

# 新疆哈拉达拉层状基性岩体的含矿性\*

林锦富 邓燕华

(桂林工学院资源工程系)

**摘要** 西天山哈拉达拉岩体由冷凝带和具3个二级韵律层的层状岩系组成, 岩石类型主要是辉长岩、橄榄辉长岩和辉绿岩。岩石的  $m/f=0.41\sim 2.65$ ,  $\Sigma\text{REE}=29.6\times 10^{-6}\sim 62.6\times 10^{-6}$ ,  $\text{La}/\text{Yb}=2.25\sim 6.25$ 。主要矿物为斜长石 ( $An_{41.0\sim 72.0}$ ), 单斜辉石 ( $En_{28.0\sim 43.3}$ ,  $Fs_{15.2\sim 24.0}$ ,  $Wo_{41.5\sim 48.0}$ ) 和橄榄石 ( $Fo_{56.0}$ ), 岩体成矿专属性为 Fe (V, Ti) 型。矿化类型有岩浆型 Fe (V, Ti) 矿化, 热液型 Fe-Cu 矿化, Cu 矿化和 Cu-Au 矿化。与典型矿床有关的层状基性岩体特征对比表明, 岩体成矿条件有利于形成攀枝花式钒钛磁铁矿床。

**关键词** 层状辉长岩; 钒钛磁铁矿化; 铜矿化; 金矿化; 新疆; 哈拉达拉

**中图分类号** P588.124; P611.11; P618.31; P618.41

北天山西段(俗称西天山)与哈萨克斯坦共和国巴尔多喀什-准噶尔多金属(Cu, Fe, Pb, Zn, W, Sn, Au)成矿带相邻, 二者属同一构造单元, 具有相似的地质成矿条件。西天山地质研究程度较低, 未发现较具规模的矿床, 但近年来的地质工作成果已引起有关部门的高度重视。哈拉达拉岩体是西天山特克斯基性岩带(Tr-4)6个岩体中规模最大的辉长岩体<sup>(1)</sup>, 其含矿性评价主要有二种观点, 其一认为有利于形成岩浆熔离型Cu-Ni-ΣPt矿床<sup>(1)①</sup>, 其二认为有利于形成岩浆分异型铁矿<sup>(2)②</sup>。因此, 全面系统地讨论本岩体特征和含矿性问题对进一步开展哈拉达拉岩体的找矿工作、特克斯基性岩带乃至西天山找矿工作都有重要意义。

## 1 区域地质概况

岩体地处西天山伊犁石炭纪裂谷-岛弧带(张良臣等, 1985)、海西期巩乃斯裂谷带(陈哲夫, 梁云海, 1985)。区内出露地层为元古界浅变质碎屑岩、碳酸盐岩建造, 上古生界火山碎屑岩-碳酸盐岩建造(C)和磨拉石建造(P<sub>2</sub>)。中生界陆相碎屑岩(J<sub>1-2</sub>)只有小面积零星分布。新生界第三系红色膏盐层和第四系松散堆积物分布于特克斯河流域。区内构造以东西向褶皱为主, 其次是北东和北西向断裂。区内岩浆岩体呈东西向展布。加里东期和海西早中期岩浆活动以花岗岩类侵入为主, 见少量超基性岩脉, 海西晚期形成辉长岩类岩株和岩脉。区内多处见铁铜矿化, 但未见矿床(区测资料, 1978)。据研究, 辉长岩类占新疆侵入岩面积

1995年9月9日收稿, 12月18日改回。

第一作者简介: 林锦富, 男, 1962年出生, 硕士, 讲师, 矿床学专业。

\* 中国有色金属工业总公司《新疆西天山地区铜多金属普查找矿远景评价》课题部分研究成果。

①新疆有色704队。新疆西天山特克斯地区基性-超基性铜镍含矿性调研及靶区优选总结报告。1989

②邓燕华, 林锦富, 蔡立幸。哈拉达拉及筍布拉克岩体成矿远景预测研究。1990

1.2%<sup>(3)</sup>，海西期是主要成岩期和岩浆型 Cu-Ni, Fe (V, Ti) 矿床的主要成矿期<sup>(3)</sup>。

## 2 岩体地质特征

### 2.1 岩体地质概况

岩体位于特克斯县城 NE15 km 的哈拉达拉村特克斯河北岸。岩体东西长约 13 km, 南北宽 2~3 km, 出露面积近 30 km<sup>2</sup>(图 1), 呈岩株状沿乃泥沙依向斜南翼, 特克斯河北东向断裂 (F<sub>5</sub>)、伊什基里克山麓基底大断裂 (F<sub>2</sub>) 交汇处侵入到伊什基里克组 (C<sub>2y</sub>) 和阿克萨克组 (C<sub>1a</sub>)、大哈拉军山组 (C<sub>1d</sub>) 地层中。岩体侵位的最高层位是 C<sub>2y</sub>, 其上覆二叠系地层中未见岩体出露, 说明岩体时代上限似早于二叠纪, 这与 K-Ar 法同位素年龄测定值 (297~277 Ma)<sup>(1)</sup> 相一致。岩体围岩岩性主要是火山沉积碎屑岩和碳酸盐岩。岩体与围岩接触关系以整合接触为主, 斜切围岩层理的现象只见于岩脉分支处如坑萨依沟南端。岩体接触界线清楚, 局部见烘烤边。岩体内部脉岩发育, 脉岩岩性变化表现为南侧以酸性岩脉为主, 北侧以基性岩脉为主, 产状变化表现为 B-B' 剖面以东地区脉岩走向以 NW 向为主, 而其西部地区则以 EW 向为主。

