

略论岩浆铜镍硫化物矿床的找矿与勘探

陈 子 诚

(中国有色总公司吉林矿产地质研究所)

岩浆铜镍硫化物矿床是当前我国生产镍金属的唯一矿床类型。本文论述了铜镍硫化物矿床的找矿方向、岩体评价、找矿标志及普查勘探应注意的一些问题。

关键词: 岩浆铜镍硫化物矿床; 找矿方向; 岩体评价; 找矿标志; 普查勘探

岩浆铜镍硫化物矿床是当前我国生产镍的唯一矿床类型。这类矿床可利用的元素除Ni、Cu外,尚伴生有Co、S、Se、Te、Pt和Pd、Os、Ir、Ru、Rh等多种有用元素。加强此类矿床的找矿和勘探,具有重要的现实意义。

作者先后参加了吉林省红旗岭岩浆铜镍硫化物矿区1号、7号矿体的勘探工作,并考察了甘肃省白家咀子、四川省力马河以及陕西省煎茶岭等同类矿床。以此为基础,本文着重讨论岩浆铜镍硫化物矿床找矿勘探工作中的若干问题。

找矿方向

我国已知镍矿在准地台区及地槽区均有分布,就储量而言,主要蕴藏在地台区;地槽区占次要地位。就矿床数目来说,地槽区多于准地台区。但主要分布在距准地台和地槽衔接部位的台区或槽区边缘数至30km范围内(图1)。台区边缘的矿床有甘肃省白家咀子,吉林省赤柏松等;槽区边缘有吉林省红旗岭1号岩体、7号岩体、漂河川矿床、獐项矿床等;地槽区和准地台区内部镍矿床较少,前者有陕西煎茶岭,新疆喀拉通克,后者有铜洞子、桃科等矿床;台槽衔接部位矿床的数量和规模都占绝对优势。今后

除继续加强台槽衔接部位的镍矿找矿工作外,对地槽及地台内部也应进行适当的工作,以期发现新矿床。

镍矿床的分布常受不同大地构造单元之间的深断裂构造控制(图1),但主要产于与深断裂平行、垂直或斜交的次级断裂构造中。如白家咀子矿床受龙首山深断裂控制,红旗岭矿床受辉发河深断裂控制,漂河川镍矿受抚顺—密山深断裂控制,力马河镍矿床受安宁河深断裂控制,煎茶岭镍矿床受玛沁—略阳深断裂控制,而喀拉通克镍矿则受额尔齐斯深断裂控制(汤立中等,1965)。由于这些深断裂切割深度可达上地幔,且常具有长期多次活动的特点,因此为基性—超基性岩浆的上升及硫化铜镍矿床的形成提供了重要的构造条件。故此,找矿时要注意地台区和地槽区或它们内部次级构造单元之间是否存在深大断裂,要特别注意其次级断裂构造的性质、规模及产状等。

岩体评价

硫化铜镍矿床与基性—超基性岩密切相关。生成硫化铜镍矿床的岩体包括超基性岩、基性—超基性岩、基性岩等3大类。其中,超基性岩体以纯橄榄岩—二辉橄榄岩—斜长橄榄岩型、二辉橄榄岩型、斜方辉岩型

