

*Jiankong Dandan Wangluohua
Xietong Fandao Luanzhan Xiaoneng Fenxi*

舰空导弹网络化 协同反导作战效能分析

马良 王书齐 著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

舰空导弹网络化协同 反导作战效能分析

马 良 王书齐 著

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书是在总结作者近年教学科研成果的基础上写作的一部学术性较强的军事技术理论著作,其目的是为了探索网络化信息协同技术在未来海上防空反导作战的演化趋势,分析网络化协同防空作战的运用方式、丰富和发展海上防空作战理论体系。全书共7章,包括概述、舰空导弹面临的威胁及作战需求分析、基于信息协同的舰空导弹网络化反导能力研究、舰空导弹网络化协同杀伤区建模、基于火力协同的舰空导弹网络化反导能力研究、舰空导弹网络化协同反导决策研究、结论与展望。

本书从舰空导弹网络化协同反导的作战需求入手,构建了较为系统的舰空导弹网络化协同反导作战体系。利用包括数值分析、建模仿真技术、结合协同学理论以及优化理论对舰空导弹网络化协同反导的信息协同、火力协同和决策协同进行了深入研究,对于舰空导弹网络化作战体系的构建具有重要的理论意义和实践意义。

本书可作为兵种战术学、军事运筹学、军事装备学等专业的研究生学习参考书,也可作为相关领域研究人员的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

舰空导弹网络化协同反导作战效能分析 / 马良,王书齐
编著. —北京:国防工业出版社,2016.2

ISBN 978-7-118-10208-6

I. ①舰… II. ①马… ②王… III. ①舰对空导弹—
反导弹—作战效能—研究 IV. ①TJ762.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第044333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100048)

北京嘉恒彩色印刷有限责任公司印刷

新华书店经售

*

开本710×1000 1/16 印张8½ 字数144千字

2016年2月第1版第1次印刷 印数1—1500册 定价39.00元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

前 言

2011年3月19日晚,多国部队出动战机、巡航导弹对利比亚实施了代号为“奥赛德黎明”的空中打击行动,袭击了利比亚通信系统、行政大楼、防空雷达、地面防空阵地、机场等目标。然后,空袭行动进入了以北约为主导的代号为“联合保护行动”的作战阶段。这次空袭行动体现了信息化条件下的主要特征,即夜间突袭、远程奔袭、隐形突击、防区外攻击、精确打击等。在此之前的阿富汗和伊拉克战争中,美英联军已经多次使用了“战斧”式巡航导弹、战略轰炸机、隐身战略轰炸机、隐身战斗机、电子战飞机等高科技空袭兵器作为战争的先导。近几次的战争实践表明:空袭兵器和空袭战术都有了很大发展,空袭作战和防空作战贯穿着整个战争的过程,决定着战争的成败。

当“矛”的攻击能力逐步增强的同时,“盾”的防御能力也在步步提升。目前的舰空导弹武器系统具有多个目标通道并采用垂直发射系统,大大提高了作战效能,使舰空导弹具有一定的抗饱和攻击能力。从当前的发展来看,舰空导弹的射程满足了在更远的距离上对空袭兵器进行拦截的需求。但是,随着隐身技术的发展,低空、超低空突防战术的运用,以及空袭兵器综合电子对抗的压制,舰载雷达视距受到极大的制约,舰空导弹的射程优势将难以得到展现,为了充分发挥中远程舰空导弹的潜力,必须要实施舰空导弹网络化协同作战,克服单舰防空能力不足的缺陷从而发挥舰艇编队整体的作战优势。

随着信息技术发展及海上作战样式变革,水面舰艇在现代海战中的地位和作用在逐步发生变化。在信息系统体系作战能力条件下,水面舰艇的功能定位逐步从作战平台向作战节点转变,体系作战能力凸显。对于水面舰艇海上作战而言,来自空中的威胁十分严峻,其对空防御能力不仅取决于装备战术技术性能的优劣,而且还取决于编队对空防御作战理论与方法的先进性与可行性。舰空导弹网络化协同反导的作战效能是在协同网络反导的条件下,对信息协同条件下舰空导弹网络化反导、舰空导弹协同制导的杀伤区空域、舰空导弹网络化火力协同反导效能以及协同反导决策等问题进行分析与研究。在分析传统防空反导作战效能的基础上,研究舰空导弹网络化协同反导的作战效能,对于提高水面舰艇综合防空反导能力具有十分重要的意义。本书编写可为从事舰空

