

中华人民共和国国家标准

电气用塑料薄膜 试验方法

GB/T 13541—92

Test methods of plastic
films for electrical purposes

本标准参照采用国际标准 IEC 674-2(1988)《电气用塑料薄膜规范 第二部分 试验方法》。

1 主题内容与适用范围

本标准规定了电气用塑料薄膜的试验方法。

本标准适用于电气用塑料薄膜。

2 引用标准

- GB 1033 塑料密度和相对密度试验方法
- GB 1408 固体绝缘材料工频电气强度的试验方法
- GB 1409 固体绝缘材料在工频、音频、高频(包括米波长在内)下相对介电常数和介质损耗因数的试验方法
- GB 1410 固体绝缘材料体积电阻率和表面电阻率试验方法
- GB 7196 用液体萃取测定电气绝缘材料离子杂质的试验方法
- GB 10006 塑料薄膜和薄片摩擦系数测定方法
- GB 10582 测定因绝缘材料而引起的电解腐蚀的试验方法
- GB 11026.1 确定电气绝缘材料耐热性的导则 制订老化试验方法和评价试验结果的总规程
- GB 11999 塑料薄膜和薄片耐撕裂性试验方法 埃莱门多夫法
- JB 3282 固体绝缘材料相对耐表面放电击穿性能试验方法

3 取样、预处理条件和试验条件

3.1 取样

从薄膜卷上取样时,应至少先去掉其最外三层薄膜,然后,再按性能的要求取样及制样。取样时的环境条件同试验条件。

3.2 预处理条件

除非产品标准或本标准中个别试验另有规定外,作为样品的薄膜卷应在温度 $23 \pm 2^\circ\text{C}$ 、相对湿度 $50\% \pm 5\%$ 下至少放置 24 h,取好的试样应在该条件下处理 1 h。

3.3 试验条件

除非产品标准或本标准中个别试验另有规定外,试验应在温度 $23 \pm 2^\circ\text{C}$ 、相对湿度 $50\% \pm 5\%$ 、环境洁净度不大于 3 000 级的条件下进行。

GB/T 13541—92

4 厚度

薄膜厚度的测量应由产品标准规定选择下述中任一方法进行。

4.1 机械法

4.1.1 单层法

4.1.1.1 试验仪器

薄膜厚度小于 100 μm 时,用立式光学计或其他合适的测厚仪测量。采用直径为 2 mm 的平面测帽或曲率半径为 25 mm~50 mm 的球面测帽。测量压力为 0.5~1 N。薄膜厚度大于或等于 100 μm 时,可用杠杆千分尺测量。

仪器精度:

薄膜厚度小于 15 μm 时,精度不低于 0.2 μm;

薄膜厚度等于及大于 15 μm 但小于 100 μm 时,精度不低于 1 μm;

薄膜厚度大于及等于 100 μm 时,精度不低于 2 μm。

4.1.1.2 试验步骤

沿薄膜卷横向取三条 100 mm 宽的薄膜作为试样(当薄膜卷宽度小于 400 mm 时,可适当多取几条试样)。在试样上近似均匀地共测量 27 点厚度。两个测量点之间的距离不少于 50 mm。对于未切边的试样,测量点应离薄膜边缘 50 mm。对已切边的试样,测量点应离薄膜边缘 2 mm。

对于薄膜带,应在带宽的中间位置每隔 50 mm 测量一点,共测量 27 点。

4.1.1.3 结果

取 27 个测量值的中值作为试验结果,并报告最大值和最小值。

4.1.2 叠层法

4.1.2.1 试验仪器

杠杆千分尺 精度 1 μm,采用直径 6 mm 的平面测帽。

4.1.2.2 试验步骤

沿薄膜卷纵向取 600~800 mm 长(宽为薄膜宽度)的薄膜,顺纵向缠于宽度为 50 mm、厚度为 3 mm 的标准片上,共缠五层(标准片的每面五层)。取出标准片,用千分尺沿薄膜横向均匀间隔地测量 10 层薄膜厚度。测量点数按表 1 规定。

表 1

薄膜宽度 mm	≤50	>50~70	>70~100	>100~150	>150~200	>200~350	>350
测量点数	1	2	3	4	5	7	10

4.1.2.3 试验结果

各点测量值除以 10,得各点的单张薄膜厚度,取各点的单张薄膜厚度的中值作为试验结果,并报告单张厚度的最大值和最小值。

4.2 质量密度法

4.2.1 试验器具

分析天平 感量 0.1 mg。

钢板尺 分度值 0.5 mm。

4.2.2 试验步骤

在薄膜卷上取三片长方形试样,每片质量约 300 mg。用钢板尺测量试样面积,用分析天平测量试样的质量。按本标准第 5 章规定测量试样的密度。

4.2.3 试验结果

GB/T 13541—92

每个测量值的结果按式(1)计算:

$$h = \frac{10\,000\,m}{d \cdot S} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中: h —— 试样的厚度, μm ;

m —— 试样的质量, g ;

S —— 试样的面积, cm^2 ;

d —— 试样的实测密度, g/cm^3 。

取三个计算值的中值作为测量结果,结果取三位有效数字。

5 密度

按 GB 1033 进行。具体选择何种试验方法,由产品标准规定。

6 宽度

6.1 试验仪器

钢板尺 分度值 1 mm,长度大于薄膜宽度。

6.2 试验步骤

沿薄膜纵向取 5 m 试样于松弛状态下放置 1 h 后,沿纵向等距测量薄膜宽度五次。

6.3 试验结果

取五次测量值的中值作为薄膜的宽度。

7 卷绕性

7.1 定义与原理

薄膜的卷绕性用于评定成卷薄膜的变形情况,可由偏斜和下垂两方面来衡量。

偏斜:当薄膜平整地展开时,其边缘不呈直线(偏移或弧形)。

下垂:当一段薄膜由两个呈水平位置的平行辊支撑并在承受一定张力的情况下,其中有部分薄膜会低于总的水平面。

对于宽度小于 150 mm 的薄膜或很厚的薄膜测定其卷绕性时,用 7.2 条方法 1 分别测定其偏斜和下垂。

对于宽度大于等于 150 mm 的薄膜测定其卷绕性时,用 7.3 条方法 2 一次测定偏斜和下垂的总和。

7.2 方法 1

7.2.1 偏斜的测量

7.2.1.1 方法要点

将一段薄膜自然地平铺在一平面上,测量其边缘与直线的偏离值,如图 1 所示。

GB/T 13541—92

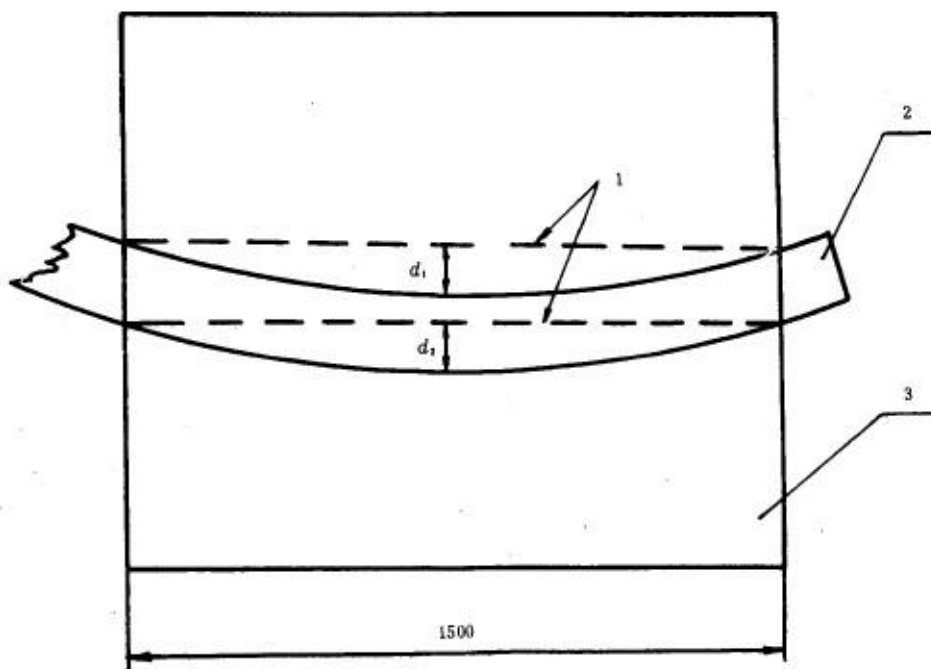


图1 卷绕性测定示意图(方法1 测定偏斜)

