



高等学校统编教材

符合 STCW 公约要求
航海类专业教学指导委员会推荐
交通部科技教育司审定
中华人民共和国海事局认可

航海学

(上册)

潘琪祥 主编

钱淡如 主审



大连海事大学出版社

海洋船舶驾驶专业统编教材

- 船舶结构与设备
- 船舶避碰与值班
- 航海气象与海洋学
- GMDSS 通信业务 (GMDSS Communications Services)
- GMDSS 船用通信设备 (上、下)
- 船舶信号与 VHF 通信
- 航海学
- 轮机概论
- 船舶原理
- 航运业务与海商法
- 船舶操纵
- 船舶货运
- 船舶安全与管理
- 航海仪器
- 航海雷达与 ARPA

ISBN 7-5632-1165-9



9 787563 211654 >

ISBN 7-5632-1165-9/U·279

定价: (上、下册) 46.50 元

上册

高等学校统编教材

航海学

上册

潘琪祥 主编
钱淡如 主审

大连海事大学出版社

高等学校统编教材

航海学

下 册

潘琪祥 主编

钱淡如 主审

大连海事大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

航海学(上、下册)/潘琪祥主编. —大连:大连海事大学出版社,1999.5
ISBN 7-5632-1165-9

I. 航… II. 潘… III. 航海学-高等学校-教材 IV. U675

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 19630 号

大连海事大学出版社出版

(大连市凌水桥 邮政编码 116026 电话 4684396)

大连海事大学印刷厂印刷 大连海事大学出版社发行

1999年5月第1版 1999年5月第1次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:30.25

字数:755千 印数:0001~2000册

责任编辑:穆义 封面设计:王艳

责任校对:黎为贾玫 版式设计:王瑞国

定价:(上、下册)46.50元

内容提要

本书下册包括电子定位与导航、潮汐推算、航海图书资料、航行方法、船舶交通管理和航线拟定等内容。在编写时力求涵盖 IMO 关于 STCW 1995 年修正案的要求,同时反映航海科技的新成就。本书第二篇第五章由张品生编写,其中第七节由吴广华编写,第三篇第一、二、三章由赵仁余编写,其余各章由张登火编写,全书由潘琪祥统稿。

本书为高等学校使用教材,也可作为有关船舶驾驶和管理人员的技术参考书。

前 言

《航海学》(Navigation)是海洋船舶驾驶专业的主干课程,它是一门研究船舶如何安全而经济地从一个港口航行到另一个港口的实用科学。因此,它研究的主要课题是:

1. 拟定一条既安全又经济的航线,制定一个切实可行的航行计划。

2. 船位论。即研究航迹推算和航行定位,引导船舶航行在既定的计划航线上。

航行定位的方法有如下三大类:

陆标定位——利用目视物标测定船位;

天文定位——利用日月星辰测定船位;

电子定位——利用船上装备的电子定位系统(Electronic fixing system)的接收机测定船位。

3. 航路学。它包括潮汐推算 航海图书资料和各种航海条件下的航行方法。

在以往的教学计划中,上述内容是通过《航海专业数学》、《航海学》和《航海天文学》(Nautical Astronomy)三门课程来讲授的,即在本课程中的天文定位,加上天文定位所需要的普通天文学知识及卫星定位等内容,组成《航海天文学》。《航海专业数学》是学习《航海学》和《航海天文学》的数学基础,它包括球面几何和球面三角学,观测误差和船位误差理论等内容。因此,《航海专业数学》、《航海学》和《航海天文学》有其独立性,可以自成体系,但它们之间的关系却又是极其密切的。

由于航海科学技术的不断发展,随着教学改革的不深入,根据党中央关于“教育面向现代化、面向未来、面向世界”的指示精神,以往的课程体系是不适应今天教学改革的需要。时代要求我们必须进行彻底的改革。鉴于这三门课程具有极其密切的关系,完全有基础将它们统一在《航海学》的课程中。这种统一绝不是简单地将这三门课程的内容各自独立地拼凑在一起,因为这样难以克服相关内容的重复,难以精简教材,难以较大幅度地减少教学时数。这种统一必须打破原来的课程体系,其内容必须具有系统性和科学性,建立一个完整的、崭新的《航海学》体系。为此,我们设想《航海学》课程的新体系由航海学基础知识、船位论和航路学组成。其内容和特点概述如下:

