

鞍山地区千枚岩和含铁石英岩的 稀土元素分布特征

蒋 永 年

(天津地质矿产研究所)

提要 鞍山地区有南、北两个主要铁矿带。许多地质学家皆认为两个矿带是同一层位,属于鞍山群上部层位。作者根据两个矿带中千枚岩和含铁石英岩的稀土元素分配特征、原岩建造、变质程度等,认为南矿带与北矿带的上部层位相当,属元古界。北矿带的下部层位应属晚太古界,并指出深部找太古代铁矿的可能性。

关键词 稀土配分 矿物组合 岩石类型 差异对比 深部找矿

一、前言

鞍山铁矿研究历史较早,但至今对两个主要矿带的层位是否能够对比和时代归属等问题还存在不同的认识。本文试图通过铁矿石及其围岩—千枚岩的稀土元素分布特征来探讨这些问题。

二、地质概况和存在的问题

据前人资料,鞍山地区的鞍山群形成一个复向斜构造,由一个南部向斜,一个北部向斜和中间的一个背斜所组成(图1)。此外,还分布有辽河群浪子山组。在地层对比和时代归属方面存在以下两个问题,兹分述如下:

1、鞍山附近的铁矿分布集中,构成两个矿带。一为东西鞍山—眼前山一带,大致呈东西向展布(简称南矿带),另一为樱桃园—西大背矿带,呈北北西—南南东向展布(简称北矿带)。传统的见解认为,两个矿带都属于上太古界上鞍山群樱桃园组,并作为鞍山复向斜的南北两翼。但是随着工作不断地深入,特别是取得深部钻探资料以后,则发现两个矿带在矿物组合、岩(矿)石类型、构造形态、变质程度以及地球化学特征等方面都有较大的差异。因此,近来有些地质工作者(全贵喜、李天一,1983、鞍山地区含铁变质岩系的层序和时代,鞍山地区鞍山式铁矿地质;王联魁、张宝贵、程景平,1980、鞍山本溪一带前寒武纪铁矿地质和地球化学特征。)提出不同的见解。下面仅就矿物组合、岩(矿)石类型、变质程度、原岩建造等方面谈谈笔者的认

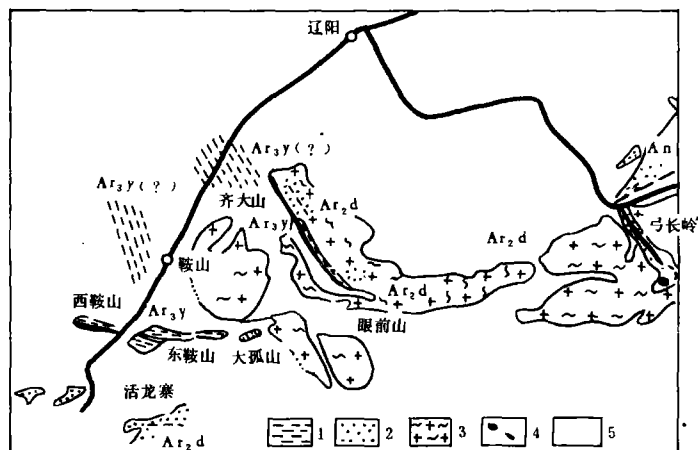


图 1 鞍山地区地质示意图(据周世泰,1983)

- 1、樱桃园组 2、大峪沟组
3、混合花岗岩 4、铁矿 5、盖层

Fig. 1 Schematic geological map of Anshan area
(after Zhou shitai 1983)

- 1、Yingtaoyuan formation 2、Dayugou formation
3、migmatitic granite 4、iron 5、Cover beds

识:

(1) 南矿带的主要矿物组合有绢云母+石英、绿泥石+(绢云母)+石英、阳起石+钠长石+石英、磁铁矿+石英、假象赤铁矿+石英,故主要岩(矿)石类型有绢云(石英)千枚岩、绿泥石石英千枚岩、阳起钠长石英片岩、绢云石英片岩、磁铁矿石英岩、假象赤铁矿石英岩。它们的原岩以陆源沉积岩为主,变质程度为绿片岩相。

