

目 录

1 仪器介绍	- 1 -
1.1 简介	- 1 -
1.2 技术指标	- 3 -
1.3 主要功能	- 5 -
<hr/>	
2 安全提示	- 7 -
<hr/>	
3 专业术语	- 8 -
<hr/>	
4 仪器结构及安装	- 9 -
4.1 仪器结构	- 9 -
4.2 仪器的安装	- 11 -
4.2.1 便携式腕带安装	- 11 -
4.2.2 电极的安装	- 11 -
<hr/>	
5 仪器操作	- 12 -
5.1 开关机	- 12 -
5.2 屏幕标识	- 12 -
5.3 仪器设置	- 14 -
5.3.1 导航式设置	- 14 -
5.3.2 测量参数设置	- 14 -
5.3.3 读数方式设置	- 14 -

5.3.4	pH 参数设置.....	- 15 -
5.3.5	pX 参数设置.....	- 17 -
5.3.6	温度参数设置.....	- 17 -
5.3.7	数据管理设置.....	- 18 -
5.3.8	输出设置.....	- 18 -
5.3.9	用户 ID 设置	- 18 -
5.3.10	系统参数设置.....	- 18 -
5.4	pH 测量.....	- 19 -
5.4.1	标定前的准备.....	- 19 -
5.4.2	pH 电极的标定.....	- 20 -
5.4.3	pH 的测定.....	- 22 -
5.5	离子测量	- 23 -
5.5.1	选择离子模式.....	- 23 -
5.5.2	选择测量模式.....	- 24 -
5.5.3	标定前的准备.....	- 27 -
5.5.4	离子选择性电极.....	- 27 -
5.5.5	离子强度调节剂.....	- 28 -
5.5.6	离子电极的标定.....	- 30 -
5.5.7	离子的测定.....	- 31 -
5.6	数据管理	- 33 -
5.6.1	查阅设置.....	- 33 -
5.6.2	查阅结果.....	- 34 -
5.6.3	打印结果.....	- 35 -
6	仪器维护与故障排除.....	- 37 -
6.1	仪器的维护	- 37 -

6.2	电极的使用和维护	- 37 -
6.3	电池使用说明和维护	- 37 -
6.4	常见故障排除	- 39 -
<hr/>		
7	技术支持	- 40 -
7.1	技术咨询	- 40 -
7.2	操作指导	- 40 -
7.3	软件下载	- 40 -
7.4	售后服务	- 41 -
7.5	配件采购	- 41 -
7.6	联系方式	- 42 -
<hr/>		
8	附录	- 43 -
	附录 1: pH 缓冲溶液的 pH 值与温度关系对照表.....	- 43 -
	附录 2: pH 标准缓冲溶液的配制方法	- 44 -
	附录 3: 氟离子溶液配制方法.....	- 45 -
	附录 4: 串口打印机的选购.....	- 46 -

1 仪器介绍

1.1 简介

PXBJ-286F 型便携式离子计是全新开发的智能仪器，支持 pH/pX 和离子测量，可广泛应用于高校、环保、医药、食品、卫生、地质探矿、冶金、海洋探测等领域，进行酸雨检测、工业废水、地表水、饮用水、饮料、日化产品、纺织品等相关行业的测量工作。

仪器具有以下特点：

- 全新设计的外形、大屏幕液晶，显示清晰、美观；
- 仪器具有良好操作界面，采用全新的 UI 设计规范；
- 支持测量电位值、pH 值(或 pX 值)、离子浓度；
- 仪器随机提供多种常用的离子模式，如： Ag^+ 、 Na^+ 、 K^+ 、 NH_4^+ 、 Cl^- 、 F^- 、 NO_3^- 、 BF_4^- 、 CN^- 、 Cu^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Ca^{2+} 等，支持建立自定义离子模式；
- 支持 1-5 点标定；
- 具有 pH 标液组管理功能，自动识别 GB、DIN、NIST 等多种 pH 缓冲溶液；
- 支持存贮 pH、pX、离子浓度测量结果各 1000 套；
- 支持 IP65 防水等级；
- 支持多种读数方式，包括连续读数方式、平衡读数方式、定时读数方式，支持连续定时或者间隔定时；
- 支持多种离子浓度测量模式，包括直读浓度法、标准添加法、样品添加法、GRAN 测量法；
- 支持多种查阅方式，可按存贮编号、存贮时间查阅存贮数据，查阅结果以曲线方式显示；
- 仪器支持 GLP 规范，每个测量结果包含 GLP 信息；

- 允许用户设置用户 ID、样品 ID；
- 支持电极校正；
- 支持中英文；
- 支持连接 RS232 串口打印机，直接打印测量结果；
- 仪器支持固件升级功能，允许仪器功能扩展和个性化要求；
- 仪器具有断电保护功能，仪器正常关机后或非正常断电情况下，仪器内部贮存的测量数据和设置的参数不会丢失；
- 支持通过 USB 接口连接 PC，配套专用软件进行数据采集和控制。

1.2 技术指标

表 1-1 仪器技术指标

型号		PXBJ-286F
pH/pX 级别		0.01 级
mV	范围	(-2000.0~2000.0)mV
	最小分辨率	0.1mV
	电子单元示值误差	±0.1%或±0.3mV
	电子单元重复性	0.5mV
	电子单元输入电流	≤1×10 ⁻¹² A
	电子单元输入阻抗	≥1×10 ¹² Ω
pH	范围	(-2.00~20.00)pH
	最小分辨率	0.01pH
	电子单元示值误差	±0.01pH
	电子单元重复性	0.005pH
	仪器示值误差	±0.02pH
	仪器重复性	0.01pH
pX	范围	(-2.00~20.00)pX
	最小分辨率	0.01pX
	电子单元示值误差	±0.01pX
	电子单元重复性	0.005pX
	仪器示值误差	±0.02pX
	仪器重复性	0.01pX

表 1-1 仪器技术指标 (续 1)

型号		PXBJ-286F
离子浓度	范围	(0~19990)可选单位: mol/L, mmol/L, g/L, mg/L, μ g/L
	最小分辨率	4 位有效数字
	电子单元示值误差	$\pm 0.5\%$
温度	范围	(-5.0~110.0) $^{\circ}$ C
	最小分辨率	0.1 $^{\circ}$ C
	电子单元示值误差	$\pm 0.2^{\circ}$ C
	仪器示值误差	$\pm 0.4^{\circ}$ C (0.0 $^{\circ}$ C-60.0 $^{\circ}$ C) $\pm 1.0^{\circ}$ C (其他范围)
使用环境		环境温度: (0~40) $^{\circ}$ C 相对湿度: 不大于 85%
仪器的外形尺寸 (l × b × h), 重量 (kg)		90mm × 255mm × 40mm, 约 0.5kg
供电电源		可充电锂电池, 电源适配器 (输入 AC 100~240V; 输出 DC 5V)

