

国外综合船桥系统研究与发展

刘 强¹⁾ 邱太琪²⁾ 许江宁¹⁾

(海军工程大学导航工程系¹⁾ 武汉 430033) (海军 902 厂²⁾ 上海 200083)

摘 要 综合船桥系统(IBS)是在组合导航系统(INS)基础上发展起来的一种船舶自动航行系统,是船舶自动化的重要组成部分。综合船桥系统的主要使命是实现船舶高度自动化,提高航行的安全性、经济性和有效性。回顾 IBS 的产生背景,分析其功能结构,阐述 IBS 的研究现状,探讨 IBS 的发展前景。

关键词 综合船桥;电子海图;组合导航;智能船桥

中图分类号 U675.73

1 概述

早期的航海导航以航海人员为中心,导航设备种类少、功能单一且缺乏统一合理的布置和有机的结合,不但没减少事故,由于信息太多且分散、人工处理能力有限,极易出错,反而增加了事故发生的可能性。随着航运业的发展,人们逐渐认识到船舶安全高效航行、航行自动化的重要性。另一方面,计算机、自动控制、多信息融合、网络传输、人工智能等技术的发展及其在船舶中的运用以及各种现代电子航海仪器设备的不断发展和成熟,为船桥系统的综合化和船舶导航自动化提供了强大的技术支持,从而推动了综合船桥系统的出现。

IBS 是继 INS 之后发展起来的一种新型的海上自动航行系统。它与 INS 的不同之处在于 IBS 将船舶作为控制对象,是船舶导航自动化的一个重要组成部分。IBS 采用系统设计的方法,将船舶上的各种导航设备(如罗经、计程仪、GPS、惯导等)、避碰雷达、电子海图、操舵仪等有机地结合起来,为驾驶人员提供了更高精度的导航信息,并在此基础上实现了船舶航行管理、航行计划、船舶自动识别、轮机监控、自动监测和报警等功能,实现了船舶航行的自动化,提高了航行的安全性、经济性,在船舶行业得到普遍认可并得到广泛应用,是 21 世纪船舶导航的主要发展技术之一。

2 IBS 的研究现状

初期的综合船桥以数字化为基础,曾经在一段时间内称为数据桥(Data Bridge)。最早用于舰上的数据桥系统是挪威 Norcontrol 公司的 DB 型数据桥和美国 IBM 公司的 IBM 型数据桥。经过近 40 年的发展,世界上先进国家的船用电子设备生产厂商都纷纷推出了自己的 IBS,现在已经发展到第 4 代。IBS 被广泛装备于民船,在军用舰艇上也越来越受到重视。国内不少单位从上世纪 80 年代以来,紧跟国外的先进技术,在 IBS 相关领域展开了广泛研究,也取得了一定的研究成果。

2.1 现阶段 IBS 的基本组成

目前 IBS 已发展成集导航、控制、显示、监视、管理和通信等功能于一体的综合船舶航行、控制系统,主要由以下几部分组成:

(1)电子海图显示与信息系统(Electronic Chart Display and Information System - ECDIS)

ECDIS 通过电子海图及导航传感器的定位信息帮助航海人员进行航线规划和航线监测,还可以按照航海人员的需要显示其它相关航行信息。典型 ECDIS 的构成如图 1 所示。

实际上,ECDIS 是在专用计算机的控制下,集中处理海图数据以及从 GPS、Glonass、劳兰 - C、避碰雷达等获得的导航信息和船舶运动参数,实时显

• 收稿日期:2006 年 8 月 9 日,修回日期:2006 年 9 月 14 日

基金项目:海军工程大学基金项目(编号:HGDJJ06021)资助

作者简介:刘强,男,助教,主要研究方向:惯性技术及其应用、组合导航技术与信息融合。

示航海信息。它可显示海区情况、提供航海资料、自动进行海图作业、辅助航海人员拟定航线、进行航路监测、危险情况自动告警等。

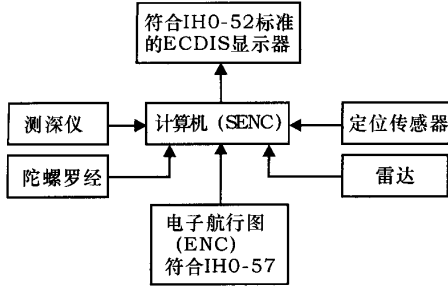


图 1 典型 ECDIS 的组成

目前,基于 ECDIS 的 IBS 发展迅猛,特别是国际海事组织(IMO)第 19 届大会通过了 ECDIS 的执行标准,使得标准的 ECDIS 成为纸海图的合法等价物,使得 ECDIS 的应用更加广泛。国内对 ECDIS 亦展开了 10 余年的研究,主要由国防科工委和交通部下属的有关院校和研究所承担,如哈船院和上海海事大学航科所等研制出了具有自主知识产权的 ECDIS,但与国外先进产品仍然存在差距。

