

标准电容箱

Standard capacitance boxes

1 主题内容与适用范围

本标准规定了标准电容箱(以下简称电容箱)的技术条件、试验方法、检验规则及标志、包装、贮存等内容。

本标准适用于交流频率从 20Hz~1MHz、容量标称值从 10^{-4} pF~ 10^{12} pF 的平滑连续可变式电容箱、单盘或多盘步进十进式电容箱以及平滑连续可变式与步进十进式组合而成的电容箱。

本标准不适用于内附在仪器中、测量电桥和装置中的电容箱。

2 引用标准

- GB 2693 电子设备用固定电容器 第一部分:总规范
- GB 6738 电测量指示和记录仪表及附件的安全要求
- ZBY 003 仪器仪表包装通用技术条件
- ZBY 002 仪器仪表运输、运输贮存基本环境条件及试验方法

3 产品分类

3.1 按电容箱的结构型式分类:

- a. 平滑连续可变的多元型式;
- b. 单盘或多盘步进十进的多元型式;
- c. 平滑连续可变式与步进十进式组合而成的多元型式。

3.2 电容箱的准确度等级分类如表 1 所示。

表 1 电容箱的准确度等级分类表

<i>a</i>	0.01	0.02	0.05	0.1	0.2	0.5	1.0	2.0
<i>b</i>	100 ppm	200 ppm	500 ppm	1 000 ppm	2 000 ppm	5 000 ppm	10 000 ppm	20 000 ppm
<i>c</i>	1×10^{-4}	2×10^{-4}	5×10^{-4}	1×10^{-3}	2×10^{-3}	5×10^{-3}	1×10^{-2}	2×10^{-2}

电容箱的等级指数可用 *a*,以百分数表示;或用 *b*,以百万分之几表示(ppm);或用 *c*,以科学标记法表示。

3.3 平滑连续可变式电容箱的最大容量值(C_{max} ,以 pF 计)应不小于式(1)计算值:

$$C_{max} = (1 + 0.02K)e \times 10^n \dots\dots\dots(1)$$

式中: *K*——电容箱的准确度等级指数(0.01,0.02,0.05,……1.0,2.0);

e——1,1.5,2,3,5,6;

n——-3,-2,-1,0,1,2,3。

3.4 单盘或多盘步进十进式电容箱的每个十进盘的最大容量值(以 pF 计)应符合以下数列之一:

$$9 \times 10^n, 10 \times 10^n$$

其中: n 为 $-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11$ 。

电容箱的每个十进盘应有 9 或 10 个步进。

3.5 施加于电容箱上的最大交流电压(有效值以 V 计)应符合以下数列之一:

$$1 \times 10^n, 2 \times 10^n, 3 \times 10^n, 5 \times 10^n, 7 \times 10^n$$

其中: n 为 $2, 1, 0, -1, -2, -3$ 。

4 技术要求

4.1 电容箱基本误差极限

电容箱基本误差极限 δ_1 和 δ_2 在表 2 中规定的参考条件下应分别符合式(2)、式(3)规定:

a. 对于平滑连续可变式电容箱:

$$\delta_1 = \pm K \frac{C_{\max}}{C} \% \quad \dots\dots\dots(2)$$

b. 对于单盘或多盘步进十进式电容箱:

$$\delta_2 = \pm K \left(1 + 0.08m \frac{C_1}{C} \right) \% \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中: K ——电容箱的准确度等级指数;

C_{\max} ——平滑连续可变式电容箱的最大容量值, pF;

C ——接入电容的标称值, pF;

