

引文：姜子昂，辜穗，彭彬，等. 油气科技创新成果收益递进分成法的构建——以油气勘探开发为例 [J]. 天然气工业，2022，42(5): 148-155.
JIANG Zi'ang, GU Sui, PENG Bin, et al. Construction of progressive revenue sharing method for oil & gas scientific and technological innovation achievements: A case study on oil & gas exploration and development[J]. Natural Gas Industry, 2022, 42(5): 148-155.

油气科技创新成果收益递进分成法的构建 ——以油气勘探开发为例

姜子昂¹ 辜穗¹ 彭彬² 江如意³ 任丽梅⁴ 王径¹

1. 中国石油西南油气田公司天然气经济研究所 2. 中国石油集团川庆钻探工程有限公司
3. 中国石油天然气集团有限公司科技管理部 4. 中国石油西南油气田公司致密油气勘探开发项目部

摘要：油气科技评价改革是深入推进油气科技体制机制创新发展的指挥棒，如何科学合理地量化油气科技创新成果的具体价值贡献一直都是前者的重点与难点。为了解决油气技术要素内部从总体到单一技术创新成果经济价值量化的问题，基于油气科技创新成果收益分享相关理论与方法，立足于油气技术价值实现机制、技术谱系基本结构功能级序、创新性技术创效特性，集成建立了油气科技创新成果收益递进分成法。研究结果表明：①油气科技创新成果收益递进分成是实现从总体技术要素到单项科技创新成果收益分成的关键路径，是实现单一技术以其具体价值贡献参与企业收益分配的科学方法；②以油气技术要素收益分成基准值、油气技术收益递进分成基数、油气技术成果创新强度系数等核心参数确定油气科技创新成果收益分成率，可以有效地解决科技成果价值评估中以宏观指标评判具体油气项目、参数权重平均化和过度简单化、科技创效被高估等问题；③油气技术谱系及其一级、二级、三级分成基数是递进分成法的关键工具，创新性技术创效能力强度水平是递进分成法的杠杆。结论认为：①科技创新成果经济价值评估并没有精确解，而只有相对合理值；②油气科技创新成果收益递进分成法能够有效解决油气技术要素内部从总体到单一技术创新成果经济价值量化问题，多项应用结果表明其科学可行。

关键词：油气收益；技术创新成果；递进分成法；分成基准值；递进分成基数；创效强度系数；油气勘探开发

DOI: 10.3787/j.issn.1000-0976.2022.05.016

Construction of progressive revenue sharing method for oil & gas scientific and technological innovation achievements: A case study on oil & gas exploration and development

JIANG Zi'ang¹, GU Sui¹, PENG Bin², JIANG Ruyi³, REN Limei⁴, WANG Jing¹

(1. Natural Gas Economic Research Institute, PetroChina Southwest Oil & Gasfield Company, Chengdu, Sichuan 610051, China; 2. CNPC Chuangqing Drilling Engineering Company Limited, Chengdu, Sichuan 610213, China; 3. CNPC scientific and technological Management Department, Beijing 100120, China; 4. Tight oil & Gas Exploration and Development Department, PetroChina Southwest Oil & Gasfield Company, Chengdu, Sichuan 610051, China)

Natural Gas Industry, Vol.42, No.5, p.148-155, 5/25/2022. (ISSN 1000-0976; In Chinese)

Abstract: The reform of oil & gas scientific and technological evaluation is the baton to further promote the innovative development of oil & gas scientific and technological system, and its focus and difficulty has always been how to scientifically and reasonably quantify the specific value contribution of oil & gas scientific and technological innovation achievements. In order to quantify the economic value from overall to single technological innovation achievement inside oil & gas technological elements, this paper integratedly develops a progressive revenue sharing method for oil & gas scientific and technological innovation achievements based on the theories and methods related to revenue sharing of oil & gas scientific and technological innovation achievements, combined with the realization mechanism of oil & gas technological value, the basic structure and function sequence of technological pedigree and the benefit creating characteristics of innovative technology. And the following research results are obtained. First, the progressive revenue sharing from oil & gas scientific and technological innovation achievements is a key path to realize revenue sharing from overall technological element to single scientific and technological innovation achievements, and a scientific method to realize the participation of a single technology in enterprise revenue distribution with its specific value contribution. Second, the revenue sharing rate from oil & gas scientific and technological innovation achievements is determined based on core parameters, including the revenue sharing reference value of oil & gas technological element, the progressive sharing base of oil & gas technological profits, and the innovation intensity coefficient of oil & gas technological achievement, which can effectively solve the problems in the value evaluation of scientific and technological achievements, such as judging a specific oil & gas project based on macroscopic indicators, averaging and excessive simplification of parameter weight, and overestimated scientific and technological benefit. Third, the oil & gas technology pedigree and its primary, secondary and tertiary sharing bases are the key tools of progressive revenue sharing method, and the benefit creating intensity level of innovative technology is the lever of progressive sharing method. In conclusion, the evaluation on the economic value of scientific and technological innovation achievements does not have an exact solution, but only a relatively reasonable value. In addition, the progressive revenue sharing method for oil & gas scientific and technological innovation achievements can effectively quantify the economic value from overall to single technological innovation achievement inside oil & gas technological elements, and it is proved to be scientific and feasible in multiple applications.

