置的特殊要求；
- 第 7 部分：一般用途安全隔离变压器的特殊要求；
- 第 8 部分：玩具用变压器的特殊要求；
- 第 9 部分：电铃和电钟变压器的特殊要求；
- 第 10 部分：Ⅲ类手提钨丝灯用变压器的特殊要求；
- 第 13 部分：恒压变压器的特殊要求；
- 第 14 部分：一般用途自耦变压器的特殊要求；
- 第 15 部分：调压器的特殊要求；
- 第 16 部分：医疗场所供电用隔离变压器的特殊要求；
- 第 17 部分：开关型电源和开关型电源用变压器的特殊要求；
- 第 18 部分：开关型电源用变压器的特殊要求；
- 第 20 部分：干扰衰减变压器的特殊要求；
- 第 21 部分：小型电抗器的特殊要求；
- 第 24 部分：建筑工地用变压器的特殊要求。

其他部分正在考虑中。

本部分为 GB 19212 的第 1 部分。本部分与 GB 19212 的其他部分配合使用。

本部分等同采用 IEC 61558-1:2005《电力变压器、电源、电抗器和类似产品的安全 第 1 部分：通用要求和试验》(英文版)。

本部分根据 IEC 61558-1:2005 采用翻译法起草。

为便于使用，本部分做了下列编辑性修改：

- a) “本国际标准”改为“本部分”，“本标准”改为“本部分”；
- b) “本标准的相关第 2 部分”或“相关第 2 部分”改为“GB 19212 其他部分”或“GB 19212 其他相关部分”；
- c) 用小数点“.”代替作为小数点的逗号“，”；
- d) 删除 IEC 61558-1:2005 的前言；
- e) 略去 IEC 61558-1:2005 的“被定义的术语索引”；
- f) 对于 IEC 61558-1:2005 引用的其他国际标准中最新版本有被等同或修改采用作为我国标准的，本部分引用我国的这些国家标准代替对应的国际标准，其余的国际标准在本部分中均被直接引用(见本部分第 2 章)；
- g) 本部分第 2 章规范性引用文件中用 GB 1002—1996《家用和类似用途单相插头插座 型式、基本参数和尺寸》代替 IEC 61558-1:2005 第 2 章规范性引用文件中的 IEC 60083:2004《IEC 成

员国中标准化的家用和类似一般用途插头和插座》，这个 IEC 出版物不是标准，而是 IEC 3 类技术报告，仅提供 IEC 各成员国标准化的家用和类似一般用途插头和插座的一般信息，包括图、表；我国 GB 1002—1996 的基本信息，包括图、表也列入 IEC 60083:2004。

本部分代替 GB 19212.1—2003《电力变压器、电源装置和类似产品的安全 第 1 部分：通用要求和试验》。

本部分与 GB 19212.1—2003 相比主要技术变化如下：

- a) 编写格式按 GB/T 1.1—2000《标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写规则》的规定进行了修改；
- b) 标准名称改为《电力变压器、电源、电抗器和类似产品的安全 第 1 部分：通用要求和试验》；
- c) 第 1 章增加了说明变压器、电源和开关型电源区别的注，适用范围中增加了带 t_w 标志的变压器；
- d) 第 3 章修改了安全隔离变压器、配套用变压器、内装式变压器、专用变压器、独立用变压器、非固有耐短路变压器、固有耐短路变压器、非耐短路变压器、无危害式变压器、移动式变压器、固定式变压器、干式变压器、连接引线、额定输出电流、额定输出电压、额定输出、特低电压、安全特低电压、带电零部件、危险的带电零部件等术语的定义；增加了带可复位、自复位或可更换保护装置的固有耐短路变压器、带非自复位或不可更换保护装置的固有耐短路变压器、电源、开关型电源、电抗器、中间导电零部件、导电零部件、电气隔离、有意薄弱部件、工作方式、短时工作循环、间歇工作循环、保护接地导体、内部电路、绝缘绕组线、额定电源频率、内部工作频率、额定最低环境温度、 t_w 、功能绝缘、接触电流、保护接地导体电流等术语和定义；
- e) 第 7 章增加了按绕组的额定最高工作温度 t_w 和在规定条件下相应评估的预期寿命分类、按预定使用场所的环境条件分类；
- f) 第 8 章增加了绕组额定最高工作温度的规定值（增量用 $5\text{ }^\circ\text{C}$ 的倍数）以及额定预期寿命的标志、风冷却的标志、仅供户内使用的图形符号、需对安装或使用给予特别注意时的有关信息；
- g) 第 9 章增加了在拔出插头后 1 s 测量放电电压；
- h) 第 15 章增加了用有意薄弱部件来保护的变压器的过载试验；
- i) 第 18 章标题改为“绝缘电阻、介电强度和漏电流”，增加接触电流和保护接地导体电流的限值 and 测量；
- j) 第 22 章增加了大于 IPX0 的变压器的电源软线的要求；
- k) 第 26 章修改了贯通绝缘距离的要求；
- l) 正文中增加了图 8“试验电路：星接法 TN 或 TT 系统上的单相设备”；
- m) 增加了附录 R“GB/T 16935.1—1997 中 4.1.1.2.1 的应用说明”，附录 U“可任选的 t_w 标志的变压器”。

本部分的附录 A、B、C、D、E、F、G、H、J、K、L、R 和 W 是规范性附录，附录 M、N、P、Q、U 和 V 是资料性附录。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国变压器标准化技术委员会(SAC/TC 44)归口。

本部分起草单位：中国电子技术标准化研究所、沈阳变压器研究所、中电电气集团有限公司。

本部分主要起草人：张力立、孙军、马玥芝、王忠义、金承祥。

本部分于 2003 年首次发布，本次为第一次修订。

引 言

GB 19212 的本部分规定了变压器的安全要求。其中,变压器一词,如果适用,包括变压器、电抗器和电源。

在制定本部分期间,尽可能考虑到 GB 16895《建筑物电气装置》和 IEC 60364《建筑物电气装置》的要求,以便使变压器可以按该标准规定的布线规程进行安装。但是,国家布线规程可以有所不同。

本部分规定了防止变压器在按制造厂商说明书规定的正常条件下工作时可能发生电气、机械和着火等危险的国际接受水平。本部分还规定了在实际情况下可能发生的非正常的情况。

符合本部分要求的变压器,如果在检查和试验时,发现有其他特性会损害这些要求所规定的安全水平,则不一定能判该变压器符合本部分的安全原则。

当变压器所使用的材料或具有的结构形式与本部分中的规定有所不同时,可以按本部分要求的意图进行检查和试验,如果发现实质上是相当的,则可以判该变压器符合本部分的安全原则。

涉及变压器电磁兼容(EMC)的非安全方面的标准是 IEC 62041《电力变压器、电源装置、电抗器和类似产品 电磁兼容(EMC)要求》。但是,该标准也包括可以使变压器承受有关安全方面条件的试验。

本部分的目的是规定出一系列被认为能普遍适用于大多数类型变压器的要求和试验,且这些要求和试验又是可被 GB 19212 其他部分按需要所引用的。因此,不能认为本部分是一个对任何类型变压器皆适用的规范,它只适用于 GB 19212 其他部分所规定的那些特殊类型的变压器。本部分还规定了规范性例行试验。

与本部分结合使用的 GB 19212 其他每个部分包括该部分所规定的变压器的所有必须的要求,并不包括其余部分所规定的内容。对防护等级为 IP00 的变压器和配套用变压器,在同一种结构内有可能具有符合 GB 19212 其他不同部分规定的电路(例如,其 SELV 输出电路符合 GB 19212.7 的规定和其 230 V 输出电路符合 GB 19212.5 的规定)。但是,如果一个变压器涉及 GB 19212 其他各部分时,则要在合理的范围内,针对每一种功能和(或)用途,分别采用 GB 19212 的相应部分。如果适用,要考虑一种功能对其他功能的影响。

对于某一个特殊的变压器或某一类型变压器,如果没有相适应的 GB 19212 其他各部分时,则可以采用其中最接近适用的该部分将其要求和试验作为导则。

如果 GB 19212 其他部分任何一章中的要求用“GB 19212.1 的该章适用”的短语来引用本部分时,则该短语表示本部分该章中的所有要求,除了某些要求明显不适用于该其他部分规定的特殊类型变压器外,均可适用。

GB 19212 其他各部分的制定原则如下:

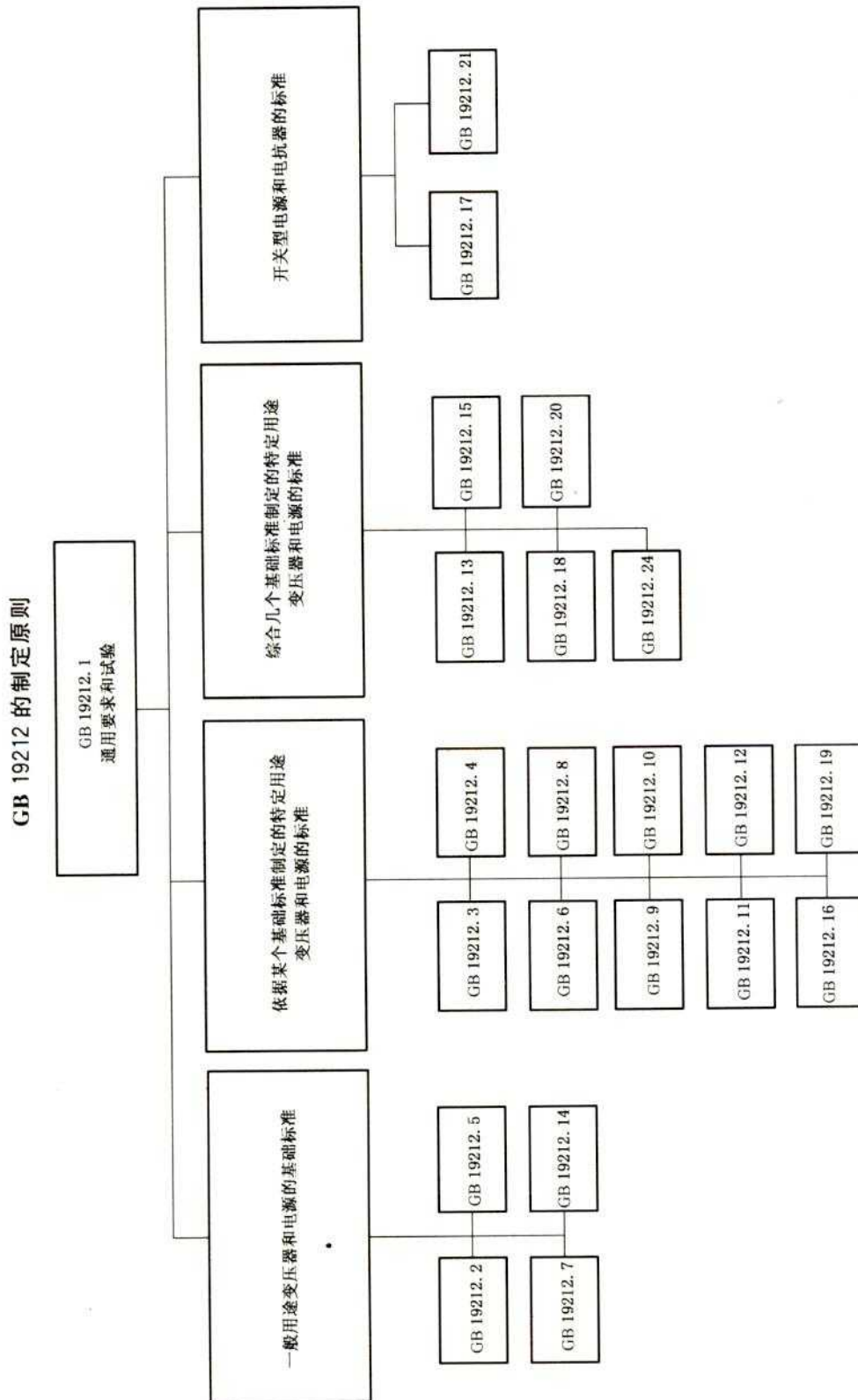


图 0 GB 19212 的制定原则

GB 19212.1—2008/IEC 61558-1:2005

本部分的有关条款(例如,涉及绕组热耐久性试验的条款)也适用于与电器构成一个整体部分而不能单独进行试验的变压器。

可以选用绕组的额定最高工作温度(符号 t_w)来规范变压器的热特性,为了确保变压器具有附录 U 所规定的最低寿命期限,绕组的温度不应当超过该额定最高工作温度。此外,对于在第 15 章规定的非正常条件下工作的变压器,不论该变压器是装入所配套的电器内,还是作为独立用变压器来使用,均不应当超过该规定的温度限值。

电力变压器、电源、电抗器和 类似产品的安全

第1部分：通用要求和试验

1 范围

GB 19212 的本部分规定了电力变压器、电源、电抗器和类似产品的安全方面的要求，如电气、温度和机械等方面的安全要求。

本部分包括了下列类型的干式变压器、电源(包括开关型电源)和电抗器，其绕组可以是包封式或非包封式。

注：变压器、电源和开关型电源的区别如下：

- 对变压器，没有改变频率。但是，变压器(例如恒压变压器)可以有不超过 30 kHz 的内部谐振频率；
- 对电源，内部工作频率和波形与电源的频率和波形不同，且内部工作频率不超过 500 Hz(见定义 3.1.19)；
- 对开关型电源，内部工作频率和波形与电源的频率和波形不同，且内部工作频率超过 500 Hz 而不超过 100 MHz。

关于 GB 19212 的其他部分的编目可以从本部分的引言中查到。

a) 驻立式或移动式、单相或多相、空气冷却(自冷或风冷)、独立用或配套用的、不构成配电网一部分的隔离和安全隔离变压器，其具有下列特性：

- 额定电源电压不超过交流 1 000 V；
- 额定频率不超过 500 Hz；

以及，除了 GB 19212 的其他部分另有规定外，符合下列规定的数值：

- 对隔离变压器：
 - 单相变压器额定输出不超过 25 kVA，多相变压器不超过 40 kVA；
 - 空载输出电压和额定输出电压超过交流 50 V 而不超过交流 500 V，或者按国家布线规程的规定或对某个特殊用途，不超过交流 1 000 V。
- 对安全隔离变压器：
 - 单相变压器的额定输出不超过 10 kVA，多相变压器不超过 16 kVA；
 - 在导体之间或任意一个导体与保护接地之间，空载输出电压和额定输出电压不超过交流 50 V。

注 1：当安装规程或电器(例如，电动玩具、电铃、移动式电动工具、手提式灯具)规范要求电路之间为双重绝缘或加强绝缘时，要使用隔离变压器或安全隔离变压器。

b) 驻立式或移动式、单相或多相、空气冷却(自冷或风冷)、独立用或配套用的、不构成配电网一部分的分离变压器、自耦变压器、调压器和小型电抗器，其具有下列特性：

- 额定电源电压不超过交流 1 000 V；
- 额定电源频率不超过 500 Hz；

以及，除了 GB 19212 其他部分另有规定外，符合下列规定的数值：

- 对既是独立用又是配套用的变压器，空载输出电压和额定输出电压不超过交流 15 kV，对独立用的变压器，额定输出电压不小于交流 50 V。
- 额定输出不超过下列规定值：
 - 对单相变压器，1 kVA；
 - 对单相电抗器，2 kvar；

GB 19212.1—2008/IEC 61558-1:2005

- 对多相变压器,5 kVA;
- 对多相电抗器,10 kvar。

注2:当安装规程或电器规范不要求电路之间为双重绝缘或加强绝缘时,可使用分离变压器。

注3:通常,b)类变压器是预定要与设备配套使用,以便针对设备的功能要求提供与电源电压不同的电压。该类变压器的电击防护可以通过所配套设备的其他部件,例如用其壳体来提供或实现。输出电路的零部件可以与输入电路或保护接地相连。

c) 驻立式或移动式、单相或多相、空气冷却(自冷或风冷)、独立用或配套用的、装有一个或多个a)类或b)类变压器、不构成配电网一部分的电源和开关型电源,其具有下列特性:

- 额定电源电压不超过交流1 000 V;
 - 额定电源频率不超过500 Hz;
 - 内部工作频率,对电源,不超过500 Hz,对开关型电源,不超过100 MHz;
- 以及,除了GB 19212 其他部分另有规定外,具有下列规定的数值:

- 对装有隔离变压器的电源和开关型电源:
 - 单相或多相电源或开关型电源的额定输出不超过1 kVA;
 - 空载输出电压和额定输出电压超过交流50 V或无纹波直流120 V,而不超过500 V或无纹波直流708 V,或者按国家布线规程的规定或对某个特殊用途,不超过交流1 000 V或无纹波直流1 000 V。
- 对装有安全隔离变压器的电源和开关型电源:
 - 单相或多相电源和开关型电源的额定输出不超过1 kVA;
 - 在导线之间或任意一条导线与保护接地之间,空载输出电压和额定输出电压不超过交流50 V或无纹波直流120 V。

注4:当安装规程或电器(例如电动玩具、电铃、移动式电动工具、手提式灯具)规范要求电路之间为双重绝缘或加强绝缘时,要使用装有隔离或安全隔离变压器的电源和开关型电源。

- 对装有分离变压器、自耦变压器和调压器的电源和开关型电源:
 - 单相或多相电源和开关型电源的额定输出不超过1 kVA;
 - 对既是独立用又是配套用的变压器,空载输出电压和额定输出电压不超过交流15 kV,对独立用的变压器,额定输出电压不小于交流50 V;

注5:当安装规程或电器规范不要求电路之间为双重绝缘或加强绝缘时,可使用装有分离变压器的电源和开关型电源。

d) 本部分也适用于额定输出不超过1 000 VA、 t_w 温度不大于140 °C(t_w 140)的带 t_w 标志的变压器。但是,变压器的 t_w 标志是可以任选的。

本部分也适用于装有电子电路的变压器、电源、开关型电源和电抗器。

本部分不适用于预定要与变压器、电源、开关型电源和电抗器的输入和输出端子或输出插座连接的外部电路及其元器件。

注6:注意下列说明:

- 对预定要用在车辆、船舶或飞机上的变压器,可能需要一些附加的要求(按其他适用标准、国家规程等);
- 避免外壳和外壳内元器件受诸如霉菌、害虫、白蚁、日辐射和结冰等外界影响的防护措施也应当考虑;
- 变压器运输、储存和工作的不同条件也应当考虑;
- 对预定要用于特殊环境,例如用于热带环境的变压器,可以采用符合其他适用标准和国家规程规定的附加要求。

注7:随着今后变压器技术的发展,可能需要提高频率的上限值,而到那时之前,可以将本部分作为导则使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有

的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

- GB 1002—1996 家用和类似用途单相插头插座 型式、基本参数和尺寸
- GB 1094.1 电力变压器 第1部分:总则(GB 1094.1—1996,eqv IEC 60076-1:1993)
- GB/T 2423.2—2001 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 B:高温(idt IEC 60068-2-2:1974)
- GB/T 2423.8—1995 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 Ed:自由跌落(idt IEC 60068-2-32:1990)
- GB/T 2423.55—2006 电工电子产品环境试验 第2部分:环境测试 试验 Eh:锤击试验(IEC 60068-2-75:1997,IDT)
- GB/T 4074.3—1999 绕组线试验方法 第3部分:机械性能(idt IEC 60851-3:1996)
- GB/T 4074.5—1999 绕组线试验方法 第5部分:电性能(idt IEC 60851-5:1996)
- GB/T 4074.6—1999 绕组线试验方法 第6部分:热性能(idt IEC 60851-6:1996)
- GB/T 4207—2003 固体绝缘材料在潮湿条件下相对电痕化指数和耐电痕化指数的测定方法(idt IEC 60112:1979)
- GB 4208—2008 外壳防护等级(IP代码)(IEC 60529:2001,IDT)
- GB/T 12113—2003 接触电流和保护导体电流的测量方法(IEC 60990:1999,IDT)
- GB 15092.1—2003 器具开关 第1部分:通用要求(IEC 61058-1:2000,IDT)
- GB/T 16935.1—1997 低压系统内设备的绝缘配合 第一部分:原理、要求和试验(idt IEC 60664-1:1992)
- GB/T 16935.3—2005 低压系统内设备的绝缘配合 第3部分:利用涂层、罐封和模压进行防污保护(IEC 60664-3:2003,IDT)
- GB/T 17045—2006 电击防护 装置和设备的通用部分(IEC 61140:2001,IDT)
- GB/T 18379—2001 建筑物电气装置的电压区段(idt IEC 60449:1973)
- IEC 60065:2001 家用和类似一般用途的电子及有关设备用电源线的安全要求
- IEC 60068-2-6 环境试验 第2部分:试验 试验 Fc:振动(正弦)
- IEC 60085:1984 电气绝缘的耐热性评定和分级
- IEC 60127-3 小型熔断器 第3部分:超小型熔断体
- IEC 60216(所有部分) 电气绝缘材料 耐热性
- IEC 60227(所有部分) 额定电压 450/750 V 及以下聚氯乙烯绝缘电缆
- IEC 60245(所有部分) 额定电压 450/750 V 及以下橡皮绝缘电缆
- IEC 60269(所有部分) 低压熔断器
- IEC 60269-2 低压熔断器 第2部分:专职人员使用的熔断器的补充要求(主要用于工业的熔断器)
- IEC 60269-2-1 低压熔断器 第2-1部分:专职人员使用的熔断器的补充要求(主要用于工业的熔断器) 第 I-IV 节:标准熔断器示例
- IEC 60269-3 低压熔断器 第3部分:非熟练人员使用的熔断器的补充要求(主要用于家用和类似用途的熔断器)
- IEC 60269-3-1 低压熔断器 第3-1部分:非熟练人员使用的熔断器的补充要求(主要用于家用和类似用途的熔断器) 第 I-IV 节:各种类型标准化熔断器示例
- IEC 60309(所有部分) 工业用插头插座和耦合器
- IEC 60317(所有部分) 特种绕组线规范
- IEC 60320(所有部分) 家用和类似用途的器具耦合器

GB 19212.1—2008/IEC 61558-1:2005

- IEC 60320-2-3 家用和类似用途的器具耦合器 第 2-3 部分:防护等级高于 IPX0 的器具耦合器
- IEC 60384-14 电子设备用固定电容器 第 14 部分:分规范:抑制电磁干扰和连接到电源线的固定电容器
- IEC 60417-DB:2002¹⁾ 设备用图形符号
- IEC 60454(所有部分) 电工用压敏胶带规范
- IEC 60691:2002 热熔断体 要求和应用导则
- IEC 60695-2-10 着火危险试验 第 2-10 部分:灼热丝/热丝基本试验方法 灼热丝装置和通用试验程序
- IEC 60695-2-11:2000 着火危险试验 第 2-11 部分:灼热丝/热丝基本试验方法 成品的灼热丝可燃性试验方法
- IEC 60695-10-2 着火危险试验 第 10-2 部分:异常发热-球压试验
- IEC 60730(所有部分) 家用和类似用途电自动控制器
- IEC 60730-1:1999 家用和类似用途电自动控制器 第 1 部分:通用要求
- IEC 60884-1:2002 家用和类似用途插头插座 第 1 部分:通用要求
- IEC 60884-2-4 家用和类似用途插头插座 第 2 部分:安全特低电压插头插座的特殊要求
- IEC 60898(所有部分) 电气附件 家用和类似场所用过流保护断路器²⁾
- IEC 60906-1 IEC 体系的家用和类似用途插头插座 第 1 部分:16 A 250 V 交流插头插座
- IEC 60906-3 IEC 体系的家用和类似用途插头插座 第 3 部分:16 A 6 V、12V、24 V、48 V 交流和直流安全特低电压插头插座
- IEC 60947-7-1 低压开关设备和控制设备 第 7 部分:辅助设备 第 1 节:铜导体的接线端子排
- IEC 60998-2-1 家用和类似用途低压电路用的连接器件 第 2-1 部分:作为独立部件的带螺纹型夹紧件的连接器件的特殊要求
- IEC 60998-2-2 家用和类似用途低压电路用的连接器件 第 2-2 部分:作为独立部件的带无螺纹型夹紧件的连接器件的特殊要求
- IEC 60999-1 连接器件 连接铜导线用的螺纹型和无螺纹型夹紧件的安全要求 第 1 部分:通用要求和连接 0.5 mm² 至 35 mm² 导线的特殊要求
- IEC 61032:1997 用外壳对人员和设备的防护 检验用试具
- IEC 61180-1 低压的高压试验技术 第 1 部分:定义、试验和程序要求
- IEC 61180-2 低压电气设备的高压试验技术 第 2 部分:试验设备
- ISO 4046-4:2002 纸、纸板、纸浆和相关术语 词汇
- ISO 8820(所有部分) 道路车辆 熔断体

3 术语和定义

本部分采用下列术语和定义:

对预定要作特定应用的变压器,其进一步的定义在 GB 19212 的其他部分中作出规定。

当使用变压器一词时,该词在适用的情况下包括变压器、电抗器和电源。

除另有规定外,“电压”和“电流”这两个词是指交流电压和电流的方均根值,对直流电压和电流,这两个词是指相应的算术平均值。

“无纹波”在习惯上是指纹波电压方均根值不大于直流分量的 10%。

1) “DB”是指 IEC 在线数据库。

2) IEC 60898-2 是按总标题“家用和类似场所用过流保护断路器”来出版的(即在标题中未使用引导要素“电气附件”)。

3.1 变压器

3.1.1

(电力)变压器 (power) transformer

具有两个或多个绕组的静止设备,为了传输电能,在同一频率下,通过电磁感应将一个系统的交流电压和电流转换为另一系统的电压和电流,通常这些电流和电压的值是不同的。

(IEV 421-01-01)

注:频率一词也意味着波形保持相同。

3.1.2

隔离变压器 isolating transformer

输入绕组与输出绕组之间具有保护隔离的变压器。

3.1.3

安全隔离变压器 safety isolating transformer

设计成提供 SELV(安全特低电压)或 PELV(保护特低电压)的隔离变压器。

3.1.4

分离变压器 separating transformer

输入绕组与输出绕组之间至少用基本绝缘隔离的变压器。

3.1.5

(暂缺)

3.1.6

配套用变压器 associated transformer

设计成给特定的电器或设备或其部件供电的变压器。它可以是一种内装式变压器,也可以是一种专用变压器。

3.1.6.1

内装式变压器 incorporated transformer

设计成装入特定的电器或设备内或装入电器或设备的某个部件内,且由该电器或设备的外壳提供电击防护的配套用变压器。

3.1.6.2

专用变压器 transformer for specific use

固定于电器或设备上或者随电器或设备一起提供的,但不装入该电器或设备内,且其自身带有外壳,能提供电击防护的配套用变压器。

3.1.7

独立用变压器 independent transformer

设计成能向不指定的电器供电,而且无需任何附加的外壳提供电击防护就可以使用的变压器。

注:这种变压器可以是移动式变压器或驻立式变压器。

3.1.8

(暂缺)

3.1.9

耐短路变压器 short circuit proof transformer

当过载或短路时其温度不会超过规定的温度限值,在过载或短路消除后仍能继续满足本部分的所有要求,且不要求在短路或过载条件下仍能继续工作的变压器。

注:“能继续满足本部分所有要求”不意味着对所有类型的耐短路变压器都能继续工作。

GB 19212.1—2008/IEC 61558-1:2005

3.1.9.1

非固有耐短路变压器 non-inherently short-circuit proof transformer

装有过载保护装置或装有有意薄弱部件的耐短路变压器,当变压器过载或短路时,过载保护装置或有意薄弱部件能断开输入或输出电路,或者能减小输入电路或输出电路的电流,且在过载或短路消除后仍能继续满足本部分的所有要求。

3.1.9.1.1

带可复位、自复位或可更换保护装置的固有耐短路变压器 non-inherently short-circuit proof transformer with resettable, self-resetting or replaceable protective device

所装保护装置在复位或更换后能继续工作的耐短路变压器。

注:自复位或非自复位保护装置的例子有熔断器、过载继电器、热熔断器、热熔断体、热切断器和 PTC 电阻器以及自动断开的机械装置。

3.1.9.1.2

带非自复位或不可更换保护装置的固有耐短路变压器 non-inherently short-circuit proof transformer with non-self-resetting or non-replaceable protective device

装有非自复位或不可更换保护装置,或装有不可更换有意薄弱部件的耐短路变压器,在过载或短路消除后能继续满足本部分的所有要求,但是在过载或短路消除后不能再继续工作。

3.1.9.2

固有耐短路变压器 inherently short-circuit proof transformer

不装有防止过载或短路的任何保护装置的耐短路变压器。由于结构上的特点,变压器的温度不会超过规定的限值,且在过载或短路消除后,变压器能继续工作并满足本部分的所有要求。

3.1.10

非耐短路变压器 non-short-circuit proof transformer

变压器不装有但却规定在变压器外部要装有保护装置,以防止变压器在过载或短路时温度过高,且在过载或短路消除后,以及如果适用,在保护装置复位或更换后,变压器仍能继续满足本部分的所有要求。

3.1.11

无危害式变压器 fail-safe transformer

装有保护装置或装有有意薄弱部件,当变压器过载或短路时,通过切断其输入电路而使其永远失去功能,但是对使用者和周围环境不造成危害的变压器。在短路或过载消除后,变压器能继续满足本部分的所有要求。

注:“能继续满足本部分的所有要求”并不意味着无危害式变压器能继续工作。无危害式变压器在失去其功能后,仍能满足原试验电压值的 35% 的介电强度试验(见 15.5)。

3.1.12

移动式变压器 portable transformer

在工作时是移动的变压器,或在接好电源时能轻易地从—个地方移动到另一个地方的变压器,或者是直插式变压器。

3.1.13

嵌入式变压器 flush-type transformer

设计成安装在嵌入式安装盒内的变压器。

3.1.14

固定式变压器 fixed transformer

预定要固定在支承件上使用(固定位置可以由制造厂商规定)的变压器。

3.1.15

驻立式变压器 stationary transformer

固定式变压器或者质量超过 18 kg 而且不装搬运把手的一种变压器。

3.1.16

手持式变压器 hand-held transformer

在正常使用时预定要用手握持的移动式变压器。

3.1.17

(暂缺)

3.1.18

干式变压器 dry-type transformer

不含有液体介质的变压器,且其绕组可以是浇注的或包封的。

3.1.19

电源 power supply

装有变压器和电子电路,能将电功率转换成单个或多个功率输出的电子装置。该电子装置也可以将输入电路与输出电路隔离,还可以调节和(或)变换输出电压和电流。这种电子装置可以由具有相同或不同的波形和频率的、包括直流输出在内的一个或多个单元组成,其内部工作频率和波形与电源的频率和波形不同,且内部工作频率不大于 500 Hz。

3.1.20

开关型电源 switch mode power supply

装有变压器和电子电路,能将电功率转换成单个或多个功率输出的电子装置。该电子装置也可以将输入电路与输出电路隔离,还可以调节和(或)变换输出电压和电流。这种电子装置可以由具有相同或不同的波形和频率的、包括直流输出在内的一个或多个单元组成,其内部工作频率和波形与电源的频率和波形不同,且内部工作频率大于 500 Hz,但不大于 100 MHz。

3.1.21

电抗器 reactor

含有一个或多个绕组、其阻抗与频率有关的电气装置。它是按自感原理,利用励磁电流产生的磁场通过导磁铁心或空气来工作的。

注:本定义也包括环形铁心电抗器。

3.2 通用术语

3.2.1

外部软电缆或软线 external flexible cable or cord

由外部接到输出或输入电路用的且按下列连接方法之一固定在变压器上或者与变压器一起装配好的软电缆或软线:

——**X 型连接**

使普通的或特殊制备的软电缆或软线能轻易地更换的连接方法;

——**Y 型连接**

预定只能由制造厂商、其服务机构或类似的有资格的人员来更换的连接方法;

注:采用 Y 型连接时,可以使用普通的软电缆或软线,也可以使用特殊的电缆或软线。

——**Z 型连接**

如不打破或毁坏变压器中的某一部分就无法更换软电缆或软线的连接方法。

GB 19212.1—2008/IEC 61558-1:2005

3.2.2

电源软线 power supply cord

用来给输入电路供电的外部软电缆或软线。

注：电源软线的连接方式有：

- 用 X、Y 或 Z 型连接固定在变压器上或与变压器装配在一起，或者
- 用器具耦合器与变压器相连。

3.2.3

连接引线 connecting leads

将绕组的端头与变压器的端子相连的引线。

注：连接引线被认为是内部导线。

3.2.4

壳体 body

可触及的导电零部件，轴、手柄、旋钮、把手和类似的零部件，可触及的金属固定螺钉以及贴在可触及绝缘材料表面的金属箔。

3.2.5

可触及的零部件 accessible part

在变压器正确安装后，用标准试验指可以触及到的零部件。

3.2.6

可拆卸零部件 detachable part

无需借助工具就能拆卸的零部件。

3.2.7

不可拆卸零部件 non-detachable part

只有借助工具才能拆卸的零部件。

3.2.8

工具 tool

可以用来拧动螺钉或类似紧固装置的改锥、硬币或其他任何物件。

3.2.9

外壳 enclosure

为防止某些外界影响以及防止沿任何方向的直接接触而为变压器提供防护的部件。

(IEV 826-03-12:1982)

注：外界影响的例子有：机械撞击、腐蚀、霉菌、害虫、日辐射、结冰和潮湿。

3.2.10

中间导电零部件 intermediate conductive part

位于危险的带电零部件之间或壳体与其他危险的带电零部件之间的不可触及的导电零部件。

3.2.11

导电零部件 conductive part

金属零部件和导电程度与金属零部件等效的非金属零部件。

3.2.12

电子元器件 electronic component

基本原理是依靠电子在真空、气体或半导体中的位移来实现导电的元器件。

注：氖指示灯不认为是电子元器件。

3.2.13

电子电路

至少有一个电子元器件的电路。

3.2.14

(暂缺)

3.2.15

电气隔离 electrical separation

用空气和(或)固体绝缘在导电零部件之间进行的隔离。

3.3 工作和保护

3.3.1

全极断开 all pole disconnection

通过单次切换动作将所有的电源导线切断。

注1: 保护接地导线不认为是电源导线。

注2: 中性导线被认为是电源导线。

注3: 国家的布线规程可以要求也可以不要求将中性导线切断。

3.3.2

热切断器 thermal cut-out

在变压器非正常工作时,能自动切断电路或减小电流,以限制变压器或其零部件的温度,且其结构使用户不能改变其整定值的温度敏感装置。

3.3.3

自复位热切断器 self-resetting thermal cut-out

在变压器的有关部位充分冷却或负载断开后,能自动恢复电流的热切断器。

3.3.4

非自复位热切断器 non-self-resetting thermal cut-out

需要手动复位或更换某一零部件才能恢复电流的热切断器。

3.3.5

热熔断体 thermal-link

只能动作一次的热切断器。

3.3.6

过载继电器 overload relay

靠电流动作的开关,当电路中的电流达到预定值时,能使电路断开从而防止电路过载,并在动作后一直处于开断位置。

3.3.7

有意薄弱部件 intentional weak part

除过载保护装置(熔断器、断路器、热切断器等)外,在非正常工作条件下,为防止可能出现损害本部分符合性的情况而预定要断开的部件。这种部件可以是可更换的元器件,例如,电阻器或电容器,也可以是元器件中的不可更换的部分,例如,绕组中不可触及的薄弱点。

3.3.8

工作电压 working voltage

在额定电源电压和在空载或正常工作条件下,不计及瞬态值时,可能出现(局部地出现)在绝缘上的最高的交流方均根值电压或直流电压值。

注1: 在考虑不连在一起的两个绕组之间的绝缘系统时,工作电压被认为是出现在任一绕组上的最高电压。

注2: 在三相系统中,工作电压可能与标称电压不同。

GB 19212.1—2008/IEC 61558-1:2005

3.3.9

短路电压 short-circuit voltage

在环境温度下,为使被短路的输出绕组中通过的电流等于额定输出电流而施加于输入绕组上的电压。

注:短路电压通常以额定电源电压的百分数来表示。

3.3.10

工作方式 duty-type

在规定持续时间内保持一组或多组不变的负载进行连续的或常规的周期性的工作。

3.3.10.1

连续工作 continuous operation

无时间限制的工作。

3.3.10.2

短时工作循环 short-time duty cycle

从冷态开始按规定的规定时间工作,两次工作之间的间隔时间足够长,以使变压器能冷却到接近于环境温度。

3.3.10.3

间歇工作循环 intermittent duty cycle

按一系列相同的规定周期来进行的工作。

3.3.11

保护接地导体 protective earth conductor**PE**

为安全目的(例如为电击防护)而提供的导体。

(IEV 195-02-09)

3.4 电路和绕组

3.4.1

输入电路 input circuit

预定要与电源连接的由输入绕组和内部电路组成的电路。

3.4.2

输出电路 output circuit

要与配电电路、电器或其他设备连接的由输出绕组和内部电路组成的电路。

3.4.3

输入绕组 input winding

输入电路的绕组。

3.4.4

输出绕组 output winding

输出电路的绕组。

3.4.5

内部电路 internal circuit

由元器件、接到端子和绕组的互连接件和连接件组成的电路,但不包括保护接地电路。

3.4.6

绝缘绕组线 insulated winding wire

供绕组用的具有满足附录 K 要求的绝缘的导线。

3.5 额定值

3.5.1

额定电源电压 rated supply voltage

制造厂商按所规定的变压器工作条件对变压器规定的电源电压(对多相电源为相间电压)。

3.5.2

额定电源电压范围 rated supply voltage range

制造厂商对变压器规定的电源电压范围,用电源电压范围的上限值和下限值来表示。

3.5.3

额定频率 rated frequency

制造厂商按所规定的变压器工作条件对变压器规定的频率。

3.5.3.1

额定电源频率 rated supply frequency

制造厂商对变压器的输入规定的频率。

注:电源频率是指电网的电源频率。

3.5.3.2

内部工作频率 internal operational frequency

制造厂商对变压器或其他装入电源的元器件的工作频率所规定的最高内部频率。

3.5.4

额定输出电流 rated output current

制造厂商按所规定的变压器工作条件对变压器在额定电源电压、额定电源频率和额定输出电压、额定功率因数下工作时所规定的输出电流。

3.5.5

额定输出电压 rated output voltage

制造厂商按所规定的变压器工作条件对变压器在额定电源电压、额定电源频率、额定输出电流和额定功率因数下工作所规定的输出电压(对多相电源为相间电压)。

3.5.6

额定功率因数 rated power factor

制造厂商按所规定的变压器工作条件对变压器规定的功率因数。

3.5.7

额定输出 rated output

额定输出电压与额定输出电流的乘积,或者对三相变压器,为额定输出电压与额定输出电流乘积的 $\sqrt{3}$ 倍。如果变压器具有多个输出绕组或具有带分接头的输出绕组,则额定输出是指预定要同时施加负载的各输出电路的额定输出电压和额定输出电流乘积的最大的总和。

3.5.8

额定环境温度 rated ambient temperature

t_a

在正常使用条件下,变压器可以连续工作的最高环境温度。

注:该额定环境温度值(t_a)不排除变压器可以暂时在不超过($t_a + 10$)℃的温度下工作。

3.5.9

额定最低环境温度 rated minimum ambient temperature

$t_{a \min}$

在正常使用条件下,变压器可以连续工作的最低环境温度。

GB 19212.1—2008/IEC 61558-1:2005

3.5.10

 t_w

变压器绕组的额定最高工作温度,由制造厂商按变压器在连续工作时预计可以具有规定工作寿命的最高温度来规定的绕组温度值。

3.6 空载值

3.6.1

空载输入 no-load input

变压器在空载输出下接上额定电源频率的额定电源电压时变压器的输入值。

3.6.2

空载输出电压 no-load output voltage

变压器在空载输出下接上额定电源频率的额定电源电压时的输出电压。

3.7 绝缘

3.7.1

基本绝缘 basic insulation

为防电击提供基本保护而对危险的带电零部件所施加的绝缘。

注:基本绝缘不一定包括只用于功能目的的绝缘,例如导线的瓷漆层。

(GB/T 17045—2006,定义 3.10.1,已修改)

3.7.2

附加绝缘 supplementary insulation

为了在基本绝缘一旦失效时仍提供防电击保护而在基本绝缘之外另外施加的单独的绝缘。

(GB/T 17045—2006,定义 3.10.2,已修改)

3.7.3

双重绝缘 double insulation

由基本绝缘和附加绝缘组成的绝缘。

(GB/T 17045—2006,定义 3.10.3,已修改)

3.7.4

加强绝缘 reinforced insulation

对危险的带电零部件所施加的单一的绝缘结构,其提供防电击保护的程 度相当于双重绝缘。

注:“绝缘结构”这一术语并不意味着该绝缘是一块质地均匀的整体结构。它可以由几层不能象附加绝缘或基本绝缘那样单独地进行试验的绝缘层组成。

(GB/T 17045—2006,定义 3.10.4,已修改)

