

从原岩建造角度探讨辽河群的形成环境

翟富荣¹, 梁 帅², 郭洪方³

(1. 辽宁省地质矿产研究院, 沈阳 110032; 2. 辽宁省地质矿产调查院, 沈阳 110032;

3. 辽宁省地质勘查院, 辽宁 大连 116100)

摘要: 文章通过对辽河群上百条实测剖面中岩石类型进行了加权平均统计, 得出了辽河群中各种岩石类型的百分含量; 对辽河群中已有的上千组岩石化学数据进行了筛选, 选取具有代表性的 94 组数据, 用以对辽河群原岩建造恢复和形成构造环境的讨论。认为辽河群的原岩建造为巨厚的陆源沉积碎屑岩—内源沉积碳酸盐岩(夹少量火山岩)建造, 具有典型的大陆架沉积特征; 这在威尔逊旋回中属于成年期洋盆(大西洋)阶段所独具的沉积特征, 这个洋盆暂且称之为辽吉古元古洋。

关键词: 辽河群; 古环境; 沉积建造; 陆源碎屑岩; 内源碳酸盐岩; 大陆架型沉积; 辽宁省

中图分类号: P531, P534.3 **文献标识码:** A

0 引言

古元古界辽河群在辽宁省分布面积约占辽宁省总面积五分之一, 含有丰富的矿产, 其形成的构造环境备受人们关注。先后有众多地质工作者对其进行过研究。张秋生^[1]认为辽河群是优地槽、冒地槽环境形成; 陈荣度、杨振升等^[2-5]认为辽河群是裂谷环境形成; 白瑾等^[6]认为是邻近俯冲带的活动大陆边缘环境形成; 而贺高品等^[7]则认为是两个变质地质体在古元古代晚期经构造作用拼贴在一起。

笔者本次通过对辽河群上百条实测剖面中岩石类型进行了加权平均统计, 得到了辽河群中各种岩石类型的化学组成含量; 并对近千组岩石化学数据进行筛选, 选取具有代表性的 94 组岩石化学数据(由于篇幅所限, 仅选取常量元素)用以对辽河群原岩建造恢复, 力图对辽河群形成构造环境进行讨论。

1 辽河群的物质组成

1.1 辽河群岩性组成

辽河群的总(叠置)厚度达 8 000~10 000 m, 其岩性组成特征如表 1 所述。

从表 1 可以看出, 辽河群变质岩主要由片岩、大理岩、变粒岩、千枚岩、浅粒岩和板岩等组成, 这 6 种岩石占 93.2%, 其它岩石仅占 6.8%。

1.2 辽河群岩石化学组成

根据岩石组合中岩石类型的相对含量的多寡、测试单位的资质情况来筛选出的辽河群岩石 94 组常量元素, 含量见表 2 所述。

2 原岩建造与原岩分析

由于辽河群岩石是遭到强烈构造变形作用和角

收稿日期: 2015-09-07; 改回日期: 2016-03-28; 责任编辑: 王传泰

基金项目: 《辽宁省区域地质志》修编项目“辽宁省地质系列图件编制与综合研究”(编号: 基[2008]01-20-01)资助。

作者简介: 翟富荣(1984—), 女, 硕士, 工程师, 主要研究方向为区域变质作用与成矿。通信地址: 辽宁省沈阳市皇姑区北陵大街 29 号北门, 辽宁省地质矿产研究院; 邮政编码: 110032; E-mail: zfr750@163.com

通信作者 梁帅(1986—), 男, 博士, 工程师, 主要从事区域地质矿产调查与研究工作。通信地址: 辽宁省沈阳市皇姑区宁山路 42 号, 辽宁省地质矿产调查院; 邮政编码: 110032; E-mail: ls476476@163.com

表 1 辽河群岩性组成

Table 1 Lithology of Liaohe Group

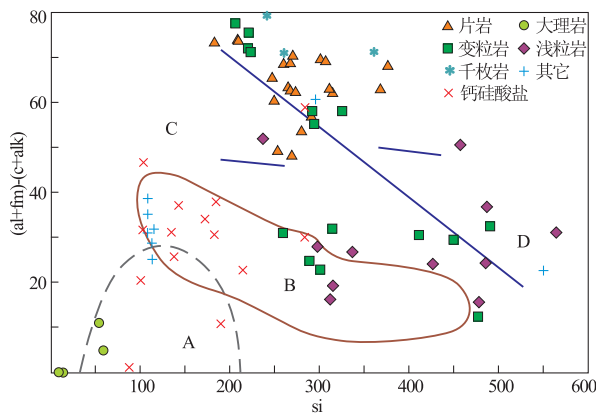
序号	岩石类型	组成比率	序号	岩石类型	组成比率
1	片岩	39.5%	2	大理岩	25%
3	变粒岩	11.8%	4	千枚岩	8.9%
5	浅粒岩	5.4%	6	板岩	2.6%
7	钙硅酸盐岩	2.0%	8	变质火山岩	1.8%
9	石英岩	1.1%	10	斜长角闪岩	0.8%
11	片麻岩	0.6%	12	蛇纹岩	0.2%

