**《电容器耐久性试验电源校准规范》**

**编制说明**

规范起草小组

2023/10/22

**《电容器耐久性试验电源校准规范》编制说明**

**一、立项背景**

根据《湖南省市场监督管理局关于下达2023年度湖南省地方计量技术规范项目计划的通知》（湘市监计量函〔2023〕27号）的要求，由益阳市计量测试检定所作为主要起草单位，湖南省计量检测研究院作为参与起草单位，承担“电容器耐久性试验电源校准规范”的编制工作。

**二、编制的目的及意义**

 益阳是电容器之乡，是全国电容器的主产区，拥有湖南艾华集团股份有限公司、益阳市中钰科技电子有限公司等近40家电容器生产企业，年产值近200亿元,拥有大量此类特种电源。

《GB/T 5993-2003电子设备用固定电容器 第4部分：分规范 固体和非固体电解质铝电容器》、《GB/T 2693-2001 电子设备用固定电容器第1部分-总规范》对电容器有耐久性实验要求，但没有规定实验所用设备的技术性能要求。电容器耐久性试验电源是电容器生产厂商作纹波电流耐久性寿命试验的专用例试设备，可产生交流、直流、纹波电压、纹波电流，可模仿电容器的实际工作条件，测定一组被测电容器的使用寿命数据，为电容器制造厂商提供了产品可靠性设计的确切参数，同时，也为使用电容器的用户提供了产品的真实质量数据。

目前，还没有针对电容器耐久性试验电源的计量技术规范。从服务地方产业链，保障企业高质量发展。实现供需对接，满足企业计量校准需求出发，有必要制定校准规范。来确保校准操作的规范性和校准结果的可靠性。

**三、编制依据**

在本规范编制过程中，重点参照了以下国家标准及计量技术规范：

JJF 1001-2011 通用计量术语及定义

JJF 1059.1-2012 测量不确定度评定与表示

JJF 1071-2010 国家计量校准规范编写规则

### JJG(军工) 71-2017 [交流标准电压源](https://max.book118.com/html/2017/0608/112481221.shtm%22%20%5Ct%20%22https%3A//www.so.com/_blank)

### JJG(军工) 69-2017 [直流标准电流源](https://www.so.com/link?m=b9EsU/qrKd7xfaHzfgRXggt0p/kdb/OhZnubY/E0IVcgCZIGHhjRlx526VIaY44CrsSMBykkh9cgKJNHKB1Wk9sK9Qga3u4zE1pBz62QpsieJLrJkpmiM6Tr++Q6Wl3uIX/aAlM+3WBnu2SAlUCzbXz2bPawPzeNaszKgXGBFaNRdfLi+FnVojcyyc41uGpoQLKk8iT3c/O8=" \t "https://www.so.com/_blank)

JJG(军工) 70-2020 交流标准电流源

JJF 1638-2017 多功能标准源校准规范

**四、工作进度**

2023年1月——2023年3月，查阅相关研究资料，建立了初步研究模型；整理相关计量标准器，并申报相关资料。

2023年4月——2023年5月，进一步走访了艾华集团各使用单位了解电容器耐久性试验电源目前使用情况，及调研了南通恒生等主要生产厂家对此类电源的生产质量控制、检验方法。

2023年5月——2023年7月，制定电容器耐久性试验电源校准草案，根据草案内容采用不同方法，不同的标准器对具有代表性且用量较大的不同品牌、型号的电容器耐久性试验电源进行校准实验，分析校准数据，初步确定校准方案。

2023年8月——2023年9月，针对方案，组织专家进行了初审，并对专家提出的建议进行改正，最终确定方法方案,形成征求意见稿。

2023年9月——2023年10月，针对征求意见稿，形成征求意见汇总表，并对计量技术规范征求意见稿进行修改,提出《计量技术规范报审稿》。

2023年11月——2023年12月，递交报审稿，组织专家评审会议，并根据专家评审建议形成最终报批稿，向省局主管部门进行该规范的报批工作。

**五、**规范起草的要点及说明

1 范围

通过网络搜索、调研走访生产企业及使用单位，确定了本规范中直流电压校准范围0~800V，纹波电压校准范0~100V (10 Hz~100kHz)，直流电流校准范围0~1A，纹波电流校准范围0~100A(10 Hz~100kHz)。该范围涵盖了目前大部分型号电容器耐久性试验电源的输出范围。由于电容器耐久性试验电源种类太多，范围太广，一个规范难以涵盖所有种类的电容器耐久性试验电源，项目组考虑将校准对象范围缩小到电解电容器耐久性试验电源。

