

Development Research on Nuclear Power Industry of China

中国核电 产业发展 研究

邹树梁 著



中国核电产业发展研究

邹树梁 著

原子能出版社

图书在版编目(CIP)数据

中国核电产业发展研究/邹树梁著. —北京:原子能出版社,2008.6

ISBN 978-7-5022-4140-7

I. 中… II. 邹… III. 核电厂—工业经济—经济发展—研究—中国 IV. F426.23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 091175 号

中国核电产业发展研究

出版发行 原子能出版社(北京市海淀区阜成路 43 号 100037)

责任编辑 刘 朔 张 琳

责任校对 徐淑惠

责任印制 丁怀兰 刘芳燕

印 刷 中国文联印刷厂

经 销 全国新华书店

开 本 787 mm×1092 mm 1/16

印 张 9

字 数 225 千字

版 次 2008 年 10 月第 1 版 2008 年 10 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5022-4140-7

定 价 35.00 元

序

核电是安全、环保、经济的清洁能源,是目前现实有效、可大规模替代化石燃料的能源。在国际社会越来越重视节能减排、气候变化的形势下,积极推进核电建设,是我国能源建设的一项重要政策,对于满足经济和社会发展不断增加的能源需求,保障能源供应与安全,保护环境,提升工业技术水平都具有重要意义。

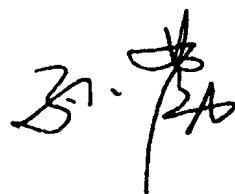
从1991年秦山核电厂并网发电至今,我国已投产11台机组,装机容量908万千瓦,核电发展取得了很大的成绩,但核电占电力总装机的容量仍然很低,需要进一步加快发展。当前社会各界对发展核电的认识趋于一致,迫切希望加快核电建设。国家已明确了核电在能源结构中的战略地位,制定了清晰的发展规划和目标,确定了核电发展技术路线,核电体制机制调整已有所突破,我国核电建设事业呈现出前所未有的良好发展局面。

如何抓住难得的发展机遇,解决制约发展的“瓶颈”问题,切实促进核电产业发展,是摆在我们面前亟待解决的问题。邹树梁教授对中国核电产业发展的研究对于解决这些问题是一次有益的尝试与探索。

邹教授长期在我国核工业高校从事教学和科研工作,近年来又重点研究了核电发展和企业管理方面的课题,此书系其潜心研究取得的重要成果。作者在大量调查研究的基础上,通过全面、系统分析中国核电产业面临的国际、国内环境及发展中存在的问题,就促进中国核电产业的发展阐述了一些独到见解。全书内容丰富,结构严谨,联系实际,针对性强,具有较强的理论、学术价值和一定的现实指导意义,为研究我国核电产业发展的历史、现状及走向提供了一个很好的视角。书中所提发展思路对核电产业乃至核电行业的管理者、决策者亦多有裨益。

相信在国家 and 有关部门的引导和鼓励下,在社会各界的关心支持下,经过

核电业界共同努力,中国的核电产业一定会在新形势下获得长足发展,为我国经济社会发展提供更多安全、环保、经济的清洁能源,为我国能源事业的发展做出新贡献。

A handwritten signature in black ink, appearing to be '孙家' (Sun Jia), written in a cursive style.

2008年9月于北京

缩略语说明

NP(Nuclear Power)	核电
NPP(Nuclear Power Plant)	核电厂
NPS(Nuclear Power Station)	核电站
WNA(World Nuclear Association)	世界核协会
IAEA(International Atomic Energy Agency)	国际原子能机构
WANO(World Association of Nuclear Operators)	世界核电运营者协会
IEA(International Energy Association)	世界能源组织
LWR(Light Water Reactors)	轻水堆
PWR(Pressurised Water Reactor)	压水堆
BWR(Boiling Water Reactor)	沸水堆
PHWR(Pressurised Heavy Water Reactor)	重水堆
Magnox & AGR(Gas-cooled Reactor)	气冷堆
RBMK(Light Water Graphite Reactor)	石墨水冷堆
EPR(European Pressurised Water Reactor)	欧洲压水堆
FBR(Fast Neutron Reactor)	快中子堆
DOE(Department of Energy)	美国能源部
NRC(Nuclear Regulatory Commission)	美国核管会

