

# 沂沭裂谷及其邻区下白垩世火山熔岩地球化学特征<sup>①</sup>

金隆裕

(地矿部山东省中心实验室)

**提要** 沂沭裂谷及邻区下白垩世火山熔岩以碱性系列的玄武粗安岩、粗安岩、粗面岩为主。而亚碱性系列以钙碱性为多。

碱性系列以钾质亚系列为主,其中鲁东、鲁西基本上是钾质亚系列,而沂沭裂谷内有一定数量的钠质亚系列。

稀土元素标准化曲线均呈向右陡倾斜,其斜率相似,为典型的富轻稀土,而亏损重稀土的类型。多数  $\delta\text{Eu}$  在 0.78—1.28 之间。

## 一、前言

沂沭裂谷及邻区下白垩世火山熔岩集中分布于中生代断陷型陆相盆地中,鲁东有荣成、蓬莱、黄县、臧家庄、桃村及胶莱盆地;鲁西有邹平、临朐、莱芜、沂源、蒙阴及平邑—费县盆地;沂沭裂谷内有郯郯高桥、沂南、葛沟、潍坊、官庄、郯城、五莲、莒县、莒南及临沭等地。

根据火山岩系的地层组合、古生物化石及同位素年龄值,其火山活动可分三期:三叠纪凤凰山期、下白垩世青山期和上白垩世王氏期。

三叠纪凤凰山期火山岩系,主要出露于鲁西地区淄博—章丘盆地内;下白垩世青山期是中生代火山活动的高潮时期。此期火山岩系分布广,遍布全地区,厚度大,岩性复杂。按喷发间断、岩性组合、韵律特征,自下而上可分为三个喷发旋回。

**第一旋回:**以亚碱性中性火山岩类为主,局部出现碱性中基性火山岩类。

**第二旋回:**鲁西及沂沭裂谷西侧以碱性中性火山岩类为主;鲁东及沂沭裂谷东侧则以亚碱性中性火山岩类为主。

**第三旋回:**鲁西及沂沭裂谷西侧以碱性中性火山岩类为主;鲁东及裂谷东侧则以亚碱性酸性火山岩类为主。

上白垩世王氏期主要出露于鲁东胶莱盆地内,以碱性中基性火山岩类为主。

按火山岩形成的地质背景、火山岩系列,岩石组合等因素,中生代火山岩分鲁西、鲁

① 本文1992年6月收到,1994年1月改回。

表 1 沂沭裂谷及邻区下白垩世火山熔岩的化学成分

顺序号	地区	岩石名称	样品数	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	CO <sub>2</sub>	灼	合计
1	邹平	橄榄玄武粗安岩	7	53.55	0.91	16.19	4.19	4.87	0.15	4.72	6.77	3.21	3.02	0.47	1.64	0.22		99.91
2		安粗岩	7	57.10	0.87	17.22	4.15	3.12	0.10	2.53	3.75	4.10	3.92	0.39	1.96	0.17		99.38
3	临朐	玄武安山岩	2	53.07	0.96	15.71	5.22	4.54	0.15	6.36	7.96	3.39	1.42	0.48	0.84	0.20		100.30
4		安山岩	1	58.28	0.82	17.73	1.56	3.99	0.07	3.92	3.17	3.08	2.83	0.41	4.00	—		99.86
5	莱芜	橄榄粗安岩	2	53.16	0.87	14.44	9.04	0.86	0.13	6.54	6.81	4.30	1.96	0.32	1.98	0.09		100.50
6		安粗岩	1	57.73	0.72	16.53	4.64	1.61	0.09	4.28	6.37	3.83	2.22	0.37	2.02	0.12		100.53
7	蒙阴	安山岩	1	57.24	1.03	16.57	4.28	1.28	0.10	3.91	7.93	3.53	1.95	0.34	1.80	0.56		100.52
8		安粗岩	2	58.99	0.62	15.01	6.67	0.61	0.10	4.49	3.98	4.27	2.47	0.22	2.45	0.21		100.09
9	起	玄武安山岩	1	53.26	0.78	15.31	6.19	2.82	0.16	5.42	8.09	2.95	1.82	0.46	1.93	0.14		99.33
10		安山岩	4	58.69	0.77	14.86	5.30	1.68	0.08	4.34	6.35	3.04	1.96	0.28	2.67	0.10		100.12
11	区	钾质粗面玄武岩	1	52.08	1.16	16.50	5.38	1.89	0.13	4.64	7.86	3.20	2.76	0.69	3.09	—		99.38
12		安粗岩	3	59.50	0.77	15.78	4.36	0.86	0.05	3.20	5.08	3.50	4.45	0.46	1.41	0.08		99.50
13	平邑	玄武岩	1	49.24	1.22	14.02	7.12	1.54	0.10	4.64	11.79	2.62	2.08	0.10	5.94	—		100.41
14		英安岩	3	64.69	0.64	13.99	3.39	1.09	0.07	2.71	4.50	3.49	3.24	0.40	1.24	0.06		99.51
15	费县	白榴石岩	1	44.48	2.05	10.95	4.89	4.19	0.12	11.92	10.84	2.83	5.07	1.74	0.58	0.36		100.02
16		白榴碧玄武岩	1	47.70	1.64	13.11	5.46	2.71	0.13	9.21	9.77	3.78	1.28	1.05	4.03	0.34		100.21
17	安粗岩	橄榄玄武粗安岩	1	52.85	0.98	15.51	6.50	1.33	0.13	5.62	8.24	2.88	2.70	0.53	2.30	0.06		99.63
18		安粗岩	1	61.24	0.60	16.11	4.45	1.05	0.06	2.09	4.76	4.08	3.23	0.34	1.40	0.12		99.53

