2022 11 04 T/31221012002745310107C28132022
ICS 号：71.040.01
中国标准文献分类号：N 53

团 体 标 准

T/STIC110046-2022

Electrochemical analytical instruments

2022-06-10 发 布 2022-06-20 实 施

发 布

22101213873631

目 次

前言 III
1 范围 1
2 规范性引用文件 1
3 术语和定义 1
4 技术要求 2
4.1 pH 计 2
4.2 离子计（pX） 6
4.3 电导率仪 12
4.4 溶解氧测定仪 17
4.5 多参数分析仪 22
5 仪器使用环境和要求 22
5.1 外观、结构和功能要求 22
5.2 仪器参比环境 23
5.3 仪器安全要求 23
5.4 静电放电抗干扰度 23
5.5 仪器运输、贮存基本环境 23
6 通用性试验 24
6.1 安全要求试验 24
6.2 静电放电抗干扰度 24
6.3 运输、贮存基本环境试验 24
6.4 成套性检验 25
7 检验规则 25
7.1 检验分类 25
7.2 出厂检验 25
7.3 型式试验 25
8 标志、包装、运输、贮存 27
8.1 标志 27
8.2 包装 27
8.3 运输 28
8.4 贮存 28

图 1 电子单元试验接线图 14
图 2 溶解氧测定仪接线 19
图 3 三线制泄漏电流试验连接图 24

表 1 pH 电子单元基本误差测试表......4
表 2 温度电子单元基本误差测试表......5
表 3 pH/pX$_{Ⅰ}$电子单元基本误差测试表......9
表 4 pX$_{Ⅱ}$电子单元基本误差测试表......9
表 5 温度电子单元基本误差测试表......10
表 6 电导率、电阻率及 TDS 电子单元基本误差测试表......15
表 7 不同电导率、电阻率和 TDS 范围对应的测量上限值......15
表 8 盐度电子单元基本误差测试表......16
表 9 温度电子单元基本误差测试表......16
表 10 溶解氧电子单元基本误差测试表......20
表 11 温度电子单元基本误差测试表......20
表 12 溶解氧电子单元温度补偿示值误差测试表......21
表 13 检验项目及判别表......26

前　　言

本文件按照 GB/T 1.1－2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替 T/SCA 110046－2019《“上海品牌”评价认证依据：电化学分析仪》，与 T/SCA 110046－2019 相比，除规范性引用文件采用最新版本及编辑性修改外，其余做了以下修改：

——修改了 4.1.1.3 分辨率 b) mV：0.1mV，修改为 0.01mV。（见 4.1.1.3，2019 版 3.1.1.3）

——修改了 4.2.3.10 电子单元的稳定性，由于 JJG 757－2018《离子计》删除了该试验方法，本文件修改了该试验方法。（见 4.2.3.10，2019 版 3.2.3.10）

——修改了 4.4.3.9 仪器示值误差，增加了溶解氧浓度＞20.0mg/L 的试验方法。（见 4.4.3.9，2019 版 3.4.3.4.6）

——删除了 定型检验部分内容。（见2019版6.3）

——修改了 8.4 贮存“相对湿度≤ 80%”修改为“相对湿度≤ 85%”。（见 8.4，2019 版 7.4）

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由上海市检验检测认证协会提出并归口管理。

本文件由上海市检验检测认证协会发布。

本文件起草单位：上海仪电科学仪器股份有限公司、上海市检验检测认证协会、中国质量认证中心、中认尚动（上海）检测技术有限公司、上海中认尚科新能源技术有限公司、上海雷磁传感器科技有限公司。

本文件主要起草人：金建余、刘艳、金春法、王火萍、朱埔达、吴蔚、丁斌斌、张敬业。

本文件承诺执行单位：上海仪电科学仪器股份有限公司、上海市检验检测认证协会、中国质量认证中心、中认尚动（上海）检测技术有限公司、上海中认尚科新能源技术有限公司、上海雷磁传感器科技有限公司。

本文件历次版本发布情况为：

——T/SCA 110046－2019

电化学分析仪

1 范围

本文件规定了实验室 pH 计、离子计、电导率仪、溶解氧测定仪和多参数分析仪（以下简称仪器）的基本参数、要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存等。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 2828.1－2012 / ISO 2859－1:1999 计数抽样检验程序 第 1 部分：按接受质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划。

GB/T 2829－2002 周期检验计数抽样程序及抽样表(适用于对过程稳定性的检验)

GB/T 11007－2008 电导率仪试验方法

GB/T 11165－2005 实验室 pH 计

GB/T 17626.2－2018 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 26800－2011 电导电极

GB/T 26811－2011 离子选择电极

GB/T 27501－2011 pH 测定用缓冲溶液制备方法

GB/T 27502－2011 电导率仪测量用标准溶液制备方法

GB/T 27503－2011 电导率仪的试验溶液 氯化钠溶液制备方法

JJG 119－2018 实验室 pH（酸度）计

JJG 291－2018 覆膜电极溶解氧测定仪

JJG 376－2007 电导率仪

JJG 757－2018 离子计

3 术语和定义

3.1

pH potential of hydrogen

也称酸碱度，是衡量水溶液的酸碱程度。pH 的定义是氢离子活度的负对数值，即 pH=-log[H^+]。

3.2

电导率 electrical conductivity

电导率是物质传递电流的能力，是电阻率的倒数。

3.3

溶解氧 dissolved oxygen

指溶解在水中的分子态氧，通常记作DO，用每升水中氧的毫克数和饱和百分率表示。

4 技术要求

4.1 pH 计

4.1.1 pH 计的基本参数

4.1.1.1 仪器级别

0.001 级

4.1.1.2 测量范围

测量范围如下:

a) pH：(0.000～14.000) pH；电子单元显示：(-2.000～20.000) pH；

b) mV：(-2000.00～2000.00)mV；

c) 温度：(-5.0～130.0)℃。

4.1.1.3 分辨率

分辨率如下:

a) pH：0.001 pH；

b) mV：0.01 mV；

c) 温度：0.1℃。

4.1.1.4 温度补偿范围

手动或自动温度补偿范围：(-5.0～130.0)℃。

4.1.2 pH 计的性能

4.1.2.1 电子单元示值误差

pH、mV和温度的电子单元示值误差应符合下列要求：

a) pH：±0.002 pH；

b) mV：±0.1 mV 或 ± 0.03%;

c) 温度：±0.1℃。

注：pH的最大允许误差，为给定的 pH 值±最小显示值，以下同。

4.1.2.2 电子单元重复性

pH 和 mV 的电子单元重复性应符合下列要求：

a) pH：0.001 pH;

b) mV：0.1 mV。

4.1.2.3 电子单元输入电流

电子单元输入电流：≤ 1×10^{-12}A。

4.1.2.4 电子单元输入阻抗

电子单元输入阻抗：≥$3\times10^{12}\Omega$。

4.1.2.5 电子单元温度补偿器误差

电子单元温度补偿器误差：±0.001 pH 。

4.1.2.6 电子单元稳定性

电子单元稳定性：±0.002 pH / 3 h 。

4.1.2.7 仪器的示值误差

pH 和温度的仪器示值误差应符合下列要求：

a） pH：±0.01 pH ;

b） 温度：± 0.3℃(0.0 ℃≤T≤60.0 ℃)；允许误差范围在±1.0 ℃ 内(在其它范围)。

4.1.2.8 仪器的重复性

仪器的重复性：0.005 pH 。

4.1.2.9 环境温度变化对电子单元的影响偏差

环境温度变化对电子单元的影响误差：±50μV/℃。

4.1.3 pH 计的试验方法

4.1.3.1 试验参比条件

仪器应在下列参比条件下进行试验：

a) 环境温度：(23±2)℃；

b) 相对湿度：45%～75%；

c) 供电电源：直流通用电源(DC 24V/3A，内正外负)；

d) 周围无影响性能的振动存在；

e) 周围空气中无腐蚀性的气体存在；

f) 周围除地磁场外无其他影响性能的电磁场干扰。

4.1.3.2 试验仪器与设备

试验仪器与设备如下：

a) 标准直流信号源：准确度优于 0.01%；

b) 交流 / 直流电阻箱：精确度为 0.1 级；

c) 电阻：1GΩ，其误差为±10%，电阻必须具有良好屏蔽；

d) 标准水银温度计：二等，最小刻度为 0.05℃，(0～50)℃和(50～100)℃；

e) 冷热恒温槽：控温精度为±0.1℃（若控温精度达不到±0.1℃，测量或校准时应准确读取温度计读数，依此值为准）；

f) pH 复合电极和温度电极；

g) 标准缓冲溶液：pH 4.003、pH 6.864、pH 9.182 三种；

h) 500V 兆欧表；

i) 功率不低于 0.25 kVA 的击穿试验设备；

j) 泄露电流测试仪。

4.1.3.3　pH 标准缓冲溶液制备

按 GB/T 27501—2011 中规定的方法制备，在本文件中的溶液代号为 A、B、C(符合GB/T 11165—2005 中表 11)。

4.1.3.4　仪器预热

仪器必须在参比条件下放置 2 h, 开机预热 0.5 h 后再进行各项试验。

4.1.3.5　电子单元示值误差

电子单元示值误差应符合下列要求：

a)　电子单元的调节：

按 GB/T 11165—2005 图 1 接线(不接温度传感器)；

电子单元开机后，进入 pH 测量状态。

电子单元 pH 标定：

在 pH 标定状态下，电子单元分别输入314.726 mV（1.680 pH）和-323.008 mV（12.460 pH），对电子单元进行二点标定。

b)　pH 值示值误差

电子单元标定完毕后，使电子单元处于pH 测量状态。按表1 依次输入 pH 对应的mV 值，按 GB/T 11165—2005中5.5.2.2 规定的方法进行试验，计算其误差，其结果应符合4.1.2.1a的要求。

