

# 龙首山地块的归属问题： 来自地壳结构和中一新元古代地层的证据

夏明哲<sup>1,2</sup>, 夏昭德<sup>1,2</sup>, 卢荣辉<sup>3</sup>, 姜常义<sup>1,2</sup>

(1 长安大学 地球科学与资源学院, 陕西 西安 710054; 2 长安大学 西部矿产资源与地质工程教育部重点实验室, 陕西 西安 710054; 3 四川华源矿业勘查开发有限责任公司, 四川 成都 610072)

**摘要:** 为了弄清楚龙首山地块的归属问题, 对龙首山地块地壳结构和地层特征进行研究, 发现龙首山地块具有由结晶基底和沉积盖层组成的双层地壳结构。该地块结晶基底由龙首山群组成, 龙首山群岩性主要为一套条带状、眼球状混合岩夹斜长角闪岩、花岗质片麻岩、黑云斜长片麻岩等, 普遍经历了角闪岩相区域变质作用。龙首山地块缺失长城系、青白口系和南华系, 下部沉积盖层由蓟县系墩子沟群和震旦系顶部的烧火筒沟组构成。墩子沟群经历了埋藏变质作用, 粉砂岩具千枚状构造, 砂岩有一定程度的重结晶, 地层层理保存完整。烧火筒沟组上部为含砾千枚岩、粉砂质千枚岩, 下部为冰碛砾岩, 冰碛砾岩总与寒武系含磷层相伴出现。地壳整体结构与华北克拉通基本特征相同, 而扬子克拉通具有结晶基底、褶皱基底和沉积盖层3层地壳结构, 与华北克拉通和龙首山地块迥异。因此, 龙首山地块应归属于华北克拉通。

**关键词:** 扬子克拉通; 华北克拉通; 龙首山地块; 地壳结构; 结晶基底; 沉积盖层; 中一新元古代

**中图分类号:** P534.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-6561(2011)02-0132-05

## Attribution of Longshoushan Terrane: Evidence from the Crustal Structures and Mesoproterozoic-Neoproterozoic Strata

XIA Ming-zhe<sup>1,2</sup>, XIA Zhao-de<sup>1,2</sup>, LU Rong-hui<sup>3</sup>, JIANG Chang-yi<sup>1,2</sup>

(1. School of Earth Sciences and Resources, Chang'an University, Xi'an 710054, Shaanxi, China; 2. Key Laboratory of Western Mineral Resources and Geological Engineering of Ministry of Education, Chang'an University, Xi'an 710054, Shaanxi, China; 3. Sichuan Huayuan Mining Exploitation Limited Company, Chengdu 610072, Sichuan, China)

**Abstract** In order to study the attribution of Longshoushan Terrane, the crustal structure and stratigraphy of Longshoushan Terrane were discussed. Longshoushan Terrane has a double-crust structure with the crystalline basement and sedimentary cover. The crystalline basement composes of Longshoushan Group. Longshoushan Group is mainly banded-augen migmatite with amphibolite rocks, granitic gneiss, biotite-plagioclase gneiss interbedded and generally experienced amphibolite facies regional metamorphism. The lower parts of sedimentary cover are consisted of Dunzigou Group of Jixianian System and Shaohuotonggou Formation of the top of Sinian System, missing Changcheng System, Nanhua System and Neoproterozoic. Dunzigou Group experienced burial metamorphism, and siltstone with phyllite-structure and sandstone recrystallized to some extent with stratigraphic grounds intact. Shaohuotonggou Formation of Sinian System is consisted of gravel-bearing phyllite and silty phyllite in the upper part and glacial conglomerate in the lower part. The moraine layer is accompanied with the Cambrian phosphorus-bearing strata. The overall crustal structures of Longshoushan Terrane are the same as North China Craton. The Yangtze Craton has three-fold crustal structure with crystalline basement, fold basement and sedimentary cover, and is different from North China Craton and Longshoushan Terrane. Longshoushan Terrane, therefore, should belong to North China Craton.

