

山东招远—掖县地区蚀变岩型金矿找矿评价中用黄铁矿晶体形貌填图的初试

任英忱 程敏清 朱作山 王存昌

一、地质矿物填图的意义和任务

地质矿物填图是苏联最近报导过的地质领域内的新事件。国外文献只见简要的叙述,实例不多。国内地质界尚未作过这方面的尝试。

由于地表露头矿日益减少,地质找矿的难度逐年增大,探寻隐伏矿已成为当前地质科研工作的重要课题。苏联学者^[1]用矿物学方法进行矿产评价,并将这方面的理论和方法总结成为一门新的地质学分支——找矿矿物学。地质矿物填图就是应用找矿矿物学的知识,把矿物标型特征填在地质图上,通过资料分析以评价矿床。

在招远——掖县地区蚀变岩型金矿进行地质矿物填图,我们认为应该解决以下几个主要问题:

- 1.评价矿化点的剥蚀程度,即该矿化点受到了浅剥蚀还是深剥蚀。为此,要掌握矿头、矿体中部、矿尾的标志特征。
- 2.矿体的变化梯度,变化梯度大则矿体规模大,反之则小。
- 3.地下深处盲矿体的标志特征。
- 4.矿体向深处的变化趋势,矿体厚度和品位的变化。

要解决这些问题,不能只凭矿点上的零星资料。需要掌握成矿带、矿田的地质特点,要研究典型矿床、矿脉的矿物分带模式,并根据区域、矿区地质矿物图上的资料进行分析,再结合构造和蚀变带发育的特点对矿化点作出有根据的评价。

二、地质矿物填图的方法

矿物填图是在对区域地质、矿床地质认识基础上进行的。矿物填图的第一步是选择矿物标型特征。招远——掖县地区蚀变岩型金矿区广泛分布有黄铁矿、石英和绢云母,而在该区金矿的四个矿化阶段中灰白色石英含金黄铁矿阶段(第三矿化阶段)为主要成矿阶段。因此我们选择了这个阶段的黄铁矿来进行研究。国外曾有人^[2、3]研究过金矿床黄铁矿的晶体形貌和微量元素方面的标型特征。过去很多人都认为该地区蚀变岩型金矿的黄铁矿大都呈粉末状,很难见到晶形,即使有也是立方体晶形,不易识别出标型,则研究得不多。我们在研究工作中采用了结构浸蚀和人工重砂等方法。认为该区黄铁矿的标型特征是清楚的,在矿体垂

直空间上黄铁矿的晶形变化是有规律的,初步摸索了矿床的矿物分带模式。

我们对该地区的典型矿床西起三山岛、新城,河东,灵山沟、东到玲珑五个大型金矿的典型矿脉进行了较系统的研究。按勘探线从地表露头、坑道、钻孔岩芯都系统地进行编录、采样。其中新城由标高 0 米到 -600 米,河东从地表到 -300 米都较系统地采集了样品,编制了矿体中黄铁矿晶体形貌变化纵剖面图。每个剖面上包括样品 40—50 个。人工重砂样品的样重一般为 500 克左右。由于矿石和近矿围岩中的黄铁矿、石英、绢云母含量较多,样品经破碎、淘洗、分选,都能得到足够的作品形统计和化验的单矿物样品。

所采样品的位置和特征都经记录并标明在坑道中段图和钻孔剖面上。考虑到样品的代表性以及各阶段不同矿物组合之间的穿插关系,对块状样品则在露头各部位各取一小块组合而成,对不同的矿物组合尽可能作到分别取样。样品破碎加工之前,都作显微镜下观察。根据矿物之间的结构和嵌布粒度,确定加工粒级。为使黄铁矿晶形保持完整,破碎时用对辊,而不用盘磨。

通过光片和重砂的显微镜下观察,认为招远—掖县地区蚀变岩型金矿的矿石结构和黄铁矿晶体形态具有下述特点:

1. 黄铁矿的压碎和晶粒再生长的现象比较普遍。黄铁矿被压碎成大小不等的碎块,经结构浸蚀,这些碎块都具有生长环带(照片 1),有的环带形态尚完整,可以恢复为八面体和五角十二面体的切面,但大部分都已被破碎成断片。黄铁矿的后期生长现象比较清楚,在上述环带断片的基础上又生长成立方体外形(照片 2)。金银系列矿物主要出现在八面体、五角十二面体黄铁矿碎裂之后,立方体黄铁矿形成之前。

