

油气资源地质 风险分析与管理

杨登维 周庆凡 郭宝申 李书兵 等编著



石油工业出版社

油气资源地质风险分析与管理

杨登维 周庆凡 郭宝申 李书兵 等编著

石油工业出版社

内 容 提 要

作者通过查阅和分析东亚和东南亚地学项目协调委员会 (CCOP) 1986—2006 年油气资源评价项目的所有会议资料以及相关的技术文献,对地质风险分析和油气资源管理方面的知识、成果和经验进行了系统总结与归纳。内容主要包括地质风险分析、勘探层和勘探目标的资源评价与经济分析、钻前评价和钻后评估,以及该组织成员国的油气资源管理经验等。

该书可供从事油气地质研究的科技人员和油气资源管理人员,以及高等院校相关专业师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

油气资源地质风险分析与管理/杨登维等编著.

北京:石油工业出版社,2009.3

ISBN 978-7-5021-6843-8

I. 油…

II. 杨…

III. ①油气勘探-风险分析

②油气勘探-风险管理

IV. P618.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 175026 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 100011)

网 址:www.petropub.com.cn

编辑部:(010) 64523612 发行部:(010) 64523620

经 销:全国新华书店

印 刷:石油工业出版社印刷厂

2009 年 3 月第 1 版 2009 年 3 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:16.25

字数:413 千字 印数:1—1500 册

定价:60.00 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

Geological Risk Analysis and Management of Petroleum Resources

Yang Dengwei, Zhou Qingfan, Guo Baoshen, Li Shubing.

序

在过去 21 年（1986—2006 年）中，东亚和东南亚地学项目协调委员会（CCOP）围绕油气资源评价与管理开展了“东亚沉积盆地分析”（1987—1991 年）、“油气资源管理”（OGRM，1992—1994 年）、“资源评价与规划”（REP，1996—1999 年）以及“油气政策与管理”（PPM，2002—2006 年）等项目的研究工作，其目的是进行人才培训和技术转让，以提高 CCOP 成员国的油气资源评价与管理能力。在中国、柬埔寨、印度尼西亚、日本、韩国、马来西亚、菲律宾、泰国、越南等成员国的共同参与以及挪威政府的财政与技术援助下，这些项目得以顺利完成并达到其预期目的。

杨登维教授作为 CCOP “东亚沉积盆地分析”、“油气资源管理”和“资源评价与规划”项目的中国国家协调员，他和他的同事们自始至终参与了 CCOP 的油气资源项目的全部研究工作并作出了应有的贡献。为了总结和传播 CCOP 油气资源项目的知识和经验，杨登维教授和他的同事们系统查阅并分析研究了 CCOP 油气资源评价项目的所有会议资料以及相关的技术文献，完成了《油气资源地质风险分析与管理》一书的编写工作。

《油气资源地质风险分析与管理》一书，资料翔实，内容丰富，它总结了 CCOP 油气资源评价项目的技术成果，包括地质风险分析、勘探层和勘探目标的油气资源评价与经济分析、钻前评价与钻后结果的对比分析，以及“油气政策与管理”项目案例区的油气资源管理经验。在一定程度上，它也反映了当前国际石油界对油气资源评价与管理的研究现状和应用前景。在此，我对该书的作者和编辑出版人员的辛勤劳动表示由衷的赞许与感谢。希望该书的出版对中国石油工业上游部门今后进一步开展油气资源管理工作有一定的参考价值。

CCOP 技术秘书处主任

Chen Shick Pei

Preface

During the past 21 years (1986 – 2006), the Coordinating Committee for Geoscience Programmes in East and Southeast Asia (CCOP) has implemented a series of projects on petroleum resource assessment and management, including the East Asia Basin Analysis (1987 – 1991), the Oil and Gas Resource Management (OGRM, 1992 – 1994), the Resource Evaluation and Planning (REP, 1996 – 1999), and the Petroleum Policy and Management (PPM, 2002 – 2006). These projects aim at human resource development, technology transfer, and improvement of the institutional capacity and procedures for assessment of petroleum resources within CCOP Member Countries. With the participation of CCOP Member Countries, China, Cambodia, Indonesia, Japan, Republic of Korea, Malaysia, Papua New Guinea, the Philippines, Thailand and Vietnam, and the financial and technical support from the Royal Norwegian Government, these projects were successfully completed and brought great benefits, particularly in human resource development and institutional capacity building to the CCOP Member Countries.

