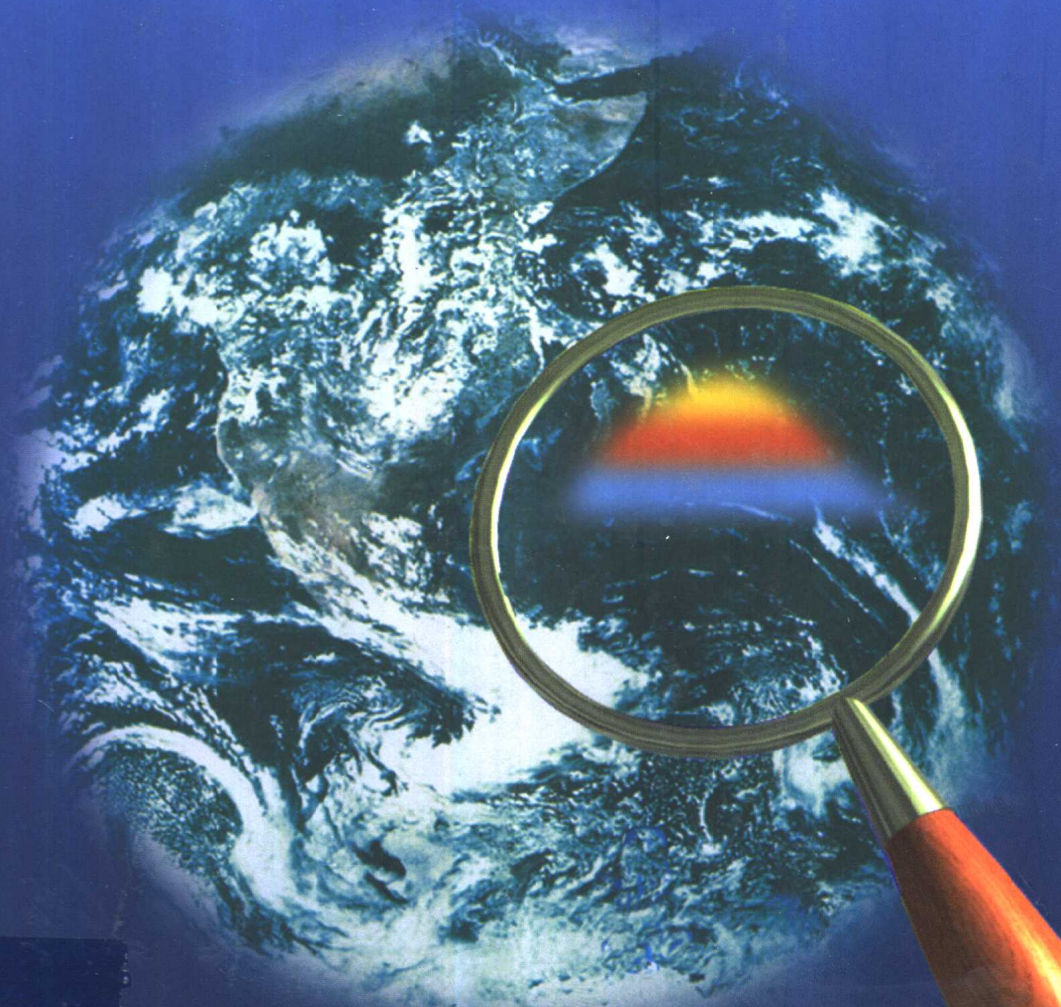


童晓光 何登发 著

油气勘探原理和方法



石油工业出版社
PETROLEUM INDUSTRY PRESS

油气勘探原理和方法

童晓光 何登发 著

石油工业出版社

内 容 提 要

本书系统地介绍了油气勘探评价系统的概念、原理与方法。首先对含油气盆地、含油气系统、油气成藏组合和圈闭这四个级次的含油气地质单元的评价原理进行了介绍,其次对各种勘探技术如何有效地组合来解决含油气地质单元的评价问题进行了分析,然后对勘探程序、勘探决策与跨国风险勘探等问题进行了阐述。最后介绍了贯穿油气勘探全过程的油气资源评价方法。

本书是从事油气地质勘探研究与生产人员的重要参考书,也可作为石油地质或勘探专业高年级大学生和研究生“油气勘探原理和方法”课程的教材。

图书在版编目(CIP)数据

油气勘探原理和方法/童晓光,何登发著.

