

华北地台南缘新元古代地层的新认识

高林志¹ 尹崇玉¹ 王自强²

(1. 中国地质科学院地质研究所 北京 100037 2. 中国地质大学 北京 100083)

摘要 :根据熊耳群顶部古风化壳的确立、汝阳群底部小沟背组下切河谷沉积特征、白草坪组大型具刺疑源类和洛峪口组宏观藻类的发现以及罗圈冰碛岩在地层柱中的对比位置,笔者对熊耳群之上至寒武系辛集组之下的地层进行了重新厘定,将其归入新元古界(1000~570Ma),代表华北地台在Rodinia超大陆聚合-离散期的沉积记录(青白口系和震旦系)。

关键词 :熊耳群;下切河谷沉积;罗圈冰碛岩;新元古代;华北地台南缘

中图分类号 :P534.3 **文献标识码** :A **文章编号** :1671-2552(2002)-03-0130-06

1 华北地台南缘地层问题

在地处晋陕豫3省交界的华北地台南缘,于熊耳群、西洋河群或更老岩系和寒武系之间发育一套碎屑岩和碳酸盐岩混合相沉积。由于受古老基底、区域构造和古地理格局的控制,该区的地层发育及沉积环境不尽相同,可分为4个沉积小区^[1]。这里是华北新元古界及其与扬子地台震旦系对比研究的关键地区。

关于华北地台南缘熊耳群至汝阳群的时代,目前有3种认识:(1)熊耳群为古元古代,汝阳群为中元古代;(2)熊耳群为中元古代,汝阳群为中—新元古代;(3)汝阳群为新元古代,熊耳群为古元古代,二者之间有一较大间断。

熊耳群为古元古界的依据:熊耳群下部火山岩单颗粒锆石U-Pb年龄这(1959±44)Ma^[2]。

熊耳群为中元古界的依据:河南汝阳群和豫陕交界处的官道口群与下伏熊耳群的关系多年来一直被认定为连续沉积或间断不大,侵入高山河组并为冯家湾组所覆盖的小河花岗岩体的U-Pb年龄为999 Ma;一些学者倾向将罗圈冰碛岩与南华系南沱组(723±15 Ma)对比^[3-5]。

汝阳群为新元古界的依据:汝阳群和高山河组出现的大型具刺疑源类化石,经全球对比研究,其时代不老于新元古代^[6-9]。

熊耳群与汝阳群之间存在古风化壳和汝阳群底部下切河谷的确定,以及豫西小秦岭金矿带仅侵位于熊耳群之顶面置于高山河组底部砾岩的糜棱岩带中^[10],为二者之间存在着较大间断提供了重要证据,说明熊耳群之后有抬升和剥蚀,亦表明熊耳群与汝阳群(高山河组以上层位)应代表两个构造层次的产物。本文即是对此问题的简要论述。

1.1 华北地台南缘新元古代地层下界的确立

关于汝阳群下界时代问题,人们一直将熊耳群(1656 Ma)与华北台地上的大洪峪组(1625±6 Ma)^[11]进行对比,并将汝阳群与华北地台的高于庄组对比,据此认为熊耳群与汝阳群应为连续沉积,汝阳群底界年龄置于1400 Ma^[1,12-13]。最近,赵太平等^[2]根据熊耳群下部新测定的单颗粒锆石年龄(1959±44 Ma, U-Pb),主张将熊耳群置于古元古界,同时将上覆地层下置为长城系早期沉积。不仅如此,某些古生物学家对汝阳群白草坪组和北大尖组出现大型具刺疑源类却感到困惑,深感不解的是,典型的新元古代生物怎会出现在中元古界地层中^[14-15]。然而近年来生

收稿日期 2001-09-18;修订日期 2002-02-09

基金项目 地矿部地质行业科学技术发展基金(HY979819)、国土资源部地调局专项(DKD2001007)和科学技术部“九五”攀登专项(95-专-01-3-3)资助。

作者简介 高林志,1955年生,男,研究员,从事前寒武纪地层研究。

物地层、年代地层和层序地层研究的新进展^[8-9,16-20]

