



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 757—2007

离 子 计

Ionometers

2007—11—21 发布

2008—05—21 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

离子计检定规程

Verification Regulation of Ionometers

JJG 757—2007
代替 JJG 757—1991
JJG 822—1993

本规程经国家质量监督检验检疫总局于 2007 年 11 月 21 日批准，并自 2008 年 5 月 21 日起施行。

归口单位：全国物理化学计量技术委员会

起草单位：中国测试技术研究院

本规程委托全国物理化学计量技术委员会负责解释

本规程主要起草人：

何 丘（中国测试技术研究院）

黄敢生（中国测试技术研究院）

参加起草人：

袁 礼（中国测试技术研究院）

陈 宇（中国测试技术研究院）

倪德志（中国测试技术研究院）

目 录

1 范围	(1)
2 概述	(1)
3 计量性能要求	(2)
3.1 准确度等级	(2)
3.2 示值误差	(2)
3.3 重复性	(2)
3.4 输入电流	(2)
3.5 输入阻抗	(2)
3.6 温度补偿器误差	(2)
3.7 温度测量误差	(2)
3.8 输出误差	(2)
3.9 稳定性	(2)
3.10 电源电压适应性	(2)
4 通用技术要求	(3)
4.1 外观及初步检查	(3)
4.2 斜率调节器调节范围	(3)
4.3 等电位调节器调节范围	(3)
4.4 定位调节器调节范围	(3)
4.5 绝缘电阻	(3)
5 计量器具控制	(3)
5.1 检定条件	(4)
5.2 检定项目	(4)
5.3 检定方法	(5)
5.4 检定结果的处理	(10)
5.5 检定周期	(10)
附录 A (0~100)℃ k_1 值	(11)
附录 B (0~100)℃ k_2 值	(12)
附录 C 输入电位与活度示值对照表	(13)
附录 D 输入电位与 Na^+ 浓度对照表 (活度系数 $f=1$)	(14)
附录 E 离子计检定原始记录格式	(15)
附录 F 检定证书内页格式 (首次检定)	(20)
附录 G 检定结果通知书内页格式	(21)

离子计检定规程

1 范围

本规程适用于用电极电位法测定离子活度的通用离子计、专用离子计的首次检定、后续检定和使用中检验。离子计型式评价和样机试验中有关计量性能试验也可参照本规程进行。

2 概述

离子计是测量溶液中离子活度的仪器，它是一台高阻抗直流电位测量仪器。离子计通过测量由溶液、离子选择电极与参比电极构成的电池电动势，从而测出溶液中离子活度。电池的电动势 E 与被测溶液中离子活度 a_x 的关系是：

$$E = E^0 \pm \frac{2.3026RT}{nF} \lg a_x \quad (1)$$

式中： E^0 ——起始电位，它包括离子电极“零电位”，参比电极电位和液接界电位等，V；

R ——气体常数， $8.3145 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ ；

T ——热力学温度， $(273.15 + t) \text{ K}$ ；

F ——法拉第常数， $9.6485 \times 10^4 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$ ；

n ——离子价数；

a_x ——离子活度。

$2.3026 \frac{RT}{nF}$ 称为电极电位的理论斜率，用 k 表示。则式(1)为 $E = E^0 \pm k \lg a_x$ ，当被测离子为正离子时， k 前用“-”；当被测离子为负离子时， k 前用“+”。

