

ZQJ-2000 氦质谱检漏仪

— 使用说明书 —



总部地址：北京市海淀区中关村北二条13号（100190）

北京销售公司

销售电话：010-62571592 服务电话：010-61778254 传真：010-58043695

上海销售公司

销售电话：021-55885195 服务电话：021-67723155 传真：021-55898588

深圳销售公司

销售电话：0755-26471661 服务电话：0755-26756283 传真：0755-26482740

西安办事处

销售电话：029-82682011 服务电话：010-61778254 传真：029-82681519

成都办事处

销售电话：028-83208009 服务电话：010-61778254 传真：028-61551244

总部维修热线：18611455288

公司网址：www.kyky.com.cn 邮箱：market@kyky.com.cn sales@kyky.com.cn



KYKY TECHNOLOGY CO., LTD.

目录

第一章 前言	01	· 5.3.9 打印选项	27
第二章 ZQJ-2000 检漏仪简介	02	· 5.3.10 恢复参数	28
· 2.1 ZQJ-2000 检漏仪	02	· 5.3.11 其他设置	28
· 2.2 检漏仪的安装	03	· 5.4 检漏选项	29
· 2.3 检漏仪面板按钮与显示	05	· 5.4.1 灵敏度	29
· 2.4 检漏仪的供电与外部接口	06	· 5.4.2 真空模式	30
· 2.5 检漏仪的技术指标	06	· 5.4.3 调零模式	30
第三章 检漏仪原理与工作模式	07	· 5.4.4 自动检测	31
· 3.1 检漏仪原理	07	· 5.4.5 系统气路	31
· 3.2 工作模式	09	· 5.4.6 系统调试	32
第四章 操作	12	· 5.4.7 量程选择	32
· 4.1 检漏仪启动与停止	12	· 5.5 报警选项	33
· 4.2 开始测量	13	· 5.6 维护选项	33
· 4.3 仪器校准与调峰	14	第六章 故障处理	34
第五章 菜单说明	15	附录 A 恢复参数表	35
· 5.1 主屏幕	15	附录 B RS232 通讯协议	36
· 5.2 校准选项	17	附录 C 外控 IO 接口定义	40
· 5.2.1 内部漏孔	17		
· 5.2.2 外部漏孔	18		
· 5.2.3 校准参数	18		
· 5.2.3.1 校准模式	19		
· 5.2.3.2 调峰 & 校准	19		
· 5.2.3.3 校准系数	20		
· 5.2.3.4 调零设置	20		
· 5.2.3.5 加速 & 聚焦	21		
· 5.2.3.6 发射电流	21		
· 5.3 设置选项	22		
· 5.3.1 真空设置	23		
· 5.3.2 放气阀设置	23		
· 5.3.3 报废点设置	24		
· 5.3.4 音量设置	25		
· 5.3.5 单位设置	25		
· 5.3.6 灯丝设置	26		
· 5.3.7 防污染设置	26		
· 5.3.8 接口设置	27		

第一章 前言

文件编制标准

本手册使用下列文件编制标准



注意：表示使用中包含有重要的信息



小心：表示在操作中如果不按要求，会导致误操作。



警告：表示在操作中如果不按要求，会导致系统数据丢失，误动作甚至造成仪器损坏。



危险：表示可能会出现仪器损坏甚至造成人身伤亡。

手册中的按键用“粗体”表示

第二章 ZQJ-2000 检漏仪简介

2.1 ZQJ-2000 检漏仪

ZQJ-2000 检漏仪是一款全自动化，液晶屏与数码管双重显示的检漏仪，它由分子泵(型号 FF25)、前级泵(PVP-4)、质谱室、组合阀体、电路板、液晶显示屏以及操作按键等组成，该检漏仪内置 RS232 通讯接口、外控 IO 接口以及打印机接口。

仪器的外形结构如下图所示，仪器尺寸为 645×450×950 (mm)，仪器重量为 80Kg。

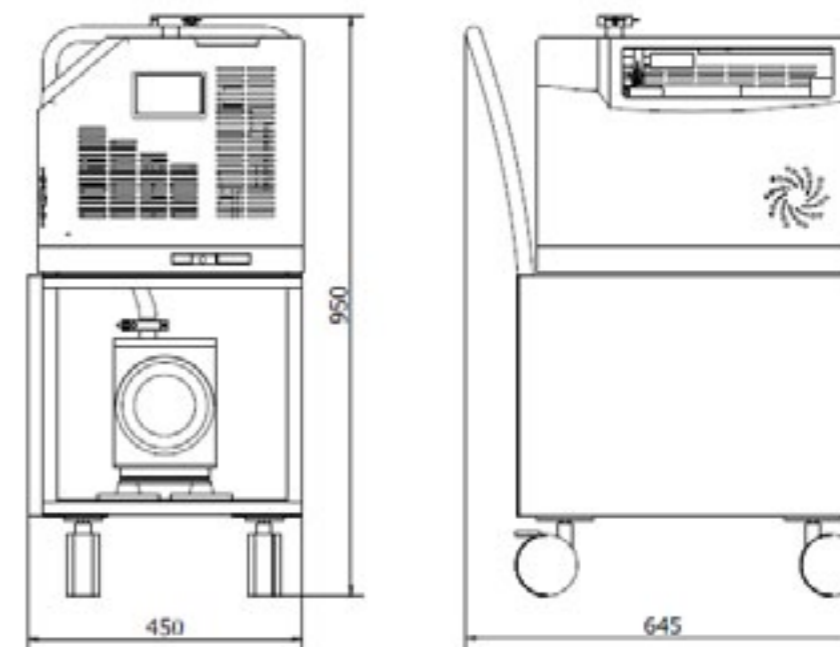


图 1：仪器外形结构图

2.2 检漏仪的安装

2.2.1 拆箱

包装箱中清单：

ZQJ-2000 检漏仪	1 台
产品合格证	1 份
检漏盘及密封橡皮板	各 1 件
喷枪	1 支
球胆、乳胶管、接管和水止	各 1 件
真空脂	1 瓶
O 型密封圈	1 套
接收器短路插座	1 个
ZQJ-2000 检漏仪电源线	1 根
ZQJ-2000 检漏仪选配件（根据选购）	1 套
ZQJ-2000 检漏仪操作手册	2 份
机械泵说明书及备件	1 份

检查包装箱是否完整无损，配件是否齐全。

2.2.2 安装

具体安装要求如下表所示

固定检漏仪		远离强电磁场区域 靠近电源插座 检漏仪与墙体之间 20cm 的空隙
前级泵		前级泵出气口在出厂时已密封，在开机前一定要去掉密封盖 在仪器出厂时机械泵已加注了适量的专用机械泵油，观察油位是否低于最小刻度线，否则加油至合适的刻度线，待仪器开机后 10 分钟观察油位是否合适
电源电压		220VAC±10%，50Hz，8A 具有可靠的接地

2.2.3 工作环境

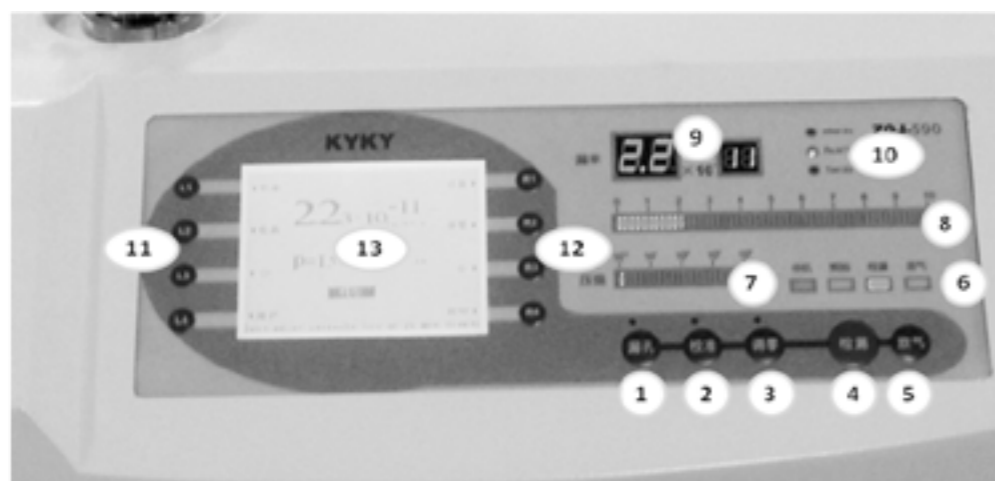
环境温度	5°C ~ 45°C
空气相对湿度	<80%
供电电压	220VAC±10%，50Hz，单相，有接地牢靠的地线
最大电流	8A
仪器附近无强的电磁场干扰，无剧烈震动、无腐蚀性气体；室内有良好通风以避免氮气干扰。	
建议前级泵排气口通过合适尺寸的软管连接至室外或其他排气系统中，从而减少测试环境中的氮气本地信号。	
保持测试环境中空气的流通，以降低环境中氮本地信号对测量结果的影响。	

2.2.4 储存环境

环境温度	-15°C ~ 60°C
空气相对湿度	<90%
如果长时间不用，最好储存在干燥无尘的环境中，再次使用时，建议开机 4 小时以上再使用。	

2.3 检漏仪面板按钮与显示

如下图所示前面板包括：液晶显示屏与相应菜单按键、数码管显示、漏率压强发光排显示、指示灯以及操作按键等。



- | | | | |
|-------------|-------------|--------------|-----------|
| 1 “漏孔” 键及指示 | 2 “校准” 键及指示 | 3 “清零” 键及指示 | 4 “检漏” 键 |
| 5 “放气” 键 | 6 状态指示灯 | 7 压强指示发光排 | 8 漏率指示发光排 |
| 9 漏率指示数码管 | 10 漏率单位指示灯 | 11/12 屏幕操作按键 | 13 液晶显示屏 |

- 液晶显示屏：包含主画面与其他多个子画面，用于显示仪器当前漏率值、压强值、各种状态信息以及所有的参数设置界面，配合液晶屏操作的是屏幕两侧的 8 个按键（L1~L4，R1~R4）；
- 数码管显示：以数字形式显示当前漏率值（系数与指数）；
- 漏率压强发光排：以模拟形式显示当前漏率值与检漏口压强值；
- 指示灯：显示当前仪器状态以及单位等信息；
- 操作按键：仪器使用时的按键。

2.4 检漏仪的供电与外部接口

- 检漏仪供电：包含电源线与检漏仪总开关；
- 外部接口：包含 RS232 接口，外控 IO 口及打印机接口；
RS232 接口实现计算机等具有标准 232 接口的设备同检漏仪进行通讯，控制检漏仪或者从检漏仪读取数据；
外控 IO 接口实现外部开关控制检漏仪或者检漏仪输出数字量与模拟量到外部设备；
RS232 通讯协议详见附录 B；
外控 IO 接口说明详见附录 C；
打印机为微型热敏打印方式；