1—直边;2—试样;3—试验平台

7.2.1.2 试验设备

平整的水平台 长 1500 ± 15 mm, 宽度大于被试薄膜宽度, 平台长方向的两端平行度应小于 0.1 mm。

长钢尺 长度大于 1525 mm。

钢直尺 长度为 150 mm, 分度值 1 mm。

软刷子。

7.2.1.3 试样

取一段长度大于 1525 mm 的薄膜作为一个试样, 共取三个试样。取样时应缓慢放卷, 其速度约 300 mm/s。

7.2.1.4 试验步骤

将试样铺到试验平台上, 用软刷子从一端起轻压试样, 使之与试验平台紧密接触, 尽可能赶掉里面的空气。然后将长钢尺压在薄膜的一边相距 1500 ± 15 mm 的两个点上, 测量薄膜该边缘与长钢尺之间的最大距离 d_1 。再将长钢尺压在薄膜另一边缘相距 1500 ± 15 mm 的两个点上, 测量薄膜该边缘与长钢尺之间的最大距离 d_2 。如图1所示。

7.2.1.5 试验结果

试样的偏斜为 d_1 和 d_2 之和, 单位为 mm。

取三个试样测量值的中值作为试验结果。结果取二位有效数字。

7.2.2 下垂的测量

7.2.2.1 方法要点

取一长条薄膜试样, 在规定的条件下放在两个呈水平位置的平行辊上, 使薄膜的纵向与辊轴垂直, 在薄膜的一端施加一定的张力。测量薄膜因重力而下垂的值。

7.2.2.2 试验设备

在一个坚固的机架上支撑两个平行的、能自由转动的金属辊。辊的直径为 100 ± 0.1 mm, 长度应大于被测薄膜的最大宽度。平行辊的轴线应在同一水平上, 公差为 0.1 mm。两轴线的平行度为 0.1 mm。两辊间距离为 1500 ± 15 mm, 辊表面的圆柱度为 0.1 mm, 表面粗糙度 R_a 为 $1.60 \mu\text{m}$ (见图2)。机架上

GB/T 13541—92

设有一个装置,能将试薄膜卷固定在其中一金属辊的正下方,使薄膜卷的轴线能与上方的辊平行(平行度为 0.1 mm 以内)。薄膜的横向位置可随意调节。薄膜放卷时张力可调。在机架的另一端从第二个辊子自由悬挂下来的薄膜上装一重物或弹簧夹,其重量及相对于薄膜的位置可调,以便在薄膜整幅上提供一基本均匀的张力。张力大小由产品标准定。

长钢尺 长度大于 1 525 mm。

钢直尺 长 150 mm,分度值 1 mm。

钢卷尺 长 2 m,分度值 1 mm。

7.2.2.3 试验步骤

从安装好的薄膜卷上缓慢放卷(速度约为 300 mm/s)。将薄膜轻轻地放在两个平行辊上。移动薄膜自由端,使两辊间的薄膜尽量平整。施加张力于薄膜自由端,并尽量使张力在整个薄膜宽度上均匀。将长钢尺轻轻地放于两平行辊上,测量长钢尺到薄膜下垂最大处的距离,该距离即为该试样的下垂值。

7.2.2.4 试验结果

取三个试样测量值的中值作为试验结果。并报告其他二个值,单位为 mm。结果取二位有效数字。

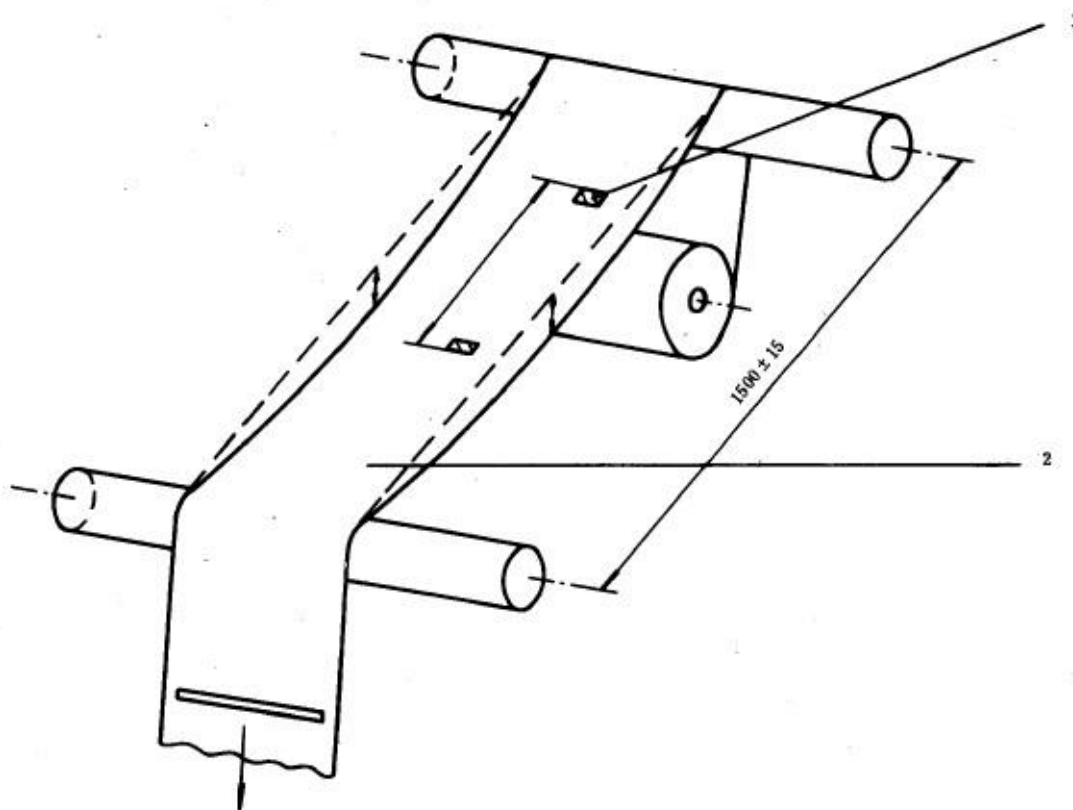


图 2 卷绕性测定示意图(方法 1 测定下垂及方法 2 测定偏斜与下垂)

1—标记线;2—试样

7.3 方法 2

7.3.1 方法要点

取一长条薄膜试样,在规定的条件下放在两个平行的辊上,使薄膜的纵向与辊轴垂直,在薄膜一端均匀地施加一张力,使张紧的薄膜不存在偏斜和下垂,同时测定该情况下的薄膜的相对伸长。

7.3.2 试验设备

试验设备同 7.2.2.2 条。

GB/T 13541—92

合适的自粘性标签。

7.3.3 试验步骤

从安装好的薄膜卷上缓慢放出一段试样(速度约为 300 mm/s)。将薄膜轻轻地放在两个平行辊上。移动薄膜自由端,使二辊间的薄膜尽量平整。施加张力到薄膜的自由端,调节张力到 1.0 ± 0.3 MPa(以薄膜的标称厚度和宽度计算)。在薄膜显示下垂量较小的线上(该直线平行于薄膜边缘),作两个自粘性的参考标记(相距 1 000 mm~1 100 mm)。用钢卷尺测量两标记之间的距离,精确到 0.5 mm。

增加施加在薄膜上的张力,使薄膜基本上平整,薄膜边缘基本上是直线(偏差在 0.5 mm 以内),并且在任何一点下垂不超过 7.5 mm。此时,用测得的两个参考标记间的距离增加的百分率来表示薄膜的卷绕性(见图 2)。

重复上述程序,测定另外二个试样。

7.3.4 试验结果

取三个试样测量值的中值作为试验结果,并报告其他二个数值。

结果取两位有效数字。

8 熔点

8.1 方法要点

将被试薄膜放在滴有少量硅油的热台上。盖上玻璃圆片,使它在试样支撑下与硅油形成弯液面。用肉眼观察,当试样不再支撑玻璃圆片而使弯液面向前移动时的温度即为被试薄膜的熔点。

8.2 试验仪器和材料

铋 分析纯,熔点 271.3℃。

锡 分析纯,熔点 231.9℃。

(或其他已知熔点的标准物)

硅油 沸点高于被测物体的熔点。

弯液面法熔点测定仪 由铝块和加热器组成的加热台,并附有测温元件孔。测温元件紧贴在加热台的规定位置。温控系统分高、低两档进行调温,低档升温速率约为 2℃/min。

3×5 放大镜。

精密测温元件 范围 20~300℃,分度值 0.5℃。

制备试样的工具 如刀片、镊子等。

8.3 试样

薄膜可切成约 2 mm×2 mm 或直径 2 mm 的小片 30 片,将总厚度约为 0.1 mm 的几层薄膜小片重叠在一起作为一个试样。共取三个试样。

8.4 试验步骤

如果第一次使用仪器或者更换测温元件,必须使用铋、锡或已知熔点的标准物校准仪器。

插入测温元件,保证测温元件与热台有良好的接触,在热台上滴入适量的硅油。然后,尽量整齐地将已制好的试样放在加热台上,并使每片薄膜之间都浸润硅油。盖上玻璃圆片,接通仪器电源,使热台温度迅速上升当温度达到预期熔点以下约 20℃时,将温控调节到升温速率约为 2℃/min。由于温度上升,试样被熔化,玻璃圆片不再被试样支撑,硅油的弯液面开始移动。用放大镜检查弯液面开始移动时的温度,读数准确到 0.5℃(见图 3)。这个温度即为该试样的熔点。在仪器校准时如发现测定的标准物熔点与理论熔点相差 1℃以上时,则试样的熔点也应作相应的修正。

