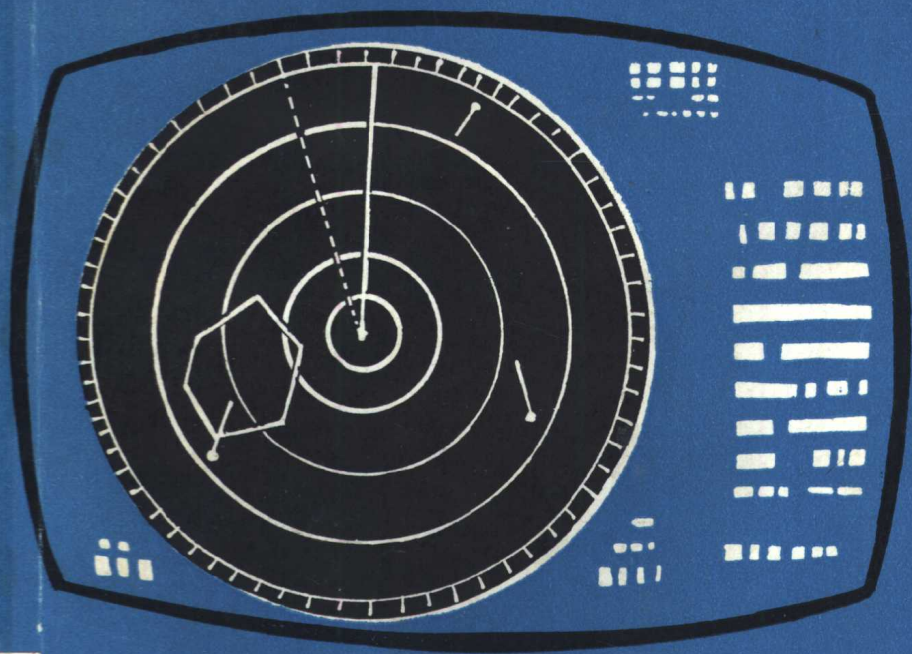


自动雷达标绘仪

(ARPA)

施智标 编著

方乃正 审



新世纪出版社

自动雷达标绘仪

(ARPA)

施智标 编著

方乃正 审

新世纪出版社

自动雷达标绘仪

(ARPA)

编 著 者: 施智标
出版发行者: 新世纪出版社
地 址: 香港庄士顿道214号3楼B座
北京东直门南小街53号
深圳宝安南路28号2号楼B座601室
印 刷 者: 新世纪出版社印刷部
注 册 号: 13592759—000—05—91—A
初 版: 1993年4月 印数: 0001~3000册
国际统一书号: ISBN962—497—132—3

定 价: (人民币) 8.25 元
版权所有, 翻印必究。

前 言

船用雷达作为船舶主要的助航仪器之一,已经使用了近半个世纪。在船舶定位和导航应用中,它是一种十分有效的仪器。但在船舶避碰应用中,雷达存在明显的局限性。自动雷达标绘仪(ARPA)是将雷达信号经预处理后,借微处理机进行自动检测、录取、跟踪和计算来预测目标的运动,并对碰撞危险作出判断和报警。ARPA的数据和信息能以数字、矢量、图形以及各种符号的方式加以显示。故在船舶容量、航速日益提高和海上交通日趋拥挤的今天,ARPA用于船舶避让实有莫大益助。ARPA作为新一代的助航仪器,IMO规定了各类船舶的安装期限,并对ARPA性能标准和在职船舶驾驶员的培训、发证都作出了明确的规定。本书是根据IMO建议的训练大纲,对ARPA工作原理、基本功能、操作使用及其局限性进行了全面阐述和介绍。这次在1989年内部版本的基础上作了较大修改,适合作为海运院校本科教材及在职人员培训用书,同时,本书经上海港监考试部门审查并同意作为“三小证”培训教材。

