

前 言

本标准等同采用国际电工委员会(IEC)标准 IEC 60851《绕组线试验方法》系列标准。这一系列标准分别为:

IEC 60851-1:1996	绕组线试验方法	第 1 部分:一般规定
IEC 60851-2:1996	绕组线试验方法	第 2 部分:尺寸测量
IEC 60851-3:1996	绕组线试验方法	第 3 部分:机械性能
IEC 60851-4:1997	绕组线试验方法	第 4 部分:化学性能
IEC 60851-5:1996	绕组线试验方法	第 5 部分:电性能
IEC 60851-6:1996	绕组线试验方法	第 6 部分:热性能

与 IEC 60851 系列标准相对应,本标准在《绕组线试验方法》的总标题下分为以下部分:

GB/T 4074. 1—1999	绕组线试验方法	第 1 部分:一般规定
GB/T 4074. 2—1999	绕组线试验方法	第 2 部分:尺寸测量
GB/T 4074. 3—1999	绕组线试验方法	第 3 部分:机械性能
GB/T 4074. 4—1999	绕组线试验方法	第 4 部分:化学性能
GB/T 4074. 5—1999	绕组线试验方法	第 5 部分:电性能
GB/T 4074. 6—1999	绕组线试验方法	第 6 部分:热性能

其中第 2,第 3,第 4,第 5 和第 6 部分应与第 1 部分一起使用。

根据 GB/T 1. 1—1993 和第 1 号修改单(1995)的规定,等同采用国际标准时应保留采用对象的前言。由于 IEC 60851 标准由 6 个部分组成,6 个部分均有前言。因此合并为本标准的“IEC 前言”。各部分的“引言”也合并为本标准的 IEC 引言。此外 IEC 60851 中的一些编辑性错误,在制定本标准时都予以更正。

本标准取消了 GB/T 4074. 15—1983“往复刮漆试验方法”,GB/T 4074. 18—1983“击穿电压 铝箔法”,GB/T 4074. 28—1983“三氯乙烯和甲醇萃取法”,GB/T 4074. 30—1983“一氯二氟甲烷溶剂法”和 GB/T 4074. 31—1983“一氯二氟甲烷发泡法”。

本标准增加了漆包圆线自粘层厚度、扭绞线圈粘结强度和摩擦试验方法。

本标准修订了 GB/T 4074. 23—1983“耐含水变压器油试验方法”。

本标准保留了 GB/T 4074. 1—1983 中的关于型式试验(T)、抽样试验(S)和例行试验(R)的定义以方便漆包线产品标准实施采用。

由于 IEC 60172 的第 1 号修改单(1998)已规定了漆包扁线和薄膜绕包线的温度指数测定方法,因此对本标准第 6 部分“热性能”中的试验方法 15“温度指数”作了相应修改。

本标准自实施之日起代替 GB/T 4074—1983 和 GB/T 1343—1984 标准。

本标准的附录均为提示的附录。

本标准由国家机械工业局提出。

本标准由全国电线电缆标准化技术委员会归口。

本标准主要起草单位:上海电缆研究所、福州大通机电股份有限公司、铜陵精达铜材集团有限公司、郑州电磁线厂、衡阳市仪器机械厂。

本标准主要起草人:陈惠民、舒迎春、郑启荣、王强、胡捷、尹越鲁。

IEC 前言

1. IEC(国际电工技术委员会)是一个由各国国家电工技术委员会(IEC 国家委员会)组成的国际标准化组织。IEC 的宗旨是针对电气和电子领域内标准化的所有问题促进国际间合作。为实现这一宗旨, IEC 除组织各种活动以外还出版国际标准,并委托各技术委员会制定这些标准。对某项标准感兴趣的任何国家委员会均可参与该标准的制定。

2. 技术委员会代表各国家委员会对他们特别关切的技术问题制定出的 IEC 正式决议或协议尽可能地表达出国际上对这些问题的一致意见。

3. 这些决议或协议以标准、技术报告或导则的形式出版发行,以推荐文件的形式在国际间使用,并且这些文件在此意义上取得各国家委员会的认可。

4. 为促进国际间的统一,各 IEC 国家委员会坦诚地以最大可能程度在各国家和地区中采用 IEC 国际标准。IEC 标准与相应的国家或地区标准的任何差异应在国家或地区标准中清楚地指出。

