

# The Evaluation and Management of Proved Developed (PD) Reserves in Xinjiang Oilfield

Huishu Ma<sup>1</sup>, Yuchuan Chen<sup>1</sup>, Yu Sun<sup>1</sup>, Hongmei Wan<sup>1</sup>, Yuzhen Yang<sup>1</sup>, Zhiyun Hu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Petroleum Strategic Planning Institute, Research Institute of Exploration and Development, Xinjiang Oilfield Company, PetroChina, Karamay Xinjiang

<sup>2</sup>Beijing Jurassic Software Co. Ltd., Beijing

Email: mahs@petrochina.com.cn

Received: May 30<sup>th</sup>, 2017; accepted: Jun. 7<sup>th</sup>, 2017; published: Dec. 15<sup>th</sup>, 2017

---

## Abstract

It was important to establish a set of assessment and management systems, which was suitable for Xinjiang Oilfield to ensure the accuracy of the proved developed reserves (PD) assessment and the scientificity of the management. It had a significant impact on the sustainability of the final results of SEC assessment, corporate profits and reserves. Based on the actual situation of Xinjiang Oilfield, in this paper the present situation of PD reserves assessment and management in Xinjiang Oilfield is analyzed, and the research results on solutions of informatization are expounded from the aspects of database establishment, research on the method and system, results' management and application.

## Keywords

SEC, PD, Assessment and Management, Method and System, Informatization, Solution

---

# 新疆油田证实已开发(PD)储量评估与管理研究

马辉树<sup>1</sup>, 陈豫川<sup>1</sup>, 孙宇<sup>1</sup>, 宛红梅<sup>1</sup>, 杨玉珍<sup>1</sup>, 胡志云<sup>2</sup>

<sup>1</sup>中石油新疆油田分公司勘探开发研究院油气战略规划研究所, 新疆 克拉玛依

<sup>2</sup>北京侏罗纪软件股份有限公司, 北京

作者简介: 马辉树(1961-), 男, 高级工程师, 现主要从事油田储量评估及管理工作。

Email: mahs@petrochina.com.cn

收稿日期: 2017年5月30日; 录用日期: 2017年6月7日; 发布日期: 2017年12月15日

## 摘要

证实已开发(PD)储量评估的准确性及管理的科学性对每年最终SEC储量评估结果、利润及储量的可持续发展影响很大, 建立一套适合油田公司的评估体系及管理方法非常重要。从新疆油田实际出发, 分析新疆油田SEC标准下PD储量评估与管理现状, 从数据库建立、方法体系研究、成果管理及应用等方面阐述了信息化解决方案及研究成果。

## 关键词

SEC, PD储量, 评估, 管理, 方法体系, 信息化, 解决方案

Copyright © 2017 by authors, Yangtze University and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

SEC 准则下, 证实已开发储量的实质是剩余经济可采储量[1] [2] [3], 与国内口径的剩余经济可采储量含义相同, 但由于评估单元、评估方法及评估理念的不同, 其结果并不相等。

PD 储量根据生产状态主要分为两类: 证实已开发正生产储量(PDP)及证实已开发未生产储量(PDNP) [1] [2]。SEC 准则对储量评估要求“要有合理的确定性”; 对于 PDNP 一般采用静态储量评估方法评估, 如容积法等; 对于 PDP 一般采用动态储量评估方法评估, 如递减法、压降法等。

## 2. 新疆 PD 储量评估及管理现状

### 2.1. 缺乏统一集成的数据研究环境

储量评估是一个综合各方面数据(静态数据、动态数据、经济数据; 当前的数据、历史的数据、未来计划方面的数据; 图形数据、表格数据、文档数据等)全面分析研究的过程, 目前在储量评估的过程中,

一方面数据的采集源头比较多，有采油厂传送、支持单位补充、人工整理、网上下载等；另一方面储量的历史数据主要基于个人电脑进行存储和管理，数据使用过程非常麻烦。没有一个全面、数图集成的基础数据研究环境，越来越成为了储量评估效率和质量的制约因素。同样，缺乏统一的储量评估成果管理，不利于储量成果的综合分析研究。

## 2.2. 评估工具缺乏或支持不足

PD 储量评估是一个反复测算、不断论证、不断调整、不断修正的过程，评估过程中需要参考多项数据，记录评估依据；需要正向研究，也需要逆向反推；需要进行多版本管理和对比分析，帮助评估者不断修正；同时，由于油价等参数的变化，需要实现评估方法的模型化，从而通过个别参数的修改，达到 PD 储量快速评估、得到结果的目标。