为此提供了新的诠释与证据,如宏观藻类化石的发现^[8]和年代地层新数据^[9]对洛峪口组时代的定性和定位、白草坪组和北大尖组的具刺疑源类组合对该地区新元古代地层底界定位、熊耳群之上的下切河谷沉积的确定,促使人们不断更新对该区新元古代地层的认识。笔者现已证实局部发育的小沟背组(兵马俑组)实际是熊耳群上新元古代地层DS1低位体系域的下切河谷沉积(ivf),而发育在云梦山组底部砾岩之上的火山岩夹层(火山熔岩),在变质程度和变形特征上均与熊耳群有差别,显示了二者之间应存在一个较大的沉积间断(图1)。此间断说明熊耳群之后华北地台南缘曾一度抬升和夷平,整个华北台地抬升后形成北高南低的地势,发育了豫西裂谷盆地新元古代最早期的沉积(小沟背组或兵马俑组)。该沉积应与上覆云梦山组和白草坪组一并归入新元古界(1000 Ma)。此地层时代的重新厘定为华北地台周边新元古代地层对比提供了一个全新的等时地层对比格架。

1.2 下切河谷与风化壳的关系

笔者在研究熊耳群顶部的古老风化壳时,注意到凡是发育河流砾岩的地方几乎不见古风化壳的痕

迹,沿该界面追索,古老红土型风化壳通常保留在初期海侵的滨岸带底砾岩之下。根据盆地演化和层序地层学的观点,完整的三级层序,应从低位体系域开始。低位体系域主要特征有3类,即:陆上河流及沟道沉积(陆上楔及水下楔)、斜坡扇沉积和盆地水底扇沉积。华北地台南缘若干地区在熊耳群之上发育了一套巨厚的河流砾岩和沟道砾岩(西北-东南向),属于下切河谷沉积,它在时空上表现为带状或楔状沉积(图1),发育在熊耳群之上的小沟背组和不整合于登封群之上的兵马俑组或云梦山组底部。砾石成分主要为下伏的太华群(登封群和嵩山群等变质岩)和熊耳群火山岩及碎屑岩。在整个华北地台南缘多数地区的熊耳群之上似乎应保留古风化壳,但由于古河流对下伏地层垂直切割,很难观察到古风化壳,故野外所见多为河流沉积物直接覆于熊耳群之上,实际上掩盖了熊耳群曾被抬升和被夷平过的直观痕迹。华北地台南缘多幅1:20万地质调查报告中都提到熊耳群与上覆地层关系为角度不整合,说明熊耳群与汝阳群之间实际上为区域不整合。

