

# 俄罗斯可再生能源发展现状 及中俄可再生能源合作

徐洪峰 王 晶

**【内容提要】** 作为独联体区域内油气资源丰富的大国，俄罗斯可再生能源发展现状可以从一个侧面代表独联体地区可再生能源发展的整体背景和状况。尽管化石能源储量丰富，但在全球应对气候变化、推动能源结构转型的大背景下，俄罗斯政府仍提出了本国的可再生能源发展计划和支持政策。俄罗斯可再生能源发展结构严重失衡，可再生能源发展过度依赖水电，其他可再生能源发展严重滞后，太阳能光伏发电虽然起点低但发展迅速。中俄两国可再生能源合作主要集中在风电领域，目前两国合作主要面临技术标准差异、生产设备国产化率要求、政府补贴政策难以预期、合作互补性不高等困境。俄罗斯远东地区与中国东北地区的水电合作可以成为未来中俄两国可再生能源合作的突破点。

**【关键词】** 可再生能源 俄罗斯 中国 能源合作

**【基金项目】** 国家社会科学基金项目《低碳经济时代中美发展清洁能源的合作与冲突及中国对策研究》（项目编号：11CGJ026）。

**【作者简介】** 徐洪峰，中国社会科学院俄罗斯东欧中亚研究所副研究员；王晶，中国社会科学院研究生院俄罗斯东欧中亚研究系硕士研究生。

据国际可再生能源署（IRENA – International Renewable Energy Agency）统计，截至2016年年底，独联体国家<sup>①</sup>可再生能源装机容量7.5758万兆瓦（MW），约占全球可再生能源装机容量（200.6202万兆瓦）的3.78%，

<sup>①</sup> 本文独联体地区研究对象国包括：俄罗斯、乌克兰、塔吉克斯坦、吉尔吉斯斯坦、格鲁吉亚、哈萨克斯坦、乌兹别克斯坦、亚美尼亚、阿塞拜疆、白俄罗斯、摩尔多瓦和土库曼斯坦。

其中，排在前五位的国家分别为俄罗斯、乌克兰、塔吉克斯坦、吉尔吉斯斯坦和格鲁吉亚，其可再生能源装机容量分别为 5.174 7 万兆瓦、6 225 兆瓦、4 638 兆瓦、2 955 兆瓦和 2 898 兆瓦<sup>①</sup>。

在可再生能源发展中，水电是目前独联体国家整体份额最大的可再生能源发电种类。截至 2016 年，独联体国家水电装机容量达 7.502 万兆瓦，约占当年全球水电装机容量（124.296 1 万兆瓦）的 6.03%，占独联体国家可再生能源装机容量的 99.02%，其他可再生能源如风电、光伏发电等规模相对甚小<sup>②</sup>。

从发展速度看，近年来，独联体国家可再生能源发电装机容量增长缓慢，2014~2016 年，受资源禀赋、世界能源价格下降、区域内经济发展缓慢和政府可再生能源补贴减少等因素影响，独联体国家（除白俄罗斯外）可再生能源发电装机容量年均增速普遍远低于世界平均增长速度（8.95%），其中，俄罗斯、塔吉克斯坦、吉尔吉斯斯坦、格鲁吉亚、乌兹别克斯坦、亚美尼亚和摩尔多瓦等国家可再生能源发电装机容量年均增速不到 1%，从整体看，独联体区域可再生能源发展速度远远滞后于世界平均水平。

表 1 2014~2016 年独联体国家可再生能源装机容量（单位：万兆瓦）

国家	2014 年	2015 年	2016 年	2016 年 水电装机容量	2014~2016 年均增长 (%)
俄罗斯	5.109	5.169	5.174	5.171	0.64
乌克兰	0.604	0.610	0.622	0.588	1.46
塔吉克斯坦	0.463	0.463	0.463	0.463	0
吉尔吉斯斯坦	0.295	0.295	0.295	0.295	0.05
格鲁吉亚	0.287	0.287	0.289	0.287	0.45
哈萨克斯坦	0.273	0.279	0.285	0.269	2.21
乌兹别克斯坦	0.176	0.176	0.176	0.176	0.03
亚美尼亚	0.130	0.130	0.130	0.129	0.08
阿塞拜疆	0.112	0.115	0.117	0.108	2.16
白俄罗斯	0.007	0.007	0.013	0.003	41.30
摩尔多瓦	0.006	0.007	0.007	0.006	0.72
土库曼斯坦	—	—	—	—	—
世界	169.018	184.518	200.620	124.411	8.95

资料来源：IRENA, Renewable Capacity Statistics 2017.

