



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 183—2017

标准电容器

Standard Capacitors

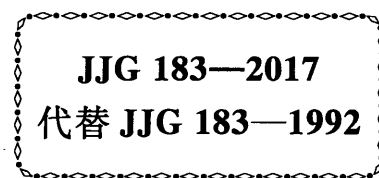
2017-09-26 发布

2018-03-26 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

标准电容器检定规程

Verification Regulation of
Standard Capacitors



归口单位：全国电磁计量技术委员会

主要起草单位：中国计量科学研究院

参加起草单位：成者开谱电子科技有限公司

北京无线电计量测试研究所

本规程委托全国电磁计量技术委员会负责解释

本规程主要起草人：

戴冬雪（中国计量科学研究院）

王 维（中国计量科学研究院）

参加起草人：

金 攀（成都开谱电子科技有限公司）

李 莉（北京无线电计量测试研究所）

目 录

引言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语和计量单位	(1)
3.1 电容	(1)
3.2 电容器损耗因数	(1)
4 概述	(1)
5 计量性能要求	(2)
5.1 示值误差	(2)
5.2 年稳定性	(2)
5.3 偏差	(3)
5.4 准确度等级	(3)
5.5 电容器损耗因数	(4)
6 通用技术要求	(4)
7 计量器具控制	(4)
7.1 检定条件	(4)
7.2 计量器具及主要配套设备的技术条件	(5)
7.3 检定项目	(6)
7.4 检定方法	(6)
7.5 检定结果的处理	(8)
7.6 检定周期	(8)
附录 A 标准电容器频率特性的测量方法	(9)
附录 B 测量 10 μ F 以上标准电容器需注意的问题	(10)
附录 C 检定原始记录格式	(12)
附录 D 检定证书/检定结果通知书内页格式 (第 2 页)	(14)
附录 E 检定证书/检定结果通知书检定结果页式样 (第 3 页)	(15)

引 言

本规程依据 JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》、JJF 1002—2010《国家计量检定规程编写规则》和 JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》编制。

本规程是对 JJG 183—1992《标准电容器》的修订。与 JJG 183—1992 相比，除编辑性修改外，本规程主要技术变化如下：

- 增加按等别划分标准电容器准确度等级；
- 删除某些不必要的检定项目，如温度系数、绝缘电阻等；
- 电容器检定频率范围扩展至 1 MHz。

本规程的历次版本发布情况为：

- JJG 183—1978；
- JJG 183—1992。

标准电容器检定规程

1 范围

本规程适用于电容范围 0.001 pF~10 mF、频率范围 20 Hz~1 MHz 的标准电容器的首次检定、后续检定和使用中检查。

2 引用文件

本规程引用了下列文件：

JJF 1023—1991 常用电学计量名词术语（试行）

GB 9090—1988 标准电容器

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规程；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规程。

3 术语和计量单位

3.1 电容 capacitance

两导体所带电荷为等量异号时，电荷的量值与该两导体间电位差的比值。在国际单位制 SI 中，电容的单位是法拉，F。

注：

1. 电容的大小，既与两电极的几何形状、尺寸和相互位置有关，也与其间的电介质的电容率有关。

2. 工程上经常使用的电容单位有微法 [拉] μF 或皮法 [拉] pF。

3.2 电容器损耗因数 dissipation factor for capacitors

电容器损耗因数即电容器的损耗角正切 $\tan\delta$ 。在交流电场中，电容器损耗功率与其贮存功率的比值为损耗因数，用来判断电容器及介质的品质。

4 概述

标准电容器是检定各等级电容计量器具的实物量具。根据介质材料的不同，分为气体介质和固体介质标准电容器，常用的气体介质有空气、氮气、氩气等，固体介质有石英、云母，陶瓷、有机介质材料等；根据测量引出端的不同，分为单端口同轴、三端、四端对和五端标准电容器。

标准电容器的结构分为同轴型、平板型、卷绕型和多层型。常用的同轴型和平板型电容器示意图如图 1 所示。其中：图 1 (a) 中， l 是电极长度， d_1 和 d_2 是内外电极的直径；图 1 (b) 中， d 是极板间距离。

