

文章编号: 1009-3850(2001)01-0078-09

试论华北板块寒武纪地层的穿时性

章雨 旭

(中国地质科学院 地质研究所, 北京, 100037)

摘要: 华北板块寒武系馒头组和毛庄组、徐庄组和张夏组、崮山组、长山组和凤山组分别以紫红色泥质白云岩及页岩、鲕粒灰岩和竹叶状灰岩为特征, 依次形成于湖—塞卜哈、鲕滩和滩外斜坡环境。若按传统的时代划分, 必然得出互相矛盾的古地理解释。按 Walther 相律, 应有大量的紫红色泥质白云岩和页岩, 鲕粒灰岩与竹叶状灰岩是同时形成的。无论泥质白云岩和页岩, 鲕粒灰岩还是竹叶状灰岩都是随着海侵、相迁移而一个地区、一个地区依次形成, 并且它们都是穿时的。

关 键 词: 寒武系; 穿时性; 华北板块

中图分类号: P534.41

文献标识码: A

Diachronism of the Cambrian strata on the North China platform

ZHANG Yu-xu

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

Abstract: The Cambrian Mantou, Maozhuang, Xuzhuang, Zhangxia, Gushan, Changshan and Fengshan Formations of the North China platform are characterized by purple argillaceous dolostones and dolomitic mudstones, shales, oolitic limestones and edgewise limestones which were formed in the lagoon-sabkha, oolitic shoal and ramp environments. The sequence stratigraphic approach of some sections such as Jingjiatan section in Western Hills of Beijing, Xuankongsi section in Tangshan, Jiagou section in Suxian and Dongshan sec-

收稿日期: 2000-12-06

作者简介: 章雨旭, 男(1960—), 中国地质科学院地质研究所研究员, 主要从事区域地质与成矿规律及沉积学研究。

tion in Huainan has led the author to the following conclusions. (1) All the strata outlined above are diachronous; but it is impossible to define the widespread strata which were formed in the same sedimentary environments as the equivalents deposited in the same periods. (2) The individual Cambrian formations within the North China platform were formed not simultaneously, but one after another in response to sedimentary facies migration. All the sabkha-lagoons, oolitic shoals and ramps are relatively small; they often shifted with changing transgressions. (3) The thickness of the formations doesn't mean the amplitude of subsidence during the same period; it depends mainly on the duration and depositional rates of the sedimentary facies in one region. The duration, in turn, is determined by that needed for the equilibrium between sea-level rise rates and depositional rates in the same area. The distinctive durations and depositional rates are responsible for the varying stratigraphic thickness in different parts; (4) The biological associations from the Cambrian strata of the North China platform may be constrained by their living environments. Their living bodies may be alive in different environments, whereas their fossils can be only preserved in the marginal zones of these environments. (5) It is incorrect to use the faunas as the only indicators for the recognition of stratigraphic "diachronism" or "isochronism".

Key words: Cambrian; diachronism; North China platform

长期以来,在沉积地层时代的确定上,同位素年龄值总要以古生物证据作参考,这在大多数情况下是必须的。

但是,近年来,多次发生在一些著名的,已有相当深入研究的地层中新发现了古生物化石,从而否定了已有的同位素年龄值。如内蒙古中部的白云鄂博群,其同位素年龄值大多数集中在中元古代(1200~1400Ma)(中国科学院地球化学研究所,1988^[1];张宗清等,1991^[2],1994^[3])。而王东方等(1990)^[4]在其中发现了古生代的小壳化石,并得到了孙淑芬等(1992)^[5](微古植物)、张鹏远等(1993)^[6](微古植物)、乔秀夫等(1997)^[7](三叶虫碎片)的支持。必须指出,白云鄂博群的变质很浅,构造破坏也很轻微,而同位素年龄值又有很好的可重现性和很高的可信度。王宗起等(1998)^[8]在陕南西乡群中发现了晚石炭世—早泥盆世的放射虫化石,而已有的8个同位素年龄值中,5个为新元古代,两个为中元古代晚期,1个为中元古代早期。

另一方面,朱士兴等(1999)^[9]在长城系常州沟组中发现了以前仅见于新元古代的宏观藻类化石(命名为 *Chuaria* 状, *Shouhiennia* 状和 *Tawuia* 状),他们没有将常州沟组改变为新元古代,而是依据已有的同位素年龄值,将宏观藻类化石的出现时间提前了1000Ma!

这不得不令笔者考虑这一问题:经历300多年建立起来用于度量地质时间的古生物标尺是绝对权威吗?

