

国产压水堆核电站核燃料元件经济性的几个问题的思考

戴忠信

(中核建中核燃料元件有限公司,四川 宜宾 644000)

[摘要] 文章简介了中核建中核燃料元件有限公司和其燃料元件制造过程中的经济状况,重点分析了国产核燃料元件经济性及其提高途径,并对敏感的燃料元件价格提出三个值得思考的问题。

[关键词] 压水堆核电站; 核燃料元件; 经济性

[中图分类号] F407.23 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-0755(2011)01-0001-06

长期以来,压水堆核燃料元件的经济性一直是核能界讨论的热点话题。这不仅是因为牵涉到电厂和供货商的利益再分配,还因为在对之进行经济性分析时确实存在着一些不定因素。本文试图以中核建中核燃料元件有限公司的燃料元件制造成本为讨论基础,重点分析国产核燃料元件经济性及其提高途径,并对敏感的燃料元件价格提出三个可供思考的问题。

一 核燃料元件制造单位与核燃料元件制造

(一) 核燃料元件制造单位

中核建中核燃料元件有限公司(以下简称:中核建中)始建于1965年11月,原系我国核工业生产堆核燃料元件制造业“三线工厂”,曾经为我国“两弹一艇”国防事业做出过重要贡献。

从1983年研制秦山30万千瓦压水堆核电站燃料元件起步,中核建中历经了二十多年的艰辛而辉煌的历程,现已成为我国最大的压水堆核电站燃料元件制造基地,承担着目前国内所有压水堆核电站在役运行的九台机组和在建的17台机组核燃料元件制造任务,并出口巴基斯坦恰纳赫玛I、II期核电站。

按照国家发展核电“中外合作,以我为主”和“核燃料国产化”方针,中核建中积极引进和消化国外先进技术,着力进行自主创新,现元件制造线装备精良,工艺先进,管理一流,已掌握了世界三种最先进的压水堆核燃料元件制造技术,其中包括全M5 AFA3G元件和VVER-1000元件的制造技术,实现了压水堆燃料元件制造国产化的跨越式发展。

中核建中现有压水堆核电站核燃料组件制造能力400吨铀/年,已为国内外客户制造了5000余组核燃料组件,这些组件已经过或正在反应堆安全运行,质量可靠,保持着良好的安全运行纪录并达到了世界先进水平。

2010年5月,国家批准了中核建中压水堆核燃料元件400吨铀/年的扩建工程。中核建中规划在2012年生产能力达800吨铀/年,2015年达1500吨铀/年,在2020年,生产能力将2000吨铀/年,可同时为80座百万级压水堆核电机组提供核燃料元件,届时将成为我国名符其实的“核电粮仓”。

(二) 压水堆核燃料元件制造

通俗地说,核燃料元件制造就是将设计图纸和设计参数变成产品(核燃料元件)的过程。由于核燃料元件具有“核”的特性,决定了其制造的特殊性,不但工艺复杂,产品要求亦非常严格。现行压水堆核电站燃料元件制造大致分为 UO_2 粉末生产(含回收处理系统)、陶瓷 UO_2 芯块制备、零部件加工、燃料棒组装及焊接、组件总装和理化分析等几个部分。但具有特殊性的相关部件制备(如 $Gd_2O_3-UO_2$ 可燃毒物棒),是在独立与主工艺生产线外的生产线完成的。

核燃料元件是核电站堆芯最关键部件。其品质必须达到如下基本要求:(1)适应性(包括结构适应和材料适应);(2)相容性(包括结构相容性和材料相容性);(3)安全可靠:在整个设计运行寿命内,要保证达到设计功能,保证组件的完整性;(4)经济性。

核电的经济性是国家核电产业决策不可缺失的基础性指标,也是选择核电产业政策的基本依据。同时,也是核电建设投资人能否出资的关键。关键问题是,对核燃料元件这个特殊商品的制造,如何做到安全可靠性与经济性的统一。

