

# 国外潜艇指控系统的发展趋势及启示

陈义平

(江苏自动化研究所, 连云港 222006)

**摘要:** 简要分析了国外潜艇指控系统的发展历程, 总结了美、俄、法等发达国家潜艇指控系统的发展模式, 介绍了国外几型典型、先进的潜艇指控系统, 综合考虑国外不同发展模式的潜艇指控系统共性特点, 归纳了国外潜艇指控系统的技术发展趋势, 提出了国内潜艇指控系统的发展建议。

**关键词:** 潜艇; 指控系统; 发展趋势; 发展启示

**中图分类号:** U674.76

**文献标志码:** A

**文章编号:** 2096-4080 (2018) 05-0057-08

## Development Trend and Revelation of Foreign Submarine Command and Control System

CHEN Yiping

(Jiangsu Automation Research Institute, Lianyungang 222006, China)

**Abstract:** In this paper, an analysis for general development course is given, and the different development modes of American, Russian and French submarine Command and Control (C2) systems are summarized. And then, a brief introduction of foreign typical advanced submarine C2 systems is given. Considering common characteristic about foreign submarine C2 systems of different development modes, the technology development trends of foreign submarine C2 systems are summarized. The suggestions about domestic submarine C2 system are put forward.

**Key words:** Submarine; Command and control system; Development trend; Development revelation

### 0 引言

指控系统是根据分配的任务, 指挥员对所属部队实施作战指挥与控制所必需的设备、软件和人员的总称<sup>[1]</sup>。潜艇指控系统是潜艇作战指挥和武器控制系统的简称<sup>[2]</sup>, 承担着作战情报处理、辅助指挥决策和武器综合控制等重要使命, 是潜艇作战的情报中心、指挥中心、控制中心。作为潜艇作战系统的核心, 潜艇指控系统在作战过程中起着承前启后、协调全局的关键作用, 是指挥员把握战场态势、进行战术决策、综合控制软硬武器的关键部位。其功能、性能对于能否充分发挥潜艇传感器和武器能力、

减轻指挥员负担、缩短反应时间、圆满完成各种作战任务具有重要影响<sup>[2]</sup>。

国外潜艇指控系统经过几十年的发展, 具有较高的设计水平, 因此, 分析国外先进潜艇指控系统的发展趋势, 借鉴国外经验, 对进一步提高潜艇指控系统的发展具有重要意义。

### 1 国外潜艇指控系统的发展现状及趋势

#### 1.1 国外潜艇指控系统的发展历程

从世界范围来看, 潜艇指控系统一般是在潜艇火控系统的基础上发展起来的。自20世纪80年代

收稿日期: 2018-06-20; 修订日期: 2018-07-28

作者简介: 陈义平 (1978-), 男, 硕士, 高级工程师, 主要研究方向为潜艇作战指挥控制系统。

E-mail: dexchanply@163.com

起, 潜艇指控系统开始普遍装备于新研或现代化改造的潜艇, 典型系统有美国的 CCS MK1/MK2 (Combat Control System Mark1/2)、德国的 ISUS 83 (Integrated Sensor Underwater System 83)、俄罗斯的 MBY-110 $\Theta$  等<sup>[3]</sup>。这些系统虽然名称各异, 但内涵基本相同, 均已具备 C2 (Command and Control) 系统的主要特征并与当时潜艇的作战任务和配备的传感器、武器相适应。受计算机及通信接口技术限制, 大多信息处理能力有限, 系统升级比较困难。

随着潜艇新作战需求的出现、传感器和武器的发展、计算机和通信技术的进步, 自 20 世纪 90 年代起, 国外海军竞相发展先进的潜艇指控系统, 在功能和性能上有了较大的发展, 出现了以美国的 AN/BYG-1 作战控制系统、英国的 ACMS 作战管理系统 (Astute Combat Management System)、俄罗斯的 lity 综合自动化控制系统、德国的 ISUS 90 等为代表的典型系统<sup>[2-4]</sup>。这些系统尽管名称各异, 但内涵基本相同, 并在不同程度上具备了 C<sup>3</sup>I (Command Control Communication Intelligence) 系统的基本特征, 逐步采用开放式体系结构和商用货架产品 (Commercial-Off-The-Shelf, COTS) 技术, 提高了系统的灵活性、扩展性和适应性。

## 1.2 国外先进潜艇指控系统简介

分析国外潜艇指控系统发展历程, 大致可将其发展归纳为 3 种模式: 第一种模式以美国为代

表, 其特点是功能综合性较强, 涵盖情报、指挥、密码保密、武器控制、通信控制等功能, 指控系统与其他系统在物理上相互独立, 在信息上则充分共享, 可按需使用声纳等传感器的数据、特征乃至阵元域信号信息。第二种模式以法国为代表, 其指控系统与其他系统高度集成, 系统间没有清晰的物理界线, 显控和处理设备在不同的任务状态下可以归属于不同的系统, 资源共用特点明显。第三种模式以俄罗斯为代表, 指控系统实现了作战指挥、武器控制和潜艇操纵控制的高度综合, 但与声纳等传感器独立发展、耦合度较低, 指控系统对传感器信息的利用以数据信息为主。下面简介不同模式下的典型系统。