1.3 云梦山组下部火山岩夹层与熊耳群的关系

在河南渑池、汝阳县的寺沟、方城小顶山(莽棱以北)和叶县常村蛤蟆洞等剖面,云梦山组底部都

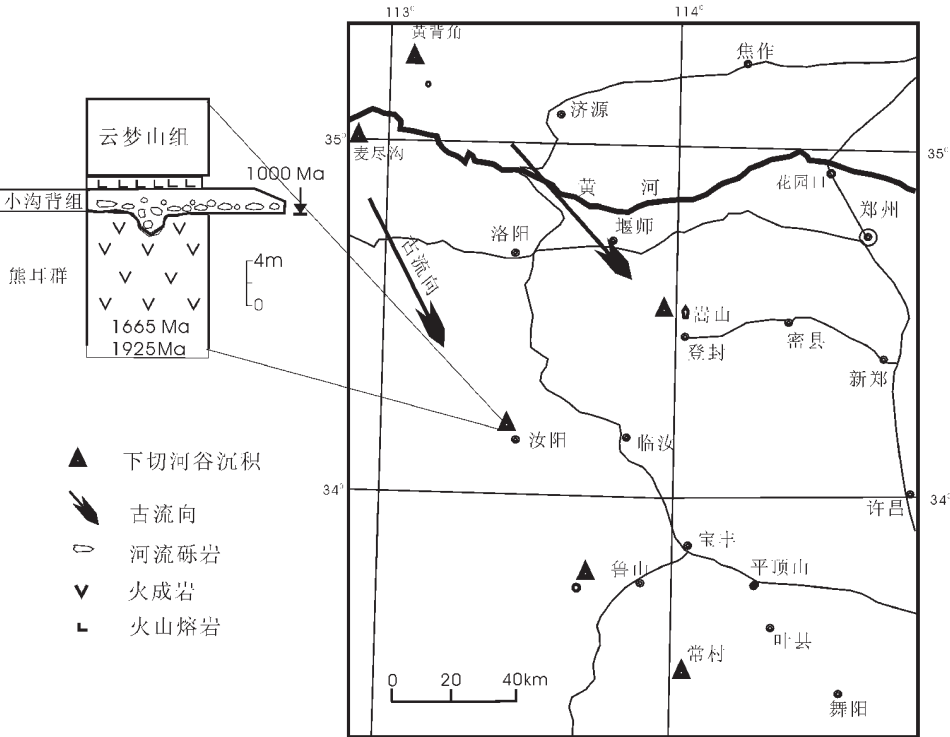


图1 汝阳群底部下切河谷沉积剖面点

Fig. 1 Section point of the incised valley deposits at the base of the Ruyang Group

可见到一套具气孔和杏仁构造的中-酸性火山岩层。这套火山岩曾被认为是汝阳群与熊耳群连续沉积的证据之一^[21]。笔者野外观察发现,在熊耳群剖面上均发育了河流相砾岩,这些砾岩应为熊耳群抬升剥蚀后的沉积,云梦山组底部的火山岩夹层覆于其上。因而这套火山岩的年龄应小于熊耳群的年龄。区域构造分析表明,该抬升事件可能与全球Rodinia超大陆的聚合事件之一的秦岭洋盆(1 000 Ma左右)向北俯冲有关^[22]。笔者已对云梦山组底部的火山岩进行了多点位采样,希望通过单颗粒锆石(U-Pb)的测试,得以证实和解决这一重大问题。

2 豫西新元古界的确立

2.1 层序划分与沉积演化序列

露头层序地层学研究强调层序地层界面的识别,其层序界面是海平面、基底沉降和物源供给等方面变化的综合记录。露头层序地层研究的目标是通过研究“沉积相”的堆叠方式,通过野外露头的识别,划分出三级层序序列,进而完成区域层序地层格架的对比,建立起该地区的盆地演化模式。

华北地台南缘新元古代地层可划分出14个层序(图2)。该地区每个层序在该盆地的演化史中都有其各自的沉积特点,整个盆地演化可分为4个沉积阶段。

(1)裂谷充填阶段:包括小沟背组、云梦山组、白草坪组和北大尖组,沉积厚度巨大,反映快速充填的沉积特征,各组分别代表了不同时期环境变化的沉积特点。①下切河谷充填期,汝阳群最下部小沟背组为河流相砂砾岩,河流砾岩呈叠瓦状排列,砾岩与砂岩或砂岩与粉砂岩互层,交错层理发育,具河流沉积二元结构。②火山喷发期,在小沟背组之上或云梦山组底部出现一套中酸性火成岩,厚1~6.8 m。代表中朝地台南缘短暂出现的火山活动。③海相快速充填期,在河南渑池的麦尽沟和汝阳县的寺沟云梦山组多表现为海相砂坝的叠置和坝前及坝后的沉积(具大型板状斜层理),并发育有铁矿层,笔者认为这些铁矿物质来源应与1 000 Ma构造岩浆活动有关,而非陆上风化壳产物。④稳定海相碎屑岩加积沉积期,白草坪组和北大尖组为稳定的潮下-潮间-潮上的碎屑岩沉积,北大尖组见有大量的海绿石。该阶段末期(北大尖组的顶部)开始发育碳酸盐岩,代表了裂谷充填阶段的结束,汝阳群分布范围较广,沉积厚度2 000~7 000 m。

