

浅谈扇三角洲沉积模式

徐 涛 王誉乔 叶立森 马 伟
华北理工大学 应急管理与安全工程学院 河北 唐山 063210

摘要：扇三角洲沉积体是油气、煤炭、地下水等资源的重要富集场所，构建准确且可靠的沉积模式对于预估优质储层具有至关重要的作用。其理论虽有一定发展，但仍存在薄弱之处，如：沉积模式复杂多样、亚相划分界限缺乏统一；本文简单介绍了几种扇三角洲沉积模式及其影响因素，提出了一些认识和看法，对扇三角洲沉积模式的研究提供一些借鉴。

关键词：扇三角洲；沉积模式；分类；影响因素

1 引言

Holmes于1965年首次提出的扇三角洲概念，明确其核心是“邻近高地向稳定水体推进形成的冲积扇”，但是没有指出更具有代表性的扇^[1]。自Cooper在1970年代提出河流扇三角洲沉积模式以来，这一领域出现了多种多样且不断发展的扇三角洲沉积模式^[2]。这些模式均基于不同的构造和地质背景进行分类。然而，尽管存在一些成熟模式，实际中的扇三角洲形态和沉积特征仍可能因特定地理环境和地质条件的不同而展现出显著差异。因此，扇三角洲沉积模式的研究持续丰富，涵盖了广泛的具体案例和特殊类型，旨在更精确地描述和理解复杂的沉积环境。

2 沉积模式

国内外众多学者已阐述并构建了一系列扇三角洲沉积模式，包括陡坡型沉积模式、吉尔伯特式扇三角洲以及河流扇三角洲等理论框架。不同扇三角洲发育区的构造背景（如：主动大陆边缘与被动大陆边缘）、物源类型（如：碳酸盐岩物源与硅质碎屑物源）、水体性质（如：盐湖与淡水湖、封闭海与开阔海）存在显著差异，导致了扇三角洲沉积模式不尽相同。

(1) 陡坡型沉积模式

此模式，通称牙买加型沉积模式，水下面积一般较大，并因其理论体系的成熟及广泛应用而得到广泛认同。然而，该模式平面展布特征受到构造活动、地形坡度以及物质供应等多种因素的影响，展现出显著的地域差异性。例如，在扇三角洲前缘外侧，可能出现由滑塌作用形成的复合扇体，表明单依赖此类理论模型来解析实际的扇三角洲沉积特性可能存在局限性^[3]。

第一作者简介：徐涛(1999.6-),女,汉族,河北张家口,硕士在读,研究方向:矿产普查与勘探。

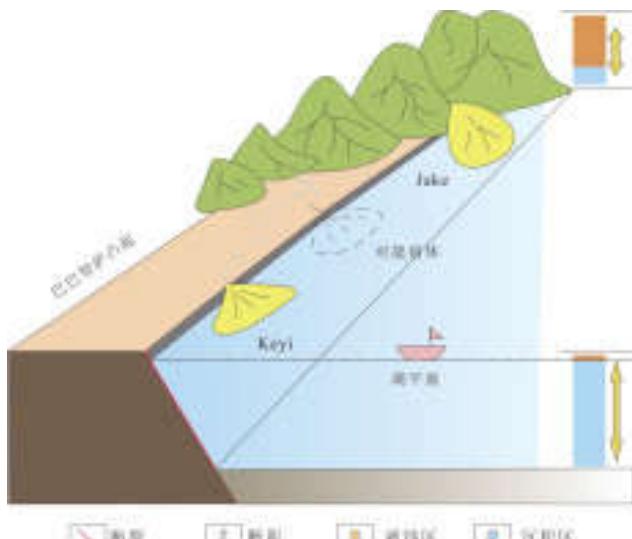


图1 Fula凹陷陡坡带扇三角洲发育模式（据吴冬^[4],2015）

(2) 吉尔伯特型扇三角洲

吉尔伯特型扇三角洲，特征为三层结构明显且平原与前缘区域展现出重力流沉积现象，这一沉积类型表现出两种沉积模式：一类是在盆地扩张的背景下，三角洲自陆架向大陆斜坡推进形成的沉积序列；另一类则是在活动断层之上累积的扇三角洲沉积特征^[5]。其结构与形态的多样性本质上是“源—汇”系统动态演化与沉积过程复杂耦合的结果，需从两者的协同作用中解析其内在规律。

