

全球核电发展现状及趋势

刘春龙

(中国环境保护部, 北京 100035)

摘要: 2015 年核电占全球发电总量 11.2%, 是全球电力供应的重要组成部分。本文基于国际原子能机构数据对全球核电发展现状、主要国家推动核电发展的做法等做了较为全面的介绍, 并对未来全球核电发展趋势做出了分析和预测。虽有对核电安全的担忧, 但核电对保障能源供应安全、减少碳排放的积极作用不可忽视, 未来相当长一段时期内全球核电仍将保持增长趋势, 但不同地区发展态势不尽相同。其中, 北美、西欧等地区将呈现发展放缓甚至萎缩趋势, 东亚、南亚、东欧等地区将呈现相对快速发展趋势。

关键词: 全球; 核电; 核电发展现状; 核电发展趋势预测

中图分类号: TL4 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2017.05.011

1954 年, 苏联建成世界上第一座核电厂——奥布宁斯克核电厂。随后英国、美国、法国等相继建成各自的首家核电厂, 核电在世界各地一步步发展, 逐渐成为全球电力供应的重要组成部分。1979 年美国三哩岛、1986 年苏联切尔诺贝利和 2011 年日本福岛核事故对全球核电发展产生了较大的负面影响, 但核电作为稳定的、大功率的电力供应来源, 其低碳的特点使人们对其难以轻易割舍。目前, 日本福岛核事故已经过去 6 年多时间, 全球发展核电的信心逐步得到恢复。在保障安全的前提下, 越来越多的国家正在考虑引入核电或扩大现有核电机组规模, 保障能源安全, 缓解环境压力, 应对气候变化。

1 全球核电发展现状

2011 年 3 月福岛核事故发生后, 日本停运全部核电机组, 全球核电发展也因此受到较大影响。直至 2015 年 9 月, 日本重启第一台核电机组——仙台 1 号, 标志着福岛核事故后全球核电发展调整进入新的阶段。2015 年, 全球共有 10 台核电机组并网发电, 7 台机组永久关闭, 7 台

机组新开工建设。与 2014 年相比, 全球在运核电机组总量净增 3 台, 增幅 0.68%; 总装机容量净增 6.639 吉瓦, 增幅 1.76%, 核电呈现新的稳健、积极的发展态势。

1.1 当前全球核能发电总体状况

截至 2015 年底, 全球共有在运核电机组 (含日本可运核电机组) 441 台, 总装机容量 382.855 吉瓦; 在建核电机组 68 台, 总装机容量 67.442 吉瓦; 年发电总量 2 441.3 太瓦小时, 占全球发电总量的 11.2%, 见表 1。

全球在运 / 可运核电机组数量排名前五位的国家分别为美国 (99 台)、法国 (58 台)、日本 (43 台)、俄罗斯 (35 台)、中国 (31 台)。

在建核电机组数量排名前五位的国家分别为中国 (24 台), 俄罗斯 (8 台), 印度 (6 台), 美国 (5 台), 韩国、阿联酋 (均为 4 台)。

年核电发电量占发电总量比例排名前五位的国家分别为法国 (76.3%)、乌克兰 (56.5%)、斯洛伐克 (55.9%)、匈牙利 (52.7%)、斯洛文尼亚 (38.0%)^[1]。

