

· 四川大学精品立项教材 ·

能源动力工程概论

Nengyuan dongli gongcheng gailun

主 编 莫政宇
副主编 陈云良



四川大学出版社

· 四川大学精品立项教材 ·

能源动力工程概论

Nengyuan dongli gongcheng gailun

主 编 莫政宇

副主编 陈云良



四川大学出版社

责任编辑:唐 飞
责任校对:蒋 琦
封面设计:墨创文化
责任印制:王 炜

图书在版编目(CIP)数据

能源动力工程概论 / 莫政宇主编. —成都: 四川大学出版社, 2015. 10
四川大学校级立项教材系列
ISBN 978-7-5614-9058-7

I. ①能… II. ①莫… III. ①能源—高等学校—教材
②动力工程—高等学校—教材 IV. ①TK

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 246407 号

书名 能源动力工程概论

| | |
|------|-------------------------|
| 主 编 | 莫政宇 |
| 出 版 | 四川大学出版社 |
| 地 址 | 成都市一环路南一段 24 号 (610065) |
| 发 行 | 四川大学出版社 |
| 书 号 | ISBN 978-7-5614-9058-7 |
| 印 刷 | 郫县犀浦印刷厂 |
| 成品尺寸 | 185 mm×260 mm |
| 印 张 | 9 |
| 字 数 | 219 千字 |
| 版 次 | 2015 年 11 月第 1 版 |
| 印 次 | 2015 年 11 月第 1 次印刷 |
| 定 价 | 22.00 元 |

版权所有◆侵权必究

◆读者邮购本书,请与本社发行科联系。

电话:(028)85408408/(028)85401670/

(028)85408023 邮政编码:610065

◆本社图书如有印装质量问题,请
寄回出版社调换。

◆网址:<http://www.scup.cn>

前 言

能源是人类生存与文明的基础。作为高品质的能源种类，电力工业是一个国家经济发展的晴雨表。我国正处于经济快速发展时期，对于电力的需求也日益增长，这就需要依靠优化传统电力工业和大力发展核电及其他清洁能源和可再生能源。现阶段有包括新能源在内的多种发电形式并存，但是，水电、火电和核电一直被认为是电力工业的三大支柱。

本书主要从水电、火电、核电三个方面介绍能源的基本概念、水能利用概况、水能发电原理、热力发电原理、核能的安全利用及核能发电等内容。本书是针对能源动力类专业本科的入门教材，主要介绍能源动力的基本知识，意在对相关专业的学生进行专业普及，所以内容力求做到图文并茂，通俗易懂。

本书第1章、第5章、第6章由莫政宇编写；第2章、第3章、第4章由陈云良编写；刘洪涛参与编写第5章内容；于忠斌参与编写整理第5章、第6章部分内容。全书由莫政宇统稿。

由于编者水平有限，书中错误和缺点在所难免，恳请读者批评指正。

编 者
2015年6月

目 录

| | |
|----------------|--------|
| 第 1 章 绪论 | (1) |
| 1.1 能源概论 | (1) |
| 1.2 我国能源概况 | (5) |
| 1.3 我国电力工业概况 | (8) |
| 第 2 章 水能 | (12) |
| 2.1 水能资源 | (12) |
| 2.2 水能开发利用 | (15) |
| 第 3 章 水电站 | (21) |
| 3.1 水电站枢纽 | (21) |
| 3.2 挡水建筑物 | (22) |
| 3.3 泄水建筑物 | (26) |
| 3.4 引水建筑物 | (28) |
| 3.5 水电站厂房 | (34) |
| 3.6 其他形式水电站 | (35) |
| 第 4 章 水力发电动力系统 | (37) |
| 4.1 水轮机类型 | (37) |
| 4.2 水轮机工作参数 | (41) |
| 4.3 水轮发电机 | (43) |
| 4.4 水轮机调节系统 | (44) |
| 4.5 水力机组辅助系统 | (46) |
| 第 5 章 热力发电厂 | (54) |
| 5.1 概述 | (54) |
| 5.2 热工基础理论 | (56) |
| 5.3 热力发电厂的生产过程 | (69) |
| 5.4 热力发电厂的主要设备 | (77) |
| 5.5 热力发电厂热经济性 | (98) |

| | |
|--------------------|-------|
| 第 6 章 核能发电..... | (103) |
| 6.1 概述 | (103) |
| 6.2 核能发电原理 | (114) |
| 6.3 核电站的安全性 | (126) |
| 6.4 核电技术发展趋势 | (134) |
| 参考文献..... | (138) |

