

最大时速240公里 8级风力下可安全作业

# 更快更安全，第三代“海上飞船”来了

◎本报记者 过国忠 实习生 柳鑫

4月22日，科技日报记者从中国船舶科学研究中心某试验基地了解到，我国地效翼船再获重大突破。由该中心采用新型材料研制的第三代高耐波性地效翼船，经过30多次海试表明，其多项技术性能处国际领先水平，今后将为加快开发利用海洋提供重要海上高速运载与作业平台。

中国船舶科学研究中心地效翼船总设计师石亚军介绍，地效翼船又称“海上飞船”，是一种兼具海上航行和腾空掠波飞行功能的新型水上交通工具。它利用地面效应实现减阻、增升，航速为常规船舶的数十倍，是目前世界上最快的船型。它在水面机动、驻泊，具有独特的性能优势，能快速执行各类海上紧急任务。

## 地效翼船经历三个发展阶段

我国的地效翼船研发在国际上起步早，已有近60年的发展历史，取得了长足的进展。迄今，我国地效翼船的研发经历了三个重要发展阶段：第一阶段是地效翼船技术探索及初步攻关的阶段，这阶段更多地着力于“飞”这一技术能力的实现；第二阶段在掌握了地效翼船核心设计技术后，逐步向规范化、实用化发展；第三阶段旨在针对我国实际海情，研发适用性更强的地效翼船。

据了解，1965年，中国船舶科学研究中心在国内率先开展地效翼船研究，1968年，该中心成功试飞了我国第一艘地效翼船“961”。其后，经过多年的持续攻关，研发团队解决了地效翼船纵向稳定性难题，形成了实用的地效翼船稳定性设计方法，地效翼船核心技术体系逐渐完备。

2013年，该中心成功研发出我国首型商用地效翼船——“翔州1”型地效翼船，满足了海上短程需求。这也是国内第一艘经过中国船级社完整认证并签发入级证书和安全符合证明的海上地效翼船。该船的研制和应用实践推动了国际国内标准体系的构建。

在石亚军看来，我国第一代地效翼船仅仅强调了“飞”这一基本属性，第二代地效翼船则强调了经济性和双工况需求，而目前第三代地效翼船有效解决了第一代、第二代地效翼船不能适应我国恶劣海况的问题。

“第三代高耐波性地效翼船，是我国地效翼船研制的一个重大技术突破，是我国自主研发地效翼船能力的具体体现，更是我国结合实际应用需求走出的一条创新之路。该技术目前处于国际领先地位。”该试验基地地效翼船试飞员王晓东说。

## 第三代适用性与安全性更高

石亚军介绍，在“翔州1”型地效翼船的长期试验和试用过程中，该中心研发团队深刻认识到耐波性是制约地效翼船实用性提升的关键指标。同时，我国所处的西北太平洋地区，常年风浪较大，多数应用场景对耐波性有较高要求，地效翼船耐波性不足必将大大影响实用性。

一般而言，地效翼船耐波性会随着吨位变大而提升，但这与我国工业基础和过于恶劣的实际海情并不匹配。研发团队认为提升中小型地效翼船的耐波性水平更加符合我国的实际国情，但这条路线并没有现成的技术参照，只能依靠自主研发。

十多年来，该中心研发团队从拓展地效翼船的安全使用边界着手，研究制约地效翼船实用性的影响因素和解决方案，结合带增升装置的高置上单翼和分层滑面小刚度



我国自主研发的地效翼船翔州1。张勇摄

船身复合应用，以牺牲部分地效的代价，实现了耐波性水平的跃升，最终形成了高耐波性第三代地效翼船概念。应用该技术后的中小型地效翼船可比同吨位地效翼船的耐波性提升一个量级以上。

值得关注的是，在第三代高耐波性地效翼船的研制中，团队提出了新的降载概念，应用了最新的技术成果，在水动布局、气动布局设计方面作了大量创新性的设计。团队通过机翼高置的方式降低波浪对部件的影响，同时应用高效机翼增升装置降低起降速度减小波浪载荷，分层滑面以及更瘦削船体的应用，兼顾了滑行效率和冲击载荷。

该中心研发团队不断打磨地效翼船实用化设计技术，对地效翼船气动力技术、耐波性技术、实用化技术进行深度挖掘，并在结构外载荷优化、先进复合材料应用等方面，取得一系列突破。