3.7.5

I 类变压器 class I transformer

其防电击保护不仅依靠基本绝缘,而且还包括有象提供保护接地端子那样的一些附加安全措施 的变压器。这些附加安全措施能使可触及的导电零部件与设施中固定布线的保护接地导线相 连,以便一旦基本绝缘失效,可触及的导电零部件不会带电。

注:I类变压器可以有带双重绝缘和加强绝缘的零部件。

3.7.6

II 类变压器 class II transformer

其防电击保护不仅依靠基本绝缘,而且还采用诸如双重绝缘或加强绝缘的附加安全措施的变 压器。这种变压器没有保护接地措施或依靠安装条件的措施。

注1:II类变压器可以装有维持保护接地电路连续性的装置,只要这种装置是在变压器内部,而且是与可触及表面按II类要求进行绝缘。

注 2: 在某些情况下,可能需要将“全绝缘的”和“金属外壳封装的”Ⅱ类变压器区分开来。

注 3: 凡变压器具有一个耐久的和实质上是连续的绝缘材料外壳,而该外壳将所有导电零部件封闭起来,但一些小的导电零部件,例如铭牌、螺钉和铆钉除外。这些小的导电零部件至少是用相当于加强绝缘的绝缘与危险带电零部件隔离。这种变压器就称为全绝缘的Ⅱ类变压器。

注 4: 凡变压器具有一个实质上是连续的金属外壳,而在该外壳内全部使用双重绝缘,但对因明显无法使用双重绝缘而需要使用加强绝缘的那些零部件除外,这种变压器就称为金属外壳封装的Ⅱ类变压器。

注 5: 如果全部使用双重绝缘和(或)加强绝缘的变压器具有保护接地端子,则这种变压器被认为属于Ⅰ类结构。

注 6: Ⅱ类变压器可以装有功能接地电路。

3.7.7

Ⅲ类变压器 class III transformer

其防电击保护是依靠 SELV 供电,且其产生的电压不高于 SELV 的变压器。

注: 上述Ⅰ、Ⅱ或Ⅲ的分类不涉及输入绕组与输出绕组之间的绝缘结构。

3.7.8

电气间隙 clearance

在两个导电零部件之间的空气中的最短距离。

(GB 16935.1—1997,定义 1.3.2)

注: 为了确定到达可触及的零部件的电气间隙,认为绝缘外壳的可触及表面在标准试验指(见图 2)能接触到的地方,就像被金属箔覆盖那样是导电的。

3.7.9

爬电距离 creepage distance

在两个导电零部件之间沿绝缘材料表面(通过空气)的最短距离。

(GB 16935.1—1997,定义 1.3.3,已修改)

注: 为了确定从变压器导电零部件到达可触及的零部件的爬电距离,认为绝缘外壳的可触及表面在标准试验指(见图 2)能接触到的地方,就像被金属箔覆盖那样是导电的。

3.7.10

污染 pollution

能造成绝缘的介电强度或表面电阻率降低的任何附加的固体、液体、气体或外来物质。

(GB 16935.1—1997,定义 1.3.11)

3.7.11

微环境 micro-environment

绝缘的直接环境,特别是影响确定爬电距离或电气间隙尺寸的直接环境。

(GB 16935.1—1997,定义 1.3.12.2,已修改)

注: 对绝缘的影响是取决于爬电距离或电气间隙的微环境而不是设备的环境。微环境可能比设备的环境更好,也可能更坏。它包括影响绝缘的各种因素,例如气候和电磁因素,以及生成的污染物等。

3.7.12

污染等级 degrees of pollution

为确定电气间隙和爬电距离而规定的微环境污染等级。

3.7.12.1

污染等级 1 pollution degrees 1

P_1

不存在污染或仅有干燥的非导电性污染的污染等级。这种污染没有影响。

3.7.12.2

污染等级 2 pollution degrees 2

P_2

仅存在非导电性污染的污染等级,但要预计到偶然出现的因凝露引起的暂时导电性污染。

注: 具有适当封闭外壳的变压器被认为是达到了污染等级 2(P_2),不需要采取气密密封。

GB 19212.1—2008/IEC 61558-1:2005

3.7.12.3

污染等级 3 pollution degrees 3

P₃

出现导电性污染或存在干燥的非导电性污染因可预计到的凝露而变为导电性污染的污染等级。

3.7.13

保护隔离 protective separation

在电路之间用基本保护和附加保护(基本绝缘加附加绝缘或保护屏蔽),或用等效的保护措施(例如加强绝缘)进行的隔离。(基于 GB/T 17045—2006,定义 3.24)

3.7.14

保护屏蔽 protective screening

用插入导电屏蔽层的方法对危险的带电零部件进行的隔离,该导电屏蔽层与外部保护接地导线连接装置相连。(基于 GB/T 17045—2006,定义 3.22)

3.7.15

特低电压 ELV(extra-low voltage)

在导体之间或在任何导体与地之间的电压小于或等于交流 50 V 或无纹波直流 120 V。(GB/T 18379—2001 的电压区段 1)

3.7.16

安全特低电压 SELV(safety extra low voltage)

采用像安全隔离变压器这样的装置与电网电源隔离的电路的 ELV。

注 1: 在特殊要求中,特别是当允许直接接触带电零部件时,可以规定最高电压低于交流 50 V 或无纹波直流 120 V。

注 2: 对标称 120 V 的无纹波直流系统,最大峰值电压不超过 140 V,对标称 60 V 的无纹波直流系统,最大峰值电压不超过 70 V。

3.7.17

安全特低电压电路 SELV-circuit

采用保护隔离与其他电路隔离的 ELV 电路,它既没有供电路接地的装置,也没有供外露导电零部件接地的装置。

3.7.18

保护特低电压电路 PELV-circuit(protective extra low voltage)

采用保护隔离与其他电路隔离的 ELV 电路,且由于功能方面的原因,该电路可以接地和(或)电路中的外露导电零部件可以接地。

注: 当要将电路接地而又不需要 SELV 时可以使用 PELV 电路。

3.7.19

功能特低电压电路 FELV-circuit(functional extra low voltage)

由于功能方面的原因具有 ELV 电压但又不满足 SELV 或 PELV 要求的 ELV 电路。

3.7.20

带电零部件 live part

在正常工作时预定要带电的导体或导电零部件,其中包括中性导体在内,但通常不包括 PEN 导体、PEM 导线或 PEL 导线。

(IEV 195-02-19)

注 1: 这一概念不一定意味着有电击的危险。

注 2: 关于 PEM 和 PEL 的定义,见 IEV 195-02-13 和 195-02-14。

3.7.21

危险的带电零部件 hazardous live part

在某些条件下能造成电击危险的带电零部件。

(IEV 195-06-05)

注：如果电压高，在固体绝缘的表面上可能出现危险的电压。此时，该表面被认为是危险的带电零部件。

(GB/T 17045—2006, 定义 3.5)

3.7.22

功能绝缘 functional isolation

在不同电位的零部件之间的绝缘，一般地说，是指仅对变压器的正常功能所必需的绝缘。

注1：对变压器，正常功能可能对安全有影响。功能绝缘要按本部分的要求来检查，但是在 GB 19212 其他部分中可能还有附加要求。

注2：功能绝缘仅适用于各绕组内的匝间绝缘。

3.8 接触电流和保护接地导体电流

3.8.1

接触电流 touch current

当人体或动物体接触装置或设备的一个或多个可触及的零部件时，通过人体或通过动物体的电流。

(IEV 195-05-21)

3.8.2

保护接地导体电流 protective earth conductor current

在保护导体中流动的电流。

注：该电流对接在同一电路中的 RCD(剩余电流保护装置)的动作可能会有影响。

4 一般要求

4.1 变压器在设计和制造上应当保证在按制造厂商说明书的规定使用、安装和维护时，不会对人员或周围环境产生可预见的危险，甚至万一在正常工作时可能发生粗心大意的使用也不会产生危险。

通常要通过所有的相关试验来检验其是否合格。

4.2 当配套用变压器用于有相关电器或设备标准的电器或设备时，这些配套用变压器可以按其预定配用的该电器或设备中所出现的条件来进行试验。

如果变压器是按其预定配用的电器或设备中所出现的条件来进行试验时，则变压器应当符合本部分下列条款：

1、2、3、4、5.1、5.2、5.3、5.4、5.5、5.6、5.7、5.12、7.1、7.2、7.5、7.6、8.2、8.11、14.1(但表1中从第一个“外部外壳…”开始的所有要求除外)、14.2、14.3、15.1(只限于表3中第1列第2行所属的要求)、18.1、18.2、18.3(但表8a中第3项和第4项除外)、18.4、19.1、19.12、20.9、26.1、26.2、26.3、附录A、C、D、G、L、M、N、P。

其余条款应当采用相关产品标准的规定。如果相关产品标准未全部包括其余条款，则应当使用本部分相应的未被包括的那些其余条款来代替。

5 试验的一般说明

5.1 按本部分进行的试验是：

——型式试验(8.15 和第9章至第28章所规定的试验)；

——例行试验(附录L所规定的试验)。

每一个变压器样品应当符合所有相关试验。为了减少试验时间，并且考虑到有些试验可能是破坏性试验，制造厂商可以提交附加的变压器或变压器零部件，只要它们所采用的材料和设计与原变压器一

GB 19212.1—2008/IEC 61558-1:2005

样,而且其试验结果与原变压器相同。对于表述为“通过外观检查”是否符合的试验,则其中还应当包括一些必要的处理工作。

预定要与不可拆卸的软电缆或软线一起使用的变压器,其试验要在将该软电缆或软线与变压器连接好后进行。

5.2 试验在所提供的样品上进行,且样品的布置是考虑了制造厂商的安装说明,按正常使用方式安装好。如果不需要做 14.3、15.5、16.4 和 26.2 的试验,则不管样品的额定输出值大小,其样品数均为一个。

如果需要进行 14.3 的试验,则应当使用三个附加样品。如果试验需要重复进行,则还需要再加三个样品。

如果需要进行 15.5 的试验,则应当使用三个附加样品。这些样品只能用于 15.5 的试验。

如果需要进行 16.4 的试验,则要在四个附加样品上进行试验。

如果需要进行 26.2 的试验,则要在三个附加样品上进行试验。

对要在变压器通行的条件下进行试验的元器件,其样品数为相关标准所要求的样品数。

对系列变压器的试验,见附录 B。

除 14.3 规定的试验外,所有样品均应当能承受所有相关的试验。

注 1: 对配套用变压器,设备标准可能规定其他的被试样品数。

注 2: 如果是不可更换和不可复位的保护装置,则要在特殊制备的样品上检验其是否合格。

5.3 除另有规定外,各项试验按章和条的顺序进行。

5.4 如果环境温度不影响试验结果,则试验时的环境温度一般保持在 $20\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$,否则,如果任何部位达到的温度受温度敏感装置的限制,或者受发生状态改变时温度的影响,则在有疑问的情况下,环境温度要保持在 $23\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$,或对带有 t_0 标志的变压器,要保持在 $t_0\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

要将变压器或其可动零部件置于正常使用时可能出现的最不利的位置下进行试验。

5.5 对于交流电,试验电压基本上是正弦波形的电压,且当无其他规定时,其频率为 50 Hz 或 60 Hz。

5.6 对设计成具有多个额定电源电压、额定电源电压范围或多个额定电源频率的变压器,除本部分另有规定外,要在能对变压器产生最严酷的试验条件的电源电压或电源频率下进行试验。

5.7 要尽可能使用不会明显影响被测值的仪表进行测量,如有必要,应当对测量结果进行修正。

5.8 除另有规定外,预定要与外部软电缆或软线一起使用的变压器,试验要在接上软线(见定义 3.2.1)后进行。

5.9 如果 I 类变压器具有不与保护接地端子或保护接地接触件相连的可触及的导电零部件,且其不用接到保护接地端子或保护接地接触件的中间导电零部件与危险的带电零部件隔离,则要检验这种可触及的导电零部件是否符合本部分关于 II 类变压器的相应要求。

5.10 对嵌入式变压器要用由绝缘材料制成的合适的嵌入式安装盒来进行试验。该安装盒放置在图 1 所示的、用厚度为 20 mm 的胶合板制成的外壳内,外壳内壁涂上黑色无光漆,安装盒背面与胶合板外壳后壁之间的距离为 5 mm。

5.11 对无相关电器或设备标准的专用变压器要按一般用途变压器来进行试验,其额定值被认为是所要配套的电器或设备的消耗功率和功率因数。

5.12 (暂缺)

5.13 对不知最终用途的 IP00 变压器进行试验时,不需装上外壳。

对这种变压器,第 9 章和第 17 章的要求不适用。

5.14 对已知最终用途的 IP00 变压器,要按制造厂商的说明进行安装和试验。

5.15 第 18 章和第 26 章中的试验是在海拔 2 000 m 高度下进行的。如果要在超过海拔 2 000 m 高度时进行试验,要采用 GB/T 16935.1—1997 附录 A 的规定。

6 额定值

不同类型变压器的额定值,分别见 GB 19212 其他部分,对带 t_w 标志的变压器的额定值,见本部分的附录 U。

7 分类

变压器分类如下:

7.1 按电击防护分类:

- I 类变压器;
- II 类变压器;
- III 类变压器。

注:对内装式变压器不进行分类,其电击防护类别是由变压器的装入方式来决定。

7.2 按短路保护或非正常使用保护分类:

- 固有耐短路变压器;
- 非固有耐短路变压器;
- 非耐短路变压器;
- 无危害式变压器。

7.3 按 GB 4208—2008(IP 代码)规定的外壳防护等级(IP1X 除外)分类。

注:详细信息见附录 Q。

7.4 按移动方式分类:

- 驻立式变压器;
- 固定式变压器;
- 移动式变压器;
- 手持式变压器。

7.5 按工作方式分类:

- 连续工作;
- 短时工作循环;
- 间歇工作循环。

7.6 按预定用途分类:

7.6.1 配套用变压器:

- 内装式变压器;
- 专用变压器。

7.6.2 独立用变压器。

7.7 可任选的分类(仅对带 t_w 标志的变压器),按绕组的额定最高工作温度 t_w 和在规定条件下的预期寿命来分类

- t_{w5} , 5 年连续工作;
- t_{w10} , 10 年连续工作;
- t_{wn} , 其中 n 为除上述已规定外的工作年限。

7.8 按预定使用场所的环境条件分类:

- 正常环境;
- 特殊环境(例如,极地环境等)。

8 标志和其他信息

8.1 变压器应当标有下列标志:

GB 19212.1—2008/IEC 61558-1:2005

a) 额定电源电压或额定电源电压范围, V;

对具有多个额定电压值的电压范围,且无需在整个电压范围内调节就能工作的变压器,应当标有该电压范围的下限值和上限值,并用短横线分开。

注1:例如 115 V-230 V;变压器能适用于 115 V~230 V 之间的任何电压值。

对具有不同的额定电压值,且必须在使用前由用户或安装人员调节到某一特定电压值的变压器,应当标出这些不同的额定电压值,并用斜线分开。

注2:例1:115 V/230 V;变压器只能适用于 115 V 或 230 V(例如,具有选择开关或不同端子组的变压器)。

注3:例2:230 V/400 V;变压器只能适用于 230 V 或 400 V,其中 230 V 供单相运行,400 V 供三相运行(例如,带有两种电源端子的变压器)。

b) 额定输出电压, V 或 kV;

对装有整流器的变压器,其整流器后的额定输出电压应当用算术平均值来标志,或者其整流器前的输出电压应当用方均根值来标志。

注4:在标志中方均根值是用 r. m. s. 符号与算术平均值进行区别。

c) 额定输出,用 VA 或 kVA,电抗器,用 var 或 kvar;

注5:对装有整流器的变压器,其输出可以用 W 为单位来表示,以代替 VA 或 kVA。

d) 额定输出电流, A 或 mA,以作为额定输出的一种替换标志;

e) 额定电源频率, Hz;

f) 额定功率因数,当 25 V A 以上的变压器的功率因数不等于 1 时;

g) 对交流,用符号或缩写 AC,对直流输出,用符号或缩写 DC;

h) 按 GB 19212 其他部分所规定的表示该种变压器的符号;如果 IP00 变压器和配套用变压器在同一结构中具有与 GB 19212 其他不同部分相对应的电路(例如,符合 GB 19212.7 的 SELV 电路和符合 GB 19212.5 的 230 V 电路),则必须使用与其相对应的符号;

i) 制造厂商或代理商的名称或商标;

j) 型号;

k) 按 GB 1094.1 标出联结组标号(对三相变压器,如需要时);

l) II类结构的符号,仅对II类变压器;

m) III类结构的符号,仅对III类变压器;

n) IP防护等级的标志,如果不是IP00;

o) 额定最高环境温度 t_a ,如果不是 25 °C;

注6:对 $t_a \leq 50$ °C,建议按 5 °C 为一级给出该 t_a 值,对 $t_a > 50$ °C,则按 10 °C 为一级给出;

p) 额定最低环境温度 $t_{a\min}$,如果低于 10 °C 且使用温度敏感装置;

注7:建议按 5 °C 为一级给出该 $t_{a\min}$ 值。

q) 工作循环(如果有),除非工作时间受到变压器结构上的限制或工作时间与 GB 19212 其他部分规定的工作条件相一致。短时工作循环或间歇工作循环的标志应当与正常使用时相对应。对按短时工作循环工作的变压器,其工作时间应当用秒(s)或分(min)为单位表示;对按间歇工作循环工作的变压器,其工作时间和停止工作时间应当用秒(s)或分(min)为单位表示,且用斜线将其隔开;

r) 绕组额定最高工作温度的规定值(增量用 5 °C 的倍数)以及额定预期寿命的标志,只限于带有 t_w 标志的变压器;

s) 对风冷式变压器,如果风扇不是变压器的一部分,则应当标出“AF”,接着标出用 m/s 为单位表示的空气流速。

t) 另外,制造厂商应当准备好向购买方提供下列信息(用文字或其他形式):

——对额定输出超过 1 000 VA 的驻立式变压器,用额定电源电压的百分数表示出短路电压;

——变压器的电气功能。

注 8: 如果变压器具有多个输出绕组,则标出的短路电压是各对绕组短路电压值中的最小值。

注 9: 允许标出一些附加的标志,只要它们不会引起混淆即可。

8.2 对防护等级为 IP00 的变压器或配套用变压器,可以仅标有制造厂商或代理商的名称(或商标)和型号(或产品目录号)。然后应当在变压器的数据单上或制造厂商产品说明书上给出其他特性。

注 1: 制造厂商或代理商的名称以及型号可以用可追溯的代号来代替。

该信息应当使原变压器可以用等效的变压器来更换。

注 2: 等效是指在电气上、机械上、尺寸上和功能上能够互换。

8.3 如果能将变压器调节到适合不同的额定电源电压,则所需的调节的电压值应当能一目了然地识别出。

8.4 具有带分接头的输出绕组或多个输出绕组的变压器应当标有:

——每个分接头或每个绕组的额定输出电压,但对预定要经常调节输出电压的特殊用途的变压器除外;

——每个分接头或每个绕组的额定输出,如果所有分接头或绕组的额定输出是相同的,则至少应当在其中的一个分接头或绕组上做出标志。

对要获得多个不同输出电压值所必需的接线图应当清楚地标在变压器上。

8.5 对装有熔断器的非固有耐短路变压器,以及设计成用熔断器来进行保护的耐短路变压器,应当加标出该熔断体的额定电流(单位 A 或 mA),如果适用,在其后面或前面标出按相关标准规定的熔断器时间电流特性的符号。

对装有非熔断器的可更换保护装置的非固有耐短路变压器,以及设计成用非熔断器的保护装置进行保护的耐短路变压器,应当加标出该保护装置的制造厂商的型号和(或)该保护装置的额定值。

注 1: 此外,可以使用附录 V 规定的符号。

注 2: 装有不可更换保护装置的非固有耐短路变压器无需标出有关该保护装置的附加标志。

标志应当包含足够的信息,以确保能正确更换保护装置。

当使用非熔断器的可更换保护装置时,应当在随变压器一起提供的使用说明书中或类似的文件中给出有关更换保护装置的相应信息。

8.6 对专供中性导线用的端子应当用中性符号来标识。

保护接地端子应当用接地符号来标识。

输入或输出绕组的端子应当能被明确地识别。

如果绕组的任何一点或端子与框架或铁心相连,则它应当用相关的符号标出。

8.7 变压器应当标有能清楚地表示变压器接线方式的标志,除非根据变压器的设计已是显而易见的。

8.8 对具有 X、Y 和 Z 型连接的变压器,使用说明书应当包含下列信息或与其相当的信息:

——对具有专门制备的软线的 X 型连接:

“如果本变压器的外部软电缆或软线损坏,则应当用由制造厂商或其维修代理商提供的专用软线或其组件来进行更换”;

——对 Y 型连接:

“如果本变压器的外部软电缆或软线损坏,则应当由制造厂商、其维修代理商或有资格的类似人员来进行更换,以免发生危险”;

——对 Z 型连接:

“本变压器的外部软电缆或软线不能更换,如果它们损坏,变压器应当报废”。

8.9 仅供户内使用的变压器应当标有相关的符号。

8.10 II 类变压器应当标有 IEC 60417—5172(DB:2002-10)规定的图形符号,该图形符号标在信息源(例如,铭牌)附近,以便能明显地将它们看成是技术信息的一部分,并使它完全不可能与制造厂商的名

GB 19212.1—2008/IEC 61558-1:2005

称或任何其他标识符号(见 GB/T 17045 的 7.2.3)相混淆。

对具有待安装零部件的Ⅱ类变压器,应当随同能使待安装零部件在按制造厂商安装说明书规定安装后成为Ⅱ类的所有零部件一起交付,而且应当标有Ⅱ类符号。此外,如果变压器无需外壳就能安装(例如,安装在配电箱上),则Ⅱ类标志应当标在能有效提供Ⅱ类特征标志的零部件上(例如,标在与电源连接的端子的盖板上)。

8.11 当在设备上或使用说明书中使用符号时,这些符号应当符合下表规定:

符号或图形符号	说明或名称	标识代号
V ^a	伏	
A ^a	安	
VA 或(var) ^a	伏安(对电抗器用乏)	
W ^a	瓦	
Hz ^a	赫兹	
PRI	输入	
SEC	输出	
— — —	直流	IEC 60417-5031(DB;2002-10)
N	中性	
~	交流单相	IEC 60417-5032(DB;2002-10)
3~	交流三相	IEC 60417-5032-1(DB;2002-10)
3/N~	交流三相+中性线	IEC 60417-5032-2(DB;2002-10)
cosφ	功率因数	
	Ⅱ类设备	IEC 60417-5172(DB;2003-02)
	Ⅲ类设备	IEC 60417-5180(DB;2003-02)
	熔断器(加标时间-电流特性符号)	IEC 60417-5016(DB;2002-10)
t _a	额定最高环境温度	
	框架或底板(或铁心端子)	IEC 60417-5020(DB;2002-10)
	保护接地(接大地)	IEC 60417-5019(DB;2002-10)
IPXX	IP 代码 ^b	
	接地(接大地或接功能地)	IEC 60417-5017(DB;2002-10)
	仅供户内使用	IEC 60417-5957(DB;2004-12)

符号或图形符号	说明或名称	标识代号
t_{w5} yyy	仅对带 t_w 标志的具有 5 年预期寿命的变压器 yyy = 额定最高工作温度	
t_{w10} yyy	仅对带 t_w 标志的具有 10 年预期寿命的变压器 yyy = 额定最高工作温度	
t_{wX} yyy	仅对带 t_w 标志的具有 X 年预期寿命的变压器 yyy = 额定最高工作温度	
<p>^a 允许用扩大的倍率或缩小的倍率(例如 kV, mA...)。</p> <p>^b 表中 IP 代码所用的 X, 在本例中系表示空缺的数字, 但是, 如果适用, 这两个合适的数字应当在变压器上标出。如有必要, 可以使用 GB 4208—2008 规定的附加字母和补充字母。</p>		

8.12 调节装置的不同位置和开关的不同位置应当用数字、字母或其他形象化的方式来表示。

如果使用数字来表示不同的位置, 则“断”位应当用数字 0 来表示, 对较大的输出、输入等的位置应当用较大的数字来表示。

数字 0 不得用作任何其他的表示。所使用的表示应当易于理解, 无需用语言、国家标准等知识。

8.13 标志不得标在螺钉上或其他易于拆卸的零部件上。

除下列所述的情况外, 变压器在准备使用时, 其标志应当是明显可见的。

对端子的标志, 如需要在盖板打开后辨认, 则也应当标在明显可见的位置上, 该标志应当能保证输入端子和输出端子互不发生混淆。

对可互换保护装置的标志应当位于该保护装置的安装座旁, 且在盖子打开和保护装置取出后, 该标志应当是明显可见的。

8.14 当有必要对安装或使用给予特别注意时, 应当在产品目录上、数据单上或使用说明书上提供下列信息:

- 对具有非自复位或不可更换保护装置以及不可更换有意薄弱部件的非固有耐短路变压器, 应当提供关于短路或过载后保护装置不能复位和更换的信息;
- 对使保护接地导线电流出现了大于 10 mA 时, 且预定要作固定连接的变压器, 其保护接地导线电流大小应当在使用说明书中清楚地说明, 且还应当按布线规程的规定给出有关安装的说明;
- 对配套用变压器和 IP00 变压器, 应当给出提示性说明, 指出电源可能会出现 10% 的过压或欠压和应当按此选择变压器的额定输出;
- 对额定输出大于 1 000 VA 的驻立式变压器, 给出以额定电源电压的百分数表示的短路电压;
- 变压器的电气功能;
- 当变压器是装入电器内时, 应当给出考虑在不正常条件下绕组的温度限值, 以作为该电器设计用的信息;
- 对 t_w 变压器, 当所规定的常数 S 不是 4 500 时, 给出符号 S 和以千为单位表示的相应的数值 (例如, 若 S 的数值为 6 000 时, 表示为 S6);

注: S 的优选值是: 4 500、5 000、6 000、8 000、1 100 和 16 000。

- 对具有多个输出绕组且不将它们设计成供串联和(或)并联连接用的变压器, 给出该变压器不得接成串联和(或)并联连接使用的说明。

通过外观检查来检验其是否符合 8.1~8.14 的要求。

8.15 标志应当是耐久的和易于辨认的。

通过外观检查, 以及用一块沾有水的棉布用手擦拭标志 15 s, 然后用一块沾有汽油的棉布再擦拭 15 s 来检验其是否合格。

GB 19212.1—2008/IEC 61558-1:2005

供本试验用的汽油为脂肪族溶剂乙烷,其最大芳香烃的体积分数为 0.1%,贝壳松丁醇值为 29,初始沸点约为 65 °C,干涸点约为 69 °C,密度为 0.68 g/cm³。

采用模压或蚀刻的标志不承受本试验。

在本部分所列的所有试验完成后,标志应当易于辨认,标签应当不可能轻易被揭掉,而且不得出现卷边。

9 电击防护

变压器应当封装并对防止触及危险的带电零部件提供足够的防护,且应当没有因电容器储存电荷而引起的电击危险。

通过外观检查以及通过 9.1.1,9.1.2 和 9.2 的试验来检验其是否合格。

9.1 防止触及危险的带电零部件的防护

9.1.1 危险的带电零部件的确定

如果带电零部件用双重绝缘或加强绝缘与电源隔离,且其在变压器接到额定电源电压时能满足 9.1.1.1 或 9.1.1.2 的要求,则该带电零部件是非危险的带电零部件。

9.1.1.1 电压不得大于交流 35 V(峰值)或无纹波直流 60 V。

在任意两个导电零部件之间通过测量来检验是否符合要求。

9.1.1.2 如果电压大于交流 35 V(峰值)或无纹波直流 60 V,则接触电流不得大于:

- 对交流:0.7 mA(峰值);
- 对直流:2 mA

按附录 J 的规定,通过测量接触电流来检验其是否符合要求。

另外,当电容器与带电零部件相连时:

9.1.1.2.1 对储存电压在 60 V~15 kV 时,放电量不得大于 45 μC,或者

9.1.1.2.2 对储存电压大于 15 kV 时,放电能量不得大于 350 mJ。

通过用一个 2 000 Ω 的负载进行测量来检验是否符合 9.1.1.2.1 和 9.1.1.2.2 的要求。

9.1.2 危险的带电零部件的触及

变压器的结构应当对防止触及危险的带电零部件提供足够的防护。

I 类和 II 类变压器的结构和封装应当对防止意外接触危险的带电零部件具有足够的防护。

对 I 类变压器,可触及的零部件至少应当用基本绝缘与危险的带电零部件隔离。

II 类变压器的结构和封装应当对防止触及基本绝缘以及对防止接触仅用基本绝缘与危险的带电零部件隔离的导电零部件具有足够的防护。只有用双重绝缘或加强绝缘与危险的带电零部件隔离的零部件才是可以触及的。

在拆除可拆卸零部件后,危险的带电零部件不得是可触及的,但下列零部件除外:

- 具有灯头大于 B9 和 E10 的灯泡;
- D 型熔断器座。

注 1: IP00 变压器在装入所配套的最终产品后,应当符合最终产品的标准。

漆、釉、纸、棉织品、导电零部件上的氧化膜以及密封胶不认为能对防止意外触及危险的带电零部件提供所要求的防护。

注 2: 可以依靠自凝固树脂对防止意外触及危险的带电零部件提供要求的保护。

轴、手柄、操作杆、按钮和类似零部件不得是危险的带电零部件。

通过外观检查以及通过 GB 4208—2008 的相关试验来检验其是否合格。

此外,对 II 类变压器的开孔,以及对 I 类变压器中除了接到保护接地端子的导电零部件上的开孔外的其他开孔,要用图 3 所示的试验销来进行试验。

用试验指和试验销时,不用明显的力插入每一个可能的位置处。

用图2的试验指时,不用明显的力插入,对变压器每一个可能的位置进行试验,但对通常置于地面使用的,以及质量超过40 kg的变压器不要将其倾斜。试验指通过开孔插入到试验指所能允许的任何深度,而且在插入前、插入过程中和插入到任何位置后,均要将试验指转动或改变角度方位。如果开孔不能使试验指进入,则沿试验指笔直方向施加的力要增加到20 N。如果试验指此时进入孔内,则在将试验指改变角度方位的情况下重复进行试验。

用试验指时,应当不可能接触到裸露的危险的带电零部件或者接触到仅用漆、釉、纸、棉织品、氧化膜或密封胶来保护的危险的带电零部件。对Ⅱ类变压器,用试验指时,应当不可能接触到仅用基本绝缘与危险的带电零部件隔离的导电零部件。

此外,用试验销时,应当不可能接触到裸露的危险的带电零部件。

注3:本要求不适用于灯头或插座。

注4:如有疑问时,则用电压不小于40 V的电接触指示器与试验销一起使用。

9.1.3 非危险的带电零部件的触及

用双重绝缘或加强绝缘与输入电路隔离的输出电路中的非危险的带电零部件,在下列条件下是可以触及的:

- 对空载输出电压不大于交流35 V(峰值)或无纹波直流60 V,两个极可以触及;
- 对空载输出电压大于交流35 V(峰值)或无纹波直流60 V,以及不大于交流250 V,仅一个极可以触及。

9.2 危险性放电的防护

对带一次电源插头的变压器,在插头拔出后1 s进行测量,插头的插销不得是危险的带电体。

对不带一次电源插头的变压器,在断开电源后5 s进行测量,供变压器与电源连接用的端子不得是危险的带电体。

注1:就本条而言,插头连接器和器具输入插座被认为是电源插头。

通过下列试验来检验其是否合格:

如果插销间的标称电容量不大于0.1 μF ,则不需进行本试验。

变压器的一次电源开关(如果有)要处于断位,除非处于通位时是更加不利的情况。

本试验应当进行10次,或者要用一种能在电源电压处于最不利的电角度下将电源切断的装置来进行试验。

在切断电源后1 s或5 s时,测量输入端子间或电源引线间或连接电源用的电源插头插销间的电压。

如果电压超过无纹波直流60 V,在保持相同的条件下测得的放电量不得大于45 μC 。

10 输入电压设定值的改变

对具有多个额定电源电压的变压器,应当做成不用工具就不能改变电压的设定值。

注:如果需要用工具打开盖板才能改变电压的设定值,则认为是满足有关电压设定值要求的一个实例。

对能设定成不同额定电源电压的变压器,应当做成当变压器在准备使用时,对该变压器所设定的电压的指示值在变压器上就能辨认。

对装有一种能选择输入连接的装置(例如使用分接头),以便能在对应于电源电压调节范围中间值10%的范围内调节电源电压的用插头连接的变压器,不认为是具有多个电源电压的变压器。

对用插头连接的安全隔离变压器,应当只有一个额定电源电压,除非一旦较高的标志电压接到较低电压绕组上,该变压器不会产生超过其适用范围允许限值的输出电压。

通过测量和外观检查来检验其是否合格。

GB 19212.1—2008/IEC 61558-1:2005

11 负载输出电压和输出电流

11.1 当变压器接上额定电源频率的额定电源电压,并用一个能在额定输出电压和额定功率因数(对交流电流)下产生额定输出的阻抗作负载,其输出电压值与额定值相差不得大于:

- a) 对具有一个额定输出电压的固有耐短路变压器的输出电压,10%;
- b) 对具有多个额定输出电压的固有耐短路变压器的最高输出电压,10%;
- c) 对具有多个额定输出电压的固有耐短路变压器的其他输出电压,15%;
- d) 对其他变压器的输出电压,5%。

对装有整流器的变压器,则在上述百分数上再加5%。

将变压器接上额定频率的额定电源电压,并用一个能在额定输出电压和额定功率因数下产生额定输出的阻抗作负载,当其达到稳定状态后,通过测量输出电压来检验其是否合格。

对装有整流器的变压器,用能测出算术平均值的电压表接到直流电路的端子上测出其输出电压,但特别规定了方均根值(r. m. s.)时除外(见8.1)。

对具有多个额定电源电压的变压器,本要求适用于每一个额定电源电压。

对具有多个输出绕组的变压器,除另有规定外,要同时在多个绕组中的每一个绕组施加负载。

11.2 如果变压器标有额定输出、额定输出电压、额定输出电流和额定功率因数,则这些数值应当大致协调一致。

如果未标出变压器的额定输出电流,为了本规范的目的,可以由额定输出和额定输出电压计算出额定输出电流。

通过计算来检验其是否合格。

12 空载输出电压

对不同类型的变压器,其空载输出电压限值的相关要求见GB 19212其他各部分。

对装有整流器的变压器,如果整流器的输入和输出端子接到端子或端接装置上时,则在整流器的输入和输出端子上测量输出电压。如果整流器的输入端子是用户可触及的,则在整流器的输入端子上进行测量。输出电压是用能测出算术平均值的电压表接到电路的端子上测量,但特别规定了方均根值(r. m. s.)时除外(见8.1)。

13 短路电压

如果标有短路电压标志,则测出的短路电压与标称值相差不得大于20%。

将变压器置于环境温度下,通过测量短路电压来检验其是否合格。

14 发热

14.1 一般要求

在正常使用时,变压器及其支承件的温度不得过高。

要在下列条件下,且当温度达到稳定时测量该温度。

试验和测量在无气流的场所进行,其空间的大小要保证不影响试验的结果。如果变压器标有 t_a 额定值,则试验在 $t_a \pm 5^\circ\text{C}$ 下进行。

注1:进行发热试验仅考虑 t_a (而不是 $t_{a, \text{min}}$)。

对移动式变压器,将其置于涂有无光黑漆的胶合板支承件上。对驻立式变压器,按正常使用的情况将其安装在涂有无光黑漆的胶合板支承件上。该支承件厚约20 mm,其尺寸大小比样品在支承件上的垂直投影尺寸至少大200 mm。

对预定要插入固定式插座内的带有整体式插销的变压器,其试验在嵌入式安装插座上进行,该插座是安装在如图 1 所示的涂有无光黑漆的胶合板支承件上的盒内。

对嵌入式变压器,试验按 5.10 的规定进行。

对外壳防护等级不是 IP00 的变压器,其试验在其外壳内进行。

对外壳防护等级为 IP00 且不知其最终用途的变压器,其试验按 5.13 的规定进行。

注 2: 如果变压器外壳防护等级为 IP00,则要测量支承件的温度,但不考虑表 1 和表 3 给出的温度值。

对带有用特殊制备的软线的 X 型连接用的端子的变压器和带有 Y 型和 Z 型连接用的端子的变压器,应当先使连接处承受 5 N 的拉力,然后立即进行发热试验。

变压器接到额定电源电压,并用一个能在额定输出电压以及在额定功率因数(对交流电流)下能产生额定输出的阻抗作负载。在达到稳定时,测量输出电流值。然后将电源电压升高 10%,输出电流调节到与前面的测得值相同。对独立用变压器不调节输出电流。此后,电路无需再作改变。如果空载条件是较为不利的情况,则试验还要在空载条件下重复进行。

配套用变压器要在所配套的电器或其他设备在按相关规范规定的正常使用条件工作时所产生的条件下工作。具有间歇工作循环额定值的变压器应当在该间歇工作循环额定值的条件下进行试验,直至达到稳定状态。

各绕组的温度用电阻值变化法测量。

注 3: 其中一个方法是,分别测量每个绕组在试验结束时的电阻值。测量时是在断电后尽快地开始读取并在每隔一段稍短的间隔时间读取各次电阻测量值,以便能绘制出电阻随时间变化的曲线,从而确定出断电时刻下的电阻值。

绕组的温升值按下列公式计算:

$$\Delta t = \frac{R_2 - R_1}{R_1} (X + t_1) - (t_2 - t_1)$$

式中:

Δt ——高于 t_2 的温升,最高温度就等于 $\Delta t + t_2$;

R_1 ——在环境温度为 t_1 下,试验开始时的电阻;

R_2 ——当达到稳定状态时,试验结束时的电阻;

X ——对铜 234.5,对铝 225;

t_1 ——试验开始时的环境温度;

t_2 ——试验结束时的环境温度。

试验开始时,各绕组的温度应当等于环境温度。

在测量各绕组温度时,先要在离样品有一定距离而不会对温度读数有影响的位置处测量环境温度。试验期间,在该位置处的环境温度变化不得大于 10 °C。对于标有 t_n 的变压器,试验温度等于 $\Delta t + t_n$ 。

对具有多个输入或输出绕组,或者具有带分接头的输入或输出绕组的变压器,所得的试验结果要按其中的最高温度值考虑。

其他部分的温度用热电偶测量,热电偶的选择和安放的位置要使其对被测部分的温度影响最小。

测量支承件表面温度所使用的热电偶要贴在涂有黑色的铜或黄铜制成的小圆片的背面,小圆片的厚度为 1 mm,直径为 15 mm,小圆片与支承件表面要齐平。

测量电气绝缘(除绕组绝缘外)的温度时,要在该绝缘中的某故障处可能会使危险的带电零部件与可触及金属零部件之间发生接触,或可能会使爬电距离和电气间隙减小到小于第 26 章规定值的该位置的绝缘表面上测量。此外,为了避免着火的危险,热电偶还应当置于绝缘材料最热点的位置处进行测量。

试验中,当变压器是在额定环境温度(25 °C 或 t_n)下工作时,其温度不得超过表 1 的规定值。如果试验区域的温度与额定环境温度有差异,在这种情况下,当使用表 1 的限值和确定 27.1 和 27.4 的试验温度时均应当考虑到这种差异。

GB 19212.1—2008/IEC 61558-1:2005

表 1 正常使用时的最高温度值

零部件 ^a	温度/°C
绕组, 如果其绝缘系统(例如, 骨架以及与绕组接触的任何其他绝缘材料)是:	
—— A 级 ^b	100
—— E 级 ^b	115
—— B 级 ^b	120
—— F 级 ^b	140
—— H 级 ^b	165
—— 其他等级 ^c	—
驻立式变压器的外部外壳 ^d (用标准试验指能触及到的), 如果是:	
—— 金属	70
—— 其他材料	80
驻立式变压器的外部外壳 ^d (用标准试验指不能触及到的)	85
移动式变压器的外部外壳 ^d , 手柄和类似零部件:	
—— 在正常使用时, 这些零部件是被连续握持的(例如手持式变压器), 如果是:	
● 金属	55
● 其他材料	75
—— 在正常使用时, 这些零部件是不被连续握持的, 如果是:	
● 金属	60
● 其他材料	80
供外部导线用的端子和开关的端子	70
内部和外部布线的绝缘:	
—— 橡胶	65
—— 聚氯乙烯	70
其劣变可能会影响安全的下列材料零部件 ^e :	
—— 橡胶(除布线的绝缘外)	75
—— 酚醛	105
—— 脲醛	85
—— 浸渍过的纸和纤维	85
—— 浸渍过的木材	85
—— 聚氯乙烯(除布线的绝缘外)、聚苯乙烯和类似的热塑性材料	65
—— 黄漆布	75
支承件	85
印制电路板:	
—— 用酚醛、三聚氰胺-甲醛、苯酚-糠醛或聚酯粘合的	105
—— 用环氧粘合的	140
<p>^a 如果使用其他材料, 则他们承受的温度不得超过已确认的这些材料的允许温度。</p> <p>^b 材料分级按 IEC 60085 和 IEC 60216 的规定。但是, 考虑到在这些试验中, 温度是平均值而不是最热点温度, 因此各温度分级值作了调整。</p> <p>^c 如果使用除 IEC 60085 和 IEC 60216 规定以外的其他绝缘材料, 则绝缘系统应当承受 14.3 的试验。</p> <p>^d 如果任何元器件是变压器外表面的一部分, 则该元器件的温度不得超过对相应的外部外壳的规定温度值。</p> <p>^e 各类橡胶和聚氯乙烯绝缘是指 IEC 60245 和 IEC 60227 规定的那些绝缘。</p>	