### (1) 美国“弗吉尼亚”级潜艇指控系统

“弗吉尼亚”级潜艇 C<sup>3</sup>I 系统是世界上综合化程度最高的潜艇作战系统, 它将全艇 4 类 23 个子系统/设备综合成一个全分布的处理系统, 如图 1 所示。AN/BYG-1 指控系统作为其 C<sup>3</sup>I 系统的两个核心子系统之一, 主要由艇长指挥桌、双人指挥工作台、指控显控台、数据处理机柜、巡航导弹控制机柜、情报处理机柜、武器发射控制机柜等组成<sup>[5]</sup>, 其主要功能包括传感器数据处理与早期威胁预警分析、传感器信息融合与目标识别、目标运动分析、软硬武器的预装定/发射和控制、对外通信和交互控制、综合防御与秘密监视等。

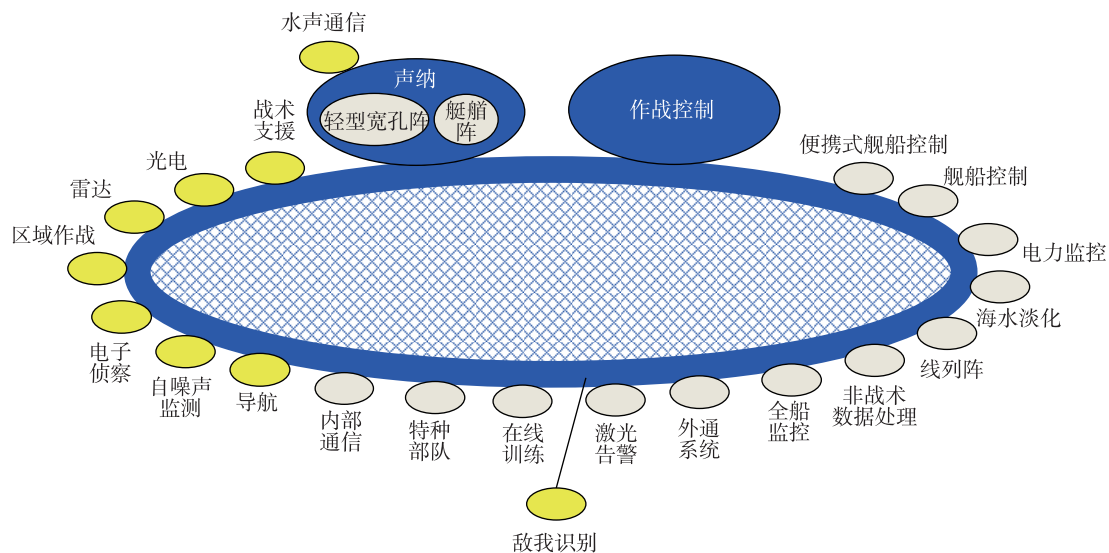


图 1 “弗吉尼亚”级潜艇 C<sup>3</sup>I 系统示意图

Fig. 1 Virginia-Class submarine C<sup>3</sup>I system

(2) 法国“鲉鱼”级潜艇指控系统

“鲉鱼”级潜艇 SUBTICS (Submarine Tactics Integration Combat System) 系统是欧洲最典型的潜艇作战系统, 设计基于先进的武器和传感器, 其模块化构造使得系统很容易被更新和改造, 因此被广泛应用于阿古斯塔 90B、214 等型潜艇。作为 SUBTICS 系统的核心, “鲉鱼”级潜艇指控系统 (Com-

mand and Weapon Control System, CWCS) 主要由多功能显控台、综合处理机柜、本地发射监视设备、鱼雷和导弹接口设备、发射管控制机柜、方位时间记录仪、视频分配设备等设备组成, 其主要功能包括目标跟踪分析与定位处理、目标运动分析、目标分类/识别和航迹管理、综合导航数据处理、态势评估与指挥决策、交战与发射控制等。