续表 1

顺序号	地区	岩石名称	样品数	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	CO <sub>2</sub>	灼	合计
19	平邑 费县	橄榄玄武岩	1	48.24	1.00	11.99	4.10	4.15	0.12	13.14	9.35	1.97	1.32	0.56	3.55	0.18		99.67
20		英安岩	1	65.83	0.60	15.04	3.33	0.93	0.04	1.36	3.23	4.04	3.35	0.28	1.55	0.06		99.64
21	鲁西隆起区 郯城	橄榄玄武粗安岩	2	54.80	0.76	15.39	5.52	1.82	0.18	4.39	7.81	3.06	3.14	0.37	1.63	1.03		99.90
22		粗面岩	3	62.86	0.63	15.29	6.27	0.31	0.05	1.59	0.69	2.08	8.07	0.25	1.63	0.05		99.77
23		歪长粗面岩	2	58.59	0.64	16.41	3.53	2.56	0.16	3.44	2.90	3.67	4.85	0.32	1.88	0.54		99.49
24	沂南	英安岩	1	64.42	0.45	14.28	3.65	0.81	0.11	3.37	4.27	3.34	2.73	0.13	2.07	0.31		99.94
25		橄榄玄武粗安岩	1	53.06	0.88	16.69	8.19	1.43	0.17	3.83	6.68	3.33	3.05	0.32	2.10	0.08		99.81
26	沂水	歪长粗面岩	1	58.38	0.98	17.21	4.30	0.68	0.10	3.58	2.98	7.08	1.63	0.58	1.63	0.14		99.27
27		安粗岩	2	58.87	0.95	15.49	6.62	0.74	0.11	2.84	4.14	4.13	3.03	0.49	1.85	0.39		99.65
28	沂南	粗面岩	1	61.51	0.90	16.18	4.72	0.56	0.04	1.78	2.42	5.31	3.90	0.54	1.54	0.05		99.45
29		歪长粗面岩	3	58.61	0.64	16.09	6.10	0.82	0.07	3.62	3.14	4.93	1.75	0.24	3.08	1.04		100.13
30	沂南	安山岩	2	55.59	0.85	15.90	5.71	1.61	0.10	5.59	6.19	2.94	1.69	0.25	4.64	0.02		101.08
31		橄榄粗安岩	1	68.64	0.58	17.31	6.10	0.52	0.07	2.02	3.17	6.70	2.35	0.57	1.50	0.10		99.86
32	葛沟	粗面岩	7	63.84	0.59	15.61	4.23	0.70	0.06	1.93	1.81	5.64	3.99	0.35	0.98	0.10		99.83
33		橄榄玄武粗安岩	1	52.00	1.05	16.10	4.21	4.38	0.11	6.43	8.37	3.13	1.95	0.29	1.83	0.48		100.33
34	潍坊	粗面岩	2	64.87	0.38	17.22	2.38	0.76	0.01	0.96	2.07	4.46	5.18	0.27	1.65	0.10		100.31
35		珍珠岩	2	69.68	0.12	13.30	0.69	0.63	0.08	0.25	0.95	5.09	2.48	0.02			6.65	99.94
36	郯城	钾质粗面玄武岩	1	47.97	1.53	17.23	9.50	0.77	0.08	5.71	5.69	3.55	2.97	0.58	3.53	0.73		99.84

