

60-63, 67

胶东绿岩带镁铁质岩地质地球化学特征的研究

李洪志

(中国矿业大学研究生部·北京)

吴悦斌

(中国地质大学·北京)

p588-1

p588.36-

A

目前,我国对绿岩带地质地球化学的研究还不系统、不成熟。通过对胶东绿岩带镁铁质岩的地质地球化学特征的研究,得出本区镁铁质岩与国外 K. C. Condie (1976) 所划分的太古宙亏损型拉斑玄武岩 (DAT) 在地球化学特征上总体相似,但在常量元素 K、Fe、微量元素和稀土元素方面都有明显差异。

关键词 绿岩带 镁铁质岩 地球化学特征 拉斑玄武岩 胶东

1 区域地质概况

本区基底变质岩系分为胶东群、荆山群和粉子山群(图1)。胶东群岩性主要为黑云斜长片麻岩、角闪斜长片麻岩、斜长角闪岩、

黑云变粒岩、浅粒岩,同位素年龄介于 20 亿~29 亿年。荆山群岩性下部为一套变粒岩、黑云母片岩夹斜长角闪岩,向上逐渐过渡为大理岩、粘土质岩、云母片岩,同位素年龄介于 17 亿~21 亿年。

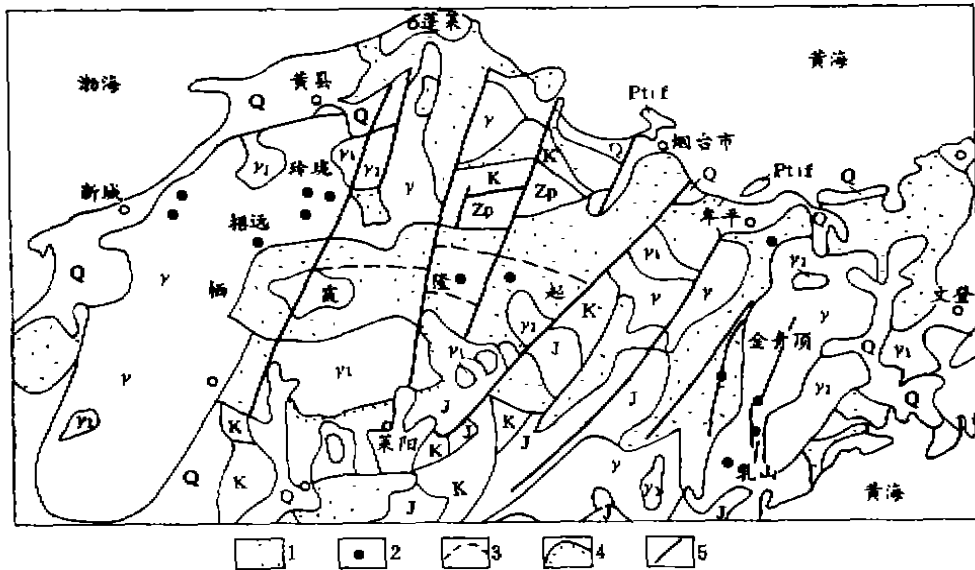


图1 胶东绿岩带分布区域地质图

Q—第四系;K—白垩系;J—侏罗系;Zp—蓼泉群;Pt,f—粉子山群;Y₁—花岗闪长岩;Y—花岗岩;1—绿岩带;2—金矿;
3—金矿带范围;4—不整合接触线;5—断裂

