

文章编号: 1000-0550(2012)04-0639-07

南海北部神狐陆坡限制型滑塌体特征及成因机理^①

吴嘉鹏^{1,2} 王英民^{1,2} 邱燕³ 彭学超³ 夏广胜⁴ 万丽芬⁵

(1. 中国石油大学(北京)地球科学学院 北京 102249; 2. 中国石油大学(北京)油气资源与探测国家重点实验室 北京 102249;
3. 国土资源部广州海洋地质调查局 广州 510760; 4. 中国石油化工集团国际石油勘探开发有限公司 北京 100083;
5. 中国石油化工股份有限公司上海海洋油气分公司研究院 上海 200120)

摘要 滑塌体是深水沉积的重要组成部分,研究滑塌体沉积有助于揭示深水沉积过程。利用高精度多道地震资料,首次在南海北部神狐陆坡段发现了规模逾千平方千米的限制型滑塌体,它在顺坡滑塌时,未能超越下坡地层的围限,突然终止于下坡未变形地层中,因此陡冲斜坡两侧的地震相特征发生截然的变化。滑塌体整体呈楔形,内部呈杂乱反射,前端存在逆冲断层以及挤压褶皱。由于顺坡滑塌距离较短,因此与非限制型滑塌体相比,限制型滑塌体内部地层连续性较好。结合神狐滑塌体地震反射特征并通过与世界典型滑塌体的对比,可知滑塌体的厚度、地形坡度二者共同控制了神狐滑塌体的发育类型,前端地形突起对其发育没有影响。

关键词 滑塌体 深水沉积 神狐陆坡 南海北部

第一作者简介 吴嘉鹏 男 1987年出生 博士研究生 石油地质学 E-mail: wjp_better@sina.com.cn

中图分类号 P512.2 **文献标识码** A

0 前言

随着全球深水油气勘探的深入开展,海底滑塌体(Submarine Slide)作为深水沉积的重要组成部分得到越来越深刻的认识^[1]。前人在大西洋的东部^[2]、西部^[3,4]、北部^[5,6]、太平洋的东部^[7]以及地中海^[8,9]等全球许多深水盆地中对海底滑塌体做了深入的研究,在中国南海北部^[10-14]、南部陆坡区^[15]也相继有大规模海底滑塌体发现。根据滑塌体沿底部的滑动剪切面搬运过程中受力特征的不同,可将其划分为三

个结构单元:头部(Headwall Domain)、体部(Translational Domain)以及趾部(Toe Domain)^[8,16],头部是以拉张作用为主而趾部以挤压、逆冲作用为主^[16,17]。Frey Martinez^[18]根据滑塌体前端的趾部沉积物与前端围限地层的关系,将滑塌体分为非限制型与限制型两类(图1)。前人对于限制型滑塌体研究较少,对其特征以及成因等方面的认识也有待加强。

研究区位于南海北部神狐陆坡^[19]上部,现今水深约为200~1000 m(图2),属于陆坡深水区。本文利用高分辨率多道二维地震资料,首次在南海发现了

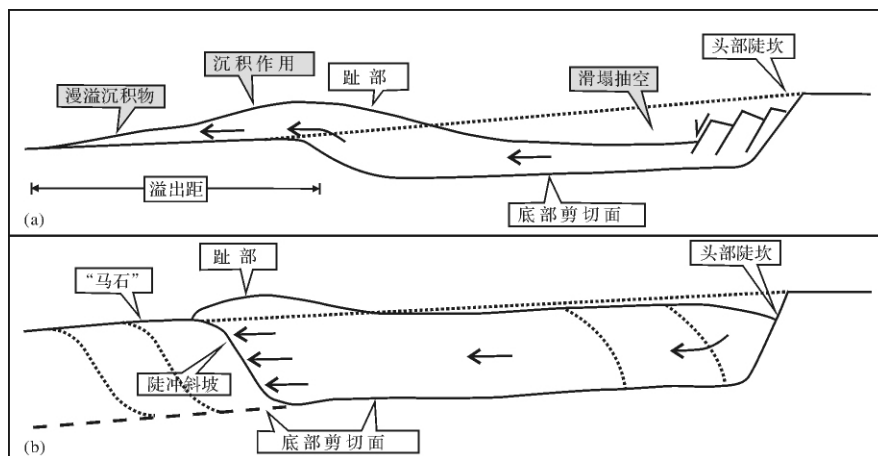


图1 非限制型(a)与限制型(b)滑塌体简图^[18]

Fig. 1 Schematic depiction of the frontally emergent landslide (a) and frontally confined landslide (b)^[18]

①国家自然科学基金项目(批准号:40972077)和国家基础研究发展规划项目(编号:2009CB219407)资助。
收稿日期:2011-07-01;收修改稿日期:2011-09-24

