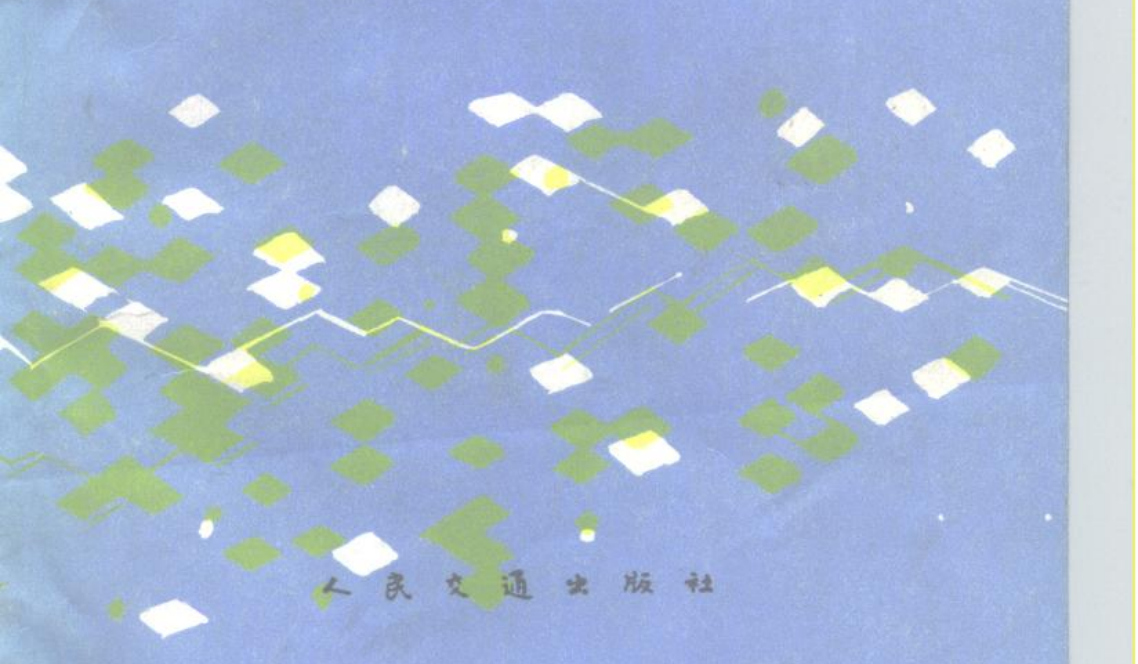


船用导航雷达的故障与修理

下 册

缪德刚 王世远 王家明 编著



人民交通出版社

U 665.22

Z81

2

313372

船用导航雷达的 故障与修理

Chuanyong Daohang Leida de
Guzhang yu Xiuli

下 册

缪德刚 王世远 王家明 编著

人 民 交 通 出 版 社

内 容 提 要

本书分上、下两册。下册共分三篇，第一篇介绍 SPERRY MK12/16/127 型雷达；第二篇介绍 RAYTHEON RM1605/1660 型雷达；第三篇着重介绍了较为典型的 SPERRY CAS II 自动雷达标绘仪（简称 ARPA）。下册内容以说明各种型号雷达的工作原理为主，并在此基础上讨论了调整、检修等问题。

本书可供已具有一般雷达电路知识的航海驾驶人员和刚从事雷达检修工作的人员学习参考；可作为航海雷达维修培训班的教学参考书，也可供海运院校有关专业的学生和从事雷达专业的工程技术人员参考。

船用导航雷达的故障与修理

下 册

缪德刚、王世远、王家明 编著

人民交通出版社出版发行

（北京和平里东街10号）

各地新华书店经销

人民交通出版社印刷厂印刷

开本：850×1168 $\frac{1}{32}$ 印张：20.25 插页：5 字数：443千

1988年7月 第1版

1988年7月 第1版 第1次印刷

印数：0001—1,000册 定价：6.55元

前 言

纵观现时国外船用导航雷达，真可以说是厂家“满目”，型号“万千”，即使是将主要厂家的典型产品收集起来，要想在有限的篇幅内加以介绍，也是不可能的。但是，目前各厂家所生产的船用导航雷达，在体制上还是延用常规脉冲体制，差异只是在实现某些特定功能时，所采用的技术手段或方式各有些特色而已。这样就使编写者有可能通过有代表性的产品介绍，让读者了解一般。本书一、二、三篇的内容选择就是据此而写的。

