

勘探区块优选中沉积相分析与资源潜力关联性研究

曹永新

中原油田分公司勘探开发研究院 河南 濮阳 457100

【摘要】：沉积相作为反映沉积环境与储层发育特征的重要地质要素，在勘探区块优选过程中具有关键指示意义。围绕沉积相类型、分布格局及其演化特征，结合储层物性与含油气性响应关系，探讨不同沉积体系对资源富集的控制机制。通过对典型沉积相带的对比分析，揭示优质储层与有利相带之间的空间匹配规律，进一步建立沉积相与资源潜力之间的关联模式。结果表明，特定沉积相组合往往对应较高的资源富集程度，而沉积环境的差异直接影响储层品质与规模分布。基于沉积相精细刻画，可有效提升勘探区块优选的科学性与针对性，为资源潜力评价提供可靠依据。

【关键词】：沉积相；勘探区块优选；储层特征；资源潜力；相带分布

DOI:10.12417/2811-0722.26.05.054

引言

油气勘探不断向复杂区域延伸，区块优选的难度随之显著增加。沉积过程所形成的地质记录，不仅决定了储层的空间格局，也深刻影响流体富集与运移路径。不同沉积环境下形成的相带在储层结构、物性条件及连通性方面表现出明显差异，使得资源分布呈现出高度非均质特征。在实际勘探中，单纯依赖构造或单一参数难以准确识别有利区块，而沉积相所反映的成因信息为判别优质储层提供了更具约束力的依据。围绕沉积相与资源富集之间的内在联系展开深入探讨，有助于厘清控制因素与分布规律，从而为勘探部署提供更加清晰的方向。

1 沉积相控制资源分布的关键问题

1.1 沉积环境差异与储层非均质性

沉积环境的差异直接决定了沉积物的来源、搬运方式及沉积动力条件，从而在空间上形成复杂多变的储层结构特征。不同沉积体系中，颗粒组成、分选程度及胶结作用存在显著差异，使得储层在孔隙结构与渗透能力方面呈现出明显的不均一性。高能环境下形成的砂体通常具备较好的分选性与连通性，而低能环境沉积物则更易表现为泥质含量高、孔隙发育受限的特征^[1]。这种由沉积环境主导的差异，使得储层在横向与纵向上均表现出强烈的非均质分布格局。沉积过程中水动力条件的变化还会造成相带间频繁叠置与切割，进一步增强储层的不连续性。储层非均质性的存在，不仅影响流体运移路径，也增加了资源识别与评价的复杂程度，使得在勘探过程中必须依赖对沉积环境的深入解析来约束储层展布特征。

1.2 相带展布对资源富集的约束

沉积相带的空间展布规律是控制油气资源富集与分布的重要因素之一。不同相带在物质组成及结构特征上的差异，使其在储集能力与封堵条件方面表现出不同的地质属性，从而影响资源的聚集与保存。优质砂体往往分布于特定的沉积相带之中，其空间连续性与厚度变化直接关系到储层规模及连通程度，而泥质或致密相带则在一定程度上起到封隔作用，对资源

的富集形成有效约束。在实际地质体中，相带之间的接触关系及其组合方式决定了油气的运移通道与聚集位置，形成多样化的富集模式。相带展布的不均匀性使资源呈现出明显的局部集中特征，也导致不同区块之间资源潜力差异显著。通过对相带分布特征的精细刻画，可以更准确地识别有利储层及潜在富集区，为勘探决策提供关键依据。

1.3 区块优选中地质信息不确定性

在勘探区块优选过程中，地质信息的不完整性与解释偏差始终构成重要制约因素。地下地质体的复杂性使得已有资料难以全面反映真实的沉积结构与储层分布，地震资料分辨率限制、井点控制不足以及解释方法差异均会引入不同程度的不确定性。这种不确定性在沉积相划分及相带展布预测中尤为突出，容易导致对有利区块判断的偏差。不同数据源之间存在尺度与精度差异，使综合分析过程中难以实现完全一致的认识，从而增加区块评价的复杂性。地质认识的不确定还体现在沉积演化过程的重建上，不同解释方案可能对应不同的资源富集模式，进而影响优选结果的可靠性。

