

东海盆地西湖凹陷AA气田储层特征及其控油气性

勘探2102班：吕国萍 指导教师：李军 论文类型：毕业论文

摘要：东海盆地西湖凹陷 AA 气田平湖组是我国近海天然气勘探开发的关键领域，为典型的低孔低渗致密储层。本研究通过铸体薄片分析、物性测试、毛管压力曲线测定及扫描电镜观察等方法，系统解析了研究区目的层的岩石学特征、物性特征、孔隙结构及成岩演化规律，并探究其对油气成藏的控制机制。研究发现，研究区岩石类型以长石砂岩为主，石英含量平均高达 67.55%，岩屑组分中变质岩占比达 57%-69%；孔隙度主要分布在 8%-10% 区间，渗透率普遍低于 $0.5 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ，孔隙类型以粒间孔和粒内溶孔为主。强压实减孔效应和半封闭—封闭成岩流体系统下的胶结作用为致密主控因素。沉积相、储层物性与成岩作用共同主导了油气成藏过程。

关键词：致密储层；物性；成岩作用；控油气性；平湖组

1 研究背景

截至 2023 年，我国海上油气勘探主要集中在渤海、东海、南海等海域，其中东海盆地西湖凹陷是我国东海海域重要的油气勘探开发目标之一。西湖凹陷天然气地质资源储量约为 $3 \times 10^{12} \text{ m}^3$ ，探明储量约为 $8 \times 10^{11} \text{ m}^3$ 。AA 气田的发现对于缓解我国东部沿海地区能源紧张局面及保障国家能源安全具有重要意义。

储层是油气赋存的场所，其特征直接影响油气的富集和产能。开展 AA 气田储层特征及其控制性研究，对于明确该气田的成藏规律，为下一步勘探开发部署铺路具有重要的理论和现实意义。

2 发展现状

国内外对致密储层的研究主要集中在储层特征、成岩作用和控油气性等方面。北美地区在页岩气和致密油储层的研究与开发领域处于世界领先地位，通过水平井和多级压裂技术显著提高了非常规油气的产量。国内在低渗透与非常规储层研究方面也取得了显著进展，特别是在储层改造技术方面。

3 储层特征

3.1 岩石学特征

研究区储层以中砂岩为主，岩屑以长石砂岩为主，石英颗粒含量最多，相对含量范围为 35%~88%，平均值为 67.55%；长石相对含量范围为 3%~35%，平均值为 17.01%；岩屑的相对含量范围为 3%~34.5%，平均值为 15.47%（图 1）。

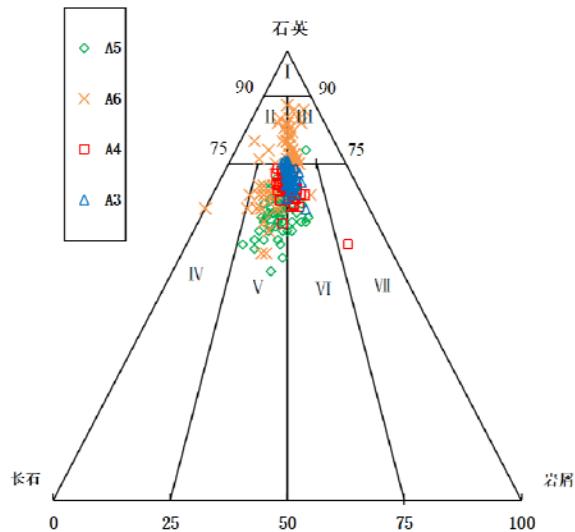


图 1 AA 气田平湖组储层岩石类型三角图

岩屑主要包含喷出岩、变质岩与沉积岩三大类，其中变质岩占岩屑总量 57%~69%，喷出岩占 23%~34%，沉积岩占 6%~8%。填隙物可分为杂基和胶结物两大类，胶结物中菱铁矿含量最多，平均占总填隙物含量的 26.9%。

3.2 物性及孔隙结构特征

研究区内平湖组的孔隙度主要处于 2.2%-15.2% 的范围内，其中孔隙度主要分布在 8%-10% 的范围内，占总体孔隙度分布的 52%。渗透率普遍低于 $0.5 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ，A3 地区主要处于 $0.1-0.5(10^{-3} \mu\text{m}^2)$ 的范围内，占该地区总体渗透率分布的 47%。

孔隙类型以粒间孔为主，占总孔隙的 52%，其次为粒内溶孔，占总孔隙的 36.8%。毛管压力曲线分析表明，研究区喷道以细喉道（0.1-1um）为主，分选程度中等，非均质性较为突出（图 2）。