二 国产压水堆核燃料元件具有良好的经济性

(一) 核燃料元件制造成本结构合理,制造成本水平达到或接近先进国家水平

以AFA2G为例,表1列出了压水堆(PWR)核燃料元件成本构成(按要素经济属性):

[收稿日期] 2010-12-28

[作者简介] 戴忠信(1942-),男,安徽霍邱人,中核建中核燃料元件有限公司高级会计师。

表1 压水堆(PWR)燃料组件成本(按要素经济属性)表

序号	项目描述	占总成本的比例(%)	
		国外 ^①	国内(AFA2G)
1	UF ₆ -UO ₂ 化工转换	1	10.85
	燃料棒构件	22	19.19
2	锆合金包壳管	18	15.92
	端塞和压紧弹簧	4	3.27
	燃料棒制造	25	16.80
3	UO ₂ 芯块	20	14.30
	棒	5	2.50
	燃料组件骨架构件	16	11.69
4	定位格架	7	6.30
	导向管	3	3.10
	上下管座	4	1.70
	弹簧和配件	2	0.59
	燃料组件制造	4	22.24
5	组装	3	
	控制	1	
6	运输	2	/
7	设计和技术装备	13	2.94
8	质量保证和项目管理	8	3.8
9	保证性鉴定	9	12.49
	总计	100	100

①数据引自《JVC核燃料采购》1997

国外核燃料元件制造业在分析核燃料元件经济属性时,一般从构成元件成本的(部件)经济性入手,考察其按经济性质构成的各构件要素成本。为使国产核燃料元件在该问题上的可比性,以国外有关项目为准,对国产元件成本有关项目数据进行分析调整或换算,除UF₆-UO₂化工转换(国外一般干法制备)和元件设计及技术装备(国内元件设计由设计院承担)有较大差异外,趋势基本一致。因此,表1表明,国产核燃料元件成本(按要素经济属性)结构是合理的。

表2同样给出了我国压水堆(PWR)核燃料元件制造成本(按成本项目)结构和成本水平:

表2 我国压水堆燃料组件制造成本与结构(按成本项目)

成本项目	单位成本(AFA2G)		
	美元/组	美元/KG·轴	%
(一) 直接材料	88051	191	47.86
(二) 燃料动力	15213	33	8.21
(三) 直接人工	20745	45	11.07
(四) 制造费用	60391	131	32.86
合计	184400	400	100

(1美元=6.8元人民币)

表2表明:我国压水堆燃料元件制造,现制造成本水平以组为单位计算,每组制造成本为18.44万美元;以公斤轴为单位计算,每公斤轴制造成本为400美元;在单位制造成本中,直接材料占47.86%,燃料动力占8.21%,直接人工占11.07%,制造费用占32.86%。

压水堆燃料组件除按规定采用财务会计方法计算其实际制造成本外,在经济分析中,还可用“贴现现金流分析法”和“单价算法”及“工厂规模因子”测算或推导制造成本。

这里需要说明的是,燃料元件制造除发生的直接材料,燃料动力,直接人工和制造费用外,还会发生期间费用,包括管理费、营业费用和财务费用。而这部分期间费用视工厂生产规模的大小,内部机构设置的不同和员工人数多少及工厂的新旧不同,而存在较大差异,一般情况下,按员工人均计算,每人每年约3000~4000美元。在外国制造厂,该部分费用要低得多。按照国家财政部门的现行会计准则与制度的规定,期间费用不得计入制造成本,而应冲减公司营业利润,最终体现在公司的盈利或亏损上。因此,公司在确定或拟定价格方案时,不仅要以实际制造成本为基础,而且还要考虑期间费用对价格的影响,同时组件制造加工价格还应包括合理的利润率。

对于表2给出的制造成本应当如何评价呢?不妨仍以AFA2G为例来说。1996年国际经济合作与发展组织核能机构(OECD/NEA)第5次会议预测了各国核电站核燃料元件制造成本(1996年~2045年),其中有关国家的情况(以2005年为例,其他略)见表3:

表3 1997年预测的2005年核燃料元件制造成本(单位:美元/公斤轴)

