

藏南聂拉木亚来地区早石炭世纳兴组沉积层序及深切谷^①

李祥辉 王成善 曾允孚 刘志飞

(成都理工学院,成都 610059)

提 要 运用层序地层学理论和方法对特提斯喜马拉雅东段南带聂拉木亚来剖面下石炭统纳兴组中下部沉积层序进行了研究,首次识别划分出三个II型、三个含深切谷充填的I型层序,对各层序特点进行了总结,重点介绍了深切谷特征,还讨论了沉积层序的时代格架、区域性和全球性对比,以及全球性冰川海退事件问题

关键词 冰期海平面 海退事件 沉积层序 深切谷 纳兴组 聂拉木 藏南

分类号 P 512. 2/p 534

第一作者简介 李祥辉 男 32岁 博士 沉积学 层序地层学

特提斯喜马拉雅石炭系为稳定克拉通被动陆 面位于希夏邦马峰东约 35 km 的聂拉木县亚来村缘沉积,在西藏境内珠峰地区记录不甚完全,典型剖 (图 1),仅发育下石炭统亚里组上段和纳兴组。

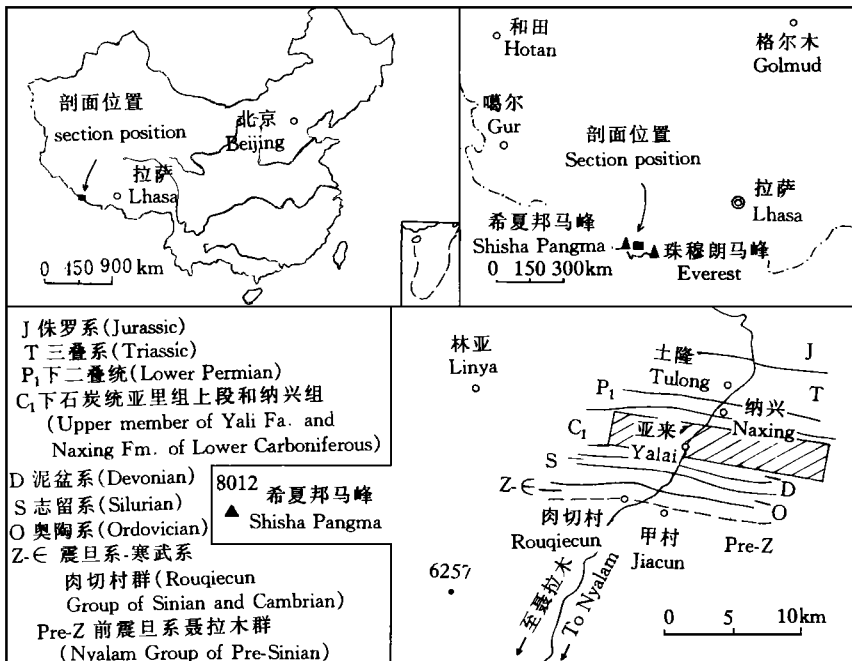


图 1 剖面位置及地层分布纲要 (国界据中国地图出版社,1993)

Fig. 1 Position of the section and stratum distribution

本文所讨论的纳兴组中下部相当于王义刚等 (1984) 的纳兴组下段和中段的中下部,或中国科学院西藏

① 国家青年科学基金资助(基金编号: 49625203)

收稿日期: 1995- 12- 27

考察队所测剖面的第 23~45 层^[4],其岩石和生物地层有一定研究基础。作者在前人工作基础上,通过详细观测剖面,着重沉积地质方面的材料收集,运用层序地层学理论与方法,对该剖面的纳兴组沉积层序及其所含深切谷的充填序列进行了初步研究

1 沉积层序划分及特点

研究区纳兴组中下部可识别 IV 1 IV 2 IV 3 IV 4 Ch 1 Ch 2 共六个三级沉积层序单元(图 2),这些层序的结构组成、沉积相等具如下特点:

(1)层序类型可区分两种:早期的 IV 1~IV 3 三个层序属 II 型,平均时限约 1.0 Ma;晚期的 IV 4 Ch 1 Ch 2 三个层序属 I 类,年限 1.0~2.0 Ma