续表 2

顺序号	地区	岩石名称	样品数	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	CO <sub>2</sub>	灼	合计
37	郯城	歪长粗面岩	4	57.73	1.01	17.26	6.37	0.68	0.09	2.26	1.93	6.42	3.30	0.74	1.98	0.16		99.93
38		粗面岩	1	61.82	0.92	16.32	5.96	0.38	0.02	2.29	1.78	5.00	3.20	0.76	1.32			99.50
39		粗面英安岩	1	67.97	0.53	15.02	1.67	1.90	0.08	0.87	0.94	3.90	4.98	0.12	1.36	0.08		99.50
40		玄武安山岩	1	52.18	1.12	12.70	8.23	3.67	0.36	8.38	6.43	1.59	1.59	0.29	3.52			100.06
41	沂沭	流纹岩	2	72.40	0.25	13.52	1.95	0.86	0.01	0.31	1.12	3.13	5.24	0.10	0.92	0.10		99.91
42		橄榄玄武粗安岩	1	51.82	0.85	17.59	3.79	3.64	0.14	2.65	6.87	3.43	3.99	0.69	1.14	2.75		99.35
43	五莲	安粗岩	3	55.77	0.78	18.01	3.22	3.79	0.13	2.50	3.49	4.02	4.98	0.64	1.98	0.58		99.89
44		橄榄玄武粗安岩	1	53.74	1.10	15.60	3.41	3.37	0.11	4.74	6.23	3.68	4.35	0.69	1.60	0.78		99.40
45	裂谷	安粗岩	4	57.62	1.00	17.00	5.46	1.19	0.08	2.71	2.92	4.72	4.49	0.59	1.74	0.24		99.76
46		粗面岩	1	61.55	0.59	15.67	3.85	0.68	0.05	2.21	3.26	3.87	4.33	0.33	1.87	1.00		99.26
47	莒县	玄武安山岩	1	55.98	0.99	14.69	3.67	2.85	0.10	6.58	6.51	2.74	2.65	0.50	2.62	0.20		100.08
48		安山岩	1	59.72	0.65	16.40	5.78	0.63	0.07	2.05	3.40	2.50	3.80	0.22	2.77	1.45		99.44
49	谷带	球粒流纹岩	2	76.18	0.13	12.33	0.83	0.75	0.03	0.04	0.27	1.81	6.67	0.01	0.83	0.10		99.98
50		珍珠岩	1	80.92	0.10	11.42	1.11	0.22	0.06	0.46	0.27	0.06	3.35	0.02	1.93	0.05		99.97
51	莒南	橄榄粗安岩	1	52.88	1.33	16.65	5.46	2.29	0.11	3.73	4.36	6.40	2.10	0.68	2.07	1.87		99.93
52		安粗岩	3	56.51	0.99	15.82	3.99	2.24	0.09	3.55	4.94	3.94	4.54	0.53	1.64	0.97		99.75
53		粗面岩	2	62.01	0.72	15.33	4.20	1.46	0.09	2.00	2.32	3.88	5.58	0.42	1.19	1.01		100.21
54		粗面英安岩	1	65.96	0.60	14.41	4.61	0.33	0.08	1.38	0.83	3.18	5.87	0.39	1.62	0.07		99.33

续表 3

顺序号	地区	岩石名称	样品数	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	CO <sub>2</sub>	灼	合计
55	莒南	流纹岩	1	75.76	0.13	12.56	0.90	0.23	0.05	0.40	0.23	0.97	7.38	0.02	1.27	0.08		99.98
56		球粒流纹岩	1	72.94	0.13	13.49	1.07	0.38	0.03	0.07	0.27	0.40	9.60	0.03	1.00	0.09		99.50
57	临沭	安粗岩	3	58.47	0.74	15.91	5.70	1.04	0.10	3.84	2.05	3.45	4.89	0.32	2.51	0.66		99.68
58		粗面岩	3	63.64	0.51	16.09	4.22	0.70	0.06	1.71	0.67	3.00	7.47	0.16	1.56	0.14		99.93
59		响岩	1	57.64	0.69	18.54	5.18	0.27	0.07	1.48	0.87	1.42	10.48	0.25	2.40	0.08		99.37
60		响碧玄岩	1	51.40	1.42	17.07	8.92	0.69	0.05	5.50	1.70	4.02	4.64	0.86	3.02	0.13		99.42
61		安粗岩	1	57.58	0.86	15.96	5.82	0.50	0.07	5.50	3.35	3.35	3.18	0.36	3.47	0.10		100.10
62	臧格庄	粗面英安岩	2	65.75	0.71	15.62	3.41	0.99	0.03	1.05	2.09	3.43	4.59	0.30	1.97	0.04		99.98
63		英安岩	3	67.05	0.64	15.84	2.18	1.24	0.02	1.22	2.19	2.29	3.69	0.31	2.48	0.65		99.80
64	鲁东	流纹岩	2	77.84	0.24	12.79	0.73	0.89	0.01	0.34	0.64	0.28	1.05	0.06	4.41	0.24		99.52
65		英安岩	3	67.08	0.48	15.27	2.97	0.79	0.04	1.19	2.45	2.10	2.96	0.20			4.17	99.70
66	隆起	流纹岩	1	79.53	0.34	13.50	0.30	0.22	0.01	0.09	0.22	0.02	0.35	0.07			5.21	99.86
67		歪长粗面岩	1	56.14	0.53	17.98	3.42	2.47	0.14	2.39	4.42	5.72	2.78	0.38			3.32	99.69
68	荣成区	安粗岩	3	59.66	0.62	15.64	3.17	1.57	0.08	2.64	3.93	3.11	4.21	0.24			5.13	100.00
69		粗面岩	1	61.65	0.60	16.29	5.21	0.26	0.13	2.60	1.55	4.83	4.35	0.23	1.93	0.14		99.77
70		流纹岩	2	74.39	0.28	14.16	1.39	0.20	0.01	0.32	0.11	0.25	5.68	0.05			2.90	99.74
71		球粒流纹岩	1	77.22	0.22	12.56	0.62	0.23	0.004	0.20	0.22	0.30	5.48	0.04	2.88	0.08		100.05
72		珍珠岩	2	67.93	0.25	13.06	2.50	0.27	0.01	0.35	2.21	2.54	2.36	0.05	7.89	0.09		99.51

