

现代舰艇 火控系统



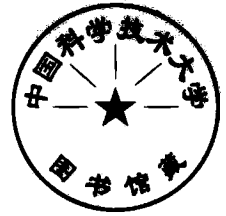
本书编写组 编著



国防工业出版社
National Defense Industry Press

现代舰艇火控系统

本书编写组 编著



国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书是关于舰艇火控系统的一部专著,是在搜集和消化吸收大量国内外资料的基础上,总结多年工程实践经验,系统论述了现代舰艇火控系统理论与技术诸多方面的问题。

全书由三篇二十五章组成。第一篇为舰艇火控系统基础篇,共七章,主要介绍舰艇火控系统基础技术,包括舰艇火控系统基本概念、参考系、外弹道、平台与接口技术、效能分析、系统仿真与试验等内容。第二篇介绍水面舰艇火控系统,共九章,内容包括水面舰艇火控系统基本概念、探测设备、火控设备、航迹处理与数据融合、目标运动要素求解、解命中算法、通用火控系统、综合火控系统以及协同火控系统。第三篇介绍潜艇火控系统,共九章,内容包括潜艇火控系统基本概念、传感器、火控设备、数据处理、导弹射击诸元计算、模拟训练及潜艇火控系统的发展等。

本书反映了世界舰艇火控系统最新的技术状态和发展水平,可作为从事舰艇火控系统研究开发的工程技术人员、装备研制管理和使用人员的参考资料,也可以作为有关院校教学、研究生或本科生学习的参考读物。

图书在版编目(CIP)数据

现代舰艇火控系统/《现代舰艇火控系统》编写组编

著. —北京:国防工业出版社,2008. 1

ISBN 978-7-118-05431-6

I. 现... II. 现... III. 军用船—火力控制系统

IV. U674. 7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 167986 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

国防工业出版社印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 32 $\frac{3}{4}$ 字数 758 千字

2008 年 1 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—3000 册 定价 78.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

编辑委员会成员

主任委员 赵登平

副主任委员 魏刚 李恒劭

委员 (按姓氏笔画排序)

王士杰 王茂法 田俊杰 吴传利 汪德虎
张朝霞 张锡荣 姜宏滨 徐韬 唐宗礼
黄守训 舒长胜 裴晓黎 潘冠华

编写组成员

(按姓氏笔画排序)

卫爱萍 王士杰 王茂法 王航宇 王海川
王海涛 方立恭 田颖 田俊杰 吉亚林
朱家树 刘辉 刘仁溥 刘丕德 刘恩海
江顺玉 许世荣 许秉信 李忠 李向军
李进华 李恒劭 李艳丽 何佳洲 余文元
汪德虎 陆永宽 陈霞 陈双龙 陈群斋
张日苏 张坤石 张修社 张朝霞 张锡荣
苗艳 范秉林 罗双喜 封艳民 赵兴洪
赵祖铭 胡小全 洪浩 姜宏滨 秦立富
徐勇 徐国亮 郭勇 黄守训 黄克明
黄明宝 崔子言 崔永胜 崔向军 程健庆
舒长胜 雷鸣 梁国明 裴晓黎 潘冠华

序

舰艇火控系统是舰艇武器装备的重要组成部分之一,我国舰艇火控系统研制工作开始于20世纪60年代,四十年来相继经历了由仿制到自行研制、由机电式向微机化、集成化、软件化的发展历程,取得了很大成绩,也积累了不少经验。

面对以信息化为主导的世界新军事变革,在强调精确打击的现代信息化战争中,火控系统仍具有不可替代的作用。信息化战争从一定意义上来说,既是武器装备等物质条件的对抗,更是知识与观念等精神力量的较量。美国著名思想库蓝德公司的军事研究专家马歇尔曾提出,未来“我们面临的首要挑战是知识的挑战”。争夺未来战争的战略主动权,必须依靠先进的科学技术和先进的军事理论。当前,火控系统在适应新的战争形式的需求牵引下,出现了许多新理论、新技术。因此,跟踪世界军事技术的发展潮流,总结我国舰艇火控系统的实践经验,研讨我国舰艇火控在新的历史时期的发展思路,对于促进我国海军武器装备研制水平的提高,就显得十分迫切和必要。

