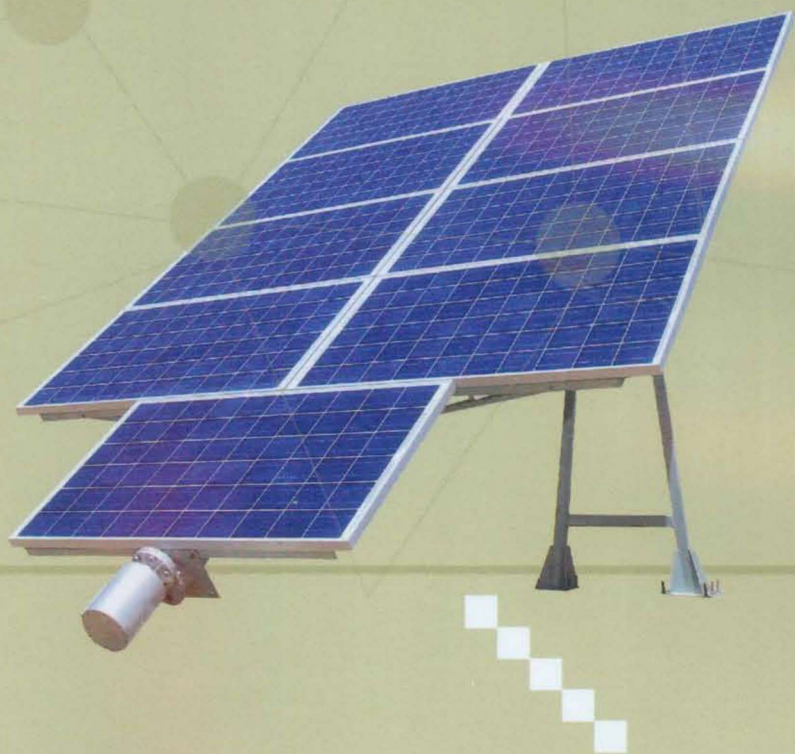


高等职业院校太阳能应用专业系列教材

Guangfu Fadian Xitong Jianshe
Shiyong Jishu

光伏发电系统建设实用技术

主编 吴建春



重庆大学出版社

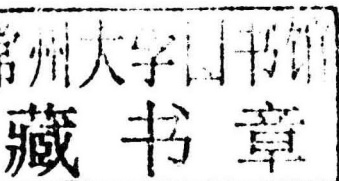
<http://www.cqup.com.cn>

高等职业院校太阳能应用专业系列教材

光伏发电系统建设实用技术

主 编 吴建春

参 编 吴 红 王 莉 祁正荣



重庆大学出版社

内 容 提 要

本书是高等职业院校太阳能应用技术及相关专业所用系列教材之一,由酒泉职业技术学院、东方电气集团公司、上海电力设计院有限公司组织编写。本书主要内容包括:能源基础知识、光伏发电系统、太阳能电池、储能设备、光伏控制器、逆变器、离网光伏发电系统的设计、光伏建筑一体化等。对离网光伏发电系统的建设技术进行了全面系统的介绍,内容先进、实用,可操作性强。

本书作为高等职业院校太阳能应用技术及相关专业教材,还可供该领域的设计、管理及施工等工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

光伏发电系统建设实用技术/吴建春主编. —重庆:
重庆大学出版社,2015.4
ISBN 978-7-5624-8839-2

I. ①光… II. ①吴… III. ①太阳能发电—系统工程
IV. ①TM615

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 025798 号

光伏发电系统建设实用技术

主 编 吴建春

策划编辑:鲁 黎

责任编辑:鲁 黎 版式设计:鲁 黎
责任校对:秦巴达 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:邓晓益

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编:401331

电话:(023) 88617190 88617185(中小学)

传真:(023) 88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn (营销中心)

全国新华书店经销

POD:重庆书源排校有限公司

*

开本:787×1092 1/16 印张:12.75 字数:310千

2015年4月第1版 2015年4月第1次印刷

ISBN 978-7-5624-8839-2 定价:25.50元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书
制作各类出版物及配套用书,违者必究

前言

由于化石能源的有限性和对环境恶化(气候变暖)造成的影响,而人口不断增长,造成能源短缺、油价持续上涨等现状。与此同时,太阳能取之不尽、用之不竭,无噪音、零排放,故全球都渴求光伏发电产业的发展,以减少人类对化石能源的依赖。就欧洲光伏工业协会(EPIA)预测,全球到2020年,光伏发电系统总装机容量将达195 GW,光伏发电量为274 TW·h,相当于2020年全球发电量的1%,到2040年光伏发电量为7368 TW·h,相当于2040年全球发电量的21%。

