

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

# 山东茶叶山苏长辉长 岩体岩石学特征及其找矿前景

黄茂新 富公勤

(成都地质学院)

茶叶山辉长岩杂岩体分布于鲁西台背斜邹平火山洼地的西南缘,属于西窝陀-十九郎庄-茶叶山-大临池弧形辉长岩杂岩体的南段,为燕山期岩浆活动产物。该杂岩体由两期四次侵入而成。各期次岩体的类别、产状、岩相及分布情况如表1所示,其中以辉长岩期第一次侵入的苏长辉长岩体分布最广。兹将该岩体的岩石学特征及在该岩体中找寻铜镍矿床的前景介绍如下:

表1 茶叶山辉长岩杂岩体各期次岩体的类别、产状、岩相及分布

期	次	岩体类别	代号	产状	岩相	分布
粒玄岩期	4	石英二长斜长岩	$\nu_{07}^{\frac{2}{3}(1-4)}$	岩脉	次火山	茶叶山
	3	粒玄岩	$\nu_{8}^{\frac{2}{3}(1-3)}$	大岩枝	次火山	茶叶山
辉长岩期	2	辉石闪长岩	$\delta_{8}^{\frac{2}{3}(1-2)}$	岩枝	浅成	贾家顶
	1	橄长二长苏长辉长岩	$\nu_{8}^{\frac{2}{3}(1-2)}$	岩枝	浅成	长虫峪
		苏长辉长岩	$\nu_{8}^{\frac{2}{3}(1-1)}$	环状岩墙 (或板状)	浅成	茶叶山、孟白庄、卧牛山等地

## 一、苏长辉长岩体岩石学特征

### (一) 岩体地质

本区苏长辉长岩体主要沿北西向断裂带侵入。该北西向断裂带属于邹平火山洼地西南缘环状断裂的组成部分。位于上侏罗统蒙阴组汶南亚组第一段( $J_3^{mw^1}$ )的灰白色细粒长石石英砂岩与下白垩统青山组第一亚组( $K_1q_1$ )的辉石安山岩之间。岩体产状为环状(或板状)岩墙,区内出露面积约6平方公里(图1)。

岩体与围岩为侵入接触关系,接触面大多倾向围岩一侧,倾角一般在 $60^\circ-80^\circ$ 左右。岩体南侧与长石石英砂岩的接触面形状多呈锯齿状、枝状、波状(照片1)等。岩体北侧与辉石安山岩的接触面比较平直,但也有呈波状、枝状者。

该岩体的分异性良好,按岩石成分和结构特征分为边缘相、过渡相和内部相。边缘相主要分布于茶叶山北坡、卧牛山两侧、水泉、上河一带,出露宽度约150—300米,其中砂岩质捕虏体、悬垂体成群密集出现,偶见早期冷凝的细粒辉长岩质的自碎捕虏体(照片2)和辉石安山岩质捕虏体。过渡相主要分布于茶叶山、贾家顶、孟白庄、卧牛山北坡一带,略呈近东西向贯穿全区,出露宽度200—600米,其中捕虏体较少。内部相仅在孟白庄东南出露,长约1000米,最宽处约400米,呈近东西向展布,该相带中未见到捕虏体。

