

文章编号:0253-9985(1999)04-0369-06

深水牵引流沉积特征及研究现状*

刘丽军

(江汉石油学院,湖北荆州 434102)

摘要:深水牵引流沉积是20世纪60年代以来沉积学迅速发展一个新的研究领域。目前深水牵引流沉积的研究主要集中于等深流沉积和内潮汐、内波沉积。等深流沉积研究从60年代中期起步,至今已有长足的进展,尤其是现代等深流沉积研究方面。目前对等深流沉积的形成机理、结构、构造、层序、岩相特征及鉴别标志方面已有很深的认识。等深岩丘的发现是该领域最为重要、最具特色的突出成果,已在深海区发现大量规模可与海底扇相比拟的大型现代等深岩丘,地层记录中也有发现。内潮汐、内波沉积研究始于90年代初期,进展很快,现已对其形成机理、结构、构造、层序、岩相特征及鉴别标志进行了系统研究。我国浙西和塔里木盆地奥陶系的内潮汐、内波沉积已成为该领域的典型研究实例。深水牵引流沉积的储集性能优于浊积岩,故具有非常重要的含油气潜能。

关键词:深水牵引流;沉积特征;内潮汐;内波;等深流;现状

作者简介:刘丽军,女,23岁,硕士,沉积学,矿产普查与勘探

中图分类号:P512.2 **文献标识码:**B

深水牵引流沉积研究是继深水重力流沉积研究取得重大突破后,又一个非常活跃的、进展迅速的沉积学研究领域。目前研究的深水牵引流沉积主要有两种类型:一类是等深流沉积;一类是内潮汐和内波沉积。随着深海调查技术的进步和完善,大量的深海钻探资料证实了深海等深流、内波、内潮汐的活动以及等深流沉积、内波和内潮汐沉积的存在。这就大大增强了人们研究这些深水牵引流沉积的兴趣。人们不仅对各大洋的现代深水牵引流沉积作了大量的研究,而且还识别出并系统地研究了不少古代深水牵引流沉积。现已在这类沉积研究方面取得了许多重要的进展^[1-6]。为了将等深流沉积研究推向一个新的阶段并使之从理论研究走向应用研究,1998年英国著名沉积学家D.A.V.Stow博士等人组织和发起了一个有关等深流沉积、底流和古环流研究的大型国际合作项目——全球地质对比计划432项目(IGCP No.432)。我国沉积学工作者正在积极参与此项研究。

1 内潮汐和内波沉积

1.1 概念

内波和内潮汐是海洋学研究的一项重要成果。

内波是一种水下波,它存在于两个不同密度的水层的界面上,或存在于具有密度梯度的水层之内^[7]。在所有的大洋中均有内波存在,而它的振幅、周期、传播速度及存在的深度有很大的变化^[8]。内潮汐是内波的一种重要类型,它的周期等于半日潮或日潮^[7]。内潮汐在海洋中普遍存在,而在深水区(一般水深200~250 m)内潮汐表现得尤为明显。

内潮汐和内波能在大洋底部,特别是海底峡谷和其它类型的沟谷中引起规模可观的双向流动^[9]。这种深水双向流动的流速一般为20~50 cm/s。据深水潜水装置观察,这种流动能搬运沉积物的粒度可达细砂级,并能在数千米深处形成大量波痕^[10]和沙丘。

海洋学调查的成果说明,在海洋中内波和内潮汐是重要的地质营力,这些营力对深水沉积作用有重要影响,因此,必然在沉积记录中保存下来。然而,沉积学研究者没有及时地吸取海洋学这一研究成果,将其应用于沉积学的研究之中,更未将其用于对古代沉积的研究中。尽管一些研究者已注意到深水沉积中存在潮汐作用迹象,如Laird^[11]曾报道过新西兰前寒武系中的深水双向交错层,Klein^[12]曾报道过翁通爪哇海台上白垩系至第三系中的脉状、波状和透镜状层理有孔虫灰岩,但他们均未能进行深入系统研究。直到90年代初期,高振中和Eriksson^[13,14]在对美国阿巴拉契亚山脉中

* 国家自然科学基金资助项目(49872050)

