

中国科技论文统计源期刊
(中国科技核心期刊)

主管/主办 中国科学技术协会
出版者 科技日报社
社长/主编

冯长根 fengchanggen@cast.org.cn
社务顾问

陈家俊 chenjiajuan@cast.org.cn
副社长/副主编

苏青 suqing@cast.org.cn

编辑部副主任

齐志红 qizh@cast.org.cn

编辑

李慧政 lihuizheng@cast.org.cn

王芷 wangzhi@cast.org.cn

朱宇 zhuyun@cast.org.cn

王士泉 wangshiquan@cast.org.cn

岳臣 yuechen@cast.org.cn

赵佳 zhaojia@cast.org.cn

代丽 daili@cast.org.cn

本期兼职编辑 王宏章 黄永明 李向荣

美术编辑

严佳君 yanjiajuan@cast.org.cn

戴明 daiming@cast.org.cn

编务

冯峰 fengf@cast.org.cn

吕佳 lvjia@cast.org.cn

出版发行部主任

马武田 mawutian@cast.org.cn

本期执行责任编辑

李慧政 lihuizheng@cast.org.cn

编辑部 010-62103282(稿件录用查询)

010-62138113(稿件登记查询)

kjdbbjb@cast.org.cn(网上投稿)

出版发行部 010-62103215(电话订刊)

010-62103281(传真)

kjdb@cast.org.cn(网上订刊)

网 址 http://www.kjdb.org

订购处 全国各地邮局

邮发代号 2-872(国内), M3092(国外)

中国总发行 北京市报刊发行局

海外发行总代理 中国国际图书贸易总公司

广告经营许可证 京海工商广字第 0035 号

印刷装订 石油工业出版社印刷厂

国内统一刊号 CN 11-1421/N

国际标准刊号 ISSN 1000-7857

中国内地售价 7.00 元人民币

中国港澳台地区售价 7.00 港币

国外售价 7.00 美元

谨致作者

敬请本刊作者允诺:稿件中没有侵犯他人著作权或其他权利的内容;投寄给本刊的稿件(论文、图表、照片等)自发表之日起,其专有出版权和网络传播权即授予本刊,并许可本刊在本刊网站或本刊授权的网站上传播。

对于上述合作条件若有异议者,请在来稿时申明;未作申明者,本刊将视为同意。谢谢合作,并致诚挚敬意。



赵仁恺,男,江苏南京人,中国科学院院士、中国工程院院士,主要从事核反应堆工程研究;现任中国核工业集团公司科技委员会高级顾问、研究员,曾任中国核动力研究院副院长兼总工程师、国家核安全局专家委员会副主席等职;E-mail: rkzhao@public.bta.net.cn

从核电科技的发展历程 看当前我国核电发展的技术路径

The Technical Path for Development of Chinese Nuclear Power: A Historical Perspective

当前我国核能发展形势大好,核能发展战略已由过去的“适当发展”转为现在的“积极发展”;党中央还决定,到2020年,我国核电已建成投产的总装机容量应达到4000万kW,正在建设但尚未投产的应达到1800万kW。为了更好地实现上述发展目标,我们应从我国实际情况出发,全面考虑多、快、好、省地发展我国核电的技术路线和相关政策。

自1957年世界上第一个核电站运行以来,核电科学技术的发展主要经历了4个阶段,也即是所谓“四代”的发展历程。

第一代核电站是20世纪50年代至60年代初期兴建,这一阶段主要是解决有无核电站的问题,目前基本已停运。

第二代核电站是20世纪60年代后期至80年代大批兴建、目前国际上仍在运行使用的核电站(主要为压水堆和沸水堆核电站,统称轻水堆核电站),全世界现共有442座在运行,总装机容量3.69亿kW。核电发电约占全世界总发电量的17%,已具有13000余堆年的运行经验。实践证明,第二代核电站的安全性是好的、可接受的,其经济性是具有竞争力的。

在第二代的基础上,已研制成功的第三代核电站通过采用简化系统、模块化设计、非能动安全等革命性措施,使轻水堆核电站不仅降低了造价,缩短了建造周期,提高了经济性,而且安全性也大大提高,并即将大批兴建。

第四代轻水堆核电站目前正在研发,是下一步将要兴建的核电站。它在现有轻水堆的基础上,采用固有安全措施,进一步简化了系统,通过一体化设计进一步提高了核电的经济性和安全性。

当前,美、法等国都在重启核电建设计划,除了兴建第三代核电站外,为了保护和人类可持续发展,充分利用核燃料,这些国家还将发展快中子增殖堆核电站。我国核电发展规划已明确了热中子反应堆、快中子增殖反应堆、聚变堆三步走的发展战略。

目前,我国独立自主研发建设的30万kW、60万kW压水堆核电站仍在安全稳定运行,性能表现良好;100万kW压水堆核电站正在研发中,预计“十一五”初建成。这表明,我国已基本具备发展压水堆核电站的能力和条件。我国这些核电站与目前国际上正在运行的压水堆核电站处于同一水平,属第二代核电站。

除独立自主发展核电之外,为了争取时间,尽快赶上国际上第三代核电站的技术水平,我国政府已与美国政府签订协议,将从美国引进百万kW级AP-1000型压水堆核电站,以此作为我国批量生产实现2020年核电发展目标的主力堆型。

在当前这样的大好发展形势下,应对我国核电未来发展规模、后续第二步的启动做出预估,防范于未然。

受天然铀资源的限制,全世界用天然铀中铀-235作为燃料的压水堆、沸水堆核电站的总装机容量是有一定“限额”的。接近“限额”后,就必须用快中子增殖堆核电站将天然铀中大量的铀-238转换成铀-239,以此作为继续发展核电的燃料。目前国际市场上天然铀的供需渐趋紧张,2005年以来天然铀价格一年内已涨价4倍。美、法两个核电大国核电装机容量各约为1亿kW和6000万kW,每年核电换料各约需19000t和10000t的天然铀。这两个国家已于数十年间在国际上建立了自己的天然铀供应网。按全寿期60年计,两国所需的天然铀已约占全球目前保有的已探明的可采天然铀资源474万t的38%。我国发展核电还必须考虑我国在全球目前保有的已探明的可采天然铀资源供应上可能取得的份额。据现有的资料估测,我国核电燃料天然铀的占有份额想超过美、法可能有难度。在这种情况下,鉴于对下天然铀供应日趋紧张,我国应尽快启动核电发展战略的第二步,发展快中子增殖堆核电站,以满足我国核电发展的需要。

据中国工程院2000年《我国中长期核电发展研究》报告分析,我国发展压水堆所需的天然铀按30%为进口、70%为国产计,我国发展压水堆核电站总容量的“限额”约为6000万kW。按规划,到2020年,我国已建成和正在建设的压水堆核电站的总容量将达到5800万kW,接近6000万kW的“限额”水平,每年核电换料约需10000t天然铀。因此,我国以后若要再发展压水堆核电,一定要“摸着石头过河”,有多少天然铀原料就发展多少堆核电,不足部分就用快中子增殖堆核电站补充。因此,为了我国核电的持续发展并保证我国的能源安全,我们必须及早考虑核电的下一步发展以及确保能源安全的核电储备,争取在2020年左右实现钚-铀燃料循环体系,并建立起自己的铀-钚燃料循环体系。通过用铀-238转换为钚-239来发电。

赵仁恺

ZHAO Renkai

(北京市2102信箱,邮编100822)