如果将 $-\lg a_x$ 用 pX 表示，则

$$E = E^0 \pm k \text{pX} \quad (2)$$

起始电位 E^0 通过标准溶液和离子计调节后消除得

$$\text{pX} = \pm \frac{E}{k} \quad (3)$$

如果将 pX 进行反对数转换，再乘以被测离子的摩尔质量，可得到离子活度：

$$a_x = 10^{-\text{pX}} M_x \quad (4)$$

式中： M_x ——被测离子的摩尔质量， g/mol 。

离子活度与浓度的关系是：

$$a_x = f c_x$$

式中： a_x ——离子活度；

f ——活度系数；

c_x ——离子浓度。

当 f 为常数时, 则可计算出溶液中被测离子浓度。

3 计量性能要求

3.1 准确度等级

仪器准确度等级按离子计的计量性能分为 0.2 级, 0.1 级, 0.05 级, 0.02 级, 0.01 级, 0.001 级。

3.2 示值误差

示值最大允许误差应不大于表 1 要求。

3.3 重复性

示值重复性应不大于表 1 要求。

3.4 输入电流

输入电流应不大于表 1 要求。

3.5 输入阻抗

输入阻抗应不小于表 1 要求。

3.6 温度补偿器误差

在任一补偿温度下, 输入相当于该温度下 3 pX 的电位值时, 温度补偿器最大允许误差应不大于表 1 要求。

3.7 温度测量误差

有温度传感器的离子计, 温度示值最大允许误差应不大于表 1 要求。

3.8 输出误差

有模拟电量输出的离子计, 输出电流或电压误差应不大于表 1 要求。

3.9 稳定性

电源电压不变, 1 h 内零点和示值变化应不大于表 1 要求。

3.10 电源电压适应性

电源电压在 (220 ± 22) V 变化时, 零点和示值变化应不大于表 1 要求。

表 1 计量性能、技术要求

仪器级别		0.2	0.1	0.05	0.02	0.01	0.001
分度值或最小显示值(pX)		0.2	0.1	0.05	0.02	0.01	0.001
最大允许误差	pX_I (pX)	± 0.1	± 0.05	± 0.03	± 0.01	± 0.01	± 0.002
	pX_{II} (pX)	± 0.2	± 0.1	± 0.05	± 0.02	± 0.02	± 0.005
	E/mV	$\pm 2\%FS$	$\pm 1\%FS$	$\pm 0.5\%FS$	$\pm 0.1\%FS$	$\pm 0.1\%FS$	$\pm 0.03\%FS$
	c_I	—	$\pm 5\%$	$\pm 3\%$	$\pm 1\%$	$\pm 1\%$	$\pm 0.3\%$
	c_{II}	—	$\pm 10\%$	$\pm 5\%$	$\pm 2\%$	$\pm 2\%$	$\pm 0.5\%$
重复性	$pX(pX)$	0.05	0.02	0.01	0.005	0.005	0.001
	E/mV	10	5	3	1	1	0.1
输入电流/A		10×10^{-12}	10×10^{-12}	5×10^{-12}	2×10^{-12}	2×10^{-12}	1×10^{-12}

表 1 (续)

输入阻抗/ Ω		0.3×10^{12}	0.3×10^{12}	0.5×10^{12}	1×10^{12}	1×10^{12}	3×10^{12}
温度补偿器	pX_I (pX)	± 0.1	± 0.05	± 0.03	± 0.01	± 0.01	± 0.001
最大允许误差	pX_{II} (pX)	± 0.2	± 0.1	± 0.05	± 0.02	± 0.02	± 0.002
稳定性(pX_I)		± 0.1	± 0.05	± 0.03	± 0.01	± 0.01	± 0.002
电源电压适应性(pX_I)		± 0.1	± 0.05	± 0.03	± 0.01	± 0.01	± 0.002
温度测量误差/ $^{\circ}\text{C}$		± 1.0	± 0.5	± 0.5	± 0.5	± 0.5	± 0.3
斜率调节范围		应超过 80%~100%，或说明书给出的指标					
等电位调节器 调节范围(pX)		通用离子计应超过 ± 5 ，专用离子计应超过 3					
定位调节器 调节范围(pX)		通用离子计应超过 ± 5 ，专用离子计应超过 3					
输出误差/%FS		± 1	± 1	± 1	± 1	± 1	—

注：1 对数显示仪器允许为表列值再加或减最小显示值 1 个字；

2 带“*”项目为次要项目。

4 通用技术要求

4.1 外观及初步检查

4.1.1 仪器应有标明产品名称、型号、规格、制造厂名、制造日期、出厂编号及仪器准确度等级的铭牌。2006 年 5 月 1 日以后制造的国产离子计应有标明制造计量器具许可证的标志、许可证编号。

4.1.2 仪器外观结构应完好无损，各调节器应能正常调节，各紧固件无松动。

4.1.3 电极插孔应完好、清洁、干燥。连接线插接应牢固无松动。

4.1.4 表面标线应均匀清晰，数字显示应清晰、完整。

4.1.5 指针式仪器，指针应平直，不得有卡滞、抖动等现象。

4.2 斜率调节器调节范围

斜率调节器调节范围应符合表 1 相应要求。

4.3 等电位调节器调节范围

等电位调节器调节范围应符合表 1 相应要求。

4.4 定位调节器调节范围

定位调节器调节范围应符合表 1 相应要求。

4.5 绝缘电阻

电源相、中线对地(机壳)的绝缘电阻应不小于 20 M Ω 。

5 计量器具控制

计量器具控制包括首次检定、后续检定和使用中检验。

5.1 检定条件

5.1.1 检定环境条件应符合表2的规定。

表2 检定环境条件

仪器级别	室温/℃	相对湿度/%RH	干扰因素
0.001	17~23	≤80	附近无强的机械振动和电磁干扰,空气中无腐蚀性气体。交流电源电压应稳定,频率(50±0.5)Hz
0.01; 0.02	10~30	≤80	
0.05; 0.1; 0.2	5~35	≤85	

