

高等教育试用教材

核能工业 经济分析与评价基础

彭士禄 主编

233.7

原子能出版社

96
F407.233.7

1
2

高等教育试用教材

核能工业经济分析与评价基础

彭士禄	主 编
李坤启	副主编
刘擎宇	编 著
罗映辉	



原子能出版社



C

367342

(京)新登字 077 号

图书在版编目(CIP)数据

核能工业经济分析与评价基础/彭士禄主编;李坤眉,刘擎宇,
罗映辉编著. - 北京:原子能出版社,1995.2

(高等教育试用教材)

ISBN 7-5022-1173-X

I. 核… II. ①彭… ②李… ③刘… ④罗… III. 经济分析 -
经济评价 - 原子能工业 IV. F426.23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(94)第 02531 号



原子能出版社出版 发行

责任编辑:汪忠明

社址:北京市海淀区阜成路 43 号 邮政编码:100037

原子能出版社印刷厂印刷 新华书店经销

开本:850×1168 mm1/32 印张 10.75 字数 296 千字

1995 年 2 月北京第一版 1995 年 2 月北京第一次印刷

印数:1-1000

定价: 6.30 元

内 容 简 介

全书共分八章,分别介绍了核能产品市场调查和预测;核能工程项目可行性研究;投资估算和财务分析及评价;国民经济分析与评价;核能工程概(预)算与编制;核能工程项目经济分析与评价软件和核能工程项目评价案例等。

本书内容丰富、实用性强,对从事核能、能源、冶金、化工等工程技术人员有实用价值,可作为有关高等院校高年级学生及研究生的试用教材。

☆ ☆ ☆

本书于1991年12月7~9日由李植华主持召开的核反应堆工程教材委员会审稿会审定,作为高等教育试用教材。

前 言

在我国,除台湾省外,建立商用核电厂处在起步阶段。今后,随着新技术革命的蓬勃发展,我国的核能工业建设必将展现新的局面,“八五”期间,除了核发电、核供热及低温制冷等工程外,还将在工业、农业、医药卫生等领域兴建一批利用核能的项目。

由于核能工程建设是一项新兴的事业,目前国内既无可资借鉴的历史资料,又无统一的规范和技术经济参数,加上投资大、周期长、技术复杂等特点,工作难度较大。为了能够顺利地开展工作,少走或不走弯路,必须从一开始便把核能工程的基本建设纳入规范化、程序化的轨道,推动核能工业的发展。为此,我们参考了国外有关核能经济学资料,并结合我国近几年的实践,初步总结出一套行之有效的方法和一些经济参数,从理论与实践的结合上进行总结和提商,写成此书。因此,本书既介绍有关开展核能工程经济分析与评价基础知识和具体工程项目情况,又从核能工业建设规律出发,对所建设工程项目可行性研究的前期工作进行经济分析和评价;既有项目实施前和实施过程中如何更经济地编制核能工程概(预)算及投资控制计划的方法,又有在项目建设投产后如何进行企业经营效果内部和外部效益分析与评价。总之本书涉及核能工业建设全过程的技术经济分析和评价的原则、依据、程序和计算方法等,并附计算机软件。本书既可作为有关高等院校技术经济专业师生试用教材,也可供核工业、电力工业、机械工业、电子工业等部门从事核能工程建设、设计、科研及咨询单位工程技术人员、设计人员参考。

本书由中国工程院院士、核工业总公司科学技术委员会主任、秦山核电联营公司董事长彭士禄教授任主编,由核工业第二研究

设计院技术经济专业高级工程师李坤眉任副主编,核工业第二研究设计院软件高级工程师刘擎宇和国家计委投资局高级经济师罗决辉参加有关章节编写。

编 者

1993 年 5 月

目 录

第一章 绪 论	(1)
第一节 核能工业经济分析与评价的目的和作用.....	(1)
第二节 核能工业经济分析与评价的特点.....	(3)
第三节 核能工业经济分析与评价的基本步骤.....	(5)
第四节 核能工业微观效益与宏观决策关系.....	(8)
第二章 核能产品市场调查和预测	(14)
第一节 核能产品市场调查内容和步骤	(14)
第二节 核能产品市场调查方法和结果的处理	(19)
第三节 核能产品市场预测	(23)
第三章 核能工程项目可行性研究	(32)
第一节 核能工程项目可行性研究范围与作用	(32)
第二节 核能工程项目可行性研究的步骤和深度	(34)
第三节 核能工程项目可行性研究的初步分析 验算方法	(46)
第四章 投资估算和财务分析及评价	(51)
第一节 核能工程项目投资估算	(51)
第二节 核能工程项目财务分析与评价	(70)
第三节 核能工程项目产品成本预测与效益分析	(94)
第四节 核能工程项目投资风险分析.....	(109)
第五章 国民经济分析与评价	(119)

