

“科学”号海洋科学综合考察船建造的历史考察

曹 丽, 王大洲[✉]

(中国科学院大学 人文学院, 北京 100049)

摘 要: “科学”号海洋科学综合考察船是我国第一艘具有国际先进水平的新一代海洋科学考察船, 是进行深海探测和多学科研究的国家重大科技基础设施之一。基于一手档案资料, 参考有关传记、访谈及报道, 就该大科学工程项目的发展历程进行了历史考察, 回顾了其立项背景和立项过程, 探讨了船体主结构设计论证以及项目设计方案的形成过程, 展示了从设备采购、方案变更到调试试验与验收的建造过程, 并从运行管理框架、运行模式和科学研究等方面描述了项目运行状况。最后, 从船体设计、组织管理、国际合作、产学研合作等方面总结了若干历史经验。

关键词: 大科学工程; “科学”号海洋科学综合考察船; 中国科学院海洋研究所; 工程史

中图分类号: T-09 ;P7

文献标识码: A

文章编号: 1674-4969(2020)06-0617-11

引言

“科学”号海洋科学综合考察船是我国第一艘用于深海探测和研究的新一代综合科学考察船。作为我国海洋科学研究领域的大科学装置, “科学”号海洋科学综合考察船是标志性的代表。2007年5月25日, 中国科学院和教育部向国家发展改革委员会提出《关于报送国家重大科技基础设施海洋科学综合考察船项目建议书》。2008年, 国家发展改革委员会正式批复《海洋科学综合考察船项目可行性研究报告》。项目总投资为55020万元, 其中国家财政拨款50000万元, 其余由项目建设单位自筹资金解决。2009年开始设计, 2010年开工建设, 2012年交付, 2015年通过国家验收。

关于“科学”号海洋科学综合考察船的公开资料主要有以下几项。吴刚(2014)分析了“科学”号科考船的设计亮点和关键技术^[1]。吴刚和

于建军(2014)介绍了“科学”号的性能、试验、试航和试运行情况, 着重讨论了船型论证和线型设计以及国内科考船首次采用的升降鳍板、侧推封盖等的创新设计^[2]。孔宪才和尹宏等(2015)从船体、探测、实验、网络系统以及作业装置等方面, 对“科学”号进行了全面介绍^[3]。孔宪才、颜芳等(2016)探讨了减振降噪技术在“科学”号上的综合应用及实际测试效果^[4]。作为“科学”号考察船项目总指挥, 孙松撰写了《走进深海大洋——“科学”号海洋科学综合考察船》(2016)一书, 介绍了“科学”号科考船的由来、独特设计以及取得的成就^[5]。张毅撰写的《用生命谱写蓝色梦想: 张炳炎传》(2016)一书, 讲述了张炳炎院士主导设计“科学”号海洋科学考察船的过程^[6]。此外, 还有一些关于“科学”号海洋科学综合考察船的报道材料, 包括对其建造过程重要节点的报道^[7], 以及对其执行科考任务取得成果

收稿日期: 2020-10-04; 修回日期: 2020-11-16

基金项目: 中国科学院规划战略局项目“中国近现代工程史研究”

作者简介: 曹 丽 (1988-), 女, 硕士研究生, 研究方向为工程史与工程哲学。E-mail: lizhicaoli@163.com

[✉]王大洲 (1967-), 男, 博士, 教授, 博士生导师, 研究方向为工程史与工程哲学。E-mail: dzwang@ucas.ac.cn (通讯作者)

的报道^[8]。尽管以上诸项都很有参考价值,但都没有对“科学”号科考船的完整历史进行详细梳理,而且几乎没有直接征引一手档案资料。本文基于历史学研究方法,依据项目工程档案和对有关科学家的采访记录等一手资料,参考上述文献及其他相关资料,对“科学”号海洋科学综合考察船建设进行历史考察,尽可能还原该项目从提出到运行的整个历程,并据此引出若干历史经验。

1 “科学”号海洋科学综合考察船的立项

1.1 立项背景

海洋约占地球表面积的 70%。为了开发海洋资源,防止海洋自然灾害,确保国家海洋安全,就必须研究海洋,而要研究海洋,科学考察船就是必备工具。科考船的历史至少可追溯到 1872 年。当年 12 月,英国皇家海军“挑战者”号进行了有史以来最为浩大的综合性海洋调查。历时 4 年的调查所获得的资料和样品,经 76 位科学家长达 23 年的整理分析,最后写出了 50 卷计 2.95 万页的调查报告^[9]。这些成果丰富了人们对海洋的认识,也为海洋科学的建立奠定了基础。此后,德国、俄国、挪威、丹麦、瑞典、荷兰、意大利、美国等许多国家都相继派遣调查船进行环球或区域性海洋考察,推动了海洋研究进入快车道。

