

西藏定结、定日一带上石炭统纳兴组 重力流沉积及其地质意义

张雄华, 李德威, 袁晏明, 曹树钊

(中国地质大学地球科学学院, 湖北武汉 430074)

摘要: 西藏定结、定日一带上石炭统纳兴组为一套厚度巨大的陆源碎屑沉积, 该组中部首次识别出重力流沉积。重力流沉积可划分为 3 个类型: 崩塌沉积、碎屑流沉积和浊流沉积, 以碎屑流沉积常见。通过沉积相和基于沉积物组分及地球化学方面的物源分析, 判断该区晚石炭世存在小型洼陷盆地, 其形成与晚石炭世海西伸展运动有关, 纳兴组重力流沉积与下伏滨浅海沉积之间具一伸展不整合。

关键词: 上石炭统; 重力流沉积; 西藏。

中图分类号: P53 **文献标识码:** A

文章编号: 1000-2383(2003)06-0634-05

作者简介: 张雄华(1963—), 副教授, 1984 年毕业于武汉地质学院, 主要从事古生物地层学、沉积学的教学和科研工作。

西藏定结、定日一带石炭系发育, 自下而上分为亚里组、纳兴组。其中纳兴组的层型^[1,2]为聂拉木县北章东区亚里乡剖面, 层型剖面上本组为一套陆源碎屑岩沉积, 石英砂岩及砾岩层较多, 含大量浅海相生物化石, 如腕足类、双壳类、腹足类及方锥石类, 被认为是一套典型的滨浅海相沉积^[2]。相比之下, 定日县帕卓一带纳兴组以页岩为主, 实体生物化石贫乏, 中部夹有多层含砾杂砂岩、杂砂岩及一层“崩积岩”。前人曾认为纳兴组含砾杂砂岩的成因可能是季节性冰水沉积或是重力流沉积^[3]。但定日、定结一带纳兴组所有含砾杂砂岩中的砾石均未见冰川沉积所特有的擦面、刻沟、压坑和擦痕, 也未见冰筏海洋沉积中的“落石构造”, 此外底部的崩积岩也难以用冰川作用来解释, 故应用重力流成因来解释可能更合适。该重力流沉积的发现对研究西藏南部石炭纪的地质发展史及判断其大地构造背景具有重要的意义。

1 地层概况

西藏定日县、定结县等地纳兴组以定日县帕卓

可德剖面出露较好, 厚 1 050.4 m, 与下伏亚里组为突变整合接触, 具明显的侵蚀面。

纳兴组底部由多个旋回层组成, 旋回层下部为灰白色厚—巨厚层中粒石英砂岩, 发育板状和楔状交错层理, 部分砂岩横向上呈楔状体, 旋回层上部为灰色、深灰色页岩夹灰色细粒石英砂岩, 下部主要为灰色、灰黄色页岩夹灰色块状含砾泥质粉砂岩及含砾粉砂质泥岩, 总体上以页岩为主。中部为灰色、深灰色页岩夹多层含砾杂砂岩、杂砂岩, 底部具一层“崩积岩”, 杂砂岩中部分杂基含量达 30%。上部为灰色页岩夹灰色薄—中层粉砂岩及细砂岩, 部分砂岩内具波状层理。顶部为灰色页岩夹灰色薄—中层细砂岩及少量灰白色中—厚层细粒石英砂岩, 薄—中层细砂岩具双向交错层理, 中—厚层细粒石英砂岩多呈楔状体, 发育楔状交错层理和板状交错层理。

2 沉积相类型

2.1 纳兴组下部沉积相

纳兴组下部为一套滨浅海沉积, 分为 2 个沉积相, 自下而上为: (1) 临滨砂岩相。分布在本组底部, 岩性为巨厚层中粒石英砂岩及页岩, 砂岩多呈楔状体, 具楔状交错层理和平行层理, 底部具侵蚀构造。

砂岩粒度分析显示标准偏差为 0.45~0.50,属分选好的类型。其粒度概率累计曲线主要为跳跃总体,且斜率较大,与水能量较高的临滨环境相似。(2)陆架页岩相。分布在本组下部,岩性为页岩夹薄层细—粉砂岩及泥灰岩条带,页岩水平层理发育,砂岩具小型单向交错层理和砂波纹层理,反映了一种低能的陆棚环境。自下而上显现了一种明显的海侵过程。