目 录

缩略语说明

第 1 章 绪 论	(1)
1.1 本书的研究背景	(1)
1.1.1 开发清洁能源是实现国民经济可持续发展的重要保障	(1)
1.1.2 世界核电产业新一轮发展	(1)
1.1.3 中国核电产业加速发展已成为必然	(3)
1.2 本书的研究目的和意义	(3)
1.2.1 研究目的	(3)
1.2.2 研究意义	(4)
1.3 核电产业及相关概念界定	(5)
1.3.1 核电产业的界定	(5)
1.3.2 核电产业的特点	(6)
1.4 国内外研究综述	(7)
1.4.1 国外核电产业发展研究综述	(7)
1.4.2 国内核电产业发展研究综述	(10)
1.4.3 国内外研究的综合评述	(11)
1.5 本书研究的逻辑结构与主要内容	(12)
1.5.1 研究方法	(12)
1.5.2 本书研究的逻辑结构	(12)
1.5.3 本书研究的主要内容	(12)
第 2 章 中国核电产业发展的相关理论	(14)
2.1 概 述	(14)
2.2 经济学视角	(15)

2.2.1 产业组织理论·····	(15)
2.2.2 产业政策理论·····	(18)
2.2.3 循环经济理论·····	(19)
2.3 管理学视角·····	(19)
2.3.1 战略管理理论·····	(19)
2.3.2 组织管理理论·····	(21)
2.4 核能经济学视角·····	(24)
2.5 本章小结·····	(26)
第3章 主要核电国家核电产业发展模式比较及启示·····	(28)
3.1 世界核电产业的发展历程·····	(28)
3.1.1 实验示范阶段·····	(28)
3.1.2 高速发展阶段·····	(28)
3.1.3 滞缓发展阶段·····	(29)
3.1.4 复苏发展阶段·····	(29)
3.2 世界核电产业发展的现状·····	(30)
3.2.1 概 述·····	(30)
3.2.2 美国核电产业发展现状·····	(32)
3.2.3 俄罗斯核电产业发展现状·····	(34)
3.2.4 法国核电产业发展现状·····	(38)
3.2.5 日本核电产业发展现状·····	(40)
3.2.6 韩国核电产业发展现状·····	(42)
3.3 主要核电国家核电产业发展战略比较·····	(43)
3.3.1 核电产业在各国能源战略中的地位·····	(43)
3.3.2 核电产业发展的战略目标与战略规划·····	(44)
3.4 核电产业管理体制比较·····	(45)
3.4.1 核电厂产权·····	(46)
3.4.2 行业管理和核安全管理·····	(46)
3.4.3 政府行为·····	(46)
3.5 产业组织模式比较·····	(47)
3.5.1 “小业主”型的美国产业组织模式·····	(47)

