

# 青白口系的区域对比与金州系的建立

牛绍武, 辛后田

(中国地质调查局天津地质矿产研究所, 天津 300170)

**摘要:** 我国青白口系一直归属新元古界。近年来, 青白口系下马岭组斑脱岩U-Pb同位素SHRIMP法测年为 $1368\pm 12$  Ma,  $1370\pm 11$  Ma,  $1366\pm 9$  Ma等, 时代为中元古代。长龙山组至景儿峪组含宏观藻类化石 *Chuarial-Tawuia-Longfengshania* 组合, 与北美劳伦古陆西缘加拿大西部麦肯齐山地区新元古界小达尔群所含 *Chuarial-Tawuia-Longfengshania* 宏观藻类化石组合完全可以对比, 而骆驼岭组(=长龙山组) $^{206}\text{Pb}-^{238}\text{U}$ 测年为 $930\pm 10$  Ma, 长龙山组至景儿峪组的时代应为新元古代。长龙山组与下伏下马岭组在燕山地区有明显的沉积间断, 则青白口系应解体为下部属中元古界, 上部归新元古界。因此, 青白口系的含义显然应该重新修订, “青白口系”一名应废弃不用。下马岭组与下伏铁岭组也为明显的沉积间断, 通过地层区域对比, 金县群与下马岭组地层层位相当, 金县群的时代相应也为中元古代, 并且地层连续, 出露较全, 金县群提升为系一级的地层单元就更为恰当(同位素年代推测为1400 Ma~1000 Ma或1400 Ma~1200 Ma)。青白口系含义的重新厘定与区域对比和金州系的建立, 理顺了我国中-新元古代的地层序列和年代地层格架, 为建立系一级的年代地层单元提供了地层基础, 具有重要的地层学和地质年代学意义。

**关键词:** 青白口系; 区域对比; 金州系

**中图分类号:** P534.3

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1672-4135(2013)01-0001-09

我国燕山地区青白口系源于高振西等的青白口统。早在1934年, 高振西等将蓟县“震旦系”自下而上划分为三统十个岩组, 即长城统, 蓟县统和青白口统。青白口统自下而上为下马岭组和景儿峪组<sup>[1]</sup>。下马岭组主要为一套潮间带至潮下带砂页岩夹灰岩和斑脱岩(火山凝灰岩), 在燕山西段冀西北涿鹿和下花园一带夹叠层石灰岩。近年来, 下马岭组斑脱岩U-Pb同位素SHRIMP法测年获得了中元古代的年龄(见下述), 可见下马岭组已不符合青白口系属于新元古代的原始涵义。而长龙山组至景儿峪组富含 *Chuarial-Tawuia-Longfengshania* 宏观藻类组合, 与北美劳伦古陆西缘加拿大西部麦肯齐山地区新元古界小达尔群所含 *Chuarial-Tawuia-Longfengshania* 宏观藻类化石组合完全可以对比, 时代应为新元古代, 则青白口系应解体为中元古代的下马岭组和新元古代的长龙山组至景儿峪组。下马岭组与辽东半岛南部金县群的地层层位基本可以对比<sup>[2]</sup>, 金县群的时代相应的也为中元古代。辽南的金县群与下伏革震堡群为连续沉积, 而且较下马岭组地层更全, 根

据年代地层的基本涵义和要求, 金县群有条件提升为系一级的地层单元, 时代为中元古代晚期(同位素年龄推测为1400~1000 Ma或1400~1200 Ma)。现分别讨论如下。

## 1 青白口系下马岭组的地层特征与区域对比

### 1.1 下马岭组的岩石地层

下马岭一名取自北京市门头沟区下马岭村, 1934年高振西等沿用叶良辅1920年的下马岭层, 划归青白口系下部。北京西山至蓟县一带出露较全, 底部为钙质胶结的角砾岩, 角砾来自下伏铁岭组灰岩, 两者为明显的沉积间断, 前人称为芹峪运动<sup>[3]</sup>。其上为墨绿色厚层含铁绿泥石粗砂岩, 黏土岩, 灰绿色, 黄绿色伊利石页岩, 夹细砂岩, 粉砂岩, 海绿石砂岩, 斑脱岩, 灰岩与叠层石灰岩, 为一套潮上-潮间带与潮下滨海相碎屑岩沉积。厚168~420 m。其他地区可超覆在蓟县系的不同层位之上, 遵化以东未见该组地层<sup>[4]</sup>。

**收稿日期:** 2012-09-24

**资助项目:** 全国地层委员会项目: 中国主要断代地层建阶研究(200113900076); 国家地调项目: 晋冀成矿区地质矿产调查(基[2011]矿评01-08-09)

**作者简介:** 牛绍武(1938-), 男, 研究员, 1964年毕业于长春地质学院地质系地层古生物专门化, 长期从事中生代与中-新元古代地层古生物研究, Email:wayneniu0815@163.com。

## 1.2 下马岭组的生物地层

该组产丰富的微古植物,宏观藻类化石和叠层石。

(1)微古植物:化石产于天津蓟县、河北宽城、赤城、凌源等地,主要有球形类,船形类,异形类,线形类和多面藻类计54属134种<sup>[4-5]</sup>。

(2)叠层石:前人仅在河北涿鹿至下花园一带的下马岭组采到大量叠层石,有 *Clavaphyton turbiformis* Zhu et Du, *Gymnosolen confragosus* Semikhatov, *G. pseudocolumnaris* Zhu et Du, *Institicia xiamalingensis* Zhu et Du, *Inzeria tjomusi* Krylov, *Jurusania asymmetrica* Zhu et Du, *Linella* cf. *avis* Krylov, *L. inconspicua* Zhu et Du, *L. simica* Krylov, *L. ukka* Krylov, *Potomia* cf. *ossica* Krylov, *Scopulimorpha* f., *Qingbaikounia vaginata* Zhu et Du, *Katavia ukka* Krylov 等<sup>[6]</sup>。该组合以 *Linella* f., *Gymnosolen* f., *Katavia* f., *Clavaphyton* f. 最具代表性,相当于前人 *Linella-Gymnosolen-Katavia* 叠层石第7组合<sup>[7]</sup>。

