

# 层序地层格架下的含油气系统

## ——以查干凹陷下白垩统为例

朱田雨

西安石油大学地球科学与工程学院

DOI:10.12238/gmsm.v7i6.1864

**[摘要]** 层序地层学是一门研究地层序列和地层界面的学科,主要通过识别和分析地层中的不整合面、侵蚀面和沉积间断面,来划分和对比地层单元。层序反映了地质历史中的沉积旋回和构造活动,为地质学家提供了重要的地层信息。查干凹陷位于中国东北地区,是一个重要的含油气盆地,下白垩统地层在查干凹陷中广泛分布,记录了早白垩世的沉积历史。通过对这些地层的详细研究,可以识别出不同的沉积旋回和地层界面,为含油气系统的研究提供了重要的基础。

**[关键词]** 层序地层格架; 含油气系统; 查干凹陷下白垩统为例

**中图分类号:** P641.4+62 **文献标识码:** A

### Oil and gas systems under the framework of sequence stratigraphy

——Taking the Lower Cretaceous of Chagan Depression as an example

Tianyu Zhu

School of Earth Sciences and Engineering, Xi'an Shiyou University

**[Abstract]** Sequence stratigraphy is a discipline that studies stratigraphic sequences and interfaces. It mainly divides and compares stratigraphic units by identifying and analyzing unconformities, erosion surfaces, and sedimentary discontinuities in the strata. Sequence reflects sedimentary cycles and tectonic activities in geological history, providing important stratigraphic information for geologists. The Chagan Depression is located in northeastern China and is an important oil and gas basin. The Lower Cretaceous strata are widely distributed in the Chagan Depression, recording the sedimentary history of the Early Cretaceous. Through detailed research on these strata, different sedimentary cycles and stratigraphic interfaces can be identified, providing an important foundation for the study of oil and gas systems.

**[Key words]** sequence stratigraphy framework; Oil and gas system; Taking the Lower Cretaceous of Chagan Depression as an Example

### 引言

本文以中国东北的查干凹陷下白垩统为研究对象,深入探讨了层序地层格架下的含油气系统特征。在对查干凹陷下白垩统地层进行详细划分和对比的过程中,成功识别出多个具有独特地质特征的层序单元。进一步分析了这些层序单元中的烃源岩、储层、盖层以及油气运移通道的分布特性。

研究结果显示,查干凹陷下白垩统的含油气系统拥有得天独厚的地质条件,这些条件为油气的生成、运移和富集创造了有利的环境。具体表现在:烃源岩厚度大、有机质丰度高;储集层物性较好,连通性优良;封盖层封闭性强,有效阻止油气逸散。

这些优势条件共同构成了查干凹陷下白垩统含油气系统的高效烃源岩-储层-盖层组合。

此外,本研究还对查干凹陷下白垩统含油气系统的形成与演化过程进行了详细探讨,揭示其在漫长地质历史过程中的演化规律。为深入理解油气资源在查干凹陷的分布规律和勘探潜力提供了参考,对于指导未来油气勘探开发工作具有重要的理论和实践意义。同时,本研究也为我国其他地区类似地质条件下含油气系统的评价和预测提供了借鉴和参考。

### 1 层序地层格架

#### 1.1 层序地层学的定义

层序地层学的核心概念是层序,即由不整合面或与之对应的整合面所限定的一套相对整合的地层序列<sup>[1]</sup>。这些层序在地质演化过程中扮演着重要角色,不仅反映了沉积旋回的演变,还记录了构造变动的痕迹,从而为地质学家提供了重要的地层信息。

在油气勘探领域,层序地层学的应用价值尤为显著。通过对地层序列的深入剖析,研究人员能够精确识别潜在的油气储层和盖层,能够根据地层的岩性、沉积构造、古生物组合等特征,进行精确的地层划分与对比,从而揭示出油气的生成、运移与聚集规律,进而为油气资源的评价与开发奠定坚实的科学基础。

具体而言,在油气勘探实践中,层序地层学帮助我们识别出不同沉积环境下的地层单元,这些单元往往蕴含着不同类型的烃源岩、储层和盖层。通过对烃源岩有机质丰度、热成熟度及生烃潜力的评估,我们可以预测油气资源的潜力;而储层的孔隙结构、渗透率及含油饱和度等特征的分析,则直接关系到油气的储存能力和开采前景。此外,盖层的封闭性能也是决定油气能否有效保存的关键因素之一。

