

热电子轰击气体离子源 若干结构与工艺问题

许胜国

(航天医学工程研究所 北京 100094)

[摘要] 本文仅对热电子轰击气体离子源设计中有关结构和工艺方面存在的若干问题进行了论述,并通过离子轨迹模拟实验和离子源结构调节实验定性定量地阐明了离子源电极的数量、形状、几何尺寸及电参数对离子源性能的影响。同时,给出了部分图形和数据,供离子源设计者参考。

关键词: 离子源 试验 设计

在质谱仪器的研制中,离子源的设计至关重要。为此,曾多次实验进行探索,在离子源结构与工艺方面也进行了大量研究。根据实验观察及所得数据,成功地设计了多种能与单极分析场相匹配的热电子轰击气体离子源。本文做一简述。

1 离子源结构研究

离子源由若干不同的电极组合而成,离子源性能也必定由各电极结构、形状、尺寸、电参数等诸多因素决定。因此,必须研究这些因素对离子源性能的影响。

1.1 不同结构离子源性能比较

尽管热电子轰击气体离子源都是由电子发射阴极、阳极和离子引出电极组成,但由于电子发射方向、电子运动轨迹、气体分子与电子的运动方向,以及电离区形式的不同,使由此组合而成的离子源分为多种,而且性能参差不齐,灵敏度高低不等。为获得最佳离子源组合形式,曾选择并设计、加工出较有代表性的四种不同结构离子源,进行性能比较实验。

图1-4是这四种离子源的工作原理图。它们依次简称为:横向敞开源、横向封闭源、横向推斥源和轴向振荡源(图1-3中:1. 电子反射极、2. 阴极、3. 电离室、4. 阳极、5. 离子聚焦极、6. 离子引出极、7. 第一离子接收极、8. 第二离子接收极。图4中除4为电子振荡极外,其余同图1-3)。离子源结构特点见表1。

1993年5月6日收

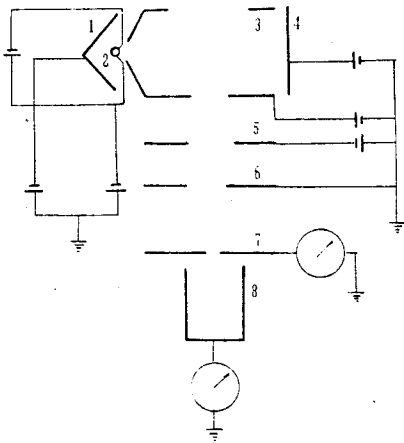


图 1 横向敞开离子源

Fig. 1 open crosswise ion source

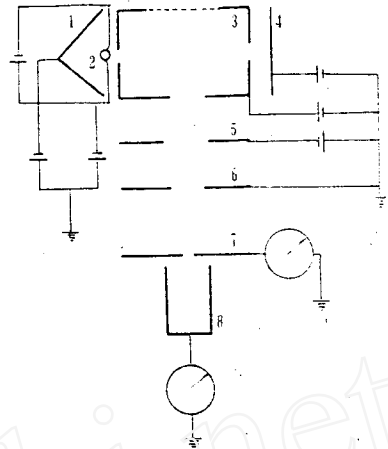


图 2 横向封闭离子源

Fig. 2 enclosed crosswise ion source

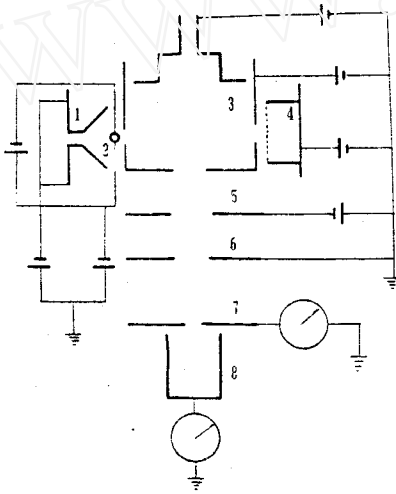


图 3 横向推斥离子源

Fig. 3 Enclosed crosswise ion source with repulsion electrode

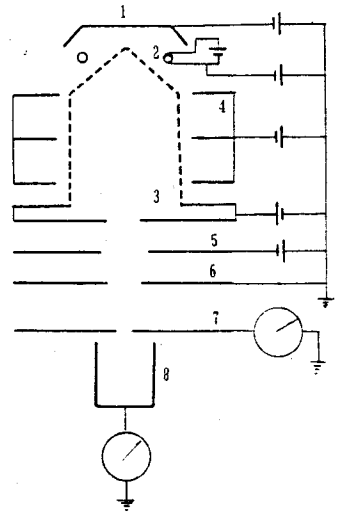


图 4 轴向振荡离子源

Fig. 4 Axial vibration ion source

表 1 离子源结构特点

离子源名称	横向敞开源	横向封闭源	横向推斥源	轴向振荡源
电子发射方向	横向	横向	横向	轴向
电子运动路径	单向单程	单向单程	单向单程	多向振荡
电离区形式	敞开式	封闭式	封闭式	半敞半闭式
离子推斥极	无	无	有	无
电子与气体运动方向	十字交叉	十字交叉	十字交叉	顺向交叉
阴极数量	单	单	双	双

