

某金、銻、鎢矿床近矿蝕变 围岩含金性探討

胡 然

一、矿床地质概况

本区含矿石英脉，賦存中板溪群紫紅色板岩中，沿层間剝离裂隙充填，呈似层状之脉状矿体。受张开傾伏式小褶皱的控制，矿化富集于小褶皱軸部（特别是小背斜軸部）。走向不大，傾斜特大，一般的傾斜延深大于走向五到六倍，形成瓦形矿柱。矿化可分三个阶段，第一阶段为石英白鎢矿化阶段，主要产物石英、白鎢，其次有黃鉄矿及少量的自然金和錳鉄矿。第二阶段为石英硫化物矿化阶段，主要矿物是輝銻矿、自然金、石英、黃鉄矿等。最后为碳酸盐矿化阶段，仅有碳酸盐矿物产出。具有工业意义的矿物有白鎢矿、輝銻矿和自然金三种。在石英脉中，均具有单独开采的价值。

二、围岩蝕变

（一）围岩性质及蝕变种类和規模。

石英脉賦存于絹云母、褐鉄矿板岩中。板岩呈紫紅色或灰紫色。受輕微的变质作用，具弱絲絹光泽。层理构造明显，单层厚3至20公分不等。紫紅色板岩中，主要矿物成份有絹云母，彼此平行排列，含量在80%以上；石英一般含量在5%左右，呈細粒星散状分布；褐鉄矿含量3%—5%，均匀污染于絹云母中；碳酸盐矿物在板岩中，普遍发育，但在中上部层位中含量較高，局部层位中，夹有2—3层，每层厚2—5公分的扁豆体状的碳酸盐矿物。

紫紅色板岩的几种主要化学成份的平均含量；二氧化矽60.74%；氧化鎂0.9%；氧化鈣2.34%；三氧化二鉄3.54%；氧化亚鉄2.15%。

近矿脉兩側之板岩，由于受到热液的影响，有退色化、黃鉄矿化、矽化、碳酸盐化、綠泥石化等蝕变現象等。这些蝕变統称为蝕变带。矿区由8条蝕变带組成。

蝕变最强者为1、3、4、7四条蝕变带；其次，为2、8号蝕变带；最弱者，則为5、6号蝕变带。

（二）几种主要蝕变的特征：

1.退色化：本区主要蝕变之一，广泛发育于石英脉及成矿裂隙兩側。退色化蝕变的产生，系紫紅色板岩，在矿化过程中，受到热液的作用，使其中原来較為均匀分布的高价鉄，一部份被还原为低价鉄，一部份則集中形成黃鉄矿。原紫紅色板岩中，三氧化二鉄及氧化亚鉄平均含量分別为3.54%、2.15%；經退色蝕变以后，三氧化二鉄与氧化亚鉄，平均含量分別为1.40%、3.59%，高价鉄减少，低价鉄相对增高。所以，由紫紅色退色而变成黃褐，黃白或微肉紅色。但是板岩原来的结构、构造仍然保存完好。退色化蝕变的强弱和宽度，与矿脉厚度，矿化强度，围岩的裂隙发育程度，有成正比的关系。由于蝕变强弱不同，退色化可見明显的分带現象。第一带，紧靠脉壁厚5—10公分范围内为黃褐色；第二带位于第一带外側，厚5—200公分，多为黃白或淡黃色；再向外側为第三带，呈肉紅色，并漸变为紫紅色板岩（图1）。一般只見有二、三带。在退色化中重迭有黃鉄矿化、矽化、綠泥石化、碳酸盐化。

2.黃鉄矿化：黃鉄矿产出于脉壁兩側的退色化蝕变板岩第一、二带中，分布普遍、稳定。但其强弱变化較大，平均含黃鉄矿2%左右，局部地段可达5%以上。由于矿床的矿化具多阶段性，因而每一矿化阶段所产出的黃鉄矿，在产出形态、粒度大小及其結晶的完整都各不相同。

