

ZQJ-230D型氦质谱检漏仪

— 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

第一部分 仪器介绍	01	第三部分 维护	24
· 1.1 外观尺寸	01	· 3.1 漏率校准	24
· 1.2 仪器结构	01	· 3.2 真空维护与清洗	24
· 1.2.1 质谱室	03	· 3.2.1 机械泵油面观测	24
· 1.2.1.1 离子源	04	· 3.2.2 更换机械泵油	25
· 1.2.1.2 磁分析器	04	· 3.2.3 分子泵加注润滑油	25
· 1.2.1.3 接收极与前置放大器	05	· 3.2.4 清洗分子泵	25
· 1.2.1.4 全离子检测极	05	· 3.2.5 清洗质谱室	25
· 1.2.2 真空系统	05	· 3.2.6 更换离子源	32
· 1.2.2.1 机械泵	05	· 3.2.7 清洗组合阀	32
· 1.2.2.2 涡轮分子泵	07	· 3.3 电子部件调整	34
· 1.2.2.3 组合阀	07	· 3.3.1 发射调节	34
· 1.2.2.4 真空测量	08	· 3.3.2 离子源电压校正	34
· 1.2.3 电气系统	08	· 3.3.3 热偶规管调整	35
· 1.2.3.1 电子机柜	08	· 3.3.4 过压保护调节	35
· 1.2.3.2 操作台板	11	· 3.3.5 分子泵启动设置	35
· 1.2.3.3 电磁阀控制箱	12	· 3.3.6 漏率显示放大器调整	36
· 1.3 仪器主要性能参数	13	· 3.3.7 检查前置放大器供电	36
· 1.4 仪器使用环境条件	13	· 3.4 检验氨本底	36
· 1.5 仪器成套性	13	· 3.5 仪器泄漏自检	37
第二部分 使用方法	14	第四部分 常见故障及处理	38
· 2.1 开箱	14	· 4.1 正常运转与故障判断	38
· 2.2 操作前准备	14	· 4.2 故障检查与排除	40
· 2.3 安装	15	附录 A ZQJ-230D 氮质谱检漏仪的工作原理	43
· 2.4 操作	15	· A.1 质谱原理	43
· 2.4.1 首次开机	15	· A.2 真空系统原理	44
· 2.4.2 氨峰调试与漏率校准	16	· A.3 电子学线路的原理	46
· 2.4.3 喷吹法检漏	20	附录 B 氮质谱检漏仪的检漏方式和检漏方法	48
· 2.4.3.1 正常检漏操作 ($\leq 10\text{Pa}$)	20	· B.1 检漏方式	48
· 2.4.3.2 高压检漏操作 ($10 \sim 20\text{Pa}$)	20	· B.2 检漏方法	48
· 2.4.3.3 延长预抽时间	21	· B.2.1 喷吹法——确定漏孔位置	48
· 2.4.3.4 超高压检漏 ($>20\text{Pa}$)	21	· B.2.2 吸入法——确定漏孔位置	49
· 2.4.4 吸枪检漏	22	· B.2.3 钟罩法——测总漏率	49
· 2.5 停机	23	· B.2.4 背压法——测总漏率	49
· 2.5.1 维持备用	23	附录 C 压强和漏率单位换算	50
· 2.5.2 完全停机	23		

第一部分 仪器介绍

ZQJ - 230D 型氮质谱检漏仪是对密封容器的泄漏进行快速定位和定量测量的完整仪器。

氮质谱检漏方法与气泡识别法、压强衰减法和卤素检漏等方法相比，除检漏原理不同外，以检测灵敏度高、速度快和适用范围宽，尤其是选择无毒、无破坏性、质量轻的惰性气体氮作为探索气体，而成为当今诸多检漏方法中的佼佼者。

1.1 外观尺寸

仪器的外观尺寸如下：

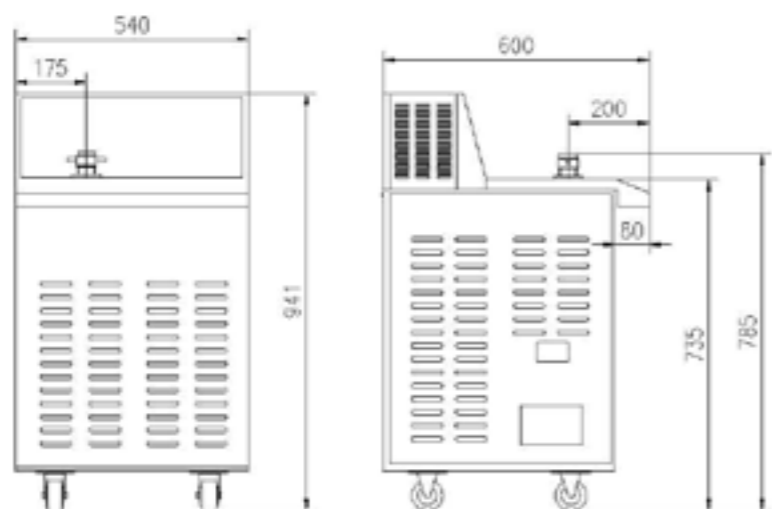


图 1-1 外观尺寸

1.2 仪器结构

ZQJ - 230D 型氮质谱检漏仪由真空系统、质谱室、电子学线路和机架四部分组成。其中，真空系统包括涡轮分子泵、机械泵和组合阀体。

机械结构如图 1-2，机架底部有四个轮子，可移动；机械泵、分子泵、组合阀和质谱室装在架子内；分子泵电源在最下层底板上；电子部件集中在台板后面的机框内；组合阀的控制电子部件在台板下方左侧，检漏口朝上，位于台板中间位置。

