

文章编号: 1004 — 5589 (2006) 03 — 0213 — 09

辽北清原地体上的一个新的特殊岩石地层单位 —芦家堡子岩组

陈跃军¹, 孙春林¹, 刘跃文², 孙罡², 王秀萍²

(1. 吉林大学 古生物学与地层学研究中心, 吉林 长春 130026;

2. 吉林省区域地质矿产调查所, 吉林 长春 130022)

摘要: 辽宁北部清河镇—吉林南部山城镇一带的一套变质地层最早被称为古元古代辽北“辽河群”, 后来又称为早古生代清河镇群、太古宙沙河岩群+寒武纪开原岩群、中-新元古代开原岩群等。最新研究证明, 这是一套不同大地构造单元内的、不同时代、不同属性的地质体的拼合物。以清河断裂为界, 北部属于陆缘活动带, 可划分为新元古代西保安岩组、寒武纪佟家屯岩组和晚二叠世尖山子火山岩; 南部为华北板块辽北清原地体, 除太古代 TTG 岩系和少量的表壳岩外, 还有一套变质石英砂岩-大理岩-变质火山岩为主的地层, 即一个新的特殊岩石地层单位。本文作者提出新命名为古元古代芦家堡子岩组。

关键词: 芦家堡子岩组; 古元古代; 清原—开原; 辽北

中图分类号: P534.3

文献标识码: A

Lujiapuzi Formation-complex—a new special lithostratigraphic unit in Qingyuan terrain from northern Liaoning Province

CHEN Yue-jun¹, SUN Chun-lin¹, LIU Yue-wen², SUN Gang², WANG Xiu-ping²

1. *Research Center of Palaeontology & Stratigraphy, Jilin University, Changchun 130026, Jilin, China;*

2. *Regional Survey of Geology & Mineral Resources, Jilin Province, Changchun 130022, Jilin, China*

Abstract: A metamorphic rocks series from Qinghe Town in northern Liaoning Province to Shancheng Town of southern Jilin Province was first called Early Palaeozoic “Liaohe Group” from northern Liaoning. After that, it was regarded as Early Palaeozoic Qinghezhen Group, Archaean Shahe Group-complex, Cambrian Kaiyuan Group-complex, and Mid-Late Proterozoic Kaiyuan Group-complex, etc. The up to date study testifies that it is a mixed object with different structural units and ages. By the Qinghe fault zone as boundary, the north part belongs to epicontinental active zone of Northern China Platform composed of Late Proterozoic Xibaoan Formation-complex, Cambrian Tongjiatun Formation-complex and Late Permian Jianshanzi volcanic rocks; while the south part is the Qingyuan terrain consisting of the Archaean TTG, a few of crustal rocks, and a suit of metamorphic rocks composed of metamorphic silicarenites, marbles and green-schists. The latter unit is as a special lithostratigraphic unit—which is proposed to name as Early Proterozoic Lujiapuzi Formation-complex by the authors.

收稿日期: 2005-07-08; 改回日期: 2006-06-27

基金项目: 中国地质调查局 1:25 万辽源市幅项目 (200113000047)

Key words: Lujiapuzi Formation-complex; Early Proterozoic; Qingyuan-Kaiyuan; northern Liaoning Province

0 引言

辽宁北部清河镇—吉林南部山城镇一带地处华北板块与兴蒙造山带的结合部位^[1,2]。因发育辽北“辽河群”^①或“清河镇群”^[3-19]或“开原岩群”^{②[20,21]}而被地学工作者瞩目。根据“清河镇群”(或“开原岩群”)年代地层学研究新进展^③,即在上肥地剖面原划入北大沟组、吴家堡子组,尖山子水库大坝原划入北大沟组等地层中获得的岩浆结晶锆石(SHRIMP)年龄($2\ 497 \pm 27$) Ma、($2\ 522 \pm 17$) Ma, (250 ± 5) Ma;在“白砬子组”(或“照北山岩组”)建组剖面东杨木林子的该组大理岩(结晶灰岩)中获得震旦纪微古植物化石—*Stictosphaeridium tortutosum*, *Synsphaeridium* sp., *Hystrisphaeridium* sp.等,结合前人研究成果和区域地质构造特征,提出清河断裂为华北板块(清原地块)与北部陆缘活动带(兴蒙或吉黑造山带)的界线,前人划分的“辽河群”或“清河镇群”或“开原岩群”是分布在不同大地构造单元内的、不同属性的地质体的拼合物。并重新划分为清河断裂带南华北板块内的新太古代英云闪长岩和古元古代芦家堡子岩组;清河断裂带北华北板块北部陆缘活动带的构造岩石地层—新元古代(震旦纪)西保安岩组、早寒武世佟家屯岩组和晚二叠世尖山子火山岩。

