

海外在执行勘探项目风险-价值综合评价方法

计智锋¹,李富恒¹,潘校华¹,石磊²,吴义平¹,侯平¹,罗东坤³,郭瑞³,杨紫¹

[1. 中国石油勘探开发研究院,北京 100083; 2. 中国石化石油勘探开发研究院,北京 100083;

3. 中国石油大学(北京),北京 102249]

摘要:中国油公司海外油气业务在取得规模发展的同时,多个勘探项目也累计有大批投资尚未回收,当前低油价形势下更是“雪上加霜”,开展海外勘探项目风险-价值综合评价方法研究对于中国油公司规避勘探投资风险和优化勘探布局具有重要意义。海外在执行勘探项目运行过程中存在一系列风险,其中内部风险包括地质风险和勘探技术风险等,外部风险包括资源国政治、安全和项目合同风险等。根据海外勘探资产特点,以地质资源潜力分析为基础,综合考虑项目运作过程中存在的内部和外部风险,提出适用于海外勘探项目的风险-价值综合评价方法,对公司在执行勘探项目进行综合评价,形成低风险低价值、低风险高价值、高风险低价值和高风险高价值4类组合,并提出针对性策略和建议,指导勘探业务布局的优化。该方法为实现项目内部-外部风险因素控制、资源规模增长和经济价值实现统一提供了强有力的指导,在优化勘探资产组合和业务布局等方面也取得了很好的应用效果。

关键词:内部风险;外部风险;优化布局;风险-价值评价;海外勘探项目;石油勘探战略

中图分类号:TE132.1

文献标识码:A

Risk-value assessment of existing overseas exploration projects

Ji Zhifeng¹, Li Fuheng¹, Pan Xiaohua¹, Shi Lei², Wu Yiping¹, Hou Ping¹, Luo Dongkun³, Guo Rui³, Yang Zi¹

(1. Research Institute of Petroleum Exploration and Development, PetroChina, Beijing 100083, China;

2. Petroleum Exploration and Production Research Institute, SINOPEC, Beijing 100083, China;

3. China University of Petroleum, Beijing 102249, China)

Abstract: Despite a great progress has been achieved in overseas business in recent years, Chinese oil companies have been facing problems in recovering their exploration investments. The situation has been exacerbated by falling oil price started in mid 2014. It seems that the companies are in an urgent need of a risk-value assessment method for their overseas exploration projects so as to avoid investment losses and improve exploration deployment. There are many risks in the operation of the existing exploration projects, including internal risks, namely geological risk and exploration technology risk, and external risks, like political risk, security risk in host country of the resources, and contract risk from the project itself. The risk-value assessment method proposed here focuses on the resource potential of the exploration projects concerned, with consideration of both the internal and external risks. Four types of project characteristics combinations, including low risk-low value projects, low risk-high value projects, high risk-low value projects and high risk-high value projects, are also proposed before putting forward a strategy and suggestion for optimizing exploration business. The merits of the method have been verified through applications in controlling project risks, adding reserves, and implementing economic targets. It is also proven useful in optimization of exploration assets and business deployment.

Key words: internal risk, external risk, portfolio optimization, risk-value assessment, overseas exploration project, petroleum exploration strategy

随着我国经济持续快速发展和人民生活水平的不断提高,对油气资源需求日益增长。《BP 2035 世界能源展望》预计,中国将在 2030 年前后超过美国成为世界最大的石油消费国^[1]。为保障国家油气安全供给,

“两种资源,两个市场”将成为长久的战略选择,不断通过合资、合作等方式充分利用国外油气资源,形成有效、稳定的海外油气供给渠道。与国内相比,“走出去”要面临资源国地质条件复杂、地理环境恶劣、社区

收稿日期:2015-07-31;修订日期:2016-08-16。

第一作者简介:计智锋(1970—),男,硕士、高级工程师,海外风险勘探和勘探规划。E-mail: jizhif@petrochina.com.cn。

基金项目:国家科技重大专项(2016ZX05029-005);中国石油天然气集团公司科技专项(2016D-4304)。

关系复杂、政局多有动荡及合同条款苛刻等情况,投资面临诸多不确定性。经过 20 多年的持续探索和发展,中国油公司海外勘探开发业务从单一的老油田提高采收率项目,扩展到风险勘探和大型油气勘探开发项目,从陆上常规石油勘探开发,发展到油气并举、陆海并进及常规非常规兼顾的格局。中国油公司海外油气业务在取得规模发展的同时,多个项目也累计有投资尚未回收,当前低油价形势下更是雪上加霜。开展海外勘探项目风险-价值综合评价方法研究,对于中国油公司规避勘探投资风险和优化勘探布局具有重要意义,也是实现由规模速度发展向质量效益发展转变、实现国有资产保值增值的必然要求。

