



高等学校电子与电气工程及其自动化专业“十一五”规划教材



现代能源与发电技术

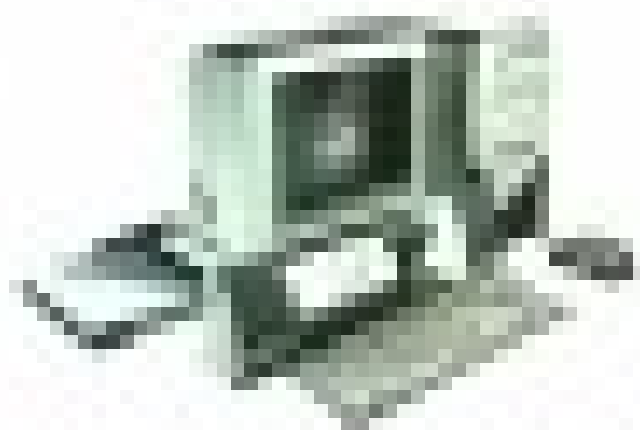
主编 邢运民 陶永红
主审 杜正春



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>



教育部高等学校能源动力类学科专业教学指导委员会“十一五”规划教材



现代能源与发电技术

主编 康维良 周学武
副主编 王明 王明华

◆ 中国电力出版社
CHINA ELECTRICITY PRESS

高等学校电子与电气工程及其自动化专业“十一五”规划教材

现代能源与发电技术

主编 邢运民 陶永红

主审 杜正春

西安电子科技大学出版社

2007

内 容 提 要

本书主要介绍现代各种一次能源转换为电能的发电原理和技术,以及它们的发展前景和趋势。主要内容包括现代能源及其相关问题、火力发电技术、水力发电技术、核能发电技术、垃圾发电技术、风力发电技术、太阳能热发电技术、太阳能光伏发电技术、生物质能发电技术、地热发电技术、潮汐能发电技术以及燃料电池发电技术。特别地,在介绍各种发电技术的同时,还对大部分相关一次能源的分布状况和储量做了较为系统的介绍。

本书可作为普通高等学校电气工程和能源动力工程类专业学生的辅修课程教材,也可作为电力系统工程技术人员和管理层人员的培训参考用书,亦可供广大能源爱好者阅读和参考。

图书在版编目(CIP)数据

现代能源与发电技术/邢运民,陶永红主编.

—西安:西安电子科技大学出版社,2007.7

高等学校电子与电气工程及其自动化专业“十一五”规划教材

ISBN 978 - 7 - 5606 - 1829 - 6

I. 现… II. ①邢… ②陶… III. ①能源—高等学校—教材 ②发电—高等学校—教材
IV. TK01 TM6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 048944 号

策 划 马乐惠

责任编辑 许青青 杨 英

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

http://www.xduph.com E-mail: xdupfbx@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印刷单位 西安翔云印刷厂

版 次 2007年7月第1版 2007年7月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印张 22.75

字 数 538千字

印 数 1~4000册

定 价 28.00元

ISBN 978 - 7 - 5606 - 1829 - 6/TM · 0040

XDUP 2121001-1

* * * 如有印装问题可调换 * * *

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

前 言

在 21 世纪,没有任何一个问题像“能源与可持续发展”那样能够引起全人类的关注和共鸣,因为它关系到人类文明的延续。

毫无疑问,要实现可持续发展的战略目标,可持续能源供应的支持是必不可少的。

坚持节能优先,提高能源效率;优化能源结构,以煤为主多元化发展;加强环境保护,开发洁净煤技术;采取综合措施,保障能源安全;依靠科技进步,开发利用新能源和可再生能源。这是我国建立可持续能源系统最主要的政策措施,也是我国长期的能源发展战略。

电能使用起来方便清洁,易于输送,容易转化成其他形式的能量,是一种十分理想的二次能源。目前电能已经成为应用最多、最广泛的二次能源。

作为能源,电能是由一次能源转化而来的。除了少数小容量的干电池、蓄电池以外,我们通常使用的电能都是从发电厂发出来的电。大部分一次能源都在为电力行业服务,一次能源(特别是煤)对电力的转换率是一个国家能源结构是否先进合理的重要标志。