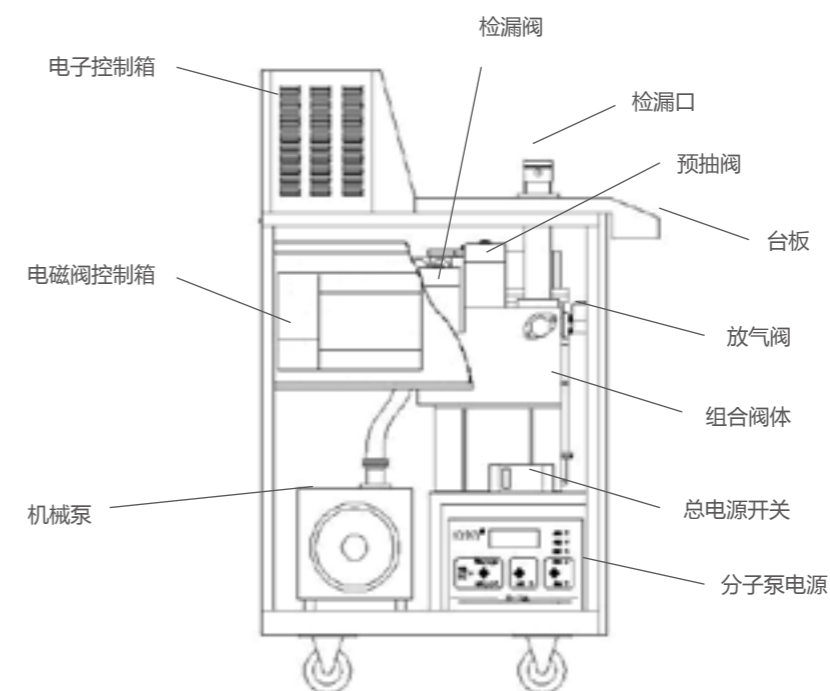


图 1-2a 仪器结构侧视图

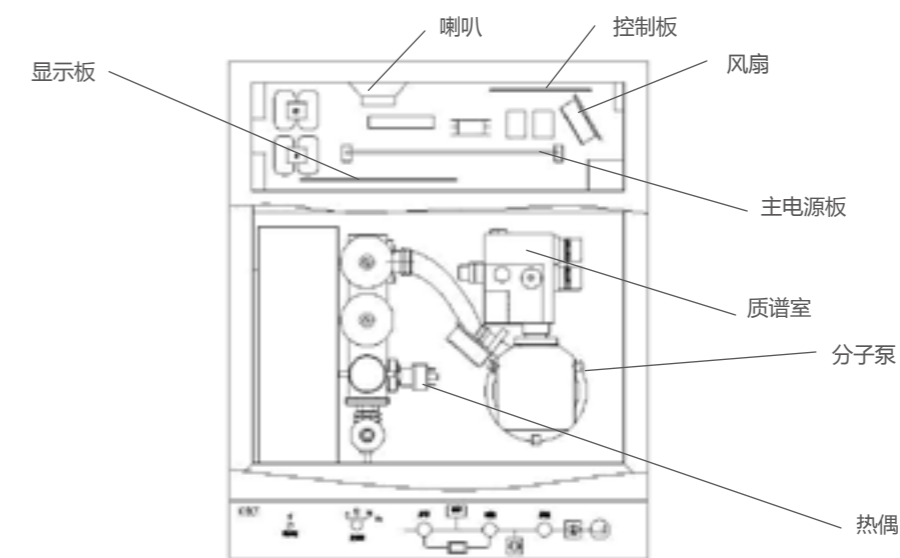


图 1-2b 仪器结构俯视图



注意：

ZQJ-230D 的工作原理和各个部件之间的相互关系可参看附录 A。

1.2.1 质谱室

质谱室（图 1-3、图 1-4）是检漏仪的核心部分，包括离子源、磁分析器、接收极与前置放大器、全离子检测极及壳体等部分。其中每个部件都有不可替代的功能。



图 1-3 质谱室

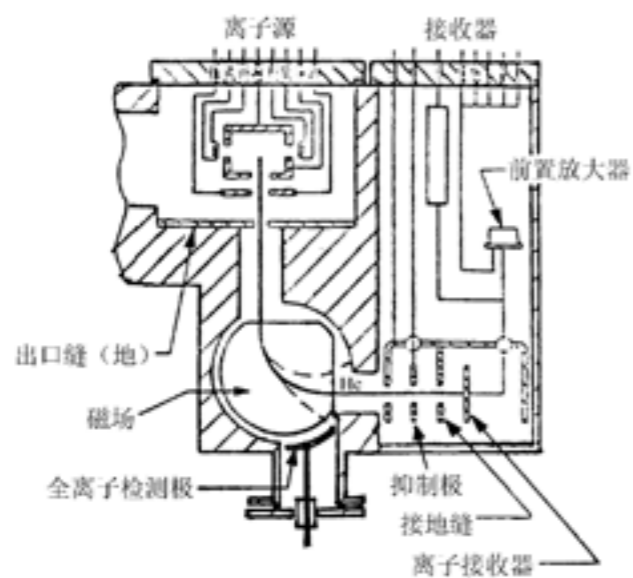


图 1-4 质谱室剖面图

1.2.1.1 离子源

离子源（图 1-4、图 1-5）的作用是由灯丝产生的电子轰击气体分子，再通过电场加速、聚焦形成离子束。



图 1-5 质谱室中的若干部件

1.2.1.2 磁分析器

磁分析器（图 1-6）包括磁钢组件、偏转极靴、小极靴和偏心极靴。他们对从离子源引出的带电离子进行偏转，使不同荷质比的离子分离、聚焦。



图 1-6 磁分析器

1.2.1.3 接收极与前置放大器

接收极与前置放大器（图 1-5）则是接收磁铁组件分离的离子，并将该离子产生的信号放大。

1.2.1.4 全离子检测极

全离子检测极（图 1-4）主要是接收质荷比较大的离子，以此判断质谱室真空度。



注意：

质谱室详细的工作原理参见附录 A。

1.2.2 真空系统

真空系统是用来获得质谱室正常工作所需真空、抽除检漏后残存在系统中的氦气以及对被检件抽真空。

真空系统（图 1 - 7）由机械泵、涡轮分子泵、组合阀及真空测量等主要部分组成。

1.2.2.1 机械泵

采用旋片式双级单相直联机械泵，抽速为 2L/S，用来维持分子泵工作所需前级真空和对被检工件抽真空。

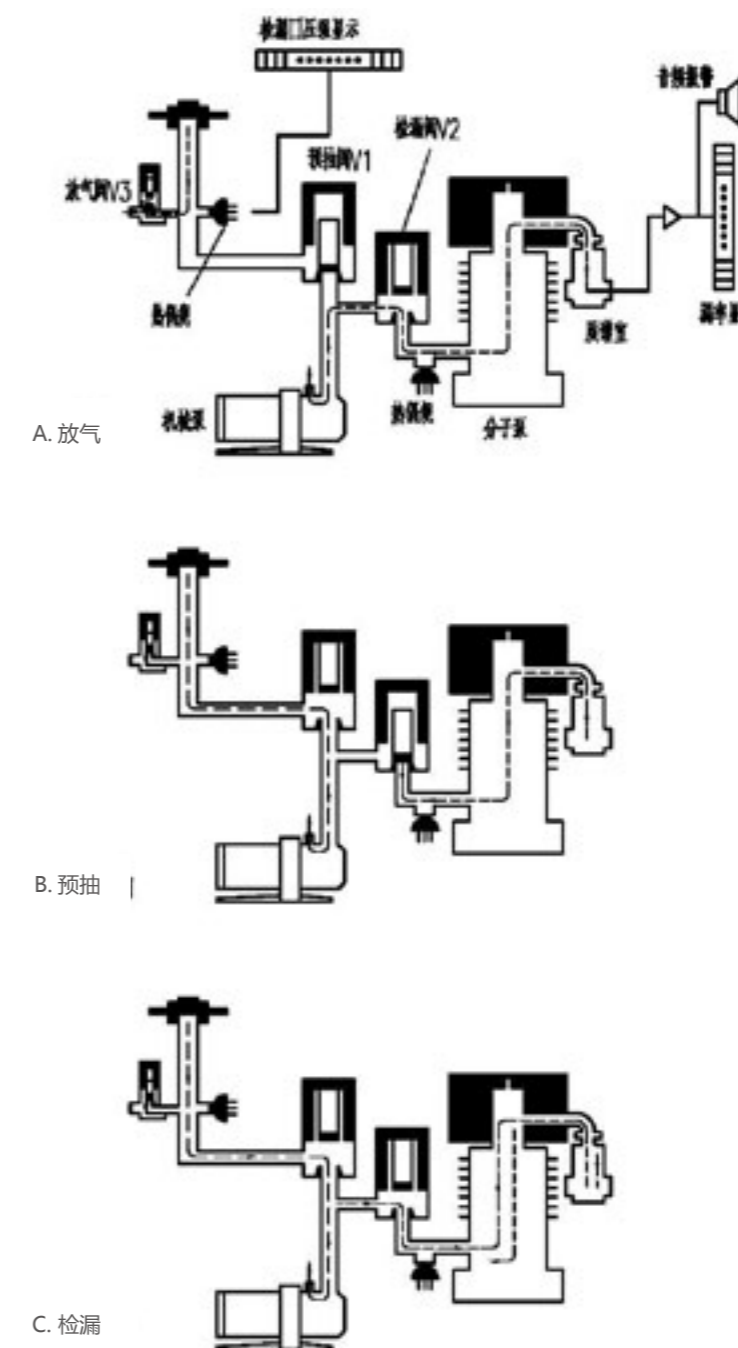


图 1-7 真空系统状态图

1.2.2.2 涡轮分子泵

涡轮分子泵采用本厂家生产的 F150 型风冷式涡轮分子泵，抽速 150L/S，对氦气有较低的压缩比；可两种转速运行，以使仪器达到不同的检漏性能，对该泵的详细资料可见备件箱中《F100/150 系列涡轮分子泵使用说明书》。



FB150 分子泵

图 1-8 FB150 分子泵

1.2.2.3 组合阀

组合阀由预抽阀、检漏阀、放气阀和组合阀体组成，可对被检件实现预抽真空、检漏和放大气的全部检漏操作程序。预抽阀安装在机械泵和检漏口之间，检漏阀装在机械泵和分子泵出口之间，放气阀可沟通检漏口通大气（见图 1-7、图 1-9）。所有阀皆安装在一个组合阀体上。

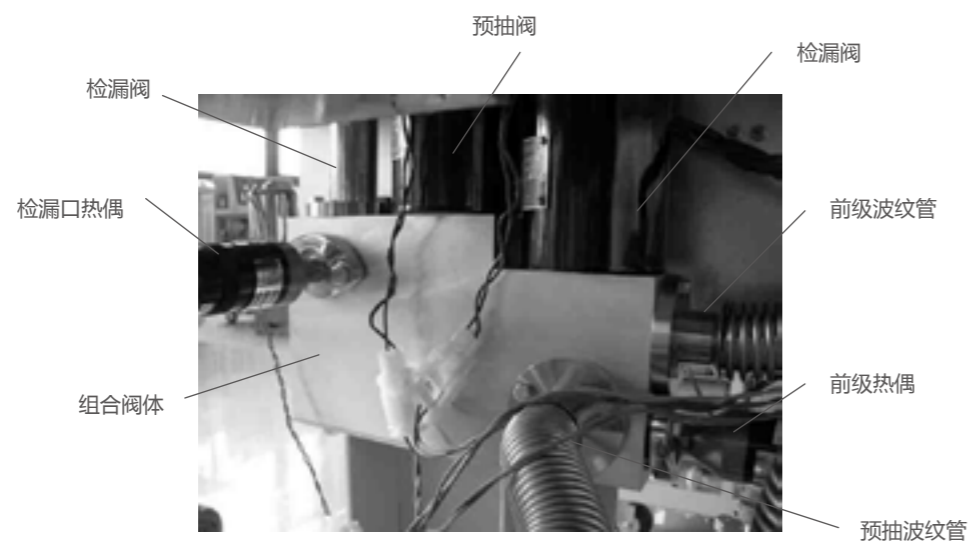


图 1-9 组合阀

1.2.2.4 真空测量

检漏口和分子泵前级的低真空测量用热偶规（图 1-9）。检漏口热偶提供检漏口压强指示（发光排），以保证被检件由预抽到检漏的安全转换以及检漏状态下的过压保护；前级热偶给出分子泵出口的低真空指示，保证分子泵正常启动和保护。

质谱室的高真空测量用全离子检测方式，超过 3×10^{-2} Pa，保护电路动作，切断离子源灯丝供电。

1.2.3 电气系统

1.2.3.1 电子机柜

位于机架上方的电子机柜内安装有变压器（B1 和 B2）、排风扇和三块电子印刷板等电气部件（除分子泵电源和仪器总电源开关）。其中显示板（D 板）和控制板（C 板）分别固定在前后面板上，主电源板（M 板）安装在底板上。

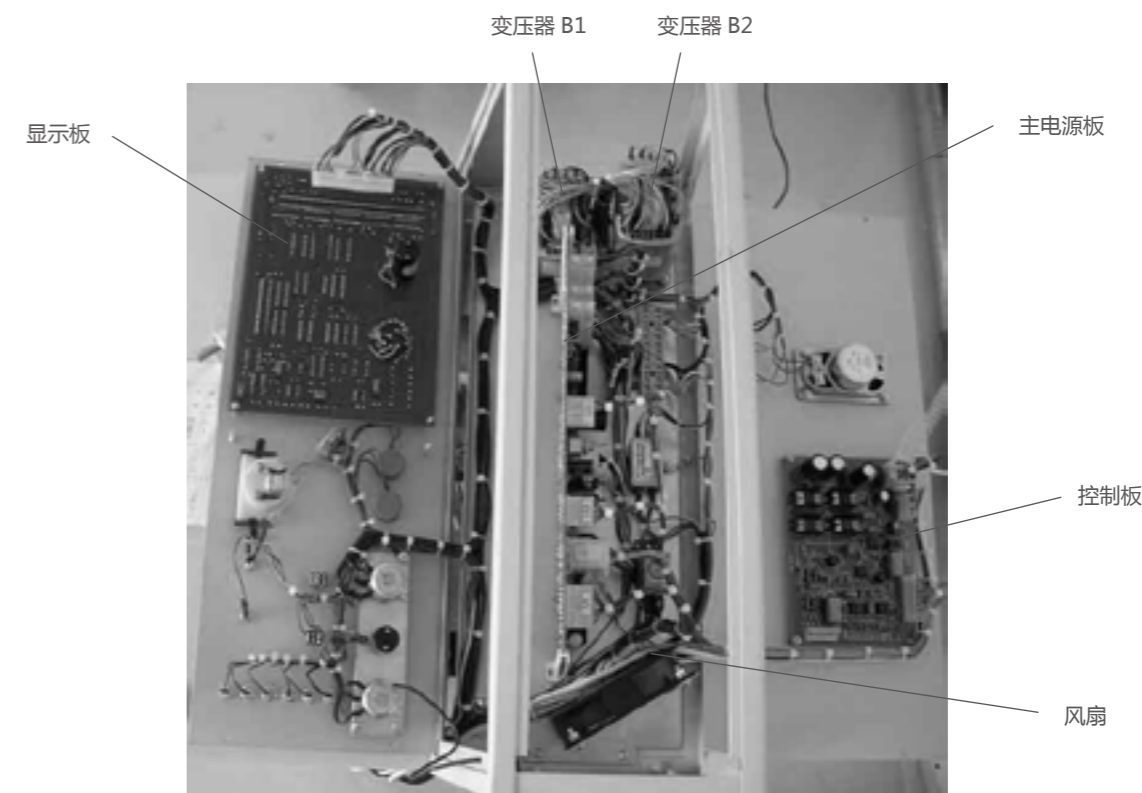


图 1-10 电子机柜

控制面板如图 1 - 11，从功能上可以分为六部分。



图 1-11 控制面板

1. 高真空及测量

仪器总电源接通后，机械泵转动，当预抽 / 检漏开关置于检漏位，热偶规指示的低真空达到设定值时，分子泵自动通电开始转动，当转速达到额定转速（高速 704Hz；低速 430Hz），延时约 6 分钟后，正常绿灯亮，表示分子泵工作正常，系统高真空准备好。如果分子泵启动后 3 分钟仍达不到额定转速，则故障红灯亮。分子泵启动后，正常绿灯亮后，可将灯丝开关触发到开，接通灯丝，指示绿灯亮，高真空表头有指示。仪器正常工作时，高真空指示低于 1×10^{-2} Pa。

2. 漏率显示

垂直排列的一串（刻度 1 ~ 10）发光二极管及其右上方框内的数码管显示为漏率。该竖排发光二极管从 0 ~ 9 共 10 个刻度，每两个刻度之间有 5 个小格，每小格代表数值 0.2。例如垂直发光二极管超过刻度“3”两个小格，且右上方数码管内显示数字 -9，表示漏率 3.4×10^{-9} Pa·m³/S。

量程波段开关有 4 位，复盖 4 个数量级。当发光二极管全不亮，且底端指示灯亮时顺时针切换到下一个量程；当发光二极管全亮，且顶端指示灯亮时逆时针切换到上一个量程。

调零有粗调零旋钮和细调零旋钮。

3. 调氮峰强度

包括加速和聚焦两个带锁紧钮的电位器，交替地调节这两个电位器，可找到氮峰并使峰值最强。

4. 漏率校准

这是由灵敏度转换（即分子泵转速）开关高一低、量程选择开关和校准电位器组成的。若检漏任务需要改变仪器灵敏度并要求定量，应接上标准漏孔，置量程选择于 8、9 或 10，调节校准旋钮，使漏率显示与标准漏孔的标定值相符。

量程和量程选择两开关配合，给出表 1 - 1 所示漏率显示范围。

表 1 - 1 显示与量程选择

量程选择	量 程			
8	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}
9	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}
10	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}

5. 报警

报警旋钮是调节音量大小的。另外，大小不同的漏率有不同频率的音响。

6. 测试点

位于面板右侧，自下至上标以地、加速、推斥、聚焦和发射，分别代表地、加速电压、推斥电压、可调聚焦电压和发射电流（在 1K 电阻上的电压降）。仪器正常工作时的典型值及调节范围如下：

加速电压： 290V (170 ~ 320V)

推斥电压： 390V (随加速电压变)

聚焦电压： 240V (随加速电压变)

发射电流： 0.6V (0.4~0.8V)

1.2.3.2 操作台板



图 1-12 操作台板

1. 预抽延时

仪器在高灵敏度模式（分子泵低转速），允许预抽时间在 5 分钟左右；在低灵敏度模式（分子泵高速）允许预抽时间约 20 分钟。因为预抽期间，分子泵出口与机械泵之间的阀门（检漏阀）是关闭的。超过规定预抽时间，高真空将下降，导致灯丝保护关闭。预抽延时开关（图 1-12）就是为延长预抽时间而设置的。需要延时，将开关倒向开约 2 ~ 3 秒，再返回关位置即可。因为在开的 2 ~ 3 秒时间内，预抽阀关闭，检漏阀打开，而使分子泵出口与机械泵相通，解除分子泵出口被封闭状态。检大容积工件时，可反复使用延时开关，增长预抽时间。

2. 真空预置

真空预置开关（图 1-12）根据检漏口真空度控制检漏阀的开启。通常，容易抽空的小工件，预置在 5Pa，大工件或有漏的工件预置在 10Pa，吸枪法检漏应预置在 20Pa。

3. 放气按钮

将检漏 / 放气开关倒向左（放气），再按下放气按钮，即可对检漏口放大气。

4. 检漏 / 放气转换开关

此开关（以下简称 J/F 开关）倒向右侧（检漏），预抽阀打开，机械泵对被检工件预抽，当检漏口真空度达到真空预置值时，检漏阀自动打开。将 J/F 开关倒向左（放气），并按下放气按钮，即可对检漏口放大气。

各操作按钮与阀门状态的关系见表 1-2。

表 1-2 开关及按钮与阀门状态的关系

延时	J/F	功能	预抽阀	检漏阀	放气阀
关	右	预抽	开	关	关
	右	检漏	开	开	关
开	左	放气	关	开	开
	10	延时	关	开	关

5. 状态指示灯

台板上指示灯亮灭代表电磁阀的状态。指示灯亮，代表该电磁阀打开；指示灯灭，代表该电磁阀关闭。指示灯从左至右，依次代表为放气阀（黄）、预抽阀（红）和检漏阀（绿）的状态。