国内研究单位和油公司在勘探项目评价方面开展过相关研究(表 1),也取得了一些重要进展^[2-11]。采用的评价方法主要有专家经验法、蒙特卡洛方法和遗传优化算法等,评价的内容主要涉及地质条件分析和资源潜力。开展海外勘探项目评价时,主要套用国内探区地质资源潜力评价方法,即在区域地质综合研究的基础上,重视探区构造和沉积、生储盖组合特征、成藏条件分析等方面内容,政治、安全、合同风险考虑较少,经济评价也相对薄弱。

表 1 勘探项目评价内容与指标

Table 1 Exploration projects assessment contents and indexes

单位		评价指标	
中国油公司	中石油	地质评价	生油、储集、盖层、圈闭、配套和地质风险
		资源评价	资源量、资源品质
		经济评价	勘探成本、开发成本、作业成本、油价和工程风险
	中石化	地质评价	生油、储集、圈闭、运移、保存、时间匹配、资源量
		经济评价	勘探投资、开发投资、作业成本和油价
	中海油	地质评价	生油、储集、盖层、圈闭、运移、配套史、资源量
		经济评价	合同模式、税项税率、作业成本、油价、勘探投资
		风险评价	工程风险、经济风险
	中国国家政府部门	资源潜力	剩余探明可采储量、年生产量、待发现资源量
		投资环境	政治稳定程度、法律法规完善程度、对外开放程度
国外油公司	Chevron	地理位置	地表作业条件、与中国的距离、资源国的基础设施、外交关系
		地质评价	生油、储集、圈闭、盖层、运移、配套、资源量
		资源评价	
		经济评价	
		开发工程评价	

与国内相比,Chevron, BP 和阿曼石油公司等国外一些较大的石油公司和研究机构从 20 世纪 80 年代起就开始着手进行油气勘探资产评价相关研究,在评价方法、评价内容等方面明显走在国内前面。它们更重视和突出勘探资产经济评价和政治、安全风险评价内容,已初步实现了勘探评价的系统化和软件化^[12-14]。

另外,国外油公司也普遍采用风险分析模型、风险-价值平衡模型、波士顿矩阵和金字塔模型等资产结构评价方法对资产结构进行优化组合,实现公司布局优化和价值增长^[15-20]。利用风险分析模型,可分析资产技术风险和地面等不同类型风险的风险水平,实现风险可控。利用风险-价值平衡模型,可分析项目风险与价值的匹配程度,识别异常高风险或异常低价值资产。利用波士顿矩阵,可分析项目当前收益与未来发展潜力,通过业务的优化组合实现企业的现金流量平衡,指导如何将有限的资源有效地分配到合理的产品结构中,实现企业收益最大化。利用金字塔模型,可分析资产的生命周期和价值链。

1 方法原理

结合评价方法调研,根据海外勘探项目特点,本文以地质资源潜力分析为基础,综合利用风险分析模型和风险-价值平衡模型,提出适用于海外勘探项目的综合评价方法,力争实现内部-外部风险因素控制、资源规模增长和经济价值实现的统一。

针对待评价勘探项目,将勘探和开发视为一个整体,选用储量基础、产能估算、投资估算、经营成本以及折现率等评价参数,并结合合同条款、财税制度、投资环境等敏感性因素^[21],得出勘探项目的净现值(NPV) (图 1),净现值(NPV)为 0 时测算出的 i (收益率)为内部收益率(IRR)。其中,储量基础考虑项目剩余可采储量和新增储量潜力两部分。新增储量由圈闭资源量经钻井发现、证实,圈闭资源量到储量的转换过程需要增加相应勘探投资。同时,针对项目价值实现过程中存在的内部风险和外部风险进行系统识别和量化评价。内部风险包括地质风险和勘探技术风险等,外部风险包括资源国政治、安全和项目合同风险等。

综合以上风险因素分析和经济价值评估,对公司拥有勘探项目进行综合评价,形成低风险低价值、低风险高价值、高风险低价值和高风险高价值 4 类组合,据此可进行项目的优选、优化,提出针对性策略和建议,指导勘探业务布局的优化。