编写本教材的初衷是因为在教学工作中,我们感觉到一些学习电力和动力专业的学生有必要了解关于能源和能源转换的相关知识,以扩大知识面和弥补某些知识的不足。为此,我们将“发电厂动力部分”课程和“新能源及其发电技术”课程的相关知识结合起来,新开设了一门“现代能源与发电技术”课程。在教学中,我们无法选择到一本集上述两部分内容的教材,因此我们编写了本书。

本书第一章介绍了现代各种主要一、二次能源及其相关问题,以下各章依次介绍了火力发电、水力发电、核能发电、垃圾发电、风力发电、太阳能热发电、太阳能光伏发电、生物质能发电、地热发电、潮汐能发电以及燃料电池发电的相关技术。特别地,在第二章火力发电技术中,引入了燃气轮机发电的相关技术,强调了总能系统的概念,强化了燃气轮机和汽轮机按总能系统的概念联合运行、分层用能的发展趋势,这一趋势代表着未来热力发电厂提高热效率和能源效率的发展方向。

本书所介绍的各种发电技术都是已经进入商业化运行的、相对成熟的技术。除此之外,还有很多新的发电技术正在研究当中,我们期待着它们的诞生。

本书作为一本基础性的教材,在编写过程中,着重于原理的描述,淡化了数学分析的内容,力求通俗易懂。因此,本书既可作为教材供相关专业师生选用,也可作为电力系统管理层人士和广大工程技术人员的培训用书,还可作为科普读物供广大能源爱好者阅读和使用。

本书内容丰富,涉及面广,但由于编者学识水平有限,再限于篇幅,故难免有不详尽之处,如读者有更深层次的要求,请参看有关专著。另外,本书内容较多,作为教材使用时应根据侧重点的不同来选择适宜的章节。

在本书的编写过程中,参考和引用了众多专家先贤的专著,在此郑重道谢。

本书由邢运民和陶永红共同编写，其中第四章、第九章、第十章和各章的复习思考题由陶永红编写，其余各章均由邢运民编写。全书由邢运民统稿。

全书初稿由资深教授颜怀梁、牟道槐、曾丹苓三位先生共同审阅，并提出了许多宝贵意见，在此表示衷心的感谢。杜正春教授也审阅了全书，并提出了许多建设性的意见，对最后定稿帮助良多，在此一并表示深深的谢意。

在本书插图的处理过程中钟嘉智工程师给予了极大的帮助，在此表示由衷的谢意。

希望本书能为广大读者扩展知识面和推动新能源技术发展稍尽绵薄。

由于编者水平有限，书中疏漏及不当之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

2007 年 5 月于成都

目 录

第一章 能源	1
1.1 能源的概念	1
1.1.1 能源的定义	1
1.1.2 能源的分类	2
1.2 能源资源的利用与开发	3
1.2.1 常规能源的开发与利用	3
1.2.2 新能源和可再生能源的开发与利用	6
1.3 人类利用能源的历史和未来	11
1.3.1 人类利用能源的历史	11
1.3.2 能源的未来	12
1.4 世界能源利用的现状及面临的问题	13
1.4.1 能源结构	13
1.4.2 能源效率	13
1.4.3 能源环境	14
1.4.4 能源安全	15
1.5 中国能源现状、问题及对策	15
1.5.1 中国能源现状	15
1.5.2 中国能源存在的问题	15
1.5.3 中国能源发展对策	18
1.5.4 中国的新能源与可再生能源	19
1.6 电力	21
1.6.1 电力——理想的二次能源	21
1.6.2 发电厂的类型与新能源发电	22
复习思考题	23
第二章 火力发电技术	24
2.1 火力发电的基本原理	24
2.1.1 工程热力学的基本概念	24
2.1.2 热力系统的能量平衡	28
2.1.3 水蒸气的动力循环	32
2.1.4 提高朗肯循环热效率的途径	36
2.1.5 火电厂生产流程	41
2.2 锅炉设备	45
2.2.1 锅炉设备概述	45
2.2.2 燃料的成分及发热量	47
2.2.3 减少对环境污染的措施	48

