

# 激发光谱的二阶法研究

A. B. 卡亚金等

光激光器在发射光谱学中有二方面的应用。在一种情况下，直接记录激光束作用下从样品处逸出的物质火焰的闪光；在另一种情况下，使用激光光的闪光使物质变成蒸气状态，紧接着再使它进入第二个光谱源（电弧、火花等）。后一种方法称为激发光谱的二阶法。以前我们曾经指出，迄今，激发光谱的二阶法，对于发射光谱学来说具有一定的优点。本文的目的是进一步研究应用激发光谱的二阶法，以地质为对象进行定量的光谱分析。

采用敏玻璃的光激光器装置进行研究，以碳电极之间的交流电弧作为第二个光谱源。激光闪光一次，电弧燃烧的持续时间是2秒，用 ИСП-22 型摄谱仪拍摄光谱，此时采用苏联国家标准型号 II 16 单位的干板。被氧化铜和溴化钾稀释的、且被压成片剂的闪石作为样品，该闪石的直径为22毫米、厚2毫米、质量2.5克。

众所周知，激光光束和物质的相互作用是使这种物质发生剧烈蒸发的过程，这种物质放置在此后由其光斑形状选出样品的焦点处。在激光光束的作用下，样品表面形成了一个火焰口。在我们研究的情况下，其直径达1毫米、深达1.5毫米。由能量为20焦耳的一次闪光所逸出的物质的质量达4毫克；物质的数量大致接近通常的光谱分析法中所使用的剂量。

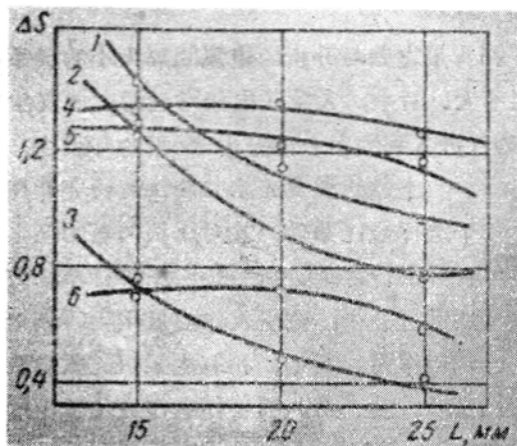


图1 泵浦能量为10(1,2,3)和15(4,5,3)千焦耳时，光谱线的黑度和背景之差与样品表面到放电轴距离之间的依赖关系  
1和4是硅 2506.9埃； 2和5是铝3028.2埃；  
3和6是锰 2794.8埃。

锰、铝、硅光谱线的黑度和泵浦能量（在8-15千焦耳的范围内）之间关系的变化研究表明，当样品表面到电弧放电轴之间的距离给定时，光谱线的黑度随着光激光器泵浦能量的增加而增长；这是由于蒸发物质的火焰口的尺寸随着泵浦能量的增加而增长之故，因而，所有较大的被分析物质达到电弧带区。可以假设，在泵浦能量很大的情况下，当火焰口的长度超过这种距离，而电弧放电区域完全被蒸发物质的云状物遮盖时，进一步增加泵浦能量，也不会引起电弧带区中被研究物质的浓度的增加；因而，在这种情况下，光谱线黑度的变化应该很小。

下面详细地研究泵浦能量相同时，硅、铝、锰元素的光谱线的黑度和背景之差的变化与由样品表面到放电轴的距离之间的依赖关系（图1）。这里，在强闪光（图中4—6光谱线）和弱闪光（1—3光谱线）的情况下，应该注意黑度曲线不同过程的本身。强闪光时，不会观察到黑度的巨大变化；弱闪光时，当增加样品表面和放电轴之间的距离，就会出现光谱线黑度较为剧烈的衰减。看来，后一种情况可解释为：

激光光束作用下，物质蒸发时形成的火焰的尺寸和形状不同所致。相同的一些元素，在不同的泵浦能量下得到的黑度曲线的交点证明，即使在样品表面到电弧放电轴之间的距离很小时的弱闪光的情况下，蒸发物质的数量和陷入放电的物质的数量，对于在放电的云状物中形成和强闪光时具有相同的质点浓度，是足够的。

光谱线的黑度和光谱背景的差与形成光谱的闪光次数的依赖关系的研究表明，可以期望，光谱线的黑度随着闪光次数的增加而增长。但是，闪光次数一定时，黑度曲线显然能经受住电弧背景所引起的饱和状态。

图2表明，电弧电流值的变化，不同元素的光谱线的黑度和背景之差变化很小，其特点是，碳的2478.6埃光谱线（电极材料）的性质不同于组成样品元素的光谱线的性质：

即前者强烈地依赖于电弧电流的强弱。因此，在激发光谱二阶法的情况下，不同过程对电极的影响是相当弱的。

在电流值相同（8安）的情况下，光谱线的黑度和背景之差与分析的电弧间隔大小的关系的研究表明，分析间隔增加时，光谱线的黑度变化不大。看来，大致在电极附近的区域发生放电功率的增加；而整个过程中，在被分析物质的蒸气进入到的中心部分中，反射的却很少。

