文章编号:1009-3850(2000)04-0047-13

天津蓟县中新元古代沉积层序的初步研究

一前寒武纪(1800~600Ma)一级层序划分及其与显生宙的一致性

梅冥相,周洪瑞,杜本明,罗志清

(中国地质大学 地质矿产系, 北京 100083)

摘要:举世闻名的天津蓟县中新元古界剖面,地层厚度近万米,分布时限为 100Ma 左右(1800~600Ma)。以岩相及相序为基础,不同级别沉积层序及其有序叠加形式为研究核心,在这套厚度巨大的前寒武纪地层中识别出 63 个三级层序,可进一步划归为 22 个二级大层序,4 个一级超层序。4 个一级超层序,不但代表了 1800Ma 到 600Ma 的周期为 200Ma 至 400Ma 的沉积旋回,加上显生宙和两个一级旋回,表明了全球系统各圈层的一系列重大变异与银河年旋回存在明显的成因联系。尽管对地层记录中隶属不同级别沉积层序的间断面所代表的间断时限的绝对年限还难以精确估价,而建立在岩相及相序基础之上的旋回性地层记录的研究,是从复杂而不完整的地层记录中寻找出更多规律性的有效途径;特别是对生物地层分辨率不高的前寒武纪地层,尤其显得更加重要。

关键 词:沉积层序;中新元古代;一级层序;显生宙 中图分类号: P534.3 文献标识码: A

Meso- and Neoproterozoic sedimentary sequences in Jixian, Tianjin, northern China: division of the first-order sequences of the Cambrian strata (1800-600 Ma) and their correlation with the Phanerozoic strata

MEI Ming-xiang, ZHOU Hong-rui, DU Ben-ming, LUO Zhi-qing China University of Geosciences, Beijing 100083, China

收稿日期:2000-01-28

基金项目:"九五"攀登专项基金资助项目(SSER);国家自然科学基金资助项目(49802012) 作者简介:梅冥相(1965-),男(汉族),中国地质大学副教授,从事沉积学和地层学教学科研。

Abstract: The strata in the famous Meso- and Neoproterozoic Jixian section, Tianjin, northern China range in age between 1800—600 Ma, with the thickness less than ten thousand metres. These Cambrian strata have been grouped, on the basis of sedimentary facies sequences and stacking patterns of depositional sequences, into 63 third-order sequences, or 22 second-order megasequences and 4 first-order supersequences, of which the latest ones represent the depositional cycles with the periods of 200—400 Ma during 1800—600 Ma. These cycles plus two first-order cycles in the Phanerozoic successions have disclosed that a genetic link may be postulated for individual Earth shells and galactic precessional cycles. The stratigraphic records of the above-mentioned cycles are significant especially for the division of the Precambrian strata with lower stratigraphic resolutions.

Key words: depositional sequence; Meso- and Neoproterozoic; first-order sequence; Phanerozoic

举世闻名的天津蓟县中新元古界剖面,自高振西等(1934)^[1]发现并进行系统研究至今, 卓有成效的研究从未间断,成果之丰不胜枚举。曹瑞骥(1981)^[2]、杜汝霖(1992)^[3]、邢裕盛等 (1989)^[4]、朱土兴等(1994)^[5]在生物地层学方面的研究,陈晋镳等(1983)^[6]、王日伦等 (1980)^[7]在区域地层学方面的研究,赵震等(1982,1988)^[8,9]、宋天锐等(1991)^[10]、王长尧 (1987)^[11]在沉积学方面的研究,在乔秀夫指导下高林志等(1996)^[12]在层序地层学方面的初 步研究,为我们的更深入研究奠定了必不可少的坚实基础,梅冥相等(1998)^[13,14]在蓟县北部 的河北兴隆一带,对中新元古代旋回层序的初步研究,对蓟县剖面沉积层序的研究也具有重 要的参考价值。

