

船舶与海洋工程装备

改革开放以来，在邓小平同志“中国的船舶要出口，要打进国际市场”的指示指引下，我国船舶工业引进消化吸收国际标准和国外先进技术，率先打入国际市场，成为世界造船业的一支重要力量。21世纪以来，中国船舶工业取得了突飞猛进的发展，2008年造船量超过日本跃居世界第二，2010年超过韩国跃居世界第一，成为名副其实的世界造船大国。同时，我国船舶工业产品和技术水平也取得了巨大提高，有针对性地解决了大型原油船、大型集装箱船、大型液化天然气（LNG）船、大型重载滚装船、海上浮式生产储油装置（FPSO）和深水半潜式钻井平台等产品的关键技术难题，取得了一批重大成果，增强了我国在国际市场上的竞争力，不仅实现了散货船、集装箱船和油船三大主力船型的系列化建造，形成了一批品牌产品，而且大型LNG船、海洋工程装备等一批高端产品国际市场份额大幅提升。



一、高技术船舶

(一) 14.7万m³液化天然气(LNG)船

液化天然气(LNG)船是世界公认建造难度最大、技术要求最高的高附加值船舶之一，被誉为世界造船“皇冠上的明珠”。沪东中华造船(集团)有限公司(以下简称沪东中华)从1997年起，通过引进、消化吸收，逐步掌握了大型薄膜型LNG船的设计、建造技术，突破了LNG船的液货输送、蒸汽透平主推进和货舱围护三大系统极具特色的关键制造技术，于2008年4月成功建造并交付了当今具有国际先进水平的国内第一艘LNG船——14.7万m³的“大鹏昊”号(见图1)。该船的成功建造成为我国船舶工业向尖端产品领域进军的一座重要里程碑，标志着我国造船工业产业结构实现了重大升级，使我国的造船水平和综合实力迈上了一个新台阶；同时，对于保障和推动国家能源战略的实施，具有重要意义。目前我国已经形成了从14万m³到22万m³ LNG船的系列设计，并已批量承接建造。



图1 沪东中华研制的14.7万m³LNG船“大鹏昊”号

(二) 深海载人深潜器

中国船舶重工集团公司第七〇二研究所（以下简称702所）自主研发制造的蛟龙号深海载人深潜器（见图2），是国家863计划的重大专项之一，瞄准国际深海勘察作业的前沿技术，集成采用了多种高新技术、新材料和新工艺，拥有自主知识产权。2002年6月，蛟龙号项目正式启动。2010年8月、2011年7月，分别完成3000m级、5000m级海上试验，并于2012年6月到达最大下潜深度7062m，超过了世界上同类作业型载人潜水器的最大下潜深度，可在占世界海洋面积99.8%的广大海域使用；具有目前最佳水平的操纵性能和航行控制能力，可有效地执行巡航、悬停、爬坡、坐底和离底等各种复杂任务；具有先进的水声通信和海底微地形地貌探测、高速传输图像和语音以及探测海底小目标的能力；具有多种类的安全保障措施，是世界上最为安全可靠的载人潜水器之一。蛟龙号深海载人深潜器的成功研制，标志着我国深海载人潜水器技术进入国际先进行列，填补了我国在这一领域的空白。

