



中华人民共和国国家标准

GB/T 13542.6—2006

电气绝缘用薄膜 第 6 部分：电气绝缘用聚酰亚胺薄膜

Film for electrical insulation—
Part 6: Polyimide films for electrical insulation

(IEC 60674-3-4/6:1993, Plastic films for electrical purposes
Part 3: Specifications for individual materials Sheet 4 to 6; Requirements
for polyimide films for electrical purposes, 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》包括下列几个部分：

- 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；

.....

本部分为本标准系列部分中的第6部分。

本部分修改采用 IEC 60674-3-4/6:1993《电气用塑料薄膜规范 第3部分：单项材料规范 第4至6篇：对电气绝缘用聚酰亚胺薄膜的要求》(英文版)。在涉及修改的条款页边空白处用垂直单线标识。

本部分与 IEC 60674-3-4/6:1993 存在的差异如下：

- a) 删除了 IEC 前言，将 IEC 60674-3-4/6 的“引言”内容，编入本部分的“前言”之中；
- b) 根据 GB/T 1.1—2000，修改了 IEC 60674-3-4/6:1993 中“规范性引用文件”的导语；
- c) 规范性引用文件中增加了 GB/T 13542.3—2006；
- d) 命名中增加了示例说明图示；
- e) 表2中2A型标称厚度为150 μm 所对应厚度偏差的允许范围中均苯型最小值，IEC 的规定有误，现将“110 μm ”改为“140 μm ”；
- f) 表4中“介电常数”改为“电容率”；
- g) 表4中吸水性“受潮6 h”改为“受潮24 h”；
- h) 表4中增加了不接触电极测量相对电容率，介质损耗因数的计算公式；
- i) 表5中断裂伸长率(标称厚度50 μm)的要求由“ $\geq 45\%$ ”提高到“ $\geq 50\%$ ”。

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归口。

本部分起草单位：桂林电器科学研究所、溧阳华晶电子材料有限公司、天津绝缘材料总厂、上海金山前峰绝缘材料有限公司、江苏亚宝绝缘材料有限公司、杭州泰达实业有限公司。

本部分主要起草人：王先锋、钱时昌、张玉谦、屠强、宋成根、汤昌丹。

本部分为首次制定。

电气绝缘用薄膜

第6部分：电气绝缘用聚酰亚胺薄膜

1 范围

本部分规定了下列聚酰亚胺薄膜的技术要求，这些薄膜可涂覆或不涂覆可热封的氟乙烯-丙烯(FEP)涂层：

- 1) 以聚(N,N'—P,P'—二苯醚均苯四甲酰亚胺)为基的聚酰亚胺薄膜；
- 2) 以聚(N,N'—P—对苯撑联苯四甲酰亚胺)为基的聚酰亚胺薄膜；
- 3) 以聚(N,N'—P,P'—二苯醚联苯四甲酰亚胺)为基的聚酰亚胺薄膜。

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。

GB/T 13542.3—2006 电气绝缘用薄膜 第3部分：电容器用双轴定向聚丙烯薄膜薄膜 (IEC 60674-3-1:1998,MOD)

GB/T 13534—1992 电气颜色标志的代号(eqv IEC 60757:1983)

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))

3 分类与命名

3.1 分类

聚酰亚胺薄膜分为下列型号：

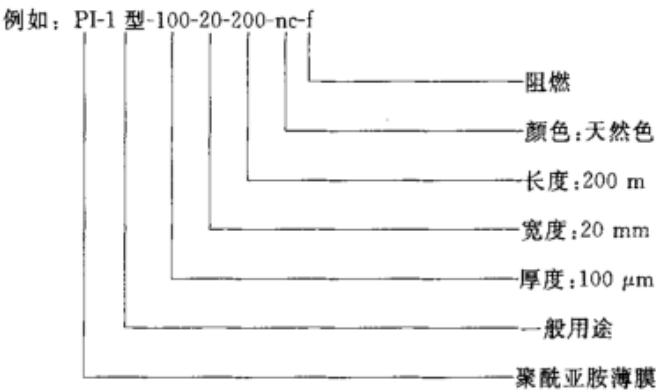
- 1型：一般用途；
- 2A型：单面涂覆；
- 2B型：双面涂覆；
- 3型：尺寸稳定(通常仅用于均苯型及对苯型薄膜)；
- 4型：可热收缩(通常仅用于均苯型薄膜)。