1.3 主要功能

表 1-2 仪器主要功能

功能名称		说明
基本功能	支持语言	中文、英文
	背光调节	●
	自动诊断	●
	恢复出厂设置	●
	参数恢复默认	●
	蜂鸣提示	●
	时间设置	●
	断电保护	●
	固件升级	●
	抗干扰自动恢复	●
	自动关机	●
	防护等级 (IP)	IP65
读数功能	平衡条件设置	●
	到达平衡状态显示读数稳定标识	●
	终点判定/读数模式	●
	样品 ID 输入	●
数据管理	存储	测量参数各 1000 套
	查阅	●
	删除	●
	报警	●
	符合 GLP 规范	●

表 1-2 仪器主要功能（续 1）

功能名称		说明
通讯及外部设备	连接打印机	串口打印机
	打印输出内容和格式	标准格式、GLP 格式、自定义格式
	连接 PC 端数据采集软件	●
	连接 PC 端进行仪器控制	●
pH/mV 测量功能	pH 电极状态/性能显示	斜率值
	多点校准	5 点
	标准溶液自动识别	3 组
	自定义标准溶液	●
	自定义标准溶液组	1 组
	自动温度补偿	●
	手动温度补偿	●
	pH 电极诊断	●
离子 测量功能	多点校准	5
	可选单位	●
	测量模式	直读浓度法、标准添加法、样品添加法、GRAN 法
	内置离子模式	●
	支持自定义离子	●
温度测量功能	温度单位	℃ 、 ℉
高级管理功能	用户管理功能	1 个

备注：●表示满足仪器功能要求。

2 安全提示

使用前请仔细阅读本手册的全部内容，请妥善保存本手册。用户须按照本手册使用仪器，对于因未遵循本手册使用设备或者因对设备进行改动而导致设备损坏的，上海仪电科学仪器股份有限公司不承担任何责任。

开始使用仪器前，请注意以下事项：

- 请勿自行拆开仪器进行检查或维修；
- 请勿将电缆和连接器放置在液体、潮湿或腐蚀性环境内，以防触电或损坏仪器；
- 请使用本公司配置的适用于该仪器的电源适配器；如果电源线已损坏（导线外露或断裂）请勿再使用，以防触电；
- 请勿在易燃易爆环境中使用，以免发生事故；
- 若发现仪器损坏或变形等异常情况，请勿使用。

以下标识将在本文中被使用。



【危险】

潜在的紧急的危险情形，如果不加以避免，可能会导致死亡或严重人身伤害。



【警告】

潜在的危險情形，需謹慎本操作，操作錯誤可能會導致人身傷害或儀器產生重大問題。



【提示】

需要特別強調的信息，可以幫助您更好地使用本儀器，獲得更為準確的測量結果。

3 专业术语

- pH/pX 斜率：每变化 1 pH/pX 值产生的电位变化量，用 mV/pH 表示，也可用百分理论斜率（PTS）表示；
- pH 的 E_0 ：又称“零电位”，通常是指 pH 为 7 时的电位值；
- 一点标定：用一种标准溶液液进行的标定；
- 两点标定：用两种标准溶液进行的标定；
- 多点标定：用两种以上标准溶液进行的标定。

4 仪器结构及安装

4.1 仪器结构

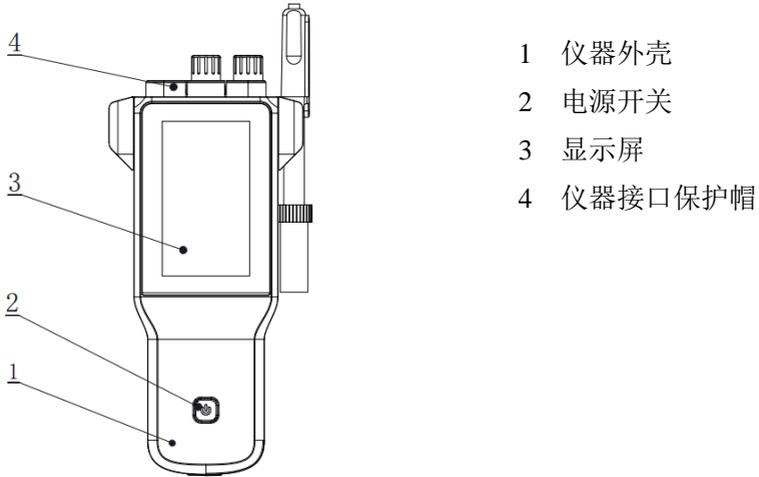


图 4-1 仪器正面示意图

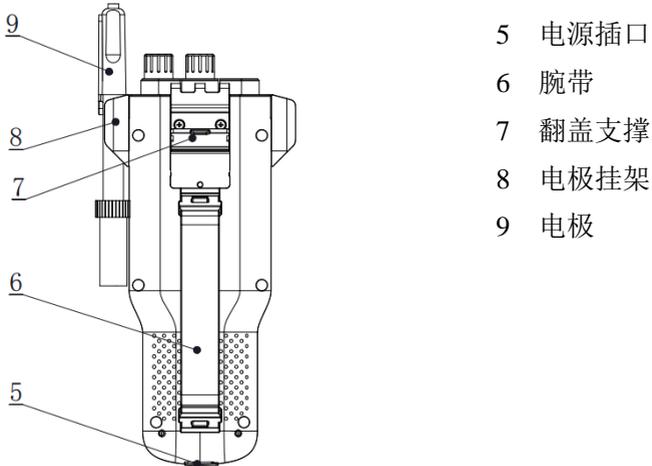


图 4-2 仪器背面示意图

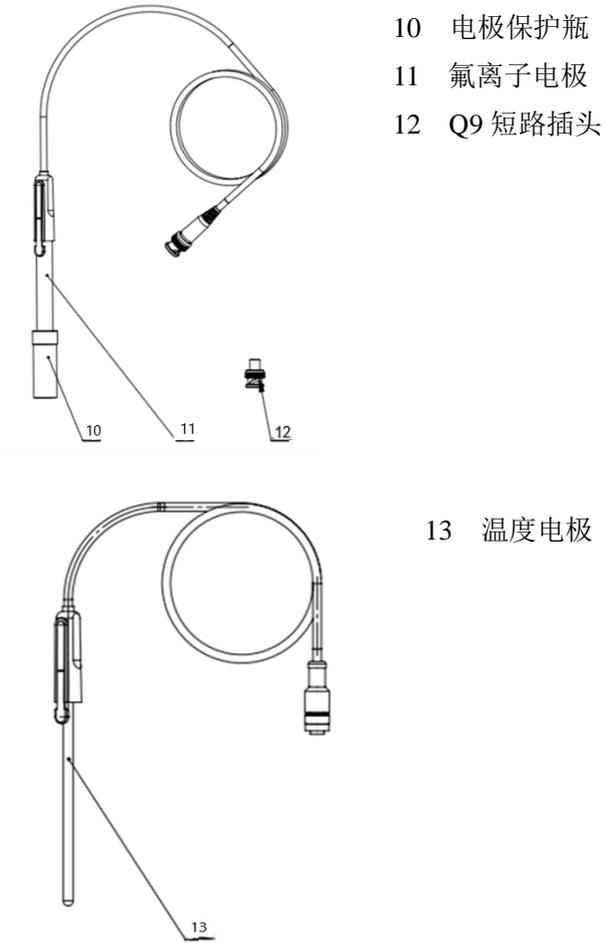


图 4-3 电极示意图

4.2 仪器的安装

4.2.1 便携式腕带安装



图 4-4 便携式腕带安装示意图

安装方式：

- 1) 打开腕带锁扣，使得其闭合的圆孔张开；
- 2) 将张开后的圆孔卡槽卡入相应仪器外壳的轴内，并关闭圆孔；
- 3) 下部腕带卡槽也如上述进行操作。

4.2.2 电极的安装

将离子电极安装在电极挂架上。找到仪器的测量电极插座，拔去 Q9 短路插头，然后，将离子电极中的电极插头插入测量电极接口。当使用温度补偿时，将温度补偿电极插入温度接口。