在有关部门的精心组织下,国内多个单位不同专业的多名专家组成集体编写组,历时三年多时间,编写出版这本《现代舰艇火控系统》。该书从系统工程的角度出发,参考国内外出版的许多研究新军事变革的著作和技术文献,总结我国舰艇火控系统多年的工程实践经验,对我国今后舰艇火控系统的理论研究和工程研制,必将提供一定的参考借鉴作用。这是一项很有意义的工作。在此我谨对参与这项工作的各位专家表示感谢。同时对各位领导、作者、编辑人员在该书编写出版过程中付出的心血表示敬意。希望这本书的出版能够对推进中国特色的军事变革,加快人民海军的信息化建设发挥积极的作用。

赵登平

2007年8月6日

前 言

舰艇火控系统是装载在舰艇上的,控制舰载武器对目标实施攻击或拦截的火力控制系统。作为舰艇武器装备的重要组成部分之一,在强调精确打击的信息化现代战争中,火控系统具有无可替代的巨大作用。世界舰艇火控发展已经有 80 余年的历史,经历了射击装置、指挥仪系统、经典火控系统、综合火控系统四个基本发展阶段,目前还在往协同、联合火控系统发展。未来的舰艇火控系统除具备舰艇火控系统最基本要求之外,还应当适应未来海上信息化作战的需求。既要保持和发挥单个武器平台的作战能力,更要发挥整个作战网络中的所有软硬武器的作战能力。

我国舰艇火控系统研制工作经历了由仿制到自行研制、发展提高等发展阶段,取得了很大成绩,也有不少经验教训。在世界军事技术由机械化向信息化转变、武器装备快速发展的今天,总结我国舰艇火控系统走过的发展历程,探讨我国舰艇火控在新的历史时期的发展方向,促进我国海军舰艇火控系统研制工程实践和理论研究水平的提高,已成为一项迫切需要的、非常有意义的工作。

本书是在有关部门的精心组织下,由国内多个单位不同专业的多名专家集体编著的。其目的是为舰艇火控界提供一部覆盖该行业不同学科、不同专业的内容比较广泛的参考书。

全书由三篇二十五章组成。第一篇为舰艇火控系统基础篇,共七章,主要介绍舰艇火控系统基础技术,包括舰艇火控系统基本概念、参考系、外弹道、平台与接口技术、效能分析、系统仿真与试验等内容。第二篇介绍水面舰艇火控系统,共九章,内容包括水面舰艇火控系统基本概念、探测设备、火控设备、航迹处理与数据融合、目标运动要素求解、解命中算法、通用火控系统、综合火控系统以及协同火控系统。第三篇介绍潜艇火控系统,共九章,内容包括潜艇火控系统基本概念、传感器、火控设备、数据处理、导弹射击诸元计算、模拟训练及潜艇火控系统的发展等。

全书由编辑委员会策划,第一篇第一章由张锡荣、梁国明编写,第二章由徐国亮编写,第三章由陈群斋、黄克明、刘丕德、罗双喜编写,第四章由赵兴洪、陈双龙编写,第五章由舒长胜、江顺玉编写,第六章由程健庆编写,第七章由许秉信、黄守训、田颖、雷鸣、卫爱萍、朱家树编写。第二篇第一章由刘恩海、刘辉编写,第二章由田俊杰、张修社、李向军、李进华、胡小全、张日苏、封艳民、许世荣、崔子言、崔永胜、姜宏滨、王茂法、张朝霞、崔向军编写,第三章由吉亚林、王海涛、黄克明、郭勇编写,第四章由罗双喜、何佳洲编写,第五章由徐国亮、李艳丽编写,第六章由徐国亮编写,第七章由王海川、裴晓黎、潘冠华、王士杰、刘恩海、秦立富编写,第八章由王海川、裴晓黎、李恒劭、潘冠华、王士杰、汪德虎、方立恭、洪浩编写,第九章由王海川、裴晓黎、李恒劭、潘冠华编写。第三篇第一章由赵祖铭、陈霞编写,第

