

高等学校教材

能源经济与管理

东南大学 顾念祖 刘雅琴 编著

7.2

中国电力出版社

高等学校教材

99
F407.2
8
2

能源经济与管理

东南大学 顾念祖 刘雅琴 编著

XAH/1/18

中国电力出版社

内 容 简 介

本书共分九章，主要内容包括：概论、技术经济分析基本原理、经济效果评价方法、能源建设方案的不确定性分析、能源合理有效利用的技术经济分析、节能的技术经济分析、能源规划的技术经济、能源平衡的技术经济和工程项目的可行性研究。

本教材的特点是经济与管理结合，理论与实践并重，节能与环保兼顾，反映了国内外近期的研究成果和有关规定。本书可作为热能与动力工程专业和有关专业学习能源经济与管理方面知识的教材，也可作为有关部门的领导、经济管理人员或技术工作者的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

能源经济与管理/顾念祖，刘雅琴编著·—北京：
中国电力出版社，1999

高等学校教材

ISBN 7-80125-842-8

I. 能… II. ①顾… ②刘… III. 能源经济-经济
管理-高等学校-教材 IV. F407.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 04223 号

中国电力出版社出版

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

三河市实验小学印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

1999 年 3 月第一版 1999 年 3 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 11.5 印张 256 千字

印数 0001—3000 册 定价 12.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换)

前 言

《能源经济与管理》是热能与动力工程类专业的一门必修的专业基础课。它将能源问题和经济问题结合起来研究,以寻求获得最大利益的途径,其目的和任务是使学生建立起能源技术经济的概念和有关的方法,并在管理中实施。

能源是人们赖以生存和进行生产的重要物质基础,生产能力的提高、人们生活质量的改善,都要求能源有相应的增长。能源问题已成为左右我国国民经济发展速度的关键因素之一,能源短缺,供求关系严重失调,就会突出地影响经济发展和人民生活水平的提高。因此,保持稳定的能源供应,不断提高能源消费水平,是现代化建设的重要条件。我国能源利用率低,产品单耗高,经济效益差,能源浪费严重,已成为当前能源供应紧张的原因之一。

国内外经济与社会发展的历史充分证明,能源和国民经济的发展存在着密切的关系,并有一定的规律性。能源的发展和建设,涉及到一系列重大问题——科学技术、经济管理、资金投入、对外合作等等。这些问题之间既互相结合,又互相制约。

能源经济与管理是适应能源可持续发展战略的需要,使经济建设与人口、资源、环境相协调,实现良性循环,而形成和建立起来的一门新兴学科,主要研究能源与经济相互关系的发展规律。它涉及的面较广,综合性较强,既有技术问题,又有经济问题,既有政策问题,又有管理问题。它是工业经济学的组成部分,属于社会科学领域。

能源经济与管理所研究的内容是多方面的,本教材的特点是经济与管理结合,理论与实践并重,节能与环保兼顾,以能源合理、有效利用,实现可持续发展贯穿全篇。管理工作穿插在各章中。

本书由南京理工大学动力工程学院宣益民教授主审。兄弟院校的同行们对本教材提出了许多宝贵的意见。在编写过程中,引用了有关书刊中的数据和图表,在此一并表示衷心的感谢。

本教材共分九章,第一、三、四、五、九章由顾念祖编写,第二、六、七、八章由刘雅琴编写。由于编者的经验与水平所限,疏漏与错误之处在所难免,热忱欢迎批评指正。

编 者

1998年8月21日

目 录

前言

第一章 概论	1
第一节 能源技术经济学的研究对象	1
第二节 能源与经济的关系	3
第三节 能源与环境的关系	6
第四节 能源与管理	11
习 题	13
第二章 技术经济分析基本概念	14
第一节 技术经济分析的基本要素	14
第二节 资金的时间价值及其等值计算	20
第三节 技术经济评价的可比条件	29
习 题	30
第三章 经济效果评价方法	32
第一节 投资回收期法	32
第二节 现值法	34
第三节 年值法	37
第四节 投资收益率法	38
第五节 差额分析法	40
第六节 评价指标的选择	43
习 题	49
第四章 能源建设方案的不确定性分析	52
第一节 盈亏平衡分析	52
第二节 敏感性分析	56
第三节 概率分析	62
习 题	64
第五章 能源合理有效利用的技术经济分析	66
第一节 能源的合理利用	66
第二节 热平衡和热效率	68
第三节 烟平衡和烟效率	70
第四节 总能系统分析	74
习 题	86
第六章 节能的技术经济分析	88
第一节 节能与节能潜力	88
第二节 节能量与节能率的计算	91