5. IEC 不提供标志方法以表示 IEC 的认可,IEC 也不对宣称符合某项标准要求的任何设备承担责任。

6. 必须注意,本国际标准的某些内容可能有专利权。IEC 也不应负责对任一个或所有这样的专利权进行鉴别。

国际标准 IEC 60851-1~60851-6 由 IEC 第 55 技术委员会“绕组线”制定。

IEC 60851-1 标准第二版撤消并取代了 1985 年的第一版,并作技术修订。

该标准文本以下述文件为基础:

FDIS 文件	投票表决报告
55/470A/FDIS	55/511/RVD

投票表决批准该标准的全部资料可在上表列出的“投票表决报告”中查到。

附录 A 仅是提示的附录。

IEC 60851-2 标准第二版撤消并取代了 1985 年出版的第一版及第 1 号修改单(1992),并作技术修订。

该标准文本以下述文件为基础:

FDIS 文件	投票表决报告
55/471A/FDIS	55/512/RVD

投票表决批准该标准的全部资料可在上表列出的“投票表决报告”中查到。

IEC 60851-2 的第 1 号修改单是以下述文件为基础:

FDIS 文件	投票表决报告
55/587/FDIS	55/605/RVD

投票表决批准该标准的全部资料可在上表列出的“投票表决报告”中查到。

IEC 60851-3 标准第二版撤消并取代了 1985 年出版的第一版及其第 1、第 2 号修改单(1992),并作技术修订。

该标准文本以下述文件为基础:

FDIS 文件	投票表决报告
55/472A/FDIS	55/513/RVD

投票表决批准该标准的全部资料可在上表列出的“投票表决报告”中查到。

附录 A 和附录 B 仅是提示的附录。

IEC 60851-3 的第 1 号修改单是以下述文件为基础:

FDIS 文件	投票表决报告
55/592/FDIS	55/612/RVD

投票表决批准该标准的全部资料可在上表列出的“投票表决报告”中查到。

IEC 60851-4 标准第二版撤消并取代了 1985 年出版的第一版及其第 1 号修改单(1992),并作出技术修订。

本标准文本以下述文件为基础:

FDIS 文件	投票表决报告
55/473A/FDIS	55/514/RVD

投票表决批准该标准的全部资料可在上表列出的“投票表决报告”中查到。

IEC 60851-4 的第 1 号修改单是以下述文件为基础:

FDIS 文件	投票表决报告
55/597/FDIS	55/614/RVD

投票表决批准该标准的全部资料可在上表列出的“投票表决报告”中查到。

IEC 60851-4 第 2.1 版是由 IEC 60851-4 第二版(1996)及其第 1 号修改单(1997)合并而成。

IEC 60851-5 标准第三版撤消并取代了 1988 年出版的第二版及其第 1 号修改单(1990),并作出技术修订。

本标准文本以下述文件为基础:

FDIS 文件	投票表决报告
55/474A/FDIS	55/515/RVD

投票表决批准该标准的全部资料可在上表列出的“投票表决报告”中查到。

IEC 60851-5 的第 1 号修改单是以下述文件为基础:

FDIS 文件	投票表决报告
55/542/FDIS	55/572/RVD

投票表决批准该标准的全部资料可在上表列出的“投票表决报告”中查到。
IEC 60851-6 标准第二版撤消并取代了 1985 年出版的第一版,并作出技术修订。
本标准文本以下述文件为基础:

FDIS 文件	投票表决报告
55/475A/FDIS	55/516/RVD

投票表决批准该标准的全部资料可在上表列出的“投票表决报告”中查到。
附录 A 仅是提示的附录。
IEC 60851-6 的第 1 号修改单是以下述文件为基础:

FDIS 文件	投票表决报告
55/561/FDIS	55/593/RVD

投票表决批准该标准的全部资料可在上表列出的“投票表决报告”中查到。

引 言

GB/T 4074. 1~4074. 6 是关于电气设备绕组用绝缘线系列标准的一个组成部分。该系列标准由 3 部分组成:

- a) 试验方法(GB/T 4074);
- b) 产品标准(IEC 60317);
- c) 包装(JB/T 8135)。



中华人民共和国国家标准

绕组线试验方法 第5部分:电性能

Test methods for winding wires
—Part 5:Electrical properties

GB/T 4074. 5—1999
idt IEC 60851-5:1996
Amendment No. 1:1997

代替 GB/T 4074. 17~4074. 19—1983
GB/T 4074. 20—1991
GB/T 4074. 22—1983
GB/T 1343. 8~1343. 9—1984

1 范围

本标准规定了下列试验方法:

- 试验方法 5:电阻
- 试验方法 13:击穿电压
- 试验方法 14:漆膜连续性
- 试验方法 19:介质损耗系数

定义、试验方法总则和绕组线试验方法一览表参见 GB/T 4074. 1。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 4074. 1—1999 绕组线 试验方法 第1部分:一般规定(idt IEC 60851-1:1996)

3 试验方法 5:电阻

电阻是 20℃时 1 m 长绕组线的直流电阻。

所用试验方法的测量精度为 0.5%。

如果是束线,其长度应不超过 10 m。并应在测量前将两端头焊锡。如果测量电阻是为了检查断股的股数是否超过,应使用 10 m 长的束线。

如果电阻 R_t 是在温度 t 而不是在 20℃时测量,20℃时的电阻 R_{20} 可按下式换算:

$$R_{20} = \frac{R_t}{1 + \alpha(t - 20)}$$

式中: t ——测量时的实际温度,℃;

α ——温度系数。

在 15℃~25℃的温度范围内,所使用的温度系数应为:

——铜: $\alpha_{20} = 3.96 \times 10^{-3} K^{-1}$;

——铝: $\alpha_{20} = 4.07 \times 10^{-3} K^{-1}$ 。

做一次试验。应记录电阻。

4 试验方法 13:击穿电压

4.1 试验原理

国家质量技术监督局 1999-11-11 批准

2000-05-01 实施

试验电压应是标称频率 50 Hz 或 60 Hz 的交流电压。从零开始施加试验电压,然后按表 1 规定的恒定速度升压。

表 1 试验电压升压速度

击穿电压,V		升压速度 V/s
以上	及以下	
—	500	20
500	2 500	100
2 500	—	500

4.2 试验设备

应使用下列试验设备:

- 额定功率至少为 500 VA 的试验变压器。在试验条件下能输出近似正弦波形交流电压,峰值系数为 $\sqrt{2} \pm 5\%$ (1.34~1.48),其容量能保证输出 5 mA 电流时的最大电压降为 2%;
- 泄漏电流检测回路,电流达 5 mA 及以上时动作;
- 能以规定速度恒定升压的试验电压装置;
- 强迫通风烘箱;
- 直径 25 mm 的抛光金属圆柱。轴向水平安装(见图 1),并与试验电源的一个接线柱电气连接;
- 图 2 所示的扭绞装置。能扭绞 125 mm 长的两根漆包线试样;
- 盛有不锈钢珠或镀铬铁珠的容器。金属珠直径不超过 2 mm。定期用合适的方法清洗金属珠。

4.3 导体标称直径 0.100 mm 及以下的漆包圆线

一根校直漆包线试样的一端除去绝缘,按图 1 所示接到上接线端上,然后在金属圆柱上绕一圈。漆包线的下端施加符合表 2 规定的负荷,以保持试样与金属圆柱紧密接触。

按第 4.1 条在漆包线导体和金属圆柱之间施加试验电压。试验应在室温下进行。

测量 5 个试样。记录 5 个击穿电压值。

4.4 导体标称直径 0.100 mm 以上 2.500 mm 及以下的漆包圆线

4.4.1 室温下试验

一根约 400 mm 长的漆包线试样两端除去绝缘,对折后在图 2 所示的扭绞机上扭绞成 (125 ± 5) mm 的线对。扭绞时施加在线对上的力和扭绞数应符合表 3 的规定。扭绞部分端环应剪断两处以使剪断处端头间距最大。可弯曲端头使其间距合适,但应避免过分弯曲或损伤漆膜。

按第 4.1 条在漆包线两根导体之间施加试验电压。

测量 5 个试样。记录 5 个击穿电压值。

4.4.2 高温下试验

按第 4.4.1 条制备的试样置于预热到规定的试验温度 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 的烘箱中。试样至少放置 15 min 后,按第 4.1 条在漆包线两根导体之间施加试验电压。试验应在 30 min 内完成。