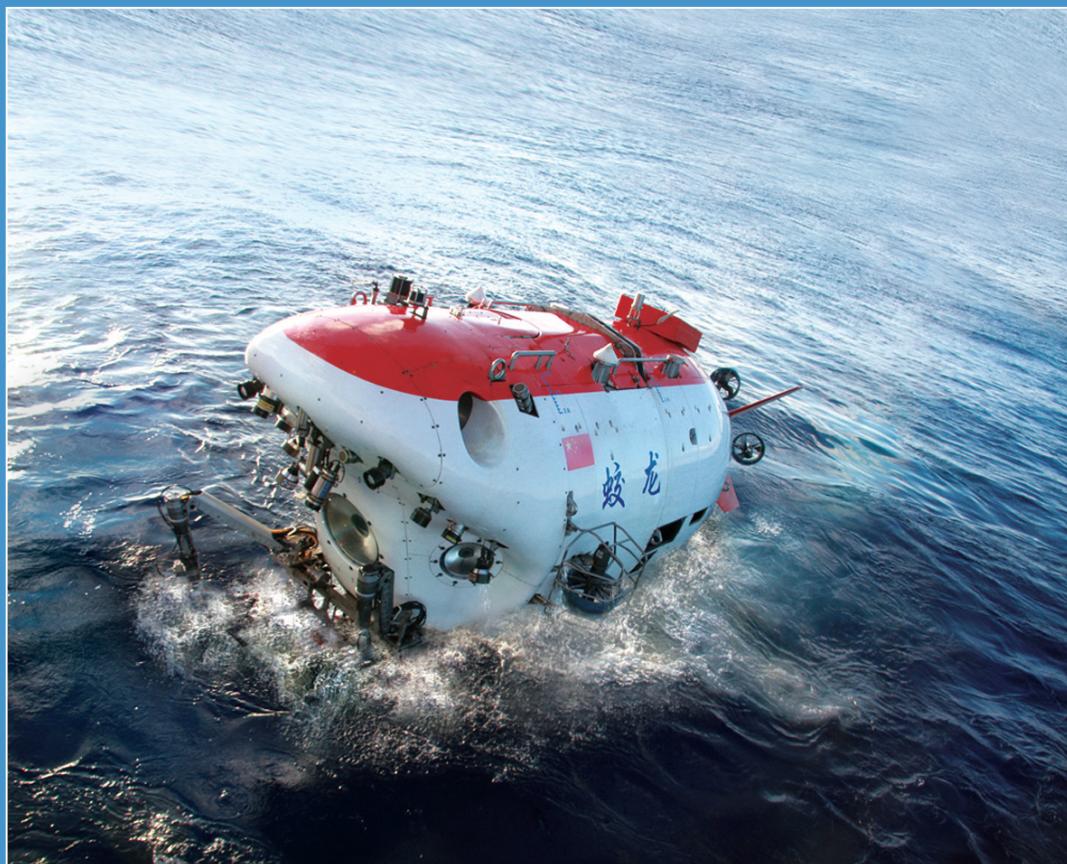


图2 702所自主研发、制造的蛟龙号深海载人深潜器

(三) 新一代20万t级好望角型散货船

上海外高桥造船有限公司（以下简称上海外高桥）设计、建造的新一代符合国际规则规范、节能减排和绿色要求的好望角型散货船（见图3），是拥有自主知识产权和核心

竞争力的精品船型，得到国际市场广泛认可，拥有一定的国际定价权。该船型总长299.9 m，型宽50m，型深25m，最大吃水18.4m，载重量（结构吃水时）20.8万t，服务航速27.4km/h（14.8节）；该船载重吨、油耗达到国际先进水平，较传统船型减低了约20%。



图3 上海外高桥研制的新一代20万t级好望角型散货船

(四) 30万t超大型原油船 (VLCC)

大连船舶重工集团有限公司（以下简称大连船舶重工）设计、建造的载重量从29.8万t到32万t的VLCC系列产品，已先后自主开发了六代九型。2012年该企业与国内外签订

的第六代VLCC船型，采用了智能型电喷主机，并对船体型线进行了大幅改善和优化，已经远远超出国际海事组织（IMO）最新生效的节能指标要求，具有较强的国际竞争力。图4是大连船舶重工设计、建造的30万t超大型原油船。



图4 大连船舶重工设计、建造的30万t超大型原油船

(五) 10000箱集装箱船

江苏扬子江船业集团公司（以下简称扬子江船业）

联合中国船舶及海洋工程设计研究院（简称708所），按照船型经济性、能源效率性、环境友好性和建造经济性的“4E”设计理念，自主研发建造、具有自主知识产权的节能环保型新一代10000箱集装箱船（见图5），打破了国外垄断。该船总长337m，型宽48.2 m，型深27.2m，结构吃水15m，载重11.2万t。与目前世界上已经运营或正在建造的10000箱船型比较，新一代10000箱船载箱总箱位增加10%，油耗降低20%，排放指标降低20%，满载状态下可自动平衡无需压载水，运营效率得到了极大提高。



图5 扬子江船业联合708所自主研发、建造的10000箱集装箱船

(六) 8530箱集装箱船

沪东中华自主开发、拥有完全自主知识产权的8530箱集装箱船（见图6），是具有国际先进水平的第六代超巴拿马型

超大型集装箱船，首制船于2007年交付。该船充分应用了先进的设计、建造技术和节能减排的环保技术，满足船级社对环境保护船级符号的严格要求；具有绿色环保、技术含量高、建造难度大和营运经济性好等特点。该船的成功研制突破了国内建造超大型集装箱船的新纪录，在世界航运市场中占有重要地位。