航海学基础知识包括地球和天球及其坐标,航向、方位和距离,天文三角形,天体位置坐标的变化,时间,海图等内容。球面几何知识放在“地球和天球”内介绍;球面三角与“天文三角形”合并介绍,重点落实在天体高度和方位的计算上,大大精简解球面三角形的内容。

船位论包括船舶航迹推算,航海观测误差与船位误差理论基础,陆标定位,天文定位,电子定位与导航(包括电子海图显示信息系统(ECDIS))等。第一,在船舶航迹推算之后,各种定位之前,讨论观测误差与船位误差理论基础,一方面可以紧密联系航海实践,从而不再感到误差理论抽象难学;另一方面为学习各种定位方法打下基础。第二,天文定位与陆标定位、电子定位和导航并立,实际上体现出天文定位仅仅是海上船舶航行定位的一种方法,因而可较大幅度地精简天文航海的内容。第三,科学合理地将卫星定位划分到电子定位与导航中。

航路学的内容基本上与原《航海学》的下册相同,不同的是介绍最新的航海图书资料。

编写过程中,充分考虑了为提高教学质量、加强理论基础、拓宽知识面、增强学生分析问题和解决问题的能力需要,参考国内外有关文献,结合我国的航海教育实践和国内外航海科技的新成就。同时考虑到国际海事组织(IMO)1995年STCW公约修正案的要求,力求涵盖IMO1995年STCW公约修正案对海洋船舶驾驶操作级和管理级人才的培训和考证大纲的要求。

本书由上海海运学院潘琪祥主编,钱淡如主审。第一篇和第二篇的第一、二、三章由潘琪祥编写,第四章、第五章第七节由集美航海学院吴广华编写;第五章第一、二、三、四、五、六节由武汉交通科技大学张品生编写;第三篇第一、二、三章由上海海运学院赵仁余编写;第四、五、六、七、八章由上海海运学院张登火编写。全书由潘琪祥统稿。

由于编写水平有限,缺点和错误难免,希望广大读者予以批评指正。

编者

1998年1月

目 录

前言	(1)
第一篇 基础知识	
第一章 地球和天球	(1)
第一节 球面几何	(1)
第二节 地球形状与地理坐标	(4)
第三节 天球和天球赤道坐标	(7)
习题一	(13)
第二章 航向、方位和距离	(16)
第一节 航向、方位和距离	(16)
第二节 海上方向的测定和向位换算	(24)
第三节 天体的方位、顶距和高度	(33)
第四节 天体高度的测定和改正	(36)
习题二	(51)
第三章 天文三角形	(54)
第一节 天文三角形	(54)
第二节 球面三角形的边角函数关系	(54)
第三节 天体高度和方位的计算	(62)
习题三	(65)
第四章 天体视运动和天体位置坐标的变化	(66)
第一节 天体周日视运动	(66)
第二节 太阳周年视运动	(72)
第三节 月球视运动	(77)
第四节 岁差、章动和光行差	(79)
习题四	(83)
第五章 时间和求天体位置坐标	(85)
第一节 恒星时	(85)
第二节 视(太阳)时和平(太阳)时	(86)
第三节 地方时、世界时和协调世界时	(89)
第四节 区时、法定时、船时和船舶计时器	(92)
第五节 天体位置坐标的计算	(99)
习题五	(103)
第六章 海图	(106)
第一节 地图投影及其分类	(106)
第二节 恒向线	(109)
第三节 航海海图的投影方法	(111)
第四节 识图	(118)

第五节 海图的分类、改正、管理和使用	(128)
习题六	(131)

