

统一思想 积极发展核电

To Devote Major Efforts to Developing Nuclear Power

刘长欣

(中国核学会 副秘书长 北京 100822)

王乃彦

(中国原子能科学研究院 中国科学院院士 北京 102413)

国家“十五”规划纲要关于电力规划中指出,“积极发展水电、坑口大机组火电,适度发展核电”,并提出“支持发展大型燃气轮机、大型抽水蓄能机组、核电机组等新型高效发电设备”。但是,据了解,有关部门在制定我国核电发展的具体计划过程中多次反复,至今仍悬而未决。“十五”期间我国核电如何发展已引起了核电界内外的高度关注。核电作为人类电力供应的重要组成部分,近10多年来在世界许多地区发展很不顺利,原因是多方面的。核电在各种主要电力供应中发展历史相对较短,在其发展过程中确实出现过一些问题,但进入21世纪后人们对核电仍有疑虑,主要是认识上存在偏见。

一、与核电发展相关的一些事实

1. 核电是人类电力供应的重要组成部分 据最新统计,核电占全球电力供应的16%,西方主要发达国家的核电都占到本国发电量的20%以上。虽经过数十年的研究探索,在可以预见的20年内,人类的电力供应仍将以火电、水电、核电为主。在我国,目前火电在电力结构中占74.8%,水电占24.4%,核电占0.7%。在广东省,2000年核电则占到全省发电量的16%。

2. 核电是安全、清洁的能源 关于能源对人类健康和环境的影响是科学界研究的重要课题,并已有较为一致的结论,在此只列举核燃料链与煤燃料链的比较¹:从对公众产生的辐射看,煤燃料链是核燃料链的50倍;归一化后的急性事故死亡率,煤燃料链是核燃料链的60倍;对环境而言,煤燃料链排出的CO₂、SO₂、NO_x等气体对气候、森林、农作物产生了严重的影响,而核燃料链几乎不排放任何有害气体;核燃料链的固体废物占地面积只有煤燃料链的一半。在核电近半个世纪的发展过程中,与民相关的事故引起的死亡人数总共只有34人(其中切尔诺贝利事故死亡30)。核电的安全性已为世界能源界

所公认。怀疑它的安全性是缺乏依据的偏见。

3. 核电近年在西方国家停滞的根本原因是西方电力总需求发展缓慢和核电经济性相对降低 20世纪70年代西方国家发生了能源危机,石油价格猛涨,使西方国家出于国家能源供应和安全的角度大力发展核电。进入80年代,西方国家经济增长缓慢,对能源增长的需求相对较少。此时国际市场石油、天然气价格持续走低,天然气发电得到迅速发展,而核电站则由于安全评审周期更长、安全保护措施更多、乏燃料及退役准备金的提取、核责任保险金的增加等原因,成本增加,再加上反核势力的阻挠,使核电处于竞争的劣势。在西方国家推动电力领域私有化过程中,私人企业更愿意选择在短时期内经济性好、公众阻力小的电力项目。高放废物是反核人士颇为热衷的一个话题,但事实上,与燃煤电厂比较,核电产生的废物更少而且更易于管理。经过玻璃固化的高放核废物在化学上非常稳定,完全可以安全地存放在稳定的地质结构之中。科学界普遍认为,高放废物的长期储存实际上是一个政策和公众心理问题,而不是一个技术问题。随着后处理技术的发展,分离嬗变、ADS、ATW等技术日益成熟,高放废物问题可以得到更好的解决。

4. 世界核电正面临一次复兴的机遇 这一机遇主要来自环境压力和能源需求两个方面。1997年12月在日本召开的《联合国气候变化框架公约》缔约国大会,通过了《京都议定书》,对OECD国家和各东欧国家的CO₂等温室气体排放规定了限期定量减排义务,即在2008至2012年期间,这些国家的温室气体排放平均水平要比1990年减少5%,而核能是目前人类已利用的能源中,可大规模为减排温室气体作出巨大贡献的能源,在可以预见的数十年时间里,风能、太阳能、潮汐能、地热能等其它洁净能源都不可能大规模应用。目前,美国正面临其建国以来最为严重的能源危机,许多州都不得不拉闸限电,仅硅谷地区,每天由于电力短缺造成的经济损

失就达数百万美元。美国总统布什今年5月17日在美国能源政策讲话中指出：“美国需要发出更多的电力，能源部估计美国在未来20年内将要建1300~1900座新发电厂。高科技就是高耗电经济。美国应该发展清洁的、资源无限的核能。许多美国人还不知道，在美国电力中已有1/5是由安全的、无污染的核能提供的。但是美国最后一座投入运行的核电站是1973年定的货。对比之下，法国，我们的朋友和盟友，其电力的80%来自核电。”布什总统的这番讲话，反映出美国政府对发展核能的积极态度。