导弹武器系统防空反导作战理论研究和应用研究提供有价值的参考。

全书共分7章。第1章为绪论,是本文的基础。首先给出舰空导弹网络化协同反导作战效能的研究内容,分析基于平台中心战反导能力的局限性,以及舰空导弹网络化协同反导的必要性。分析国内外舰空导弹网络化协同反导技术的研究现状、发展趋势,以及协同反导相关理论的研究现状,为后续章节的研究指明了方向。第2章主要分析反舰导弹的发展对舰空导弹作战的影响,舰空导弹网络化作战指控系统的组成及功能、舰空导弹组网的作战流程,在此基础上结合我军现役的舰空导弹武器系统提出舰空导弹网络化协同反导的作战需求。第3章分析了信息协同的度量指标,针对舰艇编队反导,分析在信息协同下舰艇编队的信息流;根据舰空导弹网络化协同作战的特点,对信息协同下的舰空导弹网络反导进行建模。第4章通过对一般舰空导弹杀伤区概念的扩展,对舰艇编队超视距协同制导条件下的杀伤区空域进行建模仿真。第5章是本文的研究重点。首先根据舰空导弹网络化的编成模式的定义,结合不同的反舰导弹攻击方式以及舰空导弹网络化协同的机理,建立舰空导弹网络化编成模式的目标函数,研究基于目标航路捷径的舰空导弹网络化协同配置的方法。其次,对舰空导弹网络化协同对空防御火力分配进行深入的分析。最后,研究了舰空导弹网络化协同的抗饱和攻击能力。第6章在动态规划理论的基础上,提出基于协同的动态规划方法,实现多阶段多指标的舰空导弹网络化协同反导作战方案选优。引入优化算法求解复杂多阶段多指标协同网优化策略,找出基于效能的舰空导弹网络化的最大效能通路,使反导资源与对目标的拦截概率达到最优的分配,发挥舰空导弹网络化最大的作战效能。第7章从信息协同、火力协同和决策协同三个方面对全书的研究进行总结,并提出进一步研究的展望。

本书主要基于作者多年工作、学习及研究成果的基础上经过组织整理完成,同时参阅了国内外许多专家学者的文章和专著,受益颇深。

本书写作得到了海军航空工程学院姜青山教授、吴福初教授以及海军大连舰艇学院舰船指挥系朴成日、王楠、苏琦的帮助和支持,在此一并表示衷心的感谢!

由于军事领域问题的复杂性和不确定性,加上作者水平有限,不当之处在所难免,恳请广大读者和专家批评指正。

作者

2015年4月

目 录

第1章 概述	1
1.1 引言	1
1.2 舰空导弹网络化作战的概念	2
1.3 水面舰艇防空作战能力发展概况	3
1.3.1 国外研究现状分析	3
1.3.2 国内研究现状分析	9
参考文献	10
第2章 舰空导弹面临的威胁及作战需求分析	12
2.1 反舰导弹的发展对舰空导弹的影响	12
2.2 智能反舰导弹协同作战的发展	14
2.3 舰空导弹防空体系的构成	15
2.3.1 舰空导弹武器系统作战任务	15
2.3.2 舰空导弹反导体系的组成	16
2.4 舰空导弹网络化作战指控系统及作战需求分析	17
2.5 舰空导弹网络化协同作战的关键技术分析	21
参考文献	22
第3章 基于信息协同的舰空导弹网络化反导能力研究	24
3.1 信息协同与火力协同防空综合集成建设的必要性分析	24
3.2 信息协同的特点	25
3.3 信息协同的度量	26
3.3.1 信息协同度量层次	26
3.3.2 协同度量指标	27
3.4 信息协同下舰艇编队之间的信息共享	28
3.5 基于信息协同的舰空导弹网络化反导模型	29
3.5.1 战场感知能力	29
3.5.2 制导覆盖能力	30
3.5.3 火力打击能力	31

