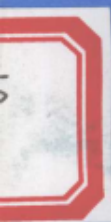


舰艇机动

海军广州舰艇学院

一九九五年十二月



舰艇机动

编者：杨世幸 申炳光 汤国平

校对：董金康 汤国平

印刷：海军广州舰艇学院印刷厂

字数：9万字 印数：2000本

书号：GZJY9527

前 言

本书是在学习《地文航海》的基础上,为了适应舰艇作战和训练的需要,供航海工作者进一步研究、分析舰艇运动与目标之间的位置变化关系而编写的。

研究和解决两舰运动中阵位要素变化规律的理论和方法,称为舰艇机动学,舰艇机动学属于军事航海学范畴,本书是舰艇机动学的一部分。

舰艇机动是指舰艇在战斗或训练中,以一定的战术目的保持、占领、变换等与目标之间的相对位置而进行的运动。舰艇机动的基本样式有:定向定速机动、定舷角机动、混合机动和曲折机动等。

本书着重研究定向定速机动样式,内容包括:单舰对固定目标运动、测定敌向敌速、接敌机动、占领阵位机动和规避机动。为了适应海上战斗和平时训练的需要,增编了战斗航海作业以及舰艇在战斗活动中的航海保证等基本内容。本书以相对运动原理为基本理论,主要采用绘图法分析解决各种机动的问题,而把解决各种机动问题的算法、数学公式编在本书附录中。

本书第一、三、四、五章由杨世幸编写,第二章由申炳光编写,第六章由汤国平编写。董金康审校,汤国平校对,在编写过程中受到海军广州舰艇学院航海教研室其他同志的大力支持,在此表示衷心感谢。由于时间仓促,本书在阐述方面难免存在缺点甚至错误地方,恳请读者批评指正,以期再版时进一步修改完善。

编 者

一九九五年十月

目 录

前 言

第一章 舰艇机动基础知识	(1)
第一节 阵位、阵位要素及阵位要素变化率	(1)
第二节 两舰定向定速相对运动	(9)
第三节 舰操绘算图简介和使用方法	(17)
第二章 测定目标舰航向航速	(20)
第一节 方位、距离法	(20)
第二节 相交航线法	(23)
第三章 接近机动	(26)
第一节 接敌到相遇	(26)
第二节 与高速舰接近到最近距离	(35)
第三节 最短时间接近到预定距离	(38)
第四章 占领阵位和保持阵位	(46)
第一节 占领阵位机动	(46)
第二节 变换阵位和保持阵位	(55)
第五章 规避机动	(59)
第一节 规避低速舰于预定距离之外	(59)
第二节 规避高速舰使最短距离最大	(63)
第三节 最短时间展开到预定距离	(66)
第四节 曲折机动	(69)
第六章 舰艇战斗活动中的航海工作	(73)
第一节 战斗海图作业的基本概念	(73)
第二节 导弹对海射击的航海保证	(81)
第三节 攻击潜艇的航海保证	(84)
第四节 水面舰艇布雷的航海保证	(90)

第一章 舰艇机动基础知识

舰艇机动学属于军事航海学范畴,是研究分析机动舰(我舰)与目标舰(敌舰)之间相互位置的变化规律。为了便于绘算,机动舰(我舰)以符号“W”表示,目标舰(敌舰)以符号“d”表示。固定目标或己方舰船一般用“M”表示。我舰与敌舰或我舰与目标,相对位置用“阵位”表示。

第一节 阵位、阵位要素及阵位要素变化率

一、阵位

我舰相对于敌舰或我舰相对于目标的位置叫做阵位。如图 1-1-1(甲)中,我舰相对于敌舰的阵位用“W”表示,敌舰相对于我舰的阵位用 d 表示;在图 1-1-1(乙)中,目标位置用“M”表示。

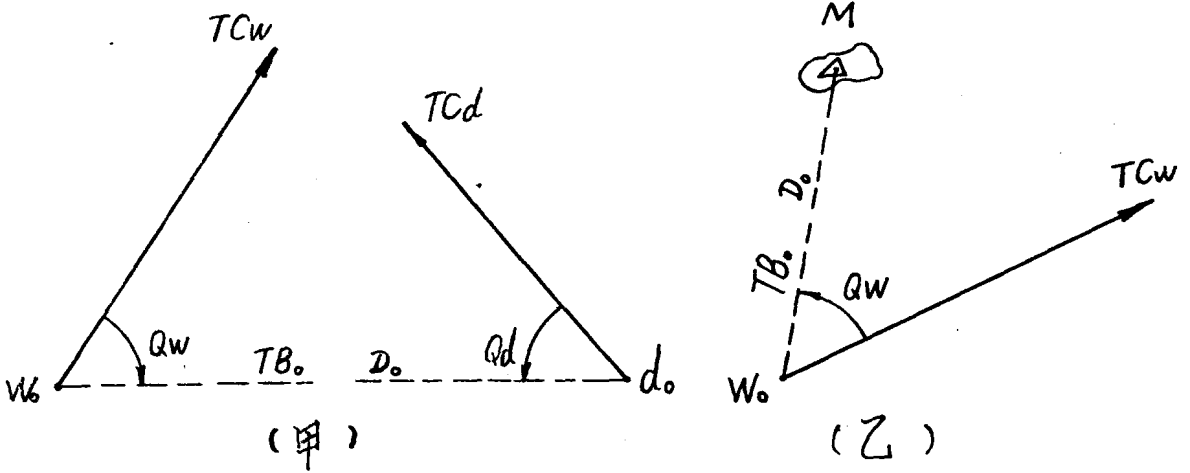


图 1-1-1

二、阵位要素

表示我舰相对于敌舰(或目标)阵位的方位(或舷角)和距离统称为阵位要素。如图 1-1-1(甲)中,表示我舰相对于敌舰的初始阵位,其中:

