

21世纪高等学校规划教材



校企合作系列教材

电力技术经济分析

刘秋华 吴玲 主编
徐磊 金龙 副主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

21世纪高等学校规划教材



DIANLI JISHU JINGJI FENXI

电力技术经济分析

主 编 刘秋华 吴 玲
副主编 徐 磊 金 龙
编 写 丁 晓
主 审 张兴平



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为 21 世纪高等学校规划教材,全面系统地阐述了电力技术经济评价的理论和方法。教材内容紧跟电力技术经济分析发展的新趋势,充分吸收电力技术经济分析的最新研究成果,密切联系电力企业工作实际,选取典型案例进行了详细分析。

本书共分九章,主要内容包括电力技术经济分析概述、电力技术经济分析的基本要素、现金流量与资金等值计算、电力技术经济评价指标与方法、不确定性分析、电力项目可行性研究、电力项目财务评价、电力项目国民经济评价和电力设备更新经济分析。

本书可作为应用型高等院校电力工程、电力市场营销及相关专业的本科生教材。

图书在版编目(CIP)数据

电力技术经济分析/刘秋华,吴玲主编. —北京:中国电力出版社,2012.4

21 世纪高等学校规划教材

ISBN 978-7-5123-2981-2

I. ①电… II. ①刘…②吴… III. ①电力工业—技术经济分析—高等学校—教材 IV. ①F407.613.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 080721 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京市铁成印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2012 年 7 月第一版 2012 年 7 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 16 印张 386 千字

定价 28.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前 言

电力技术经济分析是一门交叉边缘学科,主要从电力技术先进性、电力经济合理性、社会公正性和生态适应性方面对电力技术经济问题进行分析、评价与决策,从而选择综合效益最优的项目与方案,为实际电力工程项目决策提供依据。广大电力行业从业者与电力系统相关专业的本科生学习和掌握电力技术经济评价理论和方法,具有十分重要的现实意义。

本教材全面系统地阐述了电力技术经济分析的理论体系,共分九章,包括电力技术经济分析概述、电力技术经济分析的基本要素、现金流量与资金等值计算、电力技术经济评价指标与方法、不确定性分析、电力项目可行性研究、电力项目财务评价、电力项目国民经济评价和电力设备更新经济分析。全书每章均结合实际编写了教学需要的相关案例。

本教材的主要特色和创新如下:

(1) 充分体现学科的先进性。教材紧跟电力技术经济分析发展的新趋势,充分吸收电力技术经济分析的最新研究成果,全面系统地介绍了电力技术经济分析的理论知识。

(2) 密切联系电力技术经济分析的实际。书中每章都编写了典型案例,通过对具体案例的分析将电力技术经济分析的理论 with 电力工作实际紧密结合起来。

(3) 充分体现电力工程与电力市场营销等专业人才培养方案的要求。电力技术经济分析是电力工程、电力市场营销等专业的一门必修专业课,课程要求学生全面掌握电力技术经济分析的理论知识,并学会运用这些理论知识分析问题和解决问题,充分体现了人才培养方案的要求。

(4) 教材的编写体例符合教学需要。教材在每章开始提出了明确的学习目标,结束时进行本章小结,并编写了适量的思考题和练习题,提供练习题答案,满足了教学的需要。

本书由南京工程学院的刘秋华和吴玲老师任主编,江苏省电力公司的高级工程师徐磊和金龙任副主编,江苏省电力公司的高级工程师丁晓参与编写。编者具有多年从事电力技术经济分析方面的教学、研究和实践经验。本书由华北电力大学张兴平教授主审。本书在编写过程中参阅了大量国内外的教材和资料,并得到了出版单位的大力支持和帮助,编者在此表示感谢。

尽管编者在编写过程中付出了很大努力,但由于水平和时间的限制,本书难免存在不足和错误,恳请广大读者批评指正。

编 者

2012年1月

目 录

前言

第一章 电力技术经济分析概述	1
第一节 电力技术与电力经济	1
第二节 电力技术经济分析的研究对象及具体内容	3
第三节 电力技术经济分析的可比原理	5
第四节 电力技术经济分析的一般程序	8
本章小结	12
思考题	13
第二章 电力技术经济分析的基本要素	14
第一节 经济效果	14
第二节 投资	16
第三节 成本	22
第四节 税收	25
第五节 利润	28
本章小结	31
思考题	31
练习题	32
第三章 现金流量与资金等值计算	33
第一节 现金流量	33
第二节 资金时间价值	35
第三节 资金等值计算	39
本章小结	51
思考题	51
练习题	52
第四章 电力技术经济评价指标与方法	53
第一节 电力技术经济评价方法概述	53
第二节 静态评价方法	54
第三节 动态评价法	59
第四节 备选方案与经济性评价方法	73
本章小结	85
思考题	85
练习题	86
第五章 不确定性分析	88
第一节 投资风险与不确定性概述	88

第二节 盈亏平衡分析	90
第三节 敏感性分析	98
第四节 概率分析	105
本章小结	115
思考题	115
练习题	116
第六章 电力项目可行性研究	118
第一节 电力项目可行性研究概述	118
第二节 项目市场分析	122
第三节 项目技术分析	130
本章小结	151
思考题	152
第七章 电力项目财务评价	153
第一节 电力项目财务评价概述	153
第二节 电力项目财务评价的主要报表	156
第三节 电力项目财务评价的指标和方法	165
第四节 项目财务评价案例	169
本章小结	179
思考题	180
练习题	180
第八章 电力项目国民经济评价	181
第一节 电力项目国民经济评价概述	181
第二节 国民经济评价费用和效益分析	184
第三节 国民经济评价方法	189
本章小结	197
思考题	198
第九章 电力设备更新经济分析	199
第一节 电力设备更新概述	199
第二节 电力设备经济寿命	203
第三节 设备大修理的技术经济分析	207
第四节 设备更新的技术经济分析	210
第五节 设备租赁的经济分析	213
本章小结	221
思考题	222
练习题	222
练习题参考答案	224
附录 复利系数表	235
参考文献	247

