

前 言

本标准是国家标准 GB 5596—85《电容器用陶瓷介质材料》的第一次修订版。

本标准对电容器用陶瓷介质材料的分类进行了补充。为适应陶瓷介质材料的迅速发展增加了 3 类陶瓷介质材料,对瓷料的电容率(介电常数)和介质损耗角正切值也进行了扩展和修订。

另外,在原标准中没有瓷料的物理性能,考虑到瓷料的物理性能与电容器的电性能关系密切,增加了瓷料物理性能表,还有其他性能参数方面也进行了修改。

本标准自实施之日起,同时代替 GB 5596—85。

本标准由中华人民共和国电子工业部提出。

本标准由电子工业部标准化研究所归口。

本标准起草单位:国营第七九八厂和电子工业部标准化研究所。

本标准主要起草人:王家增、仇月霞、王玉功。

本标准 1985 年 11 月首次发布,1997 年 5 月第一次修订。

中华人民共和国国家标准

电容器用陶瓷介质材料

Ceramic dielectric materials used for capacitors

GB/T 5596—1996

代替 GB 5596—85

1 范围

本标准规定了电容器用陶瓷介质材料的分类、要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存等。

本标准适用于制造电容器用陶瓷介质材料(以下简称电容器瓷料)。

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 2421—89 电工电子产品基本环境试验规程 总则
- GB 5594.3—85 电子元器件结构陶瓷材料性能测试方法 平均线膨胀系数测试方法
- GB 5594.4—85 电子元器件结构陶瓷材料性能测试方法 介质损耗角正切值的测试方法
- GB 5594.5—85 电子元器件结构陶瓷材料性能测试方法 体积电阻率测试方法
- GB 5595—85 电容器用陶瓷介质材料的分类及名称和牌号的命名方法
- GB 6524—86 金属粉末粒度分布的测定 光透法
- GB 9530—88 电子陶瓷名词术语
- GB/T 13390—92 金属粉末比表面积测定 氮吸附法
- SJ/Z 1463—79 无线电陶瓷材料化学分析方法的一般要求

3 定义

本标准所用定义符合 GB 9530 规定。

4 要求

4.1 产品分类

电容器瓷料按其用途和性能分为三类,其名称和牌号的命名方法见 GB 5595。

类别	名称
1	高频电容器瓷料
2	低频电容器瓷料
3	半导体电容器瓷料

4.2 电容器瓷料的电性能、机械性能和物理性能应符合表 1、表 2 所规定的要求。

表 1

类别	组别	电容温度系数 α_c		类别温度范围代号	电容率 ϵ (介电常数) 20°C ± 2°C	介质损耗角正切值 $\tan\delta (\times 10^{-4})$ 不大于				体积电阻率 $\Omega \cdot \text{cm}$ 不小于		绝缘强度 不小于		静态抗弯强度 N/cm ² 不小于	线膨胀系数 ($\times 10^{-6}$ /°C) 不大于	施加和不施加直流电压时,在类别温度范围内相对 20°C 时测得的电容容量变化率 %		主要使用范围
		标称值 ($\times 10^{-6}/\text{C}$)	偏差 代号			20 ± 2	85 ± 2	125 ± 2	2155 ± 2	受潮后	100 ± 2	155 ± 2	°C			kV/mm	kV/mm	
1	A	+100	F,G		≥6													制造其他用于制电其电于频率槽器高器
	B	+33	G		6~130													
	C	0	F,G,H		≥25													
	H	-33	F,G		≥30													
	N	-47	G		8~150	6	8	10	12	8	10 ¹²	10 ¹¹	10					
	L	-75	F,G		10~150													
	P	-150	F,G,H		≥60													
	R	-220	F,G		8~350													
	S	-330	G,H		≥100													
	T	-470	G,H		≥150													
	U	-750	H,J,K		≥250													
	Q	-1 000	H,J,K		≥300													
	V	-1 500	K		≥500													
	K	-2 200	L		≥600													
	D	-3 300	L		≥250													
	E	-4 700	M		≥300													
	F	-5 600	M		≥500	8	10			10								
	SL	+140/-1 000			≥600													
	UM	+250/-1 750			≥250													
					≥300													

