

深海相中的砂质碎屑流沉积

——以西藏特提斯喜马拉雅侏罗—白垩系为例

李祥辉 王成善 胡修棉

(成都理工学院沉积地质研究所,成都 610059)

【摘要】 阐述了砂质碎屑流沉积特征、研究现状及其与其他深海碎屑沉积的区别,认为西藏特提斯喜马拉雅上侏罗统-下白垩统深海沉积背景下的块状砂岩具有砂质碎屑流沉积性质,指出深海相中的块状砂岩可以预测。

【关键词】 砂质碎屑流;块状砂岩;深海相;上侏罗统-下白垩统;西藏特提斯喜马拉雅
中图分类号:P534.52;P534.53;P512.2 /文献标识码A



过去,深海相中的块状砂岩连同薄层砂岩-页岩韵律层一起常被解释为浊流成因,但是,对其形成机理、流体性质了解并不清楚,甚至存在错误观念。近来,美孚石油公司的沉积学家 Shanmugam 等^[1~7]在通过对北海、挪威海域、尼日利亚滨外、加蓬滨外、墨西哥湾等地区的白垩系、第三系深水砂岩长期研究后提出了砂质碎屑流(Sandy debris-flow)概念,用以解释深海相中缺乏交错层理的块状砂岩流体特征及性质。砂质碎屑流是一新概念,国内外都知之不多,弄清其流体性质和沉积机制不仅是沉积学理论

的需要,事实上,对砂体地质模型的建立并预测砂体展布也有着重大意义。本文试图借此机会,一方面将之有关成果和进展介绍给读者,另一方面与其他深海有关的碎屑沉积进行比较,再者,欲就近期在西藏江孜地区上侏罗统-下白垩统中发现的砂质碎屑流沉积特征予以报道并进行初步讨论。

1 砂质碎屑流沉积

Shanmugam 等^[1~7]提出的砂质碎屑流是指一

种有别于粘性浊流的粘滞性塑性流体,代表粘性与非粘性碎屑流之间的连续作用过程^[4,5]。换言之,浊流为流体流,砂质碎屑流为塑性流。砂质碎屑流的特点为:流体呈层状/块状流动,碎屑颗粒在流体中的含量中等到高,但颗粒浓度和基质含量不确定,泥质含量低到中等,深海这类碎屑以细砂为主,大的碎屑可能很少或缺失。Shanmugam 等的砂质碎屑流概念之精华在于:

1.1 提出了砂质碎屑流的主要标识特征。Shanmugam 等^[3]认为,与浊流相区别(表 1)砂质碎屑流的主要鉴定特征表现为 11 个方面:与上覆沉积呈突变接触的(块状)砂岩层;滑塌变形褶皱(图 1);地层不协调,砂体不连续;陡倾层的存在,可达 60 度;滑移面;剪切带;角砾化碎屑;悬浮泥砾碎屑;面状碎屑组构;逆粒序;杂基含量中一高,5%~20%。其中大部分是砂质碎屑流沉积所独有的。

1.2 否定了高密度浊流的存在。我们知道水下沉积物重力流一般分为碎屑流、颗粒流、浊流和液化沉积物流 4 种。浊流又有高密度与低密度之分,但 Shanmugam 等^[3]认为这不合适,因为从流变学、沉积物支撑机制、流体密度和沉积物浓度角度看高密度浊流无法与其他沉积物重力流进行区分。因此,他们在 Shultz^[4]沉积物重力流分类基础上提出了砂质碎屑流和泥质碎屑流的概念(图 2),认为浊流只有低密度而无高密度,所谓的高密度浊流与低密度浊流本身沉积机理完全不同,实际上它是砂质碎屑流成因。

