

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

矿石中矿物生成顺序的确定准则

王 曙

研究矿石的相互年代关系,有很大的实际意义。因为可以了解成矿作用的历史和矿床形成的主要矿化时期,对查明矿石的分布规律性有很大用处。

为了表示矿石的年代关系,使用过很多不同的名词。目前比较统一的是:成矿期(этапы минерализации);矿化阶段(стадия минерализации);矿物的生成顺序¹⁾和矿物的世代(генерация)。在本文中,将专门讨论确定矿物生成顺序和世代的准则。

一、矿物生成顺序确定准则

在不同的矿化阶段中,由于物理化学条件不同,矿物生成的先后也不一样。要查明不同矿物间的生成顺序,主要观察矿石标本及矿石磨光片,一般说来显微镜下的观察更重要一些。为确定矿物生成顺序,可利用以下的一些准则。

1. 不同矿物间的交代现象

在同一矿化阶段中,先生成的矿物由于四周介质的物理化学条件发生变化,会重新溶解或分解,在溶解或分解同时,它占据的空间位置将沉淀下另一种矿物。这种新矿物可能吸取被溶解矿物的部分成分作为自己的化学成分,例如黄铜矿交代黄铁矿时吸取了铁及部分硫;也可能单纯的占据了原矿物的空间。由于被溶解和分解的矿物经常并非全部,或多或少总会保留下一部分,因此它与新形成的矿物便组成交代作用产生的各种结构——溶蚀结构。

利用溶蚀结构就可以确定矿物生成顺序,原则是:被溶蚀(交代)的矿物先生成。但是,在显微镜下看出矿石中有交代现象是很容易的事,困难在于确定谁交代谁,为解决此问题。可以利用下面的一些标志。

(1) 骸晶结构 某矿物成自形晶,而这个自形晶又被另一矿物溶蚀了一部分,但还可以看得出原有晶形。这可以确定,自形晶的矿物先生成,交代它的矿物后生成(图1、图2)。骸晶结构是比

较准确的标志,但应用范围不广,被溶蚀的矿物最常见的只有黄铁矿、毒砂和石英;较少见的有磁铁矿、赤铁矿、锡锰铁矿等。其它矿物因不易形成自形晶而少见。

要注意两种情况:一是单纯的自形晶矿物,没有被四周矿物交代的现像,这不能认为是自形晶矿物先生成,因为它可能是后生成的变斑晶。另一种情况是,在一个完整的自形晶矿物中,包围有另一种矿物完好的自形晶,这一般是包含状结构而不是骸晶结构,它说明被包裹的矿物先生成(图3),不过这种现象很少见。

(2) 浸蚀结构和交代残余结构 浸蚀结构所指的是,当交代作用不太剧烈时,被交代矿物还连接成大片,而交代的矿物在被交代矿物中成小孤岛状。交代残余结构正好相反,它说明交代作用比较剧烈,交代的矿物已发展到连成大片,而被交代的矿物则在其中成为小孤岛。

遇见上述情况,要确定谁交代谁,一般主要根据小孤岛的形态。被交代矿物的小孤岛,无论它的外形怎样奇怪,但一定具有溶蚀圆了的外形(图4A)。交代矿物的孤岛,它一般具有带尖角的外形,发育完好时,甚至形成十字星形的外形(图4B)。其实,溶蚀圆了的外形与带尖角的外形正好是互相关连的。

产生这种现象的原因是,交代作用过程是一种化学反应。矿物被交代时,交代速度与矿物的“比面积”²⁾成正比。比面积愈大的部分,例如矿物具有尖棱及突出的部分被交代得愈快。这样使被交代的矿物形态向着比面积最小的方向变化,即变成球形或近于球形的外形,在磨光片上观察时,则呈圆形或近于圆的外形。而新矿物在交代其它矿物时,它总是沿着原矿物的软弱带,如矿物的解理、裂纹和晶粒之间的界线进行,因为这些软弱带

