

现代油气勘探理论
和技术培训教材

中国石油天然气总公司勘探局 编

油气资源评价技术

七



● 石油工业出版社

现代油气勘探理论和技术培训教材·七

油气资源评价技术

中国石油天然气总公司勘探局 编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书按照油气勘探工程原理和资源评价工作的一般流程编写而成。全书结合油气勘探的阶段性特点和石油地质学新进展,对油气资源评价的基本原理和方法进行了系统论述,各章节内容构成了油气资源评价技术的完整体系。全书共分七章,第一章介绍了油气资源评价的基本概念和一般原则;第二章至第五章分别论述了盆地、区带、圈闭和油气藏勘探的资源评价体系;第六章和第七章分别对油气资源评价和勘探决策规划的有关问题进行了讨论。

本书可供从事油气勘探、资源评价、决策管理的人员和大专院校有关专业教师、研究生参考。

图书在版编目(CIP)数据

油气资源评价技术/中国石油天然气总公司勘探局编.
北京:石油工业出版社,1999.9
现代油气勘探理论和技术培训教材(7)
ISBN 7-5021-2835-2

I. 油…
II. 中…
III. ①石油资源-评价-技术培训-教材②天然气资源-评价-技术培训-教材
IV. P618.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 66471 号

石油工业出版社

(100011 北京安定门外安华里二区一号楼)

国土资源部河北地勘局测绘院印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 16 开本 6 印张 150 千字 印 0—3000

1999 年 10 月北京第 1 版 1999 年 10 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5021-2835-2/TE·2218

定价: 15.00 元

《现代油气勘探理论和技术培训教材》

编委会

主任 邓隆武

副主任 朱筱敏

委员 (按姓氏笔划排序)

孙镇城 张厚福 张霞 陆克政 李承楚 金之钧

赵澄林 尚作源 钟宁宁 欧阳健 周家尧 高德利

《油气资源评价技术》

编著者 金之钧 张金川

11/20/06

序

石油工业的迅速稳步发展必须依靠先进的油气勘探理论和能切实解决生产难题的技术。中国数十年油气勘探实践已证明，油气勘探方面的理论发展和技术进步在深入油气勘探、增加油气储量、提高勘探效益等方面发挥着极为重要的作用。

自 1978 年以来，中国原油产量已超过亿吨，并保持稳步发展的势头，成为世界产油大国之一。中国油气资源是丰富的，但与世界石油资源平均探明程度和常规天然气资源平均探明程度相比，中国油气资源的探明程度还很低，所以油气资源勘探潜力还比较大。众所周知，对于具有复杂地质结构的中国含油气盆地，随着勘探程度的加深，油气资源勘探的难度越来越大。在本世纪末至下世纪初，中国石油工业的发展都将坚持“稳定东部、发展西部、油气并举，以及合理利用国外油气资源”的勘探战略。

为了贯彻实施中国石油工业发展的战略方针，使中国油气产量及储量处于世界前列，就必须发挥科学技术是第一生产力的作用，造就一大批既懂先进油气勘探理论，又熟悉现代油气勘探技术；既有丰富的油气勘探实践经验，又能从事石油勘探经营管理的油气勘探高级人才。为此，中国石油天然气总公司勘探局先后多次组织各油田的勘探处长、勘探公司经理和总地质师进行现代油气勘探理论和技术以及经营管理的继续教育。为了更好地提高油气勘探高级管理技术人才的油气勘探理论和技术水平，中国石油天然气总公司勘探局决定，成立《现代油气勘探理论和技术培训教材》编委会，公开出版相关系列教材。本套教材共计 11 册，包括 6 册油气勘探理论基础、4 册油气勘探技术和 1 册油气勘探经营管理。即第一册《现代地层学在油气勘探中的应用》、第二册《石油构造地质学》、第三册《储层沉积学》、第四册《层序地层学原理及应用》、第五册《石油地质学新进展》、第六册《石油地球化学进展》、第七册《油气资源评价技术》、第八册《地震勘探新技术》、第九册《油气钻探新技术》、第十册《测井新技术与油气层评价进展》和第十一册《油气勘探经营管理》。与其他教材相比，本教材着重反映国内外油气勘探新理论、新方法、新技术，结合国内外油气勘探实例分析，解决实际问题。希望这套教材的出版能在提高广大油气勘探技术和管理人才的油气勘探综合素质方面发挥积极的作用。