8.5 试验结果

如果三个试样的测量值相差 5℃以上时,则试验作废,并重新进行试验。

取三个试样测量值的中值作为试验结果。

GB/T 13541—92

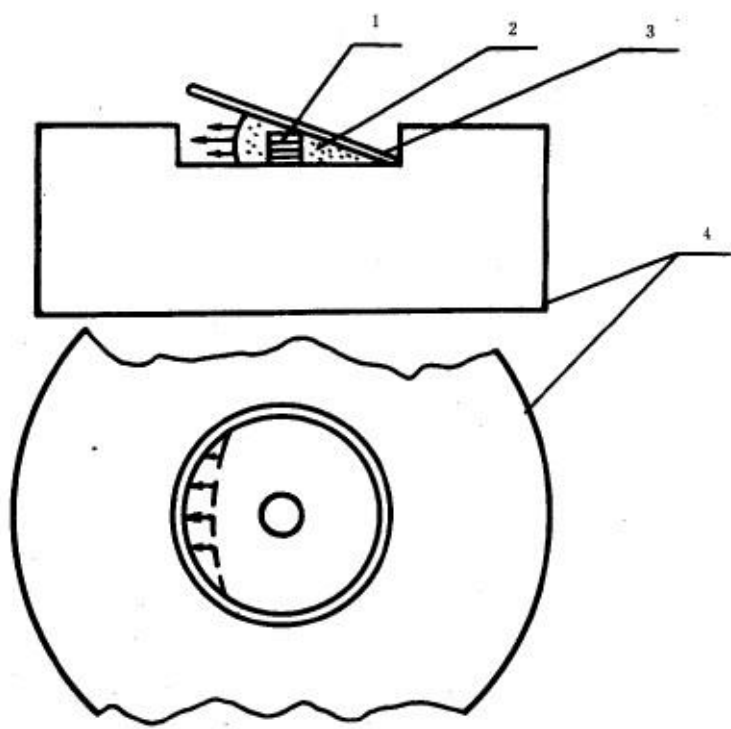


图 3 弯液面法熔点测定示意图
1—试样;2—硅油;3—玻璃圆片;4—加热平台

9 摩擦系数

按 GB 10006 进行。

10 湿润张力(聚烯烃薄膜的)

10.1 方法要点

当具有一定表面张力的混合有机液体涂到薄膜表面时,能湿润薄膜的表面。利用该原理采用一组不同表面张力的混合有机液体可测定薄膜的湿润张力。

试验中,杂质会影响试验的结果。因此,不能触摸和摩擦被试薄膜表面。所有设备要清洁,试剂为分析纯。

10.2 试验器材与试剂

长约 150 mm、一端包有脱脂棉的玻璃棒。

50 mL 的量杯二个。

100 mL 试剂瓶。

试剂 用分析纯甲酰胺(HCONH₂)和分析纯乙二醇乙醚(CH₃CH₂-O-CH₂CH₂-OH)按表 2 比例配制成混合液。混合液的有效期为一星期。

表 2

甲酰胺 体积%	乙二醇乙醚 体积%	湿润张力 mN/m
0	100	30
2.5	97.5	31

GB/T 13541—92

续表 2

甲酰胺 体积%	乙二醇乙醚 体积%	湿润张力 mN/m
10.5	89.5	32
19.0	81.0	33
26.5	73.5	34
35.0	65.0	35
42.5	57.5	36
48.5	51.5	37
54.0	46.0	38
59.0	41.0	39
63.5	36.5	40
67.5	32.5	41
71.5	28.5	42
74.7	25.3	43
78.0	22.0	44
80.3	19.7	45
83.0	17.0	46
87.0	13.0	48
90.7	9.3	50
93.7	6.3	52
96.3	3.7	54
99.0	1.0	56

10.3 试样

沿纵向取长度等于薄膜宽度的薄膜作为试样。

10.4 试验步骤

用玻璃棒头上的脱脂棉蘸上某一种比例的混合液,用尽量少的液体轻轻地涂在试样约 6.5 cm^2 的面积上,测定液体在薄膜表面能保持连续液膜的时间。如时间大于 2 s ,则再选用表面张力更大一级的混合液进行试验。反之,如时间小于 2 s ,则选用表面张力更小一级的混合液进行试验。当连续液膜破裂的时间为 2 s 时,所对应混合液的表面张力(mN/m)即为该被试薄膜的湿润张力。每次试验均应换用干净的脱脂棉。在试样的 $1/4, 1/2, 3/4$ 宽度位置上进行试验。

10.5 试验结果

取三个测量值的中值作为试验结果。

若三个测量值之差超过 2.0 mN/m ,则应再试验六个,用九个测量值的中值作为测量结果,并报告个别值。

11 拉伸强度和断裂伸长率

11.1 试验仪器

合适量程的材料试验机,装有一对夹具用以夹住试样。在施加拉伸负荷时,夹具能以产品标准规定

GB/T 13541—92

的速度彼此分离。试验机的拉伸负荷和伸长率的示值的相对误差不大于1%。

11.2 试样

沿薄膜的纵向和横向分别取长约200 mm、宽 15 ± 1 mm的试样各五条。试样宽度的测量精度不低于0.15 mm。在试样中部标出两个相距至少50 mm的标记线。如产品标准对试样尺寸另有规定,则按产品标准定。按第4.1.1条所述方法,在每条试样的标线间测量三点厚度,取其中值作为试样厚度。

11.3 试验步骤

测量试样标线间的长度,精确到1 mm。调节夹具间距离到产品标准规定的值。将试样平直地夹于两夹具间,使其拉伸时不在夹具内打滑,且不受夹具的机械损伤。安装伸长仪,使得伸长仪的两夹口与试样上的两标线重合。伸长仪夹口不应使试样产生损伤或畸变。以产品标准规定的拉伸速度施加负荷直至试样断裂。记录最大负荷和试样断裂时两标线间的伸长。如试样在夹口处断裂(不包括在标记线外断裂),该试验数据无效,应重新另取一个试样进行试验。

也可采用测量夹口间距离的增加来计算试样的断裂伸长率。但有争议时仍以标线间试样伸长计算所得的断裂伸长率为准。

11.4 试验结果

$$\sigma = \frac{p}{b \cdot h} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中: σ —— 拉伸强度, MPa;

p —— 最大负荷, N;

h —— 试样厚度, mm;

b —— 试样宽度, mm。

$$e = \frac{L_2 - L_1}{L_1} \times 100 \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中: e —— 断裂伸长率, %;

L_1 —— 未拉伸时试样两标线间距离, mm;

L_2 —— 试样断裂时两标线间的距离, mm。

分别取纵向和横向的五个测量值的中值作为试验结果,并报告每个方向的最大值和最小值。拉伸强度结果取三位有效数字;断裂伸长率结果取两位有效数字。

12 边缘撕裂性

12.1 试验仪器

同11.1条所述材料试验机,并附有图4所示夹具。

12.2 试样

沿薄膜纵、横向分别取长约300 mm、宽度为15 mm的试样各五个。

12.3 试验步骤

把试样插入固定在试验机上夹头的试验夹具的斜槽中,试样两端夹在试验机下夹头中(见图4)。调节螺丝使橡胶垫轻轻压住试样以防在斜槽中滑动。从开始加拉伸负荷到试样撕裂的时间应在 20 ± 5 s内。读取试样边缘开始撕裂的力。

