引用格式：朱筱敏，徐一鸣，谈明轩，等. 2026. 跨越时空的活动板块边缘沉积作用——第22届国际沉积学家大会热点述评[J]. 沉积学报，44(5)：1589-1610.
ZHU XiaoMin, XU YiMing, TAN MingXuan, et al. 2026. Sedimentation on Active Plate Margins Through Time and Space: A review of hot topics from the 22nd International Sedimentological Congress[J]. Acta Sedimentologica Sinica, 44(5): 1589-1610.
DOI: 10.14027/j.issn.1000-0550.2026.036 CSTR: 32268.14/j.cjxb.62-1038.2026.036

跨越时空的活动板块边缘沉积作用
——第22届国际沉积学家大会热点述评

朱筱敏[1]，徐一鸣[1]，谈明轩[2]，王星星[3]，佟欢[1]，陈贺贺[4]，胡鑫[1]
1.中国石油大学(北京)地球科学学院，北京 102249
2.河海大学海洋学院，南京 210098
3.中国地质大学(武汉)海洋学院，武汉 430074
4.中国地质大学(北京)海洋学院，北京 100083

摘 要 **【意义】**令人瞩目的第22届国际沉积学大会于2026年1月25—30日在新西兰惠灵顿召开，是沉积学理论创新与技术方法革新的风向标。**【进展】**会议热点主要包括：构造与海平面变化耦合作用、构造地貌和源—汇系统表征、现代陆相沉积过程和湖相层序地层学、冰川作用与分支河流体系、滨岸与陆架沉积时空演化、碳酸盐台地—斜坡—盆地体系和沉积成岩作用、等深流和深水混合沉积体系、湖盆和活动大陆边缘深水重力流沉积过程、泥岩沉积过程和黑色页岩沉积学、地质灾害沉积特征和预测、深时生物与沉积过程相互作用、海陆相碎屑—火山沉积过程和成岩作用、物理和数值模拟与沉积过程、绿色能源转型与碳封存，以及深时数字沉积学和AI方法等。**【结论与展望】**第22届国际沉积学大会的前沿动态和热点问题综合分析表明，未来(中国)沉积学研究应当不断推动多学科沉积圈层、沉积机制及其模拟、源—汇系统要素定量表征和耦合关系、深时数智地球和智能化古地理研究，创建具有中国区域地质特色的沉积学理论体系，为确保中国能源资源安全作出沉积学贡献。

关键词 22届国际沉积学大会；研究热点；深时气候与构造地貌；源—汇系统表征；深水沉积过程；地质灾害预测；新技术与新方法；发展趋势

第一作者 朱筱敏，男，1960年出生，博士，教授，沉积地质学、层序地层学与储层地质学，E-mail: xmzhu@cup.edu.cn

中图分类号：P512.2 **文献标志码**：A **文章编号**：1000-0550(2026)05-1589-22

1 前言

1.1 会议核心主题和议题设置

本次大会核心主题为“跨越时空的活动板块边缘沉积作用”(Sedimentation on active plate margins through time and space)，聚焦以下五个方面：(1)深时与现代的校准：“国际大洋发现计划”(IODP)钻探和陆上露头研究相结合，将现代俯冲带的沉积与构造过程信息拓展到百万年尺度，实现了海山俯冲驱动的沉积再造(Morgan *et al.*, 2026)；(2)多过程交互认知：突破了浊积岩的单一模式，强调等深流、块体搬运、火山碎屑重力流等多过程的同步或异步交互作用，建立了活动板块边缘构造—沉积耦合模式或源—汇响应(Shorrock *et al.*, 2026; Xie and Lu, 2026)；(3)事件驱动框架：将地震、火山喷发、海山碰撞等离散大事件视为活动边缘层序构成的主要驱动力及其对源—汇系统的控制(Bilmes *et al.*, 2026)；(4)定量化与数值模型：利用物理和数值模拟(如浊流模拟)约束沉积物重力流的水动力条件；(5)地质灾害预测应用：从古地震浊积岩到巨型块体搬运沉积，探讨汇聚边缘的巨型块体搬运与地质灾害(Frey *et al.*, 2026)。

除了上述大会核心主题外，本次大会还围绕海平面升降与构造作用、构造地貌与火山沉积、三角洲与深水重力流、碳酸盐岩与成岩作用、可替代能源与人类世沉积等设立了13个大会议题，安排了聚焦海

收稿日期：2026-06-22；**修回日期**：2026-08-01；**录用日期**：2026-09-09；**网络出版日期**：2026-09-09
基金项目：国家自然科学基金项目(42272110)

洋沉积动力学、深水扇与浊流沉积、火山沉积学、能源可持续发展和地质灾害预测等8位专家的大会发言(图1、表1)。

大会还设置了多形式、多线路的野外考察活动,覆盖会前、会间及会后全阶段。会前3条野外考察路线包括新西兰安山岩与流纹岩火山活动地质综合考察、活动大陆边缘演化背景下沉积过程考察,以及海退主导环境下大面积远源沉积地质考察。会间同步开展惠灵顿港湾地质考察、惠灵顿徒步地质考察、城市地质与历史遗迹实地考察,并在Porirua港开设沉积岩心采集与现场分析专题工作坊。会后4条野外路线涵盖马尔堡至坎特伯雷地貌与沉积联合考察、格雷茅斯盆地古裂谷和湖相沉积体系考察、塔拉纳基山区从河流到深海沉积演化序列考察,以及查塔姆群岛地层与沉积体系综合考察。

1.2 会议论文分布特征

根据第22届国际沉积学大会指南和摘要统计分析(图1、表1),大会设置的前沿学术议题全面覆盖了从冰川沉积到现代沉积过程、滨岸与碳酸盐台地、湖盆深水沉积过程、深海顺坡沉积、页岩沉积学和可持续资源等多个核心领域。大会安排了48个国家共720余位代表作了口头报告和展板交流,中国沉积学界在本届大会中表现亮眼,283位代表作了报告(占比39%,97个口头报告+186个展板),彰显了中国学者在陆相层序地层学、海平面升降与陆架演化、黑色页岩及深海动力学/重力流等前沿领域的深厚研究实力与国际活跃度。

本文将会议摘要集作为把握国际沉积学研究动向的重要窗口,同时结合近年来已发表的同行评议文献进行交叉支撑,以增强述评结论的可靠性和可检验性。图1详细直观地展现了各议题和专题的参与热度以及国内外学者的分布情况。整体来看,在A至M类各个细分专题中(图1、表1),“现代沉积过程和沉积物”(议题D)是本次大会绝对的焦点。其中,D5专题(滨岸带—陆架时空演化)的热度最为突出,是所有细分专题中参与总人数最多、最受关注的方向之一。A2专题(海底沉积的控制因素)、C2专题(黑色页岩沉积学)以及海报专场(P1、P2)同样呈现出极高的参与规模。这种热度分布特征反映出全球沉积学界当前高度聚焦于“源—汇”时空演化、气候与海平面变化的沉积响应以及深海前沿探测等重大科学问题。

2 本届国际沉积学大会会议热点

2.1 构造与海平面变化耦合作用

第四纪晚期海岸带的沉积演化并非全球海平面变化的单一响应,而是海平面升降、高频气候波动与区域构造运动多尺度耦合作用的综合记录。区域构

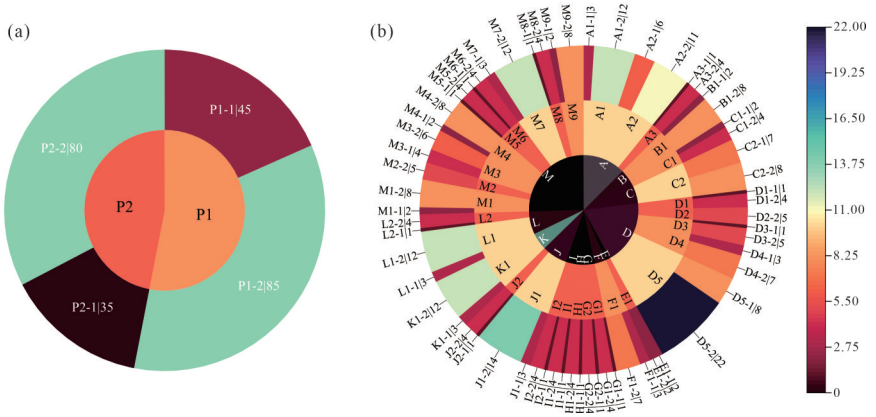

图1 第22届国际沉积学大会各专题及海报参与人数与学者结构分布

图中标签格式为“专题/海报代码—学者来源代号|具体人数”,其中学者来源代号“1”代表中国学者,“2”代表国外学者;色标映射代表各细分领域的具体参与人数,颜色越深代表参与该专题的人数越多(各专题代码对应的具体名称详见表1);(a)海报专场(P1和P2)国内外学者人数组成;(b)学术专题(A—M类)国内外学者参与热度与人数分布

Fig. 1 Distribution and composition of participants across symposia and poster sessions at the 22nd International Sedimentological Congress

The label format in the charts is "symposium/poster code-scholar origin code | exact count", where the origin code "1" represents Chinese scholars, and "2" represents international scholars; The color scale maps to the exact number of participants in each sub-category, with darker colors indicating higher participation (refer to Table 1 for detailed symposium names corresponding to the codes); (a) composition of domestic and international scholars in poster sessions (P1 and P2); (b) participation heat and distribution of domestic and international scholars across academic symposia (themes A-M)

表1　第22届国际沉积学大会议题及专题设置情况

Table 1　Themes and symposia of the 22nd International Sedimentological Congress

议题	专题名称
A.深海顺坡与沿坡沉积过程	A1 活动板块边缘的等深流沉积与洋流动力机制
	A2 活动板块边缘海底沉积的控制因素:现代过程观测与地质产物之间的桥梁
	A3 水下沉积物重力流在固碳中的作用:过程与潜力
B.冰川—河流沉积	B1 地球冰川沉积记录:时间与空间的联系
C.构造活动和海平面变化相互作用下的沉积记录	C1 沉积学与释光年代学:揭示晚第四纪构造—气候—海平面事件的关键
	C2 显生宙黑色页岩沉积学:构造、海平面和气候变化、经济
D.现代沉积过程和沉积物:岩石记录的类比	D1 细粒沉积物搬运与泥岩沉积—研究现状
	D2 碳酸盐的微生物建筑师:从现代到深时的启示
	D3 基准面附近辫状河的复杂性:辫状河三角洲的现在与过去
	D4 全球海洋沉积物类型图编制
	D5 滨岸带—陆架时空演化
E.非热带碳酸盐沉积和成岩作用	E1 海相碳酸盐岩—硅质碎屑岩沉积体系
F.地震和火山对湖泊沉积的影响	F1 湖盆沉积物重力流沉积:过程与产物
G.沉积学与社会:社会对沉积系统、浅海过程和地质灾害的影响	G1 沉积体系中的塑料污染:从源到汇的检测、搬运和补救
	G2 沉积记录的地质遗产和地质多样性
H.沉积物、植物和动物:化石、遗迹化石、古生态学和演化	H1 深时生物地貌学:古碎屑沉积环境中的生物与沉积物相互作用
I.可持续沉积资源:集料、关键矿物和能源转型	I1 沉积学在绿色能源转型中的应用
	I2 沉积学与可持续地质能源:关注氢气和二氧化碳
J.构造地貌和沉积作用	J1 下一代沉积物物源分析:更全面地了解源区、沉积路径和沉积环境
	J2 新西兰北部Hikurangi边缘的沉积过程:IODP第372/375号航次的启示
K.热带碳酸盐沉积和成岩作用	K1 碳酸盐沉积体系:对其发展的影响
L.火山沉积过程和沉积物	L1 现代和古代环境中的火山沉积过程
	L2 火山碎屑沉积物的成岩作用
M.其他	M1 地质灾害的沉积证据:过去和现在
	M2 峡湾沉积物:气候和构造的历史档案
	M3 学生研究论坛:推动沉积学研究取得进展
	M4 大陆沉积记录及其在了解地球表面现状和预测地球表面未来方面的能力
	M5 正演地层模拟能否增强对地下的地质认识并预测跨越时空的沉积作用?
	M6 作为气候变化、人为影响和极端事件的记录的纹泥和高分辨率湖相沉积序列
	M7 等深流沉积与混合沉积体系
	M8 跨越陆地到海洋边界的地震行为
	M9 解读浅海环境中跨时空的气候和环境记录
P.海报	P1(海报专场1 & 1月27日)
	P2(海报专场2 & 1月29日)

造地貌格局从根本上调制全球海平面信号,进而主导海岸带层序的保存程度与构型特征。在持续的构造抬升区,如地中海萨丁岛南部,差异性地壳抬升与间冰期海平面高位的叠加,导致多期海滩前积层序发育于现今海平面之上。这不仅反映了区域构造活动的影响,也解释了实际地层与经典全球海平面曲线之间的显著偏差(Andreucci *et al.*,2026)。在构造沉降背景下,如中国东南沿海的宁德湾地区,晚更新世以来古代浙闽隆起的快速沉降为多次海侵提供了充足的可容纳空间。通过释光年代学约束的地层序列,精准量化了构造沉降速率与海陆相互作用的协同过程(Liu *et al.*,2022)。

在深时地质历史中,富有机质黑色页岩的发育与大洋缺氧事件有关,同样是全球海平面波动、重大构造事件及局地古地貌演化深度耦合的沉积产物。宏观尺度上,深部构造火山活动与气候变暖往往诱导大规模海侵。例如,在劳伦西亚陆架盆地早石炭世杜内期缺氧事件中,火山驱动的变暖与深层营养物质上涌不仅主导全球性海侵,还促进底层缺氧水体的形成与有机碳的高效埋藏(Rakociński *et al.*,2021)。然而,此类全球性事件的地层记录受到盆地局部构造与古地理背景的严格约束。以西特提斯洋早阿普第期大洋缺氧事件为例,盆地内部不均衡的构造沉降及受限的水体循环,直接造成该事件在沉

积与生态响应上呈现出显著的区域差异性(Castro *et al.*,2025)。这种“构造—地貌—海平面”耦合约束机制在非常规油气沉积学中成为重要的研究热点,直接决定了优质海相页岩油气甜点的空间展布样式(Zou *et al.*,2022)。显然,探究重大地质时期的有机质富集规律,必须建立在全球海平面变动与区域特有构造地貌协同控制的综合框架体系之上。