2.2.4 锅炉设备的组成	49
2.3 汽轮机	56
2.3.1 汽轮机的工作原理	57
2.3.2 汽轮机的主要工作参数	59
2.3.3 汽轮机的设备组成	59
2.4 锅炉的运行调节与汽轮机的调节和保护	67
2.4.1 锅炉的运行调节	67
2.4.2 汽轮机的调节和保护	68
2.5 燃气轮机与燃气蒸汽联合循环总能系统	73
2.5.1 燃气轮机概述	73
2.5.2 燃气蒸汽联合循环	79
复习思考题	90
第三章 水力发电技术	91
3.1 水电资源概述	91
3.1.1 水文循环、水量资源与水能资源	91
3.1.2 我国水电能源概况	93
3.2 水力学基础与水力发电开发利用方式	96
3.2.1 水力学的基础知识	96
3.2.2 水力发电的基本原理	101
3.2.3 水电能资源开发的基本方式和水电站的类型	102
3.3 水电站主要水工建筑物和动力设备	108
3.3.1 水电站主要水工建筑物	108
3.3.2 水轮机	111
3.3.3 水轮机的工作原理	122
3.3.4 水电厂的主要辅助设备	126
复习思考题	129
第四章 核能发电技术	130
4.1 核能发电的基本知识	130
4.1.1 核能发电的发展概况	130
4.1.2 物质元素的原子和原子结构	131
4.1.3 原子核裂变的巨大核能	132
4.1.4 重核裂变能应用中的一些重要技术性问题	134
4.1.5 核反应堆的类型	136
4.2 压水堆核电厂及其一般工作原理	136
4.2.1 核反应堆的控制原理	136
4.2.2 压水堆本体的基本结构和工作特点	138
4.2.3 压水堆核电厂的系统布置	140
4.2.4 常规蒸汽发电系统的布置及特点	142
4.3 核电厂的辐射防护与三废处理	143
4.3.1 核电厂的辐射防护	143
4.3.2 核电厂的三废处理	145
4.3.3 核电厂乏燃料的处理	146
复习思考题	147

第五章 垃圾发电技术	148
5.1 城市垃圾及其处理	148
5.1.1 城市生活垃圾	148
5.1.2 城市垃圾的综合处理	150
5.2 垃圾发电技术及设备	151
5.2.1 垃圾焚烧发电技术	151
5.2.2 垃圾焚烧发电设备	154
5.2.3 垃圾卫生填埋场沼气发电技术	160
5.2.4 未来新趋势——废弃物气化再生能源发电	163
5.3 垃圾焚烧发电的污染控制	164
5.3.1 垃圾焚烧发电的污染物来源及形成机理	164
5.3.2 垃圾焚烧发电的污染物控制处理技术	165
5.4 垃圾发电技术的发展与现状	168
5.4.1 国外垃圾发电技术的发展与现状	168
5.4.2 我国垃圾发电技术的现状与发展	169
复习思考题	172
第六章 风力发电技术	173
6.1 风与风力资源	173
6.1.1 风的产生与特性	173
6.1.2 风力资源	174
6.2 风能计算与风力机原理	179
6.2.1 风能的参数与测量	179
6.2.2 风力机的工作原理	183
6.3 风力发电原理及设备	191
6.3.1 风力发电原理及输出功率	191
6.3.2 风力发电系统及设备	192
6.3.3 典型并网型风力发电机组的特点	196
6.3.4 风电技术的发展趋势	198
6.4 风力发电的运行方式	199
6.4.1 独立运行方式	199
6.4.2 并网运行方式	200
6.5 风力发电的现状与展望	202
6.5.1 风力发电的发展简史	202
6.5.2 世界风力发电的现状与展望	203
6.5.3 中国风力发电的发展与现状	204
复习思考题	207
第七章 太阳能热发电技术	208
7.1 太阳能及其利用	208
7.1.1 太阳和太阳能	208
7.1.2 太阳能的基本利用方式	209
7.2 中国的太阳能资源	210
7.2.1 中国的太阳能资源分布及其特点	210

