



西安交通大学 学术文库

能源工程

(增订本)

陈学俊 著
袁旦庆



西安交通大学出版社

XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

能 源 工 程

(增订本)

陈学俊 著
袁旦庆

西安交通大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

能源工程:增订本/陈学俊著. —2版. —西安:西安
交通大学出版社,2007.10
ISBN 978-7-5605-1516-8

I. 能… II. 陈… III. 能源-基本知识 IV. TK01

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 133398 号

书 名	能源工程(增订本)
著 者	陈学俊 袁旦庆
出版发行	西安交通大学出版社
地 址	西安市兴庆南路 10 号(邮编:710049)
电 话	(029)82668357 82667874(发行部) (029)82668315 82669096(总编办)
印 刷	西安新视点印务有限责任公司
字 数	428 千字
开 本	B5(720mm×1 000mm)
印 张	22.375
版 次	2007 年 10 月第 1 版 2007 年 10 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 978-7-5605-1516-8/TK·80
定 价	39.00 元

序 言

能源是我国经济建设的战略重点,是沿着中国特色社会主义道路前进的必要条件之一,是实现四个现代化及提高人民生活水平的重要物质基础。在现代化生产中,能源是主要的动力来源,实现四个现代化必须大规模地开发能源和很好地利用能源。能源与国防的关系至为密切,如能源不足,国家安全将得不到可靠保障,经济建设也不能正常进行。能源和人民生活密切相关,能源是促进经济社会又好又快发展,不断改善人民群众生活的有力保证。总之,能源问题关系到国民经济的持续发展和人民生活水平的提高,关系到物质文明和精神文明的建设,关系到稳定社会秩序和保障国家安全以及建设社会主义和谐社会,必须予以高度重视。

本书叙述了能源的重要性和基本概念、能源的形势、特点及其与国民经济和人民生活之间的关系;综合分析了常规能源(煤炭、石油、天然气、水力资源)的概况、存在的问题及其发展前景;同时从工程技术观点对常规能源(火电、水电、核电)以及新能源与可再生能源(太阳能、地热、风能、生物质能、海洋能、氢能)的开发利用进行了论述和评价,并介绍了它们的基本工作原理。再者,由于农村能源及节能工作的重要性,专门另设了两章,系统地进行叙述和分析;同时由于能源开发利用与环境保护关系密切,影响到经济的可持续发展,因此也专设了一章。能源工程内容范围广,关系到各行各业,已成为人们必须了解的基本知识之一。作者写本书的目的,既是对 30 年来能源工程的概况及基本原理和今后发展进行分析,以提供给工矿企业、政府机关干部以及高等学校教师和学生等作为参考书;同时,出版本书增订版也是为了迎接作者 90 岁诞辰及结婚 65 周年纪念。

本书共分 12 章,其中第 1 章至第 6 章为陈学俊同志所写,第 7 章至第 12 章为袁旦庆同志所写。

能源工程发展迅速,与时俱进,在我国经济社会不断发展、不断探索及不断创新的新形势下,由于作者水平有限,内容如有不妥之处,请读者批评指正。

陈学俊 袁旦庆
2007 年 3 月于西安

目 录

第 1 章 绪论

1.1 能源的重要性	(1)
1.2 能源的概念和分类	(6)
1.3 能源的转化和利用	(8)
1.4 能源的评价	(10)
1.5 能源的选用	(11)
1.6 我国能源的科技发展与可持续发展	(13)
参考文献	(23)

第 2 章 能源的形势及其与国民经济的关系

2.1 能源的形势	(25)
2.2 能源开发、利用的特点	(39)
2.3 能源和国民经济发展的关系	(45)
2.4 能源弹性系数	(46)
2.5 能源发展战略研究	(48)
2.6 能源可持续发展战略构想	(52)
参考文献	(58)

第 3 章 能源开发与环境保护

3.1 能源开发对环境的影响	(59)
3.2 我国面临的环境问题与环境保护的决策	(60)
3.3 环境保护采取的措施	(61)
3.4 水能资源开发利用及环境保护	(66)
3.5 煤炭地下气化,电厂脱硫工程与洁净技术	(72)
3.6 全面落实科学发展观,加快建设环境友好型社会	(74)
3.7 当前和今后一个时期环保工作总体思路	(78)
3.8 落实科学发展观加强环境保护	(83)
参考文献	(89)

