

海底构造对油气资源分布的影响研究

周 政

中国海洋大学 山东 青岛 266000

摘 要：海底构造作为地球内部动态过程的直接反映，对油气资源的形成与分布具有深远影响。沉积盆地的形成与演化、构造断裂的发育、海底地貌的多样性以及区域地质背景的差异，共同塑造了油气资源的富集区域。研究海底构造特征，有助于揭示油气资源的分布规律，为油气勘探提供关键的地质依据。通过深入分析海底构造与油气资源的关系，可进一步提升油气资源的勘探效率与开发潜力。

关键词：海底构造；油气资源分布；影响

引言

海底构造作为地球地质结构的重要组成部分，其复杂性与多样性对油气资源的分布起着至关重要的作用。油气资源作为现代能源体系中的关键一环，其勘探与开发对于保障国家能源安全具有重要意义。因此，深入研究海底构造对油气资源分布的影响，不仅有助于揭示油气资源的形成机制，还可为油气勘探实践提供有力的地质支持。本文旨在探讨海底构造与油气资源分布之间的内在联系，为油气资源的可持续开发提供科学依据。

1 海底构造概述

海底构造是海洋地质学研究的核心领域之一，它涵盖了海底主要构造单元及其相互关系，以及海底岩石圈的演化历史。海底构造繁复多变，主要分为大洋板块与板块边缘两类，大洋盆地作为大洋板块的核心，地层平坦，除断裂外少见褶皱。板块边缘细分为三种，汇聚边缘特征为板块俯冲消失，分离边缘以海底扩张和洋壳增长为标志，转换边缘则表现为水平位移。洋底地壳具有三层结构，自上而下依次为沉积层、玄武质熔岩和岩墙、辉长岩等，洋壳的厚度约为5至10千米，相较于陆壳要薄得多，同时也年轻得多。在空间上，洋壳的厚度存在很大的变化，例如，在大洋中脊轴部，洋壳厚度仅2至6千米，玄武岩常直接出露海底；而在无震海岭或海底高地，地壳厚度显著增大，常可达20千米以上。海底扩张和板块构造模式为解释大洋构造的演化历史奠定了基础。根据海底扩张学说，大洋中脊是大洋地壳的诞生处，新的大洋底在这里形成，并推动先期形成的较老的大洋底向两侧扩展，形成海底的扩张。这一理论能够解释世界各大洋洋壳的变化，尽管不同洋底的扩张方式存在细微差异。洋底岩石的研究也是海底构造研究的重要组成部分，洋底岩石主要由地幔岩浆活动的产物构成，这些岩石的组成、产状、分布和成因与陆壳岩石存在显

著差异。例如，洋底岩石通常年轻且化学成分高铁镁而低硅碱，与陆壳岩石高硅碱而低铁镁的特点恰好相反，洋底玄武岩是最常见的岩石类型，它们分布广泛，具有不同的特征和成因。海底构造研究不仅涉及海底地形地貌的描述，还深入探讨了地壳起源、演化等地质学根本问题。随着深海钻探技术的不断发展，人们对海底构造的认识将更加深入，为海洋地质学的进一步发展奠定坚实基础。

2 油气资源成因与分布规律

2.1 油气资源成因

(1) 有机成因理论是目前被广泛接受的油气形成理论。在漫长的地质历史时期，大量的生物遗体，如浮游生物、藻类以及高等植物等，在特定的环境下沉积于海底或湖底。这些生物遗体富含丰富的有机质，是油气生成的物质基础。随着沉积物不断堆积，生物遗体被掩埋在越来越深的地层之下，受到上覆沉积物的压力以及地温的共同作用。在缺氧的还原环境中，有机质逐渐发生一系列复杂的生物化学和地球化学变化。(2) 初期阶段，在微生物的参与下，有机质首先进行分解转化，形成腐泥或腐殖质等中间产物。随着埋藏深度的增加，温度和压力进一步升高，达到一定的地质条件时，这些中间产物开始发生热降解作用。长链的有机分子在热的作用下逐渐断裂，分解成较小的分子，如烃类物质。这个过程中，不同类型的有机质由于其化学结构和组成的差异，生成油气的效率和产物类型也有所不同。(3) 干酪根是有机质向油气转化过程中的关键物质。根据其化学组成和结构特征，可分为不同的类型，如Ⅰ型干酪根主要来源于藻类等水生生物，富含脂肪族结构，是生成石油的优质母质；Ⅱ型干酪根兼具水生生物和陆源高等植物的特征，也具有良好的生油潜力；Ⅲ型干酪根则主要来自陆源高等植物，以富含芳香族结构为特点，相对更