(3)宏观藻类:化石产于河北怀来与天津蓟县等地,有 *Chuarina circularis* Walcott, *Shouhsienia shouhsienensis* Xing, *Sh. longa* Xing, *Ovidiscina bagongshanensis* Zheng, 等<sup>[4,8]</sup>,下马岭组的宏观藻类可称为 *Chuarina-Shouhsienia* 组合。

## 1.3 下马岭组的年代地层

前人在河北怀来赵家山该组三段采用钾-氩法等时线测定年龄为956 Ma(张学祺,1982)<sup>①</sup>。伊利石页岩铷锶法全岩年龄为939±65 Ma(杜汝霖等,1986)<sup>[8]</sup>。在北京西山该组底部碳酸盐岩Pb-Pb同位素年龄为879±18 Ma<sup>[9]</sup>。由于人们对下马岭组的时代归属存在争议,一直在寻找更有效的测试方法。2005年,北京大学陈晓雨在北京西山下马岭组中上部首次发现火山凝灰岩成因的斑脱岩<sup>[10]</sup>。2007~2010年,中国地质科学院地质研究所高林志研究员等对北京西山下马岭组的建组剖面斑脱凝灰岩中岩浆型锆石U-Pb SHRIMP法测年获1368±12 Ma和1370±11 Ma年龄;在河北宣化赵家山获1366±9 Ma的年龄;在天津蓟县下马岭组也获得近似年龄,首次肯定了下马岭组应属中元古代,从而对青白口系的年代研究取得突破性进展<sup>[11-15]</sup>。

## 1.4 下马岭组的区域对比

(1)与安徽淮北地区的对比

在安徽淮北宿县史家-黑峰岭剖面,史家组下部为灰、棕黄少量紫红色黏土页岩,钙质页岩与厚层-中厚层和薄层白云质灰岩,泥灰岩,泥质条带灰岩,少量叠层石灰岩与竹叶状灰岩不等厚互层;中部黄绿色页岩,与含铁泥质粉砂岩,夹褐铁矿结核与少量叠层石灰岩透镜体;上部黄绿少量紫红色页岩,夹细粒-粉砂质海绿石砂岩与褐铁矿结核,底部灰白色厚-薄层细粒石英砂岩,厚384.38 m<sup>[16]</sup>。根据中国地质科学院地质研究所乔秀夫研究员等的研究,认为史家组以页岩为主,富含褐铁矿结核与海绿石,并夹多层灰岩和叠层石灰岩,构成一个由碎屑海岸至陆棚向上变深序列<sup>[17]</sup>。灰岩和叠层石灰岩透镜体产叠层石 *Katavia dalijiaensis* Cao et Zhao, *K. placentula* Cao et Zhao, *Jurusania* f., *Gymnosolen* f.<sup>[16-18]</sup>,大体相当于前人 *Linella-Gymnosolen-Katavia* 叠层石第7组合<sup>[7]</sup>。页岩中含较多宏观藻类化石:*Chuarina circularis* Walcott, *Ellipsophysa axicula* Zheng, *Bipatinella cervicalis* Zheng, *Morania? antiqua* Fenton et Fenton, *Tawuia* sp. 等<sup>[16,18,19]</sup>。据此,史家组的宏观藻类也属 *Chuarina-Shouhsienia* 组合。无论是岩性特征,还是叠层石组合,以及宏观藻类化石,下马岭组与淮北史家组大体可以对比(表1)。

连续沉积于史家组之上的望山组以灰岩为主,厚大于565.89 m。底部薄层灰岩中笔者于1986年采到宏观藻类化石 *Chuarina circularis* Walcott。该组上段产叠层石 *Katavia placentula* Cao et Zhao, *Linella* cf. *minuta* Bertrand-Sarfati, *Basisphaera panva* Cao et Zhao, *Anabaria radialis* Komar 等<sup>[16]</sup>,大体相当于前人 *Linella-Gymnosolen-Katavia* 叠层石第7组合<sup>[7]</sup>,或略高于燕山地区下马岭组。在江苏省铜山县魏集-白山剖面所谓“史家组”实际上是金山寨组至沟后组;其下的“魏集组”应是望山组。这里的望山组产叠层石 *Gymnosolen* cf. *furcatus* Komar, *Clavaphyton bellum* Liang, *Umbonarama weijiensis* Zhang, Bian et Qian, *Compactocollenia rotula* Zhang, Bian et Qian, *Baicalia* cf. *mauritanica* Bertrand-Sarfati, *B. rora* Semikhatov, *B. cf. baicalica* (Maslov) Krylov, *Colonnella* f. 等<sup>[16]</sup>,也应是前人 *Linella-Gymnosolen-Katavia* 叠层石第7组合<sup>[7]</sup>或略高于下马岭组叠层石组合。

①张学祺. 我国北方震旦界上部地层年表. 第二次全国同位素地质学讨论汇编, 1982.

