



联合打造国内首条运载火箭3米级箱底批量产线

哈工大摘下火箭上的“皇冠”

□马晓雪 本报记者 王越

如何用一张薄板直接成形出直径3米级火箭燃料贮箱整体箱底？哈尔滨工业大学材料学院苑世剑教授团队从根本上攻克了大尺寸薄壁曲面构件整体成形中起皱和开裂并存的国际性难题，使我国火箭结构制造关键技术实现了跨越式发展。

10月13日，由哈尔滨工业大学和中国航天科技集团有限公司八院149厂等联合打造的国内首条运载火箭3米级箱底批量产线，实现了第100件充液拉深整体箱底下线。相比国外第一代技术，此次自主研制的第二代技术在高质量、高可靠、低成本方面优势显著。



破解国际难题

摘下火箭上的“皇冠”

运载火箭是国之重器，运载能力有多大，航天的舞台就有多大。燃料贮箱是火箭的主体结构，占火箭结构干重的80%。贮箱的箱底承受内压、轴压、振动和冲击等复杂载荷联合作用，是关系火箭整体可靠性的核心关键构件，被誉为火箭上的“皇冠”。

2012年以来，哈工大材料学院苑世剑教授带领流体高压成形技术研究所团队，提出板材成形失稳起皱流体均布加载应力场调控理论，发明可控加压板坯流体成形工艺，用“以柔克刚”“如影随形”的方式，让无形的液体听懂“指令”，从根本上解决了薄壁结构整体成形发生起皱的国际难题。为将新理论和工艺物化到装备中形成现实生产力，2018年，苑世剑带领团队研制出大型板材流体高压成形装备，攻克了10余项工艺核心关键技术，首次采用超薄板材直接成形出直径3米级火箭整体箱底并成功批产，摘下火箭上的这一技术“皇冠”，大幅提升箭体结构承载能力和可靠性，使我国火箭结构制造关键技术实现跨越式发展。

专啃硬骨头

解决“卡脖子”难题

上世纪90年代，优势明显的流体高压成形技术在国外开始应用。在国内，这一技术的研发还是道阻且长的“冷板凳”。哈工大苑世剑团队毅然选择这一“冷板凳”，一坐就是三十年。

刘钢教授是最早加入苑世剑教授团队的成员，他见证了团队如何把“冷板凳”坐热，怎样另辟蹊径实现弯道超车。“苑教授确定科研方向有个不变的标准，就是必须有理论突破和应用价值，要能解决真问题。这也练就了团队专啃硬骨头的作风。”

运载火箭“长七”的高可靠性对整体结构五通件要求极高，苑世剑带领团队迎难而上，大胆提出制造整体结构五通件的全新技术：利用流体介质以柔克刚、如影随形的特点，把简单的一张平板坯料成形为整体结构五通件，成功助力“长七”火箭一飞冲天。

一汽集团某自主品牌轿车底盘构件内高压成形技术遇到难题。苑世剑带领团队攻坚八年，不断摸索，实现了国产轿车底盘构件向高强度、轻量化和整体结构的换代发展。“我们团队核心成员只有10多位，每一位都能负责一个子方向，有所成就和作为。”苑世剑表示。多年来，该团队科研成果获得国家科技进步奖二等奖2次、国家技术发明奖二等奖2次。

“交钥匙工程”

确保科研成果转化落地

一直以来，苑世剑没有满足于出成果、发论文，而是把目光投向成果转化。他带领团队将工艺技术物化到装备上，以“交钥匙工程”的形式，确保企业能够拿到直接发挥效用的设备。

2008年底，苑世剑带领团队首次实现了汽车关键件的批量生产，内高压零件比传统零件减重显著，材料利用率明显提高，广泛应用于一汽、上汽等30多个自主品牌车型，为我国汽车工业走上自主创新道路作出了重要贡献。

“交钥匙”的成果转化方式，让苑世剑结交了一大批生产一线的朋友。“好多人问我怎么总能把握住技术发展的方向。只有在生产一线才能掌握一手信息，及时发现瓶颈和需求。”因为和生产一线紧密结合，苑世剑对产学研结合培养“实用型人才”格外重视。“不能只发表几篇论文就完事了，我们的工业级用户是零件，不是材料，从材料变成零件、产品，要有工艺、设备等。所以，自始至终我们都坚持材料—工艺—装备一体化，解决国家重大需求。”