第 4 章 常规能源

4.1 煤炭..... (91)

4.2 石油 (100)

4.3 天然气 (105)

4.4 水力 (110)

4.5 对常规能源资源的评价 (113)

参考文献..... (116)

第 5 章 火电与水电

5.1 能源的转化与利用 (118)

5.2 世界电力工业 (123)

5.3 我国电力工业 (129)

5.4 电力工业发展中的新技术 (145)

5.5 中国电网行业分析 (156)

5.6 中国电力工业发展的几点意见 (159)

参考文献..... (165)

第 6 章 核电

6.1 概述 (167)

6.2 核电站基本工作原理及系统 (173)

6.3 世界核电的发展 (177)

6.4 核电发展的途径 (182)

6.5 核热电站的地位和前景 (183)

6.6 核电发展的优越性及开发途径 (185)

6.7 核电站的安全性、可靠性与经济性..... (188)

6.8 我国核电事业的发展 (194)

参考文献..... (199)

第 7 章 太阳能

7.1 概述 (201)

7.2 集热器 (205)

7.3 太阳能热水器 (207)

7.4 太阳能采暖与制冷 (209)

7.5 太阳能发电 (215)

7.6 太阳能事业在我国的发展 (220)

参考文献	(227)
第 8 章 风能	
8.1 概述	(228)
8.2 风能资源	(230)
8.3 风力机	(231)
8.4 风能的利用	(233)
8.5 我国风力发电事业的进展	(234)
8.6 风力发电发展趋势	(239)
参考文献	(240)
第 9 章 地热能与海洋能	
9.1 地热能	(242)
9.2 海洋能	(249)
参考文献	(256)
第 10 章 氢能与燃料电池	
10.1 概述	(258)
10.2 氢的制取和储存	(260)
10.3 氢的应用领域和发展前景	(264)
10.4 燃料电池	(268)
10.5 我国氢能经济研发重点领域	(274)
10.6 我国氢经济发展的对策	(275)
参考文献	(275)
第 11 章 农村能源与生物质能源	
11.1 农村能源与生物质能	(278)
11.2 沼气	(284)
11.3 薪柴	(294)
11.4 小水电	(298)
11.5 生物柴油	(303)
参考文献	(305)
第 12 章 节约能源	
12.1 概述	(307)

12.2 节能的涵义..... (310)

12.3 节能的任务与能源利用效率..... (311)

12.4 节能的组织管理措施..... (314)

12.5 节约煤炭..... (316)

12.6 节约用油..... (318)

12.7 节约用电..... (322)

12.8 工业余热的利用..... (328)

12.9 蒸汽管网系统节能..... (329)

12.10 建筑工业节能 (332)

12.11 水泥工业节能 (334)

12.12 蓄冷技术 (335)

12.13 分布式能源 (337)

12.14 节能规划与节能产品认证制度 (344)

参考文献..... (348)

第 1 章 绪 论

1.1 能源的重要性

能源是人类进行生产和赖以生存的重要物质基础,是经济发展和社会发展的物质基础,也是实现四个现代化以提高我国人民生活水平的先决条件。能源是经济发展的战略重点之一,如果能源的供应赶不上经济建设发展的需要,就会影响我国四个现代化建设的进程。

在现代化生产中,能源是主要动力来源。一些发达国家之所以能够在短短几十年的时间内实现现代化,其中一个重要原因,就是它们都致力于大规模地开发和利用能源。大家都知道,早期的人类社会主要是依靠人力来从事生产活动的。由于人的体力毕竟有限,所以,那时的生产水平是很低的。自从瓦特发明了蒸汽机以及以后使用了汽轮发电机、内燃机和电动机等动力机械以后,社会生产力才有了大幅度的增长。但所有的动力机械都需要消耗一定数量的能源,例如蒸汽机车和火力发电厂需要消耗煤炭,汽车、拖拉机需要消耗汽油、柴油,机床需要消耗电力等等。随着现代社会生产的不断发展,机械化、电气化、自动化的程度不断提高,生产上对能源的需求量也越来越大。一般说来,一个国家的国民生产总值和它的能源消费量大致是成正比的。能源的消费量越大,产品的产量就越多,整个社会也就越富裕。例如,美国、俄罗斯、日本、德国、英国、法国、意大利等工业发达国家的人口总和占世界人口的 $1/5$,而能源消费量却占世界能源总消费量的 $2/3$ 左右。