W_0 表示我舰相对于敌舰(或目标舰)的初始阵位。

d_0 表示敌舰相对于我舰的初始阵位。

$M(M_0)$ 表示一般目标(或目标舰)位置(或目标舰相对于我舰的阵位)。

Q_w, Q_d 表示我舰舷角和敌舰舷角。

TB 。表示我舰在初始阵位上测量敌舰(或目标)的方位。

D_0 表示敌我之间的初始距离。

三、舰艇对固定目标、定向定速运动时阵位要素的变化和绘算

(一)阵位要素变化率

我舰对目标的相对位置变化时,与目标的方位、距离随之发生变化。也就是阵位要素发生变化。单位时间(一分钟)内阵位要素的变化量称为阵位要素变化率,如图 1-1-2 所示,我舰以航向 TC_w 、航速 V_w 对固定目标 M 作直航向的运动。初始阵位为 W_0 ,航行一分钟我舰从 W_0 阵位变化到 W_1 阵位,阵位要素由 TB_0, D_0 变化到 TB_1, D_1 。图中 $W_0A, AW_1, \angle W_0MW_1$ 分别是单位时间(1分钟)内距离变化量,横向移动量和方位变化量。

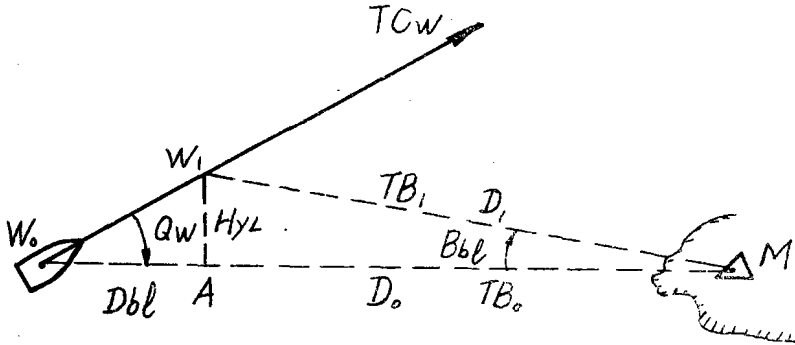


图 1-1-2

1. 距变率、横移率和位变率

距变率 (D_{bl}): 单位时间(1分钟)内机动舰(我舰)对目标的距离变化量称为距变率,如图 1-1-2 中 W_0A 的长度。距变率的单位为链/分;

$$D_{bl} = -V_w \cdot \cos Q_w \quad (1-1-1)$$

式中,当 $Q_w < 90^\circ$ 时,距离不断缩短, D_{bl} 为“-”;当 $Q_w > 90^\circ$ 时距离不断增大, D_{bl} 为“+”。

横移率 (H_{yl}): 单位时间(1分钟)内,机动舰(我舰)对目标沿原方位线横向移动量称为横移率。如图 1-1-2 中 AW_1 。单位为链/分。

$$H_{yl} = V_w \sin Q_w \quad (1-1-2)$$

式中,目标在左舷时, H_{yl} 为“-”;在右舷时 H_{yl} 为“+”

位变率 (B_M) :单位时间(1分钟)内,机动舰(我舰)对目标的方位变化量称为位变率。如图 1-1-2 中 $\angle W_0MW_1$, 单位为度/分。

$$\operatorname{tg} B_M = \frac{H_M}{D_0}$$

因为 B_M 很小, $\operatorname{tg} B_M \approx B_M$ (弧度), $H_M = V_w \operatorname{Sin} Q_w$ 。

$$B_M = \frac{V_w}{D_0} \operatorname{Sin} Q_w \quad (1-1-3)$$

式中,位变率 B_M 符号与横移率 H_M 一致。

以上讨论的距变率、横移率和位变率,都是表示机动舰某时刻的阵位要素变化率,即研究它们变化的瞬时值。考虑到舰艇进行战斗时,通常以分为单位用距变率、位变率公式求距离,方位的变化量,因此取距离单位为“链”,舷角为“度”、速度单位为“节”,则公式(1-1-1)、(1-1-2)和(1-1-3)可写为:

$$D_M = -\frac{V_w}{6} \operatorname{Cos} Q_w \text{ (链/分)} \quad (1-1-4)$$

$$H_M = \frac{V_w}{6} \operatorname{Sin} Q_w \text{ (链/分)} \quad (1-1-5)$$

$$B_M = \frac{V_w \cdot \operatorname{Sin} Q_w}{6D_0} \times 57.3 \text{ (度/分)} \quad (1-1-6)$$

必须说明,上述公式是表示阵位要素变化的瞬时值,式中舷角 Q_w 是一个变量,随着时间的延长,舷角 Q_w 的变化越来越大,所以(1-1-4)、(1-1-5)和(1-1-6)公式仅适用于短时间(例如几分钟)内求阵位要素的变化量。