测量 5 个试样。记录 5 个击穿电压值。

表 2 施加在漆包线上的负荷

导体标称直径,mm		负荷 N	导体标称直径,mm		负荷 N
以上	及以下		以上	及以下	
—	0.018	0.013	0.050	0.056	0.120
0.018	0.020	0.015	0.056	0.063	0.150
0.020	0.022	0.020	0.063	0.071	0.200
0.022	0.025	0.025	0.071	0.080	0.250
0.025	0.028	0.030	0.080	0.090	0.300
0.028	0.032	0.040	0.090	0.100	0.400
0.032	0.036	0.050			
0.036	0.040	0.060			
0.040	0.045	0.080			
0.045	0.050	0.100			

表 3 施加在线对上的力和扭绞数

导体标称直径,mm		负荷 N	扭绞数
以上	及以下		
0.100	0.250	0.85	33
0.250	0.355	1.70	23
0.355	0.500	3.40	16
0.500	0.710	7.00	12
0.710	1.060	13.50	8
1.060	1.400	27.00	6
1.400	2.000	54.00	4
2.000	2.500	108.00	3

4.5 导体标称直径 2.500 mm 以上的圆线

4.5.1 室温下试验

一根约 350 mm 长的校直试样,一端除去绝缘,然后按图 3 所示在圆棒上弯曲。
圆棒直径应为 50 mm。
试样应放在容器中,周围至少有 5 mm 厚的金属珠。试样端部应伸出足够长以避免闪络。
将金属珠轻轻地倒入容器直至试样至少覆盖 90 mm^{1]}深的金属珠。金属珠直径应不大于 2 mm;使用不锈钢珠、镍珠或镀镍铁珠比较合适。金属珠应定期用合适的溶剂清洗,比如 1,1,1-三氯乙烷。
按第 4.1 条在导体和金属珠之间施加试验电压。
注:如果供需双方协商决定,试验可在油中进行。
测量 5 个试样。记录 5 个击穿电压值。

4.5.2 高温下试验

按第 4.5.1 条制备的试样在烘箱中预热到规定的试验温度±3℃。试样至少在烘箱中放置 15 min 后,按第 4.1 条在导体和金属珠之间施加试验电压。试验应在 30 min 内完成。
测量 5 个试样。记录 5 个击穿电压值。

4.6 扁线

4.6.1 室温下试验

采用说明:
1] 原文 5 mm 有误。

一根约 350 mm 长的校直试样,一端除去绝缘,然后按图 3 所示在圆棒上宽边弯曲。圆棒直径:

——标称窄边尺寸 2.500 mm 及以下,为 25 mm;

——标称窄边尺寸 2.500 mm 以上,为 50 mm。

试样应放在容器中,周围至少有 5 mm 厚的金属珠。试样端头须伸出足够长度以避免闪络。

按第 4.1 条在导体和金属珠之间施加试验电压。

注:如果供需双方协商决定,试验可在油中进行。

测量 5 个试样。记录 5 个击穿电压值。

4.6.2 高温下试验

按第 4.6.1 条制备的试样置于预热到规定的试验温度 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 的烘箱中。试样至少放置 15 min 后,按第 4.1 条在导体和金属珠之间施加试验电压。试验应在 30 min 内完成。

测量 5 个试样。记录 5 个击穿电压值。

5 试验方法 14:漆膜连续性(适用于漆包圆线和薄膜绕包圆线)

漆膜连续性是用单位长度绕组线通过电气试验回路检测出的针孔数表示。

5.1 低压连续性试验(导体标称直径 0.050 mm 及以下)

试样以 (275 ± 25) mm/s 的速度在两块毛毡之间通过。毛毡应浸在浓度为 30 g/L 的硫酸钠电解质溶液中,试样导体和电解质溶液接入电气回路。其开路直流输出电压为 (50 ± 3) V(见图 4)。施加在试样上的力应不超过 0.03 N。针孔数应使用合适的带计数器的继电器来测量。如果在 0.04 s 内试样的绝缘电阻小于 10 k Ω ,计数器应动作。当试样的绝缘电阻等于 15 k Ω 或更大时,计数器应不动作。所指示的针孔数应不大于每秒 10 个。连续针孔应用指示灯显示。

做一次试验。记录每 30 m 长试样的针孔数。

5.2 高压连续性试验(导体标称直径 0.050 mm 以上 1.600 mm 及以下)

