

# 基于 DDS 的海洋声场-动力环境同步监测系统的设计与实现

王风华

(中国船舶重工集团公司第七一五研究所 杭州 310023)

**摘要:** 针对数据分发服务技术在海洋声场-动力环境同步监测系统构建中的研究与应用现状,介绍了利用 DDS 中间件实现海洋声场-动力环境数据分发服务的方法,为海洋环境监测领域的大数据问题提供了良好的解决方法。并在此基础上进行了海洋声场-动力环境同步监测系统的软件界面设计和功能开发;通过系统的设计开发,可以完成海洋声场-动力环境同步监测系统的原始数据及计算结果的数据分发服务,原始数据的图形显示,同化结果的显示及声层析结果的显示等功能,将声场-动力环境同步监测系统以直观、可视的方式呈现出来,为国家提供多种形式的海洋监测信息服务,为海洋相关部门提供了强有力的技术支持和保障。

**关键词:** 声场-动力;海洋环境;监测;DDS

**中图分类号:** TN98      **文献标识码:** A      **国家标准学科分类代码:** 610.2020

## Design and implementation of synchronous monitoring system of marine sound field and dynamic environment based DDS

Wang Fenghua

(715th research institute of China Shipbuilding Industry Corporation, Hangzhou 310023, China)

**Abstract:** According to data distribution service technology in ocean acoustic power and environment monitoring system research and application status, this paper introduces using DDS middleware implementation method of ocean acoustic power environment data distribution service, provides a good solution for large data problem of marine environment monitoring. And on the basis of ocean acoustic field dynamic environment synchronous monitoring system software interface design and functional development; through system design and development, you can complete the sound field of marine dynamic environment synchronous monitoring system of the original data and the calculation results of the data distribution service, graphical display of the original data, assimilation results display and acoustic tomography results display function, field dynamic environment synchronous monitoring system in an intuitive, visual display, to provide various forms of marine monitoring information service for the country, provides a powerful technical support and guarantee for marine related departments.

**Keywords:** dynamic and sound field; marine environment; monitor; DDS

### 1 引言

早在 20 世纪中期,世界各国就开始对海洋资源进行大规模开发,开发路径也从近海开始向远海转变,海洋资源开发及战略意义在世界各国的发展地位中已经变得日渐重要。我国是发展中的海洋大国,海上所从事的任何活动,都要在特定的海洋环境中进行,因此海洋环境对我国社会、经济、军事等方面的可

持续发展有极其深远的影响。所以发展海洋环境监测技术在我国国家发展中有着十分现实而重要的意义。

早在 20 世纪末及进入 21 世纪始,国外在海洋监测方面的研究已经起步,甚至取得了很大成就,走在世界前列的是美法德等国家。美国加州大学等研究机构利用系统集成技术、网络技术、3S 技术等开发了“实时环境信息网络与分析系统”(REINAS),实现多

收稿日期:2015-07

源数据融合、同化和综合集成分析,实时向用户发布可视化和数值化信息。法国构建的“沿海环境自动监测网”(MAREL),以赛纳河沿岸的海湾为示范海域开展环境监测,采用计算机通信技术实时向用户发布海水变化数据以及相关监测信息。另外,德国的“海洋环境遥感控制测量和综合监测系统”(MERMAID)、英国的“南部沿海营养盐研究”(SONUS)都是根据本国的实际情况建立的区域性海洋环境与资源立体监测与信息服务系统。

在我国,这方面的研究起步相对较晚,但也取得了一定的成绩。刘功亮等人<sup>[1]</sup>研究了面向海洋环境监测的水下传感器网络,以较小的网络成本实现对监测区域的高分辨率信息重构。黄战华等人<sup>[2]</sup>设计了海床基海洋环境自动监测系统的中央控制单元,指出了海洋监测仪器及系统设计的基本原则。王鹏等人<sup>[3]</sup>研发出一种可实现海气边界层监测系统数据采集、处理和转发等功能的数据采集系统。另外,王波、王铁流、高颖等人<sup>[4-6]</sup>在海洋环境监测方面也都做了相关研究。

