

仅由内源水溶蚀成因的原生渗流型洞很难发育成长、大洞。

主 要 参 考 文 献

- [1] 杨明德 1994 岩溶峡谷成因及演化模式 (人类活动与岩溶环境) 北京科技出版社
- [2] 杨明德 1985 贵州高原喀斯特地貌结构及演化规律 (喀斯特地貌与洞穴) 科学出版社
- [3] L. Jakucs 1977 Morphogenetics of Karst Regions Adam Hilger Bristol
- [4] D. I. Smith & T. Atkinson 1976 Process Landforms and Climate in Limestone Regions (Geomorphology and Climate) A Wiley - Interscience Publication
- [5] D. Ford & P. W. Williams 1989 Karst Geomorphology and Hydrology London Univin Hyman
- [6] M. M. Sweeting Karst and Climate - A Review Z. Geomorph N. F. Suppl Bd 36
- [7] D. Balazs 1990 Main Cave Types in the South Chinese Karst Region Karst Bartong evf. 1
- [8] 张寿越 何宇彬 1982 中国岩溶研究 科学出版社
- [9] 朱学稳 1991 峰林喀斯特性质及其发育和演化的新思考 中国岩溶 第 1—3 期
- [10] 杨明德 1993 论热带喀斯特峰林地貌结构及演化特征 (地貌过程与环境) 地震出版社
- [11] 袁道先等 1995 碳酸盐岩区域表层岩溶带碳循环 (碳酸盐岩与环境) 地震出版社
- [12] Yang Mingde et al 1993 Characteristic of Cave Development in the Karst Gorge District of Guizhou Plateau, (11th International speleological congress), Beijing
- [13] 邹成杰 (主编) 1995 水利水电岩溶工程地质 水利电力出版社
- [14] 杨明德 1993 九洞天形成和演化初探 (喀斯特景观与洞穴旅游) 中国环境科学出版社
- [15] 张英骏等 1994 石灰华沉积机制的实验研究 中国岩溶 第 3 期
- [16] A. N. Palmer 1984 Geomorphic Interpretation of Karst Feature. In Ground Water as a Geomorphic Agent R. G. Lafleur (ed.) Boston Allen & Unwin
- [17] 李景阳等 1991 暗河型溶洞的形成和演化过程 贵州工学院学报 第 3 期

(收稿日期: 1997—09—17)

(上接 31 页)

- [9] F. J. Hernandez—Molina 等 盛吉虎译 1995 西班牙陆架晚更新世—全新世沉积物极高分辨率层序地层模型 地质科学译丛 (3)
- [10] Harold G. Reading 等 赵彦超译 1995 根据粒径及补给体系对深水盆地边缘的浊流沉积体系进行分类 地质科学译丛 (1)
- [11] 贵州省地层古生物工作队 1977 西南地区区域地层表——贵州省分册 地质出版社
- [12] 贵州地矿局 1987 贵州省区域地质志 地质出版社
- [13] 刘巽锋等 1989 贵州锰矿地质 贵州人民出版社 156 页
- [14] 王砚耕等 1985 贵州东部大塘坡组地层沉积环境和成锰作用 贵州人民出版社 43 页
- [15] 唐世瑜等 1985 湖南省花垣县民乐锰矿地质特征和成矿规律 (内部交流)
- [16] 唐晓珊等 1994 华南地体北缘 (湖南部分) 前寒武纪地层 中国区域地质 (4)

(收稿日期: 1997—03—01)

26-31, 21

p134.31

贵州东部及邻区震旦纪铁丝坳期和南沱期
沉积相与环境演化及构造属性探讨Discussion on Sedimentary Facies, Environmental Evolution
and Tectonic Setting during the Tiesiao-Nantuo Period of
Sinian in the Eastern Guizhou and Its Neighborhood何明华
HE MINGHUA

(地矿部贵州地勘局 103 队 铜仁 554300)

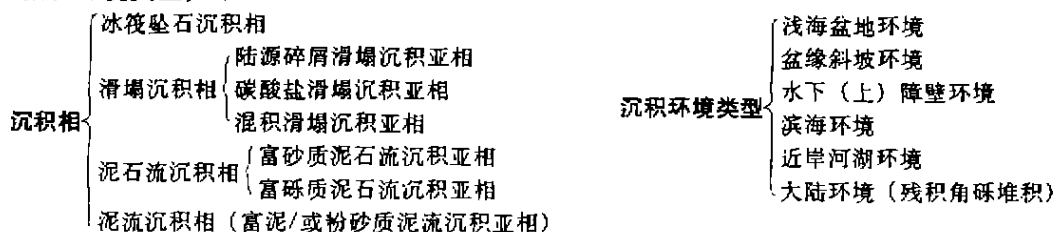
Geological Party 103, Guizhou Bureau of Geology and Mineral Exploration & Development