2. 求距变率、横移率、位变率举例。

根据已知我舰航速 V_w 、阵位要素 Q_w 、 D_0 ,利用公式(1-1-4)、(1-1-5)和(1-1-6)可以直接计算出某一时刻方位和距离的变化率。为了计算方便,航保部门根据公式(1-1-4)、(1-1-5)、(1-1-6)分别制成距变率表、横移率表和位变率表编成《航海表》的表 III-16,以供查阅之用。本书的附表(一)、(二)、(三)就是《航海表》表 III-16 的 a、b、c 表,供大家作业时查用。

例:我舰对敌岸炮阵地实施火力机动,0958 进入战斗航向 $030^\circ.0$,航速 24 节。1000 目标方位 $090^\circ.0$ (舷角 $Q_w = 60^\circ$ 右),距离 70 链,求此时刻的距变率、横移率和位变率。

解:(1)根据公式直接计算:

$$D_M = \frac{-V_w}{6} \operatorname{Cos} Q_w = -\frac{24}{6} \operatorname{Cos} 60^\circ = -2 \text{ (链/分)}$$

$$H_M = \frac{V_w}{6} \operatorname{Sin} Q_w = \frac{24}{6} \operatorname{Sin} 60^\circ = +3.46 \text{ (链/分)}$$

$$B_M = 57.3 \times \frac{H_M}{D_0} = 57.3 \times \frac{3.46}{70} = +2.8 \text{ (度/分)}$$

(2)查表计算:

以引数 $V_w = 24$ 节和 $Q_w = 60^\circ$ 右

查本书附表一得 $D_M = -2$ 链/分 ($\because |Q_w| < 90^\circ, \therefore D_M$ 为“-”)

查附表二得 $H_M = +3.5$ 链/分 (因为目标左右舷, 所以 H_M 为“+”)

再以引数 $H_M = 3.5$ 和 $D_0 = 70$ 链 (B_M 的符号与 H_M 相一致)。

查附表三得 $B_M = +2^\circ.9$ /分

3. 距变率、横移率、位变率的分析

距变率和位变率的符号和大小, 表示了舰艇与目标之间的距离、方位变化的方向和快慢, 对距变率和位变率进行分析, 目的是要找出其变化规律, 以便应用于实际工作中。

在陆标定位, 分析方位定位和距离定位中观测目标的顺序时知道, 当目标的舷角在 0° 或 180° 附近时(即目标在我舰首或舰尾方向), 目标距离的变化很快, 而方位变化很慢, 也就是在这种情况下, 距变率大而位变率很小甚至等于 0; 当目标的舷角在 90° 附近时(即目标在我舰正横方向), 目标距离变化很慢, 而方位变化很快, 也就是在这种情况下, 距变率很小, 而位变率大。由此可以得出, 在相同的速度条件下, 不同的舷角, 距变率和位变率都有它们的最大值和最小值, 如表 1-1-1 所示:

表 1-1-1

Q_w	$D_M = -V_w \cos Q_w$	$H_M = V_w \sin Q_w$	$B_M = 57^\circ.3 \cdot \frac{H_M}{D_0}$
0°	$-V_w$ (最大)	0(最小)	0 (最小)
90°	0(最小)	V_w (最大)	$57^\circ.3 \cdot \frac{V_w}{D_0}$ (最大)
180°	V_w (最大)	0(最小)	0 (最小)

} 右 “+”
} 舷
} 左 “-”

(二) 单舰对固定目标定向定速运动时阵位要素的绘算

舰艇对目标定向定速运动时, 阵位要素不断发生变化, 在作战和平时训练中, 通常要解决某一时刻的阵位要素等于多少或运动到某一阵位要素需要多少时间等两大类问题。

1. 求某时刻的阵位要素

例. 我舰航向 $TC_w = 040^\circ.0$, 航速 $V_w = 24$ 节, 对敌岸炮阵地实施火炮攻击, 0900 测得敌阵地方位 $TB_0 = 100^\circ.0$, 距离 $D_0 = 80$ 链, 求 0903 敌阵地的方位 $TB_1 = ?$, 距离 $D_1 = ?$

(1) 查表求 D_M 、 H_M 和 B_M

解. 以 $V_w = 22$ 节

$Q_{w0} = TB_0 - TC_w = 100^\circ.0 - 040^\circ.0 = 60^\circ$ 右查附表一、二、三得:

$D_M = -1.8$ 链/分

$H_M = +3.2$ 链/分

$B_M = +2^\circ.3$ /分

(2)求 3 分钟的距离变化量和方位变化量($T_1=3$ 分钟)

$$\Delta D = D_{\dot{d}} \times T_1 = (-1.8) \times 3 = -5.4 \text{ 链}$$

$$\Delta B = B_{\dot{d}} \times T_1 = (+2^\circ.3) \times 3 = +6^\circ.9 \text{ 链}$$

(3)求 0903 敌阵地的阵位要素

$$D_1 = D_0 + \Delta D = 80 + (-5.4) = 74.6 \text{ 链}$$

$$TB_1 = TB_0 + \Delta B = 100^\circ.0 + (+6^\circ.9) = 106^\circ.9$$

由于距变率、横移率和位变率都是变量,因此用阵位要素变化率计算只能是近似值,仅适用于远距离目标和短时间间隔,下面用图解法求阵位要素的变化,这种方法不受目标距离远近和时间长短的影响,但每次都要绘图求解,没算法简便。

如图 1-1-3 所示:

(1)根据 TB_0 、 D_0 标出我舰和目标的位置 W_0 、 d_0 并从 W_0 点绘上我舰航向线 $TC_w = 040^\circ$ 。

0;