作者简介: 刘春龙 (1969—), 男, 调研员, 主要研究方向为环境保护管理、核与辐射安全监督管理。

收稿日期: 2017-05-10

表 1 全球核电反应堆情况（截至 2015 年 12 月 31 日）

国家 / 地区		在运核电机组		在建核电机组		2015 年核能发电情况	
		机组数	总装机容量（兆瓦）	机组数	总装机容量（兆瓦）	发电量 （太瓦小时）	占发电总量比例 （%）
北美	加拿大	19	13 524			95.6	16.6
	美国	99	99 185	5	5 633	798.0	19.5
拉美	阿根廷	3	1 632	1	25	6.5	4.8
	巴西	2	1 884	1	1 245	13.9	2.8
	墨西哥	2	1 440			11.2	6.8
西欧	比利时	7	5 913			24.8	37.5
	芬兰	4	2 752	1	1 600	22.3	33.7
	法国	58	63 130	1	1 630	419.0	76.3
	德国	8	10 799			86.8	14.1
	荷兰	1	482			3.9	3.7
	西班牙	7	7 121			54.8	20.3
	瑞典	10	9 648			54.5	34.3
	瑞士	5	3 333			22.2	33.5
	英国	15	8 918			63.9	18.9
东欧	亚美尼亚	1	375			2.6	34.5
	白俄罗斯			2	2 218	—	—
	保加利亚	2	1 926			14.7	31.3
	捷克	6	3 930			25.3	32.5
	匈牙利	4	1 889			15.0	52.7
	罗马尼亚	2	1 300			10.7	17.3
	俄罗斯	35	25 443	8	6 582	182.8	18.6
	斯洛伐克	4	1 814	2	880	14.1	55.9
	斯洛文尼亚	1	688			5.4	38.0
	乌克兰	15	13 107	2	1 900	82.4	56.5
非洲	南非	2	1 860			11.0	4.7
中东和南亚	印度	21	5 308	6	3 907	34.6	3.5
	伊朗	1	915			3.2	1.3
	巴基斯坦	3	690	3	1 644	4.3	4.4
	阿联酋			4	5 380	—	—

续表

国家 / 地区	在运核电机组		在建核电机组		2015 年核能发电情况	
	机组数	总装机容量 (兆瓦)	机组数	总装机容量 (兆瓦)	发电量 (太瓦小时)	占发电总量比例 (%)
中国大陆	31	26 774	24	24 128	161.2	3.0
远东	日本	43	40 290	2	2 650	4.3
	韩国	24	21 733	4	5 420	157.2
全球总计 *		441	382 855	68	67 442	2 441.3
						11.2

* 全球总计中包括中国台湾以下数据：6 台在运机组，总装机容量 5 052 兆瓦；2 台在建机组，总装机容量 2 600 兆瓦；全年核电生产 35.1 太瓦小时，占全部发电量的 16.3%。

数据来源：编译自国际原子能机构数据^[1]。

1.2 当前全球核电机组主要技术类型

目前全球在运核电机组主要有 6 种类型。分别为压水堆（Pressurised Water Reactor, PWR）、沸水堆（Boiling Water Reactor, BWR）、重水压水堆（Pressurised Heavy Water Reactor, PHWR）、气冷堆（Gas-cooled Reactor, GCR）、轻水冷却石墨慢化堆（Graphite Moderated Light Water-cooled Reactor, RBMK）、快堆（Fast Breeder Reactor, FBR）^[2]。

据对全球 2014 年在运的 438 个核电机组统计分析，压水堆机组 277 个，占 63.2%；沸水堆 80 个，占 18.3%；重水压水堆 49 个，占 11.2%；气冷堆 15 个，占 3.4%；轻水冷却石墨慢化堆 15 个，占 3.4%；快堆 2 个，占 0.5%^[3]。从统计数据中可以看出，目前全球核电市场以压水堆为主，其次为沸水堆和重水压水堆，见表 2。当前我国主推的华龙一号即属压水堆型。

表 2 全球在运核电机组类型、数量及国家 / 地区分布表（截至 2014 年 12 月 31 日）

国家 / 地区	压水堆	沸水堆	重水压水堆	气冷堆	轻水冷却石墨慢化堆	快堆
阿根廷			3			
亚美尼亚	1					
比利时	7					
巴西	2					
保加利亚	2					
加拿大			19			
中国大陆	20		2			1
捷克	6					
芬兰	2	2				
法国	58					
德国	7	2				
匈牙利	4					