2.2 纳兴组中部盆地页岩相沉积及斜坡重力流沉积

纳兴组中部主要为一套水平层理发育的页岩,生物贫乏,属海水较深的低能的盆地环境。间夹的含砾杂砂岩、杂砂岩、含砾砂质泥岩具明显的重力流沉积特征,经沉积相分析后确定为 3 种类型:崩塌沉积、碎屑流沉积及浊流沉积,其中以碎屑流沉积为主,各类沉积特点分述如下:(1)崩塌沉积相。位于纳兴组中部,厚 150~1 500 cm,横向上厚度变化很大。由大量不规则角砾组成,角砾成分复杂,主要由灰色含砾砂岩、砂岩、杂砂岩、粉砂岩、灰黄色泥灰岩及泥质岩组成,大小混杂,最大直径可达 300 cm,底部具明显侵蚀面。间夹的泥质岩中可见有滑塌褶皱、滑塌角砾及其他软沉积变形构造,属于斜坡上的崩塌沉积,物源来自于临近的陆棚或碳酸盐台地。其上下地层中砂岩发育不很明显的鲍马序列,杂基含量高,具浊积岩特征,间夹页岩水平层理发育,夹有褐铁矿透镜体,都显现了较深水环境。(2)浊流沉积相。主要位于崩塌沉积砾岩之上,岩性为砾质细—中粒石英杂砂岩夹页岩。砂岩成分主要为石英,并含有大量碳酸盐颗粒及生物碎屑,局部呈混积岩(陆源碎屑岩和碳酸岩的混合沉积),杂基含量较高(>10%)。从其概率累计曲线上看出,由三段组成,斜率较平缓, s_c 截点分布范围较宽,与典型浊流沉积特征类似。发育递变层理,泥砾、泥片发育,该序列下部砂岩中—厚层,具鲍马序列 T_{abe} 、 T_{ae} ;上部为薄层细砂岩、粉砂岩夹页岩或互层,鲍马序列为 T_{cde} 、 T_{de} ,以 T_{cde} 居多, T_c 内多发育变形层理。应该指出的是,该相部分地段中碳酸盐颗粒与陆源碎屑的混合沉积发育,其碳酸盐颗粒中的生物碎屑主要为浅水型的海百合茎和腕足碎屑,与陆源碎屑在深水斜坡相区的混合归因于重力流事件,为事件混合沉积。(3)碎屑流沉积相。明显分为两类,一类分布在崩塌沉积之下,岩性为块状含砾粉砂质泥岩及含砾泥质粉砂岩(图 1 中的 30 层)。含砾粉砂质泥岩内砾石含量为 5%左右,砾石主要为硅质岩砾和石英砾,无分选,砂质含量 20%左右,泥质(杂基)达 75%,底部具明显

的侵蚀构造,为一规模较大的侵蚀面。另一类分布在崩塌沉积之上,为纳兴组重力流沉积的主体岩相。其岩性主要为灰色块状杂砂岩及含砾杂砂岩。砂岩主要成分为石英,其次为硅质岩屑及泥灰岩碎屑,杂基含量达 20%,碎屑颗粒无分选和磨圆,块状层理,泥砾、泥片发育,底部具侵蚀面。从其概率累计曲线上可以看出(图 2),滚动和跳跃总体连续过渡,斜率一致,无明显截点,粒度分布范围广,属高密度重力流,由于未见鲍马序列且其内部颗粒大小混杂,未见层理,因此属一套斜坡相的碎屑流(或泥石流)沉积。值得提出的是,图 1 中 34 层含砾杂砂岩之上有一套巨厚层细砂岩,杂基含量 5%~10%,块状层理或略具平行层理,泥砾、泥片发育,底部也具明显的侵蚀构造,重力流特征明显,但未见鲍马序列,也应为碎屑流沉积(或颗粒流沉积)。

在对 22 个样品(包括浊流亚相和碎屑流亚相)所做粒度分析 C 值、 M 值作出的 CM 图(图 3)上可以看到, CM 图像平行 $C=M$ 线,反映出悬浮递变特点,应属重力流沉积。