【提示】

PXBJ-286F 采用四芯航空插作为温度补偿电极的接插件。用户需要选购四芯航空插的温度电极，接插件不匹配将导致电极无法使用。

5 仪器操作

5.1 开关机

按 ⏻ 开机。开机后，仪器显示仪器型号、名称、软件版本号等信息，完成自检后，即进入起始界面。如果无法点亮，可能内置锂电池电量不足，请使用标配充电器连接充电，等待 15 分钟后再开机。

使用完毕，按住 ⏻ 键 3 秒以上即可关机。

5.2 屏幕标识

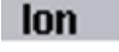


图 5-1 仪器显示屏幕示意图

1 系统时间；2 读数方式；3 测量参数；4 测量信息；5 标定信息；6 用户 ID；7 样品 ID；8 电源信息；9 平衡状态；10 软功能键。

本仪器会显示一些符号标识，其功能含义如下：

表 5-1 符号标识说明

序号	符号标识	说明
1		平衡状态，根据状态不同会显示 Reading、Stable 和 Locked，表示平衡中、已达到平衡和已锁定。
2		pH 电极的百分斜率值
3		标定电极使用的缓冲溶液
4		标定电极的时间
5		当前测量的离子
6		标定点
7		标定电极使用的标准缓冲溶液
8		标定离子电极使用的标准溶液
9		自动温度补偿
10		手动温度补偿
11		用户 ID
12		样品 ID

5.3 仪器设置

在仪器待机界面或测量过程中，您可以通过软功能键“参数设置”对仪器参数进行设置。

5.3.1 导航式设置

对于仪器不太熟练的用户，仪器提供了导航式设置功能，可以引导用户一步一步完成参数设置。完成全部设置后，按“确认”键完成设置。

5.3.2 测量参数设置

仪器支持 pH、pX 和离子浓度测量，客户可根据需求选择测量参数，直接点击相应的参数进行选择，按“确认”键完成设置。

5.3.3 读数方式设置

仪器提供多种读数方式，包括连续读数方式、平衡读数方式和定时读数方式，其中：

- 连续读数方式：仪器显示实时测量信息，您可以自主判定测量终点，并手动保存测量结果；
- 平衡读数方式：平衡测量方式是仪器在平衡时间内测量参数的波动差值不超过规定值。仪器提供“快速”、“中”、“严格”和“自定义”四种不同平衡条件。当测量结果符合平衡条件时，仪器自动锁定测量结果；
- 定时读数方式：仪器提供“间隔测量”和“定时测量”两种定时读数方式。“间隔测量”方式下，可设置“测量间隔”和“测量次数”，仪器会以设定的测量间隔和测量次数进行自动读数，“间隔测量”时会强制自动保存测量结果。“定时测量”方式下，可设置“测量时间”，测量时会开始倒计时，并在倒计时结束时自动读数。

表 5-2 平衡条件设置

平衡条件	pH	pX
快速	平衡时间: 4s 平衡值: 1 mV	平衡时间: 4s 平衡值: 0.6 mV
中	平衡时间: 6s 平衡值: 0.5 mV	平衡时间: 8s 平衡值: 0.2 mV
严格	平衡时间: 8s 平衡值: 0.1mV	平衡时间: 12s 平衡值: 0.1mV
自定义	平衡时间: 1~30s 平衡值: 0.1~1mV	平衡时间: 1~30s 平衡值: 0.1~1mV

5.3.4 pH 参数设置

5.3.4.1 pH 标液组管理

pH 电极需要使用 pH 标准缓冲溶液进行标定, 不同国家和地区往往会使用不同标准配制的 pH 标准缓冲溶液。为方便您的使用, 本仪器内置了包括 GB、DIN、NIST 三种常用的标液组, 您可以根据实际情况进行选择。仪器也支持构建自定义标液组, 您可以从标准缓冲溶液库中挑选所需的标液, 组成自定义标液组。

表 5-3 仪器支持的标液组

标液组	标准溶液
GB 标液组	1.68pH、3.56pH、4.00pH、6.86pH、7.41pH、9.18pH、12.46pH
DIN 标液组	1.68pH、2.00pH、3.56pH、3.78pH、4.01pH、6.87pH、7.00pH、7.42pH、9.18pH、10.01pH、12.45pH
NIST 标液组	1.68pH、4.01pH、6.86pH、7.00pH、7.42pH、10.01pH、12.47pH

通常我们用 25.0℃ 对应的 pH 值标记 pH 标准缓冲溶液, 如 GB 6.86pH 标液, 即表示中国标准 pH 缓冲液 6.86pH, 25.0℃ 时为 6.86pH。

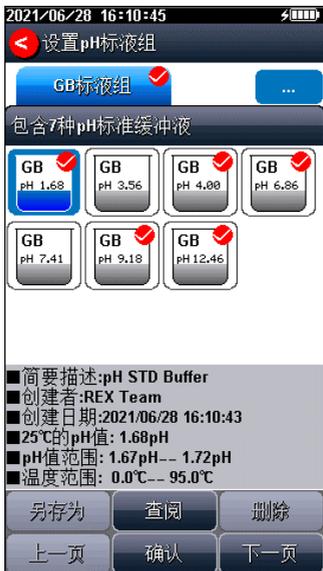


图 5-2 选择标液组和标准缓冲溶液示意图

选择标液组后，我们需要从标液组中选择标定使用的标准缓冲溶液。仪器支持最多 5 点标定，即最多允许选择 5 种标液。由于标液组内多种标准缓冲溶液间的 pH 值有可能非常接近，保证仪器可以正确识别标准缓冲溶液，仪器将限制相近 pH 值标液的选择。勾选标记表示当前使用的标液组以及对应标液，图中表示选择的标液组为 GB 标液组，选择了 GB 1.68pH 等五个标准溶液。

**【提示】**

选择正确的标液组，对电极的正确标定有着重要影响。如果选择的标液组与实际使用的 pH 标准缓冲溶液不同，将导致标定结果错误，并影响测量结果。

5.3.4.2 手动识别标液

在某些特殊情况下，需要使用一些非标的 pH 缓冲溶液，或使用两个非常接近的 pH 标准缓冲溶液进行电极标定，此时可以使用手动标液识别功能。当设定为“手动识别”时，电极标定时允许输入当前标准溶液的 pH 值，并用于电极标定。

