

俄罗斯水力资源在发展欧亚 区域电力市场中的作用

陈小沁

【内容提要】 俄罗斯拥有十分丰富的水力资源,利用水力资源发电的前景广阔。就俄罗斯目前的水力资源利用率来看,其水力发电量具备翻一番的资源潜力。为了合理而高效地开发利用境内水电资源,俄能源战略研究院于2016年年初制定了《2030年前俄罗斯水电发展规划及到2050年的前景》。根据规划,俄远东地区最具潜力的水电设施主要坐落在勒拿河和阿穆尔河的支流,在东西伯利亚,尚待开发、可用于出口的水电资源主要集中在叶尼塞河及其支流下通古斯卡河。如果能够充分开发,俄西伯利亚和远东地区巨大的水电资源将不仅可以为其欧洲部分的电网供电,还可以出口到东北亚国家。由全球能源互联网发展合作组织倡议和推动的东北亚联网工程,中俄两国都是重要的参与方和坚定的实施力量,在此过程中双方将密切合作助力欧亚电网互联互通,进而推动各国消除壁垒、深化交融,实现创新、协调、绿色、开放、共享的区域合作新模式,共同践行可持续发展与合作共赢的能源治理新理念。

【关键词】 俄罗斯 水力资源 欧亚大陆 区域电力市场 电网互联互通

【基金项目】 中国人民大学国际关系学院项目《建设世界一流学科(政治学)》。

【作者简介】 陈小沁,中国人民大学国际关系学院教授、法学博士,中国人民大学—圣彼得堡国立大学俄罗斯研究中心研究员。

在当今世界范围内,跨国电网互联与电力贸易呈现蓬勃发展的势头,它实现了联网区域内能源资源的优化配置,并向大规模利用可再生能源和融合智能电网技术的方向迈进。目前,欧洲、北美、俄罗斯—波罗的海地

区的电网互联水平较高，各国之间的电网互联网架构已经基本形成；中美洲、南美洲、东南亚和非洲部分地区的区域电网互联也已初具规模，拥有相对明确的区域互联规划；而东北亚、南亚的区域电网互联尚处于起步的商谈和推动阶段。

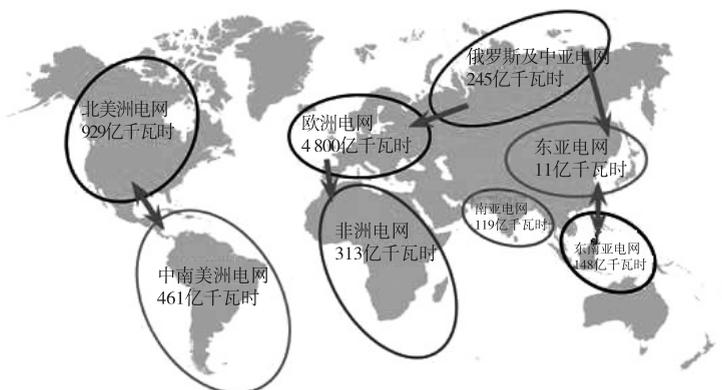


图1 2016年全球跨洲跨国电力贸易流

随着电力一体化的纵深发展，跨国电网互联表现出越来越明显的优势，主要是指联网运行可以均衡不同国家和地区间的电力系统负荷，降低发电成本，提高供电系统的安全性和稳定性，促进各国利用水电、风电、太阳能等可再生能源发电，电力市场的扩大和贸易程度的加深将有助于推动各国消除壁垒、深化交融。

俄罗斯作为欧亚区域电力市场潜在的重要参与者，从地缘角度看，沿着其绵亘的边界线发展与所有邻国的友好合作将是有利的，这首先涉及能源和电力的一体化合作，而且这种合作将不局限在原苏联周边的近邻国家，还包括那些所谓的“远邻国家”。因此，从长远看，在欧亚大陆形成区域性的跨国电网互联是大势所趋^①。在这样的大背景下，业已存在和正在形成的区域电网互联将为过渡到全球性的超级电网互联互通奠定坚实基础，并勾画出未来世界能源转型发展的全新蓝图，体现了可持续发展与合作共赢的能源治理新理念。

^① Л. С. Беляев, Н. И. Воропай, О. В. Марченко. Электроэнергетическая интеграция России в Евразийское пространство: условия и роль гидроэнергетических ресурсов // Энергетическая политика. 2016. № 1. С. 26 – 36.

