

漫天风沙伴着驼铃古道,是古丝绸之路上的互通有无。如今,在巴基斯坦卡拉奇,中国自主三代核电“华龙一号”反应堆正屹立于海岸之畔,先进的核科技成果为古老友谊添新彩。

当“华龙一号”以国家名片的身份站上世界舞台时,除了激动与自豪,罗英已经没有了“华龙一号”首次落成时的忐忑与担心。“‘华龙一号’真的像我的孩子一样,从设计、制造、供货再到落成使用,从最开始担心它的使用,再到通过技术改进将反应堆压力容器的设计寿命由以前的40年提高到60年,再看着它沿着一带一路走向世界,感情真的太深了。”罗英说。

作为推动人类文明进步不可或缺的力量,在核领域,女性的身影从未缺席。从100多年前两获诺贝尔奖的居里夫人,到今天奋斗在核领域的各国女性,她们投身于核技术这一世界科技尖端领域,并大放异彩,成为推动全球核事业发展的一道亮丽风景。

中国核动力研究设计院核反应堆系统设计技术国家级重点实验室副主任及项目副总师、副总监,四川省学术和技术带头人,中核集团科技带头人罗英,便是其中之一。

## “川妹子”罗英:核反应堆铸“芯”人



罗英正在检查华龙一号反应堆核心设备。

### 啃“硬骨头” 自主设计制造“龙首”

若将“华龙一号”比作一条龙,那么罗英负责的“龙首”“龙驱”以及龙心“177堆芯布置”等攻坚研究,则是巨龙能够腾飞于九天之上的主要动能,而为见证巨龙腾飞梦想成为现实,罗英和团队付出了艰辛的努力。

20世纪90年代,传统分散式堆顶结构就是反应堆结构设备科研设计的大难题,是公认的“硬骨头”,但分散式布置不仅会占用较大空间,还会在反应堆检修和装换料过程中耗费大量时间。一体化堆顶结构方案的理念虽早已存在,却由于种种限制未能实施。

2011年,罗英等来了机遇。当年,在中国核工业集团公司ACP1000反应堆堆顶结构方案技术讨论会上,“龙首”一体化堆顶结构方案正式确立,这块“硬骨头”被罗英和团队接了下来。

“龙首”是指华龙一号核反应堆的一体化堆顶结构,它就像一个经过高度集成的智慧大脑,是由我国自主知识产权的压水堆堆顶结构。罗英介绍,华龙一号的“龙驱”是指核反应堆的压力容器,作为核反应堆重要的安全屏障,必须经受高温、高压、高辐照的极端环境考验。为了进一步提升核电站的安全性和经济性,罗英与其团队一起,采用多项改进技术和创新设计,成功将反应堆压力容器的设计寿命由以前的40年提高到60年。“我希望它的使用寿命能够超过60年。”罗英说。

“华龙一号”核反应堆压力容器是一个内径约四米、高度十几米的钢铁炉,进行设备检查需要沿着巨炉攀爬,而身材娇小的罗英对此轻车熟路,攀爬速度不亚于同行的男性。罗英告诉记者,自己从小就喜欢爬树和运动,对理工科也很感兴趣,进行设备检查的工作,对她而言并非难事。“我爬上去还挺兴奋的,一点也不害怕。要说害怕,就是怕设备出错会对使用造成影响。”

177堆芯布置是罗英带领团队实现的又一重要成果。通俗地讲,堆芯数量增多意味着动力更强,此外还能降低燃料的电功率密度,提高了安全性能。罗英告诉记者:“以往核电站采用的是157堆芯,华龙一号采用自主创新的177堆芯,可以提高堆芯的额定功率和



罗英在秦山核电站二期扩建工程压力容器前合影。



罗英在工作现场。

发电功率。”

作为深度参与“华龙一号”成长的工作者,罗英形容这种成功就像看到自己的孩子呱呱坠地后日渐成才,“对我而言,能够用自己所学的专业为国家作贡献,感到很骄傲,所有的付出都无比值得。”