5.3.4.3 分辨率设置

仪器允许设置测量结果的分辨率，其中：pH 支持 0.01pH 和 0.1pH 两种分辨率；mV 支持 0.1 mV 和 1mV。

5.3.4.4 报警设置

仪器运行启用和关闭报警设置，并且可以设置报警 pH 的上下限。

5.3.5 pX 参数设置

5.3.5.1 选择离子模式

离子模式对应 pX、离子浓度测量。仪器支持常规的离子模式和用户自定义离子模式。仪器随机提供有多种常用的离子模式如： Ag^+ 、 Na^+ 、 K^+ 、 NH_4^+ 、 Cl^- 、 F^- 、 NO_3^- 、 BF_4^- 、 CN^- 、 Cu^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Ca^{2+} 等，方便用户的使用。用户只要配以相应的离子选择电极和参比电极后即可直接测量相应离子的浓度。

5.3.5.2 分辨率设置

仪器允许设置测量结果的分辨率，其中：pX 支持 0.01pX 和 0.1pX 两种分辨率；mV 支持 0.1 mV 和 1mV。

5.3.6 温度参数设置

可设置温度单位： $^{\circ}\text{C}$ 和 $^{\circ}\text{F}$ 。

温度补偿模式：自动补偿、手动补偿。

5.3.7 数据管理设置

5.3.7.1 样品 ID 编码方式

仪器支持自动序号样品 ID、自动时间样品 ID 和手动设置样品 ID 三种编码方式：

- 自动序号样品 ID：样品 ID 以自增序号的方式自动编码，允许设定 ID 位数（3-5 位），允许设定起始样品 ID；
- 自动时间样品 ID：样品 ID 使用系统时间进行自动编码，格式为：yyyymmddhhmmss，即年月日时分秒；
- 手动设置样品 ID：允许样品在保存或打印数据时，手动输入样品 ID。

5.3.7.2 自动保存结果

在平衡读数方式、定时读数方式下，仪器会在达到读数条件时读数并自动保存结果。

5.3.7.3 保存结果时自动覆盖

对于每一个测量参数，仪器都可以保存 1000 组测量结果。该功能开启后，当数据存储空间满时会自动覆盖已贮存结果。

5.3.8 输出设置

仪器支持按照标准格式、GLP 格式、自定义格式输出测量结果。

5.3.9 用户 ID 设置

仪器允许设置用户 ID。

5.3.10 系统参数设置

5.3.10.1 设置系统日期时间

设置系统的日期与时间。

5.3.10.2 设置蜂鸣器

设置蜂鸣器开关，在按键有效时蜂鸣器鸣叫。

5.3.10.3 设置背光亮度

对屏幕亮度进行设置。

5.3.10.4 设置自动关机

设置仪器自动关机时间：1min、2min、3min...60min、关闭。

用户在设定的时间内，没有界面操作，仪器将自动关机。

5.3.10.5 选择中英文语言

仪器支持中英文语言切换。

5.3.10.6 恢复到出厂设置

仪器支持“恢复出厂设置”和“恢复测量参数”。恢复出厂设置会恢复全部仪器参数到出厂状态；恢复测量参数会将测量参数恢复到出厂状态。

5.3.10.7 查看当前版本

仪器支持查看版本号及相关联系方式。

5.4 pH 测量

5.4.1 标定前的准备

pH 电极的电极斜率和零电位会随着时间发生细微的漂移。要精确测定 pH，建议在使用前对 pH 电极进行标定，仪器支持 1-5 点标定。

一点标定即采用一种 pH 标准缓冲溶液对电极进行标定，用于标定电极在该 pH 下的电位值，此时 pH 电极的百分斜率默认为 100%，并依此构建校准曲线。在测量精度要求不高的情况下，可采用此方法。

两点标定即采用两种 pH 标准缓冲溶液对电极进行标定，通过两点构建线性校准曲线。两点标定是最常用的一种标定方法，通常建议待测溶液的 pH 值位于两种标准缓冲溶液之间。两点标定可以提高 pH 的测量精度。

多点标定即采用两种以上的 pH 标准缓冲溶液对电极进行标定。多点

标定时，仪器会构建折线型的校准曲线。多点标定可以覆盖更宽的测量范围，实现较宽范围的 pH 准确测量。

开始校准前，您需要根据标定需要，准备一种或多种 pH 缓冲溶液。



【提示】

标准缓冲溶液通常有两种办法得到，用户可自己配制或选购标准缓冲液。

- 用户自己配制：请参考附录配制 pH 标准缓冲液。
- 选购标准缓冲液：用户也可以直接选购由厂商提供的标准缓冲液。

仪器支持 pH 标准缓冲溶液的自动识别，能识别 GB 标液组、DIN 标液组、NIST 标液组以及自定义标液组。您需要根据使用的标准缓冲溶液，正确设置标液组并选择相应缓冲溶液。

若设置识别类型为“手动识别”，并在标定过程中手动输入标称值。

5.4.2 pH 电极的标定

您可通过软功能键“电极标定”，选择“标定电极”进入 pH 电极标定功能。推荐使用带温度补偿的 pH 电极或使用单独的温度电极进行自动温度补偿，这样可以提高 pH 标定的准确性。您也可使用手动温度补偿，此时需要用温度计测出标液的温度值，并设置手动温度值。

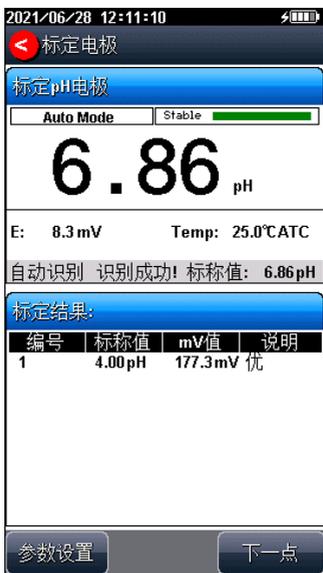


图 5-3 pH 电极标定示意图

标定过程如下：

- 1) 将电极用纯水清洗干净，用滤纸轻轻吸干后，放入某个标准缓冲溶液中（如 6.86pH 标准缓冲溶液），仪器显示 pH 值、mV 值和温度值。如设定了自动识别，仪器将自动识别标液并显示标称值；如识别不成功，可能是标液组设置错误、电极损坏、温度电极损坏等原因造成，应仔细检查。如设定了手动识别，则会提示输入标称值；
- 2) 等读数稳定后，按“开始标定”键进行第一点标定，仪器显示并贮存标定结果；
- 3) 如要进行多点标定，则将电极清洗干净，用滤纸吸干后，放入另一种标准缓冲液中，待仪器识别成功、读数稳定后，按“下一点”完成当前标液的标定。仪器支持对同一种标液进行重新标定，如自动识别的标液值相差 $\pm 0.1\text{pH}$ 以内时，仪器认为是同一标液，将