当然笔者尚无意类比朱士兴等(1999)的思维方法,认为白云鄂博群的微古植物、小壳化石和三叶虫碎片是1200~1400Ma的产物,也不愿反对朱士兴等的做法,但却依据朱士兴等

的新发现, 而将常州沟组改划为新元古代。然而, 若仅从形式逻辑出发, 这两种做法者是无可挑剔的。

笔者依据在华北地台寒武系多年工作的实践和前人资料, 论证在古生物标尺上“等时”的一些地质体在绝对时间标尺上是不等时的, 而是穿时的。这一认识曾在有关会议上报告(章雨旭, 1992, 1995)和摘要发表(Zhang Yuxu et al., 1996)^[10], 获得了热烈的讨论。

1 华北地台寒武系概况

华北板块区寒武系广泛出露, 其地层学研究程度很高(项礼文等, 1981)^[11]。80年代后期, 许多学者进行了沉积相与古地理等方面的研究(孟祥化等, 1986^[12]; 乔秀夫等, 1990^[13]; 范开强等, 1990^[14]; 王成述等, 1990^[15]; 章雨旭等, 1990^[16]; 冯增昭等, 1990^[17])。90年代以来, 包括笔者在内, 又对其进行了详细的层序地层学研究(Wang Chengshu, Zhang Yuxu et al., 1996^[18]; 章雨旭等, 1997^[19]; 季强, 章雨旭, 1997^[20]; 梅冥相等, 1997^[21]; 史晓颖等, 1997^[22]; 彭阳等, 1998^[23], 2000^[24])。尽管在若干不同的剖面上作出了正确的层序地层划分, 但在地层等时对比, 层序对比及古地理恢复等方面仍存在着明显的矛盾。史晓颖等(1997)指出, 寒武纪“由于底栖生物具有强烈的地方性, 所建立的阶区域性色彩很浓, 不同大陆和地区之间的精确对比关系尚不很清楚”; “统、阶界线年龄分歧较大, 缺乏广泛接受的寒武系年代地层序列”。

在华北板块的大部分地区, 特别是中东部, 自馒头组至凤山组各组地层在岩性和生物带的横向对比方面均很相似(表1), 即它们“排列类似”(Homotaxis—不同地点地层顺序相同)(Huxely, 1862, 见 Faharaeus, 1986^[25])。馒头组和毛庄组以紫红色泥质白云岩和页岩为特征; 徐庄组和张夏组以鲕粒灰岩为特征; 崮山组、长山组和凤山组则以竹叶状灰岩为特征。在寒武系顶部常有一套叠层石灰岩和灰泥丘(灰泥丘原多划归奥陶系底部), 它们为高水位体系域晚期的进积序列(季强、章雨旭, 1997)。它们被分别确定为下寒武统、中寒武统和上寒武统(毛庄组有人认为属中寒武统, 本文为叙述方便按另一些人的意见称为下寒武统)。

不同地区的生物地层单元与岩石地层单元基本一致, 全国地层委员会办公室(1998)^[26]已正式建议建立毛庄阶、徐庄阶、张夏阶、崮山阶、长山阶和凤山阶。

2 华北地台寒武系的形成环境

笔者等在乔秀夫研究员的指导下, 仔细研究了北京西山丁家滩剖面后, 认为它们是一套连续的海侵沉积序列, 紫红色泥质白云岩和页岩为潮上塞卜哈和潮坪环境沉积(范开强等, 1990), 鲕粒灰岩则是形成于障壁鲕滩及其前后(王成述等, 1990), 二者之间有成形成于泻湖环境的含石膏白云岩。竹叶状灰岩有两种, 一是半定向竹叶状灰岩, 它是在滩外斜坡静水中沉积的条带状微晶-泥晶灰岩被偶发的风暴巨浪击碎, 经机械磨蚀和更为重要的化学溶蚀而形成的扁平状砾石, 在原地或半原地堆积而成; 二是杂乱的竹叶状灰岩, 它是前述扁平状砾石被风暴浊流带至盆地堆积而成(章雨旭等, 1990)。乔秀夫等(1990)进一步综合出了北京西山寒武系的沉积模式(图1)。

在对涞源南坡底、浑源悬空寺、曲阳西口南、唐山赵各庄、宿县夹沟和淮南洞山等剖面作

表 1 华北地区寒武纪地层对比简表(据项礼文等, 1951)
Table 1 Stratigraphic correlation of the Cambrian strata in northern China (after Xiang Liwen et al., 1951)

