

《航海雷达》实验指导书

上海海运学院

目 录

1.	前言	(1)
2.	实验规则	(1)
3.	实验一 船用雷达的总体认识及基本功能操作	(3)
4.	实验二 船用雷达的各种功能操作及正确使用	(6)
5.	实验三 船用雷达整机调整	(9)
6.	实验四 船用雷达测量目标操作训练	(13)
7.	实验五 船用雷达各种显示模式的选用及导航线的设置	(15)
8.	实验六 雷达定位与图象分析	(18)
9.	附录	
	1)FR—2822X型雷达显示器面板上各控钮开关功能说明	(19)
	2)FR—2020X型雷达显示器面板上各控钮开关功能说明	(23)
	3)FR—2822X型雷达组成框图	(26)
	4)FR—2822X型雷达技术性能	(27)
	5)FR—2020X型雷达组成框图	(30)
	6)FR—2020X型雷达技术性能	(31)
	7)FR—2822X型雷达显示器面板图	(34)
	8)FR—2020X型雷达显示器面板图	(36)
	9)FR—2822X型雷达显示器外表装配图	(38)
	10)FR—2020X型雷达显示器外表装配图.....	(41)
	11)FR—2822X型雷达收发机装配图.....	(43)
	12)FR—2020X型雷达收发机装配图.....	(47)
	13)FR—2822X型雷达显示器部分印刷板图.....	(50)
	14)古野 F / GT—001—32A 雷达模拟器面板图.....	(52)

《航海雷达》实验指导书

前 言

本实验指导书是根据《航海雷达》课程教学大纲所规定的实验内容编写的，用以指导《航海雷达》实验课。

实验课是《航海雷达》课程整个教学内容中的一个重要组成部分，是理论联系实际的一个重要环节。

根据本实验室现有的设备条件，《航海雷达》实验课将分别在古野 FR — 2822X，FR — 2020X 船用雷达及古野 F / GT — 001—32A 型雷达模拟器上进行。

本实验课是在学生了解船用雷达工作原理的基础上，立足于基本技能的训练。力求使学生通过实验课掌握船用雷达的正确操作与使用、管理和保养，必要时还能进行简单的调整和故障排除。

实验课根据目前实验室设备条件安排实验项目和内容。学生通过实验课训练，掌握基本操作使用技能，以利于将来的工作与实践能触类旁通、迅速掌握和使用国内外品种繁多的船用雷达设备。

《航海雷达》实验课是在教师指导下进行，要求学生在实验课前，根据实验指导书进行预习，在实验过程中，要求人人都动手实践，使实验课收到应有的效果。

实验规则

为了顺利进行实验，确保人身和实验室设备的安全，学生必须遵守以下规则：

1. 每个班级分为若干实验小组，在实验前应将分组名单交教师备案，各组选出组长一人，负责管理和联系等工作。

2. 由于分组人数较多，故在实验时必须听从教师指导和实验室管理人员的安排。在指定的地点进行实验，非经指导教师同意，学生不得私自更换实验地点和随意动手。

3. 为了提高实验课的效果，每个学生在实验前必须预习实验指导书中的有关内容。并复习课程中的有关章节。在实验前，指导教师将提问学生的准备情况。

4. 实验应在规定的时间内完成。不得迟到或早退。无故缺席者，不予补做实验。

5. 实验时必须严肃认真，不得大声喧哗嬉闹，不准抽烟，应保持实验室整洁。

6. 实验室内均为贵重仪器，不准随便乱动与本实验无关的仪器设备。学生使用仪器设备应在教师指导下进行，不要冒失乱动，以免发生事故。

7. 在实验中，如发生故障或损坏现象，应立即切断电源，向教师报告，学生由于不遵守

操作规则，而造成仪器设备损坏者，必须按学校规定予以赔偿。

8. 实验完毕，须将总电源切断，整理好实验用的仪器设备，实验工具应由组长如数交还给实验室管理人员。

9. 学生在实验课后，应认真做好实验报告，并按时交给实验指导教师批阅，实验课成绩将作为平时成绩记册。

实验一 船用雷达的总体认识及基本功能操作

一、实验目的

1. 了解 FR — 2822X(FR — 2020X)型雷达的基本组成。
2. 学习正确操作 FR — 2822X(FR — 2020X)型雷达，熟悉各基本功能的操作。