表1 燕山地区青白口系的重新划分与区域对比

Table 1 Re-division and regional comparison of the Qibaikou System in the Yanshan area

地区		华北地台南缘		华北地台中部	华北地台北缘			中朝地台东缘
地层		淮南地区	淮北地区	燕山地区	金县-旅大地区	复县地区	吉林浑江地区	朝鲜北部
下寒武统上覆地层		猴家山组		府君山组	碱厂组	碱厂组	水洞组	中和统下部
新元古界	震旦系							
	635Ma							
	南华系	五岗集组 凤台组 ▲						驹峴群 陵里组 飞狼洞组 ▲
	750Ma							
	青白口系	淮南群 四顶山组 九里桥组 卩	沟后组 卩 金山寨组 卩		大林子组 葛屯组 卩	五行山群 金家组 丁家沟组 卩 高家屯组 卩	青沟子组 八道江组 万隆组 卩	?
1000Ma	寿县组 刘老碑组 卩 八公山组 曹店组		景儿峪组 卩 长龙山组 卩 蔚县运动		细河群 桥头组 南芬组 卩 钓鱼台组 卩 永宁组	桥头组 南芬组 卩 钓鱼台组 白房子组		
中元古界	金州系	徐淮上升 望山组		大连上升 兴民村组			天岳山群	
1400Ma	史家组 上段 卩 中段 卩 下段 卩		下马岭组 卩	金县群 王家坦组 卩 周家崴子组 崔家屯组 马家屯组			墨川群 墨川组 玉岫里组 雪山山组	
1600Ma	魏集组 张集组 九顶山组 倪园组 赵圩组 贾园组 (未见底)		铁岭组 卩 洪水庄组 雾迷山组 杨庄组 高于庄组	革镇堡群 十三里台组 营城子组 甘井子组 南关岭组			祠堂隅群 青石头组 隔再山组 银积山组	
1800Ma	长城系		大红峪组 团山子组 串岭沟组 常州沟组	旅大群 长岭子组 沟王组 王塘组 龙头山组 歪头山组 黄泥川组 大上顶组 老铁山组			直岫群 安心岭组 长寿山组 乌峰里组 江峰组	
下伏基底岩系		古元古界凤阳群		太古宇迁西群	?	太古宇鞍山群	古元古界老岭群	黄海系变质岩

安徽宿县史家-黑峰岭剖面是史家组的建组剖面,但前人并没有做微古植物研究。而魏集-白山剖面所谓“史家组”中产丰富的微古植物化石,它是金山寨组至沟后组的化石<sup>[16]</sup>。

在淮北,赵圩组-倪园组,史家组-望山组见较多辉绿岩脉,形成大面积分布的基性岩墙群。中国地质科学院地质研究所柳永清研究员等在淮北地区侵入于赵圩组-倪园组的辉绿岩脉锆石 U-Pb SHRIMP 法测年为 976±24 Ma ~ 1038±26 Ma<sup>[20]</sup>,则贾园组及其以上地层应老于该年龄,与下马岭组统属于中元古代。贾园组至魏集组都为碳酸盐岩沉积,只有史家组为碎屑岩,加之古生物化石的佐证,下马岭组与史家组对比还是合理的。贾园组至魏集组大体相当于辽东半岛南部革镇堡群,属于中元古代中期,这里可能有少量长城系或旅大群的地层。

(2)与辽东半岛南部金县地区的对比

在辽东半岛金县-旅大地区,金县群自下而上为马家屯组,崔家屯组,周家崴子组,王家坦组和兴

民村组(大连金州陆海-王家坦剖面),厚大于 497.3 m<sup>[4,17]</sup>。马家屯组为灰色,紫色条带状泥晶灰岩与灰绿色钙质泥页岩与海绿石砂岩,含褐铁矿结核,为盆地边缘相碳酸盐岩夹泥质沉积。产叠层石 *Gymnosolen ramsayi* Steinm., *G. levis* Krylov, *G. furtus* Komar, *Jurusania asymmetrica* Zhu et Du, *Katavia karatavica* Krylov, *K. xiwafangensis* Bu 等,也属于 *Linella-Gymnosolen-Katavia* 叠层石第 7 组合<sup>[7,17,21-22]</sup>。崔家屯组为灰绿色灰褐色薄层含海绿石细粒石英砂岩,粉砂岩与页岩多互层,顶部夹砾屑白云岩,透镜状叠层石白云岩,是一套浅海相细碎屑岩台地沉积。产叠层石 *Katavia changdaoensis* Bu, *Cuijiatunia cuijiatunensis* Bu, *Hunjiangia jinxianensis* Bu, *Patomia qidingshanensis* Duan et al.等<sup>[17,22]</sup>。除第 7 组合的重要分子 *Katavia* 外,出现一些新的类群。周家崴子组灰色灰褐色厚层硅质胶结细粒石英砂岩,薄层海绿石砂岩,夹少量页岩,为一套滨外砂坝相沉积<sup>[17]</sup>。王家坦组为灰绿色黄绿色少量紫色页岩

夹薄层石英砂岩,是一套海湾型障壁海静水细碎屑沉积<sup>[17]</sup>,产多层水母类化石。这些水母类化石在燕山地区和淮北地区都未能见到,可能是因为特有的海湾-泻湖相环境下的产物。兴民村组灰色深灰色厚-薄层砾屑灰岩,砂屑藻黏结灰岩,泥晶-粉晶灰岩,夹少量黑色炭质页岩,为一套缓坡相碳酸盐岩沉积。产叠层石 *Xingmincunella xingmincunensis* Bu, *Hunjiangia jinxianensis* Bu, *Patomia qidingshanensis* Duan et al., *Boxonia* cf. *lissa* Komar 等<sup>[17,22]</sup>。这一组合在燕山地区并没有见到,其层位可能高于下马岭组的叠层石组合。

在辽南旅大金县北的金县群马家屯组至兴民村组含丰富的微古植物化石计12属29种<sup>[23]</sup>。该组合与燕山地区下马岭组微古植物化石组合非常接近,基本可以对比。

根据岩石组合和叠层石组合特征,下马岭组大体相当于马家屯组-周家崴子组-王家坦组,大概还包括十三里台组顶部而缺失兴民村组地层。

金县棋盘磨海滨产水母类化石的王家坦组见较多辉绿岩脉;大连地区在马家屯组,崔家屯组,以及甘井子组,南关岭组等都有辉绿岩脉侵入,也形成大面积分布的基性岩墙群。中国科学院地质与地球物理研究所杨进辉等对辽东金州大和尚山地区侵入于桥头组(应是大和尚山石英岩-笔者)的辉绿岩锆石 SHRIMP 法 U-Pb 测年为  $904 \pm 15$  Ma ~  $1125 \pm 38$  Ma<sup>[24]</sup>,有力地证明了辽东金州地区旅大群-金县群老于该年龄,应属于中元古代。结合岩性特征和古生物化石,下马岭组可与辽南金县群对比得到岩石地层,生物地层和年代地层的有力证据,其时代应为中元古代晚期。