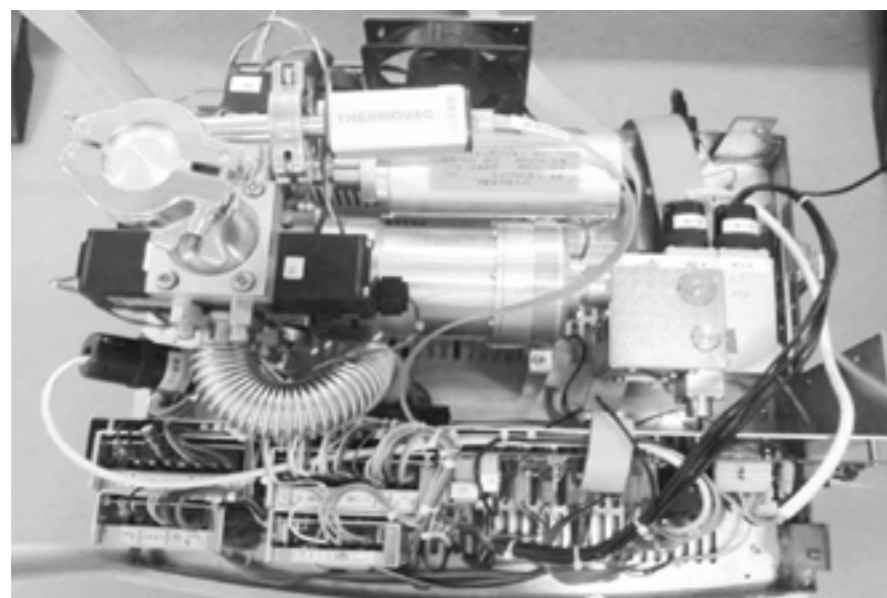
2.5 检漏仪的性能指标

最小可检漏率	$<2 \times 10^{-11} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$
反应时间	$\leq 2\text{s}$
启动时间	$<7 \text{ min}$
漏率指示范围	$1 \times 10^{-11} \sim 1 \times 10^{-5}$
允许检漏口最高压力	1000Pa
允许质谱室最高工作压力	$3 \times 10^{-2} \text{ Pa}$
仪器体积	645(W)×450(D)×950(H)
仪器重量	80kg

第三章 检漏仪原理与工作模式

3.1 检漏仪原理

ZQJ-2000 检漏仪主要由质谱室系统、真空系统以及电气控制系统等组成，如下图所示。



• 质谱室系统

质谱系统是检漏仪的核心，它的作用是在检漏过程中产生离子流信号以及使离子流分离，最终获得有用的氦信号。质谱系统主要包括离子源、磁分析器以及放大器等。离子源由灯丝（钨丝）与电离盒组成，当检漏仪工作时，灯丝通过一定的电流会产生很高的温度，灯丝表面的电子获得很高的能量而脱离灯丝表面，在电场的作用下电子获得一定的速度，此时如果遇到气体，则会把气体电离成相应的离子，生成的离子在加速电场的作用下进入磁分析室，此分析室的作用是把不同质荷比的离子在空间分离开，然后由放大器接收氦离子流信号，通过放大处理转换为相应的漏率信号。质谱室需要在高真空环境下才能正常工作。

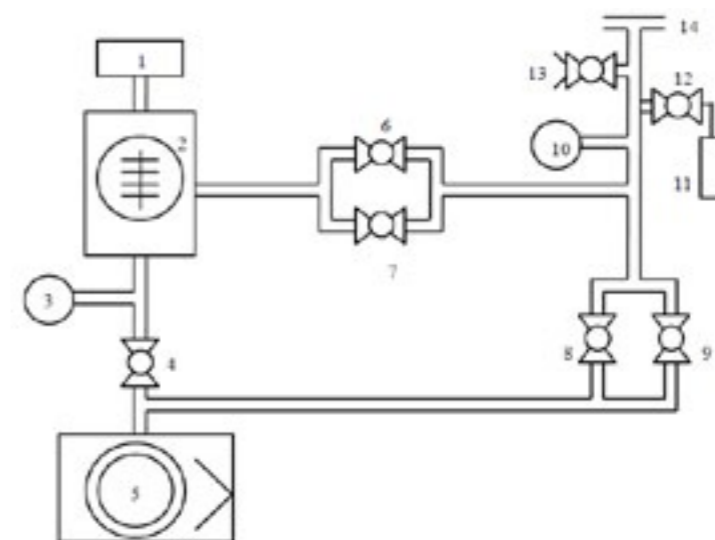
• 真空系统

真空系统主要包括分子泵、前级泵、组合阀体、真空测量以及真空管路。分子泵为质谱室提供的高真空环境，同时为不同的检漏模式提供不同的氦信号气路通道；前级泵为分子泵提供前级真空，以及抽空检漏工件；组合阀体提供了检漏时的各种气路通道，真空测量提供检漏口真空度与前级真空度。

• 电气控制系统

电气控制系统主要包括系统供电、主板、离子源板、显示板、通讯板以及控制软件。

系统气路结构图如下图所示：

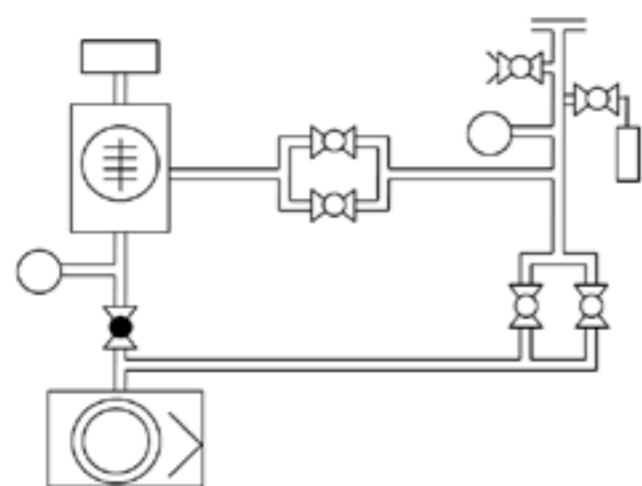


1 质谱室	2 分子泵	3 前级热偶规	4 前级阀
5 前级泵	6/7 中间阀	8/9 粗检阀	10 检漏口皮拉尼规
11 内部标准漏孔	12 漏孔阀	13 放气阀	14 检漏口

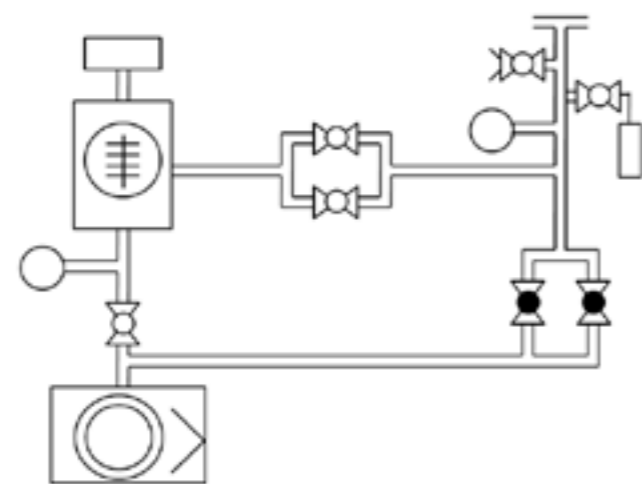
3.2 工作模式

检漏仪的工作按气路分为：待机模式、预抽模式、粗检模式、精检模式、放气模式、读内部漏孔模式，各种模式的系统气路图如下所示：

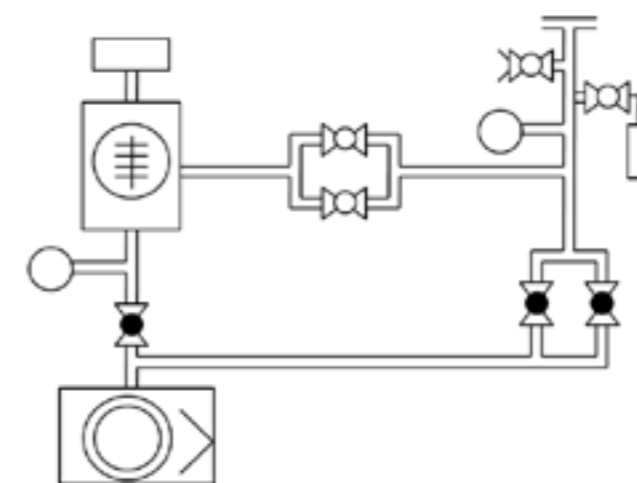
待机：仪器在启动完成后自动进入待机状态，此时只有分子泵前级阀打开，如果仪器出现故障，如受到污染等也会自动处于待机状态。如果设置仪器放气阀不允许打开或者延时打开时，仪器也会在放气阀打开前进入待机状态。



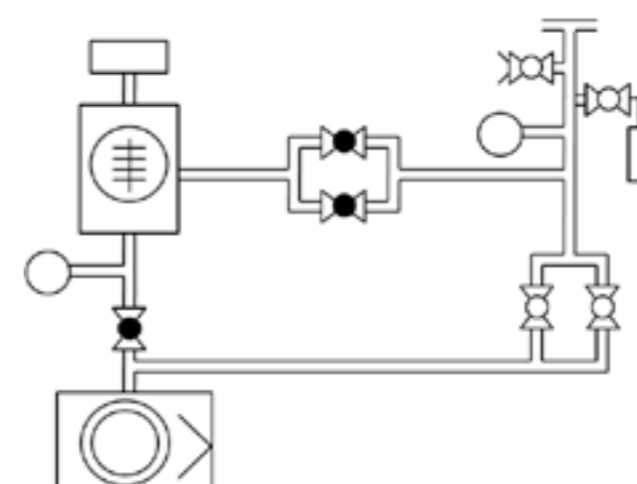
预抽：仪器在检漏时先进入预抽状态，此时前级阀关闭，粗检阀（预抽阀）打开。



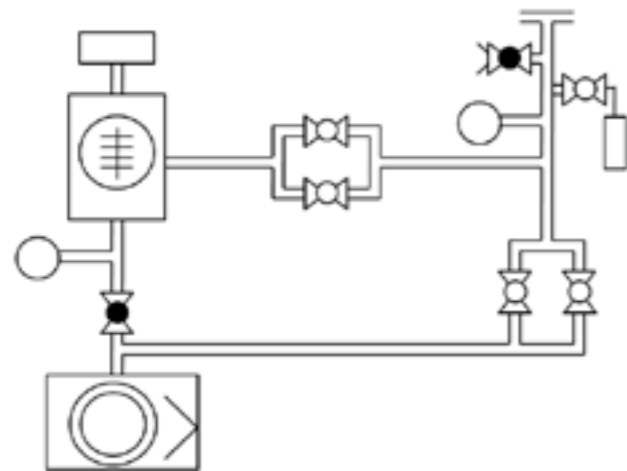
粗检：当仪器设定为粗检模式时，当检漏口压强达到粗检压强后进入粗检状态，此时前级阀和粗检阀打开。当仪器设定为精检模式时，当检漏口压强达到粗检压强后先进入粗检状态，检漏口压强继续下降，达到精检压强时，自动进入精检状态。