国家	加拿大	法国	韩国	西班牙	美国	巴西	印度	中国 ^②
制造成本	44.7 ^③	388.2	286.2	351	258	199.9	168.3 ^③	400

②依据资料计算(2005年);③加拿大、印度为重水堆核燃料元件

从表3可见,国产核燃料元件制造成本与主要发达国家比较,有一定差距,但差异不大,基本达到或接近法国水平。而国外核燃料元件制造厂,其制造规模大都在千吨左右,而我国元件厂当期在200吨轴/年。

又据经合组织能源局1994年版《核燃料循环经济》中表述,若核燃料元件其能耗43000MWd/tU或以上,其制造成本范围为200~400美元/kgU应是合理的;对于更高的燃料元件,其价格会上升。有的报告认为,对于能耗在50000MWd/tU及其以上的高能耗组件,其制造成本约400美元/kgU。

1998年大亚湾核电站(GNPJVC)在18个月换料项目招投标时,西屋公司提供的资料是,美国产核燃料组件在欧洲市场报价340~350美元/kgU;日本报价则为450美元/kgU。

因此,国产核燃料元件制造成本现今达400美元/kgU左右的水平,应属较好水平,应属具有良好的经济性的核燃料元件。

(二)核电厂以较低价格采购的核燃料元件,使其电力成本达到国际先进水平(以GNPJVC为案例核电厂)

2003年GNPJVC报道的该核电站发电成本结构为(表4):

表4 核电站发电成本与成本结构

成本项目	比例(%)	成本(美分/KWh)
核燃料	13.30 ^④	0.48
财务费用	5.8	0.21
折旧费	44.58	1.60
运行+维修	23.87	0.87
乏燃料	12.45	0.44
合计	100.00	3.59 ^⑤

④国外一般为15~25%，法国为21.8%，见《核循环经济》1994年。⑤为GNPJVC2003年实际成本。

由表4不难看出，电力成本结构较为合理，特别核燃料比重在国际公认范围内下限，低于法国。

表5给出了世界各国核电成本水平。

表5 世界各国核电成本预测(贴现率为5%)
(2005~2010年) 单位:美分/KWH

国家	法国	俄罗斯	日本	韩国	西班牙	美国	加拿大	中国 ^⑥	英国
成本	3.22	2.69	5.75	3.07	4.10	3.33	2.47~2.96	3.59	5.16

⑥为GNPJVC2003年实际成本。

表5同样表明，GNPJVC的核电成本已达国际先进水平。

(三) 会同核电站实施科学的燃料管理策略，使核燃料元件经济性得以最大和最集中释放

中广核集团旗下的核电站自2000年以来，在核电站运行中使用中核建中制造的AFA3G核燃料元件，成功实现了18个月换料，使燃料元件的经济性得以最大释放：

1、核电厂每三年减少一次换料停堆，平均每年多发电15天，维修费同时降低；核燃料燃耗提高40%，每年新组件补充量减少：由52组×3~64组×2，同时减少乏料量1/3，降低了循环成本10~13%左右。据测算，实行18个月换料的2×90万KW核电站，每年增加净收益达3000万美元以上。

2、制造单位也因此增加了燃料元件的附加值，提高元件价格，以增加的收入冲减了因由12个月~18个月换料而使年度制造规模减少对经济性的负面影响；

3、中国核动力研究设计院也因作为电厂和制造厂的技术后援单位，增加了经济收益。

(四) 中核建中与制造核燃料元件而伴生的潜在或预期收益显现

中核建中在制造安全可靠、质量一流的核燃料元件过程中，以极强的创新意识，创造了一批具有自主知识产权的国家级、省部级、行业级等新工艺、新技术、新产品，有的已转化为生产力或待转化为生产力，如100吨铀/年干法转化炉、初级中子源组件制造与安装等，填补了国家空白。上述自主创新的成果，实现了元件制造的技术升级，提升了生产规模，为元件制造带来了规模效益。同时，中核建中自主知识产权——还有其延展性和独创性，具有重要的市场与客户价

