

# 海上油气开发有了国产“水龙头”

## ——浅水水下采油树高效开发渤海数亿吨原油

◎通讯员 陈红波 本报记者 操秀英

由中海油能源发展股份有限公司(以下简称中海油发展)自主研发的中国海油首套具有完全自主知识产权的浅水水下采油树近日在海南下线,其关键技术跻身行业领先水平。

该套水下采油树实现了全球首次水下装备温度和压力传感器信号双通道安全传输。与常规水下采油树相比,其结构更加紧凑,操作更加方便,重量降低40%。

与国际同类产品相比,这套浅水水下采油树生产供货周期有望缩短10个月以上,制造成本降低40%。投产后,可撬动渤海油田数亿吨受制原油储量高效开发。

### 海上油气资源开发的关键设备

水下采油树是海洋油气开发的核心装备之一,犹如井口的智能“水龙头”,控制着油气的开采速度,并对生产情况进行实时监测和调整。

此前,水下采油树常用于深水油气开发,长期以来,全球仅少数几家公司掌握水下采油树的设计制造。渤海海域航运繁忙、渔业发达,油气开发协调困难。目前,渤海湾受通航影响而制约开发的油田有几十个,涉及井数几百口,每年几百万吨原油产量不能释放,受制于难动用的原油储量达数亿吨。这对渤海油田增储上产提出了严峻的挑战。

为此,中海油创新提出将受限区域油气田开发由导管架平台转为水下生产模式。这意味着浅水水下采油树及其配套服务能力,成为撬动渤海数亿吨受制原油储量的关键。

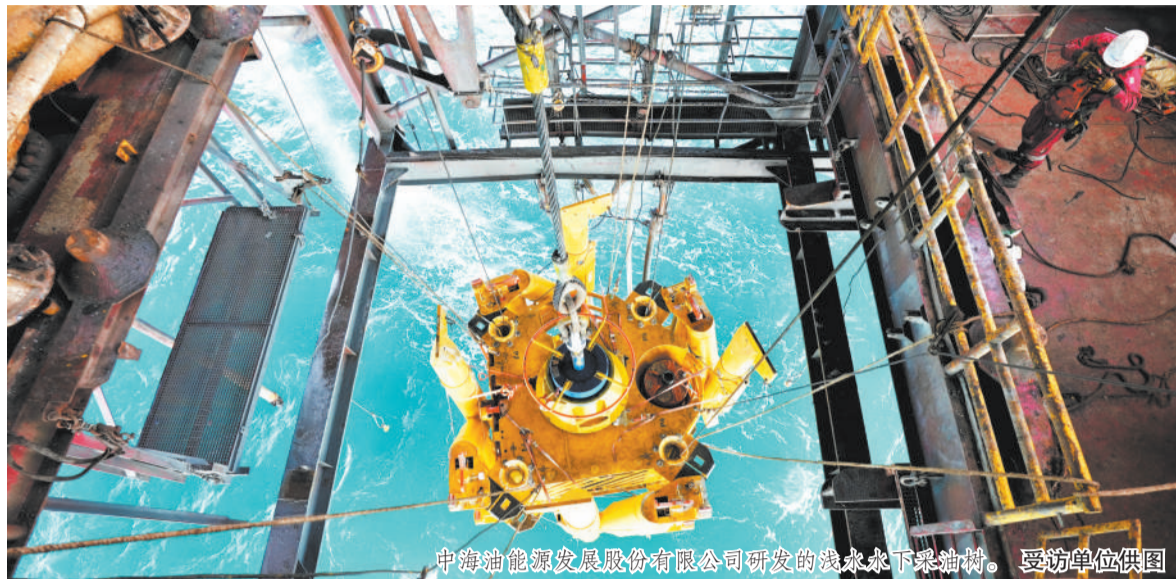
2022年8月,中海油发展在广泛调研国内外浅水采油树现状的基础上,组建研发团队,向浅水水下采油树研制发起攻坚。

