

# 阴极发光仪电子枪\*\*\*

周晓军 张义德  
许波 王欲知  
(成都电讯工程学院)

## 提 要

本文介绍了阴极发光仪气体放电式电子枪的工作模式选择、设计方法和性能研究。实验获得的电子枪在不同电压下放电电流与压强的关系曲线对正确使用阴极发光仪有一定实用价值。

### 一、概述

阴极发光仪是近几年才出现的一种新型地质仪器。它可以与显微镜、照像机等配合,分析地质勘探得到的矿物样品成分、含量、结构等、具有准确、方便、迅速、直观的特点,因此近来越来越为地质、石油部门所重视。

阴极发光仪用电子束激励矿物样品,样品受激发光时用显微镜放大,并用照像机拍摄下来。根据光的强度和颜色即可对矿物作分析比较,阴极发光仪要求电子枪能够产生一束能量和束斑可以改变的电子束。

我们研制的阴极发光仪电子枪是气体放电式电子枪,具有以下两个显著的优点:(1)能在低真空下工作,对泵和真空密封要求不高;可暴露大气,更换样品方便。(2)结构简单。成本低。

### 二、工作原理

阴极发光仪工作原理图见图1,阴极发光仪内的压强由抽气泵和放气针阀共同控制。在一定的气压下,阴极和阳极之间加上一定的电压后开始放电,电子束从阳极孔射出,经聚焦和偏转后打在样品上,样品受激辐射的光子通过透镜进行分析,由于电子枪采用了球

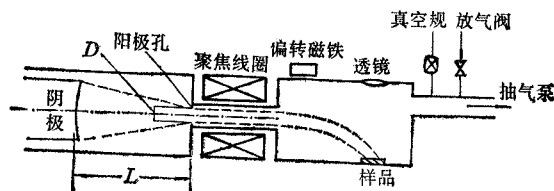


图1 分析仪器示意图

\* 1986年1月20日收到,1986年5月10日修改定稿。

\*\* 中国科学院科学基金委员会资助课题。

面阴极,使放电产生的电子束有一定的自汇聚作用<sup>[1]</sup>,电子束又经磁场聚焦,因此在样品上可以得到较小的电子束斑。电子束斑大小可通过改变聚焦磁场进行调节。国外同类仪器电子束半径的变化范围是 1—20 mm<sup>[2]</sup>。

对不同的样品,往往需要不同的电子束能量。为不损害样品,电子束能量增加时,必须减小轰击电流,因此还要求电子枪要满足表 1 所列条件<sup>[2]</sup>。

表 1

电 压 (kV)	最大允许电流 (mA)	功率(W)
8	0.6—0.8	4.8—6.4
12	0.4	4.8
16	0.3	4.8
18	0.2	3.6

### 三、气体放电电子枪的工作模式

气体放电电子枪可以有几种工作模式,为使样品分析能得到较大的电流密度,并能够在一定的压强下改变放电电压调节轰击电流,我们选用异常辉光放电<sup>[3]</sup>作为电子枪的工作模式。

### 四、电子枪的设计

1. 阴极的设计 为得到较大电流密度,采用了球面阴极。使用球面阴极可在同样的放电条件下,在样品处得到较大的电流密度,减少阴极材料的溅射,延长枪的使用寿命。

为估计球面阴极对电流密度的影响,我们测量了不同电压下的靶电流和总电流,并以两者的比值与面积比作了比较(表 2 中最后一列)。实验结果如表 2 所示。

表 2

压强为  $34 \times 10^{-3}$  mmHg, 阴极孔面积与总面积之比为 0.082

电压 (kV)	总电流 ( $\mu$ A)	靶电流 ( $\mu$ A)	$\eta$ (靶电流/总电流) (%)	$\eta/0.082$
8	40	6.5	16.25	1.98
10	80	19	23.75	2.90
12	170	52	30.59	3.73
14	330	98	29.70	3.62
16	540	170	31.48	3.84
18	1000	360	36.00	4.39

由表 2 可知电流比要比面积比大 2—4 倍。由此可粗略说明球面阴极的自汇聚作用可使电流密度提高 2—4 倍。

2. 阳极的设计 阳极为中心有一电子束射出孔的膜片,阴极与阳极之间的距离  $L$  和阳极孔径  $D$  对靶电流有很大影响。阳极应置于阴极球面曲率中心上(曲率半径为 75 mm),以得到最小的电子束直径。图 2 是两组不同  $L$  下得到的实验曲线,图中实线为  $L=75$  mm,虚线为  $L=68$  mm。由图可知,当阳极偏离球面曲率中心时,靶电流与总电流的比值下降,且电压越高下降的幅度越大。

阳极孔径  $D$  的大小也影响上靶电流。 $D$  越大上靶电流也大,但电子束直径也加大。实

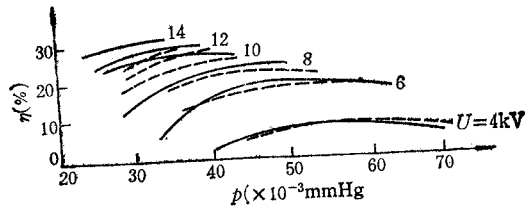


图2 η与p的关系曲线,阳极电压U为参变量

验确定D为4mm较合适.

