

花亚萍 柴娟◎编著

可 再 生 能 源

知识读本

Basic Knowledge of Renewable Energy Basic Knowledge of Renewable Energy



兰州大学出版社
LANZHOU UNIVERSITY PRESS

Basic Knowledge of Renewable Energy

可再生能源 知识读本

花亚萍 柴娟◎编著



兰州大学出版社
LANZHOU UNIVERSITY PRESS



图书在版编目(CIP)数据

可再生能源知识读本 / 花亚萍, 柴娟编著. -- 兰州:
兰州大学出版社, 2017. 12
ISBN 978-7-311-05273-7

I. ①可… II. ①花… ②柴… III. ①再生能源—通俗读物 IV. ①TK01-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第318247号

策划编辑 宋 婷
责任编辑 郝可伟 宋 婷
封面设计 郇 海

书 名 可再生能源知识读本
作 者 花亚萍 柴 娟 编著
出版发行 兰州大学出版社 (地址:兰州市天水南路222号 730000)
电 话 0931-8912613(总编办公室) 0931-8617156(营销中心)
0931-8914298(读者服务部)
网 址 <http://press.lzu.edu.cn>
电子信箱 press@lzu.edu.cn
印 刷 虎彩印艺股份有限公司
开 本 710 mm×1020 mm 1/16
印 张 15.5
字 数 274千
版 次 2018年1月第1版
印 次 2018年1月第1次印刷
书 号 ISBN 978-7-311-05273-7
定 价 35.00元

(图书若有破损、缺页、掉页可随时与本社联系)

前言

PREFACE



进入21世纪,随着能源需求的增长、人类对能源供给安全的考虑和环境保护意识的增强,如何在满足人类能源需求的情况下,更好地应对气候变化和全球变暖而不损害全球经济的发展,已经成为世界各国共同关注的焦点。

可再生能源既可以满足全球对能源的需求又不会对环境造成污染,加快开发利用可再生能源已成为世界各国的普遍共识和一致行动。各国政府纷纷承诺将通过可再生能源的推广和应用来减少温室气体排放和积极应对气候变化并将可再生能源的开发利用写入能源战略,制定可再生能源发展目标,制定相关激励政策引导和鼓励可再生能源的发展。在这些政策与各项措施的支持下,可再生能源技术不断成熟、应用规模逐步扩大、经济性持续改善,开发应用范围也从过去的欧洲、东亚、北美逐渐扩大到非洲、中东、南美、南亚等广大地区,在欧洲的一些国家还出现了高比例的应用。据统计,2016年可再生能源(不包括大型水电)的发电比重从10.3%上升到11.3%,二氧化碳减排量约为17亿吨。

中国经济经历了持续30多年快速经济增长,已经成为世界第一大能源生产和消费国,在经济社会发展取得丰硕成果的同时,以化石能源为主的能源生产和消费付出了沉重的资源和环境代价。推动能源生产和消费革命,改善能源结构,进一步扩大清洁能源开发利用的规模,大力发展可再生能源是中国长期坚持的能源战略。中国政府先后在2005年和2007年颁布了《可再生能源法》和

《可再生能源发展中长期发展规划》，在2016年年底发布的《可再生能源发展“十三五”规划》中明确了到2020年和2030年，非化石能源将分别占到一次能源消费的15%和20%。

本书深入浅出地介绍了各种可再生能源及其应用。全书共七章，第一章概述了可再生能源及其发展现状，第二至七章分别介绍了太阳能、风能、水能、海洋能、生物质能和地热能等可再生能源的概念、资源分布情况、应用领域与原理及各种可再生能源技术的发展现状和未来发展趋势。本书采用文字表述与图示相结合的方法，以求尽量浅显、通俗易懂，便于读者、主要是青少年了解、熟悉可再生能源及其应用的相关知识。