(2)障壁海阶段:大体相当崔庄组—三教堂组沉积,分布范围较广,已成为区域对比的标志。崔庄组在区域上形成稳定的坝后沉积,该阶段的初期(崔庄组的下部)多发育滨岸或障壁后海湾型铁矿层,末期的三教堂组顶部的铁质风化壳反映出该阶段的结束和长期的暴露。障壁砂坝主体见于汝阳—鲁山地区,厚60~95 m,在河南渑池的石庙后剖面三教堂组仅厚2~3 m,而靠近陆源的北部地区(山西的永济县水幽沟剖面)风化壳侵位到崔庄组,被洛峪口组叠层石白云岩直接覆盖,其间缺失整个三教堂组和洛峪口组的下部沉积。三教堂组顶部铁质风化壳的发现及该界面的横向追索,确定了该障壁阶段末期与碳酸盐岩台地阶段之间为平行不整合。

(3)碳酸盐岩台地阶段:笔者认为,裂谷盆地的巨厚碎屑岩沉积往往是碳酸盐岩台地形成的必要条件和垫板,而碳酸盐岩台地的出现代表该盆地填充的最后阶段。豫西地区自洛峪口组开始沉积相转变为碳酸盐岩盆地阶段(图2),这个阶段共发育了洛峪口组、黄连垛组和董家组3个旋回(期)。①初期碳酸盐岩台地特征,晚青白口世洛峪口组下部由碎屑岩垫板开始,逐渐过渡到碳酸盐缓坡沉积(具大量津浪丘状层),中上部为具叠层石红色碳酸盐岩的潮间带沉积,最终形成生物礁相碳酸盐岩台地。②早震旦世(黄连垛组)碎屑岩垫板始于海滩碎屑砾岩,初期海侵形成粗粒和中粒石英砂岩或燧石砂砾岩互层,随后很快为具藻纹层的碳酸盐沉积,顶部发育稳定的厚层燧石岩,其沉积环境为台地边缘碳酸盐岩相——硅质岩局限海盆地。③董家组沉积期:下部为大套富铁质长石岩屑(陆源)和含海绿石石英砂岩及砂砾岩,成为新的碳酸盐岩垫板,上部为潮上萨布哈环境的碳酸盐岩,反映了该碳酸盐岩形成于蒸发大于补给的沉积环境。

(4)冰期阶段:罗圈组和东坡组,分别为冰碛岩和冰后沉积。由于罗圈组在区域上多保留底碛冰流面的沉积特征,因此定性为山麓冰川^[1],其分布范围较黄连垛组和董家组更广,并覆于不同的地层岩组之上(图2)。该冰期在华北块体上具广泛的地层对比意义,如在豫西、陕西、山西和贺兰山地区,甚至塔里木盆地和柴达木块体上也发育了这期冰碛岩。