组	化石带	东北南部分区	燕山分区	山西分区	鲁西分区	陕甘宁分区	豫西分区
凤山组	<i>Cubirella</i> 带 - <i>Michaenella</i> 带 <i>Quadracrinophorus</i> - <i>Dicryella</i> 带 <i>Physopsis-Tanarua</i> 带	灰岩, 砾岩, 灰岩, 白云质灰岩, 50 ~ 140m, <i>Cubirella</i> , <i>Quadracrinophorus</i> , <i>Physopsis</i>	页岩, 粉砂岩, 灰岩, 竹叶状灰岩, 50 ~ 150m, <i>Cubirella</i> , <i>Quadracrinophorus</i> , <i>Physopsis</i>	白云岩, 泥质灰岩, 47 ~ 198m, <i>Marella</i> , <i>Cubirella</i> , <i>Quadracrinophorus</i> , <i>Physopsis</i>	灰岩夹少量页岩, 白云质灰岩, 80 ~ 200m, <i>Cubirella</i> , <i>Quadracrinophorus</i> , <i>Physopsis</i>	白云岩, 白云质灰岩, 120m, <i>Telleria</i> , <i>Pancakeella</i>	白云质灰岩, 白云岩, 120m, <i>Changia</i>
长山组	<i>Kaolishania</i> 带 <i>Changshania</i> 带 <i>Chuanggia</i> 带	页岩夹竹叶状灰岩和灰岩透镜体, 30 ~ 40m, <i>Kaolishania</i> , <i>Changshania</i> , <i>Chuanggia</i>	页岩, 竹叶状灰岩, 8 ~ 50m, <i>Kaolishania</i> , <i>Changshania</i> , <i>Chuanggia</i>	灰岩, 竹叶状灰岩, 3 ~ 27m, <i>Kaolishania</i> , <i>Changshania</i> , <i>Chuanggia</i>	绿色页岩, 灰色灰岩, 竹叶状灰岩, 50 ~ 70m, <i>Kaolishania</i> , <i>Changshania</i> , <i>Chuanggia</i>	泥质灰岩, 竹叶状灰岩, 白云质灰岩, 88m, <i>Liseparia</i> , <i>Chuanggia</i>	白云质灰岩, 46m, <i>Changshania</i> , <i>Chuanggia</i>
崮山组	<i>Drepanura</i> 带 <i>Blackwelderia</i> 带	灰岩, 竹叶状灰岩及页岩, 16 ~ 33m, <i>Drepanura</i> , <i>Blackwelderia</i>	页岩, 竹叶状灰岩, 细粒灰岩, 9 ~ 88m, <i>Drepanura</i> , <i>Blackwelderia</i>	灰岩, 竹叶状灰岩夹页岩, 11 ~ 85m, <i>Drepanura</i> , <i>Blackwelderia</i>	页岩夹灰岩及竹叶状灰岩, 25 ~ 35m, <i>Drepanura</i> , <i>Blackwelderia</i>	泥质灰岩夹竹叶状灰岩, 40 ~ 110m, <i>Cyckelorensella</i> , <i>Blackwelderia</i>	白云质灰岩及泥质灰岩, 50 ~ 100m, <i>Drepanura</i> , <i>Blackwelderia</i>
张夏组	<i>Damesella</i> 带 <i>Amphioxus-Taizania</i> 带 <i>Crepidophthalma</i> 带	鲕状灰岩, 结晶灰岩, 160 ~ 500m, <i>Damesella</i> , <i>Amphioxus</i> , <i>Crepidophthalma</i>	鲕状灰岩, 结晶灰岩, 100 ~ 200m, <i>Damesella</i> , <i>Amphioxus</i> , <i>Crepidophthalma</i>	灰岩, 鲕状灰岩, 竹叶状灰岩及页岩, 55 ~ 140m, <i>Damesella</i> , <i>Amphioxus</i> , <i>Crepidophthalma</i>	鲕状灰岩和灰岩, 170m, <i>Damesella</i> , <i>Amphioxus</i> , <i>Crepidophthalma</i>	泥质灰岩, 竹叶状灰岩; 鲕状灰岩 160 ~ 250m, <i>Damesella</i> , <i>Taizania</i>	灰岩, 50 ~ 280m, <i>Lapeishania</i> , <i>Taizania</i> , <i>Crepidophthalma</i>
徐庄组	<i>Bailiella</i> 带 <i>Paragraptus alberta</i> 带 <i>Sunaspis</i> 带 <i>Kaochaspis</i> 带	(当十组) 页岩, 砂质页岩及灰岩, 80 ~ 120m, <i>Bailiella</i> , <i>Paragraptus</i> , <i>Sunaspis</i> , <i>Kaochaspis</i>	页岩, 灰岩, 22 ~ 60m, <i>Bailiella</i> , <i>Sunaspis</i>	砂页岩及灰岩, 鲕状灰岩, 8 ~ 106m, <i>Bailiella</i> , <i>Paragraptus</i> , <i>Insouyia</i> , <i>Sunaspis</i> , <i>Kaochaspis</i>	砂质页岩夹灰岩及页岩, 12 ~ 60m, <i>Bailiella</i> , <i>Paragraptus</i> , <i>Sunaspis</i> , <i>Kaochaspis</i>	页岩, 灰岩, 白云质灰岩, 60 ~ 300m, <i>Bailiella</i> , <i>Insouyia</i> , <i>Paragraptus</i> , <i>Sunaspis</i>	云母页岩, 灰岩, 鲕状灰岩, 87 ~ 171m, <i>Bailiella</i> , <i>Paragraptus</i> , <i>Sunaspis</i> , <i>Kaochaspis</i>
毛庄组	<i>Shantungaspis</i> 带	(石桥组) 暗紫色云母页岩夹灰岩, 20 ~ 50m, <i>Shantungaspis</i>	紫色/紫红色含云母页岩, 粉砂岩夹灰岩, 40 ~ 60m, <i>Shantungaspis</i> , <i>Luopaldes</i>	砂页岩, 页岩, 白支岩, 0 ~ 87m, <i>Esocophocarpus</i> , <i>Psilocrurus</i>	暗紫色砂质云母页岩夹灰岩及鲕状灰岩, 30 ~ 40m, <i>Shantungaspis</i>	页岩夹薄层灰岩, 30 ~ 50m, <i>Shantungaspis</i>	页岩, 粉砂岩, 鲕状/豆状灰岩, 30 ~ 120m, <i>Shantungaspis</i>
馒头组	<i>Redlichia murchisoni</i> 带	紫色/黄色/灰绿色页岩夹灰岩, 泥质灰岩, 白云岩, 37 ~ 150m, <i>Redlichia murchisoni</i>	(“馒头组”) 紫红色页岩, 40 ~ 80m	砂岩, 页岩, 0 ~ 20m	紫红色页岩夹灰岩, 40 ~ 70m, <i>Redlichia chinensis</i>	(五道岭组) 白云岩, 白云质灰岩, 42 ~ 82m, <i>Guanella</i>	泥质灰岩夹砂页岩, 32 ~ 185m, <i>Redlichia chinensis</i>
辛集组	<i>Palaolenus</i> 带 (<i>Megapalaolenus</i>) <i>Bergersonella</i> <i>Huaspis</i>	(碱厂组) 砂页岩, 黑色灰岩, 50 ~ 120m, <i>P. (Megapalaolenus)</i>	(昌平组) 灰岩, 角砾状白云质灰岩, 30 ~ 120m, <i>P. (Megapalaolenus)</i>		(寨家山组) 砾岩, 砾块岩, 含砂质灰岩和页岩, 白云质砾质灰岩, 70 ~ 160m, <i>P. (Megapalaolenus)</i> , <i>Huaspis</i>	(苏峪口组) 砂砾质磷块岩和钙质粉砂岩, 20 ~ 118m, <i>Huaspis</i> , <i>Bergersonella</i>	(辛集组) 含磷粉砂岩, 磷块岩, 黑色页岩, 泥质灰岩及豹皮灰岩, 120 ~ 240m, <i>Bergersonella</i>
						正目观组, 板岩及冰碛砾岩, 20 ~ 270m	罗圈组, 灰绿色/紫红色页岩, 粉砂岩及冰碛砾岩, 100 ~ 220m