图6 沪东中华研制的8530箱集装箱船

(七) 3.85万t化学品、成品油船

图7是广州广船国际股份有限公司（以下简称广船国际）于2005年设计、建造，拥有完全自主知识产权的3.85万t化学品/成品油船。该产品系列采用绿色环保设计理念，是低排放低噪音的环保型船舶。该型船率先满足相关规范规则对成品油船的特殊要求，如《海上防污公约》对货油装卸和排油监控的要求、《国际海上人命公约》对惰性气体系统的规定，以及成品油船的特殊涂装要求等；同时在线型和船舶结构方面具有独到特点和国际领先水平，其中大型液货舱槽型壁无壁墩结构形式属于世界首创。



图7 广船国际设计、建造的3.85万t化学品/成品油船

(八) 38.8万t大型矿砂船 (VLOC)

渤海船舶重工有限责任公司（以下简称渤海重工）自主研发、具有完全自主知识产权的38.8万t 超大型矿砂船 (VLOC)（见图8），是目前世界上同类产品中最大的环保型船舶。2011年9月，首制船完工交付。该船根据国际市场需求变化与技术发展趋势，采用绿色环保设计理念，优化船舶线型，减小船舶阻力。该船满足巴西铁矿砂码头快速装载要求，最大装载速率可达16000t/h，减少了船舶停靠港时间，缩小了营运周期。其在主机废气排放、油污水排放和消防等安全环保方面均能满足IMO/IACS最新要求。



图8 渤海重工自主研发的38.8万t超大型矿砂船 (VLOC)

(九) 8.3万m³全冷式超大型液化石油气运输船 (VLGC)

随着国际市场对清洁能源旺盛的需求，VLGC市场前景被业界所看好。作为液化气船领域的领先者，江南造船（集团）有限责任公司（以下简称江南造船）自主研发、设计了我国首艘拥有自主知识产权的8.3万m³全冷式超大型液化石油气运输船（见图9），首制船2012年开始建造，成功进入VLGC市场。该船的成功研制，打破了国外船厂的技术垄断，填



图9 江南造船研制的8.3万m³全冷式超大型液化石油气运输船 (VLGC)



图10 新港船舶重工建造的“烟大”火车渡船

补了中国造船界在该领域的空白。

(十) “烟大”火车渡船

天津新港船舶重工有限责任公司（以下简称新港船舶重工）建造的“烟大”火车渡船（见图10），是我国自主设计、建造，集客运、火车、汽车运输为一体的火车滚装渡船，主要用于烟台—大连之间渤海海域，采用第三代电力推进系统。2006年10月，首艘船“中铁渤海1”号完工交付。“烟大”火车渡船总长182.6m，船宽24.8m，设计吃水5.8m，航速33.3km/h（18节），可以在9级风海况下安全航行和灵活靠泊作业。“烟大”火车渡船设置火车舱、汽车舱和旅客居住区，火车舱可装载50节货运列车车厢，汽车舱可装载小轿车25辆、20t载重汽车50辆，同时可运载旅客480~600人。

(十一) 4900车汽车滚装船 (PCTC)

厦门船舶重工股份有限公司（以下简称厦门船舶重工）自主研发建造的、可装载多种类型车辆的4900车汽车滚装船（PCTC）（见图11）。2006~2011年间，该船已批量建造交付18艘。该船型总长182.8m，型宽31.5m，设计吃水7.7m，设计航速38.3km/h（20.7节），拥有4900个标准车位。整船进行了高难度稳性设计，船



图11 厦门船舶重工自主研发、建造的4900车汽车滚装船 (PCTC)

体采用柔性设计，攻克了大面积薄钢板焊接防变形控制、滚装设备精度安装与调试等工艺难题，具有航速高、经济性好和可操纵性好等特点。该船的成功研制，填补了我国大型汽车滚装船建造领域的空白。

(十二) 高速豪华滚装客船

广船国际2003年自主研发、设计和建造的高速豪华滚装客船（见图12），满足所有国际船级规范规则和公约要求，拥有完全的自主知识产权。该型船自动化控制程度高，满足国际船级社协会（IACS）最高等级要求，其居住区域满足欧洲现代装修的时尚性和舒适性要求，振动、舱室噪音指标满足英国劳氏船级社PCAC入级要求。该船的研制成功，打破了欧洲船厂在该领域市场的垄断局面，为中国造船业进入世界高级客船市场获取了“通行证”。