续表

国家 / 地区	压水堆	沸水堆	重水压水堆	气冷堆	轻水冷却石墨 慢化堆	快堆
印度	1	2	18			
伊朗	1					
日本	24	24				
韩国	19		4			
墨西哥		2				
荷兰	1					
巴基斯坦	2		1			
罗马尼亚			2			
俄罗斯	18				15	1
斯洛伐克	4					
斯洛文尼亚	1					
南非	2					
西班牙	6	1				
瑞典	3	7				
瑞士	3	2				
乌克兰	15					
英国	1			15		
美国	65	34				
分类合计	277	80	49	15	15	2
总计	438					

注：总计中包括中国台湾的 6 台在运机组，分别为两台压水堆和四台沸水堆。

数据来源：国际原子能机构^[3]。

1.3 当前相关国家拟建核电机组类型

根据国际原子能机构 2015 年收集的信息，中国、印度、伊朗、日本、俄罗斯、阿联酋、美国、越南等国正在筹建或扩展其核电机组。在统计到的 96 个拟建机组中（见表 3），中国最多，39 个，占 40.6%；其次为俄罗斯，22 个，占 22.9%。最多的拟建反应堆类型为压水堆，81 个，占总数的

84.4%；其次为沸水堆，8 个，占 9.9%。从统计中也可以看出，相关国家未来拟建的核电机组将还是以压水堆为主，沸水堆为次。但是，拟建设的反应堆中有 5 个为快堆，也是值得关注的一个特点^[3]。

2 部分国家推动核电发展的做法

核能发电是民用核领域非常重要的应用。各个

表 3 部分国家已知拟建核电反应堆类型及数量（截至 2014 年 12 月 31 日）

国 家	压水堆	沸水堆	重水压水堆	快堆	小计
中国	37			2	39
印度	2		2		4
伊朗	3				3
日本	3	6			9
俄罗斯	19			3	22
阿联酋	1				1
美国	14	2			16
越南	2				2
总计	81	8	2	5	96

数据来源：国际原子能机构^[3]。

国家核电企业的运作机制不尽相同，但鉴于核电企业的重要性、敏感性，同时由于核电企业投资规模大、建设周期长、安全要求高，各国政府在其运作中均发挥着十分重要的推动、促进和保障作用。

2.1 核电企业运作机制的不同类型

主要国家核电企业运作的机制各不相同，但主要有三种运作模式，即以民营方式为主、以国营方式为主和以国营控股方式为主。有关情况简述如下：

（1）以美国为代表的国家，核电企业运作机制以民营为主

目前，美国共有 99 台在运机组，分别由 30 家企业运营，投资以民营资本为主^[4]。英国、加拿大和日本的运作方式与其相类似。

（2）以俄罗斯、印度为代表的国家，核电企业运作机制以国营为主

目前，俄罗斯所有的核企业都隶属于国有的俄罗斯原子能公司，其下属 10 家核电厂的投资全部来源于政府预算和原子能公司，没有民营资本投入^[5]。印度核企业是在相对封闭的环境中发展起来的，其运作机制基本上是国家体制^[6]。

（3）以法国、韩国为代表的国家，核电企业运作机制以国营控股为主，兼有民营资本介入

法国 58 台核电机组全部由法国电力公司（EDF）运行，法国政府拥有法国电力公司 85% 的股份^[7]。韩国共有 23 台核电机组，全部由韩

国电力公司运行，其 51% 的股份由国家拥有，另 49% 来自民间投资和国际资本^[8]。

2.2 推动国内核电企业发展的主要做法

核电企业建设周期长、投资规模大、技术密集、退役和放射性废物治理难度大，因此各国政府多采取政策优惠和资金投入等方式促进核电厂的建设、运行和科研工作，并普遍采取征收基金的方式为核电厂退役和放射性废物处理提供保障。