表 1　pH 电子单元基本误差测试表

pH 值	-2.000	-1.000	0.000	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000	8.000	9.000
pH 对应电位 mV	532.431	473.272	414.112	354.954	295.795	236.636	177.477	118.318	59.159	0.000	-59.159	-118.318
pH 值	10.000	11.000	12.000	13.000	14.000	15.000	16.000	17.000	18.000	19.000	20.000	——
pH 对应电位 mV	-177.477	-236.636	-295.795	-354.954	-414.112	-473.272	-532.431	-591.590	-650.749	-709.908	-769.067	——

c)　mV 示值误差

按 GB/T 11165—2005 中 5.5.3 规定的方法进行试验，其结果应符合 4.1.2.1b 的要求。

d)　温度示值误差

电阻箱接入电子单元温度插座，电阻箱按表 2 输出电阻值，然后，按公式（1）计算电子单元在某一点的基本误差，取最大偏差为温度示值误差，其结果应符合 4.1.2.1c 的要求。

$$\Delta t_i = T_{bi} - T_b \qquad (1)$$

式中：

Δt_i—— 电子单元在该测量点的温度基本误差，单位为摄氏度（℃）；

T_{bi}—— 电子单元显示的温度值，单位为摄氏度（℃）；

T_b—— 测量点的标称温度值，单位为摄氏度（℃）。

表 2　温度电子单元基本误差测试表

电阻箱阻值 Ω	9532.0	7352.9	4481.1	2813.1	2252.0	1814.5	1199.7	811.4
标称温度值 ℃	-5.0	0.0	10.0	20.0	25.0	30.0	40.0	50.0
电阻箱阻值 Ω	560.3	394.5	282.6	206.1	152.8	115.25	88.57	69.34
标称温度值 ℃	60.0	70.0	80.0	90.0	100.0	110.0	120.0	130.0

4.1.3.6　电子单元的重复性

按 GB/T 11165—2005 中 5.10 规定的方法进行试验，其结果应符合 4.1.2.2 的要求。

4.1.3.7　电子单元输入电流

按 GB/T 11165—2005 中 5.7 规定的方法进行试验，其结果应符合 4.1.2.3 的要求。

4.1.3.8　电子单元输入阻抗

按 JJG 119—2018 中 6.4.9 规定的方法进行试验，其结果应符合 4.1.2.4 的要求。

4.1.3.9　电子单元温度补偿误差

按 GB/T 11165—2005 中5.9 规定方法进行试验（其中温度传感器用电阻模拟）。在-5.0℃、25.0℃、40.0℃、60.0℃、80℃和 110℃ 这 6 个温度补偿点进行试验，其各温度点对应的模拟电阻值按表 2 要求输入，按 GB/T 11165—2005 中公式（7）计算，取最大偏差，其结果应符合 4.1.2.5 的要求。

4.1.3.10　电子单元稳定性

按 GB/T 11165—2005 中 5.12 规定的方法进行试验，其结果应符合 4.1.2.6 的要求。

4.1.3.11　仪器示值误差

仪器示值误差应符合下列要求：

4.1.3.11.1　pH 值示值误差

a)　仪器选用配套电极应符合 GB/T 11165—2005 中 5.6.2 要求；
b)　仪器用一级 pH 标准缓冲溶液进行试验；pH 标准缓冲溶液的温度应稳定在 25.0℃(不接温度传感器)；
c)　仪器处于 pH 标定状态。把 pH 电极分别放入 A 溶液和 C 溶液中进行标定。清洗电极，把电极放入 B 溶液中，待 pH 示值稳定后，记下仪器示值；
d)　重复 c）六次，按 GB/T 11165—2005 中公式 (4) 计算仪器的示值误差，其结果应符合 4.1.2.7a 的要求。

4.1.3.11.2　温度示值误差

将温度传感器接入仪器并将温度传感器探头浸入恒温槽中的溶液中，同时用水银温度计测量恒温槽中的溶液温度，稍待片刻，将仪器显示的温度值与水银温度计的读取值相比较，在10.0℃、25.0℃、

40.0℃、60.0℃、80.0℃温度点附近分别进行试验，按公式（1）计算，取最大偏差，其结果应符合4.1.2.7b 的要求。

4.1.3.12 仪器的重复性

按 GB/T 11165—2005 中 5.11 规定的方法进行试验，其结果应符合 4.1.2.8 的要求。

4.1.3.13 环境温度变化对电子单元的影响偏差

按 GB/T 11165—2005 中 5.14 规定的方法进行试验，其结果应符合 4.1.2.9 的要求。

4.2 离子计（pX）

4.2.1 离子计（pX）的基本参数

4.2.1.1 仪器级别

0.001 级。

4.2.1.2 测量范围

测量范围如下：

a） pH/pX：(0.000～14.000) pH/ pX；电子单元 pH 显示：(-2.000～20.000) pH；

b） 浓度：(0～19990) mg/L；

c） mV：(-2000.00～2000.00) mV；

d） 温度：(-5.0～130.0)℃。

4.2.1.3 分辨率

分辨率如下：

a） pH/pX：0.001 pX；

b） 浓度：四位有效数字（科学计数法表示）；

c） mV：0.01 mV；

d） 温度：0.1℃。

4.2.2 离子计的性能

4.2.2.1 电子单元示值误差

pX、mV、浓度和温度的电子单元示值误差应符合下列要求：

a） pX：pH/pX$_{Ⅰ}$：±0.002 pH/pX；pX$_{Ⅱ}$：±0.005pX；

b） mV：±0.1mV 或 ±0.03%；

c） 浓度：±0.3%；

d） 温度：±0.1℃。

注：pH/pX的最大允许误差，为给定的pH/pX值±最小显示值，以下同。

4.2.2.2 电子单元重复性

pH/pX、mV的电子单元重复性应符合下列要求：

a） pH/pX：0.001pH/pX；

b） mV：0.1 mV。

4.2.2.3 电子单元输入电流

电子单元输入电流：≤ 1×10^{-12} A。

4.2.2.4 电子单元输入阻抗

电子单元输入阻抗：≥ 3×10^{12} Ω。

4.2.2.5 电子单元温度补偿器误差

pH/pX$_{Ⅰ}$、pX$_{Ⅱ}$的电子单元温度补偿器误差应符合下列要求：
pH/pX$_{Ⅰ}$：±0.001 pH/pX；
pX$_{Ⅱ}$：±0.002 pX 。

4.2.2.6 电子单元稳定性

电子单元稳定性：(±0.002 pH/ pX) / 3 h。

4.2.2.7 仪器的示值误差

pX 和温度的仪器示值误差应符合下列要求：
a） pX：±0.01pX；
b） 温度：±0.3℃(0.0 ℃≤T≤60.0 ℃)；允许误差在±1.0 ℃内 （在其它温度范围）。

4.2.2.8 仪器的重复性

仪器的重复性：≤ 0.005 pX。

4.2.2.9 环境温度变化对电子单元的影响偏差

环境温度变化对电子单元的影响偏差：±50 μV / ℃。

4.2.3 离子计的试验方法

4.2.3.1 参比条件

仪器应在下列参比条件下进行试验：
a) 环境温度：(23±2)℃；
b) 相对湿度：(45～75)%；
c) 供电电源：直流通用电源(DC 24V/3A，内正外负)；
d) 周围无影响性能的振动存在；
e) 周围空气中无腐蚀性的气体存在；
f) 周围除地磁场外无其他影响性能的电磁场干扰试验设备。

