



中华人民共和国国家标准

GB/T 13542.3—2006
代替 GB/T 12802—1996

电气绝缘用薄膜 第3部分：电容器用 双轴定向聚丙烯薄膜

Film for electrical insulation—
Part 3: Biaxially oriented polypropylene films for capacitors
(IEC 60674-3-1:1998, MOD)

2006-07-17 发布

2007-01-01 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

前 言

GB/T 13542《电气绝缘用薄膜》分为以下几个部分：

- 第1部分：定义及一般要求；
- 第2部分：试验方法；
- 第3部分：电容器用双轴定向聚丙烯薄膜；
-

本部分为 GB/T 13542 的第3部分。

本部分修改采用 IEC 60674-3-1:1998《电气用塑料薄膜 第3部分：单项材料规范 第1篇：电容器用双轴定向聚丙烯(PP)薄膜》(英文版)。

本部分与 IEC 60674-3-1:1998 的主要差异如下：

- 增加了不接触电极法测量 ϵ_r 、 $\tan\delta$ 的计算公式(见附录 A)；
- 删除了命名中的 IEC 标准号,并增加了示例说明；
- 将表面电阻率和体积电阻率要求表示分别改为： $\geq 1.0 \times 10^{14} \Omega$ 和 $\geq 1.0 \times 10^{15} \Omega \cdot m$ ；
- 将相对电容率要求改为： 2.2 ± 0.2 ；
- 将拉伸强度要求分别从 120 MPa 和 90 MPa 提高到 140 MPa 和 120 MPa；
- 将表 3 中的电弱点要求略为提高；
- 表 1 中增加了表面粗糙度的要求；
- 增加了第 6.10 条表面粗糙度；
- 第 5.1 条中 1 型优选厚度增加了“3.0”；
- 表 2、表 3、表 5 中标称厚度由“4 μm ”改为“4 μm 及以下”；
- 第 6.3 条施加电气强度由 150 V/ μm 提高到 200 V/ μm ；
- 增加了表 4,空隙率对要求做相应变化；
- 删除空隙率公式中“%”,式中加以注明。

本部分代替 GB/T 12802—1996《电容器用聚丙烯薄膜》。

本部分与 GB/T 12802—1996 相比主要差异如下：

- 按 IEC 60674-3-1:1998 进行分类与命名；
- 删除浊度、收缩率等性能要求；
- 增加有关吸液性与浸渍剂相容性及浸渍后的 ϵ_r 和 $\tan\delta$ 测试和要求方面的规定。

本部分的附录 A 为规范性附录。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国绝缘材料标准化技术委员会(CSBTS/TC 51)归口。

本部分起草单位：西安交通大学、桂林电力电容器总厂、广东佛塑集团股份有限公司、东方绝缘材料股份有限公司、江门润田投资实业有限公司、安徽铜峰电子股份有限公司、江苏南天集团股份有限公司、桂林电器科学研究所。

本部分主要起草人：刘英、李兆林、王先锋、廖凯明、赵平、柯庆毅、章晓红、罗松华、冯玲。

本部分所代替的历次版本发布情况为：

- GB/T 12802—1996

电气绝缘用薄膜 第3部分:电容器用 双轴定向聚丙烯薄膜

1 范围

本部分规定了电容器介质用双轴定向聚丙烯薄膜的要求,该薄膜应具有光滑的表面或粗糙的表面;当要求真空金属化时,还应经过电晕处理。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 13542 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。

ISO 534:1988 纸和纸板 厚度和表观积层密度或表观单层密度的测定

IEC 60674-1:1980 电气用塑料薄膜 第1部分:定义和一般要求

IEC 60674-2:1988 电气用塑料薄膜 第2部分:试验方法(第1次修正(2001))

IEC 61074:1991 用差示扫描量热法测定电气绝缘材料熔融热、熔点及结晶热、结晶温度的试验方法

3 分类与命名

3.1 分类

聚丙烯薄膜按空隙率进行如下分类:

1 型:具有光滑表面(空隙率 $<5\%$,见 6.9)的薄膜;

1a 型:不经电晕处理的薄膜;

1b 型:单面预处理以便于金属真空沉积的薄膜;

1c 型:双面预处理的薄膜;

2 型:至少一面具有粗糙表面(空隙率 $\geq 5\%$,见 6.9)的薄膜;

2a 型:不经电晕处理的薄膜;

2b 型:单面预处理以便于金属真空沉积的薄膜;

2c 型:双面预处理的薄膜。

3.2 命名

聚丙烯薄膜应按下述方法命名予以识别:

PP-型号-厚度(μm)-宽度(mm)-长度(m)

