

2-27-17

首钢 地质

1990

首钢地质勘查院

首钢地货

首钢地质勘查院

1990年 总第7期

目 录

矿床·地质

- 冀东水厂铁矿床稀土元素地球化学特征.....吴惠康 (1)
- 冀东地区变质构造岩相区的划分.....王西华 (13)
- 北京西山红柱石矿地质特征及利用前景.....姜贵一、路铁岭 (31)
- 迁安地区变质作用特征及其PTt轨迹.....李凤月 (38)

物化探

- 迁安铁矿区物化探工作的基础研究与找矿实践.....沈佩芝等 (50)

钻探·岩土工程

- 迁安褶皱构造对钻孔弯曲的影响.....谭策纵 (62)
- 关于砂土旁压试验临界深度及资料整理的探讨.....魏尚军 (68)
- 系数传递法边坡稳定挡墙压力计算Pc—1500机程序.....李 强 (72)
- 首钢模式口一区边坡及挡墙评价.....逯建爵 (81)

地质经济

- 试论矿产勘查产品与半商品经济.....谢坤一 (88)

技术方法

在怀柔变质铁矿试样的基本分析项目中

- 用MFe取代SFe、FeO的初步论证.....李宪君 (95)

- 含金矿石中制取样的代表性问题的探讨.....苏锡泉 (103)

译文

- 内华达州兰德县佛提龙德砂卡岩型金矿床的蚀变分布.....GL. Myers (111)

- 会议简讯..... (128)

- 征稿启事..... (127)

冀东水厂铁矿床稀土元素地球化学特征

吴惠康

一、地质特征

水厂铁矿床系赋存于前寒武系变质岩层中的鞍山式沉积变质铁矿。矿区地层属迁西群下部，主要变质岩石有麻粒岩、变粒岩、斜长片麻岩、斜长角闪岩及磁铁石英岩。区内至少经历了二期变质作用（麻粒岩相、角闪岩相）和二期混合岩化作用。目前，国内外地质工作者根据大量的同位素年令资料一致的认为迁西群的麻粒岩相变质年令为2500Ma左右。近年来，有同位素测定成岩年令大于3500Ma的报导。

据我们1989年的验究成果认为[1、2]，水厂铁矿床下部地层以基性火山碎屑岩为主，有少量中酸性火山碎屑岩，上部为含硅铁质岩系；矿床北部和东部有大的糜棱岩化带并伴随有紫苏花岗岩的侵入；早期的火山喷发活动携带有大量的硅铁物质，在麻粒岩相变质作用阶段或麻粒岩相变质作用之前，形成高铁斜方辉石岩，随着PT的降低，斜方辉石岩变的不稳定而分解，在晚期角闪岩相变质作用阶段，形成了其工业利用价值的磁铁石英岩矿体。

二、稀土元素地球化学特征

稀土元素(REE)即镧系元素，原子序数57—71，由于这一族元素显示连贯的地球化学特性，它们的三价阳离子半径有很小但却系统性的差别。随着原子序数的增大，这一族的元素

离子半径从La的1.22Å到Lu的0.99Å（戈尔德施密特）有规律地减少，这就是镧系收缩。所有REE正常都具有三价电子，在岩浆作用或沉积作用条件下，可以形成 Eu^{2+} 和 Ce^{4+} （图1）。

由于这一族元素的预言性，稀土元素已经变成有力的并广泛用作火成岩、变质岩和沉积岩岩石成因的指示剂。

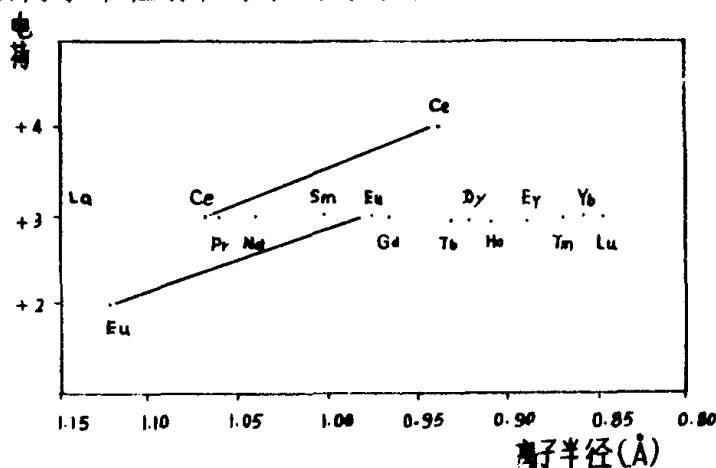


图1 REE的电荷与离子半径关系图

稀土元素在矿床研究中在国外尚处于探索阶段，较成熟的是应用在岩浆的起源和演化方面，国内则刚刚起步。由于矿床物质来源的多源性和成因的复杂性，目前尚不能给出统一的模式，而常常借鉴已知矿床的稀土元素分布特征。

目前，被广大学者所公认的REE有以下一些特征。

1、岩浆岩中REE含量高。如苏联沙赫塔明斯克矿床中榍石的稀土含量[3]，虽然不同的岩石间REE差异较大，但它的共同点是 Σ REE丰度较高，其中酸性岩浆岩明显大于中基性岩浆岩，前者 Σ REE高达17000PPm以上，后者仅在2900—4000PPm之间，说明在岩浆结晶分异过程中早期相稀土元素低浓度，轻稀土元素明显不足。所有这些样品的稀土分布曲线（用球粒陨石稀土元素标准化）均无Ce异常，有轻微的负Eu异常。

2、因为稳定的Ce离子是相对不溶的 Ce^{4+} ，海水中强烈缺Ce，重稀土有轻微富集， Σ REE含量低。据B、J、Fryer对大西洋、太平洋、河流、河口水及海洋沉积物测定资料[3]，反映出海水中 Σ REE极低，海洋沉积物中 Σ REE也较低，无论海水或海洋沉积物中均有负Ce异常。与此相反，海洋中的锰结核有着较高的 Σ REE及Ce的正异常。这是因为进入海洋环境的REE主要结合进微粒物质中。

3大的负Eu异常对热液硫化物矿床是典型的特征。据R、P、Toyior及B、J、Fryer资料，拉布拉多Aillik群火山岩中热液铀矿化带有着较高的 Σ REE，轻重稀土分异明显，轻稀土富集，Eu有着较明显的负异常，而在矿化带中表现更为显著。

4、同一建造中不同的岩相可有不同的稀土模式。在拉布拉多Sokoman含铁建造中富氧化物相与其它几个相之间表现出了明显的差异。

三、水厂铁矿床稀土元素分布特征

为深入研究矿床的成因特征，我们选取了水厂铁矿床不同岩性的22个样品进行了稀土元素测定，对12个磁铁矿单矿物进行了测定。结果见表1：

为消除偶数原子序数的元素比相邻的奇数原子序数具有较高的宇宙丰度的影响，对所有测试样品分析结果均采用球粒陨石中REE丰度进行标准化。所有元素均用等离子光谱分析法分析。