① IRENA, Renewable Capacity Statistics 2017.

② 同①。

作为独联体内油气资源丰富的大国，俄罗斯可再生能源发展现状可以从一个侧面反映该地区可再生能源发展的整体背景和状况。

## 一 俄罗斯政府可再生能源发展目标及相关支持政策

尽管俄罗斯国内化石能源储量丰富，但在全球应对气候变化、推动能源结构转型、加快节能减排的大背景下，俄罗斯政府仍提出了一系列可再生能源发展计划，主要目标是：通过发展清洁能源拉动国内经济增长，促进就业；拓宽和丰富俄罗斯能源供给种类，为远东、西伯利亚和北极等偏远地区提供更多的能源选择；提高可再生能源电力在国家电力生产结构中的比例，逐步降低天然气、煤炭发电比例；减少能源生产和消费相关碳排放，履行应对气候变化和节能减排的国际责任。

早在2009年1月8日，俄联邦能源部即出台《俄罗斯联邦可再生能源发电支持机制》，提出了2014~2024年期间俄罗斯各类可再生能源发电新增装机容量目标，其中，风电、太阳能光伏发电以及25兆瓦以下小型水电是俄罗斯政府重点支持领域。该支持机制提出，在2014~2024年10年间，俄罗斯风电、太阳能光伏发电以及25兆瓦以下小型水电新增装机容量累计要分别达到3600兆瓦、1520兆瓦和751兆瓦，上述三类可再生能源发电在此10年间新增装机容量总和累计达到5871兆瓦<sup>①</sup>。

表2 2014~2024年俄罗斯可再生能源发电新增装机容量目标（单位：兆瓦）

发电类型	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	总计
风电	—	51	50	200	400	500	500	500	500	500	399	3600
太阳能光伏发电	120	140	200	250	270	270	270	—	—	—	—	1520
25兆瓦（MW）以下小型水电	18	26	124	124	141	159	159	—	—	—	—	751
上述三类可再生能源发电合计	138	217	374	574	811	929	929	500	500	500	399	5871

资料来源：《俄罗斯联邦可再生能源发电支持机制》，<https://minenergo.gov.ru/node/453>

除总量目标外，俄联邦政府还对本国可再生能源电力销售及项目开发

<sup>①</sup> 《俄罗斯联邦可再生能源发电支持机制》，<https://minenergo.gov.ru/node/453>

作出详细规定。2003年5月26日，俄联邦政府颁布《电力法》，其中明确提出，俄罗斯电力批发市场的电网企业要按照合同价格收购可再生能源电力并网销售，并提出在可再生能源项目开发过程中，要利用投资项目招标方式选择可再生能源项目开发商。通过以上政策，既可以利用竞价机制选出经济效益良好的可再生能源项目，同时也为可再生能源项目所生产的清洁电力并网销售提供了法律基础支持。

此外，2013年5月28日，俄政府第449号令对享受政府上网补贴的可再生能源电力项目建设成本进行了限定，主要包括风电、光伏发电和小型水电，对此三类可再生能源项目具体规定了2014~2024年建设成本上限，其中，规定到2020年，风电、光伏发电和小型水电的发电装机建设成本每千瓦分别不超过10.945万卢布、10.315万卢布和14.6万卢布。此项政策通过对可再生能源电力项目建设成本的把控，倒逼项目开发企业采用经济效益更高的新技术，从而最终降低政府可再生能源电力收购价格<sup>①</sup>。

表3 2014~2024年俄罗斯可再生能源发电装机每千瓦建设成本最大值

(单位：万卢布)

发电类型	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	年均下降率(%)
风电	6.575	11.000	10.989	10.978	10.967	10.956	10.945	10.934	10.923	10.912	10.901	0.1
光伏发电	11.645	11.412	11.183	10.960	10.741	10.526	10.315	—	—	—	—	2.0
小型水电	14.600	14.600	14.600	14.600	14.600	14.600	14.600	—	—	—	—	—

