

油气勘探目标评价与决策分析

郭秋麟 米石云 著

P石油工业出版社
PETROLEUM INDUSTRY PRESS

油气勘探目标评价与决策分析

郭秋麟 米石云 著

石油工业出版社

内 容 提 要

本书包含区带目标评价方法体系、圈闭目标评价方法体系,以及勘探目标经济评价与勘探决策分析等多方面的内容,其特点是:系统地阐述了勘探目标评价理论思想、评价方法与技术,突出评价方法的改进、技术的创新与实用化,如区带评价参数标准与方法体系的建立、双序列法的提出、刻度区与类比法评价体系的建立,圈闭有效性评价,勘探决策分析等;理论与实践的结合,通过建立评价流程与评价参数体系有效地指导科研(软件)人员研制、使用评价软件从而正确运用勘探评价理论,并通过对多个完整、翔实的实际勘探评价实例的介绍,加深读者对相关理论技术的理解;强调勘探目标经济评价与勘探决策分析技术的研究与实践,把现代投资组合理论中的新理论引入到我国的油气勘探目标投资优化组合决策分析中,促进了勘探决策技术的发展与应用。

本书适合油气勘探理论研究与勘探生产人员、石油地质专业软件研制与应用人员阅读参考,同时也可作为油气勘探专业的研究生和高年级大学生的参考书或教科书。

图书在版编目(CIP)数据

油气勘探目标评价与决策分析/郭秋麟等著.

北京:石油工业出版社,2004.10

ISBN 7-5021-4820-5

I. 油…

II. 郭…

III. 油气勘探-研究

IV. P618.130.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 107789 号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号楼 100011)

网 址: www.petropub.com.cn

总 机: (010) 64262233 发行部: (010) 64210392

经 销: 全国新华书店

印 刷: 石油工业出版社印刷厂印刷

2004 年 10 月第 1 版 2004 年 10 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本: 1/16 印张: 14.25

字数: 360 千字 印数: 1-1500 册

ISBN 7-5021-4820-5/TE·3380

定价: 45.00 元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

前 言

油气勘探是人类应用石油地质学及其它相关学科知识,依靠相应的勘探技术,通过一定的勘探方法,从而以最佳方式发现油气储量的一项耗资巨大的、复杂的系统工程。为了有效地进行油气勘探,需要有一套科学而实用的评价各个级次勘探目标(对象)的评价理论方法;需要有一整套适用于各个勘探阶段、各种地表及地下地质条件的勘探技术;还要有一套科学实用的、指导具体勘探过程的勘探方法和勘探决策分析手段。

随着我国三大石油公司在海外的成功上市,油气勘探经营管理体制逐步与国际接轨,以及油气勘探投资的全球化发展,各油公司参与海外区块招标活动越来越多,各种勘探投资机会在不断增加,但与此同时勘探投资风险也在不断地增大。另外,在国土资源部实行勘探区块的矿权登记制度之后,各油公司为了搞好有利区块的招标并少花费过多的区块占用费,不得不经常调整对各登记区块的投资比例。如何管理并利用好有限的资金,使勘探投资发挥最大效益,是各个油公司决策层在众多的勘探投资机会面前所面临的艰难抉择。幸运地,通过系统的、科学的勘探目标评价能帮助油公司认清各勘探区块的风险与价值;通过综合、量化的勘探决策分析能帮助公司决策层管理、分配好勘探投资,做到最优化的资源配置。

由于实际勘探生产的迫切需要,近年来,作者在油气勘探目标评价与决策分析方面做了大量的多方面的工作,包括理论探索、方法与技术研究、软件系统的研制、软件推广与技术培训,以及现场实际应用。在具体工作中,笔者深深体会到各方面对勘探目标评价与勘探决策分析日益重视;但另一方面也明显感觉到目前我国在该领域内严重缺乏系统、实用化的方法技术与产品,这大大地阻碍了我国油气勘探评价工作的发展。