对这些数据经计算得到表示稀土元素特征的数据。（表2）

表 1 稀土元素分析结果表

序 号	样品号	化验室号	岩 石 名 称	La		Ce		Pr		Nd		Sm		Eu		Gd		Tb		Dy		Ho		Er		Tm		Yb		Lu		Y		Sc
				分析	改正	分析	改正	分析	改正	分析	改正	分析	改正	分析	改正	分析	改正	分析	改正	分析	改正	分析	改正	分析	改正	分析	改正	分析	改正	分析	改正	分析	改正	
1	S027	246586	黑云变粒岩	52.91	176.37	113.24	134.81	10.91	90.92	44.47	76.67	9.46	45.05	1.37	17.07	11.71	39.03	1.50	30.61	10.59	34.16	2.31	31.64	5.78	27.14	0.83	25.15	4.80	24.00	0.49	15.81	49.52	24.76	26.40
2	S267	87	磁铁矿石英岩	0.791	2.64	1.579	1.88	0.185	1.54	0.699	1.15	0.159	0.76	0.046	0.62	0.157	0.52	0.023	0.47	0.153	0.49	0.034	0.47	0.083	0.40	0.012	0.36	0.079	0.40	0.012	0.39	0.743	0.37,	
3	S269	88	磁铁矿石英岩	3.05	10.17	5.04	6.00	0.55	4.88	2.15	3.71	0.39	1.86	0.21	2.84	0.60	1.00	<0.3	<6.12	0.76	2.45	0.16	2.19	0.46	2.19	<0.1	<3.03	0.46	2.30	<0.1	<3.23	5.42	2.71	0.39
4	S271	89	混合花岗岩	18.86	62.87	42.16	50.19	4.40	36.67	16.80	28.97	2.98	14.19	0.21	2.84	3.21	11.70	0.64	13.06	4.17	13.45	1.11	15.21	3.57	17.00	0.62	18.79	4.67	23.35	0.62	20.00	28.08	14.04	3.60
5	S272	90	磁铁矿石英岩	1.768	5.89	2.733	3.25	0.317	2.46	1.152	1.99	0.216	1.03	0.108	1.46	2.223	1.74	0.033	0.67	0.193	0.62	0.052	0.71	0.130	0.20	0.021	0.64	0.139	0.70	0.028	0.90	1.549	0.77	8.66
6	S273	91	混合花岗岩	30.59	101.97	61.61	73.35	5.59	46.58	20.52	35.38	2.86	13.62	1.05	14.19	2.86	11.53	0.30	6.12	1.53	4.94	0.34	4.66	0.74	3.52	0.10	3.03	0.65	3.25	0.10	3.23	5.33	2.67	39.61
7	S274	92	斜长角闪岩	7.01	23.37	14.99	17.85	2.14	17.83	11.38	19.62	3.20	15.24	1.14	15.41	5.08	16.93	0.80	16.33	5.24	16.90	1.19	16.30	3.06	14.57	0.44	13.33	3.01	15.05	0.43	13.87	26.14	13.07	12.81
8	S281	93	黑云角闪斜长片麻岩	42.72	142.40	84.87	101.04	8.17	68.08	30.19	52.05	4.59	21.86	1.31	17.70	4.42	14.73	0.37	7.55	2.55	8.23	0.48	6.58	1.19	5.67	0.17	5.15	0.89	4.45	0.17	5.48	9.53	4.77	34.38
9	S286	94	黑云角闪岩	138.82	462.73	338.83	403.37	40.10	334.17	175.29	302.22	35.07	167.00	4.16	56.22	33.60	112.00	4.68	95.51	24.26	78.26	4.60	63.01	11.47	54.62	1.45	43.94	8.98	44.90	1.08	34.84	102.36	51.18	18.70
10	S288	95	麻粒岩	19.97	66.57	44.16	52.57	4.94	41.17	21.81	37.60	4.43	21.10	1.43	19.32	5.00	16.67	0.58	11.84	3.82	12.32	0.85	11.64	2.00	9.52	0.30	9.09	1.78	8.90	0.24	7.74	17.25	8.63	1.89
11	S290	96	辉石磁铁矿石英岩	5.42	18.07	12.35	14.70	1.31	10.92	5.31	9.16	1.09	5.19	0.14	1.89	1.26	4.20	<0.3	<6.12	0.96	3.10	0.20	2.74	0.58	2.76	<0.1	3.03	0.51	2.55	<0.1	3.23	5.28	2.64	
12	S293	97	磁铁矿石英岩	1.116	3.72	2.416	2.88	0.276	2.30	1.046	1.80	0.267	1.27	0.106	1.43	0.261	0.87	0.044	0.90	0.282	0.91	0.066	0.90	0.148	0.70	0.023	0.70	0.182	0.91	0.031	1.00	1.368	0.68	
13	8705—1	98	辉石磁铁矿石英岩	1.548	5.16	2.281	2.72	0.256	2.13	0.887	1.53	0.193	0.92	0.143	1.93	0.236	0.77	0.037	0.76	0.260	0.84	0.060	0.82	0.178	0.85	0.031	0.94	0.224	1.12	0.042	1.35	2.232	1.12	28.20
14	8705—2	99	黑云辉石岩	18.38	61.17	42.33	50.39	4.78	39.83	21.14	36.45	4.14	19.71	0.96	12.97	4.46	14.87	0.60	12.24	3.15	10.16	0.72	9.86	1.78	8.48	0.26	7.88	1.68	8.40	0.20	6.45	13.76	6.88	
15	8705—7	246600	黑云斜长角闪岩	23.26	77.53	58.05	69.11	6.93	57.75	29.86	51.48	5.43	25.86	1.26	17.03	5.04	16.80	0.72	14.69	3.46	11.16	0.71	9.73	1.77	8.43	0.23	6.97	1.52	7.60	0.17	5.48	13.95	6.98	17.54
16	8705—16	01	角闪黑云变粒岩	28.20	94.00	59.62	70.98	5.87	48.42	23.14	39.90	3.96	18.86	0.92	12.43	4.34	14.47	0.38	7.76	2.51	8.10	0.50	6.85	1.24	5.90	0.17	5.15	1.02	5.10	0.13	4.19	10.19	5.10	12.62
17	8705—45	02	黑云角闪变粒岩	49.91	166.37	106.36	126.62	10.91	90.92	44.09	76.02	7.64	36.38	1.76	23.78	7.63	25.43	1.00	20.41	4.74	15.29	0.98	13.42	2.22	10.57	0.33	10.00	1.80	9.00	0.19	6.13	19.52	9.76	12.55
18	8703—15	03	砂线黑云混合片麻岩	69.75	232.50	135.62	161.45	12.45	103.75	44.49	76.71	6.86	32.67	1.19	16.08	7.11	23.70	0.76	15.51	4.13	13.32	0.79	10.82	1.85	8.81	0.27	8.18	1.34	6.70	0.13	4.19	17.32	8.66	4.84
19	8703—29	04	石榴黑云辉石变粒岩	17.68	58.93	39.76	47.33	3.98	33.17	17.02	29.34	3.24	15.43	1.04	14.05	3.35	11.17	0.41	8.37	2.26	7.29	0.47	6.44	1.09	5.19	0.14	4.24	0.96	4.80	0.10	3.23	9.19	4.60	17.39
20	8701—9	05	砂线黑云紫苏基岩	93.01	310.03	181.28	215.81	16.38	136.50	58.20	100.34	8.25	39.29	1.11	15.00	8.30	27.67	0.95	19.39	5.76	18.58	1.24	16.99	2.83	13.48	0.41	12.42	2.20	11.00	0.10	3.23	27.89	13.95	6.36
21	8701—16	06	磁铁矿石英岩	3.93	13.10	6.94	8.26	0.62	5.17	2.88	4.97	0.60	2.86	0.36	4.86	0.66	2.20	<0.3	<6.12	0.61	1.97	0.13	1.78	0.33	1.57	<0.1	3.03	0.33	1.65	<0.1	<3.23	3.52	1.76	1.49
22	8701—18	07	辉石黑云变粒岩	27.02	90.07	58.80	70.00	6.01	50.08	24.46	42.17	4.27	20.33	1.29	17.43	4.38	14.60	0.46	9.39	2.80	9.03	0.61	8.36	1.23	5.86	0.17	5.15	0.91	4.55	0.10	3.23	11.11	5.56	9.71