ABSTRACT The work done by the author on sedimentary facies during the Tiesiao - Nantuo period of Sinian in the area between the eastern Guizhou, western Hunan and southern Sichun shows that it could have included such subfacies as the ice-rafting dropstone sediments, gravity flow sediments represented by terrigenous clastic slumping and carbonate slumping, and gravel fan sediments. These subfacies are considered to represent respectively the neritic basin, the littoral tidal flat and the nearshore fluviolacustrine sedimentary environments. In the paper, a detailed description of their signs and corresponding features is given. Besides, a discussion of the plate tectonic process that influenced the variation in sedimentary environment is also made.

主题词 沉积相与环境演化 构造属性 铁丝坳期及南沱期 黔东及邻区

【内容提要】 贵州东部及其毗邻的湘西、川东南地区, 下震旦统铁丝坳组和南沱组的沉积相类型可概括为冰筏坠石相、陆源碎屑滑塌—重力流相及碳酸盐岩滑塌—重力流相、扇砾岩相。沉积环境类型可概括为浅海盆地、滨岸潮坪、近岸河湖环境。本文对它们的特征和识别标志分别进行了描述和总结。并对沉积相序列和环境演化的规律, 及其与板块构造、全球气候背景的关系予以探讨。

作者曾对南华冰碛组合序列中部的间冰层——大塘坡组的沉积相与环境方面作过分析, 并运用层序地层学和事件地层学的基本原理, 讨论了该区大塘坡组/铁丝坳组的界线。本文将着重研究早震旦世铁丝坳期及南沱期的沉积相与环境类型及沉积背景演化, 其沉积相和环境类型如下:



湘黔川三省交界的“锰三角”区震旦系铁丝坳组、南沱组是一套低水位体系域沉积序列。在末前寒武纪冰期, 该区的沉积盆地是以冰筏坠石、滑塌—重力流等事件沉积为主, 并伴有正常沉积作用的特殊沉积盆地。本文中作者将内、外地质作用营力与正常沉积环境及其演化过程, 作为一个统一的有机整体进行研究, 较客观地重塑晚元古代两次冰期剥蚀搬运—沉积的过程。

需要特别说明的是, 在以往的地质文献中^[12], 将雪峰构造运动形成的不整合界面之上、大塘坡组第一段黑色岩系之下的一套低水位体系域沉积序列细分为两个组, 即上部的铁丝坳组和下部的两界河组。尽管此两组岩层的总厚度在该区各个(半)地堑盆地中差异很大, 但它们毕竟是在同一个时间间隔内沉积的, 加之在野外地质填图中难以准确划分两者的界线。因此, 作者采用层序地层学方法将上述二者合并为一, 并统称为铁丝坳组。

1 早震旦世裂陷活动的特点

按许靖华等 1987 年的观点, 该区地处扬子板块东南缘。以雪峰运动期所造成的区域性不整合界面(图 1), 作为划分震旦与前震旦的自然界限, 标志着早震旦世该区的多次拉张裂陷作用的开始。其断陷和断隆呈 NEE—NNE 走向, 并相间出现的基本构造型式。早震旦时期的幕式裂陷活动的特点: ①区域周期性活动的沉积效应。从建造序列上看, 稳定型正常滨—浅海盆地沉积的云(灰)岩、页岩及含冰筏坠石的同类岩层与活动型

断崖式滑塌—重力流沉积的块状含砾岩类、含砂质角砾白云岩等相间产出, 具明显的旋回性, 并构成地层格架中的基本层序。②同沉积断层是裂陷活动的主要构造类型, 是最重要的控相因素, 它的脉动式活动是触发周期性出现的滑塌—重力流沉积的原动力。③雪峰构造运动形成的基底断裂往往是裂陷的主控断裂和中心部位, 多控制(半)地堑盆地及隆起带的走向、深(高)度和规模等。

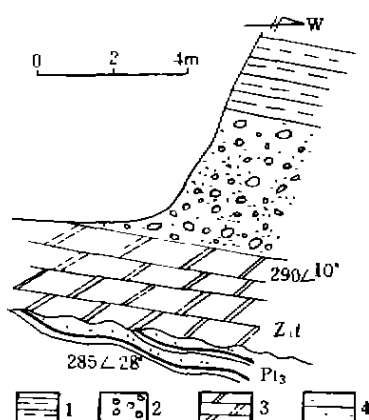


图 1 松桃大塘坡锰矿区雪峰运动形成的低角度不整合面(剖面素描)

Fig. 1. Diagram showing the low-angle unconformity caused by the Xuefeng movement in the Datangpo Mn district, Songtao county, eastern Guizhou.

