

JJG

中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 183—92

标准电容器

1992年2月15日批准

1993年1月1日实施

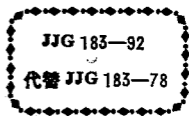
国家技术监督局

目 录

一 概述.....	(1)
二 技术要求.....	(1)
三 检定条件和装置.....	(3)
四 检定项目和检定方法.....	(3)
五 检定结果处理和检定周期.....	(5)
附录	
附录 1 替代检定法	(7)
附录 2 温度系数的测量	(9)
附录 3 推荐两种扩频方法	(10)
附录 4 10 μ F以上电容值测量中需注意的问题	(11)
附录 5 检定证书(或检定结果通知书)内格式	(14)

标准电容器检定规程

Verification Regulation
of Standard Capacitors



本检定规程经国家技术监督局于1992年2月15日批准，并自1993年1月1日起施行。

归口单位： 中国计量科学研究院

起草单位： 中国计量科学研究院

本规程技术条文由起草单位负责解释。

本规程主要起草人：

迈淑琴（中国计量科学研究院）

参加起草人：

王大华（中国计量科学研究院）

标准电容器检定规程

本规程适用于新制造、使用中和修理后的标称值为 $10^{-4}\text{pF}\sim 1\text{F}$ 范围的、 $20\text{Hz}\sim 100\text{kHz}$ 频率下使用的单值标准电容器的检定。

一 概 述

标准电容器是检定各级电容计量器具的标准量具。

作为标准量具用的标准电容器应具有良好的电屏蔽，根据不同的使用要求和屏蔽方式，可分为：两端、三端、四端同轴、五端及四端口几种。根据使用介质分空气介质与固体介质两种，

二 技 术 要 求

1 标准电容器的标志

标准电容器的外壳上应有下列标志：

1.1 制造厂或商标；

1.2 型号及序号；

表 1 标准电容器的主要技术性能

准确度级别	最大极限 误差 δ (%)	年稳定度 γ ($\times 10^{-2}/\text{年}$)	损耗角正切 D ($\times 10^{-4}$)		温度系数 α ($\times 10^{-5}/\text{°C}$)	
			气体介质	固体介质	气体介质	固体介质
0.005	± 0.005	± 0.005	1	20	± 1	± 3
0.01	± 0.01	± 0.01	1	20	± 1	± 3
0.02	± 0.02	± 0.02	1	20	± 2	± 3
0.05	± 0.05	± 0.05	1	20	± 5	± 5
0.1	± 0.1	± 0.1	1	20	± 5	± 10
0.2	± 0.2	± 0.2	1	20	± 10	± 20
0.5	± 0.5	± 0.5	1	20	± 50	± 50
1.0	± 1.0	± 1.0	1	20	± 100	± 100

1.3 标称值及准确度级别;

1.4 高低电位端及屏蔽端。

2 主要技术性能

各准确度级别的标准电容器, 在其规定的使用条件下, 主要技术性能不超过表1规定的指标。

3 绝缘电阻的规定

在室温为 $20 \pm 5^\circ\text{C}$, 相对湿度小于 70% 的条件下, 电容器电极间和电极与外壳间的绝缘电阻应满足表2的规定。

表 2 标准电容器的绝缘电阻

电 容 器 标 称 值	电极间的绝缘电阻 (Ω)	电极与外壳间的绝缘电阻 (Ω)
<100 pF	$>10^{11}$	$>10^{11}$
100 pF ~ 0.1 μF	$>10^{10}$	10^{11}
0.1 μF ~ 1 μF	$>5 \times 10^9$	5×10^8
>1 μF	$>10^8$	10^8
云母介质电容器	$>10^8$	10^8

4 不确定度的规定

各准确度级别的标准电容器, 其电容实际值及损耗值检定不确

表 3 标准电容器检定不确定度的规定

电容器准确度级别	0.005	0.01	0.02	0.05
电容值测量不确定度 (%)	$\pm 2 \times 10^{-5}$	$\pm 3 \times 10^{-5}$	$\pm 5 \times 10^{-5}$	$\pm 1.5 \times 10^{-4}$
损耗值测量不确定度	$3\% D_x + 1 \times 10^{-7}$			
电容器准确度级别	0.1	0.2	0.5	1.0
电容值测量不确定度 (%)	$\pm 3 \times 10^{-4}$	$\pm 5 \times 10^{-4}$	$\pm 5 \times 10^{-4}$	$\pm 1 \times 10^{-3}$
损耗值测量不确定度	$3\% D_x + 1 \times 10^{-5}$			