第 1 章 绪论

1.1 能源概论

能量是物质的动态形式，是物质运动转换的量度，是物质的重要属性之一。能量主要包括机械能、热能、电能、辐射能、化学能、核能等形式。

能源是提供能量的物质资源，自然界中凡是能够直接或经过转换而获取某种能量的自然资源都可称为能源。能源是人类生存与文明的基础。

1.1.1 能源的分类

人类可以利用的能源形式多种多样，有不同的分类方法，见表 1-1。

表 1-1 能源的分类

| 分类方法 | 分类 | 具体形式 |
|------------|---|----------------------|
| 按获得的方法分 | 一次能源：可供直接利用的能源 | 煤、石油、天然气、风能、水能等 |
| | 二次能源：由一次能源直接或间接转换而来的能源，使用方便，易于利用，是高品质能源 | 电、蒸汽、焦炭、煤气等 |
| 按被利用的程度分 | 常规能源 | 煤、石油、天然气、薪柴燃料，水能等 |
| | 新能源 | 核能、太阳能、地热能、潮汐能、生物质能等 |
| 按能否再生分 | 可再生能源：可重复生产的一次能源 | 水能、风能、潮汐能、太阳能等 |
| | 非再生能源：不能重复生产的自然能源 | 煤、石油、天然气等 |
| 按是否能储存分 | 含能能源：可直接储存的能源 | 煤、石油、天然气、地热、氢等 |
| | 过程性能源：无法直接储存的能源 | 风能、潮汐能、电能等 |
| 按对环境的污染情况分 | 清洁能源：对环境无污染或污染很小 | 太阳能、水能、海洋能、风能等 |
| | 非清洁能源：对环境污染较大 | 煤、石油等 |

| 分类方法 | 分类 | 具体形式 |
|--------|------------|---------------|
| 按能量来源分 | 地球本身蕴藏的能源 | 核能、地热能等 |
| | 来自地球外天体的能源 | 宇宙射线、太阳能、潮汐能等 |

1.1.2 能源的评价

能源多种多样,各有优缺点。对于各种形式的能源,必须对其进行正确评价,才能正确选择和利用能源,这对能源局势日益紧张的人类来说尤为重要。

1. 能流密度

能流密度是指在一定空间范围内,单位面积获得的或单位质量某种能源所能产生的能量或功率。它是评价能源的最主要指标之一。显然,如果能流密度很小,就很难用作主要能源。在目前的技术水平下,太阳能和风能的能流密度很低,而各种常规能源的能流密度都比较大,其中,核燃料的能流密度最大。

2. 存储量

存储量是评价能源的另一个比较重要的指标,它是决定能源是否能成为主力能源的主要条件。在考察存储量的同时,还有必要对能源的可再生性和地理分布做出评价。我国水力、煤炭资源丰富,太阳能、风能、海洋能的存储量也比较丰富,但是分布很不均衡。我国煤炭资源多分布在西北地区,水力资源多分布在西南地区,太阳能资源多分布在西藏、新疆等地区。

3. 对环境是否友好

能源对环境的影响问题是指,随着人类的生产生活对环境日益严重的影响,能源利用过程中是否对环境造成污染,成为评价能源的一个主要指标。化石燃料对环境的污染较大;核电站运行中不会对环境造成污染,但是核废料对环境的影响问题还一直存有争议;水电开发利用过程中对生态环境存在负面影响;太阳能、氢能、风能对环境基本上没有污染,但是其利用设备在生产过程中会对环境形成间接影响。

4. 可存储性与供能的连续性

能源的可存储性是指能源不用时是否可以储存起来,需要时是否又能立即供应;供能的连续性是指能否按需要和所需的速度连续不断地供给能量。化石燃料、水能和核能容易做到可存储和连续供能,而太阳能、风能和海洋能则不可存储,供能的连续性也不好。