2. 这类型矿床黄铁矿的颗粒和晶体都显示出定向应力的特点。粉末状矿石经常见透镜体状的黄铁矿集合体,透镜体发育有几组裂隙,有平行透镜体长轴的,也有垂直长轴的张裂隙和 X 型剪裂隙。金银系列矿物常出现在透镜体变窄部分的张裂隙内及黄铁矿颗粒之间(照片 3)。黄铁矿的晶体形态常见为拉长歪晶与异向芽晶,平行透镜体生长(照片 4),表现出应力的特点。

3. 矿石中的黄铁矿经常可以见到原生的晶形,即使遭受构造破碎的粉末状黄铁矿集合体内,也残留有黄铁矿的原生晶体。这提供了考察矿体垂直空间上黄铁矿的晶体形态变化的有利条件。

4. 这种类型矿床黄铁矿晶粒内微裂隙比较发育。这种微裂隙在显微镜下从光片上不易观察到,只有经过浸蚀才会显现出来,它常常是微粒金银系列矿物的赋存场所。沿着微裂隙有时再生有另一世代的五角十二面体和八面体细粒黄铁矿(照片 5、6)。这种微细粒黄铁矿在立方体黄铁矿形成之前与金银矿物同时形成。显然,这类矿床中的五角十二面体和八面体的黄铁矿(无论是原生的或再生的),都与金的成矿作用有关,其中包括金在黄铁矿晶格的晶出及在动力热液系统中的聚晶生长和变化。因此,研究矿体不同部位黄铁矿的晶体形貌特点和它们的数量变化是探讨金矿的成矿作用和预测金矿资源中的一种重要手段。

从矿体的各部位采的样品经加工成人工重砂样,再经过结构浸蚀等特殊处理,可以见到

招 远 掖 县 地 区 黄 铁 矿 晶 体 形 貌 统 计 实 例 表

[illegible]

注：八面体 $a \{111\}$ ；立方体 $a \{100\}$ ；八方体与立方体聚形 $a \rightarrow 0$ ；五角十二面体与立方体聚形 $a \rightarrow e$ 。

相当数量的黄铁矿晶体。这些晶体除晚期呈套晶生长的立方体外大部份与金的成矿作用有关。晶体在热水溶液晶出后经成矿时应力的持续作用,拉长再生长,破碎再结晶。有的晶体在动力作用较弱的环境下还保持着晶出时的完好晶形。重砂样品在光片上所反映的各种晶体形态和结构特征都是该区各部位矿体成矿时的物理、化学和动力等作用的结果。该区蚀变岩型金矿黄铁矿的晶形有五角十二面体 $e\{210\}$ 、八面体 $0\{111\}$ 、立方体 $a\{100\}$ 、立方体与五角十二面体的聚形 $a-e$ 、八面体与立方体的聚形 $a-0$ 、五角十二面体与立方体聚形 $e-a$ 、立方体与五角十二面体、八面体的聚形 $a-e-0$ 等,还有上述晶形的拉长歪晶、异向芽晶、套晶(Cover crystal)等。各种聚形中组成单晶所占比值往往在矿体不同部位都有变化,同时还起着标记矿体空间位置的作用。利用矿物晶体形貌填图要用数理统计方法分析处理各种变量,并相应的标定在有关的地质矿物图件上。如上述每一种晶体形貌在矿体空间上所占数量变化很大,可看做一变量,该类型矿床黄铁矿晶体形貌的变量就有十项以上(见表)。同时还注意了黄铁矿的晶体化学、地球化学标志,其中有 FeS_{2+x} 、As、Sb、Bi、Co、Ni、Ti、Cr、Cu、Pb、Zn、Au、Ag等十几个变量。在使用矿物化学变量方面,对黄铁矿中微细矿物包体的杂质干扰进行了慎重的消除。经探针分析结果,黄铁矿中Co含量为 $0.0n^{0.0c}$,Ni含量较少,并有一定数量的Zn、Bi。确定出黄铁矿的矿物化学式为 FeS_{2+x} ,与岩浆矿床黄铁矿为 FeS_{2-x} 有明显不同。该类矿床黄铁矿的铁位置上出现空位是因为有Co、Ni、Zn(个别样品有Cu)的置换。当 FeS_{2+x} 的X值小时可有Bi的置换。为使矿物的化学分析数据稳妥可靠,对黄铁矿单矿物进行化学分析和探针分析,彼此验证。因为镜下黄铁矿颗粒中常见有方铅矿、黄铜矿、银金矿等细小包体,化学分析时可省掉Au、Ag、Cu、Pb项目。除了黄铁矿晶体形貌的数据外,还应用了石英的测温数据、气液包体成分、pH、Eh、热发光、微量元素等以及绢云母的一些资料。有的一个样品可选变量达20多项。在这些大量的数据基础上,填图时就可能把矿体的变化梯度刻划得详细一些,以便对矿化作出较可信的评价。

