

吉林南部原老岭群珍珠门组大理岩稀土地球化学

邵建波^{1,2)} 范继璋¹⁾

1) 吉林大学综合信息成矿预测研究所 吉林 长春 130061 2) 吉林省地质矿产信息中心 吉林 长春 130061

摘要 吉林南部早中元古宙老岭群珍珠门组镁质大理岩稀土地球化学特征可以划分为2种,分别发育于I、II分布区。I分布区稀土总量相对较低,稀土分异差,曲线平坦;II分布区稀土总量相对较高,稀土分异明显,曲线右倾。各区稀土特征的差别反映出来源和形成时大地构造环境的差别。大地构造环境I分布区为与深大断裂有关的拗拉谷,II分布区为具有火山活动的大陆裂谷。珍珠门组不具有地层意义,应当解体。

关键词 珍珠门组 稀土 地球化学

REE Geochemistry of Marbles of the Zhenzhumen Formation of the Laoling Group in Southern Jilin Province

SHAO Jianbo^{1,2)} FAN Jizhang¹⁾

1) Jilin University, Changchun, Jilin, 130061; 2) Geological and Mineral Information Center of Jilin Province, Changchun, Jilin, 130061

Abstract REE geochemical characteristics of the marbles of the Zhenzhumen Formation can be divided into two kinds. The first is distributed in Area I and the second in Area II. The REE geochemistry in Area I is characterized by relatively low REE content, no fractionation and flat REE pattern, whereas that in Area II by comparatively high REE content, strong fractionation and right-oblique REE pattern. The difference in REE characteristics reflects different sources of REE and different geotectonic environments. Area I is an aulacogen related to deep faults, while Area II is a continental rift characterized by volcanic activity. The Zhenzhumen Formation has no stratigraphic significance, and hence should be disintegrated.

Key words Zhenzhumen Formation REE geochemistry

1 研究概况

珍珠门组主要分布在吉林南部浑江北岸通化-四方山-太平-板石一带和浑江南岸老岭山脉两侧南岔-荒沟山-石青沟-小四平一带,由一套镁质大理岩组成。一般认为珍珠门组与辽东大石桥组相当(陈荣度等,2003),是辽宁、吉林古一中元古界的标志性地层,也是重要的Au、Pb、Zn、Co、Mg、滑石等矿产的赋矿层位(李俊建等,2002)。

多年来,对珍珠门组的层位、层序、时代对比等地质问题,不同学者依据各自掌握的不同的资料提出了大量不同划分方案,且一直争论不休。主要观点可以分为两类。一种观点认为,珍珠门组位于老岭群下部(吉林省地质矿产局,1988),将老岭群自下而上分为达台山组、珍珠门组、花山组、临江组、大栗

子组。另一种观点认为,珍珠门组位于老岭群上部或顶部,如邢树文等^①将老岭群自下而上分为花山组、大东岔组、石青沟组、珍珠门组。两种观点至今仍处于僵持之中,解决珍珠门组及相关的老岭群层序问题成为辽宁、吉林地区古一中元古界重大地质问题之一,对于研究大陆的组成及演化(任纪舜,1994)亦具有重要意义。

笔者在对吉林南部古一中元古界的研究中,发现珍珠门组的稀土地球化学特征可以划分为2种:①主要发育于浑江北岸的通化、白山市太平、板石及老岭山脉南部的珍珠门、老三队、报马川一线,即图1中的I分布区;②主要发育于老岭山脉两侧的错草沟、荒沟山、松岭及石青沟等地,即图1中的II分布区。这两种稀土地球化学特征差别明显,反映了稀土物质来源及形成地质构造环境的巨大差别。珍