2.2 源—汇系统和构造地貌

本届大会中,源—汇系统研究在表征精度与时空重建尺度上实现了显著跨越。在物源示踪方面,传统物源体系研究范式逐渐突破单一年代学框架,迈向多维度参数深度耦合。基于综合对比碎屑锆石、金红石和磷灰石U-Pb年龄及其颗粒形态,可有效揭示超长尺度沉积旋回中不同稳定性碎屑物质再循环过程及其最终归宿(Zoleikhaei *et al.*,2026);利用碎屑金红石和榍石中的矿物包裹体,可定量反演源区母岩的温压变质条件,进而为地壳演化提供精准的岩石学约束(Pereira *et al.*,2021)。同时,依托分析测试大数据与高精度地震资料成像,源—汇系统定量刻画正向深时研究对象和超大空间尺度拓展。前人不仅基于大样本碎屑锆石数据集定量分析成功重建了北美阿尔伯塔前陆盆地早白垩世跨越数千千米的大陆级沉积物路径系统(Wahbi *et al.*,2023,2025),还通过地震地貌学技术重建了挪威中部陆架边缘上三叠统—下侏罗统深埋的复杂古水系样式与湖泊沉积体系,有效纠正了基于稀疏点源数据所产生的物源认知偏差(Wagner *et al.*,2026)。

构造地貌不仅控制着源—汇系统的物质产出,更通过非线性侵蚀与搬运机制,深刻塑造了沉积物从源到汇的演化过程。在动力学机制层面,活动板块边缘构造活动与极端地貌对沉积物生成与输运过程表现出较强的非线性控制作用。最新研究表明,在地形陡峭且构造活跃的短距离流域中,沉积物粒度分布极大程度直接继承了上游基岩的岩性组成与地形起伏特征(Weltje and Ramisch,2026)。极端地貌与构造、气候事件相耦合能够形成剥蚀效率惊人的“泥沙工厂”(sediment factory)。例如,当脉冲式侵蚀事件作用于局部河道异常陡峭的峡谷区域,可为整个流域贡献绝大部分的沉积物通量(Dong *et al.*,2023;Hu *et al.*,2026)。这些源—汇系统新认识表明,在解读活动边缘沉积记录与恢复古水文过程时,必须将源区地貌“遗传信号”及极端侵蚀事件“放大效应”纳入核心考量范畴。

2.3 陆相沉积序列和层序地层学

陆相沉积序列和层序地层学的研究新进展主要体现在古气候—沉积耦合、天文驱动力识别、地质事件(构造/火山)沉积响应等方面。这些进展表明,陆相层序地层学正朝着更高时间分辨率、更强地球化学信号解译以及多物理场耦合的方向发展。

1) 深时古气候与陆相沉积记录的精确耦合

研究者不再仅依赖传统的沉积相分析,而是将古土壤、黏土矿物学与地球化学等多元指标结合,高精度地还原陆相层序对重大气候事件的响应。通过对比同时期的古土壤与河道沉积物,研究者能更清晰地识别出气候对河流水动力和地貌的直接影响。例如,有研究揭示在古新世—始新世极热事件之前,随着湿度增加,河流系统呈现从间歇性水流向持久性水流以及从高流态向低流态沉积的转变(Basilic *et al.*,2026)。

陆相沉积序列中的黏土矿物组合变化被用来重建古气候变化。例如,对伊比利亚卡尼期洪积事件的研究发现,陆相和过渡相地层中黏土矿物的差异,不仅反映了湿润度的变化,也限定了该事件在西特提斯域的具体表现幅度(Boullosa *et al.*,2026)。

2) 天文旋回地层学的精细化应用

天文驱动理论在陆相湖盆层序划分中取得了更广泛且更精细的应用,尤其是在高频湖平面变化和页岩非均质性的解析方面。在松辽盆地等大型坳陷湖盆,通过综合预测误差滤波分析(INPEFA)和色度指标,已将高频层序划分至四级乃至五级层序。该研究揭示了这些高频湖平面振荡直接影响了浅水三角洲砂体的叠置样式和储层质量,并建立了前积型与退积型的差异沉降演化模式(Cui and Jiang,2026)。深时湖泊记录甚至开始捕捉到年际尺度的厄尔尼诺—南方涛动(ENSO)信号,显示了陆相沉积在记录高精度古气候波动方面的巨大潜力(Han *et al.*,2026)。

3) 构造—火山—沉积耦合机制

陆相裂谷盆地的层序地层学进展表现在构造活动与同期火山作用对沉积供给和可容空间的双重控制的定量化表征方面。在火山碎屑与陆相湖盆混合沉积研究中,研究者通过测井曲线提取地球化学信号,建立了火山活动的旋回性标志。例如,利用Th/K值识别出新疆三塘湖盆地芦草沟组内的五个火山活

动周期,发现火山喷发期与间歇期分别对应不同的生物发育(蓝藻与绿藻)和有机质富集模式(Wu *et al.*,2026)。新的物源分析(如碎屑锆石U-Pb定年)表明,青藏高原东南缘在中白垩世经历了至少两次大规模的物源体系转换(~120 Ma 和 ~80 Ma),直接改变了盆内的沉积格局。同裂陷期的构造隆升不仅导致沉积中心迁移,还加剧了气候干旱化,促进了蒸发岩沉积(Li *et al.*,2026b)。

2.4　冰川河流作用和分支河流体系

1) 深时冰川河流体系的沉积建筑结构精细化识别

研究者正从地貌学、沉积学和地震地层学多维度,对古老冰期中的冰川—河流复合体系进行高精度重建。在南非北开普省晚古生代冰期(LPIA)保存了完好的冰川槽痕与巨砾、冰蚀硬岩擦痕面、软沉积物上擦痕面以及潜在的冰山活动共生证据(Wohlschlägl *et al.*,2026)。这代表了冰川地貌和底床沉积过程,为解释保存不佳的第四纪冰川景观提供了重要类比。

2) 旱地分支河流体系与极端事件驱动

澳大利亚西部海岸的现代旱地三角洲为理解前植被时期的分支河流沉积提供了重要类比。对旱地三角洲的沉积建筑元素(Lang *et al.*,2026)研究发现,高度变化的短暂性洪水在与潮汐和波浪的相互作用下,形成复杂的受潮汐影响的分流河道和不对称的河口坝;并且风暴波浪对三角洲前缘的改造,建造了横向连续的滩脊,展示了气候—水动力—地貌的多重耦合下的沉积响应。

综上,冰川河流作用相关研究受到西方学者重视并正朝以下方向深化:(1)深时与现代的精细类比,利用三维地震和遥感技术重建古冰川河流系统的完整建筑结构;(2)极端事件驱动,强调冰湖溃决洪水等突发事件对沉积记录的非均匀控制;(3)超临界流主导的沉积过程,打破了传统以亚临界流为主的认知框架;(4)全球数据库建设与分类,为前植被时期和类似古环境提供更可靠的相模式基础。

2.5　滨岸与陆架边缘轨迹迁移及沉积时空演化

在宏观源—汇系统的研究框架下,滨岸与陆架沉积体系的时空演化构成了盆地充填历史的核心。与微观尺度的局部水动力和岩相结构演变不同,大尺度上的滨岸与陆架演化着重聚焦于沉积物供给通量与盆地可容纳空间在万年至百万年尺度上的耦合关系。近年来,高分辨率层序地层学与迁移轨迹分析的深入融合,为揭示滨岸线和陆架边缘在三维时空中的大尺度演变规律提供了革新性的理论框架。

滨线轨迹(shoreline trajectory)和陆架边缘轨迹(shelf-edge trajectory)是定量刻画沉积体系宏观时空动态最直观的几何学与运动学指标。通过三维地震资料与钻测井资料的联合对比,能够精确重建地层前积体在不同演化阶段的剖面形态与前积速率。可容纳空间与沉积物供给(A/S)比值的演化直接决定了迁移轨迹的倾角和方向,定量化的陆架边缘轨迹分析表明,陆架边缘前积体的发育样式不仅指示了盆地相对水深的长期变化,更是深水区沉积物供给通道与大型储集体规模发育的决定性因素。例如,澳大利亚南部Bight盆地Hammerhead陆架边缘的研究指出,陆架边缘轨迹的角度、前积斜坡的坡度以及局部的断裂系统,共同控制了陆架向深水盆地的沉积物分配模式(Shepherd *et al.*,2023)。

在经典的层序地层学格架内,滨岸和陆架体系的时空演化表现为不同体系域内宏观地层结构的周期性交替(图2)。在海侵体系域(TST)时期,海平面快速上升导致滨岸线发生显著的向陆后退,轨迹呈现陡直上升趋势。此时广泛的大陆架往往处于饥饿沉积状态,主要发育大面积的海相泥岩或凝缩层,并最终形成区域性可对比的最大海泛面(MFS)。相比之下,高位体系域(HST)和下降体系域(FSST)的演变则表现出强烈的向海进积样式。强制海退期间,滨岸线轨迹的强制性下倾不仅导致近岸带发生大范围的基准面下降和强烈剥蚀,还会形成具有显著层序地层学意义的海退冲蚀面(RSME)及强制海退底面(BSFR),重塑了原始宏观地层构型(Catuneanu,2019;Zecchin *et al.*,2025)。

在宏观尺度上,滨岸与陆架沉积体系的时空演变绝非单一全球海平面升降的孤立产物,而是盆地基底构造沉降、全球气候波动、物源供给以及古地貌系统长期多维耦合的综合结果。为了更准确地解析这一复杂的时空演化过程,现代沉积学正在大力推进地层时空双重维度上的定量可视化研究。借助三维正演地层模拟技术,不仅能直观地在时间域内识别沉积、侵蚀、剥蚀和沉积间断的分布,还能宏观把握源—汇系统中侵蚀与沉积中心的长期迁移规律(Sylvester *et al.*,2024)。

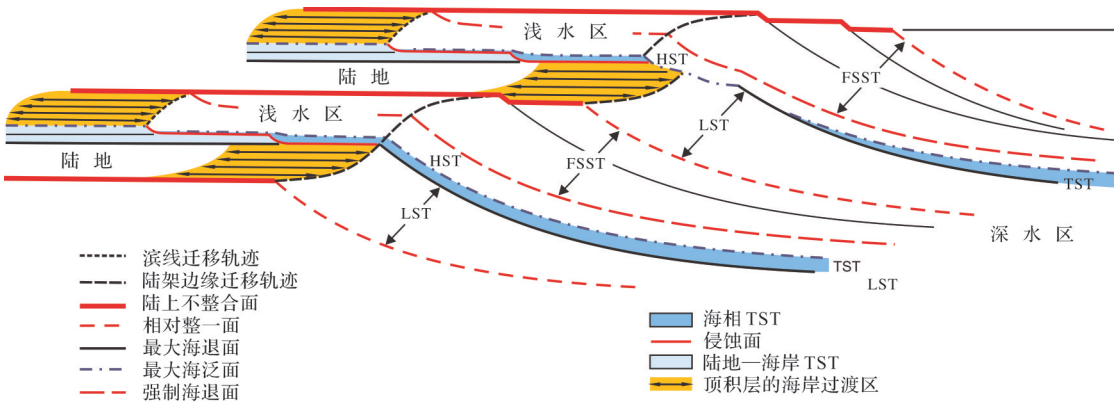

图2 硅质碎屑沉积环境中滨线轨迹与陆架边缘轨迹的差异(据Catuneanu, 2019)

Fig. 2 Difference between shoreline trajectory and shelf-edge trajectory in siliciclastic depositional environments (after Catuneanu, 2019)

2.6 碳酸盐台地—斜坡—盆地体系和沉积成岩作用

近年来,碳酸盐台地—斜坡—盆地体系的研究正由传统的沉积相带划分与静态描述,逐步转向以动力过程和系统耦合为核心的综合研究框架。碳酸盐沉积体系的发育不仅受控于水深与相对海平面变化,还与构造背景、海洋动力过程及沉积供给之间的耦合作用密切相关(周进高等,2024)。在不同构造环境中,台地边缘位置及其迁移受盆缘构造活动及海平面变化控制,而潮汐通道、多海峡体系以及内波等动力过程则主导沉积物的再搬运与再分配。特别是在中—外缓坡及斜坡区,内波及潮流等过程能够在相对较深水环境中形成粗粒、生屑富集的碳酸盐沉积体,突破了传统"高能碳酸盐沉积仅限于浅水环境"的认识,反映出碳酸盐沉积体系对多尺度水动力过程的高度响应。在上述动力背景下,沉积物在台地向盆地输送过程中必然经历复杂的再搬运与再沉积过程,从而使斜坡带成为连接源区与汇区的关键环节。大量研究表明,碳酸盐斜坡不仅是物质传输的通道,更是沉积动力学最为复杂的区域之一,斜坡失稳、块体滑塌及浊流沉积等重力流过程广泛发育(Ayckbourne *et al.*, 2024),其形成受沉积物快速堆积、构造活动及海平面变化等多因素共同控制。随着三维地震解释与露头精细研究的不断深入,斜坡整体滑移体系及其分段式演化逐渐被识别出来,斜坡带在沉积体系中的地位也由传统的"过渡区"转变为控制沉积格局与储层发育的关键区带。

微生物碳酸盐岩是一种特殊类型的碳酸盐沉积体,包括叠层石、核形石、树枝石和凝块石等,一般由有机矿物、碎屑和碳酸盐颗粒以及埋藏阶段形成的胶结物组成(Dupraz *et al.*, 2009)。作为地球上最古老的生命活动痕迹之一,其记录了地球生命和环境协同演化过程,至今仍在现代海洋和大陆环境中发育。微生物碳酸盐岩的发育不仅受水体化学条件和沉积环境控制,还与构造活动塑造的古地貌格局密切相关,如盐构造或局部隆起可为微生物丘及叠层石礁体提供有利的生长空间。同时,水动力条件对微生物碳酸盐岩的形态及内部结构具有重要影响,不同强度的流体作用可形成丘状、脊状或沟槽状等多种构造类型。

碳酸盐岩受生物、温度、压力和孔隙流体的影响易发生复杂多样的成岩作用,强烈的成岩改造可造成初始沉积组构完全丧失。近年来碳酸盐岩成岩作用研究手段逐渐转变为定性与定量结合、静态分析与动态模拟相结合。与此同时,学者们越来越重视将成岩作用置于盆地长期演化背景中,通过碳氧同位素、锶同位素及微量元素地球化学特征分析,结合方解石U-Pb定年等高精度年代学手段,对成岩流体来源、演化路径及作用时间进行约束。研究表明,碳酸盐岩孔隙系统的演化具有多阶段叠加特征,包括早期海水或大气淡水改造作用、中期埋藏成岩作用以及晚期深部或热液流体作用,其持续时间可达数千万年甚至更长。这种多阶段、长时间尺度的成岩改造过程,不仅重塑了沉积期形成的原始结构,也进一步增强了储层的非均质性,推动碳酸盐储层研究向"沉积—成岩—流体"一体化演化模式发展。未来研究将更加依赖高精度年代学、微区地球化学分析及数值模拟等手段,对碳酸盐岩沉积体系的形成机制及其时空演化进行定量刻画,从而为复杂碳酸盐岩储层的精细预测提供理论基础(Lan *et al.*, 2026)。

