

文章编号: 1009-3850(2007)01-0044-06

重庆石柱中三叠统巴东组沉积相研究

徐胜林, 陈洪德, 朱利东, 林良彪

(成都理工大学 沉积地质研究院, 四川 成都 610059)

摘要: 重庆石柱中三叠统巴东组有 3 种主要岩相类型: ①紫红、灰绿色泥页岩, ②褐黄、紫红、灰褐色岩屑石英砂岩, ③浅灰色碳酸盐岩; 并见有水平层理、平行层理、沙纹层理、板状交错层理等层理构造; 划分出障壁海岸相, 以及潮坪亚相、泻湖亚相和 5 种微相; 建立了沉积相序, 指出海平面变化对该区巴东期沉积物类型起着控制作用。

关键词: 石柱; 中三叠统; 巴东组; 沉积相; 重庆

中图分类号: P512.2

文献标识码: A

重庆石柱地区位于上扬子地台东部, 处于川东褶皱带与湘鄂西褶皱带的结合部, 包括鄂西渝东区石柱复向斜、齐岳山复背斜、齐西潜伏构造带及方斗一山复背斜北段^[1~3]。区内地层发育较为完整, 已有大量研究成果, 但关于中三叠世巴东组的研究较为少见^[1, 4]。中晚三叠世的印支运动导致了扬子地台发生大规模海退, 中三叠世巴东期正处于这一转折时期, 因此巴东组的沉积学研究对于探讨印支运动对扬子地台的影响有着十分重要的意义。本文在野外实测剖面的基础上, 结合沉积学研究方法, 对巴东组岩石地层、沉积相作了初步研究。

1 地层剖面

剖面地层总厚度为 223.50m, 共分了 14 层。巴东组由谢家荣(1925 年)在鄂西巴东命名的“巴东系”演变而来。该组位于城口—万县—南川一线以东, 与雷口坡组为同时异相地层单元^[3]。

1.1 实测剖面描述

上覆地层: 须家河组

16. 黄灰色巨厚层岩屑石英砂岩。 厚 > 4.53m

——— 平行不整合 ———

巴东组:

三段 厚 41.72m

15. 灰紫—绿灰色页岩夹薄—中层泥灰岩及钙质泥岩。紫红色泥页岩减少, 由多个页岩—泥灰岩, 钙质泥岩旋回构成。顶部泥岩中夹石膏脉较多和极薄石膏层, 偶有泥质白云岩夹层。 厚 14.23m

14. 紫色泥页岩夹浅灰色薄层泥灰岩。下部为负地貌, 露头较差, 中上部出现大套紫色泥页岩, 紫色泥页岩占出露厚度的 70%~80% 泥灰岩单层厚 3~5cm, 内部发育孔洞, 孔洞直径约为 7mm, 边部方解石晶体, 中间有孔隙。 厚 27.49m

二段 厚 137.04m

13. 灰褐色薄—厚层长石石英细砂岩。地貌为单面坡及山脊地貌。砂岩以长石含量高为特征, 细粒结构, 发育交错层理, 主要为双向交错层理、槽状交错层理、砂纹层理、人字形交错层理、羽状交错层理及再作用面。不夹泥页岩。 厚 6.70m

12. 紫红色页岩夹黄绿色薄层粉—细砂岩。紫红色页岩占厚度的 90%, 页理发育, 中下部夹黄绿色薄层细砂岩。上部夹—薄层透镜状砂岩透镜体, 透镜体厚 8~10cm, 长 3~4m, 内部发育羽状交错层理, 人字形交错层理。页岩中有少量的石膏脉。 厚 18.12m

11. 紫色中—厚层泥页岩夹青灰色薄层粉—细砂岩。有多个 30~150cm 厚的紫色—青灰色韵律层构造, 推测为潮汐韵律层理。泥页岩中夹泥灰质小透镜体。有近于层面方向的孔洞, 孔洞直径小于或等于 1cm, 洞壁生长有