Professor Yang Dengwei was appointed as China's National Coordinator for the CCOP resource assessment and management projects. He and his colleagues have been deeply involved with, and significantly contributed to these projects. Professor Yang Dengwei has embarked on the writing of this book with the purpose of summarizing and disseminating the project achievements. It took Professor Yang and his colleagues many years to study and review all the documents produced from various project activities and the related technical papers and literature to complete this publication on the *Geological Risk Analysis and Management of Petroleum Resource*.

The book elaborates on the technical achievements of CCOP's petroleum resource projects with detailed information on geological risk analysis, petroleum resource assessment and economical analysis of play and prospect, comparison of pre- and post-drill data, and experiences of petroleum resources and management from the case studies of the PPM project. These activities undertaken under the CCOP petroleum projects reflect the latest development in technology, methodology and research in petroleum resource assessment and management in the oil industry of the world today.

I would like to convey my admiration to the authors, editor and everyone who have contributed to the book for their commitment and untiring efforts in making this book a reality, and to congratulate them on the publication of the book. I hope that this book will serve as a valuable reference for the further petroleum resource management in the upstream petroleum business in China.

Mr. Chen Shick Pei
Director, CCOP Technical Secretariat

前 言

在 1986—2006 年期间，由挪威政府提供经费和技术援助，东亚和东南亚地学计划协调委员会（Coordinating Committee for Geoscience Programmes in East and Southeast Asia，简称 CCOP）围绕油气资源评价与管理先后开展了东亚沉积盆地分析（East Asia Basin Analysis，1987—1991）、油气资源管理（Oil and Gas Resource Management，1992—1994）、资源评价与规划（Resource Evaluation and Planning，1996—1999）、油气政策与管理（Petroleum Policy and Management，2002—2006）等 4 个项目的研究工作，其主要目的是进行人才培训和技术转让，以提高 CCOP 成员国的油气资源评价水平和油气资源管理能力。

在 CCOP 油气资源和管理项目的实施过程中，挪威国家石油委员会（NPD）、挪威国家石油公司（STATOIL）、美国地质调查所（USGS）、加拿大地质调查所（GSC）以及 CCOP 成员国的专家们，通过专题研讨会、工作组会议和专家访问，系统介绍了勘探层分析的原理、方法和应用实例，包括地质风险分析、油气资源评价、经济分析和钻后评估等方面。

自 1986 年起，中国石油化工股份有限公司石油勘探开发研究院及前身（地质矿产部石油地质研究所、中国新星石油公司规划研究院）作为主要单位自始至终参与了上述油气资源评价与管理项目，在引进国外勘探层分析原理和方法的同时，积极开展了相关的应用研究工作，促进了我国的油气资源评价和管理水平的提高。本书就是在 CCOP 油气资源和管理项目成果的基础上，对勘探层分析和油气资源管理知识以及经验的总结与归纳，希望对我国油气资源评价和管理系统的丰富与完善有所帮助。

参加本书编写的人员有杨登维、周庆凡、郭宝申、李书兵、周瑾、王川、白振瑞和王亮国。全书共分 7 章，第一章由杨登维、周庆凡编写，第二章由杨登维、周瑾编写，第三章由杨登维编写，第四章由杨登维、李书兵、郭宝申编写，第五章由杨登维、郭宝申、李书兵、王亮国编写，第六章由杨登维编写，第七章由杨登维、王川、白振瑞编写，附录一由杨登维、周庆凡编写，附录二至附录四由杨登维编写。参加资料整理和分析的人员有中国石油化工股份有限公司石油勘探开发研究院的龙胜祥、赵宏宇、张永贵、何宏、邱立伟以及中国石油化工股份有限公司西南分公司的王信、黎华继、陈兰、杨凯歌。全书由杨登维审定。