(2)II 型层序陆棚边缘体系域 (SMT)、海侵体系域 (TST) 及高水位体系域 (HST) 发育较为完全,但厚薄不一,尤其是 HST 到 IV 3 更难与 TST 界分; I 类层序由低水位体系域 (LSW) 的低水位楔 (LSW) 和海侵体系域组成,由于 LSW 是相对海平面绕过最低点上升初期产物,因此,实际上这里的 I 型层序仅保存了相对海平面上升期的沉积体系。

(3)海岸上超曲线形态显示,无论是 I 型还是 II 型层序,都表现为相对海平面持续缓慢上升、快速下降的特点。这种现象与已知的全球性石炭系一下二叠统稳定浅海陆棚海侵-海退 (T/R) 旋回缓慢海侵、快速海退的变化趋势^[10] 完全一致。其中,IV 4 层序所反映出的相对海平面升降幅度可能最大,超过 100 m (图 3)

(4)层序类型由早期的 II 型向后期的 I 型转化,保存厚度则从薄到厚转变,HST 发育从有到无。这些变化趋势表明,海平面升降幅度增大,构造沉降幅度也相应加大。构造沉降趋大,有利于容纳空间增长;海平面升降幅度增强,有利于大量陆棚页岩沉积,同时也使其被下切侵蚀具备了条件。

(5)组成各层序的沉积相十分单调,特征易识,主要有陆棚页岩、粉砂质页岩相、滨岸沙滩石英砂岩相(含砾石滩砾岩亚相)、深切谷河道滞留砾岩及长石(石英)砂岩相三种类型

2 深切谷

据泥质陆棚背景下发育不协调滞留砂砾岩、层序体系域不完全保存、界面突变接触关系,以及下切形态特征(图 3),研究区纳兴组下段上部和中段下部(章氏 35~45 层)三个 I 型层序的 LSW 及其底

界面明显具深切谷特征,突出表现在以下几方面。

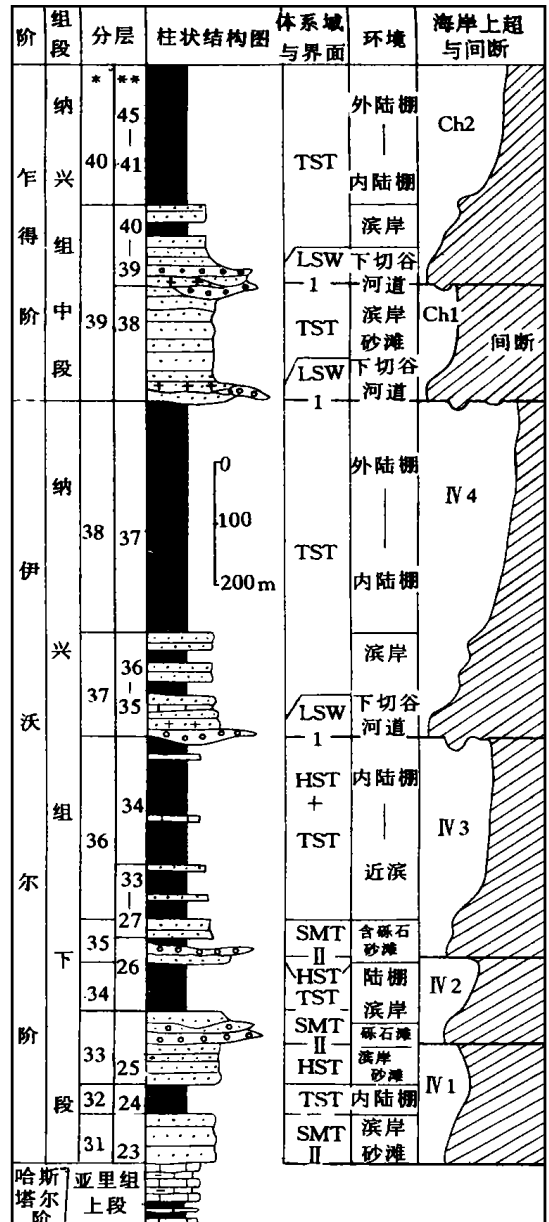


图 2 西藏聂拉木亚来村下石炭统纳兴组中下部地层及解释(图例参见图 3)

