

新疆某含镍岩体的岩石学研究

中国地质科学院地质研究所 郝梓国

新疆某地铜镍硫化物矿床是新近发现的矿床，其成矿母岩为苏长岩类，矿化以浸染状和块状硫化物为主，铜含量高于镍；有别于我国已知的铜镍矿床。本文拟对其岩石学特征及岩体成因作初步探讨。

一、地质概况

矿区位于准噶尔盆地东北缘，鄂尔齐斯断裂带与可可托海一二台断裂带的交会部位，含矿岩体群受鄂尔齐斯断裂带中次级构造断裂控制。区内地层主要为石炭系南明水组凝灰质砂岩，其次为泥盆系蕴都卡拉组安山质角砾岩，除此而外，零星分布有第三系、第四系砂粘土及现代沉积物。

矿区内已发现七个含矿岩体（图1）。北部四个岩体（Y₆、Y₇、Y₈、Y₉号）埋藏浅，规模小，以团斑状、浸染状矿化为主。南部三个（Y₁、Y₂、Y₃号）岩体以角闪橄榄苏长岩、角闪苏长岩、辉长岩和闪长岩为主，岩体埋藏深，其中2、3号岩体（Y₂、Y₃）为隐伏岩体，以含中等浸染状矿化为主；1号岩体（Y₁）岩石基性程度较高，岩体分异较好，以稠密浸染状和块状矿化为主，岩体侵入年龄约285Ma^①。

另外，区内还广泛发育有辉绿玢岩和石英斜长斑岩等晚期岩脉。



图1 新疆某地铜镍硫化物矿区地质略图
(据新疆地质四大队图修改)

Fig. 1 Generalized geologic map of the copper-nickel sulfide deposit, somewhere in Xinjiang
Cn—石炭系南明水组凝灰质砂岩；E—第三系红色砂粘土；Q—第四系现代沉积物；Y₁—岩体编号

二、岩体的岩相及岩石化学特征

(一) 岩相特征

1号岩体（Y₁）地表呈纺锤形，深部呈斜楔形，岩体从上到下分为四个岩相（图2）：

1. 含石英的角闪苏长岩相

该岩相位于岩体的最上部，约占岩体总体积的12%，其地表部分已风化。主要由两种岩石组成：第一种是含石英的角闪苏长岩。岩石为灰绿色，包含结构为主，其次为辉长结构，

① K-Ar法测定，据新疆地质四大队。

矿物粒径一般为1—2毫米，个别可达3.5毫米以上。主要矿物有古铜辉石（含量见表1，下同）、斜长石，次为棕色普通角闪石、金云母和石英。第二种是古铜闪长岩。岩石为灰绿色，中粒结构，一般1—2毫米，个别达3毫米以上。主要矿物为棕色普通角闪石和斜长石（An45），其次含有石英、金云母以及古铜辉石。副矿物为磷灰石、钙钛矿和磁铁矿等。岩石含矿性较差，除地表氧化壳矿石外，其余均未达工业品位。

(2) 角闪苏长岩相

该岩相约占岩体总体积的35%，主要由角闪苏长岩组成。角闪苏长岩呈灰绿色，具包含结构，局部为辉长结构，矿物粒径一般1—2毫米，最大可达4毫米以上；岩石主要由古铜辉石（En76）、斜长石（An72.6）组成，其次为棕色普通角闪石、金云母及少量的硫化物。在该岩相中，以辉石和斜长石相对含量不同，构成数个岩石变种。局部可见到斜长岩。副矿物为钙钛矿和磁铁矿等。该岩相与上覆岩相呈过渡关系，在它的底部可构成工业矿体。