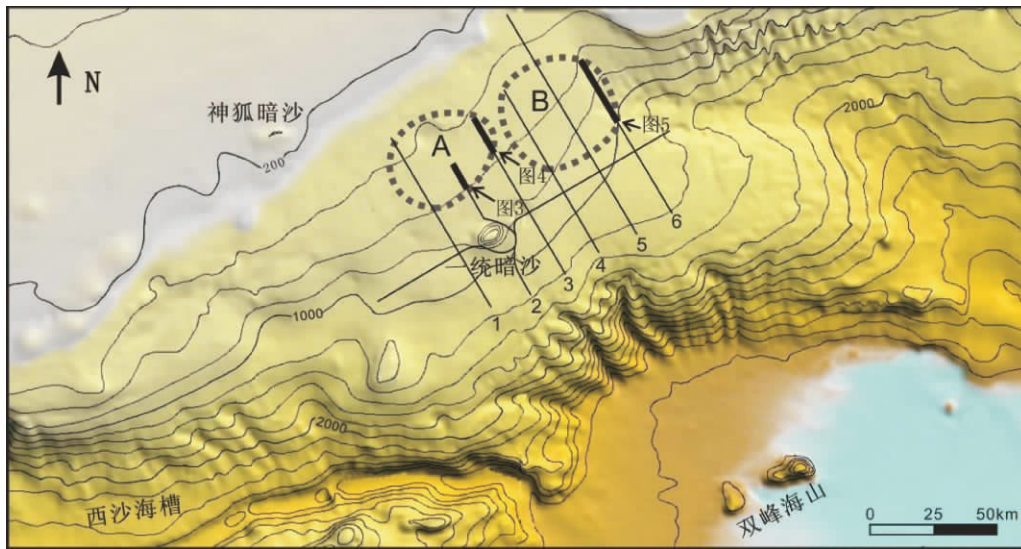


图2 神狐限制型滑塌体范围及地震剖面位置图

Fig. 2 Distribution of Shenhu frontally confined landslide and location of seismic profiles

表1 神狐限制型滑塌体信息统计

Table 1 Slope, thickness and length data of the Shenhu frontally confined landslide

线名	滑塌体 A (约 1050 km ²)			滑塌体 B (约 1150 km ²)		
	1	2	3	4	5	6
地形坡度	0.34°	0.49°	0.47°	0.52°	0.47°	0.85°
最大厚度/m	158.7	139.9	58.7	113	153	173.8
平均厚度/m	136.2	110.9	40	97.6	126.4	146
长度/km	33.9	11.6	14.2	24.9	36.5	25.4
厚长比	4* 10 ⁻³	9.6* 10 ⁻³	2.8* 10 ⁻³	3.9* 10 ⁻³	3.5* 10 ⁻³	5.7* 10 ⁻³

规模逾千平方公里的限制型滑塌体,通过对地震反射特征的研究以及与世界各地典型滑塌体的对比,分析神狐限制型滑塌体发育演化成因。

1 神狐限制型滑塌体特征

典型的滑塌体往往表现为丘状或楔状外形、弱振幅(局部中一强振幅)甚至透明反射、连续性差的地震反射特征,局部有张性断层、逆冲断层以及挤压褶皱等构造发育^[2,9,11,15,18,20],与之相比,限制型滑塌体最明显的特点是在顺坡滑动方向突然终止^[18]。据此,如图2所示,在南海北部神狐陆坡工区1至6号剖面上识别出了总面积逾2000 km²的限制型滑塌体。

其中,1~3号剖面上滑塌体双程反射时间大体为1000~1500 ms,而4~6号剖面上,滑塌体时间分布范围为1250~1750 ms,3号地震剖面位于中间,并且滑塌体的厚度明显偏小。利用现有资料,依据地震剖面上双程反射时间分布范围及滑塌体厚度的变

化,识别出大致A、B两个限制型滑塌体,其中A滑塌体面积约为1050 km²,B滑塌体面积约为1150 km²。

1.1 2号剖面反射特征

如图3,滑塌体位于剖面左侧,长11.6 km,最大厚度为158.7 m,平均厚度为136.2 m。底部剪切面呈波状连续地震反射,内部地震反射杂乱,但是仍具有一定连续性,前端为挤压成因的逆冲断层。滑塌体在最前端以楔形终止于周围未变形的围限地层中,二者之间具有一个明显的陡冲斜坡,在斜坡左侧是杂乱的滑塌体,而在右侧为连续、平行的地层。并且,由于受滑塌体的挤压作用,前端围限地层也发生了一定程度的挠曲。剖面右侧的明显地形突起是一统暗沙,其附近的地层呈平行、连续反射,并未发生明显变形。