**Key words:** Yangtze Craton; North China Craton; Longshoushan Terrane; crustal structure; crystalline basement; sedimentary cover; Mesoproterozoic-Neoproterozoic

收稿日期: 2010-12-30

基金项目: 国家自然科学基金重点基金项目(40534020); 国家自然科学基金项目(40872070)

作者简介: 夏明哲(1979-), 男, 青海民和人, 讲师, 工学博士, 从事岩石学研究。E-mail: zymzxia@163.com

# 0 引言

龙首山地块位于中国西北部的甘肃省中部,该地块以产出超大型金川镍铜岩浆硫化物矿床而闻名。前人对该区的地质背景做了大量研究,汤中立等依据地层方面的资料,认为龙首山地块在中—新元古宙期间与华北克拉通连为一体<sup>[1-3]</sup>。Li等依据金川岩体中斜锆石 U-Pb 年龄( $(812 \pm 26)$  Ma),认为该岩体的形成与大约 825 Ma 的华南地幔柱有关,显示了与扬子克拉通的构造亲合性<sup>[4]</sup>。由此引发的问题是:龙首山地块到底是归属于扬子克拉通,还是归属于华北克拉通?笔者拟从地壳结构和地层对比的角度,论证龙首山地块的归属问题。

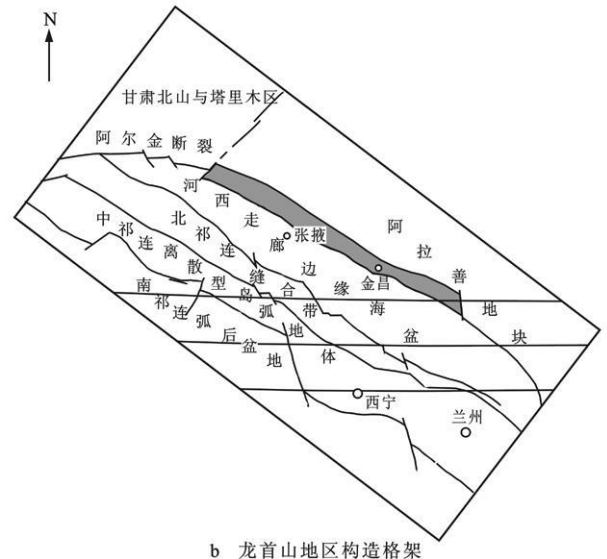
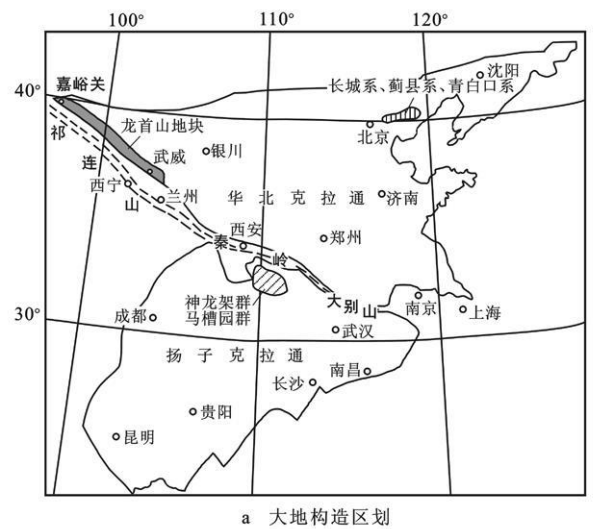
# 1 地质概况

龙首山地块的平面形态为长条状,呈北西西—南东方向展布(图1),其北部和东部以断层为界与阿拉善地块相邻,后者属华北克拉通西端;西部以断层为界与塔里木克拉通相邻,南部以龙首山断裂为界与北祁连早古生代褶皱带相邻。

