

通过依托项目和重大专项拉动,除主泵等尖端设备国产化工作正按计划推进外,AP1000设备已基本实现国产化,CAP1400设备已经实现自主设计和研制,示范工程核岛设备国产化率有望超过80%,数字化仪控系统、核心软件等都实现重要突破。近六年来,三代核电自主化对整个核电产业的整体提升作用显著。

三代核电自主化的完美轨迹

——国核技术创新案例解析

文·本报记者 瞿剑

今年以来,我国三代核电自主化进展信息不断刷新:自主化依托项目世界首批AP1000(我国从美国西屋公司引进的先进三代核电技术)机组建设总体可控,首台机组核岛土建完工;AP1000消化吸收已经完成,国产化AP1000标准设计即将应用于后续核电项目建设;大型先进压水堆重大专项CAP1400核电初步设计通过国家审查,关键试验台架取得的试验数据有力支撑了

CAP1400的设计验证和安全评审。

与此同时,通过依托项目和重大专项拉动,除主泵等尖端设备国产化工作正按计划推进外,AP1000设备已基本实现国产化,CAP1400设备已经实现自主设计和研制,示范工程核岛设备国产化率有望超过80%,数字化仪控系统、核心软件等都实现重要突破。近六年来,三代核电自主化对整个核电产业的整体提升作用显著。

投入巨资搞研发,供货商图什么?

被称为“尖端”的AP1000主泵(即屏蔽电机泵)研制到底有多难?从国家科技重大专项“大型先进压水堆及高温气冷堆核电站”专门为此投入六七亿元之巨可见一斑。

但这六七亿只是小头。国家核电技术公司(下称“国核技”)科技部、重大办主任范霁红介绍,两家供货商——沈鼓和哈电“各投了差不多二十个亿”来掌握技术、形成能力。他们到底图什么?

“国核技为他们设立了一个很好的机制”。范霁红

透露,这个机制就是一个意向性协议:“你只要做出来了,我就连续采购你40台。”有了这好几十亿元订单,供货商再投入巨资研发,就“绰绰有余”了,“国家的钱真的起了‘四两拨千斤’的作用”。

在核电蒸汽发生器、主管道、一级核级电缆等设备、材料开发中,同样的机制也发挥了作用,引导企业先于国家投入,投大头。这就是专注于同一战略目标的协同效应。

国家意志:靠“市场之手”配置资源实现

在“四两拨千斤”的协同中,可以很明显看到国核技的牵头作用。

事实上,三代核电技术引进消化吸收再创新的“主体、载体和平台”,压水堆重大专项的“牵头实施单位”和示范工程“实施主体”,正是国家给国核技的定位。范霁红称,这“是一个很大的创举”,为什么?因为AP1000自主化依托项目,国核技并非业主,其“主体、载体和平台”角色靠工程总承包(EPC)来体现,“依托项目和示范工程的实际需求体现在一张张订单上,我们就用这个订单把需要市场配置的资源牵动起来”。

体现国家意志的重大专项项目,由“市场之手”配置资源来实现,是压水堆重大专项实施中最鲜明的特征。

该重大专项所表达的“国家意志”包括:在AP1000技术引进和自主化依托项目建设的基础上,通过国产化AP1000自主设计,实现AP1000技术的消化、吸收,全面掌握以非能动技术为标志的第三代核电技术。并在此

基础上,进一步研究开发具有我国自主知识产权的大型先进压水堆核电技术,建成CAP1400示范工程,拥有一批高水平的知识产权成果,使我国核电设计、制造、建造和运行技术实现跨越式发展,2020年进入核电技术先进国家行列。

其背景是,2007年10月国家出台核电中长期发展规划(2005—2020年)之前30年左右的中国核电发展史,是一部被誉为“万国牌”的历史:建成6座核电站(11台机组),分别采用了5种不同机型、10余种国外标准,在技术路线上一直没有定型。中核集团董事长孙勤曾说过,这是“照葫芦画瓢,知其然,不知其所以然”,“虽也有创新,但脱不了人家的肚子,品牌不是我们的”。

三代引进的颠覆性思维在于,从技术模仿逐步过渡到自主创新,真正做到“知其所以然”,最终形成中国自主品牌“CAP1400”,甚至“CAP1700”,成为世界核电的领跑者。

吃透、消化,再完善、提高:AP1000引进的基本轨迹

有两件事情,很能说明从“知其然”到“知其所以然”的转变。

国核技董事长王炳华回忆,AP1000引进之初,国核技组织一个13人的团队去美国,跟美国核管会(NRC)就中国国家安全局提出的1000多个问题作深度交流。“当然最终结果很好,但有一件事情让我心里非常沉重”——13人分成5个小组,每组也就两三个人;可对方基本上都是每组三四十人来作答。就是这样一个个阵势让王炳华看到了极大的差距——“因为设计软件是人家的,安全评审软件是人家的,到目前为止,没有一个是咱们自己的”,“这些都是基础啊!”