3 罗圈冰碛岩在地层柱中的位置

据报道,全球末元古代发育了3~4次冰期或更

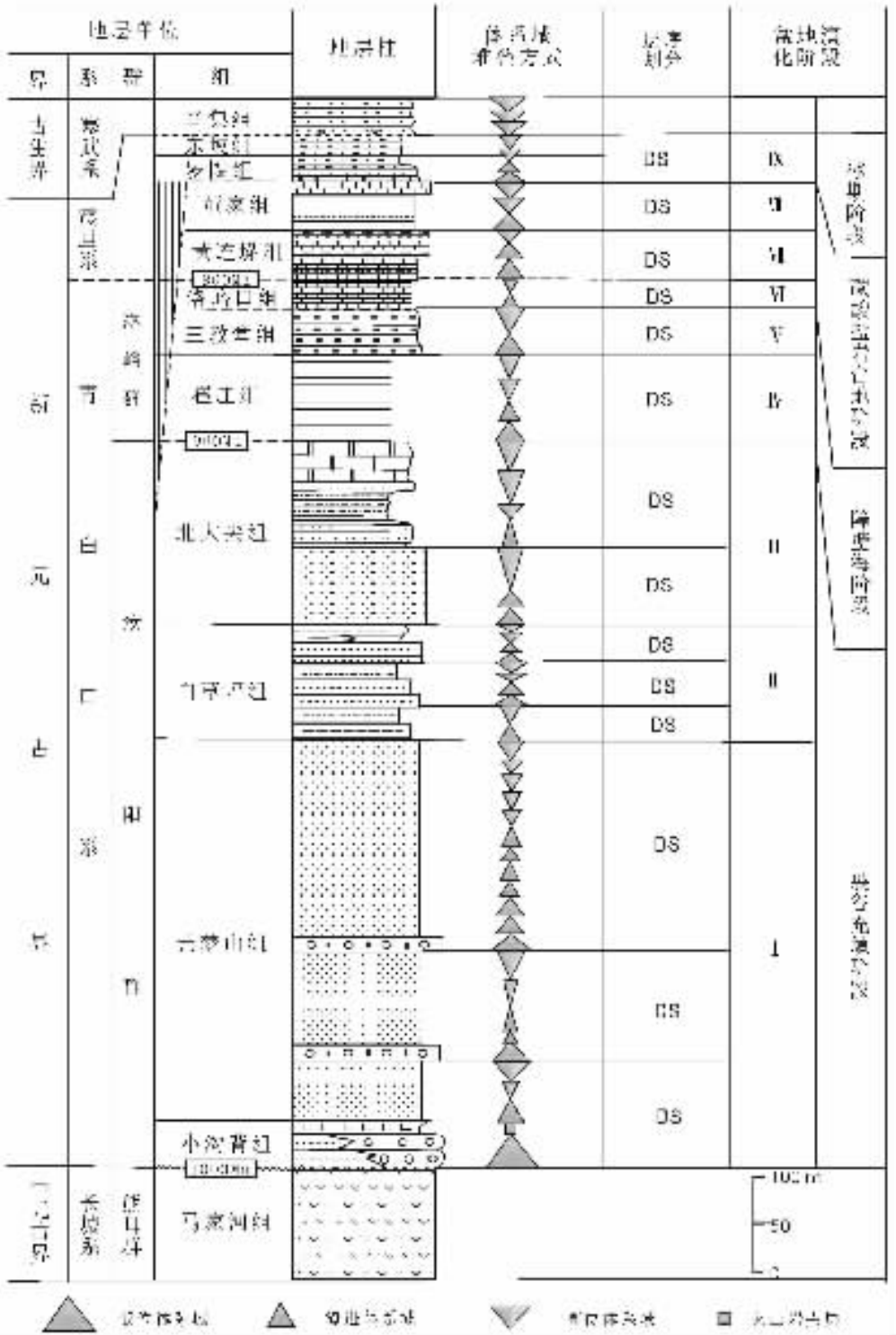


图2 华北地台南缘新元古代地层柱状图

Fig. 2 Neoproterozoic stratigraphic column of the southern margin of the North China platform

多^[23-24]。在塔里木盆地东南缘的库鲁克塔格地区出现3套冰碛岩(年龄分别为723 Ma、650 Ma和570 Ma),扬子地台上出现了2套冰碛岩,而华北地台南缘及西

缘仅见有1套冰碛岩。关于罗圈冰碛岩的时代和地层对比一直是地质学家争论的焦点。目前有2种主要观点:一是与扬子地台的南华系冰碛岩对比^[15];二是

与新疆库鲁克塔格最上部的冰碛岩汉格尔乔克冰期对比。前者强调与扬子地台南沱冰碛岩对比,华北地台的新元古代地层都是该冰期之下的产物,生物带可建立出“前埃迪卡拉”动物群。后者强调罗圈冰碛岩为山麓冰川,覆盖在不同的下伏地层之上,与上覆寒武纪辛集组形影相随,年龄为570 Ma左右。根据生物地层研究和整个华北地台南元古代地层对比,笔者认为罗圈冰期与新疆库鲁克塔格的最后一次冰期对比较为合理。华北地台在南华系冰期(700 Ma)时,远离扬子地台,整个大陆处在抬升和剥蚀阶段。全球此期冰溶后,开始影响到华北地台的周边并发育震旦系;而罗圈组是华北地台南缘受秦岭洋盆的再次向北俯冲而抬升后发育于震旦世末期的山麓型冰川沉积。