第一章 电力技术经济分析概述



学习目标

1. 掌握电力技术与电力经济的含义与关系。
2. 熟悉电力技术经济分析的可比性原理。
3. 了解电力技术经济分析的研究对象与具体内容。
4. 掌握电力技术经济分析的一般程序。



内容提要

电力技术经济分析是一门交叉边缘学科,主要从电力技术先进性、电力经济合理性、社会公正性和生态适应性方面对电力技术经济问题进行分析、评价与决策,从而选择综合效益最优的项目与方案,为实际电力工程项目决策提供依据。本章主要论述了电力技术与电力经济的关系、电力技术经济分析的可比性原理、电力技术经济分析的研究对象与具体内容,以及电力技术经济分析的一般程序。

第一节 电力技术与电力经济

一、电力技术

电力工业是通过消耗煤炭、石油等一次性能源和水、风等可再生能源及核能等,获取电能这一优质的二次能源,并且实现将电能供应给广大电力用户的能源转换和加工产业。由于能源是人类一切社会活动不可缺少的重要物质,因此,电力工业同煤炭、石油等产业一样,是向国民经济、向社会提供电能这一基础物质和商品的基础产业。同其他能源形式相比,电能具有转化容易,使用方便、灵活的特点,因此,它可以广泛地应用在各种生产活动和生活中。同时,电能的经济效益非常明显。由于电力技术的不断改进和发展,电力工业在实现将一次能源转化为电能时,其转换效率正在逐步提高;此外,电能向其他能源形式转换时,也具有很高的转换率。因此,广泛地使用电能,不仅能够提高生产领域的生产技术水平,而且能够大幅度地提高能源使用效率,节约社会资源。此外,电能还是一种没有污染的清洁能源。使用电能代替其他能源,可以大大改善工作环境、生活环境和劳动者的劳动工作条件。尤其是近几年来,随着现代科学技术的迅速发展,计算机网络技术、办公自动化技术、自动控制技术、现代通信、电子商务活动、家庭电器以及电化教育手段等的广泛普及与应用,促使社会经济和人民生活用电日益增长,电能已广泛应用于国民经济各个行业以及社会生活各方面,成为不可缺少的社会基本必需商品。

由于电能目前还是一种不能大规模储存的能源,因此,电力的生产、输送和消费都是通过电力网络同时完成的。为了使电力生产、流通和消费等环节能够很好地相互衔接,电力工业需要采用大量的自动化控制技术和设备,以实现发、输、售、用各环节的相互紧密配合,

协调统一地进行。电力技术是对电力生产、传输、控制、检测、利用的总称。电力技术体系按电力系统的发、输、配、供、用电环节,可分为发电技术、输电技术(电网技术)、配电技术、供电技术及用电技术。各类电力技术间相互交叉、相互渗透,并可进一步细分。

发电技术本质上是将一次能源转换成电力,并向后续输电、供电企业以及大用户提供电力商品的技术,如火电技术、水电技术、核电技术、新能源技术等。火力发电企业主要由锅炉、汽轮机、发电机组成,俗称三大件,此外还需要有运煤皮带、磨煤机、水循环系统、发电机冷却系统等。输电技术主要包括交流输电技术、直流输电技术、交一直流输电技术等,输电企业在电力市场中主要负责将电力输送到远距离的负荷中心地区。输电企业完成这一职能主要依靠输电网络(俗称高压输电线)。由于每条输电线路所能够输送的电力是有限的,因此在向一些较大负荷的用电中心输电时,通常需要有多条输电线路来同时完成,从而构成了输电网络系统。从现代观点来看,电力技术不仅包括发电技术、输电技术、配电技术和供电技术,还包括需求侧终端用户的用电技术和节电技术。另外,按电力技术功能作用还可将电力技术分为控制技术、电力电子技术、检测技术、信息技术、通信技术、网络技术、保护技术、维修技术、管理技术等。

二、电力经济

电力经济是指关于电力工业的经济问题。电力属于能源,而能源属于资源,因此关于电力经济的研究与探讨属于能源经济学、资源经济学与经济学范畴。

电力经济从构词上看,是“电力”与“经济”两个词的组合集成,具备电力与经济的双重属性与特征。

电力是一种方便、清洁、无噪声、低污染、便于转换、便于控制的一次能源,具有许多其他能源所不及的优点。概括地讲,电力的特点包括唯一性、无形性、时空快捷性、高温性、可控性、便利性、清洁性、低污染性、快热性、高替代、不易储存性、产供销同步性、供求平衡性、成本复杂性、定价阶段性、转换多元性。输电网络具有极高的关联性,同时具有极强的规模性,从经济学角度讲,电力企业属于强自然垄断企业,即随着规模不断扩大,建设成本不断下降,设备利用效率不断上升。