第一节	国民经济评价基本程序	(119)
第二节	影子价格及影子汇率计算	(125)
第三节	国民经济评价经济指标的计算	(138)
第四节	国民经济评价判据的分析	(152)
第六章	核能工程概(预)算及其编制	(156)
第一节	核能工程概(预)算的作用	(156)
第二节	核能工程概(预)算项目划分	(160)
第三节	核能工程概(预)算的组成	(165)
第四节	核能工程概(预)算的编制步骤	(172)
第五节	核能引进工程概(预)算编制	(181)
第七章	核能工程项目经济分析与评价案例	(185)
第一节	基本参数与经济分析原则	(185)
第二节	投资费用估算	(187)
第三节	财务分析与评价	(197)
第四节	国民经济分析与评价	(233)
第五节	方案1的第二种经济分析与评价	(241)
第八章	核能工程项目经济分析与评价软件	(289)
第一节	核能工程项目概(预)算软件	(289)
第二节	核能工程项目动态经济分析与评价软件	(298)
第三节	核燃料循环经济分析软件	(301)
第四节	核能工程项目经济预测软件	(304)
附 录	专业名词(术语)解释	(308)
一、	可行性研究及项目评价(评估)部分	(310)
二、	利用外资及引进技术部分	(329)

第一章 绪 论

核能工业经济分析是一门新兴的综合性科学。它是核技术用于科研、试验和生产商品化后适应国民经济发展的需要而产生的,是随着核技术和工业经济两类学科互相渗透和互相促进而形成和发展起来的。因此,核能工业经济分析是工业技术经济学的一个分支,它是专门研究人类社会从事核技术活动的经济规律与经济效果的科学。通过可靠经济分析为评价经济效益提供判据和结论。

第一节 核能工业经济分析与评价的目的和作用

核能工业经济分析是一门工业技术和工业经济相结合的交叉科学,即是介于自然科学和社会科学之间的边缘科学,工业技术中的热工参数、物理模式,要用经济方式表达出来。由此可见,技术是它的基础,而它的最终落脚点是经济。所以,核能工业经济研究内容是很广泛的,它包括对采用不同的技术政策、技术方案和技术措施的经济效果或社会效果进行必要计算分析、比较和评价,从而选择技术可行和经济合理的优化方案。

在确定优化的技术经济方案后,由于核能工业有建设周期较长,技术复杂和投资较大的特点,所以对核能工业经济分析来说,在不断新增固定资产的基本建设过程中,还需探索如何发挥投资的最大效果。为此,必须建立编制核工程设计概算、预算和竣工决算的完整文件及系统投资控制和调整的科学计算方法,必须严格推行基本建设招标制度或投资包干办法,以期达到核能工业建设

技术经济上优化和最大限度发挥投资效果。

根据上述目的,我们感到,从我国目前核能工业的建设及将来的发展来看,抓住如何不断提高经济效益的关键问题,开展核能工业经济分析工作是十分重要的。这主要体现在以下几个方面。

1. 开辟新能源是国民经济发展的需要

目前,我国正处在实现四个现代化建设的重要历史时期,各行各业都会有较大的发展。在飞速发展的经济建设中,突出的矛盾之一是能源工业满足不了需要,而在能源工业中更突出的是电力不足。据统计,目前全国电量缺口很大,约为几千亿千瓦小时,造成已有工业能力不能充分发挥作用,故在电力工业中开辟可靠的、经济的新能源势在必行。

国际原子能机构的有关报告指出:“核电已占世界电力生产的17%,但在发展中国家只占3.5%,而到2000年也只能占6%”。发展中的国家不是不需要核电,而是受到技术基础薄弱和资金筹措困难的限制,所以开展核能工业经济分析,合理、综合、系统、全面地评价核能工业在国民经济中的地位和作用是十分迫切的任务。我国“七五”期间,计划并正在建设中的大亚湾核电站和已经建成发电的秦山核电站均已总结出一些经验,把这些经验与我国实际情况结合起来,不断研究探索技术先进、经济合理的核电开发方案,为能源工业促进国民经济的发展无疑是正确的和需要的。