到了 20 世纪,科考船已经是海洋研究的标配,发达国家也都建造了各有特色的科考船。1947~1948 年瑞典的“信天翁”号科考船的热带大洋调查,被海洋学家誉为“近代海洋综合调查的典范”。50 年代,我国第一艘现代化的海洋调查船是用一艘远洋救生拖轮改装而成的。60 年代,我国又陆续建造了几艘海洋科学考察船。到 21 世纪初,我国已经有 40 多艘科考船。这些船只大部分建造于 20 世纪 70 年代末和 80 年代初,船舶整体性能和船载仪器装备都比较落后,不具备全船智能网络集成,是通过人工或测量设备进行数据处理,无法实现海上调查数据运用和分析^[10]。虽

然曾经改造过从俄罗斯购买的二手船舶“大洋一号”考察船^{[5]32},但是远远不能满足我国海洋科学事业发展的需要。当时的总体情况是,“旧船多,新船少;专业船多,综合船少;用于近海科学考察的船多,具有深海和远洋探测能力的船少”^{[6]136}。

海洋研究所始建于 1950 年,是新中国第一个专门从事海洋科学研究的国立机构。在建所元老童第周、曾呈奎等老一代科学家的带领下,海洋所开拓并引领了我国海洋各学科的发展。1998 年,中国科学院开始实施“知识创新工程”,海洋所进一步在我国海洋研究领域做出了开创性工作。为了支撑海洋研究,在“科学”号之前,海洋所也打造过几条科考船,建造于 1980 年的“科学一号”(2016 年正式退役)就是其中之一。但是,这些科考船只适用于中近海考察,不能满足“深海”、“远海”科考的需要。为此,海洋所有关领导费尽心思,寻找出路。由于经费有限,最初海洋所打算到挪威买一条旧船加以改造,但出国考察的结果是“购船不合适,要造新船”。在造新船之前,海洋所买来图纸,将国家海洋局已经造出来的海监船,改造成“科学三号”科考船^{[6]141-142}用于近海考察。这些工作,都为“科学”号的设计和建造积累了经验。

随着我国国家海洋战略的日渐明晰和海洋科技的迅速发展,进一步提升我国深海大洋的探测能力和研究水平已经是当务之急。2006 年,我国出台《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006-2020)》,其中明确提出“加快发展空间和海洋技术”,把海洋科学考察船列为优先发展主题之一。在这个背景下,中国科学院和教育部于 2007 年 5 月 25 日向国家发展改革委员会提出《关于报送国家重大科技基础设施海洋科学综合考察船项目建议书》^[11],阐明了海洋船项目的必要性、科学意义以及具体方案。随后,国家发改委委托中国国际工程咨询公司对项目建议书进行评估。

1.2 立项过程

在项目申请过程中, 关于项目建设和运行机制等曾出现一些分歧。中国海洋大学、国家海洋局第一海洋研究所、农业部水产科学院黄海水产研究所、国土资源部青岛海洋地质研究所这四个单位联合起来, 与中国科学院海洋研究所竞争该项目的法人单位^①。为此, 由国家发改委牵头, 其投资司、高技术司以及中科院计划财务处、教育部科技司和中国国际工程咨询公司高技术业务部共同组成工作组赴青岛进行现场调研, 决定该项目由中国科学院海洋研究所作为法人单位牵头建设, 而中国海洋大学、国家海洋局第一海洋研究所、农业部水产科学院黄海水产研究所、国土资源部青岛海洋地质研究所则作为共建单位参与建设^[12]。

项目建议书明确提出, 在工程建设的组织管理方面, 拟成立海洋科考船项目工程建设领导小组、工程建设科学技术委员会、工程建设项目经理部等相关组织和管理机构, 采用工程项目现代化管理模式, 即业主负责制、招投标制及工程监理制; 建成之后, 将参照国际通行先进管理模式, 以“共管共用, 专业运行”的新模式进行管理; 在投资估算方面, 项目建设总投资大约为 5.5 亿元。针对项目建议书, 国家发展改革委委托中国国际工程咨询公司进行评估。评估认为, 项目建设是必要的, 相关指标达到了国际先进水平, 关键技术基本成熟, 建设方案总体合理。与此同时, 评估意见也对存在的问题提出了建议。例如, 在招标方面, 评估认为该船部分系统涉及军事应用, 不宜在这些方面进行国际招标, 建议将招标范围局限在国内设计及制造单位; 在投资估算方面, 评估专家参考海洋所提供的补充材料, 建议项目总投资为 50760 万元, 而运行经费则应根据在航率的逐步提高设定一个经费变动幅度。2007 年 12 月 20 日, 国家发展改革委批复项目建议书^[13], 同

意将“科学”号海洋科学综合考察船作为国家重大科技基础设施, 列入国家高技术产业发展项目计划, 并规定考察船建造完成后其产权归属上述五家共建单位组成的“青岛海洋科学与技术国家实验室”, 前提是国家实验室必须具备法人资质和管理能力。至此, 海洋科学综合考察船完成了专家论证阶段, 进入可行性研究阶段。