闪岩相变质作用的变质岩,其原岩结构和构造很难保留下来,故主要依靠岩石化学方法来恢复原岩。根据表 2 的相关数据,分别作其原岩回复(判断)图解:① A. Symoner (1953) 的 $[(al+fm)-(c+alk)]-si$ 图解(图 1);② 周世泰(1977)的 K—A 图解(图 2);③ B. Moine(1968)的变质沉积岩与火山岩的原岩恢复图解(图 3)。

从图 1 上可以看出,所有片岩、千枚岩及大部分变粒岩、浅粒岩投入在 C、D 两区内,其原岩为厚层泥岩、沙岩;大理岩及部分钙硅酸盐落在 A 区,说明其原岩为钙质沉积物;而 B 区内则包括钙硅酸盐、少量变粒岩、浅粒岩及其它岩石等,说明其原岩为火山岩。

从图 2 上可以看出,所有片岩、千枚岩及大部分变粒岩、浅粒岩投入在 B1 区内,说明其原岩为泥质粉砂岩;部分钙硅酸盐、少量变粒岩、浅粒岩投入 A 区内,说明其原岩为火山岩。

从图 3 上可以看出,所有片岩、千枚岩及大部分变粒岩、浅粒岩投入在 E、F 两区内,其原岩为杂沙岩、亚杂沙岩;少部分钙硅酸盐落在 I 区,其原岩为白云质杂砂;部分其它岩石落在 A、B 区,说明其原

图 1 $si-[(al+fm)-(c+alk)]$ 图解

(据: A. Symoner, 1953)

Fig. 1 $si-[(al+fm)-(c+alk)]$ diagram

A. 钙质沉积物; B. 火山岩; C. 厚层泥岩; D. 砂岩

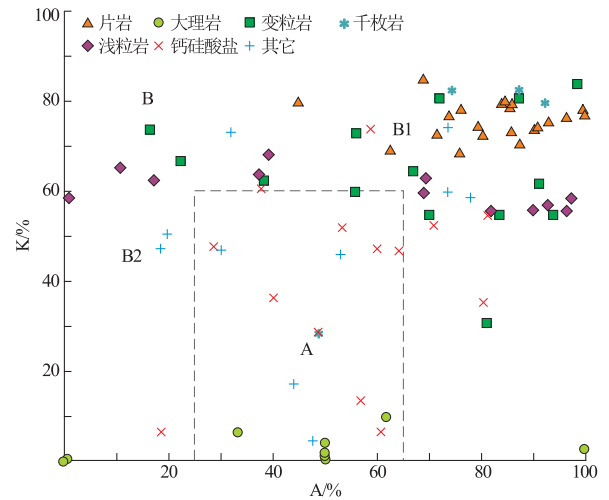


图 2 K—A 图解(仿:周世泰, 1977)

Fig. 2 K—A diagram

A. 火成岩区; B. 沉积岩区;

B1. 泥质粉砂岩亚区; B2. 碳酸盐亚区

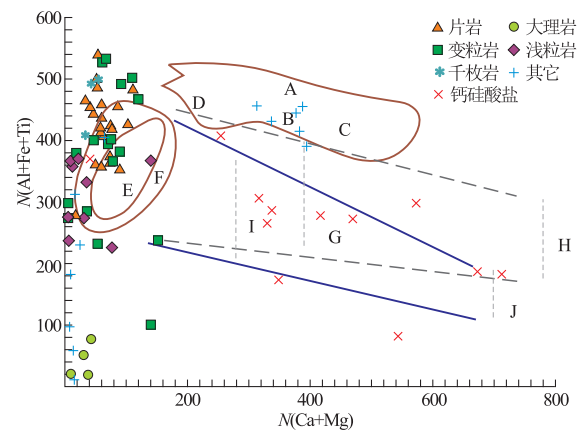


图 3 变质沉积岩与火山岩的原岩恢复图解

(据: B. Moine, 1968)

