



能源系统决策

决策科学丛书

顾培亮 编著
贵州人民出版社

本书受贵州省科技图书出版基金委员会资助

封面设计 邵 新
技术编辑 欣 宇

《决策科学》丛书
能源系统决策
顾培亮 编著

贵州人民出版社出版发行
(贵阳市延安中路9号)

贵州新华印刷厂印刷 贵州省新华书店经销
787×1092毫米 32开 8.875印张 181千字 4插页
1989年4月第1版 1989年4月第1次印刷
印数: 1—2000册

ISBN 7-221-00961-9/Z·20 定价: 3.10元

《决策科学》丛书总序

我国第一套《决策科学》丛书，经过两年多的努力，今天终于同读者见面了。

她是我国自然科学和社会科学相结合，自然科学各学科间相结合的产物，也是我国学者系统、全面论述决策科学的首次尝试。

决策科学在我国的兴起，不是一种偶然现象，而带有历史的必然性，带有鲜明的时代特征。它是我们党和政府在决策工作中总结正反两方面经验、坚持实事求是的思想路线的产物，也是适应新时期开放与改革形势下经济社会发展的紧迫需要的产物，又是当代科学技术高度发展的产物。在我国，由于几千年封建社会和小生产经济的影响，由于科学文化教育的落后，由于法制不健全，以及干部素质、民主作风方面存在的问题，我们的决策制度和

决策程序至今不够严格也不够健全，我们还没有完善的决策支持系统、咨询系统、评价系统、监督系统和反馈系统，决策的科学性无从检验，决策的失误难以受到及时有效的监督。

在国外，特别是在发达国家，决策科学研究已达到相当高的水平，但由于我国国情与之不同，经济体制、管理体制也与之各异，因此，我们在借鉴国外决策科学理论与方法的同时，必须结合我国的实际，建立起中国的决策科学体系。

有感于此，在贵州决策科学研究会的倡议、组织下，在中国系统工程学会、中国科学院科技政策与管理科学研究所、西安交通大学、上海交通大学、中国人民大学、天津大学、华中工学院、大连工学院、天津财经学院、南京审计学院等有关单位的许多专家、学术界前辈的热情支持下，我们编辑了这套《决策科学》丛书。

《决策科学》丛书，理论性与应用性并重，学术性与普及性兼顾，在选题上，不求全，但求新，并尽量系统地向广大读者介绍现代的科学决策观，现代的科学决策体制，科学的决策理论、方法和技术；丛书面向实践，面向我国亟须解决的决策问题。

《决策科学》丛书，荟萃了国内近些年来在决

策科学领域中卓有成效的专家、学者，他们中有学术界的前辈，也有学术界的后起之秀，从而在一定程度上体现了该学科领域目前在我国的研究水平和应用成果。

《决策科学》丛书，凝聚着我们的心血和期望。尽管如此，由于决策科学在我国还很不成熟，还有大片待开垦的处女地，因此，无论在选题、编写等方面，丛书都会存在着许多不足之处，但我们希望读者关心她、批评她、帮助她。

如果丛书能为建立中国的决策科学体系，能为促进我国的决策民主化和科学化尽一点绵薄之力，我们将感到无限欣慰。

《决策科学》丛书编委会

1987年9月

序

能源是人类生存和发展的重要资源之一，但人类对于这一重要资源的重要性的认识程度只有近十多年才达到目前这种深度。一百多年之前，人们只知道人类的进步与发展必须依靠能源，就象人们多少年来对于水和空气的重要性的认识一样：人要生存缺水和空气不行。但从来没有想过，一旦世界上无水和空气将怎样。现在，已有这种紧迫感了。人们深刻地认识到，如果不小心谨慎地使用能源和积极地研究新能源，有朝一日世界能源就会枯竭，而且，由于长期来能源使用不当，已使环境恶化，生态平衡遭到破坏，人类将无法再在那样恶劣的环境下生存下去。

产生这种紧迫感就迫使人们去寻求科学地使用能源和研究开发新能源的方法和政策。这就形成了整个能源系统工程的研究范围——从全球和全国的总形势去研究能源系统的各种问题：在全球、全国，或地区、部门、企业范围内对能源的需求作预测；在全球和全国范围内对能源的供应作预测；并在供需两种预测的基础上，以经济发展的形势为参数作能源生产的规划；分析和评价一个国家或地区

的能源资源，并制订能源开发计划；研究节能问题，为一个国家、省市或企业作出节能规划，分析节能投资，制订节能政策和方案；研究能源和环境污染问题，并在此基础上制订环保政策和法规；研究新能源的发展政策；等等。

“能源系统决策”就是这样一本引导人们如何去寻找科学地使用能源和研究开发新能源的方法和政策的书。能源部门和能源有关部门的管理工作者、研究人员和教学人员都可从本书得到许多东西。