本书第一篇介绍的是 SPERRY MK12/16/127型雷达，第二篇介绍的是 RAYTHEON RM1650/1660型雷达，前者是脉冲制实时显示雷达，后者则是脉冲制非实时显示雷达，所介绍的电路，在船用雷达中均具有一定的代表性。第三篇介绍了 SPERRY 公司的 CAS II 型自动雷达标绘仪（简称 ARPA），它是一个用微型计算机实现雷达自动标绘的装置。虽然目前 ARPA 种类繁多，各有千秋，但基本原理大同小异，因此选择较为典型的 SPERRY CAS II 作为一个实例，使读者可以了解一般。在内容安排上，加进了电路工作原理的说明，特别着重于一些特殊功能电路的原理及信号流程说明，目的是使读者能举一反三，进一步掌握检修技术和故障的判断方法。

本书第一篇由王世远编写，第二编由王家明编写，第三篇由缪德刚编写。原计划第四篇介绍组合导航系统，但考虑到篇幅有限，另外该系统有其特殊性，涉及其它导航设备较多，因此在本书内不再编入。

由于笔者本职工作都很繁忙，因而造成本书（下册）出版的延误，在此请读者原谅。由于作者水平有限，书中缺点、错误在所难免，诚恳地希望读者批评指正。

编 者

目 录

第一篇 SPERRY 雷达

第一章 概述	1
第一节 雷达组成.....	1
第二节 性能及主要指标.....	3
第三节 任选组件和附件.....	6
第二章 收发机工作原理	9
第一节 X 波段收发机.....	9
第二节 S 波段收发机.....	28
第三章 显示器工作原理	34
第一节 中频及视频电路.....	34
第二节 扫描电路.....	41
第三节 刻度标志电路.....	51
第四节 视频混合放大及输出级.....	76
第五节 显象管及其附属电路.....	78
第六节 显示器电源及控制系统.....	81
第四章 天线系统	87
第一节 天线系统组成及原理.....	87
第二节 水平极化天线与圆极化天线.....	91
第五章 中频变流机组	95
第一节 直流电动机中频变流机.....	96
第二节 交流电动机中频变流机.....	103
第六章 附加装置	109
第一节 罗经稳定的方位刻度圈装置(RA-411-1~RA-415-1型).....	109

第二节	偏心显示装置 (OC-121-1型)	110
第三节	真运动装置 (TT-5C 型)	113
第四节	雷达选择器 (RS-121-3型)	120
第五节	圆极化天线	122
第六节	性能监测器	125
第七节	雷达同频干扰抑制器 (RC-121-1型)	128
第七章	维护保养及调整	136
第一节	维护保养	136
第二节	调整	143
第八章	故障检修	164
第一节	检修故障应注意的事项	164
第二节	确定故障部位的一般程序	164
第三节	故障及检修程序	166
第九章	SPERRY系列其它型号船用导航雷达特点介绍	178
第一节	SPERRY MK-127型船用雷达	178
第二节	SPERRY MK-3012和 MK-4016船用雷达	192

第二篇 RAYTHEON 雷达

第一章	RAYTHEON雷达简介	205
第一节	雷达组成	205
第二节	雷达技术条件	208
第三节	任选组件和附件	212
第二章	收发机工作原理	214
第一节	收发机概述	214
第二节	脉冲逻辑电路和脉冲驱动电路 (电路板 A6、 A7)	216
第三节	磁控管灯丝电压调整电路 (电路板 A5)	228
第四节	中频放大器	230
第五节	视频放大器 (任选组件 A11)	234

第六节	正余弦分解器驱动电路.....	236
第七节	电源系统.....	240
第三章	显示器工作原理.....	251
第一节	显示器概述和特点.....	251
第二节	触发脉冲重复频率产生电路板 A2A6	260
第三节	计数器电路板 A2A2	269
第四节	数据存储电路板 A2A3	276
第五节	定时控制电路板 A2A4	286
第六节	方位传输和扫描系统.....	297
第四章	分机和整机调整.....	308
第一节	操作按钮和部件位置说明.....	308
第二节	显示器电路板上短接线说明.....	315
第三节	X 波段、S 波段收发机调整	321
第四节	显示器调整.....	328
第五节	操作程序.....	345
第五章	保养、维修和故障排除.....	349
第一节	定期检查、保养.....	349
第二节	电路修改及常见故障分析.....	354
第三节	故障排除程序.....	357