接触绝缘材料的保护装置中的发热元件,其温升也应当测量。

试验后,样品应当立即按 18.3 的规定承受介电强度试验(试验电压值见表 8a 规定),且试验电压仅施加在输入与输出电路之间。

试验中和试验后,电气连接不得出现松动,爬电距离和电气间隙不得减小到小于第 26 章的规定值,密封胶不得熔化,过载保护装置不得动作。

14.2 根据绝缘系统的特点应用 14.1 或 14.3 的规定

下列规定适用于绕组。

14.2.1 如果制造厂商已说明其绝缘系统的绝缘等级,则所测得的绕组温度不得超过表 1 中规定的相关的温度值(如果说明了 t_0 ,则要考虑 t_0 值)。

14.2.2 如果制造厂商未说明其绝缘系统的绝缘等级,则所测得的绕组温度不得超过表 1 中对 A 级绝缘系统规定的温度值(如果说明了 t_0 值,则要考虑 t_0 值)。

14.2.3 如果制造厂商未说明其绝缘系统的绝缘等级,而所测得的绕组温度超过表 1 中对 A 级绝缘系统规定的温度值(如果说明了 t_0 ,则要考虑 t_0 值),则变压器的带电零部件(铁心和绕组)要承受 14.3 的试验。加热箱的温度要在考虑了 t_0 值后,按表 2 的规定选取。在表 2 中所选取的温度是与计算所得的温度值最接近的最高温度值。

14.3 对未说明绝缘系统等级的加速老化试验

当适用时(见 14.2、19.12.3 和 26.3),变压器的带电零部件(铁心和绕组)要承受下列老化试验,每次循环由加热、振动和受潮处理组成。测量按 14.3.4 的规定进行。

样品数按 5.2 的规定。样品要承受 10 次试验循环。

14.3.1 加热

根据绝缘系统的类型及制造厂商按表 2 的规定所提出建议的时间和温度组合,将样品置于加热箱内。在同一时间和温度组合条件下进行 10 次循环。

加热箱内的温度要保持在 $\pm 3^\circ\text{C}$ 的允许偏差内。

表 2 每次循环的试验温度和试验时间

试验温度/ $^\circ\text{C}$	对应于绝缘系统温度分级的试验时间/d				
	100 $^\circ\text{C}$	115 $^\circ\text{C}$	120 $^\circ\text{C}$	140 $^\circ\text{C}$	165 $^\circ\text{C}$
220					4
210					7
200					14
190				4	
180				7	
170				14	
160			4		
150		4	7		
140		7			
130	4				
120	7				
按 IEC 60085 和 IEC 60216 规定的相应的分级	A	E	B	F	H

在进行加热试验后,先使样品冷却到环境温度,然后进行振动试验。

14.3.2 振动

按 IEC 60068-2-6 的规定,用带子绕过样品外壳,将样品按其在正常使用时的工作位置固定在振动台上。振动方向为垂直方向,严酷度为:

GB 19212.1—2008/IEC 61558-1:2005

持续时间:30 min;

振幅:0.35 mm;

频率范围:10 Hz,55 Hz,10 Hz;

扫频速率:约 1 oct/min。

14.3.3 受潮处理

样品按 17.2 的规定承受 2 d(48 h)的受潮处理。

14.3.4 测量

在进行循环前和在进行每次完整循环后,要进行下列所有的测量和试验项目:

——空载输入电流或空载输入电流的阻性分量;

空载输入电流或空载输入电流的阻性分量不得大于在初始测量时所测得相应值的 30%;

——按 18.1 和 18.2 测量绝缘电阻;

——按 18.3 和 18.4 进行介电强度试验。但试验电压值要减小到规定值的 35%,试验时间加倍;

——下列试验仅适用于额定频率为 50 Hz 或 60 Hz 的变压器。

在进行介电强度试验后,对一个输入电路施加至少为 1.2 倍额定电源电压、频率为二倍额定电源频率的试验电压持续 5 min。变压器不接负载。试验时,对多线绕组(如果有)要串联连接。

可以使用比二倍额定电源频率更高的试验频率,此时连接试验电压的持续时间(以 min 为单位)等于 10 倍额定电源频率除以该试验频率,但不小于 2 min。

在进行上述各项试验期间,绕组的匝间、输入与输出电路之间、相邻的输入或输出电路之间、或者绕组与任何导电铁心之间的绝缘均不得出现击穿。

如果在完成所有的 10 次循环试验后,有一个或多个样品不合格,则认为变压器加速老化试验不合格。

15 短路和过载保护

15.1 概述

变压器不得由于在正常使用时可能出现的短路和过载而变得不安全。

通过外观检查和下列试验来检验其是否合格。下列试验要在完成 14.1 规定的试验后,立即在相同的环境温度且不改变变压器的工作位置的条件下,在 1.1 倍额定电源电压下,或者,对非固有耐短路变压器,在 0.90 倍~1.1 倍额定电源电压范围内的任一电压值下进行。

——对固有耐短路变压器,进行 15.2 的试验;

——对非固有耐短路变压器,进行 15.3 的试验;

——对非耐短路变压器,进行 15.4 的试验;

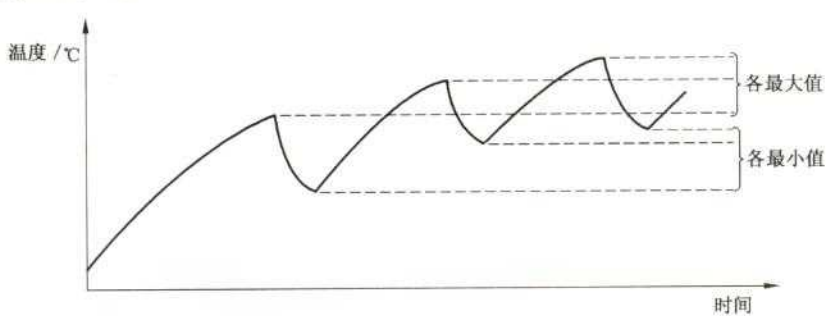
——对无危害式变压器,进行 15.5 的试验;

——对装有整流器的变压器,15.2 或 15.3 的试验进行两次,一次是在整流器的输入端子进行短路,另一次是在整流器的输出端子进行短路;

——对具有多个输出绕组或对带有分接头的输出绕组的变压器,所得的试验结果要按其中的最高温度值考虑。在多个输出绕组的情况下,对预定要同时施加负载的所有输出绕组均要施加额定输出负载,然后将选定的一个输出绕组短路。

对 15.2、15.3 和 15.4 的试验,当变压器是在其额定环境温度(25 °C 或 t_a)下工作时,变压器的温度不得超过表 3 的规定值。如果试验区域的温度与变压器的额定环境温度有差异,在这种情况下,当使用表 3 的温度限值时均应考虑到这种差异。

表 3 短路或过载条件下的最高温度

绝缘等级	A	E	B	F	H
固有保护的绕组 15.2	最高温度/℃				
	150	165	175	190	210
用保护装置保护的绕组:					
a) 15.3.2、15.3.3、15.3.4 ——在要求的时间或表 4 给出的时间 T^a 下	200	215	225	240	260
b) 15.3.1 ——在第一个 1 h 时,峰值 ——在第一个 1 h 后,峰值 ——在第一个 1 h 后,算术平均值 ^b	200 175 150	215 190 165	225 200 175	240 215 190	260 235 210
c) 15.3.5	175	190	200	215	235
外部外壳(用标准试验指能触及到的)	105				
导线的橡胶绝缘	85				
导线的聚氯乙烯绝缘	85				
支承件(即被变压器覆盖的松木胶合板上的任何区域)	105				
<p>^a 所考虑的最高温度是在试验时和试验后由于热惯性所达到的最高温度。</p> <p>^b 算术平均值按下列规定来确定: 当加到变压器上的电源是在循环通和断时,要绘制所考虑的一段试验时间的温度对时间变化的曲线图。算术平均温度值(t_A)按下列公式确定:</p> $t_A = (t_{\max} + t_{\min})/2$ <p>式中: t_{\max}——各最大值的平均值; t_{\min}——各最小值的平均值。</p> 					

试验期间,变压器不得出现火焰、熔融金属、达到危险含量的有毒或可燃气体,而且温度不得超过表 3 的规定值。

在进行所有试验时和试验后,变压器应当符合第 9 章的要求。

试验后,当变压器冷却到接近环境温度时,其绝缘系统应当承受 18.3 的介电强度试验。

注:在进行介电强度试验前,不进行 17.2 的受潮处理。

15.2 固有耐短路变压器

对固有耐短路变压器进行试验时,将输出绕组短路,直至达到稳定状态。

GB 19212.1—2008/IEC 61558-1:2005

15.3 非固有耐短路变压器

对非固有耐短路变压器,按下列规定进行试验:

15.3.1 将输出端子短路。当电源电压为 0.90 倍~1.1 倍额定电源电压之间的任一电压值时,在温度超过表 3 的规定值之前,所装的过载保护装置应当动作。

15.3.2 如果用符合 IEC 60269-2 或 IEC 60269-3,或者用技术性能相当的熔断器来保护,则对变压器施加负载的时间为 T ,施加电流等于标在变压器上的该保护熔断体的额定电流的 k 倍,其中 k 和 T 为表 4 中的规定值。在试验期间,通过熔断器的电流应当保持不变。熔断体要用阻抗可忽略不计的连接导体来代替。

表 4 熔断器的 T 和 k 值

按 gG 保护熔断体额定电流 I_n 标志的电流值/A	T/h	k
$I_n \leq 4$	1	2.1
$4 < I_n < 16$	1	1.9
$16 \leq I_n \leq 63$	1	1.6
$63 < I_n \leq 160$	2	1.6
$160 < I_n \leq 200$	3	1.6

注 1: 对由非熟练人员使用的 B 型、gG 圆柱形熔断器(IEC 60269-3-1),以及对由专职人员使用的具有带螺栓连接的熔断体的熔断器(IEC 60269-2-1),当 $I_n < 16$ A 时, k 值为 1.6。

注 2: 对由非熟练人员使用的 D 型熔断器(IEC 60269-3-1),当额定电流为 16 A 时, k 值为 1.9。

15.3.3 如果用符合 IEC 60127 的小型熔断器,或用符合 ISO 8820 的道路车辆用刀型电熔断体,或者用技术性能相当的熔断器来保护,则对变压器施加负载的时间与该熔断器相关标准规格单规定的最长预飞弧时间相对应,施加电流为与该最长预飞弧时间相对应的电流。在试验期间,通过熔断器的电流应当保持不变。熔断体要用阻抗可忽略不计的连接导体来代替。

注: 技术性能相当的熔断器是指与 IEC 60127 和 ISO 8820 规定的熔断器具有相同时间-电流特性的熔断器。

如果用符合 IEC 60127 的小型熔断器来保护变压器,则应当在 1.5 倍的熔断器额定电流下进行附加的过载试验,直至变压器达到稳定状态。

15.3.4 如果用符合 IEC 60898 的断路器,或技术性能相当的断路器来保护,则对变压器施加负载的时间为 IEC 60898 所规定的时间,施加电流等于 1.45 倍断路器的额定电流值。试验期间,通过断路器的电流应当保持不变。断路器要用阻抗可忽略不计的连接导体来代替。

15.3.5 如果用下列保护装置来保护:

- 除符合 IEC 60127 或 IEC 60269 的熔断器以外的,或者除断路器以外的过载保护装置,或
- 有意薄弱部件,

则对变压器施加负载的电流等于能引起保护装置动作的最小电流的 0.95 倍电流值,直至变压器达到稳定状态。确定能引起保护装置动作的最小电流的方法是:一开始使变压器在 100% 额定输出条件下工作,然后以 2% 的增量逐级增加输出电流(每一级要保持到达到稳定状态),直到保护装置动作。

如果保护装置是有意薄弱部件,则要在 2 个新样品上重复上述试验。在第一个样品试验期间,有意薄弱部件应当按上述同样的方式和在同样的部位上动作。在第二个样品试验期间,在达到稳定状态时,温度不得超过表 3 的规定值。

15.4 非耐短路变压器

对非耐短路变压器,将制造厂商规定的相应的保护装置装入相关的输入或输出电路中,按 15.3 的规定进行试验。

对配套用非耐短路变压器,将制造厂商规定的相应的保护装置装入输入或输出电路中,在正常使用时的最不利的条件下和在为其设计配套用变压器的该类型设备或电路的最不利的负载条件下进行试验。最不利的负载条件的实例是:连续工作、短时工作或间歇工作。

15.5 无危害式变压器

15.5.1 三个附加的新样品仅用于下列试验。

在本试验期间,当变压器失效时,应当是在其输入电路中发生断路。

三个样品中的每一个均要按正常使用的方式安放在厚度为 20 mm 的涂有无光黑漆的胶合板表面上,按 14.1 的规定使样品发热,直至温度达到稳定。然后,使每一个变压器样品在 1.1 倍额定输入电压下工作,对在 14.1 的试验时产生最高温度的输出绕组,一开始施加 1.5 倍额定电流的负载(或者如果不可能施加 1.5 倍额定电流值,则施加最大可得到的输出电流值),直至达到稳定状态或变压器出现失效(以其中先出现者为准)。

如果变压器出现失效,则该变压器在试验时和试验后应当符合 15.5.2 规定的判断准则。

如果变压器未出现失效,则记下达到稳定状态的时间,然后将所选定的输出绕组短路。试验一直持续到变压器出现失效。在这一部分试验中,每个样品应当在不大于达到稳定状态所需要的时间内失效,但不超过 5 h。

变压器的失效应当是安全的,且在进行试验时和试验后应当符合 15.5.2 规定的判断准则。

15.5.2 在进行 15.5.1 的试验时的任何时间:

- 用标准试验指能触及到的变压器外壳的任何部位处的温度不得超过 175 ℃;
- 胶合板支承件任何部位处的温度不得超过 125 ℃;
- 变压器不得出现火焰、熔融物质、灼热颗粒或绝缘材料的燃烧滴落物。

在进行 15.5.1 的试验后,且在冷却到环境温度后:

- 变压器应当承受介电强度试验,该试验的试验电压为第 18 章表 8a 规定值的 35%。对所有各种变压器,该试验要在输入与壳体之间进行,此外,对安全隔离、隔离和分离变压器,还要在输入与输出之间进行。
- 外壳(如果有)上不得出现能使标准试验指(图 2)接触到危险的带电零部件的孔洞。如有疑问时,则要用电压不小于 40 V 的电接触指示器来检查是否接触到危险的带电零部件。

如果变压器不符合本条中任何一项规定,则认为该变压器上述试验不合格。

16 机械强度

16.1 概述

变压器应当具有足够的机械强度,其结构应当能承受在正常使用时可以预见的粗鲁操作。

对驻立式变压器,通过 16.2 的试验,以及对移动式变压器,要按适用的情况,通过 16.2、16.3 和 16.4 的试验来检验其是否合格。

试验后,变压器不得出现不符合本部分要求的损坏。特别是,当按 9.1.2 的规定进行试验时,危险的带电零部件不得变成可触及。绝缘隔板不得受到损坏,而且手柄、操作杆、旋钮和类似零部件不得在其轴上出现松动。

注 1: 涂层损坏,不会使爬电距离或电气间隙减小到小于第 26 章规定值的小凹痕,以及不会对电击防护或防潮造成不利影响的小缺口,均可忽略不计。

注 2: 正常视力或无放大作用的矫正视力不能看到的裂纹,以及纤维增强模压件和类似零部件的表面裂纹,均可忽略不计。

此外,对 16.4 的试验,插销在试验时发生弯曲可忽略不计。

16.2 驻立式变压器

将装好盖子和类似零部件的变压器牢固地固定在刚性支承件上,按 GB/T 2423.55—2006 试验 Eh

GB 19212.1—2008/IEC 61558-1:2005

的规定,使其承受弹簧冲击锤产生的三次冲击,冲击能量为 $0.5\text{ J} \pm 0.05\text{ J}$,冲击要施加在对危险的带电零部件进行保护的外表面上可能是薄弱点的每个部位处,包括手柄、操作杆、开关旋钮和类似零部件,冲击时,使锤头垂直地压住表面。在施加冲击前,将底座和盖子的螺钉用等于表 11 规定值的三分之二的力矩拧紧。

如果对上述冲击所产生的损坏有疑问时,则不计及该损坏,需另在一个新样品上对同样的部位施加一组共三次的冲击,且其试验应当合格。

当 IP00 变压器被装入电器或其他设备内时,其变压器的零部件是不可触及的,故不需进行本试验。

16.3 移动式变压器(装有供插入固定布线插座内的整体式插销的移动式变压器除外)

将移动式变压器(装有供插入固定布线插座内的整体式插销的那些移动式变压器除外)保持在其正常使用时的工作位置,然后使其从 25 mm 高度跌落到置于平坦水泥支承面上的厚度至少为 5 mm 的平坦钢板上。跌落要以每 5 s 不超过 1 次的速率进行 100 次。

跌落高度应当是样品在跌落前处于悬吊时,从样品中最接近试验表面的部位处测量。

样品落下的方法应当保证它是在落下瞬间遭受干扰最小的情况下从悬吊的位置处自由落下。

如果变压器配备有已固定好的外部软电缆或软线,则应当将该软电缆或软线的长度截短至 100 mm。

16.4 装有供插入固定布线插座内的整体式插销的移动式变压器

装有供插入固定布线插座内的整体式插销的移动式变压器应当具有足够的机械强度。

通过进行试验 a)、b)和 c)来检验其是否合格。试验 a)要在 3 个样品上进行,所有 3 个样品均应当能承受该试验。试验 b)和 c)应当在一个新的样品上进行。

a) 试验要在 GB/T 2423.8 规定的滚桶中进行。如果变压器配备有已固定好的外部软线,则应当将该软线的长度截短至 100 mm。每个样品均要单独进行试验。

滚桶以 5 r/min 的速率旋转,因此每分钟发生 10 次跌落,滚桶试验的跌落次数为:

——如果样品质量不超过 250 g,50 次;

——如果样品质量超过 250 g,25 次。

试验后,样品不得出现本部分意义范围内的损坏,但不要求样品仍能继续工作。

只要不影响电击防护,允许掉落小碎片。

插销变形、涂层损坏以及不会使爬电距离或电气间隙减小到小于 IEC 60884-1:2002 中 27.1 规定值的小凹痕均可忽略不计。

b) 在对插销施加 $0.4\text{ N} \cdot \text{m}$ 的力矩时,先在一个方向上施加力矩 1 min,然后在相反方向上施加力矩 1 min,插销不得出现转动。

注:当插销的转动不损害本部分意义上的安全时,则不需进行本试验。

c) 按表 5 规定的拉力值,依次对每个插销沿插销的纵轴方向平稳地施加拉力 1 min。

将样品放入温度达到 $70\text{ }^\circ\text{C} \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ 的加热箱后 1 h,在加热箱内施加拉力。

表 5 插销上的拉力

等效插头类型的额定值	极数	拉力/N
$\leq 10\text{ A}, 130\text{ V}/250\text{ V}$	2	40
	3	50
$> 10\text{ A} \sim \leq 16\text{ A}, 130\text{ V}/250\text{ V}$	2	50
	3	54
$> 10\text{ A} \sim \leq 16\text{ A}, 440\text{ V}$	3	54
	> 3	70

就本试验而言,保护接地接触件不论多少,均按一个极考虑。

试验后,且在该变压器装置冷却到环境温度后,插销在变压器装置的壳体中的位移不得大于 1 mm。

17 防止灰尘、固体异物和潮湿有害进入的防护

17.1 用外壳提供的防护等级(IP 代码)

变压器的外壳应当具有与变压器的分类和标在变压器上的 IP 代码相一致的防止灰尘、固体异物和潮湿进入的防护等级,但 IP1X 除外,它应当按 IP00 进行标志和试验。

注:IP 代码系统的说明见附录 Q。

通过 17.1.1 规定的相应试验,以及对其他 IP 额定值,通过 GB 4208—2008 规定的相应试验来检验其是否合格。

除了 IPX8 外,在进行第二位特征数字的试验前,变压器应当在额定输出条件下接通电源,并在额定电压下使变压器达到稳定的工作温度。

试验用水的温度应当为 $15\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

变压器应当按正常使用状态安装好并接好线,如果适用,在输出电路上插上适用的插头。

未配备外部软电缆或软线的变压器要按第 22 章的规定装上外部导线,该导线应当是最不利的型号和截面积。

对 17.1.1A~J 的试验,如无其他规定,则对预定要用其壳体与某一表面呈面接触安装的固定式变压器,应当将其放置在一块外形尺寸等于变压器投影面的板上来进行试验。

对外壳具有供排水用的排水孔的变压器,安装时应当使其最低处的排水孔敞露。但制造厂商安装说明书另有规定时除外。试验期间通风孔要打开。

按正常使用接好线的移动式变压器应当以其正常使用时的最不利的位置来放置。

对密封盖(如果有),应当用其在进行 25.6 规定的试验时所施加的力矩值的三分之二力矩来拧紧。

试验完成后,变压器应当承受 18.3 规定的介电强度试验,且经下列检查表明:

- 在防尘变压器的外壳内没有滑石粉的沉积,如果滑石粉是导电的,就可能会导致绝缘不能满足本部分的要求;
- 在尘密式变压器的外壳内没有滑石粉的沉积;
- 在除电压低于交流 15 V 或直流 25 V 的 SELV 零部件外的带电零部件上,或在可能会对使用人员或周围环境造成危险(例如在可能使爬电距离减小到小于第 26 章规定值)的绝缘上没有水迹;
- 在防滴水、防淋水、防溅水和防喷水变压器的外壳内不出现会导致损害安全的水的积聚;
- 在水密式变压器的外壳内没有水或水进入的痕迹;
- 对防固体异物进入的变压器,相关的试具不能进入变压器外壳内。

17.1.1 具有外壳的变压器的试验

A 防固体异物进入的变压器(IP 代码第一位特征数字为 2)应当用 GB 4208—2008 规定的标准试验指和图 3 规定的试验销,按第 9 章和第 26 章的要求来进行试验。

B 防固体异物进入的变压器(IP 代码第一位特征数字为 3 和 4)应当用符合 IEC 61032 试具 C 或试具 D,在每一个可能的部位(密封盖除外)施加下表规定的力来进行试验:

表 6 防固体异物进入的变压器的试验

	符合 IEC 61032 的试具	试具金属线直径/mm	施加的力
IP 代码第一位数字为 3	C	$2.5^{+0.05}_0$	$3\text{ N} \pm 10\%$
IP 代码第一位数字为 4	D	$1^{+0.05}_0$	$1\text{ N} \pm 10\%$

GB 19212.1—2008/IEC 61558-1:2005

试具的金属线末端的切割面应当与金属线长度方向成 90° 夹角且无毛刺。

C 防尘变压器(IP 代码第一位特征数字为 5)在类似于 GB 4208—2008 图 2 所示的防尘试验箱中进行试验,用气流使防尘试验箱内的滑石粉保持悬浮状态,试验期间,图中所示的真空泵不连接。试验箱内每立方米容积中的滑石粉含量应当为 2 kg。所用的滑石粉应当经过方孔筛过筛,方孔筛金属丝的标称直径为 $50\ \mu\text{m}$,方孔筛金属丝之间标称自由距离为 $75\ \mu\text{m}$,滑石粉颗粒的尺寸范围应当降至 $1\ \mu\text{m}$,同时质量分数至少为 50%的滑石粉颗粒小于 $5\ \mu\text{m}$ 。滑石粉的使用不得超过 20 次试验。

试验应当按下列规定进行:

- a) 将变压器悬吊在防尘试验箱外,并使变压器在额定输出条件下工作,直至达到工作温度;
- b) 将仍然在工作中的变压器放入防尘试验箱内,并使其受到的干扰最小;
- c) 将防尘试验箱的箱门关好;
- d) 将风扇/鼓风机通电,使滑石粉处于悬浮状态;
- e) 经过 1 min 后,在滑石粉仍保持悬浮状态时,将变压器断电并使其冷却 3 h。

注 1: 从风扇/鼓风机通电到变压器断电的间隔时间规定为 1 min,是为了确保变压器在开始冷却时,在其周围的滑石粉处于正常悬浮状态,这一点对较小的变压器最为重要。变压器一开始按 a) 项的规定工作是为了确保试验箱不致于过热。

注 2: 本试验条件的处理与 GB 4208—2008 的类别 1 相对应。

D 尘密式变压器(IP 代码第一位特征数字为 6)按 C 的规定进行试验。

E 防滴水变压器(IP 代码第二位特征数字为 1)承受滴水量为 $3\ \text{mm}/\text{min}$ 的人工降雨 10 min,进行人工降雨要使用 GB 4208—2008 图 3 所示的装置,雨水要从变压器顶部上方 200 mm 的高度垂直降落。

F 防滴水变压器(IP 代码第二位特征数字为 2)以倾角达 15° 的任何角度倾斜放置,承受滴水量为 $3\ \text{mm}/\text{min}$ 的人工降雨 10 min,进行人工降雨要使用 GB 4208—2008 图 3 所示的装置,水要从变压器顶部上方 200 mm 的高度垂直降落。

G 防淋水变压器(IP 代码第二位特征数字为 3)使用 GB 4208—2008 图 4 所示的淋水装置淋水 10 min。该装置中的半圆形摆管的半径应当尽可能小,并能与变压器的尺寸和位置相协调。摆管上打出的孔眼应当保证使淋出的水流指向圆心,淋水装置进水口的水压应当约为 80 kPa。摆管摆动角度应当为 120° ,即在其垂直面两侧各摆动 60° 角,一次完整的摆动($2 \times 120^\circ$)所需时间约为 4 s。

变压器应当安置在摆管转动轴中心线的上方,使变压器的各端面均受到水喷流的充分覆盖。应当使变压器按 GB 4208—2008 的规定,绕其自身的垂直轴线旋转。

在淋水 10 min 后,应当切断变压器的电源,以便其自行冷却,但淋水不中断,继续淋水 10 min。

H 防溅水变压器(IP 代码第二位特征数字为 4)使用 GB 4208—2008 图 4 所示的淋水装置并按 G 的规定,从每个方向溅水 10 min。变压器应当安置在摆管转动轴中心线的下方,使变压器的各端面受到水喷流的充分覆盖。

摆管摆动角度应当几乎达到 360° ,即在其垂直面两侧各摆动 180° 角,一次完整的摆动($2 \times 360^\circ$)所需时间约为 12 s。应当使变压器按 GB 4208—2008 的规定,围绕其自身的垂直轴线旋转。

被试设备的支承件应当做成网状体,以避免起挡水的作用。在溅水 10 min 后,应当切断变压器的电源,以便其自行冷却,但溅水不中断,继续溅水 10 min。

I 防喷水变压器在其断电后立即承受喷水 15 min,进行喷水要使用带喷嘴的软管从各个方向喷射,喷嘴的形状和尺寸如 GB 402—2008 图 6 所示,其中尺寸 D' 为 6.3 mm。喷嘴离样品距离应当为 3 m。

水流量率应当为 12.5 L/min。

J 防强喷水变压器在其断电后立即承受喷水 3 min,喷水要使用带喷嘴的软管从各个方向喷射,喷嘴的形状和尺寸如 GB 4028—2008 图 6 所示,其中尺寸 D' 为 12 mm。喷嘴离样品距离应当为 3 m。水流量率应当为 100 L/min。

K 水密式变压器(IP 代码第二位特征数字为 7)在其断电后立即浸入水中 30 min,使水高于变压器顶部至少 150 mm,且变压器的最低部分至少承受 1 m 水柱高的压力。应当采用变压器正常的固定方法将变压器固定到位。

注:对预定在水下工作的变压器,这种处置是不够严格的。

L 压力水密式变压器(IP 代码第二位特征数字为 8)通过其工作或通过其他适用的方法加热,使变压器外壳的温度超过试验箱内的水温 $5^{\circ}\text{C}\sim 10^{\circ}\text{C}$ 。

然后应当切断变压器电源,并承受与额定最大浸水深度相对应的压力 1.3 倍的水压,试验 30 min。

17.2 受潮处理

变压器应当能承受任其在正常使用时可能出现的潮湿条件。

先经过本条规定的受潮处理,然后立即进行第 18 章的试验来检验其是否合格。

对预定要与电源作固定连接的变压器,要在安装好电缆但电缆进线口敞开的情况下进行试验。如果提供有若干个敲落孔,且其位于外壳的不同部位,则将其产生最不利条件的敲落孔敲开。对预定要与外部软电缆或软线配套使用的变压器,在正确安装好该软线和软线进线口的情况下进行试验。

不用工具就能拆除的电气元器件、盖子和其他零部件要拆除,如有必要,要和主体部分一起进行受潮处理。

进行受潮处理要在潮湿箱内进行,箱内空气相对湿度保持在 $91\%\sim 95\%$ 。箱内凡能放置样品的所有位置处的空气温度保持在 $20^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ 之间任何一个方便的温度值 t ,其误差在 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 以内。

样品在放入潮湿箱之前,先使样品温度达到 t 与 $(t+4)^{\circ}\text{C}$ 之间的某一温度。

样品在箱内保持时间如下:

- 对防护等级为 IP20 或防护等级更低的变压器,2 d(48 h);
- 对其他防护等级的变压器,7 d(168 h)。

在大多数情况下,可以先将样品保持在规定的温度下至少 4 h,使样品达到该规定的温度,然后进行受潮处理。

注:在潮湿箱内放置硫酸钠(Na_2SO_4)或硝酸钾(KNO_3)饱和水溶液就能获得 $91\%\sim 95\%$ 的相对湿度,但要求该溶液与潮湿箱内的空气之间的接触表面足够大。为了使潮湿箱内部达到规定的条件,一般需要确保空气不断的循环和使用绝热的试验箱。

在进行受潮处理和第 18 章的试验后,变压器不得出现本部分意义范围内的损坏。

18 绝缘电阻、介电强度和漏电流

18.1 概述

变压器的绝缘电阻、介电强度和漏电流应当符合要求。

在进行 17.2 的试验后,在潮湿箱内或在使样品处在上述规定温度的户内,重新装好可能已被拆除的那些零部件后,立即进行 18.2~18.5 的试验来检验其是否合格。

18.2 绝缘电阻

绝缘电阻不得小于表 7 的规定值。

绝缘电阻的测量要在施加约 500 V 的直流电压下并在施加电压 1 min 后进行测量。

GB 19212.1—2008/IEC 61558-1:2005

表 7 绝缘电阻值

被试绝缘部位	绝缘电阻/MΩ
危险的带电零部件与壳体之间：	
——对基本绝缘	2
——对加强绝缘	7
输入电路与输出电路之间(基本绝缘)	2
输入电路与输出电路之间(双重绝缘或加强绝缘)	5
每一个输入电路与连接在一起的所有其他输入电路之间	2
每一个输出电路与连接在一起的所有其他输出电路之间	2
Ⅱ类变压器的危险的带电零部件与仅用基本绝缘与该危险的带电零部件隔离的导电零部件之间	2
Ⅱ类变压器仅用基本绝缘与危险的带电零部件隔离的导电零部件与壳体之间	5
分别与Ⅱ类变压器绝缘材料外壳的内表面和外表面接触的两个金属箔之间	7

18.3 介电强度试验

在进行 18.2 的试验后,立即使绝缘承受 50 Hz/60 Hz、基本上是正弦波形的介电强度试验电压 1 min。介电强度试验电压值及其施加电压的部位见表 8a。

在进行试验前,将电阻器、电容器和其他元器件断开。

表 8a 介电强度试验电压值表

介电强度试验电压的施加部位 ^a	工作电压/V ^b				
	<50	150	300	600	1 000
1) 输入电路的带电零部件和输出电路的带电零部件之间 (基本绝缘)	250	1 400	2 100	2 500	2 750
2) 输入电路的带电零部件和输出电路的带电零部件之间 (双重绝缘或加强绝缘)	500	2 800	4 200	5 000	5 500
3) 下列零部件之间的基本绝缘或附加绝缘： a) 不同极性的带电零部件： ——在同一个绕组内；无需试验(仅功能绝缘) ——除绕组外；试验适用 b) 带电零部件与壳体,如果壳体预定要与保护接地相连 c) 可触及的导电零部件与插入进线护套、软线护套、固定装置和类似装置内的,其直径和软电缆或软线的直径相同的金属棒(或缠绕在软线上的金属箔) d) 带电零部件与中间导电零部件 e) 中间导电零部件与壳体 f) 每一个输入电路与连接在一起的所有所有其他输入电路	250	1 400	2 100	2 500	2 750
4) 壳体与带电零部件之间的加强绝缘	500	2 800	4 200	5 000	5 500
^a 对符合 19.12.3b)和 26.2.4.1 试验 B)的结构,试验电压要乘以系数 1.25。对符合 26.2.4.2 的结构,试验电压要乘以系数 1.35。 ^b 当工作电压处于中间值时,要在两个相应表列值之间用内插法求出介电强度试验电压值。					

试验期间,绝缘材料和(或)系统不得出现闪络或击穿,电晕效应和类似现象不予考虑。试验电压施加部位的图例见附录 N。

所使用的试验方法的细节见 IEC 61180-1 和 IEC 61180-2。

试验所用的高压变压器在输出端子短路时,应当能提供至少 200 mA 的电流。

应当注意,施加在输入与输出电路之间的介电强度试验电压不要使其他绝缘承受到过高的电压。如果制造厂商说明了在输入与输出电路之间具有双重绝缘系统(例如从输入电路到铁心和从铁心到输出电路),则每一个绝缘要按表 8a 第 3 项规定的介电强度试验电压分别进行试验。该要求同样适用于输入与壳体之间的双重绝缘。

对同时包含有加强绝缘和双重绝缘的 II 类变压器的情况,应当注意施加在加强绝缘上的介电强度试验电压不要使基本绝缘或附加绝缘承受过高的电压。

18.4 绕组之间和绕组内部的绝缘

在进行 18.3 的试验后,将某一个输入电路接上电压为二倍额定电源电压值、频率为二倍额定电源频率的试验电压持续 5 min,变压器不接负载。在试验时,多线绕组(如果有)要将其串联连接。本试验仅适用于额定电源频率小于 500 Hz 的变压器。

可以使用比二倍额定电源频率更高的试验频率,此时施加试验电压的持续时间(以 min 为单位)等于 10 倍额定电源频率除以试验频率,但不少于 2 min。

在试验期间,绕组匝间、输入电路与输出电路之间、相邻的输入电路或输出电路之间或者绕组与任何导电铁心之间的绝缘均不得出现击穿。

18.5 接触电流和保护接地导体电流

接触电流和保护接地导体电流要按下列 18.5.1 和 18.5.2 的规定进行测量。

对调压器或具有分接头的变压器应当选择最不利的调节值。对具有多个输入或输出绕组的变压器,应当选择最不利的绕组组合。

本条所规定的测量方法是假定变压器用于 Y 接 TN 或 TT 系统,即变压器接在线(L)和中性线(N)之间。对其他系统,见 GB/T 12113 的有关部分。

对多相连接的情况,使用相同的程序,但此时要一相一相地进行测量。对每一相采用相同的限值。

接触电流和保护接地导体电流的测量要在变压器带有第 14 章规定的负载且在稳定状态下进行。

注:为了避免进行过多的试验,建议该测量与 14 章的发热试验合在一起进行。

18.5.1 接触电流

对用绝缘材料制成的外壳,将尺寸为 10 cm×20 cm 的金属箔贴在外壳的可触及表面上,并在该金属箔处进行测量。对 I 类变压器上的 II 类绝缘的零部件,应当同时在两个零部件上测量接触电流。

测量时,应当使用图 8 的试验电路。试验电路应当包括一个隔离变压器,而且出于安全上的原因,与测量网络连接的“中性”导线应当可靠地接地。对 II 类变压器,保护接地导线可以忽略。图 8 中所指的测量网络就是附录 J 的图 J.1 的测量网络。但是,如果所涉及的频率在 30 kHz 以上,则对接触电流的测量除了图 J.1 的测量外,还应当包括关于电灼伤效应的测量。对电灼伤效应,未加权的接触电流方均根值是恰当的。未加权的接触电流要由在附录 J 图 J.1 中的 500 Ω 电阻上测得的方均根值电压 U_i 来计算。

端子 A 应当依次接到每一个可触及的零部件。

在每次使用端子 A 时,端子 B 应当先接地,然后端子 A 再依次接到其他可触及的零部件。

测量:

接触电流的测量要将开关 p 处于两个位置下,且开关 e 和 n 要处于下列组合位置下进行:

- 开关 n 和 e 处于通位;
- 开关 n 处于断位而开关 e 处于通位;
- 开关 n 处于通位而开关 e 处于断位。

在每次使用端子 A 和 B 测量时且在开关 p、e 和 n 的位置的每一种组合下所测得的接触电流应当等于或小于表 8b 的规定值。

18.5.2 保护接地导体电流

测量保护接地导体电流时,变压器要按第 14 章的规定进行连接。此外,阻抗可以忽略(小于

GB 19212.1—2008/IEC 61558-1:2005

0.5 Ω)的电流表要接在变压器的接地端子与保护接地导体之间。

保护接地导体电流不得超过表 8b 的规定值:

表 8b 电流限值

漏电流类型	额定电流	最大值(方均根值)
接触电流: 装有符合 GB 1002 插头的所有 I 类和 II 类变压器	—	0.5 mA
保护导体电流: —— 装有额定电流小于或等于 32A 的单相或多相 插头的 I 类变压器	<4 A >4 A~≤10 A >10 A	2 mA 0.5 mA/A 5 mA
—— 预定要作固定连接的 I 类变压器	≤7 A >7 A~≤20 A >20 A	3.5 mA 0.5 mA/A 10 mA

测量时所要观察的是电流的峰值。用性能良好的示波器就能将峰值转换为真实的方均根值。

注:关于接触电流和保护导体电流测量的进一步说明可以查阅 GB/T 12113 和 GB/T 17045(7.5)。

19 结构

19.1 输入和输出电路应当按 GB 19212 其他相关部分的规定,在电气上彼此隔离。其结构应当使这些电路之间不可能存在任何直接的或间接通过其他导电零部件的连接,但有意采取时除外。

19.2 在变压器的结构中不得使用已知是高度可燃的材料,例如赛璐珞。

棉布、丝绸、纸和类似的纤维材料不得作为绝缘材料来使用,但经过浸渍处理的除外。

不得使用蜡和类似的材料作为浸渍剂,但其流动性受到适当限制时除外。

通过外观检查,当对是否是剧烈燃烧的材料有疑问时,还要通过 27.3 中的 550 °C 的灼热丝试验来检验其是否合格。

注:如果绝缘材料纤维之间的空隙充分地充满了合适的绝缘覆盖层(即环氧树脂、漆等),则认为该绝缘材料经过浸渍处理。

木材,即使经过浸渍处理,也不得作为附加绝缘或加强绝缘来使用。

19.3 移动式变压器应当是耐短路变压器或无危害式变压器。

通过外观检查来检验其是否合格。

19.4 对 II 类变压器,应当采取措施来防止可触及金属零部件与电源线的导管或金属护套相接触。

通过外观检查来检验其是否合格。

19.5 II 类变压器中作为附加绝缘或加强绝缘用的零部件,如果在变压器检修后重新装配时可能会被遗漏,则应当满足下列要求:

——其固定方式应当使得不将其严重破坏就不能取出,或者

——在设计上应当使它们不能被更换在不正确的位置上,而且如果它们被遗忘,则应当使变压器无法工作或能明显地看出变压器装配不完整。

通过外观检查以及通过手动试验来检验其是否合格。

注 1:但是,如果用可靠的方法将护套固定在位,则护套可以用来作为内部连线的附加绝缘。

注 2:如果只能用破坏或割开的方法才能将护套取出,或者在两端将护套夹紧,则认为护套是用可靠的方法进行固定的。

注 3:检修包括开关、保护装置和电源软线(当其连接类型允许更换电源软线时)的更换。

注 4:当用漆涂层或用不能承受 19.10 试验的涂层材料作金属外壳内衬时,则认为不满足这些要求。

19.6 I 类和 II 类变压器的结构应当做到,如果在正常使用中,任何导线、螺钉、垫圈、弹簧或类似零部

件出现松动或从其位置上脱落时,它们不会使附加绝缘或加强绝缘的爬电距离或电气间隙,或者输入与输出端子之间的距离减小到小于第 26 章规定值的 50%。

通过外观检查、测量以及手动试验来检验其是否合格。

注:就本要求而言:

- 预计两个独立的固定装置不会同时出现松动;
- 对使用配有锁紧垫圈的螺钉或螺母来紧固的零部件,如果在更换电源软电缆或软线时,或在进行其他检修时不用拆卸这些螺钉或螺母,则认为这类零部件是不易出现松动的;
- 对用锡焊连接的导线不认为是符合要求的固定,除非在靠近端接处采用不依靠焊锡的方法,例如,用钩住的方法将导线固定在位;
- 对符合 IEC 60998-2-2 的无螺纹端子被认为是对导线提供了符合要求的固定,而不需要再有任何附加措施;
- 与端子连接的导线不认为是符合要求的固定,除非在靠近端子处还采取了适当类型的附加固定;在绞合导线的情况下,这种附加固定要夹住绞合导线的绝缘,而不是仅夹住其导线;
- 如果在端子螺钉松动时,短硬导线仍能保持在位,则认为该短硬导线是不易从端子上脱开的。

19.7 用电阻器或电容器与可触及的导电零部件连接的导电零部件应当用双重绝缘或加强绝缘与危险的带电零部件隔离。

通过对双重绝缘或加强绝缘的所有相关要求和试验来检验其是否合格。

19.8 用双重绝缘或加强绝缘隔离的导电零部件,例如带电零部件与壳体,或初级与次级电路,可以桥接(导电桥接)有电阻器或 Y2 类电容器,只要它们至少由两个单独的元件组成,且其阻抗在变压器的寿命期内不可能发生明显地变化。

如果使用电阻器,则它们应当符合 IEC 60065:2001 的 14.1 的试验要求。如果使用电容器,则它们应当符合 IEC 60384-14 的相关要求。

如果将两个电容器串联使用,则应当以跨在这两个电容器上的总工作电压来规定每个电容器的工作电压,而且每个电容器的标称电容量值应当相同。如果其中的任何一个元件发生短路或开路,则第 9 章规定的限值不得超过。

另外,如果工作电压不大于 250 V,用双重绝缘或加强绝缘隔离的导电零部件(例如带电零部件与壳体,或初级与次级电路)可以桥接有符合 IEC 60384-14 相关要求的单个 Y1 类电容器。

注:Y1 类电容器被认为具有加强绝缘。

通过外观检查以及通过测量来检验其是否合格。

19.9 使输入与输出绕组隔离的绝缘材料,以及用来作为 II 类变压器附加绝缘的天然或合成橡胶零部件应当是能耐老化的,或者在结构上或尺寸上应当做成是,如果出现任何裂纹,均不会使爬电距离减小到小于第 26 章的规定值。

通过外观检查、测量,以及当对橡胶的老化性能有疑问时,要通过下列试验来检验其是否合格。

橡胶零部件要在加压的氧气环境中进行老化。样品要自由悬挂在氧气罐内,氧气罐的有效容积至少为样品体积的 10 倍,氧气罐充入纯度不低于 97% 的商用氧气,使压力达到 $2.1^{+0.07}$ MPa。

样品在 70^{+1} °C 温度的氧气罐内停留 4 d(96 h)。然后,立即从氧气罐中取出样品,并在环境温度下放置至少 16 h,避免直接光照。

试验后,对样品进行检查,用正常视力或无放大作用的矫正视力进行观察,应当无可见的裂纹。

注:如果对除橡胶以外的其他材料有疑问时,则要使用一种替换的方法(见 14.3 和 26.3)。

使用氧气罐时会存在某些危险,因此须小心对待。要采取各种措施,避免因突然氧化引起爆炸危险。

19.10 当采用绝缘涂层来确保防止意外接触危险的带电零部件时,该绝缘涂层应当能承受下列试验。

a) 老化试验

带涂层的零部件承受 GB/T 2423.2—2001 试验 Ba 规定的条件,在温度为 $70\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ 下停留 7 d(168 h)。

GB 19212.1—2008/IEC 61558-1:2005

在进行该处理后,使零部件冷却到环境温度,检查涂层未出现脱离基材的疏松或皱缩。

b) 冲击试验

然后将该零部件置于 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度下处理4 h。当样品仍处在该温度时,用符合GB/T 2423.55—2006规定的能量为 $0.5\text{ J}\pm 0.05\text{ J}$ 的弹簧冲击锤,对涂层可能是薄弱处施加一次冲击。

在进行该试验后,涂层不得出现损坏。特别是用正常视力或无放大作用的矫正视力进行观察,无可见的裂纹。

c) 划痕试验

最后,对在正常工作条件下达到最高温度的部位处进行划痕试验。划痕要用淬硬的钢针来进行,钢针的端部呈锥形,顶角为 40° ,其尖端倒圆,倒圆半径为 $0.25\text{ mm}\pm 0.02\text{ mm}$ 。

进行划痕时要如图4所示,沿样品表面以约 20 mm/s 的速度驱动钢针。对钢针的荷重要使沿钢针轴向施加的作用力为 $10\text{ N}\pm 0.5\text{ N}$ 。各条划痕之间至少相隔 5 mm ,而且划痕离样品的边缘至少有 5 mm 的距离。

在进行该试验后,涂层不得出现松脱或被刺穿,然后,应当承受第18章规定的介电强度试验,试验电压要加在基材与贴在涂层上的金属箔之间。

注:本试验可以在独立的带涂层零部件的样品上进行。

19.11 如果手柄、操作杆、旋钮和类似零部件的轴或紧固件,在绝缘一旦发生击穿时可能会变成带电体,则这些零部件应当用绝缘材料制成,或用附加绝缘将这些零部件充分覆盖,或者用附加绝缘将这些零部件与其轴和紧固件隔离。

通过外观检查,以及如有必要,用对附加绝缘所规定的要求来检验其是否合格。

19.12 绕组结构

19.12.1 在所有类型的变压器中应当采取措施,以防止:

- 输入或输出绕组或它们的线匝发生过分的位移;
- 内部连线或外部连接导线发生过分的位移;
- 万一导线断裂或连接点松动,以致绕组的一部分或内部连线发生过分的位移。

通过外观检查以及通过第16章的试验来检验其是否合格。

对每个绕组的最后一匝,应当防止其发生位移。

注1:防止位移的措施可以是:

- 采用强制性方法,例如,采用带子、合适的胶粘剂或机械固定方法将导线固紧;
- 或者采用工艺处理技术。

注2:对于保护屏蔽层,为了防止其因出现短路匝而引起的涡流损耗,如有必要,在结构布置上要使其两个端边不能彼此接触,也不能同时都接触到铁心。

19.12.2 如果使用有齿边的绝缘带作绝缘,则认为各层绝缘带的齿边是重合的。对贯通绝缘距离,如果采用外加一层有齿边的绝缘带和外加一层放置在齿边部位的无齿边绝缘带,则可以使用表13、表C.1和表D.1中的减小值。

注1:示例见M.2.1b)。

如果使用无端板的骨架(无挡板骨架),则应当防止每层端匝发生位移。

注2:例如每一层可衬垫充分伸出每层端匝的绝缘材料,此外:

- 绕组可以浸渍热固性或冷固性的浸渍材料,以便充分填充其中的空隙并有效的封固端匝;
- 或者可以采用绝缘材料或工艺技术将绕组固定在一起。

通过外观检查以及通过第16章、第17章和第18章的试验来检验其是否合格。

19.12.3 在绝缘系统中提供基本绝缘、附加绝缘或加强绝缘的绝缘绕组线应当满足下列要求。

- a) 如果绕组线上的绝缘在绕制部件中用来提供基本绝缘,而不再另外衬垫绝缘,则:

- 绝缘线(例如聚酰亚胺绝缘线或与之相当的绝缘线)应当符合附录 K;
 - 一根绝缘绕组线的绝缘应当至少由两层绝缘组成;
 - b) 如果绕组线上的绝缘在绕制部件中用来提供加强绝缘,则:
 - 绝缘线(例如聚酰亚胺绝缘线或与之相当的绝缘线)应当符合附录 K;
 - 一根绝缘绕组线的绝缘应当至少由三层绝缘组成;
 - 绝缘承受 18.3 的相关的介电强度试验,该试验要在乘以 1.25 倍的规定电压下进行。
- 如果绝缘绕组线是绕在:
- 金属铁心或铁氧体磁心上,或
 - 漆包线的上面,或
 - 漆包线的下面,

则在绝缘线与铁心之间,或在绝缘线与漆包线之间,应当提供附加的绝缘,其贯通绝缘距离要符合表 13 中对附加绝缘规定的贯通绝缘距离。

注:本要求是考虑到施加在绝缘绕组线上的机械应力。

变压器制造厂商应当提供证明,绕组线已承受第 K.3 章所规定的 100% 的例行介电强度试验。

爬电距离和电气间隙的要求不适用于绝缘绕组线。

对提供加强绝缘的绕组,不需要表 13、表 C.1 和表 D.1 的 2)c) 中的数值。

通过检查零部件以及绝缘线制造厂商的声明来检验其是否合格。

19.13 手柄、操作杆和类似零部件应当用可靠的方法固定,使它们不会由于在正常使用时可能出现的发热、振动等而出现松动。

通过外观检查以及通过第 14 章和第 16 章的试验来检验其是否合格。

19.14 提供电击防护的盖板应当固紧。其固定至少应当用两种独立的方法来实现,其中之一至少是需要使用工具的方法。

通过外观检查以及通过手动试验来检验其是否合格。

注 1:盖板可以伴有诸如凹槽或凸缘的固定方法,成为所要求的固定方法之一。

注 2:可以使用螺钉作为需要使用工具的方法,但是对滚花螺母或螺钉,即使它们有封固措施也不宜使用。

19.15 对装有插销以插入固定式插座内的变压器,不得使这些固定式插座承受过大的应力。

通过将变压器按正常使用的情况插入符合 GB 1002 的固定式插座来检验其是否合格,插座要能围绕穿过插套中心线、位于插座插合面后 8 mm 的水平轴线旋转。

为使插合面保持在垂直面内而必须加到插座上的附加力矩不得超过 $0.25\text{N}\cdot\text{m}$ 。

19.16 额定输出不超过 200 VA 的移动式变压器应当具有 IP20 或更高的防护等级。对具有 IPX0 防护等级的变压器,应当在使用说明书中说明,这种变压器仅供户内使用。

额定输出超过 200 VA,但对单相变压器不超过 2.5 kVA,或对多相变压器不超过 6.3 kVA 的移动式变压器,应当具有 IPX4 或更高的防护等级。

对单相变压器,额定输出超过 2.5 kVA,或对多相变压器,额定输出超过 6.3 kVA 的移动式变压器,应当具有 IP21 或更高的防护等级。

19.17 防护等级从 IPX1 到 IPX6 的变压器应当具有有效的排水孔,排水孔直径至少为 5 mm,或面积为 20mm^2 而其宽度至少为 3 mm。

如果变压器,包括其绕组、铁心和所有无绝缘的带电零部件全部被合适的密封材料所包住,则不需要排水孔。

防护等级为 IPX7 或更高的变压器,在用正确的方法安装好时应当是全封闭的。

19.18 对防护等级高于 IPX1 的变压器,如有插头,应当装有模压式插头。

19.19 对设计成用软电缆或软线连接的 I 类移动式变压器,应当装有不可拆卸的带保护接地导线的软电缆或软线,以及带保护接地插销的插头。

GB 19212.1—2008/IEC 61558-1:2005

如果 I 类驻立式变压器装有不可拆卸的软电缆或软线,则该软电缆或软线应当具有保护接地导线,而插头应当具有保护接地插销。

通过外观检查、测量以及 17.1 的试验来检验是否符合 19.16~19.19 的要求。

19.20 SELV 和 PELV 电路的带电零部件彼此之间以及与其他电路之间应当在电气上隔离。在考虑相关工作电压后,应当满足下列要求:

- SELV 输出电路与所有非 SELV 和 PELV 电路在电气上应当用双重或加强绝缘隔离;
- SELV 输出电路与其他 SELV 和 PELV 电路在电气上应当用基本绝缘隔离。

注 1: 该要求不排除 PELV 电路与保护接地相连。

对 SELV 电路要通过 19.20.1 的检查,以及对 PELV 电路要通过 19.20.2 的检查来检验其是否合格。

19.20.1 SELV 电路的带电零部件不得与保护接地、带电零部件或构成其他电路部分的保护接地导线相连。

SELV 电路的外露导电零部件不得与下列零部件相连:

- 保护接地;或
- 保护接地导线或另一个电路的外露导电零部件。

如果标称电压超过交流 25 V 或无纹波直流 60 V,则其绝缘应当能承受表 8a 规定的双重绝缘或加强绝缘的试验电压,以提供防止直接接触的保护。

如果标称电压不超过交流 25 V 或无纹波直流 60 V,则防止直接接触的保护一般不需要。但是,在某些外部影响(见 GB 19212 其他部分)情况下,这种保护可能还是需要的。

19.20.2 对 PELV 电路,应当满足下列要求。

为确保防止直接接触的保护,其绝缘应当能承受表 8a 规定的双重绝缘或加强绝缘的试验电压。

注:本要求意味着,即使电压低于交流 25 V 或无纹波直流 60 V,PELV 电路仍必须进行绝缘。但直接与保护接地相连的带电零部件除外。

19.21 对 FELV 电路,应当满足下列要求,以确保对防止直接接触和间接接触的保护。

注:例如,当电路中的设备(例如变压器、继电器、遥控开关、接触器)相对于较高电压电路来说,其绝缘不够充分时,可能就要确保这种保护条件。

为提供防止间接接触的保护,应当使其绝缘能承受初级电路所要求的最小试验电压。

19.22 II 类变压器不得装有保护接地装置。

但是,预定构成环形回路用的 II 类变压器,可以装有使不在变压器内部端接的保护接地导线保持电气连续性的内部端子,只要该端子采用 II 类绝缘与可触及的导电零部件进行绝缘即可。

通过外观检查来检验其是否合格。

19.23 III 类变压器不得装有保护接地装置。

通过外观检查来检验其是否合格。

20 元器件

元器件,例如开关、插头、熔断器、灯座、电容器以及软电缆和软线,在尽可能合理使用的情况下,应当符合相关国家标准或 IEC 标准。

装在变压器内的或随同变压器一起提供的元器件,应当作为变压器的一个组成部分承受本部分的所有试验。

符合相关元器件的国家标准或 IEC 标准不一定能确保符合本部分的要求。

这些元器件一般按相关的标准,按下列规定单独进行试验:

- 对标有具体额定值的元器件,要检查确定这些元器件是否能适用于变压器内可能出现的,包括

浪涌电流在内的条件。然后再对该元器件按其标志的额定值来进行试验,样品数按相关标准的要求来确定。

——对未标有具体额定值的元器件,要在变压器内可能出现的,包括浪涌电流在内的条件下进行试验,样品数通常按相关标准的要求来确定。

——如果没有相关元器件的国家标准或 IEC 标准,或者如果该元器件未标有额定值,或者如果该元器件未按其标出的额定值来使用,则该元器件要在变压器内出现的条件下进行试验,样品数通常按类似规范的要求来确定。

20.1 对 IPX0 变压器,其电网电源器具耦合器应当符合 IEC 60320,而对其他变压器,应当符合 IEC 60320-2-3和 IEC 60309。

20.2 自动控制器应当符合 IEC 60730 系列标准和 GB 19212 其他部分的要求,除非自动控制器是与变压器一起进行试验。

20.3 热熔断体应当尽可能在合理使用的情况下符合 IEC 60691。

20.4 作为变压器组成部分的开关应当符合附录 F 的要求。

此外,预定要断开变压器电源的开关,应当能全极断开电源,而且在相关各类过电压条件下能提供完全断开。有关全极断开和完全断开的要求不适用于预定要用软电缆或软线和插头与电源连接的变压器,也不适用于所提供的说明书中所说明的应当在其固定布线中安装这种断开装置的变压器。

通过外观检查来检验其是否合格。

20.5 输出电路的插座与预定要直接插入就安装规程、电压和频率而言可以用于输入电路的插座的插头之间应当无不安全的兼容性。

对 SELV 系统用的插头和插座应当符合 IEC 60906-3 和 IEC 60884-2-4 的要求。但是,对额定电流不大于 3 A 和最高电压为交流 24 V 或直流 60 V,以及功率不超过 72 W 的 SELV 系统用的插头和插座允许仅符合下列要求:

- 插头应当不可能插入其他标准电压系统的插座;
- 插座应当不可能使其他标准电压系统的插头插入;
- 插座不得装有保护接地触头。

注:由于 IEC 60906-3 仅包括 6 V、12 V、24 V 和 48 V 电源电压,因此对中间电源电压的变压器,要能承受最接近的较高的电压。仅对配套用变压器,使用其他插头和插座系统是允许的。

对 PELV 系统用的插头和插座应当符合下列要求:

- 插头应当不可能插入其他标准电压系统的插座;
- 插座应当不可能使其他标准电压系统的插头插入;
- 插座不得装有保护接地触头。

本要求不排除使用装有功能接地触头的插座。

对 FELV 系统用的插头和插座应当符合下列要求:

- 插头应当不可能插入其他标准电压系统的插座;以及
- 插座应当不可能使其他标准电压系统的插头插入。

通过外观检查以及手动试验来检验其是否合格。

20.6 热切断器、热熔断体、过载继电器、熔断器和其他过载保护装置应当具有足够的分断能力。

通过 20.7 和 20.8 的相关试验来检验热切断器的分断能力是否合格。

通过 20.8 的相关试验来检验热熔断体的分断能力是否合格。

熔断器的分断能力应当符合相关的熔断器标准。

20.6.1 符合 IEC 60127 和 IEC 60269 的熔断器要能允许连续承受不超过 1.1 倍额定值的负载电流。

20.7 热切断器应当符合 20.7.1.1 和 20.7.2、或 20.7.1.2 和 20.7.2 的要求。

20.7.1 IEC 60730-1 的要求

GB 19212.1—2008/IEC 61558-1:2005

20.7.1.1 当作为独立的元器件进行试验时,热断路器应当符合 IEC 60730-1 相应的要求和试验。

就本部分而言,下列要求和试验适用:

- a) 热断路器应当属于 1 型或 2 型(见 IEC 60730-1:1999 的 6.4);
- b) 热断路器至少应当具有微切断(1C 或 2C 型)(见 IEC 60730-1:1999 的 6.4.3.3 和 6.9.3)或微断开(1B 或 2B 型)(见 IEC 60730-1:1999 的 6.4.3.2 和 6.9.2)
- c) 带手动复位的热断路器应当具有不会阻碍触头打开,以防止故障持续的自动脱扣机构(1E 或 2E 型)(见 IEC 60730-1:1999 的 6.4.3.5)。
- d) 自动动作循环次数应当为:
 - 对自复位热断路器,3 000 次循环;
 - 对不用工具就能手动复位的非自复位热断路器,300 次循环(见 IEC 60730-1:1999 的 6.11.10);
 - 当变压器断开时能复位的非自复位热断路器,300 次循环(见 IEC 60730-1:1999 的 6.11.10);
 - 对只能用工具复位的非自复位热断路器,30 次循环(见 IEC 60730-1:1999 的 6.11.11)。
- e) 热断路器应当设计成能承受长期施加在其绝缘零部件上的电气应力,并应当按此进行相应的试验(见 IEC 60730-1:1999 的 6.14.2);
- f) 热断路器的下列特性应当与其在正常工作条件和故障条件(例如输出端子短路)下变压器中的使用情况相适应:
 - 热断路器的额定值(见 IEC 60730-1:1999 的第 5 章);
 - 按下列特点对热断路器进行的分类:
 - 1) 电源性质(见 IEC 60730-1:1999 的 6.1);
 - 2) 所控制的负载类型(见 IEC 60730-1:1999 的 6.2);
 - 3) 防止固体异物和灰尘进入的外壳防护等级(见 IEC 60730-1:1999 的 6.5.1);
 - 4) 防止水有害进入的外壳防护等级(见 IEC 60730-1:1999 的 6.5.2);
 - 5) 污染等级(见 IEC 60730-1:1999 的 6.5.3);
 - 6) 热断路器的相比电痕化指数(见 IEC 60730-1:1999 的 6.13);以及
 - 7) 热断路器的最高环境温度限值(见 IEC 60730-1:1999 的 6.7)。

20.7.1.2 当作为变压器的一个组成部分进行试验时,热断路器应当:

- 至少具有 IEC 60730-1 规定的微切断(1C 或 2C 型)或微断开(1B 或 2B 型);
- 在其老化温度与变压器在环境温度为 35 °C 或 $t_a + 10$ °C(如果适用)下正常工作时热断路器周围温度相对应的条件下老化 300 h;
- 通过建立相关的故障条件,承受 20.7.1.1 对作为独立的元器件进行试验的热断路器所规定的自动动作循环次数。

试验要在 3 个样品上进行;

注:样品为装好热断路器的变压器。

通过外观检查以及规定的试验来检验其是否合格;

试验中,不得出现持续的飞弧,而且不得出现由于其他原因引起的损坏。

试验后,热断路器和变压器不得出现本部分意义上的损坏,特别是,其外壳不得劣变,电气间隙和爬电距离不得减小,以及电气连接和机械固定装置不得松动。

20.7.2 热断路器应当具有足够的分断能力

20.7.2.1 将装有非自复位热断路器的变压器接上 1.1 倍额定输入电压,且使输出端子短路,直到热断路器动作。然后断开电源电压,直到变压器冷却到接近室温。然后再次接上电源电压(输出端子一直是短路)。

该动作循环要按下列规定进行:

- 对无 $t_{a, \min}$ 标志的变压器,在室温 $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下,三次;
- 对有 $t_{a, \min}$ 标志的变压器,在最低环境温度 $t_{a, \min}$ 下,三次。

在循环试验后,变压器接上 1.1 倍额定电源电压,且在输出端子短路下持续 48 h。

20.7.2.2 将装有自复位热切断器的变压器接上 1.1 倍额定输入电压,且使输出端子短路。

该动作循环要按下列规定进行:

- 对无 $t_{a, \min}$ 标志的变压器,在环境温度 $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下,48 h;
- 对有 $t_{a, \min}$ 标志的变压器,在环境温度 $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下,24 h,以及在最低环境温度 $t_{a, \min}$ 下,24 h。

通过外观检查以及按给定的顺序进行规定的试验来检验其是否合格。

在这些试验期间,不得出现持续飞弧。

试验后,变压器应当满足下列要求:

- 能承受第 18 章的试验;
- 没有出现本部分意义上的损坏,以及
- 仍能使用。

20.7.3 对间接加热型 PTC 电阻器,在本部分中被认为是非自复位热切断器。

通过下列试验来检验其是否合格:

将变压器接上 1.1 倍额定输入电压 48 h(2 d),且使输出端子短路。

- 48 h 后,应当使变压器冷却到接近环境温度;本试验应当在变压器制造厂商规定的最高环境温度下重复进行 5 次;
- 应当重复进行同样的试验循环,但是在 0.9 倍额定输入电压以及在变压器制造厂商规定的最低环境温度下进行。

在变压器承受负载时的循环部分期间,PTC 电阻器应当动作并停留在高阻抗状态,直到将电源切断为止。试验结束时,变压器应当承受第 18 章的试验,不得出现损坏,且仍能使用。

20.8 对热熔断体应当采用下列两种方法之一来进行试验。

20.8.1 当作为独立的元器件进行试验时,热熔断体应当符合 IEC 60691 的要求和试验。

当热熔断体按 IEC 60691 进行试验时,下列要求和试验适用:

- 电气条件(见 IEC 60691:2002 的 6.1);
- 热条件(见 IEC 60691:2002 的 6.2);
- 热熔断体的额定值(见 IEC 60691:2002 的 8b);
- 密封化合物和浸渍液或清洗剂中的适应性(见 IEC 60691:2002 的 8c);

热熔断体应当适合在正常工作条件、短路以及过载条件下的应用。

按 IEC 60691 的试验规范,通过外观检查和测量来检验其是否合格。

20.8.2 当作为变压器的一个组成部分进行试验时:

- 应当在其老化温度与变压器在环境温度为 $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 或 $t_a + 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ (如果适用)下正常工作时热熔断体周围温度相对应的条件下,老化 300 h;
- 应当承受引起热熔断体动作的变压器的故障条件。试验中,不得出现持续飞弧和本部分意义上的损坏;以及
- 断开点两端应当能承受二倍额定电压值,且在等于二倍断开点两端的额定电压值的直流电压下,测得的绝缘电阻至少应当为 $0.2\text{ M}\Omega$ 。

试验进行三次,不允许出现不合格。本试验不适用于无危害式变压器。

每次试验后,热熔断体要局部或整体进行更换。

如果热熔断体是不能进行更换的,则试验要在三个新的样品上进行。

通过外观检查以及通过顺序规定的试验来检验其是否合格。

GB 19212.1—2008/IEC 61558-1:2005

20.9 自复位热保护装置,除非在本部分规定的试验中和试验后动作不会出现机械、电气或其他危险,否则,不得使用。

通过外观检查来检验其是否合格。

20.10 预定要通过焊接操作来复位的热切断器,不得作为过载保护装置用。

通过外观检查来检验其是否合格。

20.11 当接通电源电压时,过载保护装置不得动作。

通过下列试验来检验其是否合格。

变压器在空载的情况下,接上等于 1.1 倍额定电源电压的电源。然后接通和切断电压 20 次,大约每隔 10 s 一次,或在能使浪涌电流达到最大的该电源电压波形的某一点下接通和切断该电源电压。

注:如果使用一种能在电源电压最不利的电角度下接通该电源电压的装置,则接通和切断该电源电压可以只进行两次。

电源应当确保因浪涌电流引起的电压降低不超过 2%。

21 内部布线

21.1 内部布线和变压器的不同零部件之间的电气接线应当进行充分地保护或封闭。

布线通道应当平滑,且应当无尖角、毛刺、焊渣等,以免导线的绝缘受损。

21.2 对于金属板上穿过绝缘导线的开孔,其孔缘应当倒圆,倒圆半径不小于 1.5 mm,或者应当在开孔上装上绝缘材料护套。

21.3 无绝缘导线的固定应当使其彼此之间以及与外壳之间保持足够的距离。

通过外观检查来检验是否符合 21.1~21.3 的要求。

21.4 当外部导线与输入或输出端子连接时,不得使内部布线松动。

通过外观检查以及 23.3 的试验来检验其是否合格。

21.5 对在正常使用时承受的温度超过 14.1 给出的限值的绝缘导体,应当采用耐热的和非吸湿性的绝缘材料。

通过外观检查,且如有必要,通过附加的试验,即在进行 14.1 的试验中测定其温度来检验其是否合格。

22 电源连接和其他外部软电缆或软线

22.1 本章所涉及的所有电缆、软线和连接装置,其电流和电压额定值应当与其所连接的变压器的额定值相适应。

通过外观检查来检验其是否合格。

22.2 对输入和输出导线的布线,应当为其提供各自分开的进、出线孔。

供外部布线用的进、出线孔,在设计中应当确保软线穿过时,其护层无损伤的危险。

软电缆或软线的进、出线孔应当是由绝缘材料制成的或装有用绝缘材料制成的护套,它们在预期的工作条件下,应当是实际上不受老化的影响。护套进线孔的形状应当能防止软线受到损伤。

供外部导线布线用的护套应当可靠地固定,而且应当确保护套不可能受到安装护套处的材料引起的损伤。

护套不得用天然橡胶制成,除非它们构成软线保护装置的一部分(见 22.9)。

注:这些要求不排除使用可拆装的护套。

通过外观检查来检验其是否合格。

22.3 固定式变压器的设计应当确保变压器按正常方法固定在其支承物上后,能连接外部布线中的硬导线或软导线。

对不与固定布线作固定连接的变压器,可以在其输入侧装有器具输入插座。

变压器内部应当有足够的布线空间,使导线能易于进入和接线,如果有盖子,在装上盖子时不会使导线或其绝缘受到损伤的危险。

当外部电源导线接到端子上时,该外部电源导线的绝缘应当是不可能与不同极的危险的带电零部件,其中包括输出电路的带电零部件相接触。

通过外观检查以及用与端子额定连接容量相对应的最大截面积的导线,通过安装试验来检验其是否合格。

22.4 对装有电源软线的移动式变压器,其软线的长度应当符合下列要求:

- 对截面积为 0.5 mm^2 时,不超过 2 m;
- 对截面积大于 0.5 mm^2 时,超过 2 m。

通过外观检查来检验其是否合格。

22.5 对防护等级为 IPX0 的变压器和“仅供户内使用”的、防护等级高于 IPX0 的变压器,其电源软线应当符合下列要求:

- 对质量不超过 3 kg 的变压器,不轻于轻型聚氯乙烯护套软电缆或软线(60227 IEC 52)或普通强度橡胶套软电缆或软线(60245 IEC 53)
- 对质量超过 3 kg 的变压器,不轻于普通聚氯乙烯护套软电缆或软线(60227 IEC 53)或普通强度橡胶套软电缆或软线(60245 IEC 53)

除“仅供户内使用”的变压器外,对防护等级高于 IPX0 的变压器,其电源软线应当为氯丁橡胶套软线,而且不得轻于普通氯丁橡胶套软线(60245 IEC 57)。

22.6 如果变压器是单相移动式变压器,在额定输出时其输入电流不超过 16 A,则其电源软线可以是装有符合 IEC 60320 的器具耦合器的电线组件。

22.7 外部软电缆或软线的标称截面积不得小于表 9 的规定值。

表 9 外接软电缆或软线的标称截面积

额定输出时的输入或输出电流/A	标称截面积/ mm^2
$\leq 3^a$	0.5
$> 3 \sim \leq 6$	0.75
$> 6 \sim \leq 10$	1
$> 10 \sim \leq 16$	1.5
$> 16 \sim \leq 25$	2.5
$> 25 \sim \leq 32$	4
$> 32 \sim \leq 40$	6
$> 40 \sim \leq 63$	10

注:在日本,不允许标称截面积为 0.5 mm^2 的软线作为外部电源软线用。

^a 如果在软线或软线保护装置进入变压器的点与到插头进线口之间的软线长度不超过 2 m,则这些软线可作为电源软线用。

通过外观检查以及通过测量来检验其是否合格。

22.8 I 类变压器的每种电源软线中应当有一根带绿/黄色的软导线与变压器的保护接地端子相连,如果有插头,还要与插头的保护接地插销相连。

对在额定输出时输入电流不超过 16A 的单相移动式变压器,其电源软线应当装有符合 GB 1002 或 IEC 60906-1 的插头。其他移动式变压器可以装有符合 IEC 60309 的插头。

通过外观检查来检验其是否合格。

22.9 除 GB 19212 其他部分另有规定外,外部软电缆或软线应当采用 X、Y 或 Z 型连接接到变压器上。

通过外观检查,如有必要,还要通过手动试验来检验其是否合格。

GB 19212.1—2008/IEC 61558-1:2005

22.9.1 对 Z 型连接,当将变压器外壳与外部软电缆或软线模压在一起时不得影响软线的绝缘。

通过外观检查来检验其是否合格。

22.9.2 进线孔的外形应当在结构及形状上采取措施,或者在进线孔装有进线护套,以确保穿入的外部软电缆或软线的护层不会受到损伤的危险。

导线与外壳之间的绝缘应当由导线的绝缘再加上下列的绝缘构成:

- 对 I 类变压器,至少为基本绝缘;
- 对 II 类变压器,至少为双重绝缘或加强绝缘。

注 1:外部软电缆或软线的护套,如果至少是与符合 IEC 60227 或 IEC 60245 的护套相当,则该护套被认为是基本绝缘。

注 2:如果金属外壳的绝缘材料内衬和套管符合相关的要求,则只被认为是附加绝缘。

注 3:用绝缘材料制成的外壳被认为是加强绝缘,在这种情况下,不需要两个单独的绝缘。

通过外观检查和手动试验来检验其是否合格。

22.9.3 进线护套应当满足下列要求:

- 其形状能避免外部软电缆或软线受损伤;
- 被可靠地固定;
- 不借助工具就不能拆卸;以及
- 不用天然橡胶制成,但如果进线护套是 I 类变压器带特殊软线的 X 型连接、Y 型和 Z 型连接的外部软电缆或软线橡皮护套的一个整体组成部分时除外。

通过外观检查以及通过手动试验来检验其是否合格。

22.9.4 工作时要移动的带软线的变压器,其结构应当能防止软线在进入变压器内的入口处产生过份的弯曲。软线保护装置(如果有)应当由绝缘材料制成,且应当用可靠的方法将其固定。

在具有如图 7 所示的摆动机构的试验装置上,通过下列试验来检验其是否合格。

将包括软线进线口、软线保护装置(如果有)和外部软电缆或软线在内的变压器部分固定在摆动机构上,使得当摆动机构处于摆动行程的中间位置时,进入软线保护装置或进线口处的软线的轴是垂直的且穿过摆轴。对扁形软线,其截面的主轴应当与摆轴平行。

对软线的荷重要使所施加的力为:

- 对截面积超过 0.75 mm^2 的软线,10 N;以及
- 对其他软线,5 N。

调整摆轴与软线保护装置进入变压器内的入口处之间的距离(即图 7 所示的距离 A),以使摆动机构在作满行程摆动时,软线与荷重物的横向运动最小。

摆动机构要作 90° 角(垂直轴两侧各 45°)的摆动,对 Z 型连接,弯曲次数应当为 20 000 次,对其他连接为 10 000 次。弯曲速率应当为 60 次/分。

注 1:一次弯曲是指一次作 90° 的摆动。

在经过一半次数的弯曲后,软线及其配套零部件要转 90° ,但所安装的软线是扁形软线时除外。

试验中,导线要承受该被试电路在额定电压下的最大额定电流的负载。

注 2:电流不流经保护接地导线。

试验不得出现下列结果:

- 导线之间出现短路;
- 任何导线中的绞合线的断线率大于 10%;
- 导线脱离端子;
- 软线保护装置出现松脱;
- 软线或软线保护装置出现本部分意义上的损伤;

——断裂的绞合线刺穿绝缘从而变成可触及。

注3：导线包括保护接地导线。

注4：如果电流超过所涉及电路的最大额定电流的二倍，则认为软线中的各导线之间发生短路。

22.9.5 对预定要与外部软电缆或软线一起使用的驻立式变压器以及移动式变压器，应当装有软线固定装置，避免外部软电缆或软线在变压器内的接线处承受包括扭力在内的拉力，并防止导线绝缘受到磨损。

对 X 型连接，在移动式变压器中不得使用密封盖作为软线固定装置，除非密封盖具有夹紧装置，能夹紧可能会被用来作为外部软电缆或软线用的所有类型 and 尺寸规格的电 缆或软线。不允许采用例如模压设计、将软线打成一个结或用绳子捆扎软线端部的方法来固定软线。如果能明显看出外部软电缆或软线是如何安装的，则允许采用迷宫或类似的固定方法。

对 X 型连接，软线固定装置的设计或配置应当确保：

- 能易于更换软线；
- 能明显的看出消除应力和防止扭转所采用的方法；
- 能适用于不同类型软线的连接，但将变压器设计成只能安装一种特定类型的软线时除外；
- 整个软电缆或软线及其外套(如果有)能被装入软线固定装置内；
- 软线固定装置不会损伤软线，且在正常使用中，在压紧或松开软线固定装置时，软线固定装置也不可能受到损伤；以及
- 如果软线固定装置的夹紧螺钉是可触及的或者是与可触及的导电零部件接触的，则软线不能接触到该夹紧螺钉。

对带特殊软线的 X 型连接、以及 Y 型和 Z 型连接，其外部软电缆或软线的芯线与可触及的导电零部件之间的绝缘，对 I 类变压器应当符合基本绝缘的要求，对 II 类变压器应当符合附加绝缘的要求。

该绝缘可由下列材料组成：

- 固定在软线固定装置上的单独的绝缘隔板；
- 固定在软线上的特殊绝缘衬垫；
- 对 I 类变压器，护套软线上的护套。

对带特殊软线的 X 型连接以及 Y 型连接，软线固定装置的设计应当确保：

- 更换软电缆或软线不会影响满足本部分的要求；
- 整个软电缆或软线及其外套(如果有)能被安装在软线固定装置内；
- 软线固定装置不会损伤软线，且在正常使用中，在压紧或松开软线固定装置时，软线固定装置不可能受到损伤；以及
- 如果软线固定装置的夹紧螺钉是可触及的或者是与可触及的导电零部件接触的，则软线不能接触到该夹紧螺钉。

通过外观检查以及下列试验来检验其是否合格。

对 X 型连接(带特殊软线的 X 型连接除外)，变压器应当装有一根合适的外部软电缆或软线。其导线应当接入端子内，且端子螺钉(如果有)应当拧紧到足以防止导线偏离其原来的位置。软线固定装置应当按正常使用，其夹紧螺钉用等于表 11 规定力矩的三分之二的力矩拧紧。

首先用能允许的最轻型的、表 9 规定的最小截面积的软线进行试验，然后再用下一根次重型的、最大规定截面积的软线进行试验，除非变压器被设计成只能安装一种特定类型的软线。

对带特殊软线的 X 型连接以及 Y 型和 Z 型连接，变压器要与安装就位的软线一起进行试验。

当将软线推入变压器内时，软线或变压器内部零部件应当不可能受到损伤。

然后软线应当承受 25 次表 10 规定的拉力。拉力应当沿最不利的方向施加，但不得猛拉，每次持续 1 s。

在拉力试验后，软线要立即承受表 10 规定的力矩持续 1 min。

表 10 施加到电源线上的拉力和力矩

变压器的质量/kg	拉力/N	力矩/N·m
≤1	30	0.10
>1~≤4	60	0.25
>4	100	0.35

试验中,软线不得受到损伤。

试验后,软线的纵向位移不得大于 2 mm,而且导线在接线端子内的移动距离不得大于 1 mm,在连接处不得出现明显的变形。

爬电距离和电气间隙不得减小到小于第 26 章的规定值。

为了测量纵向位移量,试验开始前,在软线上离软线固定装置或其他合适的位置处约 20 mm 距离的地方做一标记。

试验后,且当软线仍在承受拉力时,测量软线上的标记相对于软线固定装置或其他合适的位置处的位移量。

22.9.6 供电电源电缆线或外部软电缆或软线在内部接线用的空间应当符合下列要求:

- a) 当用于固定布线和 X 型和 Y 型连接时应当设计成:
 - 在装上盖子(如果有)前,能检查导线的连接和位置是否正确;
 - 确保在装上盖子(如果有)时不会使导线或其绝缘受到损伤的危险;
 - 对移动式变压器,能防止导线裸露端从接线端子上拉脱时接触到可触及的导电零部件,除非对 X 型和 Y 型连接,软线装有不可能拉脱导线的端接件;
- b) 此外,当用于固定布线和 X 型连接时应当:
 - 有足够空间使导线易于进入和进行接线;以及
 - 设计成当需要接触供外部导线用的接线端子时,盖子(如果有)只能借助工具才能取下。通过外观检查和手动试验来检验其是否合格。

23 外部导线接线端子

23.1 对预定要与固定布线进行固定连接的变压器,以及对除配备具有 Y 型或 Z 型连接的外部软线的变压器外的其他变压器,均应当装有用螺钉、螺母或与之相当的连接器件来进行连接的接线端子。

对成为变压器的一个整体部分的接线端子,在变压器内部通常条件下,应当符合 IEC 60999-1 的要求。

对其他端子应当是:

- 分别按 IEC 60998-2-1、IEC 60998-2-2 或 IEC 60947-7-1 的规定来检验,以及按其标志来使用,或者
- 在变压器内部通常条件下按 IEC 60999-1 的规定来检验。

对具有 X 型连接的变压器,如果导线的位置或其固定不是单独依靠锡焊来保持时,则可以对外部导线采用锡焊的连接方法,除非装有隔板,能确保一旦导线在焊接处断开,不会使危险的带电零部件与其他导电零部件之间的爬电距离和电气间隙减小到小于第 26 章规定值的 50%。

对具有 Y 型连接和 Z 型连接的变压器,可以对外部导线采用锡焊、熔接、压接或类似的连接方法。

对于 II 类变压器,导线的位置或固定不得单独依靠锡焊、压接或熔接来保持其在位,除非装有隔板,能确保一旦导线在锡焊或熔接处断开,或从压接处滑脱,不会使危险的带电零部件与其他导电零部件之间的爬电距离和电气间隙减小到小于第 26 章规定值的 50%。

注:通常,在焊接前先“钩住”被认为是保持软电缆或软线在位的合适的方法,只要导线穿过的孔不过大即可。

23.2 供带特殊软线的 X 型连接以及 Y 型和 Z 型连接用的端子应当与其用途相适应。

通过外观检查以及对连接处施加 5 N 的拉力,然后立即进行 14.1 的试验来检验是否符合 23.1 和 23.2 的要求。

23.3 除具有 Y 型或 Z 型连接的接线端子外,其他接线端子的固定应当能确保在拧紧或松开夹紧装置时,接线端子不会松动,内部布线不会承受应力,而且爬电距离和电气间隙不会减小到小于第 26 章的规定值。

