

# 滇西南景谷—镇沅地区第三纪 重力流沉积及其地质意义<sup>①</sup>

刘善印<sup>1</sup> 钟大赉<sup>2</sup> 吴根耀<sup>2</sup>

1 (中国矿业大学北京研究生部 北京 100083)

2 (中国科学院地质研究所 北京 100029)

**提 要** 本文通过详细的沉积学研究,讨论了滇西南景谷—镇沅地区第三纪重力流的沉积特征,包括碎屑流、颗粒流和浊流三种沉积类型。它们的发育直接受印度板块与欧亚板块碰撞及其后陆内变形的控制,是区域构造事件的响应。

**关键词** 重力流 碎屑流 颗粒流 浊流

**第一作者简介** 刘善印 男 33岁 博士后 沉积学及大地构造学

滇西南景谷—镇沅地区的第三系,自下而上可分为古新统勐野井组、下始新统等黑组、中始新—渐新统勐腊群、下中新统三号沟组、中上中新统回环组和上新统大红猫村组。勐野井组为棕红色、杂色泥砾岩、粉砂岩和粉砂质泥岩,厚约 1 000 m。等黑组为紫红色泥质粉砂岩和泥岩,厚 1 100~ 1 900 m。勐腊群由紫红色砾岩和粗砂岩组成,为一套造山期磨拉石建造,厚 500~ 1 500 m。三号沟组由浅灰色粉砂岩、砂岩和砾岩组成,夹煤层或煤线,厚 430~ 700 m。回环组以灰黑色泥岩为主,夹薄层状砂岩,厚 1 000~ 1 700 m。大红猫村组由灰色砂岩、粉砂岩、泥岩和少量砾岩组成,厚约 340 m。

重力流是陆上或水下由重力推动的一种水中含有大量弥散沉积物的高密度流体。一般可分为碎屑流、颗粒流、液化沉积物流和浊流四类。本区第三纪重力流沉积主要发育在勐腊群、三号沟组和回环组地层内,包括碎屑流、颗粒流和浊流三种沉积类型。

## 1 碎屑流沉积

碎屑流是冲积扇环境的一个重要类型,是在水流中含大量弥散的粘土和粗细碎屑而形成的粘稠的呈涌浪状前进的一种流体。本区的碎屑流沉积发育在勐腊群和三号沟组中,由砾岩组成。砾石含量 60%~ 80%,砾径大小不一,一般小于 10 cm,最大可见 50 cm 的漂砾,最小者不足 1 cm。砾石成分依地点不同而异,主要为砂岩、泥岩、花岗岩和灰岩。砾

石磨圆较好,分选较差,大小混杂,缺乏定向而呈块状构造。砾石间以砂质充填(图版 1)。岩层一般呈层状展布,当底部与页岩接触时,可见清晰的侵蚀起伏面,局部可见很差的粒级递变。碎屑流沉积有时与片流沉积互层出现,反映了洪水间歇性的作用。有时向上过渡为辫状河沉积,构成一完整的冲积扇旋回。

碎屑流是一种高密度、高粘滞性的沉积物重力流。与牛顿流体不同,它具有屈服强度,流动方式是层流。当重力的顺坡牵引力小于流体的剪切强度时,流动即随之停止。由于这种性质,碎屑流沉积往往是泥沙混杂,碎屑大小混杂,无沉积构造,砾石无任何定向,并可见砾石长轴垂直于岩层层面。

Nemec 和 Steel<sup>[1]</sup>总结了 5 条鉴别碎屑流的最基本的岩石学标志:(1)岩层常呈席状,虽然有时呈透镜状,但底部侵蚀面局限或不重要;(2)岩层常由无递变到递变发育,取决于沉积水流的内部状态(碎屑支撑方式),递变类型常沿斜坡变化;(3)无明显成层现象,个别也可呈不清晰的层状;(4)结构上从多数到双多数,从碎屑支撑到基质支撑,常含超常粒级的巨砾和漂砾;(5)层厚与最大砾径在统计学上常具正相关性。本区碎屑流沉积除因故而未作第 5 项统计外,其它特征均符合上述标志。