2.7　等深流和深水混合沉积体系

底流是深海重要的沉积动力类型之一,通常表现为持续性过程,相比于阵发性的浊流,底流流速相对较低、单次搬运能力有限,但其可以通过长期稳定的侵蚀、搬运和沉积作用,在大陆边缘沉积地貌演化与深海碳循环中发挥着不可忽视的塑造作用(Rebesco *et al.*,2014)。近年来的研究不断证实,深海浊流在运动过程中常与底流发生交汇,或者二者在时间上交替出现,彼此相互作用和影响,进而形成浊流—底流混合沉积体系,该体系在全球古代沉积记录和现代沉积环境中均广泛存在(Rodrigues *et al.*,2022)(图3)。

目前,基于反射地震数据、露头以及钻孔资料开展的有关底流及重力流—底流混合沉积体系的研究明确了底流沉积体系的识别标志,阐明底流沉积体系并非突然形成,而是逐步出现,并且其形态、规模在空间分布上存在明显的非均质性(Rodrigues *et al.*,2026)。底流与混合沉积体系的垂向演化,直接受控于底流与重力流之间的强度变化,但在根本上受到全球板块构造驱动的海峡开启/关闭演化、局部构造地貌演化以及冰期—间冰期气候旋回变化等多因素的共同驱动(Ng *et al.*,2026;Stachowska *et al.*,2026)。强底流作用形成的深水砂质沉积及经底流改造的浊积砂具有较好的物性,能够形成潜在的规模性优质砂质储层(Stow *et al.*,2023;Ma *et al.*,2026)。

深水沉积过程的物理与数值模拟研究表明,底流流速达到浊流流速的10%时,可导致底流流场发生显著改变,二者产生显著的交互沉积效应(Miramontes *et al.*,2020)。浊流与底流强度的相对大小、浊流厚度以及地形地貌是影响交互沉积过程流场结构及沉积效应的重要因素(Adema *et al.*,2025a,2025b;Isola *et al.*,2025)。然而,作为模拟研究参数设置依据的深海底流与浊流原位观测结果目前还相对有限(Cartigny *et al.*,2026),加之现有观测结果显示出深海地区复杂多变的底流流场结构(Bailey *et al.*,2024),使得当前有关浊流—底流沉积过程的物理与数值模拟研究不得不对模型进行大幅简化,进而导致模拟参数设置以及结果与实际情况存在差异,未来需要结合更多的实际观测数据以及更加优化的流体力学数值模型,对浊流—底流交互沉积动力学机制开展探讨。

此外,海峡沉积体系是连接滨岸—陆架沉积与深水沉积过程的重要过渡单元,尤其在活动板块边缘或陆块相对运动所形成的构造窄化通道中具有典型意义。与开阔陆架环境相比,海峡受限的几何形态能够显著放大潮汐交换、沿岸流、风暴流及密度流等多种动力过程,使沉积充填表现出强烈的混合能量特征。沿峡方向上,强潮流和洋流可形成大型潮流沙脊、迁移性沙丘、复合冲刷面及轴向砂质输运通道;跨峡方向上,受两侧物源供给强度、岸坡坡度和构造地貌差异控制,常形成一侧以粗粒高能绕流和侵蚀为主、另一侧以细粒悬浮沉降或低能堆积为主

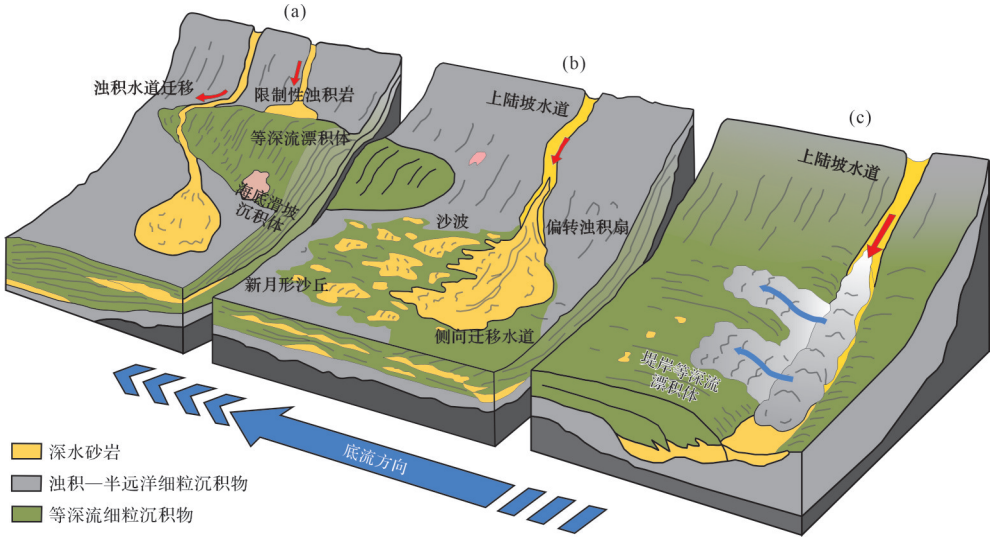

图3　不同类型的深海浊流—底流交互沉积体系模式图(据Rodrigues *et al.*,2022修改)

(a)等深积岩—浊积岩互层;(b)底流过程对重力流沉积物再改造;(c)同步底流与浊流交互作用

Fig. 3　Schematic model of different types of deep-sea turbidite-contourite interaction depositional systems (modified from Rodrigues *et al.*, 2022)

的不对称沉积分异。近期对现代与古代潮汐海峡的综合研究表明，海峡充填不仅保存双向交错层理、区域性侵蚀界面和潮流—波浪—沿岸流再改造等识别标志，而且能够在全新世至深时尺度上记录海峡开启、收缩和关闭对区域环流及物质输运格局的调制作用（Longhitano，2025；Shan *et al.*，2026）。

2.8 活动大陆边缘和湖盆深水重力流沉积

深水重力流沉积研究不仅是本届大会的特色和热点议题，而且与大会主办国新西兰得天独厚的地质条件密不可分。新西兰不仅出露了极其丰富的新生代海陆相重力流沉积序列，其周缘的希库朗伊俯冲带更为深水沉积动力学研究提供了世界级的天然实验室。在重力流触发机制研究方面，构造地质学和沉积学专家依托希库朗伊俯冲带IODP372与IODP375航次的合作研究，共同揭示逆冲断层活动和陆坡坡度是驱动重力流发育的关键因素（Claussmann *et al.*，2022）。在新西兰霍克斯湾区域发现的大规模滑积岩块和杂基支撑的异地块体，被视为逆冲脊崩塌和盆地快速演化的构造地层学标志（Bland *et al.*，2024）。日本海沟IODP386航次的研究展示了地震触发重力流的极端复杂性：单次事件沉积内部可细分为从高能非黏性底床载荷到低能黏性悬浮沉积等多种岩相类型，且常呈现多脉冲叠置及融合模式，挑战了传统的单次等时沉积假说（Muthre *et al.*，2026）。此外，将古代相模式与现代沉积过程（如露头解剖和原位监测）相结合，已成为近年来深水重力流沉积过程研究的新思路。例如，超临界高密度浊流在坡折带发生水跃产生的冲坑—冲槽与旋回坎（图4）（Grundvåg *et al.*，2025），以及由内潮汐和内孤立波驱动的砂质沉积物再活化过程，共同重塑了活动陆缘复杂的地貌与沉积构型（Zhao *et al.*，2024）。

针对陆相湖盆重力流的精细研究深化了对深水细粒沉积与非常规油气地质的认识。古地震、古洪水等地质瞬变事件及局部地貌特征共同控制了湖盆重力流的触发机制与流体转化过程（Sun *et al.*，2025；Yang，2026）。定量岩相学分析揭示陆相湖盆硅质泥页岩典型“二元结构”的细粒浊流沉积成因及流体转化机制（Fu *et al.*，2026）。基于流体动力学过程分析与细粒岩相精细刻画，结合松辽盆地非常规油气勘探实践提出了多物源细粒异重流沉积模式（Zhang *et al.*，2026）。上述工作不仅突破了传统单物源斜坡浊积扇模式，更从细粒沉积机制层面为非常规页岩油气“甜点”的精准预测提供了实质性依据。

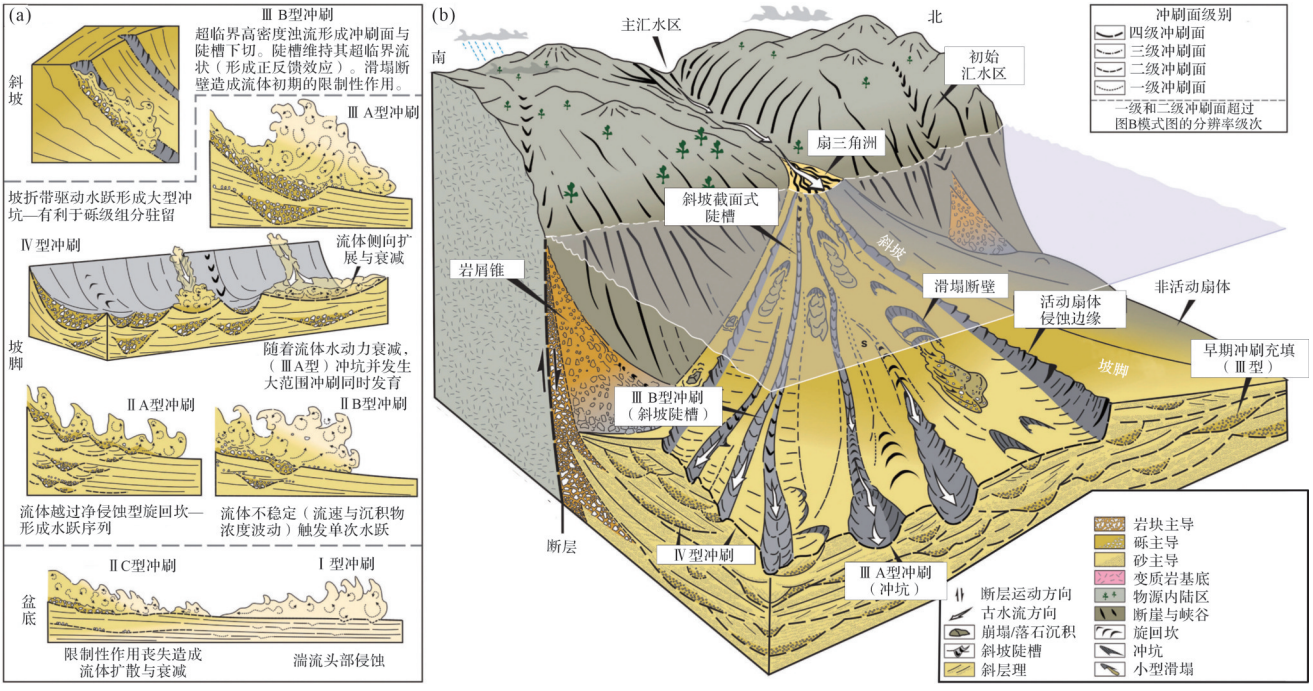

图4 深水裂谷盆地富砾陡坡超临界重力流地貌演化（a）及沉积模式（b）（据Grundvåg *et al.*，2025修改）

Fig. 4 Geomorphological evolution (a) and depositional model (b) of supercritical gravity flows on gravel-rich steep slopes in deep-water rift basins (modified from Grundvåg *et al.*, 2025)

2.9　泥岩沉积过程和黑色页岩沉积学

长期以来,泥岩沉积被普遍视为低能、静水环境下细粒颗粒缓慢沉降的产物,这一传统认识在很大程度上影响了细粒沉积体系的解释框架。近年来大量实验研究、现代沉积观测及露头分析表明,泥质颗粒在水体中通常以絮团形式存在,其沉降与搬运行为显著不同于单颗粒模式,使得泥质沉积能够在较强水动力条件下发生,甚至形成类似砂级沉积的底载搬运结构和波纹构造(Schieber *et al.*,2007)。目前多类型密度流被认为是泥岩沉积的重要机制之一,挑战了传统的静水悬浮模式。鄂尔多斯盆地延长组研究发现了深湖区泥级絮凝波纹和交错层理,证明粉砂—黏土级颗粒并不是单纯的悬浮沉降,而是可以通过底床迁移搬运,这一发现极大地改变了人们认为深水区为静态环境的传统认知(Xi *et al.*,2026)。此外,洪水输入、三角洲前缘崩塌及湖泊溃决等事件过程,能够在短时间内向盆地输送大量细粒物质,从而形成快速沉积的泥质层序。对于陆相深水区的块状砂岩,研究者识别出由洪水引发的异重流沉积,其特征包括广布的逆—正粒序层理、块状构造中的碳屑,揭示了湖盆即使在远离物源的深湖区,也受气候驱动的间歇性事件控制(Yang,2026)。

由于不同类型流体过程时空叠加作用,细粒沉积记录通常呈现出高度混合的特征,这也成为当前泥岩沉积研究中的关键难点之一。除了沉积过程,泥质沉积体在沉积后的结构演化同样对岩石记录产生重要影响。近年来研究发现,许多被解释为"块状构造"的泥岩,可能并非原始均质沉积,而是由絮团结构在压实、脱水及收缩过程中发生重组所致。这些认识表明,单纯依赖宏观构造对沉积环境进行判识具有一定局限性,必须结合微观结构分析及实验研究,才能更加准确地还原泥质沉积过程。