2.2.1 通过制定扶持政策促进核电厂的建设和运行

虽说以美国为代表的核电企业是民营为主，但政府的扶持也是促进其发展的十分重要的影响因素，如美国的《2005 能源政策法案》就对核电发展制定了 6 条优惠政策：

（1）对新投运核电机组前 8 年的 6 000 兆瓦装机容量给予每度电 1.8 或 2.1 美分的税收减免；

（2）对前 6 台先进新型反应堆给予 20 亿美元的联邦政府风险保险（内容涵盖监管导致的投运延期等内容）；

（3）对退役基金征税给予减免；

（4）对先进核反应堆或其他无排放技术给予联邦政府贷款担保，最高可达整个项目投资的 80%；

（5）放宽核损害赔偿基金征收的年限，最长可以延长到 20 年；

（6）通过提供资金支持等方式支持先进核技

术的发展^[9]。

其他国家也有相应的扶持和鼓励政策。如，英国 2013 年通过的《能源法案》要求对可再生能源、新核电机组等实行电价差异保护政策，即国家与电力企业签订长期电价差异保护合同，当市场电价低于合同电价时，政府给予企业补偿；当市场电价高于合同电价时，电力企业将高出的电价部分上交政府^[10]。

2.2.2 通过收取基金确保核电厂退役和放射性废物的处理处置

放射性废物的处理处置是世界性的难题，也一直是各核电发展国家面临的共同难题。目前，多数国家采取收取基金的方式为核电厂的退役和废物处置提供资金保证。如，法国电力公司每度电提取 0.14 欧分作为核电厂退役基金，0.14 欧分作为放射性废物处理处置基金^[7]；日本提取的放射性废物处理处置基金标准是每度电 0.2 日元^[11]；韩国核电公司按每公斤用后燃料交纳 705 美元的标准建立核废物管理基金^[8]。

2.2.3 积极投资推进核电技术研究和发展的

各主要核电国家都在积极投资推进核电技术研究和发展的。例如，法国 2009 年以来累计投入 10 亿欧元，用于鼓励和支持第四代核反应堆研究和核燃料循环技术的发展^[7]；俄罗斯也于 2009 年累计投入 38.9 亿美元，用于新一代核反应堆的研究和发展的^[5]。

2.3 典型国家推动核电出口的一些做法

目前全球核电市场主要被美、俄、法、日、韩等国家所垄断。其中，美、法、日、韩等国以核电公司的市场推动为主，拼的更多的是雄厚的技术实力和良好的安全记录，政府支持核电出口但关注较多的是核技术出口管制问题；相比之下，俄罗斯政府对核电出口给予的支持更多，加之其较强的原始创新能力和完整的核燃料循环体系，也取得了很好的效果。目前，包括中国在内的核电大国，新建核电机组时基本上都是在力求建设自己的机型，对外市场份额有限，但在有限的市场份额竞争中，俄罗斯取得了十分优异的成绩。如，印度拟建四台核电机组中的两台、伊朗三台中的一台都是俄罗斯的 VVER 型机组，越南原拟建的两台核电机组也计划由俄罗斯国家

原子能公司承建^[3]。俄罗斯政府主要采取以下一些做法支持核电出口：

（1）推动核相关产品和服务出口是俄罗斯的重要政策和经济目标。其外交部负责牵头推动核技术出口，甚至在驻外使馆派驻了俄罗斯国家原子能公司的代表。

（2）积极给予拟建核电机组国家金融支持以增强本国产品竞争力。支持的方式包括提供货款、持有股份，甚至采取“建设—拥有一运行”（Build-Own-Operate, BOO）的模式。如其对印度项目给予了强有力的资金支持，对白俄罗斯、孟加拉国和匈牙利的项目提供了主要的资金支持，对芬兰的项目拥有 34% 的股份，对土耳其的项目则采取了“建设—拥有一运行”的模式。

（3）俄罗斯出口的并不是简单的核电站，而是一揽子产品和服务，包括核电站和核燃料、人员培训和服务、基础设施建设、法律和监管框架建设等。

（4）俄罗斯对非核武器国家的核电建设出口主要是采取交钥匙工程，同时提供核电厂全寿期燃料供应和乏燃料返还。乏燃料在俄罗斯经后处理后的分离废物再送到核电厂所在国储存或处置^[5]。