3.6 算例分析	31
参考文献	34
第4章 舰空导弹网络化协同杀伤区建模	35
4.1 舰空导弹武器系统杀伤区分析	35
4.1.1 杀伤区概述	36
4.1.2 杀伤区边界参数分析	37
4.1.3 协同制导杀伤区分析	39
4.2 基于战场环境的舰载雷达作用距离	40
4.2.1 雷达检测因子	40
4.2.2 基于战场环境的雷达作用距离模型	42
4.2.3 仿真实例	45
4.3 协同制导杀伤区模型	48
4.4 仿真计算及结果分析	54
4.4.1 基于三维导引弹道的协同制导杀伤区远界模型	55
4.4.2 基于末次相遇点的协同制导杀伤区近界模型	59
4.4.3 仿真实例	60
4.5 单舰制导下舰空导弹杀伤区	65
4.5.1 舰空导弹反导模型假设条件	65
4.5.2 舰空导弹杀伤区确立过程	66
4.5.3 舰空导弹和反舰导弹模型	67
4.5.4 舰空导弹和反舰导弹相对运动方程	67
4.6 两舰协同制导下舰空导弹杀伤区	68
4.6.1 两舰协同位置	68
4.6.2 协同制导杀伤区边界方程	68
4.7 三舰协同制导下舰空导弹杀伤区	69
4.7.1 拦截条件	70
4.7.2 仿真计算流程	70
4.7.3 算例分析	71
参考文献	75
第5章 基于火力协同的舰空导弹网络化反导能力研究	76
5.1 舰空导弹网络化编成模式运筹分析	76
5.1.1 舰空导弹网络化编成模式的定义	76
5.1.2 目标函数	77
5.1.3 基于目标航路捷径的舰空导弹网络化协同配置	78

5.2	先期毁伤准则下的舰空导弹网络化协同反导火力分配	82
5.3	基于先期毁伤的舰空导弹网络化协同反导火力分配模型	89
5.3.1	名词、术语与基本概念	90
5.3.2	火力分配准则	92
5.3.3	舰空导弹对目标杀伤概率特性分析	93
5.3.4	火力分配程序描述	93
5.3.5	算例分析	95
5.3.6	应用的拓展	97
5.4	基于协同的舰空导弹网络化协同抗饱和攻击能力建模	98
5.4.1	影响抗饱和攻击能力的因素	98
5.4.2	问题描述	99
5.4.3	火力协同下舰空导弹武器系统抗饱和攻击模型	100
5.4.4	算例分析	102
	参考文献	104
第6章	舰空导弹网络化协同反导决策研究	106
6.1	协同网络信息的决策分析模型	106
6.1.1	决策分析中的协同网络与协同网络信息	107
6.1.2	协同网络信息的决策问题描述	109
6.1.3	协同网络信息的决策分析模型	111
6.1.4	个体信息与协同信息的集成模式	112
6.2	基于火力分配环协同度的编队反导决策优化	113
6.2.1	舰空导弹网络化协同度的度量方法	113
6.2.2	多目标多阶段系统决策优选	115
6.2.3	算例分析	117
6.3	基于协同网络决策的舰空导弹网络化协同反导效能分析	120
6.3.1	全程作战效能矩阵及协同网数学描述	121
6.3.2	多指标效能增量与最大效能通路	123
6.3.3	算例分析	124
	参考文献	125
第7章	结论与展望	127
7.1	结论	127
7.2	进一步研究的展望	128

第 1 章 概 述

1.1 引 言

当今世界,新军事革命、新科技革命的浪潮空前汹涌,特别是以信息化为核心技术的军事变革正在世界各国间竞相展开。一些军事强国为了抢占未来战争的制高点,纷纷加快信息化建设的发展步伐,形成了以加速发展信息化武器装备为核心的竞争态势。信息化武器的一个重要特点是武器平台之间实现横向组网,并融入信息网络系统,使得信息资源共享,从而最大程度提高武器平台的作战效能。

在现代海战中,空袭和反空袭仍是一种主要的作战形式,从 20 世纪 70 年代中期以来,空袭兵器和空袭战术都有了很大发展。对水面舰艇而言,来自敌方的攻击是全方位、立体的。舰空导弹是海上防空的主战武器装备,它担负着打击敌空袭兵力和拦截敌空袭武器的双重任务。由于对空防御作战的复杂性,目前从世界范围来看,对于水面舰艇反导技术、反导作战理论与方法的研究,明显落后于反舰导弹的发展及使用研究,编队对空防御作战具有显著的“被动性”特征^[1]。这种被动性主要体现在:一是空袭方在什么时间、应用何种平台、采用几个方向、从几个高度、分几个波次、使用何种武器、采用多大的饱和度发起空袭,对水面舰艇编队来说,事先难以准确预料,主动权在空袭方;二是编队系统对空探测距离的有限性,使得众多现实威胁变成潜在威胁,导致编队对空防御指挥决策难以适应真实的威胁环境;三是空袭目标的快速性与战术的灵活性,使得编队对空防御系统的反应速度难以与之匹配,从而打乱编队决策周期造成混乱与被动。随着装备技术与战术的发展,防区外空袭已占主导,编队直接威胁的主体目标从以飞机为主,转为以各类反舰导弹为主。如何提高编队对反舰导弹防御作战的主动性,如何立足现有装备考虑未来的发展以取得对空防御作战的胜利,是编队指挥员十分关心的问题。