能源和人民的衣、食、住、行等密切相关。为了解决吃、穿问题,要大力发展农业,实现农业的机械化、电气化、水利化和化学化,这些都需要消耗大量的能源。为了进一步提高农产品的产量,在农业上还需要投入大量的能源,因此,在一定程度上可以说粮食和棉花是用能源换来的。市场上出现的许多色彩鲜艳的尼龙、的确良、人造毛等合成纤维制品,也都是用能源(煤炭、石油、天然气)作为原料和动力制造出来的。至于居住方面,房屋用的木材本身就是一种能源,砖瓦、玻璃、钢材和水泥等建筑材料,在生产过程中都要用掉不少能源。为了保持适宜的室内温度,冬季需要取暖,夏季需要降温;为了学习和工作,室内需要照明,这些都需要消耗能源。至于近代化的家庭设备如计算机、空调、电冰箱、洗衣机、电磁灶、电热器等更离不开能源。此外,为了活跃人们的文化娱乐生活,如看电视、看电影、收听

广播、播放唱片等,无一不需要能源。关于行的问题,除了步行以外,都离不开能源。汽车、电车、火车、轮船、飞机等等,一旦没有能源,则将寸步难行。

能源与国防的关系至为密切,不仅在各种武器的生产上需用大量能源,而且在使用各种武器时,如空中飞机、陆地坦克、海上舰船、海下潜艇以及中远程导弹等也离不开能源。能源若不足,国家安全将得不到可靠保障。

总之,能源问题直接关系到国民经济的发展和人民生活水平的提高。社会总是不断在前进,生产也总是要继续增长,人们则需要更高的物质文明和精神文明,尤其,对于我国正在致力于四个现代化建设来说,能源就显得格外重要。必须把解决好能源问题当作发展国民经济、提高人民生活水平、稳定社会秩序和保障国家安全的头等大事。

中国 1990 年以来能源生产总量已名列前茅,是世界第二大能源生产国。能源生产总量在 2000 年约占世界能源总产量的 9%,2004 年达到 19.7 亿吨标准煤,占世界能源总产量的 11%,2005 年能源生产量达到 20.6 亿吨标准煤,约占世界能源总产量的 13.6%。预计到 2050 年,占世界能源总量的比例将上升至 15%,但由于人口多,我国人均占有能源消费量只有发达国家的 10%~15%,而且在能源结构中以煤炭为主,环境污染问题严重。我国当前煤炭占能源总消费量的 60%以上,到 2050 年仍将保持在 40%以上。发达国家煤炭平均只占能源总消费量的 25%左右。我国近二三十年来,虽然能源开发利用发展很快,但无论从生产到生活,从城市到农村,煤、油、电等全面短缺。如何解决能源问题,有两条出路可供选择:第一是压低经济增长速度,第二是增加能源开发、狠抓能源节约及环境保护。近十余年来中国国民生产总值(GNP)增长速度很快,但人均 GNP 仍然很低,如过分压低经济增长速度,要在下世纪中叶达到中等发达国家水平的目标将难以实现。显然只有增加能源开发,提供足够能源使经济得以持续发展。根据我国国情,最经济最丰富的能源资源是煤炭,因此必须在增加煤炭生产的同时,狠抓节煤,提高利用效率,加强环境治理与保护,决不能走发达国家先污染后治理的老路。我国能源构成中,石油占 20%,石油是交通工具的主要动力能源,其中汽车是石油消耗的最大用户。汽车发动机的排气是城市大气污染的主要来源,因此还必须狠抓节油、提高石油利用效率,同时降低汽车尾气中有害物的排放量。