石英白鎢矿化阶段所形成的黃鉄矿，主要是在退色化过程中，板岩中的鉄与矿液中的硫組成星点状黃鉄矿，均匀分布于板岩中，呈五角十二面体結晶（占95%以上），极少数为立方体。粒度以粗、中粒为主（直径>0.5毫米）。石英硫化物矿化阶段形成的黃鉄矿，它則沿退色化板岩之裂隙和层理面充填或者交代，呈細脉状和条带状产出为特征。除少部分为五角十二面体結晶外，大部分結晶不完整。粒度以細粒为主（直径<0.5毫米），部分为中粒（直径0.5—2毫米）。

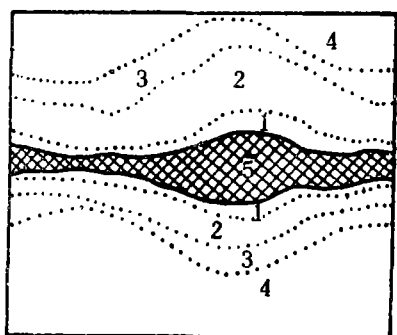


图 1 退色化蚀变分带示意图

1—黃褐色蝕變；2—黃白或淡黃色蝕變；3—肉紅色蝕變；4—紫紅色板岩；5—石英脈

黃鉄矿化在垂直方向与水平方向都具有明显的强弱分带。在紧靠脉壁上下两侧富集，越离矿脉越远，则渐趋微弱。在水平方向上，随着退色化蚀变的强弱不同，而黃鉄矿即随之变化，两者有呈正比的关系。黃鉄矿的产出形态不同，在退色化蚀变板岩中的富集位置亦有区别，近脉壁部位，星点状，条带状及细脉状三种混合产出，远离矿脉，则仅见有星点状的分佈。

3. 矽化：矽化分布范围广泛，从矿脉边缘直至紫红色板岩中均有出现，但不稳定，同时以近矿脉部位相对较强。矽化作用以充填方式为主，石英呈细脉状、细粒状充填或星散分布于絹云母中；其次为交代方式，即不规则之石英及石髓交代絹云母而成。总的说来，矿区的此种蚀变是很微弱的，这与围岩的性质有关。

4. 碳酸盐化：在蚀变板岩中的碳酸盐矿物为白云石和方解石，产出形态呈圆粒状集合体或细粒状较为均匀分布为主；其次为不规则的细脉或条带穿插。此种蚀变在空间上来看是分布在矽化、黄铁矿化的边缘。

5. 綠泥石化：綠泥石在矿脉与围岩中均有出現，但不穩定，而且較輕微。它常与碳酸盐矿物一起伴生，呈暗綠或淺綠色的鱗片狀，星点狀分布，有的則呈条帶狀产出。一般的有綠泥石出現，則予示着矿脉即将尖灭。

(三) 各种蚀变的相互关系:

退化色蝕變由於強弱不同，而可以根據其顏色深淺分帶。黃鐵礦化、矽化、碳酸鹽化、綠泥石化之間就無明顯的分帶。它們在空間上是不能截然分開的，而且是此起彼伏，互相重迭，相互影響而伴生在一起的。但是就它們距離礦脈遠近，在退化色蝕變範圍內

的排列,大致可分为:矽化→黄铁矿化→碳酸盐化→綠泥石化。这种分带清晰之处,在矿区内見及还是較少的。从各种蚀变形成的次序来看大致是:退色化→黄铁矿化→矽化→綠泥石化→碳酸盐化。根据它們空間分布及伴生关系(表1)和形成的先后次序(表2)列表如下:

表 1

分布范围 蚀变强度 ——种类	矿脉	围 岩	
		退色化板岩	紫紅色板岩
矽化		●●●●●●●●	●●
黄铁矿化	●	●●●●●●●●	●●
碳酸盐化	●●	●●●●●●●●	●
綠泥石化	●●	●●●●●●●●	