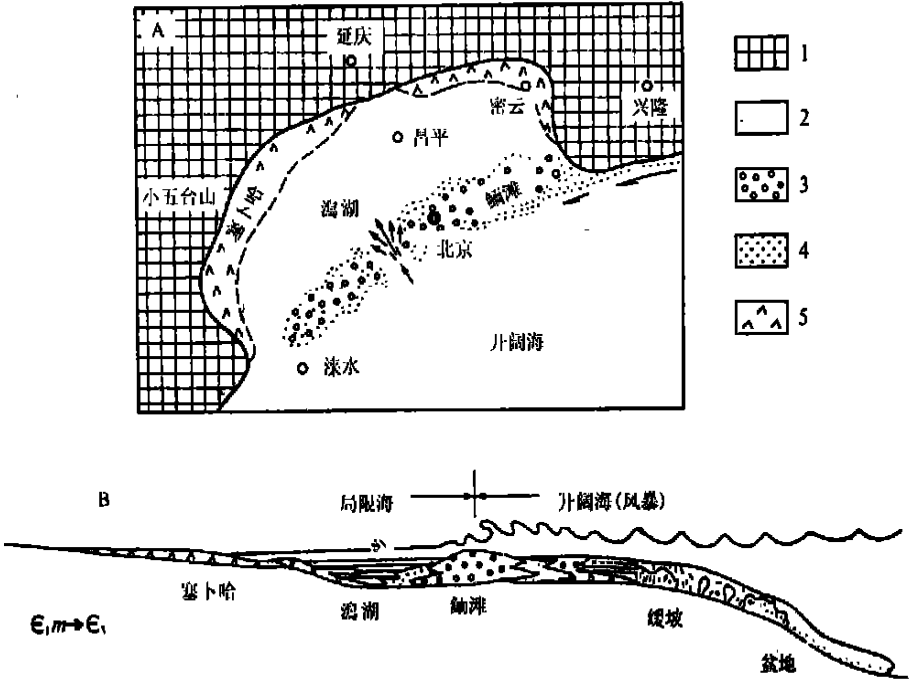


图 1 北京西山中上寒武统沉积模式(据乔秀夫、高林志, 1990)

1. 侵蚀区; 2. 陆表海; 3. 鲕粒灰岩; 4. 石英砂; 5. 石膏与盐溶角砾岩
A. 中、晚寒武世古地理图; B. 中、晚寒武世相模式

Fig. 1 Model for the Middle and Upper Cambrian strata in the Western Hills, Beijing (after Qiao Xiufu and Gao Linzhi, 1990)

1=erosional area; 2=epicontinental sea; 3=oolite; 4=quartz sands; 5=gypsum and salt solution breccia
A=Middle and Late Cambrian palaeogeographic map; B=Middle and Late Cambrian sedimentary facies model

层序地层学研究时发现这些剖面与北京西山均很相似。许多学者对华北地台中东部寒武纪沉积相的演化序列的认识者相同或相似(孟祥化等, 1986; 冯增昭等, 1990; 陈荣坤等, 1993^[27]; 史晓颖等, 1997; 沙庆安等, 1998^[28])。