中国有句古话:凡事预则立,不预则废。因此,在任何勘探阶段的具体勘探活动中,对勘探对象进行勘探评价是非常必要的,对勘探对象所进行的勘探评价是油气勘探的基础。目前世界上流行将油气勘探对象划分为盆地—含油气系统—区带/成藏组合—圈闭等四个级次。而“区带”和“圈闭”则一直是实际勘探工作所关注的焦点,是油气钻探的直接场所,也是油气勘探的直接风险之所在。本书就是一本专门介绍“区带”与“圈闭”勘探评价与决策理论方法及实用技术的著作,内容包括三大部分:区带目标评价、圈闭目标评价及区带、圈闭等勘探目标经济评价与决策分析。其特点是:(1)系统深入地阐述了勘探目标评价理论思想、评价方法与技术,突出对评价方法的改进、技术的创新与实用化。如区带评价参数标准与方法体系的建立、双序列法的提出、刻度区与类比法评价体系的建立,圈闭有效性评价,勘探决策分析等。(2)理论与实践的结合,通过建立评价流程与评价参数体系有效地指导科研(软件)人员研制、使用评价软件从而正确运用勘探评价理论技术,并通过对多个完整、翔实的实际勘探评价实例的介绍,加深读者对对应理论技术的理解。(3)强调勘探目标经济评价与勘探决策分析技术的研究与实践,把现代投资组合理论中的新理论引入到我国的油气勘探目标(项目)投资优化组合决策分析中,大大促进了勘探决策分析技术的发展与应用。

本书共分四篇九个章节。第一篇(第一、二、三章)为综述,简要介绍勘探目标评价与决策分析的目的意义与研究的必要性、主要研究任务与评价流程、评价系统现状与发展趋势。第二篇(第四章、第五章)系统地阐述区带评价方法体系及评价实例,包括区带评价参

数研究、评价标准建立、地质评价、资源评价、综合评价、区块评价等内容；通过提出双序列法，以及建立刻度区与类比法评价体系，大大地提高了统计法和类比法的实用性。第三篇（第六章、第七章）深入地阐述圈闭评价方法体系及评价实例，包括圈闭的定义与分类、圈闭的分级与命名、圈闭评价研究内容、评价技术与评价流程、圈闭有效性评价、地质定量评价、资源评价与评价参数研究、圈闭精细描述与钻后评价等内容。第四篇（第八章、第九章）分别论述了勘探目标经济评价与勘探决策分析两大方面的内容。前者由浅入深地论述了勘探目标（含项目）经济评价的基本概念与理论基础，重点阐述了经济评价及不确定性分析方法，并介绍了大庆探区的应用实例；后者论述了勘探决策分析的基本内容，阐述了勘探决策分析（多目标综合优选、单目标多方案优选和优化投资组合）的最新模型、技术与算法；特别是，首次把现代投资组合理论中的新理论引入到我国的油气勘探目标（项目）投资优化组合决策分析中。

本书的第一章、第二章、第三章由米石云编写，第四章、第六章由郭秋麟、米石云编写，第五章、第七章、第八章、第九章由郭秋麟编写，最后由郭秋麟和米石云共同负责统稿。参加本项研究的工作人员还有：中国石油勘探开发研究院油气资源规划研究所油气资源评价室（原计算机应用技术研究所盆地模拟室）张庆春、谢红兵、宋国春、陈宁生、王晓红、杨秋琳、瞿辉、曲德斌，石油大学（华东）的侯春望、闫伟。

作者在多年的科研工作以及本书的编写过程中，得到了中国石油勘探开发研究院赵文智副院长、石广仁副总工程师的热心关照与指导，得到了计算机应用技术研究所皮声洪所长、赵明清、汤磊副所长的大力支持，以及油气资源规划研究所胡素云所长、李小地副所长、李建中总地质师、石油大学（华东）信息与控制工程学院李树荣副院长、地球资源与信息学院林承焰副院长，中国地质大学（北京）陈程教授，石油大学（北京）柳广第教授的热心帮助；同时还得到了大庆油田研究院唐振国、李世荣、蔡利学，华北油田研究院徐文斌，辽河油田研究院李金有、王延山等同仁的热情支持。在此一并表示衷心的感谢。由于作者水平有限，文中不妥之处敬请指正。

作者

2004年2月20日

目 录

第一篇 综 述

第一章 概述	(3)
第一节 勘探目标定义与分级	(3)
第二节 开展勘探目标评价的意义	(3)
第三节 勘探目标评价与决策的主要任务与业务流程	(5)
第二章 勘探目标评价与决策系统	(7)
第一节 勘探目标评价与决策体系	(7)
第二节 勘探目标评价与决策软件系统	(8)
第三章 勘探目标评价与决策发展趋势	(11)
第一节 专项基础地质研究与勘探目标评价一体化	(11)
第二节 油气资源评价与勘探目标评价一体化	(12)
第三节 勘探目标评价的动态化	(12)
第四节 油气资源与目标评价软件集成化、实用化	(14)
第五节 优化投资组合技术实用化	(14)
参考文献	(15)