自动覆盖该标液的上一次标定数据；

- 4) 仪器支持最多五点标定，当标定点达到五点时，自动完成并结束标定。您也可以按“”键完成标定并退出标定状态。

5.4.3 pH 的测定

在完成前述准备工作后，您可通过“”键进入测量状态。

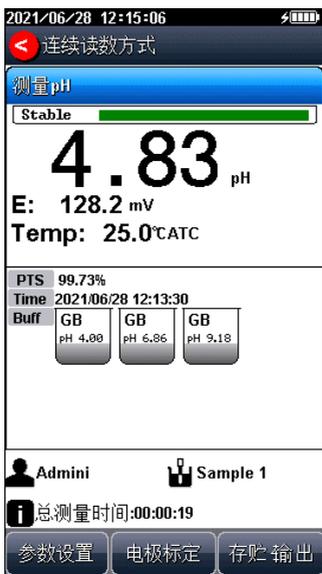


图 5-4 pH 测量示意图

测量过程如下：

- 1) 将电极用纯水清洗干净，用滤纸轻轻吸干后，放入被测溶液中；
- 2) 等待数据稳定，稳定后，读取测量结果；
- 3) 如果有必要，可以按“存贮输出”键保存，并打印测量结果。

**【提示】**

- 测量时应确保 pH 电极玻璃球泡和参比电极液络部完全浸入样品溶液中。
- 若需精确测量，建议用户在同一温度下进行标定和测量。若两者温度不同，建议使用带温度补偿的 pH 复合电极或使用单独的温度电极进行自动温度补偿。或使用温度计测量当前溶液的温度值后，手动设置温度进行手动补偿。

5.5 离子测量

5.5.1 选择离子模式

仪器支持离子模式管理功能，允许测量多种常规的离子。仪器内置多种常用的离子模式如： Ag^+ 、 Na^+ 、 K^+ 、 NH_4^+ 、 Cl^- 、 F^- 、 NO_3^- 、 BF_4^- 、 CN^- 、 Cu^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Ca^{2+} 等，方便用户的使用，用户只要配以相应的离子选择复合电极后即可直接测量相应离子的浓度。

您可通过“pX 参数设置”、“离子名称”对离子模式进行管理和选择。

仪器允许创建自定义离子，按“创建”键，输入离子名称（最大 8 个字符），然后输入分子量（摩尔质量）、选择离子价即可。



图 5-5 管理和选择离子模式示意图

5.5.2 选择测量模式

用户可根据需求选择下述离子测量方法。一般情况下，离子测量参数选择 pX 或离子浓度测量时，建议用户使用直读浓度法进行测量，该法测量速度快，适用于批量样品的测量。标准添加法测量、样品添加法测量和 GRAN 法测量仅在测量参数选择离子浓度时有效。

5.5.2.1 直读浓度法测量

直读浓度法，也叫标准曲线法，是最常用的离子浓度测量方法，该方法按照能斯特公式，在离子浓度和电极电位间建立线性关系：

$$E_x = E_0 + S \times \log(C_x + C_b)$$

式中：

E_x ~ 待测试样(样品)的平衡电位，单位 mV；

E_0 ~ 零电位值，单位 mV；

S ~ 电极斜率 (%)；

C_x ~ 待测试样的浓度值，单位 mol/L；

C_b ~ 空白浓度值，单位 mol/L。

通过已知浓度的标准溶液进行校准，可以得到斜率和零电位值，建立校准曲线。测量未知样品时，通过测量的电位值可以在校准曲线上读取对应的浓度值。直读法测量速度快，适合大量样品的快速测量。

5.5.2.2 标准添加法测量

又称已知添加法，主要用于测量含量较低的样品。首先，测定体系的平衡电位值，然后在待测体系中加入已知浓度的标准溶液，再次测定体系的平衡电位值，由添加前后的电极电位的变化值，根据特定公式计算出待测试样的浓度值，计算公式如下：

$$C_x = \frac{\rho \times C_s}{(1 + \rho) \times 10^{(E_2 - E_1) / S} - 1} + \frac{\rho \times C_b}{(1 + \rho) \times 10^{(E_{b2} - E_{b1}) / S} - 1}$$

式中， C_x ~ 待测试样的浓度值，单位 mol/L；

C_s ~ 标准液(添加液)的浓度值，单位 mol/L；

S ~ 电极斜率 (%)；

C_b ~ 空白标准浓度值，单位 mol/L；

E_1 ~ 体系未添加标准液前时测得的电位值，单位 mV；

E_2 ~ 体系添加标准液后所测得的电位值，单位 mV；

ρ ~ 标准液添加体积(V_s)/待测试样体积(V_x)；

E_{b1} ~ 空白校准时体系未添加标准液前时测得的电位值，单位 mV；

E_{b2} ~ 空白校准时体系添加标准液后所测得的电位值，单位 mV。

- 1) 测量前，先输入标准液的浓度值及添加体积，再输入试样的体积，然后测得添加前的电极电位值 E_1 和添加后的电极电位值 E_2 ，仪器即可按上述公式计算出试样的浓度值 C_x 。如果用户需要进行空白校准，则按照类似方法，分别测量空白标准液添加标准液前后的电极电位变化

值，即测定 E_{b1} 、 E_{b2} ，然后可计算出空白标准液的空白浓度值；

- 2) 读数方式设置可以进入标准添加测量模式，包括添加体积、添加前的体积、标液浓度值、标液浓度单位以及空白值。其中添加体积指即将添加的标准液体积量，添加前体积即为试样的体积量，标液浓度指添加的标准液浓度值；
- 3) 用户选择需要修改的参数项，修改后按“确认”键完成设置。将离子选择电极清洗干净后，放入被测试样液中，按“开始测量”，仪器显示当前的电位、温度值以及相应的 pX 值；
- 4) 用户按设定的体积值，一步步根据界面提示的操作和添加标液，测量结束后，界面会直接显示当前样品的浓度值，可对该值进行存储或输出。

5.5.2.3 样品添加法测量

方法类似于标准添加法，主要用于测量含量较高的样品。通过测量添加前后的电位变化，从而测定试样的浓度值。样品添加方式，是将被测的样品添加到标准溶液中；而标准添加方式，是将标准液添加到试样中，计算公式如下：

$$C_x = C_s \times [(1 + \rho) \times 10^{(E_2 - E_1)/S} - \rho]$$

式中， C_x ～待测试样(添加液)的浓度值，单位 mol/L；

C_s ～标准液的浓度值，单位 mol/L；

ρ ～标准液的体积(V_s)/待测试样的体积(V_x)；

E_1 ～未添加待测试样时体系的电位值，单位 mV；

E_2 ～添加待测试样后体系的电位值，单位 mV；

S ～电极斜率(%)。

样品添加法测量过程参照标准添加法测量。

5.5.2.4 GRAN 法测量

测量过程类似于前面标准添加方式测量离子浓度，主要用于测量含量

较低的样品。根据 GRAN 模式的数学原理，可用下式测得试样的浓度值：

$$(V_s + V_x) \times 10^{E/S} = 10^{E_0/S} \times (C_x V_x) + 10^{E_0/S} \times (C_s V_s)$$