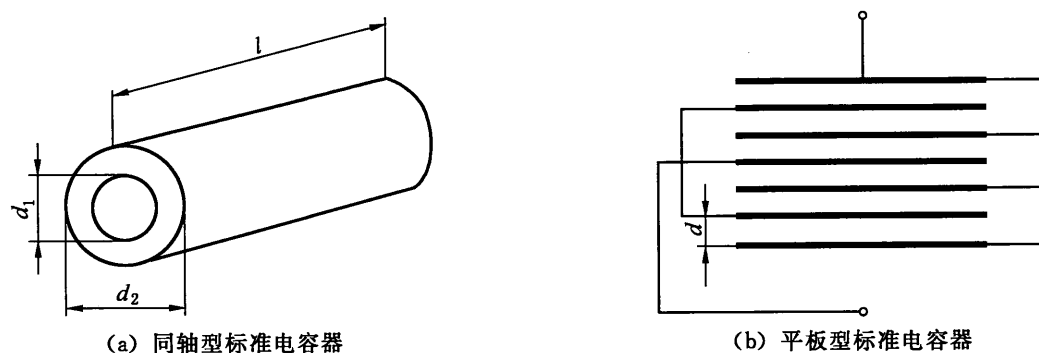


图 1 同轴型和平板型标准电容器结构示意图

标准电容器的等效电路如图 2 所示。其中： R 是引线、支柱及电极的等效电阻； L 是引线及电极的电感； C 是电极间的电容及支承结构的电容之和； G 是绝缘支承结构的损耗、电极间的介质损耗及直流泄漏的等效电导。

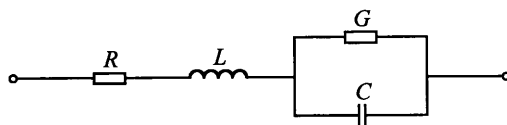


图 2 标准电容器的等效电路图

5 计量性能要求

5.1 示值误差

标准电容器的示值绝对误差等于电容器标称值与实际值之差，表示为

$$\Delta = C_N - C_X \quad (1)$$

式中：

Δ ——标准电容器的示值绝对误差，F；

C_N ——标准电容器的电容标称值，F；

C_X ——标准电容器的电容实际值，F。

标准电容器的示值相对误差表示为

$$\delta = \frac{\Delta}{C_X} = \frac{C_N - C_X}{C_X} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

δ ——标准电容器的示值相对误差。

5.2 年稳定性

标准电容器的稳定性是指电容值随时间恒定的能力。在 1 年内，电容值发生的变化为年稳定性。通过下式计算标准电容器的年稳定性。

$$\gamma = \frac{C_X - C_{X'}}{C_{X'}} \times 100\% \quad (3)$$

式中：

γ ——标准电容器的年稳定性；

C_x ——本次检定电容器的电容实际值，F；
 $C_{x'}$ ——上次周期检定电容器的电容实际值，F。

5.3 偏差

标准电容器的偏差为电容实际值减去标称值，其大小等于负的示值绝对误差。标准电容器的相对偏差表示为

$$\sigma = \frac{C_x - C_N}{C_N} \times 100\% \tag{4}$$

式中：
 σ ——标准电容器的相对偏差。

5.4 准确度等级

通过考察示值相对误差和年稳定性使用的标准电容器，用级别划分其准确度等级，主要技术指标如表 1 所示。

表 1 标准电容器定级的主要技术指标

准确度级别	最大允许误差	年稳定性极限
0.001 级	±0.001%	±0.001%
0.002 级	±0.002%	±0.002%
0.005 级	±0.005%	±0.005%
0.01 级	±0.01%	±0.01%
0.02 级	±0.02%	±0.02%
0.05 级	±0.05%	±0.05%
0.1 级	±0.1%	±0.1%
0.2 级	±0.2%	±0.2%
0.5 级	±0.5%	±0.5%
1 级	±1%	±1%