表 2 稀土元素特征数据表

序号	样品号	岩 石 名 称	ΣREE	$\Sigma L / \Sigma H$	La / Yb	Ce / Yb	La / Sm	Sm / Lu	Fu / Sm
1	S027	黑云变粒岩	270.23	6.12	11.02	23.59	5.59	19.31	0.14
2	S267	磁铁矿石英岩	3.98	6.20	10.01	1.66	4.97	13.25	0.29
3	S269	磁铁矿石英岩	14.13	4.16	6.63	10.96	7.82	7.80	0.54
4	S271	混合花岗岩	104.02	4.59	4.04	9.03	6.33	4.81	0.07
5	S272	磁铁矿石英岩	7.11	7.69	42.37	19.66	8.19	7.71	0.50
6	S273	混合花岗岩	128.84	18.46	47.06	94.78	10.70	28.60	0.37
7	S274	斜长角闪岩	59.11	2.07	2.33	4.98	2.19	7.44	0.36
8	S281	黑云角闪斜长片麻岩	182.09	16.78	48.00	95.36	9.31	27.00	0.29
9	S286	黑云角闪岩	822.39	8.13	15.46	37.73	3.96	32.47	0.12
10	S288	麻粒岩	111.31	6.64	11.22	24.81	4.51	18.46	0.32
11	S290	辉石磁铁矿石英岩	29.43	6.72	10.63	24.42	4.97	21.80	0.13
12	S293	磁铁矿石英岩	6.246	5.04	20.44	13.27	4.18	8.61	0.40
13	8705—1	辉石磁铁矿石英岩	6.372	4.90	6.91	10.18	8.02	4.60	0.74
14	8705—2	黑云辉石岩	104.58	7.14	10.94	25.20	4.43	20.70	0.23
15	8705—7	黑云斜长片麻岩	138.41	9.16	15.30	38.19	4.28	31.94	0.23
16	8706—16	角闪黑云变粒岩	131.94	11.82	27.65	58.45	7.12	30.46	0.23
17	8705—45	黑云角闪变粒岩	239.56	11.68	27.73	59.09	6.53	40.21	0.23
18	8703—15	砂线黑云混合片麻岩	286.74	16.51	52.05	101.21	10.17	52.77	0.17
19	8703—29	石榴黑云辉石变粒岩	91.50	9.42	18.42	41.42	5.46	32.40	0.32
20	8701—9	砂线黑云紫素堇青变粒岩	380.12	16.44	42.28	82.40	11.27	82.50	0.13
21	8701—16	磁铁矿石英岩	17.69	6.50	11.91	21.03	6.55	12.00	0.60
22	8701—18	辉石黑云变粒岩	132.51	11.43	29.69	64.62	6.33	42.70	0.30

根据表1、表2，并结合稀土元素分布曲线，可看出水厂铁矿床稀土元素模式有以下一些特征：

1、所有稀土元素曲线中都未见明显的Ce的正异常或负异常。

2、磁铁石英岩 Σ REE含量低，在14.13—29.43PPm间，平均20.42PPm，轻重稀土分异差（ $\Sigma L / \Sigma H = 5.79$ ）。在稀土图谱上所有曲线自La起随着原子序数增加与球粒陨石比值（丰度值）逐步下降，但梯度不大；重稀土随原子序数增加，元素与球粒陨石比值变化平缓，部分曲线出现丰度值上下波动。反映沉积岩或海底火山喷发的特征。（图2）

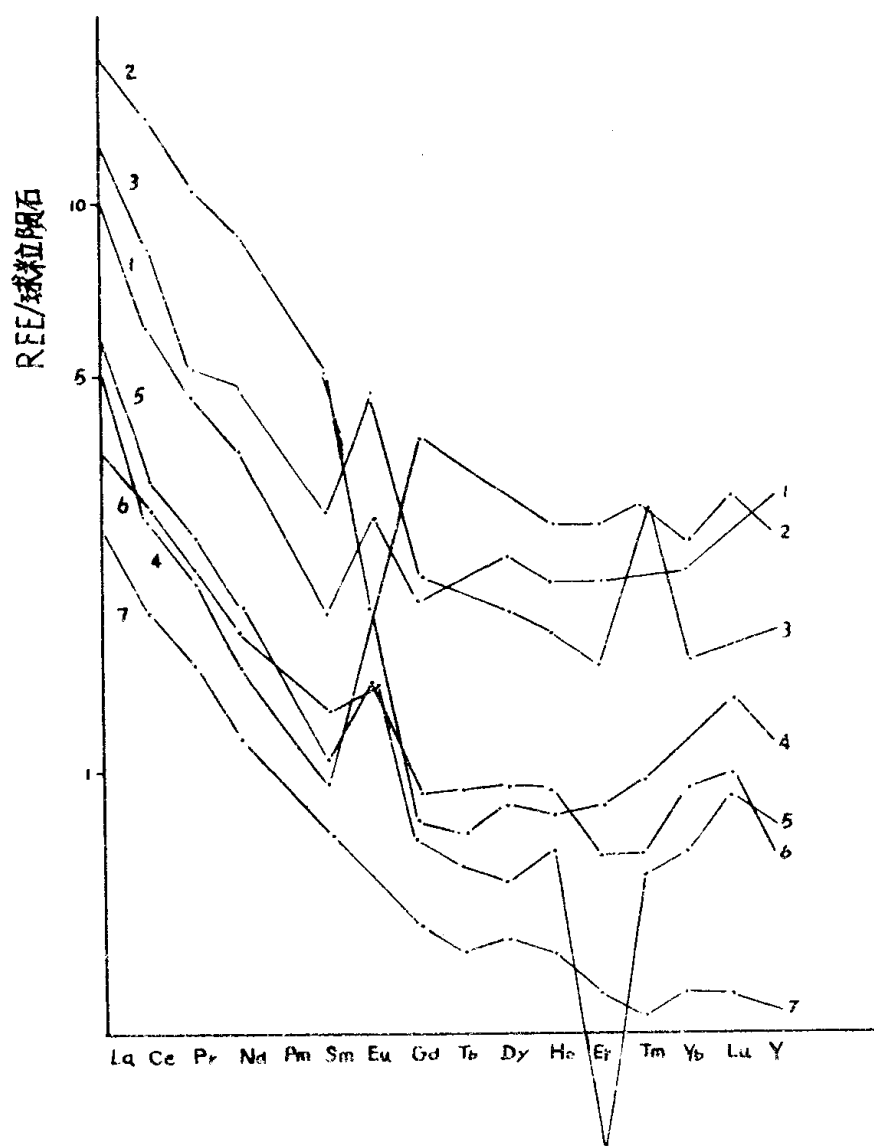


图2 磁铁石英岩稀土元素曲线

1. S269样 2. S29样 3. 8701-16样 4. 8705-1样
5. S272样 6. S293样 7. S267样

3、斜长角闪岩 Σ REE含量(S274)为59.11PPm,轻重稀土分异差, $\Sigma L/\Sigma H=2.07$,稀土元素曲线上从La到Lu,总趋势随原子序数增加而丰度值常上下浮动,Ce、Eu异常不明显,La丰度20—80 $\times$ 球粒陨石。反映海相沉积岩特征。(图3)