二、实验设备

1. FR — 2822X 型雷达两台 .
2. FR — 2020X 型雷达两台

三、FR — 2822X 型及 FR — 2020X 型雷达的组成

1. FR — 2822X 型雷达的组成框图
2. FR — 2020X 型雷达的组成框图
3. FR — 2822X 型雷达显示器面板图及设备控扭名称功能表
4. FR — 2020X 型雷达显示器面板图及设备控扭名称功能表

四、FR—2822X (FR—2020X) 型雷达正确操作步骤及基本功能操作。

1. 开机前检查

检查天线附近是否有人作业或其他障碍物(如旗、绳等)。将亮度(BRILLIANCE)、雨雪干扰抑制(A / C RAIN)海浪干扰抑制(A / C SEA)、增益(GAIN)等控扭反时针旋到底，功能开关(FUNCTION)置“ST—BY”

2. 开机

(1)接通船电，将电原开关置“POWER ON”，然后雷达开始自检、三分钟延时是按倒序计数。即从 3:00 至 0:00，时间到后即自动显示出“ST—BY”，此时表明雷达已准备好发射，未发射前天线是不转的。

注意：每次接通“POWER ON”后，雷达在进行自检时约有 40 秒的时间，显示器屏幕上没有任何图形，显示器面板上各控扭功能说明 FR — 2822X 型见 P19 — P22，FR — 2020X 型见 P23 — P25。

(2)雷达选择(FR—2020X 型雷达无此功能)

按“RADAR1 / RADAR2”键可选择主雷达 1 或副雷达 2

(3)调节屏幕及数据亮度

顺时针旋转功能板(FUNCTION)上的亮度控扭(BRILLIANCE)使回波明亮清晰，通常应使控扭居中。

按“DATA”键可调节数据字符的亮度，逐次按此键，将按断、暗、中、亮的次序变化。

按“PANEL DIM”键可调节控制板的亮度，同样有四级变化。

(4)发射及脉冲宽度选择

当屏幕上已显示出“ST—BY”时就可选用功能开关(FUNCTION)上某一脉冲宽度来发射。

注：如果在 3 分钟预热期间，功能开关已经放置在选定的脉冲宽度上，则倒序计数到

0:00 时雷达就立即发射，量程 ，F 关系表 FR—2822X 型见 P27，FR—2020X 型见 P32。

将雷达置短脉冲发射，观察并记下磁控管电流数值。然后将雷达置长脉冲发射，再观察并记下磁控管电流读数，最后使雷达位于短脉冲发射。

(5) 量程选择

按“RANGE”距离按键[+]或[-]来选择量程，按[+]增加量程，按[-]则减小量程，量程及固定距标的间距值显示在屏幕的左上角，将量程从最近到最远操作一遍后，最后放置于 12 海里档。

(6) 调谐调节

调谐(TUNE)控钮是用来调节接收机的本振频率。开机 10 分钟之内，应反复检查调谐是否达到最佳。因为在此期间内，发射机频率还未稳定，等 10 分钟过后，就不需要再调节了。

调谐指示是利用屏幕右上角的“调谐指示带”。在进行调谐前，应首先将海浪抑制控钮 A/C SEA 反时针旋到底。并使雷达工作于最大量程，然后转动调谐控钮使调谐指示亮带达到最长(通常位于 4 至 5 的位置)

(7) 增益调整

增益(GAIN)控钮是用来调节接收机的放大量。此控钮应调节到显示器屏幕上的“背景噪声”刚见未见的位置。

为设置合适的增益，首先应选择最远的两个量程之一，因为远量程时背景噪声更为明显，然后按顺时针方向慢慢旋转增益控钮，使背景噪声达到刚见未见状态，通常当控钮转到约 7~8 的位置时，屏幕上就应看到背景噪声。若增益设置太低，以至目标回波淹没在背景噪声中。

(8) 显示模式的选择

按“SELECT”键选定 Head—up 工作模式。

(9) 调出固定距标圈

按“RING”键可调节固定距标圈的亮度，每按一次其亮度将按下述次序：断、暗、中、亮四个等级变化。

(10) 调活动距标

按 VRM 板上的“ON”键，即显示出第一活动距标圈 VRM1。转动测距旋钮可改变 VRM1 显示的距离，其距离读数则显示在屏幕右下角上行。第二次按“ON”键，即显示出第二活动距标圈 VRM2。此时转动测距旋钮可改变 VRM2 显示的距离，其距离读数则显示在屏幕右下角下行。再按“ON”键可恢复控制 VRM1，若按“OFF”键后，则未被控制的 VRM 先被清除掉。两个 VRM 差别在点线段的长度上，VRM1 较短。VRM2 较长。