# 2 扬子克拉通地壳结构与中—新元古代地层

扬子克拉通包括云南省大部、贵州省大部、四川中东部、湖北西部及武汉以东之长江沿岸地区。扬子克拉通具有3层地壳结构:最下部为结晶基底,由太古界(大于2.5 Ga)和古元古界(2.5~1.8 Ga)组成<sup>[5]</sup>,普遍经历了以角闪岩相为主的区域变质作用;长城系(1.8~1.4 Ga)、蓟县系(1.4~1.0 Ga)和青白口系(1.0~0.8 Ga)构成褶皱基底;南华系(0.8~0.635 Ga)、震旦系(0.635~0.543 Ga)为盖层沉积<sup>[6]</sup>。属长城系—蓟县系的浅变质地层在湖北省、贵州省、四川省、云南省分别被称为神农架群、梵净山群、会理群、昆阳群等10个岩群<sup>[7-10]</sup>,其中以神农架群的研究最详细。下神农架亚群属长城系,以碳酸盐岩为主,夹板岩、凝灰岩,厚度达2 200 m。蓟县系下部为中神农架亚群,由碳酸盐岩、硅质岩和砂泥质岩石组成;厚度近3 000 m,富含叠层石和微古植物。蓟县系上部为上神农架亚群,由含硅质碳质粉砂岩、铁矿层和白云岩组成(图2a)<sup>[11]</sup>。

上述浅变质岩群均与下伏的古元古代—太古代中深变质岩系呈明显的角度不整合接触。各浅变质岩群的原岩建造均属槽型沉积,并经历了低绿片岩相区域变质作用。地层紧闭褶皱,面理置换强烈,地



