

ZQJ-230EK型氦质谱检漏仪

— 使用说明书 —



KYKY TECHNOLOGY CO., LTD .

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



目录

第一章 概述	01		
· 1.1 氦质谱检漏仪的工作原理	01		
· 1.2 氦质谱检漏仪的检漏方式和检漏方法	01		
· 1.2.1 检漏方式	01		
· 1.2.2 检漏方法	02		
· 1.3 压强和漏率单位换算	03		
第二章 仪器介绍	05		
· 2.1 仪器结构	05		
· 2.1.1 质谱室	05		
· 2.1.2 真空系统	07		
· 2.1.3 电子机柜与控制面板	09		
· 2.2 电子学线路	11		
· 2.2.1 离子流放大器和漏率显示电路	11		
· 2.2.2 低真空测量电路	11		
· 2.2.3 高真空测量和保护电路	11		
· 2.2.4 电子学调谐电路	12		
· 2.2.5 发射电流稳定电路	12		
· 2.3 仪器主要性能参数	14		
· 2.4 仪器使用环境条件	14		
· 2.5 仪器成套性	14		
第三章 使用方法	15		
· 3.1 开箱	15		
· 3.2 安装	15		
· 3.3 操作	15		
· 3.3.1 首次开机	15		
· 3.3.2 氦峰调试与漏率校准	16		
· 3.3.3 喷吹法检漏	16		
· 3.3.4 吸入法检漏	18		
· 3.4 停机	19		
· 3.4.1 维持备用	19		
· 3.4.2 完全停机	19		
第四章 维护	20		
· 4.1 漏率校准	20		
· 4.2 真空维护与清洗	20		
· 4.2.1 机械泵油面观测	20		
· 4.2.2 更换机械泵油	20		
· 4.2.3 分子泵加注润滑油	21		
· 4.2.4 清洗分子泵	21		
· 4.2.5 清洗质谱室	21		
· 4.2.6 更换离子源	22		
· 4.2.7 清洗组合阀	22		
· 4.3 电子部件调整	23		
· 4.3.1 发射调节	23		
· 4.3.2 离子源电压校正	23		
· 4.3.3 热偶规管调整	24		
· 4.3.4 高真空保护调节	24		
· 4.3.5 分子泵启动设置	24		
· 4.3.6 漏率显示放大器调整	24		
· 4.3.7 检查前置放大器供电	25		
· 4.4 检验氦本底	25		
· 4.5 仪器泄漏自检	25		
第五章 常见故障及处理	27		
· 5.1 正常运转与故障判断	27		
· 5.2 故障检查与排除	29		

第一章 概述

ZQJ-230EK 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。

泄漏现象有极大的潜在危险，锅炉漏水或漏气会造成事故；电工电子产品发生泄漏使其性能降低或报废；制冷设备密封性不好使制冷效果变差或根本不制冷...总之，检漏技术已广泛地应用于很多领域，在国民经济中占有非常重要的地位。目前，检漏技术在半导体、电力、制冷、航空航天、原子能、真空、医疗和汽车等行业已得到成功的应用。

1.1 氮质谱检漏仪的工作原理

氮质谱检漏仪是根据质谱学原理，用氮气作探索气体形成的气密性检测仪器。其质谱原理如图 1-1 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氮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 1-2 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）。氮质谱检漏仪工作时，离子加速电压设定对准氮峰，接收极只收集氮离子，所形成的氮离子流经放大后用于指示漏率。比氮离子重的其它离子被全离子检测接收，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。

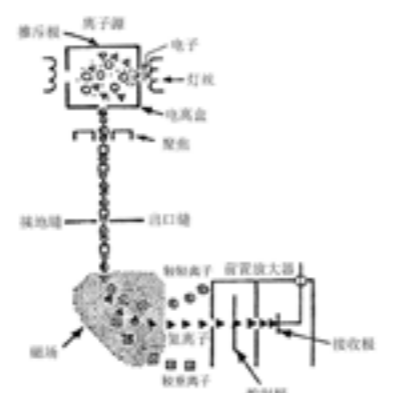


图1-1 氮质谱检漏仪的工作原理图

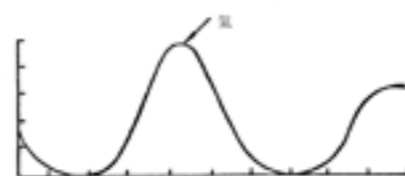


图1-2 氮质谱检漏仪的质谱图

1.2 氮质谱检漏仪的检漏方式和检漏方法

1.2.1 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-230EK 型仪器为逆扩散型，其工作原理如图 1-3 所示。

逆扩散检漏是把被检件接在分子泵排气口一端，漏入的氮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 1-3 形象的表达了漏入氮在真空系统内的动态分布。

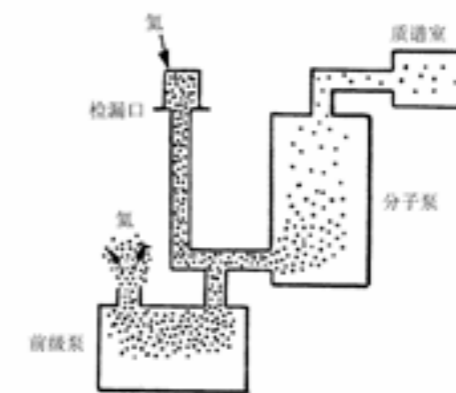


图1-3 逆扩散原理

逆扩散方式检漏允许被检件内压强较高，ZQJ-230EK 型仪器可达 5000Pa，特别适合检大型容器或有大漏的试件，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。

1.2.2 检漏方法

检漏的目的是确定被检件漏孔的位置和漏率，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。

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 1-4 是喷吹法原理示意图。

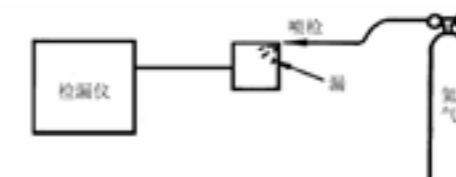


图 1-4 喷吹法检漏示意图

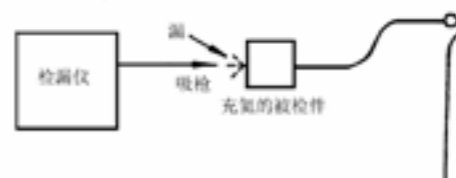


图 1-5 吸入法检漏示意图

2. 吸入法 - - 确定漏孔位置

又称吸枪检漏，如图 1 - 5，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氦 - 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，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，比喷吹法要差很多。

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 1 - 6）。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。

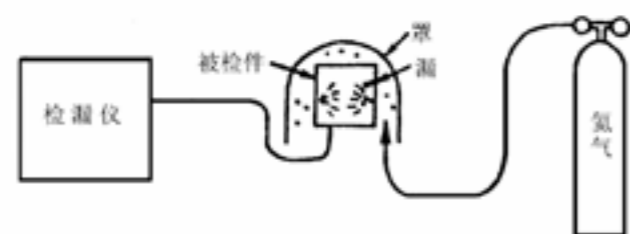


图 1-6 钟罩法检漏示意图

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 1 - 7 为背压法检漏示意图。

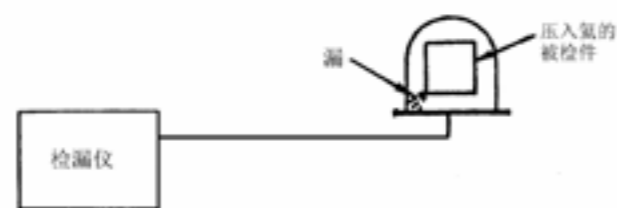


图 1-7 背压法检漏示意图

1.3 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 与其它的单位的换算如表 1-1。

表 1-1 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 1-2。

表 1-2 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

第二章 仪器介绍

2.1 仪器结构

ZQJ-230EK 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。仪器原理框图如图 2-2。

机械结构如图 2-1，机架底有 4 个轮子，可移动；机械泵、预抽机械泵、分子泵和质谱室及分子泵电源装在中层台板上；电子部件集中在台板后面的机框内；检漏口朝上，位于台板中间位置。