注：2型的表面经过涂覆，目的是使其表面可热封。

3.2 命名

聚酰亚胺薄膜按下列命名法予以识别：

PI-型号-厚度(μm)-宽度(mm)-长度(m)-颜色



注: f 表示阻燃; r 表示通常; nc 表示天然色; 其他颜色按 GB/T 13534—1992。

4 一般要求

- 1 型材料是由聚酰亚胺聚合物制成的柔软、可自支承的薄膜。
 - 2 型材料是在 1 型材料的单面或双面涂覆可热封的氟乙烯-丙烯(FEP)树脂。
 - 3 型材料除了尺寸稳定性获得改进外,其他应相同于 1 型。
 - 4 型材料除了有热收缩性要求外,其他应相同于 1 型。
- 所有型号的薄膜应符合 IEC 60674-1:1980 中规定的一般要求。

5 尺寸

5.1 厚度

1 型、3 型和 4 型的薄膜厚度应按 IEC 60674-2:1988 中 3.3 规定用质量密度法测量。2 型薄膜厚度应按 IEC 60674-2:1988 中 3.1 规定使用测微计测量。

厚度应符合表 1 和表 2 中规定的标称厚度及厚度偏差的允许范围。

表 1 1 型、3 型和 4 型的标称厚度及厚度偏差的允许范围 单位为微米

标称厚度	实际厚度	
	均苯型	对苯型及联苯型
7.5	最大值 9 最小值 6	最大值 8.5 最小值 6.5
13*	最大值 15.2 最小值 10.2	最大值 13.5 最小值 11.5
20	— —	最大值 22 最小值 18
25	最大值 29 最小值 22	最大值 27 最小值 23
40	— —	最大值 44 最小值 36
50	最大值 57 最小值 44	最大值 54 最小值 46
75	最大值 83 最小值 69	最大值 81 最小值 69

表 1 (续)

单位为微米

标称厚度	实际厚度	
	均苯型	对苯型及联苯型
100	— —	最大值 107 最小值 93
125	最大值 136 最小值 118	最大值 133 最小值 117

^a 若提供标称厚度为 12.5 μm 来代替表中的 13 μm 。可按 13 μm 所规定的要求执行。

表 2 2 型的标称厚度及厚度偏差的允许范围

单位为微米

型 号	标称厚度				厚度偏差的允许范围			
	标称厚度	FEP ^a 第一层	聚酰亚胺 膜	FEP ^a 第二层	均苯型		对苯型及联苯型	
					最小值	最大值	最小值	最大值
2A	25	无	13 ^b	13 ^b	19	31	20	30
2A	38 ^b	无	25	13 ^b	31	44	33.5	41.5
2A	50	无	25	25	42	58	46	54
2A	63 ^b	无	50	13 ^b	55	71	58.5	66.5
2A	75	无	50	25	65	85	70	80
2A	100	无	50	50	90	110	90	110
2A	100	无	75	25	90	110	90	110
2A	150	无	125	25	140	160	140	160
2B	30	2.5	25	2.5	26	34	26	34
2B	38 ^b	13 ^b	13 ^b	13 ^b	30	45	30	45
2B	50	13 ^b	25	13 ^b	42	58	46	54
2B	75	13 ^b	50	13 ^b	65	85	70	80
2B	125	25	75	25	110	140	110	140

^a 氟乙烯-丙烯。

^b 若提供标称厚度为 12.5 μm 、37.5 μm 和 62.5 μm 来分别代替上表中所用的 13 μm 、38 μm 和 63 μm ，这些材料可分别按 13 μm 、38 μm 和 63 μm 的规定执行。

5.2 宽度

薄膜宽度应按 IEC 60674-2:1988 中第 5 章的规定进行测量。

考虑到应用情况很不相同,优选宽度不作规定。

除非供货合同另有规定,否则薄膜宽度与标称值之间的最大偏差应符合表 3A 和表 3B 的要求。

表 3A 均苯型薄膜分切宽度的允许偏差

单位为毫米

分切宽度范围	允许偏差
<26	±0.4
26~102	±0.8
>102	±1.6

表 3B 对苯型及联苯型分切宽度的允许偏差 单位为毫米

分切宽度范围	允许偏差
≤25	±0.2
>25~50	±0.3
>50~100	±0.5
>100~300	±1.0
>300~500	±2.0
>500	±2.0