收稿日期: 2006-09-05

第一作者: 徐胜林, 1981 年生, 硕士研究生, 沉积学专业。

方解石晶体。上部页岩中石膏细脉,石膏夹层发育,细脉1mm左右宽,数十厘米长。发育沙纹层理,透镜状层理,水平层理等。厚度 22.71m

10. 紫红色厚—巨厚层泥页岩与青灰色粉—细砂岩。紫红色泥页岩单层厚30~60cm,含粉砂。发育水平层理,小型槽状交错层理,人字形交错层理,透镜状层理。

厚 12.99m

9. 紫红色厚—巨厚层泥页岩夹灰绿色薄—中层粉砂岩。由3个紫红色—灰绿色旋回构成,总体上是下粗上细的旋回。底部为紫色粉砂岩,顶部夹3~5cm厚的泥灰岩。3个小旋回的上部小旋回是多个粉砂岩与泥页岩互层,粉砂岩厚度延伸稳定。

厚 13.36m

8. 紫色厚层页岩与紫色薄层粉—细砂岩不等厚互层。紫色厚层页岩含粉砂,宏观特征与7层相似。粉—细砂岩发育水平层理、沙纹层理、波状层理。紫色为主,局部有灰绿色斑块,斑块不规则,为还原色。页岩:砂岩 $\approx 3:1$ 。

厚 17.09m

7. 紫色巨厚层粉砂质泥页岩与灰紫色巨厚层槽形层理细砂岩。底部为170cm厚的灰紫色细砂岩,内部发育人字形交错层理、羽状交错层理、小型沙纹交错层理、小型槽状交错层理、槽形层理,层系厚小于等于1cm,宽3~5cm,槽状层理砂岩之上为紫红色泥页岩,紫红色泥页岩中夹薄层粉砂岩。

厚 25.66m

6. 紫色泥页岩夹青绿色薄—中层粉砂岩。页岩以紫色为主,夹有灰绿色页岩,含粉砂质。不同颜色页岩间界面清楚。粉砂岩新鲜面为青绿色,含Cu,单层厚度为10~15cm,平行层理发育。上部黄绿色页岩增多,平行层面石膏细脉增多。

厚 17.85m

5. 紫色、黄绿色页岩与黄绿色薄—中层粉—细砂岩。由3套黄绿色粉—细砂岩和两套紫色泥页岩构成。上部砂岩单层最厚达20cm,为细砂,层面平直。

厚 2.56m

一段 厚 44.72m

4. 黄绿色夹灰紫色页岩。页岩以不同颜色区分,黄绿色页岩:灰紫色页岩 $\approx 4:1$ 。页岩中发育石膏细脉,脉垂直层面方向发育,岩石较为破碎。

厚 9.80m

3. 黄灰—绿灰色泥页岩夹薄层泥灰岩。露头条件较差。泥灰岩单层厚6~8cm,本层上部以绿灰色—灰绿色页岩为主,夹有绿灰色薄层泥云岩,也有粉砂岩夹层。页岩:泥云岩 $\approx 15\sim 20:1$ 。

厚 15.38m

2. 黄绿色页岩与灰色厚层泥质白云岩互层。页岩页理发育,新鲜面略显灰色。白云岩单层厚25~30cm,成层良好,风化后显黄绿色,似粉砂质泥岩,球形风化较严重。

厚 19.54m

—— 整合 ——

下伏地层:嘉陵江组

1. 灰色中层含生物碎屑白云质灰岩夹薄层砂屑白云岩,虫迹泥灰岩。

厚 $> 10m$

1.2 剖面地层综述

通过野外对地层的勘测,查明研究区巴东组主要由泥页岩夹粉—细砂岩构成,仅在地层的顶部和下部含少量灰泥质,这与王宝清等^[3]在湖北南漳这一相同层位的研究有所差异。本文将所测剖面划分为三段(图1)。一段厚44.72m(2~4层),主要发育黄灰、灰绿色泥页岩,浅灰、灰色薄—中层白云岩、泥灰岩,泥云岩以夹层形式存在;水平层理和水平纹理发育良好;泥页岩以泥质页岩发育为主,石膏细脉及夹层发育。二段厚137.04m(5~13层),主要为紫色、紫红色泥页岩夹浅灰色粉—细砂岩;发育水平层理、平行层理、沙纹层理、透镜状交错层理、板状交错层理、羽状交错层理、潮汐韵律层理、槽状交错层理等,其基本层序自下而上由粗变细,为典型的潮坪沉积序列,总体表现为进积特征,但大部缺失顶部的块状泥岩沉积,可能是该时期海平面的频繁升降造成的;该段存在很多海侵小旋回。三段厚41.72m(14~15层),主要为灰紫—绿灰色泥页岩夹灰色薄—中层泥灰岩,偶有泥云岩夹层。从区域上看,该区缺失巴东组三段上部及四段,与上覆须家河组平行不整合接触。