1) 亦有称为矿物结晶顺序者,用结晶二字似乎不太妥当,因为矿物生成时不一定是结晶,例如成胶状物沉淀。

2) 比面积指矿物体积与表面积之比。

比面积大,同时成矿溶液容易渗入。沿着这些脆弱带发展结果,必然使矿物成为带尖角的及十字星形的形态。

图5为一幅浸蚀结构及交代残余结构的显微照片。照片右半部主要是浸蚀结构,方铅矿在闪锌矿中形成带尖角的及十字星形的孤岛。

照片左半部是交代残余结构,闪锌矿在方铅矿中的孤岛都具有溶蚀圆了的外形。由此可以确定,方铅矿交代了闪锌矿,闪锌矿先生成。

要注意的是,单纯见有两种矿物不规则的弯曲接触,没有其它特征时,一般不能确定生成顺序。此外,如一矿物中只有另一矿物的一个小孤岛,交界线虽弯曲,也不能确定两者生成的先后。

(3) 其它溶蚀结构 其它溶蚀结构如图6之交错结构,方铅矿成微小细脉沿闪锌矿晶粒界线延展,穿插并交代了闪锌矿,说明闪锌矿先生成。

图7表示一种比较少见的交代现象——格状结构,赤铁矿沿磁铁矿的八面体裂开交代,形成交错格状。它与固溶体分解形成的格状结构最大的不同是:组成格子的赤铁矿细条与磁铁矿交界不整齐,格子一头宽一头窄,格子交叉处有膨大现象。此外,有一显著特点,赤铁矿格子主要沿一条丁字形裂隙分布,说明裂隙是原来成矿溶液通道,富含氧的溶液沿裂隙渗入磁铁矿中,使磁铁矿中的 Fe^{2+} 氧化成 Fe^{3+} ,因而产生赤铁矿。

2. 矿物沉淀时的排列顺序

根据矿石结构和构造上矿物的排列顺序,也可以确定它们的生成顺序。下面举一些例子说明。

(1) 同心圆带状构造和对称带状构造 矿物在晶洞中或开口裂隙中沉淀时,会形成同心圆带状构造及对称带状构造。组成这一些构造的矿物生成顺序是:紧靠洞壁或脉两壁的矿物生成最早,愈向中心愈晚。

(2) 环状构造 第一矿化阶段的矿石或围岩破碎成角砾或碎片,第二矿化阶段的矿物围绕此碎片一圈圈的沉淀。由矿物排列的次序可以知道,第二阶段矿物生成顺序是,紧靠碎片的第一圈矿物生成最早,愈向外愈晚(图8)。

(3) A矿物充填在B矿物晶粒之间空隙中,没有交代现象,同时也没有固溶体分解的标志。这可以确定,被充填的矿物先生成,充填的A矿物是在B矿物已经结晶完毕后才沉淀的(图9)。

(4) A矿物长在B矿物的晶体或晶面上,根据这种排列,可以确定B矿物先生成(图14)。

二、矿物同时生成的标志

同一矿化阶段中,不同矿物同时生成的标志有固溶体分解结构和共生边界,其中以前者为主,后者只在不得已时才采用。

固溶体分解结构常见的一些有乳滴状结构(图10、图11)、叶片状结构、格状结构(图12)和结状结构等。

关于每种固溶体分解结构的形态特点,在任何矿相学教科书中均可找到,此处不复述。由于固溶体分解结构和某些溶蚀结构在形态上有类似之处,故必须谈一下它们的区别。

1. 组成固溶体分解结构的两种矿物必须是能够成为固溶体的矿物。

2. 固溶体分解出的被包裹矿物具有平滑的界线,并且形状及大小相差不大。分布常有一定规律性。交代形成的孤岛状矿物界线弯曲,有穿插溶蚀现象,颗粒形状及大小变化很大,分布多半杂乱。

