

世界核电发展现状

宋翔宇

(中国核科技信息与经济研究院, 北京 100048)

摘要: 受日本福岛核事故影响, 世界核电复苏步伐有所放缓, 但总体趋势未发生变化。截至 2017 年 8 月, 全世界 31 个国家拥有 447 个核电机组, 总装机容量超过 390 GW, 另有超过 60 个核电机组正在建设中, 计划建造的则超过 160 个。世界核协会长期跟踪并定期发布世界核能发展各领域相关动向, 本文主要依据其发布的数据, 对世界核电发展现状进行概述。

关键词: 世界核电; 现状

中图分类号: TM623 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-1617 (2017) 03-439-05

DOI: 10.12058/zghd.2017.03.439

Word Nuclear Power Status

SONG Xiang-yu

(China Institute of Nuclear Information & Economics, Beijing 100048, China)

Abstract: Although affected by Fukushima accident, the trend of the global nuclear reviving process maintains. By August 2017, there are over 440 commercial nuclear power reactors in operation in 31 countries, with over 390 000 MWe of total capacity. About 60 more reactors are under construction, over 160 planned. According to the data from World Nuclear Association, the status of the world nuclear power development is briefed.

Key words: word nuclear power; status

CLC number: TM623 **Article character:** A **Article ID:** 1674-1617 (2017) 03-439-05

1 概述

自 1954 年苏联奥布宁斯克试验核电站 5 MW 核电机组实现并网发电, 人类实现核能和平利用至今, 核能发电量已达到核能刚刚起步时所有其他能源来源发电量的总和。据世界核协会统计, 截至 2017 年 8 月, 全世界 31 个国家拥有 447 个核电机组, 总装机容量超过 390 GW, 另有超过 60 个核电机组正在建设中, 计划建造的则超过 160 个 (见表 1)^[1]。这些核电机组的发电量占全球总发电量的 11%。

全世界有 16 个国家对核电的依赖超过四分之一。法国全国发电量的四分之三来自核电, 比利时、捷克共和国、芬兰、匈牙利、斯洛伐克、瑞典、瑞士、斯洛文尼亚、乌克兰的核电发电量占比超过三分之一, 韩国、保加利亚一般情况下也达到了 30%, 而美国、阿联酋、西班牙、罗马尼亚和俄罗斯则差不多是五分之一。日本对核电的依赖曾达到四分之一, 并可能再次达到这一水平。在本土没有核电站的国家中, 意大利和丹麦从其他国家进口的核电贡献了其电力需求的 10% 左右。