收稿日期:1999-08-20

段芬卡斯尔(Fincastle)地区奥陶系进行研究时,才在地层记录中鉴别出了该类沉积,并进行了系统研究,首次使用了内潮汐沉积(internal-tide deposits)这一术语。1991年这项研究成果在美国《GEOLOGY》上发表后引起了国际沉积学界的重视,自此开始了对这一新领域研究的热潮。目前已在我国的浙江和塔里木盆地的奥陶系中发现了此类沉积^[15-17]。

1.2 沉积特征

1.2.1 岩石类型

已发现的内波、内潮汐沉积一般多为中-细砂岩至粉砂岩、泥岩,也有碳酸盐岩(颗粒灰岩),并与深水原地沉积伴生或夹于深水原地沉积之中。

1.2.2 结构

内波、内潮汐沉积的粒度一般多为砂级及砂级以下。目前所见水道型内潮汐沉积的粒度以极细砂至中砂级为主,少量粗砂。而在平坦、开阔的非水道环境的内潮汐和内波沉积的粒度范围较水道型广阔得多,它包括砂质、粉砂质和泥质沉积。分选一般中等—较好,局部可达很好。这种特征是由其自身的环境条件和沉积作用特征决定的。

1.2.3 沉积构造

由于内潮汐和内波作用通常总是引起双向往

复流动,故它们所形成的沉积具有双向沉积构造。其中最典型的是发育沿水道向上和向下方向倾斜的交错纹理或交错层。此外,在开阔平缓的斜坡带,床沙载荷与悬浮载荷的频繁交互沉积形成了砂岩(或颗粒灰岩)与泥岩的薄互层,随着砂泥比的变化,常在不同部位分别发育脉状层理、波状层理和透镜状层理。

值得注意的是,现已鉴别出的内潮汐和内波沉积中缺乏生物扰动构造。这种情况与其自身的沉积作用特征有关,原因可能是内潮汐和内波作用引起的海底流动为双向往复流动,不但流速变化大,而且水流反复倒向,不利于底栖生物生存;同时这种双向往复流动造成近海底水流浑浊度高,也对底栖生物的生存不利。

1.2.4 沉积层序

沉积层序是沉积环境、物源及其演化的函数。在内潮汐、内波作用控制下形成的沉积物,其层序特征必然反映沉积时的水动力特点及周期性变化,故内潮汐、内波沉积的层序是有其内在规律的。现已识别出的该类沉积,可归纳为4种基本层序型式(表1,图1)。

表1 内潮汐、内波沉积的垂向层序

Table 1 The vertical sequences of internal-tide and internal-wave deposits

层序类型	亚类型	基 本 特 征
I:双向递变层序	I A	层序中部粒度最粗,向上向下均逐渐变细,主要由砂级沉积物组成。反映水动力条件的弱-强-弱变化
	I B	以发育交错纹理为其特征,一般由细砂级和极细砂级沉积物构成(图1a)
II:单向递变层序	II A	层序下部粒度最粗,向上逐渐变细,与上覆泥质沉积物呈逐渐过渡;底部与下伏泥岩突变接触,界线截然。主要由砂级沉积物组成
	II B	粒度为细砂和极细砂,主要由交错纹理构成,层序规模逐渐向上变小(图1c)
III:对偶层双向递变层序		由砂岩、泥岩薄互层组成。砂、泥岩比率在纵向上呈韵律性的变化(图1e)
IV:泥岩-颗粒灰岩-泥岩层序		由颗粒灰岩或砂质颗粒灰岩组成,颗粒灰岩上下均与暗色泥岩直接接触,多为突变接触,其顶界也可以呈渐变过渡(图1f)

