



“青港拖1”轮在山东港口启用

有两颗动力“心脏”的智能船舶来了

◎ 实习记者 宋迎迎

混合动力的汽车对于大家来说早已不陌生，但混合动力的船舶却鲜有听闻。前不久，全国首艘油电混合智能拖轮——“青

港拖1”轮在山东港口青岛港启用，该船采用传统柴油机推进和电力推进双驱动模式，在纯电力模式下可实现零油耗、零排放，创造了拖轮绿色作业的新模式，也为航运业技术创新提供了可复制、可推广、可借鉴的经验。

双驱动模式可实现一键切换

2022年12月30日，“青港拖1”轮从山东港口青岛港前湾港区码头离港，正式启用。该船长39米、型宽11.5米、型深5.3米，马力为5200匹，采用“自由航行+助泊作业”两种运行模式，主要用于协助进出山东港口青岛港的大船靠泊、离泊和移泊。

“青港拖1”轮拥有两颗动力“心脏”，即采用“柴油+电力”双驱动模式。除了柴油发动机推进系统，该船配备的电力推进系统同样能提供最大静水航速11.7节、最大续航力4.5小时的动力。通过自主研发的动力配置方案和转换控制算法，操作者使用同一手柄可以操控两套推进系统，纯电力推进和柴油机推进两种模式可实现一键无缝隙智能切换。

“青港拖1”轮的柴油机推进系统配置2台主柴油机，单机功率1920千瓦；电力推进系统共配置4套磷酸铁锂电池组，总容量为2760千瓦时。该船的启用，将有效

解决传统拖船在航行和作业过程中柴油机低效能、高油耗、高排放的问题。”“青港拖1”轮船长李瑞峰介绍说，在绝大部分工况下，该船会优先使用锂电池推进模式作业，在满电情况下可支持全船连续作业4.5小时。

据山东港口青岛港轮驳有限公司副总经理张雷介绍，“青港拖1”轮由山东港口青岛港历时18个月自主研发，造价约6000万元，设计使用寿命为30年。

记者了解到，“青港拖1”轮已取得中国船级社授予的6个附加标志，分别为智能航行(N)、智能机舱(M)、智能能效(E)、智能集成平台(I)、混合动力Hybrid、无人机舱AUT-0，并由此成为中国国内首艘取得智能航行附加标志的全回转拖轮、首艘取得混合动力Hybrid附加标志的全回转拖轮、首艘取得4个智能附加标志的全回转拖轮，以及中国国内取得智能船舶附加标志最多的全回转拖轮。

配备6套人工智能系统

1月9日凌晨，“青港拖1”轮接到作业任务，自镰湾河基地出发，来到青岛港前湾港区，与其他拖轮密切配合，连续作业5个多小时，协助矿船、集装箱船舶完成安全靠离工作。早上7时许，“青港拖1”轮又行驶到青岛港油港港区，投入到20万吨级油船“伊兰特”的靠泊作业中。

“青港拖1”轮主要在青岛港前湾港区、油港港区、大港港区进行作业。港内水域船舶通航密度大，航行风险高，为此，船

上配备了6套人工智能系统，能有效保障船上人员、设备与自身航行安全，提升港区航行、作业的安全性。”李瑞峰说。

记者了解到，“青港拖1”轮使用自主开发的港作拖轮智能化系统，该系统可提供4216个数据点的辅助决策逻辑及解决方案，使船舶的智能化成为现实。

“全船共有12568个传感器、6套人工智能建模系统，敷设电缆45公里，为常规拖轮的3倍。”“青港拖1”轮总指导

“青港拖1”轮拥有两颗动力“心脏”，即采用“柴油+电力”双驱动模式。除了柴油发动机推进系统，该船配备的电力推进系统同样能提供最大静水航速11.7节、最大续航力4.5小时的动力。通过自主研发的动力配置方案和转换控制算法，操作者使用同一手柄可以操控两套推进系统，纯电力推进和柴油机推进两种模式可实现一键无缝隙智能切换。

电气工程师颜卓翁介绍，“青港拖1”轮搭载多元融合态势感知辅助避碰、拖轮作业辅助航行、机舱“跑冒滴漏”监测、振动监测、噪声监测、智能巡检等6项国内首创人工智能系统，多项前沿技术首次在船舶上应用。

以“青港拖1”轮搭载的多元融合态势感知辅助避碰系统为例，该系统将微光补偿高清摄像机、激光测距雷达、超声波雷达进行深度融合，采用AI图像处理、回波点云分布、杂波图像抑制等多项技术与边缘检测算法相结合，实现了集检测距离设定、