4.2.3.2 试验设备

试验设备如下：
a) 标准直流信号源：准确度优于 0.01%；
b) 交/直流电阻箱：精确度为 0.1 级；
c) 交流稳压器：稳压精度优于 1%的 1 kVA；
d) 电阻：（1～10）GΩ，其误差为±10%，电阻必须具有良好屏蔽；
e) 水银温度计：最小刻度为 0.1℃的 (0～50)℃ 和(50～100)℃；

f） 冷热恒温槽：控温精度为±0.1℃（若控温精度达不到±0.1℃，测量或校准时应准确读取温度计读数，依此值为准）；
g） 氟离子电极和温度电极；
h） 500 V 兆欧表；
i） 功率不低于 0.25 kVA 的击穿试验设备；
j） 泄露电流测试仪。

4.2.3.3 试验用溶液的制备方法

4.2.3.3.1 标准溶液

精确称取 4.20 g 分析纯氟化钠溶于蒸馏水中，定容至 1000 mL，贮存于塑料瓶中，此溶液为 1×10^{-1} mol/L F^-；

1×10^{-2} mol/L F^-：取 1×10^{-1} mol/L F^-溶液100 mL，稀释至 1000 mL；

1×10^{-3} mol/L F^-：取 1×10^{-2} mol/L F^-溶液 100 mL，稀释至1000 mL。

4.2.3.3.2 总离子强度调节剂 (TISAB)

称取 58.8 g 分析纯二水柠檬酸钠（$Na_3C_6H_5O_7\cdot2H_2O$），再称取 85 g 分析纯硝酸钠（$NaNO_3$），溶于蒸馏水中，用 HCl 调节溶液至 pH 为5～6，稀释至 1000 mL。

4.2.3.3.3 试验用溶液

pF2：取1×10^{-1} mol/L F^-溶液10mL，加总离子强度调节剂 (TISAB)20mL，用蒸馏水稀释至100 mL；
pF3：取1×10^{-2} mol/L F^-溶液10mL，加总离子强度调节剂 (TISAB)20mL，用蒸馏水稀释至100 mL；
pF4：取1×10^{-3} mol/L F^-溶液10mL，加总离子强度调节剂 (TISAB)20mL，用蒸馏水稀释至100 mL。

4.2.3.4 仪器预热

仪器必须在参比条件下放置 2 h，开机预热 0.5 h 后再进行各项试验。

4.2.3.5 电子单元示值误差

电子单元示值误差应符合下列要求：

4.2.3.5.1 电子单元的连接

电子单元的连接应依据 JJG 757—2018 图 1 接线(不接温度传感器)。

4.2.3.5.2 pH/pX_I 电子单元示值误差：

a） 电子单元标定
电子单元开机后，选择 pH 或 pX、测量模式为连续测量。
- pH 标定

在 pH 标定状态下，电子单元分别输入314.726 mV（1.680pH）和-323.008 mV（12.460pH），对电子单元进行二点标定。
- pX 标定

将离子设定为“Na+”（一价离子），在pX标定状态下，电子单元分别输入-118.318 mV（对应标称 pX 值为 2），-709.908 mV（对应标称 pX 值为12），对电子单元进行标定。

b） pH/pX_I电子单元示值误差

电子单元标定完毕后，使电子单元处于 pH 或 pX 测量状态。按表 3 依次输入 pH 或 pX 对应的mV值，按 GB/T 11165—2005 中 5.5.2.2 规定的方法进行试验，并计算其误差值，其结果应符合 4.2.2.1a 的要求。

表 3　pH/pX$_{I}$电子单元基本误差测试表

pH/pX值	-2.000	-1.000	0.000	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000	8.000	9.000
pH 对应电位 mV	532.431	473.272	414.112	354.954	295.795	236.636	177.477	118.318	59.159	0.000	-59.159	-118.318
pX 对应电位 mV	——	——	-0.000	-59.159	-118.318	-177.477	-236.636	-295.795	-354.954	-414.112	-473.272	-532.431
pH/pX值	10.000	11.000	12.000	13.000	14.000	15.000	16.000	17.000	18.000	19.000	20.000	——
pH 对应电位 mV	-177.477	-236.636	-295.795	-354.954	-414.112	-473.272	-532.431	-591.590	-650.749	-709.908	-769.067	——
pX 对应电位 mV	-591.590	-650.749	-709.908	-769.067	-828.226	——	——	——	——	——	——	——

4.2.3.5.3　pX$_{II}$电子单元示值误差

a)　电子单元校准：

电子单元开机后，将离子设定为“Ca^{2+}”（二价离子），然后，进入 pX 测量状态。

电子单元 pX 标定：

在 pX 标定状态下，电子单元分别输入-59.159 mV（2.000 pX）和-354.954 mV（12.000 pX），对电子单元进行二点标定。

b)　pX$_{II}$ 电子单元基本误差：

电子单元标定完毕后，使电子单元处于pX测量状态。按表4 依次输入 pX 对应的 mV 值，按 JJG 757—2018 中 5.5.4.2 规定的方法进行试验，计算其误差，其结果应符合4.2.2.1a的要求。

表 4　pX$_{II}$电子单元基本误差测试表

pX 值	0.000	0.200	0.400	0.600	0.800	1.000	2.000	3.000
输入 mV	0.00	-5.916	-11.832	-17.748	-23.664	-29.580	-59.159	-88.739
pX 值	4.000	5.000	6.000	7.000	8.000	9.000	10.000	11.000
输入 mV	-118.318	-147.898	-177.477	-207.057	-236.636	-266.216	-295.795	-325.375
pX 值	12.000	13.000	13.200	13.400	13.600	13.800	14.000	
输入 mV	-354.954	-384.534	-390.449	-396.365	-402.281	-408.197	-414.113	

4.2.3.5.4　mV 示值误差

按 JJG 757—2018 中 5.5.4.1 规定的方法进行试验，其结果应符合 4.2.2.1b 的要求。

4.2.3.5.5　浓度示值误差

在准备状态下，将离子设定为“Na^{+}”（一价离子）。测量模式选择为“直读浓度”、浓度单位选择“mg/L”。电子单元分别输入-59.159 mV（100.0）和 -177.477 mV（10000），对电子单元进行二点标定。

然后按表 3 输入 mV 值，按公式（2）计算浓度示值误差，取最大偏差，其结果应符合 4.2.2.1c 的要求。

$$C_W = \frac{C_\tau - C_b}{C_b} \times 100\% \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \text{（2）}$$

式中：

C_τ—— 示值平均值；

C_b—— 输入电位的对应理论浓度示值。

4.2.3.5.6 温度示值误差

电阻箱接入电子单元温度插座，电阻箱按表 5 输出电阻值，然后，按公式（3）计算电子单元在某一点的基本误差，取最大偏差，其结果应符合 4.2.2.1d 的要求。

$$\Delta T_i = T_i - T_{bi} \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \text{（3）}$$

式中：

ΔT_i —— 电子单元在该测量点的温度基本误差，单位为摄氏度（℃）；

T_i—— 测量点的标称温度值，单位为摄氏度（℃）。

T_{bi}—— 电子单元显示的温度值，单位为摄氏度（℃）；

表 5 温度电子单元基本误差测试表

电阻箱阻值 Ω	9532.0	7352.9	4481.1	2813.1	2252.0	1814.5	1199.7	811.4
标称温度值 ℃	-5.0	0.0	10.0	20.0	25.0	30.0	40.0	50.0
电阻箱阻值 Ω	560.3	394.5	282.6	206.1	152.8	115.25	88.57	69.34
标称温度值 ℃	60.0	70.0	80.0	90.0	100.0	110.0	120.0	130.0