第三节	节能技术改造项目的技术经济评价	94
第四节	设备更新项目的技术经济评价	99
习 题	.....	107
第七章	能源规划的技术经济问题	109
第一节	能源规划的目的、原则和内容	109
第二节	能源系统规划模型及其优化	111
第三节	能源预测及其方法	121
习 题	.....	132
第八章	能源平衡的技术经济	134
第一节	能源平衡的基本概念	134
第二节	能源平衡表	135
第三节	能源系统能流网络图	143
第四节	能源投入产出分析	146
习 题	.....	153
第九章	工程项目的可行性研究	155
第一节	可行性研究的目的和作用	155
第二节	可行性研究的内容	156
第三节	可行性研究和编制阶段	156
第四节	生产规模的确定	159
第五节	建厂条件和厂址选择	162
习 题	.....	167
附录	.....	168
参考文献	.....	176

第一章 概 论

第一节 能源技术经济学的研究对象

能源技术经济学是技术经济学的一个重要分支。

一、技术经济学的研究对象

(一) 技术与经济的含义

“技术”一词有着多种含义，包括的内容比较广泛。从广义上理解，可认为技术是生产实践的产物，它既包括表现为物质形态的所谓硬技术，也包括表现为智能形态的所谓软技术。

技术是人们在认识和改造自然的生产实践中积累起来的知识、经验和技能，以及体现这些知识、经验和技能的生产工艺与作业程序、方法和相应的物质化的劳动资料。这三方面的内容密切结合并相互影响，某一方面的改进和发展，都会引起其他方面的改变和提高。

“经济”是个多义词，它具有下列含义：

- (1) 指社会经济制度或社会经济基础；
- (2) 指社会的经济活动，社会的生产和再生产过程；
- (3) 指国民经济的总和；
- (4) 含有节约、节省的意思。

上面这四种含义相互之间是不能截然分开的。我们经常是随着论述内容的不同，交替地使用“经济”一词来表达不同含义。而在技术经济研究中，较多的是在社会经济活动过程和节约、节省的概念上使用这个名词。

(二) 技术与经济的关系

技术和经济的关系是对立统一的辩证关系，它们是社会物质生产过程中密切联系、互不可缺的两个方面，两者之间存在着相互制约和相互促进的辩证关系。

(1) 经济发展的需要是技术进步的前提和动力，技术进步是促进经济发展的重要条件和手段。

任何一项新技术的产生和采用都是由于经济上的需要而引起的。经济是目的，技术是手段，经济发展的需要是推动技术进步的动力。如第一次技术革命出现在欧洲从封建主义向资本主义的过渡时期，蒸汽机的采用，为机器大工业的建立奠定了动力基础；又如现代社会经济活动的发展，引起了信息量的迅速增加。为了将社会的生产、交换、分配、消费等四个环节有机地联系在一起，节约活劳动和物化劳动消耗，并缩短时间和空间，从而加速社会再生产过程，同时使现代通信技术、各种数据处理系统和管理信息系统得到飞速的发展。可见，任何新技术的发明和采用，无一不是由于经济发展的需要而引起的。

与此同时，技术的进步，为人类利用和改造自然，为创造更多的物质财富和提高劳动效率，提供了有力的条件和手段。据统计：在过去近百年的时间内，全世界工业总产值增加了近 20 倍；20 世纪初，经济发达国家工业劳动生产率的提高，有 5%~20% 是靠技术进步取得的；而到 70 年代，这个比例已上升到 60%~80%。我国当前约占 25%~30%。由此可见，一个国家的经济建设发展必须依靠技术进步，在工业、农业、科研和国防中广泛采用先进技术。

(2) 技术和经济之间也存在着相互制约和时有矛盾的情况。

某种技术的采用不仅取决于经济上的需要，而且决定于该技术是否具备广泛使用的可能性。这种可能性包括与采用该技术相适应的社会条件和经济条件。如蒸汽机发明后，由于当时处于资本主义初期，广泛使用蒸汽机的条件还不具备，因而蒸汽机从发明到推广使用经过了 80 年的时间。另一种情况是某种技术本身是先进的，但受到既定的社会和经济条件的限制，采用它并不比采用另一种技术好，因而这种先进技术在近期内就不能得到广泛使用。如工业机器人、太阳能发电等都是属于先进的技术，但在我国的社会经济条件下，其制造和使用费用过高，相应的使用条件也不具备，因而在一定时期内远不能广泛使用。另外，某种技术的先进性和经济性之间有时出现矛盾，这是由于该种技术的采用不符合当时当地的自然条件和社会条件，出现技术上的不可靠，经济上的不合算，因而该种技术暂时没有使用价值和发展前途。

