

Redefinition of the Langzishan Formation in the North Liaohe Group

Zhuang Li*, Jialin Wang, Meng Wang, Lu Zhang, Jingwei Liu, Jiahui Qian, Huanglu Yu

School of Earth and Space Sciences, Peking University, Beijing
Email: lizhuangcc@pku.edu.cn

Received: Oct. 24th, 2014; revised: Nov. 26th, 2014; accepted: Dec. 3rd, 2014

Copyright © 2014 by authors and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

The Paleoproterozoic clastic rocks are widely distributed in the southern portion of Liaoning province, grouped as the Langzishan Formation of the North Liaohe Group. The Langzishan Formation, previously defined as the bottom of the North Liaohe Group, mainly consists of sandstone, shaly sandstone, clay rock, siltstone interbedded with limestone, and argillaceous limestone. They were metamorphosed to be quartzite, schist, phyllite, marble, and tremolite rocks. Based on detailed field investigation, integrating with zircon U-Pb data, we proposed that the Langzishan Formation is equivalent to the Gaixian Formation (top of the South Liaohe Group). The Langzishan Formation should be grouped into the upper clastic sequence of the North Liaohe Group, but not the bottom as previous consideration.

Keywords

Liaoning Province, North Liaohe Group, Langzishan Formation, Redefinition

北辽河群浪子山组地层的重新厘定

李 壮*, 王家林, 王 盟, 张 璐, 刘经纬, 钱加慧, 余黄露

北京大学地球与空间科学学院, 北京
Email: lizhuangcc@pku.edu.cn

收稿日期: 2014年10月24日; 修回日期: 2014年11月26日; 录用日期: 2014年12月3日

*通讯作者。

摘要

古元古代北辽河群浪子山组变质沉积岩系主要分布在辽宁省鞍山市、海城市、辽阳市一带，其岩石组合以石英岩、片岩、千枚岩、变粒岩夹大理岩、透闪岩等为主，原岩恢复为砂岩、泥质砂岩、泥岩、泥灰岩等。前人将其置于北辽河群底部。通过对南北辽河群各组进行了详细的地质调查和分析对比工作，依据岩石组合特征和锆石年代学数据，笔者认为浪子山组应与南辽河群盖县组层位相当，故浪子山组不宜置于辽河群底部而应重新厘定为北辽河群顶部。

关键词

辽宁省, 北辽河群, 浪子山组, 重新厘定

1. 引言

华北克拉通是中国面积最大的克拉通，也是世界最古老的克拉通之一[1]，其最古老的岩石记录可追溯到~3.85 Ga [2] [3]。近年来，针对华北克拉通前寒武纪构造演化进行了大量的地质工作[1]，其中最重要的成果之一是三条古元古代活动带的发现，即西部的孔兹岩带、中部的中央造山带以及东部的胶-辽-吉活动带(图1)。研究区位于东部的胶-辽-吉带，带内广泛分布古元古代的花岗岩及变质火山-沉积岩(图1)。古元古代花岗岩包括了~2.16 Ga 的辽吉花岗岩和~1.86 Ga 的后碰撞花岗岩[4]-[6]。前人将辽东地区古元古代变质火山-沉积岩系称为辽河群(在吉南地区称为集安群和老岭群，胶东地区称为荆山群和粉子山群)，呈近东西向分布，延长约 400 km，宽约 100 km [7]。辽河群主要经历了低绿片岩相-角闪岩相的变质，局部达麻粒岩相，以青龙山-枣儿岭断裂为边界，划分为北辽河群和南辽河群，北辽河群自下至上包括浪子山组、北里尔峪组、北高家峪组和北大石桥组[7] [8]。但是研究区复杂的构造演化和强烈的岩浆-变质作用，使得人们对该区认识有限，对一些关键科学问题的认识还存争议[6]。浪子山组系指广泛分布于辽宁省鞍山市、海城市、辽阳市一带(图1)，一套由砂岩、泥质砂岩、粘土岩、粉砂岩夹少量灰岩、泥质灰岩变质形成的石英岩、片岩、千枚岩、变粒岩夹大理岩、透闪岩的岩石组合。前人根据北辽河群浪子山组直接覆盖于太古宙鞍山群条带状磁铁石英岩或太古宙混合花岗岩之上，将其置于北辽河群底部，北里尔峪组之下[7] [9]。但上述划分方案明显缺少年代学和岩石组合方面的支持。鉴于此，本文通过对辽河群各组进行详细的地质调查、研究和对比，依据岩石组合特征和锆石年代学数据，对浪子山组地层进行重新厘定。