在开展 CCOP 油气资源评价与管理项目研究及本书的编写过程中，国土资源部李志坚、王大雄、马永正、郑春才，中国地质调查局张洪涛、蒋仕金，中国石油化工股份有限公司科技开发部张永刚、许卫平、王国力，中国石油化工股份有限公司西南分公司杨克明、张晓鹏、陈昭国以及 CCOP 技术秘书处

Mr. Chen Shick Pei, Mr. Simplicio P. Caluyong, Ms. Petcharat Sarawisutra、刘立群，特别是中国石油化工股份有限公司石油勘探开发研究院关德范、金之钧、张鸣、戴进业、康玉柱、张洪年、何治亮、郑和荣等给予了极大的关心和支持，在此表示诚挚的谢意。

在本书即将面世之际，我们还要特别感谢挪威专家 Prof. Richard Sinding-Larsen, Dr. Øystein Berg, Mr. Tormod Slåtsveen, Mr. Jan Erik Kalheim, Mr. Gunnar V. Søiland, Mr. Ivar Miljeteig, Mr. Per Blystad, Mr. Steinar Maehle, Mr. Einar Johan Asphaug, Dr. Alfred Kjemperud, Mr. K. A. Abrahamsen, Ms. Inger Fjærtøft, 美国专家 Dr. Keith Robinson, Mr. Bertram Elishewitz 以及加拿大专家 Dr. Richard Procter, Dr. Gordon Taylor 对 CCOP 油气资源和管理项目的研究工作和对本书的编写所给予的多方面的帮助，特别感谢 CCOP 技术秘书处主任 Chen Shick Pei 先生为本书作序。

由于我们的水平有限，本书难免还有不当或错误之处，敬请广大读者指正。

作者

2008年10月

Foreword

The Coordinating Committee for Geoscience Programmes in East and Southeast Asia (CCOP) with the support from the Royal Government of Norway launched successively the four petroleum projects during the period of 1986 – 2006: the East Asia Basin Analysis (1987 – 1991), the Oil and Gas Resource Management (1992 – 1994), the Resource Evaluation and Planning (1996 – 1999), and the Petroleum Policy and Management (2002 – 2006). The objectives of the CCOP petroleum projects are to develop human resources and to conduct technical transfer in order to enhance the capability in the petroleum resource assessment and management of CCOP member countries.

Through the workshops, seminars and expert visits of the CCOP petroleum projects, the experts from the Norwegian Petroleum Directorate (NPD), the Norwegian State Oil Company (STATOIL), the United States Geological Survey (USGS), the Geological Survey of Canada (GSC), and the CCOP member country introduced the concept, methodology and application examples of play assessment, addressing issues on risk analysis, resource assessment, economic modeling, and comparison of pre and post – drill data etc.

As the major organizations of Chinese working group, the Petroleum Exploration and Production Institute, SINOPEC, and its predecessors (the Institute of Petroleum Geology, the former Ministry of Geology and Mineral Resources; the Petroleum Planning Institute, the former China National Star Petroleum Corporation) have been involved deeply in the CCOP petroleum projects since 1986. Using the principles and methods of play assessment, the related application studies were actively conducted in China, which improve our capacities in petroleum resource assessment and management. This book is a summarization and induction of knowledge and experience learned from the CCOP petroleum projects, which should have value to the enrichment and improvement in the petroleum resource assessment and management system in China.

The authors of this book are Yang Dengwei, Zhou Qingfan, Guo Baoshen, Li Shubing, Zhou Jin, Wang Chuan, Bai Zhenrui and Wang Liangguo. This book contains 7 chapters. Chapter I, by Yang Dengwei and Zhou Qingfan, introduces the CCOP petroleum resource assessment projects and the objectives of play analysis. Chapter II, by Yang Dengwei and Zhou Jin, discusses play concept and petroleum resource classification. Chapter III, by Yang Dengwei, deals with geological risk assessment. Chapter IV, by Yang Dengwei, Li Shubing and Guo Baoshen, describes the play petroleum resource estimation. Chapter V, by Yang Dengwei, Guo Baoshen, Li Shubing and Wang Liangguo, addresses the prospect petroleum resource estimation. Chapter VI, by Yang Dengwei, introduces the comparison of pre – and post – drill data. Chapter VII, by Yang Dengwei, Wang Chuan and Bai Zhenrui, presents the petroleum resource and management in Southeast Asia. Appendices I – II are compiled by