3.5.2 “大业主”型的法国产业组织模式·····	(48)
3.5.3 “供应商”式的日本产业组织模式·····	(48)
3.5.4 “一体化”型的韩国核电产业组织模式·····	(49)
3.5.5 以业主为核心合作的俄罗斯组织模式·····	(50)
3.5.6 五种产业组织模式的比较·····	(50)
3.6 技术创新模式比较·····	(52)
3.6.1 完全自主型技术发展模式·····	(52)
3.6.2 引进消化型技术发展模式·····	(52)
3.7 主要核电国家核电产业发展模式对中国的启示·····	(53)
3.7.1 国家核电产业政策要明确稳定·····	(53)
3.7.2 注重市场化运作·····	(55)
3.7.3 核电产业发展机制统一完整·····	(55)
3.7.4 注重技术创新·····	(55)
3.8 本章小结·····	(56)
第4章 中国核电产业发展现状及趋势分析 ·····	(57)
4.1 世界核电产业发展趋势·····	(57)
4.1.1 电力发展重心转移·····	(57)
4.1.2 发展轻水堆型核电·····	(57)
4.1.3 追求更好的安全性·····	(57)
4.1.4 不断改善核电产业的经济性·····	(58)
4.2 中国核电产业的发展现状分析·····	(58)
4.2.1 中国核电产业发展概况·····	(58)
4.2.2 中国核电产业的管理体制分析·····	(60)
4.2.3 中国核电产业组织分析·····	(60)
4.3 中国核电的供需分析·····	(63)
4.3.1 核电在中国能源供应中的地位·····	(63)
4.3.2 中国核电产业的需求分析·····	(65)
4.4 中国核电产业发展趋势的实证分析模型·····	(66)
4.4.1 常用预测方法介绍·····	(66)
4.4.2 预测效果评价指标·····	(70)

4.4.3	组合预测方法	(72)
4.4.4	组合预测方法在电力装机容量中的应用	(76)
4.4.5	中国核电产业发展的经济性分析	(81)
4.4.6	核电厂的选址分析	(82)
4.5	本章小结	(83)
第5章	中国核电产业发展中的几个关键问题	(84)
5.1	核燃料循环问题	(84)
5.1.1	开路循环和闭式循环的概念	(84)
5.1.2	未来核燃料循环的目标	(84)
5.1.3	核燃料循环中的废物管理	(85)
5.1.4	中国核燃料循环的方式及关键问题	(86)
5.2	铀资源供应问题	(87)
5.2.1	世界铀资源供应趋势	(87)
5.2.2	中国铀资源供需分析	(90)
5.3	核电技术和装备自主化问题	(92)
5.3.1	中国核电技术和设备自主化的历程	(93)
5.3.2	中国核电技术和设备自主化现状	(94)
5.3.3	中国核电自主化发展的途径	(95)
5.4	核电的经济性问题	(95)
5.4.1	核电的技术经济性评价方法	(96)
5.4.2	国际核电经济性分析	(97)
5.4.3	中国核电经济性分析	(99)
5.5	核电的安全性问题	(102)
5.5.1	几种主要能源的安全性比较	(102)
5.5.2	核电产业的安全特性	(103)
5.5.3	设计安全裕量	(104)
5.5.4	核安全监督	(104)
5.6	本章小结	(105)
第6章	中国核电产业发展战略选择	(106)
6.1	中国核电产业 SWOT 分析	(106)

6.1.1 中国核电产业的优势分析	(106)
6.1.2 中国核电产业的劣势分析	(109)
6.1.3 中国核电产业的机会分析	(111)
6.1.4 中国核电产业的威胁分析	(111)
6.2 制定核电产业发展战略的关联模型	(112)
6.2.1 关联模型的构建	(112)
6.2.2 关联模型的分析	(114)
6.3 中国核电产业的自主创新	(119)
6.3.1 中国核电产业自主创新的提出	(119)
6.3.2 中国核电产业自主创新的内涵	(120)
6.3.3 中国核电产业自主创新的目标	(121)
6.3.4 中国核电产业自主创新的核心	(121)
6.3.5 中国核电产业自主创新的技术路线	(122)
6.4 中国核电产业自主创新的实施	(123)
6.4.1 实施的技术支持体系	(123)
6.4.2 战略实施的管理支持体系	(124)
6.4.3 实施的具体措施	(126)
6.5 本章小结	(127)
参考文献	(128)
后记	(133)