5.1.2 检定设备

5.1.2.1 直流电位差计、与电位差计配套的标准电池和检流计,或专用检定仪等直流标准电位发生器,其准确度应高于被检离子计准确度的3倍。

5.1.2.2 $1 \times 10^9 \Omega$, $\pm 10\%$ 电阻一只; $3 \times 10^9 \Omega$, $\pm 10\%$ 或 $10 \times 10^9 \Omega$, $\pm 10\%$ 电阻一只,电阻应有良好的屏蔽。

5.1.2.3 绝缘电阻高于 $0.1 \times 10^{15} \Omega$ 的开关一只,相应的高绝缘接头、屏蔽线等。

5.1.2.4 数字多用表一台,量程不小于2V,直流电压最小分辨率优于 $10 \mu\text{V}$,扩展不确定度($k=2$)优于0.03%,电流最小分辨率优于0.1mA,扩展不确定度优于0.1%,($k=2$)。

5.1.2.5 温度传感器模拟装置(标准电阻箱: $0.01 \Omega \sim 10 \text{ k}\Omega$,扩展不确定度($k=2$)优于0.1%;直流电压: $0.01 \text{ mV} \sim 1 \text{ V}$,扩展不确定度($k=2$)优于0.05%)。

5.1.2.6 精密恒温水槽,控温范围($0 \sim 100$)℃,稳定度优于0.1℃。

5.1.2.7 标准温度计,测量范围($0 \sim 100$)℃,测量误差不大于0.1℃。

5.1.2.8 容量大于被检仪器功耗10倍、稳定度优于1%的交流稳压器一台,调压器一台。

5.1.2.9 500V兆欧表一只,10级。

5.1.2.10 (45~55)Hz, 0.5级频率表一只。

5.2 检定项目

检定项目见表3。

表3 检定项目表

序号	检定项目	首次检定	后续检定	使用中检验
1	外观和初步检查*	+	+	+
2	示值误差	+	+	+
3	重复性	+	+	+
4	输入电流	+	+	-
5	输入阻抗	+	+	-
6	温度补偿器误差	+	+	-

表 3 (续)

序号	检定项目	首次检定	后续检定	使用中检验
7	稳定性	+	+	-
8	电源电压适应性	+	-	-
9	输出误差	+	-	-
10	斜率调节器范围*	+	-	-
11	等电位调节器调节范围*	+	-	-
12	定位调节器调节范围*	+	-	-
13	绝缘电阻	+	-	-

注: 1 “+”表示应检项目,“-”表示可不检项目。

2 标“*”项目为次要项目。

5.3 检定方法

检定前按照仪器使用说明书要求预热。

5.3.1 检定按图 1 联接电路。

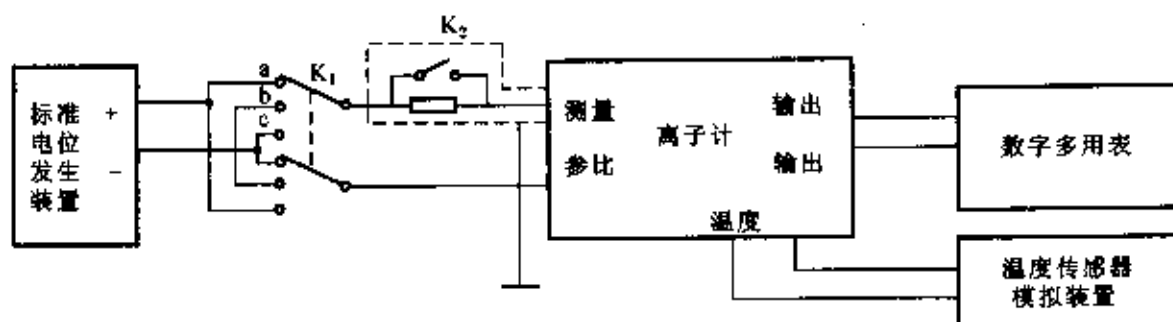


图 1 检定电路联接图

5.3.2 外观和初步检查

按 4.1 要求用目测和手感进行检查。

5.3.3 示值误差

5.3.3.1 电位示值

检定点间隔为 100 mV; 对最小分度 ≤ 2 mV 的仪器, 还应在 (0~100)mV 和靠近测量上限和测量下限的 100 mV 区间内, 每间隔 20 mV 检定一点; 对于最小分度 0.1 mV 的仪器, 还应在 (0.0~10.0)mV 区间每间隔 2.0 mV 检定一点。