第二篇 区带评价方法体系及应用

第四章 区带评价方法体系	(19)
第一节 区带定义与划分	(20)
一、区带定义	(20)
二、区带分类	(21)
三、中石油重点含油气盆地地区带划分结果统计	(22)
第二节 区带评价软件结构与工作流程	(23)
一、软件结构	(23)
二、数据库接口	(25)
三、区带评价工作流程	(25)
第三节 区带地质评价方法	(26)
一、原理方法	(27)
二、评价标准建立	(28)
三、评价标准体系参数说明	(30)
四、确定权重模式	(32)
五、确定评价结果分级标准	(32)
第四节 区带资源评价方法	(34)
一、统计法	(34)

二、类比法·····	(50)
三、成因法——运聚单元资源分配法·····	(54)
四、资源量综合评价法·····	(54)
五、重点含油气盆地资源评价结果统计·····	(55)
第五节 区带综合评价与优选·····	(57)
第六节 区块综合评价·····	(57)
一、区块的定义及研究现状·····	(57)
二、区块评价研究内容·····	(58)
参考文献·····	(59)
第五章 区带评价实例 ·····	(61)
第一节 区域地质背景·····	(61)
一、地层发育特征·····	(61)
二、区域构造特征·····	(63)
第二节 区带基础地质研究·····	(64)
一、海南月东披覆构造带·····	(64)
二、仙鹤断鼻带·····	(68)
三、月牙断鼻带·····	(69)
四、东坡超覆带·····	(69)
第三节 区带地质评价·····	(70)
一、评价标准与权重·····	(70)
二、地质评价·····	(72)
第四节 区带资源评价·····	(75)
一、海南月东披覆带·····	(76)
二、东坡超覆带·····	(82)
三、仙鹤断鼻带·····	(84)
四、月牙断鼻带·····	(85)
五、资源汇总·····	(90)
第五节 区带综合优选与排队·····	(91)
第六节 结论·····	(91)
参考文献·····	(93)

第三篇 圈闭评价方法体系及应用

第六章 圈闭评价方法体系 ·····	(97)
第一节 基本概念·····	(97)
一、圈闭定义·····	(97)
二、圈闭分类·····	(98)
三、圈闭分级与命名·····	(101)
第二节 圈闭评价研究内容及工作流程·····	(102)
一、圈闭评价研究内容·····	(102)
二、圈闭评价工作流程·····	(102)

三、勘探工程中圈闭评价成果提交·····	(103)
第三节 圈闭有效性评价·····	(105)
一、圈闭识别新技术·····	(105)
二、圈闭形态描述与评价·····	(106)
三、断层相关圈闭与断层封闭性评价技术·····	(107)
四、圈闭形成时间有效性评价技术·····	(111)
第四节 圈闭地质评价·····	(113)
一、地质评价内容·····	(113)
二、定量评价方法·····	(114)
三、评价结果分类·····	(121)
第五节 圈闭资源评价·····	(122)
一、圈闭资源量容积法估算模型·····	(122)
二、圈闭油气资源量计算参数研究·····	(123)
第六节 圈闭综合评价与优选·····	(130)
第七节 待钻圈闭精细描述·····	(130)
第八节 圈闭钻后评价·····	(130)
参考文献·····	(132)
第七章 圈闭评价实例·····	(134)
第一节 仙鹤断鼻带地质背景·····	(134)
第二节 圈闭落实程度——资料可信度评价·····	(135)
一、剖面形态与地震反射特征·····	(135)
二、各个层圈闭平面分布与特征描述·····	(137)
第三节 圈闭地质评价·····	(141)
一、烃源条件·····	(141)
二、储层条件·····	(142)
三、保存条件·····	(144)
四、配套条件·····	(145)
五、圈闭条件·····	(146)
六、圈闭地质评价·····	(146)
第四节 圈闭资源量计算参数研究·····	(155)
一、圈闭要素——面积、幅度、埋深·····	(155)
二、油层厚度·····	(155)
三、有效孔隙度·····	(157)
四、原油密度·····	(160)
五、原油体积系数·····	(161)
六、含油饱和度·····	(161)
七、含油面积系数·····	(161)
第五节 圈闭资源量计算·····	(162)
一、资源量计算·····	(162)
二、资源量计算结果·····	(163)

