

# 华南泥盆纪层序地层系、统、阶界线的建立 与生物地层、年代地层界线的对比

吴 诒

(广西地质研究所)

[内容提要] 本文以EXXON公司P. R. Vail等人创立的层序地层学理论为准,对华南泥盆系的层序地层进行了区域上的研究、分析、对比。研究结果表明,从下泥盆统的洛赫科夫阶至上泥盆统的法门阶可识别出20~21个Ⅱ级层序。华南泥盆系的岩石地层、生物地层、年代地层的系、统、阶界线均已确定,与层序地层研究结果对比,生物地层界线均比相应的层序地层界线滞后。本文试图以层序地层序列为准,建立一新的地层系统作为相应的生物地层、年代地层的系、统、阶相对应的辅助性地层系统。研究结果表明,在岩石地层、生物地层、年代地层研究程度高的地区,可建立层序地层的系、统、阶界线系统以利于野外作业。华南地区的泥盆系内,除弗拉斯阶与法门阶的阶间界线置于饥饿层(starved section)外,其他的阶、统、系界线均位于有关阶(统)顶部层序中的HST的顶部。

关键词 华南 泥盆纪 层序地层系、统、阶界线

## 1 引言

华南泥盆系的生物地层、年代地层,经多年来众多学者的研究,已建立了以牙形石序列为主,可与国际标准的系、统、阶界线对比的系统。经层序地层研究,从洛赫科夫阶至法门阶顶共识别出Ⅱ级层序20~21个,其中洛赫科夫阶3个、布拉格阶1个、埃姆斯阶5个、艾费尔阶2个、吉维阶3个、弗拉斯阶2.5个、法门阶3.5至4.5个。但是,洛赫科夫阶底部除钦防海槽有两处为志留系与泥盆系连续沉积外,其他地区该阶底部均有缺失,与下伏前泥盆系呈角度不整合,而且缺失的层位由南向北逐渐增多,形成阶梯状上超。

志留系与泥盆系连续沉积的剖面以钦州市那丽乡那丁村剖面为代表,称钦州组(那丁组)。

上覆地层,被断层切割(据白顺良等,1994)<sup>[1]</sup>。

Nd6(91m) 灰黑色(风化后为浅灰、紫色)粉砂质页岩。产竹节石*Paranowakia bohémica*。

Nd5(42m) 灰黑色砂质页岩夹细砂岩。产单笔石*Monograptus hercynicus*。

Nd4(43m) 灰黑色细砂岩、粉砂岩夹页岩产大量*Paranowakia bohémica*。

Nd3(25m) 剖面线上为覆盖,沿走向在大岭附近为灰黑色粉砂质页岩。产单笔石*Monograptus cf. uniformis* *M. microdon*, *M. cf. angustidens*。

① 本文为“中国古大陆及其边缘层序地层和海平面变化研究”的子课题之一。

② 本文1997年1月3日收修改稿。

Nd2(47m) 灰色细粒石英砂岩与砂质页岩互层。

Nd1(25m) 浅灰色细粒石英砂岩。

D/S 界线

防城群, 灰色薄层石英砂岩与灰色页岩互层。在顶部富产单笔石 *Pristiograptus transgrediens*。

笔者对相当于上述Nd1、Nd2 层的层位详细测量结果如下(从上到下):

— 断层 —

1. 黑色页岩、灰黑色粉砂质页岩, 厚度不详。
2. 灰色、黄褐色石英砂岩, 为HST。厚1.5m。
3. 黑色页岩夹少数灰色薄层砂岩, 页岩具水平纹层, 为SS(饥饿层)。厚10m。
4. 黄褐、浅灰绿色中厚层中细粒石英砂岩夹薄至中厚层灰色页岩, 为泥盆系的第一个TST的上部。厚5m。
5. 浅灰绿色厚层中细粒石英砂岩, 为洛赫科夫阶的第一个TST的下部。厚15m。
6. 浅灰色中厚层中细粒石英砂岩, 层面上具不对称波痕, 为洛赫科夫阶的第一个SMT。厚10m。

— 连续沉积 —

7. 上志留统防城群, 浅灰白色叶片状页岩与灰色中厚层细粒石英砂岩互层为复理石建造, 顶部页岩中产单笔石 *Pristiograptus sp.*。

那丁剖面D/S 界线附近的层序地层特征如图1。

钦防海槽以外的广大地区, 早泥盆世地层均有不同程度的缺失, 与前泥盆系呈角度不整合接触。

其中, 以广西横县六景剖面的地层发育最好、出露较全、研究程度也较高。该剖面大致相当于洛赫科夫阶的层位称莲花山组, 往上至法门阶下部为连续沉积。从相当于布拉格阶的那高岭组起至法门阶下部均有相应的牙形石化石带产出, 为区域和洲际的地层对比打下了良好的基础。相当于法门阶的融县组上部被第三系红层覆盖出露不全。本文引用牙形石资料研究最详的广西宜山县(现改名宜州市)拉利剖面<sup>[2]</sup>为代表, 结合在广西、贵州、湖南、滇东广大地区内层序地层研究的结果, 综合讨论泥盆系与志留系、石炭系以及泥盆系各统、各阶的岩石地层、生物地层、年代地层与层序地层间的关系; 建立层序地层的系、统、阶界线序列, 作为上述三种地层系统的辅助性地层系统, 以利于野外操作。

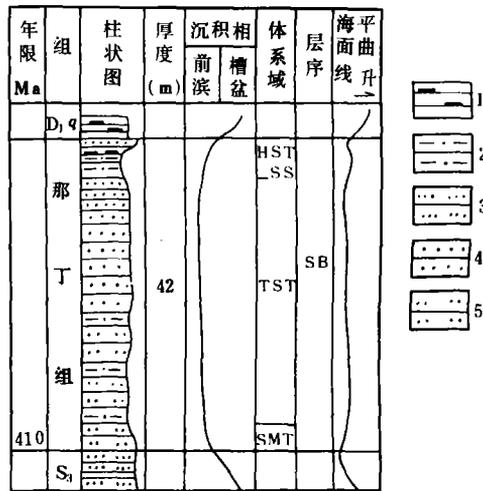


图1 广西钦州那丁剖面下泥盆统底部层序地层柱状图(据白顺良等, 1994)

