全球版图上的中国坐标 本报记者 卢泽华



3月30日上午,雨后的布拉格 天朗气清,在伏尔塔瓦河畔的佐芬 宫里,中国国家主席习近平同捷克 总统泽曼共同出席了中捷经贸合作 圆桌会。在两国元首的见证下,两 国签署了多项协议,其中包括了合 作建设核电站及开发第三国核电市 场的备忘录, 这意味着继英国、阿 根廷等国之后,中国核电在海外市 场上又迈出了一步。

人人民的教育

近几年来,核电已经成为"中国 品牌"里的一张耀眼的"名片"。凭借 自主创新和全产业链发展,中国核电

自己造船才能真正出海

1997年,中国核动力研究设计院 老基地办公楼里,常常能听到十几个 技术人员激烈讨论的声音。他们提出 了"177堆芯"的概念,并在论证百万 千瓦级核电站方案的主要参数。堆芯 是核电站的"心脏",提出改变核反应 堆堆芯容量,意味着中国要开发真正 属于自己的核电堆型了。这就是中国 目前主推的核电品牌"华龙一号"诞

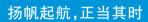
能源的依赖,中国发展核电是必然选 择。核电能源具有高效性的特点。同 样是100万千瓦的装机容量,火电厂 需要的燃料每天都要一列40节车厢 的火车运送,而核电厂所需要的燃料 一年只需要一辆重卡即可。两者相差

然而,核电的安全问题却屡屡挑 战着民众脆弱的神经,更加成为政治、 经济因素之外,阻挡核电出口的最大 障碍。那么,中国的核电站安全吗?

"'华龙一号'作为中国首个自主研 发的三代压水堆核电技术,厂房可以抵

铀-235或钚-239为燃料,但含量有 天壤之别,这决定了核电站不可能发 生核爆。"原子弹的铀-235含量要达 到90%以上,而核电站的含量还不到 5%。如果说前者是高纯度'白酒',那 后者顶多算是低度'啤酒',你可以点 燃白酒,却无法点燃啤酒。"邢继说。

2014年海牙第三届核安全峰会 上,习近平主席郑重向世界阐述了理 性、协调、并进的中国核安全观。2016 年3月31日至4月1日,中国国家主 席习近平再次出席在美国华盛顿举 行的第四届核安全峰会,这充分显示 了中国在国家层面对核安全的重视。



竞争激烈的国际核电市场,早有 美国、法国、俄罗斯、日本等国家的龙 头企业盘踞多年。近年来,在"一带一 路"战略构想的刺激下,世界核电版 图上的中国"坐标"越来越清晰,中国 核电的海外出口也开始持续发力。

对于核电出口来说,一个重大机 遇就是"一带一路"战略的提出。"核 能在一个国家不仅仅是能源,还代表 一个国家的综合国力。所以"一带-路"的很多沿线国家都希望发展核 能。"钱智民说,"核电出口带来的产 值是巨大的,每一台核电机组直接带 动的产值大概在300亿元人民币左 右,相当于30万辆汽车的出口价值。'

法国

2015年11月2日

2015年11月9日

2015年11月15日

盆台店班

间根廷

捷克

2016年3月30日

双层安全层

三安全系列

近年来,我国核电已经成为与高 铁并驾齐驱的拳头产品,中国陆续与 阿根廷、英国、罗马尼亚、肯尼亚、 捷克等国签署了核电合作协议或备 忘录。据钱智民介绍,目前中核集 团已累计向7个国家出口6台核电机 组、5座微型反应堆、2个核研究设 施及1座研究堆。现在正与英国、法 国、埃及等近20个国家商谈核电及 核工业产业链合作。

中核集团董事长孙勤表示,核 电"走出去",目前大势非常好。 "现在世界正在和有意发展核能的国 家大概有70多个,在"一带一路" 上有40多个。估计到2030年,"一 带一路"上核电机组将会达到近100 台。"华龙一号"估计能占到20%~ 30%的市场份额。"孙勤说。

同时, 孙勤也指出了中国核电 在未来发展上所面临的挑战——国 内市场竞争激烈、国际市场核电自 主品牌优势尚未建立、国外市场开 发经营的经验不足以及缺乏与海外 开发相对应的组织机构。

对于目前的发展形势而言, 中国 核电出海正当其时,中国也在不断根 据市场情况调整着自己的步伐。3月 17日,由中核集团和中广核集团共同 出资的华龙国际核电技术有限公司揭 牌成立。这意味着此后"华龙一号" "走出去"进一步形成合力。而中国 对核电发展的长期规划是,到2030 年,力争形成能够体现世界核电发展 方向的科技研发体系和配套工业体 系,并全面实现建设核电强国目标。



技术已经跻身世界第一方阵。

核电事业的"序章"

1991年12月15日零时14分,浙 江海盐的一个30万平方米的厂区内, 每个人都屏住了呼吸, 当操作人员合 上巨大电闸的一瞬间,核裂变转化发 出的强大电流,平稳地输入了华东电

这是秦山核电站成功并网发电 时激动人心的一幕。从筹建到成功发 电,老一辈核电人等了近20年。

秦山核电站的建成结束了中国大 陆无核电的历史,但它的意义恐怕不

早在筹建前期,周恩来总理就提 出"掌握技术、积累经验、培养人才,为 中国核电发展打下基础"的目标。而 对于尚在"摸石头过河"的中国而言,建 设核电站的道路是曲折的。当时,国 内针对技术、安全、政策等一系列问题 长期争持不下,单是在核电堆型选择 问题上,业内就曾争论了10年之久。 同时,1979 年和 1986 年分别发生在 三哩岛和切尔诺贝利核电站的严重事 故,给我国发展核电事业造成了相当负 面的影响,叫停核电的声音一度甚嚣尘 上,最终还是中央有关领导一锤定音, 秦山核电项目才得以顺利进行。

