

# 南秦岭镇安盆地泥盆纪 沉积体系与古地理演化\*

屈红军<sup>1</sup> 梅志超<sup>1</sup> 崔智林<sup>1</sup> 孟庆任<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 西北大学地质学系, 西安 710069

<sup>2</sup> 中国科学院地质与地球物理研究所, 北京 100029

**摘要** 通过对南秦岭镇安盆地泥盆系露头剖面的详细研究, 将该区泥盆系划分为海岸、陆棚、斜坡—盆地及碳酸盐岩台地四种沉积体系, 沉积体系及岩相组合具有南北向分异、东西向展布的特点。从地层由南向北超覆, 相类型由北部的近源相至南部的远源相, 以及碎屑搬运方向总体从北向南的变化趋势, 更加确定了以前认为北部存在一个消失的古陆的认识。根据沉积体系及岩相组合的演化, 把研究区的沉积盆地演化归纳为初始拗陷、拗陷和强裂断陷三个发展阶段, 在不同的发展阶段具不同的环境格局, 由北向南表现为: D<sub>2</sub> 吉微特期古陆—海岸—陆棚; D<sub>2</sub> 希拉斯期古陆—碳酸盐岩台地—陆棚; D<sub>3</sub> 法门期块断隆起—海岸—陆棚—斜坡—盆地—台地。

**关键词** 泥盆系 沉积体系 岩相组合 浊积扇 古地理

**第一作者简介** 屈红军, 男, 1967年生, 1988年毕业于西北大学地质系, 现为西北大学地质系讲师, 在职博士生, 主要从事沉积学与层序地层学研究。

**中图分类号** P531 **P512.2** **文献标识码** A

## 1 地质背景

秦岭造山带是横亘于华北和扬子板块之间的巨型造山带, 在中国大陆地壳的形成演化中占有十分重要的位置。泥盆纪作为连接加里东和海西—印支构造阶段的重要时期, 在秦岭造山带的形成演化中引人注目, 并一直作为秦岭造山带的重点层段受到地质学家的特别关注。

秦岭造山带北以洛南—栾川断裂与华北板块相邻, 南以勉略—巴山断裂带(缝合带)与扬子板块分界, 中间则以商丹断裂带(缝合带)将其分为南秦岭与北秦岭。分隔南、北秦岭的古洋盆开始出现于新元古代后期<sup>[1]</sup>, 中奥陶世南秦岭开始向北俯冲, 同时由于加里东运动及全球海平面下降的影响, 南秦岭大部曾与扬子板块西北部一起隆升为陆, 造成晚古生代与早古生代之间的区域性不整合。泥盆纪, 在南秦岭继续向北俯冲的同时, 又沿南缘的勉略—巴山断裂带发生扩张, 并演化为有限洋盆<sup>[1]</sup>, 其内部也因拉张作用而形成裂陷与隆起相间的古地理格局。结果造成泥盆系在各地的发育程度与沉积特征具重大差异。镇安泥盆纪盆地就是位于南秦岭北