(2)船舶自动识别系统(Automated Identification System - AIS)

船舶自动识别系统是一种新型的辅助航行系统。目前 AIS 已发展成通用自动识别系统(Universal AIS)。AIS 的能够自动向装备 AIS 设备的海岸电台、其它船舶及航空器提供相关信息,包括国籍、船型、位置、航向、航速、航行状态及其它相关的安全信息,能自动接收配备该系统的船舶发出的上述信息,监视和跟踪这些船舶并能与岸基电台进行数据交换。

(3)自动雷达标绘辅助系统(Automated Radar Plotting Aid - ARPA)

ARPA 自动获得和追踪避碰点,给观察人员提供准确和实时的避碰信息。ARPA 主要包括以下功能:避碰点自动探测、滤波跟踪、参数计算、碰危判断、避碰路线、速度和 CPA 自动计算、雷达叠层图、航向操纵等。

另外 IBS 还包括数字通讯子系统、操纵与控制子系统、光电一体化系统、航行数据记录仪等部分。

2.2 国外典型船桥系统

(1)英国船商公司 Transas 的 Navi - Bridge 3000

英国船商公司在 2002 年德国国际海事技术展览会(SMM'2002)上展出了其最新的导航系统 - Navi - Bridge 3000 型 IBS,此系统的问世引起了国际海运界的广泛关注。

Navi - Bridge 3000 综合船桥系统(如图 2 所示)实现了 Navi - Sailor、Navi - Radar、Navi - Conning 等三种设备的一体化,采用标准的工业 PC 机和船桥局域网,为驾驶员提供了一套完整、统一的综合导航环境,同时也为 IBS 的灵活配置提供了多种选择,如独立单元系统适用于小型工作船,三单元系统适用于大中型船舶,五单元系统适用于 SOLAS 船舶。

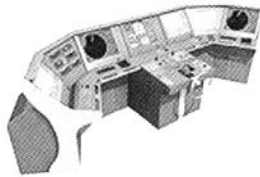


图 2 Navi - Bridge 3000 IBS

船商公司的 Navi - Bridge 3000 综合船桥系统提供用于直接与 AIS、VDR 和 GPS/DGPS 等导航系统进行实时通讯的接口,尤其是电子海图系统(Navi - Sailor)作为 AIS 的高级显示单元,为提高船舶航行安全提供了有效的信息支援。

(2)日本无线电公司的 JRC 综合船桥系统

日本 JRC 公司近年来新品不断,2002 年推出的 IBS 由高性能雷达、ARPA、ECDIS、航行计划工作站、综合无线电通信系统以及 DGPS/GPS、陀螺罗经、计程仪、自动舵、机舱监控系统、海图数字化仪等设备组成,具有极佳的航行安全性和经济性。主要具有以下功能:航行计划的编制功能;具有 ARPA 与 ECDIS 的叠加显示功能;多重备份,提高系统可靠性;增加夜视系统;特别是综合无线电通信系统组合到 IBS 上后,使一人桥系统(One Man Bridge)更加完善。

(3)日本古野电气公司的 Voyager 型 IBS

日本古野公司最新推出的 VOYAGER 型 IBS 以高安全性、高性能、高可靠性和低成本为设计原则。这些设计原则符合 IEC、IMO 和各船级社的有关标准和要求,并取得了 DNV 一人桥要求 WI 的型式认可。由于采用了模块化设计、标准控制台和灵活方便的安装形式,这种 IBS 能适合各类船桥使用。Voyager 一人桥主要由定位计算模块、ARPA 雷达模块、电子海图模块、航线计划模块、航行管理模块、通信模块、自动驾驶模块、主机和推进系统控制模块等组成。

(4)德国 RAYTHEON 公司的 Bridge Controll 型 IBS

此型 IBS 依照单人驾驶的最新标准进行了“革命性”的设计:驾驶员一直处于视野无阻的中心工作位置,能方便地获得罗经指向、航速、舵角、避碰雷达及电子海图等信息。由于引入了先进的统一