本书第一章至第四章由花亚萍编写，第五章至第七章由柴娟编写。本书的出版得到了甘肃省科学院青年基金项目的资助（项目编号：2014-QN-02，2016-QN-03）。在此，感谢甘肃省自然能源研究所的领导对该书出版的关怀与支持，感谢兰州大学出版社对本书出版工作给予的帮助。另外，书中难免错误与疏漏，希望读者批评指正。

编著者

2017年10月

目 录

CONTENTS



第 1 章 可再生能源及其发展	001
第一节 能源及其分类	002
第二节 新能源与可再生能源	006
第 2 章 太阳能	017
第一节 太阳能概述	017
第二节 太阳能热水器	021
第三节 太阳灶	028
第四节 太阳能干燥	035
第五节 太阳房	043
第六节 太阳能光伏发电	049
第七节 太阳能热发电	060
第 3 章 风能	069
第一节 风及风能概述	069
第二节 风力发电	085

第三节	风电场的宏观选址	092
第四节	全球及中国风力发电的现状与未来展望	097
第4章	水能	099
第一节	水资源概述	099
第二节	水能概述	105
第三节	水力发电	108
第四节	全球及中国水力发电的现状与发展趋势	113
第5章	海洋能	117
第一节	认识海洋能	117
第二节	国内外海洋能的发展现状	122
第三节	潮汐能	127
第四节	波浪能	134
第五节	潮流能	144
第六节	温差能	158
第七节	盐差能	164
第6章	生物质能	167
第一节	生物质能概述	167
第二节	主要的生物质利用技术	180
第三节	生物质能开发利用的现状与前景	197
第7章	地热能	203
第一节	地热能概述	203
第二节	常见的地热工业利用技术	224
第三节	地热能开发利用的现状与前景展望	231
参考文献	238

第1章

可再生能源及其发展



自20世纪70年代石油危机在丹麦、美国、德国等国开始出现，太阳能、风能、水能、生物质能、地热能和海洋能等可再生能源被许多国家认为是能源的重要组成部分。进入21世纪，随着能源需求的增长和人类对能源供给安全的考虑和环境保护意识的增强，如何在满足人类能源需求的情况下，更好地应对气候变化和全球变暖而不损害全球经济的发展，已经成为全球所有国家共同面临的棘手问题。

可再生能源既可以满足全球对能源的需求又对环境没有污染。因此，许多国家将开发、利用可再生能源作为能源战略的重要组成部分。各国政府纷纷承诺将通过可再生能源的推广和应用来减少温室气体排放和积极应对气候变化。各国政府通过制定可再生能源发展目标、制定相关激励政策来引导和鼓励可再生能源的发展。在这些政策的支持下，可再生能源技术不断成熟、应用规模逐渐扩大、经济性持续改善，开发应用范围也从过去的欧洲、东亚、北美逐渐扩大到非洲、中东、南美、南亚等广大地区，可再生能源在欧洲的一些国家还出现了高比例的应用。这些表明：当前可再生能源已从过去的个别国家、部分地区的补充能源逐渐演变成全球各国的能源组成部分，可再生能源甚至开始成为一些国家的主流能源。

本章主要讨论能源的含义、发展阶段及其分类和新能源与可再生能源的含义及全球可再生能源的发展概况。

第一节 能源及其分类

一、能源的定义及其发展阶段

目前,关于能源的定义约有20种。比较有代表性的有英国《大英百科全书》对能源的解释:“能源是一个包括所有的燃料、流水、阳光和风的术语,人类采用适当的转换手段,给人类自己提供所需的能量。”美国拉佩兹(D. N. Lapedes)主编的《科学技术百科全书》将能源定义为:“能源是可从其获得热、光和动力之类能量的资源。”《日本大百科全书》对能源的解释为:“在各种生产活动中,我们利用热能、机械能、光能、电能等来做功,可利用来作为这些能量源泉的自然界中的各种载体,称为能源。”

中国《能源百科全书》中对能源是这样定义的:“能源是可以直接或经转换提供人类所需的光、热、动力等任一形式能量的载能体资源。”《能源词典》(第二版)对能源的定义为:“能源是可以直接或通过转换提供人类所需的有用能的资源。”