我国近几年光伏发电产业发展迅速,在国家相关政策的支持下,仅2011年西部地区总装机容量就超过了1 GW,今年建成、在建并网光伏发电项目的总装机容量也超过了1 GW,这一切表明我国将在光伏发电系统设备、材料及产品生产应用方面成为全球光伏产业大国和未来的强国。

光伏产业蓬勃发展,太阳能的应用领域越来越广,与之不相适应的是:全国1200多所高职院校中,真正开设光伏发电技术应用专业的学校不超过30家。光伏产业因为国内缺少专业高技能人才,一般只好招用电子、化工等专业的毕业生加以代替,再根据实际需要加以培养。光伏产业大部分需要的是复合型技能人才,巨大的缺口亟待高职毕业生填补,相对于本科毕业生,高职毕业生有动手能力强的特点。

为适用甘肃酒泉地区及周边对于光伏人才的需要,酒泉职业技术学院设置有太阳能应用技术、光伏材料加工与应用专业,并于2011年10月成立了新能源工程系。基于目前国内光伏专业所用光伏技术特别是有关光伏系统建设的教材比较缺乏,出版的教材也多为理论性强、缺少光电场建设实际指导的教材。为了更好地满足高职教育与社会用人的需要,推动光伏产业的发展,提升太阳能光伏技术与应用专业学生的操作技能和综合素质,我们联合东方电气集团及上海电力设计院等有关专家组织编写了本教材。

在编写教材时,按照光伏发电系统组成部件安排教学内容,在内容的安排和深度的把握上,结合光伏发电系统建设实际传授必备的理论知识,讲解实际施工方法。使得教学过程系统完整,又与实际结合紧密。

《光伏发电系统建设实用技术》是我们为太阳能应用技术、光伏材料加工与应用专业等光伏产业相关专业开发的系列教材之一。编者曾参与大型并网光伏电站的建设,并长期从事太阳能专业教学,教材综合了建设过程中的经验,体现了教学的需要、特色。

教材从能源知识这一全新的角度入手设计教学内容,共设计了7章内容,包括能源发展、离网光伏发电系统、储能技术、光伏控制器、离网光伏逆变器、离网光伏发电系统的设计、光伏建筑一体化等内容。兼顾职业学生的特点,将繁琐的理论知识、原理,通过各种图表表现出来,并加入实物图及实例,便于学生理解和体会。

本书由酒泉职业技术学院、上海电力设计院、东方电气集团组织编写,由酒泉职业技术学院吴建春教授任主编、吴红副教授、王莉、祁正荣编写。在编写过程中得到了甘肃电力公司、合肥阳光能源有限公司的大力支持,参阅了大量专家、前辈的著作和文献,在此表示最诚挚的感谢。

本教材不仅为提升学生的操作技能和综合素质提供了理论范本和实用手册,也填补了目前国内应用型光伏系统建设教材的空白,还满足了高职教育与社会用人的需要,对推动甘肃乃至全国光伏产业的发展有着积极的意义。

本书既可作为高职院校太阳能应用专业的教材,又可作为光伏发电系统建设的指导书。

由于编者水平有限和时间仓促,不妥之处在所难免,恳请广大读者提出宝贵意见,以便今后不断修改和完善。编者联系邮箱:jqxywujc@163.com。

编者

2014年7月

目 录

第 1 章 能源发展	1
1.1 能源革命	1
1.1.1 能量 能源 资源	1
1.1.2 能源与人类社会的发展	14
1.2 能源革命与工业革命	19
1.2.1 能源与工业化进程	19
1.2.2 能源革命与工业革命	22
1.3 英国、美国与工业革命	28
1.3.1 英国与第一次工业革命	28
1.3.2 美国与第二次工业革命	31
1.4 21 世纪能源革命展望	33
1.4.1 21 世纪能源革命展望	33
1.4.2 太阳能光伏发电引领低碳经济	35
本章小结	36
习题	37
第 2 章 离网光伏发电系统	40
2.1 太阳能及其利用	40
2.1.1 太阳能概述	40
2.1.2 太阳能的利用	44
2.2 太阳能光伏发电系统	49
2.2.1 概述	49
2.2.2 离网(独立)光伏发电系统	56
2.3 太阳能电池、组件及方法	59
2.3.1 太阳能电池	59
2.3.2 半导体的能带结构	63
2.3.3 太阳能电池组件	67
2.3.4 太阳能电池方阵	69