**五、电子枪性能研究**

为确定电流密度在半径方向的分布,我们在阳极孔外安装了一组同心环形靶,在最佳聚焦电压下测量了各环形靶上的电流,计算出各层靶的电流密度,结果见表3. 电流密度沿径向的分布如图3所示.

**表 3**

p(×10 <sup>-3</sup> mmHg)	U(kV)	J <sub>r</sub> (μA/cm <sup>2</sup> )							
		r <sub>1</sub> =1(mm)	r <sub>2</sub> =2.5	r <sub>3</sub> =4	r <sub>4</sub> =5.5	r <sub>5</sub> =7	r <sub>6</sub> =8.5	r <sub>7</sub> =10	r <sub>8</sub> =11
61	6	0.87	0.032	0.025	6.2×10 <sup>-3</sup>	3.4×10 <sup>-3</sup>	6.8×10 <sup>-3</sup>	3.9×10 <sup>-3</sup>	1.7×10 <sup>-3</sup>
52	8	1.67	0.028	0.023	4.7×10 <sup>-3</sup>	2.3×10 <sup>-3</sup>	5.8×10 <sup>-3</sup>	4.7×10 <sup>-3</sup>	1.7×10 <sup>-3</sup>
46	10	1.66	0.021	0.01	9.4×10 <sup>-3</sup>	2.3×10 <sup>-3</sup>	2.8×10 <sup>-3</sup>	2.3×10 <sup>-3</sup>	2.6×10 <sup>-3</sup>
36	12	1.67	0.025	0.01	6.2×10 <sup>-3</sup>	1.1×10 <sup>-3</sup>	1.8×10 <sup>-3</sup>	1.6×10 <sup>-3</sup>	1.7×10 <sup>-3</sup>

定义电流密度为最大值的1/e处的半径为电子束半径,则得出不同条件下的电子束半径r<sub>e</sub>见表4.

**表 4**

p(×10 <sup>-3</sup> mmHg)	U(kV)	r <sub>e</sub> (mm)
61	6	2.7
52	8	1.0
46	10	0.8
36	12	0.7

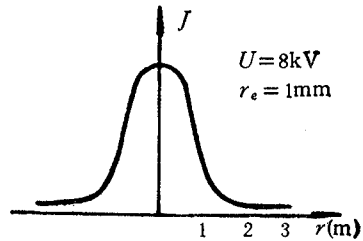


图3 束电流密度的径向分布

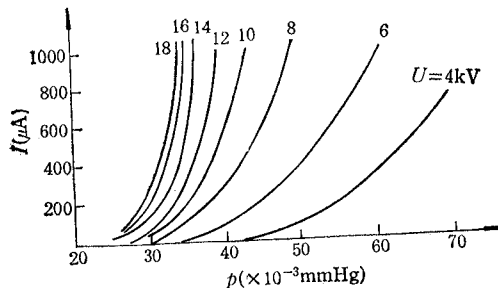


图4 总电流与压强的关系曲线,电压为参变量

## 六、电子枪的使用特性

阴极发光仪电子枪按不同需要可改变压强, 也可改变电压调节电流。图 4 是在不同电压下总电流随压强变化的特性曲线, 可供操作者在使用中参考。

本课题是与成都地质学院联合研制的阴极发光仪的一部分。

## 参 考 文 献

- [1] P. Tikuisis et. al., *J. Appl. Phys.*, 54(1983), 1.
- [2] 美国阴极发光仪说明书, 1980 年。
- [3] 清华大学、华南工学院合编, 阴极电子学与气体放电原理, 国防工业出版社, 1980 年。

## A NEW GUN FOR CATHODE LUMINESCENT INSTRUMENT

Zhou Xiaojun, Zhang Yide, Xu Bo and Wang Yuzhi

(Chengdu Institute of Radio Engineering)

This paper introduces the design and the manufacture of a new type gas discharge gun for the cathode luminescent instrument. It contains the decision of the operating model, the design of the discharge gun and the measurements of the gun performance. The experimental curves of the discharge current versus pressure at various potentials will be of great value to the people who operate the cathode luminescent instrument.