

常规能源与新能源

CHANGGUINENGYUAN YU ZINNENGYUAN

内蒙古人民出版社

常规能源与新能源

张纪生·张存生 编著

内蒙古人民出版社出版

(呼和浩特市新城西街82号)

内蒙古新华书店发行 内蒙古土左旗印刷厂印刷

开本：787×1092 1/32 印张：16.875 字数：231千

1985年12月第一版 1986年6月第1次印刷

印数：1—2,630册

统一书号：13089·72 每册：1.70元

前 言

这是一本关于能源问题的著作。书中简要地介绍了能源的一般知识、当代世界常规能源（石油、煤炭、天然气、水力能）开发、利用的状况、问题和应采取的对策，概括地叙述了各种新能源（核能、太阳能、风能、生物质能、海洋能、潮汐能、地热能）开发利用技术的知识和发展状况，对我国能源的现状和未来发展也作了分析和展望。本书可以使读者对人类能源开发利用的历史与现状作较为全面的认识，对开发利用能源是有好处的。

本书可供从事能源研究、生产、推广、应用和管理工作的同志使用，也可供制订能源政策的领导干部参考。

目 录

第一章 能源概论	(1)
§ 1. 能源及其分类.....	(1)
§ 2. 能源的单位.....	(8)
§ 3. 能源的评价.....	(14)
§ 4. 能源的结构.....	(22)
§ 5. 能源的转换、利用与节能.....	(53)
§ 6. 能源与污染.....	(65)
§ 7. 世界能源的发展历史.....	(82)
第二章 常规能源	(92)
§ 1. 石油.....	(92)
§ 2. 煤炭.....	(119)
§ 3. 天然气.....	(138)
§ 4. 水力能.....	(149)
§ 5. 我国能源的现状与未来.....	(158)
第三章 新能源概论	(191)
§ 1. 新能源的特点和分类.....	(191)
§ 2. 核能.....	(192)
§ 3. 太阳能.....	(244)
§ 4. 风能.....	(261)
§ 5. 生物质能.....	(278)
§ 6. 海洋能.....	(296)
§ 7. 潮汐能.....	(315)
§ 8. 地热能.....	(325)

第一章 能源概论

§1. 能源及其分类

1—1. 什么是能源

在自然界中存在着多种具有某种能量的自然资源。它们在一定条件下可以释放出某种形式的能量。人类在生活和生产中都要利用各种形式的能量，例如烧饭、取暖、炼钢、炼铁、产生高压蒸汽……都需要热能；移动物体，开动各种车辆、机器……都需要机械能；家用电器、电子仪器、电机和电器设备……，它们的工作都需要消耗电能。热能、机械能，特别是电能是目前人类生活和生产活动中普遍使用的主要能量形式。因此，凡是能直接或间接地为人类提供热能、机械能、电能的物质资源均可称之为能源。

在自然界中，能量总是以某种形式蕴藏在某种物质中。比如，绿色植物通过光合作用把太阳能吸收并以化学能的形式固定在自己的机体内，当它们燃烧时，蕴藏在其中的化学能，就会以热能的形式释放出来。所以，象树木、秸秆等等绿色植物都可以叫做能源。这种能源是植物能源。是早期人类社会开发利用并赖以生存的主要能源。几百万、几十万年以前的地壳大变动，把大片大片的森林，成群成群的动物

埋葬在地层深处，经过漫长地质年代的演化蕴藏在这些植物和动物体内的能量则又转化成今天的煤炭、石油、天然气，当人类把它们从地壳深处开采出来，作为燃料燃烧时，蕴藏在它们内部的能量就会以热能的形式释放出来。所以，煤炭、石油、天然气也是能源，它们是矿物能源，是目前人类社会开发、利用并赖以生存的主要能源。至于蕴藏在原子核内部的巨大核能，只是到了近代，才被人类认识，利用。

