

核能研究应用与核数据库

# 世界和我国核电发展形势

耿其瑞 杜圣华

(上海核工程研究设计院 上海 200233)

**摘 要** 核能发电作为一种新型的能源,它将成为世界和我国电力工业的重要支柱.综合世界核电发展的动向和我国核电发展的现状及展望,提出了当前如何充分利用国内外核电市场有利形势,进一步发挥核电设计,制造综合优势,加强国际合作,以及提高设计自主化和设备国产化的能力等.

**关键词** 堆型 装机容量 负荷因子 设计自主化 设备国产化

## 1 世界核电发展动向

核能发电作为一种新型的能源,发展迅速,到 1994 年底世界上已有 30 多个国家和地区建成了 437 座核电站,装机容量约为 3.6 亿 kW.正在建造中的约有 60 座,计划建造的约有 100 座,全部建成装机容量将近 5 亿 kW,约占当时发电装机容量的 20%.表 1 列出世界核电装机容量统计表.

从已运行的核电站装机容量来看,美国仍居首位,装机容量占全世界的三分之一,其次是法国、日本、德国和俄罗斯.从发展速度来看,除法国、日本仍保持较高的发展速度外,南朝鲜和中国在核能发展上代表了新升的发展中国家.法国核电发电量已超过总发电量的 80%.南朝鲜自 1980 年开始引进建造轻水和重水堆的核电站,装机容量近 1000 万 kW,在建的 4 座压水堆和两座重水堆装机容量为 540 万 kW,从而它不仅解决了能源问题,而且通过技术引进形成了核电站设计和设备制造工业体系开始向国外输出的趋势.

从发展角度来看,在今后 30 年内将会有更多国家和地区拥有核电站,预计到 2025 年,核电站总数将达 1 000 座,核发电量将占总发电量的约三分之一.由此可见,核电将成为全球电力工业的支柱产业.

## 2 加速我国核电的发展

### 2.1 电力发展需求

我国的煤炭、水力和石油资源有一定的蕴藏量,但是人口众多和人均能耗低.随着经济的发展,今后几十年电力应有大幅度的增长,煤炭、石油和水力的增加不能满足需要.此外,煤和石油将会更多地用于化工原料,大量消耗不仅使资源过早枯竭,而且将给环境造成越来越严重的污染.特别是我国能源分布不均,电力需求增长较快.经初步预测,华东地区十年内电力需求量将增加一倍,预计到 2015 年电力装机容量将达到 1 亿 kW.因此在加速发展火力电厂和水电站的同时,必须快速发展核能,以缓解电力供需的矛盾.

### 2.2 我国有着发展核电的良好基础和条件

核电站的设计、建造和运行管理是一项综合性很强的工程,牵涉到多种学科和工业部门.我国核电虽然起步较晚,但通过秦山 30 万 kW 核电站的研究、设计、建造和运行管理,已初步形成了一个从核电站设计、科研试验、设备制造、施工安装和安全评审到调试运行等完整的核电工程配套体系.通过广东大亚湾核电站的引进,进一步增强了核电建设和运行管理能力;通过广泛的国际交流和合作,在核能技术和管理方面为我国核电发展创造了良好基础.

### 2.3 有利的国际核电环境

1990年初以来国际核电发展,工业发达国家核电容量已占全球电力的(20~30)%,电力容量增长暂处平稳,而发展中国家要发展核电却受资金的限制,因此目前国际核电

市场供过于求,几家大的核电供应商为保存其技术实力和迎接下世纪核电发展新挑战,一方面以优惠的贷款和技术转让条件寻求核电市场;另一方面集中技术精干,改进和研究新一代商用核电站,以便在下世纪初取代而