但随着计算机技术、网络技术、传感器等技术的发展以及信息需求的增加,监测的信息种类越来越多,逐渐由单一海洋要素采集到多要素观测,同时监测的时间越来越长等导致数据量十分庞大,这就为观测系统的实时性等性能提出了更高的要求。

## 2 系统简介

本设计将已有的成熟技术和新的理论、先进的技术成果进行有机的结合,基于 DDS 实现了一个集网络化、智能化、模块化于一体的能够自动、实时、连续、同步观测海洋声场动力环境参数,自动传输、存储、处理数据,数据自动分发和共享,显控子系统远程动态监控的智能化、高精度海洋声场动力观测系统。特别是在系统的实时性方面得到了提高。

该系统用于监测海洋动力环境变化并能提供实时、连续的海洋环境监测数据的高度自动化的原始数据以及同化结果、声层析结果的显示等相关现实信息和各标的控制等。系统主要由布设的各种声场动力观测潜标以及以潜标为基础布置于水面水下的各种传感器、信息传输天线、岸站、数据处理可视化实验室中心等组成。观测项目包括:动力原始数据(温深传感器数据、温盐深传感器数据、声学多普勒测流仪数据)和声学原始数据以及同化<sup>[7]</sup>与声学层析<sup>[8]</sup>结果。

系统通信系统采用水下声学无线传输和水上无线卫星信号传输两种高新通信手段,实现测量数据实时连续远程现场监测可视化。

潜标测量的原始数据由通信与组网服务器接收后,基于 DDS 规范以数据为中心实现实时数据分发任务,同化子系统,声层析子系统、显控子系统订阅各自所需数据实现各自功能。系统组成如图 1 所示。

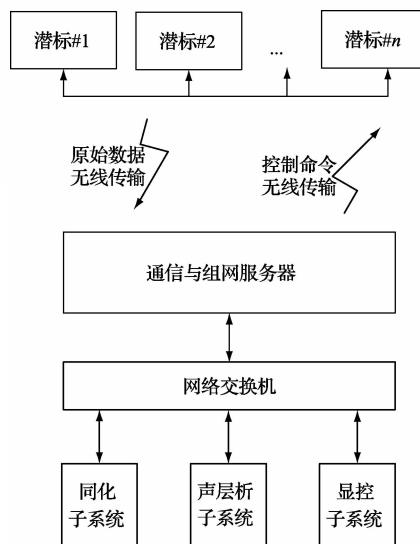


图1 观测系统组成

## 3 数据采集及通信传输方式

环境动力数据由 4 个动力潜标采集而来,动力标采用 FGR2 无线通信与组网。动力标在收到中继船的取数指令后,把采集到的原始数据直接传输至中央采集器经存储、处理后将数据结果传输至潜标体上的卫星数据传输机,通过卫星通信发送到岸站客户端卫星数据接收机接收并传输至通信与组网服务器进行分发。

声学数据由接收潜标和矢量标采集而来。接收潜标通过 HT-plus 与岸站通信服务器通信,而矢量标采用的是 FGR2 无线通信与组网。

系统中的数据类型主要包括潜标原始数据、同化结果数据、声层析结果数据以及控制命令等。各类型数据之间的流向关系如图 2 所示。

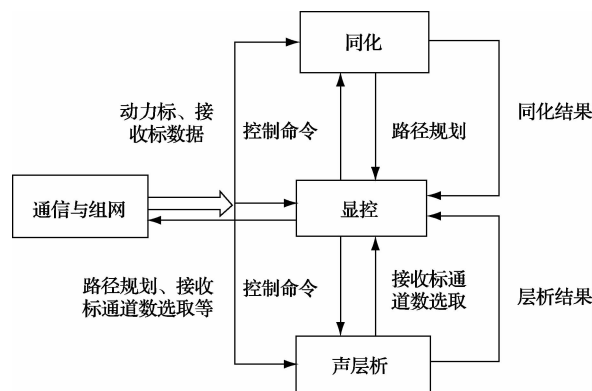


图2 系统数据流程

通信与组网子系统指通信与组网接收终端,接收到潜标原始数据后通过局域互联网将动力标数据、声学数据等发布给同化子系统、显控子系统和声层析子系统。发送数据包括路径规划信息、接收标通道选取信息、发射参数修改信息等。