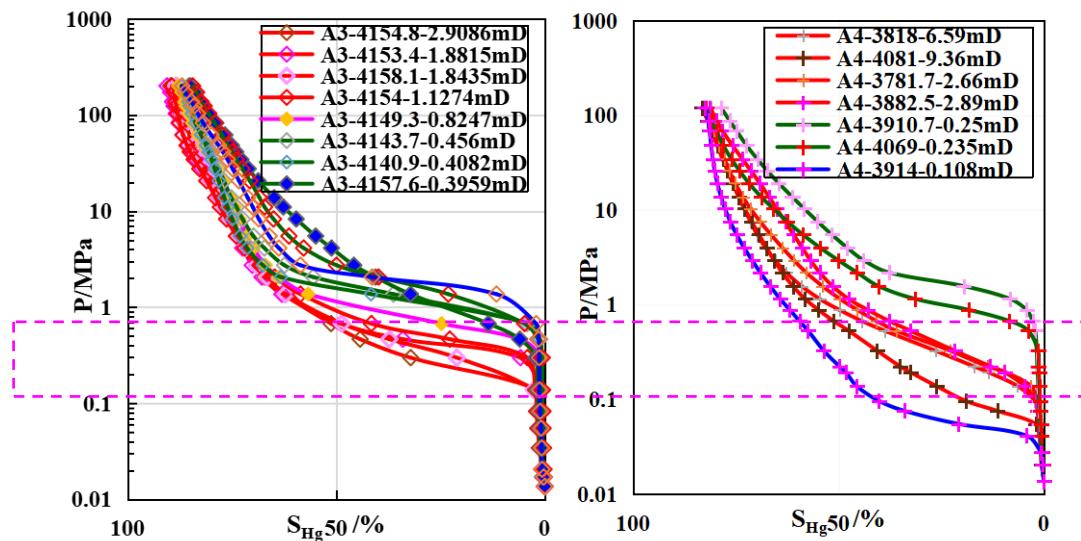


图 2 AA 气田平湖组储层毛管压力曲线图

3.3 成岩作用特征

研究区储层经历了复杂的成岩演化过程，主要包括压实作用、胶结作用和溶蚀作用。

压实作用：颗粒接触方式以点-线接触为主，指示经历了弱-中等强度的压实改造，孔隙度降低至 10%~15%。

胶结作用：菱铁矿、铁方解石等碳酸盐胶结物，石英次生加大形成的硅质胶结物以及自生绿泥石等粘土胶结物大量充填孔隙空间，削弱了孔隙之间的连通性。

4 孔隙演化与致密化过程

4.1 孔隙演化

研究区储层孔隙演化可分为三个阶段：

1、早期压实致密阶段（至 32Ma）：以压实作用为主导，孔隙度急剧下降至 10%-15%。

2、中期溶蚀增孔阶段（至 15Ma）：溶蚀作用活跃，形成次生孔隙，增孔幅度为 2%~6%。

3、后期胶结致密阶段：胶结作用占据主导，孔隙度进一步降低至 8%-10%。

4.2 致密化主控因素

沉积作用：潮控三角洲环境下沉积的砂岩具有粒度较粗、原生孔隙发育良好的特点，但后期成岩作用增强了非均质性。

成岩作用：压实和胶结作用是致密化的主要因素，溶蚀作用虽改善局部物性，但整体影响有限。

构造演化：古近纪至中新世频繁的构造运动加速了岩石致密化进程，裂缝发育改善了局部储层物性。

5 储层控油气性

5.1 沉积相对油气的控制

含气显示好的地段为砂层厚的三角洲相，潮坪相基本无含油气显示。潮控三角洲相带内砂体发育区域具备良好的储集空间和运移条件，成为油气聚集的核心区域。

5.2 成岩作用对油气的控制

溶蚀作用形成的次生孔隙改善了储层物性，含气饱和度较高的层位通常溶蚀孔隙较多。压实与胶结作用虽导致储层致密，但增强了封闭性，有利于油气保存。

5.3 物性对油气的控制

研究区内砂体厚度、砂地比值、孔隙度与渗透率等参数与气层厚度呈正相关。高孔隙度、高渗透率的优质储层是油气富集的主要层位。

6 结论

- 1、平湖组储层为典型的低渗-致密储层，岩石类型以长石砂岩为主，石英含量平均达 67.55%，孔隙度主要分布在 6%-12%，渗透率普遍低于 $0.5 \times 10^{-3} \text{ um}^2$ 。
- 2、储层致密化过程分为三个阶段：早期压实致密阶段、中期溶蚀增孔阶段和后期胶结致密阶段。
- 3、高能相带与强溶蚀耦合控制储层甜点发育，潮控三角洲、溶蚀作用及裂缝是主控因素。
- 4、储层对油气的控制是物性主导、沉积成岩耦合作用的结果，优质储层是油气富集的关键。