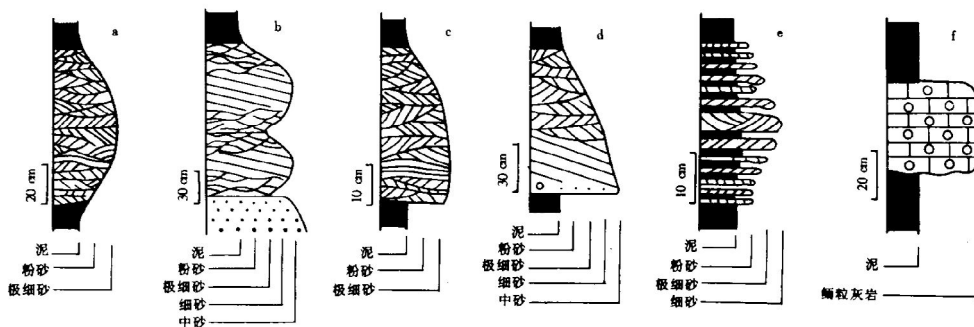


图1 内潮汐、内波沉积的垂向沉积层序

Fig.1 The vertical sequences of internal-tide and internal-wave deposits

1.3 沉积类型

根据目前已发现的内潮汐、内波沉积,可以将其归纳为5种沉积类型,它们分别形成于不同的沉积环境或不同的沉积条件。

(1)双向交错纹理砂岩型。该类沉积以芬卡斯尔地区奥陶纪内潮汐沉积为代表,以普遍发育双向交错纹理(分别向水道上方和下方倾斜)为其特征^[13,14]。主要由极细粒岩屑杂砂岩组成,局部为粉砂岩,分选明显比浊积岩好,与其互层的是暗色页岩和薄层浊积岩。该类沉积常呈双向递变(向上、向下均变细)或向上变细层序。这种类型的沉积是由内潮汐引起的沿水道上下交替流动的沉积产物。这种频繁交替的双向交错纹理代表了日潮或半日潮作用的结果,而粒度的纵向变化记录了最大流速的变化,很可能反映了大潮和小潮的周期性变化。

(2)单向交错层和交错纹理砂岩型。该类沉积亦见于芬卡斯尔地区中奥陶统中^[13,14],在塔中地区中、上奥陶统碎屑段中也有发现^[17]。以发育倾向水道上方的板状交错层和交错纹理为其特征,由中至细粒岩屑杂砂岩构成,亦显示双向递变。古流向特征说明形成于沿水道向上为主的流动,很可能为长周期内波与内潮汐叠加引起的单向优势流动所致。

(3)韵律性砂泥岩薄互层型。见于我国浙江桐庐地区上奥陶统和塔中地区中、上奥陶统,以砂岩和泥岩薄层组成有规律的频繁互层为特征^[15,16]。基本岩性为灰色细—极细粒岩屑砂岩、岩屑杂砂岩与深灰色、灰黑色泥岩近等厚互层。这些砂岩和泥岩薄互层在纵向上呈韵律性变化,即富砂岩段和富泥岩段交替出现且连续过渡,并组合而形成波状层理、透镜状层理及脉状层理。这种特征代表了床沙载荷与悬浮载荷的频繁交替。在深水斜坡环境中形成这种特征的沉积类型应为内潮汐沉积作用的结果。

(4)鲕粒灰岩(或砂质鲕粒灰岩)型。该类沉积发现于塔里木盆地中、上奥陶统大套深灰色含笔石页岩中^[17],砂质鲕粒灰岩可单独成层或与页岩组成薄互层。砂质鲕粒灰岩单层一般厚5~15 cm,其中发育侧积交错层。砂质鲕粒灰岩与深灰色页岩构成薄互层,常以不同的比例、不同的形态组合而形成脉状层理、波状层理和透镜状层理,其中砂质鲕粒灰岩多具双向倾斜的交错纹理。该类沉积为

平坦的深水斜坡上内潮汐沉积作用的产物。在这些平坦的斜坡上可能存在一些规模很小的沟渠,具侧积交错层的单独成层的砂质鲕粒灰岩可能为小型沟渠侧向迁移、加积的结果。

(5)脉状、波状、透镜状层理有孔虫灰岩型。该类沉积见于翁通爪哇海台上2 200~3 000 m水深处的白垩系至第四系中^[4~6,12],以富含孔虫和颗石藻的灰岩为主,与蚀变的粉砂级玻屑纹层、海绿石粉砂岩纹层和沸石质粘土薄层间互成层,它们之间为渐变接触。灰岩与沸石质粘土层常组合而形成脉状层理、波状层理和透镜状层理。单层厚度厘米至数10厘米。

2 等深流沉积

2.1 概念

等深流这一术语是 Heezen 等人^[18,19]在对北大西洋陆隆沉积物研究之后首先提出的。他们认为,等深流是由于地球旋转的结果而形成的温盐环流(thermohaline circulation),这种底流平行海底等深线作稳定低速流动(5~20 cm/s),主要出现在陆隆区。亦有人称之为等高流、水平流、平流等。Faugeres 等人^[1]将在相对较深水环境中由地球旋转而产生的温盐环流称之为狭义的等深流,他们认为只有这种等深流才是真正意义上的等深流。

