

国外海洋调查船发展历史和趋势以及对我国的启示

孟庆龙, 杨维维, 孙雅哲, 李尉尉

(国家海洋技术中心 天津 300112)

摘要: 海洋调查船是专门进行海洋调查研究的工具, 涉及船舶设计、建造、海洋调查技术、航海管理和海洋调查实验管理等领域, 是我国海洋强国战略和“一带一路”战略构想顺利实施的重要保障。文章梳理欧美自大航海时代以来海洋调查船的发展历程, 选取各时期具有代表性的船舶, 总结其特点和最新发展趋势, 以期为我国海洋调查船的设计建造思路提供启示。

关键词: 海洋调查船; 大洋调查; 船舶工程

中图分类号: U674.951; P7

文献标志码: A

文章编号: 1005-9857(2016)11-0063-05

The Developing History and Trend of Foreign Research Vessel's and Its Enlightenment to China

MENG Qinglong, YANG Weiwei, SUN Yazhe, LI Weiwei

(National Ocean Technology Center, Tianjin 300112, China)

Abstract: Research Vessel is a special tool for research on the sea, which relates to ship design, ship construction, ship operation and ship management. Research Vessel is a great guarantee for the successful of B&R. This paper summarized the history of foreign research vessel and listed a series of typical vessel to find out its developing trend. It will be helpful to guide the construction notion of China's research vessel.

Key words: Research vessel, Ocean survey, Ship engineering

欧美海洋调查船的建造和使用历经几个世纪的发展和探索, 近年来具有新的特点和发展趋势。本文从国外海洋调查船的发展历史、最新趋势以及对我国的借鉴意义等方面进行整理和总结, 以期为指导我国海洋调查船发展提供启示。

1 国外海洋调查船的发展历史

欧洲人在 15 世纪至 18 世纪末的“大航海时

代”, 用当时的船舶开展一些海洋调查活动, 其中主要代表为哥伦布发现新大陆、麦哲伦环球航海、詹姆斯·库克航行至澳大利亚、达尔文随船环球探险等。这一时期的海洋调查主要是发现航路, 船上大多仅安装大炮等武器装备, 并没有专业的海洋调查设备; 船长在 40 m 以下, 排水量在 350 t 以下, 采用木质帆船结构, 勘查对象主要是海上航线和陆地^[1]。

收稿日期: 2016-05-23; 修订日期: 2016-09-21

基金项目: 海洋调查评价与科技管理(2200206)。

作者简介: 孟庆龙, 助理工程师, 硕士, 研究方向为国家海洋调查船队运行管理, 电子信箱: tengfei5019@163.com

这一时期的船舶并不是专业的海洋调查船,不足以承担海洋调查任务。

19世纪后半叶出现专门用于海洋调查的船舶。英国“挑战者”号为三桅蒸汽动力帆船,船长68.9 m,排水量2 306 t,配备当时最先进的调查仪器设备并增设独立的自然史室和化学实验室;1872—1876年,“挑战者”号完成世界上首次环球海洋科学考察,开创有系统、有目标的近代海洋科考先河;“挑战者”号的改造成功以及投入使用成为世界航海史、地球科学史上的里程碑,提供海洋学研究的“样板”和规范,开启人类从宏观上对世界海洋水体进行科学研究并探索其自然规律的新时代。这一时期的海洋调查船不仅关注世界海洋表面,而且关注海面以下的空间以及海流、温度等海洋物理、化学、生物和地质等方面的变化规律,因而与中世纪的“发现新大陆”有本质的不同。与此同时,虽然专门用于海洋调查的船舶已经出现,但限于当时的技术条件,各国海洋调查船均仅能进行以生物调查为主的综合性海洋调查,且全部为探索性的航行调查,而不是对特定海区的专门调查。

