



十二届全国人大五次会议
全国政协十二届五次会议

两会
2017
特别策划
TEBIECEHUA

科技日新月异,任何“不可能”,都有可能变成现实。谁掌握尖端科技,谁就掌握未来。

为加速迈进创新型国家行列,针对高温气冷堆、量子通信、深海空间站、脑科学与类脑研究等面向未来的重大科技项目,我国已经提前部署,谋划发展路径。

在全球创新的版图中,我们处于什么位置?全国“两会”期间,本报特别策划了“赢在未来”系列报道——选取关乎国计民生的十大重点科技项目,独家采访业内专家,为您讲述我国在相关领域的布局和发展、面临的困难和瓶颈,展示科研人员取得的突破和进展。

——编者

高温气冷堆:2018年送来更安全核电



作为压水堆核电站的补充,高温气冷堆具有独特的优势。首先是其固有安全性,更重要的是它能制氢,氢能是公认的清洁能源,作为低碳和零碳能源未来将具有重要作用。

本报记者 李艳

最近,关于核电领域高温气冷堆的新闻狠狠地刷了几次“吃瓜群众”的屏。先是在新年伊始之际,清华大学发布60万千瓦高温气冷堆核电站技术方案,引发外界广泛关注。后有国家科技重大专项支持的首个高温气冷堆商业示范项目山东省荣成石岛湾核电站宣布将于2018年发电,让人们感到振奋。

前者打破了外界长期认为高温气冷堆发电成本太高,商业化无望的界定,后者则是中国自主研发的世界首座具有第四代核电技术特征的高温气冷堆核电站将真正建成,都是全世界瞩目的“大新闻”。

这些新闻背后是中国高温气冷堆项目在经历几十年默默耕耘后,正迎来历史性的发展节点。

从跟随到领跑,几十年几代人

中国高温气冷堆技术突破并非一日之功,而是历经数十年的技术积累和对国外技术的消化吸收,以及两代科学家的不懈努力,才有了今日在世界上的领先地位。

我国在高温气冷堆领域的布局可以追溯到上世纪80年代,在当时的国家863计划中,清华大学在科技部支持下设计建造了10兆瓦高温气冷实验堆,开始研究、开发。科学家们回忆,当时中国的高温气冷堆技术尚处在几乎空白的状态,世界上德国和美国走在前列,我们当时的技术基础均从德国引进。

清华的这座实验反应堆成为我国高温气冷堆发展的基础,并由此出发在高温气冷堆领域取得了突破性成果,通过实验堆的设计、建造和运行,我国基本掌握了高温气冷堆的核心技术和系统设计集成技术。2006年1月,国务院正

式发布的“国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020年)”中,将“大型先进压水堆和高温气冷堆核电站”列为国家科技重大专项。

国家科技重大专项高温气冷堆核电站示范工程总设计师、清华大学核研院院长张作义在接受科技日报记者采访时说,中国高温气冷堆技术突破并非一日之功,而是历经数十年的技术积累和对国外技术的消化吸收,以及两代科学家的不懈努力,才有了今日在世界上的领先地位。

几个月前,张作义前往美国,参加了2016年国际高温气冷堆技术专题会议,在这次会议上,

张作义介绍了我国球床模块式高温气冷堆核电站的现状,受到了全世界同行的热切关注,会后,不少同行找他了解研究新进展,其中不乏从事高温气冷堆研究40多年的“老同行”。

外媒用“领跑”来形容中国在高温气冷堆领域取得的成绩。对于张作义和他的同事们来说,内心确实是自豪的,他说,我们从当时的引进吸收,到现在走到“领跑”的位置,这条创新路上有过很多曲折,也遭受过不少质疑,现在我可以肯定的说,我们已经在这一领域处于国际先进行列,在示范工程上大概要领先其他国家5—10年。

从安全到环保,高温气冷堆被世界关注

世界各国曾经对是否发展高温气冷堆技术有过争议和讨论,但是最近几年,越来越多的国家愿意加入高温气冷堆的发展。

高温气冷堆属于第四代范畴的核反应堆技术。相比现有的其他核电技术,它具有安全性极高、温度高、效率高、效率好等明显的优势。当然,它功率密度低、后期成本偏高等缺点也让外界对高温气冷堆有颇多质疑。历史上,世界各国曾经对是否发展高温气冷堆技术有过争议和讨论,但是最近几年,越来越多的国家愿意加入高温气冷堆的发展。

