



普通高等教育“十三五”规划教材

PUTONG GAODENG JIAOYU “13-5” GUIHUA JIAOCAI

能源工程管理与评估

苏福永 赵志南 编著



冶金工业出版社
www.cnmp.com.cn



要 容 内

普通高等教育“十三五”规划教材

能源工程管理与评估

苏福永 赵志南 编著

北 京

冶金工业出版社

2019

内 容 提 要

本书系统地论述了能源工程管理包含的各项内容,包括能源品质、能源开发利用、能源管理体系、经济性分析、节能方法等。本书针对钢铁工业能源管理做了更详细的介绍,第7章还结合钢铁厂副产煤气的管理调度模型进行了实例分析。本书将能源理论和实例相结合,易读易懂,方便学习。通过对本教材的学习,学生可以更多地了解能源工程管理的重要性,对能源的开发、生产、输送、转换和应用等环节进行系统的学习,不仅掌握能源的转换和利用技术,还将学会管理知识和经济学方面的知识,最终将学生培养成为既具有能源方面的专业知识又具有现代经济管理头脑的双重人才。

本书可面向所有专业本科生及能源管理相关从业者,以传授能源工程管理能力为基础知识为目的,逐步讲解能源开发与利用、能源管理理论、节能技术及能源系统经济性分析等内容,同时还将引用能源管理体系的工程案例。

图书在版编目(CIP)数据

能源工程管理与评估/苏福永,赵志南编著. —北京:

冶金工业出版社, 2019. 6

普通高等教育“十三五”规划教材

ISBN 978-7-5024-8135-3

I. ①能… II. ①苏… ②赵… III. ①能源—工程管理
—高等学校—教材 IV. ①TK01

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第106660号

出 版 人 谭学余

地 址 北京市东城区嵩祝院北巷39号 邮编 100009 电话 (010)64027926

网 址 www.cnmp.com.cn 电子信箱 yjchs@cnmp.com.cn

责任编辑 于昕蕾 美术编辑 吕欣童 版式设计 禹蕊

责任校对 石静 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-8135-3

冶金工业出版社出版发行;各地新华书店经销;三河市双峰印刷装订有限公司印刷

2019年6月第1版,2019年6月第1次印刷

169mm×239mm;13.5印张;265千字;208页

32.00元

冶金工业出版社 投稿电话 (010)64027932 投稿信箱 tougao@cnmp.com.cn

冶金工业出版社营销中心 电话 (010)64044283 传真 (010)64027893

冶金工业出版社天猫旗舰店 yjgycbs.tmall.com

(本书如有印装质量问题,本社营销中心负责退换)

前言

随着世界经济的不断发展,能源问题已成为制约经济发展的主要因素,我国的能源问题也十分突出,能源的开发、转化、利用、节能等工作需要大量的专业工作者,为此,高等院校本科教育也建立了能源类专业,并开设了“能源工程管理”“能源系统优化基础”“能量转换与利用”等课程。

本教材可面向所有专业本科生,以传授能源工程管理基础知识为目的,逐步讲解能源开发与利用、能源管理理论、节能技术及能源系统经济性分析等内容,同时还引用了能源管理体系的工程案例。通过对本教材的学习,可以使学生更多地了解能源工程管理的重要性,对能源的开发、生产、输送、转换和应用等环节进行系统的学习,不仅掌握能源的转换和利用技术,还将学会管理知识和经济学方面的知识,最终将学生培养成为既具有能源方面的专业知识又具有现代经济管理头脑的双重人才。

本书第一部分是能源的基础知识,主要包括能源分类、能源资源结构、能源品质、能源开发与储存及能源转换与利用等。第二部分是能源工程技术经济性分析和节能技术,这部分内容主要包括能源工程经济评价的基本原则、能源工程经济的评价方法、能源工程经济不确定性分析、节能定义与相关概念、能量的回收与利用及热力设备的运用效率等。第三部分内容主要是能源工程管理理论与实例,学习这部分内容将使学生了解能源工程管理的目的和意义,掌握能源工程管理的基本方法,学习工业生产中的先进节能技术,了解世界及我国能源管理体系的政策、构架及应用状况等。

