

浅析船舶海洋测报系统研究

赵 闪^{1,2}, 余华兵¹, 董 翔³, 孙长瑜¹, 张志博¹

(1. 中国科学院声学研究所, 北京 100190; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100190;

3. 国家海洋局东海标准计量中心, 上海 201306)

摘 要 船舶海洋测报是认识、研究、掌握海洋环境变化规律和海洋预报提供实时资料的有效手段, 测报系统所获取海洋水文、气象要素的观测资料能反应出海域的水文气象基本情况, 为研究防灾减灾起到重要作用。系统研究意义和发展现状的阐述为船舶海洋测报工作提供一定的参考, 系统关键技术介绍为设计低成本、高性能、高可靠性通用型船舶海洋测报设备提供理论依据。

关键词 船舶海洋测报; 水文气象; 高可靠性

中图分类号: P716.3 文献标识码: A

Elementary Introduction to Study of Marine Monitoring and Forecasting System

ZHAO Shan^{1,2}, YU Hua-bing¹, DONG Xiang³, SUN Chang-yu¹, ZHANG Zhi-bo¹

(1. Institute of Acoustics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China;

2. Graduate University Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China;

3. East China Sea Center of Standard & Metrology, SOA, Shanghai 201306, China)

Abstract Marine monitoring and forecasting is an effective means of recognizing, studying, and mastering the changing regulations of the marine environment and providing real-time material for marine forecasting. The observational data of hydrological and meteorological elements gained by forecasting system can reflect the basis of hydrometeorological conditions, also it plays an important role in disaster prevention and reduction. On one hand the presentation for the system research significance and the current situation of the development of the system to provide certain reference, on the other hand, the introduction of the system key technology for the design of low-cost, high performance, high reliability general-purpose ship forecasting equipment to provide a theoretical basis

Key words: marine monitoring and forecasting; hydrometeorological; high reliability

海洋的开发和利用一直是人们关注的焦点, 海洋约占地球面积的三分之二, 然而人类的开发活动至今却主要局限在占地球面积三分之一的陆地上。人类必须面向海洋扩大生存空间, 海洋可为人类提供生存物质和发展空间^[1]。海洋的开发和利用的前提是更好的观测海洋、了解海洋, 船舶海洋测报是全球天气监测网的重要组成部分, 是认识、研究、掌握海洋环境变化规律和海洋预报提供实时资料的有效手段, 是联合国气象组织规定各海洋国家应尽的一项国际义务^[2]。

船舶海洋系统研究对系统结构功能简介, 研究工作的重要性及必要性, 系统国内外发展背景及现状分析, 北斗卫星远程通信及冗余备份等关键技术展开阐述, 为开展设计低成本、高性能、高可靠性通用型船舶

海洋测报设备的研究提供参考和理论依据。

1 船舶海洋测报系统简介

GB/T 17838-1999《船舶海洋水文气象辅助测报(简称船舶海洋测报)规范》中规定船舶海洋测量的参数分气象项目和水文项目两种: 气象项目要求观测海面有效能见度、云、天气现象、风、气压、空气温度和湿度等; 水文项目要求观测海浪、表层海水温度、表层海水盐度、海发光和铅直海水温度等^[3]。

船舶海洋测报系统主要用于测量风速、风向、气温、湿度、气压等水文气象要素^[4], 能够自动测量、显示、存储并发送各种水文气象要素数据以及船舶定位、船速、船向、观测时间等辅助数据, 系统提供无线传输设

收稿日期: 2012-05-09

基金项目: 海洋公益性行业科研专项经费项目(项目编号: 20100500106)

作者简介: 赵 闪(1986—), 男, 湖北襄阳人, 博士研究生, 主要研究方向: 水声信号处理研究等; 余华兵(1975—), 男, 湖北黄冈人, 副研究员, 博士, 主要研究方向: 水声物理, 水声信号处理研究等。

备与图形化监控平台实现人机交互,测量数据可以通过海事卫星、北斗卫星通信系统实现远程通信,供船舶及其它设备共享,系统设计框图如图 1 所示:

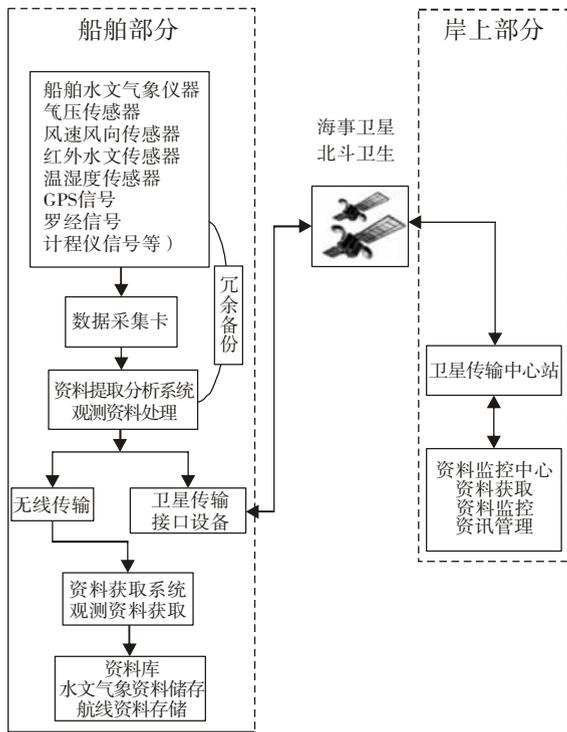


图 1 船舶海洋测报系统框图

船舶测报系统主要安装于各种在海上航行的船舶,进行水文气象资料的自动观测和其它天气情况的人工观测资料存储、传输,也可用于海上石油平台及海洋陆地监测站(岸上部分)作为气象水文观测仪器使用,由安装测报系统的船舶所组成的海洋水文气象实时观测网,能够为大部分海域提供实时准确的观测资料和海洋水文气象预报。

2 船舶海洋测报系统研究意义

船舶测报所获取的海洋水文气象要素的观测等资料能反应出测报船只所在海域的水文气象的基本状况,为研究防灾减灾起到极其重要的作用,全世界每天有数万艘运输船舶及渔船航行在海上,遍及各个角落^[5]。测报船舶发回的海上水文气象要素资料对实时天气和海况预报,提高预报准确率起到重要作用,尤其是在对灾害性天气预报时,更显其特殊意义。

2.1 船舶海洋测报系统研究工作重要性

海洋是人类维持生存繁衍和社会实现可持续发展的重要基地,开发海洋、发展海洋经济是整个人类生存和社会发展极为现实的必由之路。海洋灾害如风暴潮^[6]、巨浪、海冰、赤潮、海雾、海平面上升、海水污染等对人类的生存和发展造成了严重的威胁,提高海洋

灾害的预防能力,是减轻海洋灾害损失的重要措施之一。

据 2000 年 2 月 1 日开始实施的《船舶海洋水文气象辅助测报规范》,船舶测报包括海洋水文、气象要素的观测和以后的资料处理,所获得的资料能反映出测报船只在海域的水文气象基本状况。由此可见,船舶海洋测报是海洋环境监测系统中不可缺少的一部分。船舶海洋测报系统应用层面广泛,一方面实时监测海洋环境,发布海洋水文信息,为海岸灾害防治及预警提供依据,另一方面为海岸地区的开发经营、渔业养殖与捕捞、灾害防治、海岸保育、休闲游憩、航海运输、港湾设计等皆需要长期近海水文数据的工程提供设计依据,而且能够为防救灾抢险及海上活动决策参考。

国家“十二·五”海洋工作指出应科学合理开发利用海洋资源和保护海洋生态环境,认识海洋对海洋流、浪、潮、风、温、盐等物理要素进行连续的、长期的观测,获取和掌握认识海洋最基础和最新的资料,在此基础上进行分析处理和加工,才能为开发利用海洋提供有价值的服务产品。安装在海洋观测船上的船舶海洋测报系统不仅是履行海洋测报职能、开展海洋预报所需要的,而且也是保障渔业生产等海上作业安全所需要的。由包括商船、交通船、渔船及其他从事海上活动的船舶组成的海洋测报船是国家海洋局用来获取近岸、中远海和远洋航线上的海洋观测资料的重要来源^[7]。面对海洋生态环境、异常海况观测等近海水文领域中涌现的新课题,船舶海洋测报系统工作将进一步开发近海水文观测的社会应用价值,发展更加完善的海岸防灾及预警系统,使近海水文和海洋研究惠及于民。