C_1 ——电容箱最小十进盘的一个步进值, pF;

m ——电容箱的十进盘数(不计平滑连续可变式的盘数)。

注: 若最后一盘为平滑连续可变式盘, 制造厂应规定该盘的绝对误差值, 但该值不得影响到前盘的允许误差。

表 2 影响量的参考条件及误差极限

影响量	参考条件	等级指数	测量时对单一参考值的误差极限
环境温度	20℃	0.01	±1℃
		0.02; 0.05; 0.1; 0.2	±2℃
		0.5; 1.0; 2.0	±5℃
相对湿度	50%	所有等级	±10%
大气压力	101.3kPa	所有等级	±3kPa
电压	最大值 ¹⁾	所有等级	≤最大值
波形失真	正弦波	所有等级	<5%
频率	1 000Hz ²⁾	所有等级	±10Hz
位置	规定位置	所有等级	—
外磁场	不存在	所有等级	大地磁场强度值

注: 1) 最大值由制造厂规定, 但必须从 3.5 条数列中选取。

2) 或制造厂规定。

4.2 电容箱容量实际值的年不稳定性

4.2.1 对于准确度等级为 0.01, 0.02, 0.05, 0.1, 0.2, 0.5, 1.0, 2.0, 容量标称值为 1 pF~10⁶pF 的电容箱, 容量实际值的年不稳定性应不大于表 3 的规定。

4.2.2 对于容量标称值小于 1 pF 或大于 10⁶ pF 的电容箱, 容量实际值的年不稳定性应在具体型号电

容箱的技术条件中规定。

表 3 电容箱容量实际值的年不稳定性指标

等 级 指 数	实际值的年不稳定性($\times 10^{-4}$ /年)
0.01	± 0.5
0.02	± 0.8
0.05	± 1.5
0.1	± 3
0.2	± 6
0.5	± 10
1.0;2.0	± 20

4.3 电容箱损耗角正切值

4.3.1 电容箱损耗角正切值 $\operatorname{tg}\delta$ 应从以下数列中选择:

$$1 \times 10^n, 2 \times 10^n, 3 \times 10^n, 4 \times 10^n, 5 \times 10^n$$

其中: n 为 $-5, -4, -3, -2$ 。

4.3.2 空气介质电容箱的损耗角正切值 $\operatorname{tg}\delta$ 不得大于 1×10^{-4} 。

4.3.3 云母介质电容箱最大十进盘的损耗角正切值 $\operatorname{tg}\delta$ 不得大于 2×10^{-3} 。

同一种介质的电容箱每只十进盘可以有各自的损耗角正切值 $\operatorname{tg}\delta$, 但当与后盘同时使用时, 仍不允许改变该盘原先规定的值。

4.3.4 对于其他介质电容箱的损耗角正切值 $\operatorname{tg}\delta$, 应在具体型号电容箱的技术条件中规定。

4.4 电容箱的初始电容值

在屏蔽与低电势引线连接的情况下, 电容箱的初始电容值 C_0 为:

a. 对于最大容量小于 100 pF 的平滑连续可变式电容箱及单盘十进式电容箱, 初始电容值 C_0 不允许超过 25 pF 。

b. 对于最大容量小于 1000 pF 的平滑连续可变式电容箱及单盘十进式电容箱, 初始电容值 C_0 不允许超过 100 pF 。

c. 对于多盘步进式电容箱的初始电容值: $C_0 = 55m \text{ pF}$, m 为十进盘数。

d. 对于最大容量值大于 1000 pF 的平滑连续可变式电容箱, 初始电容值 C_0 应在具体型号技术条件中规定。

4.5 影响量引起的变差

4.5.1 在不大于 50 kHz 的工作频率范围内, 因偏离参考频率或偏离参考频率范围的极限至相邻工作频率范围内的任意频率时所引起的电容箱容量的变差:

a. 对于容量标称值不大于 $100 \mu\text{F}$ 的电容箱, 不允许超过基本误差极限;

b. 对于容量标称值大于 $100 \mu\text{F}$ 或工作频率推荐到 1 MHz 范围内时的电容箱, 应在具体型号电容箱的技术条件中规定。

4.5.2 在 $5 \sim 40^\circ\text{C}$ 范围内, 因偏离参考环境温度至正常工作环境温度范围内的任意温度, 当温度每变化 10°C 时所引起的电容箱容量的变差如下。