4.2.3.6 电子单元重复性

按 JJG 757—2018 中 5.5.5 规定的方法进行试验，其结果应符合 4.2.2.2 的要求。

4.2.3.7 电子单元输入电流

按 JJG 757—2018 中 5.5.6 规定的方法进行试验，其结果应符合 4.2.2.3 的要求。

4.2.3.8 电子单元输入阻抗

按 JJG 757—2018 中 5.3.7 规定的方法进行试验，其结果应符合 4.2.2.4 的要求。

4.2.3.9 电子单元温度补偿误差

按 JJG 757—2018 中 5.5.8 规定的方法进行试验。各温度对应的模拟电阻值按表 5 输入，其结果应符合 4.2.2.5 的要求。

4.2.3.10 电子单元的稳定性

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 pX_0；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（4）和式（5）计算稳定性，其结果应符合 4.2.2.6 的要求。

$$\Delta pX_0 = pX_{0max} - pX_0 \qquad (4)$$

式中：

ΔpX_0——输入为零时稳定性；

pX_{0max}——7 次测量零电位最大漂移时示值；

pX_0——第一次测量示值。

$$\Delta pX_h = pX_{hmax} - pX_h \qquad (5)$$

式中：

ΔpX_h——6 pX 单位测量时示值稳定性；

pX_{hmax}——7 次测量最大漂移时示值；

pX_h ——第一次测量示值。

4.2.3.11 仪器示值误差

仪器示值误差应符合下列要求：

a） pX 示值误差

- 选合适的氟离子选择电极为测量电极，饱和甘汞电极作为参比电极，按 GB/T 26811—2011 标准对电极进行预处理。按 4.2.3.3 配制 pF2、pF3、pF4 的氟化钠标准溶液，将上述三种溶液存放在三只聚乙烯烧杯中。试验溶液的温度为(25.0±0.2)℃，并把三只烧杯放在电磁搅拌器上，使三种溶液处于相同的搅拌状态。
- 仪器处于 pX 标定状态。把对电极分别放入 pF4 和 pF2 溶液中进行标定。清洗电极，把电极放入 pF3 溶液中，待 pX 示值稳定后，记下仪器示值。
- 重复 b）六次，按公式 (6) 计算，其结果应符合 4.2.2.7a 的要求。

$$\Delta pX = \frac{\sum_{i=1}^{6} pX_i}{6} - pX_b \qquad (6)$$

式中：

ΔpX——pX 基本误差，pX；

pX_i——第 i 次的 pX 值读数，pX；

pX_b——被测溶液的 pX 标称值，pX。

b） 温度示值误差

将温度传感器接入仪器并将温度传感器探头浸入恒温槽中的溶液中，同时用水银温度计测量恒温槽中的溶液温度，稍待片刻，将仪器显示的温度值与水银温度计的读取值相比较，仪器应在10.0℃、25.0℃、 40.0℃、60.0℃、80.0℃这几个温度点附近分别进行试验，按公式（3）计算，取最大偏差，其结果应符合 4.2.2.7b 的要求。

4.2.3.12 仪器重复性

将电极对放入 pF 3 的氟化钠溶液中，显示稳定后，记下显示的 pXi 值。使电极对离开溶液，间隔几分钟，重复上述测量六次，每次测量不必清洗电极。按公式 (7) 计算仪器的重复性误差，其结果应符合 4.2.2.8 的要求。

$$s=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{6}(pX_i-\overline{pX})^2}{5}} \qquad \cdots\cdots(7)$$

式中：

s—— 6 次测量所得的标准偏差，pX；

pX_i—— 第 i 次测量值，pX；

$\overline{pX}$ —— 6次测量值的平均值，pX。

4.2.3.13 环境温度变化对电子单元的影响偏差

按 GB/T 11165—2005 中 5.14 规定的方法进行试验，其结果应符合 4.2.2.9 的要求。

4.3 电导率仪

4.3.1 电导率仪的基本参数

4.3.1.1 仪器级别

0.5 级。

4.3.1.2 测量范围

测量范围如下：

a) 电导率：0.000 μ S/cm～3000mS/cm；

电极常数及对应电导率测量范围：

0.001cm^{-1}	0.000μS/cm～1.999μS/cm
0.01cm^{-1}	0.000μS/cm～19.99μS/cm
0.1cm^{-1}	0.200μS/cm～199.9μS/cm
1.0cm^{-1}	2.00μS/cm～19.99mS/cm
10.0cm^{-1}	20.0μS/cm～199.9mS/cm
100cm^{-1}	200μS/cm～3000mS/cm

b) 电阻率：5.00Ω•cm～100.0MΩ•cm；

c) TDS：0.000 mg/L～1000g/L；

d) 盐度：盐的质量百分数 0.00%～8.00%；

e) 温度：(-5.0～130.0)℃。

4.3.1.3 电导池常数

电导池常数：0.01、0.1、1.0、10、100 cm^{-1}。

4.3.1.4 被测介质温度

被测介质温度： (0～50.0) ℃。

4.3.1.5 电导池常数补偿范围

电导池常数补偿范围：常数标称值的 ±20%。

4.3.1.6 温度补偿范围

温度补偿范围：(0～50.0)℃；

4.3.1.7 基准温度

电导率及 TDS 基准温度：25.0℃；
盐度基准温度：18.0℃。

4.3.2 电导率仪的性能

4.3.2.1 电子单元基本误差

电导率、电阻率、TDS、盐度和温度的电子单元基本误差应符合下列要求：

a) 电导率：±0.5%(FS)；
b) 电阻率：±0.5%(FS)；
c) TDS：±0.5%(FS)；
d) 盐度：±0.1%；
e) 温度：±0.1℃。

4.3.2.2 电子单元的电导池常数示值误差

电子单元的电导池常数示值误差：±0.005 cm^{-1}。

4.3.2.3 电子单元的温度系数示值误差

电子单元的温度系数示值误差：±0.08%/℃。

4.3.2.4 电子单元重复性

电子单元重复性：≤0.17%(FS)。

4.3.2.5 电子单元的稳定性

电子单元的稳定性：±0.17%(FS)/3 h。

4.3.2.6 环境温度变化对电子单元的影响误差

环境温度变化对电子单元的影响误差：±0.17% (FS)。

4.3.2.7 仪器的基本误差

电导率、盐度和温度的仪器基本误差应符合下列要求：

a) 电导率：±0.80%(FS)；
b) 盐度：±0.2%；
c) 温度：±0.3℃(0℃≤ T≤60℃)，±1.0℃(其他温度范围)。

4.3.2.8 仪器的重复性

仪器的重复性：≤ 0.40%(FS)。

4.3.3 电导率仪的试验方法

4.3.3.1 试验参比条件

仪器应在下列参比条件下进行试验：

a) 环境温度：(23±2)℃；

b) 相对湿度：(45～75)%(在 25℃时)；
c) 供电电源：通用直流电源(DC 9V/800mA，内正外负)；
d) 周围无影响性能的振动存在；
e) 周围空气中无腐蚀性的气体存在；
f) 周围除地磁场外无其他影响性能的电磁场干扰。

4.3.3.2 试验仪器与设备

试验仪器与设备如下：
a) 交/直流电阻箱：精确度为 0.1 级；
b) 冷热超级恒温槽：控温精度为 ±0.2℃；
c) 水银温度计：二等，最小刻度为 0.1℃，(0～50)℃；
d) 水银温度计：二等，最小刻度为 0.1℃，(50～100)℃；
e) 交流稳压电源：稳压精度优于 ±1%的 1 kVA；
f) 电导电极和温度电极；
g) 500 V 兆欧表；
h) 功率不低于 0.25 kVA 的击穿试验设备；
i) 泄露电流测试仪。

4.3.3.3 试验溶液的配制

按 GB/T 27502－2011 的方法，配制 0.1 mol/L，0.01 mol/L，0.001 mol/L 的标准溶液。
按 GB/T 27503－2011 的方法，配制 4% 的氯化钠标准溶液。

4.3.3.4 仪器预热

仪器必须在参比条件下放置 2 h，开机预热 0.5 h 后再进行各项试验。

4.3.3.5 电子单元基本误差

电子单元基本误差应符合下列要求：
a) 电导率、电阻率及 TDS 基本误差
按图 1 接线，电子单元不接温度传感器。仪器分别进入电导率、电阻率、TDS 测量状态。按表 6 依次输入模拟量，然后根据公式 (8) 计算电子单元基本误差 δ_0，其结果应符合4.3.2.1a、4.3.2.1b、4.3.2.1c的要求，其中公式 (8) 中测量范围的上限制值根据表 7 规定。（其中：电极常数设置为1.000）

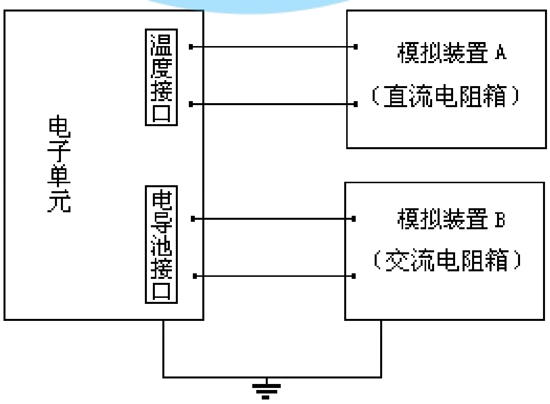

图 1 电子单元试验接线图

$$\delta_0 = \frac{\kappa - \kappa_b}{\kappa_f} \times 100\% \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (8)$$