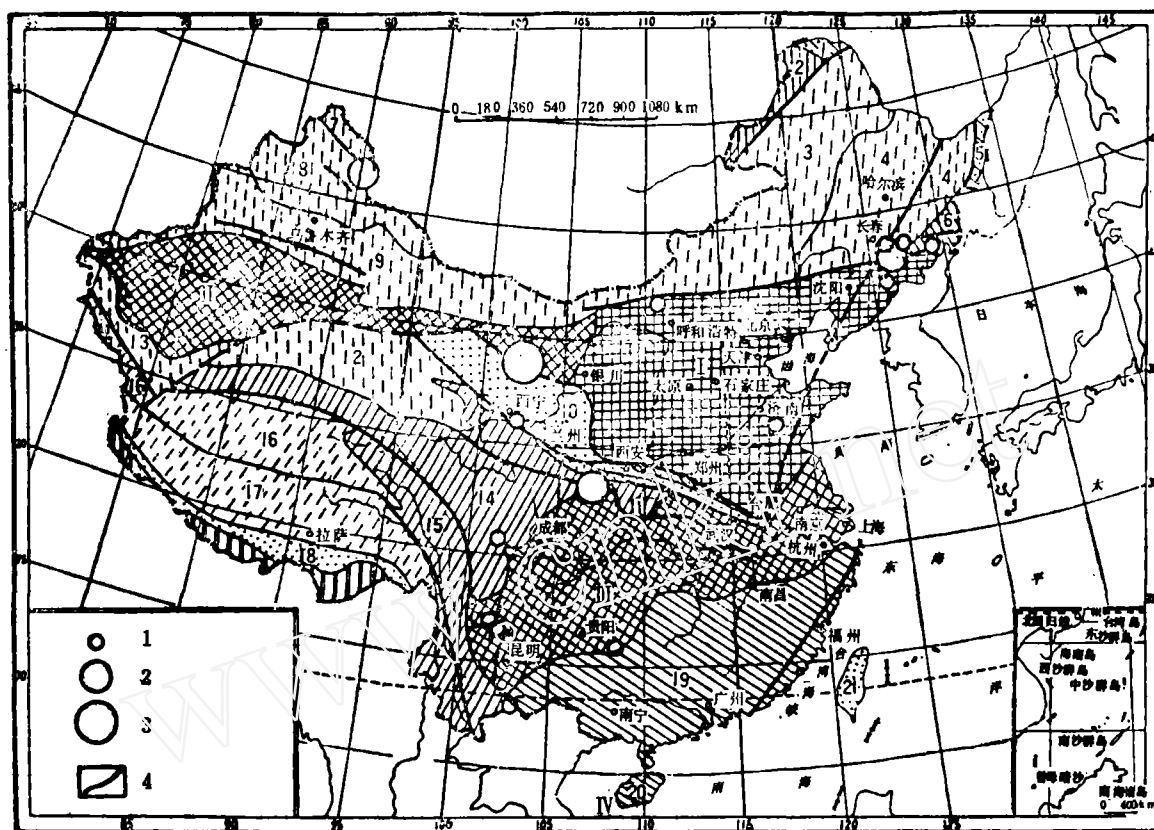


图 1 中国主要硫化物铜镍矿床分布略图

(据汤中立、任端进修改)

I—中朝准地台, II—塔里木地台, III—扬子准地台, IV—海南地台; 1—上黑龙江 冒地槽褶皱带, 2—额尔古纳褶皱系, 3—内蒙—大兴安岭褶皱系, 4—吉黑褶皱系, 5—那丹哈达优地槽褶皱带, 6—延边褶皱带, 7—阿尔泰褶皱系, 8—准噶尔褶皱系, 8—天山褶皱系, 10—祁连褶皱系, 11—秦岭褶皱系, 12—东昆仑褶皱系, 13—西昆仑褶皱系, 14—松潘甘孜褶皱系, 15—三江褶皱系, 16—喀拉昆仑唐古拉褶皱系, 17—冈底斯念青唐古拉褶皱系, 18—喜马拉雅褶皱系, 19—华南褶皱系, 20—东南沿海褶皱系, 21—台湾褶皱系; 图例: 1—中小型矿床, 2—大型矿床, 3—特大型矿床, 4—深断裂

和蛇纹岩—滑镁岩型最重要, 常赋存有大型或特大型矿床。

基性—超基性岩以(含长二辉)橄榄岩—(二)辉岩—辉长岩型和含长单辉橄榄岩—单辉橄榄岩—辉长岩—闪长岩型为主, 这是我国分布最广的含镍岩体类型, 但矿床规模一般为中、小型, 个别也有大型者。基性岩体中, 以苏长岩型和分异的橄榄辉长—辉绿岩型最重要。国外一些硫化铜镍矿床均与此类岩石有关, 如肖德贝里等。我国近年来在新疆喀拉通克的基性岩(橄榄苏长岩、苏长辉长岩)中发现了大型铜镍矿床。为了

扩大找矿, 今后除继续注意寻找超基性、基性—超基性岩中的铜镍矿床外, 对基性岩中的铜镍矿床亦不能忽视。

含镍基性岩体常同时含有单斜和斜方两种辉石。基性—超基性杂岩中, 主要含有单斜和斜方两种辉石以及含铁高的贵橄橄石。超基性岩体中同时含有单斜辉石、贵橄橄石及不定量的基性斜长石等, 这是区别于含铬超基性岩体的重要特征。