3 全球核电发展趋势

2016 年 9 月，国际原子能机构发布最新版《至 2050 年间能源、电力和核电预测报告》。报告认为，在未来一段时期内，全球核电装机容量总体上仍将呈增长趋势。

3.1 总体核电发展趋势预测

2016 年，国际原子能机构组织专家对成员国核电项目进行逐项研究，在综合考虑各国在运反应堆运行情况、可能出现的延寿情况、计划关闭核电机组情况和未来数十年可预见新建核电机组情况等因素的基础上，对到 2030 年和 2050 年全球核电发展情况进行了预测，见表 4。以 2015 年全球核电装机总量为参照，其预测低值是到 2030 年增加 1.9%，到 2050 年增加 8.9%；其预测高值是到 2030 年增加 56.2%，到 2050 年增加 134.7%^[1]。

低值预测假设的前提为：全球当前市场、技术发展和资源供应趋势持续，影响核电发展的法律、政策和法规变化较少。低值预测是相对“保守但是

表 4 2015 年全球核电装机容量情况及到 2030 和 2050 年发展预测

地区 / 低高值		2015 年		2030 年		2050 年		
		总装机容量 (吉瓦)	总装机容量 (吉瓦)	净增量 (吉瓦)	增幅 (%)	总装机容量 (吉瓦)	净增量 (吉瓦)	增幅 (%)
北美	低值预测	112.7	92.5	-20.2	-17.9	60	-52.7	-46.8
	高值预测		126.0	13.3	11.8	130	17.3	15.4
拉美	低值预测	5.0	7.9	2.9	58.0	11	6.0	120.0
	高值预测		12.5	7.5	150.0	35	30.0	600.0
西欧	低值预测	112.1	77.0	-35.1	-31.3	48	-64.1	-57.2
	高值预测		111.8	-0.3	-0.3	118	5.9	5.3
东欧	低值预测	50.5	49.9	-0.6	-1.2	75	24.5	48.5
	高值预测		75.7	25.2	49.9	113	62.5	123.8
非洲	低值预测	1.9	2.9	1.0	52.6	8	6.1	321.1
	高值预测		8.9	7.0	368.4	23	21.1	1 110.5
中东和南亚	低值预测	6.9	27.7	20.8	301.4	55	48.1	697.1
	高值预测		47.7	40.8	591.3	116	109.1	1 581.2
东南亚和太平洋	低值预测	0.0	0.0	0.0	—	5	5.0	—
	高值预测		0.0	0.0	—	12	12.0	—
远东	低值预测	93.8	132.2	38.4	40.9	154	60.2	64.2
	高值预测		215.5	121.7	129.7	351	257.2	274.2
全球总计	低值预测	382.9	390.2	7.3	1.9	417	34.1	8.9
	高值预测		598.2	215.3	56.2	898	515.1	134.7

数据来源：根据国际原子能机构数据计算编制（净增量与增幅均以 2015 年数值为对比基数）^[17]。

可信”的预测。

高值预测假设的前提为：全球当前经济增长速率和电力增长需求持续，特别是远东地区的高增长得以保持，同时考虑国家政策相对于气候变化而做的改变因素。高值预测是更为“充满雄心而仍可信和技术可行”的预测。

3.2 全球核电未来发展趋势的区域性特点

虽然未来一段时期内全球核电仍呈总体增长势头，但不同地区变化趋势和幅度不尽相同。总的特点是，发展中地区呈现较为明显的增长趋势，发达地区呈现有限增长、停滞或萎缩态势。

（1）远东地区是全球核电增幅最高的地区

以 2015 年为基础，远东地区（中国、日本、韩国等）的预测低值是到 2030 年净增装机容量

38.4 吉瓦，增幅 40.9%；到 2050 年净增装机容量 60.2 吉瓦，增幅 64.2%。其预测高值是到 2030 年净增装机容量 121.7 吉瓦，增幅 129.7%；到 2050 年净增装机容量 257.2 吉瓦，增幅 274.2%。