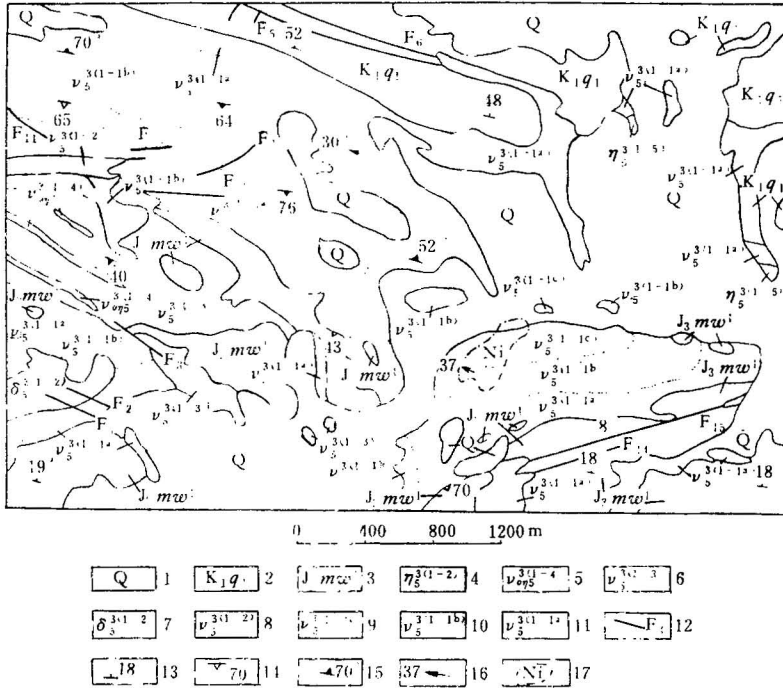
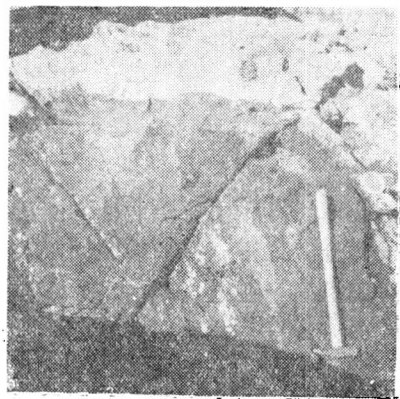


图 1 山东省茶叶山辉长岩杂岩体地质略图

1—第四系黄土、砂砾，2—下白垩统青山组第一亚组辉石安山岩夹安山质角砾岩及凝灰岩，3—上侏罗统蒙阴组汶南亚组第一段长石英砂岩，4—二长岩，5—石英二长斜长岩，6—粒玄岩，7—辉石闪长岩，8—橄榄二长苏长辉长岩，9—苏长辉长岩（内部相），10—苏长辉长岩（过渡相），11—苏长辉长岩（边缘相），12—断层，13—地层产状，14—侵入岩与围岩接触面产状，15—流面产状，16—流线产状，17—土壤测量镍异常范围



照片 1 苏长辉长岩（左侧）与长石英砂岩（右侧）的波状接触面



照片 2 苏长辉长岩体中早期冷凝的细粒辉长岩质的自碎捕虏体（暗色，地质锤处）

岩体内原生流动构造以边缘相最为发育，过渡相次之，内部相极不发育。流面产状倾向160°—210°及24°—45°，倾角52°—75°，流线产状倾向280°—310°，倾角19°—43°。岩体内偶见浅色富含斜长石的分异条带，由于岩浆流速的差异有时使斜长石分异条带被揉皱。

岩体南界的长石英砂岩普遍发生热变质，变质带宽度约60—70米，岩石中胶结物重结晶为石英-钾长石-斜长石-单斜辉石-磁铁矿-榍石，使岩石变为单斜辉石长石英岩，属于热变质的

辉石角岩相。岩体北界的辉石安山岩的热变质现象不明显。

岩体内面型蚀变很弱，偶见橄榄石发生弱蛇纹石化，斜长石发生弱绢云母化，辉石发生弱阳起石化，但在原生裂隙附近常见到线型阳起石化、绿泥石化、碳酸盐化和硅化等弱蚀变现象。

关于岩体形成温度，根据岩石中大部分矿物为辉石和斜长石并基本上为共结结构，因此可按什列杰尔(Шредер)二元共结系的固液平衡温度方程式： $\lg N_A = \frac{(\Delta H_A)_{\text{化熔}}(T - T_A)}{4.575 \cdot T \cdot T_A}$  进行计算<sup>1)</sup>。

