

# 贵州省独山江寨地区下泥盆统碎屑岩物性、粒度特征及沉积环境讨论

唐佐其<sup>1,2</sup>, 马义波<sup>1,2</sup>, 谯文浪<sup>1,2</sup>, 朱华利<sup>2</sup>, 谯常<sup>2</sup>, 张晗彬<sup>2</sup>

(1. 中国地质大学, 湖北 武汉 430074; 2. 贵州省地质调查院, 贵州 贵阳 550005)

[摘要]通过对独山江寨地区下泥盆统丹林组、舒家坪组的石英砂岩、含砾砂岩的粒度分析,并结合上述两个地层组岩性组合和沉积构造特征,对该时期沉积环境进行了详细分析,识别出该地区下泥盆统为无障壁滨岸相的砂(砾)质高能海岸型沉积环境,层序特征具海岸沙丘-后滨(海滩砂脊)-前滨-临滨亚相的三个退积沉积旋回序列。

[关键词]下泥盆统;粒度特征;沉积环境;独山江寨

[中图分类号]P534.44;P539.2 [文献标识码]A [文章编号]1000-5943(2015)01-0021-05

贵州独山地区泥盆系地层发育完整、古生物丰富,是贵州研究该系最具代表性的地区,亦是该系标准层序建立和命名的重要地区之一。前人对该地区的研究多从层序地层等方面进行调查研究,认为本区下泥盆统属滨岸海滩陆源碎屑岩沉积<sup>[1]</sup>,舒家坪组累积曲线有两个跳跃总体,平均粒径 $2 \sim 3 \varphi$  ( $\varphi = -\log_2 D$ ),分选系数 $0.3 \sim 0.6$ ,多在 $0.5 \pm$ <sup>[2]</sup>。前人对下泥盆统的碎屑岩的沉积环境讨论较为笼统,物性及粒度特征所做的工作相对较少。本文通过分析江寨剖面的岩石学、粒度资料、基本层序等特征,并结合沉积构造,识别出下泥盆统具海岸沙丘-后滨(海滩砂脊)-前滨-临滨的海侵退积相序结构。

187 m,与下伏志留系高寨田组平行不整合接触。舒家坪组(18~40层)则为灰白色厚层-块状细-粗粒石英砂岩、岩屑石英砂岩、含砾粗-中粒岩屑石英砂岩及粘土岩、砂质砾岩组合,厚度269 m。其与之上的中泥盆统龙洞水组为连续沉积。

## 1 地质概况

独山县江寨实测剖面位于独山之东约19 km,猴儿山层型剖面南东侧约12 km,属于独山-赫章分区之独山-惠水小区<sup>[3]</sup>(图1)。本次通过剖面测制和路线调查发现江寨地区与猴儿山地区存在少许差异,丹林组(7~17层)主要岩性以浅灰色、灰白色厚-中层夹块状细-中粒石英砂岩为主,夹少量乳白色含砾石英粉砂岩、灰绿色粘土质粉砂岩,含植物化石 *Orthonota* sp., 沉积厚度

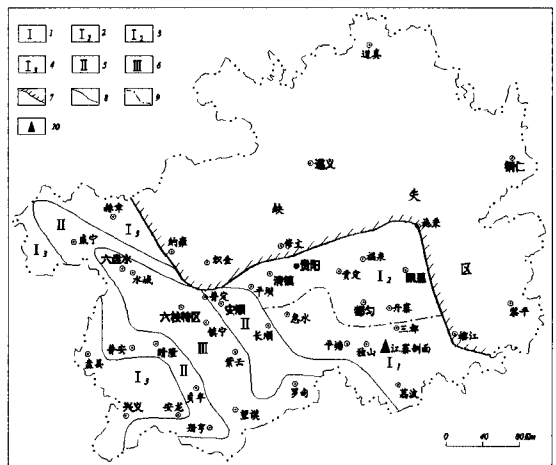


图1 研究剖面位置示意图(据新编地质志)

