

2016 国际可再生能源 发展报告

INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY
DEVELOPMENT REPORT 2016

国家可再生能源中心 编著

中国环境出版社

国际可再生能源发展报告 2016

国家可再生能源中心 编著

中国环境出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

国际可再生能源发展报告 2016/国家可再生能源中心 编著. —北京: 中国环境出版社, 2016.10

ISBN 978-7-5111-2907-9

I. ①国… II. ①国… III. ①再生能源—能源发展—研究报告—世界—2016
IV. ①F416.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 218352 号

出版人 王新程
责任编辑 辛 静 高 峰
责任校对 尹 芳
封面设计 彭 杉

出版发行 中国环境出版社
(100062 北京市东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
电子邮箱: hjgl@cesp.com.cn
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)
010-67112739 (第三出版中心)
发行热线: 010-67125803 010-67113405 (传真)

印 刷 北京中科印刷有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2016 年 10 月第一版
印 次 2016 年 10 月第一次印刷
开 本 787 × 1092 1 / 16
印 张 26
字 数 450 千字
定 价 108.00 元

【版权所有。未经许可请勿翻印、转载, 侵权必究】
如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

序 言

可再生能源是能源供应体系的重要组成部分。当前，在全球范围内，可再生能源开发利用规模不断扩大，应用成本不断下降，发展可再生能源已成为许多国家推进能源转型的核心内容和应对气候变化的重要途径，可再生能源开发应用范围也从过去的欧洲、东亚、北美，逐步扩大到非洲、南美、中东、南亚等广大地区。

2015 年是全球可再生能源发展具有里程碑的一年。首先，可再生能源新增装机达到历史峰值，并且首次超过新增化石能源发电装机，表明电力系统建设正在发生结构性转变，可再生能源发电已开始成为全球电源建设的主流。其次，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在 2015 年获得了世界各国的广泛共识，无论是在联合国可持续发展大会、七国集团及二十国集团年度会议上，还是《联合国气候变化框架公约》的巴黎会议上，各国都一致强调要加强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。截至 2015 年年底，已经有大约 173 个国家制定了可再生能源发展目标，这些都表明发展可再生能源已获得了国际社会的广泛共识。最后，可再生能源竞争力出现显著改善。继 2014 年智利首次实现了发电侧平价上网后，2015 年更多国家的风电、光伏发电项目出现了大大低于预期的招标价格，年末摩洛哥的风电甚至已经低于 3 美分 /kW · h，中东、拉美及印度的光伏发电招标价格都逼近了 6 美分 /kW · h，从拉丁美洲到中东再到北非，出现如此广泛创纪录的低中标价格，既是可再生能源技术长期不断进步带来成本快速下降的自然结果，也侧面反映了投资者对可再生能源这类长期来看没有燃料价格波动风险、有利于可持续发展项目的认同。

随着可再生能源技术突破、规模化应用和成本下降，国际社会对可再生能源在未来能源领域发挥越来越重要作用的预期不断增加。2012 年欧盟发布了《能源 2050 路线图》，提出了以可再生能源为核心的清洁低碳能源转型路线，美国也在 2012 年发布了《未来可再生能源电力》研究报告，提出了高比例可再生能源发展情景，2014

年又发布了《多元化能源战略》，提出包括可再生能源在内的低碳清洁能源技术发展思路；日本陆续出台了《面向 2030 年能源环境创新战略》等战略计划，提出了推进可再生能源等战略框架，体现出世界各主要经济体都已把发展可再生能源作为重要的国家能源战略。

国家可再生能源中心是国家能源局依托国家发展和改革委员会能源研究所设立的业务支撑机构，主要开展国家可再生能源发展战略、规划和政策研究，协助国家可再生能源产业体系建设、开展国家示范项目管理和可再生能源国际合作项目管理等任务。为全面及时了解全球可再生能源进展，研究各国的新能源促进政策，学习主要经济体的可再生能源发展路径，分析各国新能源的发展趋势，为我国制定可再生能源政策和发展路径提供思路，国家可再生能源中心从 2012 年开始，每年编写《国际可再生能源发展报告》，报告包括综合篇、产业篇和国家篇，分别介绍了每年全球可再生能源产业的总体概况，分析了主要国家可再生能源产业的发展现状和近期趋势，总结了主要国家和地区的战略目标、政策措施及产业市场进展，归纳了全球可再生能源的未来发展趋势。