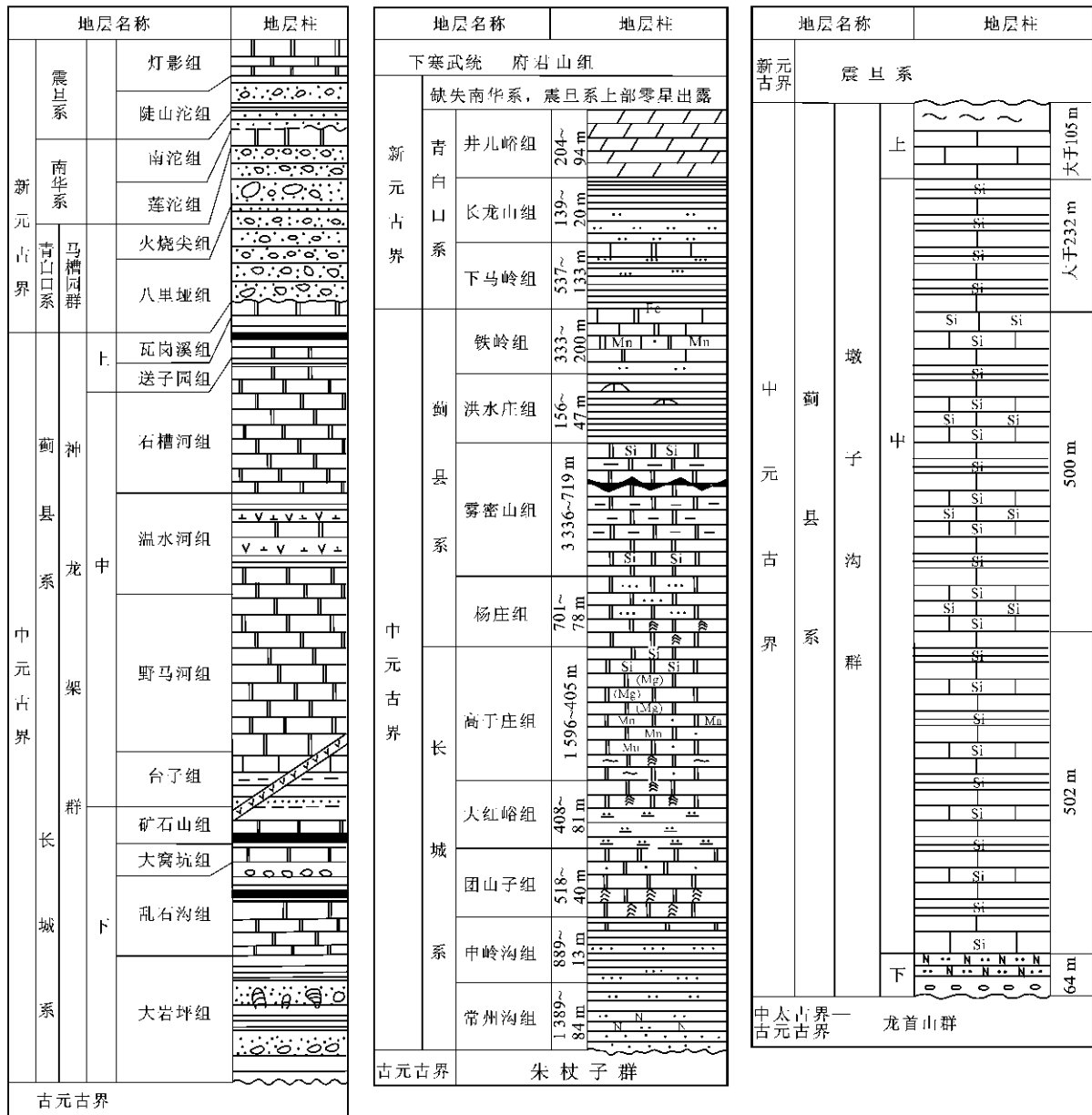
注:据文献[1,5]。

图1 区域地质构造

Fig. 1 Regional Geological Structure

层层理消失殆尽。上述浅变质岩群岩石的主要特征变质矿物为绢云母和绿泥石,变质级属低绿片岩相。个别地段出现白云母、黑云母、石榴石、钠长石、阳起石等变质矿物,变质级可达高绿片岩相,如会理群河口组、云南省会泽县的昆阳群等(图2a)。

青白口系在扬子克拉通的分布不如长城系、蓟县系广泛,在湖北省、贵州省和四川省分别称为马槽园群、下江群/丹洲群/板溪群、板溪群。青白口系与蓟县系为角度不整合接触。其中,马槽园群由碳酸盐质砾岩及砂岩组成,夹少量板岩,厚度约4 000 m,不整合于神农架群之上,被震旦系不整合覆盖,该群全岩 Rb-Sr 年龄为  $993.6 \text{ Ma}$ <sup>[7]</sup>。《四川省区域地质志》明确指出板溪群属于基底的理由:板溪群普遍经历了区域变质作用,与上覆的溶溪冰碛层、大塘坡



a 华北克拉通地层

b 扬子克拉通地层

c 龙首山地块地层

注: 1—砾岩; 2—砂砾岩; 3—含砾砂岩; 4—石英砂岩; 5—长石石英砂岩; 6—石英岩状砂岩; 7—细砂岩; 8—粉砂岩; 9—泥岩; 10—页岩; 11—泥灰岩; 12—白云岩; 13—白云质灰岩; 14—含砾含砂白云岩; 15—含泥含粉砂白云岩; 16—含锰质含沥青白云岩; 17—含硅白云岩; 18—燧石条带白云岩; 19—燧石结核团块白云岩; 20—叠层石白云岩; 21—镁质结核; 22—含铁层位; 23—灰岩; 24—含矿层位; 25—基性岩脉; 26—中基性熔岩; 27—硅质灰岩; 28—硅质条带灰岩; 29—千枚岩; 30—叠层石(左上)/微古植物(右下); 扬子克拉通地层柱状图采用的是经原岩恢复后沉积岩名称; 据文献[11-13]。

图 2 华北克拉通、扬子克拉通及龙首山地块地层柱状图

Fig. 2 Histograms of North China Craton, Yangtze Craton and Longshoushan Terrane Strata