(2)计算 0900 到 0903 我舰所走的航程:

$$S_w = V_w \cdot T = 22 \times \frac{3}{60} = 11 \text{ (链)}$$

截取 $W_0W_1 = 11$ 链得 W_1 点;

(3)从 W_1 量取目标 d 的方位 $TB_1 = 107^\circ.0$, 距离 $D_1 = 75$ 链,即为 0903 敌目标的阵位要素

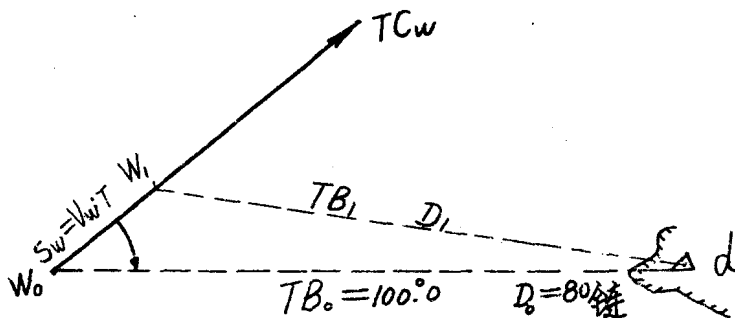


图 1-1-3

2. 求阵位要素变化到某予定值的时刻

在作战或平时训练中,为了实现某一战术意图,要求舰艇从当前位置到达某一指定的阵位,并且计算由此引起阵位要素变化所需时间。

例:我舰对敌阵地进行火炮攻击,以航速 $V_w = 20$ 节进入战斗航向 $TC_w = 090^\circ.0$ 时,测得

目标方位 $TB_0 = 060^\circ.0$, 距离 $D_0 = 85$ 链。我舰前后主炮能同时对敌目标射击的舷角为 $Q_{W_1} = 45^\circ$ 至 $Q_{W_2} = 135^\circ$ 之间。求(1)舷角 Q_W 变化到 45° 左所需的时间 T_1 , 此时距离 $D_1 = ?$

(2)距目标最近所需时间 T_2 和最近距离 D_2

(3)全部主炮都能对目标射击的总时间 $T_3 = ?$

解: 解决这类问题, 一般均用图解法

如图 1-1-4 所示, 根据 $TB_0 = 060^\circ.0$, $D_0 = 85$ 链, 在图上标出我舰与目标的阵位 W_0, d , 并从 W_0 点绘出我舰航向线 $TC_W = 090^\circ.0$;

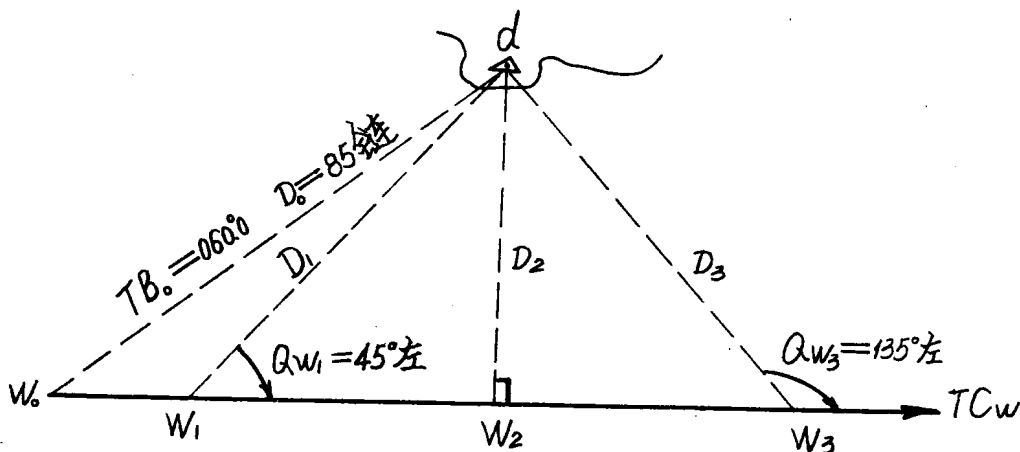


图 1-1-4

(1) 求舷角变化到 45° 左所需时间 T_1 和 D_1

a. 计算出 $Q_{W_1} = 45^\circ$ 左时: $TB_1 = 090^\circ.0 + (-45^\circ) = 045^\circ.0$ 。

b. 作目标方位 $TB_1 = 045^\circ.0$ 线交航向线于 W_1 点, 量取 $W_0W_1 = 3'.1 = S_{W_1}$

则:

$$T_1 = \frac{S_{W_1}}{V_w} = \frac{3'.1}{20 \text{ 节}} = 9.4 \text{ (分钟)}$$

$$D_1 = 60 \text{ 链}$$

(2) 求距目标最近所需的时间 T_2 和最近距离 D_2 。

a. 当 $Q_{W_2} = 90^\circ$ 左时, 我舰距目标最近, 这时:

$$TB_2 = 090^\circ.0 + (-90^\circ) = 000^\circ.0$$

b. 作目标方位 $TB_2 = 000^\circ.0$ 线交航向线于 W_2 点量取 $W_0W_2 = S_{W_2} = 7'.34$

则

$$T_2 = \frac{S_{W_2}}{V_w} = \frac{7'.34}{20 \text{ 节}} = 22 \text{ (分钟)}$$

$$D_2 = 4'.24$$

(3) 求全部主炮都能同时对目标射击的总时间 T_3 。

a. 当 $Q_{W_2} = 135^\circ$ 左时, $TB_3 = 090^\circ.0 + (-135^\circ) = -45^\circ$

则 $TB_3 = 315^\circ.0$

b. 作目标方位 $TB_3 = 315^\circ.0$ 线交航线于 W_3 点, 则从 W_1 到 W_3 位置, 全部主炮都能同时对目标进行射击, 航程 $S_w = 8'.5$, 则