例如: PP - 1a - 6 - 100 - 3 000

长度:3 000 m

宽度:100 mm

厚度:6 μm

不经电晕处理的光膜

聚丙烯薄膜

4 一般要求

该薄膜应主要由全同立构型聚丙烯均聚物制成并应符合 IEC 60674-1:1980 规定的要求。

5 尺寸

5.1 厚度

应按 IEC 60674-2:1988 的 3.3 规定采用质量密度法测量薄膜厚度,但对于 2 型材料应分别采用质量密度法和由千分尺法测量薄膜厚度。有争议时应采用质量密度法测量厚度。

千分尺法的厚度测量应按 ISO 534:1988 规定进行。薄膜叠层试样数量为 4 个,每个叠层试样由 12 层薄膜组成。其制备方法如下:从离膜卷的外表面约 0.5 mm 厚处同时切取,并沿薄膜样条的长度方向缠绕于洁净的样板(推荐尺寸为:250 mm×200 mm,其中 200 mm 为板的长度方向尺寸)。在测量之前去掉叠层的最外层和最内层(实际测量 10 层),再进行测量。

本部分对厚度没有明确的要求,但在采用质量密度法时优选如下厚度(μm):

1 型:3.0;4.0;5.0;6.0;7.0;8.0;10;12.0;15.0;18.0;20.0 及 25.0。

2 型:7.4;9.0;10.1;11.0;12.0;12.7;13.6;14.4;15.2;16.2 及 17.8。

除非另有规定,其平均厚度偏差应符合 IEC 60674-1:1980 的要求。

5.2 宽度

薄膜宽度应按 IEC 60674-2:1988 第 5 章要求测量。

由于在整个电容器行业中薄膜用途的多样化和对其要求不尽相同,因此,在本部分中对其宽度不作规定。但宽度偏差应符合 IEC 60674-1:1980 中 4.2 的要求。

5.3 长度/直径

按供需双方合同规定。

6 性能

6.1 理化性能

薄膜的理化性能见表 1。

表 1 性能

序号	性能	单位	要求	试验方法	说明
1	密度	g/cm^3	0.91 ± 0.01	IEC 60674-2:1988 第 4 章	仅适用于 $12 \mu\text{m}$ 以上的薄膜,推荐使用的混合液为:甲醇/乙二醇
2	熔点	$^{\circ}\text{C}$	165~175	IEC 61074:1991	DSC 法
3	拉伸强度 (任一方向)	MPa	1 型: ≥ 140 2 型: ≥ 120	IEC 60674-2:1988 第 10 章	试样宽度: $(15 \pm 3) \text{mm}$ 拉伸速度: $(100 \pm 2) \text{mm}/\text{min}$,以夹持距为基准,夹持距为: $(100 \pm 2) \text{mm}$
4	断裂伸长率 (任一方向)	%	1 型: ≥ 40 2 型: ≥ 30		
5	表面电阻率	Ω	$\geq 1.0 \times 10^{14}$	IEC 60674-2:1988 第 14 章	—
6	体积电阻率	$\Omega \cdot \text{m}$	$\geq 1.0 \times 10^{15}$	IEC 60674-2 第 15 章	试验电压: 对于厚度 $> 10 \mu\text{m}$ 的为 $(100 \pm 10) \text{V}$; 对于厚度 $\leq 10 \mu\text{m}$ 的为 $(10 \pm 1) \text{V}$

表 1(续)

序号	性 能	单 位	要 求	试验方法	说 明
7	介质损耗因数 (48 Hz~62 Hz 或 1 kHz)	—	$\leq 3.0 \times 10^{-4}$	IEC 60674-2:1988 第 16 章及其第 1 次修正 (2001)中 16.1.4	不接触电极或蒸发电极, 并按附录 A 计算
8	相对电容率 (48 Hz~62 Hz 或 1 kHz)	—	2.2 ± 0.2		
9	收缩率 纵向 横向	%	—	IEC 60674-2:1988 第 23 章	由供需双方商定
10	表面粗糙度 R_a $\leq 12 \mu\text{m}$ $> 12 \mu\text{m}$	μm	0.20~0.60 0.25~0.65	见 6.10	—

注 1: 尽管诸如结晶度、定向及全立构/无规立构等对薄膜特性存在着潜在影响,但至今尚未就这些特性参数作出推荐,特别在 IEC 60674-2:1988 中尚未规定出相应的方法。

注 2: 对于第 5 项、第 6 项测试环境条件为:在 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$, RH: $(50 \pm 5)\%$ 下处理 24 h,并在该条件下测量。

6.2 电气强度(直流试验)

应按 IEC 60674-2:1988 中 18.2 的规定进行,其中卷制电容器的卷绕拉力应为 $(2.5 \pm 0.5)\text{N}/\text{mm}^2$,结果以中值表示,且应不小于表 2 规定的值。

表 2 1 型及 2 型的电气强度(直流试验)

