

高职高专“十二五”电力技术类专业规划教材

新能源技术

侯雪 主编

XINNENGYUAN JISHU



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

高职高专“十二五”电力技术类专业规划教材

新 能 源 技 术

主 编 侯 雪
副主编 卑五九 龚人欢
参 编 翟永君 刘 準
 丁 玮 于 玲 孟帙颖
主 审 王建明



机械工业出版社

本书主要介绍了国内外新能源的资源状况、分布及应用,同时介绍了国内外新能源的新技术、新发展等。本书共分10章,内容包括能源基础、常规能源、太阳能及其利用、风能及其利用、水能与海洋能及其应用、生物质能及其利用、核能及其利用、氢能及其利用、地热能及其利用、可燃冰及其利用。

本书可作为高等职业院校节能工程、光伏发电技术、风力发电技术专业及相关专业的专业基础课教材,也可供相关技术人员参考使用。

本书配有免费电子课件,凡选用本书作为教材的学校,均可来电索取。咨询电话:010-88379375;电子邮箱:wangzongf@163.com。

图书在版编目(CIP)数据

新能源技术/侯雪主编. —北京:机械工业出版社,2013.5
高职高专“十二五”电力技术类专业规划教材
ISBN 978-7-111-42623-3

I. ①新… II. ①侯… III. ①新能源—高等职业教育—教材
IV. ①TK01

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第109312号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
策划编辑:王宗锋 责任编辑:王宗锋 曹雪伟 苑文环
版式设计:霍永明 责任校对:张媛 责任印制:乔宇
北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)
2013年8月第1版第1次印刷
184mm×260mm·10.25印张·253千字
0 001—2 000册
标准书号:ISBN 978-7-111-42623-3
定价:22.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010) 68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

能源是人类生存和发展的重要基础资源，随着世界经济规模的不断增大、世界人口的急剧增长和人民生活水平的不断提高，世界能源消费量和需求量持续增长，人类对与煤、天然气等其他不可再生能源的开采和使用几乎达到极限，人类如今正面临着越来越严重的全球范围内的能源危机。为了平稳度过这一危机，世界各国政府结合本国国情相继制定了自己国家的能源战略。目前主要的替代能源有：太阳能、风能、水能与海洋能、生物质能、核能、地热能、氢能及可燃冰等。

本书将最新的科技知识与教学成果组织到教材内容中，突出素质教育要求。为满足课程教学、课程建设与改革的需要，本书围绕目前国际社会综合利用新能源的研究热点，重点介绍了一些具有良好应用前景的新能源技术。

本书共分10章，内容包括能源基础、常规能源、太阳能及其利用、风能及其利用、水能与海洋能及其应用、生物质能及其利用、核能及其利用、氢能及其利用、地热能及其利用、可燃冰及其利用。

本书由侯雪任主编，卑五九和龚人欢任副主编，参加编写的还有于玲、翟永君、孟帙颖、刘準和丁玮。其中，卑五九编写第一、九章；侯雪编写第二、三、四、五章；龚人欢编写第六章；于玲编写第七章；翟永君编写第八章；孟帙颖编写第十章；刘準和丁玮参与了书稿材料的整理工作。

由于时间仓促，编者水平有限，书中错误之处在所难免，敬请批评指正。

编 者

目 录

前言

第一章 能源基础	1
第一节 能源概述	1
一、能源的定义	1
二、能源的分类	1
三、能源利用的历史	2
第二节 能源与环境保护	3
一、能源与环境发展现状	3
二、我国的能源发展战略	5
第三节 能源与可持续发展	6
第四节 新能源及节能技术	7
思考题	9
第二章 常规能源	10
第一节 煤	10
一、煤的形成	10
二、煤的开采	11
三、煤的利用	11
四、煤炭资源的分布	11
第二节 石油	12
一、石油的形成	12
二、石油的开采	13
三、石油资源的分布	14
第三节 天然气	14
一、天然气的形成	15
二、天然气的开采	15
三、天然气与石油的比较	15
四、天然气资源的分布	16
思考题	16
第三章 太阳能及其利用	17
第一节 太阳能概述	17
一、太阳和太阳辐射能	17
二、太阳能资源及其分布	18
三、太阳能利用的历史	20
第二节 太阳能直接热利用技术	22
一、太阳能集热器	22
二、太阳能供暖技术	26