1.1 内部风险评价

内部风险主要包括勘探资产所在盆地地质风险、

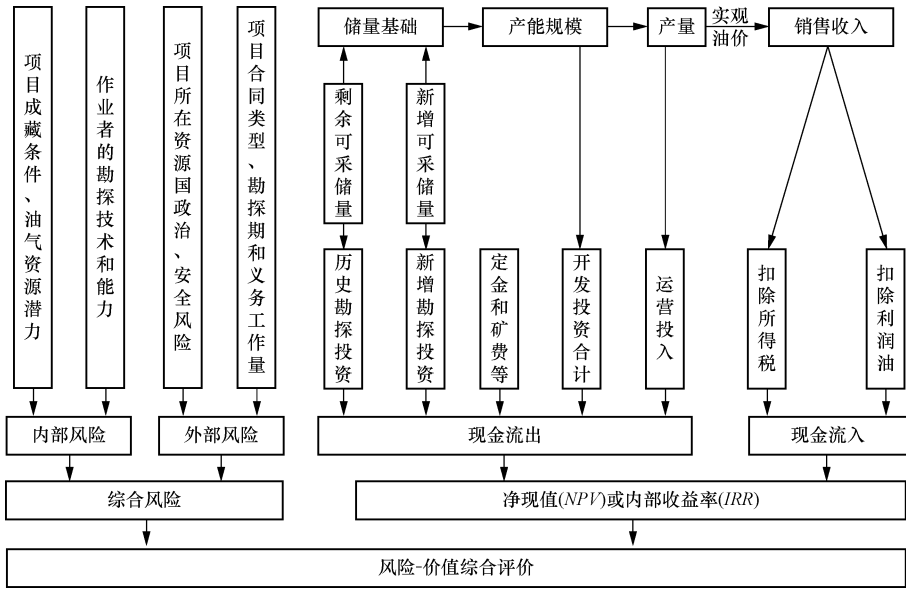


图 1 海外勘探项目风险-价值评价流程

Fig. 1 Procedure of risk-value assessment

勘探项目地质风险和勘探技术风险等。盆地和勘探项目的地质风险是对油气聚集起关键作用的地质条件的存在风险,勘探技术风险是勘探技术对地面、地下地质条件的适应性风险,风险值一般采用概率表示。通过对地质风险值和技术风险值加权求和,可得到不同勘探项目的综合评价值^[22-26],计算公式如公式(1)所示。综合评价值越高,风险越小。

$$Q = \sum [A_i \sum (X_j B_j)] \quad (1)$$

式中: Q 为勘探项目的综合评价值,小数; A_i 为第*i*个地质风险条件的权系数,小数; B_j 为第*j*个技术风险条件的权系数,小数; X_j 为第*i*个地质风险中第*j*个技术风险的风险值,小数。

首先,针对勘探资产所在盆地的地质风险,通过厘定盆地类型,深化油气分布和勘探潜力认识,明确盆地含油气系统,划分油气运聚区和成藏组合,采用发现过程法或圈闭加合法开展资源评价,结合勘探程度,评定盆地地质风险级别。按照对盆地地质风险的影响程

度,盆地类型、烃源岩、资源丰度和勘探程度的权系数分别设置为0.1、0.2、0.5和0.2,采用加权求和得到评价级别。评级取值级别越高,风险越大(表2)。

在完成盆地类型、烃源岩、资源丰度和勘探程度4个指标的风险评定后,通过分值累乘求取地质风险,确定每个盆地综合评分*Q*值,以反映盆地油气勘探风险大小,并根据*Q*值划分出评价级别,*Q*值越大,风险越小(表3)。

在盆地勘探地质风险评价基础上,选取盆地风险、储量丰度和资源丰度3个指标,建立勘探项目评价模板(表4)。勘探项目的储量丰度是指项目已发现2P油气可采储量与区块面积的比值,单位 10^3 t/km^2 。资源丰度是指项目剩余圈闭资源量与区块面积的比值,单位 10^3 t/km^2 。按照对勘探项目地质风险的影响程度,盆地风险、储量丰度和资源丰度的权系数分别设置为0.3、0.2和0.5,采用加权求和得到评价级别。

