

New Theory of Underwater Target
Tracking and Attack

水下目标跟踪与攻击新理论

夏佩伦 李长文 著



國防工業出版社

National Defense Industry Press

水下目标跟踪与攻击 新理论

夏佩伦 李长文 著

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书对以潜艇攻击为主的水下作战过程中涉及的若干重要问题进行探讨。全书共分10章。第1章研究潜艇鱼雷攻击占位机动方案的确定及演绎推理和模糊推理在潜艇攻击中的运用。第2章提出两种鱼雷武器射击瞄准的新方法,即预定相遇态势二次转角射击方法和可预测弹道目标射击方法。第3章对尾流自导鱼雷特有的极限射距计算问题进行研究。第4章探讨线导鱼雷的几个特殊问题。第5章以新视角研究鱼雷武器射击误差和鱼雷齐射命中间隔。第6章针对水下目标跟踪难题,对纯方位跟踪方法进行新的探索。第7章研究紧急情况下的潜艇攻击方法。第8章就潜艇攻击机动目标的有关问题进行研究。第9章研究多目标战场环境下潜艇实施多目标攻击的方法。第10章对大洋深海特有作战环境下的潜艇鱼雷攻击方法进行探讨。

本书可供水下作战尤其是潜艇攻击作战相关人员参考,也可供水下作战设备研制、技术和信息保障、理论研究相关人员参考,还可用作院校相关专业教学的参考教材。

图书在版编目(CIP)数据

水下目标跟踪与攻击新理论/夏佩伦,李长文著.

—北京:国防工业出版社,2016.10

ISBN 978-7-118-11077-7

I. ①水… II. ①夏… ②李… III. ①水下目标—目标跟踪—研究 ②水下目标—攻击—研究
IV. ①U675.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 242066 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 14¼ 字数 300 千字

2016年10月第1版第1次印刷 印数 1—1500 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)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

以潜艇为平台在水下对敌对舰船目标实施跟踪和攻击是极富挑战的任务,行动结果取决于对抗双方装备性能、指挥机构谋略、作战人员战术素养训练水平甚至意志力、信息和技术保障支撑能力、对战场环境的认知和利用水准、知己知彼程度等诸多因素。为了在战场较量中取得主动和最终胜利,对抗双方在上述各环节展开斗智斗勇、此消彼长的比拼过程永无止境。

本书以潜艇平台一方的视角,梳理出目前阶段其在水下目标跟踪和攻击过程中所可能面对的一些重要问题或技术难题,并试图研究解决思路 and 办法。全书共分 10 章。第 1 章对潜艇攻击决策所涉的两个问题进行研究,即潜艇鱼雷攻击占位机动方案的确定及演绎推理和模糊推理在潜艇攻击中的运用。第 2 章提出两种鱼雷武器射击瞄准的新方法,即预定相遇态势二次转角射击方法和可预测弹道目标射击方法,并给出相应射击参数的计算方法。第 3 章对尾流自导鱼雷特有的极限射距计算问题进行研究,主要是分析瞄点修正及鱼雷进入角限制对极限射距造成的影响,并给出处理方法。第 4 章探讨线导鱼雷的几个特殊问题,即线导加尾流自导鱼雷的导引方法、线导鱼雷通用方位导引模型及一种假设本艇不动的线导鱼雷极限射距近似解析计算方法。第 5 章尝试以新视角对鱼雷武器射击误差和鱼雷齐射命中间隔进行研究,主要针对实际应用中存在的对潜艇鱼雷射击误差认识及处理不严密的问题,并试图揭示直航鱼雷齐射命中间隔的一些性质。第 6 章对纯方位跟踪为主的水下目标跟踪难题进行新的探索,主要包括纯方位目标跟踪系统一般观测性的分析、声速有限条件下的纯方位方法、目标运动要素稳定性的图形表达等。第 7 章对潜艇紧急攻击方式进行研究,针对紧急情况下的潜艇攻击可能遇到的情况提出基本的应对原则和方法。第 8 章就潜艇攻击变向变速机动目标的有关问题进行研究,主要针对变向变速机动目标攻击与定向定速目标攻击的根本不同提出基本的应对原则和方法。第 9 章研究多目标战场环境下潜艇实施多目标攻击的方法,主要针对多目标攻击与单目标攻击的根本不同提出基本的应对原则和方法。第 10 章对大洋深海特有作战环境下的潜艇鱼雷攻击方法进行探讨,主要针对大洋攻击与近海攻击的根本不同提出基本的应对原则和方法。

