



吉辽徐淮地区新元古代形成时代 及地层划分对比研究

张雷雷, 张丽萍, 胡玉玲

(山东科技大学, 山东 青岛 266510)

摘要: 吉辽徐淮地区新元古代地层划分对比目前没有统一的方案。许多研究者从 Sr 同位素、C 同位素、地质事件、古地磁和古生物等方面对吉辽徐淮地区新元古代地层的形成时代和地层对比进行研究, 并提出了各自的地层划分方案, 该文探讨了寻找标志性的生物化石, 采集更多 Sr、C 的同位素数据, 开展区域性的地质调查, 进行地层划分对比的重要性, 同时指出这也是今后研究的重点方向。

关键词: 新元古代; Sr - C 同位素; 形成时代; 地层划分; 吉辽徐淮地区

中图分类号: P534.3

文献标识码: A

吉辽徐淮地区新元古代地层精确对比的确立, 对解决我国南方震旦系和北方新元古代地层对比问题, 推动我国新元古代地层研究具有十分重要的意义。吉辽徐淮地区较系统的地层划分对比始于 20 世纪 80 年代, 辽宁省地质矿产局、吉林省地质矿产局、江苏省地质矿产局、安徽省地质矿产局在不同时期区域地质调查的基础上, 都对该区新元古代地层进行过系统总结^[1-4]。近年来, 我国地质学家基于地质事件、同位素地质和古生物等最新资料, 提出了许多新的划分和对比方案。但是由于吉辽徐淮地区古地理背景的差异, 地层沉积层序相差甚大, 为地层对比研究增加了难度, 吉辽徐淮地区地层对比目前仍是一个争议颇多的问题。下面从 Sr、C 同位素、地质事件和古生物等方面介绍吉辽徐淮地区新元古代地层对比的研究现状。

1 区域地质背景

吉辽徐淮地层区(图 1)属于中朝板块, 在大地构造位置上处于华北地台东缘, 包括淮南、淮北及苏、鲁、皖三角地带, 辽宁和吉林南部地区, 主要位于郯庐断裂以东。吉辽徐淮地区东界由巢湖与肥东之间往北经嘉山、宿迁至赣榆, 跨海达丹东, 沿中朝国

境线至延吉以南, 北界位于辽源、桦甸、安图、延吉一线。

区域构造的发展演化受中朝板块演化的控制, 同时也控制着新元古代地层的发育与分布。孟祥化等^[5]认为中朝板块新元古代已经进入稳定克拉通阶段。这一时期的古构造演化为波状隆升与拗陷呈周期性交替出现, 沉积盆地沉降与隆起之间的排列分布方向主要为近 SN 向。乔秀夫^[6]的研究发现, 中朝板块从 800 Ma 开始, 整体出现上升, 因而缺失南华纪(800 ~ 680 Ma)与早震旦世沉积。此时, 中朝板块分隔为华北块体(NCB)与胶辽朝块体(JLKB)。古郯庐断裂构造活动强烈, 产生地震带。晚震旦世, 古郯庐断裂之东(指现今位置)出现海侵, 成为海域; 而华北块体的主体部分仍位于海平面上, 作为其东部海域沉积物的陆源区。晚震旦世末期至寒武纪早期, 中朝板块大部分地区均处于隆升古陆状态, 台地上出现了长达 90 Ma(620 ~ 530 Ma)的沉积间断。

2 Sr、C 同位素定年

Sr、C 同位素是近年来运用到前寒武纪地层测年的一种新方法。一般认为, 在任何一个地质时期,

* 收稿日期: 2010-03-22; 修订日期: 2010-05-28; 编辑: 陶卫卫

作者简介: 张雷雷(1985—), 男, 山东滨州人, 硕士研究生, 研究方向为盆地分析与资源评价; E-mail: sdustzhanglei@163.com。

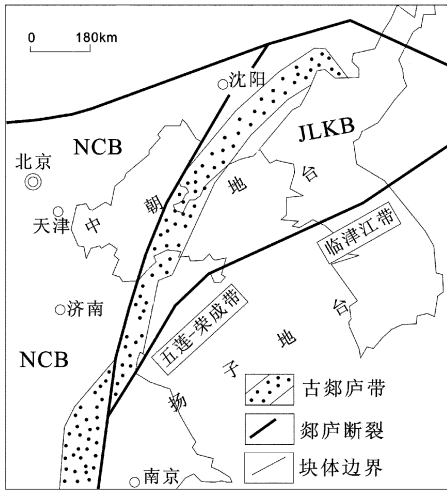


图 1 大地构造位置图(据乔秀夫,2001)
(After Qiao Xiu-fu,2001)