北京:石油工业出版社,2001.3

ISBN 7-5021-3315-1

I.油…

II.①童…②何…

III.油气勘探

IV.P618.130.8

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第13254号

石油工业出版社出版

(100011 北京安定门外安华里二区一号楼)

石油工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092毫米 16开本 16.75印张 419千字 印1—1500

2001年3月北京第1版 2001年3月北京第1次印刷

ISBN 7-5021-3315-1/TE·2484

定价:50.00元

序

油气勘探是石油工业的第一个环节，也是石油工业的基础，石油工业要存在和发展，必须不断发现新的油气资源。

全球的油气勘探潜力仍然巨大。据美国联邦地质调查所最新预测，2025年前全世界待发现的常规可采资源和老油田储量增长总计石油为13760亿桶，天然气为8856万亿立方英尺。21世纪上半叶，油气勘探仍将是人类重要的生产活动。

随着中国经济的发展，对油气的需求也在日益增加。因此摆在中国油气勘探界面前的任务，不仅要大力深化中国的油气勘探，而且要进入全球更加多样化的勘探领域。本书作者正是出于适应这种形势的要求，在总结以往勘探工作经验的基础上，对油气勘探理论和方法做了系统的研究。

该书首先论证了油气勘探的四大特性，即经济性、科学性、风险性和系统性。经济性指油气勘探的目的，科学性指油气勘探的认识过程，风险性指勘探的投资性质，系统性指勘探的作业和方法。完整地理解油气勘探的特性，是实施科学勘探的前提。

该书用比较多的篇幅论述了油气勘探对象的评价。指出油气勘探对象的科学评价与预测是油气勘探工作取得成功的先导。分析了国内外各种勘探评价系统，提出了建立勘探评价系统的原则和方法。对其中最重要的四个级次的评价内容、方法和实例进行了比较详细的论述。对含油气盆地的评价强调要从原型盆地的各种构造沉积演化特征分析入手，再研究其叠合和复合关系。对含油气系统的评价方法，在前人的研究基础上，提出了简单含油气系统和含油气系统复合和叠合的概念，从而使含油气系统的评价更具有实际意义。在成藏组合评价中，重点是储层和盖层的评价，并且将它与中国传统的评价单元油气聚集区带进行对比。对于圈闭评价，综合了国内外的评价方法，比较系统地介绍了雪佛龙公司的评价方法，强调经济评价的重要性。

勘探技术的合理应用是发现油气田的基本手段，也是取得良好勘探效益的重要环节。该书对各类勘探技术的基本原理，应用范围及有效性作了系统分析。根据勘探对象的地质，地面条件、勘探阶段和所要解决的地质问题，对如何合理选择和配置各种勘探技术作了详细论述。

该书对目前西方流行的勘探决策分析的基本概念、风险分析、经济评价指标、决策步骤和方法作了比较系统的介绍。进行跨国风险勘探是我们面临的新课题。该书根据近年来的实践，对跨国勘探的特点和方法作了简要介绍。

最后，该书对贯穿于油气勘探全过程和油气资源评价作了分析，认为资源评价实际上是一种预测，论述了目前应用的主要资源评价方法的原理和可信度，讨论了不同勘探程度的评价单元，应该采用的资源评价方法，同时介绍了美国联邦地质调查所对全世界油气资源评价方法和结果。

作者之一童晓光教授长期从事油气勘探的地质研究和生产工作。积累了比较丰富的实践经验，并在理论研究方面有较强的创新意识。从1993年起，负责中油国际化经营的地质工作，在对外合作中，与世界各大油公司有比较多的交流，对外国公司的勘探评价和勘探方法

44000/05

比较了解，近年来又从事海外油气勘探和开发，评价了世界上二十几个国家近百个勘探开发项目，并在苏丹、哈萨克斯坦、委内瑞拉等项目中负责地质方面领导工作，是中油从事海外勘探工作中富有业绩的地质家之一。

童晓光 and 何登发所著的《油气勘探原理和方法》具有中西结合的特点，吸收了国内外大量研究成果。也有作者许多独到的见解，内容比较丰富。可作为从事油气勘探的研究人员和生产人员的重要参考书，也可以作为石油地质或勘探专业高年级学生和研究生的教材。