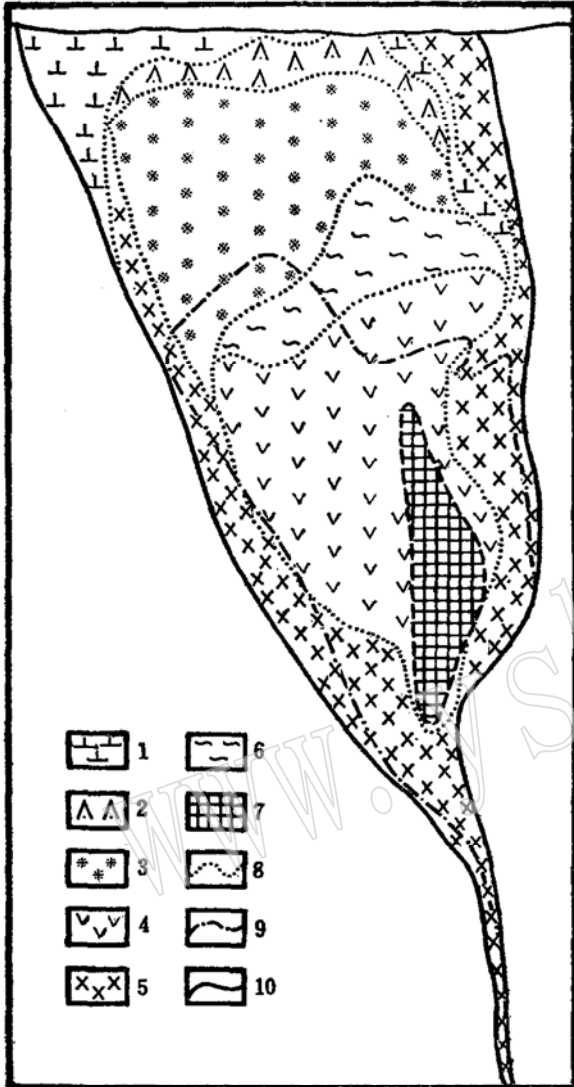


图 2 1号岩体剖面略图

(据新疆地质四大队图修改)

Fig. 2 Generalized section of rock-body No. 1

1—古铜闪长岩；2—含石英的角闪苏长岩；3—角闪苏长岩；4—角闪橄榄苏长岩；5—边缘角闪苏长岩；6—围岩捕虏体；7—块状硫化物矿石；8—岩相界线；9—矿体界线；10—岩体界线

表 1 各岩相中矿物平均含量 (体积%)

Table 1 Average contents (V%) of minerals of various petrofacies

矿物含量 岩相名称	矿物名称										备注
	橄榄石	古铜辉石	斜长石	棕色角闪石	金云母	石英	磷灰石	钙钛矿	磁铁矿	硫化物	
含石英的角闪苏长岩	—	29.23	44.73	13.10	8.58	<5	<1	<1	<0.5	0.25	未统计块状矿石
角闪苏长岩	—	42.4	42.3	9.02	7.4	—	<0.5	<0.5	<1	1.82	
角闪橄榄苏长岩	21.51	23.46	25.14	12.14	14	—	—	—	2	4.41	
边缘角闪苏长岩	—	18.3	49.29	11.28	17.89	—	<0.5	—	<1	1.35	

(3) 角闪橄榄苏长岩相

该岩相约占岩体总体积的31%，主要由角闪橄榄苏长岩组成。角闪橄榄苏长岩呈黑色、灰黑色，以包含结构为主，局部见辉长结构，矿物粒径一般1—2毫米，最大可达4.5毫米以上。岩石主要由橄榄石 (Fo81—76)、古铜辉石 (En76—78.1) 和斜长石 (An60—61) 组成，其次为棕色普通角闪石和金云母。由于橄榄石、古铜辉石和斜长石三者相对含量不同，可划分出不同的岩石变种，如橄榄岩和橄长岩等。副矿物为磁铁矿、磷灰石等。该岩相与上覆岩相为过渡关系，是最主要的含矿岩相，以块状、浸染状矿化为主。

(4) 边缘角闪苏长岩相

该岩相为岩体的冷凝边，约占岩体总体积的17%，主要由角闪苏长岩组成。角闪苏长岩呈灰黑色，具辉长结构，局部为辉长辉绿结构，矿物粒径一般为0.5—1毫米，最大可达1.5毫米以上。主要矿物有斜长石 (An49)、古铜辉石、棕色普通角闪石和金云母等组成。副矿物有磷灰石和磁铁矿，在该岩相的局部地段矿化可达工业品位。该岩相与上覆岩相呈过渡关系，与围岩呈侵入接触关系，并使围岩发生热蚀变。

各岩相中矿物平均含量见表1。

岩石蚀变不强，常见有蛇纹石化、阳起石化、纤闪石化、绿泥石化和钠黝帘石化等。

(二) 岩石化学特征

1号岩体的各平均化学成分见表2。岩体中岩石类型均为正常系列，M/F值为1.0—2.81，皆属于铁质基性—超基性岩系列。

块状硫化物矿体赋存于角闪橄榄苏长岩相之中，该岩相中各种岩石平均的M/F值为2.31，且m'值高(63.86)，a+c值低(3.57)，f'值低(29.88)，相应的m'/f'值(0.12)和c'/f'值(0.14)亦低，表现出了成矿元素与主元素之间的制约关系。

从岩体的36个岩石化学分析数据(表2)可以看出，其成分变化是有一定规律的，从早期到晚期化学成分有由富Mg、Fe向富Na、Si演化的趋势；反应在岩相上，岩体最早形成边缘角闪苏长岩外壳，向里依次形成角闪橄榄苏长岩相、角闪苏长岩相和含石英的角闪苏长岩相。

表2 1号岩体中硅酸盐岩石化学成分(%)

