

# 石油地质勘探与储层评价方法的研究

戚秋生

中国石油长庆油田分公司第四采油厂 宁夏 银川 750005

**摘要：**石油地质勘探与储层评价方法的研究是石油工业发展中的关键环节，对于发现和开发油气资源具有重要意义。综合定量评价方法通过综合考虑多个参数和指标，对储层的性质和潜力进行定量评估；低成本评价方法通过简化和优化技术手段，提供经济高效的储层评价结果；新技术的应用为石油地质勘探与储层评价提供了新的手段。

**关键词：**石油；地质勘探；储层评价

## 1 石油地质勘探内容

石油地质勘探是通过地下岩石结构、地质构造、沉积相等地球科学要素的研究，以及运用地球物理、地球化学、地质分析等多学科知识和技术手段，来获取石油资源信息、确定勘探目标和评估勘探前景的过程。石油地质勘探的内容主要包括以下几个方面：（1）地质勘探目标的确定：根据区域地质特征、沉积相和构造背景，结合现有的勘探资料和实验数据，确定潜在的石油勘探目标区域。通过详细的地质调查、地质制图和地质模型建立，分析和判断勘探目标的潜力和可行性。（2）勘探数据的采集和解释：运用多种勘探方法和技术手段，如地震勘探、电磁勘探、地球化学勘探等，获取地下的地质、地球物理和地球化学信息。通过对采集到的勘探数据进行解释和分析，对勘探区域的地质背景、沉积环境、构造特征等进行准确的描述和探索。（3）储层评价：对采集到的勘探数据进行储层评价，包括孔隙度、渗透率、饱和度等储层参数的测定和评估。通过岩心分析、测井解释、物性测试等技术手段，对储层性质进行综合评价，判断其储集石油和气体的能力和潜力。（4）资源量估计：通过对勘探区域的勘探数据、储层特征、构造形态等因素的综合分析和评估，利用储量计算方法和技术手段，对勘探区域的石油资源量进行合理估算。从而为后续的石油开发和生产提供科学的指导和参考。石油地质勘探是一项综合且复杂的工作，需要运用多学科的知识和技术手段，精确分析和解释地下的地质和地球物理信息，以准确评估和发现潜在的石油资源。通过科学合理的石油地质勘探工作，可以为石油产业提供有力的支撑，保障石油供应和能源安全。

## 2 我国石油地质勘探技术的应用现状

我国是一个石油资源丰富的国家，石油地质勘探技术的应用在石油行业发展中起到至关重要的作用。随着科技进步和创新能力的提升，我国石油地质勘探技术

在过去几十年取得了显著的进展。第一，在地震勘探方面，我国已经建立起了一套完整的地震勘探体系，包括2D和3D地震勘探技术。通过地震波的传播和反射，可以对地下岩石结构进行分析，识别潜在的石油储集层。我国在地震勘探技术上取得了很大突破，特别是在海上勘探领域，采用了深水、宽频带、宽视角等高级技术手段，提高了勘探效率和勘探成功率<sup>[1]</sup>。第二，在地球物理勘探方面，我国广泛运用了电磁、重磁、重力、电站等勘探手段。这些方法可以从不同角度解析地下岩石的物性和构造，为勘探决策提供科学依据。我国在电磁勘探领域的研究和应用也取得了显著的成果，如瞬变电磁法、大面积电磁法等进一步提高了电磁勘探的分辨率和深度。第三，我国石油地质勘探中广泛应用了地球化学勘探和地质分析技术。地球化学勘探可以通过分析地下岩石中的有机化合物和地球化学元素，推测石油和气体的赋存状态和含量。地质分析则通过岩心分析、测井解释等方法，对储层岩石的孔隙度、渗透率等进行评价，判断勘探区域的石油资源潜力。

## 3 石油地质勘探技术

### 3.1 多波多分量地震勘探技术

石油地质勘探技术中的多波多分量地震勘探技术是一种复杂而高效的技术，主要用于探测地层中的油气资源。该技术利用地震波在岩石中的传播特性来推断地下岩层的形态、结构和属性，为石油勘探和开发提供关键信息。多波多分量地震勘探技术利用多种不同类型的地震波（如纵波、横波、转换波等）及其在不同介质中的传播特性来获取地下信息。这些地震波在地下岩层中传播时，会因岩层的性质和结构而发生反射、折射和透射等现象。通过记录和分析这些地震波的传播规律，可以推断地下岩层的形态、结构和属性。多波多分量地震勘探技术具有以下优点：（1）高分辨率：该技术能够提供高分辨率的地层图像，揭示地层中的细微结构和属性，