资料来源：同表2。

除对可再生能源项目建设成本进行限制外，俄罗斯政府还对本国可再生能源生产设备提出了国产化率的具体要求。2009年1月8日，俄罗斯政府1号令详细规定了风电在2015~2024年、太阳能光伏发电在2014~2020年、小型水电在2014~2020年期间生产设备的国产化率目标。最终目标是：到2024年，风电生产设备国产化率要达到65%；到2020年，太阳能光伏发电和小型水电生产设备的国产化率要分别达到70%和65%<sup>②</sup>。

① 《俄罗斯联邦可再生能源发电支持机制》，<https://minenergo.gov.ru/node/453>

② 同①。

表 4 俄罗斯可再生能源发电生产设备国产化率目标

可再生能源发电	投产时间	国产化率目标 (%)
风电	2015 ~ 2016	25
	2017	40
	2018	50
	2019 ~ 2024	65
太阳能光伏发电	2014 ~ 2015	50
	2016 ~ 2020	70
小型水电	2014 ~ 2015	20
	2016 ~ 2017	45
	2018 ~ 2020	65

资料来源：同表 2。

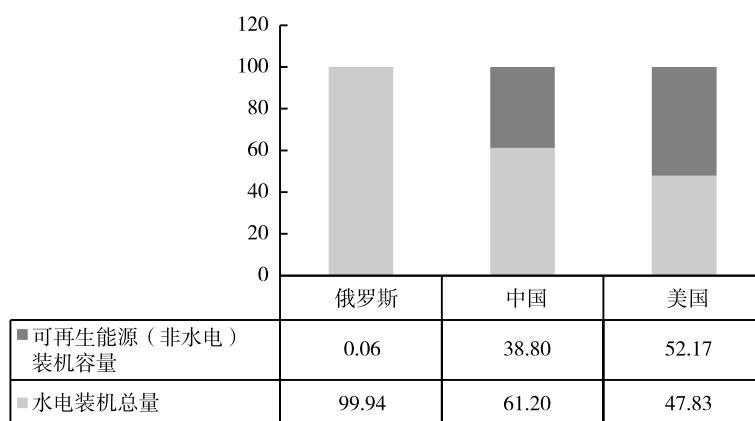
《俄罗斯联邦可再生能源发电支持机制》规定，只有符合上述建设成本要求和生产设备国产化率要求的可再生能源项目才能并网售电，通过这一政策，不仅可以推动国外可再生能源发电设备制造商在俄罗斯境内投资建厂，生产可再生能源发电设备，还可以通过成本造价的限定促使可再生能源发电设备制造企业相互竞争，最终降低可再生能源发电成本。2015 年 11 月，为降低可再生能源发电项目建设风险，俄罗斯政府以政府令的形式对此前可再生能源发电价格制定原则进行了部分修改。

除在电力批发市场对可再生能源发电提供政策支持外，俄罗斯政府还针对电力零售市场出台了推动可再生能源电力发展的政策。2015 年 1 月 23 日颁布了在电力零售市场开展可再生能源电力销售的第 47 号政府令，为在电力零售市场进行可再生能源电力销售扫清了障碍，其中，政府令明确提出要在电力零售领域对沼气、生物质、填埋气及其他可再生能源发电提供政策支持，同时明确了在电力零售市场对可再生能源发电提供补贴支持。

## 二 俄罗斯可再生能源发展现状

从总量看，据国际可再生能源署统计，截至 2016 年年底，俄罗斯可再生能源发电装机总量为 5.174 7 万兆瓦，其中排在前三位的分别为水电、生物质发电和太阳能光伏发电，截至 2016 年，以上三类可再生能源发电装机

容量分别为 5.171 4 万兆瓦、1 370 兆瓦和 88 兆瓦，分别占俄罗斯可再生能源发电装机总容量的 99.94%、2.6% 和 0.2%，而包括地热发电、风电和海洋能发电在内的其他可再生能源发电装机容量则仅占到俄罗斯可再生能源发电装机总容量的不到 0.2%，从发电装机比重看，俄罗斯可再生能源发展结构严重失衡，可再生能源发展过度依赖水电，其他可再生能源发展严重滞后，与中国和美国水电装机比重相比（中国和美国水电占可再生能源发电装机比重分别为 61.2% 和 47.83%），俄罗斯可再生能源发电结构严重失衡，水电装机比重畸高（99.94%）<sup>①</sup>。



■ 水电装机总量 ■ 可再生能源（非水电）装机容量

图 1 2016 年中、美、俄三国水电装机容量占可再生能源装机容量比重对比（%）

资料来源：IRENA, Renewable Capacity Statistics 2017.