续表 4

顺序号	地区	岩石名称	样品数	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	CO <sub>2</sub>	灼	合计
73	莱阳	歪长粗面岩	1	59.07	0.78	17.50	5.68	0.67	0.07	2.14	3.64	5.67	2.53	0.34	1.94	0.11		100.14
74		安粗岩	4	58.92	0.76	16.63	5.20	0.79	0.06	3.13	4.76	4.12	2.92	0.32	1.91	0.32		99.84
75		粗面岩	2	65.23	0.44	15.83	2.58	0.98	0.12	0.88	2.75	4.48	3.66	0.20	2.14	0.98		100.27
76		流纹岩	4	75.02	0.17	12.32	1.47	0.39	0.02	0.59	0.76	3.20	4.74	0.07	1.12	0.13		100.00
77	青岛	钾质粗面玄武岩	2	48.74	1.58	17.99	8.86	1.20	0.06	4.63	7.59	3.32	2.02	1.12			3.02	100.13
78		橄粗玄武岩	4	50.97	1.39	17.71	7.94	0.91	0.09	3.48	5.72	4.01	2.90	0.92	2.68	1.13		99.85
79		玄武安山岩	1	52.96	1.05	15.87	4.15	3.21	0.13	7.29	7.38	2.89	2.14	0.68			1.97	99.72
80		流纹岩	2	74.18	0.19	12.92	1.58	0.12	0.05	0.48	0.67	3.28	4.87	0.28			1.30	99.92
81	隆起区	球粒流纹岩	8	75.63	0.23	12.28	1.28	0.95	0.06	0.40	0.32	3.53	5.00	0.03			0.71	100.42
82		石泡流纹岩	1	74.94	0.15	12.90	1.19	1.10	0.067	0.37	0.37	3.09	5.69	0.04	0.93			100.84
83		粗面岩	2	64.92	0.78	15.98	3.54	0.44	0.05	0.84	2.18	3.70	5.39	0.32	1.33	0.07		99.54
84		流纹岩	2	72.94	0.31	14.06	1.47	0.27	0.03	0.23	0.55	2.36	5.29	0.08	2.10	0.13		99.82
85	诸城	安粗岩	1	60.42	0.69	18.66	3.09	1.01	0.08	2.45	2.78	3.23	3.76	0.32	3.30	0.02		99.81
86		粗面岩	1	61.46	0.59	19.00	3.93	0.24	0.04	0.98	3.03	3.96	4.00	0.26	1.87	0.04		100.00
87		粗面英安岩	1	63.57	0.79	15.96	5.20	0.45	0.09	1.62	0.86	1.30	6.20	0.36	2.84	0.08		99.32
88		流纹岩	2	74.30	0.17	13.41	1.08	0.52	0.05	0.42	0.43	2.75	4.66	0.05	1.98	0.06		99.88
89		珍珠岩	1	71.98	0.10	12.18	0.59	0.93	0.04	0.44	2.35	2.05	2.84	0.01	6.40	0.08		99.99

东和沂沭裂谷带三个岩区。

## 二、岩石化学特征

下白垩世火山熔岩的化学成分分析结果列表 1。

### (一) 岩石系列

应用 MacDonald(1964)的  $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) - \text{SiO}_2$  图解(图 1)。鲁西地区 43 个火山岩成分点(表 1)分布集中范围为  $\text{SiO}_2$  47.70~65.83%,  $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$  4.77~9.04%, 属中性岩, 个别为基性岩和酸性岩。基性岩属碱性系列, 酸性岩属亚碱性系列, 而中性岩多为碱性系列, 少数则为亚碱性系列。