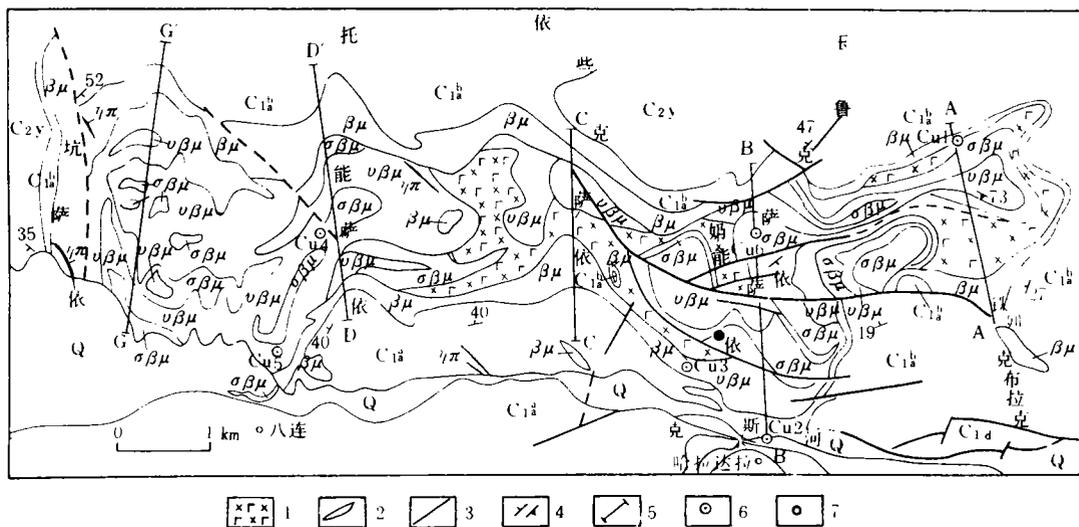


图 1 新疆哈拉达拉基性岩体地质略图 (据高纪璞等, 1991, 修改补充)

Fig.1 Geological map of Haladala basic rock body

1—中粒辉绿辉长岩夹橄榄辉绿辉长岩、橄长岩; 2—岩脉; 3—断裂; 4—地层岩层产状; 5—实测剖面及编号; 6—铜、铁铜及铜金矿化点及编号; 7—(钒、钛) 磁铁矿化点; 图中: Q—第四系; C<sub>2y</sub>—灰绿色砾岩夹凝灰质砾岩, 薄层砂岩; C<sub>1a</sub>—酸性火山角砾岩, 火山岩夹灰岩, 薄层砂岩与砂质灰岩互层; C<sub>1b</sub>—中厚层砂岩夹灰岩, 凝灰质砂岩, 火山凝灰岩及酸性火山岩; C<sub>1c</sub>—下部紫红色安山岩夹砾岩, 中部为紫红色粉砂岩夹砾岩, 顶部紫红色细碧玢岩; βμ—辉绿岩; vβμ—中粒辉绿辉长岩; δβμ—橄榄辉绿辉长岩; ηπ—钠长斑岩脉

岩体构造地质特征、岩相带分布特征和卫片解释成果, 斜长石包裹体测温岩体等温线图<sup>(2)</sup>表明, 本区岩浆上升的通道可能分别位于 BB' 剖面 1392 高点附近和 GG' 剖面中段。

### 2.2 岩石学特征

大量的野外工作和室内研究表明哈拉达拉岩体的主要岩石类型有辉长岩、辉绿岩、辉绿辉长岩、橄榄辉长岩和橄长岩, 局部可见纹层状辉石斜长岩和纹层状斜长辉石岩及暗色伟晶辉长岩。主要造岩矿物是斜长石 (An<sub>41.0~72.0</sub>) 单斜辉石 (En<sub>28.0~43.3</sub>, Fs<sub>15.2~24.0</sub>, Wo<sub>41.5~48.0</sub>) 和橄榄石



韵律层		岩性描述	样号	斜长石* An	单斜辉石*		
代号	厚度/m				En	Fs	Wo
III	>16.4	表部遭剥蚀严重, 上部浅色细粒辉长岩和细粒辉绿岩, 中下部出现橄榄辉长岩。	II-2	58			
			II-3	71	41.5	16.5	42
	9.5	细粒辉长辉绿岩和细粒辉绿岩, 底部为橄榄辉长岩。	II-6	59			
	20.8	细粒辉长岩, 下部出现橄榄辉长岩夹层。	II-9	64.2			
II	45.1	以中粒辉长岩为主, 含浅色中粒辉长岩夹层, 底部为中粗粒含橄辉长岩	II-13	56.4			
			II-16	54.2	37.6	19.3	43.1
	6.9	粗粒橄辉长岩。	II-18	60.9			
	33.6	上部中粒含磁铁矿辉长岩与粗粒含磁铁矿辉长岩互层, 下部为粗粒含磁铁矿辉长岩。	II-20	53.2			
			II-24	63.7	43.3	15.2	41.5
I	>25.1	上部为中粗粒辉长辉绿岩, 并有中粒辉长岩夹层; 下部为橄辉长岩, 厚度不详。	II-25	63	37	17.9	45.1
			II-27	61	橄辉石* $Fe_{56.0}$		

图3 哈拉达拉岩体垂直剖面II 综合柱状图

Fig.3 Synthetic column for the Haladala basic rock body (section II)

\* 分析单位: 中国有色总公司矿产地质研究院电探室, 1991; 斜长石成分 An 依扎氏法计算。

部层状橄辉长岩层 (I)。韵律层特征表现出自地表往深部岩石基性程度提高和磁铁矿在韵律层下部富集的趋势。可见研究区岩体与攀枝花式钒钛磁铁矿床<sup>(4-6)</sup>, 布什维尔德杂岩体上带 (Upper zone) 钒钛磁铁矿床<sup>(7)</sup> 的主岩特征相似, 而与含 Cu-Ni-ΣPt 矿床<sup>(8)</sup>, 铬铁矿床有关的岩体特征<sup>(5,6)</sup> 差别较大。

### 2.3 稀土元素特征

表1、图4所示, 岩体稀土元素特征与攀枝花层状岩体相似, 具稀土元素总量较低, La/Yb 比值小, 标准化曲线平缓明显正 Eu 异常等特征。而岩浆型铜镍矿床主岩具有稀土总量高, La/Yb 比值偏大, 标准化曲线右倾和负 Eu 异常等特征<sup>(9)</sup>。①

### 2.4 岩石化学特征

该岩体 80% 的样品岩石化学类型为 SiO<sub>2</sub> 饱和的弱碱性岩石 (表2), 其余为 SiO<sub>2</sub> 不饱和和弱碱性和极弱碱性岩。