本文仅介绍芦家堡子岩组属性特征(图1)。

1 研究沿革

辽北“辽河群”划分沿革详见表1。

需要说明的是,辽宁省地质局^④将分布在王小堡一带的大理岩置于太古代壳岩,而将分布在上肥地、八家子前屯、芦家堡子一带的大理岩、石英岩等置于辽北“辽河群”大石桥组。阎鄂^⑤将分布在曾顶子的石英岩、大理岩置于晚太古代红透山组的第三段—沉积岩段。

2 地层特征

清河断裂以南(辽北清原地体)变质石英砂岩—大理岩—变质火山岩主要分布在上肥地、八家子

前屯、曾顶子和王小堡等地。其岩石已经遭受后期不同程度和期次的构造作用、变质作用等改造,原始地层的顺序受到严重破坏,难以用正常岩石地层的分类方法对其进行划分与对比,属于特殊岩石地层单位^[22]。依据最新研究进展^⑥这套地层属性已经不适应前人所划分的任何岩石地层单位名称,是一套新的特殊岩石地层单位。由于其在芦家堡子剖面露头连续,故将其命名为芦家堡子岩组。并指定该剖面为建组剖面,其余为参考剖面。

(1) 芦家堡子剖面:

剖面特征描述如下。

位于抚顺市红土庙乡芦家堡子村北约1 km处(GPS:起点 $42^{\circ}20'30''$, $124^{\circ}35'21''$;终点 $42^{\circ}19'11''$; $124^{\circ}34'54''$),似厚度为919.05 m(图2)。

石英闪长岩

—————侵入—————

21. 灰黄色条带状透辉透闪变粒岩	98.57 m
20. 灰白色片理化纯石英岩	23.12 m
19. 灰黄色片理化含榴黑云变粒岩	18.08 m
18. 灰白色纯石英岩	4.68 m
17. 灰白色透辉变粒岩	50.66 m
16. 灰白色片理化透闪大理岩	70.05 m
15. 灰白色透辉透闪石英岩	103.96 m
14. 灰白色纯石英岩	56.48 m
13. 灰白色透辉透闪石英岩	7.07 m
12. 灰白色条带状透闪透辉石英岩	75.59 m
11. 灰白色透闪透辉变粒岩	81.19 m
10. 灰白色纯石英岩	44.44 m

① 辽宁省地质局. 1:20万开原幅地质图及地质图说明书. 沈阳:辽宁省地质局资料室, 1976.

② 张万和. 1:5万聂家沟幅、貂皮屯幅区域地质调查报告. 铁岭:辽宁省地质局第十地质队, 1993.

③ 陈跃军. 1:25万辽原市幅区域地质调查报告. 长春:吉林省地质局区域地质调查所, 2003.

④ 辽宁省地质局. 1:20万开原幅地质图及地质图说明书. 沈阳:辽宁省地质局资料室, 1976.

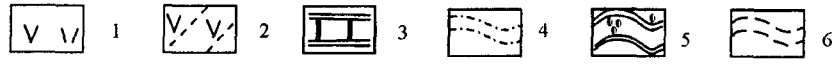
⑤ 阎鄂. 北三家子—英额门地区1:5万区域地质矿产调查报告. 沈阳:辽宁省地质局资料室, 1983.

⑥ 陈跃军. 1:25万辽原市幅区域地质调查报告. 长春:吉林省地质局区域地质调查所, 2003.

表 1 辽北“辽河群”划分沿革简表

Table 1 Historical division of "Liaohe Group" in northern Liaoning Province

岩性柱	辽宁省区域地层表 1976		王东方等 1988	唐克东等 1989	张万和等 1993		邹彦清等 1999		杨森		本文								
									1994	1999	辽北地体	陆缘活动带							
	高家峪组		北大沟组	新 太 古 代 绿 岩	寒 武 纪 开 原 岩 群	佟家屯岩组	寒 武 纪	佟家屯岩组	新 中 元 古 代 辽 北 辽 河 群	寒 武 纪 新 元 古 代 辽 北 辽 河 群	蛇 绿 混 杂 岩	晚二叠世	尖山子火山岩						
	大石桥组		白砬子组									照北山岩组 (沈家堡子岩组)	新 中 元 古 代 开 原 岩 群	照北山岩组	寒武纪	佟家屯岩组	新元古代	西保安岩组	
	盖县组		吴家堡子组 (白砬子组)			板石沟岩组	新 太 古 代 沙 河 岩 群	板石沟岩组				沈家堡子岩组	新元古代	芦家堡子岩组	古元古代	新 太 古 代	花岗质糜棱岩		
	里尔峪组		北大沟组			偏岭沟岩组 韩家沟岩组													