本文由中国地质调查局地质调查项目(编号:200110200038)资助。

改回日期:2003-1-10,责任编辑:宫月莹。

第一作者:邵建波,1963年生,研究员,博士研究生,主要从事前寒武纪地质及成矿预测研究,E-mail:shao-jb@163.com。

① 邢树文等,1994,《吉林老岭群地质志》,地质出版社。

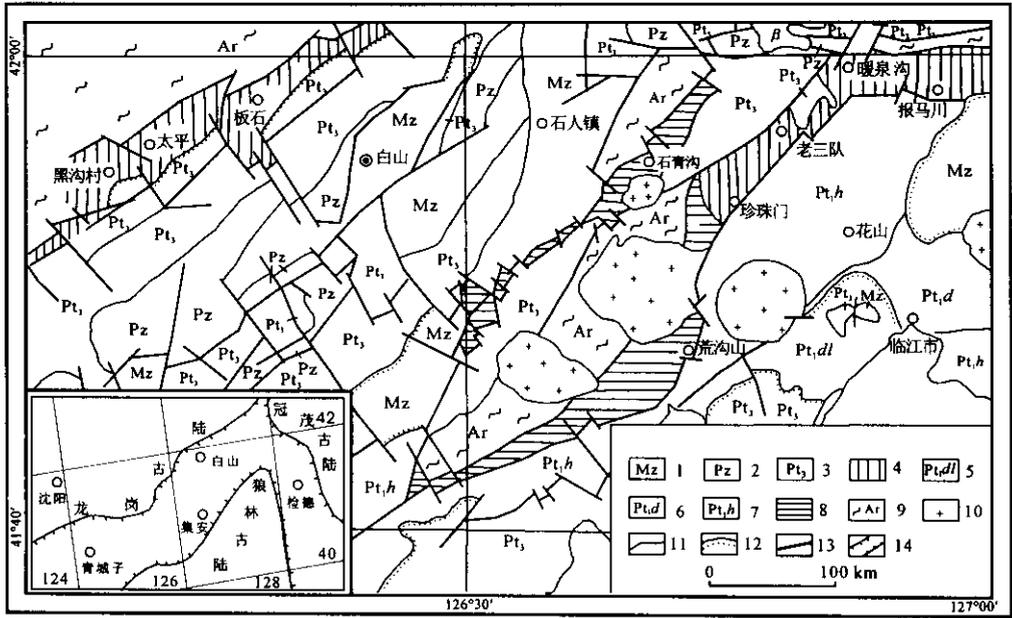


图1 珍珠门组镁质大理岩分布略图

Fig.1 Simplified geological map of the studied area

- 1-中生界 2-古生界 3-上元古界 4-珍珠门组 I 分布区 5-大栗子群 6-大东岔组 7-花山组；
- 8-珍珠门组 II 分布区 9-太古宙 10-花岗岩 11-地质界线 12-不整合 13-断层 14-中朝古—中元古界分布区

- 1-the Mesozoic group 2-the Paleozoic group 3-the upper Proterozoic group 4-I-area of Zhenzhumen formation 5-Dalizi group ;
- 6-Dadongcha formation 7-Huashan formation 8-II-area of Zhenzhumen formation 9-Archean group ;10-granite ;11-line of geological limitation ;12-unconformity line ;13-fault ;14-the distributed area of Palaeo-Middle Proterozoic Group in China and Korean

珠门组本身无地层意义,应当解体。

2 稀土地球化学特征

在对吉林南部早—中元古宙的研究中,系统地采集了珍珠门组镁质大理岩稀土地球化学样品,样品遍及珍珠门组各个分布区及各种岩性。为消除成矿作用的影响,在矿区采样时,样品距矿体最小距离为 10 m 以上。样品测试结果及稀土地球化学参数见表 1 图 2。