通过考察年稳定性使用的标准电容器，用等别划分其准确度等级，主要技术指标如表 2 所示。

表 2 标准电容器定等的主要技术指标

准确度等别	测量不确定度 $U_{rel} (k=2)$	年稳定性极限	最大允许偏差
0.000 05 等	年稳定性极限 绝对值的 1/2	±0.000 05%	±0.002%
0.000 1 等		±0.000 1%	±0.002%
0.000 2 等		±0.000 2%	±0.005%
0.000 5 等		±0.000 5%	±0.01%

表 2 (续)

准确度等级	测量不确定度 $U_{rel} (k=2)$	年稳定性极限	最大允许偏差
0.001 等	年稳定性极限 绝对值的 1/3	$\pm 0.001\%$	$\pm 0.01\%$
0.002 等		$\pm 0.002\%$	$\pm 0.02\%$
0.005 等		$\pm 0.005\%$	$\pm 0.05\%$
0.01 等		$\pm 0.01\%$	$\pm 0.1\%$
0.02 等		$\pm 0.02\%$	$\pm 0.2\%$
0.05 等		$\pm 0.05\%$	$\pm 0.5\%$
0.1 等		$\pm 0.1\%$	$\pm 1\%$

5.5 电容器损耗因数

标准电容器损耗因数范围应符合表 3 的规定。

表 3 标准电容器损耗因数范围

介质材料	容量标称值	频率范围	损耗因数
气体介质	$\leq 10 \text{ nF}$	$\leq 10 \text{ kHz}$	$\leq 1 \times 10^{-4}$
固体介质	$< 10 \text{ }\mu\text{F}$	$\leq 1 \text{ kHz}$	$\leq 2 \times 10^{-3}$
固体介质	$10 \text{ }\mu\text{F} \sim 1 \text{ mF}$	$\leq 100 \text{ Hz}$	$\leq 5 \times 10^{-3}$
固体介质	10 mF	$\leq 100 \text{ Hz}$	≤ 0.3

注：10 mF 标准电容器的损耗因数包含了测量引线的影响。

6 通用技术要求

被检标准电容器的外壳上或说明书中应有下列信息：

- a) 产品名称及生产厂家；
- b) 型号及出厂编号；
- c) 标称值及最大允许误差；
- d) 损耗因数范围；
- e) 电位端、电流端和屏蔽端；
- f) 极限电压。

7 计量器具控制

计量器具控制可包括首次检定、后续检定和使用中检查。

7.1 检定条件

被检标准电容器的检定条件如表 4 所示。首次送检或处于定等、定级考察期间的标准电容器，其检定环境条件应满足所评定目标等级的规定。在检定之前，被检标准电容

器须放置的时间为：0.05 级及以上、0.05 等及以上的被检标准电容器在实验室放置时间不少于 24 h；其余等级的标准电容器放置时间不少于 8 h。

表 4 标准电容器的检定环境条件

准确度级别	准确度等别	温度	相对湿度/%	检定频率
0.01 级及以上	0.01 等及以上	$(20\pm1)^{\circ}\text{C}$	50 ± 10	1. 推荐频率： $(1\,000\pm10)\text{ Hz}$ ； $\geq 10\text{ }\mu\text{F}$ 时 $(100\pm2)\text{ Hz}$ ； 2. 指定频率
0.02 级	0.02 等	$(20\pm2)^{\circ}\text{C}$	50 ± 10	
0.05 级；0.1 级	0.05 等；0.1 等	$(20\pm2)^{\circ}\text{C}$	50 ± 20	
0.2 级及以下	—	$(20\pm5)^{\circ}\text{C}$	50 ± 20	

7.2 计量器具及主要配套设备的技术条件

检定用计量器具主要包括标准电容器、电容电桥或阻抗测量仪。其技术性能应满足以下要求。

7.2.1 电容的扩展不确定度

由检定装置、方法、环境，频率、电压、稳定性等因素引起的测量不确定度符合表 5 中的规定。

表 5 电容实际值的测量不确定度

准确度级别	准确度等别	电容实际值的测量 不确定度 $U_{\text{rel}} (k=2)$
—	0.000 05 等	$\leq$ 年稳定性极限绝对值的 1/2
—	0.000 1 等	
—	0.000 2 等	
—	0.000 5 等	
0.001 级	0.001 等	$\leq$ 年稳定性极限绝对值的 1/3
0.002 级	0.002 等	
0.005 级	0.005 等	
0.01 级	0.01 等	
0.02 级	0.02 等	
0.05 级	0.05 等	
0.1 级	0.1 等	
0.2 级	—	
0.5 级	—	
1 级	—	