一 俄罗斯水力资源开发与利用的潜力

俄罗斯拥有十分丰富的水力资源,利用水力资源发电的前景广阔。俄联邦国土上集中了全球约9%的水力资源储量,其水电资源禀赋居世界第二位,排在中国之后,超过美国、巴西和加拿大^①。俄罗斯的理论水能蕴藏量估计为每年2.784万亿千瓦时,其中大中型河流的潜在蕴藏量为2.394万亿千瓦时,技术可开发量达每年1.67万亿千瓦时(不包含较小河流),约占其水能总蕴藏量的70%^②。加上俄罗斯地处高纬度地区,河流的蒸发量较小,因此有着良好的水电发展基础。

经过多年的实地勘察与测算,同时考虑到经济可行性、国土开发条件和环保等方面因素,俄罗斯水力资源满足实际利用的经济可开发量被确定为8520亿千瓦时,是其技术可开发量的一半多一点,其中约80%集中在俄西伯利亚及远东地区,而俄罗斯欧洲部分水力资源经济可开发量的70%则主要集中在北方、伏尔加河流域和北高加索等地区。需要指出的是,一国水力资源经济可开发量的数值随着时间而发生变化,是由该国其他类型资源的保障供应程度、社会状况、融入世界经济一体化水平以及由此带来的能源消费增速所决定的^③。目前,由于全球经济持续低迷、美欧国家实施的对俄制裁、国际原油市场价格大幅下跌等原因,俄罗斯的经济发展速度有所放缓。

此外,国际实践分析表明,如果一个国家石油、天然气、煤炭等传统资源的储量较小或枯竭,那么该国水力资源的经济可开发量往往会接近其技术可开发量,开发程度可达60%~90%。俄罗斯水力资源的开发程度并不高。有数据显示,2013年,俄罗斯现有水电站的总发电量为1833亿千瓦时,占其经济可开发量的21.5%,该比重不仅在发达国家,而且在发展中国家当中也处于相当低的水平。目前在大多数国家,水力资源的利用率一般可以达到其经济可开发量的50%~60%,而欧洲国家的水力资源已经几乎被完全开发利用。就俄罗斯当前的水力资源利用率来看,可以说具备使水力发电量翻一番的资源潜力,至少到2050年前,俄罗斯将有能力向欧亚大陆的新兴市场输

① E. И. Ваксова, С. В. Подковальников, Д. А. Соловьев, В. В. Тиматков. Роль гидроэнергетических ресурсов России в перспективном развитии инфраструктурной сети и энергетических рынков Евразии//Энергетическая политика. 2016. № 6. С. 108.

② E. Н. Беллендир, Е. И. Ваксова, С. В. Тулянкин. Невостребованный экономический гидропотенциал России//Энергетическая политика. 2016. № 1. С. 50 – 51.

③ 同①。

出电力^①。为此，现阶段需要发展与之相应的基础设施网络建设。

表 1 世界主要国家水电资源

国家	水电资源总 潜力（万亿瓦 时/年）	技术可开发 潜力（万亿瓦 时/年）	经济可开发 潜力（万亿瓦 时/年）	现有水电站发 电量（万亿瓦 时/年）	技术性已开发 量占比 （%）
中国	6 083.0	2 500.0	1 753.0	911.6	36
俄罗斯	2 784.3	1 670.0	852.0	183.3	11
巴西	2 282.0	1 250.0	763.5	391.0	31
加拿大	2 250.0	981.0	536.0	353.0	36
印度	2 191.5	660.0	—	114.0	17
美国	4 488.0	528.5	376.0	269.0	51

资料来源：Б. Б. Богуш, Р. М. Хазиахметов, В. В. Бушуев. Основные положения " Программы развития гидроэнергетики России до 2030 года и на перспективу до 2050 года" // Энергетическая политика. 2016. № 1. С. 11 – 12.

二 欧亚大陆前瞻性的电网互联规划

当前，跨国电网发展的基本趋势是实现各国、各地区之间电网的高压直流互联，它比传统的交流电网更加安全而高效。高压直流输电技术（HVDC）的优势在于可以连接不同的交流电网，并在远距离输电过程中体现经济效益。由于直流电不产生振荡，因此，直流输电技术的电能损耗要低于传统交流输电技术的损耗，同时直流输电线路的电容量更大。随着可再生能源的大规模开发利用，而水力、风能、太阳能和潮汐能等可再生能源只能以电力的形式输送，远距离输电的市场需求将会越来越大。高压直流输电还能补偿潮流的波动，从而避免电场不均匀的电力输出，提高电网的稳定性和可靠性。依靠高压直流输电技术，俄罗斯西伯利亚及远东地区巨大的水力资源将得以充分开发，它不仅可以为欧洲部分的电网供电，还可以供应外部电力市场^②。

① Б. Б. Богуш, Р. М. Хазиахметов, В. В. Бушуев. Основные положения " Программы развития гидроэнергетики России до 2030 года и на перспективу до 2050 года" // Энергетическая политика. 2016. № 1. С. 11 – 12.