这就是说, 馒头组至凤山组是一套形成于萨布哈至滩外斜坡—盆地的地层(图 1)。

3 “生物等时”的归谬

按传统的认识, 乔秀夫等(1990)的北京西山中、晚寒武世古地理图和中、晚寒武世相模式图(图 1)是存在问题的。图 1A 作为中、晚寒武世古地理图, 认为在小五台山以西为侵蚀区, 而事实上, 在小五台山以西仍有大面积“中、晚寒武世”的沉积。同样在北京的东南方向也并不是开阔海。图 1B 标明的时间是 $\epsilon_1 m$ (馒头组)— ϵ_3 , 这也与“事实”不符, 北京西山地区在“馒头期”绝无盆地相沉积, 到“晚寒武世”也绝无塞卜哈或海湖沉积。

事实上, 该图是按 Walther 相律作出的。Walther 相律指出, 一个整合的垂直地层层序中

出现的相,形成于横向上相邻的环境里。准确地说,图 1 是代表某时刻的北京西山及邻区的古地理,下图是该时刻的沉积相模式,而这一时刻就是北京西山为  湖相的时刻。

图 1B 清楚地说明,当北京地区为鲕滩环境沉积鲕粒灰岩时,就应当在某侧邻区有  湖和塞卜哈形成白云岩和紫红色页岩,在另一侧为滩外斜坡环境形成竹叶状灰岩。当然,这里的“邻区”有一距离问题,按当今海岸情况,也就是几千米,至多几十千米。即使假设海床坡度角仅有 1° ,那么相距 10km 的两地水深差别也将有 17.45m,这已足以引起相变。笔者在北京西山发现,在滩外斜坡泥晶灰岩中的生物丘生长线与层面法线的交角可达 10° 以上。

显然,在早寒武世华北板块处处均为潮坪或塞卜哈(刘群等, 1994)^[29] 或中寒武世处处均为鲕滩(冯增昭等, 1990)是不可能的!沙庆安(1998)^[28] 也已指出:“对整个华北地台中寒武统普遍发育的鲕粒沉积,人们不会理解这会在同一时期内形成的如此广大范围的同样沉积物,不管当时是陆表海还是台地。”

就是说,如果西山地区的紫红色泥质白云岩、页岩,鲕粒灰岩和竹叶状灰岩分别是早寒武世、中寒武世和晚寒武世形成,那么,在华北板块范围内就应当大量存在有早寒武世的鲕粒灰岩和竹叶状灰岩,同样也应当大量存在有晚寒武世的紫红色页岩和鲕粒灰岩。总之,华北板块寒武纪岩相的空间展布应如图 2 所示。然而,若按传统的时代划分,则必然得出华北板块的大部分地区在早寒武世均是塞卜哈、潮坪或  湖(刘群等, 1994),到中寒武世则全部变成鲕滩,而到晚寒武世均是滩外斜坡或盆地(冯增昭等, 1990)。并且,整个寒武纪各个时期,华北板块区均为相似沉积环境,具有相当平坦的地形,这样就有如下矛盾:①按将今论古的原则,现代没有如此巨大面积的  湖、鲕滩或塞卜哈,因此,古代也不会有;②鲕粒灰岩在大部分地区仅出现于“中寒武世”,其原因是难以解释的。安徽淮南洞山剖面的“上寒武统”有一层 6m 厚的鲕粒灰岩,在辽东的“下寒武统”也有鲕粒灰岩,由此表明无论在“晚寒武世”还是“早寒武世”,华北板块均具有鲕粒灰岩形成的气候条件;③若“中寒武世”和“晚寒武世”为一片广海,则陆源碎屑就应当极少,然而在鲕粒灰岩中有大量的石英砂,与竹叶状灰岩互层的泥晶灰岩中有相当数量的粉砂和泥质;④与馒头组下伏的昌平组、碱厂组等分布的局限性本身就表明寒武纪初华北板块并非一片平坦平原;⑤若各时期各地沉积相相同,则各地水深应十分相似,然而不同地区的下统、中统和上统的厚度差别很大(表 1),因而就要求各地前寒武纪的基底有差异沉降,而且因为各地各时期厚度大小并无继承性,故各时期的差异沉降还各不相同,这样的差异沉降的机制是难以设想的。而所有这些矛盾用图 2 则可得到圆满解释。

4 岩石地层穿时的普遍性

岩石地层的穿时是普遍的,比较公认的(张守信, 1989)^[30],如华南泥盆系底砾岩在广西为下泥盆统,在湘南、江西为上泥盆统(可见海侵速度是相当慢的,它跨了两个世才从广西到达江西)。但传统所用的时间标尺是生物带,当穿时尺度较大,或所用生物受环境控制很小时,也可以客观地反映地质实际。但是,对于小规模穿时,或建立标尺所用的生物是严格受控于环境时,则还不能很好地反映地质实际,不能表现穿时。

