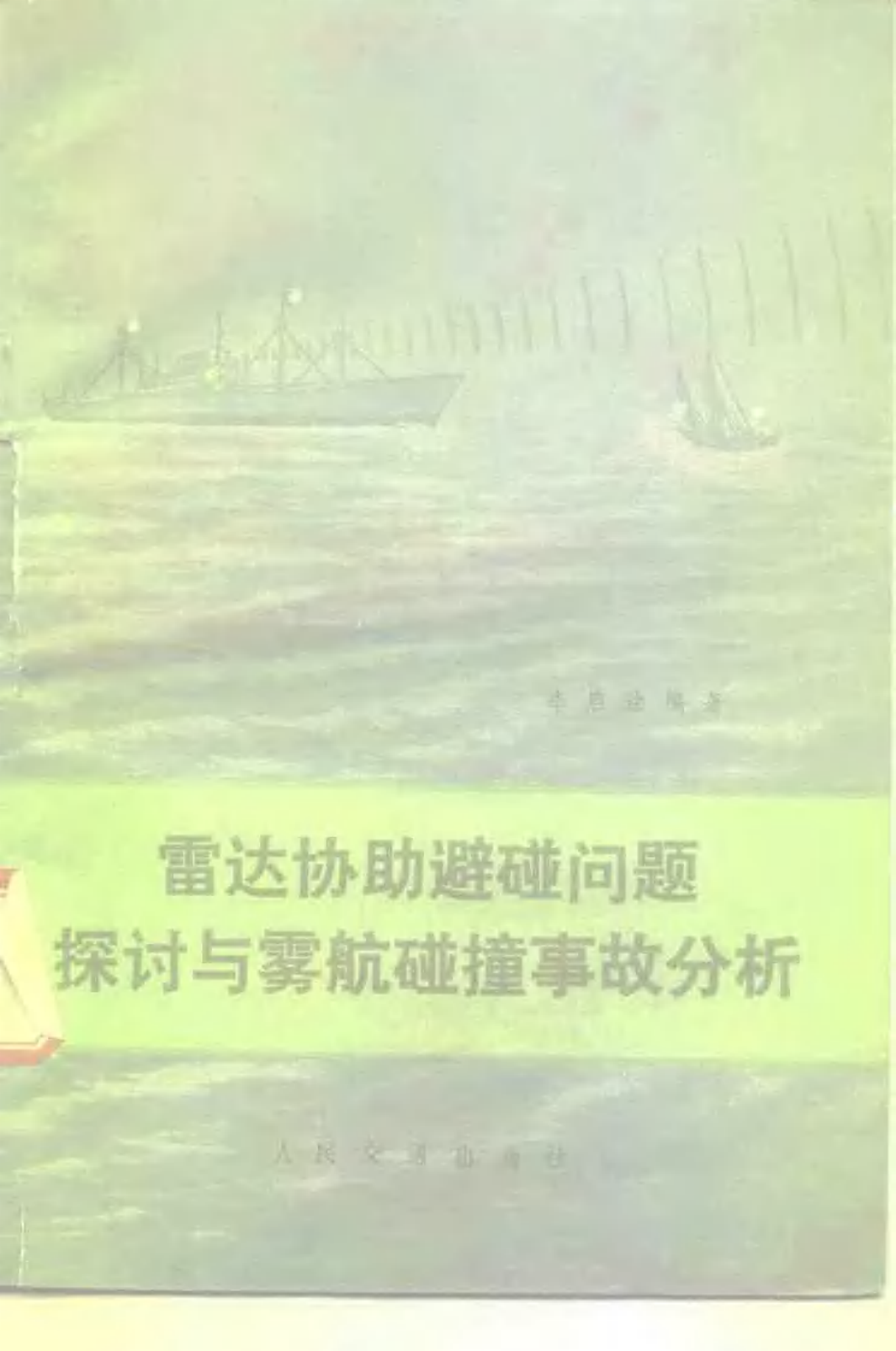




李恩远 编著

雷达协助避碰问题 探讨与雾航碰撞事故分析

人民交通出版社

雷达协助避碰问题探讨与 雾航碰撞事故分析

李 启 法 编 著

人 民 交 通 出 版 社

1 9 7 3 年 · 北 京

内 容 提 要

本书通过较多的雷达作图和海上避碰实例，介绍了用简单雷达作图方法判断船舶碰撞和避让方法，并通过雾天海上船舶碰撞实例，较详细的分析了碰撞原因和应正确避让的操作方法。

01. 25/10

雷达协助避碰问题探讨与 雾航碰撞事故分析

李启法 编 著

人民交通出版社出版

(北京市安定门外和平里)

北京市书刊出版业营业许可证出字第006号

新华书店北京发行所发行

各地新华书店 经 售

人民交通出版社印刷二厂印

开本：787×1092毫米 印张：2 $\frac{3}{4}$ 字数：39千

1973年11月 第1版

1973年11月 第1版 第1次印刷

印数：0001—5000册 定价(科三)：0.18元

(只限国内发行)

前 言

雾天航行，自从有了雷达以后，在船舶定位或驾驶方面都起了重大作用。触礁、搁浅和非生产停泊时间虽都有所减少，但雾天的船舶碰撞事故和潜伏性碰撞事故却增多了。

根据国外1963至1967年五年间的碰撞事故统计，有雷达的船舶在雾天发生的碰撞事故的数目逐年上升，从1963年的4.3%上升到1966年的14.5%、1967年的13.1%，据西德1970年统计，视线不良时的碰撞占碰撞总数的46.7%。为此，已引起航运界的重视，各国正在研制新的仪器和商拟必要的规则，以解决在使用雷达协助避碰中存在的问题。

