



当地时间2014年9月1日，中俄东线天然气管道俄境内段“西伯利亚力量”管道开工。  
从2018年起，俄罗斯将通过中俄天然气管道东线向中国供气

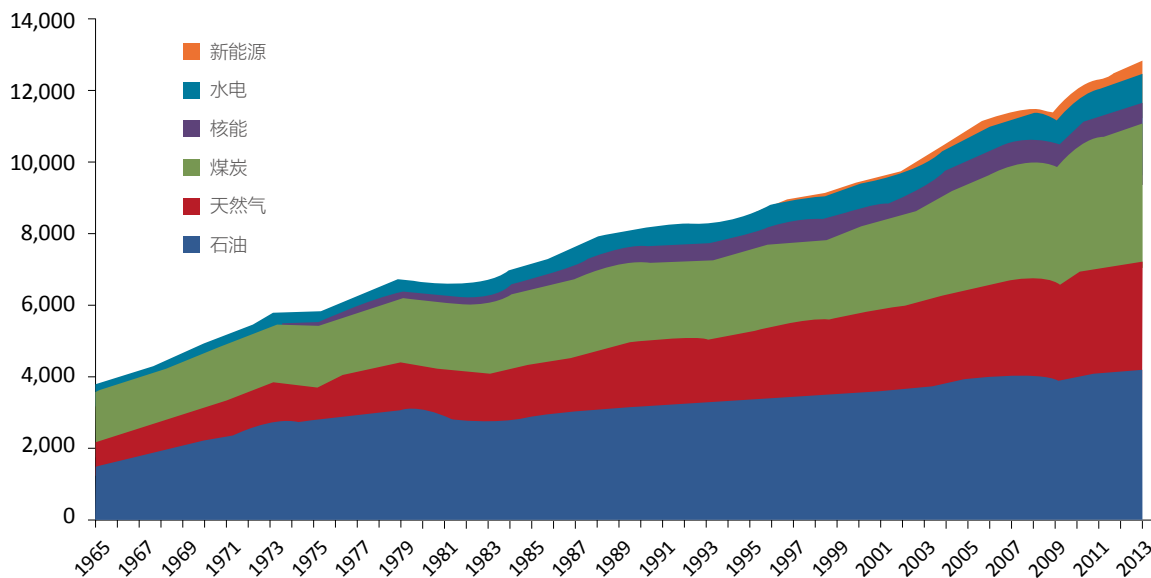
# 全球资源 分布不均衡必然导致能源流动

全球能源消费与资源禀赋之间存在空间的异质性，使得能源的跨国、跨区域流动成为必然，这为全球能源互联网的建设提供了广阔的发展空间。

文 | 中国科学院地理科学与资源研究所 杨宇 刘毅

加快能源变革，优化能源结构，是应对可持续发展面临的能源安全、环境污染以及气候变化诸多挑战的主要途径之一。能源作为一种战略资源，因地理分布的不平衡性而具有了地缘政治属性，因此，在

全球层面进行能源的统筹合作开发，面临着一系列的难题与挑战。正如电力与能源协会（IEEE PES）2014年会主题“绘制新的能源未来蓝图”一样，如何统筹全球能源资源开发、配置和利用，是一种蓝图式



世界不同能源的消费量及其变化趋势 (单位: 百万吨油当量)

构想。全球能源互联网作为以互联网技术与新型可再生能源相融合的智能能源体系,可以一定程度上解决全球能源资源分布和市场需求严重失衡的问题,是一种值得探索的全球能源配置模式。全球能源互联网的构建,其基本前提是对世界能源分布与利用的清晰认识和把握。

从能源整体利用情况来看,2013年,全球石油、天然气、煤炭、核能、水电以及风能、太阳能和地热能等新能源共消费约为127.30亿吨油当量。石油、天然气和煤炭仍然是最主要的能源,消耗量分别为41.85亿吨、30.20亿吨油当量和38.27亿吨油当量,分别占世界能源消耗的32.87%,23.72%和30.06%。水电、核能和新能源合计占能源消耗总量的13.34%。从发展趋势来看,自1965年以来石油消耗量呈现逐渐降低的趋

