

不透明矿物的反射光谱鉴定

郑楚生

(中国科学院地球化学研究所)

矿物反射光谱是一种镜面反射光谱,有时称反射率光谱.它是不透明矿物的重要光学特性.

反射率这个光学常数,虽然很早以前就为人们所重视,并且系统地测量了大量的数据.但早期的数据,在可见光范围内最多只有三、四个测点,还没有形成“谱”的概念.因此,矿物对入射光反射的能力都是以数字的形式来描述的.近十多年来,由于一个矿物的多波段反射率的测点多了、密了,就可用圆滑曲线连接起来,构成矿物的反射光谱.

不透明矿物反射光谱的理论解释,目前尚处于初步阶段. Burns 等 (1970, 1971) 用有效自由电子数的概念,结合分子轨道理论和能级结构,对某些类型矿物族中各个矿物的反射率高低作了定性和半定量解释.但对反射光谱中峰谷的起因则未能作理论解释.

我们通过对数据较全的二百多种矿物的反射光谱进行分析研究,发现谱线的高度和曲线的形态彼此各不相同,极少重叠.这说明矿物的反射光谱具有特征的光学性质,可用来区分和鉴定矿物.我们特编制了一个鉴定图.

矿物反射光谱的基础数据,虽仅为多波段反射率值,但它却是不透明矿物在单偏光下全部光学性质的综合反映.谱线的每一个组成点都代表其反射率与波长的关系.曲线的形态就很直接地反映反射率随波长变化的特点,近于水平的直线还是单调升、降的曲线,有明显峰、谷的曲线以至多峰曲线,都可看出矿物的反射率随波长变化的不同特点.此外,反射光谱还反映出矿物的反射色、双反射和反射多色性等特征,而且还可区分矿物属于均质性与否等性质.

颜色对人眼来说是一种主观感觉的生理现象.但是根据色度学,物体的颜色却是完全可以进行准确测定和定量描述的.不透明矿物反射色的色度学计算,基础数据就是可见光波段整个反射光谱.因此,形态不同的反射光谱曲线,反映矿物的反射色有差别.

均质性矿物只有一条光谱曲线,能够测出二条光谱曲线的矿物是非均质性矿物(一轴晶和二轴晶).二条光谱曲线基本平行的矿物具双反射性,二条光谱曲线不平行的矿物则具反射多色性,二条光谱曲线相交的矿物,其光性符号是随波长而变化的.

总之,采用这种具有定理意义,又包含有反射率随波长变化的特点、反射色、双反射、反射多色性和非均质性质等大量光学信息的反射光谱来对比和区分矿物,显然比单独用反射率数值或反射色的数据要优越得多.

矿物的反射光谱,虽然很早以前就为人们所描绘,但是由于测试条件和认识上的限制,长期以来,只是用来定性解释个别矿物的反射色.1973年, Безсмертная 等编制了一本矿物反射光谱图册,收集和刷新了一百多种不透明矿物的反射光谱曲线和多波段反射率值.但是由于书中没有建立必要的鉴定系统,要利用这种图册来鉴定矿物还是极不方便的.

我们对反射光谱图进行一些归纳和编排,编制成一套完全依靠反射光谱特征为基础的光

本文 1980 年 8 月 18 日收到.

性鉴定图。这套反射光谱鉴定图,是按谱线的几何形态进行分类的,用来进行矿物鉴定,使用甚为简便。

鉴定图的典型形态如图1。其中I型光谱是一水平直线,可用 $y=b$ 表示之。此类矿物的反射率,不随波长而变化。反射色呈白到灰,常略带棕色色调。

II、III、IV型曲线,总的看来是负斜率的单调降曲线。II型向下凹,III型向上凸,二者都可用抛物线方程来表示,II型为 $(y-k)^2=2p(x-h)$ 下半支,III型为 $(y-k)^2=-2p(x-h)$ 上半支。IV型则因有一峰值,可用正弦函数 $y=\sin x+b$ 来表示。这三种类型的矿物,短波段反射率较长波段者为高,反射色多带蓝色色调。