第六节 综合优选..... (164)

参考文献..... (165)

第四篇 勘探目标经济评价与决策分析

第八章 油气勘探目标经济评价..... (169)

第一节 概述..... (169)

一、技术经济学..... (169)

二、油气勘探目标经济评价..... (171)

第二节 经济评价的基本概念..... (176)

一、资金的概念..... (176)

二、经济评价要素..... (177)

第三节 经济评价方法..... (178)

一、实物量评价方法..... (178)

二、财务评价法..... (179)

三、边际值分析..... (185)

第四节 不确定性分析..... (186)

一、盈亏平衡分析..... (186)

二、敏感性分析..... (187)

第五节 应用实例..... (189)

一、基础数据..... (189)

二、财务评价..... (190)

三、边际值分析..... (195)

四、不确定性分析..... (197)

参考文献..... (199)

第九章 勘探决策分析..... (200)

第一节 多目标综合优选..... (200)

一、综合优选模型..... (200)

二、最佳工作权益 (OWI) 模型..... (204)

三、投资效益 (IE) 模型..... (205)

第二节 单目标多方案优选..... (205)

第三节 优化投资组合..... (206)

一、技术路线..... (207)

二、数学模型..... (208)

三、模型算法..... (209)

四、应用实例..... (213)

参考文献..... (217)

第一篇 综 述

第一章 概 述

第一节 勘探目标定义与分级

“勘探目标”是一个在油气勘探文献中广泛出现并在日常技术交流中经常使用的一个概念术语，但十分遗憾的是，笔者查遍所有石油地质方面的教材及相关文献资料，也未找到其明确的概念定义。

在大多数情况下，“勘探目标”用来专指区带和圈闭两类勘探对象，虽然学术界到目前为止也没有做出严格的内涵定义，但人们一直就是这样约定俗成地使用的。

在某些勘探经济评价、勘探项目管理方面的文献中，“勘探目标”也被用来专指钻探目标（Prospect）或圈闭（Trap）。

从广义的意义上来说，“勘探目标”是一个与勘探阶段、勘探对象密切相关的概念，是特定勘探阶段中在相应勘探对象范围内所进行的主要勘探活动的主攻方向及勘探主战场。按照中国石油天然集团公司（以下简称中石油）现行勘探阶段划分方案来讲，区域勘探阶段的勘探对象为沉积盆地，勘探目标则是沉积盆地中的有利生烃凹陷；圈闭预探阶段的勘探对象为区带和圈闭，勘探目标则是对应的有利区带、圈闭；油气藏评价阶段的勘探对象为油气藏，勘探目标则是有利油气藏。

也有一些学者把“勘探目标”看作是一个与勘探对象基本等同的概念。按照现行国际流行的勘探对象划分方案，勘探对象可分为沉积盆地、含油气系统、区带、圈闭等四个不同级次，因而分别对应相应的四个级次的勘探目标。中石油现行油气勘探规范中对勘探目标的定义就属此类情形：勘探目标是以地震和非地震物化探、探井（包括钻井、录井、测井、试油、试采）等为手段实施勘探的具体地质单元，如：盆地、含油气系统、区带、圈闭等。

本书对“勘探目标”的定义采用广为人们接受并约定俗成的方案：本书中的“勘探目标”专指区带和圈闭两类勘探对象。因而，相应的勘探目标分级则划分为区带目标和圈闭目标两个级次。该方案能很好地适应目前世界范围内以区块勘探管理为特色的勘探新形势，更适合于勘探目标经济评价与决策分析，因而对指导当前的勘探实践具有非常重要的现实意义。

第二节 开展勘探目标评价的意义

西方油公司向来把追求最大经济效益作为油气勘探开发的唯一目标，目前国际上油气勘探开发作业的通行做法是以“区块”为基本操作单元。因此，对每一个可能选择（投标）的区块，油公司首先必须进行经济可行性评估并制定风险防范（或放弃）预案。所以，油公司从一开始就必须开展该区块可能勘探目标个数、可能勘探目标油气规模、含油气概率等多方面的勘探目标评价研究。由此可见，全球范围内区块招（投）标油气勘探开发的工作模式，

决定了勘探评价工作的重点自始至终（从区块购买直至油田开发）都将一直放在对勘探目标的评价、优选、钻探、再评价等方面；而经济性评估则力求做到针对每一个具体勘探目标的每一次钻探。勘探目标评价是日常油气勘探评价工作的研究重点，具体体现在以下五个方面。

