

潜艇火控原理

Principles of Submarine Fire Control

赵正业 编著

国防工业出版社

潜艇火控原理

Principles of Submarine Fire Control

赵正业 编著

国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

潜艇火控原理/赵正业编著. —北京:国防工业出版社, 2003.9

ISBN 7-118-03121-6

I. 潜... II. 赵... III. 潜艇-火力控制系统
IV. U674.76

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 021281 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 850 × 1168 1/32 印张 11½ 288 千字

2003 年 9 月第 1 版 2003 年 9 月北京第 1 次印刷

印数: 1 - 2500 册 定价: 29.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

担着记载和弘扬这些成就,积累和传播科技知识的使命。在改革开放的新形势下,原国防科工委率先设立出版基金,扶持出版科技图书,这是一项具有深远意义的创举。此举势必促使国防科技图书的出版随着国防科技事业的发展更加兴旺。

设立出版基金是一件新生事物,是对出版工作的一项改革。因而,评审工作需要不断地摸索、认真地总结和及时地改进,这样,才能使有限的基金发挥出巨大的效能。评审工作更需要国防科技和武器装备建设战线广大科技工作者、专家、教授,以及社会各界朋友的热情支持。

让我们携起手来,为祖国昌盛、科技腾飞、出版繁荣而共同奋斗!

国防科技图书出版基金

评审委员会

国防科技图书出版基金
第四届评审委员会组成人员

名誉主任委员	陈达植			
顾问	黄宁			
主任委员	刘成海			
副主任委员	王峰	张涵信	张又栋	
秘书长	张又栋			
副秘书长	彭华良	蔡镛		
委员	于景元	王小漠	甘茂治	冯允成
	刘世参	杨星豪	李德毅	吴有生
	何新贵	佟玉民	宋家树	张立同
	张鸿元	陈火旺	侯正明	常显奇
	崔尔杰	韩祖南	舒长胜	

(按姓名笔画排序)

前言

近年来潜艇武器装备技术,特别是各种新型潜艇指控系统和火控系统以及潜射武器的发展和科技进步很快。为了适应这种发展形势,本书以潜艇火控系统几项共性核心功能为主线,全面、系统论述了潜艇攻击中计算目标运动要素、计算占位方案及计算各种潜射武器射击(导引)诸元的原理。

本书内容分为两大部分,共九章。第一部分内容是潜艇火控原理基础,包括第一章和第二章。其中,第一章在简要介绍了潜艇作战系统的基本结构的基础上,重点论述了潜艇指控系统的基本概念、主要战术技术指标及主要工作环节。第二章着重论述了潜艇攻击中采用的接敌跟踪航路,并围绕着以指控/火控系统为核心的潜艇武器系统运用与潜艇作战平台机动控制相结合论述了潜艇攻击过程中的主要工作环节。第二部分内容是围绕着潜艇火控系统的几项核心功能而写的,是全书的重点,包括第三~九章。其中,第三章全面系统地论述了潜艇火控系统采用的各种计算目标运动要素方法及原理;第四章在分析潜艇攻击占位可行性的基础上,全面系统地论述了潜艇火控系统采用的各种计算占位方案的原理;第五~九章全面系统地论述了潜艇火控系统组织及控制直航鱼雷、声自导鱼雷、尾流自导鱼雷、线导鱼雷和反舰导弹等各种潜射武器射击(导引)诸元的计算原理。上述内容全面地涵盖了潜艇火控原理,具有通用性强和稳定性好的特点。

本书经中国船舶重工集团第七研究院第七一六研究所研究员、科技委主任、博士生导师董志荣同志审稿,并送大连海军舰艇学院熊吉光教授审阅。他们对书稿提出了有益的修改建议和宝贵的修改意见,谨向他们表示衷心的感谢。

本书在编写及送审过程中,得到了各级领导和机关业务部门的关心和支持。特别是国防科技图书出版基金评审委员会的资助和国防工业出版社的大力支持及具体指导,为本书出版创造了许多便利条件,在此一并表示衷心的感谢。