5. 经济性

即能源的开发利用成本。太阳能、风能不需要任何成本即可得到,但是由于技术原因,目前太阳能、风能用于发电成本较高。各种化石燃料从勘探、开采到加工都需要大量投资,利用其发电也需要比较大规模的投资和比较长的建设周期。核电站的初始投资费用高于常规化石燃料电站,而运行费用远低于常规电站。

6. 运输费用与运输损耗

能源利用还需要考虑的一个方面是运输费用与运输损耗。化石燃料的运输比较容

易,按时有一定损耗,燃煤电站的燃煤运输费用的占比很大;由于能流密度大,核燃料的运输费用是煤和石油的几分之一,损耗可忽略,所以核电站核燃料的运输费用极少;太阳能和风能比较难运输。

7. 品位问题

能源质量高低主要在于能源所提供之能量的品位有差别。机械能、电能为无限转换能量,品位最高。与机械能、电能相比,热能属于低品位能量,其品位与温度有关,温度越高则品位越高。因此,在使用能源时,要适当安排不同品位的能源。

1.1.3 新能源

近代社会,人类使用的主要是化石燃料,如煤炭、石油等。化石燃料属于不可再生能源,而且化石燃料的存储量是有限的,由此造成的能源危机问题日益尖锐。而人类的生存和发展离不开源源不断的能源供应,为此目的,人类一直在孜孜不倦地寻求新的能源利用方式,努力开发新的能源形式,尤其是清洁的、可再生的能源。

1. 核能

核能是由原子核反应而释放出来的巨大能量,包括核裂变能和核聚变能。目前技术上比较成熟且大规模利用的是核裂变能。

虽然20世纪40年代人类就已发现并开始利用核能,但核能仍然可以看为新能源之一。之所以将核能列为新能源的原因有二:一是与常规能源相比,核能利用程度远远不及常规能源;二是核能利用技术复杂,目前人类利用的核能来自可控链式裂变反应,而能量密度更巨大、数量更丰富的是核聚变能,可是直到今天人类还未掌握可控核聚变技术。

核能发电是核能利用最重要的一种方式,全世界共有33个国家和地区有处于运行状态的核电机组437台(截至2014年数据),核电年发电量占全球发电总量11.5%。发达国家的核电发电量已达到发电总量的1/3以上。目前,新建核电主要集中在发展中国家,以亚洲增长最快。

2. 太阳能

太阳能是太阳内部连续不断的核聚变反应产生的、以电磁辐射的形式传播的能量。太阳能的利用形式主要有两种,即太阳能的光热转换利用和光电转换利用。太阳能的光热转换利用主要包括太阳能热水器、太阳能建筑和太阳能热力发电。太阳能的光电转换是太阳能直接发电,如光电池。在目前全球性的能源短缺以及环境问题日益严峻的情况下,太阳能的利用非常具有吸引力。

3. 风能

风能是大气流动而产生的能量。风是随时随地都可以产生的,但是风能有很大的不确定性,风的方向不定,风力大小不定,具有周期性、多样性和复杂性的特点。

在蒸汽轮机发明之前,风能和水电是人们广泛使用的两种能源形式。现代的风能利用形式最有意义的是风力发电,风力发电以每年平均20%左右的速度增长,是全球新能源中增长最快的一种。

4. 氢能

大部分含能体能源都属于不可再生能源,如化石燃料煤炭、石油等,随着化石燃料

的耗量的日益增多，其存储量日益减少，人们迫切需要一种新的含能体能源来解决这个问题。氢能正是在这样的背景中出现的。

氢是自然界存在的最普遍的元素，其储量巨大。氢能可以是由于氢的热核反应释放，也可以由氢和氧化剂发生化学反应放出。前一种利用如人们熟知的氢弹，通常意义上的氢能是指后一种，典型应用包括燃氢发电、燃氢发电机和燃料电池。

5. 地热能

地热能来自地球深处。地热能的特点是其分布具有强烈的地区性，地热能分布于各种陆地构造体系，和地震活动有关，主要分布在地壳活动较活跃地区。

地热能的利用形式包括直接热利用、地热发电和地热热泵三大类。

6. 海洋能

海洋能是指依附于海水存在的能源，通常所说的海洋能主要包括潮汐能、波浪能、海洋温差能、海洋盐差能和海流能等。目前海洋能的开发利用方式及主要研究方向都是发电。

潮汐能是海水受到月球、太阳引力作用而产生的一种海水周期性的涨落现象，这是人们认识和利用最早的一种海洋能，也是海洋能开发利用目前技术最成熟的。目前潮汐能的主要利用方式是潮汐发电。潮汐发电原理与水力发电基本一致，也是利用水的机械能使水轮机转动，带动发电机发电。