离子计置电位测量功能, 输入端串联电阻短路, 向离子计输入零电位值, 调节离子计零点。分别用增加和减少输入电位的方法, 输入各检定点相应的电位值。按式(5)计算电位示值误差:

$$E_w = \frac{\bar{E}_p - E_b}{E_m} \times 100\% \quad (5)$$

式中: E_m ——满度电位值, mV;

E_b ——检定点输入电位值, mV;

$\overline{E}_p$ ——增加和减少输入时示值平均值, mV。

5.3.3.2 pX_I 示值

检定点间隔为 1 pX。对 0.01 级以上的离子计还应在 (0~1) pX 区间及在测量上限值至测量上限减 1 pX 区间, 以 0.2 pX 间隔检定一点。

离子计置 pX_I 测量功能, 温度补偿器置 25 ℃, 输入端串联电阻短路。输入零电位, 调节离子计示值为零电位 pX 值。有等电位调节器的离子计, 应按仪器说明书调节离子计等电位值, 再调节定位调节器使离子计示值为零电位 pX 值。斜率调节器置 100% 处, (对未标明斜率调节器位置的离子计, 应输入与离子计零电位 pX 值至测量上限 pX 值间隔相当的电位值, 此值按公式(6)算出, 调节斜率调节器, 使离子计示值为测量上限值。再输入零电位, 调节离子计定位至零电位 pX 值)。

$$E_x = k(pX_b - pX_0) \quad (6)$$

式中: E_x ——检定点电位标准值, mV;

k ——检定温度电极电位理论斜率(见附录 A), mV/pX;

pX_b ——检定点标称值, pX;

pX_0 ——零电位 pX 值, pX。

分别用增加和减少输入电位的方法, 输入各检定点相应的电位值。按式(7)计算 pX_I 示值误差:

$$pX_w = \overline{pX}_p - pX_{bi} \quad (7)$$

式中: $\overline{pX}_p$ ——检定点示值平均值, pX;

pX_{bi} ——输入值, pX。

5.3.3.3 pX_{II} 示值

对于采用模拟方式进行 mV-pX 转换的离子计, 还应将离子计置 pX_{II} 测量功能, 按检定 pX_I 示值的同样方法, 进行 pX_{II} 示值误差检定。不同温度的 k_2 值见附录 B。

5.3.3.4 活度 c_I 示值

离子计置活度(c_I)测量功能, 温度补偿器置 25 ℃, 斜率补偿器置 100%; 向离子计输入 59.160 mV 电位, 调节数显式离子计示值为 100, 指针式离子计示值为 1.00。根据离子计活度示值范围, 分别用增加和减少输入电位的方法, 输入附录 C 所列各电位中均匀分布的 10 个活度的电位值。按式(8)计算活度示值误差:

$$c_w = \frac{c_r - c_b}{c_b} \times 100\% \quad (8)$$

式中: c_r ——示值平均值;

c_b ——输入电位的对应理论活度示值。

对于直接显示离子活度的离子计, 应按照仪器说明书用两点法校正斜率后, 分别用增加和减少输入电位的方法, 输入 0.2, 0.4, 0.6, ..., 1.0, 2.0, 3.0 至最大 pX 值的电位值, 计算输入增加和减少时各点活度示值的平均值。按式(9)计算活度示值误差:

$$c_w = \frac{c_r - c_{bs}}{c_{bs}} \times 100\% \quad (9)$$

式中： c_r ——示值平均值；

c_{bs} ——根据输入电位及公式(4)计算得到的标准活度值。

注： Na^+ 输入电位与浓(活)度关系见附录D。

5.3.3.5 c_{II} 活度示值

对采用模拟方式进行 $\text{pX}-c$ 转换的离子计，还应将离子计置 c_{II} 测量功能，按检定 c_{I} 示值同样的方法，进行 c_{II} 示值误差检定。

5.3.3.6 以上示值误差各参量的检定中，在进行测量上限值检定时，如果示值超出上限不能读数，可将测量上限输入电位值减少 2~5 倍最大的允许误差值对应的电位量进行检定，作为测量上限检定结果。

