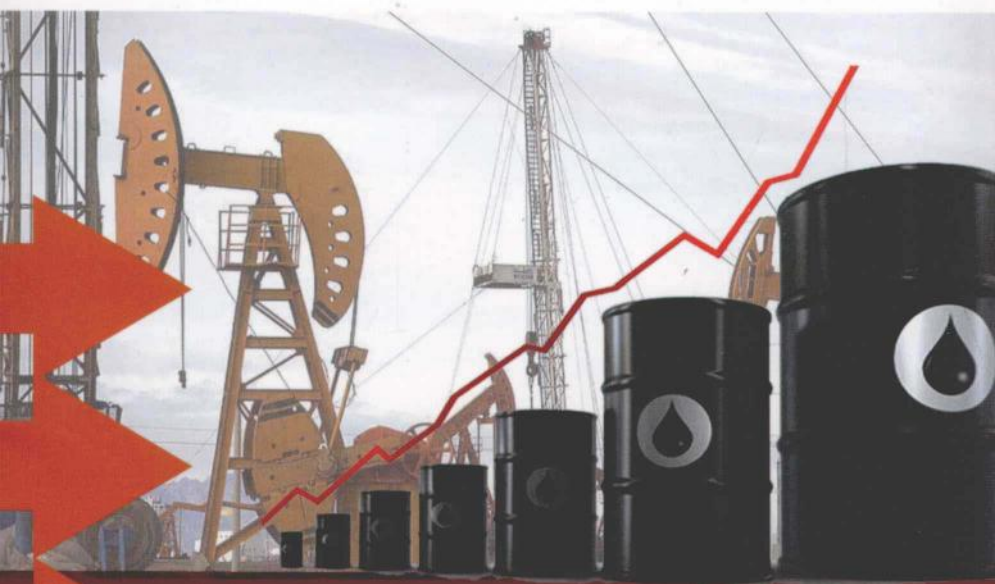


SHIYOU KEJI TOURU CHANCHU PINGJIA

石油科技投入产出评价

方朝亮 刘亚旭 龚小军 著



石油工业出版社

石油科技投入产出评价

方朝亮 刘亚旭 龚小军 著

石油工业出版社

内 容 提 要

本书分析了国内外科技投入产出评价的研究进展,介绍了企业整体科技投入产出、科技项目投入产出、科技成果直接经济效益等评价和计算方法,并提出相关政策建议。

本书适合科技管理和科研人员使用、借鉴,也可供在该领域做进一步研究的科研人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

石油科技投入产出评价 / 方朝亮, 刘亚旭, 龚小军著.
北京: 石油工业出版社, 2011.9
ISBN 978-7-5021-8558-9

I. 石…

II. ①方…②刘…③龚…

III. 石油工业—科学技术—投入产出分析

IV. F426.22

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 140388 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) 64523585 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

2011 年 9 月第 1 版 2011 年 9 月第 1 次印刷

850×1168 毫米 开本: 1/32 印张: 5

字数: 130 千字

定价: 20.00 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

前 言

科技投入产出评价是科技管理的一项重要内容。正如法约尔在《工业管理与一般管理》一书中所讲，控制是管理的一个重要要素。要使一项工作能够有效地按计划实施，就必须进行管理控制，而要进行管理控制，就必须对工作的实施状况进行评价。对于科技管理而言，要使科技活动更好地服务于业务工作的发展，提高科技工作的整体效率，使有限的科技资源得到更为有效的利用，高质量地实现科技计划的目标，就必须重视科技投入产出评价。

中国石油天然气集团公司（以下简称集团公司）自成立以来，一直重视科技工作，中国石油的历史，实际上就是一部石油科技创新史。集团公司逐年加大科技投入，紧紧围绕勘探开发、炼油化工、管道储运、工程技术、装备制造、安全环保、新能源等主营业务领域，开展科技攻关，解决主营业务发展中的关键技术问题。在领导层的支持下，经过科技管理部门和广大科技人员的努力工作，集团公司的科技工作成果卓著，大量科技成果的实施为集团公司的发展提供了强大的推动力，有效地促进了集团公司综合竞争力的提高。在此过程中，为了促进集团公司科技事业更好更快地发展，提高科技管理的科学化、精细化水平，有必要对科技投入的产出状况进行评价，以客观地衡量集团公司科技工作的投入绩效状况，发现科技工作和科技管理工作中可能存在的问题和不足，为进一步改进科技管理工作提供事实依据。

