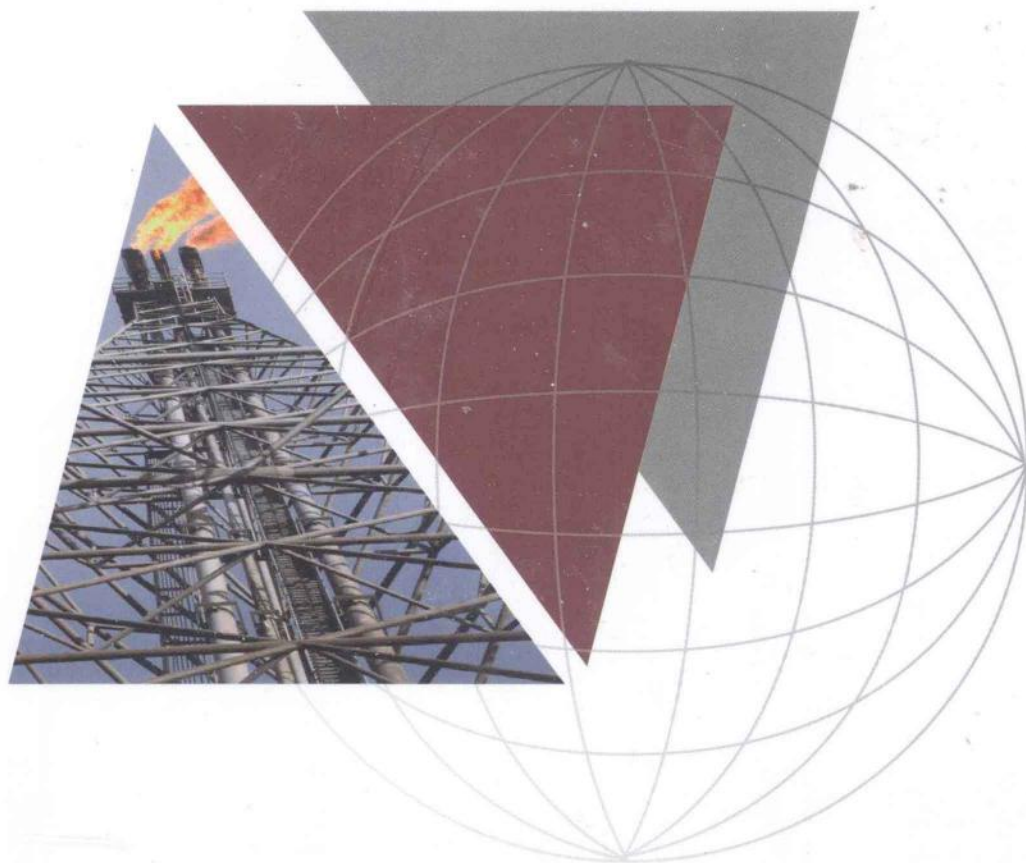


Risk Assessment On Oversea Mineral Resources
Exploration and Utilization

国外油气与矿产资源利用 风险评价与决策支持技术

● 主 编：魏一鸣 周少平

● 副主编：刘大文 徐建山 蔡嗣经 范体军



地 质 出 版 社

国外油气与矿产资源利用 风险评价与决策支持技术

“十一五”国家科技支撑计划项目组（2006～2009）

主 编：魏一鸣 周少平

副主编：刘大文 徐建山 蔡嗣经 范体军

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 提 要

海外油气与矿产资源的开发利用在地质条件、技术需求、市场规则、政策法规、投资环境、运输条件等方面都与国内有很大的不同,在经济全球化的大背景之下,世界各国对油气与矿产等资源的竞争日益激烈,企业海外投资存在着较大的风险。本书以期从资源国投资环境风险、供应风险、市场风险、运输风险和技术经济评价分析等方面,为我国企业实施“走出去”战略提供信息支撑,降低投资风险,提高企业开发利用国外资源的国际竞争能力。

针对这一问题,国家科学技术部组织专家进行了多轮论证,“国外矿产资源开发利用风险评价与战略选区研究”项目于2006年被批准列入“十一五”国家科技支撑计划项目(2006BAB08B00),本书是这一项目的阶段性研究报告,主要反映了我国海外矿产资源开发利用的风险评价技术和实际案例研究的初步成果,开发了具有自主知识产权的国外矿产资源开发利用的风险管理原型系统。

本书适合油气与矿产领域的政府公务员、企业管理人员、高等院校师生、科研人员及相关的工作者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

国外油气与矿产资源利用风险评价与决策支持技术 /
魏一鸣等主编. —北京:地质出版社,2010.8
ISBN 978-7-116-06853-7

I. ①国… II. ①魏… III. ①石油资源-资源利用-
研究-国外②天然气资源-资源利用-研究-国外③矿产
资源-资源利用-研究-国外 IV. ①F416.22②F416.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第165374号

