



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 153—1996

标 准 电 池

Standard Cell

1996 - 08 - 22 发布

1997 - 06 - 01 实施

国家技术监督局 发布

标准电池检定规程

Verification Regulation of

Standard Cell

JJG 153—1996

代替 153—1986

本检定规程经国家技术监督局于 1996 年 08 月 22 日批准，并自 1997 年 06 月 01 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：

胡衍瑞 （中国计量科学研究院）

目 录

一	技术要求	(1)
二	检定条件	(3)
	(一) 检定用设备及其要求	(3)
	(二) 检定环境条件	(4)
三	检定项目和检定方法	(5)
	(一) 检定项目	(5)
	(二) 检定方法	(6)
四	检定结果处理和检定周期	(8)
附录 1	差值替代法线路	(9)
附录 2	控温标准电池电动势值的测定方法及计算	(10)

标准电池检定规程

本规程适用于在直流电路中作为电动势量具的一等和二等标准电池组，0.000 2 级，0.000 5 级，0.001 级，0.002 级，0.005 级，0.01 级及 0.02 级的饱和或不饱和标准电池（以下简称标准电池）的检定。

新生产和使用中的标准电池的检定，必须符合本规程所规定的各项技术指标要求。

一 技术要求

1 标准电池的外壳应有如下清晰和擦不掉的标志：

- a 名称、类型（饱和或不饱和）及型号；
- b 等级指数；
- c 制造厂名称或商标；
- d 产品编号、电池序号；
- e 制造年月；
- f 在接线柱旁应有正负极性符号。

2 标准电池应附有供测温用的测温孔（内附标准电池除外）或者安装有符合要求的温度计。

3 一等和二等标准电池组，0.000 2 级、0.000 5 级、0.001 级、0.002 级及 0.005 级标准电池的外壳应是由金属制成，底部要有漏油孔（内附标准电池除外）。

4 标准电池在工作温度范围内的电动势值

4.1 饱和标准电池在偏离检定温度 20℃ 时的电动势值由式（1）确定：

$$E_t = E_{20} - [39.9 (t - 20) + 0.94 (t - 20)^2 - 0.009 (t - 20)^3] \times 10^6 \quad (1)$$

式中：\$E_t\$——在 \$t\$℃ 下的电动势值，V；

\$E_{20}\$——在 20℃ 下的电动势值，V；

\$t\$——检定温度，℃。

饱和标准电池的参考温度范围、工作温度范围应符合表 1 的规定。

表 1

等级指数	参考温度范围/℃	工作温度范围/℃
0.000 2	17.5 ~ 22.5	15 ~ 25
0.000 5	15 ~ 25	10 ~ 30
0.001	12.5 ~ 32.5	5 ~ 35
0.002	10 ~ 35	5 ~ 40
0.005	10 ~ 40	0 ~ 40
0.01	10 ~ 40	0 ~ 40

在参考温度范围内任一温度下，所测定的电动势值和按式（1）所计算电动势值之间的差值，不超过相应等级指数（即一年期间电动势允许变化值）的 50%。

4.2 不饱和标准电池的参考温度范围和工作温度范围应符合表 2 的规定。

表 2

等级指数	参考温度范围/℃	工作温度范围/℃
0.002	18 ~ 22	15 ~ 25
0.005	15 ~ 25	10 ~ 30
0.01	10 ~ 35	4 ~ 40