第一次世界大战以后,随着海洋学研究和国际科学活动的重新升温以及回声测深仪等仪器的发明,这一时期的海洋调查船不仅能进行以生物调查为主的综合性海洋调查,还逐渐承担起海水理化性质和地质地貌调查任务。20世纪20年代以后,德国建成“流星”号调查船,船上首次安装回声测深仪并应用其他近代科学方法;“流星”号的问世标志着综合性海洋调查船由以生物调查为主的时代进入以海水理化性质和地质地貌调查为主的时代。

随后,全球61个国家和地区卷入第二次世界大战,这一时期的海洋研究与军事紧密结合在一起。由于水声探测研究对于定位潜艇的意义重大,波浪研究对于特种部队执行两栖作战任务尤为重要,因而海洋调查船突出发展水声技术、海浪观测和预报技术,而且很多船舶兼具作战能力。由于历史原因,“二战”期间美国建造大量海洋调查船,其中美国海军就建造26艘。

以上几个时期建造的海洋调查船多由其他类型船舶改造而成,即使是新建船舶也并非根据海洋

调查需要而专门设计的。直到20世纪50年代末期才进入专门设计建造海洋调查船的时代^[2],海洋调查事业也从此得到更为显著的发展。此后,综合性海洋调查船已不能满足海洋学各分支学科深入调查的需要,从而陆续出现各种专业调查船和特种调查船;同时,随着电子技术的突飞猛进以及海洋调查设备越来越先进,现代化高效率海洋调查船逐渐诞生并普及。1959年苏联建造“罗门诺索夫”号6 000吨级综合海洋调查船,1960年美国建成3 400吨级的“测量员”号航道和海洋调查船,1962年英国建成3 100吨级的“发现”号海洋调查船,这些均为第一批专门设计建造的海洋调查船^[3];其中,美国“测量员”号航道和海洋调查船是美国第一艘配备多波束系统的调查船,其兼备深水回声系统和浅水回声系统,同时还有稳定的声呐导航系统、水文数据回收系统、地震反射轮廓处理模块,设置干湿海洋学实验室、重力实验室、摄影实验室。这一时期的海洋调查船在设备、性能、布置以及实验室与专用设备的匹配等方面,与旧船改装调查船相比有很大改善。

20世纪60—70年代是新建海洋调查船的大发展时期,经过这一时期到80年代,随着造船质量和技术水平的大幅度提高,海洋调查船在某些方面出现质的变化和新的发展趋势。1962年美国建造的“阿特兰蒂斯 II”号(Atlantis II)首次安装电子计算机,标志着现代化高效率海洋调查船的诞生。这一时期的海洋调查船的最大特点是:出现了自动化、电子化和计算机应用。

2 国外海洋调查船最新特点及发展趋势

2.1 船舶自动化

20世纪80年代以后,国外海洋调查船实现高度自动化,这种自动化使船员人数减少、素质提高、生活和工作条件改善,调查资料的时空精度也得到提高。如,西德的“彗星”号海洋调查船配备电子计算机控制的数据处理系统,在现场观测到的数据可以直接整理出来并打印绘图,避免冗长的计算,节省人力和物力^[4];美国和欧洲的众多海洋调查船(如美国“Sikuliaq”号、德国“Maria S. Merian”号、英国“James cook”号等)均安装动力定位系统,这种系统

无须借助锚泊系统即可不断自动检测船舶实际位置与目标位置的偏差,再根据风、浪、流等外界扰动力的影响,计算出使船舶恢复到目标位置所需推力的大小,并对船舶上各推力器进行推力分配,进而使各推力器产生相应推力,使船舶尽可能地保持在海平面要求位置上,为进行数据采集、深潜器布放等提供更好的海洋调查作业环境^[5]。近年来,大部分海洋调查船还安装自动驾驶系统,使调查船通过卫星定位和一整套计算机系统即可实现航线自动化、导航自动化和避让自动化。