7.2.2 中国太阳能资源的等级划分	211
7.2.3 中国的太阳能资源带	212
7.3 太阳能热发电系统	213
7.3.1 太阳能热发电系统的基本工作原理	213
7.3.2 太阳能热发电系统的组成	214
7.4 太阳能热发电系统的基本类型	217
7.4.1 槽式线聚焦系统	218
7.4.2 塔式系统	220
7.4.3 碟式系统	221
7.5 太阳能热发电系统的发展现状与未来展望	222
7.5.1 发展现状	222
7.5.2 未来展望	225
复习思考题	226
第八章 太阳能光伏发电技术	227
8.1 太阳能发电方式及光伏发电系统	227
8.1.1 太阳能发电方式	227
8.1.2 太阳能光伏发电系统	228
8.1.3 太阳能光伏发电系统的应用前景	229
8.2 太阳能电池及太阳能电池方阵	229
8.2.1 太阳能电池及其分类	229
8.2.2 太阳能电池的工作原理、特性及制造方法	230
8.2.3 太阳能电池方阵	237
8.3 独立太阳能光伏发电系统	239
8.3.1 独立太阳能光伏发电系统概述	239
8.3.2 独立太阳能光伏发电系统的组成	240
8.4 联网太阳能光伏发电系统	244
8.4.1 联网太阳能光伏系统的优越性及其在国外的发展简况	244
8.4.2 联网太阳能光伏系统的类型、工作原理和设备构成	245
8.4.3 联网系统的太阳能电池方阵	247
8.4.4 联网逆变器	247
8.5 中国太阳能光伏发电系统的应用实例	249
复习思考题	253
第九章 生物质能发电技术	254
9.1 生物质与生物质能	254
9.1.1 生物质与生物质能资源的概念	254
9.1.2 生物质能的分类	255
9.2 生物质能的转化与热裂解技术	256
9.2.1 生物质能转化技术	256
9.2.2 生物质热裂解技术	263
9.3 生物质能的应用与发电技术	265
9.3.1 生物质能的特点及其应用	265
9.3.2 生物质能发电技术	266
9.3.3 生物质发电技术的发展	270

9.4 中国生物质能的利用现状与前景	271
9.4.1 生物质能在中国的发展	271
9.4.2 生物质能发展的制约因素分析	275
9.4.3 大力开发生物质能源,走可持续发展道路	276
复习思考题	277
第十章 地热发电技术	278
10.1 地热能的基本知识	278
10.1.1 地球的构造	278
10.1.2 地热、地热分布与地热异常区	279
10.1.3 地热分类	280
10.2 地热资源	281
10.2.1 概述	281
10.2.2 地热的利用方式	284
10.2.3 世界地热资源	285
10.2.4 中国地热资源	286
10.3 地热发电原理和技术	288
10.3.1 地热发电原理及分类	288
10.3.2 地热发电资源的勘探与开采	294
10.4 地热发电的现状与展望	296
10.4.1 世界地热发电	296
10.4.2 中国地热发电	299
复习思考题	303
第十一章 潮汐能发电技术	304
11.1 潮汐和潮汐能	304
11.1.1 海洋和海洋能	304
11.1.2 潮汐和潮汐能的定义	306
11.2 潮汐能发电技术	308
11.2.1 潮汐能发电的原理及形式	308
11.2.2 潮汐能发电站的组成	313
11.2.3 潮汐能发电站建设的相关问题	317
11.3 潮汐能发电的现状与展望	319
11.3.1 世界潮汐能发电	319
11.3.2 中国潮汐能开发利用简史	323
11.3.3 中国潮汐能资源	324
11.3.4 中国潮汐能发电现状	326
11.3.5 中国潮汐能发电前景	329
复习思考题	330
第十二章 燃料电池发电技术	331
12.1 燃料电池发电原理	331
12.1.1 燃料电池简史	331
12.1.2 燃料电池的基本原理	332
12.2 燃料电池	335