本报告由韩文科、王仲颖负责策划和总体指导，任东明、高虎、赵勇强负责全文的汇总和审核。综合篇由高虎、赵勇强、王红芳、孙培军、窦克军撰写。

产业篇风能部分由王红芳撰写，太阳能部分由孙培军撰写，生物质能部分由窦克军撰写，水电部分及储能部分由刘坚撰写，地热能、海洋能部分由张成强撰写。高虎负责产业篇的审阅。

国家篇由张成强（中国、冰岛）、王红芳（荷兰、中国台湾地区）、袁婧婷（日本、韩国）、郑雅楠（印度、法国）、王卫（俄罗斯和中亚）、樊丽娟（欧盟、东南亚地区、中东地区）、刘坚（英国）、孙培军（西班牙、葡萄牙）、杭宇（德国、希腊）、高虎和韩瑜（丹麦）、戚琳琳（美国、加拿大）、刘建东（墨西哥、智利）、窦克军（巴西）、张培（阿根廷）、郭晓雄（澳大利亚、新西兰、加勒比地区）、常志芳（非洲各国）撰写。时璟丽、赵勇强、胡润青、陶冶负责审阅，王卫、高虎负责报告全文统稿。

本报告是“英国儿童投资基金会”（CIFF）支持国家发改委能源研究所及国家可再生能源中心开展“可再生能源推动中国能源革命”课题的产出之一。由于出版时间要求紧张，也由于可再生能源技术种类很多，发展速度过快，国家间的信息传递

也不及时，加之作者水平有限，该报告肯定有不少缺憾甚至错误之处。特别是各国产业数据的统计来源不同，也造成产业篇与国家篇中数据前后存在不一致的地方，请读者谅解，也请不吝赐教，以便我们能够不断改进完善该报告，从而更好地为政府决策及产业界服务。在此，对“英国儿童投资基金会”提供的支持表示衷心感谢，希望《国际可再生能源发展报告》成为国家可再生能源中心与各方持续交流合作的桥梁及纽带。

本书编委会
2016年7月

第一篇 综合篇

1 全球可再生能源取得突破性进展	3
1.1 可再生能源开始逐步成为电力建设的主流	3
1.2 各类可再生能源进入规模化应用阶段	4
1.3 可再生能源投资成为全球能源投资重心，投融资机制创新日益迫切	6
2 可再生能源已经成为全球主要经济体“能源转型”的核心	8
2.1 可再生能源已经成为全球“能源转型”的核心	9
2.2 欧盟是全球可再生能源发展的领导者	9
2.3 美国支持各类可再生能源全面规模化利用	10
2.4 日本在福岛核事故后加快发展可再生能源	11
2.5 中国逐步成为全球可再生能源发展的中坚力量	11
2.6 新兴经济体和发展中国家也加快发展可再生能源	12
3 可再生能源已开始全面规模开发利用	12
3.1 全球水电发电量接近 4 万亿千瓦时	13
3.2 风电装机再创新高，在一些地区已逐步成为主力能源	13
3.3 太阳能利用在全球范围进入规模化开发	15
3.4 生物质发电、供热和液体燃料多样化利用稳步推进	17

第二篇 产业篇

1 风电	23
1.1 风电市场发展形势	23

1.2	风电产业发展形势	35
2	太阳能光伏	38
2.1	市场发展形势	38
2.2	制造产业发展形势	42
2.3	技术发展形势	45
3	太阳能热发电	47
3.1	市场发展	47
3.2	产业发展	49
3.3	技术发展	50
4	太阳能热利用	51
4.1	市场发展形势	51
4.2	产业发展形势	54
4.3	技术发展趋势	55
5	生物质能	58
5.1	全球生物质发电产业进展	59
5.2	生物质供热发展形势	62
5.3	全球生物质液体燃料发展形势	66
6	水电	80
6.1	全球水电发展现状	82
6.2	全球水电发展趋势	82
7	地热能	85
7.1	市场发展	85
7.2	重点地区	86
7.3	未来趋势	89
8	海洋能	91
8.1	市场发展	92
8.2	重点地区	93
8.3	未来趋势	96
9	储能	98
9.1	储能概述	98