操作概念,从罗经到雷达、电子海图、手动舵和自动舵,所有设备单元都采用统一的键钮、显示及视窗菜单。信息综合显示器上的图像简易明了,可显示出轨迹偏离航向、转向速率、向前速度、向侧速度、舵角、水深、航向、风速、风向、水流流速等。该系统还具有全面的报警功能,所有的系统功能和各单元的操作是否正常都在监控范围内。如航向偏离、轨迹偏离、危险物标、浅滩、航标、航路点等。

为了提高系统的安全性,所有重要部件,如雷达、陀螺罗经、DGPS、自动舵和电子海图等都是双套配置,可自动切换,提高了系统的可靠性。目前该公司正在研制新一代具有更低价格、更好人机环境设计、更易维护、更高集成度和可靠性的IBS系统。

通过对上述几个厂家的IBS的简要介绍,可以看出,IBS无论从功能上还是从其提供的安全、经济、可靠的性能上都具有比综合导航系统具有更大的优越性和竞争力。

2.3 现阶段IBS研究的内容

随着计算机技术的发展和控制理论、信号处理等技术的进一步应用,综合船桥的功能不断增强,自动化程度越来越高,在提高舰船航行安全性、经济性等方面效果显著,这也是IBS在军船上广泛应用的原因所在。因此,IBS在国内外得到了广泛而深入的研究,其中主要包括以下几方面:

(1)数据通信技术研究

随着计算机技术的应用,使得IBS综合的设备越来越多得,这些设备之间要不断地进行数据交换,信息的传输路径和方法尤为重要。90年代初,IBS采用了计算机通信网络技术,解决了IBS内部的数据通信问题。目前主要有局域网(LAN)和利用舰船电子设备的现有接口设备两种方式。由于网络技术先进,使用方便,是目前的主要研究方向。日本推出了LAN局域网,它是一种令牌式高速数据传输环形网络,所有设备仪表通过该网络接口单元(NIU)接到环形网络上。该网络在IBS中,不仅解决了IBS内部设备/子系统之间的数据通信,而且使得IBS增减或更换设备仪表十分简便。网络化是未来舰艇的发展方向,网络的高速、安全保密和抗干扰等还需要进一步完善。

(2)状态监测研究

船舶在大海中航行,为了使其航行安全有效,必须对船舶的航行环境和工作状态进行严密的监视,且随着船舶自动化程度的提高,对监视功能的要求也就越高。为此,IBS上安装有各种监视设备和显示仪表。

状态监测主要包括海上多目标、海上运动目标、气象、海况和船体状态等监测。其中气象、海况监测的数据包含风向、风速、水温、气温、海流及潮流的有关参数等。采用的设备包括风向、风速仪,水温、气温传感器,海流计及雷达等。为了预报未来的气象、海况,还必须由通信系统从地面气象中心获得大范围内的气象、海况数据,如波浪预报图、天气图等。该子系统硬件设备存在的问题是如何改进现有的设备以满足自动化航行对这些设备的高自动化、高可靠性的要求。

(3)最佳航线设计研究

包括航线计算、最佳航行规划设计两大内容。航线计算包括大圆航法、混合航法、平面航法、墨卡托航法及航迹推算等计算程序。最佳航行计划设计是指根据气象、海况等自然条件、船体状态、舰船运动特性、主机性能等,并基于一定的评价标准,决定舰船航行的最佳航行计划,并自动执行这计划。最佳航行计划既包括所确定的最佳航线,也包括航行于这一航线的最佳航行方法。评价最佳航线的参数有航行时间、燃油消耗及货损、船损等。航行方法主要是指航线上舰船航行航法、最佳航速、偏航时的归航方法。最佳航行计划设计一般包括大海域、小海域和局部海域最佳航行计划设计。该子系统的研究关键在于算法研究。

(4)多信息融合技术研究

提供IBS信息来源的设备众多,这些设备提供的信息多样,之间有的还有重复。如只简单地将这些设备提供的信息罗列显示给操船人员,必将造成“信息过载”,从而影响操船人员做出正确判断,因此必须采用现代信息融合技术,如无色卡尔曼滤波(UKF)、小波分析、模糊神经网络、人工智能等技术对多类信息进行最优估计、综合,提高舰船的航行精度和危险状况下航海人员的反应时间,保障舰艇在各种海况下地自动航行。