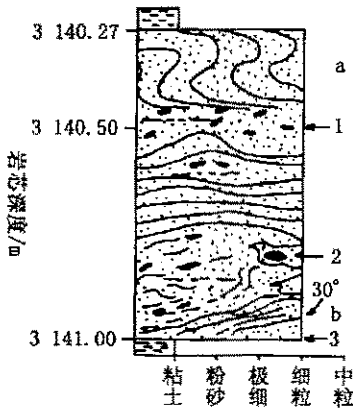


图 1 块状层理砂岩层中的变形层和剪切带

(引自 Shanmugam, et al., 1994)

a. 变形层; b. 剪切带; 1. 泥屑; 2. 含结核泥屑; 3. 滑脱面

Fig. 1 Sedimentary log showing contorted layers and a basal shearing zone in blocky micaceous sandstone without cross-bedding. (after Shanmugam, et al., 1994)

a. contorted layers; b. shearing zone; 1. mud clast; 2. mud clast with nodule; 3. decollement

1.3 提出了砂质碎屑流的形成机制。如前所述,砂质碎屑流是介于低密度浊流和泥质碎屑流之间

的粘滞性流体(图 2,3),其流体具塑性特征,在海底呈层状/块状流动。其沉积物支撑机制受基质强度、分散压力和浮力控制,顶部具或不具有紊流云团;对于漂浮在砂粒中的粗粒碎屑来说,不同背景下解释有所差异^[4,6]。砂质碎屑流的形成阶段被界定于滑塌变形碎屑形成期与真正低密度浊流期之间(图 3)^[4]。

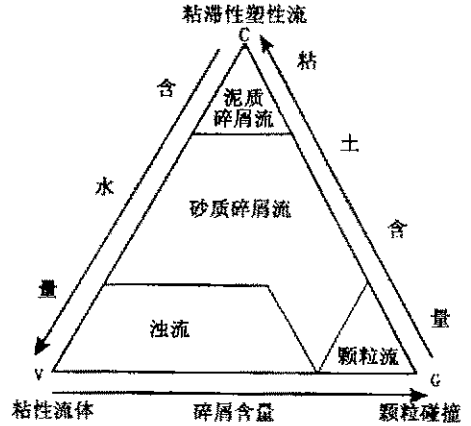


图 2 沉积物重力流分类三角图

(据 Shanmugam, 1996 年修改的 Shultz, 1984 年图)

1. 粘滞性塑性流; 2. 泥质碎屑流; 3. 砂质碎屑流; 4. 粘性流体; 5. 颗粒流; 6. 颗粒碰撞; 7. 浊流; 8. 含水量; 9. 粘土含量; 10. 碎屑含量

Fig. 2 Classification of sediment gravity flows showing properties of sandy debris flows (from Shanmugam 1996, modified from the diagram of Shultz in 1984)

1. cohesive plastic flow; 2. mud debris flow; 3. sandy debris flow; 4. viscous fluid; 5. gain flow; 6. granular collision; 7. turbidity flow; 8. water content; 9. clay content; 10. clastic content

1.4 对过去所识别的大量海底扇模式提出了质疑。砂质碎屑流主要是针对过去常常将深海砂岩统统解释为浊流沉积而提出的,包括一般深水砂岩及块状无交错层理砂岩统统被解释为海底扇浊流成因,他们认为这是不合适的。通过大量实例研究,如对挪威及北海北部白垩系^[4]、美国阿肯色和俄克拉荷马州的宾夕法尼亚系^[2]有关层段(过去认为是海底扇浊流沉积)研究后,提出了属于上斜坡滑塌及碎屑流沉积。这种认识既给我们一种启示,也促使我们对过去有关深水碎屑流沉积进行再认识。

此外,他们还认为:深水碎屑沉积特征只反映沉积作用而非搬运作用;由于深海地震、陆棚边缘失衡及渗透气水合物,海平面升降期间均可出现沉积物重力流;海泛面及准层序作为水深变化的指示对深水-半深海砂没有意义;沉积和层序地层的海底扇模式并不适用于在上斜坡发育的滑塌和碎屑流成因的

以碎屑流为主的有关沉积体系^[4];碎屑流以凝结的方式沉积,产生不连续的砂体,形态复杂,难以预测,而浊流为横向的席状砂体,相对简单,可以预测^[1,2,6,7]等等。