岩石粒度分布特征在一定程度上也反映了搬运介质的能量、性质及碎屑的搬运方式,因而受到人们的普遍重视。但这方面的工作主要围绕着砂岩展开<sup>[2,3]</sup>。近 10 年来,一些学者也开始研究砾岩的粒度

① 国家自然科学基金(编号:49232030)和中国博士后科学基金联合资助  
收稿日期:1997-05-20 收修改稿日期:1997-09-04

分布特征<sup>[4,5]</sup>。笔者在野外工作期间,使用了直接测量法对碎屑流沉积物的砾石作了统计后发现,频率曲线除在细粒部分 2~4 cm 之间有一个主峰(图 1, a),含量 20%~30%。此外还有 1~2 个次级峰,含量 10% 左右。整条曲线表现为上下波动。由于碎屑流具有较高的粘滞性,所搬运的砾石难于得到分选,频率曲线充分反映了这类沉积物砾石大小混杂,以细砾为主的特征。

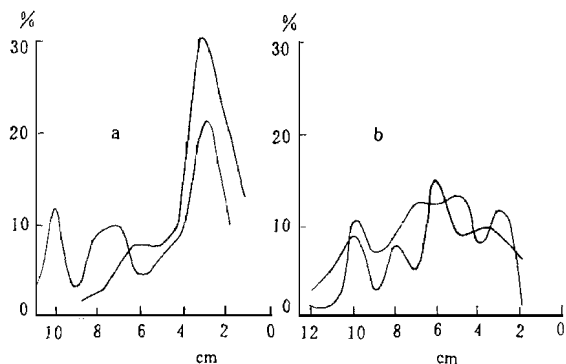


图 1 碎屑流 (a) 和颗粒流 (b) 沉积的粒度频率分布曲线

Fig. 1 Grain size distribution frequency curves of debris flow deposits (a) and grain flow deposits (b)

## 2 颗粒流沉积

本区的颗粒流沉积主要发育在三号沟组中。在景谷县城东面的河谷内,沉积物以灰绿色、紫红色砾岩为主,砾石含量很高,基质含量甚少,砾石支撑(图版 2)。砾石成分主要为砂岩和石英砂岩,磨圆很好,大小混杂,紧密堆积,无定向性,块状构造。胶结物粘土矿物和铁质呈薄膜环绕砾石,单层厚 4~6 m。统计颗粒流沉积的砾石后发现,其频率曲线为多峰式(图 1, b),曲线在 2~10 cm 之间于 10% 处上下波动,无明显的主峰。反映了砾石大小混杂、分选极差的特征。

颗粒流是一种颗粒之间没有凝聚力或粘结力的流体,其碎屑的搬运由颗粒间相互碰撞而产生的分散压力引起,因此其中的细碎屑含量通常很低。据柯宝嘉等<sup>[5]</sup>对鄂尔多斯西缘砾质冲积扇的研究,颗粒流砾岩的粒度分布频率曲线与碎屑流相同,与本区的碎屑流曲线相似。而根据本次研究,碎屑流沉积与颗粒流沉积的沉积学特征和粒度分布特点均有显著的区别。碎屑流沉积往往泥沙混杂,碎屑物大小混

殊,砾石含量低,一般 60%~80%,如同“漂”在岩石中。而颗粒流沉积的砾石含量高,达 90% 以上,基质含量甚微。另外,碎屑流的粒度分布曲线由一个明显的主峰和 1~2 个次级峰组成(图 1);而颗粒流为多峰式,无明显的主峰。与碎屑流砾岩相比,颗粒流砾岩细粒部分含量显著减少,基本上在 10% 处上下波动。可见,由于颗粒流不具粘滞性,碎屑的搬运靠颗粒之间的碰撞来实现,相对于具凝聚力的碎屑流,其砾石更加难于得到分选。这也表明颗粒流搬运速度快,沉积速度也快,砾石得不到分选便沉积下来。