除此之外，在储量评估过程中，需要能够时刻联动历史或实时数据，分析历史产量波动原因，预测未来产量变化趋势，从而便于区块研究及评估决策。

## 2.3. 储量成果分析工作量大、手段少

每年储量评估会产生多阶段、多轮次、多套成果数据，每一次评估完成进行手动的数据汇总和更新工作量比较大，且容易出错，校对审核工作效率不高。

另一方面，对于同一单元历年储量数据的对比、追溯缺乏实际的工具支持，如面积对比工具、报表对比工具等。对于储量区块当前的数据动态、钻井试油进展、产量曲线等无法进行跟踪和监控。

# 3. PD 储量评估与管理研究

## 3.1. 建立数图联动的矢量图形库

为了统一管理 PD 储量基础数据、成果资料及实时动态信息，有效建立图件、表格和文档的相互关系，形成统一、集成的数据管理体系，需要建立 PD 矢量图形库(图 1)。

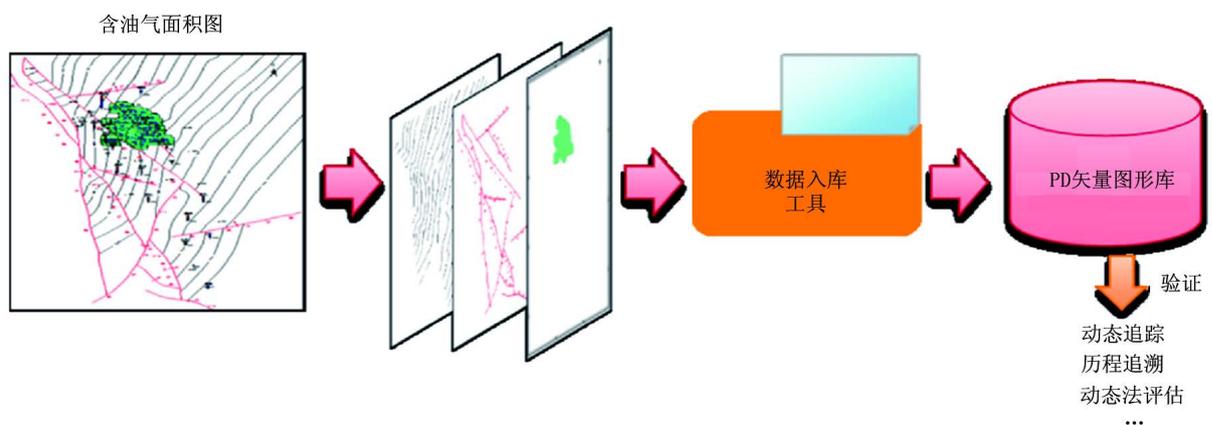


Figure 1. The general idea of vector graphic library establishment

图 1. 矢量图形库建立总体思路

### 3.1.1. 制定 PD 矢量图形标准

现有图件图层存在命名不规范的问题，影响了图件的使用率。同时，为更加高效地使用公共图层及实现图层自由叠合，就必须建立 PD 矢量图层划分标准，根据图层划分标准对图层进行标准化处理。矢量图层可划分为静态图层和动态图层两大类，静态图层是成果性图层，通过外部导入或从评估过程中产

生,包括地理信息图层、矿权线图层、井网图层、等值线图层、PD 面积图层等;动态图层是由油田数据库实时动态生成的图层,主要包括井位、试油试采、生产数据等。

图层标准化后,需要根据建立的图件定制规范自动地实现目标图件的生成。如定制规范对 PD 含油气面积图作了规定,由构造线图层、断裂线图层、地理信息图层、图饰图层及 PD 含油气面积图层组成,则根据规范,可以将入库的图层叠合生成图件。

PD 矢量图层标准一旦建立,对于油田未来产生的图件,必须按照标准进行制作和管理,避免使用时产生额外的工作量。

### 3.1.2. 图件及相关数据的入库

图件是 PD 储量管理的核心,能够可视化地展示 PD 储量单元的位置、形态及井数据等,但是图件并不是孤立存在的,图件绘制需要大量的支撑资料,同时图件往往代表一种结论,与结果表格一一配套,所以图件与数据是相互支撑、相互佐证、相互联动的。图件的入库伴随着数据的入库,图件与数据需要建立紧密的关联关系,如通过描述对象进行关联、通过研究专题进行关联、通过过程或时间轴进行关联等(图 2)。