1. 安山岩-英安岩; 2. 片理化安山岩; 3. 大理岩; 4. 变粒岩; 5. 变质石英砂岩; 6. 花岗质糜棱岩

- 9. 灰白色透闪透辉变粒岩 12.95 m
- 8. 灰白色透闪透辉变粒岩 28.77 m
- 7. 灰白色透闪大理岩 6.31 m
- 6. 灰白色条带状透辉透闪石英岩 51.46 m
- 5. 灰白色透辉透闪石英岩 15.00 m
- 石英闪长质糜棱岩侵入———
- 4. 灰白色条带状透闪石英岩 11.85 m
- 3. 灰色绿帘太阳起片岩 13.39 m
- 2. 灰黄色黑云片岩 71.34 m
- 1. 灰白色纯石英岩 74.09 m
- 未见底

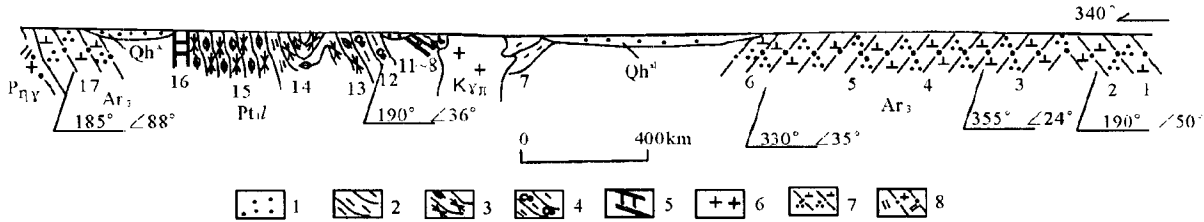
该剖面主要以石英岩(变质石英砂岩)、透辉透闪石英岩、透闪大理岩为主,夹条带状透辉透闪变粒岩及黑云片岩等组成。变质石英砂岩可见变晶粒状结构,变形强烈^①曾将其置于古元古代辽河

群盖县组、大石桥组^②; 早古生代清河镇群沈家堡子组、白砬子组^[3]; 中-新元古代板石沟组、照北山组^[21]等。

(2) 上肥地—八家子前屯剖面:

位于开原市上肥地乡西侧的河边(GPS: 起点 42°19'11"N, 124°30'48"E; 终点 42°21'13"N; 124°30'15"E)。该剖面的起点上肥地(16层)和终点八家子前屯(17层)均为一套花岗质糜棱岩,同位素年龄分别为(2 497±27) Ma 和 (2 522±17)

① 陈跃军. 1:25万辽原市幅区域地质调查报告. 长春: 吉林省地质局区域地质调查所, 2003.
 ② 辽宁省地质局. 1:20万开原幅地质图及地质图说明书. 沈阳: 辽宁省地质局资料室, 1976.



1. 第四纪冲积物；2. 黑云片岩；3. 绿帘黑云阳起片岩；4. 黑云钙质片岩；5. 大理岩；6. 角闪黑云片岩；7. 黑云阳起片岩；8. 花岗斑岩；9. 英闪长质糜棱岩；10. 花岗质糜棱岩；Qh. 全新统；Kγπ. 白垩纪花岗岩；Pγγ. 二叠纪二长花岗岩；Pt1l. 古元古代芦家堡子岩组；Ar3. 新太古代英闪长岩

图 3 开原市上肥地乡新太古代糜棱岩、古元古代芦家堡子岩组实测剖面图

Fig.3 Measured section of Late-Archaean mylonites and Early-Proterozoic Lujiapuzi Formation-complex from Shangfeidi town of Kaiyuan City in Liaoning Province

12. 灰绿色钙质黑云母片岩	9.60 m	21. 灰黑色黑云方解阳起片岩	4.80 m
13. 灰黑色绿帘黑云阳起片岩	63.44 m	20. 灰黑色方解阳起片岩	4.80 m
14. 灰黑色绿帘黑云阳起片岩	252.12 m	19. 灰黑色黑云方解阳起片岩	13.98 m
15. 灰黑色绿帘黑云阳起片岩	97.30 m	18. 灰黑色绢云千枚岩	32.63 m
16. 灰白色硅灰石大理岩	45.98 m	17. 灰白色绢云千枚岩	9.82 m
未见底		16. 灰黑色绢云千枚岩	14.42 m

剖面主要以大理岩、灰黑色绿帘黑云阳起片岩及大理岩夹变质石英砂岩（石英岩）为特点，其中变质石英砂岩出露较少。大理岩的 CaO/MgO 为 1.3、1.9，属于镁质大理岩。大理岩、绿帘黑云阳起片岩均发生褶皱变形^①。