势,从40%到50%之间下降到30%左右。煤炭消费量相对较为稳定,约占消费量总量的1/3。天然气消费量呈现稳步增长态势,从1965年的15.63%增加到2000年的23.30%,2000年以来一直占能源消费总量的1/4左右。

值得注意的是,尽管核能、水电以及新能源在能源消费中所占的比重相对较低,但从其发展的轨迹来看呈现出质的飞越。尤其20世纪90年代以来,新能源呈现出了多样化、快速化的发展态势。90年代之前,水电是除传统能源之外的主要能源形式,占全部能源消费的5%左右。90年代以来,太阳能、风能和地热能等新能源得到了快速的发展。1990年太阳能、风能和地热及生物质能等分别仅为10万吨油当量、8万吨油当量以及277万吨油当量,2013年的统计数据显示,则分别达到2130万吨油

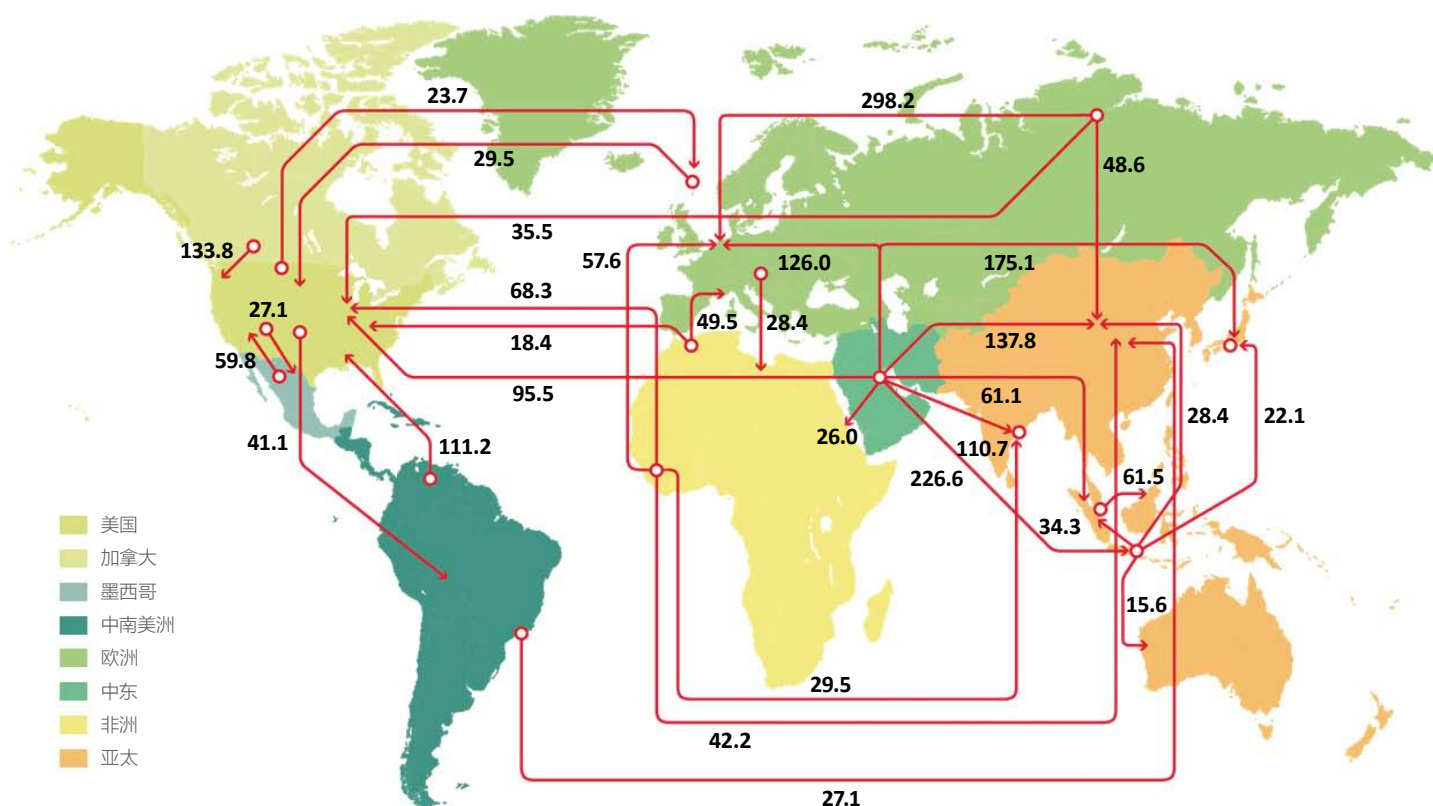
当量、1.18亿吨油当量和1.01亿吨油当量,其发展趋势是惊人的,太阳能和风能的年均增速达到了55.95%和48.62%。在全球气候变化的大环境下,新能源发展的空间不可估量。