从发展速度看，在 2014 ~ 2016 年 3 年间，俄罗斯可再生能源装机总量年均仅增长 0.64%，水电、生物质发电、地热发电和海洋能发电装机容量年均增长率均不足 1%，甚至零增长，与之形成鲜明对比的是太阳能光伏发电，2014 ~ 2016 年 3 年间俄罗斯太阳能光伏发电年均增长率高达 419.84%，成为近些年俄罗斯可再生能源发展为数不多的亮点，此外，这一时期，俄罗斯风电发展相对较快，风电装机容量年均增长 5% 左右<sup>②</sup>。

① IRENA, Renewable Capacity Statistics 2017.

② 同①。

表 5 2014 ~ 2016 年俄罗斯可再生能源发电装机容量分类统计

(单位: 万千瓦)

可再生能源发电装机容量	2014	2015	2016	2014 ~ 2016 年均增长率 (%)
水电	5.084 5	5.152 4	5.171 4	0.85
生物质发电	0.137 0	0.137 0	0.137 0	0
光伏发电	0.000 7	0.006 3	0.008 8	419.84
地热发电	0.007 8	0.007 8	0.007 8	0
风电	0.001 0	0.001 1	0.001 1	5.00
海洋能发电	0.000 2	0.000 2	0.000 2	0
总量	5.109 5	5.169 1	5.174 7	0.64

注: 由于数据来源不同, 分类数据与总量数据存在一定误差。

资料来源: IRENA, Renewable Capacity Statistics 2017.

(一) 水电。水电是俄罗斯目前最主要的可再生能源发电来源, 2015 年, 俄罗斯水电年产电力 175 太瓦时, 水电装机容量占俄罗斯发电装机总量的 20.36%<sup>①</sup>。虽然水电在俄罗斯可再生能源发电中占比很大, 但与俄罗斯国土蕴含的巨大水电潜能相比, 目前的开发程度仍然较低。据测算, 截至 2014 年年底, 俄罗斯仅开发了本国具有经济开发性的 22% 水电资源, 其余 78% 未开发水电主要位于远东和西伯利亚地区, 这些地区人口密度低, 电力需求低, 不具备水电开发的经济可行性, 此外, 电力外输基础设施落后、输送成本高等因素均制约了当地水电发展<sup>②</sup>。

俄罗斯水电股份公司是俄最大的水电运营商, 该公司拥有超过 90 座可再生能源发电设施, 运营发电装机总容量 38.9 吉瓦 (GW), 年发电量 1 387.69 亿千瓦时 (2016 年)<sup>③</sup>。俄罗斯水电股份公司同时也是俄最大的水电建设集团, 其与俄罗斯铝业集团共同承建了俄罗斯境内最大的水电站项目——博古恰尔水电站, 该项目设计装机容量为 2 997 兆瓦。目前, 俄罗斯水电股份公司在建项目主要有: 位于莫斯科州的扎戈尔斯克蓄能电站一期和二期, 设计装机容量分别为 1 200 兆瓦和 840 兆瓦; 正在建设位于北高加索奥塞梯地区的扎拉马格斯克水电站项目, 该项目设计装机容量为 342 兆瓦。除以上建设项目外, 俄罗斯水电股份公司也在加速布局远东和西伯利亚水电项目, 目前该公司在远东及西伯利亚地区的在建项目主要有乌斯季中坎水电

① IRENA, Renewable Energy Prospects for the Russian Federation, April 2017, p. 13.