我国等深流沉积研究虽然起步较晚,但仍取得了可喜的成果,如刘宝瑛^[20,21]对珠穆朗玛峰地区侏罗纪地层中等深流沉积的研究和对湘西黔东南地区下寒武统等深流沉积的研究,虞子冶^[22]等对广西钦州志留系至泥盆系等深流沉积的研究,姜在兴等^[23]对皖中下志留统等深流沉积的研究和李日辉^[24]对桌子山中奥陶统等深岩的研究,特别是段太忠等^[25,26]对湘北九溪下奥陶统等深岩丘的研究和高振中等^[27]对鄂尔多斯地区西缘平凉中奥陶统等深岩丘的研究,使我国在古代等深岩丘研究方面得到国外同行注目。

2.2 沉积特征

等深流沉积无论是在物质成分上、结构上,还是在沉积构造上均具有其自身的特征。

2.2.1 成分

等深流沉积的成分主要有陆源碎屑物质、碳酸盐物质、生物成因的物质和火山物质等,其中陆源碎屑物质和碳酸盐物质是主要的,其岩石类型以陆源碎屑岩和碳酸盐岩为主。

2.2.2 结构

等深流沉积粒度主要为泥级和粉砂级,其次为细砂级。当等深流能量较强时,可形成较多的砂级乃至细砾级等深流沉积。颗粒的分选性一般中等—较好,局部极好。标准偏差 σ_1 一般小于0.8(Folk值)。在正态概率曲线上,一般有2~3个沉积总体,其中跳跃总体斜率大。

2.2.3 原生沉积构造

等深流沉积中的沉积构造十分发育,其原生沉积构造包括机械成因的构造(层理、侵蚀构造和定向构造等)和生物成因的构造(生物扰动构造和遗迹化石)。

等深流沉积中常见的层理有小型交错纹理和水平纹理,有时可见大型粘性交错层。侵蚀构造的发育是等深流沉积的重要特征,常见的侵蚀构造有侵蚀面、刻蚀痕、底渠和截切面等。定向构造主要由生物屑和碎屑颗粒的定向排列表现出来。最普遍和最常见的生物成因的构造是生物扰动构造。

生物扰动几乎贯穿等深流沉积物中,使得原始的层理构造部分或完全遭到破坏。

2.2.4 垂向沉积层序

Faugeres等^[26]在研究北大西洋东缘现代等深岩丘时,发现等深流沉积的垂向组合具有一定的规律性。他们使用了“层序”一词来加以描述,并确定了其典型模式^[28]。其完整的层序是由一个向上变粗的逆递变段和一个向上变细的正递变段构成的对称递变层序(图2a),其厚度为10~100 cm。层序各段间的接触关系有过渡的、突变的和侵蚀的。这种层序的厚度和完整性变化很大,既可以是对称的,也可以是不对称或不太对称的。段太忠等^[25]在研究湘北九溪下奥陶统碳酸盐等深岩时也发现了与Faugeres等描述的类似的层序(图2b),高振中等^[27]在研究鄂尔多斯西缘平凉中奥陶统碳酸盐等深岩中还发现了完全由砂屑等深岩构成的复合层序(图2c、d)。这些沉积层序记录了等深流流动强度弱-强-弱的周期性变化。

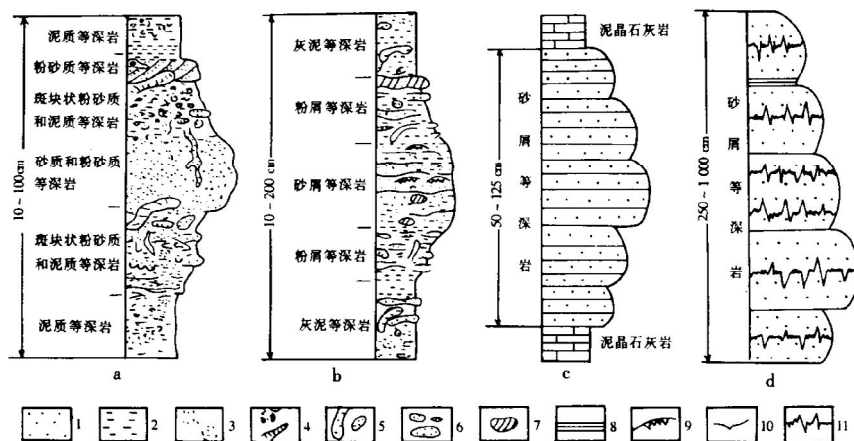


图2 等深岩的垂向层序

Fig. 2 Vertical sequences of contourite rocks

1—砂、粉砂(或砂屑、粉屑);2—泥(或灰泥);3—介壳及生物碎片;4—生物扰动;5—潜穴;