王涛 19/11 2000

目 录

绪 言	(1)
一、油气勘探的四大特性	(1)
二、本书的内容编排	(4)
第一章 油气勘探评价系统	(6)
第一节 建立油气勘探评价系统的意义和目的	(6)
一、世界上油气分布在空间和时间上都不均匀	(6)
二、油气的分布是有规律的	(7)
三、油气勘探的目的是追求最大利润	(7)
第二节 中国传统的油气勘探评价系统及其发展	(8)
一、大地构造区—含油气区	(8)
二、沉积盆地—含油气盆地	(8)
三、坳陷和隆起, 凹陷和凸起	(9)
四、二级构造带、区带、油气聚集带	(9)
五、圈闭	(9)
第三节 西方流行的油气勘探评价系统	(10)
一、大地构造—地层大区	(10)
二、盆地	(11)
三、含油气系统	(13)
四、成藏组合	(16)
五、远景圈闭	(18)
第四节 建立科学的油气勘探评价系统	(18)
一、科学的油气勘探评价系统应具有的特点	(18)
二、油气勘探评价系统	(18)
三、油气勘探评价研究的内容	(20)
四、评价系统、勘探阶段和勘探区块的关系	(20)
第二章 含油气盆地评价	(22)
第一节 含油气盆地的基本概念	(22)
一、沉积盆地的基本概念	(22)
二、沉积盆地的分类	(25)
三、含油气盆地及其分类	(28)
第二节 含油气盆地评价的过程	(32)
一、含油气盆地评价的思路	(33)
二、含油气盆地评价的程序	(33)
第三节 含油气盆地评价的主要方法	(35)
一、盆地地质结构分析	(35)

二、原型盆地分析·····	(37)
三、层序地层学方法与生、储、盖层预测技术·····	(41)
四、盆地热史分析·····	(45)
五、油气运移分析·····	(49)
六、盆地数值模拟技术·····	(52)
第三章 含油气系统评价 ·····	(57)
第一节 含油气系统的基本概念·····	(57)
一、含油气系统概念的形成与定义·····	(57)
二、含油气系统的划分·····	(58)
第二节 简单含油气系统的描述与评价·····	(60)
一、含油气系统静态地质要素的描述·····	(61)
二、含油气系统地质作用过程描述·····	(65)
三、单源一期成藏含油气系统的描述方法·····	(67)
四、单源一期成藏含油气系统的半定量评价·····	(68)
第三节 简单含油气系统评价实例·····	(70)
一、地质背景·····	(70)
二、生油岩·····	(72)
三、储集层·····	(74)
四、盖层·····	(77)
五、圈闭·····	(77)
六、成藏组合·····	(77)
七、含油气系统·····	(79)
第四节 复合含油气系统描述与评价·····	(80)
一、含油气系统之间的复合关系·····	(80)
二、复合含油气系统的划分与评价·····	(84)
第四章 油气成藏组合评价 ·····	(90)
第一节 成藏组合的基本概念·····	(90)
一、成藏组合的定义·····	(90)
二、成藏组合与区带在概念上的差别·····	(91)
三、成藏组合的分类与命名·····	(92)
四、成藏组合与含油气系统的关系·····	(93)
第二节 成藏组合的评价程序·····	(94)
一、成藏组合的评价过程·····	(94)
二、成藏组合的评价内容·····	(95)
三、成藏组合的综合评价·····	(97)
第三节 成藏组合地质评价的主要方法·····	(99)
一、储集层特征与储层质量预测·····	(99)
二、盖层封闭性能评价·····	(118)
三、断层封闭性评价·····	(120)
四、成藏组合层次的圈闭地质评价·····	(122)

五、油气性质、组分特征及预测·····	(122)
六、成藏组合的关键控制因素分析·····	(124)
第四节 成藏组合实例分析·····	(127)
一、区域背景·····	(127)
二、Bone Spring 组的岩相与沉积演化 ·····	(127)
三、Bone Spring 组砂岩储层特征 ·····	(132)
四、Bone Spring 组砂岩成藏组合的勘探意义 ·····	(138)
第五章 圈闭评价·····	(143)
第一节 油气圈闭的地质特征·····	(143)
一、圈闭类型·····	(143)
二、储集岩特征与储盖组合·····	(149)
三、圈闭封盖强度与闭合度的关系及其对油气分布的控制·····	(152)
四、圈闭的可能油气藏类型·····	(156)
五、圈闭或油气藏的结构与影响因素·····	(163)
第二节 圈闭的地质评价·····	(164)
一、资料可信度评价·····	(164)
二、圈闭地质评价参数·····	(164)
三、圈闭地质评价方法·····	(164)
第三节 圈闭的资源量计算·····	(167)
一、圈闭资源量计算方法·····	(167)
二、圈闭参数选择·····	(168)
三、圈闭参数分布·····	(172)
四、圈闭资源量计算·····	(172)
五、圈闭地质和资源条件的综合评价·····	(173)
第四节 圈闭的经济评价·····	(174)
一、圈闭勘探经济评价·····	(174)
二、圈闭开发经济评价·····	(176)
三、现金收益评价·····	(177)
第五节 圈闭评价方法实例·····	(177)
一、风险评价·····	(178)
二、储量·····	(182)
三、工程支持与经济分析·····	(184)
四、钻后评估·····	(186)
第六章 地面油气勘探技术的应用·····	(193)
第一节 地面地质调查·····	(193)
一、地表油气功观察研究·····	(193)
二、地面地质调查·····	(194)
第二节 遥感技术·····	(194)
第三节 地化勘探·····	(195)
第四节 重磁力勘探和电法勘探·····	(196)