需要提醒读者的是,本书并不是全面系统论述水下目标跟踪和攻击理论的著作,而是对其中的某些问题(尤其是一些难题和重要问题)进行探索研究所取

得成果的总结。因此,书中各章节内容相对独立,之间并无严格的逻辑关联,读者可按需选择进行阅读。当然,本书的这一特点意味着具备一些水下目标跟踪和攻击方面的基本知识将有利于读者对书中观点的理解。

此外,撰写本书的初衷主要是学术性的,目的是分享我们对有关问题的探索、思考所形成的一些认识,希望对从事相关领域工作的人员及感兴趣的读者有所启发。书中提出的理论和方法有的仅经过了计算机数值仿真验证,有的则完全是作者的理论探究,没有经过实际装备或行动的检验。因此,读者对本书中的结论需持审慎、借鉴态度,不得直接将其用于装备建模和指导行动。

本书的出版得到了海军潜艇学院专著出版基金的资助。海军潜艇学院李本昌教授、宋裕农教授、吉春生教授对书稿进行了严格细致的审稿,其专业水准的见解使作者受益良多。国防工业出版社为本书的出版提供了种种便利,责任编辑崔艳阳付出了大量辛勤劳动。作者向他们致以深深谢意。

衷心欢迎读者对本书的任何反馈意见。作者的 e-mail 邮箱为 peilunxia@126.com。

作者

2016年5月于青岛

第 1 章 水下攻击决策	1
1.1 潜艇鱼雷攻击占位机动方案的确定与分析	1
1.1.1 鱼雷射击方式及其对射击阵位的影响	2
1.1.2 转角射击占位方案确定	3
1.1.3 直进射击占位方案确定	5
1.2 演绎推理和模糊推理在潜艇攻击中的运用	7
1.2.1 演绎推理	8
1.2.2 演绎推理在潜艇攻击理论中的运用	9
1.2.3 模糊推理	11
1.2.4 模糊推理在潜艇攻击理论中的运用	12
参考文献	14
第 2 章 武器射击瞄准	15
2.1 预定相遇态势的鱼雷射击需求的定性分析	15
2.1.1 相遇态势对鱼雷自导探测能力的影响	15
2.1.2 二次转角射击的需求及使用时机	16
2.1.3 预定相遇态势的选择问题	17
2.1.4 预定相遇态势鱼雷射击在鱼雷武器系统中的应用	19
2.1.5 二次转角射击的解算原理	19
2.2 预定相遇态势的二次转角射击通用模型与算法	20
2.2.1 二次转角射击的输入、输出参数及描述模型	20
2.2.2 射击参数的计算方法	25
2.2.3 直进射击提前角的解析公式	26
2.2.4 公式验证及算法实验	27
2.2.5 平行航向齐射参数的计算	28
2.3 可预测弹道目标的鱼雷射击参数计算方法	28
2.3.1 一般方法	29
2.3.2 理想声自导目标的射击参数计算	33
2.3.3 主要结论与问题	34

参考文献	34
第3章 尾流自导鱼雷极限射距的计算与分析	35
3.1 单雷射击极限射距的计算与分析	35
3.1.1 直航鱼雷的极限射距	36
3.1.2 尾流自导鱼雷极限射距的计算	37
3.1.3 影响尾流自导鱼雷极限射距的因素分析	39
3.1.4 尾流自导鱼雷的极限射距圆	40
3.1.5 尾流自导鱼雷的射击参数的选择	40
3.2 齐射极限射距的确定	41
3.2.1 鱼雷武器的齐射	41
3.2.2 尾流自导鱼雷齐射极限射距的确定	42
3.3 考虑进入角限制的确定极限射距方法	44
3.3.1 进入角的限制	44
3.3.2 鱼雷航迹规划方案	45
3.3.3 考虑进入角时的尾流自导鱼雷极限射距的计算	46
参考文献	47
第4章 线导鱼雷导引与极限射距计算	48
4.1 现在方位导引法及其存在的问题	48
4.1.1 现在方位导引法原理	49
4.1.2 现在方位导引法应用于线导加尾流自导模式 存在的问题	49
4.2 线导加尾流自导鱼雷导引方法	50
4.2.1 过去方位导引法	50
4.2.2 保持距离导引法	51
4.3 线导鱼雷通用导引模型及数值分析	52
4.3.1 关于导引规则的约定	53
4.3.2 线导运动的一般数学描述模型	53
4.3.3 声速为有限值及观测误差条件下公式的验证	55
4.3.4 导引点及导引线的选取及作用	56
4.3.5 主要结论与问题	57
4.4 一种计算线导鱼雷极限射距的近似解析方法	57
4.4.1 关于线导鱼雷导引方式的假设	58
4.4.2 鱼雷运动轨迹的参数方程	58
4.4.3 极限射距的计算公式	59