黄铁矿的晶体形貌特征和矿物化学的一些微量元素,都是黄铁矿的晶体缺陷的直观反映。它是矿床成矿物理化学条件(成矿温度、压力、溶解pH值、组分、疏逸度……)所决定的。关于这部分的理论拟以后探讨。

三、地质矿物填图及其有关问题的讨论

通过对三山岛、新城、河东、灵山沟、玲珑等五个大型金矿较系统的编录和采样,再加上收集的北截、上庄、黄埠岭等中型矿床的资料,进行了各矿床资料对比(特别是灵山沟),可归纳出该区蚀变岩型金矿矿体垂直空间上黄铁矿晶形的变化规律(图)有以下几点:

1. 矿体顶部黄铁矿的晶形为八面体,往下为八面体与立方体聚形,再下为八面体与五角十二面体(立方体)聚形,五角十二面体,五角十二面体与立方体聚形。其中在立方体与八面体聚形、五角十二面体与立方体聚形中,立方体占有的面积比随矿体的深度加大,直至矿体的尾部聚形中其面积比达到8.3。

2. 矿体的变化梯度,大矿比中、小矿矿物的标型变化梯度大。

3.在矿体垂直空间上,黄铁矿的晶体出现了反常情况,如五角十二面体为矿体中、尾部标志,却出现在八面体(矿头标志)的上部,或出现在同一水平标高。通过该区坑道所揭露的地质实际情况验证,乃是成矿期的断层或后期断层错动所致。如新城—133米中段黄铁矿八面体占92%的比率,应为矿头标志,而在上部—70米中段样品中五角十二面体、立方体与五角十二面体聚形占有较大的比率,这两种晶体、表明该部分为中、下部矿体标志,经—95米中段坑道观察,该处确有逆断层存在。这也是新城、焦家断裂的证据之一。

4.深部再度有黄铁矿八面体出现,排除上述受断层影响外,可以推测深部有盲矿体。某中型矿床勘探结果和地下开采已证实了这个推断。如从矿体垂直空间分析,矿物晶体标志逐渐往下推移,则说明该矿段深部前景比较乐观。

5.在进行区域或成矿带的矿点评价时,对蚀变岩型金矿的垂直空间的分析,如缺少矿体上部矿物晶形标志或其它标志,还可认为该矿床已受剥蚀。总之,要结合各种因素加以考虑。

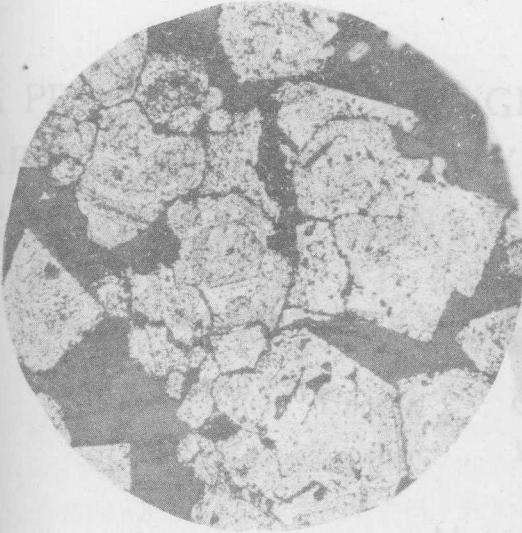
6.这次工作中,矿体中矿物的应力标志如黄铁矿的拉长歪晶,异向芽晶等统计的资料还不够多,而在一些矿床中反映了某些特点。如某矿床矿体呈透镜状(主要受应力引起),在透镜体开始收缩的部位出现了高品位金。黄铁矿晶形统计也反映出这个特点,由透镜体膨胀到收缩部位,黄铁矿正常晶体的比例逐渐减少,而拉长歪晶的比例则逐渐增多。显微镜下亦见银金矿主要出现在透镜体开始收缩部位,并且分布在黄铁矿颗粒之间或出现在黄铁矿微裂隙内。