5.3.4 输入电流

按 5.3.3.2 调节离子计示值为零电位值。输入回路串入 $1 \times 10^9 \Omega$ 高阻，观察记录离子计示值的变化。重复测量三次，求出示值变化的平均值 ΔpX 。按式(10)计算输入电流：

$$I = \frac{|\Delta \text{pX}| \cdot k}{R} \times 10^{-3} \quad (10)$$

式中： R ——串联电阻 R 的阻值。

若串高阻与不串高阻测量示值无变化，可将串联电阻 R 换为阻值更大的电阻，再次进行检定并计算输入电流。若串高阻与不串高阻测量示值仍无变化，可以判定离子计输入电流的影响小于最小显示值的 1/3，输入电流检定结果采用最小显示值的 1/3 作为示值变化量计算。

5.3.5 输入阻抗

按 5.3.3.1 要求离子计，分别输入正、负 1 000 mV 电位值（对于量程较小的离子计，输入 1/2 满量程的电位。以下检定项目，量程较小时参照执行），记录正、负输入的示值 V_{LI} 和 V_{L2} ，断开开关 K_1 ，串入 $1 \times 10^9 \Omega$ 高阻，向离子计输入正、负 1 000 mV 电位值，记录正、负输入的示值 V_{HI} 和 V_{H2} ，重复测量三次，分别求出不串高阻和串入高阻时示值算术平均值。按式(11)计算输入阻抗：

$$R_i = \frac{|\bar{V}_{\text{LI}} - \bar{V}_{\text{L2}}|}{|\bar{V}_{\text{HI}} - \bar{V}_{\text{H2}}|} \times R \quad (11)$$

式中： $\bar{V}_{\text{LI}}$ ——不串高阻时输入正 1 000 mV，示值平均值，mV；

$\bar{V}_{\text{L2}}$ ——不串高阻时输入负 1 000 mV，示值平均值，mV；

$\bar{V}_{\text{HI}}$ ——串入高阻时输入正 1 000 mV，示值平均值，mV；

$\bar{V}_{\text{H2}}$ ——串入高阻时输入负 1 000 mV，示值平均值，mV。

对于没有 mV 测量功能的离子计，输入阻抗检定方法：输入 0 pX 至测量上限减 1 pX 的电位值，分别记录不串高阻和串入高阻时示值，重复测量三次，求出不串高阻和串入高阻时示值算术平均值。按式(12)计算输入阻抗：

$$R_i = \frac{|\overline{pX}_L - \overline{pX}_0|}{|\overline{pX}_L - \overline{pX}_0| - |\overline{pX}_H - \Delta \overline{pX}_0|} \times R \quad (12)$$

式中: $\overline{pX}_L$ ——不串高阻时, pX 测量示值平均值, pX;

$\overline{pX}_0$ ——不串高阻时, 0 pX 示值平均值, pX;

$\overline{pX}_H$ ——串入高阻时, pX 测量示值平均值, pX;

$\Delta \overline{pX}_0$ ——串入高阻时, 0 pX 示值平均值, pX。

若串高阻与不串高阻测量示值无变化, 可将串联电阻 R 换为阻值更大的电阻, 再次进行检定并计算输入阻抗。若串高阻与不串高阻测量示值仍无变化, 可以判定离子计输入阻抗的影响小于最小显示值的 1/3, 输入阻抗检定结果采用最小显示值的 1/3 作为示值变化量计算。

对于采用低内阻电极进行测量的专用离子计, 输入阻抗和输入电流可以不作要求。

5.3.6 重复性

5.3.6.1 电位测量重复性

离子计置电位测量功能。输入回路串入高阻, 向离子计输入 300 mV 电位, 记录离子计示值。重复测量 6 次, 按式(13)计算离子计电位测量重复性:

$$s_E = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^6 (E_i - \bar{E})^2}{5}} \quad (13)$$

式中: E_i ——高阻状态, 第 i 次测量示值, mV;

$\bar{E}$ ——6 次测量示值的算术平均值, mV。

5.3.6.2 pX_I 测量重复性

按 5.3.3.2 调节离子计, 输入回路串入高阻, 向离子计输入相当于 6 pX 单位的电位值, 记录离子计示值, 重复测量 6 次, 按式(14)计算 pX 测量重复性:

$$s_{pX} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^6 (pX_{xi} - \overline{pX}_x)^2}{5}} \quad (14)$$

式中: pX_{xi} ——高阻状态, 第 i 次测量示值, pX;

