

Study on Theory and Method of Coalbed Methane Project Economy Evaluation

Study on Theory and Method of Coalbed Methane Project Economy Evaluation

杨永国 秦 勇 姜 波 著

煤层气项目经济评价 理论与方法研究

[国家自然科学基金资助项目]

[教育部高等学校骨干教师基金资助项目]

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

序

我国是世界煤炭资源大国,煤层气资源也非常丰富。煤层气作为一种洁净高效的能源,长期以来,受到我国政府和有关工业部门的高度关注。开发利用资源潜力巨大的煤层气资源,一方面将改善能源结构、促进我国以煤为主的能源体系逐步向可持续发展的模式转变,形成洁净能源的新产业;另一方面,可以防治煤矿瓦斯事故,改善煤矿安全生产条件,减少煤层气排放所导致的强烈温室效应,保护生态环境。

随着煤层气的开发利用,煤层气项目经济分析与经济评价工作,受到广泛重视,发展迅速。先前的煤层气经济评价,主要从企业角度考虑经济效益,评价方法和手段大多是财务评价方法或基于储层模拟技术的经济分析,仍属财务评价的范畴。而影响煤层气经济效益的整体指标体系的建立、指标选择、指标优化等研究不够,缺乏从煤层气项目的经济效益、社会效益、环境效应等方面进行系统研究。因此,适合于煤层气自身特点的系统、完整的经济评价理论与评价方法仍然需要不断探索和研究。

《煤层气项目经济评价理论与方法研究》是经济评价方面的重要学术专著。作者主要以数量经济学、技术经济学为基础,运用现代数学分析、计算机技术等现代化方法和手段,从系统论角度,探讨了煤层气项目经济评价系统构成及系统的内在机理,目的是综合评价煤层气项目的经济效益、社会效益、环境效应以及投资的可能性,为投资者决策参考。当前,该书的出版,对我国煤层气经济评价研究具有重要的科学价值,对煤层气开发部署与决策也具有指导意义。

中国工程院院士 韩德馨

2001年10月

前言

煤层气的勘探开发具有重要的战略意义,它将改善我国的能源结构、促进我国以煤炭为主的能源体系逐步向对环境无害的可持续发展的模式转变,形成洁净能源新产业。同时,煤层气的开采可以从根本上防治煤矿瓦斯事故,改善煤矿安全生产条件,减少煤层气排放所导致的强烈温室效应,保护全球大气环境。

当今世界各国在煤层气开发领域,无论是从开发规模,还是从技术水平等方面来看,美国一直处于领先地位。目前,美国已在12个盆地实现了煤层气生产商业化,共有9000余口生产井,还有2000多口井处于勘探开发之中,煤层气产量从1983年的 $1.7 \times 10^8 \text{ m}^3$ 猛增到2000年的 $350 \times 10^8 \text{ m}^3$,形成了比较完整的煤层气产业。我国煤层气资源的工业化开发试验在近几年内取得了实质性进展,经济评价工作刚刚起步。因此,需要根据煤层气开发规律和特点研究煤层气项目经济评价的理论和方法,为未来煤层气商业性开发取得大的突破做好理论和方法的准备。

本书的研究内容主要包括四个方面:第一方面是煤层气项目经济评价基础理论与基础方法的研究,综合运用数量经济学、技术经济学、系统分析方法和现代数学分析,研究并建立了煤层气项目经济评价的理论方法体系;第二方面是煤层气项目经济评价基本模型研究,基于预测技术和现代数理统计理论,首次把灰色理论和时序分析方法引进煤层气产能预测,建立了煤层气产能预测的随机动态模型,研究建立了煤层气项目风险分析及预测模型;第三方面是遵循复杂系统“定性与定量相结合的综合集成的方法”的思路,技术经济学和现代数学方法相结合,在研究了煤层气项目经济评价系统因素、因素量化的基础上,建立了煤层气项目经济评价系统和经济评价系统的数学方法模型;第四方面是通过典型实例,进行了煤层气项目经济评价实例研究。

本书的出版得到了国家自然科学基金(49972052)、教育部高等学校骨干教师基金和中国矿业大学科技基金的资助。

本书撰写工作的分工如下:前言、第一章,杨永国和秦勇;第二章、第三章、第四章,杨永国;第五章、第六章,杨永国、秦勇、姜波;最后由杨永国统稿。

研究工作始终得到了王桂梁教授的全方位的悉心指导和热情支持,并多次认真审查和修改,韩德馨院士、戴金星院士为研究工作提出了建设性的意见,韩德馨院士还欣然为本书作序;还得到了中国矿业大学刘焕杰教授、邵震杰教授、曾勇教授、刘天放教授、余志伟教授、汪云甲教授、桑树勋博士、韦重韬博士、朱炎铭博士以及淮南工业学院唐修义教授等的大力帮助。晋城矿务局煤层气中心王军高工和王宝玉主任、中国煤层气信息中心朱超研究员,为作者提供了翔实而又丰富的背景资料。在此,作者一并向他们表示诚挚的感谢!

