

文章编号: 1009-3850(2000)03-0048-06

扬子地台西缘志留纪层序地层研究

邹光富, 陈永明

(成都地质矿产研究所, 四川 成都 610082)

摘要: 笔者应用层序地层学的原理和研究方法, 对扬子地台西缘陕西宁强和四川广元地区的志留纪地层剖面进行了重新研究, 识别出 9 个三级层序。三级层序均发育 TST 和 HST, 而缺乏 LST 和 SMST。通过区内沉积层序的对比, 建立了扬子西缘志留纪层序地层格架。最后探讨了该区志留纪的海平面变化规律。

关键词: 层序地层; 志留纪; 层序对比; 海平面变化; 扬子地台西缘

中图分类号: P534.43

文献标识码: A

Silurian sequence stratigraphy of the western margin of the Yangtze platform in China

ZOU Guang-fu, CHEN Yong-ming

Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610082, Sichuan, China

Abstract: The Silurian strata in Ningqiang, Shaanxi and Guangyuan, Sichuan on the western margin of the Yangtze platform are re-examined with the aid of the principles and methods of sequence stratigraphy, and grouped into nine third-order sequences, in which the transgressive and highstand systems tracts are developed but the lowstand and shelf-margin systems tracts are lacking. The Silurian sequence stratigraphic framework and sea-level curves are thus constructed on the basis of the sequence correlation in the study area.

Key words: sequence stratigraphy; Silurian; sequence correlation; sea-level change; western Yangtze platform

收稿日期: 2000-01-12

研究区位于扬子地台西缘北段的陕西南宁强、四川广元地区。志留系在研究区发育比较完整。古生代该区处于扬子克拉通盆地西缘,具被动大陆边缘沉积环境,地层出露良好,是研究层序地层的理想地区。前人在岩石地层、生物地层、岩相古地理等方面的工作为层序地层的研究奠定了良好基础^[1~4]。本文根据近几年笔者在陕西南宁强、四川广元地区和北川县武安豆叩等地实测和详细观察研究的六条地层剖面资料,在详细研究地层、层序界面性质、沉积序列及沉积相的基础上,对区内志留纪层序地层进行了划分和对比研究。

1 沉积特征与岩石地层划分

扬子西缘北段志留纪地层,以四川广元-陕西南宁强地区发育较好,自下而上可划分为龙马溪组、罗惹坪组、宁强组、金台观组和车家坝组 5 个岩石地层单位。其中,中、下志留统主要以泥岩、粉砂质泥岩为主的碎屑岩与台地或礁滩相生物礁灰岩或生物礁(点礁为主)交互沉积为特征。上志留统为碎屑岩沉积,以泥岩夹砂岩为主,自下向上砂岩增多,泥岩减少,显示沉积区海水由深变浅的演化过程。总体上反映了该区为浅海陆棚-台地边缘带沉积环境及其海平面升降变化的沉积特征。

区内志留纪地层大致呈北东向展布。地层底部超覆在中、上奥陶统的不同层位上,与其呈平行不整合接触关系。志留纪地层与上伏泥盆纪地层呈平行不整合接触。

2 层序地层特征

以研究区广元朝天驿宣河乡凤凰咀-尖包志留纪地层剖面为骨干,结合邻区的羊木东山庙、广元西北乡车家坝和陕西南宁强县大竹坝剖面,对该区志留纪层序地层进行分析。

通过对层序、体系域、层序界面的识别和对地层堆叠方式与结构转换特征等层序进行综合分析,将区内志留纪自下而上划分为 1 个二级层序和 9 个三级层序(图 1)。每个层序均由海侵体系域(TST)和高水位体系域(HST)组成。缺低水位体系域(LST)、陆棚边缘体系域(SMST),凝缩层(CS)发育不明显。

层序 1 该层序对应于龙马溪组和罗惹坪组下部。主要出露于广元三磊坝七里乡、车家坝、朝天和长江沟一带。由海侵体系域(TST)和高水位体系域(HST)构成。其底界与下伏奥陶系宝塔组龟裂纹灰岩呈平行不整合接触。宝塔组沉积末期,相对海平面下降使海水退出而遭受暴露剥蚀。该层序界面为 II 型界面,从成因上分析,属升降侵蚀不整合。往上由黄绿色薄层状含砂质粘土岩夹少量薄层细砂岩构成海侵体系域(TST),岩层中水平层理发育为陆棚边缘盆地环境沉积,含笔石 *Pristiograptus* sp. 等。之上为灰色薄层状绢云母粉砂岩、灰绿色薄层状绢云母石英砂岩夹灰色薄层细砂岩、砂质页岩组成,系浅陆棚相沉积,属早期高水位体系域(EHST)。上部为由薄层或透镜状生物碎屑灰岩、砂岩夹泥灰岩、泥质白云质灰岩组成的台地边缘礁相沉积,属晚期高水位体系域(LHST)。