2 与其他深水碎屑沉积的区别

2.1 与浊流沉积的异同

浊流多可形成鲍马序列,其识别标志主要为:1)

正粒序;2)突变界面位于底部,顶部为渐变界面;3)砂岩呈席状砂体产出;4)形成A,B,C,D,E鲍马序列。砂质碎屑流除了前三点正好相反外,还具有许多其他特别的鉴定特征,如砂体呈不连续的透镜状、滑塌变形构造、面状碎屑组构等(表1)。

2.2 与等深流沉积的差别

50年代发现60年代提出的等深流,多是指地球旋转引起沿着平行于海底等深线流动的地转流。它主要出现在陆隆及大陆边缘斜坡地带,其特点是:

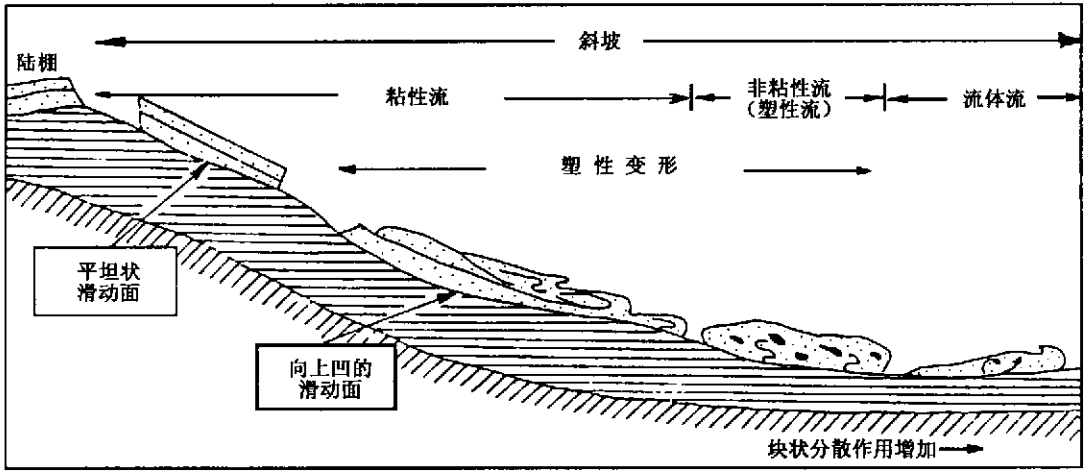


图3 深海重力牵引搬运作用简化模式图

(Shanmugam, *et al.*, 1994, 1995)

1. 斜坡; 2. 陆棚; 3. 粘性流; 4. 非粘性流; 5. 流体流; 6. 塑性变形; 7. 平坦状滑动面; 8. 向上凹的滑动面; 9. 块状分散作用增加
 Fig. 3 Gravity flow model of sediment failure and initiation of slides near the shelf break, and progressive downslope transformation of slide into slumps, debris flows, turbidity currents (Quote from Shanmugam, *et al.*, 1994, 1995)
 1. slope; 2. shelf; 3. coherent mass; 4. incoherent mass; 5. fluidal; 6. plastic deformation; 7. planar glide plane; 8. concave up glide plane; 9. increase in mass disaggregation

沿斜坡走向流动,流速低,流体为牵引流,沉积物发生改造,正/逆粒序层理发育,分选良好到很好,岩层薄(0.1 cm~5 cm),重矿物富集(表1)。等深积岩主要是一些粉砂及细砂纹层,沉积背景则为粉砂质泥或页岩,总貌上较砂质碎屑流沉积要细,厚度要薄得多,平面延伸也较稳定。从描述特征上看,过去在西藏南部侏罗系识别的等深积岩(刘宝珺等,1982)尚值商榷。

2.3 与内波和内潮汐沉积的区别

与砂质碎屑流、等深流和浊流不同(表1),内波是存在于两个不同密度水层界面上或具有密度梯度的水体中的水下波,其振幅、周期、传播速度、深度的变化范围都很大;内潮汐,是指周期与半日潮或日潮周期相同的内波。Shepard等(1968~1979)研究后认为,海底峡谷和其他沟谷是研究内波的良好场所,也是内波发育的主要地区,远洋盆地则相对困难。它