第三篇 SPERRY CAS II 自动雷达标绘仪

第一章	概述.....	419
第一节	人工标绘.....	420
第二节	ARPA 的功能.....	421
第二章	SPERRY CAS II 总体介绍.....	426
第一节	系统工作简介.....	427
第二节	技术参数、性能及接口要求.....	430
第三节	SPERRY CAS II 的结构.....	433
第三章	SPERRY CAS II 的工作原理	436

第一节	整机系统框图	436
第二节	电源	440
第三节	输入/输出接口板	449
第四节	微型计算机简介	460
第五节	主处理机板	462
第六节	跟踪器板	476
第七节	警戒圈板	484
第八节	显示器第 1 板	486
第九节	显示器第 2 板	500
第十节	偏转放大器及 PPI 阴极射线管电路	523
第十一节	数据显示器	526
第四章	SPERRY CAS II 的操作、调整与维护	536
第一节	操作	536
第二节	调整	559
第三节	操作人员的维修工作	572
第五章	SPERRY CAS II 故障排除	577
第一节	测试仪表	578
第二节	系统检查	579
第三节	系统故障提示	592
第四节	故障追索	594
第五节	元部件的拆卸与更换	601
附录	SPERRY CAS II 总体框图	608
参考文献		634

第一章 概 述

由 SPERRY 公司生产的 SPERRY MK-12、SPERRY MK-16、SPERRY MK-127等型号的船用雷达,在我国船上装备较多。使用中,驾驶员普遍反映其性能较稳定,可靠性较高。本篇将介绍这些型号雷达的性能指标、组成及工作原理、调整及故障检修。

第一节 雷 达 组 成

SPERRY 雷达的基本组成与常规船用雷达一样,包括天线、收发机、显示器及中频电源等 4 个部分,如图1-1-1所示。

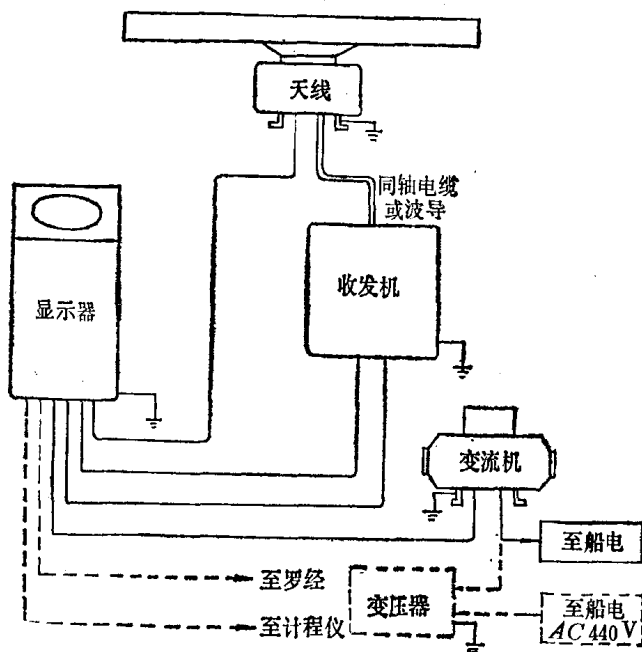
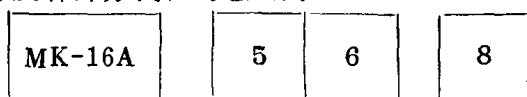


图1-1-1 基本组成框图

图1-1-1中, 天线采用隙缝天线, 中频电源采用变流机。为适应不同船电, 相应有两种型号中频电源可供选择, 当船电为交流440V3相时, 可采用电源变压器将电压降到220V。

SPERRY 雷达的命名法如下:

总名称及各部分代表的意义为:



①主称 ②发射峰值功率 ③天线型号 ④船电类型

其中:

①主称

MK-12A.....	305mm (12in) , X 波段雷达
MK-12AS.....	305mm (12in) , S 波段雷达
MK-16A.....	406mm (16in) , X 波段雷达
MK-16AS.....	406mm (16in) , S 波段雷达

②发射峰值功率

3	30kW (S 波段)
5	50kW (X 波段)

③天线型号

4	1.22m(4ft)隙缝 天线 (X 波段)
6	1.83m(6ft)隙缝 天线(X 波段)
9	2.74m(9ft)隙缝 天线(X 波段)
9C.....	2.74m(9ft)隙缝 天线, 圆极化

(X 波段)

12..... 3.66m(12ft)隙缝

天线(S 波段)