值，增强核燃料元件在国际市场上的竞争力。

三 提高核燃料元件经济性的途径

(一) 利用优越的地理位置提高核燃料元件经济性

中核建中核燃料元件生产线位于祖国“三线”——西南腹地万里长江第一城——宜宾市近邻。该地区地质状况稳定，从未发生过具有破坏级别的地震或其他地质灾害；虽临金沙江，但不会受洪水威胁；气候适宜，未曾发生过较大的风暴或雨雪而影响工厂运行；交通便利，无论元件运输（到秦山核电站，深圳大亚湾核电站，江苏田湾核电站，出口巴基斯坦运至新疆乌鲁木齐等），还是铀原料供货（中核集团所属浓缩铀厂），还是业主人员业务往来，立体式交通（水、陆、空运输）都提供了方便与快捷；同时，与位于成都的中国核动力研究设计院为邻，为元件制造的技术服务给以方便。

(二) 控制生产线建设工程造价，提高比投资的经济性

中核建中在国家支持下，用市场机制自主建成了具有设备精良、工艺先进、管理一流的现代化核燃料元件生产基地，制造规模由75吨铀/年—200吨铀/年—400吨铀/年。按现沉淀于生产线固定资产存量价值计算，总投资约为1.405亿美元（1美元=6.80元人民币）。对于工程投资，可作如下分析：

1、投资结构(按工艺性质分)

主工艺占68.38%；辅助系统(动力和三废处理与回收)占18.05%；理化分析与检验(质保)占7.7%；其他占5.87%。

2、资产构成(按资产类别分)

房屋及构筑物占19.35%；机器设备与仪器仪表占80.65%。

3、比投资(工程投资额/制造规模)：

1.405亿美元/400吨铀=35.13万美元/吨铀

以上数据表明，该工程投资结构和资产构成是比较合理的。其中，比投资反映了核燃料元件工程造价的经济性，是燃料元件制造经济性的重要基础条件。即使与国外比较，中核建中的比投资也具有明显的经济性：南非BEVA元件厂(1999年关闭)，年制造能力大于现中核建中元件线，其比投资约为中核建中2倍以上；原美国通用威尔明顿元件厂1971年建成，年产能800~1000吨，时价比投资为23万美元/吨铀；原西屋哥伦比亚元件厂1976年建成，年产能1200吨~1500吨，时价比投资为30万美元/吨铀。上述国外元件工程比投资，若考虑其贴现率，则都高于中核建中元件线建设造价。究其原因，一是中核建中对建设过程中三大控制(进度、质量、投资额)到位；二是因自主建设，国内采购器材价位低于国外，汇率风险小；三是部分财政资金和信贷资金的贴息政策，也是原因之一。

(三) 持续发展先进生产力，快速实现产品升级与提升制造规模，提高燃料元件制造的规模效益

在1986年建成秦山30万千瓦压水堆核燃料元件生产线的基础上，引进法国技术，于1993年建成90万千瓦核电站用核燃料元件制造生产线，实现了大型核电站燃料元件制造国产化；1999年为配合GNPJVC18个月换料项目引进

AFA3G 燃料元件制造技术,对现生产线进行技术改造,提升生产能力;同时,为配合田湾核电站建设,引进了俄罗斯 VVER-1000 制造技术,2008 年实现了 VVER-1000 燃料元件国产化。由于引进国外先进技术,对原生产线不断进行改造,现中核建中可制造包括 300MW(15×15)、AFA2G(17×17)、AFA3G(17×17)、全 M5AFA3G(17×17)、VVER-1000 等不同类型的燃料组件及相关组件。工厂的制造能力也由 75 吨铀/年提升到 200 吨铀/年和 400 吨铀/年。

随着生产规模的扩大,中核建中的核燃料元件制造规模效应初显出来。根据相关资料,经分析和模拟测算,设燃料元件各工序制造费用为 100%,则随着制造规模扩大与系列化特征,其制造费用呈如下趋势(表 6):