协同是一种高层次的协作过程,军事组织的协同在于达成时间、空间以及决策主体的认知一致性,实现组织目标。随着网络和信息技术的发展,协同单元信息共享,客观上为协同创造了条件,使协同的作用更加容易发挥,因而越来越

越受到军事专家们的关注。舰空导弹网络化协同反导强调集中作战区域内的所有作战资源,发挥整体作战优势。该思想体现在作战指挥上,就是作战单元之间能够实施协同作战。协同作战的指挥控制以及管理体现在协同规划、协同方案生成、互操作控制等方面。协同作战问题是网络化作战体系结构研究中必须解决的问题,其指控和管理技术是影响系统作战效能的关键。面对 21 世纪高新技术条件下的海上防空体系与高强度空袭体系之间的激烈对抗,建立、健全舰空导弹网络化的防空体系,提高舰空导弹网络化的作战效能,是水面舰艇海上生存的重要保证。

1.2 舰空导弹网络化作战的概念

在现代海战中,舰艇编队将面临来自各种平台(飞机、舰艇和潜艇)上发射的反舰导弹的严重威胁。纵观舰艇编队反导作战的发展过程,大致经历了两个时期,如表 1.1 所列。20 世纪 90 年代以前,反舰导弹的“低空隐蔽突防”和“饱和攻击”战术,要求海上舰艇编队建立远中近、高中低的“分层防御”反导作战体系。

20 世纪 90 年代之后,海上空袭作战的主要模式逐渐演变为在预警机指挥下,空袭飞机从舰艇编队防区外发射反舰导弹,采用远距离发射、低空突防、航路规划和饱和攻击的战术方法,以对付舰艇编队分层防御体系。

表 1.1 舰艇编队反导作战体系演变历程

年代	威胁形式	能力要求	解决措施
1970—1990	导弹及饱和攻击	抗饱和攻击的能力	舰艇编队分层防御体系
1990 至今	导弹防区外发射 饱和攻击 复杂背景下隐蔽突袭	超视距拦截能力 多平台协同作战能力	网络化舰艇编队超视距 协同反导作战体系

由于海上防空反导作战的新变化,要求舰艇编队将其多个舰空导弹武器系统组建成舰空导弹网络系统,实现超视距反导作战体系和能力。一种可以在舰空导弹载舰雷达视距之外拦截来袭反舰导弹的技术应运而生,即使用超视距协同技术对舰空导弹制导从而拦截来袭的目标。该技术利用多种平台完成视距外目标的信息获取(探测、识别、跟踪),进而完成导弹发射,同时还能够实现舰空导弹的多平台协同制导(如接力制导等),从而满足舰空导弹网络化反导作战的能力。

网络中心战是 20 世纪末美军提出的一个全新的作战理念,它以时代的技术变革为基础,是美军进行作战理论的创新结果,对美军乃至世界各国的防空

反导系统的建设具有重大意义^[2]。网络中心战是相对平台中心战而言的,它是将一定区域内所有的侦察探测系统、通信系统、指挥控制系统和武器系统有机地组成一个网络体系,各级作战人员能利用该网络体系及时了解战场态势、交流作战信息、指挥与实施作战行动。

根据网络中心战的特点,舰空导弹网络化作战的概念是:将舰空导弹武器系统的各个功能系统分解为独立的作战节点,利用信息通信网络将作战海域内的作战节点连成一个有机的整体,充分利用和发挥各作战节点的功能和优势,减少整体防空作战系统的反应时间,提高舰空导弹武器系统的作战效能。

1.3 水面舰艇防空作战能力发展概况

1.3.1 国外研究现状分析

目前,各国海军作战平台大都具备超视距探测和攻击能力,远程精确打击已成为反舰导弹主要的火力运用方式。

1. 俄罗斯海军防空能力发展

俄罗斯海军水面舰艇编队防空注重构筑多层次的防空体系,编队防空火力的配置以舰空导弹为主、以舰炮为辅,并构成纵深梯次配置的环形火力防御网。其航空母舰编队在编成上与美军航空母舰战斗群相似,但在武器配备以及在作战使用上,与美军航空母舰战斗群有较明显的区别。主要有以下几个特点。

1) 防空梯次配置

为保护水面舰艇在密集空袭下的生存能力,俄罗斯提出防空梯次配置。第一,舰空导弹系统不允许敌机在干扰机掩护下发射反舰导弹;第二,如果已发射反舰导弹,舰空导弹能按梯次防御模式拦截反舰导弹;第三,舰空导弹能在较近的距离上拦截反舰导弹,而舰炮能要在离舰很近的距离上摧毁反舰导弹^[3]。

