

ZQJ-530G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	19
· 1.1 外观尺寸	01	· 3.1 日常检查	19
· 1.2 仪器结构	02	· 3.2 真空维护与清洗	20
· 1.2.1 质谱室	02	· 3.2.1 机械泵油面观测	20
· 1.2.1.1 离子源	03	· 3.2.2 更换机械泵油	20
· 1.2.1.2 磁分析器	03	· 3.2.3 分子泵加注润滑油	20
· 1.2.1.3 接收极与前置放大器	04	· 3.2.4 清洗分子泵	20
· 1.2.1.4 全离子检测极	04	· 3.2.5 清洗质谱室	20
· 1.2.2 真空系统	04	· 3.2.6 更换离子源	27
· 1.2.2.1 机械泵	06	· 3.2.7 清洗组合阀	27
· 1.2.2.2 涡轮分子泵	06	· 3.3 仪器泄漏自检	28
· 1.2.2.3 组合阀	06		
· 1.2.2.4 真空测量	07	第四部分 常见故障及处理	29
· 1.2.3 电气系统	07		
· 1.2.3.1 开关电源	07	附录 A ZQJ-530 氮质谱检漏仪的工作原理	30
· 1.2.3.2 主板	08	· A.1 质谱原理	30
· 1.2.3.3 离子源板	08	· A.2 真空系统原理	31
· 1.2.3.4 显示板	09	· A.3 电子学线路的原理	33
· 1.3 仪器主要性能参数	11		
· 1.4 仪器使用环境条件	12	附录 B 氮质谱检漏仪的检漏方式和检漏方法	34
· 1.5 仪器成套性	12	· B.1 检漏方式	34
		· B.2 检漏方法	34
第二部分 使用方法	13	· B.2.1 喷吹法——确定漏孔位置	34
· 2.1 开箱	13	· B.2.2 吸入法——确定漏孔位置	35
· 2.2 操作前准备	13	· B.2.3 钟罩法——测总漏率	35
· 2.3 安装	14	· B.2.4 背压法——测总漏率	35
· 2.4 操作	14		
· 2.4.1 首次开机	14	附录 C 压强和漏率单位换算	36
· 2.4.2 漏率校准与氨峰调试	15	附录 D 串行通讯协议	37
· 2.4.3 喷吹法检漏	15		
· 2.4.3.1 正常检漏操作	15		
· 2.4.3.2 延长预抽时间	16		
· 2.4.3.3 超高压检漏 (>20Pa)	16		
· 2.4.4 吸枪检漏	17		
· 2.5 停机	18		
· 2.5.1 维持备用	18		
· 2.5.2 完全停机	18		

第一部分 仪器介绍

ZQJ - 530 型氦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。

氦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、质量轻的惰性气体氦作为探索气体，而成为当今诸多检漏方法中的佼佼者。

1.1 外观尺寸

仪器的整体外观尺寸（带小车）如图 1-1 所示：

仪器的外观如图 1-2 所示：

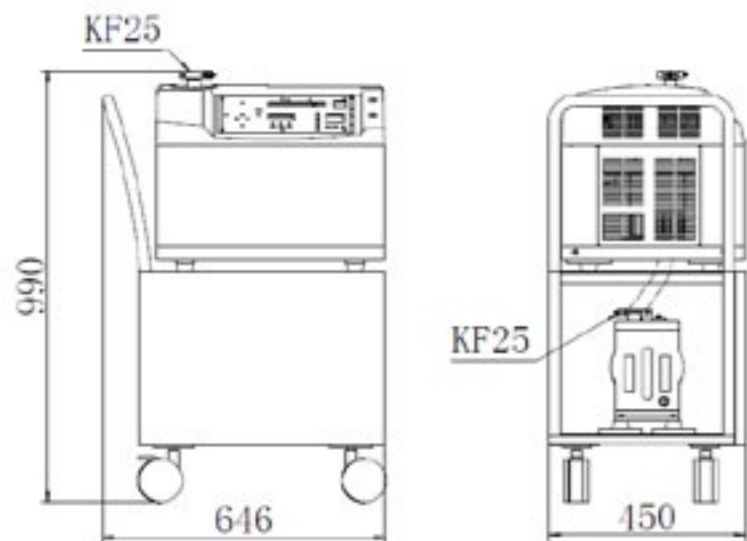


图 1-1 外观尺寸（带小车）



图 1-2 仪器外观

1.2 仪器结构

ZQJ - 530 型氦质谱检漏仪由真空系统、质谱室、电气系统、机架、外壳和小车五部分组成。其中，真空系统包括涡轮分子泵、机械泵 / 涡旋干泵（ZQJ-530G）和组合阀体。

小车底部有四个轮子，可移动；机械泵在小车的底部，机身在小车的上部，中间通过加强管相连，分子泵、组合阀和质谱室装在架子内；分子泵电源在机架的底板上；电子部件集中在机架的前侧和右侧；检漏口朝上，位于机身的左前侧。