Keywords: Oil & gas earning; Technological achievement; Progressive sharing method; Sharing reference value; Progressive sharing base; Benefit creating intensity coefficient; Oil & gas exploration and development

基金项目：中国石油天然气价格研究中心专项资助科研项目，中国石油天然气集团有限公司科研项目子专题“油气勘探开发科技成果价值评估方法优化与应用研究”（编号：2019D-5005-29）、子专题“储运科技成果经济价值评估方法研究与应用”（编号：2021DQ0106-01），中国石油西南油气田公司科研项目“天然气科技成果经济价值评估方法优化研究与应用”（编号：20220310-13）。

作者简介：姜子昂，1959年生，正高级经济师，地质工学博士、管理科学与工程博士；中国石油西南油气田公司天然气经济研究所所长，主要从事天然气产业战略管理研究与科技管理工作。地址：（610051）四川省成都市府青路一段19号。ORCID: 0000-0002-7691-3602。E-mail: jiangziang590522@vip.sina.com

0 引言

伴随着国家科技创新战略的深入推进,科技评价改革作为科技体制机制创新发展的指挥棒,被提升到了前所未有的新高度^[1]。基于“关于正确评价科技成果五元价值”重要指示精神和国家有关部委多项深化科技评价改革政策制度^[2],《国务院办公厅关于完善科技成果评价机制的指导意见》(国办发〔2021〕26号)、《科技成果经济价值评估指南:GB/T 39057—2020》、科技部等十部委联合启动的科技成果评价改革试点工作部署及《要素市场化配置综合改革试点总体方案》(国办发〔2021〕51号)等文件中大力促进技术要素向现实生产力转化的相关条款,都为科技评价改革提供了政策指引。然而,实践证明,油气科技活动紧密围绕生产需求开展,多项科技成果与生产成果融于一体、单项科技成果价值贡献难以分离;同一科技成果应用于不同油气藏,产生的价值不同,并且存在着贡献滞后性和作用年限模糊性。这就使得油气科技成果价值评价工作的实践性更强、评价难度更大。因此,以油气科技成果五元价值中的经济价值为突破口^[3],创新评估方法与模型,便成为深入推进油气科技体制机制创新无法回避的重要工作内容^[4]。

当前,关于我国油气技术价值分享理论体系^[5]、油气勘探开发技术要素收益分成量化模型等的研究成果及其应用^[6],已经基本解决了技术要素作为一种生产要素参与油气收益分享的理论基础与评价方法问题,可以有效实现油气技术要素总体经济价值的科学化。但是,油气技术要素的内部是涵盖了多专业、多层级、若干个技术成果组成的、庞大且复杂的油气技术体系^[7],如何对单一科技创新成果的在油气技术体系中的价值贡献进行细分,现有的研究并没有给予回答^[8-9]。有鉴于此,本文以此为起点,以单一油气科技创新成果经济价值评估与计算为对象,在综合考虑收益法、成本法、市场法等方法的基础上,集成创新油气科技创新成果收益递进分成法,以期解决油气技术要素内部从总体到单一技术创新成果经济价值量化问题,进而为我国科技评价改革提供油气智慧和参考。

1 油气科技创新成果收益递进分成的依据

1.1 油气科技创新成果价值实现,需要多路径协同并受多种因素的控制

从科技创新过程来看,科技创新价值实现路径

可以划分为科学研究、技术应用与转化、内外部市场化或商业化3个阶段,相应的时间逻辑关系包括应用基础研究、工程技术应用研究、现场试验、技术规模化应用推广和内外部市场技术运营等路径环节,其中技术推动和市场拉动是科技创新的主要形式。科技创新成果价值形成和实现包括技术价值形成、技术评估、技术确权、技术交易、技术经营等关键业务流程,同时技术支撑与价值增值管理为企业创造收益。技术资产的未来收益受多种因素的影响和制约,其主要由以下因素所决定:技术自身条件(如技术先进性、创新程度、经济性)、交易主体条件、技术转让条件、外部环境条件(市场前景、法律状况)等。科技创新成果价值评估的所有方法都涉及分成率这一项重要参数,评估实践中不可预见性很强,致使对未来收益的预测和对资产获利能力的判断,特别是对技术要素分成率评估存在着主观性和随意性,从而导致评估方法的局限性^[10]。因此,在考虑各种生产要素利益时,需要对多种因素进行综合分析,特别是技术体系内部的基础功能价值分析。这样才能确定出较为合理的、切合实际的技术要素分成比例^[11]。

1.2 油气勘探开发作业与庞大技术体系协同创造油气储量产量收益

油气勘探开发作业是一项系统工程,主要作业流程涵盖油气勘探业务、钻井业务、油气藏工程业务、地面工程业务等4个方面,上述每项业务都需要大量的资金、资产、技术和相关专业人才投入。要经济有效地开采油气资源,进而最终实现油气储量和产量的市场经济价值,需要从油气开发模式、开采工艺技术方法、经营管理体制机制等多方面进行改革创新,需要多学科联合协作创新、科研平台支撑、施工建设、物资市场供应、油气市场需求培育与合理的油气价格等多方力量^[12],即多种油气生产要素和油气技术体系协同作用。