对于不饱和标准电池，在参考温度范围内任一温度下，所测定的电池电动势值和检定温度 20℃ 时的电动势值之间的差值，不超过相应等级指数值的 50%。

在工作温度范围内，任一温度下所测定的电池电动势值和检定温度 20℃ 的电动势值之间的差值不超过相应等级指数值的 100%。

5 一等标准电池在运输中的温度范围为 10 ~ 30℃，二等标准电池为 5 ~ 35℃。如温度达不到上述要求，应采取必要措施。

6 标准电池在正常使用时，瞬时允许通过标准电池的电流：一等标准电池不超过 0.1μA；二等标准电池不超过 0.2μA。

7 标准电池电动势值允许范围、允许变化值及内阻值应满足表 3 的规定。

表 3

类型	等级指数	20℃ 时电动势实际值 允许范围/V	一年期间电动势 允许变化值/μV	内阻值	
				新生产	使用中
饱和	一等标准电池组	1.018 600 0 ~ 1.018 670 0	≤ 2	≤ 600	≤ 1 000
	二等标准电池组	1.018 600 ~ 1.018 670	≤ 10	≤ 600	≤ 1 000
	0.000 2 级	1.018 590 ~ 1.018 680	≤ 2	≤ 600	≤ 1 000
	0.000 5 级	1.018 590 ~ 1.018 680	≤ 5	≤ 600	≤ 1 000
	0.001 级	1.018 590 ~ 1.018 680	≤ 10	≤ 700	≤ 1 000
	0.002 级	1.018 550 ~ 1.018 680	≤ 20	≤ 700	≤ 1 000
	0.005 级	1.018 55 ~ 1.018 68	≤ 50	≤ 700	≤ 1 500
	0.01 级	1.018 55 ~ 1.018 68	≤ 100	≤ 700	≤ 1 500
不饱和	0.002 级	1.018 800 ~ 1.019 300	≤ 20	≤ 700	≤ 1 000
	0.005 级	1.018 80 ~ 1.019 30	≤ 50	≤ 1 000	≤ 1 500
	0.01 级	1.018 80 ~ 1.019 30	≤ 100	≤ 1 000	≤ 1 500
	0.02 级	1.018 6 ~ 1.019 6	≤ 200	≤ 1 000	≤ 1 500

8 在正常条件下（工作温度范围内，相对湿度不大于 75% 时），标准电池的电路对外壳的绝缘电阻应满足如下要求：

8.1 一等和二等标准电池组，0.000 2 级，0.000 5 级及 0.001 级标准电池应不小于 $5 \times 10^{10} \Omega$ （试验电压大于 500V）；

8.2 0.002 级，0.005 级及 0.01 级标准电池应不小于 $1 \times 10^{10} \Omega$ （试验电压大于 500V）。

二 检定条件

（一）检定用设备及其要求

9 检定标准电池主要设备

9.1 作标准用的标准电池组；

9.2 检定装置（常用标准电池比较仪或直流电位差计以及指零仪）；

9.3 过渡用的标准电池及校准工作电流用的标准电池；

9.4 恒温油槽或恒温空气槽；

9.5 数显热敏电阻温度计或精密水银温度计。

10 设备要求

10.1 检定标准电池，应保证由标准、检定设备及环境条件所引起的总不确定度小于被检标准电池相应等级指数值的 1/3；

10.2 作标准用的标准电池的等级不应低于表 4 的规定。

表 4

被检标准 电池等级	一等标准 电池组	二等标准 电池组	0.000 2 级	0.000 5 级	0.001 级	0.002 级	0.005 级	0.01 级	0.02 级
作标准的标 准电池等级	工作基准 电池组	一等标准 电池组	工作基准 电池组	一等标准 电池组	一等标 准电池	一等标 准电池	二等标 准电池	二等标 准电池	0.005 级

10.3 检定装置的极限误差不应大于表 5 的规定。

表 5

被检标准 电池等级	一等标准 电池组	二等标准 电池组	0.000 2 级	0.000 5 级	0.001 级	0.002 级	0.005 级	0.01 级	0.02 级
检定装置极 限误差/ μV	0.3	2	0.3	1	2	5	10	25	40

10.4 检定装置中的比较仪（或其他仪器）所引起的最大误差不应大于表 6 的规定。

表 6

被检标准 电池等级	一等标准 电池组	二等标准 电池组	0.000 2 级	0.000 5 级	0.001 级	0.002 级	0.005 级	0.01 级	0.02 级
比较仪 (或其它仪器) 误差/ μV	0.06	0.4	0.06	0.2	0.4	1	2	5	8

10.5 检定装置灵敏度不应低于表 7 的规定。

表 7

被检标准 电池等级	一等标准 电池组	二等标准 电池组	0.000 2 级	0.000 5 级	0.001 级	0.002 级	0.005 级	0.01 级	0.02 级
检定装置 灵敏度 / $(\text{mm}/\mu\text{V})$	20	15	20	15	15	10	10	5	5

10.6 在检定时工作电流变化所引起的误差,应小于相应检定装置极限误差的 1/10 (用相对误差表示)。如达不到上述要求,应在检定过程中经常校准工作电流。

10.7 校准工作电流用的标准电池,不应低于 0.005 级。

10.8 过渡标准电池在检定过程中,其电动势值变化应小于相应检定装置极限误差的 1/3。

10.9 在检定期间,检定装置的重复性应小于被检标准电池相应等级指数值的 1/5;但是 0.005 级和 0.01 级小于 1/3 即可,见表 8 (标准电池检定装置重复性是用检定期间被检标准电池电动势值的最大差值来衡量)。