④船电类型

4 直流110V

5 直流220V

6 交流单相100/115V,
50/60Hz

7 交流 3 相100/115V,
50/60Hz

8 交流 3 相220V,
50/60Hz

9 交流 3 相440V,
50/60Hz

第二节 性能及主要指标

1.距离性能

量程(n mile) 0.5, 1.5, 3, 6, 12, 24, 60, 120

固定距标圈 0.25, 0.25, 0.5, 1, 2,

间隔(n mile) 4, 10, 20

固定距标圈精度 $\pm 0.03n$ mile 或所用量程的 $\pm 1\%$, 取较大值

可移距标(n mile) 0.25~120连续可调

可移距标精度 $\pm 0.02n$ mile 或所用量程的 $\pm 1\%$, 取较大值

最小作用距离 优于20m

距离分辨率 优于15m

2.方位性能

优于 1°

3. 显示器

平面位置显示器

MK-12A/MK-12AS 用12ABP7A 型、直径为305mm阴极射线管

MK-16A/MK-16AS 用16AKP7A 型、直径为406mm阴极射线管

方位指针 机械型

方位刻度 MK-12A/MK-12AS 固定

MK-16A/MK-16AS 固定及可动双圈型

反射作图器 平面作图器

显示器控制面板按钮名称及布局如图1-1-2所示。

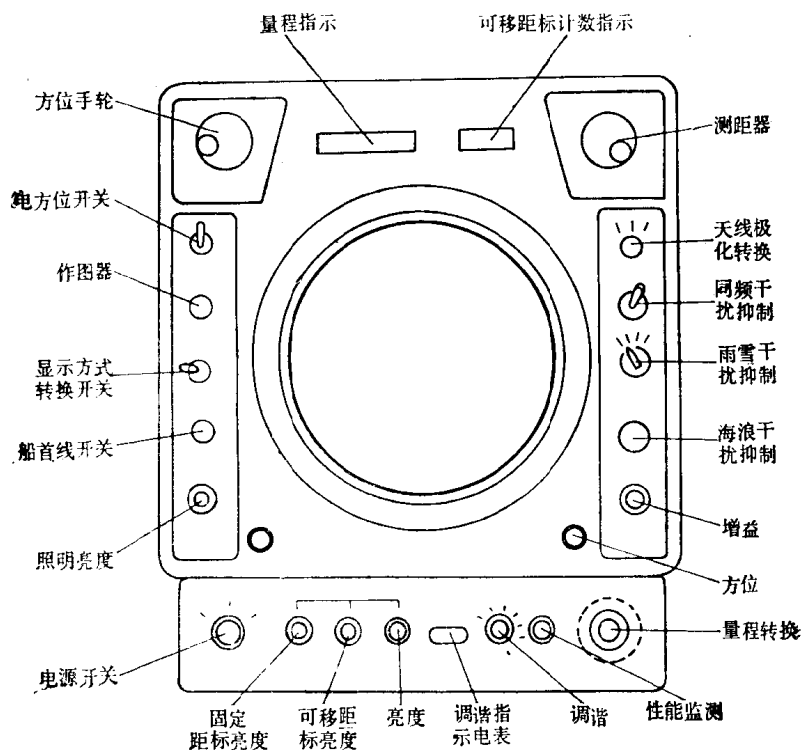


图1-1-2 显示器控制面板

4. 工作频率

X 波段 $9375 \pm 30\text{MHz}$

S 波段 $3050 \pm 10\text{MHz}$

5. 天线

型号 MK-12A-54 MK-12A-56 MK-12A-59

MK-12AS MK-16A-54 MK-16A-56

MK-16A-59 MK-16AS

水平波束宽度 1.9° 1.3° 0.8° 1.9°

垂直波束宽度 20° 20° 20° 25°

旁瓣电平 主瓣 10° 以内 小于 -24dB

主瓣 10° 以外 小于 -30dB

转速 22r/min

6. 发射机

发射峰值功率 MK-12AS 及 MK-16AS 为 30kW , 其它型号
为 50kW

脉冲宽度及脉冲重复频率 (PRF)

量程(n mile) 脉冲宽度(μs) 重复频率(1/s)

0.5, 1.5 0.07 2000*

3, 6, 12 0.2 1000

24, 60, 120 1.2 500

* ——这是指船电为直流或交流 60Hz 时。若船电为交流 50Hz
时, 该数据减到 $5/6$ 。

7. 接收机

中频 60MHz

中频带宽 20MHz (当脉冲宽度为 0.07 及 $0.25\mu\text{s}$ 时)

3MHz (当脉冲宽度为 $1.2\mu\text{s}$ 时)