电力经济作为经济学的一个分支,其特点不仅与电力的特点有关,而且与经济的属性有关。从层次上,电力经济分为微观和宏观两个层次。前者是指电力产业本身的经济问题,后者是指电力工业与其他产业乃至整个国民经济间的经济关系问题。从方法论上,电力经济包括实证经济分析与规范经济分析。前者主要描述、解释与分析各种经济变量的变化及相互关系,不涉及道德理论或价值判断;后者则研究“经济主体的活动应该如何”的规范问题。例如,电价与需求弹性问题的关系属于实证经济范畴,而电价制定原则目标究竟应追求效率或公平,还是追求社会福利最大化,或是保证电力产业的盈利问题,则属于规范经济范畴。电力经济除研究电力的有效使用外,还要研究如何使电力供给更普及,同时要考虑低收入和偏远地区的用电问题。电力经济要考虑与其他能源替代转换的问题,电力由一次能源转换而来,因此电力经济尤其关注资源转换关系和替代程度问题。电力经济特别重视外部性问题和环境污染问题。电力经济涉及电力规划、电源规划、电网建设、机组组合调度及维修体制问题,因此电力经济要结合电力技术、电力工程等进行财务和经济评价。由于电力不可存储,但又要保证电力供求平衡,而电力需求变化无常,电力供给的资源与建设却要提前几年甚至几十年决策,如何使事前的供给决策满足事后的负荷需求仍是一个十分复杂、相当艰难的供

求匹配协调问题。为此,电力经济不仅要研究电力供给,也要研究电力需求,继而进行综合化、系统化地思考和多属性、多目标决策。

电力经济研究的主要问题,从狭义来讲,研究电力系统规划的经济问题;从广义来说,主要研究与电力有关的各种经济问题,包括电力与其他能源间、电力与整个国民经济间的经济关系问题。

(1) 电力系统规划与经营。它主要研究电力系统如何运用供求经营战略,进行基于最小成本原理的电力规划,其具体内容包括电力需求预测与负荷管理策略,电源开发方案与输电系统规划,电力系统的经济调度,电厂效率与电力技术进步,电厂安全生产与环境影响评估,电厂经营计划,财务预算控制与电价费率制定,政府管制与社会福利等。

(2) 电力与其他能源间的相互关系。它主要研究电力与其他能源之间的经济关系(包括替代关系和互补关系),特别是研究能源利用的转换与效率。其主要内容包括电力与其他能源的物理特性,电力与其他能源的蕴藏性,电力与其他能源的生产、消费特性及比例,电力与其他能源间的转换特性,电力与其他能源间的价格关系,电力与其他能源的替代或互补关系,电力与其他投入要素间的相互关系,能源政策对电力与其他能源的影响等。

(3) 电力与整个国民经济的关系。它基于“电力作为私人品和公共品、作为各产业的中间需求产品和国计民生的最终产品”的观点,研究主要内容包括电力弹性系数与电力生产效率,电力需求的价格效应和收入效应,电力需求与国民经济指标的关系,电价调整对产业成本、经济增长、工资水平、就业率和进出口的影响,电力发展、电价水平对人民生活和经济活动的影响等。

三、电力技术与电力经济的关系

电力技术和电力经济虽然是两个不同范畴的概念,但是两者之间存在着相互依赖、相互影响、相互制约的密切关系。

首先,电力技术的开发应用要充分考虑电力工业的技术经济特点和电力体制改革方案的设计与实施,要考虑电力工业管理模式和电力企业改革态势,要考虑电力市场化进程阶段和发展层次,要考虑电力市场参与者的知识能力和认识水平。电力技术不仅要以技术可行性为先决条件,而且要在经济上产生效益。

其次,创新是电力技术发展的推动力,市场是电力技术发展的拉动力。推动力和拉动力方向一致才能形成一个强大的合力,促进电力技术向深度广度发展。面向市场的创新才有生命力,依靠创新的市场才有竞争力。

电力技术和电力经济之间是协调发展的。一方面电力经济的发展,脱离技术进步是不能长久的;另一方面,电力技术的进步,必须建立在雄厚经济实力的基础上。因此,电力技术和电力经济只有协调发展才能取得良好的经济效果。

第二节 电力技术经济分析的研究对象及具体内容

一、电力技术经济分析的研究对象

电力技术经济分析是技术经济学的一个分支,与技术经济学密切相关。技术经济学的基本概念、基本理论和基本方法同样适用于电力技术经济分析。当然,电力技术经济分析要遵循和运用技术经济学理论方法,也要密切结合电力技术、电力经济、电力生产和电力供求的

特点。

电力技术经济分析是自然科学与社会科学、电力技术与电力经济交叉、联盟的产物，其研究对象及内容、范围和方法体系，至今没有统一的表述。随着科学技术和经济的不断发展，随着人们对电力技术、电力经济及其相互关系认识的不断深化，对其研究对象的认识也在不断深化和发展。

传统观念认为，电力技术经济分析是研究技术措施、技术方案的经济效果的科学，是研究电力生产过程的经济效果规律的科学，是研究电力技术和电力经济相互关系及其矛盾对立统一的科学，是研究有效利用和配置技术资源促进电力经济发展的科学。

现代观点认为，根据系统论观点，电力技术经济分析是研究电力技术、电力经济、社会、生态、文化（价值）构成系统的结构、功能及其规律的科学。这也是广义综观电力技术经济分析研究对象的基本理解，即在文化（价值）子系统参照系下，从电力技术先进性、电力经济合理性、社会公正性和生态适应性方面对电力技术经济问题进行分析与综合，评价与决策，从而选择综合效益尽可能满意的项目与方案的一门交叉边缘学科。

