



天津市地方计量检定规程

JJG (津) XX—20XX

直流标准电能表

Reference Meters for DC Electrical Energy

(报批稿)

20XX—XX—XX 发布

20XX—XX—XX 实施

天津市市场监督管理委员会 发布

直流标准电能表

Verification Regulation of Reference
Meters for DC Electrical Energy

JJG (津) XX—20XX

归口单位：天津市市场监督管理委员会

主要起草单位：天津市计量监督检测科学研究院

国网天津市电力公司营销服务中心

本规程委托天津市市场监督管理委员会负责解释

本规程主要起草人：

- 董 娜 (天津市计量监督检测科学研究院)
李 磊 (国网天津市电力公司营销服务中心)
杨 光 (国网天津市电力公司营销服务中心)

参加起草人：

- 刘伟东 (国网天津市电力公司营销服务中心)
刘 艳 (天津市计量监督检测科学研究院)
张 涛 (天津市计量监督检测科学研究院)
高 珅 (天津市计量监督检测科学研究院)

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 纹波	(1)
3.2 纹波系数	(1)
4 概述	(1)
5 计量性能要求	(1)
5.1 电压测量误差	(1)
5.2 电流测量误差	(2)
5.3 电能基本误差	(2)
5.4 输入、输出与显示	(3)
5.5 控制	(4)
5.6 起动和停止	(4)
5.7 测量的重复性	(4)
6 通用技术要求	(5)
6.1 外观	(5)
6.2 绝缘电阻和工频耐压要求	(5)
7 计量器具控制	(5)
7.1 首次检定和后续检定	(5)
7.2 检定直流标准电能表时应具备的参比条件	(5)
7.3 确定直流标准电能表电能测量基本误差的检定装置	(6)
7.4 直流标准电能表检定项目	(6)
7.5 检定方法	(7)
7.6 检定结果的处理	(11)
7.7 检定周期	(11)
附录 A 检定记录内页格式	(13)
附录 B 检定证书/检定结果通知书内页格式 (第 2 页)	(15)
附录 C 检定证书/检定结果通知书检定结果页式样 (第 3 页)	(16)

引 言

本规程依据 JJF1002-2010《国家计量检定规程编写规则》编制。

本规程参照 JJG 842-2017《电子式直流电能表检定规程》、JJG 1085-2013《标准电能表》、GB/T 33708-2017《静止式直流电能表》等国家规程和标准制定。

本规程为首次发布。

直流标准电能表检定规程

1 范围

本规程适用于直流标准电能表首次检定、后续检定。

2 引用文件

本规程引用下列文件：

JJG 842-2017 电子式电能表检定规程

JJG 1085-2013标准电能表

GB/T 33708-2017静止式直流电能表

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于该规程；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 纹波 ripple wave

在直流电压或电流中，叠加在直流上的交流分量。

注：纹波的大小通常采用有效值或峰值来表示，本规程采用有效值表示。

3.2 纹波系数 ripple coefficient

输出纹波电压（电流）交流分量的有效值与输出直流电压（电流）之比，通常采用百分比（%）表示。

4 概述

直流标准电能表是一种测量直流电能量的仪表。通常被设计并工作在一个受控的实验室环境中以获得最高准确度和稳定度。直流标准电能表一般由电压输入模块、电流输入模块、乘法器模块、数字信号处理单元、误差处理模块以及显示模块组成。

直流标准电能表可独立使用，也可作为直流电能表检定装置的主标准器使用。直流标准电能表的电流输入方式可以是电流直接输入，也可以是电压小信号输入，或者是两者都兼备。

5 计量性能要求

5.1 电压测量误差

电压测量误差是指在参比条件下，直流标准电能表输入电压的测量误差，由试验确定并用相对误差表示。各等级直流标准电能表的电压测量误差应不超过表1的规定。

表1 电压测量的最大允许误差

输入电压范围	直流标准电能表的准确度等级
--------	---------------

	0.02 级	0.05 级	0.1 级	0.2 级
	允许误差限 (%)			
$U_{\min} \sim U_{\max}$	± 0.01	± 0.02	± 0.05	± 0.1