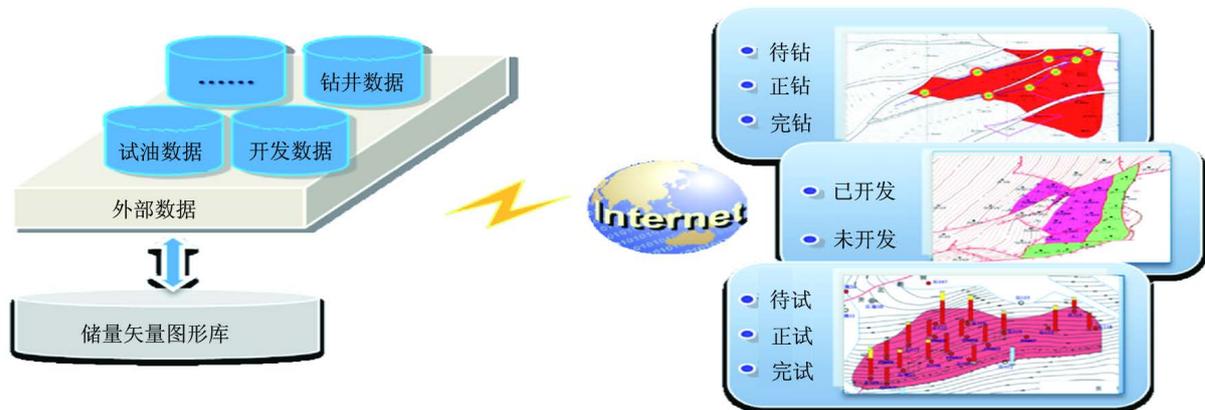


Figure 2. The sketch of data linkage with vector graphics

图 2. 数据与矢量图形联动示意图

图件、图层标准化后,将图件及关联数据入库,贴上描述对象、研究专题、研究时间等标签,系统按照图层划分标准自动将图件拆分为标准图层,提取共用图层及目标私有图层,从而方便检索及按需自动叠合目标图件。如系统中有某盆地各个区块的面积图层,系统可以基于盆地的构造图及地理边界信息自动将各区块的面积叠合起来,得到盆地面积图。

## 3.2. 动态储量评估工具智能化

PD 储量的评估主要包括容积法(PDNP)、动态法(PDP)及经济评价。容积法主要是面积、厚度参数的研究,比较简单;这里主要阐述动态法及经济评价工具的智能化实现。

### 3.2.1. 动态法评估流程

动态法评估是综合生产及财务数据评估的过程,生产数据主要包括累计产量、月产油、月产水、开井数等,财务数据主要包括油气价格、操作成本、各种税费等。首先根据财务数据计算经济极限;再同步根据历史生产数据进行各种动态曲线分析,预测未来产量,确定产量变化趋势;然后根据经济极限截断产量剖面,计算证实已开发储量;最后根据财务数据进行价值评估,计算证实已开发储量价值(图 3)。