标称厚度 μm	电气强度(中值) $\text{V}/\mu\text{m}$	21 个结果中允许有 1 个低于下列规定值 $\text{V}/\mu\text{m}$
4 及以下	120	40
5	150	60
6	190	80
7 及 7.4	230	100
8	250	120
9	270	145
10 及 10.1	290	165
11	300	175
12	310	185
12.7	315	195
$>12.7 \sim 25$	320	200

6.3 电气弱点

电气弱点应按 IEC 60674-2:1988 中第 19 章的规定测试。施加的电气强度为: $200 \text{ V}/\mu\text{m}$, 被测试样的最小面积为 5 m^2 , 所测得的弱点数应不超过表 3 规定的值。

表 3 1型和2型的电气弱点数

标称厚度 μm	弱点数 个/ m^2
4 及以下	≤ 2.5
5	≤ 2.2
6	≤ 1.8
7.0 及 7.4	≤ 1.5
8	≤ 1.0
9	≤ 0.8
10.0 及 10.1	≤ 0.6
11	≤ 0.6
≥ 12	≤ 0.5

6.4 长期耐热性

本部分对长期耐热性无要求。

6.5 湿润张力

对于 1b 型及 1c 型和 2b 型及 2c 型,应按 IEC 60674-2:1988 中第 9 章的规定进行,其表面湿润张力应不小于 35 mN/m。

6.6 吸液性

为了使薄膜在浸渍后具有满意的结构,可能需要把薄膜吸收的浸渍剂的量控制在一定的范围内。若有这方面要求时,则所使用的测量方法、测定时间和温度及允许的吸液范围应由供需双方商定。

注:由于当今可得到的浸渍剂种类繁多并正在广泛应用于电容器中,因此,本部分无法就吸液性规定具体的试验方法或极限值。

6.7 与浸渍剂的相容性

应根据供需双方商定的方法,测定薄膜与所选用的介质流体的相容性。例如,可根据薄膜在流体中的溶胀或溶解性,或根据两者间污染特性进行检测。

注:由于当今可得到的浸渍剂种类繁多并正在广泛应用于电容器中,因此,本部分无法就介质流体相容性规定具体的试验方法或极限值。

6.8 浸渍状态下的损耗因数

在电容器行业中所使用的浸渍剂和可供选用的试验方法种类很多,且许多材料及其工艺规程为专利。因此,对浸渍状态下薄膜的损耗因数的测量方法及其极限值需经供需双方商定。

注:由于当今可得到的浸渍剂种类繁多并正在广泛应用于电容器中,因此,本部分无法就浸渍状态下的损耗因数规定具体的试验方法或极限值。

6.9 空隙率

空隙率:由表面粗糙引起的空隙率是以叠层法(千分尺)测得的厚度超过质量密度法测得的厚度的增量的百分数表示。

空隙率按下式计算:

$$SF = \frac{t_b - t_g}{t_g} \times 100$$

式中:

SF——空隙率,%;

t_b ——叠层法(千分尺)测得的厚度, μm ;

t_g ——质量密度法测得的厚度, μm 。

本部分对空隙率的要求见表4。

表4 空隙率

标称厚度 μm	平均值 %	最高值 %	最低值 %
≤ 12	9.0 ± 3.0	≤ 15	≥ 5.0
> 12	10 ± 3.0	≤ 17	≥ 5.0

6.10 表面粗糙度

表面粗糙度按以下规定进行。

6.10.1 测试原理

薄膜经粗化后,形成微小的凹凸不平的表面,利用仪器的触针(或探头)在薄膜表面上移动,从而测出薄膜的平均粗糙度 R_a 。

6.10.2 试验仪器和用品

- 能满足薄膜试样的平均粗糙度测试范围及精度要求的表面粗糙度测试仪器均可使用,仪器误差不得大于 $\pm 10\%$ 。
- 丙酮少许及端部包有脱脂棉花的棉签。

6.10.3 试样

从样品上纵、横向各取三块试样,其尺寸以能完全覆盖与仪器配套的测试小平面为准。试样表面必须洁净,无损伤、折皱。

6.10.4 试验步骤

用棉签蘸上丙酮清洗仪器的测试平面。将试样放在仪器的测试平面上,试样要完全贴紧平面,无气泡存在。试样的被测面朝向测试触针,读出三块试样纵、横向六个 R_a 的数值。