中元古代一级超层序的划分——复杂而有序的复合海平面变化 旋回层序

中元古代包括我国习称的长城纪和蓟县纪(邢裕盛等, 1989)^[4],大致与国际前寒武系最 新方案的稳化纪(Statherian),盖层纪(Calymmian),延展纪(Ectasian)和窄带纪(Stenian)相当 (图 1),时限为 1800 至 1000Ma。根据梅冥相等(1998)^[13]的厘定方案,天津蓟县剖面中元古 代地层可分为三个群 9 个组。从下至上,长城群包括常州沟组、串岭沟组、团山子组和大红 峪组;南口群包括高于庄组和杨庄组;蓟县群包括雾迷山组、洪水庄组和铁岭组(图 1 示),地 层总厚度近 9000m。以岩相及相序为基础,结合地层中各种相应标志所指示的各种不同级 别的沉积间断面,在天津蓟县中元古代地层中可识别出 60 个三级层序(图 1 中的 SQ₁ 至 SQ₆₀);根据沉积物及沉积岩系的总体一致性,以及三级层序在三级大层序中的有序叠加形 式,60 个三级层序可归为 16 个三级大层序(图 1 中的 I 至 XVI),二级大层序又可进一步归为 3 个一级超层序:即长城一级超层序、南口一级超层序和蓟县一级超层序(图 1),这些一级超 层序的基本涵义是:

第一, 它们首先是代表周期近三亿年左右的沉积旋回。常州沟组厚 800 余米的砂岩系 地层, 高于庄组厚 1600 余米及雾迷山组厚 3000 余米的巨厚碳酸盐岩系地层, 分别代表三个



图 1 天津蓟县中元古代长周期沉积层序划分

图中 SQ₁ 至 SQ₆₀分别代表 60 个三级层序, I 至 XVI分别代表 16 个二级大层序, 它们可归为 3 个一级超层序。1. 含砾砂 岩; 2. 中粗粒砂岩; 3. 泥质砂岩; 4. 砂质泥页岩; 5. 泥页岩; 6. 灰岩; 7. 白云岩; 8. 含锰白云岩; 9. 叠层石灰岩; 10. 喀斯 特角砾白云岩; 11. 灰质白云岩; 12. 核形石凝灰质白云质灰岩; 13. 白云质砂岩; 14. 火山熔岩 及火山角砾岩 (地层的绝 对年龄值主要参考朱土兴等(1994)^[3]和王松山等(1995)^[16]的资料)

Fig 1 Division of the Mesoproterozoic long-term sedimentary sequences in the Jixian section, Tianjin SQ₁ to SQ₆₀ represent sixty third-order sequences, and I to XVI represent sixteen second-order megasequences that may be assigned to three first-order supersequences. 1=gravel-bearing sandstone; 2=medium and coarse-grained sandstone; 3=muddy sandstone; 4=sandy mudstone and shale; 5=mudstone and shale; 6=limestone; 7=dolostone; 8=manganese-bearing dolostone; 9=stromatolitic limestone; 10=karstic brecciated dolostone; 11=lime dolostone; 12=oncolitic tuffaceous and dolomitic limestone; 13=dolomitic sandstone; 14=volcanic lava and breccia (The data on the absolute ages of the strata from Zhu Tuxing et al., 1994 and Wang Songshan et al., 1995)

一级超层序的海侵岩系,与其相对应的是大红峪组、杨庄组和铁岭组则为相应的一级超层序 的海退阶段的沉积。一级超层序间的界面均为长时限的暴露间断面,也是大规模的沉积岩 系及沉积物转换面,如大红峪组与高于庄组之间、杨庄组与雾迷山组之间、铁岭组与上覆的 下马岭组之间,这些界面的上覆及下伏地层面,不管是物质组成、相组合、地层堆积速率,还 是盆地性质均发生了巨大的变化。大红峪组、杨庄组和铁岭组中发育的米级旋回层序,以相 带不连续、相变突然、界面清晰为特征,与一级超层序海侵阶段的团山子组、高于庄组和雾迷 山组中的米级旋回层序形成明显的区别,前者代表"冰室效应地史时期"的米级旋回层序特 征,后者则为"温室效应地史时期"的特点,这为一级超层序的划分提供了沉积演化方面的佐 证(梅冥相等,1997)^[15]。同时,又表明了三个一级超层序又与银河年旋回(周期为 2.9 亿年) 所控制的古气候旋回存在成因联系,这与显生宙存在相一致。