表 2 盆地地质风险评价模板

Table 2 Evaluation template of the geological risks in basins

序号	评价条件	权系数	评价参数	评价取值		
				一级(1~0.70)	二级(0.70~0.35)	三级(0.35~0)
1	盆地类型	0.1		被动陆缘和裂谷盆地	前陆盆地和弧后盆地	克拉通盆地
2	烃源岩	0.2	有机质类型	I	II	III
			厚度/m	>1 000	300~1 000	<300
			成熟度(R_o)	成熟	中等成熟	未成熟
3	资源丰度	0.5	资源丰度/ ($10^3 \text{ t} \cdot \text{km}^{-2}$)	>5 000	500~5 000	<500
4	勘探程度	0.2	地震资料及应用程度	有高分辨率三维,建立了正演模型,能划分沉积相	二维十字交叉线控制,地质模型不准确,地震相可靠性差	地质模型不准确,未开展地震相研究
			钻井资料及应用程度	有连井剖面,层位对比可信	连井剖面少,层位对比比较可信	无连井剖面,层位对比不可信

表 3 盆地综合评价标准

Table 3 Comprehensive evaluation standard for basins

综合评价级别	综合评价值(Q)	评价结果
I	> 0.55	低风险
II	0.40 ~ 0.55	中等风险
III	0.25 ~ 0.40	较高风险
IV	< 0.25	高风险

表 4 勘探项目地质风险评价模板

Table 4 Evaluation template of geological risks of exploration projects

序号	评价条件	权重系数	评价参数	评价取值		
				一级 (1 ~ 0.70)	二级 (0.70 ~ 0.35)	三级 (0.35 ~ 0)
1	盆地风险	0.3	风险分值	> 0.55	0.40 ~ 0.55	< 0.40
2	储量丰度	0.2	储量丰度/ (10 ³ t · km ⁻²)	> 1 000	100 ~ 1 000	< 100
3	资源丰度	0.5	资源丰度/ (10 ³ t · km ⁻²)	> 5 000	500 ~ 5 000	< 500

表 5 勘探技术风险评价模板

Table 5 Evaluation template of exploration technology risks

勘探能力	分值分布区间
基本不具备	0 ~ 20
部分具备	20 ~ 80
完全具备	80 ~ 100

最后,根据勘探项目的地表条件(陆地或海洋)、地震施工、钻机和试油等因素,综合考虑作业者的勘探技术和能力,开展勘探技术风险评价(表 5)。

1.2 外部风险评价

外部风险主要包括资源国政治风险、安全风险和项目勘探合同风险等^[27]。政治风险分析主要综合考虑中国和该国国际关系和资源国政权、法律、管理制度和运行方式等进行评分(表 6)。安全风险分析主要综合当地社会治安状况和作业环境进行评分(表 7)。合同风险综合考虑合同条款和勘探期内完成义务工作量的程度(表 8,表 9)。

表 6 海外勘探项目所在资源国政治风险评价

Table 6 Political risk evaluation of the host countries of the resources

政治风险分析		分值分布区间
低风险		80 ~ 100
较高风险	Ⅲ级	60 ~ 80
	Ⅱ级	40 ~ 60
	Ⅰ级	20 ~ 40
高风险		0 ~ 20

表 7 海外勘探项目所在资源国安全风险评价

Table 7 Security risk evaluation of the host countries of the resources

安全风险分析		分值分布区间
低风险		80 ~ 100
较高风险	Ⅲ级	60 ~ 80
	Ⅱ级	40 ~ 60
	Ⅰ级	20 ~ 40
高风险		0 ~ 20

表 8 海外勘探项目合同类型评价

Table 8 Contract type evaluation of exploration projects

合同类型	分值分布区间
合同条款差	0 ~ 20
合同条款中等	20 ~ 80
合同条款好	80 ~ 100

表 9 海外勘探项目勘探期和义务工作量评价

Table 9 Exploration periods and commitment workload evaluation of exploration projects

勘探期	分值分布区间
勘探期内不能完成义务工作量	0 ~ 20
勘探期内完成义务工作量	20 ~ 80
勘探期内超额完成义务工作量	80 ~ 100

1.3 经济价值评价

主要利用现金流法测算项目合同期内各年的现金流量,最终得到项目的经济价值。按照折现现金流法建立经济评价模型^[15,28-30]如下:

$$NPV = \sum_{t=0}^n (CI - CO)_t (1 + i_0)^{-t} \quad (2)$$

式中:NPV 为勘探项目的净现值,万元;CI 为现金流入,万元;CO 为现金流出,万元; i_0 为基准收益率,小数; t 为评价期,年。

不同合同模式下 CI 和 CO 的构成不同,净现值(NPV)为 0 时测算出的 i 为内部收益率(IRR)。对于产品分成合同,投资方的现金流入包括投资方成本回收、利润油分成和回收的流动资金,投资方的现金流出包括勘探开发投资、操作成本和合同规定的定金、矿区使用费和税费等。对于矿税制合同,投资方现金流入包括可回收成本、税后利润和回收的流动资金,现金流出同上。服务合同中现金流的确定取决于投资方参与的作业性质,现金流入主要是服务费,现金流出依照实施的工作量和合同规定的费用估算。