跟NRC、跟AP1000原创方西屋公司,这样的交流后来还进行过许多次,双方阵容对比也在悄悄发生着变化。“我们的人越来越多,所提问题越来越深入”;而且,相比美方的平均中老年年龄,中方团队几乎是年轻的面孔。

吃透、消化,再完善、提高,这就是三代核电AP1000引进的基本轨迹。通过在建的三门、海阳依托项目和重大专项支持,加上后续项目,国核技实现了AP1000的中国化——CAP1000,“采用标准化设计,把美国标准转化成中国标准,把美国材料牌号转成中国材料牌号”,在此过程中,还改进其很多不足,并加入福岛事故后新的研究成果。

范霁红介绍,依托项目首台AP1000机组的建设经验已大量反馈到后续机组,甚至反馈到美国在建的AP1000项目中,比如Vogtle项目,在钢制安全壳底封头与其下方CA20模块仅有20厘米厚的狭窄缝隙浇筑混凝土之前,中国依托项目“光为这件事情就反映给美方一份700页的资料”,告知怎样在里面加测量点,怎样保持混凝土均匀注入,防止其提前凝固……国核技还将派出首批工程技术人员到该项目提供技术支持。同时,美国项目的建设经验也陆续反馈到我国CAP1000机组建设中。

核安全文化:用最高标准做最高端产品

类似前述“四两拨千斤”的例子,在AP1000设备国产化过程中数不胜数。用范霁红的话说,大到主泵、主管道,小到阀门,凡是“卡关”的,即人家卡脖子就过不去的,我们都组织攻关。

企业不惜血本地攻关,除了后面跟着的大订单,以及订单所预示的未来十几年内诱人的国内核电市场之外,其实还有更深层的考虑:为核电供货之后,企业学会用“核安全文化”的理念和标准来做产品,一下子就把管理水平提高到了一个崭新的层面,从原来做低端产

品攀升至高端产品。

范霁红解释,为什么一个零部件,同样的材质、同样的加工要求,核电的远远高于火电(其远超超临界火电的运行参数比核电还高)?根源在于管理成本——每做一道要评审,每做一道要检验,处理不符合项要进行大量论证。“这一套弄下来,可以把产品做得一点瑕疵都没有,确保产品质量”。这一点,别的领域却无法全盘照搬,因为成本受不了。从这个角度讲,核电就是工业界的高端,它“所有的东西都是用最高要求来做的”。

技术支持:着眼于核电综合试验能力配套

除了订单拉动,国核技的牵头作用还包括一些对供货商不可或缺而他们自身难以承担的技术支持。

以阀门为例,AP1000核电站有大大小小的阀门几千个,其中大批量的,国内很多厂家都有能力生产。但由于核电站阀门要求过高,产品必须经过特别严苛的实验鉴定,验证它在核电站的压力、温度、辐照情况下,会

不会失效。建起这样一个实验鉴定平台需花费1亿多元,而阀门才卖几万、几十万元,厂家显然无能为力。

国核技在上海等地改造或新建了一批非盈利的行业公共试验研究平台,不仅着眼于AP1000依托项目建设的现实之需,更使我国具备了完整、配套的核电设备综合鉴定、试验能力。

对内对外开放:多方共赢尝甜头

引进—消化吸收—再创新的完美轨迹,得益于专注同一战略目标的协同,也得益于开放的心态、开放的机制。

开放体现在基础设施上。范霁红介绍,国家投资了十几个试验台架,国核技把它们几乎全都建在大学里:清华“200号”、上海交大、西安交大、华北电大等都有;还有一部分,像中核105所、核动力院,原来就有的,“也给他们改造和新建了一部分台架”。

“背花线”为别人“建基础设施,唯一的解释就是出于“为我所用”的开放心态——“怎样快就怎么样来,怎样节约资源就怎么样来,怎样效率高就怎么样来”。

开放更体现在用人上。

2010年10月,国核技直指我国核电技术最大软肋——被称为核电站“神经中枢”的系统软件,发起成

立“核电软件工作站”。在相关人力资源不足的情况下,决定与上海交大、西安交大、华北电大共建,主任、副主任兼总工程师都是从高校招聘。“刚成立时,大学老师承担了60%到70%的工作,有十几个大学老师带着三四十个研究生,几个月地在我们这里工作”,但他们是按国核技的核安全质保体系做事。直到去年,由大学老师承担的工作还超过1/3。这样“既发挥了老师的作用,又培养了学生;我们选人也选得更准了”。