第 1 章 绪 论

1.1 本书的研究背景

1.1.1 开发清洁能源是实现国民经济可持续发展的重要保障

当今“可持续发展”正决定着国际经济的新秩序。根据世界环境和发展委员会“Brundtland 报告”的定义,所谓可持续发展就是“既要满足当今的需求,又不会牺牲后代满足他们需求的能力”,其核心内涵是能源。能源是国民经济的基础产业,是现代社会赖以生存和发展的基础,是制约国民经济持续发展的重要环节。虽然,从地球蕴藏的能源数量来看,自然界有着无限的能源资源。然而,由于人类开发与利用地球能源仍受社会生产力、科学技术、地理环境、世界经济和政治等多方面因素的影响与制约,在包括太阳能、风能、水能在内的巨大可再生清洁的能源中,人类目前可以利用的能源比例微乎其微。同时,随着人类能源消费的剧增、化石燃料的匮乏甚至枯竭以及生态环境的日趋恶化,人们不得不重新思考人类社会的能源问题。为了保护环境、保护人类的健康,未来的能源应具有“可持续发展和无害于环境”的特点,这已经成为当今国际社会的共识。清洁燃料的供给能力密切关系着国民经济的可持续发展,是国家战略安全保障的基础之一。

能源政策是各国经济政策和国家战略所考虑的重要问题,电力是能源政策中的焦点。从世界能源状况来看,世界电力需求年平均增长率是 3%,在经济迅速崛起的发展中国家,年增长率为 5%~10%。预计在未来的 20 年里,年增长率为 1.8%。而在世界电力组合中,化石燃料发电占了 63%,非化石燃料发电仅占 37%。化石燃料燃烧所引起的环境、健康的代价,日益引起人们的关注。因此,开发洁净可再生能源已迫在眉睫^[1]。由于核能结合了经济、气候学和环境方面的魅力,能减少二氧化碳的排放量,缓解天然资源稀缺的矛盾,具有高度的清洁性,能实现社会经济的可持续发展。

1.1.2 世界核电产业新一轮发展

核能作为一种安全清洁的新能源,已被世界大多数国家所接受,成为继煤炭、水力之后的又一种技术成熟、应用广泛的能源。核电是利用核燃料裂变反应释放的能量而产生的电力能源,核电产业则是围绕核能发电而形成的一系列经济活动,是关系到国民经济发展和国家能源安全的综合性很强的战略产业。因此,一个国家能否拥有自己的核电产业是衡量这个国家的国力、科学技术水平、工业发展水平的重要标志。

进入 21 世纪以来,受高油价和全球变暖的影响,包括美国、俄罗斯在内的许多国家重新审视核电在各国能源安全中的战略地位,把发展核电作为满足能源需求、增进能源安全的重

要选择。世界多个国家已计划新建核电厂或重新启动核电厂建设计划,大力发展核能。

前几年,美国发生了加利福尼亚州停电事故,出现了增加电力供应能力的需求,美国总统布什颁布了要发展核电的新的能源政策。近日,美国政府规划将兴建 34 座新型商用核电厂,使美国境内的总数未来将增至约 138 座。美国核能管理委员(NRC)已接获在 8 个州兴建 15 座新核电厂的申请。还有 7 个州则计划于今年稍后,寻求取得逾 12 座核电厂的兴建许可。

日本 1/3 的电力依赖核电厂,日本已规划 2050 年以前把核发电能力提高一倍;已有近 30 年没有兴建核电厂的加拿大,最近也开始建造新的反应堆;澳大利亚已规划建设第一座核电厂;印度计划 2020 年以前再建 31 座核电厂;尽管地震、洪灾和泥石流等自然灾害频发,印度尼西亚依然决定发展核电。

2008 年 6 月,欧洲能源公司呼吁欧盟立即采取行动,允许新核电厂的建设及核能源的使用,以应对油价高涨及全球气候暖化问题。欧洲能源公司呼吁欧盟尽快为建造新核电厂制定标准的鉴定程序,新核电厂是为了取代欧洲现有的许多老旧的发电厂,同时也有助于减少欧盟国家的废气排放量,以达到它在 2020 年的减排要求。