同化子系统接收通信与组网子系统发送的数据,进行声场-动力学数据同化处理,将处理结果发送到显控子系统;同时进行 AUV 路径规划,将路径规划结果发送到显控子系统。

声层析子系统接收通信与组网子系统发送的数据和发射标、接收标对命令的响应,进行垂直阵等数据的声层析处理,将处理结果发送到显控子系统;根据算法需要,将接收标通道数选取要求发送到显控子系统。

显控子系统接收通信与组网模拟发送的原始数据以及发射标、接收标和 AUV 对命令的响应,进行存储与显示;接收同化子系统发送的同化处理结果,进行存储与显示;接收声层析子系统发送的层析结果,进行存储与显示;接收同化子系统发送的路径规划信息,转发到通信与组网子系统;接收声层析子系统发送的接收标通道选取信息,转发到通信与组网子系统;发送显控子系统产生的控制命令到通信与组网子系统;发送控制命令到同化子系统和声层析子系统。

#### 4 数据发布订阅的实现

由于数据量大,收发数据过程复杂,故采用 DDS<sup>[9-10]</sup>的方式进行传输。根据规范将信息分发中间件系统分为 5 个模块,分别是基础模块、主题模块、发布模块、订阅模块和域模块,如图 3 所示。

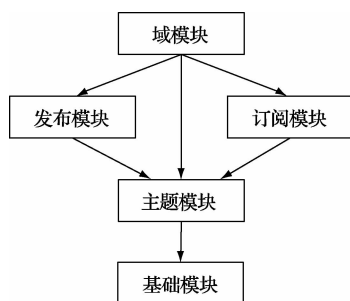
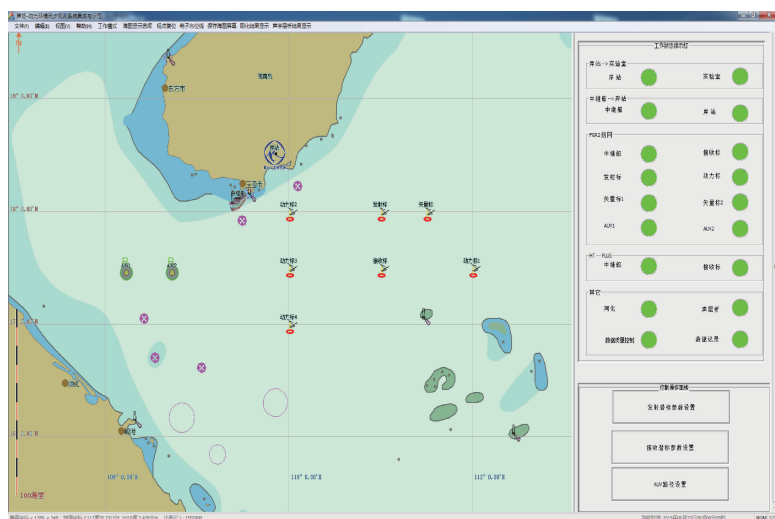


图 3 DDS 模块组成



1)基础模块:定义了所有模块的抽象类和接口,还为中间件的两个交互类型(包括通知类型和等待类型)提供支持。

2)域模块:域模块包含多个域参与者类,该类可作为中间件服务的入口点,也可以作为其他类的工厂模式。主要规范数据的传输范围,本设计所有数据仅在一个域中完成发送与接收。

3)主题模块:包括主题类、主题内容过滤类、复合主题类、主题监听接口以及主题的 QoS 策略。证据要用于收发者之间的匹配。

4)发布模块:包括发布者类、数据写入者类、发布监听接口、数据记录监听接口。主要用于发布各类原始数据及计算结果等。

5)订阅模块:包括订阅者类、数据读取者类、读取条件类和查询条件类以及订阅监听接口和数据读取监听接口。主要用于接收所需类型数据。

按照上述方法完成 DDS 各模块后,即可进行各类型数据的订阅(接收)和发布(发送)。实现以数据为中心的网络传输。

#### 5 监测显控的设计与实现

监视控制中心主要用于相关信息的分析显示与指挥控制等。

显示主要完成 4 个功能:

1)动力潜标、岸站、中继船等的海图分布,即具体完成实验海区电子海图全景显示与各标的分布态势显示;

2)各标原始测量数据的显示与分析;

3)可根据测量分析的结果进行相应的报警与指挥控制;

4)同化结果和声层析结果的显示。

实时监控显示示意图如图 4 所示。

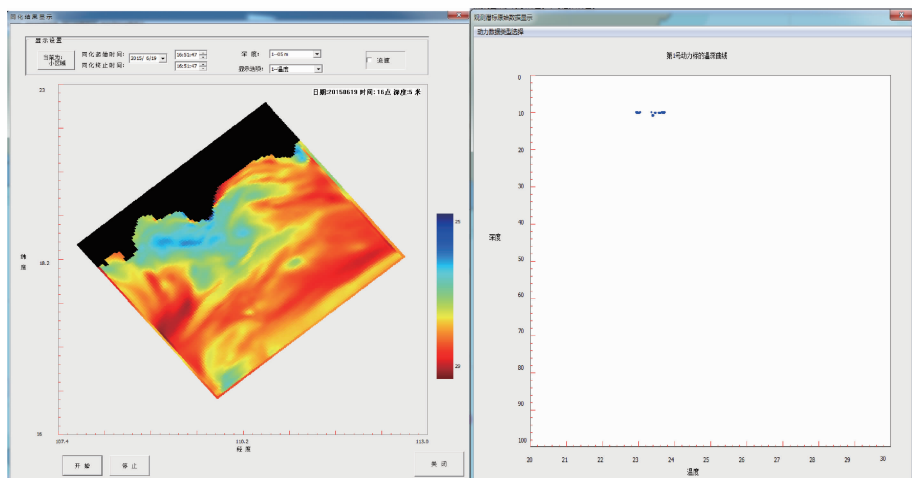


图4 实时监控显示效果

控制部分主要完成3个功能:发射标的参数设置、接收标时间表修改与通道数选取设置以及AUV路径规划

等。数据均通过DDS中间进行发布和订阅,其设置界面如图5所示。



图5 系统控制界面

## 6 结论

本系统在海上进行了实验验证与应用,其显示(图4)和控制(图5)效果良好,实现了海洋环境的动态监控,达到了预期目的。

基于DDS设计的海洋声场-动力环境同步监测系统,采用发布/订阅通信机制,根据主题进行点到点消息发送,有效地减少了不必要的网络流量,通过提供应用级QoS,用户对发布/订阅的行为进行控制,并且具有应用规定语

义下的可靠性。实现了一个以数据为中心的实时数据分发任务,观测数据量大幅度增加,实现了监测数据的及时、安全、自动传输;自动、连续、实时、远程、动态实现测量信息的可视化监控,为新一代监测系统的实现提供了方法。

## 参考文献

- [1] 刘功亮,康文静. 基于压缩感知的水下稀疏传感网信息获取方法[J]. 仪器仪表学报, 2014, 35(2): 254-260.
- [2] 黄战华,赵成效,蔡怀宇. 海床基海洋环境自动监测系

- 统的低功耗中央控制单元设计与实验[J]. 电子测量与仪器学报, 2004, 18(4): 40-45.
- [3] 王鹏, 郭海, 李勇, 等. 基于 IXP422 的海气边界层数据采集器的设计[J]. 电子测量技术, 2014, 37(3): 112-115.
- [4] 王波, 李民, 刘世莹, 等. 海洋资料浮标观测技术应用现状及发展趋势[J]. 仪器仪表学报, 2014, 35(11): 2401-2414.
- [5] 王铁流, 冯正乾, 周尚. 基于 SIM900 的无线远程海洋监测终端机的设计[J]. 电子测量技术, 2012, 35(12): 108-111.
- [6] 高颖, 马晓辉, 姜涛, 等. 水下滑翔机原理样机设计与运动仿真[J]. 国外电子测量技术, 2011, 30(11): 74-77.
- [7] 张春玲, 李宏, 许建平, 等. 海洋温盐度资料多变量同