23.4 除具有 Y 型和 Z 型连接的接线端子外,其他接线端子的设计应当能确保其在金属表面之间具有足够的接触压力来夹紧导线,且不会对导线造成损伤。

通过外观检查,以及在对与接线端子额定连接容量相对应的最大截面积的导线施加第 25 章规定力矩的三分之二的力矩拧紧和松开 10 次后,通过测量来检验是否符合 23.3 和 23.4 的要求。

注:当用封固胶而不用其他夹紧装置紧固时,不能认为是满足要求的。但是,可以采用自固性树脂来固定在正常使用时不承受扭力的端子。

23.5 对配有连接固定布线用的接线端子和具有 X 型连接的接线端子,安置位置应当位于相关的不同极的接线端子和保护接地端子(如果有)的近旁。

通过外观检查来检验其是否合格。

23.6 对接线端子排和类似的装置,如果不借助工具就应当是触及不到的,即使其危险的带电零部件是不可触及的也应当如此。

通过外观检查以及手动试验来检验其是否合格。

23.7 对具有 X 型连接的变压器的接线端子或端接装置,其安置或遮挡应当确保在安装导线时,如果绞合导线中的一根导线拉脱,则不得使带电零部件与可触及的导电零部件之间发生意外连接的危险,此外,对 II 类变压器,则不得使带电零部件与仅用附加绝缘与可触及的导电零部件隔离的导电零部件之间发生意外连接的危险。

通过外观检查以及通过下列试验来检验其是否合格。

将一根标称截面积符合第 22 章规定的软导线从其一端剥去 8 mm 长的绝缘。使该绞合导线中的一根导线自由悬空,而使其他导线完全插入并夹紧在接线端子内。

将该自由悬空导线按每一个可能的方向弯曲,但不围绕挡板锐弯,也不向后撕裂绝缘。接到带电接线端子上的导线中的该自由悬空导线不得触及到任何可触及的导电零部件。对 II 类变压器,也不得触及到仅用基本绝缘或附加绝缘与可触及的导电零部件隔离的任何导电零部件。接到接地端子上的导线中的该自由悬空的导线不得触及到任何危险的带电零部件。

23.8 不带压板的接线端子,如果电流超过 25 A,则至少应当装有两个夹紧螺钉。

通过外观检查来检验其是否合格。

23.9 除连接保护接地导线的接线端子螺钉外,接线端子螺钉不得接触到任何可触及的导电零部件。对 II 类变压器,在将该螺钉尽量拧松时,这些螺钉还不得接触到用基本绝缘或附加绝缘与可触及的导电零部件隔离的任何导电零部件。

在进行 23.2 的试验时,通过外观检查来检验其是否合格。

24 保护接地装置

24.1 对 I 类变压器的可触及的导电零部件,如果在绝缘发生击穿时会变成带电体,则应当将其与变压器内部的保护接地端子牢固可靠地连接。

II 类变压器不得装有将变压器接地的装置,但作功能用途时除外。

通过外观检查来检验其是否合格。

注:如果可触及的导电零部件与危险的带电零部件是用和保护接地端子相连的导电屏蔽层来隔离的,或者,如果它与危险带电零部件是用双重绝缘或加强绝缘来隔离的,则就本要求而言,一旦绝缘发生击穿时,不认为可触及的导电零部件会变成带电体。

GB 19212.1—2008/IEC 61558-1:2005

24.2 与固定布线连接的保护接地端子以及用 X 型连接的保护接地端子应当符合第 23 章的要求。保护接地端子的紧固装置应当能充分地锁紧,以防发生意外的松动,而且不借助工具就不能将它们松开。

通过外观检查、手动试验和第 23 章的试验来检验其是否合格。

注:某些端子,特别是柱型接线端子,可能需要采取特殊措施,例如使用一种不可能在无意中被卸下的具有足够弹性的零件。

24.3 对保护接地端子的所有各部分,应当确保其与保护接地导线中的铜或与任何其他金属之间的接触不会引起腐蚀的危险。

如果保护接地端子本体是铝或者铝合金制成的框架或外壳中的一部分时,则应当采取预防措施,避免铜与铝或铝合金之间的接触而引起腐蚀的危险。

通过外观检查来检验其是否合格。

保护接地端子本体,除了它是金属框架或外壳的一部分外,它应当是用黄铜或耐腐蚀性能不低于黄铜的其他金属制成。此时,螺钉或螺母也应当是黄铜或耐腐蚀性能相同的其他金属制成。

24.4 保护接地端子与需要和其连接的零部件之间的连接应当是低电阻性的。

通过下列试验来检验其是否合格。

用空载电压不超过 12 V 的交流电源提供试验用电流,其值等于 1.5 倍额定输入电流或 25 A 中的较大者,该电流依次施加在保护接地端子与每一个可触及的导电零部件之间,持续 1 min。

注 1: 额定电流按额定输出除以额定电源电压,或者对多相变压器,除以 \sqrt{n} 倍额定电源电压来确定,其中 \sqrt{n} 为电源的相数。

测量保护接地端子与可触及的导电零部件之间的电压降,并根据电流和该电压降计算出电阻值。

在任何情况下,该电阻值不得超过 0.1 Ω 。

如有疑问时,经过 1 min 后继续进行试验,直到达到稳定状态为止。

注 2: 注意不要使测量探头的尖端与被测导电零部件之间的接触电阻影响测量结果。

注 3: 如果为了试验方便,使用了电源软电缆或软线,则该软电缆或软线的电阻值不计入电阻测量值内。

注 4: IP00 变压器的铁心被认为是不可触及的。

24.5 对具有外部软电缆或软线的 I 类变压器,其接线端子的配置或者软线固定装置与接线端子之间的导线长度应当确保一旦软线从软线固定装置中拉脱时,载流导线在接地导线之前先被拉紧。

25 螺钉和连接

25.1 电气连接用或其他连接用的螺纹连接件,应当能承受住在正常使用中出现的机械应力。

传递接触压力的螺钉以及可能要由用户拧紧的、且标称直径小于 2.8 mm 的螺钉应当拧入金属件内。

螺钉不得用易于蠕变的软金属,例如锌或铝来制成。

绝缘材料制成的螺钉不得用于任何电气连接。

如果原螺钉用金属螺钉来替换会损伤输入和输出电路之间的基本绝缘、附加绝缘或加强绝缘,则该螺钉不得用绝缘材料制成;如果在更换电源软线时,可拆除的原螺钉用金属螺钉来替换会损伤基本绝缘,则该螺钉也不得用绝缘材料制成。

通过外观检查,以及对传递接触压力或可能要由用户拧紧的螺钉和螺母,通过下列试验来检验其是否合格:

将螺钉或螺母拧紧和拧松,其次数为:

——对与绝缘螺纹啮合的螺钉,10 次;

——对螺母和其他螺钉,5 次。

与绝缘材料螺纹啮合的螺钉,每次应当完全退出和拧入。

在对接线端子螺钉和螺母进行试验时,要在该端子上装入一根表 9 规定的最大截面的软电缆或软线,并且在每次拧紧前,该软电缆或软线要重新放置到位。

用合适的试验改锥、扳手或键施加如表 11 中相应栏所规定的力矩来进行试验,相应栏应当适用于:

- a) 无头金属螺钉,如果拧紧后的螺钉不露出孔外…………… I
- b) 其他金属螺钉和螺母…………… II
- c) 绝缘材料制成的下列螺钉:
 ——具有六角头,其横截面尺寸超过螺纹外径,或
 ——带有圆柱头和键座,其键座的横截面尺寸不小于螺纹外径的 0.83 倍,或
 ——带有一字槽或十字槽的螺钉头,槽的长度超过螺纹外径的 1.5 倍…………… II
- d) 绝缘材料制成的其他螺钉…………… III

表 11 施加在螺钉和连接件上的力矩

螺钉标称直径/mm	力矩/N·m		
	I	II	III
≤2.8	0.2	0.4	0.4
>2.8~≤3.0	0.25	0.5	0.5
>3.0~≤3.2	0.3	0.6	0.6
>3.2~≤3.6	0.4	0.8	0.6
>3.6~≤4.1	0.7	1.2	0.6
>4.1~≤4.7	0.8	1.8	0.9
>4.7~≤5.3	0.8	2.0	1.0
>5.3~≤6.0	—	2.5	1.25

每次拧松螺钉或螺母时要松动一下导线。

试验中,不得出现会妨碍螺纹连接件随后使用的损伤。

注 1: 可能要由用户来拧紧的螺钉或螺母包括了在更换用 X 型连接的电源软线时预定要操作的螺钉。

注 2: 试验改锥的锥头形状要与受试的螺钉头相适应,不要猛然用力拧紧螺钉和螺母。

25.2 对与绝缘材料螺纹啮合的螺钉,其啮合长度应当至少是 3 mm 加上螺钉标称直径的三分之一,或是 8 mm,取其较小者。

应当确保螺钉正确进入螺孔或螺母内。

通过外观检查,以及通过 25.1 的试验,但施加的力矩应当用增加到规定值的 1.2 倍来检验其是否合格。

注: 如果能防止螺钉歪斜进入(例如,利用被固定的零部件、利用内螺纹上的凹口或使用去掉引导螺纹的螺钉使螺钉进入),则满足了正确进入的要求。

25.3 电气连接件应当设计成不通过绝缘材料(但陶瓷或纯云母除外)来传递接触压力,除非该电气连接件的金属部分有足够的弹性来补偿绝缘材料的任何可能的压缩或变形。

25.4 螺纹成型螺钉(薄金属板螺钉)不得用于连接载流零部件,除非它们与这些载流零部件直接彼此接触夹紧,而且配有适当的锁紧装置。

螺纹切削(自攻)螺钉不得用于连接载流零部件,除非它们能产生完整形状的标准机械螺纹。但是,如果它们可能要由用户或安装人员来操作,则这种螺钉也不得使用,除非螺纹已成型在事先通过锻造操作获得的一段长度的材料上。

对螺纹切削螺钉和螺纹成型螺钉,当被用来提供接地连续性时,应当确保在正常使用中不需要干预其连接,而且还应当确保每一个连接处至少使用两个螺钉。

通过外观检查来检验是否符合 25.3 和 25.4 的要求。

25.5 对变压器的不同零部件进行机械连接的螺钉,如果其连接点承载电流,或者构成保护接地电路的一部分,则应当将其锁紧以防松动。

对用于载流连接的铆钉,如果其连接点在正常使用中承受扭力,则应当将其锁紧以防松动。

GB 19212.1—2008/IEC 61558-1:2005

通过外观检查和手动试验来检验其是否合格。

注1: 弹簧垫圈和类似的零件可以提供满意的锁紧。

注2: 对铆钉, 采用非圆形的钉体或采用适当的棘齿就可以满足要求。

注3: 仅对正常使用时不承受扭力的螺纹连接件采用受热软化的密封胶就能提供满意的锁紧。

25.6 螺纹密封盖应当符合下列试验:

在螺纹密封盖上应当装上一根圆柱形的金属棒, 其直径比封装处内径小, 但要等于最接近该内径的毫米整数。然后应当用一个适当的扳手将密封盖拧紧, 表12规定的力应当施加在扳手上距密封盖轴线250 mm处, 持续1 min。

表12 密封盖的力矩试验

试验棒的直径/mm	力/N	
	金属密封盖	模压材料密封盖
≤14	25	15
>14~≤20	30	20
>20	40	30

试验后, 变压器和密封盖不得出现损伤。

26 爬电距离、电气间隙和贯通绝缘距离

26.1 爬电距离、电气间隙和贯通绝缘距离, 对组别Ⅲa的绝缘材料(见GB/T 16935.1)不得小于表13的规定值。

按26.2和26.3的规定, 通过测量来检验其是否合格。

注1: 对组别Ⅰ和组别Ⅱ的材料, 见附录C和附录D。

注2: 表13、表C.1和表D.1仅适用于频率不大于30 kHz。

注3: (暂缺)。

测量爬电距离和电气间隙时, 要使用与固定布线连接的电源电缆或软线以及X型连接的电源电缆或软线, 其导线规格为与接线端子额定连接容量相对应的最大规格和最小规格。对带特殊软线的X型连接、Y型或Z型连接, 要使用所供给的电源电缆和软线。

如果使用多层有齿边的绝缘带, 则就要象多层齿边彼此是重合的那样来确定爬电距离和电气间隙值。

注4: 爬电距离和电气间隙测量方法某些例子的示意图见附录A。

注5: 爬电距离和电气间隙测量点某些例子的示意图见附录P。

注6: 为确定材料组别所需试验的细节见附录G。

注7: 表13、表C.1和表D.1对基本绝缘考虑Ⅱ类过电压, 对双重绝缘或加强绝缘考虑Ⅲ类过电压。

如果印制线路板的失效可能会引起本部分意义上的危险, 则印制线路板的爬电距离和电气间隙的数值应当与表13、表C.1和表D.1中对带电零部件所规定的未减小值相同, 但如果印制线路板符合GB/T 16935.3的要求时除外。

如果污染产生持续的高导电性, 例如由导电尘埃、雨或雪引起的导电性, 则相对于污染等级3所规定的爬电距离和电气间隙, 应当将电气间隙至少再增加1.6 mm, 将附录A的X值增加4.0 mm。

26.2 爬电距离(cr)和电气间隙(cl)

爬电距离和电气间隙的数值见表13、表C.1和表D.1。

26.2.1 用粘胶带包扎的绕组

对用粘胶带包扎的绕组, 其胶带粘附在线圈骨架的挡板上, 则爬电路径长度值要沿胶带粘附表面来考虑。如果符合下列要求, 减小值是指污染等级1(P1)的规定值:

- 所有绝缘材料均按 IEC 60085 和 IEC 60216 的规定分级；
- 满足 GB/T 16935.1—1997, 4.1.1.2.1 的冲击电压绝缘试验；以及
- 满足 26.2.3 的试验 A。

不要求电气间隙的数值。

26.2.2 不胶合的绝缘零部件

如果使用由不胶合的卡入式分隔壁组成的绝缘隔板,则爬电距离和电气间隙的测量要穿过接缝来进行。如果用符合 IEC 60454 的胶带覆盖接缝,则为了在生产过程中减少胶带折叠的危险,需要在分隔壁的两侧各覆盖一层胶带。

所使用的材料应当按 IEC 60085 和 IEC 60216 的规定分级。

对污染等级 1(P1)的规定值不适用。

26.2.3 胶合的绝缘零部件

对具有胶合的零部件或粘接在一起的零部件的变压器,不要求穿过接缝的最小爬电距离和电气间隙。仅贯通绝缘距离值适用。在这种情况下,也应当满足 GB/T 16935.1—1997 中 4.1.1.2.1 的冲击电压绝缘试验。

所使用的材料应当按 IEC 60085 和 IEC 60216 的规定分级。

为了检验零部件的胶合或粘接是否良好,要进行下列相应试验:

● 试验 A

需要三个特殊制备的样品,其绕组线用无绝缘的导线来代替,不进行任何浸渍或封装。绕组的结构应当确保输入与输出绕组之间的任何部位不可能发生闪络,但被试胶合接缝处除外。

样品应当承受下列顺序的温度循环 10 次:

在正常使用时测得的最高绕组温度 $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 再加 10 K,但至少 85 $^{\circ}\text{C}$ 下,68 h;

在 25 $^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下,1 h;

在 0 $^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下,2 h;

在 25 $^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下,1 h。

然后,应当对三个样品中的二个进行 17.2 的受潮处理(处理 48 h)和 18.3 的相关介电强度试验,但介电强度试验电压值要乘以 1.35。

三个样品中的一个应当在热循环中最后一次循环下的最高温度期间结束后,立即进行 18.3 的相关介电强度试验,但介电强度试验电压值要乘以 1.35。

注:施加到胶合零部件的样品上的试验电压要高于正常试验电压,其目的是要确认是否因表面没有胶合好而导致击穿发生。

26.2.4 密封的零部件(例如,采用浸渍或封装)

26.2.4.1 对具有防灰尘和潮气进入的封闭型或密封型零部件,且满足下列试验的变压器,所要求的最小爬电距离可以是污染等级 1(P1)所规定的减小值。在这种情况下,也应当满足 GB/T 16935.1—1997 中 4.1.1.2.1 的冲击电压绝缘试验。

不要求电气间隙的数值。

所使用的材料应当按 IEC 60085 和 IEC 60216 的规定分级。

为了检验零部件封装或浸渍是否良好,要进行下列相应试验:

● 试验 B

为了对封装和浸渍进行试验,应当按下列规定使用三个制备好的样品。对使用封装或浸渍的元件,通过对样品进行介电强度试验来检验接缝的可靠性,试验仅直接施加在接缝上。

样品应当承受下列顺序的温度循环 10 次:

在正常使用时测得的最高绕组温度 $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 再加 10 K,但至少 85 $^{\circ}\text{C}$ 下,68 h;

GB 19212.1—2008/IEC 61558-1:2005

在 $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下, 1 h;

在 $0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下, 2 h;

在 $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下, 1 h。

在每一次热循环试验期间, 在绕组之间采用减小值的样品上, 施加 50 Hz 或 60 Hz、二倍工作电压值的电压。

然后, 应当对三个样品中的二个进行 17.2 的受潮处理(处理 48 h)和 18.3 的相关介电强度试验, 但介电强度试验电压值要乘以 1.25。

三个样品中的一个应当在热循环试验中最后一次循环下的最高温度期间终了后, 立即进行 18.3 的相关介电强度试验, 但介电强度试验电压值要乘以 1.25。

26.2.4.2 对具有防灰尘和潮气进入的封闭型或密封型的零部件, 且满足下列试验的变压器, 不要求最小爬电距离和电气间隙。只需用贯通绝缘距离(dti)的数值。在这种情况下, 也应当满足 GB/T 16935.1—1997 中 4.1.1.2.1 的冲击电压绝缘试验。

为了检验零部件封装或浸渍是否良好, 要进行下列相应试验:

● 试验 C

为了对封装和浸渍进行试验, 应当使用三个样品。对在导电零部件之间的绝缘化合物形成固体绝缘的元件, 应当对该成品元件进行试验。在绝缘化合物中不得有裂缝或空洞。

样品应当承受下列顺序的温度循环 10 次:

在正常使用时测得的最高绕组温度 $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 再加 10 K, 但至少 $85\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下, 68 h;

在 $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下, 1 h;

在 $0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下, 2 h;

在 $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下, 1 h。

在每一次热循环试验期间, 在绕组之间采用减小值的样品上, 施加 50 Hz 或 60 Hz、二倍工作电压值的电压。

然后, 应当对三个样品中的二个进行 17.2 的受潮处理(处理 48 h)和 18.3 的相关介电强度试验, 但介电强度试验电压值要乘以 1.35。

三个样品中的一个应当在热循环试验中最后一次循环下的最高温度期间终了后, 立即进行 18.3 的相关介电强度试验, 但介电强度试验电压值要乘以 1.35。

26.3 贯通绝缘距离(dti)

对附加绝缘、双重绝缘或加强绝缘所要求的贯通绝缘距离仅在表 13、表 C.1 和表 D.1 的 2b、2c 和 7 中作出规定。

绝缘应当满足 IEC 60085 和 IEC 60216 规定的材料分级或 14.3 的试验。

注: 如果材料满足 14.3 的试验要求, 则认为该材料具有足够的机械强度和抗老化的能力。

关于贯通绝缘距离的要求不意味着所规定的距离只应当是贯通固体绝缘或薄层绝缘的距离, 它可以由固体绝缘或薄层绝缘的厚度加上规定的电气间隙距离构成。

26.3.1 如果是固体绝缘, 表中的要求值是标有上角标 d 的数值。如果满足 14.3 的试验要求, 则对符合 IEC 60085 和 IEC 60216 规定的分级材料, 可以使用 0.4 倍的贯通绝缘距离规定值, 但对工作电压大于 25 V 的加强绝缘至少为 0.2 mm, 附加绝缘至少为 0.1 mm。

26.3.2 如果是由多层薄层绝缘材料构成的绝缘, 则该绝缘每一处至少应当有下列要求的层数和 dti 值:

——如果各层绝缘是不可分开的(粘结在一起):

- 要求三层；
- 层叠后的绝缘整体应当满足 26.3.3 的卷轴试验(拉力为 150 N)；
- 表 13、表 C.1 和表 D.1 中要求的 dti 值是标有上角标 e 的数值；

——如果各层绝缘是可分开的：

- 要求两层；对分开的有齿边的多层绝缘，需要附加一层绝缘(有齿边的绝缘带)再加上被固定住的(例如胶粘的)无齿边的一层绝缘；
- 每一层的绝缘应当满足 26.3.3 的卷轴试验(拉力为 50 N)；
- 表 13、表 C.1 和表 D.1 中要求的 dti 值是标有上角标 e 的数值；

——如果各层绝缘是可分开的(另一种供选择的要求)：

- 要求至少三层；对分开的有齿边的多层绝缘，需要附加一层绝缘(有齿边的绝缘带)再加上被固定住的(例如胶粘的)无齿边的一层绝缘；
- 绝缘层数的三分之二应当满足 26.3.3 的卷轴试验(拉力为 100 N)；
- 表 13、表 C.1 和表 D.1 中要求的 dti 值是标有上角标 e 的数值。

注：由于认为不同绝缘层的齿边可能会彼此重合，因此使用有齿边的多层绝缘就需要有附加的绝缘层。

对符合 IEC 60085 和 IEC 60216 规定的分级材料，如果满足 14.3 的试验，则不需要贯通绝缘距离的要求值。

表 13、附录 C 表 C.1 和附录 D 表 D.1 的第 2)项和第 7)项中的方括号内数值使用方法如下：

- 对额定输出大于 100 VA 的变压器，方括号内的数值适用；
- 对额定输出等于或大于 25 VA 和小于或等于 100 VA 的变压器，方括号内的数值可以减小到其值的三分之二；
- 对额定输出小于 25 VA 的变压器，方括号内的数值可以减小到其值的三分之一。

26.3.3 对卷轴试验，制造厂商应当提供三个独立的薄层绝缘试验样品，样品宽度为 70 mm。

薄层绝缘样品固定在图 6 所示的钢制镀镍或黄铜制成的且表面平滑光洁的卷轴上进行试验。

0.035 mm±0.005 mm 厚的金属箔(铝箔或铜箔)应当紧贴在样品表面上并承受 1 N 的拉力。金属箔的固定位置应当使得金属箔的边缘离样品的边缘为 20 mm，且当卷轴处在其最终的位置时，金属箔应当能覆盖样品伸展的侧面至少 10 mm。

在样品的自由端用适当的夹紧装置将样品固定到位，样品要承受下列规定的拉力：

- 对由几层不可分开的绝缘层构成的样品，拉力为 150 N；
- 对由分开的绝缘层(有齿边或无齿边)中三分之二层数构成的样品，拉力为 100 N；
- 对由单层绝缘层(有齿边或无齿边)构成的样品，拉力为 50 N。

卷轴应当缓慢地向前和向后旋转 230°，旋转三次，旋转时不能猛然用力转动。如果旋转过程中样品在夹紧装置处出现破裂，则应当重新进行试验。如果有一个或多个样品在任何其它地方出现破裂，则试验不合格。当卷轴处在其最终位置时，应当在到达该最终位置后 1 min 内，在卷轴和金属箔之间按 18.3 的规定施加介电强度试验电压 1 min，试验电压值按下列规定：

- 对由几层不可分开的绝缘层(至少三层)构成的样品，试验电压至少 5 kV，或按 18.3 中适用的试验电压值乘以 1.35，取其较大者；
- 对由至少三层分开的绝缘层中三分之二层数构成的样品，试验电压至少 5 kV，或按 18.3 中适用的试验电压值乘以 1.25，取其较大者；
- 对由两层分开的绝缘层中的一层构成的样品，试验电压至少 5 kV，或按 18.3 中适用的试验电压值乘以 1.25，取其较大者；

试验期间不得出现闪络或击穿；电晕效应和类似的现象可忽略不计。

GB 19212.1—2008/IEC 61558-1:2005

表 13 爬电距离(cr)、电气间隙(cl)和贯通绝缘距离(dti)

材料组别 III a ($175 \leq CTI < 400$)

单位为毫米

	绝缘类型	测量				工作电压 ^b /V											
		贯通绕组漆膜 ^a		不贯通绕组漆膜		≥ 25 ≤ 50		100		150		300		600		1 000	
		P2	P3	P2	P3	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr
1) 输入与输出电路之间的绝缘(基本绝缘)	a) 输入电路带电零部件与输出电路零部件之间的爬电距离和电气间隙减小值, 见 26.2 (P1)			×		0.2	1.2	0.5	1.4	1.5	1.6	3.0	3.0	5.5	6.0	8.0	10.0
		×			×	0.8	1.9	0.8	2.2	1.5	2.5	3.0	4.7	5.5	9.5	8.0	16.0
			×			0.2	1.2	0.2	1.4	0.5	1.6	1.5	3.0	3.0	6.0	5.5	10.0
			×			0.8	1.9	0.8	2.2	0.8	2.5	1.5	4.7	3.0	9.5	5.5	16.0
						—	0.18	—	0.25	—	0.3	—	0.7	—	1.7	—	3.2
	b) 输入或输出电路与接地金属屏蔽层之间的贯通绝缘距离	×	×	×	×	dti		dti		dti		dti		dti		dti	
		×	×	×	×	无厚度要求											
	c) 输入与输出电路之间的贯通绝缘距离	×	×	×	×	无厚度要求											
2) 输入与输出电路之间的绝缘(双重绝缘或加强绝缘)	a) 输入电路带电零部件与输出电路零部件之间的爬电距离和电气间隙减小值, 见 26.2 (P1)			×		0.5	1.4	1.5	2.0	3.0	3.0	5.5	6.0	8.0	12.0	14.0	20.0
		×			×	0.8	2.2	1.5	3.2	3.0	4.7	5.5	9.5	8.0	19.2	14.0	32.0
			×			0.5	1.4	0.5	2.0	1.5	3.0	3.0	6.0	5.5	12.0	8.0	20.0
			×			0.8	2.2	0.8	3.2	1.5	4.7	3.0	9.5	5.5	19.2	8.0	32.0
						—	0.25	—	0.4	—	0.7	—	1.7	—	4.0	—	7.5
	b) 输入或输出电路与接地金属屏蔽层之间的贯通绝缘距离, 见 26.3	×	×	×	×	dti		dti		dti		dti		dti		dti	
		×	×	×	×	0.1 ^d	0.2 ^d	0.25 ^d	0.5 ^d	0.7 ^d	1.0 ^d						
						[0.05] ^e	[0.07] ^e	[0.08] ^e	[0.16] ^e	[0.19] ^e	[0.25] ^e						
	c) 输入与输出电路之间的贯通绝缘距离, 见 26.3	×	×	×	×	0.2 ^d	0.3 ^d	0.5 ^d	1.0 ^d	1.5 ^d	2.0 ^d						
		×	×	×	×	[0.1] ^e	[0.1] ^e	[0.15] ^e	[0.3] ^e	[0.4] ^e	[0.5] ^e						
3) 相邻输入电路之间的绝缘或相邻输出电路之间的绝缘 ^{c-k}	爬电距离和电气间隙减小值, 见 26.2 (P1)	×		×		0.2	1.2	0.2	1.4	0.2	1.6	0.5	3.0	1.5	6.0	3.0	10.0
			×		×	0.8	1.9	0.8	2.2	0.8	3.1	0.8	4.7	1.5	9.5	3.0	16.0
						—	0.18	—	0.25	—	0.3	—	0.7	—	1.7	—	3.2

表 13 (续)

单位为毫米

	绝缘类型	测量				工作电压 ^b /V											
		贯通绕组漆膜 ^a		不贯通绕组漆膜		≥25 ≤50		100		150		300		600		1 000	
		P2	P3	P2	P3	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr
4) 连接外部电缆或软线用的接线端子之间的爬电距离和电气间隙,不包括输入电路与输出电路螺纹接线端子之间的爬电距离和电气间隙	a) ≤6 A	×	×	×	×	3.0		3.6		4.0		6.0		9.0		12.5	
	b) >6 A ~ ≤16 A	×	×	×	×	5.0		6.0		7.0		10.0		13.0		16.0	
	c) >16 A	×	×	×	×	10.0		11.0		12.0		14.0		17.0		20.0	
5) 基本绝缘或附加绝缘 ^b	标准所要求的部位以及下列零部件之间的实例:																
	a) 不同极的带电零部件			×		0.2	1.2	0.5	1.4	1.5	1.6	3.0	3.0	5.5	6.0	8.0	10.0
	b) 带电零部件与壳体,如果壳体预定要与保护接地相连				×	0.8	1.9	0.8	2.2	1.5	2.5	3.0	4.7	5.5	9.5	8.0	16.0
	c) 可触及的导电零部件与插入进线护套、固定装置和类似装置内的一根直径和软电缆或软线相同的金属棒(或缠绕在软线上的金属棒)	×				0.2	1.2	0.2	1.4	0.5	1.6	1.5	2.9	3.0	6.0	5.5	10.0
	d) 带电零部件与中间导电零部件 e) 中间导电零部件与壳体			×		0.8	1.9	0.8	2.2	0.8	2.5	1.5	4.7	3.0	9.5	5.5	16.0
	减小值,见 26.2 (P1)																
						—	0.18	—	0.25	—	0.3	—	0.7	—	1.7	—	3.2
6) 加强绝缘或双重绝缘	壳体与带电零部件之间或标准所要求的部位(不包括输入与输出绕组之间的绝缘)				×	0.5	1.4	1.5	2.0	3.0	3.0	5.5	6.0	8.0	12.0	14.0	20.0
					×	0.8	2.2	1.5	3.2	3.0	4.7	5.5	9.5	8.0	19.0	21.4	32.0
		×				0.2	1.4	0.5	2.0	1.5	3.0	3.0	6.0	5.5	12.0	8.0	20.0
			×			0.8	2.2	0.8	3.2	1.5	4.7	3.0	9.5	5.5	19.2	8.0	32.0

表 13 (续)

单位为毫米

	绝缘类型	测量				工作电压 ^b /V																							
		贯通绕组漆膜 ^a		不贯通绕组漆膜		≥25 ≤50		100		150		300		600		1 000													
		P2	P3	P2	P3	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr												
6) 加强绝缘或双重绝缘	壳体与输出电路的带电零部件之间,如果输出电路采取防止瞬态电压的附加措施减小值,见 26.2(P1)	×	×	×	×	0.2	1.4	0.2	2.0	0.5	3.0	1.5	6.0	3.0	12.0	5.5	20.0	0.8	2.2	0.8	3.2	0.8	4.7	1.5	9.5	3.0	19.2	5.5	32.0
						—	0.25	—	0.4	—	0.7	—	1.7	—	4.0	—	7.5												
7) 贯通绝缘距离	a) 基本绝缘 ^f	×	×	×	×	无厚度要求																							
	b) 附加绝缘 ^f					dti	dti	dti	dti	dti	dti	dti	dti	dti	dti	dti	dti												
	c) 加强绝缘(不包括输入与输出之间的绝缘)	×	×	×	×	0.1 ^d [0.05] ^e	0.15 ^d [0.05] ^e	0.25 ^d [0.08] ^e	0.5 ^d [0.15] ^e	0.75 ^d [0.20] ^e	1.0 ^d [0.25] ^e																		
		×	×	×	×	0.2 ^d [0.1] ^e	0.3 ^d [0.1] ^e	0.5 ^d [0.15] ^e	1.0 ^d [0.3] ^e	1.5 ^d [0.4] ^e	2.0 ^d [0.5] ^e																		

注 1: 对材料组别 II 见附录 C 和材料组别 I 见附录 D。

注 2: P1=污染等级 1, P2=污染等级 2, P3=污染等级 3。

注 3: 当在表中的某一列中用一字线代替数字时,表示无要求值。

注 4: 在本表中,电气间隙的最小值适用于海拔达 2 000 m 的空气间隙。

^a 如果至少有一个绕组采用至少符合 IEC 60317 中的 1 级绕组线绕制,则采用贯通绕组漆膜的测量。

^b 当工作电压处于中间值时,可以在表中两个相应数值之间用内插法求出爬电距离、电气间隙和贯通绝缘距离的数值。当工作电压低于 25 V 时,由于认为表 8a 的电压试验已经足够,因此不要求列出相关的数值。

^c 这些数值不适用于:

- 每个绕组的内部,或者在预定要永久连接在一起的多个绕组的各绕组之间,只要预定要连接在一起的各绕组的端接点处于相同电位值;
- 如果绕组仅预定作串联或并联接线(例如输入电压 110 V/220 V),工作电压不超过 300 V,且绕组线至少符合 IEC 60317 中的 1 级要求。

^d 对固体绝缘。

^e 如果绝缘由薄层材料组成。

^f 当在输入和输出绕组之间要求双重绝缘时,不论是直接测量还是通过金属零部件测量,贯通绝缘的总厚度应当与第 2) c) 项中的规定值相同,但对绝缘绕组线除外(见 19.12)。

^g 对 SELV 电路与相邻的非 SELV 或 PELV 电路之间的绝缘,应当用表中第 6) 项和第 7) 项的数值代替表中第 3) 项的数值(按 19.1 的规定)。

^h 如果该基本绝缘或附加绝缘会受到物理破坏时,则要在电气间隙上增加该绝缘厚度。

27 耐热、耐燃和耐电痕化

对事先按相关国家标准或 IEC 标准的规定已通过试验的元器件,如果这些标准的要求和试验与本部分的要求和试验具有相同的严酷度水平,则下列试验可以省略。

27.1 耐热

用绝缘材料制成的所有变压器零部件应当耐热。

下列试验不适用于天然橡胶或合成橡胶制成的零部件,这些零部件应当按 19.9 的规定进行试验。此外,下列试验也不适用于陶瓷材料制成的零部件。

用如图 5 所示的装置,按适用的情况,对绝缘材料制成的零部件进行 27.1.1 和 27.1.2 规定的球压试验来检验其是否合格。

对电缆以及额定电流不大于 3 A、额定电压不大于交流 24 V 或不大于直流 60 V 和功率不超过 72 W 的小型连接器不进行本试验。

试验应当在加热箱内,在下列规定的温度下进行。

注:球压试验程序的细节见 IEC 60695-10-2。

被试零部件的表面应当处于水平位置,用一个直径为 5 mm 的钢球以 20 N 的力压向该被试零部件的表面。

经过 1 h 后,将样品上的钢球取下,然后将样品浸入冷水中,使其在 10 s 内冷却到接近环境温度。测量由钢球造成的压痕的直径,该压痕的直径不得超过 2 mm。

27.1.1 外部可触及的零部件

用绝缘材料制成的外部可触及的零部件应当耐热。

通过下列试验来检验其是否合格。

试验在 $70\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下或在 $T + 15\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下,取其较高的温度值进行,其中 T 为在 14.1 的试验时相关零部件的温度。

相关零部件的温度应当在最热点处测量,通常出现在外壳的内侧。

注:常数 $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 是安全裕度。

27.1.2 内部零部件

固定载流零部件位置用的用绝缘材料制成的内部零部件应当耐热。

通过下列试验来检验其是否合格。

试验在 $125\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下或在 $T + 15\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下,取其较高的温度值进行,其中 T 为在 14.1 的试验时相关零部件的温度。

注 1:常数 $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 是安全裕度。

注 2:对陶瓷材料零部件、骨架或玻璃不进行试验。

27.2 耐故障条件下产生的异常热

在故障条件下,变压器的绝缘系统不得成为点燃源,以免导致绕组之间的绝缘击穿。对于防护等级为 IP20 或更高的变压器,危险的带电零部件不得是可触及的。

通过 27.2.1 和 27.2.2 的试验来检验其是否合格。对于无危害式变压器,由于已在 15.5 中有相关规定,因此不需要对其进行本试验。

为了进行本试验,需要一个或两个附加的特殊制备的样品。绕组的短路或是应当事先将制作中的绕组内部进行短路,或是可以用制造厂商提供的与绕组连接好的引线进行短路。

如果变压器在输入电路装有热保护装置,则应当在输出绕组内进行短路,反之亦然。

如果变压器在输入和输出电路均装有热保护装置,则应当用两个独立的样品分别在一个绕组内进行短路。

GB 19212.1—2008/IEC 61558-1:2005

短路要在绕组的中部处进行。如果具有两个以上的绕组,则从热的方面看,短路应当在离热控制器最远的绕组内进行。

被短路匝数的百分数应当近似等于以额定电源电压百分数表示的短路电压。然后对带短路的样品进行如下的检查。在环境温度下,应当对不带负载的变压器施加 1.1 倍额定输入电压,所测得的输入功率(W)应当等于额定输出值,偏差为 $\pm 20\%$ 。测量时不得进行调节。

27.2.1 对移动式变压器,应当将其放置在 14.1 规定的涂有无光黑漆的胶合板支承件上。

对非内装式的驻立式变压器,应当按正常使用的条件,以最不利的位置固定在 14.1 规定的涂有无光黑漆的胶合板支承件上。当最不利的使用位置是垂直安装位置或顶板安装位置时,该驻立式变压器及其支承件要安置在一块白松木板上方 $200\text{ mm} \pm 5\text{ mm}$ 处,白松木板的厚度约 10 mm,上面覆盖一层薄纸。

为了进行本试验,输入电路应当用熔断器或断路器来进行保护,其额定电流为变压器额定电流的 10 倍,但至少为 16 A。

变压器(当适用时,装上其保护装置)应当按上述规定试验 15 d,但不带负载。试验结果是电路中应当出现确定的断开。如果在这段时间之后没有发生确定的断开,则要切断电源。

对带有自复位保护装置的变压器,要将所有的保护装置短路。

如果是由非自复位或可更换保护装置(如果有)断开电路,则应当先切断电源并使变压器冷却 2 h。然后将保护装置复位或更换,并接通电源,直到保护装置断开电路或变压器发生断开。如果变压器未发生断开,则对装有可复位保护装置的情况,应当进行 30 次循环,或者对装有可更换保护装置的情况,进行 10 次循环。每一次循环包括给变压器供电,直到保护装置断开电路,然后切断电源保持 2 h。

试验期间不得出现火焰,而且变压器不得成为周围的点火源。支承件的温度不得超过 $125\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。如果驻立式变压器是垂直安装位置或顶板安装位置,则燃烧滴落物(如果有),不得点燃薄纸或烧焦松木板。

27.2.2 在进行 27.2.1 的试验后,且当样品冷却到环境温度后,按下列规定进行试验。

- a) 如果输入电路出现确定的断开,则变压器应当承受介电强度试验,试验电压为第 18 章表 8a 规定值的 35%。
- b) 如果在循环试验后,未出现确定的断开,则变压器应当承受第 18 章表 8a 规定的试验电压。

对防护等级为 IP20 和更高的变压器,在不施加明显作用力的情况下,标准试验指不得触及危险的带电零部件。如有疑问时,则要用电压不小于 40 V 的电接触指示器来指示是否触及危险的带电零部件。如果有一个样品未通过本试验,则判定整个试验不合格。

27.3 耐燃

用绝缘材料制成的变压器的所有零部件应当能耐点燃和阻止火焰蔓延。

本要求不适用于装饰件、旋钮和不可能被点燃的或不可能使变压器内部引发的火焰蔓延的其他零部件。

通过对绝缘材料制成的零部件进行 IEC 60695-2-10 和本部分附录 E 规定的灼热丝试验来检验其是否合格。

试验应当在完整的变压器上进行。如果这样做不可能,则应当使用被试部分的合适的样品。

如有必要,可以取下外壳件或割取适当的样品来进行试验。但是,应当注意确保其形状、通风、热应力和可能的火焰影响、掉落在样品邻近处的燃烧滴落物或灼热颗粒等方面的标准试验条件与正常使用时出现的那些条件无重大差异。

样品的任何火焰或灼热应当在移开灼热丝后的 30 s 内熄灭。燃烧或熔化滴落物(如果有)不得点燃位于样品下方 $200\text{ mm} \pm 5\text{ mm}$ 处水平铺开的、符合 ISO 4046-4 中 4.187 规定的单层薄纸。

只用一个样品进行试验。如果对试验结果有疑问时,则试验要在两个附加样品上重复进行,且这两个样品均应当通过试验。

27.3.1 外部可触及的零部件

用绝缘材料制成的外部零部件应当能耐点燃和阻止火焰蔓延。

通过对外壳和其他外部可触及的零部件进行灼热丝试验来检验其是否合格。灼热丝的温度按下列规定：

- 对外壳,为 650 ℃；
 - 对固定载流零部件在位(保持在位),以及固定外部导线端子用的零部件,当在正常工作时载流零部件和接线端子中的电流不超过 0.2 A 时,为 650 ℃；
 - 对固定载流零部件在位(保持在位),以及固定采用固定连接(例如,焊接)的外部导线端子用的零部件,当正常工作时载流零部件和接线端子中的电流超过 0.2 A 时,为 750 ℃；
 - 对固定载流零部件在位(保持在位),以及固定不采用固定连接的外部导线端子用的零部件,当正常工作时载流零部件和接线端子中的电流超过 0.2 A 时,为 850 ℃；
- 对厚度不大于 0.2 mm 的薄层材料不要求进行灼热丝试验。

