



邢继, 研究员, 现任中核集团中国核电工程有限公司副总经理、总工程师, “华龙一号”总设计师, 中央电视台“2015年度十大科技创新人物”

打造中国自主品牌核电站 ——“华龙一号”总设计师邢继

“华龙一号”的降生, 每一步都需要创新, 每一处都要突破, 而这些进取之力的背后, 是邢继和团队人员十几年孜孜以求的逐梦; 而进取之力的前方, 则是邢继心中驻扎的核电梦——建成中国自主知识产权的三代核电站。

人类对能源的需求越来越大, 因能源消耗而产生的环境冲突也越来越尖锐。中国和所有曾经或正处在发展时期的国家一样, 急需清洁能源替代化石能源来改善环境。核电成为了必然的选择。多年来, 核电的核心技术一直掌握在美国、法国、俄罗斯等核电强国手中, 在百万千瓦级压水堆核电技术领域中国没有自主品牌。而就在 2015 年 5 月 7 日, 中国自主三代核电技术“华龙一号”的全球首堆工程落地福清核电 5 号机组, 这标志着中国已经形成了具有完整自主知识产权的三代核电品牌, 在先进压水堆核电站技术领域不再受制于人, 完全实现自主化。2015 年 6 月 15 日, 李克强总理考察调研中国核电工程

有限公司时说, “华龙一号”是中国自主设计的第三代核电机型。它是几代人努力的结果, 是中国装备制造业继高铁之后的第二张名片。

作为“华龙一号”总工程师, 邢继带领团队, 实现一次次的技术突破, 在中国 20 多年核电建设运营成熟经验基础上, 汲取世界先进设计理念, 他主持完成了“华龙一号”的顶层方案、总体设计、初步设计, 到相关重要实验验证等型号研发工作, 为“华龙一号”技术的成功落地做出了重要贡献, 为中国核电事业的发展及国家“核电走出去”战略的实施做出了重要贡献。《科技导报》邀请到“华龙一号”总设计师邢继为读者解读中国核电的自主创新之路。

自主创新, 力争向国际最先进指标看齐

早在岭澳二期核电工程中, 邢继就担任总设计师, 全面负责项目的设计与技术服务工作。

但当时中国还没有自主品牌的核电技术, 可以说在核电这条路上, 中国已被欧美等核电强国“技术绑架”了多年。在邢继看来, 中国必须要拥有自己自主知识产权的核电技术, 才能在世界上立足。他说, 核心技术是买不来的, 中国要想达到世界领先的水平, 就需要具备更强的创新的能力。邢继的自主之路一走就是十几年, 十几年的时间, 他用累累硕果向世界证明, 中国已经一步步朝着核电强国迈进。

“坚持”双层安全壳

核电厂是用金属铀产生裂变, 释放大量的热能来加热水, 再转化成蒸汽, 进行发电。核电站的心脏是核反应堆, 所有的能源都来自核反应, 所有的恐惧和担忧也来自这里, 几次重大的核泄漏

事件都是因为堆芯熔毁导致的。而安全壳作为核电站安全系统第三道屏障,设计上对它赋予了很多安全功能:对内,一旦核电站发生泄漏,可以把放射性物质包容在安全壳里面,确保环境不受到污染,周边人员安全;对外,要经受住飞机撞击、龙卷风狂袭。邢继说,作为中国自主的核电站,应该有一些有代表、有亮点的地方,双层安全壳对于核电站的安全有很大好处。研究设计虽然有难度,但却是一个挑战,一个更高的目标。也正是因为邢继的“坚持”,在CP1000(华龙一号前身)的设计上采用双层安全壳,为“华龙一号”具有国际先进的三代核电站指标奠定了基础。



邢继在现场考察

(图片来源:中国核电工程有限公司)

首提“能动+非能动”安全理念

2010年,在CP1000的设计方案中,邢继首提“能动+非能动”安全理念,力争满足国际对核电站更高安全要求。能动和非能动相结合的安全设计理念,具有完善的严重事故预防和缓解措施,可有效应对地震和海啸等自然灾害。在邢继提出采用非能动系统的时候,CP1000的非能动系统在业界尚未取得一致认可。但邢继认为,能动和非能动相结合的安全设计思路,就是“华龙一号”的方向。而这一构想,恰恰满足了2011年后福岛核事故发生后,国际对核电站更高安全的需求。“能动+非能动”先进的核电站安全理念的成功应用,为中国自主三代核电走向国际市



ACP1000单堆效果图(图片来源:中国核电工程有限公司)

场,增添了不可替代的砝码。

基础研究助力自主创新

在邢继看来,引领技术发展必须具备原始创新的能力,而基础性研究和应用技术研究则是原始创新的坚实基础。经过多年的投入,欧美核电强国已建立起较为完善的基础性研究体系,而中国更多的是在吸收消化国外先进基础上做研发创新,相对而言,在基础性研究上的投入就少了很多。在当今的科研环境下,想要赶超欧美等强国,则要下大力气弥补,在加强自身基础性研究能力建设的同时,也可以充分利用当前经济与核能发展的有利形势,开展广泛的国际合作,并在合作中占据主导地位,这有利于加快创新人才培养,加速中国核电技术原始创新能力的提升。邢继分析到,西方国家之所以能够引领核电技术发展的潮流,是因为他们在基础研究上投入了大量的人力、物力和财力。科技的发展过程以及这些过程中的积淀,是不能简单跳过的。中国在这方面一定不能急功近利,而是需要稳扎稳打地步步推进,这样才能逐渐形成原始创新能力。