定度须小于表3的规定。

三 检定条件和装置

5 检定条件

被检定标准电容器在表4规定的条件下检定。

表4 检定条件

准确度级别	温度 (°C)	相对湿度 (%)	检定频率 (Hz)	波形失真 (%)	大气压力 (kPa)
0.005	20±0.5	50±10	1000±10 >10 μF 时 100±2	±2	101.3±3 下同
0.01	20±1	50±10		±2	
0.02	20±2	50±10		±2	
0.05	20±2	50±20		±2	
0.1	20±2	50±20		±2	
0.2	20±5	50±20		±5	
0.5	20±5	50±30		±5	
1.0	20±5	50±30		±5	

6 检定装置

6.1 用直接测量法时，其检定装置的不确定度（包括标准量具、检定条件、检定方法等所引入的总不确定度）不大于表3的规定。

6.2 用替代法检定时，所用的替代装置（包括短期稳定性、装置的分辨力）、标准量具的不确定度的要求见表5。

表5 替代法检定时有关不确定度的规定

被检电容器准确度级别	0.005	0.01	0.02	0.05	0.1
替代装置的总不确定度	$\pm 5 \times 10^{-5}$	$\pm 1 \times 10^{-5}$	$\pm 2 \times 10^{-5}$	$\pm 5 \times 10^{-5}$	$\pm 1 \times 10^{-4}$
标准电容器准确度级别	$\pm 2 \times 10^{-5}$	$\pm 2 \times 10^{-5}$	$\pm 5 \times 10^{-5}$	$\pm 1 \times 10^{-4}$	$\pm 2 \times 10^{-4}$

四 检定项目和检定方法

7 检定项目

检定标准电容时，应完成表6所规定的检定项目。

表 6

检 定 项 目

检 定 项 目	检 定 类 别		
	出 厂 检 定	修 理 后 检 定	周 期 检 定
外观检查	+	+	+
绝缘电阻	+	+	-
最大允许误差	+	+	+
年稳定度	+	+	+
损耗角正切	+	+	+
温度系数	抽检	-	-
频率响应测试	+	-	视要求
电压系数	+	-	-