## 2 青白口系长龙山组至景儿峪组的地层特征与区域对比

### 2.1 长龙山组至 景儿峪组岩石地层

长龙山组底部为厚层砂砾岩,含砾长石砂岩。砾石有石英,石英岩,燧石等,泥质铁质胶结。下部灰绿色黄色长石砂岩,石英砂岩,见斜层理,波痕和干裂。中部黄绿色薄-厚层海绿石砂岩,石英砂岩与泥页岩,含海绿石粉砂质页岩。上部绿色红色深灰紫红淡绿色等杂色页岩,夹含海绿石砂岩透镜体,为一套陆相-滨海相碎屑岩台地沉积。厚118 m。底部可能为陆相厚层砂砾岩,与下伏下马岭组

为明显的沉积间断。在燕山东部和辽宁西部可超覆在下马岭组,铁岭组,雾迷山组,高于庄组和大红峪组之上,到秦皇岛以北甚至超覆在太古宇片麻岩之上。在涿鹿以西缺失该组沉积,这一沉积间断前人称为蔚县上升<sup>[3-4]</sup>。

景儿峪组与长龙山组为连续整合过度关系,岩性为灰绿色紫红色蛋青色绿色等薄层-厚层灰岩,是一套浅海相潮下带碳酸盐岩建造,与上覆下寒武统府君山组为平行不整合到角度不整合接触,前人称为蓟县运动<sup>[4]</sup>。厚100~200 m。

### 2.2 长龙山组至 景儿峪组生物地层

(1)宏观藻类化石:早在1982年,段承华报道蓟县景儿峪组产 *Chuarua circularis* Walcott<sup>[25]</sup>。1986年,杜汝霖教授等记述长龙山组的宏观藻类有 *Chuarua circularis* Walcott, *Shouhsienia shouhsienensis* Xing, *Sh.longa* Xing, *Ovidiscina bagongshanensis* Zheng, *O.longa* Du et Tian, *Pumilibaxa huaiheiana* Zheng, *Glossophyton huailaiense* Duan et Du, *G.foliformis* Duan et Du, *G.mucronatus* Duan et Du, *Longfengshania stipitata* Du, *L.ovalis* Du et Duan, *L.gemiformis* Du et Tian, *L.elongata* Du et Duan, *L.sphaeria* Du et Tian, *L.longipetiolata* Du et Tian, *Paralongfengshania sicyoides* Du et Duan, *Paralaminaria xinlongensis* Du 等<sup>[8]</sup>。除上述常见的一些属种外,1992年牛绍武报道有 *Glossophyton latus* Niu, *G.curtus* Niu, *Pumilibaxa xinlongensis* Niu, *Yanshantania digitata* Niu, *Subtrigonia xinlongensis* Niu, *Fusiphysa lata* Niu, *Longfengshania subquadrata* Niu 等<sup>[26]</sup>。景儿峪组为淡青紫红色薄层灰岩,1985年笔者在蓟县西井峪村景儿峪组上部泥质灰岩中采到 *Chuarua circularis* Walcott, *Shouhsienia shouhsienensis* Xing, *Tawuia sinensis* Duan 等<sup>[26]</sup>。 *Tawuia sinensis* Duan 长13mm,宽3mm,两侧平行,两端半圆形,长/宽比为4/1,呈短的香肠状,应为 *Tawuia sinensis* Duan。这是在蓟县剖面长龙山组-景儿峪组首次采到塔乌藻属。长龙山组-景儿峪组的宏观藻类属 *Chuarua-Tawuia-Longfengshania* 组合。

(2)微古植物:有球形类,船形类,异形类,线形类和多面藻类等<sup>[4,26]</sup>。

(3)叠层石:到目前为止,在整个燕山地区尚未发现叠层石,这也是景儿峪组灰岩生物地层最大的一个特点。

### 2.3 长龙山组至 景儿峪组年代地层

长龙山组砂页岩含较多海绿石,前人通常对海绿石采用钾-氩(K-Ar)法进行年代测定,所得年龄有 853 Ma, 862 Ma, 873 Ma, 890 Ma, 899 Ma, 977 Ma 等,以此推测青白口系的底界年龄为 1050 Ma<sup>[4,27]</sup>。近些年来,对海绿石钾-氩(K-Ar)法测年多有质疑,这些年龄数据显然存在问题。但考虑到它们可能存在系统误差,或许还可以利用它们做地层间的对比之用。前人对青白口系骆驼岭组(即长龙山组)<sup>206</sup>Pb-<sup>238</sup>U 测年为 930±10 Ma<sup>[28]</sup>,长龙山组至 景儿峪组的时代应为新元古代。

### 2.4 长龙山组-景儿峪组的区域对比

#### (1) 与辽东半岛南部复县-金县地区的对比

在辽东半岛南部,细河群主要分布在普兰店以北的复县地区,自下而上为钓鱼台组,南芬组和桥头组。钓鱼台组岩性下部为含砾粗粒石英砂岩,含海绿石砂岩;中部紫红黄绿灰绿等杂色页岩,粉砂岩;上部厚层-薄层中-中细粒含海绿石砂岩,夹泥灰岩结核,见斜层理和波痕,属滨海浅水高能环境的沉积,并可超覆在永宁群,辽河群或鞍山群之上。产宏观藻类化石 *Chuarina circularis* Walcott, *Shouhsienia shouhsienensis* Xing, *Tawuia sinensis* Duan, *Longfengshania* sp. 和微古植物化石<sup>[21,29]</sup>。在吉林通化钓鱼台组海绿石钾-氩(K-Ar)法年龄为 818 Ma<sup>[4]</sup>。前人对辽东半岛细河群钓鱼台组碎屑锆石 U-Pb 模式年龄为 1600 Ma~1075 Ma,说明钓鱼台组的年龄新于 1075 Ma,可能是 Rodinia 超大陆聚合后的产物<sup>[30]</sup>。无论从分布特点,岩石特征,还是宏观藻类化石组合与同位素年龄,燕山地区的长龙山组基本可与钓鱼台组对比。