1. 黑色泥页岩; 2. 粉砂质泥岩; 3. 粉细砂岩; 4. 细砂岩; 5. 中粒砂岩  
 Fig. 1 Column of sequence stratigraphy of the Lower Devonian basal strata in the Nading section, Qinzhou, Guangxi (after Bai Shunliang et al., 1994)  
 1=black mudstone and shale; 2=silty mudstone;  
 3=silty to fine-grained sandstone;  
 4=fine-grained sandstone; 5=medium-grained sandstone

## 2 讨论

### 2.1 系间界线的讨论

#### 1. 泥盆系(D)/志留系(S)界线:

图1所示为华南地区唯一的海相泥盆系与志留系连续沉积的剖面。该剖面的生物地层与年代地层界线置于钦州组底部的黑色页岩层中*Monograptus cf. uniformis*的首次出现处。从岩石地层及层序地层资料分析,该化石点之下的石英砂岩、砂页岩、页岩层段的岩石组合分析,该层段为一个完整的Ⅲ级层序。该层序的底部,为一层具不对称波痕的中厚层石英砂岩,应属志留纪末海平面下降未达沉积滨线坡折带,接着泥盆纪初海平面再次上升,该层段为滨岸带沉积物,故可划为SMT。所以,D/S系间界面置于SMT石英砂岩的底面更符合自然规律。

#### 2. 石炭系(C)/泥盆系(D)界线:

国际地层委员会(ICS)已批准C/D界线的定义为牙形石*Siphonodella sulcata*的首次出现为石炭纪的开始,并确认广西桂林市郊南边村剖面为辅助界线层型(参考)剖面。

实际资料表明,*S. sulcata*与*S. praesulcata*在同一条剖面上产出的点很少,故在实际工作中仍沿用岩石地层界线,所以该界线多处是穿时的界线。如宜山峡口剖面<sup>[3]</sup>,生物界线位于融县组浅灰白色灰岩顶部,南丹县巴平与巴定剖面的C/D界线均位于五指山组瘤状灰岩顶部<sup>[4]</sup>,而南宁蒲庙剖面则位于下石炭统鹿寨组硅质岩底部。

从牙形石资料齐全的宜山拉利剖面分析,该剖面的弗拉斯阶与法门阶地层的沉积环境均为较深水的下斜坡相。虽为较深水的沉积环境,但可根据沉积微相特征与地层结构转换面相结合,辨别层序地层的体系域、划分层序。

宜山拉利剖面法门阶的地层称五指山组,该组上部产牙形石*S. praesulcata*带的地层构成一个完整的Ⅲ级层序和顶部的TST。该层序的TST为深灰色中厚层泥质条带灰岩。SS层为黑灰色薄层泥质灰岩,单层厚10cm左右。HST为深灰色中厚层灰岩,单层厚20cm~40cm。该Ⅲ级层序,野外宏观的地层结构特征非常清楚易辨认。该层序的上覆地层为五指山组顶部的灰褐色瘤状灰岩产牙形石*S. sulcata*(王成源,1983),应属石炭系第一个层序的TST。上覆地层为石炭系下部的鹿寨组,岩性为黑色页岩夹硅质灰岩及薄层泥灰岩,系石炭系第一个层序的SS层及HST。南丹巴平、巴定剖面的特征似拉利剖面,C/D的生物界线均在五指山组顶部的小瘤状灰岩层内(图2)。

此外,法门阶的层序地层,在台地区均表现为3.5个层序,如处于局限台地相的贵州独山、桂林塘家湾及处于开阔台地相的阳朔报安剖面。但在下斜坡相的拉利剖面却可识别出4.5个Ⅲ级层序。在较深水的台棚相(海水变浅的台间海槽相)也只有3.5个层序,如广西南丹大厂羊角山剖面。分析产生差异的原因为法门期处于全球海平面下降时期,到该期中时相当于牙形石带*Palmatolepis marginifera*带至*Pa. gracilis expansa*带的时限内,海平面下降幅度缓慢、频率低,故导致台地区、深水海槽区层序地层特征不明显。

### 2.2 统间界线的讨论

#### 1. 中、下泥盆统界线:

$D_2/D_1$ 的年代地层界线,ICS已批准SDS(国际地层委员会泥盆纪分会)的研究成果,将该界线确定为牙形石*Polygnonius partitus*的首次出现为中泥盆世的开始。

广西境内发现该化石的剖面有德保都安、崇左左州、那坡坡荷三叉河、上林西燕及邕宁

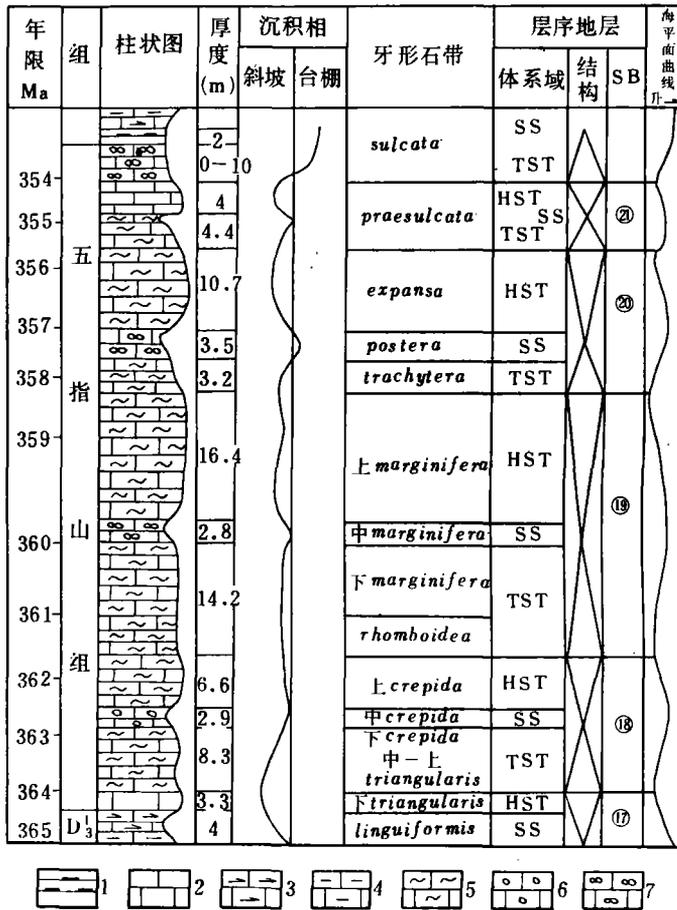


图2 广西宜山拉利剖面法门阶(五指山组)层序地层柱状图(Ma,据Young G. C. 1995 年资料)