2008 年 6 月初,英国首相布朗表示,为了让能源供应多元化,必须更新目前的核电厂,计划增加国内的核能发电,未来可能扩大现有的核电厂或另觅新址兴建。2008 年 6 月 10 日,英国政府称将在商业部内部建立一个核发展办公室,帮助在英国推广新一代核电厂。

2008 年 6 月,意大利新政府对外宣布,已经确认他们将于五年内启动建造新的核电厂工作,以此来减轻意大利对石油、天然气、进口能源的严重依赖。意大利政府解除了长达 20 多年的反对核电禁令,并提出一系列与核电相关的立法措施。其中包括,建立国家核能的研发实体,以加快在现有的核电厂厂址上新建核反应堆的取照进程,并且推动新的反应堆厂址早日获得批准。

2008 年 6 月 1 日,韩国政府表示,韩国目前考虑修建 9 座核反应堆,增加核发电量,减少国际原油价格上涨对经济产生的负面影响。韩国知识经济部说,政府希望把核电占全部发电量的比例从 36% 提高到 55% 以上。

2008 年 6 月 7 日,8 大工业国及中国、印度及韩国的能源部长,在日本青森举行会议,随后发表联合声明说:“越来越多国家有意发展核能。”

2008 年 6 月 10 日,瑞士政府宣布,瑞士计划修建 20 年来首座新核电厂,以确保未来几十年电力供应。

2008 年 6 月 12 日,南非内阁批准了南非核能政策。目前,南非矿物与能源部正在和主要的利益相关方协商,完成一份执行计划。南非核能计划的草案要求在国内建立完整的核燃料循环,包括浓缩和后处理/再循环,以及到 2025 年建立一批核电厂。该计划还支持国有电力公司 Eskom 公司建造压水堆和一系列氦冷球床模块化反应堆的计划。

2008 年 6 月 13 日,巴基斯坦政府决定在恰希玛启动两个新核电项目,政府已经在 2008—2009 年度公共部门开发计划为这两个项目安排投资。巴基斯坦政府的 2030 年远景战略要求在 2030 年以前使核电达到 800 万千瓦。巴基斯坦政府还计划在卡拉奇建造两个反应堆。

总之,种种迹象都表明,核电是“安全、经济、清洁”的可持续发展能源的认识已经为越来越多的国家和大众接受,世界核电产业进入了新一轮的发展。

1.1.3 中国核电产业加速发展已成为必然

作为发展中国家,中国能源工业虽然得到了长足发展,但与国民经济对能源需要的增长速度相比仍存着较大的差距。由于经济增长的压力,自然资源趋于匮乏和人口不断增加,现有的以煤炭为主,多种能源互补的电源生产结构已经远远不能满足电力发展的需求。目前中国人均一次能源的消费量不到美国的 $1/18$,仅为世界平均水平的 $1/3$ 。与世界一次能源构成不同的是中国以煤为主,煤占一次能源的比例为 63.6% 。由于煤的高效、洁净利用难度大,使用过程中已对人类的生存环境带来严重的污染。同时,中国人均能源资源严重不足,人均石油储量不到世界平均水平的 $1/10$,人均煤炭储量仅为世界平均值的 $1/2$ 。预计到2010年,中国石油供需缺口1亿吨,天然气缺口400亿立方米^[4]。另外,从环境保护角度来看,由于大量地推行以煤炭消耗为主的电力生产模式,造成了空气中二氧化碳含量增加,酸雨大量出现以及典型的煤炭型大气污染状况出现,直接导致了严重的环境污染^[5]。加之,中国一次能源分布不均衡,煤炭、水力资源相对集中在华北与西南,而东南沿海地区经济发展迅速,能源需要量大,于是,出现了“北煤南运”、“西电东送”的局面。从经济成本和长远角度来看,这极不利于推动中国经济迅速而又稳定地发展^[6]。实践表明,核电是一种能够大规模代替化石燃料的能源,完全能满足不断增长的电力需要,并可改善能源消费的环境影响,在未来必将成为中国能源工业的重要支柱。