1—2. 能源的分类

目前，已经被人类认识、开发和利用的能源种类非常多。比如：柴草，秸秆，木材，牲畜的粪便，通过光合作用可以直接合成碳、氢化合物的能源植物，沼气，以及木炭、甲醇、乙醇（酒精）等，这些能源统称为生物质能。煤炭、石油、天然气，以及由它们加工而成的许多产品，如汽油、柴油、煤油、焦炭、煤气、液化石油气等统称为化石燃料能源或矿物燃料能源。化石燃料能源是当前人类社会的主体能源。此外，自然界里还有太阳辐射能、风能、地热能、水力能、海洋能、潮汐能和原子核能、以及可以人工制造的氢能等。这些能源由于种种原因，其中大多数至今仍处在研究、开发、利用的初期，但又是人类未来要大规模开发利用的能源。

关于能源，从不同的观点出发，有不同的分类方法，下面简单介绍一下能源的各种分类。

（1）一次能源和二次能源

如果按照能源在自然界形成的方式来分类的话，我们可以把所有的能源分为两大类，一类叫做一次能源，一类叫做

二次能源。

所谓一次能源，就是在宇宙或自然界形成和存在的现成的能源。它们包括柴草、秸秆、木材、粪便等各种生物质能，煤炭、石油、天然气等化石燃料能源，以及太阳能、风能、水力能、海洋能、地热能、潮汐能、原子核能等。

此外，还有人按照颜色，把一次能源又加以形象地区分为：

黑色——化石能源（煤炭、石油、天然气）；

白色——水力能、海洋能、潮汐能；

蓝色——风能；

绿色——各种生物质能；

红色——地热能；

金色——太阳能；

无色——原子核能。

通常，所谓能源的生产量和消耗量，都是指一次能源的产量和消耗量。

所谓二次能源，是指由一次能源经过人为的加工，直接或间接转换成更便于人类使用的各种人工能源。如由煤炭加工而成的焦炭、煤气；由石油加工而成的汽油、煤油、柴油、液化石油气等；由生物质能加工而成的甲醇、乙醇等；以及用各种方法加工生产的电能、蒸汽、火药、氢燃料等，都是二次能源。

通常，一个国家或地区的工业化、现代化程度越高，利用二次能源的比例就越大。

（2）常规能源和新能源

如果按照人类对各种能源的开发利用的程度来分类的

话，我们还可以把一次能源分为两大类，一类叫做常规能源，一类叫做新能源。

所谓常规能源，是指那些已经大规模开发并被广泛使用的能源。目前，煤炭、石油、天然气和水力能等是我们日常生活和生产中，使用最广泛的一次能源，而且是主体能源，所以它们就是常规能源。秸秆、粪便、特别是木材等生物质能，在人类历史上曾经是被广泛使用的主体能源，即使在今天，仍然是全世界三分之一以上的人使用的主要生活能源。但是，我们并不把它们列为常规能源，因为它们是不应该直接当作燃料烧掉的生物质能。

所谓新能源，是指那些很有开发利用价值，但目前由于经济、技术等方面的原因，尚未被大规模开发或广泛被利用的能源。原子核能、太阳能、风能、海洋能、潮汐能、地热能，以及应该广泛开发利用的薪炭林、沼气、能源植物等生物质能，都可以称之为新能源。

新能源是相对于常规能源而言的。现在的常规能源，如煤炭、石油、天然气，在未被人们广泛利用的二百多年以前，都曾经被视为是新能源。而今天的新能源，如原子核能、太阳能等，一旦在经济、技术等方面有大规模的突破，就可能被人类广泛应用，就可能步入常规能源的行列。严格说来，即使在目前，在不同的国家和地区，新能源和常规能源的所指也不尽相同。比如在世界范围内，水力能已经是一种常规能源，但在某些不发达的国家或地区，尽管水力资源非常丰富，但开发利用程度却极低，或根本未加以开发利用，在这些国家和地区，水力能也可以被视为有待大规模开发利用的新能源。

(3) 再生能源和非再生能源

如果按照人类对各种能源的开发利用的情况来分类的话，我们还可以把一次能源分为两大类，一类叫做再生能源或非耗竭能源，一类叫做非再生能源或耗竭能源。

所谓再生能源，是指那些随着人类的大规模开发和长期使用，总的数量不会逐渐减少趋于枯竭，而是可以不断得以补充，不断“再生”的能量资源。太阳能、风能、水力能、海洋能、潮汐能等等，都是再生能源。生物质能也可以称为是再生能源，不过它主要是靠人工的种植而再生，而且再生的周期要长一些。一般说来，再生能源都是直接或间接地来自地球以外的连续能源。再生能源可以被人类长期地、连续地使用，在这种意义上可以说它是取之不尽、用之不竭的。