\* 国家自然科学基金项目(49290100)成果

收稿日期: 2001-09-10 改回日期: 2001-10-25

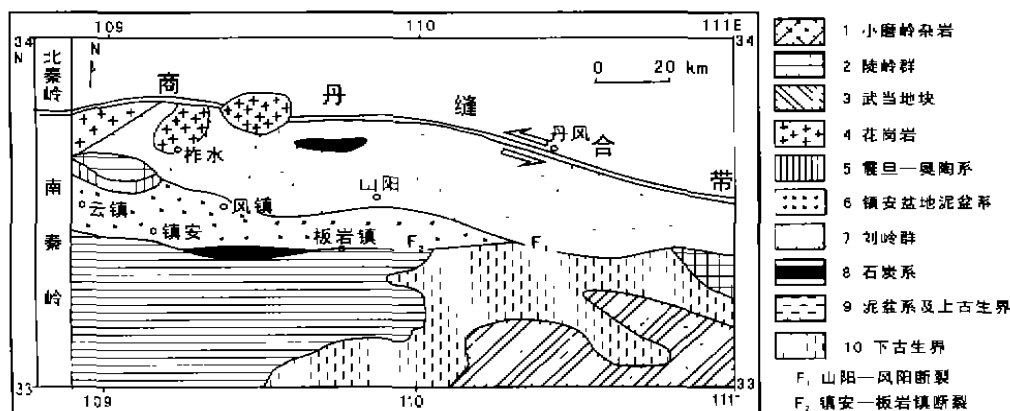


图 1 南秦岭北部地质略图

Fig. 1 Simplified geological map in the north of south Qinling

部的一个断拗盆地,北以山阳—凤镇断裂( $F_1$ )为界,南以镇安—板岩镇断裂( $F_2$ )为界(图 1),两个断裂向东逐渐合并在一起。

区域地层资料显示,泥盆系呈平行不整合覆于寒武系—奥陶系白云岩之上,并且只发育中上统,缺失下泥盆统,向上与石炭系呈连续过渡。研究区以中部近东西向的三官庙—九里坪断裂为界,具不同的岩石组合及岩相组合,据此将研究区划分为北带泥盆系、南带泥盆系。两带呈东西向狭长分布,具不同的岩石地层单位(表 1)。

表 1 镇安盆地泥盆系

Table 1 Devonian in Zhen'an Basin

系	统	阶	岩石地层		地层厚度/m
			北带	南带	
泥 盆 系	上统	法门阶	九里坪组	九里坪组	1 000—3 000
		费拉斯阶	二台子组	星红铺组	400±
	中统	吉徽特阶	龙洞沟组	古道岭组	40—200

## 2 沉积体系

由于人们对相的理解不同,至今还没有一个统一的分类方案。本文按照 Miall(1984)的相划分等级<sup>[2]</sup>进行相的研究。通过对研究区数条泥盆系剖面岩相及岩相组合的分析,将研究区泥盆系归纳为四种沉积体系,划分出 10 种岩相组合。

### 2.1 海岸沉积体系

见于研究区中泥盆统龙洞沟组和古道岭组,包括河口湾、潮坪、扇三角洲三个相组合。在海岸沉积体系的垂向序列中,最底部是河口湾相组合,向上相变为潮坪相组合及陆棚沉积体系;平面上从北至南河口湾相组合相变为潮坪相组合及陆棚体系;而扇三角洲组合主要见于龙洞沟组的顶部,是中泥盆世晚期陆源碎屑的突然加入造成的。

### 河口湾相组合

主要见于龙洞沟组及古道岭组的底部沉积中,该相组合由三种岩相组成:A.板状、槽状交错层理及平行层理砂砾岩相;B.双向交错层理钙质砂岩—砂质灰岩互层岩相;C.潮汐层理细碎屑岩相。

### 潮坪相组合

见于龙洞沟组及古道岭组的下部沉积中,包括三种岩相:A.块状生物碎屑砂屑灰岩及双向交错层理砂屑灰岩、钙质砂岩岩相;B.潮汐层理砂、泥岩薄互层岩相;C.薄层泥晶灰岩、白云岩岩相。发育水平层理、包卷层理,见鸟眼、窗孔、缝合线构造。

### 扇三角洲相组合

主要见于龙洞沟组的顶部,主要岩性为灰绿色块状复成分杂砾岩、含砾砂岩、砂岩。砾岩分选极差,粗粒者可达25 cm,细者毫米级,呈棱角状—次棱角状。砾岩呈杂基支撑的基底式胶结,砾石成分主要为变粒岩、花岗岩、凝灰岩、白云岩等。区域上该套砾岩粒度变化较大,石翁子剖面该层底部为一巨大冲刷面,下部以粗粒为主,厚10 m左右,粒径一般在5—20 cm之间,呈巨厚的块状层,砾石呈叠瓦排列;向南8 km到古道岭一带,该层岩相主要为灰绿色细砾岩、含砾砂岩,属于砾岩级的不足3 m,粒径一般在0.8—2 cm之间,分选较好,呈次棱角状至次园状,砾岩与下伏肉红色鲕粒灰岩之间有小规模的冲刷痕,反映杂砾岩向盆地方向逐渐尖灭。平面上该套砾岩断续出露,具冲积扇分布特征;垂向上该套砾岩上、下层都为海相岩层,说明该套砾岩具扇三角洲相组合特点。

## 2.2 陆棚沉积体系

见于中泥盆统龙洞沟组、古道岭组的上部沉积及上泥盆统二台子组板岩、星红铺组中。包括二种岩相:A.薄层泥岩、泥质粉砂岩、粉砂质泥岩、泥灰岩互层岩相。发育水平层理、小型沙纹交错层理、水平虫迹;B.厚层状介壳灰岩、生物碎屑灰岩岩相。以不稳定状态产出,常形成块状层,并侵蚀下伏岩层,其生物碎屑介壳杂乱排列,并发育核形石层,具风暴作用特征。