Guowai Youqi Yü Kuangchan Ziyuan Liyong Fengxian Pingjia Yü Juece Zhichi Jishu

责任编辑:王超 龚法忠

责任校对:杜悦

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路31号,100083

电 话:(010) 82324508(邮购部);(010) 82324503(编辑室)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱:zbs@gph.com.cn

传 真:(010) 82310759

印 刷:北京天成印务有限责任公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:23.25

字 数:566千字

版 次:2010年8月北京第1版·第1次印刷

审图号:GS(2010)963号

定 价:86.00元

书 号:ISBN 978-7-116-06853-7

(如对本书有建议或意见,敬请致电本社;如本书有印装问题,本社负责调换)

国外矿产资源开发利用风险评价与战略选区研究

项目组织单位：中国科学院

项目参与单位：中国科学院科技政策与管理科学研究所

中国地质调查局

中国石油集团经济技术研究院

国土资源部油气资源战略研究中心

华东理工大学

北京科技大学

中南大学

本书撰写组主要成员：蔡嗣经 常香云 陈晓红 陈秀法 陈海燕
董宪伟 范体军 郭世进 韩九曦 胡东滨
胡军华 姜友谊 焦建玲 李富兵 李 英
李 莉 连长云 梁巧梅 刘大文 刘克雨
吕文生 马晓微 秦海瑞 邵增荣 苏永强
王 恺 王靓靓 魏一鸣 吴 刚 吴 迪
谢 刚 徐建山 严云峰 杨 鹏 杨虎林
元春华 张 灿 张莉莉 张 森 张跃军
张能福 郑明贵 周 虹 周少平

前 言

进入工业化阶段以来,随着我国经济的持续快速发展,对石油、天然气,以及铜、铁、铝等固体矿产资源需求增长迅猛,国内供需缺口快速扩大,各类资源对外依存度不断提高。为了解决经济发展和资源紧缺的矛盾,切实保障国家战略性资源的供应安全,积极开发利用海外矿产资源,贯彻执行多元化战略,拓宽资源供应渠道,提高资源保障能力,成为未来发展的必然选择。

然而,海外油气与矿产资源的开发利用在地质条件、技术需求、市场规则、政策法规环境、运输条件等方面都与国内有很大的不同,并与复杂的地缘政治、军事、外交等相关联。在经济全球化的大背景之下,世界各国对油气等资源的竞争日益激烈,国际市场复杂莫测,由于对海外资源状况不清、地缘政治前景难以把握、投资环境复杂、地质条件变化大、技术的实用性难以判断、国际市场风险加剧、自身参与国际竞争经验不足等原因,我国企业在“走出去”的同时也遇到了种种障碍,海外投资战略存在着极大的风险。因此,我国急需开发一套支持海外油气与矿产资源开发利用的风险管理系统,为油气企业的“走出去”战略提供国家风险、市场风险、供应风险、运输风险、管道风险、技术经济评价等风险信息支撑,增强油气和矿产企业的国际竞争能力,保障我国油气和主要矿产资源的供应安全,增强对国家安全和经济发展的保障能力。

针对这一问题,国家科学技术部组织专家进行了多轮论证,“国外矿产资源开发利用风险评价与战略选区研究”项目于2006年被批准列入“十一五”国家科技支撑计划项目(2006BAB08B00),本书是这一项目的初步研究成果,主要反映了项目组在2006~2009年执行期间,围绕我国海外矿产资源开发利用的风险评价技术方面,开展研究与攻关所取得的阶段进展。通过对海外油气输出国的国家风险和供应风险、全球油气资源需求风险、海外油气资源的运输风险、国际油气市场风险、跨境油气管道风险,以及海外矿产资源开发利用的技术经济评价等七大方面问题的深入讨论,逐一设计了相应的风险评价体系及模型方法。并在理论研究的基础之上,开发了具有自主知识产权的国外矿产资源开发利用的风险管理原型系统。该系统主要包括8个子模块,其中7个子模块为风险评估结果的前台展示模块,与前面理论研究的几个问题一一对应,通过GIS、专业软件等不同方式对各种风险评估信息进行全方位展示,使用户能够简单直观地从系统中获取自己需要的信息。系统管理模块则帮助管理员对上面7个子模块进行有效的管理,如各种风险与指标数据的设定、评价方法的选择、各种信息数据的管理等。

该系统将数据、信息、模型和专家经验有机地结合起来,同步支持动态决策与海外发展政策模拟,并具有良好的拓展性,为我国海外油气资源利用的战略规划和企业的海外发展战略及相关产业政策的制定提供风险评价与决策分析,为海外开发中的风险决策提供一体化解决方案。