4、各种变粒岩、片麻岩 Σ REE与岩石的组成矿物有关,彼此间有较大差异,自91.50—380.02PPm,轻重稀土分馏好, $\Sigma L/\Sigma H$ 自6.12—16.78。

稀土图谱曲线
在各种不同的

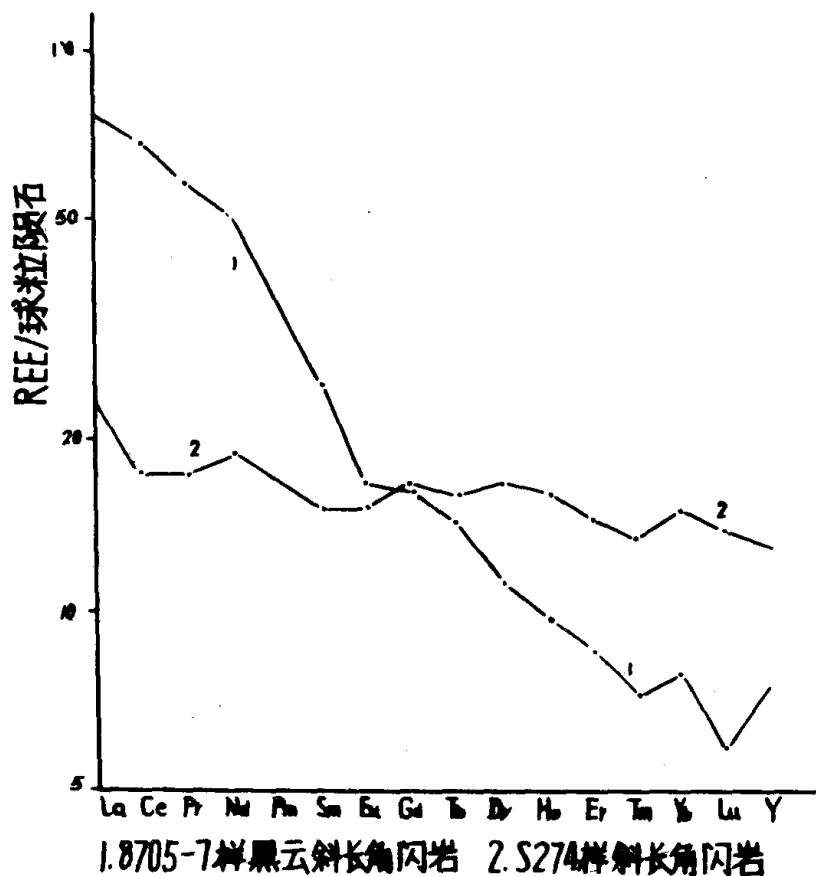


图3 斜长角闪岩稀土元素曲线图

变质岩、斜长片麻岩中基本相似,即轻稀土富集,重稀土亏损,有轻微的负异常Eu,无Ce异常,轻稀土随原子序数增加,丰度下降较大,各段梯度较均一,重稀土梯度变化小于轻稀土,La值80—300 $\times$ 球粒陨石,Y值高于Lu值。反映着中基性火山喷发岩的特征。(图4)

在变粒岩及斜长片麻岩中大致有这样的规律:含泥质类岩石 Σ REE含量最高,以下 Σ REE递减次序为黑云母类岩石,含角闪石类岩石、含辉石类岩石、含石榴石类岩石。

5、麻粒岩类岩石与辉石变粒岩类岩石稀土元素特征相近。(图5)

6、黑云角闪岩(S280) Σ REE高达822.39PPm,轻重稀土分异好, $\Sigma L/\Sigma H=8.13$, $Eu/Sm=0.12$,Eu明显亏损。稀土图谱中轻、重稀土分异明显,由La至Lu基本呈一直线,梯度较变粒岩类小,有负Eu异常,La丰度为460 $\times$ 球粒陨石,显示岩浆成因的特征。(图5)

