

DOI: 10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2018.01.003

# 关于推进上海核电技术装备自主化的探索与思考

张宏韬, 刘伟瑞

(上海市核电办公室, 上海 200031)

**摘要:** 核电是典型的高技术产业, 上海是我国核电产业的发源地, 从建设秦山核电一期开始逐步形成了比较完整的核电装备制造和技术服务产业体系, 实现了技术能级从二代到三代的跨越, 上海市核电办公室作为专业职能部门发挥了推进协调的积极作用。未来随着三代核电建设批量化和自主化, 上海将发挥产业链集聚的优势, 进一步提升核电技术装备发展水平, 为我国核电装备产业发展和“走出去”贡献新的力量。

**关键词:** 核电产业; 装备制造; 技术创新

**中图分类号:** F426.61

**文献标志码:** A

**文章编号:** 2095-8676(2018)01-0022-07

## Exploration and Speculation of Promoting Autonomation of Nuclear Technical Equipment in Shanghai

ZHANG Hongtao, LIU Weirui

(Shanghai Municipal Nuclear Power Office, Shanghai 200031, China)

**Abstract:** Nuclear power is a typical high-tech industry. Shanghai is the birthplace of China's nuclear power industry, from the construction of Qinshan nuclear power phase I gradually formed a relatively complete nuclear power equipment manufacturing and technical service industry system, realize the technical level from the two generation to the three generation, Shanghai Municipal Nuclear Power Office is a professional departments to play a positive role to promote the development of the nuclear power industry. In the future, along with the three generation of nuclear power construction batch and independent, Shanghai will play the advantage of industrial chain gathering, further enhance the development level of nuclear power technology and equipment, and contribute to the development of China's nuclear power equipment industry and "Go Global".

**Key words:** nuclear power industry; equipment manufacturing; technological innovation

上海市是中国核电产业的发源地, 从 20 世纪 70 年代初国家决策自主建设核电站, 组织实施“七二八”工程起, 上海市核电办公室的前身即上海市七二八工程领导小组办公室, 就承担了在上海地区组织核电技术装备国产化的责任, 机械、电气、电子、仪表、材料等行业的有关企业和高校、科研院所协力攻关, 从自主建设秦山一期 300 MW 核电起步, 进而推进 600 MW 和吉瓦级核电的引进技术消化吸收再创新, 培育了比较完善的核电产业链, 支撑了中国核电的发展壮大<sup>[1]</sup>。上海市已成为国内外少有的具备装备产业门类齐全、优势企业集聚、产

学研用资源协调发展特点的核电产业的制造与服务的基地。

### 1 对核电产业特殊性的认识

作为上海市政府下属推进核电产业发展的专业职能部门, 上海市核电办公室搭建了核电研发制造企业 与核电用户沟通合作的桥梁, 在长期推进核电产业发展过程中, 我们对核电产业的特殊性的体会是:

#### 1.1 核电技术门槛高

近百年来, 核科学对人类的生存发展产生了重大影响, 造就了三分之一以上的诺贝尔物理学奖, 在自身发展的同时, 还为其它许多学科提供了重要

的理论基础、研究方法和技术手段。进入21世纪,核科学与技术的发展方兴未艾,核能和核安全在国家重大战略中的地位愈加显著,加快发展核能成为我国能源发展和实现“低碳经济”的重大战略部署。核电站是一个集多领域融合的复杂系统,需要多学科多专业多技术领域的交互支撑。世界上核电发达的国家,如美国、俄罗斯、法国、日本、加拿大、韩国无一例外是经济和科技的强国。核电产业具有高技术门槛,因此为核电建设提供技术装备的单位都具有较强的技术实力。

