

能源与社会

NENGYUAN
YUSHEHUI

科学技术文献出版社重庆分社

能 源 与 社 会

陈 文 林 等

科学技术文献出版社重庆分社

2081

25

能 源 与 社 会

陈 文 林 等 编 译

科学技术文献出版社重庆分社 出 版

重庆市市中区胜利路91号

四川省新华书店重庆发行所 发 行

重 庆 印 制 第 一 厂 印 刷

开本: 787×1092 毫米 1/32 印张: 9 字数: 23万

1980年4月第一版 1980年4月第一次印刷

科技新书目: 158—96 印数: 5300

书号: 13176·77

定价: 1.15 元

本书从社会和经济的角度介绍了人类利用能源的历史和现状，分析了煤、油、天然气和铀等能源的开发利用现况和前景，并分章介绍了水电、火电、核电、地热、太阳能、核聚变以及磁流体发电、燃气轮机、风能、海洋能等多种新能源技术。对于电厂废热、节能和国际能源市场等问题也都作了讨论。书中列有不少例题，每章之后还都附有习题和思考题，读者通过对例题的学习和各种习题的运算，可进一步加深对各种能源技术，特别是从经济角度评价各种能源技术的认识。本书对于从事能源管理和研究能源政策的各级干部和一般科学技术人员有一定的参考价值，也可供大学一、二年级学生学习、参考之用。

参加本书翻译工作的有王辅基、彭斐斐、包锦章、程宏模、吴贺新、刘清云、王恒为、陈珍成、李仕浩、陈久庚、程玉琴、陈文林、尚忆初、王余卿等同志。全书由陈文林、包锦章、贾光禹三同志作了校对。由于水平有限，错误之处在所难免，敬请读者批评指正。

译 者

目 录

第 一 章	人类历史中的能源	(1)
习 题		(5)
第 二 章	人类如何利用能	(6)
2.1	什么是能?	(6)
2.2	能的单位	(8)
2.3	人类如何利用能	(10)
2.4	利用电能	(14)
2.5	交通运输用能	(22)
2.6	用能量的增长	(25)
2.7	能源利用的结论	(29)
习 题		(29)
第 三 章	能 源	(33)
3.1	自然界是怎样储存能量的?	(33)
3.2	能源的前景	(36)
3.3	非耗尽能源	(38)
3.4	可耗尽能源	(40)
3.5	石油	(44)
3.6	天然气	(47)
3.7	煤	(51)
3.8	铀	(53)
3.9	能量“缺口”	(55)
3.10	对读者的一点说明	(57)
习 题		(57)
第 四 章	能源与经济	(60)

4.1	经济分析	(60)
4.2	财政上的可行性	(62)
4.3	不变与可变成本	(68)
4.4	其它能源系统的经济学	(71)
	习 题	(73)
第 五 章	由老资源获取新燃料	(75)
5.1	转换过程的评价	(76)
5.2	由煤获取燃料资源	(78)
5.3	页岩油	(82)
5.4	某些其它燃料	(84)
	习 题	(86)
第 六 章	国际能源市场	(88)
6.1	能源的出口和进口	(89)
6.2	产油国家	(92)
6.3	世界经济中的石油美元	(95)
6.4	能源的自给自足	(96)
	习 题	(98)
第 七 章	水力发电	(100)
7.1	雨水的循环利用	(100)
7.2	水的位能	(103)
7.3	水力发电	(105)
7.4	水电设备的类型	(108)
7.5	抽水蓄能电厂	(112)
7.6	多用途水电工程	(113)
7.7	哥伦比亚河	(116)
7.8	水力发电的不利因素	(119)
7.9	结语	(119)
	习 题	(120)
第 八 章	火力发电厂	(123)