收稿日期: 2017-08-27

作者简介: 宋翔宇 (1979—), 男, 吉林通化人, 副研究员, 硕士, 早期从事核科技情报研究和核军控研究, 目前从事核领域图书编研出版工作。

表1 世界核电反应堆概况
Table 1 World nuclear power reactors

国家和地区	2016年核电发电量		可运行机组		正在建造的机组		计划建造的机组		意向建造的机组	
	发电量/ TWh	占总发 电量 之比/%	数量	净功率/ MWe	数量	功率/ MWe	数量	功率/ MWe	数量	功率/ MWe
阿根廷	7.7	5.6	3	1 627	1	27	2	1 950	2	1 300
亚美尼亚	2.2	31.4	1	376	0	0	1	1 060	0	0
孟加拉国	0	0	0	0	0	0	2	2 400	0	0
白俄罗斯	0	0	0	0	2	2 388	0	0	2	2 400
比利时	41.3	51.7	7	5 943	0	0	0	0	0	0
巴西	15.9	2.9	2	1 896	1	1 405	0	0	4	4 000
保加利亚	15.8	35	2	1 926	0	0	0	0	1	1 200
加拿大	97.4	15.6	19	13 553	0	0	2	1 500	0	0
智利	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4 400
中国	210.5	3.6	37	33 657	20	22 006	40	46 700	143	164 000
捷克共和国	22.7	29.4	6	3 904	0	0	2	2 400	1	1 200
埃及	0	0	0	0	0	0	2	2 400	2	2 400
芬兰	22.3	33.7	4	2 764	1	1 720	1	1 250	0	0
法国	384	72.3	58	63 130	1	1 750	0	0	0	0
德国	80.1	13.1	8	10 728	0	0	0	0	0	0
匈牙利	15.2	51.3	4	1 889	0	0	2	2 400	0	0
印度	35	3.4	22	6 219	6	4 350	19	17 250	46	52 000
印度尼西亚	0	0	0	0	0	0	1	30	4	4 000
伊朗	5.9	2.1	1	915	0	0	4	2 200	7	6 300
以色列	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1 200
意大利	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
日本	17.5	2.2	42	39 952	2	2 756	9	12 947	3	4 145
约旦	0	0	0	0	0	0	2	2 000	0	0
哈萨克斯坦	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1 800
朝鲜	0	0	0	0	0	0	0	0	1	950
韩国	154.2	30.3	24	22 505	3	4 200	2	2 800	6	8 800
立陶宛	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2 700
马来西亚	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2 000
墨西哥	10.3	6.2	2	1 600	0	0	0	0	3	3 000
荷兰	3.8	3.4	1	485	0	0	0	0	0	0

续表

国家和地区	2016 年核电发电量		可运行机组		正在建造的机组		计划建造的机组		意向建造的机组	
	发电量/ TWh	占总发 电量 之比/%	数量	净功率/ MWe	数量	功率/ MWe	数量	功率/ MWe	数量	功率/ MWe
巴基斯坦	5.1	4.4	5	1 355	2	2 322	0	0	0	0
波兰	0	0	0	0	0	0	6	6 000	0	0
罗马尼亚	10.4	17.1	2	1 310	0	0	2	1 440	0	0
俄罗斯	179.7	17.1	35	26 865	7	5 904	26	28 390	22	21 000
沙特阿拉伯	0	0	0	0	0	0	0	0	16	17 000
斯洛伐克	13.7	54.1	4	1 816	2	942	0	0	1	1 200
斯洛文尼亚	5.4	35.2	1	696	0	0	0	0	1	1 000
南非	15.2	6.6	2	1 830	0	0	0	0	8	9 600
西班牙	56.1	21.4	7	7 121	0	0	0	0	0	0
瑞典	60.6	40	8	8 376	0	0	0	0	0	0
瑞士	20.3	34.3	5	3 333	0	0	0	0	3	4 000
台湾	30.5	13.7	6	4 927	2	2 700	0	0	0	0
泰国	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5 000
土耳其	0	0	0	0	0	0	4	4 800	8	9 500
乌克兰	81	52.3	15	13 107	0	0	2	1 900	11	12 000
阿联酋	0	0	0	0	4	5 600	0	0	10	14 400
英国	65.1	20.4	15	8 883	0	0	11	15 600	2	2 300
美国	805.3	19.7	99	99 647	4	5 000	16	5 600	19	28 500
越南	0	0	0	0	0	0	4	4 800	6	7 100
全球	2 490	10.6	447	392 335	58	63 070	162	167 817	349	400 395

世界核协会根据国际原子能机构核电信息系统 (PRIS) 数据统计了世界核电发电量的历年变化情况, 见图 1。从图 1 可以看出, 全球核电发电量总体呈现上升趋势, 2011 年后受日本福岛核事故影响, 日本核电厂陆续停堆, 到 2012 年全球核发电量达到低谷, 后又逐渐增加, 至 2016 年达到 2 490 TWh, 基本恢复到了 2011 年的水平。