鲁东地区 70 个火山岩成分点(表 1)分布范围很大。绝大多数属亚碱性岩系列, 酸性岩  $\text{SiO}_2$  为 65.12~77.66%,  $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$  为 4.38~9.10%; 中性岩  $\text{SiO}_2$  为 57.58~63.49%,  $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$  为 6.58~8.50%, 属碱性系列; 少数基性岩也属碱性系列。

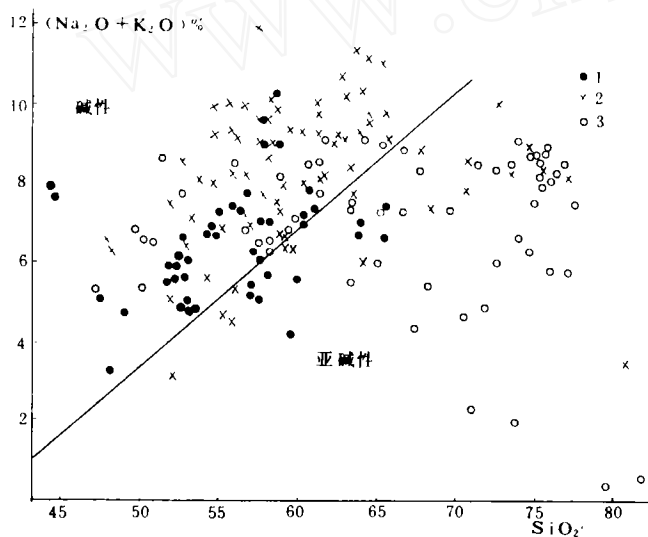


图 1 沂沭裂谷及邻区下白垩世火山岩的  $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) - \text{SiO}_2$  变异图

1. 鲁西隆起区; 2. 沂沭裂谷带; 3. 鲁东隆起区

裂谷内 64 个火山岩成分点, 主要集中区为  $\text{SiO}_2$  52.00~65.96%,  $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$  6.38~11.90%, 属碱性系列中性岩类, 少数为亚碱性系列中性岩, 而基性岩多属碱性系列, 少数为亚碱性系列, 酸性岩则全属亚碱性系列。

### (二) 岩石系列的进一步划分

利用久野(1966)的  $A(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ 、 $F(\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO})$ 、 $M(\text{MgO})$  图投点。该区下白垩世亚碱性火山岩大部分在钙碱性区, 少数在拉斑玄武岩区。其中鲁西、裂谷内都在钙碱性区, 而鲁东多数在钙碱性区, 少数在拉斑玄武岩区(图 2)。

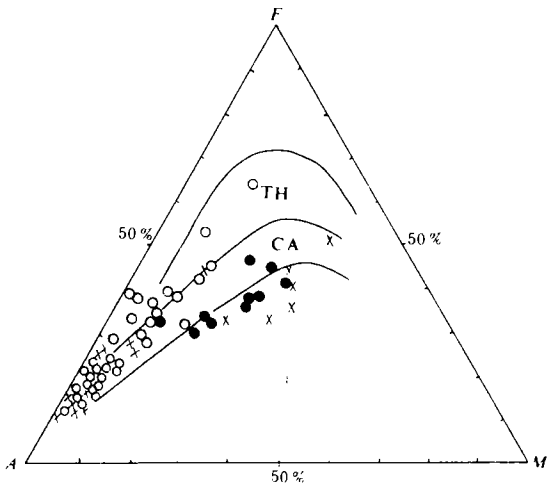


图2 亚碱性火山岩的 AFM 图解  
图例同图 1  
实线为久野根据日本新生代拉斑玄武岩 (TH) 和钙碱性火山岩 (CA) 作出

按欧文 (Irvine, 1971) 的  $Ab'(Ab + 5/3Ne) - An - Or$  图解确定, 裂谷带及邻区碱性火山岩以钾质亚系为主, 有少量钠质亚系。其中鲁东、鲁西为钾质或基本上属钾质亚系, 仅个别点属钠质亚系, 而裂谷内虽多数为钾质亚系, 但也有一定数量的钠质亚系 (图 3)。钙碱性系列则以普通型和钾质型为主, 钠质型稀少 (图 4)。

按 IUGS (1989) 推荐, 钙碱性系列火山岩  $K_2O$  含量以高钾和中钾为主, 基本上无低钾。

从多种数值及图解分析可知: 鲁东酸度最高, 多为中酸性、酸性岩类。从北向南酸度逐渐增高; 从东向西酸度、碱度有增高的趋势。CA 多数小于 61,  $\sigma$  介