2 岩石学特征与沉积构造

2.1 岩石学特征

以相关的沉积学原理^[5,6]为指导,通过野外剖面实测及镜下分析,总结了该剖面的岩石学特征。

1. 泥岩与页岩

泥岩与页岩在地层中含量最高。泥岩与页岩的颜色主要为紫红、紫色、绿灰色、绿色。其中的粘土矿物一般占50%以上,最高达95%。非粘土矿物有石英1%~10%,方解石最高含量近50%,绢云母与斜长石各达10%。石英,绢云母和斜长石可以为泥、粉砂,甚至极细砂或细砂;方解石呈泥晶出现。

2. 粉、细砂岩

砂岩组分占地层总厚度的9.2%,以褐黄、紫红、灰褐、褐灰为主色调,主要为粉细砂岩屑石英砂岩。其中碎屑成分以石英为主,含量65%~87%。除石英外,含有大量岩屑,含量最多可达32%,以碳酸盐化泥岩岩屑为主。云母含量高,可达6%~12%,黑云母和白云母均可出现,且表现出良好的定向性。长石含量为1%~2%,主要为钾长石,也有斜长石。可见片岩、千枚岩岩屑,含量2%~4%。

碎屑呈次棱角状,少数为次圆状,分选变化较大,可从差到较好,颗粒支撑或杂基支撑均有。填隙物主要以杂基形式出现,为泥质,灰质。

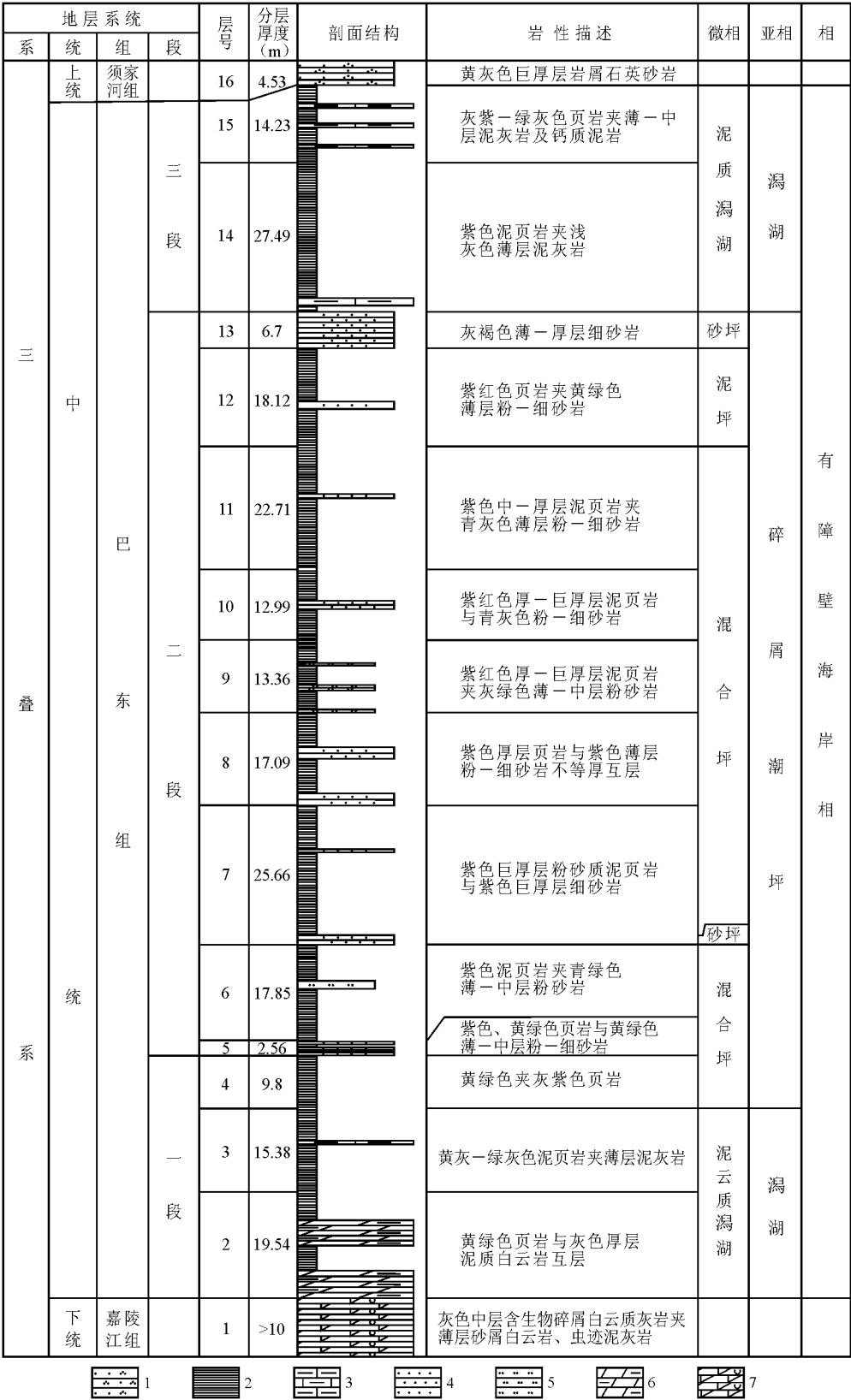


图 1 重庆石柱巴东组剖面及沉积相演化

1. 石英砂岩; 2. 页岩; 3. 泥灰岩; 4. 细砂岩; 5. 粉砂岩; 6. 泥质白云岩; 7. 含生物碎屑白云质灰岩

Fig.1 Vertical section and sedimentary facies evolution in the Badong Formation, Shizhu, Chongqing

1= quartz sandstone; 2= shale; 3= marl; 4= fine-grained sandstone; 5= siltstone; 6= muddy dolostone; 7= bioclastic dolomitic limestone