1. 页岩 2. 块状砂质砾岩
3. 白云岩 4. 粉砂岩

2 铁丝坳组的沉积相和环境类型

2.1 沉积相类型

2.1.1 冰筏坠石沉积相 冰筏坠石可以作为震旦纪曾经出现过全球性寒冷冰川作用事件的直接证据之一。在铁丝坳组, 正常滨—浅海陆架盆地沉积的未固结的纹层状粉砂质粘土或镁钙碳酸盐软泥中往往见有呈棱角状的、含量稀少的陆源砾石, 并将下伏层纹压弯或切穿(图 2)。由此可以推断, 当时的山岳冰川在向海推进的过程中, 刨蚀并俘获两侧的各种岩石; 之后漂进海洋成

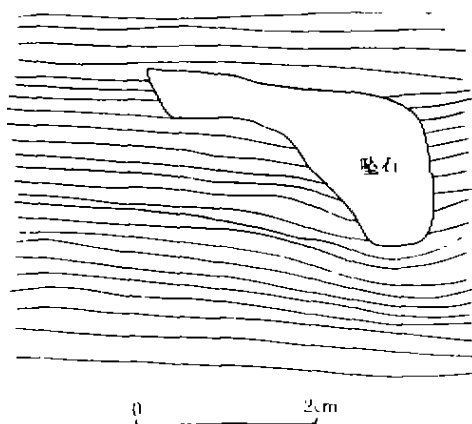


图2 松桃大塘坡锰矿区铁丝坳组下部的冰筏坠石(皆坠落于水下层纹状粉砂质粘土软泥之中)

Fig. 2. Diagram showing the dropstones that fell down into the silty oozes, observed from the lower part of the Tiesiao Fm. in the Datangpo Mn district, Songtao county, eastern Guizhou.

碎屑岩为主, 也见少数碳酸盐碎屑岩。

(1) 陆源碎屑滑塌—重力流沉积相: 铁丝坳期的陆源碎屑物基本上由前震旦系基底岩石经机械风化剥蚀—河流或冰川搬运而来, 并以悬浮兼偶发性滑塌—重力流的方式向这些深浅不等的(半)地堑盆地充填。根据岩性及组构可大致细分为以下几个沉积类型: ①富砂的泥石流沉积亚相, 此类岩石常夹于灰色页岩或细砂岩之间, 有时呈多层连续迭覆产出。单层厚度变化较大, 从0.4~24.5m, 具微弱的侵蚀底面。具块状构造, 呈浅灰、灰绿或深灰色。砾石大小不一, 砾径一般为0.5~2cm, 大者可达6cm, 含量占20%±, 主要呈棱角状。砾石成分有砂岩、板岩、脉石英、硅质岩及白云岩等, 杂基支撑。基质成分为砂、细(粉)砂及粘土。②富泥或粉砂的重力流沉积亚相, 此类岩石常产于铁丝坳组顶部, 或夹于砂岩之间。单层厚0.3~2m。具块状构造, 呈灰至深灰色。砾石大小不一, 砾径在0.5~5cm±, 含量占5%~10%, 呈次棱角—次滚圆状。砾石成分有板岩、粘土岩、硅质岩等岩屑, 杂基支撑, 基质成分主要为粘土矿物, 相伴有石英、长石等粉(细)砂分布, 颗粒粒度在0.008~

为筏冰, 并慢慢被海水融化, 其中的少量角砾和砂等最终将沉降至海底软泥之中。

铜仁半溪、松桃杨立掌(ZK005 深孔)和大坪西溪堡及牛郎桐木坪、江口河沙岩及四种秀山的盐井沟和六池等地的铁丝坳组剖面中皆可见到1~5层厚薄不等(单层厚约0.4~2.3m)的浅灰色、灰色至深灰色中—厚层含砾及砂质泥(粉)晶灰质白云岩、含砾及砂质细至中晶灰岩, 有的含砾和砂的白云岩呈透镜体产出。砾石成分有辉绿岩、板岩、砂岩等, 砾石大小悬殊, 砾径最大者可达19cm×15cm~24cm×11cm, 一般约在0.8cm×0.5cm~3cm×2cm, 含量稀少零星(6%±)。大多呈