为了加强工程建设的领导, 保证工程建设进度和质量, 2008 年 5 月 15 日, 由中国科学院办公厅印发通知, 提出成立海洋科学综合考察船建设领导小组、海洋科学综合考察船建设领导小组办公室、海洋科学综合考察船工程经理部和海洋科学综合考察船工程科学技术委员会^[14]。2008 年 8 月, 根据国家发改委的批复, 项目法人单位海洋研究所牵头进行项目可行性研究, 并委托中计信投资咨询有限责任公司编制海洋科学综合考察船的项目可行性研究报告^[15]。2008 年 9 月 1 日, 可行性研究报告由中国科学院与教育部上报国家发展改革委员会审批。12 月 31 日, 可行性研究报告获得批复^[16]。国家发改委在批复中明确了项目总投资为 55020 万元, 其中国家财政拨款 50000 万元, 其余由项目建设单位自筹资金解决。中国科学院接到批复后, 要求海洋研究所抓紧时间开展项目初步设计工作, 落实相关建设条件, 尽快编制项目初步设计及概算^[17]。这样, “科学”号海洋科学综合考察船完成了可行性研究, 进入初步设计和开工准备阶段。

2 “科学”号海洋科学综合考察船的设计

2.1 船体设计论证

2009 年 4 月 8 日, 海洋所与中国船舶工业集团公司第 708 所签订了“科学”号海洋科学综合考察船设计开发合同, 由张炳炎院士担任总设计师。在项目初步设计过程中, 工程经理部广泛开展调研, 并且组织项目外籍高级顾问以及来自项

① 王大洲、曹丽对于建军总工程师的访谈。访谈地点: 中国科学院海洋研究所; 访谈时间: 2016 年 11 月 30 日。

目设计单位、项目法人单位和共建单位的科技专家及船舶技术骨干, 针对国外代表性科考船尤其是挪威 G.O.SARS 和英国 JAMES COOK 的设计方案进行了比较分析, 力图提炼其先进的设计特点, 借鉴其先进的设计经验, 以最大限度提高科考船的调查效率、精度和稳定性^[2]。

科考船在执行考察任务时必然会遇到海上恶劣海况的影响, 尤其强风影响到船舶的安全性, 因此船型设计是重中之重。科考船设计之初, 特别是针对船体的设计, 设计单位和作为用户的项目法人单位意见不一。总设计师张炳炎过去从事过科考船的设计, 可那些船多从军舰改造而来, 船体呈 V 字形, 因而他习惯性地认为“科学”号船体最好也采用 V 字形。但是海洋所总工程师于建军提出, V 字形船体虽然速度较快, 但是稳定性比较差。他知道国外的科考船多从渔船改造而来, 船体底部多呈 U 字形, 比较稳定, 尽管这会牺牲速度并增加燃料消耗。考虑到科考船运行速度不必很快, 而科学家们在科考船上工作的时候, 船体又必须足够稳定, 因此, 于建军强烈建议采用 U 字形船体^①。经过一段时间的协商乃至“争吵”, 最终吸纳海洋研究所建议进行了船体设计。

在结构层高设计中, 海洋所与张炳炎的意见也不一致。国外的科考船结构层高多在 2.6~3.2 米, 大多是 2.6~2.7 米, 所里建议要加高结构层高, 但是张炳炎不同意, 认为如果增加层高, 船的安全性就会受影响^①, 而工程的建造首先要考虑安全性。时任海洋研究所所长、项目总指挥孙松回忆说:

“双方常常会有矛盾, 例如对业主来讲, 希望船的空间大, 较舒适, 这就要求船的层高够高, 但对设计者来说, 层高加高后就要冒风险, 因为太高就会影响稳定性和抗风能力。所以说, 我们提出的要求越高, 他的压力越大。鉴于现实情况, 我们不可能造出一条好船。当时我们也担心张院

士能否把这条船设计出来, 也曾想过再找别的设计公司。但认真思考分析后, 觉得还是张院士, 因为他非常有经验, 只有七〇八所能办到。我们可以大胆提要求, 最后由张院士把关, 这个问题最后经过双方努力最终得到了解决。”^②

考虑到海上考察时间比较长, 海洋所希望船上布局力求做到人性化。为此, 在船上布置了办公室、学术厅、会议室、健身房、阅览室、实验室等; 卧室分为单人套间、单人间、双人间, 都配有沙发、衣柜、写字台、书架、水瓶架等; 厨房则配备各种做饭器具, 并配有大餐厅、小餐厅、洗碗间等; 此外还设有医务室和公共浴厕等。舒适的生活环境有助于船员和科研人员保持愉悦的心情, 也有利于他们互相交流。虽然过程比较曲折, 但是经过不懈努力, 法人单位和设计单位正式签订了设计合同。

2.2 具体设计过程

设计合同签订之后, 针对“科学”号初步设计方案的编制存在的各种挑战, 海洋研究所通过与国际专家共同研讨、结合实际科考需求和未来发展确定了初步设计方案。2009 年 4 月 15 日至 17 日, 海洋研究所召开国际研讨会, 针对“科学”号初步设计方案进行研讨。出席会议的挪威专家 Per W Nieuwejaar 就国外科考船的技术特点、科考船的管理和发展趋势, 特别是就 G.O.SARS 科考船的设计与建造进行了专门报告; 英国专家 Geraint West 介绍了 JAMES COOK 科考船的设计与建造情况。来自 708 所的专家则就“科学”号海洋科学综合考察船(MORV)的初步设计方案进行了报告。大家针对 MORV 船型、船舶抗风浪能力、船舶总体布局及各子系统的专用设备及特种装置和海上作业方式等进行了交流研讨^[18]。2009 年 7 月, 海洋研究所完成了项目初步设计及概算总报告的编制, 并在青岛召开“科学”号考