高瑞祺

1997 年 4 月

前 言

根据中国石油天然气总公司勘探局的安排，我们承担了《现代油气勘探理论和技术培训教材》第七册《油气资源评价技术》的编写工作。

众所周知，油气资源评价是石油公司进行的一项常规性工作，评价结果——资源量、储量序列是进行勘探决策分析和勘探规划计划编制的基础。因此，资源评价技术作为油气勘探的主题技术之一，多年来一直受到世界各石油公司的重视，得到了长足发展。

我国一直十分重视油气资源评价工作，原石油工业部和中国石油天然气总公司在“六五”至“八五”期间曾两次大规模地组织了全国油气资源评价工作。在这项工作过程中，不仅带动了油气资源评价技术的发展，而且培养了专门人才。评价结果为我国石油工业发展规划的制定提供了科学依据，这些成果在本教材中都有不同程度的反映。教材第一章简要介绍了资源评价的一般概念、油气资源评价技术分类与勘探阶段的划分、油气资源评价中的方法论及一般工作原则；第二章至第五章主要依据石油天然气勘探工作规范，分别简述了盆地、区带、圈闭及油气藏不同勘探对象的评价方法，每一章的内容主要有：地质评价技术方法、油气资源定量评价技术方法、国外石油公司评价技术介绍及软件系统等构成，这四章共同构成了本书的主体。作者根据自己以往多年的研究，对区带评价技术做了较详细的介绍，同时还介绍了 Chevron 石油公司区带评价的方法与工作程序。由于地质不确定性因素很多，故油气资源评价结果也具有不确定性。换言之，油气资源评价结果具有概率意义下的确定性，因此对评价结果进行可信度分析是十分必要的；本书第六章主要论述了油气资源评价中参数选取、方法选择等对评价结果的影响；最后一章结合具体实例简述了油气勘探过程中决策的主要内容、方法及规划计划的编制。衷心希望本书能对油气勘探家们有所帮助。

本教材由金之钧、张金川编写而成。在编写本书过程中，主要参考了《油气勘探工程》（丁贵明、张一伟、吕鸣岗、金之钧等，1997）一书。有些章节是在《油气勘探工程》相应章节的基础上简写而成。这些章节的主要作者有：张一伟、方朝亮、严俊君、刘国臣、康永尚、邱楠生、查明、王志章、熊琦华、吕鸣岗等，读者需要进一步了解有关内容可参阅《油气勘探工程》一书。在本书的编写过程中，得到了中国石油天然气总公司计划局吕鸣岗总地质师和勘探局邓隆武副总地质师的帮助和指导，他们在百忙之中审阅了全部书稿，在此表示衷心感谢。由于作者水平有限，加之时间仓促，文中错误在所难免，恳请各位读者批评指正。

作 者

1999年2月

目 录

第一章 资源评价的一般概念.....	1
第一节 资源概念和分类.....	1
第二节 资源评价的目的和任务.....	4
第三节 油气勘探阶段划分与资源评价技术.....	5
第四节 资源评价的基本理论和一般原则.....	7
第二章 盆地评价.....	10
第一节 盆地早期评价方法.....	10
第二节 盆地描述方法.....	11
第三节 盆地模拟方法.....	18
第四节 盆地资源量计算方法.....	25
第五节 国外石油公司盆地评价简介.....	30
第六节 盆地分析评价软件系统.....	33
第三章 区带评价.....	35
第一节 区带概念.....	35
第二节 区带描述方法.....	36
第三节 区带资源量计算方法.....	39
第四节 Chevron 石油公司区带评价方法简介.....	46
第五节 区带评价软件系统.....	48
第四章 圈闭评价.....	49
第一节 圈闭识别方法.....	49
第二节 圈闭描述方法.....	51
第三节 圈闭风险分析.....	52
第四节 圈闭资源量计算方法.....	54
第五节 圈闭经济评价及优选.....	54
第六节 圈闭描述评价软件系统.....	56
第五章 油气藏评价.....	58
第一节 油气藏描述方法.....	58
第二节 油气藏地质建模技术.....	61
第三节 油气藏储量计算方法.....	62