综合起来看，电力技术经济分析的研究对象可界定在三个层次。①电力工程项目层面的技术经济问题，即关于电力规划的经济问题。电力技术经济分析从电力系统的角度来说，主要研究电力生产的技术经济问题；从电力供求的角度来说，主要研究供给侧的技术经济问题；从电力建设的角度来说，主要研究电力项目的经济分析评价问题。②电力产业层面的技术经济问题。电力技术经济分析不仅研究电力系统（生产、供给、项目或方案）的经济效益问题，而且还研究电力项目与电力产业、电力产业与其他产业的相互关系中所涉及的技术经济评价问题，以及电力产业与整个国民经济的相互关系中涉及的技术经济分析评价与可持续发展问题。③国家层面的技术经济分析问题。电力技术经济不仅研究电力产业与国计民生相互关系中涉及的技术经济分析评价问题，而且还从全球乃至宇宙角度来研究本国乃至世界电力生产供给、电力交易中所遇到的技术经济分析评价问题。例如，全国或跨国联网、宇宙发电、数字电力系统（DPS）、电力与大气污染、电力与温室效应等电力技术经济问题。

二、电力技术经济分析的具体内容

电力技术经济分析的具体内容是在技术、经济、社会、生态和文化相互协调发展的原则下，正确认识和处理电力技术和电力经济及其他方面的相互关系，寻求其客观发展规律、最佳配置规律及均衡协调规律。这些规律是电力技术经济系统运行机制和发展变化的反映，将它们总结、概括、提高，就成为电力技术经济分析的理论、原理与方法。因此，电力技术经济分析的具体内容如下：

（1）电力技术经济分析理论，包括基础理论和应用理论。

（2）电力技术经济分析方法，包括定性方法和定量方法、静态方法和动态方法、单目标方法和多目标方法等。

（3）电力技术经济分析理论与方法的具体应用。电力技术经济分析横向包括电力部门（产业）及其与其他部门或地区的工业、农业、交通运输业、建筑业、商业、外贸、旅游服务业、环保卫生、中介服务业等关系中的技术经济问题，纵向包括电力生产建设项目的试验研究、勘察考察、规划设计、建设施工、生产运行、使用维修、销售服务等。除此之外，电力技术经济分析从电力系统组成环节来说，要研究发电、输配电、供电和用电环节所涉及的技术经济问题；从电力技术特点来说，要研究电力技术改造、电力技术引进、电力技术创新

的经济问题；从电力项目投资建设来说，要研究电力项目评价与投资效益分析问题；从可持续发展和人本思想来说，要研究资源稀缺、人性自利和制度安排三者协同互动互补过程中的技术经济综合评价问题。

第三节 电力技术经济分析的可比原理

在电力技术经济的研究中，除了要对单个技术方案本身的经济效果进行评价外，更重要的是对多个技术方案的经济效果进行比较和评价，从而选择最优方案。在多方案的比较、评价中，必须建立共同的比较基础、比较标准和评价条件。因此，比较是技术方案优选的前提，研究技术方案的经济效果必须运用技术经济比较原理。

技术经济比较原理包括满足需要的可比原理、总消耗费用的可比原理、价格指标的可比原理和时间因素的可比原理。

一、满足需要的可比原理

满足需要的可比，是指相比较的各个技术方案的产出都能满足同样的社会需要，并且这些技术方案能够相互替代。

任何技术方案都是根据项目预定的目标功能或需要制定的，由于不同的技术方案实现预期目标功能的途径和方法不同，其经济效果也各不相同。进行技术方案的比较时，要求相比较的技术方案必须满足相同的社会需求，否则就不能直接比较。技术方案通常是以产品的产量、品种和质量来满足社会需要的，因此，为满足需要的可比，应从产量、质量和品种三个方面进行可比性分析。

1. 产量可比

这里所说的产量，是指实际的产出量（也称之为净功率）。例如水力发电与火力发电两方案相比较。假定社会需要装机容量 10 万 kW、年发电量 4 亿 kW·h，能否将同时满足上述条件的水电站建设方案与火电站建设方案相比较呢？答案是否定的。虽然表面上看两个方案都具备相同的装机容量和发电量，似乎可以满足同一需要，其实不然。水电站和火电站都需要一部分自用电量，此外为保证正常运转，还需要一定的事故用电、抢修用电和负荷备用。因此，在扣除上述用电量后，两个方案都不能满足社会需要的 4 亿 kW·h 年发电量。由于两种电站的自用电量不同，最后为社会实际提供的发电量也并不相同。根据统计，两种电站的自用电量如表 1-1 所示。

由表 1-1 可知，只有当水电站实际装机容量为 11.25 万 kW 和年发电量为 4.5 亿 kW·h，火电站实际装机容量为 12.6 万 kW 和年发电量为 5.06 亿 kW·h 时，两个方案才能满足社会需要的 4 亿 kW·h 发电量。因此，这里的产量应该指净功率。

表 1-1 水电站与火电站自用电力统计

方案	各种用电量占发电量比例					社会需要 发电量 (kW·h)	方案实际应发电量	
	自用电	事故用电	抢修用电	负荷备用	合计		装机容量 (kW)	发电量 (kW·h)
水电站	0.1%~0.2%	7%	2%	2%	11.1%~11.2%	4 亿	11.25 万	4.5 亿
火电站	6%~8%	10%	3%	2%	21%~23%	4 亿	12.6 万	5.06 亿