Fig. 1 Position of the studying section

1—独山-赫章分区;2—独山-惠水小区;3—都匀-凯里小区;  
4—赫章-盘县小区;5—长顺-普安分区;6—罗甸-六盘水分区;  
7—泥盆系缺失区边界线;8—地层分区界线;9—地层小区界线;  
10—剖面所在位置

[收稿日期]2015-01-02

[基金项目]中国地质调查局地质大调查项目——贵州1:5万梵净山、德旺、江口、凯德场幅区域地质调查(编号:1212011120622)和贵州1:5万独山、河寨、甲良、周覃幅区域地质调查项目(编号:12120114072801)资助。

[作者简介]唐佐其(1987-),男,汉族,四川宜宾人,地质助理工程师,在读硕士,长期从事区域地质、矿产地质调查工作。

## 2 岩石学特征

本次对江寨剖面的陆源碎屑岩做了系统的采样,控制了本条剖面所有岩石类型。经对37件样品详细的岩矿鉴定研究,本套碎屑岩主要为浅灰白色,颗粒主要分细粒、中粒、粗粒及砾级颗粒,岩石类型主要为石英砂岩、含砾岩屑石英砂岩,少数为岩屑石英砂岩及砂质砾岩,陆源碎屑颗粒含量达96%~97%,主要为砂状结构、含砾砂状结构、砂质砾状结构,块状构造,硅质胶结。其岩石类型及各岩石学指标在剖面上具良好的旋回性,与各层沉积亚相紧密相联。

石英砂岩中石英含量达87%~93%,长石含量仅为1%(少数为2%~3%),岩屑含量2%~5%,其他矿物屑1%,填隙物(硅质)1%~2%,磨圆度中等—较好,分选性中等—较好,成分成熟度及结构成熟度均较好。岩屑石英砂岩中石英80%~88%,长石1%,岩屑5%~16%,其他矿物屑1%,填隙物(硅质和粘土矿物)1%~2%(仅7B1达5%),分选中等—差,磨圆度中等—较差。石英砂岩、岩屑石英砂岩为主体的岩性,于剖面上累积三次旋回,总体应为滨岸水动力较强劲前滨—临滨堆积。

砂质砾岩中石英含量仅20%~26%,长石1%,岩屑含量达69%~74%,其他矿物屑1%,填隙物(粘土矿物、硅质)1%~3%,分选性较差,磨圆度中等—较好。其中砾石成分主要有硅质岩、石英岩屑、粉砂岩、粘土岩等,大小 $0.2 \times 0.5 \sim 4.0 \times 5.0$  cm,含量达40%~50%,磨圆度中等—较好,呈次圆状—圆状,分选性中等—较差,杂乱堆积。含砾岩屑石英砂岩中,石英80%~87%,长石1%,岩屑10%~16%,分选较差,磨圆度中等。砾石大小 $0.2 \times 0.5 \sim 3.0 \times 3.0$  cm,含量2%~15%,磨圆度中等—好,分选较差。砂质砾岩、含砾岩屑石英砂岩,为最大高潮线附近线状沙丘的海滩砂脊堆积,多出现于剖面中上部舒家坪组,共计两个韵律旋回。

## 3 沉积构造

石英砂岩中常具有块状层理、大型交错层理,少许平行层理,石英粉砂岩中常发育少许水平层理构造。砂质砾岩、含砾岩屑石英砂岩则主要见

有块状层理、大型羽状交错层理、大型板状交错层理以及冲洗交错层理。

本套碎屑岩沉积构造以平行层理、交错层理等共生,特别是大量发育大型板状交错层理、冲洗交错层理等沉积构造,说明是在较强的水动力条件下,应为高能海滩环境沉积,其中冲洗交错层理等多出现在后滨—前滨带及沿岸沙坝等沉积环境。