从雷达屏幕上观察来船，不仅看不清来船的轮廓和船头方向，更看不清来船在瞬时间的航向变化。虽然通过作运动图可以判明来船的动向，但一般用作图方法解决避让还比较麻烦或不太及时。不过只要我们平时能通过作图，进行比较，分析其相互变化的关系，加以总结，我们也可用简单的记录图和近似的数据来判明来船的动向，同时也能找出改向、变速的避让依据。

毛主席教导我们：“武器是战争的重要因素，但不是决定的因素，决定的因素是人不是物。”从许多碰撞的实例来看，造成碰撞的主要原因，还是驾驶员没有认真地观测，或没有谨慎地避让，没有充分发挥人的主观能动作用。

同时没有及时地总结雷达协助避碰的经验，发扬成绩，纠正错误，也是我们使用雷达协助避让时，在技术上提高不多的一个原因。

事故实例在调查和分析过程中，得到上海海运局驾驶员们的支持和指正，谨表示感谢。由于本人水平有限，避让方法又涉及国际海上避碰规则，不当之处，尚望航运及驾驶人员给予指正。

目 录

前 言.....	1
一、雷达观测资料的可靠性.....	1
二、碰撞的判断方法和避让方法.....	2
三、雾天海上避碰规则的运用.....	18
四、事故实例和分析.....	19
五、雾天雷达协助避碰问题的探讨.....	56



一、雷达观测资料的可靠性

雾天用雷达观测，虽然可以发现物标，并且能够测到物标的方位和距离，可是它发现物标的能力和观测方位的精度，还受到一定的限制。对此若不加注意，就不可能及时发现物标和作出正确地判断。