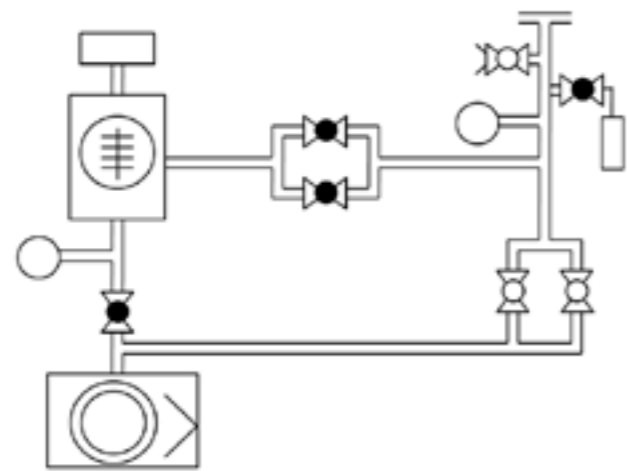
精检



放气：只有当放气阀允许时，按放气键，才进入放气状态，此时前级阀与放气阀打开。



读内部漏孔：当按操作面板上的“漏孔”按键时，仪器会进入读内部漏孔状态，此时前级阀，中间阀（精检阀）以及漏孔阀打开。



按灵敏度分为：高灵敏度模式与低灵敏度模式；高灵敏度时，分子泵工作转速为 400Hz，低灵敏度时分子泵工作转速为 600Hz。高灵敏度能够检测的最小可检漏率为 2.0×10^{-11} Pa.m³/s，低灵敏度能够检测的最小可检漏率为 2.0×10^{-10} Pa.m³/s。高低灵敏度的设置参见第 5 章。

第四章 检漏仪操作

4.1 检漏仪启动与停止

• 启动

在启动检漏前，首先将电源线连接到单相 220V 插座中，确保仪器可靠接地，如果是首次开机，请确保前级泵出气口处的密封盖去掉。合上检漏仪空开，检漏仪即可启动，此时前级泵运转，屏幕显示“KYKY”，数码管与指示灯全部亮，漏率发光条红绿切换。3s 后灭，仪器数码管显示 P-0X，液晶屏与数码管同时显示系统启动的连续几个过程，如下表所示：

数码管显示	液晶屏显示	注释
P-01	系统上电	主板与显示板通讯正常
P-02	低真空正常	前级泵运转正常
P-03	分子泵启动	分子泵高速工作
P-04	分子正常	分子泵转速达到 400Hz
P-05	高真空准备	根据仪器上次开机时间自动计算准备时间
P-06	离子源上电	根据上次仪器设置自动加灯丝 1 或者 2
P-07	系统正常	启动过程完成
P-08	待机	进入正常检测状态

仪器进入正常状态后，数码管显示漏率值，漏率发光条及检漏口压强发光条显示相应数值，各指示灯显示工作状态及单位等信息。液晶屏进入主屏幕，具体屏幕信息含义，参见第 5 章。

• 停止

仪器在任何状态下都可以通过关闭空开停止，在仪器断电 5 分钟之内，请不要移动仪器，且下次开机之前确保仪器已经断电 5 分钟以上。

4.2 开始测量

为了保证检漏仪在使用前处于正常状态，可按操作面板上的操作按键“**漏孔**”，此时检漏仪会自动打开内部漏孔，如果检漏仪工作正常，此时的漏率值显示应为漏孔的值，大约在 $2.0 \times 10^{-8} \text{pa.m}^3/\text{s}$ （与实际内部漏孔值有关），如果偏离此值过大，则需要执行调峰校准操作，具体步骤参见 4.3 节。

1. 检漏仪正常后，通过“**放气**”键，使检漏仪处于放气状态，连接工件到检漏口；
2. 按“**检漏**”键，此时仪器开始对工件进行预抽，通过液晶屏或者数码管可观察检漏口压强的变化；
3. 当检漏口压强达到粗检设定值时（检漏仪在出厂时默认状态为精检模式，进入粗检的检漏口压强默认为 100pa，进入精检的检漏口压强默认为 10pa，如果上次使用改变此值，则执行上次的数值。），粗检阀打开，此时检漏口压强继续下降，达到精检设定值时，精检阀打开，进入精检检漏模式；
4. 如果被检工件较大，或者工件存在大漏，预抽时检漏口压强长时间不能到达检漏状态，为了防止预抽过程中分子泵前级处于长期关闭状态，系统会在预抽 2 分钟后自动进行预抽延时操作，即关闭预抽阀（粗检阀），打开前级阀，5s 后再自动转入预抽状态；如果反复几次都不能达到检漏状态，请检查工件是否有大漏，或者加辅助泵进行预抽；
5. 当仪器进入检漏状态时，可以对工件进行检漏，具体检漏方法参见附录。在检漏状态下，可以对检漏结果进行打印，此时在屏幕主界面，按下“**打印**”键，此时显示“*打印。。。* ”，仪器自动开始计算漏率最大值，当再次按下“**打印**”键时，仪器自动打印出两次按键之间的漏率最大值及其他的相关信息，具体内容参加第 5 章中的打印选项。
6. 结束检漏时，按下“**放气**”键，如果“放气阀设置”菜单中设置为允许放气，则放气阀会按照设定的时间自动放气，此时面板上的放气指示灯亮，如果设置为不允许放气，则系统会处于待机状态，面板上的待机指示灯亮。
7. 清零操作：当仪器处于检漏状态时，如果仪器本底过高，可以按“**清零**”键进行清零操作，同时清零指示灯亮，如果取消清零操作，再次按“**清零**”键即可。

4.3 仪器校准与调峰

仪器在使用之前建议先进行调峰与校准工作，确保仪器测量结果精确。仪器具有自动调峰和校准功能，当然也可以使用手动校准功能，手动校准具体参见第 5 章的校准选项设置。调峰和校准可以使用内部漏孔，也可以使用用户提供的外部漏孔。

内部漏孔调峰或者校准步骤：

1. 设置内部漏孔参数（漏孔值、标称温度、生产日期、温度修正、年衰减）；
2. 设置校准模式为内部校准；
3. 设置“调峰 & 校准”为只校准或者调峰并校准；
4. 检漏口用盲板堵住；
5. 按下操作面板上的“**校准**”键，此时仪器进入预抽，同时会根据仪器内部温度以及当前系统时间自动校准内部漏孔的值，并显示在主屏幕上“ $QL=x.x \times 10^{-8} \text{pa.m}^3/\text{s}$ ”，其中 xx 为校准后的值；
6. 仪器自动进行调峰或者校准工作，此时除了操作面板上的“**放气**”键能够结束此调峰或者校准过程外，其他操作按键无效，调峰或者校准过程中，屏幕显示当前的状态；

7. 大约 1~3 分钟后，调峰或者校准过程结束，系统自动进入“精检”状态，用户可以通过按下“**漏孔**”键验证仪器校准过程是否准确。

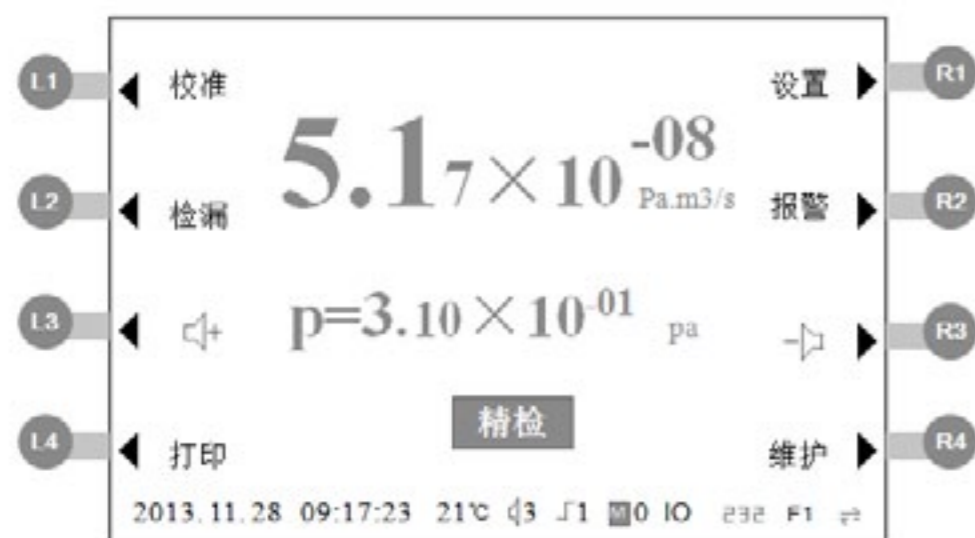
外部漏孔调峰或者校准步骤

1. 设置外部漏孔参数（漏孔值、标称温度、生产日期、温度修正、年衰减）；
2. 设置校准模式为外部校准；
3. 设置“调峰 & 校准”为只校准或者调峰并校准；
4. 按“**放气**”键，把标准漏孔接到检漏口；
5. 按下操作面板上的“**校准**”键，此时屏幕弹出输入环境温度页面，输入环境温度，按“**确认**”键后，屏幕弹出“请打开外部漏孔”信息，打开外部漏孔手动阀，按“**确认**”键后，仪器进入预抽，同时会根据用户输入的温度以及当前系统时间自动校准外部漏孔的值，并显示在主屏幕上“ $QL=x.x \times 10^{-8} \text{pa.m}^3/\text{s}$ ”，其中 xx 为校准后的值；
6. 仪器自动进行调峰或者校准工作，在仪器调峰或者校准的过程中，屏幕会自动弹出“关闭外部漏孔”信息，关闭漏孔手动阀，仪器自动进入寻找本底过程，此时除了操作面板上的“**放气**”键能够结束此调峰或者校准过程外，其他操作按键无效，调峰或者校准过程中，屏幕显示当前的状态；
7. 大约 1~3 分钟后，调峰或者校准过程结束，系统自动进入“精检”状态，用户可以打开外部漏孔手动阀，通过按下“**检漏**”键验证仪器校准过程是否准确。

第五章 菜单说明

ZQJ-2000 检漏仪提供了丰富的参数设置，仪器参数在设置完成后存储在专门的参数存储区内，断电后可永久保存，在下次开机时，仪器可自动读取上次设置的参数。在仪器任何状态都可以手动设置参数，同时仪器具有自动恢复参数的功能，通过密码验证后可使仪器自动恢复的初始的系统参数中，具体仪器初始参数值参见附录。

5.1 主屏幕



主屏幕显示了“校准”、“检漏”、“设置”、“报警”、“维护”等5个菜单选项，以及“打印”按键操作和音量调节按键。对应屏幕的菜单有相应的操作按键 L1~L4，R1~R4，按菜单对应的按键即可进行相应的操作。

主屏幕中间为漏率数值显示、检漏口压强显示以及系统操作状态显示，屏幕下方为其他信息，包括系统日期时间、仪器内部温度、当前喇叭音量、报废点、质谱室真空度、外控 IO 接口状态、RS232 状态、灯丝状态以及显示板与主板间的通讯状态等。

