

宁芜火山岩系各喷发旋回岩石化学指数对比表

表 4

| 喷发旋回<br>(样品数) | SiO <sub>2</sub> | K <sub>2</sub> O +<br>Na <sub>2</sub> O | 分异指数<br>DI | 固结指数<br>SI | 长英质指<br>数FL | 镁铁质指<br>数MF | 碱度<br>AR | 色率M   | 岩系指数<br>$\sigma$ |
|---------------|------------------|-----------------------------------------|------------|------------|-------------|-------------|----------|-------|------------------|
| 娘娘山<br>(14)   | 58.65            | 12.76                                   | 84.30      | 4.7        | 90.2        | 80.8        | 2.25     | 5.44  | 10.40            |
| 姑山<br>(6)     | 56.94            | 6.00                                    | 55.53      | 16.5       | 51.1        | 72.9        | 1.74     | 18.21 | 2.58             |
| 大王山<br>(10)   | 56.22            | 7.48                                    | 61.22      | 13.5       | 60.7        | 76.6        | 2.09     | 19.63 | 4.23             |
| 龙王山<br>(10)   | 55.43            | 8.42                                    | 64.82      | 11.7       | 74.2        | 79.9        | 2.27     | 17.10 | 5.70             |

上是正常的。而庐枞火山岩系的 $Ox^\circ$ 基本是一恒值,反映出混染岩浆的演化特征。在固结指数SI与氧化物相关图上,庐枞火山岩系变异曲线L线性程度高,而宁芜火山岩系变异曲线N线性程度低。同样反映出庐枞与宁芜火山岩系可能是混染的与未混染的岩浆演化产物。

当然,这两个火山岩系的差别不仅表现在岩石化学方面,在所处构造环境、火山活动史、火山构造类型、矿化特征等方面也都有区别。本文不拟一一列举。

那么,造成这两个火山岩系这些差别的原因是什么呢?有人认为这是岩浆结晶分离作用造成的侧向分带的反映<sup>[8]</sup>。我们不可否认这种作用的存在。但是,单用这种假设显然是不能完全解释它们所有差别的。因此,我们提出岩浆混染与掺合作用的程度也是造成差异的重要因素。

郟庐断裂带是我国东部一条规模最大的古裂谷带。其南段的南部为“细缝型”裂谷,从晚侏罗世一早白垩世开始发育。这种具拉张性质的构造带不断向下延深,直至上地幔。因此,随着延深深度的增加,壳源与幔源岩浆的掺合(或混合)作用就会不断发生。由于庐枞火山盆地毗邻郟庐断裂带,显然,这种岩浆掺合作用更易发生。岩浆在上升运移

过程中汲取壳层物质的混染作用,庐枞火山盆地也要较宁芜火山盆地明显得多。庐枞火山岩系碱质、尤其K<sub>2</sub>O之所以那样高,除了由于它距俯冲的古太平洋板块的深度大而外,还由于它从壳层中消融了一部份碱质的缘故。在此顺带说一句,哈瑟顿与迪肯逊(1969年)确定K<sub>2</sub>O%—消减带深度的线性关系时,未必考虑到K<sub>2</sub>O来源的多样性。因此,根据K<sub>2</sub>O%确定的深度往往偏大。

综上所述,我们认为庐枞火山岩系与宁芜火山岩系是我国东部中生代两个颇具特色的火山岩系。基本上可以作为大陆内部混染与非混染岩浆产物的代表,应进一步研究其在地球化学和成矿作用方面的特点和区别,以期获得成因岩石学方面更多的资料。

#### 参 考 文 献

- [1] E. A. K. 密德莫斯特, 国外地质, 1975, 第8期
- [2] 久野久, 火山及火山岩, 1978, 地质出版社
- [3] 宁芜研究项目编写小组, 宁芜玢岩铁矿, 1978, 地质出版社
- [4] 从柏林等, 地质学报, 1979, 第2期
- [5] A. 里特曼, 火成岩的稳定矿物组合计算方法, 1979, 地质出版社
- [6] 从柏林, 岩浆活动与火成岩组合, 1979, 地质出版社
- [7] 许志琴, 地质评论, 1980, 第8期
- [8] 中国地科院地质所火山岩研究组, 1980, 国际交流地质学术论文集(2)