### 1.2 核电属“小众”经济

核电较其他产业相比,其经济规模有限。尽管一台吉瓦级机组的造价约人民币200亿元~300亿元,其中装备占一半左右,但是平摊到5~8年的建设周期里,每年形成的产值大约只有20亿元~30亿元,即使按照目前比较乐观估计,假设20台机组同时在建的情况测算,全国每年核电设备的直接采购额也就在500亿元左右。上海地区经过40多年的培育发展,据统计2016年,上海市制造业为核电站直接提供的工业总产值约70亿元,技术服务合同额约90亿元,合计产业规模在160亿元左右。也就是说,核电制造业总产值仅占全市工业总产值的2%左右,但是核电对高端装备制造业的带动作用明显。很多企业都把发展核电业务作为提升自身技术能级和质量管理水平的重要牵引,可见,通过发展核电产业,提升了企业的技术创新能力,提升了上海地区相关产业的能级。

### 1.3 核电行业监管严格

核能具有放射性,因此其性质是一个需要特殊监管的行业。国际上,有国际原子能组织(IAEA)和其相关国际公约的约束。切尔诺贝利事故后国际上又建立了世界核电运营者协会(WANO),对核电机组运行的安全性和先进性进行国际同行比较。在行业内,各商运核电站都处于非常透明和开放的监管之下。在我国,政府专门设立了国家核安全局及各地区核与辐射安全监督站,对核级设备实施严格的许可证管理,目前全国民用核安全设备制造许可证持证单位约140家,其中1/3集聚在上海及周边地区。国家能源局、国家国防科技工业局也对核电建设、核工业发展、核安全与应急承担相应的领导职责。各业主集团的工程公司派出驻厂代表对核电设备生产企业进行日常监管。核电对安全性的要求

是其他能源装备制造所不具备的。

### 1.4 核电由业主主导

我国大陆核电发展40多年来,形成了中核集团、中广核集团、国家电投以及中核建集团、华能集团等业主单位,目前在运机组集中在中核集团、中广核集团。大集团都设有设计院、工程公司及核电运行公司,对核电机组的规划、建设、运行负有主要责任,事实上发挥着行业主导作用。机械、电气、电子、仪控、材料等工业部门处于供应商地位,在设计方案的优化、设备采购的招标、机组运行的备品备件管理等等都需要业主的支持。有核电项目的地区,如海盐、烟台,近几年核电关联产业实现了较快发展。上海虽然没有核电站,上海市核电办公室通过搭建平台、互通信息、营造环境,加强为上海及周边地区核电企业服务,为核电业主单位服务,促进了本地核电相关产业发展。

鉴于核电行业的特殊性,决定了其不是一般意义上的市场竞争的行业,而更需要政产学研用各方资源的协调与联动。因此,作为政府的专业职能部门,上海市核电办公室有责任为核电行业的持续健康发展有所作为。

## 2 上海推进核电技术装备自主化的历程

伴随着上海乃至中国核电产业的起步、发展到壮大,上海市核电办公室落实国家和市委、市政府的战略部署,认真履行服务政府、服务业主、服务企业的宗旨,牢记推进核电技术装备自主化的使命,积极探索实践自身的职能转变。

第一阶段,20世纪70年代到90年代初,规划和建设秦山时期。在中央的关心和领导下,上海主要参与组织大陆第一座核电站的规划论证、科研攻关以及设备自主化研制。1970年初,周恩来总理同意上海筹建核电站的请求,之后曾先后三次听取专题汇报。1970年8月,上海市组建了七二八工程领导小组办公室(曾用名七二八工程处、七二八会战办公室等),在国家主管部门(二机部等)和上海市领导下,开始组织工程设计论证并先后在华东地区多地考察选址,1974年3月31日中央专委会批准同意七二八工程采用300 MW压水堆技术方案,1982年国家确定核电站选址浙江省海盐县秦山。为配合组织工程所需设备研制,上海市于1982年4月15日,组织召开了首次七二八工程设备工作会