2. 辽河群的地层特征及划分

辽东半岛广泛分布的古元古代地层称为辽河群[7]，主要由变火山-沉积岩系组成，岩石经历了低绿片岩-角闪岩相变质，以青龙山-枣儿岭断裂为边界划分为北辽河群和南辽河群，前者出露大量变质沉积岩，后者出露大量变质火山岩[1] [8]。

北辽河群以大量陆缘碎屑岩-碳酸盐岩出露(稳定的被动大陆边缘沉积)为特征，主要由石英岩、片岩、千枚岩和大理岩组成，原岩建造为碎屑岩-粘土岩-碳酸盐岩建造，沉积旋回明显，下部为碎屑岩(浪子山组)，中部为火山岩、粘土岩夹碳酸盐岩(北里尔峪组和北高家峪组)，上部为碳酸盐岩(北大石桥组)。北辽河群常见有石榴石、十字石、蓝晶石等变质矿物，具有近等温减压(ITD)的顺时针 PTt 轨迹，以矽线石取代蓝晶石为特征，属于典型的中压变质作用，峰期达到低角闪岩相[9] [10]。Wan et al. [11] 通过对北辽河群中变粒岩(北里尔峪组)的岩浆锆石 SHRIMP U-Pb 原位定年限定了酸性火山岩的结晶年

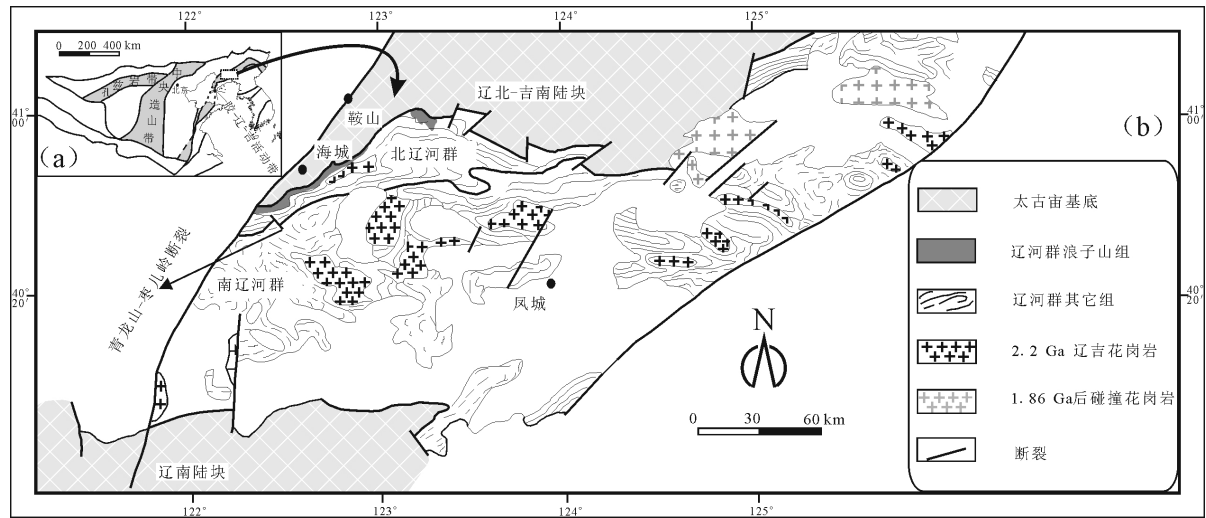


Figure 1. The tectonic location (modified after [1]), geological map of northeastern Liaoning Province and the distribution of the Langzishan Formation (modified after [8])

图 1. 辽东地区构造位置(改自[1]), 研究区地质简图及浪子山组分布(改自[8])

龄为 2179 ± 5 Ma。Luo et al. [12] [13]通过对北辽河群中变质碎屑岩(浪子山组、北里尔峪组、北高家峪组、北大石桥组)的碎屑锆石 LA-ICP-MS U-Pb 原位定年限定了其沉积时限为 2.0~1.9 Ga, 变质时代为~1.9 Ga。