除表 1 中几项不同外,其余条件如电子能量、电子发射电流、离子能量、电子反射极形状、离子聚焦系统、电离室尺寸都采用相同参数。实验中用的离子检测系统、数据测试方法、真空度测量、实验装置等采用相同器件,并在相同环境下进行离子源灵敏度的测试。

离子源灵敏度测量采用简便算法:当阴极发射电流为 1mA 时

$$S = \frac{I^+}{P}$$

式中: I^+ : 离子源输出离子流(A), P : 气体压力(Pa), S : 离子源灵敏度(A/Pa)。

离子流检测: 采用两极接收, 如图 5 所示。第一极是带中心孔的平板电极。中心孔用来限制束散角, 是根据离子束入射分析场时的情况假设的, 以便使试验数据更接近实际。孔径根据设计需要而定。本试验设该孔为 $\varnothing 1.8(\text{mm})$ 。第二极是圆筒电极, 置于第一极中心孔后面, 接收从中心孔穿过的离子流。若离子束聚焦好, 进入第二接收极的离子必然比第一极多。这可同时进行离子源灵敏度和聚焦两种性能的比较。

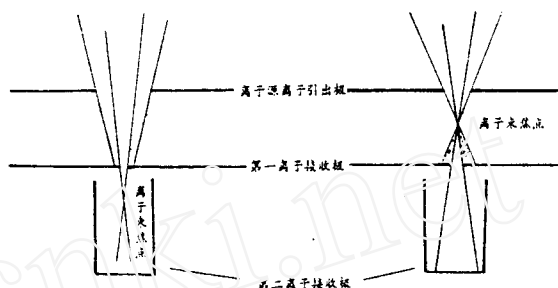


图 5 离子检测示意图

Fig. 5 Schematic diagram of ion detection

离子源各电极电参数的调节: 遵循优选法中的坐标轮换法, 依次反复巡回调节电子发射电流、电离室电压、阳极电压、灯丝对地电压、聚焦极电压和电子反射极电压, 直到离子流输出为最大值。各电极电压调节范围见表 2, 测试结果见表 3。

表 2 离子源各电极电压调节范围

调节项目	发射电流 (mA)	电离室电压 (V)	阳极电压 (V)	聚焦极电压 (V)	电子反射电压 (V)	灯丝对地电压 (V)
调节范围	0~4.5	0~150	0~150	-200~0	-200~0	-180~30

表 3 离子源性能比较

离子源名称	第二接收极灵敏度 (A/Pa)	离子源总灵敏度 (A/Pa)	第二极灵敏度/总灵敏度 (%)
横向敞开源	1.05×10^{-5}	1.55×10^{-5}	68%
横向封闭源	7.27×10^{-5}	1.29×10^{-4}	57%
横向推斥源	3.53×10^{-6}	3.12×10^{-5}	15%
轴向振荡源	6.06×10^{-6}	1.24×10^{-5}	49%

注: 该表及以后各表中的离子源灵敏度均为多次测量数据的平均值。

从表 3 可以清楚地看出横向封闭型离子源性能较好。

改变四种离子源灯丝发射电流到 4.5mA、离子能量到最大限度, 直到输出离子流最大为止。测试结果见表 4。

表 4 离子源性能比较

离子源名称	第二接收极灵敏度 (A/Pa)	离子源总灵敏度 (A/Pa)	第二极灵敏度/ 总灵敏度(%)
横向敞开源	3.9×10^{-5}	7.37×10^{-5}	53%
横向封闭源	2.34×10^{-4}	4.35×10^{-4}	54%
横向推斥源	1.24×10^{-6}	8.25×10^{-5}	15%
轴向振荡源	4.06×10^{-5}	8.63×10^{-5}	47%

由表 4 数据比较,不难看出结论与表 3 相同。在实验条件相同前提下,横向电子发射封闭型离子源在性能上优于其它几种离子源,离子能量散度也较小^[3],因此,在电子轰击气体源中值得首先选用。

1.2 离子源结构调节

为了弄清离子源各电极形状、尺寸及电参数对离子源输出性能的影响,曾进行离子运动轨迹模拟试验和离子源结构调节试验。

1.2.1 离子轨迹模拟实验

该实验用电子模拟离子的方法定性地绘制了离子源电离区电位分布图和离子运动轨迹图。实验中曾多次改变离子源的结构参数及各电极电参数,得到一系列不同的离子运动轨迹曲线。图 6 是绘制的离子源电离室电位分布图。图中离子源结构:电离室 $10 \times 10 \times 6$ (mm³);离子透镜的三孔直径 $\varnothing 2.6$ 、 $\varnothing 3$ 、 $\varnothing 2.6$ (mm),极间距 0.7 (mm),推斥极孔直径 $\varnothing 6$ (mm)。电参数:电离室 -15V;推斥极 -25V;聚焦极 +90V;引出极接地。图 7 中 a、b、c、d 分别展现了电离室出口孔直径变化所引起的离子束聚焦性能变化。