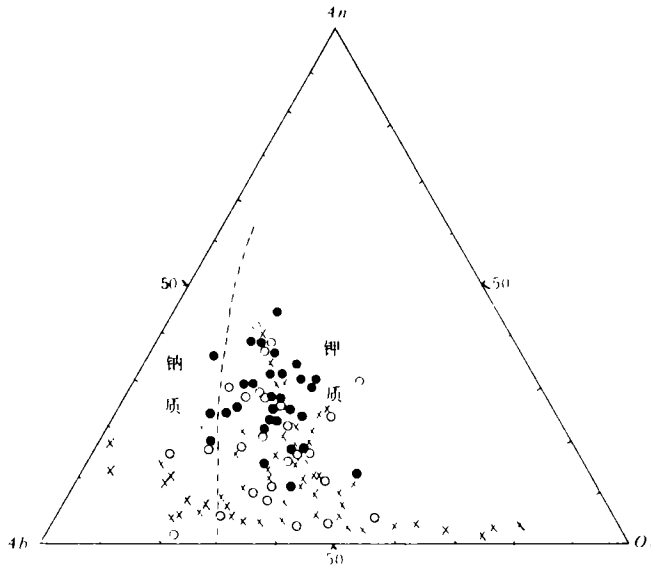


图3 各区碱性系列火山岩的  $Ab' - An - Or$  图  
图例同图 1  
断线为 Irvine (1971) 确定的钠质、钾质亚系界线

于 3.3~1.8 之间, 属钙碱性岩系。  $Na_2O/K_2O$  值多小于 1,  $Na_2O < K_2O$ , 除少数属钠质系列外, 多为钾质系列和高钾质系列。

鲁西酸度低, 属中性、中基性岩类, 以莱芜盆地为中心, 向南、向北其酸度均逐渐降

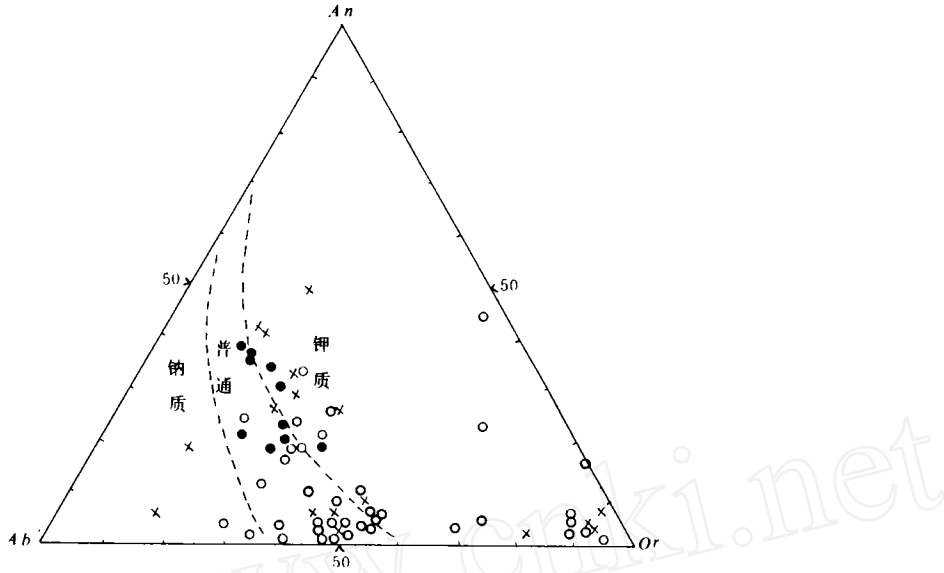


图4 各区钙碱性系列火山岩的 Ab'-An-Or 图  
图例同图1  
断线为 Irvine(1971)确定的钠质、普通、钾质亚系界线

低,碱度则逐渐增高。CA 为 54~59,σ 多数大于 3.3 小于 9,个别地段(平邑)σ 为 9.58。  
Na<sub>2</sub>O/K<sub>2</sub>O 值多数大于 1,Na<sub>2</sub>O>K<sub>2</sub>O。

沂沭裂谷内酸度介于鲁东和鲁西之间,多为中性岩类,少数为酸性岩类。CA 为 49.20~56.50,σ 为 2.38~5.50,多数>3.3,属碱钙性岩。Na<sub>2</sub>O/K<sub>2</sub>O 值东侧<1,Na<sub>2</sub>O<K<sub>2</sub>O,西侧和中央都>1,Na<sub>2</sub>O>K<sub>2</sub>O。

综观全省,下白垩系火山岩的酸度从东向西逐渐降低。即距太平洋板块与欧亚板块俯冲带愈远,酸度愈低,而碱度鲁东为最低,沂沭裂谷为最高,鲁西中等。鲁东 K<sub>2</sub>O>Na<sub>2</sub>O,鲁西多数 Na<sub>2</sub>O>K<sub>2</sub>O。