1.2.3.3 电磁阀控制箱

电磁阀电源箱位于检漏仪台板的左下部分，主要功能有给电磁阀供电、控制电磁阀动作及延时、预抽阀保护点设置等。里面由 PLC 控制器、电磁阀板、开关电源、保险等组成。

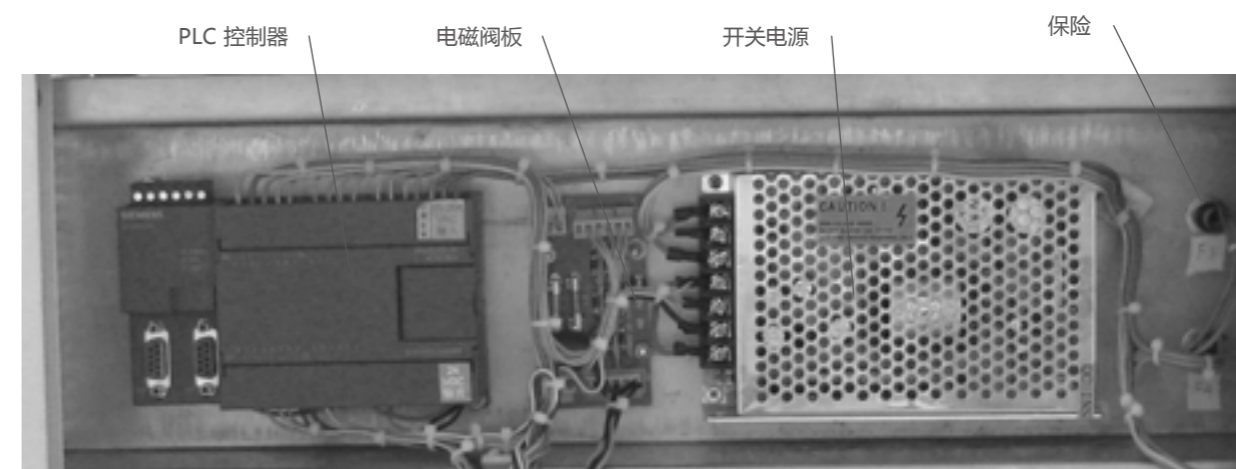


图 1-13 电磁阀电源箱

1.3 仪器主要性能参数

最小可检漏率 (对氮)	$<5 \times 10^{-11} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{S}$
吸入法最小可检漏率	$\sim 5 \times 10^{-8} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{S}$
反应时间	$<3\text{S}$
启动时间	$<8 \text{ min}$
漏率指示范围	$10^{-10} \sim 10^{-7}$
	$10^{-9} \sim 10^{-6}$
	$10^{-8} \sim 10^{-5}$
允许检漏口最高压力	20Pa
允许质谱室最高工作压力	$3 \times 10^{-2} \text{ Pa}$
仪器体积和重量	540(W)×600(D)×950(H), 约 50Kg

1.4 仪器使用环境条件

环境温度	15°C ~ 35°C
空气相对湿度	<80%
供电电压	220V±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。

1.5 仪器成套性

全套仪器包括:	
ZQJ - 230D 型氮质谱检漏仪	1 台
ZQJ - 230D 型氮质谱检漏仪使用说明书	2 份
检漏平台及密封橡皮板	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
保险丝	共 4 个
接收器短路插头	1 个
F150 型涡轮分子泵说明书及备件	各 1 份
机械泵说明书及备件	1 份

第二部分 使用方法

2.1 开箱

打开包装箱, 取出箱内支撑物或填充物, 将仪器平稳地抬出包装箱。检查仪器外观, 如发现破损, 不要丢弃任何相关证据, 并应立即与运输部门交涉。

根据装箱单 (在备件箱中) 检查备件与文件资料是否齐全, 如有不符, 应立即联系制造厂家。



警告:

在移动过程中要十分小心, 不要有剧烈的震动, 否则会导致部分部件 (如分子泵等) 失效。

2.2 操作前准备

仪器操作前应进行下述准备工作:

1 氮气

准备带有手动阀的氮标准漏孔以对仪器进行校准。

准备瓶装氮气, 以方便检漏。



注意:

考虑到接口的问题, 推荐使用 KYKY 提供的标准漏孔。

2 环境与供电

环境与供电需满足 1.4 的要求。



注意:

电源插座, 应符合国家标准要求, 有良好的地线, 插座容量为 250V, 10A, 外形如图 2-1。

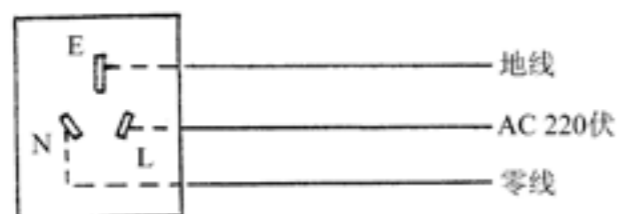


图 2-1 仪器电源插座示意图

2.3 安装

如果仪器已经开箱，且相关准备已完结，可进行与 KYKY 总部或最近的办事处联系安装事宜。安装主要内容有：

1. 打开机械泵出气口保护盖。
2. 松开机械泵与机架底板间的固定螺栓（运输防震用）以缓冲泵运转时的震动。
3. 仔细察看机械泵体及四周，检查有无因运输翻倒造成的机械泵油泄漏。如有泄漏，应当补充到油窗中线以上位置。
4. 检查真空联接卡箍及波纹管，有无破裂脱落。
5. 检查插头有无松动，导线有无破损。
6. 打开电子控制箱和仪器左侧门板，检查各电路板，接插是否牢靠，插头有无松动。



危险：

首次开机之前，必须取下出气口保护盖，否则会导致机械泵严重故障。

2.4 操作

2.4.1 首次开机

用户收到厂家发出的仪器，安装后第一次开机，应遵循以下操作步骤：

1. 确认检漏口已装上专用堵头并锁紧。
2. 确认预抽延时在关位，真空预置在 5Pa，J/F 开关置右侧，总电源开关关闭。
3. 将仪器电源插头插在电源插座上。
4. 将总电源开关接通，机械泵转动、质谱室风扇及电子部件机箱内风扇也转动。
5. 当总电源开关接通后，约 2 秒钟，预抽阀自动打开（预抽阀指示灯亮）。总电源接通的同时，还可以观察到检漏口压力显示和漏率

显示的发光管全部亮，约 3 秒钟后熄灭。这表明显示功能正常，此时，检漏口压力显示仍亮的部分指示的是检漏口的实际压力，漏率显示仍亮的部分为放大器零点。

6. 观察检漏口的压力，从满标（大气压）降至 5Pa 约需 20 秒钟，表明机械泵工作正常，此刻再观察一下机械泵油面窗口，油面应在中间偏上位置。

7. 当检漏口压力降至 5Pa，检漏阀自动打开（检漏阀指示灯亮），可以看到检漏口压力短暂上升后又迅速下降，至 50Pa，分子泵电源工作灯亮，分子泵启动，泵底部风扇开始转动，泵电源的频率显示读数不断增加。大约 7 分钟后，面板上正常绿灯亮，表明分子泵运转正常，仪器具备了高真空条件。

8. 正常绿灯亮后，将灯丝触发开关向开触发一下，灯丝工作指示灯亮，高真空指示表头有指示。随着灯丝放气，指示上升，若高真空指示在绿区内，表明仪器具备调试和校准条件。若超出表头绿区，保护电路动作，并切断灯丝供电。此时，等 1 - 2 分钟后，再试一次，有时需要重复几次，特别是长时间未开机或质谱管暴露大气后首次开机。



注意：

首次开机时，建议将灵敏度开关置“低”位，使分子泵高速旋转，可在短时间内达到较好的真空。



警告：

如果开灯丝时高真空表头出绿区，不要强行将灯丝触发开关置“开”位较长时间，否则会导致灯丝烧断或减少寿命。

2.4.2 氦峰调试与漏率校准

仪器每天投入检漏使用之前，应使用标准漏孔泄漏出的氦调整一下仪器状态，使仪器对氦响应灵敏，并使仪器灵敏度达到最佳。

对于所检漏率范围的不同，量程选择开关与灵敏度开关的位置的选择也不一样，对应情况请看表 2-1。

表 2-1 漏率范围与量程选择、灵敏度开关对应的关系

所检漏率范围	量程选择开关位置	灵敏度开关位置
$10^{-7} \sim 10^{-11} \text{ Pa.m}^3/\text{S}$	10	高
$10^{-6} \sim 10^{-9} \text{ Pa.m}^3/\text{S}$	9	低
$10^{-5} \sim 10^{-8} \text{ Pa.m}^3/\text{S}$	8	低

首先介绍漏率在 10^{-7} 至 10^{-11} Pa·m³/S 范围内时的校准（在校准前确保仪器处于开机状态，并灯丝点亮）。

1. 置量程选择开关在 10，量程波段开关在 10^{-8} (Pa·m³/S)。



注意：

确保量程波段开关在 10^{-10} (Pa·m³/S) 时，漏率发光显示在满标 1/3 以下。如果不在满标 1/3 以下，可调节粗调零旋钮达到。

2. 灵敏度开关置“高”位。

3. 校准旋钮顺时针旋到头。

4. J/F 开关置左侧，并按下放气按钮，以保证检漏口放气。

5. 卸下检漏口上的堵头，装上标准漏孔并锁紧，打开标准漏孔上的阀门。

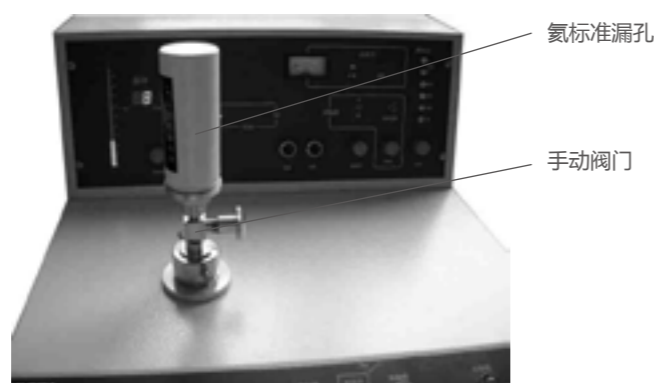


图 2-2 漏率校准



注意：

按照检漏仪的国家规定，校准漏孔的标称值应大于此时检漏仪最小可检漏率的 50 倍。当量程选择开关置“10”位时，最小可检漏率为 5×10^{-11} Pa·m³/S；当量程选择开关置“9”时，最小可检漏率为 5×10^{-10} Pa·m³/S；当量程选择开关置“8”时，最小可检漏率为 5×10^{-9} Pa·m³/S。

6. J/F 开关倒向右，进行预抽。当检漏口压力低于 5Pa 时，检漏阀自动打开。此时检漏口与质谱室连通。

7. 观察漏率显示。显示值有可能低于标准漏孔的标定值。改变量程波段开关，使漏率发光显示占满标 1/3 以上。关闭标准漏孔阀门，漏率显示应立即下降，表明此时仪器已对氦有响应。



注意：

如果在量程波段开关置 - 10 档漏率仍然不能占满标的 1/3 以上，分别调节加速和聚焦旋钮（先松开锁紧钮），使其在 - 10 档的漏率超过满标的 1/3。关闭标准漏孔阀门，漏率显示应立即下降，表明此时仪器已对氦有响应。



注意：

漏率发光显示占满标 1/3 以上而关闭标准漏孔阀门后，漏率不下降，则需要调节加速和聚焦旋钮，寻找另外一个波峰，然后重复 7 的操作。



注意：

关闭标准漏孔的时间不能太长，否则泄漏出来的气体存留在腔内，在下次开阀时会破坏系统，导致真空保护；标准漏孔在保存状态，手动阀也要保持常开状态。

8. 重新打开标准漏孔阀，待漏率显示稳定后，分别调节加速和聚焦旋钮（先松开锁紧钮）使漏率显示最大。还可以稍稍旋转一下质谱室上离子源两侧的偏心极靴（图 1-6），使漏率显示最大（此举对于第一次投入使用的新离子源或新换灯丝有必要）。

