

来自日本的报告： 核电经验、前景和计划

到1995年日本核电份额预计达到35%左右

Takashi Mukaibo 博士

从和平利用核能研究和发展工作开始作为日本的一项全国性计划实施以来，已经过去30年了。1955年颁布了指导原子能开发与利用的一些基本法律。根据这些法律，核能的利用严格地限于和平目的。自那时起，所有核活动都一直是按这些法律行事的。

日本作为一个能源资源非常贫乏的国家，正期望核能在未来的能源供应中起重要作用。另外，作为世界上唯一遭受过核武器之害的国家，日本在核设施的设计、建造和运行中，总是把核安全放在最重要的位置。

日本也非常缺少铀资源，因此，发展核电时经常考虑的另一件事，是如何有效地利用铀。

由于发展核电需要从长计议，因而日本政府已经制定了《研究、开发和利用核能的长远计划》，并且根据核能的实际发展和其它因素，定期地（大约每隔5年）进行修订。日本原子能委员会现已着手修订现在的计划。

核电的发展

1957年，日本政府决定依靠转让过来的技术，加速发展核电。第一座商用核电厂采用了英国设计的166兆瓦(电)的考尔德豪尔型石墨慢化气冷堆。还从美国引入了沸水堆(BWR)技术，并在东京以北100千米处的东海村日本原子能研究所(JAERI)建过一座12.5兆瓦(电)的示范性动力堆。这座堆主要用来培训操纵员。它的运行已于1976年终止。目前，该堆用作发展动力堆退役技术的示范设施。

鉴于美国发展了轻水堆，日本原子力发电公司(由9个电力公司组成的合资公司)决定从美国引入一座357兆瓦(电)的沸水堆。这是日本第一座商业规模轻水动力堆。

Mukaibo 博士是设在东京的日本原子能委员会的代理主席。

自此以后，在日本建造的所有商用核电厂，都采用轻水堆(LWR)。在这30年中，除一些专用部件和软件外，日本核工业已经达到自给自足的程度。现在正在运行的商用动力堆共计32座，其总发电能力约为25000兆瓦(电)，占日本总发电能力的约16%。在1985财政年度(1985年4月到1986年3月)，日本核电厂的发电量占全国的26%，相当于所消耗总能量的8%左右。

计划需要增长

在70年代的两次石油危机之后，日本竭力降低能源消耗，发展替代能源，以确保将来的能源供应。人们认为，将来的能源供应是不可预测的，因为它取决于世界的经济形势和政治形势。根据日本政府的能源供应预测，核动力主要是核电，预计其总发电能力到1995年为48000兆瓦(电)。据此预计，每年将发电285太瓦小时，约占总发电量的35%。

在日本轻水堆运行的早期阶段，许多核电厂曾经遇到许多严重的技术麻烦，其中包括沸水堆一回路管道的应力腐蚀裂纹、配水器(多孔管分配器)的热应力裂纹；压水堆蒸汽发生器的散热管泄漏，控制棒支撑细棒的应力腐蚀裂纹。

日本核电厂的平均负荷因子，1975年到1977年期间曾下降到约40%。不过，从1977年以来，由于采取了更换探测部件、选用更好的材料、改进焊接方法、改进水的质量控制、改进检查技术等项措施，核电厂的可靠性有了回升。在最近3年中，核电厂的平均负荷因子已经达到70%(1985财政年度已达到76%)。

1979年的三里岛事故表明，对于核安全来说，人的因素是重要的。我们还认识到，人机衔接和运行管理都是重

东京电力公司福岛1号核电厂的一部分。(来源：日本AEC)



日本铀浓缩中间工厂的离心机级联。(来源:日本AEC)

要的。

日本认为, 交换与核设施重大事件或事故有关的情报是重要的。日本的电力公司建立了与美国核电运行研究院(INPO) 交换情报的计划。日本也正在参加到经济合作与发展组织核能机构的事故报告系统(IRS) 中去。

改进轻水堆

由于人们认为轻水堆时期比以前预计的要长, 所以日本比以前更加重视轻水堆的改进工作。现阶段的主要改进目标如下:

- 降低建造费用。由于煤(日本主要靠进口)的价格已经下跌, 所以, 核电对煤电的经济优越性已经减小。但是从长期看, 预计化石燃料价格要上升, 所以核电定能保持其经济上的优越性。

对于核电来说, 发电成本的70%为基本投资; 所以, 减少建造费用是改进经济性能的关键。因此, 已努力通过以下手段来减少建造费用: (1) 核电厂设计的标准化和改进; (2) 缩短建造周期; (3) 改进采购方法; 和(4) 加大电厂装机容量。