表 1 世界核电装机容量统计

国家或地区	运行中机组		在建的机组		合计	
	机组数	容量 (MWe)	机组数	容量 (MWe)	机组数	容量 (MWe)
美国	109	104 908	5	6 212	114	111 120
法国	56	60 124	4	6 064	60	66 188
日本	50	40 531	5	4 997	55	45 528
德国	21	22 470			21	22 470
俄罗斯	36	21 926	3	3 000	39	24 926
加拿大	22	16 383			22	16 383
英国	34	12 910	1	1 258	35	14 168
乌克兰	14	12 808	3	3 000	17	15 808
瑞典	12	10 318			12	10 318
韩国	9	7 624	7	6 079	16	13 703
西班牙	9	7 400			9	7 400
中国台湾	6	5 144			6	5 144
保加利亚	6	3 760			6	3 760
瑞士	5	3 141			5	3 141
立陶宛	2	2 700			2	2 700
芬兰	4	2 400			4	2 400
中国大陆	3	2 268	2	1 200	5	3 468
南非	2	1 930			2	1 930
匈牙利	4	1 840			4	1 840
捷克	4	1 728	2	2 000	6	3 728
斯洛伐克	4	1 760	4	1 760	8	3 520
阿根廷	2	1 005	1	745	3	1 750
墨西哥	1	675	1	675	2	1 350
斯洛文尼亚	1	664			1	664
巴西	1	657	1	1 309	2	1 966
荷兰	2	539			2	539
哈萨克斯坦	1	150			1	150
巴基斯坦	1	137	1	310	2	447
罗马尼亚			2	1 412	2	1 412
比利时	7	5 834			7	5 834
印度	9	1 720	5	1 100	14	2 820
总计	437	355 454	47	41 121	484	396 575

将退役的核电站。为此，我国要发展核电，就应抓住有利形势，积极投入，采取以我为主、中外合作、引进消化和加速发展的方针，争取在较短时间内，使我国的核电事业跨入国际先进行列。

### 3 我国核电发展现状和展望

#### 3.1 运营中的核电机组

“八五”期间，我国核电建设取得辉煌成就。秦山核电站和大亚湾核电站相继建成投产，运行业绩良好。

秦山 30 万 kW 核电站于 1991 年 12 月 15 日并网发电之后，运行顺利，1993 年发电量达 14 亿度，负荷因子达 66%，1994 年发电 17.8 亿度，负荷因子达 75%，提前两年达到国际同类型核电站的运行水平。1994 年 10 月 20 日核电站首炉燃料经过 524 满功率天的运行停机停堆进行首次换料及设备维修，于 1995 年 1 月再次并网发电。至 1995 年 12 月 18 日，第二次停堆换料核电站全年发电量已达 22.18 亿度，负荷因子达 84%，创年发电量最高和负荷因子最高的双记录。三年来，核电站累计发电 62 亿度，达到国际同类核电站的先进水平。1995 年 7 月 13 日，国家计委组织 20 余家省部委的国家验收组，经过现场检查和严格的验收程序，通过了国家验收，授予验收合格证书，正式交付生产运行。

广东大亚湾核电站 1、2 号机组分别于 1994 年 2 月和 5 月并网发电，两座 90 万 kW 核电站年发电量可达 100 多亿度。经过一年多的运行，二台机组在 1995 年 4 月、8 月完成第一次换料，至今已累计发电 235 亿度，为缓解广东和香港地区的电力紧张局面作出了贡献。

#### 3.2 建设中的核电机组

“九五”期间，我国将在国内建造八台核电机组，累计 660 万 kW 装机容量和建成一座 30 万 kW 的出口核电站。

秦山二期二台 60 万 kW 的压水堆核电机组 1987 年 10 月国家批准立项，厂址设在

秦山地区杨柳山，1994 年开始开工前的建设准备。初步设计已获国家审查批准，施工设计已全面展开。预计 1 号机组将于 1996 年 6 月浇注第一罐混凝土，工程将全面开工。

广东二期（岭澳）二台 100 万 kW 压水堆核电机组已于 1995 年 10 月 25 日正式签订合同。厂址设在大亚湾附近岭澳地区，项目建设正式启动。计划 1997 动工，预计 2003 年第一台机组投入运行。

秦山三期二台 70 万 kW 重水堆核电站 1995 年 7 月通过初步可行性报告，国家已批准立项。厂址设在秦山地区的螳螂山。中、加两国政府签订了建设核电的备忘录，中国核工业总公司与加拿大原子能公司正在进行合同谈判。1996 年正式签订合同，1997 年底动工，预计在 2003 年第一台机组并网发电。

辽宁二台 100 万 kW 核电站，1995 年 4 月国家正式批准立项，厂址设在辽宁省瓦房店，采用俄罗斯 WWER-1 000 型压水堆机组，由中国核工业总公司与东北电力集团公司组建的辽宁核电站筹备处，目前正在开展项目的前期工作。

巴基斯坦恰希玛核电站，是我国出口的 30 万 kW 核电机组。自 1992 年合同正式生效以来，工程进展顺利。经过二年多的施工，安全壳厂房和常规岛厂房土建同步完成。1996 年开始，工程将由土建转入安装阶段。1997～1998 年核电站将进入全面安装调试。预计，到 1999 年建成发电。