(3) 技术与经济是相互密切联系的矛盾统一体，存在于任何生产建设方案之中。

在建立和采用某种生产建设方案时，既要考虑技术方面的要求，也要考虑经济方面的要求，以达到技术先进性和经济合理性的统一。

综上所述，技术和经济虽然是两个不同的范畴，但它们是密切联系的，并具有矛盾统一的辩证关系。因此，在研究某个技术问题时不仅要从技术上进行评价，而且还要分析它的经济性和适用性，使该种技术更好地为经济发展服务。

二、能源技术经济学的研究对象

(一) 能源及能源系统

1. 能源

在各种自然资源中，有的包含有某种形式的能，利用它们可以获得人们所需要的各种能量，如电能、热能、光能、机械能等，这些可以提供能量的自然资源称之为能源。

能源可按下列标准分类：

(1) 根据能源是否经过加工或转换可分为一次能源与二次能源。凡自然界现成存在，可直接取得而又不改变其基本形态的能源称为一次能源，或称初级能源。由一次能源经过加工或转换成另一种形态的能源产品叫做二次能源，也称为次级能源。

(2) 按能源的使用状况可分为常规能源与新能源，这是相对而言的。在不同历史时期和科学技术水平之下，已被人们广泛应用的能源，称之为常规能源。对那些虽是古老的能源但采用了先进的方法而加以广泛利用，以及用新技术利用的能源，称之为新能源。

(3) 按能源是否能再生并有规律地得到补充而分为再生能源和非再生能源。凡是在自然界中可以不断再生并有规律地得到补充的能源，就称之为可再生能源。经过亿万年形成

的，在短期内无法恢复的能源，则称之为非再生能源。它的特点是随着大规模开发利用，储量越来越少，总有枯竭之时。

2. 能源系统

所谓系统是将多个元素（或事物、部件、工艺环节等）有机结合成能执行特定功能、达到特定目的的一个整体。由煤炭、石油、天然气、水力及生物质能等构成的一次能源，从资源开发、运输、加工、转换、分配直到最终使用的各个环节所组成的系统，就是能源系统。其中每个环节均由若干国民经济部门的活动构成。

能源系统有下列特点：

(1) 能源是国民经济与社会活动赖以存在与发展的重要物质条件，任何一个部门的生产都离不开能源。

(2) 能源工业是资本密集型产业，维持能源工业的简单再生产和进行扩大再生产都需要大量投资。

(3) 能源工业项目建设周期长。

(4) 能源工业布局的区域性强。

(5) 能源对环境的影响大。

(6) 能源具有可替代性。

(二) 能源技术经济学的研究对象

能源技术经济学的研究对象，不是能源和能源系统的纯技术问题，也不是纯经济问题，而是能源和能源系统技术的经济问题。其研究目的就在于要揭示能源技术经济的客观规律，合理开发和有效利用能源，提高能源的经济效益，为国民经济的可持续发展和提高人民生活水平服务。

能源技术经济学是一门兼跨能源科学技术和技术经济学两个领域的交叉科学，并将能源科学技术和技术经济科学有机地统一起来。

能源技术经济学具有综合性、系统性、预测性、定量性、优选性、应用性等特点。

第二节 能源与经济的关系

一、能源是社会发展的物质基础

从历史上看，能源与社会发展一直是紧密联系在一起，能源是人类生存与社会发展所不可缺少的物质基础。人类从原始的穴居生活过渡到现代化的物质文明，能源的利用起了非常重要的作用。

能源的开发利用，同社会生产力的发展、科学技术的成就以及人们的生活水平有着极为密切的关系。在不同的历史时期，有着相应的生产力水平，人类利用能源的技术水平也有差别，而能源科学技术的进步，又推动了社会生产力的发展。能源科学技术的每个重大突破，都会引起生产技术的一次革命，把社会生产力推到一个新水平。

在历史上，人类社会已经经历了四个能源时期，即柴草时期、煤炭时期、石油时期、多能互补时期。1973年底和1979年西方发生两次能源危机，从此震撼了世界，能源发展

开始步入过渡期。它的主要特点是，由以石油为中心逐步向蕴藏量较丰富的煤炭以及核能和太阳能等再生能源方向转变，并且大力进行节能，以更好地解决人类下一世纪的能源问题。由石油向煤炭转变，比18世纪的煤炭向石油转变要困难得多。究其原因，一是煤炭为固体燃料，运输、贮存、使用远不如流体的石油优越，要改变已经形成的油气供应利用系统则更加困难；二是煤炭的物理化学特性不如石油，煤炭热值低、灰分多，不如石油干净；三是太阳能等新能源的开发和利用技术，比石油的难度要大得多。实现上述转换，需要付出更大的代价，做出更多的努力。