第二篇 船位论

第一章 航迹推算	(132)
第一节 航迹绘算	(133)
第二节 航迹计算	(149)
习题七	(156)
第二章 航海观测误差和船位误差理论基础	(158)
第一节 航海观测误差及其分类	(158)
第二节 单一观测的标准差与误差传播规律	(161)
第三节 位置线和船位线及其误差	(166)
第四节 船位误差	(175)
习题八	(187)
第三章 陆标定位	(189)
第一节 方位定位	(189)
第二节 距离定位	(195)
第三节 水平角定位	(197)
第四节 移线定位	(198)
第五节 综合定位	(205)
第六节 单一船位线的应用	(206)
习题九	(207)
第四章 天文定位和测定罗经差	(209)
第一节 白昼测天定位	(209)
第二节 晨昏测星定位	(220)
第三节 天文船位误差分析	(248)
第四节 测定罗经差	(255)
习题十	(259)
附录 1 太阳、星体高度改正表	(262)
附录 2 四星纪要	(263)
附录 3 中天时刻图	(264)
附录 4 天体位置	(265)
附录 5 恒星视位置	(274)
附录 6 北极星高度求纬度	(276)
附录 7 北极星方位角	(277)
附录 8 纬度渐长率表	(278)
附录 9 海图作业试行规则	(280)
附录 10 太阳和恒星视位置计算的数学模型	(283)
附录 11 天文定位的数值计算	(286)

目 录

第二篇 船位论

第五章 电子定位与导航	(289)
第一节 无线电测向定位	(289)
第二节 雷达定位与导航	(292)
第三节 罗兰定位	(298)
第四节 台卡定位	(304)
第五节 卫星定位	(308)
第六节 船舶组合导航	(317)
第七节 电子海图显示信息系统	(319)
习题十一	(323)

第三篇 航路学

第一章 潮汐与《潮汐表》的应用	(324)
第一节 潮汐的基本成因与潮汐不等	(324)
第二节 中版《潮汐表》与潮汐推算	(331)
第三节 英版《潮汐表》与潮汐推算	(342)
第四节 潮流推算	(351)
习题十二	(355)
第二章 航海图书资料	(358)
第一节 世界大洋航路	(358)
第二节 航路设计图	(362)
第三节 航路指南	(363)
第四节 进港指南	(369)
第五节 中版《航标表》与英版《灯标雾号表》	(372)
第六节 英版《无线电信号表》	(379)
第七节 航海图书目录	(387)
第八节 英版《航海通告》	(391)
习题十三	(401)
第三章 大洋航行与最佳航线	(404)
第一节 大洋航线	(404)
第二节 大洋航行注意事项	(417)
第三节 气象定线概述	(418)
第四章 沿岸航行	(420)
第一节 沿岸航行的特点和航线的选定	(420)

第二节 沿岸航行的注意事项.....	(422)
第五章 狭水道航行.....	(426)
第一节 狭水道航行的特点.....	(426)
第二节 狭水道航行方法.....	(427)
第三节 岛礁区航行.....	(431)
第六章 雾中和冰区航行.....	(434)
第一节 雾中航行.....	(434)
第二节 冰区航行.....	(438)
第七章 船舶交通管理.....	(442)
第一节 船舶交通.....	(442)
第二节 船舶交通管理系统.....	(444)
第三节 船舶报告系统.....	(447)
第四节 船舶定线制.....	(450)
第八章 航行计划.....	(456)
习题十四.....	(460)
参考文献.....	(464)

第五章 电子定位与导航

船舶在海上,除了用陆标和天文方法测定船位外,还可以利用各种电子定位系统测定船位。目前,船用电子定位仪的种类很多,有无线电测向仪、雷达、罗兰、台卡、奥米伽和卫星导航仪等。它们的最大优点是不受能见度的影响,无论是在白天和晚上,或在能见度不良的情况下,都可以测定船位,而且定位方法简便、迅速,具有一定的精度。