式中：

κ——仪器显示电导率值，单位为微西门子每厘米（μS/cm）；

κ_b——标准电导率值，单位为微西门子每厘米（μS/cm）；

κ_f——电导率测量范围的上限值，单位为微西门子每厘米（μS/cm）。

表 6　电导率、电阻率及 TDS 电子单元基本误差测试表

电导率测试点 μS/cm	5.00	10.00	12.50	18.00	25.0	50.0	80.0	100.0	125.0	180.0
电阻率测试点 Ω·cm	200.0k	100.0k	80.0k	55.6k	40.0k	20.0k	12.50 k	10.00 k	8.00 k	5.56 k
TDS 测试点 (mg/L)	2.50	5.00	6.25	9.00	12.50	25.0	40.0	50.0	62.5	90.0
测试点电阻 kΩ	200.0	100.0	80.0	55.5555	40.000	20.000	12.5000	10.0000	8.0000	5.5555
电导率测试点 μS/cm	250	500	800	1000	1800	10.00 mS/cm	18.00 mS/cm	——	——	——
电阻率测试点 Ω·cm	4.00k	2.00k	1250	1000	556	100.0	55.6	——	——	——
TDS 测试点 mg/L	125.0	250	400	500	900	5.00 g/L	9.00 g/L	——	——	——
测试点电阻 kΩ	4.0000	2.0000	1.2500	1.0000	0.5555	0.1000	0.0555	——	——	——

表 7　不同电导率、电阻率和 TDS 范围对应的测量上限值

电导率范围	测量上限值	电阻率范围	测量上限值
0.000μS/cm ～ 1.999μS/cm	1.999μS/cm	5.00Ω·cm～19.99Ω·cm	19.99Ω·cm
2.000μS/cm ～ 19.99μS/cm	19.99μS/cm	20.0Ω·cm～199.9Ω·cm	199.9Ω·cm
20.00μS/cm ～ 199.9μS/cm	199.9μS/cm	200Ω·cm～1999Ω·cm	1999Ω·cm
200.0μS/cm ～ 1999 μS/cm	1999 μS/cm	2.00kΩ·cm～19.99kΩ·cm	19.99kΩ·cm
2.00mS/cm ～ 19.99mS/cm	19.99mS/cm	20.0kΩ·cm～199.9kΩ·cm	199.9kΩ·cm
20.0mS/cm ～199.9mS/cm	199.9mS/cm	200kΩ·cm～1999kΩ·cm	1999kΩ·cm
200mS/cm ～1999mS/cm	1999mS/cm	2.00MΩ·cm～19.99MΩ·cm	19.99MΩ·cm
2000mS/cm ～3000mS/cm	3000mS/cm	20.0MΩ·cm～100.0MΩ·cm	100.0MΩ·cm
TDS 范围	测量上限值	——	
0.000 mg/L ～0.999 mg/L	0.999 mg/L	——	
1.000 mg/L ～9.99 mg/L	9.99 mg/L	——	
10.00 mg/L ～99.9 mg/L	99.9 mg/L	——	
100 mg/L ～999 mg/L	999 mg/L	——	
1.00g/L ～9.99g/L	9.99 g/L	——	
10.0 g/L ～99.9g/L	99.9 g/L	——	
100 g/L ～1000g/L	1000 g/L	——	

b)　盐度基本误差

按“模式”键，使仪器处于盐度测量状态，按表 8 依次输入模拟量，并按公式(9)计算盐度基本误差 δ_{0i}，取最大偏差，其结果应符合 4.3.2.1d 的要求。

$$\delta_{0i} = c_i - c_{bi} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (9)$$

式中：

c_i——仪器显示盐度值；

c_{bi}——标准盐度值。

表 8　盐度电子单元基本误差测试表

测试点 %	8.01	7.00	5.94	5.00	4.00	3.00	1.98	1.00	0.10
测试点电阻 Ω	9.9	11.1	12.8	14.9	18.2	23.7	34.9	65.4	585.2

c）　温度基本误差

电阻箱接入电子单元温度传感器插座，电阻箱按表 9 输出电阻值，读取电子单元温度示值，按公式(10)计算各点的温度示值误差△T_i，取最大偏差，其结果应符合 4.3.2.1e 的要求。

$$\Delta T_i = T_i - T_{bi} \quad \text{(10)}$$

式中：

T_i—— 电子单元各测量点的读数值，单位为摄氏度（℃）；

T_{bi}——各测量点的标称温度值，单位为摄氏度（℃）。

表 9　温度电子单元基本误差测试表

电阻箱阻值 Ω	9532.0	7352.9	4481.1	2813.1	2252.0	1814.5	1199.7	811.4
标称温度值 ℃	-5.0	0.0	10.0	20.0	25.0	30.0	40.0	50.0
电阻箱阻值 Ω	560.3	394.5	282.6	206.1	152.8	115.25	88.57	69.34
标称温度值 ℃	60.0	70.0	80.0	90.0	100.0	110.0	120.0	130.0

4.3.3.6　电子单元电导池常数示值误差

按 JJG 376—2007 中 7.3.4 规定的方法进行试验，其结果应符合 4.3.2.2 的要求。

4.3.3.7　电子单元温度系数示值误差

按 JJG 376—2007 中 7.3.5 规定的方法进行试验，其结果应符合 4.3.2.3 的要求。

4.3.3.8　电子单元重复性

按 GB/T 11007—2008 中第 5.4.4.1 规定的的方法试验，其结果应符合 4.3.2.4 的要求。

4.3.3.9　电子单元的稳定性

按 GB/T 11007—2008 中第 5.4.7.2 规定的的方法试验，其结果应符合 4.3.2.5 的要求。

4.3.3.10　环境温度变化对电子单元的影响偏差

按 GB/T 11007—2008 中第 5.4.8.2 规定的的方法试验，其结果应符合 4.3.2.6 的要求。

4.3.3.11　仪器基本误差

仪器基本误差应符合下列要求：

a）　电导率基本误差

配套用电导电极按 GB/T 26800—2011 的要求，选用常数 1.0 cm^{-1} 的铂黑电极。

在电导率测量状态下，按 JJG 376—2007 中 7.3.7 规定的方法进行试验，其结果应符合 4.3.2.7a 的要求。

b）　盐度基本误差

配套用电导电极应符合 GB/T 26800－2011 的要求，选用常数 1.0 cm^{-1} 的铂黑电极。

将标准溶液置于恒温槽中，恒温槽设定为 18.0 ℃，温度精确至 ±0.1℃。仪器不接温度传感器。在盐度测量状态，将电极浸入氯化钠标准溶液中，待读数稳定后，读取仪器显示值，并计算与氯化钠标准溶液的标称值 4.00% 的差值，其结果应符合 4.3.2.7b 的要求。

c） 温度基本误差

将温度传感器接入仪器并将温度传感器探头浸入恒温槽中的溶液中，同时用水银温度计测量恒温槽中的溶液温度，稍待片刻，将仪器显示的温度值与水银温度计的读取值相比较，仪器应在10.0℃、25.0℃、40.0℃、60.0℃、80.0℃这几个温度点附近分别进行试验，按公式（10）计算，取最大偏差，其结果应符合 4.3.2.7c 的要求。