1. 黑色页岩;2. 中厚层灰岩;3. 硅质灰岩;4. 泥质灰岩;5. 泥质条带灰岩;6. 中瘤状灰岩;7. 小瘤状灰岩

Fig. 2 Column of sequence stratigraphy of the Famennian(Wuzhishan Formation) strata in the Lali section, Yishan, Guangxi(Ma data from G. C. Young, 1995)

1=black shale;2=moderately thick-bedded limestone;3=siliceous limestone;4=muddy limestone; 5=muddy banded limestone;6=middle-sized nodular limestone;7=small-sized nodular limestone

长塘,与它相邻的横县六景剖面尚未发现该化石。现以地层出露好、生物系列全、层序地层特征明显的六景剖面为代表讨论D<sub>2</sub>/D<sub>1</sub> 界线附近的层序地层特征与生物地层间的关系。D<sub>2</sub>/D<sub>1</sub> 界线在六景剖面位于那叫组中部,该层位岩性为棘屑白云岩(次生)、中晶白云岩,且有大量溶蚀空洞。在空洞白云岩之下产牙形石*Polygnathus patulus* 为埃姆斯阶上部的带化石。层序地层特征,在那叫组下部可识别出2个■级层序,上述空洞白云岩为埃姆斯期最后层序的HST。上覆地层为灰色中厚层白云岩夹薄层中细晶生屑白云岩,产牙形石*P. costata costata*。在六景西南20km的长塘剖面上相同层位中既产*P. c. costata* 也产*P. c. partitus*。从层序地层资料分析,D<sub>2</sub>/D<sub>1</sub> 的分界应置于埃姆斯期最后一个层序的HST 顶面更利于野外识别(图3)。该界面在区域上分布广,且易识别。如广西北流剖面、象州大乐剖面、灌阳剖面等地D<sub>2</sub>/D<sub>1</sub> 分界均位于华南泥盆系第9层序(SB<sub>9</sub>)的HST 顶面(图4)。

2. 上、中泥盆统界线

六景剖面的中泥盆统上部称民塘组,上泥盆统下部弗拉斯阶的层位大致相当于谷闭组。

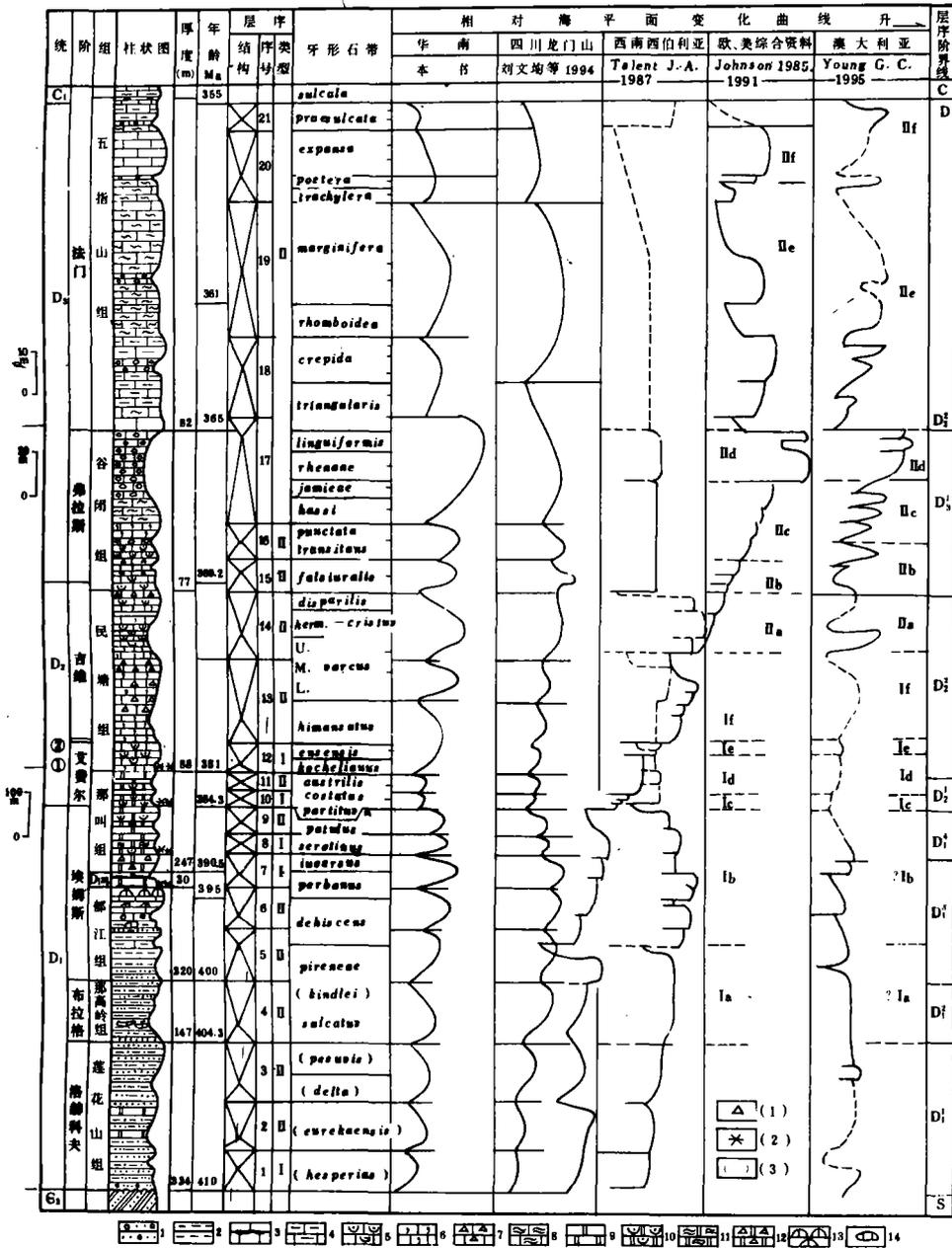


图3 华南泥盆纪层序地层的系、统、阶界线与年代地层界线对比图

(1)六象剖面未发现的牙形石,(2)暴露面,(3)华南未发现的牙形石带;①ICS第一次建议的D<sub>2</sub>/D<sub>3</sub>界线;  
 ②ICS确定的D<sub>1</sub>/D<sub>2</sub>界线;1.含砾砂岩;2.泥岩;3.燧石条带灰岩;4.泥质灰岩;5.生屑灰岩;6.砂质灰岩;  
 7.砾质灰岩;8.纹层灰岩;9.白云岩;10.生屑白云岩;11.纹层白云岩;12.砾质白云岩;13.藻泥丘;14.灰岩结核