噪声系数 小于 10dB

MK-12AS 及 MK-16AS 时, 小于 9dB

调谐方式 手动调谐, 有调谐指示电表

8. 电源

输入 交流 3 相, 100/115V, 50/60Hz
 交流 3 相, 220V, 50/60Hz
 交流 3 相, 440V, 50/60Hz
 交流单相, 100/115V, 50/60Hz
 直流100V
 直流220V

• ——根据船舶所有人或船厂的特殊要求提供。

耗电

型号 MK-12A-54 MK-12A-56 MK-12A-59
 MK-12AS
 MK-16A-54 MK-16A-56 MK-16A-59
 MK-16AS

耗电(KVA) 1.4 1.5 1.8 2.6

允许输入电压波动 标准输入电压的 $\pm 20\%$

9. 环境适应性

温度 $-15 \sim +55^{\circ}\text{C}$ (对于天线, 为 $-25^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$)

湿度 相对湿度95%

震动 1.5G (在0~3000 1/min 情况下)

第三节 任选组件和附件

1. 真方位装置

该装置可装在显示器内部, 用来实现真方位 (北向上) 显示方式。

可配用下列型号的逻辑:

T、K、C、ES11A, ES2, PR-200系列

TG-100, SR-100/110, SR-120/130,

SR-140, GLT101/201, SPERRY MK-37,

HOKUSHIN CI-A, CI-JR 及 CMZ。

2. 罗经稳定方位圈装置 (只限于 MK-16A/MK-16AS 型号的

雷达)

该装置可装在显示器内部,使位于固定方位刻度盘内侧的方位圈与罗经同步旋转,以便于测量物标的真方位。

3. 偏心装置

该装置可使扫描中心在1.5~12n mile 量程调节到所需要的位置,以实现偏心PPI扫描,偏心范围在上述各量程的最大固定距标圈的内接矩形内。

4. 可移距标装置

该装置可在0.25~120n mile 范围内,产生相对于触发脉冲在时间上可变延时的脉冲,通过视频混波放大器,加到阴极射线管,形成可移距标圈,用于精测目标距离。

5. 电子方位线装置

该装置装在显示器内部,用来产生从扫描中心开始电子方位线,便于用在偏心扫描时测量物标的方位。

6. 真运动装置

该装置装在显示器背面,用于实现真运动显示。该装置包括真运动部件及电子方位线组件。

7. 性能监测器

该装置装在天线和显示器内,便于用来检查雷达的性能。

8. 雷达选择器

该选择器用在双雷达系统(一条船上并联安装两套雷达)中,使天线、显示器、发电机等可以根据需要转换使用,以增加工作灵活性与可靠性。

9. 雷达同频干扰抑制器

该装置装在显示器内部,用来减少雷达同频干扰信号,以得到清楚的图象显示。

10. 圆极化装置

该装置装在X波段雷达的2.74m 隙缝天线中,用来有效地抑制雨雪干扰。

11.分显示器

它是一种直径为305mm/406mm的显示器，可作为备用显示器。

第二章 收发机工作原理

SPERRY 船用雷达有 X 和 S 两个工作波段可供选择。X 波段发射机的发射峰值功率为 50kW，S 波段发射机的发射峰值功率为 30kW。下面分别介绍 X 波段和 S 波段两种收发机的工作原理。

第一节 X 波段收发机

一、50kW 发射机

1. 发射机组成框图及说明

50kW 发射机的组成框图如图 1-2-1 所示。

从图 1-2-1 可见，50kW 发射机采用了充氢闸流管作调制开关，仿真线作储能元件的软性脉冲调制器。其发射脉冲的发射频率、脉冲宽度，脉冲重复频率及发射脉冲峰值功率等技术指标已在第一章介绍过，此处不再重复。框图中各部分的作用简述如下：

100V，1000Hz 的雷达中频电源从 ACI 与 ACC 之间加到灯丝变压器 T220。T220 次级输出电压经整流电路、同步方式开关、同步放大器及阴极输出器加到他激式间歇振荡器。由间歇振荡器产生的触发脉冲经阴极输出器分两路输出：一路去触发闸流管；另一路送到显示器作同步触发脉冲。

当量程为 0.5 和 1.5n mile 时，PRF 继电器 K222、K221 不工作，整流电路为全波整流，这时脉冲重复频率为 2000Hz；当量程为 3、6、12n mile 时，PRF 继电器 K222 吸动，整流电路为半波整流，这时脉冲重复频率为中频电源频率，即 1000Hz；