$\overline{pX}_x$ ——6 次测量示值的算术平均值, pX。

5.3.7 温度补偿器误差

5.3.7.1 手动温度补偿的仪器

离子计置 pX_I 测量功能, 温度补偿器在其上限和下限之间调节, 离子计示值变化应符合其分度(或最小显示)值。然后将温度补偿器调到 25 ℃ 以外的温度进行检定, 检定点应选择包括温度补偿器上、下限两端点在内的有标称的温度点不少于 4 个。在每一温度检定点用增加和减少输入电位的方法, 各输入相当于该温度下 6 pX 值的电位, 求出增加和减少输入时示值的平均值, 按公式(15)计算温度补偿器误差:

$$\Delta pX_i = \frac{\overline{pX} - 6}{2} \quad (15)$$

式中: $\overline{pX}$ ——示值平均值。

5.3.7.2 自动温度补偿的仪器

有温度传感器的资料时,用相应的温度传感器模拟装置代替温度传感器,温度传感器模拟装置输入相应检定温度点的模拟值。在每一检定点用增加和减少输入电位的方法,各输入相当于该温度下 6 pX 值的电位,求出增加和减少输入时示值的平均值。按公式(15)计算温度补偿器误差。

当没有温度传感器的资料时,可采用以下方法检定:将离子计温度传感器放置于精密恒温水槽中,分别设恒温温度为各检定点温度,用增加和减少输入电位的方法,各输入相当于该温度下 6 pX 值的电位,求出增加和减少输入时示值的平均值。按公式(15)计算温度补偿器误差。

5.3.7.3 对于采用模拟方式进行 mV-pX 转换的离子计,还应将离子计置 pX_{II} 测量功能,按检定 pX_I 温度补偿器误差同样的方法,检定离子计 pX_{II} 温度补偿器误差。

5.3.8 温度测量误差

将离子计温度传感器放入精密恒温水槽中,调节水温为 5, 25 和 45 ℃,离子计温度示值与标准温度值之差即为温度示值误差。

5.3.9 输出误差

对带有模拟输出的离子计,在进行 5.3.3.2 pX_I 示值误差检定时,将数字多用表接在离子计输出端,记录离子计输出值。按式(16)计算输出误差。

$$\Delta_i = \frac{A_i - A_b}{A_m} \times 100\% \quad (16)$$

式中: Δ_i ——第 i 次输出误差;

A_i ——第 i 次数字多用表读数;

A_b ——检定点的标称输出值;

A_m ——满量程输出值。

5.3.10 稳定性

按 5.3.3.2 调节离子计,在以下检定过程中,不得对离子计再作任何调节。记录零电位示值 pX₀;向离子计输入 6 pX 单位的电位值,记录示值 pX_h。每隔 10 min 重复测量一次,共测 7 次。按式(17)和式(18)计算稳定性。

$$\Delta pX_0 = pX_{0\max} - pX_0 \quad (17)$$

式中: ΔpX_0 ——输入为零时稳定性;

$pX_{0\max}$ ——7 次测量零电位最大漂移时示值;

pX_0 ——第一次测量示值。

$$\Delta pX_h = pX_{h\max} - pX_{h\min} \quad (18)$$

式中: ΔpX_h ——6 pX 单位测量时示值稳定度;

$pX_{h\max}$ ——7 次测量最大漂移时示值;

$pX_{h\min}$ ——第一次测量示值。

5.3.11 电源电压适应性

按 5.3.3.2 调节离子计,输入 0 pX 和 6 pX 值,记录离子计示值,调节电源电压从

220 V 递增至 242 V, 稳定 10 min 后, 记录输入 0 pX 和 6 pX 时示值, 然后将电源电压递减到 198 V, 稳定 10 min 后, 记录输入 0 pX 和 6 pX 时示值。改变电源电压时 0 pX 示值和 6 pX 示值与电源电压 220 V 时示值之差为离子计电源电压适应性。

5.3.12 斜率调节器范围

按 5.3.3.2 调节离子计, 再将斜率调节器分别置于调节范围的两个端点, 向离子计输入电位使离子计指示 6 pX 值, 记录输入的电位值 E_{ab} 。按式(19)分别计算斜率调节器上、下限值。

$$E_{ab} \quad (19)$$

式中: E_{ab} ——斜率为 100% 时, 离子计 6 pX 示值输入的电位值。

5.3.13 等电位调节器调节范围

有等电位调节器的离子计按 5.3.3.2 调节, 将等电位调节器至两个端点, 记录离子计指示值变化范围。

5.3.14 定位调节器调节范围

按 5.3.3.2 调节离子计, 旋转定位调节器, 记录离子计指示值变化范围。

5.3.15 绝缘电阻

离子计的电源插头不接入电网, 电源开关置接通位置, 用兆欧表测量电源线相、中线与地线(机壳)之间的绝缘电阻。

5.4 检定结果的处理

5.4.1 首次检定结果全部符合本规程要求的为合格仪器, 发给检定证书。证书应给出各项检定结果数据和仪器级别。

5.4.2 后续检定, 凡离子计的主要项目(表 1、3 中不带“*”的项目)全部符合本规程要求, 而其他次要项目若有不合格, 但不影响使用的, 也可判定为合格仪器, 发给检定证书, 并注明不合格项目。