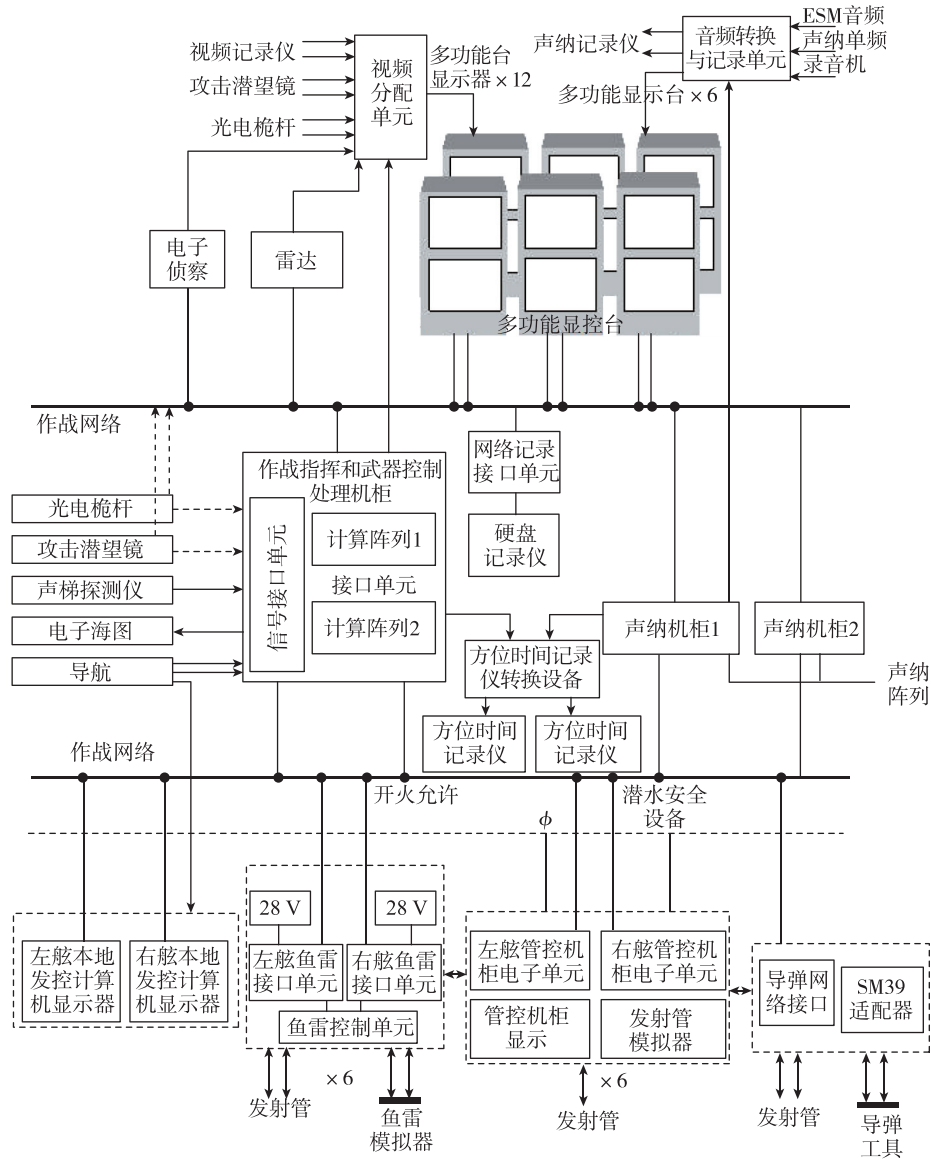


图 2 “鲉鱼”级潜艇指控系统 (CWCS) 示意图

Fig. 2 Scorpene-Class submarine command and weapon control system

(3) 俄罗斯“阿穆尔”级潜艇指控系统

俄罗斯最新的“阿穆尔”级潜艇指控系统 (Litiy) 基于俄罗斯的控制理论, 将情报处理、作战决策、武器控制、本艇操艇控制以及动力系统控制等功能进行了综合, 艇员只需通过一组多功能控制台便可操控艇上的所有系统, 对全艇进行

管理, 如图 3 所示。该系统主要包括多功能控制台和本地控制机柜, 其主要功能包括收集本艇和外部信息, 求解目标运动要素; 使用导弹和鱼雷进行反舰和反潜攻击; 使用水声对抗器材等进行综合防御; 控制潜艇的操纵, 保证航行安全。