从表 1 可以看出,珍珠门组镁质大理岩稀土元素含量及参数均具有明显差别。老三队、太平、暖泉沟、报马川等地(I 分布区)稀土元素总量比较低,为 $(2.27 \sim 8.14) \times 10^{-6}$, 平均为 3.99×10^{-6} , 其中轻稀土总量为 $(1.36 \sim 7.21) \times 10^{-6}$, 平均为 2.89×10^{-6} , 重稀土总量为 $(0.62 \sim 1.39) \times 10^{-6}$, 平均为 1.10×10^{-6} , 轻、重稀土比值平均为 2.62。荒沟山、石青沟等地(II 分布区)稀土总量相对较高,为 $(10.03 \sim 28.46) \times 10^{-6}$, 平均为 17.49×10^{-6} , 其中轻稀土总量为 $(7.96 \sim 24.98) \times 10^{-6}$, 平均为 14.83×10^{-6} , 重稀土总量为 $(1.40 \sim 4.26) \times 10^{-6}$, 平均为 2.66×10^{-6} , 轻、重稀土比值平均为 5.58。II 分布区轻、重稀土比值为 I 分布区的两倍,说明 I 分布区稀土分馏总体较弱,而 II 分布区稀土具有较强的分馏特征。I 分布区 Sm/Nd 比值为

0.15~2.39, 平均为 0.64, II 分布区 Sm/Nd 比值为 0.17~0.26, 平均为 0.20。I 分布区比值大于球粒陨石的 0.333(陈德潜, 1990), 为轻稀土亏损型, 而 II 分布区比值小于球粒陨石的比值, 为轻稀土富集型。

根据赫尔曼球粒陨石稀土标准值对珍珠门组稀土元素原始含量进行了处理, 珍珠门组镁质大理岩稀土元素地球化学特征的差别更加明显。

在稀土分馏特征方面, I 分布区 $(La/Lu)_N$ 的范围在 0.01~2.35 之间, 平均为 0.62 ($La/Yb)_N$ 的范围为 0.64~33.33, 平均为 12.44。而 II 分布区 $(La/Lu)_N$ 范围为 13.620~138.44, 平均为 55.58; $(La/Yb)_N$ 18.860~305.188, 平均为 91.86。II 分布区数据远大于 I 分布区数据, 说明 II 分布区轻、重稀土分馏明显强于 I 分布区。

在轻、重稀土本身的分馏特征上, I 分布区轻稀土 $(La/Sm)_N$ 为 0.34~2.63, 平均为 1.69, 分馏不明显, 而 II 分布区 $(La/Sm)_N$ 为 2.60~27.61, 平均为 9.34, 分馏强烈。I 分布区重稀土 $(Gd/Yb)_N$ 为 0.052~9.785, 平均为 2.236, 分馏不明显; 而 II 分布区 $(Gd/Yb)_N$ 为 1.102~44.466, 平均为 12.61, 分馏强烈。

根据北美页岩稀土标准所作的珍珠门组大理岩稀土特征分析, 两区 δEu 、 δCe 也有较大差别。I 分布区 δEu 范围在 0.08~0.37 之间, 平均为 0.19; II