Fig. 3 Diagram showing reconstruction of metamorphic rock and volcanics

A. 玄武岩类; B. 玄武安山岩; C. 粗玄岩; D. 细碧岩;

E. 杂砂岩(75%); F. 亚杂砂岩(25%);

G. 变质的白云质杂砂岩(CO₂ 渐出);

H. CaO+MgO; I. 白云质杂砂岩; J. 白云岩

岩为玄武岩类、玄武安山岩类。

综合图 1—图 3 来看,辽河群的原岩建造,为陆源沉积碎屑岩—内源沉积碳酸盐建造,其中夹少量火山岩。

3 辽河群形成环境讨论

如上所述表明,辽河群的原岩建造为巨厚的陆源

表2 辽河群岩石常量元素含量

Table 2 Major element contents of Liaohe Group

序号	样号	岩石类型	岩石名称	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	LOI	总量
1	YQP _{X-11} ^①	片岩	黑云片岩	63.3	0.6	15.4	5.1	3.3	0.06	2.37	0.08	0.8	5.61	0.03	3.46	100.11
2	P _{I-5} ^①	片岩	黑云片岩	62.15	0.63	14.93	4.24	1.5	0.05	2.76	0.35	0.15	4.14	0.08	4.06	95.04
3	P _{I-78-1} ^①	片岩	黑云片岩	63.54	0.76	17.87	4.91	1.74	0.09	1.14	1	1.63	4.1	0.06	3.34	100.18
4	YQ _{I-11} ^①	片岩	十字石榴黑云片岩	58.52	0.74	16.08	4.93	6.87	0.09	3.58	1.26	1.6	1.3	0.09	3.39	98.45
5	P _{XXI-20} ^①	片岩	石榴斜绿泥二云片岩	61.76	0.57	19.22	0.98	2.15	0.05	3.71	0.6	0.65	3.68	0.06	5.98	99.41
6	P _{X-22} ^①	片岩	石榴斜绿泥二云片岩	62.47	0.52	18.28	1.04	5.65	0.1	2.2	0.26	0.02	4.9	0.09	4.18	99.71
7	P _{XXI-14} ^①	片岩	矽线二云片岩	66.11	0.56	16.67	3.33	2.87	0.17	2.24	0.26	0.01	4.75	0.06	3.05	100.08
8	P _{X-157} ^①	片岩	石榴十字二云片岩	61.14	0.54	19.62	3.32	4.76	0.11	1.57	0.82	1.14	3.63	0.34	3	99.99
9	P _{X-62} ^①	片岩	石榴蓝晶二云片岩	52.9	0.96	27.17	2.52	5.94	0.14	1.41	0.76	1.29	2.87	0.09	3.99	100.04
10	Q ₂ ^①	片岩	二云片岩	57.13	0.9	18.22	6.04	6.71	0.16	1.82	0.63	0.6	3.62	0.15	3.74	99.72
11	Q ₅ ^①	片岩	石榴二云片岩	62.15	0.58	17.05	4.87	1.43	0.06	2.78	0.42	0.55	5.2	0.12	4.06	99.27
12	Q ₈ ^①	片岩	二云片岩	61.65	0.55	18.17	6.09	1.03	0	1.36	0.35	1.95	6.15	0.1	2.61	100.01
13	P ₂₄₋₅₃ ^①	片岩	十字石榴二云片岩	69.62	0.4	15.13	2.63	1.58	0.05	2.11	0.48	1.08	3.06	0.1	3.64	99.88
14	P ₂₃₋₂₅ ^①	片岩	十字石榴二云片岩	65.4	0.28	14.39	4	2.05	0.06	2.39	0.79	0.65	3.88	0.1	3.24	97.23
15	P ₂₃₋₇₀ ^①	片岩	十字二云片岩	62.96	0.5	17.59	5.25	1.29	0.07	2.16	0.4	0.54	5.3	0.08	3.67	99.81
16	P ₂₄₋₅₄ ^①	片岩	碳质十字二云片岩	67.52	0.36	13.91	1.14	4.52	0.06	3.19	0.63	0.94	3.82	0.05	4.06	100.2
17	P ₂₅₋₈₃ ^①	片岩	十字矽线二云片岩	62.8	0.6	20.63	3.32	0.7	0.06	1.08	0.4	0.45	6	0.08	4	100.12
18	P ₂₇₋₈ ^①	片岩	十字二云片岩	68.58	0.4	14.62	4.78	0.46	0.08	1.76	0.4	0.52	3.13	0.05	5.01	99.79