12.2.1	磷酸型燃料电池	335
12.2.2	熔融碳酸盐型燃料电池	338
12.2.3	固体电解质型燃料电池	342
12.2.4	固体高分子型燃料电池	344
12.2.5	直接甲醇型燃料电池	347
12.3	燃料电池发电系统	350
12.3.1	燃料电池发电系统的特征	350
12.3.2	燃料电池发电系统的原理	350
12.3.3	燃料电池的应用范围	352
	复习思考题	353
	参考文献	354

第一章 能 源

能源是人类社会生存与发展的物质基础。在过去的 200 多年当中,建立在煤、石油、天然气等化石燃料基础上的能源体系极大地推动了人类社会的发展。然而,人们在物质生活和精神生活不断提高的同时,也逐渐意识到大规模使用化石燃料所带来的严重后果:资源日益枯竭,环境不断恶化,此外还诱发了不少国家、地区之间的政治经济纠纷,甚至冲突和战争。人类在深刻反思过去的发展历程后,严肃地提出了未来的发展模式——必须走可持续发展的道路!

在 21 世纪,没有任何一个问题像“可持续发展”那样能够引起全人类的关注,因为它关系到人类文明的延续。毫无疑问,要实现可持续发展的战略目标,可持续能源供应的支持是必不可少的。因此,人类必须寻求一种清洁、安全并且可靠的新的可持续能源系统。

我国快速持续发展的经济正面临着有限的化石燃料资源和更高的环境保护要求的严峻挑战。因此我们必须坚持节能优先,提高能源效率;优化能源结构,以煤为主多元化发展;加强环境保护,开展洁净煤的利用;采取综合措施,保障能源安全;依靠科技进步,开发利用新能源和可再生能源。这些是建立可持续能源系统最主要的政策措施,也是我国长期的能源发展战略。

1.1 能源的概念

能源的问题是 21 世纪的热门话题。这个话题涉及自然科学和社会科学的众多科学领域。当我们乘坐公共汽车或坐在家中看电视的时候,能源始终关照着我们的生活。不要说全面的能源危机,即使是须臾的停电也是现代社会经济和生活不能忍受的,如果没有飞机、汽车、电灯、电视等工具,无法想象现代人的生活会变成什么样子。

1.1.1 能源的定义

从物理学的观点来看,能量可以简单地定义为做功的本领。广义而言,任何物质都可以转化为能量,但是转化的数量及转化的难易程度是不同的。一般认为,比较集中而又较易转化的含能物质称为能源。同时,还有另一类型能源,即物质在宏观运动过程中所转化的能量,也就是所谓的能量过程,例如水的势能落差运动产生的水能及空气运动所产生的风能等。

由于科学技术的进步,人类对物质性质的认识及掌握的能量转化方法也在不断深化,因此,严格地说,能源并没有一个很确切的定义。但对于工程技术人员而言,在一定的工业发展阶段,能源的定义还是比较明确的。因此,能源的定义可描述为:比较集中的含能体或能量过程。换句话说,能源是可以直接或经转换后为人类提供所需的光、热、动力等任何形式的能量的载能体资源。

1.1.2 能源的分类

1. 按蕴藏方式分类

按能量蕴藏方式的不同,可将能源分为以下三大类。

1) 来自地球以外的太阳能

人类现在使用的能量主要来自太阳,故太阳也称为“能源之母”。现在,除了直接利用太阳的辐射能之外,还大量间接地使用太阳能。例如,目前使用最多的煤、石油、天然气等化石资源就是千百万年前绿色植物在阳光照射下经光合作用形成有机质而长成的根茎及食用这些根茎的动物的遗骸,在漫长的地质变迁中所形成的。此外,生物质能、水能、风能、海洋能、雷电等也都是由太阳能经过某些方式转换而形成的。

2) 地球自身蕴藏的能量

这类能源主要指地热能资源以及原子能燃料,此外还包括地震、火山喷发和温泉等自然呈现出的能量。据估算,地球以地下热水和地热蒸汽形式储存的能量是煤储能的1.7亿倍。地热能是地球内放射性元素衰变后辐射出的粒子或射线所携带的能量。此外,地球上的核裂变燃料(铀、钍)和核聚变燃料(氘、氚)是原子能的储存体。即使将来每年耗能比现在多1000倍,这些核燃料也足够人类使用100亿年。