一、重力勘探·····	(196)
二、磁力勘探·····	(197)
三、电法勘探·····	(197)
第五节 地震勘探·····	(198)
第七章 井筒勘探技术的应用·····	(201)
第一节 地质录井·····	(201)
一、钻时录井技术·····	(201)
二、岩屑录井技术·····	(202)
三、取心录井技术·····	(202)
四、井壁取心技术·····	(203)
五、荧光录井技术·····	(203)
六、钻井液录井技术·····	(203)
七、气测录井技术·····	(204)
八、地球化学录井·····	(205)
第二节 矿物地球物理测井技术的应用·····	(207)
一、电阻率测井技术·····	(207)
二、自然电位测井技术·····	(207)
三、声波测井·····	(208)
四、放射性测井技术·····	(208)
五、地层倾角测井·····	(209)
六、测井系列·····	(209)
七、测井资料在其它方面的应用·····	(210)
第三节 测试技术的应用·····	(211)
一、电缆式重复地层测试技术·····	(211)
二、中途测试·····	(212)
三、完井测试·····	(213)
四、增产技术的应用·····	(213)
第八章 勘探程序·····	(216)
第一节 勘探阶段的划分·····	(216)
第二节 区域概查·····	(217)
一、具体任务·····	(217)
二、工作方法·····	(218)
第三节 区域勘探阶段·····	(219)
一、区域勘探阶段的具体任务·····	(220)
二、工作方法·····	(220)
三、勘探内容的多样化·····	(221)
第四节 成藏组合或区带整体解剖和圈闭预探·····	(221)
一、具体任务·····	(221)
二、工作方法·····	(222)
第五节 圈闭评价勘探·····	(222)

一、具体任务	(222)
二、工作方法	(223)
第六节 关于滚动勘探开发	(223)
第九章 勘探决策分析	(225)
第一节 风险分析	(225)
一、风险和不确定性的意义	(225)
二、油气勘探中概率的基本概念	(226)
三、概率的分布	(228)
四、累积频率(概率)分布	(228)
第二节 经济评价指标	(228)
一、支付时间	(228)
二、投资利润率	(229)
三、回收率	(229)
四、净现值	(229)
五、贴现投资利润率	(229)
六、期望值、货币期望值	(230)
第三节 勘探决策的步骤	(230)
一、区块的勘探决策	(231)
二、勘探目标的勘探决策	(231)
三、据二项式分布,合理钻井决策	(232)
四、多级别决策——决策树法	(233)
第十章 跨国风险勘探	(236)
第一节 跨国风险勘探的特点	(236)
一、主权国保护自身利益的法规	(236)
二、具有广泛地选择区块的机会	(236)
三、按效益观使用勘探工作量	(237)
第二节 跨国勘探的两种主要形式	(237)
一、向主权国申请勘探区块许可证	(237)
二、后期参股勘探	(238)
第三节 跨国勘探项目的可行性研究	(238)
一、投资环境分析	(238)
二、地质资源评价	(240)
三、经济评价	(241)
第四节 跨国勘探项目的谈判签约和经营	(241)
一、谈判签约	(241)
二、风险勘探项目的经营	(242)
第十一章 油气资源评价	(244)
第一节 储量和资源量	(244)
第二节 资源量评价(预测)方法	(245)
一、沉积盆地面积、体积和沉积速率法	(245)

二、成因法·····	(248)
三、圈闭资源量法·····	(249)
四、油气田规模序列数学模型法·····	(249)
五、历史数据外推法·····	(250)
六、专家评价法·····	(250)
七、定性评价法·····	(250)
第三节 资源预测方法与勘探阶段和勘探单元的关系·····	(251)
一、资源预测方法与勘探阶段的关系·····	(251)
二、资源量预测方法与评价单元的关系·····	(251)
第四节 美国联邦地质调查所对常规待发现资源量评价·····	(252)
一、USGS 的资源评价方法·····	(252)
二、USGS 2000 年对世界待发现常规油气资源评价·····	(254)
三、已知油田储量增长·····	(256)

绪 言

油气是现代人类赖以生存的重要能源,有人把 20 世纪称为油气时代。世界上几次重大的近代战争,往往与争夺油气控制权有关,预计 21 世纪上叶油气仍然是世界主要能源。