6—不连续的粉砂透镜体(或粉屑条带);7—灰泥斑块;8—暗色页岩;9—遮蔽孔;10—侵蚀面;11—缝合线

2.3 等深岩丘

大量的海洋学调查和研究还发现在深海中存在着许多由等深流沉积物堆积而成的堆积体,这种堆积体的规模可与浊流沉积形成的海底扇相比拟。其中一种最重要的类型就是等深岩丘,它呈长条形或伸长状,横剖面上呈丘状,长度一般为数十至数百公里,宽可达数十公里,高出周围海底0.1 km到1 km以上,其堆积厚度局部可达2 km以上^[29],如佛罗里达海峡北部的碳酸盐等深岩丘长100 km,

宽达60 km,丘体厚度达600 m,总面积达3 000 km²^[30]。可见,等深岩丘的规模是相当可观的。到目前为止已在北大西洋中发现和详细研究了16个大型的现代等深岩丘^[29]和大量小型的等深岩丘。此外,人们还在古代地层记录中发现了三个等深岩丘,即阿拉伯克拉通大陆边缘白垩系塔勒梅亚费组碳酸盐等深岩丘^[31]、湘北九溪下奥陶统碳酸盐等深岩丘^[25,26]和鄂尔多斯地区西缘中奥陶统平凉组碳酸盐等深岩丘^[27]。

3 深水牵引流沉积与油气

与浊积岩相似,深水牵引流沉积形成于深水环境,并与深水泥质岩呈互层产出,可构成良好的生储盖组合。而且深水牵引流沉积亦可形成规模与海底扇相近的巨大沉积体,如等深岩丘。又由于受等深流和深水潮汐、波浪的反复淘洗,其结构成熟度较浊积岩高得多,原生孔隙发育,油气储集性能应比浊积岩好得多,为深水沉积中颇具勘探前景的潜在油气储集层。目前高振中等正在对塔中地区奥陶系内潮汐沉积砂岩进行储层研究,初步表明,塔中地区中上奥陶统碎屑岩段中的大多数砂体均为内潮汐、内波沉积成因,特别是一些地震异常体,很可能为内波形成的大型沉积物波,具有良好的成藏条件,为塔中地区奥陶系碎屑岩中颇具勘探前景的领域。

4 存在问题及研究方向

4.1 存在问题

4.1.1 现代等深流沉积研究方面

随着深海钻探计划和大洋钻探项目的开展,现代等深流沉积研究取得了巨大进展,但是存在两个主要问题:

(1)对现代等深流沉积的研究发展不平衡:现代等深流沉积研究最为详尽的地区是北大西洋,其次是南大西洋和威德尔海;而对全球其它各大洋的研究非常薄弱,这就限制了对全球等深流沉积的全面认识。

(2)等深流沉积识别的可靠性:一些大型泥波很可能是内波沉积的产物,却被误认为是等深流沉积;大型沙波很可能是内潮汐、内波或其它底流与等深流联合作用沉积的产物,也被称为等深流沉积。这些都可能对今后研究造成误导。

4.1.2 古代等深流沉积研究问题

与现代等深流沉积研究相比,古代地层中等深流沉积的研究显得比较薄弱,存在两个突出问题:

(1)国外对古代等深流沉积研究的规模、数量和深度均逊于对现代沉积的研究。我国集中于对地层记录中等深岩的研究,已见相当数量的报道。但层位局限,还远不能反映其全貌。

(2)古代地层中等深岩丘的识别可能是等深流沉积研究领域的最大难题。目前,世界上识别出的古代等深岩丘仅三例:以色列附近白垩系一例^[31],我国湘北^[25]和陇东^[27]两例。这与现代等深岩丘的数量相比极不相称。这三例均属碳酸盐等深岩丘,说明对碎屑