5.2.1 试验原理

一根导体接地的漆包线试样以恒定速度通过一个 V 形槽电极(导轮)。在电极和接地之间施加直流试验电压。检测试样漆膜上的针孔并用计数器计数。试验结果用每 30 m 的针孔数表示。

5.2.2 试验设备

应使用下列试验设备:

——高压电源。能输出经滤波的平滑直流电压,其开路试验电压可调节在 350 V~2 000 V 之间,任何试验电压下的短路电流为 (25 ± 5) μA 。如果针孔处的电阻为 50 M Ω ,电压降应不超过 75%;

——针孔检测回路。当短路电流达到表 4 规定值时,该回路动作。其响应速度为 (5 ± 1) ms。如果是裸线试样,针孔计数器的重复计数频率为每分钟 (500 ± 25) 次;

——两个高压电极导轮。由不锈钢制成,如图 5 所示。每个电极导轮与试样的接触长度为 $25_{-2.5}^{+0}$ mm;

——如图 6 所示的高压电极导轮。由不锈钢制成,与试样的接触长度为 25 mm~30 mm;

——如图 5 和图 6 所示的接地导轮。尺寸与电极导轮相同,按各图安装。

——4.7 M Ω $\pm 10\%$ 的脉冲阻尼电阻。接入高压线路中。

注:高压电极的接地绝缘应是非吸湿性的,不产生漏痕并且容易清洗的高电阻率材料。其绝缘间隔应能承受 3 000 V 的连续电压。由于在开关和计数过程中要求的是最小对地电容,因此高压引线不宜屏蔽。驱动电机应是无刷型,其功率足以达到 1.600 mm 试样所需的牵引速度。

表 4 短路电流

试验电压(直流) V	短路电流 μA
2 000	12
1 500	10
1 000	8
750	7
500	6
350	5

5.2.3 试验程序

试样以(275±25) mm/s 的速度从高压电极轮上通过。试样导体和电极接入电气回路。其开路直流试验电压调节到表 5 的规定值,偏差为±5%。试样的接地导体应接正极。

表 5 试验电压

导体类型	导体标称直径,mm		直流电压,V		
	以上	及以下	1 级	2 级	3 级
铜	0.050	0.125	350	500	750
	0.125	0.250	500	750	1 000
	0.250	0.500	750	1 000	1 500
	0.500	1.600	1 000	1 500	2 000
铝	0.400	1.600	500	1 500	—

5.2.4 试验结果

做一次试验。记录每 30 m 长漆包线的针孔数。

6 试验方法 19:介质损耗系数(适用于漆包线和束线)

6.1 试验原理

把一根漆包线试样当作一个电容,其漆膜作为电介质,导体为电容的一个电极,导电介质作为另一个电极。将电容接入电路,该电路在规定频率下能测量电容分量和电阻分量,由此测得介质损耗系数。

6.2 试验设备

应使用下列试验设备:

- 阻抗测试仪。在有关产品标准规定的频率下操作。在该频率下试样要求的电容范围内,电容的测量精度为±1%;
- 频率发生器。在有关产品标准规定的频率下能输出正弦波电压;
- 如图 7 所示的金属槽。盛有合适的液态金属(合金),并带有温度可控制在±1℃以内的加热系统。
- 导电悬浮液;
- 两块金属块。带有温度可控制在±1℃以内的加热系统。