历经数月日夜攻关,项目团队走遍了国内以往水下装备研发三年以上的艰苦研发历程。2023年6月,浅水水下采油树从图纸变成了产品。

### 形成优质可控的零部件供应链

水下阀门是水下采油树的关键部件。如果把水下采油树生产通道比作油气生产的高速公路,那么通道上的水下阀门就像公路上的交警,指挥着油流的前进或者停止。为了适应渤海油气田对水下设备轻量化、小型化的开发需求,项目团队采用了一种强弹力的碟簧替代传统圆柱弹簧,应用于阀门液压驱动器,经过200多次的温度循环测试、高压仓循环测试和耐久循环测试,验证了设计的可靠性。

“不怕反复优化,不怕重复测试,我们做设计就是



中海油能源发展股份有限公司研发的浅水水下采油树。受访单位供图

要做能用、好用、耐用的产品。”浅水水下采油树重大专项技术负责人鞠少栋说,浅水水下采油树重大专项设计始终坚守这一理念。

“研发浅水水下采油树的另外一个挑战,就是众多零部件的设计和选型。”浅水水下采油树重大专项执行负责人王星说。

水下采油树是一个系统工程产品,涉及材料工程、热处理工艺、水下防腐工艺、海生物防治等多个专业协同,1200多个零部件的设计、加工、组装和测试工作。

为了破解这个难题,项目团队在产品研发初期就按照“浅水水下采油树整套系统可以在海底正常运行20年”的标准,制定水下采油树金属材料、焊接堆焊、表面涂层、防腐处理、无损检测等数十项质控规范,整合国内数十家品质企业,形成了优质可控的零部件供应链。

“经过比对,我们研发出的浅水水下采油树相较于常规水下采油树重量降低40%,在成本、生产周期、性能稳定性方面优势更加明显,为后期浅水水下采油树实现产业化、规模化应用奠定了坚实基础。”中海油发展副总工程师、浅水水下采油树项目经理陈建兵说。

### “一站一室”助力测试通关

“水下采油树是水下生产系统的重要组成部分。要确保整套系统可以在海底正常运行20年,就要对水下采油树及其连接设备进行数十项严苛的测试。”海南省深海工程重点实验室水下井口及水下采油树测试技术研究团队带头人同武军说。

国外企业一度高价销售水下采油树产品,同时捆绑昂贵的技术服务,技术垄断与限制成为水下产业发

展的一大障碍。此前,为全力支持“深海一号”气田开发项目建设,解决项目11棵水下采油树接收测试问题,中海油发展工程技术公司组建中国海油首套水下采油树测试工程师队伍。大家一步步摸索,一点点总结,不断优化测试程序,反复调整测试流程,终于完成了“深海一号”11棵1500米级水下采油树测试,保障了项目开发如期实施。

随着经验的积累、技术的更新,水下采油树测试团队编制推出测试规范,形成3项测试指南,测试能力逐渐增强。该团队相继完成了我国自主研发的500米级水下采油树投产前系统测试、东方1-1气田3棵水下采油树测试、工业和信息化部一期水下采油树测试等16棵水下采油树的测试工作。

“水下采油树所有的测试我们都能自己解决了,不再受制于国外企业。”水下采油树测试团队负责人肖谭说,“目前,‘深海一号’二期工程的全部12棵水下采油树测试已经交给我们测试团队负责。”

与此同时,国家政策的大力支持,让水下采油树测试技术加速实现自主可控。

为实现海洋科技领域自主创新,加快关键核心技术,搭建攻关高水平科研平台,中国海油南海油气能源院士工作站和海南省深海工程重点实验室相继在海口揭牌。其中,院士工作站水下生产系统测试基地和重点实验室水下生产系统测试实验中心均落地在海油发展工程技术公司深水钻采海南基地。

“依托‘一站一室’的技术支持和前期的技术沉淀,我们建成了具备设计、组装、总装、测试、维修、运维及服务的综合性水下采油树基地,形成了水下生产系统3大项测试技术体系和4大项测试平台系统,为水下采油树产品测试通关提供了充分保障。”同武军说。