表 8

被检标准 电池等级	一等标准 电池组	二等标准 电池组	0.000 2 级	0.000 5 级	0.001 级	0.002 级	0.005 级	0.01 级	0.02 级
一年期间电 动势允许变 化值/ μV	2	10	2	5	10	20	50	100	200
检定期间 装置重复性 / μV	0.4	2	0.4	1	2	4	17	33	

10.10 测量线路内任何两部分或部件之间的绝缘电阻,不应低于 $5 \times 10^{10} \Omega$ (试验电压不超过 500V)。

(二) 检定环境条件

11 检定标准电池的环境条件及温度应满足如下要求。

11.1 放置检定设备的房间，其室温在检定期间应满足表 9 的规定。空气的相对湿度不应大于 75%，检定设备要避免受到阳光直射或强烈的热源或冷源的作用。

11.2 标准的和被检的标准电池所处的温度状态应满足表 9 的规定。

表 9

等级指数 项目	一等 标准 电池 组	二等 标准 电池 组	0.000 2 级	0.000 5 级	0.001 级	0.002 级		0.005 级		0.01 级		0.02 级
						饱和	不 饱和	饱和	不 饱和	饱和	不 饱和	
检定室温 允许值/℃	20 ± 1	20 ± 2	20 ± 1	20 ± 2	20 ± 2	20 ± 2	20 ± 2	20 ± 2	20 ± 2	20 ± 5	20 ± 5	20 ± 10
和 20℃ 的最大 允许偏差/℃	± 0.1	± 0.5	± 0.1	± 0.5	± 1.0	± 2.0	± 2.0	± 2.0	± 2.0	± 5.0	± 5.0	± 10
允许最大温差 /℃	0.002	0.005	0.002	0.005	0.01	0.02	0.02	0.05	0.1	0.2	0.2	—
允许最大温度 变化值/ (℃/h)	0.002	0.005	0.002	0.005	0.01	0.02	0.02	0.05	0.1	0.2	0.2	0.3
检定前最少 连续恒温时 间/d	3	2	3	2	2	2	2	2	2	1	1	1

11.3 测量标准电池用的温度计，其最小分度值应不低于表 10 的规定。

表 10

等级指数	一等标准 电池组	二等标准 电池组	0.000 2 级	0.000 5 级	0.001 级	0.002 级	0.005 级	0.01 级	0.02 级
温度计最小 分度值/℃	0.005	0.01	0.005	0.01	0.01	0.02	0.1	0.2	0.5

11.4 一等标准电池组，0.000 2 级及 0.000 5 级标准电池检定时间不得少于 3 天，检定次数不得少于 5 次。其余标准电池检定时间不得少于 2 天，检定次数不得少于 3 次。当按照上述规定检定时，如果检定装置的重复性大于表 8 的规定值，说明标准电池的电动势 - 温度滞后现象较严重，应根据国家标准 GB3929—1983《标准电池》之附录确定标准电池的温度滞后效应。

三 检定项目和检定方法

(一) 检定项目

12 外观检查

13 测定在 20℃ 或控制温度下的电动势值。

14 测定内阻值（在检定温度或控制温度下）。

15 测定在正常条件下的绝缘电阻值（一般出厂和验收时测定）。

(二) 检定方法

16 检定标准电池一般采用差值替代法，对于 0.005 级，0.01 级及 0.02 级标准电池可以采用替代法。

17 差值替代法线路

17.1 差值替代法线路如图 1 所示。它是用电池比较仪直接测量标准的或被检标准电池的电动势与过渡标准电池的电动势之差值，从而求出被检标准电池的电动势值。当被检的和作为标准的标准电池均处于同一温度下时，能直接读出被检标准电池在 20℃ 时的电动势值。

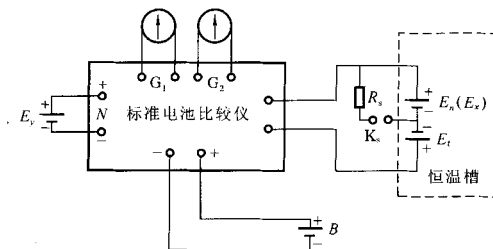


图 1 差值替代法线路

E_s —作为标准的标准电池； E_x —被检的标准电池； E_s —校准工作电流用的标准电池； E_t —过渡标准电池； G_1 —调工作电流用的检流计； G_2 —测量时用的检流计； B —电池比较仪供电电池（一般不采用直流稳压电源供电）； R_s —并联闭路电阻（一般 R_s 为 $10^7 \Omega$ ）； K —闭路开关