第二,一级超层序本身又代表了长周期的构造旋回。每一个一级层序的海侵阶段,沉积 速率与地层堆积速率较高,其中作为二级大层序及三级层序界面的地层间断面,其间断时限 相对较短,代表构造相对均衡沉降期的产物;在一级超层序的海退阶段,情况正好与海侵阶 段相反,大红峪组的顶、底界,杨庄组的顶、底界,铁岭组二段的顶、底界,均为明显的地层平 行不整合界面,如铁岭组顶部被命名为"芹峪上升"的平行不整合界面,从现有年龄数据分析 其间断时限达 60Ma 年(于荣炳等,1984)^[11],代表构造相对强烈的幕式抬升期的特点。

把一级超层序当作地球各圈层系统与银河年旋回相响应的结果,还需要从沉积物及沉 积地球化学等学科的资料来加以证实,全面而系统的研究正在进行当中,要得出更准确的结 论还需进行更深入更广泛的研究。

2 长城一级超层序——碎屑岩系到碳酸岩与碎屑岩混合岩系的演 化序列

长城一级超层序由常州沟组、串岭沟组、团山子组和大红峪组构成(图2),可识别出 14 个三级层序,归为4个二级大层序。

在常州沟组中,发育潮汐动力型碎屑岩米级旋回层序(梅冥相,1998)^[18],它们由"潮下坪 含砾粗砂岩及含砂细砾岩^(a)—潮间坪含泥粗砂细砾岩^(b)—潮上坪泥质砂岩^(c)"所构成的相 序所组成。在相 a 中发育大型交错层理及冲刷面,冲刷面之上富集细砾石透镜体;在相 b 中,以中细砾石为主,含泥,且多发育在冲刷面之上,构成潮道滞流沉积的特点;相 c 中,偶见 透镜状潮纹层理。米级旋回层序在三级层序中常构成有规律的垂直堆叠形式(图2,SQ2):在 三级海平面相对上升阶段,相 a 在变厚,形成退积序列;反之则 c 变厚而相 a 变薄,米级旋回 层序构成进积序列。由此可在常州沟组中识别出 4 个三级层序,它们构成一个二级大层序。

以页岩为主的串岭沟组,发育"波浪动力型米级旋回层序"(梅冥相,1998)^{[18},它们在三级层序中的基本堆叠形式是:在三级层序的 TST 单元中,陆棚相页岩向上变厚,在凝缩层中最厚,构成退积序列;在 HST 单元中,陆棚相页岩变薄,米级旋回层序的上部单元一临滨相 泥质粉砂岩及滨相细砂岩则向上变厚,构成进积序开(图 2, SQ₆)。根据这种总体的规律性, 在串岭沟组中可识别出 3 个三级层序(SQ₆ 至 SQ₇),它们构成一个三级大层序。

该区团山子组为一套碳酸盐岩沉积,发育环潮坪型碳酸盐米级旋回层序(梅冥相,1993, 1995)^[19,20],这些米级旋回层序由以下岩相单元组成:a.潮下坪叠层石白云岩;b.潮间坪泥 晶白云岩及水平藻席泥晶白云岩;c.潮上坪泥质白云岩及白云质泥页岩。由它们构成环境





图中 SQ₁至 SQ₁₄分别代表 14 个三级层序; TST 海侵体系域; CS. 凝缩层; HST. 高水位体系域; EHST 早期高水位体系 域; LHST. 晚期高水位体系域; I 至 IV分别代表 4 个二级大层序; 岩性符号除了所标定的以外, 均同图 1

Fig. 2 Outline of the first-order supersequences in the Changcheng Group

 SQ_1 to SQ_{14} represent fourteen third-order sequences. TST=transgressive systems tract; CS=condensed section; HST=highstand systems tract; EHST=early highstand systems tract; LHST=late highstand systems tract. I to IV represent four second-order megasequences. See Fig. 1 for the other symbols.