2. 质量可比

所谓质量可比,是指不同项目或技术方案的产品质量相同时,直接比较各项相关指标;质量不同时,则需经过修正计算后才能比较。在实际应用中,由于有些产品的质量很难用数字准确地衡量,即所谓的“软指标”,而有些项目或技术方案因产品质量不同,会产生较大差异的不同社会需求,这样在进行比较时就要进行修正或折算。例如,从北京运输一批货物到广州,通过铁路运输或空运其结果是相同的,即都能将货物安全运抵目的地,但运输过程却不相同。空运快捷、中间环节少、安全稳妥、费用较高;铁路运输所需时间长、中间环节多、出现意外的可能性大,但费用低廉。对于不同的用户,因其需求不同,所选方案就不同。再如,有两个电视机厂建设方案,其中一个生产黑白电视机,另一个生产彩色电视机,二者产品质量不同,产品使用价值也不同。假设1台彩色电视机相当于3台黑白电视机的使用价值,在进行技术经济比较分析时,通常将生产1台彩色电视机方案与生产3台黑白电视机方案的相关指标进行比较;而对诸如美观、舒适、方便、清洁等难以量化的质量功能指标,在分析时可采用评分法进行比较。

3. 品种可比

如果两个方案相比,甲方案生产A、B、C三种产品以满足社会需要,乙方案只生产A、B两种产品,那么在满足需要上,甲、乙两方案就不具备可比条件。若要两个方案可比,则必须将乙方案扩建成能生产A、B、C三种产品的方案,或者再建一个生产C产品的丙方案,然后将甲方案与乙、丙两个方案相关指标之和进行比较。因为在品种上,乙、丙两个方案共同满足甲方案能够为社会提供的同一需要。

4. 综合效益可比

有些技术方案属于综合利用方案,可以满足多方面的需要,在比较时要特别注意。如建筑水电站大坝不仅可以用于发电,同时还能满足防洪、灌溉、运输等多方面的需要。因此,在评价水电建设方案时,只应计算属于水力发电那一部分的投资,即分摊建筑大坝全部投资的一部分。又如发电厂方案比较时,若在煤矿坑口建造电厂,然后用高压线路送电到城市,高压线路只能送电而无其他用途;若将电厂建在城市,那么把煤运到城市所建的铁路,除了满足运煤需要外,还可以运送其他物资和旅客。在这种情况下,两个方案的比较同样必须建立在同一个基础上,假如该铁路的年运输量为3 000万t,而在城市建造电厂所需的年运煤量只为1 000万t,则运煤方案分摊的铁路投资应为铁路总投资的1/3。只有在相同的基础上进行方案比较,得出的结论才是科学的、正确的。

二、总消耗费用的可比原理

任何技术方案在实现过程中和使用过程中都要消耗一定的人力、物力和财力,也就是必须耗费一定的物化劳动和活劳动。为了正确地比较各技术方案的经济效果,对各技术方案所消耗的劳动或费用必须从系统的观点进行综合考虑,也就是从技术方案的全部消耗费用出发来考虑,而不能仅考虑个别国民经济部门、个别环节或个别部分的消耗费用。要使这种比较成为可能,各技术方案应采用相同的计算原则和方法,且考虑的内容应一致。通常在确定技术方案消耗费用的计算原则和方法时,具体应考虑两个方面。

1. 总成本的可比性

总成本又称寿命周期成本。寿命周期是指工程项目或产品从构思设想、研究试制、生产流通,到使用寿命终了报废为止的全部延续时间。寿命周期成本包括制造成本和使用成本。

对比方案在计算和比较消耗费用时,既要包括制造成本,又要包括使用成本,即计算和比较总成本。以建设相同规模的水电站或火电站为例进行比较。建设水电站,建筑安装工程量大,占用土地资源多,输电距离长,输配电建设投资多,建设周期长,每一千瓦装机容量的基本建设投资额大,制造成本高。但是其使用成本低,因为水力发电不需要消耗燃料,利用天然存在和再生的水资源发电,运行管理简单,生产运行和维修费用低,使用过程中的成本低。而建设火电站,虽然基本建设投资相对较少,制造成本低,但是使用成本高。因为火力发电需要消耗大量的煤炭或石油等燃料,运行管理复杂,生产运行和维修费用高,使用过程中的成本高。因此在火电站与水电站建设方案的比较中,为了满足消耗费用的可比,必须在火电站方案中把开采煤或石油的费用包括进去。评价技术方案的经济效果时,既要考虑建设和制造过程中的费用,又要考虑生产和使用过程中的费用,即全面考察项目整个寿命周期的总成本,这样才能保持方案之间的可比性。

2. 相关费用的可比性

国民经济是一个有机的整体,各部门、各地区、各企业在投入产出方面存在着相互协作、相互依存、相互制约的极为密切的关系。相关费用,是指一个技术方案的实施必然引起的与之有关的其他各部门、各单位的建设和生产费用的变动。例如,建设一个大中型钢铁厂,必将导致与之有关的机械制造、采矿、燃料、电力、水利、铁路、公路、环保以及市政建设等部门、单位的相应变动和配合所引起的生产和建设费用的变动。比较技术方案的消耗费用,不仅要计算和考虑方案本身的建设和生产费用,而且还要计算和考虑相关的建设和生产费用,以保持相关费用的可比性。据统计,建设一个大中型钢铁厂,相关建设费用约占钢铁厂本身建设费用的1/3以上。显然,计算和比较方案的消耗费用时,必须计算和比较相关的费用。

