

# 桂林唐家湾剖面中—上泥盆统 碳酸盐岩沉积相和成岩作用

Cornelia Klindworth Werner Schneider

(德国布伦瑞克工大,地质古生物研究所)

刘效曾

(成都地质学院)

**〔内容提要〕** 本文的工作区域是按中国地矿部和德国下萨克森州科学和艺术部之间科学合作协议而提供的。在唐家湾地区的中上泥盆统碳酸盐岩中可以见到以下8种微相类型:泥岩、具纹层球粒-颗粒岩/泥粒岩、无纹层球粒-颗粒岩/泥粒岩、介形虫-颗粒岩/泥粒岩、枝状层孔虫-粒泥岩、枝状层孔虫-棘皮类-粒泥岩、生物碎屑-粒泥岩和骨架岩。这些微相类型可指示不同的能量指数及水深。同欧文(Irwin, 1965)浅水碳酸盐沉积模式对比,唐家湾泥盆纪(吉维特期和弗拉斯期)属于Y带和Z带沉积,并可分出发育生物丘-生物层的正常海环境、局限浅水沉积环境和潮坪沉积环境。最大水深估计为10m—20m。

唐家湾剖面碳酸盐岩经历了三种早成岩环境:海水成岩环境、大气水成岩环境和混合水成岩环境。其后又经历了晚成岩阶段的压溶、重结晶和交代作用。白云石化部分为混合水成因,部分为晚成岩期交代成因。

**关键词** 碳酸盐岩沉积相 微相类型 成岩作用

## 1 引言

本文主要研究中国桂林唐家湾中—上泥盆统剖面东岗岭组和桂林组的岩石学和成岩作用,并借助于宏观和微观资料建立了剖面模式以及本区的岩相古地理面貌。本文的工作区域是按中国地矿部和德国下萨克森州科学和艺术部之间科学合作协议而提供的。本文作者于1988年初同成都地质学院的耿爱琴女士、桂林冶金地质学院的韦炜烈教授一道进行了为期一个月的野外工作。所有样品分析工作均在德国完成。

## 2 微相类型及其形成环境

唐家湾剖面包括中泥盆统信都组(艾菲尔阶)和东岗岭组(吉维特阶);上泥盆统包括桂林组(弗拉斯阶)和融县组(法门阶)。其中以东岗岭组和桂林组最为发育,均为碳酸盐岩(图1),并见有以下微相类型:

**微相 1:** 泥岩,几乎全由微晶方解石组成,生物含量小于5%,以钙球和有孔虫为主,普遍



发育于东岗岭组及桂林组中,代表较低能环境的沉积,水体盐度不正常。

**微相 2:**具纹层球粒-颗粒岩/泥粒岩,球粒均为 0.03—0.2mm 大小的假球粒,少数大于 0.2mm 者为内碎屑和团块(葡萄石)。纹层构造发育,纹层厚 0.1—1m,沿纹层发生白云石化。分布于东岗岭上部及桂林组。化石缺乏。代表浅水潮下一潮间带的循环受局限,盐度不正常环境的沉积。

**微相 3:**无纹层球粒-颗粒岩/泥粒岩,球粒和内碎屑含量 50%以上,填隙物为亮晶和泥晶(图片 1)。生物含量 <5%,主要是有孔虫、钙球和棘屑。静水鲕常见。颗粒分选差。形成于潮间带,能量较高的环境。

**微相 4:**介形虫-颗粒岩/泥粒岩(图片 2),介形虫含量占 20—30%,直径达 0.8cm。大多数介形虫的双壳分开,壳凸面向上。壳边缘泥晶化。分布在东岗岭组,形成 10—80cm 厚的介壳滩。其他生物有腹足类碎屑,边缘同样具泥晶化。非生物碎屑包括球粒和内碎屑,总量 10%,填隙物以亮晶方解石为主。由于生物种类单一,表明环境局限,同时介形虫和腹足以藻席为食物(Struve, 1989),因而代表浅水潮上一潮间环境。