- 系统时间：仪器内部有实时时钟芯片，实时时钟能够在仪器任何状态（即使是断电情况下）保持时间精确运行；
- 仪器内部温度：仪器内置温度传感器，能够精确测量仪器内部温度变化，同时为内部漏孔校准提供温度修正；
- 喇叭音量：如果喇叭声音设置为开状态，可以通过 L3 增大音量，R3 降低音量；
- 报废点：仪器内部有两个报废点，报废点 1 和报废点 2，当设置为报废点 1 或者 2 时，相应下面的报废点号会显示；
- 质谱室真空度：质谱室真空度是以 M0~M9 的形式显示出来，0 表示质谱室真空最好，9 为最差，当达到 9 时，高真空保护，系统自动切断灯丝；
- 外控 IO 接口状态：当使能外控 IO 接口时，IO 字符会显示；
- RS232 接口状态：当使能 RS232 接口时，232 字符会显示；
- 灯丝状态：系统自动检测灯丝是否加上，用的是几号灯丝；
- 板间通讯状态：当主板与显示板通讯正常时，此符号会自动闪烁。

5.2 校准选项

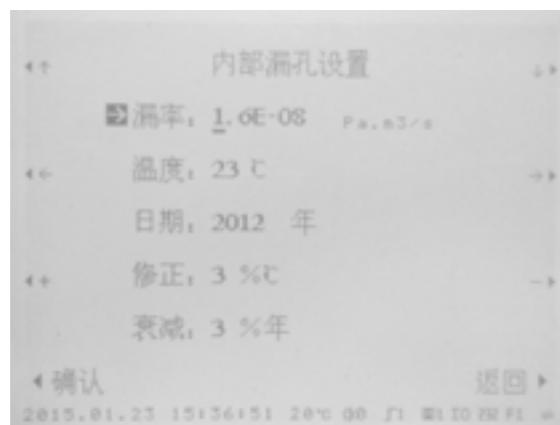
在主屏幕按 **L1** 键，进入校准选项，校准选项包含内部漏孔、外部漏孔以及校准参数三个子菜单，按相应的菜单键可进入各自页面。



5.2.1 内部漏孔

内部漏孔参数主要是为了在使用内部漏孔调峰校准时，根据当前环境自动校正漏孔实际漏率值，以便使仪器校准时更加准确。按菜单键 **L2** 进入内部漏孔参数设置，内部漏孔参数包括内部标准漏孔的漏率大小、标称温度、生产日期、温度修正以及年衰减等信息，以上参数应与仪器内部标准漏孔上面的标称值一致。

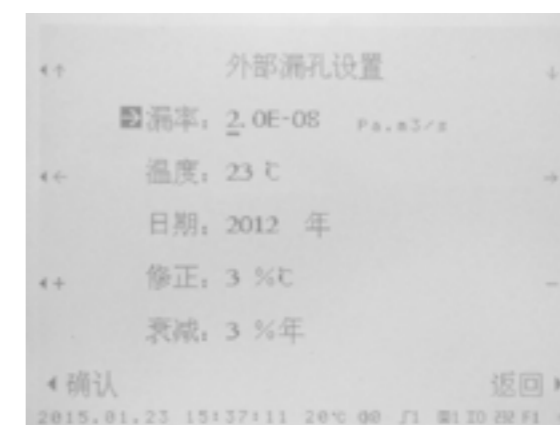
通过按上下箭头对应的菜单键 **L1** 和 **R1** 上下移动光标，通过按左右箭头对应的菜单键 **L2** 和 **R2** 左右移动光标，通过加减对应的菜单键 **L3** 和 **R3** 改变数值，完成修改后，按确认键对应的菜单键 **L4**，即可完成内部漏孔参数的设置，如果要取消，直接按返回对应的菜单键 **R4** 即可返回到上级菜单。



5.2.2 外部漏孔

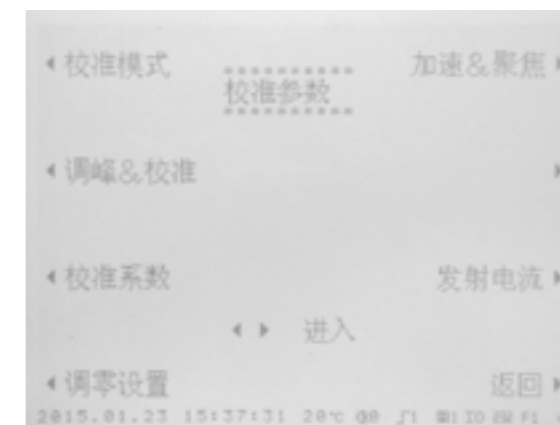
外部漏孔参数主要是为了在使用外部漏孔调峰校准时，根据当前环境自动校正漏孔实际漏率值，以便使仪器校准时更加准确。按菜单键 **R2** 进入外部漏孔参数设置，外部漏孔参数包括外部标准漏孔的漏率大小、标称温度、生产日期、温度修正以及年衰减等信息，以上参数应与仪器外部标准漏孔上面的标称值一致。

通过按上下箭头对应的菜单键 **L1** 和 **R1** 上下移动光标，通过按左右箭头对应的菜单键 **L2** 和 **R2** 左右移动光标，通过加减对应的菜单键 **L3** 和 **R3** 改变数值，完成修改后，按确认键对应的菜单键 **L4**，即可完成外部漏孔参数的设置，如果要取消，直接按返回对应的菜单键 **R4** 即可返回到上级菜单。



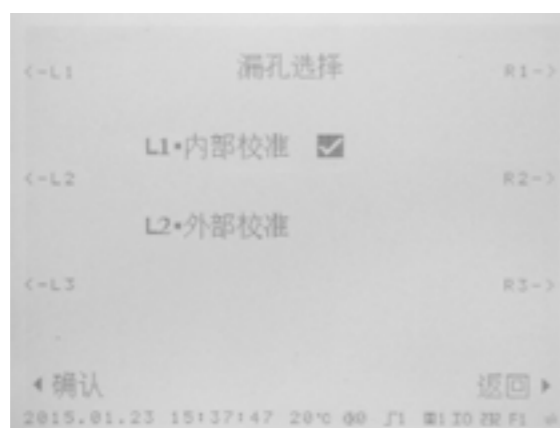
5.2.3 校准参数

在校准选择中按校准参数对应的菜单键 **L3** 进入校准参数设置，校准参数包含校准模式、调峰 & 校准、校准系数、调零设置、加速 & 聚焦以及发射电流六个参数设置项。



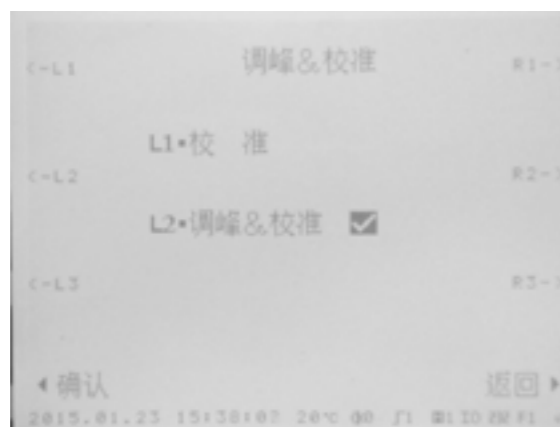
5.2.3.1 校准模式

按菜单键 **L1** 进入校准模式设置菜单，校准模式分为内部漏孔校准与外部漏孔校准，此设置在仪器校准时配合调峰 & 校准菜单、漏孔参数菜单以及“校准”按键使用。如果选择内部校准，则仪器校准时自动通过内部漏孔进行调峰或校准，如果选择外部校准，则仪器校准时自动通过外部漏孔进行调峰或校准。通过 **L1** 键或 **L2** 键选择，选择后按确认即可保存相应设置，如果取消，直接按返回。

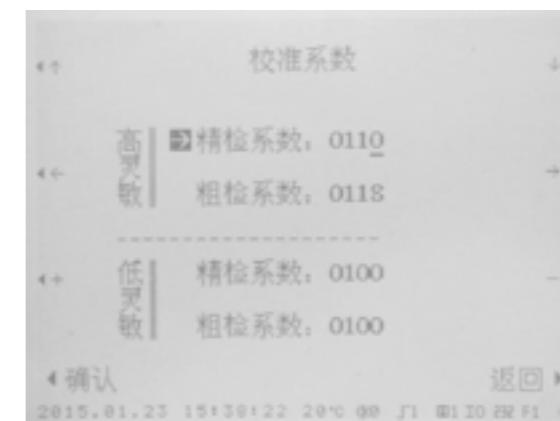


5.2.3.2 调峰 & 校准

按菜单键 **L2** 进入调峰 & 校准设置菜单，按菜单键 **L1** 选择仅仅校准，当按操作面板上的“校准”键执行校准操作时，仪器仅仅执行校准操作，按菜单键 **L2** 选择先调峰后校准，当按操作面板上的“校准”键执行校准操作时，仪器先执行调峰然后进行校准。此选项配合漏孔参数菜单、校准模式菜单以及“校准”按键使用。选择后按确认即可保存相应设置，如果取消，直接按返回。



5.2.3.3 校准系数

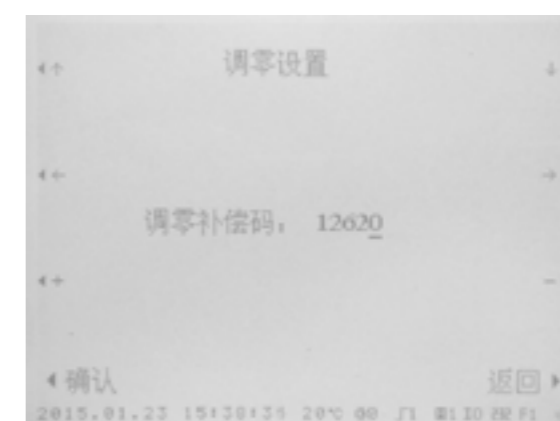


按菜单键 **L3** 进入校准系数设置菜单，校准系数分为高灵敏度和低灵敏度两种校准系数，高低灵敏度有各自的粗检与精检校准系数。校准系数在仪器自动校准时根据实际校准值自动修改，也可以手动修改校准系数。当在灵敏度设置中设置为高灵敏度时，只能改变高灵敏度处的校准系数，同样低灵敏度也是如此。在手动改变校准系数时，随着数值的改变，仪器校准系数实时变化，如果按确认，则接受此次改变，如果取消，直接按返回。校准系数的范围 0~1000。

手动校准：在手动校准前先要打开内部漏孔或者外部漏孔，使仪器处于检漏状态，此时通过改变相应的系数，看漏率大小的变化，当漏率达到漏孔校正后的数值是，按确认即可。

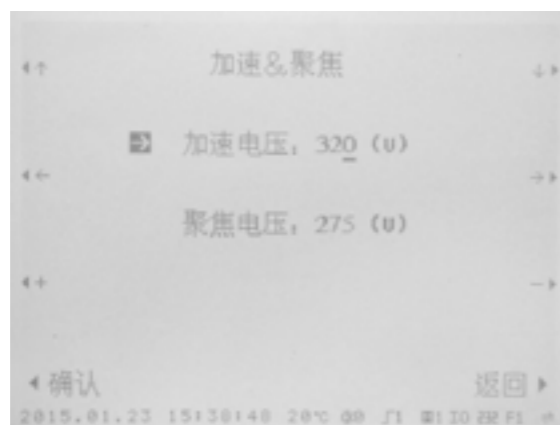
5.2.3.4 调零设置

按菜单键 **L3** 进入调零设置菜单，调零码在仪器自动调零时根据实际值自动修改，也可以手动修改。在手动改变调零码时，随着数值的改变，仪器本底信号会实时变化，如果按确认，则接受此次改变，如果取消，直接按返回。调零码的范围 9000~15000。