Fig. 3 Correlation of the system, series and stage boundaries and chronostratigraphic boundaries of the Devonian strata in South China

(1)=conodonts unknown in the Liujing section; (2)=exposure surface; (3)=conodont zone unknown in South China; ①=early and middle Middle Devonian boundary proposed firstly by ICS;

②=early and middle Middle Devonian boundary defined by ICS

1=gravel-bearing sandstone; 2=mudstone; 3=limestone with flint bands; 4=muddy limestone; 5=bioclastic limestone; 6=calcarenite; 7=calcirudite; 8=laminated limestone; 9=dolostone;

10=bioclastic dolostone; 11=laminated dolostone; 12=dolorudite; 13=algal mound; 14=limestone nodule

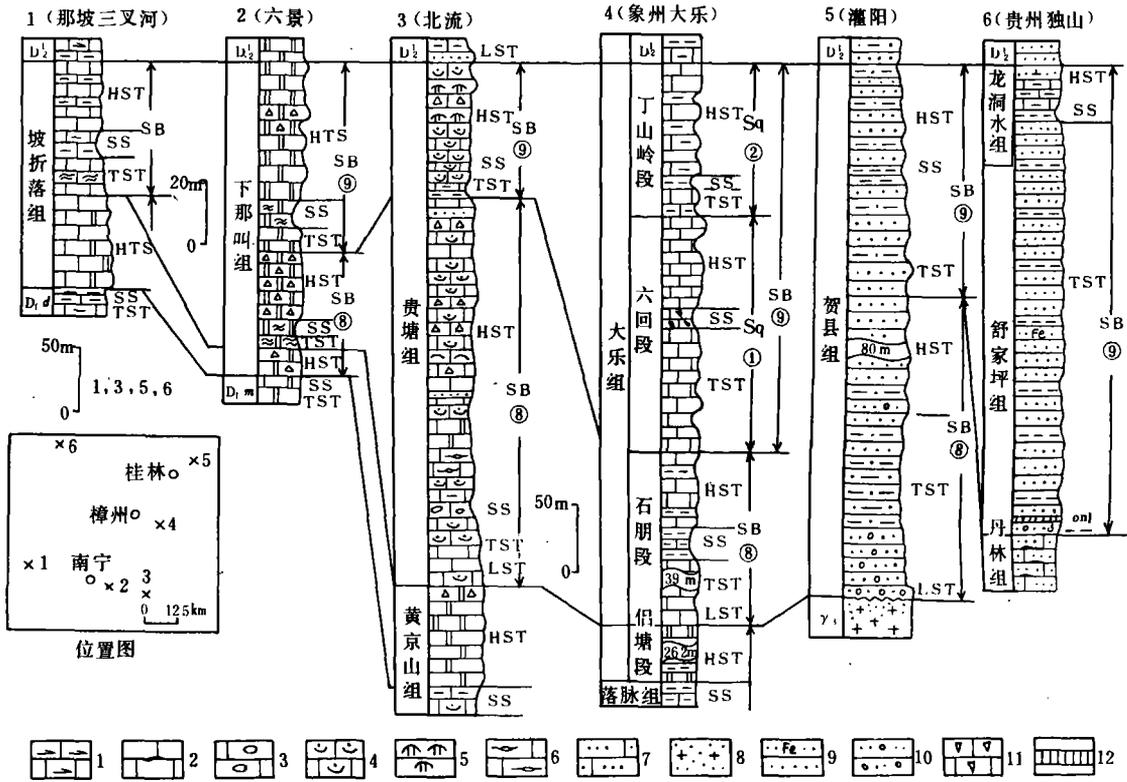


图4 华南泥盆纪晚埃姆斯期层序地层柱状对比图

- 1. 硅质灰岩; 2. 燧石条带灰岩; 3. 疙瘩状灰岩; 4. 生物碎屑灰岩; 5. 礁灰岩; 6. 鸟眼灰岩; 7. 砂质灰岩;
- 8. 花岗岩风化壳; 9. 含铁砂岩; 10. 岩屑砂岩; 11. 竹节石灰岩; 12. 赤铁矿层。

Fig. 4 Columnar correlation of sequence stratigraphy of South China during the late Emsian (Early Devonian)

- 1=siliceous limestone; 2=limestone with flint bands; 3=nodular limestone; 4=bioclastic limestone;
- 5=reefal limestone; 6=bird-eye limestone; 7=sandy limestone; 8=granite residue;
- 9=ferriferous sandstone; 10=lithic sandstone; 11=tentaculitid limestone; 12=hematite bed

SDS 建议, 经 ICS 批准, 已将上泥盆统的底界定义为牙形石 *Ancyrodella r. rotundiloba* 的首次出现为  $D_3$  的开始。W. Ziegler 与 C. A. Sandberg (1990) 详细研究后厘定为牙形石 *Mesotaxis falsiovalis* 的上(晚)亚带底界为上泥盆统的开始。

六景剖面的吉维阶可识别出3个层序。牙形石 *M. falsiovalis* 出现在民塘组之上, 谷闭组底部的 TST 中。民塘组的第3个层序中产牙形石 *Klapperin disparilis* 及珊瑚 *Kwangisistreae*、*Truncicarinulum*, 腕足类 *Stringocephalus sp.*。从层序地层特点分析,  $D_3/D_2$  的分界置于产大量珊瑚 *Kwangisistreae* 的浅灰色中厚层生物灰岩顶部, 也即吉维阶第3个层序 HST 的顶部更利野外识别。该界线在区域上追踪、对比具区域可比性, 所以该界线并非某一剖面上的局部特征, 而是具有时空均可比的界线(图5)。