图12 广船国际研制的高速豪华滚装客船

(十三) 1.35万 m³大型自航耙吸式挖泥船

为改变我国大型自航耙吸式挖泥船依赖进口的局面，中交上海航道局有限公司联合708所、广州文冲船厂有限责任公司（以下简称文冲船厂）开发、设计和建造了舱容为1.35万 m³的大型耙吸挖泥船“新海虎”号（见图13），于2007年5月成功交付。该船采用技术复杂的主机一拖三动力

模式，配备先进的功率管理系统和自动化、智能化的疏浚控制系统。该船的成功研制，标志着我国已具备自主研发、设计和建造大型耙吸挖泥船的能力，成为世界上少数几个掌握这一技术的国家。



图13 中交上海航道局有限公司联合708所、文冲船厂开发、建造的1.35万 m³大型自航耙吸式挖泥船“新海虎”号

(十四) 海洋科学综合考察船

武昌船舶重工有限公司（以下简称武昌船舶重工）设计、建造的海洋科学综合考察船“科学”号（见图14），于2012年9月正式交付使用。该船在空船重量控制、总体布置、快速性和经济性、抗风稳定性及配载、电站负荷和油耗、动力系统可靠性以及生活环境舒适度等方面均达到或超过国际先进水平；居住舱室、实验室与集控室等位置的噪声，相比同类船舶降低了10dB左右；可航行于I类无限航区，满足深海海洋科学多学科交叉研究需求，其技术水平和考察能



图14 武昌船舶重工设计、建造的海洋科学综合考察船“科学”号



图15 701所自主设计、武昌船舶重工承制的全铝合金双体穿浪工作船“东远01”号

力达到国际综合考察船同等水平。

（十五）全铝合金穿浪双体船

由中国船舶重工集团公司第701研究所（以下简称701所）自主设计，武昌船舶重工承制的全铝合金双体穿浪工作船“东远01”号（见图15），于2010年2月完工交船。该船是我国自主研发、设计和建造的最大型全铝合金穿浪双体船，其主船体和上层建筑为耐腐蚀铝合金全焊接结构，采用高速柴油机驱动大型喷水推进装置的方式推进，可广泛用于水上客运、交通作业、海洋监测、安全救助和海关缉私等。

(十六) 1000t II型海监船

广州中船黄埔造船有限公司（以下简称黄埔造船）、708所联合研制的1000t II型海监船（见图16），是为满足新时期加强海洋权益需要，全新设计、建造的新一代海洋执法船，首制船于2010年交付，具有反应速度快、机动能力强、执法装备精良、可靠性和经济性良好等优点，可承担日常巡航、高速追踪和低速调查监测等任务，是具有国际先进水平的现役执法主力船。此外，黄埔造船还设计、建造了1500t级、3000t级和4000t级多型多艘海监船，陆续交付国家海洋局使用，为维护我国海洋权益和领海主权发挥着重要作用。



图16 黄埔造船、708所联合研制的1000t II型海监船



图17 黄浦造船、上海船院联合研制的1.4万kW全天候大功率海洋救助船“南海救101”号

（十七）1.4万kW全天候大功率海洋救助船

黄埔造船、上海船舶研究设计院（以下简称上海船院）于2007年联合研制的1.4万kW全天候大功率海洋救助船，具有自主知识产权，是目前世界上救助功能齐全、作业能力强、推进功率大、航行速度快、抗风浪能力强、装备先进的全天候立体救助新型高性能专用海洋救助船。该船具有强大的救助拖带、消防灭火、夜间搜寻救助，以及配备救助直升机进行海上立体搜救作业的能力，可搭载获救人员200人；可在8级恶劣海况条件下进行快速航行、紧急救助和有效施救等作业，并满足在9级恶劣海况下安全出海航行的各项特殊性能要求，具备全天候救助作业能力，首制船“南海救101”号被誉为“中国第一救”（见图17）。

二、海洋工程装备

(一) 深水半潜式钻井平台 (“海洋石油981”号)