19	P ₂₆₋₁₇ ^①	片岩	矽线二云片岩	62.54	0.4	18.53	3.67	2.87	0.05	2.68	1.19	1.08	4.14	0.18	2.8	100.13
20	P ₂₃₋₂₄ ^①	片岩	十字石榴二云片岩	61.76	0.52	19.61	5.2	2.15	0.02	1.82	0.48	0.74	3.9	0.08	3.85	100.13
21	QP ₂₆ S ₁₅ ^⑥	片岩	十字石二云片岩	63.98	0.95	16.56	1.33	4.6	0.08	2.01	1.55	2.22	3.7	0.11	2.22	99.31
22	QP ₂₆ S ₁₀ ^⑥	变粒岩	黑云石英变粒岩	79.32	0.19	3.86	0.25	1.54	0.034	0.15	7.71	0.18	0.77	0.04	6.05	100.09
23	QP ₂₃ XT ₅ ^⑥	变粒岩	含墨绢云石英变粒岩	72.52	0.5	12.86	1.75	0.36	0.065	0.8	0.82	0.65	6.51	0.15	3.07	100.06
24	QP ₂₃ XT ₈ ^⑥	变粒岩	含墨绢云斜长石英变粒岩	74.6	0.4	11.05	0.6	0.18	0.018	1.11	1.5	1.25	6.4	0.43	2.64	100.18
25	QP ₂₃ XT ₁₂ ^⑥	变粒岩	黄铁绢云石英变粒岩	68.46	0.35	10.96	0.93	0.43	0.012	4.61	2.28	2.04	4.73	0.27	4.9	99.972
26	BP ₁₀ S ₂ ^②	变粒岩	黑云二长变粒岩	65.24	0.58	16.98	0.93	3.09	0.02	2.15	1.11	5.5	3.4	0.19	0.9	100.09
27	BP ₁ S ₁₀ ^②	变粒岩	黑云二长变粒岩	66.4	0.61	16.02	3.2	1.2	0.01	0.46	0.48	4.53	5.7	0.16	1.3	100.07
28	BP ₁ S ₁₃ ^②	变粒岩	黑云二长变粒岩	65.58	0.61	15.15	6.16	1.29	0.03	1.83	0.16	4.39	0.86	0.13	3.94	100.13
29	P _{II-76-1} ^①	变粒岩	黑云二长变粒岩	67.18	0.26	17.96	1.58	2.09	0.09	0.61	3.43	4.37	1.25	0.07	1	99.89
30	YQ ₅ ^①	变粒岩	黑云二长变粒岩	73.88	0.24	11.88	2.77	0.55	0.01	0.3	0.63	1.95	3.95	0.07	3.03	99.26
31	P ₂₄₋₆₆ ^①	变粒岩	黑云二长变粒岩	65.84	0.5	15.03	3.56	2.71	0.06	2.68	1.27	1.9	2.414	0.08	3.37	99.414
32	YQ ₇ ^①	变粒岩	电气微斜变粒岩	71.96	0.22	11.09	4.94	1.11	0.01	0.15	0.28	0.55	8.2	0.88	0.49	99.88
33	P ₂₆₋₃₈ ^①	变粒岩	电气微斜变粒岩	67.12	0.56	15.27	4.29	0.36	0.02	2.48	0.87	0.49	4.59	0.15	1.41	97.61
34	P ₂₃₋₃₉ ^①	变粒岩	十字石榴二云微斜变粒岩	58.98	0.5	20.75	4.27	4.66	0.07	2.39	0.48	0.74	4	0.15	3.02	100.01
35	P ₂₃₋₄₆ ^①	变粒岩	十字石榴二云微斜变粒岩	59.32	0.56	20.42	3.63	5.38	0.08	2.28	0.4	0.71	4.27	0.1	3	100.15
36	PTO ₉₋₁ ^①	变粒岩	十字石榴二云微斜变粒岩	58.28	0.76	17.21	2.76	8.6	0.13	3.82	0.9	0.42	2.83	0.18	4.09	99.98
37	P _{X-III-33} ^①	变粒岩	石榴黑云微斜变粒岩	59.84	0.6	17.25	2.72	8	0.12	3.15	0.78	0.95	2.45	0.05	4.1	100.01
38	P _{X-III-33} ^①	变粒岩	十字石榴黑云微斜变粒岩	61.96	0.67	15.56	1.89	9.39	0.13	4.09	1.1	0.03	1.87	0.03	3.03	99.75
39	AnS ₁₁₆₀₋₁ ^④	千枚岩	绢云绿泥千枚岩	67.66	0.55	16.94	2.47	2.77	0.05	1.27	0.15	0.9	2.6	0.05	3.1	98.51