9.2 储能技术种类	98
9.3 全球储能市场	101
9.4 储能政策	102
参考文献	106

第三篇 国家篇

1 亚洲	109
1.1 中国	109
1.2 中国台湾地区	117
1.3 日本	125
1.4 韩国	136
1.5 印度	144
1.6 俄罗斯	152
1.7 哈萨克斯坦	156
1.8 乌兹别克斯坦	159
1.9 东盟国家	160
1.10 中东地区	172
2 欧洲	179
2.1 欧盟	179
2.2 德国	189
2.3 英国	199
2.4 法国	211
2.5 西班牙	220
2.6 葡萄牙	223
2.7 希腊	226
2.8 荷兰	232
2.9 丹麦	238
2.10 冰岛	246
3 美洲	249

3.1	美国	249
3.2	加拿大	267
3.3	墨西哥	271
3.4	加勒比地区	277
3.5	巴西	289
3.6	阿根廷	296
3.7	智利	299
4	澳洲	304
4.1	澳大利亚	304
4.2	新西兰	315
5	非洲	321
5.1	非洲概况	321
5.2	北部非洲（简称北非）	329
5.3	阿尔及利亚	331
5.4	利比亚	333
5.5	苏丹	334
5.6	埃及	334
5.7	摩洛哥	336
5.8	突尼斯	337
5.9	南部非洲	339
5.10	南非	340
5.11	东部非洲（简称东非）	345
5.12	肯尼亚	347
5.13	西部非洲（简称西非）	352
5.14	中部非洲（简称中非）	356

附 录

附录一	各国可再生能源占一次能源消费量比例目标	359
附录二	各国可再生能源发电量占发电总量比例目标	363

附录三 各国可再生能源发电装机容量或发电量目标·····	369
附录四 实行上网电价政策的国家、省或州·····	379
附录五 实行配额制政策国家、省或州·····	381
附录六 各国可再生能源供热和制冷的目标·····	383
附录七 各国省区级可再生能源发展目标·····	385
附录八 实行生物燃料强制掺混政策的国家、省或州·····	389
附录九 各国能源主管部门以及重要可再生能源机构网址·····	391

表目录

第一篇 综合篇

表 1-1-1	全球可再生能源累计装机容量和产量	5
表 1-1-2	2015 年全球可再生能源就业人数	6
表 1-2-1	主要国家（地区）可再生能源发展目标和重点领域	9

第二篇 产业篇

表 2-1-1	2011—2015 年排名前十国家的风电市场占比情况	25
表 2-1-2	全球各区域主要国家风电装机容量	28
表 2-2-1	2015 年全球新增光伏市场前十位国家	39
表 2-2-2	2015 年全球累计光伏市场前十位国家	39
表 2-2-3	2015 年世界太阳能组件生产前 10 家企业	43
表 2-2-4	2006—2015 年太阳能光伏产品价格汇总	44
表 2-2-5	晶体硅电池效率发展情况	45
表 2-3-1	全球主要国家太阳能热发电装机情况	48
表 2-4-1	全球太阳能热利用历年市场规模	52
表 2-4-2	全球新增量前 18 个国家的市场情况	53
表 2-4-3	2014 年全球人均拥有量前十位的国家	54
表 2-5-1	2014 年和 2015 年欧洲生物柴油重点产能开发情况	72
表 2-5-2	2014—2016 年最终可再生燃料利用量目标（RVOs）	75
表 2-7-1	地热直接利用排名前 10 的国家	87
表 2-8-1	国外潮汐能发电项目汇总	92
表 2-9-1	主要储能技术特点	101