2) 突出防空火力的使用

在防空火力方面,以“库兹涅佐夫”航空母舰编队为例,它拥有由 SA-N-9 舰空导弹、CADS-N-1 弹炮结合近程防御系统和 AK-630 六管速射炮组成的三道防空反导火力网,火力范围为 2.5~16km。六单元 SA-N-9 舰空导弹发射井 4 座,共备弹 192 枚;CADS-N-1 弹炮结合近程防御系统 8 座,每座为 2 门 6 管 30mm 速射炮(每门射速 5000 发/min)和 8 枚 SA-N-11 舰空导弹,该系统的舰空导弹和速射炮在射程上密切衔接;AK-630 六管近程武器系统 6 座。全舰共计有 256 个导弹发射单元(SA-N-9 导弹 192 枚,SA-N-11 导弹 64 枚)和 132 管 30mm 炮(CADS-N-1 系统 96 管、AK-630 系统 36 管),具有

强大的对空防御能力,能够对突破舰载机防空系统的飞机和导弹进行有效的近距离拦截。

同时,俄海军认为^[4],在作战行动中,当其他条件都相同,火力对抗和电子对抗都具有相同效率时,应优先采用火力对抗。因为火力对抗能使敌方受到惨重甚至是毁灭性的杀伤。同时强调电子干扰与火力杀伤相结合,实施“电子—火力”突击,发挥“软”杀伤与“硬”杀伤的整体威力。

3) 重视防空舰艇的机动能力,强调一体化作战

俄海军非常重视防空舰艇的机动能力,始终保持其防空舰艇的高速机动性能;同时也重视舰空导弹与高炮系统的互连以及水面舰艇与航空兵的协同作战,体现了火力密集、武器混合及兵种混合的协同思想^[5]。

2. 日本海上自卫队防空能力发展

日本水面舰艇编队的防空作战采用空海协同、多层防御的战术^[6]。通常,每个“八·八”舰队都有2艘防空导弹驱逐舰(1艘“金刚”级+1艘“旗风”级或“太刀风”级)担负编队的防空作战任务。“金刚”级导弹驱逐舰装备有先进的“宙斯盾”作战系统,是“八·八舰队”防空作战的主力,主要防空武器是“标准”Ⅱ型舰空导弹,它与“旗风”级或“太刀风”级装备的“标准”Ⅰ型中程舰空导弹共同构成“八·八舰队”的第一层对空防御层。第二层由其余6艘驱逐舰携带的总数达112枚的“海麻雀”近程舰空导弹,能抗击7~20km范围内的空中来袭目标。第三层则由8艘驱逐舰携带的16座六管“密集阵”近程防御武器系统和电子战系统构成。1996年,日本制定了新的《防卫计划大纲》,按照“新大纲”的要求,日本不断增加防务开支、改善武器装备,军事实力不断增强。2001年日本的防务费已高达5万多亿日元。与此同时,不断提高海上自卫队在三军中的地位。大量更新海军装备,大力发展海上自卫队的反潜、护航能力,海上进攻作战能力及远洋作战能力。

3. 以美国为代表的西方国家海军防空能力发展

美国为了实现舰空导弹武器的超视距作战,正致力于协同作战能力技术的研究,以实现对目标的超视距拦截。美国在使用“协同作战能力”解决超视距作战的同时,也面临着以下的问题。

第一,满足沿海作战防空任务的需要。随着以计算机技术和通信技术为核心的高新技术迅速发展,沿海战区的防空任务变得日趋复杂。主要因素包括:沿海地区的自然环境复杂多变,限制了传感器的作用范围,从而影响了作战平台的响应时间。沿海地区通过的商用飞机和舰船的数量、类型和国籍增多,使得有效区分、敌我识别变得十分困难。

第二,适应网络中心战的需要。美军认为未来战争将从平台中心战转移到网络中心战。由于在现代战争中,作战平台的机动速度大大提高,特别是精确制导武器在现代局部战争中的广泛应用,从传感器探测到敌方目标到来袭目标攻击到达的时间越来越短。拦截攻击目标最重要的条件是传感器能够早期发现并跟踪目标。由于单个平台自身的武器装备受到传感器的类型、精度及其雷达视距的限制,很难满足对抗现代精确制导武器的需要,还可能由于海面杂波的反射干扰,特别是在复杂电磁环境下,作战平台很难捕捉到目标进行抗击。如果将整个作战兵力组成一个网络,把作战资源和情报资源进行实时共享,就能产生比各个平台简单累加更大的军事效益。