40	AnS ₁₁₄₅₋₂ ^④	千枚岩	绿泥千枚岩	59.02	1.42	16.57	6.68	5.03	0.04	1.97	0.37	0.4	2.75	0.18	3.5	97.93
41	AnP ₂₅ S ₃ ^④	千枚岩	绿泥绢云千枚岩	60.62	0.98	19.14	3.32	4.45	0.04	1.62	0.3	0.36	4.26	0.05	2.8	97.94
42	P _{II-4} ^①	浅粒岩	电气二长浅粒岩	64.69	0.65	14.23	5.06	1.2	0.02	5.04	0.92	2.33	5.2	0.12	0.61	100.07
43	P _{X-III-90} ^①	浅粒岩	斜长浅粒岩	75.95	0.44	14.62	0.02	0.39	0.09	0.48	0.39	3.98	2.58	0.09	0.43	99.46
44	YQ ₄₀ ^①	浅粒岩	钠长浅粒岩	75.78	0.42	13.7	0.5	0.13	0	0.5	0.35	9.25	0.08	0.19	0.06	100.96
45	YKP ₆ S ₄ ^①	浅粒岩	电气钠长浅粒岩	73.23	0.31	12.91	1.24	0.36	0	1.21	0.15	6.07	0.73	0.11	0.78	97.1
46	YKP ₆ S ₁₁ ^①	浅粒岩	电气二长浅粒岩	65.51	0.03	15.6	4.15	1.05	0	0.62	0.46	3.13	6.93	0.01	1.2	98.69
47	YKP ₆ S ₁₂ ^①	浅粒岩	含磁铁电气微斜浅粒岩	66.55	0.51	15.58	2.62	1.18	0.1	0.11	0.54	2.16	9.83	0.13	0.67	99.98
48	BP ₁ S ₂₈ ^①	浅粒岩	磁铁微斜浅粒岩	66.26	0.48	15.58	3.22	1.08	0.02	0.03	0.44	1.21	10.76	0.15	0.7	99.93
49	BP ₁ S ₃₁ ^①	浅粒岩	微斜浅粒岩	73.86	0.46	12.45	1.02	0.97	0.03	0	0.24	0.32	9.32	0.07	0.67	99.41
50	BP ₁ S ₃₂ ^①	浅粒岩	磁铁微斜浅粒岩	75	0.42	10.4	4.06	1.09	0.03	0.29	0.16	0.21	7.02	0.1	1.2	99.98
51	YKP ₅ S ₁₄ ^①	浅粒岩	含黑云二长浅粒岩	76.58	0.38	8.51	2.9	1.36	0.01	2.86	0.34	2.8	1.67	0.11	2.38	99.9
52	YKP ₅ S ₁₇ ^①	浅粒岩	电气微斜浅粒岩	68.74	0.52	13.44	4.06	0.73	0.01	0.89	0.8	6	1.25	0.14	1.02	97.6
53	YKP ₅ S ₂₀ ^①	浅粒岩	含电气微斜浅粒岩	77.36	0.28	9.38	3.71	0.44	0.01	0.21	0.05	0.5	6.53	0.12	0.55	99.14
54	GP ₆ T ₄₋₃ ^③	板岩	碳质绢云板岩	47.3	0.2	3.9	1.6	0	0.048	16	23.4	0.89	1.18	0.08	3.6	98.198
55	AnS ₁₁₅₆ ^④	板岩	碳质板岩	64.46	0.57	16.97	3.62	1.76	0.07	2.54	0	2.48	3.55	0.15	2.7	98.87
56	PP ₁₈ S ₂₇ ^⑤	钙硅酸盐	二长透闪石岩	66.14	0.29	7.08	1.47	1.04	0.051	8.53	7.82	0.99	4.07	0.16	2.5	100.14
57	PP ₁₈ S ₃₃ ^⑤	钙硅酸盐	透辉透闪石岩	61.54	0.6	12.16	1.09	2.01	0.08	8.9	6.64	1.28	3.14	0.1	1.83	99.37
58	PP ₁₈ S ₁₄ ^⑤	钙硅酸盐	阳起石岩	50.9	0.36	7.1	1.37	9.99	0.21	14.91	11.43	0.58	0.39	0.11	2.1	99.45
59	PP ₁₈ S ₂ ^⑤	钙硅酸盐	含石墨透辉透闪石岩	48.22	0.44	7.18	0.84	2.26	0.092	14.77	17.24	0.4	0.39	0.13	7.61	99.572
60	PP ₁₈ S ₃ ^⑤	钙硅酸盐	透辉透闪石岩	52.42	0.29	6.55	0.75	2.95	0.1	17.76	15.28	0.58	0.54	0.19	2.43	99.84
61	PP ₁₈ S ₇ ^⑤	钙硅酸盐	含石墨方解石透闪石岩	29.92	0.1	2.05	0.85	0.65	0.09	14.2	27.92	0.22	0.34	0.07	23.49	99.9