们的鉴定特征有四个方面:1)成分。陆源物质以石英为主,长石和岩屑一般不超过10%和20%,内源碳酸盐化石包括有孔虫、颗石藻、少量海绵骨针,有深水的也有异地浅水的;2)结构。以细粒砂级为主,次为粉砂,也可为泥级沉积物;3)构造。小型斜层理(双向、单向,板状,平行纹理),砂纹层理,潮汐层理,层系厚很少超过5 cm;4)层序。递变层序,双向递变、单向递变、对偶层双向递变(表1)。这些特征与砂质碎屑流沉积差别甚远。目前,我国与之相关的沉积记录报道还不多见,仅在浙江桐庐桐尹山区上奥陶统上部发现了内潮汐沉积^[8,9]。

显然,砂质碎屑流沉积是深海(本文含次深海)相中的一种特殊沉积,其组成、结构、构造和作用方式与深海等深流、内潮汐流、泥流、浊流等有关的沉积体系碎屑沉积差别较大,和浅海、陆相的砂质碎屑沉积亦迥然不同。

表 1 非海底扇深水碎屑沉积之特征比较

Table 1 Comparison of sedimentation for deep sediments in a marine nonfan environments

特 征	砂质碎屑流沉积	浊流沉积	等深流沉积	内流和内潮汐沉积	
成 分	陆源碎屑为主,见碳酸盐碎屑,含砾砾屑	陆源碎屑最常见,次为碳酸盐及火山碎屑	陆源及碳酸岩碎屑为主,见少量火山碎屑	陆源碎屑为主,碳酸岩、火山碎屑可见	
结 构	粒 度	砂级-粉砂级,深海中细砂占优	泥级到砂级,少量砾	泥级为主,粉砂级次之,砂和砾少见	细砂级居多,粉砂级次之,可有泥级沉积
	粒度曲线	概率曲线 1~2 个总体	概率曲线 1 个总体,斜率小	正态曲线有 2~3 个总体,跳跃总体斜率小	正态概率曲线有 2 个总体,正态至正偏
	颗粒组构	可见优选方向	少有或没有优选方向	普见特征的优选方向	见优选方向
	分选性	较差	差-中等	中等-好,局部极好	中等-较好
	杂基含量	5%~20%	0%~30%	0%~5%	5%~20%,少数可达 30%
	微体化石	很少	少。如有,保存较好	较少,有时常破损	较为常见
沉 积 构 造	粒序层理	逆粒序	正粒序	正粒序及逆粒序	不发育
	交错层理	无	颗粒集中显示,常见砂纹层理	重矿物集中显示,小型斜层理普遍	潮汐层理为标志,尚见双向小型斜层理
	块状层理	基本只见块状层理	可见于岩层底部	无	无
	水平层理	无	层序上部	见于整个岩层	可 见
	同 生 变 形 层 理	细层变形较为常见,陡倾可达 60 度	偶 见	极少或无	极少或无
岩石类型	(含砾屑,岩屑)石英(杂)砂岩	(岩屑)杂砂岩	岩屑杂砂岩、长石砂岩,石英砂岩	杂砂岩为主,次见生物屑、火山碎屑沉积	
单层岩层厚度	>200 cm	5 cm~100 cm	<5 cm	通常<5 cm	
接触关系	顶底均突变	底突变,顶渐变	渐变或突变均有	渐变或突变均有	
生物作用	无	少,多见于层序顶部	整个层序较为发育	常 见	
沉积机制	深海环境下粘滞塑性高密度重力流的块状流侵蚀和沉积作用	深水环境下低密度重力流携载碎屑物质的侵蚀和沉积作用	大洋洋流沿斜坡、陆隆等高速流动,牵引载荷形成	深海水道、陆坡、海台等环境下由于水体密度差引起的牵引流	
形成阶段	形成于鲍马浊流模式泥流与浊流阶段之间	形成于鲍马浊流模式的(最后)浊流阶段	独立形成	独立形成	