2 沉积相类型及其空间分布特征

2.1 主要沉积相类型划分

沉积相类型的划分建立在沉积动力条件、物源供给及沉积环境差异的综合分析基础之上，是认识储层发育特征的重要前提。不同沉积体系下形成的沉积相在岩性组合、结构构造及粒度特征等方面具有明显差异，例如河流相常以砂体发育、分选较好为特征，三角洲相则表现出明显的前缘与平原分带，而湖泊相多以细粒沉积为主，夹杂局部砂体展布^[2]。这些沉积相类型在空间上呈现出一定的规律性分布，同时又受到构造背景与气候条件的影响而发生变化。通过对岩心、测井及地震资料的综合分析，可以较为准确地识别不同沉积相类型及其边界特征，从而为储层预测与资源评价提供基础依据。沉积相类型的合理划分不仅有助于厘清沉积体系内部结构，也为后续相带分析与区块优选奠定了关键基础。

2.2 相带平面与纵向组合特征

沉积相带在平面与纵向上的组合关系体现了沉积过程的动态变化,是分析储层空间分布的重要内容。在平面上,不同相带往往呈现出带状或斑块状分布特征,与物源方向及沉积动力条件密切相关;在纵向上,则表现为多期沉积叠置形成的层序结构,不同相带之间相互叠加、过渡或切割,构成复杂的储层组合模式。这种平面与纵向的组合关系直接影响储层的连通性与连续性,也决定了油气运移通道的有效性。局部区域中,相带之间的频繁转换会导致储层物性出现突变,从而形成有利或不利的储集空间。通过精细刻画相带的空间组合特征,可以揭示储层展布的规律性,并为识别优势储层单元提供重要支撑,使资源评价更加具有针对性。

2.3 沉积演化过程及其指示意义

沉积演化过程记录了沉积环境随时间变化的轨迹,对理解储层形成机制具有重要指示价值。随着构造活动、气候变化及基准面升降的共同作用,沉积体系在不同阶段表现出明显的演化特征,相带分布随之发生迁移与重组。这种演化过程不仅影响沉积物的类型与分布,也控制了储层空间格局的形成。在沉积早期,可能形成分布广泛但连通性有限的储层,而在后期阶段,随着沉积环境稳定或能量条件变化,优质储层可能得到进一步发育与改造。沉积演化的连续性与阶段性特征,为判断储层发育的关键时期提供了依据,同时也有助于识别有利相带的形成条件。

3 沉积相与储层品质耦合关系

3.1 沉积相对孔隙结构的影响

沉积相对孔隙结构的形成具有基础性控制作用,不同沉积环境下颗粒堆积方式与成岩演化路径的差异,使孔隙类型与分布呈现出明显变化。在高压沉积环境中,颗粒分选较好、粒径均一,原生粒间孔隙发育充分,孔隙结构相对规整,连通性较强,有利于流体的储集与运移。而在低压环境中,细粒沉积物含量增加,颗粒排列紧密,孔隙多以微孔及次生孔为主,结构复杂且连通性较差^[3]。沉积相还影响后期成岩作用的强度与类型,不同相带中压实、胶结及溶蚀作用的差异进一步改造原始孔隙结构,使其表现出多样化特征。孔隙结构的这种差异不仅决定储层的储集空间大小,也直接影响渗流能力,因此对沉积相的精细识别成为揭示孔隙结构分布规律的重要前提。

3.2 相控储层物性差异表现

沉积相对储层物性的控制主要体现在孔隙度、渗透率及其空间变化特征上,不同相带之间的物性差异往往反映出沉积动力条件与物质组成的差别。砂质沉积相通常具备较高的孔隙度与渗透率,其内部结构较为疏松,流体运移通道发育良好,而泥质或混合沉积相则因细粒物质含量较高,孔隙空间受限,物性整体偏低。在同一沉积体系内,相带之间的过渡区往往表现

出物性渐变特征,使储层在空间上呈现连续变化趋势。成岩作用的差异进一步放大这种物性差别,例如强胶结作用会降低孔隙度,而溶蚀作用则可能形成次生孔隙,改善储层品质。相控物性的这种差异性,使储层表现出明显的分区特征,为识别有利储层提供了重要依据,同时也为资源分布的预测提供了关键线索。