② Е. И. Ваксова, С. В. Подковальников, Д. А. Соловьев, В. В. Тиматков. Роль гидроэнергетических ресурсов России в перспективном развитии инфраструктурной сети и энергетических рынков Евразии // Энергетическая политика. 2016. № 6. С. 109.

(一) “亚洲超级电网”项目

作为俄罗斯水力资源进军全球电力市场的方案之一，建立“亚洲超级电网”的设想旨在把原本相互独立的亚太各国电网纳入该区域一体化项目之中。在该项目框架内，俄罗斯可以从其能源过剩的东部地区为中国北部和东北部、蒙古国、韩国、日本及亚太其他国家提供电力。电网互联有助于使电力的供给与需求达到平衡，避免浪费。由于亚太各国地处不同时区，有着明显的气候差异，相应电网之间的负载峰值时段因季节变化而存在较大差别，如俄罗斯冬季供暖期间需要更多的电力供应，而东北亚国家的用电高峰则普遍出现在大量使用空调的夏季。

连接俄罗斯、中国、日本、韩国和蒙古国的泛亚洲跨国电网的设想，即“亚洲超级电网”最初由俄罗斯于1998年提出（计划刚提出时还包括朝鲜），1999~2000年，俄罗斯完成了对铺设地下电缆实现萨哈林岛至日本列岛大规模电力出口的可行性研究。2011年福岛核事故发生后，亟须寻找能源出路的日本也提出类似倡议。其后，在2016年3月于北京召开的全球能源互联网大会上，中国国家电网公司、韩国电力公社、日本软银集团和俄罗斯电网公司签署了《东北亚电力联网合作备忘录》，对项目进行正式研讨和可行性论证，构建“亚洲超级电网”似乎已箭在弦上。同年秋天，俄总统普京在符拉迪沃斯托克举行的第二届东方经济论坛上表示，将支持并推动东北亚跨国电网计划的实施。东北亚电力联网不仅可以充分发挥跨国跨区资源优化配置的能力，促进地区电力贸易与能源合作，有利于推进电力低碳发展以应对日益严峻的环境问题，还能针对自然或人为灾害建立起国际应急储备体系。

自日本福岛核电站事故发生以来，日本政府就建议俄罗斯方面重启“亚洲超级电网”计划，并且有可能从与日本建立能源通道开始。日方建议的内容是在俄罗斯远东地区的萨哈林岛建立发电站，然后铺设直达日本北海道的大容量海底电缆向日本出口电力。两国预计通过宗谷海峡将萨哈林地区与日本各岛相连，目前，俄日双方正在商讨该计划实施的可能性。日本国内的电力需求主要集中在本州岛中部，特别是东京都市圈和大阪工业区，而这里发电厂的储备功率恰恰很小，东京还不到7%，大阪只有6%左右。如此看来，出口到北海道的电力可以沿福井现有的水下直流电缆进一步传输至本州岛，从而使这两个岛的电网对接。作为长期规划（2026~2050年），该项目有可能继续扩大，俄方计划逐步把萨哈林电网并入俄罗斯统一电力系统，同时修建从萨哈林岛直通日本本州岛主要电力消费区的水下直流电缆。在这种情况下，通过大规模开发俄西伯利亚和远东地区丰

富的水力资源，为日本提供额外的电力供应将是可行的^①。

经过一段时间的考察论证，俄能源部认为，“亚洲超级电网”项目分阶段实施比较合理，并建议优先从建设俄日能源通道的成熟方案开始^②。作为该项目的组成部分，俄罗斯与韩国之间关于修建通往朝鲜半岛的能源通道计划也正在商讨之中。此外，2012年2月，俄罗斯东方电力公司与中国国家电网集团签署了未来25年对华供应1000亿千瓦时的电力合同^③，中俄500千伏直流背靠背联网工程作为亚洲地区跨国电网互联的典型代表现已投入商业运营。由此看来，鉴于近些年俄国内市场对电力需求的增速放缓，为满足同时向亚洲各国电力出口的需要，有效利用俄联邦能源系统中尚未被充分开发的水力资源就显得尤为迫切。