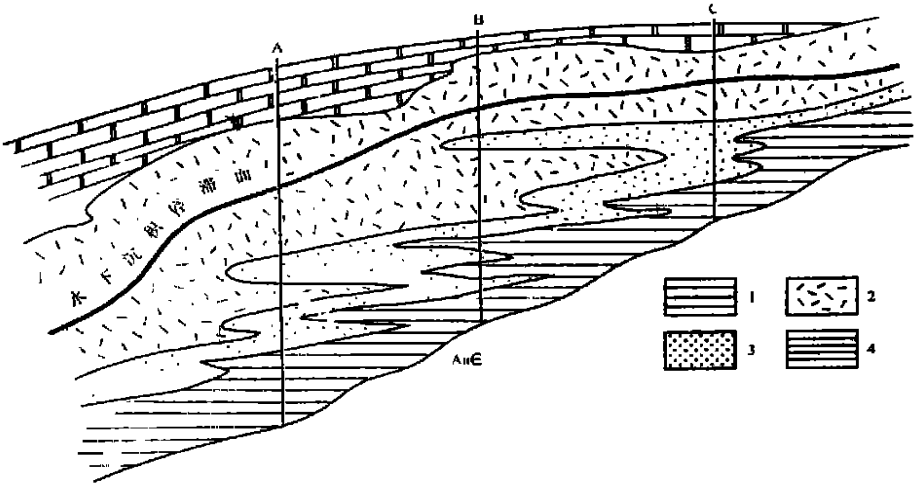


图 2 华北板块寒武系岩相空间展布示意图

1. 叠层石礁灰岩、白云岩(海退期沉积); 2. 竹叶状灰岩(滩外斜坡-盆地沉积); 3. 鲕粒灰岩(鲕滩及其前后沉积); 4. 紫红色泥岩、泥质白云岩(塞卜哈湖沉积)

在水下沉积停滞面以下, 等时线近于水平, 水下沉积停滞面代表的时间在不同地点长度不同, 但该线以上的地层均晚于该线以下的地层

Fig. 2 Sketch to show the spatial distribution of the Cambrian sedimentary facies on the North China platform
1=stomatolitic limestone and dolostone (regressive sediments); 2=edgewise limestone (ramp-basin sediments); 3=oolitic limestone (oolitic shoal sediments); 4=purple mudstone and muddy dolostone (sabkha-lagoon sediments)

5 相同生物组合与不同生物组合的形成时间

早在一百多年前, 就有人指出: “无论物理地质学还是古生物学都无法说明两个地层是绝对等时的, 地质学家所能证明的全部事实无非是地层的当地顺序”(Huxely, 1862; Faharaeus, 1986)。美国当代古生物学家 Newell (1972) 也指出: “来自两地的同一地层顺序具有一一对应年代关系的概率等于“零”。Faharaeus (1986) 则指出, 生物地层时间对比的精度受岩石堆积速度、生态环境束缚及物种生成等因素影响。古生态学家则指出, “在同一个时期内, 根据岩相在空间上的变化, 在不同的岩相内可以含有不同的生物群, 甚至在同一个面积较大的沉积盆地内部也有不同的岩相交替, 其中各种岩相带包含有各自特有的化石群”(杨式溥等, 1993)^[34]。

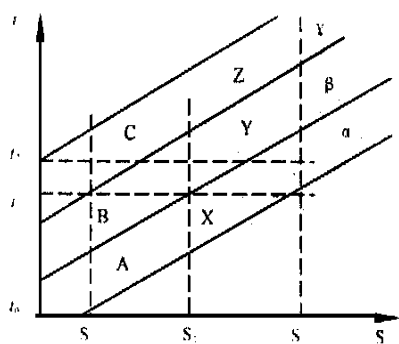
纳特兰 (1933) 发现加利福尼亚海岸现代有孔虫可分出与底部温度(与深度有关)有关的 5 个动物群, 而在距之不远的上新世—更新世剖面中它们出现在垂直顺序中, 构成 5 个生物带。显然, 这些生物带没有时间意义, 而是沉积时期深度的记录(张守信, 1989)。

陈源仁 (1986)^[33] 也给出了海侵过程中古生物群落/相似群落的穿时图解, 并指出: “相同群落或相似群落表明环境上的相似而不一定时代相当。”

华北地台寒武系的划分和对比是以三叶虫化石带为主导的, 而三叶虫化石带与岩石地

层是大体一致的(项礼文等, 1981)。而这些三叶虫是以底栖为主的(卢衍豪等, 1974)^[34], 所以三叶虫必定在很大程度上受环境控制。

如图 3, 在 A 层中生物为 α 组合, 在 B 层为 β 组合, 在 C 层为 γ 组合, 其原因可能是 α 组合的生物仅在环境 X 中生活或只能在 X 环境中保存; β 组合只能在 Y 环境中生活; γ 组合只能在 Z 环境中生活, 正象加利福尼亚海岸有孔虫的情况。所以在 S_1 点 t_1 时间 β 组合被 γ 组合取代并不表示在 t_1 时间 β 组合绝灭, γ 组合兴起, 仅仅表示在 t_1 时间 β 组合迁出 S_1 点, γ 组合迁入 S_1 点。在所有剖面上都可得到生物组合的“演化”规律为 $\alpha \rightarrow \beta \rightarrow \gamma$, 但这都是假象, 它们可以在同一时间共存, 如在 t_2 时, S_3 为 α , S_1 为 γ 。因而, 生物组合(事实上就是古生态学上的“群落”)也可以是穿时的。正象加利福尼亚海岸现代有孔虫一样。



当然, 实际情况要复杂得多, 由于沉积过程中有海侵、海退或海平面升降, 同一地区不同沉积环境会有多次交替反复, 在岩性上形成多种岩性的互层, 在生物上则形成不同环境的生物在同一剖面上交互出现。另外, 由于生物的生存环境与保存环境可以不同。因而, 生物受环境的控制有时不如岩性受地层控制明显。