6.3 试样制备

6.3.1 金属槽电极试样

一根校直试样弯曲成 U 形,然后应置于图 7 所示的金属槽中。

6.3.2 导电悬浮液电极试样

6.3.2.1 导体标称直径 0.100 mm 及以下的漆包圆线

一根(100±5) mm 长的校直试样卷绕在一根直径为 1 mm~2 mm 的校直裸铜线上,然后涂上导电

悬浮液,比如在试样上刷一层含水石墨分散液,然后应予干燥,例如在 100℃强迫通风烘箱中干燥试样 30 min。

6.3.2.2 导体标称直径 0.100 mm 以上的漆包圆线和漆包扁线

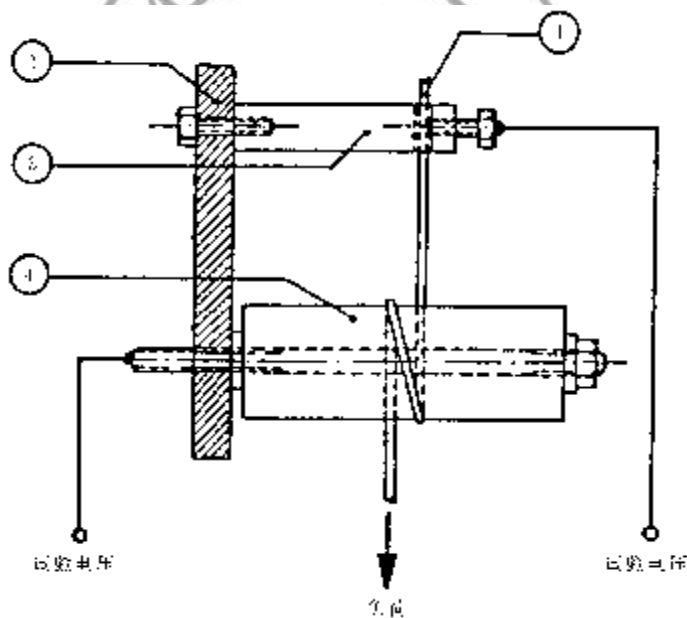
在一根约 150 mm 长的校直试样涂上导电悬浮液,例如在试样上刷一层含水石墨分散液。涂层长度为 (100 ± 5) mm。然后应予干燥,例如在 100℃强迫通风烘箱中干燥试样 30 min。

6.4 试验程序

按第 6.3.1 条制备的试样应置于如图 7 所示的金属槽中。按第 6.3.2 条制备的试样应放在两块金属块之间。试样与阻抗仪连接,并应使其达到规定的试验温度。然后直接从阻抗测试仪读出介质损耗系数。