表1 吉南原老岭群珍珠门组镁质大理岩稀土地球化学数据表

Table 1 REE composition of magnesian marbles of the Zhenzhumen formation

 $\times 10^{-6}$

分布区	序号	位置	样品号	岩性	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y	Σ	L	H	Sm/ Nd	Eu/ Sm	(La/ Lu) _N	(La/ Yb) _N	(La/ Sm) _N	(Gd/ Yb) _N	δEu	δCe
	1	老三队	L3	条带状大理岩	0.97	1.88	1.01	1.43	0.310	0.0660	0.085	0.11	0.027	0.033	0.094	0.061	0.043	0.12	0.77	6.95	5.61	1.34	0.22	0.02	0.78	13.39	1.96	1.21	0.18	-0.18
	2	老三队	L5	条带状大理岩	1.38	3.11	0.23	2.16	0.330	0.0038	0.12	0.38	0.072	0.051	0.066	0.042	0.055	0.057	0.088	8.14	7.21	0.93	0.15	0.01	2.35	14.90	2.61	1.34	0.08	-0.15
	3	老三队	L7	角砾状大理岩	0.44	0.43	0.15	0.37	0.160	0.00350	0.035	0.10	0.045	0.053	0.099	0.065	0.41	0.13	0.21	2.88	1.55	1.32	0.43	0.02	0.33	0.64	1.72	0.05	0.21	-0.36
	4	老三队	L16	角砾状大理岩	0.5	0.81	0.59	0.45	0.170	0.00640	0.034	0.08	0.042	0.036	0.038	0.1	0.039	0.056	0.45	3.16	2.53	0.63	0.38	0.04	0.86	7.61	1.84	0.53	0.37	-0.22
	5	太平	T3	条带状大理岩	0.65	1.45	0.99	0.32	0.220	0.00840	0.067	0.12	0.31	0.03	0.065	0.03	0.029	0.1	0.73	4.84	3.64	1.20	0.69	0.04	0.63	13.31	1.85	1.42	0.30	-0.15
I	6	太平	T10	条带状大理岩	0.12	0.27	0.950	0.920	0.220	0.0034	0.05	0.08	0.065	0.051	0.064	0.042	0.013	0.12	0.61	2.67	1.66	1.01	2.39	0.02	0.10	5.48	0.34	2.36	0.14	-0.15
	7	太平	T8	块状大理岩	0.37	0.84	0.87	0.49	0.120	0.00410	0.056	0.11	0.05	0.058	0.077	0.1	0.023	0.11	0.8	4.01	2.69	1.31	0.24	0.03	0.33	9.55	1.93	1.49	0.22	-0.15
	8	太平	T9	核形石大理岩	0.38	0.72	0.33	0.16	0.230	0.00370	0.054	0.11	0.034	0.075	0.059	0.071	0.023	0.13	0.38	2.99	1.82	1.17	1.44	0.02	0.28	9.81	1.03	1.44	0.15	-0.19
	9	暖泉沟	N4	核形石大理岩	0.42	0.18	0.61	0.45	0.1	0.00420	0.076	0.1	0.023	0.038	0.1	0.11	0.024	0.12	0.36	3.16	1.76	1.39	0.22	0.04	0.34	10.39	2.63	1.94	0.21	-0.63
	10	暖泉沟	N3	层纹状大理岩	0.59	0.28	0.35	0.5	0.240	0.00380	0.056	0.12	0.075	0.019	0.056	0.087	0.019	0.1	0.32	2.88	1.96	0.91	0.48	0.02	0.57	18.44	1.54	1.81	0.14	-0.60
	11	报马川	B5	层纹状大理岩	0.32	0.24	0.16	0.47	0.170	0.00350	0.091	0.08	0.047	0.035	0.1	0.07	0.006	0.12	0.31	2.27	1.36	0.90	0.36	0.02	0.26	33.33	1.18	9.79	0.12	-0.44
	12	荒沟山	HP9	条带状大理岩	8.87	3.34	0.44	3.56	0.81	0.071	1.324	0.10	0.231	0.046	0.176	0.013	0.15	0.024	2.146	19.48	17.09	2.38	0.23	0.09	35.82	35.13	6.82	5.41	0.30	-0.68
	13	荒沟山	HP18	层纹状大理岩	4.84	1.80	0.27	2.46	0.64	0.039	0.672	0.07	0.133	0.02	0.094	0.012	0.087	0.006	1.336	11.46	10.06	1.40	0.26	0.06	78.13	33.02	4.70	4.73	0.26	-0.68
	14	荒沟山	HP17	厚层状大理岩	4.35	2.03	0.26	2.05	0.41	0.05	0.169	0.04	0.186	0.027	0.12	0.015	0.094	0.009	2.081	11.95	9.15	2.80	0.20	0.12	46.86	27.50	6.72	1.10	0.84	-0.60
	15	荒沟山	HP27	厚层状大理岩	12.9	0.72	0.68	1.18	0.29	0.045	2.902	0.08	0.047	0.033	0.076	0.018	0.04	0.021	0.131	20.36	15.82	4.55	0.25	0.15	59.51	191.48	27.61	44.47	0.21	-1.45