本章重点讨论无线电测向、雷达、罗兰 C 和全球卫星定位系统的定位与导航的方法,介绍电子海图显示信息系统的概况。

第一节 无线电测向定位

无线电测向定位是最早被海船用来定位与导航的一种方法。随着无线电电子技术的发展,海船对导航精度要求的提高,作用距离远、定位精度更高的电子导航系统,如罗兰、台卡以及卫星导航系统等相继在船上得到使用。尽管如此,由于无线电测向有其独特的性能,《国际海上人命安全公约》(SOLAS)仍然规定 1 600 总吨以上的船舶必须装备无线电测向仪。与其他无线电导航系统相比较,无线电测向具有如下的特殊性能:

(1)可以测定无线电发射台的方位;

(2)测向仪结构简单,使用方便,通用性强;

(3)万一船舶遇险,只要船舶电台发射机能保持正常发射,其他船舶便可利用测向仪测得遇险船舶的方位并迅速前去营救。

无线电测向仪定位(Fixing by radio direction finder)是利用无线电测向仪测定岸上两个以上专供船舶测向用的发射台,即无线电信标(又称无线电指向标)(Radio beacon)的方位,得到两条以上的测向位置线,采用交叉方位法求得观测船位。

一、无线电测向位置线

无线电测向位置线有两类方式:一类是由岸上的无线电测向站(Radio direction finding station)测定船舶所发射的无线电波的方位,即所谓岸测船方式;另一类是由装备在船舶上的无线电测向仪(Radio direction finder)测定岸上的无线电信标发射的无线电波的方位,即所谓船测岸的方式。由于方位测定方式不同,因此所得到的位置线也不同。如第二篇第二章第三节所述,对于岸测船的测向位置线,是与定点测向站的子午线相交成所测得的大圆方位的大圆弧;船测岸的测向位置线是恒位线。这里主要讨论船测岸方式位置线,因为这类方式的应用较为广泛。

1. 墨卡托海图上的测向位置线

根据墨卡托投影的原理,将上述的岸测船的测向位置线——大圆弧逐点绘画在墨卡托海图上,则大圆弧呈现为曲线,并凸向近地极(赤道和子午线除外)。

若将船测岸的测向位置线——恒位线逐点绘画在墨卡托海图上,则恒位线呈现为凹离近地极的曲线。

当船舶(K)离无线电信标(M)不远时,在墨卡托海图上,球面上该两点间的恒位线和大圆弧是以这两点间的恒向线相对称的,并且,它们在该两点上的切线与恒向线间的夹角(Ψ)都是近似相等的(图 2-5-1, 图中 K、M 均位于北半球)。

2. 大圆改正量

在墨卡托海图上,两点间的恒向线方位与大圆方位之差(Ψ),称为大圆改正量(Half convergency)。

大圆改正量的近似计算公式为:

$$\Psi = \frac{1}{2} D\lambda \sin \varphi_m \quad (2-5-1)$$

式中: $D\lambda$ ——船位(或推算船位)与无线电信标位置间的经差;

φ_m ——船位(或推算船位)与无线电信标位置间的平均纬度。

大圆改正量的符号可根据下述规则确定(图 2-5-2):

当测者与无线电信标都在北半球时,无线电信标的大圆方位在 $0^\circ \sim 180^\circ$ 范围内, Ψ 为正值;无线电信标的大圆方位在 $180^\circ \sim 360^\circ$ 范围内, Ψ 为负值。

当测者与无线电信标都在南半球时,确定大圆改正量 Ψ 的符号规则与北半球的规则相反。

3. 无线电测向船位线

当船上的无线电测向仪测得岸上的无线电信标的无线电舷角读数后,可按下列步骤求得测向船位线:

- (1) 将所测定的无线电舷角读数(RQ_r) 换算为无线电舷角(RQ):

$$RQ = RQ_r + f \quad (2-5-2)$$

其中: f 为无线电自差,它随测定的无线电舷角读数而变,并可从无线电自差曲线或无线电自差表中查得。

- (2) 将无线电舷角换算为无线电真方位(RTB):

$$RTB = TC + RQ = CC + \Delta C + RQ_r + f = GC + \Delta G + RQ_r + f \quad (2-5-3)$$