一般含镍基性岩的镁铁比值为0.5~3, 含镍超基性岩的镁铁比值为2~5.5, 属于铁质基性、超基性岩。个别含镍超基性岩体,

如蛇纹岩—滑镁岩型, 镁铁比值大于7, 属于镁质超基性岩。对于同一基性、超基性岩体或同源不同期的岩体, 镁铁比值愈高的岩相或岩体, 含矿性愈好。但个别亦有例外, 如吉林省赤松矿床。

鉴于岩浆铜镍硫化物矿床赋存于基性、超基性岩体中, 且矿体与特定的岩相有关, 根据现有资料, 我国规模较大的镍矿区均为复式岩体成矿。因此, 在找矿评价时应首先详细划分岩体的岩相, 并注意区分不同期次的侵入体(相)。岩体的分异作用愈好, 对浅部熔离矿体愈有利。在同一个含镍岩体中, 由于分异作用所形成的各岩相, 基性程度愈高的含矿性较好。在同源、不同期的岩相中, 较晚期贯入的岩相, 含矿性较好。

岩体不论大小均有成大矿的可能(如吉林红旗岭矿区7号岩体, 其地表面积仅 0.0078km^2 , 却形成大型矿床), 这主要取决于原始岩浆的含矿丰度及深部熔离作用是否完善等因素, 因此在岩体评价时, 无论大小岩体均应重视。含矿岩体的产状也多种多样, 不论岩盆、岩墙或岩床均有成矿的可能。

考虑到基性、超基性岩体成群出现、成带分布的特点, 而且在一个矿区的岩体群中, 往往只有少数岩体具有工业矿体。因此, 对于岩体群的评价应根据每一岩体的地质情况及物化探异常反映, 逐一进行适当的工作。第一批钻孔应首先布置在地质条件最好并且有物化探综合异常处, 以期尽快打开找矿局面。

利用S、Cu、Co、Ni评价岩体含镍性, 由于岩浆演化过程中, 能否形成镍矿床, 在很大程度上取决于岩浆中硫含量多少, 如果岩浆结晶早期硫的浓度高, 则金属元素与硫作用形成硫化物, 并在硅酸盐析出之前析出, 不进入硅酸盐矿物晶格, 从而集中成矿。在此之后, 岩浆中的硫继续与金属形成硫化物, 但由于此时硅酸盐矿物晶出而“稀

释”了金属硫化物, 使其呈分散状态分布于岩体中。红旗岭矿区在岩体中取样分析S、Cu、Co、Ni, 运用数理统计方法, 可以有效地区分含矿岩体与不含矿岩体, 亦可区分含矿岩体中的含大矿岩体和含小矿岩体。如该区含矿基性、超基性岩体(5个样)的平均硫、镍含量分别为11160ppm和5860ppm。无矿基性、超基性岩体(6个样)的平均硫、镍含量分别为1816ppm和2033ppm。由此可见, 含矿岩体与不含矿岩体相比, 其硫含量高一个数量级, 镍含量亦较高。

岩体蚀变作用的强弱, 是岩体含矿性的评价准则之一。由于动力变质及岩体与围岩的同化混染作用和后期热液蚀变作用而引起的透闪石化、绿泥石化、滑石化和碳酸盐化与矿化无关。而由于富含金属硫化物熔浆在金属硫化物晶出的晚期, 原来含有的挥发组份更加富集, 并使较早结晶的造岩矿物引起的次闪石化、绿泥石化等蚀变现象, 在蚀变作用产生后, 仍有一部分金属硫化物晶出并常常交代了蚀变矿物。由此可见, 这种蚀变现象与矿化的关系较为密切。总的说来, 岩体蚀变作用的产生与岩浆富含挥发份有关, 可作为岩体含矿性标志之一。但矿化富集与蚀变没有消长关系, 因为在富矿中蚀变不一定强烈, 而蚀变强烈处矿化不一定富集。

