

一线调研

强国建设,必经略于海洋。作为建设海洋强国的重要基石,船舶建造考验着一个国家的产业水平和供应链能力,高技术船舶建造更是我国船舶工业转型升级的重要方向。

从仿制引进到自主创新,从建造散货船、集装箱船等常见船型,到摘取世界船舶工业皇冠上的3颗“明珠”——航空母舰、大型邮轮、大型LNG运输船,中国船舶工业通过不断的技术升级推动产业升级,掌握了一大批关键核心技术,展现出强劲动能和勃勃生机。近日,记者来到国内首家具备大型LNG运输船自主建造能力并有实船交付业绩的船企沪东中华,且看这颗“明珠”如何绽放光彩。

——编者

今年上半年,国内船企在大型LNG运输船领域全球市场份额跃升至35%

大型LNG运输船驶向产业深海

本报记者 林琳 吕中正 方敏



构内,一条条焊接好的股瓦板在作业灯照射下幽幽反光。站在舱底,如同置身充满科技感的未来世界。

“这就是大名鼎鼎的股瓦钢,液货舱围护系统中直接接触LNG的材料。”秦毅告诉记者,这种钢材含36%的镍,热膨胀系数极低,从常温降至零下163摄氏度,几乎不会收缩、变形,相当稳定,但也极其“娇气”。

“舱壁所需的大部分股瓦钢只有0.7毫米厚,薄如纸张,又极易生锈,在焊接中哪怕一个针眼大小的漏点,都有可能造成整船LNG泄漏爆炸。”秦毅说,“我们在焊接时,必须佩戴吸汗手套,如果有汗水滴在股瓦钢上,20多小时后就会生锈。”

“看,那个在焊接的是我徒弟。”顺着秦毅手指的方向,只见一名头戴防护面具的焊工手持焊枪,正专注地躬身作业。

3米的长度,走路只需要几秒钟,可焊完这条搭接处的股瓦钢焊缝,需要一个技术娴熟的工人全神贯注操作5小时以上。“焊接股瓦钢,可以说比绣花还要精细。速度过慢,容易焊穿,导致绝缘箱等材料起火;速度过快,焊缝深度不够,容易出现漏点,一个漏点就是LNG泄漏的一个致命风险点。”秦毅说。

在“大鹏昊”上,全船焊缝长达130公里,虽然其中九成可以使用自动焊机作业,但剩下的角落只能由人工焊接,每一次操作都要确保“天衣无缝”。

“我那时被派到国外学习焊接技术,白天细心揣摩同行的动作、手势、速率、电流调节,晚上躺在床上,还经常用手比划,心里太着急了,就想早点学完回来。”当时只有25岁的秦毅,恨不得把一分钟当两分钟用,仅仅4周就通过了法国GTT公司的专业考核。

勤学苦练之下,股瓦钢焊接难题终于被秦毅和他的徒弟们攻克了。然而,还有更多的工艺建造难题,如一座座大山横亘在时围护系统管理科副科长黄华兵的心间。

“一艘大型LNG运输船,有特殊的液货舱围护系统,特殊的液货操控系统和特殊的推进系统等。特别是液货舱围护系统,约有50万个零件,是整个船体关键中的关键。”如今已是沪东中华总装二部党委书记的黄华兵告诉记者。

当时,虽然有国外船厂提供的全英文图纸和资料,但经常语焉不详,大家想照着操作如同老虎吃天,无处下口。

“我们成立了多个课题组,重新消化吸收所有图纸,从编制工艺开始一点点做起。”黄华兵感慨,“每一步都很难,每遇到一个难题,就要停下解决,两周能解决已经算快的。但每解决一个难题,就像中了大奖般高兴。”

2006年12月的一天,“大鹏昊”进入吊泵塔的关键环节,要将30多米高的泵塔垂直吊入液货舱内。为此,黄华兵和同事连续作战几周,才编制出一整套吊泵塔工艺方案。

按国外船厂要求,泵塔的起吊高度要达到60多米。但是沪东中华船厂的吊机吊臂限位高度仅56米,必须赶在黄浦江最低潮位的平潮期完成吊装,而这个时间窗口只有约1小时。

经过前期准备,早晨8点半,吊装工作开始。当泵塔从水平状态逐渐竖立起来后,大家发现,由于重心不在中心位置,泵塔并不垂直,无法正常吊入。黄华兵回忆:“当时国外的技术指导