据第十四届世界石油大会对 1992 年底世界油气资源状况的估计,大约已采出 698.6 亿吨石油,1750.2 万亿立方英尺天然气,已探明而尚未开采的石油可采储量约 1103.2 亿吨^①,可采天然气储量约 5136 万亿立方英尺;至少还可以找到可采石油储量 470.7 亿吨^②,可采天然气储量 4681.3 万亿立方英尺。事实一再证明,随着石油地质理论和勘探技术的发展,发现了一批又一批新的含油气盆地和油气田,待发现资源量还会增加。地壳中还蕴藏着大量油气等待人们去寻找和发现,油气勘探仍然是人类重要的生产活动。

经历了一百多年现代油气勘探后,剩余油气田的地质条件更加复杂,作业条件更加困难,勘探的风险加大。在持续低油价情况下,勘探的利润降低。促使勘探家努力提高勘探效率,进一步完善油气勘探理论、技术和方法。

近十年来,石油平均发现和生产成本的实际值下降了 60%;而过去十年全球探明石油可采储量 480 亿吨,相当于 1997 年产量的 14 倍。足见科技进步对油气勘探的促进作用。

一、油气勘探的四大特性

1. 油气勘探是经济活动

油气勘探是整个石油工业的第一个环节,是石油工业的基础。油气勘探的目的就是经济有效地发现和探明油气田,也就是说要用尽可能少的投入(资金、人力、物力),发现和探明尽可能多的可供开采的有经济效益油气储量。如果条件允许,尽可能在较短时间内实现上述目的。油气勘探地质家的任务是应用石油地质理论,发现、评价和优选各个层次的勘探对象,从而发现和探明有商业价值的油气田。这就从原则上与以揭示自然规律为目标的基础理论研究相区别。油气勘探的经济利益建立在发现油气田的基础上,所以发现是第一位的。一个成功的油气勘探地质家,首先应该善于发现油气田。但同时也要在勘探过程中遵循经济效益的原则。

我们常常可以听到有些勘探地质家在打了干井后说,没有发现油气,搞清了地质情况也是一个收获。这种说法是有道理的,要真正比较确切地掌握地下油气分布规律,必须要有一定的勘探工作量为代价。现代勘探技术还不能完全解决在钻井之前确定有无油气,更不能确定有无商业价值的油气田。全世界的野猫井成功率还比较低,干井是不可避免的。但是也必须认识到勘探的目的是发现油气田,要慎重地使用各种勘探工作量,在部署探井之前,要充分做好钻前各项勘探工作和研究工作,力争提高探井成功率,避免不必要的损失。多年来,我国的某些地区,盲目打井的例子是存在的,如有一个中小型盆地,连续打了 100 多口探井,没有商业性油气发现,应该及时研究没有发现油气的原因是什么,是否值得继续钻井和如何进行勘探,不能一味按主观愿望办事。很明显,私营油公司决不可能这样做,因为如果

① 据美国《油气杂志》报导,1997 年 1 月 1 日世界探明可采储量为 $1390 \times 10^8 \text{t}$ 。

② 据第十五届世界石油大会资料为 $670 \times 10^8 \text{t}$ 。

是一个中小油公司，可能早已破产了。同样，对于具有油气远景但勘探难度很大的对象，也必须先做好技术准备和经济评价，才能开展大规模勘探。

为了有效地进行油气勘探，对于勘探对象及时作出肯定或否定的评价具有同等重要的意义。及时正确地发现一个勘探对象的勘探潜力，当然是勘探成功的先决条件，也是勘探地质家的基本任务。对这方面重要性的认识，总体上是比较充分的，问题往往在另一方面，即对勘探对象不利方面的评价和研究重视不够。对于用最小的投入，对勘探对象作出及时正确的否定的结论，也体现了勘探效益的观点，在中国尚未被人们普遍重视。

勘探经济效益的最终体现是所探明的可采储量价值或油气田开采利润，因此勘探对象选择时就要预测可能发现油气田的各项地质参数和分析各项经济评价参数。

事实上，违背经济效益原则的勘探活动仍然存在。在计划经济思想影响下，勘探部门为了完成上级下达的储量指标，在勘探过程中经济评价不及时不严格，导致在探明油气储量中夹杂相当数量没有开采价值的油气储量，花费了大量不能收回投资的评价费用。这种观念和作法必须改变。