层序 2 该层序由罗惹坪组中上部碎屑岩及宁强组底部生物碎屑灰岩、生物礁灰岩组成。底界面为一明显的海侵上超界面,为 II 型层序界面(SB₂)。海侵体系域(TST)由绿黄色

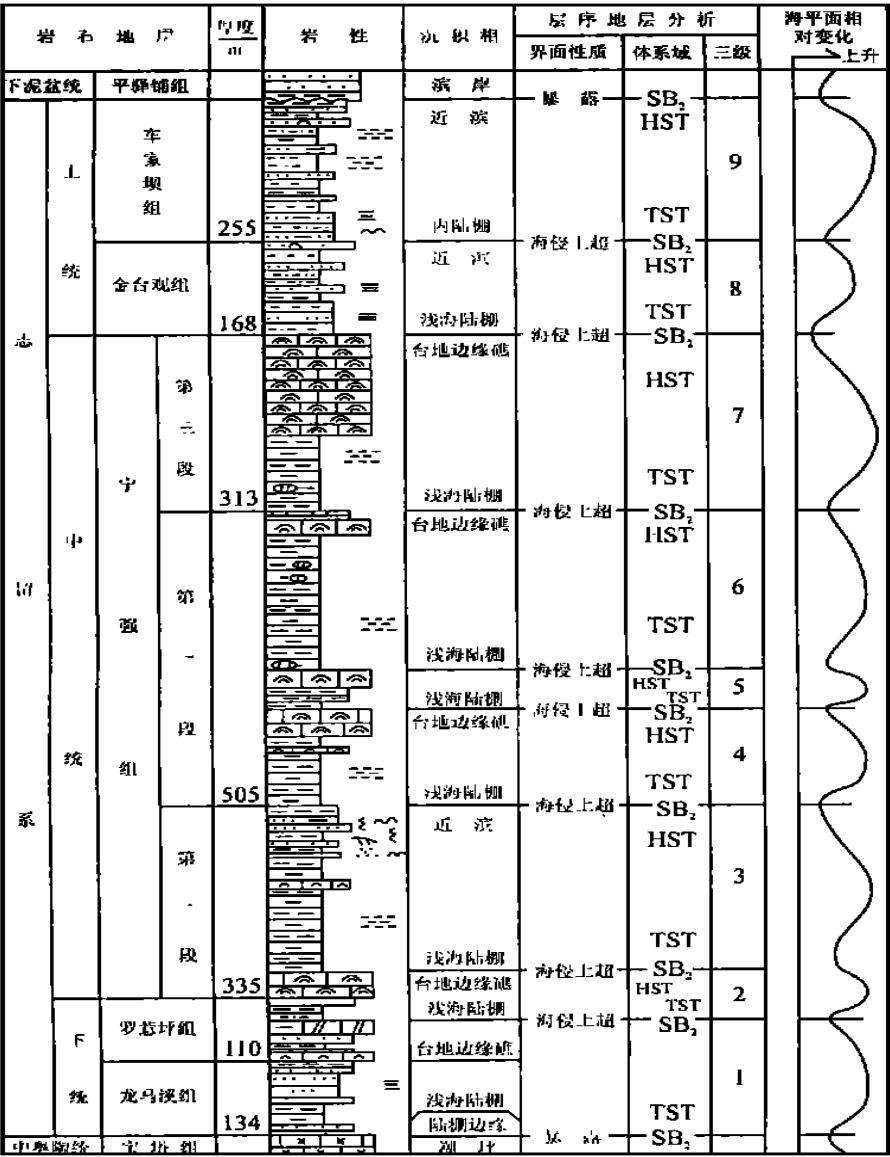


图 1 四川广元和陕西宁强地区志留纪层序地层划分及海平面变化

Fig. 1 Sequence stratigraphic division and sea-level changes in Ningqiang, Shaanxi and Guangyuan, Sichuan during the Silurian

薄层状页岩夹砂质页岩组成, 含腕足类 *Glossia* sp., 为浅海陆棚环境沉积。之上为高水位体系域(HST), 由灰色/浅灰色薄中层状生物碎屑灰岩、生物礁灰岩及其礁翼的生物砾屑灰岩组成的具进积特征的准层序组构成, 为台地边缘礁相沉积。主要造礁生物为珊瑚、层孔虫、海百合等。

层序3 该层序包括宁强组第一段中上部。底界面为海侵上超面(SB₂)。海侵体系域(TST)由黄绿色薄层状泥岩、紫色薄层状泥岩组成, 发育水平层理, 系浅海陆棚相沉积。高