二章由王茂法、张坤石、李忠、范秉林、陆永宽、田俊杰、余文元、张朝霞编写,第三章由黄明宝、徐勇编写,第四、五、六章由刘仁溥、苗艳编写,第七章由王航宇、刘丕德编写,第八章由刘仁溥编写,第九章由黄明宝编写。全书由裴晓黎、潘冠华、张锡荣、王海川、秦立富负责统稿,李恒劭负责审核定稿,孟昭香、佟丽华、胡志强、许韦韦、韩晓芬、郝荣等同志为本书的编辑出版做出了许多贡献,董志荣、卢田金、尤晓航、朱元万、彭思鹏、刘俊毅等专家对本书的出版提出了许多宝贵意见,江苏自动化研究所的领导对本书的出版给予了极大的支持。在此,对他们表示诚挚的感谢。

由于编写人员水平所限,并且现代舰艇火控系统的理论和工程实践均在不断发展,书中难免有疏漏不足甚至错误之处,恳请读者批评指正。

《现代舰艇火控系统》编写组

2007年5月

目 录

第一篇 舰艇火控系统基础

第一章	舰艇火控系统概述	2
第二章	舰艇火控系统参考系与坐标系	17
	第一节 常用参考系	17
	第二节 常用坐标系	17
	第三节 常用的一些参数及定义	21
第三章	舰艇火控系统外弹道基础	23
	第一节 外弹道学基本知识	23
	第二节 火箭弹和炮弹弹道微分方程组	29
	第三节 火炮射表	31
	第四节 弹道导弹的弹道特性	33
第四章	舰艇火控系统软硬平台技术	38
	第一节 显控台	38
	第二节 嵌入式实时操作系统	50
	第三节 舰艇火控系统的接口技术	59
第五章	舰艇火控系统误差分析及作战效能	64
	第一节 误差分析	64
	第二节 作战效能分析	77
第六章	舰艇火控系统仿真	102
	第一节 仿真技术概述	102
	第二节 舰艇火控系统仿真	102
第七章	舰艇火控系统试验	112
	第一节 试验概述	112
	第二节 设计定型试验	115

第三节	火控系统仿真试验	127
第四节	火控系统试验的发展与展望	134

第二篇 水面舰艇火控系统

第一章	水面舰艇火控系统概述	138
第一节	系统的分类和作战特点	138
第二节	舰载导弹火控系统	144
第三节	舰炮火控系统	156
第四节	反潜火控系统	162
第五节	水面舰艇火控系统的发展	165
第二章	探测设备	168
第一节	雷达	168
第二节	光电设备	200
第三节	声呐	206
第四节	其它信息源	217
第三章	舰载火控设备	222
第一节	舰载火控设备概述	222
第二节	主要功能和性能	225
第三节	工作状态、工作方式和操作运行	229
第四节	舰载火控解算基本原理	232
第五节	舰载火控软件与软件测试	236
第四章	航迹处理与数据融合	240
第一节	航迹处理	240
第二节	数据融合	251
第五章	目标运动要素求解	263
第一节	目标运动特性	263
第二节	目标运动建模	269
第三节	滤波和预测	276
第六章	解命中算法	286
第一节	舰炮火控解命中	286
第二节	导弹火控解命中	306