棱角—次棱角状, 球度差。均属杂基支撑。其基本层序见图3。

2.1.2 滑塌—重力流沉积相 本区重力流沉积以陆源

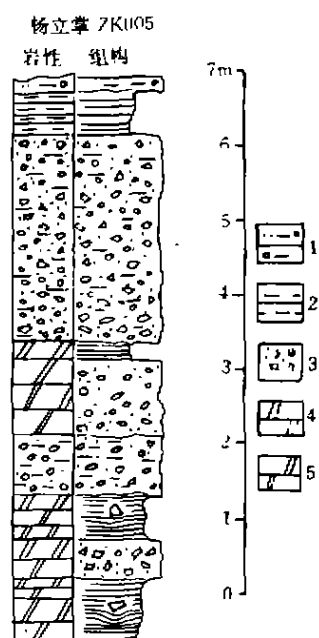


图3 铁丝坳期沉积相类型的垂向序列

Fig. 3. Diagram showing the vertical succession of sedimentary facies during the Tiesiao stage in the Datangpo Mn district, Songtao county, eastern Guizhou.

1 泥质粉砂岩 2. 页岩 3. 块状砂质砾岩 4. 白云岩 5. 含砂质白云岩

0.271mm 范围内, 另见少量绢云母、黄铁矿、炭质有机质及锆石、电气石。③富砾的滑塌—重力流沉积亚相, 此类岩石常夹于页岩或砂岩之间。单层厚 0.04~2.98m, 最大可达 26.9m, 有的呈透镜体形态产出。具块状构造, 呈浅灰色、灰绿色。砾石大小不一, 粒径一般在 0.5~3cm 土, 含量约为 55%~75%, 大多呈棱角状, 角砾断面呈三角形、不规则四边形等, 杂乱分布。砾石成分有脉石英、砂岩、板岩等。属杂基支撑, 基质成分主要为砂、粉砂及粘土。推测此类型多由生长断层之强烈错动, 岩层遭破碎而成角砾等, 并与富含水份的其它细粒沉积物一道顺着断崖面下滑、快速堆积而成。

(2) 碳酸盐滑塌—重力流沉积相: 主要指灰(云)岩角砾岩体, 实质上为一种再沉积碳酸盐异地粒屑。其沉积环境可从滨岸—浅海盆地。

此类岩石单层厚 0.51~1.01m±, 具凹凸不平的侵蚀底面。呈灰色、深灰色, 块状构造。砾屑大小不等, 一般为 0.5×0.4cm±, 大者可达 1.8m×1cm~3×1.5cm, 含量占 60%±。粒屑呈次棱角状, 成分为灰质白云岩或灰岩, 基底式胶结, 胶结物成分主要是钙质、泥质并混入陆源细碎屑等。

2.1.3 底部冰碛砾岩相 铁丝垌组底砾岩位于板溪群或下江群浅变质基底岩系之上, 即在大区域性低角度不整合面或假整合面上。

在铁丝垌初期, 区内各地处于迥然不同的陆相和海相两种古地理沉积环境。在海相区铁丝垌组底部为泥晶灰岩(其中夹少量深灰色含有机质泥岩条带)或泥晶白云岩、深灰色厚层含砂及砾石重结晶不等粒灰岩(冰筏坠石—海相沉积)等, 单层厚 0.39~3m。在陆相区, 铁丝垌组底部的冰碛砾岩层按砾石的成分成熟度、结构成熟度可分为远距离搬运堆积、近距离搬运堆积和冰蚀残积角砾岩三种类型: ①远距离搬运堆积型, 见于秀山盐井沟和与之相邻的秀山梭半坡剖面(D342 地质点), ②近距离搬运堆积型, 此类型在该区分布较广。③冰蚀残积角砾岩型, 比较独特, 仅见于铜仁新田湾锰矿区的甘溪剖面, 与该剖面相邻的几条填图路线上也能观察到。