在泥岩沉积动力机制不断深化的背景下,黑色页岩沉积学研究的关注重点逐渐聚焦于有机质富集的控制因素及其多尺度响应机制。当前普遍认为,有机质富集并非单一因素主导,而是氧化还原条件、古生产力、陆源输入及沉积速率等多因素共同作用的结果(张美洲等,2023)。其中,生产力变化决定了有机质供给强度,而水体分层所导致的缺氧环境是有机质保存的关键要素。近年来,火山活动及热液作用逐渐受到重视,其既可通过提供营养元素促进生物生产力,又可通过改变水体化学性质影响有机质保存条件,从而表现出复杂的双重效应(杨海风等,2025)(图5)。进一步来看,黑色页岩的形成往往与全球尺度环境变化密切相关。海洋缺氧事件(Oceanic Anoxic Events)被认为是中生代黑色页岩广泛发育的重要背景,其形成与火山活动增强、海洋环流改变及全球碳循环扰动等因素密切相关(Kunert and Kendall,2023)。然而,不同盆地对全球事件的响应具有显著差异,盆地封闭程度、水体交换能力及构造格局等因素,均可调节缺氧程度及有机质富集强度。此外,轨道尺度气候变化对沉积节律的控制也逐渐受到关注,不同时间尺度的气候波动通过影响水循环与营养盐输入,在地层中形成周期性有机质富集旋回。这表明黑色页岩的沉积不仅是全球事件的响应产物,也是区域沉积系统调节作用的结果。

总体而言,泥岩沉积过程与黑色页岩沉积学研究正在转向多过程叠加及多尺度耦合的综合认识框架。未来研究需要进一步结合实验模拟、高分辨率地球化学分析及沉积动力学模型,对细粒沉积体系的形成与演化进行定量约束,从而深化对非常规油气富集机制的认识。

2.10　地质灾害形成机制和预测

地质灾害的防控与预测逐渐成为全球广泛关注的领域,地质灾害的沉积记录对于理解其发生机制、规模、影响范围、复发周期以及评估未来风险等方面具有不可估量的价值。本次沉积学大会所报道的前沿研究多聚焦于滑坡、火山、浊流、海啸等类型地质灾害,研究手段在传统的地质与地球物理数据解析的基础上,进一步结合了数值模拟、地球化学、沉积古DNA等跨学科手段,研究内容也从传统的"识别事件层"向"建立可预测的灾害过程链"发生转变(Yap *et al.*,2023;Chagué and Fujino,2026;Howarth,2026)。

基于长时间尺度的沉积记录发现,海底滑坡灾害的发生是"孕育条件"与"触发机制"共同作用的结果,其中孕育条件涉及季风、海平面、海洋生产力以及沉积物供给等因素在天文轨道和板块构造尺度上的变化(图6)(Wang *et al.*,2025),触发机制则包括板块俯冲与碰撞构造活动引发的地震活动、强海洋动力等事件性作用(Claussmann *et al.*,2023)。前者主要影响滑坡的发生区域,后者则决定了滑坡的发生时间。此外,断层活动强度、古地形以及沉积物流变性质则控制了滑坡发生后运移距离等致灾强度(Dykmans *et al.*,2026)。

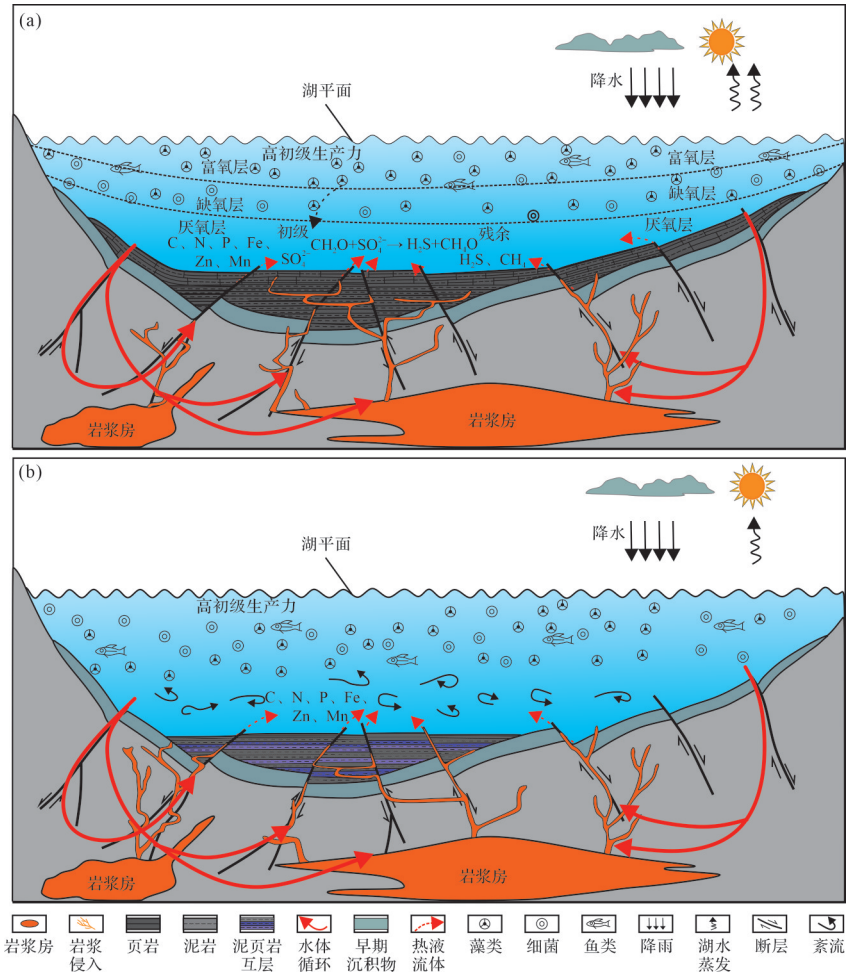

图5 渤海湾盆地东南缘古近纪热液活动控制的有机质富集模式(据杨海风等,2025)

(a)适宜强度热液活动(沙三段和沙一段+二段);(b)高强度热液活动(沙四段)

Fig. 5 Organic matter enrichment model controlled by Paleogene hydrothermal activity in the southeastern margin of the Bohai Bay Basin (after Yang *et al.*, 2025)

海底滑坡的发生多会伴随浊流的产生。因此,基于浊流沉积记录也可用于揭示海底滑坡事件及其相关地震、火山等触发机制的发生规律(Tickle *et al.*, 2026)。需要注意的是,浊流的发生除了由海底滑坡诱发,它还可以由强海洋动力以及季节性洪水所诱发(Talling *et al.*, 2023)。

火山喷发不仅可以产生熔岩流、火山灰等直接地质灾害,部分火山物质(如火山灰、浮石、火山泥流等)会在极短时间内向湖泊、海洋系统输入海量沉积物,造成地貌强烈变化,岸线发生快速变迁,水体严重浑浊,引发巨大的生态灾害(Lee *et al.*, 2026)。其中,由火山灰、火山泥流进入湖泊、海洋等水体环境所形成的火山碎屑型异重流属于一种特殊类型的重力流,但是其沉积特征通常与洪水型异重流沉积、地震诱发浊流沉积表现出相似性,对于火山碎屑型异重流沉积的准确甄别也是当前研究火山灾害沉积记录的难点之一。Kataoka等学者利用沉积岩相、沉积厚度、矿物组分、磁化率及微区X射线荧光光谱(Micro-XRF)等综合分析手段,对湖泊中记录的火山成因异重流进行了有效的识别。这一方法对于火山地质灾害沉积记录的有效识别以及火山灾害的复发频率预测具有重要借鉴意义(Kataoka and Nagahashi, 2019; Kataoka *et al.*, 2026)。

基于当前有关灾害沉积记录的研究认识,目前已逐渐形成的地质灾害预测研究可分为三个方面:(1)易发性评价,综合利用地质与地球物理数据,根据孕灾要素和致灾条件的空间耦合关系,获得区域上地质灾害的易发性以及潜在的影响范围;(2)复发规律评估,基于地质灾害沉积记录及其年代学数据,揭示灾害的复发间隔,从而获得区域上地质灾害在

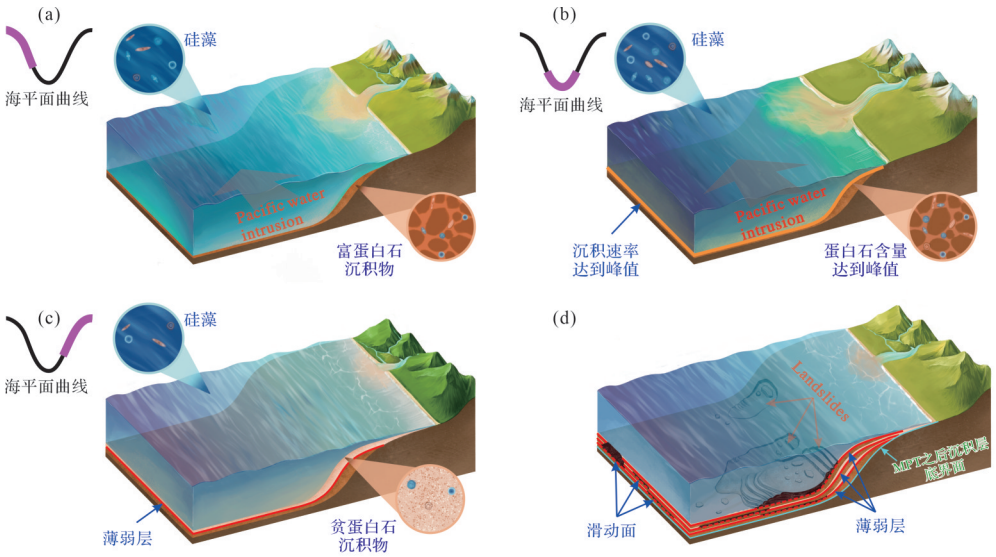

图6　海底滑坡孕灾要素薄弱层在天文旋回作用下的沉积模式(据Wang *et al.*, 2025修改)

(a)冰期早—中阶段,海平面下降期;(b)最大冰期阶段,海平面低位期;(c)间冰期阶段,海平面上升—高位;(d)冰期—间冰期沉积互层,形成多套薄弱层与海底滑坡滑动面

Fig. 6　Depositional model of weak layers predisposing submarine landslides under astronomical forcing (modified from Wang *et al.*, 2025)

未来时序上发生的概率;(3)构建地质灾害孕灾模式,基于现代观测事件和数值模型校准古地质灾害的沉积解释,从而构建具有普适性的灾害孕灾模式。

2.11　生物与沉积过程相互作用

在漫长的地球演化史中,生物圈与沉积圈之间存在深刻而复杂的双向反馈机制。传统的物理沉积学模型往往将生物活动视为次要的改造因素,但现代/深时生物地貌学与沉积学的前沿交叉研究表明,底栖生物活动不仅是区域古生态的反映,更是塑造大尺度沉积体系架构、重塑底质流体动力学特性的核心驱动力之一。而在当下,随着人类世的开启,这种相互作用正因"塑料颗粒"这一新型沉积物的介入而发生着前所未有的剧变。

在深时地质记录中,底栖生物通过摄食、潜穴、造礁和生物侵蚀等行为,深度参与了滨岸与陆架沉积物的搬运、再悬浮与固结过程。这种生物扰动不仅能从根本上改变沉积物—水界面的物理性质与早期成岩作用轨迹,还会对储层的微观孔隙结构和宏观非均质性产生决定性影响(图7)。遗迹化石学(ichnology)作为连接生物学与沉积学的关键桥梁,在层序地层学中的应用已趋于成熟。近年来的研究表明,特定遗迹相的发育对沉积体系内部的水动力学和盐度波动极其敏感。MacEachern and Bann(2020)创新性地提出了专用于海相三角洲的"*Phycosiphon* 和*Rosselia*遗迹相",为高悬浮物浓度、快速且波动的沉积速率以及盐度分层等极端物理化学条件的地层学识别提供了关键的生物沉积学依据。

现代海洋沉积系统正面临一种全新的人为沉积物——微塑料。在滨岸和陆架环境中,微塑料(microplastics,粒径<5 mm)不再仅仅被视为环境污染物,而是作为一种新型的低密度沉积颗粒,被彻底纳入全球源—汇物质输运网络。与天然的硅质碎屑不同,微塑料沉积动力学演化极其依赖于其与海洋生物圈之间的物理及生物化学相互作用。最初悬浮于水体的轻质塑料颗粒,在沉积入海后会迅速经历生物絮凝与表面生物附着过程。表面微生物膜的形成极大地增加了微塑料的有效密度和沉降速率,使其跨越水体密度层,最终大规模沉降于大陆架及深海盆底(Kane and Clare, 2019)。更为关键的是,底栖生物的滤食与排泄将这些微塑料以前所未有的速率输送到海床深部地层,使其与天然碎屑共同堆积。这种由生物驱动的塑料颗粒埋藏过程,不仅重塑了现代深海和滨海的生态地貌学系统,也为未来地质学家识别"人类世"地质界线提供了最具全球等时性意义的地层学标志。

2.12　海陆相碎屑—火山沉积过程和成岩作用

这次会议着重强调火山活动与沉积系统之间的动态相互作用以及火山沉积碎屑的地质记录、环境

影响和应用意义。

1）海陆相碎屑—火山沉积过程

火山—沉积过程发生在从陆地到海洋的多种环境中，地质记录中保存了跨越广泛时间尺度的重叠火山信号，识别这些信号对于理解地球表层火山碎屑过程的时空分布至关重要（Garzanti *et al.*，2021；Kataoka，2026；Pank *et al.*，2026）。Kataoka（2026）指出火山碎屑岩相关研究正从“火山沉积学”到“沉积火山学”转变，通过流域内“从火山源到汇”的级联过程可有效开展火山碎屑沉积相分析，从“汇到火山源”的角度可重建河流和湖泊沉积层中缺失的火山喷发信息（图8）。

爆炸性火山喷发通过改变沉积物供给速率、沉积物成分等产生独特的地层记录，结合限定不整合面的多尺度构造方法，揭示从短期到长期（秒到千年）的火山碎屑沉积过程，识别地层记录中喷发脉冲（秒级）和喷发事件（Lee *et al.*，2026；Watt *et al.*，2026）。针对韩国庆尚盆地下白垩统高城组河流沉积序列中爆炸性火山喷发地质记录，指出火山碎屑通量影响下的河床快速加积、频繁漫溢洪水以及河道改道的综合作用，导致河道宽度变窄，与经典河流模型形成鲜明对比，为陆相环境古火山—沉积河流序列解析提供了新的见解（Lee *et al.*，2026）。聚焦于2008年智利查伊滕火山（Chaitén volcano）的大规模喷发，Watt *et al.*（2026）探索了泥石流驱动海洋沉积的机制，指出紧随爆炸性火山喷发，降雨冲刷火山碎屑并形成了次生泥石流，淹没了查伊滕镇并导致河流三角洲快速向海进积，急剧增加的离岸沉积物通量对海洋生物群和海洋沉积模式产生重大影响，并可能触发海底滑坡，损害海洋基础设施。