## 4 粒度特征

沉积岩的粒度主要受搬运介质、搬运方式、沉积环境等因素控制,而这些正是沉积环境研究的重要方面<sup>[4]</sup>。本次经过系统取样制作薄片,并用薄片图像分析仪处理粒径数据,运用图解参数法进行分析,得到粒度组分直方图。直方图体现为下泥盆统砂岩平均粒度偏粗,粒级范围较窄,1~5 $\phi$ 之间,但主要集中在2~3 $\phi$ 之间,属细—中粒级,峰值范围20%~30%,除35B<sub>1</sub>中—粗粒砂质砾岩外,其余均呈现出单峰形态,14B<sub>1</sub>、15B<sub>1</sub>、16B<sub>1</sub>、17B<sub>1</sub>、31B<sub>1</sub>有较好对称性,其余各样品对称性不佳。样品分析结果表明,粒度组分直方图以单峰为主、峰值较高、粒级范围窄、各种粒级含量变化明显表明沉积物物性相对单一,分选较好,为滨岸相对动荡的高能水动力条件下搬运淘洗后形成。

粒度概率累积曲线可以较好地区分颗粒的搬运性质和水流强弱及有无回流等特征<sup>[6]</sup>。本剖面上累积频率曲线显示,多数样品由三个或四个粒度次总体构成,除砾岩外普遍缺少滚动次总体,跳跃次总体占95%以上。跳跃总体多被分为两个直线段,两者斜率稍有差异但均较陡,说明其分选较好。悬浮组分含量很少,在图中线段很短(图2)。

每一个粒度参数都以一定的数值定量地表示碎屑物质的粒度特征,这对于判断沉积物质搬运时的水动力条件很有用处,即粒度参数被用作鉴别沉积环境的依据<sup>[7]</sup>。笔者对本剖面砂岩粒度参数进行图解法计算统计(表1),平均粒径MZ介于1.1447~2.6671 $\phi$ 之间,平均为1.8831 $\phi$ ;标准偏差 $\sigma$ 介于0.3619~0.8959之间,平均为0.5249;偏度SK1介于-0.2442~0.3002之间,平均0.0376,近对称;尖度KG介于0.8276~2.2232之间,平均为1.2163,为中等—很尖锐。

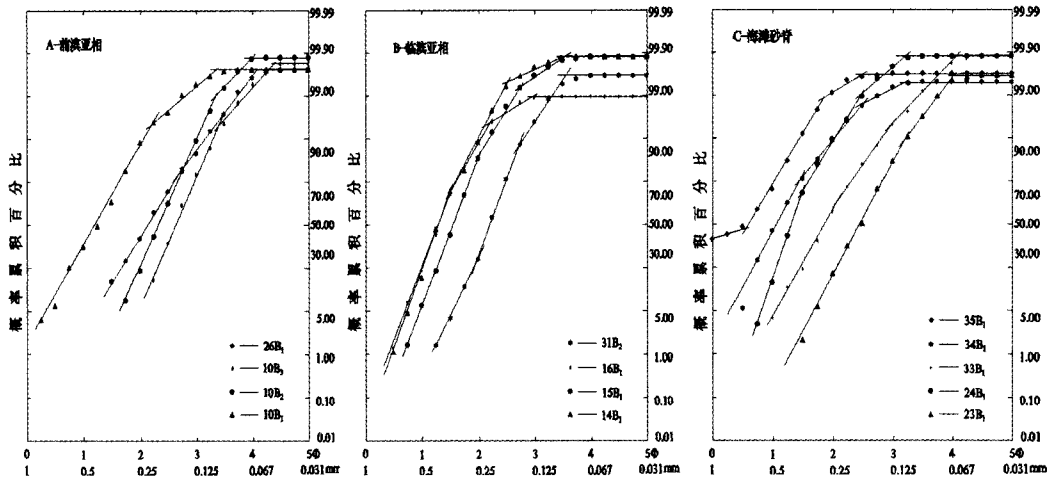


图 2 概率累积曲线图

Fig. 2 Curve of probability accumulation

统计结果表明:江寨剖面上主要为细砂、中砂结构,颗粒分选中等-好,沉积时水动力能力较强,粒度综合分析后的结果表明该套砂岩属于分选好的滨海砂。

判别分析是多元统计分析,选适当的统计值,

判别沉积作用或沉积环境,我们采用萨胡提出的判别方程式:

$$Y = 15.6543 \times M_z + 65.7091 \times \sigma_1^2 + 18.1071 \times SK_1 + 18.5043 \times K_G$$