由于编者水平有限,错误与不当之处在所难免,恳请广大读者批评指正,不胜感谢。

1992年12月

目 录

前 言

第一章 绪论	1
第一节 普通船用雷达用于避碰时的局限性	1
一、 相对运动及真运动雷达的显示特征	1
二、 相对运动雷达的人工标绘流程图	8
三、 普通船用雷达的功能及其用于避碰时的 局限性	10
第二节 ARPA发展简史	12
第二章 ARPA基本工作原理	15
第一节 基本ARPA系统	15
一、 ARPA系统组成框图	15
二、 ARPA自动标绘流程图	18
三、 ARPA分类	19
第二节 ARPA输入信号预处理	21
一、 雷达原始视频信号预处理	21
二、 其他传感器输入信号的数字化	32
第三节 雷达信号检测	34
一、 人工检测	34
二、 自动检测	35
第四节 目标录取(捕捉)	38
一、 人工录取(也称手动录取)	38
二、 自动录取	40
第五节 目标自动跟踪	45

一、 α - β 跟踪滤波器	46
二、 跟踪滤波器的跟踪精度	47
三、 关于ARPA跟踪滤波器执行功能的几个问题的讨论	49
四、 α - β 跟踪滤波器的局限性	52
第六节 目标运动参数计算及碰撞危险判断	52
一、 六个基本参数的计算	53
二、 PPC和PAD的计算和应用	58
三、 碰撞危险的判断	66
四、 试操船计算	67
第七节 ARPA显示器	68
一、 数据显示器	68
二、 PPI显示器(图形显示器)	68
第八节 自动报警系统	80
一、 报警种类	80
二、 报警方式	82
第九节 试操船	83
一、 试操船方法	86
二、 使用试操船注意事项	87
第十节 测试功能	88
一、 测试(Test)功能	88
二、 利用诊断程序(Diagnostic Program)测试功能	89
第十一节 ARPA的外围设备	92
一、 外围设备	92
二、 ARPA与外围设备的连接及对外围设备的要求	92
第十二节 对ARPA功能的评价	93

一、 ARPA的优点	93
二、 ARPA的误差来源	94
三、 ARPA的局限性	101
第三章 ARPA操作使用	109
第一节 ARPA操作按钮设置的一般规律	109
第二节 ARPA操作使用	114
一、 正确开机	114
二、 目标录取	114
三、 读取指定目标的避碰和航行数据	115
四、 矢量模式的选择和应用	115
五、 跟踪目标的消除	120
六、 ARPA其他功能的应用	121
第三节 RAYCAS—V ARPA的操作使用	122
一、 使用范围	122
二、 操作按钮	123
三、 关机步骤	139
第四节 SPERRY CASII ARPA的操作使用	140
一、 CAS—II 面板图	140
二、 CAS—II ARPA功能选择和操作使用	143
三、 关机步骤	156
第五节 RACAL—DECCA 65411(1690)	
ARPA的操作使用	157
一、 65411(1690) ARPA面板图	157
二、 65411(1690) ARPA功能键的选择和使用	162
三、 关机步骤	172
第六节 RACAL—DECCA 65340	

ARPA的操作使用	173
一、65340 ARPA面板图	173
二、65340 ARPA功能键的选择和使用	177
三、关机步骤	186
第七节 RASCAR 3400M光栅扫描型	
ARPA的操作使用	187
一、使用范围	187
二、触摸式荧光屏(Touch Screen)操作方法	187
三、关机步骤	205
第八节 ATLAS 8600光栅扫描型	
ARPA的操作使用	205
一、ATLAS 8600 ARPA的特点	205
二、8600 ARPA面板图	206
三、雷达功能操作	219
四、ARPA功能操作	223
五、关机	239
第九节 RACAL—DECCA 2690 BT栅扫描型	
彩色ARPA的操作使用	259
一、2690 BT彩色ARPA的特点	239
二、2690 BT彩色ARPA面板图	240
三、基本显示控制面板(Display Syster Parel Contrds)	241
四、显示单元附属控制面板	250
五、ARPA控制面板	251
六、2609BT ARPA的报警系统	258
七、关机	262
第四章 IMO关于ARPA的若干规定	263

