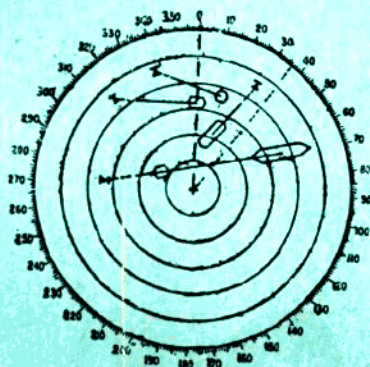


自动雷达标绘仪—ARPA 的操作及使用

许鼎伍 编著



上海市航海学会

自动雷达标绘仪—ARPA 的操作及使用

许鼎伍 编 著

上海市航海学会

1988.6. 上 海

前 言

ARPA的使用已日趋广泛，对防止和避免船舶碰撞和恶性事故的发生将起越来越重要的作用。

但是，由于ARPA本身在其性能及功能方面至今尚不够完善，加上其操作使用的步骤复杂、各种旋钮及按键的种类和数量繁多；特别是不同型号ARPA的操作使用步骤差异极大难以迅速熟悉和掌握。这些都不可避免将影响和限制设备功能的充分发挥。

随着科学技术的不断发展，ARPA现有的一些缺点和在使用中存在的某些局限性将会逐步得到改进和克服。

当前，如能首先使操作者迅速掌握ARPA操作使用的方法和步骤，进一步了解ARPA的各项性能、了解ARPA各功能在使用中所具有的优点和不足之处，必将有助于弥补或减少由于ARPA现有的缺陷所带来的不利因素，从而使ARPA能在船舶避碰操作中更好地发挥应有的作用。这就是编写本书的主要目的。

至于进一步学习並掌握ARPA的基本工作原理，对初次接触本设备以及参加培训、考证人员了解ARPA的性能、功能及其优缺点等都是十分必要的。因受篇幅及时间的限制，将另写专册介绍。

由于本人的水平所限，书中的缺点和错误在所难免，敬请读者批评指正！

作 者

1988年元月

< 内容提要 >

本书介绍ARPA操作及使用的方法和步骤。

本书主要内容：简述ARPA的基本原理，列举当前世界各国较有代表性的主要ARPA型号共十一种，按照海上实际使用的要求，尽可能详细地将每项功能的操作步骤按先后的顺序加以叙述，力求使操作者对书中所列各种型号的ARPA通过短时间的自学对照便能迅速掌握其操作使用的方法和步骤。

本书供船、舰的驾驶人员及水运院校的学生阅读参考。

目 录

前言

第一章 绪论	1
1—1 概述.....	1
1—2 什么是 ARPA	2
1—3 人工标绘.....	2
1—4 雷达自动标绘.....	5
第二章 ARPA的基本原理	7
2—1 ARPA的主要任务是什么	7
2—2 典型的ARPA工作原理框图及其主要单元的功 用.....	8
2—3 ARPA的功能	9
2—4 ARPA的局限性	11
第三章 ARPA 主要型号的操作及使用	14
3—1 RACAL—DECCA 65340 ARPA的操作及使 用.....	14
3—2 SPERRY 340 CAS的操作及使用	32
3—3 SPERRY CAS—I 的操作及使用	54
3—4 RACAL—DECCA 65411 (1690) ARPA 的 操作及使用.....	74
3—5 JAS—800 ARPA的操作及使用	95
3—6 RAYCAS V ARPA的操作及使用	116
3—7 ATLAS—7600 ARPA的操作及使用	131
3—8 RDI—4 ARPA的操作及使用	147

3—9 KH—832 ARPA的操作及使用	163
3—10 DB—7 ARPA的操作及使用	178
3—11 RAYPATH APRA的操作及使用	197
附录	209
附录1 国际海事组织 (IMO) 关于ARPA装备期限的规定	209
附录2 ARPA常用词汇、缩写词英汉对照表	210

第一章 绪 论

1-1 概述

船用导航雷达使用至今已有四十多年的历史，对保证船舶航行安全发挥了重大的作用。这是由于雷达具有能在浓雾、黑夜或视线不良的气象条件下及时发现目标或障碍物、能利用已知目标迅速进行船舶的定位以及能利用陆地或水面的目标进行导航等功能的结果。

但是，当利用雷达进行船舶之间的避碰操作时雷达的缺点便明显地暴露出来。历史上已发生过多起在两船同时使用雷达的情况下双方都已从雷达的荧光屏发现对方，並都利用雷达进行避让操作但最终却发生碰撞的事例。这除了因雷达所显示的目标回波其移动的轨迹是两船之间相对运动合成的方向容易造成错觉外，更主要的是由于雷达只能显示目标的瞬时位置，至于目标过去的行踪和未来的动向以及目标的航向和速度等都无法显示。这样，目标与本船最终是否有碰撞的危险事先是难以判断和预测。