NCB—华北块体;JLKB—胶辽朝块体

全球海水中⁸⁷Sr/⁸⁶Sr 的比值保持不变,而不同时期海水中⁸⁷Sr/⁸⁶Sr 比值不同^[7]。因此使用未知年代地层中矿物的⁸⁷Sr/⁸⁶Sr 的比值,利用已经建立的地质历史中海水⁸⁷Sr/⁸⁶Sr 的变化曲线,可以推知地层的沉积年代。对于 C 同位素,随时间的迁移,海水中 C 同位素组成主要反映有机质的纯埋葬速率。张同钢等人^[8]研究发现,在新元古代,海水碳酸盐岩中 C 同位素组成变化非常大,其 δ¹³C 值的最大变化对应的就是新元古代中晚期的冰川沉积物,冰期前形成的碳酸盐岩特别富集¹³C(大于 5 × 10⁻³),而在冰期和冰后期非常贫¹³C(小于 0)。因此使用未知年代地层中 C 同位素的含量,利用已经建立的 C 同位素曲线,可以推知地层的沉积年代。根据世界各地前寒武纪研究,表明 Sr, C 同位素地层学相结合是全球前寒武纪地层对比的一个有力工具。

对于吉辽徐淮地区,国内许多研究人员进行了大量的工作。刘燕学等^[9]根据前人对研究区研究测试的 Sr, C 同位素数值(表 1),从沉积环境和沉积序列上对吉辽徐淮地区的新元古代地层对比进行了研究。

刘燕学等^[9]根据表 1 发现辽南大连地区营城子组的⁸⁷Sr/⁸⁶Sr 初始比值与吉南地区万隆组的⁸⁷Sr/⁸⁶Sr 初始比值基本一致,表明它们虽然沉积的地层序列和沉积环境大为不同,但却是同一时期的沉积,可以对比。

乔秀夫等人通过层序地层的划分,发现辽宁大连地区与复州地区的主要层序界面一致,可以对比,

可识别出 2 个海侵碳酸盐岩上超面,2 个岩相、岩性

表 1 Sr, C 同位素数据统计

地区	样号	采样地层	δ ¹³ C/10 ⁻³	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr	
徐淮地区	A2	沟后组中段	-0.370	0.70912	
	A3	金山寨组上段	3.327	0.70733	
	A4	金山寨组上段	-1.058	0.70715	
	A5	望山组上段	3.596	0.70640	
	A6	史家组上段	1.50	0.70787	
	A7	魏集组上段	2.941	0.70694	
	A8	张渠组下段	4.165	0.70599	
	A9	九顶山上段	3.904	0.70525	
	A10	倪园组上段	3.273	0.70594	
	A11	赵圩组上段	3.487	0.70648	
	A12	四顶山组下段	3.201	0.70619	
	A13	九里桥组下段	2.812	0.70639	
	A15	刘老碑组下段	-0.166	0.76678	
	辽宁南部	L3	洼里组	3.899	0.70800
		L6	营城子组底部	4.743	0.70735
L7		营城子组中部	2.758	0.70765	
L10		兴民村组上部	3.744	0.70771	
吉林南部	1#	八道江组底部		0.706166	
	2#	万隆组底部		0.705708	
	3#	万隆组底部		0.705967	
	4#	万隆组底部		0.706710	
	5#	万隆组中部		0.706956	

资料来源:徐淮地区,杨杰东等^[10];辽宁南部,郑文武等^[11];吉林南部,刘燕学等^[12]。

转换面、一个暴露面和一个淹没面,证明辽宁大连地区与复州地区为同一时期的沉积物。从 Sr, C 同位素角度,刘燕学等人^[9]也证实了两地为同一时期的沉积。复州五行山群洼里组⁸⁷Sr/⁸⁶Sr 初始比值(0.70800)同大连地区营城子组中上部⁸⁷Sr/⁸⁶Sr 初始比值(0.70765)基本相同,其 δ¹³C 值也基本上相同,因此证实了两地为统一时期的沉积。

从表 1 同样可以看出,徐淮地区的新元古代赵圩组、倪园组、张渠组与淮南的九里桥组、四顶山组、奶奶庙组的⁸⁷Sr/⁸⁶Sr 初始比值与吉辽地区营城子组、南关岭组、万隆组的⁸⁷Sr/⁸⁶Sr 初始比值基本上一致,说明吉辽徐淮地区新元古代为同时代的沉积,完全可以对比。

3 事件地层及对比

地质事件是地史演化过程中,不同于正常地质历史发展的突发性或灾变性,或具有特殊意义的地质记录。地质事件具有突发性、持续时间短、特征明显等特征,在地层研究中可作为地层对比的标志。在前寒武纪地层中,由于生物地层资料相对缺乏,区

