



中华人民共和国国家标准

GB/T 3048.8—2007
代替 GB/T 3048.8—1994

电线电缆电性能试验方法 第 8 部分：交流电压试验

Test methods for electrical properties of electric cables and wires—
Part 8: AC voltage test

(IEC 60060-1:1989, High-voltage test techniques—
Part 1: General definitions and test requirements, NEQ)

2007-12-03 发布

2008-05-01 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	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 试验设备	2
5 试样制备	3
6 试验程序	3
7 试验结果及评定	5
8 注意事项	5
9 试验记录	5
附录 A (规范性附录) 调感式串联谐振回路和参数选择	6
A.1 串联谐振试验回路	6
A.2 谐振条件	6
A.3 参数选择	7

前 言

GB/T 3048《电线电缆电性能试验方法》分为 14 个部分：

- 第 1 部分：总则；
- 第 2 部分：金属材料电阻率试验；
- 第 3 部分：半导体橡塑材料体积电阻率试验；
- 第 4 部分：导体直流电阻试验；
- 第 5 部分：绝缘电阻试验；
- 第 7 部分：耐电痕试验；
- 第 8 部分：交流电压试验；
- 第 9 部分：绝缘线芯火花试验；
- 第 10 部分：挤出护套火花试验；
- 第 11 部分：介质损耗角正切试验；
- 第 12 部分：局部放电试验；
- 第 13 部分：冲击电压试验；
- 第 14 部分：直流电压试验；
- 第 16 部分：表面电阻试验。

本部分为 GB/T 3048 的第 8 部分，对应于 IEC 60060-1:1989《高电压试验技术 第 1 部分：一般定义和试验要求》(英文版)。

本部分与 IEC 60060-1:1989 的一致性程度为非等效。

本部分与 IEC 60060-1:1989 的主要差异如下：

- 仅与 IEC 60060-1:1989 第 5 章“交流电压试验”相对应，其余部分全部删除；
- 对应于 IEC 60060-1:1989 第 5 章“交流电压试验”的主要技术差异：
 - 1) 对“交流电压的频率”按产品标准进行修改；
 - 2) 删除了“对变压器试验回路的要求”；
 - 3) 对“串联谐振回路”进行修改，并补充附录 A“调感式串联谐振试验回路和参数选择”；
 - 4) 对“试验电压的测量”进行了修改，并补充了例行试验采用的三种从高压端直接测量的方法；
 - 5) 对“试验程序”作了较大改动，补充了电缆试样接线的详细规定和具体说明接线方式的表 1 和表 2，删除“破坏性放电电压试验”和“确保破坏性放电电压试验”；
- 与 GB/T 3048 的其他部分相协调，本部分增加了第 2 章“规范性引用文件”、第 5 章“试样制备”、第 7 章“试验结果及评定”、第 8 章“注意事项”和第 9 章“试验记录”。

本部分代替 GB/T 3048.8—1994《电线电缆电性能试验方法 交流电压试验》。本次修订按照 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》对本部分进行了调整。

本部分与 GB/T 3048.8—1994 相比主要变化如下：

- 标准的英文名称改为“Test methods for electrical properties of electric cables and wires—Part 8: AC voltage test”；
- 本部分的总体结构和编排按 GB/T 1.1—2000 进行了修改：
 - 1) 第 1 章为“范围”(1994 年版的第 1 章；本版的第 1 章)；
 - 2) 第 2 章为“规范性引用文件”(1994 年版的第 2 章；本版的第 2 章)；

- 3) 第 3 章为“术语和定义”(1994 年版无;本版的第 3 章);
- 4) 第 4 章为“试验设备”(1994 年版的第 3 章;本版的第 4 章);
- 5) 第 5 章为“试样制备”(1994 年版的第 4 章;本版的第 5 章);
- 6) 第 6 章为“试验程序”(1994 年版的第 5 章;本版的第 6 章);
- 7) 第 7 章为“试验结果及评定”(1994 年版的第 6 章;本版的第 7 章);
- 8) 第 8 章为“注意事项”(1994 年版的第 7 章;本版的第 8 章);
- 9) 第 9 章为“试验记录”(1994 年版无;本版的第 9 章);

——在第 2 章“规范性引用文件”中补充了相关标准(1994 年版的第 2 章;本版的第 2 章);

——增加了第 3 章“术语和定义”(1994 年版无;本版的第 3 章);