1.2.1 质谱室

质谱室是检漏仪的核心部分，包括离子源、磁分析器、接收极、前置放大器、全离子检测极和壳体等部分，如图 1-3 和 1-4 所示。其中每个部件都有不可替代的功能。

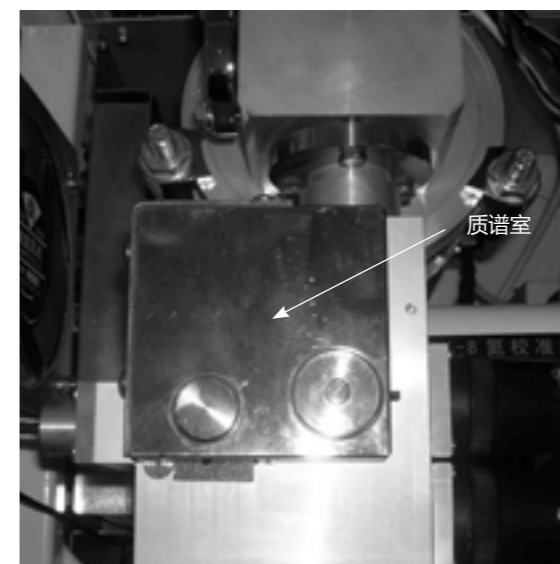


图 1-3 质谱室外观

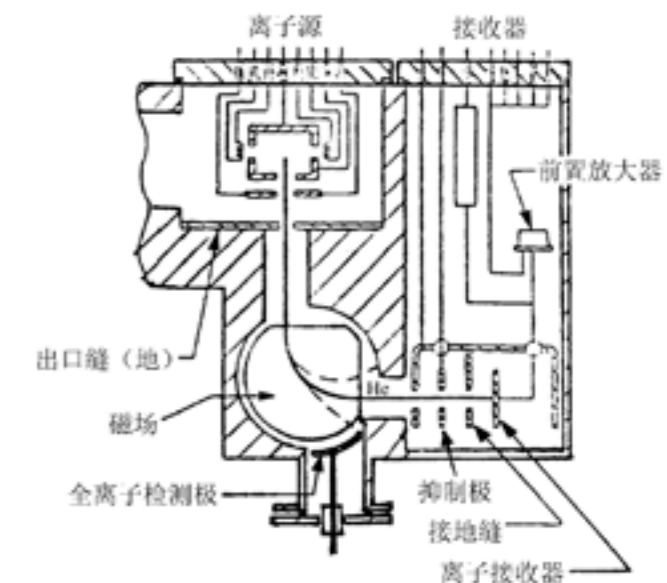


图 1-4 质谱室内部结构

1.2.1.1 离子源

离子源的结构如图 1-5 所示，它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。

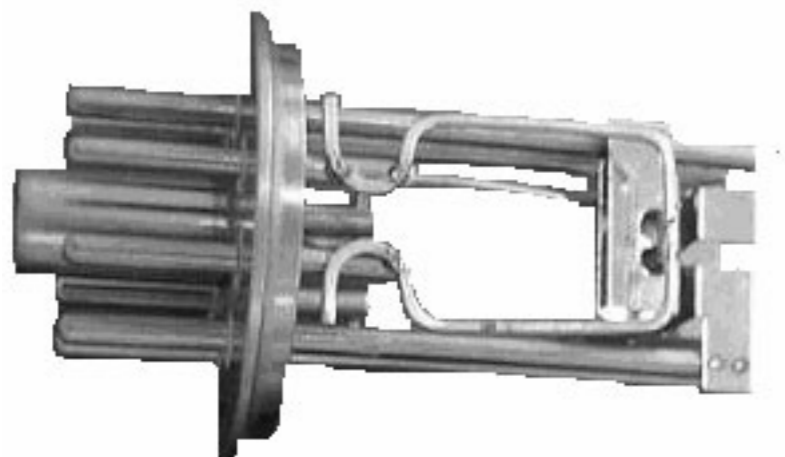


图 1-5 质谱室中的若干部件

1.2.1.2 磁分析器

磁分析器如图 1-6 所示，它包括磁钢组件、偏转极靴、小极靴和偏心极靴。他们组成特定的磁场。对从离子源引出的带电离子进行偏转，使不同质荷比的离子分离、聚焦。

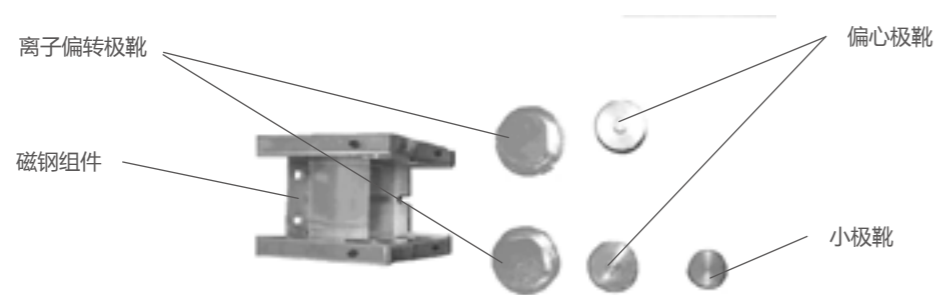


图 1-6 磁分析器

1.2.1.3 接收极与前置放大器

接收极与前置放大器（图 1-7）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。



图 1-7 接收极与前置放大器

1.2.1.4 全离子检测极

全离子检测极（图 1-8）主要是接收质荷比较大的离子，以此判断质谱室真空度。



图 1-8 全离子检测极



注意：

质谱室详细的工作原理参见附录 A。

1.2.2 真空系统

真空系统的作用是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氮气以及对被检件抽真空，真空系统在四种工作状态下的气路原理如图 1-9 所示：

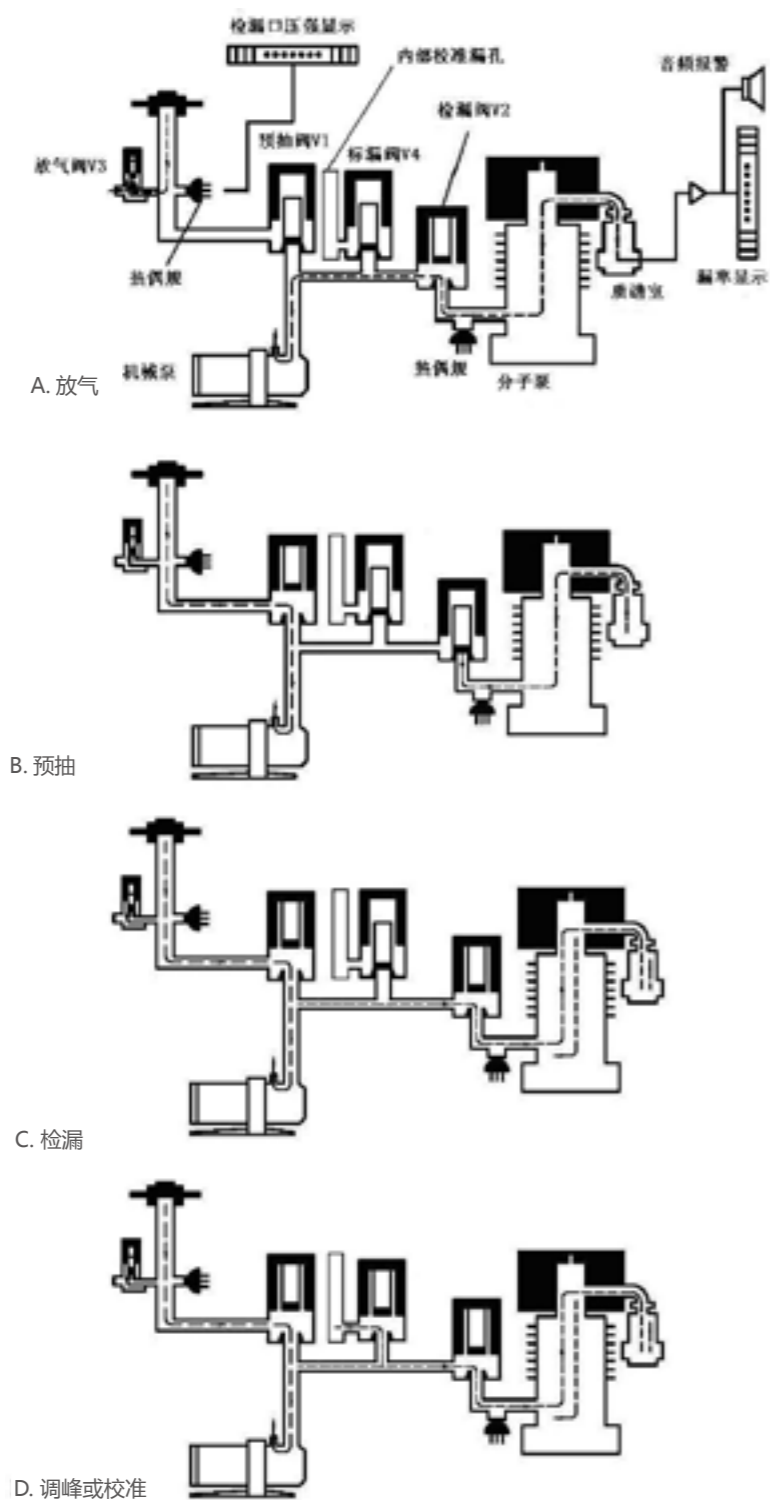


图 1-7 真空系统状态图

1.2.2.1 机械泵 / 涡旋干泵 (ZQJ-530G)

抽速为 4l/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。

1.2.2.2 涡轮分子泵

如图 1-10 所示，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，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》。



图 1-8 FB150 分子泵

1.2.2.3 组合阀

如图 1-11 所示为组合阀的结构：

组合阀由预抽阀、检漏阀、标漏阀、放气阀和组合阀体组成，可实现被检件的预抽真空、检漏和放大气的全部检漏操作以及仪器的校准。

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，放气阀可以使检漏口通大气，标漏阀在机械泵、预抽阀和检漏阀之间，通过检漏阀可以使校准漏孔与真空系统相通，对仪器进行调峰、校准等操作。所有阀皆安装在一个组合阀体上。