3. 固溶体分解成的叶片状矿物界线平直,两端缩小成纺锤状或透镜状。叶片相交处宽度不增大或反而缩小。交代作用形成的长条状矿物界线弯曲,两端总有一端变宽,两个长条(叶片)交叉处有膨大现象。

凡是在矿石中见到固溶体分解结构时,就可以确定组成此结构的两种矿物同时形成。在固溶体的溶质和溶剂的数量相差不多时,分解时可能每种矿物都单独结晶成自形或半自形颗粒。此时两种矿物交界线光滑,弯曲处规则,看不出任何交代现象,形成所谓的“共生边界”,这也是同时生成的。

不能形成固溶体的矿物,如果同时沉淀,也可能形成共生边界。当在矿石中见到两种矿物之间有大量的共生边界时,可以确定二者同时生成。但如果仅在个别地方有两种矿物的光滑接触界线,那不能确定它是否“共生边界”,因此也不能确定生成顺序。

三、确定矿物世代的标志

在一个矿化阶段的初期,某种矿物因溶液达到过饱和而沉淀,继之沉淀停止。过了一段时间,至矿化阶段中期,因条件有利又发生此矿物的沉淀,继之又停止,至矿化阶段末期,又沉淀了一些此种矿物。这样,这种矿物就有了三个世代¹⁾。虽然是同一种矿物,但它们的结构、颜色、形态及其

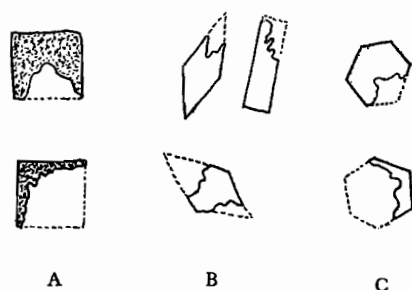


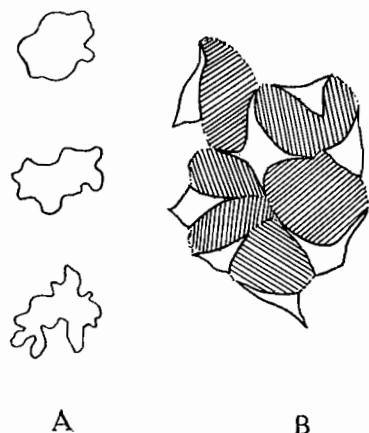
图 1 各种形态的骸晶结构

A. 黄铁矿与另种矿物组成; B. 毒砂与另种矿物组成; C. 石英与另种矿物组成。



图 2 方铅矿(白色大片具黑三角者)交代黄铁矿(方形骸晶)的形自晶

吉林某地多金属矿(光片, $\times 100$)



A

B

图 4 交代作用产生的小孤岛形状

A. 被交代矿物的小孤岛, 它们都有溶蚀圆了的外形;

B. 被交代孤岛与交代孤岛之间的形态关系。

它特点都可能有所不同, 因此有可能区别。

确定矿物的世代的标志如下:

1. 矿物结晶程度及形态大小的巨大差别

例如在同一矿化阶段中生成的同一种矿物, 既有胶体状态的, 又有结晶状态的; 或者既有大片的细粒(或隐晶质)块体, 又有单个的良好晶体等, 这都是不同的世代。

2. 用某些现象确定, 同一种矿物的形成有时间的间隔

例如如图 13、图 14 所示。图 13 为一特殊的包含状结构, 一个小毒砂晶体被包裹在大毒砂晶体中, 说明这两个毒砂晶体不可能是同一时间内生成的, 其中小毒砂为第一世代, 大毒砂为第二世代。

图 14 为矿物的重选生长现象, 一种矿物长在另一种矿物上, 它不但说明了不同矿物间的生成顺序, 还说明石英有紫色和白色两个世代, 而萤石则有蓝绿色及绿色两个世代。