本章小结	70
习题	71
第3章 储能技术	73
3.1 概述	73
储能基础知识	73
3.2 储能蓄电池	76
3.2.1 VRLA 蓄电池	76
3.2.2 VRLA 蓄电池的工作原理	78
3.2.3 VRLA 蓄电池的电特性	79
3.2.4 VRLA 蓄电池的选型	81
3.3 氢储能	82
3.3.1 氢能的特点及利用方式	82
3.3.2 氢的制备、储存	84
本章小结	89
习题	90
第4章 光伏控制器	92
4.1 自动控制	92
4.2 太阳能控制器的基本概念	98
4.3 几种光伏控制器的基本电路	106
4.4 蓄电池充电控制方法	109
4.5 光伏控制器的选型	110
本章小结	111
习题	112
第5章 离网光伏逆变器	114
5.1 概述	114
5.2 逆变器控制技术	120
5.3 光伏逆变器的选型	125
本章小结	127
习题	128
第6章 离网光伏发电系统的设计	130
6.1 离网光伏发电系统设计的基本内容	130
6.2 离网光伏发电系统设计	132
6.2.1 设计的基本原理	132
6.2.2 确定失电小时数	132
6.2.3 获得当地地理条件、气象数据及太阳辐射 能资源资料	133
6.2.4 确定方阵最佳倾角	134

6.2.5	设计太阳能电池方阵·····	136
6.2.6	蓄电池的设计·····	137
6.2.7	逆变器的设计·····	138
6.3	设计实例·····	139
6.3.1	家用光伏电源系统设计·····	139
6.3.2	光伏水泵的设计·····	142
6.4	光伏系统的安装·····	147
	本章小结·····	153
	习题·····	153
第7章	光伏建筑一体化 ·····	154
7.1	BIPV 概述·····	154
7.1.1	绿色生态建筑概述·····	154
7.1.2	太阳能光伏建筑一体化·····	157
7.2	BIPV 系统设计·····	164
7.2.1	BIPV 系统设计中的相关概念·····	164
7.2.2	BIPV 系统设计·····	166
7.3	BIPV 工程设计安装案例——青岛客运站 BIPV 项目 ·····	177
	本章小结·····	180
	习题·····	180
	附 录·····	182
	参考文献·····	196

第 1 章

能源发展

☆本章概述

1. 能量、能源、资源的基本概念及相互关系,能源与人类社会的发展。
2. 能源在工业化进程中的作用是工业革命还是能源革命?
3. 英国、美国与工业革命,英国、美国为何在工业革命后迅速成为经济强国。
4. 21 世纪能源革命展望,太阳能光伏发电将引领低碳经济。

★学习目标

1. 掌握能量、能源、资源等知识内容。了解能源在人类社会的发展过程中所起的作用。
2. 掌握能源革命发生的时间及带来的影响及与工业革命的关系。
3. 了解能源革命在经济社会中所起的重要作用,未来太阳能光伏发电将如何引领低碳经济。

1.1 能源革命

1.1.1 能量 能源 资源

1. 能量

(1) 能量的定义

人们常说,生命在于运动,这强调了运动对于生命的重要。其实生命更在于能量。生命的存在是以能量为前提的。如果没有能量,生命根本就不会出现。而一旦生物的能量消耗殆尽,其生命也将走向终结。因此,能量与生命休戚相关。

科学历史观认为,构成客观世界的三大基础分别是物质、能量和信息。物质是构成客观世界的实体;运动是物质存在的方式,能量是度量物质运动的量,是一切物质运动的动力,没有能量,物质就静止呆滞,无生命气息;所以客观世界一切运动着的物体,都具有能量,人类的一切活动都与能量及能量的使用紧密相关。没有信息,物质和能量既无认识,也毫无用处。

所谓能量,是指物质产生某种效果(变化)的能力。换句话说,产生某种效果(变化),必然伴随着能量的消耗和转换。能量是一切物质运动、变化和相互作用的度量。当物质运动、变化

及相互间作用时,为了度量其具有多少能量,引入功的概念。也就是说,如果一个物体对外做了多少功,这个物体就具有多少能量。如流动的河水能够推动水轮机而做功,举到高处铁锤下落时能够把木桩打进土里而做功,被压缩的弹簧放开时能够把物体弹开而做功,内燃机气缸里的高温高压燃气膨胀时能够推动活塞移动而做功。流动的河水、举到高处铁锤、被压缩的弹簧、高温高压的燃气之所以会做功,是因为都具有能量。能量反映了一个由诸多物质构成的系统同外界交换功和热的能力的大小。利用能量的过程实质上就是利用自然界中某一自发变化的过程来推动另一人为的过程。如利用自然流动的水来人为产生电力。