第三节	深弹火控解命中	321
第四节	鱼雷火控解命中	327
第七章	水面舰艇通用火控系统	334
第一节	概述	334
第二节	通用型舰炮火控系统	337
第三节	通用型舰—舰导弹火控系统	344
第八章	水面舰艇综合火控系统	349
第一节	综合火控系统的基本概念	349
第二节	舰艇综合火控系统的体系结构	351
第三节	典型的弹炮结合防空火控系统	356
第四节	舰艇综合防空火控系统	360
第五节	舰艇综合反潜火控系统	367
第九章	水面舰艇编队协同火控系统	374
第一节	协同火控系统基本概念	374
第二节	协同火控系统的构成、功能和技术特点	382
第三节	协同火控系统的工作过程	390

第三篇 潜艇火控系统

第一章	潜艇火控系统概述	398
第二章	潜艇火控系统探测设备	405
第一节	声呐	405
第二节	光学与光电设备	413
第三节	雷达及雷达侦察设备	418
第四节	导航	420
第三章	潜艇火控设备	429
第一节	体系结构	429
第二节	功能和主要指标	432
第三节	信息流程	433
第四节	工作状态和工作方式	434
第四章	潜艇火控系统的数据处理	438
第一节	信息情报的数据处理	438

第二节	火控目标的数据处理·····	443
第五章	潜艇目标运动要素解算·····	446
第一节	纯方位量测条件下目标运动要素解算·····	446
第二节	具有部分要素估计的方位量测条件下目标运动要素解算·····	455
第三节	火控系统的确定性解算及其实施条件·····	458
第四节	特殊条件下的潜艇隐蔽攻击·····	461
第五节	潜艇目标要素解算的研究及其发展·····	464
第六章	潜艇鱼雷射击诸元及导引参数的解算·····	467
第一节	直航鱼雷正常提前角的计算·····	467
第二节	直航鱼雷齐射散角的计算·····	469
第三节	声自导鱼雷的有利提前角的计算·····	472
第四节	声自导鱼雷的齐射提前角的计算·····	473
第五节	尾流自导鱼雷的射击诸元计算·····	474
第六节	线导鱼雷导引参数的计算·····	479
第七章	潜艇导弹射击诸元解算·····	483
第一节	飞航式导弹射击诸元的计算·····	483
第二节	弹道导弹射击诸元的计算·····	487
第八章	潜艇火控系统的模拟训练·····	492
第一节	态势及航路的设计与生成·····	492
第二节	传感器探测和武器控制模拟·····	494
第三节	模拟训练及其评估·····	494
第九章	潜艇火控系统的发展·····	497
第一节	潜艇火控系统关键技术·····	497
第二节	潜艇综合作战信息系统·····	501
参考文献	·····	508

第一篇

舰艇火控系统基础

- 第一章 舰艇火控系统概述
- 第二章 舰艇火控系统参考系与坐标系
- 第三章 舰艇火控系统外弹道基础
- 第四章 舰艇火控系统软硬平台技术
- 第五章 舰艇火控系统误差分析及作战效能
- 第六章 舰艇火控系统仿真
- 第七章 舰艇火控系统试验

第一章 舰艇火控系统概述

舰艇火控系统是舰艇作战系统中的一个十分重要的系统,它直接控制武器进行作战,它连接被控武器就构成了武器系统。它是一个实体,有自己的基础和技术支持系统。随着海军舰艇作战使命、模式的变化,随着舰载武器的发展,舰艇火控系统深化内涵,拓展外延,适应要求,发展创新。高新技术为舰艇火控系统性能的提高,功能的扩充、强化提供了保障,舰艇火控系统的标准化为火控系统的发展打下了坚实的基础。面向未来高新技术条件下的海战场,在体系对体系、系统对系统的对抗中,火控系统将会迎接新的更为艰难的战术技术挑战,同时也面临新的发展机遇。