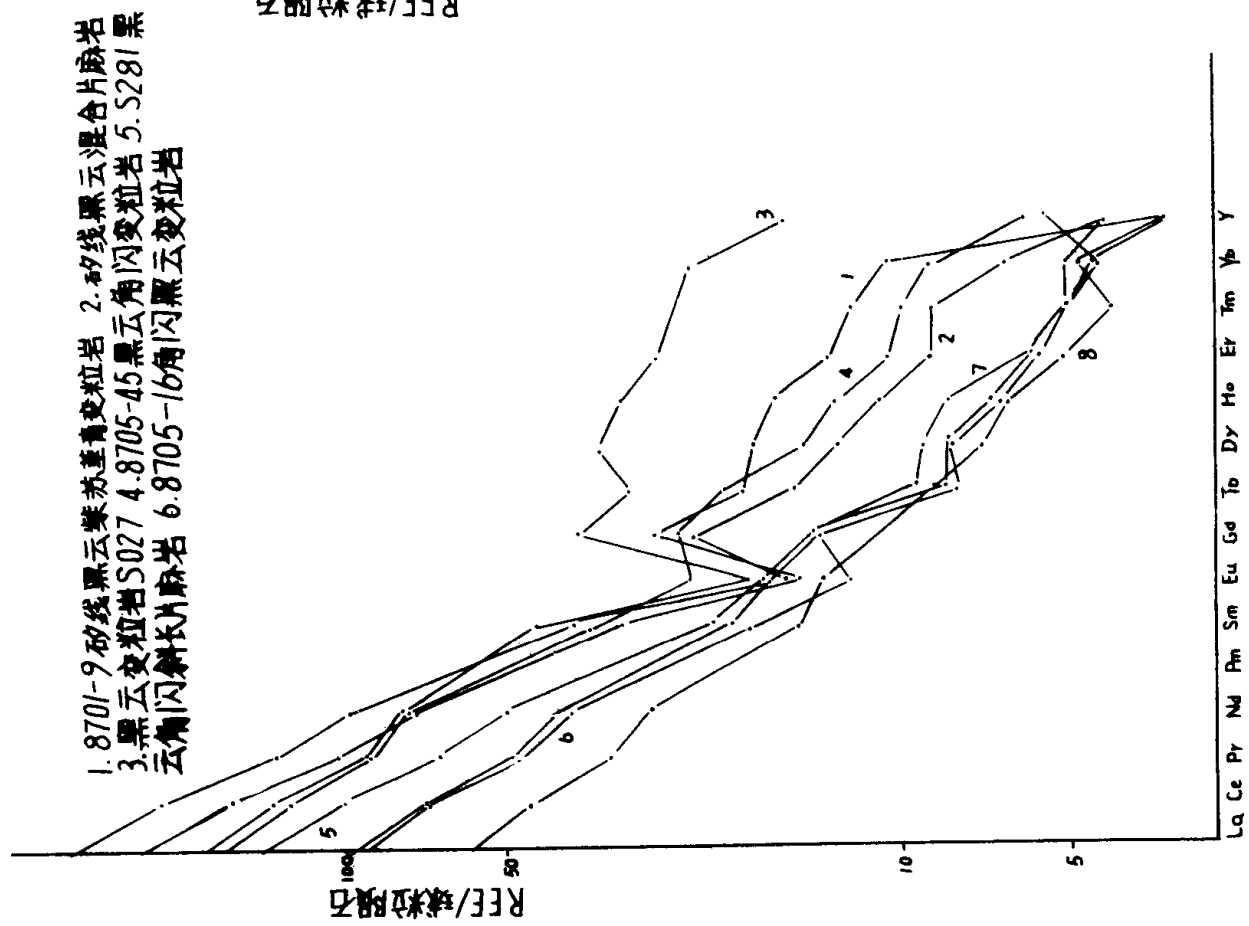


图 4 各种变粒岩类岩石稀土元素曲线图

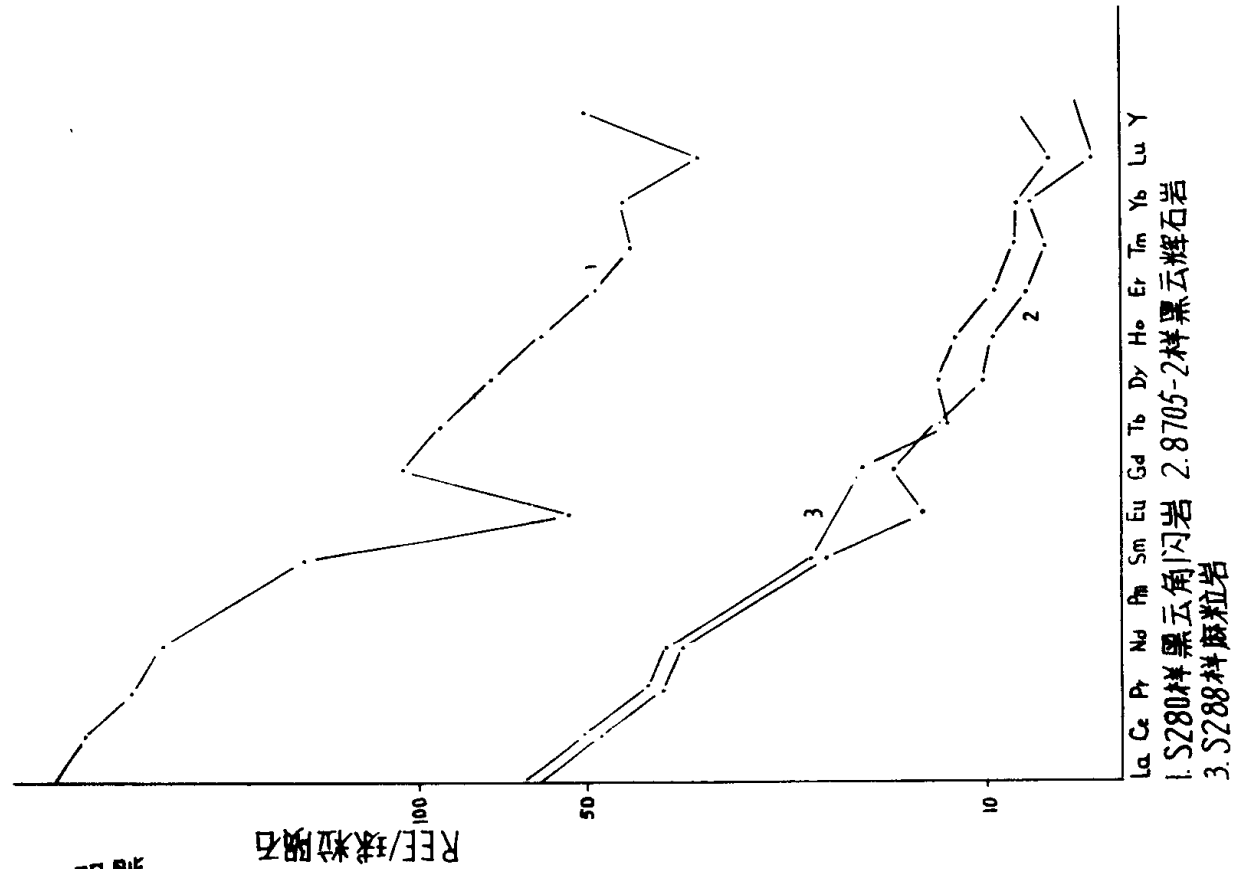


图 5 黑云角闪岩、黑云辉石岩、麻粒岩稀土元素曲线

7、黑云辉石岩 (8705—2) ΣREE 为 104.58, 稀土曲线形态与黑云角闪岩相似, La 值仅 $60 \times$ 球粒陨石与麻粒岩 (S288) 曲线相近, 成因与麻粒岩相同。

(图5)

8、混合岩类岩石 (包括混合花岗岩、混合片麻岩、混合岩) 重稀土明显富集, 轻稀土亏损, La 值大, 在 $60-400 \times$ 球粒陨石间, 轻稀土随原子序数增加丰度值变化梯度急剧下降, 轻稀土梯度下降幅度大于重稀土, 有明显的负 Eu 异常, 轻重稀土分异明显, 整个曲线接近于花岗岩曲线。作了两个混合花岗岩样品的测定, 有着二种明显区别的曲线, 其中之一负 Eu 异常明显, 另一种与紫苏花岗岩曲线相近, 反映混合花岗岩至少有二期, 一种是近花岗岩质岩石, 另一种属后期脉状贯入的岩石, 与热液活动生成的岩石相近。(图6)