本书由赵正业副教授编著。在编写过程中,参阅了许多著述、教材和其它文献资料。在此谨向这些材料的原著作者表示诚挚的谢意。

由于受到作者学术水平限制,书中难免存在一些疏漏和不足,敬请读者批评、指正。

作者 赵正业

二〇〇三年一月

本书共分三章,第一章为绪论,第二章为... 第三章为... 第四章为... 第五章为... 第六章为... 第七章为... 第八章为... 第九章为... 第十章为... 第十一章为... 第十二章为... 第十三章为... 第十四章为... 第十五章为... 第十六章为... 第十七章为... 第十八章为... 第十九章为... 第二十章为... 第二十一章为... 第二十二章为... 第二十三章为... 第二十四章为... 第二十五章为... 第二十六章为... 第二十七章为... 第二十八章为... 第二十九章为... 第三十章为... 第三十一章为... 第三十二章为... 第三十三章为... 第三十四章为... 第三十五章为... 第三十六章为... 第三十七章为... 第三十八章为... 第三十九章为... 第四十章为... 第四十一章为... 第四十二章为... 第四十三章为... 第四十四章为... 第四十五章为... 第四十六章为... 第四十七章为... 第四十八章为... 第四十九章为... 第五十章为... 第五十一章为... 第五十二章为... 第五十三章为... 第五十四章为... 第五十五章为... 第五十六章为... 第五十七章为... 第五十八章为... 第五十九章为... 第六十章为... 第六十一章为... 第六十二章为... 第六十三章为... 第六十四章为... 第六十五章为... 第六十六章为... 第六十七章为... 第六十八章为... 第六十九章为... 第七十章为... 第七十一章为... 第七十二章为... 第七十三章为... 第七十四章为... 第七十五章为... 第七十六章为... 第七十七章为... 第七十八章为... 第七十九章为... 第八十章为... 第八十一章为... 第八十二章为... 第八十三章为... 第八十四章为... 第八十五章为... 第八十六章为... 第八十七章为... 第八十八章为... 第八十九章为... 第九十章为... 第九十一章为... 第九十二章为... 第九十三章为... 第九十四章为... 第九十五章为... 第九十六章为... 第九十七章为... 第九十八章为... 第九十九章为... 第一百章为...

本书共分三章,第一章为绪论,第二章为... 第三章为... 第四章为... 第五章为... 第六章为... 第七章为... 第八章为... 第九章为... 第十章为... 第十一章为... 第十二章为... 第十三章为... 第十四章为... 第十五章为... 第十六章为... 第十七章为... 第十八章为... 第十九章为... 第二十章为... 第二十一章为... 第二十二章为... 第二十三章为... 第二十四章为... 第二十五章为... 第二十六章为... 第二十七章为... 第二十八章为... 第二十九章为... 第三十章为... 第三十一章为... 第三十二章为... 第三十三章为... 第三十四章为... 第三十五章为... 第三十六章为... 第三十七章为... 第三十八章为... 第三十九章为... 第四十章为... 第四十一章为... 第四十二章为... 第四十三章为... 第四十四章为... 第四十五章为... 第四十六章为... 第四十七章为... 第四十八章为... 第四十九章为... 第五十章为... 第五十一章为... 第五十二章为... 第五十三章为... 第五十四章为... 第五十五章为... 第五十六章为... 第五十七章为... 第五十八章为... 第五十九章为... 第六十章为... 第六十一章为... 第六十二章为... 第六十三章为... 第六十四章为... 第六十五章为... 第六十六章为... 第六十七章为... 第六十八章为... 第六十九章为... 第七十章为... 第七十一章为... 第七十二章为... 第七十三章为... 第七十四章为... 第七十五章为... 第七十六章为... 第七十七章为... 第七十八章为... 第七十九章为... 第八十章为... 第八十一章为... 第八十二章为... 第八十三章为... 第八十四章为... 第八十五章为... 第八十六章为... 第八十七章为... 第八十八章为... 第八十九章为... 第九十章为... 第九十一章为... 第九十二章为... 第九十三章为... 第九十四章为... 第九十五章为... 第九十六章为... 第九十七章为... 第九十八章为... 第九十九章为... 第一百章为...