综合上述各种能源定义的共同特点,本书这样定义能源:能源是一种呈多种形式的,且可以相互转换能量的源泉。世界上一切形式能源的初始来源是核聚变、核裂变、放射性源以及太阳系行星的运行。

能源是人类世界发展和经济增长的最基本的驱动力,是人类社会赖以生存的物质基础。在某种意义上,任何时期的人类社会发展都离不开对能源的使用。人类对能源的认识和开发利用过程,经历了四个时期,即薪柴时期、煤炭时期、石油时期、洁净能源和可持续发展能源时期。

(一) 薪柴时期

薪柴时期,即以“薪柴”作为当时主导能源的时期。作为可直接利用的燃料,薪柴的利用贯穿整个人类的文明发展史。人类从原始穴居开始,以树枝、杂草等生物能源作为原料,用于烹饪和取暖,并以人力、畜力和一些简单的水力、风力机械等为动力,从事日常的生产活动。以生物质能为主要能源的薪柴时期延续了漫长的时间,利用薪柴使人们摆脱了完全依附自然生存的状态,开拓了物质文明的新局面。薪柴的广泛使用,适应了以刀耕火种为特征的早期农

耕文明发展的需要。这个时期的特点是机械化程度低，这是由能源的社会性所决定的。

18世纪以后，人类对煤炭资源的发现和利用，使社会经济步入了新的历史阶段，但这并不能说明薪柴时期的结束，即使在科学技术高度发达的今天，薪柴的利用还是相当广泛的。在经济欠发达的某些国家（地区）的农村，薪柴依然在为农村经济默默地做出贡献。

（二）煤炭时期

人类开发利用煤炭资源的历史悠久，早在两千多年前我国的春秋战国时期，就已经有了使用煤炭作为燃料的记载。18世纪60年代，产业革命从英国开始爆发，使能源结构发生了第一次革命性的变化——能源消费从此进入了煤炭时期。至今，煤炭仍是人类利用的重要能源之一。

煤炭既可以作为动力燃料，又是化工和制焦炼铁的原料，故有“工业粮食”之称。工业界和民间常用煤炭作为燃料以获取生产和生活所需的热量或动力。煤炭燃烧产生的热能转化为电能，通过输电设备进行长途运输，输送到厂矿企业及家庭，为生产、生活提供高品质的能源。以煤炭为原料的火力发电，占我国电力结构的比重很大，同时也是世界电能的主要来源之一。

（三）石油时期

19世纪末20世纪初的第二次科技革命，使内燃机开始走上历史舞台，以内燃机为动力设备的机车开始大规模地进入人类社会，极大地促进了石油工业的迅速发展，石油在整个能源结构中所占的比重也在不断上升。第二次世界大战后的十几年间，发达国家基本完成了石油代替煤炭成为首要能源的历史变革。1967年石油在一次能源中的比例达到40.4%，超过了煤炭（38.8%），从此能源的消费步入了石油时期。石油时期大体可以概括为3个阶段：煤油时代、汽油时代和燃料与化工原料时代。

一般认为，在今后的几十年内，随着世界探明石油、天然气储量的增加，以及石油、天然气田采收率的提高，石油、天然气作为主要能源的地位不会改变。从世界石油、天然气能源的发展趋势看，待发现的常规石油资源仍有很大的潜力，未来的能源结构中，以煤炭、石油和天然气等为支柱能源的局面很可能发生改变：常规原油、重油和超重油、天然气等油气烃类资源，以及煤炭、核能、太阳能等新能源，将各自成为一大能源支柱。

（四）洁净能源和可持续能源发展时期

随着全球经济的发展和人口的增加，能源消费与日俱增，在未来，现有的

传统的化石能源不仅不能满足全球的能源需求，而且全球变暖和气候变化问题已经引起人们对环境的关注。因此，能源发展必须逐渐过渡到可持续的轨道上来，采用洁净能源和可持续能源是未来必然的选择。必须寻找新的能源，补充目前能源供应总量的不足，从长远考虑为新能源供应开拓新途径。