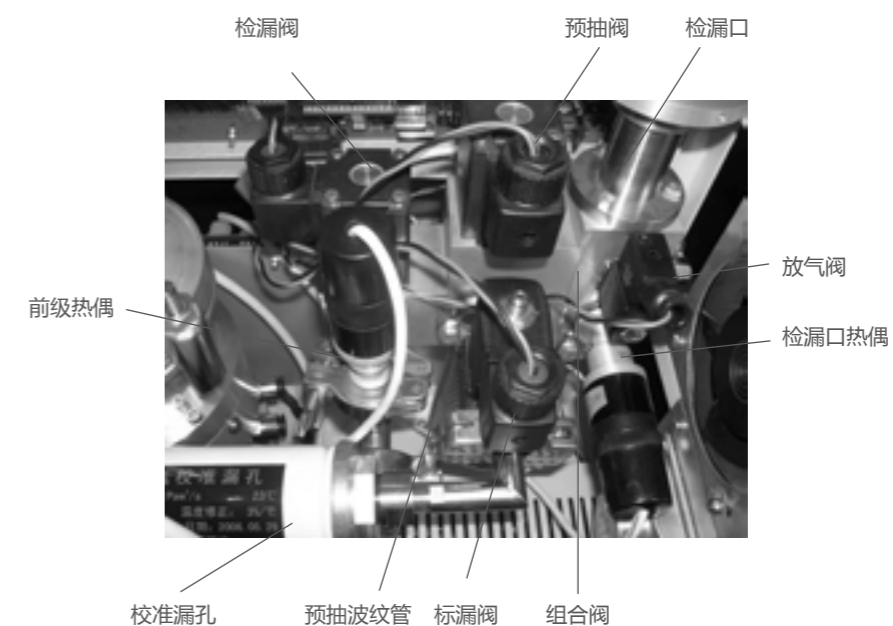


图 1-11 组合阀

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 1-11）。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 $3 \times 10^{-2} \text{Pa}$ ，保护电路动作，切断离子源灯丝供电。

1.2.3 电气系统

电气系统主要由开关电源、主板、离子源板、显示板和放大器几部分组成。放大器位于质谱室，分子泵电源固定在机架的底板上。

1.2.3.1 开关电源

开关电源位于检漏仪机架前方的左侧（图 1-12），共三块，仪器的 220V 交流电压经空开后通过噪声滤波器进行滤波，然后到开关电源的输入端，三块开关电源输出三组互相隔离的电压给电路系统供电，保证分子泵电源、电磁阀、灯丝与主电路供电的独立，防止相互干扰。

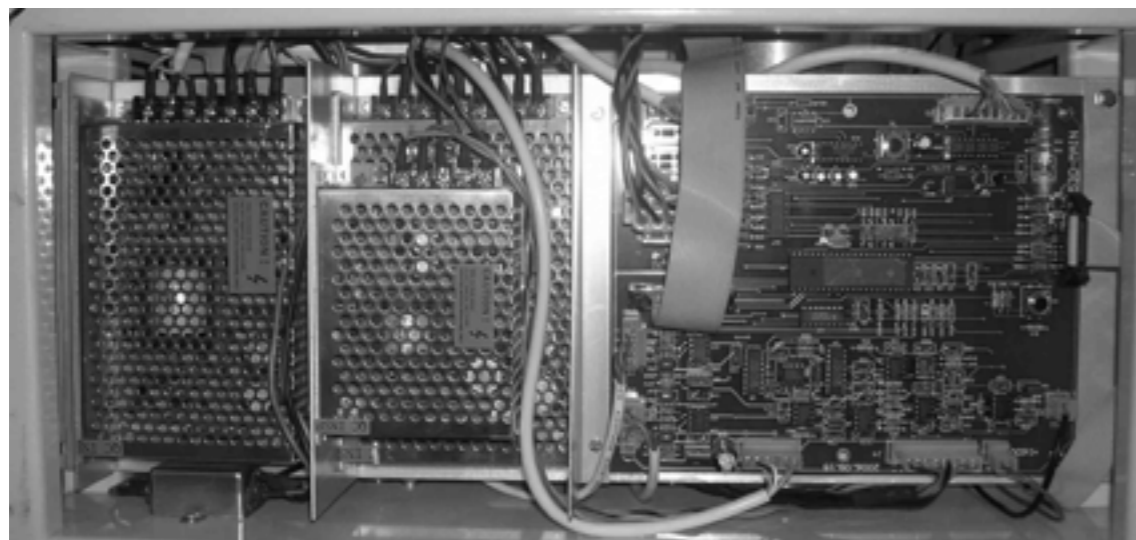


图 1-12 电源主板

1.2.3.2 主板

主板位于检漏仪机架前方的右侧（图 1-12），它的作用是测量检漏口、分子泵前级和质谱室的真空度，测量漏率信号，读取分子泵状态并控制分子泵，控制离子源的供电以及供电电压大小，读取灯丝信息及显示板上按键信息，主板综合所有信息使各部件相互配合完成检漏仪的启动、预抽、检漏、放气、调零、调峰、校准、设定、保护等所有的操作和数据处理功能。

需要注意的是主板上有两个按键：“K1”和“K2”。“K1”是复位键，按下之后可使检漏仪复位重启，在仪器调试或检修时使用；“K2”是标漏设定键，按下后显示板上的“聚焦”、“预置”、“发射”三灯同时闪亮，此时可通过“▲”键或“▼”更改内部校准漏孔的标定值，此值必须与内部校准漏孔的标定值一致，只有在更换内部校准漏孔或者内部校准漏孔值改变时才可更改此值。



图 1-13 离子源板

1.2.3.3 离子源板

离子源板位于机架的右侧，如图 1-13 所示，它的主要作用是给离子源提供各种电压和灯丝加热电流，各电压的高低和发射电流的大小直接受主板的控制。

1.2.3.4 显示板

显示板位于前方的面板底下如图 1-14，它的作用是把用户操作的按键信息传给主板，并接收主板传送的数据，根据这些数据进行输出显示，向用户提供仪器的系统状态、操作状态、测量结果。根据显示面板可以很清楚的了解到这些输入输出部分。

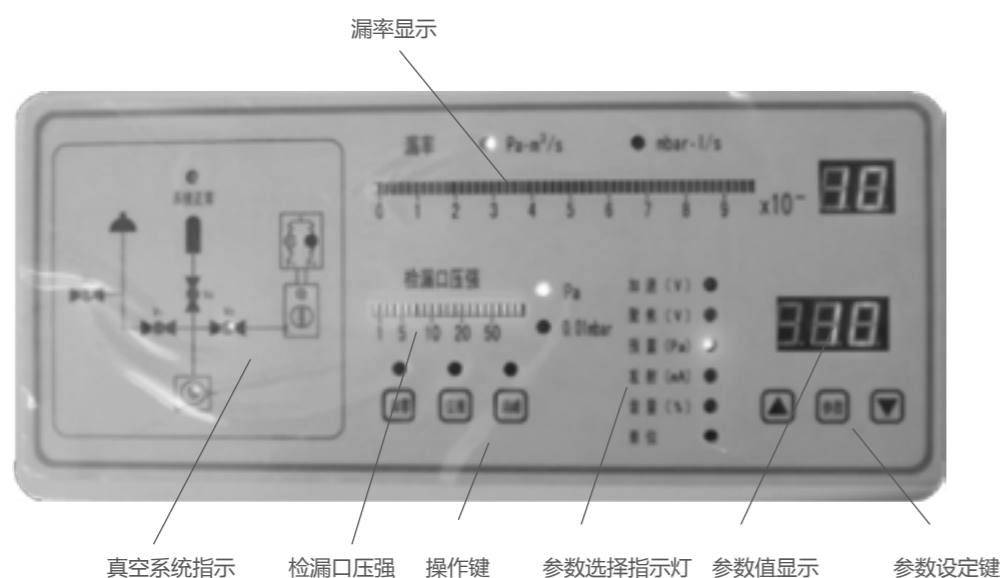


图 1-14 显示板

1. 真空系统指示

面板左边的部分是真空系统工作指示部分，由一系列的指示灯组成，各灯的内容如下：

	V1	V2	V3	V4	F1	F2	系统正常	分子泵
含义	预抽阀	检漏阀	放气阀	标漏阀	灯丝 1	灯丝 2	系统是否准备好	分子泵状态
亮	开	开	开	开	使用	使用	系统已准备好	绿灯表示正常 红灯表示故障
灭	关	关	关	关	未用	未用	系统未准备好	