(3) 大型浅水退覆式扇三角洲沉积模式

山体持续隆升、稳定的水系，较大的湖盆面积以及持续湖侵和多级坡折为浅水退覆式扇三角洲沉积模式创造了条件；为其提供了充足的物源、足够的可容空间及良好古地理背景。超越传统观点，其揭示了扇体分布不再局限于盆地边缘和断层带，展现出更为广泛且复杂的地理分布特征^[6]。

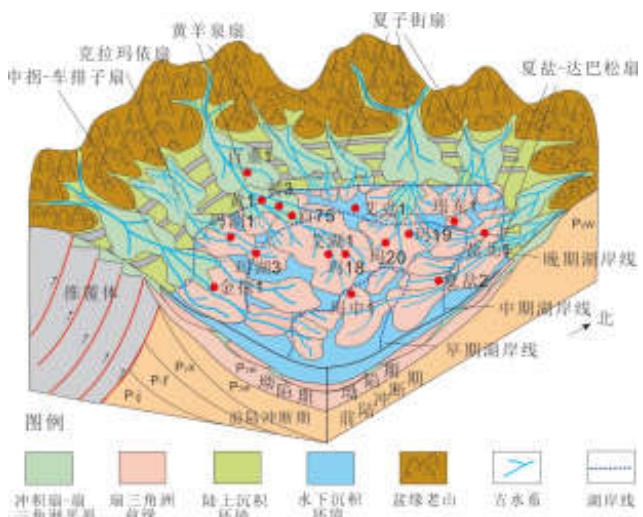


图2 湖盆凹陷区大型浅水退覆式扇三角洲沉积模式
(据唐勇^[6],2018)

(4) 断坡型、断阶型扇三角洲沉积模式

断坡型、断阶型扇三角洲沉积模式是指在地质作用下，由断层控制的坡面和阶地形成的扇形沉积特征，通常表现为沉积物从上游到下游逐渐变细的模式^[7]。

断坡型扇三角洲沉积体通常形成于地势陡峭的区域，其生成往往与基底断裂活动密切相关，此类沉积体常常伴随同沉积断裂的发育，并且能够沿主导断裂的多个位置形成储集层^[7]。

断阶型扇三角洲沉积体系的形成通常受控于多条、次级的断裂系统，这些断裂可能呈现同向或反向排列，其发育特征体现在地形坡度较为平缓的区域，特别是在盆地边缘凸起与凹陷直接相邻的地带，且此类环境下的湖泊容纳空间相对有限^[7]。鉴于断层的发育程度显著且与砂体之间存在良好的耦合关系，断阶型扇三角洲区域易于形成由断层—岩性和断块油气藏^[7]。