二、能源的分类

由于能源形式多样，因此，通常有多种不同的分类方法，它们或按能源的来源、形成、使用分类，或从技术、环保的角度进行分类。不同的分类方法都是从不同的侧重面来反映各种能源的特征。

（一）按能源的来源分类

1. 来自太阳的能源

或称为来自地球以外天体的能源。人们可以直接利用太阳能的光和热，太阳能还是地球上许多种能源的主要来源。目前人类所需能量的绝大部分都直接或间接地来源于太阳能。各种植物通过光合作用，把太阳能转变成化学能，在植物体内储存下来，这部分能量为人类和动物的生存提供了能源。地球上的煤、石油、天然气等矿物燃料（亦称化石燃料），是由古代理在地下的动植物，经过漫长的地质年代形成的，所以矿物燃料实质上是由古代生物固定下来的太阳能。另外，风能、水能和海洋波力能等，也都是由太阳能转换得来的。

2. 地球本身蕴藏的能源

主要指地热能和核能，它们都存在于地球本身。

（1）地热能

地球是一个大热库，地球内部储存的地热资源异常丰富，从地下喷出地面的温泉和火山爆发喷出的岩浆，都是地热的表现。按目前的钻井技术，可以达到地下 10 km 的深度，估计在这个深度内，地热总量相当于世界能源全年消费的 400 多万倍。

（2）原子核能

它是指某些物质在进行人工控制的原子核反应时放出来的能量。现在许多国家建设的原子能发电站（核电站），就是使用铀原子裂变时放出来的能量。原子核聚变放出的能量更多，如能充分利用海洋里的氘和氚进行核聚变反应，则由其提供的聚变能量足够人类使用亿万年。

3. 地球和月球、太阳等天体之间有规律的运动及相对位置变化所形成的能源

即由于天体之间引力使海水涨落形成的潮汐能。和上面两类能源相比，这一类能源的数量是不大的。

(二) 按能源形成的条件分类

1. 一次能源

一次能源是指在自然界中现成存在、没有经过加工或转换的能源，如煤、石油、天然气、水能、太阳能、风能、柴草等。

2. 二次能源

由一次能源经过加工、转换的能源产品，如电力、煤气、石油制品、蒸汽、焦炭等，一般通称为二次能源。

(三) 按能源的使用消耗分类

1. 可再生能源

可再生能源是指在自然界中不会随本身的转化或人类利用而日益减少并有规律地得到补充(再生)的能源，如太阳能、风能、水能、生物质能等。

2. 不可再生能源

不可再生能源是指经过亿万年形成的、使用后逐渐减少、短期内无法恢复的能源，如石油、煤、天然气、核燃料能。

(四) 按能源利用的技术状况分类

1. 常规能源

常规能源是指在一定的历史时期和科学技术水平下，已经被人们广泛应用的能源，如煤、石油、天然气、电力等。

2. 新能源

新能源则是指对许多古老的能源采用先进的方法加以广泛利用，以及用新发展的先进技术而得以利用的能源，如太阳能、风能、生物质能、水能、地热能以及原子核能等。

(五) 按能源使用的性能分类

1. 燃料能源

通常称为燃料的煤、石油、天然气、生物质、煤气、沼气、酒精、氢以及核燃料等，为燃料能源。

2. 非燃料能源

太阳能、水能、风能、地热能、电力等，则为非燃料能源。

(六) 按能源在经济流通领域中的地位分类

1. 商品能源

商品能源是指进入市场，在国内或国际市场上进行买卖的能源，如煤、石油及其制品、天然气、电力、焦炭等。

2. 非商品能源

非商品能源是指那些一般不通过市场的能源，如秸秆、薪柴、牲畜粪便等。某些非商品能源在当地市场上也有买卖，但规模很小，国家也未将其列入正式商品，仍称为非商品能源。

第二节 新能源与可再生能源



一、新能源与可再生能源的含义

新能源和可再生能源的概念是1981年联合国在内罗毕召开的新能源和可再生能源会议上确定的，它不同于常规能源，即以新技术和新材料为基础，使传统的可再生能源得到现代化的开发利用，用取之不尽、用之不竭的可再生能源来不断取代资源有限、对环境有污染的化石能源。新能源和可再生能源有别于现有的常规能源，特别强调可持续发展性和环境友好性。