顾培亮教授在能源和资源系统工程方面工作了十多年，是天津大学系统工程研究所能源系统工程科学研究的创始人之一，是好几个国家级、部委级和省市级科技进步奖的得奖人，最近，被国家科委、计委、经委联合表扬为国家十二个重要领域技术政策研究中作出重要贡献的科学家。以他多年理论研究和实践工作的丰硕成果的经验写出这本书，是具有很高水平的。我很高兴向读者们推荐这本书。

刘 豹

于天津大学

1988年9月

前 言

近二十年来，作为社会发展的重要物质基础的能源问题已成为世界各国所共同关注的重大问题之一。能源问题不仅涉及能源系统本身，而且与社会、经济、环境和科技等系统有着密切的联系。对所研究的能源系统一旦选择了某个决策及其有关政策和措施，就将对国际和国内社会带来一定的影响。

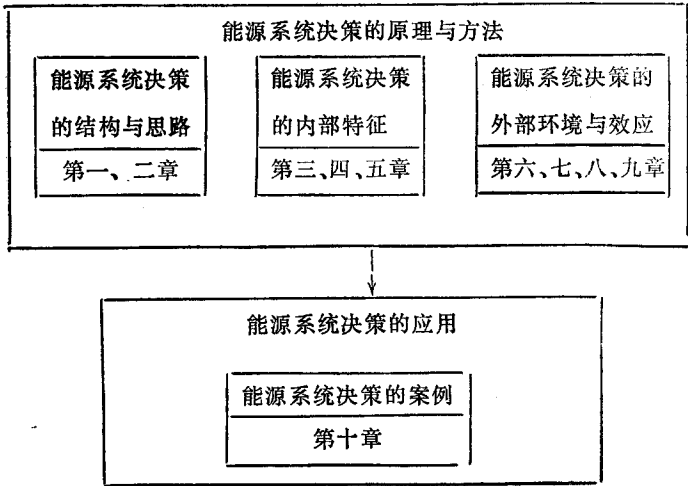
所谓能源系统管理，从计量学派观点来讲，可以理解为是对能源系统的决策和实施两项工作交替进行的一种作业活动。决策是对实施工作作出事先规定和限制，在进行具体实施工作（或称为执行活动）时，就需要耗费资源，就会产生社会效应。所以能源系统管理效果的好坏，首先将取决于能源系统决策的优劣以及尔后的实施工作组织的严密与正确程度。

能源系统决策是涉及到大量复杂因素和变量的一项战略和政策性工作，是现代系统分析及一系列定量计算方法与传统的制定能源政策的过程相结合的科学。本书是根据天津大学系统工程研究所近年来的科研成果以及天津能源培训中心的“能源系统工程”课程讲义初稿，并在参阅国

内外有关文献和科研成果的基础上写成的。

本书共分十章，第一章引言部分概括介绍了能源系统决策的研究内容及有关概念。第二章重点介绍了能源系统决策在国民经济中的地位 and 国内外简况以及决策思路。第三章介绍各种能源需求系统分析的方法。第四章介绍各种能源供应系统分析的方法。第五章剖析因能源生产而带来的能源资源耗竭的时间和经济行为。第六章介绍节能的战略意义和潜力分析。第七章是论述能源系统的投资决策与国民经济增长的关系。第八章扼要介绍能源利用与环境保护的内容。第九章对未来可能应用的新能源和能源科技发展作一简介。第十章列举四个不同类型和规模的能源系统决策分析案例，作为能源系统决策原理与方法的应用说明。

上述十章内容的相互关系，可以大致表述如下。



本书作者虽竭力希望能从理论与应用相结合的基础上，把能源系统决策的基本原理与方法用通俗的方式来表述，以便于具有大专或高中文化基础的读者，尤其是能源系统的各级管理和科技人员易于理解和有所裨益。但由于作者水平有限，书中难免有不妥甚至错误之处，请读者和各方面专家指正，将不胜感激。

特别需要感谢的是，本书内容在研究和编写过程中，始终得到天津大学管理学院院长刘豹教授的支持与指导。

书中有关引用的内容，在参考文献或附注中都有说明，在此对有关专家和同志表示衷心的感谢。

顾培亮

1988年7月于天津大学

目 录

序

前言

第一章 引言..... (1)

§1 概论..... (1)

§2 什么是能源系统决策..... (6)

§3 能源系统决策研究的内容..... (8)

§4 能源系统决策研究的工具..... (10)

§5 能源系统基本名词概念..... (11)

第二章 能源系统决策的特点..... (14)

§1 能源系统在国民经济中的地位..... (15)