但由于生物地层对比一般是以该种生物的始现为准, 而不管其“绝灭”, 所以这种交互出现的现象并没能困扰人们进行地层对比, 这种现象被解释为生物的延续或子遗。还需指出, 能够“精确”划分对比地层的所谓“带化石”恰好常常是受环境控制明显的生物。只有它们才能构成“持续时间很短”的化石带。而那些生物的化石可以出现于各种环境, 因此, 看起来它们的“持续时间很长”, 没有“精确”对比意义。

图 3 岩石地层与生物组合穿时示意图

岩石地层 A、B、C 分别形成于环境 X、Y、Z, A 的底界在 S_1 点为 t_0 , 在 S_3 点为 t_1 , 其中 $(S_3 - S_1)/(t_1 - t_0)$ 就是相迁移的速度, 若为海侵序列就是海侵的速度

Fig. 3 Sketch to show the diachronism of lithostratigraphy and biological associations in the study area

Strata A, B and C were formed in Environments X, Y and Z. The basal boundary of A is indicated by t_0 at S_1 and t_1 at S_3 . The $(S_3 - S_1)/(t_1 - t_0)$ ratios represent the velocity of facies migration. For instance, they may represent the velocity of transgressions in the case of transgressive sequences.

对图 3 中斜线的斜率需作一个简单估算。从馒头组到凤山组持续 80Ma, 共沉积厚约 800m (北京西山), 即沉积速度平均为 10m/Ma, 按当今华北平原的坡度, 太行山前的高程约为 150m, 若要海侵到太行山前, 且当今海岸地区与太行山前保持相似沉积环境, 那么, 当今海岸地区就应沉积 150m, 就是说要经过大约 15Ma。那么, 寒武纪海侵从辽宁到山西或从山东到山西跨世也是完全可能的——而且华南泥盆系底砾岩跨两个世已经得到公认。

当然, 穿时也不可能是无限的。据层序地层学研究, 华北地台的寒武纪—奥陶纪构成一个完整的二级层序, “长山期”为最大海泛期^[18 35]。长山组凝缩段以下的地层为海侵期沉积, 而以上的地层则是高水位期或海退期沉积, 二者不再具有等时的可能。长山组凝缩段则代表由于水深太大且远离岸过沉积速度很慢阶段的沉积, 事实是一个水下沉积(近)停滞面, 在不同的地区代表的时间长短不同, 在靠近古大陆一侧停滞时间较短, 而在远离古大陆一侧停

滞时间较长(图2)。

6 结论

据上述讨论,可得出如下认识:

(1)岩石地层穿时是普遍的。反过来,将大范围分布的代表相同岩相的同一岩石地层划为同一时期是不够确切的。进而作出的古地理分析是值得商榷的。

(2)华北板块寒武系各岩石地层组并非同时形成,而是随着海侵经相迁移一个地区一个地区依次形成,塞卜哈湖、鲕滩及滩外斜坡的范围都是较小的,它们随着海侵而迁移。

(3)岩石地层组的厚度并不代表该“期”该地区的沉降幅度,一定地区一个岩石地层组的厚度取决于该岩石地层所形成的沉积相在该地区的持续时间和沉积速率,而这一持续时间又取决于海平面上升速度与该地区沉积速度的平衡所持续的时间。正是由于各地沉积速度和持续时间不同,因而各地厚度不等。

(4)华北板块寒武纪中的生物组合可能是受环境控制的,不同组合的生物生活于不同的环境之中,其化石只能保存在该环境及相邻环境的边缘带。

(5)讨论岩石地层的穿时以生物为标尺往往是不够的,它们可能是一起在“穿时”;以生物为标准论证岩石地层不穿时则是错误的,因为这很可能构成一个循环论证。

参考文献:

- [1] 中国科学院地球化学研究所. 白云鄂博矿床地球化学[M]. 北京: 科学出版社, 1988.
- [2] 张宗清, 叶笑江, 袁忠信等. 白云鄂博稀土矿床的形成年代: Sm-Nd 同位素数据[J]. 岩石矿物学杂志, 1991, (1): 80—83.
- [3] 张宗清, 唐索寒, 王进辉等. 白云鄂博稀土矿床形成年龄的新数据[J]. 地球学报, 1994, (1~2): 85—93.
- [4] 王东方, 陈丛云, 杨森. 早寒武世巨型化石带的发现及内蒙古地轴的解体[J]. 科学通报, 1990, 35(5): 370—373.
- [5] 孙淑芳. 内蒙古白云鄂博群尖山组微古植物新发现[J]. 地质论评, 1992, 38(5): 474—480.
- [6] 张鹏远, 李双庆, 王长尧等. 白云鄂博地区地质构造特征[A]. 中国地质科学院天津地质研究所所刊[C]. 北京: 地质出版社, 1993, (28): 1—60.
- [7] 乔秀夫, 高林志, 彭阳, 章雨旭. 内蒙古腮林忽洞群综合地层和白云鄂博矿床赋矿微晶丘[J]. 地质学报, 1997, 71(3): 202—211.
- [8] 王宗起, 陈海泓, 李继亮等. 南秦岭西乡群发现晚古生代放射虫化石[J]. 地质论评, 1998, 44(3): 263.
- [9] 朱士兴, 孙淑芳, 黄学光等. 燕山常州沟组(约1800Ma)碳质压型化石及其多细胞组织的发现[J]. 科学通报, 1999, 44(14): 1552—1557.
- [10] ZHANG YUXU and LU HONGBO. On diachroneity of the Cambrian strata in North China Platform (abstract)[A]. 30th international Geological Congress[C], Beijing: Geological Publishing House Abstracts, 1996, Vol 2 of 3 27.
- [11] 项礼文等. 中国的寒武系[M]. 北京: 地质出版社, 1981.
- [12] 孟祥化, 乔秀夫, 葛铭. 华北古浅海碳酸盐风暴沉积和丁家滩相序模式[J]. 沉积学报, 1986 4(2): 1—18.
- [13] 乔秀夫, 高林志. 北京西山寒武系层序地层[A]. 中国地质科学院地质研究所所刊[C]. 北京: 地质出版社, 1990 (22): 1—7.
- [14] 范开强, 尹古国, 王成述. 北京西山寒武统馒头组角砾岩成因[A]. 中国地质科学院地质研究所所刊[C]. 北京: 地质出版社, 1990, (22): 23—38.
- [15] 王成述, 范开强, 尹古国. 北京西山寒武统张夏组鲕粒特征及其环境意义[A]. 中国地质科学院地质研究所所刊[C]. 北京: 地质出版社, 1990, (22): 39—55.

- [16] 章雨旭, 万渝生. 北京西山竹叶状灰岩的成因[A]. 中国地质科学院地质研究所所刊[C]. 北京: 地质出版社, 1990 (22): 56—64.
- [17] 冯增昭等. 华北地台早古生代岩相古地理[M]. 北京: 地质出版社, 1990.
- [18] WANG CHENGSHU, ZHANG YUXU, XAO LINZHI et al. Sequence stratigraphy of Cambro-Ordovician carbonates in the Western Hills Beijing, (Field Trip Guide for 30th International Geological Congress—T202)[A]. 30th International Geological Congress Field Trip Guide[C]. Beijing: Geological Publishing House, 1996 Vol. 6
- [19] 章雨旭, 彭阳, 高林志. 北京西山寒武系—奥陶系主要层序类型及形成机制探讨[J]. 地质论评, 1997, 43(2): 148—154
- [20] 季强, 章雨旭. 从层序地层学研究试论华北地区寒武系与奥陶系分界[J]. 地质论评, 1995 43(3): 241—248
- [21] 梅冥梅, 梅仕龙. 华北中寒武统张夏组复合海平面变化旋回层序[J]. 沉积学报, 1997, 15(4): 5—9
- [22] 史晓颖, 陈建强, 梅仕龙. 华北地台东部寒武系层序地层年代格架[J]. 地学前缘, 1997, 4(3~4): 161—173
- [23] 彭阳, 季强, 章雨旭, 乔秀夫. 北京西山及邻区寒武系顶部微晶丘特征及层序地层学意义. 地质论评, 1998, 44(1): 35—43.
- [24] 彭阳, 章雨旭. 北京西山及邻区下古生界白云石化与层序地层[J]. 地球学报, 2000, 21(1): 78—85
- [25] FAHARACUS L E. Spectre of biostratigraphic resolution and precision: rock accumulation rates, processes of speciation and paleoecological constraints[J]. News Letters on Stratigraphy, 1986, 15(3): 150—162
- [26] 全国地层委员会办公室. 关于推荐《中国地质年代表》的通告[J]. 地质论评, 1998, 44(5): 559—650.
- [27] 陈荣坤, 孟祥化. 华北地台早古生代沉积建造及台地演化[J]. 岩相古地理, 1993, 13(4): 46—55
- [28] 沙庆安, 江茂生. 鲕粒滩相与藻坪相沉积——鲁西地区中寒武统张夏组剖析[J]. 沉积学报, 1998 16(4): 62—70
- [29] 刘群, 马丽芳等. 华北早寒武世岩相古地理与膏盐沉积[M]. 北京: 地质出版社, 1994
- [30] 张守信. 理论地层学—现代地层学概念[M]. 北京: 科学出版社, 1989, 60—70.
- [31] NEWELL N D. Stratigraphic gaps and chronostratigraphy[A]. 24th International Geological Congress, Section 7[C]. 1972, 198—204
- [32] 杨式溥. 古生态学[M]. 北京: 地质出版社, 1993.
- [33] 陈源仁. 关于群落研究中几个问题的讨论[J]. 成都地质学院学报, 1986, 13(3): 74—93.
- [34] 卢衍豪, 朱兆玲, 钱义元等. 生物—环境控制论及其在寒武纪生物地层学上和动物古地理上的应用[A]. 中国科学院南京地质古生物研究所集刊[C]. 1974, (5): 270—116
- [5] 葛铭, 孟祥化, TUCKER E. 长山期最大海泛事件及洲际对比模式研究[J]. 科学通报, 1995, 40(9): 818—821.