Fig. 2 Environment and depositional sequences of the mid-lower Naxing Formation in Lower Carboniferous at the Yalai village, Nyalam, Tibet (refer to Fig. 3 for legend)

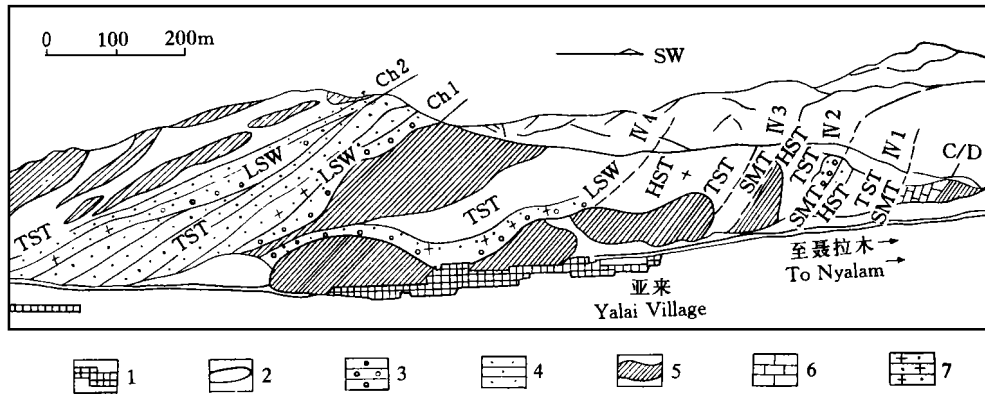
2.1 被侵蚀的沉积背景——陆棚页岩

主要为深灰色、黑色、黄绿色页片状页岩,薄层粉砂质灰岩及钙质微细粒石英砂岩,含钙质、铁质结核,见腕足动物化石,群落丰富度、分异度不高,与物理环境压力增强有关。由此,背景应属陆棚沉积,但

不排除部分为外陆棚或近滨沉积。J. C. Van Wag-
oner 等指出, 区别分流河道与深切谷的关键在于分
析河道围相, 即深切谷河道围相多为陆棚浅海页岩。

可见, 纳兴组中下部被侵蚀的陆棚页岩已具备了这
一条件。

2.2 充填序列——向上变细加深的砾砂泥结构



1. 居名点 2. 覆盖 3. 砾岩 4. (石英)砂岩 5. (粉砂质)页岩 6. 泥灰岩-粒泥灰岩 7. 长石石英砂岩

图3 聂拉木亚来露头的沉积层序解释(据野外资料及照片解释)

Fig. 3 Interpretation of depositional sequences of the Yalai exposure, Nyalam, south Tibet

研究区I型层序界面(陆棚页岩)之上的沉积物
通常表现为向上变细加深结构特点, 以IV 4层序的
深切谷充填结构最具代表性, 下作简要说明(图4)。

2.2.1 底部河道滞留砾岩层

厚 0.3~2.0 m, 砾岩层与下伏陆棚页岩页理面
斜交或平行接触。砾石含量大于 50%, 砾径平均 20
~30 mm, 少数超过 100 mm。按成分及磨圆度分为
两种类型: 一种是磨圆度较差的, 主由被侵蚀的下伏
近源沉积组成, 包括含粉砂质泥岩、铁泥质泥岩、及
少量砂质灰岩, 占砾岩中砾石 80% 以上; 另一种则
是磨圆度相对较好的类型, 由非盆内远源钙质石英
砂岩、长石石英砂岩、沉积石英岩、细砾级石英碎屑
颗粒及少量晶粒灰岩组成, 受河流单向水流影响较
大。填隙物总含量 40% 左右, 主要为盆外成因磨圆
度很高的石英碎屑颗粒, 次为铁泥质、钙质胶结物,
尚见长石、云母和岩屑。