连续沉积在钓鱼台组之上的南芬组下部为灰绿黄绿色紫红色含海绿石砂页岩,铁质页岩,及紫色铁锰质泥晶灰岩;中部蛋青色紫红色薄-中厚层泥晶灰岩夹钙质页岩;上部黄绿色紫红色页岩夹细粒石英砂岩。页岩内产宏观藻类化石 *Chuarina circularis* Walcott, *Shouhsienia shouhsienensis* Xing, *S. longa* Xing, *Fuxiania aspidoides* Lin, *Tawuia sinensis* Duan 和微古植物化石<sup>[21,29]</sup>。特别值得指出的是泥晶灰岩中一直未见叠层石,与燕山地区景儿峪组也未见叠层石的岩石特点和沉积环境是一致的。加之景儿峪组也产宏观藻类化石 *Chuarina circularis* Walcott, *Shouhsienia shouhsienensis* Xing, *Tawuia sinen-*

*sis* Duan, 景儿峪组与辽东复县地区南芬组中下部大体可以对比,而缺失南芬组上部及其以上地层。也就是说,燕山地区的长龙山组-景儿峪组应划归细河群,普遍缺失相当于永宁群和五行山群的地层(表1)。

#### (2) 与安徽淮南-淮北地区的对比

在安徽淮南宋集和寿县店疙瘩-白鄂山剖面,八公山组为灰白色中-厚层石英砂岩,含海绿石砂岩,底部为石英砾岩,与下伏曹店组为假整合,并可超覆在更老地层之上<sup>[16]</sup>。从其分布特点和岩石组合看,与燕山地区长龙山组完全可以对比。连续八公山组之上的刘老碑组下部青灰色紫红色薄层泥灰岩,夹紫红色黄绿色页岩,底部为含细砾石英砂岩;中部黄绿色页岩夹薄层泥灰岩;上部灰黄色中-厚层钙质石英粉砂岩与砂质灰岩,含丰富宏观藻类化石 *Chuarina circularis* Walcott, *Shouhsienia shouhsienensis* Xing, *S. longa* Xing, *Ovidiscina bagongshanensis* Zheng, *Pumilibaxa huaiheiana* Zheng, *P. symmetrica* Fu, *Tachymacrus excavatus* Fu, *Mesonactus luoyingensis* Fu, *M. imparilis* Fu, *Glossophyton huailaiense* Duan et Du, *Tawuia sinensis* Duan, *T. dalensis* Hofmann, *Bipatinella cervicalis* Zheng, *Fasciculella bagongshanensis* Duan et Du 等<sup>[16,31]</sup>,可称为 *Chuarina-Tawuia* 组合。其中,除了未见 *Longfengshania* 属外,许多属种都见于长龙山组-景儿峪组。燕山地区长龙山组-景儿峪组基本可与淮南地区的八公山组至刘老碑组对比。

## 3 青白口系含义的重新厘定

青白口系下部下马岭组为一套潮上-潮间带与潮下滨海相碎屑岩沉积,含宏观藻类化石 *Chuarina circularis-Shouhsienia shouhsienensis* 组合,凝灰质斑脱岩锆石 SHRIMP 法 U-Pb 测年获 1366±9 Ma~1370±11 Ma 的年龄,其地质年代应为中元古代晚期。青白口系上部长龙山组-景儿峪组从碎屑岩到碳酸盐岩,从陆相到滨海相,从粗-细,形成一正向的沉积旋回,含宏观藻类化石 *Chuarina-Tawuia-Longfengshania* 组合,可与加拿大麦肯齐山小达尔群 *Chuarina-Tawuia-Longfengshania* 组合对比,时代为新元古代。青白口系上下之间又为明显的沉积间断,按照岩石地层,层序地层,生物地层和年代地层的基本含义和要求,原“青白口系”应解体

为下部中元古代晚期的下马岭组和上部新元古代早期的长龙山组-景儿峪组,“青白口系”的含义应重新厘定才是。

下马岭组可与辽南金县群中下部对比。长龙山组-景儿峪组仅相当于辽南至吉林地区细河群钓鱼台组至南芬组中下部,长龙山组-景儿峪组应划归细河群。细河群为日人青地已治于1928年建立<sup>[2]</sup>;青白口系是我国学者高振西等于1934年建立<sup>[1]</sup>。根据地层命名优先权的一般原则,青白口系一名应废弃不用。天津蓟县中-新元古代的地层层序自下而上应为中元古界长城系,蓟县系,金州系和新元古界细河群。

## 4 金州系的建立

1986年,笔者系统观察了金县棋盘磨剖面至陆海-王家坦剖面营城子组-十三里台组和马家屯组-兴民村组-葛屯组-大林子组,发现马家屯组与十三里台组为连续沉积。也就是说金县群与革镇堡群为连续沉积,革镇堡群大体相当于蓟县剖面的蓟县系<sup>[2]</sup>,则金县群有条件提升为系一级的地层单元,蓟县剖面上下马岭组的缺失部分应由辽南金县群予以补充(表2)。辽宁省原金县现属

大连市金州区,以此将提升后的金县群暂称为金州系,下马岭组则划归金州系中下部。在淮北相当于金州系的地层为史家组至望山组。因此,若按笔者建议,我国中元古界自下而上可划为长城系,蓟县系和金州系,从而完善了我国中元古界的地层格架。