总体向上变浅、岩层向上变薄、白云石化程度向上增强、叠层石发育程度降低的岩相序序列。 三级层序的 TST 单元至 EHST 单元, 米级旋回层序构成退积序列, LHST 单元则构成进积序 列(图 2, SO10), 从而在团山子组中可识别出 4 个三级层序, 它们构成一个二级大层序(III)。

大红峪组以碎屑岩为主, 夹碳酸盐岩, 其中上部夹火山熔岩及火山角砾岩。在该套地层 中, 主要发育由正粒序序列为特征的米级旋回层序。在三级层序的 TST 及 EHST 单元中, 潮 下高能砂岩层发育且向上变厚, 局限潮上坪砂页岩薄层则向上变薄, 米级旋回层序构成退积 序列; 反之在三级层序的 LHST 单元中, 陆源碎屑沉积物供应欠充分, 形成混合沉积, 局部发 育叠层石岩礁, 米级旋回层序则形成进积序列(图 2, SQ₁₃)。因此, 在大红峪组中可识别出 3 个三级层序, 它们构成一个二级层序。

高于庄组大致可分为 4 个岩性段, 一段以发育叠层石为特征, 如 Confusoconophyton multiangulum, Gaoyuzhuangia gaoyuzhangensis 等,叠层石多已硅化且以复杂分叉的柱形、锥状为主; 二段以含锰白云岩为主体特征;三段则以较多较厚的灰质白云岩、白云质灰岩和灰岩为主; 四段以发育巨厚层至块状的叠层石及藻席生物丘和生物层为特征。一段、二段及四段均发 育正粒序组构的环潮坪型碳酸盐米级旋回层序, 在三级层序的 TST 及 EHST 单元中, 米级旋 回层序的下部岩相单元——叠层石岩礁(叠层石及藻席生物层和生物丘)较厚且由下至上由 薄变厚(一段和四段),米级旋回层序构成退积序列,二段中的厚层块状灰质含锰白云岩也具 类似的变化特征;反之,在三级层序的 LHS(晚期高水位体系域)中,米级旋回层序的上部岩 石单元——潮上坪泥质白云岩及白云质泥页岩较厚,且向上变厚而使米级旋回层序构成进 积序列。根据这种变化特征,在一段和二段地层中可识别出 8 个三级层序(图 3, SO15至 SQ₂₂),进一步归为两个二级大层序(图 3, V和 VI);在高于庄组四段中可识别出两个三级层 序(SO₂₆和 SO₂₇), 它们构成一个二级大层序(₩)。与上述地层不同, 高于庄组三段中则发育 灰岩层,在其中二级层序的 TST 用 EHST 单元中发育"潮下型碳酸盐米级旋回层序"(梅冥 相,1993,1995)^[19,2],它们由盆地相灰黑色钙质页岩与中厚层含藻屑泥晶灰岩组成;在凝缩 层(CS)中发育由盆地相厚层灰黑色钙质页岩与薄层泥晶灰岩构成的"L-M型米级旋回层序" (梅冥相等, 1997)^[19];于LHST单元中,发育环潮坪型碳酸盐米级旋回层序(由灰质白云岩-泥晶结晶白云岩-喀斯特角砾白云岩组成、图 3、SQ%所示。根据这种叠加规律、在高于庄组 三段中可识别出 3 个三级层序、它们构成一个二级大层序。