$$T_3 = \frac{W_1 W_3}{V_w} = \frac{8'.5}{20 \text{ 节}} = 25.7 \text{ (分钟)}$$

二、两舰直航向定速运动阵位要素的变化与绘算

两舰直航向定速运动阵位要素的变化, 不仅取决于我舰航向、航速和目标舷角, 还与目标舰(敌舰)航向、航速和目标舰(敌舰)与我舰舷角有关, 在分析两舰阵位要素变化规律时, 要分别分析两舰阵位要素变化率, 再计算出总距变率、总横移率和总位变率, 才能解决因两舰运动而引起阵位变化的问题。

(一) 总距变率、总横移率和总位变率

如图 1-1-5 所示

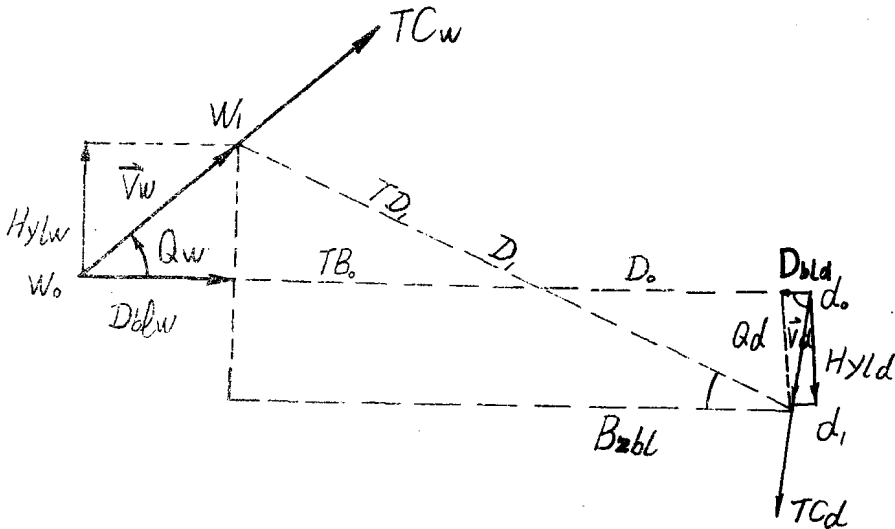


图 1-1-5

单舰对固定目标运动的距变率和横移率可认为是 \vec{V}_w 在原方位线上的分量和垂直于原方位线上的分量, 因此, 我舰与敌舰各自的阵位要素变化率就是 \vec{V}_w 和 \vec{V}_d 矢量在原方位线和垂直于原方位线的分矢量:

$$D_{btw} = -\frac{V_w}{6} \cos Q_w$$

$$D_{btd} = -\frac{V_d}{6} \cos Q_d$$

$$H_{ytw} = \frac{V_w}{6} \sin Q_w$$

$$H_{ytd} = \frac{V_d}{6} \sin Q_d$$

总的距变率 ZD_{bt} 和总的横移率 ZH_{yt} 等于各舰距变率,横移率的代数和:

$$ZD_{bt} = D_{btw} + D_{btd} \quad (1-1-7)$$

$$ZH_{yt} = H_{ytw} + H_{ytd} \quad (1-1-8)$$

同样总的位变率为:

$$ZB_{bt} = \frac{ZH_{yt}}{D_0} \quad (1-1-9)$$

ZD_{bt} 、 ZH_{yt} 和 ZB_{bt} 的计算,同样可以用上述公式直接计算,也可以用查表法求得

例:我舰与敌舰各自作直航向航行,我舰航向 $TC_w = 040^\circ.0$, $V_w = 18$ 节;敌舰航向 $TC_d = 030^\circ.0$, 航速 $V_d = 15$ 节。0800 我舰测得敌舰方位 $TB_0 = 090^\circ.0$ 距离 $D_0 = 80$ 链,求此时刻的总距变率,总横移率和总位变率。

解:(1)以 $V_w = 18$ 节, $Q_w = TB_{w0} - TC_w = 090^\circ.0 - 040^\circ.0 = 60^\circ$ 右
和 $V_d = 15$ 节, $Q_d = (TB_{w0} + 180^\circ) - TC_d = (090^\circ.0 + 180^\circ) - 330^\circ.0 = 70^\circ$ 左

分别查附表一、二、三得两舰距变率和横移率:

$$D_{btw} = -1.9 \text{ 链/分}$$

$$D_{btd} = -1.3 \text{ 链/分}$$

$$H_{btw} = +2.3 \text{ 链/分}$$

$$H_{btd} = -2.2 \text{ 链/分}$$

(2)求总的距变率、总横移率和总位变率:

$$ZD_{bt} = D_{btw} + D_{btd} = (-1.9) + (-1.3) = -3.2 \text{ (链/分)}$$

$$ZH_{bt} = H_{btw} + H_{btd} = (+2.3) + (-2.2) = +0.1 \text{ (链/分)}$$

$$ZB_{bt} = 57^\circ.0 \times \frac{ZH_{bt}}{D_0} = 57^\circ.0 \times \frac{0.1}{80} = 0^\circ.1 \text{ /分}$$