通过这些曲线图,可以增强对离子源电离区内电位分布及离子运动趋势的形象化概念。对不同结构及不同电参数下离子束聚焦情况也可初步了解。

1.2.2 离子源结构参数调节试验

为获得设计用最佳结构尺寸,对这种横向封闭源(见图 2)又进行了单机结构参数调节试验。

将离子源组装好,采用与上述相同的实验方法测其性能。然后依次改变离子源电离室、电子入口和出口孔、离子聚焦透镜、透镜极间距等不同结构参数的值,并观察离子源灵敏度的变化。

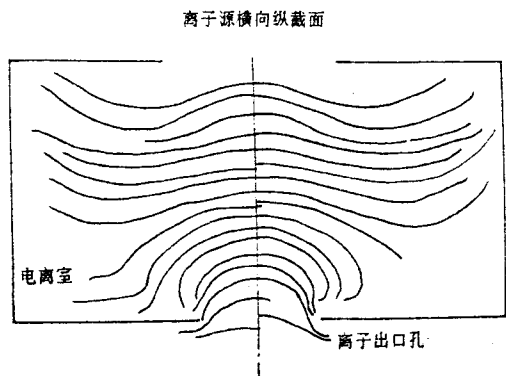


图 6 电离室电位分布
Fig. 6 Arrangement diagram of ionization chamber potential

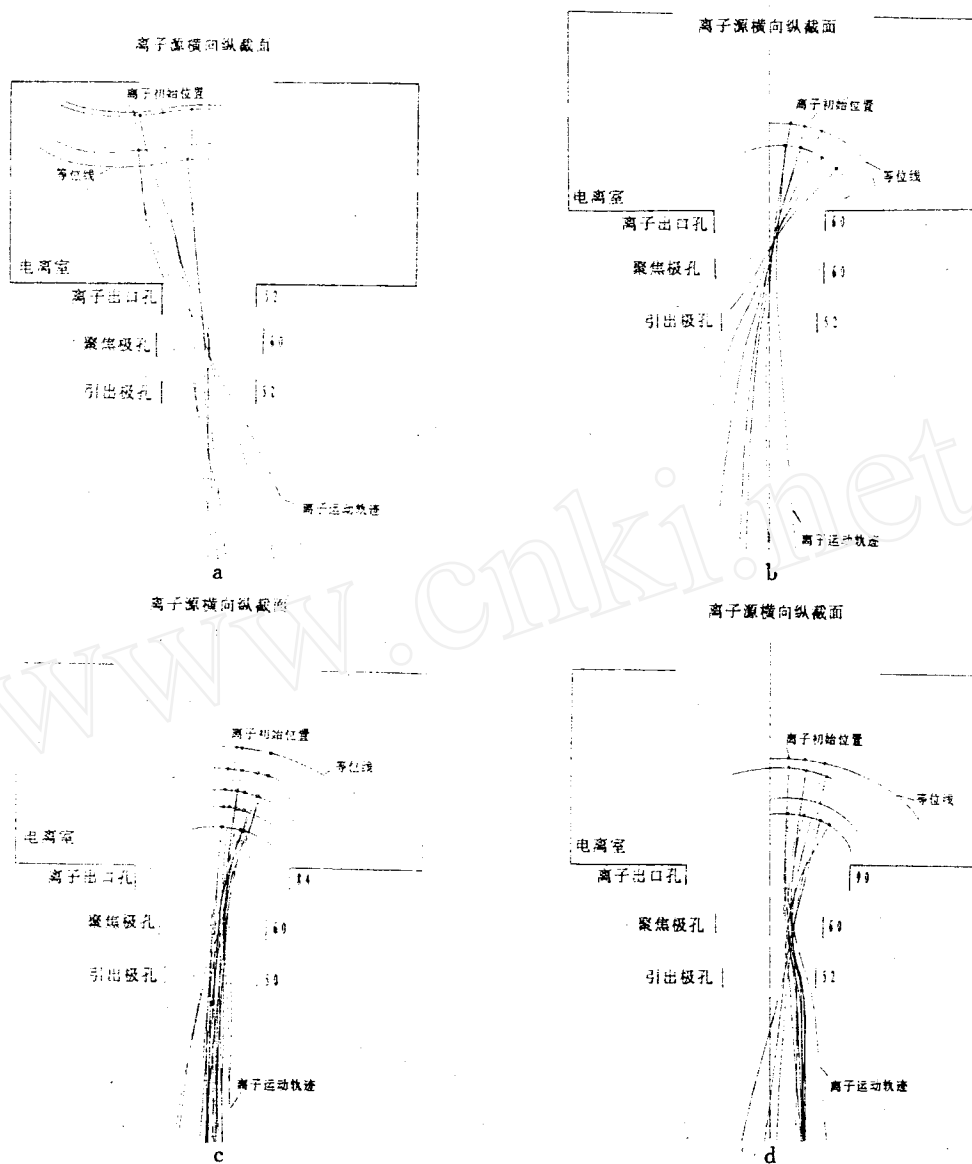


图 7 离子源离子运动轨迹

Fig. 7 Motion path of ions in an ion source

1.2.2.1 电离室尺寸调节

确定一组离子源结构参数,电子入口是 $0.7 \times 8(\text{mm}^2)$,出口是 $0.8 \times 10(\text{mm}^2)$,离子透镜三孔直径分别是 $\varnothing 2.5$ 、 $\varnothing 3$ 、 $\varnothing 2.5(\text{mm})$ 。依次改变电离尺寸,离子源灵敏度变化见表 5。