本区岩浆活动频繁,形成大面积分布的花岗岩和脉岩。

本文 1993 年 6 月收到,张启芳编辑。

表 1 岩石化学分析表

顺序号	化学号	岩石名称	分析结果												Al+ΣFe+Th	Ca Mg	A	F ¹	C
			分析结果																
			SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	P ₂ O ₅	TiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O						
1	317	斜长角闪岩	54.3	14.5	4.2	6.2	4.5	6.23	0.22	0.11	0.85	0.40	1.96	26	56	11	7	—	
2	335	斜长角闪岩	59.7	14.7	5.0	3.4	3.04	4.75	0.16	0.28	0.19	1.52	2.66	31	41	15	13	—	
3	340	斜长角闪岩	67.0	15.4	2.3	1.2	2.34	2.25	0.14	0.06	0.36	2.24	2.68	41	93	9	20	—	
4	352	黑云斜长片麻岩	66.06	15.21	4.1	1.5	0.96	3.08	0.12	0.11	0.51	1.92	3.92	39	25	14	22	—	
5	356	斜长角闪岩	68.0	15.43	3.4	1.4	1.50	2.51	0.14	0.11	0.51	1.56	4.40	40	24	12	23	—	
6	107	斜长片麻岩	74.9	11.55	2.1	0.1	2.03	0.77	0.12	0.04	0.52	2.96	0.80	48	21	12	19	—	
7	186	碎斑变粒岩	75.2	14.6	0.8	0.1	0.02	0.15	0.1	0.01	0.01	4.44	4.52	51	3	4	42	—	
8	190	二云母片岩	58.0	17.9	0.6	2.6	7.08	2.79	0.24	0.11	0.71	4.8	0.12	40	46	2	12	—	
9	194	云母片岩	48.3	20.0	1.3	4.6	8.97	5.72	0.22	0.13	1.16	5.0	0.12	31	53	3	10	—	
10	505	角闪岩	73.2	14.5	2.1	0.5	0.96	5.72	0.08	0.07	0.26	1.52	4.32	48	14	9	29	—	
11	510	角闪片麻岩	67.3	15.25	2.15	1.45	1.19	3.08	0.12	0.09	0.47	2.08	4.02	41	26	10	23	—	
12	514	透辉变粒岩	48.8	13.48	9.15	8.58	3.26	3.26	0.15	0.77	0.9	2.6	2.77	18	48	23	10	+	
13	545	黑云斜长片麻岩	69.6	13.19	1.39	1.37	2.79	2.79	0.12	0.29	0.51	3.19	2.96	39	28	7	25	—	
14	614	角闪岩	73.2	14.9	1.2	0.32	0.87	0.87	0.51	0.00	0.13	2.35	4.98	48	11	7	31	—	
15	623	斜长角闪片麻岩	69.1	13.75	3.97	1.2	1.73	1.73	0.11	0.11	0.51	1.66	3.1	36	26	19	19	—	
16	632	斜长角闪片麻岩	50.7	14.5	9.79	6.84	2.67	2.67	0.22	0.04	0.77	0.92	2.91	20	47	24	8	+	
17		斜长角闪岩	51.5	13.91	7.99	8.27	2.85	6.63	0.19	0.28	0.76	0.92	3.63	20	47	21	10	+	
18		斜长角闪岩	53.63	18.02	9.08	6.52	3.13	4.69	0.23	0.15	0.74	1.24	3.94	29	32	26	12	+	
19		斜长角闪岩	53.03	14.9	8.88	5.04	3.73	7.19	0.26	0.12	0.83	1.07	2.83	23	43	25	9	+	
20		斜长角闪岩	49.76	15.3	9.3	7.5	3.82	9.09	0.24	0.11	0.78	0.29	3.09	21	19	22	7	+	

单位: $\text{W} \cdot 10^3$

16-11-20

114-20-200

$$|m| + |p| \text{ non-zero } = |q|$$
$$U = E_{\text{kin}} + E_{\text{pot}} + E_{\text{int}} = (C_1 + M_1)$$

3382-Y, 11, 2

2 镁铁质岩特征及原岩恢复

镁铁质岩主要产于胶东群下部,其岩石类型为黑云斜长角闪岩和辉石斜长角闪岩。

2.1 基本特征

黑云斜长角闪岩普遍呈绿色,块状或片麻状构造。镜下具有残余交代结构。矿物组合为:角闪石+斜长石+黑云母+石英。

辉石斜长角闪岩呈绿黑色,块状或片麻状构造,镜下具交代结构。矿物组合为:角闪石+斜长石+普通角闪石+透辉石+铁铝榴石。

2.2 原岩恢复

本区岩石化学分析结果见表 1。

利用 $(al+fm)-(c+alk)$ 对 Si 图解,对样品进行初步判别分析(图 2),结合沃克的 $MgO-CaO-FeO$ 图解,对栖霞地区上瑶沟一下瑶沟一段连续出露含石榴石辉石斜长角闪岩进行判别,结果表明 5 个样品均落在 I 区(图 3),说明其为正斜长角闪岩。应用巴拉绍夫 $(Al+\Sigma Fe+Ti)-(Ca+Mg)$ 图解,对含石榴石斜长角闪岩进一步判别,结果表明 5 个样品均落入 I、II 区(图 4),说明其为基性火山岩及其变种。