纳兴组重力流沉积在垂向上呈现明显的阶段性。早期(图 1 中 30 层)为规模相对较小的、且主要以含砾泥质粉砂岩和粉砂质泥岩为主的碎屑流沉积;中部(图 1 中 31~34 层)规模最大,3 种重力流沉积类型均有,为盆地最大扩张期的产物;晚期(图 1 中 35~39 层)主要以盆地页岩相为主,间夹的碎屑流沉积向上逐渐变少且规模变小,代表盆地萎缩被快速填充的过程。

2.3 纳兴组上部沉积相

纳兴组上部主要为一套陆架—临滨沉积,自本组中部到本组上部由深水的盆地—斜坡相沉积变为浅海沉积,呈现明显的快速海退过程,与岗瓦纳大陆二叠纪大冰期到来之前的那次大规模海退一致^[4]。该套沉积根据岩性及沉积环境分为陆架砂泥岩相、过渡带砂泥岩相、临滨砂岩相。(1)陆架砂泥岩相。为纳兴组上部的主体岩相,厚度巨大,岩性为灰色页岩夹少量灰色薄层细砂岩,页岩水平层理发育,产少量遗迹化石 *Chonedrites* *ichnosp.*,砂岩发育少量小型单向交错层理及砂波纹层理。(2)过渡带砂泥岩相。岩性为灰色泥岩夹灰色薄—中层细粒砂岩,总体厚度大。砂岩内多具有波状层理和小型交错层理,表明受到过岸流和潮汐流的作用。泥岩中部分发育生物扰动构造,部分砂岩内具波状层理,生物扰动构造发育,含大量潜穴类遗迹化石,主要有 *Palaeophycus*