另外, 定日、定结局部地带相当层位也含类似的
砾岩层, 但是否属深切谷河道滞留砾岩有待查明。

2.2.2 下部不等粒(钙质)长石石英砂岩层

厚 1~5 m, 多覆于底部砾岩层之上, 也见与背
景陆棚页岩直接接触。碎屑颗粒含粗、中、细三级砂
粒, 中粒级砂可达 40% 左右。主要成分为石英, 占碎
屑颗粒总量 75%~80%, 大小不等, 次棱角状、次圆
状; 长石碎屑和云母碎片亦较多, 约 20%。填隙物包

括钙质、铁泥质和硅质胶结物, 其中, 方解石由深埋
藏碱性环境交代粘土矿物而来, 硅质则系压溶次生
沉淀结果, 铁泥质可能与同期暴露氧化有关, 推测原
岩中含较多杂基, 即属杂砂岩。

2.2.3 中部石英砂岩层

厚数米至百米, 中厚层席状产出, 石英以中粒砂
为主, 次圆到圆, 粗粒级砂可达 10~15%, 石英总含
量 98% 以上, 大多经成岩后生阶段次生加大成石英
岩状砂岩或沉积石英岩。成分、结构成熟度很高, 为
滨岸海滩高能条件下产物。

2.4.4 上部(砂)页岩层

厚度不定, 常难与上覆陆棚页岩区分。页岩多呈
黄绿色, 夹多层薄层细粒石英砂岩、粉砂岩, 大致属
内陆棚—近滨。Ch 1层序在剖面点缺失该层(图 2
3), 邻近地区可能有相应的页岩层记录。

从上述充填序列组成特征不难看出, 自下而上
深切谷充填结构为: 下切谷河道滞留砾岩→河道充
填长石石英砂岩→滨岸海滩石英砂岩→近滨和内陆
棚砂页岩, 并组成深切谷典型的进积楔状体。

2.3 层序界面关系——突变接触

已识别的I型层序界面为突变界面, 即界面之
下为外陆棚页岩, 之上为侵蚀谷河道滞留砾岩、砂岩
和/或滨岸石英砂岩, 二者间缺乏过渡环境的沉积记
录。这种接触关系反映了典型的深切谷特性。

2.4 河道下切形态——深切宽缓

位于亚来村的剖面明显可以看出河道深切的痕迹(图3),其下切深度较大,深者超过100m,并且谷底宽缓,形态特征,呈宽“U”型,是地表露头难见的河谷深切实例。

综合以上河道围相、充填序列的结构、界面关系及下切形态,研究区纳兴组的I型层序具深切谷性质,主要充填序列为向上变细加深的LST-TST,并且,以河流上游深切谷发育为重要特色

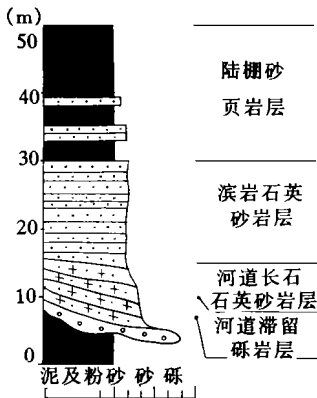


图4 纳兴组深切谷充填结构(图例参见图3)

Fig. 4 Filled texture of incised valleys of Naxing Formation (refer to Fig. 3 for legend)

3 年代及层序对比

3.1 关于年代问题

早先,亚里组和纳兴组下部含 *Fusella-Ovatia* 腕足动物组合的层段划归早石炭世或杜内世^[4,5];随着亚里组上段发现哈斯塔尔期(Hastrian)的牙形石 *Siphonodella sulcata* *S. duplicata* *S. quadruplicata* *S. isosticha*^[2],纳兴组因此被确定为杜内统伊沃尔阶(Ivorian)之上的下石炭统;范影年^[1]据1980~1982年地矿部青藏高原地质调查大队第九分队在亚来剖面纳兴组底部发现的少量小型单体珊瑚化石认为,纳兴组中下部应属韦宪统,倾向否定杜内统伊沃尔阶存在