- 缩短例行检查周期。目前, 完成一座1100兆瓦级核电厂的例行检查工作约需90天。在检查工作中采用自动化的远

距控制仪器, 并使检查过程流水作业化, 可使检查周期缩短。例行检查周期的目标, 对于现有的核电厂为60—70天对于新设计的核电厂为45—60天。

- 延长年工作周期。现有核电厂的年工作周期, 已从9个月延长到12个月; 目前正在进行的研究工作, 是通过引入高性能燃料加深燃料燃耗和改善其可靠性, 使这一周期扩展到15—18个月。采取这些措施后, 预计平均负荷因子可以增加至80%至85%。

- 改进燃料。由于燃料设计、制造和运行管理诸方面有了改进, 燃料棒损伤率已经下降到万分之一。为了进一步降低燃料棒损伤率和改进负荷跟踪运行能力, 将采用锆管加内衬的燃料棒。此外, 为了提高燃料燃烧效率, 还计划增加挤水棒数目, 或采用直径较大的挤水棒。

- 其它目标。从经济观点来说, 增加核电厂整个寿期的总发电量也是重要的。所以, 应该发展核电厂寿期预测技术及延长这种寿期的技术。

核安全

在核电发展的任何一个方面, 都要把保证安全放在头等重要的地位。在日本的《原子能基本法》中, 清楚地规定了这种政策。通过以下6条途径, 核安全已基本上得到保证: (1) 核设施的安全措施; (2) 用于及早察觉异常辐射增加的环境探测系统; (3) 为保证安全而进行的广泛研究和试验; (4) 运行人员的培训; (5) 由中央政府和地方政府掌管的管理系统; (6) 管理部门和经营者对安全问题的认识。

为了加强这一管理系统, 日本于1978年成立了核安全委员会。它是由日本原子能委员会分出来的, 并且是完全独立于从事促进核能开发的其它政府部门的。日本有极好的安全记录, 从未发生过使公众受到核设施辐射威胁的事

日本的商用核电厂		
	堆数 (座)	发电能力 (兆瓦(电))
运行中的		
气冷堆	1	170
沸水堆	16	12910
压水堆	15	11440
合计	32	24520
在建或将建的		
沸水堆	8	8240
压水堆	8	7930
合计	16	16170

来源: 日本AEC

故。每当国外发生重大核事故，日本核安全委员会便立即成立研究委员会，以便吸取该事故的经验，改进日本的核安全系统。

对切尔诺贝利事故的反应

这次的切尔诺贝利核电厂事故，使日本人民感到震惊。事故发生后几天，日本的监测系统便探测到了放射性落下灰。因为放射性水平很低，所以对人体健康和环境没有任何不良影响。不过，这次事故提醒我们，反应堆事故是有可能产生全球性环境影响的。

因为反应堆堆型不同，日本的管理机构认为，就核电厂安全运行而言，完全没有必要立即采取什么行动。为长远计，在日本核安全委员会之下成立了一个专门研究切尔诺贝利核事故的委员会。这个委员会现在正在研究苏联撰写的、并已提交原子能机构的关于这次事故的报告。

日本基本上同意1986年5月东京7国首脑会议和1986年8月原子能机构专家会议，就通过原子能机构的各项活动改进核安全的国际合作问题所得出的结论。不过，在预算和人力方面，仍须进行更多的讨论。

核燃料循环

我们认为，必须确保核燃料的稳定供应，必须进一步改进反应堆的可靠性和降低成本。（至于日本现在对铀的需求和1990年的前景，请参见附表。）核电厂运行所需的铀，是通过长期合同从国外获得的，并且到90年代后期以前都是有保证的。此外，为了尽可能长久地保持稳定的铀供应，日本动燃事业团（PNC）和一些私营企业一直在国外从事铀矿床的调查工作。

日本的电力公司与美国和欧洲扩散公司签订了铀浓缩服务合同。日本国内也在发展铀浓缩技术。一座使用离心法的中间工厂已经建成，并已成功地运行了若干年。目前，日本动燃事业团正在建造一座规模更大的浓缩工厂。另一座预计将进行商业运行的大型浓缩工厂，将在日本动燃事业团开发出的新设计的基础上，由一家私营企业建造。