二、现代化建设需要能源的不断增长

现代化建设与能源有着密切的关系。

1. 能源是现代化生产的主要动力来源

早期的人类社会主要依赖人力从事生产活动。但人的体力总是有限的，一些过重、过快、精度要求很高的生产过程，只靠人力是无法办到的。现代化生产是建立在机械化、电气化、自动化基础上的高效生产，几乎所有的生产过程都是与能源的消费同时进行的。

在现代化工业生产中制造各种产品，都需要消耗一定数量的能量。要增加产品，就要相应地增加能源消费。在现代化农业生产中，产量的大幅度提高也是和耗用大量能源联系在一起的。如农业机械化、化学化，都需耗用大量的能源，农业电气化也是现代化农业所必需的。另外，在交通运输和国防建设方面对能源的需求更是不可缺少的，尤其需要消耗大量石油。随着社会的不断发展，生产对能源的依赖性越来越大。

2. 能源是现代化工业的重要原料来源

在现代化生产中，能源不仅仅当作燃料动力使用，更宝贵的是可做化工原料。有机化学工业是生产碳氢化合物——烃的工业，煤炭、石油、天然气等可燃矿物，都能直接为其提供碳和氢的来源。

可燃矿物作为工业原料来使用，其价值比单纯作为燃料来使用要高出许多倍。随着石油、天然气、煤炭化学工业的不断发展，科学技术的不断进步，它们将向社会提供更多更好的产品。

3. 能源与人民生活密切相关

能源作为燃料和化工原料，一方面直接为工农业、交通运输业、国防工业所使用；另一方面，有相当大的一部分，则广泛用于生活领域。现代社会的衣、食、住、行，以及文教、娱乐等文化生活，都离不开能源。

由此可见，国民经济的发展，要求能源有相适应的增长。生产和基本建设规模的扩大，有赖于提高燃料动力的供应能力。随着人民生活条件的逐步改善，各种物质消费必然增加，家用电器和电视等用能设备的逐步普及，新的社会福利设施的兴建，都需要消耗更多的能源。因此，一个国家的能源消费水平是衡量其现代化水平的重要标志。

三、能源和经济发展之间的关系

能源消费的规模与国民经济的关系是借助于能源消费系数指标反映的。能源消费系数是指某一年或某个时期，为实现单位产值平均消费能源的数量。这个指标有时又称为产值比能耗指标，计算公式为

$$e_c = \frac{E}{G} \quad (1-1)$$

式中 e_c ——能源消费系数，kg 标准煤/元或 t 标准煤/万元；
 E ——能源消费总量，kg 或 t 标准煤；
 G ——同期国民经济生产总值，元或万元。

能源消费的增长和国民经济发展之间的关系可用能源弹性系数来说明，其计算公式为

$$\epsilon = \frac{\Delta E/E}{\Delta G/G} \quad (1-2)$$

式中 ϵ ——能源弹性系数；
 E ——能源消费规模，万 t 标准煤；
 ΔE ——能源消费规模的增量，万 t 标准煤；
 G ——国民经济规模，万元；
 ΔG ——国民经济规模的增量，万元。

能源弹性系数的意义是表示取得单位国民经济的相对增长所需要的能源消费的相对增长幅度。弹性系数小于 1，表示国民经济的增长速度快于能源消费的增长速度；弹性系数等于 1，表示两者的增长速度相同；弹性系数大于 1，表示能源消费的增长速度快于国民经济的增长速度。表 1-1 列出了主要发达国家的能源弹性系数，表 1-2 是我国历年的能源弹性系数。

表 1-1 主要发达国家能源弹性系数 (1950~1975 年)

国 别	能源消费年平均 增长率 (%)	国民生产总值年 平均增长率 (%)	能源弹性系数	电能消费年平均 增长率 (%)	电能弹性系数
日本	8.8	8.7	1.01	10.1	1.16
原苏联	6.5	8.3	0.78	10.1	1.21
原联邦德国	4.0	5.4	0.74	8.0	1.47
法国	3.9	4.8	0.81	7.0	1.46
美国	2.9	3.3	0.88	6.8	2.05
英国	1.2	2.6	0.46	6.5	2.05

表 1-2 我国历年能源弹性系数

年 份	弹性系数	年 份	弹性系数	年 份	弹性系数	年 份	弹性系数
1954	2.62	1968	-0.06	1981	-0.20	1988	0.30
1956	1.86	1970	1.24	1982	0.50	1989	0.31
1958	3.75	1972	2.78	1983	0.54	1990	0.17
1960	-18.69	1974	2.74	1984	0.37	1991	0.23
1962	2.90	1976	-1.96	1985	0.36	1992	0.21
1964	0.42	1978	0.74	1986	0.42	1993	-0.04
1966	0.43	1980	0.45	1987	0.43		