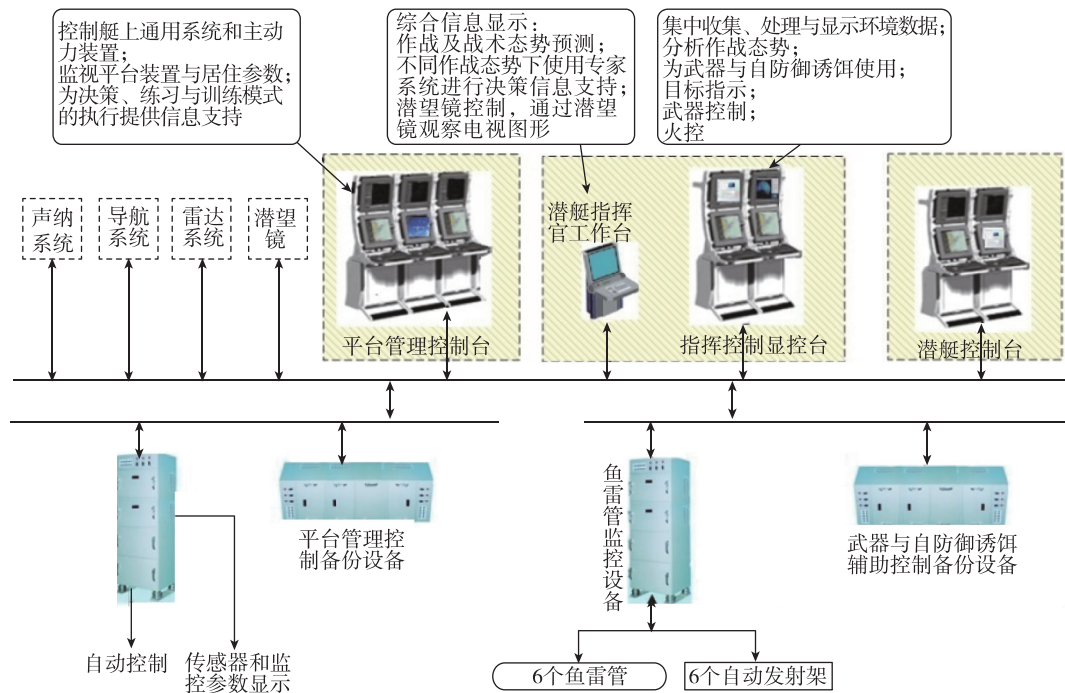


图3 “阿穆尔”级潜艇指控系统示意图

Fig. 3 Amur-Class submarine integration automatization control system

### 1.3 国外潜艇指控系统的发展趋势

通过对国外潜艇指控系统进行深入分析,可归纳总结出以下功能和技术发展趋势:

(1) 发展协同作战指挥控制功能,提高协同作战能力

潜艇融入体系作战,对增强攻击能力和提高生存能力都有重要意义,例如美军潜艇大力发展和应用数据链、卫星通信、长波、水声通信及中继浮标等通信手段,构建了支持潜艇与外部平台的多维、立体通信体系,指控系统通过接收和处理上级指挥系统和协同兵力的情报、目标指示及协同指令信息,可融入航母编队或海上联合编队,执行协同探测、协同反潜以及远程协同对海/对陆打击等任务,并具备接入海上联合指挥情报系统(Joint Maritime Command Information System, JMCIS)的能力;同时,弗吉尼亚级潜艇在设计时就考虑了信息战要求,定位为水下战指挥中心,其指控系统可对自身探测的传感器数据,来自海底信息栅格(水声探测网)、水下无人平台(Unmanned Underwater Vehicle, UUV)、空天信息栅格(岸基、卫星、飞机、水面舰艇)等外部平台的目标信息进行多源信息融合与识别处理,生成

大范围战场态势,并具备对UUV的任务规划、任务管控、指挥引导和探测信息处理能力,保证潜艇能与其他平台共享信息,实现与其他兵力的战术协同。美军潜艇正在发展的对外通连能力如图4所示。

(2) 依托超视距信息保障,提高远程精确打击能力

国外先进潜艇指控系统,均能够在外部平台情报和超视距目标指示信息保障下,对海上和陆上目标实施远程精确打击。例如美国“弗吉尼亚”、英国“机敏”级潜艇指控系统均能接收上级规划信息或自主进行任务规划,控制“战斧”导弹实施对海、对陆远程精确打击;俄罗斯“奥斯卡”级潜艇指控系统能通过卫星通信,直接接收、处理来自侦察卫星和远程预警机的原始信息,生成大范围态势信息,并进行任务规划,控制发射巡航导弹攻击美航母编队等远程海上活动目标,如图5所示;以色列“海豚”级潜艇上装备的ISUS 90指控系统,能控制潜射反舰导弹攻击远程海上活动目标;美国改装后的“俄亥俄”级潜艇最多可装载154枚“战斧”巡航导弹,可多管齐射,具有超强的远程饱和攻击能力。