通过对本教材的学习,读者可以掌握能源基础知识、能源工程技

术经济性分析、节能技术及能源工程管理理论等专业知识，能够应用这些知识对能源系统进行分类、建模，进行经济性分析，最终建立能源管理体系并提出相应的节能措施。

本教材的编写与出版得到了北京科技大学教材建设经费的资助，在此表示由衷的感谢。

苏福永

2019年3月

目 录

1 概述	1
1.1 能源资源概述	1
1.1.1 能源资源的分类	1
1.1.2 我国能源资源的特点	2
1.1.3 我国能源资源开发利用存在的主要问题	2
1.2 国内外新能源产业发展状况	4
1.2.1 全球新能源产业发展现状	4
1.2.2 新能源开发利用	6
1.2.3 我国新能源产业发展现状	12
1.3 能源与环境	18
1.3.1 温室效应	18
1.3.2 酸雨	20
1.3.3 臭氧层破坏	21
1.3.4 热污染	25
习题	26
2 能源品质与能量转换	27
2.1 能量守恒的规律	27
2.1.1 能量守恒和转化定律的发现	27
2.1.2 能量的转化和守恒定律有三种表述	29
2.2 焓平衡	34
2.2.1 焓的概念	35
2.2.2 自然环境与环境状态	35
2.2.3 焓的各种形式	36
2.2.4 焓分析在电站锅炉上的应用	38
2.3 能量转换	43
习题	45

3 能源开发、储存和利用	46
3.1 化石燃料 (煤炭)	46
3.1.1 我国煤炭行业的特点	47
3.1.2 现有煤炭转化技术及其问题	53
3.1.3 洁净煤技术进展现状	54
3.1.4 洁净煤技术的应用	56
3.2 核能	61
3.2.1 核能的原理	63
3.2.2 核能发电的原理	64
3.2.3 发展核能的必要性及前景	67
3.3 太阳能	69
3.3.1 太阳能利用及其产业发展	71
3.3.2 我国太阳能开发利用的现状	73
3.4 风能	75
3.4.1 风能的特点	75
3.4.2 风力机与风力发电机技术的发展史	76
3.4.3 国内外风力发电技术发展现状	80
3.4.4 海上风电发展现状及发展趋势	83
3.4.5 永磁风力发电机的发展	87
3.5 地热能	88
3.5.1 世界地热能研究及发展现状	88
3.5.2 我国地热能的利用现状	93
3.5.3 针对当前我国地热能开发利用现状的分析及建议	95
3.6 生物质能	98
3.6.1 生物质元素成分及工业分析	98
3.6.2 生物质热化学转化	99
3.6.3 生物质生化转化	105
3.6.4 其他生物质利用技术	106
3.6.5 能源植物	106
习题	108
4 能源管理体系	109
4.1 我国能源管理体系的标准	109
4.1.1 《能源管理体系要求》标准制定的背景	109

4.1.2 《能源管理体系 要求》标准的意义	111
4.2 合同能源管理	112
4.2.1 合同能源管理的历史	113
4.2.2 合同能源管理的现状	113
4.2.3 合同能源管理机制成功的因素	115
附录 GB/T 23331—2012 能源管理体系要求	116
5 经济性分析	131
5.1 技术经济分析基础	131
5.1.1 投资估算	131
5.1.2 项目预算管理与成本控制	138
5.1.3 利润与税金	145
5.1.4 资金的时间价值	149
5.2 能源工程管理经济评价方法	156
5.2.1 经济评价的基本原则	156
5.2.2 不确定性分析及风险决策	158
习题	161
6 工业节能技术	162
6.1 能源资源概述	162
6.1.1 能源计量仪器仪表及计量方法	163
6.1.2 企业节能量	165
6.2 钢铁工业能量回收利用的主要措施（转炉炼钢为例）	167
6.2.1 转炉煤气的回收工艺	168
6.2.2 主要设备的简介	170
6.2.3 转炉炼钢能量回收利用的主要措施	172
6.3 蓄热式高温空气燃烧技术	174
6.3.1 HTAC 技术的发展	174
6.3.2 蓄热式高温空气燃烧技术的原理及技术优势	176
6.3.3 我国在蓄热式高温空气燃烧技术领域的基础研究	177
6.3.4 蓄热式高温空气燃烧技术在我国的发展	179
习题	183
7 钢铁企业能源管理系统实例	184
7.1 能源管理系统的发展及现状	184