岩石 b 值变化范围为 16~45 (其中 80% 的样品 b 值大于 25), 总平均值 30; s 值变化范围 46~62 (其中 74% 的样品 s 值大于 55), 平均值 56。对比辉长岩体 b, s 值与矿产关系的研究成果<sup>(10)</sup>, 本岩体属于与 Fe (V, Ti), Cu-Ni 成矿有关的辉长岩。

表1 稀土元素特征值

Table 1 Some feature values of REE

地点	攀枝花钒钛铁矿 <sup>(8)</sup>	哈拉达拉			力马河铜镍矿 <sup>(9)</sup>
		层状含矿辉长岩	层状辉长岩	磁铁矿脉	铁铜矿石
样品数	3	5	1	3	2
ΣREE / 10 <sup>-6</sup>	75.51	49.38	49.4	121.54	145.35
LREE / HREE	1.6731	1.36	1.46	3.31	3.67
La / Yb	3.1829	4.11	4.2	15.30	16.9
δEu	明显正 Eu 异常	1.37	2.07	0.92	0.96

分析单位: 有色总公司矿产地质研究院, 1991

①③刘月星, 唐弘松, 吴厚泽. 我国铜镍硫化物矿床基本特征. 找矿评价及找矿方向. 1994

### 3 成矿专属性

#### 3.1 氧化物相关分析

岩体氧化物相关分析结果(图5)显示,岩体氧化物分为3组,①TiO<sub>2</sub>-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>;②SiO<sub>2</sub>-Na<sub>2</sub>O-K<sub>2</sub>O;③FeO-MnO-CaO。相关系数 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiO<sub>2</sub> 为 0.936, SiO<sub>2</sub>-Na<sub>2</sub>O 为 0.822, v<sub>FeO-MnO</sub> 为 0.677, 均为正相关。与西北地区含Cu-Ni矿、Cr矿岩体氧化物相关分析结果<sup>[11]</sup>对比,其间存在极大的差别,如新疆黄山-黄山东含Cu-Ni矿岩体中Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiO<sub>2</sub>根本不明显相关性。

笔者研究<sup>[2]</sup>本区Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-FeO/(FeO+MgO)变异图, TiO<sub>2</sub>-MgO

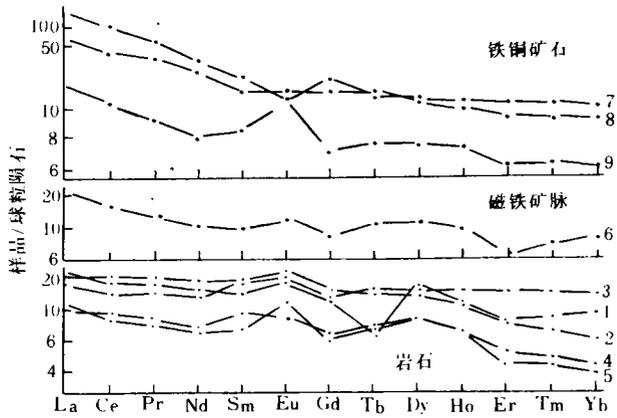


图4 稀土元素配分模式图

Fig.4 Distribution pattern of REE

1—H-243; 2—H-249; 3—H-255; 4—H-258; 5—H-266, 岩性同图2; 6—Fe-5, 钒钛磁铁矿石; 7—H-85-1; 8—H-85-4; 9—H-85-5, 为含黄铁矿黄铜矿块状磁铁矿石

表2 哈拉达拉岩体 A. H. 扎氏岩石化学计算结果

Table 2 Zarritsty's value of basic rocks from Haladala

序号	样号	a	b	c	s	C'	m'	f'	n	Q	a/c
1	H-241	7.790	28.449	6.232	57.529	25.860	43.677	30.463	88.532	-6.754	1.250
2	H-243	3.948	35.990	9.000	51.061	9.262	55.644	35.094	85.095	-14.774	0.439
3	H-244	6.127	28.882	10.041	54.950	20.605	50.394	29.001	77.250	-12.395	0.610
4	H-245	2.196	40.965	4.235	52.604	29.424	43.080	27.490	90.210	-3.420	0.519
5	H-249	8.515	23.202	9.582	58.701	25.747	47.159	27.094	78.805	-9.131	0.896
6	H-252	8.468	27.195	7.200	57.137	23.269	54.027	22.704	91.255	-9.860	1.176
7	H-255	4.523	31.687	9.578	54.211	8.120	64.576	27.305	93.648	-10.203	0.472
8	H-258	6.110	18.489	15.092	60.309	0.172	62.296	37.536	90.863	-6.693	0.405
9	H-260	0.450	15.629	15.106	60.735	14.442	57.063	28.495	90.262	-10.616	0.556
10	H-263	6.729	31.340	6.995	55.228	24.140	55.347	20.513	91.897	-9.995	0.962
11	H-266	5.150	32.446	8.915	53.482	5.705	53.478	40.817	93.246	-12.268	0.579
12	T-4-29	10.436	26.101	5.271	58.192	22.958	42.697	34.345	84.587	-9.760	1.980
13	T-4-35	0.527	44.953	8.720	45.800	55.906	12.882	31.212	58.654	-18.175	0.060
14	T-4-36	5.334	22.338	17.160	55.169	13.628	45.738	40.634	92.816	-17.490	0.311
15	T-4-37	11.232	16.873	9.885	62.011	30.135	37.183	32.682	89.957	-8.326	1.136
16	T-4-38	7.254	26.673	9.963	56.11	5.663	59.840	34.497	95.928	-12.240	0.728
17	T-4-39	7.270	31.306	5.781	55.643	39.321	24.279	36.400	97.017	-9.035	1.258
18	T-4-40	7.025	26.072	9.982	56.921	4.159	58.052	37.789	96.836	-10.190	0.704
19	T-4-41	8.522	28.832	5.605	57.041	34.045	42.907	23.048	87.674	-8.566	1.520
	平均值	6.20	28.27	9.17	55.94	20.663	47.91	31.48	88.13	-10.52	1.729

分析单位: 桂林冶金地质学院测试中心, 1989; 12~19 据文献 [1]。12—辉绿岩, 13、14、18—为橄榄辉长岩, 15、19—为辉长岩, 17—为伟晶辉长岩

