

# 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占據優勢，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。



作者譚家華肖像。

本版圖畫 張武昌繪

### 奮力趕超 部分技術達到國際領先

由於歐洲國家完整的工業體系和對海上大型工程船強大的研究和開發能力，許多新型的海上大型工程船是最先在歐洲發展起來的。歐洲大型造船集團設計、建造和配套實力雄厚，經營方式靈活多樣，相關的建造市場目前仍被歐洲船廠主導。我國在海上大型工程船方面起步較晚，在設備核心技術方面仍然落後於歐美發達國家，但改革開放以來，特別是近20年來，我國工業體系逐漸完善，造船工業迅速發展，在海上大型挖泥船、大型起重船和風電安裝船等方面取得了巨大進步，部分技術達到了國際領先水平。

在海上大型挖泥船方面，我國在主要船種絞吸挖泥船和耙吸挖泥船領域實現了國內設計製造，擺脫了對國外的依賴局面。尤其是進入21世紀以來，由於沿海港口航運疏浚、近海重大基礎設施和工業基地建設、遠海島礁建設等戰略需求，一大批具有自主知識產權的高技術、高附加值挖泥船相繼問世。特別是海上大型絞吸挖泥船的發展，突破海上定位、岩礁挖掘、遠距離輸送和複雜系統集成等核心技術，自行設計建造了一批海上大型絞吸挖泥船，作業海域由沿海、近海延伸到遠海，挖掘土質從淤泥、硬質沙土拓展到堅硬岩礁，單船作業能力由每小時2500立方米提高到6500立方米，形成了系列化產品，帶動了疏浚行業裝備技術與產業的高速發展。20年來，我國年疏浚能力從3億立方米提高到17億立方米，在世界疏浚市場占有約40%的份額。我國的大型挖泥船實現了從被封鎖到出口管制的跨越發展，不僅滿足了國內需求，而且在“一帶一路”的港口航運建設中發揮了重要作用。

在大型起重船方面，根據不同的作業需求，國外已開發出單船體、多船體和半潛式等多種海上大型起重船，用於導管架平台的安裝拆除、橋梁隧道的吊裝安裝、海底管道鋪設、海上打撈和救助等。目前，世界上起重能力最大的半潛式起重船的起重能力為2萬噸。與國外相比，國內大型起重船市場正處在快速發展階段。隨着國家能源戰略的實施，深海油氣田的勘探、開採進入具體實施階段，對大型起重船的需求相當大。國內研究機構、設計單位、船舶製造企業近20年通過自主研發和引進、消化吸收相結合的方式，在船舶的抗風浪能力提高、船舶定位和移位技術、船舶運動對起重機設計影響、起重機控制與操作技術等一些關鍵技術上已取得了突破性進展，逐步形成了一批具有自主知識產權的產品，使我國的海上大型起重船的起重能力從幾百噸提高到萬噸級。我國自主設計製造了世界上最大的單船體起重船，起重能力達到1.2萬噸。目前總體情況是，我國大型起重船數量較多，品種單一，起重能力大的仍然較少。

風電安裝船是一種全新的海洋工程船，主要用於海上風電設備的運輸和吊裝，它將構件運輸、海上作業、起重以及生活供給等各項功能融為一體，可獨立完成上述運輸安裝作業。自1991年丹麥建成世界上第一個近海風電場以來，世界各國相繼開始建設海上風電工程。風電安裝設備經歷了三代發展：第一代由現有的起重船和運輸船等聯合作業；第二代是具有自升功能的駁船或平台，但不具有自航能力；第三代具有自航、自升和起重功能的專用風

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 Seylla”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米水深的风場安裝風機組件。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。

### 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，更切實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，受到船的运动影響。船在波浪上的高频运动如橫搖、縱搖和垂荡运动等會對施工設備產生很大的附加載荷，會產生受迫振動，使作業安全受到威脅，甚至不能作業。在陸地上能安全、高效作業的裝備，應用於海上大型工程船上，在設計時必須考慮附加載荷的影響，成了必須特殊設計的非標設備。

船的橫搖、縱搖和艏搖等低頻運動和水深增加會對船的作業定位、就位產生重大影響。對於在深遠海作業的大型工程船，設置可靠的定位、定位和移位系統成為必不可少的重要技術措施，特別是動力定位系統，它利用自身推進系統就能保持一定的船位、艏向或使船按預定的軌迹運動，其控位精度高、靈活性好，成本不隨水深增加而增

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，風浪流載荷及船舶的定位載荷亦經船體傳給連接部，導致連接部受力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。連接部位的設計常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。

在海上大型工程船上放置大型施工設備後，船的總體設計與運輸船相比會發生重大變化。海上大型工程船的船型特殊、設備繁多、功率密度大、工况複雜，不能沿用運輸船的總體設計方法。以運量和航速為基本要求的主要尺度論證轉變為以作業能力為核心的主要要素確定；以貨物裝載和規範規定的各種布置位置要求進行總體布局設計轉變為以作業流程為基礎的布局設計；以航行要求為目的動力配置轉變為平衡和高作業能力為準則的動力配置；以實船統計規律為出發點的設計流程轉變為以非標作業設備為出發點的設計流程。這些轉變使海上大型工程船設計難度和風險大大增加。