采用替代测量法检定标准电容器时，选择的标准电容器等级、替代测量装置（电容电桥或阻抗测量仪）的分辨力、短期稳定性等因素还要满足表 6 的规定。

7.2.2 损耗因数的扩展不确定度

电容器损耗因数的测量不确定度应优于损耗因数最大允许值的 1/3。

7.3 检定项目

检定项目如表 7 所示。

7.4 检定方法

7.4.1 外观检查

外观检查应符合 6 的要求。

表 6 替代测量法检定电容器的规定

准确度级别	准确度等别	标准电容器等级	替代装置的分辨力和短期稳定性
—	0.000 1 等	比被检电容器高 1 个准确度等级	引入的不确定度分量小于等于被检电容器年稳定性极限绝对值的 1/10
—	0.000 2 等		
—	0.000 5 等		
0.001 级	0.001 等	比被检电容器高 2 个准确度等级	
0.002 级	0.002 等		
0.005 级	0.005 等		
0.01 级	0.01 等		
0.02 级	0.02 等		
0.05 级	0.05 等		

表 7 检定项目

序号	检定项目	首次检定	后续检定	使用中检查
1	外观检查	+	+	+
2	示值误差/偏差	+	+	+
3	年稳定性	—	+	—
4	损耗因数	+	+	—
注：符号“+”表示需要检定，符号“—”表示不需检定。				

7.4.2 电容和损耗因数实际值的检定

7.4.2.1 直接测量法

a) 检定装置通电预热

根据使用说明书中的规定，对检定装置进行通电预热，确保其工作在最佳的测量状态下。

b) 设置等效电路模型、积分时间和测量次数等参数

根据被检标准电容器的阻抗值大小，高阻抗值的电容器选择并联电路模型，低阻抗

值的电容器选择串联电路模型进行读数。

c) 设置检定频率和电压

根据推荐频率或客户指定的频率，设置检定装置的测量频率；根据被检标准电容器工作电压范围选择测量电压。

d) 选择测量引线

将被检标准电容器接入检定装置时，选择的测量引线应保证其屏蔽方式与检定装置一致。

e) 开路短路校准

进行开路和短路校准（包括测量引线部分），消除分布参数对测量结果的影响。有些检定装置有专用测试线，其开路和短路参数已内置于装置内部，可省略此步骤。

f) 接线读数

用测量引线将被检标准电容器接入检定装置（电容电桥或阻抗测量仪）。如用三端电容电桥检定三端电容器时，用两根绞绕的同轴电缆分别将电桥与电容器高端、低端相连，如图 3 所示。

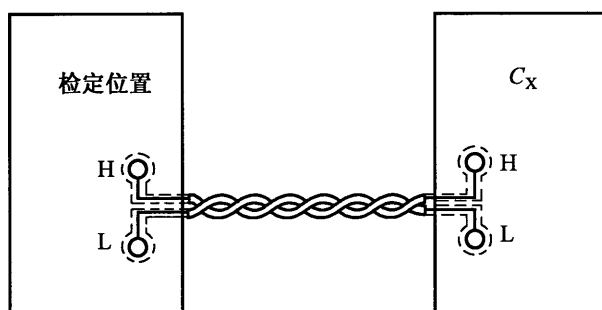


图 3 直接测量法接线示意图

等示值稳定后，在检定装置上读取被检标准电容器的电容和损耗因数实际值。

$$C_x = C \quad (5)$$

式中：

C ——检定装置的电容示值，F；

C_x ——被检标准电容器的电容实际值，F。

$$D_x = D \quad (6)$$

式中：

D ——检定装置的损耗因数示值；

D_x ——被检标准电容器的损耗因数实际值。

g) 计算示值误差/偏差和年稳定性

获得电容实际值后，代入公式 (2)、公式 (4) 和公式 (3) 计算出被检标准电容器的示值相对误差（或相对偏差）和年稳定性。再根据计算结果为被检标准电容器定等级。