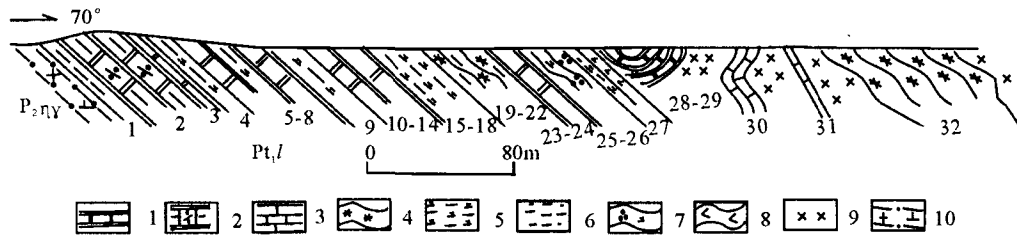
(3) 王小堡剖面：

位于清原县大孤家乡王小堡的公路边。(GPS: 起点 42°18'45"N, 124°51'48"E; 终点 42°19'8"N; 124°52'7"E), 似厚度为 361.98 m, 其层序如下(图 4):

———变质辉长岩侵入———			
32. 灰黑色阳起片岩	46.30 m	21. 灰黑色黑云方解阳起片岩	4.80 m
31. 灰白色条带状结晶灰岩	2.60 m	20. 灰黑色方解阳起片岩	4.80 m
30. 灰绿色条带状结晶灰岩	7.59 m	19. 灰黑色黑云方解阳起片岩	13.98 m
29. 灰黑色黑云母条带状大理岩	32.34 m	18. 灰黑色绢云千枚岩	32.63 m
28. 灰黑色含黑云母片理化大理岩	11.61 m	17. 灰白色绢云千枚岩	9.82 m
27. 黄褐色含钙质石英千枚岩与角闪岩	6.87 m	16. 灰黑色绢云千枚岩	14.42 m
26. 灰黑色长石砂岩、石英岩	13.03 m	15. 灰黑色绢云千枚岩	6.81 m
25. 灰紫色绢云石英岩	5.16 m	14. 灰白色片理化含透闪石大理岩	6.05 m
24. 灰黑色大理岩	6.63 m	13. 灰白色大理岩	4.54 m
23. 灰黑色大理岩	3.47 m	12. 灰黑色绢云千枚岩	1.51 m
22. 灰黑色绿泥黑云阳起片岩	3.45 m	11. 灰黄色大理岩	3.78 m
		10. 灰白色大理岩	4.54 m
		9. 黄褐色绢云千枚岩	13.3 m
		8. 灰黑色大理岩	22.09 m
		7. 灰黑绢云千枚岩	1.90 m
		6. 灰色大理岩	3.17 m
		5. 黄褐色片理化大理岩	8.98 m
		4. 黄褐色绢云千枚岩	4.15 m
		3. 黄褐色片理化大理岩	3.12 m
		2. 灰白色糜棱岩化透闪大理岩	37.73 m
		1. 黑色千枚岩	20.8 m
		———断层———	
		糜棱岩化花岗闪长岩	

该剖面主要以大理岩为主，其次为阳起片岩、绢云千枚岩及长石砂岩、石英岩。剖面的底界与二叠纪花岗岩以韧性断层接触，断层带宽 2 m，大理岩糜棱岩化后已经变成黑色（炭质糜棱岩）。大理岩的 CaO/MgO 为 2.1，镁质大理岩，已经发生了

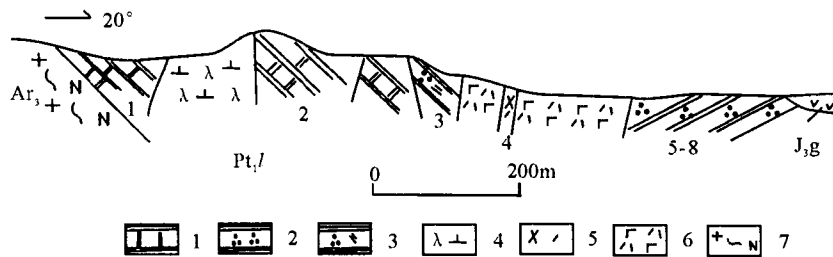
① 陈跃军. 1:25 万辽原市幅区域地质调查报告. 长春: 吉林省地质局区域地质调查所, 2003.