12.4 试验结果

分别取纵、横向五个测量值的中值作为纵、横向边缘撕裂性的试验结果。结果取三位有效数字。

GB/T 13541—92

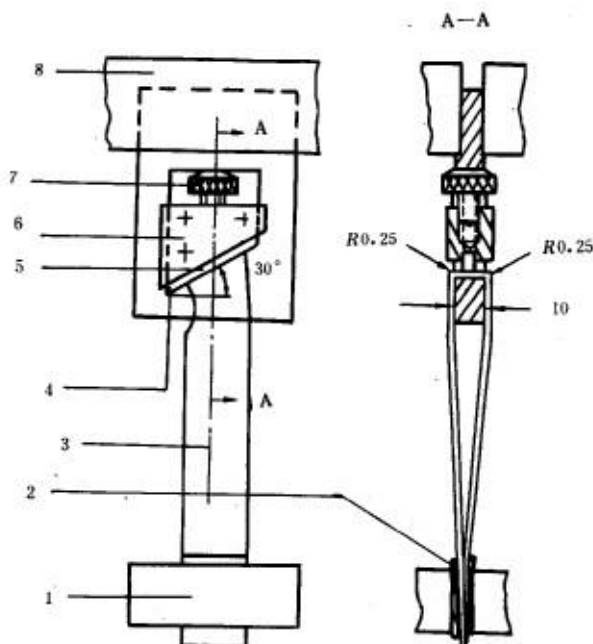


图4 边缘撕裂性试验示意图

1—下夹头;2—衬垫;3—试样;4—斜槽;5—橡胶垫条;
6—滑块;7—螺丝;8—上夹头

13 内撕裂性

按 GB 11999 进行。

14 挺度

待定。

15 表面电阻率

按 GB 1410 进行。测量电极直径 50 mm, 高压电极直径 54 mm, 电极材料可选用真空镀膜、导电橡皮、油贴铝箔。试验电压及试样个数按产品标准规定。

16 体积电阻率

16.1 方法1——接触电极法

按 GB 1410 进行。

电极材料用真空镀膜、导电橡皮、油贴铝箔。采用测量电极直径 25 mm 和高压电极直径 27 mm 的两电极系统, 试验电压、电化时间、试样个数按产品标准规定。

16.2 方法2——模型电容器法

适用于卷绕电容器介质用薄膜或对方法1来说太薄的薄膜。

16.2.1 测试仪器

高阻计 可测试样电容不大于 0.5 μF , 试样电阻 $10^{13} \Omega$ 及以下。

合适的电容测试仪。

屏蔽箱。

卷制机 能卷绕模型电容器, 对薄膜的卷绕张力为 $2.5 \pm 0.5 \text{ N}$ 。

GB/T 13541—92

16.2.2 试样制备

试样为卷在硬绝缘管芯上的模型电容器元件,采用铝箔突出型结构,介质为单层被试薄膜,电容量为 $0.5 \pm 0.1 \mu\text{F}$ 。

模型电容器元件如图 5 所示。

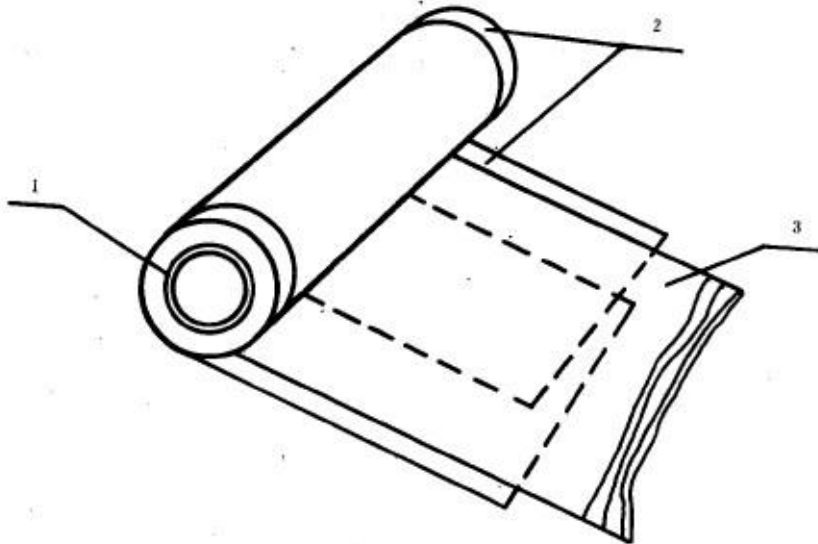


图 5 测试体积电阻率用模型电容器试样结构示意图

1—绝缘管芯;2—铝箔电极;3—薄膜

在被试薄膜卷上分切 60~80 mm 宽的薄膜卷两卷。将厚度约为 $7 \mu\text{m}$ 的退火铝箔分切成 60~80 mm 宽的铝箔卷两卷。然后将它们安装在卷制机上,并调好它们之间的相对位置。在绝缘硬管芯上卷绕元件(绝缘硬管芯的外径约为 20 mm,内径以与卷制机收卷轴配合适宜为准,绝缘硬管芯的绝缘电阻应大于 $10^{13} \Omega$)。试样数量三个。

16.2.3 试验步骤

16.2.3.1 测量电阻值

将元件两边突出的铝箔电极分别接到高阻计的高压端和测试端。测量试样的电阻值,测量电压 $100 \pm 10 \text{ V}$,电化时间为 2 min。

16.2.3.2 测量电容值

用工频(或音频)电桥或电容表测量试样的电容值 C 。

16.2.4 试验结果

$$\rho_v = \frac{C \cdot R}{\epsilon_r \cdot \epsilon_0} \dots\dots\dots (4)$$

式中: ρ_v —— 试样体积电阻率, $\Omega \cdot \text{m}$;
 C —— 工频(或音频)下的试样电容值, F ;
 R —— 试样电阻测量值, Ω ;
 ϵ_r —— 被试薄膜的相对介电常数的理论值;
 ϵ_0 —— 真空介电常数 $8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$ 。

取三个试样的体积电阻率的中值作为试验结果。取二位有效数字。

17 介质损耗因数和相对介电常数

17.1 方法 1——接触电极法

按 GB 1409 进行。

GB/T 13541—92

电极材料用真空镀膜、导电橡皮或油贴铝箔。采用测量电极直径 25 mm 和高压电极直径 27 mm 的两电极系统,试验电压及试样个数按产品标准规定。

17.2 方法 2——模型电容器法

适用于卷绕电容器介质用薄膜或对方法 1 来说太薄的薄膜。

17.2.1 仪器设备

- 音频大电容电桥 损耗因数测量精度 5×10^{-5} 。
- 卷制机 同 16.2.1。
- 压紧装置 能提供均匀的不小于 3 000 N 的压力,压紧面积 100 mm×100 mm。

17.2.2 试样制备

试样为压扁的模型电容器元件,采用铝箔突出型结构,极间介质为单层或双层被试薄膜。元件的电容量视电桥量程而定,应不小于 0.05 μF 。模型电容器元件如图 6 所示。

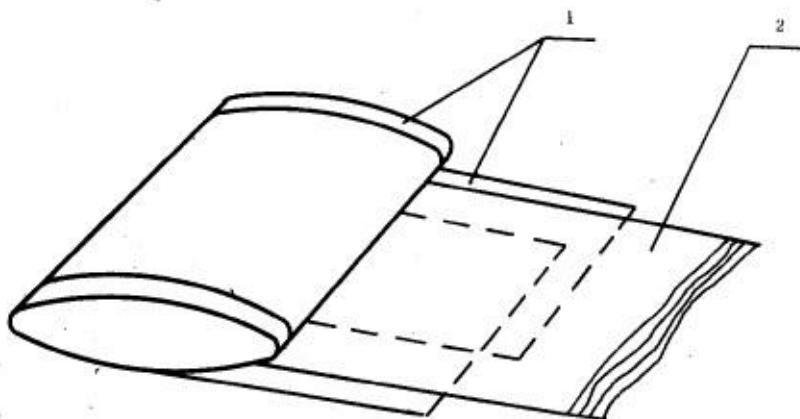


图 6 测试损耗因数和相对介电常数用试样结构示意图

1—铝箔电极;2—薄膜

在被试薄膜卷上分切 60~80 mm 宽的两卷。将厚度约为 7 μm 的退火铝箔分切为 60~80 mm 宽的铝箔卷两卷。然后将它们安装在卷制机上,并调好它们之间的相对位置。在直径 45 mm 的芯轴上卷绕元件。卷好之后,取下并压扁。再将压扁的元件放在压紧装置内。试样与压紧装置之间用平整洁净的聚四氟乙烯绝缘板隔开,绝缘板之间垫进柔软的橡胶片。加上压力,使试样上所受的压强不小于 0.3 MPa。试样数量三个。

17.2.3 试验步骤

元件卷好压紧之后,连同压紧装置在 50℃ 左右的条件下处理 1~2 h,冷却到室温后再进一步压紧。将压紧装置接地。测量时将元件的两边铝箔伸出端分别接到电桥的测量极和高压极。测试元件的介质损耗因数和电容值 C ,测试完毕后,将元件摊开,测量并计算电极的有效面积 S ,并按 4.1 条的方法测量极间薄膜的厚度 h 。

17.2.4 试验结果

$$\epsilon_r = \frac{C \cdot h}{\epsilon_0 S} \dots\dots\dots (5)$$

式中: C ——测得的试样电容值, F;
 h ——电极间薄膜厚度, m;
 ϵ_0 ——真空介电常数, $8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$;
 S ——电极有效面积, m^2 ;
 ϵ_r ——试样的相对介电常数。

GB/T 13541—92

取三个试样测量值的中值作为结果。取二位有效数字。

17.3 方法 3——不接触电极法

当试样尺寸受限不能用卷绕电容器法测量或试样的电极不适宜用真空镀膜法制备或用其他接触式电极会因接触不理想而带来较大的测量误差时,固定式不接触三电极法也可以测得满意的结果。