表5 电离室变化对离子源灵敏度的影响

电离室尺寸 长×宽×高 (mm)	第二接收极灵敏度 (A/Pa)	离子源总灵敏度 (A/Pa)	第二极灵敏度/ 总灵敏度(%)
15×15×6	7.27×10^{-5}	1.28×10^{-4}	57%
15×10×6	3.89×10^{-5}	7.20×10^{-5}	54%
15×15×4	1.45×10^{-5}	2.2×10^{-5}	66%
10×10×6	2.99×10^{-5}	5.82×10^{-5}	51%
15×15×4	9.08×10^{-6}	2.39×10^{-5}	38%
∅15×6	1.17×10^{-5}	1.7×10^{-5}	70%

从表5可以看出,电离室越大灵敏度越高,电离室小的灵敏度低。同时,电离室高的要比电离室低的性能好。

这是由于室大,则电离区范围大,可引出离子多的缘故。另外,从表面看当电离室取 $15 \times 15 \times 4(\text{mm}^3)$ 时,似乎离子源最大灵敏度很高,但由于聚焦性能变差,在低电子发射和低离子能量时灵敏度低,因此,从工作实际出发考虑,性能还不如 $15 \times 10 \times 6(\text{mm}^3)$ 和 $10 \times 10 \times 6(\text{mm}^3)$ 这两组参数好。

1.2.2.2 离子透镜孔径的调节

确定一组离子源结构参数,电离室是 $15 \times 15 \times 6(\text{mm}^3)$,电子出、入口分别是 $0.8 \times 10(\text{mm}^2)$ 、 $0.7 \times 8(\text{mm}^2)$,改变离子透镜孔直径比,记录离子源灵敏度的变化。

表6列出了离子透镜三中心孔直径变化时离子源灵敏度变化结果。可以看出,透镜孔大的灵敏度高。相反则低。但是,透镜孔大的离子束聚焦差,而透镜孔尺寸越小的,聚焦性能越好。在该项试验中,经数据比较可看出,透镜孔直径选 $\varnothing 2.6$ 、 $\varnothing 3$ 、 $\varnothing 2.6(\text{mm})$ 这一组时,离子源的输出性能最好。如果把第二离子接收极的离子看成是有效工作离子流,那么,透镜尺寸的好坏并非完全按着透镜孔径的大小顺序排列,而是不规律排列。这说明对离子聚焦系统,透镜孔尺寸不是决定离子流大小和聚焦性能的唯一因素。必须根据其它参数综合确定。不过,上述几种透镜的组合尺寸都可用在不同质谱计离子源的设计中。

表6 离子透镜孔变化对离子源灵敏度的影响

透镜孔尺寸 (∅mm)	第二接收极灵敏度 (A/Pa)	离子源总灵敏度 (A/Pa)	第二极灵敏度/ 总灵敏度(%)
3 3.5 3	3.23×10^{-5}	7.88×10^{-5}	41%
3 3.5 2.6	7.08×10^{-5}	1.07×10^{-4}	66%
2.6 3 2.6	7.27×10^{-5}	1.28×10^{-4}	57%
2.3 2.6 2.6	3.87×10^{-5}	5.6×10^{-5}	69%
2.1 2.4 2.1	3.77×10^{-5}	5.3×10^{-5}	71%
2.1 2.1 1.6	5.2×10^{-5}	7.27×10^{-5}	72%
1.6 2.1 1.1	2.78×10^{-5}	2.86×10^{-5}	97%

1.2.2.3 电子入口和出口孔面积的调节

确立一组离子源结构参数,电离室选 $10 \times 10 \times 6(\text{mm}^3)$,聚焦透镜选 $\varnothing 2.6$ 、 $\varnothing 3$ 、 $\varnothing 2.6(\text{mm})$ 这一结构尺寸。改变电离室电子入口和出口孔的面积。记录离子源灵敏度的变化。表7展现了电子入口尺寸改变引起的离子源灵敏度的变化。

表 7 电子入口孔变化对离子源灵敏度的影响

电子入口尺寸 (mm ²)	第二接收极灵敏度 (A/Pa)	离子源总灵敏度 (A/Pa)	第二极灵敏度/ 总灵敏度(%)
0.7×8	1.5×10^{-5}	2.02×10^{-5}	74%
0.8×10	1.82×10^{-5}	3.24×10^{-5}	56%