注：表中“+”表示该项检定，“-”表示该项不检定。

8 初次送检的电容器，应附有产品质量合格证书。周期送检的电容器，应附有前两次的检定证书或检定结果通知书。

9 被检电容器在检定之前，须在表5规定的检定条件下放置的时间，一般不短于下列规定：

9.1 0.005~0.05级，放置24h；

9.2 其余准确度级别电容器放置8h。

10 外观检查

见第1节电容器标志。

若发现缺少必要的标志，或影响电容器的性能和用途的缺陷，必须经修复后方予检定。

11 绝缘电阻的测量

在第3条规定的条件下，用试验电压500V的绝缘电阻测量仪进行测量（或按标准技术条件进行）。测量误差不得大于±20%。

12 损耗值的测量

损耗值的测量应在表5规定的条件下进行，测量不确定度须不大于表3的规定。

13 电容值的检定

电容值的检定，应根据电容器的性能，按表3、表6选择装置。

13.1 直接测量法检定

按直接测量法检定时，对所用标准装置的要求见表3。

检定时，应保证由检定装置、检定方法和检定条件所引入的总不确定度不超过表3的规定。

13.2 替代法检定

按替代法检定时，对所用装置的要求见表5。

替代装置的分辨力、短期不稳定性及标准仪器等所引入的总不确定度，应不大于被检电容器极限误差的1/10。

五 检定结果处理和检定周期

14 检定数据

检定数据应有原始记录，原始数据必须经过数学处理，根据被检电容器的准确度级别和检定不确定度给出检定结果。

判断被检电容器是否合格，以处理后的结果为据。

15 取舍误差

按取舍原则进行化整，使检定结果的最末一位有效数字所引入的舍入误差不大于测量不确定度的1/2。

化整后的有效数字位数见表7。

表7 检定结果的有效数字位数

级别 结果的位数 标称值第一位示值	0.005		0.01		0.02		0.05		0.1		0.2		0.5		1.0	
	检定	考查	检定	考查	检定	考查	检定	考查	检定	考查	检定	考查	检定	考查	检定	考查
1	8	7	6	6	6	6	5	8	5	5	5	5	4	5	4	4
2	6	6	6	6	5	6	5	5	5	5	4	5	4	4	4	4
3	6	6	6	6	5	6	5	5	5	5	4	5	4	4	4	4
4	6	6	5	6	5	6	5	5	4	5	4	5	4	4	3	4
5	6	6	5	6	5	5	5	5	4	5	4	4	4	4	3	4
6	6	6	5	6	5	5	5	5	4	5	4	4	4	4	3	4
7	5	6	5	6	5	5	4	5	4	5	4	4	3	4	3	3
8	5	6	5	6	5	5	4	5	4	5	4	4	3	4	3	3
9	5	6	5	6	5	5	4	5	4	5	4	4	3	4	3	3

16 检定证书

检定证书格式见附录 5

被检电容器各主要技术性能经过连续三次以上周期检定，均符合该准确度级别的规定时，该电容器是合格的，则计量部门发给检定证书，并给予定级。

17 电容器升级

经过三次以上周期检定的电容器，若其各项指标均符合高一级的规定时，可提升作为高一级的标准器使用，并予定级。

18 电容器降级

经三次周期检定，确认不合格的电容器，可以降级使用。降级后的电容器需符合本规程对该级别的要求，在检定证书上应有降级使用的情况说明，并给予定级。

19 检定结果通知书

经检定确认不符合规定指标的电容器，发给检定结果通知书。通知书格式见附录 5

19.1 第一、二次送检的电容器，发给检定结果通知书，不给标准定级。

19.2 修理后的电容器，未经年稳定性考查，发给检定结果通知书，不给定级。

20 国外进口的标准电容器，按本规程检定和定级。

21 检定周期

检定周期一般为一年。经过连续考查三年，其年变化度低于级别指数规定基本误差的 $1/3$ 时，周期可延长到两年。

附 录

附录 1

替代检定法

替代法检定能够提高检定准确度，通常检定 0.05 级以上准确度的标准电容器时，采用替代法。

1 用标准电容器及辅助量具在电容电桥上进行。辅助量具的数值应能覆盖标准器与被检量具的差值。

2 替代法为把标准电容与被测电容替换接入平衡电桥的一个臂，连接方法如图 1 所示。

2.1 将可变电容器放在中间刻度并与被测电容一起接入电桥的测量臂，在电桥相邻臂上接入辅助电容器 C_T 。

2.2 调节 C_T 和 C_0 平衡电容分量，而正交分量是调节电桥的有功分量 (D 刻度)，达到电桥平衡。

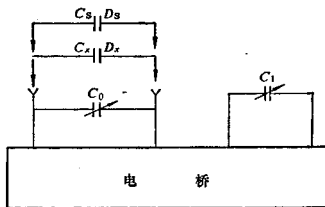


图 1 替代法检定时的接线图

C_0 —可变电容； C_s —标准电容，
 C_x —被测电容； C_T —辅助电容

2.3 取下被测电容接入标准电容 C_s ，调节可变电容 C_0 及电桥有功分量使电桥平衡，但需保持邻臂中的 C_r 不变。

2.4 被检电容实际值及损耗因数按下式计算：

$$C_x = C_s + \Delta C$$

$$D_x = D_s + \Delta D$$

式中： C_s 、 D_s ——标准电容器的电容及损耗因数实际值；

ΔC ——对应于两次电桥平衡时， C_0 的增量；

ΔD ——损耗因数的增量。

附录 2

温度系数的测量

电容值温度系数的测量，在表 1 所列的三个温度点下进行。

表 1

电 容 值 \ 温 度 (°C)	t_1	t_2	t_3
C_1	15 ± 2		
C_2		20 ± 2	
C_3			25 ± 2

测量出各温度点下稳定后的电容实际值，并按下式计算出温度系数：

$$\alpha = \frac{1}{2C} \left(\frac{C_3 - C_2}{t_3 - t_1} + \frac{C_2 - C_1}{t_2 - t_1} \right)$$