(2) 北矿带(以胡家庙子 ZK27 剖面为例)比较复杂。下部层矿物组合有角闪石+斜长石+石英+(黑云母)、阳起石+石英+绿泥石、角闪石+磁铁矿+石英、石英+磁铁矿+阳起石+(石榴石)、石英+磁铁矿+镁铁闪石,故主要岩(矿)石类型有(黑云)斜长角闪岩、磁铁

角闪片岩、绿泥阳起石岩(蚀变岩)、阳起磁铁矿石英岩、镁铁闪磁铁矿石英岩。原岩建造以火山岩为主,陆源沉积岩次之。变质程度为绿帘角闪岩相—角闪岩相。显然,北矿带的下部层与南矿带有很大的差别。

上部层主要矿物组合是绢云母+石英、石英+绿泥石、石英+磁铁矿+阳起石、石英+磁铁矿+黑硬绿泥石、石英+磁铁矿+镁铁闪石+黑硬绿泥石,故主要岩(矿)石类型有绢云千枚岩、绿泥石英(片)岩、阳起磁铁矿石英岩、黑硬绿泥(镁铁闪)磁铁矿石英岩。原岩以陆源沉积岩为主。变质程度为绿片岩相。

总之,北矿带上部层在各个方面均与下部层不同,但与南矿带颇为相似。北矿带的这种复杂性在其它研究资料中也有明显的反映。据王联魁等(1980)的资料:(1)聚类分析结果指出,相似系数为 0.84 时,东西鞍山带(指南矿带)的东鞍山、西鞍山、眼前山样品聚成一大类,樱桃园、王家堡子带(指北矿带)则有 $\frac{1}{3}$ 样品单独构成一组,这说明,东西鞍山带岩石组成均一,而樱桃园、王家堡子带比较复杂。如结合前面所述的矿物组合、岩(矿)石类型、原岩建造等方面一并考虑,作者认为北矿带的下部层和上部层的区别是存在的,其上部层可能与南矿带相当。

2、鞍山群附近的辽河群浪子山组地层主要分布在樱桃园—西大背一带,其岩性为砾岩,石英岩、千枚岩夹铁矿和大理岩,其中砾岩称为炮台山砾岩,并作为辽河群底砾岩与上太古界地层的分界标志。但是,炮台山砾岩不稳定,断续分布,且砾岩层数也不一致。据目前所知,有的缺失,有的一层,有的出露三层。例如,许东沟就出露三层。除了与鞍山群铁矿接触的一厚层砾岩外,另在山顶千枚岩中还有两层较薄的砾岩,颇有“层间砾岩”性质。这样,当在剖面中看