第三,满足增强战斗平台之间互操作性的需要。美国海军的作战重点逐步从深海转向沿海区域,而沿海作战意味着要提防敌人的导弹攻击以便阻止海军进入指定的作战区域。这种作战需求要求海军使用统一集成的空中态势图 SIAP,以确保战区空中优势。生成 SIAP 需要参战的各个平台和传感器之间具备高度的互操作性,但目前现存的战术数据链都不具备实现传感器网络所需的吞吐率和数据处理能力,或者说其互操作性不能满足建立 SIAP 的需要。但是,CEC 技术将按网络中的每个系统都形成一个分散的但却能保证高度互操作的防空系统的方式,协调管理各个系统中的防空传感器,集成其数据,从而满足这种互操作要求。

正是在这样的军事需求下,美国提出了“协同作战能力”的概念。所谓“协同作战能力”是指将战场的平台传感器进行联网,同时将联网后信息进行实时处理,形成统一的战场态势图,在所有战斗单元之间进行共享,辅助指挥决策和武器控制。由于战场态势图来自所有传感器,所以它最终能够获得比单一传感器更加完善的情报,使武器发射平台克服自身缺陷获得超视距目标参数,实现超视距攻击^[7]。美国“协同作战能力”经过试验已具备超视距制导和攻击能力。

美国海军的 CEC(Cooperative Engagement Capability)系统是目前世界上达到一定实用程度的、最为成熟的网络化防空导弹系统。CEC 条件下的舰艇编队防空作战概念如图 1.1 所示^[8]。在强大的通信系统的支持下,CEC 可将来自相关的传感器的跟踪数据进行融合,并建立一个单一的、共用“空中防御态势图”,并将其分发到其他所有参与平台上^[9]。从而可对目标进行早期的预警探测,并可对空中目标进行更连续、更精确的跟踪^[10]。特别是在沿海区域或对低空目标,这些情况下本地雷达发现目标的能力往往受限较多,不能达到很好的探测效果。

从水面舰艇编队协同作战的角度考虑,在遂行防空作战时,CEC 与传统的水面舰艇防空作战相比具有很大的优越性。然而不仅如此,CEC 的发展使舰空

导弹网络化作战成为可能,舰空导弹的网络化作战是在防空平台协同作战的基础上更大范围内的协同^[11]。

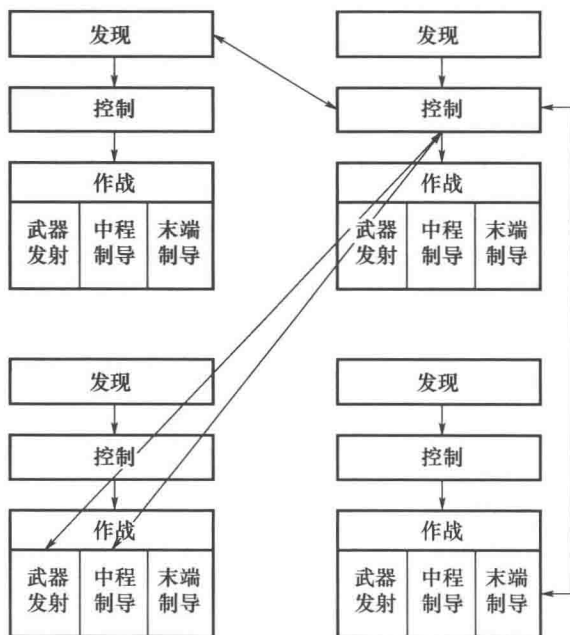


图 1.1 CEC 条件下舰艇编队防空作战概念图

CEC 的发展促进了舰空导弹网络化协同作战的形成。从许多文献中可知^[12-15],舰空导弹系统网络化作战能力主要体现在两个方面:一是一体化作战能力,通过对区域内各种作战单元的整合,形成一定规模的防空单元体系,充分发挥系统作战潜能,形成整体对抗优势。二是应对变化的灵活适应能力,称之为灵活作战能力,在对抗过程中面临各种变化能够维持系统的整体对抗优势。舰空导弹网络化作战能力包括以下四个方面。

1) 捕获提示

舰空导弹系统中的雷达之间进行捕获提示,可以使系统内没有发现目标的雷达能够更迅速地探测到目标,缩短对目标搜索的时间。捕获提示包含目标的信息,如位置估计、航迹数据等。图 1.2 是捕获提示的示意图,远程作战单元的雷达首先发现目标,然后将目标指示信息发送给本地作战单元,本地作战单元控制其所配置的雷达搜索目标并进行跟踪。