27.3.2 内部零部件

固定载流零部件位置用的由绝缘材料制成的零部件应当能耐点燃和阻止火焰蔓延。

通过对绝缘材料零部件进行灼热丝试验来检验其是否合格。灼热丝的温度按下列规定：

- 对不固定载流零部件位置用的内部绝缘材料,为 550 ℃；
 - 对线圈骨架,为 650 ℃；
 - 对固定载流零部件在位(保持在位),以及固定外部导线端子用的零部件,当正常工作时载流零部件和接线端子中的电流不大于 0.2 A 时,为 650 ℃；
 - 对固定载流零部件在位(保持在位),以及固定采用固定连接(例如,焊接)的外部导线端子用的零部件,当正常工作时载流零部件和接线端子中的电流大于 0.2 A 时,为 750 ℃；
 - 对固定载流零部件在位(保持在位),以及固定不采用固定连接的外部导线端子用的零部件,当正常工作时载流零部件和接线端子中的电流大于 0.2 A 时,为 850 ℃；
- 对厚度不大于 0.2 mm 的薄层材料不要求进行灼热丝试验。

27.4 耐电痕化

对 IP 等级不是 IPX0 的变压器,如果固定载流零部件位置的绝缘零部件暴露在污染等级 3 的环境中,则这些绝缘零部件的耐电痕化应当至少等于材料组别 III a。

对不是陶瓷类的绝缘材料,通过附录 G 的试验来检验其是否合格。
在总共 50 滴滴液滴完之前,电极之间不得出现闪络或击穿。

28 防锈

对铁制零部件,如果其锈蚀可能会使变压器变得不安全,则应当对锈蚀采取足够的防护。

注 1: 本要求适用于铁心的外表面,在这种情况下,采用漆涂层的防护被认为是满足要求的。

通过外观检查,如有疑问时,通过下列试验来检验其是否合格。

将被试零部件浸入三氯乙烷 10 min,清除被试零部件上的全部油脂,然后将被试零部件浸入温度为 20 ℃±5 ℃、10%的氯化铵水溶液 10 min。该被试零部件无需擦干,但要在甩掉任何液滴后,将其放入温度为 20 ℃±5 ℃、空气湿度达到饱和的试验箱内 10 min。

所有零部件在温度为 100 ℃±5 ℃的高温箱内干燥 10 min 后,其表面不得出现锈痕。

注 2: 尖锐边缘上的锈迹以及通过擦拭可以去除的任何黄色锈膜可忽略不计。

GB 19212.1—2008/IEC 61558-1:2005

单位为毫米

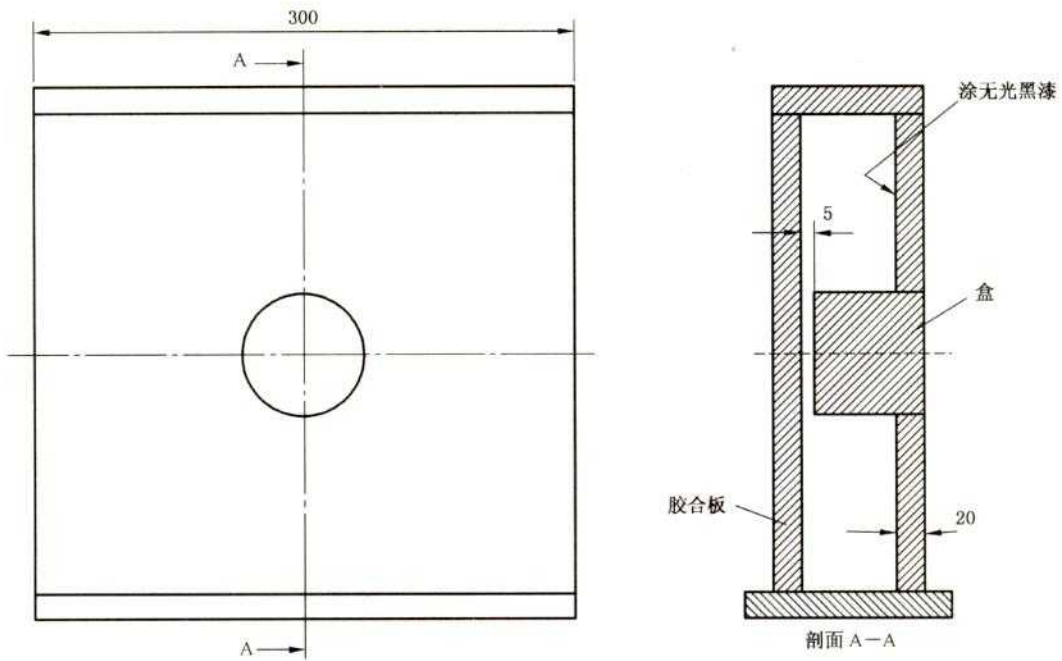
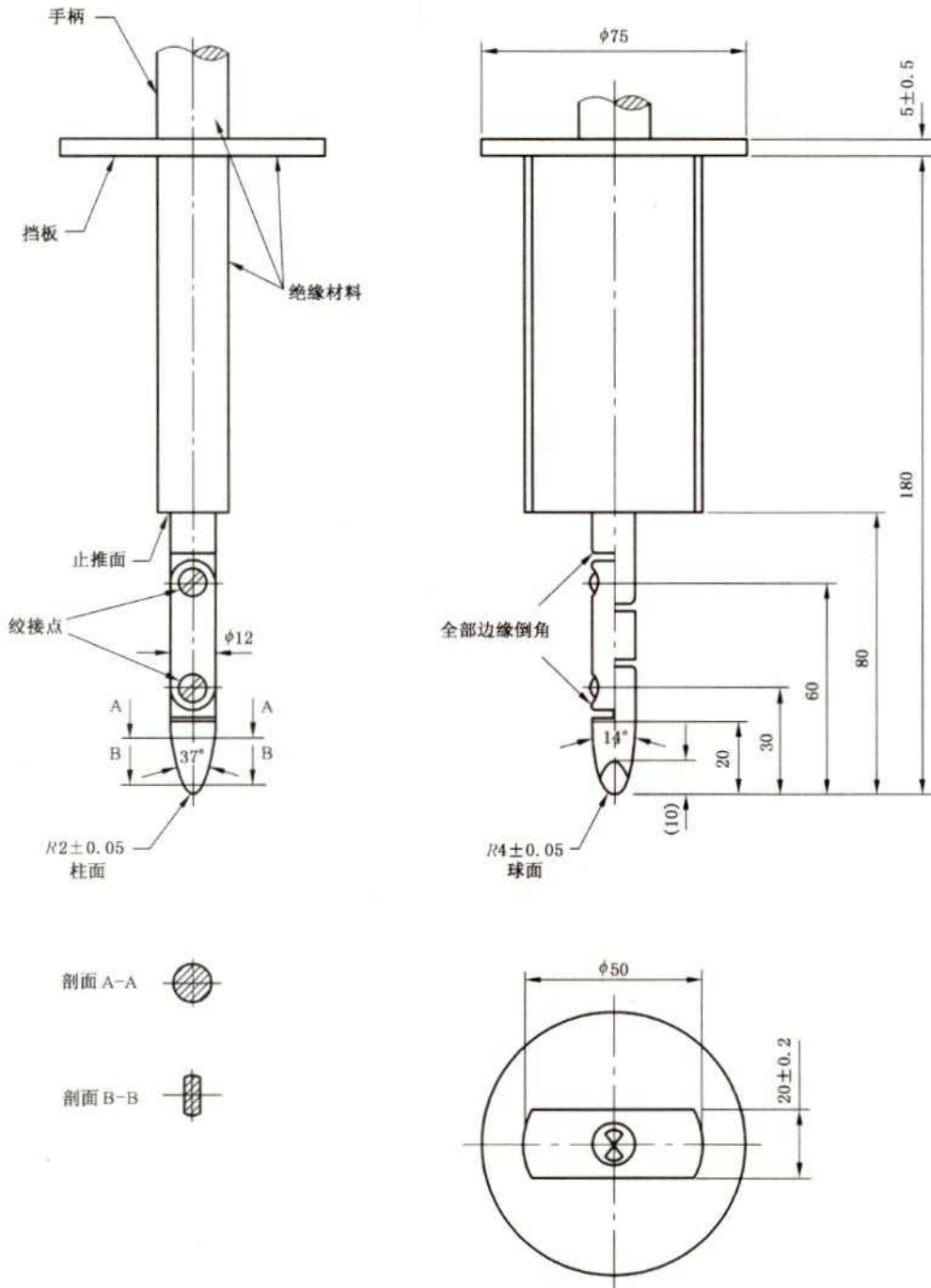


图 1 嵌入式变压器用安装盒(见 5.10)



材料：金属，另有规定者除外

直线尺寸以毫米为单位

未规定公差的尺寸公差：

角度： $-10'$

长度尺寸：

$\leq 25 \text{ mm}$ ： -0.05

$> 25 \text{ mm}$ ： ± 0.2

两个铰接点应当允许能在同一平面内和同一方向上在 $90^\circ \pm 10'$ 范围内转动。

图 2 标准试验指(见 9.1.2、15.5.2 和 IEC 61032, 试具 B)

单位为毫米

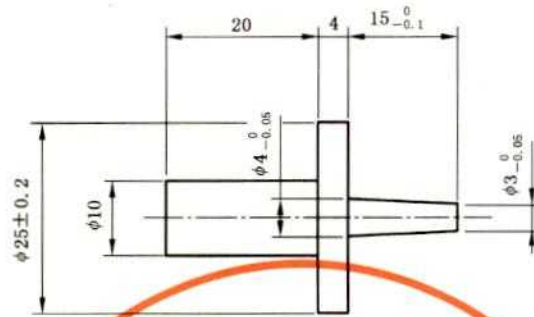
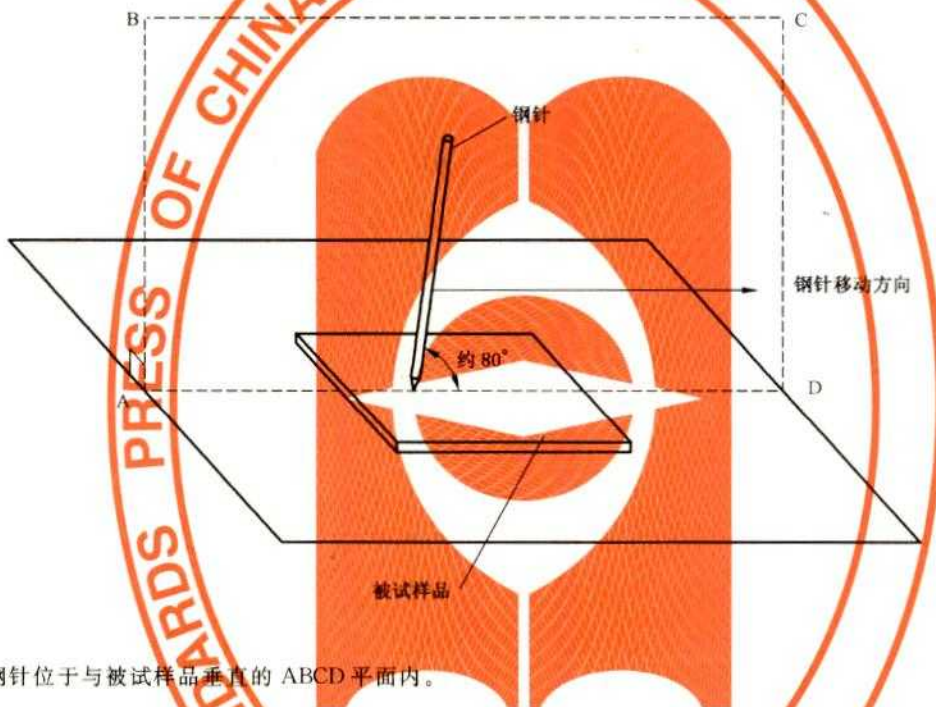


图3 试验销(见 9.1.2 和 IEC 61032, 试具 13)



注：钢针位于与被试样品垂直的 ABCD 平面内。

图4 绝缘涂层的耐划痕试验

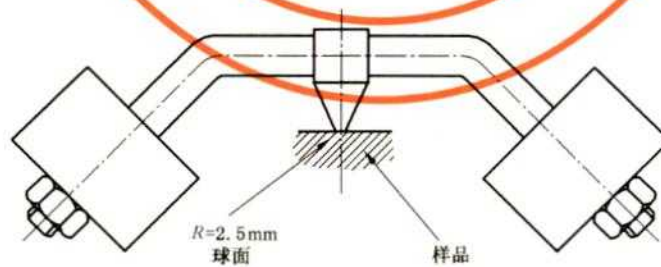


图5 球压装置(见 27.1)

单位为毫米

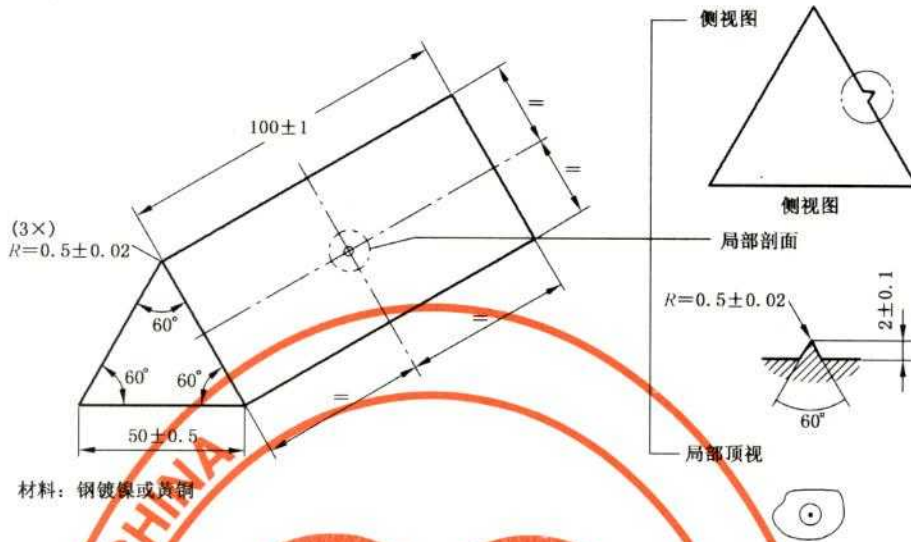
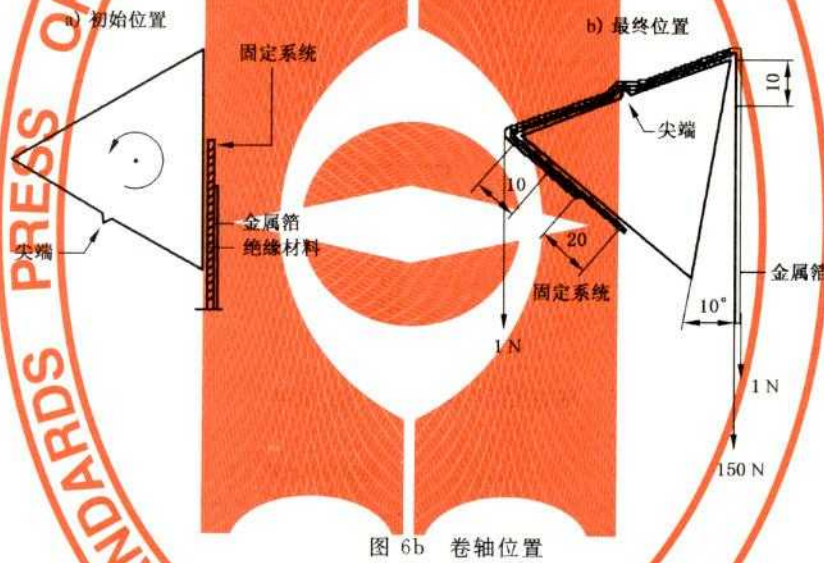


图 6a 卷轴



单位为毫米

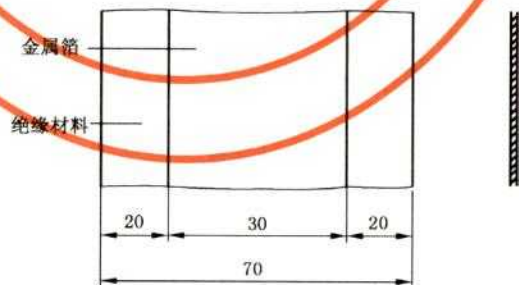


图 6 检验薄层绝缘材料机械强度的试验装置(见 26.3)

GB 19212.1—2008/IEC 61558-1:2005

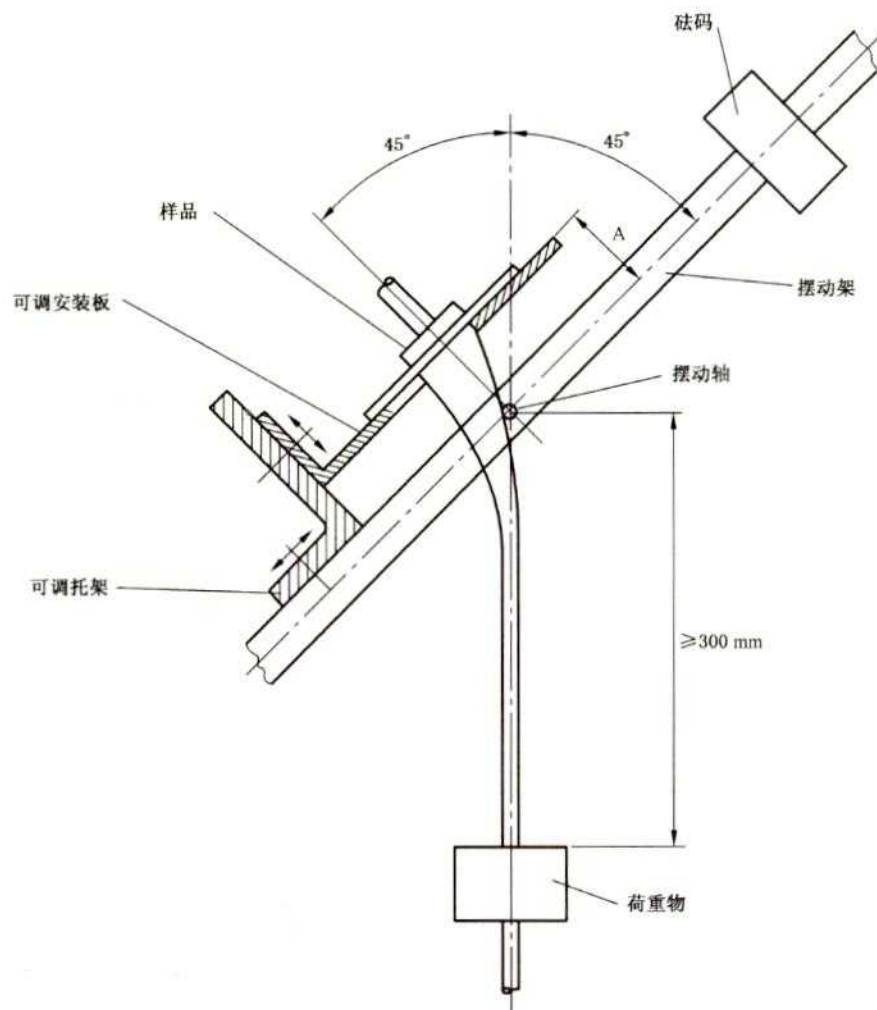


图 7 弯曲试验装置 (见 22.9.4)

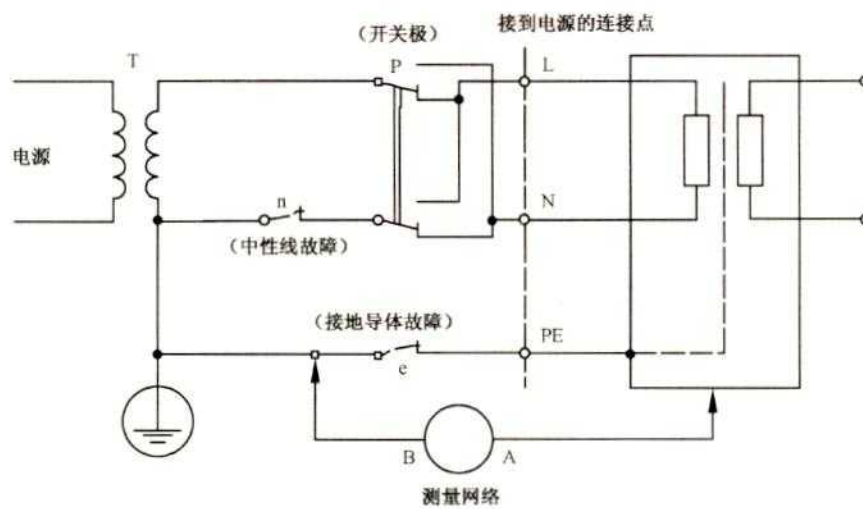


图 8 试验电路:星接法 TN 或 TT 系统上的单相设备

附录 A

(规范性附录)

爬电距离和电气间隙的测量

例 1 至例 10 中规定的沟槽宽度 X 适用于涉及下列污染等级的所有的例子：

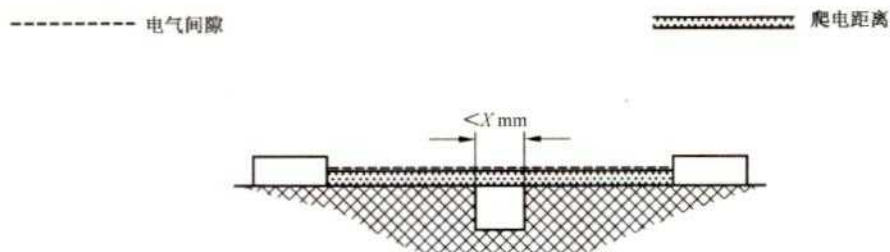
污染等级	沟槽的宽度 X 最小值/mm
1	0.25
2	1.0
3	1.5

注：如果涉及的电气间隙小于 3 mm，则沟槽宽度最小可减小到该距离的三分之一。

测量爬电距离和电气间隙的方法见例 1 至例 10 所示。这些例子不区分裂缝和沟槽，也不区分不同类型的绝缘。

需做下列一些假定：

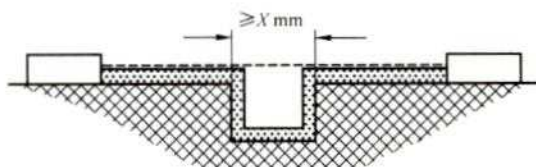
- 假定任何凹进处桥接有长度等于规定宽度 X 的且被置于最不利位置上的绝缘连接物（见例 3）；
- 横跨沟槽的距离等于或大于规定宽度 X 时，爬电距离沿沟槽的轮廓线来测量（见例 2）；
- 在测量彼此间能处于不同位置的零部件之间的爬电距离和电气间隙时，是在这些零部件处于最不利的位置时进行测量。



例 1

条件：所考虑的路径包含有一条任意深度，宽度小于 X mm，槽壁平行或收敛的沟槽。

规则：如上图所示，直接跨沟槽测量爬电距离和电气间隙。

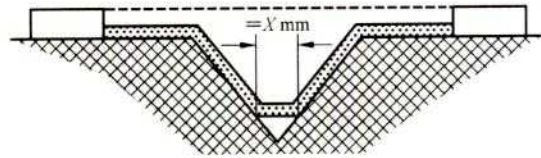


例 2

条件：所考虑的路径包含有一条任意深度，宽度等于或大于 X mm，槽壁平行的沟槽。

规则：电气间隙就是“视线”距离。爬电距离的路径就是沿沟槽轮廓线伸展的路径。

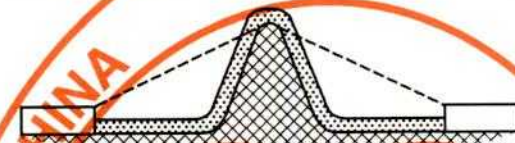
GB 19212.1—2008/IEC 61558-1:2005



例 3

条件:所考虑的路径包含有一条内角小于 80° 、宽度大于 X mm 的 V 形沟槽。

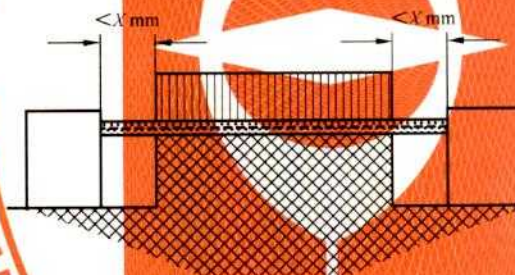
规则:电气间隙就是“视线”距离。爬电距离的路径就是沿沟槽轮廓线伸展的路径,但沟槽底部用长度为 X mm 的绝缘连接物“短接”。



例 4

条件:所考虑的路径包含有一根肋。

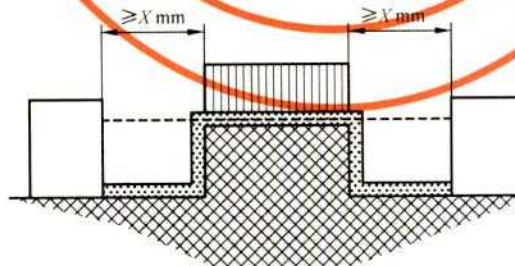
规则:电气间隙就是越过肋条顶部的最短直达的空间路径。爬电距离的路径就是沿肋条轮廓线伸展的路径。



例 5

条件:所考虑的路径包含有一条不粘合的接缝,而在该接缝的两头各有一条宽度小于 X mm 的沟槽。

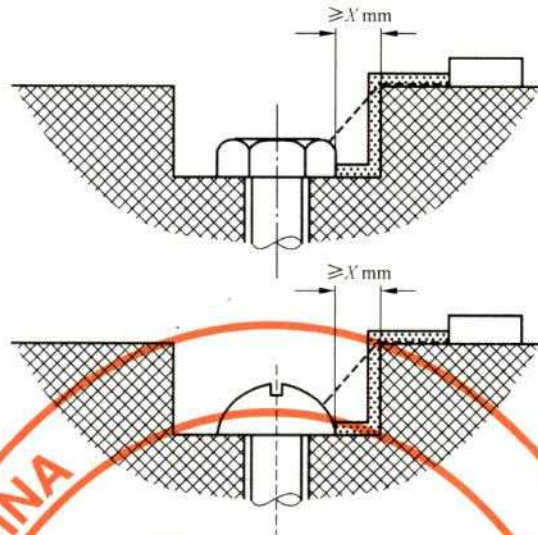
规则:爬电距离和电气间隙的路径就是如图所示的“视线”距离。



例 6

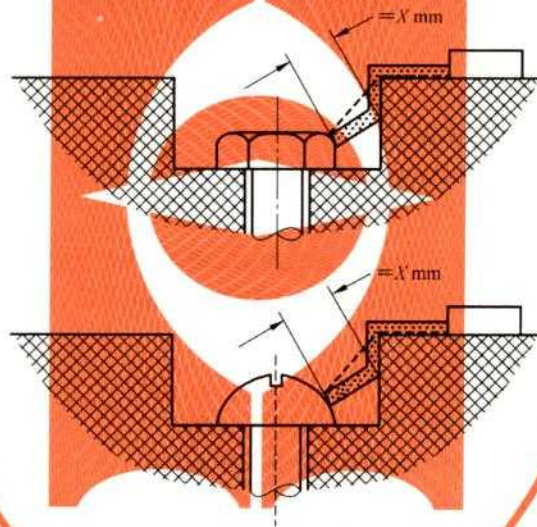
条件:所考虑的路径有一条不粘合的接缝,而在该接缝两头各有一条宽度等于或大于 X mm 的沟槽。

规则:电气间隙的路径就是“视线”距离。爬电距离就是沿沟槽轮廓线伸展的路径。



例 9

由于螺钉头与凹槽槽壁之间的空隙足够宽,所以必须考虑该空隙。



例 10

由于螺钉头与凹槽槽壁之间的空隙太窄,所以不必考虑该空隙。

STANDARDS PRESS OF CHINA

附录 B
(规范性附录)
系列变压器的试验

本附录所规定的要求是为了要简化系列变压器的试验。

B.1 如果要对一个系列中的变压器进行试验,则试验样品数可以减少。

如果符合下列条件,则这些变压器可以被看作是一个系列中的变压器:

- a) 它们属于同一类型,这是指它们均是 GB 19212 其他部分中的某一部分所规定的变压器;
- b) 它们具有相同的结构,这是指:
 - 1) 它们的叠片或铁心同属一个型式的尺寸系列并用同一种材料制成;
 - 2) 采用相同类型的绕制工艺(例如,同心式或两段式,相同的绝缘系统);
 - 3) 采用相同的装配工艺(例如,敞开式,封闭式,密封式,浸渍,封装等);
 - 4) 采用相同类型的防过载保护(例如熔断器,热切断器等);
 - 5) 它们具有相同的频率范围。
- c) 它们被设计成能适用于相同的最低和最高环境温度。

如果变压器在所有其他方面符合上述规则,则允许下列一些参数有所不同:

- 1) 输入电压范围;
- 2) 输出电压范围;
- 3) 分接头数量和(或)绕组数量;
- 4) 在所宣称的频率范围内的电源频率;
- 5) 额定输出。

B.2 对上面规定的一个系列中的变压器进行试验时,所需的样品数应当为:

- a) 对参数 1), 2) 和 3): 至少选取两种样品,但不多于四种样品,以便确保它们能代表被试类型中的最不利情况;

注 1: 样品要按下列规则选取:

- 一种样品为额定输出最小但电压最高和分接头数最少;
- 一种样品为额定输出最大但电压最低和分接头数最少;
- 一种样品为额定输出最小但分接头数最多和相邻绕组间的电压差别最大;
- 一种样品为额定输出中等但电压中等和分接头数中等;
- 一种样品为额定输出最大但电压最低和绕组数最多。

当仅选取两种样品时,要采用前两种选择。

- b) 对参数 4): 频率范围内电源频率最低的一种样品,如有疑问时,频率范围内电源频率最高的一种样品。

注 2: 如果可能,该样品可以是针对参数 1)、2) 和 3) 所选取的第二种样品。

- c) 对参数 5): 至少两种样品,选取额定输出范围的两个限值。

注 3: 该样品要按下列规则选取:

- 一种样品为额定输出最小且变压器电流值与相应保护装置(如果有)电流值的百分数差值最大;
- 一种样品为额定输出最大且变压器电流值与相应保护装置(如果有)电流值的百分数差值最大;
- 一种样品为代表绕组和铁心温度最不利的情况;
- 一种样品为代表外壳温升最不利的情况。

为了确保在任何情况下均能覆盖最不利的情况,制造厂商应当声明系列中在正常条件下损耗最大的型号,这个型号变压器应当被选取作为被试样品之一。

上述条件最少要用两种样品来覆盖。

每一种样品的样品数应当符合 5.2 的规定,但对下列试验除外:

- 14.3 的试验,就系列试验而言,只需总共三个样品中的两个样品,这两个样品是参数 5) 的前两种样品;
- 15.5 的试验,就系列试验而言,只需总共三个样品中的两个样品,这两个样品是参数 5) 的前两种样品;
- 16.4 的试验,就系列试验而言,只需总共三个样品,但要选取最重的型号。

B.3 对每一种叠片或铁心规格的变压器,至少应当提供一个样品进行结构间隙检查、机械强度试验等。

注: B.3 所要求的样品要包括 B.2 所使用的样品。

GB 19212.1—2008/IEC 61558-1:2005

附录 C

(规范性附录)

爬电距离(cr)电气间隙(cl)和贯通绝缘距离(dti)

材料组别 II ($400 \leq CTI < 600$)

表 C.1 爬电距离(cr)电气间隙(cl)和贯通绝缘距离(dti)

材料组别 II ($400 \leq CTI < 600$)

单位为毫米

	绝缘类型	测量				工作电压 ^b /V											
		贯通绕组漆膜 ^a		不贯通绕组漆膜		≥ 25 ≤ 50		100		150		300		600		1 000	
		P2	P3	P2	P3	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr
1) 输入与输出电路之间的绝缘 (基本绝缘)	a) 输入电路带电零部件与输出电路零部件之间的爬电距离和电气间隙减小值,见 26.2(P1)			×		0.2	0.85	0.5	1.0	1.5	1.5	3.0	3.0	5.5	5.5	8.0	8.0
		×			×	0.8	1.7	0.8	2.0	1.5	2.2	3.0	4.2	5.5	8.6	8.0	14.0
			×			0.2	0.85	0.2	1.0	0.5	1.1	1.5	2.1	3.0	4.3	5.5	7.1
						0.8	1.7	0.8	2.0	0.8	2.2	1.5	4.2	3.0	8.6	5.5	14.0
						—	0.18	—	0.25	—	0.3	—	0.7	—	1.7	—	3.2
	b) 输入或输出电路与接地金属屏蔽层之间的贯通绝缘距离					dti		dti		dti		dti		dti		dti	
×		×	×	×	无厚度要求												
	c) 输入与输出电路之间的贯通绝缘距离	×	×	×	×	无厚度要求											
2) 输入与输出电路之间的绝缘 (双重绝缘或加强绝缘)	a) 输入电路带电零部件与输出电路零部件之间的爬电距离和电气间隙减小值,见 26.2(P1)			×		0.5	1.0	1.5	1.5	3.0	3.0	5.5	5.5	8.0	8.6	14.0	14.0
		×			×	0.8	2.0	1.5	2.8	3.0	4.2	5.5	8.6	8.0	17.2	14.0	28.0
			×			0.2	1.0	0.5	1.4	1.5	2.0	3.0	4.3	5.5	8.6	8.0	14.0
						0.8	2.0	0.8	2.8	1.5	4.2	3.0	8.6	5.5	17.2	8.0	28.0
						—	0.25	—	0.4	—	0.7	—	1.7	—	4.0	—	7.5
	b) 输入或输出电路与接地金属屏蔽层之间的贯通绝缘的距离,见 26.3					dti		dti		dti		dti		dti		dti	
×		×	×	×	0.1 ^d	0.2 ^d	0.25 ^d	0.5 ^d	0.7 ^d	1.0 ^d	[0.05] ^e	[0.07] ^e	[0.08] ^e	[0.16] ^e	[0.19] ^e	[0.25] ^e	
	c) 输入与输出电路之间的贯通绝缘距离,见 26.3	×	×	×	×	0.2 ^d	0.3 ^d	0.5 ^d	1.0 ^d	1.5 ^d	2.0 ^d	[0.1] ^e	[0.1] ^e	[0.15] ^e	[0.3] ^e	[0.4] ^e	[0.5] ^e
3) 相邻输入电路之间的绝缘或相邻输出电路之间的绝缘 ^{c, d}	爬电距离和电气间隙减小值,见 26.2(P1)			×		0.2	0.85	0.2	1.0	0.2	1.1	0.5	2.1	1.5	4.3	3.0	7.1
		×			×	0.8	1.7	0.8	2.0	0.8	2.2	0.8	4.2	1.5	8.6	3.0	14.0
			×			—	0.18	—	0.25	—	0.3	—	0.7	—	1.7	—	3.2

表 C.1 (续)

单位为毫米

	绝缘类型	测量				工作电压 ^b /V													
		贯通绕组漆膜 ^a		不贯通绕组漆膜		≥25 ≤50		100		150		300		600		1 000			
		P2	P3	P2	P3	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr		
4) 连接外部电缆或软线用的接线端子之间的爬电距离和电气间隙,不包括输入电路与输出电路螺纹接线端子之间的爬电距离和电气间隙	a) ≤6 A	×	×	×	×	3.0		3.6		4.0		6.0		9.0		12.5			
	b) >6 A~≤16 A	×	×	×	×	5.0		6.0		7.0		10.0		13.0		16.0			
	c) >16 A	×	×	×	×	10.0		11.0		12.0		14.0		17.0		20.0			
5) 基本绝缘或附加绝缘 ^b	下列零部件之间: a) 不同极的带电零部件 b) 带电零部件与壳体,如果壳体预定要与保护接地相连 c) 可触及的导电零部件与插入进线护套、固定装置和类似装置内的一根直径和软电缆或软线相同的金属棒(或缠绕在软线上的金属箔) d) 带电零部件与中间导电零部件 e) 中间导电零部件与壳体 减小值,见 26.2 (P1)																		
					×	0.2	0.9	0.5	1.0	1.5	1.5	3.0	3.0	5.5	5.5	8.0	8.0		
						×	0.8	1.7	0.8	2.0	1.5	2.2	3.0	4.2	5.5	8.6	8.0	14.0	
		×					0.2	0.9	0.2	1.0	0.5	1.1	1.5	2.1	3.0	4.3	5.5	7.1	
			×				0.8	1.7	0.8	2.0	0.8	2.2	1.5	4.2	3.0	8.6	5.5	14.0	
						—	0.03	—	0.1	—	0.24	—	0.7	—	1.7	—	3.2		
6) 加强绝缘或双重绝缘	壳体与带电零部件之间或标准所要求的部位(不包括输入与输出绕组之间的绝缘)				×	0.5	1.0	1.5	1.5	3.0	3.0	5.5	5.5	8.0	8.6	14.0	14.0		
						×	0.8	2.0	1.5	3.0	3.0	4.2	5.5	8.6	8.0	17.2	14.0	28.0	
		×					0.2	1.0	0.5	1.5	1.5	2.1	3.0	4.3	5.5	8.6	8.0	14.0	
			×				0.8	2.0	0.8	3.0	1.5	4.2	3.0	8.6	5.5	17.2	8.0	28.0	

附录 D

(规范性附录)

爬电距离(cr)电气间隙(cl)和贯通绝缘距离(dti)

材料组别 I (CTI≥600)

表 D.1 爬电距离(cr)电气间隙(cl)和贯通绝缘距离(dti)

材料组别 I (CTI≥600)

单位为毫米

	绝缘类型	测量				工作电压 ^b /V											
		贯通绕组漆膜 ^a		不贯通绕组漆膜		≥25		100		150		300		600		1 000	
						≤50											
		P2	P3	P2	P3	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr
1) 输入与输出电路之间的绝缘(基本绝缘)	a) 输入电路带电零部件与输出电路零部件之间的爬电距离和电气间隙减小值,见 26.2 (P1)			×		0.2	0.6	0.5	0.7	1.5	1.5	3.0	3.0	5.5	5.5	8.0	8.0
					×	0.8	1.5	0.8	1.8	1.5	2.0	3.0	3.9	5.5	7.7	8.0	12.5
		×				0.2	0.6	0.2	0.7	0.9	0.8	1.5	1.5	3.0	3.0	5.5	5.5
			×			0.8	1.5	0.8	1.8	0.8	2.0	1.5	3.9	3.0	7.7	5	12.5
				—	0.18	—	0.25	—	0.3	—	0.7	—	1.7	—	3.2		
	b) 输入或输出电路与接地金属屏蔽层之间的贯通绝缘距离	×	×	×	×	无厚度要求											
	c) 输入与输出电路之间的贯通绝缘距离	×	×	×	×	无厚度要求											
2) 输入与输出电路之间的绝缘(双重绝缘或加强绝缘)	a) 输入电路带电零部件与输出电路零部件之间的爬电距离和电气间隙减小值,见 26.2 (P1)			×		0.5	0.7	1.5	1.5	3.0	3.0	5.5	5.5	8.0	8.0	14.0	14.0
					×	0.8	1.8	1.5	2.5	3.0	3.9	5.5	7.7	8.0	16.0	14.0	25.0
		×				0.2	0.7	0.5	1.0	1.5	1.5	3.0	3.0	5.5	6.0	8.0	10.0
			×			0.8	1.8	0.8	2.5	1.5	3.9	3.0	7.7	5.5	16.0	8.0	25.0
				—	0.25	—	0.4	—	0.7	—	1.7	—	4.0	—	7.5		
	b) 输入或输出电路与接地金属屏蔽层之间的贯通绝缘距离,见 26.3	×	×	×	×	0.1 ^d	0.2 ^d	0.25 ^d	0.5 ^d	0.7 ^d	1.0 ^d						
	c) 输入与输出电路之间的贯通绝缘距离,见 26.3	×	×	×	×	0.1 ^d	0.2 ^d	0.25 ^d	0.5 ^d	0.7 ^d	1.0 ^d						
						[0.05] ^e	[0.07] ^e	[0.08] ^e	[0.16] ^e	[0.19] ^e	[0.25] ^e						
						[0.05] ^e	[0.07] ^e	[0.08] ^e	[0.16] ^e	[0.19] ^e	[0.25] ^e						
3) 相邻输入电路之间的绝缘或相邻输出电路之间的绝缘 ^{c,e}	爬电距离和电气间隙减小值,见 26.2 (P1)	×		×		0.2	0.6	0.2	0.7	0.2	0.8	0.5	1.5	1.5	3.0	3.0	5.0
			×		×	0.8	1.5	0.8	1.8	0.8	2.0	0.8	3.9	1.5	7.7	3.0	12.5
						—	0.18	—	0.25	—	0.3	—	0.7	—	1.7	—	3.2