续表 2

序号	样号	岩石类型	岩石名称	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	LOI	总量
62	YQ ₉ ^②	钙硅酸盐	透闪变粒岩	66.29	0.55	14.7	4.91	1	0.01	1.36	0.42	5.7	3.45	0.84	0.53	99.76
63	P ₂₄₋₂₆ ^②	钙硅酸盐	透闪黠帘变粒岩	59.26	0.28	16.23	4.55	2.05	0.15	1.66	12.1	0.26	1.14	0.05	2.35	100.08
64	BP ₁ S ₁₆ ^②	钙硅酸盐	石墨二长透闪岩	54.92	0.54	11.37	0.6	2.98	0.12	11.24	7.8	1.79	3.23	0.12	4.61	99.32
65	BP ₁ S ₁₈ ^②	钙硅酸盐	含石墨二长透闪岩	59.62	0.57	13.28	0.63	2.34	0.05	8.67	5.81	3.03	3.45	0.07	2.68	100.2
66	S ₁₁₁₀₋₆ ^②	钙硅酸盐	黠帘斜长透闪石岩	54.02	0.42	0.954	0.8	3.66	0.08	13.73	11.42	2.1	0.48	0.11	4.23	92.004
67	BP ₁ S ₈ ^②	钙硅酸盐	石墨二长透闪岩	54.88	0.42	12.61	0.8	0.8	0.02	12.1	9.51	3.1	1.25	0.1	3.66	99.25
68	YKP ₅ S ₇ ^②	钙硅酸盐	含电气斜长透闪透辉岩	59.41	0.52	10.57	1.22	2.63	0.05	8.01	7.34	1.77	2.67	0.03	4.6	98.82
69	PP ₃₂ S ₁ ^⑤	石英岩	石英岩	97	0	0.051	0.43	0.29	0.18	0.017	0.92	0.11	0.1	0.05	0.15	99.298
70	QP ₅₄ S ₁ ^⑥	石英岩	含电气绢云石英岩	90.8	0	0.31	3.74	0.45	0.65	0.025	0.74	0.43	0.34	1.66	0.074	99.219
71	PP ₃₅ S ₅ ^⑤	方解大理岩	方解大理岩	21.22	0	1.89	0.64	0	0	16.54	28.02	0	0	0	30.06	98.37
72	PP ₃₄ S ₁₂ ^⑤	方解大理岩	方解大理岩	13.46	0.11	3.68	2.03	0.61	0.36	11.56	32.31	0.69	1.11	0.062	33.51	99.492
73	PP ₃₄ S ₁₄ ^⑤	方解大理岩	方解大理岩	9.43	0	1.22	1.41	0	0	5.47	44.63	0	0	0	35.94	98.1
74	YQ ₄ ^①	大理岩	方解大理岩	8.26	0	0.05	1.13	0.36	0.25	0.01	0.66	48.39	0.3	0.15	0.08	59.64
75	P ₂₆₋₂₁ ^①	大理岩	方解大理岩	6.78	0	0.1	4.24	1.68	0.25	0.02	2.45	46.74	0.26	0.09	0.05	62.66
76	YQ ₁₅ ^①	大理岩	方解大理岩	9.53	0	0.08	3.09	0.77	0.32	0.02	1.77	46.19	0.18	0.62	0.02	62.59
77	BP ₁₂ T ₂ ^①	大理岩	含墨方解大理岩	8.86	0	0	0.91	0.57	0	0	2.1	48.58	0	0	0	61.02
78	PP ₁₈ S ₁₅ ^⑤	白云大理岩	白云石大理岩	3.83	0	0.58	0.3	0	0	20.27	30.09	0	0	0	43.6	98.67
79	PP ₁₈ S ₁₈ ^⑤	白云大理岩	白云石大理岩	7.48	0	1.2	0.36	0	0	19.56	28.11	0	0	0	41.3	98.01
80	PP ₁₈ S ₂₃ ^⑤	白云大理岩	白云石大理岩	4.54	0	0.65	0.42	0	0	20.69	29.35	0	0	0	43.4	99.05
81	PP ₁₈ S ₃₈ ^⑤	白云大理岩	白云石大理岩	2.82	0	0.36	0.25	0	0	21.04	29.93	0	0	0	44.5	98.9
82	PP ₃₅ S ₁₇ ^⑤	白云大理岩	白云石大理岩	27.69	0	0.15	0.12	0	0	19.23	21.54	0	0	0	30.25	98.98
83	PP ₃₆ S ₁₃ ^⑤	白云大理岩	白云石大理岩	30.16	0	0.13	0.1	0	0	18.06	22.9	0	0	0	27.9	99.25
84	YQ ₁₂ S ₁ ^②	变质砂岩	变质长石石英砂岩	78	0.25	10.65	0.49	0.99	0.03	0.8	0.32	1.6	5.64	0.09	0.87	99.73
85	YKP ₅ S ₉ ^②	变质砂岩	变质长石砂岩	72.33	0.33	13.83	2.35	0.64	0.01	0.35	0.43	0.13	4.08	0.09	3.75	98.32
86	BP ₁₂₋₁ S ₉ ^②	变质砂岩	变质长石石英砂岩	91.08	0.07	4.39	0.29	0.5	0	0.03	0.44	0.66	1.84	0.04	0.48	99.82
87	BP ₁₂₋₁ S ₂₅ ^②	变质砂岩	变质长石石英砂岩	84.9	0.19	8.11	1.02	0.72	0.02	0.38	0.04	2	0.94	0.02	0.96	99.3
88	BP ₁₂₋₁ S ₁₃ ^②	变质砂岩	变质石英砂岩	65.18	0.52	16.28	0.36	5.28	0.06	2.25	0.6	1.34	3.74	0.12	3.99	99.72
89	42037-2 ^⑤	斜长角闪岩	斜长角闪岩	48	1.04	13.41	4.62	8	0.22	7.36	10.9	2.95	1.26	0.06	2.1	99.92
90	GS ₉₈ ^⑤	斜长角闪岩	斜长角闪岩	48.7	1.5	12.7	5.23	8.75	0.2	5.94	9.3	3.89	0.88	0.14	0.81	98.04
91	QP ₂₆ S ₉ ^⑥	变质辉绿岩	变质辉绿岩	47.2	1.64	12.84	2.16	6.61	0.15	9.94	8.31	3.13	3.52	1.53	2.32	99.35
92	SD ₁ ^⑥	变质辉绿岩	变质辉绿岩	47.94	2.04	14.98	2.92	5.42	0.17	7.24	8.91	5.28	1.78	0.47	2.82	99.97
93	SD ₁₋₁ ^⑥	变质辉长岩	变质辉长岩	48.74	1.85	14.63	2.03	5.78	0.16	8.48	9.69	4.18	1.36	0.48	2.41	99.79
94	PP ₁₈ S ₁ ^⑤	变质辉长岩	变质辉长岩	47.96	1.32	13.49	2.37	10.35	0.19	8.27	10.29	2.34	0.57	0.1	2.51	99.76