经计算得出的岩体形成温度(未考虑压力影响)平均为1196℃。其中边缘相为1207℃，过渡相为1212℃，内部相为1168℃，大体接近邻区济南橄苏辉长岩的形成温度(1220℃)。至于岩体形成压力，按区域资料岩体侵入时上覆下白垩统青山组岩层的厚度可能为2000米左右(即岩体形成时距地表的深度)，根据巴尔特(T. F. W. Barth, 1952)资料<sup>[1]</sup>，以-10公里 $\approx$ 3000巴计算，则岩体形成压力约为600巴，因此岩体属浅成相产物。

区内茶叶山东坡、卧牛山等地的长石石英砂岩呈残留顶盖出现，表明岩体被剥蚀的程度不大，目前出露的岩体部位基本上属于岩体的顶部。

## (二) 岩石物质成分

苏长辉长岩的物质成分特征，按岩相带分述如下：

### 1. 边缘相 ( $\nu_0^{s(1-1a)}$ )

岩性主要为浅灰色细粒二长苏长辉长岩，具块状构造，辉长辉绿结构，主要由紫苏辉石(10%)、普通辉石(10%)、斜长石(55%)、钾长石(15%)、黑云母(5%)、石英(2%)所组成。副矿物有磷灰石(0.5%)、磁铁矿(2.5%)等。斜长石号码为An50(据28个薄片斜长石核部成分的平均值)。岩石中矿物生成顺序和岩浆结晶阶段见表2。

表2 边缘相细粒二长苏长辉长岩矿物生成顺序、结晶阶段表

矿物	结晶阶段	斜长石	辉长石	二辉石填隙	熔蚀填隙
磷灰石	—				
斜长石 (An <sub>50</sub> )					
紫苏辉石					
普通辉石					
黑云母					
磁铁矿					
钾长石					
石英					—
熔体中矿物的体积百分比		10%	30% 50%	70%	90%

### 2. 过渡相 ( $\nu_0^{s(1-1b)}$ )

岩性主要为灰色中粒二长苏长辉长岩，具块状构造，辉长辉绿结构，主要由紫苏辉石(10%)、普通辉石(10%)、普通角闪石(1%)、斜长石(49%)、钾长石(19%)、黑云母(7%)、石英(2%)所组成。副矿物有磷灰石(1%)、磁铁矿(1%)等。斜长石号码为An53(据34个薄片斜长石核部成分的平均值)。岩石中矿物生成顺序和岩浆结晶阶段见表3。

### 3. 内部相 ( $\nu_0^{s(1-1c)}$ )

<sup>1)</sup>张师，1976，热力学计算在岩矿方面的应用——介绍几种地质温度计。国外地质，第1期，1—2页。

表 3 过渡相中粒二长苏长辉长岩矿物生成顺序、结晶阶段表

矿物 \ 结晶阶段	斜 长 石	辉石—斜长石	二辉石填隙	熔 蚀 填 隙
磷 灰 石	—			
斜长石 (An <sub>53</sub> )				
紫苏辉石		—		
普通辉石		—		
普通角闪石			—	
黑 云 母			—	
磁 铁 矿			—	
钾 长 石			—	
石 英				—
熔体中矿物的体积百分比	10%	30%	50%	70%
				90%

岩性主要为灰黑色粗—中粒橄榄苏长辉长岩，色率高，约77%，具块状构造，半自形粒状含长结构，岩体中心部分含有2厘米大的辉石斑晶。岩石矿物成分主要为橄榄石（23%）、紫苏辉石（7%）、普通辉石（41%）、斜长石（23%）、黑云母（6%）。副矿物有磁铁矿（0.3%）。斜长石号码为An60（据3个薄片斜长石核部成分的平均值）。岩石中矿物生成顺序和岩浆结晶阶段见表4。

表 4 内部相粗—中粒橄榄苏长辉长岩矿物生成顺序、结晶阶段表

矿物 \ 结晶阶段	橄 榄 石	辉石—斜长石	二辉石填隙	熔 蚀 填 隙
橄 榄 石	—			
斜长石 (An <sub>60</sub> )				
紫苏辉石		—		
普通辉石		—		
黑 云 母			—	
磁 铁 矿			—	
熔体中矿物的体积百分比	10%	30%	50%	70%
				90%