# 2 计量特性

直流电压

最大允许误差：±（2%+1个字）；

直流电流

最大允许误差：±（5%+1个字）；

纹波电压

最大允许误差：±（2%+2个字）；

纹波电流

最大允许误差：±（2%+2个字）；

频率

最大允许误差：±1% 。

注：以上指标不用于合格性判别，仅供参考。

3测量标准及其他设备

1. 真有效值数字多用表（或者满足要求的可测量单项指标的标准器）
2. 直流电压

测量范围：0~800V；最大允许误差：优于±0.5%；

1. 直流电流

测量范围：0~1A；最大允许误差：优于±1.6%；

1. 交流电压

测量范围：0~800V；频率范围：（10~100k）Hz；最大允许误差：优于±0.5%；

1. 频率

测量范围：0~100kHz；最大允许误差：优于±0.3%；

1. 电流分流器

测量范围：0~100A；频率范围：（10~100k）Hz；交直流差（25~500）ppm；

1. 标准电容器

 电容值:1μF，10μF；频率范围：（10~100k）Hz；额定电压：≥200V。

## 4校准项目

电容器耐久性试验电源的校准项目为：外观及通电检查、直流电压示值误差、直流电流示值误差、纹波电压示值误差、纹波电流示值误差、频率示值误差。

5 校准点选取原则

a）一般在量程内均匀选取3至5个校准点，包括量程的10%、50%、100%点，同时应参考被校准电源使用说明书中对校准点的建议；也可根据实际情况或送校单位的要求选取校准点；

b）纹波电压、纹波电流频率频率点选取可参照被校准电源使用说明书中的技术指标，也可根据实际情况或送校单位的要求选取校准点，一般选取100Hz、120Hz或100kHz；

6 校准方法

直流电压误差

校准按以下步骤进行:

a）按图1所示连接仪器；

+ 电容器耐

DCV

- 久性试验电源

**+**

数字多用表 DCV

 -

图1 校准直流电压接线示意图

b）将数字多用表置于直流电压档，并根据被校电容器耐久性试验电源的量程选择数字多用表的量程；

c）设置被校电容器耐久性试验电源单独输出直流电压为*Ux*，待稳定后，读取数字多用表显示值为被校直流电压的标准值*U*s；

d）按公式（3）和公式（4）计算直流电压示值误差：

 (3)

  （4）

式中：

$∆$ ———被校准源直流电压示值绝对误差，V；

*Ux*———被校准源直流电压输出的示值，V；

*Us*———被校准源直流电压输出的标准值，V。

$δ$ ———被校准源直流电压相对示值误差，%；

直流电流误差

校准按以下步骤进行:

a）按图2所示连接仪器；

+ 电容器耐

DCI

 - 久性试验电源

负载电阻

**+**

数字多用表 DCI

 -

图2 校准直流电流接线示意图

b）将数字多用表置于直流电流档，并根据被校电容器耐久性试验电源的量程选择数字多用表的量程；

c）设置被校电容器耐久性试验电源单独输出直流电流为*Ix*，待稳定后，读取数字多用表显示值为被校直流电流的标准值*Is*；

d）按公式（5）和公式（6）计算直流电压示值误差：

 (5)

  （6）

式中：

$∆$ ———被校准源直流电流示值绝对误差，A；

*Ix*———被校准源直流电流输出的示值，A；

*Is*———被校准源直流电流输出的标准值，A。

$δ$ ———被校准源直流电流相对示值误差，%。

纹波电压误差

校准按以下步骤进行:

1. 按图3所示连接仪器；
2. 将数字多用表置于交流电压档，并根据被校电容器耐久性试验电源的量程选择数字多用表的量程；

+ 电容器耐

ACV

- 久性试验电源

**+**

数字多用表 ACV

 -

图3 校准纹波电压接线示意图

c）设置被校电容器耐久性试验电源单独输出纹波电压为*Ux*，待稳定后，读取数字多用表显示值为被校纹波电压的标准值*Us*；

d）按公式（7）和公式（8）计算纹波电压示值误差：

 (7)

  （8）

式中：

$∆$ ———被校准源纹波电压示值误差，V；

*Ux*———被校准源纹波电压输出的示值，V；

*Us*———被校准源纹波电压输出的标准值，V。

$δ$ ———被校准源纹波电压相对示值误差，%；

纹波电流误差

电流电压转换法

校准按以下步骤进行:

a）按图5所示连接仪器；

**+**  **+**

电流分流器

- -

+ 电容器耐

ACI

- 久性试验电源

**+**

数字多用表 ACV

 -

图5 电流电压转换法纹波电流接线示意图

b）根据电容器耐久性试验电源纹波电流校准点选择合适的电流分流器，将数字多用表置于相对应的交流电压档位；

c）设置被校电容器耐久性试验电源单独输出纹波电流为*Ix*，待稳定后，读取数字多用表示值*Us*；

d）按公式（11）和公式（12）计算纹波电流误差示值误差：

 (11)

  （12）

式中：

$∆$ ———被校准源纹波电流示值绝对误差，A；

*Ix*———被校准源纹波电流输出的示值，A；

*Us*———数字多用表读数，V；

*Rs*———电流分流器标称电阻，Ω；

$δ$ ———被校准源纹波电流相对示值误差，%；

标准电容法

校准按以下步骤进行:

a）按图6所示连接仪器；

**+**  **+**

标准电容器并联

- -

+ 电容器耐

ACI

- 久性试验电源

**+**

数字多用表 ACV

 -

图6 电流电压转换法纹波电流接线示意图

b）根据电容器耐久性试验电源校纹波电流准点选择合适的标准电容器并联组合，将数字多用表置于相对应的交流电压档位；

c）设置被校电容器耐久性试验电源单独输出纹波电流为*Ix*，待稳定后，读取数字多用表示值*Us*；标准电容器电容值*Ci*（i=1，2，3......*n*）

d）按公式（13）和公式（14）计算纹波电流误差示值误差：

 (13)

  （14）

式中：

$∆$ ———被校准源纹波电流示值绝对误差，A；

*Ix*———被校准源纹波电流输出的示值，A；

*Us*———数字多用表读数，V；

*f*———被校准源纹波电流频率，Hz；

*Ci*———标准电容器电容值，μF；

$δ$ ———被校准源纹波电流相对示值误差，%；

频率误差

校准按以下步骤进行:

a）按图4所示连接仪器；

+ 电容器耐

ACV

- 久性试验电源

**+**

数字多用表 频率

 -

图4 标准表法校准纹波电流接线示意图

b）将数字多用表置于频率档，并根据被校电容器耐久性试验电源的量程选择数字多用表的量程；

c）设置被校电容器耐久性试验电源单独输出50%量程纹波电压，纹波电压频率为*fx*，待稳定后，读取数字多用表显示值为被校纹波电压频率的标准值*fs*；

d）按公式（9）和公式（10）计算纹波电流示值误差：

 (11)

  （12）

式中：

$∆$ ———被校准源频率示值绝对误差，Hz；

*fx*———被校准源频率输出的示值，Hz；

*fs*———被校准源频率输出的标准值，Hz。

$δ$ ———被校准源频率相对示值误差，%；

六、验证情况和结果

为验证本规范中所规定校准项目以及校准方法正确性和可行性，起草组选择3个厂家6种型号的电容器耐久性试验电源作为实验对象，验证了全部校准项目，并编制了实验报告。验证实验结果表明：规范规定的校准项目和技术要求合理，校准方法正确、可操作。