7.2 钢铁企业副产煤气管理调度模型实例分析	191
7.2.1 钢铁企业副产煤气管理调度模型总体框架	191
7.2.2 静态调度目标的评价策略	193
7.2.3 钢铁企业副产煤气静态管理调度模型	196
7.2.4 钢铁企业副产煤气的动态管理调度模型的研究	202
7.3 钢铁企业副产煤气管理调度模型总结	206
习题	207
参考文献	208

1

概述

1.1 能源资源概述

自然资源是人类赖以生存和发展的物质基础,是人类生产资料和生活资料的基本来源,自然资源在供人们利用时,都可按物理属性分为物质资源和能量资源两类。其中,能量资源通常就简称为“能源”,它是指赋存于自然地理环境中为人类社会日常生活和生产活动提供各种形式能量的各类自然资源,即凡能为人类社会提供热能、光能、电能等能量的资源都是“能源”。

能源就是向自然界提供能量转化的物质(矿物质能源、核物理能源、大气环流能源、地理性能源)。能源是人类活动的物质基础。在某种意义上讲,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,能源和环境,是全世界、全人类共同关心的问题,也是我国社会经济发展的重要问题。

1.1.1 能源资源的分类

能源的种类有很多,根据不同的分类标准可分为不同类型,下面是几种最常见的能源资源分类方式。

(1) 按是否可以直接利用分类。按照能否直接利用,可以把自然界现存的、不改变其基本形态就可以直接利用的能源称为一次能源,如石油、天然气、煤炭、太阳能、风能等;把需要将一次能源加工转换成另一种形态方可利用的能源称为二次能源,如电力、煤气、蒸汽等。

(2) 按人类的利用水平分类。按照人类的利用水平,可以把在当前历史时期和现有科学技术水平条件下已被日常生活和生产活动广泛应用的各种能源称为常规能源,如水能、生物燃料、化石燃料等;把当前受科学和经济技术水平的限制而尚未广泛应用的未来能源称为新能源,如潮汐能、地热能、太阳能等。

(3) 按能源的来源分类。按照能源的不同来源,可将其分为三类:第一类能源是指来自地球外部的再生能源(如太阳能、水能、风能、雷电能、海水热能、洋流动能、波浪动能、生物燃料能等)和非再生资源(如硬煤、褐煤、石

油、天然气、油页岩、油砂等);第二类能源是指来自地球内部的地热能、火山能、地震能以及核燃料裂变、核聚变燃料等;第三类能源是指来自地球与其他天体相互作用产生的能源,如潮汐能、陨石能等。

1.1.2 我国能源资源的特点

我国能源资源的特点具体如下:

(1) 能源资源总量比较丰富。截至 2014 年年初,全国有探明资源储量的矿产共 159 种,其中,能源矿产 10 种,金属矿产 54 种,非金属矿产 92 种,水气矿产 3 种。

中国拥有较为丰富的化石能源资源。其中,煤炭占主导地位,煤炭保有资源量 10345 亿吨,剩余探明可采储量约占世界的 13%,列世界第三位。已探明的石油、天然气资源储量相对不足,油页岩、煤层气等非常规化石能源储量潜力较大。中国拥有较为丰富的可再生能源资源。水力资源理论蕴藏量折合年发电量为 6.19 万亿千瓦·时,经济可开发年发电量约 1.76 万亿千瓦·时,相当于世界水力资源量的 12%,列世界首位。

(2) 人均能源资源拥有量较低。中国人口众多,人均能源资源拥有量在世界上处于较低水平。煤炭和水力资源人均拥有量相当于世界平均水平的 50%,石油、天然气人均资源量仅为世界平均水平的 1/15 左右。耕地资源不足世界人均水平的 30%,制约了生物质能源的开发。

(3) 能源资源赋存分布不均衡。中国能源资源分布广泛但不均衡。煤炭资源主要赋存在华北、西北地区,水力资源主要分布在西南地区,石油、天然气资源主要赋存在东、中、西部地区和海域。中国主要的能源消费地区集中在东南沿海经济发达地区,资源赋存与能源消费地域存在明显差别。大规模、长距离的北煤南运、北油南运、西气东输、西电东送,是中国能源流向的显著特征和能源运输的基本格局。

(4) 能源资源开发难度较大。与世界相比,中国煤炭资源地质开采条件较差,大部分储量需要井工开采,极少量可供露天开采。石油天然气资源地质条件复杂,埋藏深,勘探开发技术要求较高。未开发的水力资源多集中在西南部的高山深谷,远离负荷中心,开发难度和成本较大。非常规能源资源勘探程度低,经济性较差,缺乏竞争力。