目 录

第一章 潜艇指控系统概述	1
1.1 潜艇作战系统的基本概念	1
1.1.1 舰艇作战系统的基本定义	2
1.1.2 潜艇作战系统的基本结构	2
1.1.3 潜艇作战系统的主要功能	9
1.2 潜艇指控系统	10
1.2.1 指控系统的基本概念	11
1.2.2 指控系统的主要战术技术指标	17
1.2.3 指控系统的主要工作环节	29
第二章 潜艇攻击的基础知识	50
2.1 接敌跟踪航路	51
2.1.1 接敌跟踪的基本概念	51
2.1.2 确定接敌跟踪航路时应该考虑的主要因素	53
2.1.3 确定接敌跟踪航路的基本参照量	60
2.1.4 接敌跟踪基本航路分析	64
2.2 潜艇攻击过程中的主要工作环节	75
2.2.1 潜艇攻击的几种典型机动航路模式	76
2.2.2 侦测识别阶段的主要工作	80
2.2.3 接敌跟踪阶段的主要工作	85
2.2.4 占位射击(导引)阶段的主要工作	88
第三章 计算目标运动要素原理	91
3.1 测定目标运动要素概述	91

3.2	确定性参数计算——两方位两要素法	93
3.2.1	火控系统采用的两方位两要素算法	95
3.2.2	机电模拟式指挥仪采用的两方位两要素计 算法	105
3.2.3	目标运动要素误差分析及校正	108
3.2.4	两方位两要素法在潜艇攻击中的地位及系 统设置几个两方位一距离一速度法并行计 算方案问题	115
3.3	确定性参数计算——三方位一要素法	116
3.3.1	火控系统采用的三方位一要素算法	116
3.3.2	机电模拟式指挥仪采用的三方位一要素计 算法	120
3.3.3	目标运动要素误差分析与校正	121
3.4	确定性参数计算——四方位法	127
3.4.1	四方位法定位的理论基础	128
3.4.2	机电模拟式指挥仪采用的四方位算法	136
3.4.3	三方位一估计要素算法	137
3.4.4	目标运动要素误差分析与校正	138
3.5	滤波估计法	145
3.5.1	方位平差法	146
3.5.2	距离平差法	157
3.5.3	速度平差法	160
3.5.4	舷角平差法	162
3.5.5	方位、距离平差法	163
3.5.6	完善火控子系统计算目标运动要素方案 设计	167
第四章	占位可行性分析及占位方案计算原理	169
4.1	占位可行性分析	169
4.1.1	武器射击可行域	170
4.1.2	潜艇机动可行域	173

4.1.3	潜艇占位射击可行阵位域	175
4.2	有利射击阵位域的确定	182
4.2.1	等概率阵位图	182
4.2.2	确定有利射击阵位域的基本准则和方法	186
4.3	占位方案计算原理	188
4.3.1	常用占位方案计算	188
4.3.2	直进射击占位方案计算	202
第五章 直航鱼雷扇面齐射组织及控制原理		209
5.1	火控系统组织及控制直航鱼雷扇面齐射	210
5.1.1	齐射扇面中线(鱼雷)转角等射击诸元计算	210
5.1.2	扇面齐射鱼雷有利散角计算	216
5.1.3	扇面齐射各雷展开角及其转角计算	224
5.1.4	特殊攻击条件下的射击组织	226
5.1.5	直航鱼雷的攻击航行深度设定	227
5.2	直航鱼雷极限射程(距)圆与最小允许	
	射程(距)圆	228
5.2.1	直航鱼雷极限射距与最小允许射距	228
5.2.2	直航鱼雷极限射程(距)圆与最小允许射程	
	(距)圆	232
5.2.3	直航鱼雷扇面齐射等命中目标概率阵位	
	曲线	233
第六章 声自导鱼雷齐射组织及控制原理		236
6.1	火控系统组织及控制声自导鱼雷齐射	236
6.1.1	齐射扇面中线(鱼雷)转角等射击诸元计算	237
6.1.2	系统按扇面组织及控制声自导鱼雷齐射时,	
	齐射鱼雷有利散角和各雷展开角及其转角	
	计算	240
6.1.3	系统按平行航向组织及控制声自导鱼雷齐射	
	时,齐射各雷展开角、转角、展开航段航程	
	及二次转角计算	245