9. 关闭标准漏孔阀门，漏率显示立即下降，从而最终确认所调氦峰无误。锁紧加速和聚焦调节旋钮。

10. 调节漏率显示零点：在标准漏孔关闭状态，调节细调零或粗调零使漏率显示在最灵敏挡（ $\times 10^{-10}$ ）为 0.5 左右。

11. 开标准漏孔阀，稳定后的氦漏率显示值应超过标准漏孔的标定值。逆时针调节校准，使漏率显示值与标准漏孔的标定值一致。至此仪器校准完毕。

12. J/F 开关置左位，并按下放气开关放气。卸下标准漏孔，装上被检工件，按“检漏”键，使仪器进入检漏状态进行检漏工作。



注意：

最灵敏档与量程选择开关的位置有关。例如，当量程选择开关置“9”位时，最灵敏档为 $\times 10^{-9}$ 。



注意：

标准漏孔为易碎物品，在使用标准漏孔时要轻拿轻放，且防止震动，避免损坏标准漏孔。

漏率范围在 10^{-6} 至 10^{-9} Pa·m³/S 时的漏率校准（在校准前确保仪器处于开机状态，并灯丝点亮）步骤如下：

1. 置量程选择开关在 9，量程波段开关在 10^{-8} (Pa·m³/S)。



注意：

确保量程波段开关在 10^{-9} (Pa·m³/S) 时，漏率发光显示在满标 1/3 以下。如果不在满标 1/3 以下，可调节粗调零旋钮达到。

2. 灵敏度开关置“高”位。

步骤 3 ~ 12 均与 10^{-7} 至 10^{-11} Pa·m³/S 的漏率校准相同。

漏率范围在 10^{-5} 至 10^{-8} Pa·m³/S 时的漏率校准（在校准前确保仪器处于开机状态，并灯丝点亮）步骤如下：

1. 置量程选择开关在 8，量程波段开关在 10^{-7} (Pa·m³/S)。



注意：

确保量程波段开关在 10^{-9} (Pa·m³/S) 时，漏率发光显示在满标 1/3 以下。如果不在满标 1/3 以下，可调节粗调零旋钮达到。

2. 灵敏度开关置“高”位。

步骤 3 ~ 12 均与 10^{-7} 至 10^{-11} Pa·m³/S 的漏率校准相同



注意：

该状态校准的标准漏孔应大于 1×10^{-7} Pa·m³/S

2.4.3 喷吹法检漏

将被检件通过适当的接头连接到检漏仪的检漏口，用仪器上的机械泵预抽，由于被检件体积、放气量和泄漏情况不同，预抽所能达到的真空度不一样，按下述方法处理。

2.4.3.1 正常检漏操作（≤ 10Pa）

被检件无大漏或体积不很大（小于 100 升），能够在 5 分钟内预抽到 10Pa 以下，可按正常操作进行：

1. 置 J/F 开关到放气，装上被检件，确认密封连接可靠。
2. 将 J/F 开关倒向右侧检漏位，对被检件预抽，应能在数秒至 5 分钟内抽到 10Pa 以下。
3. 当检漏口压力低于 10Pa 时，检漏阀自动打开。
4. 用喷枪对被检件的可疑泄漏部分喷吹氦气，同时观察漏率显示或听报警音。
5. 转换量程波段开关并适当调节零点，可在不同灵敏度挡观测，如发现有漏，漏率显示增加，音调上升；停止喷氦，则漏率显示降回零，音调下降。由此可确定泄漏部位及漏率大小。



注意：

需要通过音响判断漏率时，则要调节面板上报警旋钮至适合自己听力的位置。

2.4.3.2 高压检漏操作（10 ~ 20Pa）

被检件有大漏或体积较大，不能在 5 分钟内预抽到 20Pa，可采取高压检漏模式。如下操作：

1. 设定仪器在低灵敏度模式，即灵敏度开关置“低位”。
2. 量程选择开关根据实际需要“8”或“9”位。



注意：

漏率如要定量，在此状态利用标准漏孔按照 2.4.2 对仪器实施一次漏率校准。

3. 被检件与检漏口连接。
4. J/F 开关倒向右侧检漏位，对被检件预抽，应能在 20 分钟内抽到 20Pa 以下。当检漏口压力达到 20Pa 以下时检漏阀开。
5. 用喷枪检漏。

2.4.3.3 延长预抽时间

上述 2.4.3.1 和 2.4.3.2 两种场合皆有可能在规定时间内不能将被检件抽到规定的低真空，如再继续抽下去，因分子泵出口被关闭，质谱管压力升高会导致灯丝保护，因此可进行如下操作：

1. 将预抽延时置“开”，在此位置，预抽阀关闭，被检件不会进大气，同时检漏阀打开，将机械泵与分子泵前级连通，能在数秒内恢复质谱管内高真空。
2. 3 秒后关闭预抽延时，对被检件继续抽真空。

这样又可以延长 5 分钟（2.4.3.1）或 20 分钟（2.4.3.2）的预抽时间，有时可重复几次这样的过程，使预抽时间大大延长，一旦将被检件抽到规定真空，即可往下进行，实施检漏。



注意：

若检漏口压力始终达不到 20Pa 以下，可关闭延时，将 J/F 开关置左并放气，取下工件或按照以下方法进行操作。

2.4.3.4 超高压检漏 (>20Pa)

如按照 2.4.3.1 ~ 2.4.3.3 操作，若仍不能抽到预定的真空，可以取下被检件，有两种可能：

- ① 被检件体积不大、密封连接也无问题，则显然是被检件有大漏。
- ② 被检件虽无大漏，但体积太大，放气量太多，单靠检漏仪自身机械泵预抽很难使真空达到检漏仪的要求。

上述两种情况皆可用外接辅助真空系统与检漏仪联接的方式进行检漏。

2.4.4 吸枪检漏

在进行吸枪检漏时，首先对吸枪进行调节，具体操作可按以下步骤：



注意：

凡 KYKY 吸枪售出的吸枪已经调节完毕，不需再进行调节。除非在误差较大时才进行以下步骤。

1. 检漏口放气后，将吸枪连在检漏口，关闭吸枪的进气量调节阀，设定真空预置在 20Pa。
2. 将 J/F 开关置检漏位，仪器进入检漏状态。
3. 缓慢微调吸枪的进气量调节阀，并注意观察检漏口压力，到达 10Pa 左右时，即可进行检漏。



注意：

微调进气量调节阀时检漏口压力在 8 ~ 20Pa 为宜，超过此范围则需要重新调节。



注意：

吸枪结构请见吸枪说明书。

此时，被检件已充有 1MPa 左右的氦气或氦-氮（空气）混合气，将吸枪的吸嘴对着被检件的焊缝和接点等可能泄漏处，若有氦泄漏，即被吸入检漏仪而被检测。

由于吸枪的吸嘴始终暴露在大气压下，大量空气吸入检漏仪，造成高的氦本底（空气中通常有 5ppm 的氦气），使检漏灵敏度有所降低，检测极限约为 $5 \times 10^{-6} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{S}$ 。为了使仪器发挥最佳灵敏度，应调节吸枪的吸入气流量，在本底和灵敏度上折衷：吸入量大、本底高，在大量程档上反而不灵敏；吸入量小，本底小，虽然可用较灵敏的量程，但氦信号也降低了。通常调节吸枪使本底在 $\times 10^{-9}$ 或 $\times 10^{-8}$ 挡为宜。



注意：

在调节吸枪时，应维持高真空指示在绿区内和检漏口压力在 20Pa 以内。

此外，吸入法的灵敏度与吸嘴离泄漏点的距离和吸嘴移动速度有关。距离越近灵敏度越高，但距离太近，吸嘴容易触及被检件表面而吸入杂物，造成吸枪流量不稳或堵塞，以 2 ~ 5mm 为宜；移动速度快，吸入的氦就少；移动太慢，会降低检漏效率。通常移动速度不超过 10mm/S。

检漏完毕后，应将被检件内的氦气回收，或排放到室外，以避免检漏仪周围空气中氦含量过高和波动，而直接影响仪器的本底及其稳定性。



注意：

在检漏状态下（喷吹法或吸枪法），如检漏压力突然上升，导致预抽阀保护关闭时，应将 J/F 开关置左，并放气，排除故障后再往下进行。

2.5 停机

虽然分子泵能够快速获得仪器工作必须的高真空，但频繁地开机关机不利于仪器稳定和保持良好的高真空和减小本底，也不利于延长分子泵的轴承寿命。故可视情况作两种处理。

2.5.1 维持备用

一批件检完，另一批几个小时后检，例如，上午检完，下午还得检。可如下处理：

1. 关灯丝；
2. 灵敏度开关置高。

此状态下，分子泵低速运转，有利于延长分子泵轴承寿命，又能保持良好的高真空。

2.5.2 完全停机

仪器当天用毕第二天再用，或仪器由一个地点移至另一个较远地点（必须另换总电源插座时），则必须将仪器完全关闭。

1. 关灯丝。
2. 检漏口用堵头堵死。
3. 关闭总电源。

第三部分 维护

要保持检漏仪的正常工作和良好性能，定期或必要的维护是必不可少的。需要维护的项目和周期见下表。

表 3-1 检漏仪的维护日程

项 目	内 容	时 间
3.1	漏率校准	每天
3.2.1	机械泵油面观测	每周
3.2.2	更换机械泵油	必要时或每半年
3.2.3	分子泵加注润滑油	每年
3.2.4	清洗分子泵	必要时
3.2.5	清洗质谱室	必要时
3.2.6	更换离子源	必要时
3.2.7	清洗组合阀	必要时

表 3-1 所列项目，除漏率校准需每次开机后进行，其它可视仪器的使用时间（实际运转时间）、被检件对仪器的污染程度及仪器的性能状况而定，维护周期可长可短。

3.1 漏率校准

1. 按 2.4.2 校准和调整仪器的灵敏度。
2. 若达不到要求，参阅第四部分故障及处理。

3.2 真空维护与清洗

3.2.1 机械泵油面观测

机械泵正常运转，观察窗口油面，应在中间或中间偏上些。如油面太低，可补充同类型新油（参阅机械泵使用说明书）。

3.2.2 更换机械泵油

长时间运转或受被检件污染，油脏呈黑色，或可疑性气体聚集泵内。这些都会降低泵的抽气性能：在检漏口用堵头堵死的情况下，达不到 <5Pa 的真空；有时还造成高的氨本底或本底起伏不稳。这种状况下，需要更换新的机械泵油。在更换机械泵前请阅读机械泵说明书（在备件箱内），再按照以下操作进行。

1. 用内六角扳手拧下机械泵侧面油窗下方排油孔堵头，放完泵内脏油，再用堵头堵上。
2. 用扳手拧开机械泵上方的注油孔堵头，向泵内注入约 100 毫升清洁的机械泵油（请使用机械泵说明书中指定的机械泵油）。
3. 开总电源，让机械泵运转半分钟，从排油孔放出这 100 毫升油，若油还较脏，可再如此冲洗一次，直到放出的油清洁为止。还应从泵的进气口注入约 100 毫升新油，运转泵数秒钟后再排出。
4. 拧紧排油孔堵头，按规定注入新油，确保泵运转时油面在窗口中间偏上。
5. 装上注油孔堵头、拧紧。