（1）虽然在区块项目论证、项目准备阶段要突出对区块所处的盆地背景、演化规律、构造格局等大区域背景研究，但其余各个勘探阶段的研究都将紧紧围绕着具体的勘探目标来展开。这期间当然也可能开展对整个盆地地质规律的区域性研究，但必定是因具体勘探目标而引发，最终落脚于对具体勘探目标的认识与评价，从而使勘探目标评价在勘探生产中发挥决定性的作用。在我国以往的油气勘探实践中，由于石油地质理论研究尤其是区域勘探评价研究往往与实际勘探生产存在一定程度的脱节，因而对实际勘探生产的指导作用难以直接体现。因此，遵循国际上通行的油气勘探管理惯例，把日常勘探工作重点转移到勘探目标评价上来，是中国石油工业更好地与国际接轨、更好地发挥地质研究成果的重要指导作用的当务之急。

（2）从油气勘探理论来讲，一个完整的勘探评价体系应该包括盆地评价、含油气系统评价、成藏组合/区带评价、远景圈闭评价等四个阶段（Magoon, Dow, 1994），但这并不意味着任何勘探项目都必须毫不例外地包含上述工作内容。事实上，上述勘探阶段划分是针对一个从未进行过勘探的新区到探明油气藏的全过程而言的。随着时间的推移及世界石油工业在全球范围内的蓬勃发展，现在世界上大部分的含油气区早已完成区域普查勘探（盆地评价、含油气系统评价）阶段，而进入以勘探目标评价为工作重点的目标预探阶段甚至油气田评价勘探阶段。因此，从全球范围所处的油气勘探阶段、所面临的油气勘探形势来讲，勘探目标评价毫无疑问也是目前世界上油气勘探评价工作的重点。

（3）油公司各自为政、风险自担，以区块为基本操作单元所造成的条块分割的局面决定了油公司单方面不愿也无力承担整个盆地的区域评价。因此，各个油公司从最大程度地规避投资风险的角度出发，在全球范围内选择勘探区块时，当然会毫不例外地优先选择那些已经证实或邻区已证实含油气系统或成藏组合/区带的区块；而主权方为了增强招标区块的吸引力，一般情况下在区块招标前也已自己或由前期承租方完成了大部分的区域勘探评价工作；许多现在成为全球勘探开发招投标热点的地区大多是现已突破出油关的地区，比如美洲的墨西哥湾、东北亚的里海地区等。所以，以区块招（投）标勘探为特色的勘探管理体制决定了在大多数情况下，油公司从一开始进入区块就已进入以勘探目标评价为主的预探阶段，有的甚至已进入油气田评价勘探阶段。

（4）我国的油气勘探由于受计划经济体制及前苏联勘探思想的影响，长期以来一直把勘探评价研究工作的重点放在盆地评价即区域评价研究方面，研究学者所发表的学术论文、著作也大都集中在对大盆地、大构造、大方向、大规律等方面的探讨上。诚然，以盆地评价为重点的整体勘探评价思路，在我国新区勘探尤其是六七十年代的松辽盆地、渤海湾盆地以及东部地区其他中小盆地的勘探中确实发挥了巨大的作用，取得了良好的整体勘探效益，而且仍然还将在以后的新区勘探中发挥重要作用。但过分强调以盆地评价为重点的整体勘探评价，也在一定程度上造成了我们对具体勘探目标重视不够、精细研究不够、动态跟踪研究评价不够、经济性评估不够等不利局面。我国大规模油气勘探的历史虽然不足 50 年，但由于我国在长期的计划经济体制下已完成了多轮次全国范围内拉网式的油气资源普查、长期以盆地整体勘探评价为重点开展区域勘探评价工作等原因，目前全国陆上及滩海区域内的主要含

油气盆地地质情况已基本查明,在这些领域内大规模地开展新区勘探评价工作,应该说已经成为过去。因此,在今后很长一段时间内,目前已知的主要含油气盆地,将毫无疑问是我们油气勘探的主战场之一;最新的油气资源评价成果也表明,全国陆上绝大部分剩余资源仍然集中在现在作为主要油气产能区的八大含油气盆地当中。因此可以说,我国的油气勘探已经进入了一个不断在老区范围内开展精细勘探、在老区范围内开展新区块、新层系勘探以获得主要的储量增长的新的发展阶段。在这一新的勘探形势面前,如果我们还仍然照搬以前的突出整体的大区域、大方向勘探战略,显然已难以奏效,而迫切需要我们转变思路,把勘探目标评价作为勘探评价的工作重点,针对具体勘探目标开展更细致、更综合的“精雕细刻式”的勘探评价研究。