当电离室尺寸选 $10 \times 10 \times 6$ (mm³), 离子透镜孔径选 $\varnothing 1.5$ 、 $\varnothing 2$ 、 $\varnothing 1.5$ (mm), 第一离子接收极中心孔径为 $\varnothing 1.5$ (mm) 时, 改变电子入口, 测试结果如表 8。

表 8 电子入口孔变化对离子源灵敏度的影响

电子入口尺寸 (mm ²)	第二接收极灵敏度 (A/Pa)
3 个相连的 $\varnothing 0.5$ mm 孔	5.08×10^{-6}
3 个相连的 $\varnothing 0.35$ mm 孔	2.36×10^{-7}

两表中数据可表明, 电子入口大的灵敏度高。因为入口大, 进入电离室的电子多, 可增加电离几率。

1.2.2.4 离子透镜极间距离的调节

确定一组离子源结构参数, 电离室为 $15 \times 15 \times 6$ (mm³), 三透镜孔直径是 $\varnothing 2.4$ 、 $\varnothing 3$ 、 $\varnothing 2.4$ (mm), 改变透镜极间距离, 测离子源灵敏度。表 9 展示了聚焦透镜各电极间距变化时离子源灵敏度的变化。

表 9 离子透镜极间距离变化对离子源灵敏度影响

聚焦透镜极间距 (mm)	第二接收极灵敏度 (A/Pa)	离子源总灵敏度 (A/Pa)	第二极灵敏度/ 总灵敏度(%)
0.8 0.8	4.34×10^{-5}	6.29×10^{-5}	69%
0.6 0.6	3.17×10^{-5}	4.23×10^{-5}	75%

改用 $15 \times 15 \times 6$ 电离室, 三聚焦透镜孔分别是 $\varnothing 1.6$ 、 $\varnothing 2.1$ 、 $\varnothing 1.1$ (mm) 时, 改变极间距的测量结果列在表 10。

表 10 离子透镜极间距离变化对离子源灵敏度影响

聚焦透镜极间距 (mm)	第二接收极灵敏度 (A/Pa)	离子源总灵敏度 (A/Pa)	第二极灵敏度/ 总灵敏度(%)
0.82 0.82	1.72×10^{-5}	1.84×10^{-5}	93%
0.72 0.72	2.78×10^{-5}	2.86×10^{-5}	97%
0.55 0.55	5.0×10^{-5}	5.24×10^{-5}	95%

从两表中的数据变化都可以看出, 离子源性能有随聚焦系统电极间距的增大而减弱的趋势。极间距的大小可以决定离子焦点的位置及离子束散角。这与前面离子轨迹试验中结论是一样的。同时还可看出, 针对不同电离室尺寸, 即使相同的极间距时, 离子源输出

灵敏度也不相同。说明离子束的焦点和散角还与离子的初始能量有关。

1.2.2.5 双灯丝离子源备用灯丝电位的调节

确定一组离子源结构,电离室选用 $\varnothing 15\text{mm}$ 、高6mm的圆筒,三透镜孔直径是 $\varnothing 1.6$ 、 $\varnothing 2.1$ 、 $\varnothing 1.6(\text{mm})$ 。改变备用灯丝的电位,记下离子源灵敏度的变化,见表11。

表11 备用灯丝电位对离子源灵敏度影响

备用灯丝组件电位状态	第二接收极灵敏度 (A/Pa)	离子源总灵敏度 (A/Pa)	第二灵敏度/总灵敏度(%)
-200V~0可调	6.5×10^{-6}	7.6×10^{-6}	85%
与电离室等电位	2.41×10^{-5}	2.42×10^{-5}	99%
与工作的电子反射极等电位	8.18×10^{-6}	9.53×10^{-6}	86%

表11展示了具有备用灯丝的横向封闭离子源中备用灯丝电位对离子源灵敏度的影响。从表中数据可以观察到,备用灯丝组件电位变化的三种情况对离子源灵敏度的影响基本相似。相比之下灯丝备件与电离室等电位时输出性能要稍好一些。当离子源需要设置备用灯丝时,它的电位可以采用与电离室相同这一方案。

1.2.2.6 其他因素的调节

此外还进行了聚焦电极的设置、真空度测量位置、离子源各电极电参数的调节顺序、灯丝发射电流等因素对离子源性能影响的试验。观察结果说明:有离子聚焦电极的存在,可提高离子源灵敏度;发射电流的增大可使灵敏度增加。但到一定程度,离子流反而会降低。这说明发射电流调节的同时还应配合其它电极电参数的调节;真空度的测量位置不同,可造成离子源在灵敏度上的差别。这表明真空测量位置准确选择的重要性。实验证明测量点设在靠离子源较近的地方,真空度值比较准确;离子源各电极电参数的调节顺序对离子性能影响不大,采用不同的调节顺序造成灵敏度平均值的差别仅限于小数点后第一位。