## 黄花滩铂矿地质特征及其找矿方向

冶金工业部地质研究所 梁有彬

本文介绍的是我国一种新铂矿类型,即矿体赋存于变质基性岩—斜长角闪岩中的小而富的变质岩浆岩型铂矿床。

### 矿 区 地 质 概 况

黄花滩铂矿床位于内蒙地槽南缘(图1)。

矿区出露地层为前寒武系毛忽洞组三岩段,由角闪片麻岩、斜长角闪岩、麻粒岩等组成。矿区南部的片麻岩中夹有少量大理岩透镜体。斜长角闪岩及麻粒岩主要分布于矿区中部,或呈透镜体状、脉状分布于矿区北部。

断裂构造大致可分三组:一组为近东西向的纵断层,另外两组分别为北东—南西和北西—南东向横断层。

岩浆岩主要是具有混染作用的海西晚期闪长岩和海西期花岗岩。闪长岩分布于矿区中南部和北部;花岗岩分布零星,在矿区南北则有大量出露。

## 岩石特征

矿区岩石经受一系列的区域变质作用,产状复杂,“自变质作用”和气热交代变质作用显著,同时有强烈的混合岩化和混染交代作用,钾—氩法全岩测定闪长岩同位素地质年龄为225~246百万年。斜长角闪岩和麻粒岩为深变质岩类,侵入于片麻岩中。钾—氩法全岩测定斜长角闪岩和麻粒岩同位素地质年龄变化极大,可能与多次区域变质作用、气热交代变质作用和花岗岩侵入影响有关。

该区基性变质岩属正常系列(表1)。斜长角闪岩  $M/F = 0.8 \sim 0.9$ , 麻粒岩  $M/F = 1.1 \sim 2.2$ 。斜长角闪岩及麻粒岩化学成分与未变质的基性岩无多大差异。 $TiO_2$  在斜长角闪岩和麻粒含量较高;副矿物主要是钛铁矿。麻粒岩  $CaO$  较高。麻粒岩、斜长角闪

岩与闪长岩差异明显。

**1. 麻粒岩—角闪变斑二辉麻粒岩 ( $v_1$ )** 主要由普通辉石、紫苏辉石和培长石组成,变均粒状或变斑杂状结构,偶见变残辉长辉绿结构。与闪长岩接触部分发育有次闪石化或钠黝帘石化。角闪变斑二辉麻粒岩以发育有粗大的角闪石斑晶为特征,角闪石具筛孔状构造。变斑晶的角闪石包含有斜长石、辉石(已纤闪石化)包裹体。该岩相相当于变辉长岩。

**2. 混合质斜长角闪岩 ( $v_2$ )** 主要由角闪石和酸性斜长石组成,见残留辉石和基性长石。角闪石呈粗粒斑晶,长石呈粗大聚晶,呈斑杂状结构,与其他基性岩体的变辉长岩明显不同。

**3. 斜长角闪岩—含辉斜长角闪岩 ( $\phi_0$ )** 斜长角闪岩肉眼不易与细粒麻粒岩区别,但斜长角闪岩具片理化或矿物定向排列,主要由角闪石、酸性斜长石组成。长石呈粒状不具双晶,角闪石多呈聚晶状。变斑杂状结构。出现辉石而过渡为含辉斜长角闪岩。斜长角闪岩为含矿母岩,工业矿体均赋存其中。斜长角闪岩为辉长岩或基性岩类的变质产物。

**4. 闪长岩—混染闪长岩 ( $\delta$ )** 闪长岩与麻粒岩、斜长角闪岩接触产生同化混染现象,形成混染质杂岩,如黑云母闪长岩、次闪闪长岩、石英闪长岩等。岩石结构变化复杂,具似辉绿结构。

**5. 脉岩类** 在矿区主要指花岗岩脉、中粒伟晶岩脉。脉岩侵入于混合质斜长角闪岩中,脉壁黑云母化显著。石英脉呈脉群贯入斜长角闪岩中,在脉带范围内斜长角闪岩变为中粒状斜长角闪岩。

## 铂矿地质特征

**1. 矿体产状** 根据铜镍铂矿化,本区可分大小10个矿体,主要呈东西向分布。矿化较好的有I、IV、V号矿体,矿体断续出露,总矿化长度637米。矿体一般呈透镜体状、脉状、囊状、扁豆状。V号矿体(图2)长140米,最厚15.5米;II号矿体最小,长20米,厚2.25米。矿体向深部常变薄或尖灭,并见有串珠状矿体。围岩为混合质片麻岩和混染闪长岩,界线一般清楚。