1. 雷达发现物标能力的好坏的主要根据。

(1) 灵敏度等的调节：平时应记住各旋钮调节的最佳位置。

(2) 盲区：在海上观察时，为消除船首附近盲区对观测的影响，宜短时间地向左、右变换航向 $5 \sim 10^\circ$ 。

(3) 航向：对遇船不如横交船反射明显，特别是发现小渔轮的距離更近（约为3浬）。

(4) 气象变化：浓雾、暴雨时，物标的反射能力有很大降低，有时可降低到60%。

2. 方位精度的主要根据。

(1) 屏幕的中心移动：中心常随航向变化而移动，需及时校正，否则越近中心，误差越大。

(2) 波束宽度：误差一般约为波束宽度的一半，约为 1° 。

(3) 船首线：此线如因安装位置不正，与实际船首尾线不一致，会产生系统方位误差。

(4) 航向稳定：测方位时，必须稳定航向，否则相对方位即产生误差。

二、碰撞的判断方法和避让方法

在视程良好的情况下，驾驶员在观察四周来船对本船有无碰撞危险时，往往习惯于注意来船的相对方位变化。假设来船的相对方位变化很小或者没有变化，而相距越来越近，就可判明有碰撞可能。当两船接近时，也都习惯于根据国际海上避碰规则，一方让路，另一方保持向、速不变，仔细观察对方动向，必要时采取协同避让措施。

从雷达屏幕上观察四周来船，虽然可测得来船的相对方位和变化情况，用以判明与来船有无碰撞可能，和最近会船距离（以下简称最近距），但是在让路的前后，从雷达屏幕上不能看出来船的船头方向，特别是来船的航向变化和变化快慢更是无法辨别。为了弥补这一缺点，就借助于作相对运动图，用图解方法以求得来船的航向和航速等运动要素。

作图虽然是判明来船动向的科学方法，对于驾驶员来说，特别是对作图较生疏或对识别相对运动线的变化还不熟练者，总感到通过作图再决定避让措施，在时间上不允许。但是一切客观事物本来是互相联系的和具有内部规律的，现有不少的船舶驾驶员通过作图已掌握了相对运动线的内在变化规律，并可以少作图能从相对运动线和最近距变化，判明来船的近似航向、航速，迅速地决定本船航向航速的变化要求，以达到宽让来船的预期效果。

对来自不同方向的船舶应如何避让，虽在海上避碰规则中作了规定，驾驶员也比较熟悉如何用车舵，以达到最有效的避让效果。但是他们在雷达屏幕上因看不出来船的轮廓，对如何正确使用车舵才符合海上避碰规则精神，以达到安全避让就比较生疏，往往容易造成碰撞。为此，特先把判断与

避让方法分述于后：

(一)判断步骤与方法

1. 作观测记录。对来船的相对方位与距离，按每隔 6 分钟或 12 分钟在运动图上记录一次。通过两次观测点画一直线，得相对运动线，作为分析时的依据。

2. 基本分析方法。

(1) 如相对运动线通过中心或离中心不到 0.5 浬，即有碰撞危险或碰撞可能。如离中心不到 2 浬，应认为与来船的会让在距离上不够宽裕。

(2) 如相对运动线与本船航向线平行，同时两次观测点之间的距离等于本船两次观测之间的航程，应认为来船是静止不动的。若两次观测点之间的距离比本船两次观测之间的航程长，应认为来船是与本船平行对驶；距离短时，应认为来船是与本船同向行驶。

(3) 如相对运动线过中心右边，应认为来船将过本船右舷；过中心左边，应认为过本船左舷。若此线过船首线，应认为来船将过本船船头；过船尾线，应认为过本船船尾。

3. 从来船舷角和最近距，判断来船航向的方法。

假设来船和本船船速相等，通过作图可以看出，来船的航向是随着初见来船时的舷角（相对方位角）和最近距而变化的。如能够掌握其变化规律，我们就比较容易判明来船航向。现根据不同的最近距分述如下：（假定初见来船时相距为 8 浬，因一般在相距 8 浬时大轮都能看到，下面列举的航向角都是按 8 浬时的舷角取得的。）