3 西藏江孜地区的砂质碎屑流沉积

西藏江孜地区属于特提斯喜马拉雅北带,白垩系主体为深海一次深海黑色页岩相、硅岩及泥灰岩相,含大量的滑塌堆积和外来岩块;侏罗系中下统主体为黑色页岩相,上统由砂页岩构成。这里主要讨论过去未曾重视的上侏罗统-下白垩统下部块状砂岩沉积特征。

3.1 沉积背景

上侏罗统维美组自吴浩若^[10]创名以来含义至今还无多少变更,它指一套灰、黑灰色页岩与细粒石英砂岩互层为主夹灰岩、粉砂岩的地层体,一些地区还夹凝灰岩、火山岩及硅质岩,产较为丰富的浮游菊石、箭石和底栖双壳、腹足,如 *Himalayites*, *Spiticerias*, *Virgatosphinctes*, *Haplophyceras*, *Berriasella*, *Belemnopsis* 等等。其厚度变化较大,约 330 m~3 574 m^[11]。从化石组成和沉积特征看,维美组显然是较为深海环境条件下沉积产物。本文所要讨论的正是这种深海背景下沉积的不协调块状

石英砂岩,而且,这套砂岩在江孜甲不热、维美地区集中分布于维美组顶部,其上即为下白垩统加不拉组。下白垩统加不拉组下部黑色页岩相中的不协调厚层-块状砂岩露头目前仅发现于甲不热村,位于甲不热村的西约 2 km 处。背景沉积黑色页岩中不仅产少量浮游菊石分子,还见浮游有孔虫化石组合,岩相为含黑色页岩相、放射虫硅质岩相及浊积砂岩相^[12,13]。由此,加不拉组下部所夹厚层-块状砂岩的沉积背景也毫无疑问是较为深水的环境,即大致属外陆棚和斜坡。西藏南部侏罗-白垩纪砂质碎屑流沉积研究正是在这种背景下进行的。

3.2 江孜地区上侏罗统的砂质碎屑流沉积

上侏罗统维美组顶部块状砂岩的不协调性一直未引起注意,虽然余光明、王成善^[13]怀疑为“非正常牵引流沉积”,但并未予以深究。新近野外研究后发现,这套不协调块状砂岩很可能是砂质碎屑流沉积。其理由如下:

岩性主要为灰、黄灰色中-细粒含粗粒石英砂岩、石英杂砂岩,可见岩屑石英砂岩,或多或少含砾。填隙物主要为杂基,含量一般 5%~10%,多可达 20%左右;块状砂岩中不发育交错层理,即无牵引流

作用下形成的层理构造;砂岩中悬浮有泥砾,泥砾平均 5 cm~10 cm,少数 0.2 cm~2 cm,且有拖长变形现象。个别层段层面上砾石含量可达 20%~30%,大小不等,5 cm~15 cm,但成分较为复杂,除泥砾外,还见砂岩、灰岩、硅质岩;块状砂岩体与上覆下伏黑色页岩均呈突变接触,使得地层不协调,砂体不连续,与此同时,并未发现有类似深切谷的切割地形和河道充填;砂岩层具逆粒序,表现为岩层中上部含悬浮泥砾,石英颗粒变粗,砂岩转为含石英砾质中-粗粒石英砂岩,顶部为砾质砂岩;砂岩向下楔入、分叉现象较为常见。如甲不热村块状砂岩向下楔入可超过 10m,床得村砂岩普遍分叉(照片 1);块状砂岩体楔入下部可见陡倾变形层。

15%~20%;