参考文献	61
第5章 射击误差分析及武器齐射原理	62
5.1 鱼雷射击的随机误差分析的几个问题	62
5.1.1 直进射击的原理与随机观测误差	62
5.1.2 鱼雷命中目标的条件及其概率	64
5.1.3 概率的计算	66
5.1.4 关于正态向量一般二次函数的性质	68
5.1.5 计算概率的数值实验及结论	70
5.2 基于观测值或真值计算的概率的不同	72
5.2.1 一个假想的鱼雷射击问题的命中条件	73
5.2.2 关于观测误差随机性的假设及其实质	74
5.2.3 不同已知条件的作用	74
5.2.4 主观概率的计算与实验	77
5.2.5 主要结论及问题	79
5.3 直航雷齐射命中间隔的计算与分析	79
5.3.1 鱼雷命中间隔的计算	80
5.3.2 鱼雷命中间隔的分析	83
5.3.3 逆序发射时鱼雷命中间隔的一种特殊现象	84
参考文献	84
第6章 水下目标跟踪	86
6.1 一般纯方位目标跟踪系统可观测的必要条件	86
6.1.1 目标和观测者的一般运动模型	86
6.1.2 可观测性分析	87
6.1.3 一些进一步的说明	90
6.2 声速有限条件下的纯方位方法	91
6.2.1 等速直航目标可被观测的方位真值的规律及运动要素的可观测性	92
6.2.2 假设平均声速为常数的目标运动要素估计	95
6.2.3 运动要素的估计的经典方法	97
6.2.4 给定观测站机动方式下的目标运动要素估计的数值实验	97
6.2.5 简单结论及问题	99
6.3 有限声速的纯方位算法探讨	100
6.3.1 关于纯方位目标运动要素估计的描述	100

6.3.2	目标函数的梯度及 Hessian 矩阵的解析公式	101
6.3.3	搜索目标函数最小值点的方法	104
6.3.4	给定观测站机动方式下的算法实验	106
6.3.5	简单结论及问题	107
6.4	目标运动要素稳定性的图形表达探讨	107
6.4.1	关于单站纯方位方法的假设	108
6.4.2	关于目标与潜艇机动的假设	108
6.4.3	目标运动要素稳定性的图形表达	109
6.5	有限声速的纯方位匀变速目标运动分析	111
6.5.1	可被观测的方位真值的规律及目标运动分析	112
6.5.2	认为声速无限对应的不变深运动目标的要素的估计	117
6.5.3	匀变速变深运动目标运动要素估计数值实验	118
6.5.4	基本结论与问题	122
	参考文献	123
第 7 章	紧急攻击	124
7.1	潜艇正常攻击与紧急攻击	124
7.1.1	正常攻击	124
7.1.2	紧急攻击	126
7.2	紧急攻击方式的使用时机	127
7.3	潜艇攻击的反应时间	128
7.4	目标运动参数的快速获取与利用	129
7.4.1	目标运动参数快速获取的手段	129
7.4.2	快速获取的目标运动参数的利用	131
7.5	紧急攻击条件下的潜艇机动	133
7.6	潜艇紧急攻击武器选择	134
7.7	潜艇紧急攻击模式	136
7.7.1	专用武器紧急发射模式	137
7.7.2	利用指控系统联机控制武器发射	137
7.7.3	利用武器发控仪控制武器发射	138
7.8	紧急攻击条件下的武器射击	138
7.8.1	鱼雷武器射击	138
7.8.2	导弹武器射击	140
7.9	对潜紧急攻击	142
7.9.1	对潜攻击特点	142
7.9.2	对潜紧急攻击基本方法	142