作者

2001年10月

STUDY ON THEORY AND METHOD OF COALBED METHANE PROJECT ECONOMY EVALUATION

(Summary)

The author studied and established the system of economic evaluation of coalbed methane using econometrics, technology economics, the method of system analysis and computer technology. The index system, a subsystem of the system of economic evaluation of coalbed methane, is set up, and the standard of index quantification is defined. As an application of the system, the project of evaluating of coalbed methane in Jin Cheng coal mine area is described. Some results and conclusions are as follows:

1. Establishing theory and method of economic evaluation of coalbed methane

According to econometrics, technology economics and the method for comprehensive integration in combination of quality with quantification in complex system, the fundamental theory and method of economic evaluation of coalbed methane are studied. Most attention is paid to discuss the fuzzy mathematics method and the analytic hierarchy process of the decision method in combination of quantification with quality.

According to forecast technology, the model of forecasting the demand of the market and most optimal price of coalbed methane are studied. On the basis of modern statistics theory, the gray control system and the time series analysis are introduced into output forecast of coalbed methane for the first time and random dynamic model of output forecast is set up. On the basis of the fuzzy mathematics method, the model of coalbed methane risk evaluation is studied.

And the foundation of economic evaluation of coalbed methane is laid by research on the method and theory.

2. Establishing system of economic evaluation of coalbed methane

Based on analyzing the factors relevant to output of the coalbed methane, quantifying the index (also called factor) influencing the evaluation is carried out according to thinking of the method for comprehensive integration in combination of quality with quantification and aiming at the characteristics of economic evaluation of coalbed methane. The index system of evaluation is established after studying the factors relevant to the quantity of output and their quantification. On the basis of these, the structure of the system is analyzed and the objective is determined. Using modern mathematics method, the mathematics model of the system is

established. Using analytic hierarchy process, the judgement matrix between the general objective and each hierarchy is obtained and the corresponding weight is calculated.

According to technology economics and the fuzzy mathematics method, analyses of the sensitivity and risk of project is carried out and the key factors influencing the project investment effectiveness are optimized.

A decision-making assistant system of coalbed methane project evaluation is developed using Visual C++. This software is easy to operate and has friendly interface.

3. Example of application of the system

As an application of the system, the project of coalbed methane in Jin Cheng coal mine area is described in the thesis. The result of the project evaluation shows that the economic benefit of project is good and the project has a quite strong ability to resist the risk. These provide quite reliable fundament for the decision-makers.

In general, the thesis laid the fundament of method and theory for economic evaluation of coalbed methane and it is of great theoretic and practical significance.

目 录

序	韩德馨
前言	(1)
第一章 绪 论	(1)
第一节 研究意义	(1)
第二节 研究现状	(2)
一、国内外项目经济评价发展过程和现状	(2)
二、煤层气项目经济评价国内外研究现状	(4)
第三节 研究内容与技术路线	(7)
一、研究内容	(7)
二、采取的技术路线	(7)
第二章 煤层气项目经济评价基础理论与方法	(9)
第一节 矿产资源经济评价的系统思想	(9)
一、阶段性	(9)
二、层次性	(10)
三、动态性	(11)
四、综合性	(12)
第二节 煤层气项目经济评价理论研究	(14)
一、经济模型理论	(14)
二、数量经济学	(18)
三、技术经济学	(18)
第三节 煤层气经济评价基础方法研究	(19)
一、复杂系统分析方法	(20)
二、层次分析方法	(21)
三、模糊数学方法	(27)
第四节 小结	(32)
第三章 煤层气项目经济评价的若干基本模型	(34)
第一节 预测方法综述	(34)
一、未来学与预测技术	(34)

二、预测与决策的关系	(34)
三、预测的特征	(35)
四、预测技术的要素	(36)
五、常用预测方法简介	(36)
第二节 煤层气市场需求和最优价格预测模型	(37)
一、煤层气市场需求预测模型	(37)
二、煤层气最优价格模型	(39)
第三节 煤层气产能预测模型	(40)
一、灰色系统 GM(1,1)模型	(41)
二、时间序列分析模型	(42)
三、组合预测模型	(44)
四、等维递补预测技术	(45)
五、煤层气产能预测实例分析	(45)
第四节 煤层气项目风险分析及预测模型	(49)
一、风险分析方法概述	(49)
二、风险因素分析	(50)
三、煤层气项目风险评价模型	(53)
第五节 小结	(55)

第四章 煤层气项目经济评价系统

第一节 煤层气经济评价系统的特点	(56)
一、煤层气资源为耗竭性不可再生资源	(56)
二、投资回收慢、开采时间长	(56)
三、不确定因素多,投资风险大	(57)
四、安全和环境效益明显	(57)
第二节 煤层气项目经济评价系统因素分析	(58)
一、地质因素分析	(58)
二、工艺技术因素分析	(63)
三、经济因素分析	(64)
第三节 煤层气项目经济评价系统指标量化	(72)
一、指标量化总体原则	(72)
二、指标定量化	(73)
第四节 煤层气项目经济评价指标体系	(89)
一、指标体系建立的原则	(90)
二、指标体系建立	(90)
第五节 煤层气项目经济评价系统建立	(91)
一、系统建立的必要性	(92)
二、系统建立	(92)
第六节 煤层气项目经济评价系统模型	(94)

