

朦朧巨艦 海工中國

——中國大型工程船科技邁向高水平自立自強

譚家華

隨着人類合理利用海洋資源能力的不斷拓展，發展海洋科技已成為海洋國家提高綜合國力的重大戰略之一。海洋環境的特殊性決定了人類探索認識海洋、開發利用海洋資源、保護海洋環境、維護國家海洋安全等一切海上活動，必須依賴相應的海洋裝備和技術，可以說，誰擁有了先進裝備和技術，誰就在未來的海洋開發中佔據優勢，海上大型工程船是完成水上水下各種施工任務的高投資、高技術的特种船舶，它是實現國家海洋強國戰略目標的重大核心裝備，其設計和製造技術是國家的核心關鍵技術。

中國的海上大型工程船研究與開發，由於涉及的領域眾多，長期以來各自自行開發，力量分散，信息與設備共享率極低。作為長期從事海上大型工程船的研究與設計者，筆者深感中國海上大型工程船研究、開發和使用正處在歷史性的轉折和快速發展時期，必須走高水平、高質量、高技術的發展道路，提高原始創新能力，集中力量攻克“卡脖子”難題，進行海上大型工程船方面的“陸海統籌”，實現海上大型工程及上下游產業的共同發展，為海洋強國建設作出更大貢獻。

電安裝船。目前，國外專業海上風電安裝公司的風電安裝船均屬於第三代，用於風力發電機安裝、維護及其他海上作業。韓國三星重工2016年交付“Seajacks Scylla”號是目前較為先進的風電安裝專用船，配備1500噸起重機，航速超過每小時13海里，能在超過65米水深的風場安裝風機組件。目前國外有第三代風電安裝船14艘，起重能力均大於800噸。從2011年開始，國內相關設計、建造企業對第二、第三代風電安裝船進行了自主研發，目前我國在設計和建造技術方面有了長足的進步，專用設備配套能力大大增強，已自主設計建造了一批風電安裝船，起重能力最大達到了2500噸，但具有齒輪齒條升降、有自航能力的第三代船較少。

設備與船體連接部可能是固定連接，還可能有運動副（兩個構件直接接觸並能產生相對運動的活動連接）。除了多變的作業載荷經作業設備傳給連接部，風浪流載荷及船的定位載荷亦經船體傳給連接部，導致連接部承受處於十分複雜的多變狀態，有可能產生各種形式的損壞。另外，大型作業設備在施工時產生的交變載荷（機械零件在工作過程中受到大小、方向隨時間呈周期性變化的載荷作用）或反復沖擊會通過連接部傳給船體，會產生局部或整個船體振動，影響作業效率，甚至會引起共振，產生結構破壞。連接部設計是海上大型工程船結構設計的難點，而且沒有現成的規範和標準，需要研究新的工程計算方法、建立新的設計標準、創造新的結構形式等。

進入深藍 亟待實現共性技術突破

海上大型工程船又稱為海上施工裝備，更確切地說是漂浮在海上的重大工程裝備。由於船體和施工裝備的結合、作業水域向深遠海延伸，對海上大型工程船的生存能力和作業能力提出了更高要求。

對於施工裝備，由於安裝在船上，受到船的运动影响。船在波浪上的高频运动如横摇、纵摇和垂荡运动等会对施工设备产生很大的附加载荷，会产生受迫振动，使作业安全受到威胁，甚至不能作业。在陆地上能安全、高效作业的装备，应用于海上大型工程船上，在设计时必须考虑附加载荷的影响，成了必须特殊设计的非标准设备。

船的横荡、纵荡和艏摇等低频运动和水深增大会对船的作业定位、就位产生重大影响。对于在深远海作业的大型工程船，设置可靠的就位、定位和移位系统成为必不可少的重大技术措施，特别是动力定位系统，它利用自身推进系统就能保持一定的船位、艏向或使船按预定的轨迹运动，其控位精度高、灵活性好，成本不随水深增加而增