① 王大洲、曹丽对于建军总工程师的访谈。访谈地点: 中国科学院海洋研究所; 访谈时间: 2016 年 11 月 30 日。

② 王大洲、曹丽对孙松所长的访谈。访谈地点: 中国科学院海洋研究所; 访谈时间: 2016 年 11 月 29 日。

3 “科学”号海洋科学综合考察船的建造

3.1 开工建造

“科学”号海洋科学综合考察船详细设计方案确定之后, 就开始了设备采购。设备分为船用设备、车载探测与实验设备、船岸一体化网络系统三种类型。根据合同规定, 除操控支撑系统外的所有船用设备由项目建造单位负责采购, 其余全部设备由海洋研究所负责采购。

项目工程经理部全面启动船舶建造招标和建造工程监理单位招标工作。海洋研究所委托国信招标集团有限公司在北京进行了项目开标和评审。经评标委员会综合评议, 科考船建造由武昌船舶重工有限公司中标, 建造工程监理由中国船级社实业公司中标。随后, 海洋所分别与中国船级社实业公司和武昌船舶重工有限责任公司签订了建造监理合同和建造合同。接着, 海洋研究所编制完成了《海洋科学综合考察船开工报告》和《海洋科学综合考察船工程实施及管理计划》^[21]。

2010年4月19日, 中国科学院和教育部联合下发《关于国家重大科技基础设施海洋科学综合考察船建设项目开工建设的批复》, 同意该项目开工建设。2010年10月28日, 在武昌船舶重工有限责任公司举行了开工仪式。与此同时, 海洋研究所成立了项目监造组, 于10月29日与监理单位同时入驻船厂开始监造和监理工作。监理单位与法人单位监造组共同对考察船的建造进行全面的现场监控, 以确保建造质量。

在建造过程中, 采用了壳、舾、涂一体化的作业方式, 应用成组技术, 对考察船的中间建造过程进行统筹优化, 使施工作业在空间上分道、时间上有序。考察船船体的制造按分段划分, 有51个分段, 其中主船体为25个分段, 上层建筑为26个分段。按照舾装区域划分, 分为3大区, 分别为艏部区域、舂部区域和艉部区域。按照建造阶段划分, 有6个阶段, 分别是下料加工、分段制造、船台总装、完整性下水、系泊试验和试

航交船。

为确保考察船的建造质量和建造周期, 船舶监造从第一道工序抓起, 对于材料的采购、复验及钢材预处理, 都设质量控制点。下料加工则实行“三同步”, 即主船体、上层建筑和舾装件同步开工建造。分段制造包括分段分道作业、分段预舾装和分段涂装。分段分道作业需要进行部件装焊, 然后在船壳体和横舱壁上进行各种焊接舾装件和其他设备, 船体分段装焊、预舾装报检完毕后进行分段涂装。在船台总装过程中, 为了扩展作业面, 保证建造质量, 按三岛、塔式混合建造方法, 形成艏岛区域、舂岛区域和艉岛区域, 而上层建筑各分段按船台吊装顺序吊上船台, 形成上层建筑区域, 完成之后进行船台涂装。考察船在设计、管理、施工等方面对涂装提出了很高的要求, 确认舱室所有工作完成后, 进行涂装。整船建成之后进行完整性下水, 随后进行系泊试验, 并提交系泊试验证明书。之后, 由武昌船舶重工有限责任公司组织了离厂评审会, 随即开始海上试航工作。

3.2 方案调整

在建造过程中, 调整了部分方案, 其中一个重要调整就是增加配备4500米缆控水下机器人(ROV), 这是在项目建议书评审阶段因经费原因被取消的设备。当时, 关键设备已经采购完毕, 预算经费略有结余, 因此有了调整的可能性。事实上, 配备ROV也确属必要。ROV装有当时世界上最先进的深海高清摄像系统(摄像机采用的是BBC拍摄Discovery节目采用的高清镜头)、机械手、万米温盐深仪(CTD)和海洋化学传感器等, 可以通过机械臂获取样本, 具备对多种物理化学环境参数的原位探测能力, 对近海地海水、热液流体、浅表沉积物和生物样品等进行可视化现场取样^[22]。2011年3月, 海洋研究所向中科院主管部门提交《海洋科学综合考察船搭载ROV项目可行性研究报告》以及《海洋科学综合考察船

项目方案调整报告》，并顺利通过专家评审，获批在海洋科学综合考察船复配 ROV。2012 年 2 月 1 日，ROV 采购工作启动。工程经理部根据发改委的要求，在广泛调研 ROV 技术方案的基础上，组织人员编制 ROV 招标技术文件。2012 年 5 月 16 日，完成 ROV 机电产品的国际公开招标采购工作，但是在招标代理公司发布了中标公示后，其中一家投标人提出质疑，招标代理公司接受调查，ROV 国际招标采购工作被迫搁置。直至同年 10 月份，问题才得到解决，最终于 11 月 16 日，完成了合同签订。2013 年 7 月至 8 月进行了 ROV 安装和海试（图 2）^[23]。