三、太阳能制冷技术	29
四、太阳能热水系统	32
五、其他太阳能的热利用技术	34
第三节 太阳能发电技术	36
一、太阳能热发电	36
二、太阳能光伏发电	42
三、太阳能电池发电系统	47
第四节 太阳能—化学能转换技术	48
一、光合作用	49
二、光化学作用——光催化制氢	49
三、光电转换——电解水制氢	50
四、太阳能—高温热化学反应	51
第五节 太阳能的利用现状及趋势	52
一、国内外太阳能的利用现状	52
二、太阳能利用技术的未来发展趋势	54
思考题	54
第四章 风能及其利用	55
第一节 风能概述	55
一、风的形成与特征	55
二、风能资源及其分布	57
三、风能的利用	59
第二节 风力发电	60
一、风力发电发展简史	60
二、风力发电的原理及系统组成	61
三、风力发电的运行方式	62
四、风力发电设备	64
五、风力发电的核心技术	71
第三节 风力提水技术	72
一、风力提水现状	72
二、发展风力提水业的前景	73
三、风力提水的经济效益	73
第四节 风力致热技术	74
第五节 风帆助航	75
第六节 风力发电的现状与展望	77
一、我国风力发电的发展现状	77
二、国外风力发电的发展状况	78

三、我国风力发电的发展前景	79	三、核能的优势及用途	127
思考题	80	四、核能利用的发展前景	129
第五章 水能与海洋能及其利用	81	第二节 核电技术	129
第一节 水能概述	81	一、核裂变反应堆	130
一、水能利用进展	81	二、核聚变装置	130
二、水力发电的特点	82	三、核电应用特点	131
三、水力发电的发展现状和展望	83	第三节 核能供热	132
第二节 水力发电	86	一、核能供热概述	132
一、水力发电的原理与流程	86	二、壳式供热堆	132
二、水能资源的开发方式及水电站的		三、池式堆	133
基本类型	86	四、核能供热的应用现状	133
三、水力发电的主要设备	94	第四节 核废料处理与核安全	133
第三节 海洋能及其利用	96	一、核废料的分类与处理	133
一、海洋能的分类及利用现状	96	二、核安全	134
二、潮汐能概述	99	思考题	135
三、潮汐能资源及其发电技术	101	第八章 氢能及其利用	136
四、潮汐发电的历史、现状和发展趋		第一节 氢能概述	136
势	103	一、氢能简介	136
五、海流发电和洋流发电	103	二、氢能的特点	136
六、海水温差发电	105	三、氢能开发利用的前景	137
思考题	106	第二节 制氢技术	137
第六章 生物质能及其利用	107	一、化石燃料制氢	138
第一节 生物质能概述	107	二、电解水制氢	139
一、生物质能的特点	107	三、生物质制氢	139
二、生物质能的分类	107	四、太阳能光解水制氢	140
三、生物质能利用的主要技术	108	第三节 氢的应用	140
四、国内外生物质能开发利用的现状	108	一、氢在燃气轮机发电系统中的应用	140
五、生物质能开发利用的前景	109	二、氢在内燃机中的应用	141
第二节 生物质能转化技术	110	三、氢在喷气发动机上的应用	141
一、物理转化技术	110	第四节 氢的安全性	142
二、化学转化技术	110	一、泄漏性	142
三、生化转化技术	116	二、可燃性	142
第三节 其他新技术	118	三、爆炸性	142
一、生物柴油	118	思考题	143
二、生物质制氢	122	第九章 地热能及其利用	144
三、能源植物	123	第一节 地热能	144
思考题	125	一、地热能概述	144
第七章 核能及其利用	126	二、地热资源的分布	145
第一节 核能概述	126	第二节 地热能的利用	146
一、核能利用的历史	126	一、地热发电	146
二、核能应用的基础	126	二、地热的直接利用	147

第三节 地热能的发展现状及前景	149	二、可燃冰的形成	153
一、地热能的发展现状	150	三、可燃冰的性质	154
二、地热能的发展前景	150	四、可燃冰的有效利用	154
思考题	152	第二节 可燃冰的分布	155
第十章 可燃冰及其利用	153	第三节 可燃冰的开采	156
第一节 可燃冰概述	153	思考题	157
一、可燃冰的概念	153	参考文献	158

第一章 能源基础

第一节 能源概述

一、能源的定义

能源是指供给能量的原料和资源。广义上说，能源就是能够向人类提供某种形式能量的自然资源，包括所有的燃料、流水、阳光、地热及风等。通过适当的转换手段能源可为人类生产和生活提供所需的能量。例如，煤和石油等化石能源燃烧时可以提供热能，流水和风力可以提供机械能，太阳的辐射可转化为热能或电能。

能源的形式有很多种，如热力、电力等。能源被使用时，会以各种不同的形式出现，从而产生动作或动力。例如，以电能的形式出现使电灯发亮等。而且一种能源可以由一种形式转化成另一种形式。总之，凡是能产生热、动力及电力的都是能源。

能源是人类活动的物质基础。从某种意义上讲，人类社会的发展离不开优质能源的出现和先进能源技术的使用。在当今世界，能源的发展以及能源和环境的关系是全世界、全人类共同关心的问题，也是我国社会经济发展面临的重要问题。

二、能源的分类

能源的种类繁多，而且经过人类不断地开发与研究，更多的新型能源已经开始应用并且能够满足人类的需求了。根据不同的划分方式，能源可分为不同的类型，主要有以下6种分类法。