能源产业的发展趋势是:学科交叉日益广泛和深入,促进产业的发展。过去煤炭或者只作为燃烧发电的能源材料;或者用作化工原料。现在,将二者结合,把化工循环与动力循环统一加以考虑,提出煤炭多联产系统,既能提高能源利用,又减少了污染,系统集成成为产业化发展提供了新的思路。如热能的利用,以往只注重单个技术,如发电或供热或制冷;为了提高利用率,必须科学用能,对热能采用梯级利用,即高温用于发电,低温用于制热和制冷,这样便产生了分布式能源系统,可同时供应冷、热、电,满足对多种能源品种的需求,而在这个系统中,冷热电三者之间的

关系要通过系统的集成来确定。分布式能源系统因其灵活的变负荷、较低的初投资、供电的可靠性、很小的输电损失和适合可再生能源应用等特点,在世界能源领域越来越受到重视。在能源结构调整中,在大电站和电网能基本保证供电的情况下,分布式能源系统与中心电站相结合,对于保障重要用户的电力供应有极好的作用。

根据世界能源发展新战略的规划,发达国家的人均能耗从1980年的6.78吨标煤下降到2020年的3.44吨,到2020年能源总消费量将为120亿吨标煤,只增加10%,而经济增长仍可达到50%~100%。中国是低收入的国家,但每万美元国民生产总值能耗为世界之首,为印度的2.2倍,为发达国家的4~6倍。产品能耗平均为发达国家的2倍,使用能源的设备效率要低10~40%。因此为了经济持续增长,在增加能源生产的同时,还必须提高能源利用效率,节约能源及解决环境保护问题。

中共十六大提出了走新兴工业化道路,到2020年我国国内生产总值(GDP)比2000年翻两番的总目标。我国2003年的能源消费总量为16.78亿吨标准煤,如果采取强化政策使能源消费只翻一番的话,到2020年我国能源消费总量将达到近30亿吨标准煤。我国常规能源(指煤、石油和天然气)探明总资源量约8200亿吨标准煤,探明剩余可采总储量1500亿吨标准煤,按照2020年的能源消费总量计算,我国的常规能源仅能满足我国50年的使用,因此必须进行相关能源的科学分析与研究。

根据我国能源面临的严峻形势和国内外能源科技的发展趋势,我国中长期能源产业发展的基本方针是:节能为本,多元发展,通过科学用能和积极开发国内外资源,为全面建设小康社会提供能源保障,实现一次能源翻一番,国民经济翻两番,为建立充足、清洁、经济和安全的可持续发展的能源结构打下基础。大力发展一次能源,确保能源总量供应,采用洁净煤技术,积极开发石油、天然气,发挥先进开采技术的作用。在利用国外资源,建设安全的供应体系和储备以及迅速发展水电的同时,必须高度重视生态环境保护。新型安全高效输配电系统对提高电网的经济性、可靠性和稳定性都有重要意义。发展核电是实现我国能源结构优化和调整能源资源分布不平衡的重要途径。实现多层次全社会节能战略,提高能源利用效率,研发科学用能新方法、新材料、新系统与新工艺,研发新能源和可再生能源,改善能源结构,减少环境污染。

随着经济的高速发展,电力供需矛盾日趋突出。2004年一季度,全国用电量4805亿千瓦时,与上年同期相比增长16.4%。从区域用电量增长情况看,经济发达的长江、珠江三角洲地区用电量依然保持高速增长。2006年一季度全国有24个电网出现拉闸限电现象,比上年同期新增加了8个电网。浙江省的各县市企业每星期开工仅3~4天,缺电达40%~50%。

人均用电量的多少直接反映一个国家的现代化程度。2004 年我国人均用电量仅为 1671.9 千瓦时,而日本人均用电量高达 10 000 千瓦时以上。与当前世界人均用电量已达 2 400 千瓦时相比,我国也相差 700 多千瓦时。

