

JJF

中华人民共和国国家计量检定系统表

JJF 2000-2000

直流电能计量器具检定系统表

Verification Scheme of Measuring Instruments  
for DC Electrical Energy

(征求意见稿)

2000-XX-XX 日发布

2000-XX-XX 日实施

国家市场监督管理总局 发布

# 直流电能计量器具 检定系统表

JJF 2000-2000

Verification Scheme of Measuring  
Instruments for DC  
Electrical Energy

本检定系统表经国家市场监督管理总局××××年××月××日批准，并  
自××××年××月××日起施行。

**归口单位：**全国电磁计量技术委员会

**主要起草单位：**

**参加起草单位：**

**主要起草人：**

**参加起草人：**

# 目录

1 范围 .....	2
2 术语 .....	2
3 计量基准 .....	2
4 计量标准 .....	5
5 工作计量器具.....	7
附录 A 直流电能计量器具检定系统表框图 .....	9

# 直流电能计量器具检定系统表

## 1 范围

本检定系统表适用于直流电能计量基准及其量值传递系统。

系统表规定了直流电能计量基准与各级直流电能计量标准器具、工作计量器具的组成和测量范围，直流电能计量基准的测量不确定度，直流电能计量标准器具和工作计量器具的准确度等级；同时也规定了由直流电能计量基准向各级直流电能计量标准器具及工作计量器具进行量值传递的方法和传递量值时的最佳测量能力。

## 2 术语

### 2.1 直流电能计量基准

用于复现、保存直流电能量值，并可用于量值传递直流电能量值的计量基准。

### 2.2 直流电能计量标准

用于检定直流电能计量标准器和工作计量器具的各类直流电能表标准装置和检定装置。

### 2.3 直流电能工作计量器具

指工作用各类安装式电能表及电动汽车非车载充电机。

### 2.4 最佳测量能力

提供给用户的最高测量水平，用包含因子  $k=2$  的扩展不确定度表示；是下一级电能计量标准器具评定示值误差的不确定度的来源之一。

## 3 计量基准

### 3.1 直流电能计量基准的组成

直流电能计量基准由多功能标准源、数字多用表、直流电流比较仪、标准电阻器、频率计、直流功率源等组成。

### 3.2 直流电能计量基准的量值复现原理

直流电能计量基准采用将直流电压和直流电流分别溯源，合成直流标准功率的方法进行测量，再通过电能脉冲的频率测量，完成直流电能的溯源。

### 3.3 电能计量基准的测量范围

#### 3.3.1 量程

电压量程：(0.1~1000) V

电流量程：(0.1~500) A

小信号输入方式电压量程：(0.75~100) mV

### 3.4 直流电能计量基准量值的不确定度

直流电能基准的最佳量值复现的标准不确定度为  $U_{rel}=8\times 10^{-6}$ ， $k=2$ 。

由于基准在传递量值时涉及或受到环境、设备、人员和被测仪器等诸因素引入不确定度的影响，最佳量值复现的不确定度只是整个量值传递中一个不确定度分量。

### 3.5 传递量值时的测量方法

直流电能计量基准通过多功能标准源和直流功率源及直流电流比较仪等得到标准直流功率示值  $P_N$ ，同时读取这段时间内被检直流电能计量标准器的功率示值  $P_X$ ，再通过频率计测量得到被检直流电能计量标准器输出的电能脉冲频率值 (F)。最后由被检直流电能计量标准器的电能常数 (C) 计算得到被测电能计量标准器的电能测量示值相对误差为：

$$\gamma = \left( \frac{F}{\frac{C}{3600} \cdot P_N} - 1 \right) \times 100\% \quad (1)$$

$\gamma$ ——被检电能计量标准器的测量相对误差。

### 3.6 传递量值时的最佳测量能力

3.6.1 依据计量技术规范 JJF1094-2002 “测量仪器特性评定”中测量仪器示值误差符合性评定的基本要求之规定，测量直流电能量值的不确定度  $U_{95}$  与被检的下一级直流电能计量标准器具的最大允许误差的绝对值  $MPEV$  之比，应小于等于 1：3。