一、舰艇火控系统的任务和功能

1. 舰艇火控系统的概念

舰艇火控系统就是装载在舰艇上的,控制舰载武器对目标实施攻击或拦截的火力控制系统。它既要满足舰载武器作战需求又要满足舰载作战环境使用要求。未来的舰艇火控系统除具备舰艇火控系统最基本要求之外,还应当适应未来海上信息化作战的需求。既要保持和发挥单个武器平台的作战能力,更要发挥整个作战网络中的所有软硬武器的作战能力。

2. 舰艇火控系统的任务

舰艇火控系统最终的目的是控制武器,打击或拦截目标。舰艇火控系统的任务从总体上可以这样描述:根据作战指挥命令,利用可获取的各种战场信息、数据,对目标进行探测、跟踪,实时提供控制武器发射所需参数,控制武器准确地对目标实施有效打击或拦截。

3. 舰艇火控系统的功能

为了保证较好地完成火控任务,一般来说现代舰艇火控系统应具备以下功能:

- 目标探测、跟踪;
- 目标运动要素解算;
- 信息综合处理、传输;
- 战术辅助决策;
- 武器控制参数解算;
- 武器发射、射击控制;
- 误差分析与偏差校正;
- 武器弹药的控制导引;
- 打击效果评估;
- 人机交互;
- 训练;

· 系统检测。

在具体构成火控系统时,按系统所控制武器和承担的任务,将上述功能全部或部分纳入系统。

二、舰艇火控系统发展历史回顾

迄今为止,舰艇火控发展 80 余年了,经历了射击装置、指挥仪系统、经典火控系统、综合火控系统四个基本发展阶段,目前还在往协同、联合火控系统发展。受作战需求、传感器与武器、支持技术、世界各国发展不平衡的影响,准确划分阶段是较为困难的事。

1. 射击装置阶段(约为 1923 年~1940 年)

在 1923 年以前,舰艇上虽然有火炮、鱼雷、水雷等武器,但它们的射击与投放,靠作图、拉计算尺、查射表等人工手段。1923 年,英国伦敦埃利奥特(Elliott)兄弟有限公司首先制造了使用摩擦积分器等机械解算元件的模拟式计算机,帮助火炮射击运动目标,时称“射击控制表”。20 世纪 30 年代对射表编制进行了研究,与此同时,机械模拟计算机也在加速发展,但是直到第二次世界大战前,仍然停留在射击诸元求解的射击装置阶段。究其原因,发明雷达是在 1935 年,雷达真正装备舰艇是 1938 年的事,如何运用雷达信息求解目标运动参数是当时的重大难题。

射击装置的出现,初步构成了舰炮武器系统的一个环节,给舰炮射击提供了方便,赢得了射击时间,减轻了射手的劳动强度。这种射击装置,在许多国家直到 20 世纪 50 年代机电模拟和电子模拟指挥仪整套地装备在舰艇上后,仍保留作为简易指挥仪使用,如 20 世纪 40 年代末驱逐舰上装备 HM 简易火炮射击指挥仪。

纵观这一时期,技术上主要创新点是机械模拟计算机,数学上则是弹道计算方法。

2. 指挥仪系统阶段(约为 1940 年~1980 年)

此期间,在舰艇上除装备火炮、鱼雷、水雷、深水炸弹外,还装备了导弹。传感器除以前出现的潜望镜、普通光学瞄准镜外,还出现了雷达、光电跟踪仪、回音站、噪声测向站等。此阶段开始正是第二次世界大战之初,战争刺激着各类传感器研究开发,也促进传感器、武器尽快形成系统,于是射击指挥仪系统就在这种背景下产生并发展了起来。

由于指挥仪系统阶段时间跨度长,且经历了第二次世界大战、朝鲜战争、越南战争、四次中东战争、马岛战争;经历了机械模拟式、机电模拟式、电子模拟式、小型数字计算机式的指挥仪系统发展,因此,其支持技术与创新点也不尽相同。