2. 加速核能工业发展的需要

随着核技术研究的不断深入,核技术应用在不断发展。目前,核技术不仅用于核发电、核供热、核制冷的动力方面,还广泛应用于工业、农业、医学、生物等各行各业。所以,核能工业经济分析必须根据不同应用目的进行多方案的论证及比较,以便提供适合于各种用途的经济参数。

目前在核技术领域,世界各国除了继续开辟压水堆、沸水堆等的商业应用外,还在不断探索快中子增殖堆、高温气冷堆和聚变-裂变堆等各种堆型的使用,故核能工业经济分析要根据不同的堆

型和工艺特点进行不同的经济方案论证,预测出各种类型堆技术上先进性、安全可靠性和经济性,为开拓核能战略目标起参谋作用。

3. 核能工业走向商品化和社会化的需要

据 1990 年的统计,世界上已投入运行的商用核电厂有 400 多座,正在建设的有 100 多座。这种情况说明,从第二次世界大战后,核能源的和平应用已投入商品化市场,与煤及石油等化石能源进行竞争,尤其在发达国家,诸如法国、美国和德国以及亚洲的日本,核电都有较大发展。但在中国,除台湾省外,建立商用核电站还处在起步阶段。为了使这项新兴的核能工业在基本建设中能走向规范化、标准化、程序化,建立一套科学的和经济的管理体系,克服过去核工业建设中不讲经济效益的状况,必须通过开展核能工业经济分析活动,以期达到预计项目建设过程中每年所需资金流量;分析建设后运行的盈利前景;着重分析项目本身的直接经济效益;分析大中型商用核电厂或供热和制冷动力站的社会效益。除此之外,在核能工业项目选址、人口分布、资源情况、工业现状和规划、项目所在厂址地质水文和气象条件等等开展综合的技术经济方案论证,综合评价核能工业项目给地区、部门及国家带来间接效益,即全面开展项目的微观和宏观技术经济评价,使核能工业,特别是核电站在走向商品化和社会化的竞争中处于有利地位。

第二节 核能工业经济分析与评价的特点

前面已述及,核能工业经济分析是工业经济学的一个分支,所以它既具有一般工业经济学的普遍性,又有核能工业经济分析的特点。

1. 综合性

核能工业经济分析涉及核能领域所有技术专业和学科,诸如核物理、核化学、核热工、核安全、核三废处理与环保、核动力及运

论等。它又与工业经济学互相渗透。需要熟习数理统计学、高等数学、概率论、运筹学等知识。它既要研究核技术发展的问題,又要预测和分析经济性问题。只有具备上述基础知识,方可综合性地完成核能工业经济分析任务。

2. 实践性

核能工业经济分析工作是随着核能工业的科研课题逐步展开和建设项目的逐步兴起发展和形成起来的。它所研究的对象是实际科研课题或建设项目。因此,此项工作不仅需要很多学科的基础知识,还需要熟习和掌握国家现行的经济、财政、工业发展等各方面的方针政策,要深入调查每个具体课题或项目的外部条件和特点,收集有关的价格信息和经济情报。

3. 系统性

核能工业经济分析与评价是一项系统工程,要完成的任务是综合研究某一建设项目的技术经济内部和外部的效果。这必然由不同阶段和许多目标构成,而这些不同阶段和目标又受许多因素的影响和制约,组成一个有机的整体。因而在做项目技术经济分析和评价时,就必须全面、系统地考虑,分清主次,突出重点,才可达到分析透彻和评价准确的目的。

4. 风险性

我国大陆建设商业化核电厂尚属起步阶段,经济分析与评价工作中未知因素较多,要使未知因素的假设合理,推导正确,在目前状况下必须抓以下两个环节:(1)充分利用已在建设中的大亚湾核电厂和秦山核电厂的各项建设经验及经济参数;(2)不断研究与分析美国、法国及德国等国家已运行压水堆型商用核电厂的技术经济参数,并结合中国国情逐步建立自己核能源信息数据库,为科学地进行经济分析与评价提供可靠基础数据。与此同时,由于核电厂建设周期长,还必须考虑货币的时间因素,所以在预测投资费用时,需估计到三点因素:①建设期间的物价浮动指数;②建设期间的利息及增殖利息;③建设期间的外汇比值变动因子。综合这