表 6 燃料元件制造规模与工序费用份额表(单位:%)

项目费用	制造能力(吨铀/年)		
	100	250	500
UO ₂ 粉末制备	100	88	87
芯块制备	100	81	69
元件总装	100	95	90
分析检验	100	89	82
折旧	100	92	80
结构材料	100	109	116
U 损失(0.8%)	100	110	117

(四) 不断改进与优化元件制造工艺,用先进的科研成果,提高燃料元件的经济性

1、AFA 组件下管座加滤网,降低了组件在寿期内运行中因异物磨蚀而造成的元件棒破损率。

2、燃料元件制造使用双金属格架,提高了中子经济性。

3、使用大晶粒 UO₂ 芯块,改变了核燃料在堆内的裂变气体释放,提高元件抗 PCI(芯块与包壳相互作用)能力。

4、采用 M5 材料包壳管,提高了包壳的耐腐蚀能力,并有利于抵抗辐照生长。

5、采用全 M5AFA3G 组件,为各方(核电站、设计院、制造单位)特别是核电站带来巨大经济收益。

另外,中核建中与设计部门、核电业主合作,不断对燃料元件性能或结构设计进行一般性改进,增加了核燃料管理和电站运行管理裕度等,无疑也提高燃料元件的经济性。

(五) 以严格的质量保证制造具有世界先进水平的燃料元件,不仅安全可靠,而且为燃料元件的经济性与经济性释放提供了基础性保证

1、鉴于核燃料元件的“核”特点,核燃料元件的“安全可靠”性是首要的质量评价原则。

2、坚持持续改进与发展的理念,从认识到实践“一切求更好”。经过三次变革、23 次修订《质量手册》,形成了有效运行并持续改进的质保体系,不仅保证了产品质量,更改变了数千名员工对传统管理的思维和行为方式。

3、质量保证强调两个关注:一是外部关注,把对核电业主的关注做为焦点,通过快速、灵活而有效反应,提高客户对燃料元件的信任度和忠诚度;二是内部关注,特别是领导层

面和员工的参与,实现在质量控制中生产力三要素最佳结合。

4、实施有效的质量管理方法:即过程方法、管理的系统方法和基于事实的决策方法。协调一致、过程控制、注重细节、敬业爱岗、提高工效,使质量管理的“木桶”没有短板。

5、培育和升华质量文化。质量管理与核安全意识及公司理念融合,形成公司文化精神的内核——质量意识。通过深入学习与贯彻,融化到血液中,落实到行动上,以尽善尽美为目标,提倡“一次把正确的事情做正确”。

6、实施质量成本管理和质量成本核算。质量成本管理与核算是质保体系的组成部分。质量成本是指为保证和提高制造质量而发生的一切必要费用,以及因未能达到质量标准而发生的损失总和。实施质量成本管理与核算,其目的是为在“质量为本,追求卓越,为顾客提供安全、可靠的核燃料”的质量方针下,使质量与成本之间具有最优结合点,在安全、可靠原则下,不因质量功能过剩而使成本上升,以提高燃料元件的经济性。

7、公司将燃料元件经济性与相关的质量指标挂钩,促进了燃料元件制造成本降低,提高了元件经济性:

(1) 金属铀直收率:是指铀原料批量投入第一工序至最后一道工序止,一次过程后,合格品中金属铀的含量与投入总量的比例,即:产出铀金属量/投入铀金属量×100%,该指标与燃料组件的经济性成正比。直收率高,意味着需回收处理的含铀物料量较少,回收成本可降低;反之,返品量则多,则处理的次数(反复再投入系统)多,回收成本高。另外,直收率低,多次反复投入系统处理回收,则不可回收的铀损失量也增加。

(2) 金属铀总收率:这是燃料元件制造中,铀原料核算的重要问题,简单的公式是:批量投入浓缩铀金属总量=合格品中铀金属量+可回收(处理)物品(料)铀金属量+不可回收损失。在“来料加工”合同形式下,超限值“不可回收损失”由制造单位计入制造成本。总收率与燃料组件制造的经济性成反比例。总收率高,意味着不可回收的损失则少,制造成本较低,比如一批或一个丰度的燃料组件换料,若投入 50 吨铀金属(丰度按 4.45%),制造过程完成后,总收率在上期(或计划)基础上若提高 1% 将节约数万美元。