5.2.3.5 加速 & 聚焦

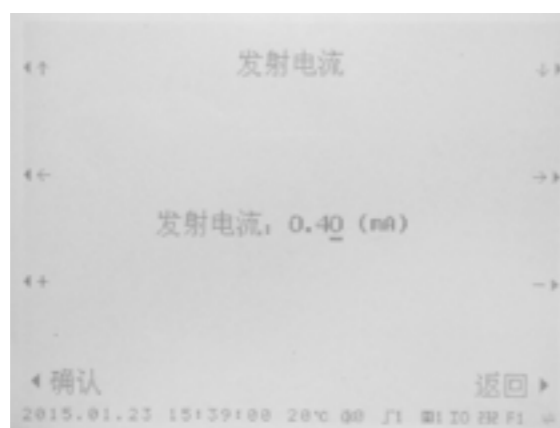
按菜单键 **R1** 进入加速 & 聚焦设置菜单，加速电压和聚焦电压在仪器自动调峰时根据实际校准值自动修改，也可以在手动调峰的时候手动修改。在手动改变加速电压或聚焦电压时，随着数值的改变，仪器信号会实时变化，如果按确认，则接受此次改变，如果取消，直接按返回。加速电压的范围 200~315V，聚焦电压的范围 220~315V。



手动调峰：在手动调峰前先要打开内部漏孔或者外部漏孔，使仪器处于检漏状态，此时通过改变加速电压数值，看漏率大小的变化，在漏率达到最大值时，再改变聚焦电压，是漏率达到最大值，这样反复几次即可调出氮峰。

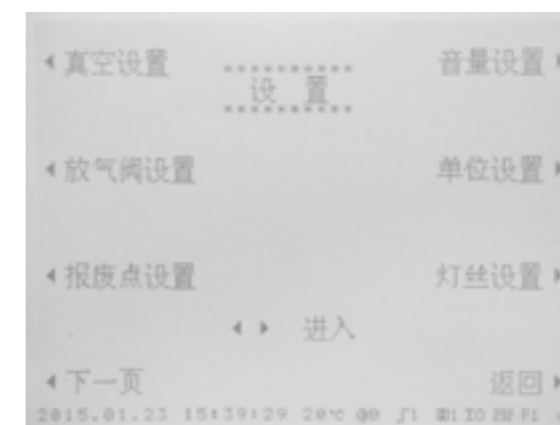
5.2.3.6 发射电流

按菜单键 **R3** 进入发射电流设置菜单，仪器默认的发射电流为 0.30mA，手动改变加速电流可使仪器信号增大，如果按确认，则接受此次改变，如果取消，直接按返回。发射电流的范围 0.20~0.99mA。

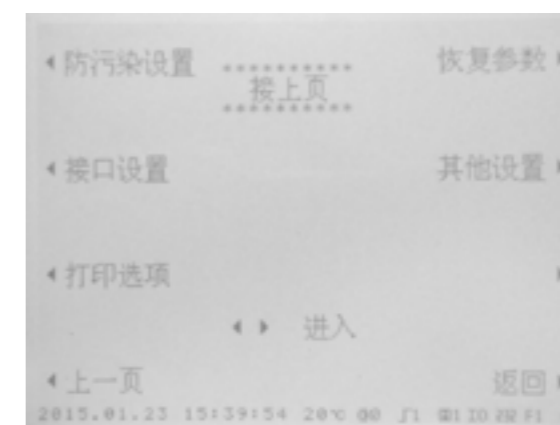


5.3 设置选项

在主屏幕按 **R1** 键，进入设置选项，设置选项包含真空设置、放气阀设置、报废点设置、音量设置、单位设置、灯丝设置、防污染设置、接口设置、打印设置、恢复参数、其他设置 11 个子菜单，设置菜单分两屏显示，按菜单键 **L3** 可自动切换到下一屏，按相应的菜单键可进入各自参数设置页面。



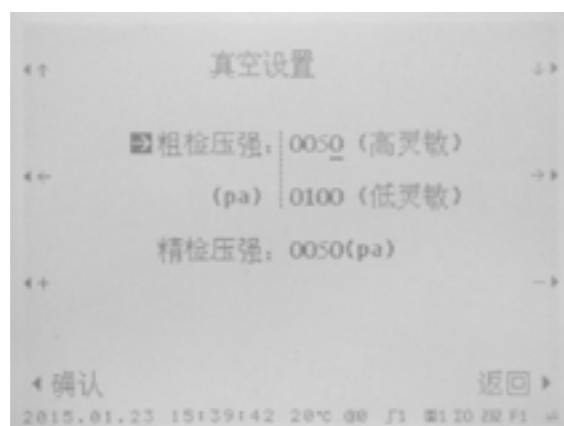
设置页面 1



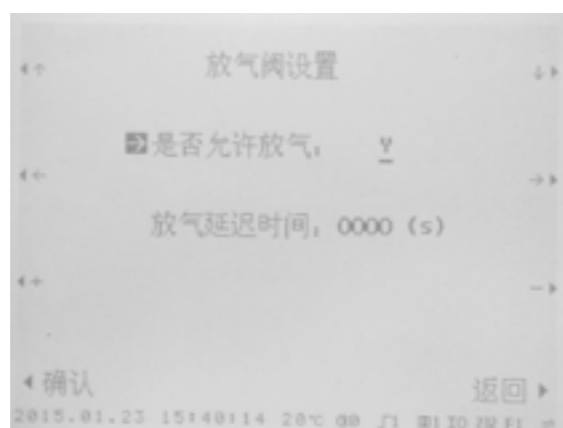
设置页面 2

5.3.1 真空设置

在设置页面 1 按菜单键 **L1** 进入真空设置页面，真空设置用来设置仪器进入粗检状态和精检状态时的检漏口压强。粗检压强分为高灵敏度和低灵敏度两种，根据灵敏度的设置自动选择压强值。设置完成后按确认，则接受此次改变，如果取消，直接按返回。高灵敏度下的粗检压强范围 0~200Pa，低灵敏度下的粗检压强范围 0~800Pa，精检压强范围 0~50Pa。



5.3.2 放气阀设置

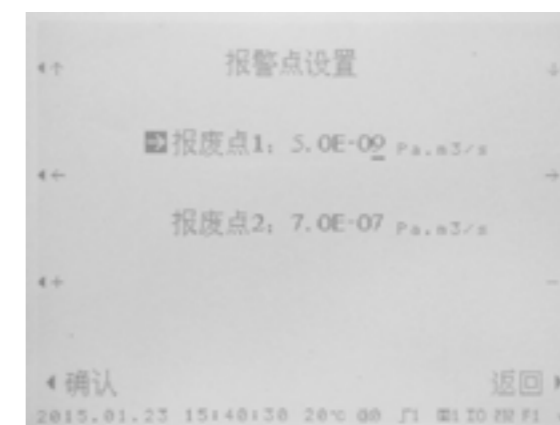


在设置页面 1 按菜单键 **L2** 进入放气阀设置页面，放气阀设置用来设置在按下操作面板上的“放气”键后，放气阀的动作。如果选择允许放气，在按下“放气”键后，放气阀会根据放气延迟时间的设定打开放气阀。如果选择不允许放气，在按下“放气”键后，放气阀不

动作，进入待机状态，此时待机指示灯亮。例如设定为允许放气，放气延迟时间为 10s，在检漏状态下如果按下“放气”键，则系统先进入待机状态（待机指示灯亮），10s 后放气阀打开（放气等亮）。

设置完成后按确认，则接受此次改变，如果取消，直接按返回。放气延迟时间设定范围为 0000~9999s。

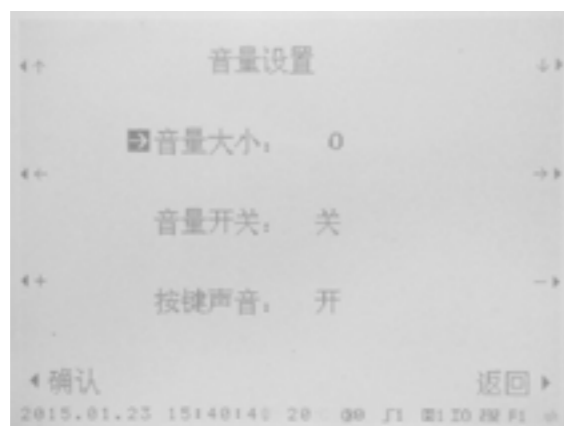
5.3.3 报废点设置



在设置页面 1 按菜单键 **L3** 进入报废点设置页面，报废点设置用来触发系统报警点输出，报废点有两个，报废点 1 与报废点 2，通过上下箭头移动行光标选择，每个报废点的值可以任意改变，设定完成后按确认键，如果行光标在报废点 1，则仪器会根据当前漏率值与报废点 1 进行比较，当漏率值大于此设定值时触发报警输出，漏率发光条会变成红色，此时如果音量设置中喇叭设置为开，则会有声音随着漏率值的大小改变而改变。

设置完成后按确认，则接受此次改变，如果取消，直接按返回。

5.3.4 音量设置



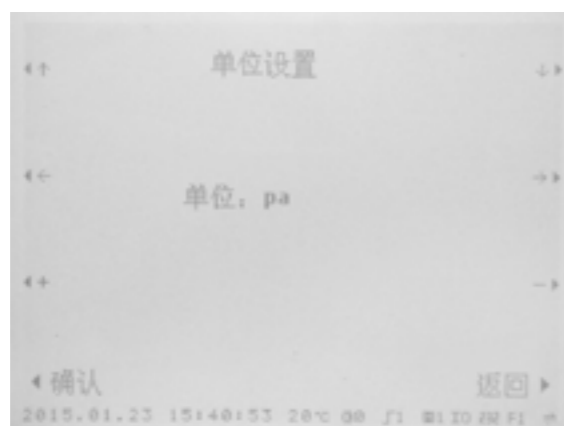
在设置页面 1 按菜单键 **R1** 进入音量设置页面，音量设置包括喇叭音量设置（主要用于报废点触发后的报警）以及蜂鸣器声音（用于按键音量与错误信息报警）设置。其中音量大小为喇叭音量大小，设定值为 0~9，设定为 0 表示静音，设定为 9 声音最大，音量开关为开和关两种状态。按键声音也为开和关两种状态，当按键声音设为开时，按任意操作键或者菜单键都会有按键音，设定为关时，按键无声音提示，但当错误报警时，蜂鸣器仍然报警。