自从六十年代开始，人们就不断探索通过人工工作图以及在雷达荧光屏上显示可移动的“避碰标志”及“电子游标”等方法以寻找解决船舶避碰操作的途径。

随着电子计算技术的不断发展，1969年第一台以处理船舶避碰操作为目的的带有电子计算机的“自动雷达标绘仪”正式投入海上应用。

从那时开始的近二十年来，自动雷达标绘仪在技术、性

能等方面都获得了很大的改进和提高。目前世界上已有十五、六家工厂生产多达20多种型号的自动雷达标绘仪。

与此同时，国际海事组织（IMO）自1974年开始接连建议有关政府在规定期限内为航行于国际海域的船舶配备自动雷达标绘仪（IMO的规定见附录1）。

同时，IMO还制定了自动雷达标绘仪的性能标准以及操作人员的培训及发证等规定。

目前，虽然自动雷达标绘仪在性能及功能方面尚不够完善，在使用上也还有不少缺点与局限。但随着科学技术的不断发展，上述问题将逐步得到解决。可以预料，自动雷达标绘仪将在减少或避免船舶发生碰撞的恶性海难事故方面发挥更加重要的作用。

1-2 什么是ARPA

ARPA是AUTOMATIC RADAR PLOTTING AIDS
（自动的） （雷达） （标绘） （仪器）
四个英文单词第一个字母的缩写。译成中文即为“自动雷达标绘仪”或称“阿帕”。由于它是由航海雷达与计算机相结合专为避免和防止船舶发生碰撞为目的而设计的一种新型的设备，早期也称之为“避碰雷达”。

为什么“避碰雷达”被称为“自动雷达标绘仪”呢？这需要从人工避碰作图时进行“人工标绘”的操作谈起。

1-3 人工标绘

为获取目标与本船是否存在碰撞危险的数据，过去只能在雷达观察罩下面附加的反射式作图器（称PLOTTER）或专用的雷达座标纸进行人工标绘，参阅图1。其操作步骤

A—D (或B—C) 代表目标的“真矢量”。即A—D所指的方向为目标的真实的航向; 而A—D 的长度为目标6分钟的真实速度。A—C代表目标的“相对矢量”。即 A—C 所指的方向系目标与本船速度及航向以矢量合成所获得的相对航向; 而 A—C的长度为目标与本船6分钟矢量合成的相对速度。

图中, A—C的延线与本船的位置 O所作的垂线相交的“CPA”是三个英文单词Closest Point of Approach (最接近的) (点) (逼近) 一个字母的缩写, 意为目标与本船最接近的交会点, 现通常称其为“最接近点”或简称“最近点”。从C到CPA的长度称“TCPA” (系由Time To CPA缩写而来, 意为目标到达CPA所需的时间, 通常简称“到CPA的时间”。已知A—C的长度系目标6分钟的相对速度, 以A—C的长度作单位可量出C—CPA的长度约等于12分钟, 表明目标将于12分钟左右到达与本船最接近点。

从CPA至本船O的距离过去曾称之为DCPA (即Distance of CPA, 意为CPA的距离)。不久, DCPA这个缩写词就不再使用, 早已从ARPA的手册、技术说明书及控制面板上消失了。现在, 已不将 CPA仅仅看成是一个点的位置, 而是把CPA等同并取代 DCPA作为目标与本船最接近“距离”的概念加以看待。

上述通过人工标绘得出的真矢量、相对矢量、CPA及TCPA等均为ARPA计算及显示的重要数据和内容, 其由来及其相应的定义应熟悉并牢记。

人工标绘虽能获得避碰操作所需要的某些重要数据, 但在海上实际运用时却是难以实现的。其原因如下: (1) 当

进行人工标绘时应在本船及目标的航向、速度都保持不变的情况下进行。因此，在整个标绘操作的过程中任何一方改向或变速时，标绘所取得的数据将产生误差甚至完全不能使用。（2）人工标绘的过程过于费时，难以适应紧迫避碰操作的需要。因为在取A—B两点的长度时通常取本船6分钟的速度，因此，在标绘目标第二次船位时也相应地在6分钟之后进行。这是因为6分钟是1小时的十分之一，采用本船十分之一小时的速度以取得A—B的长度以及用该比例计算出目标的速度是比较方便的，如改用2、4或5分钟的单位进行人工标绘计算起来就比较麻烦。（3）如海面上同时出现多个目标，要求驾驶员同时对几个目标进行人工标绘更是不现实的。这不但将增加驾驶员的劳动强度，而且手忙脚乱地对多目标进行人工标绘，所获得的数据其精度及其可靠性也就可想而知了。