通过上述各项试验证明,离子源的输出性能主要取决于其自身的结构特点、电极个数、形状、尺寸大小及电极电参数等因素。而且各因素对离子源性能的影响并不是单一的,而是各因素综合作用的结果。因此,在离子源设计中,必须根据仪器的具体要求全面考虑,做出适当选择,使结构、尺寸和电参数达到获取离子源高灵敏度的最佳配合。

2 离子源工艺研究

离子源零件的加工精度、表面处理、组装、清洗,以及灯丝材料的选择、电离室内外气体压力比,对离子源的性能及输出稳定性都有很大影响。

2.1 离子源选材和加工工艺

在仪器设计中,必须考虑离子源要耐受 300°C 烘烤,因此,离子源加工用材料应经过认真选择。一般情况下,采用钨、钼、无磁不锈钢、无氧铜、镍和陶瓷之类都是可行的。但是,如果用镍等真空中易蒸散材料做高温电极或高温电极的引线时,应慎重斟酌。

零件加工精度直接影响着离子源的组装精度。离子源是需要经常拆洗的部件。在每

次拆洗后,再组装精度的保证是离子源输出性能稳定的重要前提。因此,在离子源设计时一定要提出合理的精度要求,并在加工中得到保证。离子源电离室的加工一般最好采用棒材线切割成形。这样既可保证加工精度,又是整体结构,不易改变形状。组成离子聚焦透镜的三个电极一般都用板材或带材制成。不过都应经过整形处理,达到一定的平整度要求。和单极场相配的离子源各电极都采用了高频炉真空热定形整平处理,效果很好。

离子源各电极组装时的定位件和绝缘子采用高频陶瓷制成。质谱仪是多电极仪器,工作时不仅有直流高压,而且有高频电压。用高频陶瓷做绝缘子和定位件可抗高频干扰。陶瓷坚硬不易变形,耐高温,可机加工成高精度件,定位效果好,轻度污染后可洗清再用。比用其它贵重材料经济。

2.2 清洗工艺

离子源在拆洗时应特别注意,除避免各电极发生较大变形外,要特别注意真空卫生,根据使用经验,离子源清洁处理较好的,可长时间使用而性能维持不衰。

3 电子轰击离子源引起谱图失真的研究

在质谱分析中,有时会发生谱图失真的现象。因此在离子源设计中要认真对待,必须消除引起失真的隐患。

在高真空条件下,氧气和水蒸汽极易与炽热的灯丝作用,产生活性极强的氢、氧原子,并与灯丝和器壁材料中的碳发生反应,生成一氧化碳和二氧化碳。如果在仪器的真空抽气系统中有油蒸汽存在,也可和灯丝反应,生成一氧化碳和二氧化碳。这些再生气体混入样品气中,会使样品气各成分的比例发生变化。虽然生成气体是一氧化碳和二氧化碳,但是,由于一氧化碳的质荷比是 28,正好和氮气的质荷比一样,在质谱图上峰落同处。这样,最终导致了质谱图上 28 和 44 峰峰形的歧变,使测量失真。图 8 就是某型号仪器在测量高浓度氧气时谱图失真的一个例子。

可以看出,在样品气成份不变的情况下,氮峰和二氧化碳峰峰值明显向上漂移。因此,防止测量失真也是质谱仪离子源设计中必须解决的一个问题,尤其在定量质谱分析中。

4 离子源设计中防止测量失真的措施

4.1 灯丝材料的选择

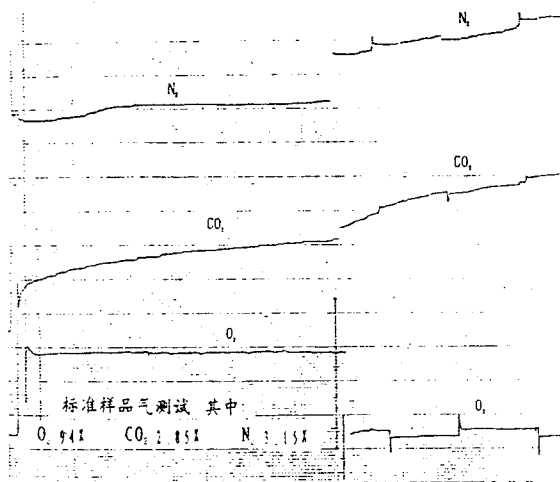


图 8 测氧失真质谱图

Fig. 8 Distorted mass spectrum
in detecting oxygen

在普通的质谱仪器中,或在进行一般残气分析中,离子源的阴极材料可用钨、铯等制成。但是在进行高氧浓度气体或在含有大量水蒸气、油蒸气的分析时,上述材料就不宜使用。为消除测量失真必须降低灯丝发射温度及尽可能地消除碳元素,选用含碳量小、电子发射温度低、抗氧化能力强的阴极材料。铱涂氧化钨阴极的电子发射温度在 1200K 左右,不仅能够降低氧在灯丝上的分解度、降低氧与灯丝材料中碳杂质的反应,同时也保证了高氧浓度样品气分析时灯丝的寿命。因此,可选用这类阴极材料作离子源灯丝。