第一代:“长青”系列

首船“大鹏昊”

中国自主建造的首艘大型LNG运输船

第二代:“长健”系列

首船“巴布亚”

中国自行设计建造、出口海外的首艘大型LNG运输船

第三代:“长安”系列

首船“中能福石”

率先在业内实现油气自动匹配的混燃技术的实船应用

第四代:“长兴”系列

首船“天枢星”

推进效率和保冷性能大幅提升,实现船型与国际市场完全同步

第五代:“长恒”系列

首船正在建造中

能耗指标、环保性能及可靠性均达世界顶尖水平



图①:中国自主建造的首艘大型LNG运输船“大鹏昊”。陈飞摄(人民视觉)

图②:沪东中华首席技师秦毅在MARK III型液货舱模拟舱底进行焊接。张豪摄(人民视觉)

图③:第五代“长恒”系列大型LNG运输船效果图。沪东中华供图

也在,但也想不到什么好办法。”甲板上站了不少人,但都鸦雀无声,焦灼的情绪在人群中蔓延。

窗口期只剩20分钟,第三次尝试开始。这次,泵塔的下端还是距离液货舱底中心大概半米。

“眼看着潮位就要涨上来,情急之下,当时的指挥长当机立断,直接吊进去,派人去舱底辅助。于是,我和十来个同事一起下到舱底,小心翼翼地将泵塔下端推到中心位置。推好后,吊臂还没松钩,潮位已经开始明显上涨,幸好有惊无险。有了这次经历,我们重新修改了工艺,为之后的类似操作蹚平了路。”黄华兵说,当年艰难探索出的各种工艺流程,后来也为国内其他船企建造大型LNG运输船提供了借鉴,推动了整个行业发展。

2008年4月3日,为广东LNG项目配套的“大鹏昊”正式交付。至此,被国外船企垄断多年的大型LNG运输船制造,终于由沪东中华破局。

一场没有退路的较量

“巴布亚”出口,中国大型LNG运输船驶入国际市场

2012年6月,正值梅雨天的上海,闷热难耐,让人止不住心烦意乱。

沪东中华时任LNG运输船主任设计师宋炜和团队在双艏鳍推进系统轴承问题上已经“卡壳”3个多月,厂里决定独立研发设计第二代17万方米LNG运输船也已经过去快4年。

2008年10月,“大鹏昊”成功交付的喜悦刚过半,宋炜看到一则新闻:“韩国建造出了第二代大型LNG运输船,不但船体容积从14.7万方米一下子提升到17万方米级别,推进功率

上的一支笔,他说:“习惯了,一有灵感,随时记下,说不定什么时候就能解决一个大问题。”

经过一系列计算分析和推敲论证,“喇叭口”式双斜坡轴承设计方案产生了。这样的形状可以让轴承适应不同载荷下可能出现的轨迹形状,最终形成涵盖各种极端恶劣情况下安全推进的双轴系推进方案。

攻克双艏鳍推进系统难题后,宋炜又带领团队攻克了第二代船蒸汽气处理系统、液货处理系统等诸多难题。被问到有什么秘诀,宋炜笑了笑说:“就是专心致志、坚持到底去做,没有迈不过去的坎。”

2014年国庆假期,宋炜和同事们乘着我国第一艘自行设计建造、出口海外的大型薄膜型LNG运输船“巴布亚”,从黄浦江边的码头出发,一起出海试航。夜里,躺在轮机长办公桌做的“试航专铺”上休息,宋炜感慨万千,他在心中反复掂量这艘船的意义——

“巴布亚”在舱容、能效方面可与同时期日韩建造的最先进船型相媲美,能适应最恶劣的北大西洋海况,被租借给埃克森美孚公司。更重要的是,这次租借意味着中国大型LNG运输船终于走出了国门。