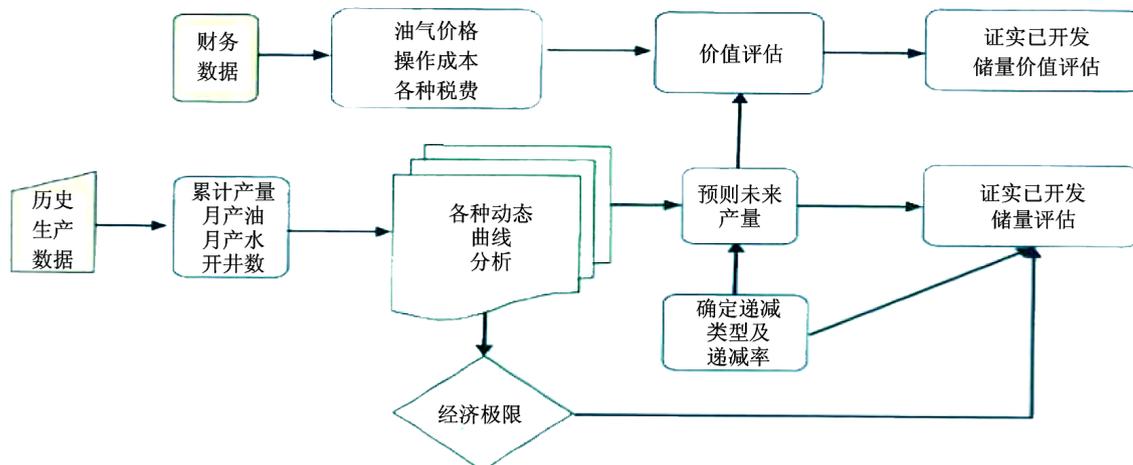


Figure 3. The flow process for dynamic method evaluation  
图 3. 动态法评估流程

### 3.2.2. 经济极限计算

经济极限是指能够支付直接作业成本的最低产量。经济极限的计算依据可以是一口井、一个油藏或一个油田。有时经济极限可能会低于基础设施、装置或油藏生产能力的实际限度。经济极限可用经济极限产油量、产气量、废弃压力、极限含水率、极限水油比以及极限气油比等指标来表示。

经济极限产量的计算公式有 2 种。

方法一：操作成本可变

$$\text{极限油(气)产量} = \frac{\text{固定成本}}{\text{油(气)价} - \text{吨油(气)税费} - \text{吨油(气)可变成本}}$$

$$\text{极限水油比} = \frac{\text{月产液量} - \text{极限油产量}}{\text{极限油产量}}$$

方法二：操作成本固定

$$\text{经济极限产量} = \frac{\text{操作成本}}{\text{油(气)价} - \text{税费}}$$

经济极限条件作为动态法预测的产量剖面截断条件体现了证实储量的经济性。

### 3.2.3. 递减法智能评估

递减法是利用实际生产历史资料的生产规律和开发趋势，对过去生产动态趋势进行外推来估算储量、剩余生产期限和未来产量，是油田预测产量、评估储量的主要方法。

传统的递减法研究工具主要是历史数据拟合、产量预测及储量计算 3 大功能，智能的递减法评估工具在该基础上，作了进一步的完善：

1) 强调了数据来源的多样性。工具对实际数据环境作了分析，为了贴近用户评估习惯，允许直接对接 A2 数据库，并根据评估单元井号或 PD 面积图地理范围信息迅速获取产量、开井数等相关数据，避免了数据整理困难及不准确的风险。

2) 突出了逆向评估的优势。与传统工具从基础数据到评估成果的正向研究不同，逆向评估更关注的是结果导向。工具基于算法反推，对于用户输入的截断时间、末期产量、总预测量等，可以逆向反推得到递减率、初始产量等需要满足的条件。

3) 移位模式为多次测算提供了快捷通道。一般的,在进行某次估算之后,可能希望尝试其他情况下的运算结果,移位模式很好地解决了这个问题。

4) 分段预测支持未来产量剖面的调整。基于整体开发计划,未来的产量递减规律并不是一成不变的,需要在某个时间点调整初始产量或递减类型、递减率等,分段预测支持这一行为。

### 3.2.4. PD 储量自动更新评估

由于储量摸底或自评估过程中真实的油价数据尚不清楚,这种不确定性往往导致需要对油价进行预测,以多种油价方案进行 PD 储量评估。如果每种油价方案都采用重新评估的方法来计算所有单元的储量,工作量就十分巨大,这种以储量摸底为目标,只需要粗略估算当年储量的评估工作可以通过智能工具的自动更新评估功能完成。

自动更新评估功能以递减法算法为核心,基于已经完成的评估成果,根据油价等个别参数的变化,重新计算各单元的经济极限,并自动调整各单元产量剖面截断值,重新运行递减法模型计算储量,并作为新评估版本进行保留。

### 3.3. 成果库建立及成果应用

PD 储量成果数据主要包括 PD 含油气面积图、历史生产数据、经济参数、产量剖面、经济极限及储量等评估结果数据、评估单元当前实时发生的井数据等,历年数据的归档保存将有助于评估单元全生命周期研究,有助于储量变化趋势的分析。