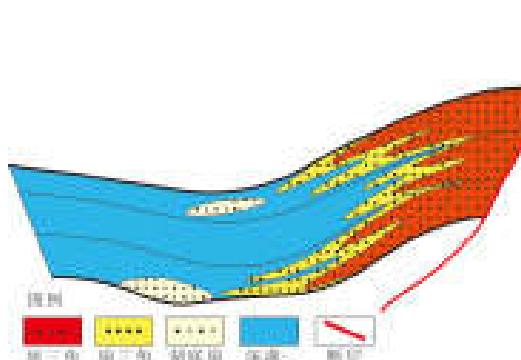


图3 断坡型扇三角洲沉积模式（据李军辉^[7], 2019）

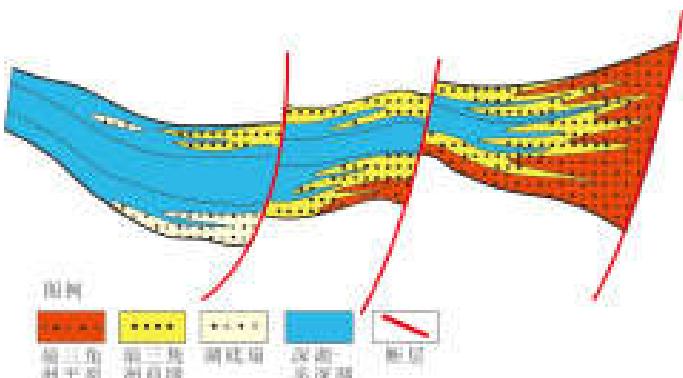


图4 断阶型扇三角洲沉积模式（据李军辉^[7], 2019）

(5)河流扇三角洲

基于对现代黄羊泉扇沉积特征的深入分析与借鉴，张昌民提出这一地质体的沉积类型可能主要归类于河流扇沉积，并进一步推断其周边区域可能存在多样化

的沉积环境^[8]。鉴于河流扇三角洲识别困难且易与其它地质形态混淆，当前已知此类地貌相对较少，然而其研究价值显著，正逐渐吸引越来越多学者的广泛关注与深入探究。

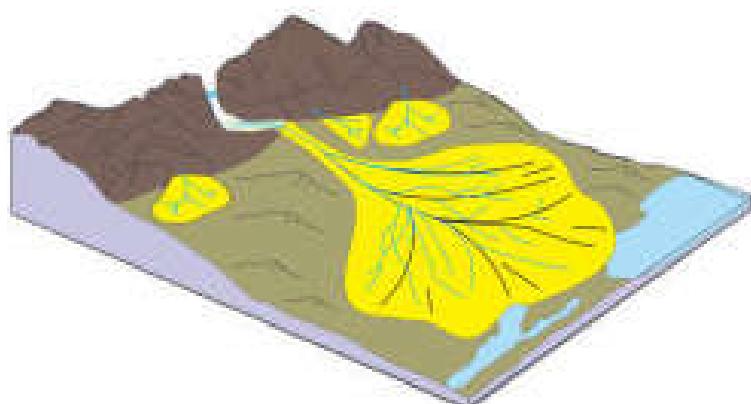


图5 河流扇沉积模式(据张昌民^[8],2020)

(6) 斜向扇三角洲

刘震的研究揭示了早期巨厚砂砾岩体的沉积学特征，并创新性地提出了“斜向扇三角洲”这一概念，对其沉积演化过程进行了详尽的探讨与解析^[9]。此项工作不仅丰富了地质学理论，而且对油气资源的勘探与开发具有深远的意义，标志着对复杂沉积体系理解的一次重要进展。

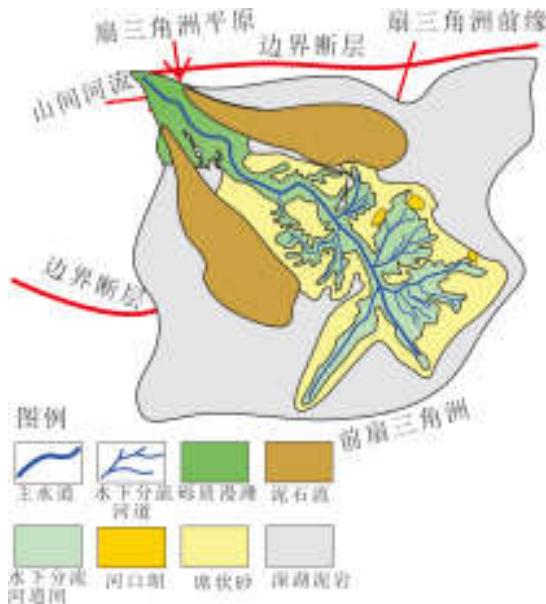


图6 斜向扇三角洲沉积模式 (刘震^[9], 2022)