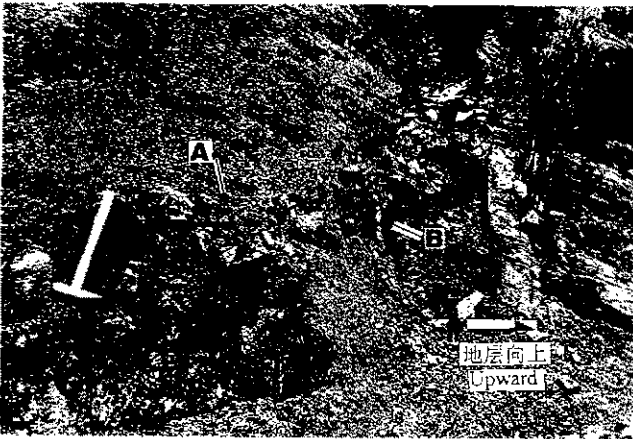
2)岩层中不发育交错层理,可见无牵引流作用;

3)砂岩中悬浮有泥砾,泥砾平均 2 cm~3 cm,少数达 10 cm。顶部砂质砾岩砾石含量可达 30%~50%,成分基本为泥砾;

4)砂层与上覆下伏黑色页岩均呈突变接触,呈鱼肚状产出(照片 2),使地层不协调;

5)砂体总体呈逆粒序,表现为岩层中下部由石英中-细粒(杂)砂岩、粉砂岩组成,顶部为砂质砾岩,所含石英颗粒变粗;

6)砂层中部细层陡倾状,可达 40 度,并发生变形(照片 2)。

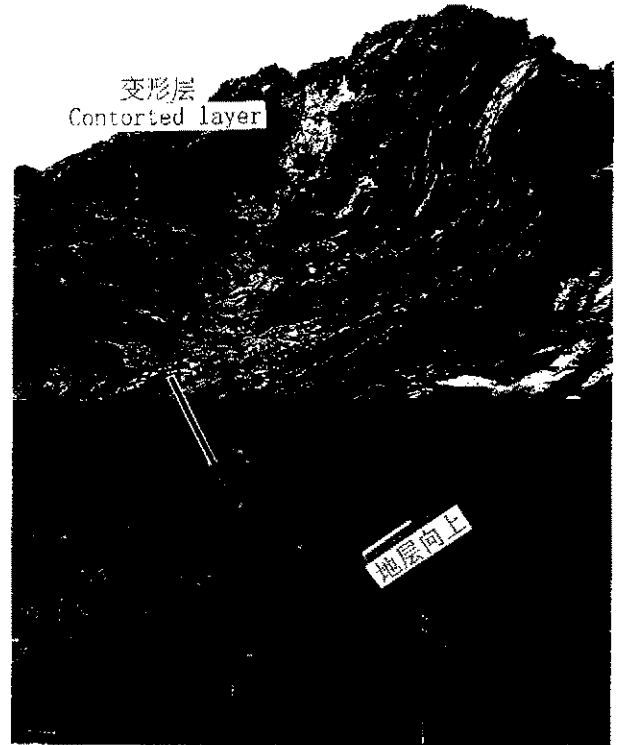


照片 1 江孜床得维美组上部水成砂岩岩脉分叉现象。两级分叉,一级分叉

A. 已变形,系后期改造。二级分叉; B. 细小。铁锤比例尺长 34 cm

Photo 1 Photograph showing depositional sandstone veins in the upper Weimei Formation at Chuangde village, Gyangze, southern Tibet. It is subdivided into two branches. The first deformed branch

(A) is thicker, and the second and the second; (B) is much thinner. The hammer on the left of the picture is 34 cm long



照片 2 江孜甲不热加不拉组下部示砂质碎屑流沉积的砂体出露照片

Photo 2 Photograph showing the exposure of sandy debris flow sediments in the lower Gyabula Formation at Chuangde village, Gyangze, southern Tibet

3.3 江孜甲不热下白垩统的砂质碎屑流沉积

江孜甲不热村下白垩统下部的楔入砂岩至今尚未报道过,为本次工作新发现,出露最厚处约 80 m(照片 2)。这套砂岩与上侏罗统维美组顶部块状砂岩有所不同,其特征表现为:

1)岩石组成不甚均匀,下部主要为厚层黄灰、褐灰色含砾石英中-细粒/粗粒(杂)砂岩;中部以中厚层状细粒石英杂砂岩、粉砂岩为主,颜色偏深,粒度显小;顶部岩屑石英杂砂岩和细砾岩,砾石多为泥砾。总体来看,泥砾含量高,一般超过 10%,平均