17.3.1 仪器设备

17.3.1.1 电极结构

其原理图如图 7 所示。

17.3.1.2 测量电桥

用不接触电极测量薄膜材料所用的电桥应具有很高的精度和灵敏度,损耗因数测量精度不小于 1×10^{-5} ,测量电压小于 250 V,测试频率为工频或音频。

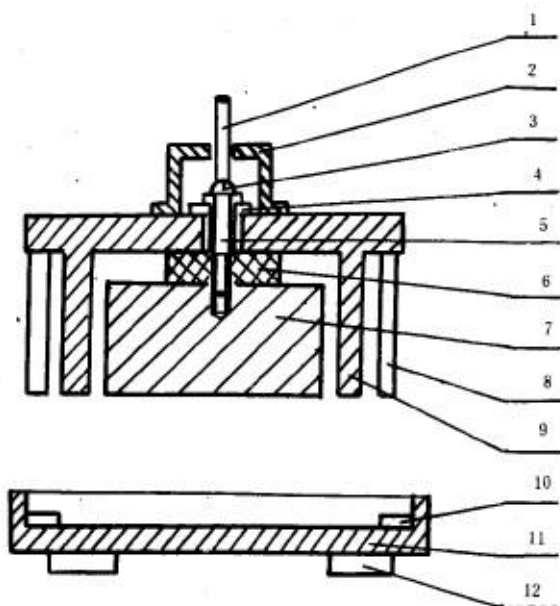


图 7 不接触电极结构原理图

1—测量极引线;2—屏蔽帽;3—接线端螺帽;4—PTFE 套;5—紧固螺钉;6—石英垫片;7—测量极;
8—绝缘支柱;9—保护极;10—塞规垫;11—不保护电极;12—绝缘垫块

17.3.2 试样

试样为平整的单层或多层薄膜,试样的大小应能覆盖整个测量电极表面。共取三个试样。

17.3.3 试验步骤

对不干净的试样进行酒精漂洗以除去试样表面的污物、灰尘、静电等。漂洗完之后将试样取出,晾干并压平。

在试验之前,应先清洁电极测量表面,用酒精或丙酮擦洗表面,然后用干净的绸布擦干。如果电极长久不用,还应先用金相砂纸将电极表面的污物磨去,然后再用酒精或丙酮擦洗干净。电极清洁处理完毕之后,把塞尺垫在绝缘支撑下面,或将电极间距大概调至测试时的位置。此时测量空电极的损耗因数应基本为零,否则要继续清洗电极,直至损耗因数基本为零。

将平整干净的试样放入上、下电极之间,试样应覆盖整个测量电极表面。然后将塞尺垫在绝缘支撑柱下面,将电极调到合适的间距,上下电极之间的间距应以试样占间距的 80% 左右时为宜。轻轻抽动试样,应保证试样能自由抽出而不致移动上下电极间的相对位置。

接好测量引线,平衡电桥,测量并记录此时的电容 C_1 和损耗角正切值 $\tan \delta_1$ 。

轻轻抽出试样,保证上下电极间的相对位置不变。

GB/T 13541—92

平衡电桥测量并记录空电极的电容 C_2 、损耗角正切值 $\operatorname{tg} \delta_2$ 。

按4.1.1条测量试样厚度。

17.3.4 试验结果

$$\epsilon_x = \frac{C_1}{C_2 - M \cdot \Delta C} \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$\operatorname{tg} \delta_x = \operatorname{tg} \delta_1 (1 + M \epsilon_x) \quad \dots\dots\dots (7)$$

$$\Delta C = C_1 - C_2 \quad \dots\dots\dots (8)$$

$$M = \frac{h_0 - h}{h} \quad \dots\dots\dots (9)$$

$$h_0 = \frac{8.854 A}{C_2} \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中: $\epsilon_x, \operatorname{tg} \delta_x$ ——试样的相对介电常数和介质损耗因数;

$C_1, \operatorname{tg} \delta_1$ ——为第一次测得的试样与空气串联组合介质的电容(pF)、损耗角正切值;

C_2 ——为空电极的电容值(pF),空电极的损耗角正切值 $\operatorname{tg} \delta_2 \approx 0$;

h ——试样的测量厚度(如果是多层薄膜,则为薄膜总厚度), μm ;

h_0 ——上下电极间的等效间距, μm ;

A ——测量电极有效面积, mm^2 。

取三个试样测量值的中值作为结果。

18 电气强度

18.1 交流试验

按 GB 1408 进行。

可采用上电极直径为25 mm 和下电极直径为75 mm 或上下电极直径为6 mm 的电极系统。试验在空气中或变压器油中进行,具体由产品标准规定。变压器油的电气强度不小于12 MV/m。试样个数按产品标准规定。

18.2 直流试验

18.2.1 试验装置

直流击穿试验仪 输出电压在0~10 kV 范围内均匀可调。在大于50%击穿电压的电压范围内,交流脉动应不大于2%,试验电压中也不应有超过1%施加电压的暂态或其他波动。

卷制机 同16.2.1条。

18.2.2 试样及其制备

试样为无绝缘管芯的模型电容器元件,采用铝箔突出型结构,介质为单层被试薄膜,元件的电容量为 $0.5 \pm 0.1 \mu\text{F}$ 。模型电容器元件如图8所示。

在被试薄膜卷上分切宽度为60~80 mm 的薄膜卷两卷,将厚度约为7 μm 的退火铝箔分切成60~80 mm 宽的铝箔卷两卷。将它们装在卷制机上,并调好它们之间的相对位置。在直径约为20 mm 的芯轴上卷绕元件。卷好后从芯轴上取下但不压扁作为一个试样。

试样数量:21个。

18.2.3 试验步骤

将元件的两边铝箔电极分别接到击穿试验仪的高压电极和接地电极。使用连续升压法自零开始升

GB/T 13541—92

高电压, 升压速度为200 V/s。试样击穿后, 记录击穿电压值。

按4.1.1条测量极间薄膜厚度。

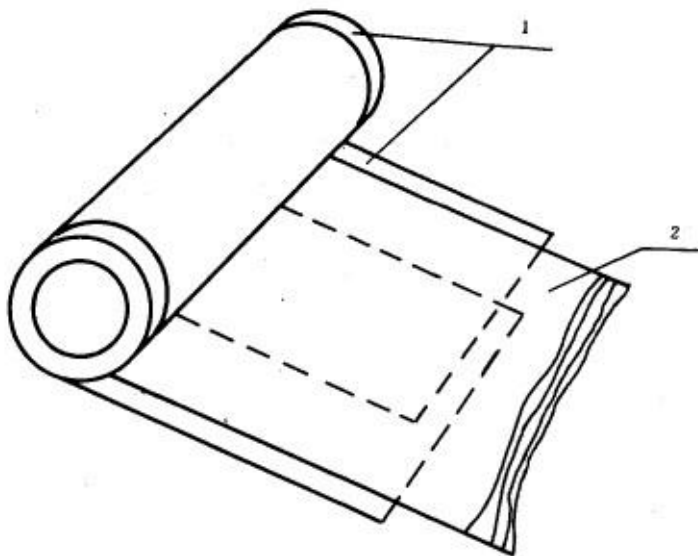


图8 电气强度(直流试验)用模型电容器试样示意图

1—铝箔电极; 2—薄膜

18.2.4 试验结果

按产品标准规定报告电气强度或击穿电压。击穿电压的单位为kV。电气强度为击穿电压除以厚度, 单位为V/ μm 或MV/m。

取21个试样的测量值的中值作为试验结果。取三位有效数字。

19 电弱点

19.1 方法A——窄条试验法

本方法适用于试验窄条薄膜。

19.1.1 试验装置

高压直流发生装置 能产生0~5 kV的直流高压, 电压波动不大于 $\pm 1\%$ 。该装置应能在试样弱点击穿后约0.1 s内使电压回升到原来设定的电压。

试样和电极的配置, 如图9所示。试样以5 m/min的恒速移动。低压电极为用不锈钢制成并抛光的直径为15 mm的圆柱体。高压电极为10~20 mm宽、厚度约为7 μm 的退火铝箔。重锤用来使铝箔与试样接触良好, 每10 mm宽铝箔加荷约0.4 N。

计数器 能灵敏地记录试样弱点的击穿点数。

19.1.2 试样

试样为薄膜卷, 宽度大于铝箔的宽度至少5 mm, 薄膜被试面积按产品标准规定。

19.1.3 试验步骤

按图9安装好试样, 调节试样移动速度为5 m/min, 在试样移动的条件下, 在辊子和铝箔间施加产品标准规定的电压。预置计数器为零。调节完毕后, 重新启动试验装置, 记录被试有效面积上的电弱点数。

19.1.4 试验结果

试验结果为测得的电弱点数除以被试面积, 以个/ m^2 (方法A)表示。

GB/T 13541—92

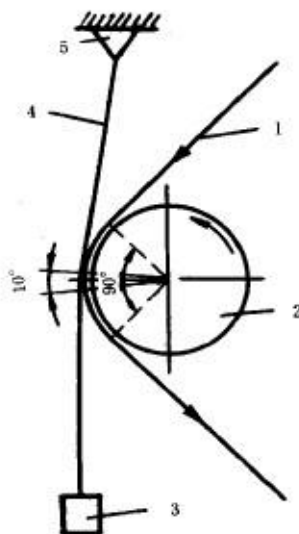


图 9 电弱点试验示意图(方法 A)