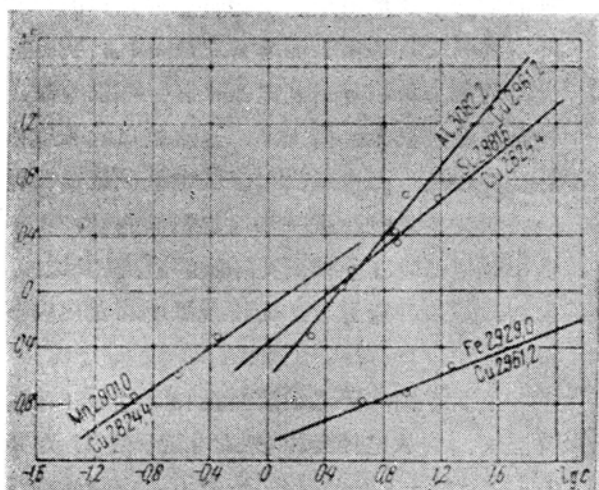


图3 用激发光谱的二阶法分析压块闪石时得到的刻度图

根据几十次的测量结果，对分析的还原程度进行了估计，给出的值接近于应用通常

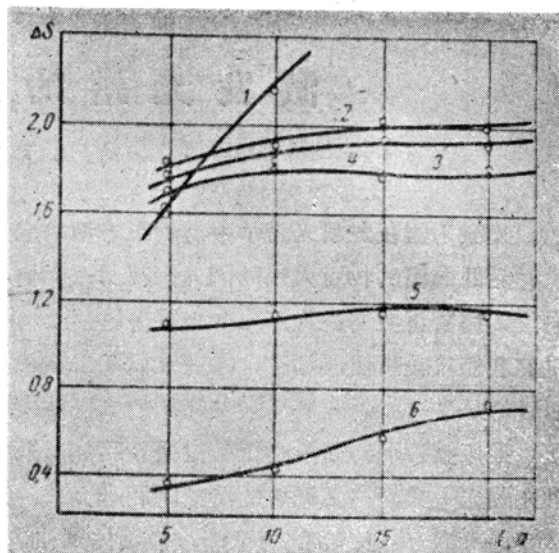


图2 光谱线的黑度和背景差与电弧电流大小的关系曲线

- 1—碳 2478.6 埃； 2—镁 2802.7 埃；
- 3—硅 2881.6 埃； 4—铁 3020.6 埃；
- 5—铜 2324.4 埃； 6—锌 2801.0 埃；

上述的激发光谱二阶法的研究能用于选择最佳条件，并对压块闪石的基本成分进行定量分析；按照三种标准的方法进行分析。被引入作为氧化物的铜线利用作为内标准，和氧化铜一起压成块状的、被分析的闪石样品作为化学上的标准，交流电弧（ $I=8$ 安）作为第二个光谱源。泵浦能量为15千焦耳的光激光器每闪光一次就得到一条光谱。电弧分析间隔是4毫米，样品表面到放电轴之间的距离是20毫米。所得到的刻度图图示于3。

由图可见，所有的点都很好地位于

的光譜法所得的值。还原程度为 5—20%。根据由化学成分一定的若干已知元素組成的样品来檢驗分析精度(見表)。

被分析的元素	化学分析的结果, %	应用激发光譜的二阶法进行光譜分析的结果, %
硅	16.6	14.9
鋁	4.9	4.6
鉄	22.7	26.2
錳	0.18	0.189

同样应该指出, 用二阶法得到的所有的光譜中, 带有碳电极的背景, 較之于采用普通的方法时所得到的要少得多; 这是由于电弧曝光减少的结果(达二秒)。看来, 这种情况有可能进一步增加测定一系列元素的灵敏度。

## 結 論

1. 对激发光譜二阶法的各种参数的研究表明, 应用发射能量为 10—20 焦耳的光激光器能成功地以地质为对象进行光譜定量分析。
2. 采用激发光譜的二阶法时, 能消除电极上所发生的过程的影响。

譯自 Ж. прикладной спектроскопии, Том 2, вып. 4 (Апр. 1965) 364—366

張榮康譯 沃新能校

## 重复性 Q- 突变連續泵浦的掺釹鈮鋁石榴石光激光器

J. E. 爵西克等

在室溫下連續運轉的掺釹鈮鋁石榴石(YAG: Nd)光激光器以前曾經討論过, 並观察到在 1.06 微米处連續輸出 1.5 瓦。本文的目的是报导用連續泵浦掺釹鈮鋁石榴石光激光器的重复 Q- 突变产生的重复高功率脈冲振盪。

在本实验中采用 Q- 突变、外反射鏡的 YAG: Nd 光激光器。此激光共振器由反射率为 99.4% 的平面反射鏡及离此反射鏡 1/4 米处的一块反射率为 99.8%、半徑为 1/4 米的球面反射鏡所組成。掺釹鈮鋁石榴石棒直徑为 3 毫米、长为 3 厘米、掺 Nd 原子 1.8%。棒端是平面、平行的, 在 1.06 微米处塗有不反射层。用 1000 瓦的西耳瓦尼亚 (Sylvania) DXW 碘钨灯在鍍金的橢圓柱体内連續泵浦激光棒。本实验中的 Q- 突变是用快速旋轉平面共振反射鏡来完成的, 其轉速能控制在 50 轉次/秒至 600 轉次/秒。

当平面反射鏡固定不动並排成一行时, 振盪閾值加到泵浦灯上的功率为 500 瓦。当灯輸入 1000 瓦时, 激光輸出为 250 毫瓦。以同一的灯輸入同一功率, 旋轉平面反射鏡轉速大于 100 轉次/秒就产生具有 250 瓦峯值功率的重复 Q- 突变脈冲。不想用改变輸出的耦合来改善