3.2.3 分子泵加注润滑油

参阅 FB150 型涡轮分子泵使用说明书。

3.2.4 清洗分子泵

参阅 FB150 型涡轮分子泵使用说明书。

3.2.5 清洗质谱室

质谱室被严重污染，仪器灵敏度下降，达不到标准漏孔的标定值，漏率信号不稳，在排除其它因素后，可清洗质谱室。

1. 关闭总电源，并拔下总电源插头。
2. 拔下离子源供电插头和前置放大器供电插头，立即用短路插头（在备件箱中）插在前置放大器上（图 3-1）。

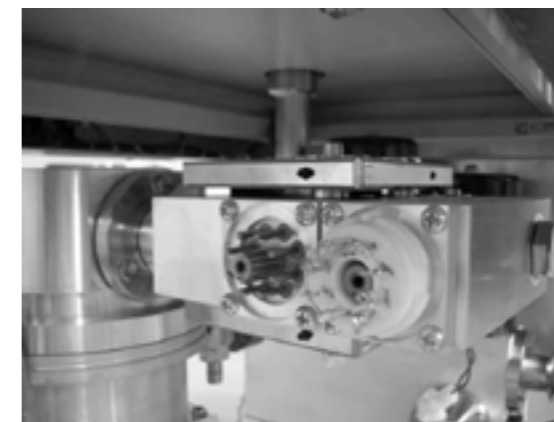


图 3-1 在放大器上插上短路插头



警告：

为防止静电击穿放大器，请一定严格执行此操作。

3. 卸下质谱室与开口法兰的连接螺钉（图 3-2），取出带磁铁组件的质谱室。



图 3-2 卸下质谱室

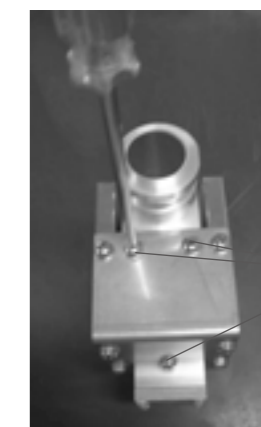


图 3-3 取下固定螺钉

4. 卸下质谱室与磁铁组件连接的 3 个固定螺钉（图 3-3）。

5. 松动磁钢组件上固定偏心极靴和小极靴的顶丝，并取下磁钢组件（图 3-4）。

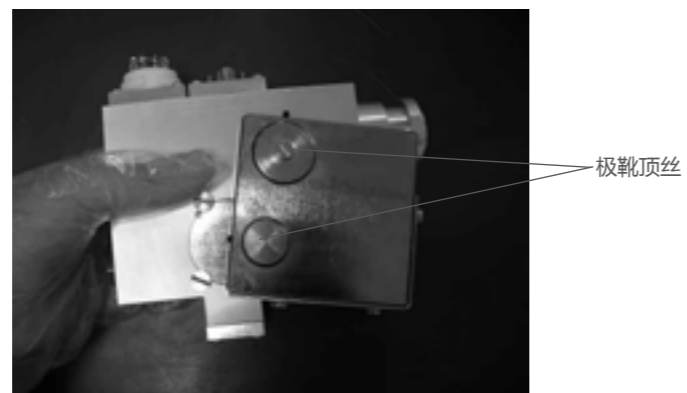


图 3-4 取下磁钢



注意：

不允许拆卸磁铁组件！也不要将磁铁放在钢、铁板上，以免削弱磁场！

6. 卸下固定离子源法兰的 4 个固定钉（图 3-5），并取出离子源（图 3-6）。



警告：

在进行此操作前保持手要清洗干净。



警告：

将离子源储存在阴凉、干燥、洁净的密封容器中。



警告：

在进行此操作前戴上无尘手套，防止手上油脂接触到真空表面。

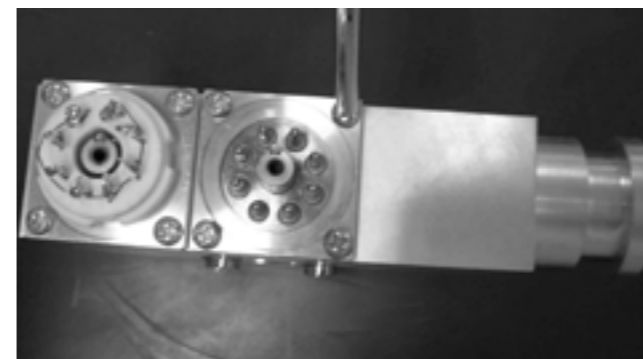


图 3-5 卸下离子源固定钉

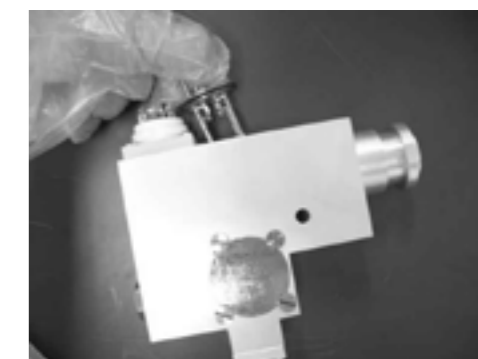


图 3-6 取出离子源

7. 同上步，取出前置放大器（图 3-7）。



图 3-7 取出前置放大器

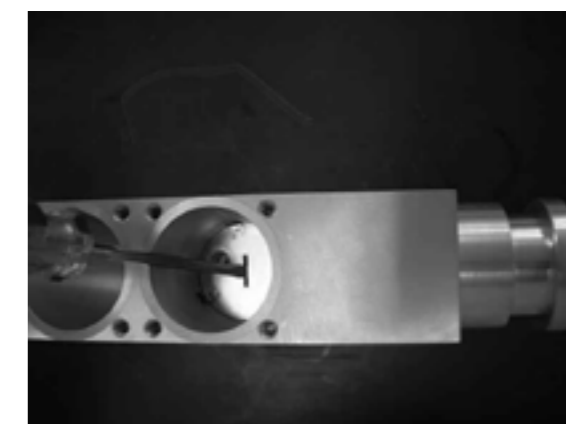


图 3-8 取离子源出口缝



警告：

将前置放大器储存在阴凉、干燥、洁净、无磁的密封容器中。

8. 取出离子源出口缝（图 3-8）。

9. 同第 6 步，取出全离子检测极，并放入阴凉、干燥、洁净的容器中。

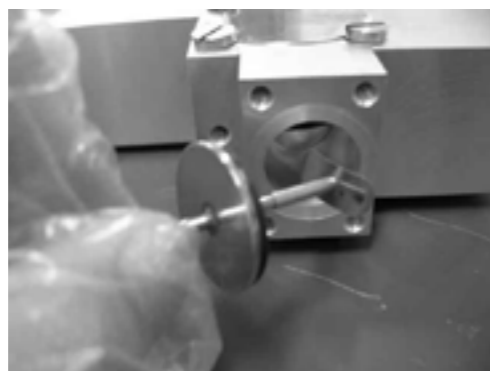


图 3-9 取出全离子检测极

10. 松下偏转极靴的 4 个固定钉，取下偏转极靴，放入干燥、洁净容器中。

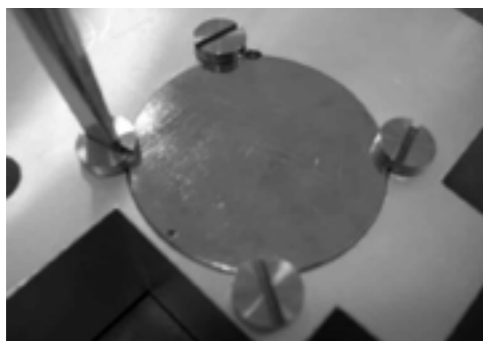


图 3-10 取下固定钉

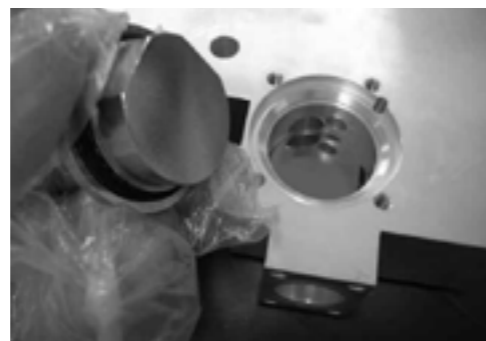


图 3-11 取出偏转极靴

11. 用扳手下取堵头螺钉。



图 3-12 松动堵头螺钉



图 3-13 取下堵头螺钉

12. 用细砂布（纸）擦除接地缝、全离子检测极和质谱室的离子源腔体表面的黑色炭化沉积物，直到呈现金属本色。

13. 用氟里昂型溶剂（汽油等）冲洗质谱室内腔体、极靴、出口缝和全离子检测极。

14. 用无水乙醇冲洗，并烘干。



注意：

安装所有部件时，在密封连接处必须使用且只能使用同等规格的密封圈。

15. 安装偏转极靴。



注意：

偏转极靴上的半圆形小孔必须与质谱室上的半圆形小孔对应，形成一个完整的圆形小孔。



图 3-14 偏转极靴安装位置

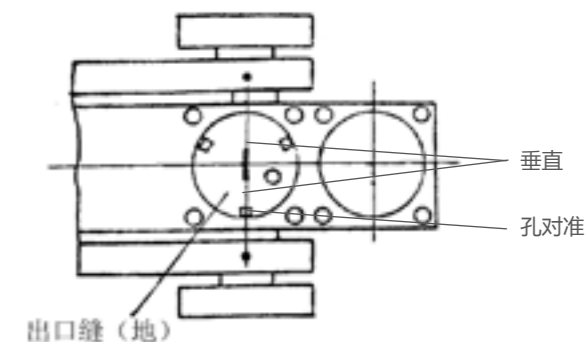


图 3-15 出口缝安装方向

16. 逐一装上全离子检测极、出口缝、前置放大器和离子源。

出口缝垂直于质谱室壳侧边且卡紧在腔体内；片上的孔对准壳体上的排气孔（图 3 - 15）；出口缝要紧贴质谱室底面。



注意：

全离子检测极弧面要与极靴弧面吻合（图 3-16）。

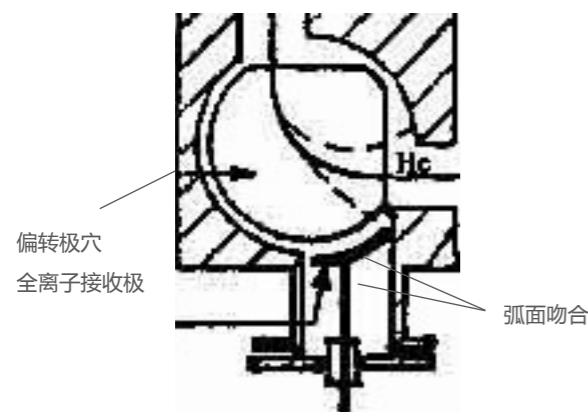


图 3-16 全离子接收极安装方向

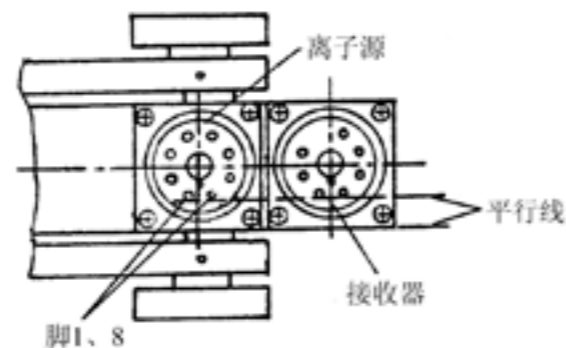


图 3-17 离子源和前置放大器安装方向



注意：

前置放大器和离子源的 1 脚与 8 脚连线必须平行于质谱室壳体边沿；且定位销方向一致（图 3-17）。



警告：

离子源和前置放大器 O 型密封胶圈不得沾有纤维脏物，如 O 圈老化，应换新的。

17. 安装上堵头螺钉。
18. 将质谱室组件装在质谱管上并上紧 3 个螺钉。
19. 将质谱室联在过渡法兰上。
20. 按 2.4.1 启动程序开机。

3.2.6 更换离子源

离子源两个灯丝都烧断，或信号偏小时，必须更换新离子源。

1. 关闭总电源，拔下插头。
2. 松开分子泵出气口上的卡箍，对质谱室放大气后，再卡紧。



图 3-18 分子泵前级口放气

3. 拔下离子源供电插头。
4. 拧下离子源的 4 个固定螺钉、取下压紧法兰的圈套，拿出离子源。
5. 把新离子源放入腔体，注意离子源定位销方向，如图 3-16，脚 1 和 8 连线应平行壳体边沿。
6. 上紧 4 个固定螺钉。

3.2.7 清洗组合阀

阀严重沾污，关闭密封性不好，应拆洗，检查 O 型密封圈是否老化或破损，必要时更换新的。

1. 拆卸

- ① 脱开电磁阀电源插头。

- ② 脱开阀体与机械泵和分子泵连接的两条波纹管。
- ③ 卸下热偶规管，放气阀及检漏口。
- ④ 卸下检漏阀。
- ⑤ 以同样的方法，卸下预抽阀。
- ⑥ 卸下组合阀体与机架连接的四个螺钉，将其从机架上取下。

2. 清洗阀

用氟里昂清洗剂（或丙酮、汽油等）冲洗阀体，去除零件表面所有异物和残存油脂，在清洁环境下烘干。



警告：

不能用丙酮冲洗密封圈。

3. 重装

- ① 检查组合阀体内部是否清洗干净，密封面上不能有径向划痕。
- ② 用真空油脂将所有新换 O 型密封圈轻抹一层，直至发亮。
- ③ 将组合阀体固定在机架上，按先拆后装的顺序分别为：安装检漏阀，预抽阀；先装阀芯，再装阀头部件，注意阀头部件与组合阀体连接的四个螺钉应对称拧紧，最后装线包和外壳。并插好电源插头。
- ④ 装上热偶规管、放气阀和检漏口。
- ⑤ 连接好波纹管，装上机架面板。

3.3 电子部件调整

3.3.1 发射调节

更换离子源或由一根灯丝转到另一个灯丝，为获得高的灵敏度，应检查和校正发射电流。

- ① 用万用表直流电压档，表笔跨接仪器面板上发射检测孔（图 1-11），读出电压值应在 0.5~1.1V 之间。若偏低或偏高，可按②调整。
- ② 检漏口接标准漏孔，调发射控制电位器 R_{S1} （M 板，图 1-10），使漏率显示最大，但检测孔发射电压不得超过 1.1V。

3.3.2 离子源电压校正

更换离子源或灯丝后，为调氮峰和进行灵敏度校准，或为判断故障，需校验离子源电压。

- ① 逆时针旋转加速和聚焦到底。
- ② 用输入阻抗 $>100K/V$ 的万用表测量面板上测试点加速（+）-地（-）间的电压，应为 160V，顺时针旋转加速到头，应为 330V。
- ③ 测聚焦（+）-地（-）的电压，应在 200 ~ 310V。
- ④ 测推斥（+）-地（-）的电压，应在 320 ~ 430V 左右。

如果所有电压皆符合上述数值，离子源应能正常工作。如果有一路或几路电压不对，可拔下离子源供电插头（图 3-19），再测量一遍，可以区分出是离子源短路或绝缘不好，还是电子板故障。

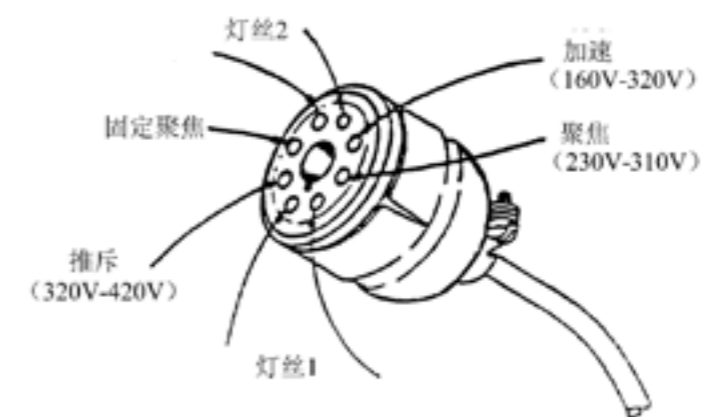


图 3-19 前置放大器供电插头

3.3.3 热偶规管调整

检漏口的热偶规管更新，或原来校准过的发生漂移，应重新校准。

- ① 打开电子机柜盖板，找到主电路板（M板，图 1-10）的 R16 电位器。
- ② 将 J/F 开关转到检漏位，调 R16 电位器，直到检漏口压力显示的左边第二个刚好熄灭（第一个总是亮而不灭）。
- ③ 将 J/F 开关置放气位，调 R40 使显示亮满标。

3.3.4 过压保护调节

1. 高真空保护

- ① 关灯丝
- ② 调节控制板（C板，图 1-10）上电阻 R21，使高真空表头指示为“0”刻度。
- ③ 检漏口装一可调阀。
- ④ 调可调阀的漏量，观测压力指示，同时调节控制板上的 R24 电位器（U4 - 3 脚电位约 1.1V），使得表针刚好在绿区右边缘处（ $3 \times 10^{-2} \text{Pa}$ ），灯丝工作指示灯熄灭。