石油企业的科技投入产出评价是一项科学性、实践性都很强，同时又有很大难度的工作。首先，科技投入产出评价应当

具有科学性，即要求评价工作能够准确反映科技投入的产出水平，要提高评价的科学性水平，就要求获取更为翔实、细致的数据，采用更为合理，通常也会更复杂的评价方法。其次，在管理实践中，科技管理部门又无法不计时间和资源消耗地开展评价工作，这就要求在能够保证足够准确性的前提下，评价方法更为简便易行。此外，在企业的实际运营过程中，多项科技成果可能同时应用于同一项工作之中。科技成果、一般的生产要素投入、管理因素、环境因素在生产或工作中错综复杂地交织在一起，以及科技成果对经济效益贡献的滞后性、科技成果起作用年限的模糊性，这些都增加了科技投入产出评价的难度。特别是石油行业中某些科技成果的专用性，以及油气开发的经济效益受到自然条件的强烈影响等因素，使得准确地进行石油科技投入产出评价的工作变得难度更大。

为了解决这些问题，中国石油科技管理部门陆续组织了一系列针对石油科技贡献率和石油科技成果评估等方面的研究。1996—1998年，原中国石油天然气总公司科技局曾组织石油管理干部学院张建军等同志对科技进步的贡献率等方面的问题进行研究。2001—2003年，在集团公司科技发展部的组织下，西安石油大学田党宏等同志对集团公司石油科技成果的直接经济效益计算进行了研究，管材研究所参加了相关研究，四川石油管理局刘必浩等同志对石油科技成果经济效益的预测进行了研究，重庆理工大学、解放军后勤工程学院等院校的张行周、雍岐东教授参加了相关研究。2002—2003年，中国石油天然气股份有限公司科技管理与信息部组织傅诚德等专家针对克拉二气田开展了勘探创新技术的识别与经济价值评估。2002—2005年，集团公司科技发展部组织管材研究所刘亚旭等同志对石油科技投入产出的评价进行了研究，西安电子科技大学、西安石油大学、西安交通大学等学校的龚小军、田党宏等老师参加了相关研究。2004—2005年，中

国石油天然气股份有限公司科技管理与信息部组织傅诚德等专家又对石油石化行业技术创新成果评价方法进行了研究。这些研究旨在找出能够兼顾科学性、实用性，同时能够反映石油行业特点的科技投入产出测量和评价方法，在研究中取得了很多有价值的成果，有的成果已应用到了科技管理实践之中。在上述研究中，中国石油的科技管理部门在研究方向指导、研究思路把握、研究内容讨论、研究条件提供和研究工作组织等方面都发挥了主导作用。

本书正是在石油科技投入产出评价和石油科技成果直接经济效益计算等研究成果的基础上撰写的。

在开展相关研究和进行本书撰写的过程中，我们注意到，虽然学术界已经提出了许多在管理科学理论上的科技投入绩效的评价方法，但在实践中应当注意辨析每一种方法隐含的假设、适用的条件和范围，否则，可能会得到不正确的评价结论，而且，一些方法在实际应用过程中又要求大量难以收集的统计数据，这无疑增加了方法应用的难度。因此，如何探索出一种科学准确、简便易行的科技投入绩效的评价方法，更好地服务于科技管理的实践需要，仍需进一步深入探究。

本书总体构思和框架设计由方朝亮、刘亚旭、龚小军、张建军等负责，方朝亮、刘亚旭、张建军负责第一章、第七章的撰写工作，并指导全书的撰写；龚小军、刘亚旭负责第二章、第三章、第四章、第五章和附录1的撰写工作；田党宏负责第六章和附录2、附录3的撰写工作；此外，参加研究和起草工作的还有：中国石油天然气集团公司石油管工程技术研究院（原管材研究所）的只建克、翟云萱、梁志栋、陈娟利、余伟军等，中国石油集团经济技术研究院的杨虹，上海财经大学、西安交通大学的张娥、郑斐锋等。