2. 油气勘探是科学探索

油气田深埋地层，大部分油气的发现都是根据各种间接的信息，通过分析研究作出判断。所以难度很大，往往难以一次认识，即使勘探理论和技术发展到今天的水平仍然如此。

首先要区分信息的类型和信息的信息，然后加以充分利用。信息的类型不同，其价值也就不同。有些信息是多解性的，只有参考意义；有些信息是直接的，确定性的。一般来说，勘探初期的信息量少，又以多解性的信息为主，就要力争全面掌握信息，作出“去伪存真”的分析。勘探家的石油地质学理论水平，对信息的掌握程度，对各种信息意义的透彻理解以及勘探经验的丰富程度，具有决定性作用。同样一个信息可能有人无动于衷，有人就能作为找油的重大线索和依据。如渤海湾盆地辽河西部凹陷西斜坡曾有一口探井钻遇白云岩，并且有良好油气显示。该井因工程事故报废，没有能够测井和测试。当时没有引起人们的足够重视。后来经过重新分析认识到，这口探井的含油层位和特点与华北任丘古潜山油田十分相似，结合对地震资料的重新研究，决定在原井场重新打一口探井，结果发现了曙光古潜山油田。可见对一个信息的分析具有多么重要的意义。

由于油气勘探依据的主要是间接信息，大多数油气田的发现都有一个探索和研究过程。即使中东这样世界上油气最丰富的盆地也是如此，甚至曾经有人对其失去信心。被人们传为佳话的普鲁德霍湾大油田的发现史也是一个很好的例子。当然随着勘探理论、技术和方法的提高，这种探索过程正在缩短。但随着勘探程度的提高，勘探对象日益复杂，新的勘探领域不断出现，在任何时候都需要有一个认识过程。大家都知道，按背斜理论找油，过了半个多世纪后才发现地层圈闭油气田，其实如东德克萨斯地层圈闭大油田，在发现之前并不了解它的圈闭机理，其发现有一定的偶然性。推覆体找油也是长期不敢涉及的领域，事实已经证明了它的含油潜力。墨西哥湾深水区盐下圈闭的勘探，也是近年来才成为美国的热点。煤层气的勘探开采远景已经日益引起人们的重视，逐步进入了商业性生产阶段。近来又有人提出了甲烷水化物的巨大资源前景。

勘探地质家与开发地质家所承担的任务最大的不同在于后者注重于对开发对象的精细描述，而前者侧重于对勘探对象的预测，在石油地质理论的基础上，运用丰富的想象力和创新精神，去构思出各式各样的油气聚集模式，去预测勘探对象的储量规模和产能，随着信息的增加，不断加以修正和完善。在这个过程中，勘探家强烈的找油气欲望是十分重要的，这种

欲望将激励人们去探索。

3. 油气勘探是一种风险活动

油气勘探伴随着各种不确定因素，首先由于对地下认识不完善所具有的不确定性。油气勘探有成功的可能也有失败的可能，这就是油气勘探的风险。油气勘探与可以比较精确地计算出投入与产出关系的确定性项目不同，也与一个已探明储量的油气田开发项目有较大差别。风险是油气勘探的固有属性，勘探家的任务是努力降低风险和从风险与可能获利的关系中去权衡利弊。

力求降低勘探的风险和损失，是勘探家追求的重要目标。降低风险的途径主要有以下几个方面：第一，提高勘探对象地质评价水平，减少失误；第二，提高勘探技术水平，如三维地震在内的地震精细勘探，大大提高了钻探前圈闭评价的精度；第三，勘探对象的宏观选择。众所周知，不同类型和不同勘探程度的盆地、含油气系统、区带、层系的勘探风险是不同的，在已发现油气田的盆地中的勘探比新盆地勘探的风险小得多，如美国某大油公司因此把勘探投资集中到已知含油气盆地，取得了较好效果；第四，划分勘探阶段，反复评价勘探对象，避免不必要失误，从而降低风险。

在目前的技术条件下，完全避免风险还不可能，所以勘探项目的风险分析成为勘探决策的重要内容。并非风险小的项目都是可取的，也不是风险大的项目均不可取，要根据所承担的风险与可能获利的大小进行比较。还要决定投资者的实力大小等因素，进行综合分析。

4. 油气勘探是一系统工程

油气勘探是按项目组织，多工种协同作业和分阶段实施的系统工程。

中国过去对勘探项目的规定是不太明确的，如项目的地域，时间期限，义务工作量，区块的放弃和归还等都比较模糊，但随着国家油公司的改制，国际上流行规则的引进，按区块建立勘探项目已成为必然趋势。

以区块为单元的油气勘探项目，大致包括立项（和论证）、向政府申请登记，编制项目设计、计划和资金预算、组成投资集团（或独资）、建立管理机构、项目实施一招标一专业服务公司作业、项目作业监督、同期和交替地质研究、信息反馈和计划修改、成果验收等环节。