2. 预抽阀保护

调节可调阀的漏量，同时调控制板上的 W2 电位器，使之在 30Pa 预抽阀关闭（U6-5 脚约 0.4 ~ 0.6V）。

3.3.5 分子泵启动设置

检漏阀打开后检漏口压力已降至 20Pa 以下，分子泵仍不启动，在排除其它因素后，可检查和重新设置启动点。

- ① 测控制板上（图 1-10）R11 电位器中点（或 U₂ - 2 脚）的电压，同时调节 R11 电位器，使电压读数为 0.4V~0.7V。
- ② 关闭仪器总电源，给分子泵放大气。
- ③ 接通总电源，同时观察检漏口压力显示和分子泵电源面板。当检漏口压力降至 20Pa 以下时，分子泵电源通电，频率表有显示，泵转动（频率读数渐增）。
- ④ 如泵仍不启动或过早启动，可重复上述①~③步骤，直到符合要求。

3.3.6 漏率显示放大器调整

如果关灯丝时，在最灵敏档通过调节粗调零不能使漏率低于零点或高于零点，则需要对第二级、第三级放大器再调整，可如下进行：

1. 关闭仪器总电源。
2. 脱开前置放大器的插头（T310），并用短路环将前置放大器短路。用粗细合适的铜线将插座的（4）和（3）脚短接。
3. 开启总电源，调节 M 板（图 1-10）上 R65 电位器，使 U8-6=0，再调 R68 电位器，使 U10-6=0。
4. 关闭仪器总电源，取出前置放大器供电插头上的短路铜线，再插入前置放大器。

3.3.7 检查前置放大器供电

若漏率显示不正常，怀疑前置放大器出现故障，应按图 3-19 检查前置放大器供电是否正确。

3.4 检验氮本底

检漏结束，真空系统内的残余氮气很快清除，但在检漏口用堵头堵死，检漏阀打开的情况下，质谱室内仍会有极少量氮成分，称之为氮本底，出厂仪器的氮本底保持在 $5 \times 10^{-9} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 之内，可通过调零将其扣除。为检验本底，可如下操作：

- ① 检漏仪已完成调试和灵敏度校准（见 2.4.2）。
- ② 检漏口用堵头堵死，在检漏状态下，漏率显示 Q'。
- ③ 关灯丝，读漏率显示 Q''，则氮本底 $Q_0 = Q' - Q''$ 。

如果 Q' 超出 $5 \times 10^{-9} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 很多，则真空系统可能被沾污或有漏，粗调零亦不能完全扣除，即使能扣除，扣除后的本底也不稳定，可参阅 3.2.2 和 3.5。

3.5 仪器泄漏自检

检漏仪的准确、稳定和可靠也取决于仪器自身真空系统的完善。减小氮本底的一个重要方面是消除真空系统的所有可检测到的泄漏。运输振动、O 圈老化以及清洗重装后，有可能产生泄漏。自检方法如下。

- ① 检漏仪已完成调试和灵敏度校准（见 3.3.2）。
- ② 检漏口用堵头堵死，检漏阀打开。
- ③ 用喷枪对可疑泄漏点喷吹。因为氮气轻，扩散极快，应自上而下寻找可疑漏点。一旦发现漏点后，应修补使之不漏后，再继续往下进行。
- ④ 检出和排泄漏点后，仪器的氮本底下降，通常低于 $5 \times 10^{-10} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{S}$ 。这样的本底可用粗调零调整补偿到 $0.5 \times 10^{-10} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{S}$ （最灵敏），而且很稳定。



警告：

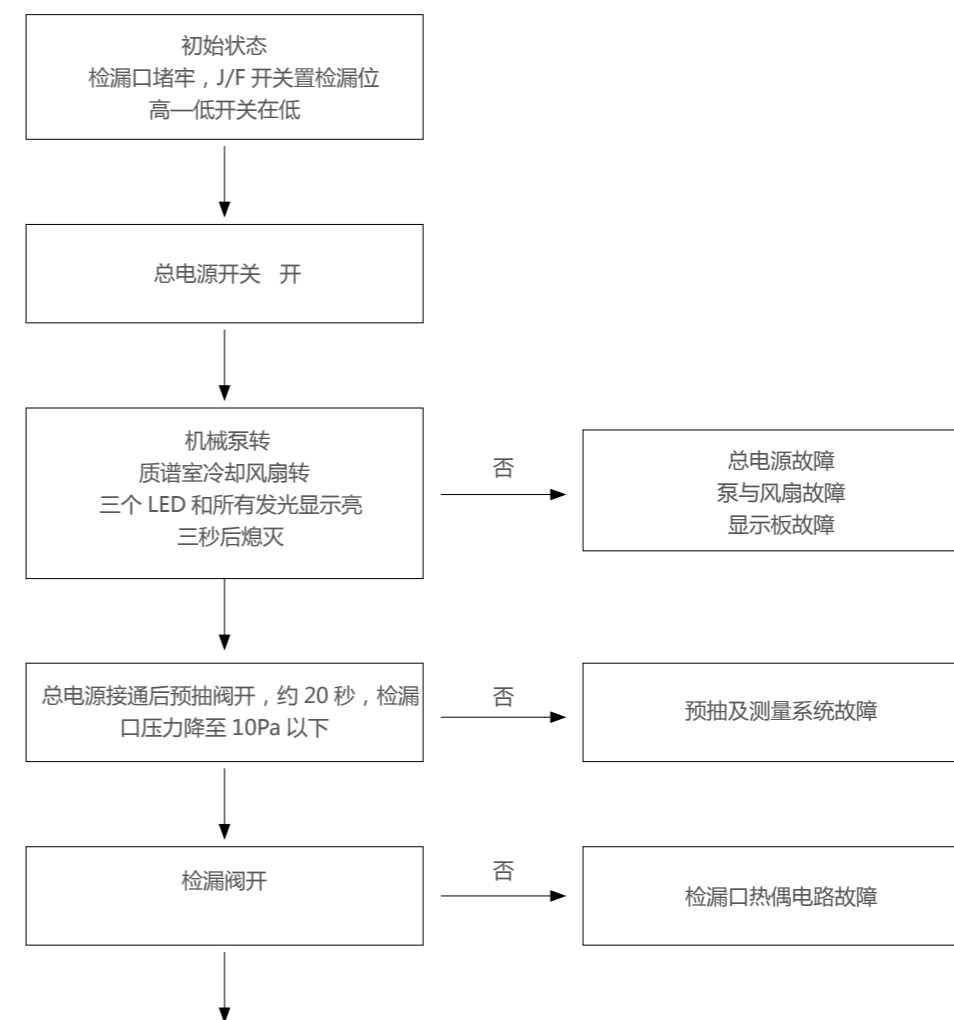
不可将氮气喷枪对机械泵进气口接头以外的机械泵其它部位（特别是排气口）喷氮检漏，以免氮气进入泵内，导致仪器本底增高和不稳！

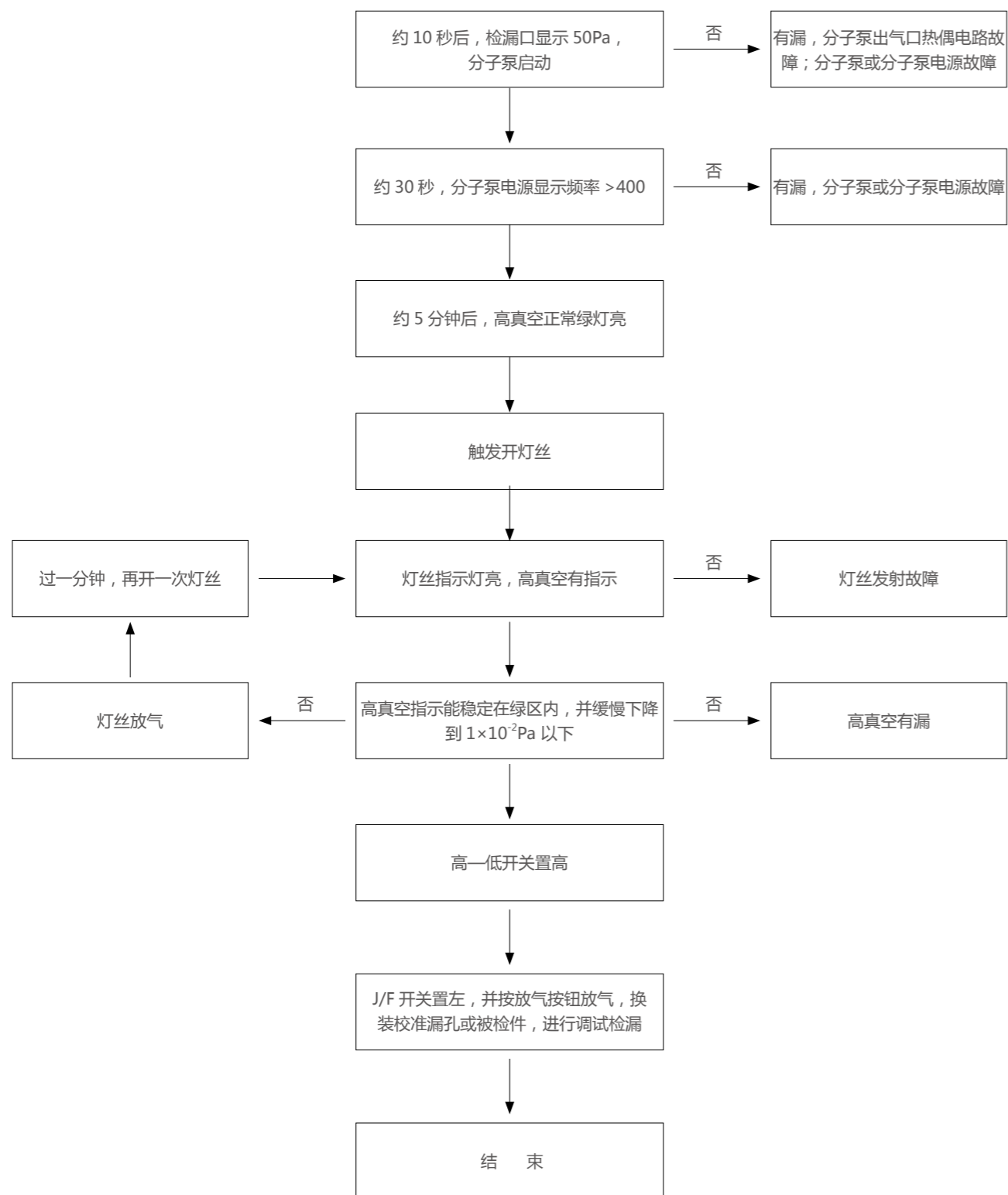
第四部分 常见故障及处理

精心维护能使仪器更好地发挥作用，但有时也会出现故障。本章列出一些可能出现的故障现象及处理方法。不过引起故障的原因可能不止一个，在处理中应从易到难，仔细分析判断，才有可能迅速准确的排除。

4.1 正常运转与故障判断

图 4-1 仪器正常运转与故障判断





4.2 故障检查与排除

表 4 - 1 列出可能故障与排除方法。有关电路请参阅维修手册。

表 4 - 1 故障与排除

故障分类	故障现象	检查与排除方法
总电源	总电源接通后, 机械泵不转、质谱室散热风扇不转	总电源插座无 220V, 插头与插座接触不良, 总电源开关坏, 机械泵卡塞或坏, 风扇毛病。
发光显示	3 个 LED (灯丝开、漏率超和负) 不能正常发光	检查 D 板 CR1、U11、U10、C28、U12、CR2、CR3。
	检漏口压力显示不能正常发光	检查 D 板 U2、DS2、U3、DS3、R35、U15、U10、C28。
	漏率显示不能正常发光	检查 D 板 U4 ~ U8、DS4 ~ DS8、R44、U15、C28。
分子泵及高真空	漏率显示第一个不亮	检查 D 板 U11、U12、R46。
	J/F 开关在检漏, 分子泵电源有电, 泵不启动	若检漏口压力 <50Pa, 则排除漏气因素。检查分子泵口热偶管及其电路 (C 板 B1、CR1、VR1、Q1、U1、U2、01 及 R11 中点设定值等); 检查分子泵电源内部接插件联接及电路; 卸下泵轻拔一下叶片, 看是否卡死。
	分子泵电源无电, 泵不转动	检查分子泵电源插头是否松动, 保险丝是否松动、完好。
	分子泵转速迟迟达不到设定点频率 (430 或 704, 视灵敏度开关位置而定), 高真空故障报警。	质谱室高真空部分有漏, 或分子泵及电源自身故障。
预抽及测量系统	分子泵转速已超过设定点频率 (430 或 704, 视灵敏度开关位置而定) 约 10 分钟, 正常绿灯不亮	检查测试点的地 - 推斥或地 - 加速, 若有电压则是指示灯坏或泵电源坏。
	J/F 开关由放气转到检漏后, 一直发出嘟嘟抽大气声	检漏口未堵牢或被检件安装不好, 被检件有大漏。机械泵油量不足。
	检漏口压力下降缓慢, 很难达到 5Pa 以下。	用堵头堵死检漏口, 排除被检件自身是否大漏或安装不密封等问题。检查机械泵油位、油污, 补充或更换油, 必要时换泵。
	检漏口热偶故障, 无 ±15V。	热偶管内热丝断、检查 M 板 CR3、VR1、Q1 检查变压器 B1 (7、8、9), M 板 CR5、VR2、VR3
	无 + 5V	检查变压器 B1 (15、16、17)、M 板 CR6、CR7、VR4。