2.2 计算机网络化

80 年代以后设计建造的海洋调查船逐渐实现计算机网络化,实现系统软硬件资源共享、数据库资料共享和调查数据交换。如,德国的“Meteor”号、日本的“白凤丸”和英国的“James Clark Ross”号均用计算机网络把导航仪器和实验仪器连接起来,将船舶的导航数据(如船位、航速、航向等)提供给各实验室,并以图形、表格的显示方式供观察使用,实现数据资源的共享^[3]。近年来美国工程师还发展出视频交互系统,如美国 Rhode Island 大学的“Endeavor”调查船分别在陆地控制室、船舶实验室和作业甲板安装摄像头和显示屏等视频互动设备,帮助科学家远程指导海洋调查活动,同时还能进行海洋调查公开课等,极大地推动海洋调查活动的开展。另外,美国很多海洋调查船安装的卫星定位系统还实现与陆地的信息互通,可在陆上实时查看调查船动态等。

2.3 建造模块化

随着海洋调查作业对多学科立体综合观测研究要求的提高,80 年代以后的海洋调查船出现模块化的实验室,不但简化船舶设计和建造、提高船舶使用寿命,同时提高调查船使用的灵活性、缩短调查仪器设备的更换时间,极大地提升海洋调查的效率。如,俄罗斯于 2012 年建成并投入使用的“特列什尼科夫院士”号调查船设计有 8 个现代实验室模块,可针对不同任务进行替换,船上装备大量现代化科考测量设备,可保障海洋学、地球物理学、气象学、海冰等大范围调查研究工作;英国于 2007 年 3 月投入使用的 James cook 号也设有 8 个集装箱模

块化实验室,分别从事不同领域研究,可根据不同研究任务在后甲板搭载相应模块^[5];此外,英国的“Prince Madog”、德国的“Polarstern”、挪威的“Johan Hjort”、美国的“Pathfinder”调查船等均设置模块化的集装箱实验室。

2.4 船型多样化

80 年代以前的海洋调查船全部为常规的单体船,而由于调查船上需要布置大量海洋调查仪器设备,为了更好地兼顾船舶稳定性、快速性和整体性,80 年代以后逐渐出现小水线面双体海洋调查船,如美国国家海洋与大气管理局的“Ferdinand R. Hassler”、美国海军的“Impeccable”和“Victorious”调查船以及日本建造的一些小水线面双体调查船。与同吨位的单体船相比,双体船总宽度更大,具有更大的甲板面积和舱室容积,因而也更加便于布置海洋调查仪器设备;同时,由于双体船的每个船体均较单体船更瘦长,可减小兴波阻力,因而提高船舶航行速度及其海上作业效率。美国海军的 5 艘海洋监听船由于采用小水线面双体船型,可使声学设备在水面以上工作,受水下噪声影响小,有利于创造良好的声学环境。

2.5 调查学科专业化

随着很多海洋学科调查研究的深入开展,80 年代以后出现更多专业性更强的海洋调查船。如,因开展海洋水声调查对船舶噪声有更高的要求,调查船推进系统逐渐由柴油机改为电力,美国的“Sikuliaq”号、俄罗斯的“特列什尼科夫院士”号均采用柴电推进系统,一方面便于船舶总体的灵活布置且噪音较小;另一方面兼顾海洋调查船动力定位系统的要求。由于近年来海洋地质钻探方面有更大需求,美国“地球深层采样海洋联合会”(JOIDES)建造世界上首艘深海钻探调查船“JOIDES 决心”号,于 1984 年改装交付,满载排水量 18 720 t、钻塔高约 80 m,采集获取大量海洋环境地质数据和生物数据;日本海事协会所属的“地球深层探索中心”(JAMSTEC)于 2005 年接收世界上最大的深海钻探船“地球”号,排水量达 56 752 t、钻塔高 121 m,其高科技钻头可配合海沟裂缝钻达地底 7 km 进入地幔。由于极地科考在研究全球气候变化、物种进化