8.1	一个基本的蒸汽动力发生装置	(124)
8.2	向着高效装置发展	(125)
8.3	热力学的约束	(134)
8.4	燃烧	(137)
8.5	环境	(138)
8.6	关于能源与污染的一些想法	(141)
8.7	火电厂的经济学	(143)
	习 题	(145)
第 九 章	核裂变发电	(148)
9.1	核物理概述	(149)
9.2	放射性	(154)
9.3	反应堆芯	(157)
9.4	各种商用核反应堆	(159)
9.5	增殖反应堆	(161)
9.6	燃料的制备、后处理和储藏	(162)
9.7	原子能发电和环境	(165)
9.8	原子能发电的经济性	(170)
	习 题	(173)
第 十 章	地热能	(176)
10.1	联合古陆和构造板块	(176)
10.2	地热能	(177)
10.3	世界地热发电	(179)
10.4	美国的地热发电	(180)
10.5	盖塞地热区	(182)
10.6	环境因素	(185)
10.7	地热发电的经济性	(188)
	习 题	(189)
第十一章	太阳能	(191)
11.1	太阳能的强度	(191)

11.2	小型采暖与致冷装置	(192)
11.3	空间系统	(195)
11.4	地面中央电厂	(200)
11.5	结论	(204)
	习 题	(204)
第十二章	核聚变	(206)
12.1	核聚变反应	(206)
12.2	核反应的判据	(207)
12.3	等离子体的约束	(209)
12.4	激光核聚变	(211)
12.5	发电厂	(213)
12.6	发展问题	(214)
12.7	环境问题	(215)
12.8	我们将来的能源是聚变吗?	(216)
12.9	关于聚变的最后一点想法	(216)
	习 题	(217)
第十三章	其他发电技术	(218)
13.1	燃气轮机	(219)
13.2	柴油发动机	(221)
13.3	潮汐发电	(222)
13.4	磁流体发电	(228)
13.5	燃料电池	(231)
13.6	热粒子装置	(231)
13.7	海洋热发电	(232)
13.8	风力发电机	(233)
13.9	波浪发电机	(233)
13.10	结论	(235)
	习 题	(235)
第十四章	废 热	(237)

14.1	冷凝器冷却的要求.....	(237)
14.2	附加热的生物影响.....	(240)
14.3	散热技术.....	(243)
14.4	补给水.....	(249)
14.5	冷却系统的经济问题.....	(250)
14.6	冷却系统和环境.....	(251)
	习 题.....	(252)
第十五章	节 能	(254)
15.1	为什么要节能?	(254)
15.2	节能的手段.....	(255)
15.3	专门的节能措施.....	(257)
15.4	节能的未来前景.....	(258)
	习 题.....	(259)
第十六章	能源工业	(261)
16.1	机构的类型.....	(261)
16.2	政府的作用.....	(262)
16.3	能量销售.....	(265)
16.4	电力工业.....	(267)
16.5	关于能源工业的一些想法.....	(272)
16.6	石油工业的利润高吗?	(272)
16.7	收费高吗?	(273)
	习 题.....	(273)
第十七章	结束语	(274)

第一章 人类历史中的能源

这一章简要介绍地球上人类和人类生活的漫长的进化历史。我们的历史起始于何时，我们追溯得愈远，知道的情况就愈少。因此，只能从推断中来寻求历史的起源。如果说，我们把历史看作是古往今来的延续，那么，我们也只能以推测来断定未来。我们生活于现代，但仍留有人类过去某些时期的模糊景象，展望和规划人类的未来，必须了解过去。

我们从列举几个里程碑开始，这都起始于遥远的古代。

公元前 4,000,000,000 年——地球诞生。我们现在认为，地球这颗行星至少已存在了四十亿年。在前几十亿年中，陆地慢慢形成，出现了单细胞生物。

公元前 200,000,000 年——大陆飘移。大陆在地球上开始异常飘移，这一现象一直延续到今天（在第十章中我们将看到这种奇异现象和部分未来能源的关系。）与此同时，演化形成了最早的鱼类和动物。出现了植物。