议,全市有167家单位参加。1986年4月,上海市委、市政府决定七二八工程设备协调小组办公室更名为上海市核电办公室,主要负责组织上海地区为秦山核电站配套设备的研制与相关服务保障工作,以及今后上海核电产业的发展工作。在建设秦山一期核电站中,上海共有180余家单位投入“七二八工程”,先后研制成功的设备占全部设备50%(国产设备约占全部设备的70%左右,上海研制设备占国产设备的70%左右),在15项主设备中,上海承制了7项,包括蒸发器、稳压器、控制棒驱动机构、堆内构件、汽轮机、发电机以及装卸料机,还研制了核承压容器大锻件及各种新型材料逾万吨,不仅为秦山一期顺利建成投运发挥了重要作用,也形成了上海地区核电产业的基本格局。1991年12月15日零时14分,秦山一期并网发电,上海核电产业与核电基地的同志们共同欢庆这一历史性时刻的到来。

第二阶段,20世纪90年代到本世纪初,服务保障秦山运行及后续项目建设时期。主要是服务保障秦山一期安全运行,并为后续开工的秦山二期、巴基斯坦恰希玛、岭澳等项目建设组织研制技术装备。1992年6月,按照上海市政府和中国核工业总公司的要求,上海地区核电设备制造表彰大会举行,对上海单位参与秦山一期建设和设备研制工作进行总结表彰,并对做好秦山一期服务工作和抓紧秦山二期和巴基斯坦恰希玛工程的准备工作进行了动员部署。上海核电行业为了迎接国家未来批量建设核电机组的需要,未雨绸缪,上海市核电办公室组织有关企事业单位开展了以下工作:一是积极开展科研攻关工作。在国家计委、国务院核电办等支持下,先后分别完成国家“八五”、“九五”核电攻关计划,分别为12项专题、48个子项和5项专题、17个子项。同时,在市政府支持下,将核电列入“上海市科技结合生产重点工业会战”项目,完成核电攻关项目132个,总计投入资金近亿元。二是分门别类实施技术改造升级。本着“填平补齐”的原则,在机械、电气、仪表、冶金、材料、有色等行业,结合承担600 MW和1 GW核电设备研制任务,共完成核电技术改造项目28个,投资2.7亿元。正是通过开展核电科技攻关、技术改造,以及核电质量保证工作,使得上海企业能较好地完成当时承担的秦山二期、恰希玛、岭澳,以及清华大学

10 MW高温堆、原子能院实验快堆等任务,核电主设备制造能力从300 MW提升到600 MW,进而突破1 GW等级,核电技术装备的成套供应能力逐步形成。

第三阶段,进入新世纪以来,为适应国家核电发展新形势的需要,上海市核电办公室积极探索实践政府职能转变,主要承担了规划政策研究、项目跟踪推进、核电信息发布、产业合作交流、核科普与核安全文化宣传等职责。一是服务重点项目:支持引进消化吸收AP1000技术并组织实施的国家大型先进压水堆专项,2012—2016年上海市以地方财政配套形式对近30个上海单位承担的项目给予支持。2015年上海市战略性新兴产业专项资金支持上海电气等企业开展华龙一号主设备攻关。同时,还支持上海企业研制200 MW高温气冷堆示范工程、600 MW商用快堆示范工程等项目建设;二是搭建服务平台。针对核电站运行维护中对设备和技术服务的需求,发挥上海核电产业链齐全的优势,发起组织了上海核电运行服务平台,由核电装备制造企业和技术服务企业参加,坚持每年走访国内在建核电基地,并针对业主提出的具体问题组织产学研联合攻关;三是组织行业交流:发挥上海核电在业内的影响力,从2014年起连续三年组织召开了国际核电运维大会,规模从最初的150人左右已发展到600多人,搭建了核电站维修部门与设备技术供应商之间的桥梁,运维大会的品牌影响力不断扩大。每年还与有关单位合作组织行业论坛、行业主管部门交流等活动;四是加强质量管理:坚持每年召开全市核电质量工作会议,不定期开展核安全文化专题培训,配合国家核安全主管部门加强对上海地区核电装备企业的质量管理和核安全管理,定期召开核电业主(工程公司)驻厂代表座谈会听取意见,探索解决核电装备制造中出现的共性问题 and 趋势性问题,及时反馈给制造企业,共同维护上海核电长期树立的品牌形象<sup>[2]</sup>。2005—2016年底,上海核电获得设备订单约880亿元。核岛主设备占国内市场比率为40%,常规岛为1/3左右。已实现交付核岛主设备133台(套),常规岛主设备26台(套)及近2000台核二、三级容器、热交换器和数万台仪控仪表。累计实施核电科研项目总投入接近100亿元,形成专利超过3000项。