6 性能

6.1 与厚度无关的性能

表 4 与厚度无关的性能要求

性 能	单位	要 求			IEC 60674-2:1988 中章条号	适用型号
		均苯型	对苯型	联苯型		
密 度	kg/m ³	1 425±10	1 480±10	1 390±10	4,方法 D ^a	1,3,4
熔 点	—	不熔 ^d	不熔 ^d	不熔 ^d	—	1,2,3,4
相对电容率 23℃	50 Hz	3.5±0.4	3.5±0.4	3.5±0.4	16.1 ^b	1,3,4
	1 kHz	3.4±0.4	3.4±0.4	3.4±0.4		
介质损耗 因数 23℃, 50 Hz 或 1 kHz	—	≤4.0×10 ⁻³	≤5.0×10 ⁻³	≤5.0×10 ⁻³	16.1 ^b	1,2,3,4
体积电阻率	Ω·m	≥1.0×10 ¹⁰	≥1.0×10 ¹³	≥1.0×10 ¹³	15.1 ^c	1,2,3,4
表面电阻率	Ω	≥1.0×10 ¹⁴	≥1.0×10 ¹⁵	≥1.0×10 ¹⁵	14 ^c	1,2,3,4
尺寸稳定性 (纵横向的 收缩率) ^e	150℃	≤0.35	≤0.2	≤0.2	23	1,2
	400℃	≤2.50	≤1.0	≤3.0		1
	200℃	≤0.05	≤0.04	—		3
	200℃	≤5.0	—	—		4
吸水性(受潮 24 h)	%	≤4.0	≤2.0	≤2.0	30	1,2,3,4

注：对 2 型无密度和相对电容率的要求，因为它们在很大程度上取决于 PI 和 FEP 的相对厚度。

^a 推荐采用四氯化碳/正庚烷混合液。

^b 采用不接触电极或蒸发金属电极。其中不接触电极法的计算公式按 GB/T 13542.3—2006 中表 1 的规定。

^c 经 200℃,1 h 处理后于(200±5)℃下测量。

^d 对于 2 型,FTP 涂层将熔化。

^e 仅对厚度≥25 μm 的有要求。

6.2 与厚度有关的性能要求

表 5 与厚度有关的性能要求

性 能	适用范围	单位	要 求									IEC 60674-2:1988 中章条号
			标称厚度 μm									
			7.5	13	20	25	40	50	75	100	125	
拉伸强度 (纵横向)	均苯型	MPa	≥ 110	≥ 138	—	≥ 165	—	≥ 165	≥ 165	—	≥ 165	10 ^a
	对苯型		≥ 133	≥ 176	≥ 294	≥ 294	≥ 294	≥ 294	≥ 294	≥ 294	≥ 294	
	联苯型		≥ 110	≥ 138	≥ 196	≥ 196	≥ 196	≥ 196	≥ 196	≥ 196	≥ 196	
断裂伸长率 (纵横向)	均苯型	%	≥ 25	≥ 35	—	≥ 40	—	≥ 50	≥ 50	—	≥ 50	10 ^a
	对苯型		≥ 6	≥ 8	≥ 25	≥ 25	≥ 25	≥ 25	≥ 25	≥ 25	≥ 25	
	联苯型		≥ 25	≥ 40	≥ 80	≥ 80	≥ 80	≥ 80	≥ 80	≥ 80	≥ 80	
交流电气强度 (48 Hz~ 62 Hz)	均苯型	V/ μm	≥ 120	≥ 120	—	≥ 235	—	≥ 195	≥ 175	—	≥ 120	18.1 ^b
	对苯型		≥ 150	≥ 150	≥ 200	≥ 200	≥ 180	≥ 180	≥ 130	≥ 110	≥ 95	
	联苯型		≥ 150	≥ 150	≥ 200	≥ 200	≥ 195	≥ 195	≥ 135	≥ 110	≥ 110	
^a 拉伸速度及断裂伸长率试验条件:拉伸速度为 50 mm/min,标线间距为 100 mm。												
^b 交流电气强度试验应在空气中进行,所使用的电极为 $\Phi 6$ mm。												

表 6 2型的交流电气强度

型 号	总体标称厚度* μm	电气强度		IEC 60674-2:1988 中章条号
		均苯型 V/μm	对苯型、联苯型 V/μm	
2A	25	≥120	≥120	18.1
2A	38	≥140	≥130	
2A	50	≥120	≥120	
2A	63	≥100	≥110	
2A	75	≥100	≥100	
2A	100 ^b	≥80	≥80	
2A	100 ^c	≥105	≥110	
2A	150	≥85	≥85	
2B	30	≥155	≥130	
2B	38	≥120	≥120	
2B	50	≥120	≥120	
2B	75	≥100	≥100	
2B	125	≥80	≥85	
注: 交流电气强度试验应在空气中进行,所使用的电极为 Φ 6 mm。				
a PI 和 FEP 各层相对标称厚度见表 2。				
b FEP 涂层标称厚度为 50 μm。				
c FEP 涂层标称厚度为 25 μm。				