制造其他用于制电其电于频率槽器高器

制造其他用于制电其电于频率槽器高器

表 1(续)

类别	组别	电容温度系数 α_c		类别温度范围代号	电容率 ϵ (介电常数) 20°C ± 2°C	介电损耗角正切值 $\tan\delta (\times 10^{-4})$ 不大于				体积电阻率 $\Omega \cdot \text{cm}$ 不小于		绝缘强度 不小于		静态抗弯强度 N/cm ² 不小于	线膨胀系数 ($\times 10^{-6}$ /°C) 不大于	施加和不施加直流电压时,在类别温度范围内相对容量最大变化率 %		主要使用范围
		标称值 ($\times 10^{-6}$ /°C)	偏差代号			20 ± 2	85 ± 2	125 ± 2	155 ± 2	受潮后	100 ± 2	155 ± 2	kV /mm			kV ~ /mm	不施加直流电压	
2	A	—	—	4,6	—	250	250	250	250	—	—	—	—	—	—	±4.5	±8	用于制造低频电容器
	B	—	—	2,3,4	≥1 000	200	200	200	200	—	—	—	—	—	—	±9	±12	
	C	—	—	1,2,3,6	—	40	40	40	40	—	—	—	—	—	—	±18	+20/-30	
	D	—	—	4,6	≥3 000	250	250	250	250	—	—	—	—	—	—	+20/-28	+20/-40	
	E	—	—	2,3,4,6	≥5 000	250	250	250	250	—	—	—	—	—	—	+20/-55	+22/-70	
	F	—	—	—	≥10 000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+30/-80	+30/-90	
	Fz	—	—	4,6	≥15 000	300	300	—	—	—	—	—	—	—	—	+30/-85	—	
	R	—	—	1,4	≥1 500	15	15	15	15	—	—	—	—	—	—	±13	+15/-40	
	X	—	—	1,4	—	100	100	100	100	—	—	—	—	—	—	±13	+15/-25	
	3	A	—	—	1	≥8 000	—	—	—	700	—	—	—	—	—	—	±5	
B		—	—	3,4,6	≥10 000	500	300	—	—	—	—	—	—	—	—	±10	+10/-15	
C		—	—	2,3,4,6	≥20 000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	±20	+20/-30	
D		—	—	3,4,6	≥30 000	350	500	—	—	—	—	—	—	—	—	+20/-30	+20/-40	
E		—	—	2,4	≥50 000	500	700	—	—	—	—	—	—	—	—	+22/-56	+22/-70	
F		—	—	2,4	—	500	700	—	—	—	—	—	—	—	—	+30/-80	+30/-90	
G		—	—	1,2	≥20 000	300	500	700	700	—	—	—	—	—	—	+40/-25	+40/-35	

表 1(完)

类别	组别	电容温度系数 α_c		类别温度范围 代号	电容率 ϵ (介电常数) 20°C ± 2°C	介质损耗角正切值 $\tan\delta(\times 10^{-4})$		体积电阻率 $\Omega \cdot \text{cm}$ 不小于	绝缘强度 不小于		静态抗弯强度 N/cm^2 不小于	线膨胀系数 $(\times 10^{-6})$ /°C) 不大于	施加和不施加直流电压时,在类别温度范围内对 20°C 时测得的电容量最大变化率 %		主要使用范围
		标称值 ($\times 10^{-6}/\text{C}$)	偏差 代号			20 ± 2	85 ± 2		125 ± 2	155 ± 2			受潮后	100 ± 2	