**2. 矿石类型** 矿石类型可分成三种:

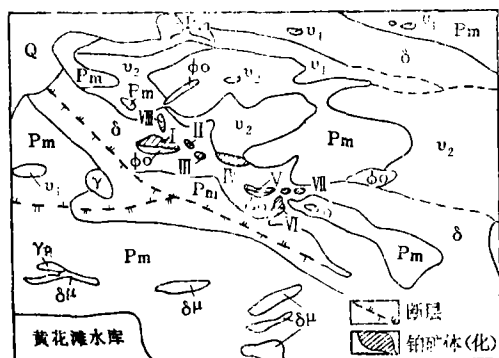


图1 矿区地质略图

Q—第四系, Pm—混合质片麻岩,  $\gamma$ —花岗岩,  $\delta$ —混染闪长岩,  $\phi_0$ —角闪岩相,  $\delta\mu$ —闪长玢岩,  $v_1$ —麻粒岩,  $v_2$ —混合质斜长角闪岩,  $\gamma_p$ —伟晶岩

黄 花 滩 矿 区 岩 石 化 学 分 析 结 果

表 1

| 岩 石 名 称         | 分 析 结 果 (%)      |                  |                                |                                |       |      |       |       |
|-----------------|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|------|-------|-------|
|                 | SiO <sub>2</sub> | TiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | FeO   | MnO  | MgO   | CaO   |
| 斜 长 角 闪 岩       | 44.92            | 3.22             | 13.38                          | 7.30                           | 10.68 | 0.19 | 6.03  | 7.80  |
|                 | 47.54            | 3.25             | 13.29                          | 5.39                           | 10.25 | 0.22 | 8.53  | 7.36  |
| 混 合 质 斜 长 角 闪 岩 | 47.12            | 0.97             | 13.74                          | 3.16                           | 6.58  | 0.15 | 10.18 | 14.42 |
|                 | 46.97            | 1.18             | 16.77                          | 3.20                           | 7.05  | 0.17 | 8.30  | 11.52 |
| 麻 粒 岩           | 38.75            | 3.10             | 11.42                          | 8.76                           | 9.70  | 0.18 | 7.80  | 13.37 |
| 闪 长 岩           | 51.39            | 1.08             | 18.55                          | 4.77                           | 4.28  | 0.11 | 5.01  | 7.80  |

黄 花 滩 矿 区 岩 石 化 学 分 析 结 果

续表

| 岩 石 名 称         | 分 析 结 果 (%)       |                  |                               |                               |       |                 |                                |        |
|-----------------|-------------------|------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------|-----------------|--------------------------------|--------|
|                 | Na <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | H <sub>2</sub> O <sup>+</sup> | S     | CO <sub>2</sub> | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 合 计    |
| 斜 长 角 闪 岩       | 2.02              | 0.74             | 0.21                          | 2.92                          | <0.05 | 0.06            | 0.05                           | 99.55  |
|                 | 2.09              | 0.82             | 0.24                          | 2.92                          | <0.05 | 0.04            | 0.03                           | 100.02 |
| 混 合 质 斜 长 角 闪 岩 | 1.64              | 0.52             | 0.20                          | 0.87                          | <0.05 | 0.00            | 0.03                           | 99.63  |
|                 | 2.09              | 0.92             | 0.13                          | 1.33                          | <0.05 | 0.14            | 0.03                           | 99.85  |
| 麻 粒 岩           | 1.06              | 0.25             | 0.20                          | 3.01                          | <0.05 | 2.23            | 0.03                           | 99.92  |
| 闪 长 岩           | 3.28              | 1.42             | 0.23                          | 2.76                          | <0.05 | 0.10            | 0.03                           | 100.86 |