——在第 4 章“试验设备”中进行了下述修改:

- 1) 完善了“容许偏差”的要求(1994 年版的 5.4;本版的 4.1.2);
- 2) 完善了对“串联谐振回路”表述(1994 年版的 3.2;本版的 4.2.2);
- 3) 补充了对“试验电压的测量”的规定(1994 年版的 3.3;本版的 4.3.1、4.3.2);

——在第 5 章“试样制备”中增加了交联聚乙烯绝缘电缆和矿物绝缘电缆的试样制备方法(1994 年版无;本版 5.6、5.7);

——在第 6 章“试验程序”中作了下述修改:

- 1) 补充了逐级击穿试验(1994 年版无;本版的 6.1.2);
- 2) 删除了对绝缘护套电压试验接线方式的规定(1994 年版的 5.1.4 和 5.1.5;本版无);
- 3) 完善了施加试验电压的要求(1994 年版的 5.3;本版的 6.3.2);

——在第 7 章“试验结果及评定”中补充了对假击穿的判断(1994 年版无;本版的 7.2);

——在第 8 章“注意事项”中修改了对试验区域安全的要求(1994 年版的 7.2;本版的 8.2);

——增加第 9 章“试验记录”,规定了试验记录应记载的具体内容(1994 年版无;本版的第 9 章);

——对附录 A 作了技术性修改(1994 年版的附录 A;本版的附录 A)。

本部分的附录 A 是规范性附录。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国电线电缆标准化技术委员会归口。

本部分起草单位:上海电缆研究所。

本部分主要起草人:万树德、余震明、夏凯荣、朱中柱、金标义。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为:GB 766—1965、GB 3048.8—1983、GB/T 3048.8—1994。

电线电缆电性能试验方法

第 8 部分:交流电压试验

1 范围

GB/T 3048 的本部分规定了交流电压试验的术语和定义、试验设备、试样制备、试验程序、试验结果及评定、注意事项和试验记录。

本部分适用于电线电缆产品耐受交流电压试验,但不适用于绕组线产品。

本部分应与 GB/T 3048.1 一起使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 3048 的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/T 311.6 高电压测量标准空气间隙(GB/T 311.6—2005,IEC 60052:2002,IDT)

GB/T 2900.19 电工术语 高电压试验技术和绝缘配合

GB/T 3048.1 电线电缆电性能试验方法 第 1 部分:总则

GB/T 16927.2 高电压试验技术 第二部分:测量系统(GB/T 16927.2—1997,eqv IEC 60060-2:1994)

3 术语和定义

GB/T 2900.19 确立的以及下列术语和定义适用于 GB/T 3048 的本部分。

3.1

峰值 peak value

交流电压的峰值是指最大值,但不计由非破坏性放电引起的微小高频振荡。

3.2

方均根(有效)值 root-mean-square(effective) value

交流电压的方均根值是指一完整周波中电压值平方的平均值的平方根。

3.3

试验电压值 value of the test voltage

试验电压值是指其峰值除以 $\sqrt{2}$ 。

3.4

总不确定度 overall uncertainty

e

表征测量结果分散在真值周围程度的估量。由于存在很多影响因素,它是由多个单独的不确定度所组成。

注:认为本部分中所考虑的大多数的不确定度来源都具有随机特性并是互相独立的,那么总的 e 的最佳估量为:

$$e = \sqrt{\sum_{i=1}^n e_i^2}$$

式中: e 和 e_1, \dots, e_n 均用标准偏差表示。

4 试验设备

4.1 对试验电压的要求

4.1.1 电压波形

4.1.1.1 试验电压应为频率(49~61)Hz的交流电源,通常称为工频试验电压。

4.1.1.2 试验电压的波形为两个半波相同的近似正弦波,且峰值与方均根(有效)值之比应为 $\sqrt{2} \pm 0.07$,如满足这些要求,则认为高压试验结果不受波形畸变的影响。

注:如果诸谐波的方均根(有效)值不大于基波的方均根值的5%,则认为满足上述对电压波形的要求。

4.1.2 容许偏差

在整个试验过程中,试验电压的测量值应保持在规定电压值的 $\pm 3\%$ 以内。

注:容许偏差为规定值与实测值之间允许的差值。它与测量误差不同,测量误差是指测量值与真值之差。

4.2 试验电压的产生

4.2.1 一般要求

4.2.1.1 除了用试验变压器产生所需的试验电压外,根据电线电缆产品具有较大电容的特点,也可采用4.2.2规定的串联谐振回路产生试验电压。不论采用哪一种方式,试验电源都应满足试样试验所需的电压和电容电流的要求。