水位体系域(HST)由黄色/紫色泥岩夹疙瘩状生物碎屑泥晶灰岩、粉砂岩、细砂岩组成的向上变浅的沉积序列。粉砂岩中发育沙纹层理。为陆棚-近滨环境沉积。

层序4 该层序对应于宁强组第二段下部。底界面为海侵上超界面(SB_2),属Ⅱ型层序界面。海侵体系域(TST)由暗紫色夹黄色薄层状泥岩、粉砂质泥岩组成,为浅海陆棚相沉积。高水位体系域(HST)由灰色厚层-块状生物礁灰岩组成,为台地边缘礁相沉积(图1)。

层序5 该层序对应于宁强组第二段上部。底界面为海侵上超界面(SB_2),属Ⅱ型层序界面。海侵体系域(TST)由暗紫色夹黄色薄层状泥岩组成,为浅海陆棚相沉积。高水位体系域(HST)下部由黄色泥岩夹少量生物碎屑灰岩,中上部由生物礁灰岩组成,为台地边缘礁相沉积(图1)。

层序6 该层序对应于宁强组第三段下部。底界面为海侵上超界面(SB_2),属Ⅱ型层序界面。海侵体系域(TST)由黄色薄层状泥岩夹少量生物碎屑灰岩透镜体、灰紫色泥岩组成,为浅海陆棚相沉积。高水位体系域(HST)下部由黄色/紫色泥岩夹生物砂砾屑炭岩,中上部由生物礁灰岩组成向上变浅的进积型准层序,为浅海陆棚→台地边缘礁相沉积(图1)。

层序7 该层序对应于宁强组第三段。底界面为海侵上超界面(SB_2),属Ⅱ型层序界面。海侵体系域(TST)由灰紫色泥岩夹黄色泥岩组成,系浅海陆棚相沉积。高水位体系域(HST)由灰色疙瘩状生物灰岩夹黄绿色薄层状泥岩、薄层状泥岩、灰色中层泥质细晶灰岩和灰色厚层块状生物礁灰岩组成,为台地边缘礁相沉积。

层序8 该层序对应于金台观组。底界面为海侵上超界面(SB_2),属Ⅱ型层序界面。海侵体系域(TST)由黄色薄层状粉砂质泥岩、黄色薄层状泥质粉砂岩组成,下部夹少量黄色薄层粉砂岩,为浅海陆棚环境沉积。高水位体系域(HST)由紫色/黄色薄层状粉砂质泥岩夹粉砂岩,顶部为一层厚约15cm铁质石英砂岩组成的向上海水变浅的进积型层序。为内陆棚-近滨环境沉积。

层序9 该层序对应于车家坝组。底界面为海侵上超界面(SB_2),属Ⅱ型层序界面。海侵体系域(TST)由紫色/黄色薄层状粉砂质泥岩、黄色薄层泥质粉砂岩、黄色粉砂质泥岩组成的韵律沉积构成,为浅海陆棚环境沉积。高水位体系域(HST)由黄绿色薄层状含粉砂质泥岩、泥质粉砂岩夹灰色薄层状粉砂岩、细砂岩和砂岩薄层与条带组成。近顶部夹3~5层黄灰色豆状铁锰质砂岩,层厚约10cm。发育脉状、透镜状及沙纹层理和小型波痕构造。总体上表现为从下向上海水由深变浅的沉积过程。为内陆棚-近滨环境沉积。顶部为一区域暴露风化剥蚀面,呈凹凸不平状,其上分布有一层厚5~10cm的褐红色钙铁质粘土岩。与上覆泥盆系平驿铺组石英砂岩呈平行不整合接触,其界面为升降侵蚀层序不整合。

3 层序地层对比和等时地层格架

扬子西缘北段志留纪地层主要地层剖面的三级层序单位大多数可以对比。通过上述各剖面层序之间的相互对比,初步建立了研究区志留纪的等时地层格架。

第一个等时界面是龙马溪组层序与下伏地层奥陶系宝塔组层序之间的界线。界面之上

为浅海陆棚相页岩夹粉砂岩海侵上超层序。界面底部为古暴露风化剥蚀面,在区域上分布稳定,属于区域性沉积间断面。

第二个等时界面为金台观组与宁强组的界面,也是上志留统与中志留统之间的界面。界面底部为中志留世的生物礁及生物礁灰岩或泥砂质结晶灰岩、微晶灰岩。界面之上为浅海陆棚相泥页岩夹粉砂岩或细砂质灰岩组成。该界面代表生物礁或浅海陆棚相碳酸盐岩的淹没。该界面在全区宏观特征明显,易于追踪。

