

中国南方泥盆纪板内盆地层序地层与控矿

许效松 牟传龙 林明

(成都地质矿产研究所)

摘要 中国南方泥盆纪是加里东构造旋回后沉积在前陆盆地基底(华南统一陆块)上的盖层。为一套向上变深的倒置的楔形体,堆积在两侧受挟持的南北向空间内。

泥盆系露头层序地层有三个突出的特点:具河流回春的低位碎屑扇形体做为盆地内早期充填物,代表盆地基底与上覆层之间存在构造变动和海平面相对下降的信息;标志海平面上升到最高点的低速沉积物,以瘤状泥岩、瘤状灰岩和生物层叠加超覆在浅水台地上;高水位沉积体系和海平面相对下降时,台地转为陆上暴露环境,形成南北展布约200km的碳酸盐喀斯特,古溶蚀空间成为有用元素最有利的运移通道和卸截场所。

关键词 板内盆地 层序地层 沉积体系 域控矿 泥盆纪 中国南方

第一作者简介 许效松 女 59岁 研究员 沉积地质学、矿床学

序言

中国南方泥盆系地层主要分布于湖南、广西、广东、黔南和赣西等地。盆地基底为加里东构造旋回(震旦纪至志留纪)后形成的华南统一陆板块。所以南方泥盆纪及其后的沉积盆地都属板内盆地。板内盆地的层序地层演化既不同于离散型的被动大陆边缘也有别于汇聚型挤压盆地的层序特点。本文着重研究了中国南方泥盆纪板内盆地的沉积层序、沉积体系域特征,尔后探讨了沉积体域与矿产的关系。

1 盆地的构造背景和古地理

中国南方泥盆纪盆地是加里东构造旋回形成华南造山带后的第一个沉积盆地,它的基底由扬子板块东南大陆边缘的前陆挠曲部分组成,包括前陆盆地的构造沉降和负荷沉降。盆地西部和北部边界是扬子板块东南边缘前陆隆起形成的雪峰古陆、江南古陆和幕阜山古陆;盆地的东部边界是华夏板块西缘仰冲所形成的武夷古陆(图1)。盆地堆积空间的几何形态由于造山过程的右行斜向碰撞,而成为一北东向的长条状,内部的构造分异受前陆盆地由东向西迁移时逆冲推覆构造线行迹的影响而呈南北向展布,并控制古地理格局。盆地的古地貌为北高南低、东高西低,南部在广西钦州、防城以南,与泥盆纪时可能存在的古大洋相通。

从保存下来的沉积记录来看,泥盆系地层在三维空间上为一套向上变细、变深的沉积组合。早泥盆世早期的海域仅分布在钦州和防城狭小的范围内,黔南、桂北和湘南则为磨拉石河流相沉积物,厚度差异很大,为200—2000m。中泥盆世吉维特期初始阶段的沉积作用是陆、海的主要转折点,由湘南宁远县的半山水库向北至湘中新邵白云铺,南北跨越超过300km,沉积地层的下部由前泥盆系基底岩石的残坡积物经洪水改造形成近源砾石层,向上为远源河床砾

石层并发育为泛滥平原沉积物。其地层序列显然代表前陆盆地的陆内充填沉积作用阶段,也是造山带的夷平和消差阶段,其结果构成了中泥盆世海盆地内底部的缓坡地形,成为吉维特期早期的第一海侵层—跳马涧组滨海石英砂岩的有效容纳空间。此碎屑岩海域在后期海平面累进式上升时演化为碳酸盐海。晚泥盆世的海域,由湖南大庸向北推进约 200km 至鄂东南,切断了江南古陆。沉积盆地内水柱由北向南加深,北部湘鄂一带为碎屑岩海,湘中至广西为碳酸盐海域和深水硅灰泥沉积组合。

由沉积物性质和沉积作用的方式可以认为:中国南方泥盆纪盆地是在前陆盆地的基础上演化并形成一个远离大洋的板内拉张盆地,处于汇聚后的大陆架的上部。受狭持的盆地,其东、西和北部三个边缘是前震旦系地层分布的陆上部分,并被二叠纪时的海域淹没。所以泥盆系地层(包括石炭系)像个倒置的梯形楔状体,构成一个由南向北进积的“时间楔”和“沉积楔”插在中国南方晚古生代沉积地壳演化的历史中。