### 2.3 阶间界线的讨论

#### 1. 洛赫科夫阶与布拉格阶间的界线:

华南大部分地区相当于洛赫科夫阶的层位以广西莲花山组为代表, 与下伏前泥盆系呈角度不整合, 下部地层有缺失。广西的莲花山组与云南曲靖剖面对比, 以豆石介为准, 六景剖面大致缺失曲靖剖面的下西山组(王尚启通信, 1995)。莲花山组与上覆那高岭组的分界, 为一条岩性界面。

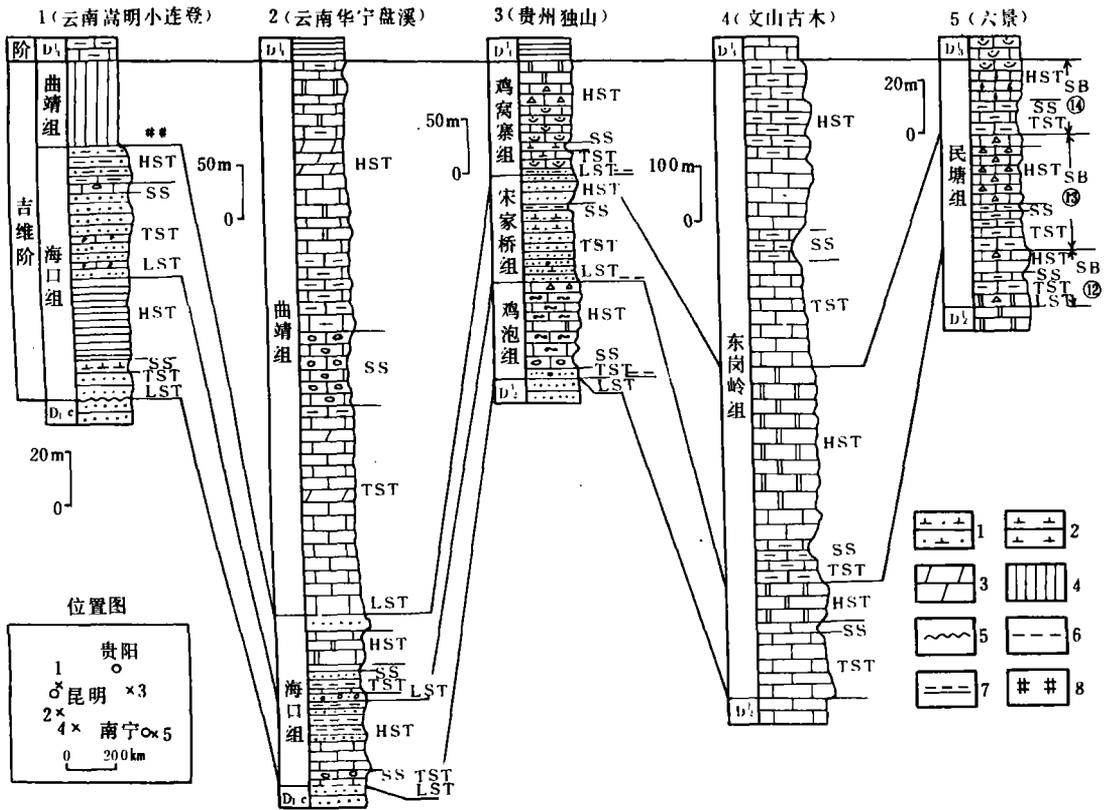


图5 华南泥盆纪中泥盆世吉维期滇黔桂地区层序地层柱状对比图

1. 钙质砂岩; 2. 钙质泥岩; 3. 泥灰岩; 4. 地层缺失无沉积; 5. 不整合面; 6. 平行不整合面; 7. 暴露面; 8. 风化壳

Fig. 5 Columnar correlation of sequence stratigraphy of the Yunnan-Guizhou-Guangxi region in South China during the Givetian (Middle Devonian)

1=calcareous sandstone; 2=calcareous mudstone; 3=marl; 4=stratigraphic break;

5=unconformity interface; 6=parallel unconformity; 7=exposure surface; 8=weathering crust

莲花山组内迄今为止, 尚未获得可以准确对比的化石资料, 其界线一般以上覆那高岭组相当于布拉格阶向下推断。那高岭组中部产牙形石 *Eognathus sulcatus*, 经笔者反复研究后肯定为 *sulcatus* 带内的 *E. s. juliae* 亚带<sup>[5]</sup>。该化石带之下尚有 23m 厚的灰绿色泥岩、泥质粉砂岩及薄层细砂岩, 其中含大量泥灰岩结核并产腕足类 *Orientospirifer nakaolingensis* 及鱼类, 底部产孢粉 *Leiotriletes-Punctatisporietes* 组合带(高联达, 1978)。因此, 推测相当于 *E. s. sulcatus* 亚带的层位。以此推断, 莲花山组的时代应属洛赫科夫阶的大部分。该组内可识别出 3 个层序。上覆的那高岭组只有一个层序, 与四川龙门山<sup>[6]</sup>及澳洲、美洲、欧洲同时期地层的层序特点一致。因此, 将莲花山组第三个层序 HST 的顶面作为布拉格阶的底界。由此可见, 莲花山组与那高岭组的界线不仅是岩石地层单位不同, 而且沉积相特征、生物群落均发生了较大变化。在区域上对比, 虽然莲花山组仅分布于广西中南部的小范围内, 但与那高岭组的分界, 在层序地层特征方面, 均位于莲花山组顶部层序的 HST 顶面。此层序面与岩石地层组界、年代地层界线三者合一(图 3)。

### 2. 布拉格阶与埃姆斯阶的界线:

ICS 已批准 SDS 的决定, 将该界线置于牙形石 *Polygnathus dehiscens* 的首次出现为埃姆斯阶的开始。但是, 国内迄今为止, 尚未找到一处牙形石从 *E. s. sulcatus* 带—*P. pirenae*—