“海洋石油981”号由708所详细设计、上海外高桥建造，是我国自主设计、建造的首座具有世界先进水平的第六代深水半潜式钻井平台（见图18）。该平台采用200年一遇的南海恶劣环境条件进行稳性校核，可以抵御16级台风；采用锚泊定位+动力定位的组合定位方式，1500m水深

以内采用锚泊系统进行定位，1500m水深以上采用DP—3动力定位系统进行定位；最大作业水深3000m，最大钻井深度可达10000m。2012年5月9日，“海洋石油981”号在南海海域正式开钻。该平台的成功建造交付和顺利投产运营，实现了我国深海油气资源开发装备“零”的突破，标志着我国已攻克和掌握了深海半潜式钻井平台设计和建造的关键技术，提升了我国船舶产业在国际海洋工程领域的竞争力，对我国深海海洋资源开发和国民经济可持续发展具有重大意义。



图18 上海外高桥建造的3000m深水半潜式钻井平台 (“海洋石油981”号)

（二）圆筒型超深水海洋钻探、储油平台“希望”号

中远船务工程集团有限公司（以下简称中远船务）设计、建造的“希望”系列圆筒型超深水海洋钻探平台，属于第六代新型海洋钻井平台，是海洋钻探平台中的高端领先产品。2009年11月

完工的首座“希望1”号平台（见图19），总高135m，直径84m，工作水深可达3000m以上，钻井深度约12000m，配置DP—3动力定位和系泊系统，可以适应英国北海-20℃的恶劣海况，在10级风浪下正常作业，并拥有15万桶原油的存储能力。该产品2011年荣获国家科技进步一等奖。



图19 中远船务设计、建造的圆筒型超深水海洋钻探储油平台“希望1”号

(三) DSJ型系列自升式钻井平台

大连船舶重工开发的DSJ型自升式钻井平台具有完全自主知识产权，包括水深91.4m（300英尺）、106.7m（350英尺）和121.9m（400英尺）等系列产品。其中，DSJ300型自升式钻井平台（见图20）是我国自主研发设计的第一座自升式钻井平台，于2011年8月顺利交工。该平台是中国首座实现自主研发、总包建造并出口的自升式钻井平台，已入级美国船级社（ABS）/中国船级社（CCS），其重要核心设备（如钻井包、升降系统及锁紧装置）均采用国产配套设备。



图20 大连船舶重工自主研发的91.4m（300英尺）DSJ300型自升式钻井平台

(四) 深水半潜式钻井平台（“中海油服兴旺”号）

由中集来福士海洋工程有限公司（以下简称中集来福士）建造的深水半潜式钻井平台（“中海油服兴旺”号）（见图21）于2012年7月开工建造，其最大工作水深1500m，最大钻井深度7600m，配置DP—3动力定位系统，设计服务温度-20℃，达到冰级、环保和低温作业水平，已入级挪威船级社和中国船级社。目前，中集来福士建造的系列平台已成为挪威北海海域经济型、高性能深水半潜式平台的典型船型，是近年来挪威北海新船中数量最多的单一船型深水平台，该平台已实现批量承接、建造。



图21 中集来福士建造的深水半潜式钻井平台（“中海油服兴旺”号）

(五) 30万t级浮式生产储油船 (FPSO)

浮式生产储油船 (FPSO) 集油气处理、发电、供热、商用原油储存和外输、人员居住于一体，被称为海上石油的加工厂，是目前世界上主要油田开采使用最广泛的装备之一，也是整个海洋油气浮式生产系统的中心。上海外高桥承建的“海洋石油117”号（见图22）于2007年4月交付使用，是我国第一艘完全自主设计、建造的30万t级海上浮式生产储油船。该船首次采用EPC总承包模式并按照国际海洋工程惯例设计、建造，其成功交付标志着我国船舶工业在FPSO设计、建造领域已位于世界先进行列。



图22 上海外高桥承建的30万t级浮式生产储油船 (FPSO) “海洋石油117”号



(六) 自航式半潜运输船

广船国际自主研发、设计及建造的1.8万t自航式半潜运输船（见图23）于2002年交付使用，是中国大陆地区建造的第一艘大型自航式半潜运输船，具有载重能力大、下潜深度深、性能先进和功能强大

等特点。与世界上同期同类型船相比，该船型在装卸效率、动力定位能力、推进系统及控制系统等方面均处于国际领先地位，有世界半潜船“全能冠军”、“亚洲第一船”、“海上叉车”之誉。目前，该型船已实现系列化、大型化设计、建造。