最终,秦山核电站不负所望,顺利 并网发电。投产后机组运行一直处于 良好状态,并于1995年7月通过国 家验收,分别连续满功率运行331天、 443 天和 448 天,连续3次刷新国内 核电站运行的最好纪录,作为原型堆

能够达到此纪录在国际上也属罕见。 随后,我国又陆续建设了秦山二 期、秦山三期、岭澳一期等核电站。以秦 山核电站的建设为基础,我国核电开始 经历了从起步到国产化新的跨越再到 与国际接轨,实现了核电设计建造、设 备制造、燃料配套、调试运行和安全管 理的全面提高和创新发展。

对于中国核电事业而言,这段曲 折的历史既是珍贵的回忆,又是未来

生的源头之一。

事实上,中国的核电技术长期处 于国产率低,受制于人的困局。由于 核心技术掌握在其他国家手中,我国 不得不高价从海外进口核电装备。比 如近几年来,我国就从美国西屋公司 和法国进口第三代技术。然而,引进 过程并非一帆风顺,许多进口设备需 要通过外贸协商来解决,还不时遇到 订货短缺,坐地起价的问题。同时,一 些外国企业在出售设备时往往附加 苛刻条件,如中国国产的核电堆型不 能在国外市场与该公司竞争等,这让 很多核电人"如鲠在喉"。

为了不再受制于人,中国加紧研 制属于自己的核电技术。"华龙一号"就 是在这样的背景下诞生的。"华龙一号" 是由中核集团和中国广核集团合作研 发设计的具有自主知识产权的三代核 电技术。据中核集团"华龙一号"总设计 师邢继介绍,"华龙一号"具有完整自主 知识产权,覆盖了设计技术、专用设计 软件、燃料技术、运营维护等领域。2014 年,"华龙一号"通过了国际原子能机构 (IAEA)反应堆通用设计审查。目前"华 龙一号"的国产化率至少在85%以上, 绝大部分关键设备完全可以立足国内

"早期我们主要是到西方去学 习,但是现在反过来了,西方看到我 们好多科研比他们好,愿意加入我们 一起研发,这是我们国家国力进步的 一个标志。"中国核动力研究设计院 院长罗琦如是说。

核电安全"有底气"

2011年日本福岛核电站泄漏事 故爆发后,一位年过八旬的老人格外 忙,他是中国核电技术的开拓者欧阳 予。坐着轮椅的他在中国科学技术馆 向公众作科普讲座并回答人们关于 核电安全的各种疑问。欧阳予告诉人 们,在坚持核安全第一的前提下,还 是应该发展核电。

作为能源消费大国,减少对化石

御商用大飞机的撞击,也可抵御福岛核 事故中的地震震级。"中核集团总经理 钱智民说。

据钱智民介绍,"华龙一号"创新 性地采用了"能动与非能动相结合的 安全设计理念",以非能动作为能动 的补充,增强了安全性,非能动系统



的优点就是不依赖电源,而是利用重 力、温差、蒸发等自然驱动力带走堆 芯预热和安全壳的热量,而不需要依 靠外部能源

而对于民众担心的"核爆"问题, 邢继介绍说,核电和原子弹虽然都以



图为来自印度的客商在国际核电装备展上参观中国自主研发核电 专用离心机。 王 伟摄(人民视觉)



邮箱: rmrbzgpp@163.com 中国核电都去哪儿了 阿尔及利亚 中核集团与阿尔及利亚原子能署 2015年4月29日 签署核能全面战略合作协议 巴西 中核与巴西国家电力公司及巴西核电公司 2015年5月19日 签署《关于在巴西进行全面核能合作的谅解备忘录》 埃及 中核集团与埃及核电管理委员会 2015年5月 签署《核能合作谅解备忘录》 比利时 中核集团与比利时核研究中心 2015年6月23日 签署关于混合氧化物燃料合作的谅解备忘录 巴基斯坦 卡拉奇核电项目 2 号机组正式开工 标志 "华龙一号" 实现首次海外落地 2015年8月20日 中核集团旗下中国中原对外工程有限公司承建 肯尼亚 中广核与肯尼亚核电局 签署关于肯尼亚核电开发合作谅解备忘录 2015年9月7日 将出口"华龙一号"及其改进技术 签订英国新建核电项目投资协议 英国 中法将共同投建英国欣克利角 C 核电项目, 共同推进 塞茲韦尔 C、布拉德韦尔 B 两大后续核电项目 2015年10月21日 布拉德韦尔 B 项目拟采用 "华龙一号" 技术 国家核电技术公司、中广核与南非核能公司 市非 签署核电培训合作协议 2015年10月 获得进入逾5000亿元人民币南非核电市场的门票

核电出海关键词

中核集团与法国阿海珐集团

签署备忘录,将探讨中核集团参股重组阿海珐集团的

可能性、在核燃料循环全产业链的全面合作

中广核与罗马尼亚国家核电公司

签署阿根廷重水堆核电站商务合同

及压水堆核电站框架合同

将合作建设阿根廷第四、第五座核电站

"华龙一号"核电技术落地阿根廷

中国广核集团与捷克能源集团在布拉格签署

《关于在核能及可再生能源领域全面合作的

谅解备忘录》

成功出口拉丁美洲

中方成为切尔纳沃德核电站 3、4 号机组最终投资者



177 组件 强化电源保障 0.3g 抗震