“美国一直在计划建设示范项目,日本、法国等国家都在发展,我最近几次到国外开会,同行们都特别关注我们的发展,他们都特别看好高温气冷堆在节能减排和环境友好上将产生的重大作用。”张作义介绍说。

究其原因,一方面是几次重大核事故之

后,核电安全被放到最重要的位置,而高温气冷堆不会发生堆芯熔毁(指反应堆温度上升过高,造成燃料棒熔化并发生破损事故)等事故,安全性达到了极致。另一方面,气候变化、能源危机、空气污染已经成为人们最关注的热点,正因为如此,高温气冷堆因其在清洁空气方面特有的作用成为大家寄予厚望的项目。

核反应堆及核电工程专家叶奇蓁院士在接受科技日报记者采访时强调,高温气冷堆未来将有很大的发展前景,他说:“相比第三代核电技术,高温气冷堆的发电成本目前来说还是偏高,作为我国核电规模化发展,主要是压水堆核电站,但在边远地区、缺水地区,以及需要核能综合利用的场合(如制氢、发电、高温供热

等),作为压水堆核电站的补充,高温气冷堆具有独特的优势。首先就是它的固有安全性,在核电领域,它的安全性是非常让人放心的,更重要的是它能制氢,氢能是公认的清洁能源,作为低碳和零碳能源未来将具有重要作用。”

也就是说,如果高温气冷堆在未来的使用和验证中,在继续发扬其安全性优势的基础上,不断降低成本,并真正实现制氢,它的优势将是显而易见的。

叶奇蓁院士表示,在人口密集地区、缺水地区,高温气冷堆项目有很大的发展前景。他透露,最近,印尼、沙特等国先后与中国签订合作备忘录,高温气冷堆“走出去”有了一个好的开始。

从研发到制造,实现多项世界首创

在国家科技重大专项的引领带动下,随着高温气冷堆示范项目的推进,我国自主创新在先进核能核心装备技术上取得了重大突破。

示范项目即将建成,实验室里制氢已经实现,乏燃料处理这块“硬骨头”也取得了突破性进展,这些业内人士总结为成功的一小步,按照国家科技重大专项高温气冷堆专家组的计划,下一步他们将尽快实现石岛湾核电站并网发电,并且组建产业联盟,把整个产业链连起来,推动我国制造业的创新和发展。

张作义表示,在高温气冷堆示范项目的落实过程中,他和同事们遇到的最大困难是设备

的研发和制造难度很大。“改革开放后我们很多厂家习惯了引进消化吸收,自主创新能力反而荒废了,但是高温气冷堆很多设备都是首套,对制造业的挑战很大。这些年,在国家科技重大专项的引领带动下,随着高温气冷堆示范项目的推进,我国自主创新在先进核能核心装备技术上取得了重大突破。”

根据国家科技重大专项年度报告,目前我国已突破高温气冷堆的全部核心技术,并有多

个世界首创,如世界最大商业化规模的陶瓷包覆颗粒球形燃料元件生产厂、首个电磁轴承主氨风机等。反应堆压力容器、蒸汽发生器等主设备也已全部国产化。

专家们期望,随着石岛湾核电站发电,整个项目深入推进,能带动整个制造业转型升级。

主 编 林莉君
副 主 编 滕继濮

黑科技

主氨风机:这台“心脏设备”来得有点神奇

主氨风机是高温气冷堆核电站的心脏装备,其功能相当于压水堆的主泵。我国高温气冷堆示范工程主氨风机的研制过程有点“神奇”。

国家科技重大专项高温气冷堆核电站示范工程总设计师、清华大学核研院院长张作义在接受科技日报记者采访时说,主氨风机的研制从最初的计划到最后完成经历了数次变化,过程十分具有启发意义。