### (三) 岩石化学

#### 1. 岩石化学类型

区内苏长辉长岩体各相带的岩石化学成分和查氏数值特征兹列于表5。从表5中可见，边缘相、过渡相岩石的SiO<sub>2</sub>含量分别为53.43%及54.48%，应属于闪长岩类的范畴。但根据边缘相、过渡相的查氏数值特征所确定的岩石化学类型均为4类（6>Q>-6）14组（5/2>a:c>3/2）B亚组（b>20），即属于SiO<sub>2</sub>饱和和贫于碱的暗色岩类。此外，根据该两相岩石中斜长石号码分别为An50及An53，Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O分别为2.66和3.09，按M. A. 吉利亚罗娃（1975）的岩浆岩分类法皆属于辉长岩类，结合岩石矿物组合和结构特征确定为二长苏长辉长岩。至于内部相岩石的SiO<sub>2</sub>含量为46.94%，按查氏数值特征确定的岩石化学类型为6类（Q<-15）23组（2>a:c）B亚组（b>45），属于SiO<sub>2</sub>不饱和和贫于碱的全暗色岩类。根据内部相岩石中斜长石号码为An60，Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O为3.63，按吉利亚罗娃岩浆岩分类法属于辉长—苏长岩类，结合岩石矿物组合和结构特征确定为橄榄苏长辉长岩。

表 5 苏长辉长岩体各相带的岩石化学成分和查氏数值特征表

岩相	重 量 (%)													
	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	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	S
边缘相	55.34	0.10	14.95	2.41	6.56	0.13	5.90	7.39	3.50	2.13	0.36	0.04	0.43	0.008
过渡相	54.48	0.75	13.89	2.24	7.10	0.15	7.72	8.69	3.04	1.45	0.36	0.05	0.62	0.006
内部相	46.94	0.52	8.38	2.60	8.65	0.17	20.15	8.76	1.54	0.77	0.19	0.12	1.40	0.009

岩相	查 氏 数 值 特 征											
	a	c	b	s	n	f'	m'	c'	t	φ	θ	a/c
边缘相	10.6	4.5	22.4	62.5	71.5	36.9	43.8	19.3	1.1	9	-0.7	2.4
过渡相	8.5	4.7	20.7	60.2	76	31.9	47.5	20.6	0.9	6.9	4.6	1.8
内部相	4	2.9	45.7	47.4	75.8	20.3	65.6	14	0.9	4.3	-16.1	1.4

## 2. 岩石碱性程度

根据苏长辉长岩体各相带的岩石化学成分求得的里特曼组合指数  $\delta$  边缘相为2.57, 过渡相为1.76, 内部相为1.35, 三岩相平均为1.89, 故该区苏长辉长岩应属于钙碱性岩组合, 其中边缘相属于钙-碱型二长苏长辉长岩, 过渡相属于钙型二长苏长辉长岩, 内部相属于钙型橄榄苏长辉长岩。根据各岩相的组合指数  $\delta$  结合查氏  $a$  值特征 (边缘相为10.6, 过渡相为8.5, 内部相为4) 不难看出, 内部相的碱度最低, 从内部相过渡到边缘相岩石碱度逐渐增高, 但总的看来, 本区苏长辉长岩的碱度是低的, 这与上述按查氏数值特征确定的岩石化学类型均属于贫碱的特征是一致的。

## 3. 岩石镁铁比值

区内苏长辉长岩含铁量较高, 镁铁比值 ( $m/f$ ) 边缘相为1.21, 过渡相为1.51, 内部相为3.28, 可见从岩体边缘相过渡到内部相镁铁比值逐渐增大。据附近大临池铜矿区的深部资料得知, 该岩体边缘相的东延部分, 从地表延深约260米处, 镁铁比值从0.9增大到2.1。由此不难看出, 该岩体不论从边缘相过渡到内部相或是从浅部到深部, 均显示出从铁质基性岩向铁质超基性岩过渡的趋势。