（二）全球电网互联趋势下的欧亚跨国联网项目

电网互联是电力工业发展的客观规律和世界各国电网发展的大势所趋。近20年来，受区域经济一体化、能源资源优化利用、区域电力市场开放等因素的推动，作为全球电网互联的一部分，建立跨国电网互联的基础性工作也在欧亚大陆逐渐展开，现在已经形成了数个功率强大的发电中心。在这个过程中，俄罗斯以其独特的地理位置能够发挥关键作用，穿越其领土可以形成“电力桥”，将位于西伯利亚和远东地区大功率水电站的可再生能源发电中心与其欧洲部分的消费中心连接起来。在开展欧亚大陆电网互联的第一阶段，预计跨国电力系统网络将覆盖俄罗斯、哈萨克斯坦、白俄罗斯和欧洲国家^④。

为提高与亚太地区 and 欧洲国家能源合作效率，须考虑在该区域进一步发展电力互联的可能性。目前正在讨论波罗的海和黑海电网互联规划，该规划包括俄罗斯—白俄罗斯—波兰—德国直流输电工程（线路总输送容量为4000

① Б. Б. Богущ, Р. М. Хазиахметов, В. В. Бушуев. Основные положения " Программы развития гидроэнергетики России до 2030 года и на перспективу до 2050 года " // Энергетическая политика. 2016. № 1. С. 14 – 15.

② Александр Новак дал интервью информационному агентству ТАСС. 08 сентября 2016 г. <https://www.minenergo.gov.ru/node/5920>

③ Алексей Текслер представил планы по развитию энергетики в рамках форума " RUGRIDS – ELECTRO " . 21 октября 2015 г. <https://www.minenergo.gov.ru/node/1277>

④ Л. Добрусин. Приоритеты управления качеством электроэнергии в электрических сетях России: взгляд с позиции национальных интересов и стратегии международного электроэнергетического сотрудничества. https://power-e.ru/pdf/2007_02_82.pdf

兆瓦^①)及其他跨国联网项目,有助于在欧亚大陆形成统一的能源空间。

(三) 跨国电力输出计划和建立欧亚统一能源市场

目前正在审议的俄罗斯东部地区跨国电力输出计划包括^②:

1. 西伯利亚(布拉茨克)—蒙古国(乌兰巴托)—中国(北京),其中布拉茨克至乌兰巴托线路的输送容量为8 900兆瓦,乌兰巴托至北京的输送容量为8 200兆瓦;

2. 西伯利亚(贝加尔斯克)—中国(北京),输送容量为6 500兆瓦;

3. 远东(哈巴罗夫斯克)—萨哈林—日本(北海道、本州),其中哈巴罗夫斯克至萨哈林线路的输送容量为2 400兆瓦,萨哈林至日本的输送容量为5 300兆瓦;

4. 远东(符拉迪沃斯托克)—朝鲜(平壤)—韩国(首尔),其中符拉迪沃斯托克至平壤线路的输送容量为3 200兆瓦,平壤至首尔的输送容量为4 000兆瓦;

5. 远东(布拉戈维申斯克)—中国(北京),输送容量为8 000兆瓦;

6. 远东(图库尔潮汐发电站—哈巴罗夫斯克)—中国(沈阳),其中图库尔潮汐发电站至哈巴罗夫斯克线路的输送容量为5 000兆瓦,哈巴罗夫斯克至沈阳的输送容量为2 300兆瓦;

7. 远东(品仁纳潮汐发电站)—韩国(首尔),输送容量为1 500万千瓦;

8. 远东(品仁纳潮汐发电站)—日本(东京),输送容量为1 500万千瓦;

9. 西伯利亚(克拉斯诺亚尔斯克)—远东(品仁纳潮汐发电站)—美国(旧金山),输送容量为1 500万千瓦。

为了使俄罗斯水力资源与欧亚大陆的电力市场成功整合,不仅需要继续修建新的水电站并设计电压达1 150千伏的“西伯利亚—中部”超高压输电线^③为

① Е. И. Ваксова, С. В. Подковальников, Д. А. Соловьев, В. В. Тиматков. Роль гидроэнергетических ресурсов России в перспективном развитии инфраструктурной сети и энергетических рынков Евразии // Энергетическая политика. 2016. № 6. С. 110.

② Исследование и разработка проекта интеграции гидроэнергетических ресурсов России в глобальные электроэнергетические рынки. М. 2015. С. 112 – 114.