经过40多年的培育,上海地区已基本形成了

包括核电研发设计、工程承包、核电材料、设备制造、测试认证、运行服务及人才培养等诸多环节的较完整的核电产业链, 为国家核电建设和走向国际市场提供坚强有力的技术装备支撑。

### 3 推进核电技术装备自主化的重点

不积跬步无以至千里。经过 40 余年的艰苦奋斗, 上海核电一步一个脚印, 从 300 MW 到 600 MW、再到 1 GW, 从二代技术到二代加、再到三代及四代技术, 创造了行业多项“中国第一”, 形成了从科研、设计、制造、服务等较为完善的产业链<sup>[3-4]</sup>, 如图 1 所示。

核电站按照系统划分, 包括核岛(NI)、常规岛(CI)、辅助设备(BOP)、仪表控制系统(I & C)等。目前上海已形成以核岛、常规岛主设备为牵引, 辅助设备、仪控设备和核电关键材料为配套的核电设备制造业产业链, 如图 2 所示。

#### 3.1 核岛主设备(NI)

在核蒸汽系统的八大关键设备中, 上海电气核电集团能够承担反应堆压力容器、蒸汽发生器、稳压器、控制棒驱动机构、堆内构件、主泵等六大主设备。其中, 堆内构件、控制棒驱动机构市场占有率 80% 以上。在中核集团与中广核集团“华龙一

号”示范工程中, 上海电气已取得核岛系统 6 大主设备订单。主泵是我国核电装备中的薄弱环节, 上海电气与德国凯士比合资合作的上海电气凯士比公司(中方占 55% 股比), 研制的湿绕组主泵正承担国家重大专项 CAP1400 示范工程任务, 并获得了“华龙一号”示范工程漳州核电合同。上海电气承接了法国 AREVA 集团南非 Keoberg 核电站 6 台蒸汽发生器更换合同, 迄今为止是我国核电企业在核岛主设备领域承接的最大单笔合同。

#### 3.2 常规岛主设备(CI)

上海电气电站集团下属汽轮机厂、发电机厂、电机厂、电站辅机厂具有成套供应核电站常规岛主辅设备的能力, 产品覆盖汽轮机、发电机、凝汽器、汽水分离再热器、高低压加热器等设备。在引进西门子吉瓦级核电汽轮机技术的基础上, 上海电气汽轮机厂成功地开发出了具有自主知识产权的吉瓦等级核电汽轮机, 以及自主开发的 1.71 m 半速长叶片、吉瓦级核电汽轮机低压焊接转子, 将在巴基斯坦卡拉奇和防城港二期、漳州一期等项目上投入使用。上海电气承担的阳江 1 号机组吉瓦 TG 包合同, 创造了满发超发的优异业绩, 获得业主的好评。电站辅机厂是目前国内最大的电站辅机专业设计制造企业, 以设计、制造高温高压热交换器为特