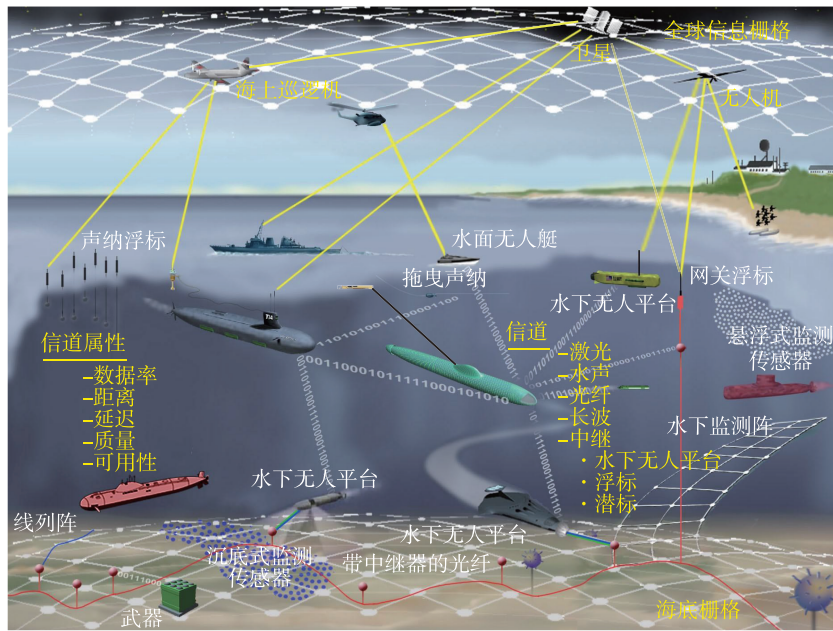


图 4 美国潜艇正在发展的水下通连能力示意图

Fig. 4 The developing communication capability of american submarine

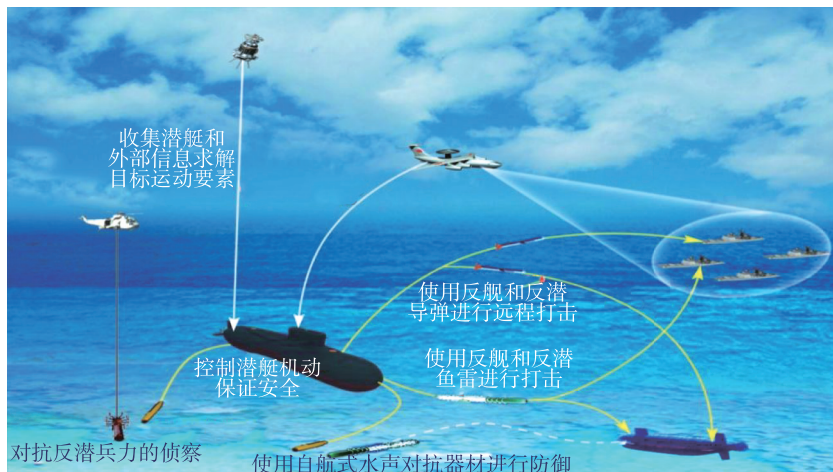


图 5 “奥斯卡”级潜艇作战示意图

Fig. 5 Oscar-Class submarine combat vision

(3) 发展对空主动防御功能，提高对空综合防御能力

国外从 20 世纪 60 年代末开始研制潜空导弹，发展潜艇对空主动防御功能，最为典型是德国、挪威从 2003 年开始联合研制的潜艇交互式防御和攻击系统 (Interactive Defense Attack System, IDAS)，其作战过程如图 6 所示。指控系统具备对空中目标位置预估及防空导弹发控与导引能力，可使潜艇采用反击和规避相结合的方法来对抗航空反潜平台，改变只能被动防御的局面，有效提高潜艇与航空反潜兵力对抗时的生存概率。

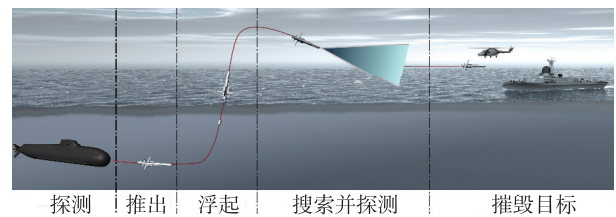


图 6 潜艇对空主动防御作战示意图

Fig. 6 Submarine air defence combat vision

(4) 采用开放式体系结构，提高升级与保障能力

国外先进的潜艇指控系统广泛采用了开放式物理体系结构、标准化的商用规范和接口，以高速局域网连接各系统和设备，形成了一个资源共享、高效可靠的整体，并大量应用 COTS 技术，

以降低综合开发风险,缩短开发时间。例如美国“弗吉尼亚”级潜艇指控系统中78%的硬件和76%的软件编码均为COTS产品,英国“机敏”级潜艇指控系统中90%以上的硬件是COTS产品<sup>[6]</sup>。同时,还非常注重应用软、硬件环境的通用化设计。在软件设计上,通过层次化体系结构和大量应用中间件,提高软件标准化水平,且不依赖专

用硬件运行,使得软件模块能够独立升级,如图7所示<sup>[6]</sup>。在硬件方面,主要采用数据库服务器和功能可定义的多功能显控台,实现多个系统的信息显示和处理,例如鲉鱼级潜艇作战系统配置了6台多功能显控台,各台位功能可根据系统工作状态灵活定义,如表1所示,从而实现了显控资源共享,也有利于提高系统的任务可靠性。

表1 不同状态下的“鲉鱼”级潜艇共用显控台配置示例

Tab. 1 The Scorpene-Class submarine common Multi-Function Consoles configuration of different state

状态	显控台 1	显控台 2	显控台 3	显控台 4	显控台 5	显控台 6
水面	雷达电子对抗	战术指挥	雷达显控	通信电子对抗		
潜望深度	雷达电子对抗	雷达显控	战术指挥	搜索潜望镜	通信电子对抗	
水下监视	舷侧阵声纳	圆柱阵声纳	态势估计	战术指挥	声纳综合	
水下攻击	圆柱阵声纳	鱼雷攻击	态势估计	战术指挥	导弹攻击	主动声纳