17.2 电池比较仪的误差应满足表 6 的规定，其最小一个十进盘的进值不应大于 0.1 μV 。

17.3 检定步骤

17.3.1 以 E_s 作标准调准电池比较仪的工作电流，使检流计 G_1 指零。17.3.2 调电池比较仪测量盘示值 (N_n) 使其符合式 (2)：

$$N_n = E_{20 \cdot n} - 1.018 \quad (2)$$

17.3.3 将标准电池 E_n 接入线路，然后调节未刻度补偿盘，使检流计 G_2 指零。17.3.4 测量标准的和被检的标准电池的温度 t_n 及 t_x 。17.3.5 用标准电池 E_x 替代 E_n 接入线路，调节电池比较仪的测量盘示值，使检流计 G_2

指零（注意：不要调节未刻度补偿盘），记下比较仪的示值 N_x 。

17.3.6 被检的标准电池在 20℃ 时的电动势值可以按式（3）计算：

$$E_{20 \cdot x} = E_{20 \cdot n} + N_x - N_n + \Delta E_c \times 10^6 \quad (3)$$

式中： $E_{20 \cdot x}$ ——被检标准电池在 20℃ 时的电动势值，V；

$E_{20 \cdot n}$ ——作为标准的标准电池在 20℃ 时的电动势值，V；

N_x ——对应于被检的标准电池比较仪的示值，V；

N_n ——对应于作为标准的标准电池比较仪的示值，V；

ΔE_c ——温度换算更正值， μV 。

ΔE_c 按式（4）计算：

$$\Delta E_c = (t_x - t_n) \cdot (t_x + t_n) (\mu V / ^\circ C^2) \quad (4)$$

式中： t_x ——被检标准电池的温度，℃；

t_n ——作为标准的标准电池的温度，℃。

17.3.7 标准电池内阻的测定方法

周期检定时一般不测定标准电池的内阻。只有在检定其电动势值时，发现灵敏度明显降低或其他异常情况才测定其内阻。而被检的标准电池内阻的测定是在检定工作结束之后进行，且只测定一次。将闭路电阻 R_x 接入线路，调整电池比较仪示值，使检流计 G_2 指零，记下电池比较仪的示值 N'_x ，然后按式（5）计算出其内阻值。

$$R_x = \frac{(N_x - N'_x) R_s}{E_x} \quad (5)$$

式中： R_x ——被检标准电池的内阻， Ω ；

R_s ——闭路电阻；

E_x ——被检标准电池的电动势，可近似地取为 1V；

N_x ——电池比较仪示值，V；

N'_x ——按下开关 K_s 时电池比较仪示值，V。

17.4 检定装置可以用标准电池比较仪、电位差计、数字电压表（测量端应无较大电容）或其他更先进的测量仪器。

18 替代法

它是用 2V 量程，将 E_n 值复现在数字表上来实现替代法的。

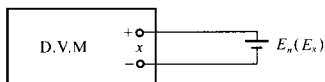


图 2 替代法线路

如图 2 所示，采用替代法在 DVM 上测量标准电池电动势值时，要用其 2V 量限分别

测量 E_n 和 E_x 。如数字电压表的示值分别为 N_n 、 N_x ，则被检标准电池在 20℃ 时的电动势值按式 (6) 计算：

$$E_{20 \cdot x} = E_{20 \cdot n} + N_x - N_n + \Delta E_c \times 10^6 \quad (6)$$

式中符号的意义同前。

四 检定结果处理和检定周期

19 标准电池电动势值检定的结果按表 11 的规定化整（在计算时要采用四舍五入及偶数法则）。

表 11

被检标准电池等级	检定结果数据末位数及表示方法
一等标准电池组	0.1μV，末位数小写
二等标准电池组	1μV，末位数大写
0.000 2 级	0.1μV，末位数小写
0.000 5 级	1μV，末位数大写
0.001 级	1μV，末位数大写
0.002 级	1μV，末位数大写
0.005 级	10μV，末位数大写
0.01 级	10μV，末位数大写