Yang Dengwei and Zhou Qingfan. Appendices III – IV are compiled by Yang Dengwei. The personnel who joined in the data collection and analysis is Long Shengxiang, Zhao Hongyu, Zhang Yonggui, He Hong, Qiu Liwei, Wang Xin, Li Huaji, Chen Lan, Yang Kaige.

In the progress of CCOP petroleum projects and the organization of this book, a great concern and support were given by Mr. Li Zhijian, Mr. Wang Daxiong, Mr. Ma Yongzheng, Mr. Zheng Chuncai (the Ministry of Land and Resources), by Dr. Zhang Hongtao, Mr. Jiang Shijin (the China Geological Survey), by Mr. Zhang Yonggang, Mr. Xu Weiping, Dr. Wang Guoli (the Development Department of Science and Technology, SINOPEC), by Mr. Yang Keming, Mr. Zhang Xiaopeng, Mr. Chen Zhaoguo (the Southwest Petroleum Bureau, SINOPEC), by Mr. Chen Shick Pei, Mr. Simplicio P. Caluyong, Ms. Petcharat Sarawisutra, Mr. Liu Liqun (CCOP TS), especially by Mr. Guan Defan, Prof. Jin Zhijun, Mr. Zhang Ming, Mr. Dai Jinye, Prof. Kang Yuzhu, Mr. Zhang Hongnian, Mr. He Zhi-liang and Mr. Zheng Herong (the Petroleum Exploration and Production Research Institute, SINOPEC) .

Finally, we would like to give special thanks to the experts from Norway, Canada and USA, particularly to Prof. Richard Sinding – Larsen, Dr. Øystein Berg, Mr. Tormod Slåtsveen, Mr. Jan Erik Kalheim, Mr. Gunnar V. Søliland, Mr. Ivar Miljeteig, Mr. Per Blystad, Mr. Steinar Maehle, Mr. Einar Johan Asphaug, Dr. Alfred Kjemperud, Mr. K. A. Abrahamsen, Ms. Inger Fjærtøft, Mr. Bertram Elishewitz, Dr. Keith Robinson, Dr. Richard Procter, Dr. Gordon Taylor, who gave us research assistance during the progress of CCOP petroleum resource projects and the preparation of this book. The preface by Mr. Chen Shick Pei, the Director of the CCOP Technical Secretariat, is also greatly acknowledged.

The authors of this book

October, 2008

目 录

第一章 CCOP 的油气资源评价研究工作	1
第一节 CCOP 油气资源评价项目	1
第二节 勘探层分析	2
第三节 CCOP 提供的油气资源评价软件	4
第二章 勘探层划分与油气资源分类	9
第一节 勘探层分析的评价单元	9
第二节 勘探层的划分	12
第三节 油气资源分类	13
第三章 地质风险分析	21
第一节 一般概念	21
第二节 勘探层地质风险分析	23
第三节 勘探目标地质风险分析	40
第四节 储层和储聚单元地质风险分析	79
第五节 各种勘探结果发生的概率估计	81
第六节 地质风险分析的评价步骤	96
第七节 小结	97
第四章 勘探层油气资源评价	99
第一节 圈闭体积法	99
第二节 发现过程模型法	110
第三节 类比法	115
第四节 勘探层钻前经济评价	118
第五节 CCOP 油气资源评价项目的勘探层资源—经济评价步骤	121
第六节 评价实例	122
第五章 勘探目标油气资源评价	133
第一节 油气资源量估算	133
第二节 勘探目标组合的油气资源量	140
第三节 勘探目标钻前经济评价	144
第四节 CCOP 油气资源评价项目的勘探目标资源—经济评价	151
第六章 钻后评估	159
第一节 “挪威探井评价”项目的数据库	159
第二节 发现概率与探井成功率	164
第三节 油气发现的储量与预测资源量	171
第四节 钻后评估方法	175
第五节 小结	180
第七章 东南亚油气资源与管理	181