(3) 产品成品率。该指标对元件制造来说,是一个广义的质量指标,既包括燃料组件总装的成品率,也包括了燃料元件各独立制造工序的成品率,还包括组件构件成品率(如上、下管座等)。在燃料组件的每一工序或环节上,由于铀原料和构件材料的价格昂贵,其所有成品率都不可小视,如 AFA3G 下管座,报废一个,则损失达一万美元;若系总装工序废品,将是重大质量事故,损失是巨额的。

为将燃料组件成品率(含直收率、总收率)的提高或降低对燃料组件经济性影响定量化评价,根据燃料组件制造工艺和铀原料转移的特点,运用会计核算,统计核算和业务核算的资料,可建立评价的数学模型。

(六) 对制造成本实施战略管理与预算控制

1、对燃料组件制造成本实施战略管理。

把现制造成本的水平与国际同类产品制造成本对比考察和分析,找出与国际市场价格的差距与原因,树立追赶国际先进水平的目标;把制造成本放在核燃料循环的系统中考察,充分认识燃料元件加工制造环节的意义与作用,特别是元件制造的经济性对核燃料循环的影响,增加降低制造成本的经济使命感;结合制造业实际,拟定3~5年的制造成本规划,并拟定措施或备足资源,有计划分步骤实施,特别注意树立员工的全员成本意识,开展制造产品的全系统、各方面的成本降低工作。

2、实行严格的制造成本预算控制。

(1) 预算指标应是适用的和可控的。在熟悉生产工艺、吃透制造成本项目内容及形成规律、研究财务指标与非财务指标内在关系的基础上,结合管理或生产的实际,将制造成本的总预算指标按“全系统”、“各方面”分解成若干子项指标(财务指标+非财务指标)下达到责任单位。“适用和可控”是指在现有外部条件具备和现工艺技术条件下,能独立操作完成的;下达指标,对不同单位或工序,突出主要矛盾的指标,不应面面俱到。如管座加工,对采购部门下达采购质量和采购成本指标,对制造单位,下达“合格率”即可。

(2) 预算指标考核的刚性与裕度相结合。制造成本预算指标的分解下达与考核,是增强燃料组件经济性的主要措施,因此具有严肃性。在客观条件满足情况下,通过主观努力,应予实现,但当考核的基础条件变化或出现本部门或本工序的不可抗力,则应调整考核办法。

(3) 制造成本预算控制为三步骤,即事前、事中和事后控制分析、考核,关键是事中——即制造过程中的动态控制。

(4) 制造成本的预算控制,要讲究内部程序,实施内部预算管理规章,多用市场机制或模拟市场机制办法。

(七) “自主建设”和“自主制造”实现燃料元件国产化,是提高燃料元件经济性的重要举措

自主建设与自主制造,至少在以下方面提高了燃料元件的经济性:

1、降低了汇率风险。在元件生产线的建设和元件制造中进口设备和材料或利用外资,将承担较大的汇率风险,当人民币升值时,公司财务费用小;当人民币贬值时,公司将承担大量财务费用,从而造成建设成本和元件制造费用上升。

2、设备或器材采购自主化有利于降低工程造价和元件制造成本。自主采购就是掌握了采购的主动权,可用竞争性招标来压低价格,可以选择价格性能比最好的设备和材料。特别在批量采购中,国产设备较国外低20%左右,效益更明显。

3、节约了工程和技术服务费。若成套引进设备和技术,其外方服务费用约占引进费用总额的10%左右。中核建中的项目建设系自主设计,日常服务则由国内设计部门承担,价格低;元件设计改进与技术服务,也由国内设计院承担,且服务价格较低。

