

❖ 特约主编



林畅松, 现任中国地质大学(北京)教授(二级), 长期致力于沉积学和沉积盆地分析研究。先后承担多项国家自然科学基金重点项目、国家 973 项目课题以及部、企业重点攻关项目的研究工作, 在陆相或构造活动盆地层序地层学、叠合盆地构造—古地理、边缘海沉积动力学等方面取得了系统性的研究成果。发表学术论文 300 多篇, 出版专、译著及教材 10 多部, 获国内外专利 10 多项。荣获中国留学回国人员成就奖, 国家科技成果进步二等奖, 省部级科技成果一、二等奖等 20 多项奖励, 享受国务院政府特殊津贴。曾担任 *AAPG Bulletin* 副主编, 现任《沉积学报》、《现代地质》等刊物副主编, 美国石油地质学会荣誉会员, 中国沉积地质专业委员会副主任委员兼秘书长。



赵晓明, 西南石油大学教授(博士生导师), 长期致力于深水沉积与油气地质研究。自然资源部高层次科技创新人才、自然资源部第七批全国油气督察员。为中国地质学会青年地质科技奖(银锤奖)获得者、天府青城计划入选者, 四川省海外高层次留学人才、四川省学术与技术带头人后备人选。先后主持国家自然科学基金、国家重大科技专项、省重点研发、油田企业课题等 30 余项科研项目, 在深水沉积构型理论、深海油气储层预测技术等方面取得系统性成果, 研究区涉及尼日利亚、赤几、安哥拉、刚果、巴西等海外著名深水油气区, 以及中国南海、东海和渤海等油气区。牵头获省部级科技进步一等奖 1 项、国际埃尼奖(Eni Award)提名。发表论文 50 余篇, 授权发明专利 11 项, 软件著作权 8 部, 行业标准 2 项, 著作 2 部。担任中国科协“十大”代表、中国石油学会油气藏开发地质学组学术委员、四川省地质学会常务理事等, 是《天然气工业》、《沉积学报》、《海相油气地质》编委会委员(含青年)。



蔡承林, 教授、博士生导师, 2014 年获中国石油大学(北京)博士学位、2014—2017 年在美国德克萨斯大学奥斯汀分校从事博士后研究; 获国际沉积学家协会第二届孙枢奖。现任 *AAPG Bulletin* 和 *Journal of Sedimentary Research* 副主编, 《沉积学报》青年编委。主要从事地震解释、深水沉积和层序源汇方面的教学与科研工作, 以第一/通讯作者发表 SCI 论文 32 篇、主编专著 1 部、教材 1 部, 参编教材(*Reading's Sedimentary Environments*) 1 部, 获教育部科技进步奖一等奖和二等奖各 1 项。近五年, 主持国家自然科学基金项目 2 项, 企业横向课题 10 余项; 获发明专利 5 项(含实质审查中)。

❖ 特约主编



吴伟, 现任河南理工大学教授、博士生导师, 2010 年获得中国地质大学(北京)博士学位。目前主要从事层序地层学、深海沉积、油气地质等方面的教学和科研工作; 主持国家自然科学基金项目 3 项、企业委托项目 10 余项; 发表科研论文 40 余篇, 主编专著 1 部, 获得国家发明专利 5 项。兼《沉积学报》、《中国石油大学学报(自然科学版)》、《中国矿业大学学报》、《天然气地球科学》等杂志的中青年编委。



孙启良, 现任中国地质大学(武汉)海洋学院教授、博导、副院长, 主要从事海洋地质灾害研究。承担国家自然科学基金优秀青年基金和面上基金等项目, 在海底滑坡形成机理及其灾害效应、海底岩浆流动动力学及火山生长机制、超压流体系统等地质灾害研究方面取得了一系列创新性成果。目前担任 *Marine and Petroleum Geology* 和 *Journal of Asian Earth Sciences: X* 期刊副主编等, 同时担任中国岩石力学与工程学会海洋工程地质灾害防控分会以及中国海洋与湖沼学会地质学分会常务理事等, 获得海南省科学技术进步奖特等奖以及中国地球物理学会科学技术进步奖二等奖等。