油气生产系统中一般采用多专业技术体系,技术体系主要呈现出一级、二级、三级、四级金字塔结构分布,四级以下级别的技术分布有成千上万个单项技术。油气技术有形化基于油气主要作业流程构建油气技术树,对专项油气技术体系级序进行较为科学与合理地划分;但技术树的技术结构模板顶层设计不够规范,未能较为全面体现油气勘探开发领域、区块和阶段特点,导致油气技术级序设计较随意。因此,应建立各个油气田企业各层级的勘探开发技术谱系和分成基数,并规范技术应用领域、技术体

系级序与功能权重确定, 合理规范获取技术创新成果分成率, 从而保障递进分成法的有效实施。

1.3 油气技术创效机制特性, 加大了科技创新成果价值评估的难度

油气技术创效机制具有以下 4 项特性:

1) 油气技术创效的生命周期性与阶段性, 主要表现为油气勘探开发项目和技术的全生命周期性, 油气勘探或开发业务和技术创效的阶段性。

2) 油气技术创效的协同性与级序性, 主要体现在油气生产要素和技术体系协同创效性, 油气技术体系和单项技术创效的级序性。

3) 油气技术创效的依附性与延时性, 具体表现为油气资源、油气产品、勘探开发业务流程等载体的依附性, 油气技术要素投入产出和技术创效实现的延时性。同一油气技术在不同应用领域(如常规油气藏、页岩油气藏、致密油气藏等), 基础功能价值和创效能力差别较大; 技术增量效益并不完全体现当期技术创效的贡献, 如油气勘探技术价值要在开发阶段才得以实现, 实践证明大型油气藏的发现是多年坚持勘探实践和持续科技创新投入的产物, 也是整个勘探技术体系协同、持续、波浪式应用的结果, 如四川盆地大天池气田、龙王庙特大型气田的发现。

4) 油气技术创效的多维性与间接性, 主要表现在油气技术创效的效益类型和效益指标的多维性, 技术创效的效益分割和效益计算的间接性, 并且, 过去应用的技术效用、在用技术的效用、特案技术的效用都很难确定。

上述特性增大了精细评估技术创效价值的难度, 严重制约了油气技术价值评估方法拓展, 长期困扰着科技价值评估人员。

2 油气科技创新成果收益递进分成计算方法与参数

2.1 方法内涵与计算公式

油气科技创新成果收益递进分成是以区块油气勘探开发获得的增量效益为对象, 按照分享理论和要素分配原理, 从油气生产四要素(资本、管理、劳动、技术)中剥离出整体油气勘探开发技术要素的贡献, 再依据技术体系的级序结构进行逐级分成, 并依据创新性技术创效强度系数, 最终确定油气勘探开发技术创新成果分成净值, 从而实现对单一油气技术

创新成果的经济价值量化。油气科技创新成果收益递进分成是实现从总体技术要素到单项科技创新成果收益分成的关键路径, 其计算公式如下:

$$\begin{aligned} \text{油气科技创新成果分成净值(净利润)} &= \text{油气生产项目收益净现值(净利润)} \times \text{油气科技创新成果收益分成率} \\ &= \text{油气生产项目收益净现值(净利润)} \times (\text{油气技术要素收益分成基准值} \times \text{油气技术收益递进分成基数} \times \text{油气技术成果创新强度系数}) \end{aligned} \quad (1)$$

式中油气技术要素收益分成基准值表示从四要素中分离出技术在收益中的份额, 实现技术要素与其他生产要素收益的分割; 油气技术收益递进分成基数表示技术要素内庞大的体系协同创造效益, 依据油气技术谱系的结构与级序进行逐层分成, 实现多项科技成果的收益剥离; 油气技术成果创新强度系数表示技术成果中包含创新性技术成果和常规性技术成果, 通过技术成果创新强度系数对二者进行分割, 确定单项或单一创新性技术成果的收益分成。

2.2 油气生产项目收益净现值(净利润)

将油气项目总收益净现值(净利润)分为以下 3 类:

1) 增储量类: 计算净现值(参数来源: 储量评估报告, 无报告则类比)。

2) 增产量类: 计算净利润(参数来源: 生产数据管理系统 A2 系统, XX 油气田区块效益评价系统)。

3) 其他收益类: 计算净利润(参数来源: 财务报表)。

在净现值或净利润计算中, 采用全成本核算, 重点在于解决科技投入与产出计算内容和范围不匹配的问题, 净现值、净利润的计算公式如下:

$$\text{区块新增油气储量净现值} = \sum \text{新增油气探明可采储量} \times \text{类比区块单位储量净现值} \quad (2)$$

$$\text{区块新增油气产量净利润} = \sum [\text{当年新老区新增油气产量} \times \text{商品率} \times (\text{单位油气价格} - \text{单位油气完全成本}) - \text{所得税}] \quad (3)$$