### 自主创新 核电发展从跟跑到领跑

时至今日,在啃“硬骨头”过程中遇到的困难和挑战,在罗英脑海里已经模糊了。“因为遇到的困难都被逐一克服和解决了,所以冷不丁还真的想不起有什么特别难过的坎。”罗英说。

自主创新这个词,说来简单,但背后却是罗英及其团队无数个日夜的艰

辛付出。“我国核电发展历经约30年,从跟跑、并跑,到步入前列、领跑,这个过程离不开一项项自主创新。我们一步步抢占技术制高点,开创出核工业由大到强的新局面。”在罗英看来,自主研发是个不断积累的过程,并将在多个方面实现共振。“自主创新会对整个产业链起到激活作用,也能加速科技成果的转化与应用,最后形成良性循环。”

时代浪潮加速向前,“数智化”是当今世界工业发展的主流趋势,也是我国产业结构优化升级和增强国际竞争力的关键环节,对核电产业的影响更是全方位的。百舸争流,奋楫者先。如何借助数字化“高速公路”,推动核电领域的智能化升级,成为罗英与团队的研究重点。

“我相信,随着数字化、智能化技术的不断发展,核电技术也会迈向高安全、高可靠、高性能的新台阶。”罗英介绍,数字化技术的引入,将大幅提高核电反应堆的经济性和安全性。通过海量设计运维数据的收集、分析和提取,能帮助我们更清晰地认识到反应堆全生命周期性能演变的规律;借助超级计算机,科研人员可以对反应堆的物理、热工、力学、屏蔽等性能开展大规模、高精度的模拟分析,缩短试验周期,提高研发效率,最大限度优化系统设备;此外,适用于全场景、多功能、智能化核用机器人的加入,也将为核电反应堆的安全运行和维护修理保驾护航。

### “四美”女性 带领团队获得诸多荣誉

与其他女性一样,在科研行业发光发热的女性,依然会面临“如何平衡工作与家庭”的问题。跟所有扎根于一线的科研人员一样,罗英的大部分时间都用在了工作上。生长于天府之国,“川妹子”的雷厉风行流淌在罗英的血液里,对她而言,女性和男性在科研创新方面并没有什么差别。“因为各种原因,女性体力和思维可能处于相对劣势,但只要自己的专业过硬,主动学习,女性还是有很多优势的。”在罗英看来,女性在工作中更加细心、耐心且有毅力,更具有综合统筹的能力,探索性和创造性也具有优势,而且因为沟通能力强,也更容易进行团队合作。“在核电行业,对于从业人员的综合要求是非常高的,女性天生细致、认真,恰好对核电安全且高质量的发展有很好的推动作用。”罗英说。

为了培养、吸引更多人才,2016年罗英创新工作室成立。在罗英的带领下,团队的年轻人接续奋斗,并且凭借出色的科研能力,获得了诸多荣誉。至今,罗英工作室已获得中核集团技术发明特等奖1项、其余省部级科技奖项38项;工作室共申请专利100余项,获授权发明专利83项,获授权实用新型专利11项;新型控制棒驱动机构运行步数突破1800万步,通过了0.3g抗震试验,创造了世界纪录;反应堆压力容器寿命达到60年,且大幅提升了安全性。

问及想对投身我国核事业的女性说什么时,罗英想了想说,“希望大家能够坚守‘以技术立身,以勇气开道’,展现‘自信美’,不被束缚,勇敢追求自己的梦想;展现‘包容美’,注重团队合作,尊重他人,包容他人;展现‘学习美’,对知识充满好奇,对探索充满激情;展现‘坚持美’,坚定目标和信念,不断努力进取,做一个成功的‘四美’女性。”

展望未来,罗英充满乐观:“‘华龙一号’是我国核事业发展的一个里程碑,我很骄傲也很自豪,但接下来我们还有很长的路要走。”

华西都市报·封面新闻记者 边雪