❖ 主编按语

“深海碎屑岩沉积地质”专栏

深海碎屑岩是构造升降、气候变迁、洋流活动、海平面变化等地球表层动力学过程信息的重要载体, 也是重要的能源矿产富集体, 因而成为当前国际沉积学领域研究的前沿和热点。随着我国加快建设海洋强国战略的提出, 深海碎屑岩沉积地质研究将在国家海洋能源矿产、国防工程等领域发挥重要的理论支撑作用。近几十年来, 随着深海探测技术的不断进步和深海能源矿产资源的勘探开发, 国内外学者对深海碎屑岩开展了大量研究, 在深海重力流的流态学、深海碎屑岩的沉积动力学过程与能源—环境效应、深海碳汇过程与作用机制、全球气候变化等领域取得了诸多重要成果。为了深水碎屑岩及相关领域更加深入的研究, 我们组织了本专栏, 集中发表该领域最新成果。本专栏内容涉及深海碎屑岩沉积单元(如水道、朵叶、块状搬运沉积和细粒沉积等)的沉积过程和沉积机理、构型特征、迁移演化以及深海盆地陆架边缘层序演化等关键内容, 以期对深海碎屑岩沉积和相关领域提供经验和范例, 促进国内深海沉积学的发展, 为国家深水能源系统建设添砖加瓦。

刻画深水水道一朵叶复合体的沉积构成并揭示油气储集体的分布模式对于深水油气勘探具有重要的指导意义。龚承林等利用PaleoScan全三维智能解释手段和三色(RGB)混相分频技术识别解剖了孟加拉扇6种富砂沉积单元,认为补给水道、决口扇、末端朵叶是潜在的规模且优质深水油气储集体类型;而漫溢扇、分支水道和似点坝分别是潜在的规模非优质、非优质非规模以及优质非规模深水油气储层类型。补给水道分布在水道一朵叶复合体的上游和中游;决口扇、漫溢扇、分支水道和似点坝发育在水道一朵叶复合体的中游;而分支水道和末端朵叶主要分布在水道一朵叶复合体的下游。

等深流与重力流交互作用沉积是深水环境中较为常见的沉积类型,不但蕴含了丰富的地质信息,而且具有良好的油气勘探潜力。李华等对等深流与重力流交互作用沉积类型、鉴别标志及形成机理等方面进行了较为全面的论述。等深流与重力流交互作用沉积可分为等深流与重力流沉积互层、等深流改造重力流及等深流与重力流同时作用沉积。等深流沉积和重力流沉积的有效鉴别是等深流与重力流沉积互层沉积研究的前提。指向性沉积构造指示顺斜坡向下及大致平行斜坡的两个水流方向是等深流改造重力流沉积的重要标志。单向迁移水道、不对称的水道—堤岸体系及偏转型朵叶是等深流与重力流同时作用沉积常见类型。等深流与重力流交互作用沉积形成过程主要受等深流与重力流相对能量大小的影响。

沉积构型是解决深海油气藏高效开发和提高采收率的重要地质理论基础。赵晓明等基于野外露头、高频地震、测井和录井等信息,建立了深海水道11级构型界面系统,揭示了不同级次深海水道构型单元的结构样式和沉积特征。从深海油气勘探开发需求出发,依据沉积规模、叠置关系、成因及其时间跨度,将深海水道从小到大划分为:1)油气开发微观尺度:1级沉积颗粒段、2级纹层段、3级岩层内均质段;2)油气开发宏观尺度:4级岩层、5级岩层组、6级次级水道单元、7级单一水道、8级复合水道、9级复合水道系列;3)油气勘探尺度:10级水道体系、11级水道体系系列。该成果有助于实现地面与地下、现代与古代水道沉积的类比,也为深海水道油气藏不同尺度储层非均质解析提供了理论依据。

