

2017 国际可再生能源 发展报告

INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY
DEVELOPMENT REPORT 2017

—— 国家可再生能源中心 ——
国家发展和改革委员会能源研究所可再生能源发展中心
—— 编著 ——

国际可再生能源发展报告 2017

国家可再生能源中心
国家发展和改革委员会能源研究所可再生能源发展中心
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. 2017 / 国家可再生能源中心, 国家发展和改革委员会能源研究所可再生能源发展中心编著. —北京: 中国环境出版社, 2017.11

ISBN 978-7-5111-3401-1

I. ①国… II. ①国…②国… III. ①再生能源—能源发展—研究报告—世界—2017
IV. ①F416.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 283754 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: bjgl@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 2017 年 11 月第一版
印 次 2017 年 11 月第一次印刷
开 本 787×1092 1/16
印 张 25.25
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

进入 21 世纪以来，随着国际社会对保障能源安全、保护生态环境、应对气候变化等可持续发展问题的日益重视，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。有超过 100 个国家官方加入巴黎协定，承诺通过能源领域的脱碳实现可持续发展，47 个最易受气候变化影响的国家提出实现 100% 可再生能源的目标，承诺争取在 2030—2050 年实现百分之百可再生能源供能，以助力全球实现 1.5℃ 温控目标。

当下，可再生能源已经成为全球“能源转型”的核心。几乎所有发达国家和发展中国家都提出了支持可再生能源发展的相关政策即使传统化石能源丰富的加拿大、澳大利亚和中东、北非地区的国家，也已提出了可再生能源发展目标，将重点发展太阳能等新能源，以减少对化石能源的依赖。截至 2016 年年底，共有 176 个国家设定了可再生能源发展目标，有 150 个国家设定了可再生能源发电在电力结构中的比例目标，89 个国家设定了可再生能源在一次能源消费或终端能源消费中的比例，47 个国家在供热和制冷领域以及 41 个国家在交通领域设定了目标。

2016 年，全球可再生能源发电新增装机再创历史新高记录，可再生能源发电年新增装机达到 1.61 亿 kW，占全部新增发电装机的 62%，累计装机达到 20.1 亿 kW，同比增长 9%，可再生能源发电年新增装机连续 2 年超过化石能源发电装机，表明了电力系统结构转变正在逐步实现，可再生能源电力已成为全球电力装机的主力。光伏发电、风力发电创造了破纪录的中标电价，显现了可再生能源竞争力的快速提高以及由于技术进步而带来的成本快速下降。随着应对气候变化制度逐步建立和全球能源转型进程加快，可再生能源的长期前景更加确定、投资风险不断下降、投资规模连续 7 年投资规模超过 2 000 亿美元。

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、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。《国际可再生能源产业发展报告》包括综合篇、产业篇和国家篇,分别介绍年度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。

本书由王仲颖、任东明负责策划和指导,陶冶总体负责组织撰写、审核和汇总。

综合篇由陶冶、刘建东、韩雪、侯文森撰写。陶冶负责审阅。

产业篇风能部分由韩雪撰写,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。陶冶、胡润青负责产业篇的审阅。

国家篇由张成强(中国)、袁婧婷(中国台湾地区、日本、韩国、丹麦)、郑雅楠(印度、法国、荷兰)、王卫(俄罗斯和中亚)、窦克军(东南亚地区、中东地区、巴西)、刘坚(欧盟、英国)、孙培军(西班牙)、杭宇(德国、希腊)、戚琳琳(美国、加拿大)、刘建东(墨西哥、智利)、张培(阿根廷)、郭晓雄(澳大利亚、新西兰、加勒比地区、非洲)撰写。时璟丽、赵勇强、陶冶、胡润青负责审阅。

