

海底观测网技术进展与发展趋势

李风华, 郭永刚, 吴立新, 李整林

(中国科学院声学研究所 声场声信息国家重点实验室, 北京 100190)

摘 要: 海底观测网络由于其特有的能源供给与信息传输优势, 受到了广泛关注与重视。文中简要回顾了国内外海底观测网技术的发展现状, 并就海底观测网技术发展趋势进行了探讨。

关键词: 海底观测网; 发展趋势; 关键技术

中图分类号: P71 **文献标志码:** A **文章编号:** 1003-2029(2015)03-0033-03

海洋观测可满足维护国家海洋权益、开发和保护海洋的迫切需求。现代海洋科学研究正在向纵深发展, 由平均状况描述发展为变化过程研究, 由定性描述发展到定量模拟预报, 因此其未来的发展和重大科学问题的解决, 更依赖于立体、连续、实时、长期的海洋数据的获取。从满足我国国家重大需求、社会经济发展、海洋科学创新发展的需求出发, 建立全天候、长时序、系统化的海洋观测网络, 具有重要的现实意义和深远的历史意义。人类已发明创造了多种认识海洋的高技术手段, 包括卫星/航空遥感、陆/岛/岸基观测站、海上固定/移动观测平台、水中浮标潜标、海床基观测站等。

为了更好地实现长期、实时、连续对海洋内部精细结构进行观测的目标, 自 20 世纪 90 年代开始, 各海洋大国竞相发展海底观测网技术。海底观测网技术利用海底光电缆将一系列海洋观测仪器和陆地相连接, 采用光纤通信技术实现海洋观测仪器大数据的实时回传, 采用高压直流供电为海底观测设备提供连续、远距离、大功率的电能供给, 采用水下湿插拔技术为海洋观测传感器与海底观测网之间提供接口。海底观测网络由于其特有的能源供给与信息传输优势, 受到了广泛关注与重视。海底观测网可以实现全天候、多参数、长期、实时、连续地观测海洋内部过程及其相互关系, 是探索海洋科学研究的新观测平台。

1 国外海底观测网技术发展现状

建立长期海洋监视观测站网络系统的想法最初是在冷战时期从美国海军的水声监视系统 (SO-SUS) 中获得的启示。该系统由安置在大西洋和太平洋中的大量水下听音器组成, 用来监听苏联潜艇的动向。冷战后, 美国开始海底观测系统的建设, 1990 年代, SOSUS 开始部分用于民用。科研人员利用它探测到了以前无法预知的中洋脊地震以及鲸类迁徙讯息等。这些结果进一步证实了持续观测海洋的科学价值。

近年来, 国际上已建有诸如美国的 LEO-15 (Long-term Ecosystem Observatory at 15 meters) 海底观测系统、MVCO (Martha's Vineyard Coastal Observatory) 观测系统, 加拿大的 VENUS (Victoria Experimental Network Under Sea) 等规模不同、功能不同的多个海底观测系统。其中有代表性的海底观测网包括在美国蒙特雷湾建设的 MARS (Monterey Accelerated Research System) 系统, 该系统布设在蒙特雷湾, 海底光电缆长度 52 km, 最大工作水深 900 m, 于 2008 年建成, 已成为推动海洋观测技术的重要平台。加拿大于 2009 年建成的 NEPTUNE (North-East Pacific Time-Integrated Under sea

收稿日期 2015-03-26

基金项目 国家高技术研究发展计划 (863 计划) 资助项目 (2012AA09A406)

作者简介 李风华 (1975-), 男, 博士, 主要从事海洋声学及海洋观测工作。E-mail: lfh@mail.ioa.ac.cn

Networked Experiment) 海底观测网, 布设于加拿大西海岸, 其重要的目标之一是观测胡安德夫卡板块, 其中海底光电总长度约 800 km, 最大工作深度 2 660 m。美国计划于 2015 年建成 OOI-RSN, 该系统海缆长度约 900 km, 计划最大工作水深约 3 000 m。日本于 2011 年建成 Donet (Dense Ocean-floor Network System for Earthquakes and Tsunamis) 计划, 该系统布设于纪伊半岛以南海域, 重点精确观测不同程度的地震与海啸等。上述海底观测系统通过光电由岸基站持续输送电力和数据, 科学家通过互联网可直接观测并操控水下台站的试验, 在海底光电的支持把不同传感器获取的海洋环境资料实时、高效地从水下观测平台传输到岸基站, 并针对具体科学问题进行研究。这类海洋观测系统不仅具有地震、海洋动力环境、海洋生态与环境、生物资源和军事海洋学等多学科观测与监测用途, 更为重要的是它超越了传统观测系统的局限, 通过岸基电源用电缆对监测网络提供长期稳定电力, 实现对海洋的不间断超长时间观测和监控, 极大地推动了海洋科学研究的飞速进展, 另一方面也有力推动了相关海洋技术的跨越式进步。

2 我国海底观测网技术发展现状

相比而言, 我国的海底观测网技术起步较晚。我国于“十一五”期间在科技部海洋“863”领域开始开展海底观测网关键技术研究, 研制了一个观测节点, 并在美国 MARS 海底观测网上进行了半年的海试。