1.2 3号剖面反射特征

剖面上滑塌体长14.2 km,最大厚度为58.7 m,平均厚度为40 m。滑塌体前端有一个明显的滑塌块体,振幅强、连续性好,略显杂乱,与周围滑塌体的杂

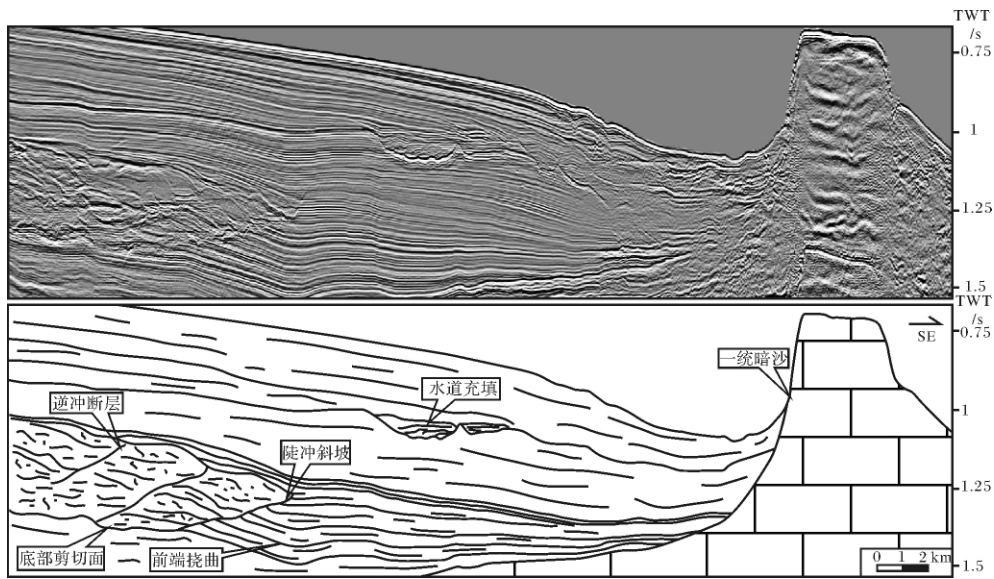


图 3 2 号剖面及其解释图

Fig. 3 No. 2 seismic line cross section and accompanying line drawing

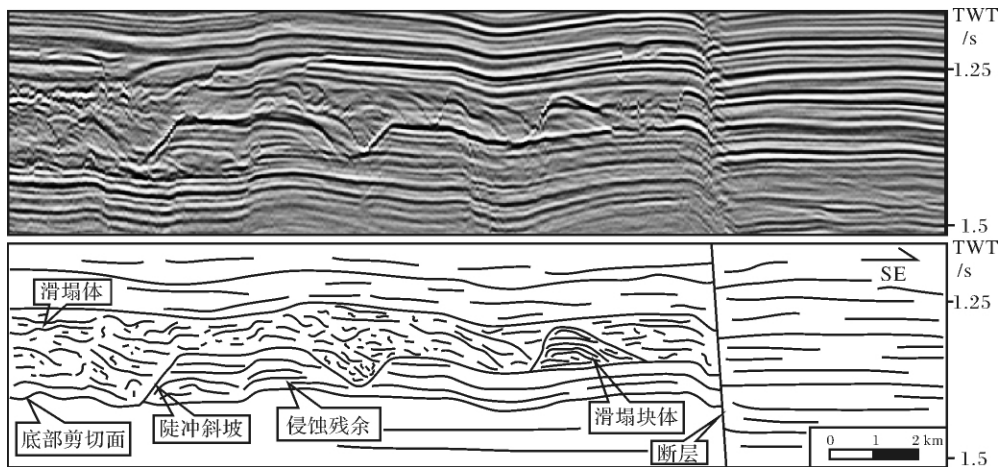


图 4 3 号剖面及其解释图

Fig. 4 No. 3 seismic line cross section and accompanying line drawing

乱地震反射具有明显区别,其两翼均以较大的倾角向外倾斜,这是滑塌、搬运过程中,保存比较完整的沉积物块体^[9, 21]。滑塌体底部剪切面为连续、强反射的波状界面,其下的孤岛状块体是下伏地层被滑塌体侵蚀之后的残余体,与下部地层之间无明显的分离界面,这一点可用于与滑塌块体相区分^[9]。残余体内部呈平行、连续地震反射,其左侧边界为陡冲斜坡,与断层或者是头部滑塌陡坎的地震反射特征相似^[9],将下切深度不同的底部剪切面相连^[22],反映了滑塌体侵蚀作用的强弱变化(图 4)。