注 表中弹性系数 1954~1980 年以工农业总产值计算，1981~1993 年以当年国民生产总值计算。

能源与经济的关系有以下几点：

(1) 在正常情况下，国民经济的发展始终和能源消费量的增长成正比。

由表 1-1 可见，在 1950~1975 年间，日本的能源消费年平均增长率最高，达 8.8%，同期，日本的国民生产总值年平均增长率也最高，达 8.7%。英国的能源消费年平均增长率最低，为 1.2%，相应的国民生产总值年平均增长率也最低，为 2.6%。

我国在“一五”期间，能源消费年平均增长率为 14.5%，相应的国民生产总值年平均增长率为 8.9%。

(2) 由于电能在使用上比其他能源有无可比拟的优越性，所以无论哪一个国家在任何经济发展时期，电能消费量的增长速度始终大于国民经济的增长速度。

根据对人均国民生产总值高于 400 美元的 84 个国家和地区统计，用电在总消费中比重占 35% 的国家，1 美元产值能耗为 0.7~1.2kg 标准煤，比重占 17.5% 的国家，1 美元产值能耗达 2.8kg 标准煤，后者是前者产值能耗的 2~4 倍。

(3) 能源消费量与国民经济效果成正比关系。

表 1-3 为 1980 年我国和几个发达国家的工农业总产值和总能耗的关系。

表 1-3 几个国家的工农业总产值和总能耗

国 别	日	美	原西德	英	法	中
工农业总产值 (亿美元)	10362	25765	8191	5247	6528	7959 亿人民币
总能耗 (万 t 标准煤)	37057	176013	27540	19207	19839	60275

一个国家如果缺能源，就会影响产值。1974 年，美国缺 1.15 亿 t 标准煤，国民生产总值减少 930 亿美元；日本缺 0.6 亿 t 标准煤，国民生产总值减少 485 亿美元。

(4) 能源生产建设在时间上必须超前。

能源生产基地投资大，时间长。如建设一个年产 1000 万 t 煤炭基地，需 15~20 年；年产 200 万 t 煤矿，需 10 年；建设 100 万 kW 的发电厂，水电需 15 年，火电需 3~4 年，核电需 8~10 年。因此，为了满足国民经济发展的需要，能源生产建设在时间上必须超前。

(5) 能源的发展和经济的发展，环境保护要协调。

能源的发展需大量的投资，而且周期长。如果把有限的资金过多地投入到能源上，就会影响国民经济其他部门的发展；只有经济发展了，才有可能对能源投入更多的资金。

能源的消费是引起环境污染的主要原因。为了保护环境，就要增加环境保护的投资，从而减少对能源的投入。因此，这三者之间要协调发展。

第三节 能源与环境的关系

能源是发展国民经济和提高人民生活水平的重要物质基础。但是，能源的开发、转换、加工、储运、利用等过程都会对环境产生污染。当前，能源在利用过程中产生的污染最为严重。因此，能源与环境有重大关系。人类的生存和发展，既要有充足的能源供应，

又要有良好的环境。

一、环境的基本概念

环境是人类和其他生物所赖以生存的客观物质和生态系统所组成的一个整体。环境可分为社会环境（精神环境）和自然环境（物质环境）两大类。一般讲的环境，主要指自然环境。影响自然环境的因素很多，一般由地震、火山爆发、台风、海啸、水灾、干旱等自然界变化造成的环境问题，称为“原生环境”或“第一环境”问题；因人为的因素干扰了生态系统、破坏了生态平衡而造成的环境问题，称为“次生环境”或“第二环境”问题。

自然环境是对我国周围的各种因素的总称，包括大气、水、土壤、岩石、生物、各种矿物等。从环境保护的角度来说，最重要的是认识和掌握自然界的生态平衡规律。这就必须了解生物圈和生态系统。

生物圈是人类社会出现以前就客观存在的，是经过漫长的进化过程形成的。按目前科学界的认识，生物圈的范围是海平面以下深度 11km 至海平面以上 30km 多，即有生物可以生存的范围。生物圈是由大气圈、水圈和岩石圈以及生活在其中的各种生物所组成。我们要保护的环境，主要就是指生物圈以内的范围。生物是靠空气、水和土壤而生存的，同时生物的生存又连续不断地影响周围的环境。生物与自然界、生物与生物之间互相合作的斗争，形成了如今的生物圈。