另“V2”和“F1”、“F2”之间的灯是分子泵指示灯，为双色灯，最底下的灯亮表示检漏仪电源开关已开，机械泵通电。

2. 漏率显示

面板中间的漏率显示部分，发光排是系数，数码管是指数，发光排的每一个小格代表 0.2，第一小格代表 0，因此发光排显示可从 0 到 9.8，再配合指数部分即可显示漏率，指数可显示 5~10。

3. 检漏口压强显示

检漏口压强显示可粗略显示检漏口压强。

4. 参数显示

面板右边的一列 5 个指示灯和三个数码管可指示当前的系统参数值，各参数意义如下：

加速电压：离子源的加速电压，正常范围是 205V~315V。

聚焦电压：离子源的可变聚焦电压，正常范围是 225V~315V。

真空预置值：当检漏口压强预抽到此值时检漏阀打开，被检件与质谱室相通，可设置为 5~20Pa，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。

发射电流：灯丝的发射电流，改变其大小可以改变漏率信号的大小，可设定值最大为 0.99mA，为了延长灯丝使用寿命建议设定在 0.5mA 以下，一般 0.3mA~0.5mA 即可。

喇叭音量：漏率音响音量的大小，检漏仪可根据不同的漏率发出不同频率的声音，因此可以根据声音的变化而不用看显示来判断是否有漏，“音量”显示的是喇叭音量的大小，可从 0%~100%，每次增加 10%，100% 为最大音量。

当与某一参数相应的指示灯亮时数码管显示的是此参数的当前值，当某一指示灯闪烁时表示此参数处于设定状态，按“▲”键或“▼”键可更改参数值，按“参数”键保存当前设定值并退出设定状态。

注：当按下主板上的“K2”键时，“聚焦”、“预置”和“发射”三个指示灯会同时闪亮，此时为校准漏孔标定值设定状态，数码管显示的是校准漏孔标定值，前两位是系数，第三位是指数，通过“▲”键或“▼”键可更改参数值，按“参数”键保存当前设定值并退出设定状态。

5. 按键

显示板上共有五个按键，可实现检漏仪的各种操作。

检漏键：在放气状态或开机系统准备好后按“检漏”键即可检漏。

放气键：在检漏状态或校准漏孔打开状态按“放气”键即可放气。

调零键：按下“调零”键可将当前漏率显示值调到 $0.5 \times 10^{-10} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 以下；如果按键时间超过 3 秒则将零点调到 $7.0 \times 10^{-10} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 。

校准键：在检漏状态下，按下“校准”键 3 秒以上，检漏仪进行自动校准；在放气状态下，按下“校准”键则打开漏孔阀。

调峰键：在检漏状态下，按下“调峰”键 3 秒以上，检漏仪进行自动调峰；在放气状态下，按下“调峰”键，如果另一个灯丝可用，则更换为另一个灯丝。

参数设定键：当某一参数对应的指示灯处于亮的状态时，按下“参数”键则指示灯开始闪烁，进入此参数的设定状态；当某一指示灯闪烁时，按下“参数”键则保存当前设定值并退出设定状态。

▲键：当某一参数对应的指示灯处于亮的状态时，按下“▲”键则转入到上一个参数；当某一指示灯闪烁时，按下“▲”键则当前设定值增大。

▼键：当某一参数对应的指示灯处于亮的状态时，按下“▼”键则转入到下一个参数；当某一指示灯闪烁时，按下“▼”键则当前设定值减小。

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	$\leq 3\text{S}$
启动时间	$< 8 \text{ min}$
漏率指示范围	$2 \times 10^{-11} \sim 1 \times 10^{-5}$
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	646(W)×450(D)×990(H), 约 95kg

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



注意：

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 - 530 型氮质谱检漏仪	1 台
ZQJ - 530 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
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 / 涡旋干泵 (ZQJ-530G) 说明书及备件	1 份

第二部分 使用方法

2.1 开箱

打开检漏仪主机 / 机械泵的包装箱，取出箱内支撑物和填充物，将检漏仪主机 / 机械泵平稳抬出包装箱；检查外观，如发现破损，不要丢失任何相关证据，并立即与运输部门交涉。

依据装箱单（在备件箱内）检查备件与文件资料是否齐全、完好无损；如与装箱单不符，请立即联系制造商。



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）受损。

2.2 操作前准备

仪器操作前应进行下述准备工作：

1. 氮气：准备瓶装氮气，以方便检漏。
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。

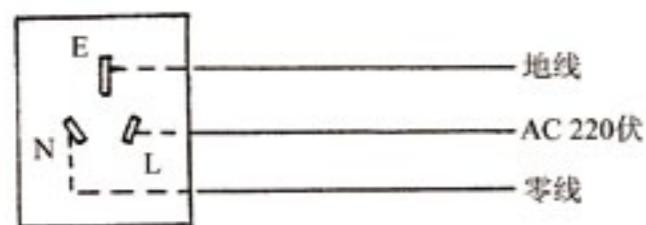


图 2-1 仪器电源插座示意图

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. 检查机械泵是否因运输过程中的倒置而漏油，如有泄漏，适当补充机械泵油到观察窗中线以上位置。
2. 将机械泵安装在推车底盘上（在安装孔处垫上机械泵自带的橡胶减震垫，适当紧固安装螺栓以缓冲泵运转时产生的震动），打开机械泵出气口的保护盖。
3. 将波纹管连接在检漏仪主机的底盘接头上，紧固卡箍；将主机平稳放置于推车中央；波纹管另一端从推车中盘的孔内伸出并与机械泵进气口连接，紧固卡箍。



危险：

首次开机之前，必须取下机械泵出气口保护盖，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. 确认机械泵开关打开，总电源开关关闭。
3. 将仪器电源插头插在电源插座上。
4. 打开总电源开关，机械泵转动，面板上的 V2、V3 灯亮，漏率指示部分发光排显示一小格，指数显示“0”，检漏口压强显示全亮，表明检漏口通大气，参数设定部分数码管显示“001”，随后依次变为“003”、“004”和“005”。“001”表明检漏仪启动，“003”表明预抽低真空，“004”表明分子泵启动，“005”表明分子泵正常，此时检漏仪正在准备高真空，需要 5 分钟。
5. 检漏仪打开后可以按检漏键对检漏口进行预抽，同时观察检漏口的压力，从满标（大气压）降至 10Pa 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。
6. 分子泵正常后对系统抽 5 分钟，数码管变为“006”，同时，“F1”或“F2”灯亮，开始加灯丝，灯丝加上后变为“008”，开始检测高真空，高真空检测通过后，数码管显示变为“009”，分子泵自动降速，随后“预置”灯亮，数码管显示预置值，同时“系统正常”灯亮，漏率显示部分显示当前漏率值。此过程为自动进行，不需要人工干预，此过程中可以按“检漏”、“放气”键对检漏口进行预抽或放气。

2.4.2 漏率校准与氦峰调试

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。

1. 校准

确保检漏口已装上专用堵头并锁紧，按下检漏键进入检漏状态，当检漏阀打开后按调零键进行调零，调零完毕后按下校准键并维持 5 秒以上，检漏仪开始自动校准，此时“校准”灯亮，约 40 秒后，“校准”灯灭，“检漏”灯亮，自动校准完成。校准完毕后，如果漏率指数的数码管的小数点点亮，表明当前灯丝信号小，此时，应进行调峰或者更换另一灯丝或更换离子源。