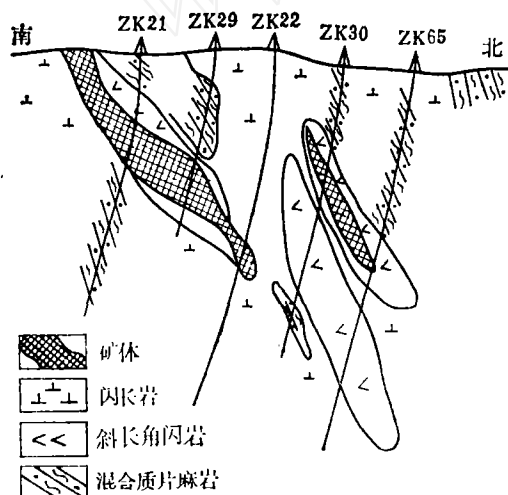


图 2 V号矿体33线剖面图

(1) 稠密浸染状矿石：硫化矿物在斜长角闪岩中呈星点状、稠密状、团状散布，为本区主要铜镍铂矿石，局部见有条痕状构造及硫化矿物呈线状排列。

(2) 块状致密状矿石：几乎全部由金属矿物组成，破裂构造及变质条痕状构造明显，黄铜矿、黄铁矿、紫硫镍铁矿构成条带相间排列。其中可分出块状黄铁矿矿石、块状黄铜矿矿石及块状磁黄铁矿矿石。

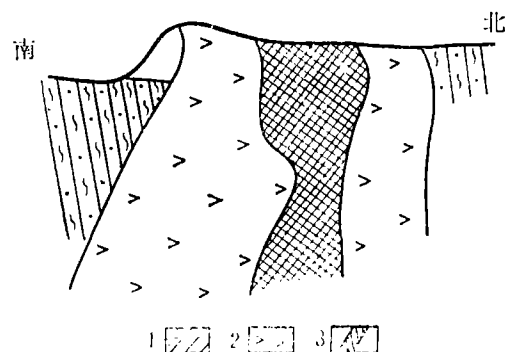


图 3 七号矿体K69探槽素描图

1—混合质片麻岩；2—角闪岩；3—矿体

(3) 氧化矿石：土状、半土状，黄色、黄褐色。除少量钛铁矿和磁铁矿外，主要为次生褐铁矿，并有少量孔雀石、铜蓝和蓝铜矿等。氧化程度较弱者可见黄铜矿和黄铁矿。

3. 矿石结构构造 原生矿石主要为浸染状构造、致密块状构造，其次为条痕状构造、破裂构造和角砾状构造；矿石结构有：他形晶粒状、网格状、交代残余、包含、压

矿石多元素分析

表 2

| 矿石名称  | 一般金属元素 (%) |       |        |        |         |        |        |          |       |
|-------|------------|-------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|-------|
|       | Cu         | Ni    | Co     | Se     | Te      | Bi     | Sb     | Mn       | V     |
| 斜长角闪岩 | 0.011      | 0.022 | 0.0049 | 0.0002 | <0.0001 | 0.013  | <0.001 | 0.03~0.3 | 0.005 |
| 块状矿石  | 5.41       | 3.72  | 0.129  | 0.015  | 0.0003  | 0.010  | <0.001 | 0.03~0.3 | —     |
| 块状矿石  | 3.78       | 3.52  | 0.117  | 0.014  | 0.0002  | 0.010  | <0.001 | 0.01~0.1 | —     |
| 浸染状矿石 | 1.22       | 0.26  | 0.012  | 0.0021 | <0.0001 | <0.010 | <0.001 | 0.01~0.1 | 0.005 |