表 1 独山江寨剖面下泥盆统砂岩的判别分析参数

Table 1 Analytical judging parameters of sandstone in Lower Devonian of Jiangzhai section in Dushan

样号	岩性	$M_z$	$\sigma$	$SK_1$	$K_G$	Y	沉积环境
10B1	中—粗粒岩屑石英砂岩	1.257 7	0.580 2	-0.121 8	0.989 9	-1.946 6	前滨
10B2	细粒石英砂岩	2.374 3	0.688 5	-0.244 2	2.223 2	-2.173 5	
10B3	细粒岩屑石英砂岩	2.667 1	0.413 6	0.141 5	1.041 1	-1.380 1	
13B1	细粒石英砂岩	2.491 2	0.895 9	-0.257 0	1.772 3	-4.978 0	
14B1	细—中粒石英砂岩	1.373 8	0.414 5	0.211 3	1.154 7	-2.091 6	临滨
15B1	中—细粒石英砂岩	1.585 3	0.395 5	0.026 7	1.131 1	-0.994 3	
16B1	细—中粒石英砂岩	1.359 1	0.434 7	0.074 1	1.172 0	-1.573 9	
23B1	细粒石英砂岩	2.493 5	0.508 6	-0.036 9	1.001 4	-1.326 1	海滩
24B1	中粒石英砂岩	1.381 3	0.361 9	0.300 2	1.036 5	-2.172 4	砂脊
26B1	细粒石英砂岩	2.176 7	0.630 4	0.064 6	1.008 8	-3.128 1	前滨至
31B2	细粒石英砂岩	2.223 2	0.408 2	-0.019 8	1.202 5	-0.670 8	临滨
33B1	中—细粒石英砂岩	1.952 5	0.493 9	0.278 6	0.827 6	-2.903 5	海滩
34B1	粗—中粒石英砂岩	1.144 7	0.598 3	0.071 2	1.251 0	-3.097 5	砂脊
35B1	中—粗砂质砾岩	0.310 2	0.780 4	-0.138 8	0.595 7	-4.538 9	

将表 1 中各参数代入上述判别式中,14 件样品的计算结果无一例外,全部的判别系数 Y 均大于 -7.419 0 (Y > -7.419 0 为浅海环境; Y < -7.419 0 为河流环境),则本套碎屑沉积岩沉积环境均为浅海海滩环境。

### 5 基本层序

剖面总体层序由厚块状岩屑石英砂岩夹少量

粉砂岩,向上渐变为以纯净的块状细—中粒石英砂岩为主,到中部见有两套含砾粗砂岩夹厚层细—中粒砂岩与粘土岩互层,之上由一套中—粗粒石英砂岩过渡到厚层石英粉砂岩,其整个层序组合及沉积构造特征显示了由海岸沙丘—后滨—前滨—临滨、海滩砂脊—前滨—临滨、海滩砂脊—前滨—临滨—过渡带(滨外)三个海进退积层序(图 3)。