(5)航行专家系统研究

随着计算机技术的发展,利用人工智能的航行专家系统在IBS中有着广阔的应用前景。航行智能专家系统是一种基于知识库的实时决策支持系统,通过评估舰船航行态势、环境威胁等提供智能决策。根据区域内舰船、障碍物以及本船导航信息、附近海域地理、水文信息等,运用运筹学和信息融合技术,借助计算机的快速处理和智能学习软件,自动作出航行方案,辅助操船人员作出正确决策,并对潜在的危险(避碰、搁浅)等进行报警。随着航行设备精度与可靠性的提高以及专家系统理

论与技术的日臻成熟,航行专家系统将成为 IBS 的重要组成部分。目前,针对航行专家系统研究较多的是导航专家系统和避碰专家系统等。

(6)航行综合控制研究

舰船控制设备中航行综合控制是其关键组成部分之一。在 IBS 中,导航设备和其它设备提供导航以及与之相关的信息,船员或者自动导航系统根据这些信息做出相应的动作。目前针对航行综合控制的研究,主要集中在应用专家系统、模糊逻辑和神经网络等先进技术在航姿智能控制、鳍舵联合控制、船舶操纵的最优控制等方面展开。

3 IBS 的发展趋势

经过近 40 年的发展,IBS 已经解决了各个子系统的标准制定问题。现代计算机技术、现代控制理论、多信息融合技术、人工智能技术、模式识别技术、数据库管理技术等被越来越多的应用到 IBS 中。如何以最少的人力、最低的燃料消耗,实现船舶的高度自动化航行,提高航行的安全性、经济性和有效性,仍然是今后努力发展的方向。目前,国内外正积极发展“智能化船”,IBS 将在其中扮演重要角色。IBS 在未来将发展成无人值守的智能船桥系统(Intelligent Bridge System),智能船桥系统提供真正意义下的融合后信息,信息源自舰船自身的各类传感器以及岸上、卫星、海上的各种设备及目标。智能舰桥系统的模块化、便携化使之能够方便、快捷的应用到任何平台上。

智能船桥将主要具有以下几个主要特点:

- ECDIS 实现功能一体化。ECDIS 将 AIS、雷达避碰系统、无线电通信系统、光电一体化系统等组合起来,形成一个统一的整体。该系统采集各种导航数据、雷达的海上目标信息、测深仪的海底情况信息、气象仪的信息等,结合电子海图背景,实现船舶自身和周围海况的动态监测,从而实现海上的安全航行。

- 具有航行专家系统功能。依靠人工智能、神经网络、模式识别、数据库等技术,实现船舶的智能导航、智能航路监测、自动操舵、智能决策和自动规避。综合状态平台等。

- 使用标准化、模块化、通用化的硬件设备,降低 IBS 的硬件成本,提高可靠性和可维修性。

- 利用全舰光纤局域网,实现 IBS 网络一体化,并最终构成岸舰一体化网络平台。

4 结束语

新一代的智能船桥系统是整个船舶自动化的核心,它将不断完善系统功能,更加重视信息的集成而不是设备的集成,并进一步朝着舰船全自动化无人驾驶和智能化的方向发展,最终实现从码头到码头的全自动化航行。

我国在这方面的研究工作已有十几年,很多单项成果已得到应用,有的已接近国际先进水平。只要继续紧密关注,积极跟踪国外先进技术,集中国内航海界的科研优势力量,统筹规划,针对智能船桥系统的关键技术进行集体攻关,定能实现我国在智能船桥系统方面的突破。

参考文献

- [1] 周永余. 舰艇综合导航系统[M]. 武汉:海军工程学院,1998:231~233
- [2] 王大珩. 现代仪器仪表技术与设计[M]. 北京:科学出版社,2003:2758~2777
- [3] 齐国清,贾欣乐. 船舶组合导航系统[J]. 大连海事大学学报,1999,24(1):35~40
- [4] 应士君,潘杰. 基于电子海图的综合船桥系统[J]. 上海海运学院学报,1999,20(2):42~47
- [5] 曾庆军,周耀庭. 综合舰桥系统研究综述[J]. 中国导航,2000,(1):28~37
- [6] Lee Alexander, Joseph F. Ryan, Michael J. Casey. Integrated Navigation System: Not a Sum of its Parts. Canadian Hydrographic Conference, Ottawa, 24-27 May 2004
- [7] Blagvest Chanev Belev. Information Capabilities of Integrated Bridge Systems [J]. The Journal of Navigation, 2004,57(1):0373~4633
- [8] Recommendation on Performance Standards for Integrated Bridge System (IBS), IMO Resolution MSC. 64 (67), Annex 1 [C]. International Maritime Organization, London, 1996