生态系统是一个非常广泛的概念，大至整个宇宙，小至只含有几个藻类细胞的一滴水，都是生态系统。生物圈就是一个包罗万象、非常复杂的巨大的生态系统，其中又包括数不清的小生态系统。生态系统无论大小，都包括有生命和无生命两个基本部分。自然界中各种生物与非生物之间、各种生物之间、非生物之间，都是互相联系、互相依存而又互相制约的。在一定条件下，保持着自然的、暂时的、相对的平衡关系。当一个生态系统中的某个因素或几个因素发生了变化，这个生态系统就遭到了破坏。

生态系统存在着有规则的能量流动和物质循环过程。所谓生态系统遭到破坏，指的是生态系统由于外界的因素，使能量的流动和物质循环发生中断，或者流动和循环的规则被改变。生态系统最基本的循环是水循环、碳循环、氮循环和氧循环。地球上的物质通过各种循环在不停地运动着。物质循环一方面使各种生物之间、生物与非生物之间保持着一种相对的平衡，同时在循环中使物质得到更新和净化。

环境污染就是有害物质进入生态系统的数量超过生态系统本身的净化能力，打破了生态平衡，使人类和生物赖以生存的自然环境发生恶化。

二、能源污染的严重危害

对环境污染危害最大、范围最广的是大气污染和水质污染，它危害人的身体健康、动植物的生长，并且对器物腐蚀严重。而能源在开发和利用过程中对大气和水质的污染最为严重，从而引起气候变化和土地退化。

（一）能源污染的严重性

资源的开发，生产的发展，人口的增加，城市的高度集中，能源的大量利用，使环境污染日益严重，其中突出的有三个生态环境灾难。

（1）温室效应——由于化石燃料使用过多导致大气中二氧化碳、碳氟氯化合物，以及

甲烷含量失衡而形成的所谓温室效应，将促使全球变暖。全球气温上升，不仅会诱发洪水、干旱灾害频频出现，还将导致极地冰帽融化，使洋面上涨，大片陆地被海洋淹没。

(2) 臭氧层破坏——70年代初，美国环境学家观察到抵御太阳紫外线辐射的臭氧层有遭到破坏的迹象。1985年英国科学工作者在南极洲上空首次发现了臭氧层严重损毁，出现所谓臭氧层窟窿。现已查明，大量使用含有各种碳氟氯化物一类气体是造成臭氧层破坏的原因，也是目前癌症发病率急剧上升和海洋食物链严重受破坏的主要祸根。新近还证实，臭氧层受破坏程度有增无减，北极臭氧层窟窿正在形成。

(3) 酸雨——在极短时间内因人口激增，农业活动密集和化石燃料过度使用而大量排放的氮氧化物以及各种气体，在光化反应下形成的酸雨，近年来日益严重。大面积森林、河湖、农田乃至建筑物因酸雨而受到严重酸化。

上述生态环境的三大灾难，都直接或间接与能源利用有关。各种能源对环境都有影响。煤炭燃烧造成烟尘、硫化物、矿井水洗煤水的污染；石油开采造成油、水污染，海上采油和运油对海域的污染；水力资源开发有库区淹没，库坝安全等问题；矿物燃料燃烧和发电产生大气污染，热水污染和灰渣排放；核能的放射性“三废”污染等。能源产生的污染物直接影响人类环境。近200年间，由能源消费所造成的危害是严重的。据统计，80%的环境污染来自燃料的燃烧过程。

现代工业的劳动生产率，主要取决于能源供应的情况，因而对能源的需求量越来越大。以动力消耗为例，世界人口每年平均增长2%，能量年平均消耗2.9t/人。据统计，能源的消耗每15年将增加1倍，电能的消耗则每10年就增长1倍，而燃料的平均有效利用系数只有1/3，其余2/3都作为废物排到环境中，特别是固体燃料和液体燃料，是造成环境污染的主要来源。现将以煤、油和原子能为燃料的动力设备排出的污染物列于表1-4。

表 1-4 不同燃料的动力生产中排出的污染物

燃料名称	每吨（或每升）燃料燃烧时排出的污染物数量与分布		
	废 气	废 水	废 渣
煤 炭	1. 火力发电站 二氧化硫 60kg/t 二氧化氮 9kg/t 粉尘 3~11kg/t 2. 锅炉房 二氧化硫 60kg/t 二氧化氮 3.6kg/t 粉尘 3~11kg/t 黑烟 25~30kg/t		废渣量为 20~30kg/t，粉煤灰量为 30~300g/(kW·h)
重 油	1. 火力发电站 二氧化硫 19kg/L 二氧化氮 12.6kg/L 醛类 0.12kg/L 粉尘 1kg/L 2. 锅炉房 二氧化硫 17kg/t 二氧化氮 1.5kg/t 醛类 0.25kg/t	一座 10 万 kW 的火力发电站 每秒排出热废水 7t	