	16	荒沟山	H0-8	中薄层大理岩	5.91	3.10	0.58	2.24	0.45	0.034	0.635	0.06	0.047	0.027	0.098	0.018	0.064	0.042	0.979	15.37	12.30	3.08	0.20	0.08	13.62	54.78	8.28	6.08	0.28	-0.56
	17	荒沟山	HP7	条带状大理岩	8.39	2.98	0.38	3.45	0.73	0.063	1.097	0.05	0.23	0.027	0.138	0.017	0.138	0.021	1.778	17.84	15.99	1.85	0.21	0.09	38.70	36.09	7.20	4.87	0.31	-0.70
	18	荒沟山	HP8	含炭质大理岩	7.6875	7.9	0.39	4.56	0.90	0.1	0.651	0.04	0.381	0.046	0.207	0.025	0.187	0.025	2.249	21.96	19.43	2.54	0.20	0.11	29.79	24.41	5.33	2.13	0.57	-0.44
	19	荒沟山	HP15	条带状大理岩	8.35	2.76	0.1612	0.990	0.66	0.055	1.138	0.02	0.211	0.024	0.123	0.022	0.14	0.015	2.353	28.46	24.98	3.47	0.05	0.08	53.93	35.42	7.91	4.98	0.28	-0.73
	20	荒沟山	HP12	含炭质大理岩	8.99	3.93	0.52	3.64	0.83	0.091	1.238	0.08	0.286	0.038	0.154	0.024	0.175	0.017	2.072	22.26	18.00	4.26	0.23	0.11	51.21	30.49	6.78	4.34	0.39	-0.62
	21	荒沟山	HT20	条带状大理岩	6.8	1.85	0.17	1.81	0.34	0.003	0.873	0.03	0.011	0.003	0.053	0.021	0.022	0.009	0.714	14.36	10.98	3.38	0.19	0.01	73.19	183.52	12.65	24.32	0.02	-0.80
	22	荒沟山	HT22	滑石化大理岩	9.46	3.34	0.37	2.43	0.46	0.041	1.394	0.03	0.069	0.013	0.098	0.022	0.051	0.014	0.859	19.87	16.11	3.76	0.19	0.09	65.46	110.13	12.77	16.75	0.22	-0.70
	23	荒沟山	H0-1	滑石化大理岩	4.63	1.36	0.05	1.59	0.31	0.02	0.637	0.04	0.094	0.031	0.042	0.021	0.009	0.006	0.535	10.03	7.96	2.07	0.19	0.06	74.69	305.19	9.39	43.38	0.20	-0.77
	24	荒沟山	H0-4	厚层状大理岩	7.13	1.64	0.50	1.73	0.35	0.011	1.04	0.03	0.009	0.009	0.074	0.007	0.016	0.005	0.628	13.25	11.35	1.90	0.20	0.03	138.14	264.59	12.81	39.84	0.08	-0.87
	25	荒沟山	H5-8	糖粒状大理岩	5.34	2.58	0.15	2.42	0.47	0.069	0.434	0.08	0.121	0.013	0.037	0.014	0.052	0.008	0.108	12.64	11.02	1.62	0.19	0.15	64.66	60.97	7.13	5.12	0.67	-0.59
	26	石青沟	XT-24	碎裂大理岩	3.37	4.91	0.63	3.53	0.81	0.113	0.728	0.08	0.241	0.061	0.202	0.019	0.106	0.018	1.211	15.35	13.36	1.99	0.23	0.14	18.12	18.86	2.60	4.21	0.65	-0.25
	27	石青沟	XT-80	透闪大理岩	9.8	9.2	0.68	3.40	0.57	0.10	0.27	0.04	0.25	0.07	0.12	0.01	0.10	0.02	1.3	25.26	23.75	1.51	0.17	0.18	47.47	58.19	10.75	1.66	1.12	-0.37
	28	花山	xt-23	灰白色大理岩	5.18	7.95	0.95	3.98	0.70	0.15	0.842	0.08	0.285	0.066	0.182	0.027	0.105	0.018	1.902	20.62	18.90	1.72	0.17	0.22	27.85	29.26	4.65	4.91	0.86	-0.24
	29	花山	910	厚层大理岩	4.22	2.85	1.50	2.23	0.68	0.052	0.59	0.02	0.18	0.1	0.172	0.021	0.064	0.023	0.891	12.71	11.54	1.17	0.31	0.08	17.77	39.15	3.87	5.65	0.36	-0.48
	30	大栗子	977	H5段大理岩	3.98	3.54	0.26	2.53	0.45	0.164	0.22	0.04	0.095	0.029	0.054	0.012	0.054	0.011	0.667	11.46	10.95	0.51	0.18	0.37	35.02	43.72	5.57	2.50	2.30	-0.39
	31	大栗子	980	H3段大理岩	17.1	22.7	2.70	10.9	1.85	0.413	1.596	0.15	0.855	0.15	0.427	0.048	0.384	0.054	4.881	59.38	55.71	3.67	0.17	0.22	30.59	26.36	5.78	2.55	1.06	-0.27