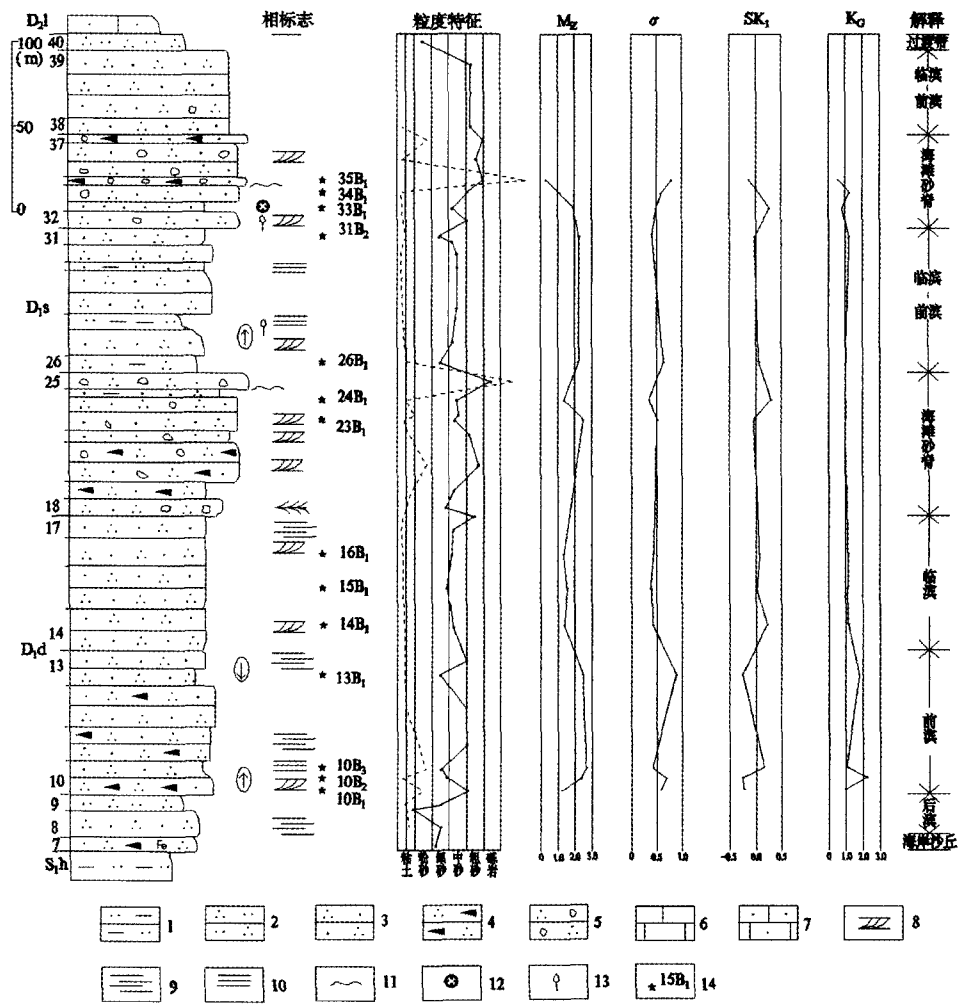


图3 独山江寨下泥盆统岩性综合柱状图

Fig. 3 Comprehensive histogram of lithology in Lower Devonian of Jiangzhai section in Dushan

1—粘土质粉砂岩;2—石英粉砂岩;3—石英砂岩;4—岩屑石英砂岩;5—含砾石英砂岩;6—灰岩;7—砂屑灰岩;8—大型交错层理;  
9—平行层理;10—水平层理;11—冲刷槽面;12—珊瑚化石;13—植物碎片化石;14—样品

前滨亚相:岩性总体以中-细砂岩为主,具大型冲洗交错层理等特征。代表性基本层序特征为中部第10层,见有由①灰白色厚层中-粗粒岩屑石英砂岩、②灰白色厚层-块状细粒石英砂岩、③浅灰绿色薄层细粒石英砂岩、粉砂岩,三者组成向上渐变细基本层序并韵律产出,单个韵律厚2~3 m,三者之比6:56:1,中-粗粒石英砂岩与细粒石英砂岩发育大型冲洗交错层理,后者发育水平层理,①与③为冲刷接触,大致有6-7个沉积韵律(图4)。主要受波浪动能控制,潮汐作用次之。由粒度直方图、粒度参数上看,σ为0.413 6~0.895 9之间,属于分选中等-较好级别,SK<sub>1</sub>多小于0.1,且依据直方图显示为负偏态,概率累积曲线多由两个粒度次总体构成,缺少滚动、悬浮次总体(图2A)。

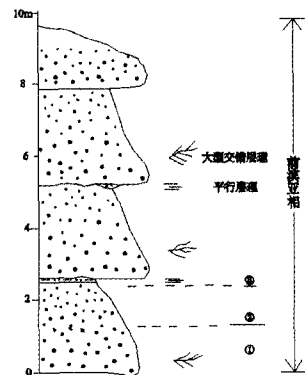


图4 10层基本层序图

Fig. 4 Basic sequence of the 10th strata

临滨亚相:主要为上临滨,岩性以质纯的石英砂岩为主见。如剖面第14-17层总体为一套质纯灰白色厚层-巨厚层细-中粒石英砂岩,发育大型交错层理及平行层理,较之前滨,未见细碎屑