式中， C ——被检电容器的标称值；

t ——被检电容器的温度。

附录 3

推荐两种扩频方法

1 测量残感法

在谐振电桥上测量出电容器所需频率下的残余电感量，按下式计算出该频率下的电容值：

$$C_x = C_s(1 + \omega^2 \Delta L C_s)$$

式中： C_x ——被测电容；
 C_s ——被测电容器的标称值；
 ΔL ——残余电感量；
 $\omega(2\pi f)$ —— f 为所要求频率。

2 替代法扩频

用已知所需频率下的电容值的标准器与未知频率被测电容器做替代法测量，所用装置应该满足频率要求。

附录 4

10 μ F 以上电容值测量中需注意的问题

现在采用的 10 μ F 以上的电容标准器（简称大电容）分两种，一种是实体电容器，由 1 μ F（或 10 μ F）云母电容器或聚苯乙烯电容器并联而成。另一种为等效大电容标准器。它们均与使用频率、工作电压有关，受引线阻抗、引线间互感影响较大。因此，在检定中必须注意，必要时应加以限制或修正该项误差。

1 测试和使用频率的规定

原则上检定或测试的频率应与使用频率一致，不能用统一的公式修正，除非该产品技术文件提供专用的频率修正公式。

2 测试电压

等效大电容的量值与使用电压有关，应在该产品规定的电压下检定或使用，或者按产品技术文件提供的容量-电压曲线进行修正。实体电容器若有需要，可按产品提供的电压系数进行修正。

3 应采用四线（或称四端）测量

为了减小引线阻抗和引线间互感影响，应采用四线测量，而且还应消除引线间的互感耦合，推荐如下几种线路：

3.1 用成直角的两对绞合线连接

3.2 用无定向同轴电缆连接（两端口）

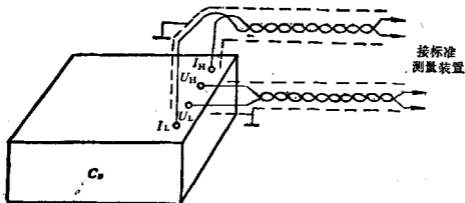


图 1 用成直角的两对绞合线连接

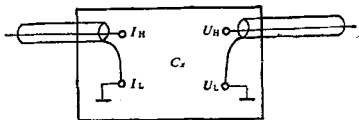


图2 用无定向结构连接

3.3 四端口连接

按四端口阻抗的定义进行测量，是目前测量低阻抗的最精确方法，要求连接到被测元件的四根同轴电缆，各自的芯、皮电流大小相等而方向相反。为此，近来不少测量仪器内部已采用相应措施，使能按四端口阻抗定义进行测量。对于四端口结构的电容器（如 HP 16 380 型）可直接插接到四端口标准测量装置上，进行测量。而用上述仪器测量五端结构的大电容器时，则可按图 3 所示的连接方式，要求在靠

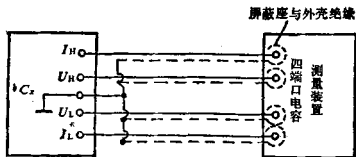
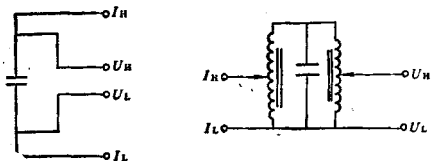


图3 用四端口测量仪连接方式

近被测元件这一侧用短导线把电缆的屏蔽短接后一点接 C_x 的外壳，使能近似保证按四端口阻抗的定义状况下进行测量（即保证各连接电缆各自芯皮电流相等、方向相反）

4 关于等效大电容的检定、使用限定

等效大电容不是传统的四端结构，其高电位引线与高电流引线不能有短接的结点，如图 4 所示。



(a) 传统实体电容四端结构

(b) 用感应比例器的四端大电容

图4 实体电容与等效大电容的结构示意

因此，对等效大电容不能用电阻比例器的经典电桥测量，需要用电压回路与电流回路分离的测量线路测量。