(1) 最近距 = 0。如图 1-a，来船舷角为右 10° ，那末来船航向和相对运动线 AO 的交角即为 10° ，也就是等于来船舷角。

在图 1-a 中来船 A 距离 8 浬时的舷角为 10° ，OT 为本船

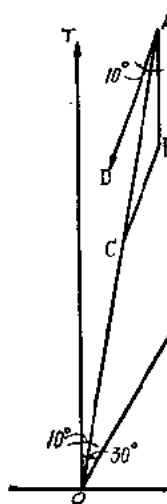


图 1-a

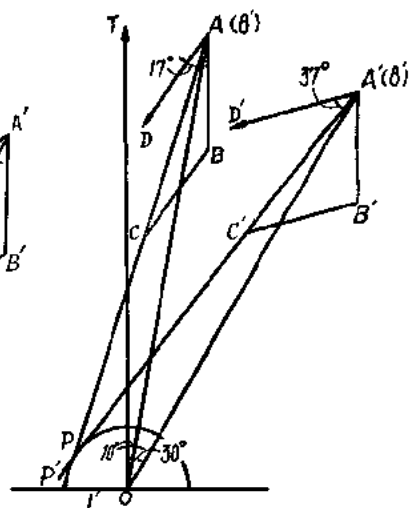


图 1-b

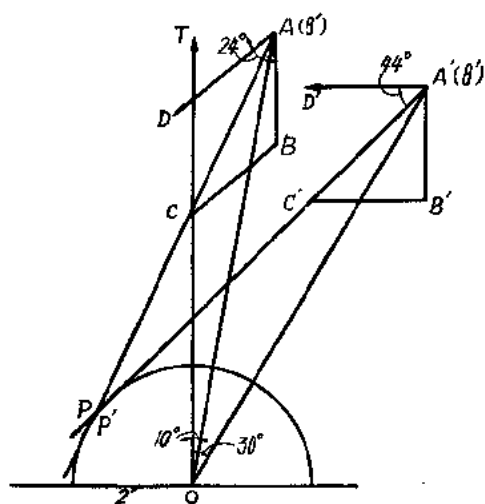


图 1-c

航向，A 船接近本船的相对运动线为 AO。从 A 画 AB 与 OT 平行，AB 为本船单位时间的航向、航程。以 B 点为中心，AB 为半径，在 AO 线上画圆弧得 C 点，BC 即为 A 船的航向、航速。从 A 点画 AD 与 BC 平行，AD 即为 A 船的航向， $\angle DAC$ 即为来船航向与相对运动线的夹角。用量角器量得 $\angle DAC$ 为 10° ，与本船看 A 船的舷角 10° 相等。如来船 A' 的舷角为 30° ，同样可画出来船 A' 的航向 A'D' 与相对运动线 A'O 的夹角，用量角器可量得为 30° ，也与本船看 A' 船的舷角 30° 相等。

(2) 最近距 = + (1 ~ 2) 浬，过船头。如图 1-b 来船舷角为右 10° ，最近距为左 1 浬，来船航向和相对运动线 AP 的交角为 17° ，等于来船舷角加 7° 。如最近距为左 2 浬，（见图 1-c）来船航向与相对运动线交角为 24° ，等于来船舷角加 14° ，即 $2 \times 7^\circ$ 。从这里可以看出来船航向与相对运动线交角是随着最近距变化的：最近距增一浬，交角就比舷角大 7° ；最近距增二浬，交角就比舷角大 $2 \times 7^\circ = 14^\circ$ 。不论舷角多少，这样的内在关系总是不变的。如来船舷角为右 30° ，（见图 1-b、c），来船航向与相对运动线交角与来船舷角的关系同样随最近距的不同而有规律地变化。如最近距为左 1 浬，交角等于 $30^\circ + 7^\circ$ ，为 37° ；最近距为左 2 浬，从图中量得交角为 $30^\circ + 2 \times 7^\circ$ ，为 44° 。

如图 1-b，来船 A 及 A' 距 8 浬时的舷角为 10° 与 30° ，来船接近本船的相对运动线为 AP 与 A'P'，最近距 OP，OP' 为 +1'。从 A 及 A' 各画本船的航向和单位时间航程得 AB 及 A'B'，再以 B 及 B' 为中心，AB 为半径，在 AP 与 A'P' 取得 C 及 C' 点。BC 即为 A 船航向，B'C' 即为 A' 船航向。在 A 及 A' 点画 AD 与 BC 平行及 A'D' 与 B'C' 平行得 AD 及 A'D'。用量角器量得 $\angle DAC$ 为 17° ，等于 A 船舷角加 7° ；