③ 苏联解体后,于1992年成立俄罗斯统一电力系统,统一电力系统是俄罗斯电力工业的主体,由7个联合电网组成,分别是:中部、中伏尔加、乌拉尔、西北、北高加索、西伯利亚和远东。其中远东联合电网没有与其他联合电网相连,仍然是独立运行。为了加强西伯利亚与乌拉尔两个联合电网之间的网架联系,在苏联时期架设了一条1 150千伏的超高压输电线,由于该线路途经哈萨克斯坦,管理维护困难,目前只是时断时续地降至500千伏运行。

基础建立跨国联网，更重要的是确保在欧亚大陆形成共同能源市场。为此，需要进一步加强各国间的经贸往来，保障能源资源的自由流动和公平进入运输系统，同时大力发展能源交通基础设施网络并为其有效运行创造条件。

按照俄罗斯专家的设想，欧亚国家共同电力市场的形成大致可以分为三个主要阶段：第一阶段需要协调跨境贸易的立法基础；第二阶段要确立共同电力市场的结构和机制，保障能源市场的自由准入；第三阶段将在电力领域形成共同的法律规范和共同的交易平台^①。

（四）涵盖电力领域的“跨欧亚发展带”（ТЕПР）综合规划

在2014年3月11日召开的俄罗斯科学院主席团会议上，俄罗斯铁路集团公司总裁、俄科学院社会政治研究所科学论证与实施中心主任弗拉基米尔·雅库宁先生做了题为《跨欧亚发展带》（Трансевразийский пояс " RAZVITIE"）的报告，这是一份关于在欧亚大陆打造一体化的交通、能源和电信基础设施体系的草案。在该草案框架内将建设覆盖俄罗斯全境的交通干线，发展连接欧洲与亚洲的运输走廊。预计第一阶段将使俄滨海边疆区的港口、中国边境口岸与白俄罗斯的西部边陲联系起来，第二阶段有可能进一步修建延伸至北美洲的支线：西伯利亚—白令海峡—阿拉斯加^②。

雅库宁先生在其报告中称，“跨欧亚发展带”将是一个全新的地缘经济、地缘政治和地缘文化概念，它可以成为欧盟、日本、中国和韩国提出的各种方案与设想的实施平台。他同时表示：“要强化俄罗斯作为文明中心的地位和从太平洋到大西洋一体化区域的核心作用。为此，不仅需要修建铁路运输干线，还要铺设石油、天然气输送管道和输电线路以及所有类型的通信设施”^③。从雅库宁先生所做的报告中可以看出，“跨欧亚发展带”是一项雄心勃勃的综合发展规划，它包含一系列大型国际合作草案，其成功实施将可以带动俄西伯利亚和远东地区的城市发展，形成工业中心并创造新的就业岗位，实现国家东西部的均衡发展。

① Исследование и разработка проекта интеграции гидроэнергетических ресурсов России в глобальные электроэнергетические рынки. М. 2015. С. 115.

② В. Якунин. Трансевразийский пояс " RAZVITIE" // Энергетическая политика. 2014. № 3. С. 3 – 8.

③ 同②，第6页。

三 俄罗斯东部极具潜力的水电站项目^①

为了对2050年前合理而高效地开发和利用俄联邦水力资源进行经济技术论证,受俄联邦水电公司的委托,俄罗斯能源战略研究院会同俄科学院西伯利亚分院能源系统研究所、俄水电设计研究院等多家科研与设计单位,在掌握和分析国家及官方机构提供的有关水电部门现状与发展前景的资料和数据的基础上,于2016年年初制定了《2030年前俄罗斯水电发展规划及到2050年的前景》。

根据此项规划,俄罗斯远东地区最具潜力和零碳环保的水电设施主要坐落在勒拿河和阿穆尔河的支流上,据估算,其中可用于向中国、蒙古国、日本、朝鲜和韩国出口电力的水电站总功率为7 235兆瓦,年发电量可达338亿千瓦时。便于向周边国家出口的水力资源主要集中在萨哈(雅库特)共和国,分布在其南部的阿尔丹河、屋丘勒河、吉姆普托姆河、马亚河等支流。屋丘勒河和吉姆普托姆河属勒拿河流域。南雅库特水电综合枢纽(ЮЯГЭК)包括屋丘勒河上的两座水电站——中屋丘勒斯卡亚和屋丘勒斯卡亚水电站以及吉姆普托姆河上的两座水电站——坎昆斯卡亚和下吉姆普托斯卡亚水电站。南雅库特水电综合枢纽的总功率约为5 000兆瓦,可保证年发电量达235亿千瓦时。

考虑到中国、日本和韩国对进口电力的需求,南雅库特水电综合枢纽能够保证向周边这些国家的电力出口。为此,需要建设出口至中国的长度为800~850公里的直流输电线路;而出口到日本则需要铺设一段海底电缆,输电线路的总长度将达到1 800公里。此外,有能力向亚太地区国家出口电力的还有位于萨哈(雅库特)共和国马亚河上的乌斯季—尤多姆斯卡亚水电站和下马亚斯卡亚水电站。

阿穆尔河(黑龙江)流域的水电站项目主要用于调节干支流的水量,具有水库拦蓄洪水的功能,可以对异常洪水情况进行控制,从而大大减轻黑龙江干流的防洪压力。迄今,俄罗斯在阿穆尔河上游的两条支流(结雅河和布列亚河)上已经建成并投入运营了两座水电站——结雅水电

^① Б. Б. Богущ, Р. М. Хазиахметов, В. В. Бушуев. Основные положения " Программы развития гидроэнергетики России до 2030 года и на перспективу до 2050 года " // Энергетическая политика. 2016. № 1. С. 13 – 16.