4、燃料元件生产线自主建设和元件制造国产化,还可充分利用公司内部资源,优化资源组合,提高燃料元件潜在经济性。

四 关于国产核燃料元件价格问题的思考

中核建中在压水堆核电站燃料元件制造国产化中取得了成功,强有力地支撑着核电产业的快速发展,不仅燃料元件安全可靠,达世界先进水平,而且,其良好的经济性也不逊色于发达国家。但当前燃料元件制造业一个突出问题是电厂与供应商的利益再分配。其突出表现为销售价格(指制造或加工价,不含铀原料)问题:良好经济性的燃料元件,其价值(C+V+M)往往补偿不足,有时甚至存在制造价格与其价值背离状况。同时,在制造价格管理与商务谈判中,现行的“一批一价,一厂一价,同产品不同价”,“固定价与浮动价”并存等价格形式亦待规范。对此,作者特提出如下思考,供商榷。

(一) 在国产压水堆核燃料元件价格问题上,有关各方应转变观念,树立理性思维

1、国产化的核燃料元件从根本上是为核电站规避国际上政治、军事和其他风险,为核电站安全、可靠运营和巨额经济效益的实现奠定基础;若没有国产核燃料元件存在,可以想象任何核电站从外国采购燃料元件,可能是何种价位。这一点,应是我们思考燃料元件制造价格水平的基点。

2、国产核燃料元件的经济性,特别对核电站经济性的释放(电力商品)在一定条件下起决定性作用。“石头不能变成小鸡。”而燃料元件采购价(指加工价)仅占其电力成本的3%左右,关键的少数,却影响着整体,对此电站业主应深思。

3、扬弃“国际价格”的狭隘思维。二十多年来,几乎所有核电站在商洽燃料元件采购价格时,都拿出“国际价格”的大棒,不顾国情和制造公司的实际,对国产燃料元件的报价,进行“打、压”。虽经多次反复与协调成交,但制造价格与价值背离,C+V补偿不足,何谈M。“国际价格”——应该是具体的,抽象的“国际价格”是没有的;更不能实用主义地以某一国家某一时期的价格为“国际价格”。

4、采购方(核电站)与承包方(制造商)应树立“合作双赢”思维。无论是核电厂还是燃料元件制造公司,都是国家核电产业链中的一个环节,而元件供应与采购双方的链条连接更为重要。若核燃料循环的“木桶”中,燃料元件制造成为“短板”,则会制约核电产业发展。因此,无论是国内全资的核电业主,还是有境外资本的核电业主,应综观全局,从长计议,较公正地认识燃料元件的地位,在利益共同体的原则下,在制造价格补偿方面,给予合理价位,实现供需双方的“合作双赢”。

(二) 理顺核燃料元件制造价格关系,建立国家调控下的核燃料元件价格机制

鉴于核燃料元件具有“核”的特性,因此,核燃料元件市场化不同于一般意义上的市场化,其市场化离不开政府的核管制。

1、采购方(核电站)的主管或行业部门,应对核燃料元件采购实行集中采购,专业化管理,特别在价格问题上应理性思维,统一行动,规范操作,提高效率。

2、承包方(元件制造方)的主管或行业部门,对燃料元件的销售,也应实行专业化管理。可设商务代理,但代理费

应该合理,应发挥制造单位的基础作用。在制造价格商谈中,应统一思维,统一价格办法,规范报价程序,发挥整体功能,承包方主管部门应着力维护承包方合法权益。

3、建立燃料元件制造价格调整机制。其中包括:燃料元件采购价格与核电价格联动。即当国家对核电价格调升时,应考虑元件价格的适当调整;当核电站因采购设计改进元件而其经济效益或燃耗、负荷因子等指标大幅提高时,应考虑元件制造承包方予以价格补偿;与国家汇率和通胀指数联动等。

4、鉴于核电大发展趋势已经形成,燃料元件制造业迎来了前所未有的大好机遇。国家或行业主管部门,在总结二十多年来燃料元件制造价格管理方面的经验基础上,需考虑制订《核燃料元件制造价格管理指导意见(办法)》。除规定价格原则,规范市场秩序外,对价格形式,价格组成结构,系列产品价格体系等提出指导性意见。条件成熟时,制定燃料元件的基准价格或最高限价办法,以迎接未来的政府调控下的核燃料元件卖方市场。