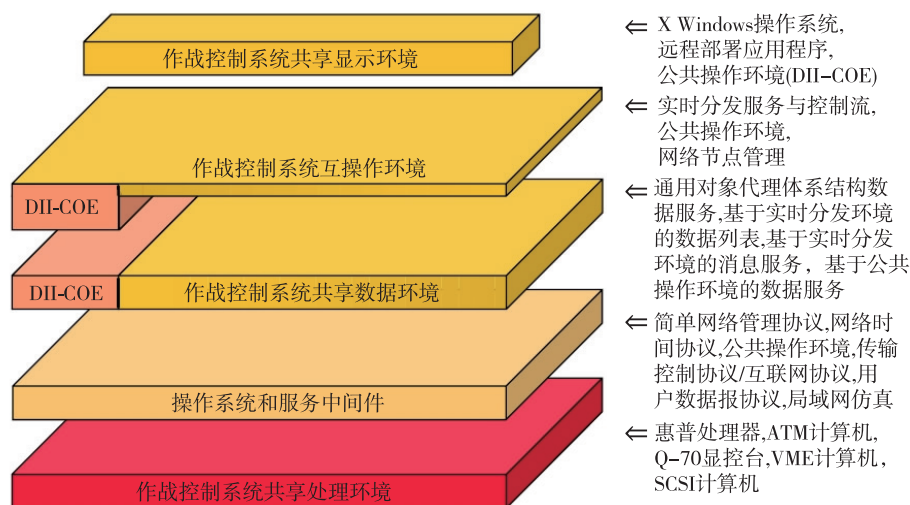


图7 “弗吉尼亚”级潜艇指控系统通用操作环境

Fig. 7 Virginia-Class submarine CCS common operation environment

#### (5) 增强信息共享程度,提高态势生成能力

受水下作战隐蔽性和环境复杂性影响,潜艇获取信息的手段少、难度大,为尽可能确保生成并保持稳定、清晰、连续的态势,国外先进潜艇指控系统除注重发展其他平台共享信息的接收处理功能外,大都可综合处理利用自身水声传感器和非声传感器探测信息,通过按需使用目标的数据级、特征级和信号级信息,提高了态势生成、目标运动分析、会聚区目标定位等能力。例如美国潜艇指控系统实现了与传感器之间的声学、非声探测信息高度共享,其信息处理技术历经“数据处理→数据管理→信息

处理→信息管理”4个阶段,如图8所示。

#### (6) 指挥和控制功能一体化设计,武器使用集成高效

国外潜艇普遍注重了作战指挥和武器控制功能的一体化设计,指控系统除完成情报综合处理、辅助作战指挥功能外,还具备导弹、鱼水雷、水声对抗器材及UUV综合发控能力,作战指挥与武器控制高度集中。例如“弗吉尼亚”级潜艇指控系统配置了4台指控显控台,可完成内外部情报综合处理、战术评估和战术决策、12管垂直发射巡航导弹及4管水平发射鱼雷的发控功能。此外,国

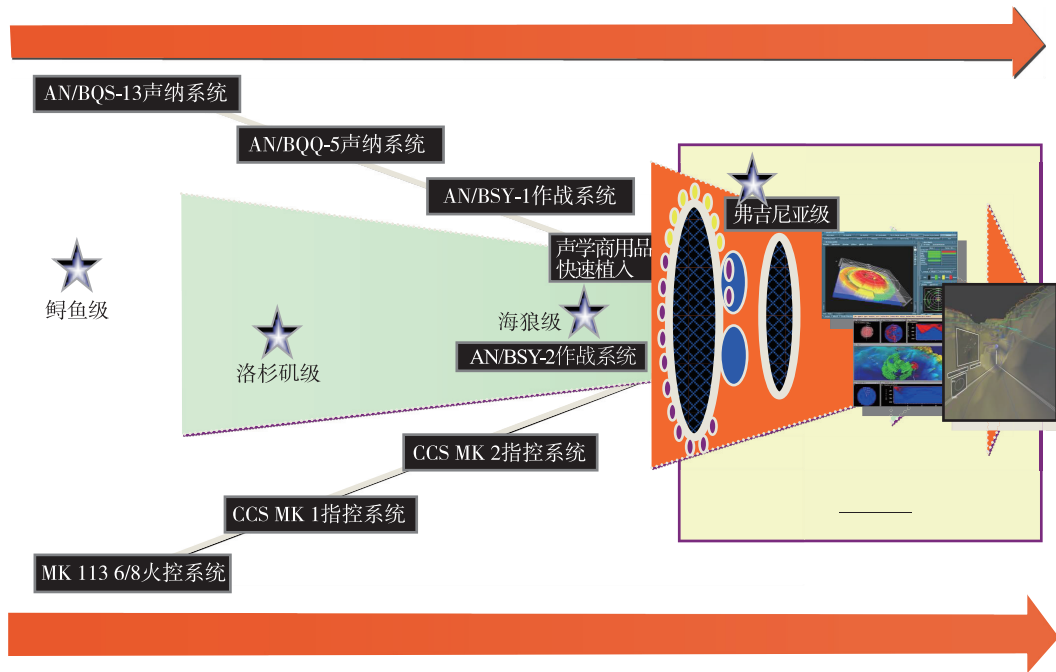


图 8 美国潜艇指控系统信息处理发展阶段示意图

Fig. 8 American submarine Combat Control System information processing development

外潜艇还注重武器发控设备的小型化和一体化设计，实现系统的多用途、通用性。例如“弗吉尼亚”级潜艇指控系统配置的武器发射控制机柜，综合了垂直发射管和水平发射管的所有管控、武器接口、专用电源和备架支持等功能，具有高度的集成化和综合化特征。

## 2 国外潜艇指控系统的发展启示

国内潜艇指控系统是在早期的潜艇鱼雷射击指挥仪的基础上发展起来的<sup>[2]</sup>。至今已先后成功地研制了多型潜艇指控系统，经历了机电模拟-数字、专用-通用加固微机、专用显控台-通用显控台、单一武器控制-武器综合控制、火控-指控的转变，在功能、性能和技术上不断完善<sup>[2]</sup>。