蚀变岩型金矿的成矿作用过程中,一直伴随有构造活动,除矿物集合体拉长变形外,也包括矿体的位移。找矿评价工作中应充分估计这些复杂因素。

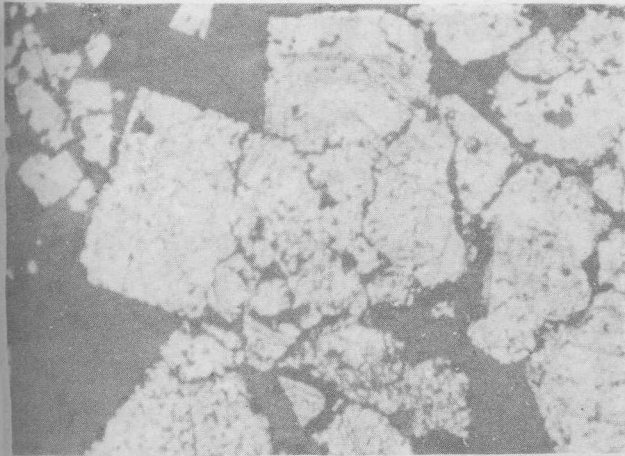
地质矿物填图,仅仅作了一次尝试,也可能对找矿评价工作有某些可取之处。考虑到找矿矿物学在世界上只有五年历史,矿物填图学龄更短,肯定在理论和方法方面还不完善,这种方法使用起来也会象物探和化探方法一样有些条件的限制,希望同志们多加指正帮助。我们还建议对一些有意义的成矿带、矿田开展地质矿物填图。

参考文献

- (1) А. И. Гинзбург. Минералогические исследования в практике геологоразведочных работ, 1981, СТР 40—150.
- (2) Коробейников А. ф., Пшеничкин А. Я. Геохимические особенности притока золоторудных месторождений. Геохимия 1985, NO1, СТР 93—104.
- (3) Евзьева П. З. Минералогические критерии оценки рудоносности 1981.