除了对国内开放,对外也同时开放。王炳华曾说,就算你领先了,你关起门来干几年,就会又落后了。这几年,国核技在跟AP1000原创方美国西屋公司、洛克希德马丁公司、德国凯士比公司以及核安全支持机构的合作中,实实在在尝到了“双赢”甚至“多赢”的甜头。



2011年12月18日,三门核电2号机组CA03模块顺利吊装就位。



2011年12月22日,三门核电1号机组核岛关键设备稳压器运到现场

创新者说

如何从核电大国迈向核电强国

全国政协委员、国家核电技术公司董事长 王炳华



核电是大国技术,是强国技术,是战略性新兴产业。按照规划,2020年我国在役和在建核电装机容量将达8800万千瓦,远超法国,接近美国,成为世界第二核电大国。如何同时成为核电强国,是核电人共同的梦想和追求。

什么是核电强国?一般来说,具有以下特点:一是有学科完整、专业配套的核能科技体系,技术研发能力强,能够自主开发核电机型;二是有比较完整的核电关键设备制造和成套供应能力;三是有先进的核电工程建设和EPC总承包能力,以及电站运行和维护能力;四是有比较完整的核燃料供应及后处理体系,包括铀浓缩、燃料组件制造、乏燃料后处理和核废物处置等;五是拥有世界一流的核电技术品牌、产品品牌和服务品牌;六是在人才培养、安全监管、国际合作、核电出口等方面有突出的业绩和较强的国际影响力。

为此,有以下几点思考和建议:

一是建立国家主导的核能基础研究科研体系。目前我国核电的基础研究力量分散,相对薄

弱。国家宜尽早进行梳理,结束过度分散状态,在核能基础研究和前瞻性研究领域,进行有序集中,形成国家核能研发中心,并按国家中长期发展的需要逐步加强,建成国家核能研发平台,为研发创新服务,同时作为核安全监管当局的技术支持中心。

二是坚持标准化、批量化、系列化发展思路不动摇。根据国产AP1000以及CAP1400示范工程的各项准备情况,坚持统一采用国产AP1000标准设计,核准并开工建设一批AP1000后续项目,同时,核准并开工建设CAP1400示范工程。在重大专项课题中期评估调整时,增加CAP1700研发和示范工程建设课题,形成系列化创新发展,形成产业可持续发展格局。

三是国家战略推动CAP1400走出去。按照我国核电产业的基础和条件,核电完全有可能像高铁一样,成为具有国际竞争力的产业之一。根据中央经济工作会议对核电走出去的要求,建议将重大科技专项CAP1400作为核电“走出去”的国家品牌,列为国家能源外交与产业政策的重点,发挥境外投资核电项目对大型成套装备出口的带动作用。

专家连线

高起点推进先进核电自主化

环保部核与辐射安全中心原副主任 郁祖盛



2006年,国家决策从美国西屋电气公司引进全球最先进的三代核电技术,即“非能动安全的AP1000”,并通过在我国建设4台AP1000核电机组作为自主化依托项目,来完成对引进技术的消化、吸收。核电属高技术领域,中央制定的“我国核电自主化要走消化、吸收、再创新的道路”,是总结了全球的相关经验所做出的决定,是具有前瞻性的战略决策。

俗话说,“花一角钱引进技术,至少要花一元钱来消化、吸收!”。国家决定引进AP1000的同时,就投入上百亿资金,设立了“大型先进压水堆核电站”的国家重大专项(16个国家重大专项之一),并决定该重大专项要在消化、吸收AP1000的基础上,完成自主创新,高起点实现我国的核电自主化。这就是CAP1400核电技术和机组的由来。

目前,4台AP1000核电机组(即浙江三门核电厂1、2号机组和山东海阳核电厂1、2号机组)正在建设,AP1000核电技术引进、消化、吸收基本完成。2011年3月11日日本福岛核事故的发生,核电非能动安全理念受到全球的重视。CAP1400初步设计已通过国家审查,具有世界领先的安全性、经济性和环境相容性水平。CAP1400示范工程做好了2014年开工、2017—2018年建成投产发电的准备。三代核电设备、材料国产化、自主化取得全面突破,产业水平得到整体提升,我国走在了世界三代核电建设、发展的前列,也更加说明了高起点推进先进核电自主化这一决策的正确和英明。落实中央的决策,建设世界核电强国,是我国核电行业的大事,应集中全行业的力量来实现核电“中国梦”。

责任编辑

段佳 胡唯元 林莉君 王婷婷

两会特别策划

LIANGHUITEBIECEHUA

产业骄子

说创新

全国政协十二届二次会议
十二届全国人大二次会议