些因素后,预测的投资中包括三种费用:

①基础价 = 建设规模工程费 + 工程管理费 + 生产准备费 + 不可预见费 + 第一炉燃料费(2/3)

②固定价 = 基础价 + 浮动价

③建成价 = 基础价 + 浮动价 + 所有利息

通过三项投资费用的预测,为核能工业建设项目提供全面的经济参数。

第三节 核能工业经济分析与评价的基本步骤

一、经济分析与评价工作阶段的划分

建设项目的经济分析与评价是一项系统的综合性分析工作,它反映工程项目的立项建设和生产全过程中的经济活动。从全过程看,大致可划分三个阶段:

第一阶段:是项目的立项规划和预测性的经济分析,属于项目前期分析活动。

第二阶段:是项目实施过程中投资效果的分析,属于项目建设期间的分析活动。

第三阶段:在项目建成投产后,对建成企业经营效益的各种测算与分析,属于建设项目经济寿期的全过程预测与评述。

当然,在具体分析与评价步骤中,这几个阶段也不能截然分开。

为了完成上述三个不同阶段经济分析工作,必须按照基本建设的法规,遵循核能工业建设规律,使经济分析与评价的结论可靠和正确,这取决于有准确可靠的基础资料,因此科学的调研基础资料具有十分重要意义。结合核能工业的实践,需收集的主要资料有以下几种:

①技术资料 它包括:拟建的核能工业项目主要建设规模;工

艺方案设计;主要工艺参数及有关流程说明;主要设备系统选型与建设工程等技术条件报告或框图等。

②区域性资料 主要内容有:了解建设项目所在地区的经济水平;工业产值;工资标准;供电价格及各项建设相关材料价格等。

③与核能工业有关的政策、法令及规章制度 这主要有:与核能工业有关的安全规范、守则及法规;基本建设贷款试行条例;关于贸易外汇内部结算价格试行条例;关于技术引进和设备进口工作暂行条例;工商税率条例等。

④其它资料 这包括:收集和整理同类工程项目的生产成本和年运行经费(包括外国数据);调查有关国家货币比值、外汇兑换率与相应通货膨胀率及其发展趋势;调研相关部门的投资、产品成本、价格等等有关资料,诸如核发电设备等。

二、经济分析与评价的基本步骤

在对某一工程项目方案进行经济分析与评价时,通常需经过目标的确定、备选方案的拟定、不同阶段各种方案的经济效果计算,并进行分析和评价等主要步骤。现以核电站建设为例,其经济分析与评价的几个主要步骤有:

(1)初步可行性研究 初步可行性研究的内容有:就核电站所在区域对核电的需求进行预测,从而确定核电站的建设规模,并从经济角度对建设规模的各种方案进行比较;对厂址选择的多个方案进行经济比较;经过上述研究以后,基本达到确定建设规模和拟建核电站的推荐厂址及备用厂址。初步可行性研究的允许误差为20%~30%。

(2)项目可行性研究 在初步可行性研究的基础上需对以下主要方面进行综合研究:①电力需求量和输出要进行具体方案布置和技术经济比较;②初选和备用厂址的工程地质、水文气象、外部环境、交通运输、人文地理等具体情况的研究,并进行经济比较,以求落实厂址;③核电站对外部条件的特殊要求,如环保评价、安

全评价需开展专题研究;④反应堆型式、运行负荷、燃料循环、热工参数、输出功率等有关主要技术参数的研究,并从经济角度进行不同方案的比较;⑤机电设备国产化比例的研究,此时要进行多方案技术经济分析,以寻求技术可靠、经济合理、符合实际的方案;⑥建设期间筹措与偿还资金的不同方案比较;⑦在上述单项研究的基础上,结合项目实践,进行综合技术经济方案比较,决定出最佳的技术经济方案。项目可行性研究的允许误差为10%左右。

(3)基本设计方案的研究 在项目可行性通过、批复之后,需进一步开展基本设计方案的研究,主要有如下几点:①工艺运行负荷、燃料循环、热工参数、功率输出等有关技术具体方案的研究;②核电各系统主要设备材料参数、性能综合研究(包括进口设备及材料,以经济角度进行多方案的比较);③厂房布置群体与单体方案的技术经济研究;④通过以上的具体研究,确定最佳基本设计方案。基本设计方案研究的允许误差为 $\pm 10\%$ 。