本书由魏一鸣教授负责整体设计、组织协调和统稿。第一章由魏一鸣、周少平、吴刚

执笔，第二章由马晓微、王恺执笔，第三章由吴刚执笔，第四章由张跃军、焦建玲、谢刚执笔，第五章由范体军、李英、常香云、魏一鸣等执笔，第六章由刘克雨、徐建山、张森等执笔，第七章、第八章由蔡嗣经、吕文生、杨鹏、郑明贵、董宪伟、周少平等执笔，第九章由刘大文、陈晓红、杨虎林、李富兵、胡东滨、陈秀法等执笔。另外，吴刚副研究员协助做了大量的组织协调和编辑工作。

本书的出版得到北京理工大学能源与环境政策研究中心及国家自然科学基金重点项目(70733005)的资助。国外矿产资源开发利用风险评价与战略选区研究项目组是由来自中国科学院、中国石油集团经济技术研究院、中国地质调查局、国土资源部油气资源战略研究中心、中南大学、华东理工大学、北京科技大学等单位的百余位相关领域的研究人员组成，本书是项目组全体研究人员集体智慧的结晶和研究工作总结，限于篇幅不再一一列举他(她)们的姓名，在此一并感谢他们作出的贡献。在项目论证和实施的全过程中先后得到陈述彭院士、彭苏萍院士、于景元、徐伟宣、顾基发、宋建国、马燕合、孙洪、黄晶、沈建忠、田保国、延吉生、马彦卿、李善同、陈晓田、方朝亮、戴彦德、许永发、刘克雨、郭日生、彭斯震、傅小锋、李景明、涂序彦、计雷、蔡晨、李之杰、张建民等领导和专家的指导、支持和帮助；范英、车长波、吴刚等同志参与了项目的申请和论证工作。借此机会向上述所有领导和专家表示衷心的感谢和崇高敬意。

期望本书的出版，能进一步提高我国海外矿产资源利用战略决策与宏观规划的科学性，提升我国油气与矿产企业的海外投资收益和抵御各种风险能力，提高矿产资源的潜力评价和技术经济评价水平，降低海外投资风险，为提升我国资源企业的国际竞争力和我国矿产资源海外项目的可持续发展作出贡献。

限于我们的知识修养和学术水平，本书中难免存在不足甚至错误之处，恳请读者批评、指正。



2009 年 12 月于北京

目 录

前言

第 1 章 绪论	(1)
1.1 引言	(1)
1.2 国内外研究现状	(2)
1.3 主要研究内容	(3)
1.3.1 风险管理系统的总体设计	(3)
1.3.2 风险管理模型	(4)
1.3.3 集成应用	(5)
1.4 研究的总体思路	(5)
第 2 章 油气资源输出国供应风险识别	(7)
2.1 引言	(7)
2.2 油气资源供需变化规律分析	(7)
2.2.1 世界油气资源的储量分布和消费特点	(7)
2.2.2 中国油气资源的供应和消费特点	(20)
2.2.3 主要结论	(22)
2.3 油气输出国国家投资环境风险分析	(25)
2.3.1 中东地区投资环境风险分析	(25)
2.3.2 非洲地区投资环境风险分析	(28)
2.3.3 中亚—苏联地区投资环境风险分析	(30)
2.3.4 北美地区投资环境风险分析	(31)
2.3.5 欧洲地区投资环境风险分析	(33)
2.3.6 南美地区投资环境风险分析	(34)
2.4 油气资源供应不确定性因素分析	(35)
2.4.1 概述	(35)
2.4.2 影响海外油气供应的不确定性因素分析	(35)
2.5 油气资源供应风险评价指标体系	(37)
2.6 主要结论	(39)
第 3 章 海外油气资源的运输风险评价	(40)
3.1 引言	(40)
3.2 中国油气进口运输现状分析	(44)
3.2.1 中国油气进口过度依赖外籍油轮运输, 受制马六甲海峡	(44)
3.2.2 我国跨境油气进口管网初见端倪, 解困马六甲尚需时日	(45)
3.3 研究方法	(47)