通过沉积层序、深切谷充填研究,比较华南生物群,本文提出几点看法:①在未有更多的具年代意义证据显示之前,不应肯定伊沃尔阶的缺失;②中国南方许多地区如四川龙门山、湘中等已知的岩关晚期

腕足动物组合中, *Eochristites* 均为主要成员,在龙门腕足动物组合中 *Eochristites* 均为主要成员在龙门山区另含有 *Composita*,而纳兴组下部第37层所含的 *Fusella-Ovatia* 组合中也含上述两属,结合考虑该组合在西欧杜内世常见,加之早石炭世岩关期(或杜内世)在沉积和生物等诸方面,华南与特提期喜马拉雅大同小异,属于同一生物地理区^[1,5,9],因此,本文倾向于将含 *Eochristites Composita* 的 *Fusella-Ovatia* 组合以下的纳兴组(31~38层)归属伊沃尔阶,包括IV1~IV4层序;③依据第②点意见,结合韦宪早期有一次全球海退事件^[10,12],故将界于 *Fusella-Ovatia* 组合与 *Marginirugus-Syringothyris* 组合^[5]之间的纳兴组39~40层(章氏第38~45层)划入韦宪统下部的乍得阶(Chadian),含Ch1的Ch2两个I型层序。

3.2 层序对比意义

首先,对于含深切谷充填的三个I型层序,如果造成其河谷深切、相对海平面大幅度下降的成因与冰川作用有关的话,那么,它们无疑会对特提斯喜马拉雅相邻地区如库蒙(Kumaoon)的曼达理(Mandhali)、羌巴(Chamba)地区疑问的早石炭世冰碛物^[6,7,8]提供对比证据。

其次,从纳兴组中下部沉积层序时限范围讨论看,其海岸上超曲线(或海平面变化)、体系域发育状况、海侵-海退旋回特点均可与全球范围相关地区很好对比(图5)。主要对比关系为:分别属于 T_{m3} T_{n3} V_{1a} V_{1b} 的IV1~IV3 IV4 Ch1 Ch2大致可与西北欧洲的Mesothem层序 D_{1b} D_{1c} D_{2a} D_{2b} 对比,各自相当于俄罗斯地台Cherepetian Kizalovian Elkhovian Radaevian和北美密西西比峡谷Chouteau Meppen Fern Glen Burlington Keokuk的T-R旋回,其中,深切谷充填层序在时间上、海岸上超幅度上与俄罗斯地台及密西西比峡谷更为相近。从时代年限上看,纳兴组下部三个II型层序可能与 T_{n2} 时的层序及有关T-R旋回相当。

此外,聂拉木亚来地区纳兴组含深切谷充填的三个I型层序同冈瓦纳相冰川作用引起的海平面升降旋回也有较好的对应关系,大致可与晚古生代冈瓦纳第II冰期巴西冰期相对(图5)。这一关系表明,发生在塔斯曼褶皱带(Tasman Fold Belt)尤其是南美巴西的晚古生代早期冰川作用^[12],很可能影响到了冈瓦纳印度次大陆北部边缘的特提斯喜马拉雅

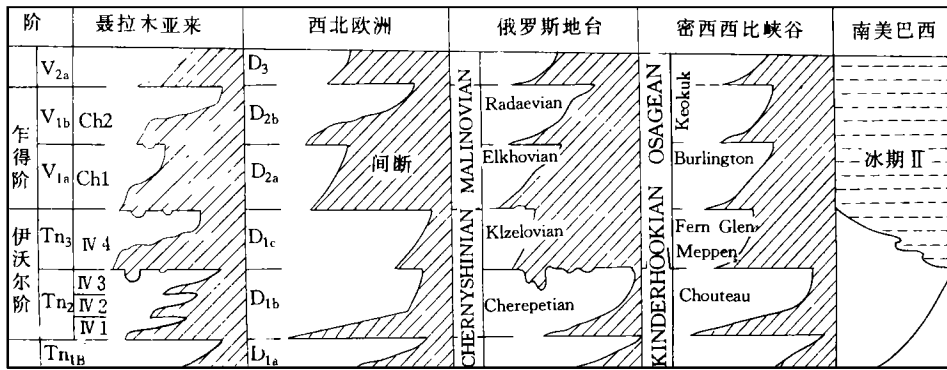


图 5 特提斯喜马拉雅聂拉木地区纳兴组沉积层序的全球对比

Fig. 5 Global correlation of depositional sequences in Naxing Formation of Tethys-Himalaya at Nyalam