量单位:wtB/%;测试单位:吉林大学地球科学学院实验室(①辽宁省1:5万虎庄等5幅区域地质调查),辽宁省地质勘察院实验室(②辽宁省1:5万榜式堡等4幅区域地质调查,③辽宁省1:5万大孤山等4幅区域地质调查,④辽宁省1:5万小屯等4幅区域地质调查,⑤辽宁省1:5万平顶山等4幅区域地质调查,⑥辽宁省1:5万桥头镇等4幅区域地质调查)

表 3 威尔逊旋回各个阶段的特征

Table 3 Characteristics of vrious stages of the Wilson cycle

阶段	实例	主导作用	特征形态	典型火成岩	典型沉积	变质作用
I 胚胎期	东非裂谷	抬升	裂谷	拉斑玄武岩溢流、碱性玄武岩中心	少量沉积作用	可忽略
II 幼年期	红海、拉丁湾	扩张	狭长海盆(由平行的两岸及中央凹陷)	拉斑玄武岩溢流、碱性玄武岩中心	陆架与海盆沉积,可能由蒸发岩	可忽略
III 成年期	大西洋	扩张	有活动中脊的洋盆	拉斑玄武岩溢流、碱性玄武岩中心,但活动集中于大洋中央	丰富的陆架沉积	少量
V 衰退期	太平洋	收缩	边缘环绕岛弧及毗邻海沟	边缘的安山岩及花岗岩闪长岩	大量源于岛弧的沉积物(优地槽)	局部广泛
VI 终了期	地中海	收缩并抬升	残余海盆	边缘的火成岩及花岗岩闪长岩	大量源于岛弧的沉积物(优地槽),可能有蒸发岩	局部广泛
VII 遗迹期	喜马拉雅山	收缩并抬升	年轻山系	少量	红层	广泛

资料来源:地球科学大辞典,885 页.