2.3 油气技术要素收益分成基准值

油气勘探开发技术分成基准值可由以下 3 种方式确定: ①采用行业技术级别贡献率分布区间确定基准值, 油气采掘业属于资金与技术密集型行业, 其分成基准值介于 30% ~ 40%; ②根据实际油气藏及勘探开发阶段取得技术要素收益的基准值(表 1); ③采用勘探开发增储增产所投入的生产要素贡献余值法计算^[13]。

表 1 油气勘探开发技术增储增产收益分成基准值表

油气藏类型	技术要素收益分成基准值
常规油气藏	30% ~ 40%
高含硫气藏	40% ~ 45%
页岩油气藏	40% ~ 50%
致密油气藏	40% ~ 50%
煤层气藏	35% ~ 45%

注：根据油气藏类型，勘探或开发（早、中、晚）阶段，对技术需求和技术创效的贡献，酌情调整。

2.4 油气技术收益递进分成基数

油气工业长期实践，形成了庞大复杂的油气技术体系，其级序与结构非常复杂。只有立足谱系学视角进行系统梳理，才能认识清楚其严密的层级结构，设计各层级分成基数，建立油气勘探开发一级、二级、三级技术分成基数的基础表格和数据库，进而才能突破科技创新成果收益递进分成的关键瓶颈^[14]。油气勘探开发技术级序与分成基数关系如图 1 所示。

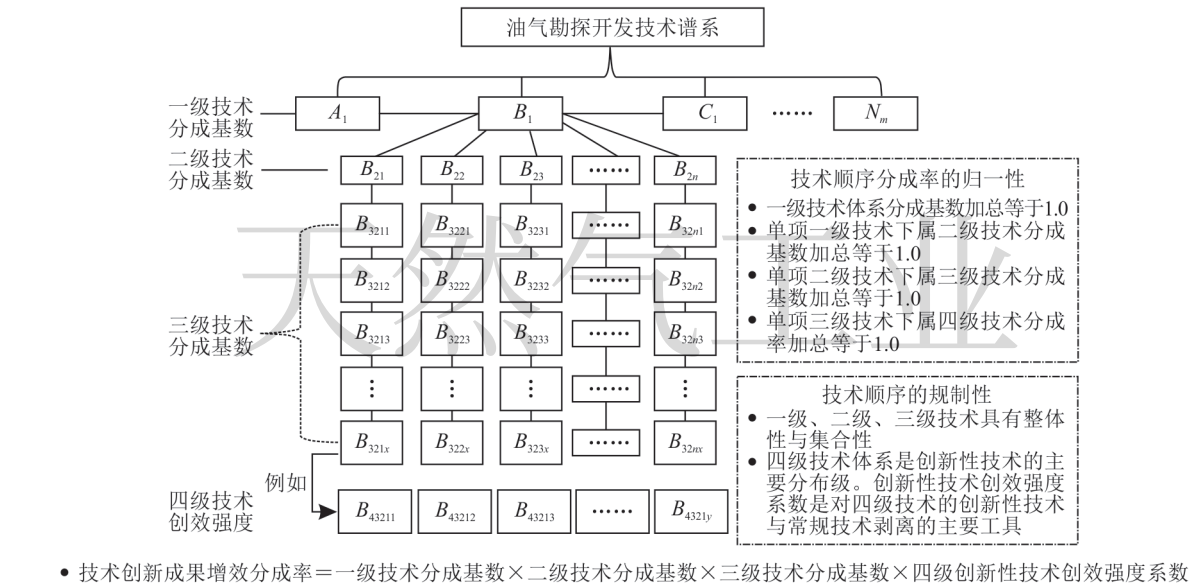


图 1 油气勘探开发技术级序与分成基数关系图

增储技术收益递进分成基数 = 一级勘探技术分成基数 × 二级勘探技术分成基数 × 三级勘探技术分成基数。

增产技术收益递进分成基数 = 一级开发技术分成基数 × 二级开发技术分成基数 × 三级开发技术分成基数。

以天然气勘探开发业务流程以及对技术需求为例，按不同维度功能，构建一级、二级、三级天然气勘探开发技术谱系结构参考表，分别如表 2、3 所示。

以天然气地质勘探专业技术为例，其二级和三级技术体系如表 4 所示。

表 2 天然气勘探技术谱系结构参考表

一级技术体系 (D_{k1})	二级技术体系 (D_{k2})	三级技术体系 (D_{k3})
地质勘探技术	如天然气勘探部署技术	如天然气勘探规划部署技术
物探技术	如地震勘探技术	如地震采集与成像处理技术
钻完井技术	如钻井工艺技术	如钻井方案设计技术
勘探装备工程技术	如钻完井装备技术	如钻井机械装备
勘探保障工程技术	如勘探安全与控制技术	如勘探消防安全技术

表 3 天然气开发技术谱系结构参考表

一级技术体系 (D_{k1})	二级技术体系 (D_{k2})	三级技术体系 (D_{k3})
气藏工程技术	如地质综合评价技术	如气藏描述技术
采气工程技术	如增产改造工艺技术	如储层压裂改造增产技术
地面工程技术	如内部集输工程技术	如地面标准化设计技术
开发装备工程技术	如采气工程装备技术	如增产改造装备技术
开发保障工程技术	如天然气开发安全风险控制技术	如气藏工程安全运行保障技术