第一节 关于ARPA性能标准的规定	263
一、 检测性能(Detective Performance)	263
二、 目标捕捉(Target Acquisition)	263
三、 跟踪(Tracking)	264
四、 显示(Display)	265
五、 工作报警(Dperational Warning)	266
六、 数据要求(Data Requirement)	266
七、 试操船(Trial Manoeuvre)	267
八、 精度(Accuracy)	267
九、 ARPA与其它设备的连接	270
十、 性能测试和告警	271
十一、 ARPA外国设备要求	271
第二节 关于ARPA培训和颁发ARPA使用证书的规定	271
一、 有关知识	272
二、 进行雷达模拟器训练,保证对ARPA的正确操作 使用应有足够的训练时间	272
附 录	274

第一章 绪 论

第一节 普通船用雷达用于避碰时的局限性

普通船用雷达作为助航仪器在航海上应用至今已近半个世纪,成为船舶定位、导航和避碰的有力工具。雷达能完成这些功能的基础是能够观测目标位置(r, θ 和 x, y)的变化和不断获取目标回波的运动信息。但是目标运动信息在相对运动雷达和真运动雷达中所显示的方式是不同的。

一、相对运动及真运动雷达的显示特征

(一)相对运动雷达显示特征

1. 代表本船位置的扫描中心始终不动。目标相对本船运动(本船是参考系)。

2. 图象指向

(1)船首向上,图象不稳(Head Up, Unstabilized)

在这种显示方式中,船首线始终指 0° 。本船改向时,图象反向转动相同角度,当本船频繁改向或航向不稳定时,会造成图象模糊,所以叫做图象不稳。

(2)北向上,图象稳定(North Up, Stabilized)

在这种显示方式中,罗经北指 0° (即 0° 代表罗经北),船首线指示本船航向,当本船改向时,船首线指示新航向,图象稳定不转,谓

之图象稳定。

3. 碰撞危险的估计

需要在反射式雷达作图器上或专用的雷达标绘纸上,通过雷达作图(也称人工标绘)求取CPA、TCPA和PPC*

*CPA—Closest Point of Approach

最接近点。

DCPA—Distance to CPA

到达CPA点距离(最近会遇距离),在ARPA中通常简写为CPA。

TCPA—Time to CPA

至CPA点时间(至最近会遇点的时间)。

PPC—Possible Point of Collision

可能碰撞点。

(1)利用相对速度矢量求CPA和TCPA

如图1—1所示,在0900、0906、0912分别对目标船T的位置进行标绘。在相对运动显示方式里, $A_1A_2A_3$ 及其延长线(假设目标及本船保向保速)叫做相对运动线(R.M.L); A_1A_2 ^①(或 A_2A_3)为6分钟相对速度矢量(V_R); A_1A_2 (或 A_2A_3)为目标6分钟相对航程。过O点作相对运动线的垂线OD,则OD为CPA, A_3DO 叫做“碰撞三角形”(Collision Triangle)。自 A_3 至D点的航行时间即TCPA。图1—1中,由于 $CPA > MINCPA$ (人工设置的安全判据),所以无碰撞危险。如图1—2所示, $CPA = 0$,因此存在碰撞危险。

(2)利用真速度矢量求PPC

过 A_1 作本船船首线的反向平行线 A_1C ,取 A_1C 等于本船的12分钟航程,则矢量 CA_1 为目标船的真速度矢量(V_T)。 CA_1 的延长线

①注:黑体表示的字母为矢量,下同。

称之为目标真运动线(T.M.L). 矢量 CA_1 的长度为目标船T的真航速, CA_1 的方位为目标船T的真航向. 目标真运动线与本船船首的交点 C_1 . 当 $CPA=0$ 时, 如图1—2所示, C_1 点为可能碰撞点(PPC) (当存在风流压差时, PPC为目标真运动线与本船航迹线的交点). 可能碰撞点在一些ARPA里也称为“预测碰撞点”(Predicted Point of Collision)和“潜在碰撞点”(Potential Collision Point), 用PCP表示. PPC(或PCP)表示当目标船航速航向保持一定时, 本船以某一航向(或改为某一航向)时, 经过一段时间航行后, 两船可能(或潜在着)在该点发生碰撞.