 主要蚀变范围
  輕微蚀变范围

表 2

三、金与各种蚀变的关系及赋存状态

蚀变板岩中金矿的矿化，主要是和退色化、黄铁矿化、矽化有密切而明显的关系。如前所述，它們三者之間又是相互联系，互相影响，相伴而生的。普遍的規律是退色化蚀变强烈地段，黄铁矿化亦是强烈的，并伴随有矽化的产出。对退色化蚀变板岩中含硫量的分析，换算成黄铁矿的含量，作出的金与黄铁矿的曲綫图（图2）中，可以看出，它們是很有規律的成同升同降变化。当黄铁矿含量增高时，金的品位亦相对增高。否則反之。从金与硫的相关系数（ $r=0.79$ ）表明，金与硫亦有密切的正比关系。

另外，通过黄铁矿单矿物化学分析结果表明，黄铁矿单矿物中含金品位远超过蚀变板岩中金品位；当黄铁矿中含金高低，直接影响蚀变板岩中金含量的高低，亦有成正比的关系；另从选出黄铁矿以后的蚀变板岩含金品位看来，一般则很低。因而可以肯定这一事实：蚀变板岩中的金，主要产于黄铁矿中。但也应该指出，还有极少数的金不存在于黄铁矿中。

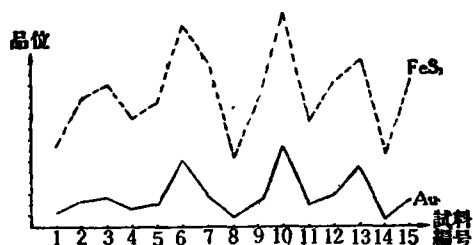


图2 蚀变板岩中金和黄铁矿品位对比曲线图

通过对黄铁矿单矿物光谱分析, 其中含 As0.3—1%; Cu0.3—1%; Ag0.0001—0.002%; Zn0.01—0.02%。从上面几种主要的杂质元素的存在和含量对比, 对于热液型含金黄铁矿矿床中, 黄铁矿所含的几种主要标型杂质元素 (As、Cu、Ag、Zn 等), 在这里亦得到证实。

蚀变板岩中, 黄铁矿富集地段, 一般说来金的矿化是好的。但是根据野外观察及资料对比, 不是所有的黄铁矿都含金很好。它和不同矿化阶段产出的黄铁矿, 不同产出形态, 粒度大小有关系。石英白钨矿化阶段产出的黄铁矿特点是: 结晶完整, 粒大, 并以星点状浸染分布于蚀变板岩中, 含金品位低。石英硫化物矿化阶段产出的黄铁矿特点是: 大部分结晶不完整, 粒度细小, 并呈细脉状和条带状充填或交代于蚀变板岩的裂隙及解理面中, 含金品位较高。黄铁矿粒度大小与含金高低, 有明显的反比关系。粒度大含金差, 粒度越小, 含金越好 (图3)。从矿山的生产实

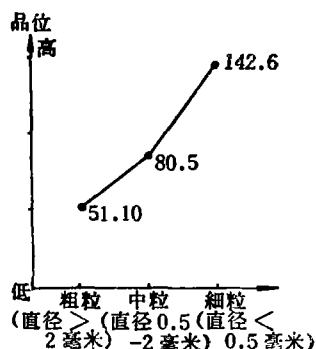


图3 不同粒度黄铁矿含金量品位图

践中也得到了证实。这是因为石英硫化物矿化阶段是矿脉中金的主要矿化阶段。含矿溶液在分离过程中, 其中的金就同辉钨矿和黄铁矿相伴沉淀, 因而形成了与这两种硫化物紧密共生的关系。粒度细小, 呈细脉状或条带状产出, 又是此矿化阶段形成的黄铁矿的特点, 所以它比石英白钨矿化阶段形成的黄铁矿含金量要高得多。同时这是与矿脉中金的矿化阶段相吻合的。