2. 自动调峰

在检漏（检漏口不加工件）状态下，按下“调峰”键 5 秒以上，“调峰”灯亮，检漏仪进行自动调峰，3 分钟后，“调峰”灯灭，“检漏”灯亮，调峰完毕，因自动调峰过程包含了校准操作，所以自动调峰完成后可不再进行校准操作。

3. 手动调峰

除自动调峰外，还可以手动调峰，手动调峰过程如下：

在放气状态下，按下“校准”键打开漏孔阀，进入漏孔打开状态，通过参数设定部分分别改变加速电压和聚焦电压，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）。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。

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

1. 按放气键进行放气，装上被检件，确认密封连接可靠。
2. 按检漏键对被检件预抽，应能在数秒至 3 分钟内抽到真空预置值以下，检漏阀自动打开。
3. 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。

4. 如发现漏，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，则要通过面板上的参数设定部分将音量设定到适合自己听力的位置。

2.4.3.2 延长预抽时间

按下检漏键对被检件儿进行预抽，如果 3 分钟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，因此仪器自动进行以下处理：

1. 关闭预抽阀，被检件不会进大气，同时打开检漏阀，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. 5 秒后关闭检漏阀，打开预抽阀，对被检件继续抽真空。

这样又可以延长预抽时间，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，按放气键进行放气，取下工件或按照以下方法进行操作。

2.4.3.3 超高压检漏 (>20Pa)

如果始终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。

上述第一种情况可排除大漏之后再检，第二种情况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. 按检漏键，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，被检件已充有适当压力的氦气或氦-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 $5 \times 10^{-8} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 。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；吸入量小，本底小，但氦信号也降低了。通常调节吸枪使本底在 10^{-9} 或 10^{-8} 档为宜。



注意：

在调节吸枪时，应维持检漏口压力在 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，检漏仪将会自动重新预抽，可重新检漏。

2.5 停机

虽然分子泵能够快速获得仪器工作必需的高真空，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。

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. 检漏口用堵头堵死。
2. 按放气键进行放气。
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	日常检查	每天
3.2.1	机械泵油面观测 (ZQJ-530)	每周
3.2.2	更换机械泵油 (ZQJ-530)	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 日常检查

1. 在放气状态下按校准键，打开内部校准漏孔，或用外部标准漏孔检验，观察测量值与标定值的差距，必要时进行校准。
2. 查看各参数设置有无异常，如过大或过小。
3. 查看仪器信号大小，如果漏率显示指数部分数码管后边的小数点点亮，说明信号小，需要对离子源的状态进行调整，恢复信号强度，具体方法见“调整氮峰”。

3.2 真空维护与清洗

3.2.1 机械泵油面观测 (ZQJ-530)

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 (ZQJ-530)

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；有时还造成高的氮本底或本底起伏不稳。这种状况下，需要更换新鲜的机械泵油。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）。