资金投入是项目的基础。勘探项目投资比较大，风险大，回报率大，但回收的周期也比较长，一般由资金较为雄厚的公司才能承担。油气勘探项目的实施要有高技术多工种协同作业，包括地震、钻井、录井、测井、测试及相关的辅助工种，往往由专业服务公司承担。

勘探各工种作业是获取地下资料的手段，要服务和服从于发现和探明油气田的总任务，进行合理配置和使用，单项工种的利益要服从于项目利益，如钻井过程中，为了安全快速钻井所采取的各项措施，必须以不损害油气层为前题，钻井工程也要保证及时顺利测井和必要时进行中途测试。

勘探作业与所获信息的地质研究要同时和交替进行，才能取得最大的勘探效益。

由此可见，一个勘探项目的实施要由各种专业人员包括地质师，各专业的工程师，还要有经济专家、律师和管理专家参与，涉及到油公司的各个部门和各种专业公司。

勘探项目的实施要在严密的组织管理下进行，要安排好各个工种之间的协调关系和时间上的互相衔接，要按系统工程运行。

油气勘探工程不是个别勘探家的个人行为，而是公司的集体运作。一个勘探项目的成功，勘探地质家的作用是重要的，但必须承认，这是成千上万人共同努力的结果。

上述油气勘探的四个特点是从各个角度即各个侧面对油气勘探性质的描述。油气勘探的经济性指油气勘探的目的，油气勘探的科学探索性指在油气勘探过程中，人的认识与自然界的关系，油气勘探的风险性指项目经营（投资）性质，把油气勘探作为一项系统工程是指油气勘探的作业特点。深入理解油气勘探互相关联的四大特点，对有效进行油气勘探是十分必要的，这也是本书编写的指导思想。

二、本书的内容编排

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对象的评价理论，要有一套适用于各个勘探阶段，各种地质条件和地表条件的勘探技术，要有一套科学的适应于当前实际的勘探方法。本书的内容按上述三方面编排。

1. 油气勘探对象的评价原理

勘探对象的评价与预测是油气勘探的基础，1861年美国人怀特提出油气背斜圈闭理论，是用石油地质学理论指导油气勘探的开始，到了1917年美国石油地质家协会成立，才真正确定了石油地质学的科学地位。经过一个多世纪的发展，石油地质学已成为比较系统和完整的学科。以石油地质学理论为基础，评价油气勘探对象，已经成为人们普遍采用的方法。油气勘探一刻也离不开石油地质学的指导，因此本书的这一部分内容与石油地质学的关系十分密切，但其侧重点是不一致的。石油地质学是系统论述油气生成、运移、聚集的基本原理，而本书以勘探对象为中心，应用石油地质理论，论述不同级次勘探对象评价内容和方法，并列出了国内外的实例加以说明，以实用性为特征。

目前世界上流行的勘探对象为盆地—含油气系统—油气成藏组合—远景圈闭四个级次。本书将分四章分别论述。

2. 油气勘探技术的应用

勘探技术是直接或间接发现和探明油气田的手段。油气勘探的全过程都要应用各种勘探技术。勘探技术种类繁多，本书将其归纳为地面勘探技术、井筒勘探技术和实验技术三大类。每大类又可以进一步分为许多较小的类别。如地面勘探技术可以分地面地质、地震勘探、重力勘探、磁力勘探、电法勘探、地化勘探、遥感测量等，上述各类还可以再分类。可见勘探技术门类之多。每种勘探技术从原理、仪器、方法，资料的采集，处理、解释和应用都构成了一个专门课程。本书不可能去替代各门勘探技术课程，而是从各种主要勘探技术的原理和特点出发，针对不同勘探对象，勘探阶段和所要解决的问题，如何合理地、有效地和经济地选择、配置和应用这些勘探技术。本书分成两章分别论述地面勘探技术和井筒勘探技术的应用。

实验技术在油气勘探中起了重大作用，如果没有有机地化分析技术，也不可能出现“含油气系统”这样的石油地质理论，鉴于实验技术与地质评价紧密相关，本书不作专门论述。

3. 油气勘探方法

油气勘探作为经济活动，仅仅有理论和技术是不够的，还有一个重要方面是经营管理。大家知道，AAPG出版的“EXPLORER”有一个专栏，名为“Business Side of Geology”，AAPG 1991年年会上决定出版的四本石油地质学手册之一“The Business of Petroleum Exploration”讨论的就是这方面的问题。其内容包括油气勘探的经济问题，勘探决策和管理，涉及勘探经济学和风险分析等。本书将其称之为勘探方法。总体上讲，我国对勘探方法的研究，与西方国家相比，是一个比较薄弱的环节。长期的计划经济体制特点，对勘探程序有较多的研究，有许多规定和文章，但以产量指标为中心，经济效益观念淡薄，合理的、正常的