(3)最近距 = - (1~2) 浬, 过船尾。如图 2-a 来船舷角为右 10° , 最近距为右 1 浬, 来船航向和相对运动线 AB 的交角为 3° , 即来船舷角 10° 减 7° 。如最近距为右 2 浬, 见图 2-b, 来船航向与相对运动线交角为 -4° , 即来船舷角 10° 减 $2 \times 7^\circ$ 。交角为负数因来船航向已转到相对运动线的另一边。如来船舷角为右 30° , 见图 2-a、b, 来船航向也是随着最近距变化而变化。最近距为右 1 浬, 航向交角等于 30° 减 7° , 即 23° ; 最近距为右 2 浬, 交角等于 30° 减 $2 \times 7^\circ$, 即 16° 。作图方法可参见上例。

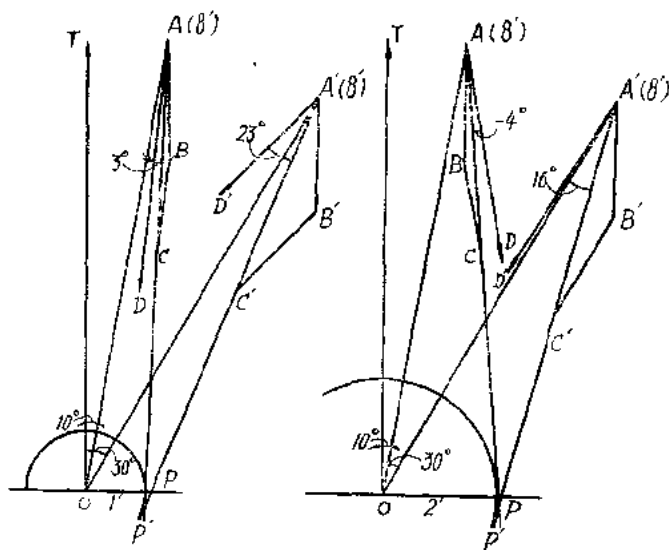


图 2-1b

上面作图数据选择来船相距为 8 浬时的方位是为了使用

方便。如来船初见时距离不是 8 浬，那末舷角要从延伸的相对运动线上，读取 8 浬时的舷角。

归纳起来可列成下表：

θ —来船在距 8 浬时的舷角；

θ_1 —来船航向和相对运动线的交角。

表 1

最近距	0	+1'	+2'	-1'	-2'
θ_1	θ	$\theta + 7^\circ$	$\theta + 2 \times 7^\circ$	$\theta - 7^\circ$	$\theta - 2 \times 7^\circ$

如来船船速和本船不相等，那末来船航向和相对运动线的交角就和表 1 不一样。

如图 3-a、b、c，最近距为 0、-1'、+1'。本船船速为 V_1 ，

来船船速为 $V_2 = \frac{2}{3}V_1$ ， $V_3 = 1.5V_1$ 。从作图分析结果也可

看出来船航向在不同航速、不同舷角时的变化趋势如下：

来船快的， θ_1 减小；来船慢的， θ_1 增大；

来船舷角小的， θ_1 变化小；舷角大的， θ_1 变化大。

因此来船舷角小时，即使两船船速不等，用上面方法判断来船航向的误差是不大的。

如来船自正横后接近，其船速必然比本船快。设本船船速为 V_1 ，来船船速为 $V_2 = 2V_1$ ， $V_3 = 1.5V_1$ 。来船距 8 浬时的相对方位从船尾正后方量起，称它为艏角，以 20° 、 40° 及 60° 接近本船，通过作图量得来船航向和本船航向的交角如表 2。