第四节 油气藏描述评价软件系统	64
第六章 资源评价结果可信度分析	66
第一节 油气资源评价结果中参数影响的敏感性分析	66
第二节 油气资源评价方法选择及其对评价结果的影响	68
第七章 油气勘探决策和规划计划编制	72
第一节 油气勘探的风险性和科学决策的重要性	72
第二节 石油勘探决策的现状 & 趋势	73
第三节 油气勘探决策内容	74
第四节 勘探规划计划编制	79
第五节 勘探规划计划编制软件系统	81
主要参考文献	82

第一章 资源评价的一般概念

第一节 资源概念和分类

油气资源是在自然条件下生成并赋存于天然地层中，最终可通过各种方式和方法被人们开采利用的石油与天然气的总体。资源量是在特定时期内所估算的地层中已发现（包括已采出）和待发现油气聚集的总量，一般也称为总资源量，表示最终可以获得的资源总量；油气储量是人们发现的储层中原始存在的、可能采出的油气总量，通常表示资源量中的已发现或验证部分。地质储量表示原始地层条件下，在已发现的油气储层有效孔隙中储藏的油气总体换算到地面标准条件下的油气总量。

油气资源量不等同于油气生成量，也不等同于目前条件下具有实际经济价值的可采储量。资源量与油气生成量、储量的关系可用图 1-1 表示。

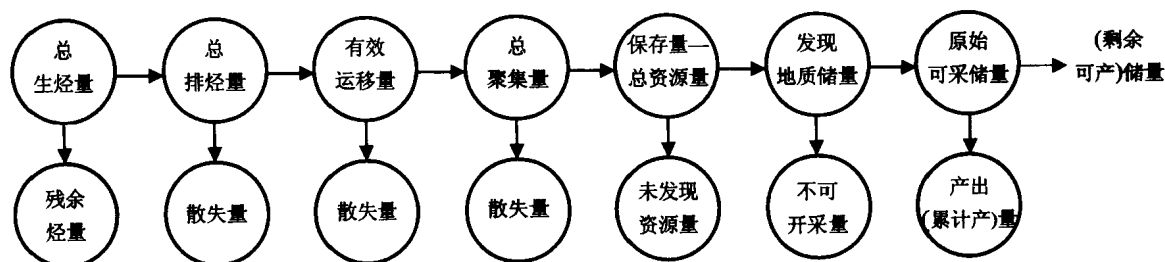


图 1-1 资源量与油气生成量、储量关系示意图

油气资源可按不同的标准分为不同的级别和类型。考查国内外对资源的分类，一般按照四个主要原则进行，即：发现与未发现、落实程度、技术上可采与不可采以及有无经济开采价值。在资源分类的操作中，这四个原则总是穿插交融在一起的。

一、国际分类

在技术和经济上可采的前提下，将可采储量按可靠程度分为探明储量、未探明储量和未发现的潜在储量三种（表 1-1）。

表 1-1 国际油气资源分类

资源（储量）					
探明储量		未探明储量		潜在可采储量	
开发储量	未开发储量	可能储量	预测储量	未发现的潜在可采储量	未来的潜在可采储量

探明储量：根据地质、工程和经济资料评价分析后认为有较高可靠性的发现储量。

未探明储量：通过地质和工程资料分析评价，认为发生的可靠性相对较差，但从已发现矿藏中预测可能具有经济可采价值的储量。

潜在可采储量：根据地质和工程资料所估算的尚没有被发现的储量，根据资料判断最后在经济上是可能得到的。

二、美国分类

根据美国地质调查局（USGS）和矿产管理局（MMS）的分类方案，石油资源按发现与未发现分为验证储量和待发现资源两类（表 1-2）。

表 1-2 美国油气资源分类（USGS,1975）

	验证的 (Identified)		待发现的 (Undiscovered)	↑ 经济价值增大
	证明的 (Demonstrated)			
	测定的 (Measured)	显示的 (Indicated)		
经济的 (Economic)	资	(Reserves)	量	源
次经济的 (Marginally Economic)				
	← 地质保证程度增加			