2 泥盆纪层序地层研究

层序是一套有成因联系的沉积体系组合,代表一次海平面升降周期。被动大陆边缘的层序,由于板块边缘和洋中脊的构造演化与一次全球性的海平面升降周期同步,所以层序内沉积体系域组合顺序以及顶底界面特征与海平面升降吻合,从而建立了离散型被动边缘层序地层学的经典理论。因板块活动引起的全球性平面升降对陆内盆地沉积层序的制约作用在很大程度上还取决于板内构造活动与海平面相对升降之间的相关效应。

造山后的南方泥盆纪盆地内,控制楔状体充填作用的是陆源区的夷平剥蚀,控制沉积物性质的是板内构造活动;而控制楔状体推进的是海侵和海平面上升。因此以河流回春为标志的层序界线不整合,以

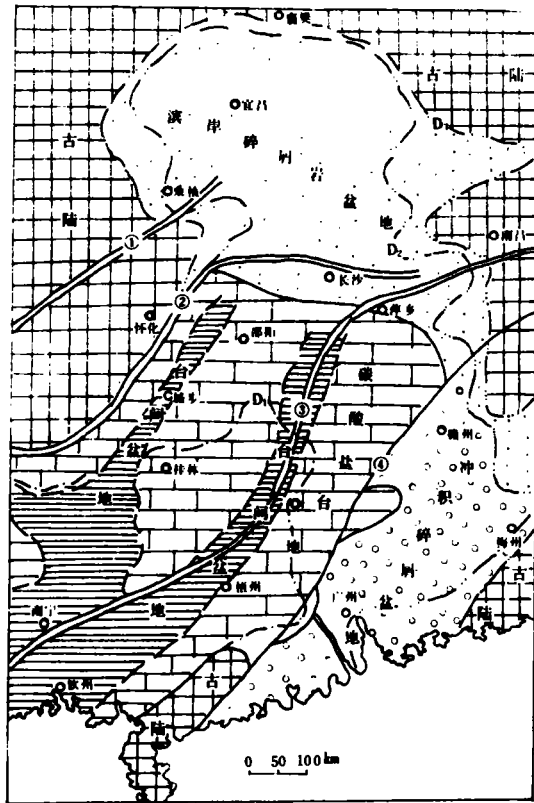


图1 中国南方泥盆纪沉积盆地展布图
 基底断裂,①保靖—慈利断裂 ②四堡—溆浦断裂带
 ③江绍断裂,加里东期断裂 ④吴川—四会断裂
 Fig. 1 The distribution of sedimentary basin of Devonian in South China

最大海侵面和相应海侵沉积物—生物层和含竹节石硅质岩为标志的凝缩层,把中国南方泥盆系地层由下而上分为四个沉积层序,其时限分别为:早泥盆世洛霍柯夫期至埃姆斯中期;埃姆斯期晚期至中泥盆世吉维特期早中期;吉维特期晚期至晚泥盆世弗拉斯期;法门斯(图 2),并建立了沉积层序模式(图 3)。

2.1 第一层序 以早泥盆世洛霍柯夫期和布拉格期早期的陆相沉积地层作为造山后期海

第二个海侵面是埃姆斯期早期同庚组中的介屑生物灰岩,它是早泥盆世的第一个海源层,标志着陆源堆积区已转为稳定的碳酸盐生长加积区,作为第二个四级海平面相对上升的高点。同庚组地层之上的落脉组和侣塘组,则出现多个以海平面相对下降为引导的暴露标志,并混有来自北部和东部的陆源物,随着海平面下降带入碳酸盐沉积区,代表第一层序的顶界不整合面。当埃姆斯期第二个海侵面形成时,虽危害泛由桂中向北推进,但湘南仍为源口组陆相沉积物。