变异图并与 Naldrett & Cabriv (1976) 关于世界著名 Cu-Ni 硫化物矿床含矿岩体的相应的变异图特征<sup>(7)</sup> 对比研究发现两者存在极大的差异。此外, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub> 图解, FMC 图解表明本岩体绝大部分样品落在铝质区和低钙区, 与康滇地区攀枝花式铁矿的主岩特征<sup>(5)</sup> 一致。

由此可见, 氧化物相关分析结果和有关氧化物的变异图特征说明研究区岩体与国内外铜镍硫化物矿床, 铬铁矿床的含矿岩体存在较大的差异, 而类似于含钒钛磁铁矿床的辉长岩体。

### 3.2 镁铁比值

基性超基性岩的镁铁比值反映其主要物质成分的特征。它在判别岩体与矿产关系方面得到广泛应用<sup>(5) (12) (4)</sup>。国内外学者们所采用的镁铁比值表达式主要有  $m/f$ ,  $Mg/Fe$ ,  $MgO/(FeO)$ 。哈拉达拉岩体的镁铁比值(表 3)特征为:

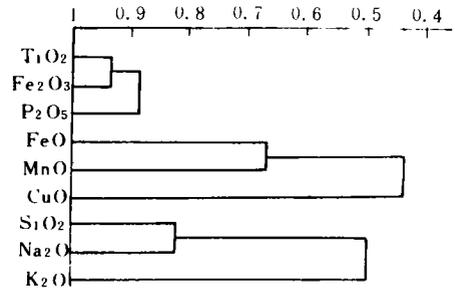


图 5 哈拉达拉岩体氧化物 R 型聚类分析谱系图 (19 个样品)

Fig.5 Lineage diagram of R-type cluster analysis of chemical compositions in Haladala basic rocks

表 3 岩石化学特征参数

Table 3 Petrochemistry feaure values

样号	MgO/(FeO)	m/f	Mg/Fe	A/ Ac	m/ s	$\alpha_*$	Calk/ m	备 注
H-241	0.82	1.45	1.46	0.54	0.60	47.00	76.98	
H-243	1.07	1.59	1.63	0.67	0.88	41.18	65.51	
H-244	0.99	1.74	1.79	0.55	0.71	42.69	76.89	$MgO/(FeO) = \frac{MgO}{FeO + Fe_2O_3 \times 0.9}$
H-245	0.90	1.57	1.71	0.81	0.86	44.77	65.26	
H-249	0.99	1.75	1.77	0.48	0.56	45.45	82.47	$MgO/Fe = \frac{MgO}{Fe_2O_3 + FeO}$
H-252	1.37	2.37	2.42	0.53	0.60	45.88	75.42	
H-255	1.34	2.39	2.42	0.59	0.76	43.58	66.22	以下公式为原子数比:
H-258	0.94	2.13	1.67	0.41	0.56	44.07	83.22	
H-260	1.15	2.65	2.72	0.38	0.48	43.65	87.91	$A/ Ac = \frac{Mg + Fe + Ca + Na + K}{Si + Al + Ti}$
H-263	1.54	2.72	2.75	0.59	0.69	45.35	71.01	
H-266	0.75	1.80	1.38	0.61	0.77	43.12	68.97	$m/f = \frac{MgO + NiO}{Fe_2O_3 + FeO + MnO}$
T-4-29	0.71	0.87	0.89	0.48	0.47	47.71	84.59	
T-4-35	0.24	0.41	0.42	0.84	1.16	45.29	90.07	
T-4-36	0.64	1.12	1.13	0.47	0.71	39.17	86.51	$m/s = \frac{MgO + CaO + NiO + MnO + FeO + Fe_2O_3}{SiO_2 + TiO_2}$
T-4-37	0.66	1.16	0.51	0.41	0.43	46.96	90.07	
T-4-38	1.00	0.76	1.79	0.52	0.65	43.79	74.17	$\alpha_* = \frac{Si \times 100}{Si + Ti + Al + Fe + Mn + Ca + Na + K + Mg}$
T-4-39	0.38	0.67	0.69	0.59	0.62	44.40	85.28	
T-4-40	0.87	1.54	1.57	0.51	0.63	44.65	74.80	$Calk/m = \frac{(Ca + Al + Na + K) \times 100}{Mg + Ca + Al + Na + K}$
T-4-41	1.07	1.87	1.93	0.55	0.60	47.36	77.95	
平均值	0.92	1.61	1.49	0.55	0.67	44.53	80.73	

表中样品编号岩性同图 2 和表 2。

(1)  $m/f$  变化范围为 0.41~2.65, 平均 1.61, 与白马岩体 ( $m/f=0.55\sim0.96$ )<sup>(12)</sup> 相似。据吴利仁 (1963) 的研究成果,  $m/f < 2$  的基性岩, 与钒钛磁铁矿成矿有关。

(2)  $Mg/Fe$  变化范围为 0.42~2.75, 平均值 1.49, 攀西红格岩体 0.61~1.98<sup>(5)</sup>, 攀枝花岩体 0.86<sup>(5)</sup>。

(3)  $MgO/(FeO)$  变化范围为 0.24~1.54, 平均值 0.92, 接近于康滇地区与钒钛磁铁矿有关的铁质基性岩 (88 个样品平均值 0.84)<sup>(5)</sup>。

### 3.3 岩石组合类型及造岩矿物

岩体岩石组合类型以辉长岩型为主, 其次是辉绿-辉长岩型, 类似于我国钒钛磁铁矿床的主岩特征 (前者以攀枝花铁矿为代表, 后者以粤东霞岚铁矿为代表, 它们的储量分别占全国岩浆型铁矿储量的 48.7% 和 0.1%)<sup>④</sup>, 明显区别于岩浆型铜镍矿床和铬矿床<sup>⑤, ⑥</sup> 的主岩特征。岩体造岩矿物中辉石几乎全为单斜辉石和  $Fo$  成分低的橄榄石 ( $Fo_{56.0}$ ) (或  $Fo_{56.10}\sim Fo_{78.28}$ )<sup>(1)</sup> 的特征, 截然不同于岩浆型铜镍矿床的主岩特征 (单斜辉石, 斜方辉石近等量, 橄榄石  $Fo$  成分高, 如金川  $Fo_{77}\sim Fo_{90}$  红旗岭  $Fo_{80}\sim Fo_{89}$ , 力马河  $Fo_{70}\sim Fo_{90}$ )<sup>⑧</sup>。