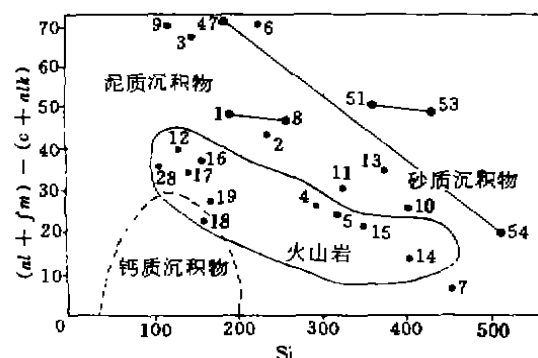


图 2 $(al+fm)-(c+alk)$ 对 Si 图解

(据 Simonen, 1953)

由于稀土元素在地质历史中特殊的地球化学行为,因此,用稀土元素进行原岩恢复正在兴起并在国际上采纳。本文首次对本区绿

岩带的镁铁质岩利用稀土元素进行原岩判别,结果表明:含石榴石斜长角闪岩样品点,落在 $La/Y-\Sigma REE$ 图中大陆拉斑玄武岩区内(图 5),为其成因提供了可靠的证据。

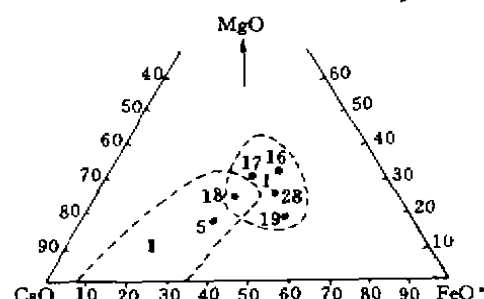


图 3 $MgO-CaO-FeO$ 图解

(据沃克等, 1960)

I—正斜长角闪岩; II—副斜长角闪岩

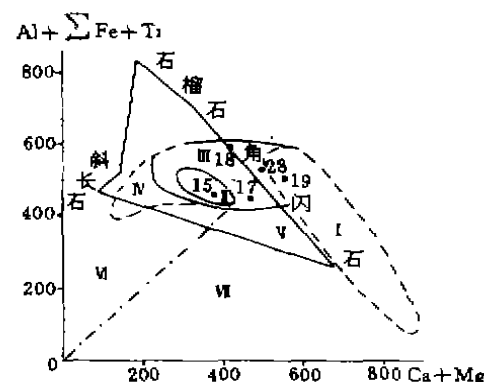


图 4 $(Al+\Sigma Fe+Ti)-(Ca+Mg)$ 图解

(据巴拉绍夫等, 1972)

I—超基性岩区, II—基性岩的最大集中区, III—基性岩及其变种区, IV—中性火成岩及砂泥质杂砂岩凝灰岩区, V—凝灰质砂岩、基性单矿物砂岩及复矿物砂岩(基性成分杂砂岩)及钙质凝灰岩区, VI—粘土、泥岩、粉砂岩、长石砂岩和泥灰质砂岩区, VII—粘土质、白云质和钙质泥灰岩区

3 地球化学特征

3.1 常量元素地球化学特征

利用斜长角闪岩和辉石斜长角闪岩常量元素分析数据($n=15$), 镁铁质岩 SiO_2 平均含量 53.8%, TiO_2 0.72%, $Na_2O + K_2O$ 3.83%, $FeO+Fe_2O_3$ 8.2%, CaO 9.29%, Al_2O_3 15.3%。利用 CIPW 计算法算得 Na_2O