综上所述,层序地层学通过精细的地层划分与对比,不仅为地质研究提供了坚实的理论基础,更在油气勘探与开发领域展现出了其巨大的实用价值和广阔的应用前景。

## 1.2 查干凹陷下白垩统层序地层划分

查干凹陷下白垩统的层序地层划分是基于地层中的不整合面、侵蚀面和沉积间断面进行的。通过对这些地层界面的详细识别和分析,地质学家可以将下白垩统地层精细的划分为多个层序单元,每个单元代表了一个特定的沉积旋回和构造活动。在查干凹陷,下白垩统地层的层序划分主要依据地层的岩性、古生物和地球化学特征。通过对比不同地区的岩性组合和古生物化石,可以建立详细的地层对比框架。因此,查干凹陷下白垩统的层序地层划分通过系统的地层划分和对比,为地质研究和油气勘探提供了重要的理论基础和实用工具<sup>[2]</sup>。

## 2 查干凹陷地质背景

### 2.1 区域地质概况

#### 2.1.1 地理位置和构造背景

查干凹陷位于中国东北部,地处松辽盆地的中部,是一个典型的中生代沉积盆地。该地区地理位置优越,北临大兴安岭,南接松辽平原,东侧为长白山脉,西侧则是广阔的内蒙古高原。这种地理位置使得查干凹陷在地质构造上具有独特的复杂性和多样性。查干凹陷的构造背景主要受控于中生代的板块运动和地壳变形。在早白垩世,该地区经历了强烈的构造活动,形成了多个断裂带和褶皱带。这些构造活动不仅影响了地层的沉积和分布,还为油气的生成和运移提供了重要的地质条件。查干凹陷的构造格局主要表现为一系列北东向和北西向的断裂系统,这些

断裂系统控制了盆地的沉积中心和沉积相的分布。查干凹陷还受到区域构造应力的影响,形成了多个次级凹陷和隆起。这些次级构造单元在地质演化过程中,经历了多次抬升和沉降,形成了丰富的沉积层序和多样的沉积环境。这些地质背景为查干凹陷的油气资源提供了丰富的物质基础和有利的储集条件。因此,查干凹陷的地质背景复杂多样,构造活动频繁,为油气的生成、运移和聚集提供了有利的地质条件<sup>[3]</sup>。

#### 2.1.2 地层分布和沉积环境

查干凹陷的地层分布和沉积环境展示了其丰富的地质历史和复杂的沉积过程。该地区的地层主要由中生代和新生代的沉积岩组成,其中以白垩系和古近系最为显著<sup>[4]</sup>。白垩系地层在查干凹陷中广泛分布,主要由砂岩、泥岩和页岩组成,这些地层记录了早白垩世至晚白垩世的沉积历史。在沉积环境方面,查干凹陷经历了多个沉积旋回,每个旋回都反映了不同的沉积环境和气候条件。早白垩世时期,该地区主要为河流和湖泊相沉积,形成了大量的砂岩和泥岩互层。随着时间的推移,沉积环境逐渐转变为浅海和三角洲相,沉积物中富含碳酸盐岩和泥质岩。这些沉积环境的变化不仅影响了地层的分布,还为油气的生成和储集提供了多样的地质条件。查干凹陷的沉积环境还受到区域构造活动的影响。在构造活动的驱动下,该地区形成了多个沉积中心和沉积相带,这些沉积中心和相带在地质演化过程中经历了多次抬升和沉降。这种构造活动不仅影响了沉积物的分布,还为油气的运移和聚集提供了重要的通道和储集空间。因此,查干凹陷的地层分布和沉积环境展示了其丰富的地质历史和复杂的沉积过程。

### 2.2 下白垩统地层特征

#### 2.2.1 地层划分与对比

下白垩统地层在查干凹陷中具有显著的地层特征,对其划分对比对于揭示该区域沉积演化历程及评估油气资源潜力具有不可估量的价值。该地层序列主要由砂岩、泥岩及页岩等岩性构成,这些岩石类型详尽记录了早白垩世期间的沉积过程与环境变化。通过深入剖析这些地层,能够精准识别出多样化的沉积旋回与关键地层界面,为地质历史重建提供了坚实的物质基础。

在查干凹陷地区,下白垩统地层被系统划分为多个地层单元,每个单元均独特地反映了某一特定沉积环境与气候条件。这些地层单元在区域范围内具有良好的对比性,通过对岩性组合、古生物化石分布及地球化学特征的详尽对比,能够构建起一套详尽且精确的地层对比框架。例如,部分地层单元在不同地理位置上展现出高度一致的岩性特征与古生物组合,这为地层对比提供了强有力的证据支持。

