

油气勘探经济评价中大数据与人工智能的应用

李亚楠（中国石油化工股份有限公司东北油气分公司，吉林 长春 130062）

摘要：油气勘探领域的重要工具正逐渐被大数据和AI所取代，传统的石油和天然气勘探经济评估依靠的数据，需要耗费大量的时间来处理分析数据。大数据技术的推出，高效便捷地存储、处理和分析海量数据，整合多源信息为经济评估提供更加全面、准确的数据支撑，从而揭示出传统方法难以捕捉的规律和趋势。通过研究大数据和人工智能技术的特点，分析其在经济评价关键环节，如油气勘探数据处理、经济模型构建、风险评估等方面的具体应用方式和优势，为企业发展奠定基础。

关键词：油气勘探；经济评价；大数据；人工智能

中图分类号：TE32 文献标识码：A 文章编号：1674-5167 (2025) 019-0063-03

The Application of big data and artificial intelligence in the economic evaluation of oil and gas exploration

Li Yanan (Northeast Petroleum & Gas Company of Sinopec, Changchun Jilin 130062, China)

Abstract: Important tools in the field of oil and gas exploration are gradually being replaced by big data and AI. Traditional economic evaluation of oil and gas exploration relies on data that requires a lot of time to process and analyze. The introduction of big data technology enables efficient and convenient storage, processing, and analysis of massive amounts of data, integrating multiple sources of information to provide more comprehensive and accurate data support for economic evaluation, thereby revealing patterns and trends that traditional methods find difficult to capture. By studying the characteristics of big data and artificial intelligence technology, analyzing their specific application methods and advantages in key aspects of economic evaluation, such as oil and gas exploration data processing, economic model construction, risk assessment, etc., a foundation is laid for the development of enterprises.

Keywords: oil and gas exploration; economic evaluation; big data; artificial intelligence

石油和天然气勘探是一个对国家能源安全至关重要的领域，投资高，风险大，经济评估旨在对项目的经济效益和可行性进行综合评估，作为油气勘探项目决策的关键依据，面对海量复杂的数据，面对变化多端的市场环境，油气勘探经济的传统评估方法逐渐暴露出局限性。随着大数据和人工智能技术的快速发展，为更好服务于油气勘探项目规划决策、推动油气田企业经济发展的油气勘探经济评估带来了有助于提高评估精准度和可靠性的新方法。

1 大数据与人工智能技术概述

1.1 大数据技术

大数据具有鲜明的“4V”特征，即大数据量 (Volume)、多样化类型 (Variety)、快速生成 (Velocity) 和低价值密度 (Value)，以油气勘探领域为例，其数据源极其广泛，多源异构数据都涵盖其中，如地质、生产资料以及市场资料等，数据量大，就是海量的数据规模，这是大数据最直观的特点。从地层结构的详查资料到每天的生产过程资料，在油气勘探中，各种类型的资料不断累积，数量极其庞大，类型多样，体现在数据形态上，既有精确测量数据的数字形态，也有地质特征的文字描述，还有地球物理探测图的图像

形态等等，生成速度快，是因为在石油和天然气勘探的所有环节中，数据都是源源不断地产生的，比如钻探过程中，包括钻头深度、压力等数据在内，每时每刻都会有新的数据产生。而低价值密度则表示，有价值的信息可能比较少，需要专门的技术手段挖掘，尽管数据总量庞大，大数据技术可以处理这些海量数据，借助的是挖掘数据等手段，DataMining 可以找出隐藏在海量且杂乱无章的模式与关系。通过挖掘地质资料和开采成本之间可能产生的联系，在油气勘探的经济评估方面，而数据分析则能够系统地整理和解读数据，从而为经济评估提供大量宝贵的数据支撑，这就为油气勘探项目的可行性和性价比评估提供了更为丰厚的资料基础。

1.2 人工智能技术

人工智能作为一门包含机器学习、专家系统等多个重要领域的模拟、延伸和扩展人类智能的技术科学，人工智能技术在油气勘探经济评估的情况下，其作用是无可替代的，AI 技术可以学习和分析大量的数据，从数据中找到潜在的模式和规律。这一能力在油气勘探经济评估中十分关键，例如机器学习算法，它能够建立基于过去历史数据的经济评估模型，该模型可以

预测未来石油和天然气的产量，成本和收入，在产量预测方面，对不同地质条件下可能产生的油气产出量，通过对地质资料等多方面信息的分析进行预测。对于成本预测，综合考虑历史数据中反映的原材料价格和人力成本等多种因素，从而作出对未来成本的预计，收益预测结果和市场数据等因素综合在产量和成本两个方面来分析的，同时，作为人工智能的重要分支，深度学习在应对复杂的油气勘探数据方面也具备得天独厚的优势。它可以处理诸如深度分析地球物理勘探图像、提取更多有价值的地质结构信息等更复杂的图像、声音等数据类型，专家系统则可以整合人类专家在石油天然气勘探经济评估方面的经验和知识，在遇到难题时提供专业意见和解决办法，通过这些人工智能技术的综合运用，提高油气勘探项目的经济效率和成功率，从而实现经济指标的精确预测，有效评估风险，优化决策^[1]。