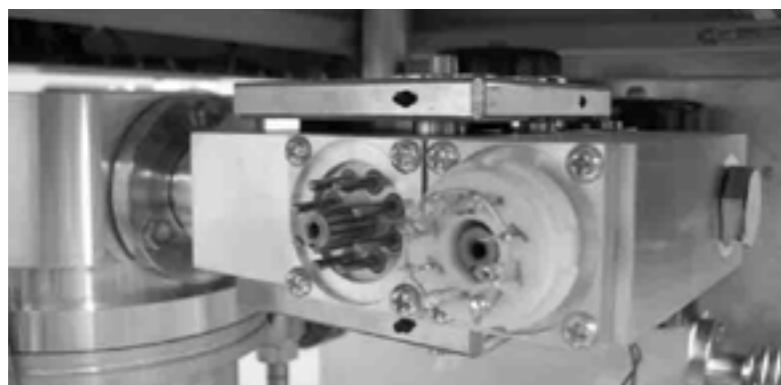


图 3-1 在放大器上插上短路插头

**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联接螺钉（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）。

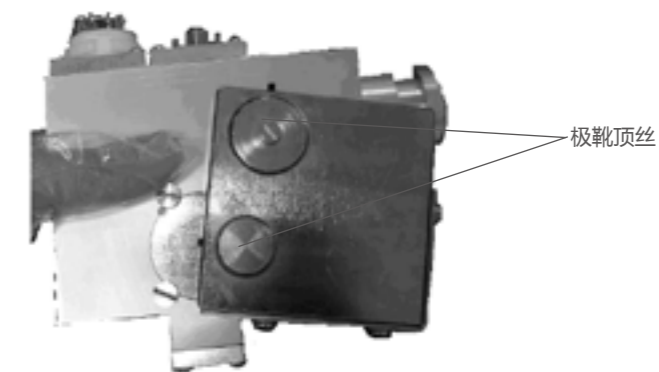


图 3-4 取下磁钢

**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：**

在进行此操作前要洗手或戴上干净的手套。

**警告：**

在进行此操作前要洗手或戴上干净的手套。

**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 取出前置放大器

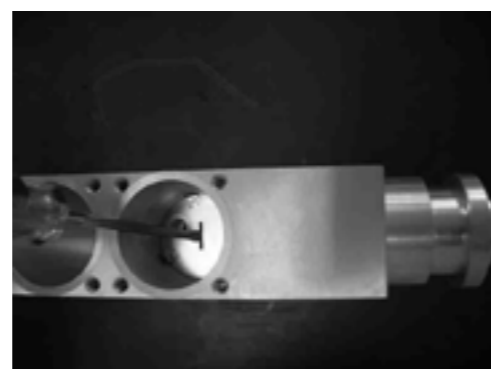


图 3-8 取离子源出口缝



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。

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。

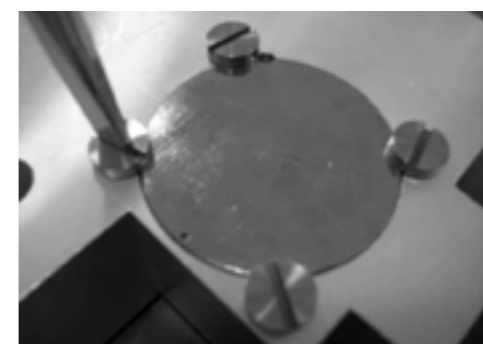


图 3-10 取下固定钉

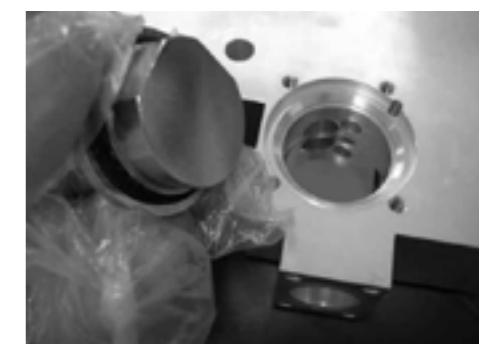


图 3-11 取出偏转极靴

11. 用扳手下取堵头螺钉。



图 3-12 松动堵头螺钉

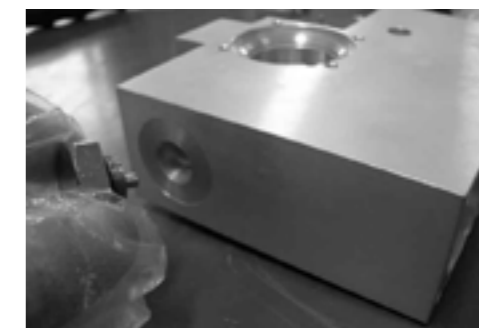


图 3-13 取下堵头螺钉

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

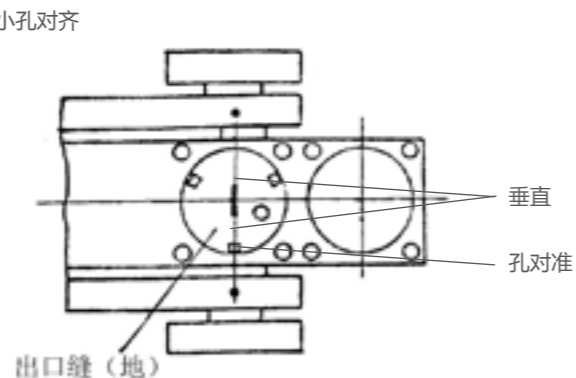


图 3-15 出口缝安装方向

16. 逐一装上全离子检测极、出口缝、前置放大器和离子源。



注意：

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）。

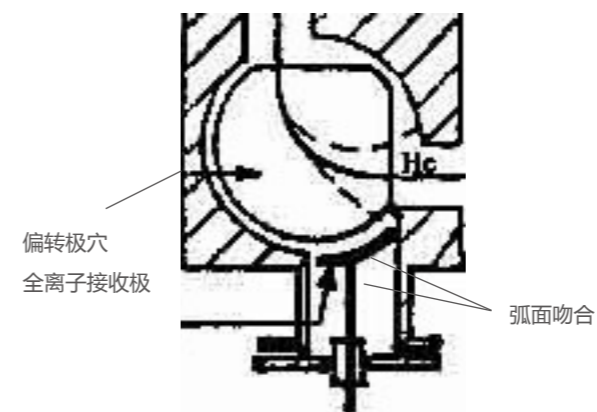


图 3-16 全离子接收极安装方向

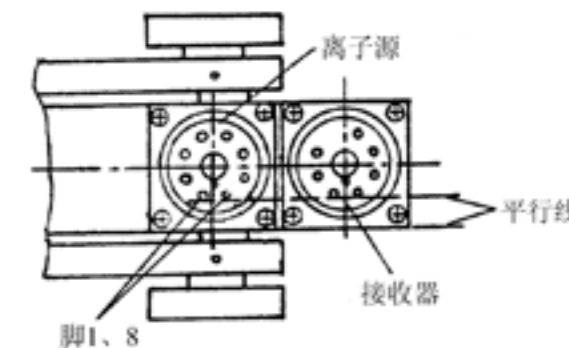


图 3-17 离子源和前置放大器安装方向



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，如图 3-18 所示。



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，应拆洗并检查 O 型密封圈是否老化或破损，必要时更换新的密封圈。

1. 拆卸

- ① 脱开电磁阀和热偶规管的电源插头。
- ② 卸下热偶规管、标准漏孔（漏孔易碎，注意轻拿轻放）。
- ③ 脱开阀体与分子泵连接的波纹管以及与底盘接头连接的加强管。
- ④ 卸下阀体角板 I、阀体角板 II 与机架连接螺钉，将组合阀从机架内取出。

⑤ 卸下检漏阀、预抽阀和放气阀（注意拆卸中不要弄丢弄脏阀芯和弹簧）。

⑥ 卸下标准漏孔阀（注意拆卸中不要弄丢 O 型密封圈）。

2. 清洗

用氟里昂清洗剂（或丙酮、无水酒精、汽油等）冲洗阀体，去除零件表面的所有异物和残留油脂，在清洁环境下烘干。



警告：

不能用丙酮冲洗密封圈。

3. 重装

- ① 检查各零部件是否清洗干净，密封面上不能有划痕。
- ② 用真空脂在所有 O 型密封圈（包括更换后的）均匀涂抹一层。
- ③ 按先拆后装顺序：将各个电磁阀装在组合阀上（安装螺钉对称紧固）；将组合阀装在机架上，紧固阀体角板 I、II 与机架的安装螺钉；连接阀体与分子泵相连的波纹管、与底盘接头相连的加强管；装上热偶规管和标准漏孔；最后插好各电磁阀、热偶规管的电源插头。

3.3 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。
- 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 检出和排除漏点后，仪器的氮本底下降，通常能达到 $10^{-10} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 的量级。这样的本底可按调零键调到 $0.5 \times 10^{-10} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ （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

错误代码：

错误代码	现象	原因	解决方法
	打开总电源，仪器通电，机械泵不转	机械泵电源接触不良、机械泵本身开关未开或机械泵有故障	检查机械泵电源线，将断处接好，若是开关未开则打开，否则与厂家联系维修机械泵
E07	仪器启动 5 分钟后，如果分子泵前级仍抽不到 50Pa，则数码管显示“E07”	系统泄漏或前级热偶损坏或机械泵有问题	检查检漏口是否堵好，更换前级热偶或与厂家联系
E04	在系统准备阶段，分子泵启动后，数码管显示“E04”		
E17	仪器在系统正常状态时数码管显示“E17”		
E06	分子泵启动后显示“E06”	真空系统有漏、分子泵或分子泵控制部分故障	排除漏点后，如果还不行则与厂家联系
E16	仪器在系统正常状态，数码管显示“E16”		
E05	数码管显示“008”，开始检测高真空，超过 5 分钟显示“E05”	仪器真空系统有微漏、环境湿度大，以及仪器长时间未开机，高真空超时	重新开机对仪器重新再次抽真空，如果不行为与厂家联系
E15	在检漏过程中数码管显示“E15”	检漏口或工件漏气致使质谱室真空变差，出现高真空保护	仪器自动关闭检漏阀和预抽阀，分子泵高速旋转，4 分钟后仪器重新到正常状态，排除漏气后，按检漏键可重新检漏
E12	系统准备阶段或正常后，数码管显示“E12”	两根灯丝全断或灯丝检测电路部分有问题	检查离子源进行更换或与厂家联系

附录 A ZQJ-530 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；图的横坐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）。

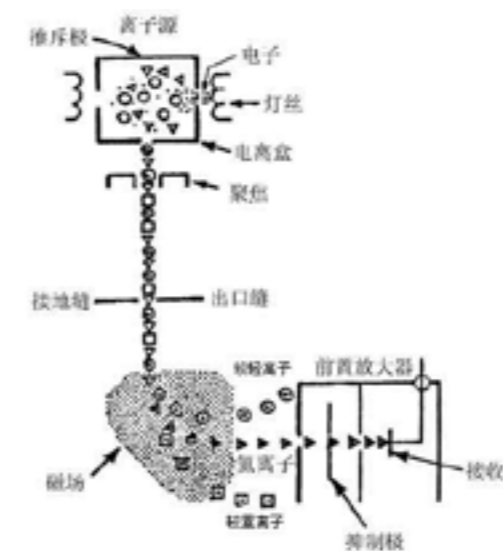


图 A-1 氦质谱检漏仪的质谱原理

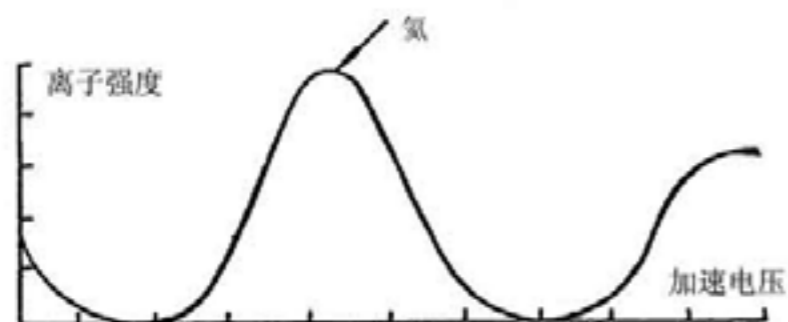


图 A-2 氦离子流强度随加速电压的变化

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、标漏阀和组合阀体组成。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，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。