Table 2 Chemical compositions (%) of rocks in rock-body No.1

岩石名称	样品 个数	硅酸盐化学成分(%)											总计	
		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅		SO ₃
含石英的角闪苏长岩	7	51.87	0.75	13.02	3.25	5.84	0.21	9.38	6.89	2.65	1.31	0.35	0.26	95.78
古铜闪长岩	4	54.7	0.44	15.83	2.29	5.11	0.17	8.59	4.81	4.99	1.37	0.43	0.11	98.44
角闪苏长岩	11	49.87	1.1	14.7	2.26	7.32	0.16	8.17	5.88	3.12	1.36	0.45	0.65	95.04
角闪橄榄苏长岩	8	42.8	0.88	8.31	5.16	10.49	0.28	20.45	3.23	1.62	1.20	0.42	1.53	96.37
斜长橄辉岩	2	37.29	0.61	5.91	5.94	15.26	0.22	22.15	1.94	1.09	0.58	0.24	3.08	94.31
边缘角闪苏长岩	4	42.09	0.89	10.69	3.43	13.21	0.15	13.34	4.00	2.06	1.32	0.39	2.24	93.66

注：据新疆第四地质大队资料(1984)

三、主要造岩矿物的化学特征

1. 橄榄石

存在于角闪橄榄苏长岩中，其化学成分见表3。橄榄石的Mg/(Mg+〈FeO〉)值为76.9—

表3 橄欖石、古銅輝石、斜長石的化學成分

Table 3 Chemical compositions (%) of olivines, bronzits and plagioclases

岩相名稱	SiO ₂	TiO	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	<FeO>	MnO	NiO	MgO	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	CoO	BaO	SrO	
橄欖石	角閃橄欖	37.4812	0.7299	0.0362	0	22.0682	0.3677	0.1011	39.1426	0.0415	0	0.0054			
	橄欖蘇長岩	39.1111	0	0.0018	0.1225	21.5718	0.2392	0.0484	39.1421	0.0576	0	0.0911			
	岩	37.4624	0.2449	0.0184	0.0698	16.9233	0.27	0.0957	39.7835	0.1167	0	0.046			
古銅輝石	角閃蘇長岩	53.95	0	1.653	0.379	14.49	0.398	0.020	27.24	1.387		0.015			
	角閃蘇長岩	54.35	0.166	1.677	0.209	13.29	0.346	0.046	27.98	1.254		0.062			
	橄欖	55.45	0.332	1.331	0.132	13.65	0.34	0.055	28.80	1.150		0.013			
斜長石	角閃蘇長岩	56.36	0	1.016	0	15.63	0.266	0.067	28.44	0.150		0.069			
	角閃蘇長岩	52.28	0.3	28.9	0.07	0.55		0	0.114	12.82	0.424	3.408	0.002	0.006	0.056
	角閃蘇長岩	58.62	0	25.53	0.123	0.70		0.005	0.841	7.8	0.045	5.52	0.004	0.109	0.096
	橄欖蘇長岩	52.52	0.298	27.69	0.064	3.11		0	2.219	10.49	0.042	3.67	0.018	0	0.153
	橄欖	62.67	0	23.61	0	1.44		0.011	0.533	5.51	0.259	6.61	0.018	0.005	0.079
	邊緣角閃蘇長岩	54.36	0.48	28.25	0	0.54		0	0.103	11.44	0.308	4.13	0.007	0	0.056
捕房體凝灰質砂岩	67.43	0	20.7	0.021	0.257		0	0	1.74	0.11	9.10	0.003	0	0.212	

注：本表數據由武漢地質學院北京研究生部電子探針室陳代璋、陳鳳賢測試。

80.7，其Fo值為76—81%，屬貴橄欖石。在該岩相中，橄欖石含量稍有增加，但成分變化不大，與其相應的岩石類型有關。

橄欖石一般較新鮮，多被斜長石包裹，常見的蝕變有蛇紋石化、伊丁石化，呈現網格狀結構。

2. 斜方輝石

斜方輝石是岩體中最常見的礦物之一，其化學成分如表3所示。斜方輝石的Mg/(Mg+<FeO>)值為77.02—78.97，En值為75.86—78.08%，屬古銅輝石。在岩石體中，隨深度增加En含量增加，但總的變化不大。

古銅輝石一般晶形完好，較新鮮，多包於斜長石和角閃石中，個別發生纖閃石和蛇紋石化。

3. 斜長石

是岩體中分布最廣的礦物，其化學成分見表3，斜長石成分為An31.02—65.8，為中—拉長石。捕房體中的斜長石為鈉長石（An9.5），各岩相中斜長石成分變化較大。與不含礦的橄欖蘇長岩中的斜長石相比，SiO₂含量高，MgO、Na₂O、K₂O亦高，而CaO低。