2 大数据在油气勘探经济评价中的应用

2.1 数据驱动的决策支持

油气勘探决策极具挑战，传统模式依赖经验和简单工具，不确定性因素多，工具有限，难以全面把握，大数据带来新决策模式，它整合地质、物探、工程等海量数据，地质资料揭示地层结构和岩石特性，地震波资料反映地下构造，工程资料涵盖勘探过程，综合资料助力大资料分析。它能预测油藏产出，分析大量数据建立准确产量模型，油藏产量影响经济收益，大数据科学评估经济可行性，传统评估基于粗略对比，大数据考虑地质、市场、成本等动态变化，优化钻井位置，找出油气蕴藏最大、费用较低处，挪威国家石油公司（Equinor）就是一个很好的例子，通过利用大数据分析优化了北海的钻井计划，该公司将历史数据监测数据进行了整合，历史数据中包含了该地区以往的勘探成果、地质情况等信息，而实时监测数据可以及时反映目前的各种情况，这样就提高了钻探提高钻探成功率就意味着减少了无效钻探投入，从而显著降低了勘探成本，这在油气勘探决策支持中直接体现了大数据的巨大价值。

2.2 提高勘探效率

地质构造极为复杂，油气勘探过程中地理信息的海量，都需要处理，在这样复杂的情况面前，传统的勘探方法显得效率很低，例如，分析地质资料可能需要大量的人工比对与甄别，也缺乏快速有效的解读地球物理资料的手段，数据挖掘和机器学习等大数据技术中的方法提供了有效的方法来解决这些问题。这些技术可以对海量数据进行自动处理和分析，大数据技术在分析地质和物探资料方面的优势特别明显，它能

够识别潜在的油气藏，通过深入分析大量地质和地球物理资料，以包含地下地质结构丰富信息的机器学习算法模式识别地震数据为例，传统的分析手段也许只能识别一些更明显的特征。并且机器学习算法可以在数据中挖掘出复杂的模式，从而对油气存储的位置和规模进行更加快速和精确的预测，这种快速准确的预测能力，使勘探工作效率大大提高，不必要的勘探工作也随之减少，从而使勘探队伍能够集中资源向潜力更大的地区倾斜。

2.3 优化资源分配

石油和天然气勘探项目在投入大量人力物力的同时，往往需要巨大的资金投入，项目成功的关键因素之一就是如何合理分配这些资源，大数据可以在项目信息和市场趋势等方面提供非常详尽的信息，从项目信息看，它包含了各项目不同阶段的投入产出情况、所遇到的技术难题等历史数据，具体到每个项目都有详细的数据。有关油气价格波动、市场需求变化等行情走势资讯皆在其中，决策者可以通过分析这些信息，对资源需求和不同项目的潜在收益进行更好的预测，比如勘探和生产计划的调整，是依据市场价格波动进行资源优化配置的重要体现，在市场油气价格较低的情况下，向更具成本优势或具有长远战略意义的项目转移资源，可以适当减少对成本较高地区的勘探投入。英国石油公司（BP）通过大数据分析对其全球项目进行资源配置优化，它们实现了更科学的资源配置，通过预测不同项目的资源需求和收益，这种资源的科学配置，使公司在油气勘探领域提高了经济效益，使资源在最需要的地方得到了最大的价值发挥^[2]。

2.4 实时监测和预测性维护

保障生产顺利进行的重要环节是油气生产设施的维护，但是，这些设施的维修保养费用往往很高，一旦出现故障，就有可能导致生产严重中断，进而造成经济上的巨大损失，对于这一问题的解决，实时监控和预测维护成为关键手段，通过将大量传感器安装在生产设施上，设备的运行数据可以被实时采集。大数据系统分析这些传感器收集到的数据，比如可以预先发现潜在设备故障的利用机器学习算法分析传感器数据，埃克森美孚公司在其生产设施中广泛部署传感器网络，并通过大数据分析实现预测性维护，可以在发现设备故障隐患的情况下，实时监控设备的运行状态，并能事先安排好维修方案。这种方式减少了维修时间和费用，而不是传统的故障发生后再维修的模式，因为提前安排检修可以避免突发故障导致的应急抢修情况，同时也可以更有针对性地进行检修准备，从而提高生产效率，间接对油气勘探的经济评价产生正面影响，使整个油气勘探和生产过程在经济