证明储量：在已知油田产层中已经确定、在现今或未来技术条件下值得开采的储量。

测定储量：根据直接的地质和工程技术数据估算出来的、已验证具有经济价值的资源。它在现有经济和技术条件下或在未来若干年内有足够把握从储层中开采出来。

显示储量：在现有油田已知产层中，通过技术提高而有望获得经济开采价值的储量。

推测储量：在已发现油田中通过扩边、调整、复核或出现新产层而增加的证明储量以外的储量部分。

待发现资源：使用丰富的地质知识和广泛的理论基础所评价估算出来的已知油田或油气聚集以外的资源。

三、俄罗斯分类

1983 年以来按地质认知程度分为资源和储量两类，采用 A、B、C、D 四级储量（资源）分类系统，每一级又分为若干亚类（表 1-3）。

A 级储量：在工业油气流井圈定的范围内所详细探明的储量，储量计算所用的各项参数均由探井生产和专门的实验室分析资料确定。

B 级储量：当含油气矿区内已有不同的钻井产出工业性油气流（或经过试采），在编制开发方案后钻生产井时计算所得的储量。

C 级储量：在已知油气区或见油气构造内，根据地质和地球物理方法（储层物性和其它

参数均已确定)所计算的油气储量。若有几口井见工业油气流,其它井有良好的测井显示,则计算所得的储量为C₁级。

D级储量(资源):根据资料判断而推测的石油远景储量,相当于目前未知经济开采价值的预测资源部分。

表 1-3 俄罗斯油气资源分类(1983)

储量				资源		
钻井生产后 计算的储量		提供开发 设计的储量		提供钻探的储量(资源)		推测 的资源
				见油构造的储量	已知油区新构造的资源	
A	B	C ₁	部分 C ₂	C ₂	C ₃	D ₁ 、D ₂

四、我国分类

根据我国的石油储量规范(1988),我国的油气资源按发现程度分为已发现储量和未发现远景资源量两大类,具体分为五级(表 1-4)。

表 1-4 我国油气资源分类

已发现储量				未发现远景资源量	
探明储量			控制储量	预测储量	
潜在资源量	推测资源量				
已开发探明储量 (I)	未开发探明储量 (II)	基本探明储量 (III)			

探明储量:在油气田评价钻探完成或基本完成后计算的储量,是在现代技术和经济条件下,可供开采并能获得社会效益的可靠储量。它是编制油气田开发方案,进行油气田开发建设投资决策和油气田开发分析与管理的依据。按开发状态划分,探明储量又分为已开发探明储量、未开发探明储量和基本探明储量三类。

控制储量:在某一圈闭内预探井发现工业油(气)流后,以建立探明储量为目的,在评价钻探过程中钻了少数评价井后所计算的储量。它可以作为进一步评价勘探、编制中长期开发规划的依据。

预测储量:在地震详查以及其它方法提供的圈闭范围内,经过预探井钻探获得油(气)流、油气层或油气显示后,根据区域地质条件分析和类比预测存在油气藏,按容积法估算的储量。它是制定评价勘探方案的依据。

远景资源量:尚未发现的资源量。根据地质、地球物理、地球化学资料,采用统计或类比方法估算或根据盆地模拟方法估算的、可能存在的油气总资源量减去已发现储量,所得值即为远景资源量。

潜在资源量:对已发现的圈闭采用容积法或类比法预测的资源量,它可以作为预探部署的依据。在实际操作中,潜在资源量计算不太严格而且未考虑风险概率,若出现潜在资源量大于远景资源量,那么计算结果是不合理的。

推测资源量：是在总资源量中扣除已发现储量和潜在资源量后所得出的资源量数值，可理解为已发现圈闭以外的远景资源量。它是编制区域勘探部署或长远勘探规划的依据。

现代油气资源评价方法由计算机完成，评价结果使用资源量概率方式表示，反映不同概率条件下资源量的数值变化。我国在第一轮油气资源评价中即使用了 95%、50% 和 5% 三种概率值表示法（图 1-2）。