新能源和可再生能源的基本内涵是不同的，更不能相提并论。新能源主要指在新技术的基础上系统开发利用的可再生能源，着重强调未来世界持久的能源系统；而可再生能源是指在一定的时空背景下可连续再生、永续使用的一次性能源，特别强调在一定时空背景下能源的可再生性。

联合国开发计划署（UNDP）把新能源和可再生能源分为三类：一是大中型水电；二是新可再生能源，包括小水电、太阳能、风能、生物质能、地热能、海洋能等；三是传统生物质能。本书所讨论的可再生能源指太阳能、风能、水能、海洋能、生物质能和地热能。

（一）太阳能

太阳能就是太阳辐射能。太阳是一个炽热的气体球，它有着取之不尽、用之不竭的能量，是个巨大的能源、资源宝库。地球上除了地热能和核能以外，所有的能量都源自太阳能。太阳表面的温度高达5000~6000℃，太阳不断地向宇宙空间辐射出大量的光和热，沐浴着地球上所有的生命。太阳能的转换和利用方式主要有光热转换、光电转换和光化学转换。

（二）风能

风能是由于太阳辐射造成地球表面温度不均匀，引起各地气温和气压的不

同,导致空气运动而产生的能量。利用风力机械可将风能转换成电能、机械能和热能等。风能的利用形式主要有风力发电、风力提水、风力致热以及风力助航等。

(三) 水能

水是自然界万物赖以生存的基本物质之一,而水文循环所形成的地表、地下水,称为水资源。它是人类宝贵的自然资源。水能资源是指水体的动能、势能和压力能等能量资源。广义的水能资源包括河流水能、潮汐水能、海浪能等能量资源;狭义的水能资源指河流的水能资源,是常规能源,一次能源。随着化石燃料的日渐枯竭,水能是非常重要而且前景广阔、无污染的替代能源。

(四) 海洋能

海洋能是蕴藏在大海中的可再生能源,它包括潮汐能、波浪能、潮流能、海流能、海水温度差能和海水盐度差能等不同的能源形态。海洋通过各种物理过程接收、储存和散发能量,这些能量以潮汐、波浪、温度差、海流等多种形式存在于海洋之中。

海洋能按存储能量的形式可以分为机械能、热能和化学能。潮汐能、波浪能、海流能、潮流能为机械能;海水温差能为热能;海水盐度差能为化学能。所有这些形式的海洋能都可以用来发电。

(五) 生物质能

生物质能是蕴藏在生物质中的能量,是绿色植物通过光合作用将太阳能转化为化学能而储存在生物质内的能量。生物质能主要包括自然界可用作能源的各种植物、人畜排泄物以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和动物粪便等。利用生物质能的方式主要有直接燃烧、热-化学转换和生物-化学转换三种途径。

(六) 地热能

地热能来自地球内部,地核散发的热量透过地核的高温岩浆传导至地壳,这种能量就称为地热能。地热能的储量可能比目前人们所利用的总量多很多倍,而且集中分布在构造板块边缘一带,该区域也是火山和地震的多发区。地热能资源按其赋存形式可分为水热型(又分为干蒸汽型、湿蒸汽型和水热型)、地压型、干热岩型和岩浆型四大类。按温度高低可分为高温型(大于 $150\text{ }^{\circ}\text{C}$)、中温型($90\sim 149\text{ }^{\circ}\text{C}$)和低温型(小于 $89\text{ }^{\circ}\text{C}$)3大类。地热能的利用方式主要有地热能发电和地热直接利用两大类。