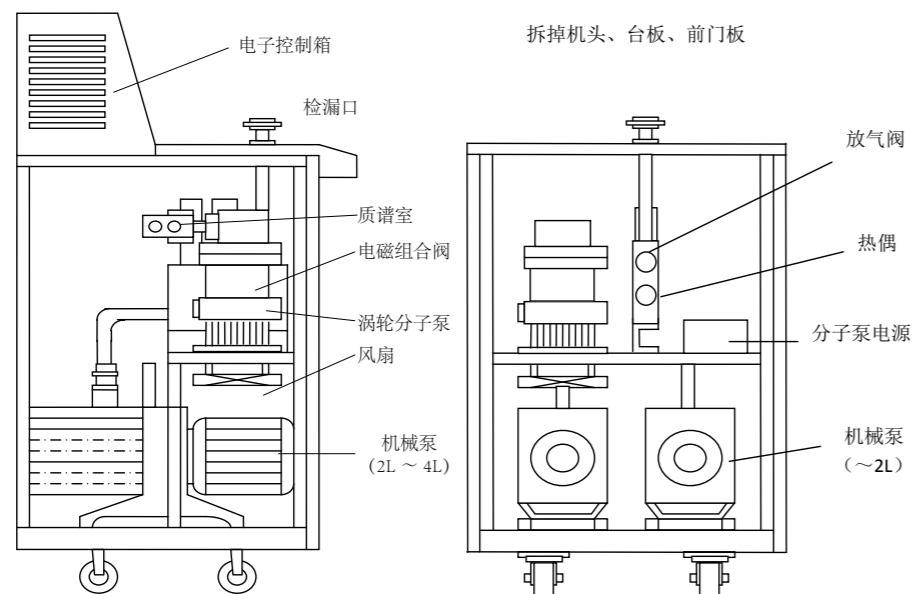


图 2 - 1 仪器结构图

A. 左侧视图 B. 顶视图 (去台板和电子机框顶盖)

2.1.1 质谱室

质谱室是检漏仪的核心部分，包括离子源、磁铁、接收极与前置放大器、全离子检测极及壳体等部分，如图 2-3，2-4。

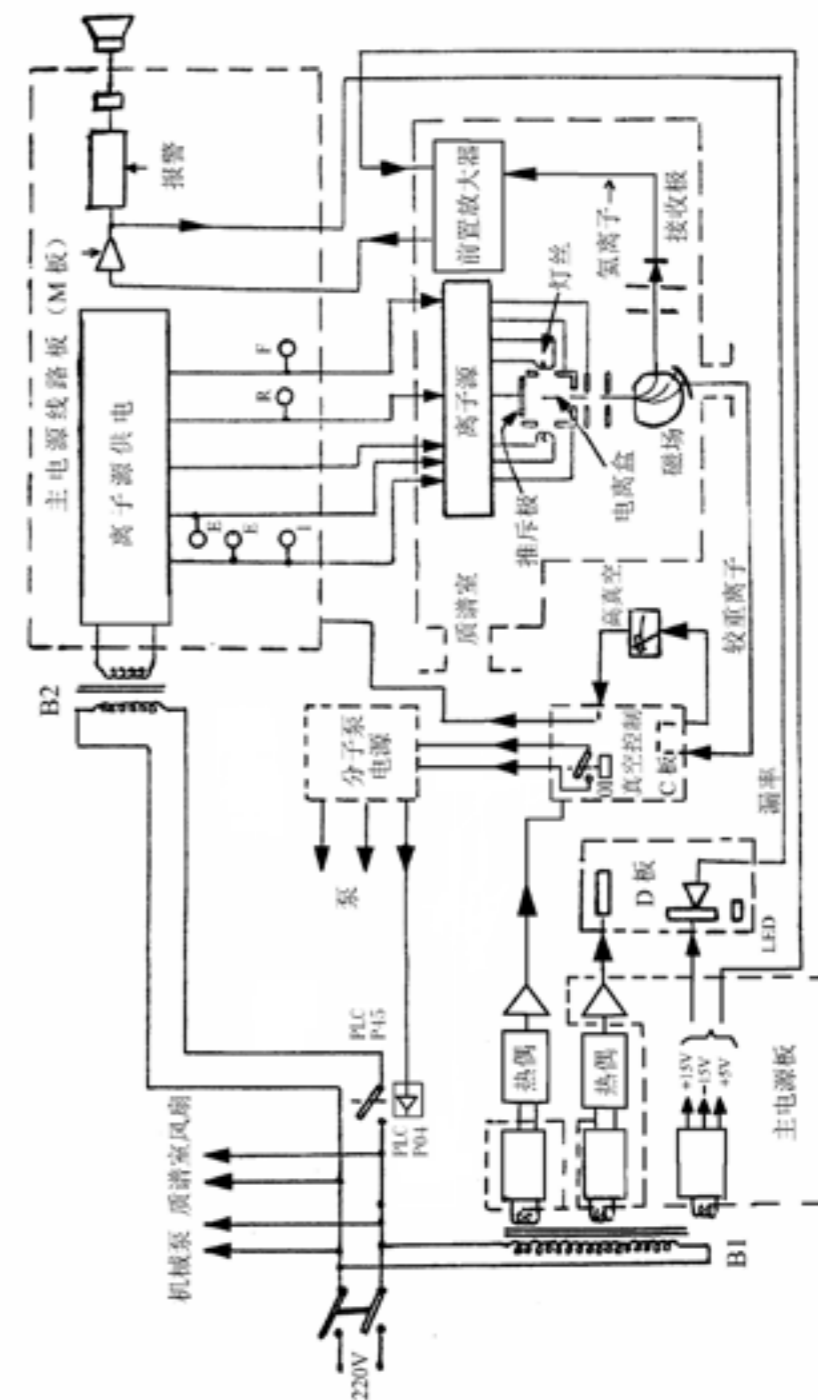


图 2-2 仪器原理框图

1. 离子源包括电离盒、推斥极、聚焦极、灯丝及出口缝（参见图 1-1）以其 3 个弹性片卡装在管壳腔体内，其余皆点焊在八芯圆法兰上，用固定卡和橡胶 O 圈密封连接在壳体上。灯丝用 $\Phi 0.2$ mm 的钨钨丝绕成螺旋状。有两个灯丝，一个工作，另一个备用。在壳体外侧对着离子源灯丝部位有两个可旋转偏心磁极，换灯丝或更换离子源后应适当旋转一下，找到最佳位置，使氮峰最强。