斜長石主要為聚片雙晶結構，據對45個聚片雙晶的統計看，軸律，面律，複合律三者出現的機率近於相等，其比值為33.33/27.45/39.22。本區雙晶為原生雙晶，未見受定向應力作用形成的雙晶。一般認為，雙晶形成需要能量，因此溫度高雙晶發育，這與實際觀察到的岩體中部雙晶較發育是一致的。斜長石最常見的蝕變是鈉黝帘石化。

此外，棕色普通角閃石也是岩體中常見的礦物，局部可發現棕色普通角閃石有綠色閃石的反應邊。通過鏡下觀察，岩體中造岩礦物形成的先後順序是：橄欖石→古銅輝石→斜長石

(棕色普通角闪石) → 金云母 (石英)。

四、主要造岩矿物形成的温度和压力条件

1. 温度

橄榄石、斜方辉石的形成温度, 可利用哈克利—瑞特分配方程计算两者的平衡温度, 经计算该温度为 1159° — 1202°C (表4)。

表4 橄榄石和辉石的平衡温度

Table 4 Equilibrium temperature of olivines and pyroxenes

样号	项目	橄榄石中的Ni(%)	辉石中的Ni (%)	平衡常数 (K_D)	温度 ($^{\circ}\text{C}$)
009		0.1011	0.0545	1.855	1202.34
011		0.0484	0.03	1.614	1179.00
001		0.0957	0.067	1.4284	1159.25

斜长石的形成温度可利用Kudo·Weill (1970) 不同压力下斜长石与熔浆平衡的回归公式加以计算, 在干系统条件下, 斜长石的形成温度为 1102° — 992°C ①。

矿物形成温度的依次下降, 基本与镜下确定的矿物形成顺序一致。

2. 压力

利用Kudo·Weill (1970) 关于不同压力下斜长石与熔浆平衡的回归公式, 计算得斜长石形成时压力为 3 — $3.5 \times 10^8 \text{Pa}$ ①。也就是说, 1号岩体形成深度大约10—12公里, 属中—深成侵入体, 结合岩石的结晶程度和地层厚度, 认为该深度是合理的。

五、过渡金属元素和稀土元素地球化学

通过对本区各类岩石中过渡金属元素和稀土元素 (REE) 的习性、含量及分配模式的研究 (表5, 图3、4), 可以较好解释岩体侵位后岩浆的演化及岩相的形成过程。

1号岩体各岩相中, 微量元素的含量是不等的。边缘相岩石 (边缘角闪苏长岩) 中的Sc、Ti、V、Mn高, 而Cr低, 代表了岩体岩浆未分异前的特点。而在角闪苏长岩和角闪橄榄苏长岩相中Sc、V、Ti、Mn呈互补关系, 说明它们在岩浆演化过程中发生了分异作用。造成这种现象的原因, 主要是过渡元素可分为相容元素 (Cr、Ni、Co) 和亲石元素 (Sc、Ti、V), 相容元素相对富集于早期结晶相中, 而亲石元素则相对富集于晚期熔浆中, 造成了过渡金属元素的分离。

从图4得知, 边缘相岩石的微量元素代表了原始岩浆的组成, 其分配模式与基性岩 (大陆玄武岩) 的一致, 而与上地幔岩石的分配模式有一定差异; 亲石元素一般比地幔岩石高2—3倍, 而Cu、Ni含量则分别高280、2.5倍。显然, 从上地幔岩石中经正常熔融不可能产生如此高含量的含矿岩浆, 很可能是经历了深部熔离成矿作用而形成的。

① 详细计算过程见作者的硕士论文。

表5 稀土元素和过渡金属元素的含量 (ppm)

Table 5 REE and transitional metal element abundances of rocks (ppm)

