

某硫化銅鎳矿床的地质特征及工作方法

俞 开 基

一、区域地质概况

矿区出露岩层有变质及非变质两部分：非变质包括石炭纪至白垩纪的碳酸盐建造、頁岩建造、綠石建造、含煤建造和紅色建造；变质岩系则由片麻岩、片岩、千枚岩、大理岩、角岩、石英岩等所组成。其时

代尚未确定，据黑灰色千枚岩中发现的部分化石鑑定，属奥陶纪至泥盆纪。片麻岩位于片岩、千枚岩之下，时代可能还要早些。

变质岩系中广泛分布酸性、基性及超基性的火成岩体及脉岩，其中测定花岗岩伟晶岩为燕山期产物，閃

1. 矿区內火山岩类的变质过程是长期的，不能設想其变质温度、压力是固定不变的，用测定离矿体赋存部位較远的“綠岩相”的变质温度，能否代表变质成矿时期的矿石温度，值得怀疑。

2. 矿区內浅海相沉积的頁岩（变质为千枚岩），薄层石灰岩（变质为大理岩）或火山碎屑岩等，其中肯定会含有有机炭的成分，当成矿溶液经过或貫入这些地层时，少量的有机炭，往往随同矿液一起沉淀下来。因此，在矿石中含有一些有机炭成分，这是不足为奇的。

3. 黄铁矿的胶状结构，也不能說明是在沉积条件下形成的，因为热液形成的黄铁矿，也同样可以具有胶状结构。

4. 成矿后期的构造变动也可以引起方鉛矿、閃鋅矿的变形或折裂。以此也不能說明这种现象是所謂变质成矿时期的产物。

根据以上事实，我們初步认为該地区黄铁矿型銅矿床应属热液矿床，而不是变质的噴发沉积矿床，矿床的成矿活动是多次的。在火山岩系噴发之后，褶皱活动的早期就有黄铁矿的热液活动，随着区域变质作用的发展，早期黄铁矿有的破碎、有的产生柔皺，在围岩片理化之后继而有黄銅矿、閃鋅矿、方鉛矿、黄铁矿等热液活动，有的迭加在早期的黄铁矿之中，有的形成单独的含銅黄铁矿或含銅多金属矿。初步推断，成矿的母岩，可能是隱伏在矿区深部的中酸性花岗岩类的小型侵入体。

四、关于找矿的一些意見

（一）矿田內的次一级倒轉背斜、傾伏背斜及断裂构造等，对于矿床的形成具有明显的控制作用。因此，对这种构造形式应給予足够的重視。在南、中部矿带中，已初步可以看出有戊、己、庚等几个地段，具有类似的构造形式。在戊区經地质六队普查钻探証明确实有厚度較大的矿体存在。对于这些地段，今后

应利用綜合方法，突出加强找矿工作。預期可以找到新的矿体或者盲矿体。

（二）石英角斑凝灰岩（ π_3 ）是一个重要的含矿层位，应予以重視。但是，在矿区及其外围广泛分布的細碧岩类中已发现有較好的矿化现象，只要重視成矿构造的研究，发现新的矿床是完全可能的。从国外的研究資料看来，黄铁矿型銅矿的围岩从基性到酸性，从凝灰岩到熔岩，甚至在板岩中也有工业矿床的形成。而且大多矿床都产于中基性的“綠岩”中。因此，在該地区找矿工作决不能只局限在石英角斑凝灰岩中，应该扩大眼界，同时寻找新类型的矿床。

（三）围岩蚀变现象，对找矿工作来讲，具有一定的作用。但是，由于区域变质作用十分强烈，广泛发育的絹云母化，綠泥石等大多都是受区域变质作用所引起的。因此，在实际工作中应对变质蚀变及矿化蚀变加以区别。一般来讲矿化蚀变应该是找矿的标志，但是在某些情况下，即是矿化蚀变比較强烈的地段，据此也不一定能找到工业矿床，例如丁区矿床西部，某地段矿化蚀变十分显著。但是經钻探証明，矿化并未构成工业富集，相反在丙区矿床上部蚀变现象并不显著，而矿床都是大型的。对此，应加以具体分析。

（四）鉄帽是地表找矿的一种值得注意的标志，但是由于該地区的鉄帽种类繁多，在工作中应该对含矿鉄帽及不含矿鉄帽加以区别，特别是矽化貧鉄帽与含鉄矽质岩往往不大容易区分，在实际工作中应加以注意。此外，以鉄帽的大小也不能籠統的作为判断矿床規模大小的根据，丙区矿床的鉄帽只有十多米长，但是隱伏在深部的矿床規模却是很大的。