所谓非再生能源，是指那些随着人类的大规模开发和长期使用，总的数量会逐渐减少而趋于枯竭的一次能源。煤炭、石油、天然气等化石能源和原子核能，都是非再生能源。一般说来，非再生能源都是储存在地球上的能源，因为贮量有限，开发利用一点就少一点，不会补充，不会“再生”，总有一天会消耗尽，只不过是有的将在较短的时间内耗尽，比如化石能源；有的耗尽时间相当长，比如原子核能。

必须指出的是，再生能源或非耗竭能源，也并不是永远不能耗尽的能源。实际上，风能、水力能、海洋能等再生能源，大都来自于太阳辐射能，而太阳辐射能又来自于太阳内部的热核反应。据估计，太阳内部的轻核聚变反应可以维持相当长的时间（六十到六百亿年），在这之后，太阳辐射能总会因为自身核反应物质的耗尽而枯竭。太阳辐射能一旦枯

竭，地球上的风能、水力能、海洋能等再生能源就不可能“再生”，必然随之而枯竭。所以，我们所说的“再生”或“非耗竭”，都是相对于人类的有限生存年代而言的。

（4）洁净能源和非洁净能源

如果按照各种能源在人类开发利用中对环境污染和生态平衡破坏的程度来分类的话，我们可以把能源分为两大类，一类叫做洁净能源，一类叫做非洁净能源。

所谓洁净能源，是指那些在开发利用中对环境无污染或污染程度甚小，对生态平衡无破坏或破坏程度甚微的能源。一般说来，太阳能、风能、水力能、海洋能、潮汐能等各类再生能源，基本上都是洁净能源，沼气、能源植物一类的生物质能，也是洁净能源。

所谓非洁净能源，是指那些在开发利用中对环境污染严重，对生态平衡影响和破坏作用较大的能源。一般说来，煤炭、石油、天然气、原子核能等各类非再生能源，基本上都是非洁净能源。

洁净能源和非洁净能源也是相对而言的，即使是非洁净能源，其非洁净程度的差异也很大，比较而言，原子核能比化石能源的洁净度要高得多。此外，由一次能源加工转化而成的二次能源，洁净度一般要高于原来的一次能源，如煤气和液化石油气，相对于煤炭和石油而言，在使用中洁净度要高得多，而电能、氢能等二次能源，则是更理想的洁净能源。

（5）其他

如果按照各种能源的不同来源分类的话，我们可以把一

次能源分为两大类，一类为原子核能，另一类是潮汐能。

太阳内部由氢聚变成氦的原子核反应，不停地释放出巨大的能量，不断地向宇宙空间辐射，这就是太阳辐射能。太阳辐射能是地球上许多能量的源泉，地球上的化石能源、生物质能、风能、水力能、海洋能等，都是直接或间接地来源于太阳辐射能，可以称为广义的太阳辐射能。地热能来源于地球内部的原子核反应——放射性元素的蜕变。原子核能来源于地球上某些物质原子核的裂变或聚变的核反应。所以，太阳辐射能、地热能和原子核能，实质上都来源于原子核反应，都属于原子核能。所不同的是，一类发生在太阳上，是自然产生的；一类发生在地球内部，也是自然产生的；另一类则发生在地球上，是人工进行的。因此，太阳辐射能（包括各种广义的太阳辐射能）、地热能、原子核能，就其本质和来源而言，均可统称为原子核能。

在一次能源中，其本质和来源不属于原子核能的只有潮汐能。

此外，还有的把能源分为矿物能源和自然能源两大类。所谓矿物能源，是指那些以矿物形式储存于地球上的非再生能源，如煤炭、石油、天然气、核燃料等；所谓自然能源，是指那些来自地球内部或直接、间接来自地球外部，存在于自然界的能源。自然能源中有的（如太阳能、地热能）本身就是某种形式的能量，有的（如生物质能）是含有某种能量形式的物质，有的则是可以提供某种形式能量的物质运动。空气的运动形成风能，不同的水的运动形成波浪能、海流能、潮汐能、水力能。空气和水并不是含能物质，但运动的空气和水却具有能量。一般说来，矿物能源都需要经过物质