海上大型工程船上放置大型施工设备后，船的总体设计与运输船相比会发生重大变化。海上大型工程船的船型特殊、设备繁多、功率密度大、工况复杂，不能沿用运输船的总体设计方法。以运量和航速为基本要求的主要尺度论证转变为以作业能力为核心的主要要素确定；以货物装载和规范规定的各种布置地位要求进行总体布局设计转变为以作业流程为基础的布局设计；以航行要求为目的的动力配置转变为平衡和高作业能力为准则的动力配置；以实船统计规律为出发点的设计流程转变为以非标作业设备为出发点的设计流程。这些转变使海上大型工程船设计难度和风险大大增加。

瞄准“四化” 未来发展成值得期待

为积极响应国家海洋强国战略，加强我国深远海资源开发和重大工程的建设能力，中国海上大型工程船可望在实现“四化”即大型化、智能化、主体多功能化和施工装备模块化方面取得更大成就。

我国海上工程船的作业水域正快速从沿海、近海向深



“双减”政策实施以来，江西省宜春市宜丰县第三中学将周边万亩茶园作为劳动教育实践基地，组织学生利用课后时间到茶园学习采茶、制茶，让孩子们体验劳动的辛苦，感受劳动的快乐。

图为近日，第三中学学生利用“三点半”后时间在校园旁的茶园采茶。

（人民视觉）

银行助老 乐享数字生活

杨蕊菲

“我以前怕到银行，因为不识字，又常常忘记密码，往往拉着儿女一起来。有时自己单独过来，至少要在网点折腾一两个钟头。现在他们优化了服务措施，可以设定证件领取，也可以指纹代替签字，真是省心省力多了！”北苑社区居民王爷爷这样讲述在新余孔目江成村村镇银行办理业务的体验，对数字化存取业务的便捷性，赞不绝口。

“感谢你们热心帮助，这是实实在在的为民服务啊！”一个春日的上午，江西省新余市某银行大厅内，一个市民向银行工作人员赠送他手绘的《奔马图》，以此表达对他们个性化助老优质服务的感谢之情。该市民的父亲是原江西电工厂的退休职工，长期卧病在床，不能亲赴银行激活社保卡。该行相关部门主管了解情况后，按照延伸柜台服务模式，指定了两名业务人员上门为其办理激活业务，解了“燃眉之急”。

数字金融已经覆盖了衣食住行各个场景，为大家生活提供了极大的便利。面对数字化社会大转型，谁来帮助老年人？让他们享受到数字支付生活的美好？这些问题是整个社会关注的热点。

2021年以来，中国人民银行新余市中心支行创新开展适老化支付服务“最美银行网点”建设评选活动，出台实施方案，引导、推动辖区内15家银行机构的各个网点建立、完善老年人便捷办理支付结算业务配套措施，提供更周全、更贴心的便利化服务，切实帮助他们跨越支付领域“数字鸿沟”，提升幸福感、获得感。

新余各银行针对老年客户无法签字确认等问题，通过指纹等生物特征留痕加以解决。针对老年人记忆力较差等问题，通过延长密码键盘输入时间等方式破解。针对无法亲自到网点办理业务的老年客户，提供“双人上门”等人性化服务。针对老年群体的身体条件和使用习惯，优化手机银行APP和智能柜员机操作界面，增加大字版、语音版、整合功能界面，简化信息填写等。此外，各银行还通过举办“微沙龙”等活动，现场为老年人全方位宣传讲解防诈骗、个人信息保护等知识，增强老年人风险意识和操作水平。

欧洲专利局2021年收到的中国专利申请数再创新高

据新华社柏林电（记者朱晨）据欧洲专利局近日发布的最新统计数据，2021年收到来自中国的16665项专利申请，再次创下中国在欧洲专利局专利申请数量新高，同比增长24%。

数据显示，欧洲专利局2021年共收到188600项专利申请，同比增长4.5%。前五大专利申请国是美国、德国、日本、中国和法国。欧洲专利局2021年专利申请数量的增长主要受到来自中国和美国专利申请数量的推动。