4 主要认识及讨论

本文对特提斯喜马拉雅东段南带珠峰与希夏邦马峰之间的聂拉木亚来地区下石炭统纳兴组中下部沉积层序及深切谷进行了研究,取得以下一些认识:

(1) 纳兴组中下部大约 8.8(353.8~345.0) Ma 时限内共可识别出 6 个沉积层序,其中,杜内统伊沃尔阶的 IV 1~IV 4 四个层序平均时限约 1.1 Ma, 韦统乍得阶的 Ch 1 和 Ch 2 二个层序延续时限大致为 2.2 Ma。伊沃尔阶的下部三个层序 IV 1~IV 3 为 II 型,上部 IV 4 层序及乍得阶 Ch 1 Ch 2 层序为 I 型

但识别这些层序尚有证据不充分之处。一是 I 型层序的 LST 及高位体系域 (HST) 不发育的问题。LST 不发育容易理解,与剖面所处位置为陆棚有关;而 HST 通常在克拉通及其边缘是常见的,或者可以解释为由于 HST 由陆棚页岩构成,以加积型式叠置难以与 TST 分开,或者因为海平面大幅度下降过程侵蚀全部或部分刮掉了 HST,聂拉木亚来地区的情况可能属于后者。二是层序界面问题,尽管它们结构转换十分清楚,但是,无明显暴露标志,剖面地点可解释为因海侵将暴露沉积冲洗殆尽未能保存,邻近地区是否有暴露特征尚待查明。三是层序的建立仅根据单个剖面显然不够,缺乏区域对比追踪。四是年限范围缺少精确的定年依据,特别是具有说服力的浮游菊石或牙形石标准化石带。

(2) 各沉积层序尤其是后期的 I 型层序表现为持续缓慢海侵、快速海退特点。随着时间的变化,层序类型、保存的体系域、厚度都发生了明显的变化,

并反映出相对海平面升降幅度及构造沉降速率都有增大的趋势。这是否意味着冈瓦纳乃至全球范围具相似反响,值得进一步研究。

(3) 属于伊沃尔末期和乍得期的三个 I 型层序具河流上游深切谷充填特征,即河道围相为陆棚页岩相,深切谷充填由河道滞留砾岩、河道长石英砂岩和滨海沙滩石英砂岩、近滨及内陆棚砂页岩组成,具向上变细加深结构。层序底界面与下伏岩层均为突变接触关系,露头上可见到较清楚的下切形态,似宽“U”型。

河道围相属陆棚沉积是肯定的,但是否达外陆棚因缺乏特征的浮游化石组合或者栖居于 BA4~BA5 生态位的薄壳底栖生物标志较难肯定。关于层序底界面突变现象,在发育深切谷地区之外的区域是否存在对应的突变关系或者暴露面,以及底部滞留砾岩中的远源砾石等问题,详细研究对查明物源区、冰川事件、分析海平面升降、构造沉陷等大有裨益。

(4) 典型剖面亚来地区所识别的 6 个层序在海平面升降、海岸上超曲线、T-R 旋回特点、时间方面都具有较好的全球可对比性,即 IV 1~IV 3 层序与欧洲的 D_{1a}、D_{2a}、D_{2b} 层序、俄罗斯地台的 Cherepetian 及北美 Chouteau 的 T-R 旋回相当,IV 4 Ch 1 Ch 2 含深切谷的 I 型层序则分别相当于欧洲的 D_{1a}、D_{2a}、D_{2b} 层序、俄罗斯地台的 Klzelovian、Elkhovian、Radaevian 及北美的 Meppen、Fern Glen、Burlington、Keokuk 的 T-R 旋回。此外,这些层序或 T-R 旋回与冈瓦纳第 II 次冰期可能是同步的,并在塔斯曼褶皱带和中

国南方有相同的反响,对比的关键问题仍然在于精确定年。如果时代上问题不大的话,则可能为全球性海退事件尤其是巴西冰期在本研究区乃至特提斯喜马拉雅的存在提供一个例证。

承蒙郑荣才副教授、李秀华副教授提出宝贵意见及有益的讨论,借此表示诚挚的谢忱!