1.3 6 号剖面反射特征

滑塌体长 25.4 km,最大厚度为 173.8 m,平均厚

度 146 m。底部剪切面呈连续强振幅波状地震反射。滑塌体呈杂乱反射,前端为挤压成因的逆冲断层,断距较小,逆冲断层两侧的地层具有可追踪性。两个逆冲断面间的地层由于受挤压作用而产生 U 形褶曲。最前端的陡冲斜坡面与逆冲断层均倾向于上坡方向,陡冲斜坡两侧的地震相特征发生截然的变化,右侧平行、连续的地层限制了左侧滑塌体的顺坡滑移(图 5)。

2 神狐限制型滑塌体成因

当沉积物所受外力大于内部剪切力时,就会发生垮塌^[23],在重力的驱动下顺坡滑塌,重力势能转化为滑塌沉积物的滑动动能,在此过程中,滑塌体还需不

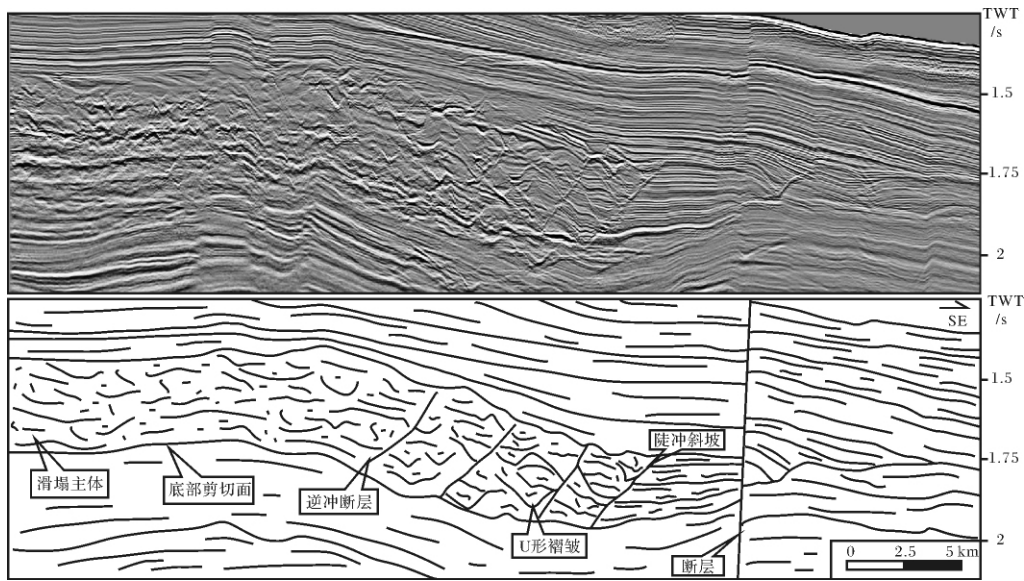


图5 6号剖面及其解释图

Fig. 5 No. 6 seismic line cross section and accompanying line drawing

断克服前端未变形地层的阻力。因此海底地形坡度、滑塌体前端的正地形等对滑塌体的形成及演化具有不可忽视的作用。

2.1 滑塌体厚度

Frey Martinez 等^[18]通过对地中海东部 Israel 陆架 ISC 限制型滑塌体的研究,认为滑塌体的厚度控制了滑塌体的发育类型,并认为所有的滑塌体都要经历限制型发育阶段,只要动力条件合适,在任何阶段都能够实现由限制型向非限制型滑塌体的转变。但是厚度大的滑塌体由于其重心低,突破前端地层的限制所需能量大,相对薄层滑塌体而言,更容易发育成为限制型。

在神狐陆坡工区的 2 号及 6 号剖面上,滑塌体均呈楔形尖灭于下坡未变形地层中,前端都存在一个倾向上坡方向的陡冲斜坡,说明滑塌体未超越前端地层围限,从而发育为限制型滑塌体。3 号剖面上的滑塌体厚度明显较小,沉积物在顺坡滑动中需要克服的前端阻力较小,易于发生滑动。剖面上的滑塌块体以及侵蚀残余体的存在都表明有滑塌体沉积物流从流速较慢的滑塌块体或者是静止的侵蚀残余体周围流过^[3, 24, 25],具有明显的非限制的沉积特征。

表 2 为全球各地典型滑塌体平均厚度、长度以及厚长比比值统计。由表中可知,非限制型滑塌体厚度明显偏小,均低于 100 m,并且由于非限制型滑塌体超出前端地层围限之后,顺坡搬运距离较远,所以厚长比比值也明显偏小,均低于 2×10^{-3} 。与之相反,

限制型的 Gebra 滑塌体以及神狐滑塌体,它们的平均厚度基本都超过 100 m,并且由于限制型滑塌体顺坡滑动距离较近,从而使得厚长比比值偏大,均大于 2.8×10^{-3} 。