1. 大理岩; 2. 糜棱岩化透闪大理岩; 3. 结晶灰岩; 4. 阳起片岩; 5. 绢云千枚岩; 6. 黑云千枚岩; 7. 绢云石英岩; 8. 斜长角闪岩; 9. 辉长岩; 10. 花岗质糜棱岩; Pt₁l. 芦家堡子岩组; P₂ηγ. 中二叠世花岗岩

图 4 清原县大孤家乡王小堡元古代芦家堡子岩组 (Pt₁l) 实测剖面图

Fig. 4 Measured section of Early-Proterozoic Lujiapuzi Formation-complex (Pt₁l) from Wangxiaopu of Dagujia Town of Qingyuan City in Liaoning Province



1. 大理岩; 2. 石英岩; 3. 绢云石英岩; 4. 闪长玢岩; 5. 辉长岩; 6. 玄武英安岩; 7. 花岗质糜棱岩; Pt₁l. 芦家堡子岩组; Ar₃. 新太古代英云闪长岩; J₃g. 果松组

图 5 清原市夏家堡子乡曾顶子元古代芦家堡子岩组 (Pt₁l) 实测剖面图

Fig. 5 Measured section of Early-Proterozoic Lujiapuzi Formation-Complex (Pt₁l) from Zengdingzi of Xiajiapuzi Town of Qingyuan City in Liaoning Province

旋转变形^①。这套地层前人曾将其置于太古宙表壳岩^②、早古生代清河镇岩群白砬子组等^[3]。

(4) 曾顶子剖面:

位于清原县夏家堡子乡南 8 km 的曾顶子村东, 似厚度 267 m, 层序如下 (图 5)^③: 上覆: 中生代火山岩 (果松组)

~~~~~不整合~~~~~	
8. 含砾变质石英砂岩	5.2 m
7. 变质长石石英砂岩	6.4 m
6. 含砾变质石英砂岩	23.09 m
5. 变质粉砂质石英砂岩、石英岩	10.9 m
4. 绿泥滑石岩	5.64 m
3. 变质粉砂质绢云石英砂岩	33.84 m
2. 大理岩	104.8 m
1. 蛇纹石化碳酸盐大理岩	78.78 m

—————断层—————

新太古宙英云闪长岩

该剖面主要为石英砂岩和大理岩, 中间薄层绿

泥滑石岩。含砾变质石英砂岩、变质长石石英砂岩可以见到递变层理 (粒序) 构造, 大理岩已经发生了强烈的褶皱变形。曾被置于晚太古代红透山组的第三段—沉积岩段^①。

综上: 芦家堡子岩组主要由石英砂岩、大理岩、阳起片岩和变粒岩等组成。与上覆、下伏太古宙地质体或古生代花岗岩均为韧性断层接触。变质作用均为绿片岩相。变形强烈, 石英岩、片岩和大理岩等可见多种形式褶皱变形。大理岩以高镁高硅为特点, 透闪大理岩、含蛇纹石化大理岩、含石英白云石大理岩、硅灰石大理岩等构成其主要岩石类

① 陈跃军. 1:25 万辽原市幅区域地质调查报告. 长春: 吉林省地质局区域地质调查所, 2003.

② 辽宁省地质局. 1:20 万开原幅地质图及地质图说明书. 沈阳: 辽宁省地质局资料室, 1976.

③ 北三家子—英额门地区 1:5 万区域地质矿产调查报告. 沈阳: 辽宁省地质局资料室, 1983.

型, 其  $\text{CaO}/\text{MgO}$  为 1.3~2.1, 属镁质大理岩。石英岩, 为灰白-浅白色厚层状或条带状粗粒(或中粒、中细粒、细粒)石英岩及石英砂岩, 镜下具不等粒变晶结构, 并有拉长、波状消光等特征; 在变质作用相对较弱的石英砂岩中, 尚留有递变层理(粒序)构造; 较纯的石英岩, 其  $\text{SiO}_2$  含量高达  $95.32 \times 10^{-2}$ , 石英含量高达  $97 \times 10^{-2}$ , 这些特征显示该石英(砂)岩为成熟度较高-极高的陆屑沉积岩, 表明该套地层为板内裂陷型稳定-次稳定型沉积, 并非前人所称的远洋沉积的硅质岩(或变硅岩)^[3,6]。

### 3 时代讨论及区域地层对比

该套地层尚未获得年代信息。仅从其岩石组成特征讨论其时代如下:

(1) 芦家堡子岩组(石英砂岩、大理岩等)其形成环境为稳定的陆表海, 在清河断裂以北的陆缘活动带上尚未发现这套地层踪迹, 故不会是活动带上元古代构造岩片^[23,24]被推覆到华北板块北缘附近, 属于华北板块上的地质体。但与该区的太古代表壳岩(主要为斜长角闪岩、磁铁石英岩、黑云变粒岩等)相差甚远, 其形成时代应该为太古宙以后。

(2) 与其西侧近邻的泛河地区中元古界(长城纪三岔子群、蓟县纪树芽屯群等)^[25]对比, 后者多为灰岩、长石石英砂岩等, 层状有序, 顶底清楚。含有大量的中元古代微古植物化石, 属华北板块中元古代盖层沉积, 没有褶皱或具有简单的宽缓褶皱变形。但芦家堡子岩组为层状无序, 顶底不清, 而且经历了强烈的变质、变形作用改造。大理岩已经变成透辉-透闪大理岩, 石英砂岩也已经变质重结晶形成了石英岩。石英岩、大理岩和黑云片岩等至少经历了2次以上变形(片理形成M型、N型褶皱), 这些特征说明其形成时代可能要早于泛河地区中元古界。

(3) 与辽东古元古代辽河群的大石桥组、盖县组^[25,26]等对比, 变质程度和变形特征相近。故暂将其地质时代确定为古元古代。

### 4 结论

清河断裂以南(辽北清原地体), 芦家堡子、上肥地、王小堡和曾顶子等地的由石英砂岩、大理

岩、阳起片岩和变粒岩等组成的地层在岩石组成、化学成分及变质变形上基本一致, 其岩石已经遭受后期不同程度和期次的构造作用、变质作用等改造, 原始地层的顺序受到严重破坏, 层状无序, 属于特殊岩石地层单位, 暂以芦家堡子岩组称之。

地层时代尚无直接证据, 依据和邻区地层对比并结合变质、变形等特征, 暂置于古元古代。

这个岩组的建立初步清理了该地区这套地层属性之争, 对于探讨该区的地质构造演化历史具有重要意义。

### 参考文献:

- [1] 赵春荆, 彭玉鲸, 党增欣, 等. 东部构造格架及地壳演化 [M]. 沈阳: 辽宁大学出版社, 1996: 1-186.  
ZHAO Chun-jing, PENG Yu-jing, DANG Zeng-xin, *et al.* Structure frame and the earth's crust evolution in eastern Jilin & Heilongjiang provinces [M]. Shenyang: Liaoning University Press, 1996: 1-186.
- [2] 彭玉鲸, 苏养正. 吉林中部地区地质构造特征 [J]. 中国地质科学院沈阳地质矿产研究所集刊, 1997, (5/6): 335-376.  
PENG Yu-jing, SU Yang-zheng. Geological structure character in middle of Jilin Province [J]. *Bull Shenyang Inst Geol Min Res, Chin Acad Geol Sci*, 1997, (5/6): 335-376.
- [3] 王东方, 陈从云, 杨森, 等. 辽北早古生代清河镇群的建立及其重大地质意义 [J]. 中国地质科学院沈阳地质矿产研究所所刊, 1988, 17: 1-21.  
WANG Dong-fang, CHEN Cong-yun, YANG Sen, *et al.* The foundation of Early Paleozoic Qinghezhen Group in northern Liaoning and its important geological significance [J]. *Bull Shenyang Inst Geol Min Res, Chin Acad Geol Sci*, 1988, 17: 1-21.
- [4] 王东方, 陈从云, 杨森. 早寒武世巨型化石带的发现及内蒙古地轴的解体 [J]. 科学通报, 1990 (5): 370-373.  
WANG Dong-fang, CHEN Cong-yun, YANG Sen. The discovery of huge fossil zone in the Early Cambrian and disintegration of earth's axis in the Inner Mongolian [J]. *Chinese Science Bulletin*, 1990 (5): 370-373.
- [5] 王东方, 陈从云, 杨森, 等. 中朝陆台北缘大陆构造地质 [M]. 北京: 地震出版社, 1992: 1-273.  
WANG Dong-fang, CHEN Cong-yun, YANG Sen, *et al.* Continental geological structure in the margin of China-Korea Platform [M]. Beijing: Seismological Press,

- 1992: 1-273.
- [6] 陈从云. 辽北清河镇群硅质岩的成因与构造环境 [J]. 辽宁地质, 1988 (3): 265-273.  