(11) 调节船首线亮度

按“HM”键可调节船首线的亮度，其亮度有三级变化。当罗经信号接上后，可同时调节真北线亮度。为了暂时删除船首线及真北线可按住“HM OFF”键不放。放开后船首线将重新正常显示。

(12) 调电子方位线

按 EBL 板上的“ON”键即出现第一条电子方位线 EBL1，转动测方位旋钮可改变 EBL1 的方位。其方位读数显示在屏幕左下角的上行。第二次按“ON”键即显示出第二条电子方位线 EBL2。此时转动测方位旋钮可控制 EBL2 的方位变化，EBL2 的方位读数显示在屏幕左

下角下行。按“OFF”键后，则未被操纵的方位线先被删除掉，再按一次“OFF”键，则第二条也被删除掉。两条电子方位线的差别在点线段的长短，EBL1的点线段较短，EBL2的点线段较长。若雷达已接上罗经信号，可按“TRU/REL”键来改变相对方位或真方位的读数。

3. 关机

- 1)VRM 板上按“OFF”将VRM1及VRM2全部清除。
- 2)EBL板上按“OFF”将EBL1及EBL2全部清除。
- 3)将BRILLIANCE、A/C RAIN、A/C SEA按钮反时针旋到底。
- 4)将功能开关FUNCTION转至“ST-BY”。
- 5)置“POWER OFF”。
- 6)断开船电。

五、实验报告内容

1. 雷达正确操机的步骤。
2. 测试记录。
3. 实验心得与体会。

六、预习思考题

1. 普通船用雷达由哪几部分组成?每部分的主要功能是什么?
2. 雷达开机前应检查的项目。
3. 影响雷达图像质量的主要控钮有哪几个?它们使用时应注意事项。

实验二 船用雷达各种功能的操作及正确使用。

一、实验目的

1. 进一步熟练 FR—2822X(FR — 2020X)型雷达基本功能的操作使用。
2. 熟悉 FR — 2822X(FR — 2020X)型雷达的其他功能的操作及正确使用。

二、实验设备

1. FR — 2822X 型雷达两台
2. FR — 2020X 型雷达两台

三、正确开机

重复实验一内容中第四项正确操机步骤，轮流操作，务必使组内成员每人都能完整地操作一遍。

四、其他各种功能的检查与设置

1. 检查海浪抑制(A / C SEA)性能

置雷达于 12 海里量程，开大增益使整个屏幕上出现噪声斑点(以噪声干扰波代替海浪回波)。将“ A / C SEA ”控钮逐渐顺时针旋到底，使近距离内噪声斑点全都消失，用 VRM 测定无噪声斑点区的半径即为近似海浪抑制范围。

2. 检查雨雪干扰抑制(A / C RAIN)性能

置雷达于 12 海里量程，适当调节增益 GAIN 控钮。使屏幕上显示出周围物标的大片回波。顺时针旋转控钮“ A / C RAIN ”，使屏幕上连成一片的回波能分离开来，如果控钮“ A / C RAIN ”顺时针旋转过多后，某些回波可能从屏幕上消失掉。

3. 检查海浪及雨雪干扰自动抑制电路“ A / C AUTO ”将手控控钮“ A / C SEA ”及“ A / C RAIN ”反时针旋到底。按“ A / C AUTO ”键，第一次按为 ON，再按一次为 OFF。“ A / C AUTO ”电路接入后，该电路能自动抑制海浪及雨雪干扰。仔细观察抑制效果与手控抑制比较。

注意：当“ A / C AUTO ”置于“ ON ”时，手控 A / C SEA 及 A / C RAIN 还是起作用。

4. 检查同频干扰抑制(INT REJECT)性能

附近几台同频段雷达同时工作时，在屏幕上就会出现不停地移动的辐射状虚线，为消除此种干扰，按“ INT REJECT ”键后同频干扰抑制电路就会起作用。此电路分四个不同抑制电平。每按一次其抑制电平将按下述次序变化：OFF → IR1 → IR2 → IR3