5.4.3 后续检定, 主要项目有不合格的, 判定为该级别不合格的仪器允许降级使用, 但必须符合所降至级别的要求, 按降级的级别发给检定证书。若降至最低级别仍不合格, 则判定为不合格, 发给检定结果通知书, 并注明不合格项目及数据。

5.4.4 对修理及长期存放后计量性能可能有变化的仪器, 其后续检定按首次检定要求进行。

5.5 检定周期

检定周期为 1 年。修理后或对测量结果有疑问时, 应及时检定。

附录 A

(0~100)°C k_1 值

$t/^\circ\text{C}$	k/mV	$t/^\circ\text{C}$	k/mV
0	54.199	50	64.120
5	55.191	55	65.113
10	56.183	60	66.105
15	57.176	65	67.097
20	58.168	70	68.089
25	59.161	75	69.081
30	60.153	80	70.073
35	61.146	85	71.065
38	61.739	90	72.057
40	62.136	95	73.049
45	63.128	100	74.042

附录 B

 $(0\sim 100)^{\circ}\text{C}$ k_2 值

$t/^{\circ}\text{C}$	k/mV	$t/^{\circ}\text{C}$	k/mV
0	27.100	50	32.060
5	27.596	55	32.556
10	28.092	60	33.052
15	28.588	65	33.548
20	29.084	70	34.044
25	29.580	75	34.540
30	30.076	80	35.037
35	30.572	85	35.533
38	30.870	90	36.029
40	31.068	95	36.525
45	31.564	100	37.021

附录 C

输入电位与活度示值对照表

输入电位/mV		活度示值	
e_1	e_0	数字式	指针式 (活度单位)
17.809	8.904	20	0.20
35.618	17.809	40	0.40
46.035	23.018	60	0.60
53.427	26.713	80	0.80
59.160	29.580	100	1.00
63.844	31.922	120	—
67.805	33.902	140	—
71.236	35.618	160	—
74.262	37.131	180	—
76.969	38.484	200	1.20
87.386	43.693	300	1.30
94.778	47.389	400	1.40
100.511	50.256	500	1.50
105.195	52.598	600	1.60
112.586	56.293	800	1.80
118.320	59.160	1 000	2.00
123.004	61.502	1 200	—
126.965	63.482	1 400	—
130.396	65.198	1 600	—
133.422	66.711	1 800	—
134.811	67.406	1 900	—
136.129	68.064	2 000	2.20
153.937	76.969	4 000	2.40
164.355	82.178	6 000	2.60
171.746	85.873	8 000	2.80
177.479	88.740	10 000	3.00

附录 D

输入电位与 Na^+ 浓度对照表 (活度系数 $f=1$)

输入电位	0	5.916	11.832	17.748	23.664	29.580
pNa	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
浓度/(mg/L)	23 000	18 270	11 527	9 156	7 273	
输入电位	35.496	41.412	47.328	53.244	59.160	118.320
pNa	0.6	0.7	0.8	0.9	1	2
浓度/(mg/L)	5 589	4 589	3 589	2 589	1 589	230.0
输入电位	1480	236.640	295.800	354.960	414.120	473.280
pNa	3	4	5	6	7	8
浓度/($\mu\text{g/L}$)	3 000	2 300	230.0	23.00	2.300	0.230 0

注: 1 表中输入 59.160 mV 时定位为 1 pNa。

2 1 pNa 之间的中间值与 0 pNa 和 1 pNa 之间的数值相同的, 只是小数点向左顺序移动。

附录 E

离子计检定原始记录格式

检定/校准日期 年 月 日 共 页 第 页

记录编号		证书编号	字 号		结 论	
送检单位			检定员		核验员	
样品名称			型号规格		等 级	
制造厂			出厂编号		生产日期	
环境条件	温度: ℃ 湿度: %RH		备注			
主要计量基标准器						
名 称			型号规格		编 号	
有效期			证书号		等 级	
依据的技术文件: JJG 757—2007 《离子计检定规程》						