高保真图像呈现、距离精确显示、夜间图像增强等众多功能于一身。

“多元融合态势感知辅助避碰系统是符合港作拖轮工况的最先进辅助避碰系统，可对船舶周边的所有目标进行识别、测距并报警，确保‘青港拖1’轮安全行驶和作业。”颜卓翁告诉记者。

同时，配合布于全船的12568个传感器，人工智能系统可随时提取相关数据对船舶状态进行实时监控分析，在保障船舶与航行安全的同时，减少人员依赖，使全船船员可低至8人。

纯电力模式下实现零排放

记者了解到，“青港拖1”轮船舶上层建筑一共有三层，每一层的前壁都是斜面设计，配合左右驾控台滑道椅设计，能最大限度提高驾驶员视野，保证驾驶员在作业过程中进行安全观测的舒适度。该船大桅采用变径支撑设计，既简洁美观，又保证强度；船首甲板机械做到双缆车双锚机独立操作，既互不影响使用，又互为备用。一层生活区内则按照船检规范最新要求，每名船员均设置单独房间，配备必要起居设施，为船员提供舒适的休息环境；生活区内还设置了直通集控室通道。

此外，绿色低碳是“青港拖1”轮最显著的特征，在纯电力模式下，该船可实现零油耗、零排放。“与传统的燃油拖轮相比，‘青港拖1’轮每年可节约近227吨柴油，节省

燃油费用120余万元，减少二氧化碳排放700余吨。”李瑞峰介绍说。

自一体化改革发展以来，山东港口坚持自主创新，将智慧绿色港口建设作为驱动港口转型发展的首要手段，“青港拖1”轮即是山东港口以科技实力强化智慧港口建设、完善绿色技术创新体系的重要成果。

“青港拖1”轮的启用，为航运业创新发展提供了可复制、可推广、可借鉴的经验，打造了拖轮智慧绿色发展新样板。目前，我们正在规划投用更多的油电混合智能拖轮，并将在新能源化、遥控化、无人化船舶方向继续开展研究攻关，进一步推进绿色低碳港口建设。”张雷告诉记者。

“兴业号”边掘进边拼装，施工速度提升25%

◎ 本报记者 张晔 通讯员 张凤华

在刚刚过去的2023年元旦假期，珠海兴业快线隧道工程现场，一台重4500吨、超5层楼高的超大直径盾构机正奋勇掘进，随着刀头转动，隧道一米一米向前推进，管片一片一片拼装……这台盾构机就是由中交天和机械装备制造有限公司(以下简称中交天和)自主研制的全球首台超大直径同步掘进机“兴业号”，它首次实现了在掘进过程中同步完成拼装管片。

常规盾构机的刀头由油缸推动，刀头向前推进后就要拼装管片，油缸推动距离为2米多，一环管片宽2米。因而，掘进2米后必须停下来拼装一环管片，每掘进一环耗时近60分钟，拼装管片一环耗时近45分钟。而“兴业号”改变了传统油缸设计，其推动距离可达4米，可一边掘进一边拼装管片，施工速度较国内外同类掘进机提升25%—35%。

实现一机多用、同步掘进

珠海兴业快线隧道工程是未来连通港澳大桥和深中通道，把珠海市打造成为“粤港澳大湾区”的重要工程。

该工程盾构隧道长度仅1740米，但地

质情况极为复杂，其中硬岩段占比超过70%，且为首个国内直径最大双层叠落盾构工程，双层叠落长约604米，采用盾构法施工面临不少世界级难题。

为顺利完成这项重大工程，中交天和立足自主研发，着眼科技创新，为在硬岩地质条件下提高掘进速度，实现隧道掘进和管片拼装同步施工，成功研制中国首台超大直径同步掘进机“兴业号”。该掘进机刀盘直径15.76米，全长超130米。

截至目前，“兴业号”已累计掘进260环，隧道成型520米，历经淤泥质土层、液化砂层、断裂带、孤石群、不同强度花岗岩(强度最高达158兆帕)等地质。不同地层掘进需采用不同类型盾构机，淤泥质土层、液化砂层一般采用软土盾构机，不同风化程度花岗岩地层一般选用硬岩掘进机(TBM)，而“兴业号”则成功实现一机多用和同步掘进。