注： U_{\min} ——直流标准电能表能满足相应准确度等级的可测量最小电压； U_{\max} ——直流标准电能表能满足相应准确度等级的可测量最大电压；两者均由直流标准电能表生产厂家确定。

5.2 电流测量误差

电流测量误差是指在参比条件下，直流标准电能表输入电流的测量误差，由试验确定并用相对误差表示。各等级直流标准电能表的电流测量误差应不超过表 2 的规定。

当直流标准电能表兼具电流直接接入式、电压输入型电流间接接入式时，需分别对这两个测试端进行测量。

表 2 电流测量的最大允许误差

输入电流范围	直流标准电能表的准确度等级			
	0.02 级	0.05 级	0.1 级	0.2 级
	允许误差限 (%)			
$I_{\min} \sim I_{\max}$	± 0.01	± 0.03	± 0.05	± 0.1

注： I_{\min} ——直流标准电能表能满足相应准确度等级的可测量最小电流； I_{\max} ——直流标准电能表能满足相应准确度等级的可测量最大电流；两者均由直流标准电能表生产厂家确定。

5.3 电能基本误差

5.3.1 电能基本误差以相对误差的百分数表示。在参比条件下，直流标准电能表的基本误差极限值（简称基本误差限）不得超过表 3 和表 4 的规定。

表 3 参比电压下的基本误差限

负载电流	直流标准电能表准确度等级			
	0.02 级	0.05 级	0.1 级	0.2 级
	基本误差限 (%)			
$I_{\min} \sim I_{\max}$	± 0.02	± 0.05	± 0.1	± 0.2

表 4 基本电流①下的基本误差限

电压变化范围	直流标准电能表准确度等级			
	0.02 级	0.05 级	0.1 级	0.2 级
	基本误差限 (%)			
$U_{min} \sim U_{max}$	± 0.02	± 0.05	± 0.1	± 0.2

注：①基本电流，即确定直流标准电能表有关特性的电流值，用 I_b 表示。

5.3.2 在检定周期内直流标准电能表基本误差改变量的绝对值不得超过基本误差限的绝对值。

5.3.3 直流标准电能表在 24 h 内的基本误差改变量的绝对值不得超过基本误差限绝对值的 1/5。

5.3.4 从预热时间结束算起，直流标准电能表连续工作 8 h，基本误差不得超过基本误差限，且基本误差改变量的绝对值不得超过表 5 的规定。

表 5 直流标准电能表连续工作 8h 的允许基本误差改变

被检表准确度等级	0.02 级	0.05 级	0.1 级	0.2 级
允许基本误差改变量的绝对值 (%)	0.006	0.015	0.03	0.06

5.4 输入、输出与显示

5.4.1 直流标准电能表应有脉冲输入或输出，可有电能值或脉冲数的显示。脉冲均应为一定幅值的矩形波并应给出脉冲输出的脉冲常数 $C(\text{imp/kWh})$ 。如果有显示，要使显示与脉冲输出所代表的电能值一致。

5.4.1.1 各级直流标准电能表，在输入为额定功率时，脉冲频率 f (Hz) 不得低于表 6 的规定。

表 6 直流标准电能表在额定输入功率下的脉冲频率 f 值

直流标准电能表准确度等级	0.02 级	0.05 级	0.1 级	0.2 级
f 最小值 (Hz)	5000	2000	1000	500

5.4.1.2 各级直流标准电能表显示器的显示位数和显示其被检表误差的分辨力不得少于表 7 的规定（若有电能值或高频脉冲数的显示）。

表 7 直流标准电能表显示器的显示位数和显示其被检表误差的分辨力

直流标准电能表准确度等级	0.02 级	0.05 级	0.1 级	0.2 级
显示相应电能值时最少显示位数	6	6	5	5
显示被检表误差时的分辨力 (%)	0.001	0.01	0.01	0.01