V、VI、VII型曲线的特征恰与前三种相反,是正斜率单调增曲线。V型也可用正弦函数表示,只是峰值靠近长波段。VI型为 $(y-k)^2=2p(x-h)$ 上半支, VII型为 $(y-k)^2=-2p(x-h)$ 下半支。这三种类型的矿物,反射率都随波长的加大而增高,反射色一般为黄色。

VIII型是有一明显谷值的曲线,大多数矿物的谷点在600 nm左右的中波段,也有在较短波长的。曲线可用抛物线方程 $(x-h)^2=2p(y-k)$ 表示。此类矿物的反射率在谷点处最低,由于谷点所处波段的不同,矿物的反射色也各异,从黄到玫瑰等色都有。

IX型曲线是一种多峰曲线,比较典型的有如辉钼矿和硫钒铜矿等,都类似于一种收敛的振荡函数曲线,有些线段可用正弦函数 $y=\sin x+b$ 来表示。矿物的反射色随谱线的总倾斜趋势的不同而不同,可有蓝、黄多种。

鉴定图中,每一矿物由一条光谱曲线来代表,均质性矿物用实线表示(见图1 I—III型),非均质性矿物采用 R_g 曲线来代表,而 R_g 与 R_p 有相交现象者,我们特定以波长600 nm(或稍大)来确定谱线的名称。点线代表具双反射性的矿物(见图1 V型),虚线代表具反射多色性的矿物(见图1 IV型),而 R_g 与 R_p 有相交现象者,则以点-划线来代表(见图1 VIII型)。非均质性矿物的第二条曲线 R_p ,本鉴定图不予收入。在鉴定中,为了要了解 R_p 曲线的特征及其与 R_g 曲线之间的关系,就必须进一步查阅各个矿物的分图了。

本鉴定图波长范围为400—800 nm,因绝大多数矿物的光谱曲线形态、变化较明显的范围都在这波段内。此外,对矿物反射色的色度学计算也能满足,并有利于与肉眼观察联系起来。

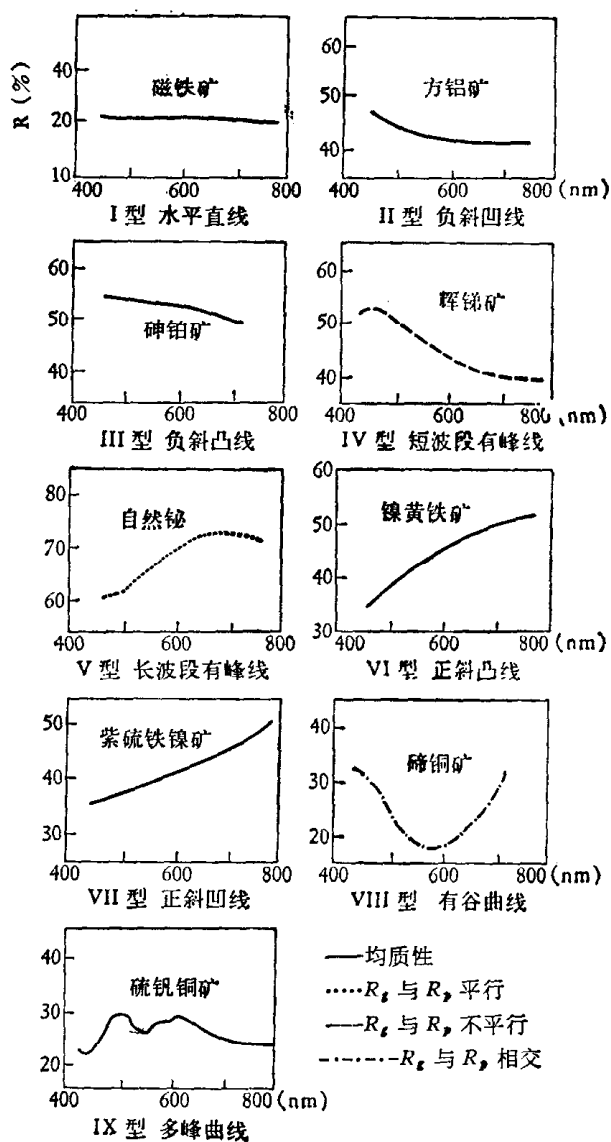


图1 矿物反射光谱典型形态图