**微相 5:**枝状层孔虫-粒泥岩(图片 3),该微相类型在整个唐家湾剖面中广泛分布,形成枝状层孔虫滩,其厚度 10—30cm。枝状层孔虫含量 30—50%。其他生长缺乏,漂浮于泥晶基质中,在剖面上与纹层灰岩或生物碎屑粒泥岩呈互层。枝状层孔虫生活在弱搅动水环境,多为安静的,受限制的潮下一深潮间环境。

**微相 6:**枝状层孔虫-棘皮类-粒泥岩,枝状层孔虫占岩石的 5—20%,其次还有棘皮类和球状层孔虫。枝状层孔虫骨骼保存完整,未破碎,而棘皮类及球状层孔虫均为碎屑状,局部棘屑富集达 30%。此外还含有钙球及有孔虫。二者含量小于 5%。该微相类型仅分布于桂林组中。沉积环境为低能的波基面之下的较深潮下带,同时有风暴潮作用将棘屑带入。

**微相 7:**生物碎屑粒泥岩,生物碎屑含量达 50%,计有珊瑚类、块状—枝状层孔虫、腕足类(*Stringocephalus* sp.)及腹足类。介形虫和瓣鳃类很少。生物个体多完整保存。生物的种类和含量在东岗岭组中、上部较丰富,而在桂林组中则较少。填隙物以泥晶为主,亮晶仅占填隙物含量的 10%。该微相形成于较低能的潮下带。

**微相 8:**骨架岩,剖面上构成生物层和生物丘,生物的总量占 70%。生物以块状层孔虫和珊瑚为主。层孔虫部分保持生长状态,部分倒伏,直径最大者为 60cm,多数为 20—30cm。此外还有鸚头贝、枝状层孔虫、腹足类及棘屑。骨架岩的基质为生物碎屑和泥晶方解石。泥晶方解石均白云石化。沉积环境为位于波基面之上的循环好的开阔海浅滩。

东岗岭组和桂林组的 8 种微相类型代表了不同水深和能量的沉积环境(表 1):

能量指数 I (静水环境):泥微晶基质占 50%以上,完整的化石或者棱角状介壳。

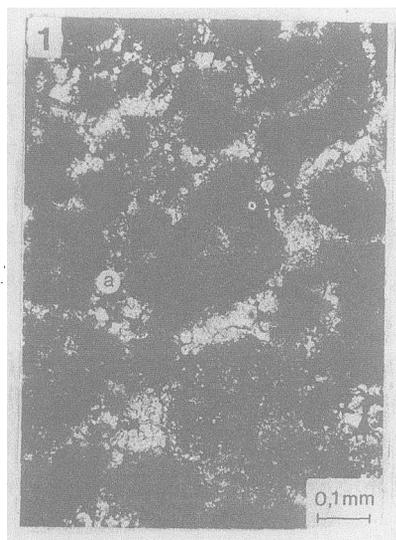
能量指数 II (静水和搅动水交替环境):泥微晶基质占岩石 50%以上,棱角状—圆状介壳或含分选好的韵律层。

能量指数 III (弱搅动水环境):碳酸盐颗粒直径以 0.25mm 者为主,棱角—圆状介壳。

能量指数 IV (中等搅动水环境):碳酸盐颗粒组分直径以 0.25—2mm 为主,棱角状—圆状介壳。

能量指数 V (强搅动水环境):碳酸盐颗粒以直径大于 2mm 为主,棱角—圆状介壳。

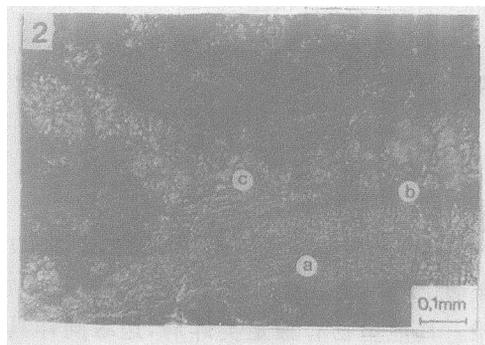
根据微相类型的剖面组合,唐家湾剖面东岗岭组和桂林组可分出三种不同类型的沉积旋回。



照片1-微相3:球粒-颗粒岩/泥粒岩, 无纹层构造。沥青充填孔隙(a), 颗粒为球粒及内碎屑。桂林组(D<sub>3g</sub>-29G)  
 Photograph 1 Microfacies 3 in the Guilin Formation consists of unlaminate peloid-grainstone/packstone. The grains include peloids and intraclastics, with the pores filled with bitumen(a)