3) 地球和其他天体引力相互作用而形成的能源

这类能源主要指地球、太阳、月球等天体间有规律地运动而形成的潮汐能。地球是太阳系的九大行星之一,月球是地球的卫星,由于太阳系其他八颗行星或距地球较远,或质量相对较小,因此只有太阳和月亮对地球有较大的引力作用,导致地球上出现了潮汐现象。海水每日潮起潮落各两次,这是引力对海水做功的结果。潮汐能蕴藏着极大的机械能,潮差常达十几米,非常壮观,是雄厚的发电原动力。

2. 按比较方法分类

能源按相对比较的方法可分为以下五类。

1) 一次能源和二次能源

在自然界中天然存在的,可直接取得而又不改变其基本形态的能源,称为一次能源,如煤炭、石油、天然气、风能、地热能等。为了满足生产和生活的需要,有些能源通常需要经过加工以后才能加以使用。由一次能源经过加工转换成另一种形态的能源叫做二次能源,如电力、煤气、蒸汽及各种石油制品等。大部分一次能源都转换成容易输送、分配和使用的二次能源,以适应人类的需要。二次能源经过输送和分配,在各种设备中使用,即终端能源。终端能源最后会变成有效能。

2) 可再生能源与非再生能源

在自然界中可以不断再生并有规律地得到补充的能源,称为可再生能源,如太阳能和由太阳能转换而成的水能、风能、生物质能等。它们都可以循环再生,不会因长期使用而减少。经过亿万年形成的、短期内无法恢复的能源,称为非再生能源,如煤炭、石油、天然气、核燃料等。它们随着大规模的开采利用,其储量越来越少,总有枯竭之时。

3) 常规能源与新能源

在相当长的历史时期内和一定的科学技术水平下,那些已经被人类长期广泛利用的能源不但为人们所熟悉,而且也是当前的主要能源,其应用范围很广,通常将其称为常规能源,如煤炭、石油、天然气、水力、电力等。有些能源虽属古老能源,但只有采用先进方法才能加以利用,或采用新近开发的科学技术才能开发利用;有些能源近一二十年来才被人们所重视,新近才开发利用,而且在目前使用的能源中所占的比例很小,但很有发展前途。我们将这些能源统称为新能源或替代能源,如太阳能、地热能、潮汐能等。

常规能源和新能源是相对而言的,现在的常规能源过去也曾是新能源,今天的新能源将来也会成为常规能源。

4) 燃料能源与非燃料能源

从能源性质来看,能源又可分为燃料能源和非燃料能源。属于燃料能源的有矿物燃料(煤炭、石油和天然气),生物燃料(薪柴、沼气、有机废物等),化工燃料(甲醇、酒精、丙烷以及可燃原料铝、镁等)和核燃料(铀、钍、氘等)共四类。非燃料能源多数具有机械能,如水能、风能等,有的还具有热能(如地热能、海洋热能等)和光能(如太阳能、激光等)。

5) 清洁能源与非清洁能源

根据使用能源时对环境造成的污染的大小,能源可分为清洁能源和非清洁能源。无污染或污染小的能源称为清洁能源,如太阳能、水能、氢能等;对环境污染较大的能源称为非清洁能源,如煤炭、油页岩等。石油的污染比煤炭小一些,但也会产生氧化氮、氧化硫等有害物质,所以,清洁与非清洁能源的划分也是相对而言的,并不是绝对的。

1.2 能源资源的利用与开发

1.2.1 常规能源的开发与利用

1. 煤炭

埋在地壳中亿万年以上植物,由于地壳变动等原因会经受一定的压力和温度作用而形成含碳量很高的可燃物质,这种物质就称为煤炭,又称原煤。根据各种煤的形成年代及煤化程度的不同,可将其分为无烟煤、烟煤、褐煤、泥煤等。这种分类方法以其挥发物含量和焦结性为主要依据。烟煤又可分为贫煤、瘦煤、焦煤、肥煤、瘦煤、弱黏煤、不黏煤、长焰煤等。