表 2 世界典型滑塌体信息统计表

Table 2 Worldwide typical landslides' characteristics

滑塌体名称	平均厚度	长度	厚长比	最大、最小坡度	类型
	/m	/km			
Storegga	60	770	0.078×10^{-3}	$1.5^\circ/1^\circ$	非限制型
Canary	10	600	0.017×10^{-3}	$\sim 0.15^\circ$	非限制型
Traenadjupet	100	200	0.5×10^{-3}	$\sim 2^\circ$	非限制型
CADEB	35	250	0.14×10^{-3}	$0.55^\circ/0.15^\circ$	非限制型
BIG95	16	110	0.15×10^{-3}	$2^\circ/1^\circ$	非限制型
Gebra	135	35	3.86×10^{-3}	$1.5^\circ/0^\circ$	限制型
Afen	10	13	0.76×10^{-3}	$2.2^\circ/0.6^\circ$	非限制型
Finneidfjord	2	1	2×10^{-3}	$20^\circ/1^\circ$	非限制型

由以上对比可知,滑塌体的厚度与其发育类型具有紧密的相关性。厚度大的滑塌体滑动时,需要克服较大的地层阻力,从而容易发育成为限制型滑塌体,又由于滑塌距离短,所以具有较大的厚长比比值。相反,厚度较小的滑塌体易于发育成为非限制型滑塌体,厚长比比值也相对较小。

2.2 地形坡度

较大的地形坡度往往成为滑塌体的触发原因,在较陡的斜坡背景下,滑塌体在顺坡搬运过程中会获得较大的滑动速度,从而能够超越前端地层的围限而发

育成为非限制型滑塌体。因此, 地形坡度的大小对滑塌体的发育类型具有重要影响。

Huvenne 等^[26] 利用二维及三维地震资料分析了 Porcupine 盆地西部限制型滑塌体的成因, 该滑塌体内部地层连续性好, 由许多直径约为 500 m 的板状块体组成。Huvenne 认为由于滑塌体底部剪切面上空隙超压突然释放, 滑塌体滑动阻力增加, 加之地形坡度较小, 发育初期的滑塌体无法获得更大的能量继续滑动, 从而发生突然冻结, 发育为限制型滑塌体。

由表 1 可知, 神狐滑塌体最大坡度仅为 0.85°, 与表 2 中的 Storegga、Afen 等滑塌体相比, 坡度明显较小。神狐滑塌体虽然呈杂乱反射, 但是内部地层具有一定的连续性, 在逆冲断层断面两侧的地层也具有一定的可追踪性, 内部沉积物未完全变形。这说明在低坡度背景下, 滑塌体无法进行顺坡的长距离搬运, 进而难以获得充足的能量发育为非限制型滑塌体。

表 2 中, 虽然 Storegga、Traenadjuet 滑塌体的平均厚度很大, 在滑动过程中阻力较大, 但是由于地形坡度大, 在顺坡滑动中可以获得更多的动能, 从而发育成为非限制型滑塌体。

因此可知, 地形坡度对于滑塌体由限制型向非限制型的转化具有积极作用, 在同等条件下, 地形坡度越大, 滑塌体越容易发育成为非限制型滑塌体。

同时, 值得注意的是, 在极小的坡度背景下, 厚度很薄的 Canary、CADEB 滑塌体也成功的发育成为了非限制型滑塌体。可见滑塌体的厚度以及地形坡度二者共同影响了滑塌体的发育类型。

2.3 地形突起

Trincardi^[22] 通过对限制型 Gela 滑塌体的研究认

为, 盆地范围内的地貌突起形成了滑塌体顺坡滑移的屏障, 并认为当正向地形突起能够提供足够的阻力, 从而阻挡滑塌体的继续搬运时, 就会形成限制型滑塌体。Dingle^[27-28] 在对非洲南部 Chamais 以及 Agulhais 滑塌体的研究中, 发现滑塌体趾部末端的滑动面向上坡方向倾斜, 并且存在一些旋转块体, 这主要是因为滑塌体滑动过程中, 前端受构造脊、海山等正地形的阻挡而形成的。Moscardelli^[29] 利用 3D 资料对特立尼达岛和委内瑞拉海岸区域的 MTD 进行研究, 发现海底突起的海山所形成的半局限性环境, 基本决定了 MTD 的流动方向。

在神狐滑塌体的前方存在明显的地形突起即一统暗沙, 它对滑塌体的发育的影响是必须要考虑的。如图 3, 在 2 号地震剖面上, 除了在滑塌体前端的小部分地层由于受挤压作用产生了挠曲, 滑塌体与一统暗沙之间的大部分地层都呈未变形的平行、亚平行反射。这说明主要是滑塌体下坡方向的未变形地层阻挡了滑塌体的顺坡搬运, 一统暗沙对滑塌体的搬运及发育基本没有影响。