2. 磁分析器

该分析器为 900 磁偏转分析器，偏转半径 2cm，气隙 7mm，场强约 0.25T。

磁铁组件由磁钢、轭铁和极靴等组成。

离子源腔体内最大场强约 0.04T。磁铁组件结构如图 2-3。

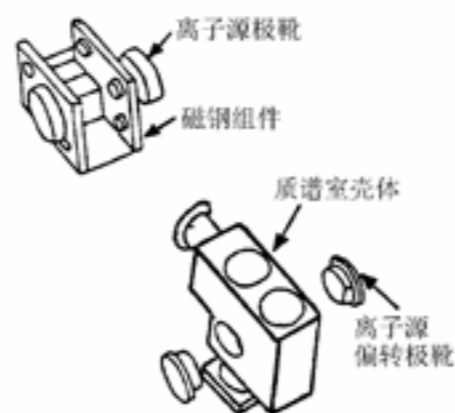


图 2-3 磁铁组件

3. 接收器

由接收极、抑制极、接收缝和前置放大器组成的接收器安装在一个与离子源同样的八芯法兰上。拆卸前或拔下前置放大器电源插头后，应及时用各脚相联短路的插头插到前置放大器上，以防止静电击穿。

4. 全离子检测极

是一个宽 6.2mm、长约 15mm 的不锈钢片，插在单芯引线上，用检测压兰和橡胶 O 卷密封联接在质谱室壳体上。安装时要使检测极片与极靴面吻合（但不接触而保持 1 ~ 3mm 间隙），不得反向或偏斜，以防止极片与壳体短路（见图 2-4）。质谱室的结构如图 2-4。

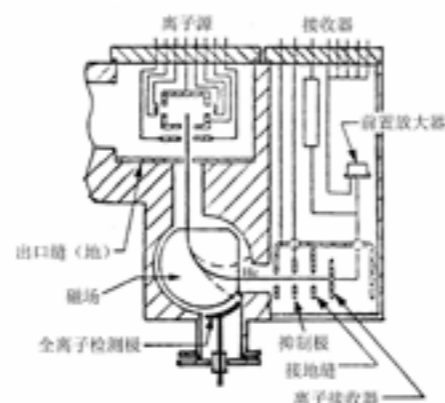


图 2-4 质谱室剖面图

2.1.2 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氮气以及对被检件抽真空。

真空系统（图 2-5）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. 前级机械泵

采用旋片式双级单相直联机械泵，抽速为 2L/S 左右，用来维持分子泵工作所需前级真空。

2. 预抽机械泵

采用旋片式双级单相直联机械泵，抽速为 2L/S ~ 4L/S 左右。是用来对被检工件预抽低真空用的。

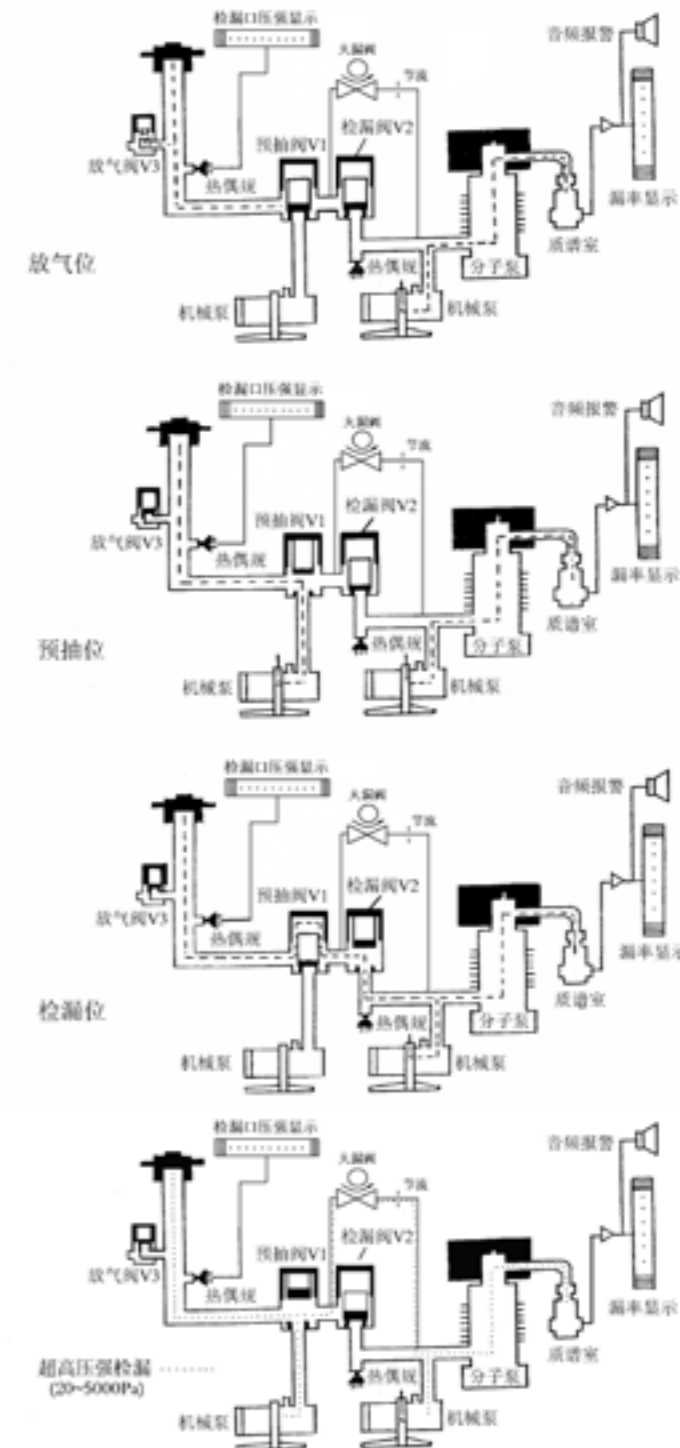


图 2-5 真空系统原理图

3. 涡轮分子泵

采用本厂家生产的FB150型风冷式涡轮分子泵,抽速150L/S,对氮气有较低的压缩比;可两种转速运行,以使仪器达到不同的检漏性能。

4. 组合阀

由预抽阀、检漏阀和放气阀组成,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。所有阀皆装在一个组合阀体上。

5. 大漏阀与电磁阀,前者是一微调阀,设定在某一位置,限制气流量,电磁阀是一小流导的隔断阀。

6. 真空测量

检漏口和质谱室的低真空测量用热偶规,前者提供检漏口压力指示(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;后者给出分子泵出口的低真空指示,保证分子泵正常启动。

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。

2.1.3 电子机柜与控制面板

位于机架上方的电子机柜内安装有变压器(B1和B2)、PLC、排风扇和四块电子印刷板等全部电子零部件(除分子泵电源)。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。

控制面板如图2-6,从功能上可以分为四部分。

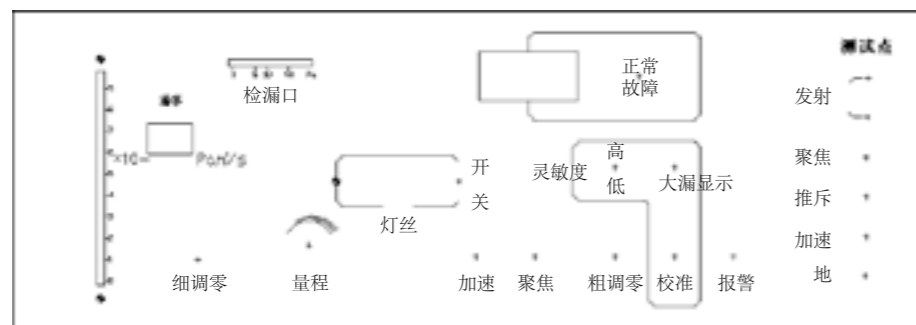


图 2 - 6 控制面板布置图

1. 高真空及测量

仪器总电源接通后,机械泵转动,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24000转(频率显示400),延时约6分钟后,正常绿灯亮,表示分子泵工作正常,已进入高真空。如果分子泵启动后3分钟仍达不到24000转速,则故障红灯亮。分子泵启动,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. 漏率显示与音响