矽化与金的矿化, 既有直接的关系, 亦有间接的关系。所谓直接的关系, 就是以填充方式形成的矽化地段内之石英细脉中, 含有极少量的自然金; 而间接的关系, 就是矽化与黄铁矿化经常紧密的伴生在一起, 凡有矽化的地段, 黄铁矿化是强烈的, 因而可以作为金在蚀变板岩中是否富集的另一标志。至于与其它蚀变, 如绿泥石化, 碳酸盐化, 通过观察, 研究与蚀变板岩中金的矿化无相依关系。

蚀变板岩中的金, 主要赋存在黄铁矿中, 还有极少数产于石英细脉中, 在蚀变板岩的微裂隙中, 亦发现有微量的自然金存在。表4中之4号样尾砂金品位很高, 从野外观察与镜下鉴定, 该样中石英脉发育并且含有自然金。从其它试料的野外观察和镜下鉴定资料, 亦发现有类似情况而得到证实。

通过153片光片观察 (放大1050倍), 其中有146片中含黄铁矿, 但仅有2片中见到黄铁矿的裂隙内有自然金充填, 这和黄铁矿单矿物金的化学分析结果对比, 显然是不相吻合的。为此, 郭臣福等同志对该矿区的黄铁矿进行了加温煅烧试验, 获得了比较好的效果。煅烧5片光片中。当温度达800°C时, 其中有3片黄铁矿中金的粒度增大而显示出来成为可见金。由此可见, 黄铁矿中的金更多的可能是呈细粒分散状或次显微状产出。另外从黄铁矿中金 (可见金) 的光片粒度曲线图 (图4) 中的变化来看, 大部分金的粒度都<0.005毫米以下, 这也说明金是趋向细粒状或次显微状的。

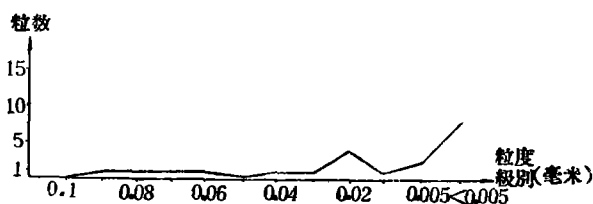


图4 黄铁矿中金的光片粒度曲线

石英细脉及蚀变板岩微裂隙中的金, 虽然含量极少, 却与黄铁矿中的金产出形态完全不同, 均呈片状或粒状的可见金, 远比黄铁矿中金的颗粒大得多。

四、蚀变板岩中金的矿化与含矿石英脉的关系

围岩蚀变中的黄铁矿化发育强弱, 与矿脉有密切的相依关系。蚀变板岩中黄铁矿的分布, 不论沿走向或倾向, 随着矿脉的变化而变化。矿脉厚大的地方, 黄铁矿化强烈, 厚度亦增大; 矿脉变薄或尖灭, 它也随之变贫变薄以至逐渐消失。因而黄铁矿化带形态与