1) 机械模拟式指挥仪 其完整形式当举美国 MK-14 火炮射击指挥仪、前苏联的球-50(Сфера-50)火炮射击指挥仪和特留姆(Трюм)鱼雷射击指挥仪,用的是机械元器件,方解算已使用了随动系统,形成了功能较完善、技术较成熟的机械模拟式指挥仪系统。

2) 机电模拟式指挥仪 其完整形式当举美国 MK-56 火炮射击指挥仪系统、前苏联潜艇列宁格勒-633 鱼雷射击指挥仪、前苏联陆用 6 型高炮指挥仪。机电模拟计算机解算技术原理也得到了充分发展,包括解算线路的调比、调相、比例尺设计,随动系统原理稳定性(这在当时是一个很新的概念,区别于微分方程稳定性,它实质上是以解算方程对其改作量的变化率正负来控制执行电机正反转向,以保证方程组解算正确执行)和动态稳定性(实质是解题、改作随动系统动态微分方程的稳定性)。这些都是当时的主流技术。在雷达数据处理中诞生的维纳滤波,更是将经典控制理论推到了顶峰。维纳在瓦尔德

(Wald)、柯尔莫哥洛夫(КолмогоровАН)关于滤波理论研究基础上,于1942年接受了美国火炮防空射击控制任务,在极其保密的条件下进行研究,从分析雷达测量误差统计特性入手,独立地给出了划时代的、被世人公认的并誉之为维纳最优滤波的理论,1949年公布了这个理论结果。1950年,英国查第等将其推广到有限记忆区间,遂在火炮指挥仪中得到了广泛运用。此后机电式火炮射击指挥仪平滑滤波,不论实现技术有多少变化,但在理论上均未超过维纳最优滤波理论给出的结论。

3) 电子模拟式指挥仪 其出现在机电模拟式指挥仪发展的中后期,当时虽然也大力提倡和发展,终因电子数字计算机早已于1946年诞生,并逐步从电子管向晶体管发展,因此,电子模拟式指挥仪虽在短期内装机运用(典型的产品有美国MK-68火炮射击指挥仪),但由于电阻、电容、电感元件在恶劣环境下性态变化,组装成较复杂的模拟计算机,可靠性仍然是一个问题,所以并没有很强大的生命力。

4) 小型数字计算机式指挥仪系统 20世纪60年代初至70年代是其发生、发展时期,它的上舰历程曲折。可以说电子管式及分立元件晶体管式计算机在舰艇上基本上没有站住脚,只有到小规模、中规模组件的小型数字机,才使数字式指挥仪得以列装,发展到大规模组件的小型数字计算机式指挥仪系统后,才开始在世界范围内成批量大规模装备在舰艇上。

在舰艇上,已完全形成了由跟踪传感器—指挥仪系统—武器所组成的武器系统。指挥仪系统是中心环节,尽管它们之间是开环的、分立的,但毕竟它已经是一个可以全自动射击的系统,满足了对匀速直线运动、匀加速直线运动的亚音速飞机及舰艇射击的要求,满足了潜艇鱼雷指挥仪对匀速直线运动的水面舰艇、潜艇射击的要求。

指挥仪系统的发展,促进了模拟计算机、小型数字计算机工业的发展。

3. 经典火控系统阶段(约1980年~)

1980年之后,打击目标除舰艇、潜艇外,出现了超声速飞机、超声速导弹。超声速飞机机动能力有了很大提高,导弹普遍采用了比例导引运动,雷达、声呐、光电等传感器已完成了数字化信号处理,接口形式也进行了数字化改造与设计,并逐步形成雷达系统、声呐系统。

从20世纪80年代起,反舰导弹(包括舰—舰导弹、空—舰导弹)已成为舰艇主要威胁,防空(包括空—舰导弹与飞机)与反导成了舰艇防御的两大任务。20世纪80年代初,指挥仪系统明显地向着广深方向发展。所谓广,即由跟踪传感器前移至警戒、搜索传感器,形成自备式火控系统;所谓深,即改变指挥仪系统阶段的武器系统体系结构,形成指挥仪与跟踪器、导航设备、武器更加综合的火控系统发展阶段。