注

- 1 用 1 类电容器瓷料制作类别温度为 85°C 的陶瓷电容器时,只测量 20°C ± 2°C、85°C ± 2°C 时的介质损耗角正切值和 100°C ± 2°C 时的体积电阻率。制作类别温度为 125°C 或 155°C 陶瓷电容器时,测量 20°C ± 2°C、125°C ± 2°C 或 155°C ± 2°C 时的介质损耗角正切值和 155°C ± 2°C 时的体积电阻率。
- 2 制作高功率电容器时,对 1 类 B 组电容器瓷料,损耗角正切值在 20°C ± 2°C 时,应不大于 4×10^{-4} ,受潮后应不大于 6×10^{-4} ,在 85°C ± 2°C 时,应不大于 6×10^{-4} 。
- 3 对 1 类电容器瓷料的电容温度系数和 2 类电容器瓷料的电容变化率,表 1 中规定的标称值,必要时,允许根据电容器制造工艺要求作适当调整。
- 4 表 1 中电容温度系数偏差代号的含义见表 3.2 类、3 类电容器瓷料的类别温度范围见表 4、表 5。
- 5 表中交流绝缘强度只适用于交流电容器瓷料。

表 2

类别	物 理 性 能					比表面积 cm ² /g
	超 细 颗 粒		比表面积 cm ² /g	细颗粒		
	粒度大小(μm)	含量%		粒度大小(μm)	含量%	
1	≤2	95	≥6 000	≤5	95	≥5 500
2			≥5 000			≥5 000
3	≤5	5		≤8	5	≥5 000

表 3

电容器温度系数允许偏差代号	F	G	H	J	K	L	M
电容温度系数允许偏差值 (×10 ⁻⁶ /°C)	±15	±30	±60	±120	±250	±500	±1 000

表 4

瓷料类别	施加和不施加直流电压时,在类别温度范围内相对+20°C时测得的电容量最大变化率 %		类别温度范围和对应的数字代码				
			-55/125	-55/85	-40/85	-25/85	-10/85
	不施加直流电压	施加额定直流电压	°C				
			1	2	3	4	6
2A	±4.5	±8	—	—	—	×	×
2B	±9	±12	—	×	×	×	—
2C	±18	+20/-30	×	×	×	—	×
2D	+20/-28	+20/-40	—	—	—	×	×
2E	+20/-55	+22/-70	—	×	×	×	×
2F	+30/-80	+30/-90	—	×	×	×	×
2R	±13	+15/-40	×	—	—	×	—
2X	±13	+15/-25	×	—	—	×	—
2Fz	+13/-85	—	—	—	—	×	×

注
“×”表示优选值;
“—”表示不生产。

表 5

瓷料类别	施加和不施加直流电压时,在类别温度范围内相对+20℃时测得的电容量最大变化率 %		类别温度范围和对应的数字代码				
			-55/125	-55/85	-40/85	-25/85	-10/85
	不施加直流电压	施加额定直流电压	℃				
			1	2	3	4	6
3A	±5	+5/-10	×	—	—	—	—
3B	±10	+10/-15	—	—	×	×	×
3C	±20	+20/-30	—	×	×	×	×
3D	+20/-30	+20/-40	—	—	×	×	×
3E	+22/-56	+22/-70	—	×	—	×	—
3F	+30/-80	+30/-90	—	×	—	×	—
3G	+40/-25	+40/-35	×	×	—	—	—
注 “×”表示优选值; “—”表示不生产。							

5 试验方法

5.1 如果在本标准没有特殊规定时,电容器瓷料的所有试验应在 GB 2421 所规定的试验的标准大气条件(温度 15℃~35℃,相对湿度 45%~75%,气压 86 kPa~106 kPa)下进行。仲裁试验的标准大气条件:温度为 20℃±1℃,相对湿度为 63%~67%,气压为 86 kPa~106 kPa。

5.2 测量电容器瓷料的电性能时,应在试样的两面用烧渗法覆上一层完整的银层作为电极。

5.3 测量试样的电容率(介电常数)时,用能保证测试电压:1类瓷料不大于 5 V,2类瓷料 1 V±0.2 V,3类瓷料 A、B、C 组 1 V±0.2 V, D、E、F、G 组 0.3 V±0.2 V 和测量误差不大于±0.2%的任何方法进行。