故障分类	故障现象	检查与排除方法
组合阀及高真空	高真空指示虽在绿区内,但偏高(1~3)×10 ⁻² Pa	仪器启动时间太短;质谱室等有漏;检漏阀未打开
	预抽期间,高真空表指示上升,很快超出绿区	质谱室等密封有漏、检漏阀关闭不严,须拆洗重装。
	由预抽转到检漏时,高真空指示上升	检漏口压力高(因为检大容器,有时不可避免,非故障)。
灯丝发射	灯丝状态开关触发到开,灯亮不能保持;工作期间,灯丝指示突然熄灭	检查灯丝是否断,换另一灯丝(转换开关 S1 在 M 板上)再试,监测测试点的发射,触发瞬间电压值大于 0.5V,加速,推斥和聚焦电压在正常范围内,检查 B2(14~15)和 M 板 CR9~CR13;检查 B2(3-4、5-6、7-8-9),M 板 ±15V, + 5V;发射控制电路 U2、Q2、Q3、CR5,发射检测电路 U2、U3 和 D 板 U11。检查 C 板 U4、Q3、K01, M 板 U5、U6、U11 等。
	灯丝开关失控,灯亮而不能关闭。	M 板 U2 坏
	高真空指示超出绿区,不保护,灯丝指示仍亮	检查 C 板 R24 中点设定值,U4、CR7、Q3 和 K01 等。
漏率显示	对氦响应不灵敏,信号弱。	检查测试点的发射、地-加速、地-推斥和地-聚焦,应在正常范围;调加速和聚焦使氦峰最强,调校准到最大。标准漏孔坏,更换新的。离子源脏,清洗。
	对氦的响应异常强	检查测试点的发射是否在正常范围,量程选择是否有错
	高的氦本底	真空系统有漏,自检并排除;机械泵油脏,换新鲜油;前级放大器有损,更换。
	氦信号不稳	前置放大器及电缆插头联接不良;真空系统有漏(用吸枪时环境氦气不稳定);机械泵油脏或泵问题,换油或换机械泵。
	漏率显示对调零不灵敏	D 板故障(见前);调零电位器坏,前置放大器插头松脱,或供电电压不对;按 3.3.6 节检查并调整显示放大器
	显示总在零点以下(与调零无关)	D 板故障;调零电位器坏;前置放大器插头松脱或供电电压不对。
	显示总超满标	按 3.3.6 节检查并调整显示放大器;检查前置放大器插头联接及供电电压。
	漏率显示在两个量程上不一致	按 3.3.7 节检查漏率放大器的零点设置。

故障分类	故障现象	检查与排除方法
调氦峰	测试点的地对加速、推斥和聚焦电压偏低或无电压	检查离子源各电极是否短路,拔下插头再测,检查 M 板 R20、CR9 ~ CR13 和 B2(14, 15)检查加速和聚焦电位器。
	加速电位器调整至终端仍调不出氦峰	检查测试点的地-加速若已达到 330V 的最大值,则应卸下离子源和全离子检测极,清洗电极表面轰痕,特别是电离盒内表面。
音响	无音响(漏率有显示)	喇叭开路;检查 M 板的音响电路(Q4, U1, R66 等)

**警告:**

以上故障判断与处理应该由 KYKY 服务工程师、经过 KYKY 培训的人员或在 KYKY 相关人员的指导下进行。

附录 A ZQJ-230D 氦质谱检漏仪的工作原理

A.1 质谱原理

氦质谱检漏仪是根据质谱学原理，用氦气作探索气体制成的气密性检测仪器。其质谱原理如图 A-1 所示。灯丝发射出来的电子经加速进入电离室，在电离室内与残余气体分子和经被检件漏孔进入电离室的氦气相互碰撞使其电离成正离子，这些离子在加速电场作用下进入磁场，由于洛伦兹力作用产生偏转，形成圆弧形轨道，轨道半径

$$R = (144/B) \times 10^{-4} [(M/Z)U]^{1/2}$$

式中 R——离子偏转轨道半径 (cm)

B——磁场强度 (T)

M/Z——离子的质(量)/(电)荷比(正整数)

U——离子加速电压 (V)

由上式可知，当 R、B 为固定值时，改变加速电压可使不同质量的离子通过磁场和接收缝到达接收极而被检测，得到图 A-2 所示质谱图。图中峰高度代表离子流强度，它与相应的气体成分在电离室中的分压强成正比；图的横座标代表离子加速电压（对应离子质量）。氦质谱检漏仪工作时，离子加速电压设定对准氦峰，接收极只收集氦离子，所形成的氦离子流经放大后用于指示漏率的大小。

比氦离子重的其它离子被全离子检测极接收，经校准后用于指示质谱室内总压强和提供对灯丝的保护控制（参见图 2 - 1）。

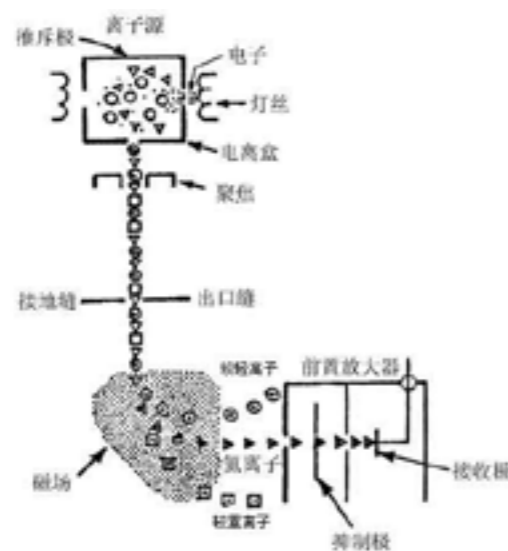


图 A-1 氦质谱检漏仪的质谱原理

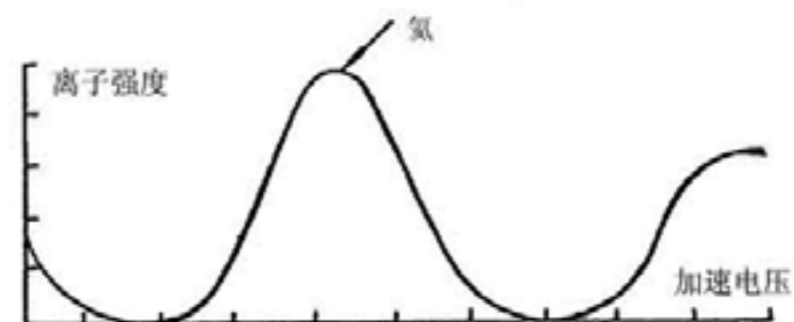


图 A-2 氦离子流强度随加速电压的变化

A.2 真空系统原理

真空系统由机械泵、涡轮分子泵、组合阀及真空测量等主要部分组成。

机械泵主要用来维持分子泵工作时所需要的前级真空和对被检件抽真空。

涡轮分子泵则提供质谱室工作时所需要的高真空。

组合阀由预抽阀、检漏阀、放气阀和组合阀体组成。用来实现在进行检漏时各个状态的通导。

真空测量由检漏口热偶和前级热偶完成。测量所得的数据用来决定电磁阀的动作或分子泵的工作状态。

在放气状态时，预抽阀关闭，放气阀、检漏阀打开，机械泵给分子泵提供前级真空（图 A-3）。

在预抽状态时，放气阀、检漏阀关闭，预抽阀打开，机械泵给工件（假设有工件）进行预抽（图 A-3）。

当在预抽时，检漏口真空达到预置真空时（见 1.3.3.2），检漏阀打开，并进入检漏状态。此时机械泵在给工件抽真空的同时，也给分子泵提供所需的前级。当有氦气从工件进入检漏口时，大部分氦气将被机械泵抽走，部分氦气则通过逆扩散功能，进入分子泵，并到达质谱室，最终被质谱室检测到。

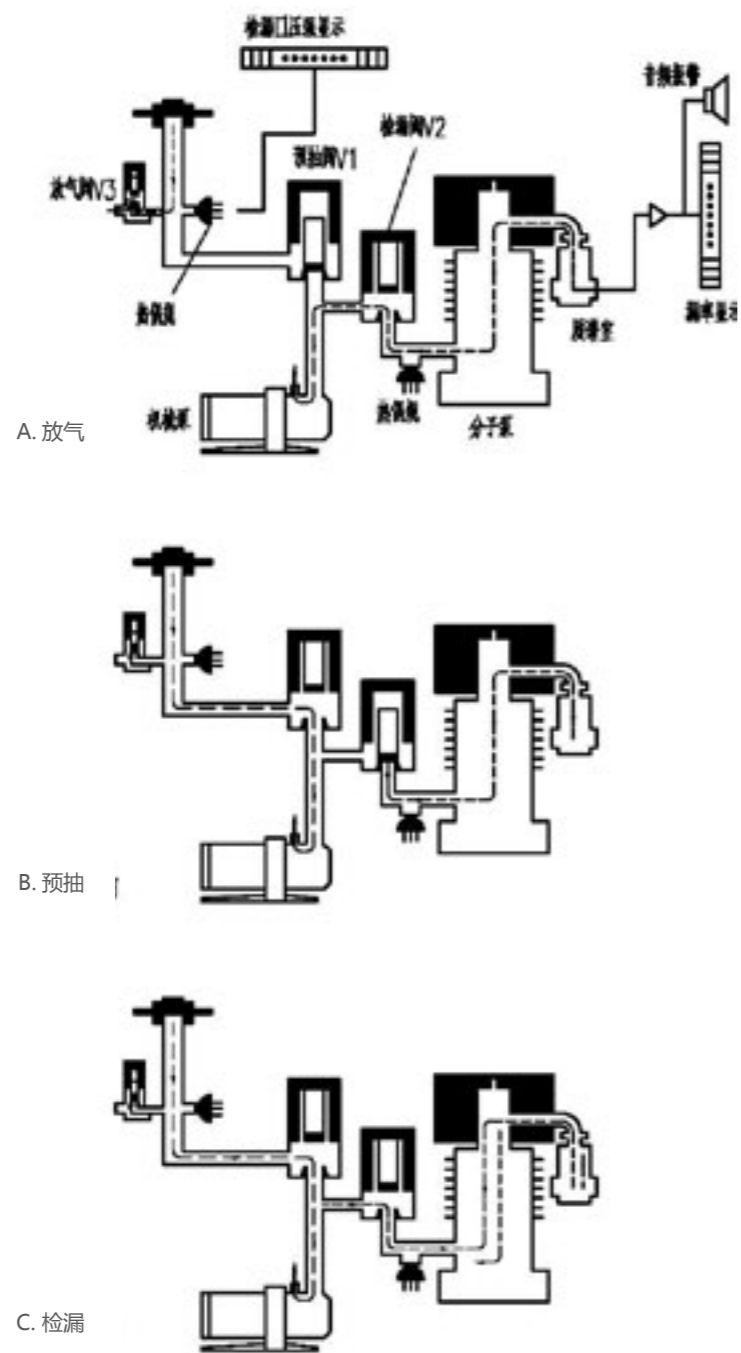


图 A-3 真空系统原理图

A.3 电子学线路的原理

电子学线路包括控制部件和前置放大器两大部份。控制部件包括总电源板 MAIN 简称 M 板，显示板 DISP 简称 D 板，控制板 CTRL 简称 C 板，共三块线路板（见图 1-10）。它们与质谱室之间的关系请参看图 A-4，线路工作原理请参看图 A-5。