需要特别注意的是,现阶段我国人均能源消费量只有世界人均能源消费水平的一半。2003 年底全国发电设备容量达到 3.845 亿千瓦,其中火电 2.856 亿千瓦,水电 0.92 亿千瓦,核电 619 万千瓦,全年发电量合计 19 067 亿千瓦时。全国发电设备装机容量和发电量均居世界第二位,但人均装机容量和发电量还不到世界平均水平的 1/2。2004 年我国人均装机容量只有 0.27 千瓦,人均拥有发电量只有 1 278 千瓦时,均不到世界平均水平的 1/2,仅为发达国家的 1/6 到 1/10。即使到 2020 年,我国人均装机水平也只有 0.6 千瓦,只相当于 2000 年美国人均装机水平的 20%,日本人均装机水平的 29%。预计 2010 年和 2020 年全国电力需求将分别达到 2.8~2.9 万亿千瓦时和 4.1~5.0 万亿千瓦时,为了满足社会经济发展对电力的需求,2010 年装机容量需达到 6~6.5 亿千瓦,2020 年需达到 10 亿千瓦,其中水电 2.4 亿千瓦,煤电 6.4 亿千瓦,核电 0.4 亿千瓦,气电 0.6 亿千瓦,新能源发电 0.2 亿千瓦。能源和电力供需矛盾已经近在眼前,为了保证我国经济的可持续发展及广大人民生活的需要,能源动力工程发展的任务将更为艰巨。

为了保证我国经济的快速可持续发展,与“十一五”规划同步编制的《能源中长期发展规划》已提出“煤为基础,多元发展”的战略。为此,我们要优化发展能源工业,坚持立足国内,煤为基础,节约优先,多元发展,优化生产和消费结构,构筑稳定、经济、清洁、安全的能源供应体系。

有序发展煤炭 加强煤炭资源勘探,统筹规划,合理开发,提高回采率,减少煤炭开采时对生态环境的影响。建设大型煤炭基地,鼓励煤炭企业联合重组,引导形成产亿吨级的企业。鼓励有优势的煤炭企业实行煤电联营或煤电运一体化经营。调整改造中小煤矿,依法关闭不具备安全生产条件、破坏资源或环境的煤矿。加强煤矿瓦斯综合治理,加快煤层气开发利用。加强煤炭清洁生产和利用,鼓励发展煤炭洗选及低热值煤、煤矸石发电等综合利用,开发推广高效清洁燃烧、烟气脱硫等技术。发展煤化工,开发煤基液体燃料,有序推广煤炭液化示范工程建设,促进煤炭深度加工转化。

积极发展电力 以大型高效环保机组为重点,优化发展火电。建设大型超超临界电站和大型空冷电站。推进洁净煤发电,建设单机 60 万千瓦级循环流化床电站,启动整体煤气化燃气-蒸汽联合循环电站工程。鼓励发展坑口电站,建设大型煤电基地。适度发展天然气发电。加快淘汰落后的小火电机组。

在保护生态基础上有序开发水电。统筹做好移民安置、环境治理、防洪和航运。建设金沙江、雅砻江、澜沧江、黄河上游等水电基地和溪洛渡、向家坝等大型水电站。适当建设抽水蓄能电站。

积极推进核电建设。重点建设百万千瓦级核电站,逐步实现先进压水堆核电站的设计、制造、建设和运营自主化。加强核燃料资源勘查、开采、加工工艺改造以及核电关键技术开发和核电人才培养。

加强电网建设。建设西电东送三大输电通道和跨区域输变电工程,扩大西电东送规模,继续推进西电东送、南北互济、全国联网。加强区域、省级电网建设,同步发展输配电网,加强城乡电网建设和改造,完善城乡配电网,扩大供电范围,确保供电安全。

加快发展石油天然气 加大石油天然气资源勘探力度。加强油气资源调查评价,扩大勘探范围,重点开拓海域,主要油气盆地和陆地油气新区,开展煤层气、油页岩、油砂、天然气水合物等非常规油气资源调查勘探。推进油气勘探开发主体多元化。

实行油气并举,稳定增加原油产量,提高天然气产量。加强老油田稳产改造,延缓老油田产量递减。加快深海域和塔里木、准噶尔、鄂尔多斯、柴达木、四川盆地等地区的油气资源开发。坚持平等合作、互利共赢,扩大境外油气资源合作开发。在沿海地区适度建设进口液化天然气项目。扩建和新建国家石油储备基地。