测试频率:1类瓷料为 1 MHz±0.5 MHz;

2、3类瓷料为 1 000 Hz±200 Hz。

电容率(介电常数)按下列公式计算:

$$\epsilon = 14.4 \frac{C \cdot h}{D^2} \dots\dots\dots (1)$$

式中: ϵ ——电容率(介电常数);

C ——试样的电容量,pF;

h ——介质的厚度,cm;

D ——电极的直径,cm。

5.4 测量 1 类电容器瓷料的电容温度系数 α_c 时,其测试频率为 0.1 MHz~5 MHz,测试误差对 A、B、C、H、N、L、P、R 组应不大于±(0.05 α_c +2×10⁻⁶/℃),其他组应不大于±(0.05 α_c +20×10⁻⁶/℃)。测试时其高温与室温之差不少于 50℃。电容温度系数按下列公式计算:

$$\alpha_c = \frac{C_2 - C_1}{\Delta t \cdot C_1} \dots\dots\dots (2)$$

式中: α_c ——电容温度系数,1/℃;

C_{i_2} ——高温时电容量,pF;

C_{i_1} ——室温时电容量,pF;

Δt ——高温和室温之差,℃。

5.5 测量2、3类瓷料的电容量随温度变化率时,应将试样先后放在加热箱中和负温箱中。温度变化范围见表4、表5。达到测试温度后,保温时间均不少于15 min,然后在箱中测量。测试电压和测试误差应符合本标准第5.3条的规定。电容量随温度变化率应按下面公式计算:

$$\Delta C_i = \frac{C_{i_2} - C_{i_1}}{C_{i_1}} \cdot 100\% \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中: ΔC_i ——电容量随温度变化率,%。

C_{i_2} ——温度为 $-55^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$, $-40^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$, $-25^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$, $-10^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$, $125^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$, $85^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 时的电容量,pF;

C_{i_1} ——温度为 $20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 时的电容量,pF。

5.6 测量介质损耗角正切值时,对2、3类瓷料使用误差不大于 $0.1 \tan\delta$ 的方法进行,其测量频率为 $1\,000 \text{ Hz} \pm 200 \text{ Hz}$ 。

对于1类瓷料使用测试误差不大于 $\pm(0.1 \tan\delta + 0.0002)$ 的方法进行,其测试频率为 $(1 \pm 0.5)\text{MHz}$ 。其中, $\tan\delta$ 为试样的介质损耗角正切值。

测试电压按第5.3条规定。试验前,试样应进行仔细的清洁处理。

在测量受潮后介质损耗角正切值时,是将试样放入蒸馏水中煮沸1 h,随后在水中冷却至 $20^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ 取出,用滤纸或干净的纱布将试样擦干,再在正常气候下放置2 h立即测量。

测量电容器瓷料的高温介质损耗角正切值按GB 5594.4进行。其测量温度及技术要求按表1规定。

5.7 测量试样的体积电阻率按GB 5594.5进行。

5.8 测量试样的绝缘强度时,应在直流或交流高压设备上,高压设备应保证电压能均匀地升高,其速度不大于 $1\,000 \text{ V/s}$,其电压的测量误差应不大于 $\pm 5\%$ 。试样击穿厚度测量误差为 $\pm 0.02 \text{ mm}$ 。

试样应在绝缘油中进行绝缘强度试验。

试样的绝缘强度 E 按下式计算:

$$E = \frac{U}{h} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中: E ——绝缘强度,kV/mm;

U ——试样击穿电压,kV;

h ——试样击穿处厚度,mm。

5.9 测量试样的抗弯强度时,可用测量误差不大于 $\pm 10\%$ 的任何方法进行。

测量时支点间的距离为5 cm,负荷增加的速度不大于 40 N/s 。

静态抗弯强度按下式计算:

圆柱形截面试样:

$$\sigma = 2.5 \frac{P \cdot L}{D^3} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中: σ ——静态抗弯强度, N/cm^2 ;

P ——破断负荷,N;

L ——支点间距离,cm;

D ——试样破断面直径,cm。

方形截面试样:

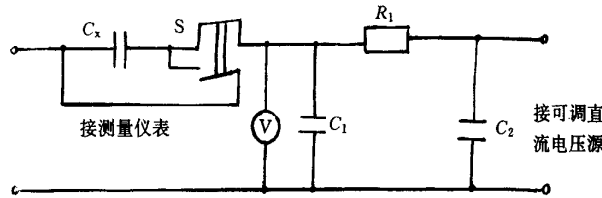
$$\sigma = 1.5 \frac{P \cdot L}{b \cdot h^2} \dots\dots\dots (6)$$

式中： σ ——稳态抗弯强度，N/cm²；
 P ——破断负荷，N；
 L ——支点距离，cm；
 b ——试样破断截面宽度，cm；
 h ——试样破断截面厚度，cm。

注：采用方形截面试样时，试验数据偏低，故考核时应将试验数据增加 25%，才能使方形截面和圆柱形截面试验结果一致。

5.10 测量试样的线膨胀系数按 GB 5594.3 进行。测量温度：20℃~100℃。

5.11 测量试样随直流电压电容量变化率，是用于 800 Hz~1 200 Hz(试样端电压按第 5.3 条规定)频率的弱交流电场下测量试样在没有直流电场和同时加上 500 V/mm 的直流电场时的电容量的方法来测定，其线路原理图如图 1。



S—转换开关； C_x —试验样品； C_1 —固定电容器(16 μ F, $\pm 10\%$)； C_2 —固定电容器(2 μ F, $\pm 10\%$)；
 R_1 —固定电阻器(400 k Ω ~500 k Ω)；V—直流电压表

图 1

电容量随电压变化率按下式计算：

$$\Delta C_e = \frac{C_v - C_0}{C_0} \cdot 100\% \dots\dots\dots (7)$$

式中： ΔC_e ——电容量随电压变化率，%；
 C_v ——试样在 500 V/mm 的直流电场下的电容量，pF；
 C_0 ——试样在无直流电场作用的电容量，pF。

5.12 测量瓷料的颗粒度按 GB 6524 规定的方法进行测定。

5.13 测量瓷料的比表面积按 GB/T 13390 规定的方法进行测定。

6 检验规则

6.1 检验分类

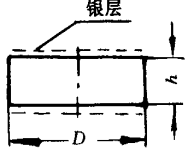
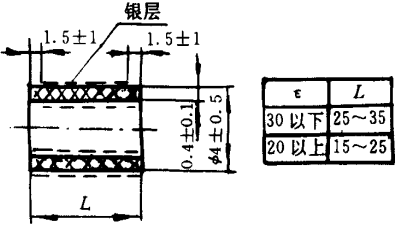
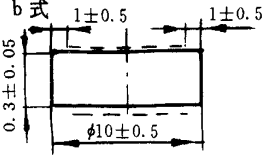
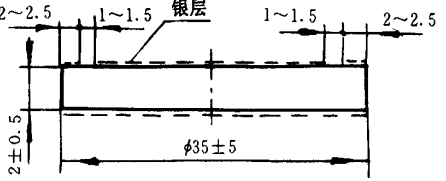
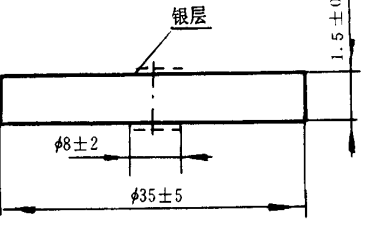
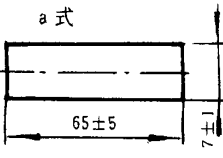
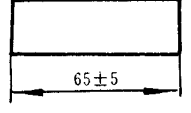
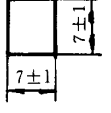
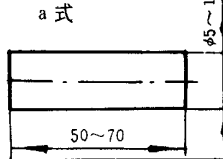
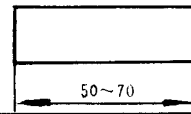
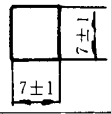
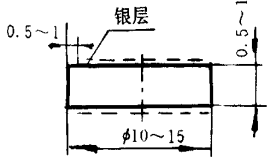
电容器瓷料的检验分为出厂检验(或交收检验)和型式检验(或例行试验)。