1.1.3 我国能源资源开发利用存在的主要问题

我国能源资源开发利用存在的主要问题如下:

(1) 能源结构以煤炭为主,环境污染严重。我国属发展中国家,能源结构以煤炭为主,人均能耗低,单位产值能耗大,煤炭在一次能源消费结构中

所占比重约为 75%，煤炭等矿物燃料的大量开发利用促进了国民经济的快速发展，但也造成了严重的环境污染问题，并已成为制约我国经济发展的重要因素之一。总体而言，依旧没有摆脱传统的高投入、高消耗、高污染的增长模式。

(2) 能源资源利用率低，浪费现象严重。在对能源资源的利用方面，我国即人均能源拥有量和人均能源消费量低，能源开发技术水平和管理水平低以及能源从开采、运输、加工到终端利用的效率低。这就造成了我国能源资源的严重浪费。

改革开放以来，我国能源资源利用效率虽有所提高，但与世界先进水平相比仍存在较大差距。我国主要工业行业单位产出能耗和物耗、单位建筑面积采暖能耗、机动车每百公里油耗等消耗指标，与世界先进水平相比明显偏高；能源利用效率、矿产资源总回收率、工业用水重复利用率等效率指标，与世界先进水平相比明显偏低。节约能源资源大有潜力可挖。

(3) 稀缺性能源紧张。在我国能源资源的开发利用中，存在着稀缺性能源紧张的问题，主要表现在以下几个方面：

第一，从矿产资源来看，能源资源分布分别与矿产资源的成矿地质条件、成矿环境、资源丰度的地域差异性以及我国人口分布相脱节。从黑龙江省黑河至云南省腾冲连一条线，即黑河—腾冲线，该线以东地区集中了我国约 90% 的人口，而矿产资源则主要分布在这条线以西的山地、峡谷、高原、荒原地区，这不利于人类对其进行开发利用。

第二，经济落后，生产力水平低下，矿山采选中回收综合利用率很低。我国矿山采选中回收综合利用率在 70% 以上的矿山仅占 2%，综合利用率在 50% 以上的矿山不到 15%，远低于发达国家。

第三，投资调配不均。以 2003 年为例，当年政府财政拨款地质勘查费总量约为 111 亿元，政府财政拨款实际投入地质勘查工作的费用仅占政府财政拨款地质勘查费总量的 22%。我国地质勘查投入结构的不平衡削弱了对能源挖掘的经济刺激，在局部地区形成了能源短缺（后备能源不足）与过剩（大量储量闲置）并存的现象，使国家发展的多个环节脱节。

(4) 科学技术水平较低，能源消耗较大。按照高端预测方案，到 2020 年中国煤炭在能源消费总量中的比例仍将保持在 65% 左右，需求量将会达到 28 亿吨，较 2003 年的煤炭产量高出 10 亿多吨。按照低端预测方案，到 2020 年中国原煤需求量约 24 亿吨，较 2003 年的煤炭产量高出 7 亿多吨。如此巨大的需求，在煤炭供应方面会带来巨大的压力。同时，能源使用实际效益差，与发达国家存在巨大的差异，若不改变这种状况，则难以改变我国整个能源状况。

1.2 国内外新能源产业发展状况

1.2.1 全球新能源产业发展现状

进入 21 世纪以来,随着全球气候问题的日益凸显,以及能源供需矛盾的不断加剧,世界各国从可持续发展和保障能源供给安全的角度,调整了各自的能源政策,进一步将新能源发展纳入国家的发展战略。新能源的市场需求及其投入不断加大,尤其是国际金融危机以来,新能源产业蓬勃发展的态势进一步明朗。有专家预言,新能源、新材料等技术创新及其应用正在蕴育着第四次产业革命。

从产业革命必须具备的三个特征来看,新能源产业有望成为拉动经济增长的新兴战略性产业。第一,新能源符合人类减少对地球资源过度消耗和环保的需求,拥有巨大的市场前景人类就愿意投资和消费新能源,即使在初期要承担比使用传统能源更高的成本。第二,由于人类生产和生活已经离不开能源,新能源可以改变人类生产和生活方式。第三,新能源可以分散形成很大的产业链,因此新能源将不仅仅局限于新型能源生产过程,还将渗透到很多传统产业中,如汽车和建筑业等,形成新的新能源技术产业,从而创造更多的就业。