在岩石地层方面,金州系以金州棋盘磨剖面和陆海-王家坦剖面出露完整,自下而上为马家屯组,崔家屯组,周家崴子组,王家坦组和兴民村组<sup>[17,21]</sup>。马家屯组为盆地边缘相碳酸盐岩夹泥质沉积,厚178.4 m。崔家屯组为一套浅海相细碎屑岩沉积,厚106.06 m。周家崴子组为一套滨外砂坝相沉积,厚71.07 m。王家坦组为一套障壁海静水细碎屑沉积,厚41.62 m。兴民村组为一套缓坡相碳酸盐岩台地沉积,厚大于93.69 m<sup>[17]</sup>。笔者从棋盘磨至凉水湾路线野外勘查时,见兴民村组灰岩厚度也在四五百米上下,与淮北的望山组很相近。从马家屯组到兴民村组,由泥质碳酸盐岩到碎屑岩再到碳酸盐岩,形成一个较完整的沉积旋回。

在旋回地层方面,以蓟县剖面为代表的燕山地区中元古界长城系,蓟县系和下马岭组,由近岸碎屑岩到台地相碳酸盐岩,再到近岸碎屑岩,从粗到

表2 燕山地区下马岭组的区域对比与金州系的建立

Table 2 Regional comparison of the Xiamaling Formation and establish of the Jinzhou System in the Yanshan area

地区		苏皖北部 (淮北)	京津冀 (燕山)	辽东半岛南部 (金州-旅大)
划分		宿县群:金山寨-沟后组 (徐淮土升)	青白口系:长龙山组-景儿峪组 (蓟县运动)	五行山群:葛屯组-大林子组 (大连土升)
中元古界上部	金州系	望山组:灰岩,含叠层石 <i>Katavia, placentula, Gymnosolen cf. furcatus, Clavaphyton bellum</i>	下马岭组 上部: 杂色页岩,夹砂岩,灰岩,斑脱岩,含铁质结核斑脱岩 U-Pb年龄:1366+9Ma-1370+11Ma. 下部: 粗砂岩,细-粉砂岩,夹灰岩,底部角砾岩 宏观藻类: <i>Chuarua circularis, shouhsienia shouhsienensis</i> 叠层石: <i>Clavaphyton turbiformis, Gymonosolen confragosus, Katavia ukka, Jurusania asymmetrica, Linella simica, Qingbaikouia vaginata, Kotuikania f.</i>	兴民村组:灰岩,含叠层石 <i>Xingmincunella xingmincunensis, Hunjiangia jinmianensis</i>
		史家组: 上部:页岩,砂岩夹灰岩,含海绿石与铁质结核,含宏观藻类 <i>Chuarua circularis, Ellipso-physa axicula, Bipatinella cervicalis</i> 中部:页岩与砂岩互层,夹灰岩与褐铁矿结核,含叠层石: <i>Katavia placentula, K. dalijiaensis, Gymnosolen f., Jurusania f.</i> 下部:灰岩夹页岩,含叠层石: <i>Gymnosolen f.</i>		王家坦组:页岩,含水母类化石 <i>Liaonanella multicyclica, Cyclomeduse davidi, Medusinites yangjiatunensis</i>
下伏地层		徐淮群 <i>Conophyton-Baicalia</i>	蓟县系 <i>Conophyton-Chihhsienella</i>	革镇堡群 <i>Conophyton-Chihhsienella</i>

细再到粗,形成一个大的沉积旋回。同时,辽东半岛金县-旅大地区的旅大群-革镇堡群-金县群,也从碎屑岩到台地相碳酸盐岩,再到碎屑岩为主的沉积旋回,从粗到细再到粗,也形成一个大的沉积旋回,早期都有海底火山喷发事件。加之叠层石组合特征及其序列,以及同位素年代,燕山地区中元古界长城系、蓟县系和下马岭组与辽东半岛金县-旅大地区的旅大群、革镇堡群与金县群大体可以逐一对比。金县群代表了中元古代晚期沉积,而且地层较全。

在生物地层方面,马家屯组(可能还包括十三里台组顶部)含有 *Linella-Gymnosolen-Katavia* 叠层石第7组合<sup>[7]</sup>。崔家屯组产叠层石 *Katavia changdaoensis* Bu, *Cuijiatunia cuijiatunensis* Bu, *Hunjiangia jinxianensis* Bu, *Patomia qidingshanensis* Duan et al. 等<sup>[22]</sup>。除第7组合的重要分子 *Katavia* 外,出现一些新的类群。王家坦组产多层水母类化石,这些水母类化石在燕山地区和淮北地区都未能见到,可能是因为特有的海湾-泻湖相环境下的产物。兴民村组产叠层石 *Xingmincunella xingmincunensis* Bu, *Hunjiangia jinxianensis* Bu, *Patomia qidingshanensis* Duan et al., *Boxonia cf. lissa* Komar 等<sup>[22]</sup>,这一组合在燕山地区并没有见到,其层位可能高于下马岭组。另外,在马家屯组至兴民村组含丰富的微古植物化石<sup>[17,21]</sup>,但目前未见宏观藻类化石。根据叠层石组合,金县群应与燕山地区下马岭组对比,可能还要高于下马岭组,其时代为中元古代晚期。

在年代地层方面,根据下马岭组与金县群叠层石第7组合的直接对比与联系,以及下马岭组斑脱岩锆石 SHRIMP 法 U-Pb 测年获  $1366 \pm 9$  Ma ~  $1370 \pm 11$  Ma 的年龄,金州系的同位素年龄相应可认为中元古代(约 1400 Ma ~ 1000 Ma 或 1400 Ma ~ 1200 Ma)。前人包括笔者,当时在野外不认识火山成因的斑脱岩,目前马家屯组至兴民村组尚未发现火山喷发岩,有待重新寻找斑脱岩。

如前所述,前人在辽东金州大和尚山地区侵入于桥头组(可能是大和尚山石英岩-笔者)的辉绿岩锆石 SHRIMP 法 U-Pb 测年为  $904 \pm 15$  Ma ~  $1125 \pm 38$  Ma<sup>[24]</sup>,也验证了辽东金州地区旅大群-金县群应老于该年龄,以金县群为基础的金州系应属中元古代晚期。