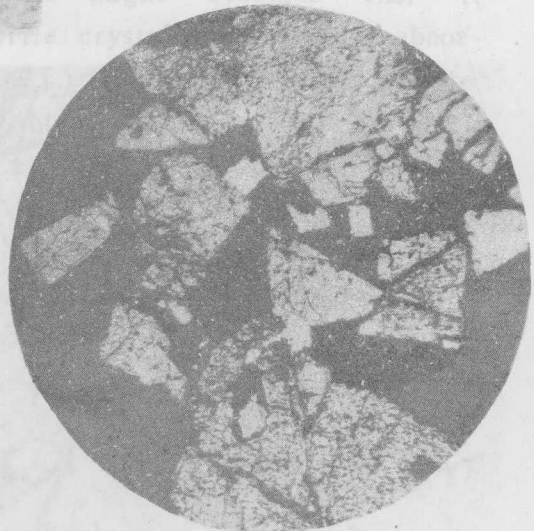


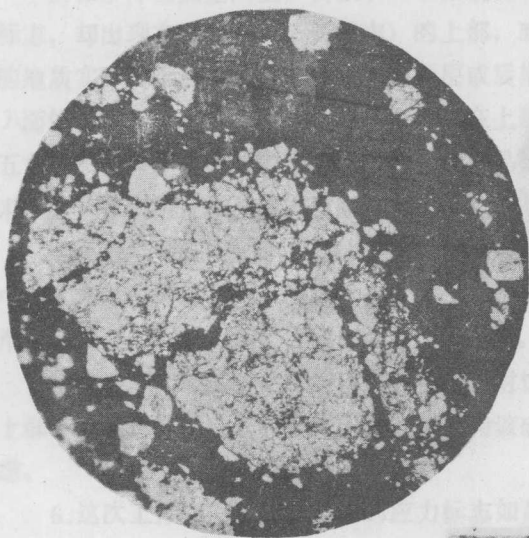
照片1 黄铁矿的不规则颗粒经浸蚀
都显生长环带 $\times 100$



照片2 在黄铁矿五角十二面体的
碎块上又生长出立方体
晶形 $\times 100$

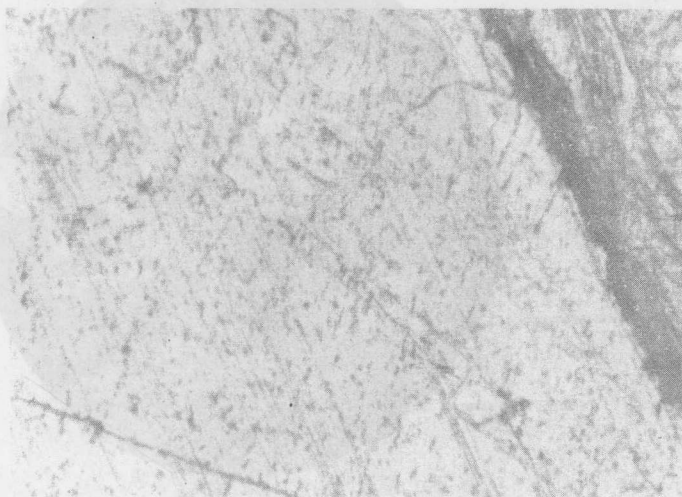
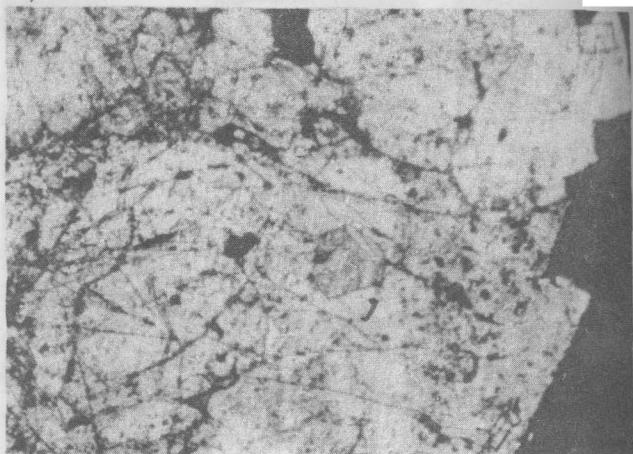
照片3 银金矿分布在黄铁矿
颗粒之间 $\times 100$





照片 4 黄铁矿的拉长歪晶与黄铁矿
透镜状集方向一致, 显示定
向应力的特点 $\times 100$

照片 5 沿黄铁矿的微裂隙再生
有五角十二面体细粒黄
铁矿 $\times 100$



照片 6 沿黄铁矿的微裂隙
赋存银金矿
 $\times 100$

A PRIMARY TEST OF GEOLOGICAL MAPPING APPLYING PYRITE CRYSTAL FORM FEATU- RES IN EVALUATING ALTERED TYPE GOLD DEPOSITS AT ZHAO-YE DISTRICT, SHANDONG PROVINCE

Ren Yincheng Chen Minchin
Zhu Zuoshan Wang Cuenchang

Abstract

The research about pyrite crystal form from five major gold deposits and some other ones has shown that the pyrite crystal form changes with the depth of orebodies. Octahedron appears in the upper part of the orebody, with the combinate form of octahedron and cube $o, a (111) + (100)$ next to it, followed by the combinate form of octahedron and pentagonal dodecahedron $o, e (111) + (210)$, with the pentagonal-dodecahedron next to it, and in the root part is pentagonal-dodecahedron-cube, $a, e (100) + (210)$.

According to this criterion, in the vertical section of an orebody if the mark of upper part is absent, one might conclude that it must have undergone erosion. If the pyrite crystal form appears abnormal, two situations could be presumed: (1) the orebody was moved to the upper part by a reverse faulting; (2) blind ores occurred in the depth.