4.2.1.2 试验回路的电压应稳定,不受各种泄漏电流的影响。试样的非破坏性放电不应使试验电压有明显的降低,以至影响试样破坏性放电时的电压测量。

4.2.2 串联谐振回路

串联谐振回路主要是由与电缆试样或容性负载相串接的电感及相连的馈电电源所组成。通过改变回路参数或电源频率,就能够把回路调整到谐振,此时,加到试样上的电压远大于电源电压且大体上是正弦波。

谐振条件和试验电压的稳定性取决于电源频率和试验回路特性的稳定性。

当放电发生时,电源供给很小的电流,这就限制了对试样介质的破坏。

调感式串联谐振回路的试验回路和参数选择见附录A。

4.3 试验电压的测量

4.3.1 用GB/T 16927.2规定认可的测量装置进行测量

电压的峰值,方均根(有效)值和正弦波畸变及瞬态电压降的测量应采用经GB/T 16927.2规定程序认可的测量装置。

一般要求是在额定频率下测量试验电压峰值或有效值的总不确定度应在 $\pm 3\%$ 范围内。

4.3.2 用认可的测量装置校准未认可的测量装置

这种方法通常是将与试验电压有关的某种仪器的显示与对同一个电压进行的测量之间建立的一种关系;其电压的测量可以是按4.3.1进行的或用符合GB/T 311.6的球隙进行测量。但在试验期间,球隙距离应增至足够大以防止放电。

通常可用不低于50%的试验电压值外推。如果试验回路中电流不随外加电压线性变化,或者在校准电压和试验电压之间的电压波形或频率发生变化,则外推法可能误差较大。

对于电力电缆的例行试验,下述三种方法都能满足要求:

——电压互感器(与试样的高压端并联):电压互感器的测量误差应不超过 $\pm 1\%$,与之相接的电压表的误差应不超过 $\pm 2\%$ 。

——高压静电电压表(与试样的高压端并联):高压静电电压表的测量误差应不超过 $\pm 2\%$ 。

——分压器(与试样的高压端并联):分压器的分压比误差应不超过 $\pm 1\%$,测量有效值时应接至准确度达0.5级的低压读出装置;测量峰值时应接至不确定度不超过 $\pm 1\%$ 的低压读出仪器。

5 试样制备

- 5.1 除产品标准中另有规定外,抽样试验用样品应随机抽样。
- 5.2 试样的数量和长度应符合产品标准规定。
- 5.3 试样终端部分的长度和终端头的制备方法应能保证在规定的试验电压下不发生沿其表面闪络放电或内部击穿。
- 5.4 在水槽内进行试验时,试样两个端部伸出水面的长度应不小于 200 mm,且应保证在规定的试验电压下不发生沿其表面闪络放电。
- 5.5 试样应处于相应产品标准规定的试验压力(油压或气压)和试验温度条件下。
- 5.6 高压交联聚乙烯绝缘电力电缆可采用脱离子水终端,也可采用其他型式的试验终端,但应满足 5.3 的要求。
- 5.7 应采用特殊方法制备矿物绝缘电缆试样,以避免影响电缆端头的密封和破坏绝缘线芯的结构从而导致试样击穿造成误判断。

6 试验程序

6.1 试验方式

- 6.1.1 试样耐压试验的试验电压值和耐受电压时间按产品标准规定。
- 6.1.2 试样的逐级击穿试验,可由供需双方商定每级升压的数值和耐受时间。推荐每级耐受时间至少 5 min。

6.2 试样接线

- 6.2.1 应按下列规定接线方式接线,也可采用其他接线方式,但必须保证试样每一线芯与其相邻线芯之间,至少经受一次按产品标准规定的工频电压试验。
- 6.2.2 电力电缆和电气装备用电缆应按表 1 规定接线;通信电缆应按表 2 规定接线。