5.4.2 直流标准电能表显示器能够复零（若有电能值或高频脉冲显示）。当为自动复零（或自动转换显示内容）时，每个量值的显示时间不得少于 3 s。

5.5 控制

在直流标准电能表中（或显示器中）可有接收控制脉冲（时间脉冲和电能脉冲）的功能，以控制累计电能的启动和停止。

5.6 起动和停止

5.6.1 在参比电压条件下，在负载电流不超过表 8 的规定时，直流标准电能表应起动并累计计数。具备电压小信号输入端的直流标准电能表应将负载电流转化为对应的电参数。

表 8 直流标准电能表起动电流

被检表准确度等级	0.02 级	0.05 级	0.1 级	0.2 级
起动电流值	$0.0002 I_b$	$0.0005 I_b$	$0.001 I_b$	$0.001 I_b$

5.6.2 当用某种方法使直流标准电能表停止计数时，直流标准电能表显示数字应稳定不变（若有电能值或高频脉冲数的显示）。

5.7 测量的重复性

直流标准电能表在参比电压下，对每个测量点做不少于 5 次测量时，按各测量结果计算的实验标准差 (%) 应不超过表 9 的规定。

表 9 直流标准电能表的实验标准差

负载电流	直流标准电能表的实验标准差 (%)			
	0.02 级	0.05 级	0.1 级	0.2 级
$0.5 I_b$ 、 I_b	0.002	0.005	0.01	0.02

6 通用技术要求

6.1 外观

被检直流标准电能表上的标志应符合国家标准或有关规定，至少应包括以下内容：厂名；型号和出厂编号；准确度等级；电压测量范围；基本电流及电流测量范围。

6.2 绝缘电阻和工频耐压要求

6.2.1 直流标准电能表在室温和空气相对湿度不大于 80%的条件下，输入端子和辅助电源端子对机壳（或同机壳相连的接地端子）、输入端子对辅助电源端子的绝缘电阻应不低于 100 M Ω 。

6.2.2 直流标准电能表在室温和空气相对湿度不大于 80%的条件下，电压端子、电流端子、辅助电源端子的 L 端及 N 端和参比电压大于 40 V 的辅助线路端子对机壳和机壳外可触及的金属部位之间，应能承受频率为 50 Hz 实际正弦波交流电压 4kV（有效值）历时 1 min 的试验。

7 计量器具控制

7.1 首次检定和后续检定

首次检定是对未被检定过的直流标准电能表进行的检定。

后续检定是在首次检定后的任何一种检定。修理后的直流标准电能表，其检定原则须按首次检定进行。

7.2 检定直流标准电能表时应具备的参比条件

7.2.1 检定各级直流标准电能表时的参比条件及其偏差允许值应不超过表 10 的规定。

7.2.2 无可觉察到的振动。

7.2.3 无较强的电磁辐射干扰，如电火花、辐射源等。

表 10 参比条件及其允许偏差

直流标准电能表的准确度等级		0.02 级	0.05 级	0.1 级	0.2 级
影响量	参比值	允许偏差			
环境温度	参比温度	$\pm 1^{\circ}\text{C}$	$\pm 1^{\circ}\text{C}$	$\pm 1^{\circ}\text{C}$	$\pm 2^{\circ}\text{C}$
环境湿度	50%RH	$\pm 15\%$	$\pm 15\%$	$\pm 15\%$	$\pm 20\%$
工作位置	制造商规定位置	按制造商规定			

测量电路电压	参比电压	±0.2%	±0.2%	±0.2%	±0.5%
测量电路电流	规定电流	±0.5%	±1%	±1%	±1%
测量电路纹波系数	0	±0.5%	±0.5%	±1%	±1%
外部交流磁场强度	0A/m	0.4A/m			

7.3 确定直流标准电能表电能测量基本误差的检定装置

7.3.1 用“瓦秒法”或“标准表法”检定直流标准电能表时所使用的检定装置，对电能的测量误差和评定测量重复性的标准偏差估计值不得超过表 11 和表 12 的规定。