希望本书能够为石油企业提供一套兼顾科学性和实用性的科技投入产出评价方法，但由于水平所限，书中内容可能存在一些缺点和不足，敬请读者批评指正。

作 者

2010 年 12 月 26 日

目 录

第一章 石油科技投入产出评价的背景及难点	1
第一节 石油科技投入产出评价的背景.....	1
第二节 石油科技投入产出评价拟解决的问题及难点.....	2
第二章 国内外石油科技投入产出评价研究进展	6
第一节 机构整体科技投入产出评价.....	6
第二节 科技成果直接经济效益计量方法.....	9
第三节 科技项目的投入产出评价.....	16
第三章 石油科技的投入与产出	21
第一节 科技作用于经济的过程及特点.....	21
第二节 科技投入产出模型.....	23
第四章 大型石油企业科技投入产出总体评价	30
第一节 大型石油企业科技投入产出总体评价的指标库.....	30
第二节 大型石油企业科技投入产出指数的编制.....	34
第三节 大型石油企业科技投入产出状况的其他评价 方法.....	37
第五章 科技项目的投入产出评价	39
第一节 科技项目投入产出的综合评价.....	39
第二节 科技项目的经济评价方法.....	47
第六章 科技成果的直接经济效益计算	66
第一节 科技成果经济效益的内涵及概念.....	66
第二节 科技成果投入产出统计指标.....	73
第三节 科技成果直接经济效益的计算方法和计算公式.....	76
第四节 科技成果经济效益的分成计算方法.....	88

第七章 提高石油科技投入产出的政策建议及研究展望	96
第一节 提高石油科技投入产出的政策建议	96
第二节 石油科技投入产出的研究展望	101
附录 1 对其他相关方法的评析	103
附录 2 科技成果直接经济效益实例分析	122
附录 3 固定资产折旧的计算方法	139
参考文献	144
后记	149

第一章 石油科技投入产出评价的背景及难点

第一节 石油科技投入产出评价的背景

世界石油科技发展史表明，没有石油科技的支持，就没有石油经济的发展。

石油工业的发展史就是一部石油科技的发展史，石油科技对石油工业的发展起到了巨大推动作用^[1]。历史表明，石油科技投入与石油和天然气的储量和产量的增长密切相关。

长期以来，较少有专门针对石油科技投入产出评价的研究。2003 年以前，集团公司曾经立题对科技进步的贡献率等方面的问题进行研究，但尚未对科技投入产出评价问题开展系统研究。开展科技投入产出评价研究，对于保证大型石油石化企业技术创新战略的顺利实施，继续发挥石油科技在石油勘探、开发与生产中作为成本科技和效益科技的重要作用，提高石油科技成果的转化率和经济效益，均具有重要意义；同时，科技投入产出评价也可以为大型石油企业在科技成果评价、科技奖励、科技的投入力度和方向的决策上提供依据。2003 年 5 月，科学技术部、教育部等五部委联合印发“关于改进科学技术评价工作的决定”，要求各部门、各单位制定改进科学技术评价工作的具体办法和措施，因此，开展科技投入产出评价的研究也是贯彻落实五部委文件要求的具体举措。自 2003 年起，集团公司专门立题对科技投入产出评价问题展开研究。

科技投入包括资金、人力以及科技管理等方面的投入，科

技产出则既包括科技成果直接经济效益，也包括间接经济效益和社会效益。例如，一项科技投入得到的产出既可能体现为直接经济效益的增长，也可能是潜在产量与储量的增长，或者具有环保意义，或者为管理者的决策提供了依据。投入与产出之间的对比关系是一种复杂的经济关系。科技投入产出是指研发出的科技成果与科技耗费的比较。石油企业作为一个资源型企业，其科技成果类型具有多样性和复杂性，科技产出具有滞后性和延续性，科技投入具有高风险性，科技产出的目的就是降低生产经营风险和增加收益，产生更大的经济效益。

本书主要研究科技投入产出的形式和内容，探讨用于描述石油行业科技产出评价的定量方法，合理设计科技投入指标和产出指标。利用本书可以对集团公司科技发展的态势开展评价，进行科技投入产出的效率分析。

第二节 石油科技投入产出评价 拟解决的问题及难点

一、石油科技投入产出评价拟解决的问题

科学技术是推动石油工业发展的巨大杠杆，无论国内还是国外的石油企业，都在石油科技事业上投入大量资金、物力和人力，如何客观、准确、尽可能量化地评价石油科技投入产出状况，加强对石油科技工作的管理，是石油科技投入产出评价的根本目的。具体地说，石油科技投入产出评价拟解决以下主要问题：

- (1) 研究国内外科技投入产出评价研究的进展状况，分析、总结其优缺点。
- (2) 提出大型石油企业总体的科技投入产出评价思路。
- (3) 提出科技项目的科技投入产出评价方法（包括项目的