4.3.3.12 仪器的重复性

按 GB/T 11007－2008 中第 5.4.4.2 的方法试验，其结果应符合 4.3.2.8 的要求。

4.4 溶解氧测定仪

4.4.1 溶解氧测定仪的基本参数

4.4.1.1 测量范围

测量范围如下：

a） 溶解氧浓度：(0.0～20.00) mg/L，显示范围：(0～90.00) mg/L；

b） 溶解氧饱和度：(0.0～600.0)%；

c） 温度：(-5.0～130.0)℃。

4.4.1.2 基准温度

基准温度：(20±1)℃。

4.4.1.3 被测溶液自动温度补偿范围

被测溶液自动温度补偿范围：(0.0～45.0)℃。

4.4.1.4 盐度校准范围

盐度校准范围：(0.0～50.0) g/L。

4.4.1.5 气压校准范围

气压校准范围：(60.0～110.0) kPa。

4.4.2 溶解氧测定仪的性能

4.4.2.1 电子单元示值误差

溶解氧浓度、饱和度和温度的电子单元示值误差应符合下列要求：

a） 溶解氧浓度：±0.10 mg/L；

b） 溶解氧饱和度：±2.0 %；

c） 温度：±0.1℃。

4.4.2.2 电子单元稳定性

电子单元稳定性：（±0.07 mg/L）/3 h。

4.4.2.3 电子单元温度补偿误差

电子单元温度补偿误差：(±0.10 mg/L)/15℃。

4.4.2.4 零值误差

零值误差：≤0.10 mg/L。

4.4.2.5 响应时间

响应时间应：≤45 s (20.0 ℃时 90 % 响应)。

4.4.2.6 仪器示值误差

溶解氧浓度、饱和度和温度的要求示值误差应符合下列要求：

a) 溶解氧浓度：

≤20.00 mg/L：±0.30 mg/L；

＞20.00 mg/L：±10.0%（仅限型式试验）。

b) 溶解氧饱和度：±10.0%；

c) 温度：±0.3℃ (0.0 ℃≤T≤60.0 ℃)；±1.0 ℃（其它范围）。

4.4.2.7 仪器重复性

仪器重复性：≤0.15 mg/L 。

4.4.2.8 盐度补偿误差

仪器的盐度补偿误差应不超过 ±2% 。

4.4.3 溶解氧测定仪的试验方法

4.4.3.1 参比条件

仪器应在下列参比条件下进行试验：

a) 环境温度：(23±2)℃ ；

b) 相对湿度：≤85% ；

c) 供电电源：直流通用电源(DC 24V/3A，内正外负)；

d) 气压：当时大气压；

e) 试验用水：蒸馏水；

f) 周围无影响性能的振动存在；

g) 周围空气中无腐蚀性的气体存在；

h) 周围除地磁场外无其他影响性能的电磁场干扰。

4.4.3.2 试验设备

试验设备如下：

a) 供测定溶解氧所需的化学试剂及玻璃器皿；

b) 空气泵；

c) 冷热超级恒温槽：控温精度为 0.1℃(若控温精度达不到 0.1℃，测量或校准时应准确读取温度计读数，依此值为准)；
d) 水银温度计：二等，最小刻度为 0.1℃的 (0～50)℃ 和 (50～100)℃；
e) 秒表；
f) 直流电阻箱：分辨率为 1 Ω 的 (0～10) MΩ 范围和分辨率为 0.01 Ω 的 (0～10) kΩ 范围；
g) 溶解氧传感器；
h) 温度传感器；
i) 泄漏电流测试仪；
j) 500 V 兆欧表；
k) 功率不低于 0.25 kVA 的击穿试验设备。

4.4.3.3 仪器预热

仪器必须在参比条件下放置 2 h ，开机预热 0.5 h 后再进行各项试验。

4.4.3.4 电子单元示值误差

电子单元示值误差应符合下列要求：

a) 电子单元连接
按图 2 接线：

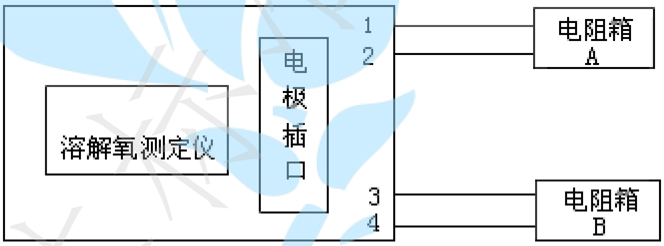

图 2 溶解氧测定仪接线

b) 电子单元校准
- 开机后，电子单元进入溶解氧浓度测量状态。
- 零氧校准：调节电阻箱 A (2252 Ω ± 100 Ω)，使电子单元温度显示为 25.0 ℃。断开电阻箱 B 上的连线。对电子单元进行零氧校准。
- 满度校准：连接电阻箱 B，电阻箱 B 输出 1400 kΩ，对电子单元进行满度校准。
- 气压设置：将大气压设置为 101.3 kPa。
- 盐度设置：将盐度设置为 0.0 g/L。

c) 溶解氧浓度值示值误差
使电子单元处于溶解氧浓度测量状态。按表 10 电阻箱 B 输出电阻值。然后，按公式(11)计算电子单元在某一测量点的示值误差，取最大偏差，其结果应符合 4.4.2.1a 的要求。

$$\Delta DO_i = DO_i - DO_{bi} \quad \text{(11)}$$

式中：
ΔDO_i—— 电子单元在某一测量点的示值误差，单位为毫克每升（mg/L）；
DO_i——电子单元在某一点的测量值，单位为毫克每升（mg/L）；
DO_{bi} ——某一测量点的标称值，单位为毫克每升（mg/L）。

表 10　溶解氧电子单元基本误差测试表

电阻值 kΩ	7000	3500	2333.33	1750	1400	1166.67	1000	875	777.78	700	636.36	583.33
溶解氧浓度值 mg/L	1.65	3.30	4.95	6.60	8.25	9.90	11.55	13.20	14.85	16.50	18.15	19.80
溶解氧饱和度 %	20.0	40.0	60.0	80.0	100.0	120.0	140.0	160.0	180.0	200.0	220.0	240.0
电阻值 kΩ	538.46	500	466.67	385	330	288.75	256.67	233.33	192.5	165	144.38	128.33
溶解氧浓度值 mg/L	21.45	23.10	24.75	30.00	35.00	40.00	45.00	49.5	60.00	70.00	80.00	90.00
溶解氧饱和度 %	260.0	280.0	300.0	363.6	424.2	484.8	545.4	600.0	——	——	——	——

d) 溶解氧饱和度示值误差

操作仪器使电子单元处于溶解氧饱和度测量状态。按表 11 电阻箱 B 输出阻值。仪器显示值与检测点的标准溶解氧饱和度值之差。取最大偏差，其结果应符合 4.4.2.1b 的要求。

e) 温度示值误差

按表 11 电阻箱 A 输出电阻值。然后，按式 (12) 计算电子单元在某一点的基本误差，取最大偏差，其结果应符合 4.4.2.1c 的要求。

$$\Delta T_i = T_i - T_{bi} \qquad \cdots\cdots (12)$$

式中：

ΔT_i——电子单元在某一点的温度示值误差，单位为摄氏度（℃）；

T_{bi}——电子单元在某一点的温度测量值，单位为摄氏度（℃）；

T_i——某一测量点的标称温度值，单位为摄氏度（℃）。

表 11　温度电子单元基本误差测试表

电阻箱阻值 Ω	9532.0	7352.9	4481.1	2813.1	2252.0	1814.5	1199.7	811.4
标称温度值 ℃	-5.0	0.0	10.0	20.0	25.0	30.0	40.0	50.0
电阻箱阻值 Ω	560.3	394.5	282.6	206.1	152.8	115.25	88.57	69.34
标称温度值 ℃	60.0	70.0	80.0	90.0	100.0	110.0	120.0	130.0

4.4.3.5　电子单元稳定性

操作仪器使电子单元处于溶解氧浓度测量状态。调节电阻箱 A(2252Ω±100Ω)，使电子单元显示 25.0℃。电阻箱 B 输出 1400 kΩ，待读数稳定后，记下第一次示值，以此示值为基准，然后每隔 15 min记录一次读数，连续记录 3 h，计算每次示值与基准值的差值，取最大偏差，其结果应符合 4.4.2.2的要求。

4.4.3.6　电子单元温度补偿示值误差

操作仪器使电子单元处于溶解氧浓度测量状态。按表 12 电阻箱 A 和电阻箱 B 分别输出电阻值。然后，按式 (13) 计算电子单元温度补偿误差，取最大值作为电子单元温度补偿误差，其结果应符合 4.4.2.3 的要求。

表 12　溶解氧电子单元温度补偿示值误差测试表

标称温度值 ℃	10.0	25.0	40.0
电阻箱 A Ω	4481.1	2252.0	1199.7
电阻箱 B kΩ	2272.24	1400	991.164
溶解氧浓度标称值 mg/L	11.26	8.25	6.43

$$\Delta E = E_i - E_{bi} \quad \cdots\cdots (13)$$

式中：

ΔE—— 电子单元在该测量点的示值误差，单位为毫克每升（mg/L）；

E_i—— 电子单元在该测量点的示值，单位为毫克每升（mg/L）；

E_{bi}—— 该测量点的标称值，单位为毫克每升（mg/L）。

4.4.3.7 零值误差

按 JJG 291—2018 中 5.3.3 规定的方法进行试验，其结果应符合 4.4.2.4 的要求。

4.4.3.8 响应时间

按 JJG 291—2018 中 5.3.4 规定的方法进行试验，其结果应符合 4.4.2.5 的要求。

4.4.3.9 仪器示值误差

仪器示值误差应符合下列要求：

a) 仪器校准

下列操作均在温度为 (20±1) ℃，控温精度为 ±0.1 ℃ 的恒温槽中进行：

- 将大气压设置为 101.3 kPa；将盐度设置为 0.0 g/L。
- 零氧校准：将溶解氧传感器放入 5% 的新鲜配制的亚硫酸钠溶液中，待读数稳定后，对仪器进行零氧校准。
- 满度校准：把溶解氧传感器从溶液中取出，用水冲洗干净，把电极置于恒温槽中，水温调至(20±1)℃，在鼓泡及搅拌的情况下，待读数稳定后，对仪器进行满度校准，仪器完成校准后返回溶解氧浓度测量状态。