垂直排列的一串(刻度1~10)发光二极管及右上方框内的数字显示为漏率,例如垂直发光达3,框内数字-9表示漏率 3×10^{-9} Pa·m³/S。最靠右下方的报警按钮是调节音响强度的。量程波段开关有4位,复盖4个数量级。另外,显示偏负或超量程分别用发光管指示。调零有粗调零和细调零。

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9或10,调节校准,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2-1所示漏率显示范围。

表 2-1 显示与量程选择

大漏显示	灵敏度	量 程			
		10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵
开	低	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵
	高	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶
关	低	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹
	高	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹	10 ⁻¹⁰

5. 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)

真空预置

真空预置旋钮位于电器柜背后,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,可预置在5Pa左右,大工件或有漏的工件预置在10Pa左右,吸枪法检漏应预置在10~20Pa。

大漏显示	预抽阀	检漏阀	放气阀	大漏阀
检漏	关	开	关	关
放气	关	关	开	关
大漏	关	关	关	开

在被检件较长时间抽不到20Pa的情况下,将“大漏显示”开关向上置于“开”位,即可在高压强下进行检漏(见3.3.3节)

2.2 电子学线路

电子学线路包括控制部件和接收器两大部份。控制部件的电路方块图 2-8 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。它们与质谱室之间的关系请参看图 2-2，线路工作原理请参看图 2-8。

2.2.1 离子流放大器和漏率显示电路

离子流放大分三级放大：第一级为前置放大器，安装在质谱室内，用于放大微弱的离子流信号。该放大器系全反馈放大器，输入高阻 1×10^{11} ，并联电容 22Pf。组件为高输入阻抗，超低偏流的 AD515L，该组件输入阻抗为 $10^{13}/1.6\text{Pf}$ ，偏流小于 0.76PA。因此在拆卸前置放大器时，必须插上短路插头，以防静电击穿组件。

第二级放大器 U8 (LF13741) 和第三级放大器 U10 (LF13741) 为电压放大器，最大放大倍数为 5000，第二级放大器的反馈电阻在显示板上，第三级放大器的反馈电阻是面板上的校准电位器 R68。

本仪器漏率显示采用 10 个发光管为一组的发光排，共用 5 个发光排 (DS4 - DS8)。经四级放大后的离子流信号送到发光排推动级 (U4 - U8) 的输入端 (5 脚)。漏率显示的过程是这样的：氮离子到达离子接收板，接收极电流正比于管内的氮分压强，前级放大器放大这氮离子流，并将放大的电信号加到高摆率的放大器 U8 的反相端 (2)，U8 的输出由 U10 进一步放大，U10 的输出电压为 0 ~ -5V，该电压送到显示板上一个两级放大器 (U9) 的输入端，U9 的输出是 0 ~ 6.7V，该电压经驱动级 (U4 - U8) 送到发光排 (DS4 - DS8) 进行漏率显示。

除了漏率显示外 在 D 板上还设置两个电压比较器 (U13 - U14) ,R25 调节负标尺电路的固定输入 ,R16 调节过标尺电路的固定的输入，如果 U9 输出 (12) 低于负标尺，相关的负 LED 灯将被点亮，如果 U9 输出 (12) 过标尺，相关的过标尺 LED 灯将被点亮。

漏率显示的指数由 2 个 PROM (U0 和 U1) 选择，U0, U1 分别推动 7 段显示 DS0 和 DS1，2 个 PROM 的地址由量程 S1 和量程 S4 选择决定，这个设定反过来确定显示窗口上指数的数字。

2.2.2 低真空测量电路

本仪器设有两个低真空测量电路，一个是检漏口的低真空测量，另一个是分子泵出口的低真空测量，分别叙述如下：

1. 检漏口低真空测量

检漏口低真空用热偶规测量。热偶规加热电路和测量电路在 M 板上。加热电流大小由电位器 R4 调节，本仪器用的热偶规管的加热电流为 28mA。从大气压到 0.1Pa，热偶规输出电压相应为 0 ~ 10mv，该电压经 U1 - B 放大，送到 U2 和 U3 的输入 (5 脚) 端。U2 - U3 的输出依次点亮检漏口压力显示相应的发光管 (DS2, DS3)。

2. 分子泵出口低真空测量

热偶规加热电路和测量电路在 C 板上，加热电流的大小由电位器 R3 调节，热偶规输出电压经 U1 放大，U1 的输出与 U2 的输入 (U2 - 3) 相连，并与分子泵的启动压力设定点电压 (R11 中点对地，此电压约为 0.35V~0.7V) 进行比较，再经 U2 放大后控制光偶 Q1 (4N35) 的通断从而控制分子泵的启动。就是说，当分子泵出口压力低于 30Pa 时，Q1 通，分子泵就启动了。

2.2.3 高真空测量和保护电路

高真空测量用全离子检测方法。

当氮离子以外其它残余气体成分离子流流经 27K (R16) 电阻时，产生电压降，此电压经 U3 放大给出总压强的信号，同时将此压强

信号与过压保护设定电压 (R24 中点对地电压 1.1V) 比较，经 U4 放大后推动三极管 Q3，从而控制 K01 (在 C 板上) 继电器的通断，如果质谱室压力超过 $3 \times 10^{-2}\text{Pa}$ (M01 表指示出绿区)，K01 动作，从而达到切断灯丝电路的目的，反之，如果质谱室压力低于 $3 \times 10^{-2}\text{Pa}$ ，K01 不动作，灯丝就正常工作。

2.2.4 电子学调谐电路

本电路为离子源提供加速、聚焦、推斥电压和接收器抑制电压。

当分子泵达到正常转速并延时 6 分钟后 (面板上正常绿灯亮)，220V 交流就加到变压器 B2 的初级绕组上，B2 次级就给出离子源所需的几种电压：B2 (14, 15) 输出交流 440V，整流滤波后由一串稳压管 CR9 - CR13 稳压，再由电阻和电位器组成的分压器分压，分别得到加速电压，聚焦电压和推斥电压 (对地) 这些电压可用万用表在面板上测试点测量。电压稳定度优于 0.3%。B2 (10.11) 提供 160V 抑制电压。

2.2.5 发射电流稳定电路

离子源灯丝在真空中被加热后发射热电子，热电子在电离电压 (电离盒与灯丝之间电压即 CR10 与 CR11 之间电压约 168V) 作用下进入电离盒形成电流即发射电流。为了在接收极上得到稳定的氮离子流，要求发射电流必须稳定，稳定度应优于 1%，发射电流稳定电路由 U2-B, U2-D, Q2, Q3 组成。