1. 按能源的形成和来源分类

(1) 来自地球外部天体的能源（主要是太阳能）除直接辐射外，太阳能还可为风能、水能、生物质能和矿物能源等的产生提供基础。人类所需能量的绝大部分都直接或间接地来自太阳，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、石油、天然气等化石燃料也是由古代埋在地下的动植物经过漫长的地质演变形成的，它们实质上是由古代生物固定下来的太阳能。此外，水能、风能、波浪能及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通常指与地球内部热能有关的能源和与核反应有关的能源，如核能、地热能等。温泉和火山爆发喷出的岩浆就是地热能的表现。

(3) 地球和其他天体相互作用而产生的能量如潮汐能。

2. 按能源的产生方式分类

(1) 一次能源即天然能源，指在自然界现成存在的能源，如煤、石油、天然气及水能等。一次能源又分为可再生能源（水能、风能及生物质能）和不可再生能源（煤、石油、天然气及油页岩等）。其中煤、石油和天然气三种不可再生能源是一次能源的核心，它们已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 是指由一次能源直接或间接转换成其他种类和形式的能量资源, 是由一次能源加工转换而成的能源产品, 如电力、煤气、汽油、柴油、焦炭、洁净煤、激光、沼气蒸汽及各种石油制品等都属于二次能源。

3. 按能源的性质分类

(1) 燃料型能源 是指通过燃烧获得能量的能源, 如煤、石油、天然气、泥炭及木材等。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, 之后是各种化石燃料, 如煤、石油、天然气及泥炭等。

(2) 非燃料型能源 即不通过燃烧获得能量的能源, 如水能、风能、地热能及海洋能等。

4. 根据能否造成污染分类

(1) 污染型能源 即对环境污染较大的能源, 如煤、石油等。

(2) 清洁能源 即对环境无污染或污染很小的能源, 如太阳能、水能及海洋能等。

5. 按能源使用的类型分类

(1) 常规能源 利用技术上成熟、使用比较普遍的能源称为常规能源。包括一次能源中可再生的水力资源和不可再生的煤、石油及天然气等资源。

(2) 新能源 新近利用或正在着手开发的能源称为新能源 (即非常规能源, 有时亦称为替代能源、后续能源等)。新能源在目前使用的能源中所占的比例很小, 但很有发展前途, 将会越来越重要。

新能源是相对于常规能源而言的, 包括太阳能、风能、地热能、海洋能、生物能、氢能以及核能等能源。由于新能源的能量密度较小或有间歇性, 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, 因而只能因地制宜地开发和利用。但新能源大多数是可再生资源, 它资源丰富、分布广阔, 是未来的主要能源之一。

6. 按是否可再生分类

(1) 可再生能源 即可以不断得到补充或能在较短周期内再产生的能源, 如水能、风能、潮汐能及太阳能等。

(2) 不可再生能源 随着人类的利用而逐渐减少的能源, 如煤、石油及天然气等。地热能基本上是不可再生能源, 但从地球内部巨大的蕴藏量来看, 又具有可再生的性质。

三、能源利用的历史

人类利用能源的历史, 也就是人类认识和征服自然的历史。人类从火的发现和利用, 到畜力、风力及水力等自然动力的利用, 到化石燃料的开发和热的利用, 到电的发现及开发利用, 再到核能的发现及开发利用, 人类社会已经历了三个能源时期: 薪柴时期、煤炭时期和石油时期。

1. 薪柴时期

主要以薪柴等生物质燃料为主要能源的时代, 生产和生活水平极低, 社会发展缓慢。

2. 煤炭时期

18 世纪末, 瓦特发明了蒸汽机, 大量的以煤炭为能源的动力机械逐渐替代了小作坊式的手工业生产方式, 交通运输业迅速发展, 煤炭与资本主义社会化大生产相结合, 使世界能

源结构发生了重大变革。19世纪,电力成为世界工矿企业的主要动力,成为生产和生活照明的主要来源,但这时的电力工业主要是依靠煤炭作为燃料。我国是世界上发现、利用煤炭最早的国家。1973年,在辽宁省沈阳市北陵附近新石器时代的新乐遗址下层发现了为数不少的精煤制品,这是世界上用煤最早的确凿证据,也说明我国早在六七千年前就已发现并开始利用煤炭了。

3. 石油时期

1859年,美国开始了石油钻探开发工作,石油这种液体燃料比煤炭更具吸引力;从20世纪50年代到80年代,以欧美和日本为代表的世界各国对石油的消耗急速上升,20世纪80年代人类已经使用完世界历史上第一个一万亿桶石油了。进入21世纪,由于石油储量有限,能源供应短缺,世界能源正面临一个新的转折点,开发和利用来源更为广泛、清洁、高效的新能源已刻不容缓。世界能源界预测,在今后20年左右的时间,全球石油产量可能开始持续下降。虽然市场力量和石油生产技术的改进可能使石油供应继续保持到21世纪末,但是石油危机的到来可能比一般人的设想早得多。世界上许多国家依靠石油,创造了人类历史上空前的物质文明。但人类在享用这空前的物质文明的同时却给环境带来了沉重的压力,因为能源的开采、输送、加工、转换、利用和消费是环境污染的主要根源。能源的利用过程与环境密切相关,因此为了满足社会发展日益增长的能源需求和可持续发展,我们必须寻找化石燃料以外的新能源,来解决人类面临的能源问题。