$$\text{即 } U_{95} \leq \frac{MPEV}{3} \quad (2)$$

其中测量直流电能量值的不确定度  $U_{95}$ ，可取包含因子  $k=2$  的扩展不确定度  $U_{rel}$  代替。

当满足 $U_{rel} \leq \frac{MPEV}{3}$ 时，可不考虑电能误差评定的测量不确定度的影响。被评定的电能计量标准器具电能误差（用 $\gamma$ 表示）在其允许的最大误差限内时，可判为合格，即

$$|\gamma| \leq MPEV \text{ 为合格}$$

被评定的直流电能计量标准器具电能误差超出其允许的最大误差限时，可判为不合格，即

$$|\gamma| > MPEV \text{ 为不合格}$$

注：对于型式评价和仲裁鉴定，必要时直流电能测量示值相对误差的不确定度 $U_{95}$ 与被检的下一级直流电能计量标准器具的最大允许误差的绝对值之比应小于等于1:5。

### 3.6.2 直流电能计量基准的工作标准器检定 0.01 级直流电能计量标准

目前最高等级的直流电能计量标准器最大允许误差为 $\pm 0.01\%$

$$\frac{U_{rel}}{MPEV} \approx \frac{1}{10}$$

### 3.7 直流电能量值溯源途径和方法

电能是一段时间内对功率的积分

$$W = \int_{t_1}^{t_2} P(t) dt \quad (3)$$

功率的单位是导出单位，即：

$$P = \frac{U^2}{R} \quad (4)$$

由（8）（9）式得，功率的单位（瓦特）由电压单位（伏特）和电阻单位（欧姆）导出，电能的单位（焦耳）由功率的单位（瓦特）和时间单位（秒）导出。

直流电能计量基准的直流电能量值最终溯源于直流电压基准、直流电阻副基准和时间基准。

#### 3.7.1 直流电压的溯源

通过直流电阻分压箱 4902S 和直流电压参考 732A 对多功能标准源 5720A 的直流电压输出进行测量，并监测 5720A 直流电压输出的长期稳定性，直流电压输出的溯源不确定度优于 $5 \times 10^{-6}$ ， $k=2$ 。

### 3.7.2 直流电阻的溯源

标准电阻器溯源至国家电阻副基准。各阻值电阻器的溯源不确定度为  $1 \times 10^{-6}$ ， $k=2$ ，且经过 8 年以上的考核，年稳定性优于  $2 \times 10^{-6}$ 。

### 3.7.3 直流电流的溯源

通过直流电流比较仪将大电流转换为小电流，再通过标准电阻器和数字多用表进行测量。其中直流电流比较仪的电流比率优于  $1 \times 10^{-6}$ ，溯源不确定度为  $1 \times 10^{-6}$ ， $k=2$ ；数字多用表直流电压 1V 量程的测量不确定度优于  $4 \times 10^{-6}$ ， $k=2$ 。

### 3.7.4 时间的溯源

频率计溯源至国家时间基准，频率测量误差为  $2 \times 10^{-6}$ 。

## 4 计量标准

### 4.1 计量标准的准确度等级和测量范围

4.1.1 直流电能计量标准用于对直流电能计量标准器和工作计量器具的检定，是向被检直流电能计量标准器提供直流电能并能测量此直流电能的器具的组合。通常由直流电能的输出电路、直流电能计量标准器或直流电能测量电路、量程扩展电路、电量监视电路（或仪表），以及辅助测量电路组成。

4.1.2 直流电能计量标准按准确度等级划分为：0.01 级，0.02 级，0.05 级，0.1 级，0.2 级。

4.1.3 直流电能计量标准的测量范围指符合准确度等级要求的测量范围。

### 4.2 计量标准器的准确度等级和测量范围

4.2.1 直流电能计量标准器按准确度等级划分为 0.01 级，0.02 级，0.05 级，0.1 级，0.2 级。

### 4.2.2 直流电能计量标准器的测量范围

电压的测量范围通常为（0.1~1000）V，电流的测量范围通常为（0.1~500）A，小信号电压输入方式电压的测量范围通常为（0.75~100）mV。

### 4.3 传递量值时需要的测量仪器和测量方法

4.3.1 检定直流电能计量标准需要多种设备，包括直流标准电能表，直流电能表检定装置，数字多用表，频率计，耐电压测试仪，绝缘电阻测试仪和磁强计等。

4.3.2 确定电能基本误差的方法有两种：

## a) 瓦秒法

用相应标准器调定的恒定功率  $P_N$ ，同时用标准测时器测量被检电能计量器具累计电能所需的时间  $T$ ，时间  $T$  与调定的恒定功率的乘积为实测的标准电能值  $W_N$ 。被检直流电能计量器具累计的电能值  $W_X$  与  $W_N$  相比较，计算出被检直流电能计量器具的电能测量相对误差。