客观世界一切物质,大到宇宙天体,小到分子原子,都在不停的运动和变化着,所以任何物体都具有能量。但能量的表现形式是多种多样的。与人类密切相关的能量有六种,它们是核能、机械能、辐射能、热能、电磁能和化学能。

核能也叫原子能,是储存在原子核里的能量。太阳所发出的光和热就是由核能产生的,因为在太阳内部每时每刻都在进行着剧烈的原子核裂变反应,同时释放出巨大的能量。从这方面说,在各种形式的能量中,核能的能量最大。

机械能是使物体运动的能量,是与物体宏观机械运动或空间状态相关的能量,包括固体和液体的动能、势能、弹性势能及表面张力能等。如行驶的汽车具有动能,飘落的雨雪具有势能等。动能和势能统称为机械能,它是人类最早认识的能量。

辐射能是物体以电磁波或粒子的形式向外发射或传送的能量。辐射能的主要表现形式是光能、声能和波能。如太阳光、无线电波、声音等。

热能又称热量,是构成物质微观分子运动的动能和势能的总和。它的宏观表现是温度的高低,温度反映了分子运动的激烈程度。如人们生火做饭、取暖,金属材料的热处理,蒸汽机、火车、汽车的开动、运行等,都是热能大显身手的场所。地球上最大的热能资源是地热能。

电磁能包括电能和磁能,是彼此相互联系的交变电场和磁场所具有的能量,它是电场能和磁场能的总和。有了电磁能,人类社会变得如此多彩,有了电磁能,人类物质文明和精神文明才有声有色。

化学能是物质原子核外进行化学变化时放出的能量,是物质结构能的一种。是物质以化学方式储存起来的一种能量,像电池、沼气、煤炭、石油、天然气等,都含有化学能,在我们每天所摄入的各种食物中,也含有化学能。人类利用最普遍的化学能是燃烧碳和氢。碳和氢也正是煤、石油、天然气、薪材等燃料中最主要的可燃元素。

物质的运动形式是多种多样的,对于每一个具体的物质运动形式对应具体的能量形式,如:与宏观物体的机械运动对应的能量形式是动能;与分子运动对应的能量形式是热能;与原子运动对应的能量形式是化学能;与带电粒子的定向运动对应的能量形式是电能;与光子运动对应的能量形式是光能;等等。如图 1.1 所示。

当运动形式相同时,两个物体的运动特性可以采用某些物理量或化学量来描述和比较。例如,两个作机械运动的物体可以用速度、加速度、动量等物理量来描述和比较;两股作定向运动的电流可以用电流强度、电压、功率等物理量来描述和比较。但是,当运动形式不相同,两个物质的运动特性唯一可以相互描述和比较的物理量就是能量,即能量特性是一切运动着的物质的共同特性,能量尺度是衡量一切运动形式的通用尺度。



图 1.1 物质的运动形式

◆你能说出图 1.1 中所列现象中都含有什么能量吗?

(2) 能量的特性

① 状态性

能量取决于物质所处的状态,物质的状态不同,所具有的能量也不同(包括数量和质量)。

② 可加性

物质的量不同,所具有的能量也不同,可相加。

③ 转换性

各种形式的能量可以相互转换,其转换方式、转换数量、转换的难易程度均不尽相同,即能量之间的转换效率是不一样的。

④ 传递性

能量可以从一个地方传递到另一个地方,也能从一种物质传递到另一种物质。

⑤ 做功性

各种能量转换为机械功的本领是不一样的,转换程序也不相同。

⑥ 贬值性

能量在传递与转换过程中,由于多种不可逆因素的存在,总伴随着能量损失,表现为能量质量的减少和品位的降低,即做功能力的下降,直至达到与环境状态平衡而失去做功本领,成为废能,这就是能量的质量贬值。

(3) 功和能

功和能是两个密切联系的物理量。要定量地确定物体的能量,离不开功。一个物体做了多少功,我们就说这个物体的能量改变了多少。物体具有的能量大小是用做功多少来衡量的。

功是物体受到力的作用,并且在这个力的方向上通过一段距离,我们就说这个力对该物体做了功。力做功也常说成是物体做功。如果物体移动的方向与力的方向相反,则称物体克服该力做功。用手沿水平方向推一辆放在水平桌面上的小车,小