表 2

跨 角		20°		40°		60°	
航向 交角	最近距(涯)	V_2	V_3	V_2	V_3	V_2	V_3
	+1'头	7°	5°	22°	16°	32°	23°
	0	10°	7°	26°	19°	35°	25°
	-1'尾	15°	10°	29°	22°	37°	27°

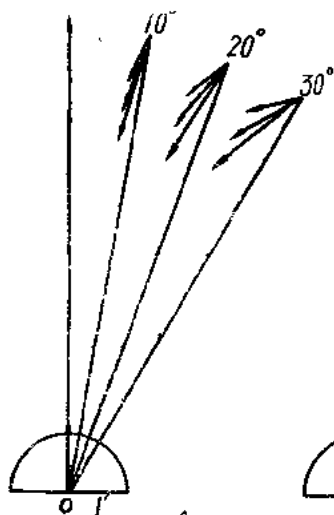


图 3-a

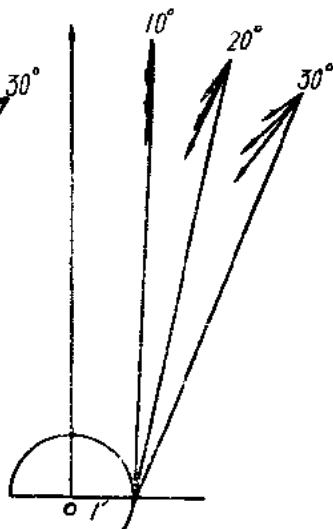


图 3-b

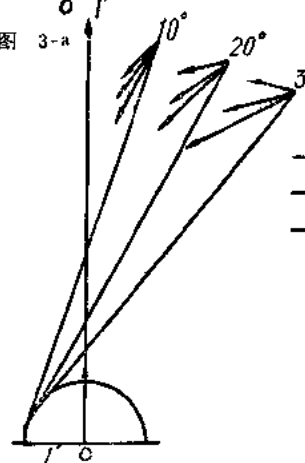
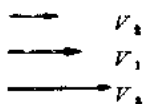


图 3-c



$$V_1 = 1\frac{1}{2} V_2$$

$$V_2 = \frac{4}{5} V_1$$

$$V_3 = 1\frac{1}{2} V_1$$

从表 2 可以看出来船航向和本船航向的交角约为来船舷角的一半。船快, 过尾时, 来船航向和本船航向的交角稍大些。

4. 从最近距变化判断来船转向与变速的方法。

如果我船保持航向、航速，那末从来船通过我船最近距的变化，也可看出来船转向和变速的情况。

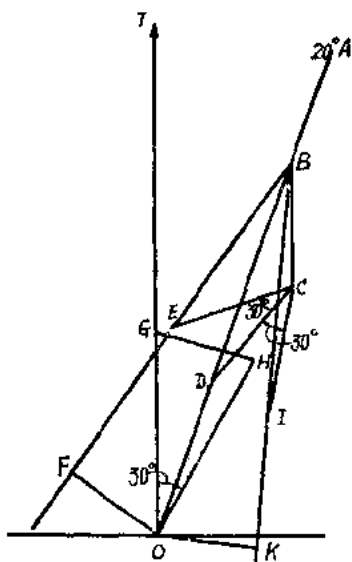


图 4-2

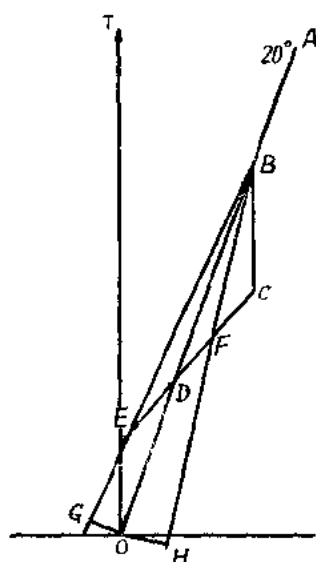


图 4-b

如图 4-a, 设两船船速相等, 如两次观测来船船位为 A、B, 那末最近距为 0。第三次观测来船船位在 E, 最近距从 0 变为 FO。通过图解分析, 来船已转向右 30° 。