b) 溶解氧浓度值

1） 溶解氧浓度：≤20.00 mg/L

仪器校准后，使仪器处于溶解氧浓度测量状态。把电极置于恒温槽中，在鼓泡及搅拌的情况下，按 JJG 291－2018 中 5.3.5 的方法读取示值，计算仪器示值与该温度下饱和溶解氧浓度值的差值。将水温调至 (10±1) ℃与 (30±1) ℃(应准确读取温度计读数，依此值为准)，在上述两个温度条件下进行试验。按式（14）计算仪器基本误差，其结果应符合 4.4.2.6a 的要求。

$$\Delta A_i = A_x - A_s \quad \cdots\cdots (14)$$

式中：

ΔA_i —— 溶解氧浓度误差，单位为毫克每升（mg/L）；

A_x—— 测量点溶解氧浓度示值，单位为毫克每升（mg/L）；

A_s—— 测量点溶解氧浓度理论值，单位为毫克每升（mg/L）。

2） 溶解氧浓度：＞20.00 mg/L（仅限型式试验）

仪器校准后，使仪器处于溶解氧浓度测量状态。把电极置于恒温槽中，水温调至 (20±1) ℃，用含有高浓度氧的标准气体进行鼓泡，在搅拌的情况下，读取示值，计算仪器示值与溶解氧浓度理论值的差值。按式（15）计算仪器基本误差，其结果应符合 4.4.2.6a 的要求。

$$\Delta A_i = A_x - A_s \times \frac{C_{02}}{0.209} \qquad (15)$$

式中：

ΔA_i—— 溶解氧浓度误差，单位为毫克每升（mg/L）；

A_x—— 测量点溶解氧浓度示值，单位为毫克每升（mg/L）；

A_s —— 测量点溶解氧浓度理论值，单位为毫克每升（mg/L）；

C_{02}—— 标准气体中氧气的体积分数；

0.209—— 空气中氧气的体积分数。

c） 溶解氧饱和度

操作仪器，使仪器处于溶解氧饱和度测量状态。同时记录仪器示值，按公式（16）计算仪器基本误差，取最大偏差，其结果应符合 4.4.2.6b 的要求。

$$\Delta B_i = B_x - 100\% \qquad (16)$$

式中：

ΔB_i—— 溶解氧饱和度误差；

B_x—— 测量点溶解氧饱和度读数值；

100% —— 测量点溶解氧饱和度理论值。

d） 温度

将温度传感器接入仪器并将温度传感器探头浸入恒温槽中的溶液中，同时用水银温度计测量恒温槽中的溶液温度，稍待片刻，将仪器显示的温度值与水银温度计的读取值相比较，仪器应在10.0℃、25.0℃、40.0℃、60.0℃、80.0℃这几个温度点附近分别进行试验，按公式（12）计算，取最大偏差，其结果应符合 4.4.2.6c 的要求。

4.4.3.10 仪器的重复性

按 JJG 291—2018中 5.3.6 规定的方法进行试验，其结果应符合 4.4.2.7 的要求。

4.4.3.11 盐度补偿误差

按 JJG 291—2018 中 5.3.8 规定的方法进行试验，其结果应符合 4.4.2.8 的要求。

4.5 多参数分析仪

a） pH 部分参考 4.1 pH 计；

b） pX 部分参考 4.2 离子计；

c） 电导率部分参考 4.3 电导率仪；

d） 溶解氧部分参考 4.4 溶解氧测定仪。

5 仪器使用环境和要求

5.1 外观、结构和功能要求

仪器的外观、结构和功能应符合下列要求：

a） 仪器外表应光洁平整，涂、镀层色泽均匀，不应有明显的擦伤、锈蚀、露底、裂纹和起泡现象；

b) 数字显示部分为彩色显示，数字应完整、清晰，标志内容应符合第 7 章的规定；
c) 结构上采用模块化设计，测量模块可插拔，即插即用；
d) 可以满足外接设备的连接，比如连接自动进样器，实现多样品的自动测量；
e) 操作系统智能化，可以对用户、样品、方法、电极进行管理，可以对校准数据、检测数据进行管理、统计和分析；
f) pH 计能够自动识别校准溶液，包括 GB（中国）、DIN（德国）、NIST（美国）等 pH 标准缓冲溶液，电导率仪能够自动识别电导校准溶液，支持自定义校准溶液组；
g) 仪器具有自动锁定读数、定时读数、定时自动间隔读数、连续读数等多种读数方式可供选择，满足不同实验场景的测量需求；
h) 配套电脑控制软件和数据采集软件；
i) 电导测量采用多量程智能变频技术，配备电极常数为 1.0 的 1 支电导电极可以实现全量程的电导率测量。

5.2 仪器参比环境

仪器应在下列参比条件下进行试验：
a) 环境温度：(23±2)℃；
b) 相对湿度：≤85%；
c) 供电电源：直流通用电源(DC 24V/3A，内正外负)；
d) 气压：当时大气压；
e) 试验用水：蒸馏水；
f) 周围无影响性能的振动存在；
g) 周围空气中无腐蚀性的气体存在；
h) 周围除地磁场外无其他影响性能的电磁场干扰。

5.3 仪器安全要求

5.3.1 绝缘电阻

电源插头的相、中线短接，另一端与适配器输出的负端的绝缘电阻不低于40 MΩ。

5.3.2 绝缘强度

电源插头的相、中线短接，击穿装置的两根检验导线分别与电源插头的相、中联线和适配器输出的负端相接，应能承受 2500 V 交流正弦波电压（电流为5 mA），其电源频率为 50 Hz，历时 1 min 的抗电强度试验，不应有击穿和飞弧现象。

5.3.3 泄漏电流

电子单元的泄漏电流：≤5 mA。

5.4 静电放电抗干扰度

接触放电 4 kV，空气放电 4 kV，仪器应能正常工作，功能要求和性能要求满足本标准的规定。

5.5 仪器运输、贮存基本环境

仪器在包装的条件下，应符合 GB/T 11606—2007 中第 8 章、第15～18章的规定。

6 通用性试验

6.1 安全要求试验

外接电源接入仪器，电源插头不接入电网。

a) 绝缘电阻：

电源插头的相、中线短接，将 500 V 直流兆欧表的一端接电源插头的相、中联线，另一端接适配器输出的负端，加入 500 V 直流电压，持续 5 s 后测量仪器的绝缘电阻；

b) 绝缘强度：

电源插头的相、中线短接，击穿装置的两根检验导线分别与电源插头的相、中联线和适配器输出的负端相接试验电压从零开始升压，在（5～20）s内渐渐地上升到 2500 V 电压(避免出现瞬态变化)，并在 2500 V 电压下保持 1 min。然后按升压速度将电压平整地下降到零，再断开试验电压，在试验中不应有击穿和飞弧现象(漏电流应≤5 mA)；

c) 泄漏电流：

仪器放在绝缘台上，按图 3 接线：

- 仪器的电源插头插入泄漏电流测试仪插座中，仪器处于工作状态。
- 打开泄漏电流测试仪电源开关，调节工作电压表的示值至 242 V。
- 用测试棒接触仪器可触及的导电部份，泄漏电流应≤5 mA 。
- 按换相键，重复 3 条操作一遍。

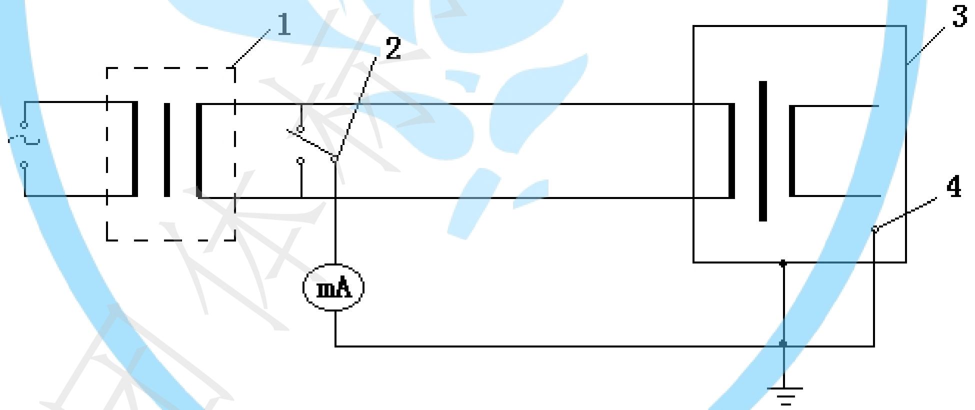

图 3 三线制泄漏电流试验连接图

说明：

1——隔离变压器；

2——转换开关；

3——可触及导电部份；

4——保护接地端子。

6.2 静电放电抗干扰度

按 GB/T 17626.2—2018 规定方法进行。

6.3 运输、贮存基本环境试验

按 GB/T 11606—2007 中第8章、第15～18章规定的方法进行试验，试验后包装箱不应有较大变形和损伤，仪器不应有变形松脱、涂镀层剥落等机械损伤，其性能应符合 5.1 的要求。pH 计应符合 4.1.2（4.1.2.9 除外）的要求，离子计应符合 4.2.2（4.2.2.9 除外）的要求，电导率仪应符合 4.3.2（4.3.2.6 除外）的要求，溶解氧测定仪应符合 4.4.2 的相关要求。