王卫负责报告全文统稿。

陶冶负责报告全文最终审核。

特别感谢“英国儿童投资基金会(CIFF)”“可再生能源推动中国能源革命”课题对本书出版的支持。

本书出版的目的在于方便国内研究人员学习参考国际可再生发展情况,书中部分引用的国外相关研究成果数据、内容观点不代表国家可再生能源中心立场。

国际可再生能源发展报告编写组

2017年8月 北京

第一篇 综合篇

1 全球可再生能源发展综述	3
1.1 全球可再生能源市场持续平稳发展	3
1.2 可再生能源已经成为全球主要经济体“能源转型”的核心	7
1.3 可再生能源持续推进规模化开发利用	11
2 主要机构可再生能源发展展望（2030，2050）	18
2.1 将可再生能源作为推进全球能源转型的重要方向已经形成共识	18
2.2 全球能源低碳转型的主要结论	20
2.3 未来全球能源增长趋于平缓	20
2.4 电力在能源系统中地位越发凸显，能源品类多元化发展	21
2.5 碳减排需要全球合作共同努力，2℃温升仍有很大挑战	23
2.6 可再生能源技术成本大幅降低，能源系统占比大幅增加	24
2.7 能源变革需要全球合作、持续经济增长以持续不断的技术创新	25

第二篇 产业篇

1 风电	28
1.1 风电市场发展形势	29
1.2 风电产业发展形势	40
2 太阳能光伏	44
2.1 市场发展形势	44
2.2 制造产业发展形势	47

2.3	技术发展形势	50
3	太阳能热发电	52
3.1	市场发展	53
3.2	产业发展	55
3.3	技术发展	56
4	太阳能热利用	57
4.1	市场发展形势	57
4.2	产业发展形势	60
4.3	技术发展趋势	61
5	生物质能	65
5.1	全球生物质能产业发展概述	65
5.2	生物质发电产业	66
5.3	生物质供热发展形势	67
5.4	全球生物质液体燃料发展形势	70
6	水电	82
6.1	全球水电发展现状	82
6.2	全球水电发展趋势	84
7	地热能	85
7.1	市场发展形势	85
7.2	产业发展形势	88
7.3	技术发展形势	89
8	海洋能	90
8.1	市场发展形势	90
8.2	技术发展形势	92
8.3	主要国家发展情况	94
8.4	展望	95
9	储能	96
9.1	全球储能市场	96
9.2	典型国家储能进展	98
	参考文献	101

第三篇 国家篇

1 亚洲	104
1.1 中国	104
1.2 中国台湾地区	113
1.3 日本	119
1.4 韩国	130
1.5 印度	136
1.6 俄罗斯	146
1.7 哈萨克斯坦	149
1.8 乌兹别克斯坦	152
1.9 东盟国家	152
1.10 中东地区	165
2 欧洲	173
2.1 欧盟	173
2.2 德国	183
2.3 英国	196
2.4 法国	207
2.5 西班牙	217
2.6 希腊	221
2.7 荷兰	227
2.8 丹麦	232
3 美洲	240
3.1 美国	240
3.2 加拿大	257
3.3 墨西哥	262
3.4 智利	266
3.5 阿根廷	270
3.6 巴西	273

3.7 加勒比地区 280

4 澳洲 291

4.1 澳大利亚 291

4.2 新西兰 302

5 非洲 308

5.1 非洲概况 308

5.2 北部非洲（简称北非） 317

5.3 阿尔及利亚 319

5.4 利比亚 321

5.5 苏丹 322

5.6 埃及 322

5.7 摩洛哥 324

5.8 突尼斯 328

5.9 南部非洲 330

5.10 南非 331

5.11 东部非洲（简称东非） 338

5.12 肯尼亚 340

5.13 西部非洲（简称西非） 346

5.14 中部非洲（简称中非） 351

附 录

附录一 各国可再生能源占一次能源消费量比例目标 353

附录二 各国可再生能源发电量占发电总量比例目标 357

附录三 各国可再生能源发电装机容量或发电量目标 364

附录四 实行上网电价政策的国家、省或州 374

附录五 实行配额制政策的国家、省或州 376

附录六 各国可再生能源供热和制冷的目标 378

附录七 各国可再生能源在交通领域的目标 380

附录八 实行生物燃料强制掺混政策的国家、省或州 382

附录九 各国能源主管部门以及重要可再生能源机构网址 384

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	3
表 1-1-2	全球主要国家风电光伏招标情况	4
表 1-1-3	2016 年全球可再生能源就业人数	7
表 1-1-4	主要国家（地区）可再生能源发展目标和重点领域	8
表 1-2-1	各机构中长期能源展望信息统计	19