车在力的作用下前进了一段距离,力学中就说,手对小车做了功;起重机起吊重物,对重物有向上的拉力,重物在拉力 F 的作用下升高一段距离 s ,力学中就说,起重机对重物做了功。分析上面两例,会发现其有共同点,即有作用力,物体在力的方向上通过了一定的距离。不同的是力的方向不同,施力物体就不同。通过分析,我们应建立这样一个概念:物体在力的作用下,在力的方向上通过一段距离 s ,那么力对物体就做了功,不管是在水平方向,还是在竖直方向上,不管施加力的物体是人还是机械。作用在物体上的力和物体在力的方向上通过的距离称为做功的两个必要因素。

力学中的“做功”与日常生活中的“工作”不完全一样,平常我们所说的“工作”是对一切消耗体力和脑力劳动的总称。而“做功”比“工作”的涵义要狭窄且严格得多。譬如一个人在水平地面担了一天水,他当然是工作了,但从力学角度来说,他没有对水做功。



功的大小跟作用在物体上的力成正比,跟物体在力的方向上通过的距离成正比。即:

①功的大小

功等于力和物体在力的方向上通过的距离的乘积(功=力×距离)表示为 $W = Fs$ 。

②功的单位

功的单位是焦耳,简称焦(J)。1 J=1 N·m。做功的过程实质上就是能量转化的过程,力对物体做多少功,就有多少能量发生了转化。所以可以用功来度量能量转化了多少,能量的单位就与功的单位一样,也是焦耳。

(4)能量的转化

自然界中各种形式的能量不是孤立存在的,不同形式的能量间会发生相互转化。能量转化是一普遍的现象,自然界中物质运动形式的变化总伴随着能量的相互转化。能量的转化是有条件的,即在有能量密度差的条件下,能量总是从能量密度大的物质或能量集中的地方,向能量密度小的物质或能量分散的地方转化;总是从集中到分散并逐步达到平衡。能量转化的速率正比于转化的动力,而反比于转化的阻力。能量转化有两种形式,即转移和转换。

能量的转移是指能量由一个物体传递到另一个物体,能量形式不发生变化。如两个存在温差的物体,热量总是从高温物体传递到低温物体,使低温物体的温度升高。如把一个金属汤匙插入开水中,金属柄的温度会上升直到烫手。狂风把树叶吹得漫天飞舞。狂风的机械能传递到树叶上,使树叶运动。

能量的转换是指能量在传递的过程中由一种形式转化为另一种形式,如图 1.2 所示。如发电机是将机械能转换为电能。电动机是将电能转换为机械能。光合作用是将太阳能(光能)转换为化学能。蓄电池充电时是将电能转换为化学能。蓄电池放电时是将化学能转换为电能。古人钻木取火是将机械能转换为内能;通常所说的能量转换只是形式上的转换,广义的说能量转换还应当包括能量在空间上的转移,即能量的传输;能量在时间上的转移,即能量的储存。

能量转化时有两种途径:一种是携带能,另一种是交换能。携带能是由物质交换和质量迁移而携带的能量;交换能是在物质边界面上的能量交换。在物质边界面上的能量交换通常以两种方法进行:

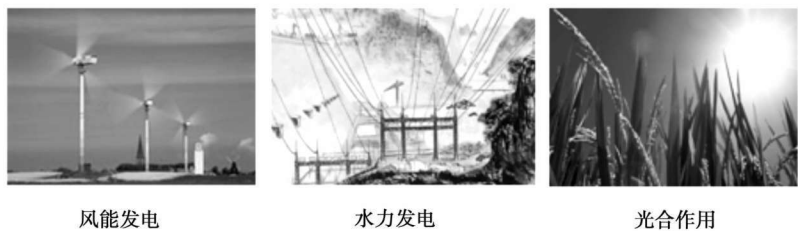


图 1.2 能量转换

①传热——由温差引起的能量交换,这是能量转化的微观形式。

②做功——由非温差引起的能量交换,这是能量传递的宏观形式。

能量转化的实质是能量的利用。如果把产品的使用也包括在内,能量的最终去向只能是唯一的,即最终进入环境。

从能量利用的本质来看,利用能量不是利用其数量,而是利用其质量(品位、品质),即能量从高品质急剧降为低品质,直到进入环境,成为废能。

在量的方面能量转换遵从能量守恒定律,即自然界中一切物质都具有能量,能量既不能被创造、也不能被消灭,只能从一种形式转换为另一种形式,从一个物体传递到另一个物体,在能量转换与传递过程中其总量恒定不变,如摩擦生热,机械能转换为热能,量不变。但在能量转换过程中是有方向、条件及限度的,如气体总是从高压向低压膨胀;水总是从高处向低处流动;热量总是从高温物体向低温物体传递,反之就必须做功。之所以会这样,我们认为能量是有品质高低之分的。一般机械能的品质高于热能;高温热能的品质高于低温热能。而且能量在传递与转化的过程中,能量的品质只会降低不会提高,这就是能量贬值原理。能量转换在“量”上遵从能量守恒定律,在“质”上遵从能量贬值原理。