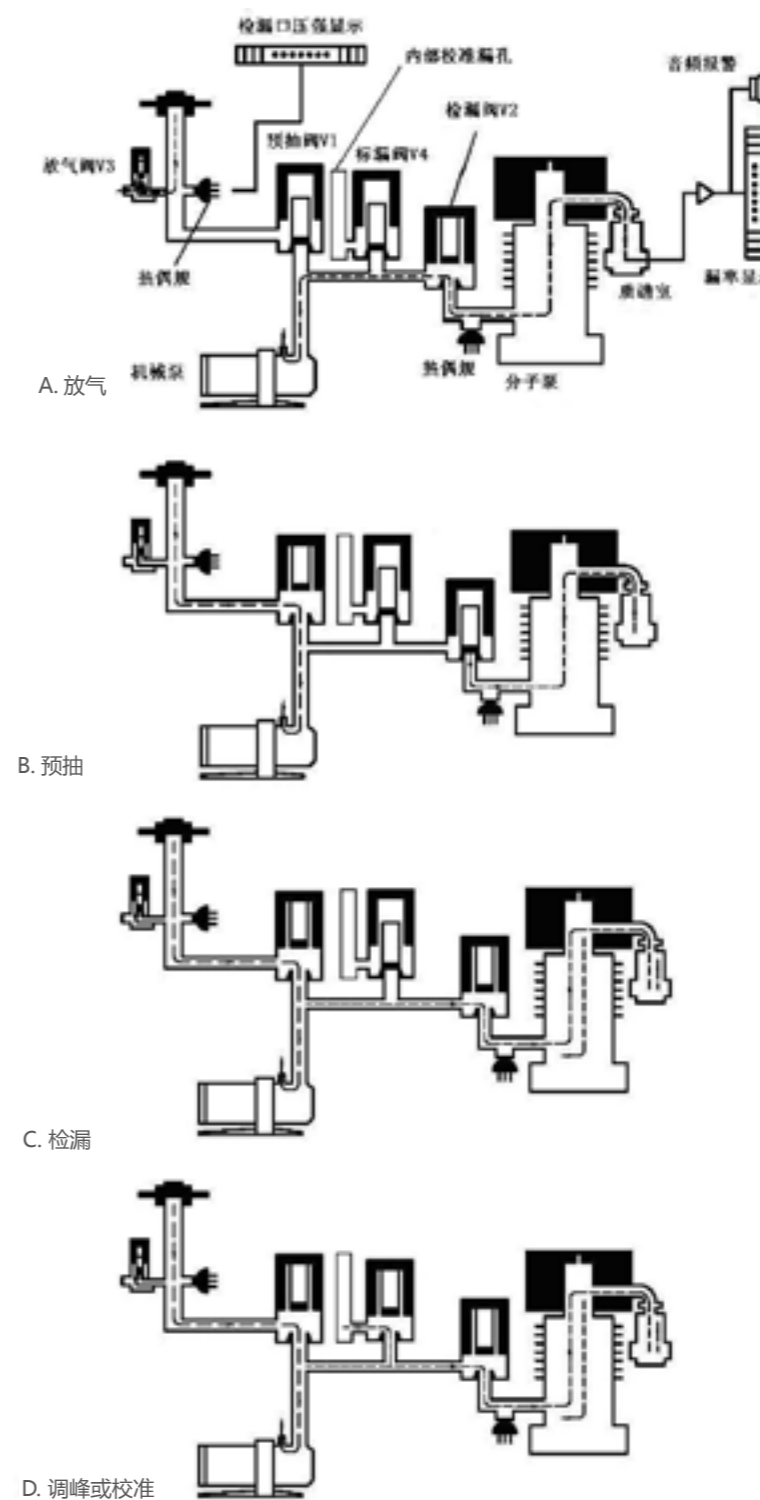


图 A-3 真空系统原理图

A.3 电子学线路的原理

电子学线路包括测控部分和前置放大器两大部份。测控部分包括开关电源、主板、离子源板和显示板，共三块线路板（见图 1-10、图 1-11、图 1-12）。线路工作原理请参看图 A-4。采用单片机作为主控芯片，它负责测量、控制系统的每一部分，开机后，单片机检测前级热偶，当达到分子泵启动点后开启分子泵，分子泵高速旋转，当检测到分子泵正常信号时开始计时，5 分钟后，给出离子源供电板控制信号和电压值信号，启动离子源和灯丝，并给出合适的离子源电压和发射电流，然后检测灯丝是否加上，灯丝加上后，根据多离子信号检测质谱室真空度，如果质谱室达到了所需的高真空，则分子泵降速，运行在低速。转速降下来之后，“系统正常”指示灯亮，仪器可以进行检漏操作。操作时，按键信号传给主板单片机，单片机根据键值进行相应处理。主板单片机将需要显示的数据和信号送显示板单片机，显示板单片机将这些数据显示并作处理然后传到喇叭和记录及接口。检漏仪启动后，单片机不断地检测各部分的状态，当有异常发生时，作相应的处理。

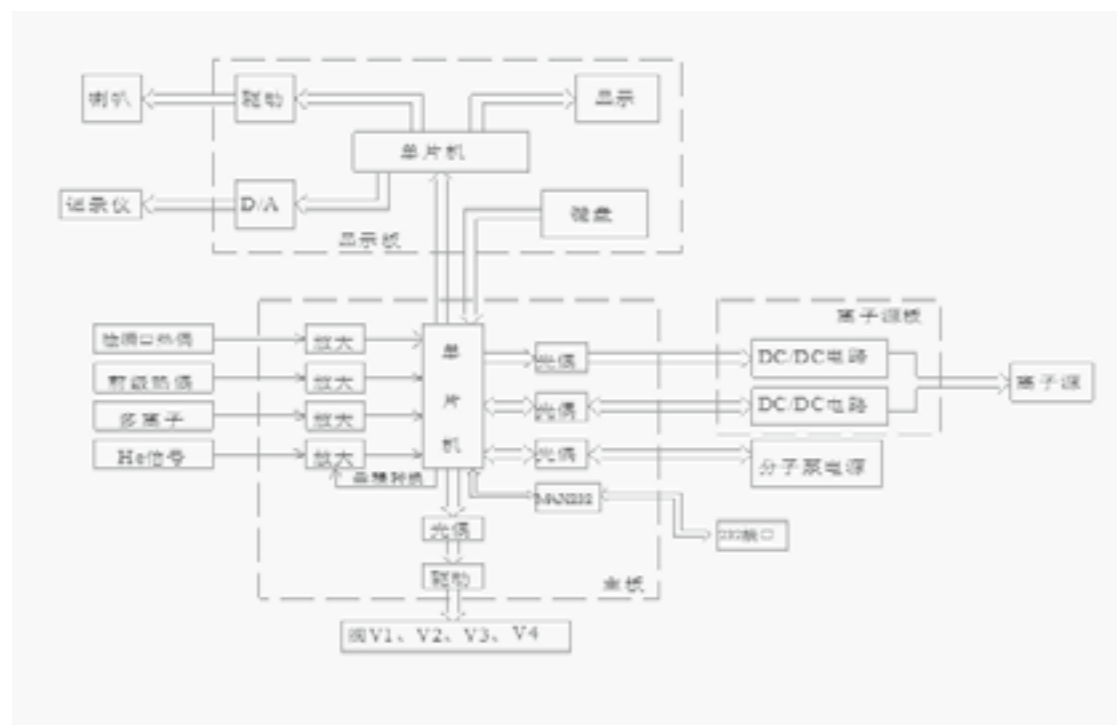


图 A-4 仪器电路原理框图

附录 B 氦质谱检漏仪的检漏方式和检漏方法

B.1 检漏方式

氦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 - 530 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排气口一端，漏入的氦气由分子泵排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（气体在分子泵排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 形象的表达了漏入氦在真空系统内的动态分布。