续表

燃料名称	每吨（或每升）燃料燃烧时排出的污染物数量与分布		
	废 气	废 水	废 渣
原 子 能	反应堆： 每一反应堆每年排出大量氙 41、 放射物质氟和裂变产物氪 85、 碘 131、氙 133	每一反应堆每年排废液 10000m ³ ，放射性浓度为 1~ 10 μ Ci/m ³ ，主要放射物质有氟、 各种活化物和裂变产物，排热 水量 80t/s	

从表 1-4 中可以看出，动力工业排出的污染物主要是由于燃料燃烧所产生的。

矿物燃料燃烧时所产生的二氧化硫、氮氧化物、烃类、烟尘等，它们之间互相作用，又能产生比其本身危害大得多的污染物。如 SO₂ 在以金属氧化物活性碳成分为主的烟尘的催化作用下，会生成 SO₃，遇水则形成硫酸雾（即酸雨），又能与金属氧化物生成硫酸盐。英国在 1952 年 12 月曾发生伦敦烟雾事件，5 天内死亡 4000 人。表 1-5 为当时伦敦、1977 年冬兰州大气中 SO₂、烟尘浓度与较为洁净的杭州市大气含量及卫生标准对比的数据。

表 1-5 伦敦、兰州、杭州大气含量及卫生标准对比 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

	伦 敦	兰 州	杭 州	卫 生 标 准
烟尘	320~4460	1200~3500	280	150
SO ₂	422~3832	190~1720	160	150

交通运输业排出的污染物主要是尾气中的一氧化碳、碳氢化合物、氮氧化物以及汽油添加剂中的铅等。一辆汽车平均每天排出一氧化碳 3kg，碳氢化合物 0.2~0.4kg，氮氧化物 0.05~0.15kg。由于汽车内燃机的结构及其使用的燃料不同，各类汽车排出的尾气里的污染物数量各异。汽油汽车和柴油汽车的排气量及其所含污染物列于表 1-6。

表 1-6 燃烧汽油和柴油的汽车排出的污染物

污染物名称	以汽油为燃料 (g/L)	以柴油为燃料 (g/L)	
	小汽车	载重汽车	机车
一氧化碳	169	27.0	8.4
氮氧化物	21.1	44.4	9.0
碳氢化合物	33.3	4.44	6.0
铅化物	2.1	1.56	3.0
二氧化硫	0.295	3.24	7.8

总之，能源物质（煤和石油）在加工和燃烧过程中排放出来的污染物，其数量之多、危害之大，是水质污染和城市大气污染的主要祸根。综上所述，能源是最大的污染源。

（二）保护环境，防治能源污染

（1）防治能源污染，保护环境，是工业生产正常进行的重要保证。有毒的污染物会腐

蚀管道，损坏设备，影响厂房等建筑物的使用寿命，造成设备和仪表的运转失灵，而工业用水、工业原材料遭到污染就会影响产品质量。此外，工业污染又都是工业生产中原材料的直接或间接的转化形态，污染物排放量越多，物资和能源的有效利用率越低，消耗定额也就越高，这些都会影响工业生产的正常进行及其技术经济效果。

(2) 能源污染不仅影响工业生产，而且也是危及整个国民经济乃至全人类的重大问题。工业废水破坏土壤，影响农作物的正常生长，严重的还会造成土地盐碱化；有害污水流入江河湖海就会污染水质，危害水生生物的繁殖，破坏水产资源，造成渔业大幅度减产，甚至把河流湖海变成鱼虾不生的“死水”；有害气体的排放，林业、农业、牧业都会受到直接的影响和损害，甚至会使农田，森林变成荒瘠不毛之地。

(3) 防治能源污染，保护环境，不仅有利于合理开发和使用自然资源，更重要的是，它是关系到保护人民健康、造福子孙后代的重大问题。如长期处于被污染的环境中从事劳动的工人，就有可能患各种职业病，影响健康。更值得重视和警惕的是，环境污染不仅影响我们这一代人，而且还会影响子孙后代，例如有些放射性物质对人的影响显现于几代之后。

(三) 中国的环境保护形势

我国提出到本世纪末环保的总目标：环境污染基本得到控制，重点城市的环境质量有所提高，自然生态恶化的趋势有所减缓，逐步使环境与经济、社会的发展相协调，为实现中国生态系统良性循环，城市环境清洁、优美，城市安静的远景目标打下基础。

我国的环境保护形势非常严峻，在全国 600 多个城市中，大气质量符合国家一级标准的不到 1%，北方一些城市在冬季取暖季节，粉尘和总悬浮物超过警戒线值。一些城市，如本溪、铜川、兰州有时成为卫星、飞机上看不见的城市。形成了华南、西南、华中、华东和北方几个酸雨区，酸雨区的面积已超过国土面积的 30%，酸雨危害越来越严重，据中国酸雨监察网对 1994 年降水监测结果显示，南方 81.8% 的城市出现过酸雨，北方城市中有一半以上出现过酸雨。