全球性的年代地层单元有宇,界,系,统,阶。

所谓年代地层单元是以年代为基本含义的,年代就是时间。根据经典物理学,时间是一个有矢量的物理量,它既不会间断,也不可能重叠,这是时间(包括空间)的最基本的物理属性。这就要求我们在地层格架的建立和地层序列的研究中一定要寻找那些构造简单,地层连续的剖面。所谓单位层型或界线层型即金钉子工程就是根据时间的这一物理属性在地层学中的具体运用与创新。燕山及蓟县的“青白口系”底部,中部和顶部都有沉积间断(分别为芹峪运动,蔚县上升和蓟县运动),限于当时的研究程度和认识水平,统一建立系一级的地层单元“青白口系”是可以理解的。但是,由于下马岭组精确同位素年代研究的突破,原“青白口系”竟跨越了中元古代晚期至新元古代早期,作为年代地层单元的“青白口系”自然就解体了。辽东半岛南部旅大群-革镇堡群-金县群为连续沉积,并与蓟县剖面的长城系-蓟县系-下马岭组基本可以对比<sup>[2]</sup>,金县群有条件提升为系一级的地层单元,本文建议暂称金州系。至于前人以北京西山下马岭组的命名剖面建立“西山系”<sup>[28]</sup>,由于顶底不全,不符合年代地层的基本含义和要求,似不能成立。

金州系的候选单位层型和下伏界线层型以大连市金州区棋盘磨至凉水湾剖面和陆海-王家坦剖面为最好。这里地层出露连续,各组地层较全,顶底清楚,交通方便,风景优美,笔者建议可在这一地区开展进一步的研究工作,以便最终建立金州系的层型剖面。笔者愿与我国有关专家学者共同研究讨论,验证或可能的进一步修订。

**致谢:** 在成文过程中秦正永研究员全面审阅文稿,笔者在此表示衷心感谢。

#### 参考文献:

- [1] Kao C S, Y H Hsiung, P Kao. Preliminary notes on Sinian stratigraphy of North China. Bull[J]. Geol. Soc. China. 1934, 13: 243-276.
- [2] 牛绍武, 辛后田. 辽东半岛南部中-新元古界地层的重新厘定[J]. 地质调查与研究, 2012, 35(1): 1-15.
- [3] 乔秀夫. 青白口群地层研究[J]. 地质科学, 1976, 3: 246-265.
- [4] 陈晋镛, 张惠民, 朱士兴, 赵震, 王振刚. 蓟县震旦亚界的研究[A]. 王曰伦主编. 中国震旦亚界[C]. 天津: 天津科学技术出版社, 1980: 56-114.
- [5] 邢裕盛, 刘桂芝. 燕辽地区震旦纪微古植物群及其地质意

- 义[J]. 地质学报, 1973, 47(1):1-64.
- [6] 朱士兴, 杜汝霖. 冀西北涿鹿下花园一带下马岭组叠层石的研究[A]. 中国地质科学院地质研究所. 地层古生物论文集[C]. 1980, 8:62-76.
- [7] 朱士兴, 梁玉左, 曹瑞骥, 等. 中国叠层石[M]. 天津: 天津大学出版社, 1993:3-14.
- [8] 杜汝霖, 田立富. 燕山地区青白口纪宏观藻类[M]. 石家庄: 河北科学技术出版社, 1986:1-99.
- [9] Gao Mai. Dating of carbonate rock using the Pb-Pb isotope method and its application in stratigraphy[A]. 30th international geological congress, abstracts. 1996, 2:51.
- [10] 陈晓雨. 北京西山新元古代下马岭组中上部斑脱岩初步研究. 博士学位论文[D] 北京: 中国地质大学, 2005:1-28.
- [11] GAO Linzhi, ZHANG Chuanheng, SHI Xiaoying, et al. A new SHRIMP age of the Xiamaling Formation in the North China Plate and its geological significance[J]. *Acta Geologica Sinica*, 2007, 81(6):1103-1109.
- [12] GAO Linzhi, ZHANG Chuanheng, SHI Xiaoying, et al. Mesoproterozoic age for Xiamaling Formation in North China Plate indicated by zircon shrimp dating[J]. *Chinese Science Bulletin*, 2008, 53(17):2665-2671.
- [13] 高林志, 张传恒, 史晓颖, 等. 华北古陆下马岭组归属中元古界的Shrimp年龄新证据[J]. 科学通报, 2008, 53(21):2617-2623.
- [14] 高林志, 张传恒, 尹崇玉, 等. 华北古陆中、新元古代年代地层框架SHRIMP锆石年龄新依据[J]. 地球学报, 2008, 29(3):366-376.
- [15] 高林志, 丁孝忠, 曹茜, 等. 中国晚前寒武纪年表和年代地层序列[J]. 中国地质, 2010, 37(4):1014-1020.
- [16] 《苏皖北部上寒武系研究》项目协作组. 苏皖北部上寒武系研究[M]. 合肥: 安徽科学技术出版社, 1984:4-193.
- [17] 乔秀夫, 高林志, 彭阳. 古庐带新元古界一灾变. 层序. 生物[M]. 北京: 地质出版社, 2001:1-126.
- [18] 曹瑞骥, 赵文杰. 安徽北部晚前寒武纪叠层石[A]. 中国科学院南京地质古生物研究所古生物研究室. 中国科学院南京地质古生物研究所集刊[C]. 1985, 21:1-54.
- [19] 郑文武, 穆玉英, 郑学信, 等. 皖北上寒武系史家组碳质大化石的发现及生物地层意义[J]. 古生物学报, 1994, 33(4):455-471.
- [20] 柳永清, 高林志, 刘燕学, 等. 徐淮地区新元古代初期镁铁质岩浆锆石 U-Pb 定年[J]. 科学通报, 2005, 50(22):2514-2521.
- [21] 林蔚兴, 张丕孚, 马俊孝, 等. 辽东半岛南部晚前寒武纪地层的初步研究[J]. 中国地质科学院沈阳地质矿产研究所所刊, 1984, 10:1-50.
- [22] 卜德安. 辽东半岛南部晚前寒武纪叠层石组合特征及其地质意义[J]. 中国地质科学院沈阳地质矿产研究所所刊, 1984, 10:64-106.
- [23] 杨森. 辽东半岛南部晚前寒武纪的微古植物及其地层意义[J]. 中国地质科学院沈阳地质矿产研究所所刊, 1984, 10:107-130.
- [24] 杨进辉, 吴福元, 张艳斌, 等. 辽东半岛南部三叠纪辉绿岩中发现新元古代年龄锆石[J]. 科学通报, 2004, 49(18):1878-1882.
- [25] Duan Cheng-Hua. Late Precambrian algal megafossils Chuarua and Tawuia in some areas of eastern China. *Alcheringa*, 1982, 6:57-68.
- [26] 朱士兴, 邢裕盛, 张鹏远, 等. 华北地台中-上元古界生物地层序列[M]. 北京: 地质出版社, 1994, 1-129.
- [27] 王曰伦, 陆宗斌, 邢裕盛, 等. 中国上寒武系的划分与对比[A]. 王曰伦主编, 中国震旦界[C]. 天津: 天津科学技术出版社, 1980:1-30.
- [28] Gao Linzhi, Zhang Chuanheng, Liu Pengju et al. Reclassification of the Neoproterozoic Chronostratigraphy of North China by SHRIMP Zircon Age[J]. *Acta Geologica Sinica (English Edition)*, 2009, 83(6):1074-1084.
- [29] 林蔚兴. 辽东半岛南部晚前寒武纪地层中炭质宏观化石的初步研究[J]. 中国地质科学院沈阳地质矿产研究所所刊, 1984, 10:131-149.
- [30] 高林志, 张传恒, 陈寿铭, 等. 辽东半岛细河群沉积岩碎屑锆石 SHRIMP 法 U-Pb 年龄及其地质意义[J]. 地质通报, 2010, 29(8):1113-1122.
- [31] 符俊辉. 安徽寿县晚前寒武纪淮南生物群新材料[J]. 古生物学报, 1989, 28(1):72-77.