一、评价系统数学方法	(94)
二、指标权重的确定	(95)
第七节 小结	(98)
第五章 煤层气项目经济评价应用实例	(100)
第一节 晋城矿区煤层气资源概况	(100)
一、矿区概况	(100)
二、矿区勘探及煤层气开发现状	(101)
第二节 项目评价主要指标和参数	(103)
一、地质因素指标描述	(103)
二、工艺技术因素指标描述	(105)
三、经济因素指标描述	(107)
第三节 目标区煤层气项目经济评价	(110)
一、目标区经济评价因素等级及隶属度	(110)
二、目标区煤层气项目经济评价	(111)
三、目标区煤层气项目风险分析	(114)
第四节 煤层气项目经济评价辅助决策系统简介(CBMDS)	(117)
一、系统运行环境	(117)
二、系统的总菜单结构和功能模块	(117)
第五节 小结	(119)
第六章 结 论	(121)
参考文献	(123)

第一章 绪 论

第一节 研究意义

能源是国民经济持续发展的基础,煤炭在为人类作出巨大贡献的同时,也带来一系列开发利用的环境污染问题,引发了全球性保护环境的热潮。因此,开发作为洁净能源的煤层气资源日益受到各国的重视,成为世界各国新能源发展的新趋势。

煤层气又称煤层甲烷,是与煤伴生、共生的天然气资源,是一种潜在的、储量巨大的洁净能源(张新民等,1991)。煤层气的勘探开发具有重要的战略意义,它将改善我国的能源结构、促进我国以煤为主的能源体系逐步向对环境无害的可持续发展的模式转变,形成洁净能源新产业;同时煤层气的开采可以从根本上防治煤矿瓦斯事故,改善煤矿安全生产条件,减少煤层气排放所导致的强烈温室效应,保护全球大气环境。

当今世界各国在煤层气开发领域,无论是从开发规模,还是从技术水平等方面来看,美国一直处于领先地位。早在1953年,美国就在Sun Juan盆地施工完成了第一口煤层气试验井,当时由于受勘探技术的局限,未能形成煤层气的规模性开发。从20世纪70年代开始美国大规模进行煤层气开发,美国资源企业有限公司(REI)、国际咨询公司(RRJ)、国际先进能源有限公司(ARI)、煤层气企业有限公司和葛斯特优逊顾问公司等数家矿业、石油公司在Sun Juan, Black Warrior, Piceance, Laton 及 Great Green River 等煤盆地成功地进行了商业开发,取得了良好的经济效益(王志东,1998)。美国不但对煤层气开发工程和工艺进行了大量的研究,如在Sun Juan盆地Oak Grove井田进行的示范性煤层气地面开采工程项目(Waller,1992);在基础研究方面也取得了非常多的成果,如煤层有机质生烃机理、煤储层物性及影响因素研究,生产井煤层气运移、产能分析、实验室分析测试技术以及商业风险分析等(Levine,1992;秦勇,1996)。目前,美国已有12个煤田的煤层气生产实现了商业化,共有9000余口生产井,还有2000多口井处于勘探开发之中,煤层气产量从1983年的 $1.7 \times 10^8 \text{ m}^3$ 猛增到2000年的 $350 \times 10^8 \text{ m}^3$,形成了比较完整的煤层气产业(张全国,1999)。美国目前开采的煤层气主要是输入天然气管道系统,除用于民用、发电外,还有少部分作为汽车燃料和化工原料,在一定程度上缓解了常规天然气供需紧张的局面。

美国煤层气资源的商业化开发利用,在全世界产生了积极的示范作用,澳大利亚、俄罗斯、波兰、加拿大、德国、法国、英国、印度、荷兰等竞相对煤层气资源进行开发研究。在煤层气资源的勘探、钻井、采气和地面集气处理等技术领域均取得了重要进展,有少数国家(如澳大利亚等)已进入工业化开采阶段,促进了世界煤层气工业的迅速发展,成为发展洁净新能源的新趋势(窦庆峰,1999)。

我国属于煤层气资源比较丰富的国家,全国陆上煤田在2000 m以浅的资源量为 $35 \times 10^{12} \text{ m}^3$ (张新民,1991)与常规天然气资源接近,居俄罗斯、加拿大之后排在世界第三位,约是

美国煤层气蕴藏量($11.35 \times 10^{12} \text{ m}^3$)的三倍。按煤层气含量大于 $4 \text{ m}^3/\text{t}$ 、埋深浅于 2000 m 计算煤层气资源量为 $14.34 \times 10^{12} \text{ m}^3$, 高于美国在相似评价标准下的煤层气资源量(叶建平, 1998)。我国从煤矿安全角度出发, 井下抽放煤层气始于 20 世纪 50 年代, 至今已有 40 多年的历史。首先在抚顺矿务局龙凤矿试验并获得成功, 随后逐步推广到全国高瓦斯矿区。至 1996 年底, 全国已有 146 对矿井进行井下抽放, 它们主要分布在华北、华南和东北。从发展上经历了一个由安全型抽放向安全—利用型抽放的转化。