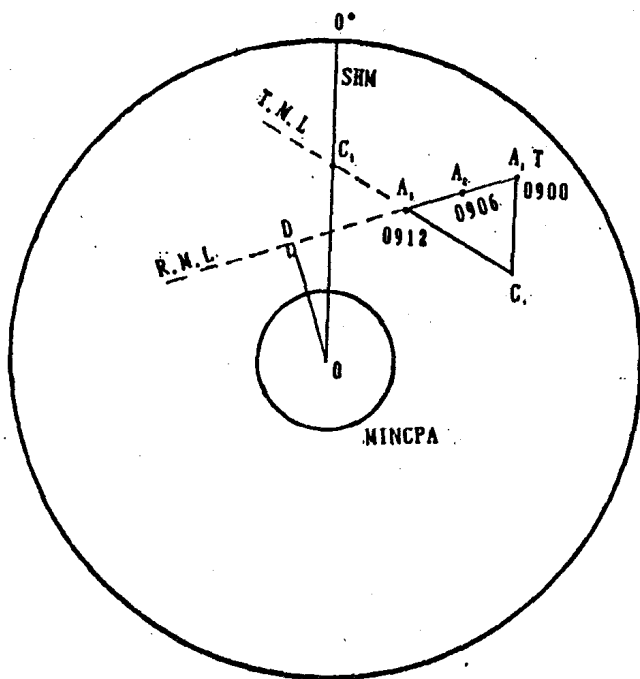


图1—1 人工标绘

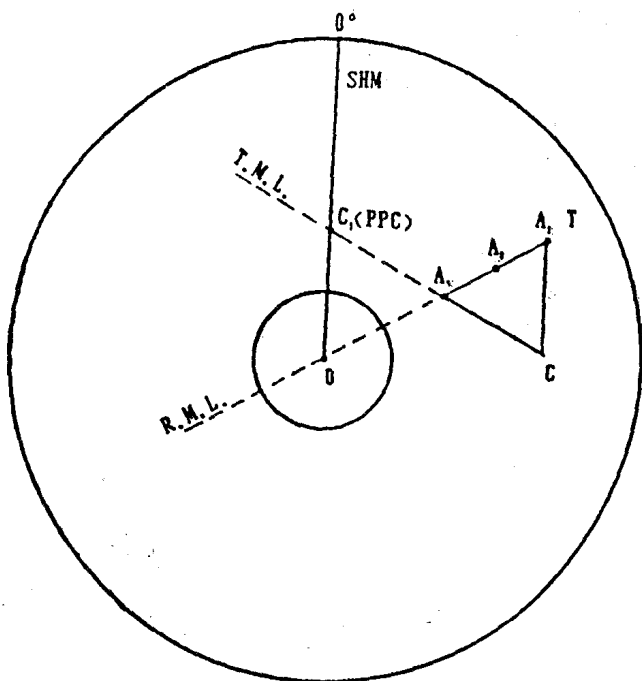


图1—2 人工标绘

(3) 避碰作图

如图1—3所示, 为使本船避开目标船T的航路, 并使本船与目标船的最接近点(CPA)保持1海里的距离, 以本船为圆心, 1海里为半径作圆; 再以目标船T的真速度(V_T)终端为圆心, 本船航速 V_0 为半径作圆。若目标船的相对速度 V_R 与最接近点圆相切于1点, 本船将从目标船T的后面1海里处通过。同样, 若相对速度 V_R 与最接近点圆相切于2点, 本船将从目标船T的前面1海里处通过。