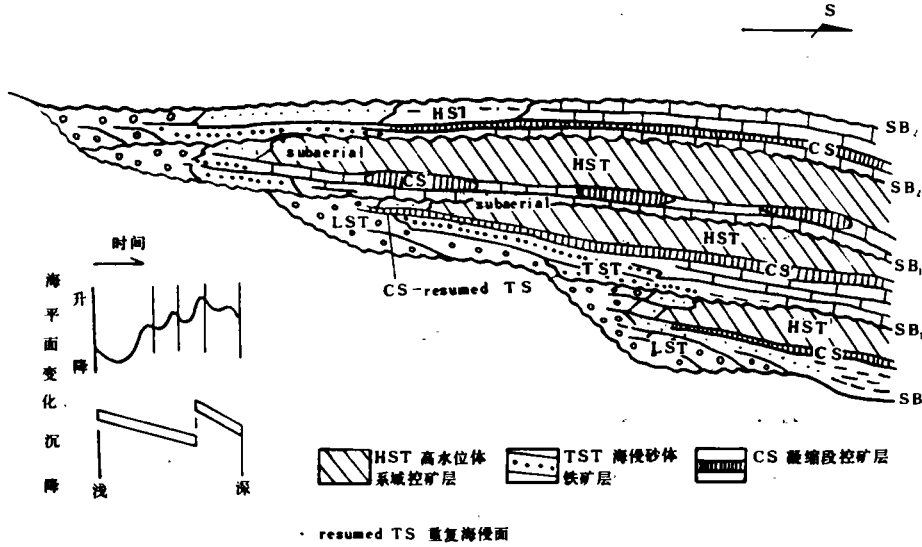


图3 中国南方泥盆纪沉积层序模式与控矿作用

Fig. 3 The depositional sequence model and process of control deposits of Devonian in South China

在岩石地层对比中,前人均把半山组地层作为中泥盆世艾菲尔期的陆相沉积部分。但从半山组的露头分析中可看出,它由三部分组成:下部砾岩层由寒武系砂板岩砾石组成,厚 120m,为残积物的河流改造而成,代表前陆盆地的充填沉积作用;中部浅色砾石由前震旦系的基底岩石组成远源砾石层代表海平面快速下降时的洪积物;上部为泛滥平原沉积。所以这套地层可作为第二个层序的底界,远源砾岩层的底面则是该层序的第 I 类层序界线不整合。这个实例提供了在陆相地层中,怎样找出与海域沉积空间内相当的海平面上升和下降时的沉积体系域。

2.2 第二层序 由早泥盆世埃姆斯期晚期和中泥盆世吉维特期早中期的沉积物组成。层序底界为前述半山组陆相地层,并构成 I 类层序界线不整合。向海方向至桂中为侣塘组含陆屑碳酸盐。跳马涧组海相碎屑岩为分布广泛的海侵体系域,上超在半山组陆相碎屑岩之上。棋梓桥组下部为海相页岩、生物灰岩和生物礁,这套沉积组合中有多层低速沉积的瘤状泥岩、瘤状生物灰岩,代表多次重复性海侵面和累进式的海平面上升过程。最大海侵时的凝缩沉积物为生物层,由完整的原地理藏的腕足化石组成。高水位体系域则由生物礁灰岩、海百合茎灰岩、生物屑灰岩、泥晶灰岩和白云岩,构成稳定分布的加积型碳酸盐台地。海平面相对下降时碳酸盐台地暴露,形成南北延展 200 多公里的古喀斯特面,其顶界为 I 类层序界线不整合。

2.3 第三层序 由中泥盆世吉维特期晚期和晚泥盆世和弗拉斯期的地层所组成。该层序的

底部界线为棋梓桥组中下部海侵碳酸盐岩,超覆在古喀斯特物面上形成海岸上超,如邵东马鞍山和新邵白云铺等地界线非常清楚。

中晚泥盆世由于拉张作用强烈使盆地形成台地和台盆并存的沉积格局,沉积层序受控于构造和海平面相对升降的共同制约。当海平面下降时在台盆与台地过渡区发育碳酸盐重力流,组成低水位扇。海侵体系域在台地上为白云岩、白云质灰岩和生物扰动灰岩;台地边缘为浅滩相的生物碎屑灰岩、含赤铁矿的砂质灰岩、生物礁相的生物礁灰岩等。台间盆地为余田桥组的硅质岩。代表最大海侵时的凝缩层;台地上为余田桥组中的含腕足、弓石燕化石的生物层和生物灰岩;台间盆地为含竹节石的薄层硅质岩。高水位体系域,在近陆源区为三角洲相碎屑岩(涟源雷鸣桥);台地上为白云岩、砂质灰岩;台间盆地内为钙屑浊积岩(宁远大坝头)。顶部界线以古喀斯特为特征,但不具低水位扇沉积,应为Ⅰ类层序界线不整合。