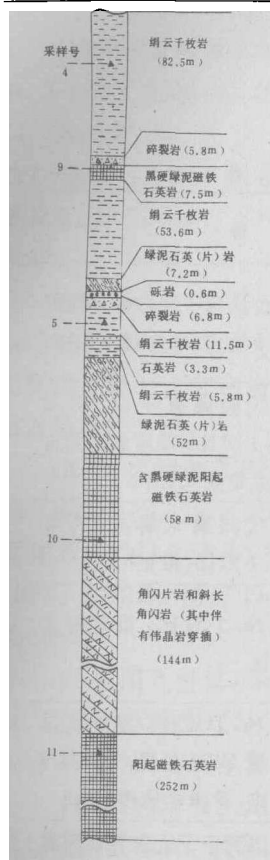


图 2 胡家庙子 ZK27 孔地质柱状示意图

Fig. 2 Schematic Column of drill hole in Hujia miao zi

到一层砾岩时,就很难判断这层砾岩是否为底砾岩。另外,与炮台山砾岩接触的下伏岩层,其岩性也各种各样。据统计,其下伏岩层主要有三种,即混合岩、磁铁石英岩和千枚岩。据前人的见解,不论砾岩下伏的是什么岩层,砾岩及其以上的地层归元古界,砾岩以下的属上太古界鞍山群。就下伏的混合岩和磁铁石英岩来说,把它们归属于晚太古代似乎没有争议,但下伏岩层千枚岩,尤其是砾岩上、下均为千枚岩的情况就值得进一步研究。胡家庙子 ZK27 孔剖面是这种情况的实例之一。该钻孔开孔为山坡堆积,以下依次是绢云千枚岩夹黑硬绿泥磁铁石英岩、绿泥石英岩、砾岩(约 0、5m)、绢云千枚岩夹石英岩、绿泥石英(片)岩、含黑硬绿泥阳起磁铁石英岩、斜长角闪岩、阳起磁铁石英岩……(图 2)。据岩芯编录,同样将砾岩及其以上岩层归属于下元古界辽河群,砾岩以下的地层(包括绢云千枚岩)归属于上太古界上鞍山群。很明显,这样划分就将砾岩上部和下部岩性类同的绢云千枚岩分属于不同时代。这是否符合实际情况,需要进一步探讨。

三、样品采集和分析方法

为了探讨以上问题,作者分别在公认属于元古界辽河群分布地段、东西鞍山采场和胡家庙子 ZK27 钻孔岩芯中,采集千枚岩和含铁石英岩,进行稀土元素含量测定,为的是将东西鞍山和 ZK27 孔样品的稀土元素特征与公认的属于辽河群样品(作为对比标准)进行对比,并探讨稀土元素分布特征与时代的依赖关系。所采样

品的名称,采样点和目的性见表 1。下表全部样品由湖北地质矿产局实验研究中心用等离子光谱测定。

四、稀土元素特征

鉴于不同时代沉积岩中的稀土元素丰度和组成特征随地质时代的推移而变化,使我们可能根据千枚岩和含铁石英岩的稀土元素特征对比鞍山附近的地层层位。

1、千枚岩:五个千枚岩的稀土元素丰度、参数和分配型式见表 2—3 和图 3。特点如下:

供稀土元素分析用的样品名称和采样点

表 1

Tabel. 1, Spots of samples for REE analyses

序号	样 号	岩(矿)石名称	采 样 点	备 注
1	84B—1'M	绢云千枚岩	肖家堡子露头, 位于炮台山砾岩之上部, 东鞍山采矿场	系公认属于元古界辽河群的千枚岩, 作为对比标准。
2	84B—26M	绿泥绢云千枚岩	东鞍山采矿场	时代归属有争议, 可与 No. 1 对比, 推定属早元古代或是晚太古代
3	84B—4M	绢云千枚岩	西鞍山采矿场	时代归属未解决, 可与 No. 1 对比, 推定时代。
4	84BZ—1M	碳质绢云千枚岩	胡家庙子 ZK27, 采样位置: 砾岩上部(45m)	与 No. 1 对比, 推定时代归属
5	84BZ—10M	绢云千枚岩	胡家庙子 ZK27, 采样位置: 砾岩下部(193.5m)	与 No. 1 对比, 推定其是否属早元古代, 与 No. 4 对比, 看两者是否相当?
6	84B—2M	绿泥磁铁石英岩	后坎, 产于辽河群千枚岩中	公认属于下元古界辽河群的磁铁石英岩, 作为对比标准。
7	84B—22M	假象赤铁石英岩	东鞍山采矿场	与 No. 6 对比, 推定时代归属。
8	84B—14M	赤铁石英岩	西鞍山东端的铁矿露头	与 No. 6 对比, 推定时代归属。
9	84BZ—4M	黑硬绿泥磁铁石英岩	胡家庙子 ZK27, 采样位置: 砾岩上部(106m)	与 No. 6 对比, 推定时代归属。
10	84BZ—19M	含黑硬绿泥阳起磁铁石英岩	胡家庙子 ZK27, 采样位置: 砾岩下部(300m)	与 No. 6 对比, 推定时代归属。
11	84BZ—29—1M	普通阳起磁铁石英岩	胡家庙子 ZK27, 采样位置: 斜长角闪岩下部(506m)	估计属晚太古代, 与 No. 9 和 No. 10 对比, 看有什么差别。

(1) 千枚岩的稀土元素丰度,除了 No. 3 (产于西鞍山) 的 ΣREE 特低 (4.23ppm) 外,其余在 210.67—277.73ppm。LREE 稍显富集, HREE 不显亏损, $\Sigma \text{LREE}/\Sigma \text{HREE}=3.78-9.03$ 。