图23 广船国际自主建造的1.8万t自航式半潜运输船



图24 熔盛重工建造的深水鋪管起重船“海洋石油201”号

(七) 深水鋪管起重船

由上海船舶研究设计院设计、中国熔盛重工集团控股有限公司（以下简称熔盛重工）建造的深水鋪管起重船“海洋石油201”号（见图24），是中国首艘具备3000m水深鋪管能力的海洋工程船舶，起重能力4000t级，采用先进的DP—3级全电力推进动力定位，并具备自航能力，能够在除北极外的全球无限航区作业。该船于2012年4月完成建造。该船的成功建造填补了国内深海鋪管装备领域的空白，其总体技术水平和综合作业能力在国际同类工程船舶中处于领先地位。

(八) 深水三用工作船

武昌船舶重工建造的深水三用工作船“海洋石油681”号（见图25）于2012年3



图25 武昌船舶重工建造的深水三用工作船“海洋石油681”号



图26 上海船厂承建的12缆物探船“海洋石油720”号

月顺利交付使用。该船总长93.4m、型宽22m、型深9.5m、设计吃水6.5m、最大吃水7.7m，航速33.9km/h（18.28节）、总吨位6300t、抗风能力12级。该船配备有两台8000kW主机、二台1500kW全回转推进装置，采用柴电混合推进系统，是我国新一代集深海抛锚、拖拽、定位及平台供应功能于一体的高端船舶，可为海上平台提供拖带、深海起抛锚、供应淡水、燃油、散料和平台守护等服务，具有消防、浮油回收功能及ROV水下机器人功能，填补了我国在深水大型多用途工作船领域的空白。

（九）12缆物探船

由上海船厂船舶有限公司（以下简称上海船厂）承建的我国首艘12缆物探船“海洋石油720”号（见图26），是亚洲最大的深水多缆高性能物探船，于2011年交付使用。该船总长107.4m，型宽24m，型深9.6m，船舶自持力75d（天），在9.3km/h（5节）航速时最大拖力112.6t，各频率水下噪声<168dB；工作水深3000m，可在5级海况和5.6km/h（3节）海流情况下采集地震数据。该船配备了首伸缩式全回转推进器，采用柴电推进系统驱动，双导管可调螺距桨和复合型可控被动减摇水舱，采集面积为99.5km²/d，高于国外同类物探船，填补了我国在这一领域的空白。

(十) 深水工程勘察船

由上海船院设计、黄埔造船建造的3000m深水工程勘察船“海洋石油708”号（见图27），具有自主知识产权，是集物探调查、大型海洋工程作业和钻井功能于一体的世界首艘深水综合工程勘察船。该船于2011年完工，总长105m，型宽23.4m，型深9.6m，最大航速26.9km/h（14.5节）。其作业水深为3000m，钻孔深度可达海底以下600m，具有探测天然气水合物、大洋浊流沉积和浅层高压水等深水灾害性地质特征的功能，具备在深海实施工程地质勘察（钻孔）和工程地质特性测试（CPT）的能力，自动化程度高，作业功能复杂多样，能满足多学科、多手段综合工程勘察作业要求。



图27 由上海船院设计、黄埔造船建造的3000m深水工程勘察船“海洋石油708”号

(十一) 自升式多功能风电安装船

由中远船务设计、建造的自升式海上风电安装船“东安吉1”号（见图28），于2012年10月交付使用，是集大型风车构件运输、起重和安装功能于一体的海洋工程特种专业船舶，具有世界先进水平。该船首创了海水提升装置全遥控升降控制，360°全视野驾驶室布局，可实现单人操作完成全船航行、DP—2动力定位、桩腿升桩等系列操作。该船为4条圆形桩腿结构，可搭载10台大型风车设备；采用目前世界最先进的刀片式全回转推进器，全船180°调头转向时间仅需6s即可完成；选用了变频驱动的800t主吊机，易于施工调试和安装。



图28 中远船务设计、建造的第三代自升式多功能风电安装船“东安吉1”号

三、船舶配套装置

(一) 6CS21/32中速柴油机

中国船舶重工集团公司第711研究所（以下简称711所）、陕西柴油机重工有限公司（以下简称陕柴重工）联合研制的6CS21/32中速柴油机（见图29），具有自主知识产权，性能指标达到国际先进水平，于2011年底通过了中国船级社认证，并在第十六届中国国际海事会展上正式发布。该中速柴油机的缸径210mm、行程320mm、输出功率1320kW、转速900~1000 r/min，满足国际海事组织（IMO）Tier II排放标准。该型机采用电控燃油喷射系统、高压比增压器、高低温两级空冷器以及米勒循环技术，实现了全工况下的油气最佳匹配，并可燃用重油，具有低油耗、低排放和低噪声的特点。该