1—试样;2—辊子;3—重锤;4—铝箔;5—挂钩

19.2 方法 B——平板法

本方法用于试验宽条薄膜。

19.2.1 试验装置

· 高压直流发生装置 同19.1.1条中对高压直流发生装置的要求。

电极装置 如图10所示。

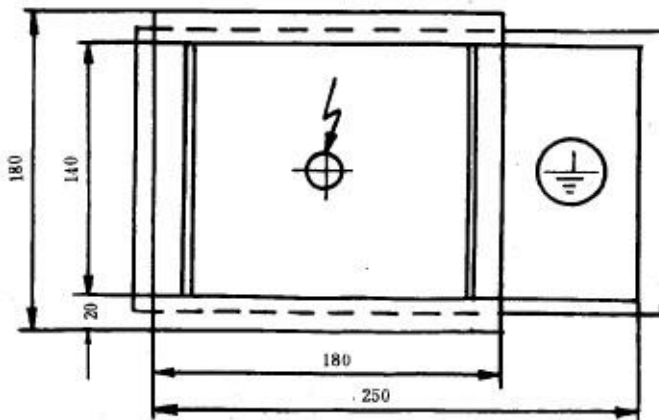
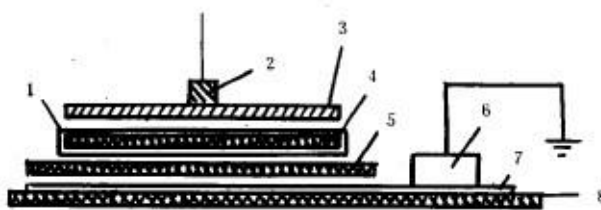


图 10 电弱点试验示意图(方法 B)

1—金属化铝箔;2—高压引线端;3—金属平板;4—软橡皮;5—试样;

6—压块(金属);7—金属化铝箔;8—绝缘材料

19.2.2 试样

在薄膜卷的整幅宽上取180 mm×180 mm 的薄膜作为一个试样。薄膜被试面积由产品标准规定。

GB/T 13541—92

19.2.3 试验步骤

按图10装好试样和电极。将高压电极和接地电极分别接到高压直流发生器的引出端。以0.5 kV/s的速度自零升高电压到产品标准规定的电压值。然后将此电压保持1 min。降下电压至零。拿出试样,用肉眼辨别并计数离电极边缘20 mm 内的击穿点数。每个试样的被试面积以0.01 m²计。

19.2.4 试验结果

试验结果为测得的电弱点数除以被试面积,以个/m²(方法B)表示。

19.3 方法C——宽条成卷试验法

本方法适用于试验宽条成卷薄膜。

19.3.1 试验设备

薄膜电弱点测定仪 能生产0~6 kV 的直流电压,电压波动不大于±1%。测试仪应能在试样弱点击穿后约0.1 s 内使电压回升到原来设定的电压。试样以3~10 m/min 的速度移动。低压电极为转动灵活的铜辊,直径为100 mm,表面粗糙度 R_a 为0.2 μm,高压电极为导电橡皮,厚度为2~3 mm,宽度比试样窄20~30 mm。测试仪中附有长度控制和击穿点自动计数装置。

19.3.2 试样

试样为宽200~400 mm 的膜卷,被试面积按产品标准规定。

19.3.3 试验步骤

按图11所示装好试样,调节好试样移动的速度,根据被试面积及导电橡皮的宽度,预置需试验的试样长度。在试样移动的条件下,在高低压电极间施加产品标准规定的电压。预置计数器为零。调节完毕后,重新启动测试仪,记录被试面积上的电弱点数。

19.3.4 试验结果

试验结果为测得的电弱点数除以被试面积,以个/m²(方法C)表示。

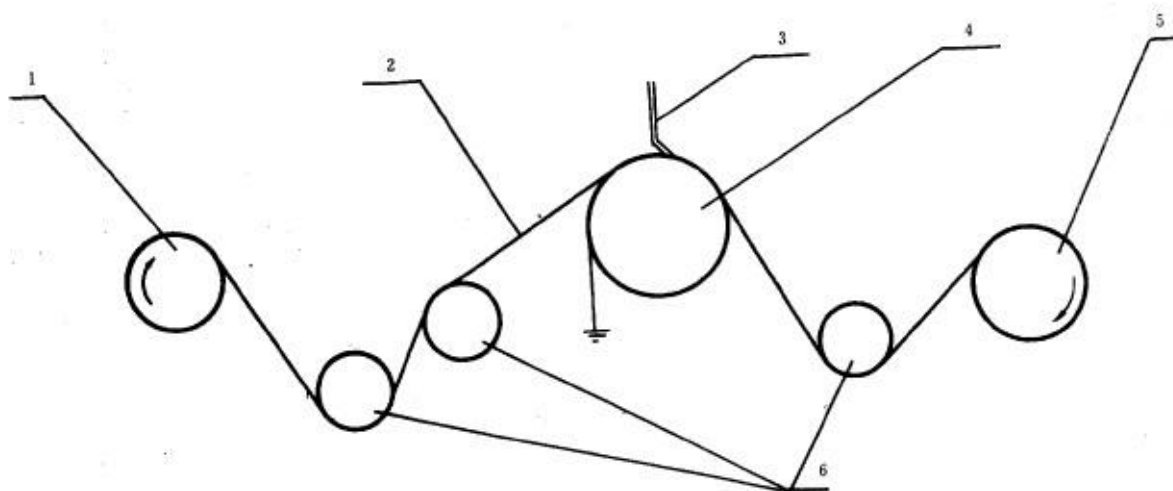


图 11 电弱点试验示意图(方法 C)

1—放卷轴;2—薄膜;3—高压电极;4—低压电极;5—收卷轴;6—导向辊

20 相对耐表面放电击穿性

按 JB 3282进行。

21 电解腐蚀

按 GB 10582进行。具体选用何种方法由产品标准定。

GB/T 13541—92

22 收缩率

22.1 试验设备

烘箱 自然循环空气,温度范围:室温~300℃,控温精度±2℃。

钢直尺 分度值0.5 mm。

22.2 试样

从薄膜卷上取两块100 mm×100 mm的试样,并做好纵向、横向标记。若薄膜幅宽小于100 mm,试样宽为薄膜幅宽。

22.3 试验步骤

分别测量每块试样的纵向、横向尺寸 L_0 ,精确到0.5 mm。然后把试样放入烘箱中。按产品标准规定的温度和时间处理后,从烘箱中取出试样,冷却到室温。重新测量试样纵向、横向尺寸 L_1 。

22.4 结果

$$X_1 = \frac{L_0 - L_1}{L_0} \times 100 \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中: X_1 ——收缩率,%;

L_0 ——热处理前试样的纵向、横向尺寸,mm;

L_1 ——热处理后试样的纵向、横向尺寸,mm。

分别取两个试样的纵向、横向收缩率的平均值作为该方向的试验结果。

23 拉力下尺寸稳定性

23.1 试验设备

恒速升温试验箱 自然空气循环,温度范围:室温~300℃,升温速率:50±1℃/h。

夹具。

砝码 1~200 g 若干个。

测温元件 精确到1℃。

23.2 试样

沿薄膜纵向取15 mm宽,长度视试验箱体尺寸而定的试样三条。在试样中央区域画两条相距20-mm的标记线。

23.3 试验步骤

把试样安装在恒速升温试验箱中的试验夹具中。根据试样尺寸选择负荷,使试样所受的拉应力为2.5 MPa(试样厚度测量同11.2条)。安装试样及施加负荷过程中应使试样平直,夹具不应对试样产生损伤。在靠近每一试样标记线区域中央处。分别放置一测温元件(见图12)。以50±1℃/h的速率恒速升温。记录试样标线距离增大40%或者试样断裂时刻的温度。如试样在夹口处断裂,则应重新取样测试。

23.4 结果

取三个试样测量值的中值(℃)作为试验结果。

GB/T 13541—92

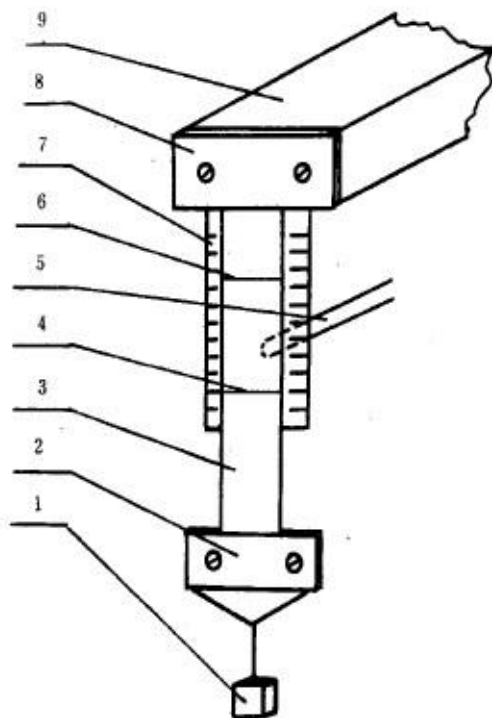


图 12 拉力下尺寸稳定性试验示意图

1—负荷;2—下夹具;3—试样;4—下标记线;5—测温元件;
6—上标记线;7—钢板尺;8—上夹具;9—支架

24 压力下尺寸稳定性

24.1 试验仪器

恒速升温试验箱 与第23.1条的相同。

加荷装置。

穿透报警装置。

镍线 直径1 mm。

24.2 试样

从薄膜上取三片约30 mm×30 mm 的试样。

24.3 试验步骤

将每一试样分别固定在两垂直相交的镍线中间,把检测穿透的报警装置的连线分别与上下镍线相连,然后平稳地施加30 N 静负荷,在每个试样附近放置测温元件(见图13)。以 $50 \pm 1^\circ\text{C}/\text{h}$ 的速率恒速升温,记录每个试样穿透时刻的温度。