我国煤层气资源的工业化开发利用在近几年内取得了实质性的进展, 政府已把煤层气的开发利用列入《中国 21 世纪议程优先项目计划》、“九五”计划和 2010 年远景目标, 期望在国内形成新的煤层气产业, 替代部分煤炭, 改善能源结构, 促进国民经济的可持续发展。1996 年 3 月中联煤层气有限责任公司经国务院批准正式成立, 主要承担中国煤层气资源的勘探、开发、生产建设、输送、加工利用及销售等任务, 集中精力开发一批大项目, 同时对外合作方面实行煤层气专营, 以利于吸引外资和维护国家整体利益, 促使我国更快地形成煤层气产业(陈明和, 1999)。这就意味着我国政府已开始把煤层气的开发利用作为产业来扶持, 并作为一种跨世纪的新能源进入了有秩序、有计划的发展阶段。

与其他矿产资源项目经济评价相比, 煤层气项目经济评价有其自身的特点, 这是由煤层气本身的特征决定的。首先, 煤层气资源为耗竭性不可再生资源; 第二, 煤层气项目投资回收慢, 开采时间长; 第三, 不确定因素多, 投资风险大; 第四, 安全和环境效益明显。因此, 需要根据煤层气开发规律和煤层气地质、储层、生产工艺等特点, 研究煤层气项目经济评价方法、建立和制定相应评价指标体系和参数。在以经济效益为中心的前提下, 迫切需要建立适合我国煤层气项目开发特点的经济评价理论与方法, 为未来煤层气开发取得大的突破做好理论和方法的准备。因此, 本研究工作具有重要的理论和实际意义。

第二节 研究现状

一、国内外项目经济评价发展过程和现状

项目经济评价最早可追溯到资本主义早期。当时的项目经济评价主要是私人投资项目的经济评价, 评价的基本目标是寻求企业的最大利润, 并无社会效益可言(王志宏, 1996)。西方国家项目经济评价大致经历了三个发展阶段, 即财务评价阶段、经济评价阶段和社会评价阶段。20 世纪 50 年代以前在项目评价中只进行财务评价, 从 50 年代末开始, 项目评价增加了经济评价, 60 年代末以后, 又增加了社会评价的内容。

财务评价是从企业经营者的角度出发, 站在投资者或企业的立场上, 计算项目在财务上的收入和支出, 考察项目给企业所带来的净财务效果, 以判断项目在财务上的可行性。

经济评价又称“费用—效益分析”(Cost Benefit Analysis), 是从宏观的角度出发, 计算项目要求经济整体所支付的代价和为经济整体提供的效益, 判断项目对整个社会所作出的贡献大小, 据此评价项目的可行性。早在 19 世纪 40 年代, 法国工程师 Dupuit 就注意到了用财务分析方法不能正确评价公用事业项目对整个社会的经济效益。1844 年他发表了“公共工程项目效用的度量”的论文(Dupuit, 1952; 黄渝祥, 1987), 第一次提出了消费者剩余的概念, 并用几何图形表示了它的涵义。他利用消费者剩余的观点, 提出了公共工程的社会效益的概念, 他认为公共项目的最小社会效益等于项目净产出乘以产品市场价格, 这个最小社会效益

与消费者剩余就构成了公共项目的评价标准。这是西方经济分析思想的开始。

20 世纪 30 年代,美国曾经把这种分析方法用于洪水控制、河道治理、水土资源开发工程的评价上。1936 年美国国会通过的洪水控制法案中规定,各种治水和水域资源开发项目,必须遵循一项原则:“不论谁是受益者,项目的预期效益必须大于其预计费用”。第二次世界大战后,费用—效益法进一步用到城市建设、交通运输、文教卫生、劳力开发、社会福利等公共项目的评价上。

50 年代中期,哈佛大学水规划小组(The Harvard University Water Program)对经济分析理论的完善做出了重要贡献。1958 年诺贝尔奖金获得者,荷兰计量学经济学家 Tinbergen J 提出了在经济分析中使用“影子价格”的理论,对发展经济评价理论和方法起到了重要作用。此后,很多西方经济学家致力于发展中国家的项目评价和经济发展研究,从他们的研究结果中发现,发展中国家项目评价的最大特点是价格“失真”问题,即这种“失真”的价格既不反映商品的价值,又不反映商品在社会上的供求关系,所以说,发展中国家的现行价格不能作为描述或度量项目的社会费用与效益的标准。因此,对于发展中国家项目经济评价的关键问题是如何调整“失真”的价格,使它能真实、合理地度量项目的效益和费用,从而得出符合实际的结论。对于如何调整价格这一关键性的问题,有突破性贡献的是牛津大学著名福利经济学家 Little 和经济数学教授 Mirrlees,他们于 1968 年为经济合作发展组织(OECD)编写的《工业项目分析手册》(Little & Mirrlees, 1968)中提出了一种调整价格的方法(简称 L—M 法),并得到了世界各国专家的承认。L—M 法的主要特点是把项目的投入和产出划分为贸易货物和非贸易货物,并以边境价格为基准计算各种货物和劳务的影子价格。贸易货物是指那些部分靠进口来满足需求或部分出口的货物。对于贸易货物以外的货物和服务都称为非贸易货物。所谓边境价格,对于贸易货物来说,就是用官方汇率换算的到岸价格(CIF)和离岸价格(FOB)。对于非贸易货物,则用各自的换算系数将其国内价格换算成等价的边境价格(麦肯齐,1985)。