2) 超视距攻击

在需要远程作战单元对目标进行拦截,但本地作战单元依靠舰载雷达未获

取目标的航迹数据,无法依靠本地数据进行发射装订,这时可利用系统中其他雷达提供的数据进行发射装订,称这种能力为超视距攻击^[16]。超视距攻击能力是基于对远程制导信息的利用,图 1.3 为超视距攻击示意图。

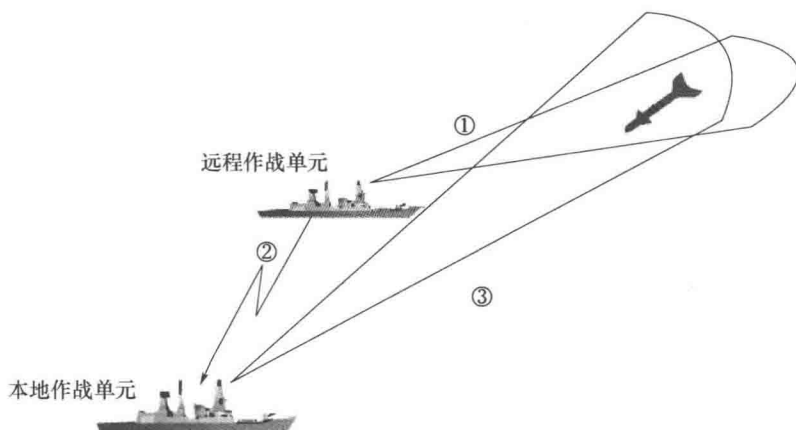


图 1.2 捕获提示示意图

- ① 远程作战单元发现目标;② 本地作战单元接收捕捉提示信息;
- ③ 本地作战单元雷达搜索并跟踪目标。

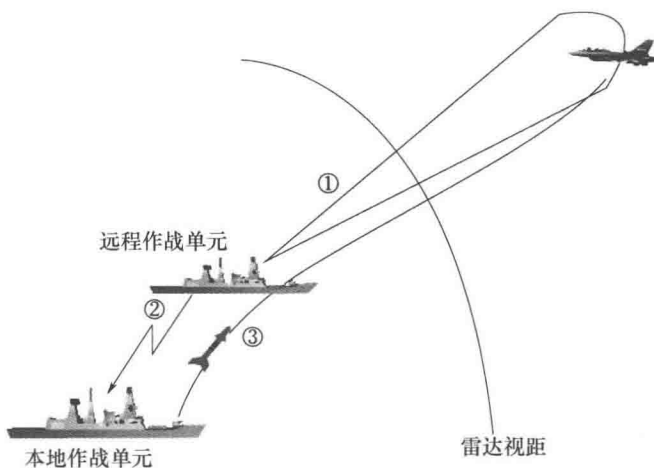


图 1.3 超视距攻击示意图

- ① 远程作战单元为本地作战单元提供火控级别目标数据;② 本地作战单元利用本地传感器对目标进行跟踪;③ 本地作战单元根据远程数据进行发射。

3) 接力制导

为了充分发挥中远程舰空导弹的射程优势,导弹不在制导雷达的作用范围

时,应考虑采用接力制导的方式向导弹发送制导指令。所谓接力制导^[17],是指导弹发射至命中目标这段时间内,制导指令通过不同的制导站接力发送给导弹,使导弹能够在飞行过程中,通过不断修正飞行弹道,达到击毁目标的目的。由于多舰协同拦截过程中,战场信息是共享的,每一艘舰都知道其他舰艇的位置及制导能力,制导的交接过程可以按照预先装订的交接策略进行,如图 1.4 所示。

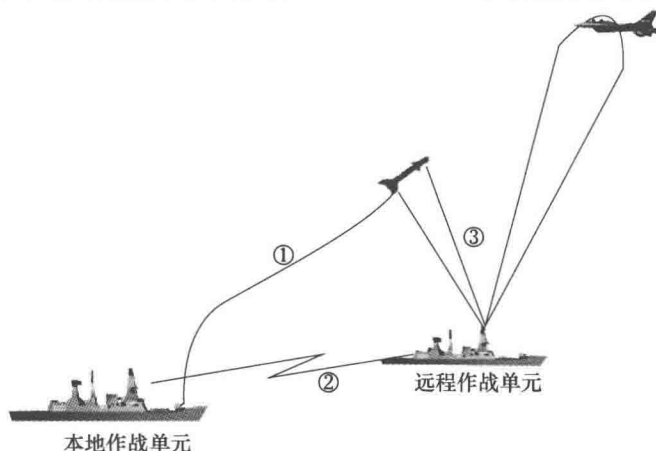


图 1.4 接力制导示意图

- ① 本地作战单元发射舰空导弹,超出传感器范围时将制导权交给远程作战单元;② 本地作战单元将制导信息交给远程作战单元;
 ③ 远程作战单元跟踪目标并对舰空导弹进行制导。