此外, 岩体中常有伟晶辉长岩脉出露的特征与西昌-滇中地区“含矿层状基性超基性岩体几乎毫无例外地都有岩性相似的粗粒伟晶岩脉产出”<sup>(6)</sup> 的结论相一致。①

### 3.4 含矿性判别图

前人关于基性超基性岩含矿性判别的研究表明, 不同地区使用效果较好的有以下三种判别图:

3.4.1  $m/s-m/f$  图 A.R.卡涅夫斯基于 1968 年提出以镁硅比值 ( $m/s$ ) 表示基性超基性岩的“基性度”。西北地科所 (1974) 在系统研究西北地区钒钛磁铁矿床、铜镍矿床含矿岩体的基础上, 提出用  $m/s-m/f$  图判别岩体含矿性。本次工作 (图 6) 表明, 本区所有样品均落在有利 Fe (V, Ti), Cu-Ni 成矿的铁质系列区, 其中 79% (15 个样) 的样品落在 Fe (V, Ti) 矿床分布区。

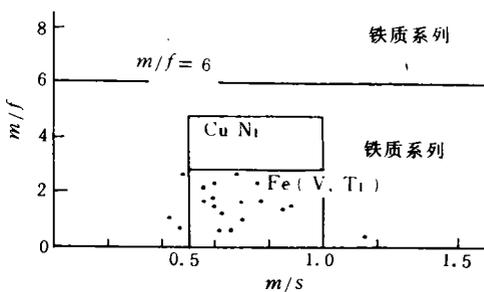


图 6 辉长岩类  $m/s-m/f$  图示

Fig.6  $m/s-m/f$  diagram

(• 哈拉达拉岩体, 含矿分界数据资料<sup>④</sup>)

3.4.2  $A/Ac-Mg/Fe$  图 岩体酸碱元素比值  $A/Ac$  变化范围为 0.38~0.84, 平均值 0.55, 与西昌-滇中地区含钒钛磁铁矿床辉长岩体<sup>(6)</sup>  $A/Ac$  (0.5~1.0) 基本一致。

图 7 可见, 本岩体 74% 的样品落在含 Fe (V, Ti) 矿的辉长岩区, 其余 26% 落在 Cu-Ni 矿的辉长岩区。图 7 也反映了  $A/Ac-Mg/Fe$  呈反相关关系, 且  $A/Ac$  变化范围更大一些, 说明酸碱元素比值变化在岩浆演化过程中起主导作用。这与西南地区<sup>(13)</sup>、康滇地区<sup>(5)</sup> 含钒钛磁铁矿岩体的特征相一致。

3.4.3  $Calk/m-a_{Si}$  图 1973 年梅厚钧在研究西南地区 147 个暗色岩体和国外 139 个化学分析资料的基础上提出将  $Calk/m-a_{Si}$  图用于判别基性超基性岩的含矿性 (图 8, I 线)<sup>(13)</sup>,

④④西北地质科学研究所. 陕甘宁青四省 (区) 基性超基性岩及有关矿产资料汇编. 1974

(1)  $m/f$  变化范围为 0.41~2.65, 平均 1.61, 与白马岩体 ( $m/f=0.55\sim0.96$ )<sup>(12)</sup> 相似。据吴利仁 (1963) 的研究成果,  $m/f < 2$  的基性岩, 与钒钛磁铁矿成矿有关。

(2)  $Mg/Fe$  变化范围为 0.42~2.75, 平均值 1.49, 攀西红格岩体 0.61~1.98<sup>(5)</sup>, 攀枝花岩体 0.86<sup>(5)</sup>。

(3)  $MgO/(FeO)$  变化范围为 0.24~1.54, 平均值 0.92, 接近于康滇地区与钒钛磁铁矿有关的铁质基性岩 (88 个样品平均值 0.84)<sup>(5)</sup>。

### 3.3 岩石组合类型及造岩矿物

岩体岩石组合类型以辉长岩型为主, 其次是辉绿-辉长岩型, 类似于我国钒钛磁铁矿床的主岩特征 (前者以攀枝花铁矿为代表, 后者以粤东霞岚铁矿为代表, 它们的储量分别占全国岩浆型铁矿储量的 48.7% 和 0.1%)<sup>④</sup>, 明显区别于岩浆型铜镍矿床和铬矿床<sup>⑤, ⑥</sup> 的主岩特征。岩体造岩矿物中辉石几乎全为单斜辉石和  $Fo$  成分低的橄榄石 ( $Fo_{56.0}$ ) (或  $Fo_{56.10}\sim Fo_{78.28}$ )<sup>(1)</sup> 的特征, 截然不同于岩浆型铜镍矿床的主岩特征 (单斜辉石, 斜方辉石近等量, 橄榄石  $Fo$  成分高, 如金川  $Fo_{77}\sim Fo_{90}$  红旗岭  $Fo_{80}\sim Fo_{89}$ , 力马河  $Fo_{70}\sim Fo_{90}$ )<sup>⑧</sup>。

此外, 岩体中常有伟晶辉长岩脉出露的特征与西昌-滇中地区“含矿层状基性超基性岩体几乎毫无例外地都有岩性相似的粗粒伟晶岩脉产出”<sup>(6)</sup> 的结论相一致。①

### 3.4 含矿性判别图

前人关于基性超基性岩含矿性判别的研究表明, 不同地区使用效果较好的有以下三种判别图:

3.4.1  $m/s-m/f$  图 A.R.卡涅夫斯基于 1968 年提出以镁硅比值 ( $m/s$ ) 表示基性超基性岩的“基性度”。西北地科所 (1974) 在系统研究西北地区钒钛磁铁矿床、铜镍矿床含矿岩体的基础上, 提出用  $m/s-m/f$  图判别岩体含矿性。本次工作 (图 6) 表明, 本区所有样品均落在有利 Fe (V, Ti), Cu-Ni 成矿的铁质系列区, 其中 79% (15 个样) 的样品落在 Fe (V, Ti) 矿床分布区。