7.9.3 攻潜武器	143
7.9.4 攻潜鱼雷射击	144
7.10 潜艇紧急攻击注意事项	145
参考文献	146
第8章 机动目标攻击	148
8.1 机动目标与机动目标跟踪	149
8.1.1 机动目标	149
8.1.2 目标机动的原因	149
8.1.3 机动目标跟踪	150
8.2 目标机动的判断	151
8.2.1 目标机动的可判断性问题	152
8.2.2 判断目标机动的基本原理	154
8.2.3 目标机动的判断手段	155
8.3 发现目标机动后的处理	156
8.4 判断目标机动后的决策	157
8.5 机动目标的攻击方式和武器射击方式	159
8.5.1 攻击方式	159
8.5.2 武器射击方式	160
8.6 机动目标攻击武器选择和使用原则	161
8.6.1 武器选择原则	162
8.6.2 武器使用的有关问题	162
8.7 射击阵位与占位机动	166
8.8 机动目标攻击应注意的几个问题	167
8.9 机动目标跟踪和攻击对相关装备发展提出的要求	169
8.9.1 机动目标感知与跟踪的需求	169
8.9.2 机动目标攻击的需求	170
8.9.3 系统优化的需求	172
参考文献	173
第9章 多目标攻击	174
9.1 多目标态势的类型	174
9.2 多目标态势感知和判断	175
9.2.1 通过艇载传感器感知	175
9.2.2 通过外部信息感知	176
9.2.3 多目标态势感知和判断的原则及注意事项	176

9.3	多目标跟踪	177
9.4	攻击目标选择	178
9.5	多目标攻击的类型	180
9.6	射击阵位及潜艇占位机动	181
9.6.1	编队多目标攻击的占位	181
9.6.2	一般多目标攻击的占位	184
9.7	武器选择的原则	186
9.8	武器瞄准射击方法	187
9.9	多目标攻击武器使用应注意的问题	189
9.9.1	使用线导鱼雷攻击多目标应注意的问题	189
9.9.2	使用尾流自导鱼雷攻击多目标应注意的问题	190
9.9.3	使用声自导鱼雷攻击多目标应注意的问题	191
9.9.4	使用反舰导弹攻击多目标应注意的问题	192
9.10	潜艇攻击多目标应把握的基本原则	192
	参考文献	194
第10章	大洋环境下的鱼雷攻击	195
10.1	大洋潜艇攻击的特点	195
10.2	大洋攻击与近海攻击的差别	198
10.3	大洋攻击应把握的基本原则	200
10.4	潜艇大洋鱼雷攻击方式	201
10.5	潜艇大洋鱼雷攻击流程和关键环节	203
10.5.1	潜艇大洋鱼雷攻击的基本流程	203
10.5.2	潜艇大洋鱼雷攻击的关键环节	208
10.6	目标运动要素测定方法	208
10.6.1	大洋测定要素的特殊性	208
10.6.2	大洋测定要素的对策建议	209
10.7	初始概略敌我态势判断方法	211
10.7.1	大洋判初始态势的特殊性	211
10.7.2	大洋判初始态势的对策建议	211
10.8	接敌机动方法	212
10.8.1	说明	212
10.8.2	大洋接敌机动的对策建议	212
10.9	射击阵位选择和占位机动方法	214
10.9.1	说明	214
10.9.2	大洋阵位选择和占位机动的对策建议	215
	参考文献	217

第1章

水下攻击决策

潜艇在水下对敌舰艇实施攻击的过程是一个伴随大量、复杂攻击决策的过程,在这一过程中,作战指挥员利用所能获取的各种作战信息,借助潜艇指控系统等作战设备或系统的辅助技术或信息支撑,选择或制定各项作战行动方案。鉴于潜艇水下攻击决策所面临的恶劣信息和空间环境,加之决策责任重大所带来的巨大压力,致使潜艇水下攻击决策极富挑战。水下攻击决策的内容很多,主要包括情况判断和行动策略两大类。情况判断包括目标身份判断、战场态势判断和战场环境情况判断等;行动策略包括攻击目标选择、武器及其射击方式选择、攻击方式选择、目标运动参数获取、攻击机动方案、优选并占领射击阵位、武器射击通道选择与准备、武器射击与导引等。

本章就潜艇水下攻击决策相关的两个问题进行探讨,一是潜艇使用鱼雷武器攻击时的占位机动方案确定;二是演绎推理及模糊推理在潜艇攻击尤其是水下攻击决策中的运用。

1.1 潜艇鱼雷攻击占位机动方案的确定与分析

在潜艇攻击理论中,射击阵位是指潜艇发射武器时刻相对目标的位置。占领射击阵位(简称占位)是指在潜艇通过控制速度、航向等使潜艇在预定时刻到达射击阵位的过程。占位机动属潜艇攻击机动的内容,在潜艇攻击中占有非常重要的地位。原因主要有两个:一是射击阵位对攻击效果有较大影响,机动得不好就可能占领不到理想的射击阵位,从而无法保证好的射击效果;二是潜艇自身的机动性能差,机动得不合理,不仅会影响最终的攻击效果,甚至可能会导致丧失攻击机会。