注:26,27 据《石人幅 1:5 万地质报告》,其他为作者自测,由长春科技大学实验室用中子活化法测定;28,29 为花山组;30,31 为大栗子组; δEu 、 δCe 为北美页岩标准化数据, $\delta\text{Eu} = \text{Eu}/\text{N}$ $\times \text{SQRT}(\text{Sm}_\text{N} \times \text{Gd}_\text{N})$, $\delta\text{Ce} = \lg 3\text{Ce}_\text{N} / (2\text{La}_\text{N} + \text{Nd}_\text{N})$ 。

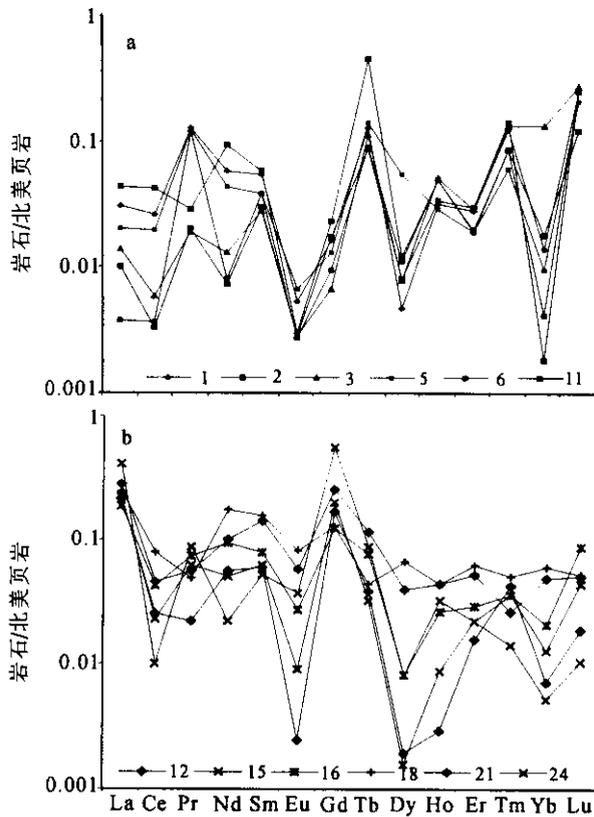


图2 珍珠门组镁质大理岩稀土配分曲线图

Fig.2 REE pattern of Mg-mable of the Zhenzhumen formation

a-I分布区 b-II分布区 图中曲线标号与表1序号一致
a-I-area b-II-area;