7.4.2.2 替代测量法

a) ~ e) 按照 7.4.2.1 的 a) ~ e) 操作。

f) 接线读数

依次将作为标准用的标准电容器和被检标准电容器接入替代装置进行测量，如图 4 所示（为减少回路的面积，两根同轴电缆最好绞绕）。

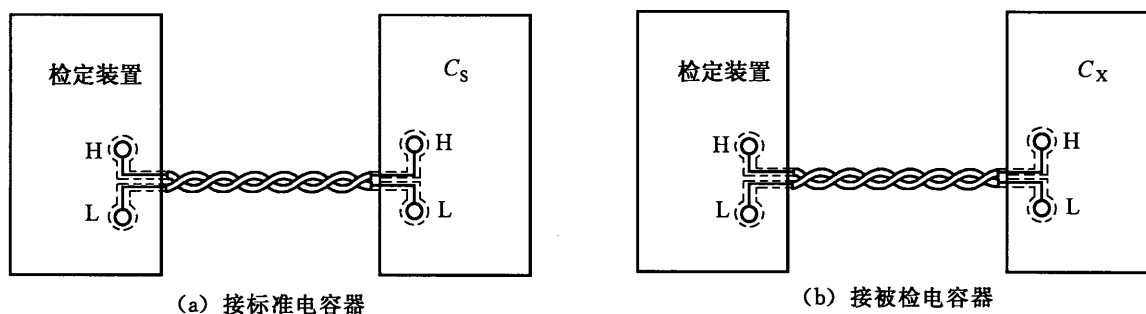


图 4 替代测量法接线示意图

待示值稳定，读取替代装置上的电容示值，再按下列公式算出被检标准电容器的电容实际值。

$$C_x = C_s + (C_b - C_a) \quad (7)$$

式中：

C_s ——标准电容器的电容实际值，F；

C_x ——被检标准电容器的电容实际值，F；

C_a ——标准电容器的示值，F；

C_b ——被检标准电容器的示值，F。

g) 计算示值误差/偏差和年稳定性

获得电容实际值后，代入公式 (2)、公式 (4) 和公式 (3) 计算出被检标准电容器的示值相对误差（或相对偏差）和年稳定性。再根据计算结果为被检标准电容器定等级。

7.5 检定结果的处理

7.5.1 数据处理

根据数据修约规则和测量不确定度对检定数据进行处理。判断被检标准电容器是否合格，以处理后的测量结果为依据。

7.5.2 检定证书和检定结果通知书

7.5.2.1 依据本规程的项目进行检定，满足全部技术指标要求，且连续三次周期检定后的标准电容器给予定准确度等级；

7.5.2.2 标准电容器的各项技术指标经过连续三次以上周期检定，均符合所定准确度等级的要求时，判定该标准电容器为合格，发给检定证书。

7.5.2.3 检定不合格的标准电容器，发给检定结果通知书，并注明不合格项目。不合格的标准电容器，允许降等级使用，但必须满足所定等级的全部技术指标要求。

7.6 检定周期

标准电容器检定周期一般不超过 1 年。

附录 A

标准电容器频率特性的测量方法

A.1 测量串联等效电感法

在某一频率范围内，标准电容器（如有些同轴或平板结构的气体电容器）的串联等效电感是固定值时，可采用网络分析法或谐振法测量其电感值，在远小于谐振频率的情况下，按以下公式计算各频率下的电容实际值：