立项评审和项目后评价)。

(4) 探讨科技成果的直接经济效益计算方法。

(5) 用所提出的方法对科技项目的投入产出状况进行试算，针对可能存在的问题，提出政策建议。

二、石油科技投入产出评价难点

科技投入产出评价研究是国际上公认的软科学研究难题，至今尚未有一个科学、有效、实用的解决方法。无论是柯布—道格拉斯生产函数还是索洛的增长速度方程式，都仅仅指出了对经济增长的贡献要素，而如何对这些要素进行科学、准确地测算，则是许多学者长期研究但仍未能解决的难题。科技投入作为对经济增长有重要贡献的因素之一，与资金、劳动力等因素共同发挥作用，而且与管理等因素混合在一起，各种投入引起的产出难以分离。石油科技投入产出评价的难点主要体现在以下几个方面：

(1) 科技、管理、自然条件状况等因素对经济效益的贡献难以分离开来。

油气资源的勘探与开发总是与油田所在地的自然条件联系在一起，也与勘探开发过程的管理，以及所使用的科技成果相联系，但要确定这三者分别对经济效益的贡献，却是非常困难的事。类似的情况在其他场合也经常出现：如某企业使用 ERP 软件后，用前后对比法统计了使用 ERP 软件带来的效益，有人指出使用 ERP 之后的效益不仅来源于 ERP 软件，可能也来源于企业技术水平的提高或职工素质的提高，因此这种统计结果不准确；一位农夫在一块肥沃、另一块贫瘠的土地上种植同样的作物，取得不同的经济效益，在肥沃的那块土地上取得的经济效益不仅与其种植技术有关，也与土地的自然条件有关，如果说在肥沃的土地上取得的效益全部来自于种植技术，恐怕也有失偏颇。

本书作者花费较大精力试图用计算级差地租的方法将石油

生产中自然条件对经济收益的贡献分离出来，虽然取得一些进展，但该方法有其特定的适用范围，需要获得一些特殊的数据，因此推广和实施有较大难度。

(2) 在同一生产过程或同一活动中所使用的多项科技成果的经济效益不易分离。

在石油的勘探开采过程中，同时使用多项新技术，以克服勘探、开采中的技术难点的情况在现实中是大量存在的。但要从勘探、开采过程所取得的效益中，分解出各项技术所带来的效益，却非常困难。有文章指出，苏联用“比额参与法”尝试加以解决，但本书作者未能查阅到介绍该方法的具体文献。

如果在科技管理中，要对每项科技项目提出一个必须达到的投资收益率，那么必须先行解决多项成果经济效益的分成计算问题，否则同时使用的各项科技成果的投资效率是无法计算出来的。

(3) 对科技项目做经济评价时，科技成果对经济增长发挥作用的年限不易确定。

一般的建设项目都有设计寿命，而科技项目却没有设计寿命，历史上无数大科学家、大发明家的科技成果至今还在使用。如果不能合理地确定科技成果的起作用年限，就无法对该项目进行财务评价。从原则上说，科技成果的起作用年限应该取该成果的经济寿命，这里“经济寿命”的含义是该成果能为本企业带来超额收益的年限。这一原则操作起来有一些难度，比如用新技术对老技术进行了局部改造，老技术的“经济寿命”是否应该结束？因此，要准确地确定科技成果的起作用年限是一个棘手的问题。本书作者对这一问题提出了自己的处理方法，详见本书第六章中的相关内容。

(4) 科技投入对经济效益的贡献具有滞后性。

对于一个组织、企业或社会而言，科技投入并不能立即转化为经济效益，投入要经过实验室研究、研究成果中试、中试

后成果推广应用等多个环节才能取得经济效益。与一般建设项目相比,科技投入需要经过更多的环节、更长的时间才能转化为经济效益^[2]。而且,不同类型的科技成果,其转化环节所花费的时间又不尽相同。科技成果取得经济效益的滞后性以及科技成果转化周期的不确定性,为科技投入产出评价带来了困难。

(5) 进行实证研究的数据不易取得。

科技投入产出评价有多种思路,一是按照增长速度方程计算科技进步在经济增长中的贡献率和贡献份额,按这种思路,做实证研究时所需数据比较容易取得,但这时科技的含义是广义的,计算的结果非常粗略,即牺牲了研究结论的准确性,因此这种方法在企业中使用时被认可的程度不是很高。二是按本书提出的方法做实证研究,评价得到的是狭义的科学技术的产出状况,计算结果较为准确,但却需要得到完整的、大量的基础数据作为支撑,如需要统计或计算企业所有科技项目的直接经济效益,这样的数据是很难得到的,即追求准确性时所需要数据难以得到。

此外,本书提出用带风险补偿的项目评价方法对科技项目做项目立项评审,但该类项目的技术研究成功率、成果试验成功率、成果推广成功率数据暂时无法得到,因此,方法的实施也有一定难度。