2.2 船舶海洋测报系统研究工作必要性

船舶海洋测报作为国际义务性工作,其资料应用于各国海域预报,世界各国都把未来发展的希望寄托在海洋上,越来越多的国家把合理有序地开发利用海洋资源和能源,保护海洋环境作为求生存、求发展的基本国策。海洋的开发和利用的前提是更好的观测海洋、了解海洋。海洋观测不仅服务海洋作业、海洋商业等产业,更是具有其重要的战略意义。1992 年“联合国环境与发展大会”通过的《21 世纪议程》将海洋资源的可持续开发与海洋环境保护作为重要的行动领域之一,引起了全世界的重视,加强近海海域的测报是世界各国保证海洋经济可持续发展刻不容缓的任务。

鉴于近来海岸游憩事业蓬勃发展,海岸地区不断开发利用,应积极规划近海灾害预警系统,为海洋局、中央气象局、农业局、水利局等单位提供作为灾害预警、海难救援等决策的参考。气象局的观测以海象预报

及航海安全为主要考虑,主要依靠浮标等方式预警,无法满足海岸防灾御潮以及相关工程规划及设计的需求,水利部门的传统水文观测主要以地面水及地下水之监测为主,较不重视近海水文部份,目前尚无作业化的近海防灾预警系统可作为救灾抢险的依据,经常丧失抢救时机,甚为可惜,反观国内陆上的防灾系统,如消防、洪水的预警已经可以作业化,足以见得近海灾害预警系统建置的必要性。船舶海洋测报的水文监测^[8]是各项水资源问题研究、灾害防治、水利工程规划及设计最为重要的凭证,长期海洋水文资料为海岸灾害防治、近海地区持续利用的依据,即时水文监测为防灾抢险及海上活动决策重要参考。

此外,世界上因风暴、海雾等恶劣天气原因的影响,每年遇难沉没的大型船舶超过十艘,损失相当惨重。海难事故频繁发生,不仅造成生命财产损失,还导致海洋环境污染,引起各国严重不安。随着气象现代化的迅速发展,船舶海洋测报技术成为减轻灾害的措施备受重视,船舶海洋测报系统工作的开展不仅能够将客观、定量、准确的气象和海况预报用于近海海域,保证航行安全,节省航行时间,提高经济效益,而且可以利用船舶海洋测报资料供日后海洋科学工作者研究防灾减灾也起到极其重要的作用,避免海难事故的发生。做好及时可靠的海洋测报工作,有助于保护人民生产和财产的安全,为预报和减轻海洋灾害赢得时间,对中国充分发挥作为联合国气象组织成员国作用具有积极推动意义。

3 船舶海洋测报系统发展分析

世界气象组织(WMO)以及联合国教科文组织(UNESCO)下的海气象联合技术委员会(JCOMM)负责推动国际海洋气象现场观测工作,WMO规定各国海洋国家的船舶有条件的尽可能开展水文气象辅助观测和发报。当前世界上对海洋开发高度重视,各种国际组织强烈呼吁各国要重视海洋生存空间,测报获取的海洋资料是发展海洋事业的一个重要基础,它是海洋科学研究、开发、利用、环境保护、环境预报和科学管理的必要依据,搞好船舶海洋测报对本国及世界人类都有好处,特别是发达的沿海国家更是十分珍惜船舶测报资料。

3.1 船舶海洋测报系统国内外发展背景

船舶海洋测报作为联合国气象组织规定各海洋国家应尽的一项国际义务,在国外得到迅速发展,许多先进国家都积极推动海洋气象观测系统的现代化,基本形成了完备的自动化现代气象观测系统。上世纪 80 年