组、南沱冰碛层等未变质沉积岩有明显差别; 构造线 北北东向<sup>[9]</sup>。《贵州省区域地质志》也指出板溪群与 方向不一致, 川东南一带板溪群为北东向, 而盖层为 之上的震旦系下统(震旦系解体后应属南华系)两界

河组为不整合关系<sup>[8]</sup>。

南华系、震旦系以鄂西北的峡东剖面最具代表性。南华系与下伏青白口系、蓟县系等呈高角度不整合。南华系下部为长石石英砂岩、凝灰质砂岩及凝灰岩, 南华系上部为冰碛层。震旦系下部以泥质岩为主, 夹碳酸盐岩, 上部以白云岩为主夹硅质岩。南华系与震旦系均未经历区域变质作用(图 2a)。

### 3 华北克拉通地壳结构与中一新元古代地层

华北克拉通地壳具有双层结构: 结晶基底和沉积盖层。其中早一中太古代迁西群, 晚太古代阜平群、单塔子群、五台群及双子山群, 古元古代朱杖子群、甘陶河群及东焦群, 构成了结晶基底, 这些地层普遍经历了角闪岩相—麻粒岩相的区域变质作用; 长城系及其以上地层属盖层沉积, 没有或仅有埋藏变质作用。

华北克拉通的长城系、蓟县系和青白口系以蓟县剖面为代表, 长城系以明显的角度不整合覆于结晶基底迁西群之上, 总厚度 2 266 m<sup>[12]</sup>。长城系下部和中部以碎屑岩、黏土岩为主, 上部以碳酸盐岩为主。长城系上统分为大红峪组和高于庄组, 厚 2 004 m。大红峪组以碎屑岩为主, 夹碳酸盐岩, 高于庄组以碳酸盐岩为主。蓟县系与长城系为整合接触, 总厚 4 507 m, 主要由碳酸盐岩组成。青白口系与蓟县系为平行不整合接触, 厚度为 398 m, 主要由碎屑岩、黏土岩和薄层灰岩组成(图 2b)<sup>[14]</sup>。上述 3 个系的地层被认为是台型沉积, 层理保存完整。长城系和蓟县系有一定程度的埋藏变质, 主要表现为石英砂岩变为石英岩或石英岩状砂岩。

华北克拉通普遍缺失南华系和震旦系大部分地层, 仅有震旦系上部地层在克拉通边缘零星分布。其中, 在克拉通南缘河南—陕西地区的震旦系称罗圈组<sup>[15]</sup>, 在贺兰山地区称正目关组<sup>[16]</sup>。罗圈组、正目关组的上岩段由陆源碎屑岩组成, 下岩段为冰碛砾岩。其与上覆下寒武统呈平行不整合接触, 并总是与下寒武统中的含磷层相伴出现; 与下伏地层呈平行不整合或角度不整合接触。罗圈组之上东坡组海绿石 Rb-Sr 等时线年龄为 503 Ma, 碳质页岩 Rb-Sr 等时线年龄为 (527 ± 23) Ma, 下伏董家组海绿石砂岩 K-Ar 年龄为 (669 ± 4) Ma, Rb-Sr 表面年龄 727 Ma, 所以罗圈组的年龄为 620 ~ 600 Ma<sup>[16-18]</sup>, 时代上属震旦纪。鉴于罗圈组分布区的下伏结晶基底与华北克拉通主体部分并无深大断裂相分割, 所

以该组地层应代表华北克拉通南缘的沉积建造, 没有证据显示这套地层属于外来地体。

### 4 龙首山地块地壳结构与中一新元古代地层

龙首山地块具有双层结构: 龙首山群形成于中太古代—古元古代, 普遍经历了角闪岩相区域变质作用, 构成陆块结晶基底<sup>[1]</sup>; 蓟县系、震旦系属盖层沉积。