Middleton<sup>[6]</sup>认为出现颗粒流的条件是地面斜坡角度达到 18° 左右甚至更大。因此,颗粒流通常发生于山前坡脚处,离物源区很近。从本区颗粒流沉积的砾石球度较高,磨圆较好来看,应属再沉积砾岩。

## 3 浊流沉积

浊流是在水体底部形成的高速紊流状态的浑流流体,是水和大量呈自悬浮的沉积物混合成的一种密度流。它是由于沉积物与上覆水体之间的密度差而产生流动,呈涌浪状前进。本区的浊积岩主要夹于深湖相泥岩中,在回环村附近的回环组中可观察到 Bouma 序列的 4 个岩段(图 2, 1)。a 段:主要由中粗粒砂岩组成,夹少量砾石,砂岩成分为石英和硅质岩屑,次棱角—棱角状,分选磨圆较差,富含炭化植物

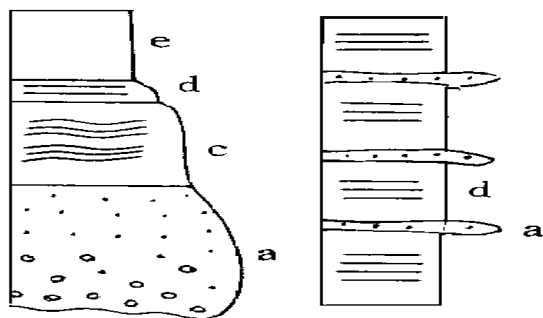


图 2 浊流沉积的垂向序列

Fig. 2 Sequences of turbidity deposits

碎片,具块状构造或粒序层理(图版 3),底面发育重荷模(图版 4),下伏泥岩中可见变形层理,厚 0.3~2.3 m。c 段:主要由细粒石英杂砂岩组成,具沙纹层理和包卷层理,厚 0.7 m 左右,与 a 段过渡。d 段:由薄层状粉砂岩和泥岩组成,水平层理发育,厚 0.05~0.3 m,与下伏 c 段过渡。e 段:由灰黑色泥岩组成,块状,厚 0.4~0.8 m。在多数情况下,该层序发育并不完整,仅有 a 段和 d 段(图 2, 2),反映了远源

沉积的特征 另据薄片粒度分析,砂岩的概率累计曲线表现为 2 种类型(图 3),一种几乎由悬移组分组成,近似呈弧形,粗粒部分分选较好,向细粒部分分选逐渐变差;另一种悬移组分占 20%左右,表现为弧形,跳跃组分占 65%左右,滚动组分占 4%,且又分为三个次组分。这两种曲线与 Glaister 和 Nelson<sup>[3]</sup>的浊积岩概率累计曲线极为相似