表 4 天然气地质勘探专业技术的二级、三级技术体系表

二级技术体系	三级技术体系
地质模型构建与模拟	①地层层序与沉积体系分析重建技术；②地质构造—沉积模式及重建技术；③地质模型数值模拟技术；④盆地综合模拟技术；⑤油气成藏模拟技术
地质实验	①气源岩实验评价技术与气源对比技术；②储层物性分析测试技术；③盖层实验室评价技术；④油气成藏实验评价技术；⑤天然气分布地质评价技术
地质综合解释与评价	①天然气成因判识与气源对比技术；②岩性与构造综合解释技术；③储层综合解释技术；④天然气成藏规律评价技术；⑤天然气富集规律评价技术
勘探部署	①天然气勘探风险分析技术；②天然气勘探规划部署技术；③天然气勘探项目设计技术；④天然气勘探项目管控技术；⑤天然气勘探部署效能评估技术
资源评价	①盆地油气资源评价技术；②区带天然气资源评价技术；③勘探目标天然气资源评价技术；④天然气储量评价技术；⑤天然气储量价值评估技术

2.5 油气技术成果创新强度系数

依据《中国石油天然气集团公司科学技术奖励办法》（中油科〔2017〕189号），技术要素收益分成的关键因素是技术自身的创新创效能力，其与油气技术创新、技术先进性、技术成熟水平等子要素的技术指标密切相关。依据科技成果创新点提取创新强度相关指标，应用层次分析法计算技术成果创新强度系

数。根据科技成果类型，剔除相应的效益指标，即技术指标，它体现技术成果创新强度： $T = f(T_1、T_2、T_3)$ ，得到表 5、6。具体取值根据该科技成果类型和实际情况，获取 $T_i、T_{ij}、\Phi_{ijk}$ 实际取值，代入下式计算，得到该技术成果创新强度系数（ T ）：

$$T = \sum_{i=1}^n T_i (T_{ij} \times \Phi_{ijk}) \quad (4)$$

其中： $i、j = 1、2、3$ ； k 为 I、II、III、IV 中之一。

表 5 应用技术开发成果创新强度指标表

一级指标 (T_i)	二级指标 (T_{ij})	三级指标 (Φ_{ijk})			
		I (70% ~ 80%)	II (60% ~ < 70%)	III (50% ~ < 60%)	IV (< 50%)
T_1 ：技术创新程度 (50%)	T_{11} ：解决技术难题的能力 (40%)	突破性问题	关键瓶颈问题	关键问题	较难问题
	T_{12} ：掌握核心技术的程度 (35%)	A 项专利 / 国际标准	B 项专利 / 行业标准	C 项专利 / 企业标准	D 项专利 / 企业秘密
	T_{13} ：自主创新技术的比例 (25%)	大部分技术	主体技术	多项技术	单项技术
T_2 ：技术先进程度 (30%)	T_{21} ：总体技术先进水平 (40%)	国际领先	国际先进	国内领先	国内先进
	T_{22} ：主要技术指标水平（性能、性状、工艺参数等）(35%)	国际领先	国际先进	国内领先	国内先进
	T_{23} ：经济指标水平（投入产出比、性能价格比、成本、规模、环境、生态等）(25%)	国际领先	国际先进	国内领先	国内先进
T_3 ：技术成熟程度 (20%)	T_{31} ：实际应用规模与转化程度 (40%)	国内外	国内	集团公司	地区公司
	T_{32} ：推动科技进步与竞争优势 (35%)	国际优势显著	国内优势显著	行业优势显著	行业优势一般
	T_{33} ：关键技术的稳定性、可靠性、有形化 (25%)	非常高	高	较高	基本

注：中国石油天然气集团有限公司简称集团公司，其下辖地方分公司简称地区公司，下同。

3 评估方法实证与应用

3.1 四川盆地某油气勘探技术创新成果收益递进分成

第一步，计算增储净现值。2019 年四川盆地某油气勘探技术创新成果，因该区块无 SEC 储量评估报告，故采用类比法。该区块新增天然气地质储量

1 281.16×10⁸ m³，按照 70% 的地质储量为可采储量进行测算，技术成果类比区块的储量及每 1×10⁸ m³ 天然气净现值 96.38 万元，区块新增天然气储量净现值为 86 435 万元。