域地层对比存在一定困难,因而广泛发育的地质事件则为区域地层对比提供了一种有效途径。

3.1 干旱蒸发事件

干旱蒸发事件说明古气候出现异常,这种异常表现为长时间的高温氧化,并伴随有剧烈的蒸发作用^[13]。这种异常气候条件下的沉积特征明显,层位稳定,可作为区域地层的对比标志之一。

曹瑞骥^[13]的研究发现辽南十三里台组和徐淮地区魏集组发育一套红色岩系,主要由叠层石灰岩(或白云岩)、泥岩和碎屑岩组成,这套红色岩系正是在高温氧化并伴随有蒸发作用条件下形成的。刘燕学等^[14]关于辽南十三里台组沉积环境的研究证实了这一点。王德海^[14]等人在野外观察发现在吉南地区的八道江组叠层石灰岩中也发育红色岩系,但没有辽南和徐淮地区的发育明显。经研究认为辽南十三里台组、徐淮地区魏集组和吉南地区八道江组为同期沉积,可以进行对比。

3.2 臼齿碳酸盐岩事件

臼齿碳酸盐岩发育的大地构造背景是稳定克拉通盆地,主要发育于中一下浅缓坡碳酸盐台地古环境中。在同一时代的沉积环境里,是一种很好的对比标志。从目前调查来看,臼齿碳酸盐岩在吉辽徐淮地区只出现在早前寒武纪地层中。

王德海^[15]、刘燕学等^[16]和刘为付等^[17]的调查发现,臼齿碳酸盐岩存在于吉南的万隆组、青沟子组,辽南的南关岭组、甘井子组、营城子组、兴民村组,徐淮地区的贾园组、赵圩组、倪园组、九里桥组和望山组中。

刘燕学等^[16]经过研究认为,万隆组中部臼齿碳酸盐岩段与营城子组中部臼齿碳酸盐岩段都是发育于浅潮下环境,旷红伟等^[18]得出了万隆组和营城子组沉积时期都处于热带气候,古水温都在50℃左右。综合起来,有理由认为万隆组和营城子组地层是同期沉积,可进行对比。

3.3 风暴事件

风暴沉积是指浅水沉积物受到风暴扰动后再沉积的浅水递变沉积岩。风暴沉积可分为近源沉积和远源沉积2种。风暴事件具有时间短、分布广而且稳定、特征明显的特点,易与其他沉积区分,可作为地层对比的标志层。

风暴沉积在研究区域内的广泛发育,乔秀夫

等^[12]在辽南的马家屯组和苏皖北部的张渠组发现风暴沉积,李壮福等^[19]在徐州地区贾园组发现风暴沉积标志,洪天求等^[20]研究发现宿州地区望山组沉积中期经历了多次风暴活动,王德海等^[15]在吉辽徐淮地区辽南南关岭组的中上部、营城子组顶部、吉南地区的万隆组的下部和中部似瘤状灰岩中发现有风暴沉积。

王德海等^[15]研究认为辽宁南部南关岭组中上部、吉林南部万隆组下部、徐淮地区九里桥组和贾园组中的风暴沉积都属于近源风暴沉积,地层可以相互对比。刘燕学等^[18]的研究发现营城子组、万隆组、张渠组的风暴沉积都为近源风暴沉积,地层可以对比。

4 古地磁对比

表2中收集到的是吉南地区和淮北部分地区新元古代古地磁测试数据。根据表2中数据可以看出,吉南地区和淮北地区当时处在30°左右的纬度上,完全可以对比。根据汪贵翔^[21]的磁性地层学研究,辽宁南部桥头组与苏皖北部相当层位的寿县组均为反极性期,两区可以对比。从上述古地磁数据可以看出,吉辽徐淮地区的新元古代为同一沉积区,地层可以对比。

表2 古地磁数据对比

组名	古纬度	数据来源
吉南青沟子剖面 八道江组	35°	高荣繁 ^[1]
吉南大阳叉剖面 八道江组	30°	
淮北贾园组	25°	
淮北赵圩组	37°	
淮北倪园组下部	32.8°	
淮北倪园组上部	33.3°	汪贵翔 ^[21]

5 古生物对比

5.1 叠层石

利用叠层石组合特征进行地层对比是新元古代地层进行区域对比的一种有效方式。

华洪等^[22]和刘燕学等^[14]发现辽南十三里台组、徐淮地区魏集组和吉南地区八道江组广泛发育叠层石,且属种可以进行对比。这3个组的叠层石组合以 *Conophyton ocularoides* 和 *Baicalia* 的共生为特征。主要叠层石分子有 *Conophyton ocularoides*, *Jurusania cylindricum*, *Baicalia baicalica*, *B. cf. maritanica*,