GB 19212.1—2008/IEC 61558-1:2005

表 D.1 (续)

单位为毫米

	绝缘类型	测量				工作电压 ^h /V													
		贯通绕组漆膜 ^a		不贯通绕组漆膜		≥25 ≤50		100		150		300		600		1 000			
		P2	P3	P2	P3	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr		
4) 连接外部电缆或软线用的接线端子之间的爬电距离和电气间隙,不包括输入电路与输出电路螺纹接线端子之间的爬电距离和电气间隙	a) ≤6 A	×	×	×	×	3.0		3.6		4.0		6.0		9.0		12.5			
	b) >6 A ~ ≤16 A	×	×	×	×	5.0		6.0		7.0		10.0		13.0		16.0			
	c) >16 A	×	×	×	×	10.0		11.0		12.0		14.0		17.0		20.0			
5) 基本绝缘或附加绝缘 ^h	下列零部件之间: a) 不同极的带电零部件 b) 带电零部件与壳体,如果壳体预定要与保护接地相连 c) 可触及的导电零部件与插入进线护套、固定装置和类似装置内的一根直径和软电缆或软线相同的金属棒(或缠绕在软线上的金属箔) d) 带电零部件与中间导电零部件 e) 中间导电零部件与壳体 减小值,见 26.2 (P1)																		
				×		0.2	0.6	0.5	0.7	1.5	1.5	3.0	3.0	5.5	5.5	8.0	8.0		
					×	0.8	1.5	0.8	1.8	1.5	2.0	3.0	3.9	5.5	7.7	8.0	12.5		
		×				0.2	0.6	0.2	0.7	0.5	0.8	1.5	1.5	3.0	3.0	5.5	5.5		
			×					0.8	1.5	0.8	1.8	0.8	2.0	1.5	3.9	3.0	7.7	5.5	12.5
								—	0.03	—	0.1	—	0.24	—	0.7	—	1.7	—	3.2
6) 加强绝缘或双重绝缘	壳体与带电零部件之间或标准所要求的部位(不包括输入与输出绕组之间的绝缘)				×	0.5	0.7	1.5	1.5	3.0	3.0	5.5	5.5	8.0	8.0	14.0	14.0		
					×	0.8	1.8	1.5	2.5	3.0	3.9	5.5	7.7	8.0	16.0	14.0	25.0		
		×				0.2	0.7	0.5	1.0	1.5	1.5	3.0	3.0	5.5	6.0	8.0	10.0		
			×			0.8	1.8	0.8	2.5	1.5	3.9	3.0	7.7	5.5	16.0	8.0	25.0		

表 D.1 (续)

单位为毫米

	绝缘类型	测量				工作电压 ^b /V											
		贯通绕组漆膜 ^a		不贯通绕组漆膜		≥25 ≤50		100		150		300		600		1 000	
		P2	P3	P2	P3	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr
6) 加强绝缘或双重绝缘	壳体与输出电路的带电零部件之间,如果输出电路采取防止瞬态电压的附加措施减小值,见 26.2 (P1)	×		×		0.2	0.7	0.2	1.0	0.5	1.5	1.5	3.0	3.0	6.0	5.5	10.0
			×		×	0.8	1.8	0.8	2.5	0.5	3.9	1.5	7.7	3.0	16.0	5.5	25.0
						—	0.25	—	0.4	—	0.7	—	1.7	—	4.0	—	7.5
7) 贯通绝缘距离	a) 基本绝缘 ^f	×	×	×	×	无厚度要求											
	b) 附加绝缘 ^f					dti	dti	dti	dti	dti	dti	dti	dti	dti	dti	dti	dti
	c) 加强绝缘(不包括输入与输出之间的绝缘)	×	×	×	×	0.1 ^d [0.05] ^e	0.15 ^d [0.05] ^e	0.25 ^d [0.08] ^e	0.5 ^d [0.15] ^e	0.75 ^d [0.20] ^e	1.0 ^d [0.25] ^e						
						0.2 ^d [0.1] ^e	0.3 ^d [0.1] ^e	0.5 ^d [0.15] ^e	1.0 ^d [0.3] ^e	1.5 ^d [0.4] ^e	2.0 ^d [0.5] ^e						
<p>注 1: 对材料组别 III a 见本部分表 13,对材料组别 II 见附录 C。</p> <p>注 2: P1=污染等级 1,P2=污染等级 2,P3=污染等级 3。</p> <p>注 3: 当在表中的某一列中用一字线代替数字时,表示无要求值。</p> <p>注 4: 在本表中,电气间隙的最小值适用于海拔达 2 000 m 的空气间隙。</p>																	
<p>^a 如果至少有一个绕组采用至少符合 IEC 60317 中的 1 级绕组线绕制,则采用贯通绕组线漆膜的测量。</p> <p>^b 当工作电压处于中间值时,可以在表中的两个相应数值之间用内插法求出爬电距离、电气间隙和贯通绝缘距离的数值。当工作电压低于 25 V 时,由于认为表 8a 的电压试验已经足够,因此不要求列出相关的数值。</p> <p>^c 这些数值不适用于:</p> <p>——每个绕组的内部或者在预定要永久连接在一起的多个绕组的各绕组之间,如果预定要连接在一起的各绕组的端接点处于相同的电位值;</p> <p>——如果绕组仅预定作串联或并联接线(例如输入电压 110 V/220 V),工作电压不超过 300 V,且绕组线至少符合 IEC 60317 中的 1 级要求。</p> <p>^d 对固体绝缘。</p> <p>^e 如果绝缘由薄层材料组成。</p> <p>^f 当在输入和输出绕组之间要求双重绝缘时,不论是直接测量还是通过金属零部件测量,贯通绝缘的总厚度应当与第 2) c) 项中的规定值相同,但对绝缘绕组线除外(见 19.12)。</p> <p>^g 对 SELV 电路与相邻的非 SELV 或 PELV 电路之间的绝缘,应当用表中第 6) 项和第 7) 项的数值代替表中第 3) 项的数值(按 19.1 的规定)。</p> <p>^h 如果该基本绝缘或附加绝缘会受到物理破坏时,则要在电气间隙上增加该绝缘厚度。</p>																	

附录 E
(规范性附录)
灼热丝试验

灼热丝试验按 IEC 60695-2-10 和 IEC 60695-2-11 的规定进行。
为了本部分的目的引用 IEC 60695-2-11:2000 的有关章条时,下列内容适用。

E.1 严酷度

IEC 60695-2-11:2000 第 6 章“严酷度”的要求适用,但灼热丝的尖端温度为本部分 27.3 的规定值。

E.2 处理

IEC 60695-2-11:2000 第 8 章“处理”的要求适用,但需要进行预处理。

E.3 试验程序

IEC 60695-2-11:2000 第 10 章“试验程序”的要求适用,但 10.1 增加下列一段内容:

“如果可能,灼热丝的尖端应当施加在平坦的表面上,而不施加在沟槽处、敲落孔、狭窄凹槽或尖锐边缘处。”



附录 F

(规范性附录)

作为变压器装配部件的手动开关的要求

F.1 概述

对拼合在或附装在变压器上的开关,试验要按 F.2 或 F.3 所述的 GB 15092.1 的规定来进行。
手动机械开关应当符合 F.2 或 F.3 的要求。

F.2 作为独立元件进行试验的开关

作为独立元件进行试验的开关应当符合 GB 15092.1—2003 的要求和试验,但有如下修改:

- 7.1.6.2:开关应当适合在该相关污染等级的环境中使用;
- 7.1.9.3:关于耐热和耐燃,开关应当属于 D 类。

此外,就下列方面而言,符合 GB 15092.1 规定的开关,其特性应当与正常工作条件下开关的功能相适应:

- a) 第 6 章:开关的额定值;
- b) 按下列特征对开关的分类:
 - 7.1.1:电源种类,
 - 7.1.2:开关控制的负载类型,
 - 7.1.3:周围空气温度。

如果开关是使次级电路的输出插座通电或断电,则应当按 F.3.2 的规定,考虑表 F.1 所示的输出插座额定输出电流和额定浪涌电流峰值。

通过外观检查以及按 GB 15092.1 的试验规定,通过测量来检验其是否合格。

F.3 作为变压器的一个组成部分进行试验的开关

作为变压器设备一个组成部分进行试验的开关,在正常工作条件下工作时,应当满足 F.3.1、F.3.2 和 F.3.3 的要求。

F.3.1 开关应当能承受在正常使用中所出现的电应力、热应力和机械应力而不会出现过度磨损或其他有害影响,且其机构应当符合 GB 15092.1—2003 中 13.3 对开关的要求。

按 GB 15092.1—2003 中 13.1 的规定以及通过下列耐久性试验来检验其是否合格:

开关按 GB 15092.1—2003 中 17.1.2 规定的顺序,并在按设备正常工作条件下给出的电和热的条件下承受 10 000 次操作循环,但 GB 15092.1—2003 中 17.2.4 规定的在加快速度和提高电压条件下的试验除外。

在三个样品上进行本试验,不允许出现故障。

F.3.2 如果开关是使次级电路输出插座通电或断电,则要用一个附加的负载接到输出插座上来进行耐久性试验,该附加负载是在考虑了 GB 15092.1—2003 图 10 所示的说明,由 GB 15092.1—2003 图 9 所示的电路组成。

附加负载的额定电流 I 应当等于输出插座的标称值(见 8.1d)。附加负载的浪涌电流峰值应当达到表 F.1 的规定值。

GB 19212.1—2008/IEC 61558-1:2005

表 F.1 附加负载的浪涌电流峰值

输出插座的额定电流 I/A	浪涌电流峰值/A
$I \leq 0.5$	20
$0.5 < I \leq 1.0$	50
$I > 1.0$	100

如果输出插座是用电流值来标志的,则要选择该电流值作为插座的额定电流 I 。

如果输出插座是用功率值来标志的,则应按该功率值计算出插座的额定电流 I 。

试验后,开关应当无本部分意义上的损坏。特别是,其外壳不得出现劣变,电气间隙和爬电距离不得减小,由机械固定的电气连接不得出现松动。

通过外观检查以及分别按给定的顺序进行 F.3.3 和 F.3.4 规定的试验来检验其是否合格。

F.3.3 开关的结构应当确保其在正常使用下的温度不致过高。所使用的材料应当使开关的性能在设备给出的条件下,不会因正常使用时的操作而受到不良的影响。特别是,触点和端子的材料和设计应当保证开关的操作和性能不会因触点和端子的氧化或其他劣变而造成有害的影响。

在正常工作条件下以及按 GB 15092.1 的 16.2.2 d)、i) 和 m) 的规定,并将输出插座(如果有)的额定电流 I ,包括第 F.3 章规定的峰值浪涌电流考虑在内,在处于“通”位时来检验其是否合格。

F.3.4 开关应当具有足够的介电强度。

通过下列试验来检验其是否合格:

开关应当承受 18.3 规定的介电强度试验,但在介电强度试验前不进行受潮处理,试验电压降低到 18.3 规定的相应试验电压值的 75%,但不小于 500 V 方均根值(700 V 峰值)。试验电压施加在下列部位:

- 当开关处于“通”位时,在危险的带电零部件与可触及的导电零部件之间,此外,如果是多极开关,则在各极之间。
- 当开关处于“断”位时,在每一个触点断开间隙。试验时,与触点断开间隙并联的电阻器和电容器可以断开。

附录 G
(规范性附录)
电痕化试验

G.1 概述

变压器的电痕化试验应当按 GB/T 4207 的规定,按下列说明来进行。

为了本部分的目的,将所使用材料按其相比电痕化指数(CTI)值划分为下列三组:

材料组别 I $600 \leq \text{CTI}$;

材料组别 II $400 \leq \text{CTI} < 600$;

材料组别 IIIa $175 \leq \text{CTI} < 400$ 。

材料组别的划分是通过按 GB/T 4207 规定进行的相比电痕化指数试验所得到的相比电痕化指数值来确定的。

本试验在三个独立的样品上或从相关元器件上割取的三片样品上进行,要注意每次试验开始前,电极要干净,其形状及摆放位置正确。如有疑问,在必要时要在新的样品上重复进行试验。

为了本部分的目的,引用 GB/T 4207 的有关章条时,下列内容适用。

G.2 试样

GB/T 4207—2003 第 3 章“试样”的要求适用,但第一段的最后一句不适用。

G.3 试验设备

GB/T 4207—2003 第 5 章“试验设备”的要求适用,但下列内容除外:

——5.1 的注不适用;

——5.3 的注 4 不适用;

——使用 5.4 规定的试验溶液 A。

G.4 试验程序

GB/T 4207—2003 第 6 章“试验程序”的要求适用,但下列内容除外:

——对 6.2 的 CTI 试验,第 3 章的注 2 和注 3 也适用;

——6.3 不适用。

附录 H

(规范性附录)

电子电路

对包含有电子电路的变压器,下列要求要补充到第 5 章、第 15 章、第 26 章。

H.1 试验的一般说明(对第 5 章的补充)

H.1.1 本部分的各章,在经过本附录和涉及特定变压器的 GB 19212 其他部分的修改后,适用于电子电路。

H.1.2 要避免由于连续试验而引起的应力累积。必要时可以更换元器件或使用附加样品。

注:要通过对相关电路的评估将附加样品数保持在最低限度。

H.2 短路和过载保护(对第 15 章的补充)

H.2.1 电子电路的设计和应用应当确保在某个故障条件下不会使变压器发生有关电击、着火危险或危险的异常工作而变得不安全。

按 H.2.3 规定的故障条件,对所有电路或电路的零部件进行评定来检验是否合格,除非其符合 H.2.2 规定的条件。

如果在任一故障条件下,变压器的安全依赖于熔断体的动作,则要进行 H.2.4 的试验。

在每次试验中和试验后,温度不得超过 15.1 表 3 的规定值,而且变压器应当符合 15.1 规定的条件。

如果印制电路板上的导体出现开路,只要下列 6 个条件能满足,则认为变压器能承受住该特定的试验:

- 印制电路板符合 FV1 的要求;
- 断开处导体的每一端,其剥离长度不超过 2 mm;
- 断开处是出现在如 H.2.2 所述的小功率电路内,另外断开处的电压不得超过 50 V;
- 当将断开处的导体桥接好,变压器符合本条规定的要求;
- 其他导体松动的长度不大于 5 mm;
- 出现剥离或松动的任何导体不会使危险的带电零部件与可触及的零部件之间的爬电距离和电气间隙减小到小于第 26 章的规定值。

注 1:除非需要在任何一项试验后更换元器件,否则,只需要在电子电路的最后一项试验后进行 18.3 的介电强度试验。

注 2:通常,对变压器及其电路图进行检查就能显示出必须模拟的故障条件,以便能将试验限制在那些可以预计会得到最不利结果的情况下进行。

H.2.2 对电路或电路中的零部件,如果能同时满足下列两个条件,则 H.2.3 规定的故障条件 a) 至 f) 不适用:

- 该电子电路是下列所述的小功率电路;
- 变压器的其他零部件中的防止电击、着火危险、机械危险或有危险的异常工作的保护,不是靠电子电路的正常工作来达到。

小功率电路的确定如下(图 H.1 给出了一个例子):

变压器在额定电压下工作,在被检测点与接到电子电路的电源的极性相反的极之间,接入一个电阻值被调至最大的可变电阻器。

然后将电阻值减小,直至该电阻器消耗的功率达到最大值。在持续 5 s 结束时,距最靠近供电电源

的任何一点对该电阻器提供的最大功率不超过 15 W,则该点就称为小功率点。离供电电源比小功率点更远的那部分电路就认为是小功率电路。

注 1: 只需要从接到电子电路的电源的一个极来进行测量,最好是出现小功率点最少的那一个极。

在确定小功率点时,建议从靠近电源的点开始。

注 2: 可变电阻器消耗的功率要用功率表来测量。

H. 2.3 要考虑下列各个故障条件,并且如有必要,一次施加一个故障条件。要考虑随后的故障。

- a) 如果不同极性的带电零部件之间的爬电距离和电气间隙小于第 26 章的规定值,则将其短路。
- b) 使任一元器件的端子开路。
- c) 将电容器短路,除非电容器符合 IEC 60384-14 的要求。
- d) 除集成电路外,将电子元器件的任意两个端子短路。在光电耦合器的两个电路之间不施加本故障条件。
- e) 将集成电路内部开路或短路。此时,要评定变压器可能发生的危险情况,以确保变压器的安全不是靠这种元器件正常工作来维持。

要考虑集成电路所有可能的输出信号所引起的结果。如果可以看见某一输出信号不可能发生,则相关的故障就不必考虑。

注 1: 微处理器要按集成电路来进行试验。

注 2: 半导体元器件,例如晶闸管和三极管要承受故障条件 b) 和 d)。

f) 此外,将每个小功率电路短路。为此,将小功率点与测量时所选取的电源的那一极相连。

为了模拟故障条件,变压器要在额定电源电压的 0.90 倍至 1.1 倍之间的任一电源电压下工作。

当模拟任一故障条件时,试验要持续到稳态建立时止。

在每种情况下,如果变压器内发生电源中断,则试验结束。

如果变压器装有电子电路,且该电子电路的工作是确保变压器符合第 15 章的要求,则要按上述 a) 至 e) 的规定模拟单个故障,重复进行相关的试验。

如果电路不能用其他方法来评定时,则要将故障条件 e) 施加于包封元器件或类似元器件。

对正温度系数电阻器(PTCs)和负温度系数电阻器(NTCs),如果是在其制造厂商所规定的范围内使用,则不必将它们短路。

H. 2.4 对 H. 2.3 中规定的任一故障条件,如果变压器的安全是靠熔断体的动作来保持的,则试验要重复进行,但要用电流表来代替该熔断体。

如有疑问时,在确定电流值时应当考虑该熔断体的最大电阻值。

对符合 IEC 60127-3 的小型熔断体,下列规定适用:

如果测得的电流不超过熔断体额定电流的 2.1 倍,则认为电路不具有充分的保护,试验要在熔断体短路的情况下进行。

如果测得的电流至少为熔断体额定电流的 2.75 倍,则认为电路具有充分的保护。

如果测得的电流超过熔断体额定电流的 2.1 倍,但未超过额定电流的 2.75 倍,则短路该熔断体,然后按下列规定进行试验:

——对快速动作熔断体,试验持续某个相应的时间,或者 30 min,取时间较短者;

——对延时熔断体,试验持续某个相应的时间,或者 2 min,取时间较短者。

注: 对熔断体是否能作为保护装置要根据 IEC 60127-3 规定的熔断特性来检验,IEC 60127-3 还给出了计算熔断体的最大电阻值时所必需的信息。

对除了符合 IEC 60127-3 的那些熔断器以外的熔断器,其试验要按 15.3.2~15.3.5 的规定进行。

H. 3 爬电距离、电气间隙和贯通绝缘距离(对第 26 章的补充)

H. 3.1 对仅用基本绝缘来隔离不同极性的带电零部件,如果将这些零部件的爬电距离和电气间隙依

GB 19212.1—2008/IEC 61558-1:2005

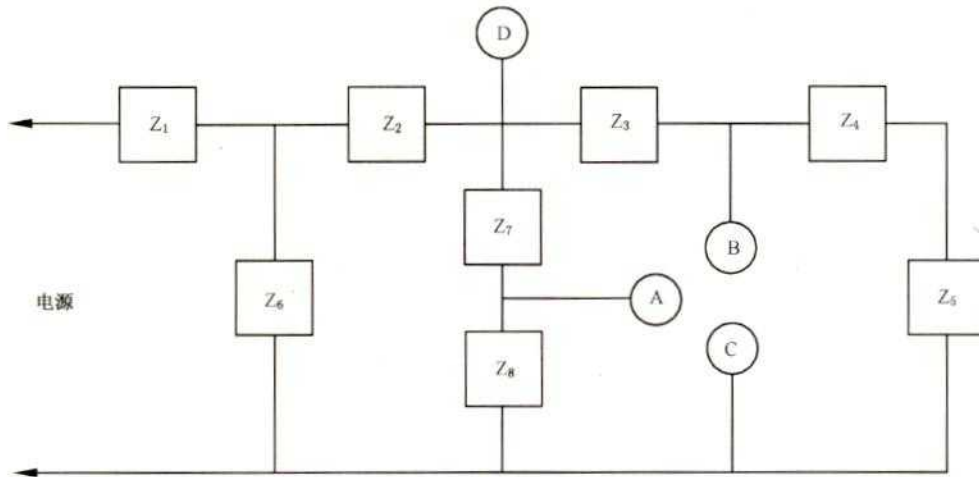
次短路能满足第 H.2 章的要求,则允许这些爬电距离和电气间隙小于第 26 章的规定值。

如果光电耦合器的每个绝缘被充分密封,并且材料的各层之间没有空气,则光电耦合器内的爬电距离和电气间隙不必测量。

如果在印制电路板上使用涂层来保护微环境或提供基本绝缘,则附录 W 适用。GB/T 16935.3—1997 第 4 章要求的较小距离适用(类型 1 保护:P1 值;类型 2 绝缘保护距离)。

对封装变压器的循环试验,见 26.2。

H.3.2 对光电耦合器,其处理程序是在温度比在进行第 14 章或 15 章的试验时,在光电耦合器表面测得最高温度高 50 K 下进行,同时使光电耦合器在这些试验中所出现的最严酷的条件下工作。



D 是向外接负载提供的最大功率超过 15 W 的离电源最远的点。

A 和 B 是向外接负载提供的最大功率不超过 15 W 的离电源最近的点。这些点是小功率点。

A 点和 B 点分别对 C 点短路。

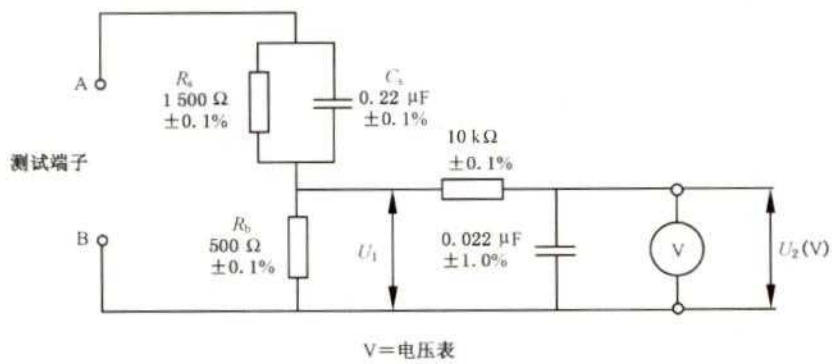
将 H.2.3 中规定的故障条件 a) 至 e) 逐个施加到 Z_1, Z_2, Z_3, Z_6 和 Z_7 。

图 H.1 具有小功率点的电子电路的例子(见 H.2.2)

附录 I
(暂缺)

附录 J
(规范性附录)
接触电流测量网络

(引自 GB/T 12113—2003 图 4)



真方均根值读数
不确定度: $\leq 2\%$
输入电阻: 0.1 M Ω

输入电容: ≤ 200 pF
频率范围: 15 Hz~1 MHz

图 J.1 接触电流测量网络

附录 K
(规范性附录)
用作多层绝缘的绝缘绕组线

本附录规定了聚酰亚胺膜绝缘或用与其性能相当的绝缘材料绝缘的绕组线。它无需附加的衬垫绝缘就可以在绕组绕制件中提供基本绝缘、附加绝缘或加强绝缘。

注：下面给出了聚酰亚胺某些特性的典型值，以供参考。所附的这些数值不是本部分的组成部分。

—介电强度	180 kV/mm
—介电常数	3.5
—介质损耗因数	0.003(在1 kHz下)
—绝缘电阻	10^5 M Ω
—表面电阻率	10^{15} Ω (相对湿度为50%)
—弯折耐久性	10^4 次循环

K.1 绕组线结构

绕组线应当用两层或多层绝缘层进行绝缘。如果是用绝缘带呈螺旋缠绕成多层，则应当使用抗旋转的绝缘层。搭接宽度应当足够，以便在制作绕组绕制件时能确保连续搭接。

应当对绝缘带的这些缠绕层予以密封，以消除层与层之间的爬电路径。

K.2 性能试验

绕组线应当能通过下列 K.2.1~K.2.5 的五种型式试验。

K.2.1 介电强度

GB/T 4074.5—1999 的试验 13，施加时间与本部分 18.3 规定的持续时间相同，试验电压不小于本部分表 8a 的相应电压值，或者有两层时为 3 kV、有三层时为 5.5 kV，每种情况下均取较大者。

K.2.2 附着性和柔韧性

在额定环境温度下进行 GB/T 4074.3—1999 的 5.1 的试验 8，随后进行 K.2.1 的介电强度试验。

K.2.3 热冲击

GB/T 4074.6—1999 的 3.1 或 3.2 的试验 9，随后进行 K.2.1 的介电强度试验。

K.2.4 弯曲后介电强度的保持

GB/T 4074.5—1999 的 4.1~4.5 的试验 13，随后进行 K.2.1 的介电强度试验。

K.2.5 耐刮

GB/T 4074.3—1999 的试验 11 适用。

K.3 例行试验(生产试验)

绝缘绕组线的制造厂商应当按 GB/T 4074.5—1999 的规定，对绝缘绕组线进行 100% 的介电强度试验，试验电压不小于本部分表 8a 的相应电压值，或者有两层时为 3 kV、有三层时为 5.5 kV，每种情况下均取较大者。

附录 L
(规范性附录)
例行试验(生产试验)

本附录中规定的试验是要就安全方面检查在材料或制造上是否出现了不能允许的变化。这些试验不会使变压器的性能和可靠性受到损害,制造厂商应当在变压器生产完工后,对每个变压器进行这些试验。该项检查用来核查制造厂商的生产系统是否已对 100% 的产品进行了下列试验。

这些试验应当在生产线的温度下进行。

根据制造厂商所获得的经验,可以进一步进行一些试验,以确保每个变压器都能和已通过本部分试验的样品相一致。

例行试验原则上应当在生产末端时进行。但是,如果能够提供证明,在早期阶段进行这些试验也能提供同样的安全水平,则可以采用这种试验程序。

L.1 保护接地连续性试验

对 I 类变压器,在接地端子与为安全原因而必须接地的每一个可触及的导电零部件之间,依次接到能提供至少 10 A 的电流且其空载电压不超过 12 V 的电源。

在本试验过程中,保护接地端子与各相关的可触及的导电零部件之间不得出现连接中断或电流量明显减小。

L.2 检验空载输出电压

空载输出电压应当符合制造厂商规定的标称值和允差,此外,不得超过 GB 19212 其他部分所要求的最大空载输出电压。

L.3 介电强度试验

在环境温度下,按 18.3 表 8a 的规定进行试验,但不进行 17.2 的受潮试验。

在规定的试验电压下施加 1 s。

试验是在下列零部件之间进行:

- a) 输入电路的带电零部件与变压器的可触及的导电零部件之间;
- b) 输入电路与输出电路之间。

试验期间不得出现闪络或击穿。

对绝缘水平高的变压器和工作电压高于 1 000 V 的分离变压器可能需要进行附加的试验。

L.4 检验保护装置的安装

如有保护装置,则不得由于其在变压器内的安装不当而妨碍该保护装置的动作。

通过外观检查来检验其是否合格。

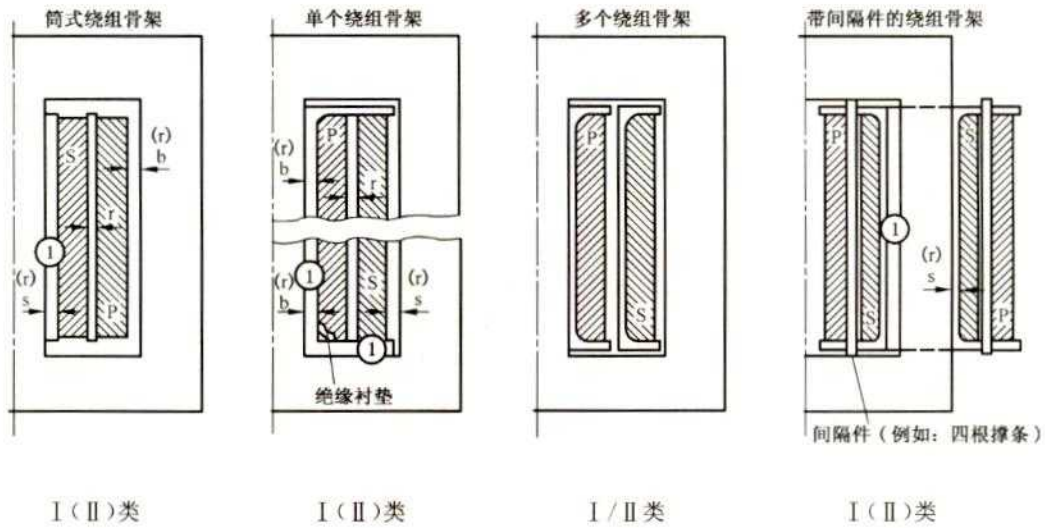
L.5 外观检查

外观检查应当确认所有需要的和相关的标志均齐全。

附录 M
(资料性附录)
对 19.1 进行指导用的例子

M.1 绕组骨架

M.1.1 同心式



1: 具有附加绝缘所需的规定厚度的筒或至少有三层绝缘带的筒(见第 26 章)。

M.1.2 并列式

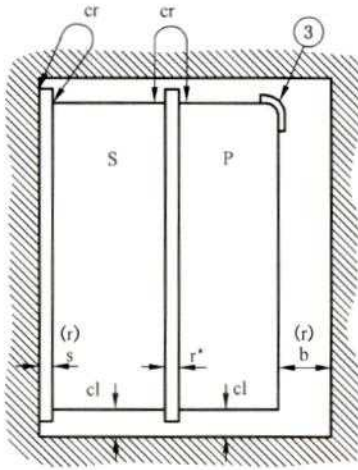


1: 具有附加绝缘所需的规定厚度的筒或至少有三层绝缘带的筒(见第 26 章)。

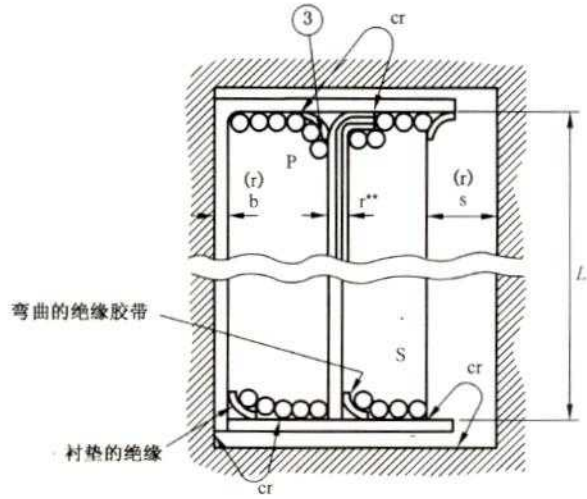
2: 具有第 26 章中规定的附加绝缘厚度的成型部分。

M.2 绕组

M.2.1 无屏蔽层



I (II)类
M.2.1a)

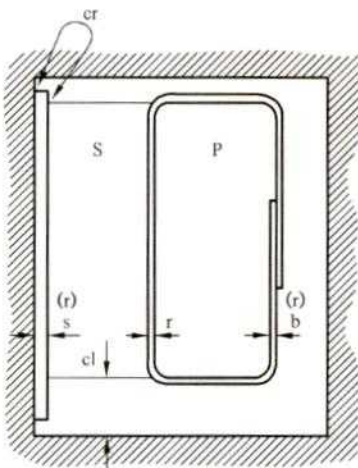


I (II)类
M.2.1b)

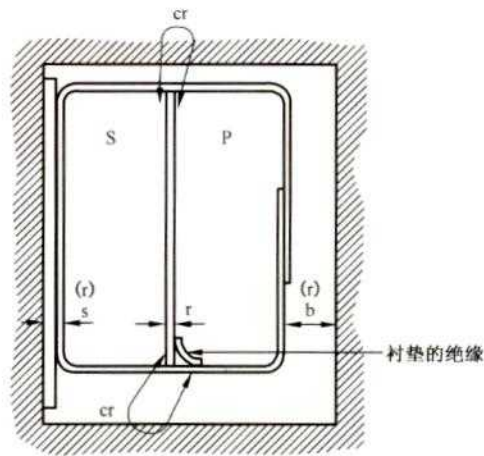
* : 有一层规定厚度的绝缘或至少三层绝缘带。

** : 有一层规定厚度的绝缘加上一层绝缘胶带或一层绝缘衬垫,或至少三层绝缘带加上例如一层绝缘胶带,或至少四层有齿边的绝缘带。

3: 防止绕组最后一匝发生位移。例如,采用绝缘胶带或胶粘剂。



I (II)类
M.2.1c)

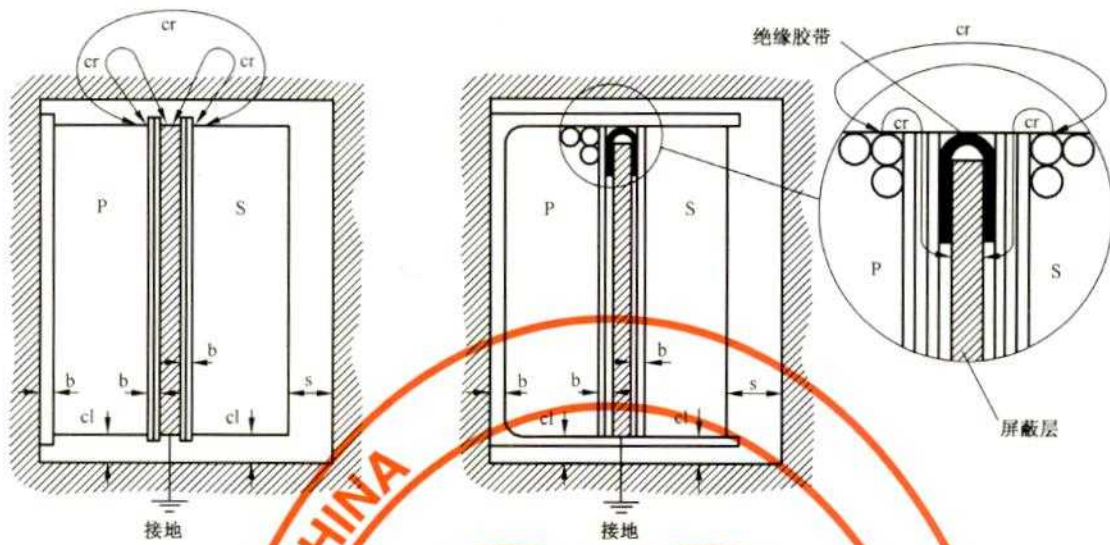


I (II)类
M.2.1d)

注: 对II类结构,其缩写符号用括号给出。

GB 19212.1—2008/IEC 61558-1:2005

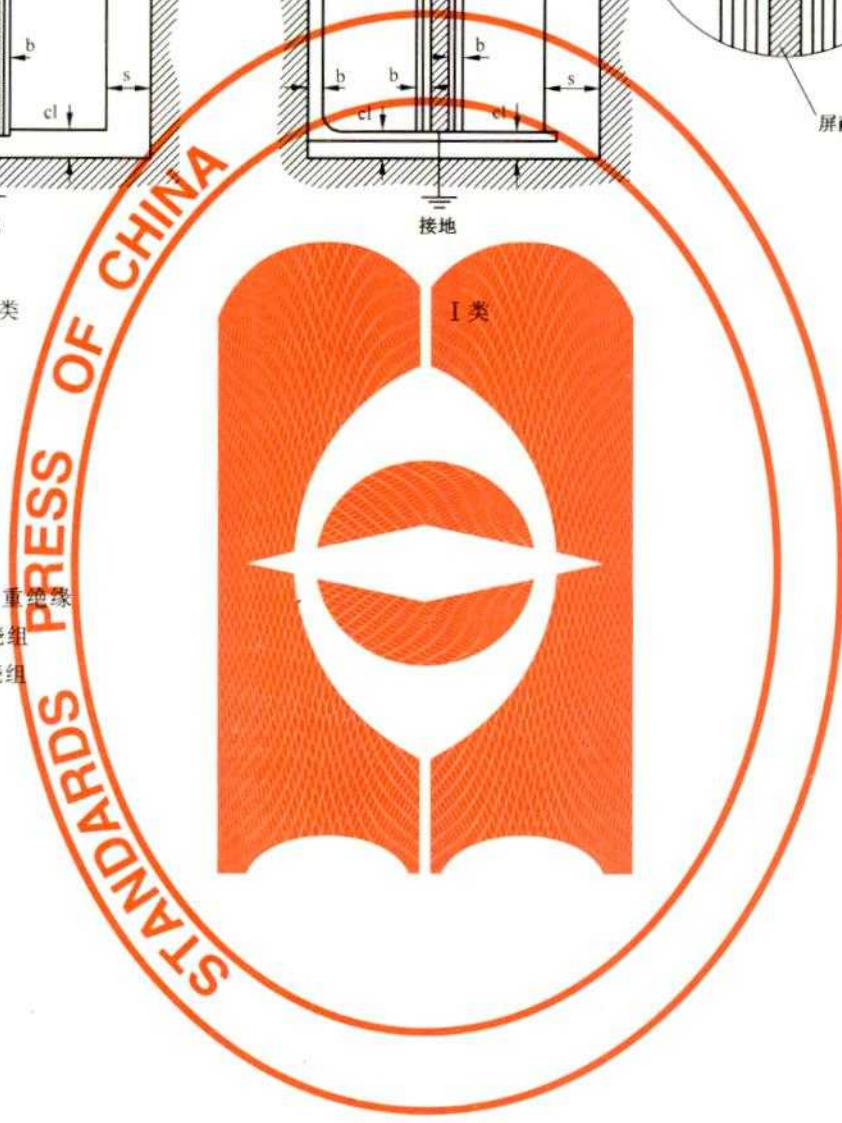
M.2.2 有屏蔽层



I类

I类

- 对 I 类结构
- cr=爬电距离
- cl=电气间隙
- b=基本绝缘
- s=附加绝缘
- r=加强绝缘或双重绝缘
- P=输入或初级绕组
- S=输出或次级绕组

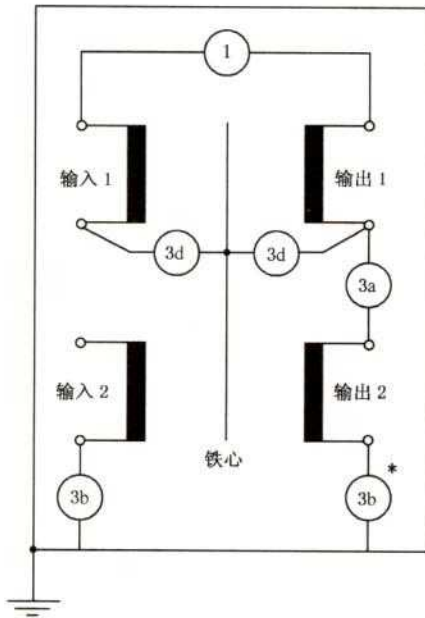


附录 N

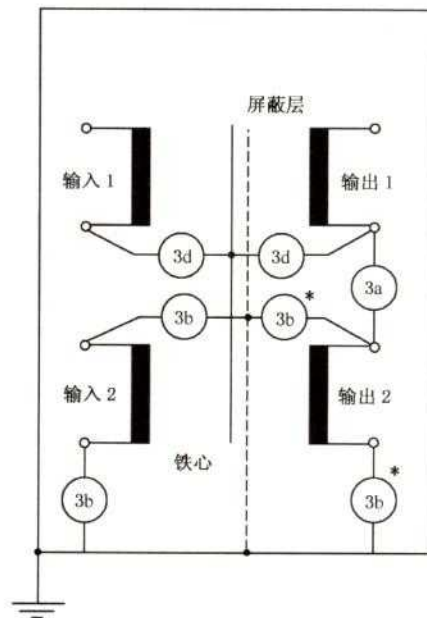
(资料性附录)

试验电压施加点的例子

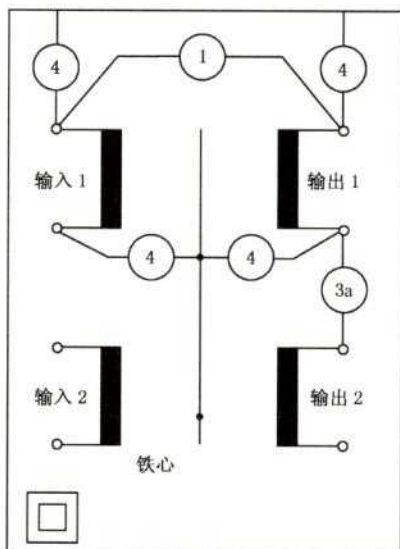
注：圆圈内的数字是指表 8a 中的某些项目的序号。其他结构或配置方法也可以使用。