表 1 电力电缆和电气装备用电缆接线方式




试样芯数	试样结构简图	试样接线方式(高压端→接地端)	
		无金属套、金属屏蔽、铠装且无附加特殊电极	有金属套、金属屏蔽、铠装或有附加特殊电极
单芯		—	1→0
二芯		1→2	(1) 1→2+0 (2) 2→1+0
三芯		(1) 1→2+3 (2) 2→3+1	(1) 1→2+3+0 (2) 2→1+3+0 (3) 3→1+2+0

表 1(续)






试样芯数	试样结构简图	试样接线方式(高压端→接地端)	
		无金属套、金属屏蔽、 铠装且无附加特殊电极	有金属套、金属屏蔽、 铠装或有附加特殊电极
四芯		(1) 1→2+3+4 (2) 2→3+4+1 (3) 3→4+1+2	(1) 1→2+3+4+0 (2) 2→1+3+4+0 (3) 3→1+2+4+0 (4) 4→1+2+3+0
注 1: 表中“1,2,3,4”代表线芯导体编号。 注 2: 表中“0”代表金属护套、金属屏蔽、铠装或附加特殊电极(指水槽、金属珠链、石墨涂层、绕包金属箔等)。 注 3: 表中“+”代表相互电气连接。			

表 2 通信电缆接线方式

绞合元件	元件结构示意图	试样接线方式(高压端→接地端)	
		无金属套、金属屏蔽、 铠装且无附加电极	有金属套、金属屏蔽、 铠装或有附加电极
单根芯线		—	每一导体对其余所有导体与金属套屏蔽 铠装连接接地
对绞组		所有导体 a→ 所有导体 b	(1) 所有导体 a→ 所有导体 b (2) 所有导体 a+b→0
三线组		(1) 所有导体 a→ 所有导体 b+c (2) 所有导体 b→ 所有导体 a+c	(1) 所有导体 a→ 所有导体 b+c (2) 所有导体 b→ 所有导体 a+c (3) 所有导体 a+b+c→0
四线组		(1) 所有导体 a+b→ 所有导体 c+d (2) 所有导体 a+c→ 所有导体 b+d	(1) 所有导体 a+b→ 所有导体 c+d (2) 所有导体 a+c→ 所有导体 b+d (3) 所有导体 a+b+c+d→0
注 1: 表中“a,b,c,d”代表线芯导体编号。 注 2: 表中“0”代表金属护套、金属屏蔽、铠装或附加特殊电极(指水槽、金属珠链、石墨涂层、绕包金属箔等)。 注 3: 表中“+”代表相互电气连接。			

6.2.3 五芯及以上多芯电缆,通常需进行二次试验:第一次在每层芯中的奇数芯(并联)对偶数芯(并联)之间施加电压;第二次在所有奇数层的线芯(并联)对偶数层的线芯(并联)之间施加电压。如果电缆中同一层中含有的线芯数为奇数,则应补充对未经受电压试验的相邻线芯间再进行一次规定的电压试验。

注:多芯电缆中心的一根线芯(或诸线芯)作为第一层;如有金属套(屏蔽)或铠装作为最后一层,试验时应接地。

6.2.4 在试样的金属套(屏蔽)和铠装之间的内衬层试验时,所有线芯都与金属套(屏蔽)相连接,并接至试验电源的高压端,而铠装接至接地端。

6.3 试验要求

6.3.1 除非产品标准另有规定,试验应在 $(20 \pm 15)^\circ\text{C}$ 温度下进行。试验时,试样的温度与周围环境温度之差应不超过 $\pm 3^\circ\text{C}$ 。

6.3.2 对试样施加电压时,应当从足够低的数值(不应超过产品标准所规定试验电压值的40%)开始,以防止操作瞬变过程而引起的过电压影响;然后应缓慢地升高电压,以便能在仪表上准确读数,但也不能升得太慢,以免造成在接近试验电压时耐压时间过长。当施加电压超过75%试验电压后,只要以每秒2%的速率升压,一般可满足上述要求。应保持试验电压至规定时间后,降低电压,直至低于所规定的试验电压值的40%,然后再切断电源,以免可能出现瞬变过程而导致故障或造成不正确的试验结果。