代初到 90 年代初,国外开始将海洋气象自动测报仪安装在出行的商业船只上,以动态获取周边沿海区域的海洋气候特征,获得了良好的监测效果,从此海洋观测由定点观测变为动点观测。世界气象组织所选用的志愿船必须配备有 PC 系列计算机、气象观测系统以及 GOES 或 Inmarsat-C 卫星系统;美国海洋及大气局对志愿船的观测系统主要是采取提供相应软件、直接利用船上原有设备的管理手段,其志愿船主要在一天分四个时段向岸站传送实时的气象观测数据,其中部分志愿船使用抛弃式深海温度测量计测量表层下的水温;在美国、日本等国家,船舶测报仪作为海洋环境立体监测的一个重要环节,无论在仪器的数量上还是在仪器性能上都具有强大的优势,提供了宝贵的海洋气象资料数据。

中国船舶测报工作时从 1973 年开始的,由海上交通运输、渔业、海洋局和气象局等部门共同承担的一项业务工作,国家海洋局负责组织管理。国家海洋局先后在大连、天津、青岛、上海和广州成立船舶测报管理站,30 多年来,船舶测报国家的海洋事业、工农渔业生产做出了较大贡献。中国志愿船自动测报仪的发展是从 2000 年以后才开始的,其前身是海洋船舶气象仪,船舶测报仪的发展一直紧追国外先进水平,尽可能的缩小与发达国家间的差距。在引入了国外的动态观测理念之后,我国开始把这种自动观测气象仪以自愿的形式安装在商业船只或民用渔船上,遂改名为志愿船自动测报仪。特别是在中国加入 WTO 以后,国际上规定了每个成员国中志愿船不得少于规定的数量,加快了志愿船自动测报仪的发展。

3.2 船舶海洋测报系统研究产品分析

国内目前具有自主知识产权的志愿船自动测报仪的研发成功,不仅为国家海洋气象监测做出了突出的贡献,而且为国家节省了大量用来购入国外设备的资金。

国家海洋技术中心研制的 CZY1 型海洋监测站自动监测系统^[9],适用于海岸、海岛海洋站和海上油气平台对海洋水文气象进行长期、自动、连续监测。测量参数包括风速、风向、气温、气压、相对湿度、降水量、能见度、表层水温、表层盐度、潮汐、波高、波周期、波向等。系统由气象子系统、水文子系统、波浪子系统和数据接收处理机四个部分组成,可根据实际需要灵活配置,各子系统可通过专线、电话、CDMA、GPRS、超短波与数据接收处理机通信。

山东省科学院海洋仪器仪表研究所 XZC2-2 系列数字气象仪^[10],主要用来测量瞬时风速、瞬时风向、真风速、真风向、空气温度、相对湿度及大气压力等,被广

泛的用于船舶、海洋平台、海岛、机场、地面台站等,也配有 VDR、GPS 等接口。仪器使用时可以根据自己的要求,选择需要的传感器及其接口,自主配置最适合自己的设备,所用螺旋桨式无触点测风传感器可以用来测量船舶的航行的真风速、真风向,测量的数据可以通过微处理器处理后用数字显示出来。

南京丹杰科技有限公司 DJH-1 型海洋水文气象自动观测系统^[1],能够准确监测海洋水文气象要素,测量主要包括潮位、雨量、湿度、水温、盐度、气温、气压、风速、风向、电压等,通过 GSM、GPRS、CDMA、卫星通信,可靠、准确、即时、安全及时向海洋环境监测中心站、海区预报中心、信息中心、国家海洋预报、信息等部门无线传输海洋环境实时和非实时信息,充分发挥海洋环境观测数据的效应。

经过多年的实际应用,国内船舶海洋测报设备基本完成了海上观测任务,为国家提供了宝贵、详尽的海洋气象观测数据资料。不过在应用过程中,现有的国产志愿船自动测报仪也暴露了一些问题,比如与国外产品相比仪器运行功耗明显太大、体积大安装不便、系统运行不太稳定^[1]、数据 GPS 失灵,传输不稳定,严重存在备用、冗余等问题。