倾向于生成天然气。(4)除了热降解作用外,催化作用在油气形成过程中也扮演着重要角色。地层中的黏土矿物等物质具有一定的催化活性,能够降低有机质转化的活化能,加速油气的生成。地质构造运动也会对油气的生成产生影响,构造运动导致地层的抬升、沉降以及褶皱断裂等,改变了地层的温度、压力条件,进而影响有机质的演化进程^[1]。

2.2 油气资源分布规律

(1)从全球范围来看,油气资源的分布呈现出明显的不均衡性,这种不均衡性与地质构造背景密切相关。在板块构造运动活跃的地区,如大陆边缘的俯冲带和碰撞带,以及板块内部的裂谷带,往往是油气资源富集的区域。在大陆边缘的被动大陆边缘,由于长期的沉积作用,形成了巨厚的沉积盆地,这些盆地中堆积了丰富的有机质,具备良好的油气生成条件。(2)沉积盆地的类型和特征对油气资源分布至关重要。大型沉积盆地如波斯湾盆地、西西伯利亚盆地,沉积面积广、厚度大,能容纳大量有机质,经历复杂构造和热演化,利于油气生成、运移和聚集。不同类型沉积盆地油气分布各异,如前陆盆地因独特构造演化,在造山带一侧常形成丰富构造圈闭,成为油气聚集的重要区域。(3)储集层的性质和分布也是影响油气资源分布的重要因素。优质的储集层通常具有良好的孔隙度和渗透率,能够为油气的储存和运移提供空间和通道。常见的储集层类型包括砂岩、碳酸盐岩等,砂岩储集层以其颗粒间的孔隙为主要储集空间,分布较为广泛;碳酸盐岩储集层则由于其特殊的岩石结构和地质作用,形成了溶洞、裂缝等复杂的储集空间,在特定的地质条件下能够形成高产油气藏。(4)盖层的封闭性能对于油气的保存至关重要。盖层是位于储集层之上的致密岩层,能够阻止油气向上逸散。常见的盖层有泥岩、页岩等,它们具有极低的渗透率,能够有效地封盖油气。只有当储集层、盖层以及圈闭等条件相互匹配时,才能形成具有工业开采价值的油气藏,油气的运移路径也受到地层的倾斜、断裂等地质因素的控制,油气往往沿着阻力最小的路径运移,最终在合适的圈闭中聚集^[2]。

3 海底构造对油气资源分布的具体影响

3.1 沉积盆地的形成与演化

沉积盆地是油气生成和聚集的关键场所,其形成与演化深刻影响着油气资源的分布。在地球漫长的地质历史进程中,板块运动、地壳沉降等构造活动促使沉积盆地的形成,当板块相互碰撞、俯冲或拉伸时,地壳局部区域发生沉降,为沉积物的堆积创造了空间条件。随着

时间推移,大量的生物残骸、泥沙等物质在这些沉降区域不断堆积,形成了巨厚的沉积层。在沉积盆地的演化过程中,不同阶段的地质条件对油气的生成和保存至关重要,早期的沉积环境决定了有机质的输入量和类型,富含有机质的沉积物在合适的温度、压力和埋藏深度条件下,逐渐发生热降解和化学转化,生成石油和天然气。随着盆地持续沉降,沉积物不断加厚,上覆地层压力和地温升高,进一步促进油气的成熟和运移,如果盆地在演化后期经历了强烈的构造抬升或剥蚀作用,可能导致已生成的油气遭受破坏或散失,不利于油气的大规模聚集和保存。例如,波斯湾盆地是世界上最重要的油气产区之一,其形成与特提斯洋的演化密切相关。在漫长的地质历史中,该区域经历了多次板块碰撞和地壳沉降,形成了巨厚的沉积层,富含丰富的有机质,为油气的大规模生成和聚集提供了极为有利的条件。

3.2 构造断裂与油气运移

构造断裂在海底地质构造中极为普遍,对油气资源的运移路径起着至关重要的控制作用。这些断裂是地壳岩石因应力作用发生破裂和位移的直观表现,它们破坏了岩石的原有连续性,从而形成了油气运移的重要通道和富集区域。当油气在源岩中生成后,由于浮力和地层压力差的作用,会沿着岩石的孔隙、裂缝等通道向高位运移。而构造断裂作为一种更为高效的运移通道,能够将深部源岩中的油气快速输送到浅部的储集层中。不同规模和性质的断裂对油气运移的影响程度有所不同,大型的深大断裂通常切穿多个地层,能够沟通深部的烃源岩和浅部的储集层,为油气的长距离运移提供了条件。这些断裂不仅可以作为油气的垂向运移通道,还能在一定程度上控制油气的横向运移方向。断裂的活动时期和强度也与油气运移密切相关,在断裂活动期,岩石的破碎程度增加,孔隙和裂缝发育,有利于油气的运移;而在断裂静止期,部分裂缝可能被矿物质充填,影响油气的运移效率。例如,在南海北部陆坡区,存在一系列的正断层和走滑断层,这些断裂活动对该区域的油气运移和聚集起到了重要的控制作用。深部源岩生成的油气通过断裂向上运移,在合适的构造圈闭中聚集成藏^[3]。