与前几次产业革命不同的是,当人们意识到科技革命可以成为经济增长引擎时,人们就会主动利用和发展新能源技术。国际金融危机发生之后,世界各国都把发展新能源作为应对国际金融危机的重要举措,新能源产业进入前所未有的发展阶段。

1.2.1.1 美国国家新能源政策和发展目标

美国总统奥巴马上台后,向世人抛出了他的新能源战略,勾勒出新一轮产业革命的构想。这是因为国际金融危机之后,美国必须寻找一个新的产业作为拉动实体经济发展的领头羊。美国在传统的、劳动密集型实体经济中已无竞争优势,大部分实体经济已通过外包转移到发展中国家,它很难把已经转移出来的实体经济重新收回来。重振实体经济,必然扶持那些生产技术制高点由美国掌握的产业,因此,新能源产业成为美国等发达国家的首选。新能源产业的崛起将引起电力、IT、建筑业、汽车业、新材料行业、通信行业等多个产业的重大变革和深度裂变,并催生出一系列新兴产业:一是拉动新能源上游产业如风机制造、光伏组件、多晶硅深加工等一系列加工制造业和资源加工业的发展,二是促进智能电网、电动汽车等一系列输送与用能产品的开发和发展,三是促进节能建筑和带有光伏发电建筑的发展。这不仅能填补美国实体经济的空缺,使美国由消费社会转变为生产、消费并重的社会,而且可增加国内就业,降低污染排放物。

奥巴马政府当时计划在未来 10 年,通过投入 1500 亿美元进行新能源开发,创造 500 万个新工作岗位;对电网改造投入 110 亿美元;对先进电池技术投入 20 亿美元;对住房的季节适应性改造投入 50 亿美元;到 2015 年新增 100 万辆油电混合动力车,并用 3 亿美元支持各州县采购混合动力车;保证美国风能和太阳能发电量到 2012 年占美国发电总量的 10%,到 2025 年占 25%。

2009 年 2 月 15 日,美国总统奥巴马签署总额为 7870 亿美元的《美国复苏与再投资法案》,其中新能源为重点发展产业,主要包括发展高效电池、智能电网、碳捕获和碳储存、可再生能源如风能、太阳能等。其要点是在 3 年内让美国新能源产量倍增,足以供应全美 600 万户用电,这是过去计划在 30 年内才能达到的目标。

1.2.1.2 欧盟新能源政策和发展目标

在金融危机发生之前,欧盟就开始积极倡导发展节能环保产业。2007 年欧盟委员会提出欧盟一揽子能源计划,根据其计划,到 2020 年将温室气体排放量在 1990 年基础上至少减少 20%,将可再生能源占总能源耗费的比例提高到 20%,将煤、石油、天然气等一次性能源消耗量减少 20%,将生物燃料在交通能源消耗中所占比例提高到 10%。2050 年,温室气体排放量在 1990 年的基础上减少 60%~80%。为了支持上述一系列目标的实现,欧盟进一步提出新能源的综合研究计划,该计划包括欧洲风能、太阳能、生物能、智能电力系统、核裂变、二氧化碳捕集、运送和储存等一系列研究计划,重点是大型风力涡轮和大型系统的认证(陆上与海上);太阳能光伏和太阳能集热发电的大规模验证;新一代生物柴油;第 IV 代核电技术,零排放化石燃料发电,智能电力系统与电力储存等。

国际金融危机之后,欧盟委员会进一步制定了一项发展“环保型经济”的中期规划。欧盟打算在 1050 亿欧元的投资中,要保证欧盟用 5 年的时间初步形成“绿色能源”“绿色电器”“绿色建筑”“绿色交通”和“绿色城市”(包括废品回收和垃圾处理)等产业的系统化和集约化,为欧盟走出国际金融危机与经济衰退后的发展提供可持续增长的动力。

欧盟内部评估认为,对低碳和环保型经济相关的“绿色产业”每投入 1 欧元,至少会带来 10~50 欧元的增加值,而这还不包括节能减排、降低环境污染和控制温室效应等所产生的社会效益。因此,欧盟将低碳经济看作“新的工业革命”。因此,欧盟率先出击,采取了一系列有力的措施推进低碳产业发展,力图在全球应对气候变化行动中和低碳产业中发挥领导者的角色。2008 年 11 月 23 日法国总统宣布建立 200 亿欧元的“战略投资基金”,主要用于对能源、汽车、航空和防务等战略企业的投资与入股。荷兰的经济刺激方案中也包含对可持续能源行业的投资和支持。德国通过了温室气体减排新法案,使风能、太阳能等可再生