射击阵位的选择与所使用的攻击武器有关。鱼雷是潜艇攻击最为常用的武器,相对于潜射反舰导弹而言,潜艇使用鱼雷进行攻击对射击阵位的要求更为苛刻。为此,本节研究潜艇鱼雷攻击的占位问题。

潜艇鱼雷攻击占位机动问题属潜艇攻击理论中的老问题。然而,以往对这

个问题的研究并不全面和深入,可供参考的文献很少。研究人员对这个问题的忽视可能源自一个误解,就是将攻击占位问题等同为一般的舰艇机动占位问题。文献[1]对这个问题有些述及但并未展开。文献[2]对一种特殊的占位方案即最低速占位方案的计算进行了探讨。文献[3,4]对武器攻击可行域问题进行了研究,这是攻击阵位选择的基础之一,因而与占位问题有些关系。

事实上,潜艇攻击占位机动绝非像想象得那样简单,它存在许多有待深入研究的特殊问题。文献[5]将对这些问题进行较为全面的探讨,重点是占位机动方案确定和实施的有关问题。

1.1.1 鱼雷射击方式及其对射击阵位的影响

潜艇的鱼雷射击方式有两种:一种是直进射击,使用这种射击方式,鱼雷被发射出管后一直沿出管时的航向航行,直至命中目标,即在整个航行过程中,其航向始终保持与发射时发射管的轴线相一致。图1-1是采用直进射击方式发射鱼雷时刻的态势图。图中 M 和 W 分别是鱼雷发射出管时目标和潜艇的位置,分别称为瞄点和发射点; C 是鱼雷航线与目标航线的交点,即期望的鱼雷与目标相遇点,称为命中点; C_m 、 C_w 和 C_l 分别是目标、潜艇和鱼雷的航向; D_s 是鱼雷发射时刻潜艇与目标间的距离,称为射距; X_{ms} 、 θ 和 φ 分别称为发射目标舷角、命中角和提前角。注意到 C_w 和 C_l 是一致的,这是直进射击的特征。

另一种是转角射击,使用这种射击方式,鱼雷被发射出管后,先沿出管时的航向航行一小段距离,然而转向至预先设定的一个新的航向,而后,沿该新航向航行,直至命中目标。图1-2是采用转角射击方式发射鱼雷时刻的态势图。图中 ω 称为鱼雷转角。注意到图1-2与图1-1的区别在于 C_w 和 C_l 是不一致的,这是转角射击的特征。

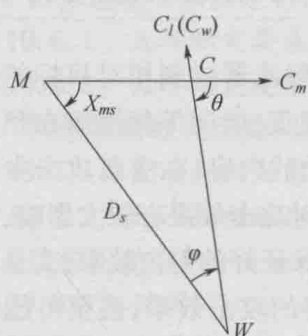


图1-1 鱼雷直进射击方式

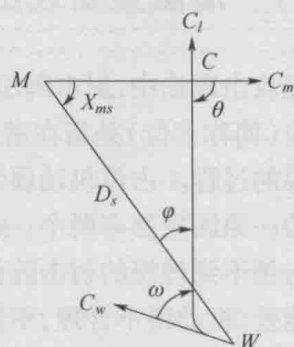


图1-2 鱼雷转角射击方式

无论是直进射击还是转角射击,潜艇占位机动就是要通过控制潜艇的航向、速度使潜艇(从其他位置)到达预定的发射点(即图1-1和图1-2中的 W 点)。可见,占位机动的前提是预先确定发射点(即射击阵位)。

不同的射击阵位的攻击效果和战术效果可能有较大不同,因此存在一个优选射击阵位的问题。射击阵位的选择主要要考虑命中效果、目标对我潜艇的威胁情况、占位便利性等因素,最终由潜艇指挥员来确定。