第二节 能源与环境保护

能源作为新世纪发展的动力,是制约经济发展的重要因素之一,它关系着一个国家的经济安全和国家安全。在过去近100年中,由于煤、石油及天然气等传统能源占据着主要地位。而由于20世纪中叶以前,人类对能源影响环境的严重性没有给予足够的重视,环境问题已从局部地区蔓延至全球范围,酸雨、温室效应和臭氧层空洞已成为最典型的全球环境问题,严重影响了人类的生存环境和日常生活质量。

一、能源与环境发展现状

地球上不同种类的能源对环境会产生各种影响。随着全球经济发展对能源需求的不断增加以及石油价格的攀升,煤炭已成为缓解全球能源紧张的重要资源。煤炭开采时会带出相当多的废碎石及矸石,矸石中的硫化物会缓慢氧化发热,如散热不良或未隔绝空气就会自燃。目前有9%的矸石堆正在自燃,释放出二氧化碳、二氧化硫及其他有害物质。此外,煤矿可能伴生硫、砷、铬、镉、铅及汞等元素与苯并芘之类的有机物。据估算,每吨煤会产生13kg的烟尘,同时放射性气体氡气也会随烟尘排出。

煤炭行业是能源生产主力军,又是我国确定的9个重点高耗能行业和污染排放严重的行业之一。煤炭一直以来都是我国的主要能源,推动着经济的发展。但是由于机械化程度较低,煤炭的综合利用率一直较低。以燃煤消耗为主的现有能源体系,使中国成为世界上排污较高的地区之一,对人居环境和全球气候都有重大影响。据有关部门的统计,煤炭使用过程中产生的污染是我国最大的大气环境污染问题。全国烟尘排放量的70%、二氧化硫排放量的90%、氮氧化物排放量的67%、二氧化碳排放量的70%都来自于燃煤。

煤炭燃烧后，灰渣中杂质的浓度将增高许多倍，经过煅烧与粉碎，有害物质将变为更容易进入水或空气的形态，从而增加环境的负担，以致火电站释放出的放射性物质比核电站还多。因此，煤炭的使用会导致环境污染加剧、全球气候变暖，煤炭中产生的废气将给人类造成呼吸系统疾病增加、汞中毒等不良后果。对于煤炭污染的缓解办法是：提高燃煤利用效率以减少二氧化碳的污染；煤在燃烧前可采用洁净煤技术去掉有害杂质杂物等；燃烧中可采用沸腾床加石灰以固定硫；选用适当炉温以减少氮氧化物的排放等。

在大气污染物排放中，SO₂的排放与电力行业发展密切相关。2011年底全国电力总装机达到10.5亿千瓦。其中，火电7.6亿千瓦，占装机总量72.4%；燃煤电厂是煤炭的主要用户，同时也是SO₂排放大户。除了能源消费过程中的污染物排放外，能源在开采、炼制及供应过程中，也会产生大量有害气体，严重影响着大气环境质量。

地球的大气由氮气、氧气及一些微量气体组成。太阳辐射进入地球时，大气层几乎可以让它穿透过去，地球也放出长波辐射，但地球的长波辐射却会遭到大气层中某些微量气体的选择吸收；这些微量气体选择吸收地球的辐射能后会再反射回到地球，因而使大气保存了部分辐射能，于是造成地球的温度比其辐射平衡时的温度高。大气中因为有这些微量气体选择吸收地球的长波辐射，并能够保存部分辐射能，因而可以使地球温度升高，这种作用称为大气的温室效应，能吸收地球长波辐射的气体则称为温室效应气体。

大气中最重要的温室效应气体有二氧化碳、水汽、臭氧、甲烷及氮氧化物等。若大气中温室效应气体含量增加，则大气的温室效应就会增强，当然，大气保存的能量也随之增加，因而会造成温度上升。地球增温将会对人类造成恶劣的影响，根据预测，两极气温的增高会导致格陵兰岛与南极冰帽融化，造成全球海平面上升0.2~1.4m，海水上升又会淹没沿海低洼地区，陆地将变成茫茫大海，许多城市将被淹没，农地、港湾及交通设施将被破坏，而居住在海岸线60km以内约占世界人口1/3的居民将蒙受其害。另外，中纬度地区将面临干旱的威胁，许多农业地区将变成沙漠。