§2 能源系统模型的国内外情况..... (19)

§3 能源系统建模及决策思路..... (30)

第三章 能源需求系统的预测..... (40)

§1 能源需求预测的重要性..... (41)

§2 能源需求预测方法..... (55)

§3 能源需求预测方法评述..... (74)

§4 能源需求系统预测举例..... (77)

• 1 •

第四章 能源供应系统的预测与规划	(87)
§1 能源供应系统的特点	(88)
§2 能源供应预测方法	(92)
§3 能源供应预测方法评述	(105)
§4 能源供应系统预测与规划举例	(106)
第五章 能源资源系统分析	(118)
§1 我国能源资源及其评价	(119)
§2 常规能源资源开发的耗竭时间分析	(126)
§3 常规能源资源开发的能量分析	(132)
§4 常规能源资源开发的经济分析	(135)
第六章 节能分析与决策	(141)
§1 节能的概念	(142)
§2 节能的战略地位	(147)
§3 节能的潜力及其途径	(151)
§4 节能投资分析	(159)
§5 节能规划与措施	(169)
第七章 能源生产系统的投资决策	(180)
§1 能源供应构思系统的投资分析	(182)
§2 能源经济模型的投资分析	(183)
§3 能源投资与经济增长关系的系统分析	(188)
第八章 能源与环境	(196)
§1 与能源利用有关的环境问题	(198)
§2 能源利用系统中的环境立法和规定	(202)

第九章 新能源和能源科技	(208)
§1 新能源的开发利用	(208)
§2 新能源的研究与开发费用	(215)
§3 新的能量转换技术	(217)
§4 能源利用技术的研究与开发费用	(219)
第十章 案例分析	(222)
§1 中长期国家级能源系统模型	(222)
§2 省级能源系统模型	(239)
§3 农村能源系统模型	(245)
§4 企业级节能系统模型	(248)
附录 A —— 与能源有关的常用法定计量单位	(255)
附录 B —— 能源单位换算表	(257)
附录 C —— 能源系统换算系数	(262)
参考文献	(263)

第 一 章

引 言

§1 概 论

能源问题举世瞩目，是世界各国社会经济发展的战略重点之一。因为它不但直接关系到经济的发展、人民生活改善，有时还影响到政治局势的变化。

从历史上看，能源与社会发展一直是紧密联系在一起。人类社会的发展已经经历了三个能源时期，即柴草时期、煤炭时期、石油时期。18世纪产业革命促成的工业大发展，逐步扩大了煤炭的利用，蒸汽机成为生产的主要动力，促进了工场工业的发展，社会劳动生产率有了极大的提高。19世纪中叶，煤炭取代木柴，逐渐占有主导地位。以后，石油资源的发现，开拓了能源利用的新时代。尤其是20世纪60年代，在美国，尔后是中东、北非等地区，相继发现了巨大的油田和气田，石油涌入国际市场，进入了消费领域。首先是在一些工业发达的国家，加快了由煤炭

向石油、天然气的转换速度，开始动摇了煤炭在半个多世纪以来作为能源主宰的地位。这是继柴草时期向煤炭时期转换后，能源结构演变的一个重要里程碑。对促进世界经济的繁荣和发展起了非常重要的作用。许多工业发达国家依靠石油和天然气，创造了人类历史上空前的物质财富。

1973年和1980年，发生了一场震撼世界的中东阿拉伯石油输出国的石油禁运和石油价格二次猛涨的所谓“能源危机”。能源结构演变又进入了另一个时期，它的主要特点是，由以石油为中心的能源消费，开始逐步向煤炭、核能以及发展太阳能等再生能源方向转变的趋势，以更好地适应人类下一个世纪对能源的需要。表1-1和图1-1为1925~1985年的实际能源消费的结构和未来能源结构的预测趋势^[1]。