编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
岩石名称	角闪苏长岩	角闪橄长岩	边缘角闪苏长岩	斜长石	斜长石	斜长石	围岩落入体岩石	凝灰质砂岩	含矿辉长岩
La	12.70	9.37	8.51	11.65	6.41	11.03	6.29	20.16	9.93
Ce	28.56	21.97	21.38	20.67	13.33	25.24	13.91	37.68	21.66
Pr	3.17	2.55	2.79	1.88	1.44	2.85	1.68	4.18	2.39
Nd	12.82	10.18	11.70	6.83	6.55	12.28	7.28	14.94	9.16
Sm	2.62	2.06	2.91	1.14	1.59	2.54	1.73	3.35	1.76
Eu	0.53	0.51	0.87	0.78	1.14	1.25	0.99	0.86	0.45
Gd	2.27	1.76	2.65	0.89	1.62	2.34	1.74	2.66	1.52
Tb	0.52	0.34	0.56	<0.3	<0.3	<0.3	0.32	0.35	<0.3
Dy	2.09	1.62	2.60	0.63	1.16	1.74	1.53	2.60	1.44
Ho	0.42	0.30	0.51	0.10	0.23	0.35	0.28	0.48	0.27
Er	1.15	0.84	1.33	0.30	0.52	0.87	0.76	1.46	0.75
Tm	0.12	<0.1	0.13	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.10	<0.1
Yb	1.13	0.75	1.22	0.30	0.53	0.84	0.65	1.53	0.7
Lu	0.20	<0.1	0.15	0.19	0.34	0.31	<0.1	<0.1	<0.1
ΣREE	68.3	52.40	57.26	45.76	35.26	62.04	37.36	90.45	50.73
Eu/Eu*	0.655	0.806	0.313	2.275	3.542	2.607	1.744	0.859	0.829
La/Yb	11.24	12.493	6.795	38.833	12.094	13.131	9.677	13.176	14.186
Sc	18.85	8.06	16.74	2.48	13.37	3.08	21.97	5.77	8.07
Ti	1900	2500	8300						
V	130	120	220						
Cr	1500	2000	180						
Mn	2000	1700	1200						
Co	120	300	160						
Ni	420	4200	3800						
Cu	900	2800	11200						
Zr	110	130	120						
Y	10	7.12	11.7	2.89	5.59	8.58	6.66	13.01	6.39
Sr	93	81	233						
Ba	246	246	403						
Ba/Sr	2.65	3.04	1.73						

注：1—6为1号岩体的（其中5号斜长石为捕虏体岩石中的）；7、8为围岩岩石；9为3号岩体的岩石。

稀土含量由中国地质科学院岩矿测试技术研究所伍新宇测试，过渡金属元素含量由中国科学院地质研究所郇桂枝测试。

稀土元素在分异结晶的矿物相中，轻稀土为不相容元素，重稀土为相容元素，因而，随结晶作用的进行，轻稀土富集于晚期的熔浆中。据 Haskin (1968), Kosiewisz (1973), Paster (1974) 的研究认为，层状岩体的分配模式为：边缘相最外层玻璃质岩石代表了原始母岩浆的组成，随着结晶作用的进行，早期堆积岩石反映出正Eu异常，ΣREE和La/Yb低，分配模式同边缘相；中期阶段Eu无异常；晚期阶段Eu为负异常，La/Yb和ΣREE变得很高，分配模式也发生了变化。从表5、图4中各岩相的ΣREE和La/Yb以及Eu的形式可知：1号岩体的稀土分配模式符合封闭条件下层状岩体的演化趋势。

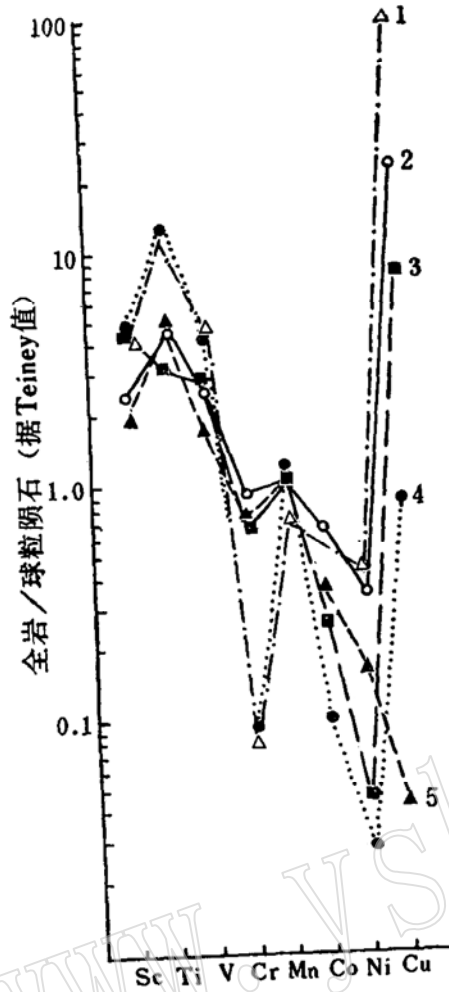


图 3 过渡金属元素标准化分配模式
 Fig. 3 Normal distribution model of transitional metal elements

1—边缘角闪苏长岩；2—角闪橄辉苏长岩；3—角闪苏长岩；4—基性岩 (Виногородов, 1962)；5—上地幔 (黎彤, 1976)