表 11 检定装置允许的测量误差

被检直流标准电能表的准确度等级	0.02 级	0.05 级	0.1 级	0.2 级
检定装置的准确度等级	0.01 级	0.02 级	0.02 级	0.05 级

表 12 检定装置允许的试验标准差限

装置的准确度等级	0.01 级	0.02 级	0.05 级	0.1 级	0.2 级
实验标准差限 (%)	0.001	0.002	0.005	0.01	0.02

7.3.2 监视仪表的准确度等级应不低于表 13 的规定。各仪表常用示值的相对误差应满足表 13 的要求。

表 13 监视示值的误差限

直流标准电能表的准确度等级	0.02级	0.05级	0.1级	0.2级
电压(相对误差)	±0.1%	±0.2%	±0.2%	±0.2%
电流(相对误差)	±0.1%	±0.2%	±0.2%	±0.3%
功率(相对误差)	±0.2%	±0.5%	±0.5%	±0.5%

7.4 直流标准电能表检定项目

表 14 直流标准电能表检定项目

检定项目	首次检定	后续检定
直观检查	+	+
通电检查	+	+
绝缘电阻试验	+	—

工频耐压	+	—
起动和停止试验	+	—
确定电压测量误差	+	+
确定电流测量误差	+	+
确定电能基本误差	+	+
确定标准偏差估计值	+	+
确定8h连续工作基本误差改变量	+	在必要时做
确定24h变差	+	在必要时做
注：“+”表示需要检定，“—”表示不需检定。		

7.5 检定方法

7.5.1 直观检查和通电检查

7.5.1.1 直观检查应检查下列项目，若有不合格应停止检定：

- a) 标志是否完全，字迹是否清楚；
- b) 开关、旋钮、拨盘等换档是否正确，外部端钮是否损坏。

7.5.1.2 通电检查应检查下列项目，若有不合格应停止检定：

- a) 显示数字是否清楚、正确；
- b) 显示位数和显示其被检表误差的分辨力是否符合表 7 的规定（若有电能值或高频脉冲数的显示）；
- c) 在额定输入功率下，脉冲输出频率是否符合表 6 的规定（若有电能值或高频脉冲数的显示）；
- d) 基本功能是否正常。

7.5.2 绝缘性能试验

7.5.2.1 绝缘电阻试验

选用额定电压为 1kV 的绝缘电阻表，进行直流标准电能表的绝缘电阻试验时，绝缘电阻表的电压应施加到直流标准电能表非电气连接的各带电回路之间、各独立带电回路与地（金属外壳）之间，待读数稳定后再读取绝缘电阻表上的指示值。测量结果应符合 6.2.1 要求。

7.5.2.2 工频耐压试验

试验应在下列条件下进行：

- 环境温度：(15~25)℃；
- 相对湿度：45%~75%；
- 试验电压波形：近似正弦波（波形畸变因数不大于5%）；
- 频率：(45~65) Hz；
- 电源容量：不小于500VA；
- 试验电压：4kV；
- 试验时间：1min。

在对地试验中，参比电压等于或低于40 V的辅助线路应接地。

电压施加于直流标准电能表非电气连接的各带电回路之间、各独立带电回路与地（金属外壳）之间，试验电压应在(5~10) s内由零升到4kV，保持1 min，随后以同样速度将试验电压降到零。试验中，直流标准电能表不应出现闪络、破坏性放电或击穿；试验后，直流标准电能表无机械损坏，直流标准电能表应能正确工作。

7.5.3 起动和停止试验

7.5.3.1 直流标准电能表，在参比电压的条件下，负载电流升到表8的规定值后，直流标准电能表应起动并连续累计计数。

7.5.3.2 直流标准电能表起动并累计计数后，用控制脉冲或切断电压使它停止计数，显示数字应保持3 s不变化。

7.5.4 确定电压、电流测量误差

将标准电能表的电流测量回路串联在装置的电流输出回路，电压测量回路并联在装置的电压输出回路，经预热稳定后，将参考标准测量的电压 U_0 与标准电能表指示的电压 U_i 代入式(1)计算标准电能表的电压测量误差 γ_U ：