三、价格指标的可比原理

价格是价值的货币表现,评价技术方案的经济效果,离不开价格指标。因为不论是劳动消耗方面,还是产生的有用效果方面,都只有从价值形态上才能加以综合,并通过价格加以反映。不同技术方案进行比较时,应研究相应的价格是否合理。这就是价格的可比条件。

价格的可比性,是指在计算各个对比方案的技术经济效益时,必须采用合理的、一致的价格。合理的价格就是价格能够较真实地反映产品的价值和供求关系;一致的价格就是相对比方案所采用的是统一的价格,计算时价格的口径范围和时间都是一致的。一般来说,当产品的价格和价值一致时,可采用现行价格计算;当产品价格不能正确反映价值时,可依据相对稳定时期内的不变价格来计算。对于远期技术方案的比较,应考虑到技术进步及劳动生产率的不断提高使产品成本不断下降的趋势,采用远景价格;不同时期的技术方案相比较,应采用价格指数的办法将过去价格折算成现行价格进行比较。进行企业经济评价时,一般采用现实市场价格;进行国民经济评价时,一般采用影子价格。影子价格又称最优计划价格,它不是市场上形成的交换价格,而是在社会经济处于最优状态时,能够反映社会劳动的消耗、资源的稀缺程度和对最终产品需求情况的价格。例如,当电力紧张时,一旦增加供电量,就可以提高产量,每增加一个单位的供电量所引起的国民经济净产值的增量,就是电力的影子价格。影子价格不直接表示为商品的价格,而只表示某一资源合理利用所达到的水平。

四、时间因素的可比原理

技术方案的经济效果,除了数量的概念以外,还具有时间的概念。例如,两个技术方案的产品产量、投资、成本完全相同,但时间上有差别,其中一个投产较早,而另一个投产较

晚；或者一个投资早，另一个投资晚；或者一个方案的使用寿命长，另一个方案的使用寿命短。在这种情况下，这两个方案的经济效果是不同的，不能简单地进行比较。必须考虑时间因素的影响，计算资金的时间价值。

通常包括两个方面的可比性：

(1) 各个方案的计算期或研究期要相同。对不同的技术方案进行经济评价时，必须采用相同的计算期或研究期作为比较的基础。当技术方案的寿命期不等时，可用最小公倍数法或研究期法进行处理。最小公倍数法是取各技术方案寿命期的最小公倍数作为共同的计算期，假定每个技术方案在这一共同计算期内重复实施，然后对各个技术方案进行比较和评价。研究期法是考察技术方案在某一研究期内的经济效益。一般选寿命期短的技术方案作为共同的研究期，只比较研究期的年均收益，以判定各技术方案的相对优劣。如水、火电厂方案比较，按规定服务年限水电方案为 50 年，而火电方案为 25 年，这样为使总经济效果可比，就必须考虑火电方案在第一个电厂服务期结束时，再投入一个同样规模的火电厂，使水、火电厂方案的计算期一致，然后再进行比较。

(2) 要考虑资金的时间价值。各种技术方案由于受到技术经济等多种条件的限制，在投入人力、物力、财力以及发挥效益的时间方面常常有所差别。因此，在技术方案评价时，不仅要考虑收益与费用的大小，而且要考虑其发生的时间。技术方案在不同时点上发生的收益和费用不能简单地直接相加，必须考虑资金的时间价值，动态地计算各技术方案的经济效果。通常采用的方法是将不同时间所发生的收益和费用，按照资金等值原理换算到同一时间后进行计算比较。

第四节 电力技术经济分析的一般程序

电力技术经济分析主要是对各种可行的技术方案进行综合分析、计算、比较和评价，全面衡量方案的经济效果，在评价经济效果的基础上，做出最佳选择，为决策提供科学依据。通常电力技术经济分析的一般程序如图 1-1 所示。

一、确定方案的目标功能

电力技术经济分析的目的在于比较各种可行的技术方案之间的优劣，要比较就需要有共同的目标。所谓方案的目标功能就是指方案最终要实现的功能。例如，如果某地区的电力需求缺口是 100 万 $\text{kW} \cdot \text{h}$ ，则方案的目标功能就是满足 100 万 $\text{kW} \cdot \text{h}$ 的电力需求，为此可以在明确方案目标功能的基础上，确定建设水电站、火电厂，或建设输电线路送电等具体方案。确定方案的目标功能是技术经济分析中非常重要的一个环节，如果目标功能错误，就会导致建设的失败，造成投资的损失。

二、调查研究收集资料

方案的目标功能确定后，就要围绕方案的目标功能进行调查研究，收集相关资料，并对资料进行分析和预测，明确是否具有实现目标所需的资源、技术、经济和信息等条件。这是电力技术经济分析的一项基础性工作，必须给予高度的重视，因为资料是分析的基础，资料正确与否，直接影响分析的质量，进而影响电力技术经济分析的效果。

三、提出备选方案

随着技术的不断进步，对于实现同一目标功能，可以提出很多具体方案。例如，为了解

决能源问题可以建火电厂、核电厂或水电站，而建核电站就有许多方案，如采用重水堆、轻水堆，等等。寻求各种备选方案，实际上是一项创新活动。为了提出满足目标功能的多种可行方案，决策者必须进行创新。在提出备选方案的过程中，要尽可能多地列出满足目标功能的所有可能的方案，以便比较选择，并从中选优。

四、拟定技术经济评价指标

根据目标功能的内容和所拟定的各种备选方案确定电力技术经济分析的评价指标，这是进行方案评价的依据。同时，由于各种备选方案的评价指标和参数不同，还必须将各种备选方案的评价指标等同化，即将不能直接比较的数量指标、质量指标等尽可能转化为统一的可比指标，使方案在使用价值上等同化。