2.4 第四层序 由晚泥盆世法门期沉积地层所组成。该层序的底界面为海侵碳酸盐直接超覆在古喀斯特面上,在台地上为潮坪、浅滩相的生物扰动灰岩、生物碎屑灰岩以及白云岩。高水位体系域由潮坪相的石英粉砂岩、泥岩、白云岩和三角洲相的碎屑岩组成,为向上变粗、变浅的序列。顶部与下石炭统呈Ⅰ类层序界线不整合接触。

上述四个层序中,每个层序的底界都有明显的海平面下降时的沉积物,低水位扇形体和陆上暴露标志。其中古喀斯特的发现,为南方泥盆系层序地层的划分提供了坚实的基础和重要的依据。在露头上,以海平面相对下降造成碳酸盐台地的暴露标志在南方泥盆纪盆地中广泛存在。暴露的强度和古喀斯特溶蚀的程度与海平面下降幅度和所处的古地理位置有关。由于湘南处于古深水区,因此仅表现为局部受溶蚀作用,形成斑团状或皮壳状方解石。湘中的新邵、冷水江一带靠近陆地,喀斯特暴露非常广泛,发育淡水方解石胶结的皮壳状构造及规模巨大的古喀斯特地貌,并可清晰地圈出喀斯特溶洞群的轮廓,洞的长度约10余米。暴露标志的另一种形态就是河流回春的侵蚀作用和河流相沉积物,以半山组及跳马洞组底部陆相地层为代表,做为低水位沉积体系和Ⅰ类层序不整合。

3 沉积层序与控矿

南方泥盆纪板内盆地的四个层序内的组合和沉积体系,它们在台山与台间盆地之间的配置表明:第一、二、四沉积层序的形成主要受控于海平面的升降,而第三沉积层序则受控于海平面升降和盆地构造作用。

盆地内的有效空间是海平面升降和构造活动之间平衡的结果。实际上这两种因素控制盆地内沉积物性质、几何形态、沉积作用方式、沉积环境和海域的地球化学场。沉积型矿床,成矿物质无论是外源还是内源,其成矿作用发生于沉积期以及同期的沉积改造,因此某些沉积体系域就是含矿层,如宁乡式铁矿为海侵体系域砂岩,它的形成与海平面上升同步,形成海岸上超砂体,捕获了从风化壳上改造的豆鲕铁矿。低速沉积的锰、磷矿都是在海平面上升速率最快的条件下形成的,因此它既是凝缩沉积物又是矿层,如广西下雷的锰矿就是以热水为来源的台间盆地低速沉积物。在贫氧的沉积环境中,由于富含有机碳,凝缩沉积物也可成为含铁硫化物的赋存空间,如城步铺头黄铁矿,则以交代含竹节石硅质岩的形式产出。

层控型有色金属矿床,排除成矿物质来源以外,赋矿空间则是极为重要的条件。湖南新邵白云铺、禾青以及广西大瑶山的铅锌矿床,容矿层为中泥盆统棋梓桥组和落脉组灰岩,湖南锡

矿山的锑矿床分布在上泥盆统余田桥组灰岩中,过去均认为是生物礁或层间破碎带构成容矿空间。通过笔者的露头分析和追索,这四个重要矿床的矿体都充填在碳酸盐古喀斯特的溶洞中,形成角砾状矿石或呈皮壳状交代产出,在层序上为高水位体系域,当海平面下降时转为陆上暴露,造成淡水溶蚀和喀斯特化,成为后期有用元素的定位空间。海平面上升时喀斯特被泥晶灰岩上超形成盖层,则组成了良好的地球化学障壁。上述实例表明控矿层就分布在上下两个层序之间(图3),也是层序不整合界面。