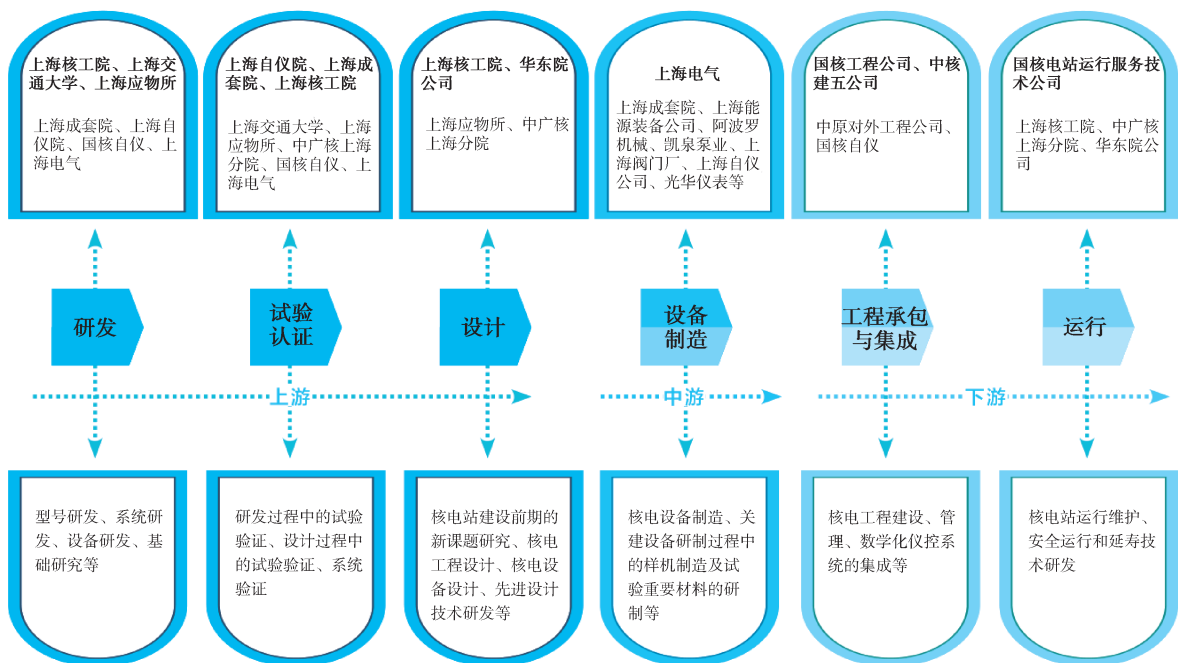


图 1 上海市核电产业链简图

Fig. 1 Schematic diagram of nuclear industry chain in Shanghai

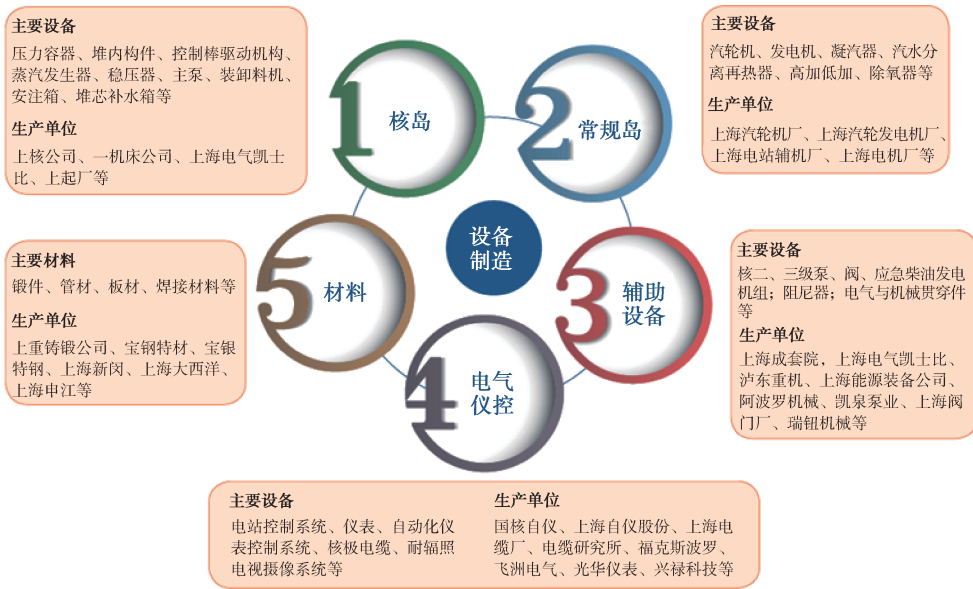


图 2 上海核电装备制造产业链简图

Fig. 2 Schematic diagram of nuclear technical equipment chain in Shanghai

长，已为国内各大核电站供应核安全二三级容器和换热器上千台套核电设备。

### 3.3 辅助设备 (BOP)

上海电气凯士比、中国电建上海能源装备公司(原上海电力修造厂)、阿波罗机械、凯泉泵业、上海阀门厂、良工阀门、一核阀门、森松压力容器、瑞钮机械、沪东重机、上海成套院等众多企业能够为核电站提供各类辅助设备，包括核二、三级泵阀，应急柴油发电机组，阻尼器，电气与机械贯穿件等。泵阀是保证核电主回路和其它回路安全正常运行的关键是设备，一座吉瓦核电站(以二代加为例)有各类泵 400 余台、阀门 1.4 万台，约占整个

核电设备采购额的 15% 左右，在岭澳和秦山二扩之前，我国核级泵阀的国产化率仅为 5% 左右，经过 10 年多的攻关，核电泵阀国产化取得重大成果，国产化率可达 85% 以上(来自中国通用机械协会的数据)。在国家核电泵阀国产化专项支持下，通过加强产学研合作，引进领军人才，建立具有国际先进水平的试验台架，上海四家核级泵生产企业，凯士比、阿波罗、凯泉、电建能源装备(原上海电力修造厂)先后攻克了一系列核二三级泵技术和生产难题，填补了多项国内空白<sup>[5]</sup>，如表 1 所示。

### 3.4 电气仪控设备

电气仪控设备主要包括核电站保护和控制系统

表 1 上海核电用泵产品(吉瓦级压水堆)供货能力一览表

Tab. 1 Supply ability list of nuclear pumps for 1 MW PWR in Shanghai

骨干企业	核一级				核二级				核三级				其他非核级重要泵						