式中， C_x ~ 待测试样(添加液)的浓度值，单位 mol/L；

C_s ~ 标准液的浓度值，单位 mL；

V_s ~ 标准液的体积，单位 mL；

V_x ~ 待测试样的体积，单位 mol/L；

E ~ 待测试样(样品)的平衡电位，单位 mV；

E_0 ~ 零电位值，单位 mV；

S ~ 电极斜率 (%)。

测量时，先输入标准溶液的浓度(C_s)和体积(V_s)，以及待测试样的体积(V_x)，然后测量每次添加标准液后待测试样中的电极电位值，依次重复测量三次至八次，仪器即可计算出待测试样的浓度值。其操作方法与前面的标准添加法相类似。

5.5.3 标定前的准备

离子电极的斜率、零电位值会随时间发生变化，因此离子电极在使用前需要进行标定，仪器最多支持 5 点标定。(电极的具体使用方法，详见电极说明书)

5.5.4 离子选择性电极

离子选择性电极基于离子选择性膜构建，根据膜类别的不同，可以分为单晶膜、盐膜、玻璃膜和 PVC 离子选择性膜等。离子选择性电极通常有单电极和复合电极，单电极可以配合不同的参比电极使用，对于一些低浓度离子具有更好的测量性能。复合电极，使用过程相对更方便，可以根据需要灵活选择。

5.5.5 离子强度调节剂

使用离子电极测量离子浓度过程中需要加入离子强度调节剂。

溶液的离子强度对离子浓度的测量有着重要影响。一方面，离子选择性电极直接测量的是离子活度， $a=\gamma c$ ，式中： a 为离子的活度； γ 为离子的活度系数， c 是离子浓度。通常活度系数 γ 受溶液中离子强度的影响，通过向标准溶液和待测溶液中加入离子强度调节剂，可以保证被测溶液与标液具有相近的离子强度，从而具有相近的活度系数 γ 。另一方面，在离子强度较低的溶液中，参比电极液络部的液接电势会呈现不稳定，而离子强度调节剂的加入可以稳定液络部的液接电势，使得电位测量更加稳定。

离子强度调节剂需要根据离子电极的种类进行选择，一些离子强度调节剂推荐如下表，测量时可以按固定比例向标准溶液和样品中添加高浓度离子强度调节剂溶液，从而使最终浓度达到下表浓度。

表 5-4 离子强度调节剂推荐

离子类别	离子强度调节剂推荐
Na ⁺	0.2 mol/L 二异丙胺
F ⁻	0.1 mol/L NaCl 或 TISAB
Cl ⁻	0.1 mol/L KNO ₃
Br ⁻	0.1 mol/L KNO ₃
I ⁻	0.1 mol/L KNO ₃
Ag ⁺	0.1 mol/L NaNO ₃
Cu ²⁺	0.1 mol/L NaNO ₃
Pb ²⁺	0.1 mol/L KNO ₃
S ²⁻	0.1 mol/L KNO ₃
K ⁺	0.05 mol/L MgAc ₂
Ca ²⁺	0.1 mol/L KCl
NO ₃ ⁻	0.1 mol/L NaH ₂ PO ₄
BF ₄ ⁻	0.1 mol/L Na ₂ SO ₄

ClO_4^-	0.1 mol/L NaCl
------------------	----------------

5.5.5.1 标准溶液的配制

配制标准液最好的方法是采用逐级稀释。逐级稀释指使用容量瓶稀释初始配制的标准液，得到第二个标准液。再稀释第二个标准液，配制得到第三个标准液。以此类推，直到获得所需要的标准液。

一般来说，相邻两级之间的浓度为 10 倍关系。

5.5.5.2 离子电极的活化

在离子电极初次使用，或长时间未使用时，推荐使用活化溶液浸泡电极进行电极。离子选择性电极的活化，可以使得电极具有更好的测量性能。

表 5-5 离子电极活化溶液及活化时间推荐

离子类别	活化溶液	活化时间
Na^+	10^{-3} mol/L NaCl	2h
F^-	10^{-3} mol/L NaF	2h
Cl^-	10^{-3} mol/L KCl	2h
Br^-	10^{-3} mol/L NaBr	2h
I^-	10^{-3} mol/L NaI	2h
Ag^+	10^{-3} mol/L AgNO_3	2h
Cu^{2+}	10^{-3} mol/L $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$	2h
Pb^{2+}	10^{-3} mol/L $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	2h
S^{2-}	10^{-3} mol/L AgNO_3	2h
K^+	10^{-3} mol/L KCl	2h
Ca^{2+}	10^{-3} mol/L CaCl_2	2h
NO_3^-	10^{-3} mol/L NaNO_3	2h
BF_4^-	10^{-3} mol/L NaBF_4	2h
ClO_4^-	10^{-3} mol/L NaClO_4	2h



【提示】

不同型号的离子选择性电极，其推荐的离子强度调节剂，离子电极活化溶液和活化时间会略有不同，具体请参见离子选择性电极说明书。

5.5.5.3 搅拌器的使用

溶液的流动状态对离子选择性电极的电极电位有微小的影响。为提高测量的稳定性和重复性，推荐使用搅拌器在校准和测量时对溶液进行搅拌。搅拌速度应保持一致，不宜过快或者过慢，以微微产生漩涡为宜。

5.5.6 离子电极的标定

您可通过软功能键“电极标定”，进入离子电极标定功能。

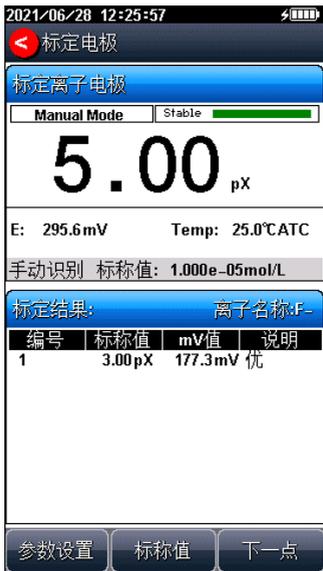


图 5-6 pX 标定示意图

离子电极的标定通常需要使用两点标定或多点标定，标定过程如下：

- 1) 在烧杯中加入适量标准溶液（通常是 100ml），向溶液中按比

例添加离子强度调节剂，加入搅拌子后放在搅拌器上，开启搅拌使其微微产生漩涡；

- 2) 将离子选择性电极用纯水冲洗干净，用滤纸吸干后放入标准溶液中；
- 3) 在仪器中输入“标称值”，等读数稳定后，按“开始标定”键进行第一点标定，仪器显示和贮存标定结果；
- 4) 如要进行多点标定，则将电极清洗干净，用滤纸吸干后，放入其他标准溶液中，并按“下一点”完成后续标准溶液的标定；
- 5) 仪器支持最多五点标定，当标定点数量达到五点时，自动完成并结束标定。您也可以按“键完成标定并退出标定状态。