2005年3月2日,国务院总理温家宝在国务院常务会议上作出重要指示:调整能源结构,积极推进核电。至此,中国政府的核电发展战略已经由原先的“适度发展”转变为“积极发展”。这是因为发展核电是满足中国能源安全的需要;是解决中国电力供应紧张的需要;是调整中国电源结构,实现经济和生态环境协调发展的需要;是拉动经济,促进产业结构升级以及保持中国核能力的需要。此外,按照国家发改委的测算,到2020年,中国电力装机容量将达10亿千瓦,届时核电装机容量要达到总装机容量的4%,即4000万千瓦。这相当于从现在起,中国至少每年要批准建立两个百万千瓦级核电机组,亦即每年兴建1座相当于大亚湾级别的核电厂。与此同时,地方政府对发展核电投入了极大热情,除广东、浙江、江苏外,山东、辽宁、福建、湖南、湖北等13个省、市、区的地方政府也提出了核电启动计划。由此,核电在中国迎来了发展的春天。

1.2 本书的研究目的和意义

1.2.1 研究目的

核能和平利用和核电产业的发展,必然面临着经济竞争力、核安全、核废料的最终处置以及防止核武器材料扩散等问题的挑战^[7]。一方面,由于切尔诺贝利核电厂事故的影响,不少人认为核电应该逐渐退出发展舞台;另一方面,核电的“可持续性”又让更多的人认为其是未来能源市场中的一支主力军。在如此频繁动荡和认识冲突激烈的发展环境下,如何积极有效、安全清洁地发展核电已成为理论界和各国政府关心的重要问题。中国核电产业该如何选择其发展道路,亦成为中国能源工业发展中亟待解决的重要问题。

本书将综合运用管理学、经济学和核能经济学的理论,在对比分析世界核电产业发展模

式的前提下,总结其发展经验与教训,正确认识当前世界核电产业发展中存在的问题;同时,结合中国核电产业发展的国情,论证中国核电产业发展的可行性和必要性,并在此基础上,分析其发展中存在的制约因素,有针对性地提出中国核电产业的发展思路、发展模式以及具体的发展策略,为中国核电产业的可持续发展提供可借鉴的发展途径。

1.2.2 研究意义

(1) 为中国核电产业发展提供理论指导

尽管中国目前在致力于完善社会主义市场经济体制,但是一直以来,中国的电力市场仍处于相对严格的管制中。然而,随着电力产业中“厂网分开,竞价上网”的改革进一步深入,电力管制环境必将逐渐宽松。于是,在电力产业市场化运作日益成熟的趋势下,如何调整核电产业的发展模式来适应市场化模式,已成为亟待解决的问题。本书通过对世界上已实现市场化运作的核电产业发展模式的研究,力图为优化中国核电产业组织与技术创新模式以及推进中国核电商业化的进程提供理论参考。

(2) 为中国核电产业的发展提供可供参考的发展方向

与国外拥有较成熟的核电产业发展相比,中国核电产业属于刚刚起步的阶段。虽然国外核电产业发展的成功经验能为中国核电产业发展提供良好的借鉴,但是由于实际国情相异和核电发展的基础不同,纯粹的“拿来主义”是行不通的。这要求我们必须在剖析发达国家核电产业发展的成功经验和未来发展趋势的基础上,依据本国经济发展的需要和实际的发展条件,旨为中国核电产业的发展指出一个切实可行的发展方向。