不同的射击方式下,射击阵位(点)的描述和确定方法不同。对于转角射击方式,射击阵位确实是一个点。一般情况下,只要潜艇能占领到该位置点,无需作任何调整,即可发射鱼雷。这种情况下,射击阵位点一般用相对于目标位置(瞄点)的位置参数来描述,如用射距 D_s 和发射目标舷角 X_{ms} 两个参数描述。

对于直进射击方式,情况要复杂一些。一般射击阵位无法确定到一点,原因是:潜艇即使能够占领某一位置点,但到达该点时潜艇的朝向一般不会恰好就是希望的射击方向(即希望的鱼雷航向),因此不能立即进行鱼雷射击,而需要重新进行调整,而一调整态势又变了,相当于又要重新占位。这一过程永无止境,因而不能采用。

为此,实际中直进射击时一般不是指定一个具体的阵位点,而是指定一个具体的潜艇占位航向(该航向就是未来潜艇发射鱼雷时所在的航向),潜艇在该航向上的具体射击位置待定,它取决于潜艇的其他机动参数和射击命中条件。

具体的分为两种情况。情况一:除预定潜艇占位航向外,还预定潜艇占位速度。这种条件下根据射击命中条件可确定射距和占位时间,相当于确定了阵位。情况二:除预定命中角(从而预定了潜艇占位航向)外,还预定射距。这种条件下根据射击命中条件可确定潜艇占位速度和占位时间,也相当于确定了阵位。

1.1.2 转角射击占位方案确定

以下的讨论约定潜艇占位采用匀速直线运动。因此,占位方案是指潜艇欲占领指定阵位(点)所采用的速度、航向和航行时间。

首先考虑转角射击的情形,如图1-3所示。假定指定的阵位点为图中A点。由于阵位点是随着目标运动的,因此用相对运动关系来描述要方便一些。为此将一个与目标速度大小相等、方向相反的速度(即图中 $-V_m$)叠加到潜艇的速度向量上,就可以将目标及阵位点都看成是固定的了。图中的圆是一个潜艇速度圆,其圆心O是反向目标向量 $-V_m$ 的顶点,半径是潜艇攻击占位时可用的最高速度(用 $V_{w\max}$ 表示)。由W点到该圆的两条切线(即图中WE、WF两射线)所夹区域为潜艇可以占领的范围,称为潜艇机动可行域。毫无疑问,选定的阵位点应在该机动可行域内。显然,只要潜艇的相对速度向量(图中用 V_x 表

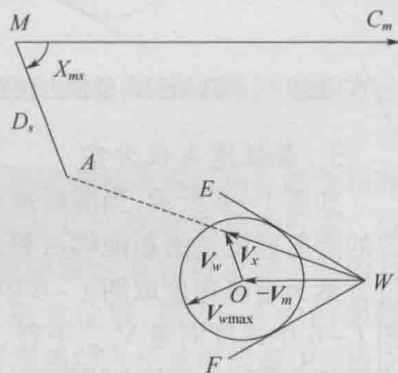


图1-3 转角射击占位方案

示)处在 W 、 A 两点的连线上,潜艇即可在某一时刻占领到阵位点 A 。从图 1-3 可以看出,一般情况下,有无数种方案可以达到这一目的。

在这无数种方案中存在一些特殊的方案,如最快占位方案、最慢占位方案、最低速占位方案等。

1. 最快占位方案

要以最短的时间占领到阵位点,相对速度 V_x 必须最大。从图 1-4 可以看出,潜艇取最高可用速度 $V_{w \max}$,且该速度向量的顶点取速度圆与线段 WA 的两个交点中靠近 A 点的那一个时,对应的相对速度 V_x 最大(用 $V_{x \max}$ 表示)。即最快占位方案为潜艇速度取最高可用速度 $V_{w \max}$ 、航向取图 1-4 中的 C_{w1} (C_{w1} 与图 1-4 中速度向量 $V_{w \max}$ 平行)、航行时间为以最大相对速度 $V_{x \max}$ 航行 W 、 A 两点间距的时间。即有 $V_w = V_{w \max}$ 、 $C_w = C_{w1}$ 、 $t = |WA|/V_{x \max}$ 。

2. 最慢占位方案

要以最长的时间占领到阵位点,相对速度 V_x 必须最小。从图 1-5 可以看出,潜艇取最高可用速度 $V_{w \max}$,且该速度向量的顶点取速度圆与线段 WA 的两个交点中靠近 W 点的那一个时,对应的相对速度 V_x 最小(用 $V_{x \min}$ 表示)。即最慢占位方案为潜艇速度取最高可用速度 $V_{w \max}$ 、航向取图 1-5 中的 C_{w2} (C_{w2} 与图 1-5 中速度向量 $V_{w \max}$ 平行)、航行时间为以最小相对速度 $V_{x \min}$ 航行 W 、 A 两点间距的时间。即有 $V_w = V_{w \max}$ 、 $C_w = C_{w2}$ 、 $t = |WA|/V_{x \min}$ 。