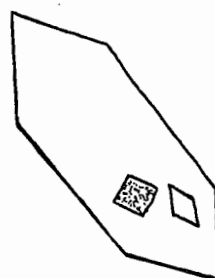


图 3 在石英自形晶中, 包含完好的黄铁矿及毒砂自形晶

根据吉林某地多金属矿光片绘制($\times 100$)

此外, 根据矿物晶体本身的各种特征亦可确定世代。如我国湖南某地铅锌中, 闪锌矿在同一矿化阶段中有好几个世代, 其晶体都比较完好, 但颜色、条痕及结晶习性则不相同。

参 考 文 献

- [1] 王 曙 1959 矿相学 长春地质学院。
- [2] 别杰赫金等 1957 岩浆金属矿床基本问题 地质出版社。
- [3] ——— 1957 矿产专辑第 2 辑“矿相学”地质出版社。
- [4] ——— 1957 矿产专辑第 6 辑“矿相学”地质出版社。
- [5] ——— 1962 矿石的构造和结构 中国工业出版社。
- [6] Бетехтин А. Г. 1934 О текстурах и структурах руд. Проблемы советской геологии № 9.
- [7] ——— 1949 Генерациях рудных минералов Зап. Всес. Обва. № 3.

1) 关于世代产生的详细过程, 可参考文献[2]及[7]

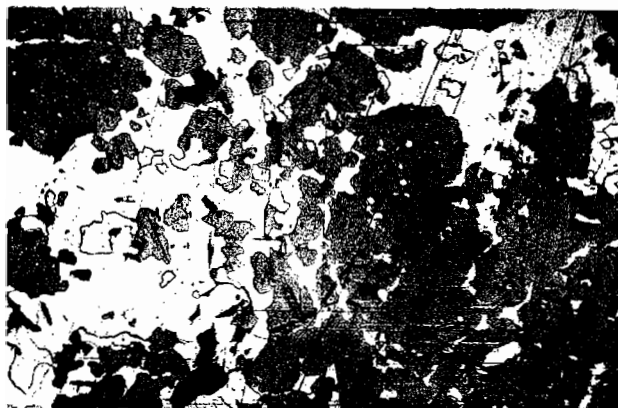


图5 浸蚀结构及交代残余结构
方铅矿(白色)交代闪锌矿(深灰)形成。注意这两种矿物孤岛形状。白色凸出颗粒为被方铅矿交代的磁黄铁矿。吉林某地多金属矿(光片, $\times 100$)

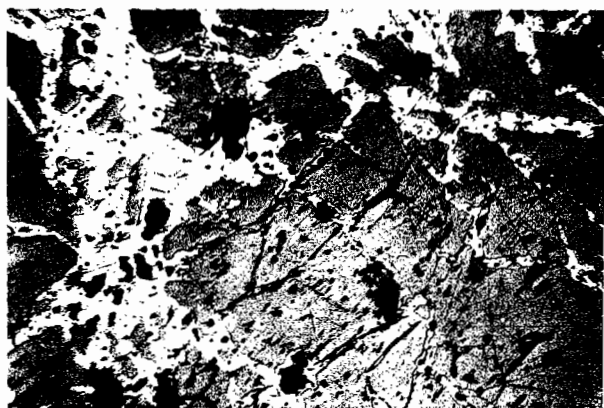


图6 交错结构
方铅矿(白色)沿闪锌矿(深灰)晶粒界线交代延展而成。吉林某地多金属矿(光片, $\times 100$)

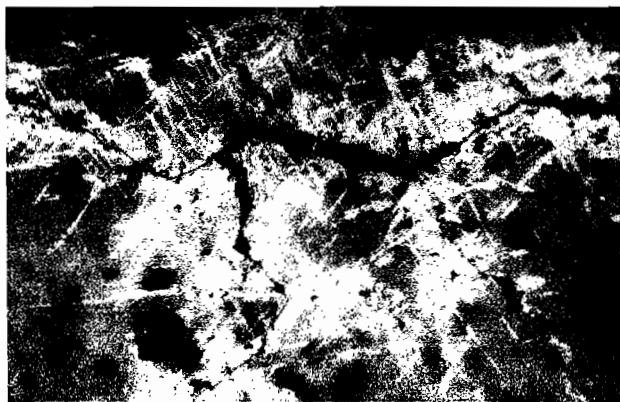


图7 交代形成的格状结构
赤铁矿(浅灰)沿八面体裂开交代磁铁矿(深灰)。注意赤铁矿都分布在丁字形裂隙附近。山东某地砂卡岩型铁矿(光片, $\times 750$, 油浸时)