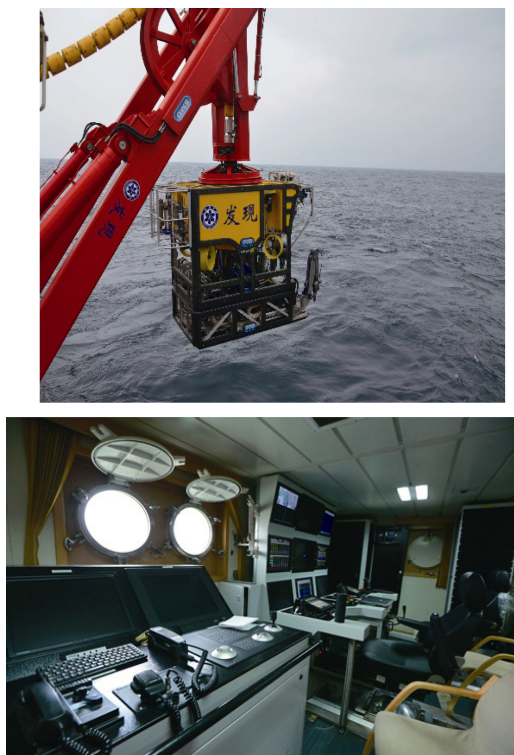


图 2 4500 米缆控水下机器人 (ROV) 与控制室

图片来源：海洋科学综合考察船“科学”号官网 (http://www.coms.ac.cn/casfleet_kexue/)

3.3 试验、交付与验收

2011 年 11 月 30 日，“科学”号海洋科学综合考察船在武汉下水。此时，船舶建造的主要工作是进行船舶内舾装、系泊试验以及船载实验探测设备安装调试（图 3）。到 2012 年 3 月 1 日，完

成了调试工作并通过船级社的检验认可，随后又相继完成了大部分设备的系泊试验和倾斜试验^[24]，而后续施工和海试准备工作转到武船南通基地进行。海上试验的目的是考核船舶预定的各项技术指标达标情况、测试船上各项系统运转情况以及调试和验收船舶航行和救生等各种设备。2012 年 6 月 15 日至 21 日，在东海长江口水域顺利完成了海上船舶系统的航行试验，并通过中国船级社现场检验。通过海上航行试验，初步掌握了考察船海上实际航行的各项性能指标，获得了可靠的试验数据。2012 年 6 月 28 日，“科学”号顺利取得了中国船级社（简称“CCS”）船检证书。2012 年 9 月 29 日，“科学”号交接仪式在青岛奥帆基地成功举行，标志着“科学”号正式入列我国海洋科学考察船队列。

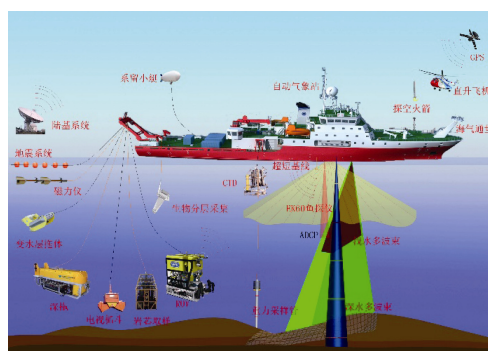


图 3 船载探测与试验系统示意图

在“科学”号建造过程中，国际合作发挥了重要作用。2010 年，在开工之初，项目副经理李铁钢与经理部成员参加了在德国基尔召开的第 23 次国际海洋科学考察船运作协调会（ISOM），做了大会报告“中国的新型科考船”（New research vessels in China），并与国际国外先进科考船管理者交流研讨了新船建造情况，征得了国外专家的意见和建议。2011 年 4 月，邀请项目外籍高级顾问 ISOM 主席 Per W Nieuwejaar 以及 Geraint West 来华，对考察船减震降噪技术方案提出建议，并赴武汉船厂对大型船用设备和船载探测设备的安装调控进行了现场指导^[25]。2011 年 5 月，工程经

理部派项目副经理李铁钢和总工艺师隋义勇参加在美国西雅图召开的第 24 次国际科考船运作协调会, 分别作了会议报告《“科学”号科考船建造的进展情况报告》、《艏部线性对声学设备的影响及解决方案》, 并与国际先进科考船管理者共同探讨船舶建造中的突出问题, 吸收了国外科考船建造和管理经验。2012 年 6 月 12 日至 16 日, 海洋研究所邀请外籍高级顾问美国 MBARI 海洋研究所 (Monterey Bay Aquarium Research Institute) 的资深海洋工程师 William J. Kirkwood, 就 ROV 设计方案和科学应用进行深入研讨。William J. Kirkwood 详细介绍了深海科考型 ROV 的技术特点, 指出基于科考船平台布放的深海科考型 ROV 设计应用中需要特别注意的技术问题, 并对“科学”号水下缆控潜器 ROV 的设计方案提出了许多建设性意见^[26]。