波浪能是大气层和海洋相互影响产生，在风和海水重力的作用下形成周期性上下波动的波浪产生的能量。海洋波浪能总量巨大，但可供开发利用的波浪能很少，仅占总量的1%。

有势差的地方就会存在能量。海洋温差能是海洋表面与深处海水的温差而产生的能量；海洋盐差能是陆地河水与海水交界区域由于淡水、海水的盐度差而产生的能量。

海流即洋流，是海洋中的海水沿固定方向流动时会产生海流动力。

7. 生物质能

生物质能是太阳能以化学能形式储存在生物质中的能量形式，它以生物质为载体，直接或间接地来源于绿色植物的光合作用。

生物质能转化和利用技术可以分为化学转换、物理转换和生物化学转换三大类。

生物质化学转换技术包括直接燃烧、液化、气化、热解等方法。其中最常用的是直接燃烧；直接液化可将生物质转变为生物燃油；生物质气化是在高温下将生物质从固态直接转化为可燃气体；生物质热解技术是生物质受高温加热后，产生可燃气体（一般为一氧化碳、氢气和甲烷等混合气体）、液体（焦油）及固体（木炭）的热加工过程。

生物质物理转换技术主要是指生物质压制成型技术，将农林剩余物进行粉碎烘干分级处理，在一定的温度和压力下在成型机中形成较高密度的固体物料。

生物化学转换技术是利用生物质厌氧发酵生成沼气和在微生物作用下生成酒精等能源产品，主要包括厌氧发酵制取沼气、微生物制取酒精、生物制氢、生物柴油等。

生物质能的利用和转化现在是世界性的研究热点，受到世界各国的重视。

1.2 我国能源概况

(1) 我国水能、煤炭资源丰富但分布不均,油、气资源贫乏。我国的水能资源总量和可开发量均居世界第一,但是分布极不均衡,我国水能资源主要集中在长江、雅鲁藏布江、黄河和珠江水系,全国约70%的水能资源分布于云、贵、川、藏等西南地区;煤炭远景储量和可开采量均居世界第二,特点也是存储量丰富但分布不均,我国煤炭资源存储量主要集中在山西、陕西和内蒙古,其中华北地区占49%,西北地区占29.98%;石油和天然气资源比较贫乏,分列世界第10位和第22位。

(2) 我国人均资源相对贫乏,仅为世界水平的40%。我国幅员辽阔,能源资源的总存储量较大,但是由于人口基数大,所以人均资源存储量远低于世界平均水平。

(3) 能源资源和生产力发展呈逆向分布,能源丰富地区远离经济发达地区,能源供需距离远。我国2/3以上煤炭资源分布在北方,80%的可开发水能资源在西部地区,但是我国东部地区是经济发达地区,能源消费需求大,能源供给与需求之间有2000 km的距离。

我国能源生产总量及构成见表1-2和图1-1。我国能源消费总量及构成见表1-3和图1-2。

表1-2 我国能源生产总量及构成

| 年份 | 能源生产总量 (万吨标准煤) | 原煤 (%) | 原油 (%) | 天然气 (%) | 水电、核电、 风电 (%) |
|------|-------------------|-----------|-----------|------------|------------------|
| 1980 | 63735 | 69.4 | 23.8 | 3.0 | 3.8 |
| 1985 | 85546 | 72.8 | 20.9 | 2.0 | 4.3 |
| 1990 | 103922 | 74.2 | 19.0 | 2.0 | 4.8 |
| 1995 | 129034 | 75.3 | 16.6 | 1.9 | 6.2 |
| 1996 | 133032 | 75.0 | 16.9 | 2.0 | 6.1 |
| 1997 | 133460 | 74.3 | 17.2 | 2.1 | 6.4 |
| 1998 | 129834 | 73.3 | 17.7 | 2.2 | 6.8 |
| 1999 | 131935 | 73.9 | 17.3 | 2.5 | 6.3 |
| 2000 | 135048 | 73.2 | 17.2 | 2.7 | 6.9 |
| 2001 | 143875 | 73.0 | 16.3 | 2.8 | 7.9 |
| 2002 | 150656 | 73.5 | 15.8 | 2.9 | 7.8 |
| 2003 | 171906 | 76.2 | 14.1 | 2.7 | 7.0 |
| 2004 | 196648 | 77.1 | 12.8 | 2.8 | 7.3 |
| 2005 | 216219 | 77.6 | 12.0 | 3.0 | 7.4 |
| 2006 | 232167 | 77.8 | 11.3 | 3.4 | 7.5 |