	反应堆冷却剂泵·主泵	余热排出泵	上充泵	低压安注泵	安全壳喷淋泵	电动辅助给水泵	汽动辅助给水泵	设备冷却水泵	重要厂用水泵	硼酸再循环泵	化学添加剂混合泵	化容补水泵	乏燃料水池冷却泵	硼酸输送泵	前贮槽循环供料泵	除气塔输水泵	常规岛猪给排水泵	冷却水循环泵	混凝土蜗壳水循环泵
上海电气凯士比	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	—	—	—	√	√	√	√
上海凯泉泵业	—	√	—	√	√	√	√	√	√	√	√	√	—	—	—	√	√	—	—
上海阿波罗机械	—	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	—	—	√	√	√	√
上海能源装备	—	√	√	√	—	√	√	—	—	—	—	—	—	—	—	√	—	—	—

统、专用控制系统、自动化仪表等, 国核自仪、上海自仪、电缆研究所、福克斯波罗、飞洲电气、光华仪表、新华控制、昱章电气等一批企业能够提供相关产品。仪控系统是核电站的“神经中枢”, 也是我国核电技术装备自主化的薄弱环节, 目前二代加核电机组仪控系统的国产化不到 15%, 远低于核电装备总体 85% 的国产化率。在国家重大专项支持下, 国核自仪系统工程公司开发了具有自主知识产权的 NuPAC 平台, 成为全球首个通过中美政府核安全监管机构行政许可的核电站反应堆保护系统平台。虽然仪控设备的系统集成能力大大提升, 但部分关键基础产品仍需采购国外品牌, 受制于人。根据国家主管部门的要求, 在 2009 年国家能源局组织第一轮核电仪控设备国产化的基础上, 2016 年起上海市核电办公室与国家能源核电站仪表研发(实验)中心在上海市产业创新转型专项的支持下, 针对第三代核电机组发展的需求, 正在组织开展新一轮核电站关键仪表和专用控制系统国产化攻关<sup>[6]</sup>, 重点是: (1) 温度仪表, 如快响应热电阻、堆芯热电偶等; (2) 压力仪表, 如一体式压力变送器、差压变送器等; (3) 流量仪表, 如电磁流量计、超声波流量计等; (4) 液位仪表, 如导波雷达、超声波液位计等; (5) 分析仪表、辐射监测仪表; (6) 调节阀及执行机构; (7) 专用控制系统, 如核岛 3R 系统, 堆芯冷却监视系统, 各重要设备在线监测及诊断系统等, 如表 2 所示。