站和布列亚水电站，而且正在修建和规划更多大规模的水电工程。随着中国工业化和城市化进程的加快，中国的电力需求也在增长。然而，中国一些城市因热电站大量燃烧煤炭而使生态系统遭到严重破坏，因此，中国现在迫切需要更为清洁的可替代能源，而在阿穆尔河流域建设水电站正好可以弥补这些欠缺。目前，俄罗斯远东地区的电力生产过剩，向中国出口电力无疑是其最理想的选择，中国方面也已经表示愿意参与边界地区阿穆尔河水电枢纽工程的建设工作，中俄在阿穆尔河流域的电力合作前景广阔。

在东西伯利亚，尚待开发可用于出口的水力资源主要集中在叶尼塞河及其支流下通斯卡河以及安加拉河、维季姆河、马马坎河、石勒喀河等河流。叶尼塞河是俄罗斯水量最大、水力资源最丰富的河流（特别是上中游）。根据规划，拟在叶尼塞河的支流建设埃文基水电站（二期）以及分布在上游的图文斯克、什维利格斯克、舒伊斯克和布连斯克等水电站。预计这些水电设施的总功率将超过9 200兆瓦，年发电量约400亿千瓦时，可以通过直流输电线路向中国和蒙古国出口电力。

拟建造的埃文基反调节水电站位于叶尼塞河右岸最大支流——下通斯卡河上，属于克拉斯诺亚尔斯克边疆区。在该项目完成之后，埃文基水电站将成为俄罗斯规模最大、同时也是世界最大的水电工程之一，其总装机容量可达1.2万兆瓦，年发电量约为475亿千瓦时。埃文基水电站一期工程可输出电能6 000兆瓦，预计将输往俄欧洲部分的联合电网，然后再出口至欧洲，为此需要建设通往乌拉尔联合电网的长度为2 200公里的750千伏高压直流输电线路。该水电站二期工程输出的6 000兆瓦电能将通过长度分别为1 900公里和2 700公里的两条750千伏输电线路将电力出口到蒙古国和中国。

表2 俄罗斯预计电力出口量 (单位: 万亿瓦时)

指标		2013年	2020年	2030年	2050年
2035年能源战略预计电力外输趋势	总计出口量	13.7	18.0/19.0	26.0/37.0	93.0/117.0
	亚洲方向	1.6	5.5/6.0	14.5/26.0	30.0/102.0
	欧洲方向	12.1	12.5/12.0	11.5/11.0	63.0/15.0
最大限度发展水电	新建水电站出口量	—	—	74.0	146.0
	亚洲方向	—	—	49.0	121.0
	欧洲方向	—	—	25.0	25.0

资料来源：同表1。

作为水力发电的一种，品仁纳、缅珍斯卡亚、图库尔等潮汐能发电站对于电力出口同样具有积极意义。俄罗斯专家指出，无论建造上述何种水电设施都需要进行审慎的经济技术论证，其使用效率应当既可以保证电力出口，又可以满足国内需求。

目前，在欧亚大陆，特别是东北亚区域的能源资源与消费具有高度的互补性，实现这些国家之间的电网互联互通具备良好的前提条件。2016年9月2~3日，在符拉迪沃斯托克举行的第二届东方经济论坛上，俄罗斯总统普京建议成立政府间工作组以推动“亚洲超级电网”项目的落实^①。2016年3月，俄罗斯电网公司、日本软银集团、中国国家电网公司和韩国电力公社在北京签署了关于共同推进覆盖整个东北亚电力联网的合作备忘录，预计在初期阶段电网互联的供电规模约为2 000兆瓦，而合计输出功率最终可以达到5 000兆瓦^②。