二、全球可再生能源发展概况

(一) 可再生能源发展的全球化趋势

2011年,联合国秘书长潘基文发起“人人享有可持续能源”倡议(Sustainable Energy for All)。倡议提出三大战略目标,即到2030年确保全球普及现代能源服务;能源利用效率翻番;可再生能源在能源消费结构占比翻番。“人人享有可持续能源”倡议旨在实现可持续能源人人可及,使可再生能源比例翻番(从2010年的18%增长到2030年的36%),并使全球能源效率的增长率在2030年较2010年水平实现翻番。

2015年,可再生能源在应对气候变化和促进可持续发展方面的作用获得了世界各国的共识。2015年12月,《联合国气候变化框架公约》近200个缔约方在巴黎气候变化大会上达成《巴黎协定》。这是继《京都议定书》后第二份有法律约束力的气候协议,为2020年后全球应对气候变化行动做出了安排。《巴黎协定》指出,各方将加强对气候变化威胁的全球应对,把全球平均气温较工业化前水平升高幅度控制在 2°C 之内,并为把升温控制在 1.5°C 之内而努力。全球将尽快实现温室气体排放达峰,本世纪下半叶实现温室气体净零排,在189个国家提交的国家自主贡献文件中,有147个国家提出了可再生能源发展目标。在2016年的摩洛哥气候大会上,审核《巴黎协定》的目标时,已有117个国家通过了国家自主贡献计划,其中55个国家主要采用可再生能源发展目标,107个国家拥有能源效率目标。有48个发展中国家的领导人承诺,他们将在自己的国家致力于100%可再生能源。

在2015年举行的七国及二十国集团年度会议上,各国都一致强调了本国可再生能源的开发利用,并开展以可再生能源为核心的能源转型。

据“21世纪可再生能源政策网络”统计,2015年可再生能源占全球终端能源消费的19.3%,其中,现代可再生能源占10.2%(其中,生物质能、地热能、太阳能热利用占4.2%;小水电占3.6%,生物质能、风能、太阳能、地热能发电占1.6%;用于交通的生物燃料占0.8%),传统生物质能(指在发展中国家偏远的农村用于烹饪和取暖的生物质能)占9.1%。

截至2016年年底,全球共有176个国家制定了可再生能源目标(2005年,只有47个国家制定了可再生能源目标)。2016年,有110个国家/州/省实施可再生能源上网电价政策;有100个国家/州/省实施可再生能源配额制政策;有34个国家实施可再生能源招标政策;有21个国家实施可再生能源供热强制政策;还有68个国家/州/省实施生物燃料强制政策。

1. 可再生能源正在改变全球电力结构

2016年可再生能源装机容量和产量持续增长。2016年，电力部门经历了可再生能源装机容量的巨大增长。和2015年相比，2016年全球的可再生能源电力装机容量增长了大约9%（161 GW），到年底总的装机容量达到2017 GW（其中，水电容量1096 GW、生物质电力容量112 GW、地热发电容量13.5 GW、太阳能光伏发电容量303 GW、太阳能热发电容量4.8 GW、风电容量487 GW）。2016年，可再生能源占到了全球电力装机容量的大约62%。其中，太阳能光伏发电占到了新增可再生能源装机的47%，风力发电和小水电分别占到了34%和15.5%。基于2016年年底的全球发电装机容量，可再生能源提供了全球总发电量的24.5%（其中，16.6%来自小水电；4.0%来自风力发电；2.0%来自生物质能发电；1.5%来自光伏发电；还有0.4%来自海洋能、太阳能光热、地热能发电）。

可再生能源新增装机最多的还是在发展中国家，并且主要是在中国。在过去的8年间，中国一直都是可再生能源发电和供热领域最大的发展中国家。印度开展的太阳能革命，以及48个承诺100%可再生能源目标的发展中国家，使得全球可再生能源总装机中发展中国家所占的份额将继续增加。可再生能源太贵的迷思，或是只有少数富裕国家才能继续引领发展的说法已不得人心。在许多情况下，可再生能源电力已是成本最低的选择。