首台机零部件国产化率超到60%，批量生产后，国产化配套率可达到90%以上。

6CS21/32中速柴油机的研制成功，为打破船用柴油机关键技术领域被国外所垄断的局面迈出了坚实一步，推动了我国自主品牌船舶动力产品发展的进程。

(二) 大功率智能型低速柴油机

沪东重机有限公司（以下简称沪东重机）2006年研制完成的6K80ME—C大功率智能型低速柴油机（见图30），是同期功率较大、具备智能化电控系统的国际首台新型柴油机。其气缸直径800mm，最大持续工况21660kW，平均有效压力1.8MPa，最大爆发压力14.0MPa，燃油消耗率171g/kW·h，具有低燃油消耗率、高使用可靠性、排放与节能兼顾、易操作、易维修保养等优异特性，技术参数达到国际先进水平。

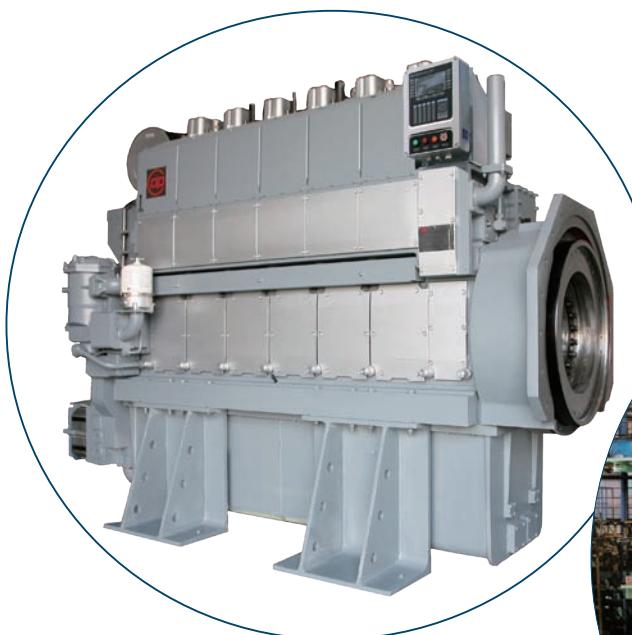


图29 711所、陕柴重工联合研制的6CS21/32中速柴油机

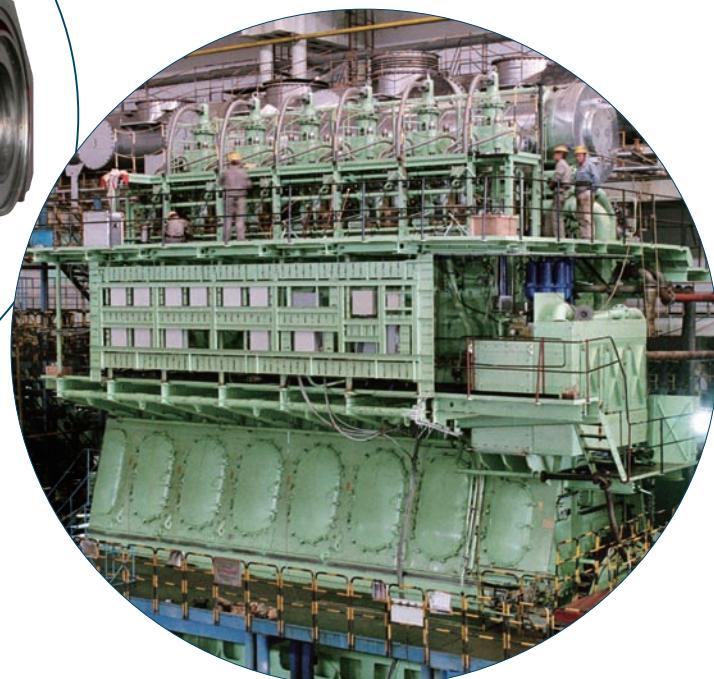


图30 沪东重机研制的6K80ME—C大功率智能型低速柴油机

(三) 180t电动定位绞车

武汉船用机械有限责任公司（以下简称武汉船机）于2011年底研制成功的180t电动定位绞车（见图31），是国内第一个半潜式海洋平台的配套装置，拥有自主知识产权，技术成熟、可靠，打破了这一产品领域被欧洲厂商所垄断的局面。该项目突破了电动变频绞车总体设计、绞车的监测及制动、组合排绳机构设计等关键技术，在镶嵌式电动绞车张力检测装置、多点制动系统、大型折线滚筒与两级传动的组合排缆系统、绳槽层可拆卸的大型折线式滚筒等方面进行了创新；获得国家专利3项（其中发明2项）。

(四) 电控柴油机

大连船用柴油机有限公司（以下简称大连船柴）建造的6S50ME—B电控船用柴油机（见图32）缸径为500mm，单缸功率1660kW，总功率9960kW；采用最新电控技术，运行全程由计算机控制，可实现远程操控和机舱24h无人值守，在同等级船舶推进动力方面具有较大优势。该机具有排放模式和经济模式两种运行方式，可满足国际海事组织（IMO）最新的NOx排放标准，在保证绿色环保的同时使经济性能得到了更好地提升。



图31 武汉船机自主设计、建造的180t电动定位绞车



图32 大连船柴建造的6S50ME—B电控船用柴油机

四、海洋油气钻采装备

海洋油气钻采装备通过多年的发展，取得了重大突破，但与世界先进水平的差距依然较大。