的变化才能实现能量的转化，而自然能源中除了生物质能以外，能量的收集和转化中都不伴随物质的变化。

§2. 能源的单位

常见的能源单位有以下几种。

2—1. 标准燃料（标准煤）

在人类能源利用史上，首先被开发利用的是可以直接用作燃料的各种能源的热能，即把能源物质燃烧，利用其释放出的热能来烧饭、取暖等。因此，我们通常总是以各种一次能源的燃烧值（发热量）来比较和表征各种能源性能的优劣。后来，随着社会的进步，一些虽然不能直接燃烧，但内部却蕴藏有巨大能量，可以通过一定方式转化成人类能够利用的各种二次能源的能量物质资源，逐渐被认识、开发。因此在能源工业中就用能流密度这一含义更为广泛的概念，取代燃烧值这一概念。所谓能流密度，对于可以直接燃烧的能源，是指单位重量（或体积）的能源完全燃烧后所释放的总热量；对于不能直接燃烧的能源，是指单位重量（或体积）的能源蕴藏于其内部的能量相当的总热量。工业上常用的能流密度单位，对固体或液体能源是千卡/公斤（或大卡/公斤），对气体能源是千卡/标准立方米。不同种类的能源物质的能流密度不同，同一种能源（如煤炭）由于生成的地质年代不同，产地不同，能流密度也不完全相同。为此，就需要有一个计算标准，国际上规定把能流密度恰好等于7000千卡/公斤的某种能源物质，称为标准燃料（或标准煤），其他各种能

源，均可按其所含能量相当于热量的大小，折算成标准燃料，来比较其性能优劣或计算其产量及消耗量。因此，标准燃料是国际上最通用的能源单位。表1-1是标准燃料和常用能源的能流密度和折算比率。很显然，折算比率愈大，能流密度就愈高，便愈是高档能源。

在计算能源产量和消耗量时，常以吨标准燃料作单位。

表1-1 标准燃料和常用能源的能流密度及折算比率

能源	能流密度	折算比率
标准燃料	7000千卡/公斤	×1
薪材	4000千卡/公斤	×0.571
煤炭(平均)	5000千卡/公斤	×0.714
石油	10000千卡/公斤	×1.429
天然气	9300千卡/米 ³	×1.323
酒精	7200千卡/公斤	×1.029
木炭	8000千卡/公斤	×1.143
柴油	10200千卡/公斤	×1.457
高热值煤气	5000-10000千卡/米 ³	×0.714-1.429
低热值煤气	1500-1500千卡/米 ³	×0.214-0.214
氢能	29000千卡/公斤	×4.143
核裂变能	160亿千卡/公斤	×2283714.2
核聚变能	810亿千卡/公斤	×11571428

2-2. 千卡·焦耳·千瓦小时

人类利用能源时，总要设法把蕴藏在自然能源中的能量，转化成便于使用的各种能量形式，其中热能、机械能、电能是主要的能量形式。因此，热能、机械能、电能的单位，均可直接用作能源的单位。

热能的基本单位是卡 (cal)，在标准大气压的恒定压强下，把1克纯水的温度升高1℃所需的热量称之为1卡。因为卡这个单位太小了，所以计算热量时常用千卡 (kcal) 作单位，1千卡 = 1000卡。

机械能的单位和功的单位是一样的，在米·千克·秒单位制中，功的基本单位是焦耳 (Joule) 1焦耳就是1牛顿的作用力使物体在力的方向上通过1米的路程所做的功。根据功能原理，做功的过程也就是能量转变的过程，所以机械能的单位焦耳和热能的单位千卡之间有如下的关系：1焦耳 = 0.00024千卡。

电能的单位是千瓦小时 (kw-hr)。在电功率为1千瓦时，电流在一个小时内所做的功叫做1千瓦小时，也就是通常所说的一度电。1千瓦小时 = 3.6×10^6 焦耳。