风暴平定期形成的薄层泥岩、泥灰岩中发育水平状虫迹,化石以腕足类、珊瑚类、牙形刺为主,反映一种远离滨岸的陆棚沉积体系。

## 3 斜坡—盆地沉积体系

该沉积体系是研究区泥盆系分布最广、厚度最大的沉积体系,对应于九里坪组沉积。可划分为斜坡相组合、浊积扇相组合、盆地平原相组合三种类型(图2)。

### 斜坡相组合

该岩相组合主体分布于研究区北带南部地区的九里坪组中,包括三种岩相:A.颗粒支撑复成分杂砾岩相(图2-a)。由角砾状无分选的混杂岩块堆积夹持在细粒沉积物之中,但本身并不显示明显搬运迹象,代表斜坡外滑塌沉积作用;B.基质支撑复成分砾岩相。复成分砾岩、含砾砂岩呈各种不同规模的透镜体出现在细粒沉积物之中,砾石呈基质支撑,反映了斜坡处碎屑流的沉积作用特征;C.薄层—厚层状泥岩、粉砂岩相。薄层泥岩、泥灰岩反映半远洋环境的悬浮沉积作用的产物;厚层状粉砂岩、泥岩具不完整成浊积岩序列,反映稀释浊流的沉积作用的产物。

### 浊积扇相组合

该相组合主要分布研究区南带九里坪组下部,可分为内扇、中扇、外扇三个相。A. 内扇相,包括两种岩相:a. 厚层一块状砾岩、砾质砂岩、粗砂岩相。剖面上呈透镜体状,底面具侵蚀