2015 年 4 月 24 日, “科学”号科考船项目国家验收会议在青岛召开。国家验收委员会同意工艺鉴定以及工艺、设备、财务、档案专业组验收意见。国家发改委、国内外涉海机构和评审专家给予一致好评。

“在海洋科学综合考察船建设过程中, 结合了国际科考船的发展趋势, 以先进性和适用性为目标, 以经济性为准绳, 以技术求效益, 以创新促发展, 通过自主研发、技术创新和优化设计, 使其快速性、操纵性指标全面达到预设目标, 船舶空船重量控制、总体布局、抗风稳性及配载、电站负荷和油耗、动力系统可靠性以及生活环境舒适度等均达到或超过国际先进水平。”^[27]

4 “科学”号海洋科学综合考察船的运行

4.1 运行管理框架

“科学”号总投资 5.5 亿元人民币, 核定总吨位 4711 吨, 总长 99.80 米, 型宽 17.80 米, 型深 8.90 米, 续航力 15000 海里, 自持力 60 天, 最大航速 15 节, 载员 80 人。“科学”号采用了多项国

际先进的通讯技术, 具备全球航行观测能力, 能够满足现代海洋科学研究的需求。为了对科考船进行有效的运行管理, 海洋研究所专门成立了海洋科学考察船运行管理中心, 下设大科学装置办公室、船舶保障部和工程技术部, 负责“科学”号海洋科学综合考察船的运行管理, 接受海洋科学考察船科技委员会和用户委员会的咨询评议。其中, 科技委员会是“科学”号运行工作的科技咨询机构, 对“科学”号的科学技术目标、发展方向提供科技咨询, 评议“科学”号运行工作计划、运行和利用情况、重大合作计划等; 用户委员会是“科学”号运行与利用的监督机构和用户联络机构, 其主要职责是听取用户意见, 反映用户需求, 监督运行和利用情况, 配合研究所组织用户培训与交流, 提出改进建议, 推动新技术的应用与合作研究 (详见海洋科学综合考察船“科学”号官网) (图 4)。

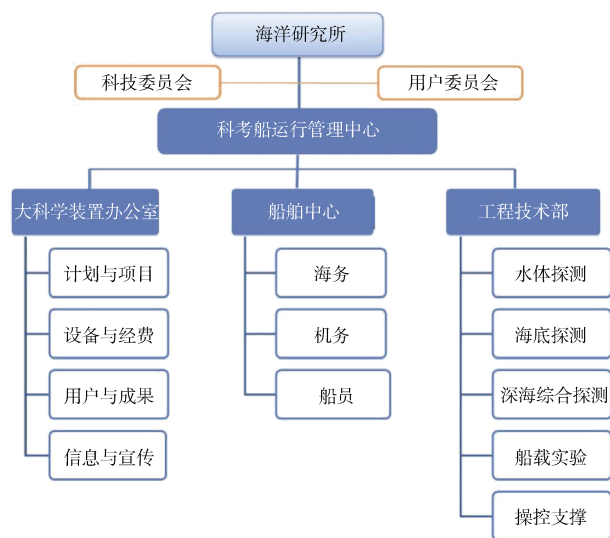


图 4 “科学”号海洋科学综合考察船运行管理体系

4.2 运行模式和研究成果

“科学”号科考船的运行有四种模式, 分别是“科学考察”模式、“开放共享”模式、“公益和应急响应”模式和“订单”模式。“科学考察”模式是为国内和国际重大科研项目提供平台的作业模

式;“开放共享”模式是根据海洋科学对长期连续观测的需求,聚焦某一特定区域或重大科学问题,为感兴趣的科学家提供调查平台;“公益和应急响应”模式,是一种特殊作业模式,根据国家的紧急需要进行临时性特殊任务,或根据“公益和应急响应”要求进行指定海域的航行任务,将获取的数据和信息传送到指定位置;“订单”模式是根据用户科研项目要求进行的特定航行任务^{[27]297-299}。

前三种模式获取的数据产品和样品归国家所有,订单模式获取的产品和样品主要为订单下达单位使用。开放航次共享的基本原则包括船舶、探测设备及调查内容共享,数据、资料共享,样品、标本共享,共享的优先权和数据样品开放共享。在此基础上,还设立了开放共享的考核和评估机制。自运行以来,已经为 57 家用户单位提供了科考服务,其中包括 18 个企业,12 个研究所,11 所大学,3 家新闻机构,1 家科技馆以及若干气象探测、环境监测、标准计量中心,可见用户单位的多样性。

“科学”号自交付完成后,考察团队顺利完成了多项深海大洋的调查,取得了一系列重要科研成果,不仅拓展了我国深海研究,而且还积累了可靠经验,锤炼了海洋科考队伍。2014 年 4 月 8 日,“科学”号远赴西太平洋,首次执行中科院“热带西太平洋海洋系统物质能量交换及其影响”战略性科技先导专项的相关科考任务。4 月 17 日,“科学”号在西太平洋冲绳海槽进行综合科考时,科研人员利用其搭载的水下缆控潜器 (ROV) 发现了海底黑烟囱的线索,在一些海底火山口发现了阿尔文虾和毛瓷蟹等聚集的群落。随后,科研人员还首次在大洋成功布放大规模深海潜标阵列,通过回收深海潜标阵列,获得了太平洋西边界流海域有关海洋环流结构的长时序连续观测数据。11 月中旬,“科学”号继续执行中科院战略性先导科技专项项目,对雅浦海域的海山区进行海山地址构造、深海环境与生态系统综合科学考察。2015 年 1 月,“科学”号完成海洋生物采集任务。