$\text{Eu}/\text{Eu}^* = 0.47-0.63$, 只是 No. 3 为 0.85, 平均 0.61, 故它们的分配型式是自左上方向右下方稍倾, Eu 明显亏损的曲线。

(2) 千枚岩的 ΣREE 变化与 Eu/Eu^* 呈负相关。由于 ΣREE 的变化主要体现在 ΣLREE 的变化上, 故 $\Sigma \text{LREE}/\Sigma \text{HREE}$ 也与 Eu/Eu^* 呈负相关 (表 3)。

(3) 由图 3 可见, 采自东鞍山 (No. 2), ZK27 孔砾岩上部 (No. 4) 和砾岩下部 (No. 5) 的千枚岩, 其稀土分配型式与公认属于元古界辽河群千枚岩 (No. 1) 的互相平衡。尽管采自西鞍山千枚岩 (No. 3) 的 ΣREE 特低, 但它的稀土元素分配型式也基本与 No. 1 一致。

关于沉积岩稀土元素特征与时代的依赖关系, 前人做了大量的工作。一般的结论是, 太古代以后的沉积岩, 其稀土元素组成模式互相平行, $\text{La}/\text{yb}=13.6 \pm 2$, Eu 均呈负异常, 并且 δEu 比较稳定。所有这些特点一般不受岩性控制, 也不局限于一个大陆。鞍山矿区千枚岩的稀土元素特征与前人研究的结论基本符合。这就使我们有可能推断, 上述的千枚岩都是太古代以后形成的。值得一提的是, 产于 ZK27 孔砾岩上部和下部的千枚岩 (No. 4 和 No. 5), 尽管传统的见解认为砾岩上、下部的千枚岩分属于不同时代, 并且一再强调它们之间的差别, 但是它们的稀土元素特征包括丰度 (分别为 210.89ppm 和 210.67ppm)、 $\Sigma \text{LREE}/\Sigma \text{HREE}$ (分别为 8.80 和 8.51)、 $(\text{La}/\text{Sm})\text{CN}$ (分别为 3.7 和 3.89)、 La/yb (分别为 14.33 和 12.39)、 Eu/Eu^* (分别为 0.55 和 0.56) 以及稀土元素分配型式等方面都非常一致。按这些特征判断, 砾岩下部的千枚岩也应归属于元古代。因此, 作者认为, ZK27 孔的砾岩具有层间性质, 似乎不宜作为辽河群的底砾岩。

2、含铁石英岩: 六个含铁石英岩的稀土元素丰度、参数和分配型式见表 2—3 和图 4。它们有以下特点:

(1) 六个含铁石英岩的稀土元素丰度高、低悬殊。高者在 58.27—116.65ppm, 低者在 4.313—7.04ppm。LREE 稍显富集, $\Sigma \text{LREE}/\Sigma \text{HREE}=2.56-7.20$, 故为一稍向右下倾斜的曲线。

(2) ΣREE 和 $\Sigma \text{LREE}/\Sigma \text{HREE}$ 的变化和千枚岩的一样, 它们也与 Eu/Eu^* 呈负相关 (表 3)。

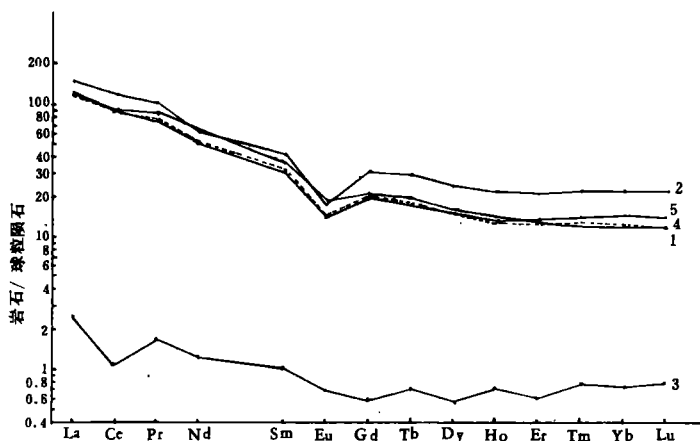


图 3 千枚岩稀土元素分配型式 (样品名称见表 2)