早期的潜艇鱼雷射击指挥仪功能和性能有限，通常只能控制鱼雷武器攻击一个目标<sup>[2]</sup>，经过几十年的发展，新型潜艇指控系统在体系结构、单设备软硬件性能上与当前国际先进水平比较接近，在功能上实现了内、外部信息处理，作战指挥决策和鱼雷、导弹及水声对抗器材等软硬武器控制的综合，但由于受多种因素限制，在控制集成化、信息共享化、资源共用化等方面与国外先进潜艇相比还存在着一定的差距。此外，自“网络中心战”以来，信息化作战给水下战场带来的作战对象体系化、作战样式多样化、打击目标远程化、

兵器使用综合化和指挥决策智能化等变化，也对潜艇指控系统提出了新的、更高的要求。

总的看来，由于西方各国在地缘政治、国情/军情、装备需求、经费支撑、技术水平与引进能力等方面的差异，其潜艇指控系统虽然整体上具有设计先进、功能强大等特点，但发展路线和技术状态并不趋同，这种各具特色、各有侧重的发展态势，对博采众家之长、研发适合我国未来需求的潜艇指控系统具有重要借鉴意义。

(1) 发展协同作战指控功能，满足体系作战要求

潜艇要融入体系并在体系中作战，必须升级信息作战能力，其中，作为连通内外、指挥全艇的指控系统，具备协同作战指控功能至关重要。为此，未来潜艇指控系统需发展参与航母编队/海上联合编队作战，以及潜艇与 UUV 协同作战等模式下的协同态势生成、作战资源管控、共享信息分发、兵力兵器指挥与协同控制等功能，依托与体系之间自由、健壮的通连能力，通过融入体系来对抗体系，实现由点对面的非对称作战向面对面的对称作战转化，并以此为基础，发挥潜艇隐蔽突击的非对称作用，达成理想的作战效果。

(2) 应用开放式架构和共用资源，提升系统维护升级能力

以优化系统资源配置，简化指挥流程，提高

信息共享、资源共用水平为目标,未来指控系统应具有以下特点:一是需采用开放式体系结构和基于效果的系统设计方法,实现系统设计向作战能力牵引的转变;二是需进一步加强作战功能的集成和综合设计,实现指控与传感器、武器的纵向综合,实现指控与通信、导航、操艇、平台监控的横向综合;三是需构建完善的设计指导体系和科学的标准和规范,使系统发展进入一个有章可循的阶段<sup>[7-8]</sup>;四是需借鉴国外指控系统的发展经验,建立通用操作环境<sup>[6]</sup>,实现软件构件化、服务化设计,支持应用软件与基础软硬件的分离<sup>[7]</sup>,提高软件独立升级能力、系统间信息共享能力和功能互操作水平;五是需借鉴“鲐鱼”潜艇作战共用显控台和美国朱姆沃尔特级驱逐舰(DDG-1000)全舰计算环境<sup>[9]</sup>的设计经验,建设面向服务的潜艇“作战指控中心”,逐步实现网络、显控、计算、存储等信息资源的通用化,提高资源共用水平。

(3) 充分利用舷内外多源信息,提高态势生成能力

适应体系化作战需求,指控系统一方面需充分利用来自岸基指挥所、海上编队、舰/潜/机等友邻兵力的外部战术信息,能够对经过上级系统或友邻兵力处理、要素比较完整的目标信息进行处理;另一方面,还需充分利用浮标、潜标、UUV、线导武器、水声探测网等舷外信息资源,能够对实时、要素不完整的目标信息进行处理,并克服数据传输带宽/次数有限、数据不连续所造成的处理困难。此外,还需进一步提升指控系统与艇内各系统的信息共享水平,运用大数据技术,进一步挖掘声纳、雷达、光电等传感器的信号、特征级信息来提升信息处理效果,并通过运用机器学习等人工智能新技术,对传感器提供的“更远的”目标信息进行有效融合、识别和定位,将指控系统信息融合、综合识别和目标运动分析从单平台向多平台拓展、从数据级向信息级延伸,提高水下战场态势的清晰度和可信度,使辅助指挥算法能发挥更好的作用,并进一步缩短系统反应时间,提升快速反应能力。

(4) 完善主被动武器控制功能,提升潜艇打击与生存能力

适应反潜作战的体系化发展,针对反潜兵力更为多样、环境更为复杂的特点,指控系统一方

面需注重发展巡航导弹、远程水中兵器等远程打击任务规划与协同控制能力,实现单/多兵力超视距远程打击。另一方面,需注重发展和应用潜射防空导弹等硬杀伤防御武器,具备对拦截目标的位置快速估计、使用决策以及拦截武器的控制引导能力,通过合理利用软硬防御武器,建立主被动相结合的综合防御体系,有效应对反潜力量体系化的威胁,提高生存概率。此外,借鉴国外经验,加强共发射通道的各环节功能集成设计,优化发控流程,减少发控环节,提升共通道武器发控流程标准化水平,缩短反应时间,进一步发挥武器效能。