【提示】

- 在测试过程中，如发现测量数据有明显偏离，也应及时进行重新标定。
- 建议将标液和待测液恒温至室温后，再进行标定和测量。
- 建议从低浓度向高浓度，依次标定。

5.5.7 离子的测定

在完成前述准备工作后，您可通过“”键进入测量状态。

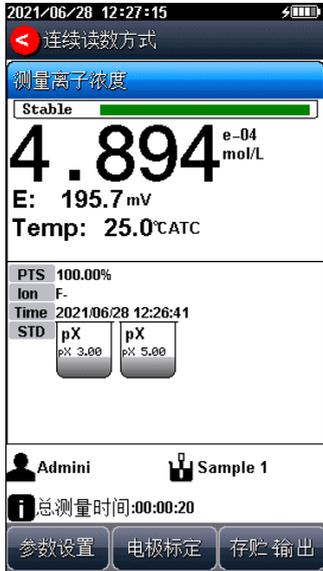


图 5-7 离子测量示意图

测定过程如下：

- 1) 在烧杯中加入适量样品溶液（通常是 100ml），向溶液中按比例添加离子强度调节剂，加入搅拌子后放在搅拌器上，开启搅拌使其微微产生漩涡；
- 2) 将离子选择性电极用纯水冲洗干净，用滤纸吸干后放入样品溶液中；
- 3) 等待数据稳定，稳定后，读取测量结果；
- 4) 如果有必要，可以按“存贮输出”键保存，并打印测量结果。

在测量含有高浓度被测离子样品后（如含有高浓度被测离子的标样或水样），再测量含有低浓度被测离子的水样，其电极性能往往会出现明显衰退，如响应变慢，无法稳定等。此时建议在测量前在空白溶液中，进行洗空白操作，步骤如下：

- 1) 向烧杯中添加适量纯水（通常是 100ml），向纯水中按比例添加离子强度调节剂，得到空白溶液，加入搅拌子后放在搅拌器上，开启搅拌使其微微产生漩涡；
- 2) 将离子选择性电极用纯水冲洗干净，用滤纸吸干后放入空白溶液中；
- 3) 随着时间推移，电极电位缓慢变化并趋向稳定；
- 4) 取出电极后，进行后续样品的测量。

**【提示】**

- 不同的离子选择性电极，其在空白溶液中往往有不同的电位值。可以通过观察离子选择性电极在空白溶液中的电位值，来判断电极的状态。阳离子选择性电极的空白电位明显高于参考值，或阴离子选择性电极的空白电位明显低于参考值，说明电极状态不佳。可以尝试重新活化电极并多次在空白溶液中清洗电极的方法来恢复其部分性能。
- 离子电极随时间推移，其性能会逐渐下降。若通过上述方式仍无法恢复其性能，您可能需要更换一支新的离子选择性电极。

5.6 数据管理

仪器支持多种查阅方式，可按存贮编号、按存贮时间查阅存贮数据。用户按实际需要设置查阅方式，仪器即按照查阅条件查找匹配的结果，并以曲线显示。

您可通过软功能键“查阅数据”进入数据管理功能。

5.6.1 查阅设置

本仪器按照测量的参数独立存贮测量结果，允许存贮 pH、pX、离子

浓度各 1000 套测量结果；

仪器支持按照查阅内容、存贮编号、存贮时间等查阅条件的设置，待查阅条件设置完成后，可通过“开始查阅”键开始搜索。可通过软功能键“清空”，清空已贮存的数据。



图 5-8 查阅贮存数据示意图

5.6.2 查阅结果

仪器会按照设定的查阅条件将符合条件的结果，采用图形的方式显示出来。仪器默认按照存贮编号进行查阅，如图所示。中间为实际的曲线图，曲线下方为指示线对应数据的详细信息。

您可按“<<”、“>>”选中数据后按“查阅详细”键查看数据，也可以按“上一页”、“下一页”快速移动指示线。您可通过软功能键“删除”进行数据删除，按“输出”进行输出打印数据，或通过“设置”键重新设置查阅设置。



图 5-9 显示检索到的结果示意图

5.6.3 打印结果

仪器支持将测量结果通过打印线直接输出到串口型打印机。您可通过软功能键“输出”键进行数据输出，选择需要的选项，即可输出测量结果到打印机。



【提示】

- 为保障仪器的正确使用，避免烧坏仪器，给您带来不必要的损失，连接打印机前请关闭仪器、打印机电源；
- 仪器的通信波特率始终为 9600bps，默认设置为 8 位数据位，一个起始位，一个停止位，无奇偶校验。

输出格式大约如下:

```
*****
Report Title
-----
Measure Time:2021/02/06 13:31:51
Operator:Admini
Model: PXBJ-286F Ion Meter
Serial Number:
SW Version: Ver 1.00
-----
.....SAMPLE INFO
Sample ID: Sample 1
.....ELECTRODE INFO
pH EC ID: pH Electrode
.....CALIB INFO
Calib Operator: REX Team
Calib Time: 2021/02/06 12:13:10
Calib Num: 3
.....CALIB RESULT
STD 1: 4.00pH 177.3mV 25.0c
STD 2: 6.86pH 8.0mV 25.0c
STD 3: 9.18pH -129.1mV 25.0c
pH Slope 1: 100.00%
pH E0 1: 0.0mV
pH Slope 2: 100.00%
pH E0 2: 0.0mV
.....BRIEF INFO
Reading Mode: Coutinuous Reading
Stable Type: Medium
Temp Comp Type: ATC
.....RESULT
Result: 7.00pH
Signal Value: -0.2mV
Temp Value: 25.0c
-----
Signature:
```

6 仪器维护与故障排除

6.1 仪器的维护

仪器的正确使用与维护，可保证仪器正常、可靠地运行。本仪器具有很高的输入阻抗，容易被静电、其他电磁场干扰损坏；另外，也会经常接触到化学药品，使用环境比较恶劣，所以更需合理维护。

pH/pX 的测量电极插座未接入电极时，请将 Q9 短路插头插入，以防仪器损坏。Q9 短路插头请放置在干燥、洁净的环境中，防止短路插头被腐蚀影响短路效果。

仪器配套专业的防护套，具有一定的防护作用。

仪器的电极插座须保持清洁、干燥，切忌与酸、碱、盐溶液接触。

本仪器外壳材料对某些有机溶剂（如甲苯、二甲苯和甲乙酮 (MEK)）比较敏感。如果液体进入外壳，可能会损坏仪表。若需清洁仪器外壳，请用沾有水和温和清洁剂的毛巾轻轻擦拭即可。

仪器使用内置锂电池提供工作电源，请勿让锂电池一直处于亏电状态，请每隔 3 个月进行一次充放电，延长锂电池的使用寿命。

6.2 电极的使用和维护

在使用电极前，应认真阅读电极说明书，了解所使用电极的类型、结构和适用范围。

更多详细信息，可参考电极使用说明书。

6.3 电池使用说明和维护

仪器使用容量为 4000mAh 的聚合物锂电池来提供工作电源，关机状态下完整的充电时间（电池 0 电量到充满）约 4 小时。电量显示的说明如下：

- 仪器在不充电时开机使用的情况下开关按键的指示灯常亮。充电

情况下无论开关机开关键的指示灯都以连续 1~4 次闪烁的形式显示电量。每 1 个闪烁代表 25% 的电量，每个间隔中只有一次闪烁代表电池拥有 1~25% 的电量，连续两次代表 26%~50% 的电量，连续 3 次闪烁代表 51%~75%，连续 4 次闪烁代表 76%~99%，充满指示灯常亮；