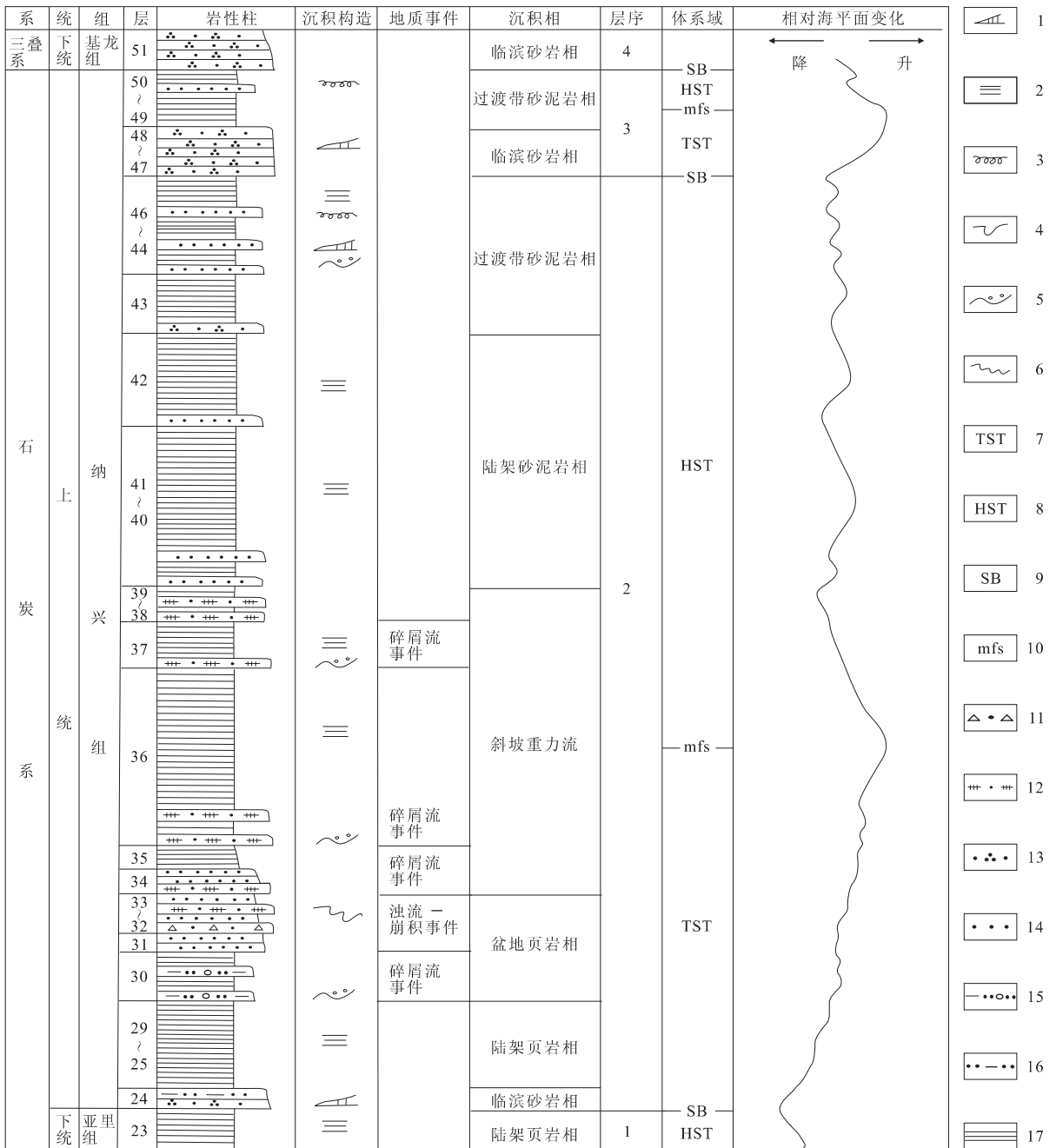


图 1 石炭系纳兴组沉积序列

Fig. 1 Stratigraphical sequences and sedimentary facies of Naxing Formation

1. 楔状交错层理; 2. 水平层理; 3. 生物扰动构造; 4. 潜穴; 5. 侵蚀构造; 6. 滑塌构造; 7. 海侵体系域; 8. 高水体系域; 9. 层序界面; 10. 最大海泛面; 11. 崩积岩; 12. 含砾杂砂岩、杂砂岩; 13. 石英砂岩; 14. 砂岩; 15. 含砾砂质泥岩; 16. 泥质粉砂岩; 17. 页岩

ichnosp., *Chondrites* ichnosp., *Teichichnus* ichnosp., 大部分为水平潜穴, 其面貌与 Pemberton 划分的 *Cruziana* 遗迹相^[5] 及 龚一鸣^[6] 划分的 *Teichichnus* 群落类似。砂岩中含较高的泥质, 但碎屑颗粒的粒度跨度小, 主要为粉—细砂级, 与典型陆架砂岩的特征类似。(3) 临滨砂岩相。分布在纳兴组上部, 岩性为灰色中—厚层石英砂岩与泥岩互层。岩

性为灰色中—厚层石英砂岩和泥岩互层, 或为泥岩夹石英砂岩。中—厚层砂岩内发育大波痕交错层理, 水能量较高。砂岩细—中砂级, 概率累计曲线斜率较大, 粒度分布范围窄, 主要为跳跃总体, 与经典滨岸带沉积类似, 属临滨带沉积。