在杨庄组中,发育以下岩相单元:a. 潮下坪叠层石白云岩;b. 潮间坪泥晶白云岩;c 潮 上坪紫色泥质白云岩;d 湖相紫红色白云质泥岩。这些岩相单元有序叠加而构成各种类 型的环潮坪型碳酸盐米级旋回层序,它们在三级层序中构成有规律的叠加形式(图 3, SQ₂₆): 即 TST 及 EHST 单元中,相 a 及相 b 较厚,而在 LHST 中则相 c 和相 d 较厚,米级旋回层序在 TST 至 EHST 单元中形成退积序列,在 LHST 单元中形成进积序列。根据这种规律,在杨庄





图中 SQ₁₅至 SQ₃₁分别代表 17 个三级层序, TST, CS, EHST, LHST 的地质涵义同图 2 除了所标定的岩性符号外均同 图 1, V至 WI分别代表 5 个二级大层序。1. 喀斯特角砾; 2 冲刷面; 3 纹理化构造; 4 叠层石岩礁; 5. 含长石石英 砂岩

Fig. 3 Outline of the first-order supersequences in the Nankou Group

 SQ_{15} to SQ_{31} represent seventeen third-order sequences. V to VII represent five second-order megasequences. 1= karst breccia; 2=ravinement surface; 3=laminated structure; 4=stromatolitic lithohem; 5=feldspathic quartzose sandstone. See Fig. 2 for the explanation of TST, CS, EHST and LHST, and Fig. 1 for the other symbols. 组中可识别出4个三级层序,它们构成一个二级大层序。

从高于庄组到杨庄组,代表了巨厚的台地碳酸盐岩地层到鐵湖相紫色白云质泥岩发育的特殊地层系列,它们构成了南口一级超层序的总体概貌,其中所包含的5个二级大层序及 17个三级层序,每一个三级层序中的米级旋回层序的有序垂直叠加形式,构成一个复杂而有 序的复合海平面变化旋回层序。

4 蓟县一级超层序——相对快速均衡堆积的地层(雾迷山组)与间 断时间大于沉积时间的地层(铁岭组)构成的地层序列

蓟县一级超层序由雾迷山组、洪水庄组和铁岭组构成(图4),其中包含7个二级大层序 (图4,X至XV)及29个三级层序(图4,SQ32至SQ60)。

在厚 3000 余米的雾迷山组中.发育以下岩相单元: a 潮下坪叠层石生物层及凝块石生 物丘:b. 潮间坪硅化藻席白云岩:c. 潮间坪泥晶白云岩:d. 潮上坪泥质白云岩:e. 🧱胡相白 云质泥页岩。 在相 b 中,发育由"板剌状角砾"所构成的风暴岩,相 d 及相 c 中发育硅结壳且 局部见喀斯特角砾,在巍湖相白云质泥页岩(相e)之顶常见黄褐色白云质泥岩构成的古土壤 层。雾迷山组中叠层石特别发育,其一段和二段主要发育以假裸植叠层石为代表的微小型 叠层石, 如 Pseudogymnosolen 及 Scyphus 等, 三段和四段中以巨大类型的 Conophyton 和 Jacutophyton 群的分子大量发育为特征(朱土兴等, 1994)^[5], 具对称相序组构的环潮型碳酸盐米级 旋回层序的广泛发育,是雾迷山组的一个显著特征,这些米级旋回层序的中部由相 a 和相 b 构成"岩礁",相 c 或相 d 构成"岩礁"的"礁顶"和"礁底",米级旋回层序之顶覆以相 e,从而构 成一个对称的相序组构、之顶常见古土壤层和相 c 及相 d 中发育硅结壳以及喀斯特角砾等、 表明米级旋回层序间的分界面为"瞬时暴露间断面",它们与赵震(1988)¹⁹及黄学光等 (1995)^[2]所描述的"沉积韵律"大致相似,也类似于朱土兴等(1993)^[2]所称的"叠层石韵 律"。米级旋回层序在三级层序中形成有规律的堆叠形式, 在 TST 及 EHST 单元中,构成米 级旋回层序的相 a 较厚,且米级旋回层序构成退积序列;在 LHST 单元中,相 a 变薄乃至不发 育,米级旋回层序构成进积序列(图 4, SO33, SO40, SO40, SO56)。正是根据上述规律,在雾迷山 组中可识别出 26个三级层序,它们又有序叠加成 6个二级大层序。