1972 年联合国工业发展组织(UNIDO)出版了一本重要著作《项目评价准则》(Dasguta, 1972),该书提出了与 L—M 法同样有影响的方法,简称 UNIDO 法。UNIDO 法的主要特点也是把项目的投入和产出划分为贸易货物和非贸易货物,但与 L—M 法不同的是,它以国内价格水平作为计算基准,用影子汇率把贸易货物的边境价格转化为国内价格。

1980 年,联合国工业发展组织与阿拉伯国家工业发展中心联合编著了《工业项目评价》(Squire, 1975)一书,对发展中国家的项目评价产生了一定的影响。该方法将项目评价分为商业获利性评价和国民获利性评价两部分内容,前者为财务评价,后者为国民经济评价。财务评价就是根据国家现行财税制度和市场价格,选定合理的开发方案和技术经济参数,分析测算准备开发的项目的获利能力、清偿能力等财务状况,为项目决策提供资料。项目开发后的获利能力和清偿能力通过经济效益指标分别予以反映,这些指标包括总利润额、投资利润率和投资利税率、静态投资回收期、总现值、财务净现值和财务净现值率、财务内部收益率、动态投资回收期。所以项目开发的财务评价实际上也就是这些指标数值的确定和评述。国民经济评价就是按照资源合理配置的原则,从国家整体角度考察项目的效益和费用,运用影子价格、影子汇率、影子工资和社会折现率等经济参数,计算分析项目对国民经济的净贡献,以确定投资行为的经济合理性和宏观可行性。国民经济评价的结论是决策部门考虑项目是否可行的主要标准依据。

社会评价是从整个社会角度,考察项目对实现社会目标方面的贡献。社会目标主要是指经济增长速度、收入的公平分配、自力更生能力、劳动就业影响、技术进步及其社会环境变革等因素。但其中最重要、最根本的还是经济增长和收入公平分配目标。社会评价与经济评价的不同在于,它不仅要看投资项目效益的大小,而且要看效益分配的合理性。社会评价反映了目前项目经济评价的最新进展,它把经济增长目标和收入公平分配目标结合在一起,称为国民福利目标并以此作为选择项目的标准。社会评价的理论、方法和内容引起了许多国家决策者和国际开发机构的广泛兴趣和高度重视,特别是对于发展中国家,在制定发展规划、进行经济建设和投资决策时,具有重要的指导意义(王朝纲,1997)。

原苏联对投资项目的评价叫做“技术经济论证”,原苏联经济学界长期以来否认价值规律和商品货币关系在经济中的作用,只承认劳动消耗是费用,不承认利息等其他费用,在计划和投资经济效益计算中一般采用实物指标,即投资回收期和投资效果系数等静态评价指标(王立杰,1992)。由于原苏联是社会主义国家,实行的是严格的中央计划经济,因此经济学者认为,社会主义的经济效果理论是属于政治经济学的一个范畴,是建立在马克思主义扩大再生产理论基础之上。而投资的经济效果又是扩大再生产理论的一个组成部分,因为投资是扩大再生产的一种手段,从而投资效果也就是扩大再生产的效果。随着经济体制改革的进行,特别是原苏联解体后,原苏联国家完全进入市场经济体制,经济学家开始重视价值规律对经济效果的作用,认为对于一个用于扩大再生产的投资项目,不仅要符合国家计划的要求,更要考虑它的经济效果。

我国的项目经济评价自20世纪50年代开始主要是采用前苏联的项目经济评价方法,采用投资回收期和投资效果系数等静态评价指标。70年代末期开始,随着我国改革开放政策的实施,逐渐开始引入西方国家投资项目的“可行性研究”与“项目评估”的有关理论和方法。特别是80年代以后,我国恢复了在世界银行的活动,该组织在对我国项目贷款时首先审查项目的可行性研究报告,从此推动我国开展对项目评价理论和应用的研究工作。1983年国家计委正式颁发了《关于建设项目进行可行性研究的试行管理办法》1985年由国家计委和国务院技术经济研究中心联合推荐发表了《工业建设项目可行性研究经济评价方法——企业经济评价》。1986年5月,国务院经济技术社会发展研究中心可行性研究专题组提出了《工业建设项目可行性研究经济评价方法——国民经济评价方法》。1987年10月由国家计委组织制定了《建设项目经济评价方法和参数》(国家计划委员会,1987),书中由“关于建设项目经济评价工作的暂行规定”、“建设项目经济评价方法”、“建设项目经济评价参数”、“中外合资经营项目经济评价方法”四个规定性文件以及十三个案例组成(陶树人,1987;全国储委,1987)。四个文件,对经济评价工作的管理,经济评价工作的程序、方法、指标等都作了明确的规定和具体的说明,并第一次发布了各类经济评价指标。1993年7月再次发布了《建设项目经济评价方法和参数》(第二版)(国家计划委员会,1993)。第二版“方法和参数”更加突出地反映了我国经济体制、财税制度改革的新情况,提高了方法的科学性、实用性和可操作性,为我国项目经济评价工作提供了重要依据,使我国的经济评价工作在各行各业得以展开,在理论、方法和应用上都取得了很多成果(陶维屏,1990;陈希廉,1992;王立杰,1992;彭世济,1994;王志宏,1996;刘海滨,1997;汪云甲,1998)。