本仪器正常工作要求的发射电流为 0.4~0.8mA，从仪器面板测试孔发射测得 0.4~0.8V 均为正常。调节 M 板上 R51 可以改变发射电流的大小。

灯丝 1 - 灯丝 2 的转换开关 S1 在 M 板的上方中间位置。

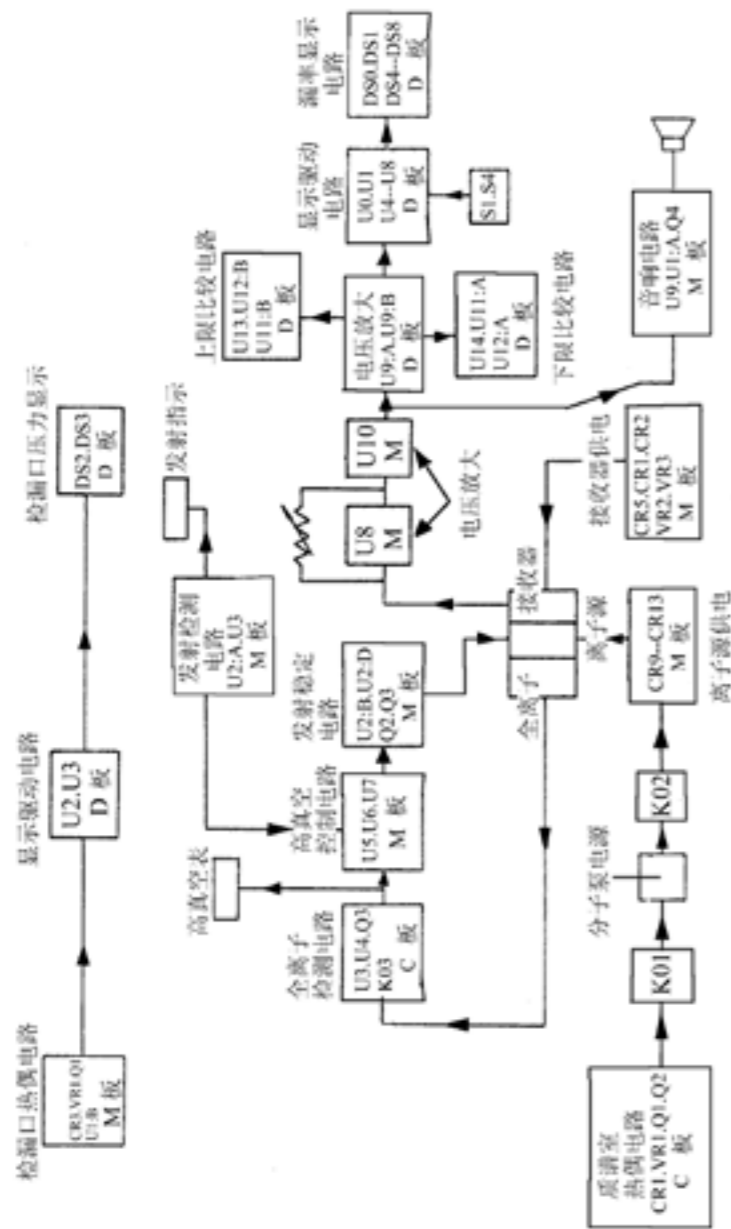


图 2.8 仪器电路原理框图

2.3 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	$10^{-10} \sim 10^{-7}$ 、 $10^{-9} \sim 10^{-6}$ 、 $10^{-6} \sim 10^{-3}$ 、 $10^{-5} \sim 10^{-2}$
允许检漏口最高压力	5000Pa
允许质谱室最高工作压力	$3 \times 10^{-2} \text{ Pa}$
仪器体积和重量	570(W)×650(D)×1060(H), 约 80Kg

2.4 仪器使用环境条件

环境温度	20°C (±5°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	10A

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。

2.5 仪器成套性

全套仪器包括：

ZQJ - 230EK 型氮质谱检漏仪	1 台
ZQJ - 230EK 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
灯丝	5 根
O 型密封圈	1 套
保险丝	共 4 个
接收器短路插头	1 个
FB - 150 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

第三章 使用方法

3.1 开箱

打开包装箱，取出箱内支撑或填充物，将仪器平稳地抬出包装箱。检查仪器外观，如发现破损应与运输部门交涉。按装箱单检查备件与文件资料是否齐全，如有不符，应通知制造厂家。

3.2 安装

仪器应安装在符合仪器使用环境要求（见 2 - 4 节）的场所。特别是仪器的电源插座，应符合法定要求，有良好的地线，插座容量为 250V，16A，外形如图 3 - 1。

仪器接通电源前应进行下述准备工作：

1. 松开机械泵与机架底板间的固定螺栓（运输防震用）以减轻泵运转时的震动。
2. 机械泵排气口用卡箍盲堵封住，防止因运输翻倒造成的机械泵油泄漏。开机时一定要将盲堵卡箍卸下！否则会造成机械泵损坏。
3. 检查真空联接卡箍及波纹管，有无破裂脱落。
4. 检查插头有无松动，导线有无破损。
5. 检查真空联接卡箍及波纹管，有无破裂或脱落。
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。

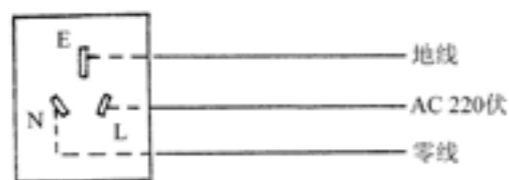


图 3-1 仪器电源插座示意图

3.3 操作

3.3.1 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. 将仪器电源插头插在电源插座上。
3. 将总电源开关接通，分子泵前级机械泵转动、质谱室风扇及电子部件机箱内风扇也转动，分子泵运转，相应指示灯亮。

4. 当总电源开关接通后，“放气”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。

5. 观察检漏口的压力，打开预抽泵，按下检漏键，预抽阀打开，相应指示灯亮。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。

6. 当检漏口压力降至 5Pa 或 10Pa（依真空预置而定），检漏阀自动打开（检漏阀指示灯亮），预抽阀关闭（预抽阀指示灯灭）。仪器开机大约 6 分钟，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。

7. 正常绿灯亮后、将灯丝触发开关向开触发一下，灯丝工作指示绿灯亮，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。

3.3.2 氮峰调试与漏率校准

仪器每天投入检漏使用之前，应借助标准漏孔泄漏出的氮调整一下仪器状态，使仪器对氮响应灵敏，灵敏度符合标准漏孔的漏率。

- 1 量程波段开关在 10^{-8} ($\text{Pa}\cdot\text{m}^3/\text{S}$)。
- 2 灵敏度高 - 低开关在高。
- 3 校准旋钮顺时针旋到头。
- 4 按“放气”键放气。
- 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。
- 6 按“检漏”键，预抽阀打开进行预抽。当检漏口压力低于 5Pa 时，预抽阀关闭，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，表明此时仪器已对氮有响应。
- 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磁极，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，从而最终确认所谓氮峰无误。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，稳定后的氮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 按“放气”键放气，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。

3.3.3 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。

1 正常检漏操作（ $\leq 10\text{Pa}$ ）

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 按“放气”键放气，装上被检件，确认密封联接可靠。
- ② 按“检漏”键，对被检件预抽，应能在数秒至 3 分钟内抽到 10Pa 以下。
- ③ 当检漏口压力低于 10Pa 时，检漏阀自动打开，预抽阀关闭。

④ 用喷枪对被检件的可疑泄漏部分喷吹氮气，同时观察漏率显示和听报警音。

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，如发现漏，漏率显示增加，音调上升；停止喷氮，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。