4.5.2.1 对于容量标称值不大于 $100 \mu\text{F}$ 的电容箱:

a. 对于准确度等级为 $1.0, 2.0$ 的电容箱, 不允许超过基本误差极限的 0.5 ;

b. 对于准确度等级为 0.5 的电容箱, 不允许超过基本误差极限的 0.4 ;

c. 对于准确度等级为 $0.01, 0.02, 0.05, 0.1, 0.2$ 的电容箱, 不允许超过基本误差极限。

4.5.2.2 对于容量标称值大于 $100 \mu\text{F}$ 的电容箱, 应在具体型号电容箱的技术条件中规定。

4.6 电压试验

- a. 电容箱电路与屏蔽之间的电压试验应符合 GB 6738 的规定。
- b. 电容箱接线端钮之间应进行电压试验,其试验电压为 2 倍最大工作电压。

4.7 绝缘电阻

- a. 电容箱电路与屏蔽之间的绝缘电阻试验应符合 GB 6738 的规定。
- b. 电容箱电路与屏蔽之间的绝缘电阻应不小于 $100\text{M}\Omega$ 。

4.8 运输环境条件试验

产品在运输包装条件下,应能符合 ZBY 002 规定。其中:高温 55°C 、低温 -25°C 、交变湿热 40°C ,自由跌落高度 100mm 。试验后按 4.1、4.3、4.4 条进行复测,复测结果仍应符合本标准要求。

4.9 电容箱应有接入外电路的接线端钮。

4.10 电容箱的结构应保证有打封印的位置。封印位置应适当安排,以保证在不破坏封印的情况下,不能触及电气的装配件。

4.11 电容箱的成套性应在具体型号电容箱的技术条件中规定。

5 试验方法

5.1 确定基本误差时的条件

5.1.1 各个影响量的参考条件见表 2 所示。

5.1.2 对于准确度等级为 0.01,0.02,0.05,0.1,0.2 的电容箱,测试前应至少在参考条件下放置 24h;对于其他准确度等级的电容箱,测试前应至少在参考条件下放置 8h。

5.2 电容箱基本误差 δ (4.1 条)的确定

a. 对于准确度等级为 2.0,1.0,0.5 的电容箱,由标准仪器所引起的测量误差不应超过允许基本误差极限的 0.2,测试结果应符合 4.1 条要求。

b. 对于其他准确度等级的电容箱,由标准仪器所引起的测量误差不应超过允许基本误差极限的 0.3,测试结果应符合 4.1 条要求。

测量时仅应接入电容箱中一只被检十进盘,且每只十进盘的步进和平滑连续可变式电容箱的每个用数字表示的刻度标记都应测量基本误差。

5.3 电容箱容量实际值的年不稳定性 γ (4.2 条)的确定

电容箱容量实际值的年不稳定性 γ 的确定,用本次与前次测得的值相比较而算得的相对误差表示,测试结果应符合表 3 的规定。

所用标准仪器不应更换,其本身的年不稳定性和测试过程中所引起的总测量误差应不大于被测电容箱允许基本误差极限的 0.1。

5.4 电容箱损耗角正切值 $\text{tg}\delta$ (4.3 条)的确定

5.4.1 对于损耗角正切值 $\text{tg}\delta$ 大于 5×10^{-3} 的电容箱,由标准仪器所引起的测量误差不应超过允许损耗角正切值 $\text{tg}\delta$ 的 0.33,测试结果应符合 4.3 条要求。

5.4.2 对于损耗角正切值 $\text{tg}\delta$ 不大于 5×10^{-3} 而不小于 1×10^{-4} 的电容箱,由标准仪器所引起的测量误差不应超过允许损耗角正切值 $\text{tg}\delta$ 的 0.5,测试结果应符合 4.3 条要求。

5.4.3 对于损耗角正切值 $\text{tg}\delta$ 小于 1×10^{-4} 的电容箱,由测量仪器所引起的测量误差不应超过允许损耗角正切值 $\text{tg}\delta$,测试结果应符合 4.3 条要求。