(4)详细设计方案的研究 主要内容有:①反应堆、蒸发器、汽轮机、自控电气、冷却水等系统主要厂房进行单体与综合技术方案的研究;②上述厂房内各种设备选型的研究;③详细设计方案与施工进度措施、设施等有关方面配合的研究。详细设计方案研究的允许误差为 $\pm 5\%$ 。

(5)工程建成投产后经营效果的分析与研究 工程建成投产后的经济分析工作有:①建立各项经营效果指标,它包括项目运行能力效益分析,经营成本投入与产出效益分析,经营管理水平主要因素经济分析,产品价格预测性经济效益分析。②建立各种数学模型与计算程序,它包括分析与评价企业经营经济效果,分析与评价国民经济效果。

总之,在有了可靠的基础资料后,对建设项目通过上述五个步骤的技术经济分析与评价,不仅研究了项目的经济合理技术方案,还分析了项目建成后企业内部经济效益、地区部门的经济效益和国民经济的效益。

第四节 核能工业微观效益与宏观决策关系

研究核能项目的直接效益和间接效益(社会效果),即通常讲的财务评价和国民经济评价工作,以探索微观效益与宏观决策的关系,这对投资决策科学化起着重要作用。

1. 什么是核能工业的宏观经济

宏观经济学和微观经济学是随着工业革命、生产的发展而产生和建立起来的。早在 1936 年美国的凯恩斯在《就业、利息和货币通论》一书中指出,宏观经济理论是关于收入、就业、价格和货币的理论,即在经济学中研究经济体系各项平均数与总量的关系,它包括:国民经济中物品的总产量与国民的总收益是如何确定的?资源的总利用量又是如何确定的?这些变量之间又是如何相互影响的?如此等等。

研究宏观经济理论的目的是服务于宏观决策,制定发展规划。在我国核能宏观经济研究中应该注意以下两点:①分析我国能源工业中的水利、石油的开发和利用情况;②调查世界各国和地区关于核能开发利用情况,预测核能在今后能源工业中的作用。这样,在宏观决策中可以把长远规划和近期计划结合起来。

有关世界各国和地区开发、利用核能的资料很多。1989 年的统计资料表明*,世界核发电量约占世界总发电量的 17%,共约 324496 兆瓦,相当于 1958 年世界总发电量,已建成并投入运行的核电厂有 400 多座,正在建设的有 100 多座,其中包括我国的秦山核电厂和大亚湾核电厂。

据 1989 年的统计资料,核发电量占发电总量在 45% 以上的国家或地区有:①法国为 74.5%;②比利时为 60.8%;③匈牙利为 49.8%;④韩国为 50.2%;⑤瑞典为 45.1%。世界其它国家或地

* 本书应用的计算参数,诸如价格、汇率等,除另有说明外,均为 1989 年统计资料。——编者注

区拥有核电厂(1986~1988年)发电量的情况列入表1-1。

表 1-1 1986~1989年世界不同国家或
地区发电量占总发电量的比例(%)

国家或地区	1989年	1988年	1987年	1986年
法国	74.6	69.9	69.8	69.8
比利时	60.8	65.5	66.0	67.0
韩国	50.2	46.9	53.3	43.6
匈牙利	49.8	48.9	39.2	25.8
瑞典	45.1	46.9	45.3	50.3
瑞士	41.6	37.4	38.8	39.2
西班牙	38.4	36.1	31.2	29.4
芬兰	35.4	36.0	36.6	38.4
联邦德国	34.3	34.0	31.3	29.4
保加利亚	32.9	35.6	28.6	30.0
日本	27.8	23.4	29.1	24.7
捷克斯洛伐克	27.6	26.7	25.9	21.1
英国	21.7	19.3	17.5	18.4
美国	19.1	19.5	17.7	16.6
加拿大	15.6	16.0	15.1	14.7
苏联	12.3	12.6	11.2	10.1
阿根廷	11.4	11.2	13.4	12.2
民主德国	10.9	9.9	9.4	9.7
南非	7.4	7.3	4.5	6.8
南斯拉夫	5.9	5.2	5.6	5.4
荷兰	5.4	5.3	5.2	6.2
印度	1.6	3.0	2.6	2.7
巴西	0.7	0.3	0.5	0.1
巴基斯坦	0.2	0.6	1.0	1.8
意大利	0.0	0.0	0.1	4.5
中国台湾省	35.2	41	48.5	43.8