(5) 我们从一个油区从开始投入勘探到最终探明所有可能储量的完整勘探周期来考察,虽然毫不例外地,每个油区都将经历以盆地评价为主的区域勘探阶段,以勘探目标评价为主的预探及评价勘探阶段,但已有油田的勘探历程均表明,相对于几乎贯穿于整个勘探生命周期的勘探目标评价阶段,以盆地整体评价为主的区域勘探阶段是很短暂的。因此,我们在单个油区所投入的所有勘探评价工作将大部分集中体现在勘探目标评价方面。在这一方面,美国的勘探经验最有说服力:美国自1976年在落基山逆掩断层带中新发现油气田后,从此再也没有大的新区发现,但直至上世纪90年代,美国每年新增的可采储量仍在 $3 \times 10^8 \text{t}$ 以上!这当中,新油田所发现的储量只占很小的一部分,其余均为老油气田的储量增长、油气田扩边、老区内新区块新层系发现等(胡文海等,1995)。当然,上述储量的获得与长期坚持的勘探目标评价工作是密不可分的。

从以上多方面的证据都充分说明了勘探目标评价工作的重要性、长期性。在我国石油工业整体面临国内以老油区勘探开发为主,积极走出国门与国际接轨、开展国际区块勘探开发的新形势下,加强勘探目标评价的理论技术研究,提高行业内对勘探目标评价的重视程度,具有非常重要的现实意义。

第三节 勘探目标评价与决策的主要任务与业务流程

1. 主要任务

“勘探目标评价与决策”的主要任务有以下三个方面。

1) 勘探目标地质评价与风险分析

勘探目标地质评价与风险分析是在对区带或圈闭对象石油地质规律合理描述及资源量估算基础上,找出在地质上可能的勘探目标,并对这些可能的勘探目标的地质风险进行定量综合分析,然后再进行地质综合优选排队,找出在地质上最有利的勘探目标——对于区带目标应确定出地质上的有利区带;对于圈闭目标则应确定最可靠的圈闭。

2) 勘探目标经济评价

从勘探目标地质评价优选出地质上最可靠的勘探目标到最终形成勘探决策,还必须考虑经济因素,因为油公司所从事的一切油气勘探开发活动,其最终目的都是为了获得最大经济利益。因此,对于勘探目标评价来说,地质可靠性评价是基础,经济性评价是关键。对于超大规模的国际性大油公司,由于其具有庞大的投资需求与较好的抗风险能力,因此更注重对新区带/区块/成藏组合的评价与进入,追求在新区、新领域的整个区块的大发现与大成功,在勘探经济评估方面则重点关注区块的整体经济效益;而对于小规模油公司,由于其只具备

较小的投资能力及极小的风险承担能力，只能在已发现油气区或勘探较成熟区更多地开展扩边、挖潜工作，因而其勘探目标的选择可能直接着眼于单个圈闭、油气藏，追求单个目标甚至是单口井本身的成功与经济效益，因此其勘探评价更多地偏重于对圈闭、油藏的经济可行性评价。

3) 勘探目标综合优选及勘探决策

至于在勘探目标地质可靠性与经济可行性评价的基础上如何进行综合勘探目标排队优选，则取决于油公司在承担风险与追求高收益之间的综合平衡。毫无疑问，风险最低、经济价值最大是所有油公司追求的目标。在已筛选出储备勘探目标后，如何制定出合理的勘探规划部署，如何利用一定的投资规模实现最大限度的经济价值，这是勘探决策的范畴。对于多目标综合优选、单目标多方案优选；以及给定投资规模条件下的多目标投资组合优选等，现已成为勘探经济评价与决策领域的研究热点。在这一领域，运用运筹学、经济学、数学等多学科综合研究的方法，在理论研究与实践应用中都已取得了重大进展。

2. 评价流程

根据勘探目标评价与决策的主要任务，一个完整的勘探目标评价轮次的主要业务流程如图 1-1 所示，大体包括区域评价资料收集、区域评价成果整理，区带目标评价与优选，圈闭目标评价与优选，勘探目标投资组合与决策等四大方面的工作。