第二步，计算技术要素收益分成基准值。按照勘探开发技术增储增产收益分成基准值表（表 1）取值，技术要素收益分成基准值为 40%。

表 6 应用技术研究成果创新强度指标表

一级指标 (T_i)	二级指标 (T_{ij})	三级指标 (Φ_{ijk})			
		I (70% ~ 80%)	II (60% ~ < 70%)	III (50% ~ < 60%)	IV (< 50%)
T_1 : 科学技术 创新程度 (50%)	T_{11} : 解决科学技术难题的能力 (40%)	突破性问题	关键瓶颈问题	关键问题	较难问题
	T_{12} : 建立新技术、新方法、新装置的程度 (35%)	A 项专利 / 国际标准 / 论著	B 项专利 / 行业标准 / 论著	C 项专利 / 企业标准 / 论著	D 项专利 / 企业秘密 / 论著
	T_{13} : 自主创新科学技术的比例 (25%)	大部分科学技术	主体科学技术	多项科学技术	单项科学技术
T_2 : 科学技术 先进程度 (40%)	T_{21} : 总体科学技术先进水平 (40%)	国际领先	国际先进	国内领先	国内先进
	T_{22} : 主要技术性能、性状、功能参数等指 标水平 (35%)	国际领先	国际先进	国内领先	国内先进
	T_{23} : 科学技术难度和复杂程度 (25%)	难度非常大, 非常复杂	难度很大, 很复杂	难度很大, 很复杂	难度一般, 复杂程度一般
T_3 : 科学技术 推广应用成 熟程度 (10%)	T_{31} : 实用性、适应性程度 (40%)	国内外	国内	集团公司	地区公司
	T_{32} : 推动学科发展和产业发展的科学价值 及程度 (35%)	国际学科发展和 产业发展	国内学科发展和 产业发展	集团公司业务 重要作用	集团公司业务 一般作用
	T_{33} : 科学规律和学术观点的公认和引用程 度 (25%)	非常高	高	较高	基本

第三步，计算技术收益递进分成基数。按照技术要素收益递进分成基数建议表（表 7）取值，技术收益递进分成基数 = $\sum$ 一级技术分成基数 $\times$ 二级技术分成基数 $\times$ 三级技术分成基数 = $\{[(0.4 \times 0.3 \times 0.3) + (0.40 \times 0.3)] + (0.3 \times 0.40 \times 0.3) + 0.15 \times [(0.40 \times 0.1) + (0.15 \times 0.40)] + (0.3 \times 0.3) + (0.10 \times 0.40 \times 0.3)\} \times 100\% = 16.05\%$ 。

第四步，计算技术成果创新强度系数。按照技术成果创新强度系数建议表（表 8）取值， $T = \sum_{i=1}^n T_i(T_{ij} \times \Phi_{ijk}) = 68.6\%$ 。

因此，该勘探技术创新成果收益分成净现值 = 增储净现值（8 6453 万元） $\times$ 技术要素收益分成基准值（40%） $\times$ 技术收益递进分成基数（16.05%） $\times$ 技术成果创新强度系数（68.6%）= 3 807.49 万元。

表 7 技术要素收益递进分成基数建议表

一级技术 / 递进分成基数	二级技术 / 递进分成基数	三级技术 / 递进分成基数	技术成果创新强度
天然气地质 勘探 /0.40	天然气地质综合解释与评价技术 /0.30	储层综合评价技术 /0.30	① A 气田特大型气藏高效勘探评价 创新内容：创新建立了灯影组储集类型识别评价模板；建立等时地层格架下优质储层发育模型
	地质模型构建与模拟技术 /0.40	地质构造—沉积模式及重建技术 /0.30	② A 地区灯影组储层迁移分布规律 创新内容：创新形成多信息融合海平面升降分析技术，新发现灯四段早期台缘带；建立层序控制下丘滩相 + 早成岩期岩溶成储新模式
物探 /0.30	地震勘探技术 /0.40	地震地质解释与描述技术 /0.30	优质储层精细刻画技术 创新内容：建立了储层精细预测、优质缝洞储集体地震识别技术
天然气钻完井 技术 /0.15	钻井技术 /0.40	钻井方案设计技术 /0.10	形成井身结构设计优化
	井下测量与控制技术 /0.15	高含硫高温高压“三高”井控技术 /0.40	高压气井尾管防窜固井
	完井技术 /0.30	压裂与酸化技术 /0.30	裸眼封隔器分段酸化压裂
天然气勘探装备 工程技术 /0.10	钻完井装备技术 /0.40	钻井工具装备 /0.30	“个性化钻头 + 长寿命螺旋钻杆钻具 + 优质钻井液”提速

表 8 技术成果创新强度系数建议表

一级指标 (T_i)	二级指标 (T_{ij})	三级指标 (Φ_{ijk})	主要创新点
T_1 : 科学技术 创新程度 (50%)	T_{11} : 解决科学技术难题的能力 (40%)	75%	①创新形成白云岩岩溶缝洞储集体多因素精细刻画技术; ②创新低孔隙度强非均质性岩溶储层储渗特征定量表征技术; ③创新建立特大型强非均质性岩溶气藏开发优化设计技术
	T_{12} : 建立新技术、新方法、新装置的程度 (35%)	65%	
	T_{13} : 自主创新科学技术的比例 (25%)	65%	
T_2 : 科学技术 先进程度 (40%)	T_{21} : 总体科学技术先进水平 (40%)	75%	该 3 项创新成果技术达到国际领先水平
	T_{22} : 主要技术性能、性状、功能参数等指标水平 (35%)	65%	
	T_{23} : 科学技术难度和复杂程度 (25%)	65%	
T_3 : 科学技术 推广应用成 熟程度 (10%)	T_{31} : 实用性、适应性程度 (40%)	65%	四川盆地震旦系气藏天然气资源潜力巨大, 项目所形成的关键技术, 在震旦系台内、北斜坡等具有良好的推广应用前景
	T_{32} : 推动学科发展和产业发展的科学价值及程度 (35%)	65%	
	T_{33} : 科学规律和学术观点的公认和引用程度 (25%)	65%	