岩夹层,岩石中岩屑含量显著减少,成分成熟度、结构成熟度均较高。粒度参数 $\sigma$ 为0.395 5~0.434 7之间,属于分选好, $SK_1$ 介于0.026 7~0.213 3,其对称程度较之与前滨亚相要好,概率累积曲线多由三个粒度次总体构成,跳跃总体多被分为两个直线段,两者斜率稍有差异但均较陡,说明其分选较好。缺少滚动次总体,悬浮次总体含量较少(图2B)。

海滩砂脊:由较粗的砂、砾石等组成,底部具有冲刷面和水平层理,上部具交错层理,局部见有植物化石碎片。其基本层序如中部22层,由①灰白色中厚层粗砂质砾岩与②灰白色厚层-块状含砾石英粗砂岩韵律互层,单个韵律厚约0.8~1.6 m(图5),二者在其间所占比例约16:3-16:4。

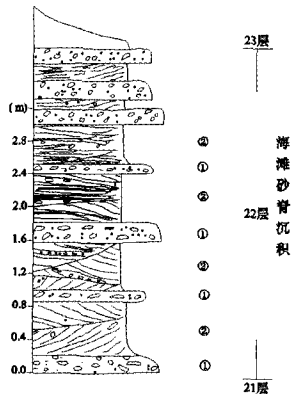


图5 第22层基本层序特征

Fig. 5 Basic sequence features of the 22nd strata

第40层为灰白色中厚层-厚层石英粉砂岩,水平纹层构造发育,为临滨向陆棚过渡带沉积。

## 6 沉积环境讨论

贵州独山江寨地区下泥盆统总体为一套细粒-粗粒(岩屑)石英砂岩、含砾粗砂岩夹多层薄-中层状(透镜状)粉砂岩、粉砂质粘土岩。结合区域性地质资料显示,本地区该时期为一开阔无障碍海岸带环境,形成一套高能砂砾质沉积岩。

剖面结构上看,整个下泥盆统碎屑岩由厚块状岩屑石英砂岩夹少量粉砂岩,向上渐变为以纯净的块状细-中粒石英砂岩为主,到中部见有两套含砾粗砂岩夹厚层细-中粒砂岩与粘土岩互层,之上由一套中-粗粒石英砂岩过渡到厚层石英粉砂岩。

剖面上控制的样品进行统计发现,岩石类型

主要为石英砂岩、岩屑石英砂岩、含砾岩屑石英砂岩及砂质砾岩,多呈浅灰白色,为细-中粒及中-粗粒砂状结构、含砾砂状及砂质砾状结构,块状构造。除砂质砾岩外,石英含量达80%~93%,碎屑颗粒磨圆度、分选性均较好,成分成熟度及结构成熟度均较高,为海滩砂的主要标志。

样品粒度组分直方图以单峰为主、峰值较高、粒级范围窄。粒度参数中平均粒径 $M_z$ 介于1.144 7~2.667 1 $\phi$ 之间;标准偏差 $\sigma$ 介于0.361 9~0.895 9之间;偏度 $SK_1$ 介于-0.244 2~0.300 2之间,近对称;尖度介于0.827 6~2.223 2之间,为中等-很尖锐,判别系数 $Y$ 均大于-7.419 0。特征及主要指示性参数均显示,本套碎屑岩主要为能量较高的滨岸带沉积。

依据江寨下泥盆统剖面沉积特征、岩石学特征、物性特征及沉积物粒度特征综合分析其沉积环境为无障碍海岸环境,沉积了一套高能砂砾质岩,由下部丹林组向上至舒家坪组,主要为海进退积层序,识别出沉积亚环境由海岸沙丘-后滨(海滩砂脊)-前滨-临滨亚相组成三个沉积旋回序列。