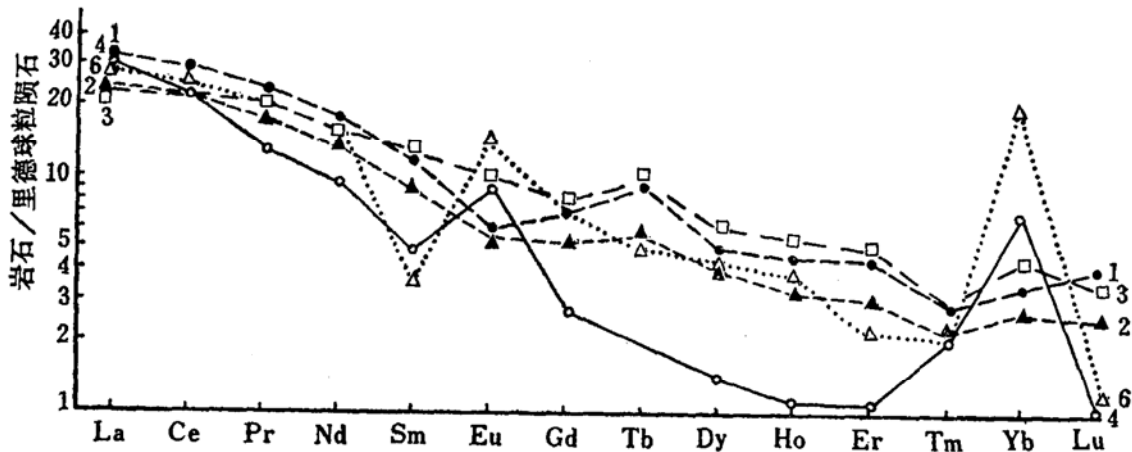


图 4 1号岩体中岩石、矿物稀土元素分配模式

Fig. 4 Distribution model of REE in rocks and minerals from rock body No. 1

1—角闪苏长岩；2—角闪橄辉苏长岩；3—边缘角闪石苏长岩；4、6—斜长石

六、与萨德伯里含镍岩体的对比

加拿大的萨德伯里含镍岩体也是苏长岩体，与本区1号岩体相比具有相似性（图5）。但1号岩体又有许多自身的特点。

首先表现在岩石类型和矿物组成上，1号岩体最酸性的岩石为古铜闪长岩，而萨德伯里岩体出现了微文象岩；1号岩体出现橄榄石，而萨德伯里则没有；1号岩体的斜方辉石和斜长石分别为Mg、Ca含量较高的矿物，而萨德伯里的则较低。

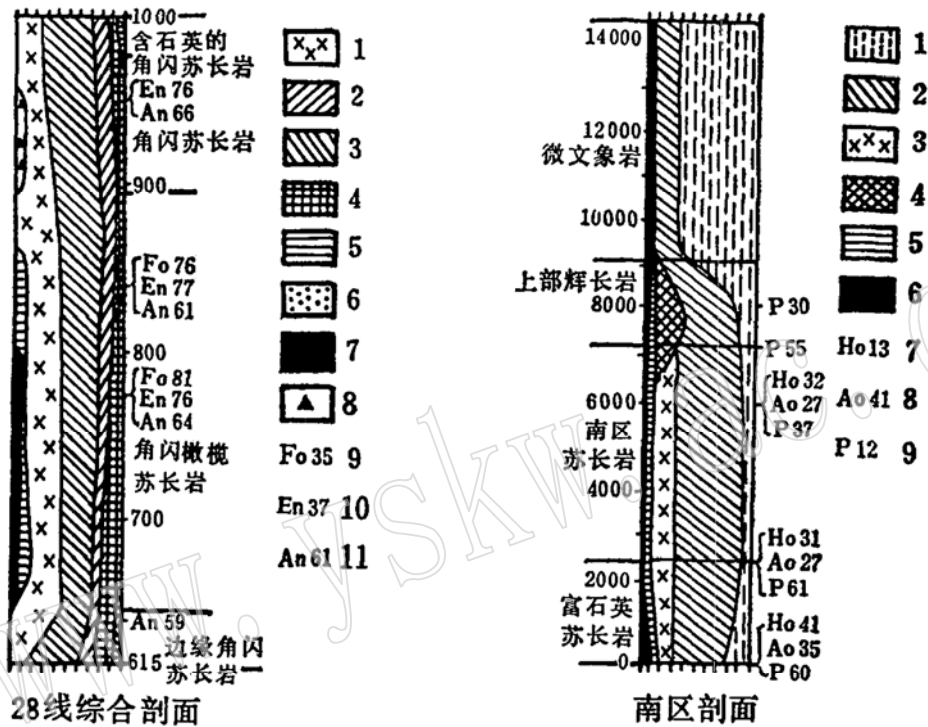


图5 1号岩体岩相与萨德伯里岩体岩相对比
(萨德伯里岩相据A. J. Naldrett, 1976)