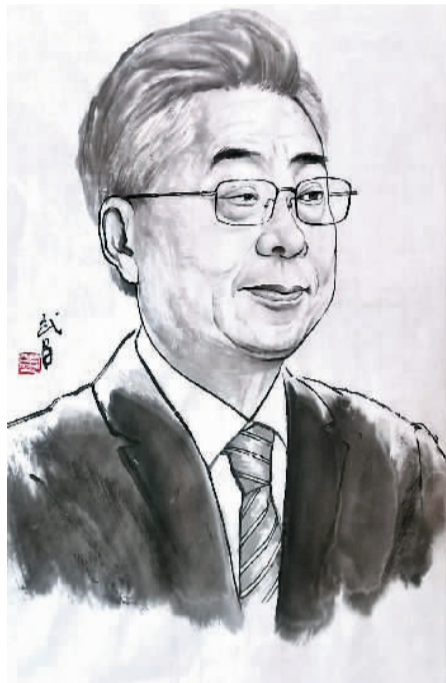
从企业排名来看，华为位居2021年欧洲专利局公司专利申请数量排行榜榜首，共申请3544项专利，领先于韩国三星和LG。OPPO、中兴、百度、小米和腾讯也位于这一排行榜的前50名之内。

欧洲专利局表示，2021年数字通信和计算机技术领域专利申请增长迅猛，表明各行各业正在推进数字化转型，制药和生物技术继续蓬勃发展，凸显疫苗和其他医疗保健领域的高创新水平。

欧洲专利局首席商业分析师艾丹·肯德里克接受新华社记者采访时表示，过去10年间，欧洲专利局收到来自中国的专利申请数量增长了4倍；2021年的数据显示，中国专利申请数量呈现出“极具活力的发展趋势”。

欧洲专利局总部设在德国慕尼黑，并在欧洲多个城市设有办事处。通过欧洲专利局的专利授予程序，发明人可在欧洲专利局成员国市场获得专利保护。

作者谭家华肖像画
本版画家 张武昌绘



奋力赶超 部分技术达到国际领先

由于欧洲国家完整的工业体系和对海上大型工程船强大的研究和开发能力，许多新型的海上大型工程船是最先是在欧洲发展起来的。欧洲大型造船集团设计、建造和配套实力雄厚，经营方式灵活多样，相关的建造市场目前仍被欧洲船厂主导。我国在海上大型工程船方面起步较晚，在设备核心技术方面仍然落后于欧美发达国家，但改革开放以来，特别是近20年来，我国工业体系逐渐完善，造船工业迅速发展，在海上大型挖泥船、大型起重船和风电安装船等方面取得了巨大进步，部分技术达到了国际领先水平。

在海上大型挖泥船方面，我国在主要船种绞吸挖泥船和耙吸挖泥船领域实现了国内设计制造，摆脱了对国外的依赖局面。尤其是进入21世纪以来，由于沿海港口航道疏浚、近海重大基础设施和工业基地建设、远海岛礁建设等战略需求，一大批具有自主知识产权的高技术、高附加值挖泥船相继问世。特别是海上大型绞吸挖泥船的发展，突破海上定位、岩礁挖掘、远距离输送和复杂系统集成等核心技术，自行设计建造了一批海上大型绞吸挖泥船，作业海域由沿海、近海延伸到远海，挖掘土质从淤泥、硬质沙土拓展到坚硬岩礁，单船作业能力由每小时2500立方米提高到6500立方米，形成了系列化产品，带动了疏浚行业装备技术与产业的高速发展。20年来，我国年疏浚能力从3亿立方米提高到17亿立方米，在世界疏浚市场占有率40%的份额。我国的大型挖泥船实现了从被封锁到出口管制的跨越发展，不仅满足了国内需求，而且在“一带一路”的港口航道建设中发挥了重要作用。

在大型起重船方面，根据不同的作业需求，国外已开发出单船体、多船体和半潜式等多种海上大型起重船，用于导管架平台的安装拆除、桥梁隧道的吊装安装、海底管道铺设、海上打捞和救助等。目前，世界上起重能力最大的半潜式起重船的起重能力为2万吨。与国外相比，国内大型起重船市场正处在快速发展阶段。随着国家能源战略的实施，深海油气田的勘探、开采进入具体实施阶段，对大型起重船的需求相当大。国内研究机构、设计单位、船舶制造企业近20年通过自主研发和引进、消化吸收相结合的方式，在船的抗风浪能力提高、船舶定位和移位技术、船舶运动对起重机的影响、起重控制与操作技术等一些关键技术已取得了突破性进展，逐步形成了一批具有自主知识产权的产品，使我国的海上大型起重船的起重能力从几百吨提高到万吨级。我国自主设计制造了世界上最大的单船体起重船，起重能力达到1.2万吨。目前总体情况是，我国大型起重船数量较多，品种单一，起重能力大的仍然较少。