五、方案评价

方案评价分为定性分析和定量评价。定性分析是指从国民经济整体利益并兼顾企业利益的角度出发，分析各方案的利弊得失，剔除一些显然不合格的方案。定量评价是指采用一定的定量计算，根据所拟定的技术经济分析评价指标进行评价，通过方案评价，淘汰不可行方案，保留可行方案。

六、优选方案

根据方案评价的结果，选出能够达到目标功能、技术上先进、经济上合理的最佳方案。这是电力技术经济分析的最终目的。但是，在优选方案时，也会出现方案都不能满足目标功能的情况，这说明目标定得不合理，或者是备选方案没有涵盖最佳方案。此时，必须重新确定目标或者重新制定备选方案，以完成项目决策任务。

七、完善方案

在可能的条件下，应进一步对确定的最优方案进行完善，使方案更利于实现，并具有更好的经济效益。

运用技术经济分析的基本理论和方法，必须树立系统观念和动态观念。所有的技术方案，包括技术路线、技术政策、技术措施等都不是孤立存在的，它们是整个社会的技术经济系统的有机组成部分。在经济决策中，追求的不仅有子系统、小系统的目标，还有整个大系统的目标。如长江三峡工程的论证与决策，不仅有大坝与发电的技术问题，以及发电本身的效益问题，还有三峡工程建设所带来的综合效果问题。比如水库的水位问题，它关系到工程规模、移民数量、淹没损失、库区的上下游和库区本身的开发。水库的水位越高，可能给项目建成后带来的经济效果越大，但是淹没损失也将成倍增加。因此，三峡工程必须与国民经济联系在一起论证、决策。动态的观念是用发展的眼光去建立方案、评价方案。方案所处的环境是变化的，因此要用发展的眼光预测未来的效果。技术经济评价是事前评价，各种参数在将来的实施过程中必定会发生各种变化。项目越大，周期越长，变动的可能性也越大。如果没有一套正确的预测方法和恰当的指标设置，事前的评价与实施后的效果会有很大的出

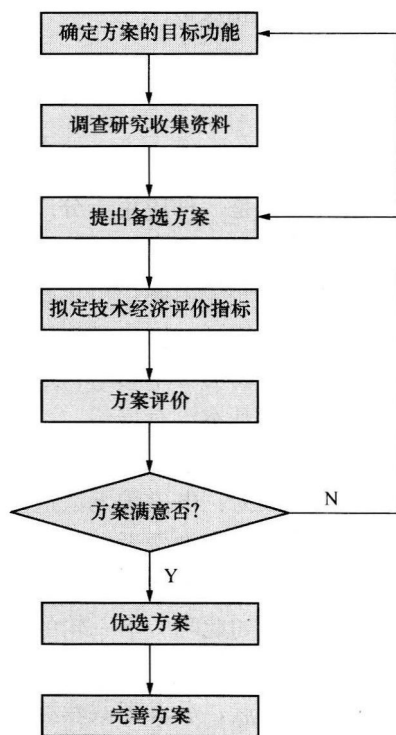


图 1-1 电力技术经济分析的程序图

人,甚至完全相反。



课后案例

电磁灶给燃气灶带来的挑战

电磁加热是一种应用十分广泛的技术。近年来电磁加热技术较多应用在民用产品上,其中电磁炉作为最重要的电磁加热技术产品,经过几年的快速发展,大量地走进了居民家庭。

目前全国一年电磁炉市场超过 200 亿元,销售总量约 8 000 万台,超过了同期燃气灶的总销量。近 5 年来,国内销售的电磁炉累计 1 亿多台,城镇居民每百户的拥有量接近了一半,电磁炉市场的年平均增长速度约为百分之百,即每年增长一倍。相反的是,燃气灶产品的市场近三年基本没有增长。

今天,当电磁炉庞大的销量、极高的增长速度、广泛的普及率成为现实时,烟灶业内的多数人士却认为:电磁炉无法适应中国传统烹饪的需要,产品固有的先天不足使其只能成为燃气灶的配角,在消费者的厨房里不会成气候。电磁炉在家庭中的使用率不是很低吗?燃气灶在厨房中的主角地位不可动摇,我们没有必要杞人忧天……

未来果真如此吗?下一轮的挑战真的没有那么严峻吗?非也!

电磁炉从大的品类上划分,有单头电磁炉和多头电磁灶两种。前者以功率小、价格低、移动性强为特点,后者则截然相反。

普通单头平底低功率电磁炉使用最为广泛,目前占市场总额的 98% 以上。对于消费者来说,它的使用价值是很有局限性的,如使用平底锅炒菜,人们不习惯;炒菜功率小,人口多的家庭不适应;电能质量不稳定,产品损坏率、返修率很高;绝大多数低价的电磁炉所配备的锅具材质差、锅体薄,不能最大地发挥电磁炉的效能;电磁辐射、电磁兼容问题目前还较为严重,没有引起人们的高度重视;性能技术标准还在修订研究中,整体产品质量和技术水平还不高。由于产品存在上述局限,目前普通电磁炉在家庭中的确还只是作为厨房中的配角,多用于烧水、煮粥、吃火锅,使用频度还不高。