② 同①, 第 144 页。

③ Крупнейшие генерирующие компании, <https://minenergo.gov.ru/node/1161>

站和下布列亚水电站，其设计装机容量分别为 570 兆瓦和 320 兆瓦，但目前远东及西伯利亚地区尚未出现超过 1 000 兆瓦的新建水电项目<sup>①</sup>。

除了在建项目外，俄罗斯水电股份公司还有一些已建成水电运营项目，其中主要有，哈卡斯共萨扬 - 舒申斯克水电站，该水电站是目前俄罗斯装机容量最大的水电站，9 座位于伏尔加 - 卡马河流域装机容量 10 吉瓦的水电站，位于远东地区装机容量 2 010 兆瓦的布列亚水电站，位于阿穆尔地区装机容量达 1 330 兆瓦的结雅水电站，位于马加丹州装机容量 900 兆瓦的科雷马水电站，装机容量 455 兆瓦的新西伯利亚水电站，以及数座位于北高加索地区装机容量 1 000 兆瓦的水电站，其中包括切尔克斯水电站。

表 6 俄罗斯水电股份公司部分水电运营项目（截至 2016 年年底）

哈卡斯共萨扬 - 舒申斯克水电站——俄罗斯装机容量最大的水电站
9 座位于伏尔加 - 卡马河流域的水电站（10 吉瓦）
远东地区的布列亚水电站（2 010 兆瓦）
阿穆尔地区的结雅水电站（1 330 兆瓦）
马加丹州科雷马水电站（900 兆瓦）
新西伯利亚水电站（455 兆瓦）
数座位于北高加索地区的水电站，其中包括切尔克斯水电站（1 000 兆瓦）

资料来源：РусГидро. Гидрогенерация. <http://www.rushydro.ru/activity/1B3ADB8F7A/>

（二）生物质发电。生物质发电是俄罗斯目前第二大类可再生能源发电来源。据国际可再生能源署统计，截至 2016 年年底，俄罗斯境内共运营了 39 座生物质发电厂，生物质发电装机容量为 1 370 兆瓦，但在 2014 ~ 2016 年，俄罗斯生物质发电装机容量并无任何增长。俄罗斯拥有世界面积最大的森林，每年新生木材约 2 亿立方米，相当于 1.9 亿吨标准油当量，随着生物原料生产工艺的进步，未来俄罗斯生物原料年供应总量预计将达到 3.55 亿吨标准油当量<sup>②</sup>。

（三）太阳能光伏发电。俄罗斯西南部和南部地区光照资源十分丰富，年均日辐射量每平方米 3.5 ~ 4.5 千瓦时，夏天部分地区热辐射量高达每平方米 6 千瓦时，相当于年发电量每平方米 1 200 ~ 1 500 千瓦时，远高于德国的太阳辐射量强度<sup>③</sup>。近年俄罗斯光伏发电发展迅速，据国际可再生能源署统计，2014 ~ 2016 年期间，俄罗斯光伏发电装机容量以年均超过

① РусГидро. Гидрогенерация. <http://www.rushydro.ru/activity/1B3ADB8F7A/>

② IRENA, Renewable Energy Prospects for the Russian Federation, April 2017, p. 53.

③ 同②，第 32 页。



400%的速度快速发展，但由于起点基数低，俄光伏发电装机总量仍然相对较小。国际可再生能源署预测，未来数年，俄罗斯光伏发电仍将维持高速发展，到2030年，其光伏发电装机容量预计将达到2.7吉瓦<sup>①</sup>。

(四) 风电。据国际可再生能源署统计，截至2016年年底，俄罗斯风电装机容量仅为11兆瓦，发展规模较小，并且在2014~2016年期间，风电装机容量增加非常有限，仅在2014年10兆瓦的基础上增加了1兆瓦。俄罗斯风电协会（Российская Ассоциация Ветроиндустрии）披露，在2017~2020年，俄罗斯政府将对不超过1.6吉瓦的风电容量进行电力收购，但对享受可再生能源电力上网收购配额的风电项目提出了设备国产化率和项目建设成本等指标要求。

### 三 中俄可再生能源合作现状、建议及困境

目前，中俄两国可再生能源合作主要集中在风电领域。中俄两国最大的可再生能源合作项目为乌里扬诺夫斯克风电项目，该项目是俄罗斯第一个大规模风电项目，总装机容量35兆瓦，计划安装14台由“东方风电”提供的DF2.5MW-110LT型直驱永磁风电机组。中国能建黑龙江火电三公司中标该风电场设备安装项目，其也是该公司首个国外风电建设项目。