沉积体系域的控矿机理,不仅表现在为成矿物质提供赋存空间和有利的成矿环境,而且还提供一些成矿所需的组分,如提供硫源。这一点从上述四个矿床以及湖南城步黄铁矿床的硫同位素以富轻硫为特征得到证实。

可见,层序地层学研究不仅是研究沉积盆地演化和海平面升降的重要手段,而且为找矿开辟了新思路,也必然改变某些沉积型和层控型矿床找矿目的层的认识,对找矿起指导作用。

研究工作中承蒙学部委员刘宝君院士的指导和关怀。野外调查中得到湖南418队苏工程师的帮助和指导。同时王剑和朱晓镇也参加了露头追索,并给予了很好的建议,特此致谢。

参 考 文 献

- 湖南地质矿产局,1988,湖南省区域地质志,北京:地质出版社。
- 广西地质矿产局,1985,广西壮族自治区区域地质志,北京:地质出版社。
- 曾允孚等,1987,南岭泥盆系层控矿床,北京:地质出版社。
- Borid, G. C., et al., 1989, Role of thermal subsidences, flexure, and eustasy in the evolution of early Palaeozoic passive-margin carbonate platform. SEPM Special Publication, N. 44, p. 39-61.
- Crevello, P. D. et al., Controls on Carbonate Platform and Basin Development. SEPM Special Publication, N. 44.
- Miall, A. D., 1990, Principles of Sedimentary Basin Analysis. Springer-Verlag.
- Tucker, M. E. et al., 1990, Carbonate Platform: facies, sequences and evolution. Blackwell Scientific Publication.
- Posamentier, H. W. et al., Eastatic controls on clastic deposition I—conceptual framework. SEPM Special Publication, N. 42.
- Van Wagoner, J. E. et al, 1988; An overview of the fundamental of sequence stratigraphy and key definitions. in Wilgus, C. K. et al, (Sea Level Changes—An Integrated Approach) SEPM Special Publication.
- Vail, P. R. et al., 1984, Jurassic unconformities, chronostratigraphy, and sea level changes from seismic stratigraphy and biostratigraphy, in J. S. Schlee, ed., Interregional unconformities and hydrocarbon accumulation, AAPG Memoir 36.

Sequence Stratigraphy of Devonian and Its Controls Deposits in Intraplate Basin, South China

Xu Xiaosong Mu Chuanglong Lin Ming

(Chengdu Institute of Geology & Mineral Resources)

Abstract

The intraplate basin of Devonian in South China formed by collision between Yangtze Plate and Huaxia Plate during Caledonian tectonic cycle. From bottom to top, the strata of Devonian could be divided into four

depositional sequences:

The first sequence consists of sediments from the Lochkovian to Middle Emsian period. The sedimentary strata of terrrestrial facies from Lochkovian to Pragian period could be the lowstand systems tract (LST) formed during sea level fall in post-orogeny and its base surface belonged to type I sequence boundary unconformity. The distribution of sedimentary body, the conglomerate and sandy shale of Lian-Huashan Formation and the lower part of Na Gaoling Formation belonged to overlap sediments and lowstand fan which were formed by stream reworking of eluvial material located at erosion surface, in western Guangxi; The LST consists of violet-red sandy conglomerate and sandstone in center of Guangxi but lack of in northern Guangxi and southern Hunan. The transgressive systems tract (TST) consists of terrigenous clastic rock of littoral and tidal flat facies. The condensed section (CS) was made up of brachiopod biostrome in middle part of Maiqu Formation. The highstand systems tract (HST) composed of sandstone and mudstone.

The second depositional sequence consists of sediments from the late Emsian to Early-Middle Givetian period. The base boundary line of this sequence shows type I sequence boundary unconformity and erosion surface and rejuvenation of stream. The top sequence boundary shows palaeokarst. The LST has been found in Guangxi. The TST consists of terrigenous clastic rock of littoral facies, biomicrite, bioclastic limestone and shale and carbonate rock of reef and bank facies. The CS composed of biostrome. The HST consists of reefal limestone, bioclastic limestone, micrite and dolostone.