3.3 优质储层的相带识别特征

优质储层往往集中分布于特定沉积相带之中,其识别需要结合岩性特征、物性参数及沉积构造等多方面信息进行综合判断。在高压沉积相带中,发育较好的砂体通常表现为厚度稳定、横向延伸连续,内部结构较为均一,具备良好的储集与渗流条件。这类相带在测井曲线上常呈现出明显的响应特征,与周围低压沉积区形成鲜明对比。相带边界处则可能出现储层品质的快速变化,成为识别优质储层的重要标志。相带之间的叠置关系与空间配置也对优质储层的形成产生影响,连续叠加的砂体更易形成规模较大的储集空间。

4 沉积相对资源潜力的控制机制

4.1 沉积体系与富集模式关系

沉积体系的类型及其内部结构直接影响油气资源的富集方式,不同沉积环境下形成的储层条件与封盖条件存在显著差异,从而塑造出多样化的资源聚集模式。河流—三角洲体系中,砂体发育良好且连通性较强,易形成沿砂体展布的带状富集特征;湖泊或深水沉积体系则因细粒沉积占优,往往表现为局部富集或受限分布^[4]。沉积体系内部不同相带之间的组合关系,进一步决定了储层与盖层的配置方式,使油气在特定区域内实现有效聚集。沉积动力条件的变化还会影响储层连续性与空间分布,使富集模式呈现出明显差异。对沉积体系及其富集模式关系的深入认识,有助于明确资源分布规律,为区块优选提供重要依据。

4.2 相带配置与油气运移路径

沉积相带的空间配置决定了油气运移通道的形态与效率,是控制资源聚集过程的重要因素。高渗透性的砂体相带通常构成主要运移通道,使油气能够沿优势路径向有利区聚集,而低渗透性或致密相带则起到阻隔或分隔作用,限制流体扩散范围。相带之间的接触关系及其连通程度,对油气运移路径的连续性具有直接影响,在复杂沉积体系中,多种相带交互分布,形成多样化的运移网络结构。局部相带的变化可能导致运移方向的调整,使资源在空间上重新分配。通过对相带配置特征的系统分析,可以有效识别主要运移通道及潜在聚集区,从而提升对资源分布格局的认识精度。

4.3 关键相带对资源规模约束

资源规模的形成不仅依赖于物源供给与构造条件,也受到关键沉积相带发育程度的显著制约。优质储层相带的厚度、连

续性及分布范围,直接决定了可容纳油气的空间规模,而封盖相带的完整性则关系到资源保存条件。在沉积体系中,若关键储层相带发育不足或分布局限,资源规模往往受到限制,即使存在油气充注也难以形成大规模富集。相反,当储层相带与封盖条件匹配良好时,更易形成规模较大的资源聚集区。不同相带之间的组合方式及其空间配置,使资源规模呈现出明显差异。通过识别和评价关键相带的发育特征,可以更加准确地判断资源潜力的大小,为勘探区块的优选提供重要依据。

5 基于沉积相的区块优选路径

5.1 有利相带筛选方法

有利相带的识别依赖于沉积相特征与储层品质之间的对应关系,通过岩性组合、测井响应及地震属性等多源资料的综合分析,可以逐步明确优势相带的分布范围。高能沉积环境中形成的砂体往往具备较好的储集条件,在筛选过程中通常表现出较强的连续性与稳定性,而低能环境相带则更多表现为隔挡或不利用区^[6]。结合沉积构造特征与相带边界变化,可以进一步识别储层发育的有利位置。通过对不同相带属性的对比分析,能够有效剔除低潜力区域,聚焦于具备良好储集与连通条件的目标区块,从而为区块优选提供明确方向。

5.2 多因素叠合评价思路

区块优选过程中,单一地质因素难以全面反映资源潜力,多因素叠合成为提高评价精度的重要手段。沉积相分布提供了储层发育的基础框架,而储层物性、构造条件及流体特征等因素则从不同角度补充约束信息。通过将这些关键要素在空间上进行叠合分析,可以识别出多种有利条件交汇的区域,使优选结果更具可靠性。不同因素之间存在一定的耦合关系,例如优质相带与高渗透储层往往呈现一致分布,而构造高部位则有利于资源聚集。对这些信息进行系统整合,有助于降低单一因素带来的偏差,使区块评价更加全面与精细。