南辽河群以大量火山岩出露为特征, 主要由浅粒岩、变粒岩、片麻岩、片岩、大理岩和石英岩组成, 原岩建造为火山岩-碎屑岩-碳酸盐岩建造, 沉积旋回不明显, 下部以火山岩为主, 夹少量碎屑岩(南里尔峪组和南高家峪组), 中部为碎屑岩夹碳酸盐岩(南大石桥组), 上部为碳酸盐岩、粘土岩和碎屑岩(盖县组) [14]。南辽河群常见有石榴石、十字石、红柱石、堇青石和矽线石等变质矿物, 具有近等压冷却(IBC)的逆时针 PTt 轨迹, 以矽线石取代红柱石为特征, 属于典型的低压变质作用, 峰期达到高角闪岩相[9] [10]。本文作者利用 LA-ICP-MS U-Pb 原位定年限定了南辽河群的火山作用(南里尔峪组)时代为 2158~2204 Ma [15] [16]。Luo et al. [12] [13]、孟恩等[17]和李壮等[16]通过对南辽河群变质碎屑岩(南里尔峪组、南高家峪组、南大石桥组、盖县组)的碎屑锆石 LA-ICP-MS U-Pb 原位定年限定的沉积时限与北辽河群一致, 同样为 2.0~1.9 Ga。Xie et al. [18]对辽河群盖县组特征变质矿物(石榴石和十字石)定年同样获得了南辽河群变质峰期年龄为 1.93~1.91Ga, 与作者在斜长角闪岩中获得的变质锆石 LA-ICP-MS U-Pb 原位定年结果一致[15] [16]。

综上所述, 虽然南北辽河群在岩石组合类型和变质演化史(PTt 轨迹)上有所差别, 但二者的火山作用时代、沉积时代和变质时代具有相似性, 可以对比(图 2)。南北里尔峪组、南北高家峪组、南北大石桥组, 不论在岩石组合还是形成时代上完全可以对比, 而浪子山组和盖县组虽然分别位于辽河群的底部和顶部, 但二者岩石组合和碎屑锆石年龄组成的相似性, 暗示二者可以对比研究(详见下文)。

3. 浪子山组的地层特征

浪子山组由长春地质学院辽东区测大队辽阳分队(1961)创名[7]。命名地点在辽阳市河栏乡亮甲(浪子山), 正层型剖面为辽阳县苇子沟剖面。根据前人研究并结合野外地质调查, 浪子山组仅出露于营口-草河口复向斜的北翼鞍山市东部、海城市南部毛祁、小女寨和辽阳亮甲-本溪连山关-祁家堡等地。浪子山组岩性沿走向略有变化: 南部海城市一带, 下部为石榴二云片岩、二云片岩、含石墨白云石英片岩, 底部出露石英岩, 上部为含石墨白云变粒岩、石墨二云变粒岩, 总厚度 79~880 m; 辽阳本溪一带, 下部为砾岩和含砾石英岩, 上部为二云片岩、含石墨石榴十字二云片岩, 夹石英岩及大理岩, 总厚度 344~1278 m。该组不整合于太古界鞍山群条带状磁铁石英岩或花岗岩之上[7]。

辽阳 - 本溪地区浪子山组代表性剖面出露较为连续, 岩性自下而上为[6] [7]:

	上覆地层 里尔峪组 大理岩	
	-----断层-----	
	浪子山组	厚 629.2 m
16.	银灰色千枚状二云片岩	46.0
15.	灰色薄 - 中厚层透闪白云质大理岩, 夹千枚岩	55.4
14.	银灰色薄层皱纹状十字二云片岩	34.7
13.	灰黑色薄 - 中厚层板岩夹透闪岩	12.5
12.	灰色石榴二云石英片岩	54.9
11.	灰色含炭绢云千枚岩, 夹薄层条带状透闪大理岩	110.2
10.	灰白色中厚层透闪大理岩	39.9
9.	灰黑色千枚岩	14.3
8.	灰白色薄 - 中厚层透闪大理岩	21.9
7.	灰色中厚层白云石大理岩	71.3
6.	灰色薄层细粒透闪二云石英岩	18.2
5.	黄褐色二云石英片岩	33.7
4.	灰色石榴二云石英片岩	53.1
3.	黄褐色石榴二云石英片岩	53.5
2.	白色厚层块状石英岩	8.9
1.	灰白色绢云石英片岩(风化壳)	0.7
	~~~~~不整合~~~~~	
	太古宙混合花岗岩(Mr ₁ )	

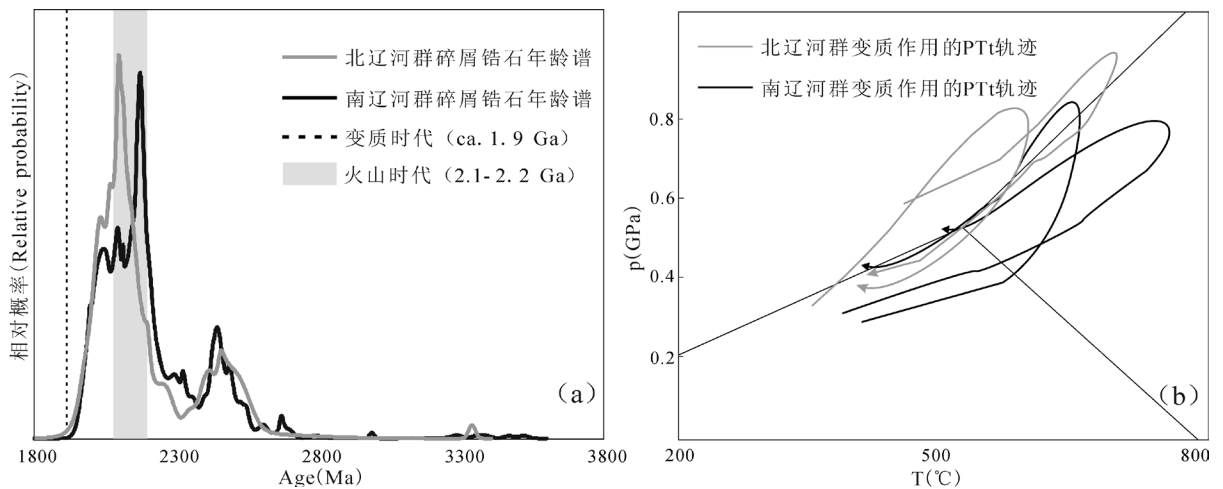


Figure 2. The detrital zircon age spectra, metamorphic age, volcanic age and PTt path of the Liaohé Group (data from [10]-[18])

图 2. 辽河群碎屑锆石年龄谱、变质时代、火山时代及 PTt 轨迹(数据源自[10]-[18])

#### 4. 浪子山组的沉积时代

按照前人划分, 里尔峪组火山-沉积岩系位于辽河群中部, 浪子山组之上, 且二者整合接触[7]。但 Li et al. [6] [8] 总结辽河群里尔峪组与浪子山组之间为断层接触, 也与野外的观察较为一致, 二者为构造接触关系(拆离韧性剪切带) [4]。浪子山组具岩浆结构的最年轻碎屑锆石年龄为 2.05 Ga, 说明浪子山组的沉积时代为~2.0 Ga 之后, 结合浪子山组锆石变质边记录的变质时代为~1.9 Ga, 可以判定浪子山组的沉积时限为 1.9~2.0 Ga [12]。当前我们获得了多组里尔峪组变质火山岩的岩浆结晶年龄, 并结合已发表的数据 [11] [15], 里尔峪组火山岩的形成时代最早可追溯到~2.2 Ga, 大致在 2.1~2.2 Ga, 与~2.16 Ga 辽吉花岗岩基本同时形成[16]。浪子山组样品中存在有大量 2100~2200 Ma 的岩浆锆石年龄, 区域上与前人有关辽吉花岗岩和里尔峪组变质火山岩的年代学研究结果相吻合[16], 表明年龄为 2100~2200 Ma 的锆石应直接来源于胶-辽-吉活动带内同时期的花岗质岩石和火山岩。综上所述, 里尔峪组火山岩形成时代应早于浪子山组沉积时代, 里尔峪组火山岩可能是浪子山组碎屑岩的一个重要物源, 也说明把里尔峪组置于浪子山组之上是不合理的, 浪子山组应置于里尔峪组之上。

#### 5. 浪子山组与盖县组对比

盖县组位于南辽河群顶部, 以岩相稳定、厚度大和分布面积广为特征。自下而上可分为三个岩性段(局部地区三分性不明显): 下段为砂线二云片岩, 夹二云变粒岩、黑云变粒岩; 中段为十字二云片岩、砂线十字二云片岩, 夹石英岩; 上段为硬绿泥石千枚岩、千枚岩, 夹变质粉砂岩、石英岩, 厚度大于 2400 m [7]。虎皮峪地区, 大片出露的盖县组片岩同其下部的南大石桥组大理岩呈连续过渡关系; 在吕王地区, 南大石桥组顶部发现的变余粒级层序构造指示北北东倾的南大石桥组为倒转产状, 其下的盖县组片岩在沉积序列上应位于其上[9]。以上证据均说明盖县组应位于南大石桥组之上, 即南辽河群的顶部, 与前人的看法完全吻合。盖县组最年轻的碎屑锆石记录了  $1.98 \pm 0.02$  Ga 的年龄, 说明盖县组的沉积时代为~2.0 Ga 之后, 结合盖县组的变质时代为~1.9 Ga [18], 说明盖县组沉积时限也为 1.9~2.0 Ga [16], 与浪子山组一致。锆石 U-Pb 定年结果显示, 浪子山组和盖县组变质沉积岩样品中都包括了大量 2000~2200 Ma 的岩浆锆石年龄(图 3),

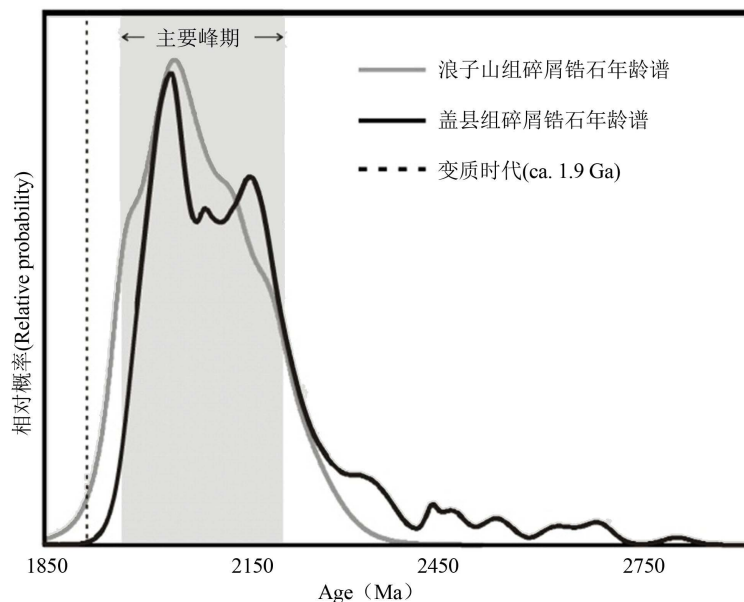


Figure 3. The detrital zircon age spectrum for the Langzishan and Gaixian Formations (data from [10]-[18])

图 3. 浪子山组和盖县组碎屑锆石年龄谱对比图(数据源自[10]-[18])