近期完成海试的第三代高耐波性地效翼船采用全碳纤维结构，可载人员12人，满载起飞重量达4.5吨，最大时速达240公里，有效航时达6小时，在4级海况、8级风力下可安全作业。与前两代相比，其适用性更强、安全性更高、航速更快。此外，其在执行海上救生、补给任务时，第三代高耐波性地效翼船可以发挥速度优势及时赶赴海难区域，并可将救起的伤员及时、快速地运送到基地或就近的陆上、海上医院。

第三代高耐波性地效翼船上装载的先进装备，在发现水上疑似目标后，能长时间保持超低空紧贴水面飞行并进行精确搜索和精准确认；确认目标后，可就近降落，快速排水航行驶近目标实施救援；在不适合降落的情况下，也可采用掠海低飞的方式向水面目标精确空投浮筏、浮网等救生器材和应急物资，给遇险人员及时的支援；还能短时间飞越岛屿或海岸，完成对岛屿和岸滩上目标的搜索或空投物资。

“相比于现有同吨位水上飞机和地效翼船，第三代高耐波性地效翼船适航性提高了1至2个等级，使得波浪中地效翼船的全年出勤率和水上安全性得到了有效提升，解决了广阔海域难以快速精准抵达的难题。”石亚军表示。

## 未来可满足更大应用需求

在相关专家看来，随着我国海洋战略的快速推进，地

效翼船作为有着独特优势的海上交通工具，未来将在开发利用海洋、维护海洋权益、发展海洋经济等方面，发挥越来越重要的作用。

石亚军介绍，地效翼船除了速度快、造价便宜之外，还有着其他船只、飞机所不具备的优势。相对于飞机，地效翼船速度较慢，滑翔性能好，易于操纵。飞行中如发生突发事故，因其在水面上的机动性，可随时降落，由飞行逐渐过渡到水面状态。

但囿于技术标准的滞后、高素质驾驶技能人才缺乏等因素，地效翼船的商业化应用才刚刚起步。为了推动地效翼船的商业应用，近年来，行业主管部门、以中国船舶科学研究中心为代表的工业部门和江苏航运职业技术学院等培训机构通力合作，从服务国家战略需求出发，自主创新突破关键技术难题，构建了完备的小型地效翼船研制及应用技术体系，同时积极参与国际组织的活动，牵头修订了国际海事组织《地效翼船指南》。

在《地效翼船指南》的修订中，为确保我国牵头开展的此项工作顺利并取得预期目标，我国参会代表团先后与俄罗斯、法国、韩国等多个IMO成员国进行了深入沟通，做了大量工作，解决了多项难题，让《地效翼船指南》的修订更符合我国相关产业发展需求。

2021年7月1日，国内首部地效翼船强制法规——《地效翼船技术与检验暂行规则》由交通运输部批准正式施行。该规则包含了总则、检验与发证、小型地效翼船、大型地效翼船和10个附件。

《地效翼船技术与检验暂行规则》在制订中结合我国多年的地效翼船设计、建造和使用经验进行了优化，填补了我国地效翼船技术法规的空白，对保障地效翼船安全性，规范和促进行业有序发展奠定了坚实的基础，对于推动地效翼船产业化起到了十分重要保障作用。

目前，我国地效翼船在理论和试验方法、设计和建造技术、结构材料、施工工艺等方面都较为成熟，部分技术和应用处国际领先地位，并正在探索具有中国特色的商业应用模式。

石亚军坚信，这种兼具常规船舶和飞机性能的水上交通工具，未来在海上高速运载、旅游观光、海上救生、执法巡逻等方面具有广阔的应用前景。

## 成果播报

### 300平方米内停200辆车 装配技术解停车难题

◎本报记者 张晔

“我们以国际上最先进的机械掘进悬吊拼装竖井技术，建造了直径为12米、深度为68米的超深竖井，同时还自主研发了全球首套超深垂直升降系统，侧向搬运智能停车，实现了在300平方米的空间内停200辆车的目标，整个存取车时间不超过90秒。”

在近日举行的“2023交通基础设施工业化装配化技术大会暨装配式智慧停车系统论坛”上，上海公路桥梁(集团)有限公司总经理周隽介绍了全球首座深井式地下高密度立体智能停车库，为缓解城市停车难提供了一个新选择。

南京市公共工程建设中心副主任、总工程师章登科说，随着经济社会的发展，传统建筑业也在发生深刻的转变，交通基础设施建设正向工业化、装配化、智能化方向快速发展。工业化装配化技术和理念从最初的房屋建筑、城市高架开始应用，经过多年的发展，已经在公路及市政桥梁、轨道交通、地下空间等领域取得了不俗的成果。