3.3.1	中国油气运输风险的总体评价思路	(48)
3.3.2	中国油气进口运输风险评价指标体系	(49)
3.3.3	中国油气进口运输风险评价模型	(51)
3.4	数据说明	(52)
3.5	评价结果与分析	(58)
3.5.1	代表性港口风险评价	(58)
3.5.2	主要运输航线风险评价	(59)
3.5.3	海洋运输风险分析	(63)
3.6	主要结论	(66)
3.6.1	无论是港口风险还是航线运输风险,非洲都是相对较高的	(66)
3.6.2	实现油气进口来源的多元化和进口渠道的多样化是保障能源 供应安全的前提	(66)
第4章	国际油气市场风险评价	(67)
4.1	引言	(67)
4.2	石油市场系统风险评价	(67)
4.2.1	石油市场系统风险因素分析	(67)
4.2.2	石油市场系统风险评价指标体系	(73)
4.3	国际原油价格的形成及其影响因素分析	(75)
4.3.1	国际原油价格主要影响因素的定性分析	(76)
4.3.2	基于进出口总量均衡的国际原油价格形成模型	(82)
4.3.3	国际原油价格影响因素的定量分析	(85)
4.3.4	主要结论	(91)
4.4	国际原油市场风险度量及其溢出效应研究	(91)
4.4.1	国际石油市场风险度量及其溢出效应检验方法	(93)
4.4.2	数据来源与处理	(96)
4.4.3	实证结果分析与讨论	(97)
4.4.4	主要结论	(104)
4.5	石油价格与美元汇率的溢出关系	(105)
4.5.1	实证研究方法	(107)
4.5.2	数据说明	(109)
4.5.3	实证研究结果讨论	(110)
4.5.4	主要结论及未来工作	(116)
4.6	基于模糊粗糙集的海外油气投资组合多风险决策	(117)
4.6.1	海外油气投资项目风险	(118)
4.6.2	基于模糊粗糙集的组合选择模型	(118)
4.6.3	应用实例与结论	(120)
4.7	基于期权定价模型的海外油气田开发投资决策	(122)
4.7.1	基于实物期权的投资决策模型	(123)
4.7.2	海外油气田投资案例分析	(124)

4.7.3	研究结果分析与讨论	(128)
4.7.4	主要研究结论	(129)
第5章	国外油气与矿产资源开发利用风险管理原型系统设计及开发	(130)
5.1	系统概述	(130)
5.1.1	背景	(130)
5.1.2	目标和任务	(130)
5.2	系统设计	(131)
5.2.1	功能设计	(131)
5.2.2	中心数据库设计	(141)
5.2.3	数据功能结构图	(145)
5.2.4	界面设计	(147)
5.2.5	体系结构与开发平台选择	(151)
5.3	关键技术	(154)
5.3.1	石油市场价格抓取算法	(154)
5.3.2	全球石油价格多维分析	(156)
5.3.3	基于 GIS 和 Flash 风险评价结果的可视化技术	(160)
5.3.4	基于对象嵌入技术的国家风险界面配置和实现	(165)
5.3.5	基于可配置的风险评价技术	(169)
5.3.6	基于可扩展的数据维护技术	(173)
5.3.7	系统综合集成	(176)
5.4	系统开发	(180)
5.4.1	总体界面	(180)
5.4.2	新闻消息	(181)
5.4.3	风险查询	(182)
5.4.4	风险评价	(194)
5.4.5	系统管理	(196)
第6章	案例一：国外油气资源典型区域的投资环境与趋势分析	(211)
6.1	引言	(211)
6.2	中东地区投资环境特点与变化趋势	(211)
6.2.1	中东地区油气资源储量分布	(211)
6.2.2	中东地区炼油能力全球增长最快	(215)
6.2.3	中东各主要资源国的开放程度与合作模式	(216)
6.2.4	中东地区油气资源开发利用的竞合格局	(216)
6.2.5	金融危机以来中东地区的投资环境及变化趋势	(217)
6.3	非洲地区投资环境特点与变化趋势	(219)
6.3.1	非洲是国际油气勘探开发最具活力的地区之一	(219)
6.3.2	非洲国家的油气对外开放程度较高	(223)
6.3.3	非洲地区勘探开发市场呈现多元竞合格局，国际竞争激烈	(224)
6.3.4	金融危机以来非洲地区的投资环境及变化趋势	(225)

第7章 案例二：周边国家主要金属矿产投资评价	(228)
7.1 引言	(228)
7.1.1 海外矿业投资的风险	(228)
7.1.2 我国海外金属矿产投资现状分析	(229)
7.2 周边国家主要金属矿产资源概况	(229)
7.3 周边主要国家金属矿产投资环境分析	(234)
7.3.1 蒙古国矿业投资环境	(234)
7.3.2 俄罗斯及其远东地区矿业投资环境	(236)
7.3.3 哈萨克斯坦矿业投资环境	(239)
7.3.4 印度矿业投资环境	(242)
7.3.5 越南矿业投资环境	(244)
7.3.6 缅甸矿业投资环境	(247)
7.3.7 印度尼西亚矿业投资环境	(250)
7.4 主要结论	(252)
第8章 案例三：蒙古国图木尔套力盖铁矿开采技术经济评价	(259)
8.1 蒙古国图木尔套力盖铁矿概况	(259)
8.1.1 矿山地理位置及自然概况	(259)
8.1.2 矿山地质	(259)
8.1.3 矿床开采条件	(263)
8.1.4 露天开采设计	(266)
8.1.5 矿山运输	(272)
8.1.6 矿区公用设施	(275)
8.1.7 矿区环境保护	(279)
8.2 海外金属矿产资源开发利用技术经济评价方法	(280)
8.2.1 海外矿业投资宏观因素评价指标体系	(280)
8.2.2 海外矿业投资微观因素评价指标体系	(286)
8.2.3 突发事件对投资期权的影响	(288)
8.2.4 矿产品的价格行为特性及数值模拟	(292)
8.3 蒙古国图木尔套力盖铁矿技术经济评价	(297)
8.3.1 职工定员编制	(297)
8.3.2 劳动生产率	(297)
8.3.3 矿石成本估算	(297)
8.3.4 财务评价	(298)
8.3.5 不确定性分析	(299)
8.3.6 综合评价	(300)
第9章 案例四：周边国家金属矿产资源战略选区	(301)
9.1 引言	(301)
9.2 周边国家六矿种典型成矿类型及特征	(302)
9.2.1 铁矿	(302)