第二篇 产业篇

表 2-1-1	全球各区域主要国家风电装机容量	33
表 2-2-1	2016 年全球新增光伏市场前十位国家	45
表 2-2-2	2016 年全球累计光伏市场前十位国家	45
表 2-2-3	2016 年世界太阳能组件生产前 8 家企业	48
表 2-2-4	2006—2016 年太阳能光伏产品价格汇总	49
表 2-3-1	全球主要国家太阳能热发电装机情况	54
表 2-4-1	2010—2016 年全球太阳能热利用市场规模	58
表 2-4-2	全球 2016 年新增量前 20 个国家的市场情况	58
表 2-4-3	2015 年全球人均拥有量前十位的国家	60
表 2-5-1	2014 年和 2015 年欧洲生物柴油重点产能开发情况	76
表 2-5-2	2014—2016 年最终可再生燃料利用量目标（RVOs）	79
表 2-6-1	2016 年新增装机最多的国家（包含抽蓄）	83
表 2-6-2	2016 年抽水蓄能装机容量排名	83
表 2-8-1	国外潮汐能发电项目汇总	91

表 2-9-1 2017 年主要国家电化学储能装机容量 97

第三篇 国家篇

表 3-1-1 中国可再生能源发电电价政策概览 105

表 3-1-2 中国台湾地区可再生能源电力装机容量目标 114

表 3-1-3 中国台湾地区可再生能源政策主要涵盖内容 115

表 3-1-4 日本最新固定电价政策 127

表 3-1-5 韩国可再生能源证书计算系数值 131

表 3-1-6 印度各类电源装机数据 137

表 3-1-7 2011—2017 年并网可再生能源电力装机目标 137

表 3-1-8 “十三五”期间不同情景下规划新增装机情况 139

表 3-1-9 印度可再生能源发展一览表 142

表 3-1-10 印度各投资主体装机数据 144

表 3-1-11 2030 年印度一次能源消费来源预测表 145

表 3-1-12 不同年份的最低本地化率要求 147

表 3-1-13 印度尼西亚可再生能源资源潜力 158

表 3-1-14 马来西亚可再生能源发展目标 159

表 3-1-15 马来西亚可再生能源发电固定电价 160

表 3-1-16 2012—2015 年马来西亚享受固定电价的可再生能源项目发电量 161

表 3-1-17 菲律宾可再生能源固定电价 162

表 3-1-18 泰国 2013 年可再生能源利用情况及 2021 年发展目标 163

表 3-1-19 2025 年老挝可再生能源发展目标 165

表 3-1-20 中东、海湾和 OPEC 国家列表 166

表 3-1-21 中东主要国家可再生能源规划、政策和项目 170

表 3-2-1 2014 年欧盟各国可再生能源占终端能源消费总量的比例一览 175

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 177

表 3-2-3 历年欧盟可再生能源新增装机情况 180

表 3-2-4 德国能源转型目标 186

表 3-2-5 德国各类可再生能源招标政策情况 188

表 3-2-6	2014—2016 年德国大型光伏电站电价水平	190
表 3-2-7	2006—2016 年德国终端用户电价水平	192
表 3-2-8	2006—2016 年德国可再生能源累计装机量	194
表 3-2-9	2006—2016 年德国可再生能源发电量水平	194
表 3-2-10	英国 2010—2016 年一次能源生产与消费量	197
表 3-2-11	可再生能源义务证书兑换计量	200
表 3-2-12	单位兆瓦时发电 ROC 义务及买断价格	200