地上平平无奇，地下大有乾坤。记者跟随专家来到南京儿童医院河西院区附近的一座沉井停车场，只见停车场上建筑只有3层，地下却有25层，拥有2个深达68米的停车井，每层可停4辆车。机械升降平台可360度旋转停在任意层，汽车像坐电梯一样自动停在指定位置。沉井停车场自2022年投入使用后，有效缓解了南京儿童医院周边的停车难问题。

据悉，第二代停车系统的全尺寸试验模型目前正在验证中，单车存取时间可压缩到60秒以内。周隽表示：“这个车库造下来目前每个车位建设成本在30万元左右，未来还有下降空间。”

据中国工程院院士、北京工业大学副校长杜修力介绍，无论是俄罗斯、日本还是美国，装配式地下建筑已经有不少应用案例。“工业化建造技术以预制件在工厂里进行施工，然后转运到现场进行安装。最重要的第一步是保证工厂预制件施工的精度，第二步要保证现场施工的安装。总的来说，这是国家建设的一个发展方向。”

全国工程勘察设计师、上海市城市建设设计研究总院(集团)有限公司专业总工程师周良表示，未来城市的发展不会再有大规模的拆建，城市更新或将是未来发展的方向，其中停车问题可能是一大难题。

为解决停车难题，2022年1月，江苏四部门联合印发《关于推动城市停车设施发展的实施意见》，明确到2025年全省城市机动车停车位与机动车拥有量之比达到1.2:1以上。与会专家表示，城市核心区停车问题突出，但内部挖潜空间有限，见缝插针灵活利用城市边角地建设沉井停车场，是集约化用地缓解停车难的好办法。

### “钢铁螳螂”助力煤矿建设 作业效率较人工提升10倍

◎本报记者 张景阳 通讯员 阙兴佳

国产科幻电影《流浪地球2》中曾出现的地月基地机械设备，好像“钢铁螳螂”一般，充满科技感。观影热散去，现实版的“钢铁螳螂”出现在了内蒙古的露天煤矿中。

记者日前在国家电投内蒙古公司扎哈淖尔煤矿看到，一个科幻感十足、形似变形金刚的大型机械在矿内的复杂路况上平稳行驶着，像极了电影中的“钢铁螳螂”。

在露天煤矿中，人工从事现场安装各类警示柱、移动标识牌以及进行埋设和拔出等作业时耗时耗力，效率低，安装成本高。而首次应用于露天煤矿中的标识牌埋设机器人，可以不依靠其他设备实现安全标识牌埋设全过程机械化作业，大大提高了作业效率和安全性。

机械车驾驶员庞志军介绍说：“‘钢铁螳螂’就如同一个现实版的变形金刚，简单操作就能完成复杂的动作。以前我们4个人完成这些工作需要1天时间，并需要工程设备辅助完成运输道路移设和标识牌转装工作。它只需2小时，作业效率提升10倍。”

据介绍，研发团队通过自主编程的专用控制软件、CAN总线技术和可编程控制器，对该机械的液电系统进行转换集成，实现了底盘的百变运动，驾驶员只需专注于生产作业，不必为复杂操作分心。

“18个液压油缸，能支持它在露天矿山产生56种动作变形，斜坡、沟渠、凹凸地面、边角空间等复杂地形依旧可以如履平地，四轮驱动、全轮转向、轮胎结合的精巧设计和灵动的机身，有效保障设备快速到达指定区域、展开作业程序。”技术人员介绍说。

标识牌埋设机器人的应用有效避免了安装过程中人机联合作业机械伤害隐患、高处搬运滑落风险、人员劳动强度大疲劳风险。“它能有效降低人机混合作业、人力搬运抬举、攀爬土挡带来的安全风险，整个安装作业不需要人工参与，岗位人员由原来4人减至1人，驾驶员可在200米安全区域内进行远程遥控作业。”现场管理人员陈健告诉记者。

记者了解到，该机械车还可在零下40℃和50℃的极限温度下作业，最大爬坡45度，最大越障高度2.4米，最大跨越壕沟宽度4米，最大涉水深度2米。它虽然只有一条起重臂，却可以搭载不同的机具，可应用于露天煤矿生产挖掘、破碎、钻孔、打桩等多种作业功能场景。



标识牌埋设机器人。受访单位供图

## 攻克技术难关 编织应用“网络”

# 主动式航空温控集装箱为医药出海护航

◎本报记者 王延斌

近日，青岛海尔生物医疗股份有限公司(以下简称海尔生物医疗)旗下青岛鸿鹄航空科技有限公司同时获批科技型中小企业和创新型中小企业。两项认定背后，是企业仅用1年时间就自主攻克了主动式航空温控集装箱核心技术，实现了高端航空温控装备国产化，并建成了亚太首家覆盖全球的远距离温控运输生态平台，保障了我国生物医药产业链供应链安全稳定。