舰艇防空、反导成了首要任务,这就直接促进众多近程防御系统的研制,其典型舰炮反导防御系统有美国的密集阵(Phalanx)、荷兰的守门员(Goal Keeper)、西班牙的梅罗卡(Meroka)、意大利的达多(Dardo)和海上卫士(Seaguard)等。

对于防空,对付高机动飞机和舰艇,人们已不再寄希望于大中口径火炮了,它们一是发射率低,二是由于弹丸需碰炸,对火控系统求解目标运动参数与射击诸元的反应时间要求极短并且精度要求极高,所以普遍用舰—空导弹、舰—舰导弹取而代之。

对于反导,传统的大中口径舰炮更是无能为力,已普遍采用三层或两层防御体制:最外层为导弹防御,中层用电子战的有源或/和无源干扰设备,内层用小口径舰炮形成弹幕

拦截。

因此,用于小口径舰炮反导的火控系统、武器系统,集舰炮火控系统高新技术之大成,这些支持技术为:

- 高档微型加固计算机,如 68040、586 等;
- 高速数据总线;
- Ada 语言;
- 操作系统;
- 光栅或等离子显示。

技术创新点,对于雷达火控系统而言有:

- 雷达与火控设备综合;
- 使用了非线性、非平稳、自适应的拟卡尔曼滤波;
- 使用了基于弹道微分方程在线计算的新的解命中方法;
- 采用了大闭环校射。

对潜艇鱼雷火控系统而言,使用非线性广义卡尔曼滤波及非线性最小二乘法,在同等级度的要求下,时间可以缩短三分之一以上。

4. 综合火控系统阶段(约 1980 年 ~)

不论在水面舰艇上还是在潜艇上,完善情报处理、丰富指挥功能、提高火控功能、加强情报指挥控制功能联系,已是当时缩短舰艇作战系统反应时间、提高系统精度与打击效率的关键所在。经历了 20 世纪 60 年代、70 年代的中东战争,80 年代马岛战争,从战术与技术上完善单舰作战系统体制,加强编队,海空配合,提出了研制综合火控系统任务,世界各国都在努力构筑舰艇及编队作战平台。分析 1980 年—2000 年舰艇火控主流方向,它们有以下显著特点:

(1) 情报处理、指挥决策与武器控制职能间联系更加紧密。如美国的宙斯盾系统、NSSNC³I 系统。具有情报处理、指挥决策能力的自备式火控系统有时是全舰指控系统中的子系统,自备式火控系统的搜索雷达往往在探测范围上可以弥补主搜索雷达的不足(如低空性能),由于自备式火控系统有独立作战的能力,因而可增强全舰系统的生命力,此外,在拦截掠海导弹这类紧急目标时,为了加速反应时间,可越过全舰的指控系统而自行投入战斗。

(2) 传感器与火控系统建立了更紧密联系。跟踪雷达与火控设备的综合,已在 1980 年之后,普遍变为现实;在声呐与指控系统综合方面,法国研制了沙比克斯(Subtics)战术综合系统,出现了声呐与指控设备部分功能交叉。

(3) 多种武器综合控制。如俄罗斯的“卡什坦”和“棕榈树”系统、德国的“龙”式近程防御系统、美国的“RAM 十密集阵”自卫防御系统、法国的“萨摩斯”系统等。

单机单控武器系统所能发挥的作用,是从跟踪器开始的有限空海域,由于测程近,往往不能与武器(比如导弹)射程匹配,也不能与其他武器系统协调使用。有了综合火控系统,它从搜索传感器信息融合开始,视野大大扩展,处理目标也由单个发展到了多个,敌我态势通过情报处理一目了然,并通过指挥决策算法,将威胁判断、拦截目标提取、通道组织、对海攻击、对空射击,转入全自动方式,从而大大增强了单舰作战能力。有了综合火控系统,进一步将舰艇编队各成员舰作战资源通过网络系统转为编队作战资源,可以综合协