20 标准电池内阻值的检定结果采用四舍五入法则化整到 100Ω 这一位。

21 判断标准电池是否合格，一律以化整后的结果为准。

22 初次送检或不按周期送检的标准电池不定级。在检定结果通知书内要给出在 20℃ 或控制温度时的电动势值。

23 进行周期检定的标准电池，在检定证书内给出 20℃ 或控制温度时的电动势值及定等或定级结果（0.02 级标准电池在检定证书内不给数值，只标明合格与不合格）。

24 经检定不合格的标准电池，应说明不合格的情况。同不按周期送检标准电池一样，经过连续两年检定合格后，再重新定级。

25 老产品和进口的标准电池，根据连续 3 年（含 3 年）以上的检定结果按本规程定级。

26 标准电池的检定周期不得超过 1 年。

附录 1

差值替代法线路

1 差值替代法线路如下图所示。它是用低电势电位差计和简化电位差计线路组成的测量线路，测量标准的或被检的标准电池的电动势与过渡标准电池的电动势之差值。

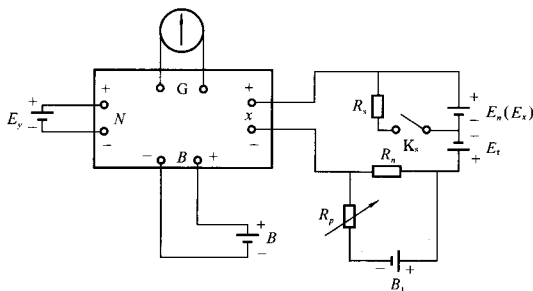


图 3 差值替代法线路

R_n —标准电池, $R_n = 10\Omega$ (误差不超过 $\pm 0.1\%$);

R_p —直流电阻箱, $R_p = 10 \times (10\,000 + 1\,000 + 100 + 10 + 1)\Omega$;

B_1 —简化电位差计线路的供电电池 (其余符号意义同前)。

2 低电势电位差计的误差应满足表 6 的规定, 其最小一个十进盘的步值不应大于 $0.1\mu\text{V}$ 。

3 检定步骤

3.1 以 I_x 作为标准调准电位差计工作电流。

3.2 调电位差计示值 (N_n) 使其符合

$$N_n = E_{20\cdot n} - 1.018\text{V} \quad (1)$$

3.3 将标准电池 E_n 接入线路, 然后调节电阻箱 R_p 使检流计 G 指零。

3.4 读取作为标准的和被检标准电池的温度 t_n 及 t_x 。

3.5 用标准电池 E_x 替代 E_n 接入线路, 调节电位差计示值, 使检流计 G 指零 (注意不要调节电阻箱 R_p) 记下电位差计的示值 N_x 。

3.6 被检的标准电池在 20°C 时的电动势值可以按下式计算:

$$E_{20\cdot x} = E_{20\cdot n} + N_x - N_n + \Delta E_c \times 10^6 \quad (2)$$

如果作为标准的和被检的标准电池处于同一温度下测量, 被检标准电池在 20°C 下的电动势值可以按下式计算:

$$E_{20\cdot x} = E_{20\cdot n} + N_x - N_n \quad (3)$$

式中符号意义同前。

附录 2

控温标准电池电动势值的测定方法及计算

控温标准电池电动势值的测定方法和一般标准电池的测定方法基本相同，所不同的是作为标准的标准电池存放在 20℃ 的油槽中，而控温电池置于 25 ~ 35℃ 的控温箱中。因此控温标准电池的检定最关键的问题是测温。在检定期间用一等或二等铂电阻温度计测量油槽的温度变化。

被检控温电池在控温点的电动势值可按下式计算：

$$E_x^t = E_n^{20} + N_x^t - N_n^t + a_n (t_n - 20)$$

当 $a_n \approx -40 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ 时，可以写成：

$$E_x^t = E_n^{20} + N_x^t - 40 (t_n - 20)$$

式中： E_x^t ——被检标准电池在温度为 t 时的电动势值；

E_n^{20} ——作为标准的标准电池在 20℃ 时的电动势值；

N_x^t ——对应于被检的标准电池比较仪的示值；

N_n^t ——对应于作为标准的标准电池比较仪的示值；

a_n ——作为标准的标准电池在 20℃ 时的温度系数；

t_n ——作为标准的标准电池的温度。