5.3 优选区块空间分布特征

优选区块在空间上通常表现为受沉积相带控制的集中分布特征,与有利储层发育区域高度一致。这些区块多位于优质相带的延伸方向或叠置部位,具备较好的储层连续性与连通性,同时与油气运移通道保持良好配置关系。在平面上,优选区块往往呈带状或片状分布,反映出沉积体系的整体格局;在纵向上,则表现为多期有利相带叠加形成的复合储层结构。相带边界附近区域常出现储层条件的快速变化,成为划分优选区块的重要参考。通过对空间分布特征的系统分析,可以更清晰地界定优选区块范围,为勘探部署提供直接依据。

参考文献:

[1] 张继财,贾珺妍,吴常博,等.实景三维模型在石油地震勘探区块的应用研究[C]//中国石油学会石油物探专业委员会.第三届中国石油物探学术年会论文集(四).中国石油东方物探公司长庆物探分公司;黑龙江科技大学.;2025:413-416.

6 沉积相分析在区块优选中的综合提升

6.1 沉积相与资源潜力关联模式

沉积相与资源潜力之间存在稳定而复杂的对应关系,这种关系体现在相带类型、空间组合及其演化过程对储层发育与流体聚集的共同影响之中。不同沉积相带在物质组成与结构特征上的差异,使资源在空间上呈现出明显的分异特征。优质砂体相带通常对应较高的资源富集程度,而细粒或致密相带则多表现为资源贫乏区^[6]。相带之间的过渡关系及叠置方式,使资源分布呈现出一定的规律性与层次性。通过对沉积相特征的系统分析,可以构建资源潜力的空间预测模式,从而在复杂地质条件下实现对有利区块的有效识别。

6.2 区块优选结果的地质响应

区块优选结果往往能够在地质特征上得到直观体现,其空间分布与沉积相带的配置关系具有较高一致性。优选区块通常位于储层发育良好且连通性较强的相带之中,同时与油气运移路径形成有效匹配关系。在地质剖面上,这些区块常表现为砂体厚度较大、物性较优的区域,与周围不利相带形成对比。地震响应与测井曲线中也能够反映出明显差异,为优选结果提供验证依据。通过对这些地质响应特征的分析,可以进一步确认优选区块的可靠性,并为后续勘探部署提供更加清晰的参考。

6.3 关键控制因素的整体归纳

沉积相分析在区块优选中的应用体现为多种控制因素的综合作用结果,其中包括沉积环境、相带展布、储层物性及运移条件等多个方面。这些因素相互关联,共同决定资源的空间分布格局与富集程度。沉积环境为储层发育提供基础,相带配置影响储层连通性,而物性条件与运移路径则进一步约束资源的聚集位置。不同因素之间的耦合关系,使区块优选呈现出明显的系统性特征。通过对关键控制因素的整体梳理,可以更加清晰地把握资源分布规律,从而提升区块优选的针对性与有效性。

7 结语

沉积相分析贯穿于勘探区块优选与资源潜力评价全过程,其对储层分布、物性差异及油气富集规律具有重要约束作用。围绕沉积相类型、相带配置及其演化特征展开系统认识,有助于厘清资源分布的主控因素,并强化对有利区块的识别能力。在多因素综合作用下,沉积相与资源潜力之间的内在联系得到进一步明确,使区块优选更加具备针对性与可靠性,为复杂地质条件下的勘探决策提供坚实支撑。

- [2] 孟欣,袁珍,杨琛皓. 某区块砂岩储层沉积相及储层物性研究[J].石化技术,2025,32(03):263-265.
- [3] 李明阳,李研. 构造活动影响下河流沉积相的响应模式及地质意义[J].生态与资源,2025,(03):19-21.
- [4] 李浩武,李勇,王建君,等. 国际大石油公司勘探区块获取与资产收并购特点及启示[J].石油科技论坛,2025,44(01):32-42.
- [5] 伍秋姿,陈丽清,陈玉龙,等. 基于机器学习算法的深部页岩储层物性预测及有利勘探区优选[J].非常规油气,2024,11(05):95-105.
- [6] 陈玉玺,杨燕,王庆帅,等. 单储系数在油气勘探区块开发概念设计中的应用[J].云南化工,2022,49(03):84-86.