国家监测的全国七大水系和内陆河流中的 110 个重点河段中，水质低于《地面水环境质量标准》三类水体的河已占 39%，城市附近水域污染尤为严重。在七大水系中，淮河、海河、辽河和松花江水系污染最为严重。长江全年流域废水排入量 140 亿 t 以上，占全国污水总量的 40% 左右。据最近统计，工业废物数量在增加，生活垃圾已经包围了城市。全国工业固体废物产生量达到每年 6.2 亿 t。累计堆存量达 64.6 亿 t，占地 5.6 万 ha，城市垃圾污染地表水和地下水，垃圾堆存物污染农田，造成土壤质量下降，成为重大的环境隐患。对工业废物的有效处理，已是当务之急。

据统计，目前中国环保投入约占国民生产总值的 0.7%，有的地区还要低，在 0.5% 以下。迄今为止，中国在环保投入上已累计负债高达 2000 亿元人民币。要提高环境保护意识，不能重经济轻环保；不能在判定招商引资优惠政策时，以降低和牺牲环保为代价，将众多在国外不准生产的可能导致严重污染的产品引进国内；提高环保投入，应使它保持在国民经济的 1%~1.5% 的水平；要有法必依，执法有力。

中国环保的目标和政策为：“九五”期间，我国采取两项措施遏制环境恶化趋势，一

是今后5年全国主要环境污染物的排放总量控制在1995年的水平，到2000年力争使环境污染和生态破坏继续得到基本控制。二是实施《中国跨世纪绿色工程计划》。这个计划的第一期（1996年至2000年）工程，目前已有1461个项目，投资总额为1749亿人民币。这个计划将分级、分部门实施，其中，“三湖三河二区”（滇池、巢湖、太湖、淮河、海河、辽河、二氧化硫控制区和酸雨控制区）的污染防治是整个计划的重点工作。对策为在未来的10到15年中，中国应在如下五个方面进行努力：一是坚持“预防为主，防治结合”，把环境保护与转变经济增长方式紧密结合起来。二是经济上坚持“污染者负担”的政策，采取谁污染谁治理的原则，不允许转嫁给国家和社会。三是“强化环境管理”的政策。四是坚持“科教兴国”，大力提高环境科学技术水平和全民族的环境意识。五是积极引进环保技术和资金，开展“环境外交”，促进中国与国际社会在环境与发展领域的合作。“九五”计划期间，中国计划争取40亿美元的贷款和赠款用于加快中国的环境保护步伐。中国是第一个将1992年里约热内卢会议的《21世纪议程》纳入国民经济和社会发展规划中去的国家，制定和执行了《中国21世纪议程》，将可持续发展作为国家战略，采取了一系列重大行动，取得了初步进展。

综上所述，防治能源产生的各种污染，作好环境保护工作，意义重大，是四化建设的重要组成部分。我国优越的社会主义制度，既为防治污染提供了必要条件，又为防治污染提供了可能条件。但可能条件并不等于现实条件，如果我们不按客观规律办事，只顾发展生产，不顾环境保护，同样会受到客观规律的惩罚。

第四节 能源与管理

能源科学管理的目的是为了最经济、最合理并且有效地开发和利用能源。能源科学管理涉及面广，技术性很强，而且时间周期较长。不仅要耗能的管理，而且要考虑对整个能源系统的管理；不仅要对现有的能源系统，还要对今后的发展作出规划；不仅要看节能措施的节能效果，还要对技术经济的可行性作出分析。可见，能源的科学管理不仅涉及到能量转换与利用技术，还与技术经济、数理统计、概率以及系统工程等学科密切相关。通过建立能源系统的数学模型，运用数学的最优化方法和计算机，对能源系统的科学管理提供最佳决策和方案。

一、能源管理的分类

能源管理分为宏观能源管理和微观能源管理两大类。

宏观能源管理是社会综合性的大系统管理工作，以利于能源经济决策的贯彻执行，包括国际、国家和地区的能源方针、政策、规划、计划、法令、法规、技术、发展、贸易、资金、教育、宣传等各方面的合理制订、部署、执行与监督。制定国家的能源方针、政策，需要根据国家总的经济发展方针、政策、能源资源情况、能源利用的技术水平和国家财力、资金情况与外贸关系，全面考虑。

微观能源管理是以提高具体能源系统的利用效率为核心，以合理和有效利用能源，得到高的综合生产效率为目的，是工业企业管理中的一个组成部分，与工业企业的其他管理