# 爱吃饲料的河蟹入选水产新品种名录

◎本报记者 金凤 通讯员 赵焯焯

河蟹家族再添新成员!只不过,这一次的主角,是只吃配合饲料就能长得快的河蟹新品种。

近日,在农业农村部发布的2023年水产新品种公告中,中华绒螯蟹“金农1号”榜上有名。记者从南京农业大学获悉,这是该校首个经全国水产原种和良种审定委员会审定通过的水产新品种。该品种由南京农业大学动物科技学院水产系刘文斌教授团队联合该校校友企业江苏海普瑞饲料有限公司、江苏海华种业科技有限公司,历经10余年成功培育而成。

“全程只吃人工配合饲料,是‘金农1号’最大的特点。”刘文斌团队成员、南京农业大学教授、该品种选育第一完成人张定东介绍。

农业农村部自2020年启动实施水产绿色健康养殖“五大行动”以来,已全面部署了配合饲料替代幼鱼苗的行动方案。这一新品种的应运而生,为加快推进配合饲料替代幼鱼苗行动提供了技术保障,促进了河蟹产业可持续健康发展。

中华绒螯蟹俗称河蟹、大闸蟹,是我国重要的经济水产动物,广泛分布于我国多个地区。在多个地理种群中,尤以长江水系的中华绒螯蟹品质最佳。近年来,随着河蟹规模化养殖的推进和扩大,中华绒螯蟹养殖产量不断攀升。

“池塘养殖是目前河蟹养殖的主要方式。但其中使用人工配合饲料进行养殖的不足30%。业内专家早在20年前就呼吁使用人工配合饲料替代幼鱼苗,但固有的观念很难扭转过来。传统农户喜欢投喂幼鱼苗,但是这样的喂养方式质量安全不可控,水环境污染严重,不利于机械化、智能化投喂,而且其风味和品质不一定优秀。”刘文斌介绍。

能否培育一种更适应全人工配合饲料的河蟹新品种,从种质源头上解决河蟹配合饲料适应性的难题,是团队十几年前就关注的问题。

2009年,团队从长江江都至泰州段水域收集中华绒螯蟹野生雄蟹,从江苏高淳、金坛地区收集中华绒螯蟹养殖雌蟹,以1024只个体构建偶数年基础群

体。2010年以同样组配办法收集的956只个体构建奇数年基础群体。

因为河蟹种群的特殊性,河蟹的繁殖配对得分清“奇、偶”年。据介绍,河蟹生活史仅有2年,奇数年出生的河蟹要到偶数年才能性成熟,同理,偶数年出生的也要到奇数年性成熟。因此,正常情况下奇数年出生的河蟹不能与偶数年出生的河蟹繁殖配对,需要分别建立奇数年和偶数年选育系,所以试验周期要比其他水产品种更长、更复杂。“虽然是一个品种,却承担了双倍的工作量。”育种团队成员蒋广震感慨道。

团队通过历年小试试验和连续两年的生长性对比试验发现,在全程投喂配合饲料的相同养殖条件下,与其他中华绒螯蟹品种相比,17月龄的“金农1号”体重提高12.41%,饲料转化率显著提升,更适应人工配合饲料,遗传稳定性高,生长优势明显,适宜在全国水温10℃—32℃人工可控的淡水水体中养殖。

“在全程投喂配合饲料的条件下,我们以体重为目标性状,采用群体选育技术,奇、偶年同步选育,经连续5代选育

获得能长期适应吃饲料、且生长速度较快的河蟹,并将它们统一命名为‘金农1号’。”张定东说。

张定东介绍,试验结果显示,新品种全程投喂配合饲料,对河蟹规格、肥满度和繁殖力没有影响。而且其具有味鲜无腥、脂香味浓、口味回甘、膏黄丰满、不易退膏的优点。

随着河蟹产量趋于稳定,注重生态、效益和品质已成河蟹产业的发展方向,水产养殖绿色健康发展成为必然趋势。为了给予养殖户科学的指导和帮助,团队还专门为养殖户撰写了一份数千字的中华绒螯蟹“金农1号”详细推广指南。