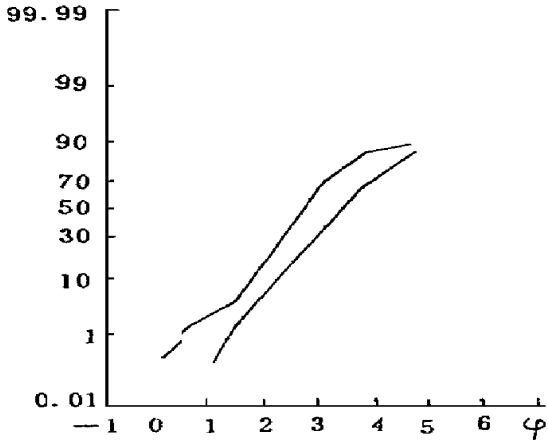


图 3 浊流沉积的概率累积曲线

Fig. 3 Cumulative probability curves of turbidity deposits

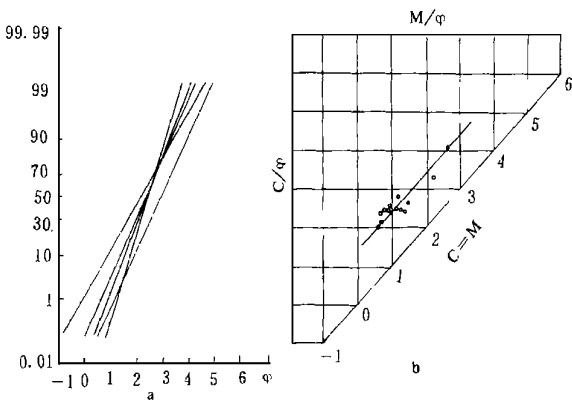


图 4 深 6 井中浊流沉积概率累积曲线 (a) 和 C/M 图 (b)  
(据滇黔桂石油地质研究所, 1990)

Fig. 4 Cumulative probability curves (a) and C-M diagram (b) of turbidity deposits in the Shen 6 hole  
(from Dian-Qian-Gui Institute of Petroleum Geology, 1990)

另据滇黔桂石油地质研究所<sup>①</sup>的研究,在景谷盆地深 6 井钻孔中揭示的浊流沉积由灰白色薄层细砂岩、粉砂岩和泥质岩组成,砂泥比为 20%左右。泥岩类单层厚 2~5 m,水平层理及波状层理发育。砂

岩单层厚 0.1~1 m,具递变层理,产植物碎片及介形类化石。砂岩的概率累计曲线呈悬浮段单直线型(图 4, a),斜率为 25°~33°,C/M 图上的点基本上分布在 Q~R 段,C 值变化不大,主体部分为平行 C=M 的直条形(图 4, b),最大分选指标  $I_m = 1.5\phi$ ,反映了低密度沉积特征

## 4 地质意义

第三纪是滇西南和邻区强烈构造运动的时期,位于印缅交界处的新特提斯洋于晚白垩世开始消减,中始新世(45 Ma)闭合<sup>[7]</sup>,印度大陆与欧亚大陆碰撞。随着两大板块的持续挤压,喜马拉雅地区发生大规模的北向位移与地壳缩短。作为陆内变形的重要形式和应力调整的重要机制,滇西—藏东地区于中新世初发生走滑运动。这一系列构造事件控制了滇西南和邻区的沉积作用

古新世,滇西南和邻区在晚中生代大型盆地的基础上解体、萎缩,形成一些断陷盆地<sup>[8]</sup>。这些盆地当时可能连为一体,被湖相细粒碎屑物质充填,在多数地区形成了盐类沉积。

中始新—渐新世是印度大陆与欧亚大陆碰撞的高峰期。作为这一事件的陆内效应,滇西南及邻区沿先成的断裂发生北东—北北东向的逆冲推覆,在推覆体前缘沿逆冲断层形成一系列挤压盆地<sup>[9]</sup>,发育了造山期磨拉石建造。在剧烈的构造变动中,地形高差迅速变化,形成了冲积扇中的碎屑流和片流沉积,从而成为造山过程的物质记录

中新世为滇西南和邻区走滑断裂强烈活动的时期,主要走滑断层的活动高峰年龄都在 26~11 Ma<sup>[10]</sup>。滇西南地区受几条走滑断裂的控制,沿断裂带形成一些小型走滑盆地<sup>[11]</sup>。同其它类型的盆地相比,走滑盆地具有发育快、沉降迅速的特点。又因其紧邻隆起的高地,地形高差显著,物源丰富,所以碎屑流、颗粒流和浊流沉积非常发育。这些沉积类型在一定程度上反映了走滑断裂的活动特点