6.3 其他性能

6.3.1 长期耐热性

长期耐热性按 IEC 60674-2:1988 中第 28 章的规定进行测定。
终点判断标准为拉伸强度保持至起始值的 50%。

温度指数为：

- 对于均苯型薄膜应不小于 200；
- 对于对苯型及联苯型应不小于 220。

推荐的老化温度为：

- 对于均苯型：275℃、300℃和 325℃；
- 对于对苯型及联苯型：300℃、325℃和 350℃。

在老化过程中，老化烘箱内空气中的水含量应为 $9.5\text{ g/m}^3 \sim 12.5\text{ g/m}^3$ ，相当于在 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 时的相对湿度为 $(50 \pm 5)\%$ 。

6.3.2 燃烧特性

按 IEC 60674-2:1988 中第 29 章的规定进行测定，其分级应为 VTF0。

6.3.3 水解稳定性

待定。

6.3.4 耐辐射性

待定。

6.3.5 耐表面放电

待定。

7 膜卷特性

7.1 膜卷直径

薄膜按重量出售，视薄膜不同的标称厚度、卷芯尺寸以及用户要求，优选的膜卷外径为 124 mm（不适用于均苯型），152 mm、241 mm、280 mm 和 356 mm。这些外径的偏差为 6.4 mm。

要求的膜卷近似长度在表 7、表 8 中给出。

表 7 要求的膜卷近似长度 单位为米

膜卷尺寸 mm		适用范围	标称厚度 μm								
芯 (内径)	卷 (外径)		7.5	13	20	25	40	50	75	100	125
76	124	均苯型 对苯型及联苯型	— 720	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
76	152	均苯型 对苯型及联苯型	— —	910 910	— 570	460 450	— 280	230 230	150 150	— —	91 —
76	241	均苯型 对苯型及联苯型	— —	— —	— 1 880	1 550 1 500	— 940	780 750	520 500	— 380	300 300
152	241	均苯型 对苯型及联苯型	2 870 —	1 830 —	— 1 140	910 910	— 570	460 460	300 300	— 230	180 180
152	280	均苯型 对苯型及联苯型	— —	— —	— 1 880	1 550 1 500	— 940	780 750	520 500	— 380	300 300
152	356	均苯型 对苯型及联苯型	— —	— —	— —	— —	— —	1 520 1 500	1 040 1 000	— 760	610 600
注 1：本表适用于均苯型中 1,3 和 4 型，对苯型中 1,3 型，联苯型中 1 型。											

表 8 对 2 型薄膜要求的膜卷近似长度

单位为米

卷直径 mm		适用范围	2A 标称厚度 μm							2B 标称厚度 μm				
芯 (内径)	卷 (外径)		25	38	50	63	75	100	150	30	38	50	75	125
76	152	均苯型	460	310	230	190	160	110	78	—	320	230	160	90
		对苯型及联苯型	450	300	230	190	150	110	78	380	300	230	150	90
76	241	均苯型	—	1 040	780	650	520	390	260	—	—	780	520	300
		对苯型及联苯型	—	1 000	750	640	500	380	260	1 300	1 000	750	500	300
152	280	均苯型	—	1 040	—	—	—	390	260	—	—	—	—	300
		对苯型及联苯型	—	1 000	750	640	500	380	260	1 300	1 000	750	500	300

7.2 卷绕性/下垂

均苯型中各型:对于宽度小于 300 mm 及厚度小于 25 μm 的薄膜无此要求。

对苯型及联苯型中各型:对于宽度小于 200 mm 及厚度小于 20 μm 的薄膜无此要求。

下垂应按 IEC 60674-2:1988 中 6.3 方法 A 的规定进行测定,在 2.8 MPa 的张力下下垂应不大于 19 mm。

7.3 接头

在允许接头(搭接)场合,接头的结构应符合 IEC 60674-1:1980 中 3.3 规定的要求,断头(未连接的断片)也应予以标明,以便从膜卷的侧(端)面观察时能清晰可见。