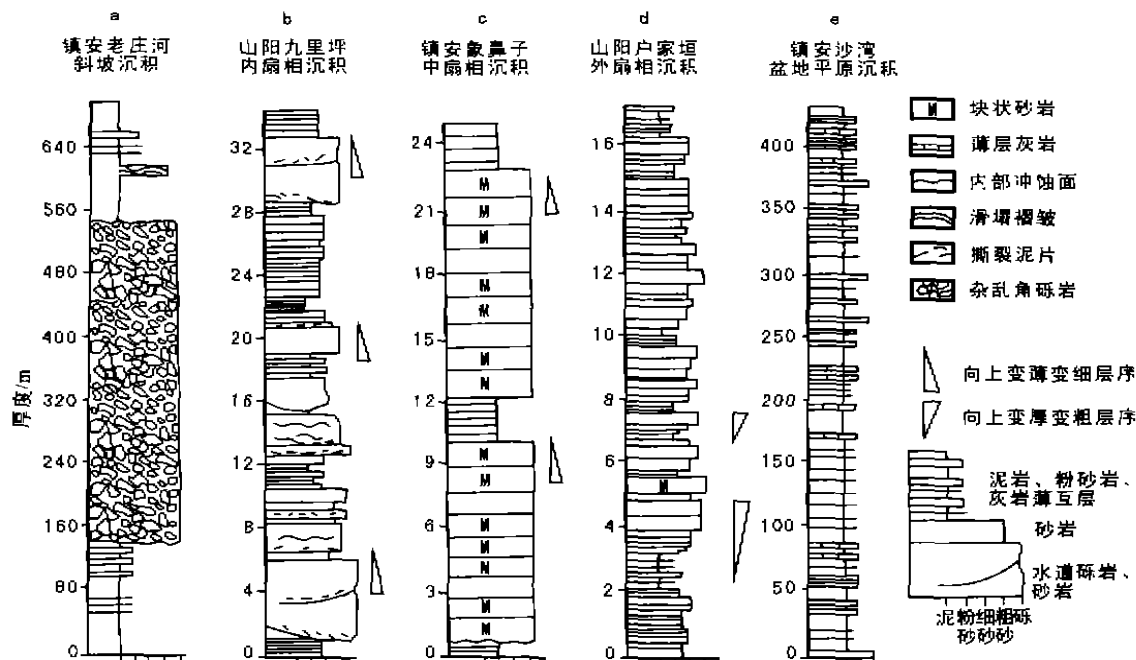


图 2 斜坡—盆地沉积体系相剖面图

Fig. 2 Facies section map of the slope-basin depositional system

面,反映水道的沉积环境;b. 薄层细砂岩、泥岩相。具小型—中型沙纹交错层理,爬升层理、包卷层理以及撕裂泥片,砂岩中具 be、ce 结构鲍玛序列,反映了天然堤与水道间的沉积环境。水道砂岩/砂岩与水道间和天然堤细砂岩/泥岩在剖面上叠置出现,有时又相互切割,以上两种岩相综合指示浊积扇的内扇沉积环境。B. 中扇相包括两种岩相:a. 中厚层砂岩相。侧向延伸平稳,厚度变化不大,砂岩层内具正粒序,底面常发育槽模、重荷模及纵向冲刷模;b. 薄—中层粉/细砂岩相,具 ab 或 bcd 鲍玛序列。以上两种岩相垂向上组合构成向上变细的序列,反映中扇沉积环境。C. 外扇相,主要岩相为薄—厚层状细—中粒砂岩、粉砂岩和泥岩。岩层侧向延伸平稳,厚度变化不大,构成典型的 ad、bd 和 cde 等鲍玛序列。垂向上薄层状细砂岩、粉砂岩和泥岩向上过渡为中—厚层状砂岩,从而显示出 5—10 m 厚的总体向上变厚变粗的序列,反映浊积扇外扇沉积环境。

### 盆地平原相组合

该相组合发育于九里坪组上部。由薄层细砂岩、粉砂岩、泥岩和泥灰岩的薄互层岩相组成,显示 cd 或 de 鲍玛序列,反映一种稳定的深水盆地环境。

## 4 碳酸盐岩沉积体系

主体发育于研究区北带上泥盆统二台子组中,在龙洞沟组中也发育少量浅滩相鲕粒灰岩。

包括浅滩相组合、生物礁相组合、开阔台地相组合及碳酸盐岩斜坡—盆地相组合四种相组合：1) 台缘滩相组合，表现为龙洞沟组上部数层中一厚层浅灰色、肉红色鲕粒灰岩及二台子组下部生物碎屑灰岩沉积。2) 生物礁相组合，主体发育于二台子组中，包括四种岩相：A. 礁核骨架灰岩相；B. 礁翼生物碎屑灰岩、泥灰岩岩相；C. 礁前角砾灰岩相；D. 礁间薄层泥灰岩及泥岩相。

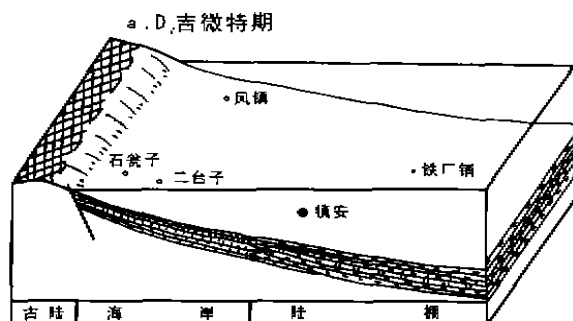
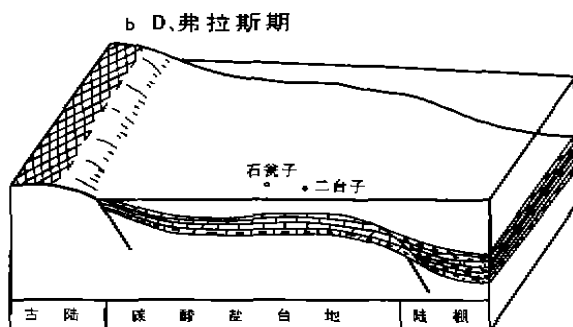
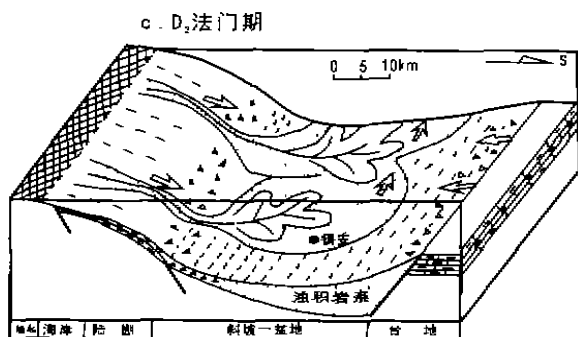


图3 泥盆纪镇安盆地环境格局演化

Fig. 3 Palaeogeographic evolution of Zhen'an Basin.