表 2-9-2 储能奖励水平 103

表 2-9-3 加州三大公共事业公司的储能采购目标与时间表 104

第三篇 国家篇

1 亚洲

表 3-1-1 中国台湾地区可再生能源电力装机容量目标 118

表 3-1-2 中国台湾地区可再生能源发电量目标 119

表 3-1-3 中国台湾地区可再生能源政策主要涵盖内容 120

表 3-1-4 中国台湾地区各类电源装机容量及占比情况 121

表 3-1-5 中国台湾地区各类电源的发电量情况 122

表 3-1-6 2011—2014 年日本 GDP 数据 125

表 3-1-7 日本最新固定电价政策 133

表 3-1-8 韩国可再生能源证书计算系数值 138

表 3-1-9 2012—2015 年韩国光伏配额目标变化情况 142

表 3-1-10 韩国 2014 年光伏生产链产能情况 142

表 3-1-11 2011—2017 年并网可再生能源电力装机目标 145

表 3-1-12 2015 年印度可再生能源发展一览表 148

表 3-1-13 2030 年印度一次能源消费来源预测表 150

表 3-1-14 俄罗斯能源部规定的每年新增可再生能源发电能力的限额 153

表 3-1-15 不同年份的最低本地化率要求 154

表 3-1-16 印度尼西亚可再生能源资源潜力 164

表 3-1-17 马来西亚国家可再生能源发展目标 166

表 3-1-18 马来西亚可再生能源发电固定电价 167

表 3-1-19 2012—2015 年马来西亚享受固定电价的可再生能源项目发电量 167

表 3-1-20 菲律宾可再生能源固定电价 168

表 3-1-21 泰国 2013 年可再生能源利用情况及 2021 年发展目标 170

表 3-1-22 2025 年老挝可再生能源发展目标 171

表 3-1-23 中东、海湾和石油输出国组织成员国（OPEC）国家列表 172

表 3-1-24 中东主要国家可再生能源规划、政策和项目 176

2 欧洲

表 3-2-1	2013 年欧盟各国可再生能源占终端能源消费总量的比例一览表	180
表 3-2-2	欧盟温室气体减排和可再生能源发展各阶段目标	182
表 3-2-3	历年欧盟可再生能源新增装机情况	186
表 3-2-4	德国能源转型目标	192
表 3-2-5	德国各类可再生能源招标政策情况	194
表 3-2-6	2000—2015 年德国终端用户电价水平	196
表 3-2-7	2000—2015 年德国可再生能源装机量	197
表 3-2-8	2000—2015 年德国可再生能源发电量水平	198
表 3-2-9	2010—2015 年英国一次能源生产与消费量	200
表 3-2-10	可再生能源义务证书兑换计量	203
表 3-2-11	单位兆瓦时发电 ROC 义务及买断价格	204
表 3-2-12	英国小型风电厂项目固定电价水平	205
表 3-2-13	2008 年至今英国交通可再生燃料义务	206
表 3-2-14	2020 年法国可再生能源技术发展目标	213
表 3-2-15	法国可再生能源电力的固定电价水平	216
表 3-2-16	2014 年、2015 年西班牙能源消费情况	220
表 3-2-17	2015 年葡萄牙一次能源消费结构	223
表 3-2-18	葡萄牙可再生能源上网电价	224
表 3-2-19	葡萄牙现行光伏发电上网电价	225
表 3-2-20	希腊可再生能源在各领域比重现状以及未来发展目标	228
表 3-2-21	希腊光伏系统上网补贴费率	229
表 3-2-22	2014—2015 年能源消费情况	238
表 3-2-23	丹麦能源政策目标	239
表 3-2-24	2015 年丹麦发电装机情况	241
表 3-2-25	2014—2015 年丹麦风电装机对比情况	243
表 3-2-26	2012—2015 年冰岛能源消费和电力生产结构	248