（2）中东和南亚地区增幅次之

以 2015 年为基础，中东和南亚地区（印度、伊朗、巴基斯坦、阿联酋等）的预测低值是到 2030 年净增装机容量 20.8 吉瓦，增幅 301.4%；到 2050 年净增装机容量 48.1 吉瓦，增幅 697.1%。其预测高值是到 2030 年净增装机容量 40.8 吉瓦，增幅 591.3%；到 2050 年净增装机容量 109.1 吉瓦，增幅 1581.2%。此地区因原本核电装机容量基数低，增长比例数值虽大，但增长数量绝对值要低于远东地区。

（3）东欧地区增幅第三

虽然东欧地区（俄罗斯、乌克兰、捷克、匈牙利等）的预测低值是到2030年减少0.6吉瓦，但另三项预测都是较高增长的。其预测低值是到2050年净增装机容量24.5吉瓦，增幅48.5%。其预测高值是到2030年净增装机容量25.2吉瓦，增幅49.9%；到2050年净增装机容量62.5吉瓦，增幅123.8%。

（4）拉美和非洲地区增幅较高，但总装机容量有限，净增装机容量不大

以2015年为对比，拉美地区（阿根廷、巴西、墨西哥等）预测低值是到2030年净增装机容量2.9吉瓦，到2050年净增6.0吉瓦；预测高值是到2030年净增7.5吉瓦，到2050年净增30.0吉瓦。非洲地区（南非等）预测低值是到2030年净增装机容量1.0吉瓦，到2050年净增6.1吉瓦；预测高值是到2030年净增7.0吉瓦，到2050年净增21.1吉瓦。

（5）东南亚和太平洋地区增幅不定

东南亚和太平洋地区（澳大利亚、新西兰、印尼、新加坡等）原有基数为0，到2030年预测低值和高值均为0，到2050年预测低值和高值分别为5.0吉瓦和12.0吉瓦，具有较大不确定性。

（6）北美地区从预测低值来看将呈下降趋势，从高值来看将呈一定上升趋势

以2015年为基础，北美地区（美国和加拿大）的预测低值是到2030年净减装机容量20.2吉瓦，减幅17.9%；到2050年净减装机容量52.7吉瓦，减幅46.8%。其预测高值是到2030年净增装机容量13.3吉瓦，增幅11.8%；到2050年净增装机容量17.3吉瓦，增幅15.4%。

（7）西欧地区总体将呈明显下降趋势

以2015年为基础，西欧地区（法国、英国、瑞典、德国等）的预测低值是到2030年净减装机容量35.1吉瓦，减幅31.3%；到2050年净减装机容量64.1吉瓦，减幅57.2%。其预测高值是到2030年净减装机容量0.3吉瓦，减幅0.3%；到2050年净增装机容量5.9吉瓦，增幅5.3%^[1]。

3.3 核电发展影响因素分析

核电发展影响因素是多方面的，包括经济增长

情况、经济增长与能源消耗相关性、技术进步和成本、能源来源可提供性，以及未来价格、能源政策，客观环境、经济等方面的制约因素等。

从短期来看，核电发展主要面临以下几方面挑战：天然气价格处于低位、间歇性可再生能源补贴政策对电价的影响；全球金融危机持续对如核电类资金密集型项目的影响；福岛核事故后核安全标准进一步提高、先进技术采用等都增加了新建核电项目建设时间和成本。

但是，从长期来看，核电发展也有一些基础性支撑因素：全球人口数量增长；发展中地区对电力需求增长；气候变化问题和对空气质量的关切；能源供应安全和对其他能源供应价格的担心等。

4 结论

从1954年世界上第一台核电机组在苏联并网发电，核能发电已经走过了60多年的历程。虽然历经三哩岛核事故、切尔诺贝利核事故和福岛核事故的惨痛教训，但全球核电在曲折中前行，为保证能源供应、减少资源消耗、减轻大气污染发挥了重要作用，特别是低碳的特点使其在当前全球应对气候变化行动中扮演着越来越重要的角色。放眼长远，核电的发展不可能止步，但同时由于核电发展投资规模大、技术含量高、安全标准要求严，各国核电发展也不可能是随心所欲的。