煤炭既是重要的燃料,又是珍贵的化工原料。煤的用途非常广泛,我们的生产和生活都离不开它。煤的类型和用途不同,各种行业对煤质的要求也不同,但各种类型的煤都可以作为工业燃料和民用燃料。煤炭主要用于电力生产和在钢铁工业中炼焦,某些国家蒸汽机车的用煤比例也很大。电力工业多用劣质煤(灰分大于30%),而蒸汽机车用煤则要求质量较高:灰分低于25%,挥发性组分含量大于25%,易燃并具有较长的火焰。在煤矿附近建设的“坑口发电站”通常使用大量的劣质煤来作燃料,将其直接转化成电能向各地输送。另外,由煤转化的液体和气体合成燃料对补充石油和天然气的使用也具有重要意义。

根据成煤条件,地球上的煤炭资源主要分布在北半球,集中在北美、中国、俄罗斯等

地区,这些地区的煤炭储量约占世界总储量的80%以上,南半球仅在南非、澳大利亚和博茨瓦纳等地区有较大储量。中国煤炭资源分布十分广泛,遍及全国各省,并且各地质时代的煤炭都有。中国煤炭资源总储量很大,居世界第一位。

2. 石油

石油是一种用途极为广泛的宝贵矿藏,是天然的能源物资。在公路上奔跑的汽车,在天上飞翔的飞机,在水里航行的轮船,它们都是使用石油或石油产品来作燃料的。假如没有了石油,那么可以想象一下,交通瘫痪,工厂停产,我们的日常生活都会受到影响。

石油是如何形成的呢?这个问题科学家一直在争论。目前大部分科学家都认同的一个理论是:石油是由沉积岩中的有机物质转变而成的。在已经发现的油田中,99%以上都分布在沉积岩区。另外,人们还发现海底和湖底的近代沉积物中的有机物正在向石油慢慢地变化。

石油是一种黏稠状的液体,颜色深,直接开采出来的未经加工的石油称为原油。由于所含胶质和沥青的比例不同,因此石油的颜色也不同。石油中含有石蜡,石蜡含量的高低决定了石油黏度的大小。另外,含硫量也是评价原油的标准之一,含硫量的大小对石油及其产品性质的影响很大。

石油同煤相比有很多优点。首先,石油释放的热量比煤大得多。每千克标准煤(kgce)燃烧释放的热量为5000千卡(20 900 kJ),而每千克石油燃烧释放的热量至少为10 000多千卡。就发热而言,石油大约是煤的两倍。其次,石油使用方便,易燃且不留灰烬,是理想的清洁燃料。

从已探明的石油储量来看,世界石油总储量为1043亿吨。目前世界有七大储油区,第一大储油区是中东地区,下来依次为拉丁美洲地区、俄罗斯地区、非洲地区、北美洲地区、西欧地区和东南亚地区。这七大油区占世界石油总储量的95%。

中国的石油储量占世界石油总储量的2.4%,人均占有量仅为世界人均占有量的11%。

3. 天然气

天然气是地下岩层中以碳氢化合物为主要成分的气体混合物的总称。天然气是一种重要能源,燃烧时有很高的发热值,对环境的污染也较小,而且还是一种重要的化工原料。天然气的生成过程同石油类似,但比石油更容易生成,它主要由甲烷、乙烷、丙烷和丁烷等烃类物质组成,其中甲烷占80%~90%。天然气有两种不同类型:伴生气和非伴生气。伴生气由原油中的挥发性组分所组成。约有40%的天然气与石油一起伴生,即油气田,这类天然气溶解在石油中或是形成石油构造中的气帽,并对石油储藏提供气压。非伴生气与液体油的积聚无关,可能是一些植物的衍生物。60%的天然气为非伴生气,即气田气,它埋藏得更深。来源于煤系地层的天然气称为煤成气,它可能附于煤层中或另外聚集。在7~17 MPa和40~70℃的条件下,每吨煤可吸附13~30 m³的甲烷。即使在伴生油气田中,液体和气体的来源也不一定相同。它们所经历的不同的迁移途径和迁移过程完全有可能使它们最终来到同一个岩层构造中。这些油气构造不是一个大岩洞,而是一些多孔岩层,其中含有气、油和水,这些气、油和水通常都是分开的,各自聚在不同高度的水平上。油、气的分离程度与二者的相对比例、石油黏度及岩石的孔隙度等有关。