能源的利用比例从现在的 14% 增加到 2020 年的 20%。

1.2.1.3 日本国家新能源政策和发展目标

早在 20 世纪 90 年代,日本经济由于泡沫经济和大量制造业企业向海外转移的影响长期处于低迷之中。国际金融危机之后,日本政府吸取以前应对危机的经验,在本次应对方案中,明确提出了不以增加短期需求为目标的指导原则,力求以“结构改革促经济发展”的方式,取代“通过扩大政府支持刺激经济成长”的方法。继续提出了普及、开发节能技术,加大研究清洁能源力度的目标,并给予了相当大的预算支持,这进一步体现了日本通过解决危机促进能源结构转型、继续保持日本在节能方面优势地位的战略目标。

日本 95% 的能源供应依赖进口,出于能源安全等方面的考虑,2004 年 6 月,日本通产省公布了新能源产业化远景构想:计划在 2030 年以前,要把太阳能和风能发电等新能源技术扶植成商业产值达 3 万亿日元的基于产业之一,石油占能源总量的比重将由现在的 50% 降到 40%,而新能源将上升到 20%;风力、太阳能和生物质能发电的市场规模,将从 2003 年的 4500 亿日元增长到 3 万亿日元。金融危机之后,日本发展新能源产业的意向进一步增加,拟定了旨在占领世界领先地位、适应 21 世纪世界技术创新要求的四大战略性产业领域:其中之一就是环保能源领域,包括燃料电池汽车、复合型汽车(电力、内燃两用)等新一代汽车产业,太阳能发电等新能源产业,资源再利用与废弃物处理、环保机械等环保产业。

1.2.1.4 印度国家新能源政策和发展目标

与发达国家一样,发展中国家也认识到新能源对经济发展的带动作用。除我国之外,其他发展中国家通过立法和行政手段,推进可再生能源发展。

印度于 2008 年 4 月召开了第 11 届新能源和可再生能源五年计划会议,确立了新能源的基本目标、新能源激励政策、新能源管理部门、新能源技术开发政策、新能源国际合作与国家安全等。印度规划到 2032 年,电力增加 15%,生物燃料、合成燃料和氢达到油料消费的 10%,在可能使用太阳能热水器的地方 100% 使用太阳能热水器(到 2022 年全部宾馆和医院使用太阳能热水器)。在印度现已有超过 19 个太阳能光伏电池制造厂投入生产。

1.2.2 新能源开发利用

根据联合国环境规划署 2008 年 3 月发布的报告显示,目前至少有 60 多个国家制订了促进可再生能源发展的相关政策,欧盟已建立了到 2020 年实现可再生能源占有能源 20% 的目标,我国也确立了到 2020 年使可再生能源占能源消费

总量比重达到 15% 的目标。到目前为止,风电、地热、太阳能、潮汐等新能源占全球发电总装机容量 1% 左右。近年来新能源开发利用速度逐步加快,成为世界各国投资热点。

1.2.2.1 风电的开发利用

风电行业的真正发展始于 1973 年石油危机,美国、西欧等发达国家为寻求替代化石燃料的能源,投入大量经费,用新技术研制现代风力发电机组,20 世纪 80 年代开始建立示范风电场,成为电网新电源。在过去的 30 年里,风电发展不断超越其预期的发展速度,一直保持着世界增长最快的能源地位。

根据全球风能理事会(GWEC)的统计,全球风电装机居前十位的国家分别为美国、中国、德国、西班牙、印度、意大利、法国、英国、丹麦、葡萄牙,合计占全球风电装机总容量的 86%。其中中国超过德国和西班牙,跃居全球风电装机第二位,同时也以 113% 的增长率成为全球风电增长最快的国家。目前欧洲一些国家陆上风电开发程度很高,未来风电开发的重点将由陆上转向海上。