龙首山群岩性主要为一套条带状、眼球状混合岩夹斜长角闪岩、花岗质片麻岩、黑云斜长片麻岩等, 而大理岩、石英岩、片岩、变粒岩类呈包体(透镜体)产于其中, 上部有变质流纹英安岩及结晶灰岩; 它的原岩底部为中基性火山岩、海相陆源碎屑岩—富镁碳酸盐岩建造, 中部为海相碳酸盐岩—类复理石建造, 上部则属海相火山沉积岩—陆源碎屑岩建造<sup>[1]</sup>。

龙首山地块缺失长城系、青白口系和南华系。龙首山地块的蓟县系称墩子沟群, 根据岩性分为 3 个亚群, 总厚度大于 1 403 m。上亚群为灰绿色粉砂质千枚岩及条带状结晶灰岩; 中亚群主要为硅质灰岩, 底部含叠层石; 下亚群为变质长石石英砂岩及变质砾岩。墩子沟群与上覆震旦系和下伏龙首山群均呈角度不整合接触(图 2c)<sup>[13]</sup>。该群经历了埋藏变质作用, 粉砂岩具千枚状构造, 砂岩有一定程度的重结晶, 地层层理保存完整。

龙首山地块的震旦系仅有震旦系顶部的烧火筒沟组, 它与上覆下寒武统呈平行不整合接触, 与下伏墩子沟群呈不整合接触<sup>[13, 19]</sup>。烧火筒沟组中上部为含砾千枚岩与粉砂质千枚岩, 下部为冰碛砾岩。在含砾绢云石英千枚岩中可见到巨大漂砾, 砾石表面有冰川擦痕。冰碛砾岩成分十分复杂, 大小悬殊, 砾径一般 1 ~ 4 cm, 形态多样, 常见棱角状, 混杂无序, 不显层理, 钙质胶结, 杂基支撑, 有的角砾具刨蚀痕迹。代表性剖面如下。

上覆地层	
上寒武统	
———平行不整合———	
烧火筒沟组	总厚度 472.3 ~ 511.4 m
10. 砾岩	0.3 ~ 5.4 m
9. 含碳石英千枚岩	3.0 ~ 5.0 m
8. 石英千枚岩	10.0 ~ 20.0 m
7. 绢云石英千枚岩	120.0 m
6. 含碳绢云千枚岩	5.0 m

5. 白云岩	1.0 m
4、3. 冰碛含砾绢云千枚岩	56 ~ 78 m
2. 绿泥绢云千枚岩	203.0 m
1. 冰碛砾岩	74.0 m

——平行不整合——

下伏地层  
墩子沟群

5 讨论

扬子克拉通与华北克拉通在地壳结构与中一新元古代地层属性方面存在显著差异。

(1)扬子克拉通的地壳结构表现为结晶基底—褶皱基底—沉积盖层的 3 层结构,而华北克拉通为结晶基底—沉积盖层双层结构。

(2)扬子克拉通的长城系、蓟县系和青白口系属槽型沉积,普遍经历了低绿片岩相区域变质改造,构成褶皱基底,而华北克拉通的这 3 个系属台型沉积,仅在中、下部有埋藏变质,构成沉积盖层。

(3)扬子克拉通存在从南华系底部至震旦系顶部的连续沉积剖面,而华北克拉通仅在其南缘和西缘存在震旦系顶部的沉积层。

(4)扬子克拉通的冰碛层存在于南华系上部南沱组内,而华北克拉通的冰碛层出现于震旦系顶部,并且总与寒武系底部的含磷层相伴出现<sup>[6, 20-21]</sup>。据此,笔者认为龙首山地块应该归属于华北克拉通,而不应归属于扬子克拉通。

6 结语

龙首山地块具有双层地壳结构,蓟县系墩子沟群属盖层沉积并且没有经历区域变质作用,缺失南华系和震旦系大部分地层,冰碛层出现于震旦系顶部;此外,无论是从地层层序、沉积层组合,还是从其与寒武系含磷层相伴出现等方面而论,烧火筒沟组可以与罗圈组、正目关组对比,这 3 个组是形成于同一环境的同一套地层。所以,无论是从地壳结构还是从中一新元古代地层属性等方面来看,龙首山地块都应该属于华北克拉通。

参考文献:

[ 1 ] 汤中立,白云来,徐章华,等. 华北古陆西南缘(龙首山—祁连山)成矿系统及成矿构造动力学[ M ]. 北京:地质出版社, 2002.