第一节	东南亚油气勘探与油气资源管理	181
第二节	PPM 项目印度尼西亚案例区的油气资源与管理	194
第三节	PPM 项目菲律宾案例区的油气资源与管理	209
第四节	PPM 项目柬埔寨案例区的油气资源与管理	220
附录	230
附录一	CCOP 简介	230
附录二	1986—2006 年 CCOP 油气资源评价项目大事记	231
附录三	南亚和东南亚的深水扇	235
附录四	越南湄公盆地中生界深成岩—火山岩古潜山勘探层	238
参考文献	242

Contents

Chapter 1 CCOP Petroleum Resource Assessment	1
1.1 CCOP Petroleum Resource Assessment Projects	1
1.2 Play Analysis	2
1.3 Petroleum Resource Assessment Software Submitted by CCOP	4
Chapter 2 Play Definition and Petroleum Resource Classification	9
2.1 Assessment Levels in Play Analysis	9
2.2 Play Identification	12
2.3 Petroleum Resource Classification	13
Chapter 3 Geologic Risk Analysis	21
3.1 General Concepts	21
3.2 Play Risk Analysis	23
3.3 Prospect Risk Analysis	40
3.4 Geologic Risk Analysis for Reservoir and Segment	79
3.5 Probability Estimation for Exploration Results	81
3.6 Assessment Procedure in Geologic Risking	96
3.7 Conclusion	97
Chapter 4 Play Petroleum Resource Estimation	99
4.1 Volumetric Method	99
4.2 Discovery Process Method	110
4.3 Analog Method	115
4.4 Pre - drilling Play Economic Assessment	118
4.5 Procedure of Play Resource and Economic Analysis in CCOP Petroleum Resource Assessment Projects	121
4.6 Example Application	122
Chapter 5 Prospect Petroleum Resource Estimation	133
5.1 Petroleum Resource Estimation	133
5.2 Petroleum Resources of Multiple Prospects	140
5.3 Prospect Economic Analysis	144
5.4 Prospect Resource and Economic Analysis in CCOP Petroleum Resource Assessment Projects	151
Chapter 6 Comparison of Pre-and Post-Drill Data	159
6.1 Data Base in the Evaluation Project of Norwegian Wildcat Well	159
6.2 Discovery Probability versus Success Ratio	164
6.3 Reserves versus Resource Prediction	171
6.4 Comparison Methods of Pre-and Post-Drill Data	175

6.5	Conclusion	180
Chapter 7	Petroleum Resources and Management in Southeast Asia	181
7.1	Petroleum Exploration and Management in Southeast Asia	181
7.2	Petroleum Resources and Management in the PPM Indonesia Case Study Areas	194
7.3	Petroleum Resources and Management in the PPM Philippines Case Study Areas	209
7.4	Petroleum Resources and Management in the Cambodia Case Study Areas	220
Appendix	230
Appendix 1	Brief Introduction on CCOP	230
Appendix 2	Major Activities of CCOP Petroleum Resource Assessment Project in 1986—2006	231
Appendix 3	Deep Water Fans in South and Southeast Asia	235
Appendix 4	Mesozoic Fractured-Weathered Basement Play in Cuu Long Basin, Vietnam	238
References	242

第一章 CCOP 的油气资源评价研究工作

1986—2006年,由挪威政府提供经费和技术援助,CCOP围绕油气资源评价与管理开展了“东亚沉积盆地分析”、“油气资源管理”、“资源评价与规划”以及“油气政策与管理”等项目的研究工作。

CCOP 油气资源评价项目使用的评价方法是勘探层分析法。其评价单元为勘探层、勘探目标、储层和储聚单元。研究内容包括地质风险分析、油气资源量计算、经济评价和钻后评估。CCOP 油气资源评价项目采用的计算软件有 FASPUM (石油资源快速评价系统, 1987)、PRASS 1 (石油资源评价软件系统, 1988) 和 GeoX (油气资源—经济评价系统软件, 2002)。