为油气资源的勘探和开发提供更准确的信息。(2) 三维成像：利用多波多分量地震勘探技术可以获取地下岩层的三维图像，更全面地了解地下结构，为油气的开采提供可靠的地质资料。(3) 可靠性高：该技术利用多种地震波的传播特性来推断地下岩层的形态和属性，比传统单一波形的勘探方法更具可靠性。(4) 适用范围广：多波多分量地震勘探技术适用于各种不同类型的地质条件和勘探目标，具有广泛的适用范围。

### 3.2 计算机仿真技术

计算机仿真技术是一种在石油地质勘探中广泛应用的技术手段，它是利用计算机建立地质模型，模拟和重现地下岩石构造、沉积环境和流体运移等过程的一种方法。通过计算机仿真技术，可以更准确地预测和评估石油勘探区域的地质特征，指导勘探与开发工作的决策与规划。石油地质勘探中的计算机仿真技术主要包括以下几个方面：(1) 地质模型构建：通过采集地质数据、勘探数据和实验数据等，利用计算机软件建立地质模型，包括地下岩石结构、构造背景、沉积相等地质要素。地质模型的建立可以有效地将地质现象从实地转移到计算机环境中，为后续的仿真计算提供基础<sup>[2]</sup>。(2) 地质过程仿真：根据地质模型，利用仿真软件对地下的各种地质过程进行模拟和重现。例如，可以通过计算机模拟地下流体的运移、化学反应、沉积作用等，还可以模拟构造活动、沉积环境演变、储层形成等地质过程。(3) 石油资源评估：根据地质模型和地质过程仿真的结果，利用计算机进行石油资源评估和预测。通过对地下储层的渗透性、储量、产能等进行仿真计算，可以准确估计勘探区域的石油资源量，并为后续的勘探和开发工作提供科学指导。

### 3.3 物探技术

物探工艺的改进和创新可以有效提高石油地质勘探效率，地震勘探是物探技术中常用的方法，在实际操作过程中，通过发射地震波，地震波接触到地层反射回来，携带着一定覆盖范围内的地质信息，由探测器接收和处理，处理过程实现了自动化，以此分析判断石油的分布状况及获得准确的地理位置。科技的发展带动了物探技术的进步，三维地震技术和数字以及反射地震技术的应用，提高了地震勘探的分辨率，这些新型物探技术使人们能够更加清楚地下复杂的地质状况，参数的可靠性也得到了增加，更加精确分析石油的分布规律，了解石油的储量，对勘探工作的进展起到了积极作用。电法勘探工艺也是物探技术中较为普遍的方法，原理是不同区域的成分不同，电性也不同，根据电性分析石油所在

的位置以及解析地质状况。遥感技术可以实时获取地理信息，且具有较高的准确度，为地质勘探提供了有力的支持。

### 3.4 数字化可视技术的应用

数字化可视技术是近年来石油地质勘探中不断发展和应用的一种先进技术。它将数字化、计算机技术与地质勘探相结合，通过建立三维模型、数据处理和可视化呈现等手段，将地质信息直观地展示在计算机界面上。数字化可视技术在石油勘探中具有广泛的应用前景。首先，数字化可视技术可以帮助勘探人员更好地理解地下地质构造和储层的空间分布情况。通过建立三维地质模型，可以立体呈现地下地质结构，提供更准确和全面的地质信息。此外，通过数据处理和可视化呈现，勘探人员可以直观地观察勘探区域的地质特征、油气分布等，为勘探决策提供科学依据<sup>[3]</sup>。其次，数字化可视技术还可以帮助勘探人员模拟和分析各种勘探方案和开发方案的效果。通过建立计算机模型，可以模拟地下流体运移、沉积演化等地质过程，并预测勘探活动对地下环境的影响。这样，勘探人员可以在计算机界面上快速评估不同方案的优劣，减少试错成本，提高勘探效率。数字化可视技术还可以辅助勘探人员进行数据分析和决策支持。通过数据的可视化呈现，可以更好地发现数据的规律和趋势，帮助勘探人员进行数据解读和分析。同时，数字化可视技术还可以为决策提供科学依据，通过模拟和预测不同决策方案的结果，为决策者提供更准确的决策支持。

## 4 储层评价方法

### 4.1 低成本储层评价

低成本储层评价是一种在石油勘探和开发中常用的方法，通过简化和优化技术手段，以降低成本并尽可能提供准确的储层评价结果。它通过合理利用已有数据和技术手段，以及采用经济有效的方法，实现对储层的评价，减少勘探风险，为开发决策提供科学依据。