2-3. 英国热量单位B.T.U

英国热量的基本单位是B.T.U (British Thermal Unit)，把1磅水的温度升高1°F (从39.1°F升高到40.1°F) 所需的热量叫做一个B.T.U。英国热量单位和国际制热量单位之间的关系是1 B.T.U = 252卡。在第一次能源危机之后，英国是通过大规模开发利用化石能源煤炭并第一个完成

工业革命的国家，所以英国热量单位也一直沿用下来，经常出现在各种文献资料中。作能源单位时，B.T.U 太小了，所以又经常采用下面两个比较大的能源单位：考特(Quads)和库(Q)。考特是美国热量单位：

$$1 \text{ 考特} = 10^{15} \text{ B.T.U}$$

$$1 \text{ 库} = 10^{18} \text{ B.T.U}$$

2—4. 各种能源单位的换算关系

各种能源单位之间的换算关系，见表1-2。

2—5. 其他

在生产、销售、消费等各个环节中，对液体能源石油和气体能源天然气，国外还经常以其容积作为计量的单位。为了使广大的能源工作者能从石油、天然气的容积或重量迅速而方便地换算出其所相当的能量，在表1-3中给出了石油、天然气的容积、重量与能量之间的换算关系。

在计算石油、天然气的产量时，通常还可以应用以下简易的换算关系：日产原油1桶，大约相当于年产原油50吨；日产天然气100万立方英尺，大约相当于年产天然气 10×10^6 立方米。

1度电的理论热值是860千卡，但在一次能源的产量和消费量计算中，水电是按火电实际消耗的标准燃料值进行换算的。我国的取值为1度电等于3000千卡，国际标准是1度电等于2800千卡。

表1-2 各种能源单位之间的换算关系

吨标准燃料	千卡 (<i>kcal</i>)	焦耳 (<i>joule</i>)	千瓦时 (<i>kwh hr</i>)	B.T.U	磅特 (<i>quads</i>)	岸 (<i>Q</i>)
1	7×10^6	2.93×10^{10}	8.14×10^3	2.78×10^7	2.78×10^{-8}	2.78×10^{-11}
1.43×10^{-7}	1	4185	1.163×10^{-3}	3.968	3.968×10^{-15}	3.968×10^{-18}
3.4×10^{-11}	0.24×10^{-3}	1	0.278×10^{-6}	0.948×10^{-3}	0.948×10^{-18}	0.948×10^{-21}
1.23×10^{-4}	860	3.6×10^6	1	3413	3.413×10^{-12}	3.413×10^{-15}
3.6×10^{-8}	0.252	1055	2.93×10^{-4}	1	10^{-16}	10^{-18}
3.6×10^7	0.252×10^{15}	1055×10^{15}	2.93×10^{11}	10^{15}	1	10^{-3}
3.6×10^{10}	0.252×10^{18}	1055×10^{18}	2.93×10^{14}	10^{18}	10^3	1

表1-3 石油、天然气容积、重量和能量的换算关系

容积		重量		能量	
桶	千升	吨	吨标准燃料	焦耳	B.T.U
1	0.159	0.136	0.21	6.3×10^9	5.7×10^6
6.29	1	0.863	1.32	3.96×10^{10}	3.58×10^6
7.33	1.16	1	1.53	4.47×10^{10}	4.24×10^7
4.65	0.74	0.66	1	2.93×10^{10}	2.78×10^7
0.16×10^{-9}	0.25×10^{-10}	0.22×10^{-10}	3.4×10^{-11}	1	0.948×10^{-3}
0.176×10^{-6}	0.28×10^{-6}	0.23×10^{-7}	3.6×10^{-8}	1055	1

容积		重量		能量	
立方英尺	立方呎	吨标准燃料	焦耳	B.T.U	
1	2.832×10^{-2}	0.358×10^{-4}	1.05×10^6	10 ³	
35,317	1	1.26×10^{-3}	3.7×10^7	3.5×10^6	
2.79×10^6	0.79×10^3	1	2.93×10^{10}	2.78×10^7	
0.95×10^{-6}	0.27×10^{-7}	3.4×10^{-11}	1	1	0.948×10^{-3}
0.001	2.85×10^{-6}	3.6×10^{-8}	1055	1	1