

❖ 特约主编



唐明明,男,中国石油大学(华东)副教授,博士生导师,主要从事沉积动力学、人工智能与储层沉积学等方面的教学和科研工作。主持国家自然科学基金项目、山东省自然科学基金项目等4项。作为主持人或主要完成人承担油气专项及中国石油、中国石化和中国海油等科研类项目20余项。发表中英文论文50余篇,授权美国发明专利2项,出版专著3部,以第一或主要获奖人获得省部级奖励一等奖1项,二等奖3项。



王俊辉,男,中国石油大学(北京)副教授,博士生导师,入选日本学术振兴会 JSPS Fellow。“国际古地理学会”创始会员及秘书处办公室主任。担任 *Journal of Palaeogeography*、《古地理学报》编委; *Petroleum Science*、《沉积学报》、《地质科技通报》青年编委。主要从事沉积学的教学与研究工作,主要研究方向包括:(1)河流—三角洲—大陆架体系的物理与数值模拟研究及应用;(2)碎屑滩坝体系的沉积特征与成因分析。主持国家自然科学基金2项,日本文部省基金1项;主持或作为主要完成人承担中石油、中石化、中海油委托项目10余项。在 *Geology*、*GRL*、*EPSL*、*Sedimentology*、*Basin Research*、《地质学报》、《沉积学报》、《古地理学报》等学术期刊发表论文50余篇,授权发明专利7项。主编《沉积动力学基础与应用》、参编《风场—物源—盆地系统沉积动力学——沉积体系成因解释与分布预测新概念》。获教育部科技进步二等奖1项、产学研合作创新与促进成果优秀奖1项。

❖ 特约主编



杨田,男,成都理工大学研究员,博士生导师,四川省“天府峨眉计划”青年人才计划入选者、自然资源部高层次科技创新人才,四川省杰出青年基金获得者。现任四川省矿物岩石地球化学学会沉积学专业委员会主任委员, *Basin Research* 副主编, *Journal of Asian Earth Sciences*, *The Depositional Record*, *Energies*, 《沉积学报》客座编辑,《石油学报》、《石油与天然气地质》、《沉积学报》、《成都理工大学学报(自然科学版)》、《岩性油气藏》青年编委。主要从事深水重力流沉积和碎屑岩储层地质学研究,尤其在湖盆深水重力流沉积研究方面取得相关成果。先后申请获批了 *IAS Post-Doctoral Research Grants*、国家自然科学基金面上项目、国家自然科学基金青年项目、中国石油科技创新基金等基金项目 10 余项。在 *Sedimentology*, *Basin Research*, *AAPG Bulletin*, *Marine and Petroleum Geology* 和《石油学报》、《地球科学》等国内外期刊发表论文 80 余篇,其中第一作者与通信作者 53 篇,第一作者 SCI 检索 21 篇。获得省部级科学技术进步一等奖 2 项,参与编写《陆相湖盆深水重力流沉积作用》、《深水重力流沉积与油气藏》等专著,担任 *Sedimentology*、*Basin Research*、*AAPG*、*MPG*、《石油勘探与开发》、《中国科学:地球科学》刊物审稿人。



冯文杰,男,长江大学副教授,研究生导师。主要从事沉积学、储层地质学、油气田开发地质学等方面的教学和科研工作,目前主要研究方向为:(1)碎屑岩沉积体系水槽模拟与数值沉积模拟、沉积演化规律与沉积模式研究;(2)基于无人机高精度测绘建模的数字露头与现代沉积研究;(3)地下储层构型解剖与剩余油研究。主持国家自然科学基金项目、中国博士后基金面上项目 2 项,作为主持人或主要研究人员承担国家自然科学基金项目、国家科技重大专项及油田科研项目 20 余项,在 *Petroleum Science*, *Journal of Petroleum Science and Engineering*, *Computers & Geosciences* 和《石油学报》、《沉积学报》等国内外期刊发表论文 50 余篇,获得省部级科技进步一等奖 3 项。

沉积物理与数值模拟研究进展

沉积动力学研究的核心在于从机理上探究沉积物侵蚀、搬运、堆积过程、机制以及沉积环境效应,以“从过程到产物”的观点来研究沉积演化特征。其研究的尺度小至泥沙颗粒的搬运与沉积、大至沉积盆地的充填与演化。沉积物理与数值模拟是开展沉积动力学研究的重要手段,具有实验条件可控性、实验结果可重复性、沉积过程正演性、模型与原型可对比性等特点。与现代沉积考察相比,沉积模拟一方面能够克服时间、空间、以及自然条件的限制,从而更方便地研究各类沉积过程;另一方面,沉积模拟可以通过控制变量更为科学、明确地讨论单一因素对沉积过程的控制作用,进而帮助人们对多因素控制下的沉积过程和产物做出更合理的解释。传统岩心观察、现代沉积观察和露头分析等主要提供一维或二维沉积特征信息,存在时间尺度与空间尺度的局限性。而沉积物理与数值模拟可以还原沉积体的时空四维演化过程并系统采集数据,可为“人工智能+沉积学”提供丰富的沉积数据样本,在当前人工智能快速发展阶段表现出尤为广阔的发展和应用前景。