加快油气干线管网和配套设施的规划建设,逐步完善全国油气管线网络。建成西油东送、北油南运成品油管道。适时建设第二条西气东输管道及陆路进口油气管道。

大力发展可再生能源 实行优惠的财税、投资政策和强制性市场份额政策,鼓励生产与消费可再生能源,提高在一次能源消费中的比重。大力开发风能,建成30个10万千瓦级以上的大型风电项目,在内蒙古、河北、江苏、甘肃等地区形成百万千瓦风电基地。加快开发生物质能,支持发展秸秆、垃圾焚烧和垃圾填埋气发电,建设一批秸秆和林木质电站,扩大生物质固体成型燃料、燃料乙醇和生物柴油生产能力。并网风电装机、生物质发电装机分别达到500万千瓦和550万千瓦。积极开发利用太阳能、地热能和海洋能。可再生能源是重要的战略替代能源,对增加能源供应、改善能源结构、保障能源安全和环境保护有重要作用。

节约能源 “十一五”规划把节能提高到重要位置,提出了单位GDP能耗下降20%的硬性指标,必须要付出相当大的努力才能完成。关键是要加快推进经济结构调整和经济增长方式的转变,突出抓好重点能耗行业和企业的节能工作。抓紧制定和完善鼓励节能的财税、信贷、技术、价格等政策。

提高能源产业技术水平 要推进能源科技进步,切实增强能源创新能力建设;积极推广先进适用能源技术,加快热电联产、能源综合利用等技术的开发利用。坚持技术引进与消化吸收相结合,提高重大能源技术装备自主研制和集成创新能力。

1.2 能源的概念和分类

什么是能源？顾名思义，能源是能量的来源或源泉。在自然界里，有一些自然资源拥有某种形式的能量，它们在一定条件下，能够转换成人们所需要的某种形式的能量，这样一些自然资源被称为能源，如煤炭、石油、天然气、太阳能、风能、水力、地热、核能等。在生产和生活中，由于工作需要或为便于输送和使用等原因，把上述能源经过一定的加工使之成为符合使用条件的能量来源，如煤气、电力、沼气和氢能等亦称作能源，它们同样为人们提供所需的能量。

自然界存在的能源有很多种，除了人们熟悉的煤炭、石油、天然气等以外，还有来自太阳的光，大气中的风，河里流的水，涨落的潮汐，起伏的波浪，地下的热水以及原子核反应时释放出来的核能等等。能源的种类虽然很多，但按照它们的来源，可以分为以下四类：

1. 太阳能

人类所需能量的绝大部分，都是直接或间接来源于太阳能。各种植物通过光合作用，把太阳能转变成化学能，在植物体内贮存下来。煤炭、石油、天然气等是由于古代埋在地下的动植物，经过漫长的年代形成的，实质上是由古代生物固定下来的太阳能。风能、波浪能、海洋温差、水力也都是由太阳能转换得来的。地球表面各地不均匀地接受太阳辐射热，使各处大气中气温和压力不同而导致空气流动，形成了风能；由于刮起的风力使海洋表面的水形成了波浪能；由于海洋各处接受太阳辐射热强度的不同而形成了海洋能；海洋表面与内部温度的不同形成了海洋温差；江河、湖泊、海洋以及土壤表面水分的蒸发，上升到高空中的水汽，最终又凝结成水，以雨雪形式返回地面，在高山地区的雨水通过江河流向大海，形成了巨大的水力资源。

从数量上看，太阳能有非常巨大的能量。按理论计算，在1秒钟内太阳照射到地球上的能量，就相当于500多万吨的煤燃烧放出的热量，一年就相当于170万亿吨煤的热量，现在全世界一年消耗的能量还不到它的1/10 000。但是，到达地球表面的太阳辐射能量，只有1/1 000左右被植物所吸收，其余绝大部分都转换成热量，又辐射回到宇宙空间中去。