3 结论

第一次在南海神狐陆坡区发现了面积逾千平方公里的限制型滑塌体, 其地震反射特征明显不同于下伏及上覆地层, 内部呈杂乱的反射特征, 而且在趾部还存在逆冲断层、挤压褶皱等构造。与典型的非限制型滑塌体相比, 限制型滑塌体末端存在一个倾向上坡方向的陡冲斜坡面, 斜坡两侧地震相特征发生截然的变化, 反映了下坡地层对滑塌体的围限作用。

通过对神狐限制型滑塌体地震反射特征的研究

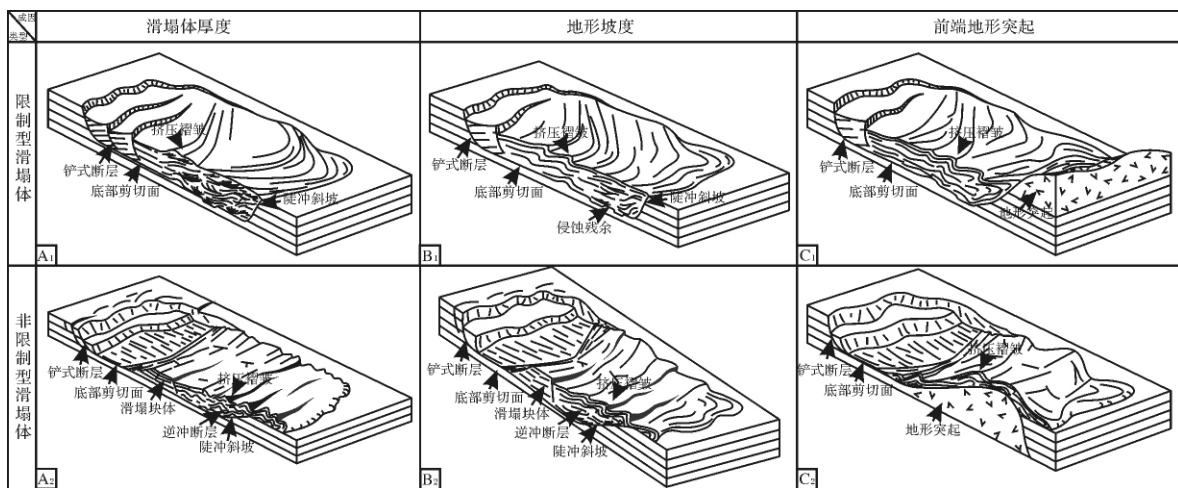


图 6 两类滑塌体成因机理模式图

Fig. 6 Formation mechanism model of the two kinds of slide

以及与世界各地典型滑塌体的对比分析,认为神狐滑塌体的厚度及地形坡度控制了其发育类型(图6)。厚度大的滑塌体,前端的阻挡地层厚度大,产生阻力大,滑塌体若突破前端地层的围限,所需动能大,但是由于其重心低、滑动距离短,很难获得足够的能量,所以容易发育成为限制型滑塌体(图6-A₁);当滑塌体厚度较薄时,前端阻力小,易于发生长距离滑动而成为非限制型滑塌体(图6-A₂)。较陡的地形坡度会引起地层滑塌,并且对于滑塌体的发育类型具有重要影响。同样厚度的滑塌体,当地形较陡时,易于获得更大的滑动动力,从而成为非限制型滑塌体(图6-B₂);相反,当地形较缓时,滑塌体的滑动能量低,无法冲破前端地层阻挡,从而形成限制型滑塌体(图6-B₁)。本文中,虽然神狐滑塌体前端的一统暗沙对其发育没有明显影响,但是滑塌体前端正地形对于滑塌体的形成具有不可忽视的作用^[22, 27~29]。当地形突起具有明显的阻挡作用时,就会将滑塌体强制阻挡在上坡方向,从而成为限制型滑塌体(图6-C₁);当滑塌体如神狐滑塌体一样,发育区远离前端正地形,或者前端隆起不足以阻挡滑塌体流动时,地形隆起的影响基本可以忽略(图6-C₂)。

滑塌体厚度对于其发育类型具有重要的影响,而滑塌体底部剪切面的发育位置恰恰决定了滑塌体的厚度。通过前人的研究成果可知,底部剪切面的影响因素因地而异,具有泥质等深流沉积^[6, 18, 25]、天然气水合物的分解^[10, 11, 14]、沉积物空隙超压^[18, 22, 26, 30]等多种因素,因此神狐限制型滑塌体底部剪切面发育位置的影响因素,还需进一步研究。