## b) 标准表法

将直流标准电能计量器具与被检直流电能计量器具同时测定的直流电能值相比较，以确定被检直流电能计量器具的直流电能测量相对误差。

## 4.4 传递量值时的最佳测量能力

测量直流电能量值的不确定度  $U_{rel}$  与被检的下一级电能计量标准器具的最大允许误差的绝对值  $MPEV$  之比，应小于等于 1:3。

## 4.4.1 电能计量标准检定电能计量标准器

## a) 0.01 级电能计量标准检定 0.02 级电能计量标准器

$$\frac{U_{rel}}{MPEV} \leq \frac{1}{2}$$

## b) 0.01 级电能计量标准检定 0.05 级电能计量标准器

$$\frac{U_{rel}}{MPEV} \leq \frac{1}{5}$$

## c) 0.02 级电能计量标准检定 0.1 级电能计量标准器及 0.1 级电能表

$$\frac{U_{rel}}{MPEV} \leq \frac{1}{5}$$

## d) 0.05 级电能计量标准检定 0.2 级电能计量标准器及 0.2 级电能表

$$\frac{U_{rel}}{MPEV} \leq \frac{1}{4}$$

## e) 0.1 级电能计量标准检定 0.5 级电能计量标准器及 0.5 级电能表

$$\frac{U_{rel}}{MPEV} \leq \frac{1}{5}$$

## f) 0.2 级电能计量标准检定 1 级和 2 级电能表及 1 级和 2 级充电机

$$\frac{U_{rel}}{MPEV} \leq \frac{1}{5}$$

当 0.01 级电能计量标准检定 0.02 级电能计量标准器时，应对电能计量标准的测量系统误差进行修正，以提高电能计量标准的测量能力。

## 4.4.2 直流电能计量标准器检定直流电能计量标准

直流电能计量标准是安装在各级计量部门的较大型设备，上级计量部门需携带直流电能计量标准器于现场检定。此直流电能计量标准器可以是多功能宽量程直流标准电能表，也可是直流标准电能表及其辅助设备。

a) 0.01 级电能计量标准器检定 0.02 级电能计量标准

$$\frac{U_{rel}}{MPEV} \leq \frac{1}{2}$$

b) 0.01 级电能计量标准器检定 0.05 级电能计量标准

$$\frac{U_{rel}}{MPEV} \leq \frac{1}{5}$$

c) 0.02 级电能计量标准器检定 0.1 级电能计量标准

$$\frac{U_{rel}}{MPEV} \leq \frac{1}{5}$$

d) 0.05 级电能计量标准器检定 0.2 级电能计量标准

$$\frac{U_{rel}}{MPEV} \leq \frac{1}{4}$$

当 0.01 级电能计量标准器检定 0.02 级电能计量标准时，应对电能计量标准器的测量系统误差进行修正，以提高其测量能力。

## 5 工作计量器具

直流电能工作计量器具是指安装在现场、用于对输入直流功率累积直流电能的各种工作用直流电能表和直流充电机。

### 5.1 工作计量器具的名称和分类

工作计量器具主要有直流电能表和电动汽车非车载充电机。

### 5.2 工作计量器具的测量范围

直流电能表参考电压一般不超过 500V，基本电流一般不超过 100A，小信号输入方式电流的电压一般为 75mV。

电动汽车非车载充电机电压量程上限一般不超过 800V，电流量程上限一般不超过 250A。

### 5.3 工作计量器具的等级

直流电能表按准确度等级分为 0.2 级，0.5 级，1 级和 2 级。

电动汽车充电桩按准确度等级分为 1 级和 2 级。

### 5.4 附加说明

根据电能表附加测量功能的不同可能会有上述未提及或不同产品名称的直流电能表，检定系统表中不再一一列出；随着科学技术水平和生产能力的提高，更多等级更高的直流电能表将作为工作计量器具使用，其量值传递关系可参照上一级的计量标准执行。

附录 A 直流电能计量器具检定系统表框图