3 影响因素

(1) 构造

构造沉降、断层活动以及地壳断裂过程对扇三角洲沉积特征及其演化具有重要影响。垦西地区边界断层通过调控地形坡度、湖水深度与沉积空间，决定了“缓坡型沉积环境+浅湖背景”^[10]。在滦平盆地内，构造运动不仅改变了湖泊水深，还通过影响古坡度及古气候条件，共同控制着扇三角洲的形成与发展^[11]。

(2) 气候

气候变化通过调节沉积物的供应量与水流状况，进而显著影响扇三角洲的形成与发展进程。例如，在准噶尔盆地西北缘的沙湾凹陷斜坡地带，上乌尔禾组的地层揭示了古气候特征表现为显著的干旱状态，这导致了物源供给的相对匮乏，退积型砾石质扇三角洲得以发育^[11]。

(3) 海平面变化

海平面的变化显著影响扇三角洲的沉积环境与沉积相带的分布格局。在海平面上升的情境下，扇三角洲区域面临潜在的淹没风险，导致其沉积相带发生向陆地内部迁移的现象。而当海平面呈现下降趋势时，扇三角洲则会向海方向进积^[12]。

4 总结

总结并分析了几种广为认可的扇三角洲沉积模式及其影响因素，提出了一些见解与观点。在对扇三角洲模式的研究中，个案分析虽能精准揭示特定区域的沉积规律，但受地质背景独特性制约，其应用范围的局限性显著难以普遍适用于所有扇三角洲发育区。

参考文献

- [1] 张洁.国内外扇三角洲模式研究进展[J].中国石油和化工标准与质量,2019,39(08):170-171.
- [2] 张昌民,朱锐,尹太举,等.扇三角洲沉积学研究进展[J].新疆石油地质,2015,36(03):362-368.
- [3] 陈彬滔,马轮,洪亮,等.断陷湖盆陡坡带扇三角洲—滑塌扇复合扇体的沉积演化及油气地质意义—以中非地区Melut盆地A凹陷白垩系为例[J].沉积学报,2024,42(03):1058-1072.
- [4] 吴冬,朱筱敏,刘常妮,等.“源-汇”体系主导下的断陷湖盆陡坡带扇三角洲发育模式探讨:以苏丹Muglad盆地Fula凹陷为例[J].高校地质学报,2015,21(04):653-663.
- [5] 侯明才,杨田,田景春,等.吉尔伯特型三角洲沉积过程与沉积模式[J].沉积学报,2023,41(05):1281-1294.
- [6] 唐勇,徐洋,李亚哲,等.玛湖凹陷大型浅水退覆式扇三角洲沉积模式及勘探意义[J].新疆石油地质,2018,39(01):16-22.
- [7] 李军辉,李跃,张赫航,等.海拉尔盆地贝尔凹陷南屯组扇三角洲沉积特征及模式[J].大庆石油地质与开发,2019,38(03):8-17.
- [8] 张昌民,朱锐,郭旭光,等.干旱地区河流扇三角洲-河流扇演替模式:来自黄羊泉扇的启示[J].地球科学,2020,45(05):1791-1806.
- [9] 刘震,李晋,刘惠民,等.陆相断陷盆地陡坡带早期大型斜向扇三角洲的发现及其勘探潜力[J].地质学报,2022,96(01):265-283.
- [10] 肖莉.罗家地区水下冲积扇与垦西地区扇三角洲沉积特征及沉积模式对比[J].油气地质与采收率,2014,21(03):36-40+113.
- [11] 武法东,陈永进,李寅,等.河北滦平盆地构造演化及对扇三角洲发育的控制作用[J].现代地质,2000,(02):179-184.
- [12] 余海涛,刘新宇,吴博闻,等.准噶尔盆地西北缘沙湾凹陷上乌尔禾组大型扇三角洲控制因素[J].新疆地质,2020,38(01):71-76.
- [13] 于浩雨.湖盆构造对扇三角洲沉积的影响[D].中国石油大学(北京),2019.