找矿标志

硫化铜镍矿床的地表氧化带, 常形成鲜艳的红褐色、黄绿色、蓝色或褐黄色的含铜镍的氧化物、氢氧化物、硅酸盐、碳酸盐、酸硫酸盐等矿物及铁帽, 其中如孔雀石、铜蓝、翠镍矿、镍华、含镍蛭石、镍绿泥石、褐铁矿、赭土、石膏、黄钾铁矾、碧矾、镍矾及硅孔雀石等。由于风化淋滤作用, 原生硫化合物流失后, 形成了不规则的流失孔或蜂窝状及网格状构造, 指示其深部可能有矿体的存在。

基性—超基性岩体中的硫化物矿化是直

接的找矿标志。岩体在地表风化后常形成明显的黑色、黑绿色或土黄色。较易与其围岩风化土相区别。

在基性—超基性岩体中如发现磁法、电法（自电负异常、激电高异常）、化探次生晕（铜、钴、镍高异常）相吻合的综合异常，常为深部矿体的反映，应引起高度的重视。

其中磁异常分布范围与基性、超基性岩体规模基本吻合。有的矿区部分异常可显示岩相的分异。其强度随岩体基性程度的高低和埋深的大小而不同。即基性程度高、埋深小，则异常强度高。反之，则异常强度小。一般强度在200~1000 γ ，高者可达1500~2500 γ 。磁法是寻找和圈定基性、超基性岩体的有效手段，对研究岩体侧伏特征和产状，进而确定成矿有利部位能提供有益资料。

含矿岩体上，次生晕镍、铜、钴三元素组合， $Ni > Cu > Co$ ，其含量随岩体矿化强弱而异，在含矿地段，镍一般含量200~2000 γ/g ，铜100~1000 γ/g ，Co 100~200 γ/g ，有的矿体较富，且出露地表，则其含量较高，如红旗岭7号岩体铜镍含量均大于2000 γ/g ，Co可达250 γ/g 。Ni、Co元素含量可以指示出岩体基性程度，Cu含量高，表明硫化物增多，有利于矿体的形成。矿体上Cu元素含量可达1000~2000 γ/g 以上。单一Ni次生晕异常一般为不含矿的基性、超基性岩体所引起，常由形成岩体的造岩矿物（如橄榄石等）中所含硅酸镍所形成。矿体次生晕异常往往与磁法及电法异常大体吻合。

矿体部位有自电、激电等异常及联剖低阻正交点。自电异常明显反映矿体的存在，其负心常形成于矿体氧化带较发育的部位，其强度可达-38mV~-70mV不等。矿体的激电异常 η ，一般为3.5~16%，高者可达25~38%不等。某些较富矿体上方可出现联

剖低阻正交点（图2）。

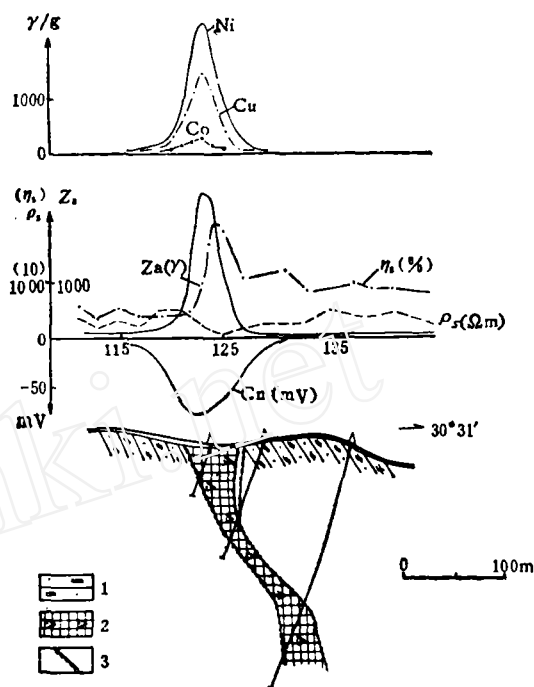


图2 红旗岭7号岩体综合剖面图

1—黑云母片麻岩；2—含矿斜方辉岩；3—破碎带

普查、勘探应注意一些问题

由于我国目前已发现的硫化铜镍矿床多赋存于小型岩体中，一般长数百m至数km，宽数十m至数百m，故在地质测量时常采用1:5万的比例尺。由于含镍岩体中常富含较多的磁性矿物，因此采用磁法配合地质测量寻找含镍基性—超基性岩体可收到显著的效果。在普查阶段开展航磁工作即可取得较好的效果，如白家咀子矿区、红旗岭矿区1号、7号岩体等，均有航磁异常反映。