致谢:本文在写作过程中得到了贵州省地质调查院刘爱民高工的悉心指导,在此表示衷心的感谢。

### [参考文献]

- [1] 贵州省地质矿产局. 贵州省区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1987.
- [2] 贵州省地质矿产局区域地质调查大队. 贵州岩相古地理图集[M]. 贵阳:贵州科技出版社,1992.
- [3] 贵州省地质调查院. 贵州省区域地质志[R]. (未正式出版) 2012.
- [4] 成都地质学院陕北队. 沉积岩(物)粒度分析及其应用[M]. 北京:地质出版社,1987.
- [5] 王泽中. 大型板状交错层理内部沉积物的分异[J]. 矿物岩石, 1997, 17(1): 71-76.
- [6] 姜在兴. 沉积学[M]. 北京:石油工业出版社,2003.
- [7] 陈建强,周洪瑞,等. 沉积学及古地理学教程[M]. 北京:地质出版社,2004.
- [8] 孙永传,李惠生. 碎屑岩沉积相和沉积环境[M]. 武汉:武汉地质学院油区地质教研室,1982.
- [9] 贵州省地质调查院. 1:25万独山县幅(G48C003004)区域调查地质成果报告[R]. 2012.

## Discussion of Physical Property, Grading Features and Sedimentary Environment of Clastic Rock in Low Devonian of Jiangzhai Area in Dushan, Guizhou

TANG Zuo-qi<sup>1,2</sup>, MA Yi-bo<sup>1,2</sup>, QIAO Wen-lang<sup>1,2</sup>, ZHU Hua-li<sup>2</sup>, QIAO Chang<sup>2</sup>, ZHANG Han-bin<sup>2</sup>

(1. *China University of Geosciences, Wuhan 430074, Hubei, China;*

2. *Guizhou Academy of Geologic Survey, Guiyang 550005, Guizhou, China*)

[ **Abstract** ] By grading analyses of quartz sandstone and pebbly sandstone of Danlin formation and Shujiaping formation in Low Devonian in Jiangzhai area, according to the lithology association and sedimentary structural features in these area, the sedimentary environment in this period is analysed, it finds out Devonian in this area is sandy high energy coast sedimentary environment without barrier onshore facies, it has 3 retrograde sedimentary cycle sequences; coast dune-backshore-foreshore-shore sub-facies.

[ **Key words** ] Lower Devonian; Grading features; Sedimentary environment; Jiangzhai Dushan

(上接第 20 页)

## Characteristics of Sedimentary System and Its Evolution of Nanhua System-Silurian System in Fanjingshan Area of Guizhou

MA Yi-bo<sup>1,2</sup>, TANG Zuo-qi<sup>1,2,\*</sup>, QIAO Wen-lang<sup>1,2</sup>, QIAO Chang<sup>1</sup>,  
ZHU Hua-li<sup>1</sup>, WANG Bo<sup>1</sup>, ZHANG Jia-wei<sup>1</sup>

(1. *China University of Geosciences, Wuhan 430074, Hubei, China;*

2. *Guizhou Academy of Geologic Survey, Guiyang 550005, Guizhou, China*)

[ **Abstract** ] In Fanjingshan area of Guizhou, sea facies strata deposited widely in Nanhua System-Silurian System, this strata was made of tillite, terrigenous clastic rock and carbonate rock (according to the epoch). On the basis of sedimentation, the geological information of the target area (lithology association, casing sequence, sedimentary structure and so on) were studied by the methods of sedimentary facies and sedimentary system, so the Nanhua System-Silurian System in this area was divided into 1 sedimentary system group, 3 sedimentary systems, 10 sedimentary facies and 5 sedimentary subfacies. In Nanhua System-Silurian System, according to the difference of sedimentary system, the target area experienced the change of sea terrigenous clastic sedimentary system-carbonate sedimentary system-sea terrigenous clastic sedimentary system. In this paper, it will afford basic information for the study of sequence stratigraphy and analyses of sedimentary basin filling and evolution.

[ **Key words** ] Sedimentary system; Sedimentary evolution; Nanhua System; Silurian System; Fanjingshan; Guizhou