3.2 实证结果基本确定了单项技术创新成果最大分成率区间值

所建立的方法应用到了逾百个项目油气科技创新成果收益分成实证, 涉及油气勘探、油气田开发、钻井工程与装备等类型, 效益类型包括油气增储增产类和其他收益 (降本降耗、新产品、换代产品、替代进口)。大量实证结果显示: 综合性技术创新成果的最大分成率为 40%, 单独性技术创新成果的最大分成率为 80%。

综合性技术创新成果指的是涉及多技术级序和多专业的单项或多个单一创新性技术成果, 综合性体现在技术级序与专业的叠加性与协同性。对贡献特高的综合性技术创新成果, 按照“二八原则”, 设一级、二级、三级分成基数都等于 0.8, 且创效强度系数为特高, $S_f=0.8$, 则综合性技术创新成果的最大分成率 $S_{fmax}=0.8 \times 0.8 \times 0.8 \times 0.8=40.96\%$ 。虽然油气采掘业属于资金与技术密集型行业, 但一级、二级、三级分成基数和创新强度系数都等于 0.8 的情况也是极端事件, 故综合性技术创新成果的最大分成率应控制在 40% 以内, 符合油气行业技术资源特征。这可以解决整体技术内综合性技术创新成果的最大分成率计算问题, 如油气增储增产类科技重大专项效益评估。

单独性技术创新成果指的是, 技术创效过程中仅投入的单一级序和专业的单项或单一技术对技术创效成果主体的独占性。对贡献特高的单独性技术创新成果分成率评估, 设一级、二级、三级分成基数都等于 1, 创新性技术创效强度系数为特强, $S_f=0.8$, 单独性技术创新成果分成率 $S_f=1.0 \times 1.0 \times 1.0 \times 0.8=80\%$, 因而, 整体技术内油气勘探开发单独性技术创新成果的最高分成率为 80%。这与我国政府和高校对单项

技术创新成果的激励政策所要求的基本一致。文献资料调研分析结果表明^[15], 欧美地区分配比例一般是研发人员占 25%~70% 的转移收入, 我国对技术资源和产权结构比较清晰科技成果, 技术权益分配都大于 50%, 高校激励的多在 60%~80%。这可以解决整体性技术内单独性技术创新成果的最大分成率计算问题, 如油气勘探开发技术创效类型中, 除增储和增产类外, 技术降本类、工程技术服务类和科技产品交易类, 大多是单独性技术创新成果的作用, 对技术创效主体具有独占性, 故其最大分成率可达 80%^[16]。

4 结论与展望

1) 在国家强势推进科技成果五元价值评价的大环境中, 油气行业作为典型的资源密集型与技术密集型产业, 基于其技术体系的复杂性与独特性, 开展科技成果经济价值评估方法创新与实践探索, 对于促进我国科技评价改革长效机制建立与发展具有极其重要的现实意义。

2) 本文集成创新的油气科技创新成果收益递进分成法, 不仅是对收益分成法的丰富与发展, 而且是在贯彻落实国家关于按要素分配以实现要素自由流动和价格灵活反应等目标要求下, 创新形成的符合油气产业技术资源特征和价值评估需要的有效方法, 能够为实现技术要素按贡献参与企业收益分成和促进科技成果转化应用提供关键的技术支撑作用。同时, 适应油气科技评估整体发展需要, 进一步结合油气技术资源特征设计行业范围内公允性更强的油气勘探开发技术谱系, 优化解决技术要素收益分成基数问题, 是油气科技创新成果收益分成评价方法实现在更大范围内推广应用的关键。

3) 较之于科技价值评估, 起步更早的技术经济评价理论与实践证明, 项目经济效益没有评估精确值, 只有在规制条件下的相对合理值, 油气科技成果价值评估也理应如此! 因此, 应当尽快推进《油气勘探开发技术价值评估规范》等制度出台, 为科技价值评估规范化、制度化奠定坚实的基础。