9.2.2	铜矿	(302)
9.2.3	铅锌矿	(303)
9.2.4	铝土矿	(303)
9.2.5	锰矿	(304)
9.3	周边国家金属矿产资源评价方法	(304)
9.3.1	美国“三部式”定量评价	(304)
9.3.2	“三联式”成矿预测	(305)
9.3.3	矿床模型综合地质信息预测技术	(305)
9.3.4	综合信息矿产预测方法	(305)
9.3.5	矿产资源评价的证据权法	(305)
9.4	周边国家矿产地质数据库建设及管理系统开发	(306)
9.4.1	周边国家矿产地质数据库建设	(306)
9.4.2	周边国家矿产地质数据库管理系统功能设计	(311)
9.4.3	周边国家金属矿产资源战略选区信息管理与风险管理系统软件的开发	(314)
9.5	周边国家矿产资源投资环境风险评价	(317)
9.5.1	周边国家矿产资源选区投资环境风险评价指标体系的构建	(317)
9.5.2	周边国家矿产资源选区投资环境风险评价指标评价标准说明	(318)
9.5.3	周边国家矿产资源选区投资环境风险评价方法	(320)
9.5.4	矿产投资环境风险评价计算	(321)
9.5.5	周边国家矿产资源开发项目风险评价指标体系与模型	(331)
9.5.6	金属矿产品市场风险预测模型	(336)
9.6	周边国家矿产资源战略选区	(341)
附录	国际石油市场重大事件清单	(345)
参考文献		(348)

第 1 章 绪 论

1.1 引 言

随着我国经济的持续高速发展，我国的石油天然气和固体矿产资源的需求增加很快。2009 年原油的对外依存度已经超过了 53%，铁矿石对进口的依存度约为 64%，铜金属约为 75%。预计未来 20 年，油气与固体矿产资源的缺口将进一步加大。为解决经济发展与资源紧缺的矛盾，积极开发利用海外矿产资源是必然选择。

1993 年 12 月，党中央提出了“充分利用两种资源、两个市场”的指导方针。2006 年 3 月，十届全国人大四次会议通过的《中华人民共和国国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》，明确提出了“坚持平等合作、互利共赢，扩大境外油气资源合作开发”的能源发展战略。

近年来，中国油气、矿产等企业积极走出国门，虽然取得了很大的成绩，但是企业在海外矿产资源的开发过程中遇到了许多问题。突出表现为海外资源状况不清，地缘政治前景难以把握，投资环境复杂，地质条件变化大、技术的实用性难以判断，国际市场风险加剧，自身参与国际竞争的经验不足等。

在面对诸如哪里有资源，区块潜力如何，开发价值如何，投资环境和地缘政治因素怎样，如何选择适用的技术在投资期内实现收益的最大化，如何有效地规避风险等需要快速决策的问题时，我们缺乏信息、技术、风险管理、决策机制等方面的有效支撑，从而直接影响了企业的快速决策能力和投资的最佳时机选择，制约了海外业务的发展。

为此，建立海外油气与固体矿产资源开发利用的风险管理系统，是企业走向世界、参与国际竞争的迫切需求，也是国家资源安全战略的有机组成部分。然而，由于海外矿产资源开发利用的风险管理系统涉及的因素非常复杂，因此，对该系统的开发需要加强总体设计和集成应用研究。

海外油气资源的开发利用，在地质条件、技术需求、市场规则、政策法规环境、运输条件等方面，与其他固体矿产资源的开发利用存在很大的不同，并与复杂的地缘政治、军事、外交等相关联，因此，急需开发一套支持海外油气资源开发利用的风险管理系统，为油气企业在国际市场上的竞争提供地质、开发环境、投资环境等信息支撑，以及规避风险、技术选择、开发策略、政策模拟、投资组合策略等支持，增强油气企业的国际竞争能力，保障我国能源与矿产资源的供应安全，增强对国家安全和经济发展的保障能力。为此，国家科学技术部组织专家经过多轮论证，“国外矿产资源开发利用风险评价与战略选区研究”于 2006 年批准列入“十一五”国家科技支撑计划项目（2006BAB08B00）。