设置完成后按确认，则接受此次改变，如果取消，直接按返回。

5.3.5 单位设置

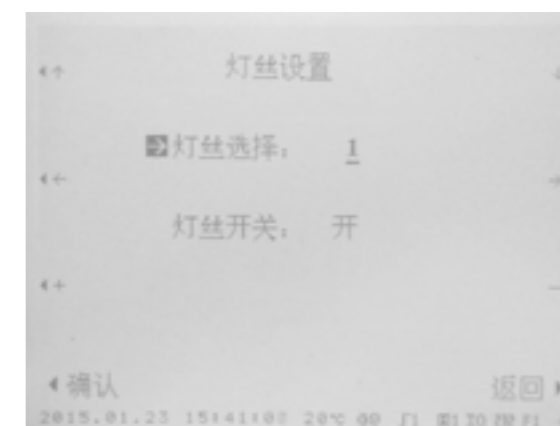
在设置页面 1 按菜单键 **R2** 进入单位设置页面，单位设置有三种，Pa，mbar，ttor。按加减键自动切换，当单位设置完成按确认键后，屏幕的漏率显示、数码管漏率显示以及发光条漏率显示自动切换为当前设置的单位，且单位指示灯也随即改变。

设置完成后按确认，则接受此次改变，如果取消，直接按返回。



5.3.6 灯丝设置

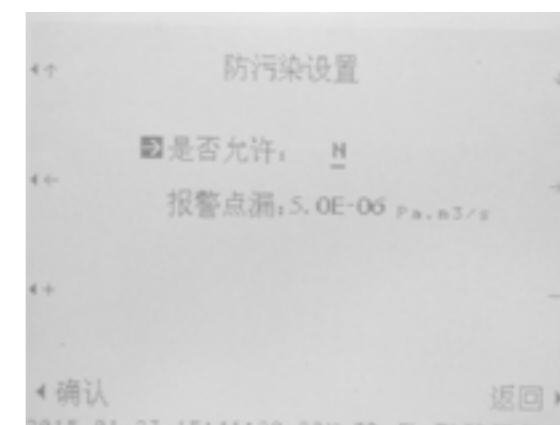
在设置页面 1 按菜单键 **R3** 进入灯丝设置页面，灯丝设置包括灯丝选择与灯丝开关，仪器有两个灯丝，一根使用，另一根备用，当系统检测到当前使用的灯丝故障时，系统自动切换到另一根灯丝，并在屏幕显示相应的报警信息。用户可手动换灯丝，也可以手动开关灯丝。设置完成后按确认，则接受此次改变，如果取消，直接按返回。



5.3.7 防污染设置

在设置页面 2 按菜单键 **L1** 进入灯丝防污染页面，防污染设置包括是否允许和报警点漏率两部分，当设为不允许是，防污染设置不起作用，当设置为允许时，如果系统检测到漏率大于报警点设置的漏率，则系统自动进入待机状态。报警点漏率值可根据实际情况设定。防污染功能开启时能够防止大量氮气进入高真空，防止仪器受到氮气污染后影响系统本底。

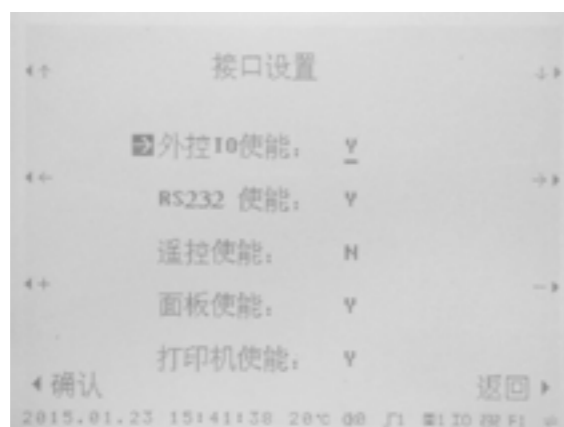
设置完成后按确认，则接受此次改变，如果取消，直接按返回。



5.3.8 接口设置

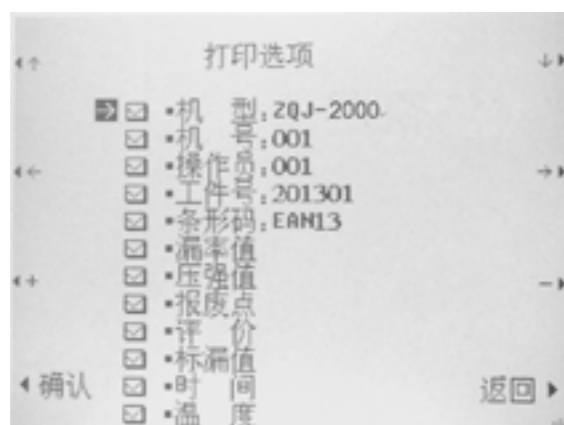
在设置页面 2 按菜单键 **L2** 进入灯丝接口设置页面，接口设置包括 5 项内容，分别是外控 IO 接口、RS232 接口、面板接口、打印接口以及遥控接口（目前不能使用）。以上五个接口可单独使能或者禁止，只用当相应的接口使能时，才能进行相应的操作。

设置完成后按确认，则接受此次改变，如果取消，直接按返回。



5.3.9 打印设置

在设置页面 2 按菜单键 **L3** 进入打印选项页面，打印选项包括机型、机号、操作员、工件号、条形码、漏率值、压强值、报废点、评价、标漏值、时间、温度等 12 个选项，所有选项可通过加减键选中或者取消。当系统处于检漏状态时，按主屏幕的打印键，可按照打印选项的设置进行打印。



其中机型为固定值 ZQJ-2000，机号默认值为 001，用户可以通过右键进入机号设置页面；操作员默认为 001，用户也可以通过右键进入操作员编号设置页面；工件号初始值也可以通过右键进入设置，设定范围为 000000~999999，工件号在用户每次进行打印时自动序列加 1；条形码的格式为通用的商品编码 EAN13；漏率值、压强值、报废点、标漏值、时间、温度等为系统当前值。

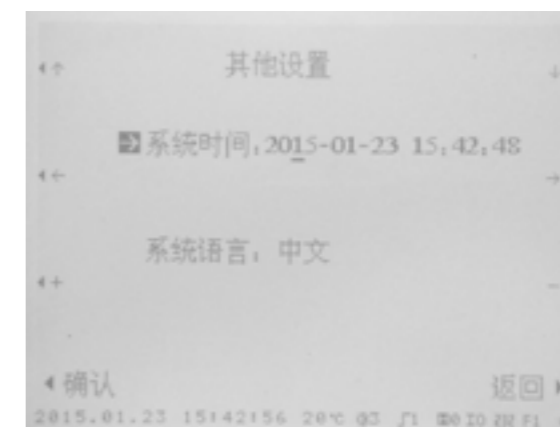
设置完成后按确认，则接受此次改变，如果取消，直接按返回。

5.3.10 恢复参数

在设置页面 2 按菜单键 **R1** 可进行系统参数恢复，系统参数恢复需要输入密码，初始密码为默认 0000，当输入密码正确后按确认键，系统会自动进行参数恢复，大约 2 秒钟后系统恢复完成，屏幕自动进入主屏幕。恢复后的初始参数值参见附录 A。



5.3.11 其他设置

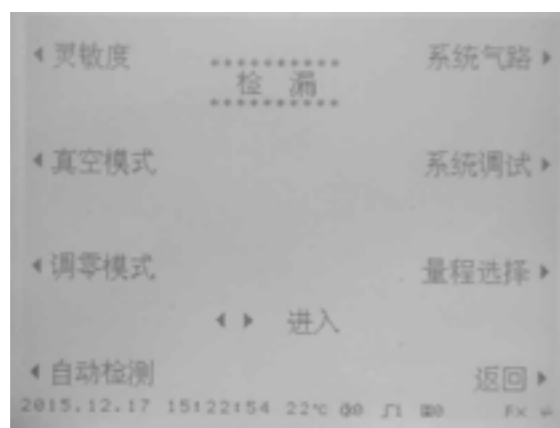


在设置页面 2 按菜单键 **R2** 进入其他设置页面，其他设置包括系统时间和系统语言，目前系统语言仅仅支持中文。仪器内置万年历时钟，无论系统上电还是断电，实时时钟一直工作，保证时间精确，如果要修改时间日期，通过左右键和加减键可进行系统时间的修改。

设置完成后按确认，则接受此次改变，如果取消，直接按返回。

5.4 检漏选项

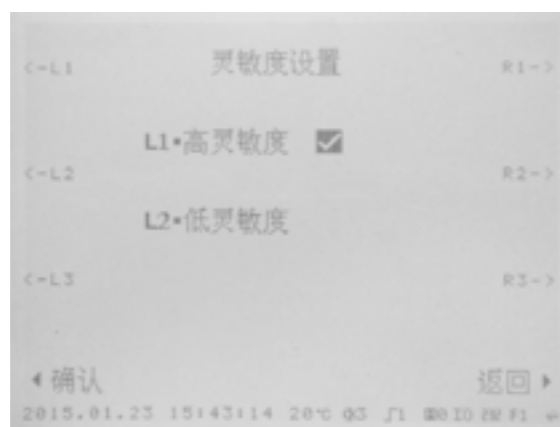
在主屏幕按 **L2** 键，进入检漏选项，检漏选项包括灵敏度、真空模式、调零模式、自动检测、系统气路、系统调试以及量程选择 7 个子菜单，按相应的菜单键可进入各自参数设置页面。



5.4.1 灵敏度

在检漏页面按菜单键 **L1** 进入灵敏度设置页面，系统有高灵敏度与低灵敏度两种模式，高灵敏度模式分子泵转速为 400Hz，系统在高灵敏度模式下最小可检漏率为 $2 \times 10^{-11} \text{pa.m}^3/\text{s}$ ，低灵敏度模式分子泵转速为 600Hz，系统在低灵敏度模式下最小可检漏率为 $2 \times 10^{-10} \text{pa.m}^3/\text{s}$ ，通过菜单键 **L1** 和 **L2** 设置。

在高低灵敏度切换时，分子泵先进行速度切换，此时数码管显示 P--，所有操作按键无效，当分子泵转速稳定后，恢复正常。

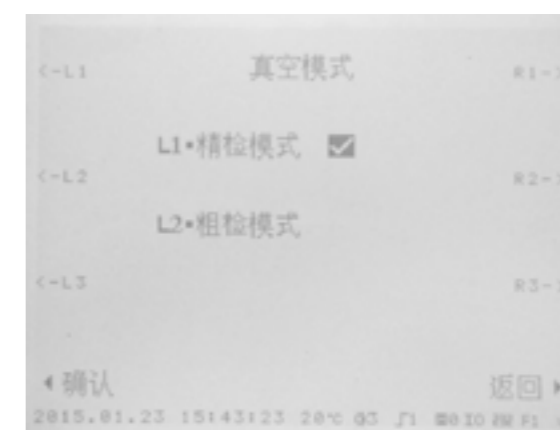


设置完成后按确认，则接受此次改变，如果取消，直接按返回。

5.4.2 真空模式

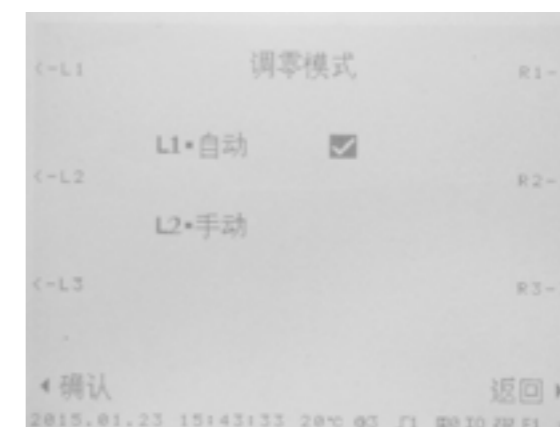
在检漏页面按菜单键 **L2** 进入真空模式设置页面，系统在每种灵敏度模式下都有精检、粗检和吸枪三种检漏模式，精检模式下检漏时精检阀（中间阀）打开，粗检模式下检漏时粗检阀（预抽阀）打开，吸枪模式下处于低灵敏度的粗检，此时，从其他模式进入吸枪模式时，分子泵先升速，数码管显示 P--，所有操作按键无效，当分子泵转速稳定后数码管显示正常，可正常工作。各自的气路图参见前面的检漏模式。通过菜单键 **L1**、**L2** 和 **L3** 设置。