（1）核电是资金、技术密集型产业，有无核电、核电规模大小是综合国力水平高低的体现

目前全球在运/可运核电机组数量排名前五位的分别为美国、法国、日本、俄罗斯和中国，其中美、法、俄、中为联合国安理会常任理事国，日本为世界第三大经济体；全球在建核电机组数量排名前三位的国家分别为中国、俄罗斯和印度，涵盖了金砖国家的3/5，由此可见，核电发展水平和国家综合国力水平是有明显相关性的。

（2）处于不同发展阶段的国家对核电发展的态度有所不同

因处于不同发展阶段，各国对能源需求的迫切性、关注问题的角度也会有所不同，因而对核电也会采取不同的态度。如，北美和西欧国家经济处于较高发展水平，人们将更多的目光投向了安全，部分国家甚至制定了弃核的计划；但经济处于快速增

长的东亚、南亚、东欧等地区, 仅靠化石能源已难以满足其能源快速增长的需要, 核电自然而然成为满足其能源需求增长的重要选择; 而且, 随着经济社会的发展, 拉美、非洲地区核电的加速发展也将不可避免。

(3) 西欧地区部分国家提出弃核, 但真正落实起来并非易事

近年来, 瑞士、比利时、德国等相继提出逐步淘汰核电的主张, 但上述三国 2015 年的核电占比仍分别高达 33.5%、37.5% 和 14.1%, 弃核后这部分电力的补充将非易事。如, 比利时 2003 年颁布逐步放弃核电的法令, 但该国政府连续于 2009 年、2013 年和 2015 年对弃核政策做出调整, 原计划 2015 年淘汰的核电机组已经获批延寿运行至 2025 年^[12]。毕竟占其年发电总量 37.5% 的核电被放弃后, 国民生产、生活所需的电力从哪里来将成为一个十分现实、迫切而又难以解决的问题; 德国正在逐步淘汰、关闭现有核电机组, 但其有相当大的电力缺口需要法国进口电力的补充, 而法国 2015 年核电占比高达 76.3%。

(4) 核电对减少碳排放、应对气候变化的作用不可忽视

国际能源署最新版《世界能源展望》介绍, 1971 年以来世界因核能发电减排二氧化碳 56 吉吨, 相当于当前全球两年的碳排放总量。经济合作与发展组织指出, 法国目前在该组织中单位 GDP 二氧化碳排放量处于第四低的水平, 主要是因为高比例的核能发电应用^[13]。

(5) 中国核电在未来相当长一段时间内仍有较大发展空间

2015 年中国核电运行机组虽然达到 31 台, 但核能发电仅占全部发电总量的 3%, 即使在所有在建机组投运后, 与全球 11.2% 的平均水平相比也有较大差距, 更不用说与核电发达国家相比了。同时, 核电作为技术密集型产业, 其对中国经济的转型升级也具有积极的促进作用。

(6) 核电不可或缺, 但难以飞速发展

核能发电对保障能源供应、应对气候变化、缓解大气污染具有重要意义, 作为全球能源供应的重要组成部分是不可或缺的; 同时, 对核电安全事故的担心、核电高放射性废物处置的高难度等也决定

了核电发展不可能随心所欲; 随着发展中国家和地区科技水平提高、经济实力增强, 会有更多国家和地区引进和扩展核电, 核电在中长期内应会呈现一定的增长势头, 但增幅和增速不会太快。

注: 中国是全球核电发展最快的地区, 在建核电机组数量最多, 在运和在建机组数量变化较快。本文中所用数据多为截至 2015 年 12 月 31 日的数据。实际上, 截至 2016 年 12 月 31 日, 中国在运核电机组数已达到 35 台, 在建 21 台。中国核能行业协会发布的中国 2016 年核电运行情况报告显示, 2016 年全国核电累计发电总量 2 105.19 亿千瓦时, 占全国累计发电量的 3.56%。■