- (3) 将无线电真方位(大圆方位) 换算成恒向线方位(RLB):

$$RLB = RTB + \Psi \quad (2-5-4)$$

(4) 在墨卡托海图上,从无线电信标作恒向线方位的反方向($RLB \pm 180^\circ$) 线,即得测向船位线。

例:某船推算船位 $\varphi = 48^\circ 18' N$, $\lambda_c = 12^\circ 00'. 0 W$, 用测向仪测得某无线电信标($\varphi = 49^\circ 54'. 0 N$, $\lambda = 5^\circ 12'. 0 W$) 的无线电舷角读数 $RQ_r = 044^\circ$, 查无线电自差表,得自差 $f = +3^\circ$ 。已知该船的真航向 $TC = 020^\circ$, 求测向船位线。

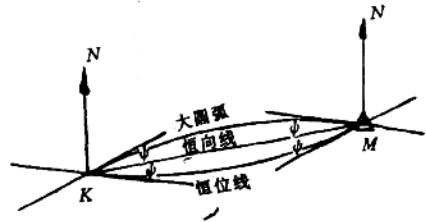


图 2-5-1

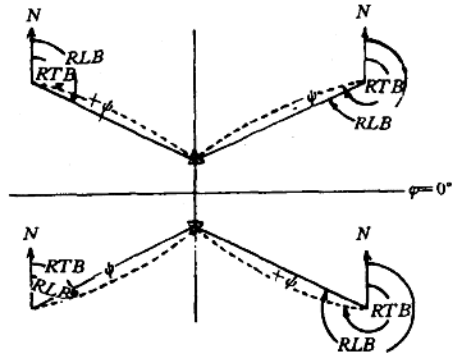


图 2-5-2

解:信标的无线电真方位

$$RTB = TC + RQr + f = 020^\circ - 044^\circ + 3^\circ = 067^\circ$$

推算船位和无线电信标的平均纬度

$$\varphi_m = (48^\circ 18' + 49^\circ 54'.0)/2 = 49^\circ 06'(N)$$

经差

$$D\lambda = 5^\circ 12'.0 W - 12^\circ 00'.0 W = 6^\circ 48'E = 6^\circ.8 E$$

大圆改正量

$$|\Psi| = \frac{1}{2} D\lambda \sin \varphi_m = \frac{1}{2} \times 6^\circ.8 \sin 49^\circ 06' = 2^\circ.6$$

因为船和无线电信标都在北半球,且 $0 < RTB < 180^\circ$, 所以 $\Psi = + 2^\circ.6$

$$\text{恒向线方位 } RLB = RTB + \Psi = 067^\circ + 2^\circ.6 = 069^\circ.6$$

于是,由无线电信标画恒向线方位的反方向线得测向船位线。

二、无线电测向定位及其精度

1. 无线电测向定位

无线电测向定位的工作步骤如下:

(1) 查阅海图,选择无线电信标,注意测向船位线的交角应大于 30° 、小于 150° 。

(2) 查阅《航标表》(适用我国沿海)或《英版无线电信号表》第2卷(Admiralty List of Radio Signals, Vol. 2),摘录所选无线电信标的工作频率、识别信号和工作时间等资料。

(3) 利用无线电测向仪测定信标的无线电舷角,在记录无线电舷角读数的同时,记下船舶航向。

(4) 根据求测向船位线的步骤,计算无线电信标的恒向线方位,并在海图上画船位线。如同时测得两条无线电测向船位线,则其交点便是观测船位,并用符号“ $\diamond DF$ ”表示。当用三条测向船位线定位时,船位误差三角形的处理方法与三物标方位定位相同。

2. 无线电测向定位的精度

影响无线电测向定位精度的因素有无线电真方位的精度、船舶和无线电信标之间的距离及测向船位线间的交角等,其中,无线电真方位的精度是主要的因素。因为无线电真方位是由式(2-5-3)决定的,所以影响其精度的因素很多,大致分析有:

(1) 测定无线电舷角的误差:它主要取决于接收点的电磁场强度、测向仪的灵敏度以及操作者的熟练程度等。无线电自差的误差也直接影响无线电舷角的精度,这是因为无线电自差表的测定存在着一定的误差,同时由于船舶航行时的吃水与测定自差时的吃水不同,实际的无线电自差将不同于表列自差值。当吃水相差较大时,这种误差也较大。

(2) 夜间效应:当船舶离无线电信标较远(100 n mile 以上)时,夜间,由信标发射的无线电波经电离层反射而产生的天波干扰了由地球表面直接传播的地波而产生的测向误差称为夜间效应。尤其是日出后 1^h 和日落前 1^h ,电离层变化最为剧烈,电波方位变化显著。在此期间,应避免进行测向定位。

(3) 海岸折射误差:无线电波在传播路径中与海岸线相交,使得近岸区域的电磁场相位结构发生变化,因此而产生的测相误差称为海岸折射误差。

无线电真方位的精度除了受上述因素影响外,还受真航向精度的影响,因此,无线电真方位的精度是不高的。两条无线电测向船位线定位的船位标准差 M 由下式确定:

$$M = \frac{m_{RTB}}{57^\circ.3 \sin \theta} \sqrt{D_1^2 + D_2^2} \quad (2-5-5)$$

式中： m_{RTB} ——测定无线电真方位的标准差，以度为单位；

θ ——两条船位线的交角；

D_1, D_2 ——测者至两个无线电信标的距离。

综上所述，影响无线电测向定位因素很多，无线电真方位的误差较大，因此，无线电测向定位的精度是不高的，它只能作为辅助性的一种定位手段。

第二节 雷达定位与导航

雷达(Radar)是英文 Radio Direction and Range 的缩略语。它是利用发射的无线电波碰到物标会反射回来的特性以及天线的定向作用来发现物标，并测定其距离和方位的。雷达在航海上的主要用途有，探测水面物标、预警碰撞危险、定位与导航，目前船上除安装有船用导航雷达外，还有自动雷达标绘仪(ARPA——Automatic Radar Plotting Aid)，它是以计算机为基础的船用避碰雷达。关于雷达的工作原理和主要技术性能将在《雷达与 ARPA》课程中论述。本节重点讨论雷达影像的特点、定位与导航的方法及其精度问题。

一、雷达影像的特点

(一) 物标影像的失真

由于雷达本身的性能和所观测地点的地形特点的影响，使得在雷达荧光屏上出现的物标影像常与海图上的物标图形不一致。为了正确地识别物标和准确测定船位，必须掌握雷达物标影像失真的一般规律。

1. 物标影像的放大失真

物标影像的放大失真是由雷达水平波束宽度 α 、雷达波的脉冲宽度(脉冲持续时间) τ 和荧光屏上回波光点的大小(直径 d) 所引起的雷达影像放大失真。

由于雷达水平波束有一定的宽度(设 $\alpha = 2^\circ$)，利用雷达观测物标方位时，使物标的影像展宽。雷达天线顺时针旋转，当水平波束右侧边与物标相切时，便有回波产生，此刻在波束的轴线方向，即扫描线方向显示出方位读数，而实际的物标切线方位比它大 $\alpha/2$ ；随着天线的旋转，当波束的左侧边与物标相切而脱离时，回波也在波束轴线方向显示方位读数，而实际的物标切线方位比它小 $\alpha/2$ 。显然，荧光屏上的物标影像左右两侧各被展宽了 $\alpha/2$ (图 2-5-3)。因此，如果利用雷达测定物标方位时，则左侧切线所得方位读数应增加 $\alpha/2$ ，而右侧切线所得方位读数应减少 $\alpha/2$ ，当然还应考虑因光点大小所引起的影像展宽 $d/2$ 。如上述由雷达的水平波束宽度引起的失真称为角向失真。