2 主要国家和地区核电发展现状

2.1 中国

中国计划到 2021 年, 将核电装机容量提高

到 58 GW, 在建机组装机容量达到 30 GW。自 2002 年以来, 中国已建成并投入运行的新核电机组超过 30 个, 并且有 20 多个新机组在建, 其中包括世界首批 4 台西屋 AP1000 机组以及 1 个高温气冷堆示范电厂。中国正在以国产核电反应堆设计进入国际市场, 核反应堆技术研发也在全球首屈一指。

2.2 印度

印度国家能源政策制定的目标是到 2020 年实现运行中的核电装机容量达到 14.5 GW, 其中包括轻水堆、重水堆以及快中子堆。印度目前在运核电机组有 22 个, 在建核电机组 5 个,

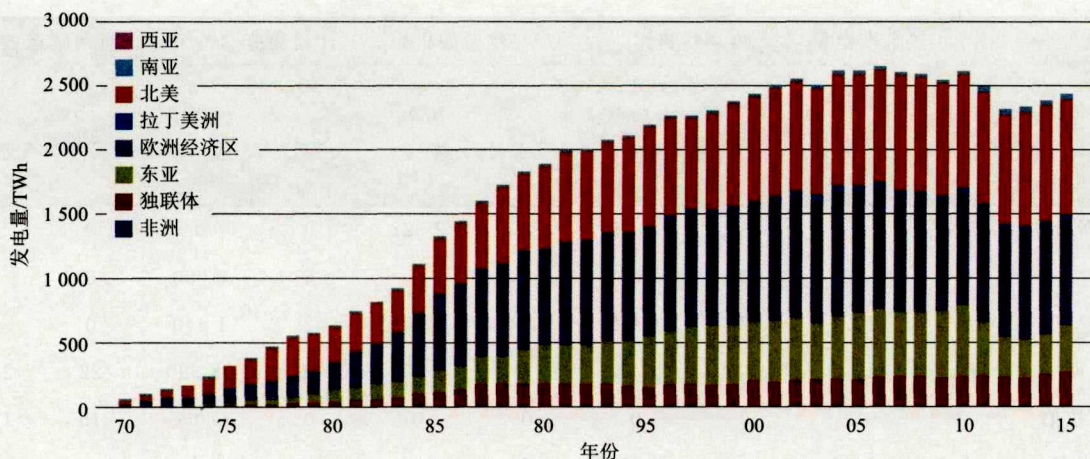


图1 世界核电发电量

Fig. 1 World nuclear electricity production

包括 500 MW 的原型快中子增殖堆。印度核电发展采取“三步走”计划，快中子堆的部署，将推进这一计划跨入“第二步”，为最终实现对钍资源的利用打下了基础。

2.3 俄罗斯

俄罗斯计划到 2020 年将核电装机容量提高到 30.5 GW。俄罗斯第二个大型快中子增殖堆已开始发电，相关研究工作也在不断取得进展。俄罗斯首座浮动核电站正在建造，计划 2018 年交付。俄罗斯在核电反应堆出口方面领先全球，在多个国家建造和投资新核电厂。

2.4 欧洲

芬兰和法国正采用 Areva 的 1 650 MWe EPR 建造新的核电厂。保加利亚、捷克共和国、匈牙利、罗马尼亚、斯洛伐克、斯洛文尼亚和土耳其等东欧国家正在建造或计划建造新核电厂。

2006 年的一份英国政府能源文件曾支持建造新核电厂来替换不断老化的核电厂，其目标是到 2030 年将核电装机容量提升到 16 GW。

瑞典正在关闭一些老旧核电反应堆，同时已投入巨资进行核电厂延寿和升级。匈牙利、斯洛伐克和西班牙也正在或计划对现有核电厂进行延寿。德国最早曾有意关闭核电厂，但后来政策发生调整，准备延长核电厂寿期，不过在福岛核事故后，其核能政策再次反转，目前

计划到 2023 年逐步停止核电生产。

2.5 美国

截至 2017 年 8 月，美国拥有 99 台核电机组，总装机容量为 99.65 GW，在建机组 4 台，均为 AP1000 设计，但目前其中的 2 台已停止^[2]。