能源的分布与利用具有明显的地域性特征。如石油、天然气和煤炭等化石资源分布受制于地质构造的约束极为不均匀,而油气资源的消费能力则与经济发展水平密切相关,形成了产销错位的空间格局特征。以石油资源为例,石油生产国主要集中在中东、俄罗斯、非洲、中亚-里海等地区,石油日产量超过100万桶的国家包括沙特阿拉伯、

俄罗斯、美国、伊朗、中国、阿联酋、墨西哥、科威特、哈萨克斯坦、安哥拉、阿尔及利亚等19国,占世界比重约为85%。而石油消费国则主要集中在北美、欧洲以及亚太地区,日消费量超过200万桶的国家主要包括美国、日本、德国、加拿大等发达国家以及中国、韩国、印度等新兴的经济体,美国消费量占全球的20.5%,中国占全球的11.4%,石油日消费量超过200万桶的国家共11个,共占全球石油日消费量的60.5%。产销空间的巨大错位意味着必然存在全球资源的流动与配置规则,产生了以海运、管道运输等为主的全球油气资源贸易网络。

源贸易网络。

能源分布及利用不平衡不仅存在于石油等传统化石能源中,从全球主要地区的能源消费结构可以看出不同区域新能源的开发和利用情况迥异。传统化石能源仍然是各区域的主导能源,所占比重均超过了70%。从新能源来看,北美地区核能和水电占能源总消费量的7.67%和5.61%,风电为1.48%。中南美洲水电占能源消费量的比重较高,达到23.46%,另外巴西等国的生物质能发展较好。欧洲的核能、水电、风电、地热与生物质能分别占8.99%,6.88%,1.91%和1.39%。中东99%的



2012年世界主要国家石油贸易网络图 (单位: 百万吨)





在德国柏林，绿色和平组织活动家在勃兰登堡门前示威，呼吁使用清洁能源

能源消费为石油和天然气。非洲的新能源以水电为主，占能源消费的6%。亚太地区新能源主要是核能和水电，分别占1.51%和5.99%。从消费结构可以看出，即使是新能源起步较早、技术先进的欧洲，新能源消费尚不足能源消费的1/5。新能源替代传统化石能源的过程依然任重而道远。