主要峰值年龄为 2050 和 2180 Ma(图 3), 区域上与前人有关辽吉花岗岩(~2.16 Ga)、里尔峪组变质火山岩(2.1~2.2 Ga)和晚期的岩浆岩(~2.0 Ga)的年代学研究结果相吻合[16], 也与集安群、老岭群和辽河群中碎屑锆石的年代学研究结果相一致[10]-[17], 表明这些锆石应直接来源于胶-辽-吉活动带内同时期的花岗质岩石和火山岩。综上所述, 盖县组和浪子山组的岩性具有很大的相似性, 原岩均为碎屑岩。碎屑锆石年龄记录的沉积时限和峰值特征也较为一致, 进一步暗示浪子山组和盖县组可对比。因此, 浪子山组不宜置于北辽河群底部, 而应重新厘定为北辽河群顶部。

## 6. 结论

1) 考虑到里尔峪组和浪子山组锆石年代数据, 不宜将其置于北辽河群底部, 应将其置于里尔峪组之上。

2) 浪子山组和盖县组具有相似的岩石组合和碎屑锆石年代组成特征, 暗示二者可对比, 即浪子山组和盖县组层位相当, 故将浪子山组重新厘定为北辽河群顶部。

## 致 谢

本文受科技部 973 项目(2012CB416603), 国家自然科学基金重点项目(90914001)和北京大学开放测试基金项目(0000010541)联合资助。

## 参考文献 (References)

- [1] Zhao, G.C. and Zhai, M.G. (2013) Lithotectonic elements of Precambrian basement in the North China Craton: Review and tectonic implications. *Gondwana Research*, **23**, 1207-1240.
- [2] Liu, D.Y., Nutman, A.P., Compston, W., Wu, J.S. and Shen, Q.H. (1992) Remnants of >3800 Ma crust in the Chinese part of the Sino-Korean Craton. *Geology*, **20**, 339-342.
- [3] Song, B., Nutman A.P., Liu, D.Y. and Wu, J.S. (1996) 3800 to 2500Ma crustal evolution in the Anshan area of Liaoning province, northeastern China. *Precambrian Research*, **78**, 79-94.
- [4] 路孝平, 吴福元, 林景仟, 孙德有, 张艳斌, 郭春丽 (2004) 辽东半岛南部早前寒武纪花岗质岩浆作用的年代学格架. *地质科学*, **39**, 123-138.
- [5] Li, S.Z. and Zhao, G.C. (2007) SHRIMP U-Pb zircon geochronology of the Liaoji granitoids: Constraints on the evolution of the Paleoproterozoic Jiao-Liao-Ji belt in the Eastern Block of the North China Craton. *Precambrian Research*, **158**, 1-16.
- [6] Li, S.Z., Zhao, G.C., Santosh, M., Liu, X. and Dai, L.M. (2011) Palaeoproterozoic tectono-thermal evolution and deep crustal processes in the Jiao-Liao-Ji belt, north China craton: A review. *Geological Journal*, **46**, 525-543.
- [7] 辽宁省地质矿产局 (1988) 辽宁省区域地质志. 地质出版社, 北京.
- [8] Li, S.Z., Zhao, G.C., Sun, M., Han, Z.Z., Luo, Y., Hao, D.F. and Xia, X.P. (2005) Deformation history of the Paleoproterozoic Liaohe assemblages in the Eastern Block of the North China Craton. *Journal of Asian Earth Sciences*, **24**, 659-674.