和资源勘探等方面具有重要作用,国际上越来越重视极地研究,相应兴建众多极地调查船;如,美国的HEALY号破冰船长128 m、宽25 m、吃水9.8 m、满载排水量16 700 t,主要作为高纬度科学研究平台并执行冰区护航任务,可在 -49°C 下正常作业,并可以3 kn的速度连续破1.4 m厚的冰。

2.6 深潜需求加大

由于深水海洋调查、水下标本采集、潜水医学和生理学研究的需要,现代海洋学研究越来越依赖AUV、ROV、UUV等深潜器,为顺利安置这些深潜器并对其进行下放和回收,出现一些专业的深潜器母船。如,美国伍兹霍尔海洋研究所的“Atlantis”号调查船排水量达3 566 t、续航力达17 280 n mile,其船艏和船侧都有各种起吊设备,用来升降各种海洋科学考察设备,其中最重要的就是“阿尔文”号深潜器;“阿尔文”号深潜器诞生于1964年6月5日,其主体部分是一个可用于载人载物的钢制球体、直径约2 m,安装的6个推进器可使其在崎岖的海底地表自由移动,目前其最大下潜深度已经达到8 000 m^[6]。

2.7 型值合理化

这一时期欧美海洋调查船的型值分布更加合理,即并未追求大型化,而是根据本国及本地区海洋调查的需要进行合理建造。如,美国在2015年发布的《Sea Change 2015—2025 Decadal Survey of Ocean Sciences》中特别强调在海洋调查经费不足的情况下要尤其重视3艘区域级调查船(RCRV)的建造和使用,且要弃用部分大型的、船费较高的老旧船只。

综上所述,从国外海洋调查船的特点和最新发展趋势可以看到,海洋调查船随着时代的进步、技术水平的提高、调查仪器设备的更新换代以及海洋调查需求的深入而不断发展,新近建造的海洋调查船在船舶自动化、计算机网络化、建造模块化、船型多样化、调查学科专业化、型值合理化以及海洋深潜需求加大等方面均对我国有重要的启示。

3 对我国的启示

我国海洋调查船的发展经历几个时期:20世纪50年代中期,我国开始将渔船、拖船、旧军用辅助船

等改造成海洋调查船,摸索积累近海调查的经验;60年代,伴随世界各国开始设计建造专门海洋调查船的潮流,我国也加快自行设计和建造海洋调查船的步伐,成为第一批专门设计建造海洋调查船的国家^[3];70年代至80年代初期,为满足国家远程运载火箭发射试验等国防工程和相关重大海洋专项的调查需求,我国有计划地发展不同型号的远洋调查船,开创自主设计和建造批量大型远洋调查船的时代^[7];80年代中期至20世纪末,我国建造的海洋调查船虽然数量不多,但使我国真正进入深远海以及极地调查时代,对我国海洋调查活动产生极为深远的影响;21世纪以来,我国进入海洋调查船发展高峰期,先后建造“科学”号、“向阳红03”号、“向阳红01”号、“张謇”号等较先进的海洋调查船,目前国家海洋局、中国科学院、教育部、地质调查局和农业部中国水产科学研究院等部门均在建和筹建远洋调查船,并将在未来几年内陆续下水并交付使用。

新中国成立以来,我国海洋调查船从近海级发展到远洋级、从数百吨级发展到数千吨级乃至上万吨级,为海洋科学调查研究提供强有力的保障,极大地提高了我国海洋事业的国际地位。然而我国目前拥有的海洋调查船在数量、调查设备和技术水平等方面均与实施海洋强国战略的要求存在较大差距,因此在借鉴国外海洋调查船的发展历程、特点、经验和趋势的基础上,我国应做出重要改进。