总之，該区在找矿工作中除了应注意出露地表的矿化标志而外，还应该突出地加强矿田构造，矿床构造的研究，以便进而发现盲矿体和盲矿床，不断满足生产建設对矿产资源的需要。（参考文献从略）

长伟晶岩为印支-海西期产物，并穿过了超基性岩体，超基性岩体推测为海西期所形成。硫化铜镍矿体在成因上、空间上与超基性岩体有依附关系。超基性岩体规模不大，分布有一定方向，呈北西-南东向，与区域地质构造线指向相一致。

矿区内断层发育，尤以纵向者居多，且与成矿有关。褶皱形态在变质岩系与非变质地层中不相同，前者褶皱紧密，倾角陡峻，呈线状延伸；后者褶皱开阔，倾角平缓。但褶皱轴向二者却大体一致，均呈北西-南东向。区内金属矿产以铜、镍富集为特征，另有少许铅矿。

二 矿床地质特征

(一) 超基性岩体本身的地质特征：

硫化铜镍矿体在成因上、空间上与超基性岩体有依附关系，这已经是一条普遍的规律。但并非所有超基性岩体都有铜镍矿体存在。因此，许多研究者进一步探讨了铜镍矿体受超基性岩体大小、形态和产状、岩相、化学成分以及岩浆的分异作用所控制的规律性。某硫化铜镍矿床除在这几方面具有已知的普遍规律外，也有其特殊性，描述如下：

1. 含矿岩体规模不大，出露地表南东窄、北西宽，埋藏深度南东深，北西浅。整个岩体的底部几乎都含浸染状硫化镍矿，尤其以岩体的中段底部最为富集。此即晚期岩浆熔离矿床中的“底部矿体”（以下简称熔离型“底部矿体”）。如图1，图2所示。

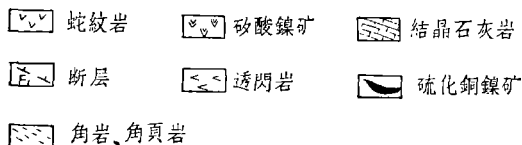
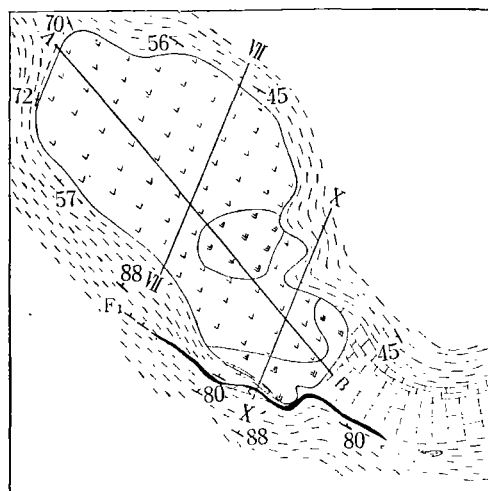


图1 某硫化铜镍矿床地质构造略图

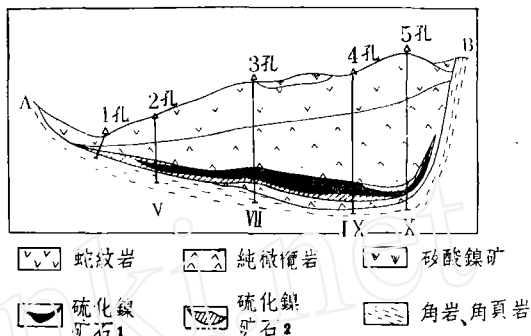


图2 某硫化铜镍矿床基性岩纵剖面图

(注：硫化镍矿石1为较富矿石；
硫化镍矿石2为较贫矿石)

2. 岩体产状为岩盆，形态似船。纵剖面上北西端翘起，倾角缓，仅40度左右；南东端下沉，倾角陡，达80度。横剖面上北东翼和南西翼大体倾角一致，40—60度，接触面倾斜相反，形成盆形断面（如图3所示）；但近南东端部例外，两翼倾角很陡，近90度，而且接触面倾斜相同，形成椭圆状断面（如图4），可见岩体形状并不十分规则。岩体与围岩在走向上和倾向上的接触特点，大多是平行一致的，也有部分是相交的。与岩体接触的围岩在南东端有结晶石灰岩，其他部位为片岩、石英岩，多已发生接触变质作用。岩体的南西侧围岩中有纵向断裂产生，沿断裂带有致密状和浸染状硫化铜镍矿体分布，即晚期岩浆熔离贯入—热液富集式矿床的脉状矿体（以下简称贯入型脉状矿体）。地表矿体距岩体接触线0—130米。