3 美洲

表 3-3-1	美国可再生能源的有关立法历程	252
表 3-3-2	美国各州以及相关地区可再生能源立法、规定和政策一览	253

表 3-3-3 美国生产税抵扣（PTC）和投资税抵扣（ITC）政策 255

表 3-3-4 2016 年美国综合拨款法案前后 PTC 和 ITC 补贴政策变化对比 266

表 3-3-5 加拿大主要可再生能源发展目标 268

表 3-3-6 加勒比地区主要国家可再生能源发展战略目标 279

表 3-3-7 加勒比地区主要国家出台可再生能源政策情况 282

表 3-3-8 加勒比地区可再生能源财政支持政策 283

表 3-3-9 加勒比地区主要国家可再生能源装机 284

表 3-3-10 加勒比地区主要国家可再生能源发电量 284

表 3-3-11 2015 年智利可再生能源装机和核准情况 304

4 澳洲

表 3-4-1 澳大利亚中长期可再生能源发展目标 305

表 3-4-2 澳大利亚各州光伏固定上网电价 308

表 3-4-3 2015 年澳大利亚可再生能源电力生产情况 311

表 3-4-4 2015 年澳大利亚发电量前五的水电站 312

表 3-4-5 澳大利亚大型生物质项目 315

表 3-4-6 新西兰主要减排措施 317

5 非洲

表 3-5-1 2006—2015 年非洲可再生能源发电装机情况 324

表 3-5-2 非洲部分国家可再生能源发展目标 326

表 3-5-3 非洲主要国家可再生能源支持政策一览表 328

表 3-5-4 北非主要国家可再生能源发电装机情况 330

表 3-5-5 截至 2015 年年底北非主要国家可再生能源发电分种类装机情况 330

表 3-5-6 2006—2015 年南部非洲主要国家可再生能源发电装机情况 339

表 3-5-7 截至 2015 年年底南部非洲主要国家可再生能源发电分种类装机
情况 340

表 3-5-8 南非部分可再生能源长期发展目标 342

表 3-5-9 南非可再生能源政策体系 343

表 3-5-10 2006—2015 年东非主要国家可再生能源发电装机情况 345

表 3-5-11 截至 2015 年年底东非主要国家可再生能源发电分种类装机情况 346

表 3-5-12 肯尼亚历年可再生能源装机情况 348

表 3-5-13	2006—2015 年西非主要国家可再生能源发电装机情况	353
表 3-5-14	截至 2015 年年底西非主要国家可再生能源发电分种类装机情况	354
表 3-5-15	西非可再生能源发展目标	355
表 3-5-16	西非分种类可再生能源发电发展目标	355
表 3-5-17	2006—2015 年中非主要国家可再生能源发电装机情况	357
表 3-5-18	截至 2015 年年底中非主要国家可再生能源发电分种类装机情况	357

图目录

第一篇 综合篇

图 1-1-1	可再生能源发电容量占全球总发电容量的比例	6
图 1-1-2	全球产业链新增可再生能源投资（10 亿美元）	7
图 1-1-3	全球发达国家和发展中国家清洁能源投资（10 亿美元）	8
图 1-3-1	全球可再生能源发电在全部发电量中的比重	13

第二篇 产业篇

图 2-1-1	2000—2015 年全球新增风电装机容量	24
图 2-1-2	2000—2015 年全球风电累计装机容量	24
图 2-1-3	2015 年全球新增装机容量前十位占比	25
图 2-1-4	2015 年全球累计装机容量前十位国家所占比重	26
图 2-1-5	2007—2015 年全球各大洲风电新增装机统计	30
图 2-1-6	2015 年全球海上风电装机容量	31
图 2-1-7	2011—2015 年全球海上风电装机容量	32
图 2-1-8	2015 年全球十大风机供应商占比	36
图 2-2-1	2015 年全球太阳能光伏累计装机量	39
图 2-2-2	全球主要区域太阳能光伏累计安装量分布	42
图 2-3-1	全球太阳能热发电累计装机容量	48
图 2-4-1	全球太阳能热利用市场发展情况	52
图 2-4-2	全球太阳能热利用累计安装量中产品类型分布	55
图 2-4-3	2014 年全球太阳能热利用累计安装量中产品结构分布	56
图 2-4-4	2014 年全球太阳能热利用应用方式分布	57