虽然通过乌里扬诺夫斯克风电项目使中国企业得以进入俄罗斯可再生能源市场，但该项目的业主单位是芬兰富腾公司（Fortum），项目运作全周期内中国能建黑龙江火电三公司所扮演的角色仅为设备供应商和施工分包单位，未能直接参与俄罗斯政府可再生能源电力建设配额竞标。

在水电领域，虽然中俄两国大型水电企业均表达了合作开发俄远东及西伯利亚地区水电潜能的愿望，其中，中国长江三峡集团公司与俄罗斯水电股份公司签署了《关于双方成立合资公司开发俄罗斯下布列亚水电项目的合作意向协议》，中国电力建设集团公司与俄罗斯水电股份公司签署了共同开发列宁格勒抽水蓄能电站合作协议等，但上述合作目前尚无实质进展。

据国际可再生能源署预测，俄罗斯如果保持既有的水电支持政策和发展规划，到2030年，俄罗斯水电装机容量预计将达到55吉瓦（GW）<sup>②</sup>，其中，新增水电装机容量主要来自水电资源丰富的远东地区。与俄罗斯远东地区人口密度低、电力需求弱形成鲜明对比的是与之相邻的中国黑龙江、

① IRENA, Renewable Capacity Statistics 2017.

② IRENA, Renewable Energy Prospects for the Russian Federation, April 2017, p. 53.

吉林两省，黑龙江省和吉林省作为中国传统重工业地区，人口基数大、能源需求体量大、能源结构单一且长期过度依赖煤电。若该区域跨境电力输送得以实现，可以将俄罗斯远东地区以水电为主的可再生能源电力输送至中国东北，缓解当地过度依赖煤电所造成的社会环境问题，在带动中国电力生产和输配设备出口的同时，促进俄罗斯远东地区经济发展，这或许可以成为未来中俄两国可再生能源合作的一个突破点。

目前，中俄两国在可再生能源领域的合作，主要面临几方面困境：

首先，俄罗斯在装备生产制造和工程建设领域多沿用苏联时期的国家标准，这一标准与中国当前设备制造、工程施工多数源于欧美的行业标准存在一定差异。俄罗斯法律规定，在俄罗斯境内使用的设备整机及部件须通过俄罗斯国家标准ГОСТ认证，其无形中增加了采购中国设备和配件的认证费用，加大了中国企业进入俄罗斯市场的难度，尤其是批量化生产的机械设备，很难为单一订单重新修改生产标准，这成为当前制约中俄两国可再生能源装备及工程合作的主要原因之一。

其次，俄罗斯政府虽然颁布了一系列法律法规，对可再生能源电力上网提供电价补贴以促进国内清洁能源发展，但同时也对享受政府可再生能源电力上网补贴电价的项目提出了国产化要求，该硬性要求迫使希望参与俄罗斯可再生能源开发的企业不得不在俄罗斯投资生产设施，其与中国企业所擅长的机电设备出口和海外工程承包等对外合作模式不符。此外，与中国在东南亚投资生产可再生能源设备不同，在俄罗斯生产成本高昂、投资程序复杂，对中国相关企业的投资吸引力较低。

再次，随着近几年国际油气价格持续走低，俄罗斯经济下行压力持续增加，政府对本国可再生能源的补贴政策能否维持有待进一步观察。此外，俄罗斯油气资源丰富，油气等化石能源生产成本低、价格低，俄罗斯政府发展可再生能源的迫切性不足，企业投资可再生能源项目的积极性欠缺。

最后，中俄在工业生产领域优势重合度较高，俄罗斯许多机械设备制造企业因国内经济下滑被迫减产、停产，部分企业将可再生能源生产设备制造作为转型目标，希望引入先进的工艺流程和稳定的资金投入，这一点与中国企业存在同性竞争，双方合作互补性不高。尤其在核电和水电等领域，俄罗斯拥有雄厚的装备生产和制造能力，在第三国市场与中国企业长期存在竞争，更不可能拱手让出本国国内的市场份额。

(责任编辑：高晓慧)