以黑色页岩系发育为特征的洪水庄组,同归属为铁岭组底部的滨岸相砂岩层一起构成 一个三级层序(SQ58)。铁岭组的中部与顶部,分别被称为"铁岭上升"和"芹岭上升"的区域 平行不合面,把铁岭组分为两个三级层序。如图 1 所示及上文所述,铁岭组的形成时限近 200Ma(1200~1000Ma),但地层厚度只有 300 余米,只能识别出两个三级层序(SQ59, SQ60),实 际上其中部和顶部的两个区域平行不整合面所代表的间断时限,远比铁岭组代表的沉积时 限长,因此,铁岭组及其中包含的两个三级层序,代表了一套极不完整的地层记录。

5 青白口一级超层序——残缺不全的地层序列

在天津蓟县剖面,青白口一级超层序由青白口系组成,包括下马岭组、长龙山组和景儿 峪组,其时限为200Ma(1000~800Ma)。如图5所示,在青白口系中只能识别出3个三级层序 (SQ61至 SQ63)。从时限上考虑,该3个三级层序的形成时限已远远超过三级层序的形成时 限(百万年至千万年),实际上这是一套极不完整的地层记录,景儿峪组顶部的间断面(被称 为蓟县运动的平行不整合面)其间断时限达200Ma,与南方震旦纪的时限相当,下马岭组底



图 4 蓟县一级超层序的总体概况

图中SQ2至SQ6分别代表 29个三级层序, X至XVI分别代表 7个二级大层序, 岩性符号同图1和图 3

Fig. 4 Outline of the first-order supersequences in the Jixian Group

 SQ_{32} to SQ_{60} represent twenty-nine third-order sequences. X to XVI represent seven second-order megasequences. See Figs. 1 and 3 for the other symbols. 部的平行不整合面的间断时限为 60Ma 左右, 长龙山组的底被称为蔚县上升的平行不整合面, 其间断时限估计为数百万年, 也就是说, 其间断时限将远远超过沉积时限, 这就是地层沉积记录不完整性的具体体现(梅冥相, 1996)^[23]。作为一级海平面变化旋回, 青白口一级超层





图中 SQa至 SQa分别代表 3 个三级层序, 左边的曲线代表古水深变化曲线, 右边的曲线代表相对海平面变化曲线, 图中的岩性符号除已标定者外均同图 1。1. 古风化壳 2. 受海侵改造的 河流相砂砾; 3. 由含铁砂砾岩构成的底砾 岩; 4. 含海绿石砂岩

Fig. 5 Outline of the first-order supersequences in the Qingbaikou Group

The Group consists of three third-order sequences (SQ_{61} to SQ_{63}). The curve in the left represents the palaeobathymetric curve, and the one in the right represents the relative sea-level curve. 1=palaeo-weathering crust; 2 =fluvial sandstone and conglomerate; 3=basal conglomerate composed of iron-bearing sandstone and conglomerate; 4=glauconitic sandstone. See Fig. 1 for the other symbols.



图 6 18 亿年以来的一级和二级海平面变化

图中杨庄组和雾迷山组沉积期的绝对时限据王松山等(1995)^[16],震旦纪各沉积期的绝对时限据丁莲芳等 (1996)^[25]及刘宝 等(1993)^[22]的资料,前寒武纪其它地层的时限据朱土兴等(1994)^[3]的资料,显生宙的海平面变 化曲线据 Vail 等(1977)^[26]

Fig 6 The first- and second-order sea-level curves during the last 1800 Ma The data on the absolute time duration for the Yangzhuang and Wumishan Formations from Wang Songshan et al., 1995; the data on the absolute time duration of the Sinian sedimentary stages from Ding Lianfang et al., 1996 and Liu Baojun et al., 1993; the data on the absolute time duration for the other Cambrian strata from Zhu Tuxing et al., 1994, and the Phanerozoic sea-level curve from Vail et al., 1977 序的低海平面时期应相当于震旦纪冰期发育的时期。因此,从 1800Ma 年至今,大致可以划 分为 6 个一级旋回,表明前寒武纪的地层记录所显示的规律性与显生宙相比,存在总体一致 性。