$$C_X = C_{1\text{ kHz}}(1 + \omega^2 L C_{1\text{ kHz}}) \quad (\text{A.1})$$

式中：

L ——标准电容器的串联等效电感值，H；

$C_{1\text{ kHz}}$ ——1 kHz 时标准电容器的电容实际值，F；

C_X ——不同频率下标准电容器的电容实际值，F。

A.2 直接测量法

在选定的频率下，用检定过的宽频电容电桥或阻抗测量仪直接测量被检标准电容器的频率特性。

A.3 替代测量法

用已知频率特性的标准电容器与被检标准电容器相比较，从而确定被检标准电容器的频率特性，所用替代测量装置应满足频率范围、短期稳定性、分辨力等要求。

附录 B

测量 $10\ \mu\text{F}$ 以上标准电容器需注意的问题

$10\ \mu\text{F}$ 以上的标准电容器（简称高值电容器）分为两种：实物电容器和模拟电容器。实物电容器通常是由多只云母、聚碳酸脂、聚苯硫醚或陶瓷等介质材料的电容器并联而成，按本规程予以定等定级；模拟高值电容器是由感应分压器或多只电阻电容元件组合而成的等效高值电容，容量可达 1F ，可参照本规程进行校准，不适合定等定级。

高值电容器的电容实际值与使用频率、工作电压有关，受引线阻抗、引线间互感影响较大。因此，在检定中必须注意以下几个方面。

B.1 检定和使用频率的规定

检定频率应与使用频率一致。

B.2 测试电压

高值电容的量值与使用电压有关，应在规定的电压下检定和使用。

B.3 四端或四端对的测量方法

为了减小引线阻抗和引线间互感影响，应采用四端测量或四端对的测量方法，还要消除引线间的互感耦合，推荐的测量方法如下。

B.3.1 用成直角的两对绞合线连接，如图 B.1 所示。

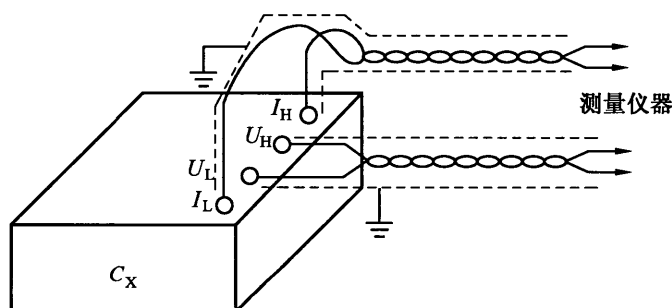


图 B.1 用成直角的两对绞合线连接

B.3.2 用无定向同轴电缆连接（两端口），如图 B.2 所示。

B.3.3 四端对连接

目前，低阻抗的最佳测量方法是按四端对阻抗的定义进行测量。用四端对方法测量时，连接电容器的四根同轴电缆，其芯、皮电流大小相等且方向相反，可有效消除互感耦合的影响。对于四端对结构的电容器，直接接到四端对测量仪器上进行测量；对于五端结构的电容器，为近似保证按四端对阻抗定义进行测量，要在靠近电容器侧，用导线把屏蔽短接为一点后接 C_x 的外壳，如图 B.3 所示。

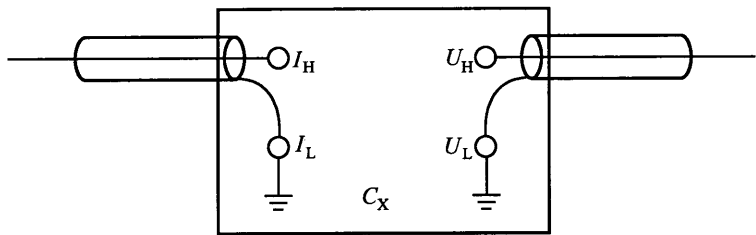


图 B. 2 用无定向结构连接

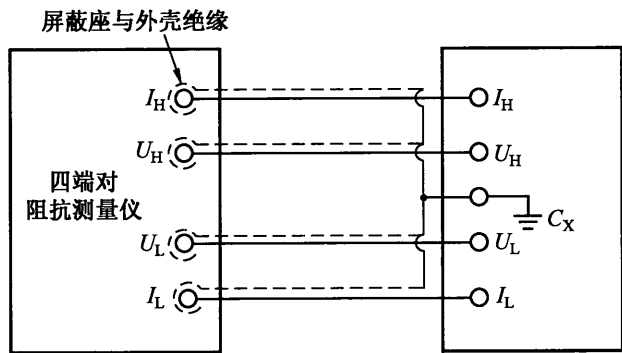


图 B. 3 四端对阻抗测量仪测量五端电容器

B. 4 关于模拟高值电容的校准方法

模拟高值电容并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点，如图 B. 4 所示。因此，对模拟高值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。