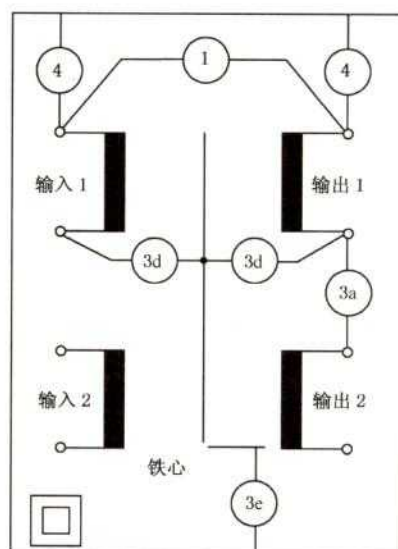
例 1: I 类结构变压器



例 2: 具有接地金属屏蔽层的 I 类结构变压器

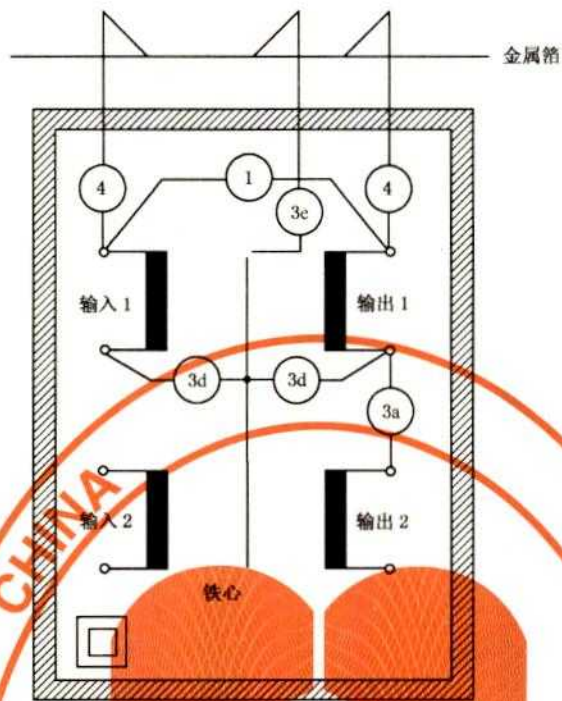


a) 铁心与壳体相连



b) 铁心不与壳体相连

例 3: 具有金属外壳的 II 类结构变压器



例 4: 具有绝缘材料外壳的 II 类结构变压器

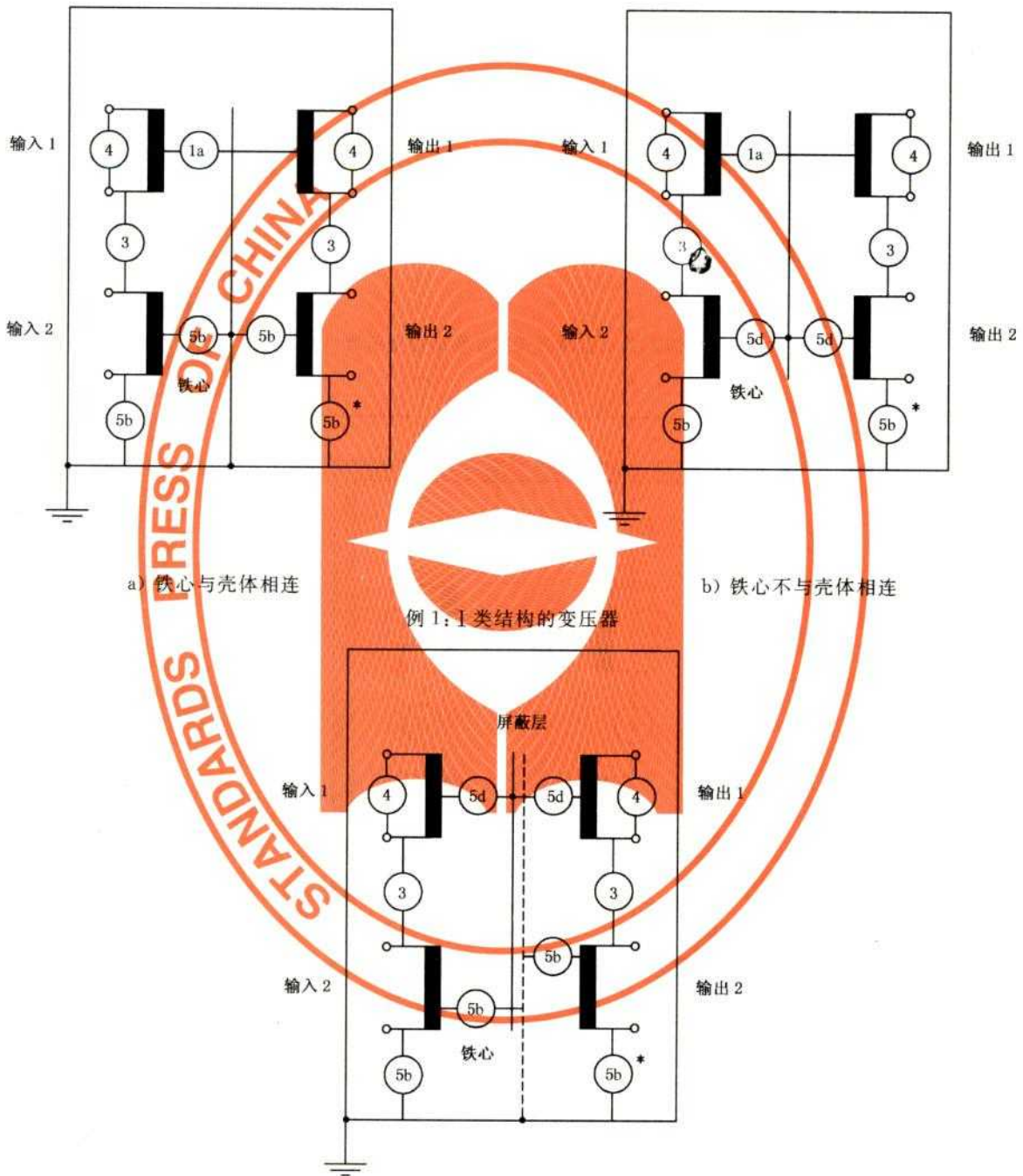
附录 O
(暂缺)

附录 P

(资料性附录)

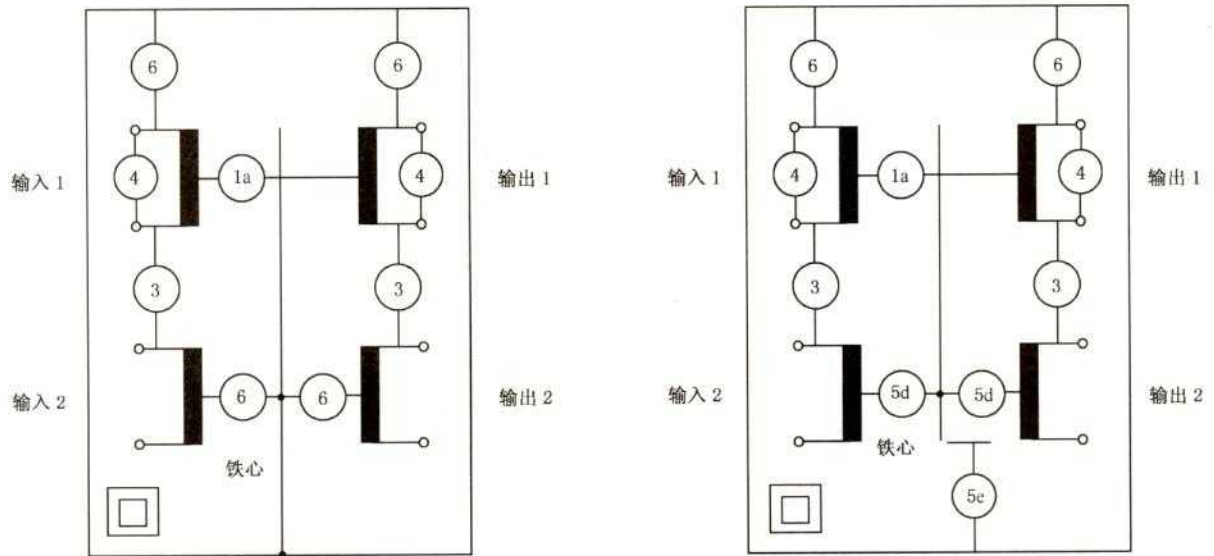
爬电距离和电气间隙测量点的例子

注：圆圈内的数字是指表 13、表 C.1 和表 D.1 中某些项目的序号，其他结构或布置方法也可以使用。



例 2: 具有接地金属屏蔽层的 I 类结构变压器

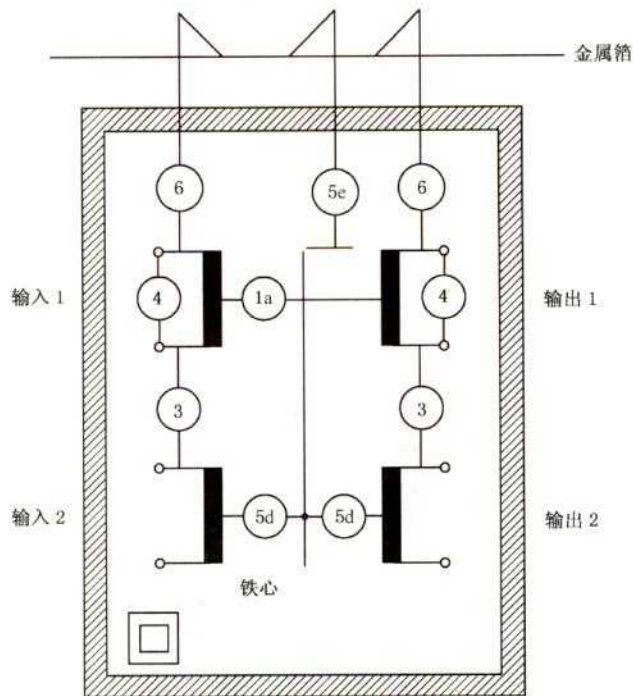
GB 19212.1—2008/IEC 61558-1:2005



a) 铁心与壳体相连

b) 铁心不与壳体相连

例 3: 具有金属外壳的 II 类结构变压器



例 4: 具有绝缘材料外壳的 II 类结构变压器

附录 Q
(资料性附录)

防护等级 IP 代码的说明

下列内容是部分摘录,详细内容见 GB 4208。

Q.1 该分级系统包括的防护类型如下:

- a) 防止人体接触或靠近带电零部件,以及防止人体接触外壳内的运动零部件(但光滑转轴或类似零部件除外)的防护;
- b) 防止固体异物进入设备的防护。

Q.2 防止外壳内设备进水造成有害影响的防护

表示防护等级的代号由特征字母 IP 和后加两位数字(“特征数字”)组成。其中的两位数字分别表示符合表 Q.1 和表 Q.2 规定的条件。第一位数字代表上述 a)项规定的防护等级,第二位数字代表上述 b)项规定的防护等级。

表 Q.1 第一位特征数字代表的防护等级

第一位特征数字	防护等级	
	简短说明	外壳能“阻隔”的异物的简要说明
0	无防护	无特殊防护措施
1	防止直径大于 50 mm 的固体异物进入	人体的大表面部分,例如手(但对有意进入的情况无防护)。直径超过 50 mm 的固体异物
2	防止直径大于 12.5 mm 的固体异物进入	手指或长度超过 80 mm 的类似异物。直径超过 12.5 mm 的固体异物
3	防止直径大于 2.5 mm 的固体异物进入	直径或厚度大于 2.5 mm 的工具、金属线等。直径超过 2.5 mm 的固体异物
4	防止直径大于 1.0 mm 的固体异物进入	厚度大于 1.0 mm 的金属线或金属条。直径超过 1.0 mm 的固体异物
5	防尘	不能完全防止灰尘进入,但灰尘的进入量不会多到影响设备的正常运行
6	尘密	无灰尘进入

表 Q.2 第二位特征数字代表的防护等级

第二位特征数字	防护等级	
	简短说明	外壳提供的防护类型的说明
0	无防护	无特殊防护措施
1	防滴水	滴水(垂直滴落水滴)应当无有害影响
2	外壳在 15° 范围内倾斜时的防滴水	当外壳相对于其正常位置在 15° 范围内倾斜时,垂直滴水应当无有害影响
3	防淋水	在垂直方向两侧各 60° 范围内淋水应当无有害影响。 在相对于垂直方向 60° 范围内淋水时流下的水应当无有害影响

GB 19212.1—2008/IEC 61558-1:2005

表 Q.2 (续)

第二位特征数字	防护等级	
	简短说明	外壳提供的防护类型的说明
4	防溅水	向外壳任何方向溅水应当无有害影响
5	防喷水	使用喷嘴向外壳任何方向喷水应当无有害影响
6	防强烈喷水	强烈喷水后外壳进水量应当不致达到有害的程度
7	防短时间浸水影响	当在规定的压力和时间的条件下,外壳短时间浸入水中后,进水量应当不致达到有害程度
8	防持续浸水影响	设备适用于在制造厂商规定的条件下持续浸入水中 ^a

^a 通常,这就意味着设备是气密式。但是,对某些类型的设备,可能意味着水能进入,只是进入的程度不会造成有害的影响。



附录 R

(规范性附录)

GB/T 16935.1—1997 中 4.1.1.2.1 的应用说明

(见 26.2)

R.1 冲击绝缘试验

- 波形:1.2/50 μ s;
- 每一极性三次冲击;
- 相邻两次冲击的间隔时间至少 1 s;
- 冲击电压按 GB/T 16935.1—1997 表 5 的规定;
- 额定冲击电压根据 GB/T 16935.1 表 1 的工作电压和过电压类别来确定;
- 对双重绝缘或加强绝缘,根据 GB/T 16935.1—1997 中 2.1.1.2,使用高一级的值(见 GB/T 16935.1—1997 的 3.1.5)。用该值就能在 GB/T 16935.1—1997 表 5 中查出适用的冲击电压。

R.2 举例

- 工作电压:300 V(r. m. s),过电压类别 III
 ⇒根据表 1 确定:4 000 V(额定冲击电压)
 ⇒双重绝缘⇒6 000 V(根据 2.1.1.2 的额定冲击电压使用高一级的值)
 ⇒根据表 5(6 000 V)的规定=7.3 kV(冲击试验电压)

表 R.1 根据 GB/T 16935.1—1997 中 4.1.1.2.1 确定的冲击试验电压 单位为伏

工作电压 (交流)	过电压类别 III		过电压类别 II	
	双重绝缘或加强绝缘 (交流)	基本绝缘 (交流)	双重绝缘或加强绝缘 (交流)	基本绝缘 (交流)
50	1 750	910	910	550
100	2 950	1 750	1 750	910
150	4 800	2 950	2 950	1 750
300	7 800	4 800	4 800	2 950
600	9 800	7 300	7 300	4 800
1 000	14 800	9 800	9 800	7 300

当工作电压为中间值时,要在两个相应表列值之间用内插法求出试验电压值。

例如:

230	6 130	3 940	3 940	2 390
-----	-------	-------	-------	-------

注:过电压类别的定义见 GB/T 16935.1—1997 中 2.2.2.1 项 f)。

一般用途变压器采用过电压类别 III。

用于家用电器的变压器采用过电压类别 II。

GB 19212.1—2008/IEC 61558-1:2005

附 录 S
(暂缺)

附 录 T
(暂缺)

附录 U

(资料性附录)

可任选的 t_w 标志的变压器

对具有 t_w 标志的变压器还要采用下列要求。

根据实验数据, t_w 试验仅适用于额定输出不大于 1 000 VA 的变压器。同样, 最高 t_w 温度限于 140 °C。

为了检验额定最高工作温度 t_w , 本部分规定了一种周期为 30 d 的耐久性试验, 以作为标准的试验方法。在有 t_w 标志的其他标准中可能使用其他试验周期。

在 t_w 试验时, 本部分允许使用除 4 500 以外的常数 S 。如果没有提出不同的要求, 则变压器的耐久性试验要根据 U. 5. 2 规定的常数 S , 取值为 4 500。如果所规定试验中的任何一个试验能证明使用其他值是正确的, 则制造厂商可以要求使用其他值。

带 t_w 标志的变压器的绕组应当具有足够的热耐久性。

通过采用对不同条款所作出的变更内容, 并进行所规定的试验来检验其是否合格。

U. 1 试验的一般说明(对第 5 章的补充)

在 5. 2 中加入如下的第三段和第四段:

对带 t_w 标志的变压器, 型式试验要在八个供作型式试验用的变压器组成的一组样品上进行。其中七个变压器供作耐久性试验用, 余下的一个变压器供作所有其他项目试验用。关于符合性试验的条件, 见 14. 4。

t_w 试验按第 U. 5 章规定的条件进行。一般地说, 每种类型的变压器均要进行所有试验, 或者在涉及类似的变压器的范围时, 则在该范围中的每一个额定输出的变压器均要进行所有试验, 或者在与制造厂商协商一致时, 从该范围中选取有代表性的变压器进行所有试验。当将相同结构但其性能不同的变压器一起提出进行批准时, 或者当制造厂商或其他权威机构提供的试验报告为检测试验站所接受时, 则允许将 14. 4 中所规定的进行耐久性试验的样品数减少, 允许常数 S 值不等于 5. 2 规定的 4 500 而改用其他值, 甚至还允许不进行这些试验。

对目前的 5. 2 第八段修改如下: “除 14. 3 和 14. 4…”。

U. 2 发热(对第 14 章的补充)

将第 14 章的标题变更为“发热和耐久性。”

在 14. 1 第一句中增加如下一句短语:

“…, 而且绕组应当具有足够的热耐久性。”

对 14. 1 第二段修改如下:

“当不得超过表 1 的温度时, 通过 14. 2 的试验来检验其是否合格。当适用时, 通过 14. 3 或 14. 4 的试验来检验绕组的热耐久性。此外, 下列条件适用于不带 t_w 标志的变压器的绕组。符合 14. 4 要求的绕组材料被认为是达到所属的等级的材料。”

在 14. 1 第十段的末尾增加如下句子:

为了确定带 t_w 标志的绕组的平均温度, 不得增加其试验电压值。

在表 1 中插入如下新的第一个缩进排字的内容:

零部件	温度 °C
——带有 t_w 标志	t_w

GB 19212.1—2008/IEC 61558-1:2005

加入如下新添的 14.4:

14.4 热耐久性

带有 t_w 标志的变压器的绕组应当具有足够的热耐久性。

通过下列试验来检验其是否合格。

变压器绕组要承受第 U.5 章规定的热耐久性试验。试验要在七个已按 11.1 规定进行了测量的新变压器上进行。这些变压器不得用来进行下一步的试验。

本试验也可以适用于作为电器中的一个组成部分但不能单独试验的变压器,从而使这样的作为组成部分的变压器也能用 t_w 值标出。

温度条件的调节应当确保试验的目标时间符合制造厂商规定的时间。如果制造厂商未给出规定的时间,则试验时间应当为 30 d。

试验后,当变压器已恢复到室温时,这些变压器应当满足下列要求:

- a) 输出电压值与试验前的测得值相比,其变化不得大于 11.1 中相关类型变压器所规定的百分数。

注:本试验是要确定变压器装置中任何不良的变化。

- b) 对安全隔离变压器、隔离变压器和分离变压器的输入与输出绕组之间,以及对所有各种变压器的绕组与变压器外壳或壳体之间的绝缘电阻,在直流 500 V 下的测量值,不得小于 1 M Ω 。
- c) 变压器应当承受介电强度试验,试验电压为第 18 章表 8a 规定值的 35%。试验电压施加部位应当与上述 b) 项的规定相同。

如果七个变压器中至少有六个满足这些要求,则认为试验结果满足要求。如果有两个以上的变压器未能通过试验,则认为试验不合格。

如果有两个变压器不合格,则要另用七个变压器重复进行试验,不允许该七个变压器不合格。

U.3 短路和过载保护(对第 15 章的补充)

在表 3 的右边增加如下新的一栏:

绝缘等级	t_w
保持现有的内容不变	见表 U.1

增加如下的新表 U.1:

表 U.1 承受耐久性试验时间 30 d 和预期寿命为 10 a 的变压器在 110% 额定电压下及在短路和过载条件下绕组最高温度的例子

常数 S	最高温度/°C					
	S4.5	S5	S6	S8	S11	S16
对 $t_w=90$	171	161	147	131	119	110
95	178	168	154	138	125	115
100	186	176	161	144	131	121
105	194	183	168	150	137	126
110	201	190	175	156	143	132
115	209	198	181	163	149	137
120	217	205	188	169	154	143
125	224	212	195	175	160	149
130	232	220	202	182	166	154
135	240	227	209	188	172	160
140	248	235	216	195	178	166

除变压器另有指出外,温度限值要采用 S 4.5 栏的列出值。

预期寿命为 5 a 的最高温度要用 U.5.1 中的公式(U.2)来计算。

U.4 系列变压器的试验(对附录 B 的修改)

将附录 B 变更如下:

B.1

用如下内容代替原 c) 项的第一行:

- c) 它们被设计成能适用于相同的最高和最低环境温度, 以及如果适用, 对带有相同的 t_w 标志。

B.2

增加如下新的 d) 项:

- d) 对带有 t_w 标志的变压器, 上述参数适用, 同时加上一条规定, 即用作进行热耐久性试验的样品应当是系列中具有最大电流密度(即每平方米铜导体面积的最大电流)的型号。

U.5 绕组热耐久性试验的一般要求和信息

U.5.1 热耐久性试验

试验在合适的高温箱中进行。

变压器的电气运行应当与正常使用时相类似, 如果变压器有不应当承受试验的电容器、元器件或其他附属的零部件, 则应当将它们的接线断开, 并在高温箱外再次接通电路。对不影响绕组工作条件的其他元器件可以拆除。

装有保护装置的变压器应当在将保护装置短路的情况下进行绕组热耐久性试验。

注 1: 有时, 例如型式试验时, 如果对不应当承受试验但需要将保护装置短路和将电容器、元器件或其他附属零部件断开时, 建议制造厂商提供已将这此零部件短路或拆除的特殊变压器, 如果适用, 将任何必需的附加连接引到变压器的外面。

通常, 为了获得正常工作条件, 变压器要在额定输出条件下进行试验。

变压器的外壳, 如果是金属材料, 则要接地。负载装置始终置于高温箱外。

将七个变压器置于高温箱内, 且额定电压施加在每一条电路上。

然后, 调节高温箱的恒温控制器, 使高温箱内的温度值能使每个变压器的最热绕组的温度近似等于表 U.2 给出的目标温度值。

表 U.2 承受耐久性试验时间 30 d 和预期寿命为 10 a 的变压器的理论试验温度

常数 S	理论试验温度 $t/^\circ\text{C}$					
	S4.5	S5	S6	S8	S11	S16
对 $t_w=90$	153	155	142	128	117	108
95	171	162	149	134	123	113
100	178	169	156	140	128	119
105	185	176	162	146	134	125
110	193	183	169	152	140	130
115	200	190	175	159	146	136
120	207	197	182	165	152	141
125	215	204	189	171	157	147
130	222	211	196	177	163	152
135	230	219	202	184	169	158
140	238	226	209	190	175	163

除变压器另有指出外, 理论试验温度要采用 S4.5 栏的列出值。

预期寿命为 5 a 的理论试验温度要用本条中的公式 (U.2) 来计算。

GB 19212.1—2008/IEC 61558-1:2005

4 h 后,用“电阻值变化”法确定绕组的实际温度,如有必要,重新调节高温箱的恒温控制器,使绕组的实际温度尽可能大致接近目标温度。此后,每天读取高温箱内的空气温度,以确保恒温控制器维持在正确值 $\pm 2^\circ\text{C}$ 的范围内。

24 h 后,再次测量绕组温度,并按公式(U. 2)确定任何变压器的最终试验时间。图 U. 1 表示出用图解法确定最终试验时间的方法。被试变压器的任何一个最热绕组的实际温度与理论值的允许差值应当保证能使最终试验时间至少等于、但不大于二倍目标试验时间。

注 2: 对用“电阻值变化”法测量绕组温度,可以采用下列公式(U. 1)来计算:

$$t_2 = \frac{R_2}{R_1}(234.5 + t_1) - 234.5 \quad \dots\dots\dots(\text{U. 1})$$

式中:

t_1 ——初始温度, $^\circ\text{C}$;

t_2 ——最终温度, $^\circ\text{C}$;

R_1 ——温度 t_1 时的电阻;

R_2 ——温度 t_2 时的电阻。

常数 234.5 适用于铜绕组,对铝绕组,该常数应当为 225。

在第 24 h 时所进行的测量完毕后,不必试图保持绕组温度恒定。只需用恒温控制器来稳定绕组的环境空气温度。

每个变压器的试验时间要从变压器与电源接通的时间开始算起。当一个变压器试验结束时,要将该变压器的电源断开,但不必从高温箱内取出,该变压器要等到所有其余变压器的试验也完成后才能取出。

注 3: 表 U. 2 给出的理论试验温度是与额定最高工作温度 t_w 下具有 10 a 连续工作的工作寿命相对应。

变压器的理论试验温度和目标试验时间用下列公式计算(见图 U. 1):

$$\lg L = \lg L_0 + S\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_w}\right) \quad \dots\dots\dots(\text{U. 2})$$

式中:

L ——目标耐久性试验时间(30),单位为 d;

L_0 ——3 652 d(10 a);

T ——理论试验温度($t+273$)K;

T_w ——额定最高工作温度(t_w+273)K;

S ——常数,与变压器的设计和所使用的材料有关。如果没有提出不同的要求,则 S 要取 4 500,但如果能用相关试验予以证实,则制造厂商可以要求使用其他的数值。

因此,耐久性试验就能在比较高的绕组温度下,用远比 10 a 或比所选定的预期寿命短得多的时间来进行。

U. 5.2 t_w 试验中常数 S 不等于 4 500 时的使用

U. 5.2.1 本附录规定的试验是要使制造厂商能证实其所要求的非 4 500 的 S 值。

用于稳定耐久性试验的理论试验温度要根据 U. 5.1 中的公式(U. 2)来计算。

如果没有提出不同的要求,则应当取 4 500,但如果能用下列程序 a) 和 b) 得到证实,则制造厂商可以要求使用表 U. 2 中的任何一个值。

如果对某个特定变压器使用不等于 4 500 的常数,已根据程序 a) 和 b) 得到证实,则该常数可以用于该变压器和其他使用同一结构和同一材料的变压器的耐久性试验中。

U. 5.2.2 程序 a)

制造厂商提供的关于变压器设计使用寿命与绕组温度关系的试验数据,要由足够多的且不少于 30 个样品来得出。

根据这些数据,计算出 T 与 $\lg L$ 关系的回归线以及与该回归线相关联的 95% 置信度线。

然后通过横坐标上的 10 d 和 120 d 分别与上、下 95% 置信度线相交的点画出一条直线。见图 U. 2

典型的图形。

如果此直线斜率的倒数值大于或等于要求的 S 值,则证明了该要求的 S 值处在 95% 置信度限值的范围内。对于不合格判据,见程序 b)。

注 1: 10 d 和 120 d 的点代表在应用置信度线时所需的最小间隔时间。如果能覆盖类似的或更大的间隔时间,则可以使用其他的点。

注 2: 对有关技术的信息和在置信度限值下计算回归线的方法均在 IEC 60216 中给出。

U.5.2.3 程序 b)

试验部门应当对制造厂商提供的要求补做耐久性试验的 14 个新变压器进行试验。试验时,将这 14 个新变压器随机分成两组(每组七个)。制造厂商应当说明所要求的 S 值和要求变压器达到 10 d 标称平均寿命的试验温度 T_1 ,以及在由公式(U.2)变换所得的下式中代入 T_1 和要求的 S 值后计算出与变压器标称平均寿命至少 120 d 相对应的试验温度 T_2 值。

$$\frac{1}{T_2} = \frac{1}{T_1} + \frac{1}{S} \lg \frac{120}{10} \text{ 或 } \frac{1}{T_2} = \frac{1}{T_1} + \frac{1.079}{S} \quad \dots\dots\dots(\text{U.3})$$

式中:

T_1 ——10 d 下的理论试验温度, K;

T_2 ——120 d 下的理论试验温度, K;

S ——要求的常数。

然后,用 U.5.1 的基本方法,分别在理论温度 T_1 (试验 1) 和 T_2 (试验 2) 下对两组(每组七个)变压器进行耐久性试验。

如果电流值与试验开始后 24 h 所测得的初始值相差大于 15%,则试验要在较低的温度下重新进行。试验时间要用 U.5.1 中的公式(U.2)计算出。如果在高温箱中工作时出现下列情况,则认为变压器已经失效。

- a) 变压器变成开路;
- b) 绝缘发生击穿,它是用额定电流为试验开始后 24 h 所测得的初始供电电流的 150%~200% 的快速动作熔断器的动作来指示。

试验 1 的试验持续时间应当等于或大于 10 d,因此试验 1 要一直继续试验到所有变压器均已失效,并根据 T_1 温度下各个寿命期的对数平均值,计算出平均寿命 L_1 。再根据该平均寿命 L_1 ,借助公式(U.2)的另一种形式(公式(U.4)),计算出 T_2 温度下对应的平均寿命 L_2 :

$$L_2 = L_1 \exp \left[\frac{S}{\lg e} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) \right] \quad \dots\dots\dots(\text{U.4})$$

式中:

L_1 ——平均寿命;

L_2 ——对应的平均寿命(对应 T_2 的平均寿命);

T_1 ——对应 10 d 的理论试验温度,单位为 K;

T_2 ——对应 120 d 的理论试验温度,单位为 K;

S ——要求的常数。

注 1: 要注意确保一个或多个变压器失效后不会影响其余在试变压器的温度。

试验 2 要一直继续试验到 T_2 温度下的平均寿命超过 L_2 的时间。这个结果意味着样品的常数 S 至少已等于要求的常数 S 。如果试验 2 的所有样品在平均寿命达到 L_2 之前均已失效,则样品所要求的常数 S 未得到证实。

试验寿命应当按实际的温度规范到使用要求的常数 S 的理论温度。

注 2: 通常不需要将试验 2 一直继续试验到所有变压器失效。计算需要的试验时间是简单的,但是每当出现一个失效就需要重新计算。

如果变压器含有温度敏感材料,则标称变压器寿命 10 d 也许是不合适的。此时,制造厂商可以采用较长的寿命,只要该较长寿命小于相应耐久性试验时间 30 d 即可。在这种情况下,较长的标称变

GB 19212.1—2008/IEC 61558-1:2005

器寿命应当至少是 10 倍较短标称变压器寿命(例如,15/150 d,18/180 d 等)。

这些曲线只是供参考用,图解了使用常数 S 为 4 500 的公式(U.2)(见附录 U.1)。

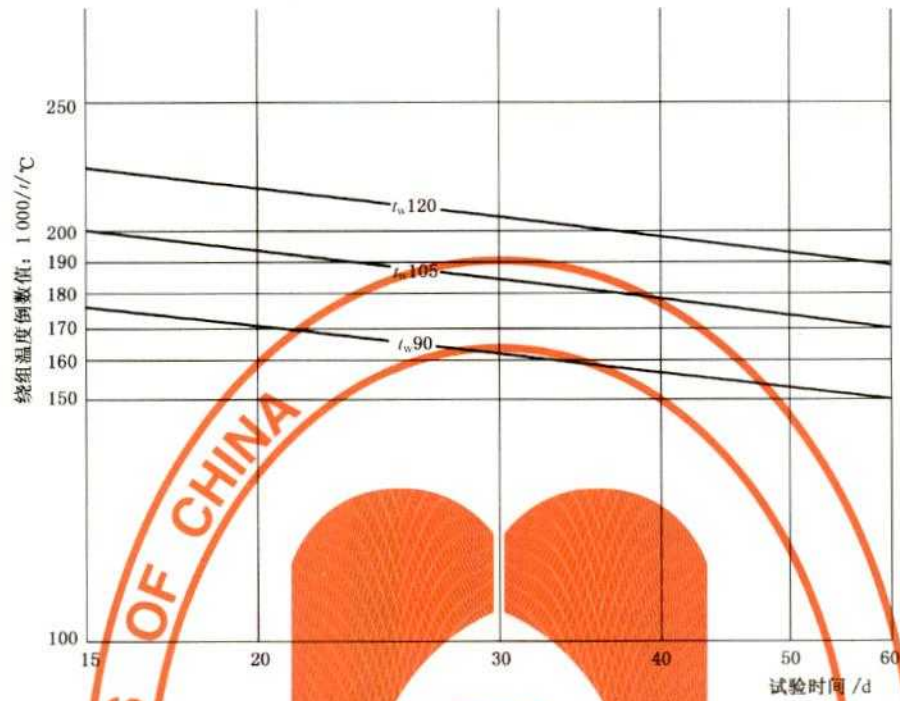


图 U.1 绕组温度与耐久性试验时间的关系

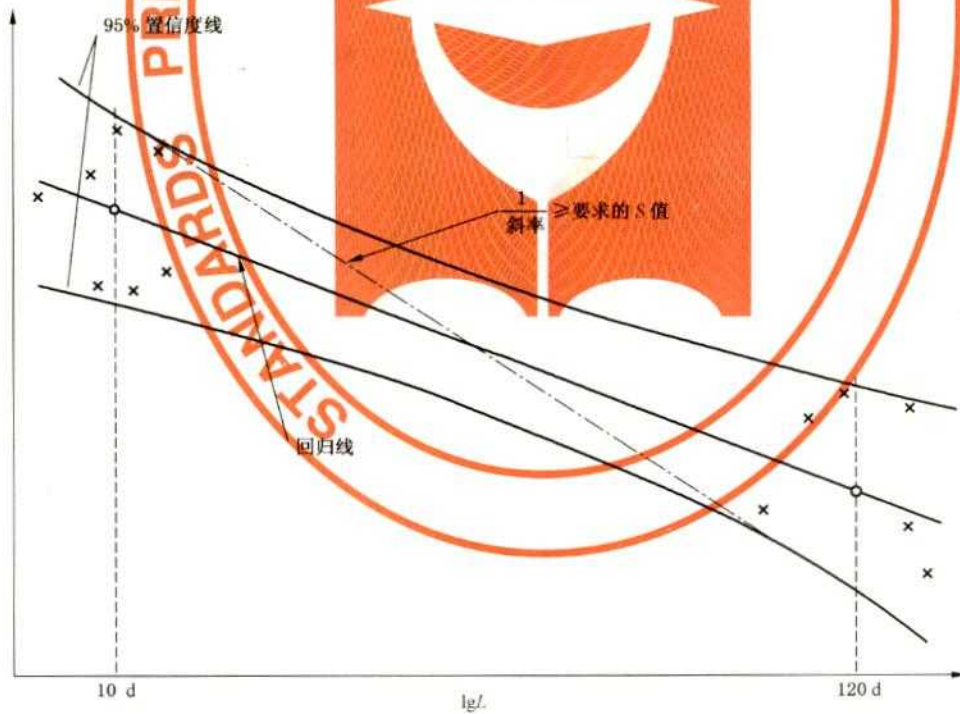


图 U.2 要求的 S 值的评定

附录 V
(资料性附录)
用于热断路器的符号

V.1 引言

本附录的目的是向设备制造厂商和最终用户提供有关在热断路器动作后使变压器重新恢复工作的方法方面的信息。

当要用这些符号时,它们将作为信息供参考使用。今后,当这些符号被熟悉并得到承认后,将会使它们成为强制性采用的符号。

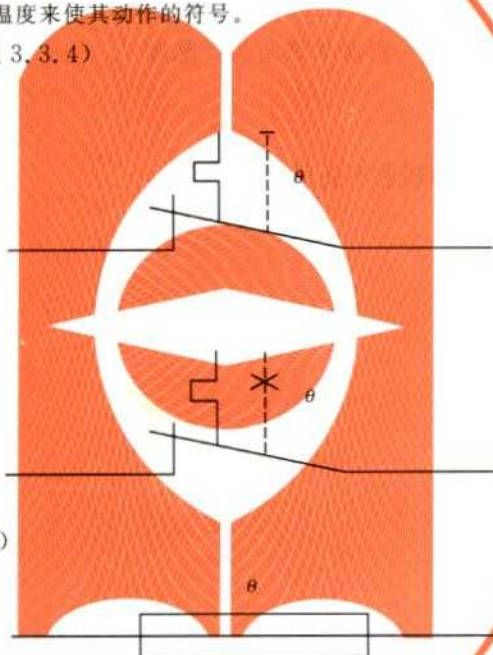
V.2 当使用这些符号时,应当将它们标在变压器上。这些符号既适用于独立用变压器,也适用于配套用变压器。

下列图形可以使用。

注: θ 是用来表示该装置是由温度来使其动作的符号。

V.2.1 非自复位热断路器(见 3.3.4)

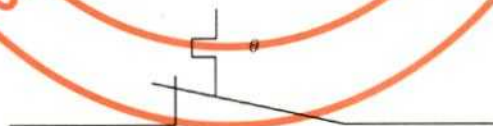
V.2.1.1 手动复位



V.2.1.2 断电复位

V.2.1.3 热熔断体(见 3.3.5)

V.2.2 自复位热断路器(见 3.3.3)



GB 19212.1—2008/IEC 61558-1:2005

附 录 W
(规范性附录)
带涂层的印制电路板

印制电路板保护涂层的试验要按 GB/T 16935.3 以及下列修改内容来进行。

W.1 概述

GB/T 16935.3—2005 中 5.1 适用,但是,当使用生产的样品时,要试验三块印制电路板样品。

W.2 低温

GB/T 16935.3—2005 中 5.7.1 的试验要在 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下进行。

W.3 快速温度变化

在 GB/T 16935.3—2005 中 5.7.3 的要求规定为严酷度 1。

W.4 附加试验

GB/T 16935.3—2005 中 5.9 的要求不适用。

参 考 文 献

- IEC 60038:1983 IEC 标准电压
- IEC 60050-195:1998 国际电工词汇(IEV) 第 195 部分:接地和防电击保护
- IEC 60050-421:1990 国际电工词汇(IEV) 第 421 部分:电力变压器和电抗器
- IEC 60050-826:1982 国际电工词汇(IEV) 第 826 部分:建筑物的电气安装
- IEC 60051(所有部分) 直接作用模拟指示电测量仪表及其附件
- IEC 60364-4-41:2001 建筑物电气装置 第 4-41 部分:安全防护 电击防护
- IEC 60584-1:1995 热电偶 第 1 部分:分度表
- IEC 60738-1:1998 热敏电阻器 直热式阶跃型正温度系数 第 1 部分:总规范
- IEC 60998-1:2002 家用和类似用途低压电路用的连接器件 第 1 部分:通用要求
- IEC 61000-3-2:2000 电磁兼容(EMC) 第 3-2 部分:限值 谐波电流发射限值(设备每相输入电
流 ≤ 16 A)
- IEC 61000-3-3:1994 电磁兼容(EMC) 第 3 部分:限值 第 3 节:对额定电流不大于 16 A 的设
备在低压供电系统中产生的电压波动和闪烁的限制
- IEC 62401:2003 电力变压器、电源装置、电抗器和类似产品 EMC 要求
- CISPR 11:2003 工业、科学和医疗(ISM)射频设备 电磁骚扰特性 限值和测量方法
- CISPR 14(所有部分) 电磁兼容 家用电器、电动工具和类似器具的要求
- ISO 3:1973 优先数 优先数系
- IEEE 101:1987 IEEE 热寿命试验数据统计分析导则
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
电 力 变 压 器 、 电 源 、 电 抗 器 和
类 似 产 品 的 安 全

第 1 部 分 : 通 用 要 求 和 试 验

GB 19212.1—2008/IEC 61558-1:2005

*

中 国 标 准 出 版 社 出 版 发 行
北 京 复 兴 门 外 三 里 河 北 街 16 号
邮 政 编 码 : 100045

网 址 www.spc.net.cn

电 话 : 68523946 68517548

中 国 标 准 出 版 社 秦 皇 岛 印 刷 厂 印 刷
各 地 新 华 书 店 经 销

*

开 本 880×1230 1/16 印 张 7.5 字 数 211 千 字

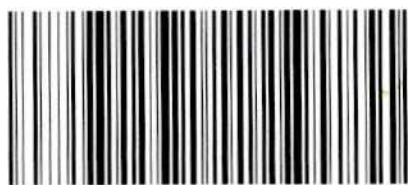
2009 年 1 月 第 一 版 2009 年 1 月 第 一 次 印 刷

*

书 号 : 155066 · 1-35217 定 价 68.00 元

如 有 印 装 差 错 由 本 社 发 行 中 心 调 换
版 权 专 有 侵 权 必 究

举 报 电 话 : (010)68533533



GB 19212.1-2008