第一节 CCOP 油气资源评价项目

一、东亚沉积盆地分析 (1987—1991 年)

“东亚沉积盆地分析”(East Asia Sedimentary Basin Analysis)项目,由 CCOP 资源评价工作组(Working Group on Resources Assessment, 简称 WGRA)负责执行。该项目的研究工作包括第一阶段编图工作(东亚和东南亚海区沉积物总等厚图, 1:500 万)、第二阶段编图工作(东亚及东南亚海区第三系岩相古地理系列图, 1:500 万)和勘探层分析三部分。参加国家有中国、日本、韩国、越南、柬埔寨、泰国、马来西亚、印度尼西亚和菲律宾等 9 个,由挪威政府提供经费和技术援助。该项目围绕勘探层分析,CCOP 举办了四次讨论会,即东南亚油气资源讨论会(1986 年 4 月)、数据管理讨论会(1987 年 11 月)、勘探层评价讨论会(1989 年 12 月)、勘探层数据质量控制讨论会(1991 年 6 月)。挪威、加拿大、美国、法国和英国的专家在项目工作组会议上介绍了其各自的资源评价和盆地分析方法。此外,CCOP 和国际地质科学联合会专家也分别于 1987 年、1990 年和 1991 年三次来华访问,就勘探层分析和数据质量管理与中国专家交换了意见(附录一、附录二)。

二、油气资源管理 (1992—1994 年)

油气资源管理(Oil and Gas Resource Management, 简称 OGRM)是“东亚沉积盆地分析”项目的延续。参加国家有中国、日本、韩国、越南、柬埔寨、泰国、马来西亚、印度尼西亚和菲律宾等 9 个,由挪威政府提供经费和技术援助。其主要内容是完成“东亚及东南亚海区第三系岩相古地理系列图, 1:500 万”的编制工作,并向成员国提供有关油气资源管理方面的经验与方法。围绕石油和天然气资源管理,CCOP 举办了三次研讨会,即勘探层质量监控讨论会(1992 年)、FASPUM 和 PRASSI 软件应用研讨会(1993 年)以及资源评价结果的解释及其在资源管理中的应用讨论会(1994 年)。

三、资源评价与规划 (1996—1999 年)

资源评价与规划(Resource Evaluation and Planning, 简称 REP-II)是 CCOP 1996—

1999年能源部分的主要项目。参加国家有中国、韩国、越南、柬埔寨、泰国、印度尼西亚、马来西亚、菲律宾和巴布亚新几内亚等9个，由挪威政府提供经费和技术援助。其目的是提供有关油气勘探的地质风险分析、资源分类和经济分析的经验与技术，以提高成员国在资源评价和勘探规划决策方面的能力。围绕资源评价与勘探规划，CCOP举办了四次讨论会，即油气资源数据管理研讨会（1997年1月）、油气资源及其分类研讨会（1997年4月）、油气资源经济评价研究会（1997年10月）、风险分析与勘探目标评价研讨会（1998年5月）。

四、石油政策与管理（2002—2006年）

石油政策与管理（Petroleum Policy and Management，简称PPM）是REP-II项目的延续，参加国家有中国、韩国、泰国、柬埔寨、菲律宾、印度尼西亚、马来西亚、越南和巴布亚新几内亚等9个。其目的是在油气资源—经济评价的基础上研究油气资源的管理模式与管理体制。该项目由以下四部分组成：①案例研究（中国川西气区、柬埔寨高棉盆地、印度尼西亚库太盆地和菲律宾苏禄海盆地）；②技术转让（油气资源评价—管理软件）；③研讨会；④人才培养。其研究内容涉及：①新区、半成熟区和成熟区的油气资源—经济评价；②油气资源评价—管理软件（如GeoX软件）的应用；③石油和天然气的勘探和经营战略；④油气勘探开发财税制度和市场条件对石油公司利润的影响；⑤油气资源的管理模式。