成果数据的应用主要包括当年储量成果的统计汇总、关键指标分析;历史数据的追溯、对比;实时数据的跟踪、预测(图 4)。

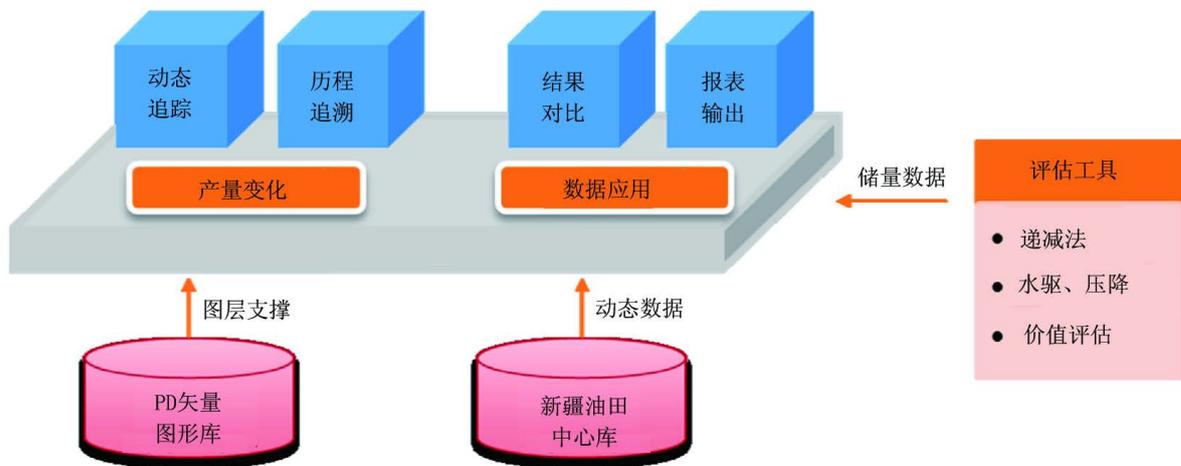


Figure 4. The sketch of application of results' data

图 4. 成果数据应用示意图

#### 3.3.1. 当年储量成果统计

基于储量评估成果,进行储量的统计及查询。储量统计可以按照单元(区带、油气田、区块、开发单元)、层位(系、统、组)、流体性质(稠油、稀油、气层气)和上报年度等进行统计,也可以按照不同合同模式、不同投资主体、不同岩性等角度汇总,储量的查询包括单条件查询和多条件查询等。

#### 3.3.2. 储量关键指标分析

储量关键指标主要包括接替率、储采比、采收率等。接替率是年度内油气储量增量与该年度油气产

量的比值，证实储量接替率是衡量油公司运营状态与发展潜力的重要指标；储采比是指公司证实储量与年度内油气量的比值，该比值能够表征在现有开采速度下，公司现有油气证实储量剩余的开采寿命。

关键指标分析即是根据各年度内所有单元的数据汇总表，分析历年储量接替率、储采比等指标的变化情况。

### 3.3.3. 储量历程追溯

从两个方面进行 PD 储量的历程追溯，一是基于储量图形库，追溯 PD 单元历年含油气面积图的变化情况及原因、追溯 PD 单元与开发单元、PUD 单元的关系等；二是基于评估成果，追溯 PD 单元历年储量变化、递减率变化情况，分析变化原因。

在追溯结果数据的同时，可以进一步追溯支撑结果的评估依据数据和基础数据，实现数图联动查看和分析。

### 3.3.4. 储量实时动态跟踪

PD 储量的评估是一项年度持续性工作，在储量评估的过程中及储量评估完成后，都有必要实时跟踪储量区块当前的井数据信息，如产量数据、措施数据、井状态数据、试油数据、钻井数据等，一者辅助评估决策，二者为后一年储量发展趋势有基本的预判。

储量实时动态跟踪是基于矢量图形库的功能，基于叠加得到的图件，连接外部综合地质数据库、A2 数据库等，在图件上根据对象目标及坐标信息标示相关数据，同时绘制产量变化曲线、试油柱子等，帮助用户进行决策和分析。

## 4. 结论

- 1) 基于对新疆油田实际需求的分析，建立了新疆油田 PD 矢量图形库，实现了数图联动、综合研究。
- 2) 研发了智能化的 PD 储量评估工具，提高了评估准确性及工作效率。
- 3) 建立了新疆油田 PD 储量成果库，从历史、当前、未来 3 个角度对数据进行了应用。系统的建立，有助于新疆油田 PD 储量评估管理工作规范化、智能化。

## 参考文献 (References)

- [1] 郝洪. 美国证券交易委员会新油气报告披露条理及其影响[J]. 国际石油经济, 2009, 32(5): 62-64.
- [2] 贾承造. 美国 SEC 油气储量评估方法[M]. 北京: 石油工业出版社, 2004.
- [3] 钱明阳. 上市石油公司油气储量和产量披露研究[J]. 国际石油经济, 2009, 32(10): 36-40.

[编辑] 帅群

**Hans** 汉斯

### 知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2471-7185, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: [jogt@hanspub.org](mailto:jogt@hanspub.org)