如已知来船A的舷角为 20° , A船接近本船的相对运动线为AO。从B点画BC与OT平行, 截取BC为本船航向和单位时间的航程。以C为中心, BC为半径, 在AO线上画圆弧得D点, CD即为A船的航向。如本船航向、航速不变, A船向右改向 30° ,

可将 A 船的航向、航程线右转 30° 变为 CE, 连接 BE 并延长之, 得 A 船的新相对运动线为 BEF, 最近距为 OF。若取 GO 等于本船与 A 船距离的一半 (即 BO 的一半), 以 GO 作为半径, 以 OF 为弦长, 在 OT 线上画 GH 等于 OF。量 $\angle GOH$ 得 30° , 即 A 船转向的角度。如在运动图上画 GH 可以直接读出 $\angle GOH$ 的度数, 比上面正规作图简单些, 数值基本接近。

如第三次观测船位在 I, 最近距从 0 变为 KO, 图解证明来船已转向左 30° 。CD 线左转 30° , 变为 CI 线, 连接 BI 并延长之, 新相对运动线变为 BIK。如知道最近距变化为 KO, 反求 A 船的改向角度, 也可用上述简单方法。

如图 4-b, 第三次观测来船船位后, 图解证明来船航向没有变化而船速已增大 50%。作图 (延长 CD 的一半到 E 点, 连接 BE 并延长之) 得 A 船的新相对运动线为 BEG。最近距从 0 变为 OG, 与上面向右改向虽然同方向, 但最近距变化量较小。如通过第三次观测后图解证明来船航向不变, 减速了 50%。通过作图 (缩短 CD 的一半到 F 点, 连接 BF 并延长之) 得 A 船的新相对运动线为 BFH。最近距从 0 变为 OH, 与上面向左改向同方向, 最近距变化量比 OG 要大。

从图 4 可以看出当来船舷角小时, 来船转向 30° 对最近距的变化要比减速或增速 50% 对最近距的变化大。

5. 根据最近距差值, 判定选用本船转向方法。

如来船保持航向、航速, 我船用转向来增大最近距, 那末根据需要的最近距差值也可判明应选择的转向角 (见图 5)。

设两船船速相等, 初见来船舷角在 10° 或 30° , 经过两次观测的来船船位为 A、B, 那末最近距为 0, 有碰撞危险。如欲使 A 船的最近距从 0 变为 +2', 假定来船仍保持原向、原速, 本船应改向多少可按下法作图。

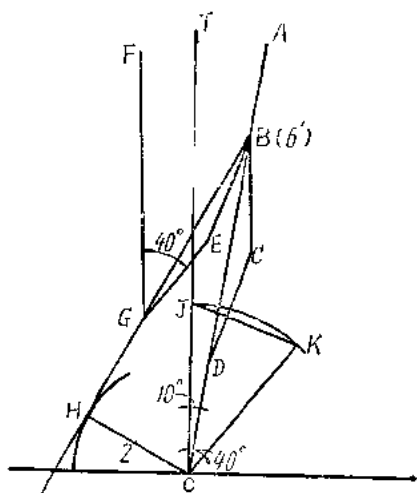


图 5-a

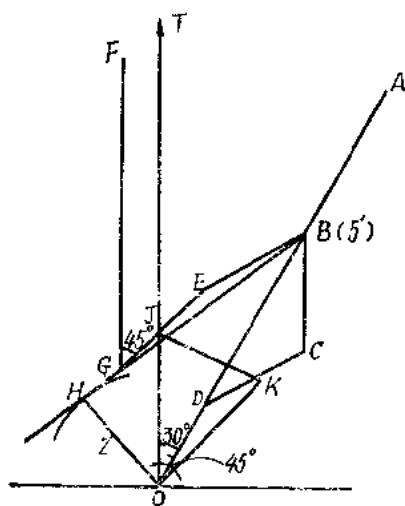


图 5-b