CHEN Cong-yun. The cause of formation & structural environment of silicolites from Qinghezhen Group in the northern Liaoning Province [J]. *Liaoning Geology*, 1988 (3): 265-273.
- [7] 唐克东, 颜竹筠, 张允平, 等. 辽宁北部“辽河群”问题讨论 [J]. 中国地质科学院沈阳地质矿产研究所所刊, 1989, 19: 1-23.  
TANG Ke-dong, YAN Zu-jun, ZHANG Yun-ping, et al. A discussion on problems of “Liaohe Group” in northern Liaoning Province [J]. *Bull Shenyang Inst Geol Min Res, Chin Acad Geol Sci*, 1989, 19: 1-23.
- [8] 唐克东. 关于“内蒙古地轴解体” [J]. 辽宁地质, 1994 (4): 367-371.  
TANG Ke-dong. Comment on the opinion of disintegration of the Inner Mongolian Earth Axis [J]. *Liaoning Geology*, 1994 (4): 367-371.
- [9] 刘效良, 王东方. 华北地台北缘一个新的动物群—清河镇动物群 [J]. 地质学报, 1990, 64 (2): 170-183.  
LIU Xiao-liang, WANG Dong-fang. A new fauna from northern margin of North China Platform—Qinghezhen fauna [J]. *Acta Geologica Sinica*, 1990, 64 (2): 170-183.
- [10] 刘效良, 陈从云, 杨学增, 等. 辽吉下二台群、呼兰群中昌图动物群的发现及其意义 [J]. 地质学报, 1992, 66 (2): 182-192.  
LIU Xiao-liang, CHEN Cong-yun, YANG Xue-zeng, et al. The discovery of Changtu fauna from Xiaertai & Hulan groups in Liaoning and Jilin provinces, and its significance [J]. *Acta Geologica Sinica*, 1992, 66 (2): 182-192.
- [11] 刘效良. 关于清河镇动物群和昌图动物群化石的一些问题—答陈孟莪的质疑 [J]. 地质科学, 1994, 29 (2): 186-193.  
LIU Xiao-liang. The problems about fossils from Qinghezhen & Changtu fauna—Replying to Chen meng-e [J]. *Chinese Journal of Geology*, 1994, 29 (2): 186-193.
- [12] 杨巍然, 王豪. 中国板块构造概况 [J]. 地球科学, 1991, 13 (5): 505-512.  
YANG Wei-ran, WANG Hao. Slab structure in China [J]. *Earth Science*, 1991, 13 (5): 505-512.
- [13] 张炯飞. 清河镇动物群各类化石的地史分布 [J]. 地质论评, 1993, 39 (1): 49-51.  
ZHANG Jiong-fei. The distributing of the fossils from Qinghezhen fauna [J]. *Geological Review*, 1993, 39 (1): 49-51.
- [14] 李勤, 张江满. 冀北“清河镇动物群”质疑 [J]. 中国区域地质, 1993 (4): 364-370.  
LI Qin, ZHANG Jiang-man. Doubt from “Qinghezhen fauna” in the north of Hebei Province [J]. *Regional Geology of China*, 1993 (4): 364-370.
- [15] 陈孟莪. 对“清河镇动物群”和“昌图动物群”的质疑 [J]. 地质科学, 1993, 28 (2): 199-200.  
CHEN Meng-e. Doubt from “Qinghezhen fauna” and “Changtu fauna” [J]. *Chinese Journal of Geology*, 1993, 28 (2): 199-200.
- [16] 张允平. 华北陆台北缘东段“小壳化石”的研究 [J]. 科学通报, 1993, 38 (17): 1630-1631.  
ZHANG Yun-ping. “Small shell fossils” in east of Huabei Platform northern margin [J]. *Chinese Science Bulletin*, 1993, 38 (17): 1630-1631.
- [17] 张允平. 清河镇动物群之否定 [J]. 地质科学, 1994, 29 (2): 175-185.  
ZHANG Yun-ping. Negation on the fossils of “Qinghezhen fauna” [J]. *Chinese Journal of Geology*, 1994, 29 (2): 175-185.
- [18] 杨森. 辽北地区中朝地台与兴蒙地槽界线的商榷 [J]. 吉林地质, 1994, 13 (1): 42-50.  
YANG Sen. The deliberating on boundary of China-Korea Platform and Xinganling Inner Mongolia geosyncline in the area of northern Liaoning Province [J]. *Jilin Geology*, 1994, 13 (1): 42-50.
- [19] 杨森. 辽北辽河群和下二台群 [J]. 吉林地质, 1999, 18 (3): 11-18.  
YANG Sen. The Xiaertai Group and Liaohe Group in the northern Liaoning Province [J]. *Jilin Geology*, 1999, 18 (3): 11-18.
- [20] 裴士俊, 赵光慧, 陈树良. 辽北华北陆块北缘晚前寒武纪造山带标志 [J]. 辽宁地质, 1998 (1): 45-48.  
PEI Shi-jun, ZHAO Guang-hui, CHEN Shu-liang. The signs from Later Precambrian orogenic zone in the margin of North China Platform in the northern Liaoning Province, China [J]. *Liaoning Geology*, 1998 (1): 45-48.

- 2002, **18** (3): 319-330.
- [12] Rittmann A. Stable mineral assemblages of igneous rocks - a method of calculations [M]. New York: Springer, 1973: 7-11.