#### 3.3 下世纪初的核电展望

根据国家能源需要，华东、广东、山东等地区根据电力增长要求提出了核电发展规划。华东地区计划在浙江省三门湾地区建造若干座 100 万 kW 级的机组；江苏省选择连云港建造二座百万千瓦级的厂址；山东电力公司在电力部组织下，通过了海阳县建造 4 台 100 万 kW 核电站厂址选择初步可行性报告，争取成为我国第四个核电基地；广东核电集团公司，计划在岭澳再建二台 100 万 kW 机组，并打算在阳江地区兴建百万 kW 核电

机组. 此外, 江西、福建、湖北等省市也正在开展核电筹备工作. 国家计委初步拟定, 到 2010 年, 我国核电装机容量将达 2000 万 kW

的目标. 预计到 21 世纪初, 我国核电将会有更大发展, 详见表 2.

表 2 我国核电发展计划 (2010 年, 单位 kW)

已建成发电	正在建造中	计划建造
秦山一期 30 万	巴基斯坦恰希玛 30 万 (出口)	浙江三门一期 2×100 万
	秦山二期 2×60 万	山东海阳一期 2×100 万
	秦山三期 2×70 万	岭澳二期 2×100 万
大亚湾一期 2×90 万	岭澳一期 2×100 万	江苏连云港 2×100 万
	辽宁一期 2×100 万	秦山四期 2×100 万
210 万	690 万	1 000 万

#### 4 几点建议

发展核电势在必行, 如何稳步有效持续的发展, 必须在国家统一规划下解决好资金投入、工程设计、管理自主化和核电设备国产化三个环节. 为此建议:

##### 1) 国家和地方应增加核电资金的投入

目前, 我国核电建设的关键问题是资金. 在当前国家资金短缺的情况下, 可采用多渠道多形式的集资方式, 如广东地方与港商合资以供货商提供出口信贷为主的大亚湾核电站, 以核养核滚动发展的岭澳核电站; 利用外资, 以购买发电容量, 中方负责建设和发电还债的秦山重水堆核电站; 以上形式可解决国内集资暂时不足的问题. 从长期考虑, 为节省外汇, 降低核电投资, 国家和地方应增加核电资金的投入, 核电才能自主快速发展.

##### 2) 尽快实施核电工程设计和自主化管理

核电工程设计自主化是自主管理的基础, 只有做到设计自主化和设备国产化, 核电才能经济有效的发展. 具体做法是: 国家和业主应支持和扶植设计院使之成为 AE 公司. 当前在引进大型核电机组项目中, 通过参与设计、审核设计及引进部分技术, 不断增强设计和管理能力, 达到最终自主设计、管理大型核电机组的目的.

##### 3) 核电设备制造国产化

通过我国首座核电站设备研制, 已经建立起一支人才、技术、装备等方面的设备设计、科研和制造的队伍. 初步形成了一个核电站新技术开发和国产化科技攻关的群体. 为了迎接下世纪初我国大型核电站的发展, 核电制造业应加强管理机制, 加强与国外专业技术公司的合作, 提高核电产品生产能力和争取在 21 世纪初具备百万级核岛和常规岛主要设备的设计、制造能力.

## Developing Circumstances of Nuclear Power in China and World

Geng Qirui Du Shenghua

(Shanghai Nuclear Engineering Research and Design Institute, Shanghai 200233)

**Abstract** As a kind of new type of energy source, nuclear power

(下转第 63 页)

## Development Status and Prospect of High-spin Nuclear Structure Data

Zhou Chumei Huang Xiaolong

(China Institute of Atomic Energy, Beijing 102413)

**Abstract** The characteristic, development status and prospect of high-spin nuclear structure data, and activities of Chinese high-spin nuclear data are briefly presented in the paper.

**Key Words** high-spin nuclear structure data superdeformed bands

---

(上接第 52 页)

will certainly become an important mainstay of the electrical industry in China and the world. The tendency of developing nuclear power in the world and the current situation and prospect of developing nuclear power in China are comprehensively analysed. And basing on these analyses, some proposals about the strategic decision to speed up developing nuclear power in China are put forward, that is, how to make full use of the favourable situation of domestic and foreign markets of nuclear power at present, further elaborate the comprehensive superiority in design and manufacture of nuclear power, enhance the international cooperation and increase the ability to design on China's own and to manufacture components and equipment domestically.

**Key Words** type of reactor unit capacity load factor prospect design on one's own home-making of equipment