Fig. 3. REE distribution pattern of phyllites

(Name of specimens, see to table. 2)

千枚岩和含铁石英岩的稀土元素分析

表 2

Table. 2. Analyses of REE from samples of
phyllites and iron-bearing quartzites

序 号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
样 号	84B— 1M	84B— 26M	84B— 4M	84BZ —1M	84BZ —10M	84B— 2M	84B— 22M	84B— 14M	84BZ —4M	84BZ —19M	84BZ —29-1M
岩(矿)石 名 称	绢云千 枚 岩	绿泥绢云 千 枚 岩	绢云千 枚 岩	碳质绢云 千 枚 岩	绢云千 枚 岩	绿泥磁铁 石 英 岩	假象赤铁 石 英 岩	赤 铁 石 英 岩	黑 硬 绿泥磁铁 石 英 岩	含黑硬绿 泥阳起磁 铁石英岩	普通辉阳 起磁铁石 英 岩
La	45.295	56.41	0.94	44.57	45.46	20.63	1.09	0.605	25.79	12.42	1.510
Ce	89.31	115.99	1.04	88.91	88.07	38.04	1.88	1.140	47.20	22.49	1.773
Pr	12.037	13.82	0.23	10.84	10.78	5.31	0.32	0.22	5.70	2.82	0.256
Nd	45.39	44.67	0.85	36.34	35.87	19.94	1.28	0.882	17.91	10.65	1.013
Sm	8.653	9.80	0.24	7.46	7.12	4.89	0.36	0.252	3.48	2.14	0.296
Eu	1.61	1.49	0.06	1.26	1.22	1.00	0.13	0.096	0.71	0.64	0.123
Gd	6.628	9.46	0.18	6.24	5.90	5.03	0.49	0.319	3.82	1.89	0.233
Tb	1.12	1.68	0.04	1.03	0.98	0.94	0.09	0.049	0.73	0.31	0.040
Dy	6.184	9.59	0.22	5.81	5.84	5.76	0.45	0.278	4.59	1.88	0.238
Ho	1.217	1.91	0.06	1.12	1.15	1.24	0.12	0.064	0.89	0.38	0.061
Er	3.348	5.50	0.15	3.22	3.51	3.88	0.36	0.185	2.50	1.14	0.191
Tm	0.485	0.91	0.03	0.52	0.57	0.67	0.06	0.028	0.41	0.18	0.030
Yb	2.972	5.61	0.18	3.11	3.67	4.85	0.35	0.169	2.52	1.16	0.180
Lu	0.460	0.86	0.03	0.46	0.54	0.75	0.06	0.026	0.40	0.17	0.029
Y	30.186	51.15	1.63	29.43	28.67	29.42	4.12	1.993	22.75	10.77	2.537

(湖北地质矿产局实验研究中心分析)

(3) Eu/Eu^* 值的变化幅度较宽, 可分三个区间, 即 0.6—0.62 (No. 6 和 No. 9)、0.95—1.04 (No. 7、No. 8 和 No. 10) 和 1.39 (No. 11)。

据弗赖尔 (B·J·Fryer, 1977) 的研究, 太古代 (25 亿年) 化学沉积物有正常到稍微富集或稍微亏损的 Eu 含量, 晚元古代 (8 亿年?) 雷匹坦铁建造和显生宙的富铁化学沉积物都表现出与它们同时沉积的碎屑沉积物有同样大的 Eu 亏损。Eu 的这种变化是与大气圈中氧的含量有关。据研究, 在元古代游离氧才开始进入大气圈。

根据弗赖尔的研究结论, 作者对本区磁铁石英岩的时代归属推断如下:

(1) 地表样品: 如前所述, No. 6 (绿泥磁铁石英岩) 是众所公认的属于元古界辽河群的矿石。它的稀土元素特征是, $\sum \text{REE} = 112.93 \text{ ppm}$, $\sum \text{LREE} / \sum \text{HREE} = 3.88$, $\text{Eu} / \text{Eu}^* = 0.62$, 故为一稍富 LREE 的向右缓倾的曲线。从其丰度和明显的 Eu 负异常来看, 它的形成应较晚, 可能为中元古代的产物。