- [13] Pearce J A, Harirs N B W, Tindle A G. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks [J]. *Petrol*, 1984, **25**: 956-983.
- [14] 韩树棻, 杨有根, 朱彬, 等. 安徽北部中生代沉积盆地分析 [M]. 北京: 地质出版社, 1996: 89-94.  
HAN Shu-fen, YANG You-gen, ZHU Bin, *et al.* Mesozoic and Cenozoic sediment basin analysis in the North of Anhui [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1996: 89-94.
- [15] 陈书平, 汤良杰, 张一伟. 前陆、前陆盆地和前陆盆地系统 [J]. 世界地质, 2001, **20** (4): 332-338.  
CHEN Shu-ping, TANG Liang-jie, ZHANG Yi-wei. Foreland, foreland basin and foreland basin system [J]. *Global Geology*, 2001, **20** (4): 332-338.
- [16] 杜小弟, 左权, 刘万洙. 前陆盆地的识别及形成演化 [J]. 世界地质, 1994, **13** (3): 11-14.  
DU Xiao-di, ZUO Quan, LIU Wan-zhu. The identification and evolution of foreland basins [J]. *Global Geology*, 1994, **13** (3): 11-14.
- [17] 刘池洋, 赵红格, 杨兴科, 等. 前陆盆地及其确定和研究 [J]. 石油与天然气地质, 2002, **23** (4): 307-313.  
LIU Chi-yang, ZHAO Hong-ge, YANG Xing-ke, *et al.* Foreland basin and its definition and research [J]. *Oil & Gas Geology*, 2002, **23** (4): 307-313.
- [18] 张明利, 金之钧, 汤良杰, 等. 前陆盆地研究的回顾与展望 [J]. 地质论评, 2002, **48** (2): 214-220.  
ZHANG Ming-li, JIN Zhi-jun, TANG Liang-jie, *et al.* The review and outlook of the study of foreland basin [J]. *Geological Review*, 2002, **48** (2): 214-220.
- [19] 王华, 吴巧生, 李绍虎, 等. 前陆盆地类型及其沉积动力学研究综述 [J]. 地质科技情报, 1998, **17** (3): 12-18.  
WANG Hua, WU Qiao-sheng, LI Shao-hu, *et al.* Overview of study on the types and sedimentary dynamics of foreland basin [J]. *Geological Science and Technology Information*, 1998, **17** (3): 12-18.
- [20] 贾进华. 前陆盆地层序地层学研究 [J]. 地质科技情报, 1995, **14** (1): 23-28.  
JIA Jin-hua. Introduction on sequence stratigraphy of foreland basins [J]. *Geological Science and Technology Information*, 1995, **14** (1): 23-28.

(上接 220 页)

- [21] 郇彦清, 裴士俊, 陈树良. 辽北开原岩群蛇绿混杂岩的特征 [J]. 中国区域地质, 1999, **13** (3): 248-255.  
HUAN Yan-qing, PEI Shi-jun, CHEN Shu-liang. The ophiolite melanges from the Kaiyuan rock group in the northern Liaoning Province [J]. *Regional Geology of China*, 1999, **13** (3): 248-255.
- [22] 全国地层委员会. 中国地层指南及中国地层指南说明书 (修订版) [M]. 北京: 地质出版社, 2001: 1-59.  
Chinese Stratigraphical Committee. Guide of Chinese stratum & explain book (Revision) [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2001: 1-59.
- [23] 陈跃军, 彭玉鲸, 路孝平, 等. 华北板块北缘活动带元古宙构造岩片 [J]. 吉林大学学报: 地球科学版, 2002, **32** (2): 134-139.  
CHEN Yue-jun, PENG Yu-jing, LU Xiao-ping, *et al.* Proterozoic tectonic schist along the northern margin of North China Plate [J]. *Journal of Jilin University: Earth Science Edition*, 2002, **32** (2): 134-139.
- [24] 陈跃军, 花艳秋, 李林山, 等. 吉林敦化小蒲柴河区张三沟岩组的建立及其意义 [J]. 世界地质, 2005, **24** (2): 144-148.  
CHEN Yue-jun, HUA Yan-qiu, LI Lin-shan, *et al.* Establishing and geological significance of Zhangsangou Formation-complex at Xiaopuchaihe area of Dunhua City in Jilin Province [J]. *Global Geology*, 2005, **24** (2): 144-148.
- [25] 辽宁省地质矿产局. 辽宁省岩石地层 [M]. 中国地质大学出版社, 1997: 1-247.  
Bureau of Geology and Mineral Resources of Liaoning Province. Stratigraphy of Liaoning Province [M]. China University of Geosciences Press, 1997: 1-247.
- [26] 辽宁省地质矿产局. 辽宁省区域地质志 [M]. 北京: 地质出版社, 1989: 1-200.  
Bureau of Geology and Mineral Resources of Liaoning Province. Regional geology of Liaoning Province [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1989: 1-200.