矿脉形态完全是一致的。也就是蚀变板岩中含金矿体与含石英英脉的矿柱是相吻合的。这给附带开采带来了极大的方便。

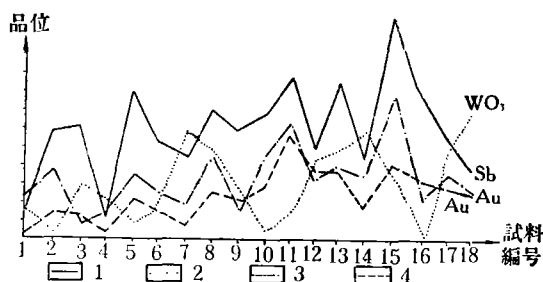


图5 矿脉中金、锑、钨品位曲线
与蚀变板岩中金品位曲线对比图

对矿脉中与蚀变板岩中同一矿化阶段产出的辉钨矿和黄铁矿，分别作了单矿物的含金化学分析它们含金都很富，而且品位高低相差亦不大。这不是偶然的

巧合，而是同一矿化阶段中，金在两种硫化物中均衡沉淀的结果。它们不但在成因与成分上有密切的联系，而且在有利的构造部位富集也是趋于一致的。所以矿脉中锑、金矿化好的地段，蚀变板岩内同一矿化阶段形成的含金黄铁矿也是富集的，金的品位就相应增高，它们之间出现了成正比的关系（图5）。至于与白钨矿化就无一定的规律了。总之，蚀变板岩内金的富集与矿脉形态，厚度，空间位置，以及其中金、锑的矿化强弱是一个相互依存的统一体。

五、结语

从上述的论述中可知，近矿蚀变围岩中的金，主要赋存于黄铁矿中，它不但可以作为一种具有工业意义的矿床开采利用，而且，由于与含石英英脉的关系密切，可以作为找寻本类型矿床盲矿脉的重要指示标志；同时对于相类似的矿床扩大远景，提供了新的找矿意义。

某铜镍矿区物化探工作的初步经验

李维绳

为了积极地寻找国家急需的镍矿资源，通过综合物化探工作方法，发现了脉状含矿岩体，经过验证该矿体比盆状含矿岩体质量好，储量大，现将物化探工作初步体会介绍出来供大家参考。

一、地质、地球物理、地球化学概况：

本区位于两种性质不同的大地构造单元的衔接处，其间为一深大断裂所隔开。区域地层主要由前震旦纪古老片麻岩系组成，出露之岩层为黑云母花岗岩片麻岩、角闪片岩、角闪斜长片麻岩、花岗质片麻岩、石榴子石片岩、云母片岩、大理岩等，矿区南部被中生代砂砾岩覆盖。

矿区南部深大断裂长期活动，导生了次一级呈侧幕状垂直于大断裂方向之羽毛状断裂系统，控制了基性、超基性岩体的分布，全区的基性、超基性岩体规模不等呈串珠状和带状，受四个主要断裂的控制分成四个岩带，其中第一岩带为成矿有望地段。岩体在平面上一种呈纺锤状，另一种呈狭长带状，前者岩浆分异完善，横断面多呈盆状，赋存有熔离型底部、边部矿体，后者横断面多呈脉状，经常呈岩体即矿体。

本区之基性、超基性岩体，多由杆辉岩、辉岩、辉长岩系列组成。矿石主要由镍黄铁矿、黄铜矿、磁

黄铁矿、黄铁矿等，呈海绵晶铁状，侵染状和微密块状构造。含矿杆辉岩和杆辉岩，具有较强的磁性，而蚀变辉岩等与围岩磁性差别不大，因此磁法可以圈定基性程度较高的岩体，基性、超基性岩中铜、钴、镍元素含量随着基性程度的增高而增高，而铜含量的增高还与岩石中硫化物含量的富集有关。次生晕用来初步评价岩体的含矿性。矿石比其围岩、超基性岩具有较强的电化活动性和较高的极化率（含矿杆辉岩 η_s 值为30—50、含矿辉杆岩 η_s 为40—60，富矿辉杆岩 η_s 值为60—80），用自然电场法和激发电位能够直接找到硫化铜、镍矿体，对本区找矿评价上起着重要的作用，但自然电场法在表土覆盖较厚情况下没有反映，因此，激发电位就显得有其独到之处。

二、以往物化探工作情况

本矿区南部含矿岩体处于深大断裂附近，地表全被复土掩盖，60年曾在该区投入过磁法普查工作（测网250×50米，比例尺1:25000），发现了点异常，当时认为是突变点没有被注意，翌年考虑该区位于一号岩带南端有找到新岩体的可能性，因此，又投入较大比例尺的磁法、次生晕（分析铜、镍、钴）物化探详查工作，由于化探采样未达到层位没有异常，仅有磁