- [9] 张秋生, 杨振升, 刘连登 (1988) 辽东半岛早期地壳演化与矿产. 地质出版社, 北京.
- [10] 贺高品, 叶惠文 (1998) 辽东-吉南地区早元古代两种类型变质作用及其构造意义. *岩石学报*, **14**, 152-162.
- [11] Wan, Y.S., Song, B., Liu, D.Y., Wilde, S.A., Wu, J.S., Shi, Y.R., Yin, X.Y. and Zhou, H.Y. (2006) SHRIMP U-Pb zircon geochronology of Paleoproterozoic metasedimentary rocks in the North China Craton: Evidence for a major Late Paleoproterozoic tectonothermal event. *Precambrian Research*, **149**, 249-271.
- [12] Luo, Y., Sun, M., Zhao, G.C., Li, S.Z., Xu, P., Ye, K. and Xia, X.P. (2004) LA-ICP-MS U-Pb zircon ages of the Liaohe Group in the Eastern Block of the North China Craton: Constraints on the evolution of the Jiao-Liao-Ji Belt. *Precambrian Research*, **134**, 349-371.
- [13] Luo, Y., Sun, M., Zhao, G.C., Li, S.Z., Ayers, J.C., Xia, X.P. and Zhang, J. (2008) A comparison of U-Pb and Hf isotopic compositions of detrital zircons from the North and South Liaohe Groups: Constraints on the evolution of the Jiao-Liao-Ji Belt, North China Craton. *Precambrian Research*, **163**, 279-306.
- [14] Sun, M., Armstrong, R.L., Lambert, R.S., Jiang, C.C. and Wu, J.H. (1993) Petrochemistry and Sr, Pb and Nd isotopic

geochemistry of Palaeoproterozoic Kuandian Complex in the eastern Liaoning province, China. *Precambrian Research*, **62**,171-190.

- [15] Li, Z. and Chen, B. (2014) Geochronology and geochemistry of the Paleoproterozoic meta-basalts from the Jiao-Liao-Ji Belt, North China Craton: Implications for petrogenesis and tectonic setting. *Precambrian Research*, **255**, 653-676.
- [16] 李壮, 陈斌, 刘经纬, 张璐, 杨川 (2015) 辽东半岛南辽河群锆石 U-Pb 年代学及其地质意义. *岩石学报*, In Press.
- [17] 孟恩, 刘福来, 刘平华, 刘超辉, 施建荣, 孔庆波, 廉涛 (2013) 辽东半岛东北部宽甸地区南辽河群沉积时限的确定及其构造意义. *岩石学报*, **7**, 2465-2480.
- [18] Xie, L.W., Yang, J.H., Wu, F.Y., Yang, Y.H. and Wilde, S.A. (2011) PbSL dating of garnet and staurolite: Constraints on the Paleoproterozoic crustal evolution of the Eastern Block, North China Craton. *Journal of Asian Earth Sciences*, **42**, 142-154.