6.1.1 出厂检验

检验项目为：表 1 中的电容率(介电常数)、介质损耗角正切值、体积电阻率和电容器温度系数或电容量变化率、绝缘强度及表 2 规定的物理性能，样品的形状、尺寸和数量应符合表 6 的规定。

检验批由同一配方在相同工艺条件下连续生产的瓷料组成。

表 6

编号	试验项目	试样个数	试样形状和尺寸	mm												
1	电容率	10		<table border="1"> <thead> <tr> <th>ϵ</th> <th>D</th> <th>h</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>30 以下</td> <td>25~35</td> <td>2.0 ± 0.2</td> </tr> <tr> <td>30~150</td> <td>15~20</td> <td>1.5 ± 0.2</td> </tr> <tr> <td>150 以上</td> <td>10~15</td> <td>1.5 ± 0.2</td> </tr> </tbody> </table>	ϵ	D	h	30 以下	25~35	2.0 ± 0.2	30~150	15~20	1.5 ± 0.2	150 以上	10~15	1.5 ± 0.2
ϵ	D	h														
30 以下	25~35	2.0 ± 0.2														
30~150	15~20	1.5 ± 0.2														
150 以上	10~15	1.5 ± 0.2														
	介质损耗角正切值和电容量随温度变化率	10														
3	电容温度系数	5	<p>管形</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>ϵ</th> <th>L</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>30 以下</td> <td>25~35</td> </tr> <tr> <td>20 以上</td> <td>15~25</td> </tr> </tbody> </table>	ϵ	L	30 以下	25~35	20 以上	15~25	<p>图片形</p> <p>a 式:试样的形状和尺寸符合本表第1.2项的规定</p> 						
ϵ	L															
30 以下	25~35															
20 以上	15~25															
4	体积电阻率	5														
5	绝缘强度	10														
6	静态抗弯强度	10	<p>a 式</p>  <p>b 式</p>  													
7	线膨胀系数	3	<p>a 式</p>  <p>b 式</p>  													
8	电容量随电压变化率	10														

6.1.2 型式检验

为了确定电容器瓷料是否符合本标准的要求,制造厂应按表 1、表 2 的规定进行型式检验。型式检验每年不得少于一次,当制造工艺和原料发生重大改变时,也要进行型式检验。

样品的形状、尺寸和数量应符合表 6 的规定。

6.2 判定规则

试验中,若所有试样的指标符合表 1 及表 2 的规定,则该批电容器瓷料合格。

在试验中,若发现一个试样不符合上述任何一项要求时,则应以同批瓷料制成两倍数量的试样按不合格的项目进行复验。若复验仍不合格,则该批瓷料为不合格。

7 标志、标签、包装

7.1 标志

电容器瓷料的外包装上应有牢固的标志,内容包括:制造厂名称、产品名称、商标、产品型号、制造日期等。

在塑料薄膜内包装里应附有产品标签,其内容包括:制造厂名称、产品名称、商标、产品型号、制造日期、产品的主要参数等。

7.2 包装

电容器瓷料用内有塑料薄膜的编织袋等材料进行包装,每袋的重量不超过 25 kg。

7.3 运输

电容器瓷料可以用任何运输工具运输,运输中要防止雨淋。

7.4 贮存

电容器瓷料贮存在通风、干燥、干净的库房,且与其他粉料隔开存放。