“‘金农1号’一点不‘挑食’,只要给它们投喂符合河蟹配合饲料行业标准上限值的优质饲料,就可以保证它们的健康成长。而且配合饲料使用成本比幼鱼苗更低。”育种团队成员、南京农业大学副教授李向飞说。

张定东介绍,未来,团队还将继续加紧进行中华绒螯蟹新品种“金农2号”的选育工作,并继续加快研发更加经济、环保、营养精准的中华绒螯蟹专用配合饲料。

# 自动化技术加速港口基础设施服务能力建设

◎卢庆毅 本报记者 刘昊

满载货物的万吨巨轮在岸边繁忙装卸,堆场内各色集装箱有序摆放着,巨型桥吊在自动化技术的控制下精准卸载货物,一辆辆集装箱卡车在U型道路上行驶,旁边数辆无人驾驶集装箱小车在海侧和堆场双向穿梭。广西北部湾港钦州自动化集装箱码头一派繁忙景象……

近日,全球首创U型工艺布局的广西北部湾港钦州自动化集装箱码头投产运营一周年。一年来,北部湾港钦州自动化集装箱码头坚持“客户至上、效率优先”的理念,系统设备及生产组织持续优

化,作业效率稳步提升,船时效率提升152.6%以上,泊位效率提升218.8%,船舶保班率达100%。

北部湾港钦州自动化集装箱码头创新运用了双小车岸桥OCR滑轨技术、中转平台智能箱锁防漏滴系统等,优化了海侧作业流程,实现了自动化码头生产组织复盘与模拟仿真。

码头服务好不好,用户说了算。自动化集装箱码头服务最多的就是外集卡司机,码头的装卸效率直接影响司机的收入。“自动化码头比传统码头更高效便捷,提卸箱速度非常快,从进闸到提箱出闸只需要15分钟。”进场作业的外集卡司机覃廷剑说,“现在我每天能比之前多

拉几趟箱,可以多挣一些。”

一年来,U型工艺布局实现了码头的内外交通分流、三段式闸口智能识别、手机App线上预约、无接触式收放箱,使得外集卡作业安全性更高,操作更便捷。全国港口首个全过过程全区域智慧安防系统也使得用户的“安全感”全面提升。北部湾港钦州自动化码头研发团队不断进行设备技术优化,共完成自动化作业流程改进及创新35项,业务流程改进优化193项,IT系统升级64个版本,功能优化436项。

紧密锣鼓抓生产提效能的同时,自动化码头二期项目9.10泊位也在加紧建设。二期项目积极探索智慧交通、大型沉

箱重力式码头施工全流程技术创新与应用,并率先在北部湾港口建设中应用大型沉箱智能化安装技术等11项新技术、新工艺,促进了项目施工提质增效。仅用21个月,自动化码头二期项目9.10泊位即完成整体工程建设,设备自动化、操控智能化、管理智慧化的核心竞争力不断提升。

北部湾港集团相关负责人表示:“智能化一直是我们发展的方向,下一步我们将找准制约制约公司改革发展的堵点难点问题,拿出真招实策,积极应用新一代创新技术,加速提升港口基础设施服务能力,赋能北部湾港智慧绿色转型升级,推进智慧、绿色、平安世界一流港口建设,全力助推港口现代化高质量发展。”

## 成果播报

### “中豆68”创南方春大豆高产纪录

科技日报讯(记者吴纯新 通讯员张惠雯)8月4日,记者从中国农业科学院油料作物研究所获悉,该所洪湖大豆种植基地传来喜讯,经专家现场实测测产,中国农业科学院油料作物研究所选育的极早熟高产优质大豆新品种“中豆68”亩产达312.8公斤,比当地春大豆品种增产30%以上,实现了极早熟春大豆亩产突破300公斤,创南方地区春大豆品种高产纪录。

“中豆68”由中国农业科学院油料作物研究所南方大豆遗传育种创新团队选育,该品种解决了产量与品质、早熟与高产等矛盾,全生育期90天左右,具有耐密抗倒、大粒稳产、广适抗病、适宜机械化和春夏