4 华北地台南元古代生物演化的序列

华北地台南元古代生物在全球生物演化序列中占有重要地位,出现3套组合,对华北地台南元古代地层的定位和划分有着重要作用^[25-28]。其生物序列主要为青白口系下统(1000 Ma)具刺疑源类组合,青白口系上统(850 Ma)宏观藻类化石组合,震旦系董家组(600 Ma)微古植物组合^[15]以及罗圈冰期后(570 Ma)微古植物组合、遗迹化石组合。似乎缺失南华系冰期后的早期生物演化序列3个组合带(陡山沱期Tianzhushanian带,灯影期的Parachuanian带和Sinotubulites-Clodina带)。尽管如此,与陕西洛华公路罗圈组上段相当的贺兰山苏峪口正目观组上段的遗迹化石组合可与灯影组末期高家山生物带对比。此化石带存在说明罗圈组冰碛岩不能与南华系的南沱组冰碛岩对比,应新于南华系的时代。

5 讨论与结论

笔者在探讨华北地台南缘新元古代地层在整个地层柱中的位置时,着重强调以下几个问题(1)小沟背组的时代,即汝阳群与熊耳群的关系,小沟背组和云梦山组底界之间的火山岩同位素年龄是重要的证据(2)汝阳群是中朝地台南缘青白口纪最早的沉积,乔秀夫等^[9]根据下马岭组底部的同位素年龄,认为华北地台北部(北京—蓟县)仅发育了青白口系上统(900~800 Ma),而本文依据新的地层和生物证据,确定汝阳群为青白口纪最早沉积。(3)罗圈组在地层柱中的位置晚于南华系冰期沉积。

致谢:感谢乔秀夫和邢裕盛研究员在区域地质、层序地层及生物地层等方面的指导以及与作者多方面的探讨。

参考文献:

- [1] 关保德,耿午辰,戎治权,等. 河南东秦岭北坡中—上元古界 [M]. 郑州:河南科学技术出版社,1988. 1~276.
- [2] 赵太平,周美夫,金成伟,等. 华北陆块南缘熊耳群形成时代讨论[J]. 地质科学,2001,36(3):326~334.
- [3] 曹瑞骥,唐天福,薛耀松. 关于华北上前寒武系与华南震旦系之间衔接问题的讨论[J]. 地质论评,1988,34(2):175~178.
- [4] 冯明伸. 小秦岭(陕西境内)高山河群与小河岩体接触关系及时代探讨[J]. 陕西地质,1998,16(1):21~23.
- [5] 薛耀松,曹瑞骥,唐天福,等. 扬子区震旦纪地层序列和南、北方震旦系对比[J]. 地层学杂志,2001,25(3):207~216.
- [6] 胡云绪,付嘉媛. 陕西洛南上前寒武系高山河组的微古植物群及其地层意义[J]. 中国地质科学院西安地质矿产研究所刊,1982,4:100~114.
- [7] 阎玉忠,朱士兴. 山西永济白草坪组具刺疑源类的发现及其地质意义[J]. 微体古生物学报,1992,9(3):267~282.
- [8] 尹崇玉,高林志. 华北地台南缘汝阳群白草坪组微古植物及地层时代探讨[J]. 地层古生物论文集,1999,27:81~94.
- [9] 乔秀夫,高劭. 中国北方青白口系碳酸岩Pb-Pb同位素测年及意义[J]. 地质科学,1997,22(1):1~7.
- [10] 任富根,李维明,李增慧,等. 熊耳群—崤山地区金矿成矿地质条件和找矿综合评价模式 [M]. 北京:地质出版社,1996. 5~8.
- [11] 陆松年,李惠民. 蓟县长城系大红峪组火山岩的单颗粒锆石U-Pb法准确定年[J]. 中国地质科学院院报,1991,22:137~144.
- [12] 李钦仲,杨应章,贾金昌. 华北地台南缘(陕西部分)晚前寒武纪地层研究 [M]. 西安:西安交通大学出版社,1985. 1~174.
- [13] 王学仁,尹凤娟,李文厚,等. 华北地台南缘的上前寒武系 [M]. 西安:西安交通大学出版社,1990. 1~123.
- [14] Xiao Suhai, Knoll A H, Yin Leiming, et al. Neoproterozoic fossils in Mesoproterozoic rocks? A stratigraphic conundrum from the North China Platform[J]. Precambrian Res., 1997, 84:197~220.
- [15] Yin Leiming. Organic-walled microfossils of Neoproterozoic Dongjia Formation, Lushan County, Henan Province, north China[J]. Precambrian Res., 1999, 94:121~137.
- [16] Yin Leiming. Acanthomorphic acritarchs from Meso-Neoproterozoic shales of the Ruyang Group, Shaxi, China[J]. Review of Palaeobotany and Palynology, 1997, 98:15~25.
- [17] 尹崇玉,高林志. 中国早期具刺疑源类的演化及生物地层学意义[J]. 地质学报,1995,69(4):360~371.
- [18] 尹崇玉,高林志. 豫西鲁山新元古界洛峪口组宏观后生植物新发现[J]. 地质论评,1997,43(4):355.
- [19] 崔新省,董文明,周洪瑞. 豫西震旦系露头层序地层学初步研究及其意义[J]. 地球科学,1996,21(3):249~253.
- [20] 周洪瑞,王自强,崔新省,等. 华北地台南部中新元古界层序地