## (四) 原始岩浆性质

根据本区苏长辉长岩的岩石化学成分, 在划分不同玄武岩类型的  $\text{SiO}_2-(\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O})$  关系图上 (据久野, 1965), 各岩相成分及其平均值的投影点均落在钙碱 (高铝) 玄武岩系列范围内。在  $\text{SiO}_2-\text{FeO}^*/\text{MgO}$  和  $\text{FeO}^*-\text{FeO}^*/\text{MgO}$  关系图上 (据都城秋穗, 1975), 各岩相成分及其平均值的投影点也均落在钙碱 (高铝) 玄武岩系列的范围内。

由此可以推论, 本区苏长辉长岩体的原始岩浆应属于钙碱 (高铝) 玄武岩系列。由于本区弧形辉长岩杂岩体与邹平火山洼地西南缘的环状断裂有关, 根据岩体至火山中心的距离为15公里, 环状断裂倾角平均为75°, 经计算得出岩浆房深度为56公里左右, 即原始岩浆应来源于上地幔。

## 二、苏长辉长岩体中寻找铜镍矿床的前景

1976年山东省地质局物探队在该区进行1:10000土壤测量时, 在孟白庄东南苏长辉长岩体内

\*  $\text{FeO}^* = \text{FeO} + 0.9\text{Fe}_2\text{O}_3$

部相中发现镍异常，以镍的 100ppm 圈定异常面积约 0.08 平方公里，该异常梯度小、强度低，但连续性好（图 1），镍的最高值为 400ppm，一般为 100-200ppm。经取异常地段岩石进行化学分析含 NiO 0.067%，光谱半定量分析含镍 1500ppm。由此在岩体内部相中找寻铜镍矿床的前景逐渐引起人们的重视。笔者主要运用岩石化学方法分析该岩体的成矿特征，从而对其含矿潜在性提出初步认识。

本区苏长辉长岩体内部相具有利于形成铜镍硫化物矿床的某些特征，它们主要是：

(一) 岩浆岩特征

据国内外资料，铜镍硫化物矿床常与含铁较高的单斜辉石和斜方辉石所组成的基性—超基性岩有关，这些岩类主要是苏长岩、橄榄苏长岩、二辉橄榄岩、橄榄岩，次为辉长岩、辉长苏长岩、辉橄岩及辉石岩等。而本区苏长辉长岩体内部相的岩性主要为橄榄苏长辉长岩，十分接近赋存铜镍硫化物矿床的岩性。

与铜镍硫化物矿床有关的基性—超基性岩体常呈岩盆状、岩墙状，少数为板状、扁柱状，通常分异程度好<sup>[2]</sup>。而本区苏长辉长岩体呈环状岩墙（或板状），分异程度好，相带明显，从边缘相的浅灰色细粒二长苏长辉长岩逐渐过渡到内部相的灰黑色粗—中粒橄榄苏长辉长岩。

与铜镍硫化物矿床有关的岩体，其岩石成分通常属正常系列，镁铁比值介于 3—6 之间（据王述平，1973）。而本区苏长辉长岩体内部相岩石成分亦属正常系列，镁铁比值为 3.28。

与铜镍硫化物矿床有关岩体通常含镍高。而本区苏长辉长岩体各相带的含镍性，在 SiO<sub>2</sub>-Ni 关系图（图 2）中可见，岩体边缘相成分落在 I 区与 II 区的临界线上，表明其含镍性较低，过渡相成分落在 II 区与 III 区临界线上，表明其含镍性正常偏高，而内部相成分落在 III 区范围内，表明其含镍性高。

上述岩浆岩特征表明，本区苏长辉长岩体内部相具有形成铜镍硫化物矿床的有利条件。

(二) 科勒-拉茨 (Köhler-Raaz) 指数<sup>[3]</sup>特征

根据苏长辉长岩体各相带的岩石化学成分，计算出科勒-拉茨的铁镁指数 (*f<sub>m</sub>*)、长石指数 (*F*) 和石英指数 (*qz*) 列于表 6 中。