照片3-微相6:枝状层孔虫-棘皮-粒泥岩, 枝状层孔虫碎屑分布于泥晶基质中。棘皮类具共轴加大边。桂林组(D<sub>3g</sub>-32G)  
 Photograph 3 Microfacies 6 in the Guilin Formation consists of amphipora-echinoderm-wackestone. The amphipora fragments are scattered in the micritic matrix. The echinoderms have syntaxial overgrowth rims



照片2-微相4:介形虫-颗粒岩/泥粒岩,介形虫介壳(a)具泥晶化,(b)共轴生长的放射状纤维状胶结物和粒状亮晶方解石(c)。东岗岭组(D<sub>2d</sub>-11G)  
 Photograph 2 Microfacies 4 in the Donggangling Formation consists of ostracode-grainstone/packstone. The micritization is visible on the margins of the shells(a). (b) represents syntaxial overgrown radial fibrous cement. (c) represents grainy sparry calcite

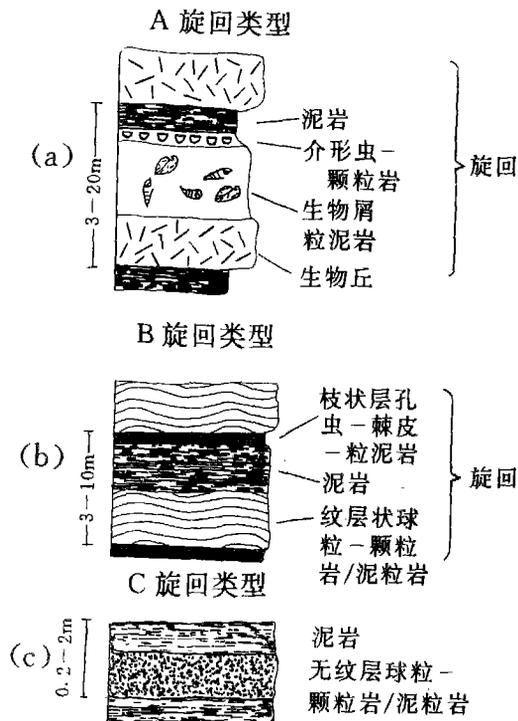


图2 唐家湾剖面沉积旋回类型(旋回类型分布见图1)  
 Fig. 2 Depositional cycles in the Tangjiawan section (See Fig. 1 for the distribution of depositional cycles)

表1 唐家湾剖面微相类型的能量指数及环境

Table 1 Energy index and environment of the microfacies types in the Tangjiawan section

微相类型	能量指数(据 Plumley, 1962)	环 境
泥岩(1)	I	浅水潮间
具纹层球粒-颗粒岩/泥粒岩(2)	I至II	潮间
无纹层球粒-颗粒岩/泥粒岩(3)	II至III	潮间
介形虫-颗粒岩/粒泥岩(4)	III至IV	深潮间
枝状层孔虫-粒泥岩(5)	I	深潮间—浅水潮下
枝状层孔虫-棘皮-粒泥岩(6)	I至II	潮下或浅水潮间
生物碎屑-粒泥岩(7)	I至II	潮下
骨架岩(8)	V	较深潮下



照片4—微相5:枝状层孔虫-粒泥岩,强烈的成岩变化。

照片中的为一个枝状层孔中碎屑被铁方解石和具环带铁方解石充填(a),部分被菱形白云石(b)交代。东岗岭组(D2d-2bG)

Photograph 4 Microfacies 5 in the Donggangling Formation consists of amipora-wackestone with intense diagenetic changes. The amipora fragments are filled by Fe-calcite and rimmed Fe-calcite(a), and partly replaced by rhombic dolomite(b)

A 旋回类型(图2-a) 旋回以生物层沉积开始,代表沉积环境水较深,其上为泥岩沉积水体变浅,然后水面快速上升,再沉积生物层。同现代生物礁和生物层一样,层孔虫生物层代表了高的碳酸盐形成速率。层孔虫生物层的生长较海面上升快,因而导致了水体变浅,当达到潮坪浅水条件时,形成泥岩和介形虫-颗粒岩/粒泥岩沉积。A 旋回常在东岗岭组中出现。