参 考 文 献

- [1] 姜卫平. 健全以创新为导向的科技评价体系[N]. 人民日报, 2021-02-02(7).
JIANG Weiping. Amplify innovation-oriented evaluation system of science and technology[N]. People's Daily, 2021-02-02(7).
- [2] 宋娇娇, 徐芳, 孟激. 中国科技评价政策的变迁与演化: 特征、主题与合作网络[J]. 科研管理, 2021, 41(10): 11-19.
SONG Jiaojiao, XU Fang, MENG Wei. Changes and evolutions of science and technology evaluation policies in China: Characteristics, subjects and collaborative networks[J]. Science Research Management, 2021, 41(10): 11-19.
- [3] 程燕林, 代涛. 完善科技成果评价机制 正确认识这四个着力点[N]. 科技日报, 2021-10-11(8).
CHENG Yanlin, DAI Tao. Improve scientific and technological achievements evaluation mechanism and focus on four points correctly[N]. Science and Technology Daily, 2021-10-11(8).
- [4] 池长昀, 邱超凡. 科技成果评价标准化与工具模式创新不冲突[N]. 中国科学报, 2021-10-20(7).
CHI Changyun, QIU Chaofan. Scientific and technological achievements evaluation standardization and tool model innovation is not conflict[N]. China Science Daily, 2021-10-20(7).
- [5] 姜子昂, 辜穗, 任丽梅. 我国油气技术价值分享理论体系及其构建[J]. 天然气工业, 2019, 39(9): 140-146.
JIANG Zi'ang, GU Sui, REN Limei. An oil & gas technological value sharing theory and its construction in China[J]. Natural Gas Industry, 2019, 39(9): 140-146.
- [6] 姜子昂, 刘申奥艺, 辜穗, 等. 构建油气勘探开发技术要素收益分成量化模型[J]. 天然气工业, 2021, 41(3): 147-152.
JIANG Zi'ang, LIUSHEN Aoyi, GU Sui, et al. Quantitative model construction of oil & gas exploration and development technological element profit sharing[J]. Natural Gas Industry, 2021, 41(3): 147-152.
- [7] 胡勇, 姜子昂, 何春蕾, 等. 天然气产业科技创新体系研究与实践[M]. 北京: 科学出版社, 2017: 176-179.
HU Yong, JIANG Zi'ang, HE Chunlei, et al. Study and practice on science and technology innovation system of natural gas industry[M]. Beijing: Science Press, 2017: 176-179.
- [8] 张硕, 陶蕊, 施筱勇. 中国科技评价研究热点述评[J]. 科技管理研究, 2021, 41(18): 58-65.
ZHANG Shuo, TAO Rui, SHI Xiaoyong. Review on research hotspots of science and technology evaluation in China[J]. Science and Technology Management Research, 2021, 41(18): 58-65.
- [9] 汪雪锋, 张硕, 刘玉琴, 等. 中国科技评价研究 40 年: 历史演进及主题演化[J]. 科学学与科学技术管理, 2018, 39(12): 67-80.
WANG Xuefeng, ZHANG Shuo, LIU Yuqin, et al. Forty years of research on science and technology evaluation in China: Historical and theme evolution[J]. Science of science and management of S.&T, 2018, 39(12): 67-80.
- [10] 辜穗, 敬代骄, 刘维东, 等. 中国油气科技创新绩效评估体系构建[J]. 天然气与石油, 2021, 39(2): 129-134.
GU Sui, JING Daijiao, LIU Weidong, et al. Establishment of performance evaluation system for oil & gas scientific and technological innovation in China[J]. Natural Gas and Oil, 2021, 39(2): 129-134.
- [11] 辜穗, 罗旻海, 姚莉, 等. 天然气勘探开发科技绩效评估方法研究与应用[M]. 北京: 石油工业出版社, 2020.
GU Sui, LUO Minhai, YAO Li, et al. Study and application of technological performance evaluation method for natural gas exploration and development[M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2020.
- [12] 闫睿昶. 发动市场和技术引擎 推进难采储量有效开发[N]. 中国石油报, 2018-11-07(2).
YAN Ruichang. Stimulate the market and technology engine to push forward the effective development of hard-to-mine reserves[N]. China Petroleum Daily, 2018-11-07(2).
- [13] 姜子昂, 辜穗, 任丽梅, 等. 油气科技创新价值分享理论研究与实践[M]. 北京: 科学出版社, 2020.
JIANG Zi'ang, GU Sui, REN Limei, et al. Oil & gas technology innovation value sharing theory and construction[M]. Beijing: Science Press, 2020.
- [14] 姜子昂, 辜穗, 王径, 等. 我国油气勘探开发技术产品谱系构建[J]. 天然气工业, 2020, 40(6): 149-156.
JIANG Zi'ang, GU Sui, WANG Jing, et al. Genealogy construction of oil & gas exploration and development technological products in China[J]. Natural Gas Industry, 2020, 40(6): 149-156.
- [15] 田永坡, 蔡学军, 李倩. 创新驱动背景下我国技术要素参与收入分配的政策研究[J]. 中国人力资源开发, 2015(11): 66-70.
TIAN Yongpo, CAI Xuejun, LI Qian. Policy of profits distribution contributed by the technical factors under the background of innovation-driven[J]. Chinese Human Resources Development, 2015(11): 66-70.
- [16] 姜子昂, 周建, 辜穗, 等. 我国技术要素价格市场化定价方法研究——以油气技术为例[J]. 价格理论与实践, 2018(10): 129-132.
JIANG Zi'ang, ZHOU Jian, GU Sui, et al. Study on marketization pricing method of technical element in China—Take oil and gas technology as an example[J]. Price: Theory & Practice, 2018(10): 129-132.

(修改回稿日期 2021-03-01 编辑 居维清)



本文互动