No. 7 (假象磁铁石英岩) 和 No. 8 (赤铁石英岩) 分别采自东鞍山采矿场和西鞍山采矿场。

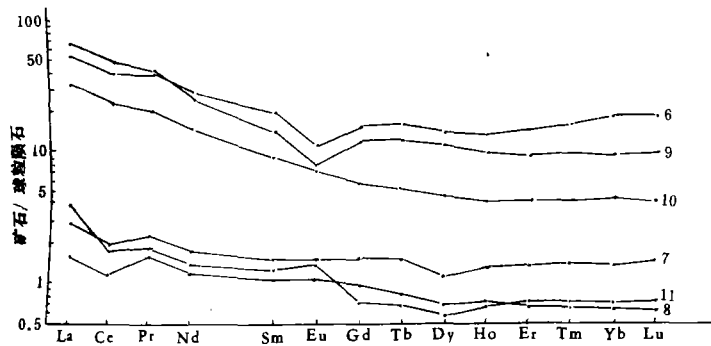


图 4 含铁石英岩的稀土元素分配型式

Fig. 4 REE distribution pattern of iron-bearing quartzite

它们的稀土元素丰度低，分别是 7.04ppm 和 4.313ppm， Eu/Eu^* 分别是 0.95 和 1.04，即分别为稍显亏损和稍显富集，都接近正常值。从这些特征来看，它们应早于 No. 6，似应属于早元古代。

(2) ZK27 剖面：在该剖面按层位采集三个样 (No. 9—11)。它们的 ΣREE 和一些参数自下而上发生规律性变化，即 ΣREE 、 $\Sigma LREE/\Sigma HREE$ 、 $(La/Sm)_{CN}$ 等逐渐增加，而 Eu/Eu^* 在逐渐减少，显示对时代的依赖关系。

No. 9 (黑硬绿泥磁铁石英岩) 样品采自砾岩上部的铁矿层。它与公认属于辽河群磁铁石英岩 (No. 6) 的稀土元素特征几乎完全一致 (表 3)，故 No. 9 黑硬绿泥磁铁石英岩相当于晚元古代沉积变质的产物。

No. 10 (含黑硬绿泥阳起磁铁石英岩) 样品采自斜长角闪岩上部和砾岩层下部之间的铁矿层。 $\Sigma REE = 58.27ppm$ ， $Eu/Eu^* = 0.95$ ，Eu 稍显亏损，接近正常值，相当于早元古代的沉积变质产物。

No. 11 (普通辉阳起磁铁石英岩) 样品采自剖面下部角闪质型铁矿层。 ΣREE 很低 (5.973ppm)， $Eu/Eu^* = 1.39$ ，具明显的 Eu 正异常，属晚太古代沉积变质矿石，归属鞍山群，这与人们的认识完全一致。

千枚岩和含铁石英岩的丰度和某些参数

表 3

Table. 3. Coefficients and REE abundance of phyllites and iron-bearing quartzites

序号	样号	岩(矿)石名称	ΣREE	$\Sigma LREE$	$\Sigma HREE$	$\frac{\Sigma LREE}{\Sigma HREE}$	$(La/Sm)_{CN}$	La/Yb	Eu/Eu^*
1	84B-1M	绢云千枚岩	224.71	202.30	22.41	9.03	3.19	15.24	0.63
2	84B-26M	绿泥绢云千枚岩	277.73	242.21	35.52	6.82	3.49	10.06	0.47
3	84B-4M	绢云千枚岩	4.23	3.36	0.89	3.78	2.39	5.22	0.85
4	84BZ-1M	碳质绢云千枚岩	210.89	189.38	21.51	8.80	3.70	14.33	0.55
5	84BZ-10M	绢云千枚岩	210.67	188.51	22.16	8.51	3.89	12.39	0.56
6	84B-2M	绿泥磁铁石英岩	112.93	89.81	23.12	3.88	2.57	4.25	0.62
7	84B-22M	假象赤铁石英岩	7.04	5.06	1.98	2.56	1.83	3.11	0.95
8	84B-14M	赤铁石英岩	4.313	3.195	1.118	2.86	1.45	3.58	1.04
9	84BZ-4M	黑硬绿泥磁铁石英岩	116.65	100.79	15.86	6.35	4.51	10.23	0.60
10	84BZ-19M	含黑硬绿泥阳起磁铁石英岩	58.27	51.16	7.11	7.20	3.53	10.71	0.95
11	84BZ-29-1M	普通辉阳起磁铁石英岩	5.973	4.971	1.002	4.96	3.09	8.39	1.39