注意：同频干扰抑制太强时，某些弱回波可能从屏幕上消失。

对于 FR — 2020X 型雷达，同频干扰抑制只有一级电平抑制，按一次“ INT REJECT ”键则抑制电路起作用，并在告示框上显示出“ IR ”，再按一次“ INT REJECT ”键则抑制电路关闭，“ IR ”在告示框上消失。

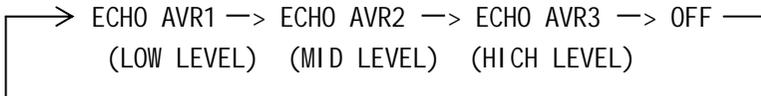
5. 检查回波平均(ECHO AVERAGING)功能

按“ ECHO AVERAGING ”键是用来抑制海浪干扰的另一措施，通常前后数次方位扫描之

间，固定目标或航速不大的其他船舶的回波在屏幕上几乎出现在同一位置上，而海浪干扰的回波在屏幕上出现的位置是随机的、是不固定的。

为了从海浪干扰中区别出目标的回波，本雷达采用相邻方位扫描周期之间的相关方法。如果目标回波是稳定的，经相关处理后呈现出较强的亮度，海浪回波是不稳定的因而被抑制掉。这样可从海浪干扰中将目标回波鉴别出来。

为了有效地应用“ECHO AVR”的功能，建议选用“A/C SEA”将海浪干扰给以一定的抑制，然后再按“ECHO AVR”键根据相关处理选用的图象帧数不同可分为三个级别，其相关处理级别显示在屏幕左边的告示框上。(FR—2020X型雷达显示在屏幕的上方告示框上)，每按一次“ECHO AVR”键干扰抑制级别按下述次序变化：



注意：1)必须加入罗经信号“ECHO AVR”电路才能起作用。即用 North—up 图象稳定显示方式、天线扫描相关处理后才有效。

2)下述情况下不能采用“ECHO AVR”功能：

本船与目标船之间的航速差较大时。

当本船颠簸摇荡厉害时。

6. 检查回波增强(ECHO STRETCH)功能

在远的量程上，目标回波往往呈现为一个细小的点，不容易看清，按“ECHO STRETCH”键可在此量程上增强目标的回波强度。本雷达分两级增强功能，每按一次按键在屏幕左边的告示框内显示出 ECHO STR1 或 ECHO STR2。(FR—2020X 型雷达只有一级增强，告示框在屏幕上方)。

应注意，只有当发射脉冲宽度大于或等于 $0.3\mu\text{S}$ 时 ECHO STR 功能才有效，也就是当 3nm 或更大的量程时 FUNCTION 开关置于“SHORT”位置，量程在 0.75nm 以上时，FUNCTION 开关应置于“LONG”位置。

回波增强功能不仅放大了目标回波，同时也放大了海浪及雨雪干扰回波，因此在采用 ECHO STR 功能时，必须先将海浪及雨雪干扰抑制掉。

7. 偏心显示操作

在首线向上显示模式时，可用跟踪球(或操纵杆)来达到偏心显示。这样能使不改变量程而达到扩大船首向的视野，其操作步骤如下：

1)操纵跟踪球(或操纵杆)使十字游标位于扫描中心将要移到的位置。

2)按“SHIFT”键后，扫描中心即移至十字游标所在的位置，屏幕即达到偏心显示。中心最大偏移量为 $1/2$ 屏幕半径。

3)再按一次“SHIFT”键可使扫描中心返回到屏幕中心。

五、关机步骤

1. VRM 板上按“OFF”键将 VRM1 及 VRM2 全部清除。

2. EBL 板上按“OFF”键将 EBL1 及 EBL2 全部清除。

3. 将 BRILLIANCE、A/C RAIN、A/C SEA 按钮反时针旋到底。

4. 将功能开关 FUNCTION 转至“ST—BY”。

5. 将 A / C AUTO、INT REJECT、ECHO AVR、ECHO STR 等功能全部删除。
6. 置 “ POWER OFF ”。
7. 断开船电。

六、实验报告内容

1. 雷达各种功能检查结果记录及操作要点。
2. 实验心得体会。

七、预习思考题

1. 海浪干扰抑制的基本原理及操作要领。
2. 雨雪干扰抑制的基本原理及操作要领。
3. 同频异步干扰抑制的基本原理及操作要领。
4. 回波平均功能的基本原理及操作要领。
5. 回波增强功能的基本原理及操作要领。