B 旋回类型(图2-b) 仅在桂林组中出现。旋回顶部为枝状层孔虫-棘皮-粒泥岩,为较深水沉积。向下变浅,沉积泥岩。多数B旋回类型发育不完整,仅出现由枝状层孔虫-棘皮-粒泥岩,或者呈枝状层孔虫-粒泥岩与纹层状球粒-颗粒岩/泥粒岩交互沉积,且交互层之间分界明显。枝状层孔虫-棘皮-粒泥岩和枝状层孔虫-粒泥岩是在风暴作用下沉积的。

C 旋回类型(图2-c) 仅仅在桂林组中出现,并由泥岩和无纹层球粒-颗粒岩/泥粒岩组成,二种岩性之间分界明显。

### 3 沉积相模式

唐家湾剖面中上泥盆统为浅水碳酸盐台地沉积。同欧文(Irwin, 1965)浅水碳酸盐沉积模式对比(图3),唐家湾泥盆纪(吉维特期和弗拉斯期)属于Y带和Z带沉积,并可分出发育生物丘-生物层的正常海环境(a)、局限浅水沉积环境(b)和潮坪沉积环境(c)(图4)。

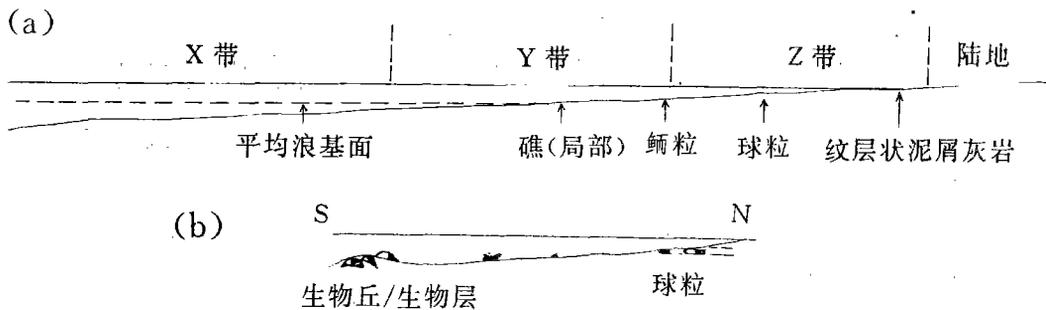


图3 唐家湾剖面(吉维特期、弗拉斯期)相模式(b)与 Irwin 模式(a)的对比

Fig. 3 Comparison of the facies models (Givetian and Frasnian) in the Tangjiawan section (b) with the Irwin model (a)

### 4 成岩作用

唐家湾剖面碳酸盐岩经历了三种早期成岩环境:海水成岩环境、大气水成岩环境和混合水成岩环境。早成岩环境发生之后,经历了深埋藏晚成岩作用。

海水成岩作用:包括泥晶化作用及生物搅动作用。泥晶化主要在介形虫颗粒岩/泥粒岩中较常见(图片2)。在文石质壳上,如腹足类,由于文石的溶解,泥晶化表现为泥晶包壳。泥晶化作用主要是藻或真菌在海水成岩环境中产生的,并且发生在海水-沉积物界面上(Kobluk 和 Risk, 1977)。在所有岩石中,孔洞中有放射纤维状第一代环边胶结物,后期被