Fig. 5 Correlation of petrofacies of rock-body No. 1 with Sudbury
28线综合剖面：
1—古铜辉石；2—斜长石；3—棕色普通角闪石；4—金云母；5—橄榄石；6—石英+副矿物；7—块状硫化物矿石；8—围岩捕虏体岩石；9—橄榄石牌号；10—斜方辉石牌号；11—斜长石牌号；剖面右侧615、700等数字单位为m
萨德伯里南区剖面：
1—石英+微文象岩共生；2—斜长石；3—紫苏辉石；4—辉石；5—原生闪石+黑云母；6—不透明氧化物+磷灰石+榍石；7—紫苏辉石中Fe/(Fe+Mg)；8—辉石中Fe/(Fe+Mg)；9—斜长石牌号；剖面左侧0、2000等数字单位为m

其次，反映在岩石化学组成上，1号岩体富Ca、Mg、Fe，而萨德伯里富Na、K、Si，偏酸性，这从图6中可以看出。

由于1号岩体与萨德伯里含镍岩体相比，在岩相、岩石类型、岩石化学和矿物化学方面近于一致，因此反映在稀土元素分配演化模式上及稀土元素在各岩相中的变化规律上也近于一致（表6）。可以认为，层状苏长岩含镍岩体具有相似的成岩成矿机理。

表 6 1号岩体与萨德伯里含镍岩体各岩相稀土特征对比表
Table 8 Correlation of REE in various petrofacies of rock-body
No. 1 with those of Sudbury

编号	岩石名称	ΣREE的平均值(ppm)			Eu/Eu* 的平均值			(La/Yb) _N 的平均值		
		北 区	南 区	主要侵入岩	北 区	南 区	主要侵入岩	北 区	南 区	主要侵入岩
1	微文象岩	180	174	178	0.78	0.75	0.76	16.2	11.8	14.7
2	富氧化物辉长岩	159	200	180	0.94	0.90	0.92	8.9	16.5	12.7
3	苏长岩	74	60	65	1.42	1.24	1.31	10.5	8.8	9.9
4	边缘苏长岩	95	99	97	1.00	0.95	0.98	12.5	11.0	11.8
5	澳拉平建造	75	—	—	0.81	—	—	9.8	—	—
6	角闪苏长岩	68.3			0.665			11.24		
7	角闪橄榄苏长岩	52.4			0.806			12.49		
8	边缘角闪苏长岩	57.26			0.303			6.79		
9	凝灰质砂岩	90.45			0.859			13.176		

1—5为萨德伯里的岩石^[6]，6—9为本区岩石，由中国地质科学院岩矿测试技术研究所伍新宇测试。

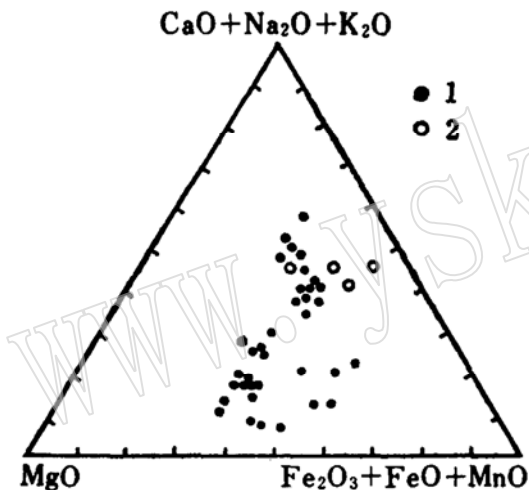


图 6 1号岩体与萨伯里岩体氧化物投影图
Fig. 6 Plots of oxides from rock-body
No. 1 and Sudbury
1—新疆某地；2—萨德伯里

七、结 论

1. 本区含镍岩体群产出的地质环境与国内外已知的镍矿床的产出环境相似，均位于槽台交界的近台一侧。岩浆沿构造带上升侵位，1号岩体的形成深度约10—12公里，侵入年龄为285Ma。

2. 1号岩体的岩性为苏长岩类，是最有利于镍矿形成的岩石类型。其中橄榄石为贵橄榄石(Fo76—81)，斜方辉石为古铜辉石(En76—78)，斜长石为中—拉长石(An31—65.8)，与加拿大萨德伯里含镍岩体近似。因此，该矿床的发现对寻找同类矿床具有指示意义。

3. 1号岩体岩浆侵位后，在相对封闭的条件下发生结晶重力分异作用。随温度的下降，首先形成边缘角闪苏长岩外壳，随后形成角闪橄榄苏长岩，角闪苏长岩和含石英的角闪苏长岩。这一演化规律得到了岩石化学、矿物化学、过渡金属元素和稀土元素变化特征的佐证。边缘相外壳的形成，阻止了热量的损失，延长了矿物的晶出时间，有利于硫化物—硅酸盐的

熔离成矿。

4. 本区1号岩体的稀土元素特征表现为轻稀土亏损, ΣREE 为52.4—68.3ppm, La/Yb = 6.8—12.9, Eu/Eu^* 为0.31—0.81, 其稀土分配模式近似于过渡区拉斑玄武岩的特征, 与其形成环境一致。稀土元素在岩浆结晶过程中的演化规律符合Rayleigh封闭体系的元素分配规律。