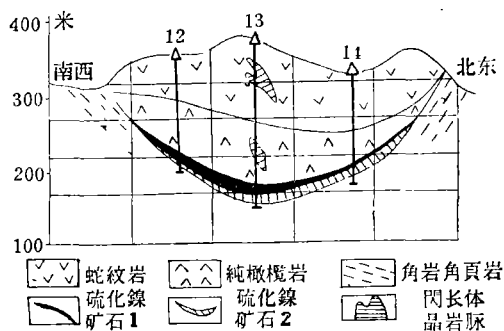


图3 某硫化铜镍矿床VII号剖面图

3. 岩体在剖面垂向上可以划分为三个岩相带。上部蛇纹岩带：岩石呈黄绿色，松散易碎，矿物成分主要为蛇纹石（纤维蛇纹石、叶蛇纹石、片蛇纹石），占75—85%；其次有水金云母5—15%，绿泥石3—5%，磁铁矿3—5%，透闪石1—3%，顽火辉石、粘土矿物、氢氧化铁、碳酸盐等3—5%。此岩相带厚

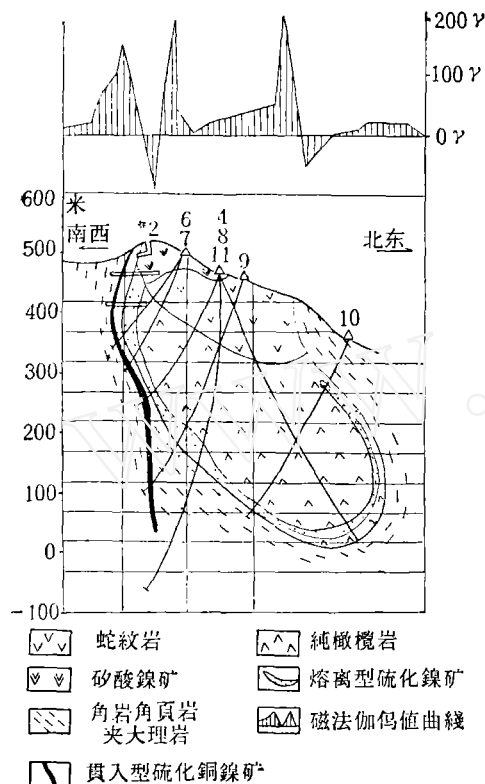


图 4 某硫化銅鎳矿床 X 号剖面图

30—110 米，不含硫化銅鎳礦，局部地方有可达工业品位的矽酸鎳礦。

中部純橄欖岩帶：岩石呈綠色及暗綠色，致密堅硬，礦物成分主要为橄欖石，占 70—80%；其次有透閃石 5—10%，水金云母和金云母 5—10%，蛇紋石 3—5%，滑石 1—3%，綠泥石、磁鉄礦 1—3%。此帶厚 10—210 米，沒有銅鎳礦體，仅局部地方有少量銅鎳硫化物。

下部蛇紋石化純橄欖岩帶（或称硫化物純橄欖岩帶）：岩石呈灰黑色，硬度中等，不甚致密，以富含鉄和硫化物为其特征，凡見此帶均有硫化銅鎳礦體存在。其礦物成分仍以蛇紋石（纖維蛇紋石、叶蛇紋石、片蛇紋石）为主，占 70—80%，其次为磁鉄礦 10—20% 左右；此外有綠泥石（叶綠泥石、斜綠泥石）1—5%，硫化物和磷灰石少量。此帶厚 1—40 米左右。

三岩相帶为逐漸过渡关系，化学成分很相近，礦物成分主要是橄欖石向蛇紋石的轉化，在某些部位硫化物純橄欖岩帶夾在純橄欖岩帶之中。因此，三岩相帶区别可能是岩体自变质作用和風化作用所致，并不是分异作用的結果。

4. 硫化物純橄欖岩的化学成分以含鉄高 (TFe 6.63—10.27) 为其特征，m/f 值一般为 4 左右。

（二）閃长伟晶岩脉的分布及含矿性：

在超基性岩体内部和超基性岩体与围岩的接触带上有許多閃长伟晶岩脉分布。据国外文献記載“在不少地方可以見到致密的硫化物脉过渡为閃长伟晶岩脉”，我們曾对这一现象进行了詳細的觀察，得出了否定的結論。閃长伟晶岩脉有以下几点特征：