二、煤层气项目经济评价国内外研究现状

目前,煤层气经济评价的主要内容包括产量预测、投资估算、采气成本估算、销售收入与

税金计算、财务赢利能力分析、清偿能力分析和不确定分析(Kuuskras, 1996; 黄元海, 1996; 黄伟和, 1997; 孙茂远, 1998; 煤炭科学技术信息研究所, 1998), 属财务评价的范畴。

煤层气项目经济分析和经济评价工作, 随着煤层气的开发利用在各国迅速展开。世界各国中以美国的煤层气开发和经济分析工作走在最前列, 并在 Sun Juan 和 Black Warrior 煤盆地取得了良好的经济效益。美国为了有效地、经济地开发煤层气资源, 在地质勘探阶段和开发阶段, 分别对煤层气资源进行评价, 确定有利的开发区段、最佳开采范围、最佳气井间距及布局、最佳完井类型及生产状态、经济性和可行性, 最后做出开发煤层气的设计方案(王志东, 1998)。

地质勘探阶段评价分为非地质参数的初步评价和地质参数评价。非地质参数初步评价的主要内容是检查与确定评价标准、煤层气田的地形复杂程度、交通是否方便、输气管道、占用土地、材料及设备、劳动力、环境影响、开发的经济性、市场需求前景等; 地质参数评价主要是对钻井所获取的煤层埋藏深度、煤层层数、煤层厚度及储量、煤质及煤的种类、煤层物性特征、煤层含气量及吸附时间、吸附等温曲线、煤层气储存能力及煤储层渗透率等地质参数进行评价。地质勘探阶段中对于煤层气含量、储存能力、储气层的压力、渗透率等重要的煤层气参数, 要经过多次试验与测定, 提出准确可行的参数, 作为储层模拟和经济分析的依据。

储层模拟技术基于解吸—朗缪尔定律, 其数学模型的核心是依据煤层气在基质体中扩散所遵循的费克定律及在割理系统中渗流遵循的达西定律所建立的气、水、油等流体物质连续偏微分方程或方程组, 进一步利用显式、隐式法或二者相结合进行有限差分求解或进行有限单元求解, 形成线性、非线性方程组, 进而解出控制方程近似解的一种方法(骆祖江, 1997; 韦重韬, 1998)。储层模拟是产能评价问题, 属经济评价中的地质问题。

目前, 比较有名的储层模拟软件有 ARI 公司的 COMET 和 COMET3-D 以及 Holditch 公司的 COALGAS。煤层气储层模拟技术是将钻探阶段所获得的储层数据, 如煤层厚度、埋深、煤镜质组反射率、气体含量、吸附或扩散时间、等温吸附曲线等, 输入到储层模拟器中, 从而得出该地区的模拟产能曲线。通过各曲线的相互比较, 可以确定未来生气测试的优先井位, 也可以通过历史匹配, 精确地确定储层的参数值, 优化开发井的间距, 预测气体的采收率等(Seidle, 1996)。但是, 由于储存模拟的数学模型是建立在达西定律基础上的确定型方程, 对模拟过程中的输入参数精度要求较高, 否则模拟结果难以正确地反映实际情况。

我国处于煤层气经济开发初期, 经济评价工作刚刚起步。煤炭工业部 1994 制定并颁布了《煤层气勘探开发暂行规定》, 但是没有明确提出煤层气开发经济评价问题。《煤层气开发利用手册》(孙茂远, 1998) 对煤层气开发经济评价及相应的法规进行了简单的叙述, 但对煤层气开发经济评价具体指标内容和评价参数没有涉及。石油、常规天然气由于其产业形成较早, 它们的地质资源评价和经济评价, 其理论和方法在国内外已取得了很大的发展(段永刚, 1991; 徐树宝, 1993; 张数球, 1993; 武守诚, 1994; 顾树华, 1996; 金强, 1998; 胡建国, 1997)。我国石油、常规天然气经济评价方法已提出了许多相应的方法和规范(国家计划委员会, 1987, 1993; 周惠珍, 1992; 夏明忠, 1993; 于守法, 1995; 《油气资源评价方法研究与应用》编委会, 1998)。

原中国能源部、开滦矿务局和 ARI 公司于 1991 年在唐山地区进行了一项煤层气开发前景的评价项目。主要的目的是利用试井获取的储层参数, 通过 COMET 储层模拟软件建立模型, 以此来预测未来生产井的生产情况。沈阳煤气总公司与 ARI 合作, 在沈阳地区进行