6.4 成套性检验

按装箱单的要求进行检验，不得缺少。

7 检验规则

7.1 检验分类

检验分为：

a) 出厂检验；

b) 型式试验。

7.2 出厂检验

7.2.1 出厂检验要求

每批产品由质量检验部门检验合格后，并附有产品合格证方准出厂。

7.2.2 全检项目

pH 计按 4.1.2.1～4.1.2.6、5.1（仪器外观）和 5.3 的要求逐台进行检验，离子计（pX）按 4.2.2.1～4.2.2.6、5.1（仪器外观）和 5.3 的要求逐台进行检验，电导率仪按 4.3.2.1～4.3.2.5、5.1（仪器外观）和 5.3 的要求逐台进行检验，溶解氧仪按 4.4.2.1～4.4.2.5、5.1（仪器外观）和 5.3 的要求逐台进行检验，多参数分析仪按 4.1.2.1～4.1.2.6、4.2.2.1～4.2.2.6、4.3.2.1～4.3.2.5、4.4.2.1～4.4.2.5、5.1（仪器外观）和 5.3 的要求逐台进行检验，所检项目应符合规定的要求。

7.2.3 抽检项目

pH 计按 4.1.2.7～4.1.2.8，5.1（除仪器外观外），5.5，离子计（pX）按4.2.2.7～4.2.2.8，5.1（除仪器外观外），5.5电导率仪按4.3.2.7～4.3.2.8，5.1（除仪器外观外），5.5溶解氧测定仪按4.4.2.6～4.4.2.8，5.1（除仪器外观外），5.5的要求进行检验。多参数分析仪按4.1.2.7～4.1.2.8、4.2.2.7～4.2.2.8、4.3.2.7～4.3.2.8、4.4.2.6～4.4.2.8，5.1（除仪器外观外），5.5 的要求进行检验。

抽样方法采用 GB/T 2828.1—2012 中一次逐批检查抽样方案。其中， 接受质量限(AQL)为 4.0、检验水平 (IL) 为 Ⅰ。批质量以产品不合格品百分数表示。

7.2.4 出厂检验不合格品处理办法

出厂检验不合格的批，应退回车间进行100%挑剔和返工，挑剔后可再次提交验收，对再次提交批应采用相应的加严检验(或正常检验)抽样方案，若再次提交批仍不合格，则不得再次提交验收。此时应分析原因，提出改进措施和处理该批次产品的办法。

7.3 型式试验

7.3.1 型式试验要求

在下列情况之一时，进行型式检验：

a) 仪器设计定型或生产定型时；

b) 仪器转厂或转移生产地时；

c) 仪器正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响仪器性能时；

d) 仪器长期停产，恢复生产时；

e) 仪器正常生产时，定期或积累一定产量后，应周期进行一次检验，一般为两年；

f) 国家各级质量监督检验要求时；

g) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时。

7.3.2 型式试验样本

型式试验样本应从出厂检验合格的产品中随机抽取三台。

7.3.3 型式试验方法

型式试验按 GB/T 2829—2002 的规定进行，采用一次周期检查抽样方案。产品的检验顺序、检验分类、检验项目、不合格分类、不合格质量水平(RQL)，判别水平(DL)、抽样方案（n/Ac Re）按表13规定进行。其中批质量为不合格品百分数。

表 13 检验项目及判别表

序号	不合格分类	产品的检验项目及章条			不合格质量水平(RQL)	判别水平	样本大小(n)	判别数组(A_C R_E)
		项目	要求章条	试验方法章条				
1		电子单元示值误差	4.1.2.1	4.1.3.5				
2		仪器的示值误差	4.1.2.7	4.1.3.11				
3		电子单元示值误差	4.2.2.1	4.2.3.5				
4		仪器的示值误差	4.2.2.7	4.2.3.11				
5	A	电子单元基本误差	4.3.2.1	4.3.3.5	30	I	3	0 1
6		仪器基本误差	4.3.2.7	4.3.3.11				
7		电子单元示值误差	4.4.2.1	4.4.3.4				
8		仪器示值误差	4.4.2.6	4.4.3.9				
9		安全要求	5.3	6.1				
10		电子单元重复性	4.1.2.2	4.1.3.6				
11		电子单元输入电流	4.1.2.3	4.1.3.7				
12		电子单元输入阻抗	4.1.2.4	4.1.3.8				
13		电子单元温度补偿器误差	4.1.2.5	4.1.3.9				
14		电子单元稳定性	4.1.2.6	4.1.3.10				
15	B	仪器的重复性	4.1.2.8	4.1.3.12	65	I	3	1 2
16		环境温度变化对电子单元的影响误差	4.1.2.9	4.1.3.13				
17		电子单元重复性	4.2.2.2	4.2.3.6				
18		电子单元输入电流	4.2.2.3	4.2.3.7				
19		电子单元输入阻抗	4.2.2.4	4.2.3.8				
20		电子单元温度补偿器误差	4.2.2.5	4.2.3.9				

表 13 检验项目及判别表（续）

序号	不合格分类	产品的检验项目及章条			不合格质量水平(RQL)	判别水平	样本大小(n)	判别数组(A_c R_e)
		项目	要求章条	试验方法章条				
21	B	电子单元稳定性	4.2.2.6	4.2.3.10	65	Ⅰ	3	1 2
22		仪器的重复性	4.2.2.8	4.2.3.12				
23		环境温度变化对电子单元的影响误差	4.2.2.9	4.2.3.13				
24		电子单元的电导池常数示值误差	4.3.2.2	4.3.3.6				
25		电子单元的温度系数示值误差	4.3.2.3	4.3.3.7				
26		电子单元重复性	4.3.2.4	4.3.3.8				
27		电子单元的稳定性	4.3.2.5	4.3.3.9				
28		环境温度变化对电子单元的影响误差	4.3.2.6	4.3.3.10				
29		仪器的重复性	4.3.2.8	4.3.3.12				
30		电子单元稳定性	4.4.2.2	4.4.3.5				
31		电子单元温度补偿误差	4.4.2.3	4.4.3.6				
32		零值误差	4.4.2.4	4.4.3.7				
33		响应时间	4.4.2.5	4.4.3.8				
34		仪器重复性	4.4.2.7	4.4.3.10				
35		盐度补偿误差	4.4.2.8	4.4.3.11				
36		静电放电抗干扰度	5.4	6.2				
37		运输、贮存基本环境条件	5.5	6.3				

8 标志、包装、运输、贮存

8.1 标志

仪器在适当的明显位置固定铭牌，其上应有如下标志：

a) 制造厂名称、地址；
b) 仪器名称、型号规格；
c) 出厂编号；
d) 制造日期；
e) 必须标志的技术参数；
f) 有关法规规定的其他信息。

8.2 包装

8.2.1 包装箱标志

包装箱的标志应清晰、牢固，内容如下：

a) 制造厂名称、地址；
b) 仪器名称、型号规格；

c） 体积：长×宽×高，单位为毫米（mm）；毛重和净重，单位为千克（kg）；
d） 出厂编号、包装箱序号、数量及出厂日期；
e） 包装储运图示标志：“易碎物品”、“向上”、“怕雨”等。

8.2.2 随机文件

随机文件应包括：
a） 装箱单；
b） 产品合格证；
c） 使用说明书；
d） 备件清单等。

8.3 运输

包括在运输方面有特殊要求的仪器，应规定其运输要求，一般应防止强烈地冲击、雨淋及曝晒。

8.4 贮存

仪器贮存的温度为 0℃～40℃、相对湿度≤ 85%、室内无酸、碱及腐蚀性气体，必要时可在产品标准中特殊规定。