*P. dehiscens* 带的完整系统剖面。目前已知产上列化石的仅广西六景剖面一处;而且在 *E. s. sulcatus* 带之上未采获 *E. s. kindlei* 亚带的化石, *Pireneae* 仅见于郁江组石洲段下部,所以还难以准确划分布拉格阶的顶界。另一方面,从层序地层研究结果分析,布拉格阶仅有一个层序。埃姆斯阶在六景剖面可识别出 5 个 III 级层序,将埃姆斯阶的底界放在布拉格阶 HST 的顶面为较好的方案。如以现有的牙形石资料为准,则会产生多种方案。一种意见将该界线置于郁江组石洲段中部 *P. dehiscens* 的出现为起点。另一种方案将分界线置于那高岭中部泥质灰岩结核层的顶部(王成源,1983,白顺良等,1994<sup>[1]</sup>)。上述两个方案的差距较大,前者位于郁江组中部,后者位于那高岭组中上部。笔者认为,当生物地层资料尚不够充分时,应将层序地层结果与岩石地层、生物地层综合分析后推断近似的年代地层界线,故本文将六景剖面布拉格阶的顶界置于那高岭组上部 HST 的顶面,也即那高岭组与郁江组下部的霞义岭段分界处(图3)。该界线在区域上展布稳定,从柳州—南丹一线以南均明显可辨,那高岭组上部为由泥页岩、粉细砂岩组成的进积型副层序组构成 HST;界线之上为细粒石英砂岩、泥岩组成的退积型副层序,而且出现个体较大的 *Acyospirifer* 类。在四川龙门山甘溪剖面上布拉格阶与埃姆斯阶的分界也位于白柳坪组上部 HST 的顶面。

### 3. 上、下埃姆斯阶的界线:

该界线的生物地层界线,确定为牙形石 *Polygnathus inversus* 的首次出现为上埃姆斯阶的开始。此条界线在广西柳州以南的多处剖面均有分布。在六景剖面 *P. inversus* 产于那叫组白云岩(次生)下部。那叫组底部为砾屑白云岩(原岩为含生物砾块、岩石角砾的灰岩)。顶部为一层具溶蚀空洞的白云岩,系海平面下降后产生的暴露面。此层暴露面分布广、从桂西的西大明山北、西侧经六景、黎塘至柳州以东的武宣二塘均有产出,为埃姆斯阶第三个层序 HST 的顶面。*P. inversus* 则产于砾屑白云岩之上的薄层微晶白云岩中,也即 *P. inversus* 位于具空洞的砾屑中晶厚层白云岩之上,再次证明生物地层界线滞后于层序地层界线,也即下埃姆斯阶的顶界应置于具空洞的砾屑白云岩顶也是 HST 的顶面(图4)。

### 4. 艾费尔阶与吉维阶的界线

SDS 曾建议将  $D_2^2/D_2^1$  的界线定义为牙形石 *Polygnathus xylus ensensis* 的首次出现为吉维阶的开始。现已确定为牙形石 *P. hemiansatus* 的出现为吉维阶的起点<sup>[7]</sup>,比第一方案上升了一个 *P. x. ensensis* 带。

六景剖面从艾费尔阶起,已发现 *P. c. costata* 带、*Tortodus k. kockelianus* 带、*P. x. ensensis* 带及 *P. hemiansatus* 带(白顺良等,1994)<sup>[1]</sup>,尚未发现 *T. k. australus*。据此,白顺良等(1994)<sup>[1]</sup>将六景剖面艾费尔阶的顶界,以国际上确定的标准上移至民塘组下部 *P. hemiansatus* 的首次出现处。

层序地层研究结果表明,吉维阶可识别出 3 个层序。在大景剖面  $D_2^2/D_2^1$  的层序界面,位于民塘组底部灰色薄层生屑灰岩层底部的紫红色含铁钙质泥岩(厚 2cm~20cm)层。此含铁泥岩层经研究,为艾费尔阶末,海平面下降后暴露形成的铁质壳。该层中的  $\delta c^{13}$ 、Sr、La、Ni、 $Al_2O_3$  等的地球化学特征也表明当时处于海平面下降时期(白顺良等,1994)<sup>[1]</sup>。

从生物地层资料分析,*P. x. ensensis* 产于此层含铁钙质泥岩之上,本文认为以 *P. x. ensensis* 的首次出现定为  $D_2^2/D_2^1$  的分界更符合自然规律,也表现了生物界面滞后于层序地层界面。

此外,这一具暴露特征的  $D_2^2/D_2^1$  界面,在华南具普遍性,分别见于滇东、黔南、广西六景、贺县等地。如华宁盘溪剖面的海口组( $D_2^2$ )超覆在下泥盆统坡松冲组之上。贵州独山剖面的

屯上组上部有一平行不整合面。广西象州大乐剖面的应堂组顶部为一层1m厚的粉砂岩将上覆东岗岭组灰岩层与下伏应堂组泥岩、灰岩组合分割开。桂北及湖南中南部,相当于艾费尔阶的层位称信都组或跳马洞组,它们的顶部普遍为一层2m左右的细粒石英砂岩并具硅结壳(图5)。四川龙门山剖面的 $D_2^3/D_1^3$ 分界处也为一层厚度变化较大的细砂岩(刘文均、陈源仁等,1996)<sup>[6]</sup>。据此,笔者认为 $D_2^3/D_1^3$ 的分界以SDS早期建议的方案以*P. x. ensensis*的首次出现为 $D_2^3$ 的开始更符合客观规律,第二方案的可行性尚值得讨论。

#### 5. 弗拉斯阶与法门阶的界线:

SDS曾建议将 $D_2^3/D_1^3$ 的界线置于牙形石*Pa. crepidea*带的首次出现为 $D_2^3$ 的开始。之后,随着F-F(KW)事件的深入研究,现已确定将 $D_2^3/D_1^3$ 的分界置于牙形石*Pa. triangularis*带的开始为 $D_2^3$ 的起点。从华南泥盆系的研究资料分析,F-F事件层并不是到处可见,如六景剖面、德保都安剖面虽经中、外学者多次研究,迄今尚未找到F-F事件层(黑色泥岩层)。在六景剖面,弗拉斯阶可识别出2.5个层序,顶部的层位为TST与SS层,HST已属于 $D_2^3$ 的*Pa. triangularis*带。