了煤层气资源评价,在获取所试井的测试数据后,利用 COMET 软件作了一系列的敏感性研究。通过研究,针对不同煤田制订不同的完井及生产方案,从而可以对每个区块的生产潜力进行分析和比较。1995 年,晋城矿区利用联合国项目引进的 Holditch 公司开发的 COALGAS 储层模拟软件,对不同渗透率下的气水产量随时间的变化进行了模拟。

随着煤层气产业在美国的形成,以及我国煤层气地质评价、资源评价的广泛展开,探讨煤层气经济评价理论与方法的文献也相继出现。靳秀良对中国煤层气开发经济评价面临的困难与对策进行了探讨(靳秀良,1995);王星锦把最优控制方法引入煤层气开发方案最优控制及经济评价,从运筹学角度提出了对煤层气进行经济评价的思路(王星锦,1995;Wang, 1997);Kuuskraa 结合美国 Sun Juan 盆地和 Black Warrior 盆地煤层气财务经济分析,指出煤层气与常规天然气在经济上竞争的能力依赖于 4 个有助于开发煤层气这种巨量资源的关键因素,它们是:产气率、有竞争力的价格、可靠的市场需求和规模经济(Kuuskraa,1996);黄元海以一个目标区为背景,对煤层气开发进行了初步经济评价,取得了能源丰度、投入产出、成本、气价等关键因素的轮廓概念,提供了经济评价的一个模式(黄元海,1996);黄伟和探讨了开发煤层气与开发常规天然气的各自特点和区别,提出了煤层气开发项目的几个阶段,指出我国处于煤层气开发初期,煤层气开发经济评价不仅要算投资者经济利益的小账,而且应该站在国家能源接替和军事、政治的高度,算国民经济的大账(黄伟和,1997)。

上述成果反映了当前煤层气经济评价主要单纯从企业角度考虑经济效益,评价方法和手段大多以财务评价方法或基于储层模拟技术的经济分析,仍属财务评价的范畴。影响煤层气经济效益总的指标体系的建立、指标选择、指标优化等研究不够,没有从煤层气项目的经济效益、环境效益、社会效益等方面系统地进行研究。

鉴于目前煤层气项目经济评价是基于地质评价前提下的产能预测与财务分析,尚没有形成适合煤层气自身特点的、系统的、完整的经济评价理论与评价方法。因此,论文作者以数量经济学、技术经济学为基础,运用现代数学分析、计算机技术等现代化方法和手段,从系统论角度,研究了煤层气项目经济评价系统构成及系统的内在机理。

按照系统论的观点,系统最重要的特征是它的整体性、功能性与层次性。它并非各部分的简单拼凑,而是按一定的必然性或逻辑上的统一性将其各部分有机地组织在一起,其结果是使系统本身产生了优越的功能,大于其各部分各自功能的和,即整体大于部分之和(顾凯平,1992;何作庥,1993)。作者认为煤层气项目经济评价就是这样一个复杂的系统,它由许多不同功能、不同层次的子系统构成,其影响因素众多,且各因素的属性又分为不同的类别和层次。对于这样因素众多,具有不同层次的复杂系统,如果仅用简单的综合评价模型,往往很难比较系统中各因素之间、各层次之间的优劣次序和相关关系,从而得不出反映系统内部机理的有意义的结果。因此,本文采用复杂系统“定性与定量相结合的综合集成的方法”(钱学森,1990)思路,以煤层气地质评价为基础,运用数量经济学、技术经济学和现代数学方法,研究系统内部变量之间的相关关系,以及各子系统对整个系统产生的影响。通过建立系统之间关系的数学模型,直接在这些影响因素与经济评价模型之间建立联系,进而达到不经煤层气项目初步设计,就可实现对煤层气项目进行综合经济评价的目的。其最终的结果是评价煤层气项目经济效益、社会效益、环境效应以及投资风险大小等,为投资者决策服务。

第三节 研究内容与技术路线

一、研究内容

运用数量经济学、技术经济学、现代数学分析以及计算机技术,从系统论角度,研究煤层气经济评价系统特点、系统构成、系统因素定量化,综合分析、预测煤层气项目的经济效益、社会效益、环境效应以及投资项目的风险大小。主要包括以下内容:

(1) 基于经济模型理论、数量经济学、技术经济学,研究煤层气经济评价的基础理论;基于复杂系统“定性与定量相结合的综合集成的方法”思路,运用系统分析方法、现代数学方法,研究煤层气项目经济评价的基础方法。

(2) 基于预测论方法,运用数量经济学理论,研究煤层气市场需求预测和最优价格模型;运用随机动态模型,研究建立煤层气井产能动态模拟预测模型;运用现代数学方法研究煤层气项目风险分析及预测模型。

(3) 从系统论角度出发,运用技术经济学原理,在研究煤层气项目经济评价系统因素构成、指标量化的基础上,建立煤层气项目经济评价指标体系;在此基础上,分析系统结构、确定系统的目标,然后找出与目标有关的相关因素,按照系统分析的原理和方法建立煤层气项目经济评价系统。运用现代数学方法,建立系统的数学方法模型,揭示煤层气项目经济评价系统的内在机理。