目前以宝石机械、四川宏华、兰石装备、南阳二机、江汉四机、渤海石装、华北荣盛、江苏金石、江苏亚星锚链股份有限公司（以下简称亚星锚链）等为代表的国内主要石油装备制造企业，为国内用户成套提供了1000~9000m系列钻机模块及泥浆泵等配件、2000~6500m修井机、平台采油树、最高等级69MPa防喷器等海洋油气钻采装备；固定式平台钻机和海洋修井机已经完全摆脱了进口的局面，实现了国产化；船舶锚链水平世界领先，全球份额接近50%。

宝石机械在海洋石油钻井平台及钻机方面，已生产固定式钻井平台钻井系统17套，坐

底式（驳船）式平台钻井系统3套，自升式钻井平台钻机24台套，深水勘察船钻机1套，人工岛钻机7套；在海洋油气钻井装备方面，可生产海洋塔形（动态）井架，4413kW（6000马力）大功率绞车，升沉补偿装置，2206kW（3000马力）钻井泵，TZG140伸缩式和轨道式铁钻工，管柱自动化处理设备；在平台甲板非钻井设备方面，完成AR—100DB和AR—250DB海洋铺管绞车，120t铺管张紧器、平台吊机、250t钢丝绳式锚机、平台升降及锁紧装置等的研制工作；在海洋立管方面，开展了深水钻井隔水管系统和采油立管的研制；在水下井口井控及采油设备方面，开展了水下井口设备、套管泥线悬挂装置、水下防喷器、水下生产系统和1500m卧式水下采油树的研制。按照EPC总承包方式，自行承建了我国第一套91m自升式海洋钻井平台，并与钻井系统集成已出口迪拜。宝石机械生产的部分海工装备见图33~图36。



图33 宝石机械研制、出口迪拜的91m自升式钻井平台



图34 宝石机械研制的QDP—3000型钻井泵



图35 宝石机械研制的海洋隔水管挠性接头



图36 宝石机械研制的4413kW海洋绞车

四机赛瓦石油钻采设备有限公司（以下简称四机赛瓦）自主研制的海洋平台钻井系统固井设备，包括大功率双机双泵固井橇1个（见图37）、远程控制系统1套、连续液体添加系统1套，已用于14个平台项目，达到国际先进水平。

此外，海底电缆、潜油电泵、分离器、大型加热器、钢丝绳、海上吊机、锚链、大型装

备的整合、阀门、控制柜、变频器、各种高压设备和管件等产品的技术含量得到快速提升，陆续被海洋石油用户所采用；潜油电泵自主化率已达80%，小部分采油树产品实现了自主化。特别是亚星锚链开发的R5级船舶锚链，已达到国际先进水平，产品80%出口到世界50多个国家，全球市场份额达40%~50%。



图37 四机赛瓦研制的PCS—621B双机双泵海洋固井橇