参考文献 (References)

- Campbell K J. Deepwater geohazards: how significant are they [J]. *Leading Edge*, 1999, 18 (4): 514-519
- 李磊,王英民,张莲美,等. 块状搬运复合体的识别、演化及其油气勘探意义 [J]. *沉积学报*, 2010, 28(1): 76-82 [Li Lei, Wang Yingmin, Zhang Lianmei, et al. Identification and evolution of mass transport complexes and its significance for oil and gas exploration [J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 2010, 28(1): 76-82]
- Masson D G, Huggett Q J, Brunsten D. The surface texture of the Saharan debris flow and some speculations on submarine debris flow processes [J]. *Sedimentology*, 1993, 40: 583-598
- Gee M J R, Masson D G, Watts A B, et al. The Saharan Debris flow: an insight into the mechanics of long runout debris flows [J]. *Sedimentology*, 1999, 46: 317-335
- Laberg J S, Vorren T O. The Trandjupet slide, offshore Norway-morphology, evacuation and triggering mechanisms [J]. *Marine Geology*, 2000, 171: 95-114
- Vanneste M, Mienert J, Bunz S. The Hinlopen slide: a giant, submarine slope failure on the northern Svalbard margin, Arctic Ocean [J]. *Earth and Planetary Science Letters*, 2006, 245: 373-388
- McAdoo B G, Pratson L F, Orange D L. Submarine landslide geomorphology, U. S. continental slope [J]. *Marine Geology*, 2000, 169: 103-136
- Lastras G, Canals M, Hughes-Clarke J E, et al. Seafloor imagery from the BIG95 debris flow, western Mediterranean [J]. *Geology*, 2002, 30: 871-874
- Frey Martinez J, Cartwright J, Hall B. 3D seismic interpretation of slump complexes: examples from the continental margin of Israel [J]. *Basin Research*, 2005, 17(1): 83-108
- 孙运宝,吴时国,王志君,等. 南海北部白云大型海底滑坡的几何形态与变形特征 [J]. *海洋地质与第四纪地质*, 2008, 28(6): 69-77 [Sun Yunbao, Wu Shiguo, Wang Zhijun, et al. The geometry and deformation characteristics of Baiyun submarine landslide [J]. *Marine Geology & Quaternary Geology*, 2008, 28(6): 69-77]
- 王大伟,吴时国,董冬冬,等. 琼东南盆地第四纪块体搬运体系的地震特征 [J]. *海洋地质与第四纪地质*, 2009, 29(3): 69-74 [Wang Dawei, Wu Shiguo, Dong Dongdong, et al. Seismic characteristics of Quaternary mass transport deposits in Qiongdongnan basin [J]. *Marine Geology & Quaternary Geology*, 2009, 29(3): 69-74]
- 姚根顺,袁圣强,马玉波,等. 琼东南华光凹陷深水重力搬运沉积体系及其油气勘探 [J]. *地球科学-中国地质大学学报*, 2009, 34(3): 471-476 [Yao Genshun, Yuan Shengqiang, Ma Yongbo, et al. Deepwater mass transport deposition system of Huaguang depression, Qiongdongnan basin and its significance for hydrocarbon exploration [J]. *Earth Science-Journal of China University of Geosciences*, 2009, 34(3): 471-476]
- 吴时国,秦蕴珊. 南海北部陆坡深水沉积体系研究 [J]. *沉积学报*, 2009, 27(5): 922-930 [Wu Shiguo, Qin Yunshan. The research of deepwater depositional system in the Northern South China Sea [J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 2009, 27(5): 922-930]
- 王大伟,吴时国,秦志亮,等. 南海陆坡大型块体搬运体系的结构与识别特征 [J]. *海洋地质与第四纪地质*, 2009, 29(5): 65-72 [Wang Dawei, Wu Shiguo, Qin Zhiliang, et al. Architecture and identification of large Quaternary mass transport deposits in the slope of South China Sea [J]. *Marine Geology & Quaternary Geology*, 2009, 29(5): 65-72]
- Gee M J R, Uy H S, Warren J, et al. The Brunei slide: a giant submarine landslide on the northwest Borneo margin revealed by 3D seismic data [J]. *Marine Geology*, 2007, 246: 9-23
- Martinsen O J, Bakken B. Extensional and compressional zones in slumps and slides in the Namurian of County Clare, Ireland [J]. *Journal of the Geological Society of London*, 1990, 147: 153-164
- Booth J M, O'Leary D W. A statistical overview of mass movement characteristics on the North American Atlantic outer continental margin [J]. *Marine Geotechnology*, 1991, 10: 1-18
- Frey Martinez J, Cartwright J, James D. Frontally confined versus frontally emergent submarine landslides: A 3D seismic characterization