表 3-2-13	英国小型风电厂项目固定电价水平	201
表 3-2-14	第二轮 CfD 固定电价（预计）	206
表 3-2-15	2020 年法国可再生能源技术发展目标	208
表 3-2-16	法国可再生能源电力的固定电价水平	210
表 3-2-17	法国可再生能源政策和措施一览表	216
表 3-2-18	2015 年、2016 年西班牙能源消费情况	218
表 3-2-19	希腊可再生能源在各领域比重现状以及未来发展目标	223
表 3-2-20	丹麦能源政策目标	234
表 3-2-21	2015 年丹麦发电装机情况	236
表 3-2-22	2015—2016 年风电装机对比情况	238
表 3-3-1	美国可再生能源的有关立法历程	243
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	244
表 3-3-3	美国生产税抵扣（PTC）和投资税抵扣（ITC）政策	247
表 3-3-4	加拿大主要可再生能源发展目标	258
表 3-3-5	智利 2016 年可再生能源装机和核准情况	269
表 3-3-6	加勒比地区主要国家可再生能源发展战略目标	281
表 3-3-7	加勒比地区主要国家出台可再生能源政策情况	284
表 3-3-8	加勒比地区可再生能源财政支持政策	285
表 3-3-9	加勒比地区主要国家可再生能源装机	285
表 3-3-10	加勒比地区主要国家水电装机	287
表 3-3-11	加勒比地区主要国家风电装机	287
表 3-3-12	加勒比地区主要国家太阳能发电装机	288
表 3-3-13	加勒比地区主要国家地热能发电装机	290

表 3-4-1	澳大利亚中长期可再生能源发展目标	291
表 3-4-2	澳大利亚各州光伏固定上网电价	295
表 3-4-3	2016 年澳大利亚可再生能源电力生产情况	298
表 3-4-4	澳大利亚 2010—2016 年可再生能源分技术直接就业情况	298
表 3-4-5	澳大利亚 2016 年水电发电情况	299
表 3-4-6	澳大利亚大型生物质项目	302
表 3-4-7	2030 年分技术发电装机目标	303
表 3-4-8	新西兰主要减排措施	304
表 3-5-1	非洲可再生能源发电装机情况（2007—2016）	311
表 3-5-2	非洲部分国家可再生能源发展目标	314
表 3-5-3	非洲主要国家可再生能源支持政策一览表	316
表 3-5-4	2007—2016 年北非主要国家可再生能源发电装机情况	318
表 3-5-5	2016 年年底北非各国分品种可再生能源发电装机容量	318
表 3-5-6	已公布的太阳能光热项目	325
表 3-5-7	各国际机构提供资金承诺	326
表 3-5-8	2007—2016 年南部非洲主要国家可再生能源发电装机情况	330
表 3-5-9	南部非洲主要国家可再生能源发电分种类装机情况	331
表 3-5-10	南非太阳能光热发电招标情况	333
表 3-5-11	南非部分可再生能源长期发展目标	334
表 3-5-12	南非可再生能源政策体系	335
表 3-5-13	2007—2016 年东非主要国家可再生能源发电装机情况	339
表 3-5-14	东非主要国家可再生能源发电分种类装机情况	340
表 3-5-15	西非主要国家可再生能源发电装机情况	347
表 3-5-16	西非主要国家可再生能源发电分种类装机情况	348
表 3-5-17	西非可再生能源发展目标	349
表 3-5-18	西非分种类可再生能源发电发展目标	350
表 3-5-19	中非主要国家可再生能源发电装机情况	351
表 3-5-20	中非主要国家可再生能源发电分种类装机情况	352