### 3 结束语

作为将信息转变为可行动知识的所在<sup>[10]</sup>,信息时代的潜艇指控系统将发生质的飞跃,实现从单艇到编队、从“以平台为中心”到“以信息为中心”,从独立作战到体系对抗的跨越,使系统具有体系化、知识化、协同化、智能化、实用化和多能化等特征,具备应对信息化条件下战场复杂性、动态性和不确定性的能力,提高了指控装备的适应性、灵活性和敏捷性。

### 参考文献

- [1] 戴自立,谢荣铭,虞汉民.现代舰艇作战系统[M].北京:国防工业出版社,1999.
- [2] 赵祖铭.潜艇指控系统技术和发展分析[J].指挥控制与仿真,2007,29(2):1-8.
- [3] 尤晓航.外国海军典型C'I系统及武器系统汇编[M].北京:国防工业出版社,2006:149-202.
- [4] 吴坚,黄牛,刘巍.潜艇指控系统的发展[J].舰船科学技术,2011,33(1):21-24.
- [5] 吴懿鸣,杨本坤.窥视中国的弗吉尼亚级核潜艇[J].舰船知识,2010(1):36-47.
- [6] Applying CORBA in a contemporary embedded military combat system (a submarine combat system erspective)[EB/OL].[http://www.omg.org/news/meetings/workshops/presentations/realtime\\_2001/9-2%20DiPalma-Kelly%20OMG%20WS%20Presentation%20-%20FINAL](http://www.omg.org/news/meetings/workshops/presentations/realtime_2001/9-2%20DiPalma-Kelly%20OMG%20WS%20Presentation%20-%20FINAL).
- [7] 潘冠华.面向未来的海军指挥控制系统[C].火力与指挥控制2010年学术会议论文集,2010:1-6.
- [8] 童志鹏,刘兴.综合电子信息系统[M].北京:国防工业出版社,2008:16-50.

(下转第70页)



可靠性和飞行安全性的要求与军事航天和国家航天相同,无论是直接支撑国民经济和社会发展,还是通过技术转移、二次应用服务于其他行业,都需要在一定框架下实施。

商业小火箭除了政策引导的必要性之外,系统设计和运营的协调性也必须在发展过程中予以足够的重视。小卫星的商业发射服务属系统工程,在发射场选址及建设、落区选择、测控方案设计等方面都需要在商业小火箭研制初期统筹考虑,融资、研发、承揽发射服务、开拓市场等也应多维度协调,才能实现与卫星产业的共进发展,打造我国商业小火箭的良性生态圈。

### 参考文献

- [1] 孙青,刘洁. 2015 年全球商业发射市场综述(上) [J]. 中国航天, 2016(6): 40-43.
- [2] 张振华,白明生,石泳,等. 国外商业航天的发展

- 及启示 [J]. 中国航天, 2015(11): 31-39.
- [3] 罗恒,赵峰,梁唐. 美国商业航天发展态势研究 [J]. 中国航天, 2017(4): 8-10.
- [4] 尼摩. 日本小火箭能分市场一杯羹 [N]. 中国航天报, 2016-8-27(2).
- [5] 刘琳,马保海. 国外空射运载火箭的发展及启示 [J]. 中国航天, 2016(9): 45-50.
- [6] 辛朝军,蔡远文,王韬,等. 日本 Epsilon 火箭发射成功的分析及启示 [J]. 装备学院学报, 2014, 25(3): 67-71.
- [7] 张雪松. 小卫星快速发射,八仙过海各显神通 [J]. 卫星与网络, 2017(7): 52-55.
- [8] 杨浩亮,刘立东,郭凤明. 国外新型商业小型运载火箭成本控制措施简析 [J]. 国际太空, 2017(11): 19-23.
- [9] 陈海鹏. 日本发射“电线杆火箭”志在商业航天? [N]. 中国航天报, 2017-2-11(1).
- [10] 郭健. 中国商业航天现状的思考与建议 [J]. 卫星与网络, 2017(3): 16-17.

引用格式: 刘佳佳,严宝峰,毕永涛,等. 关于发展商业小火箭的几点思考[J]. 宇航总体技术, 2018, 2(5): 65-70.

Citation: Liu J J, Yan B F, Bi Y T, et al. Considerations on the development of small commercial launch vehicles [J]. Astronautical Systems Engineering Technology, 2018, 2(5): 65-70.

(上接第 64 页)

- [9] DDG 1000-first of the Zumwalt class total ship computing environment and software methodology (C. HAC. S & I R & D Brief. Syring. 04. 18. 06) [EB/OL]. <http://www.RaytheonCompany.us>.

- [10] Alberts D S, Hayes R E. Power to the edge: command and control in the information age [M]. Washington, DC: CCRP Publications, 2003.

引用格式: 陈义平. 国外潜艇指控系统的发展趋势及启示[J]. 宇航总体技术, 2018, 2(5): 57-64.

Citation: Chen Y P. Development trend and revelation of foreign submarine command and control system [J]. Astronautical Systems Engineering Technology, 2018, 2(5): 57-64.