实验三 船用雷达整机调整

一、实验目的

1. 结合框图和实物布置图，熟悉雷达的基本组成。
2. 掌握船用雷达常用的几项调整方法。

二、实验设备

1. FR — 2822X 型雷达。
2. FR — 2020X 型雷达。
3. 万用表、螺丝刀。

三、正确开机

按实验一内容中第四项重复开机步骤

四、雷达有关部分的调整

1. 发射同步调整

当收发机与显示器之间连接的多芯电缆长短及收发机与天线之间的波导管长短不同时，发射同步延时就不一样。虽然雷达出厂前是按 10 米长的电缆调整的，但即使按标准长度安装好后，还需要调整一下，如不进行调整可能会出现下述现象：

- 1) 在 0.25nm 量程上，直的码头或防波堤会在屏幕上出现中央部分凸出或凹进的图形。
- 2) 在近量程上会出现较大的测距误差。
- 3) 出现扫描中心不亮。

发射同步调整步骤如下：

- 1) 置雷达于 0.25nm 量程，适当调节增益与亮度。
- 2) 靠近扫描中心选择一直线形目标。
- 3) 对 FR — 2822X 先将接口板 INT — 8426 上电位器 VR6、VR7 及 VR11 全部反时针旋到底，然后调整电位器 VR5 使雷达屏幕上直线目标显示出直的图形；对 FR — 2020X 型，调 D3P7030 板上标有 TIMING 的 R6。

上述步骤可反复做数次，直至得到最佳效果。

2. 主脉冲抑制调整

通常在发射同步调整后，才可进行发射漏入主脉冲抑制调整，其调整步骤如下：

- 1) 使雷达在运量程上工作 10 分钟，然后调节增益按钮使在屏幕上出现少量噪声斑点。
- 2) 转到 0.25nm 量程工作，再调节 A / C SEA 使图象达到最佳。
- 3) 对 FR — 2822X 调节接口板 INT-8426 上电位器 VR3，使主脉冲在屏幕上刚刚消失。对 FR — 2020X 型，调 PST — 7143 板上的“MBSL”与“MBST”。注意：过多地抑制主脉冲会使近距离的物标回波消失。

3. 本振调谐调整

通常在显示器面板上的 TUNE 按钮处于中同位置时应该得到最佳的调谐。如果不是这样，则应该按下述步骤重新进行调整：

1) 使雷达在 48nm 量程档发射，有关的控钮应按下述情况设置：

增益与亮度应调至适当位置。

A/C SEA 及 A/C RAIN 反时针旋到底。

调谐 TUNE 处于中间位置。

将回波增强及同频干扰抑制电路关掉。

2) 对 FR — 2822X，把接口板口 INT — 8426 上的电位器 VR2 顺时针旋到底，然后再慢慢地反时针旋转，使屏幕上调谐指示亮带显示达到最大值。对 FR — 2020X 型，PST — 7143 板上“TUNE”。

3) 对 FR — 2822X，调节接口板 INT — 8426 上电位器“VR10”使五块调谐指示带全部发亮。对 FR — 2020X 型调 D3P7030 板上的 R5STUNE。

4) 船首线调整（舷角误差调整）

当选用 H. U. 显示模式时，天线波束轴向扫过船首的瞬间。屏幕上应显示出船首线，并指向固定方位度盘的零度。如果船首线出现的位置有误差，就应该进行调整。本雷达船首线的调整应观察屏幕上的图形来进行，而不是调整天线机械位置来进行。因为隙缝天线辐射波束的轴向并非与口径垂直，存在一个倾斜角。在本雷达的工作频率上，此倾斜角是顺天线旋转方向超前约 2.5 度。

船首线的调整步骤如下

1) 选择首线同上显示模式，使雷达在 3nm 量程发射，适当调节有关控钮，使得到正常的回波图像。

2) 选择一个接近屏幕边沿，靠近船首线附近或就在船首线上的点目标。

3) 按 EBL 板上“ON”键，使屏幕上出现电子方位线。

4) 转动测方位旋钮，使 EBL 线与选定目标重合。

5) 在海图上找出该目标的准确相对方位。或用光方法测出该目标的准确相对方位作其值。

6) 测出该目标相对船首线的雷达舷角，应与(5)中测得的正确目标舷角相一致。如果存在差别，对 FR — 2822X 则应调整接口板 INT — 8426 上的旋钮 s2(粗调)使误差减少到 $\pm 0.5^\circ$ 以内，然后再调节微调开关 S1 使误差为零。对 FR — 2020X 型，则相应分别调 D3P7030 板上 S2 粗、s1 细钮。