South Qinling in Devonian

硅质碎屑向盆地内部的大量倾入，造成该区北部垂向上海岸沉积体系被碳酸盐台地沉积体系所取代。由于块断作用，特别是边缘断裂使该区继续下降加深，使台地边缘明显变陡，并造成广泛的滑塌和斜坡砾岩。该阶段镇安地区自北而南的古地理格局为：古陆、碳酸盐岩台地、陆棚(图3-b)。

### 3.3 D<sub>3</sub> 法门期强烈断陷阶段

此阶段表现为碳酸盐岩台地的逐渐沉没和巨厚硅质碎屑浊积岩的发育。浊积岩系不同沉积单元，即斜坡、内扇、中扇、外扇及盆地平原在时空上具不同的分布特点，斜坡及内扇沉积主

3) 开阔台地相组合，岩性以中—厚层状生物碎屑微晶灰岩、砂屑灰岩为主，含较多的腕足类、珊瑚等碎屑，厚度巨大，反映水体较宽阔，有一定水动力条件的开阔台地环境。4) 斜坡—盆地相组合，发育于二台子组中，包括斜坡滑塌角砾岩相及盆地薄层细碎屑岩相两种岩相。

## 3 构造演化与古地理

镇安盆地泥盆系是在早古生代末期剥蚀古陆的基础上发育起来的，沉积体系与岩相组合在空间上具有南北向分异、东西向展布以及在不同时间上具不同沉积体系与岩相组合的特点<sup>[3]</sup>。盆地演化经历了三个阶段。

### 3.1 D<sub>2</sub> 吉微特期初始拗陷阶段

中泥盆世吉微特期海水从旬阳地区由南向北侵入镇安地区，从而在镇安盆地北部沉积了硅质碎屑岩与碳酸盐岩混合沉积的海岸沉积体系，而同期南部沉积了混合陆棚沉积体系。在潮坪相组合及陆棚沉积体系的基础上，中泥盆世末期龙洞沟组扇三角洲相冲积砾岩的突发性加入以及砾石成分明显来源于北部古老变质岩的现象<sup>[4]</sup>，反映了北部古陆的一次上升活动，相对而言，镇安地区处于拗陷过程。该阶段镇安盆地自北而南的古地理格局为：古陆、海岸、陆棚(图3-a)。

### 3.2 D<sub>3</sub> 弗拉斯期拗陷阶段

晚泥盆世早期的海侵抑制了北部古陆的

要分布在北带九里坪组下部,而南带九里坪组下部以中扇及外扇相组合为主;九里坪组的上部南北带都由盆地平原沉积组成。北带斜坡环境古流向主体向南,而南带的中扇及外扇中,古流向主体向东,指示当时的沉积作用发生在一个半地堑式断陷之中<sup>[5]</sup>。晚泥盆世末期盆地中普遍发育盆地平原相沉积,南带九里坪组顶部碳酸盐岩成分愈来愈多,并出现碳酸盐浊积岩,局部还发育再沉积生物碎屑灰岩、砾屑灰岩和软沉积物滑塌,其古流向又指向北方。这种现象说明,晚泥盆世末期南带九里坪组上部沉积物主要来自南部的碳酸盐台地,并发生在台地边缘环境。九里坪组由下部的硅质碎屑岩向上过渡为顶部的深水碳酸盐岩和碳酸盐浊积岩指示了海平面及物源的变化。一般情况下,硅质碎屑发生在海平面下降期<sup>[6]</sup>,镇安盆地法门期从中下部的硅质碎屑岩浊积岩系向顶部的深水碳酸盐浊积岩演变所反映的海平面的变化,与法门早期全球海平面下降及法门晚期海平面的回升<sup>[7]</sup>可以一一对应。整个泥盆系本身呈一个向上变深的沉积层序,与全球海平面在泥盆纪表现为先上升、后下降、末期又回升的趋势不同<sup>[8]</sup>,说明构造作用是当时沉积作用的主控因素,反映了当时的沉积作用发生在一个活动的伸展型盆地之中。该阶段镇安盆地自北而南古地理格局为:块断隆起、海岸、陆棚、斜坡—盆地、台地(图3-c)。

镇安盆地泥盆纪时表现的先拗陷、后断陷是由其构造背景决定的,在南秦岭向北秦岭俯冲过程中,泥盆纪南、北秦岭首先发生点接触<sup>[1]</sup>,南秦岭在总体挤压背景下发生褶皱,形成一系列东西向展布的古陆及盆地,褶皱的背斜形成古陆,向斜形成拗陷盆地。由于碰撞作用发生在北部,所以在总体挤压背景下,南部处于伸展背景。 $D_2$  吉微特期末扇三角洲及  $D_3$  法门期浊积岩系的发育反映了南、北秦岭在泥盆纪两次幕式碰撞而导致的镇安盆地北部古陆的上升活动,而断陷作用的形成是由于北部的挤压碰撞作用,而使南部处于伸展背景。南部在伸展背景下发生断陷,形成半地堑式盆地,沉积了巨厚的浊积岩系。镇安盆地泥盆系与其北部的刘岭盆地泥盆系具不同的流向系统及沉积层序<sup>[4]</sup>,而现今两盆地泥盆系以断裂相接,仅有微小残留古陆,从泥盆系的巨厚沉积表明两盆地之间消失了一个相当规模的古陆。

致谢:本文承蒙李文厚教授审阅并提出宝贵意见,特此表示感谢!