针对海外勘探资产,可采用简化现金流法进行评价,即基于传统现金流评价方法,简化评价参数、不简化评价流程,针对投资、成本和收入等参数的确定进行

简化调整后形成的评价方法。

勘探投资测算方面,已经发生的勘探投资按照实际计算,未来投入的勘探投资可根据桶油发现成本测算或根据规划方案中的实际数据计算,公式为:

$$\text{勘探投资} = \text{桶油发现成本} \times \text{储量} \quad (3)$$

发现成本根据历史情况或地区平均储量发现成本确定。

开发投资测算方面,根据邻区已开发区开发投资与勘探投资倍数估算新区开发投资,公式为:

$$\begin{aligned} \text{新区开发投资} = & \text{新区勘探投资} \times \\ & (\text{已开发区累计开发投资} / \\ & \text{已开发区累计勘探投资}) \end{aligned} \quad (4)$$

或根据单位产能建设投资进行估算,公式为:

$$\text{开发投资} = \text{单位产能建设投资} \times \text{油气田最高产能} \quad (5)$$

单位产能建设投资据开发区历史数据确定,根据往年产量情况确定采油速度,然后估算项目期各年产量。

地面工程投资测算方面,根据单位产能建设投资估算,具体公式为:

$$\text{地面工程投资} = \text{单位产能所需地面建设工程投资} \times \text{油气田最高产能} \quad (6)$$

运营成本测算方面,按照公式

操作成本 = (单位操作费 + 管输费) × 产量 (7) 进行测算。单位操作费据相似开发区历史数据获得;管输费据项目期各年产量情况估算。

1.4 综合评价与结果分类

内部风险评价得分与外部风险评价得分加权平均得出的综合风险评价得分显示在 X 轴,数值越大风险越低,数值越小风险越高。风险高低是相对的,此处以综合风险评价得分 60 分为界,高于 60 分即为低风险项目,低于 60 分即为高风险项目。当然,风险高低与项目本身的抗风险能力也有关,操作层面要针对具体项目再作深入分析。

经济价值评价得出的 *IRR* 或 *NPV* 显示在 Y 轴。*IRR* 是指能够使未来现金流入量现值等于未来现金流出量现值的折现率,或是使投资方案 *NPV* 为 0 的折现率,它在一定程度上反映一个投资项目投资效率的高低。当 *IRR* 大于资本成本时,方案可行;否则,方案不可行。油价相对高位时,参照石油行业基准收益率 12% 指导项目决策;在当前油价相对低位期,应适度降低门槛,否则绝大多数项目都达不到基准收益率 12% 的要求,评价本身也无任何意义。此处,选取 8% (或 10%) 为界限,*IRR* 高于 8% 者为高价值项目,低于 8% 者为低价值项目。

NPV 是一项投资所产生的未来现金流的折现值与

项目投资成本之间的差值,是反映项目投资获利能力的指标。*NPV* 大于或等于 0,方案可行;*NPV* 小于 0,方案不可行;*NPV* 均大于 0,*NPV* 最大的方案为最优方案。低油价时期仍以 12% 的收益率测算 *NPV*,绝大多数项目的值都小于 0,也无任何意义,应适度降低门槛,此处选取 8% (或 10%) 测算 *NPV*,选取中数作为界限,*NPV* 大于中数的项目为高价值项目,小于中数的项目为低价值项目。

利用风险 - 价值平衡模型,依据风险系数与价值的不同匹配形成项目的不同聚类 and 分布,可分为低风险低价值、低风险高价值、高风险低价值和高风险高价值 4 类组合。

2 实例模拟应用

针对某公司 14 个项目进行实例模拟试算 (表 10),依次进行项目剩余可采储量和预计新增可采储量的统计,按照风险模型得出各项目的综合风险得分,按照简化现金流模型得出各项目的 *IRR*。针对 4 种不同类型的勘探项目 (图 2) 提出不同的策略和建议,为优化公司总体业务布局提供支持。