(一) 外观和初步检查

(二) 离子计示值误差 pX 等电位值: 温度补偿器值: ℃

输入值	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1	2	3	4	5	6	7
示 值	1											
	2											
平均												
ΔpX												
输入值												
示 值	1											
	2											
平均												
ΔpX												

pX₂

输入值		0	0.2	0.4	0.6	0.8	1	2	3	4	5	6	7
示值	1												
	2												
平均													
ΔpX													
输入值													
示值	1												
	2												
平均													
ΔpX													

mV

+输入		0	2	4	6	8	10	20	40	60	80	100	200	300
示值	1													
	2													
平均														
误差														
+输入		400	500	600	700	800	900	1 000	1 100	1 200	1 300	1 400	1 500	1 600
示值	1													
	2													
平均														
误差														
+输入		1 700	1 800	1 900	1 920	1 940	1 960	1 980	1 990	1 992	1 994	1 996	1 998	
示值	1													
	2													
平均														
误差														
-输入		0	2	4	6	8	10	20	40	60	80	100	200	300
示值	1													
	2													
平均														
误差														

- 输入		400	500	600	700	800	900	1 000	1 100	1 200	1 300	1 400	1 500	1 600
示 值	1													
	2													
平均														
误差														
- 输入		1 700	1 800	1 900	1 920	1 940	1 960	1 980	1 990	1 992	1 994	1 996	1 998	
示 值	1													
	2													
平均														
误差														

C

输入电位	17.809	35.618	46.035	53.427	59.160	76.968	87.386	94.777	100.510	105.195	112.587
示 值	1										
	2										
平均											
ΔpX											
输入电位	118.32	123.003	126.964	130.395	133.421	134.810	136.128	153.937	164.355	171.749	177.479
示 值	1										
	2										
平均											
ΔpX											

(三) 输入电流 温度补偿器示值 $^{\circ}\text{C}$

串联电阻	电 计 示 值				输入电流	备注
	1	2	3	平均		
0 Ω					pA	
1 Ω						

(四) 输入阻抗

串联电阻	输入/mV	电 计 示 值			平均	变量	变化量	阻抗
0 Ω						/		
1 Ω						/		

(五) 离子计重复性

串联电阻	输入电位 /mV	电 计 示 值						s
		1	2	3	4	5	6	
1T Ω	300							
1T Ω	177.480							

(六) 温度补偿误差

温度补偿 器示值/℃	输入电位 /mV	电 计 示 值 /pX				标称值 /pX	误差 /pX
		1	2	3	平均		

(七) 温度测量误差

输入量					
标准温度/℃					
示值/℃					
$\Delta T/^\circ\text{C}$					

(八) 输出误差

输入值/pX	0	2	4	6	8	10				
示值 /pX	1									
	2									
平均/pX										
Δ										

(九) 稳定性

时间/10min	0	1	2	3	4	5	6	ΔpX_{max}
pX_0								
pX_n								
电源电压	仪器示值		电源电压		仪器示值		备 注	
220V	pX	pX	242V	pX	pX			
220V	pX	pX	198V	pX	pX			

(十) 电源电压适应性

时间/10min	0	1	2	3	4	5	6	$\Delta pX_{\max}$
pX_0								
pX_n								
电源电压	仪器示值		电源电压		仪器示值		备 注	
220V	pX	pX	242V	pX	pX			
220V	pX	pX	198V	pX	pX			

(十一) 斜率补偿范围

斜率补偿器位置	输入电位/mV			范围	备注
	1	2	平均		

(十二) 等电位调节范围

电位调节器位置			调节范围	备 注

(十三) 定位调节范围

定位调节器位置			调节范围	备 注

(十四) 绝缘电阻

附录 F

检定证书内页格式（首次检定）

检 定 项 目	检 定 结 果	
外观和初步检查		
示值误差	E	
	pX_I	
	pX_{II}	
	c_I	
	c_{II}	
重复性	pX_I	
	E	
输入电流		
输入阻抗		
温度补偿器误差		
温度测量误差		
输出误差		
稳定性		
电源电压适应性		
斜率调节器范围		
调节器调节范围		
定位调节器调节范围		
绝缘电阻		

注：1 对于可降级使用的仪器需加：

该离子计××××项目检定结果为××××，不符合规程该级别的要求，降为×××级使用。

2 对后续检定的证书，未进行检定的项目不在证书中列出。

附录 G

检定结果通知书内页格式

检 定 项 目	检 定 结 果	
外观和初步检查		
示值误差	E	
	pX_I	
	pX_{II}	
	c_I	
	c_{II}	
重复性	pX_I	
	E	
输入电流		
输入阻抗		
温度补偿器误差		
温度测量误差		
输出误差		
稳定性		
电源电压适应性		
斜率调节器范围		
调节器调节范围		
定位调节器调节范围		
绝缘电阻		

该离子计××××项目检定结果为××××，不符合规程的要求，判为不合格。