图 B-1 逆扩散原理

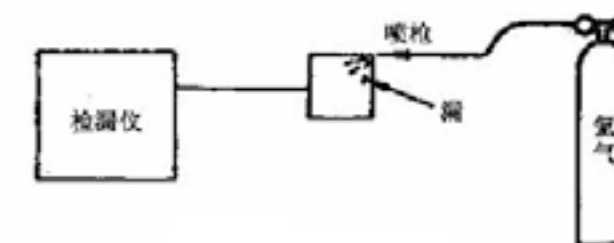


图 B-2 喷吹法检漏示意图

逆扩散方式检漏允许被检件内压强较高，ZQJ-530 型仪器可达 20Pa，特别适合检大型容器或有大漏的工件，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漏仪的检漏口，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氦气。当有漏孔存在时，氦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氮气（纯氮气或一定比例的氮-氮混合气）。检漏时，让吸枪沿可疑漏孔处慢慢移动，若被检件有漏孔，氮气自漏孔漏出，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，吸入空气中的氮气成分导致仪器高氮本底，限制了最高可检漏率，比喷吹法更要差很多。

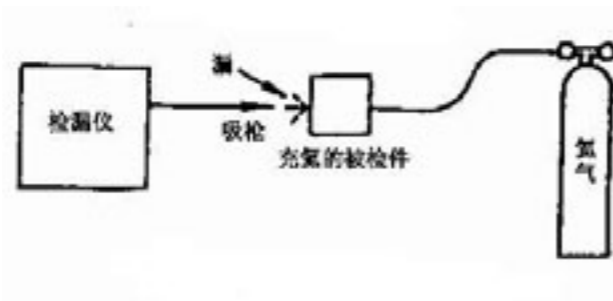


图 B-3 吸入法检漏示意图

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氮气的容器，如被检件有漏孔，氮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。

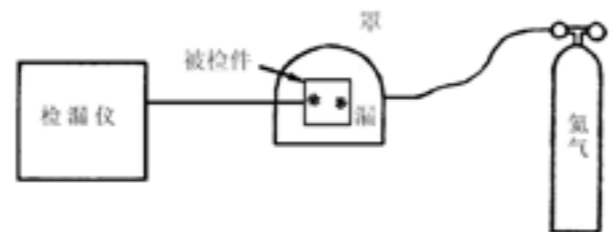


图 B-4 钟罩法检漏示意图

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。检漏前用专用加压容器向被检件压入氮气（由压力和时间控制压入的量），然后取出被检件，吹去表面吸附氮后放入专用检漏罐中，再将检漏罐连接到检漏仪的检漏口上，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氮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。

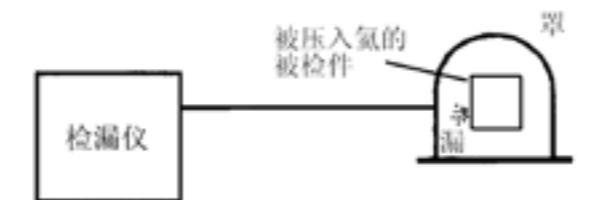


图 B-5 背压法检漏示意图

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

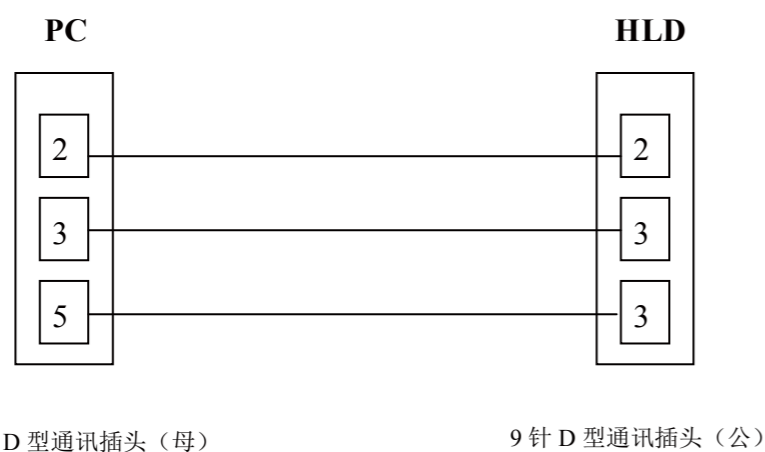
国际单位制中，漏率单位是 Pa·m³/S，该单位与其它单位的换算如表 C - 2。

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

附录 D 串行通讯协议

一、通讯电缆



注：通讯电缆需要 3 芯屏蔽电缆，其中一端的屏蔽层与通讯插头的外壳相连！

二、通讯格式

1. 通讯波特率 4800bps, 格式 8.1.1
2. 命令格式：

同步码	命令码	参数	异或校验
7EH	一字节	N 字节	一字节

参数：下传命令为 2 字节，上传命令为 8 字节，未用的填 0。

异或校验：从命令码开始。

三、通讯命令

1. 下传命令

命令	说明	参数	参考举例 (16 进制)	说明
80H	检漏	无	7E 80 00 00 80	
81H	放气	无	7E 81 00 00 81	
82H	调零	无	7E 82 00 00 82	
83H	校准	无	7E 83 00 00 83	
84H	调峰	无	7E 84 00 00 84	
85H	设定音量值	第一字节未用	7E 85 00 VV XX	VV 为音量值 (00H ~ 64H)
86H	设定发射电流值	第一字节未用	7E 86 00 AA XX	AA 为发射电流 (1EH ~ 32H)
87H	设定真空预置值	第一字节未用	7E 87 00 PP XX	PP 为真空预置值 (05H ~ 14H)
88H	设定标漏值	指数在前, 系数在后	7E 88 EE CC XX	EE 指数 (0AH ~ 63H) CC 为系数 (07H ~ 09H)
89H	读数据 90H		7E 89 00 00 89	读出的参数具体格式参见 下面的上传信息说明
8AH	读数据 91H		7E 8A 00 00 8A	

说明：XX 为从命令码开始的异或校验码！

2. 上传命令

命令	说明	参数
90H	数据状态	8 字节
91H	参数值	8 字节, 后 3 字节未用

上传命令 (90H) 参数

字节顺序	1	2	3	4	5	6	7	8
内容	报警		运行状态		漏率值		检漏口压强	
说明	高	低	高	低	指数	系数	高	低

报警字节

15	14	13	12	11	10	9	8
TC1 超时	TC2 超时	分子泵报警	高真空超时	漏气	保留	保留	保留
7	6	5	4	3	2	1	0
保留	低真空报警	分子泵报警	高真空报警	灯丝 1 断	灯丝 2 断	灯丝全断	信号小

运行状态字节

15	14	13	12	11	10	9	8
正常	灯丝 2	灯丝 1	放气	调峰	校准	调零	检漏
7	6	5	4	3	2	1	0
调标漏	调音量	调发射	调预置	保留	保留	保留	设定

上传命令 (91H) 参数

字节顺序	1	2	3	4	5
内容	发射电流值	真空预置值	音量值	标准漏孔值	
说明	单字节	单字节	单字节	指数	系数

注：上传信息中只有前 8 个字节有效，其余忽略即可！

说明：

本手册为 ZQJ-530 与 ZQJ-530G 通用手册，两者不同之处在文字后面括号中会注有说明，除此之外均是通用内容。

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，否则有可能会造成重大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，必须取下机械泵出气口保护盖，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排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。