针对低风险低价值资产,如项目 A 和项目 F 类型,它们虽有一定盈利性,但发展后劲不足,须加强滚动勘探或获取周边新项目,补充资源基础,控制各项成本,实现向低风险高价值资产的转变;如项目 E 和项目 N 类型,项目规模小、成本高,盈利性差,可考虑资产优化。

针对低风险高价值资产 (如项目 M),当期或未来盈利性好、成长性强,应不断加大滚动勘探力度,夯实项目稳产的资源基础,实现效益最大化。

表 10 某公司海外勘探项目模拟实例评价

Table 10 example of the assessing overseas exploration projects of a company

项目名称	综合风险/分	<i>IRR</i> /%	可采储量/(10 ⁴ bbl)
项目 A	62	6	15 000
项目 B	50	14	4 000
项目 C	75	10	9 000
项目 D	50	-7	5 000
项目 E	60	-6	9 000
项目 F	65	8	2 500
项目 G	55	10	8 000
项目 H	68	19	3 000
项目 I	40	3	25 000
项目 J	56	13	8 800
项目 K	40	20	1 000
项目 L	45	18	10 000
项目 M	75	18	9 800
项目 N	70	-8	6 500

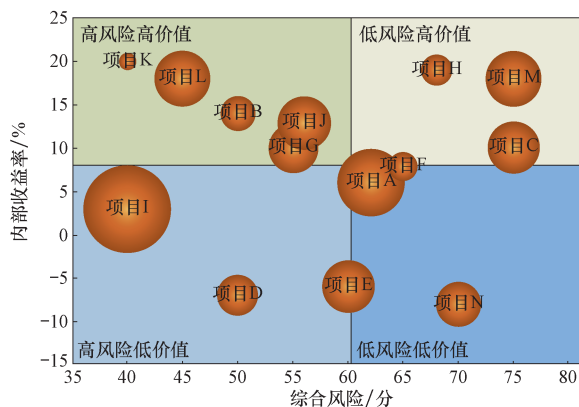


图2 海外勘探项目风险-价值评价结果
(泡点面积代表项目可采储量)

Fig. 2 Risk-value assessment chart of overseas exploration projects
(areas of bubbles stand for recoverable reserves of projects)

针对高风险低价值资产(如项目I和项目D),为缜密评价认为不具前景的项目,应后续不再增加工作量,果断退出或优化处置。

针对高风险高价值资产(如项目L),要识别存在的主要风险,若是地质风险,应加强地质研究和评价,深化关键风险因素认识,加强工程技术攻关,提高油气发现成功率;若是安全等外部风险,应搞好安全预警,保障项目正常运行。

3 结论

1) 储量基础和地质风险评价是勘探资产评价的基础。资源量、储量、产量到现金流这一序列中,储量基础是根本,是勘探资产评价的核心;地质条件好、资源规模大的项目才具有规模经济效应,才是油公司优先考虑加大发展的项目。

2) 针对内部风险,理论和技术的发展是勘探成功的重要保障,需要对现有探区关键性地质问题和瓶颈技术进行梳理,超前储备“人无我有,人有我优,人优我特”的勘探理论技术,提升项目实施的技术可行性,释放项目潜在的资源潜力,增加项目的经济价值。

3) 针对外部风险,要加大资源国政治和安全形势变化的宏观研判,开展合同条法、社区关系和环保等问题的针对性研究,为海外勘探业务的实施提供作业保障。其中,合同类型、合同期与合同条款分析是勘探部署与方案实施的前提。只有通过分析项目合同的优缺点,明确合同条款所规定的权利和义务,才能制定针对性勘探部署策略,有效规避合同风险,实现勘探效益最大化。