后处理

为了最充分地利用进口的铀，要对乏燃料进行后处理，将回收的钚和铀作为反应堆燃料来利用，这是日本的国策。

虽然JAERI进行了有关的基础研究工作，但是为了尽快使后处理达到商业规模，日本还是从法国引入了后处理技术。日本在东海村建造了第一座处理能力为0.7吨每天的后处理工厂。该厂于1977年开始试运行。到1985年年底，

日本的天然铀需求和未来前景

财政年度		1984	1985	1990
核发电能力				
(兆瓦(电))		21000	25000	33000
铀需求*	每年	6400	5900	11000
	累计	55000	61000	100000

*指以短吨表示的 U_3O_8 。1短吨 U_3O_8 等于0.7693吨铀。

累计处理了253吨乏燃料。

为了满足日益增长的对后处理的需要，已经建立了一个私营企业，其目的是建造一座商业规模的后处理工厂。计划在主岛本州北部建造一座处理能力为800吨每年的后处理工厂。该厂预计在1995年投入运行。

先进动力堆的开发

从长远看，先进动力堆必将在核电工业中起主要作用。日本动燃事业团建造并已成功地运行了一座功率为100兆瓦（热），名为“常阳”的实验性快中子增殖堆（FBR）。另一座功率为280兆瓦（电），名为“文殊”的快中子增殖堆正在建造中，该堆预计1992年达到临界。

日本动燃事业团开发并建造了一种新型的反应堆，这是一个本国的项目，称作先进热堆（ATR），以重水为慢化剂，以轻水为冷却剂。这种堆指望用钚和贫铀作燃料。日本动燃事业团还建造过一座功率为165兆瓦（电）、名为“普贤”的ATR。这座先进热堆自1979年开始运行以来，一直在顺利运行。

根据普贤先进热堆的经验，已经设计了一座功率为600兆瓦（电）的ATR。这座堆将建在日本的北部。目标是90年代初期投入运行。

由于世界各国（包括日本）商用快中子增殖堆的发展都迟于原来的估计，所以日本的国策是尽可能多地将积累的钚返回到其它类型的反应堆中去。为此目的，现正在开发两个项目。一是将积累的钚返回ATR，一是将它们返回轻水堆。



10月29日，日本首相中曾根康弘（右）、科技厅长官 Mitsubayashi（左）和原子能机构总干事布利克斯在东京会晤，讨论核能方面的国际合作和平发展问题。在会谈中，中曾根先生亲自向布利克斯博士保证，他的国家支持机构的工作，特别是根据切尔诺贝利事故而制订的扩大的核安全计划。他们还讨论了日本在安全保障措施和技术支助计划方面的合作问题。布利克斯博士访日，是为了祝贺该国核能和平利用30周年。布利克斯博士在10月31日于东京发表的贺词中，赞扬了日本在这个领域所取得的成就和对核领域国际合作的长期支持。他特别提到日本1980年以来在改善核电厂运行实绩方面取得的“出色效果”和政府安全的重视。(来源：日本首相府)



国际原子能机构即将召开的会议…

日期	题目	地点
1987年		
3月30日—4月3日	原子能机构/教科文组织在水资源开发中使用同位素技术国际专题讨论会	维也纳
5月11—15日	原子能机构/核能机构核燃料循环后段的方针与方案国际专题讨论会	维也纳
6月29日—7月3日	核动力厂老化和维护中的安全问题国际专题讨论会	维也纳
8月31日—9月4日	放射疗法剂量学国际专题讨论会	维也纳
9月28日—10月2日	核动力运行性能和安全性国际会议	维也纳
10月19—23日	多用途研究堆的利用及有关国际合作的国际专题讨论会	法国 格勒诺布尔

…和讨论会

1987年		
3月2—6日	粮农组织/原子能机构关于用放免分析和有关技术提高牲畜繁殖率和健康的拉丁美洲讨论会	委内瑞拉 加拉加斯
3月30日—4月3日	双环压水堆安全运行经验讨论会	南斯拉夫 克尔什科
6月22—26日	计算机用于辐射防护讨论会	南斯拉夫 布莱德
7月13—17日	亚洲和太平洋地区次级标准剂量学实验室校准程序讨论会	马来西亚 吉隆坡
9月28日—10月2日	拉丁美洲同位素技术在水文学中应用讨论会	墨西哥城

有关这些会议的进一步资料可向国际原子能机构会议服务科(维也纳A-1400, P. O. Box 100) 或各成员国有关单位索取。根据具体的情况, 可向负责核事务的部门或外交部索取。原子能机构的季刊《原子能会议》定期刊登有关世界范围的会议、展览会和培训班的综合消息。欲知如何订阅本刊物和机构其它刊物, 请看《最新出版物》栏。