天然气的勘探、开采同石油类似,但收采率较高,可达60%~95%。大型稳定的气源常采用管道输送至消费地区。输送时每隔80~160 km需设一个增压站,加上天然气压力高,故长距离管道输送的投资很大。

天然气中主要的有害杂质是 CO_2 、 H_2O 、 H_2S 和其他含硫化合物,因此天然气在使用前需净化,即脱硫、脱水、脱二氧化碳、脱杂质等。从天然气中脱除 H_2S 和 CO_2 一般采用醇胺类溶剂。脱水则采用二甘醇、三甘醇、四甘醇等,其中三甘醇用得最多,也可采用多孔性的吸附剂,如活性氧化铝、硅胶、分子筛等。

近10年来,液化天然气技术有了很大发展,液化后的天然气体积仅为原来体积的1/600,因此可以用冷藏油轮运输,运到使用地点后再将天然气气化。另外,天然气液化后,可为汽车提供既方便污染又小的天然气燃料。

中国的天然气储量占世界天然气总储量的1.2%,但人均占有量仅为世界人均占有量的4%。

4. 水能

很早以前,人类就开始利用水下落所产生的能量了,最初,人们以机械的形式利用这种能量。在19世纪末期,人们学会了将水能转换为电能。早期的水电站规模非常小,只能为电站附近的居民服务。随着输电网的发展及输电能力的不断提高,水力发电逐渐向大型化方向发展,并且人们从这种大规模的发展中获得了益处。

水能资源最显著的特点是可再生、无污染。开发水能对江河的综合治理和综合利用具有积极作用,对促进国民经济发展,改善能源消费结构,缓解由于消耗煤炭、石油资源所带来的环境污染有重要意义,因此世界各国都把开发水能放在能源发展战略的优先地位。

世界河流水能资源的理论蕴藏量为 40.3×10^4 亿千瓦时,技术可开发水能资源为 14.3×10^4 亿千瓦时,约为理论蕴藏量的35.5%;经济可开发水能资源为 8.08×10^4 亿千瓦时,约为技术可开发的56.5%,约为理论蕴藏量的20%。发达国家拥有技术可开发水能资源为 4.82×10^4 亿千瓦时,经济可开发水能资源为 2.51×10^4 亿千瓦时,分别占世界总量的33.7%和31.1%。发展中国家拥有技术可开发水能资源共计 9.56×10^4 亿千瓦时,经济可开发水能资源 5.57×10^4 亿千瓦时,分别占世界总量的66.9%和68.9%。由此可见,世界开发水能资源主要蕴藏在发展中国家,而且发达国家可开发水能资源到1998年已经开发了60%,而发展中国家到1998年才开发了20%,所以今后大规模的水电开发将主要集中在发展中国家。

中国水能资源理论蕴藏量、技术可开发和经济可开发水能资源均居世界第一位,其次为俄罗斯、巴西和加拿大。

5. 核能

从1932年发现中子到1939年发现裂变,经历了7年之久才把巨大的裂变能从铀核中解放出来。裂变能同已知的只有几个电子伏的化学能相比要大几百万倍,而同一般的核反应能相比也要大十倍左右。仅发生裂变释放能量还不理想,核燃料的原子核在中子的轰击下会发生分裂。一个原子核吸收一个中子而发生裂变后,除了能释放出巨大能量外,还伴随产生两到三个中子,即由中子引起裂变,裂变后又产生更多的中子。在一定的条件下,这种反应可以连续不断地进行下去,称为链式反应。经过科学家的努力,目前已实现了人