另外能量是可以储存的,不同的能量以不同的形式储存,如机械能以动能和热能的形式储存;热能以潜热和显热的形式储存;电能以感应场能和静电场能储存;化学能和核能以自身形式储存。

所谓的消耗能量、利用能量、获得能量的过程就是能量的相互转化和转移的过程。

2. 能源

(1) 能源的定义

“能源”一词在过去人们很少谈论,是两次石油危机使人们对能源有了认识,成了人们议论的热点。现如今能源成为整个世界发展和经济增长的最基本的驱动力,成为人类赖以生存的基础,无论是生产生活都离不开能源。但是自工业革命以来,能源安全问题就开始出现。在全球经济高速发展的今天,国际能源安全已上升到了国家的高度,各国都制定了以能源供应安全为核心的能源政策。在此后的许多年里,在稳定能源供应的支持下,世界经济规模取得了较大增长。但是,人类在享受能源带来的经济发展、科技进步等利益的同时,也遇到了一系列无法避免的能源安全挑战:能源短缺、资源争夺以及过度使用能源造成的环境污染等问题,严重威胁着人类的生存与发展。

关于能源的定义有许多种,简单地说,能源亦称能量资源或能源资源。能源是指能够直接或经过转换而获取某种能量的自然资源,包括煤、石油、天然气、太阳能、风能、水能、地热能、核能等。为了便于运输和使用,能源资源经加工可得到一些更符合使用要求的能量来源,如煤气、电力、焦炭、蒸汽、沼气、氢能等。

(2) 能源的种类

能源种类繁多,而且经过人类不断的开发与研究,更多新型能源被人类认识,也已经开始使用。根据不同的方式划分,能源可分为不同的类型。目前主要有以下七种分类法:

1) 按来源分类

①来自地球外部天体的能源(主要是太阳能)。人类所需能量的绝大部分都直接或间接地来自太阳。太阳能除直接辐射外,并为风能、水能、生物质能和矿物能源等的产生提供基础。如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、天然气等化石燃料是由古代埋在地下的动植物经过漫长的地质年代形成的,其实质是由古代生物固定下来的太阳能;此外,水能、风能、波浪能、海流能等也都是由太阳能转换来的。

②地球本身蕴藏的能量。这部分能量通常指与地球内部的热能有关的能源和与原子核反应有关的能源,如原子核能、地热能等。温泉和火山爆发喷出的岩浆就是地热的表现。地球分为地壳、地幔和地核三层,地壳是地球表面的一层,一般厚度为几公里至几十公里不等。地壳下面是地幔,它大部分是熔融状的岩浆,厚度为2 900 km。火山爆发一般是这部分岩浆喷出;最里面为地核,地核中心温度为2 000 ℃,储存了大量的热。可见,地球上的地热资源贮量也很大。

③地球和其他天体相互作用而产生的能量。如潮汐能。

2) 按产生的方式分类

①一次能源即天然能源。指在自然界现存的能源,如煤炭、石油、天然气、水能等。一次能源又分为可再生能源(太阳能、水能、风能及生物质能)和非再生能源(煤炭、石油、天然气、油页岩等),凡是可以不断得到补充或能在较短时间内再产生的能源称为可再生能源,反之称为非再生能源。其中煤炭、石油和天然气三种能源是一次能源的核心,它们成为全球能源的基础;除此以外,太阳能、风能、地热能、海洋能、生物能以及核能等可再生能源也被包括在一次能源的范围内。

②二次能源。指由一次能源直接或间接转换成其他种类和形式的能源资源,例如:电力、煤气、汽油、柴油、焦炭、洁净煤、激光和沼气等都属于二次能源。

3) 按性质分类

①燃料型能源。指可以作为燃料直接使用的能源。如煤炭、石油、天然气、泥炭、木材等。

②非燃料型能源。指不能作为燃料直接使用的能源。如水能、风能、地热能、海洋能等。

人类利用自己体力以外的能源是从用火开始的,最早的燃料是木材,接着是各种化石燃料,如煤炭、石油、天然气、泥炭等。由于化石燃料消耗量很大,而且地球上化石燃料的储量有限,人们现正研究如何利用太阳能、地热能、核能、风能、潮汐能等新型能源。有科学家认为,未来铀和钍将提供世界所需的大部分能量。而且一旦控制核聚变的技术问题得到解决,人类将获得无尽的能源。