配置多种刀具应对高强度孤石

作为国内直径最大双层叠落盾构工程，珠海兴业快线隧道上下层隧道最近间隔仅6米，对主隧道施工，尤其对管片成圆收敛、管片注浆、土层扰动沉降等质量要求极高。

因此，隧道主线与匝道采用了双层叠

落盾构施工方式，先下后上，同向推进。其中，主线隧道直径15.2米，匝道隧道直径11.73米，主线由“兴业号”掘进。在设计方面，中交天和为盾尾每个注浆系统增设流量、压力控制装置，确保每个区域注浆均匀精准，最终把管片错边量、沉降精度控制在毫米级范围内；同时，他们自主研制圆度收敛测量系统，做到“一环一检测”。

盾构机掘进过程中，孤石通常难以固定，会因土体挤压而移动，不足以盾构机破碎孤石提供反力。如不能及时处理，轻则产生掉刀、刀具偏磨、刀盘磨损等情况，重则造成刀盘卡死，或导致隧道轴线偏移、地面突然沉降等危险。

过去，遭遇孤石时，团队常采用竖井开挖、爆破、人工挖孔等方式排除，为盾构机掘进清障。但这种方式不仅花费高、耗时长，且风险大。面对无数孤石群，中交天和对“兴业号”开展适应性设计，在旋转刀盘配装滚刀152把、常压切刀256把、刀箱保护刀824把，大大增强了破岩能力，确保“兴业号”顺利通过围岩强度158兆帕、长度160米的花岗岩孤石群落。

“数字大脑”控制方向和精度

为适应隧道小半径转弯，隧道单环管片楔形量必须多于常规尺寸60毫米以

上。如此大的单环偏转量和先导角度，对盾构机掘进保平及管片拼装累积误差纠偏来说是一个全新的考验。

为此，中交天和为“兴业号”配备“数字大脑”，用自主巡航技术和管片智能化拼装等全新技术控制掘进方向和精度，实时把各项动态参数传送至监控中心，实时监控地层数据反馈链和动态参数调整，及时纠正出现的问题；在施工过程中，专家坐镇后台，严格按“决策指导层、诊断指令层、分析反馈层、操作执行层”四个层级指挥施工，做到“一环一研判”“一环一总结”。

珠海兴业快线隧道设计最小转弯半径仅599.5米，这对于超大直径盾构机施工来说是大难题。作为超大直径盾构机，“兴业号”如何在岩层中实现自由转向？对此，中交天和和应用主动铰接技术，把超大直径盾构机最小转弯半径控制在450米内，这在世界超大直径盾构机施工中尚属首次。中交天和和总经理助理、执行总工杨辉介绍：“中交天和设计团队研发主动铰接技术，相当于给刀头加了一个关节，既能活动，承受巨大压力，还能防水防泥。”为破解系列技术难题，中交天和还采用刀盘伸缩机构、逆洗循环系统、刀具全状态监测等核心技术，确保“兴业号”施工进度，创造了国内外同类装备科技创新和同步掘进的新高度。

成果播报

反应溶剂与催化剂适配 实现高度耐腐蚀树脂高效降解

科技日报讯(实习记者韩荣)“这种广泛应用于化工容器、管道内壁、船舶等高强度、耐腐蚀化学环境中的环氧树脂树脂，是国际公认的高度耐腐蚀树脂。我们通过反应溶剂及催化剂的适配，使其降解后的产物，更有利于回收利用。”日前，记者从中国科学院山西煤化所获悉，针对环氧树脂树脂降解，该所科研团队取得了新的研究进展，相关成果近期发表于《废物管理》。

据了解，废弃热固性环氧树脂树脂由于其特殊的三维网状结构，难以在自然界中降解。大量废弃树脂及其复合材料无法得到有效处理，不仅造成资源浪费，而且会产生严重的陆地和海洋污染。化学回收方法因其回收条件温和、回收率高，成为目前最有效的回收方法。

中国科学院山西煤化所研究员侯柏林介绍，环氧树脂树脂的交联度高，酯键密度低，并且含有耐溶剂的聚苯乙烯链段，因此与其他热固性树脂相比，其化学降解更为困难。在较高的温度和催化剂浓度下，树脂中的化学键无规断裂生成复杂的小分子化合物，不利于降解产物的资源化利用。为此，团队将研究重点转向将环氧树脂树脂进行选择性地断键，制备高附加值热塑性树脂材料。

侯柏林介绍，团队通过反应溶剂及催化剂的适配，高效降解环氧树脂树脂及其复合材料，选择性断裂树脂中的酯键，实现了环氧树脂树脂的可控化学降解及高附加值降解产物的回收。该降解体系可循环使用，对不饱和聚酯树脂的化学降解同样有效，具有工业化应用前景。