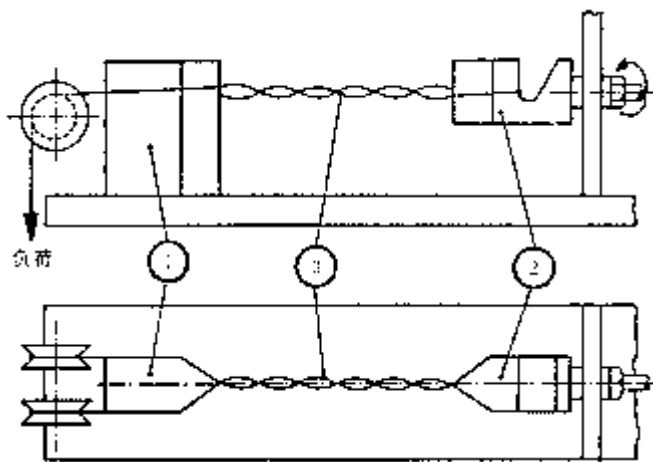
6.5 试验结果

测量一个试样。记录介质损耗系数,试验频率和试验温度。



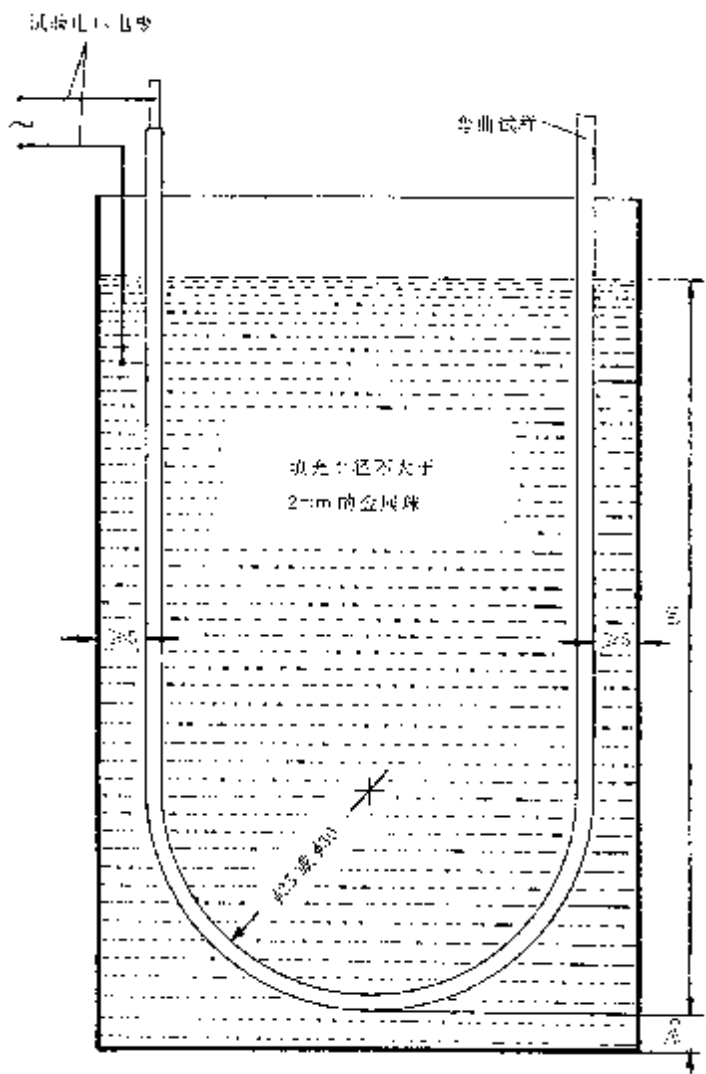
1—试样;2—绝缘体;3—接线柱;4—金属圆柱体

图 1 击穿电压试验的圆柱体和试样的放置方式



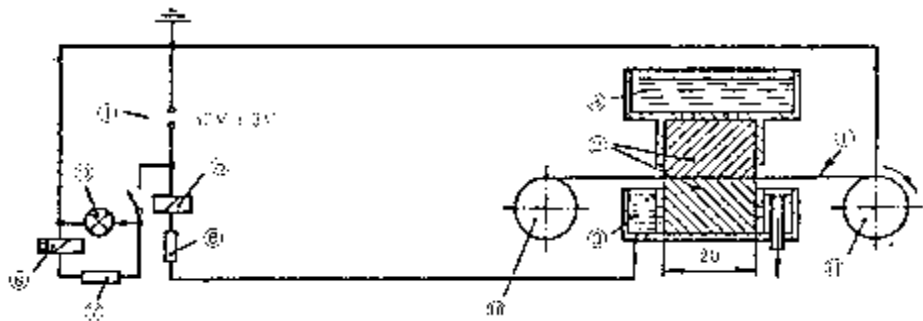
1—分隔器;2—旋转钩;3—试样

图 2 击穿电压试验用试样扭绞装置



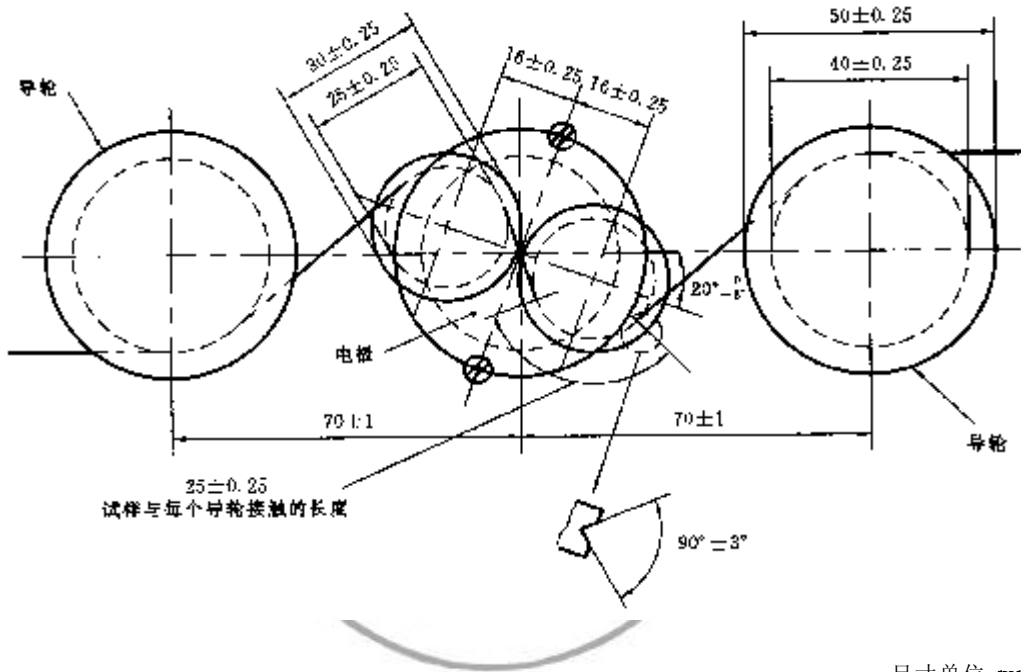
尺寸单位: mm

图 3 击穿电压试验用试样(试样置于金属珠槽内)