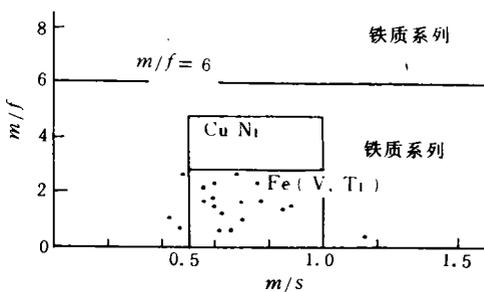


图 6 辉长岩类  $m/s-m/f$  图示

Fig.6  $m/s-m/f$  diagram

(• 哈拉达拉岩体, 含矿分界数据资料<sup>④</sup>)

3.4.2  $A/Ac-Mg/Fe$  图 岩体酸碱元素比值  $A/Ac$  变化范围为 0.38~0.84, 平均值 0.55, 与西昌-滇中地区含钒钛磁铁矿床辉长岩体<sup>(6)</sup>  $A/Ac$  (0.5~1.0) 基本一致。

图 7 可见, 本岩体 74% 的样品落在含 Fe (V, Ti) 矿的辉长岩区, 其余 26% 落在 Cu-Ni 矿的辉长岩区。图 7 也反映了  $A/Ac-Mg/Fe$  呈反相关关系, 且  $A/Ac$  变化范围更大一些, 说明酸碱元素比值变化在岩浆演化过程中起主导作用。这与西南地区<sup>(13)</sup>、康滇地区<sup>(5)</sup> 含钒钛磁铁矿岩体的特征相一致。

3.4.3  $Calk/m-a_{Si}$  图 1973 年梅厚钧在研究西南地区 147 个暗色岩体和国外 139 个化学分析资料的基础上提出将  $Calk/m-a_{Si}$  图用于判别基性超基性岩的含矿性 (图 8, I 线)<sup>(13)</sup>,

④④西北地质科学研究所. 陕甘宁青四省 (区) 基性超基性岩及有关矿产资料汇编. 1974

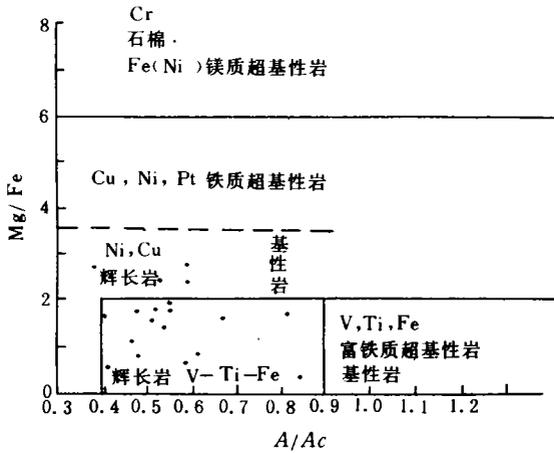


图 7 A/Ac-Mg/Fe 图示

Fig.7 A/Ac-Mg/Fe diagram

(· 哈拉达拉岩体, 矿产分布区界线据文献[6])

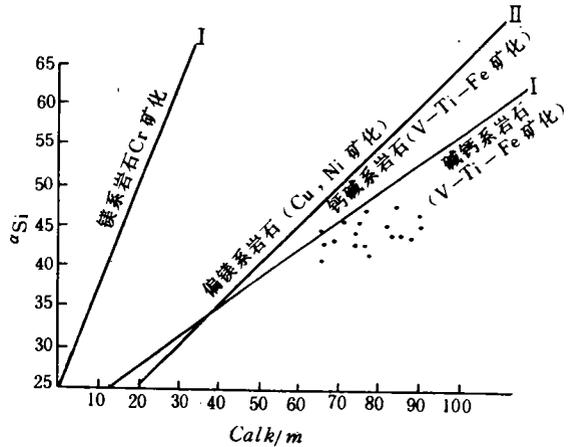


图 8 Calk/m-α<sub>Si</sub> 图示

Fig.8 Calk/m-α<sub>Si</sub> diagram

(I 线据文献[13], II 线据文献[10]. · 哈拉达拉岩体, 19 个样)

并用中南地区 60 多个含 Cu-Ni, Fe (V, Ti) 矿岩体岩石化学成分投图验证, 效果良好。武汉地院通过收集我国含矿 (Fe (V, Ti), Cu-Ni, Cr) 岩体, 仅仅矿化或不含矿的 45 个岩体中的 80 个样品, 投影到  $Calk/m-\alpha_{Si}$  图上, 得到与梅厚钧相近的结论, 进一步将该图划分为 3 个区 (图 8, II 线)<sup>[10]</sup>。刘朝基等人<sup>[5]</sup>将康滇地区不同含矿类型的岩体投入该图得到良好的验证。由此可见  $Calk/m-\alpha_{Si}$  图对于基性超基性岩的含矿性判别是可靠的、有效的。

将研究区 19 个样品投影至图 8, 其均落在与钒钛磁铁矿床有关的碱钙系岩石区。

据研究区辉长岩体的氧化物相关分析成果、氧化物变异图特征、镁铁比值、岩石组合类型及造岩矿物特征, 与 3 种含矿性判别图解结果相一致, 说明该区辉长岩体十分有利于形成钒钛磁铁矿床。结合岩体地质特征, 判定岩体成矿专属性为 Fe (V, Ti) 型。