| 年份 | 能源生产总量 (万吨标准煤) | 原煤 (%) | 原油 (%) | 天然气 (%) | 水电、核电、 风电 (%) |
|------|-------------------|-----------|-----------|------------|------------------|
| 2007 | 247279 | 77.7 | 10.8 | 3.7 | 7.8 |
| 2008 | 260552 | 76.8 | 10.5 | 4.1 | 8.6 |
| 2009 | 274619 | 77.3 | 9.9 | 4.1 | 8.7 |
| 2010 | 296916 | 76.6 | 9.8 | 4.2 | 9.4 |
| 2011 | 317987 | 77.8 | 9.1 | 4.3 | 8.8 |
| 2012 | 331848 | 76.5 | 8.9 | 4.3 | 10.3 |
| 2013 | 340000 | 75.6 | 8.9 | 4.6 | 10.9 |

注：数据来源于《中国统计年鉴2014》。

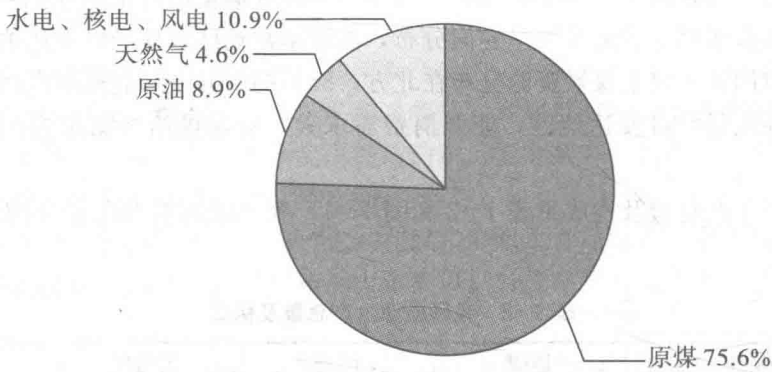


图 1-1 2013 年我国能源生产构成

表 1-3 我国能源消费总量及构成

| 年份 | 能源消费总量 (万吨标准煤) | 原煤 (%) | 原油 (%) | 天然气 (%) | 水电、核电、 风电 (%) |
|------|-------------------|-----------|-----------|------------|------------------|
| 1980 | 60275 | 72.2 | 20.7 | 3.1 | 4.0 |
| 1985 | 76682 | 75.8 | 17.1 | 2.2 | 4.9 |
| 1990 | 98703 | 76.2 | 16.6 | 2.1 | 5.1 |
| 1995 | 131176 | 74.6 | 17.5 | 1.8 | 6.1 |
| 1996 | 135192 | 73.5 | 18.7 | 1.8 | 6.0 |
| 1997 | 135909 | 71.4 | 20.4 | 1.8 | 6.4 |
| 1998 | 136184 | 70.9 | 20.8 | 1.8 | 6.5 |
| 1999 | 140569 | 70.6 | 21.5 | 2.0 | 5.9 |
| 2000 | 145531 | 69.2 | 22.2 | 2.2 | 6.4 |
| 2001 | 150406 | 68.3 | 21.8 | 2.4 | 7.5 |
| 2002 | 159431 | 68.0 | 22.3 | 2.4 | 7.3 |