参 考 文 献

- [1] 范影年. 西藏石炭系. 重庆: 重庆出版社, 1988, 128.
- [2] 林宝玉, 邱洪荣. 西藏喜马拉雅地区古生代地层的新认识. 见: 青藏高原地质文集(7). 北京: 地质出版社, 1982, 149~ 152.
- [3] 王义刚, 孙东立, 何国雄. 特提斯喜马拉雅南部分区(区域地层综述). 见: 西藏地层(中国科学院青藏高原综合科学考察队). 北京: 科学出版社, 1994, 28~ 38.
- [4] 章炳高. 石炭系. 见: 珠穆朗玛峰地区科学考察报告(地质). 北京: 科学出版社, 1974, 58~ 65.
- [5] 张守信, 金玉丑. 珠穆朗玛峰地区上古生界腕足动物化石. 见: 珠穆朗玛峰地区科学考察报告(古生物, 二). 北京: 科学出版社, 1976, 159~ 270.
- [6] Frakes L A, E M Kemp and J C Crowell. Late Paleozoic

- Glaciation Part VI, Asia Geol Soc Am Bull, 1975, 86: 454~ 464.
- [7] Gansser A. Geology to the Himalayas. London. Interscience Publ, 1964, 289.
- [8] Powell D and M Saxena. Tillite horizon in Chamba Himalayas of Himachal Pradesh, North India Quart Jour Geol Soc London, 1971, 127: 595~ 598.
- [9] Ross C A and J R P Ross. Carboniferous and Early Permian biogeography Geology, 1985a, 13: 27~ 30.
- [10] Ross C A and J R P Ross. Late Paleozoic depositional sequences are synchronous and worldwide. Geology, 1985b, 13: 194~ 197.
- [11] Van Wagoner J C, R M Jr Mitchum, K M Campion, et al. Siliclastic sequence stratigraphy in well logs, cores and outcrops, concepts for high-resolution correlation of time and facies. AAPG, Meth Explor Ser, 1990, 7: 1~ 55.
- [12] Veevers J J and C McA Powell. Late Paleozoic glacial episodes in Gondwanaland reflected in transgressive-regressive depositional sequences in Euramerica. Geol Soc Am Bull, 1987, 98: 457~ 487.

Depositional Sequences and Incised Valley in the Naxing Formation of the Early Carboniferous in Yalai, Nyalam, South Tibet

Li Xianghui Wang Chengshan Zeng Yunfu and Liu Zhifei

(Chengdu Institute of Technology, Chengdu, 610059, P. R. China)

Abstract

Six sequences named IV 1~ IV 4, Ch1, Ch2 with an average duration of 1.0~ 2.0 Ma can be recognized in the mid-lower Naxing Formation of the Lower Carboniferous at Yalai, Nyalam, south Tibet, in which three sequences with type II basal boundary surface and three with type I could be divided by the system tract, texture and the relationship of sequence, and all of them are of slow transgression to fast regression. The identification of the incised valleys in the sequences IV 4, Ch1, Ch2 is determined by (1) the shelf shale facies surrounding channel, (2) the sharp contact of boundary surface, (3) the up-deepening tendency: channel bottom lag conglomerate → feldspathic quartz sandstone → shore quartz arenite → shelf shale, (4) the incised "U" shape in outcrop. And these sequences can be correlated with the mesothems in NW Europe, the T-R Cycles in Russian Platform and in Mississippi Valley at the same period. Of them, the type I sequences with incised valley fills are, to great extent related to the global regression event or the early Viséan glaciation II in Brazil in Gondwanaland.

Key Words glacial sea-level regression event depositional sequence incised valley naxing formation nyalam south tibet