+K₂O+CaO(分子数 226)>Al₂O₃(分子数 142)>Na₂O+K₂O(分子数 58)判定其岩石类型为正常型;同时计算扎瓦里茨基特征常数 $a=10.2, b=34.2, c=2, s=74.9$ 。b 值说明其为基性, $b/(a+c)=2.8$ 说明基性程度不高, $Q=6.1$ 说明 SiO₂ 属过饱和型, 计算里特指数 1.8 属钙性。

K. C. Condie (1976) 根据稀土元素和常量元素地球化学特征将太古宙拉斑玄武岩划分为两种类型: 亏损型 (DAT) 和富集型 (EAT)。亏损型的稀土元素具较平缓的分布形式, 有小的 Eu 异常或无 Eu 异常, 含较高的 TiO₂、CaO、Cr、Ni 和较低的 K₂O、V、Zr、Sr、Y。

表 2 本区镁铁质岩常量元素与太古宙 DAT、EAT 拉斑玄武岩比较

	常量元素(%)										稀土元素($\times 10^{-6}$)						
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	La	Ce	Sm	Eu	Tb	Yb	Lu
DAT	51.4	1.92	14.8	2.1	8.3	0.2	6.7	10.3	2.7	0.18	4	10	2	0.8	0.5	1.8	0.4
EAT	49.7	1.0	14.9	2.6	8.8	0.3	6.3	9.4	2.1	0.32	12	25	3.6	1.1	0.7	2.4	0.4
本区	53.7	0.77	14.5	2.63	6.67	0.22	6.84	9.39	2.91	0.92	4.8	11.6	1.93	0.72	0.56	1.9	0.22

与太古宙亏损型 (DAT)、富集型 (EAT) 拉斑玄武岩相比 (表 2) 发现: 本区镁铁质岩与 DAT 型相似, 并略富 K₂O, 低 FeO。

HREE。(La/Sm)_N 比值, 反映了轻稀土元素间的分馏程度, 比值大于 1 的称之为富集型, 比值越大轻稀土越富集。本区镁铁质岩 (La/Sm)_N 比值为 1.2, 说明其轻稀土富集。(Gd/Yb)_N 比值则反映了重稀土之间的分馏程度 (John, 1982), 比值越大, 重稀土越亏损, 比值大于 1 划分为重稀土亏损型。本区 (Gd/Yb)_N 比值为 1.27, 属重稀土亏损型。 $\delta_{Eu}=0.9$ 属于较小的负异常, $\delta_{Eu}=1$ 属于正异常, 代表了氧化环境。

表 3 本区镁铁质岩微量元素 ($\times 10^{-6}$)

	Cr	Zn	Cu	Co	Ni	Sr	Zr	Ba	Au	Sr/Ba	Ni/Co
DAT	350	115	110	60	225	100	55.0	80.0	—	1.5	38
EAT	175	100	110	50	100	165	100	90.0	—	1.5	2
本区	164	74	138	81	141	20.0	13.0	85.5	7.4	0.02	1.75

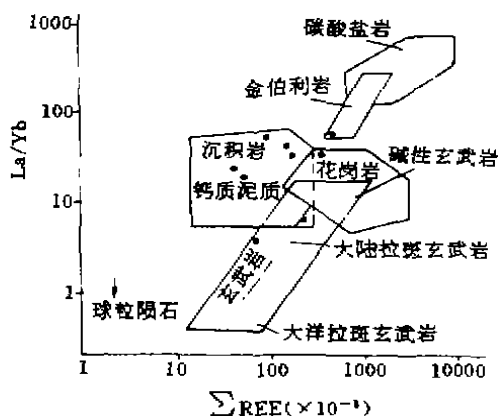


图 5 不同类型岩石在 La/Yb—ΣREE 图解的分布 (据 Allegre 等, 1978)

3.2 微量元素地球化学特征

从表 3 可以看出, 本区镁铁质岩微量元素与 DAT 型相似, 除 Cu、Co、Ba 略高外, Cr、Zn、Ni、Sr、Ni/Co、Sr/Ba 都低于 DAT 型。反映本区镁铁质岩基性程度不高。