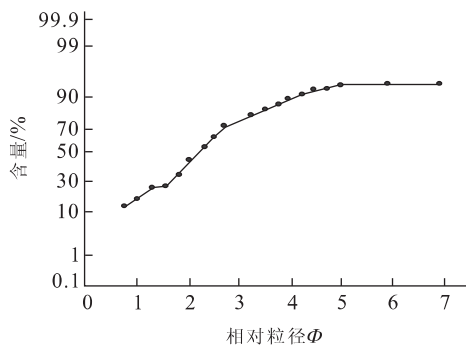


图 2 纳兴组碎屑流砂岩概率累积曲线

Fig. 2 Cumulative curves of the debris flow sandstone of Naxing Formation

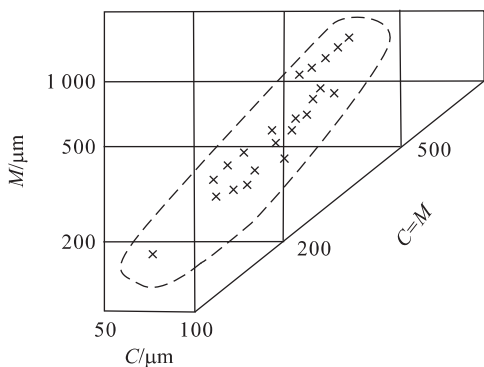


图 3 纳兴组碎屑流、浊流砂岩 CM 图

Fig. 3 CM pattern of the debris flow and turbidite sandstone of Naxing Formation

3 晚石炭世大地构造背景分析

对西藏南部晚石炭世大地构造背景的判别存在不同的观点,部分学者认为属被动大陆边缘稳定的滨浅海沉积^[1,2];部分认为总体上属浅海沉积,但认为其中含砾杂砂岩可能为季节冰水相或重力流沉积^[3]。王根厚等^[7]认为纳兴组与下伏亚里组之间具一伸展不整合,纳兴组属一套裂陷型含砾碎屑岩系,其厚度巨大,与下伏厚度较小的亚里组地台型沉积有明显的区别,为海西伸展运动的结果。一般认为,伸展不整合指的是在伸展构造环境下,发生于水下或地壳总体沉陷或裂陷过程中产生的不整合,上覆地层厚度剧增,常表现为滑混岩、重力流和震积岩以及超越下伏地层的化石混积^[8]。对研究区纳兴组上述沉积相分析说明,该区在晚石炭世存在发育重力流的盆地。判断该盆地性质有如下证据:(1)沉积物组分:重力流沉积物包括有砾石及砂级颗粒,成分大部为稳定环境下的沉积岩,如砾石主要为生物碎屑

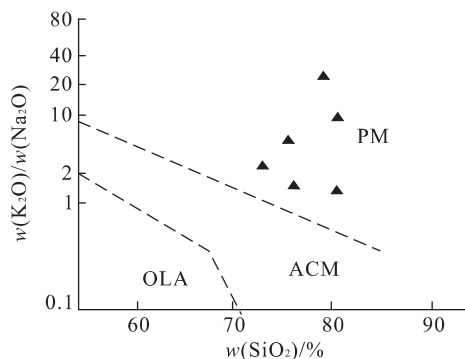


图 4 纳兴组砂岩的 $w(\text{SiO}_2) - w(\text{K}_2\text{O})/w(\text{Na}_2\text{O})$ 构造环境判别^[8]

Fig. 4 Plate tectonics setting of the sandstone of Naxing Formation using $w(\text{SiO}_2) - w(\text{K}_2\text{O})/w(\text{Na}_2\text{O})$ ^[8]
OLA. 大洋岛弧; ACM. 活动大陆边缘; PM. 被动大陆边缘

灰岩、泥灰岩及石英砂岩,而砂岩颗粒主要为石英,且石英颗粒绝大部分为单晶石英,未见火山物质。这些说明其为板块内的稳定盆地。(2)通过对纳兴组重力流沉积中砂岩的地球化学分析,可以看出 SiO_2 , Al_2O_3 的质量分数所在的判别表^[8]中均投在被动大陆边缘区中。根据 $w(\text{K}_2\text{O})/w(\text{Na}_2\text{O})$ 值和 $w(\text{SiO}_2)$ 比值所作判别图(图 4)^[9],该类样品也均投在被动大陆边缘区中。(3)沉积物原岩的环境:盆地重力流沉积中的灰岩碎屑或颗粒含大量碳酸盐台地或陆棚上的典型分子,如海百合茎、腕足和双壳,所含石英颗粒为陆架或滨岸带的主要沉积物,表明盆地重力流物源来自于邻近的碳酸盐台地或陆棚陆源碎屑岩。盆地类型属于稳定板块陆架(或陆棚)之上的洼陷盆地或台间海槽,与湘桂地区晚泥盆世早期的台间海槽类似^[10]。(4)沉积相类型:该套重力流沉积以碎屑流和崩塌沉积为主,未见大规模的浊流沉积。此外,该套重力流沉积的分布在区域上也很局限,定日县帕卓一带本组厚度最大,重力流夹层最多,而在东部的定县萨尔一带,本组厚度减少,重力流沉积仅有两层。这说明盆地规模较小,属于一种小型的洼陷盆地,中心位于定日县帕卓一带。

从上述判断结果及前人的资料可以看出,纳兴组厚度巨大,具明显的重力流沉积,与下伏亚里组厚度较薄的稳定地台型沉积形成鲜明的对比,是海西期伸展运动的结果。研究区晚石炭世的盆地范围不大,说明海西期晚石炭世的伸展运动规模较小,不及二叠纪的规模。应该指出的是,纳兴组与亚里组界面为一岩性突变面,但未见明显的侵蚀,纳兴组最明显的侵蚀面见于最下一层重力流沉积(图 1 中的 30