2. 地热

地球内部有大量热源，在45亿年以前地球形成以来逐步冷却，至今地球的核心部分仍具有5 000℃的高温，而且地球内部由于某些放射性元素在蜕变时，不断放出大量的热，使地球成为一个大热库。从地面向下，随着深度的增加，温度不断提高。从地下喷出地面的温泉和火山爆发喷出的岩浆，就是地热的表现。地球上

地热资源储量很大,据估计,仅地表面以下 10 公里范围内的地热储量,就相当于现在世界能源年消费量的 400 多万倍。

3. 核能

它是某些物质(如铀、钍、氘和氚等)的原子核在发生裂变或聚变反应时释放出来的巨大能量。现在许多国家建设的原子能电站,就是使用铀原子裂变时放出来的能量。原子核聚变放出来的能量更多,海洋里可供原子核聚变的氘和氚,能够释放出来的能量,按目前的能量消耗水平,可以供给全世界使用 1 000 亿年。

4. 潮汐能

地球和月亮、太阳之间有规律的运动,造成相对位置周期性的变化,它们之间的引力,使海水涨落形成了潮汐能。这一类能源和上述三类相比,数量少得多,大约相当于 32 亿吨标准煤所含的能量。

地球上的能源也可按照其来源概括成三类:第一类是来自地球以外天体的能量,其中最主要的如上所述是来自太阳的辐射能,此外,还有其他恒星或天体发射到地球上的各种宇宙射线的能量。第二类是地球本身蕴藏的能量,如地球内部的热能以及海洋和地壳中储存的原子核能。第三类是由于地球和其他天体相互作用而产生的能量,如潮汐能。

在自然界中天然存在的,没有经过加工或者转换的能量称之为一次能源,如煤炭、石油、天然气、太阳能、风能、地热、核能等。为了满足生产和生活的特定需要,为了便于输送和使用,为了提高劳动生产率和能源利用效率,自然界现成的能源,除有些也可直接使用外,通常需要经过加工以后再加以使用。由一次能源加工转换而成的能源产品,一般称为二次能源,如电力、煤气、蒸汽及各种石油制品等等。表 1-1 列出了一次能源与二次能源的范围。

表 1-1 一次能源与二次能源

一次能源			二次能源		
煤炭	风能	海洋能	电力	蒸汽	柴油
石油	太阳能	波浪能	焦炭	沼气	重油
天然气	水力	核能	煤气	酒精	煤油
油页岩	生物能	地热	氢能	汽油	液化气

在自然界中有一些能源能够再生,如太阳能和由太阳能转换而成的水力、风能、生物能等等,它们都可以循环再生,不会因长期使用而减少,所以称它们为再生能源。还有一些能源是不能循环再生的,如煤炭、石油、天然气、核燃料等等,用一些就少一些,所以称其为非再生能源。再生能源与非再生能源如表 1-2 所示。

表 1-2 再生能源与非再生能源

再生能源			非再生能源	
太阳能	波浪能	地热	煤炭	油页岩
生物能	风能	潮汐能	石油	核能
海洋能	水力	草木燃料	天然气	

有一些能源为人类所利用的时间已很长,为人们所熟悉,而且也是当前主要能源和应用范围广的能源,我们称这些能源为常规能源,如煤炭、石油、天然气、水力、电力等等。有一些能源近一二十年才逐渐为人们所重视,新近才开始利用,在目前使用的能源中所占的比例很小,但很有发展前途,今后将愈来愈重要,我们称它们为新能源(即非常规能源,有时亦称做替代能源)。常规能源与新能源是相对而言的,现在的常规能源在过去也曾是新能源,今天的新能源将来又要成为常规能源。例如核裂变能应用于核电站,在我国已有数座核电站,核能是新能源;但在国外除快中子反应堆与核聚变外,许多国家已把核能作为常规能源。即使对于常规能源,目前也正在研究新的利用技术,如磁流体发电就是利用煤炭、石油、天然气作燃料,将气体加热成高温等离子体,在通过强磁场时直接发电。又如风能、生物能以及某些地方的地热水(如温泉),使用已有多年历史,但过去未被视为一种能源,近年来开始加以利用,很有发展前途,因此各国现在一般把它们作为新能源,或称之为代替常规能源的替代能源。常规能源与新能源的分类列于表 1-3 中。