上更具有可持续性。

3 人工智能在油气勘探经济评价中的应用

3.1 地质解释和油藏建模

油气勘探中的关键环节是地质资料的解释和油藏建模，传统方式耗时长，容易出错，人工智能技术能够对深度学习等这些复杂数据进行自动处理和解释，人工智能算法能够自动解释地震图像、测井曲线、识别地质构造和潜在油藏等地质和地球物理数据。例如，对地震图像进行解读，提高油藏模型的精确度，可以采用卷积神经网络（CNN），一些企业在勘探项目中使用AI技术分析地质资料，以提高油藏模型的精确度，通过深度学习算法的使用，企业可以对油藏分布进行更加精确的预测，并对钻井计划进行优化，从而使勘探成功率得到提高。

3.2 优化钻井和生产操作

钻采作业涉及多个复杂变量与参数，需要精确控制，才能保证效率与安全，通过机器学习算法，人工智能能够对这些操作进行优化，AI能够自动根据实时数据对钻井参数进行调整，从而实现钻井效率和安全性的提升，人工智能可以在生产运作中，对生产过程进行优化，提高采收率。如优化生产参数、提高油井产量等采用强化学习算法，一些企业开发了一种基于人工智能的钻井优化系统，能够根据地质条件和实时数据自动调整钻井参数，从而提高钻井效率和安全性，通过机器学习算法实时优化钻井过程中的各种参数。

3.3 预测性维护和设备管理

传统的定期维护方式成本高、效率低，对油气生产设施的维护和管理是一个重大挑战，人工智能能够显著改善这一状况，通过预测性维护技术，人工智能可以通过对设备运行数据的分析，对设备的故障进行并进行预防性维护的安排，减少停机的次数。例如，通用电气 GE 为油气行业提供基于人工智能的预测性维护解决方案，通过对大量设备运行数据的 GE 的系统可以对设备故障进行提前预测，从而使维护方案更加科学，降低生产中断导致的设备故障，降低企业成本。

3.4 提高安全性和环境管理

任何事故都可能造成严重的人员伤亡和环境污染，油气行业的安全和环境管理至关重要，人工智能技术能够为防止意外发生提供实时监控预警，人工智能可以对生产设施进行实时的安全监控，识别潜在的安全隐患，利用计算机视觉和机器学习技术。比如，智能视频分析系统能够对火焰、烟雾以及防止意外发生人员行为进行实时监控，壳牌利用AI技术对其海上平台进行实时安全监控，壳牌通过智能视频分析系统，提高了生产设施的安全性，可以及时发现安全

隐患并进行处理。

此外，在油气勘探经济评价中，大数据和构建和优化经济模型，传统的油气勘探经济评估模型往往是建立在简单的线性假设和经验公式的基础上，而大数据与人工智能技术相结合的复杂实际情况很难准确地反映出来，从而能够构建出更精确的经济模型，通过支持向量机（SVM）、随机森林（RF）等机器学习学习大量历史数据，可以捕捉到经济指标与各种影响因素之间复杂的非线性关系。例如，利用深度学习中的循环神经网络（RNN）和它的变体长度时记忆网络（LSTM），将石油和天然气中的各种动态因素考虑在内，可以建模出随着时间的变化趋势，从而对未来的产量进行更加准确的预测，并提供可靠的产量数据以供经济评估，油气勘探项目的特点是周期长，不确定性因素多，需要不断根据工程进度和新的数据优化经济评估模型。大数据技术可以对市场价格波动、新技术应用等项目相关数据进行实时采集和更新，人工智能技术则能够根据新的数据自动调整和优化经济模型，该模型能够一直准确地反映出项目的经济状况，当市场油价发生较大变化时，基于人工智能的经济模型能够及时调整收益预测，为项目决策提供最新的经济分析结果^[3-4]。

4 结论

通过在数据处理、经济模型构建、风险评估和决策支持等方面的应用，大数据和人工智能技术为油气勘探经济评估带来了显著变化，经济评估的质量和效率得到了提高，这些技术将在油气勘探经济评估中发挥更加关键的作用，尽管这些技术在数据安全、算法可靠性等方面仍面临挑战。这些技术油气企业要积极引进和应用，增强企业竞争力和决策的科学性，同时，对于油气勘探经济评价领域的数据和人工智能技术的深入发展，需要学术界和产业界共同努力，解决技术应用过程中的难题。

参考文献：

- [1] 叶晓明,任彦斌,陈选其.大数据与人工智能在油田压力容器中的融合应用[J].中国特种设备安全,2025,41(02):81-85.
- [2] 杨宜凡.大数据及人工智能在油田开发中的应用[J].自动化应用,2023,64(05):125-127.
- [3] 刘振宇,等.大数据驱动下油田经济评价指标体系优化[J].中国石油大学学报(社科版),2023,39(S1):45-50.
- [4] 陈志强,等.油气勘探开发数字化转型中的大数据架构设计[J].石油地球物理勘探,2022,57(6):1481-1490.