续表1-3

| 年份 | 能源消费总量 (万吨标准煤) | 原煤 (%) | 原油 (%) | 天然气 (%) | 水电、核电、 风电 (%) |
|------|-------------------|-----------|-----------|------------|------------------|
| 2003 | 183792 | 69.8 | 21.2 | 2.5 | 6.5 |
| 2004 | 213456 | 69.5 | 21.3 | 2.5 | 6.7 |
| 2005 | 235997 | 70.8 | 19.8 | 2.6 | 6.8 |
| 2006 | 258676 | 71.1 | 19.3 | 2.9 | 6.7 |
| 2007 | 280508 | 71.1 | 18.8 | 3.3 | 6.8 |
| 2008 | 291448 | 70.3 | 18.3 | 3.7 | 7.7 |
| 2009 | 306647 | 70.4 | 17.9 | 3.9 | 7.8 |
| 2010 | 324939 | 68.0 | 19.0 | 4.4 | 8.6 |
| 2011 | 348002 | 68.4 | 18.6 | 5.0 | 8.0 |
| 2012 | 361732 | 66.6 | 18.8 | 5.2 | 9.4 |
| 2013 | 375000 | 66.0 | 18.4 | 5.8 | 9.8 |

注：数据来源于《中国统计年鉴2014》。

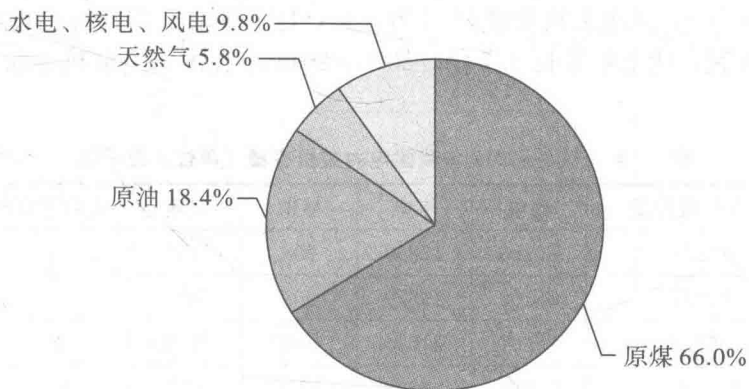


图 1-2 2013 年我国能源消费构成

我国是煤炭资源比较丰富的国家，统计数字显示，消费量排在前三位的依次是煤炭、石油和天然气；煤炭在我国能源生产和消费量中的比重最大，在我国能源结构中占绝对主导地位。

我国能源结构在逐步改善。随着石油、天然气和水电事业的发展，煤炭消费比重有所下降。由2013年的数据显示，煤炭在我国一次能源消费结构中占比为66.0%，创历史新低。随着国家大力发展清洁能源，清洁能源占比大幅增长，其中以天然气消费增量最为显著，2013年天然气消费占能源消费总量的5.8%，较2012年增长11.54%，增幅居世界首位。水电、核电、风电的比重也在逐年增加，2013年水电、核电、风电合计占能源消费总量接近10%。我国现在已经基本形成了“煤为基础，多元发展”的能源生产和消费结构。

能源的生产、消费以及能源对环境的影响应该符合可持续发展的要求，否则会威胁

人类自身的生存和发展。我国未来能源结构的发展趋势是逐步降低煤炭、石油等一次能源的消费比重。我国煤炭资源储量丰富的特点决定了我国在较长时间内,煤炭仍然会是主要能源,因此要开发推广先进煤炭清洁利用技术,有效保护生态环境。我国风能、太阳能、地热能、海洋能、生物质能源蕴藏丰富,但利用率很低,开发潜力较大,需加强新能源的开发利用。此外,还需要提高可再生能源的消费比重。预计至2050年,我国煤炭消费将由目前的66%降至40%,新能源的比重则增至30%。

1.3 我国电力工业概况

新中国成立初期,我国电力工业基础极其薄弱,总装机容量只有185万千瓦,发电标准煤耗1200 g/(kW·h),技术严重依赖国外。

由于经济的快速发展,电力需求剧增,给我国的电力工业带来难得的快速发展的时期。截至2013年,我国电力装机容量达到12.6亿千瓦,居世界首位,缓解了电力供给不足的问题。在这12.6亿千瓦装机容量中,火电装机容量8.7亿千瓦,比上年增长6.1%;水电装机容量2.8亿千瓦,比上年增长12.4%;核电装机容量1466万千瓦,比上年增长16.6%;风电装机容量7652万千瓦,比上年增长24.6%;太阳能发电装机容量1589万千瓦,比上年增长3.7倍。2008—2013年我国电力装机容量见表1-4和图1-3。