- [J]. *Marine and Petroleum Geology*, 2006, 23: 585-604
- 19 王海荣,王英民,邱燕,等. 南海北部陆坡的地貌形态及其控制因素[J]. *海洋学报*, 2008, 30(2): 70-79 [Wang Haiying, Wang Yingmin, Qiu Yian, *et al.* Geomorphology and its control of deep-water slope of the margin of the South China Sea[J]. *Acta Oceanologica Sinica*, 2008, 30(2): 70-79]
- 20 蒋恕,王华,Weimer P. 深水沉积层序特点及构成要素[J]. *地球科学-中国地质大学学报*, 2008, 33(6): 825-833 [Jiang Shu, Wang Hua, Weimer P. Sequence stratigraphy characteristics and sedimentary elements in deepwater [J]. *Earth Science-Journal of China University of Geosciences*, 2008, 33(6): 825-833]
- 21 Gee M J R, Gawthorpe R L, Friedmann J S. Giant striations at the base of a submarine landslide[J]. *Marine Geology*, 2005, 214: 287-294
- 22 Trincardi F, Argnani A. Gela submarine slide: a major basin-wide event in the Plio-Quaternary foredeep of Sicily [J]. *Geo-marine Letters*, 1990, 10: 13-21
- 23 Lee H, Locat J, Dartnell P, *et al.* Regional variability of slope stability: application to the Eel margin, California [J]. *Marine Geology*, 1999, 154: 305-321
- 24 Lastras G, De Basio F V, Canals M, *et al.* Conceptual and numerical modeling of the BIG95 Debris flow, western Mediterranean Sea [J]. *Journal of Sedimentary Research*, 2005, 75: 784-797
- 25 Bull S, Cartwright J, Huuse M. A review of kinematic indicators from mass-transport complexes using 3D seismic data [J]. *Marine and Petroleum Geology*, 2009, 26: 1132-1151
- 26 Huvenne V A I, Croker-Peter F, Henriot J P. A refreshing 3D view of an ancient sediment collapse and slope failure [J]. *Terra Nova*, 2002, 14(1): 33-40
- 27 Dingle R V. The anatomy of a large submarine slump on a shared continental margin (SE Africa) [J]. *Journal Geological Society London*, 1977, 134: 293-310
- 28 Dingle R V. Large allocthonous sediment masses and their role in the construction of the continental slope and rise off southwestern Africa [J]. *Marine Geology*, 1980, 37: 333-354
- 29 Moscardelli L, Wood L, Mann P. Mass-transport complexes and associated processes in the offshore area of Trinidad and Venezuela [J]. *AAPG Bulletin*, 2006, 90(7): 1059-1088
- 30 Solheim A, Berg K, Forsberg C F, *et al.* The Storegga Slide complex: repetitive large scale sliding with similar cause and development [J]. *Marine and Petroleum Geology*, 2005, 22: 97-107

Characteristic and Formation Mechanism of the Frontally Confined Landslide in Shenhu Slope, Northern South China Sea

WU Jia-peng^{1 2} WANG Ying-min^{1 2} QIU Yan³ PENG Xue-chao³
XIA Guang-sheng⁴ WAN Li-fen⁵

(1. College of Geosciences, China University of Petroleum, Beijing 102249;

2. State Key Laboratory of Petroleum Resource and Prospecting, Beijing 102249;

3. Guangzhou Marine Geological Survey Bureau, Guangzhou 510760;

4. International Petroleum Exploration & Production Corporation, SINOPEC, Beijing 100083;

5. Institute of Shanghai Offshore Oil & Gas Company, SINOPEC, Shanghai 200120)

Abstract: Landslides constitute important aspects of deepwater sediment fill; and the study of the landslide does much help unveiling the deposition process in deepwater settings. Using the high resolution multichannel seismic profiles, the frontally confined landslide is firstly discovered in Shenhu slope of the Northern South China Sea, of which distribution area is over 1 000 km². The landslide undergoes a restricted downslope translation and does not overrun the undeformed downslope strata, so the seismic facies features are definitely different in the two sides of the ramp. With the internally chaotic reflection, the landslide is externally wedge shaped and the impressive fold and thrust develop in the toe domain of the landslide. Comparing with the frontally emergent landslide, the continuity of the frontally confined landslide sediment is better for the shorter downslope transport distance. Combined with the seismic reflection features of the slide and the comparison among the Shenhu landslide and the worldwide landslides, the type of the landslide is determined by the thickness of the slide and the slope angle, but the positive landform-Yitong shoal has no effect on the Shenhu landslide's evolution.

Key words: landslide; deepwater deposition; Shenhu slope; Northern South China Sea