本项目的实施以《国家中长期科技发展规划纲要》为指导，面向支持国家和企业对海外矿产资源开发利用中的实际需求，对国外矿产资源开发利用的风险管理系统进行总体

设计。在此基础上，开发国外油气资源开发利用的风险管理系统的原型系统和风险管理系统，为企业的海外发展提供信息和风险管理手段上的动态支撑，为国家制定海外油气资源利用战略规划和相关政策提供可靠依据和动态分析结果。

本项目基于国家海外油气与固体矿产资源开发利用的发展战略，面向油气企业和矿业企业的海外勘探开发实践，针对重点地区和重要矿种，开展国外矿产资源开发利用的数据库和风险管理系统的需求分析、总体设计和数据集成研究；并建立若干风险管理的决策支持模型，将数据、信息、模型和专家经验有机地结合起来，建立半结构化的风险管理系统，为海外开发中的风险决策提供一体化解决方案。本书反映了项目组在 2006 ~ 2009 年执行期间的阶段性成果。

1.2 国内外研究现状

国际油气与固体矿产资源领域最重要的发展趋势就是全球资源一体化、市场一体化。因此，在能源战略甚至是国家发展战略中，必须把开发利用海外资源作为核心内容，建立相应的信息库、决策方法库和动态分析模型。

很多发达国家、石油跨国公司和国际组织，以及一些有影响力的研究机构，很早就已经认识到建立全球资源开发利用的数据库和决策支持系统的重要性。比如埃克森公司、道达尔公司和壳牌公司都具有这些数据库和风险管理系统。其中，埃克森公司的全球油气系统最为著名。这些数据库和评价技术在公司范围内，是核心技术和资源，不会与别的公司和国家共享。同时，有许多权威的国际咨询公司开发出了类似的数据库和风险管理体系，比如著名的 IHS 公司就具有非常详细的数据库，对外服务中价值极高。

国外一些著名的研究机构或政府部门，如：国际能源署（IEA）、国际应用系统分析研究所（IIASA）、美国能源部（DOE/U. S. ），已经建立了旨在辅助决策的能源系统。最具代表性的能源模型是美国能源部开发的国家能源模型系统（NEMS）和国际应用系统分析研究所与世界能源委员会（WEC）合作开发的 IIASA - WEC E3 模型。

NEMS 模型是美国 EIA/DOE（美国能源部能源信息署，简称 EIA）于 1993 年开发的能源经济区域决策支持模型，目的是通过模拟美国及国际能源市场来规划能源、经济、环境、安全因素对美国能源消费、价格、安全的影响，为决策者制定国家能源发展战略和规划提供必要的决策信息支持，其中最重要的模块就是石油和天然气的全球生产、消费、资源、贸易和价格运行的动态模型。依赖此模型，可以规避国际石油市场的价格风险，规避海外油气进口的供应风险，规避本国能源消费的需求风险。

IIASA - WEC E3 模型是 IIASA 和 WEC 于 20 世纪 90 年代开发的基于动态线性规划的能源 - 经济 - 环境决策支持模型，它是以连续的、相互独立的情景分析方式，研究受不确定性因素影响的未来社会、能源消费和技术发展的一系列可能的状况，从而为决策者制定能源长期和短期规划提供信息支持。

国内已经意识到海外开发需要现代化的风险管理技术的支撑，但是目前只有一些分散的研究，尚未从国家层面上系统地规划和协调实施，更没有形成支持企业海外投资决策的系统。

国内的石油公司，特别是中国石油天然气集团的国际油气勘探开发业务已经有 10 多

年的历史。在这方面积累了大量数据和信息，也开展了大量的研究。例如，在资源方面，中国石油天然气集团经济技术研究院具有世界盆地数据库和最近开发的区块图集，对海外投资环境，特别是法律法规、合同模式、条款数据和投资信息的基本数据和信息，有一定的积累；中国石油天然气勘探开发公司（CNODC）海外中心具有许多国家的项目资料和一线的实践者。但是还没有系统地建立针对海外资源开发利用的风险管理系统。相比之下，中小石油公司，特别是民营石油公司十分缺乏系列的数据和信息支持，更没有辅助的风险管理系统。

在全球矿产资源利用方面，发达国家的政府机构和许多跨国公司都定期地进行全球矿产资源分布及潜力分析，一方面将其作为制定国家资源安全战略的重要依据，通过调整资源规划和政策，以应对资源供应的风险；另一方面为国家制定资源勘探开发战略、优选有利区块、确定投资方向提供依据，为正确决策，减少失误提供可靠保障。

美国地质调查局（USGS）矿产资源开发利用的目标是促进环境、资源和经济因素一体化，把项目部署与国家和公民的需要紧密结合起来，更好地为社会发展与经济建设服务。矿产资源的研究内容主要有4个方向：一是矿产资源的支撑能力和社会需要，维护相关数据库，研究矿床评价和分析方法、成矿作用、金属矿产和成矿环境；二是矿业经济和国家政策，调查矿产品信息（矿产品概要、矿业调查、矿产年鉴和国际矿业等），为国家公园、森林和土地资源管理提供矿产资源、地球化学和地球物理资料；三是矿业环境和公众健康，研究废弃矿产地、地球化学和地球物理背景，评价地质环境；四是矿产技术方法和资料发送，进行矿产相关数据库和信息资料更新。