## 参 考 文 献

- [1] 张国伟,孟庆任,赖绍聪. 秦岭造山带的结构构造. 中国科学, B 辑, 1995, 25(9): 999—1003
- [2] 梅志超. 沉积相与古地理重建. 西安: 西北大学出版社, 1994. 4—5
- [3] 梅志超, 孟庆仁, 崔智林, 等. 秦岭造山带泥盆纪的沉积体系与古地理格局演化. 古地理学报, 1999, 1(1): 32—39
- [4] 孟庆任, 梅志超, 于在平, 等. 秦岭板块北缘一个消失了的泥盆纪古陆. 科学通报, 1995, 40(30): 254—256
- [5] 孟庆仁, 梅志超, 于在平, 等. 南秦岭北缘镇安盆地晚泥盆世浊积岩系及盆地发展. 沉积学报, 1996, 14(增刊): 25—32
- [6] Sanmugan G, Molola R S. Eustatic control of turbidite and winnowed turbidites. *Geology*, 1982, 10: 231—235
- [7] Dennison J M. Devonian eustatic fluctuations in Eur-America. *Geological Society of America Bulletin*, 1985, 96: 1595—1597
- [8] Jonson J G, Klapper G, Sandberg C A. Devonian eustatic fluctuations in Eur-America. *Geological Society of America Bulletin*, 1985, 96: 567—587

## DEPOSITIONAL SYSTEMS AND PALAEOGEOGRAPHIC EVOLUTION OF THE DEVONIAN IN ZHEN'AN BASIN OF SOUTH QINLING

Qu Hong jun<sup>1</sup> Mei Zicao<sup>1</sup> Cui Zilin<sup>1</sup> Meng Qingren<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Geology, Northwest University, Xi'an 710069

<sup>2</sup> Institute of Geology and Geophysics, CAS, Beijing 100029

**Abstract** Based on the detailed research on outcrop sections of the Devonian in the Zhen'an Basin, South Qinling, the Devonian can be divided into four depositional systems, i. e. coast system, shelf system, carbonate platform system and slope—basin system, with the depositional systems and lithofacies assemblages being different from north to south, and extending west to east in spatial. In terms of the strata-overlapping from south to north, the trend of facies types from distal facies in the south to proximal facies in the north, and terrigenous sediments transported from north to south, there disappeared old land in the north. According to the evolution of the depositional systems and lithofacies assemblages, the history of the Devonian depositional basin can be divided into three main evolutionary stages: initial depretion period, depressional period and strong rift faulting period, their palaeogeographic patterns were varying with the different stages. From north to south displayed the patterns: oldland—coast—shelf in Givetian in Middle Devonian, oldland—carbonate platform shelf in Frasnian, and uplift—coast—shelf—slope—basin—platform in Famennian in Late Devonian.

**Key words** Devonian, depositional system, lithofacies assemblages, turbidity fan, palaeogeography

**About the first author** Qiu Hongjun, born in 1967, graduated from Department of Geology, Northwest University in 1988. Now he is a lecturer and also a candidate for ph. D. degree in Northwest University, and is engaged in sedimentology and sequence stratigraphy.

(责任编辑:彭勇民)

## 2001 年中国沉积学大会召开

2001 年 10 月 16—19 日,在湖北省武汉市中国地质大学(武汉),召开了 2001 年中国沉积学大会。会议由中国地质学会沉积地质专业委员会、中国矿物岩石地球化学学会沉积学专业委员会、中国地质大学(武汉)主办,中油公司勘探开发研究院、中油公司塔里木油田分公司、中石化公司胜利油田、成都地质矿产研究所协办,到会专家约 260 人,收到论文 300 多篇,宣读论文 100 多篇。这是我国沉积学领域近 20 年来的一次盛会。会议期间召开了沉积学专业委员会。会后还有三峡地质海相碳酸盐岩沉积、桂林岩溶沉积、滦平扇三角洲考察。