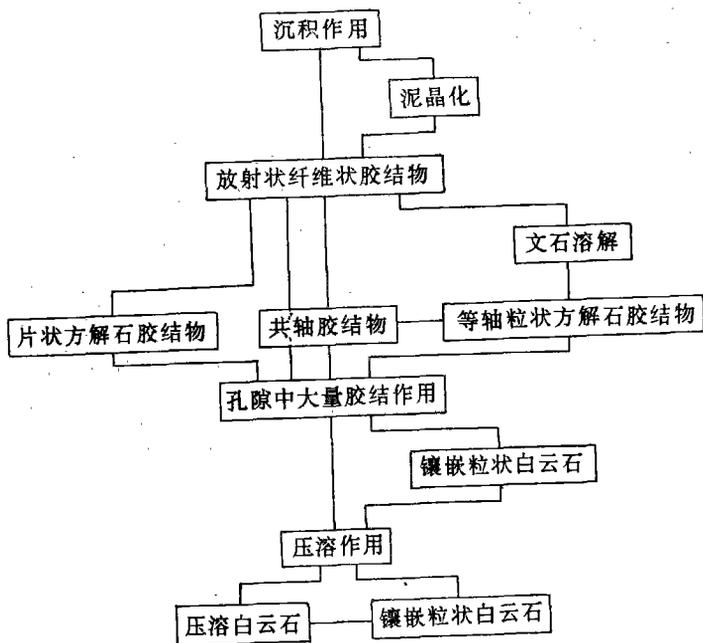


图5 唐家湾剖面成岩过程

Fig. 5 Diagenetic development in the Tangjiawan section

大气水成岩相交代,形成粒状方解石环边。

大气水成岩作用:海百合碎屑的共轴加大以及晶簇状、粒状方解石胶结物通常被认为是大气水成岩环境的产物。微相1至微相4的钙球、有孔虫、腹足的交代部分以及颗粒之间的胶结物常是粒状方解石,晶粒间孔隙中心变粗。