两用、菜粮兼用等特点。

目前,该品种已通过湖北省春大豆、鲜食春大豆审定,在湖北春播区试中亩产203.25公斤,比对照品种增产19.67%;早夏播区试中亩产183.86公斤,比对照品种增产12.62%,早夏播条件下蛋白含量达47.76%;在鲜食春大豆区试中亩产鲜荚901.77公斤,比对照品种增产15.32%,且荚大粒多、口感香甜柔糯。

据介绍,“中豆68”可与晚稻、芝麻等作物轮作,宜播期广,不化控,种植成本低,上市早,商品性好,综合效益显著,为提升南方大豆单产、促进农民增收和推进种植结构调整提供重要的品种支撑。

### 国产海上系泊钢缆成功安装

科技日报讯(记者陈曦)记者8月4日获悉,首条国产“永久系泊钢缆”成功应用于“南海奋进号”FPSO系泊系统,这标志着我国海上油气行业在国产单点系泊系统技术方面又取得了一项重大进展。

单点系泊系统是重要的海上油气生产设施,其中,“永久系泊钢缆”作为系泊系统的核心部件,其质量和性能对于整个系统的安全运行和生产效率起着至关重要的作用。然而,我国海上油气生产长期以来依赖进口系泊钢缆,其购置成本高、供货周期长、维保响应不及时。

为了解决这一系列问题,海洋石油工程股份有限公司(以下简称海油工程)牵头中国海油单点系泊系统关键技术研究项目,联合中海

石油(中国)有限公司深圳分公司、贵州钢绳股份有限公司,开展适用于海上长期系泊使用钢缆的自主研发工作。

经过多轮产品方案讨论和多种实验测试,该钢缆产品成功通过了中国海油专家审查认证,并于近日应用于“南海奋进号”跨海域移位项目,铺设于惠州海域,并与单点转塔浮筒连接。国产“永久系泊钢缆”本体镀层为高抗腐蚀性能材料,并配有阳极保护双保险,可以有效地保障系泊钢缆的使用寿命,并采用双层护套设计,可有效阻隔海水侵蚀及潜在磨损,最大限度降低维护成本,为海上油气生产平台长期在位提供了安全保障。



应用于“南海奋进号”上的FPSO系泊系统(效果图)。受访单位供图

### 电—电混合动力调车机车下线

科技日报讯(记者郝晓明)8月4日,记者从中国中车集团大连公司获悉,该公司采用接触网与动力电池两种能源自主研发的电—电混合动力调车机车日前在大连正式下线。技术人员通过研究最佳电—电混合动力比攻克了储能系统在轨道交通运用中的关键技术,该车相比传统内燃调车机车传动效率提升10%以上。

据介绍,该车为复兴系列调车机车标准化人机工程样车,是中车大连公司基于国家科技创新发展战略、绿色发展及环保要求,研发的零排放、高性能、适用于所有调车工况的调车机车。

中车大连公司机车开发部设计人员介绍,在动力制动时,该车可将动能转化为电能,反馈给电网或为动力电池充电。研发过程中,设计人员充分考虑了机车的安全性、适用性与检修便捷性,将这些理念融入设计制造之中,尤其是在动力电

池的选择上。据悉,该动力电池通过了所有型式试验,包括安全验证、性能验证、可靠性验证,并结合大连市魏宏劳模创新工作室研究的动力电池与机车传动系统匹配技术,完善了混合动力机车产品谱系。电池系统则采用了分级保护机制,可实时监控电池状态。

目前,该机车采用环网以太网通信方式,响应速度快、数据流量大。新增加的高清辅助瞭望系统,让驾驶员在司机室内可实时查看弓网状态和路况信息。同时,机车的标准化、模块化和系统化布置,也降低了乘务和检修人员的工作量,提高了机车运行的效率。

中车大连公司具有丰富的调车机车研发经验,目前已搭建3000马力调车机车平台。电—电混合动力调车机车的成功研制,扩展了机车谱系,丰富了新能源调车机车运用场景。



中国中车集团大连公司研制的电—电混合动力调车机车。受访单位供图