2）火山碎屑成岩作用

火山喷发过程为沉积岩层提供了不稳定的矿物和玻璃质，在后期埋藏过程中控制了储层成岩作用类型。其中，火山碎屑的矿物类型和化学成分、颗粒大小以及火山碎屑与硅质碎屑比例等影响了储层成岩改造的程度（Huang *et al.*，2026；Wu *et al.*，2026）。

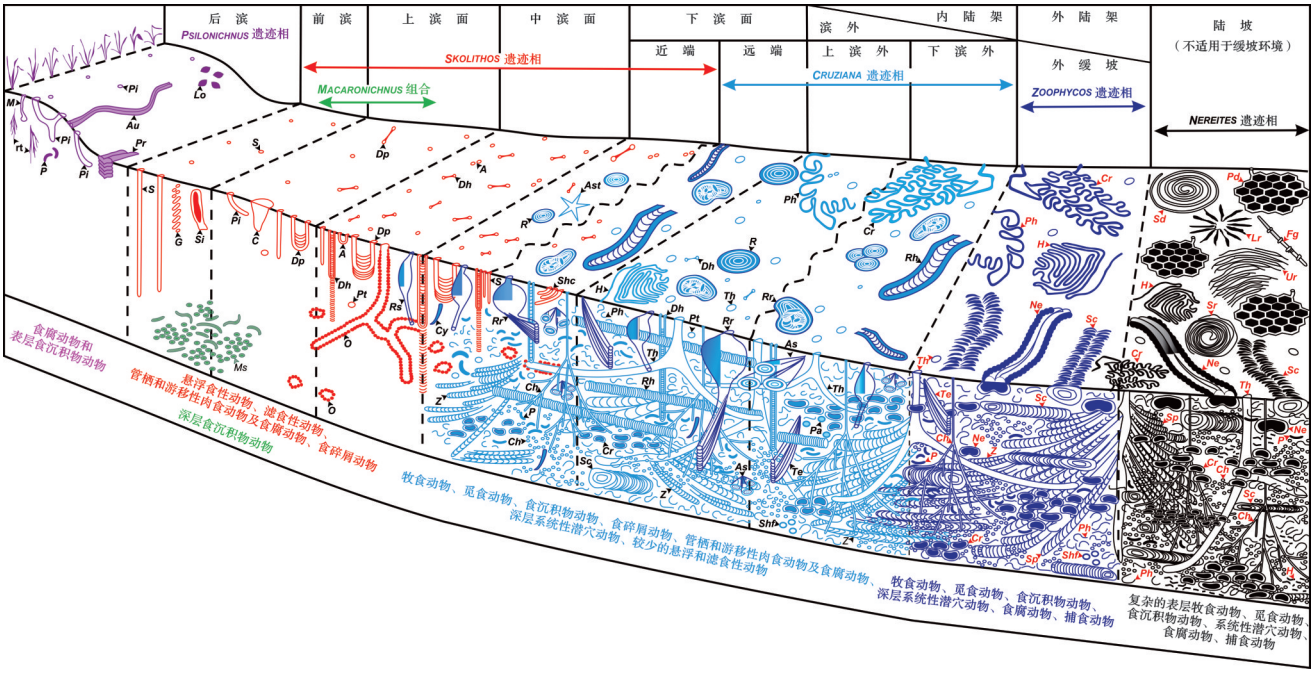

图7 海相及边缘海相环境中软底质群落的遗迹相模型示意图（据MacEachern and Bann，2020修改）

图中列出的各遗迹化石简称：*Arenicolites* (*A*), *Asteriacites* (*Ast*), *Asterosoma* (*As*), *Aulichnites* (*Au*), *Chondrites* (*Ch*), *Conichnus* (*C*), *Cosmorhaphe* (*Cr*), *Cylindrichnus* (*Cy*), *Diplocraterion habichi* (*Dh*), *Diplocraterion parallelum* (*Dp*), *fugichnia* (*fu*), *Fustiglyphus* (*Fg*), *Gyrolithes* (*G*), *Helminthopsis-Helminthorhaphe* (*H*), *Macanopsis* (*M*), *Lockeia* (*Lo*), *Lorenzinia* (*Lr*), *Macaronichnus* (*Ma*), *Nereites* (*Ne*), *Ophiomorpha* (*O*), *Paleodictyon* (*Pd*), *Palaeophycus heberti* (*Pa*), *Palaeophycus tubularis* (*Pt*), *Phycosiphon* (*Ph*), *Planolites* (*P*), *Protovirgularia* (*Pr*), *Psammichnites* (*Ps*), *Psilonichnus* (*Pi*), *Rhizocorallium* (*Rh*), *root trace* (*rt*), *Rosselia* (*R*), *Rosselia socialis* (*Rs*), *Rosselia rotatus* (*Rr*), *Schaubcylindrichnus coronus* (*Shc*), *Schaubcylindrichnus freyi* (*Shf*), *Scolicia* (*Sc*), *Siphonichnus* (*Si*), *Skolithos* (*S*), *Spirodesmos* (*Sd*), *Spirophyton* (*Sp*), *Spirorhaphe* (*Sr*), *Taenidium* (*Ta*), *Teichichnus* (*Te*), *Thalassinoides* (*Th*), and *Zoophycos* (*Z*)

Fig. 7 Schematic model of ichnofacies for soft-ground communities in marine and marginal-marine environments (modified from MacEachern and Bann, 2020)

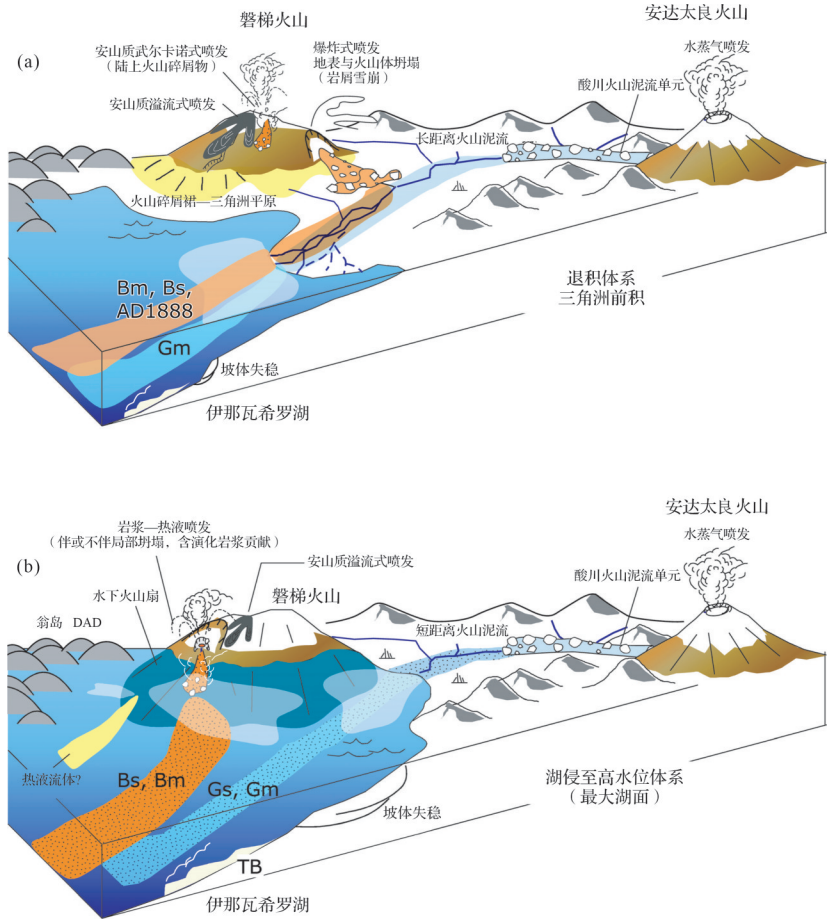

图8　日本伊那瓦希罗湖火山事件沉积模型

（a）27 ka年前至今的湖退体系域沉积模型；（b）50 ka年前至27 ka年前湖侵体系域至高位体系域的沉积模型（Kataoka and Nagahashi，2019）

Fig. 8　Depositional model of volcanic event deposits in Lake Inawashiro

(a) depositional model of the regressive systems tract from 27 ka to present; (b) depositional model of the transgressive to highstand systems tract from 50 ka to 27 ka (after Kataoka and Nagahashi, 2019)

火山热液活动通过调控硅酸盐矿物水解—沉淀平衡控制了四川盆地中侏罗统火山碎屑储层的成岩路径，火山物质水解生成的酸性流体促进了绿泥石膜胶结、浊沸石孔隙充填和自生石英次生胶结，形成了以介孔网络通过微米级喉道相互连接的有利储层空间。上述认识阐明了火山成因的绿泥石—浊沸石组合的CO_2矿物封存机制，并为大陆沉积盆地中的油气勘探和CO_2地质封存场地优化提供了关键的理论与实践指导（Lin *et al.*，2026）。

火山活动不仅控制了碎屑沉积物通量，对碳酸盐的生成和成岩演化过程同样具有重要的科学价值。中国二连盆地下白垩统湖相白云岩储层以高自然伽马辐射（700-1，100 API）、升高的铀和钍浓度以及与红海海底现代热水沉积物一致的微量元素组成（Cu、Ni、Co、Fe、Mn）为特征，指示海底火山活动触发岩浆侵入湖盆并与湖水相互作用，通过“白烟囱沉积”的热水沉淀生成此类白云岩储层（Huang *et al.*，2026）。

3）火山过程与行星沉积学

识别符合高宜居性和强生物标志物保存潜力的潜在理想地点，对于重建早期地球历史至关重要，并对天体生物学具有深远意义（Hou *et al.*，2025）。通常由岩浆热能驱动的地热温泉系统成为关键环境和生命起源的潜在摇篮，是生物痕迹的天然储存库，为了解早期地球的微生物过程提供了关键的见解，并对火星上类似环境的探索具有重要意义。火山爆发活动对地球的地质演化产生了重大影响。前人对火山碎屑的研究表明，沉积风化过程导致关键火山碎屑特征不同程度地消失，在次生黏土矿物形成的同时，记录了矿物化的生物实体，如细菌、真菌和胞外

聚合物的残留物，这为火山碎屑性质和保存以及评估火星和其他行星的过去和现在宜居性提供了新的见解（Barilaro and Di Capua，2026）。

2.13 物理和数值模拟与沉积过程

传统的沉积正演模拟多聚焦于古代地层，而最新研究成功将其拓展至现代沉积体系。通过长尺度的沉积正演模拟，实现了对未来地貌形态和沉积叠置样式的动态预测（Ayranci，2022）。地貌动力学模型Badlands与基于水动力学的地层正演模型Sedsim耦合，定量重建了塔里木盆地白垩系复杂构造—沉积体制下的地层演化过程，为多期辫状河三角洲砂体等有利储层的预测提供了创新技术手段（Chang *et al.*，2024）。针对不同模拟软件（如DionisosFlow、SedSimple和GPM）在美国绿河盆地湖相沉积中的对比分析，揭示参数化选择与软件底层算法对地层构型解释的系统性影响（Silva *et al.*，2025）。特别值得注意的是，三维水槽物理模拟结果（如XES02模型）被创新性地转化为合成地震数据，并同时结合新西兰塔拉纳基盆地三维地震数据分析，实现了物理水槽模型与真实盆地尺度地震数据集的地层学同步对比分析，进而定量剥离海平面变化、构造沉降与沉积物供给对沉积体系的控制作用（D′Ath-Woodd and Abreu，2026）。

在碳酸盐沉积动力学与时空演化模拟方面，会议内容涵盖了从宏观地层响应到微观自组织机制的深入探讨。针对碳酸盐岩地层中普遍存在且难以量化的沉积间断问题，基于过程的正演模拟被应用于盆地尺度的三维地层完整性评估，实现了对特定时空下沉积间断持续时间的定量刻画（Xi and Burgess，2022）。在碳酸盐台地演化领域，澳大利亚西北陆架斯科特礁的数值模型定量研究表明，中更新世气候转型期高频海平面波动及季风强化对碳酸盐岩产能、相带展布及台地形态具有显著影响，体现了区域环境与全球海平面变化的双重控制作用（Williams *et al.*，2026）。

2.14 碳封存与绿色能源转型

面对全球能源结构变革的重要趋势，本届大会集中展示了深水重力流在全球碳循环与地质封存中的关键作用。结合古代深水斜坡天然堤沉积实例，相关研究揭示了巨型浊流在溢岸卸载过程中的流体流变学转化（黏土—有机质絮凝与黏度激增）及整体沉积机制，主导了深水重力流中有机碳的高效搬运与长期封存（Cunningham *et al.*，2023）。然而，不同类型的深水重力流对碳汇过程具有“双刃剑”效应。例如，成冰纪大冰期高密度浊流所产生的粗粒沉积环境实际上促进了有机碳的降解，进而减少了碳埋藏（Zhu，2026）。为准确量化自然碳埋藏并优化全球碳循环模型，与会学者强调必须超越传统的沉积动力学二元分类，趋向于建立涵盖黏性与非黏性沉积物重力流“统一连续体”模型（Grime *et al.*，2026）。这种以整合视角审视沉积物重力流动力学的新范式，有助于提升在深水沉积环境中预测碳封存模式以及时空分布的能力。

在全球气候目标与能源转型的驱动下，沉积学在新能源开发与可持续地质能源（Sustainable GeoEnergy）中的应用正变得日益重要。沉积学数据与储层表征技术被广泛应用于深层地热能的开发以及大规模地下氢气储库的安全性评估中，为实现低碳与绿色能源转型提供了核心地质支撑。

利用枯竭油气田进行大规模地下氢气储藏被认为在未来的能源转型中发挥着重要作用。在英国北海南部的Rough枯竭气田（计划转型为全球最大的纯氢气储库之一）改造项目中，沉积学研究被用于评估储层岩石和孔隙流体在高温高压储氢条件下的反应（Brown *et al.*，2026）。

沉积盆地中的地热资源开发是实现城市供暖脱碳和低碳能源转型的另一关键路径。在奥地利维也纳盆地开展的深层地热先导井项目中，研究人员创新性地将传统油气行业的沉积学工作流程和技能转移到了低碳地热能开发中（Dasgupta，2026）。

在更广泛的能源转型和地质储层利用项目中，沉积学提供的基础参数（如孔隙度、渗透率、相分布和地层不连续性）是理解深层流体在地下动态行为的先决条件。通过将沉积学见解与地球物理数据（如3D地震、重力等）和工程运行数据相结合，可以构建高精度的多物理场反演框架，这为地质封存选址、安全评估与长期监测提供了可复制的框架支撑（Anghel and Sava，2026）。