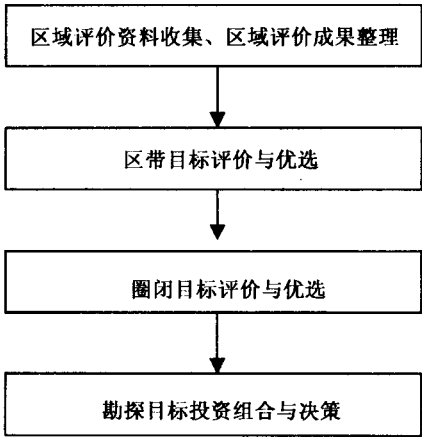


图 1-1 勘探目标评价与决策业务流程

其中区带目标评价、圈闭目标评价均应包括相应的地质评价、风险分析、资源量估算、经济评价等重要内容。当然，并不是所有的勘探目标评价都应一成不变地遵循上述评价业务流程，比如在已经证实为有利勘探目标的区带内开展圈闭勘探工作，就不再需要开展区带级别的目标评价工作。事实上，实际勘探生产中大部分的勘探目标评价工作都是如此，这也是在某些情况下人们把勘探目标评价直接等同于圈闭目标评价的主要原因。至于上述勘探目标评价与

决策流程中各部分所包含的详细内容及具体实施步骤，我们将在以后的章节中分别予以详细的论述，这里就不赘述。

第二章 勘探目标评价与决策系统

第一节 勘探目标评价与决策体系

西方大油公司由于长期推行在全球范围内以区块勘探开发为基本操作单元的运作模式，为了更好地筹划其在全球范围内的勘探投资，最大程度地规避风险，获得最佳经济效益，他们通过不断的实践探索，都已在各自公司内部建立了完整的具有本公司特色的勘探目标评价与决策体系，从而为公司区块招标与勘探决策提供直接支撑。由于勘探目标评价与决策体系涉及油公司的高级商业机密，因此已公开发表的文献并不多。迄今为止，比较有代表性的论文是 Robert M. Otis, Nahum Schneidermann 1997 年 7 月发表在 AAPG 杂志上的“A Process for Evaluating Exploration Prospects”，宋建国等对它进行了摘译并发表在 1998 年的《世界石油工业》上。该文较详细地介绍了 Chevron 海外石油股份公司如何利用统一方法标准对全球众多的勘探机会进行勘探目标评价与优选。其核心思想是在全球范围内对纳入公司视野的区带/成藏组合进行地质、风险、经济性综合评价，从而对潜在勘探目标进行统一排队（图 2-1）。而比较经典的专著是 Peter R. Rose 2001 年出版的 *Risk Analysis and Management of Petroleum Exploration Ventures*，窦立荣等 2002 年对该书进行了翻译出版。著作者 Peter R.