勘探程序很难实施。至于勘探决策的经济分析和风险分析更难进行。近年来的状况已有很大改变，国内勘探项目的招标促使人们观念更新，跨国风险勘探更使人们认识到合理勘探方法的重要性。本书对勘探方法分四章论述。第八章勘探程序，实际上是我国传统工作方法的概述；第九章勘探决策分析，这种方法起源于西方油公司，我国已开始应用。第十章跨国风险勘探。目前我们在国外的勘探项目很少，不过经过评价的项目已有数十个，从长远来说，跨国风险勘探是必然趋势，这方面内容的介绍有利于拓宽读者的思路，而且也是对勘探决策分析的进一步论述。第十一章油气资源评价，对贯穿于油气勘探的全过程的这一活动进行了简要讨论。

本书涉及的内容比较广泛，撰写这样一本书，既要有较高的石油地质理论素养，又要通晓各种勘探技术，了解勘探经济学的基本知识，还要有丰富的实践，作者深知难度很大，书中的内容肯定存在不足之处甚至错误之处，衷心欢迎读者批评指正。本书的编写分工是：绪言、第一、六、七、八、九、十、十一章由童晓光编写；第二、四、五章由何登发编写；第三章由童晓光、何登发编写。最后由童晓光负责统稿。

作者认为，根据油气勘探实践的需要，不仅应该有大批石油地质学家，各种石油勘探技术专家，还应该有一批油气勘探专家，高水平复合型人才的出现，将大大促进油气勘探事业向前发展，这就是本书的主要目的。

参考文献

- [1] 胡朝元等.1990. 油气勘探及实例分析. 北京: 石油工业出版社
- [2] 丁贵明等.1997. 油气勘探工程. 北京: 石油工业出版社
- [3] 中国石油天然气总公司科技局.1994. 第十四届世界石油大会译文集. 北京: 石油工业出版社
- [4] Robert E.Megill.1985.Economics and The Explorer, AAPG
- [5] Richard Steinmetz.1992.The Business of Petroleum Exploration

第一章 油气勘探评价系统

勘探对象的评价与预测是油气勘探的基础,1861 年美国人怀特(Hunt)提出油气圈闭的背斜理论,是用石油地质学理论指导油气勘探的开始,到了 1917 年美国石油地质家协会成立,才真正确立了石油地质学的科学地位。经过一个多世纪的发展,石油地质学已成为比较系统和完整的学科。以石油地质学理论为基础,评价勘探对象,已经成为石油界普遍采用的方法。建立科学的评价系统和评价内容,有利于更好地指导油气勘探。本章根据作者在国内勘探、对外合作勘探和跨国勘探的实践,论述了“油气勘探评价系统”应包括的基本内容。

第一节 建立油气勘探评价系统的意义和目的

一、世界上油气分布在空间和时间上都不均匀

据 Klemme 和 Ulmishek (1991) 的统计,可将全球划分成四个大区或含油气域,分别计算出含油气域面积占总面积的百分比和储量百分比,特提斯区为 17% 和 68%,太平洋区为 17% 和 5%,北方大陆区为 28% 和 23%,冈瓦纳大陆区为 38% 和 4% (图 1-1)。

如果以盆地为单位,也存在着极不均匀的油气分布,甘克文统计了全球 517 个沉积盆地,含大型油气田的为 73 个,只含中小型油气田的为 138 个,仅见油气流的 47 个,至今未见有意义发现的 259 个。

如果以油气田为单位,同样存在这种不均匀性。据 Halbouty (1970) 统计,全世界烃类储量的 80% 以上集中在大油气田中。

油气在地层中的分布也有十分明显的差异,主要分布于侏罗系以上的地层中,但不同地区,比例也不相同,也有以古生界为主的盆地。根据 Halbouty 在 1970 年对世界大油田按地层单位数量百分比统计(前苏联和中东包括在亚洲)(表 1-1),中、新生界地层的储量占绝大部分。

表 1-1 世界大油田占地层层位的百分比

单位: %

层位	亚洲	欧洲	非洲	北美洲	南美洲	大洋洲
第三系	30	100	57	37	63	100
白垩系	40	0	22	9	30	
侏罗系	18	0	0	17	3	
三叠系	2	0	0	2	0	
古生界	10	0	21	35	4	