调控制单舰和舰艇编队中的多种武器,作战空海域进一步得到了扩大。

有了综合火控系统,可以构筑有力的单舰和舰艇编队作战平台,从而在信息战格局中,便有了坚实的作战单元(结点)。

5. 协同、联合火控系统阶段(约 2001 年 ~)

20 世纪 90 年代开始,世界许多国家开始研制适应网络化作战的火控系统。1991 年 1 月第一次伊拉克战争(“沙漠盾牌”)、1999 年 3 月科索沃战争、2003 年 3 月第 3 次伊拉克战争(“伊拉克自由行动”)等,虽都是局部战争,但信息战形式已经形成。1997 年美国应全球信息战构想提出了 C⁴ISR 系统的概念,在舰艇方面得到了响应。多目标、网络化作战环境,要求火控系统研究建立协同、联合系统概念,建立更加开放的火控系统,以适应战争由平台中心战向网络中心战发展。

美国海军网络中心战的一个重要组成部分是 CEC(协同作战能力)网络,即 CEC 舰队协同防空战系统。CEC 网络是一个由传感器网络和交战网络组成的综合网络,它实现了由传感器到射击武器的直接连接。美国海军 1997 年提出的对陆攻击“射击环”概念,目前已进行多次战斗实验。“射击环”是指海上联合编队利用战斗局域网,将水面火力和航空火力结合起来,为岸上部队提供灵活、分布式的火力支援。

美国海军正在研制的联合火力网(JFN),依托美国国防部大力推行的全球指挥控制系统,采用公共作战环境技术,有效地支持海军通过信息网络与其它军种联合作战,实现传感器到射击武器的快速连通,打击时间敏感目标。大量应用商用流行技术,使舰艇火控系统功能和性能得以大幅度提高。

我国舰艇火控系统走过了仿制—自行研制—发展提高的历史阶段,现在处在开拓创新的阶段。我国舰艇火控系统满足了海军装备发展要求,取得了应有的成绩,但是必须认识到,与发达国家相比,差距还很大,我们必须按照我们的实际情况走自己的发展之路。从火控 80 多年的发展可以清楚地看到,军事作战需求和武器装备的整体发展对火控系统的发展起着巨大的牵引作用,这是火控系统发展的动力所在。随着时代进步,各种新技术不断涌现,对舰艇火控系统的发展起着强力的推动,这种推动是基础性的,有着不可替代的作用。任何时候研究火控系统、发展火控系统,都决不能离开这两个方面的研究和分析。

三、舰艇火控系统的分类

舰艇火控系统分类没有统一的标准与准则,按习惯有如下几种分类:

1) 按作战平台分 水面舰艇火控系统;潜艇火控系统。由于水面舰艇与潜艇在作战使用原则、武器使用要求、舰艇环境等方面都有一定差别,所以这两种火控系统在功能组成、体系结构、解算原理、环境适应性等方面都有不同之处。

2) 按所控制的武器分 舰炮火控系统;导弹火控系统;鱼雷火控系统;深水炸弹火控系统;火箭炮火控系统;激光武器火控系统。舰炮火控系统再细分还可分为大口径舰炮火控系统、中口径舰炮火控系统、小口径舰炮火控系统;导弹火控系统还可分为舰—舰导弹火控系统、舰空导弹火控系统、潜地弹道导弹火控系统、巡航导弹火控系统等。

3) 按作战方面分 防空火控系统;反导火控系统(有时将反导火控系统纳入防空火控系统);对海火控系统;对陆火控系统;反潜或对潜火控系统等。