3.1 提高船舶驾驶和海洋调查的自动化水平

国外海洋调查船已经实现机舱自动化和航海自动化,很多船舶还安装动力定位系统,极大地改善船员工作条件、增强航行安全性、提高调查作业可靠性。我国海洋调查船经过几十年的发展逐步提升自动化水平,近几年建造的新船如“向阳红01”号、“向阳红03”号、“实验1”号等也安装动力定位系统;但我国海洋调查船整体自动化水平仍较低,尤其目前使用的很多船舶还是20世纪七八十年代建造的,需要通过船舶改造和新建船舶逐步更新换代。

3.2 实现更高层次的网络化覆盖

国外海洋调查船不但已做到全船不同系统之间联网,而且可与陆上系统及其他调查船之间联网,实现系统软硬件资源共享、数据库资料共享和

调查数据交换;近年来美国 UNOLS 还在推行 Telepresence 系统,可实现陆地与船上人员之间的实时视频互动,将船岸一体化推进到更高程度。我国海洋调查船大部分已安装 GPS 定位系统,近年来为降低对国外技术的依赖还逐步安装“北斗”导航系统,但这些系统目前还存在安装率不高、定位精度较低以及故障率较高等缺点;在互联网连接方面,我国只有较新的海洋调查船如“考古 01”号、“向阳红 18”号等有网络覆盖,且仅能在近岸连接网络,在深远海仍不具备大数据交换能力,更无法实现与陆地人员的实时视频互动。

3.3 完成模块化建造,提升其使用效率

模块化建造在提高海洋调查船的经济性和使用效率等方面具有重大作用,这已在国外多艘海洋调查船上得到证实。我国在海洋调查船模块化建造方面经验仍严重不足,需要继续努力发展。

3.4 发展多样化的船型

双体船具有甲板面积大、兴波阻力小、便于调查设备安装等优点,国外在 80 年代以后便发展多型双体海洋调查船。我国于 2009 年建造第一艘 2 500 吨级大型小水线面双体船,无论是设计还是建造都具有标志性意义和技术引领作用;双体船型的使用实践和深度优化,还需要船舶设计、使用人员的继续探索。

3.5 提升海洋调查船在新型学科中的专业化水平

随着海洋调查研究的不断深入,对海洋调查船的静音性能、深海钻探能力、破冰能力、深潜调查等

均提出更高的要求。我国目前也在紧跟时代潮流,努力发展具备相关能力的船舶,如“实验 1”号具备良好的静音性能、“实验 6”号具备一定的海洋钻探能力,此外我国也在计划建造新的极地科考船和新的深潜器母船等。

3.6 完善型值分布的合理化程度

由于历史原因,我国早期海洋调查船需具备伴随军舰航行的能力,因而选择瘦长船型;这种船型具有兴波阻力小、航行速度快等优点,但同时也存在燃油消耗量大、甲板面积小、横摇周期小等缺陷,不利于提高海洋调查活动的经济性和舒适性。近年来我国正在积极提升新建海洋调查船型值分布的合理化水平,同时逐步编制海洋调查船分级方案。

参考文献

- [1] 莫知. 贝格尔号: 重塑人生之船[J]. 海洋世界, 2011(11): 40-43.
- [2] 张炳炎. 我国海洋调查船的现状与未来[J]. 世界科技研究与发展, 1998(4): 36-43.
- [3] 张炳炎. 发展中的海洋调查船[J]. 上海造船, 1997(2): 24-27.
- [4] 李福荣. 国外海洋调查装备发展概况[J]. 海洋湖沼通报, 1984(1): 72-79.
- [5] 陈练, 苏强, 董亮, 等. 国内外海洋调查船发展对比分析[J]. 舰船科学技术, 2014, 36(S1): 2-7.
- [6] 廖又明. 载人深潜器 HOV 在海洋开发中的运用及现状: 海洋考察中的 HOV 特征、用途、能力及作用[J]. 江苏船舶, 2002(5): 38-42.
- [7] 周宁. 中国远洋调查船发展现状及未来设想[J]. 舰船科学技术, 2014(S1): 15-20.