Inzeriatjomusi, *Parmites aimicus*, *Gymnosolen ramsayi*, *G. hankii*, *G. confragosus*, *G. cf. ramsayi*, *Minjaria nimbifera*, *Tungussia nodosa*, *Conophyton* sp., *Clavaphyton bellum* 等。

华洪等^[22]认为辽南地区马家屯组可与徐淮地区史家组的叠层石进行对比,主要分子为 *KataUia kataUica*, *Gymnosolen ramsayi*, *G. furcatus*, *G. liUis*, *Jurusania cf. asymetrica*, *Tarioufetia hemispherica*, *Boxouia cf. lissa*。

5.2 蠕虫动物化石的对比

乔秀夫等^[12]在辽南南关岭组发现有 *Auhuielaxiu of augeusis* Liu & Huang, *H. miuut* 等蠕虫化石,在淮南九里桥组发现蠕虫化石,主要有 *Auhuiella siueusis* Yan & Xing, *Huaiyuauella baiguashaueusis* Xing,

Yan & Yin, *H. jiuliquaueusis* Yan & Xing, *Parareuicola huaiyuauueusis* Wang, *Protoareuicola baiguashaueusis* Xing, *Ruederuauuella miuuto* Wang, *Paleochyuchus auhuieusis* Wang, *Sabellidites* sp., *Paleoliua tortuosa* Wang。根据蠕虫动物化石的形态、大小、复杂程度、丰度及分异度等方面综合分析,乔秀夫等人^[12]认为淮南九里桥组富含蠕虫动物化石的层位与南关岭组及其以上层位相当。

6 地层对比

从以上可以看出,国内研究者对吉辽徐淮地区新元古代地层进行了多方面的对比,同时给出的相应地层对比成果,表3即为不同研究者的对比成果。

表3 吉辽徐淮地区新元古代地层对比

地质年代	孟祥化 葛铭(2002)			刘燕学(2005)			王德海(2007)				
	吉林南部	辽宁南部	徐淮地区	吉林南部	辽宁南部	徐淮地区	辽宁南部	吉林南部	徐淮地区		
新元古代	青沟子组	兴民村组	望山组	青沟子组	兴民村组	望山组	兴民村组	青沟子组	望山组		
		崔家屯组			崔家屯组	史家组				崔家屯组	史家组
	八道江组	马家屯组	史家组	八道江组	马家屯组	魏集组	十三里台组	八道江组	魏集组		
		十三里台组	魏集组		营城子组		营城子组			张渠组	
	万隆组	甘井子组	赵圩组	万隆组	甘井子组	九顶山组(奶奶庙组)倪园组(四顶山组)	甘井子组	万隆组	倪园组		
		南关岭组	贾园组		南关岭组	赵圩组九里桥组(贾园组)	南关岭组		赵圩组		
		长岭子组	寿县组		桥头组	长岭子组	寿县组		长岭子组	桥头组	贾园组
		桥头组				寿县组			寿县组		桥头组
	桥头组	寿县组	寿县组	桥头组	寿县组	寿县组	桥头组	桥头组	新兴组		