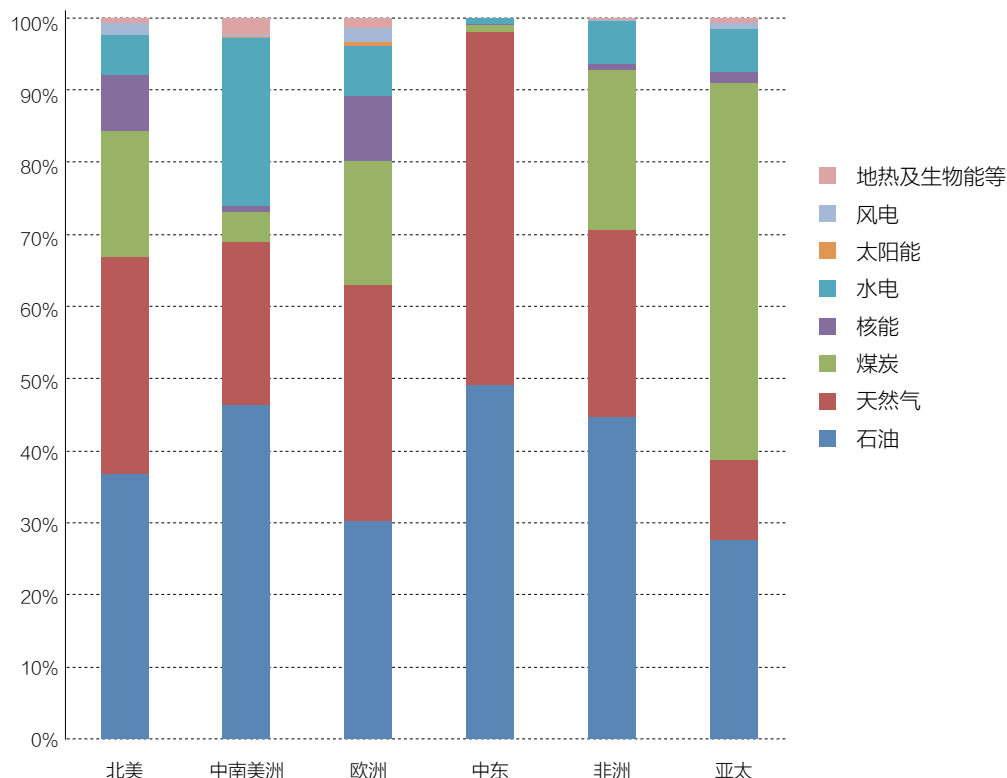
新能源的发展受制于自然条件、经济发展水平、各国政策的差异，在全球分布也是极为不平衡的。如德国一直是世界能源革命的领袖，但是由于法律限制，德国的能源改革主要是能源改造项目，用风能和太阳能替换核电和煤电，而中国的能源转型则主要是建设新的发电站。再如，世界各国对核电站的建设所持态度不一，尤其是日本福岛核电站事故发生后，引发了新一轮核电安全的讨论，这些因素都在一定程度上决定了

世界新能源的分布与发展潜力。从国家尺度的分布图来看，不同类型的新能源呈现出不同的分布格局。

核能主要集中在北美、欧洲、俄罗斯及中国。2013年核能超过2亿吨油当量的国家有6个，对核能利用总量最高的国家为美国，消费量为1.88亿吨油当量，占世界比重达33.4%，其余5个国家分为是法国（9.59千万吨油当量，下同）、俄罗斯（3.91）、韩国（3.14）、中国（2.50）和德国（2.2），这些国家核能占世界的比重累计达到75.4%，英国、乌克兰、瑞典和西班牙的核能消费也均超过1千万吨。中南美洲、南亚等地区也有少量核能分布。

水电分布相对广泛，目前世界上50多个国家和地区均有一定规模的水电消费，其中中国是世界上水电消耗量最大的国家，2013年水电消耗2.06亿吨油当

2013年世界主要区域能源消费结构



量,占世界的1/4左右。水电消耗超过5千万吨油当量的国家有巴西、美国、加拿大等,超过1千万吨的国家主要包括俄罗斯、印度、委内瑞拉、日本、法国、瑞典、土耳其、越南、意大利和哥伦比亚。

风能目前开发较好的国家主要包括美国、中国、西班牙和德国,风电消耗量超过1千万吨,其中美国风能消费接近4千万吨油当量,占世界比重的27%,中国风电消费3千万吨油当量,约占世界比重的1/5。其他风能消费较多的国家包括印度、英国、法国、意大利、加拿大、葡萄牙、丹麦和挪威等。

太阳能主要集中在北美、欧洲和亚太地区,其中消费量超过2百万吨油当量的国家仅有美国、德国、西班牙、中国和日本,且消费量均低1千万吨油当量。

总体而言,目前全球新能源的开发和利用主要集中在发达国家和新兴工

业国家,这些国家面临着巨大的能源需求以及能源利用的转型压力,相比较而言,非洲、中东以及中亚地区等传统化石能源丰富的地区新能源开发相对比较滞后,所面临的能源转型压力也相对较轻。

全球能源消费与资源禀赋之间存在空间的异质性,使得能源的跨国、跨区域流动成为必然,这为全球能源互联网的建设提供了广阔的发展空间。如何克服能源分布的不平衡和禀赋差异,使其更有效率的服务于整个人类社会,形成覆盖全球的能源供需平衡与调节体系,是未来世界可持续发展面临的巨大挑战。显而易见,电能可以成为沟通不同能源利用的有效媒介,而全球能源互联网为这一媒介提供了无限的可能。

(本文属于国家自然科学基金  
No.41371141, No.41401132的研究成果)