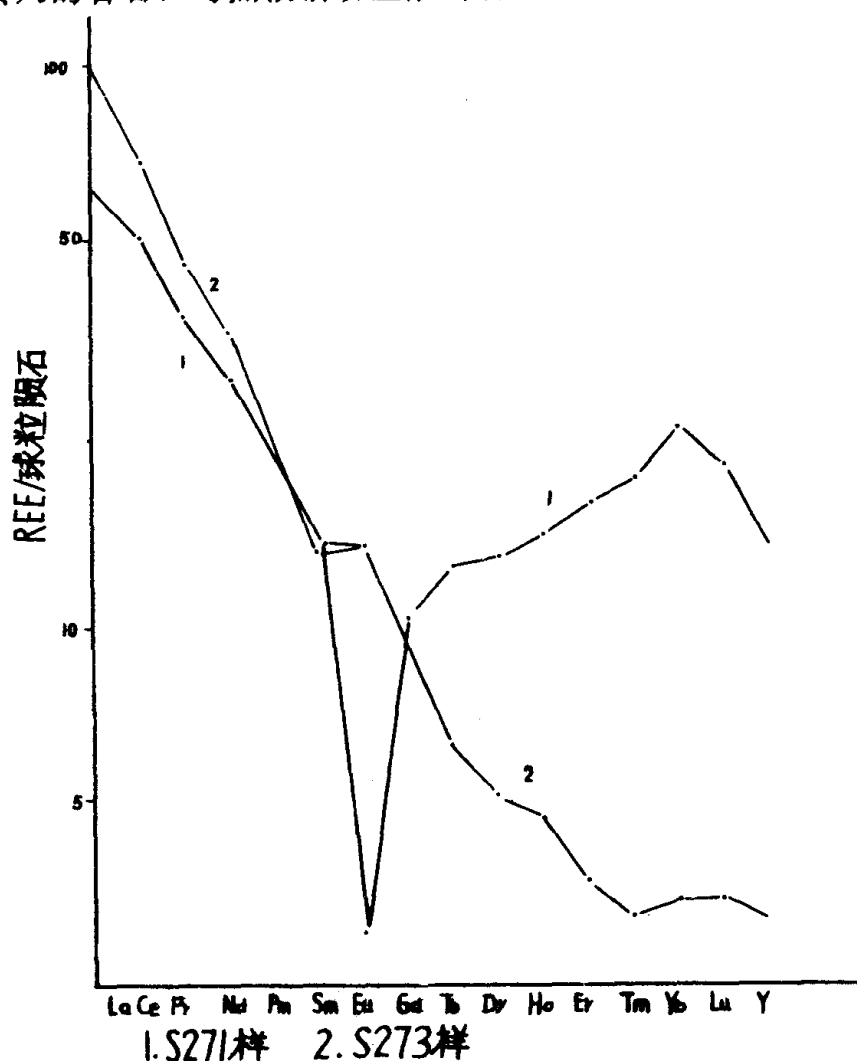


图6. 混合花岗岩稀土元素曲线图

9、紫苏花岗岩具有强烈分异的稀土型式，轻稀土明显富集，重稀土明显亏损， (Ce/Yb) 的比值变化范围大 (8.9—83) 与许多太古代的英云闪长岩可以对比，许多样品都具有不明显的Eu异常 (正或负)，与花岗岩特征完全相同。

(图7)

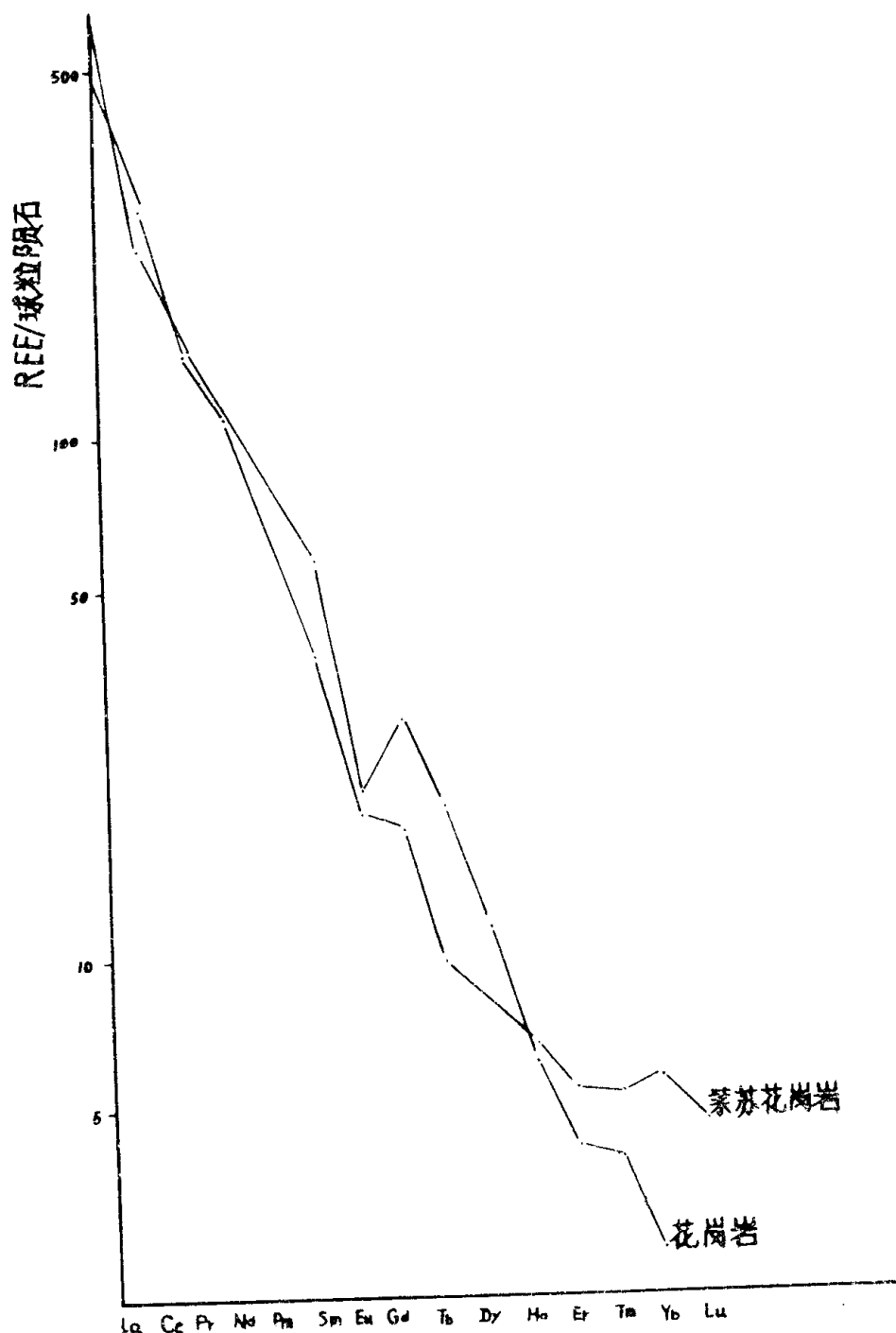


图7 紫苏花岗岩与花岗岩稀土元素曲线图
(据尹庆柱)

10、磁铁矿与其寄主岩石磁铁石英岩有着完全不同的稀土图谱。磁铁矿 ΣREE 一般在 1.86—9.21PPm，较明显地低于磁铁石英岩。磁铁矿中轻重稀土分馏不好，除个别元素 La、Ce、Eu、Lu 等有一定含量外，其余元素极少。（图8，表3）