## 4 岩体矿化特征

哈拉达拉岩体矿化点共有 7 个 (图 1), 矿化类型有钒钛磁铁矿化、铁铜矿化、铜矿化和铜金矿化。

### 4.1 钒钛磁铁矿化

这类矿化目前只见一个矿化点 (图 1、Mt, 笔者 1989 年 8 月首次发现), 位于哈拉达拉桥头 NNW 向 1.2 km、1392 高点西南侧的那奶能萨依沟 (B-B' 剖面) 东西两侧陡坡上。磁铁矿脉成群成带分布于 NW 向 (产状  $30^\circ \angle 85^\circ$ ) 断裂中, 断裂带宽 5 m, 延长 1.3 km 以上, 磁铁矿脉的围岩是岩体第 I 韵律层状辉长岩。矿脉单脉脉幅一般 7~8 cm, 最大脉幅为 50 cm, 最小为  $1\text{ cm} \pm$ , 单脉长度一般为 2 m, 矿脉走向北西 ( $315^\circ \sim 345^\circ$ ), 倾角陡 ( $78^\circ \sim 87^\circ$ )。矿脉形态常为单脉、网脉、角砾脉, 常见被热液成因的石英脉、方解石脉、石英-方解石脉切割或充填。矿石构造有块状构造、角砾状构造、网脉状构造, 矿石结构以磁

铁矿-钛铁矿固溶体分离结构(网格状、叶片状)为主。矿石成分(6个样) TFe 59.12%~65.6%, 平均 62.7%;  $V_2O_5$  0.06%~0.57%, 平均 0.25%;  $TiO_2$  1.36%~4.2%, 平均 1.9%;  $Al_2O_3$  0.07%~0.72%, 平均 0.32%; MgO 1.44%~2.38%, 平均 1.88%; MnO 0.18%~0.30%, 平均 0.23%。电子探针分析(5个样)结果, 磁铁矿( $FeO+Fe_2O_3$ ) 89.22%~95.63%, 平均 93.30%;  $TiO_2$  1.74%~4.16%, 平均 2.5%;  $V_2O_5$  0.47%~0.67%, 平均 0.57%;  $Al_2O_3$  0.77%~1.67%, 平均 1.23%; MgO 0.57%~3.33%, 平均 1.97; MnO 0.07%~0.65%, 平均 0.26%;  $Cr_2O_3$  0.03%~0.31%, 平均 0.12%。磁铁矿标型特征研究<sup>[2]</sup>表明磁铁矿成因类型属岩浆成因, 可见矿脉为岩浆分异成因的贯入式矿体。

#### 4.2 铁铜矿化

矿化点( $Cu^{2\#}$ )位于哈拉达拉桥两侧。矿化体受NW-SE向断裂的控制。矿化范围长500 m多。宽200 m多, 总面积0.11 km<sup>2</sup>, 包括大小不等、形态不规则的10多个矿化体。矿化体最长者10 m, 一般2 m左右, 最宽者7 m, 一般0.6~0.5 m, 它们成群产出构成宽3~5 m, 长15~20 m的主要矿化带。矿石类型依矿物组合特征分为3种。(1)含黄铜矿的黄铁矿-磁铁矿矿石;(2)块状黄铁矿矿石;(3)含黄铜矿的黄铁矿-磁黄铁矿-磁铁矿矿石。前两种所占比例很少, 矿石类型以第3种为主。矿石成分(5个样) TFe 39.20%~51.80%, 平均 45.72%;  $TiO_2$  0.48%~2.0%, 平均 0.97%;  $V_2O_5$  0.049%~0.143%, 平均 0.099%; Cu 0.045%~0.62%, 平均 0.26%; Ni 0.0034%~0.12%, 平均 0.048%。电子探针分析(5个样)结果, 磁铁矿( $Fe_2O_3+FeO$ ) 95.45%~98.00%, 平均 96.94%;  $TiO_2$  0.06%~0.78%, 平均 0.28%;  $V_2O_5$  0.30%~0.73%, 平均 0.48%;  $Cr_2O_3$  0.10%~0.76%, 平均 0.31%;  $Al_2O_3$  0.43%~1.29%, 平均 0.66%; MgO 0.17%~0.62%, 平均 0.34%; MnO 0.01%~0.07%, 平均 0.02%。其主要成分和微量元素特征类似于王顺金(1984)总结的钙矽卡岩型或热液型磁铁矿, 显微硬度低(4个样平均 539 krf/mm<sup>2</sup>)与徐国风(1979)总结的热液型磁铁矿相似,  $TiO_2-Al_2O_3-MgO$ 三角图解(陈光远, 1984)投图显示铁铜矿石磁铁矿属矽卡岩成因。矿化体周围热液蚀变强烈, 主要有黄铁矿化、钠黝帘石化、石榴石矽卡岩化(ZK1)、碳酸盐化、硅化等蚀变现象。由此可见, 铁铜矿化属热液型矿化。

#### 4.3 铜矿化

矿化点( $Cu^{1\#}$ ,  $Cu^{4\#}$ ,  $Cu^{5\#}$ ,  $Cu^{6\#}$ )分布于接触带或岩体内部断裂带中。矿化表现为黄铁矿、黄铜矿(孔雀石)等金属硫化物呈星点状、细脉状分布于辉绿辉岩中矿化岩(矿石)成分分析(5个样)表明Cu最高值为2.91%, 一般为0.07%~0.08%, Ni最高值0.13%, 一般为0.05%左右。蚀变类型有黄铁矿化、蛇纹石化、绿泥石化、碳酸盐化、硅化, 显示出典型的热液型矿化特征。

#### 4.4 铜金矿化

对研究区矿化点矿化岩(矿石)贵金属丰度查定(样品数20~33)发现, 岩体铂族元素含量很低, 其最高值(Pt+Pd)为 $24 \times 10^{-8}$ 、最低值(Pt+Pd)为 $4 \times 10^{-8}$ , 平均值 $8 \times 10^{-8}$ (22个样), 其他铂族元素丰度更低。但Au, Ag矿化值得注意, Au平均值 $87.6 \times 10^{-8}$ (31个样)是地壳中基性岩Au丰度( $4 \times 10^{-8}$ )的22倍。Ag丰度平均值 $2.1 \times 10^{-6}$ (20个样)是地壳中Ag丰度( $0.11 \times 10^{-6} \sim 0.1 \times 10^{-6}$ )的21倍。其中 $Cu^{3\#}$ 铜矿化点最引人注目。

矿化点( $Cu^{3\#}$ )位于桥头西北1 km岩体内接触带中。黄铁矿、黄铜矿、磁黄铁矿呈层状分布于纹层状细粒辉绿岩中(表面风化层见大量孔雀石)。测试结果表明(4个样), Au丰