1—线;2—毛毡;3—电介质溶解液;4—直流电源;5—继电器;6—50 kΩ 电阻;
7—50 kΩ 电阻;8—计数器;9—指示灯;10—绕组线交货线盘;11—收线盘

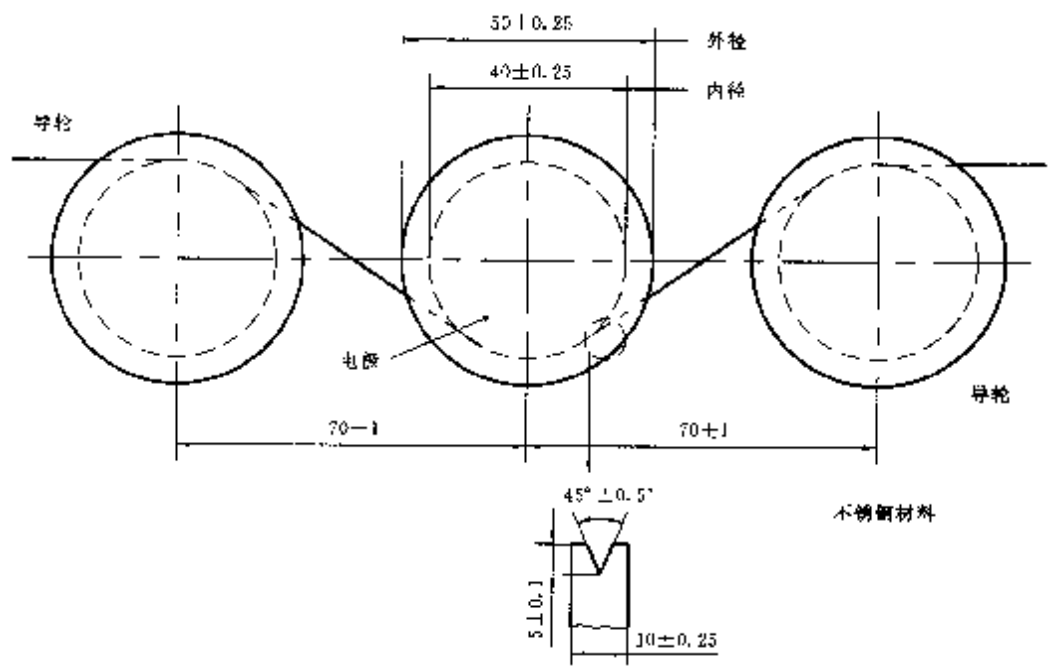
图 4 低压漆膜连续性试验仪



尺寸单位:mm

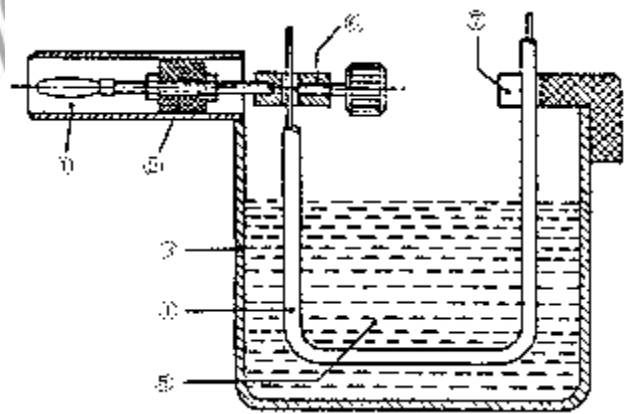
(适用于线径为 0.050 mm 以上至 0.250 mm 的导轮)

图 5 高压直流漆膜连续性试验仪



尺寸单位: mm

图 6 适用于线径 0.250 mm 以上至 1.600 mm 的导轮的规格和放置方式



1—电插头; 2—绝缘材料; 3—金属容器; 4—试样; 5—电极; 6—接线柱; 7—绝缘夹头
图 7 介质损耗系数试验用电极的安装