表 6 苏长辉长岩体各相带的科勒-拉茨指数

岩 相	指 数 值 (%)			
	<i>f<sub>m</sub></i>	<i>F</i>	<i>qz</i>	<i>F - f<sub>m</sub></i>
边缘相	56.6	33	-10.4	-23.6
过渡相	65.5	33.6	-0.9	-31.9
内部相	66.5	10.2	-23.3	-56.3

从科勒-拉茨指数与矿化的关系图（图 3）中看出，岩体边缘相、过渡相成分均落在铜矿化

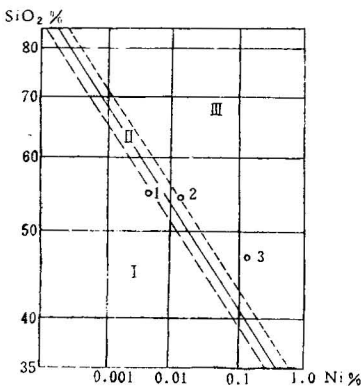


图 2 本区苏长辉长岩 SiO<sub>2</sub>-Ni 关系图

(据 T. H. 组品年, 1966)

I 区—含镍性低； II 区—含镍性正常；  
III 区—含镍性高； 1—边缘相； 2—过渡相； 3—内部相

区附近，内部相成分落在镍（铂）矿化区内。据此表明，该苏长辉长岩体，特别是其内部相对形成铜镍硫化物矿床是有利的。

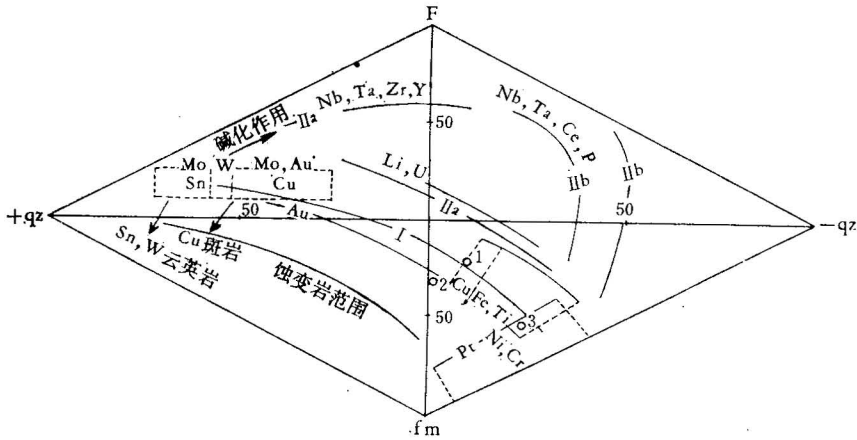


图 3 科勒-拉茨指数与矿化的关系图

据 W. R. 黑斯普和 D. 里格拜 (1974) 图简化

I—钙碱性岩石；II<sub>a</sub>—钾碱性岩石；II<sub>b</sub>—钠碱性岩石；1—边缘相；2—过渡相；3—内部相

### (三) D 值特征

据克维亚特科夫斯基 (E. M. Квятковский, 1977) 资料<sup>[4]</sup>，当评价基性—超基性岩体含镍性时，可应用数理统计得到下列关系：

$$D = 2.46 \text{ Cu} + 3.18 \text{ Co} + 0.58 \text{ Cr} + 6.79 \text{ Mn} - 2.83 \text{ Ni} - 8.95 \text{ V} - 6.43$$

式中元素为岩石中含量的对数平均值，当岩体含矿时  $D > 0$ ，无矿时  $D < 0$ 。克维亚特科夫斯基等人在苏联沃涅日地台区利用该  $D$  值特征评价基性—超基性岩体含矿性时获得满意的效果。

根据本区苏长辉长岩体各相带的光谱分析资料，按上式计算出的  $D$  值列于表 7 中。

表 7 苏长辉长岩体各相带的光谱分析资料和  $D$  值

岩 相	含 量 (ppm)						$D$ 值
	Cu	Co	Cr	Mn	Ni	V	
边缘相	100	60	70	500	70	150	-0.36
过渡相	100	70	150	600	150	150	-0.36
内部相	30	150	1500	1500	1500	100	0.64