注意事项：

形成船首线脉冲的触点开关在天线上的位置，是在出厂前已安装好的，使得首线脉冲的产生顺天线转向超前 7° 。用旋钮开关 s2 调整船首线位置是使船首线脉冲延迟产生最大可达到 22.5° 。如果天线的安装误差在右舷方向超过 7° ，则船首线将会出现在船的右侧，已不能在显示器上校正好。这种情况下，需要打开天线齿轮箱，调整位于天线上首线触点开关的位置。

5. 磁控管灯丝电压调整

磁控管灯丝电压偏离额定值太大时，不但会影响工作状态，还影响阴极寿命。本雷达的磁控管灯丝电压在出厂前是按 15 米电缆长度校正好的，若实际使用电缆长度与上述长度不一致时，需要重新调整。即使使用电缆长度也是 15 米时，最好也确认一下电压是否在指定范围内。

灯丝电压的调整步骤如下：

- 1) 停止天线转动，置 FUNCTION 于短脉冲位置，取出发射保险丝 F801。
- 2) 将万用表放在直流 10V 档量程，测量插板 P801 上第 12 脚(十)与第 11 脚(一)之间的电压。
- 3) 置雷达于 0.25nm 量程，调节可变电阻 R812 的触点位置，使万用表的读数为直流 7.2~7.6V，
- 4) 置雷达工作于最远的三档量程之一(长脉宽发射)，调节可变电阻 R811 的触点位置，使万用表的读数为直流 5.5V~5.7V。

6. STC 曲线调整

在出厂以前，海浪干扰抑制曲线已设置好，使得天线高度在 10m~20m 之间时，海浪干扰抑制范围为最合适。若实际天线安装高度不在此范围内时，需要重新调整抑制曲线。其调整过程如下：

- 1) 使雷达工作于 24nm 量程，将 GAIN 与 A/C SEA 调至最大，此时调 STC 曲线，即斜率，以保证 STC 达最大范围。
- 2) 对 FR—2822X，调节视频板 VDA-8336 (对 FR—2020X 型则调 VDA—7047 板上的 VR3、VR4) 使海浪干扰刚好消失。电位器 VR3 及 VR4 都可用来调整 STC 曲线。

STC 曲线中心：

将 VR4 顺时针旋到底使 STC 曲线增长—>用 VR3 反调(中心亮点出现)。

将 VR4 反时针旋到底使 STC 曲线缩短—>用 VR3 反调(中心亮点消失)。

调节电位器 VR1 可改变 STC 曲线的特性，可以边观察中心亮点，边调节海浪杂波减小，VR1 出厂前是放置在“8”的位置，其可调范围为±1(即7~9)。

调在“7”位置时，STC 曲线较尖锐，中心亮点消失。

调在“9”位置时，STC 曲线较平坦，中心亮点出现。

7. 检测表读数

雷达各有关部分工作正常与否可通过观察检测表的读数来检查，其中包括磁控管电流、混频晶体电流以及各有关电源电压。

FR—2822X 型雷达与 FR—2020X 型雷达的检测表读效有所不同，现分别列出如下，以便检查。

FR—2822X 型雷达：

Position of Selector Switch	Normal Reading on Check Meter	Remark
-12V(output voltage)	6--8	0.25--mile range, ST--BY
+12V (output voltage)	6--8	0.25--mile range, ST--BY
+5V(output voltage)	6—8	0.25--mile range, ST--BY
MAG.C (magnetron current)	4—8.5	48—mile range, TX
TUN (tuning status)	5--10	48—mile range, TX
DI.M(MIC detecting current)	6--8	0.25--mile range, ST--BY
-12V(for sacnner unit)	6--8	for 2--unit radar only
+12V(for sacnner unit)	6—8	for 2--unit radar only

FR—2020 X 型雷达：

Position of Selector Switch	Normal Reading on Check Meter
MAG.C (magnetron current)	4-9+
TUN (tuning status)	5-9+
DI.M(MIC detecting current)	5-9
-12V(output voltage)	5-9
+12V (output voltage)	5-9
+5V(output voltage)	5-9