$$\gamma_U = \frac{U_i - U_0}{U_0} \times 100\% \quad (1)$$

将参考标准测量的电流 I_0 与标准电能表指示的电流 I_i 代入式(2)计算标准电能表的电流测量误差 γ_I ：

$$\gamma_I = \frac{I_i - I_0}{I_0} \times 100\% \quad (2)$$

测量结果应符合 5.1, 5.2 的要求。确定电压、电流测量误差时, 每个试验选取不少于 7 个试验点。

7.5.5 确定电能测量基本误差

达到通电预热时间后(预热时间按生产厂技术要求), 参考表 15 规定的负载点进行检定。有特殊需要时, 可以规定与表 15 不同的负载点。

表 15 检定直流标准电能表时应调定的负载点

负载电流	电压
$I_{\min}, 0.05I_b, 0.1I_b, 0.5I_b, I_b, 0.5I_{\max}, I_{\max}$	U_n
I_b	$U_{\max}, U_n, 0.8U_n, 0.6U_n, 0.4U_n, 0.2U_n, U_{\min}$

注: U_n ——标称电压, 制造商规定的使直流标准电能表正常工作的电压值, 在一定电压范围内的标准直流电能表, 可具有若干标称电压值。

在每一负载下, 至少做 2 次测量, 取其平均值作为测量结果。如算得的相对误差等于该表基本误差限的 80%~120%, 应再做 2 次测量, 取这两次和前几次测量的平均值作为测量结果。

a) 标准表法

将标准表与被检直流电能表同时测定的电能值比较, 以确定被检直流电能表的基本误差。被检直流标准电能表的相对误差 γ (%) 按式 (3) 计算:

$$\gamma = \frac{m_0 - m}{m} \times 100\% \quad (3)$$

式中:

m ——实测脉冲数;

m_0 ——算定(或预置)的脉冲数, 按式 (4) 计算。

$$m_0 = \frac{C_0 \cdot N}{C_L \cdot K_I \cdot K_U} \quad (4)$$

式中:

N ——被检直流标准电能表低频或高频脉冲数;

C_0 ——标准表的(脉冲)仪表常数, imp/kWh;

C_L ——被检直流标准电能表的(脉冲)仪表常数, imp/kWh;

K_I 、 K_U ——标准表外接的电流、电压传感器变比。当没有外接电流、电压传感

器时， K_I 和 K_U 都等于1。

b) 瓦秒法

用标准功率表测定调定的恒定功率，或用标准功率源确定功率，同时用标准测时器测量电能表在恒定功率下输出若干脉冲所需时间，该时间与恒定功率的乘积所得实际电能，与电能表测定的电能相比较来确定直流标准电能表的相对误差。

相对误差按式(5)计算：

$$\gamma = \frac{m - m_0}{m_0} \times 100\% \quad (5)$$

式中：

m ——实测脉冲数，即直流标准电能表有误差时在 T_n (s)内显示的脉冲数；

m_0 ——算定(或预置)脉冲数，imp，按(6)式计算。

$$m_0 = \frac{CPT_n K_I K_U}{3.6 \times 10^6} \quad (6)$$

其中：

C ——脉冲常数，imp/kWh；

T_n ——选定的测量时间，s；

P ——调定的恒定功率值，W，按(7)式计算。

$$P=UI \quad (7)$$

其中：

U ——调定的恒定电压值，V；

I ——调定的恒定电流值，I。

用自动方法控制标准测时器，被检直流标准电能表连续运行，测定时间不少于10s；若用手动方法控制标准测时器，被检直流标准电能表连续运行，测定时间不少于50s。

若标准功率表或标准功率源所发功率脉冲序列不够均匀或其响应速度较慢，还需适当增加测量时间。

7.5.6 确定电能测量标准偏差估计值

在参比电压下，对每个测量点做不少于5次的相对误差测量，然后按式(8)计算标准偏差估计值 s (%)。

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\gamma_i - \bar{\gamma})^2}{n-1}} \quad (8)$$

式中：

n ——对每个负载点进行重复测量的次数， $n \geq 5$

γ_i ——第 i 次测量得出的相对误差，%；

$\bar{\gamma}$ ——各次基本误差 γ_i 的平均值，即 $\bar{\gamma} = \frac{\gamma_1 + \gamma_2 + \dots + \gamma_n}{n}$ (%)