4) 按能否造成环境污染分类

①清洁型能源。指对环境无污染或污染很小的能源,如太阳能、水能、海洋能、生物质能、核能等;

②污染型能源。指对环境污染较大的能源,如煤、石油、天然气等化石燃料。

5) 按被利用的程度分类

①常规能源(或传统能源)。指开发利用时间长、技术成熟、能大量生产并广泛使用的能

源。如煤炭、石油、天然气、薪柴燃料、水能等。

②新能源或非常规能源、替代能源。它是指开发利用较少或正在研究开发之中的能源。如太阳能、地热能、潮汐能、生物质能等,另外还有核能(也有人将核裂变称为常规能源,而将核聚变称为新能源)。

新能源是相对于常规能源而言的,由于新能源的能量密度较小,或品位较低,或有间歇性,按已有的技术条件转换利用的经济性尚差,还处于研究、发展阶段,只能因地制宜地开发和利用,但新能源大多数是可再生能源,资源丰富,分布广阔,是未来的主要能源之一。

6) 按形态特征分类

固体燃料、液体燃料、气体燃料、水能、电能、太阳能、生物质能、风能、核能、海洋能和地热能。其中,固体燃料、液体燃料、气体燃料统称化石燃料或化石能源。上述能源分类法是世界能源委员会推荐的能源类型,它们在一定条件下可以转换为人们所需的某种形式的能量。比如薪柴和煤炭,加热到一定温度,它们能和空气中的氧气化合并放出大量的热能。我们可以用热来取暖、做饭或制冷;也可以用热来产生蒸汽,用蒸汽推动汽轮机,使热能变成机械能;也可以用汽轮机带动发电机,使机械能变成电能;如果把电送到工厂、企业、机关、农牧林区和住户,它又可以转换成机械能、光能或热能。

7) 按消费方式分类

①商品能源。它是指经过流通环节而大量消费的能源,如石油、煤炭、天然气、电力等;

②非商品能源。它是指不经流通环节而自产自用的能源,如农村的薪柴、秸秆、畜禽粪便等。

8) 其他分类

①农村能源。它是指农村地区的能源供应与消费,它涉及农村地区工农业生产和农村生活等多个方面。农村能源的开发是指农村地区因地制宜、就近开发利用的能源,在中国有薪柴、作物秸秆、人畜粪便(制沼气或直接燃烧)、小水电、太阳能、风能和地热能等,多属于可再生能源。随着农村经济的发展,农村能源的利用还包括国家供应给农村地区的煤炭、燃料油、电力等商品能源。因此,农村能源所包含的内容主要是合理开发农村当地各种能量资源,研究农村各种能量资源在输入、转换、分配、最终消费过程中的先进技术及管理等问题,以提高能量利用效率,缓解能源供需矛盾,保护农业生态环境,促进农村经济的长期稳定发展。

②绿色能源,也称清洁能源。它是指温室气体和污染物零排放或排放很少的能源,主要包括新能源和可再生能源。绿色能源是环境保护和良好生态系统的象征和代名词。它可分为狭义和广义两种概念。狭义的绿色能源是指可再生能源,如水能、生物能、太阳能、风能、地热能和海洋能。这些能源消耗之后可以恢复补充,很少产生污染。广义的绿色能源则包括在能源的生产、及其消费过程中,选用对生态环境低污染或无污染的能源,如天然气、清洁煤和核能等。

③终端能源。它是指用户直接利用的能源。终端能源消费是一次能源扣除能源工业自用能源以及加工、转换和输配损失后,供终端用户使用的能源量。终端能源包括煤炭、石油、天然气、电力、热力等。

(3) 能源的评价

从以上分类来看,能源多种多样,品质、品位也不相同,为了正确选择和更好的利用能源,必须对各种能源进行正确的评价。对能源的评价主要包括以下方面:

1) 能流密度。即在单位空间或单位面积内,能够从某种能源获得的能量。

化石燃料的能流密度较大,核燃料的能流密度最大,各种可再生能源的能流密度一般都比较小。能量密度太小,则不利于开发利用,因为经济性太差。

标准煤:各种燃料的热值是不同的,在统计能源的生产和消费,特别是在计算能源消耗指标时,常定义一种假想的标准燃料,即标准煤。标准煤的热值为 $2.9 \times 10^4 \text{ kJ/kg}$ 。各种燃料均可按平均发热值折算成标准煤进行衡量。