二、我国发展核电的必要性

1. 能源增长和能源结构的要求 我国目前人均装机容量是0.24kW，排在世界第80位，只及北美人均的7%。按我国今后20年经济发展和人民生活水平提高来预测，我国电力增长最低要求是每年5%^{[3][4]}，则2010年全国总装机容量最少为5亿kW，2020年为8亿kW，也就是说在今后20年内每年至少要新增装机2500万kW。到那时，全国的人均装机容量也只有0.5kW，从近几十年的研究探索看，今后20年中，能大规模为人类提供电力的仍只能是火电、水电和核电。考虑到煤和石油是宝贵的化工原料、燃煤和燃油的环境污染、煤资源的地域分布（70%在华北和西北地区），以及水资源的地域性（82%在西部）和季节性等因素，核电在每年新增的2500万kW中占100万kW并修建在东部沿海地区是完全可行的。“十五”期间，我国将大力发展“西电东送”，这是国家加快西部大开发的重要战略部署，对推动西部经济发展、解决电力资源优化配置具有重要意义。但我国西部水资源丰富的省份，其它能源资源并不丰富，在当地经济发展起来、人民生活水平大规模提高后，可以东送的西电是有限的。西部水力资源的有限性、季节性，再加上大型输变电工程投资很大，使西电在东部长期的电力结构中的作用是有限的，故在东部应努力发展核电。

2. 环境保护的要求 在我国，一个100万kW的煤电厂，1年约烧煤300万吨，排出600万吨CO₂、5万吨SO₂、30万吨煤渣、几十吨重金属以及大量放射性同位素。近年来，我国每年SO₂的排放量都超过2000万吨、烟尘排放1500万吨，我国降水年均pH值低于5.6的城市有40多个，每年因大气污染和酸雨造成经济损失370亿美元，占GDP的5%左右。到2020年，若我国的能源结构得不到改变，每年将排放约25~30亿吨的CO₂。目前全球总排放量是62亿吨。如果采用一个100万kW的核电站代替100万kW煤电厂，每年可减排600万吨CO₂，按核电站40年寿期计算，总共减排2.4亿吨CO₂。我国电力结构

以火电为主的格局在相当长的时期内不会改变，但在大力发展水电、清洁煤、联合循环等技术的同时，适度安排核电项目，对环境的贡献是显而易见的。

3. 保持我国核能力的要求 邓小平同志曾说：“如果60年代以来中国没有原子弹、氢弹，没有发射卫星，中国就不叫有影响的大国，就没有现在这样的国际地位。这些东西反映一个民族的能力，也是一个民族一个国家兴旺发达的标志。”信息产业、生物工程、纳米技术等新兴产业朝气蓬勃，日新月异，但切莫忘记一个独立自主的社会主义大国，一个自强不息的中华民族，核能力不可丢！时代在变，形势在变，但核的作用没有变，核仍是强国俱乐部的门票，仍是国家实力和威望的“等级证书”。“寓军于民，以核养核”是世界许多国家的具体作法。核武器、核潜艇和核电站在关键技术、原材料系统和基础制造产业等方面都有着许多共同之处。在和平时各国都不可能通过大量生产核武器来提高自己的核能力，只能在保持尖端核武器研发的同时，通过大力发展核电，来维护核工业的经常性生产，稳定和提高核工业队伍，保持并提高国家的核能力。

三、对我国发展核电的建议

1. 制定国家中长期计划 法国核电多年来一直占其全国发电量的75%以上，之所以取得今天的成就，最重要的经验是“只有一个能源政策，并坚决执行了这一稳定的能源政策”。不论是政府党派更迭，还是反核势力干扰，抑或是地方保护主义阻挠，都未能动摇法国的这一根本能源政策。美国核电六七十年代曾有过欣欣向荣的大发展，短时间内拥有核电机组百余台，后来，一方面由于美国电力需求减缓，另一方面由于政府对核电的管理仅限于安全监管，对全国核电没有统一规划，完全听由市场调节，导致核电发展出现停滞，后政府部门虽介入核电规划，但对全国电力供应仍产生了严重的影响。我国核工业这个仍是国家最基本国防力量的行业，这一要为我国经济、环境、政治、国防做出更大贡献的行业，近年来却陷入一种忧患之中，人才流失，后继乏人，行业发展前景不明。造成这种现象的根本原因是我国缺乏一个长期核能发展规划。国家有关部门应从能源需求和结构、环境保护、保持国家核能力3个因素出发制定严肃可行的核电发展中长期计划，系统、持续地发展我国核工业。要明确核电三步走的长远规划，即水堆—快堆—聚变堆，并明确规划出一定时期内应开工的核电站数目。一旦长期计划明确，就要坚定不移地执行。