1.2.2.2 太阳能光伏的开发利用

最近几年,光伏产业成为新能源产业中发展最快的行业之一。从 1998 年至今,全球范围内光伏发电新装机容量年增长率为 43%,而最近 5 年,增速更是高达 56%。据初步估算,目前世界上太阳能潜在资源 120000TWp,实际可开采资源高达 600TWp。太阳光伏发电由于不受能源资源、原材料和应用环境的限制,具有最广阔的发展前景,是各国最着力发展的新能源技术之一。自 2000 年以来,世界太阳能光伏电池安装量迅猛发展,2004 年当年新增安装量突破 1GWp,2007 年突破 2GWp,2008 年突破 5GWp,而到 2014 年底,全球累计光伏发电装机容量达到了 177GWp。

除提供能源外,太阳能光伏可以降低温室气体和污染物排放、创造就业机会、保证能源安全、促进农村尤其是边远农村的发展。发展太阳能光伏对全球经济、社会 and 环境影响深远。

世界光伏产业和市场自 20 世纪 90 年代后半期进入了快速发展时期。世界太阳电池产量逐年增长,过去 10 年的平均年增长率达到 49.8%,连续 10 年超过 30%,超过了 IT 产业,已经成为世界上发展最快的产业之一。

1.2.2.3 太阳能热的开发利用

由于技术和市场门槛较低且基本不受资源条件制约,太阳能热水器适合在绝大部分国家发展,是普及程度最高的太阳能产品之一。目前,太阳能热利用技术已规模化应用。截至 2008 年底全球太阳能集热面积为 2.3 亿平方米,相当于

1.61 亿千瓦,生产的热能折合 960 亿千瓦·时。太阳能热水器产量和保有量已持续多年保持高增长,产量在可再生能源中仅次于风能。

我国是太阳能热水器利用第一大国。我国太阳能热水器使用量和年产量均占世界总量的一半以上,位居世界第一。其次为美国、德国、澳大利亚、土耳其。尽管欧洲地处高纬度,属于太阳能资源较贫乏地区,但近年来各国对太阳能热水器的开发利用普遍很重视。总的来看,全球太阳能热水器产业和市场集中在中国和其他少数几个发达国家和地区,欧洲和中国发展速度较快,产业和市场将进一步向这些国家集中。尽管总量很大,但我国太阳能热水器的家庭普及率不到 10%,总体来看处于较低水平,且各地区发展不均衡。我国太阳能热水器市场还远未饱和,仍有较大发展潜力。

太阳能热利用的发展方向是太阳能一体化建筑,未来的重点是在提高太阳能供热可靠性的基础上进一步向供暖和制冷方向发展。按照目前的发展趋势,主要考虑部分满足城乡居民生活和部分商业活动热水的需要,不考虑太阳能热水器在商业与工业领域的大规模应用,2020 年和 2030 年我国太阳能热水器总集热面积将分别达到 3 亿平方米和 7.5 亿平方米,分别折合约 2.1 亿千瓦和 5.75 亿千瓦,年利用量分别为 1260 亿千瓦·时和 3150 亿千瓦·时,年替代能源量将分别达到 4000 万吨标准煤和 9000 万吨标准煤。

1.2.2.4 煤层气的开发利用

据国际能源机构估计,全球埋浅于 2000m 的煤层气资源总量约为 260 万亿立方米,是常规天然气探明储量的两倍多。可供开采的气源储量达 137.8 万亿立方米,其中 90%煤层气资源分布在中国、俄罗斯、加拿大、美国、澳大利亚等 12 个主要产煤的国家。美国是世界上煤层气商业化开发最成功的国家,也是迄今为止煤层气产量最高的国家。继美国之后,加拿大、澳大利亚、印度、英国等国也相继开始大规模开发煤层气。

1.2.2.5 煤炭清洁高效利用

煤炭清洁高效利用主要包括以下四个领域:煤炭加工、煤炭高效清洁燃烧、煤炭转化、污染物排放控制和废弃物处理。煤炭清洁加工技术主要包括洗选煤技术、型煤技术以及水煤浆技术等,煤炭高效洁净燃烧包括整体煤气化联合循环发电技术、增压流化床联合循环发电技术等,煤炭转化技术指的是煤炭气化、液化以及与燃料电池联合利用等,煤炭的污染排放控制和废弃物技术处理指的是烟气净化、煤层气利用和煤矸石综合利用等方面的技术综合。

英国能源和气候变化部于 2009 年 6 月 17 日正式公布了《洁净煤计划草案》及其评估报告,认为这个主要针对燃煤电厂的计划不仅可以帮助应对气候变化,