设置完成后按确认，则接受此次改变，如果取消，直接按返回。



5.4.3 调零模式

在检漏页面按菜单键 **L3** 进入调零模式设置页面，调零模式分为自动和手动调零两种，如果选择自动调零，在检漏状态下，如果信号低于零点，系统会通过自动调零自动进行调零码的补偿（参见校准中的调零码），如果选择手动调零，用户可以通过校准中的调零码项进行手动调零。

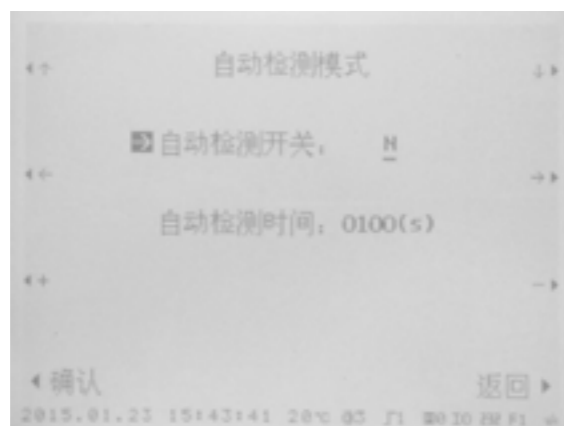


设置完成后按确认，则接受此次改变，如果取消，直接按返回。

5.4.4 自动检测

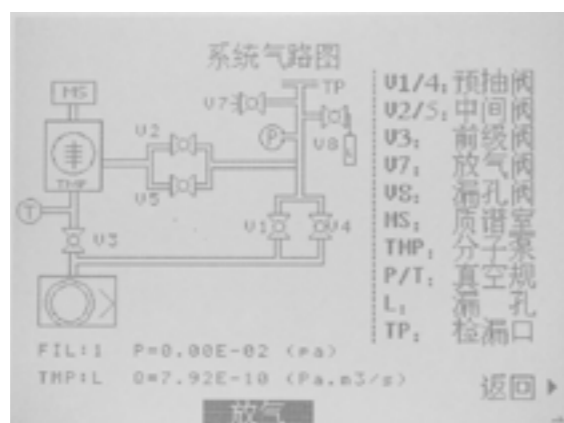
在检漏页面按菜单键 **L4** 进入灵敏度设置页面，自动检测模式包括自动检测开关与自动检测时间两个设置项，当自动检测开关为 N 时，系统关闭自动检测功能，检漏与放气等操作由用户手动操作，当自动检测开关为 Y 时，系统开启自动检测功能，当用户按下检漏键，进入检漏状态时，系统根据自动检测时间设置的置结束检漏（进入待机或放气状态）。

设置完成后按确认，则接受此次改变，如果取消，直接按返回。



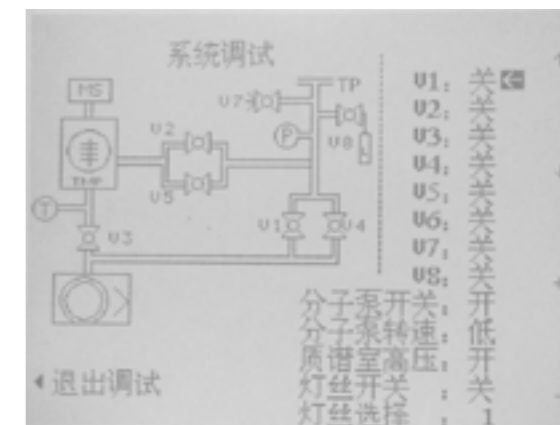
5.4.5 系统气路

在检漏页面按菜单键 **R1** 进入系统气路图页面，系统气路图显示了仪器整个系统气路原理以及各电磁阀的开关状态。



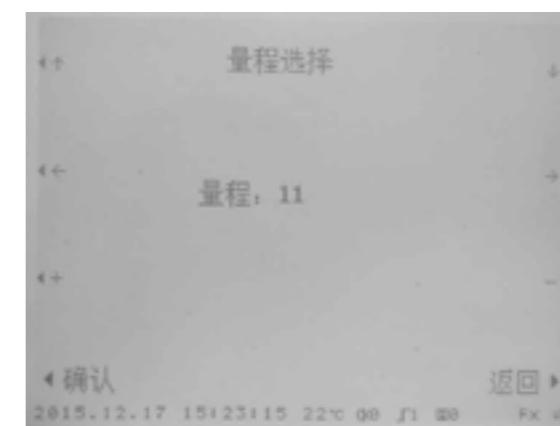
5.4.6 系统调试

在检漏页面按菜单键 **R2** 进入系统调试页面，系统调试需要密码权限，只有专业人员才能进行操作，在系统调试页面可通过加减键独立控制电磁阀，分子泵，质谱室的操作，由于此页面操作可能会引起系统误动作，所以非专业人员不得进入此页面。



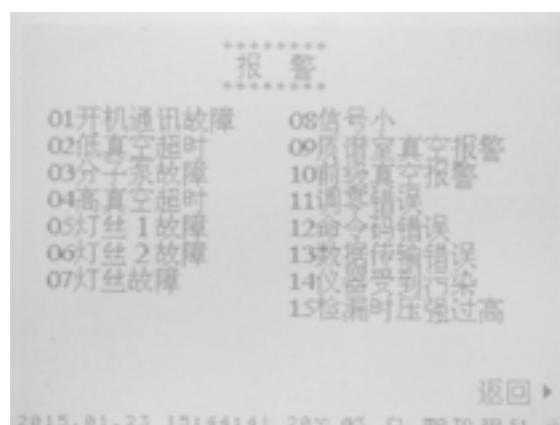
5.4.7 量程选择

在检漏页面按菜单键 **R3** 进入量程选择页面，量程选择可根据用户的设定值显示漏率显示的最小指数值。系统默认漏率显示的最小值为 -11 量级。例如用户设定为 10，则显示的漏率最小值为 -10 量级。



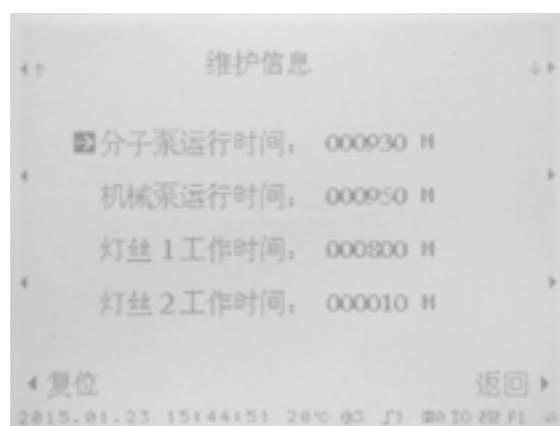
5.5 报警选项

在主屏幕上按菜单键 R3 可进入报警选项，报警中各项报警信息的含义参见第 6 部分故障处理。当相应的报警出现时，报警代码前面会显示“Er”字样。同时在报警出现时，系统蜂鸣器会发出报警音，屏幕上方会显示报警详细信息。可通过按任意键消除报警音，屏幕的报警信息不能消除，只有当前报警处理完成才自动消除。



5.6 维护选项

在主屏幕按菜单键 R4 进入维护信息页面，维护信息列出来系统主要部件的运行时间，包括分子泵运行时间，前级泵运行时间，灯丝 1 工作时间以及灯丝 2 工作时间。用户可以根据运行主要部件的维护工作，例如分子泵与前级泵换油等常规维护。如果新的部件更换，需要通过复位键进行清零，复位操作需要密码权限，此权限不对用户开放。



第六章 故障处理

屏幕显示的故障信息

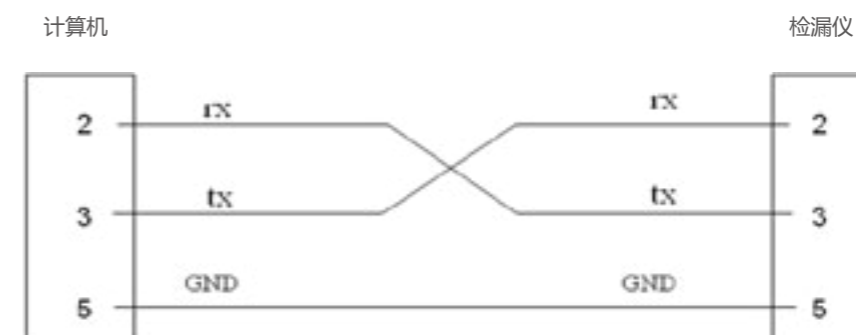
序号	故障信息	含义	处理方法
1	开机通讯故障	显示板与主板之间通讯不正常	<ul style="list-style-type: none"> 检查板间排线是否连接好 检查主板或显示电路板
2	低真空超时	启动时分子泵前级压强过高	<ul style="list-style-type: none"> 检查机械泵 检查前级热偶
3	分子泵故障	接收不到分子泵正常信号	<ul style="list-style-type: none"> 检查分子泵是否故障 检查分子泵控制线
4	高真空超时	质谱室压力过高	<ul style="list-style-type: none"> 检查高真空是否存在漏 检查多离子接收极
5	灯丝 1 故障	灯丝 1 信号小或者断	<ul style="list-style-type: none"> 检查离子源及离子源电缆 检查离子源供电板
6	灯丝 2 故障	灯丝 2 信号小或者断	同上
7	灯丝故障	灯丝 1、2 全部故障	同上
8	信号小	校准时信号过小	<ul style="list-style-type: none"> 重新调峰 检查质谱室
9	质谱室真空报警	质谱室压力过高	检查高真空是否存在漏
10	前级真空报警	分子泵前级压力过高	检查前级热偶
11	调零错误	调零码超出范围	
12	命令码错误		
13	数据传输错误		
14	仪器受到污染	质谱室进入大量氮气	进入待机状态后自动恢复
15	检漏时压强过高	检漏时突然暴露大气	
16	温度过高或过低	仪器内部温度超过 45°C 或低于 5°C	仪器使用环境保持在 5~40°C