2 超高压强（20 ~ 5000Pa）下的检漏

通常的逆扩散型氮质谱检漏仪在检漏时，须将被检工件抽至几 Pa 至几十 Pa。但有些工件因有大漏或因体积太大放气量大，而不能很快或根本不可能将其抽至这么低的真空。于是，在几百 Pa 乃至几千 Pa 的情况下实施检漏，及早判明工件是有大漏还是放气，就变得非常必要，节省检漏工件时的经济效益也是不言而喻的。

（1）超高压强检漏的原理

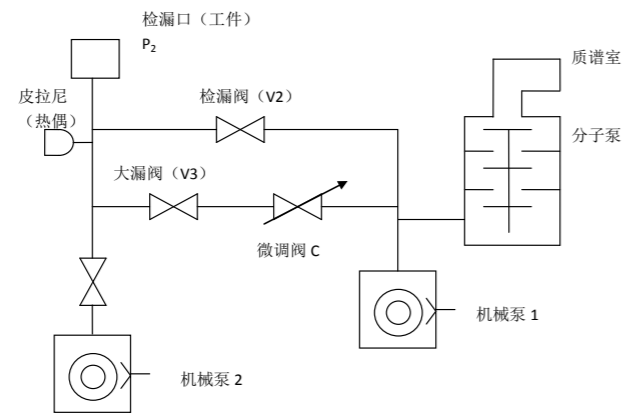


图 3-2 超高压强检漏的系统图

如图 3-2 所示，能在超高压强下检漏的逆扩散型氮质谱检漏仪与普通逆扩散型仪器相比，在结构上最明显的差别是：有两个低真空泵，在这两泵之间有一节流装置（微孔、毛细管或可调流导阀）。此外，在检漏口一侧的管道上，装有一个测量低真空的热偶。

实施超高量程检漏时，被检工件（ P_2 ）处在几百 Pa 乃至几千 Pa 下，由于流导（ C ）很小的节流装置产生一定压降，使高真空泵（分子泵）的出口压力（ P_1 ）仍能维持在几 Pa 的正常工作压力下。此即所谓差动抽气原理或分流原理。分流比即抽速比

$$R = S_2 / C$$

式中 S_2 —预抽泵（机械泵 2）在检漏口的抽速（L/s）；

C —节流装置的流导（L/s）。

分流比的选取要根据分子泵的出口耐压（ P_{1max} ）和所希望的对被检工件检漏的最高压力（ P_{2max} ）来定，若分子泵出口最高耐压为 P_{1max} ，则

$$P_{1max} = P_{2max} C / S_1$$

式中 P_{2max} —允许被检工件内的最高压力（Pa）；

S_1 —前级机械泵 1 的抽速（L/s）。

另一方面，分流会影响检漏灵敏度。当漏入被检工件的氮气体量为 Q 时，则到达分子泵出口的氮气体量

$$Q_2 = QC / (S_2 + C) \\ = Q / (1 + R)$$

如上述，为了满足超高压强检漏时的仪器正常工作条件，应使分流比 $R \gg 1$ ，所以有 $Q_2 \approx Q/R$ 。即漏入工件内的氮气绝大部分被预抽泵（机械泵 2）抽走，仅有一小部分（ Q/R ）到达分子泵出口。所幸，超高压强情况往往意味着有大漏（ $10^{-5} \sim 10^{-2} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ ），这么大的氮漏量被分流衰减几百倍乃至几千倍后，对于氮质谱检漏仪来说，仍能富有余的被检测。

（2）ZQJ-230EK 氮质谱检漏仪在超高压强下检漏

仪器结构如图 3-2 所示，超高压强检漏的支路由电磁阀（ V_3 ）和微调节阀（ C ）组成。微调节阀的状态已在仪器出厂时调好，用户不可以再调。 V_3 由仪器面板上的“大漏显示”开关（图 2-6）控制，手动开关 V_3 。

我们采取一种经验做法：仍保留检漏口的热偶管，当预抽工件较长时间，检漏口的压力指示仍达不到 5Pa 的正常检漏的转换真空时，即可手动打开大漏阀（ V_3 ）。因为机械泵对任何一基本封闭的系统抽空，都能达到 10000Pa（ P_2 ）以下的真空。而微调节阀已在出厂时调到 $P_2 = 10000\text{Pa}$ 时， $P_1 \leq 5\text{Pa}$ 的正常工作压力，不会出现 P_1 过高，使质谱室真空变坏而导致灯丝保护的情况。

当大漏显示开关打开时，漏率显示的量程指数亦相应改变：

在高灵敏度模式为 $-3 \sim -6$

在低灵敏度模式为 $-2 \sim -5$

当大漏显示开关处于开状态，检漏口放气阀被锁定，放气阀打不开。

检漏操作按以下两步进行：

① 校准仍按正常情况进行，用仪器所带的校准漏孔（ 10^{-8} ）校准即可（见 3.3.2）。这样的校准可保证在超高压强检漏模式下，漏率指示在量级上（ $10^{-2} \sim 10^{-6}$ ）是准确的（制造厂已用 $10^{-3} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 的漏孔验证过）。

② 检大漏当预抽很长时间，仍达不到 20Pa 的常规检漏转换点时，即可打开大漏显示开关，实施检漏。

③ 注意事项

- 不要随便改变微调节阀的调节状态。
- 检完大漏后，应随即关闭大漏显示开关（否则，检漏口不能放大气）。

3.3.4 吸入法检漏

1 检漏口放气后，将吸枪联在检漏口，关闭吸枪的进气量调节阀，设定真空预置在 20Pa。“灵敏度”开关置“低”。

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。

此时，被检件已充有 1MPa 左右的氮气或 - 氮氮（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，若有氮泄漏，即被吸入检漏仪而被检测。

由于吸枪的吸嘴始终显露在大气压下，大量空气吸入检漏仪，造成高的氮本底（空气中通常有 5ppm 的氮气），使检漏灵敏度大大降低，检测限约为 $5 \times 10^{-8} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 。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，在大量程挡上反而不灵敏；吸入量小，本底小，虽然可用较灵敏的量程，但氮信号也降低了。为了获得高的检漏灵敏度，应使检漏仪工作在低灵敏度模式，且调节吸枪的吸气量，使本底在 $8 \times 10^{-9} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 左右。

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，吸入的氮就少；移动太慢，会降低检漏效率。通常以不超过 10mm/S。

检漏完毕后，应将被检件内的氮气回收，或放空到室外，以避免检漏仪周围空气中氮含量过高和波动，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，应按“放气”键放气，排除故障后再往下进行。

3.4 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。

3.4.1 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。可如下安排：

- 1 关灯丝；
- 2 “高-低”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。

3. 按“放气”键放气，关预抽泵。

3.4.2 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 按“放气”键放气，按“检漏”键，当听到预抽阀开启声时，立即关闭预抽泵，关闭总电源。

第四章 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不可少的。可按表 4-1 处理。

项 目	内 容	时 间
4.1	漏率校准	每天
4.2.1	机械泵油面观测	每周
4.2.2	更换机械泵油	必要时或每半年
4.2.3	分子泵加注润滑油	每年
4.2.4	清洗分子泵	必要时
4.2.5	清洗质谱室	必要时
4.2.6	更换离子源	必要时
4.2.7	清洗组合阀	必要时