2.6 韩国

韩国国内在建机组有 3 台，同时还在为阿联酋建造 4 台机组。韩国计划再建造 2 台核电机组，但其后的能源政策尚未确定。

3 核电需求

全球对新增电力装机容量的需求非常明确，一方面是替代过去的燃烧化石燃料的机组，尤其是燃煤电厂，另一方面也是满足许多国家的新增电力需求。目前全球有 127 000 台发电机组，其中 96.5% 的装机容量是 300 MW 或更低，并且有四分之一的化石燃料电厂的寿期已超 30 年。这为将来用二氧化碳排放更低的新电厂替换现有电厂提供了可能性。

世界核协会发布的预测数据认为，2030 年的核电装机容量将在现有在运机组规模上增长 30%，达到 510 GW，到 2035 年则增长 41% 达到 552 GW。

经济合作与发展组织（OECD）国际核能机构每年发布与能源相关的方案，在其 2016 年

世界能源展望中,有一个关于控制二氧化碳排放的雄心勃勃的“450 方案”^[3],即将全球大气中的温室气体浓度控制在相当于 450×10^{-6} 二氧化碳的水平上。世界核协会提出了一个更加激进的方案,建议到 2050 年新增 1 000 GW 核电装机容量,满足届时全球电力需要的 25%。为实现这一目标,需要从 2021 年起每年新增装机容量 25 GW,并逐步提高到每年 33 GW。这一核电增速与 1984 年全球新增核电装机容量 31 GW,或者说与 20 世纪 80 年代创造的 10 年新增 201 GW 的纪录相似。世界核协会认为,将核电对全球电力供应的贡献提升到四分之一,对提高大气质量、降低二氧化碳排放和增进能源安全具有非常积极的影响。

4 现有核电机组的性能改进

随着核电厂新建速度逐渐恢复到 20 世纪七八十年代的水平,现在还在运行的那些老旧核电厂却在生产出更多的电力。举例来说,2006 年到 2011 年间,全球核电装机容量仅增加 15 GW,同时核电反应堆净数量没有增加,但这 6 年里核电发电量增加了 210 TWh,相当于 30 个大型新核电机组。这些发电量的增加,主要来自于现有核电机组性能的改进。

从更长时期来看,从 1990 年到 2010 年,世界核电装机容量增加了 57 GW (17.75%),而核电发电量增加了 755 TWh (40%)。在对

这种增长的贡献中,新建项目占 36%,升级改造占 7%,可用性提高占 57%。

世界核协会根据可用数据统计,1980—2000 年,世界核电反应堆平均容量因子从 68% 提高到 86%,并在此后一直维持在 85% 左右。由于核电机组往往由于多种原因不能满负荷运行,因此实际负荷因子稍低,2012 年时平均为 80%。世界核电机组负荷因子超过 90% 的达到四分之一,而超过 75% 的则有接近三分之二。

美国核电厂的性能在过去 20 年内得到持续提高,2012 年平均负荷因子为 81%,而在 1980 年和 1990 年,这一数字分别为 56% 和 66%。2000 年以来的多数年份里,美国核电机组的平均容量因子均超过 90%,2015 年更是达到了 92.7%。

参考文献:

- [1] World Nuclear Association. World Nuclear Power Reactors & Uranium Requirements [OL]. 2017-08-01 [2017-08-25]. <http://www.world-nuclear.org/information-library/facts-and-figures/world-nuclear-power-reactors-and-uranium-requireme.aspx>
- [2] 伍浩松,郭志峰. 2016 年世界核电工业发展回顾[J]. 国外核新闻,2017 (2): 1-8.
- [3] OECD/IEA. World Energy Outlook 2016 [OL]. <http://www.iea.org/newsroom/news/2016/november/world-energy-outlook-2016.html>

(责任编辑:王丹)