第三个等时界面位于上志留统地层顶部即车家坝组与泥盆系平驿铺组之间的层序界面。在龙门山一带表现为志留系车家坝组因构造作用被隆升暴露,形成暴露面。古暴露标志及古风化形成的褐红色铁钙质粘土在区内分布广泛,属沉积间断面。在九顶山区及其以西,该界面表现为泥盆系危关组砂页岩超覆于茂县群泥质砂质灰岩之上。

4 扬子西缘志留纪相对海平面变化

研究区的志留地层资料主要依据戎嘉余(1984)^[2],陈旭、戎嘉余(1988)^[9],金淳泰等(1992)^[4]的研究成果。区内9个三级层序和1个二级层序分别代表9个三级和1个二级海平面升降旋回。

晚奥陶世,由于南极冰盖的凝聚,全球海平面下降,上扬子区的周缘处于海平面之上(陈建强等,1998)。盆地中则发育属晚期高水位期的五峰组、观音桥组沉积。在扬子西缘北段广元地区,第一层序的底界为一向扬子克拉通大陆方向海岸上超的层序界面(SB₂)。自龙马溪组底部海侵开始,笔石分异度低,随后海平面上升,笔石分异度递增。TST阶段笔石组合相当于BA₄-BA₅位置,属闭流盆地沉积。HST阶段笔石、腕足、三叶虫底栖组合相当于BA₂-BA₃位置,与沉积记录所反映的海水总体向上变深,达到最大海泛面后转为总体向上变浅的海平面变化一致。

第二层序的TST和HST阶段腕足底栖组合分别为BA₃和BA₂,沉积记录也反映了一个完整的海平面升降旋回。

第三层序的TST属BA₃组合,HST相当于BA₂组合,沉积记录也反映了一个三级海平面变化旋回。

第4、5、6、7层序的腕足底栖组合,TST相当于BA₃-BA₄;HST相当于BA₃,各层序的沉积记录也分别反映了一个完整的海平面升降旋回。

第8、9层序的TST腕足底栖组合为BA₃-BA₂,HST腕足底栖组合为BA₂-BA₁。沉积记录反映为一个完整的三级海平面变化旋回。

将研究区志留系地层反映的海进-海退事件与国际上其它地区志留系所反映的海侵-海退旋回对比后发现,扬子地台西缘四川广元-陕西安康地区的志留系,第一、第二旋回与Johnson或Ross第一、二旋回相当^[5,8],之上的3、4、5、6旋回对应于Johnson或Ross的第三、四旋回,但对比性差;第7旋回与Johnson或Ross第五旋回相当;第8旋回对应于Johnson或Ross的第六旋回,但对比性较差。与青川-九顶山区志留纪时期的海侵-海退旋回均可对

比,说明在相对深水的陆棚区,海平面变化旋回与全球性海平面变化基本一致。

笔者在成文过程中得到许效松研究员、潘桂棠研究员、金淳泰研究员、贾宝江研究员等的指导和帮助,在此深表谢意。

参考文献:

- [1] 戎嘉余,扬学长. 西南地区志留系的石燕及其地层意义[J]. 古生物学报, 1978, 17(4): 357—484.
- [2] 戎嘉余,马科斯·约翰逊,扬学长. 上扬子区早志留世(兰多维列世)的海平面变化[J]. 古生物学报, 1984, 23(6): 672—687.
- [3] 陈旭,戎嘉余,伍鸿基等. 川陕边境广元宁强间的志留系[J]. 地层学杂志, 1991, 15(1): 1—25.
- [4] 金淳泰,万正权,叶少华等. 四川广元、陕西宁强地区志留系[M]. 成都: 成都科技大学出版社, 1992.
- [5] VAIL P R and HARDENBOL J. Sea-level changes during the Tertiary [J]. Oceans, 1979, 22(1): 71—79.
- [6] JOHNSON M E, RONG J Y and YANG X C. International correlation by sea level events in the Early Silurian of North America and China (Yangtze platform) [J]. Geological Society of America Bulletin, 1985, 96(11): 1384—1397.
- [7] MCKERROW W S. Ordovician and Silurian changes in sea level [J]. The Journal of the Geological Society, 1979, 136(1): 137—145.
- [8] ROSS C A and ROSS J R P. Late Palaeozoic transgressive-regressive deposition [A]. WILGUS C K, HASTINGS B S, POSAMENTIER H W et al. Sea-Level Changes: an Integrated Approach [C]. Tulsa: SEPM Special Publications, 1988, 42: 227—247.
- [9] 陈旭,戎嘉余. 亚洲东部的志留系[J]. 现代地质, 1988, 2(3): 328—341.
- [10] 许效松,牟传龙,林明等. 露头层序地层与华南泥盆纪古地理[M]. 成都: 成都科技大学出版社, 1993.