公元前 100,000,000 年——从腐朽的植物——自然界的有机废物开始形成石油。随着大陆飘移和动物进化到更高阶段，一亿年以前的树木逐渐变成人类今天使用的石油。

公元前 50,000,000 年——从产生较晚的各种植物开始形成煤。在现在美国的许多地方，这样演化形成的矿物特别丰富。

公元前 3,000,000 年——人类从动物界进化而成。开始出现具有高度发达的大脑组织的一种新动物。随着地球继续进化，这种动物的大脑逐渐发达，具有利用自然界物质以保障自身安全和方便的能力。

公元前 10,000 年——出现了农业社会的人类。人类开始进入能源时代的初始阶段。

公元前 5,000 年——人类开始从部落进入更大、更复杂的社会，城市诞生了。尽管很缓慢，但对自然能源加以控制的要求增加了。

公元 1750 年——产业社会的人类开始在西方建立了巨大的工业体系，这种体系今天是如此有力地支配着人类的生活。在把人类从听任自然摆布的境况中解放出来的同时，却又把人类束缚于使它获得自由的工具上了。

公元 1975 年——当代人看到了富裕社会的利弊。人类面临着捉摸不定的前景，他们必须摸索着朝向莫测的明天前进。

追溯人类起源，特别是回顾有文字记载的历史之前的漫长时期中人类对能源的使用，是一件十分吸引人的事。我们知道史前的一些情况，其余的就只能靠推测。我们从追述我们已故的祖先来开始撰写本书的动机很简单。我们今天对能源的使用和最早人类对能源的使用是非常相似的。研究过去可以更好地了解现在，也有助于规划我们的未来。

在一百多万年以前，人或类人在动物王国中作为一个新种而出现。起初，像他们的动物祖先一样，人类是狩猎-采集者，他们先是从地上收集植物，后来发展到猎取小动物。当人们把周围的一切搜掠殆尽之后，就转移他处。原始人是流浪者、游牧者。他们最初利用的能是从食物中获得的、用来维持自身生活机能和寻找新食物而四处活动所必须的代谢能。这样，维持生命和保证人类的迁徙活动就是人类对能量利用的最早形式。在第二章中我们将会看到，这两部分所用的能量在能的各种用途中仍然名列前茅。

在进化到一定程度时，狩猎-采集者发现了一种新的能源——火，它能提供光和热，或用来保存食物。有趣的是，这些东西给人类提供了第一个舒适的环境。它们并不是为维持生命所绝对必需的，但却使生活略为舒适一些，也许还减少了一些恐怖感。就某种意义来

讲，人类从此以后所做的一切就是不断地提高生活的舒适程度。所以，早在所谓人类文明出现之前很久，人类已发现了至今在人们生活中仍居主要地位的能源的这些用途。

概括来说，原始人把能源用于：

1. 维持生命；
2. 运输；
3. 使生活舒适的采暖；
4. 照明；
5. 食物制备和保存。

在大约一万到一万五千年之前，狩猎-采集者逐渐成为农民。他们驯化猎获的动物和采集的谷物。他们成为播种者、收割者和贮存者。但是，这些活动需要土地和建筑物。所以，人类放弃了游牧生活，开始拥有土地，以确保明天的食物。

随着农场的出现，也出现了新的能源和能源的新用途。动物和另一些人被用于建设农场、种植、收获和其它服务工作。水被用于灌溉，后来又用于驱动水车和做其它工作。最初是燃烧木材，而后则燃烧矿物燃料来提供更多的能量和热量。人类通过对天然动力和能源的控制和使用，已经学到了使自己的能力大幅度增长的办法，人类在今后的历史上仍将继续这种做法。

为了有效经营农场，制造了工具和贮存容器。人类发明了陶器，制造了青铜的和铁的工具。出现了工业（尽管早在大约一百世纪之前已经出现了工业，但产业革命之花直到十八、九世纪才开放）。