2.15 深时数字沉积学和AI方法与技术

近年来，以大数据、机器学习和知识图谱为代表的人工智能技术正在深刻重塑地球科学研究范式，推动沉积学从传统的定性描述向定量化、智能化、系统化方向演进。本次大会集中展示了国际沉积学界在数字技术与学科交叉融合方面的最新探索成果（图1、表1），表现出技术路径的多样性、研究问题的前沿性以及跨学科合作深度，勾勒出沉积学未来发

展的关键方向。这些研究共同回应了数据密集型科学时代沉积学面临的核心挑战:如何从海量、异构、非结构化数据中高效提取知识,如何将离散的地质观测整合至统一的时空框架,以及如何实现研究过程的可重复性与开放共享。

在露头与地下数据的定量桥接方面,一种数据驱动的新范式被提出,通过构建基于公开井数据的岩石物理响应数据库,开发了从露头构型单元自动生成合成测井曲线的方法,实现了露头模型与地下响应之间的定量关联,将露头研究从定性类比提升至预测性模拟(Bello *et al.*,2026)。在沉积体内部结构与高频层序格架的精细刻画方面,研究人员利用U-Net语义分割模型,在正射影像上实现了对风成与片洪沉积的自动化分类,有效识别关键界面,为前寒武纪及显生宙陆相红层的层序划分提供了可推广的技术路径(Galvão *et al.*,2026)。有学者将机器学习拓展至盆地尺度,构建了融合概率神经网络、主成分分析与自组织映射的无监督聚类流程,在葡萄牙加的斯湾深水复杂沉积系统中成功识别出浊积—等深积相带及精细构型,奠定了深水储层预测与CO_2封存潜力评估的地质依据(Feyzullayev *et al.*,2026)。

当人工智能的应用从具体问题延伸至学科知识体系的重构,其影响更为深远。侯明才与王成善教授团队联合开展的碳酸盐岩微相知识图谱研究(Hou *et al.*,2026),系统解析了镶边碳酸盐岩台地模型中标准微相(SMF)的概念、鉴定标志及其与相带、水深之间的关联,构建了本体层与数据层,并在Neo4j图数据库平台上完成了知识图谱的生成与可视化。通过词嵌入与距离计算算法,实现了标准微相的自动识别,进而依据微相组合和沃尔索相律自动判别相带并重建高分辨率相对海平面变化曲线(Wang *et al.*,2023)。类似地,河流相知识图谱通过构建层次化知识树结构和数据挖掘聚类算法,实现了对曲流河、辫状河等沉积亚相、微相的快速识别与验证(Zhang *et al.*,2023)。全球海洋沉积物类型图编制正在成为"大数据+全球集成"背景下现代沉积学的重要基础工作。传统海底底质图主要依赖站位采样、粒度分析和区域插值,而当前研究正逐步转向海底地貌、遥感、底质样品和机器学习算法的多源融合。这一系列探索最终可汇聚于"时光机器"(time machine,https://deeptime.world/)平台,该平台整合全球板块运动模型与多源古地理数据,通过图形处理器(graphics processing unit,GPU)加速的光栅化技术与统一时空框架,实现了多源数据的无缝融合与协同研究,成为开放科学理念在沉积学领域的重要实践(Li *et al.*,2026a)。

人工智能(AI)技术的引入有效打破了传统沉积学过度依赖定性描述及长时序正演模拟面临的计算瓶颈(Karniadakis *et al.*,2021)。通过引入代理模型与智能算法,AI实现了长时序沉积动力过程的高效物理表征与多源数据的智能化跨尺度定量桥接,显著提升了从离散地质观测中提取系统知识的效率。然而,受制于深时地质记录的非结构化与离散稀疏性,加之不同软件底层算法逻辑的系统性差异,AI在沉积相带及层序界面的自动化识别中仍面临显著的预测不确定性与地层构型解释的多解性偏误(Silva *et al.*,2025)。

综合来看,深时数字沉积学与人工智能方法的研究虽处于发展初期,但其技术脉络已清晰显现:从露头—地下的定量桥接,到沉积相与层序界面的智能识别,再到深水沉积构型的无监督解析,进而延伸至学科知识体系的重构,最终汇聚于开放协同的数字研究环境。这一系列研究勾勒出从"工具辅助"到"人机协同"再到"知识驱动"的演进路径,表明人工智能正加速融入沉积学核心问题的解决过程,推动研究范式的深刻变革。未来,随着沉积学基础大模型的构建、生成式人工智能的应用以及可发现、可访问、可互操作、可重用(FAIR)数据原则的普及,深时数字沉积学有望从"点状突破"走向"系统集成",为理解地球演化历史、预测资源分布及应对全球变化提供更加智能化的支撑。

3　未来发展讨论

未来,中国沉积学研究将持续以多学科交叉创新为动力,依托"深时"沉积记录解析等优势研究领域,在国际沉积学领域发出更强中国声音,助力全球沉积学研究迈向新高度,为破解人类共同面临的资源、气候和环境挑战贡献中国智慧和中国方案。

我国沉积地质学将在多学科交叉与技术驱动的背景下,结合中国沉积学的研究特色、资源需求和地缘条件,将追踪国际沉积学前沿,形成鲜明的本土化战略导向,围绕以下几个方向实现重要突破:

1)沉积圈层与地球系统整合

中国科学家提出的"沉积圈科学"概念,从单一

盆地分析拓展至地球多圈层(岩石圈、水圈、大气圈、生物圈)相互作用,关注深时沉积过程与地球表层系统演变,研究沉积记录对古气候、古海洋、构造活动和碳循环的响应机制,这将通过围绕多学科融合研究、搭建国际科研合作机制等推动"沉积地球系统"理念的发展(王成善等,2025)。中国拥有世界罕见的长时间尺度、高分辨率沉积记录,在地球系统演化研究过程中,可关注关键地质转折期,如埃迪卡拉纪—寒武纪(寒武纪生物大爆发)、二叠纪—三叠纪(生物大灭绝)、白垩纪温室气候等,利用华南、华北连续海相—海陆过渡相地层建立高精度天文年代标尺。依据深海沉积(南海)、湖相高分辨率记录(如鹤庆、洛川黄土与湖泊交互序列)重建亚洲大陆干旱化、季风演化和碳循环扰动。

2) 沉积过程与动力学机理解析

强化"将今论古"与"以古鉴今"的双向验证,加强现代沉积过程与深时沉积记录的耦合研究。针对长江、黄河、雅鲁藏布江等,以现代泥沙通量、源—汇运输与历史时期(千年尺度)地层记录,建立完整的大河源—汇系统动态模型;发展事件沉积学,研究中国东部沿海台风、长江洪水、青藏高原冰湖溃决等现代事件沉积特征→识别古风暴、古洪水地层标识→评估气候变化下灾害频率;探索研究水库拦截、河道采砂、围海造田等人类活动如何改变沉积物输运与海岸带演化(黄河、长江三角洲等),发展人类世沉积学。

加强多动力耦合的深水沉积过程研究,特别是不同类型底流(如温盐环流、中尺度涡流、内波等作用)沉积过程和重力流—底流交互沉积过程研究。积极拓展深水沉积过程研究方法,可以在目前相对扎实的地质与地球物理数据研究基础上,进一步融合原位观测、水槽模拟以及数值模拟等研究手段,多源数据相互约束、互为支撑,开展不同类型构造地质背景、气候背景以及地貌类型条件下的深水多动力耦合沉积过程研究,从沉积动力学视角深化对深水沉积过程的理解,并通过开展全球对比研究,建立具有全球普适性的深水沉积过程模式,揭示深水多动力耦合作用下的沉积响应机制。

借助高分辨率观测与实验模拟,深入揭示沉积物输运、堆积、成岩等过程的动力学机理,尤其是深时极端事件(洪水、风暴、地震、海啸)与人类活动背景下的沉积响应。发展基于物理过程与数据驱动的沉积正演模拟方法,建设可调控构造沉降、海平面、物源供给的水槽—数值联合模拟平台,针对陆相盆地(断陷、坳陷、前陆)特色开展系统实验;结合岩心、测井、三维地震等多源数据,构建高精度数字沉积模型,用于资源预测、碳封存和地下空间利用。

深化物理与数据双驱动的沉积过程研究,克服传统因计算性能制约而无法开展长时间尺度的沉积地质过程研究的局限性。充分利用人工智能驱动的高效替代模拟技术(即"代理模型",surrogate model),通过构建数值模拟结果的快速逼近函数,在保证精度的前提下大幅降低计算成本,实现对复杂沉积动力过程的高效表征(Karniadakis *et al.*,2021),进而实现长时间、大尺度沉积过程与沉积响应之间的定量解析与预测。同时,结合这一技术,充分利用沉积地层中记录的地质历史时期丰富的地质灾害事件,有效弥补现代地质灾害原位观测和监测结果数据时间尺度短的局限,从更长时间尺度上解析地质灾害的复发规律,形成面向斜坡稳定性、海啸风险、古地震复发和火山—洪水灾害等地质灾害的预测方法与预警模型,为中国自然灾害的防灾减灾提供地质依据与技术方法。

3) 多尺度源—汇系统定量表征

源—汇系统是当前沉积地质学中最具系统性和应用前景的研究方向之一,未来将呈现出与前述趋势紧密融合、同时独具特色的发展路径。特别聚焦特提斯域源—汇系统与高原隆升耦合关系,推广(U-Th)/He、原位Rb-Sr、机器学习物源指纹分析等新方法在盆山耦合研究中的应用。未来发展趋势是从分段静态描述走向定量动态模拟构建源—汇系统各单元(物源区、搬运区、沉积区)之间的物质通量定量关系,发展基于物理过程与统计学习的预测性模型;从现代过程(河流/海岸监测)→ 历史时期(沉积年代学)→ 深时(地层记录)的多时间尺度耦合,从局部小流域 → 大陆边缘 → 全球源—汇网络,实现跨尺度源—汇过程对比与集成。考虑气候—构造—海平面协同演化,重建多尺度、多方法的源—汇过程,发展耦合构造—气候—地表过程的源—汇动力学模型,模拟百万年—万年尺度沉积物"从山顶到深海"的完整旅程。实现从源区剥蚀到汇区沉积的全链条智能预测;建立全球源—汇数据库与知识图谱并深度嵌入地球系统科学、地质灾害预测、绿色能源与可持续发展框架中,针对典型源—汇单元(如某流域—陆架

系统)构建数字孪生体,集成实时监测数据、历史地层模型与情景模拟,支撑科研与管理决策(朱筱敏等,2026)。

4) 人工智能赋能沉积解析

中国具备大规模地质数据(区域地质图、数十万口钻井、海量三维地震等)和强大的AI研发能力。应加强数字露头与虚拟地质考察,建立高精度数字露头及沉浸式VR/AR平台。利用计算机视觉(CV)替代传统镜下鉴定与露头描述,构建标准岩相图像库与AI识别模型,智能识别岩相与沉积相,构建中国沉积盆地知识图谱,实现人工智能与大数据驱动的"数字沉积中国"(侯明才等,2023)。

AI技术(深度学习、图像识别、自然语言处理)将广泛用于层序地层划分、岩相识别、沉积环境自动判别、沉积过程模式挖掘,提升数据处理效率与预测精度。构建全球—区域—盆地多尺度沉积数据库与知识图谱,实现沉积信息的标准化、共享化与智能化分析,支撑地球历史重建与未来环境预测。未来沉积地质学将呈现数字化、智能化、系统化、绿色化的发展趋势,成为连接地球演化历史与未来资源环境安全的关键学科。

5) 绿色能源与资源转型导向

中国沉积学过去依赖于油气、煤炭资源勘探,未来将并重发展。沉积地质学研究重心向地热、深部咸水层碳封存、压缩空气储能、天然气水合物等绿色能源领域倾斜,强化储层表征、盖层评价与长期安全性评估能力。

结合中国地球深部探测与海洋强国战略,开展深部—深水—深时的"三深"沉积地质学研究。针对塔里木、四川、南海等盆地,探索超深层(>6 000 m)沉积成岩与深部流体相互作用与水合物成藏沉积响应,不断加强深层—超深层油气与天然气水合物勘探开发。继续研究南海北部陆坡—深海盆地构造与沉积演化、海洋沉积地球化学与深水沉积过程(浊流、等深流、块体搬运)及其对海底多金属结核成矿、水合物成藏及海底稳定性控制。利用旋回地层学、沉积速率分析研究百万年尺度地球轨道力驱动的沉积响应,建立中国高分辨率深时沉积日历。评价咸水层、枯竭气藏的CO_2封存潜力,并加强天然氢气成储模式、沉积型氦气资源(富氦天然气藏)的成藏机理研究。探索沉积型锂、稀土、铀等关键矿产形成分布规律,推动"沉积成矿系统"理论创新。结合深时沉积记录与现代沉积过程监测,评估泥沙资源、湿地演化、海岸带稳定性等,为河流—三角洲—海岸带系统的可持续管理提供地质依据。

总之,中国沉积学的未来将是以国家战略需求为牵引(能源、矿产、碳中和、环境、防灾),以特色地质记录为根基(青藏高原、特提斯域、关键转折期),以人工智能与数字技术为引擎,实现从资源勘探向地球系统科学的跨越。

4　结论

(1) 第22届国际沉积学大会于2026年1月25—30日在新西兰惠灵顿召开,大会核心主题为"跨越时空的活动板块边缘沉积作用",聚焦深时与现代校准、多过程交互认知、事件驱动框架、定量化与数值模型、地质灾害预测开展深入交流。与会720余位代表作了口头报告和展板交流,其中283位中国沉积学代表作了报告(占比39%),充分展示了中国学者在陆相层序地层学、海平面升降与陆架演化、黑色页岩及深海动力学(重力流)等前沿领域的最新研究进展,推动了中国深度融入全球地球系统科学研究体系。

(2) 第22届国际沉积学大会会议热点主要包括:构造与海平面变化耦合作用、构造地貌与源—汇系统表征、现代陆相沉积过程与湖相层序地层学、冰川作用与分支河流体系、滨岸与陆架边缘迁移轨迹沉积时空演化、碳酸盐台地—斜坡—盆地体系与沉积成岩作用、等深流和深水混合沉积体系、活动大陆边缘和湖盆深水重力流沉积过程、泥岩沉积过程和黑色页岩沉积学、地质灾害沉积特征和预测、深时生物与沉积过程相互作用、海陆相碎屑—火山沉积过程与成岩作用、物理和数值模拟与沉积过程、智能化沉积学以及绿色能源转型与碳封存等。

(3) 中国沉积学研究将持续以多学科交叉创新为动力,加强开展沉积圈层与地球系统整合、沉积过程与动力学机理解析、多尺度源—汇系统定量表征、人工智能赋能沉积解析、绿色能源与资源转型导向研究,以国家战略需求为牵引(能源、矿产、碳中和、环境、防灾),以特色地质记录为根基(青藏高原、特提斯域、关键转折期),以人工智能与数字技术为引擎,实现从资源勘探向地球系统科学的跨越。

参考文献(References)

侯明才,陈安清,任强,等. 2023. 综合古地理重建的数字智能化趋势与方法进展[J]. 地质学报,97(9):2956-2974.[Hou Mingcai, Chen Anqing, Ren Qiang, et al. 2023. The progress and perspective of digital intelligence in comprehensive paleogeographic reconstruction[J]. Acta Geologica Sinica, 97(9): 2956-2974.]