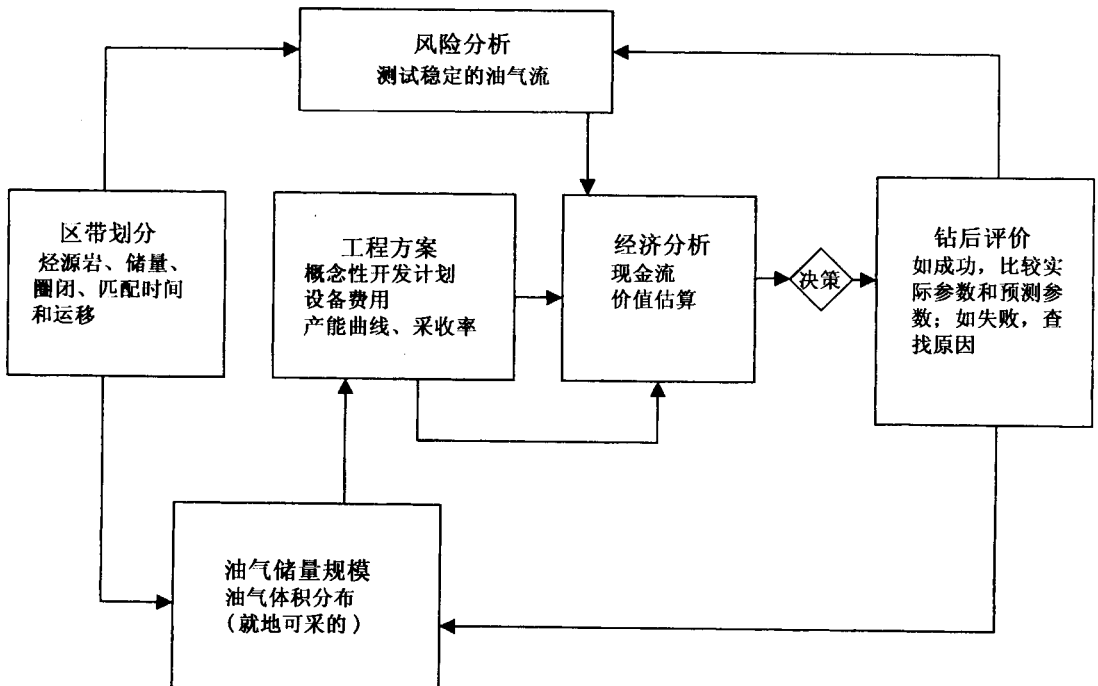


图 2-1 Chevron 勘探目标评价方法（据 Robert M. Otis 等，1997）

Rose 先生长期从事油气勘探风险分析与经济评价方面的咨询与教学研究工作的，并和 Mobil、Exxon、Chevron 等著名石油公司的专业技术人员保持着经常性的技术交流。在书中，作者系统地论述了含油气系统、成藏组合/区带和圈闭评价的原理方法、流程和具体的计算技巧；对不确定性条件下的地质评价、成藏组合/区带和圈闭的风险分析和经济分析、勘探项目的管理以及实际操作中可能存在的地质、技术和人为因素造成的影响进行了全面阐述。Peter R. Rose 先生虽然不是直接来自油公司，但他通过不断与各大油公司进行研究合作和开展技术交流，对各大油公司的勘探目标评价与决策体系都有较深入的了解；书中所述虽不是某个特定油公司的完整的勘探目标评价与决策体系，但却体现了勘探目标评价与决策体系的精髓，是对所有油公司勘探目标评价与决策体系一般原理的概括与总结。

如图 2-2 所示，一个先进完整的勘探目标评价与决策体系应该包括三大方面的内容：①全球（或本公司）业务范围内的标准统一的勘探目标评价与决策工作方法；②常设的勘探目标评价组织机构和长期稳定的勘探目标评价专业技术人员，专门从事整个油公司的勘探目标评价与规划决策工作，并不断修正自身的评判标准、积累经验，长期动态跟踪公司内所有勘探项目；③具有专业数据库支持的、统一数据底层的勘探目标评价与决策软件系统。

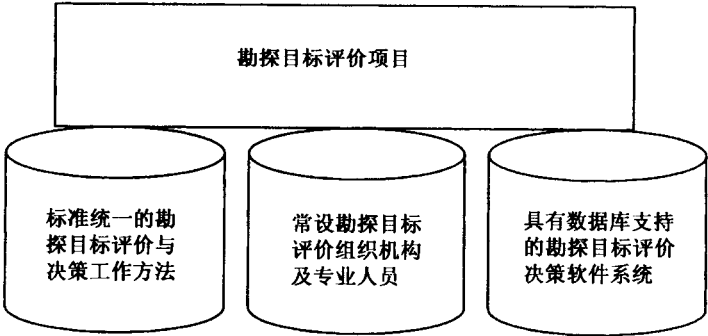


图 2-2 完整的勘探目标评价与决策体系三要素

第二节 勘探目标评价与决策软件系统

勘探目标评价与决策软件系统是勘探目标评价与决策体系的核心内容，它在很大程度上直接体现了油公司的勘探目标评价技术方法、决策思想及准则、参数研究体系与取值标准、具体技术细节及操作流程，并集中体现为油公司的高级商业机密和核心竞争力。因此，国际大油公司大都是依靠自身力量，投入足够的人力、物力研制发展其自身的勘探目标评价决策软件系统。另外，目前在市场上也无法买到完整配套的勘探目标评价决策系统产品，而只有局限于经济评价、风险分析的单个软件产品，如：LANDMARK 公司的 TERATM，斯伦贝谢公司的 Peep 和 PetroDesk 等。

为了更好地研制开发好本公司的勘探目标评价决策软件系统，一般应遵循以下基本原则：

(1) 直接体现本公司有关油气资源评价、勘探目标风险分析、经济评价、勘探决策乃至勘探项目管理方面的核心知识及经验作法；