大约在公元前五千年，农业的发展和物品交易的不断扩大，导致了城市的兴起。文明世界诞生了，出现了市民。第一次出现了不再从事粮食生产和制造农具的一些人。有些人专门从事物品交易，而有一些人则获得充分的权力和财富，不再直接从事社会劳动。由于人类能够控制自然界的能和其它东西，这就使一些人能够思索问题，而其中某些卓越的思想在后来导致了新的工业的诞生。

也许有五千到一万年，人类控制能源的能力没有多大变化，这是人类生活中一段不可思议的时期。人类使用能源的一个主要方面——运输，就是一个很好的例子。我们来研究一下人类旅行的速率。直到驯服了马之前，人所能达到的最高速率是每小时二十英里。随着人类驯服马和其它动物并用来乘骑或拉车，最大速率提高到每小时五十英里。但是，这种状况从埃及王朝、亚洲帝国、希腊国家、罗马帝国、黑暗时期、文艺复兴，一直到出现蒸汽机之前，都没有再发生什么变化。蒸汽机是和产业革命同时产生的。从此以后，人类的交通速率迅速加快。1850年火车每小时的速率为60英里；1900年，汽车时速70英里；1930年，民用飞机时速150英里；1960年，喷气式飞机的时速一般为600英里；六十年代末，人类以高于每小时25,000英里的速率离开地球飞向月球，而这一速率总有一天还要被超过。随着速率的提高，人类不仅可以旅行得更快，而且可以旅行得更远。而人类消耗在旅行的能量也正以惊人的速度在增长。

运输只不过是工业化社会中人类主要用能部门之一。钢铁工业的发展为制造新工具、新结构、新装置提供了原材料。各种设备器具的制造都需要能量。许多机器设备的运转也需要能量。采暖和致冷的标准也提高了。出现了一种方便得多的、新的能源形式——电能。产业革命是成功的。人类利用自然能为自己作功的能力有了大幅度的提高。

但是，在二十世纪的后期，我们开始认识到在能源使用方面有不少困难。现在我们要展望或规划将来。我们面临着能源的日益短缺，但动力需要却不断增长。我们愈来愈认识到污染问题是我们在研究能量的供应和使用时必须加以考虑的一部分。鉴于这些问题，人类必须对自己的能量供应以及对今后的能量问题作出认真的决断。

我们今天关于能源所具有的知识必定会促成我们的子孙后代能享有一个合理而恰当发展的能源世界。

第 一 章 习 题

习 题

1.1 阅读一本有关人类学的书籍。试述人类进化各阶段上可能是怎样利用能量的。

1.2 略述产业革命简史，列举影响能源的重要发明和发展的年代。
(王辅基译)

第二章 人类如何利用能

什么是能？我们使用多少能？为了什么目的？总数有多少？将来使用什么能？增长的性质如何？有其它可供选择的发展途径吗？这些都是我们下面要讨论的问题。本章探讨什么是能和人类如何利用能。在以后的章节里，我们将研究目前和今后人类所需要的能源。

2.1 什么是能？

能是一个不能简单下定义的、非常重要的概念。真正深刻地懂得这个概念，需要广泛地研究热力学。但是，可能提出某些将对我们研究能源有用的直观概念。

我们从功的有关概念开始。在力学中，功的正式定义是作用在物体上的力与物体沿力的方向移动的距离的乘积。除了这个正式定义之外，我们将依靠读者对有形的功的直观感觉。当从地面提升物体，或汽车沿公路行驶，或灯光照亮房间时就是做了功。

我们给能下的定义是，物体由于其位置或状态而具有的做功的能力。能的可用程度取决于过程的性质。

最后，我们给功率下定义，功率是单位时间所用的能或单位时间所做的功。举一个例子会帮助你懂得这些术语。

如图 2—1 所示，假如你沿无摩擦的平面向上推一木块。木块在到达顶部时储存的能量等于你将它推到那里所做的功。储存的能量取决于重量 W 和高度 H ，而与推动的快慢无关。但是，你为了移动这木块所产生的功率却取决于推动木块的快慢。你推得慢，做功的时间长，功率就小。反之，如果你迅速地将木块推上去，功率就