表 7 中可见，岩体边缘相、过渡相的  $D$  值均小于零，而内部相的  $D$  值为 0.64，据此表明，岩体内部相的  $D$  值特征有利于铜镍硫化物矿床的形成。

上述三个方面有利于成矿的特征表明，在本区苏长辉长岩体内部相中赋存铜镍硫化物矿床的可能性较大。然而矿床的形成条件是复杂的，当全面分析本区苏长辉长岩体的含矿性时，发现岩体某些特征不利于铜镍硫化物矿床的形成，它们主要是：

#### 1. Co—Cu—Ni—S 度量值的含矿判别性差

岩浆型铜镍硫化物矿床的形成，在其原始岩浆中要求钴、铜、镍、硫具有较高的含量。这些



元素主要通过氧化铁的媒介作用而溶解在岩浆中,组成 Fe-O-S-Ni-Cu 系统<sup>1)</sup>。随着温度和压力的降低以及其它因素的影响下,原来在较高温下的一种均匀的岩浆便分离成两种不混溶的熔体——金属硫化物熔体和硅酸盐熔体。金属硫化物的熔离点取决于进入硫化物相的金属的相对含量、硅酸盐熔体内其它组分的含量以及温度和压力等因素,但其中起支配作用的却是岩浆中硫的含量。E. N. 凯麦隆<sup>[5]</sup>曾根据加拿大地盾区内基性—超基性岩体内镍铜可采量,采用统计方法的判别分析,找出钴、铜、镍、硫组合对于“含矿”(>5000 吨)、“小矿”(<5000 吨)、“无矿”(含少量硫化物)岩体的临界值,如表 8 所示。凯氏还认为,硫铜两元素的判别能力并不亚于四元素组合的判别能力。

表 8

名 称	样 品 数	平 均 含 量 (ppm)			
		Co	Cu	Ni	S
“无矿”岩体	616	43.9	25.9	579	590
“小矿”岩体	91	43.5	52.2	842	1770
“含矿”岩体	372	83.7	439	1875	5820

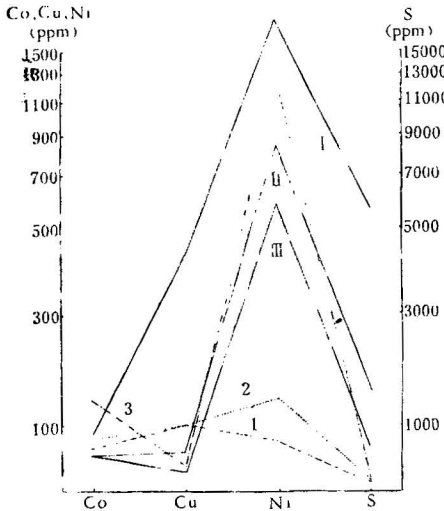


图 4 苏长辉长岩体 Co-Cu-Ni-S 含矿性判别图

I—“含矿”临界线; II—“小矿”临界线; III—“无矿”临界线; 1—边缘相; 2—过渡相; 3—内部相

岩体原生裂隙中见有线型弱蚀变现象。由此表明,岩浆中含挥发分少,不利于岩浆熔离成矿作用的进行。

上述可见,本区苏长辉长岩体从岩浆岩特征、科勒-拉茨指数特征、D 值特征及土壤测量的镍异常等资料表明,其内部相具有形成铜镍矿床的部分特征。然而由于岩体中 Co-Cu-Ni-S 度量值的含矿判别性差,特别是硫、铜含量过低,同时岩浆中含挥发分少,因此笔者进行全面分析后