4 系统研究展望及关键技术

为了满足自动化船舶测报需求,提高海洋要素观测效率,设计通用型的船舶海洋测报设备适用于船舶海上和岸上平台,进而实现与其他设备共享显得尤为重要。船舶测报随着《海洋观测预报管理条例》的执行,一系列制度规范将陆续出台,志愿船发展潜力巨大。船舶海洋测报系统测量数据应具备实时输出供船舶其他设备共享,船舱内外采用无线传输使得传输数据高比例压缩,从而节约通讯费用,此外应提供海事卫星、北斗卫星通讯接口及网络接口,以实现数据上传及为更多终端提供数据共享,系统船舶部分和岸上部分的双向数据交换、控制,采用冗余备份技术,配套岸站软件,能够便于实现远程双向通信及高效、可靠的数据接收及数据库管理。

4.1 北斗卫星远程双向通信技术

海事卫星是用于海上和陆地间无线电联络的通信卫星,是集全球海上常规通讯、遇险与安全通讯、特殊与战备通讯于一体的实用性产物,其通信系统由海事卫星、地面站、终端组成,目前远洋志愿船主要靠 Inmarsat-C 来传输。北斗卫星是一个提供全中国范围内的卫星定位系统,2011 年底,北斗导航系统开始试运行,这颗“北斗星”是由 10 颗北斗导航卫星组成,在

2007 年到 2011 年底陆续发射完毕。目前,北斗系统试运行服务大体范围在东至日本、西至印度东部、南到澳大利亚、北至蒙古国的区域内。北斗卫星系统由三个主要部分组成:空间卫星、地面站及民用控制中心和用户终端。在川西北通信信号遮蔽干扰严重的复杂环境中,美国的 GPS 只能显示终端位置信息而无通信功能,而卫星移动电话虽可实现语音通信,但不具备定位导航功能,北斗卫星导航系统同时具备空间定位、时间基准授时和短报文通信功能。

北斗卫星系统具有点对点双向数据传输方式,其采用数据报告方式,以数据包的形式传输,一次发送共有 210 个字节,一般用户一次最多可发送 110bytes 信息。测站终端发送采用码分多址直接扩频序列调制,扩频伪码采用周期伪随机序列,发送频率为 L 波段^[2],通过卫星转换为 C 波段由地面站接收,由中心站处理后发到卫星,再经卫星转换为 S 波段由测站终端或指挥型终端接收,完成一次点对点的通信,如果用户系统的主站采用指挥型终端则回执可一次在全部波束上发送,用户系统的所有测站可以同时收到主站的回执,继而实现远程双向通信。

4.2 冗余备份技术

船舶测报系统可靠性设计在重要的主仪器、风传感器和温湿度传感器的电路部分进行三防处理,传感器在防水、防腐、抗震等方面均可采取一些有效的解决方法,在系统硬件电路的设计上,对关键部分的电路采用冗余设计,软件设计有容错处理,数字滤波及指令冗余和软件陷阱,以提高系统的抗干扰能力,使整机系统能够适应海上恶劣环境条件的要求及长期可靠地工作。

系统的船舶部分、岸上部分依靠现有海事卫星及北斗卫星通信系统实现远程双向通信,岸上部分信号通信、船舶部分具有远距离通信,完成对温湿度的实时监控,基于双通道收发换能器的信号传输,且系统具有 100%冗余备份,有效完成数据的存储及处理。系统采用了两套功能相同、方法类似的通信及测报设备,会给系统带来更高的可靠性,两套设备拥有独立的电子设备、温湿度传感器、电源、带冗余的接口电缆,冗余备份等技术措施的采用保证了测报系统设备的高可靠性。

5 结语

船舶海洋测报系统的发展方向正朝着低功耗、小型化、高集成度、智能化、高可靠性的方向发展,而且将逐步实现观测自动化。船舶海洋测报系统研究结合系统简介,研究的意义,系统发展背景(下转第 15 页)

义选择的中心点可能不一样。

在现实生活中，网络中的各顶点要求服务的数量可能不尽相同。每个居民区到学校就读的学生数不一样，可能多可能少。这样中心选择问题就得重新考虑，应将到校就读的学生数这个因素考虑在内，这里我们将各居民区的学生数作为图中顶点的权。

设图中顶点 V_i 的权值为 W_i ，记 $h(V_i) = \sum_{j=1}^7 \{w_j d_{ij}\}$ ($i=1, 2, 3, \dots, n$)