沉积碎屑岩—内源沉积碳酸盐岩(夹少量火山岩)建造。从威尔逊旋回表(表 3)中可以看出,为典型的大陆架沉积^[8]。这是成年期洋盆(大西洋阶段)所独具的沉积特征。再看其中的火山岩,所形成的变质岩主要为变粒岩和浅粒岩,它们的 TiO₂ 含量为 $w(TiO_2)=0.19\% \sim 0.61\%$, $w(FeO^*)/w(MgO)$ 值为 $2.64 \sim 143.33$, 反映 TiO₂ 含量偏低,而 $w(FeO^*)/w(MgO)$ 值偏高(格拉席,1974)^[9],符合岛

弧型火山岩地球化学特征(衰退洋盆特征)。从辽河群的原岩建造来看,它不仅经历了大西洋阶段,还经历了太平洋阶段。胡国巍^[10]从构造演化的角度研究辽河群的形成环境,与本文得出了相似的结论。辽河群还具有饱和型变质作用,可以推断,最后辽河群发展到了喜马拉雅阶段。

古元古代末期,辽吉古元古洋闭合。在闭合挤压造山作用下,辽河群发生了强烈的变形作用和绿片岩相到角闪岩相的变质作用。

参考文献:

- [1] 张秋生,等. 辽东半岛早期地壳与矿床[M]. 北京:地质出版社,1988.
- [2] 陈荣度. 一个早元古代裂谷盆地—辽东裂谷[J]. 辽宁地质, 1984(2): 125-133.
- [3] 杨振升. 韧性变形带与太古宙杂岩[J]. 长春地质学院学报, 1985(2): 1-11.
- [4] 李三忠,刘永江,杨振升,等. 辽河群变质泥质岩中变质重结晶作用及变形之间的作用[J]. 岩石学报, 1998(3): 351-365.
- [5] 李三忠,韩宗珠,刘永江,等. 辽河区域变质特征及其大陆动力学意义[J]. 地质论评, 2001, 47(1): 9-18.
- [6] 白瑾. 华北陆台北缘前寒武纪地质及铅锌成矿作用[M]. 北京:地质出版社,1993.
- [7] 贺高品,叶慧文. 辽东—吉南地区早元古代两种类型变质作用及其构造意义[J]. 岩石学报, 1998, 14(2): 152-162.
- [8] P. J. 威利. 动力地球学[M]. 北京:地质出版社,1978.
- [9] 王仁民,贺高品,陈珍珍,等. 变质岩原岩图解判别法[M]. 北京:地质出版社,1987.
- [10] 胡国巍. 辽河群早期变形成因机制及古构造环境分析[J]. 天津地质矿产研究所所刊, 1995, 29: 111-119.

The original formation-based discussion on Liaohe Group's environment

ZHAI Furong¹, LIANG Shuai², GUO Hongfang³

(1. Geological Research Institute of Liaoning Province, Shenyang 110000, China;

2. Geological Survey Institute of Liaoning Province, Shenyang 110000, China;

3. Geological Exploration Institute of Liaoning Province, Dalian 116000, Liaoning, China)

Abstract: In this paper, the author make a weighted average statistics of the rock types in about one hundred sections through Liaohe Group obtaining the percentage of each rock type. 94 representatives are screened out from about one thousand petro-geochemical data sets to reconstruct the original formation and discuss the tectonic environment of sedimentation. The data show that original Liaohe Group is a thick terrigenous clastic sedimentary rock-intrabasin sedimentary carbonate rock (interclated with a little volcanic rock) sequence characterized by typical continental shelf sedimentation and adult ocean basin (the Atlantic) sedimentary stage of Wilson cycle. The ocean basin of Liaohe group is called here Liaoji Paleoproterozoic Ocean.

Key Words: Liaoning Group; palae-environment; sedimentary formation; terrigenous clastic rocks; intra-basin precipitated carbonate rocks; continental shelf sedimentation; Liaoning province