(三) 建议用“最优定价法”制定核燃料元件的指导价格

最优定价法是综合考虑各方面因素后确定适宜价格水平的方法。一般应结合商品价值、供求关系、价格政策、生产能力等因素,进行综合分析,择优定价。这种定价方法可表述为:首先分析单价高低和盈利大小;在分析价格与国家或行业指导价关系及与国外价格水平比较的前提下,评审或分析拟择最优价格的正确性。

1、燃料元件制造价格模式。基价+浮动率(%):鉴于燃料元件制造周期长,合同签订至 FSSD(燃料元件最终计划起运日)一般需 18 个月时间。采购方所采购燃料元件具有“期货”性质,采用该模式对双方较为合理;同时,与该模式相适应的货款支付办法(按燃料元件制造里程碑),也较为公平。在实际业务操作中,应该以该模式为主;固定价:适用于零购或制造期较短的燃料元件价格。

2、燃料元件价格目标原则。价格是价值的货币表现,价值是价格的内涵,即价值决定价格。价格变动的内在规律是按照价值进行等价交换。用“最优定价法”,无论采用哪种

价格模式,所形成的价格应属国家或行业部门指导价格。这一商品(元件属特殊商品)价值也是由 C、V、M 三部分构成,其中 C 表示转移价值;V 表示劳动者为自己创造价值,是必要劳动部分;M 是劳动者为社会创造价值,是剩余劳动部分。 $C + V + M$,以货币形式表现,即为商品价格: $C + V$ ——构成成本; $V + C$ ——为劳动耗费;M——做为盈利,包括税金。

鉴于不同型号压水堆核电站装堆使用不同的型号燃料元件,其物化劳动耗费(转移价值)差异较大,在确定 $C + V + M$ 各项值时,可考虑如下原则:C——按该型号或系列元件实际成本或标准成本测算;V——按制造单位直接劳动耗费的平均值测算;M——按核燃料循环系统(暂不考虑乏料处理环节)平均利润率测算。

纵观现阶段我国核燃料循环各环节产品利润状况,除矿山与水冶单位的初级产品利润率较低外,则燃料元件制造业的利润较低或处于亏损边缘。下游产品(核电)利润最为丰厚,而前面几个环节,包括燃料元件,利润最薄。因此,元件制造的价格中,M 取值于核燃料循环大系统的平均利润率应该是合理的。

五 结束语

作为清洁能源,我国核电正以高速发展的态势展现在世人面前。核燃料制造业也因此迎来了难得的发展机遇。本文正是在这样的前提下,讨论了核燃料制造的经济性以及提高国内核燃料制造业经济性的途径。与此相关,作者提出了关于国产核燃料元件价格问题思考的三点意见,以期得到业界各位专家赐教。

[参考文献]

- [1] 本书编委会. 核电发展战略研究 [M]. 北京: 中国言实出版社, 1999.
- [2] 任德义, 王成孝. 核工业经济导论 [M]. 北京: 原子能出版社, 1990.
- [3] [苏] H. M 西涅夫. 核能经济学 [M]. 北京: 原子能出版社, 1985.

Thinking about the Economic Efficiency of Nuclear Fuel Elements Made in China in PWR Nuclear Power Plant

DAI Zhong-xing

(Jian Zhong Nuclear Fuel Element Corporation Ltd. of Chinese Nuclear Industry, Yibin 644000, China)

Abstract: The paper briefly introduces Jianzhong Nuclear Fuel Element Corporation Ltd. of Chinese Nuclear Industry and the economic status in the process of producing fuel elements, focuses on analyzing the economic efficiency of nuclear fuel elements and the ways to improve it, and presents three problems for sensitive price of fuel elements.

Key words: PWR nuclear power plant; nuclear fuel elements; economic efficiency