24.4 结果

取三个试样测量值的中值($^\circ\text{C}$)作为试验结果。

GB/T 13541—92

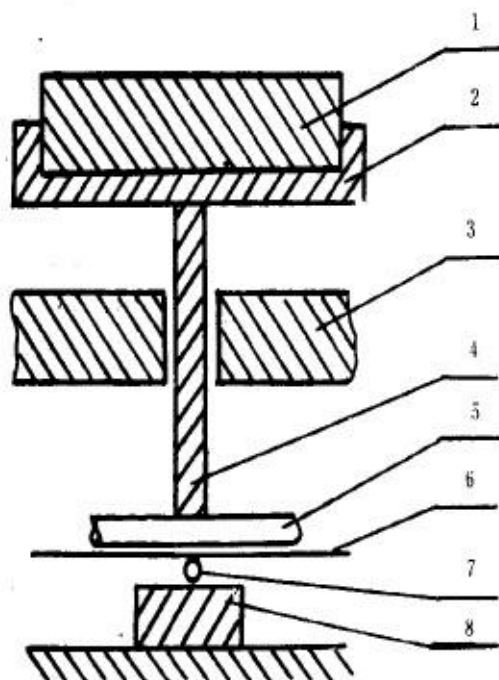


图 13 压力下尺寸稳定性试验示意图

1—负荷;2—托盘;3—试验架;4—压杆;5—上镍线;
6—试样;7—下镍线;8—绝缘衬垫

25 耐高温穿透性

25.1 测试装置

耐高温穿透测试仪 其原理图如图14所示。图中6为长300 mm、宽30 mm、厚3 mm 耐腐蚀钢板。条形试样放在钢板上;图中4为磁化钢杆,其一端凹进用以嵌住直径为1.5 mm 的钢珠,该装置通过钢珠对试样施加压力,磁化钢杆装在一个附有平衡装置的C形夹上并能稍作转动。当C形夹具的下脚没有负荷时,可调节平衡装置上的游码使钢杆对钢珠不产生压力。测试时,给C形夹的下脚加上负荷,使钢珠对水平位置的钢板产生10 N 垂直向下的压力。

烘箱 能以 $30 \pm 5^\circ\text{C}/\text{h}$ 的速度升温,温度测量点应尽量靠近试样受压处。

25.2 试样

从薄膜卷上间隔300 mm 取5条长25 mm 的薄膜作为试样。

GB/T 13541—92

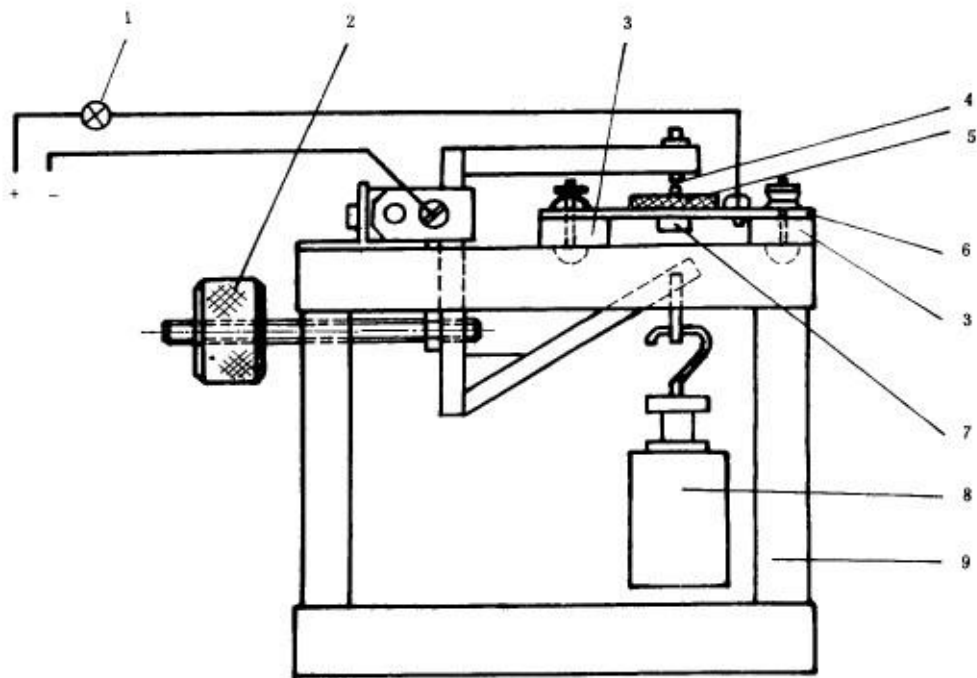


图 14 耐高温穿透测试仪示意图

1—指示灯;2—游码;3—绝缘垫块;4—钢珠和磁化钢杆;5—试样;
6—耐腐蚀钢板;7—测温点;8—砝码;9—基架

25.3 试验程序

调节平衡装置使钢珠不受压力,在室温下将试样平放在钢珠下,小心地加上负载,使钢珠以10 N 的压力压在试样上,然后以30±5℃/h 的均匀速度升温直至试样穿透。

25.4 试验结果

报告5个试样穿透温度的中值及最高值和最低值。

26 挥发物含量

26.1 试验设备

- 天平 感量0.1 mg。
- 烘箱 同22.1要求。
- 干燥器。

26.2 试样

每个试样由若干片50 mm×50 mm 的薄膜组成,其质量不少于300 mg。若薄膜宽度小于50 mm,则可取条形试样,但其质量不得少于300 mg。试样数量三个。

26.3 试验步骤

按产品标准规定的温度和时间对试样进行预处理。预处理过程中应保证试样所有表面都与空气接触。预处理后取出试样放入干燥器中冷却到室温。称量预处理后每个试样的质量 m_1 。再按产品标准规定的加热温度、时间,对预处理后的试样进行加热,加热过程同样应保证试样的所有表面与空气接触。加热后取出试样放入干燥器中冷却到室温,称量加热后每个试样的质量 m_2 。

26.4 结果

每个试样的挥发份含量为:

$$X_2 = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100$$
..... (12)

GB/T 13541—92

式中: X_2 ——挥发物含量, %;

m_1 ——干燥后试样的质量, g;

m_2 ——加热后试样的质量, g。

取三个试样测量值的中值作为试验结果。

27 燃烧性

27.1 试验器材

27.1.1 燃烧试验箱

燃烧试验箱由如下部分组成:

密闭试验箱。

本生灯 喷管长100 mm, 内直径9 mm。

垂直固定试样的圆形夹具。

甲烷气源(工业用), 也可以使用热值不小于38 000 kJ/m³的其他可燃性气体。

减压阀、压力表、调节阀。

27.1.2 其他器具

直尺 分度值1 mm。

医用脱脂棉。

干燥剂 无水 CaCl₂。

烘箱 控温精度±1℃。

卷制试样用直径9.5±0.5 mm 芯轴。

75 mm 宽粘带。

27.2 试样

从被试薄膜上取五条长200 mm, 宽50 mm 的试样, 并在距一端125 mm 处画一标记线。

将每个试样卷在直径9.5±0.5 mm 的芯轴上, 标线朝外, 用75 mm 宽粘带沿标记线固定试样一端, 取出芯轴, 形成长200 mm 的圆筒形试样。

27.3 条件处理

试样应在温度23±2℃, 相对湿度50%±5%的条件下预处理48 h。

试验前试样应在70±1℃的循环鼓风机烘箱中处理168 h, 取出后冷却到室温。

27.4 试验步骤

试验应在密闭试验箱或不抽风的实验室通风柜内进行。由于燃烧时产生有害物质, 试验后应及时排风。

27.4.1 试样安装

将试样垂直固定在顶部开口的试样夹具上, 试样上端伸入夹具6 mm, 下端距水平铺置的50 mm×50 mm×6 mm 医用脱脂棉300 mm, 距燃烧器顶端10 mm, 试样距标记线125 mm 的一端为下端。

27.4.2 火焰高度的调节

将本生灯移开试样至少150 mm 处点燃, 先调节燃气和空气供给量得到20±1 mm 高、顶部黄色的火焰, 然后再增大空气供给量, 直到形成20±1 mm 的蓝色火焰。