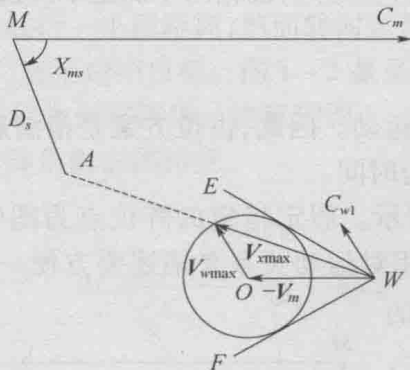


图 1-4 转角射击最快占位方案

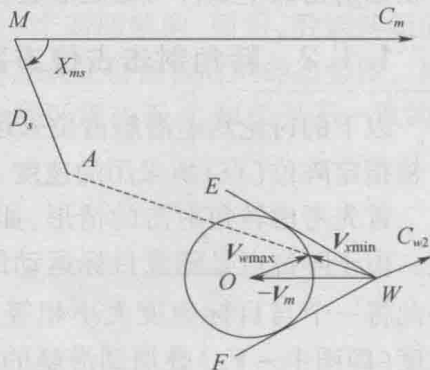


图 1-5 转角射击最慢占位方案

3. 最低速占位方案

如图 1-6 所示,当潜艇速度向量垂直于线段 WA ,且顶点在该线段上时,对应的潜艇速度是潜艇能够占领该阵位的最低速度(用 $V_{w \min}$ 表示)。即最低速占位方案为潜艇速度取图 1-6 中的最低速 $V_{w \min}$ 、航向取图 1-6 中的 C_{w3} (C_{w3} 与图 1-6 中速度向量 $V_{w \min}$ 平行,即与线段 WA 垂直)、航行时间为以此时的相对速度 V_x 航行 W 、 A 两点间距的时间。即有 $V_w = V_{w \min}$ 、 $C_w = C_{w3}$ 、 $t = |WA|/V_x$ 。

由上述分析可以看出,可见,能够占领到射击阵位的潜艇速度有一个范围,即在上述的 $V_{w\max}$ 和 $V_{w\min}$ 之间。一般是由潜艇指挥员在这个范围内取一个占位速度。因此,实际中存在一个按指定速度确定占位方案的问题。此时,只要在图 1-3 中以指定速度 V_w 为半径作前述最大可用速度圆的同心圆,该圆一般与线段 WA 有两个交点,由此可确定两个符合占位条件的潜艇航向,如图 1-7 所示。两个航向的占位时间不同,一般取占位时间短的那一个。即取靠近阵位点的那个交点对应的那个航向,即如图 1-7 中的 C_{w4} 。

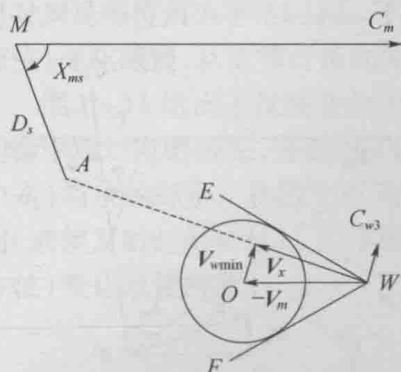


图 1-6 转角射击最低速占位方案

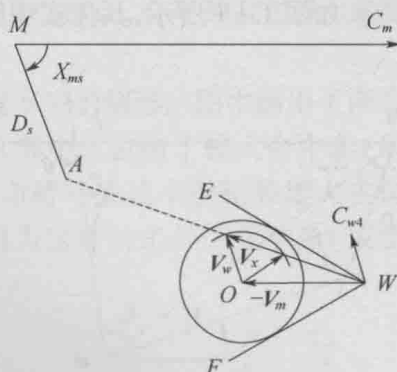


图 1-7 转角射击指定速度占位方案

当然,也可以指定占位航向来确定占位方案。按照前面的分析,只要指定的占位航向在前述最快和最慢占位方案对应的占位航向(即前述 C_{w1} 和 C_{w2})之间,即存在可行的占位方案。此时只要以 O 点为端点,作指定潜艇航向的平行线,该平行线与线段 WA 的交点即是所求潜艇占位速度向量的顶点。由此即得潜艇占位速度,从而也可确定相对速度和占位时间。