“苑老师要求，学生进入车间进行实验的初期，指导老师要亲自到场指导实验细节。他经常‘抽查’我们，是否清楚学生的实验细节，促进学生应用实践能力的提升。”王小松教授从1999年开始跟随苑世剑学习、工作。“苑老师要求我们做科研要抓住两头，一头是基础理论和规律，绝不能含糊。另一头就要抓应用，现在很多企业的研发能力还十分有限，高校尤其是工科院校责无旁贷，因为这是国家需要。”

数十年如一日的持之以恒和“不破楼兰终不还”的矢志不渝，让苑世剑带领的这支规模不大的团队凸显出“硬朗”的底色。“只要国家有需要、产业有需求，我们的硬仗就还要继续打，硬骨头还要继续啃，这是高校科研工作者的使命，也是一代代哈工大人的传承。”苑世剑表示。

单次航程约100公里

我省首艘纯电动新能源客船入级

□霍萍 赵琳琳 王一勇 本报记者 王铁军

10月12日，由黑龙江航运集团有限公司、哈尔滨电气集团有限公司、哈尔滨工程大学等联合主办的黑龙江省首艘纯电动新能源客船入级暨新能源船舶产业联盟启动大会，在哈尔滨北方船舶工业有限公司舾装码头召开。

攻克难题
新能源客船纯电推进

“领航之星”号是中国首艘寒地纯电池推进绿色智能内河船，是黑龙江省首艘绿色新能源客船，也是黑龙江省首艘接受中国船级社入级检验的船舶。该船由黑龙江航运集团所属企业北方船舶工业有限公司联合哈尔滨工程大学、哈尔滨电气集团有限公司、武汉理工大学以校企合作、企企联合方式共同研发建造。全船采用纯电推进，设计船长26.84米、宽5.9米，锂电池容量600千瓦时，载客量53人，航行于内河B级航区，最大航速可达时速18公里，续航时间达8小时，单次航程约100公里。

研发单位攻克了寒地电池设备、充电配套设备耐寒性差等难题，采用国内先进的高安全级别船用锂电池应用技术、直流组网技术、能量管理协同控制技术、在线状态监测技术、故障特征提取等技术，使该船自动化程度高，具备智能航行和智能机舱功能，具有零排放、无污染、稳性好、抗风能力强、振动和噪声小等特点，可为乘客带来静音、平稳、安全的全新体验。中国船级社为其授予了电力推进系统附加标志，以及中国船级社《内河绿色船舶规范》中船舶绿色度最高等级的“国内内河绿色船舶-3”附加标志，并授予中国船级社CSAD船级。

科研团队
装配“心脏和大脑”

作为该项目研发的高校牵头单位，哈尔滨工程大学组织科研团队为“领航之星”号绿色智能电动船舶的智能化提供重要支撑。机舱是船舶的“心脏”，为船舶提供能源动力。哈工程烟台研究院宋恩哲教授团队负责“领航之星”号智能机舱系统设计及开发工作，突破了电动船智能机舱关键技术，自主研发了国内领先的智能机舱管理系统，使“领航之星”随身携带“保健医”。智能机舱管理系统实现了机舱设备的智能感知、故障预测和健康评估，保障船舶高性能可靠稳定运行，大大提高了船舶的智能化水平，降低了船舶运营的人力成本。

该船在国内首次采用的绿色智能电动船舶无人驾驶技术系统，由哈工程船舶学院船舶学院张磊副教授团队设计研发。团队针对观光船舶的典型动力系统特性，开展模块化通用型无人驾控系统研究，成功攻克了一系列关键技术难题，将人工智能与自动控制技术相结合，实现了船舶的无人自主稳定航行与柔和机动，保障了乘客的乘坐体验，解放了驾驶员的双手和大脑。同时，能够对无人艇的状态进行实时循环监控，航行姿态稳定，运行精度高，比传统人工操作更准确、稳定。

链接

入级：经船厂或船东申请，船舶接受船级社检验，取得船级的过程。