表 4 - 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定，维护周期可长可短。

4.1 漏率校准

1. 按 3.3.2 校准和调整仪器的灵敏度。
2. 若达不到要求，参阅第五章故障及处理。

4.2 真空维护与清洗

4.2.1 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）。

4.2.2 更换机械泵油

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。

1. 用螺丝刀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。
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。

4.2.3 分子泵加注润滑油

参阅 FB150 型涡轮分子泵使用说明书。

4.2.4 清洗分子泵

参阅 FB150 型涡轮分子泵使用说明书。

4.2.5 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，用短路插头插在前置放大器上。
3. 松开并卸下质谱室与过渡法兰的联接螺钉，取出带磁铁组件的质谱室。
4. 卸下质谱室与磁铁组件的 3 个固定螺钉，取出质谱室。



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！

5. 从质谱室上卸下离子源、前置放大器和全离子检测极。
6. 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。
7. 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。
8. 用无水乙醇冲洗。
9. 逐一装上出口缝、全离子检测极和前置放大器。要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 4-1），全离子检测极面与靴面吻合；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。
11. 将磁铁组件装在质谱室上并上紧 3 个螺钉。
12. 将质谱室联在过渡法兰上。
13. 按 3.3.1 启动程序开机。

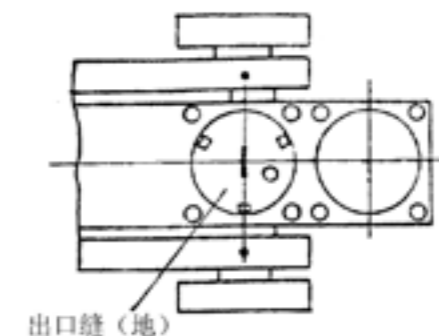


图 4-1 出口缝安装方向示意

4.2.6 更换离子源

离子源两个灯丝都烧断，或一个烧断另一个已用一段时期，必须更换新离子源。

1. 关闭总电源，拔下插头。松开分子泵出口上的热偶管，对质谱室放大气后，再卡紧。
2. 拔下离子源供电插头。
3. 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。
4. 把新离子源放入腔体，注意定位键方向，如图 4-2，脚 1 和 8 连线应平行壳体边沿。
5. 上紧 4 个固定螺钉。

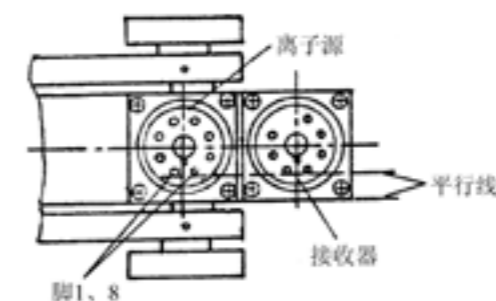


图 4-2 离子源对中方法

4.2.7 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联接的两条波纹管。
 - ③ 卸下热偶规管，放气阀及检漏口。

- ④ 卸下检漏阀阀芯（注意阀芯上的 4 个滚珠，不要弄丢）。
- ⑤ 以同样的方法，卸下预抽阀。
- ⑥ 卸下组合阀体与机架联接的四个螺钉，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。

注意：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联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 联接好波纹管，装上机架面板。

4.3 电子部件调整

4.3.1 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 用万用表直流电压挡，表笔跨接仪器面板上发射检测孔，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_{51} （M 板），使漏率显示最大，但检测孔发射电压不得超过 1.1V。

4.3.2 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 用万用表直流电压挡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 左右。
- ③ 测聚焦（+）-地（-）的电压，应在 230 ~ 310V。
- ④ 测推斥（+）-地（-）的电压，为 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 4-3），再测量一遍，可以区分出是离子源短路或绝缘不好，还是电路板故障。

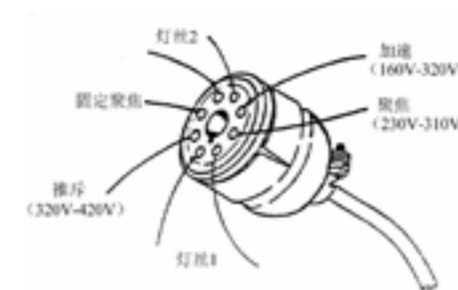


图 4-3 离子源供电插头

4.3.3 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，找到主印刷电路板（M 板）的 R16 电位器。
- ② 按“检漏”键进行预抽，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 按“放气”键放气，调 R40 使显示亮满标。

4.3.4 高真空保护调节

- ① 检漏口装一可调阀。
- ② 调可调阀的漏量，观测压力指示，同时调节控制板（C 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（ 3×10^{-2} Pa），灯丝工作指示灯熄灭。

4.3.5 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 R11 电位器中点（或 U_2-2 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，分子泵启动，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。

4.3.6 漏率显示放大器调整

更换前置放大器后，如果需要对第二级放大器再调整，可如下进行：

- ① 设定量程开关在最左位置，校准顺时针到头，然后关闭仪器总电源。

- ② 脱开前置放大器的供电插头，用粗合适铜线将 7 和 3 脚短接（图 4-4），亦即放大器 U_8 的两个输入端对地短路。
- ③ 接通仪器总电源，调节主板（M 板）上 R_{65} 电位器，使漏率显示尽可能接近零（第一个显示发光管亮）。

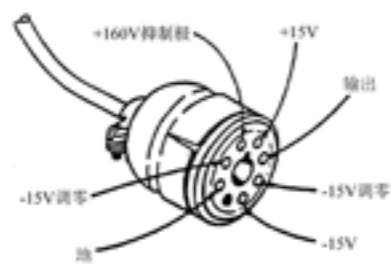


图 4-4 前置放大器供电插头

- 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。
- ⑤ 接通仪器总电源，启动仪器到检漏状态。
- ⑥ 调面板上细调零电位器到中间位置（5 圈）。
- ⑦ 再用粗调零调整漏率显示零点，调到零点时，该电位器指示应在 9 点和 6 点之间。如达不到此要求，再如上述调 R_{65} 。

4.3.7 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 4 - 4 检查前置放大器供电是否正确。

4.4 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 $5 \times 10^{-10} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 左右，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 3.3.2）。
- 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 $5 \times 10^{-10} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 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，可参阅第四章 4.2.2 和 4.5。

4.5 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 检出并排除泄漏点后，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 $\times 10^{-10}$ 档（最灵敏），而且非常稳定。