矿石多元素分析

续表

| 矿石名称  | 一般金属元素 (%) |       | 贵金属元素 (g/t) |       |        |        |        |        |       |       |
|-------|------------|-------|-------------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|
|       | Ba         | Be    | Pt          | Pd    | Os     | Ir     | Ru     | Rh     | Au    | Ag    |
| 斜长角闪岩 | 0.03       | —     | <0.007      | <0.05 | <0.003 | <0.003 | <0.003 | <0.003 | <0.20 | 1.60  |
| 块状矿石  | 0.01       | —     | 4.10        | 1.94  | 0.103  | 0.169  | 0.203  | 0.175  | 0.20  | 20.70 |
| 块状矿石  | —          | —     | 2.34        | 1.90  | 0.063  | 0.039  | 0.050  | 0.095  | 0.20  | 16.70 |
| 浸染状矿石 | 0.03       | 0.003 | 0.43        | 0.17  | 0.009  | 0.003  | 0.021  | <0.003 | 0.20  | 6.60  |

主要矿物铂族元素含量 (g/t) 表

表 3

| 矿物名称 | Pt   | Pd    | Os     | Ir     | Ru     | Rh     | Au   |
|------|------|-------|--------|--------|--------|--------|------|
| 角闪石  | 0.15 | <0.05 | <0.006 | <0.005 | 0.002  | <0.005 | 0.13 |
| 磁铁矿  | 0.50 | <0.05 | 0.039  | 0.155  | 0.030  | 0.024  | 0.18 |
| 钛铁矿  | 0.09 | <0.05 | 0.005  | 0.004  | <0.003 | 0.004  | 0.18 |
| 黄铁矿  | 16.0 | 12.00 | 0.068  | 0.141  | 0.093  | 0.148  | 0.32 |
| 黄铜矿  | 2.38 | 2.24  | 0.037  | 0.082  | 0.044  | 0.050  | 1.20 |

裂结构。

**4. 矿石矿物组成** 矿石中主要有用元素为铜、镍和铂族元素,伴生有益元素有 Au、Ag、Co、Ti、Se 和 Te (表 2)。金属矿物有:黄铜矿、黄铁矿、含镍黄铁矿、紫硫镍铁矿、磁黄铁矿、针镍矿、磁铁矿、钛铁矿、闪锌矿、辉砷钴矿。脉石矿物有角闪石、基性斜长石、酸性斜长石、辉石、次闪石、绿泥石、绿帘石、黑云母、石英和碳酸盐矿物。次生矿物有赤铁矿、褐铁矿、白钛矿、孔雀石、蓝铜矿、铜蓝和赤铜矿。

矿石中铂族元素主要是铂和钯,铑、铱、钇、铈含量低微, Pt+Pd 占铂族金属的 90~95%。铂钯比值约为 2:1。矿石中铂钯主要成砷、铋、碲化合物产出。铂族矿物有:砷铂矿、铋碲铂矿、铋碲铂钯矿、铋碲钯矿、铋碲铂矿和碲铋镍铂钯矿,以砷铂矿为主。铂钯独立矿物占总量的 80~90%,黄铜矿、黄铁矿中含有较高的分散状态的铂、钯。

矿石中铑、铱、钇、铈呈分散状产出,主要金属矿物铂族元素含量见表 3。

## 矿化特征及矿床成因

含铜镍铂斜长角闪岩呈块状与片麻岩同时赋存在闪长岩中。铜镍铂矿石主要为斜长角闪岩型,极少数为斜长角闪岩和片麻岩混合型。矿石呈条痕状,形成变质条痕构造,硫化矿物呈线状排列和碎裂现象,块状矿石与浸染状矿石不具穿切关系,矿物共生重叠交代现象显著。主要硫化矿物为黄铜矿、黄铁矿、含镍黄铁矿、紫硫镍铁矿,铂族元素主要为铂和钯,与铜镍呈正消长关系(图 4)。

斜长角闪岩在空间上多与混合质片麻岩接触,并呈闪长岩捕虏体产出,含矿斜长角闪岩呈似层状或透镜体状,走向与斜长角闪岩体一致。本区岩浆侵入活动分两期,铜镍铂成矿作用与早期基性岩侵入有关,第二期中性闪长岩侵入,与成矿无关。