沂沭裂谷及邻区位于环太平洋的大陆西缘一侧,火山活动受太平洋板块俯冲的影响。但从火山岩酸度、碱度的变化趋势以及岩石组合分析,并不完全符合板块俯冲的岩浆模式。

### 三、稀土元素的地球化学特征

根据已有的几个地区火山岩稀土元素含量(表 2),采用里德球粒陨石值标准化(Masuda. et. al, 1973),其曲线均呈向右陡倾斜,(Ce/Yb)<sub>N</sub> = 4.40~38.29, (La/Yb)<sub>N</sub> = 5.99~42.71,属典型的轻稀土富集型而亏损重稀土的图式。曲线的斜率及曲线的形态基本上平行一致,表明各盆地和各类型岩石的稀土元素配分模式较相似,但(La/Yb)<sub>N</sub>, (Ce/Yb)<sub>N</sub> 值有差别(图 5)。

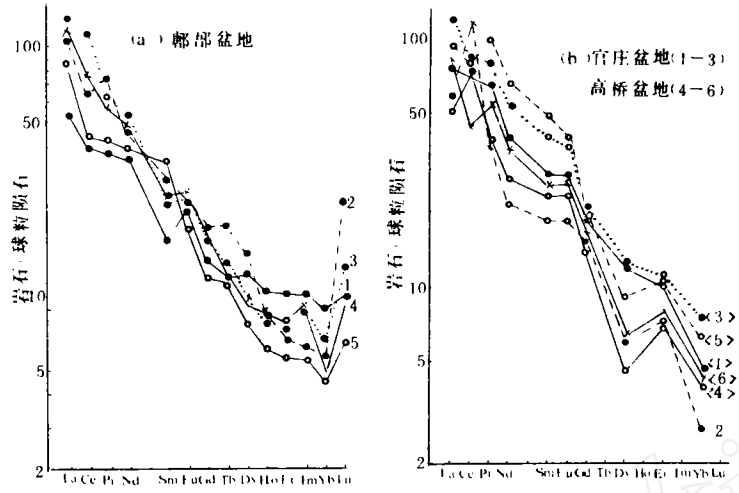
表 2 稀土元素地球化学特征

顺序号	样品号	地区	岩石名称	$\delta\text{Eu}$	$(\text{La}/\text{Yb})_N$	$(\text{Ce}/\text{Yb})_N$	La/Sm	Eu/Sm	$\frac{\Sigma\text{LREE}}{\Sigma\text{HREE}}$
1	GP <sub>2</sub> D <sub>25</sub> X	郯部	橄榄粗安岩	1.46	5.99	4.40	5.26	0.50	5.82
2	P <sub>10</sub> D <sub>66</sub> X	郯部	橄榄玄武粗安岩	0.96	17.89	11.67	5.59	0.29	8.71
3	P <sub>10</sub> D <sub>28</sub> X	郯部	粗面岩	1.24	19.75	17.21	9.06	0.40	14.24
4	P <sub>10</sub> D <sub>26</sub> X	郯部	粗面岩	1.24	24.15	16.16	8.15	0.39	12.15
5	P <sub>18</sub> AD <sub>11</sub> X	郯部	粗面岩	0.79	19.15	9.74	3.95	0.20	10.91
6	H1-16	官庄	粗安岩	1.20	15.37	14.54	4.24	0.38	9.76
7	H131-1	官庄	流纹岩	1.10	20.32	38.29	5.29	0.38	15.86
8	H1-24-1	官庄	英安岩	1.21	15.44	10.76	4.69	0.34	11.25
9	G401	高桥	粗面玄武岩	1.28	12.39	17.99	3.56	0.39	13.33
10	GH-67	高桥	粗面岩	1.17	14.22	12.28	3.07	0.31	13.43
11	G308-1	高桥	流纹岩	1.31	18.90	9.91	5.17	0.40	10.85
12	423	莒南—莒县	玄武粗安岩	0.96	23.65	17.57	8.90	0.27	18.07
13	1521	莒南—莒县	安粗岩	0.78	42.71	27.18	14.96	0.21	29.08
14	502	莒南—莒县	流纹岩	0.31	9.13	5.74	14.83	0.09	11.38
15		邹平	粗安岩	1.20	22.65	18.14	5.95	0.35	13.37
16		邹平	粗安岩	1.03	13.47	9.69	5.49	0.31	9.73
17		邹平	玄武安山岩	0.89	10.89	8.02	4.77	0.28	8.02

稀土元素总含量  $\omega(\Sigma\text{REE})/10^{-6}$  变化范围为 106.17~633.02, 其中五件亚碱性的火山岩  $\omega(\Sigma\text{REE})/10^{-6}$  为 106.17~224.52 较碱性系列 ( $\omega(\Sigma\text{REE})/10^{-6}$  为 130.70~633.02) 变化幅度小, 且含量也偏低。