注意：

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！

第五章 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。

5.1 正常运转与故障判断

图 5 - 1 为仪器正常运转与故障流程图。

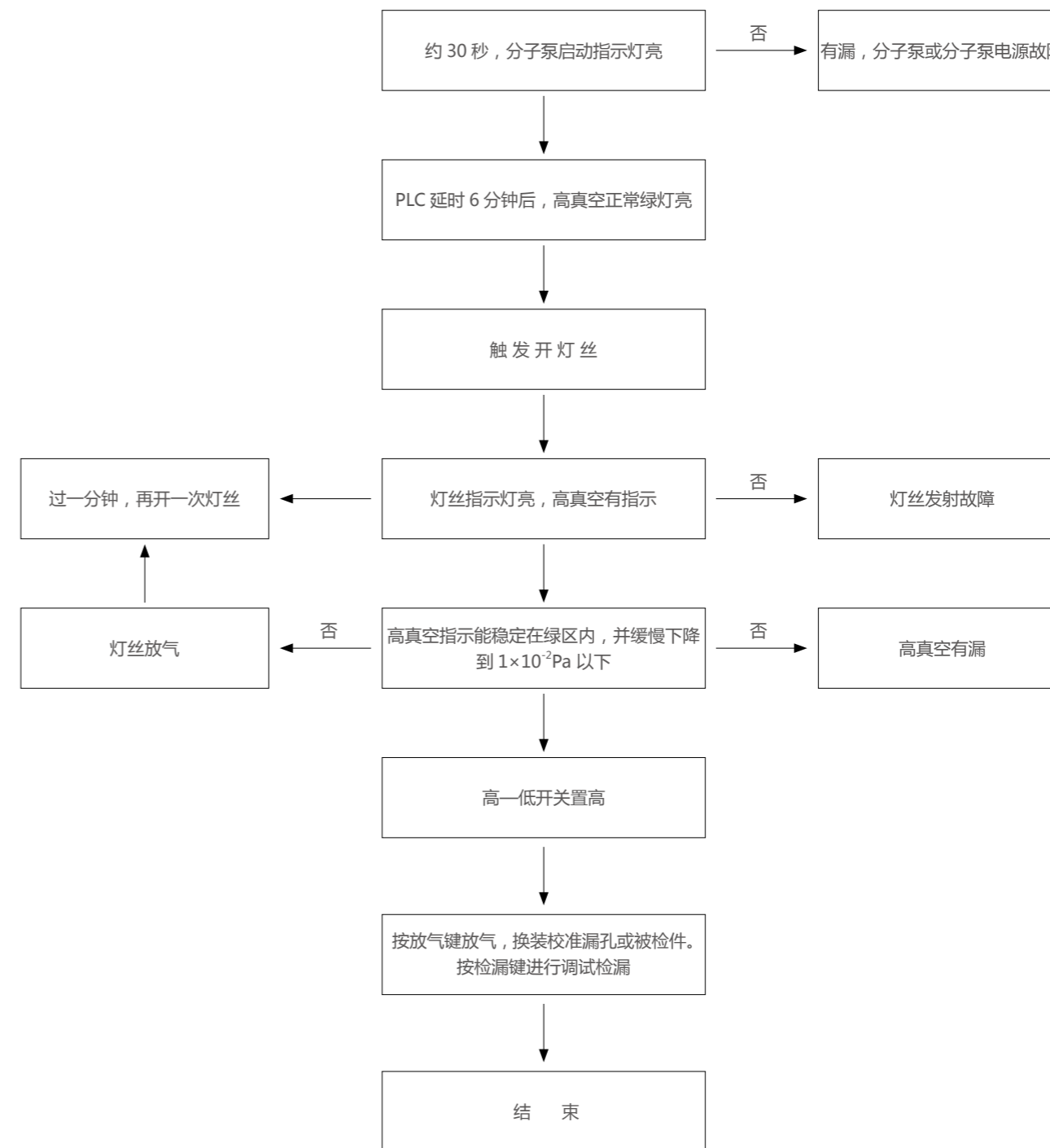
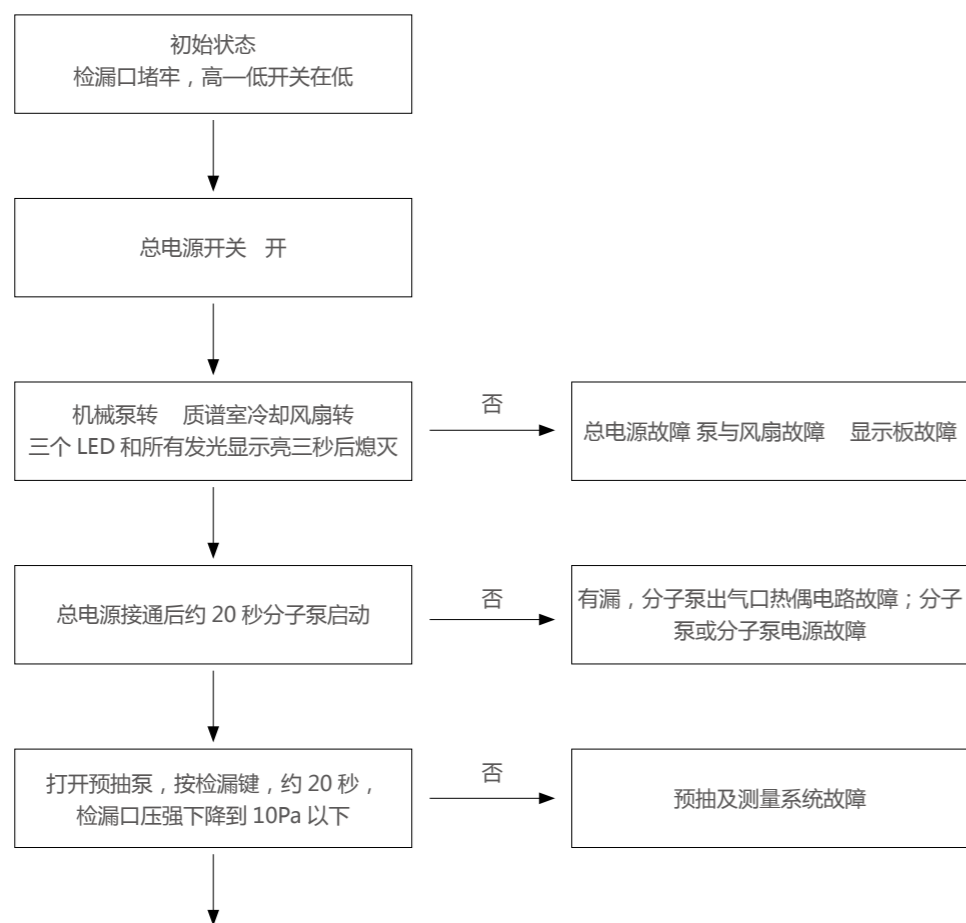


图 5-1 仪器正常运转与故障判断

5.2 故障检查与排除

表 5-1 列出可能故障与排除方法。

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。
	漏率显示第一个不亮	检查 D 板 U11、U12、R46。
分子泵及高真空	分子泵电源无电,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、O1 及 R11 中点设定值等)
	分子泵电源有电,但频率显示为零,泵不转动	检查分子泵电源,(保险丝松动烧断、内部接插件联接及电路。卸下泵轻松拔一下叶片,看是否卡死)。
	分子泵转速迟迟达不到设定点(频率 400),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。
	分子泵转速已超过设定点(频率 400)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。
预抽及测量系统	按“检漏”键进行预抽后,机械泵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,排除被检件自身大漏或安装不密封问题。检查机械泵油位、油污染,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 B1 (7.12.9),M 板 CR5、VR2、VR3
	无 + 5V	检查 B1 (15.16.17)、M 板 CR6、CR7、VR4。
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;
	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。

故障分类	故障现象	检查与排除方法
灯丝发射	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	对氮响应不灵敏,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;调加速和聚焦使氮峰最强,调校准到最大。标准漏孔坏,更换新的。离子源脏,清洗。
	对氮的响应异常强	检查测试点的发射是否在正常范围,量程选择是否有错
	高的氮本底	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 AD515 有损,更换。
	氮信号不稳	前置放大器及电缆插头联接不良;真空系统有漏(用吸枪时环境氮气不稳定);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;调零电位器坏,前置放大器插头松脱,或供电电压不对;按 4.3.6 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 4.3.6 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	重新调整显示板
调氮峰	测试点的地-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氮峰	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)