为在有望地区圈定与镍矿床有关的Ni、Cu、Co等金属元素异常区，寻找含镍岩体及其中可能存在的镍矿地段，在地质测量时可投入次生晕方法。

在普查至勘探各阶段合理的物化探工作，可考虑以下方案：

普查阶段用1/5万~1/2.5万磁法、化探次生晕或1/5万分散流结合1/5万航磁异常检

查,前者主要是配合地质填图。次生晕或分散流指示元素为Cu、Ni、Co,可直接圈定岩体。

详查阶段用1/1万或1/5千磁法、次生晕工作,可以直接圈定出露的岩体,查明岩体浅部的基性程度。对于埋深较大的盲岩体,次生晕没有反映,需应用重力法。重力和磁法一起配合长剖面,能够起到填图和圈定构造的作用。

异常肯定是岩体引起以后,进行1/2千磁法、次生晕和自然电流法,以指导岩体上的找矿工作。在有希望的岩体上,用综合物化探方法配合勘探,除了1/2千面积性工作以外,系统进行重力、激发电位和联合剖面法,以进一步寻找邻近盲岩体,追索岩体的延长和倾没部分,并圈定岩体附近的新层。鉴于许多岩体和矿体常沿一定方向侧伏,因而找矿勘探时,应注意研究其侧伏规律,以加速找矿勘探工作。

在勘探过程中,随着勘探工作的进展,及时测定岩心磁参数、极化率,进行磁法定量计算和及时采集必要的原生晕样品,以指导钻孔的设计和施工。

在地表采用槽井探配合物化探(磁法、电法及次生晕等),搞清地表岩体的规模、产状,划分岩相,圈定矿体和氧化带,查明地表构造情况,深部主要采用钻探,必要时配合少量坑探进行勘探。坑探的布置是在地质探矿密切结合开采利用的前提下,为对勘探钻孔所了解的靠近地表的矿体进行检查对比,满足对矿石、围岩及矿床进行试验研究工作(如选矿试验样品采集、抗压强度、松散系数、大体重、爆破强度、块度等试验)

的需要。

钻孔应根据岩(矿)体的产状灵活布置,如红旗岭1号岩体上盘矿体,岩体为盆状,主矿体分布在岩体的底部及边缘,因此采用直、斜孔相结合的勘探方法。7号岩体为陡倾斜的岩墙状,采用斜孔勘探。对盆状岩体,为了迅速掌握矿体的基本形态,应选择重点剖面,先以稀疏钻孔控制,再根据矿体具体情况加密。所有钻孔均应穿过岩体,并应有适当的钻孔穿出岩(矿)体后,在围岩中钻进较长距离,以寻找平行的盲岩(矿)体。

在勘探时为了照顾和适应开采设计对高级储量分布的要求,应尽量使高级储量分布在浅部。

为了查明矿体中伴生组份的赋存状态、富集规律,进行有益伴生组份的储量计算和阐明有害伴生组份的赋存规律,根据基性—超基性岩硫化铜镍矿床矿石的地球化学特征并结合一般的工业技术要求,对有益伴生组份(钴、硫、硒、碲、金、银及铂族元素符),有害组份(铅、锌、铋、砷、锑及锰等元素)应进行查定和评价,并对其中具综合利用价值的元素进行储量计算。伴生组份品位一般以组合分析结果为准。在采取组合样品时,应注意严格掌握按工程、矿体、含矿岩相、矿石类型(如致密块状、浸染状、海绵陨铁状等)、品位变化等分别组合,即地表、钻孔或坑道样品不能组合在一起,不同工程亦不要组合在一起,不同含矿岩相和品位贫富相差悬殊的不能组合在一起,以免影响总结赋存规律和储量计算。

A Short Account on Exploration and Prospecting of Magmatic Cu-Ni Sulphide Deposits

Chen Zicheng

At present in nickel production, magmatic Cu-Ni-sulphide ore deposits represent the most important genetical type in our country. In this paper some problems related to the exploration of such type deposits are discussed. They are: exploration target, intrusive evaluation, ore guide and some other aspects worth noting in reconnaissance and prospecting.