此前，青岛鸿鹄航空科技有限公司研制的主动式航空温控集装箱携手南方航空成功出海，我国航空温控物流产业创新迈出重要一步。

## 攻关高端航空温控物流装备

生物医药产业的崛起，使得其全球流通也日益频繁。从亚洲到美洲，从温带带热带……生物医药的运输场景多样，对于运输条件的要求也十分严格：首先，生物医药产品对温度敏感，温度必须被精准控制；其次，生物医药产品需要通过系统的航空冷链物流运输，物流转场衔接必须做到万无一失。

要破解这两大难题，主动式航空温控

集装箱是关键装备。

主动式航空温控集装箱是一种使用内置蓄电池，通过制冷机组实现集装箱内部温度控制的航空集装箱。当外部温度变化时，集装箱内部温度可自动调节，并被控制在0—25℃。主动式温控集装箱运输对地面保障要求严苛，不仅要求始发站、目的站和中转站要有充电插座，还要求各站点配置应急冷库，减少温控箱外场暴露时间。

长期以来，我国高端航空温控物流装备及服务市场占有率低。我国企业自主研发该装备，面临着技术壁垒、无标可依、供应封锁“三座大山”。在海尔生物医疗航空温控产业总经理孟志刚看来，“中国生物药企要走向国门，采用主动式航空温控集装箱，不得和外企合作，且没有任何讨价还价的余地。”

所以，当海尔生物医疗的科研团队决心立项攻关时，他们面临着一个“几乎不可能完成的任务”。但将科技自立自强落实到具体行动中，就要不畏艰难，敢于“硬碰硬”。

攻关过程中挑战不少，“硬茬”很多。比如主动式航空温控集装箱里的紧急泄压机构，必须满足相当于飞机高度在1秒内从13715米降到1830米的泄压要求。此外，飞行过程中环境气压低且温控集装箱不能插电，这对产品的续航时间和温度精准性、均匀性提出了极高要求。

针对紧急泄压机构问题，研发团队与高校共同设计了10多种方案，最终选择了最可靠的一种，一次性通过民航局的目击试验；针对产品的续航时间和温度精准性等问题，研发团队在实验室中一待就是3个月，持续探索，不断试验，最终研发出一套有效的温控系统控制策略，并找到了一种既符合航空安全要求，又符合环保要求的保温材料，不仅实现了箱内温度的精准、均匀控制，而且相对于国外同类型产品续航时间延长近50%、功耗降低20%。

## 布好航线、运营、维护三张网

翻越了技术创新的三座“技术大山”，实现了主动式航空温控集装箱技术上的自主可控后，三座“应用大山”又摆到了团队面前。

孟志刚告诉记者，航空温控产业的发展，离不开覆盖全球的航线网、运营网、维护网的搭建，这要求平台具有较高的全球化属性。其中，航线网要在全球主要机场间形成可达的航线通道；运营网要在辐射全球的运营站点提供充电、清洁等多种服务；维护网要实现产品的全球维护，为用户提供深度服务。

布好这三张网，需要上下游的通力协作。

为突破供应链封锁，研发团队选择与国内相关供应链厂家共创研究解决方案，实现各环节紧密连接。面对着相关标准的缺失，研发团队在查阅上千份档案资料后，筛选出50多项相关标准，与民航局共创10余项审定基础。

复盘整个产业的落地过程，孟志刚说：“我们整合了高校、航空公司、货代、运营厂家等多种资源，围绕航空冷链物流领域联合布局，共建覆盖全球的远距离航空温控运输生态平台，这也为我们的科技创新提供了助力，加速了成果转化。”

国产方案面世后，如何取得生物医药群体的信任，让科研侧与需求侧无缝衔接？这正是海尔生物医疗的优势。据悉，海尔生物医疗拥有3400家以上生物制药用户，并且在研发之初就与用户需求紧密并联。

《“十四五”航空物流发展专项规划》对航空物流的发展提出了新要求，强调对航空物流认识要从“场到场”到“门到门”的转变。而主动式航空温控物流装备将成为“门到门”的重要载体。

坚持高水平科技自立自强，并实现业务网络成功布局，国产主动式航空温控集装箱让航空温控物流产业对“中国方案”有了更多期待。未来，随着科技和生态的双向发力，在新一轮产业竞争中，我国航空温控物流产业将越来越在国际舞台上发挥作用。