图目录

第一篇 综合篇

图 1-1-1	全球新增可再生能源投资	6
图 1-1-2	全球发达国家和发展中国家清洁能源投资	6
图 1-1-3	全球可再生能源发电在全部发电量中的比重	12
图 1-1-4	2001—2016 年全球新增风电装机容量	13
图 1-1-5	2016 年全球太阳能光伏累计装机量	15
图 1-2-1	2030 年全球能源需求总量	20
图 1-2-2	BP 预测的全球一次能源消费和一次能源占比	21
图 1-2-3	2030 年一次能源分品种消费结构	22
图 1-2-4	2030 年可再生能源占全球能源需求总量比例	24

第二篇 产业篇

图 2-1-1	2001—2016 年全球新增风电装机容量	30
图 2-1-2	2001—2016 年全球累计风电装机容量	30
图 2-1-3	2016 年全球新增装机容量前十位国家市场份额占比	31
图 2-1-4	2016 年全球累计装机容量前十位国家市场份额占比	31
图 2-1-5	2008—2016 年全球各大洲风电年新增装机统计	36
图 2-1-6	2016 年全球各国海上风电装机	37
图 2-1-7	2016 年全球十大风机供应商占比	41
图 2-2-1	2000—2016 年全球太阳能光伏累计装机量	44
图 2-3-1	2000—2016 年全球太阳能热发电累计装机容量	53
图 2-4-1	2010—2016 年全球太阳能热利用市场发展情况	58

图 2-4-2	全球太阳能热利用累积安装量分布	59
图 2-4-3	全球太阳能热利用累计安装量中产品类型分布	62
图 2-4-4	2015 年全球太阳能热利用累计安装量中产品结构分布	63
图 2-4-5	全球太阳能热利用系统类型分布	64
图 2-5-1	2001—2015 年全球颗粒燃料产量	68
图 2-5-2	2001—2016 年全球生物燃料乙醇产量	71
图 2-5-3	2016 年世界主要国家和地区生物燃料乙醇产量	72
图 2-5-4	2001—2016 年全球生物柴油产量	74
图 2-5-5	2015 年全球生物柴油主要生产国产量	75
图 2-6-1	可再生能源发电装机结构	82
图 2-9-1	2017 年全球储能技术装机结构	96
图 2-9-2	2017 年全球电化学储能技术装机结构	97
图 2-9-3	全球电化学储能分应用场景装机量	98

第三篇 国家篇

图 3-1-1	2005—2016 年中国可再生能源装机容量	106
图 3-1-2	2005—2016 年中国可再生能源发电量	107
图 3-1-3	2007—2016 年全国风电并网装机容量	107
图 3-1-4	2012—2016 年全国光伏发电累计装机情况	108
图 3-1-5	2016 年月度全国光伏发电新增装机情况	109
图 3-1-6	1980—2016 年中国台湾地区一次能源消费总量	113
图 3-1-7	2016 年中国台湾地区一次能源消费占比	113
图 3-1-8	2016 年中国台湾地区各类电源装机容量占比	116
图 3-1-9	2016 年中国台湾地区发电量占比	116
图 3-1-10	2007—2016 年中国台湾地区风电装机容量及发电量	117
图 3-1-11	2011—2016 年中国台湾地区光伏发电装机容量	118
图 3-1-12	1980—2016 年日本一次能源消费总量	119
图 3-1-13	1985—2016 年日本发电量	120
图 3-1-14	2005—2016 年日本 GDP 规模和增速	120