表1-4 2008—2013年我国电力装机容量(单位:万千瓦)

| 年份 | 电力装机容量 | 火电 | 水电 | 核电 | 风电 | 太阳能发电 | 其他 |
|------|--------|-------|-------|------|------|-------|----|
| 2008 | 79293 | 60286 | 17260 | 908 | 839 | 0 | 0 |
| 2009 | 87411 | 65108 | 19629 | 908 | 1760 | 3 | 3 |
| 2010 | 96642 | 70967 | 21606 | 1082 | 2958 | 26 | 3 |
| 2011 | 106243 | 76834 | 23298 | 1257 | 4623 | 212 | 19 |
| 2012 | 114675 | 81968 | 24947 | 1257 | 6142 | 341 | 20 |
| 2013 | 125768 | 87009 | 28044 | 1466 | 7652 | 1589 | 8 |

注:数据来源于《中国统计年鉴2014》。

截至2012年,全国发电量49875.5亿千瓦时,其中火电发电量38928.1亿千瓦时,占全部发电量的78.1%;水电发电量8721.1亿千瓦时,占全部发电量的17.5%;核电发电量973.9亿千瓦时,占全部发电量的2.0%。水电、核电、风电等清洁能源的发电量比重逐步上升。我国电力生产分布情况见表1-5。

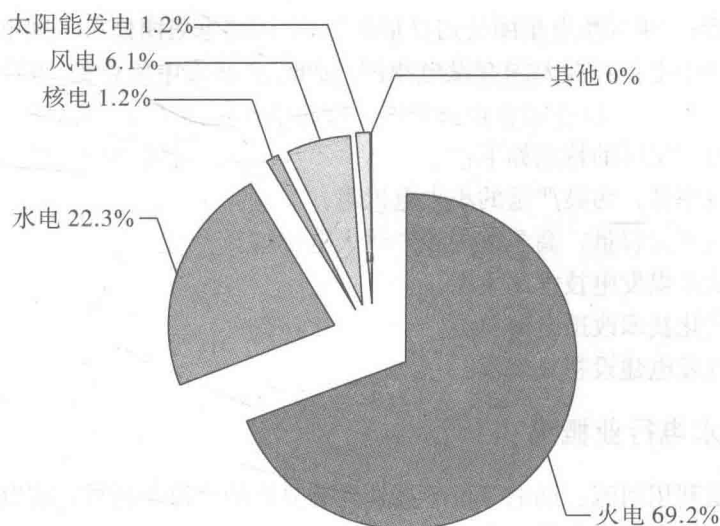


图 1-3 2013 年我国电力装机容量构成

表 1-5 我国电力生产分布情况 (单位: 亿千瓦时)

| 年份 | 火电 | | 水电 | | 核电 | | 风电 | | 其他 | | 总量 |
|------|---------|-------|--------|-------|-------|------|-------|------|-------|------|---------|
| | 绝对值 | 占比 | 绝对值 | 占比 | 绝对值 | 占比 | 绝对值 | 占比 | 绝对值 | 占比 | |
| 1990 | 4944.8 | 79.6% | 1267.2 | 20.4% | | | | | | | 6212.0 |
| 1995 | 8043.2 | 79.8% | 1905.8 | 18.9% | 128.3 | 1.3% | | | | | 10077.3 |
| 2000 | 11141.9 | 82.2% | 2224.1 | 16.4% | 167.4 | 1.2% | | | 22.6 | 0.2% | 13556.0 |
| 2005 | 20473.4 | 81.9% | 3970.2 | 15.9% | 530.9 | 2.1% | | | 28.1 | 0.1% | 25002.6 |
| 2010 | 33319.3 | 79.2% | 7221.7 | 17.2% | 738.8 | 1.8% | 446.2 | 1.1% | 345.6 | 0.8% | 42071.6 |
| 2011 | 38337.0 | 81.3% | 6989.5 | 14.8% | 863.5 | 1.8% | 703.3 | 1.5% | 236.9 | 0.5% | 47130.2 |
| 2012 | 38928.1 | 78.1% | 8721.1 | 17.5% | 973.9 | 2.0% | 959.8 | 1.9% | 292.6 | 0.6% | 49875.5 |