2) 开发费用和设备造价

不同能源的开发费用及利用能源的设备费用往往相差悬殊。如太阳能、风能不需要任何成本即可得到,而各种化石能源与核燃料,从勘探(探测),开采到加工、运输,需投入大量人力、物力,投资费用大。利用能源的设备费用却正好相反,可再生能源的利用设备需一次性投入,设备造价远高于化石燃料的设备费用;不同能源的运营费用也有很大差别,因此在对能源进行评价时,开发费用和利用能源的设备费用是必须考虑的重要因素,应进行经济分析和评估。

3) 储能的可能性与供能的连续性

储能的可能性是指能源不用时是否可以储存起来,需要时又能立即供应;供能的连续性是指能否按需要和所需的量及速度连续不断地供给。化石燃料都比较容易储存,也便于连续供应。太阳能、风能等可再生能源则不易保存,能量供应也可能有波动性和间断性。大多数情况下,人们对能量的使用是不均衡的,如通常白天用电多,深夜用电少;冬天需要热,夏天需要冷。因此在能量的利用中,常常需要有储能装置来保证供能的连续性,储能是科学用能的很重要一环。

4) 运输费用与损耗

运输过程本身也要投资并消耗能源,远距离运输的成本和损耗会影响能源的使用,因此运输与损耗也是能源利用中必须考虑的问题。如太阳能、风能、地热能难以运输,煤、石油等化石燃料便于运输;由于核燃料的能量密度是煤的几百万倍,运输费用极少,火电站的输煤也是一项很大的费用;此外能源运输中的损耗也不容忽视。因此评价能源时要考虑运输的成本和耗能。

5) 对环境的影响

化石燃料燃烧过程中会排放 CO_2 温室气体,甚至还有一些有毒、腐蚀性物质,对环境影响较大。如核燃料有放射性污染及废料处理的问题。而可再生能源大多对环境的影响较小。环境对人类生存至关重要,因此在使用能源时应尽可能地采取各种措施防止对环境的污染。

6) 储量

储量是指有经济价值的可开采的资源量或技术上可利用的资源量。不同的能源,储量的含义不同。化石能源的储量是指地质资源量;太阳能、风能、地热能等新能源的储量则是指资源总量。在有经济价值的可开采的资源量中又分为普查量、详查量和精查量等。在油气开采中,将累计探明的可采储量与可采资源量之比称为可采储资比,用来表示资源探明程度。储量丰富且探明程度高的能源才有可能被广泛应用。化石燃料等非再生能源,蕴藏量是有限的,总有用完的时候;太阳能、风能等可再生能源,可以循环使用,不断的得到补充,即使每年更新的数量有限,长期看来,也是无穷无尽的。

7) 能源的地理分布

能源的地理分布和能源的利用密切相关。若能源的地理分布不合理,则开发、运输、基本建设等费用都会大幅增加。如我国煤炭资源多在西北,水能资源多在西南,而用电量大的工业区多在东部及沿海地区,因此能源的地理分布对能源利用很不利。造成“北煤南运”,“西电东送”等诸多问题。

8) 能源品位

能源品位是指能源利用的方便程度。能源品位有高低之分。一般来说,二次能源要比一次能源品味高;能直接变成机械能和电能的能源(如水能和风能),要比那些必须先经过热利用环节的能源(如化石燃料)品味高。如水能能够直接转换为机械能和电能,它的品位就比化石燃料的高;另外热机中热源的温度越高,冷源的温度越低,则循环的热效率就越高,因此温度高的热源品位比温度低的热源高。在使用能源时,我们要特别防止高品位能源降级使用,应根据需要合理安排不同品位的能源。

在对各种能源进行选择、评价时还必须考虑国情。例如我国能源结构是以煤为主,因我国经济发展不平衡,人口众多,应充分考虑技术与设备的难易程度,并依据国家的有关政策、法规,对能源进行正确的评价和选择。显然,只有对能源做出合理正确的评价,才能更好的使用和利用能源。

综上所述,能源与能量是有区别的。如图 1.3 所示能源具有两个重要特征:首先,能源是自然界中存在的资源的一种,是可以被人类开发利用的自然资源;其次,能源可以提供人类生产生活所必需的各种能量。能源的总量是不断变化的,它随着人类的开发利用而逐渐减少,而能量的总量是不会改变的,它在人类的开发利用过程中不断地转化,最终以不可利用能的形式继续存在,也就是说能量被利用的结果是能源被消耗了,而能量是守恒的,不会消失也不会减少。



图 1.3 能量与能源区别

◆图中哪些属资源? 哪些属能源?