王成善,马永生,彭平安,等. 2025. 从沉积学到沉积圈科学:百年简要回顾与发展展望[J]. 沉积学报,43(5):1535-1554.[Wang Chengshan, Ma Yongsheng, Peng Ping'an, et al. 2025. A century journey from sedimentology to sedimentosphere science: Review and perspective[J]. Acta Sedimentologica Sinica, 43(5): 1535-1554.]

杨海风,房舟,王飞龙,等. 2025. 渤海湾盆地沙河街组—东营组深部热液对有机质富集的影响及模式[J]. 石油学报,46(6):1089-1107.[Yang Haifeng, Fang Zhou, Wang Feilong, et al. 2025. Influence of deep hydrothermal fluid on organic matter enrichment and its activity mode in Shahejie Formation and Dongying Formation of Bohai Bay Basin[J]. Acta Petrolei Sinica, 46(6): 1089-1107.]

张美洲,朱筱敏,姜振学,等. 2023. 陆相淡水湖盆页岩有机质富集主控因素研究:以四川盆地东北部侏罗系自流井组为例[J]. 古地理学报,25(4):806-822.[Zhang Meizhou, Zhu Xiaomin, Jiang Zhenxue, et al. 2023. Main controlling factors of organic matter enrichment in continental freshwater lacustrine shale: A case study of the Jurassic Ziliujing Formation in northeastern Sichuan Basin[J]. Journal of Palaeogeography, 25(4): 806-822.]

周进高,徐哲航,黄世伟,等. 2024. 碳酸盐岩沉积储层研究前沿与未来发展方向[J]. 石油与天然气地质,45(4):929-953.[Zhou Jingao, Xu Zhehang, Huang Shiwei, et al. 2024. Frontiers and trends in the research on carbonate sedimentology and reservoir geology[J]. Oil & Gas Geology, 45(4): 929-953.]

朱筱敏,刘强虎,谈明轩,等. 2026. 源汇系统:研究关注热点和发展趋势[J]. 古地理学报,28(1):25-43.[Zhu Xiaomin, Liu Qianghu, Tan Mingxuan, et al. 2026. Research frontier and development of source-to-sink systems[J]. Journal of Palaeogeography, 28(1): 25-43.]

Adema P H, Eggenhuisen J T, Bleeker J, et al. 2025a. Turbidity current flow structure and its modulation by contour currents: Insights from 3D flume experiments[J]. Marine Geology, 480: 107469.

Adema P H, Eggenhuisen J T, Jacinto R S, et al. 2025b. Submarine channel shape controls combined turbidity current–contour current flow[J]. Marine Geology, 490: 107646.

Andreucci S, Fantini G, Sechi D, et al. 2026. Interplay of Late Quaternary sea level and tectonic along the southern coast of Sardinia Island, Mediterranean Sea[C]//The 22nd International Sedimentological Congress. Wellington: Abstract Book: 6.

Anghel S, Sava C S. 2026. Assessing conformance and integrating sedimentological data in geological CO_2 storage: Insights from the RAMONCO project[C]//The 22nd International Sedimentological Congress. Wellington: Abstract Book: 711.

Ayranci K. 2022. Applications of forward stratigraphic modelling in modern siliciclastic settings: A case study from the Fraser River Delta, Canada[J]. Applied Sciences, 12(5): 2399.

Ayckbourne A J M, Jerrett R M, Watkinson M P, et al. 2024. Initiation and evolution of an epicontinental shelf-slope margin in an actively contracting deep-water basin: The Eocene Aínsa Basin, southern Pyrenees (Spain)[J]. Basin Research, 36(4): e12884.

Bailey L P, Clare M A, Hunt J E, et al. 2024. Highly variable deep-sea currents over tidal and seasonal timescales[J]. Nature Geoscience, 17(8): 787-794.

Barilaro F, Di Capua A. 2026. Terrestrial hot springs as analogues for early Earth and Mars: Insights from modern and fossil hydrothermal systems[C]//The 22nd International Sedimentological Congress. Wellington: Abstract Book: 26.

Basilic G, Janočko J, Lorenzoni P, et al. 2026. Palaeosols and channel deposits reveal increasing humidity prior to the Paleocene-Eocene thermal maximum (Tremp-Graus Basin, Spanish Pyrenees)[C]//The 22nd International Sedimentological Congress. Wellington: Abstract Book: 28.

Bello G, Howell J, Hartley A, et al. 2026. How would this outcrop look in the subsurface? A synthetic well log approach[C]//The 22nd International Sedimentological Congress. Wellington: Abstract Book: 31-32.

Bilmes A, D´Elia L, Cuitiño J, et al. 2026. Miocene sediment transfer of the Río Negro system: A source-to-sink record from the Andes to the Argentine continental margin[C]//The 22nd International Sedimentological Congress. Wellington: Abstract Book: 36.

Bland K J, Morgans H E G, Strogen D P, et al. 2024. Litho-and biostratigraphy of a Late Oligocene-Early Miocene succession in the Weber area, southern Hawke's Bay, and implications for Early Hikurangi subduction-margin evolution[J]. New Zealand Journal of Geology and Geophysics, 67(3): 385-408.

Boullosa I, Barrenechea J, De La Horra R, et al. 2026. A multidisciplinary approach to the paleoenvironmental changes of the Carnian Pluvial Episode (CPE) in the continental record of Iberia, western Tethys[C]//The 22nd International Sedimentological Congress. Wellington: Abstract Book: 42.

Brown J, Jones S, Knapp J, et al. 2026. New experimental insights into hydrogen storage in depleted fields: A case study of the rough field, UK[C]//The 22nd International Sedimentological Congress. Wellington: Abstract Book: 57.

Cartigny M, Acikalin S, Talling P, et al. 2026. Direct measurement of sediment concentration profiles in a turbidity current coming down the Congo Canyon[C]//The 22nd International Sedimentological Congress. Wellington: Abstract Book: 57.

Castro J M, Sequero C, Quijano M L, et al. 2025. Influence of local factors on the expression of the early Aptian OAE 1a–insights from a pelagic basin in the western Tethys[J]. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 676: 113167.

Catuneanu O. 2019. Scale in sequence stratigraphy[J]. Marine and Petroleum Geology, 106: 128-159.

Chagué C, Fujino S. 2026. Geochemical signatures as a tool to estimate the inundation limit of past tsunamis beyond the sand: Implications for tsunami hazard along the Nankai Trough, Japan[C]//The 22nd International Sedimentological Congress. Wellington: Abstract Book: 64.

Chang J, Liu K Y, Yuan W F, et al. 2024. Tectono-sedimentary evolution of the southwestern Tarim Basin in the cretaceous in response to basin-range coupling: New insights from basin and landscape dynamics modeling[J]. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 637: 112017.

Claussmann B, Bailleul J, Chanier F, et al. 2022. Shelf-derived mass-transport deposits: Origin and significance in the stratigraphic development of trench-slope basins[J]. New Zealand Journal of Geology and Geophysics, 65(1): 17-52.

Claussmann B, Bailleul J, Chanier F, et al. 2023. Early stages of trench-slope basin development: Insights from mass-transport deposits and their interactions with turbidite systems (southern Hikurangi margin, New Zealand) [J]. Marine and Petroleum Geology, 152: 106191.

Cui Y, Jiang F. 2026. Controls of high-frequency base-level oscillations on shallow-water delta architecture: Implications for reservoir prediction in lacustrine basins[C]//The 22nd International Sedimentological Congress. Wellington: Abstract Book: 78.

Cunningham C M, Ruso S F, Arnott R W C. 2023. Controls on the stratigraphic distribution of organic carbon in ancient deep-marine levees[J]. Marine and Petroleum Geology, 148: 106039.

Dasgupta K. 2026. Harnessing deep geothermal energy from sedimentary rocks: Outlook from a pilot well in the Vienna Basin[C]//The 22nd International Sedimentological Congress. Wellington: Abstract Book: 413.

D'Ath-Woodd M, Abreu V. 2026. From a 3D tank model to the Taranaki Basin, New Zealand: Understanding controls on sedimentary depositional systems[C]//The 22nd International Sedimentological Congress. Wellington: Abstract Book: 87.

Dong X L, Hu X M, Garzanti E, et al. 2023. The extraordinary Namche Barwa sediment factory in the eastern Himalayan syntaxis [J]. Basin Research, 35(6): 2193-2216.

Dupraz C, Reid R P, Braissant O, et al. 2009. Processes of carbonate precipitation in modern microbial mats[J]. Earth-Science Reviews, 96(3): 141-162.

Dykmans S, Paumard V, Keep M, et al. 2026. Seismic geomorphology and quantitative characterization of mass-transport complexes in carbonate depositional environments: Insights from the Cenozoic margin of the Exmouth sub-basin (North West Shelf, Australia)[J]. Marine Geoscience and Energy Resources, 191: 207787.

Feyzullayev T, Benjumea Moreno B, Lubo Robles D, et al. 2026. Machine learning-based seismic facies classification of deep marine sediments[C]//The 22nd International Sedimentological Congress. Wellington: Abstract Book: 118.

Frey S, Jutzeler M, Cartigny M. 2026. Large-scale submarine sediment waves at Macauley Caldera Volcano: In-situ evidence of high-flux, syn-eruptive submarine transport[C]//The 22nd International Sedimentological Congress. Wellington: Abstract Book: 207.

Fu J, Qiu L W, Yang Y Q. 2026. Study on the genetic model of felsic mudstone and shale in continental lacustrine basin[C]//The 22nd International Sedimentological Congress. Wellington: Abstract Book: 128.

Galvão E, Toledo J, Scheffer G, et al. 2026. Machine learning helping high-frequency stratigraphy in Mesoproterozoic fluvial-aeolian deposits[C]//The 22nd International Sedimentological Congress. Wellington: Abstract Book: 132.

Garzanti E, Limonta M, Vezzoli G, et al. 2021. From Patagonia to Río De La Plata: Multistep long-distance littoral transport of Andean volcaniclastic sand along the Argentine passive margin[J]. Sedimentology, 68(7): 3357-3384.

Grime R, Sorrel P, Boulesteix K, et al. 2026. Bridging the gap between cohesive and non-cohesive regimes: A unified continuum for subaqueous sedimentary density flows[C]//The 22nd International Sedimentological Congress. Wellington: Abstract Book: 148.

Grundvåg S A, Henstra G A, Rotevatn A, et al. 2025. Signatures of hydraulic jump-related scouring in a deep-marine rift basin, Wollaston Forland Group, NE Greenland[J]. Sedimentary Geology, 487: 106944.

Han Y, Liang C, Cao Y, et al. 2026. Response of the varved shale to El Niño-Southern Oscillation in the Middle Eocene Shahejie Formation, Bohai Bay Basin Lake (E China) [C]//The 22nd International Sedimentological Congress. Wellington: Abstract Book: 157.

Hou M, Chen Y, Cheng H, et al. 2026. Construction and application of a lithofacies paleogeography knowledge graph based on large language models[C]//The 22nd International Sedimentological Congress. Wellington: Abstract Book: 178.

Hou Z Q, Liu J Z, Pang F C, et al. 2025. In search of signs of life on Mars with China's sample return mission Tianwen-3[J]. Nature Astronomy, 9(6): 783-792.

Howarth J. 2026. Quantifying the seismic hazardscape from lake and marine sedimentary records[C]//The 22nd International Sedimentological Congress. Wellington: Abstract Book: 180.

Hu X M, Dong X L, Liang W D, et al. 2026. Sediment factories and the index of sediment generation[J]. Fundamental Research, https://doi. org/10. 1016/j. fmre. 2026. 08. 003.

Huang X, Sun H, Sun J, et al. 2026. Volcanism controlled dolomite characteristics and it's origin: A case study of the Lower Cretaceous in Erlian Basin, Inner Mongolia, China[C]//The 22nd International Sedimentological Congress. Wellington: Abstract Book: 436.

Isola J I, Palma F I, Principi S Y, et al. 2025. Morphology and evolution of a modern mixed (turbidite-contourite) depositional system associated with deeply-incised submarine canyons in the Patagonian continental margin[J]. Marine Geology, 480: 107476.

Kane I A, Clare M A. 2019. Dispersion, accumulation, and the ultimate

fate of microplastics in deep-marine environments: A review and future directions[J]. Frontiers in Earth Science, 7: 80.

Karniadakis G E, Kevrekidis I G, Lu L, et al. 2021. Physics-informed machine learning[J]. Nature Reviews Physics, 3(6): 422-440.

Kataoka K. 2026. From “Volcanic sedimentology” to “sedimentary volcanology”: The role of volcaniclastic deposits in terrestrial and deep-water environments[C]//The 22nd International Sedimentological Congress. Wellington: Abstract Book: 213.

Kataoka K, Urabe A, Nagahashi Y. 2026. How to differentiate an earthquake-triggered turbidite from a volcanogenic hyperpycnite in a volcanic lacustrine setting? – Sedimentary facies, depositional patterns, magnetic susceptibility and micro-XRF analyses[C]//The 22nd International Sedimentological Congress. Wellington: Abstract Book: 214.

Kataoka K S, Nagahashi Y. 2019. From sink to volcanic source: Unravelling missing terrestrial eruption records by characterization and high-resolution chronology of lacustrine volcanic density flow deposits, Lake Inawashiro-ko, Fukushima, Japan[J]. Sedimentology, 66(7): 2784-2827.

Kunert A, Kendall B. 2023. Global ocean redox changes before and during the Toarcian Oceanic Anoxic Event[J]. Nature Communications, 14(1): 815.