4) 协同交战

远程作战单元可以控制本地作战单元进行作战,实现火控层次上的协同交战。如图 1.5 所示,远程作战单元做出发射决策命令本地单元发射拦截弹,并为本地单元提供发射装订数据,拦截弹的制导由远程作战单元来完成。

针对舰艇编队防空面临的威胁环境,特别是各种类型的超低空目标和反舰导弹已对水面舰艇构成严重威胁,可以综合利用舰空导弹系统以外或其他舰上传感器测量信息,由舰艇编队协同完成对多方向、多层次飞机目标或反舰导弹的探测、跟踪,实现目标探测跟踪信息共享,舰空导弹武器系统接收多部目标探测跟踪雷达信息,导弹在超低空超视距飞行中,制导信息由多部跟踪制导雷达提供,克服雷达视距限制,对舰空导弹末端制导进行支援,扩大舰空导弹系统防区和作战空间,实现对目标超视距拦截,扩大舰空导弹作战空域。协同作战时,舰空导弹武器系统的主要工作模式以下几种。

(1) 作战模式 1:射前信息支援。武器系统利用其他信息源跟踪目标的信息,进行拦截可行性判断、射击诸元计算、导弹装订参数计算、发射控制,导弹发

射后武器系统自主进行目标跟踪、导弹跟踪和制导。

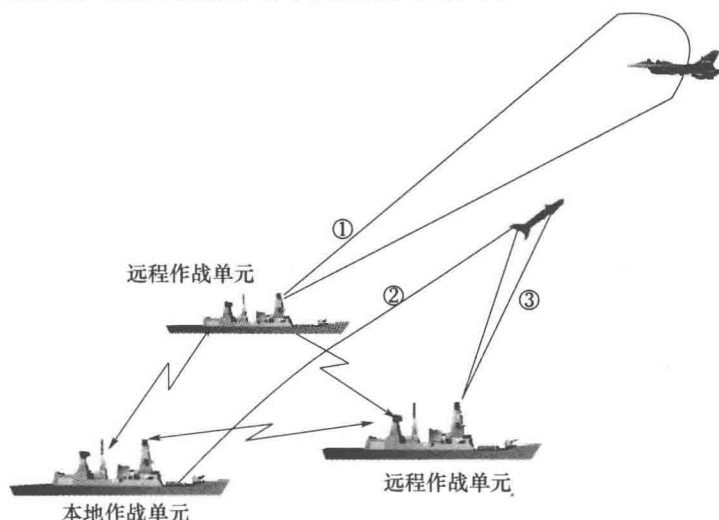


图 1.5 协同交战示意图

- ① 远程作战单元发出决策指令,本地作战单元发射舰空导弹;
② 本地作战单元利用远程数据进行发射;③ 远程作战单元对舰空导弹进行制导控制。

(2) 作战模式 2:全程目标信息支援。武器系统利用其他信息源跟踪目标的信息,进行拦截可行性判断、射击诸元计算、导弹装订参数计算、发射控制、导弹发射后的初、中制导,武器系统制导平台完成导弹全程跟踪和制导。

(3) 作战模式 3:全程目标信息支援和导弹接力制导。武器系统利用其他信息源跟踪目标的信息,进行射前判断、计算,完成发射控制、导弹发射后的初、中制导,武器系统制导平台完成导弹近程跟踪和制导,当导弹超出本舰的制导距离时,由友舰(或其他平台)完成导弹的接力制导。

1.3.2 国内研究现状分析

防空能力一直是我海军水面舰艇作战能力的薄弱环节,舰空导弹网络化协同反导理论的研究也是水面舰艇战术理论研究的新问题和新动向。由于受到装备技术水平的限制,在相当长的一段时间内,我海军水面舰艇对空防御战术理论发展十分缓慢。为解决防空系统的瓶颈问题,使我国舰艇编队(未来的航空母舰编队)具备强大的区域防空能力和远洋作战能力,必须提高我海上编队的反导纵深,使其向超视距范围扩展。而中、远程舰空导弹无论在有效射程、飞行速度等方面均有优势,主要的问题是解决对目标的探测跟踪和导弹的制导。

在水面舰艇对空防御方面,我海军做了大量的研究和探索。由于缺乏海战