他介绍,项目组最早的打算,是这个设备太重要了必须24小时工作,我国技术还比较薄弱,所以还是买吧。于是张作义和他的同事们奔赴欧美调研,“转了一圈好像有点搞明白了,于是我们就想咱也有一点基础,要不风机整机我们自己做,核心的轴承买国外的。”

但是当他们真去国外采购轴承的时候,发现事情没那么简单。轴承有军事用途,受出口控制,随时都有“卡脖子”的危险,没办法,最后还是下决心自主研制轴承作为后备手段。2008年起,高温堆国家科技重大专项先后部署了主氨风机制造技术、电磁轴承技术等攻关任务,经过几年的努力,2014年8月,我国首台高温气冷堆主氨风机样机研制成功。国家能源局专家鉴定会当时的评价是:该成果对于我国自主创新的高温气冷堆示范电站建设具有重大意义。这台高温气冷堆主氨风机无论功率还是技术水平都属于世界领先,是世界高温气冷堆先进核电技术研发中的主要技术难关。

戏剧性的是,样机研制成功不久,同期建设的其他核电堆型主泵设备出现了一些问题。整个项目组又“胆颤心惊”起来——我们不会也出这样的问题?要是设备使用之后出问题怎么办?

张作义和项目组决定,按国际严格的标准加大整机试验力度。在样机研制成功后,项目组又连续做了两年多的试验,终于在2016年5月,实现最高标准的测试,解决了测试中出现的一系列问题。“我们不仅有世界最好的主氨风机,而且后续我们也有自己的轴承了。”张作义说。

这段曲折又有点戏剧性的经历有了一个完美的结局。

(本报记者 李艳)

研发趣事

既要能「搬砖」
又得会「穿针」



吕华权 华能核电副总经理

对关注核电的人们来说,2017年最让人振奋的新闻必须是来自山东石岛湾——由华能集团负责建设的全球首座球床模块式高温气冷堆示范堆将于2018年并网发电,这将是国家科技重大专项成果取得的又一项重大标志性成果。从2007年筹备伊始就受到广泛关注,因为它代表了第四代核电技术在商业应用领域迈出的第一步。

作为工程建设的亲历者,华能核电副总经理吕华权对石岛湾项目建设过程深有感触。他说,建设过程确实遇到许多困难,但对他和同事们来说却是独特的体验——每天都有应对挑战的激情和并肩作战的欢乐。

曾经很长时间,建设石岛湾的专家们的主要工作是“搬砖”和“砌墙”,但这个工作可没有听起来那么简单。高温堆的陶瓷堆内构件由碳砖和石墨砖组成,一共分为53层。陶瓷堆内构件的安装过程实际上类似于盖房子“砌砖”,但这种“砌砖”工作,既没有水泥黏合,也没有锚固、螺栓,更没有焊接。每块砖之间还有孔洞,这些孔洞拼装后形成控制棒、吸收球和氨气孔道。

吕华权告诉记者,为防止控制棒卡棒、吸收球卡球以及氨气漏流,精度要求极高。上千块砖要严丝合缝,砖与砖的缝隙以及每块砖应该所在的相对位置,都不能有一点闪失。“大伙在干活的时候都提着一股劲,每天见面都忍不住哈哈一笑,问候语就是你今天搬了几块砖。”

目前,示范工程已完成11层陶瓷堆内构件的安装,据说整个过程都是一步一测,来保障最后累计误差在设计要求以内。从数据来看,石岛湾的专家们的砌墙工作还“任重道远”。

说起来,砌墙什么的都不叫事,因为石岛湾的建设者们每天都在迎接新挑战。他们曾经在完成堆芯壳的调整之后,进行堆内千余块零部件的安装。其中底部金属堆内构件作为整个“积木”的底座,直径约5m,水平度要求误差在0.2mm以内,光这项工作他们忙活了2个月。他们还曾在650吨压力容器落位过程中,必须将其尾部长约4m的卸料管穿过一个楼板孔洞,管与洞内侧的距离仅为25mm,还必须确保卸料管与孔洞不发生碰撞。吕华权和同事们开玩笑说,这干的都是张飞穿针的技术活。(本报记者 李艳)

赢在未来