然而,电磁炉的上述局限性正在逐渐突破,电磁灶的出现将彻底改变这一现状,市场的拉动、技术的发展与进步将会使普通电磁炉的局限性得到根本性的改变。这种挑战来自产品技术的进步、消费习惯的改变、市场成本的变化、能源供应的价格、环保与健康的要求,是综合的、长远的,未来电磁灶对燃气灶乃至吸油烟机的挑战形势绝不容轻视。

电磁炉作为电子产品,技术进步非常迅速。十几年前电磁炉的最大功率只能做到 1 600W,那时 IGBT(大功率管)还没有成熟。随着 IGBT 技术的发展,今天的电磁炉功率已经可以做到 3 000~5 000W,有些商用产品甚至可以做到 6 000W,完全可以满足民用和商用炒菜的需要,功率障碍已经突破。另外,适应于国人烹饪习惯的凹底锅式电磁炉技术也已经成熟,平凹两用电磁灶在市场上非常常见。与电磁炉配套良好可以有效发挥电磁炉功效的优质锅具越来越多,“不便于炒中国菜”的问题在技术方面实际上已经获得较为圆满的解决。

一个产品的价值和优势体现在安全性、耐用性、节能性、时尚性、便捷性、环保性等几个方面。在这些要素上,电磁炉的优势都比较明显。而且,随着新技术、新标准的出现,还将进一步拉大电磁炉与燃气灶的性能差距。

首先,从外观上来看,外形美观已成为电磁炉的一大明显优势。2005年出现的单头炉黑色微晶玻璃面板产品,被业内称为“黑旋风”,它给市场带来了一波购买高潮。相比于燃气灶,更讲究质地的考究与色彩的变幻,而且触摸屏、旋钮技术的进步,使得电磁炉同燃气灶相比形成了明显的不同,消费者的接受程度更高。

其次,在控制技术上电磁炉比燃气灶也更优越。由于电磁炉核心技术为电子技术,功率、火候、时间、显示、器具的测试和控制更为容易,其安全性、自动化、傻瓜化更容易实现,近年来出现的“一键通”产品就是证明。未来,“自动测温控温”、“带菜谱”、“网络式”电磁炉都将出现。更值得期待的是,目前电磁炉行业已经有企业在研发低温烹炒控制技术,这种技术将使电磁炉在环保性能方面更上一层楼,可以满足消费者对健康饮食的需求。营养专家研究后认为,国人现有的烹饪炒菜油温太高,当炒菜温度控制在 $160\sim 195^{\circ}\text{C}$ 时,不仅节约能源,减少大量的有害油烟,还能很好地保持蔬菜的营养和鲜艳的色泽。过去控温技术的难点在于对锅具的测温,现在对专用锅具的测温技术已经获得突破。测温控温技术和无烟灶性能的提升不仅对燃气灶形成威胁,也会对现有吸油烟机技术提出挑战。厨房环保、健康烹饪是今后不可阻挡的世界消费潮流。

最后,在新一轮挑战中更大的挑战来自于电磁灶技术的全面进步。电磁灶按照灶头多少划分为双灶、三灶、四灶;按照加热形式划分有纯电磁加热式和电磁加热、红外辐射组合式两种,后者可以加热玻璃锅、陶瓷锅;按照可移动性与否分为嵌入式和非嵌入式,嵌入式适应了日益增长的民用精装修一体化住宅和商用建筑的需要,甚至可以满足火车、游船等现代交通工具上流动烹饪的需要。大功率电磁灶完全可以替代现有燃气灶,与优良专用锅具的配合可以全面实现传统烹饪中煎炒烹炸的基本要求。

另外,电磁炉和电磁灶对燃气灶的挑战还来自于能源形势。在民用领域,我国电力能源的普及程度远远高于天然气、液化石油气。特别是在三、四级市场,在县、镇、乡,电力的普及程度更好于气源,燃气在很多区域还难以推广。而且,在一些电力发达的地区,如云南,为保护环境鼓励农村使用电炊具且给予实质性的奖励。因此我们看到,价格在200元左右的单头电磁炉从2006年开始向三级市场大规模渗透,这种局面将直接阻碍燃气灶向三四级市场的延伸普及,即便燃气管道到达县、乡、镇,也会因为电磁炉的先入为主而遭遇困境。

就能源价格趋势而言,虽然电力和燃气的价格都在走高,但燃气价格上涨幅度将会高于电力。电力属于二次能源,它来源于煤炭、水力、燃油、燃气、太阳能、核能多种一次能源,其中一部分是可再生的能源,并且供给电力的一次能源相互之间具有可替代性。正是因为它的电力能源的来源具有多样性和可以相互替代性,其成本就会相对稳定,价格上涨的幅度就会小于天然气。以北京民用能源为例,2000年,天然气价格为 $1.65\text{元}/\text{m}^3$,2006年为 $1.9\text{元}/\text{m}^3$,上涨了20%;而2000年的用电价格为 $0.44\text{元}/(\text{kW}\cdot\text{h})$,2006年为 $0.49\text{元}/(\text{kW}\cdot\text{h})$,只上涨了14%。这组数字表明,天然气价格的涨势要比电力价格涨势更高,居民使用电器将更加经济。

电磁灶在节能方面相对传统灶具拥有巨大的经济效益和社会效益优势。如果将现在使用的煤气灶和柴油灶换成电磁灶的话,一台灶具每年就可以节省数万元费用。这对于餐饮业来说,将在成本方面节省巨大开支。一般餐饮企业的燃料成本大约占菜品营业额的6%~8%;而电磁灶电费成本约为菜品营业额的2%~3%。除了减少燃料支出和水费这样的直接成本