(3) 为中国核电产业发展提供科学性和稳定性的发展模式

经过 50 多年的发展,世界核电产业在全球范围内已经形成了多种成功的经营与管理模式,而其特色均与所在国的国情密切相关。2007 年 10 月,国务院正式颁发《国家核电中长期发展规划(2005—2020 年)》,为我国将来的核电发展提出了一个指南性的规划,这将有助于为我国核电发展指明方向。但我国的核电发展依然在探索阶段,经营与管理模式仍然值得研究。因此,本书在借鉴世界核电产业发展模式的前提下,在对国内外发展环境及发展趋势分析的基础上,结合我国核电产业发展现状与存在的问题,从技术路线、组织模式、布局规划和管理体制等多层面为中国核电产业的可持续发展提供一个具有科学性和稳定性的发展模式。

(4) 为中国核电产业的发展提供操作性强的解决方法

中国核电产业的发展不仅需要科学性的发展模式,还需要操作性强的解决对策。在上述分析和研究的基础上,本书将依据中国核电产业发展模式的具体要求,针对制约中国核电产业实现其可持续发展的相关因素,提出相应的解决方法和对策,并结合具体的核电厂,进行实证分析研究。

综上所述,本研究具有广阔的应用前景和重要的理论与现实意义。

1.3 核电产业及相关概念界定

1.3.1 核电产业的界定

核电是指将核能转换为商用电力的技术能力。产业在《辞海》中解释为各种生产的事。WTO《反倾销协议》将产业定义为同种产品生产者的总体,或者是占有该产品产量相当部分的生产者。顾名思义,核电产业就是指将核能转换为商用电力的生产者的总和,是指与核电厂关联的企事业单位。从产业链角度分析,核电产业又可界定为与核电厂有关的系统设计、设备制造、施工建设、调试运营有关的产业链条中的主要环节组成的产业群,具备能够标准化、系列化、批量化生产核电厂、改进核电厂技术以及研究和开发新一代核电厂的能力^[8],即达到产业层次必须具有一定的商品化规模和设计制造能力及技术水平,而不仅仅是只搞原型试验堆或购买几个商业堆。《2004 年核电行业投资分析报告》认为核电行业就是利用核裂变产生的能量发电的行业,是电力行业的一部分。

从产业外延的角度分析,核电产业内的企业应与一些企事业单位的现行隶属管理体系不存在必然的关系。核工业系统所属企事业单位,虽然掌握着核电产业核心技术,但只是核电产业的一部分。与核电有关的,除核燃料以外的原材料以及核岛、常规岛的关键设备,大都是非核工业提供的,这些产业部门也应是核电产业的不可或缺的组成部分。2004 年底,国务院为核电项目提速,做出了加快核电发展的重要决策。核电产业布局应从满足大规模发展条件的角度重新整合,核、电并重,加大核电产业电力能源功能外延,核电产业中的企业也将更广阔的属于电力企业中。

从产业内涵的角度分析,核电产业属于国家战略产业,肩负着保持中国核能的国际战略地位及调整中国能源结构的战略重任。目前,中国核电还处于由起步阶段向批量建设的过渡状态。核电产业规模较小,核电在全国装机容量中也不到 2%。核电设备制造企业相对分散,缺乏竞争优势,核电技术企业专业化、一体化没有形成。核电企业大都是单一核能发电企业,跨行业、跨地区的多种电源混合的电站企业没有形成。核电产业若要尽快走出过渡阶段,则其组织结构调整就必须要与电力管理体制改革的和企业改革趋势相协调。这不仅取决于中国的技术水平和能力,更取决于今后的政策选择。

从发展核电的目标看,现阶段,核电工业是军民兼容的产业,储备和提高核科学技术研究和运行的能力。而核电产业又是比较成熟、安全的民用领域,在今后相当一段时期内,寓军于民也是发展核电的目标之一。