5.4.4 对于平滑连续可变式电容箱至少应测量两个刻度标记值。

5.4.5 对于单盘或多盘步进十进式电容箱,每个十进盘至少测量两个步进值。

5.5 在屏蔽与低电势连接情况下电容箱初始电容值 C_0 (4.4 条)的确定

测试时将电容箱的所有刻度盘置于零值位置。

a. 对于平滑连续可变式电容箱,零值电容的测量误差不应超过该电容箱最小刻度的基本误差值

的 0.33。

b. 对于单盘或多盘步进十进式电容箱,零值电容的测量误差不应超过最小十进盘允许基本误差值的 0.33。

5.6 因偏离参考频率或偏离参考频率范围的极限至相邻工作频率范围内任意频率时所引起的电容箱容量变差 δ_f (4.5.1 条)的确定

考虑到表 2 所给出的各项规定,由参考频率(或参考频率范围的极限频率)下测得的电容箱容量的实际值(C_{f_0})与频率偏离至相邻工作频率范围内的任意频率下测得的电容箱容量的实际值(C_{f_1})相比较的方法获得。按式(4)计算电容箱容量的变差,且以相对误差 δ_f 表示:

$$\delta_f = \frac{C_{f_0} - C_{f_1}}{C_{f_1}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中: C_{f_0} ——参考频率(或参考频率范围的极限频率)下测得的电容箱容量的实际值;

C_{f_1} ——偏离至相邻工作频率范围内任意频率下测得的电容箱容量的实际值。

计算结果应符合 4.5.1 条要求。

a. 对于平滑连续可变式电容箱应至少测量两个刻度标记值。

b. 对于单盘或多盘步进十进式电容箱每个十进盘应至少测量两个步进值。

在推荐频率范围下,电容箱容量的变差应在具体型号电容箱的技术条件中规定。

5.7 因偏离参考温度至正常工作环境温度范围内任意温度,当温度每变化 10℃时所引起的电容箱容量变差 δ_t (4.5.2 条)的确定

考虑到表 2 所给出的各项规定,由参考温度下测得的电容箱容量的实际值(C_{t_0})与偏离至正常工作温度范围的任意温度下测得的电容箱容量实际值(C_{t_1})相比较的方法获得。

按式(5)以每变化 10℃计算的电容箱容量的变差,且以相对误差 δ_t 表示:

$$\delta_t = \frac{(C_{t_0} - C_{t_1}) \times 10}{C_{t_0}(t_0 - t_1)} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中: C_{t_0} ——参考温度下测得的电容箱容量实际值;

C_{t_1} ——在正常工作环境温度范围内任意温度下测得的电容箱容量实际值。

计算结果应符合 4.5.2 条的要求。

a. 对于平滑连续可变式电容箱应至少测量两个刻度标记。

b. 对于单盘或多盘步进十进式电容箱每个十进盘应至少测量两个步进值。

5.8 电压试验(4.6 条)的确定

5.8.1 按 GB 6738 有关章条进行。

5.8.2 参考 GB 2693 有关章条进行。若使用交流测量,测试频率应符合表 2 规定。

5.9 绝缘电阻试验(4.7 条)的确定

按 GB 6738 有关章条进行。

5.10 运输环境条件试验(4.8 条)的确定

按 ZBY 002 有关章条进行。

5.11 电容箱的接线端钮(4.9 条)和封印位置(4.10 条)的确定

电容箱的接线端钮和封印位置的确定可由目视检查。

6 检验规则

6.1 检验分类

产品检验分为出厂检验和型式检验。

6.2 检验方式

检验由制造厂质量检验部门或委托国家指定的质量监督机构进行,订货方可派代表参加。

6.3 出厂检验

每台产品应按本标准规定的出厂检验项目进行检查,检查合格后方能出厂,并附有合格证书。

出厂检验项目如下:

- a. 基本误差 δ (4.1 条);
- b. 损耗角正切值 $\text{tg}\delta$ (4.3 条);
- c. 初始电容值 C_0 (4.4 条);
- d. 电压试验(4.6 条);
- e. 绝缘电阻(4.7 条);
- f. 产品成套性(4.11 条);
- g. 产品标志(7.1 条);
- h. 其他要求(如在具体型号电容箱技术条件中规定的要求)。

6.4 型式检验

有下列情况之一时,一般应进行型式检验:

- a. 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定时;
- b. 正式生产后,如结构、材料、工艺有较大改变而可能影响产品性能时;
- c. 正常生产时,每年或积累一定产量后,应周期性进行一次检验;
- d. 产品长期停产后,恢复生产时;
- e. 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时;
- f. 国家质量监督机构提出进行型式检验的要求时。

型式检验应在出厂检验合格批量中随机抽取(不少于)3台,并按本标准所有要求进行检验。如检验中有不合格项目时,可在同一批产品中再抽取加倍数量样品对不合格项目进行复验。如果全部样品合格,则型式检验认为合格。

复验的不合格项目不应超过两项,且不属同一类型,否则型式检验判为不合格。

7 标志、包装、贮存

7.1 标志

7.1.1 下列内容应标志在铭牌或外壳上:






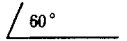
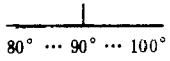
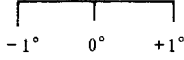
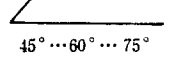



- a. 制造单位的名称或商标;
- b. 产品的型号;
- c. 产品的出厂编号;
- d. 产品的制造日期;
- e. 电容箱的容量标称值;
- f. 电容箱的等级指数(用表 4 中符号 E 表示);
- g. 电容箱的初始电容值 C_0 ;
- h. 最大工作电压;
- i. 试验电压(用表 4 中符号 C 表示);
- j. 使用位置(用表 4 中符号 D 表示);
- k. 测量端钮及其极性、接地端钮(用表 4 中 F-31 符号表示)、外电场屏蔽端钮(用表 4 中 F-27 符号表示)。

7.1.2 标志及符号应清晰易读,不易擦去。

7.1.3 电容箱工作所需要其他标志、符号及位置应在具体型号电容箱的技术条件中规定。

7.1.4 电容箱标志的符号列于表 4。

表 4 标志电容箱用的符号

序 号	项 目	符 号
C 安全		
C-1	试验电压 500V	
C-2	试验电压大于 500V(例 2kV)	
C-3	不经受电压试验的仪器	
D 使用位置		
D-1	支撑面垂直时使用	
D-2	支撑面水平时使用	
D-3	支撑面与水平面成倾斜角时使用(例 60°)	
D-4	按 D-1 使用示例, 标称使用范围 80°~100°	
D-5	按 D-2 使用示例, 标称使用范围 -1°~+1°	
D-6	按 D-3 使用示例, 标称使用范围 45°~75°	
E 准确度等级		
E-1	准确度等级指数以 % 表示(例 0.02)	0.02
E—	准确度等级指数以科学标记法表示(例 2×10^{-4})	2×10^{-4}
E-6	准确度等级指数以 ppm 表示(例 200 ppm)	200ppm
F 一般符号		
F-27	静电屏蔽	
F-31	接地端钮	
F-33	参阅另给的文件	

7.2 包装

电容箱包装应符合 ZBY 003 的规定。

7.3 贮存

电容箱应在原包装条件下贮存在环境温度为 0~40℃、相对湿度不超过 80%、且空气中不应含有足

以引起腐蚀的有害物质的贮藏室内。

8 质量保证

当用户在遵守本标准及制造厂所规定的运输、保管和使用规则条件下,从制造厂发货日起的 18 个月内(其中使用日期不超过 12 个月),产品因制造质量不良而发生损坏或不符合本标准要求时,制造厂应免费为用户更换或修理。

附加说明:

本标准由上海仪器仪表研究所负责起草。