# Stratigraphical Correlation of the Qingbaikou System and Establish of the Jinzhou System

NIU Shao-wu, XIN Hou-tian

(Tianjin Institute of Geology and Mineral Resources, Tianjin 300170)

**Abstract:** In 1934 year, Qingbaikou System is established in Jixian County, Hebei Province, Northern China by professor Gao Zhen-xi et al. It is divided into the Xiamaling Formation of the lower part of Qingbaikou System and the Jingeryu Formation of the upper part of Qingbaikou System. In recent years, a zircon U-Pb SHRIMP age was obtained from the ash bed in the Xiamaling Formation in Northern China Plate, yielding a weighted mean  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  age of  $1368 \pm 12$  Ma. Another zircon U-Pb age gained from the same formation in Zhaojiashan, Hebei Province, yielding similar age (weighted mean  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ )  $1366 \pm 9$  Ma. These ages do not support the tradition idea that the Xiamaling Formation belongs to Neoproterozoic. According to the facts mentioned above, the author suggested that the Qingbaikou System is divided into the lower Xiamaling Formation of Mesoproterozoic and the upper Jingeryu Formation of Neoproterozoic. Therefore, the Qingbaikou System is disintegrated. According to the stromatolites with *Linella-Gymnosolen-Katavia-Cuijiatunia-Ximincunella* assemblage and using reported new U-Pb age (SHRIMP), the Jinxian Group may be correlated with Xiamaling Formation, yielding a weighted mean  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  of  $1368 \sim 1370$  Ma in Yanshan Mountain area. So Jinxian Group is possible promoted as a stratigraphical unit of the system level. It is named as Jinzhou System by the author, belonging to Late Mesoproterozoic in age (1400 ~ 1000 Ma or 1400 ~ 1200 Ma). The establish of Jinzhou System is important significance in subdivision and correlation in mesoproterozoic strata.

**Key words:** Stratigraphical correlation; Qingbaikou System; Jinzhou System establish

## 《地质调查与研究》征订启事

我刊《地质调查与研究》是由国土资源部主管,天津地质矿产研究所(中国地质调查局天津地质调查中心)主办的一本地质科学领域中的学术性刊物。办刊宗旨:执行党的基本路线及国家的出版政策法规,坚持“百花齐放,百家争鸣”的双百方针,面向地质调查和研究工作,为地质调查和研究成果提供交流载体,推动我国地质调查和研究工作的开展,为我国的经济建设和发展服务。主要刊登内容:地质调查和研究中的新认识、新成果、新进展,地区性、专业性焦点、难点问题讨论,新理论、新技术、新方法、新工艺的研究和引进。内容涉及基础地质、矿床地质、同位素地质年代、第四纪地质、水资源与环境、灾害地质、城市地质、农业地质、地球物理勘查、地球化学勘查、地质调查信息等领域,以及国民经济和社会发展对地质工作的需求等方面的文章,亦刊登国外相关领域的研究动态和成果。主要开设栏目:基础地质、矿产资源、水文地质、灾害地质、环境地质、技术方法等,非常适合地质工作者、地质院校师生和有关单位的管理者阅读参考。

本刊为80页的季刊,每期约12万字,铜版纸印刷,公开发行,可全年订阅(60元/年),也可分期订阅(15元/册)。订阅办法:1)单位和个人均可向我刊编辑部订阅;2)邮局汇款地址:天津市河东区大直沽八号路4号编辑部,邮编:300170;3)银行信汇:天津市河东区工商行大直沽分理处,账号:0302040109006621382。

联系电话:022-84112950。

《地质调查与研究》编辑部