6 十八亿年以来的一级层序——银河年旋回与地球系统大异常

据上所述的资料以及梅冥相等(1998)^[13]对河北兴隆中上元古界的研究成果,结合刘宝 等(1993)^[24]和丁莲芳等(1996)^[25]对三峡地区震旦纪的有关研究成果,参考 Vail等 (1977)^[29]的显生宙一级和二级海平面变化曲线,我们可以作出 18 亿年以来粗略的二级海平 面和大致的一级海平面变化曲线(图6),尽管对前寒武纪地层年代的精度等还存在若干困难 和难以解决的许多问题,但与银河年旋回相关的 6 个一级层序的划分,表时了在亿年时间尺 度上,全球系统各圈层的一系列重大变异是与银河年旋回相响应的结果。从图 6 可知,18 亿 年以来一级海平面的高海平面期分别是常州沟组上部的毯状砂体发育的时期(1775~ 1750Ma),高于庄组三段和四段沉积时期(1500~1400Ma),雾迷山组上部以发育大量叠层石 灰岩的沉积时期(1250~1207Ma),长龙山组及景儿峪组下部的沉积时期(900~850Ma),加上 显生宙的晚寒武世至奥陶纪(520~450Ma)和晚白垩世至早第三纪(75~50Ma),总共存在 6 个一级海平面的高海平面时期;在前寒武纪,18 亿年以来存在 4 个一级海平面的低海平面时 期,它们分别是大红峪组沉积期(1650~1600Ma),杨庄组沉积期(1400~1300Ma),铁岭组沉 积期(1200~1000Ma)和莲陀组、南陀组沉积期(800~650Ma)。

在显生宙,地球大冰期、海平面变化、古地磁倒转的极性比率、大气的 CO₂ 含量、CaCO₃ 沉积物的矿物形成、造山运动的强烈时期及盆地形成时期等等,众多的地质事件都具有与银 河年旋回的时间长度相当的、位相大体一致的准周期变化(任振球,1990^{27]},Tucker 等, 1991^[28])。众多地质事件在亿年尺度的周期性变化的同步性,从许多方面表明它们是受外界 因素共同控制的,而仅仅探讨它们本身的内部原因是难以圆满解释其异常变化的。将地球 系统各圈层的一级旋回作为一个整体加以考虑,联系银河系的宇宙环境,对各种可能的物 理、化学过程进行综合研究,其间错综复杂的机制问题才有可能得到更加合理的解释。

在显生宙,碳酸盐沉积物及沉积作用的地史演化与一级旋回存在成因关联,众多的研究 成果已展示出许多令人振奋的结论(Tucker, 1991^[28];梅冥相等,1998^[15]),如多数浅海碳酸盐 主要沉积于一级旋回的高海平面时期,与其相关的是方解石沉淀作用,强烈的白云石化作 用,沉积 ^{8/3}C 值为负值的灰岩等等;反之,在一级海平面的低海平面时期,以文石沉淀作用 为主,沉积 ^{8/3}C 值为正值的灰岩等。再者,显生宙的两个造礁旋回(寒武纪至泥盆纪,石炭 纪至新生代)也与一级旋回存在同步性。

借鉴显生宙的研究成果,利用我国以天津蓟县剖面为代表的燕山中新元古代地层,以及 以三峡剖面为代表的中国南方震旦纪地层发育良好的得天独厚的有利条件,以多学科研究 前寒武纪地层学和沉积学,将会取得许多有重大意义的成果。

参考文献:

- [1] 高振西, 熊永先, 高平. 中国北部震旦纪地层[J]. 中国地质学会会志, 1934, (13): 243-288.
- [2] 曹瑞骥,赵文杰.华北区前寒武纪叠层石组合序列[J].古生物学报,1981,20(6):508-517.
- [3] 杜汝霖主编. 前寒武纪古生物学与地史学[M]. 北京: 地质出版社, 1992, 68-138.