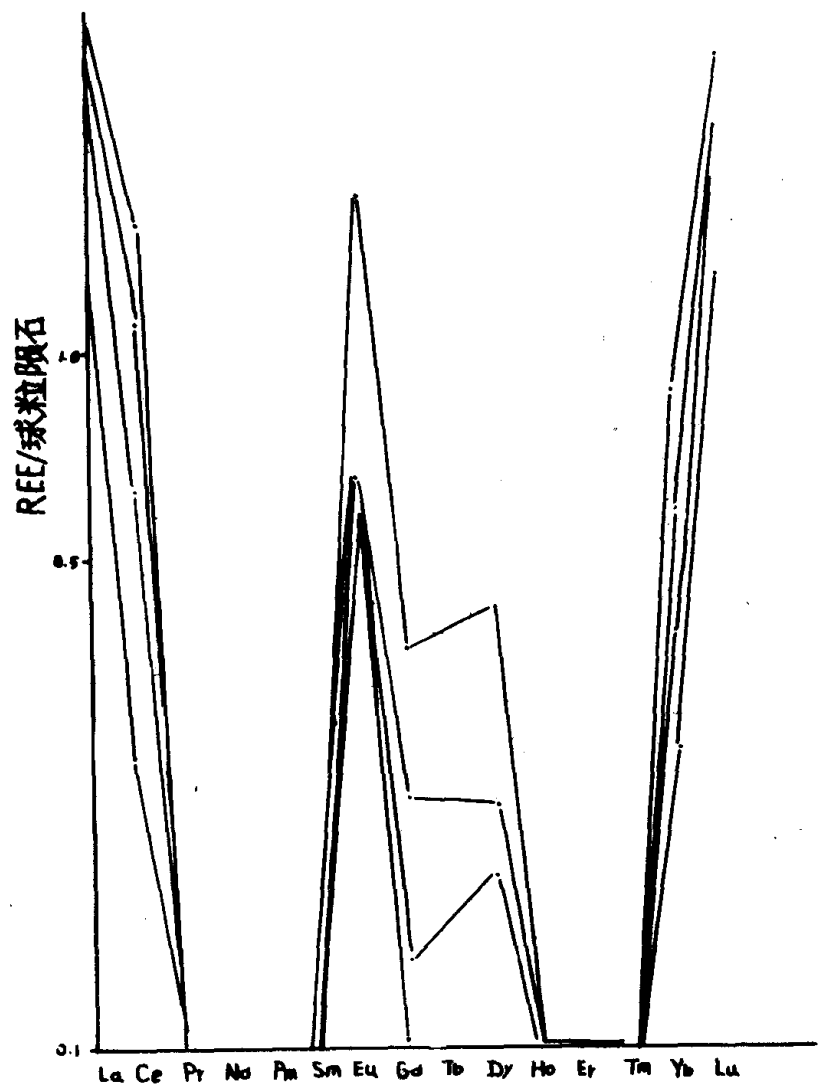


图8 磁铁矿稀土元素曲线图
(S266 . S274 . S263 . S275)

磁铁矿及其寄主岩石磁铁石英岩稀土元素特征表 表3

样 品		ΣREE	$\Sigma \text{L} / \Sigma \text{H}$	La / Yb	Ce / Yb
S267	磁铁矿	2.59	0.26	12.25	0.50
	磁铁石英岩	3.98	6.20	10.01	1.66
S272	磁铁矿	3.14	0.97	8.44	8.22
	磁铁石英岩	7.11	7.69	42.37	19.66

磁铁矿成分较单一，构成磁铁矿的主要成分 Fe^{2+} 离子半径为0.82Å， Fe^{3+} 离子半径为0.67Å，与稀土元素离子半径相差较大，稀土元素不易置换Fe，故磁铁矿中稀土元素含量较少。磁铁矿中含少量Mn（平均含量0.11%）， Mn^{2+} 离子半径为0.1Å与重稀土离子半径接近，故磁铁矿中有少量重稀土元素Lu、Yb。S290样由于受后期热液影响，磁铁矿中含有黄铁矿 ΣREE 有明显增高，并出现明显的正Eu异常。

与磁铁矿比较，磁铁石英岩中含有较多的CaO、NaO，平均含量分别为1.69%及0.78%。（表4、表5） Ca^{2+} 、 Na^+ 二者离子半径分别为1.06Å及0.98Å，与稀土元素离子半径相近。所以，磁铁石英岩中 ΣREE 与其它岩性相比是十分低的，与磁铁矿相比还是高出许多，二者的稀土元素曲线有着明显的区别。这与二者的化学成分不同有关。

磁铁矿与磁铁石英岩化学成分比较表

表4

名 称	样品数	Al_2O_3	CaO	MnO	K_2O	Na_2O	TiO_2	Cr_2O_3
磁 铁 矿	15	0.18	0.04	0.11	0.01	0	0.09	0.05
磁铁石英岩	15	0.70	1.69	0.19	0.15	0.67	0.04	—

磁铁矿及其寄主岩石部分元素分析结果表

表5

样 品	TiO_2	MnO	MgO	CaO	K_2O	Na_2O
S267	磁铁矿	0	0.31	0	0	0
	磁铁石英岩	0.04	0.18	2.78	1.44	0.08
S272	磁铁矿	0	0.27	0	0	0
	磁铁石英岩	0.004	0.12	0.15	1.55	0.12

这些也说明磁铁矿是在纯净的、稳定的环境中生成。磁铁石英岩中除磁铁矿以外的其它成分受海水及其它作用的影响，稀土元素及部分元素上与磁铁矿有着一定的区别。

四、结束语

对水厂铁矿床稀土元素特征的研究可证实以下一些认识：

1、水厂铁矿床为海底火山喷发物经后期变质作用形成，原岩以中基性火山喷发岩为主。

2、矿床经受了至少二期混合花岗岩化作用。早期混合岩化作用范围广泛，强度大；晚期呈脉状贯入，与热液活动相似。

3、紫苏花岗岩与花岗岩特征相近，而不同于混合岩化作用岩石，紫苏花岗岩属于岩浆岩类岩石。

4、磁铁矿与磁铁石英岩有着完全不同的稀土图谱， ΣREE 也有着明显的区别。磁铁矿所含杂质少，稀土元素不易置换其中的铁，磁铁矿在近于封闭的环境中生成。这也为磁铁矿由高铁斜方辉石转变而来的观点，从一个侧面提供了依据。

应用稀土元素来研究鞍山式铁矿成因的细节问题，还处于探索阶段。我们认为，配合其它一些方法、手段，进一步深化对稀土元素分布特征的研究，稀土元素在探索成因问题上有着广阔的前景。

由于笔者水平所限，不当处在所难免，望阅者不吝赐教指正。

参考文献

- [1] 吴惠康：聚类分析在迁安水厂铁矿地层划分中的应用，首钢地质勘查院《首钢地质》88—89年合刊本。
- [2] 吴惠康、宋复梅：浅论水厂铁矿床斜方辉石特征及与铁矿的成因关系，首钢地质勘查院《首钢地质》88—89年合刊本。
- [3] 《稀土元素在矿床研究中的应用》，地质出版社，1987年。

冀东地区变质构造岩相区的划分

王西华

地质科学中，前寒武纪地质一直受到各国地质学者的重视。随着现代科学技术的发展，地质理论不断地充实、完善。新技术新方法不断被应用，新理论、新观点也相继提出。

在前寒武纪变质岩区发现这样一个事实：变质岩的变质作用和构造作用是相伴生的，密不可分的。而大量变形—变质的片麻岩、麻粒岩及混合岩化变质岩的片理产状是变质和构造堆积所致。