[ 2 ] 汤中立,钱壮志,姜常义,等. 岩浆硫化物矿床勘查研究的趋势

与小岩体成矿系统[ J ]. 地球科学与环境学报, 2011, 33(1): 1-9.

[ 3 ] Lu S N, Zhao G C, Wang H C, et al. Precambrian Metamorphic Basement and Sedimentary Cover of the North China Craton; a Review[ J ]. Precambrian Research, 2008, 160(1/2): 77-93.

[ 4 ] Li X H, Su L, Chung S L, et al. Formation of the Jinchuan Ultramafic Intrusion and the World's Third Largest Ni-Cu Sulfide Deposit: Associated with the ~825 Ma South China Mantle Plume? [ J ]. Geochemistry Geophysics Geosystems, 2005, 6(Q11004). DOI: 10.1029/2005GC001006.

[ 5 ] 程裕淇. 中国区域地质概论[ M ]. 北京:地质出版社, 1994.

[ 6 ] 陆松年,李怀坤,陈志宏,等. 新元古时期中国古大陆与罗迪尼亚超大陆的关系[ J ]. 地质前缘, 2004, 11(2): 515-523.

[ 7 ] 湖北省地质矿产局. 湖北省区域地质志[ M ]. 北京:地质出版社, 1990.

[ 8 ] 贵州省地质矿产局. 贵州省区域地质志[ M ]. 北京:地质出版社, 1987.

[ 9 ] 四川省地质矿产局. 四川省区域地质志[ M ]. 北京:地质出版社, 1991.

[ 10 ] 云南省地质矿产局. 云南省区域地质志[ M ]. 北京:地质出版社, 1990.

[ 11 ] 杜汝霖. 前寒武纪古生物学及地史学[ M ]. 北京:地质出版社, 1992.

[ 12 ] 河北省地质矿产局. 河北省区域地质志[ M ]. 北京:地质出版社, 1989.

[ 13 ] 甘肃省地层表编写组. 西北地区区域地层表: 甘肃省分册[ M ]. 北京:地质出版社, 1980.

[ 14 ] 陕西省地质矿产局. 陕西省区域地质志[ M ]. 北京:地质出版社, 1989.

[ 15 ] 《中国地层典》编委会. 中国地层典: 新元古界[ M ]. 北京:地质出版社, 1996.

[ 16 ] 关保德,耿武辰,戎治国,等. 河南省罗圈组冰碛岩时代探讨[ C ] //《前寒武纪地质》编辑委员会. 前寒武纪地质第 1 号: 中国晚前寒武纪冰成岩论文集. 北京:地质出版社, 1983: 183-206.

[ 17 ] 关保德,耿武辰,戎治国,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.

[ 18 ] 张文治,李怀坤,王官福,等. 中国东部晚元古冰成岩的古地磁及地质意义[ J ]. 前寒武纪研究进展, 2001, 24(1): 35-57.

[ 19 ] 西安地质矿产研究所. 中国地质科学院西安地质矿产研究所刊: 第 8 号, 北山地区上前寒武系[ M ]. 西安:陕西科学技术出版社, 1984.

[ 20 ] 赵祥生,张录易,邹湘华,等. 西北地区震旦纪冰碛层及其地层意义[ C ] //中国地质科学院天津地质矿产研究所. 中国震旦亚界. 天津:天津科学技术出版社, 1980: 25-30.

[ 21 ] 陆松年,李怀坤,陈志宏. 塔里木与扬子新元古代热—构造事件特征、序列和时代——扬子与塔里木连接(YZ-TAR)假设[ J ]. 地质前缘, 2003, 10(4): 321-326.