1.1.3 直进射击占位方案确定

按照前面的说法,直进射击占位方案的确定分两种情况。以下用几何方法来说明两种情况的具体实现。

1. 预定潜艇占位航向和速度的占位方案

预定潜艇占位航向和速度,可确定射距和占位时间。具体实现原理和方法如下。

如图 1-8 所示,确定了潜艇占位航向 C_w 后,操纵潜艇走该航向。由于目标航向 C_m 已知,因此,已知潜艇占位航向(即鱼雷航向 C_l),则命中角 θ 可求。按照直进射击鱼雷命中原理,由这些条件可求射击提前角 φ ,从而可求射击时的目标舷角 X_{ms} ,即可确定射击时的方位线(称为发射方位线,图 1-8 中的射线 MA)。此外,由于还已知潜艇的占位速度,因此可得相对占位速度向量 V_x ,该向量延长线与发射方位线的交点即为所求射击阵位。该阵位点确定了,射距自然

即可确定。

利用相对占位速度和线段 WA 的长度可求占位时间,不过实际中并无必要计算该占位时间。实际执行时,只有观察我潜艇舷角 X_w 与提前角 φ 的差值(称为等待角),差值为零的时刻即是鱼雷的发射时刻(因为该时刻的态势刚好满足直进射击命中条件)。

2. 预定命中角和射距的占位方案

预定命中角(从而预定了潜艇占位航向)和射距,确定潜艇占位速度和占位时间。如图 1-9 所示,具体实现原理和方法如下。

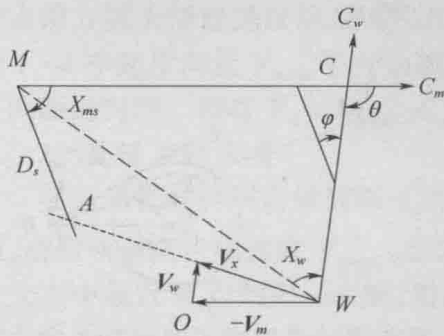


图 1-8 直进射击指定速度和航向占位方案

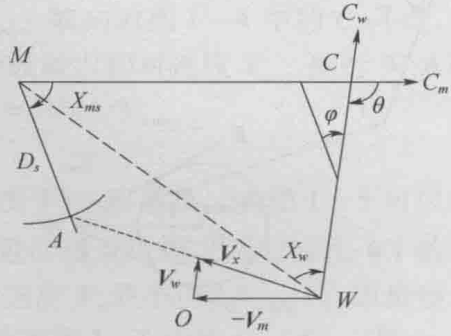


图 1-9 直进射击指定命中角和射距占位方案

确定了命中角 θ 后,由于目标航向 C_m 已知,因此,可以确定潜艇占位航向 C_w (即鱼雷航向 C_l)。操纵潜艇走该航向。此外,按照直进射击鱼雷命中原理,已知命中角可求射击提前角 φ ,进而可画出发射方位线。以瞄点 M 为圆心、射距 D_s 为半径画圆弧,该圆弧与发射方位线的交点 A 即是射击阵位点。连线 W 、 A 两点,潜艇欲占领该阵位点,其相对速度向量必与该线段 WA 重叠。为此,以 O 点为起点,沿预定潜艇航向作射线,该射线与线段 WA 的交点即是潜艇速度向量的顶点。由此得出潜艇的占位速度 V_w ,同时也得出相对占位速度 V_x 及占位时间。

实际执行时,一般仍是以等待角为零作为确定发射时刻的依据。

从上面的分析可以看出,直进射击占位方案的确定与实现与预定参数有关。有些情况下,可能需要对预定参数进行修改来对占位方案进行调整。如在占位的执行过程中潜艇指挥员可能发现现有的占位方案射距太近,因而希望仅在现有方案作一些小的调整来达到扩大射击的目的。为此,有必要研究改变占位方案对射击阵位的影响。调整占位方案基本的办法有两个:一个是调整占位速度;另一个调整是命中角(占位航向)。

仅改变占位速度的情况如图 1-10 所示。图中画出了两个不同占位速度对应的情况,分别用实线和虚线表示,其中仅给出了低速(即图中 V_{w1})对应的标