表 2 上海核电仪控国产化的主要单位与重点

Tab. 2 Main units and key points of digital control system localization in Shanghai

企业名称	主要业务及简介
国核自仪系统工程股份有限公司	依托 AP1000 引进技术向国内外核电工程提供控制系统、测量仪表、执行机构等全范围的系列产品和技术服务
上海自动化仪表有限公司	拥有一批各类自动化仪表产品的国家重点骨干企业, 长期作为我国三大仪器仪表制造基地之一。
上海光华仪表有限公司	是我国最早开展核级仪表研发的企业之一, 目前主攻压力变送器产品。
上海新华控制技术(集团)有限公司	主要研发生产核电非安全级控制系统平台(DEH)、仿真系统和仪表、电气、控制、监控等一体化自动化、信息化方案。
上海昱章电气成套设备有限公司	主要研发核电站数字化棒控棒位系统及棒位探测器, 应急柴油发电机组励磁系统等。
上海工业自动化仪表研究院	主要开展核电站仪控系统质量鉴定和软件测评等工作, 已建成国家能源核电站仪表研发(实验)中心。

### 3.5 核电材料

从秦山一期开始, 上海就组织核电材料国产化攻关, 至今已先后为国内各大核电工程提供了核电用钢及合金材料、镍基 690U 型管、核电大锻件、核级焊材, 目前还在拓展非金属材料 and 复合材料等。宝钢特钢有限公司(前身为上海五钢)是我国最早专业研发生产销售特殊钢材基地之一, 目前可提供的要核电产品有 690 合金 U 形管、蒸汽发生器水室隔板、蒸发器管束支撑板用钢、爆破阀剪切盖用大规格特种合金棒材、核电主泵电机屏蔽套用特种合金冷轧薄板等。上海电气上重铸锻有限公司(前身为上海重型机器厂)通过产学研合作, 提升极端制造能力和装备水平, 已基本掌握了覆盖核电压力容器等七大主设备的锻件制造技术能力。上海高泰精密管材公司、中核阿海珉(上海)锆合金管材公司可以提供燃料组件用不锈钢管和锆包壳管, 完善了上海核电装备产业链。2009 年开始上海市核电办公室发起组织了核电焊材国产化创新平台, 组织市内外优势资源, 开展产学研用对接和技术攻关, 支持上海大西洋、上海能源装备等企业研制核级焊材, 已在国内核电工程中广泛应用, 取得了明显效果。

## 4 进一步推进核电技术装备自主化的思考

当前, 我国正面临新一轮安全高效发展的新机遇, 多型核电三代机组将先后投运, 四代堆型加快研发, 上海核电装备产业要顺应国家战略的需要, 进一步提升自身能力和水平。

在发展战略上做到“三个延伸”, 实现“三个跨越”:

一是附加值延伸, 发展核电装备与技术服务集成, 实现从核电装备供应商向核电运营维护支持商的跨越。

二是产业链延伸, 力争逐步覆盖核燃料循环产业的技术装备, 实现从提供核电装备向提供核工业装备的跨越。

三是战略性延伸: 为“下海、上天、入地”的新型反应堆提供技术装备, 实现从提供大型商用压水堆装备向提供移动堆先进堆装备的跨越。

在发展重点上, 做到“四个坚持”:

1) 坚持型号牵引。围绕华龙一号批量化建设和 CAP 系列的后续项目, 加强与业主和工程公司的对接, 在国家重大专项和上海市创新项目的支持下,



组织技术攻关,努力打通设计、制造、建设、运行的技术孤岛,增强上海核电的集成供货能力。

2)坚持超前布局。加强与设计院、研究院的对接,组织上海核电技术装备企业围绕先进堆型(如快堆商用示范工程、高温气冷堆、钍基熔盐堆、先进燃料重水堆、行波堆、空间堆、聚变堆等)开展装备材料研制攻关,推进核动力装备在海上、空间、深海的应用。

3)坚持攻克瓶颈。针对核电技术装备国产化的薄弱环节,依托上海核电大锻件协同创新中心和焊接技术创新平台继续开展核电关键材料的科技攻关;继续组织实施第三代核电站关键仪表和专用控制系统国产化研制;推进工业互联网在核电领域的应用,提高核电装备制造的智能化水平;建设数值反应堆与物理实验装置相结合的研发、设计、试验和验证平台。

4)坚持完善服务。发挥上海核电运行服务平台的作用,搭建中小企业创新联盟,为核电在运机组提供集成式的备品备件服务。与核电基地合作共同开发用于核电机组延寿改造、机组退役以及核燃料循环后端处理所需的技术装备。加强与兄弟地区合作,参与市外核电基地关联产业区建设,形成互惠互利、共享共赢的格局。

不忘初心,继续前行。走了48个年头的上海核电及上海市核电办公室坚持服务国家核电战略、服务核电用户、服务核电企业,愿意与全行业的同仁们合作,为中国核电的安全高效发展和核电“走出去”作出新的探索与实践。

#### 参考文献:

- [1] 上海市核电办公室. 上海核电三十年(1970—2000) [J]. 上海工业, 2002(3): 10-12.
- [2] 上海市核电办公室. 核电产业与核安全文化 [R]. 上海: 上海市核电办公室, 2017.
- [3] 上海市核电办公室. 上海核电产业名录服务指南(2017版) [R]. 上海: 上海市核电办公室, 2017.
- [4] 上海市核电办公室. 2016上海核电产业发展报告 [R]. 上海: 上海市核电办公室, 2016.
- [5] 余晓明, 倪程栋. 核电用泵国产化与上海泵行业发展调研及分析 [J]. 通用机械, 2013(1): 27-31.
- [6] 张宏韬, 李想, 郭爱华. 关于推进第三代核电关键仪控系统国产化的探索 [J]. 自动化仪表, 2016, 37(11): 48-51.

#### 作者简介:



ZHANG H T

张宏韬(通信作者)

1976-, 男, 上海市核电办公室副主任, 中国核学会常务理事, 上海交通大学机械制造及自动化专业博士, 高级工程师, 主要从事智能制造装备、制造业信息化、核电技术装备国产化、高新技术成果产业化等研究(e-mail) zhanght@sheitc.gov.cn。



LIU W R

刘伟瑞

1954-, 男, 上海市核电办公室原副主任, 中国核能行业协会理事, 享受国务院特殊津贴专家, 教授级高级工程师, 学士, 主要从事核电产业发展、核电技术装备国产化等研究(e-mail) snpolwr@163.com。

(责任编辑 郑文棠)

## 中法两国元首为广东台山核电成为 EPR 全球首堆工程揭牌

2018年1月9日下午,国家主席习近平与正在对中国进行国事访问的法国总统马克龙在人民大会堂,共同为中国能建广东院参与建设的广东台山核电站1号机组成为EPR(European Pressurized Reactor)全球首堆工程揭牌。

台山核电项目一期工程建设2台1750MW机组,是世界上单机容量最大的核电站,也是中国首个EPR三代核电技术项目。作为台山核电常规岛及BOP部分的主要设计单位,面对技术难度高、管理难度大的第三代核电项目,中国能建广东院成立了“EPR第三代核电科研项目组”,努力把握最前沿的核电技术,对台山核电一期工程进行超前研发,并在此基础上进行一系列的优化创新,形成一系列成熟的核心技术,为台山核电的稳步推进贡献力量。

(中国能建广东院)