岩等深岩丘的识别问题更大。

4.1.3 内潮汐、内波沉积研究方面

现代内潮汐、内波沉积研究是最薄弱的环节,至今未见专论文献。古代内潮汐、内波沉积研究已有了一个良好的开端,但仍然有许多工作要做,首要问题是其鉴别标志。

4.1.4 深水牵引流沉积新类型的鉴别

目前研究的深水牵引流沉积类型主要集中于等深流沉积及内潮汐、内波沉积。但是,深水底流的类型很可能不只这两种,还有未被发现和识别的新类型。

4.2 研究方向

(1)在对古代等深岩进行广泛研究的同时,要集中于古代等深岩丘的识别和研究。特别要注意对碎屑岩等深岩丘的识别和研究,并加强与已知现代硅质碎屑岩等深岩丘的对比研究。

(2)尽可能多地识别出内潮汐、内波沉积,只有对大量实例的综合分析,才能加深对其特征的全面了解,总结基本规律。

(3)加强对深水大型沉积物波形成机理的研究,以期获得大量有用的信息和新认识,同时应与海洋学紧密结合。

展望未来,深水牵引流沉积研究必将不断前进,逐渐发展为更完善的领域,为沉积学在学术领域写上光辉的一笔,也为世界增加丰富的油气资源!

本文在完成过程中,得到了高振中教授及何幼斌副教授的悉心指导和帮助,在此表示衷心感谢!

参 考 文 献

- 1 Faugeres J C, Stow D A V. Bottom-current-controlled sedimentation: a synthesis of the contourite problem[J]. *Sedimentary Geology*, 1993, 82: 287 ~ 297
- 2 Stow D A V, Faugeres J C, Viana A, et al. Fossil contourites: a critical review[J]. *Sedimentary Geology*, 1998, 115: 3 ~ 31
- 3 Hollister C D. The concept of deep-sea contourites[J]. *Sediment Geol*, 1993, 82: 5 ~ 11
- 4 高振中,何幼斌,罗顺社,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
- 5 Gao Zhenzhong, Eriksson K A, He Youbin, et al. Deep-water traction current deposits — a study of Internal tides, Internal waves, contour currents and their deposits[M]. Beijing, New York: Science Press, 1998
- 6 何幼斌,高振中. 内潮汐、内波沉积的特征与鉴别. *科学通报*, 1998, 43(9): 903 ~ 908
- 7 LaFond E C. Internal waves. In: Fairbridge R W, ed. *The encyclopedia of oceanography*[C]. New York: Reinhold, 1966. 402 ~ 408