2.2 沉积环境模式

从横向上看, 铁丝垌低水位期的古地理景观千姿百态, 各种沉积相带相间排列, 总的呈 NE~SW 向分布, 可概括为: ①浅海盆地—盆缘斜坡环境, 其中沉积物为一些灰色、深灰色条带(或条纹)状含粉砂质粘土岩或粘土岩、纹层状细砂岩等陆源细屑岩(悬浮沉积为主)和一些泥(粉)晶白云岩或灰岩、泥质泥晶白云岩、含砂质细晶灰(云)岩等内源化学沉积物。有的间夹深灰色含有机质泥岩条带, 指示其属于一种低能滞流环境下的原地沉积。②滨海环境, 其中沉积物多数为一些灰色长石杂砂岩、石英砂岩, 见有大型交错层理、粒序层理(底部具冲刷面)。另见一些灰色层纹状粉砂质粘土岩(具潮汐层理)。③陆相环境, 其沉积物大多为灰色、黄灰色—厚层块状残积角砾岩(其上往往有湖泊环境沉积的极薄层—薄层纹层状粉砂质粘土岩夹多层泥石流沉积的厚层块状含砾粉砂质粘土岩), 有的因含少量铁质而在地表露头上呈紫红色。另在少数地点可见向上变细的河床相砾岩—砂岩层序。

从纵向层序看, 在沉积记录相对较完整的、能反映多期次裂隙活动的浅海盆地幕式沉积序列中, 可见到从不整合界面(雪峰运动)往上浅海环境沉积的灰白色泥(粉)晶灰(云)岩时夹砾屑灰(云)岩→灰色、深灰色纹层状粘土岩, 反映在持续低能浅海条件下

偶而出现短暂的高能动荡环境。作者最近还在松桃县大塘坡锰矿区万家堰矿段, 发现了铁丝坳组顶部所夹的一层粘土质页岩中具有近于垂直层面的泄水砂岩脉, 脉厚 2cm, 恰好切穿厚 0.45m 的粘土质页岩层, 但未切入上、下的块状砂岩层内。

从物源方面看, 该区具有向上从内源碳酸盐岩型→含陆源碎屑碳酸盐岩(混合)型→陆源碎屑岩型转化的特点。

3 南沱期的沉积相与环境类型

关于南沱组中的砾质岩层的成因, 本世纪国内外已有不少学者先后作过大量的研究工作, 出版了很多论著。作者在这里只是提出一些问题和自己的见解, 与广大同行共同商讨: 首先, 要形成南沱组沉积岩必须要有大量的、快速风化剥蚀和搬运的陆源碎屑物(包括粘土、砂和砾等各种粒级)频繁补给, 至于以什么方式的风化剥蚀作用、什么样的搬运介质为主的问题, 还需今后从全球地质背景和天文因素出发, 进行全方位的综合分析, 才能得出接近客观的认识, 不能仅仅根据在某处发现的某一点点事实或现象, 就推断出这样或那样的结论。自 1986 年 6 月在澳大利亚堪培拉第 12 届国际沉积学大会上正式提出的、目前正在实施的全球沉积地质计划(GSGP), 将会极大地推动震旦纪等沉积作用这一领域的研究进程。

研究区南沱冰期的古地理环境相比较难以识别。其原因是, 在野外地质填图中经常所见到的该组岩石从下至上几乎都是一些快速堆积的厚层至巨厚层的块状灰色砾质岩, 只是偶尔在一些剖面上见到厚约 5~10m 的灰色粉砂质页岩呈夹层产出, 有的块状含砾粘土岩层间也能看到平整的层面或极薄的粘土层, 球状风化特征较普遍。大多表现出一种多期次大规模滑入浅海盆地相的块体泥石流堆积, 在垂向上呈近于连续的或间隔叠置形式。因此, 这里需要探讨的沉积相和环境两者具有同等的重要意义。

3.1 沉积相模式

无分选的块体重力流沉积相, 此乃区内南沱期重力流沉积的主要类型, 单层厚一般为 2.58~17.6m±, 少数地方见薄层块状含砾粘土质粉砂岩呈夹层产出。按砾石含量和大小, 还可归纳为泥石流型和泥流型: ①泥石流相, 岩石呈灰绿色、灰色, 块状构造。砾石含量一般在 10%~20% 左右, 大小不等, 砾径在 0.5cm×0.3cm~2.5cm×1.5cm±, 偶尔可达 16cm×13cm(石英岩状砂岩), 多呈次棱角或次圆状。砾石成分复杂, 主要有粉砂质板岩、脉石英、凝灰岩、岩屑砂岩和硅质岩等, 杂基支撑, 基质成分主要为粘土、粉砂。②泥流相, 岩石呈灰色、黄绿色, 块状构造。砾石含量一般为 1%~5% 左右, 有时甚至看不到砾石, 分布不甚均匀。砾石细小, 砾径大多在 3~8mm 间, 所见者一般呈半滚圆状, 少数呈次棱角状。砾石成分有脉石英、粉砂质板岩、石英岩状砂岩等。杂基支撑, 基质成分主要为粘土、粉砂等陆源细屑物。