6.1.4	鱼雷声自导装置工作方式设定	250
6.1.5	声自导鱼雷搜索(或攻击)航行深度设定	252
6.2	声自导鱼雷极限射程(距)圆和最小允许	
	射程(距)圆	253
6.2.1	声自导鱼雷极限射距和最小允许射距	254
6.2.2	声自导鱼雷极限射程(距)圆和最小允许射	
	程(距)圆	255
6.2.3	声自导鱼雷齐射等捕获目标概率阵位曲线	257
第七章 尾流自导鱼雷齐射组织及控制原理		259
7.1	尾流自导程序控制蛇行追踪弹道	260
7.1.1	水面舰船尾流及鱼雷尾流自导装置基本工	
	作方式	260
7.1.2	尾流自导程序控制蛇行追踪规则弹道数学	
	模型	263
7.1.3	尾流自导程序控制蛇行追踪弹道的基本要	
	求	265
7.2	火控系统组织及控制尾流自导鱼雷齐射	266
7.2.1	齐射扇面中线(鱼雷)转角等射击诸元计算	267
7.2.2	齐射雷数及齐射鱼雷间隔的计算	269
7.2.3	系统按平行航向组织及控制尾流自导鱼雷	
	齐射时,齐射各雷展开航行段航程、展开角、	
	转角和二次转角计算	272
7.2.4	系统按扇面组织及控制尾流自导鱼雷齐射	
	时,齐射鱼雷散角和各雷展开角及其转角	
	计算	280
7.2.5	尾流自导鱼雷的搜索航行深度设定	280
7.3	水面舰船航行速度限制及海况限制	281
7.3.1	水面舰船最低航行速度限制	281
7.3.2	水面舰船最高航行速度限制	282
7.3.3	海况限制	285

7.4 尾流自导鱼雷极限射程(距)圆和最小允许	
射程(距)圆	286
7.4.1 尾流自导鱼雷极限射距和最小允许射距	286
7.4.2 尾流自导鱼雷极限射程(距)圆和最小允许	
射程(距)圆	288
第八章 线导鱼雷射击及导引控制原理	290
8.1 线导鱼雷基本控制参数设定及射击诸元计算	290
8.1.1 线导鱼雷自控弹道等基本控制参数设定	290
8.1.2 线导鱼雷射击诸元计算	295
8.2 线导鱼雷导引方法及其导引参数计算	297
8.2.1 线导鱼雷导引控制的基本概念	297
8.2.2 线导鱼雷导引方法及其导引参数计算	300
8.3 线导鱼雷极限射程(距)圆和最小允许	
射程(距)圆	315
8.3.1 线导鱼雷极限射距和最小允许射距	315
8.3.2 线导鱼雷极限射程(距)圆和最小允许射程	
(距)圆	317
第九章 反舰导弹齐射组织及控制原理	320
9.1 系统按前置点组织及控制反舰导弹齐射时的导	
弹射击诸元计算	321
9.1.1 反舰导弹射击三角形	321
9.1.2 系统按前置点组织及控制反舰导弹齐射时	
的导弹前置航向角及自控飞行时间计算	325
9.2 火控系统按现在点组织及控制反舰导弹齐射时	
的导弹射击诸元确定	328
9.2.1 现在点射击的基本概念	328
9.2.2 系统按现在点组织及控制反舰导弹齐射时	
的导弹前置航向角及自控飞行距离确定	329
9.3 超视距条件下组织及控制反舰导弹齐射概念	331
9.3.1 超视距目标定位系统应用的基本情况	333