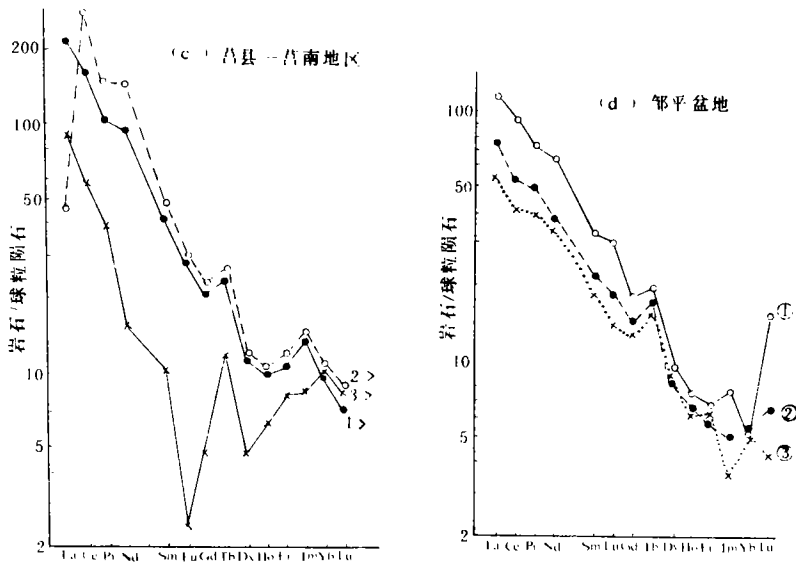
$\Sigma\text{LREE}/\Sigma\text{HREE}$  值反映了轻重稀土的分馏特征。郯部火山岩属碱性系列火山岩, 其中粗面岩较橄榄玄武粗安岩、橄榄粗安岩的值高, 表明轻稀土较重稀土碱性强, 易在岩浆演化的晚期富集。官庄亚碱性流纹岩的  $\Sigma\text{LREE}/\Sigma\text{HREE}$  值较英安岩高, 表明流纹岩更富轻稀土。而亚碱性高于碱性。

$\delta\text{Eu}$  值除郯部的橄榄粗安岩为 1.46, 莒南—莒县的流纹岩为 0.31 外, 其余均介于 0.78~1.28 之间, 其中官庄, 高桥均为正销异常, 莒县—莒南都是负销异常, 而郯部、邹平正负异常都有。



- 1. 橄粗安岩;
- 2. 橄粗玄武粗安岩;
- 3-5. 粗面岩

- 1. 粗安岩; 2. 流纹岩;
- 3. 英安岩; 4. 粗面玄武岩;
- 5. 粗面岩



- 1. 玄武粗安岩; 2. 安粗岩
- 3. 流纹岩

- 1, 2. 粗安岩; 3. 玄武安山岩

图5 球粒陨石标准化的稀土元素分配型式

## 四、结 论

1、沂沭裂谷及邻区中生代火山岩以碱性系列的玄武粗安岩、粗安岩、粗面岩为主,而亚碱性系列以钙碱性的流纹岩、英安岩、安山岩为多,拉斑玄武岩稀少。

2. 碱性系列以钾质亚系列为主,而钠质亚系列较少。钙碱性系列以普通型和钾质型为多。鲁西和鲁东基本上是钾质亚系列,而裂谷内则有一定数量的钠质亚系列。

3. 中生代火山岩稀土元素球粒陨石标准化曲线均呈向右陡倾斜曲线,属典型的轻稀土富集型,而亏损重稀土的图式,其曲线的斜率及其形态基本上平行一致。多数  $\delta\text{Eu} = 0.78 \sim 1.28$ 。

## PETROLOGY AND GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE LOWER CRETACEOUS VOLCANIC ROCKS IN THE YISHU RIFT ZONE AND ADJACENT AREA

Jin Longyu

(*Shandong Provincial Central Laboratory,  
Ministry of Geology and Mineral Resources*)

### Abstract

The early Cretaceous volcanic rocks in the Yishu rift zone and its adjacent area are mainly basaltic trachyandesite, trachyandesite, and trachyte of alkaline series, as well as some rhyolite, dacite and andesite according to the chemical classification of volcanic rocks (Le Maitre, 1989).

The rocks of alkaline series are mainly of potassic sub-series, in particular, those in eastern and western Shandong regions are essentially the potassic sub-series whereas some sodic sub-series rocks are present in the Yishu rift zone.

Their REE distribution patterns show higher LREE content relative to HREE with steep slopes to right and  $\delta\text{Eu}$  values of  $0.78 \sim 1.28$ .