混合水成岩作用:剖面部分白云石是在海水-大气水混合带经交代而成的。白云石  $Ca/$

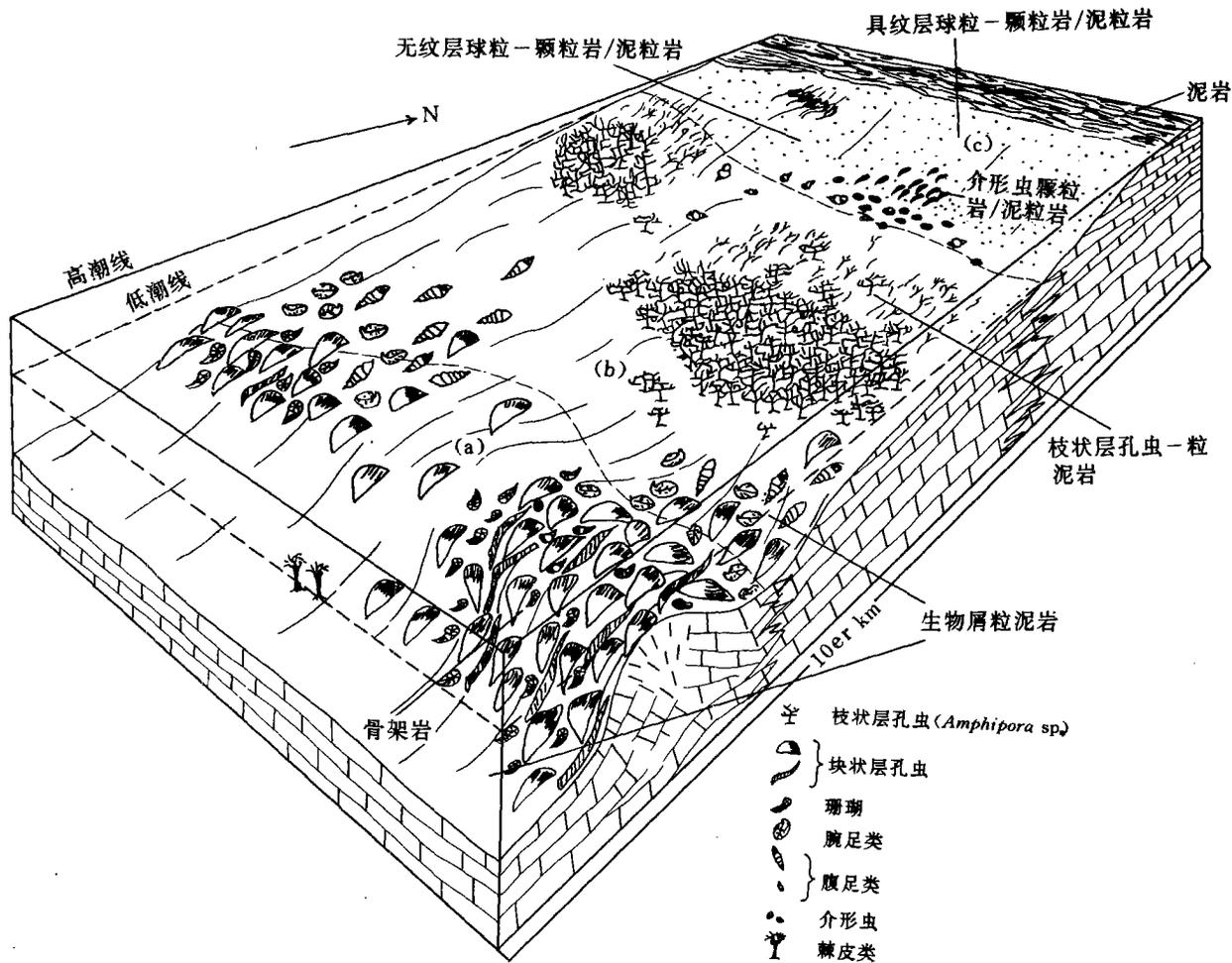


图4 桂林地区吉维特期(东岗岭组)沉积相模式

(a)发育生物丘/生物层的正常海;(b)局限浅水环境;(c)潮坪区

Fig. 4 Sedimentary facies model for the Givetian Donggangling Formation in the Guilin region

(a) = normal sea with well-developed bioherm/biostrome; (b) = restricted shallow-water environment; (c) = tidal flat region

Mg 为 1:1, 半自形—自形粒状(图片 4)。本区混合水白云石化作用主要受季节性降水量的控制。在潮湿季节大量淡水向下渗透进入混合带, 与海水混合, 形成混合水白云石化。

晚期成岩作用: 压实-压溶作用强烈, 形成大量不规则高幅度缝合线。沿缝合线有沥青黄铁矿及绿泥石分布。晚成岩白云石主要为沿压溶缝合线分布的粒状白云石以及交代亮晶方解石的粒状白云石。此外, 泥晶方解石的强烈重结晶也是晚成岩作用的产物。图 5 总结了唐家湾剖面的成岩演化过程。

## 5 总结

唐家湾剖面东岗岭组和桂林组碳酸盐岩可分出 8 种微相类型。根据微相类型及其沉积环境解释建立了本区具有下列环境的沉积相模式:

- (a) 发育生物丘/生物层的正常海沉积;
- (b) 局限的浅水环境;
- (c) 潮坪环境。

在吉维特期和弗拉斯期, 唐家湾及其所在的桂林地区为浅水台地潮间—潮下带, 最大水深估计为 10m—20m。由于水体循环较差, 生物的分异度低。

碳酸盐岩经历了早成岩作用和晚成岩作用。早成岩作用可分出三种成岩环境, 即海水成岩环境, 大气水成岩环境和混合带。白云石化部分为混合水成因, 部分为晚成岩期交代成因。

## 参 考 文 献

- Fang Jiyi, 1985. Sedimentary facies of the Jarbonate rocks of the Upper Devonian in Guilin district. *Acta Sedimentologica Sinica*. 3/4, 73—82.
- Hou Hongfei, Ji Qiang and Wang Jinxing 1988. Preliminary report on Frasnium—Famennium events in South China. In: N. J. Millan, A. F. Embry, D. J. Glass. *Devonian of the World 3*. Can. Soc. Petrol. Geol. Mem. 14, 63—70, Calgary.
- Irwin, M. L., 1965. General theory of epeiric clear water sedimentation. — *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.* 49/8, 1845—1880, Tulsa.
- Kobluk, D. R. and Risk, M. J., 1977. Micritization and carbonate grain binding by endolithic algae. *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.* 61, 1069—1082, Tulsa.
- Longman, M. W., 1980. Carbonate diagenetic textures from nearshore diagenetic environments. *Bull. Amer. Petrol. Geol.* 64/4, 461—487, Tulsa.
- Plumley, W. J., Risley, G. A. and Kaley, M. E., 1962. Energy index for limestone interpretation and classification. *Amer. Assoc. Petrol. Geol.*, Mem. 1, 85—107, Tulsa.
- Schneider, W. 1977. Diagenese devonischer Karbonatkomplexe Mitteleuropas. *Geol. Jahrbuch D 21*, 102 S., Hannover.
- Struve, W., 1989. Zur Lebensweise von Schalentieren auf mittel-devonischen Karbonat-Plattformen. *Nature und Museum* 119/4, 128—139, Frankfurt a. M.
- Sun Shu, Li Jilang, Chen Haihong, Peng Haipo, Hsu, K. J and Sheton, J. W., 1989. Mesozoic and Cenozoic Sedimentary History of South China. *Bull. Amer. petrol. Geol.* 73/10, 1247—1269.
- Wang, K. and Bai, S., 1988. Faunal changes and events near the Frasnium—Famennium boundary of South China. In: N. J. Millan, A. F. Embry and D. J. Glass. *Devonian of the World 3*. Can. Soc. Petrol. Geol. Mem. 14, 71—78, Calgary.
- Wang Jintao and Luo Guirong, 1983. Discovery of Bioherm at Tangjiawan, Guilin, and its significance. *Carsologica Sinica* 51, 1—9.
- Wu Yi, Zhou Huailing, Jiang Tingcao and Fang Dannian, 1988. Sedimentary facies of Devonian in Guangxi/China. In:

N. J. Millan, A. F. Embry and D. J. Glass. *Devonian of the World 1*. Can. Soc. petrol. Geol. Mem. 14, 645—654, Calgary.

Wu Yi, Zhou Huailing, Jiang Tingcao, Fang Dannian and Huang Wusheng, 1987. *Sedimentary Facies, Paleogeography and Relatively Mineral Deposites of Devonian in Guangxi*. Regional Geological Surveying Team of Guangxi, Nanning (Guangxi People's Publishing House).

Yang Zhenqiang and Yang Wenbin, 1984. *Tidal Deposits of Carbonate facies and their Microfacies Types in the Qiziqiao Formation of Middle Devonian, South China*. *Geochemistry* 3/4, 364—376, Beijing.

Yu Changmin and Wu Yi, 1988. *Middle Devonian Facies Patterns and Reef Development in South China*. In: N. J. Millan, A. F. Embry and D. J. Glass. *Devonian of the World 2*. Can. Soc. Petrol. Geol. Mem. 14, 649—659, Calgary.

Zhou Huailing, Wu Yi and Zhang Zhanxian, 1988. *Devonian paleogeographic framework of Guangxi, South China*. In: N. J. Millan, A. F. Embry, D. J. Glass. *Devonian of the World. 1*. Can Soc. Petrol. Geol. Mem. 14, 635—644, Calgary.

## SEDIMENTARY FACIES AND DIAGENESIS OF THE MIDDLE AND UPPER DEVONIAN CARBONATE ROCKS IN THE TANGJIAWAN SECTION, GUILIN

C. Klindworth W. Schneider

(Institute of Geology and Palaeontology, Technologic University of Braunschweig, Germany)

Liu Xiaozeng

(Chengdu College of Geology)

### ABSTRACT

The study area is provided for the cooperative project between the Ministry of Geology and Mineral Resources, the People's Republic of China and the Ministry of Science and Art of Niedersachsen, the Federal Republic of Germany. Eight microfacies types may be distinguished for the Middle and Upper Devonian carbonate rocks in the Tangjiawan region, including mudstone, laminated peloid-grainstone/packstone, unlaminated peloid-grainstone/packstone, ostracode-grainstone/packstone, amphipora-wackestone, amphipora-echinoderm-wackestone, bioclastic wackestone and framestone. These microfacies types indicate varying energy index and water depth. In the light of Irwin sedimentary model (1985) of the shallow-water carbonate rocks, the Devonian (Givetian and Frasnian) strata are assigned to Y and Z zones and to the sedimentary environments of normal seas with bioherm/biostrome, restricted shallow-water and tidal flats. The maximum water depths vary from 10 to 20 m.

The carbonate rocks in the Tangjiawan section may have experienced three types of early diagenetic environments; marine, meteoric and mixed water, followed by pressure solution, recrystallization and replacement in the late diagenetic stages. The dolomitization is interpreted to have a mixed water origin, or a late diagenetic replacement origin.

**Key words:** sedimentary facies of carbonate rocks, microfacies types, diagenesis