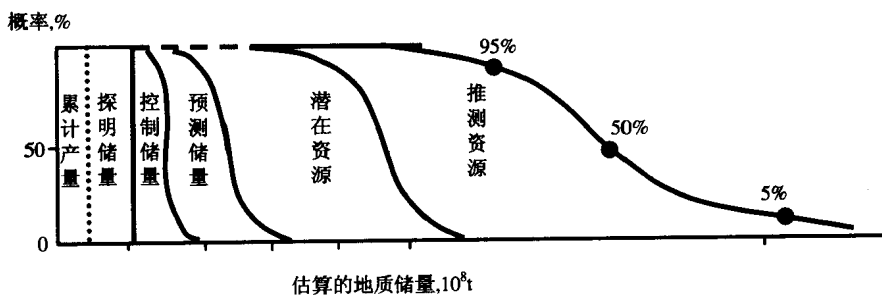


图 1-2 我国所用的概率曲线形式（武守诚，1994）

第二节 资源评价的目的和任务

一、资源评价的目的

资源评价是油气勘探开发决策科学中的一部分，其目的主要是在不同阶段、针对不同勘探对象、采用不同方法进行描述评价，并依照不同的经济技术指标测算分析油气资源（储量）的存在特点、分布状况、规模概率与序列，为勘探开发整体部署、计划安排、工作量测算以及勘探开发效益分析提供科学的基础，为石油工业发展和国民经济计划提供有效的参考依据。

二、资源评价的任务

资源评价包括了地质、工程和经济分析三个方面，其中地质分析是资源评价的基础，技术和经济评价是其最终目的。资源评价的主要任务包括五个方面。

- (1) 资源赋存场所的条件：勘探对象（盆地、区带、圈闭和油气藏）的形态、类型和含油气条件等。
- (2) 资源的有无：勘探对象是否有油气存在。
- (3) 资源的数量：如果有油气存在，其资源量规模大小、序列以及可信度水平。
- (4) 资源的分布：油气资源在地质体三维空间中的分布。
- (5) 资源的勘探开发：勘探目标优选排序、资源分析与工程技术分析、经济评价、勘探部署以及中长期勘探开发规划编制。

三、资源评价的特点

油气资源评价是在现代技术条件下，运用多学科、多手段、多方面资料成果和信息，在系统工程分析条件下，以石油地质研究内容为主线，对油气的过去、现在和将来状况的综合研究。

(1) 资源评价是对地质学和石油地质学研究的高度综合：资源评价的研究对象是具体的地质单元或单元体系（诸如盆地、含油气系统、区带、圈闭等），只有从油气生成、运移、聚集、保存和生储盖条件配套研究等分析出发，才能找到油气生成量、散失量、排聚量、保存量以及有效圈闭发育的一般规律。简单地说，若要研究这些基本的石油地质特点就必须从盆地形成、发展、演化以及存在现状研究出发，这又是构造、地层、流体、温压热场和动力场研究的基本范畴，它几乎容纳了地质学与石油地质学内容的全部。因而，油气资源评价也有利于促进其它相关学科的发展。

(2) 资源评价离不开各相关学科的共同支持：资源评价发展的规律性要求其本身必须在发展与应用过程中不断吸纳其它有关学科的理论精髓，通过应用过程中的适应改造而最终成为自身结构的有机部分。资源评价技术目前已发展成为知识面广泛、多学科交叉渗透、实践与理论结合紧密的综合研究技术。以计算技术为例，油气资源的准确评价得益于现代计算机技术的发展，而资源量计算又促进了地质建模与数学分析方法的改进，促进了人工智能、专家系统、仿真模拟以及条件模拟技术的高速发展。

(3) 资源评价是勘探开发与决策规划之间联系的纽带和桥梁：资源评价是对石油勘探开发与成果的阶段性及时总结和归纳，综合反映了各学科的研究水平、勘探开发进展和资源分布现状、规律与风险概率等，因此它也同时是评价对象进一步研究、工作计划安排、工作量测算、经济分析、整体可行性研究、勘探开发方案合理规划以及策略制订的参考标准。它在专业技术研究和系统决策规划之间起到了有效的枢纽沟通作用。

(4) 资源评价本身是一套逻辑严密的思想方法体系，在石油地质学中起着不可忽视的积极作用：由于它具有及时性、针对性和评价结论的螺旋上升性，所以一直是指导油气勘探实践的有效依据，也是油气藏发现的重要方法和手段，各国均把资源评价工作放在了重要位置。

第三节 油气勘探阶段划分与资源评价技术

从广泛到具体，由粗略到精细，油气勘探过程一般经历了盆地区域勘探、圈闭预探和油气藏评价勘探三个步骤，评价目标依次为盆地（群）、区带与圈闭、油气藏，其勘探精度越来越高，工作投入越来越具体，评价结果可信度随着评价目标的缩小和工作量投入的增加而逐步提高。