6.10.5 结果的计算与表示

薄膜的表面粗糙度以三个试样的六个 R_a 的算术平均值表示,单位为微米(μm)。

7 膜卷特性

7.1 可卷绕性

可卷绕性应按 IEC 60674-2:1988 中第6章的规定测量。

7.1.1 对宽度小于 150 mm 的卷盘,应采用方法 A。

偏移/弧形 $< 10 \text{ mm}$

凹陷(张力 5 MPa) $< 2 \text{ mm}$

7.1.2 对宽度 150 mm 及以上的卷盘,应采用方法 B。

偏移/弧形 $< 10 \text{ mm}$

凹陷(张力 5 MPa) $< 2 \text{ mm}$

获得偏移/弧形和凹陷极限所需要的延伸应不大于 0.1%。

7.2 接头

允许接头(搭接)的场合,其接头的结构应符合 IEC 60674-1:1980 中 3.3 规定的要求。还应标明断口(未连接上的断头),以便从薄膜端面观察时能清晰可见。连接处两边的偏移均不应超过 0.5 mm。

每卷中的接头(搭接)或断头数,应不超过表5规定的值。

表 5 每卷内允许的最大接头数(1型和2型)

薄膜标称厚度 μm	在宽度 $>350\text{ mm}$ 的膜卷内的接头数, 卷芯内径 150 mm ,外径:			在宽度 $\leq 350\text{ mm}$ 的膜卷内的接头数, 卷芯内径 76 mm ,外径 $<250\text{ mm}$
	$\leq 300\text{ mm}$	$>300\text{ mm}$ $\leq 400\text{ mm}$	$>400\text{ mm}$ $\leq 500\text{ mm}$	
4 及以下	3	4	—	3
5	2	3	4	3
6	2	3	4	2
7 及 7.4	2	2	3	2
8	2	2	3	2
≥ 9	2	2	2	1

7.3 膜卷宽度(总宽)

膜卷宽度就是从每一端面最外侧测得的膜卷两端面之间的距离(见 IEC 60674-1:1980 中 3.2)。按 IEC 60674-2:1988 中第 5 章规定测得的薄膜宽度与不包含卷芯的膜卷宽度之间的差应不大于:

- 对薄膜宽度 $\leq 150\text{ mm}$,为 0.5 mm ;
- 对薄膜宽度 $>150\text{ mm}$ 和 $<300\text{ mm}$,为 1.0 mm ;
- 对薄膜宽度 $\geq 300\text{ mm}$,为 2.0 mm 。

7.4 卷芯

优选的卷芯内径为 76 mm 和 150 mm 。

7.5 标签

经一面预处理的薄膜应在标签上指明经过预处理的表面。

附录 A

(规范性附录)

介质损耗因数和相对电容率计算方法

- a) 若采用不接触电极法测量 ϵ_r 和 $\tan\delta$, 当采用不改变电桥电容值, 只改变电极间间距的测量方法时, 其计算公式为:

$$\epsilon_r = \frac{t_g}{t_g - \Delta t} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

ϵ_r ——材料的相对电容率;

t_g ——试样叠层的厚度, μm ;

Δt ——有无试样时测微计测得的两个电极间间距值之差, μm 。

$$\tan\delta = \Delta\tan\delta \frac{t_2}{t_g - \Delta t} \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

$\tan\delta$ ——材料介质损耗因数;

$\Delta\tan\delta$ ——有无试样时测得的两个介质损耗因数值之差;

t_2 ——无试样时由测微计测得的电极间的间距值, μm ;

t_g ——试样叠层厚度, μm ;

Δt ——有无试样时由测微计测得的两个电极间间距值之差, μm 。

- b) 若采用不接触电极法测量 ϵ_r 和 $\tan\delta$, 当采用改变电桥电容, 而不改变电极间的间距的测量方式时, 其计算公式为:

$$\epsilon_r = \frac{1}{1 - \left(1 - \frac{C_2}{C_1}\right) \times \frac{t_0}{t_g}} \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:

ϵ_r ——材料的相对电容率;

C_1 ——有试样时测得的电容值, μF ;

C_2 ——无试样时测得的电容值, μF ;

t_0 ——电极之间的间距, μm ;

t_g ——试样叠层厚度, μm 。

$$\tan\delta = \tan\delta_1 + \epsilon_r \times \Delta\tan\delta \times \left(\frac{t_0}{t_g} - 1\right) \dots\dots\dots (A.4)$$

式中:

$\tan\delta$ ——材料的介质损耗因数;

$\tan\delta_1$ ——有试样时测得的介质损耗因数值;

$\Delta\tan\delta$ ——有无试样时测得的两个介质损耗因数值之差;

ϵ_r ——材料的相对电容率;

t_0 ——电极之间的间距, μm ;

t_g ——试样叠层厚度, μm 。

- c) 若采用接触电极法, 即蒸发金属电极时, 其测试与计算按 IEC 60674-2:1988 规定进行。

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
电气绝缘用薄膜 第3部分:电容器用
双轴定向聚丙烯薄膜
GB/T 13542.3—2006

*

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 0.75 字数 16 千字
2007年1月第一版 2007年1月第一次印刷

*

书号: 155066·1-27676 定价 10.00 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/T 13542.3—2006