风电安装船是一种全新的海洋工程船，主要用于海上风电设备的运输和吊装，它将构件运输、海上作业、起重以及生活供给等各项功能融为一体，可独立完成上述运输安装作业。自1991年丹麦建成世界上第一个近海风电场以来，世界各国相继开始建设海上风电工程。风电安装设备经历了三代发展：第一代由现有的起重船和运输驳船等联合作业；第二代是具有自升功能的驳船或平台，但不具有自航能力；第三代具有自航、自升和起重功能的专用风



加，对推动海上大型工程船的进步产生了重大影响。动力定位系统通常由环境和位置参考系统、推进系统、动力系统和控制系统等四个子系统构成。动力定位系统的设计、制造技术已成为海上大型工程船设计制造中的核心技术。

对于海上大型工程船，由于作业能力的一些提高，特别是动力定位系统被广泛应用，使得大型工程船的动力供应容量比相同尺度的运输船大了很多，甚至达到了3倍以上。近20年来，由于交流变频器的发展成熟，电力驱动在海上大型工程船获得了普遍应用。因此在海上大型工程船上建大功率电站，并进行能量综合管理已成必然趋势。在海上大型工程船上，动力定位系统及各种作业的自动控制都涉及多个子系统和设备的配合、协调，涉及状态参数的共享和传输，同时包括对外界信息的采集和必要判断、运算，这一切只能利用计算机自动化网络系统来完成。利用计算机网络系统，对大功率电站进行综合管理，实现海上大型工程船在多工况下的能量优化配置，已成为海上大型工程船设计的核心技术之一。

由于在海上大型工程船上放置了重大工程设备，施工

远海拓展，深远的海洋环境严酷，“小船经不起风浪，巨舰才能顶住惊涛骇浪”，海上工程船大型化是必然趋势。船舶大型化提高了抗风浪能力，增长了作业的气象窗口期，同时也为作业设备提高作业能力提供了更有效的平台，特别是大型化的工程船为深海作业系统开发和提供了具有更好保障功能的母船。深水油气开发、深水金属矿开采、深水铺管、深水疏浚和深水重大基础设施的建设等重大需求，将推动深水作业系统快速发展，深水作业能力提高将和海上工程船的大型化同步推进。

在我国自主开发的一些海上大型工程船的船种中，作业的自动化水平已相当高，能在人工不干预或极少干预的情况下按照设计的程序和步骤完成作业过程，但在自动化基础上实现智能化还有相当长的路要走，在信息充分化、知识数据化、自我学习功能等方面还有大量深入工作要做。利用物联网技术实现海上大型工程船作业智能化不仅会大大提高作业效率，也会使海上大型工程船有更多的使用功能和更强的环境适应性。

海上大型工程船一般都造价昂贵，单一功能的船常常作业任务较少，不仅闲置不可避免，甚至出现一项重大工程完工，相应的工程船就不再使用，将一艘船的建造成本全部计入一项工程的情况。实际情况是很多不同功能的海上大型工程船对船体尺度、布置地位和动力设备配置的要求都很相近，若能在工程船设计时统筹兼顾各种使用功能，预留位置和接口，就可能使工程船船体成为能满足多种使用功能的平台，实现工程船的多功能化。在主船体成为多功能化平台的同时，也要求施工装备模块化，实现施工装备模块与船体连接的标准化，最终提高海上大型工程船使用率和经济性。

（作者为上海交通大学船舶海洋与建筑工程学院教授，长期从事海上大型工程船的研究和设计，曾以第一人获国家科技进步奖特等奖。）



天鲸号是谭家华主持设计的海上大型绞吸挖泥船，它的成功标志着中国海上大型绞吸挖泥船的设计、建造和使用技术达到国际先进水平。

上海交通大学供图

科技名家笔谈

本版携手科学出版社推出