本矿床的成矿作用及矿床成因,有人认为属硫化铜镍铂矿床,或是高温热液铜矿床,有人则认为没有形成岩浆矿床的地质条

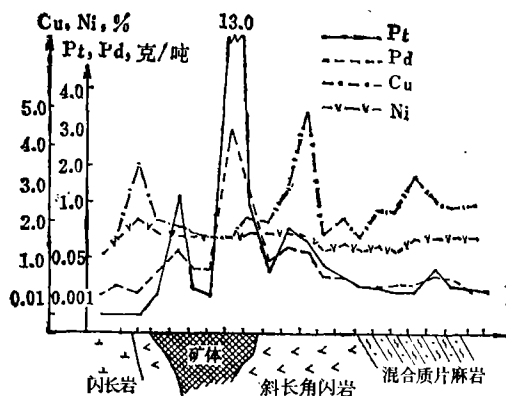


图4 K39探槽铂、钯、镍、钴品位曲线图件, 矿化可能与中低温热液活动有关等等。  
从含矿岩体产状、矿石结构构造、矿物组合、岩石变质作用、铂族元素的分布及物化探资料分析, 该矿床成矿作用与一般含铂族元素硫化铜镍矿床相似。矿床类型是一新的斜长角闪岩型, 矿床成因是岩浆熔离交代变质含铂族元素硫化铜镍矿床。

### 找矿方向

黄花岗及其外围几个基性超基性岩体在区域上可分成两个带, 南部以固阳至武川一

带, 北带以达茂旗至四子王旗一带。黄花岗斜长角闪岩体位于北带, 侵入古老的片麻岩中, 矿化与斜长角闪岩有关, 而小南山硫化铜镍铂矿与变辉长岩有关。

斜长角闪岩应是侵入于片麻岩中的基性岩, 从化探原生晕异常分布特点及含铂铂矿等, 反映斜长角闪岩类岩石具有含矿特征。矿区尚出露有麻粒岩、变辉长岩、混合质斜长角闪岩等, 而斜长角闪岩和麻粒岩为变质岩相, 铜异常具有相似性。

从黄花岗铜镍铂成矿特点、含矿岩石产出特征, 对内蒙地轴侵入前寒武系古老混合质片麻岩中的基性超基性变质岩类, 寻找该新型铂矿床, 确是很值得注意。

在区域上达茂旗至集宁一带具有相似的地质条件, 应注意混合质片麻岩中的斜长角闪岩和麻粒岩的含矿性及铜异常特点, 还应注意地表褐铁矿化, 孔雀石、蓝铜矿、铜蓝等次生矿物标志。相信在内蒙古地区有可能打开找寻斜长角闪岩型铂矿床的新局面。

参加工作还有张石林、宋国强同志, 工作中得到内蒙冶金地质勘探公司及其一队和四队的帮助, 首钢地质勘探公司中心实验室邢抚安工程师, 在工作中给予多方面的指导, 并详细审阅原稿, 在此一并表示感谢。

## 包络面在地质勘探中的运用

江西 902 地调队 戴元裕

### 概述

包络面 (Faltenspiegel) 乃是复杂褶皱系中重建起来的一种面状构造, 它和褶皱轴面同样是一种假定的面状构造。所谓包络面, 是指通过复杂褶皱系中各单元褶皱脊线所勾连出来的一个面。在切割脊线方向的剖面上, 包络面系通过连接复杂褶皱系中各单元褶皱转折端表达出来的 (图 1)。在地质科学研究所情报所翻译 B.B. 艾兹所著“变质岩层构造特征”一文中, 将包络面称为褶皱镜面。

在复杂褶皱系中, 重建起来的包络面不是一个, 而是两个, 我们可根据地层层序新

老关系, 将重建起来的两个包络面分别称为上包络面 (记作  $S_{上}$ )、下包络面 (记作  $S_{下}$ ), 而将上、下包络面之间的铅直距离 ( $H$ ) 称为包络面间距 (图 1)。因为包络面是一种重建的面状构造, 因此我们可将限定于上、下包络面之间的地质体称为重建岩层, 同时将包络面间距视为重建岩层厚度。

在复杂褶皱系中重建包络面和确立重建岩层, 其重要作用和意义在于, 复杂褶皱区被褶皱了的岩层, 其层理产状往往不能真实地反映地质客体的总体产出形态, 而被褶皱了的地质客体的总体产出形态, 多半是受包络面的控制。这是在复杂褶皱区进行地质工作时必须注意的。