上新世以来,青藏高原迅速抬升<sup>[10]</sup>,滇西南及邻区的变形方式也发生变化,从而导致中新世形成走滑盆地逐渐被三角洲沉积充填封闭。

总之,滇西南第三纪重力流的发育与印度大陆同欧亚大陆的碰撞及碰撞后的陆内变形密切相关

① 滇黔桂石油地质研究所, 云南景谷盆地上第三系研究, 1990

深入研究这些重力流的特征,有助于了解断裂活动特点,从而进一步探讨区域构造演化。

致谢: 本文在完成过程中,得到李继亮教授和曹代勇教授的指导和帮助,在此表示衷心的感谢。

### 参 考 文 献

- 1 Nemeč W, Steel R J. Alluvial and coastal conglomerates: their significant features and some comments on gravelly mass-flow deposits. In: Koster E H, Steel R J, eds. *Sedimentology of Gravels and Conglomerates*. Canadian Society of Petroleum Geologists Memoir, 1984, 10: 1-31
- 2 Visher G S. Grain size distribution and depositional processes. *J. Sed. Petrology*, 1969, 39: 1074-1106
- 3 Glaister R P, Nelson H W. Grain-size distribution: an aid in facies identification. *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*, 1974, 22(3): 203-240
- 4 Kochel R C, Johnson R A. Geomorphology and sedimentology of humid-temperate alluvial fans, central Virginia. In: Koster E

- H, Steel R J, eds. *Sedimentology of Gravels and Conglomerates*. Canadian Society of Petroleum Geologists Memoir, 1991, 10: 109-122
- 5 柯宝嘉, 陈昌明, 陈志明等. 鄂尔多斯盆地西缘砾质冲积扇沉积学特征. *沉积学报*, 1991, 9(3): 11-21
- 6 Middleton G V. Experimental studies related to flysch sedimentation. In: Lajoie, eds. *Flysch Sedimentology in North America*, 1970, 253-272
- 7 Bhattacharjee C C. The ophiolites of northeast India—a subduction zone ophiolite complex of the India-Burman orogenic belt. *Tectonophysics*, 1991, 191: 213-222
- 8 吴根耀. 中国滇西—泰国地区侏罗纪—第四纪盆地发育对比研究. *地质科学*, 1991, (4): 359-368
- 9 吴根耀. 滇西北地区第三纪的逆冲—推覆构造. *大地构造与成矿学*, 1994, 18(4): 331-338
- 10 钟大赉, 丁林. 青藏高原的隆起过程及其机制的探讨. *中国科学(D辑)*, 1996, 26(4): 289-295
- 11 刘善印, 钟大赉, 吴根耀. 滇西南晚第三纪含煤盆地的形成与演化. *煤炭学报*, 1995, 20(4): 351-355

## Tertiary Gravity Flow Deposits in Jinggu—Zhenyuan Region, Southwestern Yunnan, and Their Geological Significance

Liu Shanyin<sup>1</sup> Zhong Dalai<sup>2</sup> Wu Genyao<sup>2</sup>

1 (Beijing Graduate School, China University of Mining and Technology, Beijing 100083)

2 (Institute of Geology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029)

### Abstract

The Tertiary gravity flow deposits in the Jinggu-Zhenyuan region, southwestern Yunnan, can be divided into three types: debris flow, grain flow and turbidity current.

Debris flow deposits are mainly composed of conglomerates, which are matrix supported and poorly sorted. Their grain-size distribution frequency curves are characterized by having only one major and some secondary peaks. Grain flow deposits are also mainly composed of conglomerates, which are identified by their matrix lacking features. Clasts in these deposits were cemented by iron oxides and clay minerals, as thin film around them. Their grain-size distribution frequency curves show multimodal distribution without major peak. Turbidity current deposits are mainly composed of sandstone, siltstone and mudstone, which are characterized by their Bouma sequence. Their grain-size cumulative probability curves and C-M diagram reflect features of low-density flow.

Development of the gravity flow in the region, as response to regional tectonic evolution, was controlled by collisional processes of Indian continent with Eurasian continent and post-collisional intracontinental deformation.

**Key Words** gravity flow debris flow grain flow turbidity current



图版说明

1.碎屑流沉积; 2.颗粒流沉积; 3.浊积岩中的粒序层理; 4.浊积岩底面的重荷模