油气勘探阶段与资源评价技术之间具有较为复杂的叠合关系，基本关系见图 1-3。

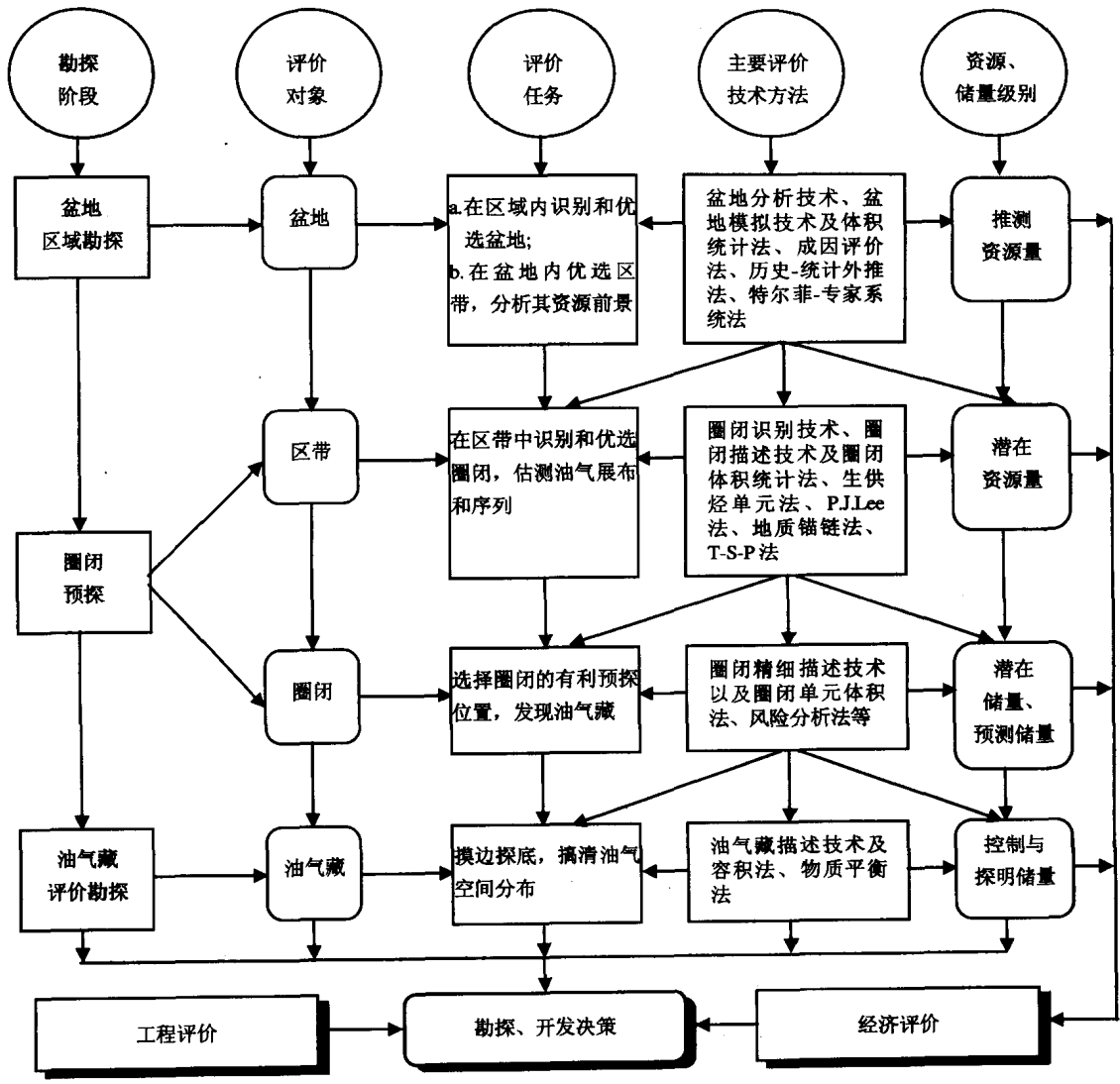


图 1-3 油气勘探阶段与资源评价技术基本关系示意图

一、盆地区域勘探阶段资源评价

评价对象是单一的盆地或在成因、分布和类型等方面具有相似性的一系列盆地（盆地群）。区域勘探早期阶段资源评价所利用的资料主要是地面（露头）地质、区域地球物理与化学勘探、参数井以及其它如煤田等浅孔的地质资料，对资源评价的精度要求较低，使用的方法较为粗略简单，具有很大的推测性，因此评价结果只能给出整个盆地的推测资源量。到了区域勘探中后期阶段，随着资料增多和勘探程度加深，能够对盆地的含油气性以及内部次级构造单元、区带的含油气远景进行综合判断，可以提交分区的远景资源量并优选有利含油气区带。