- 化研究进展[J]. 海洋预报, 2013, 30(1): 86-92.
- [8] 陈德铭, 李风华. 基于波恩近似的二维浅海声层析[J]. 声学技术, 2014, 33(4): 292-298.
- [9] 姚兵, 蔡婷, 李峻林, 等. 基于 DDS 模型的数据分发中间件的设计与实现[J]. 计算机工程与设计, 2009, 30(3): 619-623.
- [10] 杨震, 阳洋. 基于 DDS 规范的战场信息分发中间件平台研究[J]. 通信技术, 2009, 42(12): 185-187.

#### 作者简介

王风华, 1987 年出生, 硕士研究生, 助理工程师。主要研究方向为水声信号处理及软件控制。

E-mail: lynhu521@163.com

## 泰克推出 MDO4000C 混合域示波器, 扩军集成仪器产品组合

新系列在一台仪器中融合 6 台仪器; 同步查看模拟波形、数字波形和频谱轨迹

2015 年 12 月 09 日, 泰克科技公司日前宣布, 推出 MDO4000C 系列混合域示波器, 其可以在一台仪器中配置最多 6 台仪器, 包括全功能频谱分析仪。通过采用泰克提供的性能最高的六合一示波器, 在需求变化或预算允许时, 工程师可以随时升级 MDO4000C 仪器, 迎接最苛刻的挑战, 增加所需的功能。

与前几代 MDO4000 系列产品一样, MDO4000C 可以同步查看模拟波形和数字波形及 RF 频谱轨迹, 为物联网 (IoT) 及许多其他嵌入式工程应用提供了理想的调试工具。与去年推出的六合一 MDO3000 一样, MDO4000C 扩展了核心示波器功能, 同时提供了多种选项, 可以增加频谱分析仪、任意波形/函数发生器、逻辑分析仪和协议分析仪, 并在产品注册时免费提供数字电压表 (DVM)。

“实践证明, 集成仪器在广大客户中非常流行, 因为他们可以使用一台仪器完成更多的调试和分析任务, 使工程计划保持在快车道, 更快地向市场推出产品。”泰克公司主流示波器总经理 Chris Witt 说, “MDO4000C 提高了性能, 我们称之为六合一+, 为解决棘手的设计问题提供了最优的工具。”

作为示波器, MDO4000C 拥有长记录长度、快速采样率和快速波形捕获速率, 可以帮助发现难检的问题。与 MDO3000 集成示波器相比, 其增强性能包括:

1) 更高的示波器性能—20 M 点记录长度, 所有通道上

高达 5 GS 采样率, >340 000 波形/秒捕获速率, 显示屏放大 50%

2) 高达 6 GHz 频谱分析仪, 拥有更好的频谱分析仪性能, 能够在时域和频域中同步多个视图, 能够执行矢量信号分析

3) 逻辑分析仪定时分辨率可达 60.6 ps, 每条通道独立设置逻辑门限, 可以一次捕获多个逻辑家族

4) 同时对 3 条总线执行协议分析, 高达 500 Mb/s 触发

与独立式仪器相比, MDO4000C 节省了寻找和配置多台仪器损失的时间, 提供了杰出的价值, 而又不会损害性能。它还通过集成增强了易用性。例如, 内置任意波形发生器可以在示波器上简便地捕获信号, 修改信号, 然后通过发生器重播信号, 用户可以在任何信号中简便地增加噪声, 实现余量测试。

节省工作台空间、改善易用性是 MDO4000C 的部分 DNA, 另外获得和拥有 MDO4000C 也非常简便。MDO4000C 可以配置成基本示波器, 客户在购买时可以增加 3 GHz 或 6 GHz 频谱分析仪、任意波形/函数发生器、16 条逻辑通道或协议支持; 也可以在以后作为升级方式增加上述项目, 从而可以完全满足每个实验室的需求和预算。示波器带宽可以从 200 MHz 扩展到 1 GHz, 并可以随时进行升级。