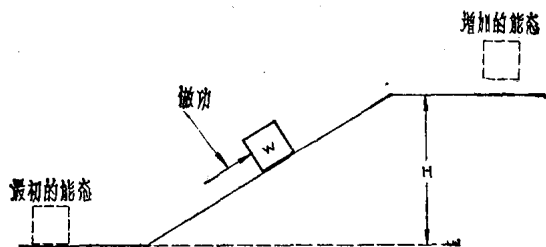


图 2—1 功、能和功率

大。

再以一块煤为例。煤块含有一定数量的能——一定的做功能力——它取决于煤的性质或状态,以及利用能的方法。如果这两个因素确定了,我们就能得出可用能的数量。但是,我们不能确实地说出煤块中所含的功率。功率决定于煤块燃烧的速率,因而也就决定于能量提供的速度。

另一种了解能的概念的方法是借助于两个十分重要的定律,即热力学第一和第二定律。这两个定律有许多表达方式。下面的表达方式对我们考察能的概念是有用的。

1. 热力学第一定律: 当一个过程进行循环变化时, 能量总是守恒的。

2. 热力学第二定律: 不可能建造一种在经过一个完全的循环操作之后, 能把它所获得的热量全部转换成功的发动机。

这些定律都不是显而易见的, 也不是能被证明的。它们是建立在观察的基础之上的。没有发现过违反这些定律的确实证据。我们承认这些定律, 因为到现在为止都证明它们是正确的。

热力学第一定律有时称为能量守恒定律。它告诉我们, 能既不能创造, 也不能消灭。它只能从一种形式转换成另一种或几种其它形式。我们输入到一个系统的所有能量一定有所归宿。假定我们决定燃烧一定量的煤来产生电能, 有些能量将残存在未燃尽的煤粒中, 有些将以热量形式从烟囱中损失掉, 或成为锅炉或蒸汽管道的

辐射热而散发掉。有些能量以废热形式失去（由于第二定律）；有些成为摩擦损失，还有一些（约40%）转换成电能。所有这些煤燃烧过程中释放的能量加起来一定等于全部固有的能量。

所有各种能量系统的实质在于，不输入某种能量，就不能获得能量，或者说，如果我们输入一定量的能，则全部能量都必须有所归宿。由于我们的能量系统固有的低效率，我们可以说，任何一种能量系统都会产生废热。火电厂的废热百分比很大，这些废热还造成严重的工程与环境问题。我们在第八、十四和十五章中，将比较详细地讨论这些问题。

热力学第二定律告诉我们，不可能把输入发动机的全部热量都转换成机械功。一定会浪费一些热量。第二定律有多种形式，但是这种形式看来对我们的研究有特殊关系，因为它强调废热。在任何热——功转换过程中，这种废热是不可避免的。在第十四章中，我们将从定量的角度来探讨这个问题，以便弄清楚在一座火电厂中究竟有多少废热是不可避免的。

2.2 能的单位

我们在开始讨论能的利用之前，需要解释一下能的单位（或基本量）。不同部门的工作人员使用了多种不同的能的单位。理论物理学家使用的单位与电厂管理人员使用的单位通常是不相同的。

在许多可用的能的单位中，我们选择四种加以说明。前两种将在本教科书中广泛应用。后两种在这里没有直接使用。然而，它们是很重要的，说明它们与我们将使用的单位的关系是有意义的。

1. 英热单位 (BTU)。使一磅水的温度升高华氏一度所需的能量。在美国，这个单位通常用来说明一次燃料或一次能源中包含的能量，以及某些供特定目的用的能的总量。例如，每加仑汽油的热值约为136,000英热单位（热值是在燃烧过程中燃料与氧化合时释放的最大能量）。如果一辆汽车每加仑汽油可走十英里，则汽车行驶一英里约需用13,000英热单位的能量。