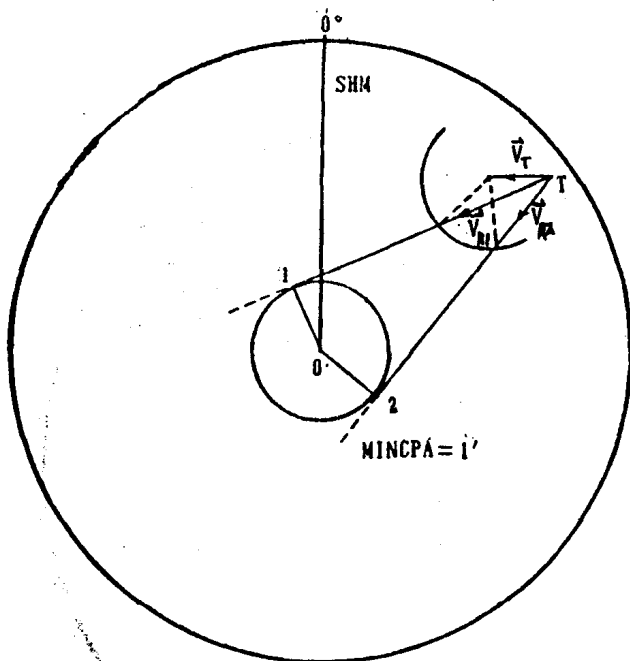


图1—3 设MINCPA为1海里

为确定本船的安全航向,可根据目标船T的相对速度矢量 V_R 与MINCPA圆的切点1和2,构成二个速度三角形 V_T, V_{R1}, V_{01} 及 V_T, V_{R2}, V_{02} ,如图1—4所示。过本船O作 V_{01}, V_{02} 的平行线,如图中虚线所示,这两个航向分别与目标船T的真速度矢量 V_T 相交于3和4两点,则本船航向在3与4之间是危险的,船舶驾驶员可据此作出改向的计划。