4 讨论

通过以上非海底扇深海碎屑沉积(含砂质碎屑流沉积)总结和江孜地区上侏罗统-下白垩统块状砂岩特征分析,对于深海环境下不协调砂岩,我们认为今后涉及相关砂体研究过程中有几个方面值得注

意:

4.1 砂体特征分析和背景沉积环境比较

一方面,仔细观察砂岩本身成分、粒度、单层厚度、粒序及变形层理、与上下岩层的接触关系,特别注意杂基含量、砾石成分大小的变化和支撑特性。如果砂岩层含石英(杂)砂岩,呈块状层产出,发育逆粒序和变形层理,泥砾悬浮于砂粒之间,我们应当朝砂质碎屑流沉积方面考虑;反之,与浊流、等深流和内潮汐流进行比较,以确定其成因。另一方面,对于页岩中不协调砂岩,要确定其沉积机制,分析背景页岩的沉积环境尤为重要。当然,也只有包括上下层位的背景沉积属深海、次深海条件下才可能得出砂质碎屑流成因的解释,仅仅只有砂岩本身不能充分说明这种条件的成立。

4.2 特提斯喜马拉雅北带上侏罗统-下白垩统的块状砂岩

前述维美组的块状砂岩特征显然不能用牵引流成因进行解释,当然,浊流作用也不足以解释其成因。尽管这些特征不完全包括 Shanmugam 等的 11 个砂质碎屑流沉积鉴定标志,但已符合其中大部分,因此,我们认为,江孜地区上侏罗统维美组顶部不协调块状砂岩形成成因用砂质碎屑流机理来解释较为合理。与维美组顶部砂岩相比,加不拉组底部块状砂岩作为砂质碎屑流沉积的鉴定依据稍微显弱,但也无法用其他沉积机理来解释。从所包含了 Shanmugam 等的 11 个砂质碎屑流沉积大部分鉴定标志看,我们倾向将之解释为砂质碎屑流成因。

4.3 关于特提斯喜马拉雅南带白垩系底部块状砂岩

南带白垩系东山组底部(准确时代尚有很大争议)砂岩成因关注甚少,据口头交流有认为属河道沉积的,或是海平面下降之后的海侵滨岸环境产物^[15]。但根据我们最近观察分析后认为,这套厚约 50 m~200 m 的厚层-块状石英砂岩很可能是砂质碎屑流成因。因为,交错层理极不发育,有悬浮泥砾,背景沉积属含丰富菊石、双壳的外陆棚-次深海斜坡环境,本次观察和前人报道^[16,17]向西近 500 m 处出露一条同生水成砂岩岩脉,为同生剪切裂隙充填。不过,这种解释有待进一步工作补充证实。

4.4 关于砂体预测及沉积环境模式的建立

对于“碎屑流以凝结的方式沉积,产生不连续的砂体,形态复杂,难以预测,而浊流为横向的席状砂体,相对简单,可以预测”的结论^[1,2,6,7],我们认为可能不完全符合事实。从西藏南部中生代可能的块状砂岩比较稳定分布的特征来看,正好可能得出相反的认识。不过,这需要进一步进行沉积环境模式分析予以证实。脱离模式,则块状砂岩鉴定、特征描述毫无意义。事实上,沉积环境模式研究工作是下一步砂质碎屑流沉积研究的主要内容。模式的建立有助于其沉积机理分析,有助于砂体分布预测,为油气勘探服务。