(4) 采用最优化方法、模糊数学方法,进行项目敏感性分析和风险分析及预测,优选项目经济评价的关键因素,研究关键因素对整个煤层气项目经济性的影响。

(5) 利用计算机程序设计方法,开发研制煤层气项目经济评价决策支持系统软件。

(6) 利用建立的系统,选定晋城矿区作为目标区,进行煤层气项目经济评价实例研究。

二、采取的技术路线

本研究采取的煤层气项目经济评价的技术路线和工作流程如图 1-1 所示。

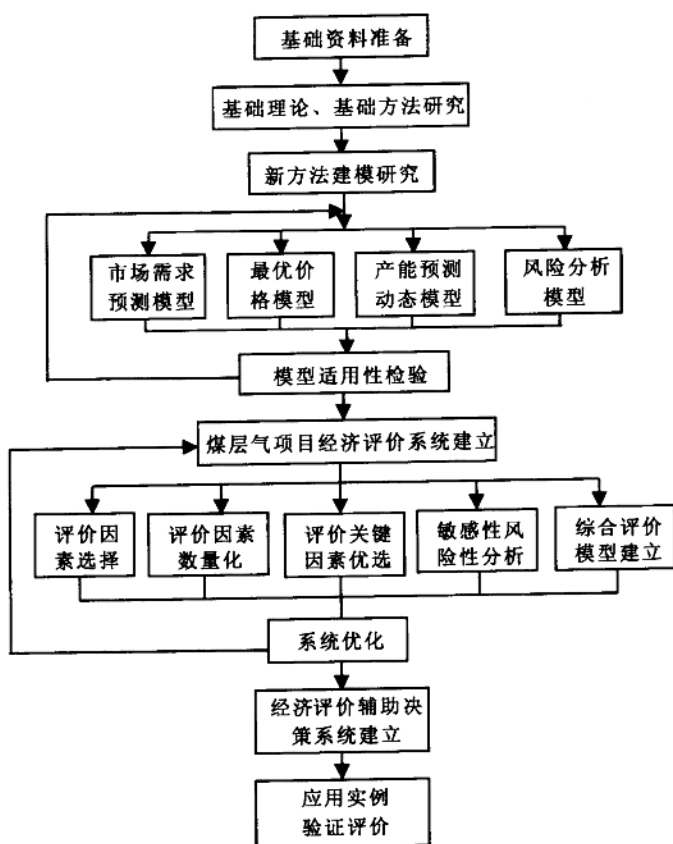


图 1-1 煤层气项目经济评价研究的技术路线与流程

第二章 煤层气项目经济评价基础理论与方法

煤层气是一种矿产资源。煤层气项目经济评价有其自身的特点,在以经济效益为中心的前提下,迫切需要建立适合我国煤层气开发特点的经济评价理论与方法,为未来煤层气开发取得大的突破做好准备。本章阐述了矿产资源经济评价的系统思想、煤层气项目经济评价的理论与方法,从而为煤层气项目经济评价系统的建立奠定了理论和方法的基础。

第一节 矿产资源经济评价的系统思想

矿产资源经济评价是矿产资源经济学中最为重要的研究内容之一,是矿产资源合理勘察、开发、利用、保护及管理的理论基础和决策依据。我国自 20 世纪 80 年代以来,在矿产资源经济评价的理论、方法及实践方面有了长足的发展。矿产资源经济评价研究所取得的成果,为提出矿产资源经济评价的系统思想创造了条件。下面从矿产资源经济评价的阶段性、层次性、动态性及综合性四个方面介绍矿产资源经济评价的系统思想(沈通生,1994;彭世济,1996;汪云甲,1998)。

一、阶段性

由于对客观地质规律认识上的阶段性、矿产勘察工作的阶段性以及矿山建设发展过程的阶段性要求等,使得矿产资源经济评价也必然具有阶段性。这里初步划分为矿产资源预评价、矿产资源概略经济评价、矿产资源初步经济评价、矿产资源详细经济评价以及矿产资源后评价五个阶段。各阶段的评价方法、目的以及所对应的矿产勘察工作阶段等综合于表2-1。

表 2-1 矿产资源经济评价各阶段的基本特征(沈通生,1994)

矿产资源经济评价的阶段	预评价	概略经济评价	初步经济评价	详细经济评价	后评价
矿产资源勘察工作阶段	区调	普查	详查	勘探	开发
矿产评价结构水平	矿区	矿田	矿床	矿体	矿段
评价主要目的	矿产普查工作的依据	矿业远景规划和矿产详查的依据	矿区建设开发总体设计和矿产勘探的依据	矿山工程设计和矿山开发勘探的依据	矿山经济参数优化和矿产勘察开发总结
与其他评价的关系	地质评价为主兼技术经济评价	地质+技术评价为主,兼经济评价	地质+技术+经济评价为主,兼地质环境及社会评价	地质+技术+经济+社会评价	经济+环境+社会评价