全球工业进步带动了经济繁荣，人们生活质量得到改善，人口加速增长。同时，为了保持经济的高速发展，人类仍在过度开发地球的自然资源，大规模砍伐森林以取得耕地，大量开采煤、石油和天然气等化石燃料以取得能源。然而，上述这些人类活动将会使大气中的二氧化碳含量增加，从而促使大气的温室效应加强，导致全球温度上升。国际环境保护专家指出，我国需要提高能源利用率，强化最低能耗标准，改善环保执法和管理。

二氧化碳排放与能源结构、消费量和能源效率等密切相关。2012年国际能源署（IEA）公布的统计数据显示，2011年全球二氧化碳排放量为316亿吨，比2010年增长3.2%，创历史新高。中国CO₂排放量已超过美国，位居榜首。图1-1是2030年全球二氧化碳预计排放量统计数据。

能源（尤其是煤炭）在使用过程中排放出大量的污染物，导致大气污染和酸雨污染，造成了我国城市空气质量的严重恶化。在大气污染严重的地区，呼吸道疾病总死亡率和发病率都高于轻污染区。慢性支气管炎症状随大气污染程度的增高而加重。在我国11个最大城市中，空气中的烟尘和细颗粒物每年使5万人夭折，40万人感染上慢性支气管炎。大气污染防治一直是环保工作的重要领域，2012年3月2日，我国发布了新的《环境空气质量标准》，PM_{2.5}的污染防治将成为今后工作重点。2012年5月18日，国家环保部审议并原则通过了《重点区域大气污染防治规划（2011—2015年）》。《规划》明确了重点区域大气污

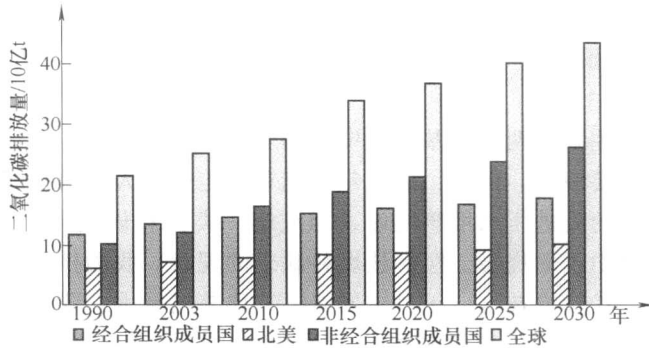


图 1-1 2030 年全球二氧化碳预计排放量

染防治的指导思想、基本原则、规划范围、目标指标、工作任务，以及重点工程项目和保障措施。《规划》的实施，对做好当前和今后一个时期大气污染防治工作、保护人民群众身体健康、促进经济发展方式转变都具有十分重要的意义。我国环保政策日益严厉，“十二五”期间，以烟尘、二氧化硫、氮氧化物为代表的主要大气污染物排放标准将再次提高，火电、钢铁等主要大气污染物排放行业将面临新一轮挑战。

世界银行根据目前发展趋势预计，2020 年我国燃煤污染导致的疾病需付出经济代价达 3900 亿美元，占国内生产总值的 13%。

二、我国的能源发展战略

我国正处于经济快速发展的时期，不可能以牺牲经济发展来减少碳排放，因此更需要采取积极有效的途径来减少碳排放。我国发展低碳能源技术，必须正视以煤为主的能源结构，注重化石能源的洁净高效转化利用和节能减排技术；但战略上必须坚持以新能源代替传统能源，优势能源代替稀缺能源，可再生能源代替化石能源的方向，逐步提高新能源的比重。在政策措施方面，应积极拓展制度创新，为低碳技术道路提供有力保障。

1. 提高能源利用率，节约能源

目前我国人均能源消费量比较低，人均资源短缺，供应压力大，耗能总量仍在继续扩大。但我国不能照搬发达国家依靠大量消耗世界资源、实行能源高消费的传统发展模式，而要坚持实施节能优先战略。首先，我国技术相对落后，发电、水泥、炼钢及电解铝等的单位能耗都比先进技术高 20% ~ 30%，对节能的要求极为迫切。其次，节能潜力巨大。国内电视机的普及与迅速发展，使得全国电视机的总体能耗还会增大，能耗较低的变频空调和节能冰箱，市场占有率仍然较低，而空调的能耗几乎占到家电消耗的 40% ~ 60%。从上述分析可以看出，空调中的变频节能技术、电视机工作功耗的降低以及供电电源管理和电源控制方案等，都存在很大的节能空间，为节能产品生产的厂家提供了巨大的商机。所以，我国应加快新的节能技术的利用和新的节能产品的开发。最后，节约能源、提高能源利用率可有效减缓能源需求快速增长，使我国能源需求总量控制在资源和环境允许的范围之内，使经济社会在高效低耗中实现发展。

2. 高效利用化石能源

在常规能源的利用中，存在着资源浪费、能源利用率低的特点。近几年，针对常规能源新工艺、新技术研究取得了一定成果，传统能源的利用趋于多样化、优质化，主要成果如

下:

首先是煤炭的现代化利用,其次是石油的开采与回收利用。

3. 加速发展核能

人类对核能的顾虑主要有两点:基本投资高和安全隐患大。其中,后者是很多西方国家曾一度放弃核计划的主要原因。但是,近几年核能重新走进了人类的视线。我国应加速自主创新,建造百万千瓦级的先进压水堆核电站,形成统一类型和规模化,避免多种堆型杂糅,加速发展快中子堆和快中子燃烧器,缓解核燃料缺乏的现状。我国核电设备成套供应的能力正在形成,已掌握第二代核电技术,正自主发展第三代核电技术。我国已建成高温气冷实验堆,正在建设快中子实验堆闭式核燃料循环系统,在热核聚变方面也取得了较好的研究成果。

4. 开发利用清洁能源

清洁能源品种较多,资源条件、技术成熟度及经济可行性差异较大,其开发利用需要因地制宜、分类指导,并应有区别、有重点地推动。目前国际上比较热门的清洁能源主要有太阳能、风能、氢能、燃料电池的利用、可燃冰的研究及核聚变等。目前,我国已将可燃冰开发技术纳入中长期科技发展规划,需要深化资源调查,开展应用研究,对可燃冰的开发进行探索。地球上可用的聚变材料数量巨大,受控热核聚变技术一旦成功,将会开辟人类能源应用的新篇章。

世界能源与环境发展形势严峻,各国都针对本国情形制定了相关的能源战略应对目前的全球能源危机。可以看出,粗犷型的发展模式已难以为继,与自然和谐相处的高效发展模式逐渐受到热捧。

第三节 能源与可持续发展

2012年10月,国务院常务会议讨论通过《能源发展“十二五”规划》(以下简称《规划》)。《规划》提出:“十二五”时期,要加快能源生产和利用方式变革,强化节能优先战略,全面提高能源开发转化和利用效率,合理控制能源消费总量,构建安全、稳定、经济、清洁的现代能源产业体系。

我国在国家中长期科学和技术发展规划中也将能源作为第一个重点发展的领域和优先主题,可见国家政策的高瞻远瞩。我国能源科技的发展应为我国实施“保障供应、节能优先、结构优化、环境友好”的能源可持续发展战略提供经济、高效、清洁的先进能源技术。研究的重点主要表现在以下的几个方面。

1. 加强对煤的高效开发和清洁利用的研究

(1) 煤的高效洁净发电过程的研究 在未来我国经济发展过程中的主要一次性能源中,煤炭担当主力军的角色,至2030年,我国将有70%的煤用于发电。因此,应大力探索有可能广泛使用的洁净高效发电的途径,应大力开展燃煤联合循环发电技术的研究,如IGCC和APFBC,其中,APFBC技术能够和超临界、超超临界技术相结合。

(2) 开展煤的大规模汽化研究 煤汽化是煤高效清洁利用的重要途径。洁净高效的燃烧和发电、多联产技术、用煤制造液体燃料的第一步都是汽化。目前,我国在大规模煤气化装置研究上已取得突破。

(3) 开展多联产技术的研究 煤汽化生成的合成气体可用于生产液体燃料、化工产品和发电,并可把这些过程优化结合起来。

2. 开展解决液体燃料短缺问题的研究

(1) 开展常规及非常规石油资源、天然气资源的高效开采 包括深层资源的形成机理,多旋回叠合盆地油气的形成与分布研究,海相、岩性和不整合底层圈闭油气藏(是指以不整合面作为储集层上倾方向的不渗透遮挡面的油气藏)的形成规律,以及地物勘探新方法和非常规油气藏的勘探等。

(2) 加强煤基液体车用燃料的技术研究 液体燃料包括 F-T 合成燃料、甲醇和二甲醚,与此同时,还要加强这类替代燃料在发动机中的应用研究。

(3) 展开大规模氢能系统的建立的研究 由于我国是以煤为主的能源结构,开展煤制氢技术的研究对于我国意义与前景十分重大。如何捕捉和利用 CO_2 是实现煤的高效利用及污染的近零排放的主要途径之一,也是当前国际上煤利用技术研究的热点,我国有必要抓紧时间开展相关研究,为我国的煤可持续发展打下基础。