第二节 勘探层分析

勘探层分析（Play analysis），亦称勘探层评价（Play assessment），是以勘探层、勘探目标、储层和储聚单元为评价对象，以勘探层划分、地质风险分析、资源分类、资源量预测、经济评价以及钻后评估为研究内容的一种油气资源—经济综合评价方法。它为不同勘探阶段的勘探决策和油气资源管理提供了许多有用的信息，近年来受到了世界上许多国家的石油公司和能源机构的重视。

一、评价单元

众所周知，油气资源评价单元通常分为四级，即盆地（Basin）、含油气系统（Petroleum system）、勘探层（Play）和勘探目标（Prospect）。勘探层和勘探目标与盆地和含油气系统的关系如图1-1所示，即沉积盆地可以包含一个或一个以上的含油气系统，含油气系统可以包含一个或一个以上的勘探层，勘探层又可以包含一个或一个以上的勘探目标。近年来，在国外石油公司的油气资源评价和地质风险分析中，勘探目标可再分为储层（Reservoir）和储聚单元（Segment）两个评价单元，即勘探目标可以包含一个或一个以上的储层，储层可以包含一个或一个以上的储聚单元。

二、研究内容和技术特点

勘探层分析的研究内容和技术特点可概括如下（图1-2）：

- （1）勘探层的定义和划分。
- （2）建立或选择合适的油气资源分类方案对不同类别的油气资源进行正确的评价和有效的管理。

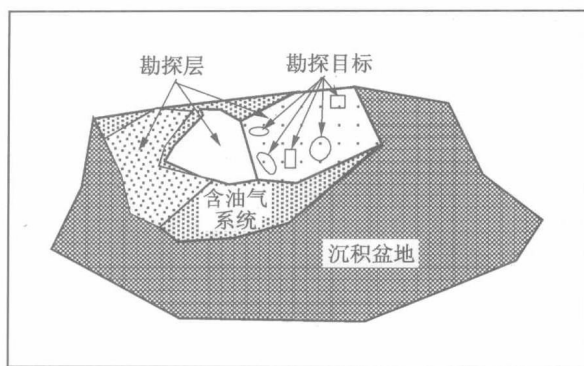


图 1-1 沉积盆地、含油气系统、勘探层和勘探目标关系图
(据 Aker Geo Petroleum Services, Seminar on Decision Making Processes and Economic Evaluation in Petroleum Exploration, 中国山东, 1999)

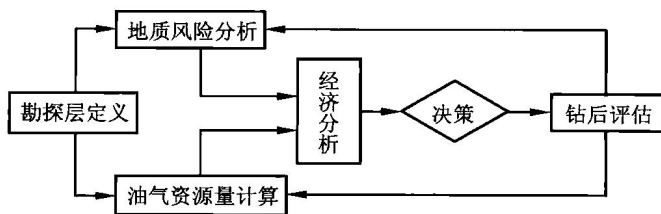


图 1-2 勘探层分析流程图
(据 Robert M. Otis 和 Nahum Schneidermann, 1997, 修改)

(3) 应用概率法进行地质风险分析：①制定适合不同勘探阶段的定性和定量地质风险分析程序；②研究勘探层和勘探目标的发现概率；③计算储层和储聚单元发现概率的联合分布；④利用二项分布、贝叶斯检验等方法估计各种勘探结果发生的概率。

(4) 根据地质资料和油气藏规模数据估算油气资源量（石油、伴生气、非伴生气、凝析油资源量）：①按照油气藏数及其平均规模大小计算勘探层资源量；②对各勘探层油气资源量求和，以评价勘探层组合、区块、含油气系统、盆地乃至全国的资源底数（Resource base）；③勘探目标、储层和储聚单元的油气资源量分布。

(5) 在油气资源评价的基础上进行经济分析，研究勘探层、勘探目标、储层和储聚单元的潜在商业价值。

(6) 重视钻后评估，对地质风险评价和油气资源量的估算结果进行反馈，以降低勘探目标含油气评价的不确定性。

三、勘探层分析研究成果的应用

(一) 政府

- (1) 建立长期的能源方针；
- (2) 评价经济和环境的影响；
- (3) 预测国内的能源需求和国际供应问题；
- (4) 批准进行必要的勘探和开发工作；