Lan H X, Fu M Y, Deng H C, et al. 2026. Multi-phase paleokarst reconstruction over hundreds of millions of years: A case study of the Majiagou Formation, Ordos Basin[J]. Geoscience Frontiers, 17(4): 102304.

Lang S, Paumard V, Shepherd J, et al. 2026. Dryland fluvial-deltaic depositional systems of western Australia[C]//The 22nd International Sedimentological Congress. Wellington: Abstract Book: 233.

Lee K, Chae Y, Gihm Y. 2026. The initial impact of explosive volcanic eruptions on fluvial sedimentation: A study of the Cretaceous Goseong Formation, Gyeongsang Basin, SE Korea[C]//The 22nd International Sedimentological Congress. Wellington: Abstract Book: 239.

Li H, Cheng H, Scotese C, et al. 2026a. Time machine: Transforming paleogeographic reconstruction with an integrated browser-based platform[C]//The 22nd International Sedimentological Congress. Wellington: Abstract Book: 244.

Li Z, Wang Z, Wu C, et al. 2026b. Cretaceous source-to-sink systems in the southeastern Tibetan Plateau[C]//The 22nd International Sedimentological Congress. Wellington: Abstract Book: 254.

Lin C, Qiu L, Yang Y, et al. 2026. Volcano-tectonic coupling controls on reservoir development and diagenetic evolution in the Middle Jurassic of the Sichuan Basin, China[C]//The 22nd International Sedimentological Congress. Wellington: Abstract Book: 261.

Liu P, Zhang J, Wang J L, et al. 2022. Tectonic subsidence of the southeast China coast: New evidence from Late Pleistocene transgression in Ningde Bay[J]. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 605: 111226.

Longhitano S G. 2025. Tidal strait depositional model revised[J]. Earth-Science Reviews, 270: 105250.

Ma P J, Yan B Q, Dong D T, et al. 2026. Controls on deposition and reservoir potential of fine-grained submarine fans, Lingshui Sag, Qiongdongnan Basin, northern South China Sea[C]//The 22nd International Sedimentological Congress. Wellington: Abstract Book: 287.

MacEachern J A, Bann K L. 2020. The *Phycosiphon Ichnofacies* and the *Rosselia Ichnofacies*: Two new ichnofacies for marine deltaic environments[J]. Journal of Sedimentary Research, 90(8): 855-886.

Miramontes E, Eggenhuisen J T, Jacinto R S, et al. 2020. Channel-levee evolution in combined contour current – turbidity current flows from flume-tank experiments[J]. Geology, 48(4): 353-357.

Morgan J, Bangs N, Jiang D. 2026. Implications of Seamount-Forearc Interactions on sediment architecture along the northern Hikurangi Forearc[C]//The 22nd International Sedimentological Congress. Wellington: Abstract Book: 312.

Muthre M, Proust J N, Pizer C, et al. 2026. Facies analysis provides new insights into event bed deposition in a hadal trench environment[J]. Sedimentology, 73(2): 441-477.

Ng Z L, Liu S, Chen H, et al. 2026. Tectonic influence on the characteristics of contourite systems[J]. Earth-Science Reviews, 272: 105327.

Pank K, Kutterolf S, Metcalfe A, et al. 2026. Deep-drilled marine tephra record preserves multiple-tempo of arc volcanism. IODP expedition 398 Hellenic Arc Volcanic Field[C]//The 22nd International Sedimentological Congress. Wellington: Abstract Book: 350.

Pereira I, Storey C D, Darling J R, et al. 2021. Detrital rutile tracks the first appearance of subduction zone low T/P paired metamorphism in the Palaeoproterozoic[J]. Earth and Planetary Science Letters, 570: 117069.

Rakociński M, Marynowski L, Zatoń M, et al. 2021. The mid-Tournaisian (Early Carboniferous) anoxic event in the Laurussian shelf basin (Poland): An integrative approach[J]. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 566: 110236.

Rebesco M, Hernández-Molina F J, Van Rooij D, et al. 2014. Contourites and associated sediments controlled by deep-water circulation processes: State-of-the-art and future considerations[J]. Marine Geology, 352: 111-154.

Rodrigues S, Hernández-Molina F J, Fonnesu M, et al. 2022. A new classification system for mixed (turbidite-contourite) depositional systems: Examples, conceptual models and diagnostic criteria for modern and ancient records[J]. Earth-Science Reviews, 230: 104030.

Rodrigues S, Lovecchio J P, Kirby A, et al. 2026. Unravelling the morphological complexity of Argentina's Cretaceous mixed systems [C]//The 22nd International Sedimentological Congress. Wellington: Abstract Book: 388.

Schieber J, Southard J, Thaisen K. 2007. Accretion of mudstone beds

from migrating floccule ripples[J]. Science, 318(5857): 1760-1763.

Shan X, Dalrymple R W, Shi X F, et al. 2026. Transverse and longitudinal asymmetries of a mixed-energy strait: The Holocene Bohai Strait[J]. Sedimentology, 73(5): 1953-1980.

Shepherd J W, Lang S C, Paumard V, et al. 2023. Controls on shelf-margin architecture and sediment partitioning on the Hammerhead shelf margin (Bight Basin, southern Australia): Implications for Gondwanan break-up dynamics between Australia and Antarctica [J]. Earth-Science Reviews, 244: 104538.

Shorrock A, Strachan L, Bostock H, et al. 2026. Influence of seamount subduction on deep-marine sedimentary processes in the Hikurangi subduction margin of New Zealand during the Quaternary[C]//The 22nd International Sedimentological Congress. Wellington: Abstract Book: 416.

Silva E, Bettú D F, Soares A P, et al. 2025. Modeling sedimentary evolution in the Green River Basin: A comparative analysis of forward stratigraphic tools[C]//The 22nd International Sedimentological Congress. Wellington: Abstract Book: 420.

Stachowska A, Krzywiec P, Cartwright J, et al. 2026. Late Cretaceous bottom-current system along the East African transform margin[C]//The 22nd International Sedimentological Congress. Wellington: Abstract Book: 227.

Stow D, Smillie Z, Wilkin J, et al. 2023. Anatomy of the bi-gradational contourite sequence: Case study from the gulf of Cadiz[J]. Marine Geology, 458: 107026.

Sun H W, Li S L, Li P, et al. 2025. Morpho-dynamics in fan deltas: Effect of topography on flow transformation, facies distribution and graded profile evolution, a case study in XLG fan delta[J]. Petroleum Science, 22(3): 1021-1040.

Sylvester Z, Straub K M, Covault J A. 2024. Stratigraphy in space and time: A reproducible approach to analysis and visualization[J]. Earth-Science Reviews, 250: 104706.

Talling P J, Cartigny M J B, Pope E, et al. 2023. Detailed monitoring reveals the nature of submarine turbidity currents[J]. Nature Reviews Earth & Environment, 4(9): 642-658.

Tickle S, Howarth J, Orpin A, et al. 2026. Turbidite paleoseismology reveals multi-fault rupture dynamics along the southern Hikurangi subduction margin, Aotearoa New Zealand[C]//The 22nd International Sedimentological Congress. Wellington: Abstract Book: 453.

Wagner J D, Serié C, Mosociova T, et al. 2026. Rewriting the source: Seismic evidence for Norwegian mainland provenance in the Åre Formation, mid-Norwegian margin[C]//The 22nd International Sedimentological Congress. Wellington: Abstract Book: 471.

Wahbi A M, Blum M D, Doerger C N. 2023. Early Cretaceous continental-scale sediment routing, the McMurray Formation, western Canada sedimentary basin, Alberta, Canada[J]. GSA Bulletin, 135(7/8): 2088-2106.

Wahbi A M, Blum M D, Varban B L, et al. 2025. Early Cretaceous continental-scale sediment dispersal: Towards resolving the McMurray Conundrum[J]. Journal of Sedimentary Research, 95 (5): 900-919.

Wang H, Zhong H T, Chen A Q, et al. 2023. A knowledge graph for standard carbonate microfacies and its application in the automatical reconstruction of the relative sea-level curve[J]. Geoscience Frontiers, 14(5): 101535.

Wang X X, Maselli V, Flessati L, et al. 2025. Preconditioning of sediment failure by astronomically paced weak-layer deposition[J]. Nature Communications, 16(1): 7244.

Watt S, Fernandez R, Zernack A, et al. 2026. Tracing offshore secondary lahar impacts following the 2008 eruption of Chaitén, Chile[C]//The 22nd International Sedimentological Congress. Wellington: Abstract Book: 482.

Weltje G J, Ramisch A. 2026. Grain-size inheritance from source lithology and relief in southern Italian Fiumare[C]//The 22nd International Sedimentological Congress. Wellington: Abstract Book: 486.

Williams C, Webster J M, Salles T, et al. 2026. Carbonate platform evolution in response to the Mid-Pleistocene climate transition on the north-west shelf of Australia: Insights from forward stratigraphic modelling[J]. Marine Geology, 493: 107716.

Wohlschlägl R, Mejías Osorio P, Busfield M, et al. 2026. Flutes, striations, and floating ice: A multi-scale glacial archive from the Late Palaeozoic of South Africa[C]//The 22nd International Sedimentological Congress. Wellington: Abstract Book: 497.

Wu X, Gao G M, Huang Z. 2026. Well logging proxy of the volcanic activity cyclicity in the Second member of Lucaogou Formation in Santanghu Basin, Northwest China[C]//The 22nd International Sedimentological Congress. Wellington: Abstract Book: 501.

Xi H W, Burgess P M. 2022. The stratigraphic significance of self-organization: Exploring how autogenic processes can generate cyclical carbonate platform strata[J]. Sedimentology, 69(4): 1769-1788.

Xi K, Lin M, Cao Y. 2026. Bedload transport and deposition of mud-grade sediments in deep-lacustrine settings: A case study in the Triassic Yanchang Formation, Ordos Basin, China[C]//The 22nd International Sedimentological Congress. Wellington: Abstract Book: 505.

Xie X, Lu Y. 2026. A foredeep Crocker fan model: Evidence from the outcrop area in Sabah, Malaysia[C]//The 22nd International Sedimentological Congress. Wellington: Abstract Book: 509.

Yang T. 2026. Sediment gravity flow deposits in lacustrine basins: Processes and products[C]//The 22nd International Sedimentological Congress. Wellington: Abstract Book: 516.

Yap W, Switzer A D, Gouramanis C, et al. 2023. Investigating geological records of tsunamis in western Thailand with environmental DNA [J]. Marine Geology, 457: 106989.

Zecchin M, Catuneanu O, Caffau M. 2025. Sequence stratigraphy of wave-dominated and wave-influenced shoreface deposits: Systems tracts, stratigraphic surfaces and facies contacts[J]. Sedimentary

Geology, 489: 106980.

Zhang L, Hou M C, Chen A Q, et al. 2023. Construction of a fluvial facies knowledge graph and its application in sedimentary facies identification[J]. Geoscience Frontiers, 14(2): 101521.

Zhang T S, Zhu R K, Liu L, et al. 2026. Exploratory study on lacustrine fine-grained hyperpycnal flow sediments routing of Qingshankou Formation, Gulong Sag, Songliao Basin[C]//The 22nd International Sedimentological Congress. Wellington: Abstract Book: 540.

Zhao Y L, Zhang Y W, Ma P F, et al. 2024. Sediment remobilization over subaqueous sand waves: In-situ observation in the northern South China Sea[J]. Earth and Planetary Science Letters, 643: 118927.

Zhu S X. 2026. Sediment gravity flows enhanced organic carbon degradation during the Cryogenian Marinoan glaciation[C]//The 22nd International Sedimentological Congress. Wellington: Abstract Book: 560.

Zoleikhaei Y, Cawood P A, Mulder J, et al. 2026. The sedimentary mill in the wheel of time: Tracking the fate of detrital minerals[C]//The 22nd International Sedimentological Congress. Wellington: Abstract Book: 564.

Zou C N, Qiu Z, Zhang J Q, et al. 2022. Unconventional petroleum sedimentology: A key to understanding unconventional hydrocarbon accumulation[J]. Engineering, 18: 62-78.

Sedimentation on Active Plate Margins Through Time and Space: A review of hot topics from the 22nd International Sedimentological Congress

ZHU XiaoMin[1], XU YiMing[1], TAN MingXuan[2], WANG XingXing[3], TONG Huan[1], CHEN HeHe[4], HU Xin[1]

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

2. College of Oceanography, Hohai University, Nanjing 210098, China

3. College of Marine Science and Technology, China University of Geosciences (Wuhan), Wuhan 430074, China

4. School of Ocean Sciences, China University of Geosciences (Beijing), Beijing 100083, China

Abstract: [**Significance**] The highly anticipated 22nd International Sedimentological Congress (ISC) was held in Wellington, New Zealand, 25th-30th in January 2026. [**Progress**] The focal points of the congress encompassed a wide array of topics, primarily including the coupling effects of tectonics and sea-level fluctuations, the characterization of tectonic geomorphology and source-to-sink systems, modern continental sedimentary processes and lacustrine sequence stratigraphy, glacial processes and distributive fluvial systems, the spatiotemporal evolution of coastal and shelf deposition, carbonate platform-slope-basin systems and depositional diagenesis, contour currents and deep-water mixed depositional systems, deep-water gravity flow sedimentary processes in lacustrine basins and active continental margins, mudstone sedimentation and black shale sedimentology, the depositional characteristics and prediction of geological hazards, deep-time biosphere-geosphere interactions, marine and continental volcaniclastic deposition and diagenesis, planetary sedimentology, physical and numerical modeling of sedimentary processes, as well as the green energy transition and carbon sequestration, deep-time digital sedimentology and AI methods. [**Conclusions and Prospects**] A comprehensive analysis of the cutting-edge dynamics and focal issues from the 22nd ISC indicates that future sedimentological research in China should continuously promote the integration of multi-disciplinary sedimentosphere studies. Emphasis should be placed on elucidating sedimentary mechanisms and their numerical modeling, the quantitative characterization and coupling relationships of source-to-sink system elements, and the advancement of deep-time digital intelligent Earth and intelligent paleogeography. The ultimate goal is to establish a sedimentological theoretical framework featuring China's unique regional geological characteristics, thereby making significant scientific contributions to ensuring the nation's energy and resource security.

Key words: the 22nd International Sedimentological Congress; research hot topics; deep-time climate and tectonic geomorphology; source-to-sink system characterization; deep-water sedimentary processes; geological hazard prediction; new technologies and methods; development trends

Foundation: National Natural Science Foundation of China, No. 42272110