低成本储层评价的主要方法包括以下几个方面：

- (1) 综合利用已有数据：低成本储层评价强调对已有数据的合理利用，包括地质勘探数据、地震数据、岩心数据等。通过对这些数据的分析和综合应用，可以获得储层的地质特征、岩石物性参数、构造背景等信息。
- (2) 应用地球物理方法：地球物理方法是一种经济高效的储层评价手段。例如，利用地震方法可以获取储层的速度模型和反射特征，识别潜在的石油储层；利用电磁方法可以研究储层的电性差异，推测油气赋存情况。这些方法通常比较经济，可以为储层评价提供重要的信息。
- (3) 岩心分析和实验室测试：岩心是储层评价中重要的

数据源之一。通过岩心分析和实验室测试, 可以获取储层的物化性质、孔隙结构、流体饱和度等关键参数, 为储层评价提供准确的数据支持。低成本储层评价可以选择岩心分析的关键参数进行测试, 以节约成本。(4) 改进的数学模型: 低成本储层评价也可以利用改进的数学模型实现。通过合理选择合适的数学模型, 将已有数据和信息转化为可用的储层属性参数。利用这些数学模型, 可以对储层的横向和纵向扩展进行预测和建模<sup>[4]</sup>。

#### 4.2 综合定量评价

综合定量评价方法结合了地质、地球物理、地球化学等多个学科的知识和技术, 通过建立数学模型和进行相应的计算, 对储层的物性、含油气性、储量等进行定量分析。综合定量评价方法通常包括以下几个主要步骤: (1) 数据分析和整理: 首先, 对勘探区域的地质勘探数据、地球物理数据、岩心数据等进行收集和整理。通过对这些数据的分析, 获得储层的地质特征、岩石物性参数、构造背景等基本信息。属性建模和空间插值: 在获得基本数据后, 建立合适的属性模型。通过属性建模, 将各种地质属性与储层的空间分布进行关联, 以获得全面的地质属性数据。然后, 使用插值方法将属性数据空间化, 填充缺失值, 得到连续、规则的储层属性数据。(3) 预测和建模: 通过数学模型和统计方法, 对储层的物性、孔隙度、饱和度、储量等进行预测和建模。这些模型可以基于已有数据和地质知识, 将储层属性与勘探区域的地质特征联系起来, 从而预测储层的物性和储量分布。(4) 参数校正和优化: 为了提高预测的准确性, 通常需要根据实测数据对模型进行校正和优化。通过与实际数据的对比, 调整和改进模型参数, 使其更加符合实际情况。

#### 4.3 储层综合定量评价方法

储层综合定量评价方法是一种常用的储层评价手段, 通过综合考虑多个参数和多个评价指标, 定量地评估储层的物性、孔隙度、含油气性等关键属性, 并以此为基础进行储层储量和开发潜力的定量预测。储层综合定量评价方法的主要步骤包括以下几个方面: 收集和整理勘探区域的地质资料, 包括地震资料、岩心资料、

测井资料等。通过对这些地质资料的解释和分析, 了解储层的地质特征、沉积环境、地层结构等, 为后续的定量评价提供基础。根据勘探区域的地质资料, 提取关键属性参数, 如岩石物性、孔隙度、饱和度等。通过采用统计方法、地质模型和地质统计学等手段, 建立属性模型, 将这些属性参数与储层的空间分布进行关联, 实现储层属性的建模。对提取到的储层属性进行数据标准化, 将其转化为可定量比较的指标。然后, 为各个属性参数分配不同的权重, 根据储层特征和评价目标的重要性, 体现不同属性对储层评价结果的贡献程度。通过采用数学模型、统计方法和综合评价指标, 将不同属性的参数综合起来, 得出储层的综合定量评价结果。根据评价结果, 将储层进行分级分类, 确定储层的优势区域和潜力区域。根据综合定量评价结果, 结合储层的地质特征和构造背景, 利用储量计算方法和开发模型, 预测和分析储层的储量和开发潜力, 为后续的勘探和开发决策提供依据。

#### 结束语

石油地质勘探与储层评价需关注多方面因素影响。我国对石油需求量依然较大, 要想满足经济发展需求, 石油企业需重视创新石油地质勘探技术、完善储层评价方法, 能够科学评价石油储层, 稳步推进石油开采工作, 使其实现健康发展。

#### 参考文献

- [1]李琴, 张军华, 谭明友. 东营凹陷深部红层段储层测井自动识别[J]. CT理论与应用研究, 2020,29(05):511-521.
- [2]卢欢, 牛成民, 李慧勇. 变质岩潜山油气藏储层特征及评价[J]. 断块油气田, 2020,27(01):28-33
- [3]林子微. 浅析石油地质勘探与储层评价方法[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2020,40(15):7-8.
- [4]王炫苏. 关于石油地质勘探与储层评价方法探讨[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2019,39(13):3-4.
- [5]向祥恩. 石油地质勘探与储层评价方法[J]. 化工设计通讯, 2019, 45(06): 237-238.