层)的底部,为一规模较大的侵蚀面,其特征及性质与伸展不整合相符,晚石炭世的伸展不整合应划在该层的底部,而非纳兴组与亚里组之间^[8]。

参考文献:

- [1] 林宝玉,王乃文,王思恩,等. 西藏地层[M]. 北京:地质出版社,1989. 68—101.
LIN B Y, WANG N W, WANG S E, et al. Xizang (Tibet) stratigraphy [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1989. 68—101.
- [2] 西藏地矿局. 西藏自治区岩石地层[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1997. 84—117.
Bureau of Geology and Mineral Resources of Xizang Autonomous Region. Stratigraphy (lithostratic) of Xizang autonomous region [M]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 1997. 84—117.
- [3] 赵政璋,李永铁,叶和飞,等. 青藏高原地层[M]. 北京:科学出版社,2001. 52—67.
ZHAO Z Z, LI Y T, YE H F, et al. Stratigraphy of Qinghai and Xizang (Tibet) plateau [M]. Beijing: Science Press, 2001. 52—67.
- [4] Carlos O L, Silvia N C, Laura I N, et al. The Upper Carboniferous postglacial transgression in the Paganzo and Rioblanco basins (northwestern Argentina): Facies and stratigraphic significance [J]. Journal of South American Earth Sciences, 2002, 15: 445—460.
- [5] 杨式溥. 古遗迹学[M]. 北京:地质出版社,1990. 1—17.
YANG S P. Palichnology [M]. Beijing: Geological

Publishing House, 1990. 1—17.

- [6] 龚一鸣. 新疆北部泥盆系遗迹化石的拓扑遗迹学研究[J]. 古生物学报,1994, 33(4): 472—498.
GONG Y M. Topoichnological study of Devonian trace fossils in northern Xinjiang, Northwest China [J]. Acta Palaeontologica Sinica, 1994, 33(4): 472—498.
- [7] 王根厚,梁定益,刘文灿,等. 藏南海西期以来伸展运动及伸展作用[J]. 现代地质,2000, 14(2): 133—139.
WANG G H, LIANG D Y, LIU W C, et al. Extensional movement and extending action in southern Tibet since Hercynian [J]. Geoscience, 2000, 14(2): 133—139.
- [8] Bhatia M R, Crook K A W. Trace element characteristics of graywackes and tectonic setting discrimination of sedimentary [J]. Contrib Mineral Petrol, 1986, (92): 181—193.
- [9] Roser B P, Korsch R J. Plate tectonics setting of sandstone-mudstone suites using SiO₂ content and K₂O/Na₂O ratio [J]. Jour Geo, 1986, (94): 635—650.
- [10] 王良忱. 湘桂地区晚泥盆世早期构造古地理及台间海槽的演化模式[A]. 见:王鸿祯. 华南地区古大陆边缘构造史[C]. 武汉:武汉地质学院出版社,1986. 242—250.
WANG L C. Paleostratigraphical, paleogeographic outline and model of inter-platform through development in Late Devenian Hunan, Guanxi area [A]. In: WANG H Z, ed. Tectonic history of the ancient continental margins of South China [C]. Wuhan: Wuhan College of Geology Press, 1986. 242—250.

Gravity Flow Deposit in Naxing Formation of Upper Carboniferous in Dingjie and Dingri, Tibet, and Their Geological Significances

ZHANG Xiong-hua, LI De-wei, YUAN Yan-ming, CAO Shu-zhao

(Faculty of Earth Sciences, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China)

Abstract: Naxing Formation of Upper Carboniferous in Dingri and Dingjie, Tibet, is a terrigenous clastic deposit with huge thickness. Gravity flow facies including collapse, debris flow and turbite facies are distinguished firstly in the middle part of the formation. The sedimentary facies and source analysis based on sediment composition and geochemical characteristics reveals that the environment of the area in Late Carboniferous used to be a small fault basin related with the Hercynian extensional movement, and that an extensional unconformity is situated between the gravity flow facies and shore-shelf facies in the lower part of Naxing Formation.

Key words: Upper Carboniferous; gravity flow deposit; Tibet.