每卷中的接头或断头数应不超过表 9 及表 10 规定的值。

表 9A 每卷薄膜允许的最多接头数

单位为个

膜卷尺寸 mm		适用范围	标称厚度 μm								
芯 (内径)	卷 (外径)		7.5	13	20	25	40	50	75	100	125
76	124	均苯型	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		对苯型及联苯型	4	—	—	—	—	—	—	—	—
76	152	均苯型	—	5	—	2	—	1	1	—	1
		对苯型及联苯型	—	4	2	2	1	1	1	—	—
76	241	均苯型	—	—	—	7	—	5	4	—	4
		对苯型及联苯型	—	—	5	5	4	4	3	3	3
152	241	均苯型	30	11	—	—	—	—	—	—	—
		对苯型及联苯型	*	*	3	3	2	2	2	2	2
152	280	均苯型	—	—	—	7	—	5	4	—	4
		对苯型及联苯型	*	*	5	5	4	4	3	3	3
152	356	均苯型	—	—	—	—	—	11	9	—	9
		对苯型及联苯型	—	—	—	—	—	7	5	5	5
注 1: 本表适用于均苯型中 1,3 和 4 型,对苯型中 1,3 型,联苯型中 1 型。											
a 最多接头数为每 1 000 mm 五个。											

表 9B 各搭接头之间及任一搭接头与膜卷末端之间的最小允许距离 单位为米

膜卷尺寸 mm		适用范围	标称厚度 μm								
芯 (内径)	卷 (外径)		7.5	13	20	25	40	50	75	100	125
76	124	均苯型 对苯型及联苯型	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
76	152	均苯型 对苯型及联苯型	— —	30 50	— 150	30 150	— 100	30 30	30 30	— 30	22 30
76	241	均苯型 对苯型及联苯型	— —	— —	— 150	30 150	— 100	30 30	30 30	30 —	22 30
152	241	均苯型 对苯型及联苯型	— *	30 *	— 150	30 150	— 100	30 30	30 30	— 30	22 30
152	280	均苯型 对苯型及联苯型	— *	30 *	— 150	30 150	— 100	30 30	30 30	— 30	22 30
152	356	均苯型 对苯型及联苯型	— —	— —	— —	— —	— —	30 30	30 30	— 30	22 30
注 1: 本表适用于均苯型中 1,3 和 4 型,对苯型中 1,3 型,联苯型中 1 型。											
^a 在 1 000 m 长的卷中,最小距离为每 50 m。											

表 10A 2 型薄膜每卷允许的最多接头数 单位为个

卷直径 mm		适用范围	2A 型标称厚度 μm							2B 型标称厚度 μm				
芯 (内径)	卷 (外径)		25	38	50	63	75	100	150	30	38	50	75	125
76	152	均苯型 对苯型及联苯型	5 5	3 3	2 2	2 2	2 2	— 1	— —	— 3	3 5	2 2	2 2	— 1
76	241	均苯型 对苯型及联苯型	— —	8 4	7 4	5 4	5 4	5 4	4 3	— 4	— —	7 4	6 4	5 4
152	280	均苯型 对苯型及联苯型	— —	8 4	— —	— —	— —	5 4	4 4	— 4	— —	— —	— —	5 4

表 10B 2 型薄膜各搭接头之间及任一搭接头与膜卷末端之间的最小允许距离 单位为米

卷直径 mm		适用范围	2A 型标称厚度 μm							2B 型标称厚度 μm				
芯 (内径)	卷 (外径)		25	38	50	63	75	100	150	30	38	50	75	125
76	152	均苯型 对苯型及联苯型	30 30	30 30	30 30	30 30	30 30	— 30	— —	— 30	30 30	30 30	30 30	22 30
76	241	均苯型 对苯型及联苯型	— —	30 30	30 30	30 30	30 30	22 30	22 30	— —	— 30	30 30	30 30	22 30
152	280	均苯型 对苯型及联苯型	— —	30 30	— —	— —	— —	22 30	22 30	— 30	— —	— —	— —	22 30

7.4 膜卷宽度

按 IEC 60674-2:1988 第 5 章测得的薄膜宽度与不计卷芯在内的膜卷宽度之间的最大偏差应符合表 11 规定。

表 11 薄膜宽度与膜卷宽度间的最大偏差 单位为毫米

卷芯内径 ≤ 77		卷芯内径 > 77	
膜卷外径		膜卷外径	
≤ 241	> 241	≤ 280	> 280
3.2	6.4	3.2	6.4

7.5 卷芯

优选的卷芯内径为 76 mm 和 152 mm。