图8 环状构造
被环绕的碎片是白云岩(深灰, 外缘因热液蚀变褪色变成白色)。碎片外环绕的第一圈是黄铁矿(浅灰), 黄铁矿外黑色者为方铅矿及闪锌矿。广西某地铅锌矿(磨光矿块, $\times 0.7$)



图9 辉铜矿(白色)充填在石英(深灰, 具晶形)晶粒之间, 石英先生成。
吉林某地铜矿(光片, $\times 100$)

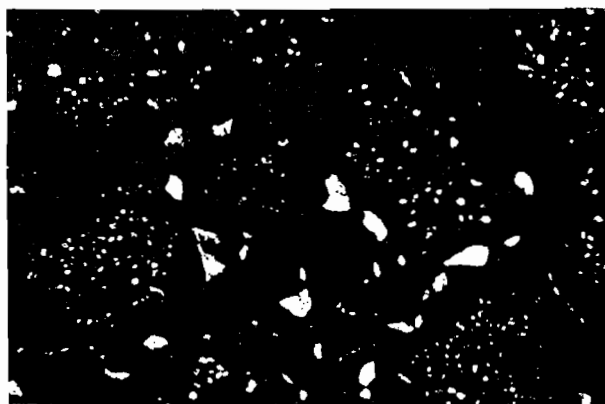


图10 乳滴状结构
黄铜矿(白色)成乳滴状分布在闪锌矿(深灰)颗粒边缘, 另有细粒乳滴分布在闪锌矿晶粒中部。江西某地钨锡矿(光片, $\times 150$, 油浸时)

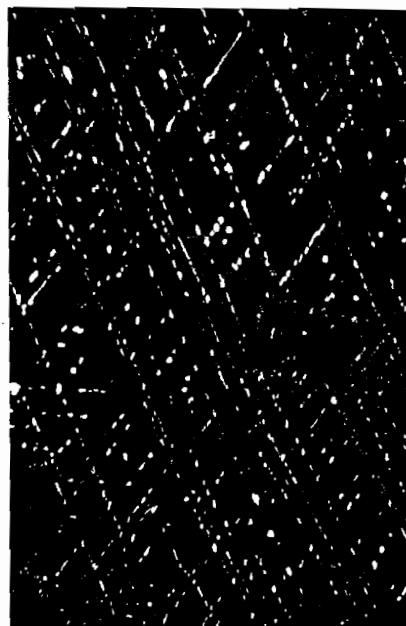


图 11 乳滴状结构
黄銅矿(白色)成乳滴状分布在閃鋅矿(深灰)中,沿閃鋅矿两组解理作定向排列。
江西某地錫鋅矿(光片, $\times 150$, 油浸时)



图 12 格状结构
黄銅矿(白色)在斑銅矿(深灰)中成格状。黑色是非金属矿物。
吉林某地銅矿(光片, $\times 100$, 油浸时)



图 13 包含状结构
大晶体毒砂(图为一个晶体)中包含有小晶体毒砂(黑色,在大毒砂正中部。与大晶体长轴成 45° 角)。表示毒砂有两个世代。
江西某地錫矿(手标本, $\times 5$)



图 14 矿物的重选生长
0 为围岩及蓝綠色螢石,其上长有紫色石英 1, 紫石英之上长有白色石英 2, 白石英之上长有綠色螢石 3。
湖南某地鉛鋅矿(手标本, $\times 0.5$)