Contents

Chapter 1	A Brief Introduction of Submarine C² Systems	1
1.1	Basic Concepts of Submarine Combat Systems	1
1.1.1	Basic Definitions of Submarine Combat Systems	2
1.1.2	Basic Structures of Submarine Combat Systems	2
1.1.3	Major Functions of Submarine Combat Systems	9
1.2	Submarine C ² Systems	10
1.2.1	Basic Concepts of C ² Systems	11
1.2.2	Major Tactical and Technological Indexes of C ² Systems	17
1.2.3	Major Operation Units in C ² Systems	29
Chapter 2	Basics of Submarine Attack	50
2.1	Trajectories of Approaching Enemy Tracking	51
2.1.1	Basic Concepts of Approaching Enemy Tracking	51
2.1.2	Major Aspects to be Considered in Determination of Trajectories of Approaching Enemy Tracking	53
2.1.3	Basic Reference Parameters in Determination of Trajectories of Approaching Enemy Tracking	60
2.1.4	Analysis of Basic Trajectories of Approaching Enemy Tracking	64
2.2	Major Tasks in a Submarine Attack Process	75
2.2.1	Some Typical Attack Trajectories for Submarine Attack	76
2.2.2	Major Tasks in Reconnaissance and Identification Processes	80

2.2.3	Major Tasks in Approaching Enemy Tracking Process	85
2.2.4	Major Tasks in Getting-to-the-Firing – Position and Firing (Guidance) Processes	88

Chapter 3 Principle of Target Motion Parameters

	Calculation	91
3.1	Introduction	91
3.2	Deterministic Parameters Calculation —with 2-Bearings and Two Parameters	93
3.2.1	2-Bearing 2-Parameter Method in Fire Control Subsystems	95
3.2.2	2-Bearing 2-Parameter Method in Electromechanical Analog Directors	105
3.2.3	Error Analysis and Correction	108
3.2.4	Importance of 2-Bearing 2-Parameter Method in Submarine Attack and Some Issues Regarding Setting a Parallel Calculation Plan with 2-Bearing 1-Range 1-Speed Method	115
3.3	Deterministic Parameters Calculation —with 3-Bearings and One Parameter	116
3.3.1	3-Bearing 1-Parameter Method in Fire Control Subsystems	116
3.3.2	3-Bearing 1-Parameter Method in Electromechanical Analog Directors	120
3.3.3	Error Analysis and Correction	121
3.4	Deterministic Parameters Calculation —with 4-Bearings	127
3.4.1	Theoretical Bases of 4-Bearing Method	128
3.4.2	4-Bearing Method in Electromechanical Analog Directors	136

3.4.3	3-Bearing 1-Estimated Parameter Method	137
3.4.4	Error Analysis and Correction	138
3.5	Filtering and Estimation Approaches	145
3.5.1	Batch LS n -Bearing Method	146
3.5.2	Batch LS n -Bearing 1-Range Method	157
3.5.3	Batch LS n -Bearing 1-Speed Method	160
3.5.4	Batch LS n -Bearing 1-Course Method	162
3.5.5	Batch LS n -Bearing n -Range Method	163
3.5.6	Bettering Design of Target Motion Parameters	167
	Calculation Models in Fire Control Subsystems	167
Chapter 4 Getting-to-the-Firing-Position Feasibility		
	Analysis and Calculation Principles	169
4.1	Getting-to-the-Firing-Position Feasibility Analysis	169
4.1.1	Feasible Weapon Firing Zone	170
4.1.2	Submarine Feasible Maneuver Zone	173
4.1.3	Submarine Feasible Getting-to-the-Firing-Position and Firing Zone	175
4.2	Determination of Favorable Firing Zone	182
4.2.1	Firing Position Zone Defined by Probability Contours	182
4.2.2	Basic Criteria and Methods for Determination of Favorable Firing Zone	186
4.3	Principles of Getting-to-the-Firing-Position Calcula- tion	188
4.3.1	Calculation of Typical Getting-to-the-Firing- Position Plans	188
4.3.2	Calculation of Getting-to-the-Firing-Position Plans with Straight-Running Weapons	202
Chapter 5 Principles of Sector Salvo Firing Organi- zation and Control with Straight-Running		