在大区域内,不是到处均可采得牙形石带化石,如贵州独山剖面、桂林塘家湾与报安剖面,前人曾多次采样、分析均一无所获。从层序地层特征分析,贵州独山剖面相当于弗拉斯阶的层位称望城坡组,也可识别出2.5个层序。上部层序的TST与SS层由望城坡组上部的卢家寨段构成,HST由相当于法门阶下部的尧梭组下部的四方坡段白云岩组成,而且HST顶面具古风化壳的渣状层。此外,在开阔台地相的桂林市郊阳朔县的报安剖面以及象州大乐马鞍山剖面均具跨阶的层序。大乐马鞍山剖面的F-F事件层不明显,TST位于融县组下部,为浅灰白色厚层、中厚层生屑、砂屑灰岩。SS层为灰色薄—中厚层微晶灰岩,产牙形石*Pa. rhenana*(白顺良等,1994)。HST为浅灰白色厚层砂屑灰岩,产牙形石*Pa. triangularis*。在台间海槽相的广西南丹大厂剖面上也为跨阶的层序。TST由榴江组上部的黄褐色硅质岩、硅质页岩组成。SS层为榴江组顶部的黑色泥岩、黑色含锰硅质岩组成,此处可见F-F事件层,SS层位于事件层中,HST为法门阶的五指山组底部的灰色中厚层灰岩,产牙形石*Pa. cf. regularis*等。由此可见 $D_2^3/D_1^3$ 的分界线可与F-F事件层综合分析,为了与ICS确定的 $D_2^3/D_1^3$ 界线一致,所以将 $D_2^3/D_1^3$ 的层序地层阶间界线置于弗拉斯—法门阶间的F-F事件层,该层位一般相当于弗拉斯期末的SS层(图6)。

### 3 结语

本文以层序地层研究成果为准,讨论了华南泥盆系与志留系、石炭系以及泥盆系内各统间界线,各阶间界线的层序地层特征;并讨论了以层序地层界面为准建立的系、统、阶间的界线系统与岩石地层、生物地层、年代地层界线系统间的关系。

D/S界线置于钦州组(那丁组)底部SMT的底面。C/D界线置于法门阶上部层序的HST顶面。

泥盆系内各统间的界线, $D_2/D_1$ 界线置于埃姆斯阶上部最后一个层序HST的顶面。 $D_3/D_2$ 界线置于吉维阶上部层序HST的顶面,该界线略早于生物地层界线。

阶一级的界面,大多数阶间界线均置于每个阶内最后一个层序HST的顶面;但是, $D_2^3/D_1^3$ 界线为了与ICS已确认的F-F(KW)事件层界线一致,故该界线置于弗拉斯期末的SS层顶;在区域上,该界线与生物地层界线、岩石地层界线一致的点也占较大比例。从生物地层与

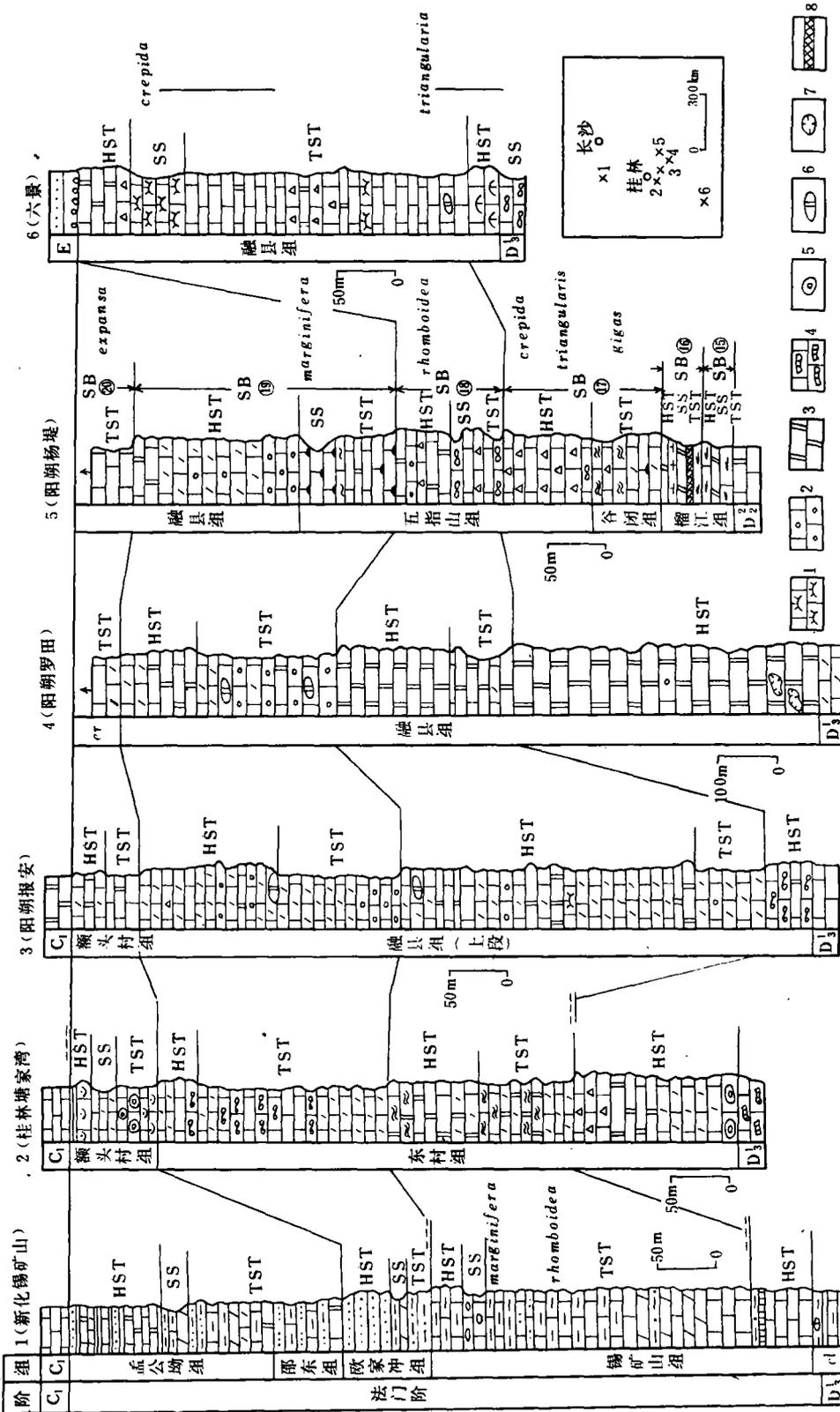


图6 华南湘中一桂林一六景法门期层序柱状对比图

1. 藻灰岩; 2. 鲕灰岩; 3. 硅质岩; 4. 枝状层孔虫灰岩; 5. 核形石; 6. 白云岩透镜体; 7. 空洞; 8. 锰矿层 (其他图例见图3、4、5)