度  $0.03 \times 10^{-6} \sim 0.88 \times 10^{-6}$ , 平均  $0.56 \times 10^{-6}$ ; Cu 0.04%~0.38%, 平均 0.14%; Ni 0.02%~0.10%, 平均 0.06%;  $TiO_2$  (3 个样) 0.60%~1.06%, 平均 0.82%。围岩蚀变组合为强烈的硅化、碳酸盐化、黄铁矿化、蛇纹石化、绢云母化等等, 与新疆萨尔托海 I 号蚀变超基性岩金矿和云南金厂蚀变超基性-基性岩型金矿特征<sup>[14]</sup>一致。笔者认为研究区 Cu-Au 矿化为热液成因。与本区“存在 Cu-Au 活动期”的因子分析结论<sup>[1]</sup>相吻合, 可能与特克斯河下游出现的砂金重砂存在成因联系。

## 5 结 论

(1) 哈拉达拉岩体为典型层状辉长岩体。由冷凝带细粒辉绿(长)岩和层状岩系组成。层状岩系可划分为 3 个二级岩浆韵律层即上部浅色层状辉长岩层(Ⅲ)、中部暗色层状辉长岩层(Ⅱ)和下部层状橄榄辉长岩层(Ⅰ)。

(2) 岩体矿化类型有岩浆型钒钛磁铁矿化和热液型铁铜矿化、铜矿化、铜金矿化。

(3) 岩体成矿专属性为钒钛磁铁矿型。

(4) B-B' 剖面 1392 高点附近(其次是 GG 剖面中部)岩体韵律层下部是寻找攀枝花式钒钛磁铁矿床的有利部位。岩体接触带中铜金矿化点的找矿评价工作应引起重视。

蔡立幸讲师参加部分野外工作, 在工作过程中得到有色总公司矿产地质研究院刘月星高工, 西安地质矿产研究所李行、苏犁同志的帮助和中国地质大学李紫金教授的指导, 谨此致谢。

## 参 考 文 献

- 1 高纪璞, 李先梓, 杨合群等. 新疆特克斯基性岩体地质特征及找矿方向研究. 中国地质科学院西安地质矿产研究所刊, 1991, 33 号: 95~144
- 2 林锦富. 新疆特克斯哈拉达拉层状辉长岩体含矿性评价及找矿方向: (学位论文). 武汉: 中国地质大学, 1992
- 3 周汝洪. 新疆辉长岩类及其含矿性. 新疆地质, 1991, 9 (1): 1~12
- 4 田竞亚, 胡秀蓉. 攀枝花(式)铁矿成矿机理与生成环境初探. 地球科学, 1986, 11 (6): 638~644
- 5 刘朝基, 曾绪伟, 金久堂. 康滇地区基性超基性岩. 重庆: 重庆出版社, 1988. 16~27, 142~170, 195~210
- 6 沈苏, 金明霞, 陆元法. 西昌-滇中地区主要矿产成矿规律及找矿方向. 重庆: 重庆出版社, 1988. 155~190, 232~241
- 7 Evans. AM An Introduction to Ore Geology. London: Blackwell Scientific Publications. 1980. 78~80, 89~92
- 8 杨天奇, 姜修道. 攀枝花层状含矿岩体的新认识. 长春地质学院学报, 1988, 18 (2): 125~135
- 9 姚家栋. 西昌地区硫化铜(钼)镍矿床成因. 重庆: 重庆出版社, 1988. 18~19
- 10 武汉地院岩石教研室. 岩浆岩岩石学(下册). 北京: 地质出版社, 1980. 191~196
- 11 刘凤山, 傅学明. 西北地区基性-超基性岩含矿(Cr, Ni)性闭合相关分析. 兰州大学学报, 1991, 27 (1): 99~106
- 12 陈富文. 白马含矿层状镁铁-超镁铁质侵入体的岩石学研究. 岩石学报, 1990, 6 (4): 12~25
- 13 梅厚钧. 西南暗色岩体深源分异两个系列的岩石化学特征与铜镍矿化的关系. 地球化学, 1973. (4): 300~308

14 孙宝田. 与基性超基性岩有关的金矿地质-地球化学特征初探. 矿产与勘查, 1991, (2): 21~25

## THE STUDY ON THE ORE-BEARING POTENTIALITY OF HALADALA STRATIFORM BASIC MASSIF, XINJIANG

Lin Jinfu Deng Yanhua

(Department of Resource Engineering, Guilin Institute of Technology)

**Abstract** Haladala massif in west Tianshan, which can be divided into a chilled zone and three stratiform formations with the characteristic of second-order rhythmic layering, consists largely of gabbro, olivine gabbro and diabase. The  $m/f$  ratios,  $\Sigma$ REE contents and La/Yb ratios of the rocks range from 0.41~2.65,  $29.6 \times 10^{-6} \sim 62.6 \times 10^{-6}$ , and 2.25~6.25, respectively. The major minerals are plagioclase ( $An_{41.0 \sim 72.0}$ ), clinopyroxene ( $En_{28.0 \sim 43.3}$ ,  $Fs_{15.2 \sim 24.0}$ ,  $Wo_{41.5 \sim 48.0}$ ) and olivine ( $Fo_{56.0}$ ). The metallogenetic specialization can be considered as the Fe (V, Ti) mineralization of the magmatic type, Fe-Cu, Cu and Cu-Au mineralizations of the hydrothermal type. Compared with other stratiform basic massives connected with typical ore deposits. It is suggested that the ore-forming condition of the Haladala massif is similar to that of the Panzihua-type V-Ti magnetite deposit.

**Key words** stratiform gabbro; V-Ti magnetite mineralization; copper mineralization; gold mineralization; Xingjiang; Haladala

### 黄金工业“九五”科技攻关重点

1. 难处理金矿石选冶提金工艺研究, 主要包括高砷金精矿焙烧工艺研究、细菌氧化-氧化提金工艺研究、热压氧碱浸-氧化提金工艺研究、含金尾矿资源综合回收工艺研究。

2. 深井采掘技术和复杂条件矿体采矿方法综合研究, 主要包括深井采掘技术综合研究、复杂条件矿床采矿方法研究。

3. 无毒溶剂提金新工艺应用研究。

(盛 还)