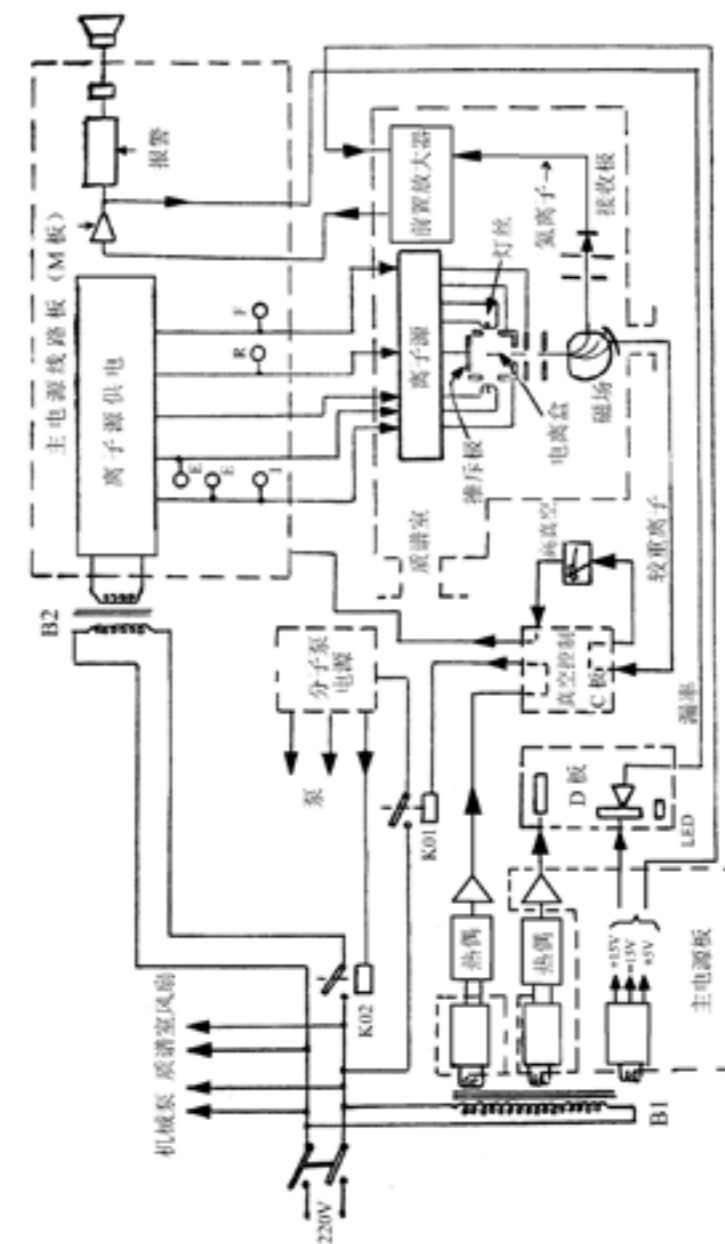


图 A-4 控制部件与质谱室关系的原理框图

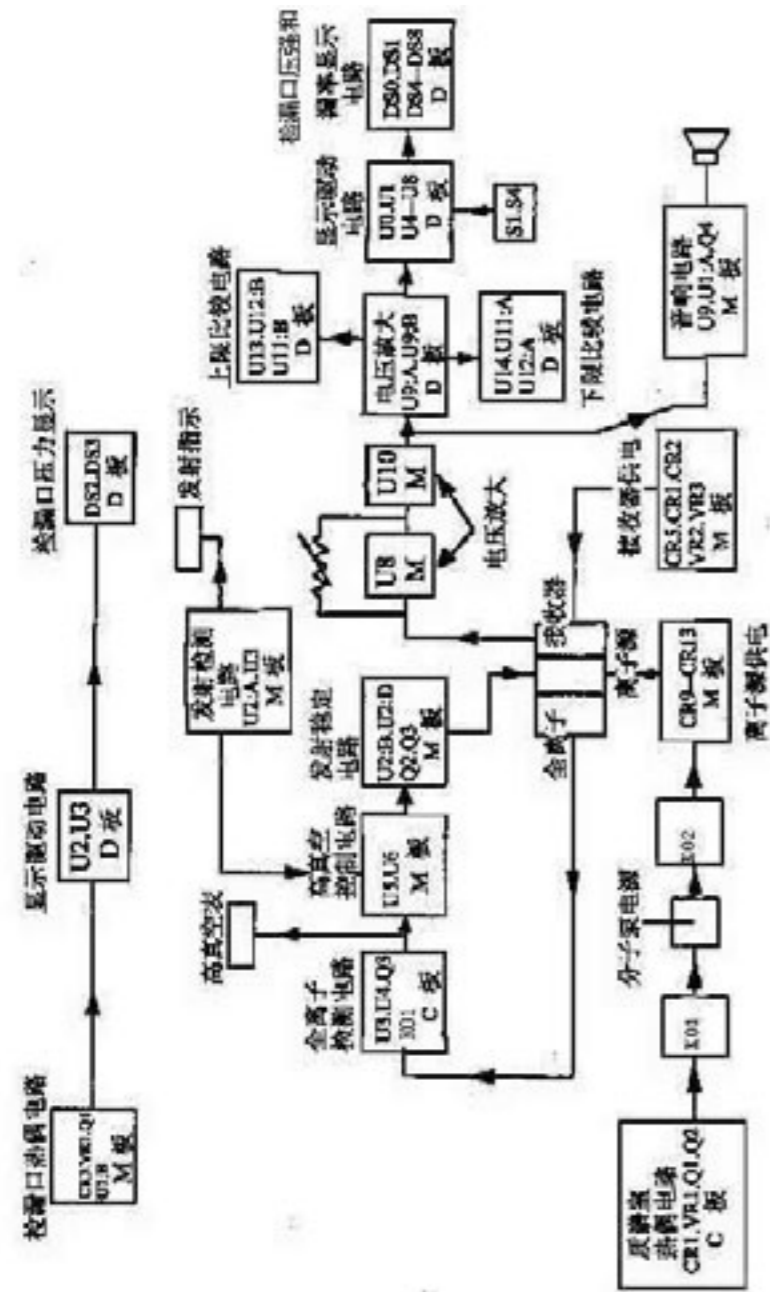


图 A-5 仪器电路原理框图

附录 B 氮质谱检漏仪的检漏方式和检漏方法

B.1 检漏方式

氮质谱检漏仪的检漏方式通常有两种，一种为常规检漏，另一种为逆扩散检漏。ZQJ - 230D 型仪器为逆扩散型，其工作原理如图 B-1 所示。

逆扩散检漏是把被检件接在分子泵出气口一端，漏入的氮气由分子泵出气口逆着泵的排气方向，进入安装在泵的进气口端的质谱室内而被检测。这一检漏方式是基于分子泵对不同质量的气体具有不同压缩比（气体在分子泵出气口压强与进气口压强之比）即利用不同气体的逆扩散程度不同而设计的。图 B-1 形象的表达了漏入氮在真空系统内的动态分布。

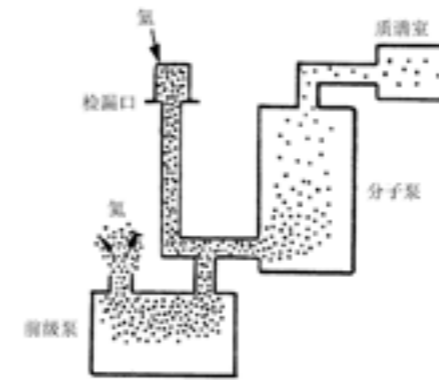


图 B-1 逆扩散原理

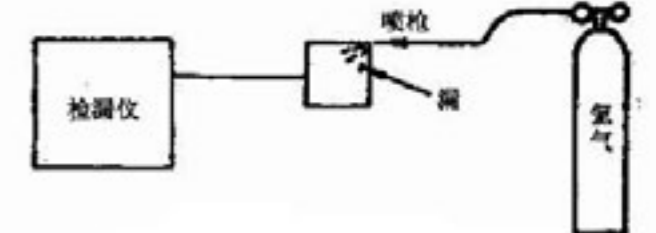


图 B-2 喷吹法检漏示意图

逆扩散方式检漏允许被检件内压强较高，ZQJ-230D 型仪器可达 20Pa，特别适合检大型容器或有漏的工件，也适合吸枪检漏。逆扩散方式还具有质谱室不易受污染、灯丝寿命较长等优点。

B.2 检漏方法

检漏的目的是确定被检件漏孔的位置和漏率，这些目的是通过采用一些标准的检漏方法实现的。采用什么方法要视被检件的结构、检漏的经济效益及检漏系统的性质来决定。根据不同的检漏目的，基本上有 4 种检漏方法。

B.2.1 喷吹法——确定漏孔位置

该方法是将被检件接在检测仪器的检漏口，用仪器的真空系统对其抽真空并达到真空衔接与质谱室沟通，然后用喷枪向可疑漏孔喷吹氮气。当有漏孔存在时，氮气就通过漏孔进入质谱室被检测。图 B-2 是喷吹法原理示意图。

B.2.2 吸入法——确定漏孔位置

又称吸枪检漏,如图 B-3,将专用吸枪联接在仪器检漏口上,被检件则充入规定压力的氦气(纯氦气或一定比例的氮-氦混合气)。检漏时,让吸枪沿可疑漏孔处慢慢移动,若被检件有漏孔,氦气自漏孔漏出,被吸枪吸入送至仪器的质谱室而被检测。

由于吸入法的吸枪始终暴露在空气中,吸入空气中的氦气成分导致仪器高氦本底,限制了最高可检漏率,比喷吹法更要差很多。

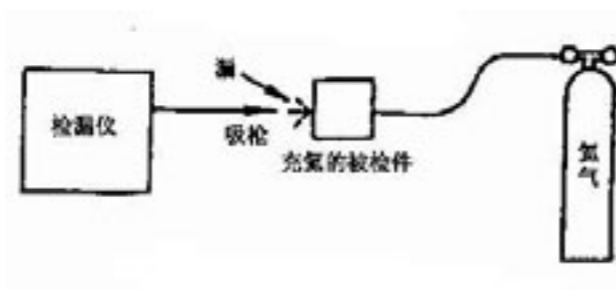


图 B-3 吸入法检漏示意图

B.2.3 钟罩法——测总漏率

将被检件与仪器检漏口联接抽真空,在被检件外面罩以充满氦气的容器,如被检件有漏孔,氦气便由漏孔进入被检件,最终达到质谱室被检测(图 B-4)。所测漏率是被检件的总漏率,不能确定有几个泄漏点和每个漏点的准确位置。

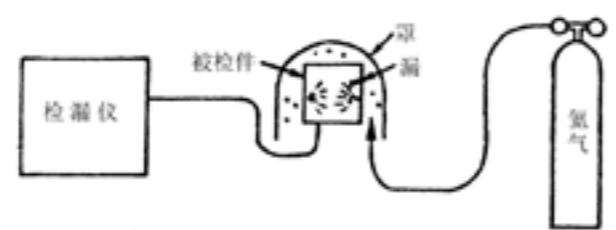


图 B-4 钟罩法检漏示意图

B.2.4 背压法——测总漏率

电子元器件进行气密性检测时常用背压法。检漏前用专用压力容器向被检件压入氦气(由压力和时间控制压入的量),然后取出被检件,吹去表面吸附氦后放入专用检漏罐中,再将检漏罐联接至检漏仪的检漏口上,对检漏罐抽真空,实施检漏。若器件有漏,则通过该漏孔压入的氦气又泄漏出来进入检漏罐,最终到达质谱室。用这种方法测得的漏率也是总漏率。图 B-5 为背压法检漏示意图。

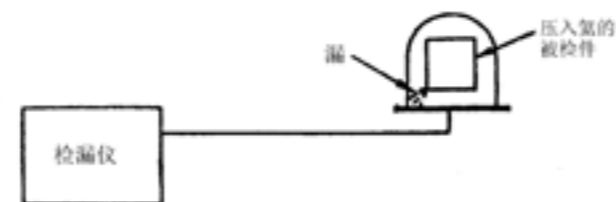


图 B-5 背压法检漏示意图

附录 C 压强和漏率单位换算

国际单位制中的压强单位是 Pa (帕斯卡), 1Pa 的压强就是 1m² 面积上作用 1N (牛顿) 的力。Pa 与其它单位的换算如表 C-1。

表 C-1 压强单位的换算

	Pa	Torr	mbar	bar	atm
1Pa	1	0.75×10^{-2}	0.01	10^{-5}	0.99×10^{-5}
1 Torr	133	1	1.33	1.33×10^{-3}	1.32×10^{-3}
1 mbar	100	0.75	1	10^{-3}	0.99×10^{-3}
1 bar	10^5	750	1000	1	0.99
1 atm	1.013×10^5	760	1013	1.013	1

注: Torr——托 mbar——毫巴 bar——巴 atm——标准大气压

国际单位制中,漏率单位是 Pa·m³/s, 该单位与其它单位的换算如表 C-2。

表 C-2 漏率单位的换算

	Pa·m ³ /S	Torr·L/S	mbar·L/S	atm·mL/S
1 Pa·m ³ /S	1	7.5	10	9.9
1 Torr·L/S	0.133	1	1.33	1.32
1 mbar·L/S	0.1	0.75	1	0.99
1 atm·mL/S	0.101	0.76	1.01	1

本手册使用的提示符号



危险：

表示操作人员一定要遵循该信息的内容，否则有可能会造成严重的人身伤害或机器故障。



警告：

表示如果不遵守该信息有可能对仪器造成损害。



注意：

表示操作者可以得到重要的信息提示。

危险及安全信息



危险：

首次开机之前，必须取下出气口保护盖，否则会导致机械泵严重故障。



危险：

在维护该设备时，如果需要分离设备的任何部分，首先要确保关机，并拔下检漏仪供电插头。



危险：

所有检漏仪的真空机械部件应该使用丙酮、汽油或无水酒精等有机溶剂清洗。

当这些溶剂被加热或喷射到较高温度的设备时会导致燃烧或爆炸。

大量的通过呼吸道吸入或皮肤接触吸收会对身体产生一定的负面效应。故在使用该类型有机溶剂时要远离高温源，且工作场所要通风良好。



警告：

该检漏仪在运输过程机械泵出气口需要加上保护盖，防止机械泵油溢出；在运输过程中该仪器切勿倒置。



警告：

该仪器的性能只能在设备要求的环境下才能得到保证。



警告：

用手取下真空连接部分的 O 圈，千万不要使用金属工具完成此项工作，否则会损伤密封面。



警告：

在 O 圈上轻抹少量真空脂，至发亮即可。过多的真空脂会对真空系统造成污染。



警告：

由于质谱室在高真空状态下工作，在对质谱室维护时要先对其放大气（在确保分子泵停止转动的情况下，通常打开分子泵前级，图 3-18）。避免在没放大气时强行取下质谱室或离子源等部件。