1 月 17 日,“科学”号抵达位于西太平洋的雅浦海沟、马里亚纳海沟与卡罗琳海岭“三联点”区域,进行综合地质地球物理考察。随后,科研人员投放“沉积物捕获器”研究太平洋黑潮暖流对中国的影响,投放海底地震仪采集海底构造数据,投放热流探针以获取海底热流信息。2016 年 9 月 20 日,“科学”号又赴低纬西太平洋进行深海海域调查,填补了我国在该区域深海海洋学调查研究的空白。2017 年 1 月 2 日,“科学”号完成热带西太平洋综合考察航次,返回位于青岛西海岸新区的母港,我国科学家在本航次破解了深海观测数据实时传输的世界难题 (详见海洋科学综合考察船“科学”号官网)。

5 结语

“科学”号海洋科学综合考察船是我国第一艘用于海洋科学基础研究和探测的新一代综合科学考察船,是一项拥有自主知识产权,满足海洋科学多学科交叉研究需求的现代化海洋科学综合研究平台^[6],具备全球航行能力,其综合能力与国际上最先进的科学考察船“G.O.SARS”号和“JAMES COOK”号相近。“科学”号在设计和仪器装备等方面参考了上述两船,同时在一些地方也进行了创新。“科学”号海洋科学综合考察船的建成,离不开我国自主研制的“科学一号”、“科学三号”等科考船所积累的经验和技術能力,也离不开对国外先进经验的主动学习和借鉴。“科学”号海洋科学综合考察船的成功,对我国后来的科考船在立项、设计、施工、运行等方面都发挥了示范引领作用,以至于我国几条新建的考察船基本上来自“科学”号的复制。

“科学”号海洋科学综合考察船的建成,为我国海洋科学考察提供了世界级的强大平台,使我国海洋科学研究从近海迈向远海,从浅海迈向深海,从而为我国开展远洋综合科学考察研究乃至我国海洋战略的实施,提供了不可替代的、强有力的能力支撑。Nature 杂志曾对“科学”号进行

过两次报道,对“科学”号及我国海洋科学考察能力给予了高度评价。海洋研究所“深海探测与研究平台体系建设研究集体”还荣获了2015年度中国科学院杰出科技成就奖等重要奖项。

“科学”号海洋科学综合考察船的成功建设得益于几个关键要素。在设计方面,不盲从权威,根据自身需要,借鉴国外先进经验,与设计单位密切合作,共同确定设计方案,力求做到适用性、安全性和人性化的统一;在工程管理上,制定详细的设施建设与管理手册,成立专门的项目建造组,和监理单位共同完成监造和监理工作,将科研院所的松散型管理转变为严密的工程管理,确保了建造质量;在项目运行管理上,成立科考船运行管理中心、科技委员会和用户委员会,以便进行有效的运行管理、科技咨询对用户需求的了解,推动了新技术的应用与合作研究;在国际合作方面,采用走出去和请进来的方式在立项阶段、船体设计和建造过程进行国际研讨,与具有代表性科考船的国家如挪威、英国和美国相关科技专家及技术骨干进行研讨,吸收其先进的设计、建造和管理经验,使我国的“科学”号达到国际先进水平;在资源共享方面,科考船在建造之初就定位于研究海洋科学的大型移动实验室,将考察数据、资料、样本、标本等共享给科研院所、高校和企业,促进了科教融合和产学研合作,推动了整个国家的海洋科学研究。这些汇合起来,成就了“科学”号海洋科学综合考察船,并且对其他大科学工程的建设也有一定的借鉴意义。

致谢

本研究得到了中国科学院规划局的资助。在实地调研和查阅档案过程中,中国科学院海洋研究所所长、“科学”号科考船项目总指挥孙松研究员和于建军总工程师给予了宝贵支持并接受了我们的访谈,海洋研究所大装置办公室尹宏主任等管理人员给予了大力协助。在此,一并致谢!