附录 A 恢复参数表

名称	默认值	名称	默认值
内部漏孔漏率值	2.00E-08	灵敏度	高灵敏度
内部漏孔日期	2012 年	真空模式	精检
内部漏孔温度	23°C	调零模式	自动
内部漏孔温度修正	3%	自动检测模式	检测时间 100s 自动检测开关：关
内部漏孔年衰减	3%	真空设置	粗检压强 100Pa 精检压强 10Pa
外部漏孔漏率值	2.00E-08	放气阀设置	时间 3s 放气阀不允许
外部漏孔日期	2012 年	报废点设置	报废点 1：5.0E-09 报废点 2：7.0e-07 报废点选择：1
外部漏孔温度	23°C	音量设置	音量大小：3 音量开关：关 按键音开关：开
外部漏孔温度修正	3%	单位设置	Pa
外部漏孔年衰减	3%	灯丝设置	灯丝号：1 灯丝开关：开
校准模式	内部漏孔	防污染设置	防污染漏率：5.0E-06 防污染允许：不允许 时间：10s
调峰 & 校准	校准	接口设置	外控 IO、RS232、遥控、面板、打印机
校准因子	100	打印机号	机器编号：001
加速聚焦电压	加速电压 304V 聚焦电压 257V	打印操作员	操作员编号：001
发射电流	0.30mA	打印工件号	工件编号：10000
调零补偿码	13050	打印选择	机型、机号、操作员、工件号、条形码、漏率值、 压强值、报废点、评价、标漏值、时间、温度

附录 B RS232 通讯协议

- 硬件连接



- 串口设置

9600,8,n,1

- 命令格式

命令分为两类，以回车符结束，用 C_R 表示。

一类是设置命令（下传命令）=COMDxxyy C_R 。其中，“=”代表设置命令，“COMD”为命令码，“xxyy”为要设置的参数（有些命令无参数）。当上位机发送命令给仪器时，如果仪器接收命令正确，则返回“@”字符，否则上位机发送的设置命令失败。

另一类是查询命令（上传命令）?COMDx C_R 。其中，“?”代表查询命令，“COMD”“x”为参数值。当上位机向仪器发送查询命令时，如果查询成功，则返回“COMDx=aabb C_R ”，其中 aabb 为返回的参数， C_R 为回车符，否则发送的查询命令失败。

- 命令集

1. 设置命令

功能	命令	参数说明
按键操作命令		
检漏 / 放气	=TSTx C_R	x=E: 检漏 x=D: 放气
清零	=CLER C_R	无参数
校准	=CALB C_R	无参数
读内漏孔	=READ C_R	无参数

漏孔参数设置		
漏孔值	=LKVxabb C _R	x=I: 内漏孔 x=O: 外漏孔 aa: 漏孔值系数 (10~99) bb: 漏孔值指数 (00~19)
标定温度	=LKTxaa C _R	x=I: 内漏孔 x=O: 外漏孔 aa: 温度值 (00~99)
标定日期	=LKDxaaaa C _R	x=I: 内漏孔 x=O: 外漏孔 aaaa: 年份 (2000~2099)
温度修正	=LKCxa C _R	x=I: 内漏孔 x=O: 外漏孔 a: 修正值 (0~9)
年衰减	=LKRxa C _R	x=I: 内漏孔 x=O: 外漏孔 a: 衰减值 (0~9)
校准参数		
校准模式	=CLMx C _R	x=I: 内漏孔校准 x=O: 外漏孔校准
调峰 & 校准	=PACx C _R	x=B: 调峰 + 校准 x=C: 仅校准
校准系数	=FACxaaaa C _R	x=A: 高灵敏度精检 x=B: 高灵敏度粗检 x=C: 低灵敏度精检 x=D: 低灵敏度粗检 aaaa: 系数大小 (0000~1000)
调零码设置	=ZRCVxxxx C _R	xxxx: 调零码大小 (11000~14999)
加速电压	=ACCVxxx C _R	xxx: 加速电压值 (200~320)
聚焦电压	=FCSVxxx C _R	xxx: 聚焦电压值 (200~320)
发射电流	=EMTVxx C _R	xx: 灯丝发射电流大小 (30~99)
检漏参数		
灵敏度	=SESx C _R	x=H: 高灵敏度 x=L: 低灵敏度
真空模式	=MODx C _R	x=G: 粗检 x=N: 精检
调零模式	=ZERx C _R	x=A: 自动 x=M: 手动
自动检测是否允许	=ATSTx C _R	x=E: 允许 x=D: 禁止
自动检测时间	=ATSVxxxx C _R	xxxx: 自动检测时间 (0000~9999)
粗检压强	=PPGVxxxx C _R	xxxx: 进入粗检压强 (0000~1000)
精检压强	=PPNVxxxx C _R	xxxx: 进入精检压强 (0000~0050)
放气阀是否允许	=VETx C _R	x=E: 允许 x=D: 禁止
放气阀打开时间	=VNTVxxxx	xxxx: 放气阀打开时间 (0000~9999)
报废点选择	=SRJx C _R	x=1: 报废点 1 x=2: 报废点 2
报废点设置	=REJxabb	x=1: 报废点 1 x=2: 报废点 2 aa: 报废点系数 (10~99) bb: 报废点指数 (00~19)
扬声器音量	=VOLx C _R	x=E: 开 x=D: 关 x=(0~9): 音量大小
单位设置	=UNITx C _R	x=0: Pa x=1: mbar x=2: torr
灯丝设置	=FILx C _R	x=E: 灯丝开 x=D: 灯丝关 x=1/2: 灯丝 1/2
防污染允许	=PLTSx C _R	x=E: 防污染允许 x=D: 防污染禁止
防污染值	=PLTVaabb C _R	aa: 防污染漏率系数 (10~99) bb: 防污染漏率指 数 (00~19)
打印选项		

2. 查询命令

功能	命令	参数说明
仪器状态		
基本参数查询	?ZQJx C _R	x=E: 使能仪器 0.5s 自动返回基本参数 x=D: 禁止 参考部分命令详解
当前漏率	?LEKV C _R	返回值: ?LEKV=aabb C _R , aa: 系数 bb: 指数
检漏口压强	?PRSV C _R	返回值: ?PRSV=aasbb C _R , aa: 系数 bb: 指数 s: +/-
系统温度	?TEMP C _R	返回值: ?TEMP=aa C _R
工作状态	?STAU C _R	返回值: ?STAU=aa C _R , 参考部分命令详解
报警状态	?ALAR C _R	返回值: ?ALAR=aaabbb C _R , 参考部分命令详解
漏孔参数		
漏孔值	?LKVx C _R	x=I: 内漏 x=O: 外漏孔 返回值: ?LKVx=aaaa C _R
标定温度	?LKTx C _R	x=I: 内漏 x=O: 外漏孔 返回值: ?LKTx=aa C _R
标定日期	?LKDx C _R	x=I: 内漏 x=O: 外漏孔 返回值: ?LKDx=aaaa C _R
温度修正	?LKCx C _R	x=I: 内漏 x=O: 外漏孔 返回值: ?LKCx=a C _R
年衰减	?LKRx C _R	x=I: 内漏 x=O: 外漏孔 返回值: ?LKRx=a C _R
校准参数		
校准模式	?CLM C _R	返回值: ?CLM=x C _R , x=0: 内部漏孔 x=1: 外部漏孔
调峰 & 校准	?PAC C _R	返回值: ?PAC=x C _R , x=0: 校准 x=1: 校准 & 调峰
校准系数	?FACx C _R	x=A: 高灵敏度精检 x=B: 高灵敏度粗检 x=C: 低灵敏度精检 x=D: 低灵敏度粗检 返回值: ?LKRx=aaaa C _R
调零码大小	?ZRCV C _R	返回值: ?TEMP=aa C _R
加速电压	?ACCV C _R	返回值: ?ACCV=xx C _R
聚焦电压	?FCSV C _R	返回值: ?FCSV=xxx C _R
发射电流	?EMTV C _R	返回值: ?EMTV=xx C _R
检漏参数		
灵敏度	?SES C _R	返回值: ?SES=x C _R , x=0: 高灵敏度 x=1: 低灵敏度
真空模式	?MOD C _R	返回值: ?MOD=x C _R , x=0: 精检 x=1: 粗检
调零模式	?ZER C _R	返回值: ?ZER=x C _R , x=0: 自动 x=1: 手动
自动检测是否允许	?ATST C _R	返回值: ?ATST=x C _R , x=0: 允许 x=1: 禁止
自动检测时间	?ATSV C _R	返回值: ?ATSV=xxxx C _R
粗检压强	?PPGV C _R	返回值: ?PPGV=xxxx C _R
精检压强	?PPNV C _R	返回值: ?PPNV=xxxx C _R
放气阀是否允许	?VET C _R	返回值: ?VET=x C _R , x=0: 允许 x=1: 禁止

放气阀打开时间	?VNTV C _R	返回值: ?VNTV=xxxx C _R
报废点选择	?SRJ C _R	返回值: ?SRJ=x C _R x=0: 报废点 1 x=1: 报废点 2
报废点设置	?REJx C _R	x=0: 报废点 1 x=1: 报废点 2 返回值: ?REJx=aabb C _R aa: 报废点系数 bb: 报废点指数
扬声器音量	?VOL C _R	返回值: ?VOL=x C _R
单位设置	?UNIT C _R	返回值: ?UNIT=x C _R x=0: Pa x=1: mbar x=2: torr
灯丝设置	?FIL C _R	返回值: ?FIL=x C _R x=0: 灯丝关 x=1: 灯丝 1 x=2: 灯丝 2
防污染允许	?PLTS C _R	返回值: ?PLTS=x C _R x=0: 允许 x=1: 禁止
防污染值	?PLTV C _R	返回值: ?PLTV=aabb C _R aa: 防污染漏率系数 bb: 防污染漏率指数

● 部分命令详解

基本参数查询 ?ZQJx C_R

返回值: \$ aa bb cc dd ee ff gg hh C_R, 以 \$ 为起始字符, 以 C_R 为结束字符。

其中 aa: 系统状态 bb: 灯丝状态 cc: 灵敏度 dd: 漏率 ee: 单位 ff: 检漏口压强 gg: 是否合格 hh: 系统时间

例: \$ STAND ON H Q=2.42E-08 Pa P=2.34E-01 PASS 12:24:30 C_R

工作状态 ?STAU C_R

返回值: ?STAU=aa C_R, 其中 aa=01~19

aa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
状态	系统上电	低真空正常	分子泵启动	分子泵正常	高真空准备	离子源上电	系统正常	待机	停止	预抽

aa	11	12	13	14	15	16	17	18	19
状态	预抽延时	调零	调零完毕	精检	粗检	校准	校准完毕	调峰	调峰完毕

报警状态 ?ALAR C_R

返回值: ?ALAR=aaabbb C_R, 其中 aaa: 为报警字节 1, bbb: 为报警字节 2, 报警内容为报警字节转换为二进制数对应的相应位。

报警字节 1 位数	7	6	5	4	3	2	1	0
报警内容		灯丝全断	灯丝 2 断	灯丝 1 断	高真空超时	分子泵故障	低真空超时	通讯故障

报警字节 2 位数	7	6	5	4	3	2	1	0
报警内容	检漏口压强高				调零错误	前级真空报警	高真空报警	信号小

附录 C 外控 IO 接口定义