(二)求新阵位要素:

1. 用阵位要素总变化率求阵位要素:

解(1)求 5 分钟内阵位要素的变化量

$$\Delta D = ZD_{bt} \times 5 = (-3.2) \times 5 = -16 \text{ (链)}$$

$$\Delta B = ZB_{bt} \times 5 = (+0^\circ.1) \times 5 = 0^\circ.5$$

(2)求 0805 阵位要素

$$D_1 = D_0 + \Delta D = 80 + (-16) = 64(\text{链})$$

$$TB_1 = TB_0 + \Delta B = 090^\circ.0 + (+0^\circ.5) = 090^\circ.5$$

用阵位要素总变化率方法仍然是一种近似算法,只能适用于机动时间短和两舰距离远的情况。实际工作中,经常用绘图的方法求解。

2. 用图解法求阵位要素

如图 1-1-6 所示,作图方法如下

(1)根据初始阵位要素 TB_0, D_0 标上我舰和敌舰开始阵位 W_0, d_0 , 并根据 TC_w, TC_d 在 W_0, d_0 分别画出航向线 TC_w, TC_d ;

2. 根据 $S_w = V_w \cdot T, S_d = V_d \cdot T$, 分别在 TC_w, TC_d 上截取 $W_1, d_1, W_1 = S_w, d_1 = S_d$ 得新阵位 W_1, d_1 ;

3. 量取 W_1 与 d_1 之间的方位 TB_1 和 D_1 , 就是 T 时间后的新阵位要素。

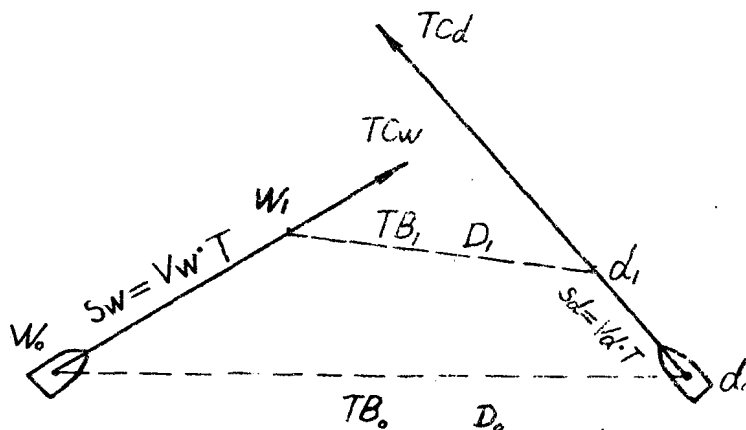


图 1-1-6

第二节 两舰定向定速相对运动

利用第一节的方法可以解决两舰定向定速运动时,到某一时刻的新阵位要素,但是要求到某新阵位要素所需的时间,就很难解决。在海上战斗或平时训练中,由于敌我双方都在运动,还有许多舰艇机动的绘算问题,如采取什么航向才能占领对我有利的阵位,规避敌舰于预定距离之外我舰应采取什么航向等等,利用第一节的方法,将很难甚至无法解决。因此必须找出一种

比较简便的绘算方法,来解决两舰定向定速运动时舰艇机动的各类绘算问题。本节研究的两舰定向定速相对运动,是舰艇机动各类绘算问题的理论基础。

一、相对运动原理

任何物体的运动都是指相对于某一物体而言,物体的同一运动,对于不同的参考系来说是不同的。例如坐在行驶火车车厢里的人,相对于地球(地面)是在向前运动,但相对于车厢,人并没有运动。运动的物体相对于参考系的运动,称之为相对运动。在舰艇机动中,通常是以航行中的目标舰(敌舰)作为参考系,研究机动舰(我舰)对敌舰的相对运动情况。

如图 1-2-1 所示,设机动舰(W 舰)抛锚不动,目标舰(d 舰)以航速 V_d 作直航向运动。

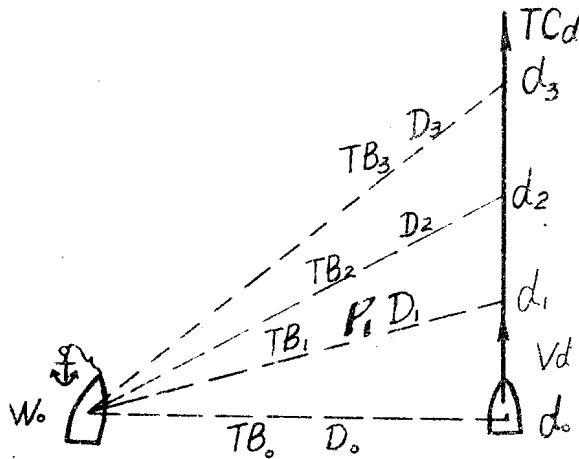


图 1-2-1

- (1) 当 d 舰在 d_0 点时,阵位要素为 TB_0, D_0 ;
- (2) 经 T_1 时间, d 舰航行到 d_1 点,阵位要素为 TB_1, D_1 ;
- (3) 同样,经过 T_2, T_3, \dots 时间, d 舰到达 d_2, d_3, \dots 点,则阵位要素分别为 $TB_2, D_2; TB_3, D_3, \dots$ 等等。