- 8 Munk W. Internal waves and small-scale processes. In: Warren B A, Wunsch C. eds. evolution of physical oceanography. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology, 1981. 264 ~ 291
- 9 Shepard F P, Marshall N F, McLoughlin P A, et al. Currents in submarine canyons and other seavalleys[J]. AAPG Studies in Geology, 1979, (8): 1 ~ 13
- 10 Mullins H T, Keller C H, Koford J W, et al. Geology of Great Abaco Submarine Canyon (Blake Plateau): observations from the research submersible "Alvin"[J]. Marine Geology, 1982, 48: 239 ~ 257
- 11 Laird M G. Sedimentology of the Greenland Group in the Paparua Range, west coast, south island, N. Z.[J]. Journal of Geology and Geophysics, 1972, 15(3): 372 ~ 393
- 12 Klein G D. Resedimented pelagic carbonate and volcanoclastic sediments and sedimentary structures in Leg 30 DSDP cores from the Western Equatorial Pacific[J]. Geology, 1975, 3(1): 39 ~ 42
- 13 Gao Zhenzhong, Eriksson K A. Internal-tide deposits in an Ordovician submarine channel: previously unrecognized facies? [J]. Geology, 1991, 19(7): 734 ~ 737
- 14 高振中, Eriksson K A. 美国阿巴拉契亚山脉芬卡苏地区奥陶纪海底水道中的内潮汐沉积[J]. 沉积学报, 1993, 11(1): 12 ~ 22
- 15 高振中, 何幼斌, 李建明, 等. 我国发现内潮汐沉积[J]. 科学通报, 1997, 42(13): 1 418 ~ 1 421
- 16 何幼斌, 高振中, 李建明, 等. 浙江桐庐地区晚奥陶世内潮汐沉积[J]. 沉积学报, 1998, 16(1): 1 ~ 7
- 17 高振中, 彭德堂, 刘学锋, 等. 塔里木盆地 TZ30 井中上奥陶统内潮汐沉积[J]. 江汉石油学院学报, 1996, 18(4): 9 ~ 14
- 18 Heezen B C, Hollister C D, Ruddiman W F. Shaping of the continental rise by deep geostrophic contour currents[J]. Science, 1966, 152: 502 ~ 508
- 19 Hollister C D. The concept of deep-sea contourites [J]. Sedimentary Geology, 1993, 82: 5 ~ 11
- 20 刘宝珊, 余光明, 王成善. 珠穆朗玛峰地区侏罗系的等深积岩沉积及其特征[J]. 成都地质学院学报, 1982, 9(1): 1 ~ 6
- 21 刘宝珊, 许效松, 梁仁枝. 湘西黔东南寒武纪等深流沉积[J]. 矿物岩石, 1990, 10(4): 43 ~ 47
- 22 虞子治, 施央申, 郭令智. 广西钦州盆地志留纪—中泥盆世等深流沉积及其大地构造意义[J]. 沉积学报, 1989, 7(3): 21 ~ 29
- 23 姜在兴, 赵澄林, 熊继辉. 皖中下志留统的等深积岩及其地质意义[J]. 科学通报, 1989, 34(20): 1 575 ~ 1 576
- 24 李日辉. 桌子山中奥陶统公乌素组等积岩的确认及沉积环境[J]. 石油与天然气地质, 1994, 15(3): 235 ~ 239
- 25 段太忠, 郭建华, 高振中, 等. 华南古大陆边缘湘北九溪下奥陶统碳酸盐等深岩丘[J]. 地质学报, 1990, 64(2): 131 ~ 143
- 26 Duan T, Gao Z, Zeng Y, et al. A fossil carbonate contourite drift on the Lower Ordovician palaeocontinental margin of the middle Yangtze Terrane, Jinxi, northern Hunan, southern China[J]. Sedimentary Geology, 1993, 82: 271 ~ 284
- 27 高振中, 罗顺社, 何幼斌, 等. 鄂尔多斯地区西缘中奥陶世等深流沉积[J]. 沉积学报, 1995, 13(4): 16 ~ 25
- 28 Faugeres J C, Gonthier E, Stow D A V. Contourite drift molded by deep Mediterranean outflow[J]. Geology, 1984, 12(5): 296 ~ 300
- 29 Faugeres J C, Mezerais M L, Stow D A V. Contourite drift types and their distribution in the North and South Atlantic Ocean basins[J]. Sedimentary Geology, 1993, 82: 189 ~ 203
- 30 Mullins H T, Neumann A C, Wilber R J, et al. Carbonate sediment drifts in Northern Straits of Florida[J]. AAPG Bull. 1980, 64(10): 1 701 ~ 1 717
- 31 Bein A, Weiler Y. The Cretaceous Talme Yafe Formation: a contour current shaped sedimentary prism of calcareous detritus at the continental margin of the Arabian Craton[J]. Sedimentology, 1976, 23(4): 511 ~ 532

CHARACTERISTICS AND RESEARCH STATUS OF DEEP-WATER TRACTIVE CURRENT DEPOSITS

Liu Lijun

(Jiangnan Petroleum Institute, Jingzhou, Hubei)

Abstract: Since 1960's, the study of deep-water tractive current deposits has become a new research field in sedimentology. The present studies on deep-water tractive current deposits are mainly focused on contourite current deposit, internal-tide and internal-wave deposits. Considerable progress has been made in the study of contourite current deposits since mid-1960's, especially in the study of modern contourite deposits. Now deep understanding has made on the formation mechanism, the characteristics of texture and structure, the vertical sequences, the rock facies and recognition marks of contourite deposits. The discovery of contourite-dome is the most important and distinctive achievement in this field. Numerous large-scale modern contourite-dome, which can be compared with deep-water turbidite fans, were discovered in deep-water oceanic areas and in stratigraphic record. The study on internal-tide and internal-wave deposits began in the early 1990's and developed rapidly, and has made considerable progress in the formation mechanism, the characteristics of texture and structure, the vertical sequences, the rock facies and recognition marks. The Ordovician internal-tide and internal-wave deposits in West Zhejiang and Tarim Basin are typical cases in this field. Compared with turbidities, the deep-water tractive current deposits are more favourable in the reservoir characteristics, and have very important oil-gas-bearing potential.

Key words: deep-water tractive current; depositional characteristics; internal-tide; internal-wave; contourite current; status quo