1-4 雷达自动标绘

自动标绘就是通过计算机与雷达的互相结合，把原来由人工标绘的操作过程全部由计算机所代替进行快速和精确的自动计算和自动显示的过程，雷达自动标绘有下面几个方面的优点：

1. 迅速：按照IMO关于ARPA性能标准的规定，ARPA必须在目标被捕捉时开始后的1分钟内显示出目标的运动方向，并在3分钟内显示目标的预测运动。目前，大部分ARPA均能在1分钟之内显示目标的矢量以指示该目标的运动方向及其速度。这时虽然矢量尚不够稳定，数据的精度也不够高，但目标的“运动方向”基本上已能够确定了。大约3分钟以后，ARPA的矢量已趋于稳定，便能精确地

显示目标的“预测运动”。

2. 能直接从荧光屏上显示各种图形（包括矢量、预测危险区、可能碰撞点）以及符号、标志等。并能从数据显示窗精确地显示目标的方位、距离、航向、航速、CPA、TC—PA等六项数据。

3. 不论本船或目标航向或速度的变化，ARPA都能连续进行跟踪和计算，并随着本船或目标的运动随时更新所显示的数据和荧光屏上所标绘的图形及符号。

4. 按照IMO关于ARPA目标捕捉数量的规定（即人工捕捉不得少于10个目标，自动捕捉不得少于20个目标），目前大多数ARPA都已超过上述捕捉数量的要求，实现能同时对海上多目标的自动跟踪及标绘的目的。

第二章 ARPA的基本原理

2-1 ARPA的主要任务是什么

ARPA分别从导航雷达、电罗经、计程仪等设备获得原始视频信号、触发脉冲，天线方位、航向及速度等五种信号。这些信号被输入到ARPA的计算机进行处理和计算，然后按下列不同途径执行并完成ARPA所担负的任务：

1. 将所接收到的回波信号经处理后输出到显示器的荧光屏显示出来。

2. 将由人工捕捉或警戒区自动捕捉(参阅“ARPA的功能”一节)的目标由跟踪器及主处理机进行跟踪及计算后，将其方位、距离、航向、航速、CPA及TCPA等数据通过数据显示窗显示出来。

3. 将经计算机计算后目标的矢量(包括航向及速度)、预测危险区、可能碰撞点(参阅“ARPA的功能”一节)、各种符号及标志……等输出到荧光屏显示出来。

4. 将经计算后目标的CPA及TCPA的数值与由驾驶员所设定的CPA及TCPA的限制值进行比较，如判定为危险目标时立即命令报警电路发出危险目标的报警信号。同样，如发生目标丢失、目标进入警戒区、系统故障……等也均由报警器发出相应的报警信号。

2-2 典型的ARPA工作原理框图 及其主要单元的功用

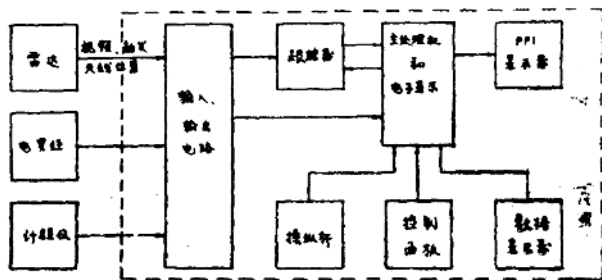


图2 典型的ARPA工作原理框图

图中，虚线部分系 ARPA的主要构成单元。左侧的输入、输出电路是 ARPA与外部设备（雷达、电罗经、计程仪等）进行连接的接口。从上述设备输入的雷达视频、触发脉冲、天线方位、航向、速度等五种信号其幅度、极性、频率、阻抗……等与 ARPA输入的要求可能不尽符合，故必须通过接口电路加以变换和处理。

视频信号经接口后分为两路，一路到达跟踪器，另一路到达主处理器。到达跟踪器的视频信号由跟踪器的视频处理电路对其进行量化并计算出目标重心的位置以便配合主处理器推算目标下次预测的位置并移动跟踪窗使跟踪器对目标进行连续、自动跟踪。

到达主处理机的视频信号经量化和模—数变换后变成数字视频信号并对干扰和杂波进行抑制后，按其方位及距离编好地址依次存入 RAM（随机存储器）中。然后，当显示器形成扫描线的过程中与扫描线同步按地址从 RAM中将信号