参加野外工作的还有刘志飞、Réjean H、熊寿林和罗红民同志,在此特表谢意。

参考文献

- 1 Shanmugam G, Bloch R B, *et al.* Basin floor fans in the North Sea; sequence stratigraphic models vs. sedimentary facies [J]. *AAPG Bull.* 1995, 79(4): 477~512.
- 2 Shanmugam G, Moiola R J, *et al.* Reinterpretation of depositional processes in a classic flysch sequence (Pennsylvanian Jackford Group), Quachita Mountains, Arkansas and Oklahoma [J]. *AAPG Bull.* 1995, 19:672~695.
- 3 Shanmugam G. High-density turbidity currents: are they sandy debris flows? [J]. *Journal of Sedimentary Research.* 1996, 66:2~10.
- 4 Shanmugam G, Lehtonen L R, *et al.* Slumps and debris-flow dominated upper slope facies in the Cretaceous of the Norwegian and northern North Seas (61~67N): Implications for sand distribution [J]. *AAPG Bull.* 1994, 78(6): 910~937.
- 5 Shanmugam G. Perception vs reality in deep-water exploration [J]. *World Oil.* 1996, (9).
- 6 Shanmugam G. Reinterpretation of depositional processes in a classic flysch sequence (Pennsylvanian Jackford Group), Quachita Mountains, Arkansas and Oklahoma; Reply [J]. *AAPG Bull.* 1997a, 81: 476~491.
- 7 Shanmugam G, *et al.* Basin floor fans in the North Sea; sequence stratigraphic models vs sedimentary facies; Reply [J]. *AAPG Bull.* 1997b, 81: 662~672.
- 8 Shultz A W. Subaerial debris-flow deposition in the upper Paleozoic Cutler Formation, western Colorado [J]. *Journal of Sedimentary Petrology.* 1984, 54: 759~772.
- 9 高振中等. 深水牵引流沉积-内潮汐、内波和等深流沉积研究[M]. 北京:科学出版社,1996.
- 10 何幼斌,高振中等. 江桐庐晚奥陶世内潮汐沉积[J]. *沉积学报.* 1998, 16(1):1~7.
- 11 吴浩若. 特提斯喜马拉雅北部分区. 见:文世宣等. 西藏地层[M]. 北京:科学出版社,1984.101~126.

- 12 西藏地质矿产局. 西藏自治区岩石地层[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1997.
- 13 余光明,兰伯龙,王成善. 西藏江孜地区白垩纪深海中的滑塌堆积和浊流沉积作用[C]. 青藏高原地质文集(15),1984:13~26.
- 14 余光明,王成善. 西藏特提斯沉积地质[M]. 地质专报(三,12). 北京:地质出版社,1990.
- 15 Wang Chengshan, Xia Daixiang, *et al.* Field Trip Guide: T121/T387 Geology between the Indus-Yarlung Zangbo Suture Zone and the Himalaya Mountains (Xizang), China [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1996: 72.
- 16 刘宝珺,余光明等. 西藏南部聂拉木县侏罗纪水成岩脉的发现及其意义[J]. 矿物岩石,1982,2(3):94~95.
- 17 刘宝珺,余光明,王成善. 珠穆朗玛峰地区侏罗纪等深积岩[J]. 成都地质学院学报,1982,(1).

SEDIMENTATION OF SANDY DEBRIS-FLOW IN DEEP-SEA ENVIRONMENT

—Verification from massive sandstone of the Upper Jurassic-Lower Cretaceous in Tibetan Tethys Himalayas

LI Xiang-hui WANG Cheng-shan HU Xiu-mian

(*Institute of Sedimentary Geology, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059*)

Abstract Some properties and progresses of sandy debris-flow are summarized in the paper, and the distinction of sandy debris-flow from other deep-sea debris such as turbidite, contourite, sediments of internal-tide and internal-wave is also made. It is proposed that massive sandstones in the upper Weimei Fm. of the Upper Jurassic and in the lower Jiabula Fm. of the Lower Cretaceous in Gyangze area of southern Tibet, which is located in the North Subzone of Tethys Himalayas, are caused by sandy debris-flow in a deep-sea environment. We suggest that the sandy debris-flow can be identified in the field by means of checking the matrix components, floating mudrocks in sands, massive and reverse graded bedding; and studying the deep-sea environment around it. It is necessary that a model of sandy debris-flow is made in locality for oil-gas exploration.

Key words sandy debris-flow; massive sandstone; deep-sea facies; Upper Jurassic-Lower Cretaceous; Tibetan Tethys Himalayas