按照俄联邦新的水电站发展规划的要求，上述水电站项目的顺利实施将为俄东部地区的电力出口和功率输出创造条件。水电是最经济、环保的清洁能源，充分发挥水力发电的优势将可以优化区域和出口电力市场。水电站在建设和运营过程中产生的直接社会效益突出地体现在扩大人口就业方面。水电站工程施工完成后，在竞争力逐渐提升的企业、出口导向型发展的地方工业部门以及交通运输基础设施建设领域都会大幅增加工作岗位。向新企业征税还可以增加当地的财政收入，随着水电站周边休闲服务设施的跟进，将有助于在该地区形成优美舒适的居住环境。

为了实现水电发展纲要预设的各项任务，规划中的水电站建设需要投入巨额资金。至2050年前，水电站建设工程总投资预期目标达5.7万亿卢布，保守估算也需要投入约4万亿卢布。

四 中俄合作助力欧亚电网互联互通

中俄电力合作始于20世纪90年代初期，此后扎实推进，近年来更是成效显著，已成为跨国能源合作、电网互联互通的成功范例。目前，中俄

① А. Комраков. Азиатское энергокольцо пошло на 18 - й круг. http://www.ng.ru/economics/2016-09-05/4_energy.html

② Предварительные расчёты Азиатского энергокольца будут сделаны до конца года. <http://www.bigpowernews.ru/markets/document71127.phtml>

两国间的电网互联线路有三条，分别是 110 千伏布黑线（俄罗斯布拉戈维申斯克—中国黑河）、220 千伏布瑗甲乙线（俄罗斯布拉戈维申斯克—中国瑗琿）和 500 千伏黑河直流背靠背联网工程。其中，2012 年 4 月 1 日正式投入商业运行的中俄 500 千伏直流背靠背联网工程，是目前中国规划建设的从境外购电电压等级最高、容量最大的输变电工程，是中俄两国开展能源领域合作取得的重大成果。截至 2017 年年底，中方累计向俄方购电超过 200 亿千瓦时^①。

2016 年 6 月 25 日，中国国家电网公司与俄罗斯电网公司在北京签署了关于双方设立合资公司开展电网业务的股东协议。根据协议，该公司将设立在俄罗斯，开展输配电网投资、建设、运营等业务。俄罗斯输配电网建设及改造的需求和市场空间很大，合资公司的成立可以充分发挥中国国家电网公司的技术优势和在电网建设改造方面积累的丰富经验，带动公司系统装备、工程和服务等进入俄罗斯市场，进一步推动中俄电力合作向纵深发展。中俄开展电力合作的前景十分广阔，有利于两国经济发展和实现优势互补，符合两国共同利益。

鉴于电网互联互通是未来全球可再生能源大规模开发利用的重要趋势，中国已开始布局更大范围的能源互联网。2016 年 3 月，中国国家电网公司发起成立了全球能源互联网发展合作组织，这是首个由中国倡议建立的国际能源组织。全球能源观是关于全球能源可持续发展的基本观点和理论，其核心内涵是从全球性、历史性、差异性、开放性的立场和观点研究并解决能源问题。全球能源观的战略重点就是要加快构建全球能源互联网，统筹全球能源资源的开发、配置和利用，保障世界能源安全、清洁、高效、可持续地供应，实现能源与经济、社会、环境的协调发展。全球能源互联网是以特高压电网为骨干网架、全球互联的坚强智能电网，是清洁能源在全球范围大规模开发、输送和使用的平台。构建全球能源互联网，总体分为国内互联、洲内互联和洲际互联三个阶段，各阶段可结合实际协调推进^②。在清洁能源资源富集、电网基础条件较好的地区，可率先实现清洁能源大规模开发和跨国跨洲联网。

^① 《全球能源合作组织：中俄电力合作前景广阔》，<http://sputniknews.cn/politics/201803281025024582>

^② 徐晖：《全球能源互联网发展合作组织发布三项创新成果》，《电器工业》2017 年第 3 期。

东北亚区域能源资源与消费具有高度的互补性，日本和韩国的资源相对匮乏，蒙古国的可再生能源丰富，俄罗斯远东的水力资源丰富、发电成本低，电网互联将有助于解决该地区的电力供应问题。此外，东北亚地区的能源市场有着自身的特点，该区域国家的资源禀赋也存在一定的竞争关系，因此，建立有效的协调机制是俄罗斯进军东方能源市场的关键。针对该问题，俄罗斯能源系统研究所的专家建议，“应联合相关国家和机构尽快出台关于在东北亚地区推进能源合作的科学合理的战略规划，根据不同国家的特点制定一系列有针对性的国际合作框架协议。同时，需要建立起能够协调各参与方行动的有效机制，具体指经济、法律、规范和国家间协作机制。其中，跨国的能源基础设施建设是一个相当复杂的问题，因为它带有综合的跨行业性质，覆盖辽阔的领土，并由多国参与，此类规划需要有大量的资金投入，其成功实施要求在能源领域形成密切的国际合作”^①。在这一点上，中国“一带一路”倡议的重点——促进基础设施的互联互通或许可以发挥重要作用。例如，可以此为契机谋求东北亚地区输油、输气管道的运输安全，推动跨境输电线路的建设，开展区域电网的升级改造合作等，逐步实现该区域各国之间的基础设施规划、生态安全标准及技术标准体系的对接^②。