参 考 文 献

- [1] BP Energy Outlook 2035 [EB/OL]. (2015-02-17). <http://www.bp.com/en/global/corporate/press/speeches/bp-energy-outlook-2035.html>.
- [2] 郭秋麟,翟光明,石广仁. 改进的区带综合评价模型及其实现方法[J]. 石油学报,2004,25(2):7-11,18.
Guo Qiulin, Zhai Guangming, Shi Guangren. Improved model and related methods for integrative evaluation of plays [J]. Acta Petrolei Sinica, 2004, 25(2):7-11, 18.
- [3] 黄旭南,包世界,傅振华,等. 油气勘探经济评价方法探讨[J]. 石油勘探与开发,2000,27(3):9-12.
Huang Xu'nan, Bao Shijie, Fu Zhenhua, et al. Discussion on the economic evaluation method of oil and gas exploration [J]. Petroleum Exploration and Development, 2000, 27(3):9-12.
- [4] 谢锦龙,徐祖成,丁成豪,等. 中国海相探矿权区块定量评价方法[J]. 海相油气地质,2008,13(1):55-62.
Xie Jinlong, Xu Zhucheng, Ding Chenghao, et al. Quantitative evaluation method for exploration rights of marine strata regions in China [J]. Marine Origin Petroleum Geology, 2008, 13(1):55-62.
- [5] 金之钧,石兴春,韩保庆. 勘探开发一体化经济评价模型的建立及其应用[J]. 石油学报,2002,23(2):1-5.
Jin Zhijun, Shi Xingchun, Han Baoqing. Construction and application of economic evaluation model about petroleum exploration and production integration [J]. Acta Petrolei Sinica, 2002, 23(2):1-5.
- [6] 王俊玲,史丹妮,刘志强,等. 海外在实施油气勘探项目地质风险评价方法探讨[J]. 中国石油勘探,2010,15(3):67-72.
Wang Junling, Shi Danni, Liu Zhiqiang, et al. Discussion on the method of geology risk evaluation on existing overseas exploration projects [J]. Acta Petrolei Sinica, 2010, 15(3):67-72.
- [7] 米立军,张厚和,陈蓉,等. 中海油勘探投资组合系统开发与应用[J]. 中国石油勘探,2008,13(5):54-60.
Mi Lijun, Zhang Houhe, Chen Rong, et al. The development and application of exploration investment portfolio system under CNOOC [J]. China Petroleum Exploration, 2008, 13(5):54-60.
- [8] 张厚和,陈蓉. 海上油气成藏区带勘探经济评价新方法[J]. 中国石油勘探,2010,15(3):55-58.
Zhang Houhe, Chen Rong. The new method of exploration economic evaluation on marine oil and gas plays [J]. China Petroleum Exploration, 2010, 15(3):55-58.
- [9] 于春林,乐来群,潘继平,等. “走出去”利用国外油气资源的区域选择[J]. 地质通报,2006,25(9-10):1060-1063.
Yu Chunlin, Yue Laiqun, Pan Jiping, et al. “Going out” to use overseas oil and gas resources: Overseas target region selection [J]. Geological Bulletin of China, 2006, 25(9-10):1060-1063.
- [10] 潘继平,李志. 资源与目标一体化评价技术及其勘探意义[J]. 中国石油勘探,2007,12(1):76-80.
Pan Jiping, Li Zhi. The technique of integration evaluation on resources and target and exploration importance [J]. China Petroleum Exploration, 2007, 12(1):76-80.
- [11] 李玉蓉,陈光海,胡兴中. 国际石油勘探开发项目经济评价指标体系与综合评价[J]. 跨国地球物理进展,2004,27(5):383-387.
Li Yurong, Chen Guanghai, Hu Xingzhong. Indices of economic evaluation and comprehensive assessment of international petroleum E&P project [J]. Progress in Exploration Geophysics, 2004, 27(5):383-387.
- [12] 童晓光,何登发. 油气勘探原理和方法[M]. 北京:石油工业出版社.