3. 展开可再生能源利用的研究

可再生能源是指在自然界中可以不断再生、永续利用、取之不尽及用之不竭的资源,它对环境无害或危害极小,而且资源分布广泛,适宜就地开发利用。可再生能源主要包括太阳能、风能、水能及生物质能等。风能是指风所负载的能量,风能的大小取决于风速和空气的密度。我国北方地区和东南沿海地区一些岛屿的风能资源十分丰富。此外,我国海上风能资源也很丰富,初步估计是陆地风能资源的三倍左右,可开发利用的资源总量为 7.5 亿 kW。太阳能是指太阳所负载的能量,它的计量一般是统计阳光照射到地面的辐射总量,包括太阳的直接辐射和天空散射辐射的总和。水的流动可产生能量,通过捕获水流动的能量发电,称为水力发电简称水电。在我国,小水电是指总装机容量小于或等于 5 万 kW 的水电站。生物质能包括自然界可作为能源的各种植物、人畜排泄物及城乡有机废物转化成的能源,如薪柴、沼气、生物柴油、燃料乙醇、林业加工废弃物、农作物秸秆、城市有机垃圾、工农业有机废水和其他野生植物等。整体来说,可再生能源是十分分散、能量密度很低的,对它的应用不能照抄国外的方式,必须结合我国的具体情况来应用,原则上应是分散的能源分散用。譬如说,秸秆冷压缩成颗粒,用于广大农村的炊事、采暖和小城镇的小容量工业锅炉就是一个很好的应用方向。

4. 加强其他与能源相关的技术研究

加强其他与能源相关的技术研究,具体包括如石油、天然气储量的探测,高效利用的研究,民用核能技术的研究,电网安全性与可靠性的研究等。

第四节 新能源及节能技术

新能源是指在新技术基础上加以开发利用的可再生能源,包括太阳能、生物质能、风能、地热能、波浪能、海流能和潮汐能,以及海洋表面与深层之间的热循环等。此外,还有氢能、沼气、酒精及甲醇等,随着常规能源的有限性及环境问题的日益突出,以环保和可再生为特征的新能源越来越得到各国的重视。

节能技术是指采取先进的技术手段来实现节约能源的目的。具体可理解为,根据能源使

用情况和能源类型分析能耗现状，找出能源浪费的原因，然后依此采取对应的措施来减少能源浪费，达到节约能源的目的。

目前，在我国可以形成产业的新能源主要包括水能（主要指小型水电站）、风能、生物质能、太阳能及地热能等，是可循环利用的清洁能源。新能源产业的发展既是整个能源供应系统的有效补充手段，也是环境治理和生态保护的重要措施，是满足人类社会可持续发展需要的最终能源选择。

随着人口数量的增加以及工业化和城镇化进程的加快，特别是经济高速发展对能源需求量的大幅度上升，日益凸显出能源短缺的约束。以煤为主的能源结构及其传统工艺技术使环境不堪重负。因此，大力推动节能技术的进步，加强节能监管和服务体系的建设，提高能源有效利用率，开发利用新能源和可再生能源，是我国能源可持续发展的基本方向。解决能源可持续发展的办法有三种：一是减少资源消耗；二是开发新能源，积极利用可再生能源；三是开发新材料、新工艺，最大限度地实现高效节能，促进低碳经济的发展。

据有关机构研究，按现行汇率计算的每百万美元国内生产总值能耗，我国为 1274t 标准煤，比世界平均水平高 2.4 倍，比美国、欧盟、日本、印度分别高 2.5 倍、4.9 倍、8.7 倍和 0.43 倍。在单位产品能耗方面，电力、钢铁、有色金属、石化、建材、化工、轻工及纺织 8 个行业主要产品的单位能耗平均比国际先进水平高 40%。在主要耗能设备的能源效率方面，燃煤工业锅炉平均运行效率为 65% 左右，比国际先进水平低 15 ~ 20 个百分点；中小电动机平均效率为 87%，风机、水泵平均设计效率为 75%，均比国际先进水平低 5 个百分点，系统运行效率低近 20 个百分点；机动车燃油经济性水平比欧洲低 25%，比日本低 20%，比美国整体水平低 10%；载货汽车百公里油耗 7.6L，比国外先进水平高 1 倍以上；内河运输船舶油耗比国外先进水平高 10% ~ 20%。在单位建筑面积能耗方面，我国单位建筑面积采暖能耗相当于气候条件相近的发达国家的 2 ~ 3 倍。我国能源利用效率低下的主要原因是粗放型经济增长方式，能源结构不合理，技术装备落后，管理水平较低。

节能除了依靠技术进步以外，更重要的是相关的政策、法规及其实施的“刚”度。改革开放以来，我国开发、示范（引进）和推广了一大批节能新技术、新工艺和新设备，节能技术水平有了很大提高。但从总体上看，依然存在投入不足、创新能力弱的问题，先进适用的节能技术，特别是一些有重大带动作用的关键技术开发不够。同时，由于缺乏鼓励节能技术推广的政策和机制，多数企业融资困难，节能技术推广应用较难。针对工业部门能耗巨大的现实和交通运输、居民生活所需能源快速增长的趋势，应着重加强重点部门和共性关键节能技术的研究和推广，坚持自主开发和技术引进相结合的路线，大力推广现有成熟的、先进的节能技术，解决节能设备和产品的经济适用性、高可靠性、大批量生产的工艺和技术问题，实现跨越式发展，通过大规模应用达到普遍节能。大力发展节能高新技术，争取在新能源使用及转化技术、可再生能源技术、高效节能技术及产品等方面取得突破，大幅度挖掘节煤、节油和节电的潜力。