第二章 国内外石油科技投入产出评价研究进展

第一节 机构整体科技投入产出评价

一、综合评价方法

以同行评议为核心的综合评价方法是对机构科研活动进行评价的重要方法。以英国为例，英国对于基础研究的评价采用的就是综合评价的方法^[3, 4]。进行评价时，对进行基础研究的大学、研究所、实验室进行分类评价，三者虽然没有统一的指标体系，但从根本上说，都是将科技系统的投入产出指标化。如英国的大学拨款委员会评估大学的指标为：从事科学研究的人员数、出版物数、培养的研究生人数、获资助的金额，以及其他一些定性指标，如领导者的素质、组织能力等。专家根据指标进行打分，最后给出科研机构的总评分，并据以排出名次。

二、计量经济学方法

西方的经济学家在研究经济增长问题时，提出了多种经济增长模型，并探讨了经济增长的源泉、技术进步与经济增长的关系问题^[5]。其中，在中国影响最大的是索洛的增长速度方程，根据这一方程，可以计算出技术进步率及技术进步在经济增长中的贡献份额^[6~8]。国家计委、国家统计局《关于开展经济增长中科技进步作用测算的通知》（计科技[1992]2525号文件）中

推荐使用这种方法测定经济增长中技术进步的贡献。由此,这种方法在我国区域经济中得到广泛地使用。也有不少人研究如何使用该方法来测定企业中技术进步的贡献,但受到很多质疑。首先,这种方法测定的是广义的技术进步,即除了资金投入、劳动力投入、价格上涨之外的一切因素都归结为“技术进步”,而企业更为关心狭义的技术经济效果。其次,索洛对美国技术进步的测定是根据 1909—1949 年的统计数据而做出的,计算结果较为稳定,而国内在测定时,大都根据 5 ~ 10 年的数据进行测定,计算结果稳定性差,结果不可信。第三,增长速度方程是在一系列严格的假设下给出的,而国内在应用该方法时,都不顾及这些假设在实践中是否成立,有“滥用”的嫌疑。因此尽管仍有人探讨石油企业如何用增长速度方程测量技术进步对经济增长的贡献,但最终效果不能令人满意。

三、数据包络分析的方法 (DEA 方法)

DEA 方法是美国运筹学家查恩斯、库伯等人提出的一种基于线性规划的估计多投入、多产出情况下生产前沿面的方法,中国人民大学的魏权龄教授曾参与了 DEA 有关模型的研究^[9]。科研活动也是多投入、多产出的系统,如投入资金、人力、信息、时间,产出论文、著作、专利、经济效益,因此,总体上说,可以应用 DEA 模型评价科技投入、产出状况^[10~13]。但有几个值得注意的问题:首先,DEA 方法是基于多个机构(或称决策单元、DMU)相互比较的思想而建立的。比如可以用 DEA 方法评价中国石油下属多个油田的科技活动,分析各油田哪些是 DEA 有效的,哪些不是 DEA 有效的,但只有一个机构时,无法评价该机构的投入产出状况是好是坏;其次,被评为 DEA 有效的机构间无法排出名次;第三,实际计算表明,当参与评价的机构数量较少或投入产出指标较多时,通常大多数机构都是 DEA 有效的。

四、指数法

中科院评估研究中心的连燕华等人提出,在进行国家科技投入产出评价时,可以编制科技投入指数和科技产出指数,并以科技产出指数除以科技投入指数,得到国家的科技投入产出比,据此对国家整体的科技活动进行评价^[14]。科技投入指数主要以各年花费的科研经费进行折算,科技产出指数则综合了论文、专利、科技创收的数据。这种方法的优点是方法简捷、数据客观且易于取得、便于实施。指数法可以看作是一种特殊的综合评价方法。

这4种方法的比较见表2-1^[15]。

表2-1 4种科技投入产出评价方法的比较

方法	科技的内涵	产出的含义	实施时的工作量	能否对机构排序	能否对单一机构评价	能否对1年做评价	评价思想	被评价机构数变化时评价结果是否会变化
综合评价方法	狭义	知识性产出,经济效益	大	可以	能	能	投入产出计量或与绝对标准比较	不变
计量经济学方法	广义	总经济收入	大	不能	能	不能	历史比较	不变
DEA方法	狭义	知识性产出,经济效益	较小	不能	不能	能	横向比较	变
指数法	狭义	知识性产出,经济效益	小	可以	能	能	投入产出计量	不变