- 社,2001:177-178.
- Tong Xiaoguang, He Dengfa. Principles and methodology of petroleum exploration[M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2001:177-178.
- [13] Michael A N, Laurent Y S. Exploration strategy development and performance management: A portfolio-based approach[J]. The Leading Edge, 2002, 21(2): 159-167.
- [14] Robert M O, Nahum S. A process for evaluating exploration prospects[J]. AAPG Bulletin, 1997, 81(7): 1087-1109.
- [15] Kelkar M. Petroleum economic evaluation and risk assessment[R]. USA: The University of Tulsa, 1994: 135-156.
- [16] 周吉生, 刘洪波. 波士顿矩阵及残留风险分析在海外海上油气项目管理中的运用[J]. 国际石油经济, 2012, 22(6): 67-69.
- Zhou Jisheng, Liu Hongbo. The application of Boston matrix and residual risk analysis in the management of overseas marine oil and gas projects[J]. International Petroleum Economics, 2012, 22(6): 67-69.
- [17] 王婉秋. 波士顿矩阵在现金流量分析中的应用[J]. 财会通讯, 2009, (1): 44-45.
- Wang Wanqiu. The application of Boston matrix in the cash flow analysis[J]. Communication of Finance and Accounting, 2009, (1): 44-45.
- [18] 李颂, 李俊廷. 海外油气勘探项目综合评价方法[J]. 天然气地球科学, 2012, 23(4): 807-812.
- Li Song, Li Juntong. Comprehensive evaluation method of overseas opportunity in oil and gas exploration[J]. Natural Gas Geoscience, 2012, 23(4): 807-812.
- [19] 马宏伟. 海外油气勘探项目经济评价方法差异分析[J]. 当代石油石化, 2008, 16(3): 30-33.
- Ma Hongwei. The difference analysis on the method of economic evaluation on overseas exploration projects[J]. Petroleum & Petrochemical Today, 2008, 16(3): 30-33.
- [20] 殷爱贞, 张孟. 基于风险和收益权衡的勘探项目投资组合研究[J]. 西南石油大学学报(社会科学版), 2010, 3(1): 10-14.
- Yin Aizhen, Zhang Meng. The study on investment portfolio of exploration project based on balance of risks and benefits[J]. Journal of Southwest Petroleum University (Social Sciences Edition), 2010, 3(1): 10-14.
- [21] 罗东坤. 油气勘探投资风险探讨[J]. 油气地质与采收率, 2002, 9(6): 69-71.
- Luo Dongkun. Discussion on investment risk of petroleum exploration[J]. Petroleum Geology and Recovery Efficiency, 2002, 9(6): 69-71.
- [22] 盛秀杰, 金之钧, 鄢琦, 等. 成藏体系油气资源评价中的统计方法体系[J]. 石油与天然气地质, 2013, 34(6): 827-833, 854.
- Sheng Xiujie, Jing Zhijun, Yan Qi, et al. Statistical method series for the resource assessment of petroleum accumulation system[J]. Oil & Gas Geology, 2013, 34(6): 827-833, 854.
- [23] 蔡利学, 闫相宾, 李娜, 等. 钻探目标评价优选决策系统[J]. 石油与天然气地质, 2014, 35(5): 720-728.
- Cai Lixue, Yan Xiangbin, Li Na, et al. Evaluation, optimization and decision system for prospects to drill[J]. Oil & Gas Geology, 2014, 35(5): 720-728.
- [24] 闫相宾, 李娜, 蔡利学, 等. 油气预探目标评价优选决策方法[J]. 石油与天然气地质, 2014, 35(4): 570-576.
- Yan Xiangbin, Li Na, Cai Lixue, et al. Preliminary exploration prospect evaluation and screening method[J]. Oil & Gas Geology, 2014, 35(4): 570-576.
- [25] 徐旭辉, 蔡利学, 刘超英, 等. 油气勘探目标评价与优选系统[J]. 石油与天然气地质, 2015, 36(3): 517-524.
- Xu Xuhui, Cai Lixue, Liu Chaoying, et al. Evaluation and selection system for petroleum exploration targets[J]. Oil & Gas Geology, 2015, 36(3): 517-524.
- [26] 杨登维, 周庆凡, 郭宝申, 等. 油气资源地质风险分析与管理[M]. 北京: 石油工业出版社, 2009: 21-96, 144-151.
- Yang Dengwei, Zhou Qingfan, Guo Baoshen, et al. Geological risk analysis and management of oil and gas resources[M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2009: 21-96, 144-151.
- [27] 薛良清, 潘校华, 史卜庆. 海外油气勘探实践与典型案例[M]. 北京: 石油工业出版社, 2014: 22-34.
- Xue Liangqing, Pan Xiaohua, Shi Buqing. Overseas hydrocarbon exploration: practice and case studies[M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2014: 22-34.
- [28] 郭秋麟, 米石云. 油气勘探目标评价与决策分析[M]. 北京: 石油工业出版社, 2004: 26-84.
- Guo Qiulin, Mi Shiyun. Assessment of petroleum exploration target and exploration decisions[M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2004: 26-84.
- [29] 罗东坤. 油气勘探投资经济评价方法[J]. 油气地质与采收率, 2002, 9(1): 21-23.
- Luo Dongkun. Method of economic evaluation of oil-gas exploration investment[J]. Petroleum Geology and Recovery Efficiency, 2002, 9(1): 21-23.
- [30] 罗东坤, 俞云柯. 油气资源经济评价模型[J]. 石油学报, 2002, 23(6): 12-15.
- Luo Dongkun, Yu Yunke. The model of economic evaluation on oil and gas resources[J]. Acta Petrolei Sinica, 2002, 23(6): 12-15.

(编辑 李 军)