1. 岩脉規模不大，长仅几米至几十米，厚 0.2—10 米，一般部小于 2 米。产出方向不一致，以北东—南西組居多，北西—南东組次之，岩脉发育的方向与矿区构造綫方向相交，呈陡脉状，延深大多在 100 米以內，三个岩相帶中都有分布。

2. 組成岩脉的岩石呈灰白—灰色，小脉状及块状构造，粒状、柱状鑲嵌变晶結構，主要成分为斜长石占 30—45% 和角閃石占 55—70%，此外有黑云母 0—5%、磷灰石 0—3% 和少量的榍石、褐帘石、輝石、磁鉄礦。

3. 岩脉有穿插岩体和熔离型“底部矿体”的现象。

4. 岩脉的含鎳量低，沒有矿体富集的特征，也沒有过渡为硫化物脉的现象。在所見岩脉之处，岩脉含鎳品位較之岩体为低，含量比值 1:2.57；岩脉距矿体远近不同，其含鎳量并无多大差异；岩脉存在于矿体中时，其含鎳品位增高，但仍較相邻部位岩体为低。可見岩脉品位之增高是由于矿体的混染作用所影响。

綜上所述，脉岩的分布反映了岩体原生裂隙构造发育的状况，岩脉穿过矿体的事实說明成矿阶段是在原生裂隙形成及岩脉侵入之前。因此不可能見到致密的硫化物脉过渡为閃长伟晶岩脉。

（三）矿体的賦存部位及产岩特征：

有两种成因类型不同的硫化物銅鎳矿体：

1. 熔离型“底部矿体”：賦存在盆状岩体的底部及近底部，受岩体底部的硫化物純橄欖岩相及其形态所控制，部位比較稳定，呈曲面式似层状产出。矿体厚 1—36 米，平均 13 米，規模較大，是鎳的主要来源，銅的儲量极少。此外，局部地方有上悬矿体存在，仍产在岩体中的硫化物純橄欖岩相中，呈透鏡状，部位不稳定，規模很小。

2. 貫入型脉状矿体：賦存在岩体外接触带的角岩及石英云母片岩中，距岩体接触带 0—130 米，越向深部距离越远。矿体呈陡脉状，走向北 50°—80° 西，傾向一般为北东，局部弯曲向南西，傾角 70°—90° 度。

矿体长640米,延深450米,致密矿石平均厚1.26米,浸染矿石7.15米,規模較大,是銅的主要来源,鎳的儲量也不少。此类矿体伴生有一种超基性岩的蚀变岩脉-透閃岩,但并不是矿体必不可少的伴侣,其产状与矿脉一致,断續出露,脉长25—200米,寬1—30米,延深25—155米。組成岩石的矿物55—85%都是透閃石,其次有叶綠泥石10—20%,黑云母0—5%,磁鉄矿、鈦鉄矿和硫化物0—5%,沒有长石及石英,有橄欖石及輝石結晶假象,与围岩成侵入接触。

(四) 矿石的矿物共生組合及矿石构造特征:

1. 熔离型“底部矿体”: 矿石构造类型为稠密和稀疏浸染状构造。組成矿石的矿物主要为磁黄鉄矿35%和鎳黄鉄矿30%,其次有磁鉄矿15%、黄鉄矿7%,黄銅矿(包括墨銅矿、方黄銅矿占6%),石墨4%,并有少量鈦鉄矿、方鉛矿、閃鋅矿、紅柱石、榴石、銘尖晶石。鎳的含量大大高于銅,約为7:1。

2. 貫入型脉状矿体: 矿石构造类型主要有致密团块状构造和浸染状构造。致密团块状矿石和浸染状矿石之間有明显的界綫。致密团块状矿石的矿物主要为磁黄鉄矿70%,其次有鎳黄鉄矿10%、黄銅矿5%、磁鉄矿4%、黄鉄矿3%、紫硫鎳鉄矿2.5%,此外有少量鈦鉄矿、菱鉄矿、方鉛矿、閃鋅矿。此类矿石鎳高于銅,而且鈷、硫含量很高,鎳与銅之比为3:1,鎳与鈷之比为23:1,鎳与硫之比为1:5。浸染状矿石的矿物与致密团块状矿石基本相同,惟鎳黄鉄矿、磁鉄矿減少,黄銅矿、紫硫鎳鉄矿增多。此类矿石銅高于鎳,鈷、硫含量低,其各元素之間的比值是:鎳与銅之比为2:3,鎳与鈷之比为23:1,鎳与硫之比为1:4—14。