通过以上分析,作者认为:1、南矿带归属早元古代,位于公认辽河群地层之下,层位大致与北矿带上部层相当,北矿带的下部层应归属晚太古代上鞍山群。2、据 ZK27 孔千枚岩和磁铁石英岩稀土元素所提供的信息,砾岩上、下部的千枚岩和磁铁石英岩都应属于元古代,那么,该砾岩对地层划分不具备标志意义。

地层对比和划分是很复杂的,稀土元素特征只是探讨该问题的一个方面,所得结论尚需同位素年龄数据加以印证。

五、深部找矿探讨

就区域地质展布来看,自西南至东北大致有由新到老的分布趋势。根据前面的分析,将南矿带和北矿带上部层归属于元古代正符合区域地层的分布规律。如果鞍山地区地层不曾缺失或未遭受大的构造影响,则北矿带西侧和南矿带的下部应赋存属于鞍山群的铁矿层。已有的资料表明,樱桃园铁矿的西侧有羊草庄磁异常,西鞍山铁矿的北部有宋三台磁异常,西北有接官堡磁异常。前人认为这些磁异常是与南矿带同时代的铁建造引起的。可是根据稀土元素提供的信息,北矿带上部层和南矿带都属于元古代,那么这些磁异常很可能指示在其深部有属于晚太古代的铁矿层。因此,在该地区深部找矿是可能的。

当然,这些磁异常所指示的铁矿埋藏较深,开采困难,成本较高,目前尚无现实意义,但从长远考虑,还是应该引起我们重视。

六、结论

1、鞍山地区北矿带的上部层和下部层在矿物组合、岩(矿)石类型、原岩建造、变质程度等方面具有明显的差别。上部层大致与南矿带相当。稀土元素资料从旁佐证了它们之间的对比关系,并提供了时代归属的信息,即南矿带和北矿带的上部层可能是元古代沉积变质的产物,北矿带的下部层在晚太古代形成。

2、由于 ZK27 孔砾岩上、下部的千枚岩、均为元古代的产物,故该砾岩层不具备划分地层的意义。

3、既然南矿带和北矿带的上部均属元古代的产物,那么在没有地层缺失或未遭受构造强烈影响的条件下,在深部似有找到属于太古代铁矿的可能性。

参考文献

- [1] B. J. Fryer, Rare earth evidence in iron formations For changing precambrian oxidation states *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 41, 1977, 361—367.

THE DISTRIBUTION CHARACTERISTICS OF THE RARE EARTH ELEMENTS IN PHYLLITES AND IRON-BEARING QUARTZITES FROM ANSHAN DISTRICT

Jiang Yongnian

(Tianjin Institute of Geology and Mineral Resources)

Abstract

There are two main iron ore belts at Anshan district: the eastern-western Anshan-Yanqianshan ore belt, trending E—W and the Yingtaoyuan-Xidabei ore belt, trending NNW. Many geologists hold that the two iron ore belts are the same horizon and belong to the upper Anshan group. But remarkable differences in many respects are found recently between these two ore belts.

According to the distribution characteristics of the rare earth elements in phyllite and iron-bearing quartzite from the two ore belts, the author considers that the lower part of Yingtao-yuan-Xidabei ore belt belongs to the upper Anshan group, while the upper part and the eastern-western Anshan-Yanqianshan ore belt are roughly the same horizon, probably belonging to Proterzoic group. If this inference is correct, it is possible to find iron ores belonging to Anshan group in the depths.