他强调说,“华龙一号”就是因为中国站在了欧美等先进核技术国家的肩膀上,研发出来的。从中国现在的国际地位和战略考量来讲,很多技术都需要靠自主研发来解决,挑战很大,但只有这样才能在未来引领核能技术的发展,这是国家发展战略的需要,也是作为大国的应有的担当。

“华龙”出水

中核集团从1999年7月开始启动百万千瓦级压水堆的自主研发,2007年4月开始CP1000的研发,2010年1月开始ACP1000的科研,2013年4月与中广核融合形成“华龙一号”,2014年11月国家能源局批复同意福清5、6号机组采用“华龙一号”技术,2015年5月,首堆工程落地生根,一路曲折艰辛而最终苦尽甘来。

“‘华龙一号’实现了很多零的突破,在它的研发过程中,遇到了诸多坎坷,但是我们从来没有放弃。”邢继说。2011年的日本福岛核事故,曾一度阻断了邢继的核电逐梦之旅。在CP1000所有困难都解决之后,开工在即之时,福岛的核事故却给邢继的工作按下了暂停键,2011年3月,日本地震引发福岛核电站泄露事故,世界震惊,德国宣布彻底放弃核电,瑞士表示不再新建并逐步关闭现有的核电站。中国也暂停一切核电新项目的审批,对所有核电站进行严格的安全大检查。福岛事件几个月后,中国决定重启核电项目,新的核电站必须符合世界最高安全标准。为吸取福岛事故的经验教训,国际上要求三代核电要满足0.3g(高于常规8级)抗震能力的设计。而“华龙一号”要满足这一要求,意味着设计方案将再度变更,工艺设计、设备设计、厂房设计,需要做大量工作。邢继再一次带领团队迎难而上,攻下一个个难关。



“华龙一号”5号机组(图片来源:中国核电工程有限公司)



“华龙一号”在建图(图片来源:中国核电工程有限公司)

2015年5月7日对中国核电来讲是一个能够载入史册的日子,这一天,福清5号机组作为华龙一号示范工程正式浇筑第一罐混凝土。凭借在设计上满足国际最新安全要求,华龙一号的开工,标志着中国自主核电技术跻身世界先进行列,其对于落实国家核电安全发展以及核电“走出去”战略,将发挥积极作用。6月15日,李克强总理到中核集团中国核电工程公司考察时指出:发展核电,安全第一,要确保绝对安全,我们不仅在国内要更大规模的发展核电,而且要推动中国核电装备走出去。10多年来,“华龙一号”虽然有很多波折,但始终在朝着一个正确的方向一步步升级、突破。

积极推动中国自主核电“走出去”

“就像出国需要签证一样,‘华龙一号’的‘走出去’也需要目标国的知识产权申请。”邢继说。从2007年开始,邢继就积极推动中国自主核电走出去,多次前往国外洽谈项目,为“华龙一号”的落地,包括国内、国外的核电“走出去”做出了非常大的贡献。

2011年,在设计到一定程度时,邢继给团队布置了新的挑战任务,就是进行国内外的知识产权布局。经过连续两三年的时间,“华龙一号”,共获得743件专利和104项软件著作权,覆盖了设计技术、专用设计软件、燃料技术、运行维护技术等,已在海外市场开发的目标国进行专利布局。这也为“华龙一号”走出去提供了知识产品的保障,满足核电“走出去”战略要求。



邢继(图片来源:中国核电工程有限公司)

2014年5月28日,邢继参加了在维也纳召开的国际原子能机构针对ACP1000(华龙一号前身)通用反应堆安全审查技术澄清会。这一澄清会是由12位来自核电发达国家的权威专家进行审查。当时邢继因为腿疾无法行走,但是澄清会只有一次机会,剩下的就是专家针对被审方提交的唯一一份报告进行书面审查,专家审查过程中不接受补充提交资料和技术澄清。邢继非常清楚这次审查的重要性,这是中国核电“走出去”的重要一步,因此他坚持到现场为审查专家进行解答。2014年12月,审查结论出炉。专家认为,ACP1000在设计安全方面是成熟可靠的,满足IAEA关于先进核电技术最新设计安全要求;其在成熟技术和详细的试验验证基础上进行的创新设计是成熟可靠的。大多数成员国都以国际原子能机构发布的安全要求作为本国核安全法规规则的基础,“华龙一号”经过国际核安全体系的审查和对标,有利于自身设计的完善和优化,对提高中国自主核电品牌的国际竞争力以及国际化水平将产生积极的影响。

核电站的设计建造是个极其复杂的工程,而建造具有世界先进水平的完全具有中国自主知识产权的三代核电站,更是难上加难。对于邢继来说,这个从各方面都要从零开始的庞大工程,不仅仅是他的核电梦,更是几代核电人共同的梦乡。在历经了秦山二期核电站和岭澳二期核电站等中国自主设计核电站的设计建设后,邢继再次出发,

面对庞大工程,繁复的系统,超十万张的设计图纸,他带领团队迎接挑战,全力以赴,和团队成员一起,跨越了无数障碍,解决了多个“不可能攻克的难题”,最终打造出世界一流、中国自出品牌核电站——“华龙一号”,完成了几代核电人的夙愿。

文/祝叶华

(《科技导报》编辑部)

(责任编辑 陈广仁)