2. 可再生能源在供热、制冷及交通方面的发展

相比于电力部门，可再生能源在供暖、制冷和交通领域的发展缓慢一些。尽管供暖和制冷领域的可再生能源利用对能源需求和全球排放有着重要的意义，但是政策制定者主要还是关注电力部门。在交通方面，尽管交通领域可再生能源应用相关政策的主要关注点仍在混合生物柴油，鼓励购买电动汽车的各项政策也正在涌现，并开始初见成效。然而，可再生能源和电动汽车间的直接连接仍然有限。尽管仍有许多电动汽车是由核能和化石能源所发的电力驱动（除了挪威是由水电驱动）。但是，在英国和荷兰，汽车共享公司已开始提供使用可再生能源为汽车充电的有关条款。同时，随着电网中可再生能源比例的增加，电气化交通领域可再生能源的比例也会相应提高，在这一领域，可再生能源也开始发挥作用。2016年，在印度和摩洛哥，很多铁路系统开始实施新的项目来用可再生能源发电（例如，在铁路用地上建造风机，以及在火车站安装太阳能电池板）。

尽管可再生能源在供暖和制冷领域进展缓慢，但也出现了一些积极的进展。太阳能的使用在食品和饮料行业以及采矿行业都保持着持续的增长，并已扩展到其他行业。光热在很大程度上被纳入区域供热系统，这在几个欧洲国家

的一些大型项目中有所体现，而丹麦目前处于此领域的领先地位。一些欧盟国家也扩大了地热区供热厂的使用，同时，市场对将可再生能源电力转化为热能，从而使区域供热为电力系统提供灵活性的兴趣也在不断增长。

现代可再生能源提供了大约9%的全球总的热需求。2016年，大部分的可再生的热量主要还是通过生物质能和少量的太阳能热、地热能提供。到2016年年底，太阳能热水装机容量为456 GW。液体生物质燃料占了交通领域可再生能源利用的绝大部分。

3. 可再生能源投资剧增

2016年，全球新增可再生能源电力和燃料投资（不包括大于50 MW的小水电项目）大约是2416亿美元。全球可再生能源电力和燃料方面的投资已经连续7年超过2000亿美元。如果包括了大于50 MW的小水电项目的投资，2016年总的投资至少为2648亿美元。

新的可再生能源电力容量的投资（包括所有的小水电）已经连续5年是化石燃料发电容量的2倍。可再生能源方面的投资仍然集中在太阳能光伏发电和风力发电方面。

2015年，发展中国家和新兴经济体对可再生能源的投资首次超过发达国家。但在2016年，对可再生能源的投资，发展中国家和新兴经济体下降为1166亿美元，而发达国家下降为1250亿美元。2016年，可再生能源投资下降的原因主要有两个方面：一是中国、日本和新兴经济体对可再生能源的投资下降；二是光伏发电和海陆风力发电成本大幅度的下降使得可以用更少的钱来获得更多的可再生能源装机容量。

4. 2016年可再生能源市场和产业发展情况

(1) 太阳能光伏发电

太阳能光伏发电是2016年全球新增电力装机中的主要力量，相当于每小时安装超过3.1万个太阳能电池板。至少17个国家在2016年年底前拥有足够的可满足2%或以上电力需求的光伏发电容量，很多国家这一比例更高。同时，这一年光伏发电的价格也创下新低，尤其是组件价格。

(2) 太阳能热发电

所有在2016年上线的三个新光热（CSP）设施均设置了热能存储装置（TES），这使得它们能够提供可被调度的电力，也就意味着它们能在电力需求高峰时段供电。虽然CSP在过去的10年内全球总装机的增长率仍然是可再生能源中最低的，该行业仍然在一个强劲增长的轨道上前行，预计在2017年将有900 MW的集中太阳能热发电投入运营。CSP也在石油和天然气储量有限的国家获得更多的政策支持，以应对电网限制，满足更多储能需要，使工业化发展