国际应用系统分析研究所(IIASA)提供的世界能源替代过程图如图1-2所示^[2]。

因此世界能源会议提出了若干公众最关心的问题，具体来说有：

1. 未来世界能源需求情况的预测，如何采用多种多样的高度发达的技术来提高世界能源的供应量？

2. 未来能源系统的规划，应与社会、环境和资源保护紧密相联。

3. 能源系统受到众多的外部事件的影响，如何使制订的能源政策适应新的经济结构和外界的政治、经济等因素的冲击？

4. 如何改进各种分析和决策方法，提供更好的信息，为制订能源战略和政策服务？

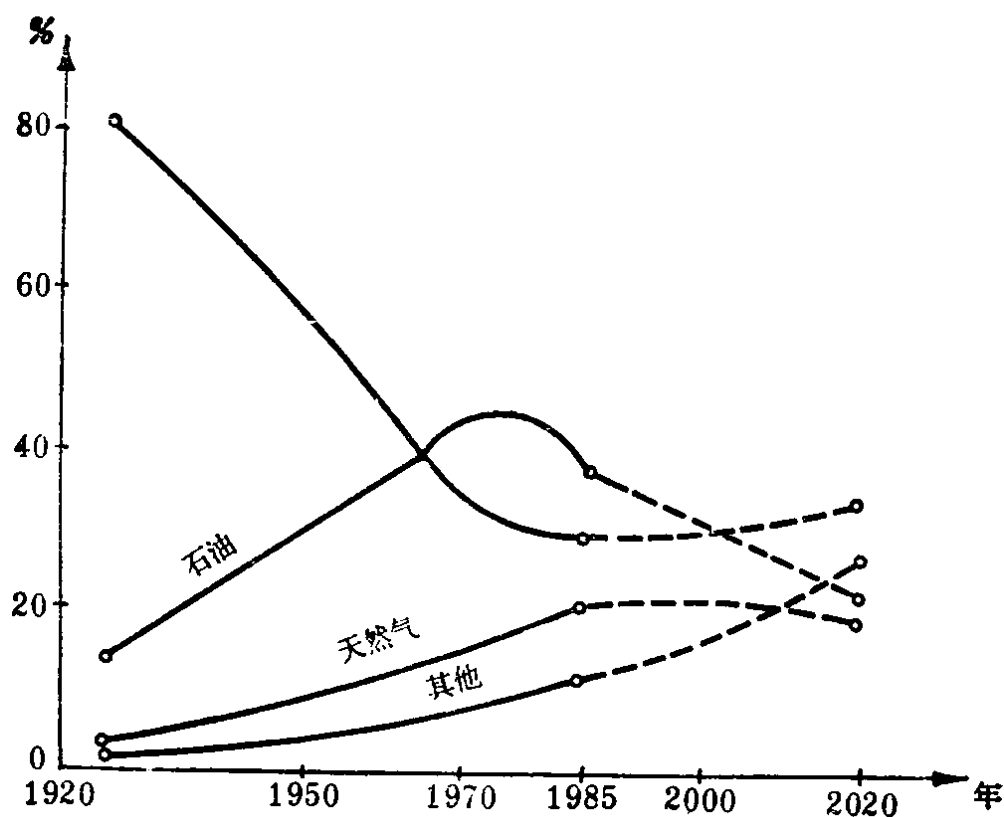


图1-1 世界一次能源结构转换过程

5. 能源资源的合理应用和能源投资的优化。

世界能源系统的问题，主要是能源资源的分配问题——社会的、政治的和经济上的问题；如何分配人力和财力，把它用在最需要的地方^[3]。

就我国来说，能源系统的战略决策和规划将具有更为重大的意义。我国是一个拥有十亿多人口的发展中国家，社会经济形态正处于由劳动密集向能源密集和技术密集过渡的时期。在相当长的时期内，要保持较高的经济增长率，能源和交通运输就必须有一个很大的发展；广大农村的农业现代化，也必须投入大量的能源。因此，能源需求将大幅度增长，这同发达国家是有所不同的。

表1-1 世界能源消费情况

1925年			1950年			1975年			1985年			2000年			2020年		
	Mtoe/天	占总数的百分比	Mtoe/天	占总数的百分比	Mtoe/天	占总数的百分比	Mtoe/天	占总数的百分比	Mtoe/天	占总数的百分比	Mtoe/天	占总数的百分比	Mtoe/天	占总数的百分比	Mtoe/天	占总数的百分比	
水电	68.35×10^3	2.4	273.4×10^3	5.4	956.9×10^3	5.8	1219.0×10^3	7.0	1613×10^3	6.4	2510×10^3	7.6					
核电	—	—	—	—	273.4×10^3	186	735.0×10^3	4.2	2689×10^3	8.2	4481×10^3	13.6					
天然气	68.35×10^3	2.4	410.1×10^3	8.1	2870.9×10^3	17.4	3585.2×10^3	20.4	5199×10^3	20.7	6274×10^3	19.0					
石油	410.1×10^3	14.3	1503.7×10^3	29.7	7655.2×10^3	46.3	6758.1×10^3	38.2	8246×10^3	32.9	6991×10^3	21.2					
煤及固体燃料	2323.9×10^3	80.9	2870.7×10^3	56.8	4784.5×10^3	28.9	5342.0×10^3	30.2	7529×10^3	30	10935×10^3	33.7					
新能源									448×10^3	1.8	1793×10^3	5.4					
总计	2870.7	100	5057.9×10^3	100	16540.7×10^3	100	17639.2×10^3	100	25100×10^3	100	22984×10^3	100					

注：单位Mtoe为吨油当量。