按凯氏确定的钴、铜、镍、硫的临界值制成图 4,将本区苏长辉长岩体各相带的钴、铜、镍、硫分析结果投入图中。大体看出,边缘相,过渡相四元素组合的度量值接近于“无矿”岩体临界值,仅是内部相的镍、钴分别为 1500 ppm 及 150 ppm 相应高于“小矿”岩体及“含矿”岩体的临界值,然而内部相的硫、铜含量太低特别是硫的含量仅 90 ppm。因此岩浆中镍、铜元素难于与硫结合形成不混溶的硫化物熔体,而只能优先呈类质同象置换橄榄石、辉石中的镁而分散到硅酸盐晶格中,这对于形成铜镍硫化物矿床是不利因素。

诚然缺硫的钙碱(高铝)玄武岩浆当其侵入到富含黄铁矿的围岩环境中,由于硫化作用亦可形成铜镍硫化物的富集。但是区内不具有这样的围岩环境,从而亦不能以硫化作用方式形成矿床。

## 2. 岩浆中挥发分含量低

岩浆中挥发分含量的高低,对岩浆熔离成矿作用的进行起着重要的作用。而本区苏长辉长岩体内蚀变很弱,岩石中橄榄石、斜方辉石比较新鲜,面型蚀变不发育,仅在

<sup>1)</sup> 南京大学地质系矿床教研室, 1974, 矿床学。南京大学地质系, 43 页。



认为，目前出露的岩体部位内难于赋存铜镍硫化物矿体。但据岩石化学特征表明，岩体内部相的深部有可能过渡为铁质超基性岩，如果岩体中硫、铜含量随深度而显著增高、蚀变增强时，则有可能在其深部发现铜镍硫化物矿体。

本文的野外工作是笔者和成都地质学院前山东实习队进行的，文中使用了实习队地质调查报告中的部分资料。在野外工作期间得到山东省地质局地质五队的大力支持，特此致谢！

### 参 考 文 献

- [1] Barth, T. F. W., 1952, *Theoretical Petrology*. London, pp. 17—19.  
 [2] 袁见齐、朱上庆、翟裕生主编, 1979, 矿床学。地质出版社, 62—64 页。  
 [3] Hesp, W. R., Rigby, D., 1974, *Mineralium Deposita*. Vol. 9, No. 1, pp. 51—52.  
 [4] Квятковский, Е. М., 1977, *Литохимические методы поисков эндогенных рудных месторождений*. Ленинград, Стр. 51—52.  
 [5] 成都地质学院《矿床学》编写组, 1978, 矿床学 (上册)。地质出版社, 151—155 页。

## THE PETROGRAPHIC CHARACTERISTICS OF THE CHAYESHAN NORITE-GABBRO MASS IN SHANDONG PROVINCE AND ITS PROSPECTS FOR ORE PROSPECTING

Huang Maoxin and Fu Gongqin  
(Chengdu Geological College)

### Abstract

The Chayeshan norite-gabbro mass is mainly intruded along a NW-trending fracture zone, which is located in between the feldspathic quartz sandstone of the Wennan Subformation of the Mengying Formation (Upper Jurassic) and the pyroxene andesite of the Qingshan Formation (Lower Cretaceous). The intrusive mass occurs as a ring (or tabular) dike, exhibiting high differentiation and weak hydrothermal alteration. The rocks are high in iron content and low in alkalinity. On the basis of their petrochemical composition, it is inferred that their parent magma belongs to the series of calc-alkali (high-alumina) basalts.

From the characteristics of the magmatic rocks, Köhler-Raaz indices and  $D'$  value as well as the nickel anomalies found in soil surveys, it can be seen that the internal facies of the intrusive mass displays some features of the formation of copper-nickel deposits. But owing to the low measured value of Co-Cu-Ni-S in the rock mass and the small amount of the volatile constituents in the magma, the authors consider that it is of little prospects to search for copper-nickel sulfide orebodies at the level where the rock mass now outcrops. But its petrochemical characteristics indicates that the rocks may grade to ferruginous ultrabasic rocks in the deep part of the internal facies of the rock mass. If the S and Cu contents in the rock mass increased markedly and the alternation became intense with depth, then copper-nickel sulfide orebodies might probably be discovered at depths.