用变质构造岩相区的方法来划分前寒武纪变质岩不但考虑了变质作用，且将构造作用、变质类型、形成时代、遥感影象特征综合起来进行分析、归纳，从而划分出变质岩构造岩相区。

本文试从区内变质岩、变质作用、混合岩化作用变质岩的原岩恢复及构造作用、形成时代、遥感特征等方面分析论证的前题下提出该区变质构造岩相区的划分方案。

一、变质岩、变质作用和混合岩化作用

(一) 变质岩：

冀东地区前寒武纪变质岩主要以麻粒岩相—角闪岩相变质岩为主。

区内太古宙变质岩分布在马圈子—岳杖子—其巨口断裂以西和冷口断裂东段（冷口—北戴河）以南的隆起区内，在马圈子—岳杖子—其巨口断裂以东分布有早元古宙变质岩，呈南北向楔状分布。除分布大规模区域变质岩外，动力变质岩也有较广泛分布并以带状形式构成韧性剪切带。如隔滦河、桑园、羊山、柳河峪、郎各庄等大型韧性剪切带。

1、冀东前寒武纪变质岩：

在区域分布上有麻粒岩相和角闪岩相岩石。其麻粒岩相变质岩分布在曹庄—卢龙断裂以北，卢龙—潘庄断裂和马圈子—岳杖子—其巨口断裂以西，此外余下为角闪岩相变质岩，另有大面积的混合岩分布。

(1) 区内常见的麻粒岩相变质岩类型有：

暗色岩石：辉石岩、角闪石岩、角闪辉石岩等。这些岩石在区内常见，但其规模甚小。

中色岩石：麻粒岩、斜长辉石岩和斜长角闪岩。这类岩石在本区分布广泛，是主要类型。

浅色岩石：变粒岩、浅粒岩和浅色麻粒岩等。其中浅粒岩，仅在内部发育，变粒岩和浅色麻粒岩分布广泛，常构成厚大的地质体。麻粒岩相变质岩中含有与科马提岩相对比的超镁铁质岩石。此外常见到斜长角闪岩，有退化变质而成；有侵入的变质基性岩脉和侵入体。

(2) 区内常见的角闪岩相变质岩类型为：浅粒岩、变粒岩、磁铁石英岩、片岩、斜长角闪岩和暗色单矿物岩。

角闪岩相变质岩中糜棱岩构造广泛发育；角闪岩相变质岩中包括多种砾状岩石；含砾变质岩为沉积成因；“假砾岩”为某种韧性变形作用的产物，“老爷庙砾岩”为海底火山成因。

(3) 区内混合岩分为重熔型和再生交代两种类型。重熔型主要发育在西部麻粒岩相区，混合岩化作用的钾交代不明显；再生交代型混合岩主要发育在东部角闪岩相区，其钾交代作用明显。据兰玉琦对冀东麻粒岩相区岩石的重熔实验研究表明：淡红色黑云母混合片麻岩，在1—1.5Kb下始熔温度为600—650℃；麻粒岩和含紫苏辉石的暗色岩石，在1—2Kb下始熔温度700—780℃。见表1、图1。

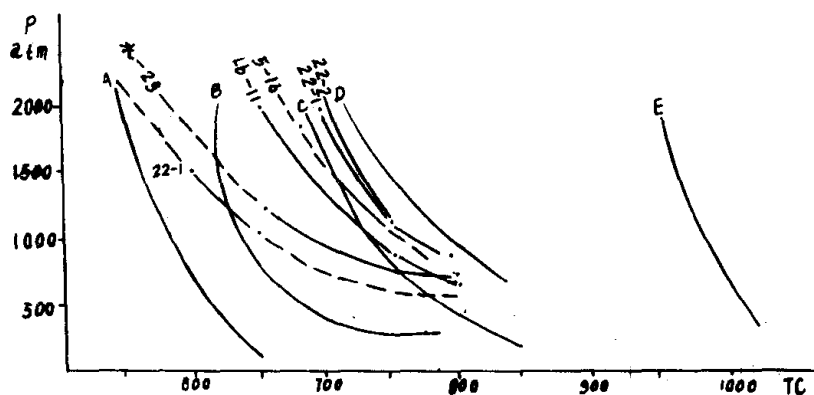


图1 本区混合岩和变质岩的重熔曲线 (据兰玉琦) (1981)
 5-16 二辉暗色麻粒岩中的灰色含紫苏辉石斜长石英脉 Lb-11
 黑云麻粒岩 22-2 条带状紫苏黑云麻粒岩 22-1 紫苏黑云
 混合片麻岩 22-1 花岗质混合岩脉 水-29 淡红色黑云混
 合片麻岩 A 南岭金云母钠长花岗岩 B 伟晶岩 (Vaughan
 1963) C 花岗岩 (Luth 等 1964) D 云英闪长岩 (Pirajinski
 1968) E 榴辉岩

冀东麻粒岩相区岩石重熔实验结果

表1

样 号	岩 石 名 称	实 验 条 件				结 果
		T(°C)	P(b)	t(小时)	介 质	
δ 5—16	二辉暗色麻粒岩	700	1500	92	饱和水	有极少玻璃
		750	1000	92	饱和水	有极少玻璃
		650	2000	92	饱和水	有玻璃
L6—12	黑云麻粒岩	750	800	92	饱和水	有玻璃
		750	1000	92	饱和水	有玻璃
δ 22—2	紫苏黑云条带状混合岩	780	800	96	饱和水	有极少玻璃
		750	1000	92	饱和水	有少量玻璃
δ 21—1	含紫苏黑云混合片麻岩	780	800	96	饱和水	有极少量玻璃
		700	2000	96	饱和水	有玻璃
水 29	淡红色黑云混合片麻岩	650	1200	96	饱和水	有少量玻璃
		600	1500	92	饱和水	有极少量玻璃
δ 22—4	混合花岗岩脉	650	1000	96	饱和水	有少量玻璃

(据兰玉琦, 1980)

a、迁安片麻岩是一套花岗质的高级混合片麻岩, 岩石类型有黑云母混合片麻岩, 角闪混合片麻岩和黑云混合花岗岩, 主要出露在迁安隆起的核心部位, 为高级重熔的混合岩体。

b、安子岭混合片麻岩, 具有混合岩化穹窿特点, 岩石类型为角闪石混合片麻岩及淡色细粒混合片麻岩。混合岩浆具流变性质, 可以流动和上涌形成“半原地型”的岩体, 为再生交代型。

(4) 区内变质岩区的花岗岩, 区内主要有都山花岗岩和秦皇岛花岗岩。

a、都山花岗岩出露面积约400Km², 为一椭圆状岩体, 岩体穿切变质岩向下延伸较大, 岩体主要由中粗粒似斑状黑云母花岗岩和角闪石花岗岩组成。

b、秦皇岛花岗岩体出露面积约900Km², 主要为正常岩浆岩特点的黑云母花岗岩, 在花岗岩岩体中含有些变质岩的捕虏体, 秦皇岛花岗岩的面积较大, 向北延伸至辽宁的绥中、兴城一带。

2、动力变质岩:

近十年来, 各国地质学家通过对前寒武纪变质的大量工作, 发现并认识一