此外,下白垩统地层的划分还高度依赖于对地层界面的精准识别,这些界面主要包括不整合面、侵蚀面及沉积间断面等关

键构造标志。这些界面的识别不仅深化了地层划分的科学性,更为油气的生成、运移与聚集过程提供了关键的地质控制因素。通过对这些地层界面的细致研究,我们能够更加全面地理解查干凹陷的沉积历史,进而精准评估其油气资源潜力。

综上所述,对查干凹陷下白垩统地层特征的深入研究,不仅有助于我们深刻认识该地区的沉积演化历程,更为未来的油气勘探与开发工作提供了宝贵的科学依据与指导方向。

### 2.2.2 主要沉积相和岩相特征

下白垩统地层在查干凹陷中展示了丰富的沉积相和岩相特征,这些特征反映了早白垩世复杂多变的沉积环境和地质演化过程。在该地层序列中,主要沉积相包括河流相、湖泊相、浅海相和三角洲相等多种类型,这些沉积相在区域内交错叠置,共同构建了一个高度复杂的沉积体系。

具体而言,河流相沉积以砂岩与砾岩为主体,这些沉积物通常具有清晰的层理和交错层理结构,反映了河流动力作用下的沉积特征;湖泊相沉积则主要由泥岩和页岩构成,这些沉积物具有细腻的纹理和丰富的有机质,反映了湖泊的静水环境下的沉积特征;浅海相沉积的沉积物主要由碳酸盐岩和泥质岩组成,这些沉积物记录了浅海环境的沉积过程,且具有良好的生物扰动和沉积构造特征;而三角洲相作为下白垩统地层的重要组成部分,其沉积物包括砂岩、泥岩及煤层等多种岩石类型,这些沉积物展现出良好的层序结构与沉积构造,深刻反映了三角洲区域独特的沉积环境与过程。

此外,下白垩统地层中还含有大量的火山碎屑岩,这些岩石记录了当时的火山活动,为地层的研究提供了重要的地质信息。综上所述,查干凹陷下白垩统地层所展示的丰富沉积相与岩相特征,不仅是对早白垩世沉积环境与地质过程的直观呈现,更是后续地质研究与油气勘探不可或缺的宝贵资料。

## 3 含油气系统分析

### 3.1 含油气系统的概念

含油气系统是指在特定的地质历史时期内,由烃源岩、储层、盖层和必要的运移通道组成的,能够生成、运移、聚集和保存油气的地质系统。含油气系统的基本概念包括以下关键要素:烃源岩为富含有机质的沉积岩,能够生成油气。储层为具有良好孔隙度和渗透性的岩石,能够储存和运移油气。盖层为具有良好封闭性的岩石,能够阻止油气逸散。运移通道包括断裂带、裂缝和孔隙系统,为油气的运移提供通道。

含油气系统的研究深度跨越了地层学、沉积学、构造地质学及地球化学等多个学科领域,通过对这些学科知识的综合运用与深入分析,我们能够精准识别出潜在的油气资源分布区,进而为油气勘探与开发的科学决策提供坚实的理论基础与数据支持。因此,含油气系统的基本概念不仅是地质学家们理解油气资源潜力与分布规律的钥匙,更是推动油气工业持续发展的重要

理论基石。

### 3.2 查干凹陷下白垩统含油气系统特征

#### 3.2.1 烃源岩特征及其分布

查干凹陷下白垩统的含油气系统特征中,烃源岩的特征及其分布是关键因素之一。烃源岩主要由富含有机质的泥岩和页岩组成,这些岩石在早白垩世的沉积环境中形成,具有较高的有机碳含量和良好的生烃潜力。在查干凹陷地区,下白垩统的烃源岩层位主要分布在湖泊相和浅海相沉积中,其静水沉积环境为有机质的保存提供了良好的条件。

烃源岩的分布通常与地层的沉积旋回和构造活动密切相关,通过进行地层对比研究,可以识别并划分出潜在的烃源岩层位。烃源岩的地球化学特征也是评价其生烃潜力的重要依据,通过对有机碳含量、热成熟度和生烃指数的分析,可以得出衡量其生烃能力与空间分布规律的关键指标。这些数据的综合应用,极大地增强了我们对于查干凹陷下白垩统烃源岩生成油气能力的理解深度与准确度。