“十二五”以来, 在科技部海洋“863”领域开始开展海底观测网试验系统研究。由中国科学院声学研究所联合国内相关大学、研究所及企业, 在“十一五”研究的基础上, 进一步突破海底网节点及组网、网络布放与维护、系统控制和原位多参数探测等技术, 重点在我国南海海域构建一个海底观测网试验系统, 使之成为我国深海海底观测技术的试验基地, 并实现对深海海洋动力环境、化学环境、地球物理环境的长时间实时监测, 同时在东海海域建设一个海底观测试验网。在上述建设的基础上, 初步建立我国的海底观测网相关技术规范和运行规程, 使我国具备构建海底观测网的技术能力, 培养相关的研究队伍, 为进一步开展海底观测网的建设提供支撑。此外, 中国科学院相关研究所, 国内相关大学也

在我国南海与东海开展了小规模的海底观测系统试验。

经过两个五年计划的实施, 我国在海底观测网的标准和规范制定、大深度的主次接驳盒研制、水下湿插拔件研制、传感器观测平台集成、光电传输、远程故障诊断、数据综合管理等关键技术方面获得了长足进步, 逐步缩小了与发达国家的差距, 预期“十二五”期间建成有一定规模的海底观测网试验系统。

但是, 我国目前海底观测网络系统仍在研制中, 海底观测网技术相关的性能与功能、海洋传感器、运行维护等方面以及工程能力同世界发达国家相比尚有差距, 主要表现在:

- (1) 我国海底观测网仍处于试验阶段, 系统整体功能简单;
- (2) 仍需大力发展高性能的海洋传感器技术;
- (3) 水下关键设备的自主研发能力仍需进一步加强;
- (4) 亟需探索海底观测网络的运行与维护经验。

3 海底观测网技术发展趋势

鉴于海洋观测在认知海洋方面所具有的特殊性和重要性, 长期以来国际海洋科学组织和各海洋强国致力于建设全球性或区域性的持久性业务化海洋观测系统, 组织实施阶段性的或长期的海洋科学观测计划, 获取海洋环境数据, 服务于社会发展、科学研究和军事需求。可见, 目前国际上已建和在建的海洋观测系统, 呈现持久性业务化观测系统与科学观测试验计划相结合, 区域与全球相结合, 科学考察船、沿岸台站、浮标、潜标、海床基、海底有缆网络、遥感卫星和通信网络等多种观测、通信技术手段相结合的特点。作为海洋观测中的一个非常重要的组成部分, 面向国家重大需求和科技创新, 需要大力发展海底观测网。

在未来的 5~10 a 时间内, 急需突破海底观测网的几项核心关键技术, 建成 1~2 个大规模的海底观测网络系统, 使之成为我国海底长期观测与应用研究的平台, 积累运行维护经验, 有力推动海洋观测技术发展, 使我国具备大规模建设与运行海底观测系统的能力, 总体上能够达到国际先进水平。

当前, 国内海底观测网的研究应重点突破海底

观测网络关键技术,主要包括以下几个方面:

(1) 突破接驳盒及水下湿插拔件的可靠性及深海水下作业技术;

(2) 突破远程光、电传输及故障隔离与诊断技术问题;

(3) 开发多种可长期工作的水下传感器技术,并发展相应的观测技术;

(4) 发展与研究大数据处理与管理技术,保障各部门不同的观测网络、观测节点或单元获取的观

测数据及水下信息予以互连与融合应用;

(5) 建立基于海底观测网络的水下信息链路,突破基于海底通信光缆的远程海底观测网络技术或水下无线观测网络技术,实现对水下传感器的远程指挥、控制信息传输,为我国海洋信息保障奠定技术基础;

(6) 突破大型海底观测网络的长期运行涉及的维护技术,建立高效的运行维护与管理队伍,保障网络系统的长期稳定运行。

参考文献

- [1] Barnes C, Best M, Johnson F, et al. Transforming the Ocean Sciences Through Cabled Observatories: NAPTUNE- Canada Project [R]. Marine Technology Reporter, 2008: 30- 36.
- [2] 石莉. 美国海洋科技发展趋势及对我们的启示[J]. 海洋开发与管理, 2008, 4: 9- 11.
- [3] 张坤. 21 世纪加拿大海洋战略[R/OL]. [2005- 12- 18]. <http://www.comra.org/dyzl/050729.htm>.
- [4] 崔晓文. 英国海洋科技发展战略[R/OL]. [2008- 12- 16]. <http://www.istis.sh.cn/list/list.aspx?id=1185>
- [5] 刘岩, 李明杰. 21 世纪的日本海洋政策建议[N]. 中国海洋报, 2006- 04- 07 (3) .

Technological Progress and Development Trend of Ocean Bottom Observatory Network

LI Feng-hua, GUO Yong-gang, WU Li-xin, LI Zheng-lin

State Key Laboratory of Acoustics, Institute of Acoustics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China

Abstract: Ocean bottom observatory network has been attached great value and significance in recent years for its almost unlimited energy supply and advantages in information transmission. This paper briefly reviews the technological progress of the ocean bottom observatory network in China and overseas, and discusses its development trend in the future.

Key words: ocean bottom observatory network; technological progress; development trend