- 关机连续充电时开关按键指示灯常亮代表电池已经充满，但是开机状态下的连续充电，由于锂电池管理芯片的充放电机理，指示灯不会常亮，关机继续充电一段时间后指示灯常亮，即 100% 充满。

锂电池使用注意事项：

- 仪器严禁靠近 85℃ 以上高温物体；
- 仪器内部严禁进水；
- 远离易燃易爆物质；
- 仪器长时间不用时，锂电池电量也会下降，出现严重不足状态。使用前请连接充电器，充电 15 分钟后再开机；
- 仪器锂电池不宜长时间连续充电，建议充电时间控制在 8 小时内，关机状态下约 4 小时可充满，即指示灯常亮后即可移除充电线；
- 严禁连续 24 小时不间断充电。

6.4 常见故障排除

表 6-1 常见故障排除

现象	故障原因	排除方法
开机没有显示	没有开机； 仪器损坏；	连接适配器再按开关键开机 按规定更换或修理；
mV 测量不正确	电极性能不好 电极插头接触不良	更换好的电极 连接短路插头，仪器应显示 0mV 左右，否则仪器可能有问题。
pH 测量不正确	同上 同上 电极未标定或者标定错误	同上 同上 重新标定电极或更换标液
pX 测量不正确	同上 同上 电极未标定或者标定错误 离子电极选择错误	同上 同上 重新标定电极或更换标液 选购相应的离子选择电极 加离子调节剂

若上述各种情况排除后，仪器仍不能正常工作，请与我公司联系。

7 技术支持

7.1 技术咨询

仪器在使用过程中，若有技术问题或者相关建议请通过以下途径联系我们：

- 登陆官网 www.lei-ci.com，进入技术支持界面；
- 登陆官网 www.lei-ci.com，联系官方客服；
- 拨打客户服务热线：400-827-1953。

7.2 操作指导

仪器开箱后的安装使用，我们有详细的操作视频可供参考，可以通过以下途径观看：

- 关注雷磁微信公众号，手机端在线观看操作视频；



- 登陆雷磁官网 www.lei-ci.com，下载观看高清视频；
- 拨打客服服务热线：400-827-1953。

7.3 软件下载

本产品有配套的电脑通信软件，可以通过下述流程进行下载：

- 登陆官网 www.lei-ci.com，进入技术支持—软件下载页面；
- 搜索仪器型号，选择对应软件点击下载；输入 14 位授权码即可完成下载（授权码见软件卡）。

7.4 售后服务

仪器使用过程中，若有问题请通过以下途径联系我们，我们将竭诚为您服务：

- 登陆官网 www.lei-ci.com，联系官方客服，网上沟通解决问题；
- 拨打客户服务热线：400-827-1953，电话沟通解决问题；
- 微信扫码填写产品质量信息反馈表，我们会在收到反馈后安排工程师与您联系，解决问题；



- 需要维修的仪器您可以选择寄回我公司进行检测维修，也可与我公司维修网点联系，网点详情请拨打客户服务热线：400-827-1953。

7.5 配件采购

仪器所需部分推荐配件见下表，详情见官网 www.lei-ci.com。

表 7-1 仪器配套配件

名称	产品描述
E-201F 型 pH 复合电极	测量样品的 pH 值
PF-202-C 型氟离子复合电极	测量样品的氟离子
T-818-Q 型温度电极	测量样品的温度值
pH4.00/6.86/9.18 袋装缓冲溶液	校正 pH 电极
氟离子电极校准溶液	校准氟离子电极
常规浓度总离子强度调节缓冲液 II	氟离子测量离子强度调节

7.6 联系方式

地 址：上海市嘉定区安亭镇园大路5号2幢1、3、4层

邮 编：201805

咨询热线：400-827-1953

企业邮箱：rex_xs@lei-ci.com

传 真：021-39506398

企 业 QQ：4008271953

8 附录

附录 1: pH 缓冲溶液的 pH 值与温度关系对照表

温度℃	0.05mol/kg 邻苯二钾酸氢钾	0.025mol/kg 混合磷酸盐	0.01mol/kg 四硼酸钠
5	4.00	6.95	9.39
10	4.00	6.92	9.33
15	4.00	6.90	9.28
20	4.00	6.88	9.23
25	4.00	6.86	9.18
30	4.01	6.85	9.14
35	4.02	6.84	9.11
40	4.03	6.84	9.07
45	4.04	6.83	9.04
50	4.06	6.83	9.02
55	4.07	6.83	8.99
60	4.09	6.84	8.97

附录 2：pH 标准缓冲溶液的配制方法

- 1) pH4.00 标准缓冲溶液：用 GR 邻苯二甲酸氢钾 ($\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$) 10.12g，溶解于 1000mL 的去离子水或高纯水中；
- 2) pH6.86 标准缓冲溶液：用 GR 磷酸二氢钾 (KH_2PO_4) 3.387g、GR 磷酸氢二钠 (Na_2HPO_4) 3.533g，溶解于 1000mL 的去离子水或高纯水中；
- 3) pH9.18 标准缓冲溶液：用 GR 四硼酸钠 ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) 3.80g、溶解于 1000mL 的去离子水或高纯水中。

注意：

- 配制 2)、3) 溶液所用的水，应预先煮沸 (15~30) 分钟，除去溶解的二氧化碳；
- 在冷却过程中应避免与空气接触，以防止二氧化碳的污染。

附录 3：氟离子溶液配制方法

1) 标准溶液：

精确称取 4.20g 分析纯氟化钠 (NaF)，溶于蒸馏水中，定容至 1000mL，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 100ml，稀释至 1000ml；

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

2) 总离子强度调节剂 (TISAB)：

称取 58.8g 分析纯二水柠檬酸钠 ($Na_3C_6H_5O_7 \cdot 2H_2O$)，再称取 85g 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 1000mL。

3) 试验用溶液：

■ pF2(1×10^{-2} mol/L F^-)：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 100ml；

■ pF3(1×10^{-3} mol/L F^-)：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 100ml；

■ pF4(1×10^{-4} mol/L F^-)：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 100ml。

附录 4：串口打印机的选购

不管选择什么样的打印机，要连接仪器支持打印，有两点必须满足：

- 打印机支持标准 RS232 接口；
- 打印机设置为 9600,n,8,1，即 9600bps 的波特率，无奇偶校验，8 位数据位，1 个停止位。

通常，支持 RS232 标准的打印机有两大类，一类为热敏打印机，主要在快餐店、药店、零售百货店等使用的打印机，打印快速，但是不利于长时间保存，用手一掐就会模糊；另一类为普通针式打印机，需要安装色带，打印速度偏慢，声音响，但是由于墨水的使用，可以较长时间保存，对应比较重要的数据，可以选用这类打印机。

下面是用户可以参考选用的打印机，仅供参考：

- 爱普生 U228：针式打印机；
- 中琦 AB-210K、AB-220K 、AB-300K：针式打印机；
- 广州天芝电子科技有限公司 TT-POS58G TT-210K：热敏打印机；
- 佳博 80160IIN：热敏打印机。