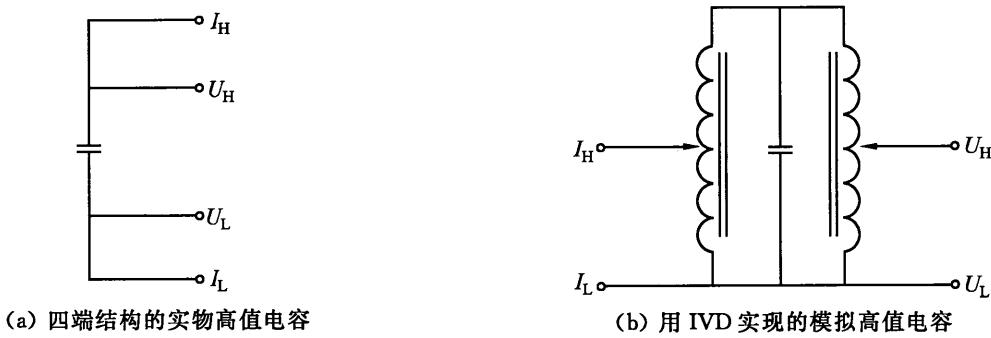


图 B. 4 实物高值电容与模拟高值电容的结构示意

附录 C

检定原始记录格式

标准电容器检定原始记录格式（直接测量法）

送检单位：	温度：相对湿度：
仪器名称：	生产厂：
型号：出厂编号：	技术指标：
标准装置名称：	标准装置的扩展不确定度：
检定依据：	
检定结论：	

直接测量法检定数据

电容标称值	损耗范围	电容实际值	损耗实际值	示值误差或偏差	年稳定性

检定频率：

检定日期： 年 月 日
有效期至： 年 月 日

检定员： 核验员：

标准电容器检定原始记录格式（替代测量法）

送检单位：	温度：相对湿度：
仪器名称：	生产厂：
型号：出厂编号：	技术指标：
标准装置名称：	标准装置的扩展不确定度：
检定依据：	
检定结论：	

替代法检定数据

电容 标称值	损耗因 数范围	标准电容器		被测电容器				示值误差 或偏差	年稳定性
		电容 实际值	电容 示值	电容 示值	损耗因数 示值	电容 实际值	损耗因数 实际值		

检定频率：

检定日期： 年 月 日
有效期至： 年 月 日

检定员： 核验员：

附录 D

检定证书/检定结果通知书内页格式（第 2 页）

证书编号 ××××××-××××

检定机构授权说明				
检定环境条件及地点：				
温度		℃	地 点	
相对湿度		%	其 他	
检定使用的计量（基）标准装置				
名 称	测量范围	不确定度/准确度等级/ 最大允许误差	计量（基）标 准证书编号	有效期至
检定使用的标准器				
名 称	测量范围	不确定度/准确度等级/ 最大允许误差	检定/校准 证书编号	有效期至

附录 E

检定证书/检定结果通知书检定结果页式样（第 3 页）

E.1 检定证书第 3 页

证书编号 ××××××-××××

检 定 结 果

表 1

电 容 标 称 值	电 容 实 际 值	损 耗 实 际 值	示 值 误 差 或 偏 差	年 稳 定 性	符 合 等 级

检定频率：_____。

以下空白

E.2 检定结果通知书第 3 页

证书编号 ××××××-××××

检 定 结 果

电 容 标 称 值	电 容 实 际 值	损 耗 实 际 值	示 值 误 差 或 偏 差	年 稳 定 性

检定频率：
不符合项：

以下空白

中 华 人 民 共 和 国
国 家 计 量 检 定 规 程
标 准 电 容 器

JJG 183—2017

国家质量监督检验检疫总局发布

*

中国质检出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

读者服务部:(010)68523946

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 1.5 字数 27 千字
2018年1月第一版 2018年1月第一次印刷

*

书号: 155026·J-3553 定价 24.00 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)68510107



JJG 183—2017