读出，将目标显示在荧光屏对应的方位和距离上。本单元还对视频信号进行计算，将计算后所取得的目标的各项数据送到数据显示器加以显示，并将目标的矢量、预测危险区、各种符号及标志……等送到荧光屏加以显示。此外，本单元还要计算目标的CPA和TCPA与由驾驶员所设定的 CPA_{min} $TCPA_{min}$ （最小CPA、最小TCPA）进行比较以便发出危险目标报警信号。

操纵杆的功能用来移动荧光屏上的“捕捉符”以便将需要捕捉或取消的目标、欲指定显示数据的目标以及欲设置警戒区或航道……等等的座标位置告诉主处理机，以便由主处理机向相应的电路发出执行命令。

按键或面板按钮等用来接受使用者的各项指令或要求并传送给计算机。

2-3 ARPA的功能·(注)

一、ARPA应具备的功能

1. 人工捕捉功能

对本船周围需要跟踪监视的目标可通过人工捕捉功能加以捕捉；然后由计算机对被捕捉的目标进行跟踪和计算。人工捕捉的数量按ARPA性能标准规定应不少于10个目标。同时，当被人工捕捉的目标不再需要时，必须能通过人工予以取消。

•(注)：国际海事组织(IMO)制定了ARPA性能标准，而对各种ARPA应具备那些操作功能却没有明文规定。但是，在ARPA性能标准中对某些功能所应达到的性能标准却提出了具体的要求。为此，现将具有上述情况的功能列为ARPA应具有的功能，将其余的功能作为ARPA的附加功能。请阅读时注意。

2. 目标数据及矢量显示功能

目标经人工捕捉后按ARPA性能标准规定应于1分钟内显示出目标的运动方向（即显示目标的矢量），并于3分钟内显示目标的预测运动（即以稳定可靠的矢量显示目标的航向及速度）。当目标的矢量稳定显示后，可通过数据显示窗显示被指定目标的方位、距离、航向、速度、CPA及TCPA等六项数据。

3. 报警功能

按照 ARPA性能标准规定，对发生下列任何一种情况时必需发出声或光的报警：a.危险目标。b.被跟踪的目标丢失。（目标丢失时，还必须在最后丢失的位置用符号示明）。c.目标进入所设置的警戒区。

4. 试操船功能

当 ARPA发出危险目标报警时，驾驶员应能通过试操船功能取得为避让该目标所需的改向或变速的数据。

5. 航迹显示功能

ARPA应能对被跟踪8分钟以上的目标显示至少4个相等间隔（过去位置）的航迹点。

6. 真矢量/相对矢量显示选择功能

ARPA应能对显示在荧光屏上目标的矢量随意进行真矢量或相对矢量的选择。

7. 方位显示方式的选择功能

ARPA应能对方位的显示方式——真北、船首、航向等三种显示方式任意进行选择。

二、ARPA附加的功能

1. 自动捕捉功能

当ARPA 附有自动捕捉功能时，它必须同时具备对某

些不需要的区域进行抑制的能力。而且,对设有抑制区的任何量程,应清楚地标明捕捉区的范围。

2. PPC及PAD的显示功能

某些型号的 ARPA当目标被捕捉和跟踪后,除按规定显示目标的矢量外,还可以显示PPC (Possible Point of Collision意为可能碰撞点)或PAD (Predicted Area of Danger意为预测危险区)。参阅图8、图9。

3. 设置航线、航道或雷达视频地图的功能

某些ARPA 还能由驾驶员随意在荧光屏上绘制航线、航道或视频地图。这些航线、航道及视频地图除供临时使用外,还可以输入计算机长期加以保存,遇有需要时可随时从计算机提取重新加以显示。

4. 锚位监视功能

某些ARPA附加锚位监视的功能,能对包括本船在内的20艘抛锚船进行锚位监视。当任何被监视的船舶走锚使船位移动超过预置的限制距离时,ARPA将立即发出报警信号。

5. 真运动/相对运动模式选择功能

大多数型号的 ARPA都具有真运动/相对运动两种运动模式的显示功能可供选择(真运动及相对运动的显示模式参阅3—1.65340:ARPA“运动模式的选择”一节)。

6. 其他报警功能

某些ARPA除按规定当出现危险目标、目标丢失以及目标进入警戒区等情况时能发出报警信号外,还附加例如系统故障、锚位监视、跟踪目标额满……等的报警内容。

2-4 ARPA的局限性

ARPA对防止和避免船舶碰撞事故的发生无疑能发挥很