参考文献

- [1] 吴刚. “科学”号海洋科学综合考察船的自主设计及验证[J]. 舰船科学技术, 2014, (S1): 22-25.
- [2] 吴刚, 于建军. 我国自主研制的新一代海洋科学综合考察船“科学”号[J]. 中国造船, 2014, (1): 83-89.
- [3] 孔宪才, 尹宏, 封婧. “科学”号海洋科学综合考察船[J]. 航海, 2015, (5): 27-29.
- [4] 孔宪才, 颜芳, 刘志兵. 浅谈减振降噪技术在“科学”轮上的集中应用[J]. 航海, 2016, (4): 52-56.
- [5] 孙松. 走进深海大洋——“科学”号海洋科学综合考察船[M]. 杭州: 浙江教育出版社, 2016: 32.
- [6] 张毅. 用生命谱写蓝色梦想: 张炳炎传[M]. 上海: 上海交通大学出版社, 2016.
- [7] 科学”号海洋科学综合考察船建成下水[N]. 海洋地质与第四纪地质, 2011, (6): 46.
- [8] 张旭东, 席敏. “科学”号赴西太平洋执行科考任务[N]. 中国海洋报, 2015, (A2).
- [9] 孙洁. 叩问地球深层的探索——大洋科学考察船[J]. 海洋世界, 2011(12): 48-49.
- [10] 张丽瑛, 张兆德. 海洋科学考察船的现状与发展趋势[J]. 航海工程, 2010(4): 60-63.
- [11] 海洋科学综合考察船项目建议书[G]. 藏于中国科学院海洋研究所档案室, 档案号: MORV-ZH1.1-02.
- [12] 关于海洋科学综合考察船项目(建议书)的咨询评估报告[G]. 藏于中国科学院海洋研究所档案室, 档案号: MORV-ZH1.1-01.
- [13] 国家发展改革委关于改样科学综合考察船国家重大科技基础设施项目建议书的批复[G]. 藏于中国科学院海洋研究所档案室, 档案号: MORV-ZH1.1-01.
- [14] 海洋科学综合考察船项目组织机构设置及人事任免通知[G]. 藏于中国科学院海洋研究所档案室, 档案号: MORV-ZH2.2-01.
- [15] 海洋科学综合考察船项目可行性研究报告[G]. 藏于中国科学院海洋研究所档案室, 档案号: MORV-ZH1.2-02.
- [16] 国家发展改革委关于海洋科学综合考察船国家重大科技基础设施项目可行性研究报告的批复[G]. 藏于中国科学院海洋研究所档案室, 档案号: MORV-ZH1.2-01.
- [17] 关于转发《国家发展改革委关于海洋科学考察船国家重大科技基础设施项目可行性研究报告的批复》的通知[G]. 藏于中国科学院海洋研究所档案室, 档案号: MORV-ZH1.2-01.
- [18] 海洋科学综合考察船项目初步设计方案国家研讨会议材料[G]. 藏于中国科学院海洋研究所档案室, 档案号: MORV-ZH1.3-13.
- [19] 海洋科学综合考察船国家重大科技基础设施项目工作简报[G]. 2009年第8期(总第19期) 2009年9月10

- 日, 藏于中国科学院海洋研究所档案室, 档案号: MORV-ZH2.3-03.
- [20] 中国科学院重大科技基础设施工程建设进展工作报告 (2010 年) [G]. 藏于中国科学院海洋研究所档案室, 档案号: MORV-ZH2.3-04.20-21.
- [21] 2010 年度中国科学院重大科技基础设施建设进展汇报会会议通知及相关材料 [G]. 藏于中国科学院海洋研究所档案室, 档案号: MORV-ZH2.3-03.
- [22] 2012 年度中国科学院重大科技基础设施项目海洋科学综合考察船建设进展报告 [G]. 藏于中国科学院海洋研究所档案室, 档案号: MORV-ZH2.3-05.
- [23] 2013 年度中国科学院重大科技基础设施项目海洋科学综合考察船建设进展报告 [G]. 藏于中国科学院海洋研究所档案室, 档案号: MORV-ZH2.3-06.
- [24] 中国科学院重大科技基础设施工程建设年度工作计划 (2011 年度) [G]. 藏于中国科学院海洋研究所档案室, 档案号: MORV-ZH2.3-04.
- [25] 海洋科学综合考察船工程建设进展报告 [G]. 藏于中国科学院海洋研究所档案室, 档案号: MORV-ZH2.3-05.
- [26] 2012 年度中国科学院重大科技基础设施项目海洋科学综合考察船建设进展报告 [G]. 藏于中国科学院海洋研究所档案室, 档案号: MORV-ZH2.3-05.
- [27] 海洋科学综合考察船国家验收意见、国家验收会议手册、会议通知等 [G]. 藏于中国科学院海洋研究所档案室, 档案号: MORV-ZH4.3-01.

Historical Study on the Construction of the Multipurpose Oceanographic Research Vessel *KEXUE*

Cao Li, Wang Dazhou✉

(School of Humanities, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: The multipurpose oceanographic research vessel *KEXUE* is the first oceanographic research vessel of China with advanced international level, and is one of the major national science and technology infrastructures to undertake multi-disciplinary deep ocean research. Based on archives, several biographies, interviews, and news reports, this paper presents the complete historical development of the project. It reviews the background of the project and its approval process, discusses the design demonstration of the main structure and the formation process of the project design plan, and demonstrates the construction process from equipment procurement, program change to commissioning test and acceptance. It discusses the operation status of the project from the perspective of the operation management framework, operation mode, and scientific research. Finally, the authors attempt to draw some experiences from this project in four aspects: the construction design, organization and management, international cooperation, and industry-university-research cooperation.

Key Words: large scale research facility; MORV; the Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences; history of engineering