如果 $h(V_m) = \min \{h(V_i)\}$ ，则称 V_m 为网络中的中心。

在上面学校选址的例子中设 7 个居民区到校就读的学生数分别为 30、35、40、25、20、45 和 60 人，求解建校的 中心点。在表 1 中已求出 d_{ij} ，根据各点的权值(学生数)，计算各点的 $h(V_i)$ ，见表 2：

表 2 考虑学生数后求得的 $h(V_i)$

从 V_i 到 V_j	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	V_6	V_7	$h(V_i) = \sum_{j=1}^7 \{w_j d_{ij}\}$
V_1	0	105	160	125	140	360	600	1490
V_2	90	0	120	50	80	225	420	985
V_3	120	105	0	125	100	270	480	1110
V_4	150	70	200	0	40	135	300	895
V_5	210	140	200	50	0	45	180	825(min)
V_6	240	175	240	75	20	0	120	870
V_7	300	245	320	125	60	90	0	1140

(上接第 4 页)

和现状分析，系统关键技术等内容展开，旨在为后续开展船舶海洋测报工作和设计低成本、高性能、高可靠性通用型船舶海洋测报设备的研究提供一定的参考，为及时研究、掌握海洋环境变化和气象预报工作的开展提供可用资料。

参考文献：

[1] 李扬. 基于 ARM 和嵌入式 Linux 的志愿船自动测报仪的设计与开发[M]. 青岛:中国海洋大学, 2008.

[2] 陈达森. 论海洋船舶测报工作的重要性[J]. 辽宁行政学院学报, 2006(6): 223- 224.

[3] GB/T 17838- 1999. 船舶海洋水文气象辅助测报规范[S]. 北京:中国标准出版社, 1999.

[4] 王文涛, 姜锦英. 船舶气象仪[J]. 海洋技术, 2001(6): 38.

[5] 船舶海洋水文气象辅助测报 [EB/OL]. [2009- 08- 11]. [http://baike.](http://baike.baidu.com/view/2714895.htm)

从表 2 中可知 $h(V_5)$ 为 825，是所有的 $h(V_i)$ 中最小的，故应选 V_5 居民区为建校的 中心点为最佳。

从以上分析可知中心选址问题考虑的因素不同，所选的中心点也就不同，所以在实际生活中，应根据实际问题具体分析中心点的求解方法。

3 结束语

最短路径问题在现实生活中的应用非常广泛，不仅可应用在中心选址问题上，还可以用来解决线路铺设、设备更新、厂区布局等实际问题，用此方法可得到最佳的布线路径，达到省力、省时和省料的效果。

参考文献：

[1] 肖宏启. 数据结构(C 语言版)[M]. 电子工业出版社, 2010.

[2] 王晓东. 算法设计与分析[M]. 清华大学出版社, 2003.

[3] 严蔚敏, 吴伟民. 数据结构[M]. 清华大学出版社, 1995.

[4] 徐绪松. 数据结构与算法导论[M]. 电子工业出版社, 1999.

[5] 张敬儒, 杨德志. Floyd 最短路径算法在社区医院选址中的应用[J]. 科技信息, 2008(15): 417- 486.

baidu.com/view/2714895.htm.

[6] 周扬, 蒋永国, 朱洪海, 等. WXT520 在志愿船自动测报系统中的应用[J]. 气象, 2011(12): 78- 79.

[7] 朱洪海. 智能式走航海洋监测系统[M]. 青岛:中国海洋大学, 2005.

[8] 刘晓华. 水情自动测报系统研究与应用[M]. 西安:西安电子科技大学, 2005.

[9] 岸站 / 船舶水文气象观测设备及传感器 [EB/OL]. [2009- 08- 12]. <http://www.notc.gov.cn/viewpage.jsp?dataid=41>.

[10] XZC2- 2 系列数字气象仪 [EB/OL]. [2006]. <http://www.sdoi.com/pshow.aspx?id=80>.

[11] 海洋水文气象自动监测系统 [EB/OL]. [2007- 09- 11]. <http://www.danjie.com/admin/View.asp?id=114>.

[12] 刘尧成, 华小军, 韩友平. 北斗卫星通信在水文测报数据传输中的应用[J]. 人民长江, 2007(10): 120- 121.