7.5.7 确定 8 h 连续工作误差改变量

直流标准电能表在预热结束时测量 1 次基本误差，测量点保持为参比电压、基本电流。以后每隔 1h 测量 1 次基本误差，共测 9 次。9 次测量结果应符合 5.3 的要求，且最大差值应不超过表 3 的规定。

7.5.8 确定电能测量的 24 h 变差

被检直流标准电能表在确定基本误差之后关机，在实验室内放置 24 h，再次测量在参比电压和 I_b 条件下的基本误差。测量结果不得超过该表基本误差限，且应满足 5.3 的要求。

7.6 检定结果的处理

7.6.1 测量数据修约

按表 16 规定，将直流标准电能表相对误差修约为修约间距的整数倍。

表 16 相对误差修约间距

直流标准电能表准确度等级	0.02 级	0.05 级	0.1 级	0.2 级
修约间距 (%)	0.002	0.005	0.01	0.02

判断直流标准电能表相对误差是否超差，一律以修约后的结果为准。

7.6.2 直流标准电能表经检定合格，符合本规程要求的发给检定证书，检定不合格的发给检定结果通知书，并注明不合格项目。

7.6.3 周期检定时，若直流标准电能表部分检定点基本误差值超差，但与上次检定结果比较，其改变量的绝对值没有超过该检定点基本误差限的绝对值，经调校，重新检定合格后，允许继续使用。

7.7 检定周期

使用中的直流标准电能表检定周期一般不超过 1 年。

附录 A

检定记录内页格式

检定证书/检定结果通知书编号:

委托单位:

仪器名称:

生产厂家:

准确度等级:

型号规格:

出厂编号:

技术依据:

检定地点:

检定环境: 温度 $^{\circ}\text{C}$ 湿度 %RH 其它: _____ /

所使用的仪器设备名称	型号规格	编 号	技术特征

检定内容:

1. 外观检查与通电检查:
2. 绝缘电阻试验:
3. 工频耐压试验:
4. 起动和停止试验:
5. 电压测量误差:

电压	示值	实际值	相对误差(%)
U_{\max}			
U_{\min}			

6. 电流测量误差:

电流	示值	实际值	相对误差(%)
I_{\max}			
I_{\min}			

7. 电能基本误差试验:

7.1 参比电压下的基本误差: 电压: V

电压	基本误差(%)
U_{max}	
U_{min}	

7.2 参比电流下的基本误差：电流： A

电流	基本误差(%)
I_{max}	
I_b	
I_{min}	

8. 标准偏差估计值：

9. 确定 8h 连续工作基本误差：

10. 确定 24h 变差：

检定员：

核验员：

检定日期：

附录 B

检定证书/检定结果通知书内页格式（第 2 页）

证书编号 XXXXXX-XXXX

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 C

检定证书/检定结果通知书检定结果页式样（第 3 页）

C.1 检定证书第 3 页

证书编号 XXXXXX-XXXX

检定结果

1. 外观检查与通电检查：
2. 绝缘电阻试验：
3. 工频耐压试验：
4. 起动和停止试验：
5. 电压测量误差：

电压	示值	实际值	相对误差(%)
U_{\max}			
U_{\min}			

结论：

6. 电流测量误差：

电流	示值	实际值	相对误差(%)
I_{\max}			
I_{\min}			

结论：

7. 基本误差试验：

7.1 参比电压下的基本误差：电压： V

电压	基本误差(%)
U_{\max}	

U_{\min}	

结论:

7.2参比电流下的基本误差: 电流: A

电流	基本误差(%)
I_{\max}	
I_b	
I_{\min}	

结论:

8. 标准偏差估计值:

结论:

9. 确定 8h 连续工作基本误差:

结论:

10. 确定 24h 变差:

结论:

第 X 页 共 X 页

C.2 检定结果通知书第 3 页

证书编号 XXXXXX-XXXX

注: 检定结果通知书第三页格式与检定证书相同, 注明不合格项目或不合格的误差点, 未试验项目可不列入检定结果通知书。

第 X 页 共 X 页