注: 数据来源于《中国统计年鉴 2014》。

1.3.1 我国火电行业概况

火力发电是利用化石燃料的化学能燃烧转化为热能来发电, 火力发电厂一般是指采用汽轮发电机组发电的电厂。

我国的能源结构特点决定了我国电力工业以火电为主, 而火电行业又以燃煤为主要动力来源, 我国每年煤炭占发电燃料总量的 70% 以上。我国煤炭资源丰富, 但在地域分布上极不均衡, 煤炭资源在地理分布上呈“西多东少, 北富南贫”的格局。受煤炭产区及用电需求影响, 我国火电装机容量以华北、华东、华中比例最高, 这三大区域火电装机容量占全国总量的 70% 以上。

火电装机容量和发电量在我国电力能源结构中一直占有绝对优势。

我国火电行业以国有和国有控股企业为主, 中国华能集团公司 (华能)、中国大唐

集团公司（大唐）、中国华电集团公司（华电）、中国国电集团公司（国电）和中国电力投资集团公司（中电投）五大国有发电集团约拥有全部发电资产的 50%，占据了半壁江山。

我国火电近期发展的特点如下：

- (1) 关停效率低、污染严重的小火电机组。
- (2) 加快发展大容量、高参数的国产化火电机组。
- (3) 推动洁净煤发电技术的发展。
- (4) 用现代化技术改造老旧机组。
- (5) 天然气发电建设初具规模。

1.3.2 我国水电行业概况

水力发电是利用河流、湖泊等位于高处具有势能的水流至低处，将其所含势能转换成水轮机的动能，推动发电机产生电能。

我国水能储量及可开发水能资源均处于世界首位。但是由于地形、气候等因素的影响，我国的水能资源分布很不均匀，西南地区集中了大约 70% 的可开发水能资源。我国水能资源另外一个突出特点是水力资源集中在大江、大河干流，这有利于建设水电基地，实行战略性集中开发。

我国水电装机容量和发电量在我国电力行业中居第二位。

水电作为可再生的清洁能源，在我国能源发展史中占有极其重要的地位。进入 21 世纪，随着电力体制改革的推进，我国水电进入加速发展时期。2004 年，以公伯峡水电站 1 号机组投产为标志，我国水电装机容量突破 1 亿千瓦，超过美国成为世界水电第一大国。2010 年，以小湾水电站 4 号机组投产为标志，我国水电装机容量突破 2 亿千瓦。举世瞩目的三峡工程，更是世界上最大的综合水利枢纽。

目前，我国不但是世界水电装机容量第一大国，也是世界上在建水电站规模最大、发展速度最快的国家，我国已逐步成为世界水电创新的中心。我国水电建设工程技术走在了世界前列，三峡、龙滩、水布垭、溪洛渡等水电站的建设，解决了水电工程领域中一系列的超高难技术。

1.3.3 我国核电行业概况

核能发电是利用原子核发生反应时释放的巨大能量来发电。具体过程是冷却剂流经反应堆载出原子核反应释放的热量，利用该热量产生蒸汽带动汽轮发电机组发电。

核电与火电、水电一起，并称为世界电力工业的三大支柱。

我国核电站集中分布在东南沿海，内陆有拟建核电站但还未开工建设。我国一次能源分布极不均衡，能源丰富地区远离经济发达地区，能源供需距离远。煤炭资源主要分布在北部，水资源主要分布在西部，而我国电力负荷中心在经济发达的东南沿海区域，因此核电站主要分布在此区域。

我国核电生产全部为国有企业垄断。目前我国的主要核电企业有中国核工业集团公司（中核集团）和中国广东核电集团公司（中广核集团）。中核集团下属的核电企业主

要包括秦山核电公司、三门核电公司、江苏核电公司、福建福清核电公司。中广核集团是我国唯一以核电为主业的中央企业，集团下属的核电企业主要包括大亚湾核电运营公司、岭澳核电有限公司、岭东核电有限公司、阳江核电有限公司、辽宁红沿河核电有限公司、福建宁德核电有限公司。