从产业结构体系看,核电产业是复杂的系统工程,是在国家统一领导和协调下与全国有关系统、行业紧密合作的三大体系结构。(1) 核电业主体系,即项目法人体系。它必须立足于市场竞争,要承担建造、营运和还贷的风险与责任。为此,业主体系一方面要实现跨地区的群堆管理,资源共享,建立确保安全和不断降低成本的生产管理体系;另一方面要组建总体设计、研究开发、工程管理和人才培养等工程管理体系。最终形成包括总体设计、建造管理、调试、生产、技术改造、培训和维修等一整套综合实力较强的核电企业集团。(2) 工业体系,包括核工业、电力工业、机械制造业、冶金工业、电子电器、仪器仪表、建筑安装、基础研究、高等教育与职业技术教育等多行业的全面协调合作,形成机制灵活、管理有效的工业协

作体系,可以互相参股,互惠互利,以核电产业为纽带去实现集团化的发展。(3)支持服务体系,包括核安全监督、研究开发、技术改造、技术后援、大修、信息、通讯、应急事故处理、核燃料循环、环保监督和工程监理等,建立和完善核电支持服务体系,有些可以由国家行政协调,有些可以按合同方式实施。

目前,有关核电产业尚无统一的界定。根据产业是具有某种同类属性、具有相互作用的经济活动的集合或系统的定义^[9],本书认为,核电产业是由核燃料循环、与核电厂有关的科研设计、装备制造业、工程建设、设备采购、调试运营、维修退役以及与核电企业相连的电网等组成的促进核能发电的产业群,具有标准化、系列化、批量化生产核电厂以及改进核电技术、研究和开发新一代核电厂的能力。

1.3.2 核电产业的特点

虽然同为电力产业结构中的一环,但相对煤电和水电而言,核能的性质决定了核电产业的特殊性,其具体表现在以下5点。

(1) 核燃料具有放射性,容易受到世界反核运动和传媒的批评

核电产业是通过可控核裂变铀的链式反应,产生巨大的能量,推动发电机组发电,输入电网,提供电力资源的过程。由于核燃料具有放射性,对环境影响大,世界公众比较关注,容易受到世界反核运动和传媒的批评,所以核电产业在发展过程中要求采取妥善的防护措施以及特别的安全监督,防止伤害人体和污染环境。在制定核电产业发展战略时应客观、正确、及时地评价核电的安全性,尽量争取广泛的理解和支持。

(2) 属于高科技产业,需要跨学科或跨行业合作

核电产业是在地质勘探、采矿、冶金、化工、电力、机械和电机制造、建筑、电子和精密仪表、环境保护等产业部门基础上发展起来的,涉及的学科包括物理、化学、生物学、地质学、气象学、电子学、半导体技术、信息处理技术、自动控制、材料科学、传热学、流体力学、环境科学、结构力学、医学、生理学、心理学、经济管理等学科领域。应特别重视科学研究和技术开发工作,包括基础研究以及改进现有工艺和开辟利用原子能的新途径。

(3) 产业链中各环节关系密切,需要统筹规划

核燃料、核电厂与电网是核电产业链的三大要素,彼此之间紧密相连。若核电厂在产业中布局合理,则产业链的整体功能可以加强;在核燃料端,可降低运输成本、协调生产调度、合理处理乏燃料;在电网端,可以迅速调峰,优化基荷。核电产业的这一特征客观上要求有一个集权机构对铀等核燃料进行严格管理、整体规划和统一调度。从地质勘探,到采矿、选矿、冶炼、加工、装配和运输整个过程关系到核辐射、技术保密和协调供应等系列问题,整个过程风险大,应加大纵向一体化程度,以实现国际的资源平衡、技术引进与竞争。而且任何一个环节跟不上,都会影响到整个产业的发展。因此需要全面规划,紧密配合,相互监督,责任分明。

(4) 产业初期投入大,开发周期长

同煤电和水电相比,核电产业发展的初期投入大,主要表现为:① 固定成本占总成本的比重很大。无论是核燃料企业、核电厂,还是电网、电容建设,都需要巨大的投资,建设投资期也很长。② 沉淀成本较高。核电设施的专用性很强,不能移动,很难被用于其他用途,残