3.3 海底地貌与油气储集

海底地貌是海底构造的直观表现形式之一,对油气储集有着重要影响。不同类型海底地貌,如海底峡谷、海山、海底扇等,具有独特的沉积特征和地质结构,为油气的储集提供了多样化的空间。海底峡谷通常是由海底侵蚀作用形成的深切谷地,其两侧和底部堆积了大量的沉积物。这些沉积物具有良好的分选性和孔隙

结构,是潜在的油气储集层。海底峡谷的特殊地形有利于形成圈闭构造,阻止油气的进一步运移,从而促进油气的聚集。海山是海底的隆起地形,其顶部和侧翼的岩石类型和构造特征与周围海底存在差异,海山周围的沉积环境较为复杂,可能发育有生物礁、碳酸盐岩等特殊储集层。生物礁具有高孔隙度和渗透率的特点,能够有效储存油气。海底扇是由海底浊流沉积形成的扇形地貌,其沉积物粒度变化较大,从粗粒的砾石到细粒的泥质都有分布。粗粒沉积物组成的扇体前缘和扇中部位通常具有较好的储集性能,是油气储集的有利区域,例如,墨西哥湾的海底峡谷和海底扇区域,是重要的油气产区。这些区域的特殊海底地貌为油气的储集提供了良好的条件,大量的油气在其中聚集,形成了多个商业性油气田。

3.4 区域地质背景与油气分布

区域地质背景是影响油气分布的宏观因素,它涵盖了板块构造、地层发育、构造演化等多个方面。不同的区域地质背景决定了油气生成、运移和聚集的地质条件,从而导致油气资源在全球范围内呈现出不均衡的分布格局。在板块构造活动强烈的区域,如板块汇聚边界和离散边界,通常伴随着强烈的地壳运动、火山活动和岩浆侵入。这些构造活动不仅为油气的生成提供了丰富的热源,促进有机质的转化,还能形成各种类型的构造圈闭,有利于油气的聚集,例如,环太平洋地区是全球重要的油气产区之一,该区域处于多个板块的汇聚边界,地质构造复杂,经历了多期的构造运动,形成了众多的沉积盆地和构造圈闭,为油气的生成和聚集创造了有利条件。地层发育情况对油气分布也有着重要影响,一套完整的含油气地层系统通常包括烃源岩、储集层和盖层,烃源岩是油气的来源,储集层用于储存油气,盖层则起到封闭油气的作用,防止其逸散。在区域地质背

景中,地层的厚度、岩性组合、沉积相变化等因素都会影响油气的生成、运移和保存,如果地层中缺失关键的烃源岩或盖层,或者储集层的物性较差,都不利于油气的大规模聚集。区域地质背景中的构造演化历史决定了油气的成藏期次和改造程度。多次构造运动可能导致油气藏的破坏、调整和再聚集,使得油气分布更加复杂。例如,中东地区经历了复杂的构造演化过程,早期形成的油气藏在后期的构造运动中发生了调整和再分配,最终形成了现今丰富多样的油气分布格局^[4]。

结语

综上所述,海底构造对油气资源的分布具有显著影响。沉积盆地的演化、构造断裂的发育、海底地貌特征以及区域地质背景等因素,共同决定了油气资源的富集区域与分布规律。通过深入研究海底构造特征,我们可以更加准确地预测油气资源的潜在分布区域,为油气勘探与开发提供有力的地质指导,并且对指导海底油气资源的勘探开发具有重要意义。未来,随着勘探技术的不断进步与地质认识的深化,海底油气资源的勘探与开发将迎来更加广阔的发展前景。

参考文献

- [1]张新兵,于鹏,赵崇进,等.海地板块构造的综合地球物理虚拟仿真实验平台及其应用[J].中国地质教育,2024(2):134-138.
- [2]刘亚明,马中振,田作基.南美地区油气地质特征及常规油气资源潜力[J].科学技术与工程,2024,24(6):2307-2322.
- [3]郭智能.油气田地质因素对油气田开发的影响[J].中国石油和化工标准与质量,2024,44(21):101-103.
- [4]冯伟平,王飞宇,杨雪迪,等.二连盆地乌兰花凹陷烃源灶表征及其对油气分布的控制[J].地球学报,2023,44(3):531-542.