27.4.3 燃烧程序

将火焰对准试样下端中央保持3 s, 然后立即把火焰移开至少150 mm, 同时记录试样有焰燃烧时间, 燃烧停止后立即再次将火焰移到试样下面保持3 s, 然后再移开火焰。记录试样有焰燃烧和无焰燃烧时间。

若燃烧过程中, 试样融熔滴落, 应将本生灯倾斜45°, 以防滴落物落入灯管内。此时应保证试样底部与灯口中央相距10 mm 左右。

GB/T 13541—92

若因试样卷曲或烧掉而使试样与灯口距离增大时,应调节灯口与试样的距离始终保持10 mm。融熔物及燃烧产物不能作为试样底部。

27.4.4 观察和记录下列情况

- a. 第一次施加火焰后试样有焰燃烧时间。
- b. 第二次施加火焰后试样有焰燃烧时间。
- c. 第二次施加火焰后试样无焰燃烧时间。
- d. 是否有点燃医用脱脂棉的燃烧滴落物落下。
- e. 试样是否燃到125 mm 标记线。

27.4.5 试验结果

试样燃烧性级别按表3评定。

27.4.5.1 如果每组五个试样施加10次火焰后,总的有焰燃烧时间不超过50 s 或250 s,则分别允许有一次施加火焰后有焰燃烧时间超过10 s 或30 s。

27.4.5.2 如果一组五个试样中有一个不符合表中要求,应再取一组试样进行试验,第二组的五个试样应全部符合要求。

27.4.5.3 如果第二组中仍有一个试样不符合表中相应的要求,则以两组中数字最大的级别作为该材料级别。如试验结果超出 VTF2相应要求,则不能用本方法评定。

表 3

试样燃烧行为	级 别		
	VTF0	VTF1	VTF2
每个试样在每次施加火焰移开后有焰燃烧的时间,s,不大于	10	30	30
五个试样施加10次火焰移开后有焰燃烧时间的总和,s,不大于	50	250	250
每个试样第二次施加火焰移开后无焰燃烧的时间,s,不大于	30	60	60
每个试样有焰或无焰燃烧蔓延到标记线的现象	无	无	无
每个试样滴落物引燃医用脱脂棉现象	无	无	有

28 潮湿空气中吸湿性

28.1 试验仪器

- 天平 感量为0.1 mg。
- 烘箱 控温精度为±2℃。
- 恒湿箱 能保持93%±2%相对湿度。
- 称量瓶和装有五氧化二磷的干燥器。

28.2 试样

同26.2。

28.3 试验步骤

28.3.1 收货状态材料的吸湿性

首先测定收货状态每个试样的质量 m_1 。然后将试样放入相对湿度为93%±2%的恒湿箱内,处理时间按产品标准规定。达到时间后立即取出并分别放入密闭称量瓶中,再次称量每个试样的质量 m_2 。

28.3.2 干燥材料的吸湿性

把三个试样按产品标准规定的温度干燥24 h 后,放入装有五氧化二磷的干燥器中冷却到室温。然后将试样分别放入密闭称量瓶中,并称出每个试样的质量 m_1 。

将试样放入相对湿度为93%±2%的恒湿箱中,处理时间按产品标准规定。达到处理时间后立即取

GB/T 13541—92

出放入密闭称量瓶中,称量每个试样的质量 m_2 。

28.4 试验结果

$$X_3 = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100 \quad \dots\dots\dots(13)$$

式中: X_3 ——吸湿性, %;

m_1 ——干燥处理后或收货状态试样的质量, g;

m_2 ——湿度处理后试样的质量, g。

取三个试样计算结果的中值作为试验结果。

29 吸液性

29.1 试验器材

烘箱 控温精度 $\pm 1^\circ\text{C}$, 温度范围: 室温 $\sim 300^\circ\text{C}$ 。

天平 感量为 0.1 mg。

直径 100 mm 带盖的玻璃器皿。

称量瓶、密度瓶和滤纸。

浸渍液由产品标准规定。

29.2 试样

同 26.2 规定。

29.3 试验步骤

在 $23 \pm 1^\circ\text{C}$ 下测量每个试样的质量 m_1 , 精确到 0.1 mg。

将盛有一定深度(10 mm 以上)浸渍液的玻璃器皿放到烘箱中, 加热到产品标准所规定的温度。

当浸渍液达到试验温度后, 把每组试样分别浸入浸渍液中。浸渍时应保证每片试样都互不接触。浸渍时间按产品标准的规定。达到浸渍时间后, 从浸渍液中取出试样, 分别用滤纸吸去每片试样表面的液体, 然后再用新的滤纸擦干。在 $23 \pm 1^\circ\text{C}$ 下称量每个试样的质量 m_2 。擦干和称量应在试样从烘箱内取出后的 15 min 之内完成。

按第 5 章所述方法测定薄膜密度 d_1 。

用密度瓶在 $23 \pm 1^\circ\text{C}$ 下测量浸渍液的密度 d_2 。

29.4 试验结果

$$X_4 = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \cdot \frac{d_1}{d_2} \times 100 \quad \dots\dots\dots(14)$$

式中: X_4 ——吸液性, %;

m_2 ——浸渍后每个试样的质量, g;

m_1 ——浸渍前每个试样的质量, g;

d_1 ——薄膜密度, g/cm^3 ;

d_2 ——浸渍液密度, g/cm^3 。

取三个试样吸液性计算值的中值作为试验结果。

30 绝缘漆的影响

30.1 试验设备

试验机 同 11.1 条。

烘箱 同 22.1 条。

测厚仪 同 4.1.1.1 条。

玻璃容器。

GB/T 13541—92

30.2 试样

取5片50 mm×50 mm的试样用来测量厚度。

按11.2条取10条纵向试样用来测量浸漆前后薄膜的拉伸强度和断裂伸长率。

30.3 试验步骤

在5片测量厚度的试样中心处,用4.1.1.1条所述仪器分别测量其厚度(每片试样上均匀地测量5点,取其中值作为该片试样的厚度)。从10条纵向试样中取出5条,按11.3条测量未浸绝缘漆时的拉伸强度和断裂伸长率,并检查未浸漆时试样的平整度、透明度和颜色。

将绝缘漆倒入玻璃容器中,加热到产品标准规定的温度。然后将5片测量厚度的试样以及另外5条纵向试样完全浸没在绝缘漆中。而且试样之间,试样和容器间互不接触。浸约4 h后,取出试样,放入绝缘漆溶剂中漂洗几秒钟,再用滤纸擦干。漂洗和擦干应在试样取出后的1 min内完成。

测量浸漆后试样的厚度、拉伸强度和断裂伸长率。这些试验应尽可能在试样从绝缘漆中取出后的3 min内完成,检查浸漆后试样的平整度、透明度和颜色。

30.4 试验结果

报告所用的绝缘漆及试样在浸漆前后的平整度、透明度和颜色是否发生变化;

浸漆前后厚度的变化百分数;

浸漆前后拉伸强度的变化百分数;

浸漆前后试样断裂伸长率的变化百分数。

31 液态可聚合树脂的影响

31.1 试验设备

试验设备同30.1条。

31.2 试样

试样同30.2条。

31.3 试验步骤

试验步骤同30.3条。具体试验温度及浸渍时间视可聚合树脂的性质而定,一般浸渍时间不超过4 h。达到浸渍时间后(应小于可聚合树脂的胶化时间)取出试样,放在甲苯中漂洗几秒钟。

31.4 试验结果

同30.4条。

32 离子杂质萃取

按GB 7196进行。

33 长期耐热性

按GB 11026.1进行。

具体试验方法和终点判断按产品标准定。

34 空隙率

34.1 试验仪器

分析天平 称量200 g,感量0.1 mg。

杠杆千分尺 量程25 mm,分度值0.001 mm。

取样板 300 mm×100 mm×(1.5~3)mm的不锈钢板。

34.2 试样

在离薄膜边缘20 mm以上的位置,用取样板取300 mm(纵向)×100 mm(横向)的试样三个,若薄膜

GB/T 13541—92

宽度小于100 mm时,薄膜的宽度即为试样的宽度。

34.3 试验步骤

- 按4.1.2条测定试样叠层法的厚度;
- 按4.2条测定试样质量密度法的厚度。

34.4 试验结果

$$X_5 = \frac{t_1 - t_2}{t_1} \times 100$$

.....(15)

- 式中: X_5 ——空隙率, %;
- t_1 ——试样叠层法厚度, μm ;
- t_2 ——试样质量密度法厚度, μm 。

取三个试样计算值的中值作为试验结果,同时报告最大值和最小值。

35 粗糙度

待定。

附加说明:

- 本标准由中华人民共和国机械电子工业部提出。
- 本标准由全国绝缘材料标准化技术委员会归口。
- 本标准由桂林电器科学研究所、东方绝缘材料厂、桂林电力电容器厂、西安交通大学等单位组成的工作组起草。
- 本标准主要起草人袁明珍。