当目标船的相对运动线(R.M.L)与MINCPA圆相交时,说明此目标船是危险船。图1—5和图1—6分别表示本船保向减速和本

船保速改向时的避碰图。当采用上述避碰措施后,使 $CPA > MI-NCPA$,从而保证了航行安全。

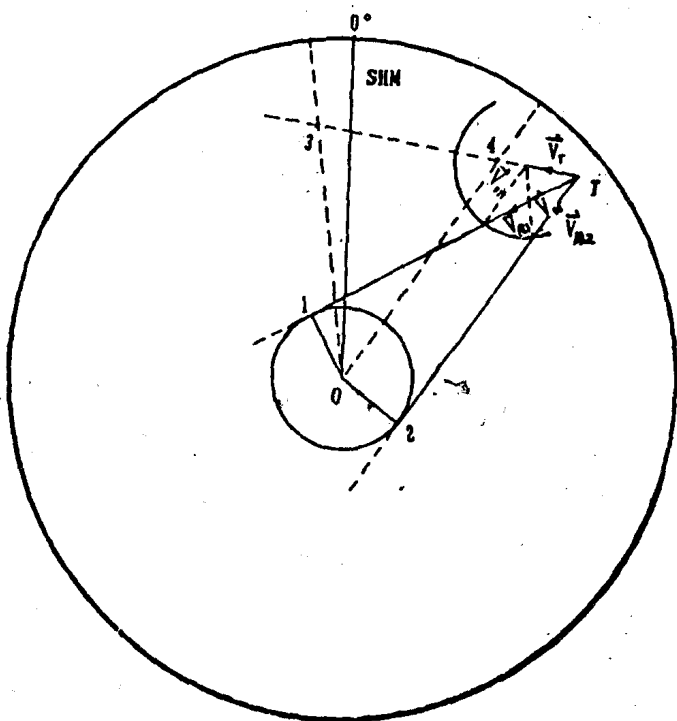


图1—4 从速度三角形求安全航向

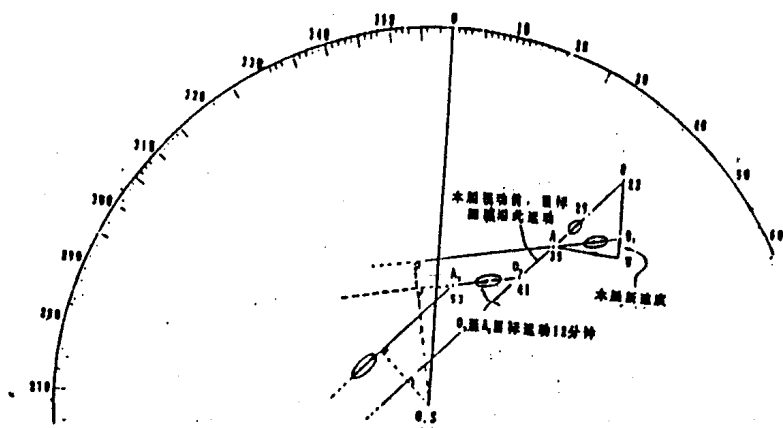


图1—5 本船保向减速时的人工标绘

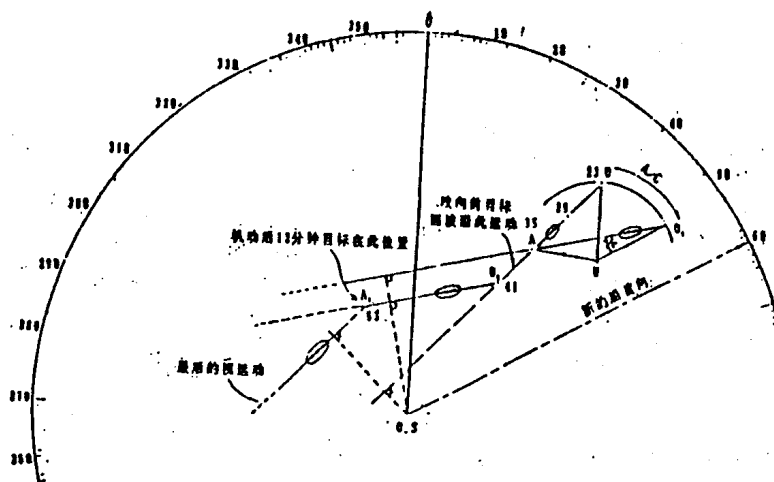


图1—6 本船保速改向时的人工标绘

(二)真运动雷达显示特征

1. 目标船及本船(扫描中心)在荧光屏上作真实运动。本船航向由陀螺罗经提供,航速由计程仪或机内模拟航速提供。代表本船位置的扫描中心按本船航向和本船航速(或以一定比例)在荧光屏上移动。在真运动显示方式中,固定目标是始终不动的,据此可以判断雷达图是否“真实”。一旦发现固定目标回波亮点在屏上移动,说明由于存在流(海流、潮流)和风流压差的影响,使输入的本船航速与实际航速不一致。目前,船上普遍使用的是一种相对计程仪,它只能提供本船相对于水的航速(即所谓“计风不计流”)。因此当发现固定目标在屏上移动,就须进行流速和风流压差的修正。修正的方法是把显示器工作模式置于模拟航速输入真运动方式,调节模拟航速及航迹向校正($\pm 25^\circ$)按钮,直至屏上显示的固定目标不动。此时扫描中心则沿航迹线运动,模拟航速即本船实际航速,航迹向校正读数盘指示的就是当时的风流压角。

2. 图象指向只有北向上,图象稳定一种方式。

3. 碰撞危险的估计

在真运动雷达中,可根据本船及目标船的航迹线(及其延长线)来估计碰撞危险。但由于显象管的余辉时间有限(约6至8秒),实际上不易判断运动态势。此外,也可根据真运动人工标绘来估计碰撞危险。

二、相对运动雷达的人工标绘流程图

图1—7为雷达人工标绘的流程图。从流程图可见整个人工标绘过程:检测目标、录取目标、跟踪标绘、计算、分析、判断,直至最后应用避碰规则进行避碰机动都必须由人工执行。对于每一个被标绘的目标都须重复同样步骤,十分费时,而且标绘过程是在假设