随后,第三代、第四代大型LNG运输船也陆续研发建造成功,在船型、主机、围护系统等方面不断升级,进一步打开了国际市场。如今,在零号基地,能耗指标、环保性能及可靠性均达世界顶尖水平的第五代大型LNG运输船“长恒”系列已经在建造中,带动了一大批国内配套厂商蓬勃发展。

潘伟昌介绍,建造“大鹏昊”时,国内配套厂商只有20多家。经过20多年发展,这个数字已经达到120多家。随着去年大型LNG运输船新承接订单井喷,未来几年,沪东中华将为国内配套市场带来数百亿元的产值。

一份坚定不移的执着

国产化率有望提升至70%以上

上料、切割、精修、打钉……走进沪东中华的绝缘箱生产车间,机器轰鸣声此起彼伏,作业人员有条不紊。只见这些绝缘箱外层为胶合板,中间填充淡黄色的玻璃纤维,看似平平无奇。

“一艘大型LNG运输船所用的绝缘箱有1000多个型号,精度要求极高。”车间相关负责人屈继强告诉记者,“2006年以前,绝缘箱如果全部靠进口,一艘大型LNG运输船所用的绝缘箱总价为400多万美元;国产化后由我们自己建造,造价几乎减半,供应也更有保障,仅这个车间的月产量就达到3万个。”

除了绝缘箱,3年前还要从国外进口的船用超低温阀门,如今已经由沪东造船阀门有限公司配套生产。“最新开工的大型LNG运输船,将全口径采用国产阀门。”企业董事长金宇介绍。

在沪东中华科技委主任金燕子看来,国产化率可谓国内LNG运输船产业由大到强的关键。“LNG运输船上的材料分为低温材料和常规材料。由于极致的可靠性要求,即使是常规材料也不常规,相关零部件的使用寿命要达到40年,这与一般的20—30年的要求相比有巨大提高,此外在精度上也有更高的要求。”金燕子说,国产化率提高,不但可以显著增强企业的议价能力,还能提升国际竞争力,保障产业链供应链安全。

15年前,第一艘“大鹏昊”LNG运输船交付时,国产化率只有20%多。2015年以来,在相关部门主导推动和国内船企的执着实干下,我国大型LNG运输船国产化率实现大幅提升,各项技术突破捷报频传。

2017年,由沪东中华牵头,联合宝武特冶等企业,仅用4年时间就研发出国产LNG运输船用股瓦合金,即将用于实船。2022年,中国船舶集团旗下十一研究所与沪东中华、江南造船组成联合专项研发团队,自主研发了MARK III型LNG液货围护系统波纹板全位置自动焊接装备。

中国船舶工业行业协会发布的数据显示,2022年,我国形成了以沪东中华、大船重工、江南造船、招商海门和江苏扬子江船业为主的多个大型LNG运输船制造企业集群。

“对当前我国船舶工业来说,进一步加强产业生态合作,加快打造高水平、现代化船舶产业链供应链愈加紧迫。”中国船舶集团有限公司第七二五研究所党委副书记、所长王其红分析,“随着能源安全需求不断提升,国家有必要进一步出台相关政策,加大对关键材料和核心配套产品研发的支持力度。”

点火,开工!8月8日,沪东中华制造二部加工部件作业区产线,随着耀眼的火花四溅,大型切割机裁下首轮钢板,将用于一艘17.4万方米大型LNG运输船的建造。

这艘船由沪东中华自主研发设计,国产化率有望达到70%以上,建成后将成为国内国产化率最高的大型LNG运输船。据介绍,目前大型LNG运输船的专项科研也已启动,很多基本材料和装备的研发均在紧密攻关中。

“目前,国外最快的造船周期是18个月,在各方支持和企业努力下,我们已经接近这一目标。”沪东中华董事长陈建良介绍,如今企业手握大型LNG运输船订单量近50艘,工期已经排到2028年。

零号基地上,天高海阔,5艘进入码头周期的巨轮正在同时建造,蔚为壮观。登高西眺,沿黄浦江上溯数十公里,15年前,“大鹏昊”在南岸沪东中华的老码头一经诞生,四座皆惊。极目东望,滚滚长江奔流入海,将有更多中国建造的大型LNG运输船从这里出发,劈波斩浪,不惧风雨。

(实习生阚珍亦有贡献)