- 层研究[M]. 北京:地质出版社, 1999. 1~90.
- [21] 乔秀夫,张德全,王雪英. 晋南西阳河群同位素年代研究及其地质意义[J]. 地质学报, 1985, 59(3):258~270.
- [22] McMenamin M A S, McMenamin D L S. The Emergence of Animals. The Cambrian breakthrough[M]. New York: Columbia University Press, 1990. 1~217.
- [23] Kaufman A J, Knoll A H, Narbonne G M. Isotopes, ice ages, and terminal Proterozoic earth history[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 1997, 94:6600~6605.
- [24] Brasier M, McCarron G, Tucker R, et al. New U-Pb Zircon dates for the Neoproterozoic Gubrah glaciation and for the top of the Huqf Supergroup[J]. Oman Geology, 2000, 28(2):175~178.
- [25] Knoll A H. Learning to tell Neoproterozoic time[J]. Precambrian Res., 2000, 100:3~20.
- [26] Knoll A H, Butterfield N J. New window on Proterozoic life[J]. Nature, 1989, 337:602~603.
- [27] 唐烽,高林志. 中国震旦生物群[J]. 地质学报, 1998, 72(3):193~204.
- [28] 高林志,尹崇玉,邢裕盛. 新元古代微古植物组合序列与层序地层学[J]. 地层古生物论文集, 1999:27~28~36.

New view of the Neoproterozoic strata on the southern margin of the North China platform

GAO Linzhi¹ YIN Chongyu¹ WANG Ziqiang²

(1. *Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China*

2. *China University of Geosciences, Beijing 100083, China*)

Abstract According to the ancient weathering crust at top of the Xiong'er Group, incised valley deposits in the Xiaogoubei Formation at the base of the Ruyang Group, discovery of large-sized acanthomorphidia acritarchs in the Baicaoping Formation and megafossil algae in the Luoyukou Formation and location of the Luoquan tillite in the Neoproterozoic column, the authors consider that the strata above the Xiong'er Group and below the Cambrian Xinji Formation should be assigned to the Neoproterozoic (1000 to 570 Ma B. P.) and are the sedimentary Qingbaikou System and Sinian System records of the assembly and breakup of the supercontinent Rodinia (Qingbaikou System and Sinian System) in the North China platform.

Key words Xiong'er Group; incised valley filling; Luoquan tillite; Neoproterozoic; southern margin of the North China platform