2.“十五”期间上马4~6个百万千瓦机组 这是稳定核电队伍的需要，也是从国家电力发展规划出发的考虑。目前国内电力供求基本平衡甚至供大

于求,但考虑到核电建设需 6~8 年,届时电力供求将出现新的变化,适度安排核电项目是必要的。“十五”期间上核电项目经济性较差是许多人士担心的一个问题。这主要有两个原因:一是目前燃煤机组一般都没有安装脱硫降氮装置,相应的环境成本(包括相关设施的建设投资和运行成本)没有考虑;二是目前国内核机组大多以引进技术和设备建造,自主化程度较低,成本居高不下。鉴于核电经济性有待提高,核电项目应安排在核电有可能参与竞争、电力供应有可能再度出现紧张,且一次能源匮乏的东部沿海地区。据美国 2000 年统计,美国核电全年发电 7 500 亿度,平均每度成本仅 1.83 美分,这使我们看到了核电经济性的光明前景。

3. 政策扶持 由于核电在保障能源安全(多样性)、优化能源结构、保护生态环境等方面的作用,国家应将核电纳入即将建立的能源结构调整基金的扶持范围。与水电工程一样,核电建设的特点是建设投资大、运行费用低,在核电建设中国家应在融资政策、还贷期限、鼓励清洁能源上网等方面予以支持。出于对全球温室气体、酸雨的现象日益严重的关注《联合国气候变化框架公约》、《京都议定书》、清洁发展机制等相继出台,尤其是清洁发展机制,可以帮助发展中国家既做到可持续发展,又能为温室气体减排作出贡献。这是核电发展的一次良好机遇,国家外交、计划、环境部门应积极参与《联合国气候变化框架公约》缔约国大会并支持将核电纳入清洁发展机制,从而使核电在环境保护、经济性和可持续发展等方面的优势得以更充分地体现。我国核工业经过 40 余年的艰苦创业,已形成了一支人数不多,但却包含地质、矿冶、燃料、研究、设计、制造、建设、管理等专业在内的完整的队伍,这是国家的宝贵财富。由于军用市场日趋萎缩,这支队伍正逐渐陷入困境之中,希望国家有关部门对此高度重视并给予适当的扶持,一旦这支队伍支离破碎甚至垮掉,对国家的深远影响将是巨大的。

4. 解决好堆型和自主化问题 由于历史原因,我国核电形成了堆型零乱、自主化较差的现状,这对核电的发展产生了非常不利的影响,如何自主化也是困扰下一步核电上项目的主要原因。设计、设备、建造、管理的自主化和国产化是发展核电必须坚持的方针,要通过自主化做到:建立拥有自主知识产权的中国核电体系:降低核电造价;掌握全套技术,保持并提高国家核能力。在制定核电计划时,一方面要考虑到自主化比例尽量提高,尤其是核心技术和设备,另一方面也要考虑世界经济全球化趋

势、我国即将加入 WTO、经济效益等因素。目前,上项目是当务之急,自主化是长远大计,处理好二者的关系是有关各方的职责。各方应加强协调,团结一致,务求“十五”期间上核电项目。

5. 加强科普宣传(公众可接受性宣传) 普及科学文化知识是提高全民族素质的关键措施,是实施科教兴国的基本保证。从国外的经验看,核科普的重要性更在于其会对行业的发展产生极为重要的影响。通常来说,公众对核的第一反应就是广岛和长崎上空蘑菇云的巨大杀伤力;切尔诺贝利事故更给核电的发展笼罩上了厚厚的阴影,而由于缺乏对该事故的发生原因、实际情况及其可避免性面向公众的全面、准确的报告,致使一些舆论宣传与联合国组织的调查报告有很大的差异;再加上影视作品的渲染,公众对与核有关的东西极为敏感和恐惧。若对此不给予高度的重视,将来会成为发展核事业的主要障碍。在核的科普工作中,既要坚持对公众的科普宣传、讲科学原理,让公众明白核电站堆芯与原子弹的区别;又要加强对高知识群体,尤其是政府部门和媒体的宣传和沟通,消除对反应堆安全、环境、核不扩散、放射性废物等问题的担忧。

回首历史,环顾当代,展望未来,只要核电界内外统一思想,团结一致,我国的核电及核工业一定能为国家的发展和进步作出应有的贡献。

参 考 资 料

- [1] 曾培炎. 中华人民共和国国民经济和社会发展第十个五年计划纲要学习辅导讲座. 北京:人民出版社, 2001
 - 魏耀国务院发展研究中心等. 核电发展战略研究. 北京:中国言实出版社,1999
 - 魏耀中国工程院能源与矿业部. 我国中长期核电发展研究. 2000 4
 - 魏耀周小谦. 中国的电力发展与可持续发展战略. 核电, 2000 3
 - 魏耀倪维斗,李政. 我国“十五”能源发展战略的思考. 科技导报 2000 11
 - 魏耀潘自强. 核燃料链与煤燃料链对健康、环境和气候影响的比较. 辐射防护,1996 1
 - 魏耀鲁志强,熊贤良. 对我国核电发展战略和政策的建议. 核电 2000 2
 - 魏耀朱成章. 开发西部水电要认真研究. 科技导报 2001 牖牖
 - 魏耀 The National Energy Policy Development Group(USA). National Energy Policy. May 2001
 - 魏耀 International Atomic Energy Agency. Bulletin, 2000 2
- (责任编辑 王宏章)