近年来,我国学者围绕“沉积物理与数值模拟”开展了广泛而深入的研究工作,取得了一系列重要成果。为进一步推动“沉积物理与数值模拟”理论与应用研究,我们组织了本专栏,集中讨论该领域的一系列最新成果认识。本专栏共收录了学术论文11篇,涉及河流、三角洲、重力流、细粒沉积等领域。

水槽物理实验始终是沉积学领域最为活跃的研究主题之一,对早期沉积学关键概念的建立,以及当前沉积学量化发展的推进都具有重要意义。水槽沉积物理实验在河流和三角洲量化研究领域涌现出一批最新成果。在河流水槽物理模拟实验研究方面:冯文杰等采用方形水槽实验装置开展砂质辫状河沉积过程模拟及定量化解剖,提出了辫状水道与心滩的三种演化机制,包括辫状水道侧积主导心滩侧向增生、辫状水道废弃充填并与心滩叠合、辫状水道汇水冲刷导致下游心滩重塑;唐明明团队洪瑞峰等开展了曲流河方形水槽物理模拟实验,分析了供源组分和流量对曲流河形态变化的影响,认为供源沙粒径直接影响曲流河弯曲度,在供源沙粒度和流量保持不变的条件下,高岭土含量越高,河道宽深比越低。在三角洲水槽物理模拟实验方面:胡光明团队李恬恬等选取泥沙比、岸线迁移速度(湖平面下降速度)、入口流量三个影响因素,开展了浅水三角洲沉积方形水槽实验,提出了浅水三角洲两种发育机制,其一是分流河道分流与扇面片流交替所致的朵体与前缘交替生长,其二是河口不断改道所致的朵体交替生长;王俊辉等通过水槽实验研究了不同盆地水深背景下三角洲的演化特征,进一步通过分析水深对三角洲陆上、水下沉积物分配的影响,定义了平衡指数(单位时间内沉积物在陆上分配的体积与沉积物供给的总体积之比),对揭示深水、浅水三角洲地貌差异的原理,解释除水深之外的其他因素对三角洲地貌演变的影响具有一定潜力。

近年来,面向深水沉积的新型环形水槽物理模拟实验装置正发挥着越来越重要的影响。孙浩南等系统分析了环形水槽在重力流沉积、深水细粒沉积等方面的发展,不仅阐明了环形水槽在还原深水复杂沉积过程中的重要作用,同时提出了环形水槽的二次环流效应以及沉积物横向演化的追踪对比误差分析等进一步发展的方向。吕奇奇等基于环形水槽模拟实验,模拟并分析了浊流携带细粒沉积物搬运沉积过程,发现浊流搬运下的细粒沉积物在流动过程中会出现“水下水跃”、“双流分割”、“上浮作用”、“头部抬升”、“新头部”等特殊实验现象,尤其发现的“新头部”现象,对分散型砂体的形成与展布规律研究具有重要意义。

沉积数值模拟是沉积学量化研究的最新方向之一,对完整刻画沉积时空四维演化规律具有不可替代的重要作用。胡光明团队李恬恬等构建了基于Delft3D的浅水三角洲模拟模型,提出浅水三角洲的成长过程始终伴随着决口导致旧分流河道的废弃、新分流河道和河口砂坝(朵体)的快速形成,表明了决口过程的重要作用。唐明明团队彭晨阳等基于Delft3D沉积模拟模型,定量分析了河流与潮汐联合作用对潮控三角洲砂体分布和时空演化的影响,提出潮控三角洲生长的三个阶段:河口堆积期、河流—潮汐联合搬运期以及河流—潮汐联合改造期。李莉和王俊辉基于Dionisos沉积数值模拟软件,对沉积物由冲积河流稳定供给、基准面曲折上升背景下的陆架边缘生长过程进行二维数值模拟,定量刻画了陆架边缘轨迹的自动后退现象,对丰富和完善现有层序地层理论体系具有重要意义。

重力流沉积数值模拟是当前深水沉积研究的热点领域之一,对全面刻画深水沉积过程,预测深水沉积分布具有重要意义。鲜本忠团队耿军阳等系统对比分析了Flow-3D、Fluent、Delft3D、SedSim等重力流数值模拟的平台特点,并指出未来应在关键节点物理模拟结果约束下,利用数值模拟的连续性结果,进一步深化重力流沉积机理。王俊辉团队赖孟涛等基于Kosic-Parker模型构建了一维浊流数值模拟模型,考虑了浊流对环境水以及沉积物的夹带作用,提出在相同初始流速下,粗颗粒沉积物含量越高浊流厚度越大,且沉积物主要堆积在中轴处,在中轴处后,沉积物厚度单调递减。葛智渊团队卢心炜等基于Flow3D研究了被动大陆边缘常发育的深水褶皱带浊流沉积系统,发现浊流在分段平行褶皱的影响下,其底部会发育逆向流,包括浊流受褶皱阻挡而产生的向上游传播的逆向底流,以及浊流跃过褶皱后受扰动而出现的向下游传播的逆向底波,前排褶皱对浊流的扰动以及褶皱间距影响着浊流流经后排褶皱时的水动力和沉积特征。

我们期望,这些最新成果可以提升沉积物理与数值模拟的基础研究水平,促进定量研究方法在沉积动力学领域和沉积应用方面的新突破,进而更好指导矿产资源的勘探与开发。