Fig. 6 Columnar correlation of sequence stratigraphy of the central Hunan-Guilin-Liujing zone during the Famennian (Late Devonian)

1 = algal limestone; 2 = ooidal limestone; 3 = siliceous rock; 4 = branching Stromatopora limestone; 5 = oncolite; 6 = dolomite lens; 7 = pore space; 8 = manganese ore bed (See Figs. 3, 4 and 5 for explanation of other symbols)

层序地层研究表明,总的特征表现为生物地层中新物种的出现,一般位于上覆层序的TST底部。而以层序地层识别的界线,一般早于新物种出现的界面,一般位于每个系、统、阶末的层序内顶部HST的顶面,也就是说,各个系、统、阶的演变,在层序地层特征方面的表现,早于生物地层以新物种为准确立的界面。前者在野外易于识别,便于野外作业,后者必须经过详细的室内研究才能确定,实际上为一条理论界线。因此,以层序地层结果建立的系、统、阶界线系统,与岩石地层、生物地层、年代地层诸系统并用,可取长补短,发挥各自的特色,可把地层学的研究推向新的高度。

本文为笔者工作中的一些认识,不妥处请同行们指正。

本文在工作过程中蒙刘文均、陈源仁、李祥辉提供宝贵的新资料。野外工作中李德清、李家骧、张鹏翔等予以大力协助,表示衷心的感谢。

### 参 考 文 献

- 1 Bai, S. L., Bai, Z. Q., Ma, X. P., et al. Devonian events and biostratigraphy of South China. Peking University Press 1994, 1-155
- 2 Qiang Ji & Willi Ziegler. The Lali section, an excellent reference section for Upper Devonian in South China. Courier Forsch. Inst. Senckenberg 157. Frankfurt, 1993, 1-94
- 3 王成源、殷保安. 广西宜山浅水相区的一个泥盆系—石炭系界线层型剖面. 微体古生物学报, 1985, 2卷1期
- 4 王成源、殷保安. 华南浮游相区早石炭世早期牙形刺分带和泥盆系、石炭系的分界. 古生物学报, 1984, 23卷2期
- 5 吴治、龚一鸣等. 华南泥盆系层序地层与岩石地层、年代地层界线间相关性讨论. 地球科学, 1994, 19卷5期 P. 575~585
- 6 刘文均、陈源仁、郑荣才等. 层序地层. 成都科技大学出版社, 1996, p. 1~36
- 7 Walliser, O. H., Bultynch, P., Weddigl, K., Becker, R. T. and House, M. R. Definition of the Eifelian-Givetian Stage boundary. Episodes, 1995, 107-115

## THE ESTABLISHMENT OF THE SYSTEM, SERIES AND STAGE BOUNDARIES AND CORRELATION OF BIOSTRATIGRAPHIC AND CHRONOSTRATIGRAPHIC BOUNDARIES IN THE DEVONIAN STRATA IN SOUTH CHINA

Wu Yi

*Guangxi Institute of Geological Sciences*

### ABSTRACT

In this paper regional analysis and correlation have been conducted on the sequence stratigraphy of the Devonian strata in South China according to the theory of sequence stratigraphy created by P. R. Vail et al. from Exxon Corporation. The results of research have shown that more than twenty third-order sequences may be recognized from the Lochkovian to Famennian. The boundaries of various stratigraphic units such as system, series and stage of Devonian lithostratigraphy, biostratigraphy and chronostratigraphy of South China have been well defined, and by comparison the boundaries of (下转28页)

## SEDIMENTARY CHARACTERISTICS OF THE WUXUE FORMATION IN THE SUSONG-FANCHANG REGION, ANHUI

Luo Xinmin   Xu Guirong   Chen Linzhou   Huang Siji  
*China University of Geosciences, Wuhan*

### ABSTRACT

The Wuxue Formation, a lenticular stratigraphic body distributed along the Yangtze River between Susong and Fanchang in Anhui and in the Pengze district, Jiangxi, consists of algal limestone, fusulinid limestone, sponge limestone, echinoderm limestone, oncolite dolostone and dolostone. According to the ratios of clast to matrix in four sections, three sequences called basic units are easily recognized. These sequences are dominated by the normal fining-upward sequences from the base upwards. The inversely graded fine-coarse-fine sequence almost composed of the echinoderm limestone, algal limestone and sponge limestone cemented by sparite, however, is also found, which indicates a rapidly depositional process and a barrier environment. The sponge bindstone exhibiting mega- and coarse-crystallized grain textures observed at the base and on the top of these units represents the products in the extremely shallow-water environments where the rates of organic upbuilding were temporarily greater than those of sea-level rise. This kind of depositional units is usually called organic buildups. It is inferred from tectonic settings and sedimentary characteristics that this kind of isolated geological bodies may come into existence in Guangji, Daye, Jingshan, Nanzhang and other places in Hubei.

**Key words:** basic unit, organic upbuilding, organic buildups, Wuxue Formation

---

(上接39页)

biostratigraphy tend to be later in ages than their corresponding boundaries of sequence stratigraphy.

In the light of the criteria for the recognition of sequence stratigraphy, the author attempts to establish a new auxiliary stratigraphic system with its defined boundaries of system, series and stage which are comparable with those of the biostratigraphy and chronostratigraphy. The results have revealed that a boundary system of sequence stratigraphy should be established to make things easy for stratigraphic correlation in the field whenever the degrees of research on lithostratigraphy, biostratigraphy and chronostratigraphy permit, and that all the boundaries of the system, series and stage of the Devonian strata in South China are located at the top surface of the highstand systems tract of relevant stratigraphic units in the sequences except the boundary between the Frasnian and Famennian which is located in the starved section.

**Key words:** South China, Devonian, system, series and stage boundaries of sequence stratigraphy