2016年3月，由中国国家电网公司、韩国电力公社、日本软银集团和俄罗斯电网公司在北京共同签署的《东北亚联合电网备忘录》表明，东北亚国家已经开始探路欧亚内部的电网互联。实现上述国家间的电网互联互通，不仅可以在更大范围内优化配置能源资源，提高清洁能源的消纳比重，还能实现各国电网负荷错峰、共享装机备用和应急资源，从而提高电源电网的运行效益。在全球能源互联网发展合作组织倡议和东北亚联网工程中，中俄两国都是重要的参与方和坚定的实施力量，在此过程中双方的合作必将更加紧密。

2016年6月17日，普京总统在世界经济论坛上宣布，将借访华之际与中国探讨有关“大欧亚伙伴关系”的重大提议。6月25日，中俄两国发表联合声明，其中明确表示“中俄主张在开放、透明和考虑彼此利益的基础上建立欧亚全面伙伴关系”。这是在2015年中俄确定“丝绸之路经济带”

① Н. И. Воропай, С. В. Подковальников, Б. Г. Санеев. Межгосударственная энергетическая кооперация в Северо-Восточной Азии: состояние, потенциальные проекты, энергетическая инфраструктура//Энергетическая политика. 2014. № 2. С. 63.

② 陈小沁：《新地缘政治视角下的俄罗斯对外能源合作》，《俄罗斯东欧中亚研究》2016年第6期。

建设与欧亚经济联盟建设对接合作之后，两国关系的又一次重要突破。“大欧亚伙伴关系”的提议可与侧重于经济发展的“一带一路”构想形成良好的战略互补，从而极大地推进欧亚区域共同体的建设，对于中俄两国的长远发展和共同安全均具有重大的战略意义^①。

为落实中俄两国元首关于“一带一路”建设与欧亚经济联盟对接达成的战略共识，推动能源电力基础设施互联互通领域的合作，2017年4月18日，“一带一路”框架内的全球能源互联网发展暨欧亚大陆电网互联互通国际大会在莫斯科举行，会议致力于推动构建全球能源互联网，打造欧亚能源合作新平台。该次国际会议由全球能源互联网发展合作组织与俄罗斯电网公司共同举办，围绕欧亚大陆清洁能源开发、电网互联互通等相关问题展开研讨，来自中国、俄罗斯等8个国家的政府、企业、研究机构和国际组织代表共120余人参加了会议。俄方代表认为，实现欧亚大陆电网互联互通对于带动俄罗斯及周边地区的经济社会发展将起到积极作用，提议在搭建全球能源互联网的过程中，将欧亚大陆作为优先的重点区域之一。全球能源互联网发展合作组织副秘书长程志强希望与会各方未来能够在三个方面扩大务实合作：一是传播全球能源互联网理念，服务欧亚大陆命运共同体建设；二是推动“三网融合”建设，促进欧亚大陆国家间的基础设施互联互通；三是发挥合作组织平台优势，推动“一带一路”与全球能源互联网战略落地^②。由此看来，在“一带一路”的框架内讨论欧亚能源电力互联与发展，对促进欧亚大陆电网互联互通建设的意义重大。

电网互联互通是中国提出的“一带一路”倡议中能源基础设施建设的重要内容。随着欧亚大陆的电网互联，各国在能源利用方面会形成一定的相互依赖与制约关系，跨国电力贸易的发展将推动欧亚各国消除壁垒、深化交融，实现创新、协调、绿色、开放、共享的区域合作新模式。在全球能源互联网的情景下，各国作为全球能源互联网的一部分，国家间能源政策彼此相互影响，加强合作成为维护各自国家利益的最佳选择，国家间共同体意识的逐步增强将最终有利于全球能源治理向民主化、制度化的方向发展。

（责任编辑：李丹琳）

^① 中国人民大学—圣彼得堡国立大学俄罗斯研究中心：《俄罗斯经济与政治发展研究报告（2017）》，中国社会科学出版社2018年版。

^② 张继业：《莫斯科国际会议推动欧亚大陆电力和能源互联互通》，http://www.xinhuanet.com/2017-04/20/c_1120840741.htm