据悉该科研团队在环氧树脂树脂化学解聚及产物再利用方面申请了三项发明专利，其中两项已获得授权。该工作得到了国家自然科学基金、山西省重点研发计划项目、山西省“1331计划”项目和燃料清洁化及高效催化减排技术北京市重点实验室开放课题的资助与支持。

全国首座桩撑体系 装配式地铁车站竣工

科技日报讯(王光伟 记者赵汉斌)近日，随着最后一块中板精准安装就位，青岛地铁6号线全国首座桩撑体系装配式地铁车站顺利拼装完成。

青岛地铁6号线朝阳路地下两层岛式车站，现浇段位于车站两端，长70米，预制装配段位于车站中部，长148米，装配构件共计74环、410块，最重的顶板构件长度超过10米，重67吨，拼装总重1.66万吨。车站从拼装工艺、拆换撑、工装设备研发等方面开展科研攻关，需攻克桩撑体系拆换撑与大型预制构件拼装协同作业、拼装台车跨越桩撑体系内撑、梁板柱等结构构件全预制装配化、中板在狭小空间旋转翻身等重大施工难题。

面对一系列难题，中铁八局集团在国内首次提出应用“普通门吊+分离式”整体拼装台车桩撑体系下装配建造技术，实现台车在装配式车站的预制中柱、中纵梁影响下的纵向行走，自动跨越桩撑支护体系中的钢支撑；实现狭小空间下预制构件的旋转、翻身、定位和安装精度调整。

在此期间，建设者们研制出适用于装配式车站中板侧墙连续支撑的预应力顶伸装置等多项专利，获得发明专利授权2项、国际专利授权1项、实用新型专利授权16项、国家级QC成果一等奖1项。

据介绍，与同等规模现浇车站相比，预制装配建造施工可实现构件集中批量生产预制、现场拼装，缩短工期4—6个月；高峰期施工人员由160人减少至20人；综合考虑，单座车站节约施工成本约500万元，节约施工临时木材、模板支架用量约800立方米；构件一次拼装成型，减少混凝土凿毛、混凝土废料等现场建筑垃圾约50%；碳排放量减少4157.9吨，减量20.33%，符合国家“双碳”目标。

“装配建造技术符合绿色低碳发展理念，代表着行业的未来发展趋势。”中铁八局集团昆明铁路建设有限公司相关负责人介绍，他们通过工厂化批量预制，提升了工程质量，减少了结构缺陷，提高了生产效率。这项技术有力推动了轨道交通工程领域工业化、信息化、智能化的深度融合，具有广阔的应用前景。

粳型杂交水稻新品种 首次通过国外审定

科技日报讯(记者吴纯新 通讯员苏历华)近日，记者从湖北省科技厅获悉，由湖北省农业科学院研究员游艾青领衔的水稻育种团队选育的杂交稻粳两优202/181在非洲布隆迪共和国通过审定。这是我国首个通过国外审定的粳型杂交稻品种。

布隆迪位于非洲中东部赤道南侧，全国平均海拔1600米，国家收入的70%来自农业，水稻为布隆迪主要粮食作物。其原水稻品种种子纯度不高，存在植株高矮不齐、茎秆柔弱、抗病性差、产量低下等问题。

游艾青团队选育的新品种采用分子标记筛选和花药培养结合的育种技术，具有高产、耐寒、抗稻瘟病及白叶枯病等优点；在云南高海拔地区的多点示范中表现优异，亩产量可达800公斤以上，适合推广种植的海拔高度最高可达1850米。

经中国驻布隆迪高级农业专家组层层筛选后，杂交稻粳两优202/181进入布隆迪高海拔区域试验种植，实验表明，其比当地主栽品种每亩可增产200公斤以上，产量近乎翻倍，增产潜力巨大，引起当地政府重视。

杂交稻粳两优202/181是在湖北省科技厅技术创新重大专项和重点研发计划等项目长期资助下取得的突破性进展。两系杂交稻研究起源于湖北，湖北省农业科学院长期坚持开展两系粳型杂交稻育种研究，育成了我国第一个两系粳杂品种鄂粳杂1号。

据悉，杂交稻粳两优202/181通过审定后，将在布隆迪大面积推广应用，可有效解决当地水稻产量低、抵御自然灾害能力低等瓶颈问题，为解决发展中国家粮食安全提供中国方案，为世界粮食安全作出更大贡献。