按矿物生成的时期可分为以下共生組合:

(1) 磁鉄矿和鈦鉄矿可能为岩浆期較早之矿物,这种氧化物較硫化物生成早。

(2) 磁黄鉄矿、鎳黄鉄矿,部分黄銅矿可能为后期岩浆生成。

(3) 部分黄銅矿、紫硫鎳鉄矿,方鉛矿,閃鋅矿和部分黄鉄矿可能为热液生成。

(4) 胶黄鉄矿、菱鉄矿、輝銅矿、斑銅矿等为次生矿物組合。

(五) 伴生元素的含量及賦存特征:

伴生有益組分有:鈷、硫、硒、碲、銀、金、鉬等,經多元素分析結果,分布比較广泛,含量比較均匀。有害組分有鉛、鋅、砷、鉍等。

(六) 硫化銅鎳矿体在氧化带的特征:

熔离型“底部矿体”未暴露地表,无氧化带。貫入型脉状矿体露出于地表,已經氧化,有大量褐鉄矿存在为其特征,有用矿物主要是孔雀石和矽孔雀石。原生硫化物极少,仅見微量之黄銅矿、磁黄鉄矿和次生白鉄矿与黄鉄矿等成残余状存在,其次有少量斑銅矿和輝銅矿等矿物。經鏡下光薄片仔細观察未发现含鎳的独立矿物存在,光譜分析結果,鎳和鈷主要集中在孔雀石和矽孔雀石及含鎳矿物中,故推測鎳和鈷可能被孔雀石和銻质矿物吸附。氧化带的銅鎳品位均較原生带大大降低,如致密团块状构造矿石的原生带銅含量为氧化带之2倍左右,原生带鎳含量为氧化带之9倍;浸染状构造矿石的原生带銅含量为氧化带之1.5—2倍,原生带鎳含量和氧化带相近,但仍略高一些。氧化带深度20—40米,向下逐渐过渡为原生带,混合带范围很窄,形状不規則。

三、找矿勘探的几点認識和作法

(一) 关于找矿方向和标志:

从某硫化銅鎳矿床的实际資料出发,下列条件是可以作为找矿方向和标志的:

1. 大地构造单元的有利位置: 在两种一級大地构造单元的啣接部,是硫化銅鎳矿床的找矿方向之一。

2. 富鉄超基性岩体的存在: 面积不大的盆状岩体,富鉄的呈灰黑色的硫化物純橄欖岩相最有利于硫化銅鎳矿体存在,这是熔离型矿床的儲藏所。

3. 平行于大构造的次級断裂的发育: 尤其是离超基性岩体不远(大約距接触带150米左右)的纵向断裂对找寻貫入型脉状矿体极为有利。沿断裂往往有蚀变超基性岩脉侵入,使断裂在地表的面貌不清,但蚀变超基性岩脉却与貫入型脉状矿体經常伴生,因此对蚀变超基性岩脉应密切注意。

4. 鉄帽的存在: 硫化銅鎳矿体的鉄帽以含有鎳、鈷可以区别于其他金属矿床的鉄帽,而且往往有残留的銅鎳原生金属矿物和氧化矿物,是良好的直接找矿标志。

5. 銅鎳的物,化探异常区: 超基性岩体普遍含鎳,只凭鎳的异常很难判断有硫化銅鎳矿体的存在,必須結合銅量測量,在含有銅鎳矿体的盆形岩体边部有較高的鎳、銅异常和磁异常,岩体的隐伏部分也有反映。如图4所示。对于貫入型脉状矿体來說,鎳异常仍然必須結合銅异常来判断,因为超基性岩体附近,围岩往往容易被鎳所污染,尤其断裂带、地形平緩及低凹处易于形成假异常区。

(二) 关于评价和勘探方法:

許多經驗証明,一般硫化銅鎳矿石的质量是很好

的，比較容易得出正确評價。在矿床規模評價和勘探方法上有以下几点值得注意：

1. 确实查清岩体的性质：矿体的含矿性严格受岩相的控制，但其规模受岩体大小的影响。岩体的大小不能以岩体露出地表的大小为准，而应以原始大小为准，应用地质与物探磁法結合的方法，对确定岩体的大小和产状有很显著的效果。