细砂岩与粉砂岩表现出低成分与低结构成熟度。粒度较粗的岩石中稳定组分石英含量高,不稳定组分如岩屑、长石等含量相对较低。粒度较粗的岩石中碎屑颗粒以次圆状一次棱角状居多,颗粒支撑、杂基支撑,分选为中等—较好。粒度较细的岩石,碎屑以棱角状一次棱角状居多,杂基支撑,分选很好。

3. 碳酸盐岩

碳酸盐岩在地层中含量很少,仅占6%左右。巴东组的碳酸盐岩基本上为白云岩,主要出现在底部,仅在地层中夹杂了部分灰岩。

灰岩的颜色为灰色、绿灰色、浅褐灰色、褐灰色、灰紫色、紫红色、灰褐色,其主要矿物成为方解石。灰岩中混有一定量的陆源碎屑,主要是泥、粉砂,主要矿物成分为石英,也有少量泥岩岩屑。偶见自生石英,石英晶体0.05~0.01mm,含量1%~2%。

灰岩以泥晶和微晶结构为主,填隙物主要为泥晶方解石。白云岩为浅灰色,其中白云石含量可达95%,含少量铁矿,可能为黄铁矿,含量约1%左右,另外可见少量粉砂级石英,含量3%,未见生物碎屑。

2.2 沉积构造

巴东组三段泥岩与泥灰岩发育,发育均质层理为主,表明水动力很弱。

巴东组二段顶部及中部发育双向交错层理、槽状交错层理、羽状交错层理及再作用面,表现为典型的槽道沉积特征;夹杂其间主要为一些小型的沙纹层理、小型波状层理及水平层里的泥质粉砂岩、粉砂质泥岩与泥页岩互层,表明为较弱环境的产物,本文依据其特点归列到混合坪。

巴东组一段泥页岩以氧化色为主,岩石破碎状,块状层发育,底部发育白云岩,页岩页理发育,偶夹泥质粉砂岩,表明为水动力较弱环境产物。

3 沉积相

地层剖面发育有完好的水平层理、沙纹层理、槽状交错层理、人字形交错层理、石膏细脉及夹层发育,特别是各种垂直和倾斜的生物钻孔十分发育。砂与泥频繁交替出现,以泥为主。说明沉积于低能环境。结合前人研究成果^[1,4,6],认为石柱地区中三叠统巴东组为障壁海岸下低能的潮坪、潟湖为主的沉积环境(图1)。