参考文献:

- [1] International Atomic Energy Agency (IAEA). Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2050[M]. 2016 ed. Vienna: IAEA, 2016: 12-13, 17.
- [2] Nuclear Energy Agency of the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Nuclear Energy Today[M]. 2nd ed. Paris: OECD, 2012: 20-22.
- [3] IAEA. Nuclear Power Reactors in the World[M]. 2015 edition. Vienna: IAEA, 2015: 12, 24-27.
- [4] World Nuclear Association. Nuclear Power in the USA [R/OL]. (2015-05-25)[2017-05-04]. <http://www.world-nuclear.org/info/Country-Profiles/Countries-T-Z/USA--Nuclear-Power/>.
- [5] World Nuclear Association. Nuclear Power in Russia [R/OL]. (2015-05-25)[2017-05-04]. <http://www.world-nuclear.org/info/Country-Profiles/Countries-O-S/Russia--Nuclear-Power/>.
- [6] World Nuclear Association. Nuclear Power in India[R/OL]. (2015-05-25)[2017-05-04]. <http://www.world-nuclear.org/info/Country-Profiles/Countries-G-N/India/>.
- [7] World Nuclear Association. Nuclear Power in France [R/OL]. (2015-05-25)[2017-05-04]. <http://www.world-nuclear.org/info/Country-Profiles/Countries-A-F/France/>.
- [8] World Nuclear Association. Nuclear Power in South Korea [R/OL]. (2015-05-25)[2017-05-04]. <http://www.world-nuclear.org/info/Country-Profiles/Countries-O-S/South-Korea/>.
- [9] World Nuclear Association. US Nuclear Power Policy

- [R/OL]. (2015-05-26)[2017-05-04]. <http://www.world-nuclear.org/info/Country-Profiles/Countries-T-Z/USA--Nuclear-Power-Policy/>.
- [10] World Nuclear Association. Nuclear Power in the United Kingdom[R/OL]. (2015-05-26)[2017-05-04]. <http://www.world-nuclear.org/info/Country-Profiles/Countries-T-Z/United-Kingdom/>.
- [11] World Nuclear Association. Japan's Nuclear Fuel Cycle [R/OL]. [2015-05-26][2017-05-04]. <http://www.world-nuclear.org/info/Country-Profiles/Countries-G-N/Japan--Nuclear-Fuel-Cycle/>.
- [12] Jan Bens. Ageing Management and Long Term Operation of Nuclear Power Plants[R/OL]. (2015-09-17)[2017-05-04]. <http://www-ns.iaea.org/meetings/ns/senior-regulators.asp?s=10&l=82>.
- [13] Miklos Gaspar. Nuclear Power Forms an Important Pillar of Many Countries' Climate Change Mitigation Strategies [R/OL]. (2015-09-22)[2017-05-04]. <https://www.iaea.org/newscenter/news/nuclear-power-forms-important-pillar-many-countries-climate-change-mitigation-strategies>.

Development Status and Trend of Global Nuclear Power

LIU Chun-long

(Ministry of Environmental Protection of China, Beijing 100035)

Abstract: Nuclear power is an important part of the world's electricity sources and provided 11.2% of the total global electricity supply in 2015. Based on the statistic data from the International Atomic Energy Agency, this paper comprehensive introduces development status of global nuclear power, measures taken by main nuclear power countries to promote its development, and analyzes and predicts the trends of the nuclear power. Although concern about the safety of nuclear power generation always exists, the positive contribution of nuclear power to the security of energy supply and control of carbon emission can't be ignored and nuclear power in the world will still remain growing for a long period of time in the future, but developing trends in different areas will be different. The developing trend of nuclear power in North America and West Europe will be at a lower speed or even dwindling, and in East Asia, South Asia and East Europe will be at a comparatively faster speed.

Key words: Globe; nuclear power; nuclear power developing status; prediction of nuclear power developing trend