2012 年 8 月，国务院发布《节能减排“十二五”规划》。《节能减排“十二五”规划》规定在“十一五”节能、COD（化学耗氧量）和 SO₂ 这三个约束性指标的基础上，在“十二五”期间新增了氮氧化物和氨氮这两个污染物减排的指标，形成了五个约束性目标；《节能减排“十二五”规划》还提出了对电力、钢铁、水泥、造纸、印染五大行业实行主要污染物排放总量，对新建、扩建项目实施排污量等量或减量置换。

随着节能减排的强力推进，既推进了传统行业发展改革的进程，亦催生出众多的行业投资机遇。电力作为国民经济运转的动力源泉，涉及产业范围之广、触及经济利益之深可谓独一无二，因而电力工业领域的节能推进首当其冲，发电侧与输配电侧的节能行业投资机会已受到市场的关注。

十八大报告提出“要始终把改革创新精神贯彻到治国理政各个环节”，同时指出“推动能源生产和消费革命，控制能源消费总量，加强节能降耗，支持节能低碳产业和新能源、可再生能源发展，确保国家能源安全”。

新能源作为国家加快培育和发展的战略性新兴产业之一，将为新能源大规模开发利用提供坚实的技术支撑和产业基础。国家已经出台和即将出台的一系列政策措施，将为新能源发展注入动力。随着投资新能源产业的资金、企业不断增多，市场机制的不断完善，“十二五”期间新能源企业将加速整合，我国新能源产业发展前景十分乐观。

思考题

1. 什么是能源？能源是如何分类的？
2. 简述新能源的概念及发展方向。
3. 常规能源会对环境有何影响？
4. 什么是可持续发展？与能源有什么关系？
5. 什么是节能？节约能源有什么具体措施？
6. 能源利用与社会发展、环境保护有什么关系？

第二章 常规能源

第一节 煤

煤是一种固体可燃有机岩，主要由古代植物遗体埋藏在地下经复杂的生物化学和物理化学变化，再经地质作用转变而逐渐形成，俗称煤炭。煤炭被人们誉为“黑色的金子”。它是18世纪以来人类世界使用的主要能源之一。

一、煤的形成

煤的化学成分主要为碳、氢、氧、氮及硫等元素。在显微镜下可以发现煤中有植物细胞组成的孢子、花粉等，在煤层中还可以发现植物化石。所有这些都证明煤是由植物遗体堆积而成的，即煤炭是千百年来植物的枝叶和根茎在地面上堆积而成的一层极厚的黑色的腐植质，由于地壳的变动不断地埋入地下，长期与空气隔绝，并在高温高压下经过一系列复杂的物理、化学变化过程，形成的黑色可燃性沉积岩。可见，煤是由植物的残骸经过复杂的生物化学作用和物理化学作用转变而成的，这个转变过程叫做植物的成煤作用。一般认为，成煤过程分为两个阶段：泥炭化阶段和煤化阶段。前者主要是生物化学过程，后者主要是物理化学过程。

在泥炭化阶段，植物残骸既分解又化合，最后形成泥炭或腐泥。泥炭和腐泥都含有大量的腐植酸，其组成和植物的组成已经有很大的不同。

煤化阶段包含两个连续的过程。

第一个过程是在地热和压力的作用下，泥炭层发生压实、失水、肢体老化及硬结等各种变化而成为褐煤。褐煤的密度比泥炭大，在组成上也发生了显著的变化，碳含量相对增加，腐植酸含量减少，氧含量也减少。因为煤是一种有机岩，所以这个过程又叫做成岩作用。

第二个过程是褐煤转变为烟煤和无烟煤的过程。在这个过程中，地壳继续下沉，褐煤的覆盖层也随之加厚。在地热和静压力的作用下，褐煤继续经受着物理化学变化而被压实、失水，其内部组成、结构和性质都进一步发生变化。烟煤相比褐煤来讲，碳含量增高，氧含量减少，腐植酸在烟煤中已经不存在了。烟煤继续进行着变质作用，由低变质程度向高变质程度变化，从而出现了低变质程度的长焰煤、气煤，中等变质程度的肥煤、焦煤和高变质程度的瘦煤、贫煤。它们之间的碳含量也随着变质程度的加深而增大。

温度对于在成煤过程中的化学反应起着决定性的作用。随着地层的加深，地温的升高，煤的变质程度也逐渐加深。高温作用的时间越长，煤的变质程度越高；反之亦然。在温度和时间的同时作用下，煤的变质过程基本上是化学变化过程。在其变化过程中所进行的化学反应是多种多样的，包括脱水、脱羧、脱甲烷、脱氧和缩聚等。

压力也是煤形成过程中的一个重要因素。随着煤化过程中气体的析出和压力的增高，反应速度会越来越慢，但却能促成煤化过程中煤质物理结构的变化，能够减少低变质程度煤的孔隙率和水分，并增加密度。