4.2 电极表面处理工艺

为防止在灯丝表面分解而生的氢、氧原子与离子源器壁材料中碳结合产生一氧化碳,对离子源制造材料也必须认真选择。无磁不锈钢虽然是极好的真空材料,但含碳量高,易与原子氧反应。黄金是一种性能稳定的金属,任何情况下都不直接与氧结合^[4],但它质地软,易变形,价格昂贵。因而,除应尽可能采用质地坚硬且性能稳定的材料外,还可采用不锈钢镀金方案。

4.3 离子源电离室的设计

通过离子源结构调节试验可以看出,电离室的设计又是离子源设计中的关键。因为在电离室设计中除了其自身尺寸大小需考虑外,还涉及到电子出、入孔和离子出口的认真选择。根据前面实验可知,电离室、电子出、入孔,离子出口孔越大,则离子源灵敏度越好。但是,根据质谱测量中有可能会发生峰形畸变和失真的情况考虑,这些参数又应取小的值。因为设计具有较小流导的电离室是消除再生气体干扰的有效措施。根据前面的分析可知,再生的干扰气体主要产生在离子源灯丝区。在高真空条件下,减小离子源电离室电子出、入孔和离子透镜孔的尺寸,降低电离室对外流导,可以增加直接进入电离室内样品气体的压力,并减小室外灯丝干扰气体向室内的二次回流,降低对样品气体的影响。

如果仅从防止测量失真出发,电离室流导越小越好。但是,这样一来会导至离子源的灵敏度下降。为兼顾各方面性能,必须采用合理的结构尺寸。比如,在用来进行高氧成分气体的离子源设计中,采用的电离室内、外压差为 $100:1^{[9]}$,这样就把再生干扰气体对样品气的影响降到 1% 以下,达到完全可以忽略不计的程度。

5 几种单极质谱计离子源

根据多年来研究结果,我所设计了多种离子源,有单极残余气体分析器离子源、便携单极质谱计离子源、呼吸质谱仪离子源、电子诱导脱附表面离子分析器离子源及潜用质谱仪双灯丝离子源。这些离子源不仅都能满足单极质谱计的使用要求,而且稍加改进也能与四极和其它质谱仪器相匹配。

图 9 是电子诱导脱附表面离子分析器离子源。图 10 是呼吸质谱仪离子源。图 11 是双灯丝离子源。

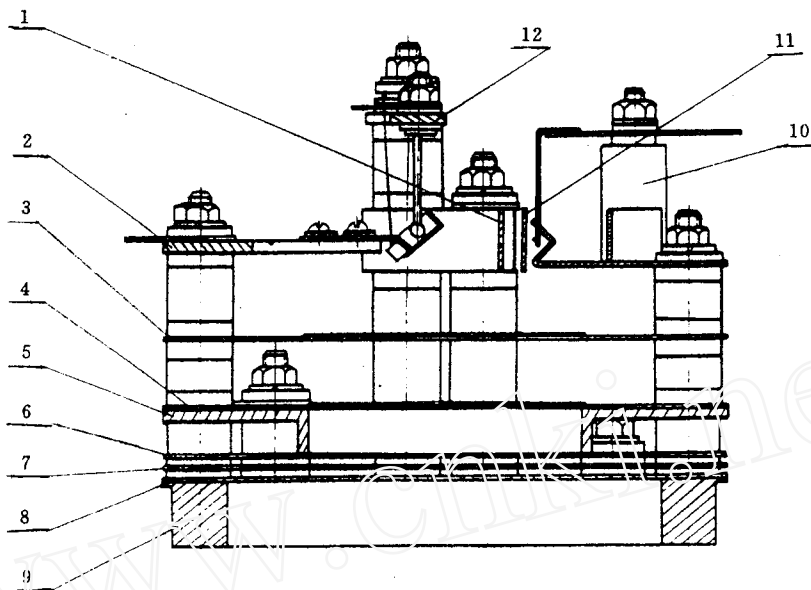


图 9 电子诱导脱附表面离子发生器

fig. 9 Ion source of surface analysis

apparatus for electron-inducement desorption

1. 电子聚焦极 2. 样品靶组件 3. 副栅极 4. 气相离子拒斥极 5. 离子汇聚室
6. 汇聚室离子出口极片 7. 离子聚焦极 8. 离子引出极 9. 离子源法兰
10. 灯丝组件 11. 电子聚焦极 12. 加热灯丝