本文是笔者硕士论文的一部分, 曾得到导师王恒升、於祖相的具体指导, 野外工作期间曾得到新疆地矿局第四地质大队的帮助, 借此机会向有关单位和审阅论文的老师表示感谢。

参 考 文 献

- [1] 王述平, 1962, 基性、超基性岩的成矿作用及其有关矿床成因和构造分类, 地质学报, 第22卷, 第二期。
- [2] 鲍世强, 1963, 某硫化铜镍矿区矿床成因分类的初步探讨, 第32届学术年会论文选集, 地质出版社, 99—105页。
- [3] H. D. B. 威尔逊等, 1977, 金属矿床(论文集), 地质出版社。
- [4] Попов, В. С., 1977, 白正华译, 1978, 导致岩浆形成的熔融原因, 地质地球化学, 第2期。
- [5] Кuo, Н. Y. 和Crocket, J. H., 1979, 胡辅佑译, 1980, 萨德伯里含镍侵入岩的稀土元素: 与层状辉长岩的对比及其成岩意义, 国外地质, 第12期。
- [6] 王恒升、黄耀民, 1980, 岩浆液态重力分异作用及其在层状火成岩体中成岩成矿的意义, 国际交流地质学术论文集(2), 地质出版社。
- [7] 王凯怡编写, 1980, 利用稀土元素数据解释岩石成因过程, 国外地质, 第一期。
- [8] Ляхаиев А. П., 1982, 宿怀璧译, 1983, 铜镍矿床的形成条件, 地质地球化学, 第11期。
- [9] Wilson, H. D. B., 1969, Geochemistry of some Canadian nickeliferous ultrabasic intrusion. *Econ. Geol. Mon.* 4.
- [10] Naldrett, A. J., Ultramafic and related rocks, Their classification and genesis with special reference to the concentration of nickel sulfides and platinum-group elements. *Econ. Geol.* 71. P1131—1158.
- [11] Thayer, T. P., 1970, Authigenic, polygenic, and allogenic ultramafic and gabbroic rocks as hosts for magmatic ore deposits. *Pub. Geol. Soc. Aust.* 3. P239—251.
- [12] Naldrett, A. J. and Campbell, J. H., Physical constraints on the characteristics of nickel-sulfide ore in ultramafic lavas. *Canadian Mineralogist*. Vol. 17, P361—372.
- [13] Duke, J. M., 1979, Computer simulation of the fractionation of olivine and sulfide from mafic and ultramafic magmas. *Canadian Mineralogist*. Vol. 17, P507—514.
- [14] Rognvold, Boyd, 1979, The nickel mineralization of the Rana mafic intrusion. Nordland, Norway. Vol. 17, P287—298.
- [15] Naldrett, A. J., 1981, Nickel sulfide deposits: Classification, Composition, and Genesis. *Econ. Geol.* 75th, Anniversary Volume. P628—685.
- [16] Myron, G. Best., 1982, *Igneous and Metamorphic Petrology*.

Petrological Study of Nickel-bearing Rock Body Group, Xinjiang

Hao Ziguo

Abstract

The studied nickel-bearing rock body group is located on the platform side in the boundary regions of Junggar platform and Altay geosynclion. The environments of formation of these rock bodies are the same as there in China and abroad. The ore-bearing magma is emplaced along the structural zone. The depth of formation of rock body No. 1 is about 10—12km. The age of intrusion is about 285Ma, a little younger.

The rock type of rock body No. 1 is noritic, a new type of nickel-bearing rocks found in China. The major rock-forming minerals are chrysolites (Fo 76—81), bronzites (En 76—78), plagioclases (An 31—65.8) as well as a little number of barkevikites, phlogopites and quartz. The body may be divided into four petrofacies. The principal petrogenesis is gravity crystalline fractionation, similar to the nickel-bearing rock body of Sudbury. It is known that norite is the most favourable nickel-bearing rock. Thus, the discovery of this deposit possesses an important significance to look for other deposits of the same type.

M/F value of rocks in rock body No. 1 ranges from 1.0 to 2.81. The rocks are basic and ultrabasic. The characteristics of rare earth element (REE) of rocks are: $\Sigma\text{REE}=52.4\text{—}63.8\text{ppm}$, $\text{La/Yb}=6.8\text{—}12.9$, $\text{Eu/Eu}^*=0.31\text{—}0.81$, enriched in LREE. The distributional model of REE is similar that of tholeiite in transitional region, and coincides with the environment of formation of the rock body group. The evolution of REE in magmatic crystallization accords with element distributional pattern in closed systems of Rayleigh.