图 3-1-15	2016 年日本一次能源消费结构	121
图 3-1-16	2000—2018 年日本原油生产及消费情况	121
图 3-1-17	日本 2014 年、2015 年和 2016 年能源结构对比	122
图 3-1-18	2001—2016 年日本风电累计装机容量和新增装机容量	125
图 3-1-19	2005—2016 年日本光伏发电装机情况	126
图 3-1-20	日本固定电价政策框架	128
图 3-1-21	2012—2022 年韩国可再生能源配额比重目标	131
图 3-1-22	2016 年韩国一次能源消费结构	132
图 3-1-23	2014—2016 年韩国一次能源消费情况	133
图 3-1-24	2007—2016 年韩国风机累计装机量	133
图 3-1-25	2006—2016 年韩国光伏累计装机和新增装机情况	134
图 3-1-26	到 2022 年印度累计装机容量与结构示意图	139
图 3-1-27	2030 年印度一次能源消费结构预测	145
图 3-1-28	2030 年印度发电量结构预测	145
图 3-1-29	2016 年俄罗斯一次能源消费结构	146
图 3-1-30	2016 年哈萨克斯坦一次能源消费结构	150
图 3-1-31	2016 年乌兹别克斯坦一次能源消费结构	152
图 3-1-32	2016 年东盟各国水电装机	154
图 3-1-33	2008—2014 年印度尼西亚电力消费情况	157
图 3-1-34	中东和非洲可再生能源历年投资额变化	166
图 3-2-1	欧盟可再生能源消费占比统计及趋势	174
图 3-2-2	2007—2016 年欧盟可再生能源发电装机变化趋势	181
图 3-2-3	2016 年欧盟新增可再生能源电力装机结构	182
图 3-2-4	2007—2016 年欧盟陆上和海上风电历年装机变化趋势	182
图 3-2-5	2007—2016 年欧盟光伏累计装机量	183
图 3-2-6	2007—2016 年欧盟光伏发电装机量变化趋势	183
图 3-2-7	2006—2016 年德国一次能源消费量和结构	184
图 3-2-8	2006—2016 年德国一次能源生产量和结构	185
图 3-2-9	德国可再生能源法修订要点	187
图 3-2-10	2000—2015 年德国可再生能源附加费水平	191

图 3-2-11	1998—2015 年德国居民电价组成及变化趋势	191
图 3-2-12	2006—2016 年德国可再生能源利用占比情况	193
图 3-2-13	英国 2015—2016 年英国一次能源产量变化	197
图 3-2-14	2015—2016 年英国可再生能源发电量占比	204
图 3-2-15	2007—2016 年英国可再生能源发电量比重	204
图 3-2-16	2016 年法国可再生能源装机结构	208
图 3-2-17	2016 年西班牙电力生产情况	218
图 3-2-18	2016 年西班牙电力装机情况	219
图 3-2-19	2005—2016 年希腊光伏装机量	225
图 3-2-20	2005—2016 年希腊风电装机量	226
图 3-2-21	2000—2016 年荷兰一次能源消费总量	227
图 3-2-22	2016 年荷兰一次能源消费量占比	228
图 3-2-23	2000—2016 年荷兰可再生能源消费量	228
图 3-2-24	2016 年荷兰可再生能源终端消费总量中各类占比	230
图 3-2-25	2000—2016 年荷兰可再生能源发电量情况	230
图 3-2-26	2016 年荷兰各类可再生能源的发电量占比	231
图 3-2-27	2016 年荷兰各类生物质的利用情况	232
图 3-2-28	1980—2016 年丹麦一次能源消费总量	233
图 3-2-29	2014—2016 年丹麦一次能源消费情况	233
图 3-2-30	2012 年丹麦支持可再生能源发电的电价政策	236
图 3-2-31	丹麦电力系统分燃料发电量	237
图 3-2-32	2001—2016 年丹麦风电装机及在总发电量中的比重变化情况	238
图 3-2-33	丹麦 1990—2014 年区域供热的燃料组成	239
图 3-2-34	丹麦太阳能供暖情况	240
图 3-3-1	2016 年美国一次能源消费构成	241
图 3-3-2	美国实施配额制的州及其可再生能源发展目标	248
图 3-3-3	2016 年美国可再生能源发电构成	251
图 3-3-4	2003—2016 年美国可再生能源装机容量及发电量	251
图 3-3-5	2004—2016 年美国风电累计装机	252
图 3-3-6	2004—2016 年美国太阳能光伏累计装机容量	253