二、圈闭预探阶段资源评价

具体又分为区带勘探和圈闭勘探两个阶段。

区带勘探的评价对象是盆地中的区带或二级构造带，所利用的资料精度提高，以地球物理综合勘探和少数探井分析资料为主，是经过圈闭识别和分析研究后所估算出来的总体圈闭内可能存在的潜在资源量，因此评价可靠性有所增加，但仍未得到钻井证实，评价结果是预探井部署的重要依据。

圈闭勘探的评价对象具体到圈闭，是从钻探圈闭直到获得油气发现而进行的资源评价。该阶段的评价工作经过了圈闭精细描述或早期油气藏描述，分别计算了潜在资源量和油气藏的预测储量，评价结果可靠性大为提高，是含油气圈闭评价勘探的基础。

三、油气藏评价勘探阶段资源评价

评价对象为油气藏，在评价勘探过程中以及工作结束后计算所得的储量分别为控制储量和探明储量。控制储量以地震勘探和部分评价井钻探资料为主，数值计算运用了油气藏描述评价结果，可靠性较高。但评价勘探尚未完成，或者由于经济因素、开发时机等条件不成熟而终止了勘探。探明储量则是评价勘探阶段完成后，运用油气藏精细描述评价成果所计算的油气储量，可靠程度最高，是油气勘探的最终成果之一。

第四节 资源评价的基本理论和一般原则

任何一门学科或技术都有着自身的基本理论、指导思想以及依赖与遵循的基本原则，它是这门学科或技术的基础与核心。油气资源评价经过近一个世纪的努力发展到今天，已基本上形成了自己的理论方法体系。本节将结合作者多年的理论研究与实践体会对该主题进行简要论述。

一、成因原则

所谓的成因原则是指在进行油气资源评价过程中所遵守的从油气生成到运移、再到聚集藏的基本原则，它是油气资源评价过程中最基本的原则。70年代 Tissot 等人建立的盆地模拟方法、前苏联人乌斯宾斯基等人建立的物质平衡方法以及 80 年代以来我国经常应用的生烃量等方法都是在这一原则基础上发展起来的。成因原则的核心是弄清油气生成过程、计算生成量并分别求得各过程中的油气耗散量，最终达到计算资源量的目的。但是油气生成是一个十分复杂的物理-化学过程，漫长的地质演化历史和庞大的地质空间分布都为人类在实验室条件下对这一过程的研究带来了巨大的困难。到目前为止，成油过程研究仍然十分薄弱，例如在油气生成演化史中，催化过程是一种重要的作用要素，但在目前的有机质化学反应动力学模型中，还没有一个模型包括催化作用。对于研究更加薄弱的运移、聚集及后期演化过程，未知的控制因素与作用过程就更复杂了，这里不再赘述。

二、黑箱原则

与成因原则相对应的是黑箱原则，黑箱原则不关心油气的具体成藏过程，而是把油气藏的地质形成过程看作为一个黑箱，试图在可测定的地质变量与油气储量之间寻找对应关系。储量一般用单位体积的储量（或资源量）密度 ρ 表示，若把可测定的地质变量看成是系统的输入 \bar{x} ，把地质储量（或资源量）看成是输出，则资源评价研究的主要问题就是寻找储量与地质变量的内在联系，建立方程： $\rho = f(\bar{x})$ 。图 1-4 表示出了这一过程。 \bar{x} 表示一系列可测定的地质变量，例如沉积岩体积 (X_1)、有机碳含量 (X_2)、有机质成熟度 (X_3)、砂岩体积 (X_4)、构造运动次数 (X_5)，……，等等

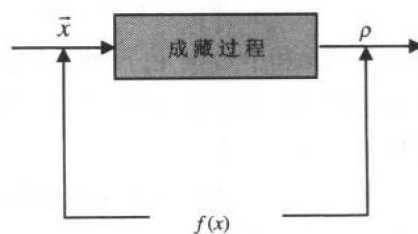


图 1-4 黑箱原理示意图

$$\bar{x} = \{X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 \dots X_n\} \quad (1-1)$$