由于雷达脉冲波具有一定的宽度 τ ，当脉冲前沿与物标接触时，荧光屏上便产生回波。随着光点沿径向向外侧扫描，回波也随之向外延伸。在此期间，雷达波实际传播了 τ 时间或 $C\tau$ 距离(C 为光速)，但在荧光屏上显示的是单程距离，所以回波影像将延伸 $C\tau/2$ 。当然也还要考虑加上光点的大小所引起的伸长。这就是雷达回波影像的径向失真。

2. 岸线影像的形状失真

由于雷达方位分辨力和距离分辨力的影响，使得雷达影像不能将地形的微小特征显示出来，只能显示地形的概略轮廓，加上雷达影像的放大失真，甚至雷达影像将分别孤立的物标连成一片而无法分辨。

陡峭的岸壁对雷达波的反射能力强，低平的海岸和沙滩因反射能力弱而难于在荧光屏上

显示影像,因此荧光屏上的海岸线影像并非是实际海岸线。

在高大物标后面的低矮物标,雷达波往往被遮蔽而扫射不到,因而就不可能有回波而产生雷达影像。同时,远距离物标的低矮部分,也由于地面曲率的影响而扫射不到,因此在雷达荧光屏上对远距离物标只能显示其较高部分的影像。

(二) 雷达盲区和阴影扇形

1. 盲区

理论上,在雷达天线周围有一个因雷达波扫射不到而不能探测到物标的区域——盲区。盲区的半径 r 为。

$$r = h \operatorname{ctg} \cdot \frac{\beta}{2} \tag{2-5-6}$$

式中: h ——雷达天线离海面的高度,单位:米(m);

β ——雷达波的垂直波束宽度。

实际盲区可能还大一些,特别是船首方向的盲区。所以船舶应当进行实际测定。测定时,可使拖轮从船首驶离测定船,开始时在荧光屏上没有回波,当拖轮驶离至一定距离时,在荧光屏上刚刚出现拖轮的回波,这时拖轮与测定船之间的距离就是盲区的半径;反之,使拖轮从较远处驶向测定船,开始时在荧光屏上是有拖轮的回波的,当驶近到一定距离时,在荧光屏上刚刚消失拖轮的回波,这时拖轮与测定船之间的距离也就是盲区的半径。显然,盲区的半径是与吃水有关的。因此,在测定盲区半径时要记录当时的吃水。

2. 阴影扇形

在雷达波的传播方向上,如有船舶的建筑物或设备(如烟囷、桅杆等)遮挡了电波的垂直波束宽度,它们的回波将在荧光屏上形成一个阴影扇形,它将影响对这些建筑物后面方向上的物标的发现和观测(图 2-5-4)。船舶应找机会测定阴影扇形区的大小。航行中的船舶可通过改向来发现原阴影扇形内的物标影像。

(三) 干扰回波

1. 气象干扰回波

当有降雨、雪、雹和浓雾,甚至接近海平面的低空积云时,由于雷达波的一部分能量被大气中的水分所吸收,因而减少了雷达发现物标的距离。另一方面,大气中的这些水分的回波也常足以在荧光屏上形成光点,这种光点呈现为疏松的棉絮状一片。

这种回波影响雷达的观测,可以通过“雨雪抑制”的调整,以减小其影响,但也会影响和削弱雷达物标影像的显示。当遇到热带暴雨时,这些回波甚至像是从固体物标反射而来的,这时要从这些回波中辨别出物标的回波是很困难的。

2. 海浪干扰回波

当海面有较大波浪时,这些波浪的回波会使荧光屏中心附近出现一片时隐时现的光点,称

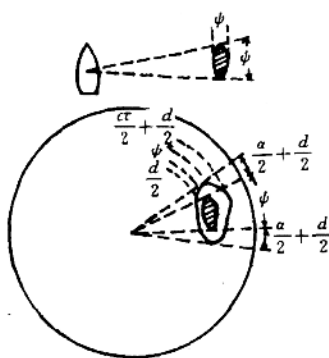


图 2-5-3

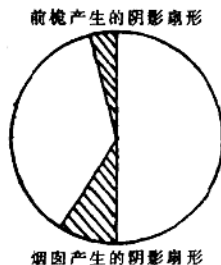


图 2-5-4