Numberals in the figure are identical with ordinals in the Table 1

分布区 δEu 范围在 0.02~1.12 之间,平均为 0.4。I 分布区 δCe 范围在 -0.15~-0.63 之间,平均为 -0.29;II 分布区 δCe 范围在 -0.25~-1.45 之间,平均为 -0.68。一般认为 δCe 与氧化还原环境有关(赵振华,1997),两区 δCe 范围均在氧化区,且 II 分布区特征更加明显。

以上这些差别集中反映在稀土分布模式图上。图 2-a 为 I 分布区的稀土分布曲线,该曲线总体水平略左倾分布,图 2-b 为 II 分布区的稀土分布曲线,该曲线总体具有明显的右倾特征。

3 结论与讨论

(1) 稀土元素在区域变质作用中是比较稳定的元素,是沉积环境的良好标志。珍珠门组镁质大理岩稀土地球化学特征的差异,反映了不同地点稀土物质来源和原始构造环境的差异。从本文数据可以看出,I、II 分布区大理岩形成于 2 种不同的大地构造环境。I 分布区大理岩稀土总量低、分异较差、配

分曲线总体水平为与深大断裂有关的拗拉谷的产物。而 II 分布区大理岩稀土总量较高、分异明显、配分曲线明显右倾,这种特征反映了具有火山活动的大陆裂谷的特点。同时,II 分布区大理岩稀土特征与花山组、大栗子组中大理岩稀土特征完全一致(表 1),说明它们具有相同的形成环境。

(2) 珍珠门组镁质大理岩地质特征不仅在不同地点不能对比,有时在走向上也不能对比。这种现象不仅在吉林南部地区,在辽宁东部早中元古宙地层分布区也广泛存在。由于组分单一,不同时代的碳酸盐岩经过变质结晶作用后岩石特征趋向一致而不易区别,这是造成辽宁、吉林地区早、中元古宙地质研究难度较大的原因之一。在这种情况下稀土地球化学研究是比较有效的方法。

(3) 由于珍珠门组镁质大理岩在不同地点稀土地球化学特征具有明显区别,结合这些地点镁质大理岩岩石组合、构造序列、地球化学和形成时代等的不同^①,笔者认为珍珠门组不具备地层意义,应当解体。

参考文献

- 陈荣度,李显东,张福生. 2003. 对辽东古元古代地质若干问题的讨论. 中国地质, 30(2):207~213.
陈德潜,陈刚. 1990. 实用稀土元素地球化学. 北京:地质出版社,59~185.
吉林省地质矿产局. 1988. 吉林省地质志. 北京:地质出版社,33~53.
李俊建,燕长海,谢汝斌等. 2002. 华北地台重要成矿区划及特征. 25(3~4):129~135.
任纪舜. 1994. 中国大陆的组成、结构、演化及动力学. 地球学报, 15(3~4):5~13.
赵振华. 1997. 微量元素地球化学原理. 北京:科学出版社,199~206.

References

- Bureau of Geology and Mineral Resources of Jilin Province. 1988. Regional geology of Jilin province. Beijing: Geological Publishing House(in Chinese).
Chen Deqian, Chen Gang. 1990. Pragmatic REE geochemistry. Beijing: Geological Publishing House(in Chinese).
Chen Rongdu, Li Xiangdong, Zhang Fusheng. 2003. Several problems about the paleoproterozoic geology of eastern Liaodong. Geology in China 30(2):207~213(in Chinese with English abstract).
Li Junjian, Yan Changhai, Xie Rubin et al. 2002. Mineral resource assessment and characteristics of the important metallogenic regions and belts in North China platform. Progress in Precambrian Research 25(3~4):129~135(in Chinese with English abstract).
Ren Jishun. 1994. The makeup, structure, evolution and dynamics of continent in China. Acta Geoscientia Sinica, 14(3~4):5~13(in Chinese).
Zhao Zhenhua. 1997. Geochemistry principle of trace element. Beijing: Scientific Press, 199~206(in Chinese with English abstract).

① 邵建波,李俊建等. 2004. 吉林南部珍珠门组的解体与古-中元古界层序的重建. 吉林大学学报(待刊).