- [4] 邢裕盛著. 中国的上前寒武系[M]. 北京: 地质出版社, 1989, 69-101.
- [5] 朱土兴, 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, 175-208.
- [6] 陈晋镳. 中朝准地台中末元古代地质演化的初步探讨[J]. 地质论评, 1983, 29(1): 1-8.
- [7] 王日伦. 中国震旦亚界[M]. 天津: 天津科学技术出版社, 1980, 102-208
- [8] 赵震. 蓟县震旦亚界雾迷山组碳酸盐岩沉积[A]. 天津地质矿产研究所所刊[Q,北京:地质出版社,1982,(1):111-122.
- [9] 赵震. 一个陆表海的湖坪沉积模式[J]. 沉积学报, 1988, 6(2):68-76.
- [10] 宋天锐,赵震,王长尧等。华北元古宙沉积岩[M].北京,北京科学技术出版社,1992,1-193
- [11] 王长尧. 燕山常州沟早期古河流的厘定与古地理特征及其演化[J]. 前寒武纪地质, 1987, (3); 38-53.
- [12] 高林志,章雨旭,王成述等.天津蓟县中新元古代层序地层初探[J].中国区域地质,1996,15(1):64-74
- [13] 梅冥相,李志忠,白志达等.河北兴隆中上元古界旋回层序初步研究[J].地层学杂志,1998,22(2);102-108
- [14] 梅冥相,白志远,徐德斌等.河北兴隆团山子组旋回层序特征及地层格架[J].桂林工学院学报,1998,18(1):35-40.
- [15] 梅冥相,马永生,周丕康等.碳酸盐沉积学导论[M].北京,地震出版社,1997,261-301.
- [16] 王松山, 桑海清, 裘冀等. 蓟县剖面杨庄组、雾迷山组形成年龄的研究[1]. 地质科学, 1995, 30(2): 166-172
- [17] 于荣炳,张学琪. 燕山地区晚前寒武纪同位素地质年代学的研究[A]. 天津地质矿产研究所所刊[Q,北京:地质出版社,1984,(11):1-23.
- [18] 梅冥相. 浅海相碎屑岩米级旋回层序的成因类型及其在长周期旋回层序中的有序叠加形式[J]. 岩相古地理, 1998, 18(5): 64-70
- [19] 梅冥相. 碳酸盐米级旋回层序的成因类型及识别标志[J]. 岩相古地理, 1993, 13(6): 34-45.
- [20] 梅冥相. 碳酸盐旋回与层序[M]. 贵阳:贵州科学技术出版社, 1995, 1-245.
- [21] 黄学光,贺玉贞,王亚烈等著.华北海泡石矿——产状、成因和用途[M].北京,地质出版社,1996,5-45.
- [22] 朱土兴. 中国的叠层石[M]. 天津:天津大学出版社, 1993, 146-186.
- [23] 梅冥相. 从地层记录的特征论岩石地层学的困惑[J]. 地层学杂志, 1996, 20(3): 207-212.
- [24] 刘宝,许效松,潘杏南等,中国南方古大陆沉积地壳演化与成矿[M],北京:科学出版社,1993,48-109.
- [25] 丁莲芳, 李勇, 胡夏嵩等. 震旦纪庙河生物群[M]. 北京: 地质出版社, 1996, 12-27.
- [26] VAIL P R, MITCHUM R M JR and THOMPSON S III. Seismic stratigraphy and global changes of sea-level [C]. Julsa: Am Assoc Petroc Geol Mem, 1991, 26: 63-116.
- [27] 任振球. 全球变化[M]. 北京:科学出版社,1990,1-196.
- [28] TUCKER M E and WRIGHT V P. Carbonate sedimentology [M]. Oxford: Blackwell Scientific Publication, 1990, 251-392.