#### 3.2.2 储层特征及其分布

查干凹陷下白垩统的含油气系统特征中,储层特征及其分布是决定油气储量的关键因素。储层主要由砂岩和碳酸盐岩组成,这些岩石在早白垩世的沉积环境中形成,具有良好的孔隙度和渗透性。在该研究区,下白垩统的储层主要分布在河流相、湖泊相和三角洲相沉积中,这些沉积环境为储层的形成提供了良好的条件。

储层的分布规律深刻反映了地层沉积旋回的周期性变化与构造活动的动态影响,通过精细的地层划分与对比,以及综合地质研究手段的应用,我们能够准确地识别出潜在的优质储层发育层段。储层的物性特征也是评价其储集能力的重要依据,通过对孔隙度、渗透率和含油饱和度的系统分析,为科学评估储层的储集容量与油气分布规律提供了关键参数。这些物性特征不仅决定了储层对油气的捕获与储存能力,还直接关联到油气田的开发潜力与经济效益。查干凹陷下白垩统的储层特征及其分布为油气的储集提供了良好的地质条件,通过对这些特征的深入研究,可以更好地探明查干凹陷的油气勘探潜力,还为后续的油气开发策略制定提供了坚实的科学依据。

#### 3.2.3 盖层特征及其分布

查干凹陷下白垩统的含油气系统特征中,盖层特征及其空间分布是决定油气保存的关键因素。盖层主要由泥岩、页岩和蒸发岩组成,这些岩石在早白垩世的沉积环境中形成,具有良好的封闭性和屏障作用。在查干凹陷区域内,下白垩统的盖层主要分布在湖泊相和浅海相沉积中,静水沉积环境为盖层的形成提供了良好的基础。盖层的分布通常与地层的沉积旋回和构造活动密切相关,通过系统地地层对比研究,可以精准地识别出潜在的盖层发育层位。此外,盖层的物理性质特征也是评价其封闭能

力的重要指标,通过对孔隙度、渗透率和厚度等参数的分析,可以更好地理解盖层的封闭能力和空间分布规律。综上所述,查干凹陷下白垩统盖层的独特性质与空间分布模式,对于该地区油气的长期保存起到了至关重要的作用。

### 3.2.4 油气运移路径和聚集模式

在对查干凹陷下白垩统的含油气系统特征的研究中,油气运移路径和聚集模式是决定油气分布和储量的关键因素。油气运移过程高度依赖于断裂带、裂缝网络及孔隙系统的综合作用,这些地质构造体系构成了油气迁移的关键通道。查干凹陷下白垩统的油气运移路径主要受控于地层的沉积旋回和构造活动。通过对查干凹陷内的地层进行对比研究,可以有效识别出潜在的运移路径和聚集模式。油气通常在储层和盖层之间进行运移,最终聚集在构造高部位和储集条件良好的层位。此外,油气的聚集模式也受到地层压力和流体性质的影响,通过对地层压力梯度、流体性质等关键参数的分析,可以更好地揭示油气的运移路径和聚集规律。查干凹陷下白垩统的油气运移路径与聚集模式,不仅为油气的空间分布与储量评估提供了坚实的地质基础,更是深入理解该区域油气成藏机制与勘探潜力的关键所在。通过持续深化对这些特征的研究,我们有望为未来的油气勘探与开

发工作提供更加精准的科学指导。

## 4 结束语

综上所述,层序地层格架下的含油气系统研究为查干凹陷的地质研究和油气勘探提供了重要的理论基础和实用工具。通过对这些特征的深入研究,可以更好地理解查干凹陷的沉积历史和油气潜力,并为未来的油气勘探提供科学依据。

### [参考文献]

[1]刘恒麟.海拉尔盆地巴彦呼舒凹陷构造特征、演化及油气成藏研究[D].成都理工大学,2022.

[2]李胜玉.白音查干凹陷陡坡带下白垩统腾格尔组含砾砂岩储层成因及致密化过程研究[D].成都理工大学,2020.

[3]宋健.海拉尔—塔木察格盆地塔南凹陷变形特征及对地质演化的构造响应[D].吉林大学,2020.

[4]王纳申.银额盆地巴北凹陷白垩系油气成藏条件研究[D].西安石油大学,2019.

### 作者简介:

朱田雨(2000--),女,汉族,陕西韩城人,矿物学、岩石学、矿床学专业在读硕士,研究方向:石油地质学。