1.3 主要研究内容

从国家油气资源的供应安全战略和油气企业海外开发的实际需求出发，在海外油气资源开发利用信息管理系统的基礎上，研究开发出海外油气资源开发利用的系列风险评价技术，开发包括知识库、方法库和模型库在内的海外油气资源开发利用风险管理原型，为海外油气投资风险决策提供宏观指导和现代决策支持工具。

1.3.1 风险管理系统的总体设计

1) 总体需求分析：调查确定政府相关部门、主要油气企业和固体矿产企业，以及战略研究机构的实际需求，形成国外矿产资源开发利用的风险管理系统的需求分析报告。

2) 数据共享机制：研究制定数据共享机制与协调方案。在明确产权的前提下，提出利用方式和共享办法。处理好商业利益与国家利益的关系。

3) 总体设计：根据总体需求的分析，进行整个系统的总体设计。

4) 总体集成：数据库层、中间层和决策层的开发形成原型系统，并进行调试与试运行，对其他课题提出滚动开发的建议。

5) 应用研究：借助该决策支持系统，提供基于国家利益的油气与矿产企业海外开发策略的协调方案研究。

1.3.2 风险管理模型

(1) 海外油气资源开发利用的国家风险评价模型

通过对主要油气出口国家的各种风险因素的收集、整理、分析和评价,在建立针对油气等能源产品的国家风险指标体系的基础上,对油气出口国家能源风险进行评估。结合中国的油气进口现状,寻求当前最佳的油气进口方案,并且针对不同油气出口国家的风险特性,确定我国应采取的最佳合作方式,为我国石油进口安全,保障国家经济稳定增长提供政策建议。

(2) 海外油气资源输出国的供应风险评价模型

在文献调研和专家访谈的基础上,分析影响中国海外油气持续稳定供应的主要不确定因素;在不确定因素分析的基础上,建立海外油气供应风险评价指标体系;构建海外油气风险供应模型,对中国海外油气供应风险进行评价及风险区域划分,以期对中国油气企业走出去提供决策支持。

(3) 全球油气资源开发利用的需求风险评价模型

需求风险分析旨在考察未来油气资源需求发展上的不确定性,并在如何进行需求风险控制方面进行探讨。围绕能源需求的主要影响因素,构建分析未来油气需求不确定性的指标体系;在指标体系的基础上,构建用于描述未来全球油气需求量和需求结构的全球多国动态一般均衡模型;运用模型分析未来各种可能的经济、人口、技术、政策干扰下,各主要国家及全球的油气需求量和需求结构相对于基准情景有可能产生的波动;对各种波动结果进行风险定级。

(4) 海外油气资源开发利用的运输风险评价模型

采用定量定性相结合的综合集成研究方法,在统计数据和定量评价模型的基础上,结合专家的经验判断,同时考虑包括油气出口国的港口风险、运输航线风险和承担油气运输任务的船运公司的承运风险等诸多因素,重点研究海洋油气运输风险评价问题。

(5) 国际油气市场风险评价模型

石油市场风险评价主要包括石油市场系统风险评价、石油价格预测、石油市场 VaR (Value-at-Risk) 风险预测、国家石油资源投资价值评价和石油市场并购风险 5 个部分,其主要内容分别为:

1) 石油市场系统风险评价:石油市场系统风险指的是由石油市场因素(非地缘政治、军事冲突、天气变化等因素)造成的石油价格的不确定性,而石油市场系统风险评价主要是评价因油价的不确定性给我国石油企业海外投资收益带来的风险。

2) 石油价格预测:使用小波分析、多尺度分析等多种模型方法对油价变化进行仿真预测。

3) 石油市场 VaR 风险预测:使用历史模拟方法,构建 VaR 模型对石油市场风险进行预测评价。

4) 基于实物期权的国家石油资源投资价值评价:基于实物期权的方法,对不同国家的石油资源的投资价值进行评价。

5) 石油企业海外并购项目风险评价:采用将 AHP 法与模糊测评法相结合的模糊综合评判,对石油企业海外并购风险进行模拟评价。

(6) 海外油气资源开发利用的跨国管道风险评价模型

研究跨境油气管道工程在其生命周期全过程内的风险管理体系，包括风险识别、风险评价和风险控制。根据项目生命周期理论和目前国内外油气管道管理界提出的最新管理理念，研究将跨境油气管道工程的风险管理分为建设前期、建造施工期、运营期 3 个不同阶段，分别进行风险识别、风险评价并提出风险控制与规避策略，建立“基于完整性管理的跨境油气管道风险管理体系”。