根据这一原则，我们可以在勘探程度较高的地区建立起 $\rho = f(\bar{x})$ 的函数表达式。一般来说， \bar{x} 所含的项数越多，其计算结果越精确，但对于不同地区，影响 ρ 值的主要地质变量仅有 5~6 项。

三、最弱因素原则

油气成藏过程所受的控制因素很多。一般说来，生油层、储集层、盖层、圈闭、运移、保存及互相之间的配置关系是其主要影响因素。设油气藏存在的概率为 P ，控制油气藏存在的因素即生、储、盖、圈、运、保及其时间配置的概率分别为 $P_S, P_R, P_{SL}, P_{ST}, P_M, P_T, P_{MT}$ ，则油气藏存在的概率为

$$P = P_S \times P_R \times P_{SL} \times P_{ST} \times P_M \times P_T \times P_{MT} \quad (1-2)$$

只有在上述条件都存在时，油气藏才存在。上述条件中任意一个条件不存在，即 $P_i = 0$ ，则油气藏不存在，即 $P = 0$ 。换言之，油气藏存在与否受控制条件当中最弱因素的概率控制，这一原则叫最弱因素原则，也有人称之为木桶原理或瓶颈效应。不同地区的最弱因素是不一样的，例如在我国渤海湾盆地的东营凹陷，圈闭是其最弱因素；而在准噶尔盆地，则储层是其最弱因素；塔里木盆地就整个盆地而言，油源是其最弱因素。在进行油气勘探地质风险分析时需要特别注意对这些最弱因素的分析。

四、测不准原则

量子力学中有一个著名的测不准原理，油气资源评价中也有类似的问题。油气资源评价中经常同时面对两个主要问题，即资源量大小及其在盆地或次级构造单元中的三维空间位置分布。对于盆地评价而言，油气资源量的预测往往误差范围不大，我们认为其数值预测结果是相对准确的，而对于所评价资源量的具体位置往往是不知道的；对于圈闭评价而言，其三维空间位置是相对准确的，但测得的圈闭资源量数值误差范围往往很大。举一个极端的例

子，如果一个圈闭是一个干圈闭即没有油气，那么其误差值将是无穷大，而在油气勘探中干圈闭占很大的比例。对于盆地与圈闭而言，油气资源量及其空间位置，两者不可兼得，我们把这一现象叫做测不准原则。掌握这一原则可以对油气资源评价结果的可靠性做出准确的评价。

五、地质滤波理论

参数的选取是油气资源评价中一项十分重要的工作，因为它的准确与否将直接影响着预测结果，而选准参数又是一项非常困难的事情。因为油气勘探工作是一个由粗到细的过程，地震测网及井网也由稀到密逐渐增加，故不同的勘探阶段，其评价参数的准确度不一样。一般来说，随着勘探程度的提高，所选取参数的准确度也越来越高。这里仅举油气藏大小分布一例来进一步说明地质滤波原理。设油气藏大小概率在自然界中的分布为 $G(q)$ ，在某一勘探时刻所有发现油气藏的大小概率分布为 $S(q)$ ，则： $G(q) \neq S(q)$ ，因为油气藏的发现过程是一个有偏地不放回抽样，所以勘探过程中所发现的油气藏分布不能代表油气藏自然总体的分布。同一地点不同时间所发现的油气藏大小分布曲线是不一样的（详见后文图 2-4）。对油气藏大小分布有

$$G(q) = \lambda(t)S(q) \quad (1-3)$$

式中， $\lambda(t)$ 称做地质滤波函数，它与勘探过程有关。大油气田一般在勘探初期就被发现了，而勘探中、后期所发现的油气藏一般都偏小。对于其它地质信息也是如此，这一特征叫地质滤波原理。根据这一原理，我们在使用地质信息、选取油气资源评价参数时，需要结合油气勘探过程具体分析。

油气资源评价中所遵循的基本理论还有很多，例如：地质学中的一般原理、石油地质学中的基本理论等，本章所讨论的仅仅是油气资源评价过程中所要遵守的基本原则。实际上，上述所讨论的一般原则构成了油气资源评价方法的基础。各种不同的油气资源评价方法大都建立在上述原则基础之上。掌握这些基本规律可以更好地发展并应用油气资源评价方法。