3.1 碎屑潮坪亚相

碎屑潮坪处于平均高潮面附近到平均低潮面附近,以发育陆源碎屑沉积为主。从陆向海依次包括

风暴潮面到平均高潮面之间、以泥质沉积物占优势的潮上带,平均高潮面至平均低潮面之间的潮间带,平均低潮面至正常浪基面之间、以砂质沉积物为主的潮下带。它们各自又包含了若干种微相,依次叠置,构成向上变细的沉积序列。该区碎屑潮坪相主要发育于巴东组二段。

1. 泥坪微相

泥坪主要发育于潮间带(也称高潮坪)和潮上带,该带经常暴露于大气下,仅在大潮和风暴潮期间才被海水淹没。岩性主要为紫红、暗紫、灰绿色泥质岩,有时夹砂质条带和砂质透镜体,生物化石稀少,发育水平层理、块状层理和透镜状层理,并且以具有氧化色调和干裂构造为典型特征。

2. 混合坪微相

混合坪处于潮间带中部,也称为中潮坪,其环境变化较为频繁,以发生间歇性出露与淹没、强弱水动力条件交替变化以及砂泥交互沉积为典型特征。岩性主要为灰绿、浅灰、紫红色粉砂岩和泥质粉砂岩,常夹薄层状粉砂质泥岩、泥岩和泥质条带。发育沙纹层理,强、弱水动力交替变化形成的波状层理、透镜状层理和砂泥薄互层层理,以及水平层理等。

3. 砂坪微相

砂坪微相主要发育于潮间下带(也称为低潮坪)和浅潮下带,水动力条件相对较强,以砂质沉积物占优势。岩性主要为紫红、灰绿、浅灰色细砂岩和粉砂岩,常见沙纹层理和槽状交错层理。这种交错层理大概是由沙波在潮流作用下迁移造成的,或者也可能是由潮沟侧向迁移形成的。

3.2 潟湖亚相

潟湖是被障壁岛所遮拦的浅水盆地,它以潮道同广海相通或与广海成半隔绝状态。现今海岸的13%属于障壁海岸,在障壁岛的背后一般均有潟湖。潟湖中波浪作用较弱,其环境相应的变得安静、低能,沉积物以细粒陆源物质和化学沉积物质为主。由于障壁岛的遮拦潟湖水体的蒸发,淡水的注入等因素的影响,都将使潟湖的含盐度高于或低于正常海水由此形成淡化潟湖和咸化潟湖。

1. 泥质潟湖微相

泥质潟湖微相以发育灰色、绿灰色、黄绿色泥岩和页岩为特征,时常含灰质,可夹薄层状灰质泥岩、泥灰岩和泥质灰岩,有时偶夹极薄层状石膏岩或偶含石膏斑块。水平层理和水平纹理发育良好。当潟湖中灰质含量增高,以沉积灰质泥岩为主时,则称为灰泥质潟湖亚相。

2. 泥云质潟湖微相

泥云质潟湖微相发育于研究区巴东组一段。云质潟湖以发育厚度较大的灰褐、褐灰、浅灰色泥—粉晶云岩和灰质云岩为特征,当潟湖中泥质含量增高时,则形成以灰、褐灰色泥质云岩为代表的泥云质潟湖微相。它们是在前期灰质潟湖的基础上,由于环境逐渐变闭塞、气候干热、蒸发作用增强演变而成的。

4 沉积相模式

依据上述对巴东单剖面沉积相的分析结合对比图 2,可以看出在区域上,从黄金 1 井、石柱实测剖面、卷 1 井、盐 1 井,横向上经历了潮坪,潟湖,到潮坪的演化特征,因而该地区的沉积相模式如图 3 所示,表现为障壁岛后的潟湖,潮坪沉积。其中巴东组一段表现为灰岩与泥页岩共同沉积于潟湖环境,且由下而上,灰质成分锐减,陆源沉积物递增,表现出了该时期海平面由上升转变为下降这一趋势。巴东组二段主要为海退期陆源物质大量沉积期,主要为岩屑石英砂岩和泥页岩发育,发育水平层理、平行层