(7) 海外油气资源开发利用技术风险评级研究

研究的主要内容包括海外矿产资源开发利用的矿业政策与法规、资本市场情况；基于复杂性科学理论与方法，如系统动力学方法或其他方法，建立我国周边国家金属矿产资源（主要是周边国家重点地区的铁、锰、铜、铝、铅、锌等 6 种重要矿产资源）的技术经济评价方法；同时采用期权评价方法或其他评价方法，对我国周边国家金属矿产资源的探矿权或采矿权典型案例进行评价分析，为国内企业在我国周边国家从事金属矿产资源开发利用提出指导性参考意见。

(8) 风险管理系统总体设计与模型开发

开发具有系统自主知识产权的海外油气资源开发利用风险管理系统，该系统应当与国际市场规则接轨、支持动态决策与海外发展政策模拟、揭示能源和社会发展关系，服务于我国海外油气资源利用的规划和企业海外发展战略及相关产业政策的制定，并在宏观、战略和战术等多个层面上提供海外油气资源开发利用决策问题的分析和支持功能。

该风险管理系统主要包括 8 个子功能模块，用于展示前面研究的模型方法与评价结果。其中国家风险、市场风险、供应风险、需求风险、运输风险、管道风险、技术经济评价 7 个子模块为前台展示模块，为用户提供各个模块的风险评估数值，展示各模块的相关数据，用户通过对这 7 个子模块风险信息的查看，可综合评价资源的开发利用风险等级。

考虑各个模块的功能需求，展现各种风险评估信息，采取各种不同的方案进行各个模块的功能设计，通过 GIS、专业软件等不同方式来对它们进行全面的展示，用户能够简单直观地从系统中获取自己需要的信息。以上 7 个模块是所有用户公用模块。通过友好的界面为终端用户提供充足可靠的信息量，支持用户进行有效的风险决策。

1.3.3 集成应用

依据上述评价模型与技术，结合国外矿产资源开发利用实践，开展典型案例的集成应用研究。

案例一：国外油气资源典型区域的投资环境与趋势分析。

案例二：周边国家主要金属矿产投资评价。

案例三：蒙古国图木尔套力盖铁矿开采技术经济评价。

案例四：周边国家金属矿产资源战略选区。

1.4 研究的总体思路

基于总体需求分析，进行国外矿产资源开发利用风险管理系统的总体设计，在此基础上开发国外油气资源开发利用风险管理系统的原型；同时进行海外油气资源开发利用的风

险管理系列模型研究；最后完成整个系统的集成应用研究和案例研究。技术路线如图 1.1 所示。

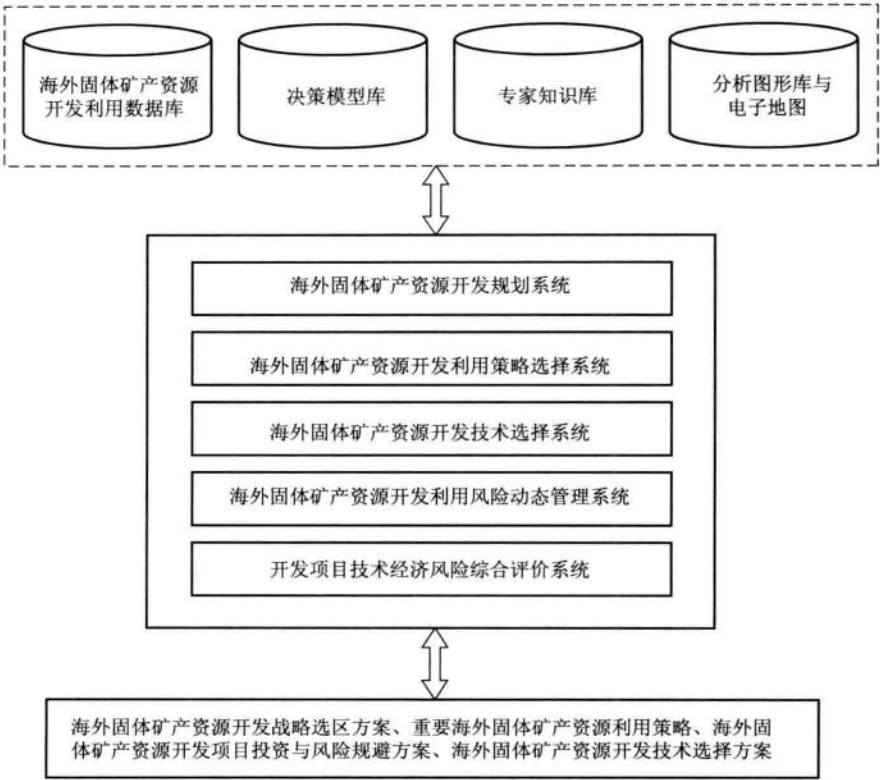


图 1.1 技术路线图