2. 充分估計矿体氧化带与原生带的差异：由于地表銅、鎳易于氧化流失，氧化带銅、鎳品位均較原生矿低，有的矿石相差竟高达9倍，流失过甚还会出现无矿地段。因此对矿床規模的評價不能依地表为准，而应有深部工程的証实，否則容易低估矿床价值，甚至輕易作出否定的結論。

3. 認真圈定熔离型矿体的边界綫：一般矿床依据工业指标和基本分析結果就易于把矿体边界确定。对于熔离型矿体來說問題不这么简单，因矿体围岩普遍含鎳，且鎳含量往往可达工业指标規定的品位。但其主要为矽酸鎳，目前不能为工业所利用。因此，当硫

化物稀少，且顆粒很細，矿体与非矿体界綫难以确定时，必須野外观察、岩矿鑑定、基本分析和物相分析四結合，以查明矿体真正界綫，不能单凭鎳的基本分析确定，否則会造成矿体扩大化。

4. 矿体評價与勘探的作法，在查清岩体性质而且証明有“底部矿体”存在的前提下，不要一开始就按順序剖面逐条进行施工，应先进行远景評價控制，后进行勘探工作部署。控制的方法最好是沿岩体的纵向軸綫打一排控制钻孔，钻孔間距依岩体大小而异；横向变化亦可依岩体大小、形态而利用少量工程进行控制。本区勘探是采取坑、钻配合，直、斜钻兼施，扇形钻多用的勘探手段。对熔离型“底部矿体”，依岩体剖面形态，采用斜孔探边，直孔掏底的勘探方法。对貫入型脉状矿体用坑道探上部，斜钻探下部，剖面勘探的方法。矿床規模大体控制了，就便于规划勘探工作，如果矿床为国家急需，則可以采取打开天战的方法，加快勘探速度，这一工作方法，既循序漸进又符合多快好省的精神。

（上接第4頁）

不等，其中以下白堊紀的地层为主要含矿层。矿石主要由輝銅矿、斑銅矿、黄銅矿等矿物組成。銅的含量較富，規模較大。

此外，在中南某地也有同类矿床的发现，并有次生富集銅矿，品位很高。

我国很多地区都具有寻找这类矿床的地质条件，在今后找矿过程中将有更多新的发现。

（五）产于震旦紀（？）石英岩中的似层状銅矿床

这类銅矿仅見于我国內蒙某地。矿床賦存于石英岩层中（在时代上可能是属于震旦紀），矿床上部为云母石英片岩，矿层下部为片岩和板岩，含矿石英岩分为条带状石英岩与致密状石英岩，其中以条带状石英岩为賦存銅矿的主要层位，大都呈似层状和透鏡状产出，厚度可达数十米，黄銅矿呈条带状和散点状浸染于其中。銅的含量較高，富集地段可达4%以上。延深和延长都比較大。有用金属矿物除黄銅矿外，尚有磁黄鉄矿，方鉛矿、閃鋅矿，其中閃鋅矿多賦存于含矿石英岩层的下部黑板岩中。围岩具有透輝石化，透閃石化和矽化等蝕变現象。有关这类矿床的成因和規律，研究得尚不够清楚，还存在有多种不

同的見解。但由于这类矿床具有富和大的特点，应该引起我們在找矿中注意。

（六）产于前震旦紀变质岩中脉状銅鋅矿床

这一类型矿床可以东北某銅矿为代表，該矿产于前震旦紀变质岩中，主要为黑云母斜长片麻岩，黑云母石英斜长片麻岩。矿体受褶皱构造的控制，产出于倒轉背斜的軸部。据現有勘探資料表明，該矿95%以上的儲量都集中在一个长不过400米而延深达千米的范围内。

矿床的矿物組合比較簡單，主要为黄鉄矿、磁黄鉄矿、黄銅矿和閃鋅矿等矿物組成。其中黄鉄矿約占总量的50%左右，黄銅矿約占10%左右，閃鋅矿一般所占比例都較銅为低，矿体大都由致密块状矿石所組成，边缘部份也有浸染状的矿石存在。近矿围岩蝕变以矽化和綠泥石化比較显著，它的規模属中型矿床。

这类矿床的形成，是在前震旦紀地台基底形成以后又产生后期构造运动，并伴随岩浆的侵入和矿化活动，因而形成了矿床。在具有相类似地质构造条件中，应注意寻找这一类型矿床。

（冶金部地质司地质处整理）