上述分析 d 舰运动是以 W 舰为参照系, W 舰抛锚不动,因此阵位要素变化反映的是对地面运动的真实情况。如果要描述 W 舰的运动情况,则把 d 舰作为参照系。即把 d 舰看作不动,那末 W 舰就以和 d 舰运动方向相反与 V_d 大小相等的速度对 d 舰作相对运动。如图 1-2-2 所示, W 舰在 W_0 阵位, d 舰阵位要素为 TB_0, D_0 ; 经 T_1, T_2, T_3, \dots 时间后, W 舰对 d 舰的相对位置分别在 W_1', W_2', W_3', \dots , 其阵位要素为 $TB_1, D_1; TB_2, D_2; TB_3, D_3, \dots$, 其阵位要素变化与 d 舰对 W 舰运动时阵位要素变化完全一致。

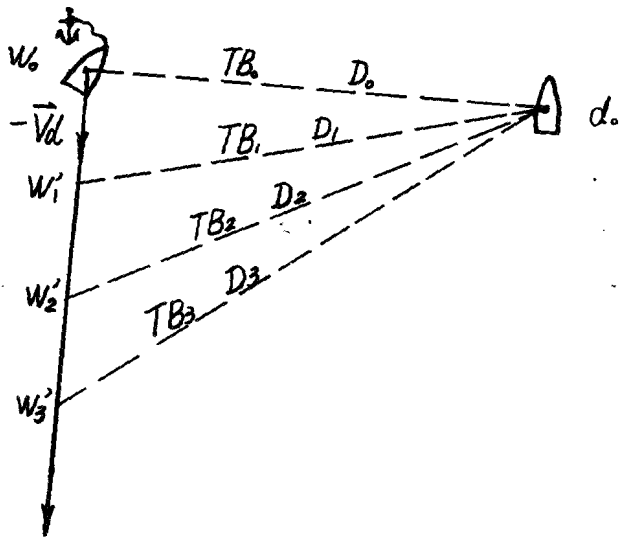


图 1-2-2

由此可见,当 $V_w=0$ 时, W 舰对 d 舰的相对运动可用 $-\vec{V}_d$ 表示。

当 W 舰和 d 舰各自作定向定速运动, W 舰航向为 TC_w , 航速为 V_w , d 舰航向为 TC_d , 航速为 V_d , 初始阵位为 W_0 和 d_0 。如图 1-2-3 所示, 以 d 舰作参照系, 即把 d 舰看作不动, W 舰对

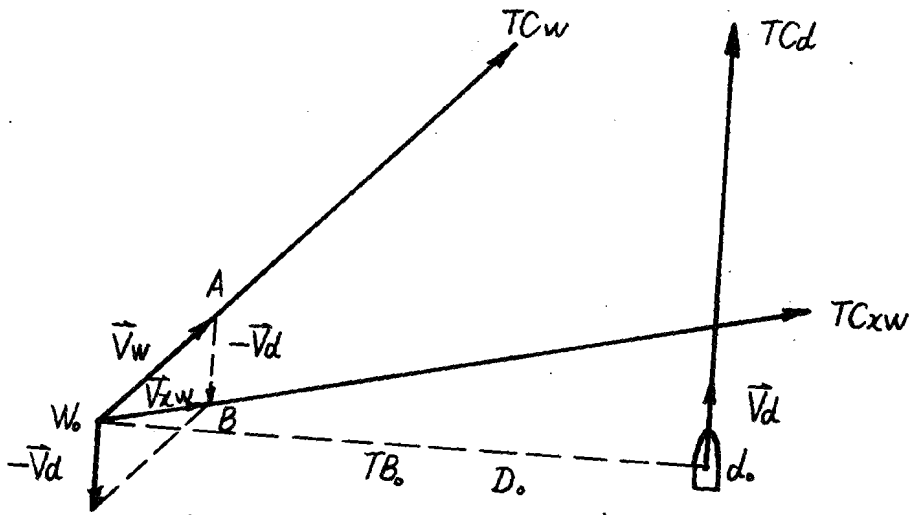


图 1-2-3

d 舰的相对运动由 \vec{V}_w , $-\vec{V}_d$ 两个速度矢量组成, 即 W 舰沿著 \vec{V}_w 和 $-\vec{V}_d$ 的合速度方向

W₀B 对 d 舰作相对运动。

在图 1-2-3 中,用平行四边形法作出了合成速度的方向,即对角线 W₀B 的方向,在实际工作中,只要作 ΔW_0AB 就可求得合速度矢量 $\vec{W_0B}$ 。合速度矢量 $\vec{W_0B}$ 的方向称为 W 舰对 d 舰的相对航向,用 TC_{xw} 表示。W₀B 的大小,称为 W 舰对 d 舰的相对速度,用 V_{xw} 表示。根据矢量相加公式,上述作图方法可用下式表示:

$$\vec{V}_{xw} = \vec{V}_w + (-\vec{V}_d) \quad (1-2-1)$$

通过上述分析,得出如下结论:两舰各自作定向定速运动时,假设一舰不动(作为参照系),则另一舰将以相对航速沿相对航向线对其作相对运动,相对航向和相对航速根据

$$\vec{V}_{xw} = \vec{V}_w + (-\vec{V}_d)$$

矢量关系作图求得。这就是两舰定向定速相对运动原理。作相对运动的舰艇,其舰首方向仍朝着原航向的方向(即 TC_w 方向)。

二、相对航向线上阵位要素的变化与实际情况一致

运用相对运动原理把两舰都在运动的复杂情况,变换成一舰不动,另一舰对其作相对运动的简单情况。

下面证明:相对航线上阵位要素的变化,与两舰实际运动的阵位要素的变化完全一致。

如图 1-2-4 所示,设 d 舰不动, W 舰对其作相对运动,相对航向线为 TC_{xw} 相对航速为 V_{xw}。经 T₁ 时间, W 舰相对航程为 S_{xw} = V_{xw} · T₁, 从 W₀ 沿 TC_{xw} 线截取 W₀W₁' = S_{xw}, 得