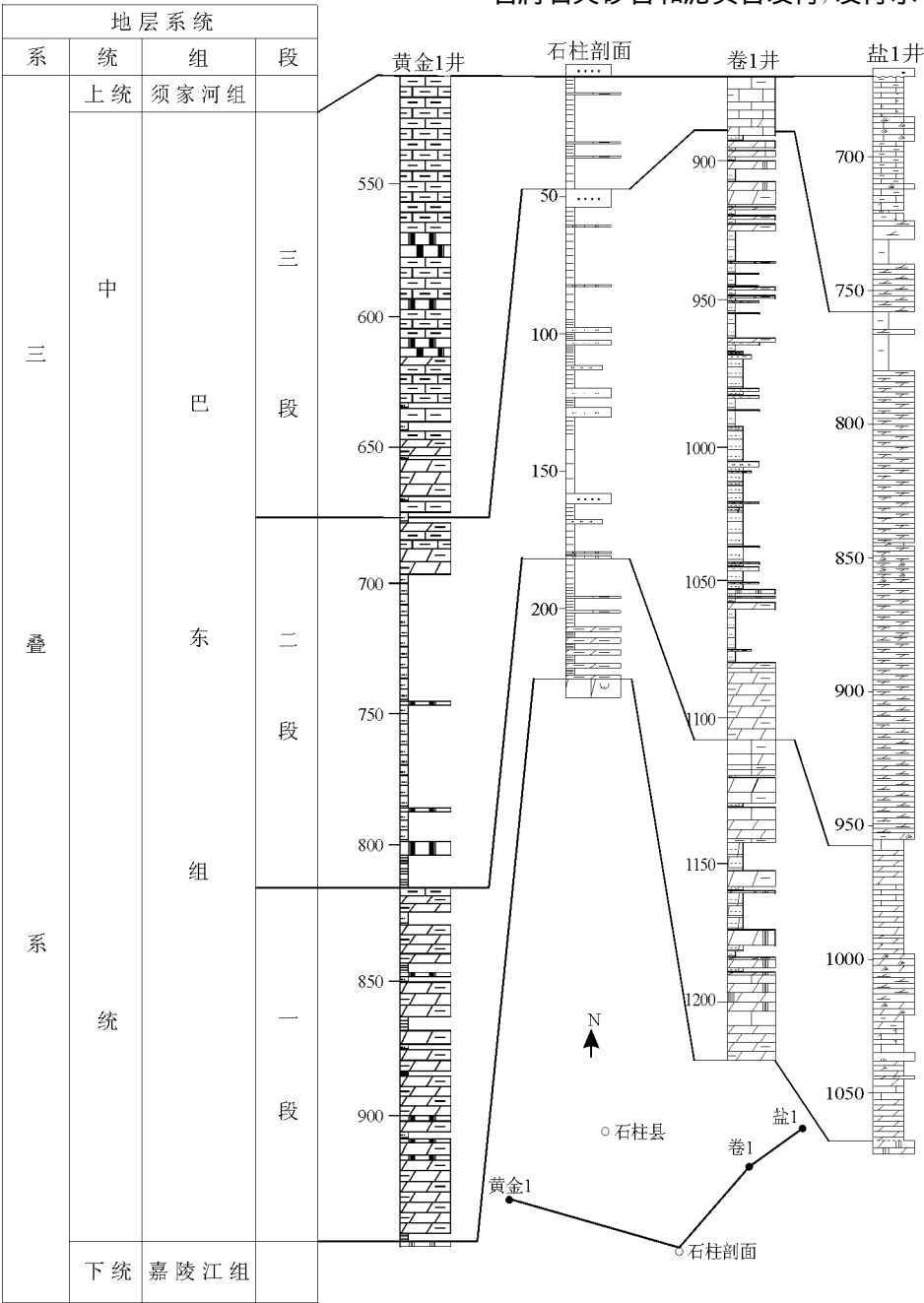


图 2 石柱地区巴东组地层对比图

Fig. 2 Correlation of the strata in the Badong Formation, Shizhu, Chongqing

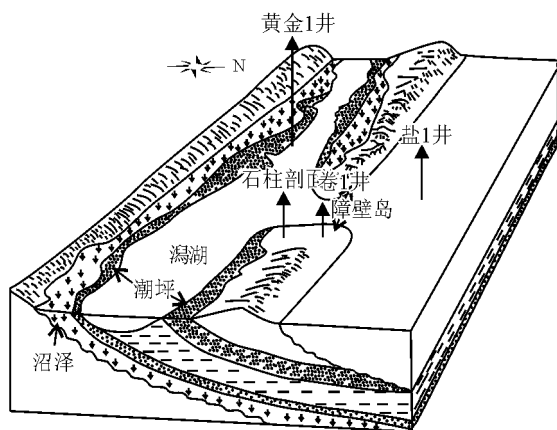


图3 石柱县巴东组沉积相模式

Fig. 3 Model for the sedimentary facies in the Badong Formation, Shizhu, Chongqing

理、沙纹层理、透镜状交错层理、板状交错层理、羽状交错层理、潮汐韵律层理、槽状交错层理,属潮坪环境。巴东组三段重新回到海进期,沉积物也由二段的砂岩、泥岩转变为泥灰岩和泥页岩沉积,重新回到了潟湖环境。总体上表现出了一个半旋回。

5 结 论

通过系统野外地质剖面研究基础上,结合室内的资料整理和显微分析,分析了研究区中三叠统巴东组的主要岩相类型和沉积相,并对该地区沉积环境演化做了初步分析,获得如下认识:

(1)石柱地区中三叠统巴东组发育3种主要岩

相类型:①紫红、灰绿色泥页岩,②褐黄、紫红、灰褐色屑石英砂岩,③浅灰色泥灰岩、白云岩。

(2)根据实测剖面的沉积构造特征、岩相特征和相关的资料,认为研究区巴东组沉积环境为有障壁海岸条件下的潮坪、潟湖沉积。其中潮坪根据沉积物差异划分为泥坪、砂坪和混合坪,潟湖则可划分为泥质和泥云质潟湖两个类型,并对其进行了详细阐述。

(3)在巴东期,海平面经过了两次升降变化,其中巴东组一段和三段表现为海平面上升,沉积物中富含灰质沉积物乃至灰岩;二段表现为海平面下降,沉积物则主要为陆源的碎屑沉积。且该特征与湖北南漳剖面具有较好的可比性,仅仅表现在灰质含量的差异上。

参考文献:

- [1] 艾献明,曾庆立,王伟.石柱地区上组合油气保存条件分析[J].石油天然气学报,2006,28(1):19-22.
- [2] 石宝珩.扬子海相地质与油气[M].北京:石油工业出版社,1993.214-224.
- [3] 四川省地质矿产局.四川省区域地质志[M].北京:地质出版社,1991.
- [4] 王宝清,胡明毅,胡爱梅,等.湖北南漳中三叠统巴东组碳酸盐与陆源碎屑混合沉积[J].石油与天然气地质,1993,12(4):285-290.
- [5] 曾允孚,夏文杰.沉积岩石学[M].北京:地质出版社,1986.
- [6] 刘宝温,曾允孚.岩相古地理基础和工作方法[M].北京:地质出版社,1985.

Sedimentary facies in the Middle Triassic Badong Formation in Shizhu, Chongqing

XU Sheng-lin, CHEN Hong-de, ZHU Li-dong, LIN Liang-biao

(Research Institute of Sedimentary Geology, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China)

Abstract: Three types of lithofacies are recognized for the Middle Triassic Badong Formation in Shizhu, Chongqing, including: ① purplish red and grayish green mudstone and shale; ② brownish yellow, purplish red and grayish brown lithic quartz sandstone, and ③ light grey carbonate rocks. The bedding structures include horizontal bedding, parallel bedding, ripple bedding and tabular cross-bedding. Sedimentary facies types are separated into the barrier coastal facies, tidal-flat and lagoon subfacies and five microfacies, and sedimentary facies sequences are also constructed. The sea-level changes during the deposition of the Badong Formation exercised a major control on the Badongian sediment types in the study area.

Key words: Shizhu; Middle Triassic; Badong Formation; sedimentary facies; Chongqing