### 瞄準“四化” 未來發展成就值得期待

為積極響應國家海洋強國戰略，加強我國深遠海資源開發和重大工程建設能力，中國海上大型工程船可望在實現“四化”即大型化、智能化、主體多功能化和施工裝備模塊化方面取得更大成就。

我國海上工程船的作業水域正快速向沿海、近海向深



譚家華（左一）在上海交通大學設計的自航絞吸挖泥船“長獅一八號”的建造現場。（2020年六月攝） 上海交通大學供圖

加，對推動海上大型工程船的進步產生了重大影響。動力定位系統通常由環境和位置參考系統、推進系統、動力系統和控制系統等四個子系統構成。動力定位系統的設計、製造技術已成為海上大型工程船設計製造中的核心技術。

對於海上大型工程船，由於作業能力的提高，特別是動力定位系統被廣泛應用，使得大型工程船的動力供應量比相同尺度的運輸船大了很多，甚至達到了3倍以上。近20年來，由於交流變頻器發展成熟，電力驅動的深遠海大型工程船獲得了普遍應用。因此在海上大型工程船上建大功率電站，並進行能量綜合管理已成必然趨勢。在海上大型工程船上，動力定位系統及各種作業的自動控制都涉及多個子系統和設備的配合、協調，涉及狀態參數的共享和傳輸，同時包括對外界信息的採集和必要判斷、運算，這一切只能用計算機自動化網絡系統來完成。利用計算機網絡系統，對大功率電站進行綜合管理，實現海上大型工程船在多工况下的能量優化配置，已成為海上大型工程船設計的核心技術之一。

由於在海上大型工程船上放置了重大工程設備，施工

遠海拓展，深遠海的海洋環境嚴酷，“小船經不起風浪，巨艦才能頂住驚濤駭浪”，海上工程船大型化是必然趨勢。船舶大型化提高了抗風浪能力，增長了作業的氣象窗口期，同時也為作業設備提高作業能力提供了更有效的平台，特別是大型化的工程船為深遠海作業系統開發和使用提供了具有更好保障功能的母船。深水油氣開發、深水金屬礦採、深水鋪管、深水疏浚和深水重大基礎設施的建設等需求，將推動深水作業系統快速發展，深水作業能力提高將和海上工程船的大型化同步推進。

在我國自主開發的一些海上大型工程船的船種中，作業的自動化水平已相當高，能在人工不預或極少干預的情況下按照設計的程序和步驟完成作業過程，但要在自動化基礎上實現智能化還有相當長的路要走，在信息充分化、知識數據化、自我學習功能等方面還有大量深入工作要做。利用物聯網技術實現海上大型工程船作業智能化不僅會大大提高作業效率，也會使海上大型工程船有更多的使用功能和更強的環境適應性。

海上大型工程船一般造價昂貴，單一功能的船常常作業任務較少，不僅閒置不可避免，甚至出現一項重大工程完工，相應的工程船就不再使用，將一艘船的建造成本全部計入一項工程的情況。實際情況是很多不同功能的海上大型工程船對船體尺度、布置位置和動力設備配置的要求都很相近，若能在工程船設計時統籌兼顧各種使用功能，預留位置和接口，就能使工程船主船體成為能滿足多種使用功能的平台，實現工程船的多功能化。在主船體成為多功能化平台的同时，也要施工裝備模塊化，實現施工裝備模塊與船體連接的標準化，最終提高海上大型工程船使用率 and 經濟性。

（作者為上海交通大學船舶海洋與建築工程學院教授，長期從事海上大型工程船的研究和設計，曾以第一完成人獲國家科技進步獎特等獎。）

### 科技名家筆談

本版攜手科學出版社推出



“双减”政策實施以來，江西省宜春市宜春縣第三中學將周邊近百畝茶園作為勞動教育實踐基地，組織學生利用課後時間到茶園學習採茶、制茶，讓孩子們體驗勞動的苦澀，感受勞動的快樂。

圖為近日，第三中學學生利用“三點半”後時間在校園旁的茶園採茶。

（人民視鏡）

## 銀行助老 樂享數字生活

楊蕊菲

“我以前怕到銀行，因為不識字，又常常忘記密碼，往往拉着兒女一起過來。有時自己單獨過來，至少要在網點折騰一兩個鐘頭。現在他們優化了服務措施，可以設定證件領取，也可以指紋代替簽字，真是省心省力多了！”北苑社區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。

“感谢您热心帮助，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，按照延伸柜台服务流程，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积极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，通过指紋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讲防诈骗、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韩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的专利申请增长迅猛，表明各行各业正在进行数字化转型，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。



天鲸号是譚家華主持設計的海上大型絞吸挖泥船，它的成功標誌着中國海上大型絞吸挖泥船的設計、建造和使用技術達到國際先進水平。 上海交通大學供圖