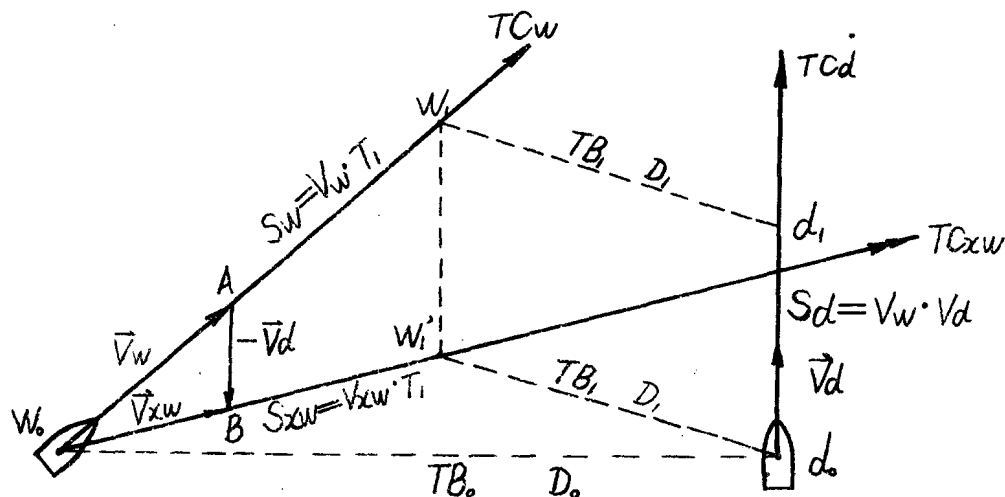


图 1-2-4

得 W_1' 点, 则 W_1' 就是 W 舰运动 T_1 时间后的相对位置, 与此同时, W 舰和 d 舰的实际位置分别在 W_1 和 d_1 , 其中 $W_0W_1 = S_w = V_w \cdot T_1, d_0d_1 = S_d = V_d \cdot T_1$, 连接 $W_1W_1', W_1'd_0$ 和 W_1d_1 , 在 ΔW_0AB 和 $\Delta W_0W_1W_1'$ 中

$$W_0W_1 = S_w = V_w \cdot T_1 = W_0A \times T_1;$$

$$W_0W_1' = S_{xw} = V_{xw} \cdot T_1 = W_0B \times T_1;$$

$$\text{则 } \frac{W_0W_1}{W_0A} = \frac{W_0W_1'}{W_0B} = T_1$$

又因为 $\angle AW_0B$ 为 ΔW_0AB 和 $\Delta W_0W_1W_1'$ 的公共角

$\therefore \Delta W_0AB \sim \Delta W_0W_1W_1'$

则 $AB \parallel W_1W_1'$, 又 $\because \vec{AB} = \vec{V}_d$, 即 $AB \parallel d_1d_0$

$$\therefore W_1W_1' \parallel d_1d_0 \dots \dots (1)$$

根据相似三角形对应边成比例的定理得:

$$\frac{W_0W_1}{W_0A} = \frac{W_1W_1'}{AB} = T_1$$

$$\therefore W_1W_1' = AB \times T_1 = V_d \times T_1$$

$$\therefore d_1d_0 = V_d \times T_1$$

$$\text{则 } W_1W_1' = d_1d_0 \dots \dots (2)$$

由(1)和(2)式可知, 图 1-2-4 中四边形 $W_1d_1d_0W_1'$ 为平行四边形。

所以 $W_1'd_0 \parallel W_1d_1$

结果说明相对航向线上阵位要素的变化和实际情况完全一致。因此从上述证明可知: 凡是研究两舰定向定速运动中阵位要素的变化, 完全可以转化为相对运动来绘算。

通过上述分析, 两舰定向、定速相对运动归纳为:

- (1) 两舰定向定速运动时, 可假设一舰(d 舰)不动, 另一舰(W 舰)以相对速度沿相对航向线对其作相对运动;
- (2) 相对航速和相对航向必须符合关系式:

$$\vec{V}_{xw} = \vec{V}_w + (-\vec{V}_d)$$

(3) 相对航向线上阵位要素的变化与实际情况完全一致。

(4) 作相对运动时, 舰首始终朝着原航向(TC_w)的方向。

三、速度三角形

由 \vec{V}_w, \vec{V}_d 和 \vec{V}_{xw} 三个速度矢量为边组成的三角形称为速度三角形。由于 \vec{V}_w, \vec{V}_d 和 \vec{V}_{xw} 都是矢量, 有大小和方向, 所以速度三角形包含六个要素, 即我舰航向 TC_w , 航速 V_w ; 敌舰航向 TC_d , 航速 V_d 以及相对航向 TC_{xw} , 相对航速 V_{xw} (设 d 舰不动时)。只要知道六个要素中的任意四个要素, 就可以作图求得其余两个要素。速度三角形是否作得正确, 关键是要符合公式