3.2 沉积环境模式

在湘黔边界的湖南花垣民乐锰矿区的南沱组地层中, 夹有少量灰色薄层白云岩、页岩或薄层粘土岩^[15], 在黔东南的台江五河剖面上^[11], 南沱组中至少夹有 6 层厚 1.9~10.4m 的浅黄绿色粉砂质页岩、绢云母页岩。在松桃、铜仁一带几个矿区也时而见到一些

黄灰色粉砂质页岩夹层(厚度 $\leq 5\text{m}$)。表明南沱期该区的古地理环境基本上属低能的浅海盆地,其沉积基准面具有继承大塘坡晚期的古地理特点,只是在物源供给条件、古气候背景等方面与大塘坡期有很大的差异罢了。

4 大地构造及天文背景

通过前述次稳定型沉积建造序列的综合分析,该区应属扬子板块东南被动大陆边缘早期拉张裂陷带,其标志可概括为:①在低水位期及晚期高水位期具有大量的来自川黔古陆(NW方向)的陆源物质快速补给,海侵体系域期间在滞流、持续缺氧的浅海盆地相区广泛沉积了一层厚10~20m的黑色炭质页岩夹菱锰矿(主要由上涌洋流提供)及云(灰)岩等内源沉积物。②偶有少量远源火山喷发物(火山灰尘等)掺合的正常沉积。在一系列NEE~NNE向张性断裂作用下,形成各种坡度和深度的海底地形及半地堑、地堑盆地,同时伴有各种规模的障壁地形形成(高断隆),有利于生成鲕粒滩、藻丘、藻席等锰碳酸盐台地微相和淀积薄至中层藻泥晶菱锰矿的浅海地,以及各种内源、陆源物的多次滑塌—重力流沉积(为断崖式线状物源),具幕式裂陷活动的特点。④有广阔的多堡岛的浅海陆架区。

关于早震旦世时期的天文、全球气候背景,国外学者(Williams, 1981年和Sheldom, 1984年)认为涉及银河系、太阳、地球轨道要素的变化。或者说地球表面在单位时间内能够获得来自太阳及其它星体辐射能的多少,是导致地质历史中曾经出现过的规模遍及全球的多次冰川作用的最直接因素。但是,近年也有人用“撞击事件学说”来解释震旦纪等大量杂砾岩成因,并指出了现代被冰盖封冻的南极洲及其邻近海域极低的沉积速率与震旦纪铁丝垭期、南沱期,以及罗圈期频繁发生的以富含陆源碎屑的快速重力流沉积相互矛盾。所有这些问题,都有待人们不断去探索。

致谢:衷心感谢成都理工学院的几位老师对本文初稿的诚恳指教,并承省地矿局副总王现耕审查修正。

参 考 文 献

- [1] 龚一鸣 1993 新疆北部泥盆纪火山沉积岩系作用相类型、序列及其与板块构造的关系 地质学报 (1)
- [2] 蒋干清 徐元恺等 1995 内蒙古苏尼特左旗下二叠统大石寨组作用相与环境相的序列演化 现代地质 (2)
- [3] 朱如凯 孟祥化 葛铭 1994 巴颜浩特盆地东缘中奥陶统混合型深水重力流沉积层序及旋迴 沉积学报 (2)
- [4] 方国庆 张晓宝 李育慈 1994 西秦岭海西—印支期裂陷活动及其与古特提斯的关系 沉积学报 (3)
- [5] 张抗 1994 滑塌堆积及其构造意义 岩相古地理 (6)
- [6] 覃建雄 1994 联合古陆计划的主要研究内容及意义 岩相古地理 (1)
- [7] 何镜宇 孟祥化 1987 沉积岩和沉积相模式及建造 地质出版社
- [8] Terence C. Blair 等 魏新善译 1990 裂谷、拉分盆地及前陆盆地中构造旋迴层的发育 幕式构造运动的沉积反应 地质科学译丛 (2)

(下转 25 页)