超临界流在现代沉积环境中无处不在,但相关沉积物却很少从地层记录中被辨识出来,这是当前沉积学研究中面临的一个问题。钟广法对超临界流沉积研究现状进行了较为全面的综述,并着重对超临界浊流的发育条件、底形类型、沉积特征进行了探讨。超临界浊流在坡度大于 0.5° 即可形成,相关底形主要有逆行沙丘和周期阶坎两种端元类型,二者之间还存在破裂逆行沙丘和急滩—深潭等过渡类型。地层记录中超临界流浊流沉积可以根据底形几何形态和内部沉积特征加以鉴别。长波长、大的波长/波高比、逆坡迁移、后积层理、粒度垂向和顺流变细及与水跃有关的岩相组合是超临界浊流沉积的重要标志。

加强深水重力流沉积演化及其控制因素的研究,是表征深水“源—汇”过程、取得深水油气勘探突破的关键。吴高奎等以下刚果盆地中新统为例,基于岩心、测井及三维地震等资料的综合分析,将中新统划分为4个三级层序(大体对应于下中新统、中中新统下段、中中新统上段及上中新统),识别出块体搬运、重力流水道(包括侵蚀过路水道、受限侵蚀水道、弱受限侵蚀—加积水道等)、天然堤及朵体等四种深水沉积单元,揭示了重力流沉积总体“北迁、进积”的演化特征,认为构造隆升、气候变冷及海平面下降所致的深水物源供给增加是重力流沉积大规模发育并进积的先决要素,陆缘结构及陆坡坡度变化控制了沉积分散过程和砂体平面展布。

深水环境下水动力条件复杂多变,深水水道演化过程会影响水道砂体储层的分布,厘清深水水道演化过程及相关影响因素对深海油气勘探与开发具有重要意义。王光绪等对新西兰深水Taranaki盆地中新统深水水道的迁移演化进行了较详细的分析,并着重对深水水道平面形态变化、沉积演化阶段及控制因素进行了探讨。深水水道体系的平面形态经历了由相对顺直到高弯曲再到相对顺直的变化过程。深水水道体系是由多期次复合水道的侧向侵蚀和垂向叠置而形成,复合水道的演化过程可分为初期下切侵蚀、中期充填沉积和末期填平消亡等3个阶段。深水水道沉积演化过程受多种因素的综合控制,早期水道结构和重力流规模及能量变化对水道的形态和规模会产生重要影响。

深水海底底形动力学过程及沉积作用深刻影响大陆边缘海底地貌形态和沉积地层结构。李全等以西非科特迪瓦盆地为例,识别和描述了侵蚀冲坑、周期阶坎、沉积物波等深水底形。并从限定和非限定两种地貌条件探讨了底形发育控制因素,指出限定性“周期阶坎”是在超临界流向亚临界流频繁转换作用下形成,受高密度浊流和地层交互作用控制。限定性小型沉积物波是亚临界流产物。非限定环境大型沉积物波受早期滑塌地貌的控制,后期受底流改造影响。通过对不同底形的成因、形成过程和控制因素探讨,加深了对深水底形的认识,并对未来深水区油气勘探砂体分布预测提供借鉴和参考。

陆架边缘轨迹演化记录可反馈浅水—深水物质输送过程及样式,对预测深水沉积体系及油气勘探意义重大。岳翀等以琼东南盆地上新统莺歌海组为例,建立了三类陆架边缘轨迹类型,并阐明了不同陆架边缘轨迹与深海沉积体系的响应关系。陆架边缘轨迹分为超高角度滑塌型、高角度上升型和低角度上升型,轨迹迁移角度指示了物源供给变化,低角度上升型常带来较高的陆源碎屑沉积物供给,高角度上升型对应较低的沉积物供给速率,而超高角度滑塌型常致使陆架边缘体系失稳,进而控制大规模块体搬运沉积向深海平原输送。该成果对于深化南海北部陆架边缘体系理论认知,以及陆架边缘深海矿产资源评价具有积极指导意义。