7 试验结果及评定

7.1 试样在施加所规定的试验电压和持续时间内无任何击穿现象,则可认为该试样通过耐受工频电压试验。

7.2 试验中如发生异常现象,应判断是否属于“假击穿”。假击穿现象应予排除,并重新试验。只有当试样不可能再次耐受相同电压值的试验时,则应认为试样已击穿。

7.3 如果在试验过程中,试样的试验终端发生沿其表面闪络放电或内部击穿,允许另做试验终端,并重复进行试验。

7.4 试验过程中因故停电后继续试验,除产品标准另有规定外,应重新计时。

8 注意事项

8.1 试验回路应有快速保护装置,以保证当试样击穿或试样端部或终端发生沿其表面闪络放电或内部击穿时能迅速切断试验电源。

8.2 试验设备、测量系统和试样的高压端与周围接地体之间应保持足够的安全距离,以防止产生空气放电。试验区域周围应有可靠的安全措施,如金属接地栅栏,信号灯或安全警示标志。

8.3 试验区域内应有接地电极,接地电阻应小于 $4\ \Omega$,试验装置的接地端和试样的接地端或附加电极均应与接地电极可靠连接。

9 试验记录

试验记录应详细记载下列的内容:

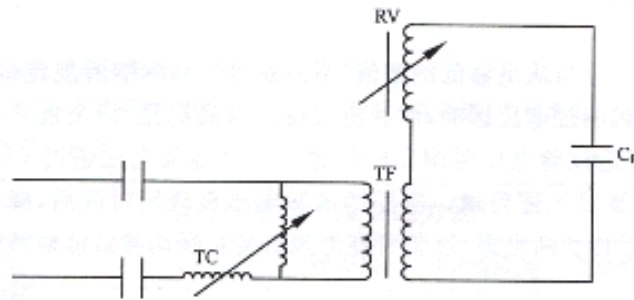
- a) 试验类型;
- b) 试样编号,试样型号、规格;
- c) 试验日期,大气条件;
- d) 施加电压的数值和时间;
- e) 试验中的异常现象,处理和判断;
- f) 试验设备及其校准有效期。

附录 A
(规范性附录)

调感式串联谐振回路和参数选择

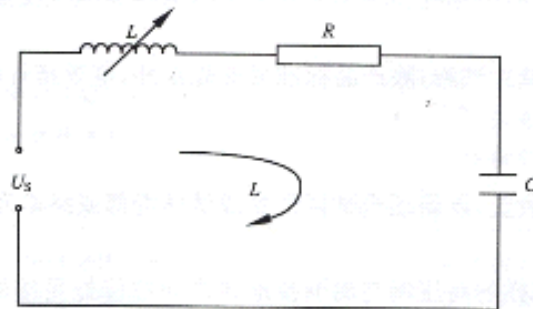
A.1 串联谐振试验回路

串联谐振试验回路及其等值线路分别如图 A.1 与图 A.2 所示。



- C_p——试样电容器；
- RV——可调电抗器；
- TC——单相调压器；
- TF——馈电变压器。

图 A.1 串联谐振试验回路



- C——试样电容, F；
- L——回路电感, H；
- R——回路等值电阻(包括可调电抗器和馈电变压器的损耗、高压导线的电晕损耗、试样介质损耗和脱离离子水终端的损耗等), Ω。

图 A.2 等值线路

A.2 谐振条件

根据试样电容值调节电抗器的电感值使其满足谐振条件：

$$\omega L = \frac{1}{\omega C} \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

$$\omega = 2\pi f, f = 50 \text{ Hz}.$$

谐振时，流过高压回路 L 及 C 的电流达到最大值，即：

$$I_{\text{max}} = \frac{U_s}{R} \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

U_s ——试验时所需的馈电电压。

$$Q = \frac{1}{R} \cdot \sqrt{\frac{L}{C}} \quad \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:

Q ——回路品质因数, Q 值一般较大, $Q > 30$ 。

A.3 参数选择

A.3.1 馈电变压器输出电压 U_s , 按 $\frac{U_c}{Q}$ 选取, U_c 为试样所需最高试验电压值。

A.3.2 馈电变压器输出电流 I_s 等于试样所需的最大电容电流值。

A.3.3 调压器的额定容量与馈电变压器相同。

A.3.4 可调电抗器电感调节范围按试样最大电容和最小电容值进行选择, 首先必须满足最大电容时的电感值。如果电感调节范围不够, 为满足最小电容值试验的需要, 必要时可增加负荷电容器。

A.3.5 为满足短试样进行型式试验, 且采用脱离子水终端时, 回路的 Q 值将大大降低, 为此, 选择的馈电变压器应具有足够的电压输出。