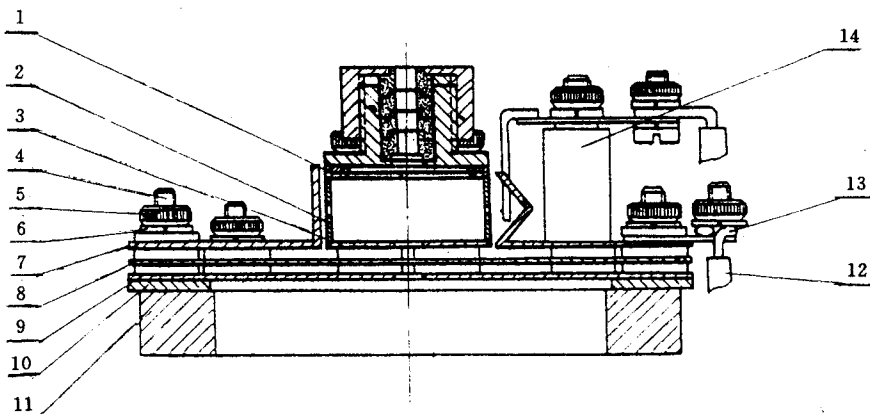


图 10 呼吸质谱仪离子源

fig. 10 Ion source of respiratory mass spectrometer

1. 进样管 2. 电离室 3. 电离室离子出口片 4. 螺钉 5. 螺母 6. 垫圈 7. 阳极 8. 聚焦极
9. 离子引出极 10. 调节电片 11. 法兰 12. 绝缘套管 13. 电极引线 14. 灯丝组件

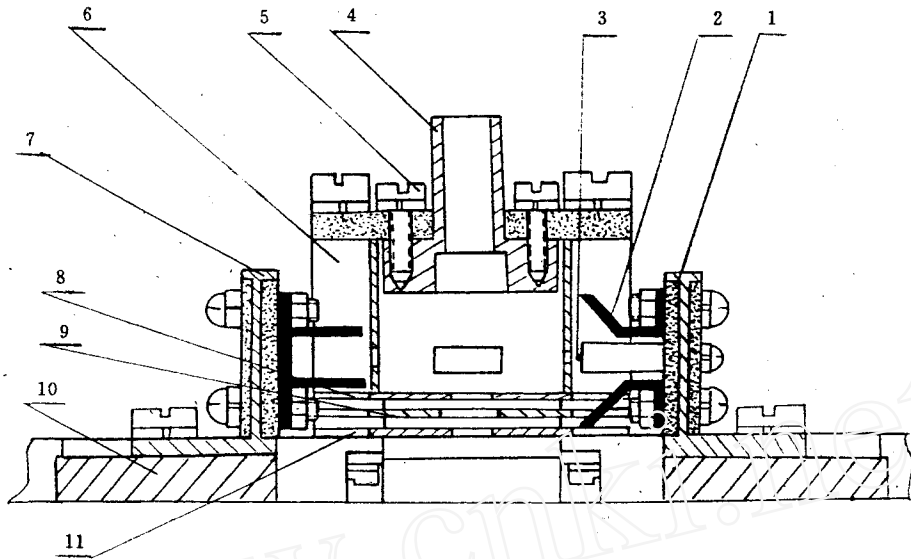


图 11. 双灯丝离子源

fig. 11 Double filament ion source

1. 绝缘陶瓷 2. 电子反射极 3. 灯丝 4. 进样管 5. 螺钉 6. 电离室 7. 灯丝支架
8. 电离室离子出口片 9. 聚焦极 10. 法兰 11. 离子引出极

6 结束语

本文所述内容只是试验中的一部分,供质谱仪设计者参考。

致谢:

在离子源的研制过程中,刘学博、李书文、杨龙根、方金炉、李绍才等同志曾给予各种帮助和协作,特此表示诚恳感谢。

参 考 文 献

- 1 许胜国. 航天医学与医学工程,1990,3(3):203.
- 2 许胜国,刘学博等. 真空,1989,(5):26.
- 3 季欧. 分析仪器,1972,(3):16.
- 4 陈志敏. 分析仪器,1988,(4)31.
- 5 孔庆升等. 真空技术,1975,(3):59.
- 6 七七二厂. 真空技术,1978,(5):50
- 7 解同福. 真空技术,1977,(1):22
- 8 刘学博等. 质谱学杂志,1985,6(3):62
- 9 NASA CR-1546: TWO GAS ATMOSPHERE SENSOR SYSTEM (MASS SPECTROMETER),

1970.

- 10 Mauersberger K, Dison D H. *Inter J Mass Spec Ion Phys*, 1973, (11): 72-74.
11 Trodden W G, Genkins R O. *JEC*, 1964, (16): 4. 407

Several Problems on the Structure and Technology of Ion Source of Thermoelectron Bombardment Gas

Xu Shengguo

(Institute of Space Medico-Engineering, Beijing 100094, China)

Received 1993-05-06

Abstract

Ion source design is extremely important in developing a mass spectrometer. Performance of an ion source depends on many factors of each electrode such as structure, shape, size and electric parameters. In this study ion motion trace is revealed by simulating experiments, which for those who are interested in this field, may enhance their perceptual knowledge and imagery concept of potential distribution inside ionization region of an ion source and tendency of ion motion so as to make them understand more about the focus changes of ion beam under the condition of different structures and electric parameters. In addition, this paper expounds which ion source is worthwhile to be first selected by the performance comparison of the ion sources with different structure; it also gives, as far as possible, an exposition of the effects of structural characteristics, electrode number, shape, geometry and electric parameter on the ion source performance by the experiment of structural adjustment. Some graphs and data are provided for reference.

Key Words: ion source, experiment, design.