注:据刘燕学,2005修改。

(1)刘燕学^[18,23]和王德海^[15]根据干旱蒸发事件和叠层石的对比,都认为辽南十三里台组、徐淮地区魏集组和吉南地区八道江组属于同期沉积,可以进行对比。

(2)刘燕学^[18,23]根据白齿碳酸盐岩和风暴事件,认为吉南万隆组可与辽南南关岭组、甘井子组和营城子组进行对比。

(3)通过叠层石的对比,刘燕学^[14,23]和王德海^[15]认为辽南马家屯组可与徐淮地区史家组进行对比。

7 结语

吉辽徐淮地区新元古代地层的区域对比至关重要。许多研究者从 Sr - C 同位素、地质事件、古地磁

和古生物等方面进行了多方面的研究,但到目前为止仍没有取得统一认识。其关键问题在于:首先是在生物地层对比方面,缺少标志性的生物化石;其次是 Sr、C 同位素数据相对较少,基本上是一组一个数据,对比结果的可靠程度值得商榷;三是区域地质调查不是依据构造单元进行,而是以省为单位来进行的,造成各省自成体系,为区域对比增加了难度。因此,吉辽徐淮地区新元古代地层对比的重点在于,首先要寻找标志性的生物化石,特别是能确定地质年代的生物化石,为地层对比提供可靠依据;其次要采集更多 Sr、C 同位素数据,以便增加数据的准确性,提高地层对比的精确度;三是要开展吉辽徐淮整个地区系统统一的地层调查研究和对比工作。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 吉林省地质矿产局. 吉林省区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1989.
- [3] 安徽省地质矿产局. 安徽省区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1989.
- [4] 江苏省地质矿产局. 江苏省区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1989.
- [5] 孟祥化,葛铭. 中朝板块旋回层序、事件和形成演化的探索[J]. 地学前缘,2002,9(3):125-140.
- [6] 乔秀夫. 中朝板块元古宙板内地震带与盆地格局[J]. 地学前缘,2002,9(3):141-149.
- [7] 黄思静,石和,刘洁,等. 锶同位素地层学研究进展[J]. 地球科学进展,2001,16(2):194-200.
- [8] 张同钢,储雪蕾,冯连军,等. 新元古代“雪球”事件对海水碳、硫同位素组成的影响[J]. 地球学报,2003,24(6):487-493.
- [9] 刘燕学,旷红伟,孟祥化. 锶、碳同位素演化在新元古代地层定年中的应用[J]. 岩石矿物学杂志,2006,25(4):299-304.
- [10] 杨杰东,郑文武,王宗哲,等. Sr、C 同位素对苏皖北部上前寒武系时代的界定[J]. 地层学杂志,2001,25(1):44-47.
- [11] 郑文武,杨杰东,洪天求,等. 辽南与苏皖北部新元古代地层 Sr 和 C 同位素对比及年龄界定[J]. 高校地质学报,2004,10(2):165-178.
- [12] 乔秀夫,高林志,彭阳. 古郊庐带新元古界一灾变·层序·生物[M]. 北京:地质出版社,2001,68-70.
- [13] 曹瑞骥. 我国中新元古代地层研究中若干问题的探讨[J]. 地层学杂志,2000,24(1):1-7.
- [14] 刘燕学,宋天锐,等. 辽东半岛复州湾十三里台组地球化学特征及沉积环境探讨[J]. 沉积学报,2009,27(5):1018-1026.
- [15] 王德海. 吉辽徐淮新元古代层序地层和岩相古地理及海相烃源岩研究[D]. 北京:中国地质大学,2007.
- [16] 刘燕学,旷红伟,蔡国印,等. 辽南新元古代营城子组白齿灰岩的沉积环境[J]. 地质通报,2003,22(6):419-425.
- [17] 刘为付,孟祥化,葛铭,等. 徐淮地区上元古界白齿构造碳酸盐岩事件[J]. 地质科技情报,2003,23(4):27-32.
- [18] 旷红伟,金广春,刘燕学,等. 从地球化学角度看微亮晶白齿碳酸盐岩形成的环境条件——以吉辽地区新元古代微亮晶碳酸盐岩为例[J]. 天然气地球科学,2004,15(2):150-155.
- [19] 李壮福,郭英海. 徐州地区震旦系贾园组的风暴沉积[J]. 古地理论,2000,2(2):19-27.
- [20] 洪天求,贾志海,郑文武,等. 宿州地区震旦系望山组主要沉积类型及其形成环境分析[J]. 吉林大学学报(地球科学版),2004,34(1):5-11.
- [21] 汪贵翔. 苏皖北部上前寒武纪研究[M]. 合肥:安徽科学技术出版社,1984.
- [22] 华洪,曹瑞骥. 新元古代十三里台期叠层石组合的地层对比意义[J]. 地层学杂志,2003,23(1):19-24.
- [23] 刘燕学,旷红伟,孟祥化,等. 吉辽徐淮地区新元古代地层对比格架[J]. 地层学杂志,2005,29(4):387-396.

Constrast and Study on Forming Stage of Neoproterozoic and Stratigraphic Division in Xuzhou Huaihe River Region Jilin Province and Liaoning Province

ZHANG Leilei, ZHANG Liping, HU Yuling

(Shandong University of Technology, Shandong Qingdao 266510, China)

Abstract: The universal division of Neoproterozoic stratigraphy in Xuzhou, Huaihe river region, Jilin province and Liaoning province has not been achieved. According to the evidences of the isotopes of Sr and C, various stratigraphic division programs were put foward. In this paper, the significance of finding landmark fossils, collecting i-sotope data of Sr, C data, carrying out regional geological survey, and constrasting and dividing of strata were discussed. All of these can be regarded as the focus of furthur researches directions in the future.

Key words: Neoproterozoic; Sr - C isotope; forming stage; stratigraphic division; Xuhuai region in Jilin and Liaoning province