表 1-3 常规能源与新能源

常规能源				新能源		
煤炭	水力	焦炭	煤油	太阳能	生物能	核裂变
石油	电力	蒸汽	重油	风能	波浪能	核聚变
天然气	酒精	汽油	液化气	地热	潮汐能	
油页岩	煤气	柴油		海洋温差	氢能	

1.3 能源的转化和利用

能源在一定条件下能够转换成人们所需要的各种形式的能量。例如煤炭,加热到一定的温度,就和空气中的氧气化合而燃烧,并放出大量的热。我们可以直接利用热来取暖;也可用热来生产蒸汽,用蒸汽推动蒸汽机转变为机械能;也可推动汽轮发电机转变成电能,把电送到工厂、农村、城市;电能又可通过电动机、电灯或电灶等转换为机械能、光或热。又如太阳能,它照射到集热器中,把水加热可供取

暖或供应热水,也可产生蒸汽可以发电;太阳能还可以直接通过光电电池转换为电能。流水推动水轮机可以产生机械能,也可以通过水轮发电机转换为电能。石油制品汽油、柴油,在内燃机中燃烧转换为机械能,作为汽车和拖拉机的动力。风力驱动风力发动机,在农村中可以拖动水泵以抽水,也可以带动发电机发出电力。图1-1示出目前各种主要能源及其转化和应用。

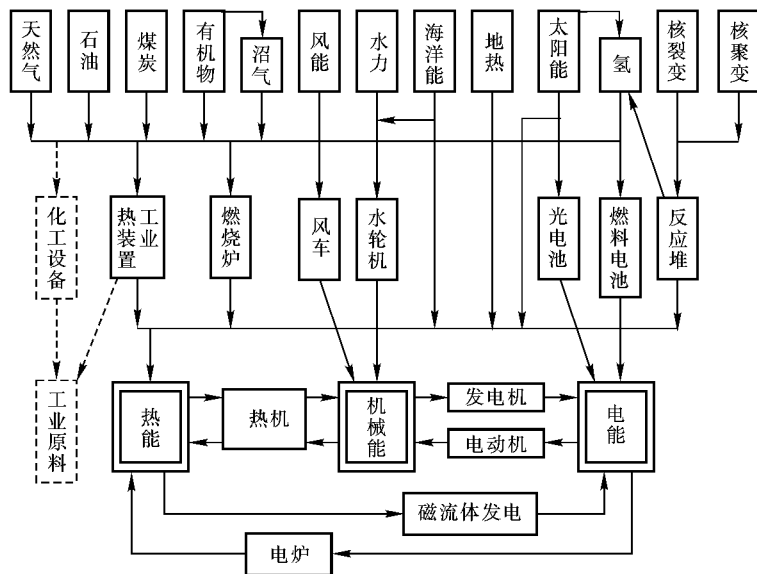


图 1-1 能源的转化和应用

图中最上面一排是直接来自自然界的能源,即一次能源;其中左边的三种能源(煤炭、石油、天然气)及水力是常规能源,右边的那些能源近年来才被重视开始利用,是新能源。常规能源中的天然气、石油和煤炭是由远古的动植物化石演变而成的燃料,所以有时也统称为化石燃料,它们是目前的主要能源。

天然气、石油、煤炭、有机物及由有机物产生的沼气,由太阳能和核裂变从水中产生的氢等,除一部分(图中虚线)作为原料使用外,绝大部分都在各种炉子和工业热装置中通过燃烧转化为热能。核能则通过反应堆转化为热能。此外还可以从地热、太阳能中直接得到热能。水力可以通过水轮机、风力可以通过风力发动机而直接转化成机械能。使用光电电池或燃料电池,可以从太阳能或各种燃料得到电能。但是由于经济性的原因,实际上目前绝大多数电能都是通过发电机从机械能转化过来的。电比较容易通过电动机或电炉等再转化为机械能或热能,而且输送方便,因此电是使用最方便的能量方式。

目前实际用量最大的三种能量形式——热能、机械能、电能,都是可以通过一定