3.3 稀土元素地球化学特征

与 DAT 型拉斑玄武岩的稀土元素相比 (见表 2), 本区镁铁质岩具有较高的 La、Ce 和较低的 Lu, (La/Y)_N=1.69, LREE/HREE=2.612 代表了曲线向右倾, LREE>

综合稀土元素地球化学特征, 本区镁铁质岩与太古宙亏损型拉斑玄武岩相似。

4 结论

(1) 利用常量元素、稀土元素进行原岩恢复, 本区辉石斜长角闪岩原岩为一套太古宙拉斑玄武岩。

(2) 本区的镁铁质岩与 K. C. Condie (1976) 所划分的太古宙亏损型拉斑玄武岩在常量元素、微量元素、稀土元素特征总体上相

(下转第 67 页)

量的砾石后定期测量填入高度,直至自然地面。

(4)洗井

填砾完成后及时进行洗井,以防井壁泥皮固化而淤堵含水层和滤网,影响井的出水量。将潜水泵吊放于井管内水位以下4m处,启动电源开关抽水,同时另架设水泵往井内泵入清水。随水位不断下降,水泵也同时下放,直至距井底0.5~1.0m为止。抽水洗井过程中,井内残余泥浆、孔壁泥皮、含水层中较细小砂粒等被潜水泵抽吸出井外,如此反复进行,直至抽出的水不含泥砂为止。

4 降(排)水管理

井点降水在基坑开挖前10d左右进行。降水和土方开挖期间应加强对抽水技术和降水台班运行的管理,主要做好以下工作:

(1)降水前,在场区外围挖好环形排水沟或架设排水管,使排水不致回流坑内。土方开挖期间及时跟进坡面保护层,在坡脚设置排

水沟,每隔20m左右设一个集水井,使地表水(雨水)顺坡面汇流于集水井内,再用水泵排出基坑外。

(2)降水采用分层降水法,即首先降低填土层中的地下水,待水位稳定后将水泵下放至淤泥质土层底板处继续降水,待其再稳定后,再将水泵下放到设计开挖底平面2~3m处,进行整体降水。这样既有利于分层疏干,又利于提高水泵使用寿命。

(3)抽水过程中指派专门技术人员定期观测地下水位,掌握水位变化情况,保持泵体浸水深度在1.0m左右,避免吊泵烧坏潜水泵。同时,指定专门技术工人做好水泵的维修、保养工作,准备一定数量的备用泵和易损零配件,保证降水工作的持续进行。

(4)自备柴油发电机组,以免停电降水中断后基坑因水位上升而受淹。

(5)降水井井口用砖砌筑井台,高出地面约30cm,并加以盖板保护,以免杂物掉入井内影响降水效果。

Lowering the Water Level in Deep Foundation Pits and Well Points

Lei Bin

Lowering the Water Level in foundation pits and well points is effectively used to reduce underground water table, to make a depletion of groundwater in working area, and more better to overcome many difficulties in practical foundation pit digging and foundation construction. Some problems of claim on technical design and construction scheme selection for reducing the water level in well points are discussed.

(上接第63页)

似,但具有较低的 K_2O 、Cr、Zn、Ni、Sr、Ni/Co、Sr/Ba、Lu和较高的FeO、Cu、Co、Mo、La、Ce、Au,说明其基性程度不高,轻稀土富集,重稀土亏损。

本文得到中国地质大学(北京)孙善平教授指导,在此深表感谢。

Geochemical Characteristic of Tholeiitic Basalt in Jiaodong Greenstone Belt

Li Hongzhi Wu Yuebin

Tholeiitic basalt in Jiaodong greenstone is similiar to geochemical characteristic DAT, but has some differnces.

参考文献

- 1 赵伦山等. 地球化学. 地质出版社, 1988.
- 2 K C. Condie. Archaean Geochemistry. Berlin Pinger, 1984.
- 3 K C. Condie. Archaean Greenstone belts. Oxford, Elsevier, 1981.
- 4 Howwed Willian. Petrography, 1982.