+48-mile range, transmitting, all others,
0.25-mile range . stand—by

五、关机

- 1) 将 FUNCTION 旋至 “ ST—BY ” 位置。
- 2) 将 BRILLIANCE . GAIN . A/C RAIN , A / C SEA 反时针旋到底。
- 3)置 “ POWER OFF ”
- 4)断开船电。

六、实验报告内容

- 1 . 各有关调整内容及要点；
- 2 . 有关调整参致的记录；
- 3 . 实验心得体会。

七、预习思考题

- 1 . 为什么要进行发射同步调整？
- 2 . 为什么在近量程上扫描中心会出现大的亮点或亮环？
- 3 . 雷达装在船上应用时为什么一定要对船首线进行调整？调整的要点是什么？
- 4 . STC 曲线是什么形状?为什么要设计成这样的形状？

实验四 船用雷达测量目标作训练

一、实验目的

1. 进一步熟练 FR — 2822X(FR — 2020X)型雷达的基本功能的操作使用。
2. 用 FR — 2822X(FR — 2020X)型雷达进行对目标方位和距离测量的操作训练。
3. 熟悉电子方位线的偏心应用及警戒圈(区)的设置。

二、实验设备

1. FR — 2822X 型雷达
2. FR — 2020X 型雷达

三、正确开机

重复实验一内容中第四项正确操机步骤。

四、基本测量调练

1. 距离测量

正确开机后,置雷达工作于 6nm 档量程,选择两明显点目标,位置线交角尽量接近 90° 。调出 VRM1 使其内沿与目标 1 的前沿相切;调出 VRM2 使其内沿与目标 2 的前沿相切,记录下 VRM1 与 VRM2 的读数。

2. 方位测量

选择两明显点目标,位置线交角尽量接近 90° ,调出 EBL1 使其与目标 1 中线相切;调出 EBL2 使其与目标 2 中线相切。记录 EBL1 与 EBL2 的方位读数。

3. 两目标距离—方位定位

重复实验步骤 1,再用 EBL1 与目标 1(或 2)重合,测定其方位,并记录读数。根据学校附近大概的地形位置,试画出两距离与一方位线的误差三角形。

4. 偏心电子方位线的应用

用跟踪球(或操纵杆)将 EBL 的原点移至屏幕上任意位置,以用来测量两个目标之间的距离和方位,其操作步骤如下:

1)按“CUSOR”(JOYSTICK)键使游标显示在屏上。调节跟踪球(操纵杆)使游标与选定目标回波中心重合;

2)使 EBL1 显示在屏上,按“OFFSET”键(FR — 2020X 型为 OFFSET / RESET)后,EBL1 的始点就会和游标重合;

3)3—6 分钟后,转动 EBL 旋钮,使 EBL1 与选定目标的新位置相交,若此时 EBL 通过本船位置,则说明存在碰撞的可能性。

4)为测量此两目标之间的距离,按 VRM 上“ON”键使 VRM1 与 EBL1 同时显示,此时距离标志会重合在 EBL1 上。转动 VRM 的旋钮,使 VRM1 发生变化,此时在 EBL1 上的距离标志也来回移动,直至此标志与另一目标重合。此时两目标之间的距离读数会显示在屏幕的右下角。

5)为测量另外两个目标之间的距离和方位,可用 EBL2 和 VRM2 重复上述相同方法的操作。

6)为使 EBL 的始点回到屏幕中心,只需再按一次“ OFFSET ”(FR — 2020X 为 OFFSET / RESET)。

五、警戒区设置

设置警戒区是在狭水道自动领航时一个很有效的避碰手段,但不能解除驾驶员的值班了望的责任。

为使目标闯入警戒区产生报警,必须使目标回波强度高出一定信号电平。警戒区的设置范围是从扫描中心到最大的距离,方位上是从 $0 \sim 360^\circ$ 的范围内都可以。

警戒区的设置步骤如下:

1. 按“ SET / RESET ”键使进入警戒区设置模式。

2. 按 VRM 板上“ ON ”键使显示出距标 VRM1。转动测距旋钮设定警戒区的外沿,再按 VRM 板上的“ ON ”键使出现距标 VRM2,转动测距旋钮设定警戒区的内沿。

3. 按 EBL 板上的“ ON ”键使显示出 EBL1。转动测方位旋钮设定警戒区扇形的一个边,从扫描中心看,警戒区将在此方位线的右侧。再按 EBL 板上“ ON ”键,并转动测方位旋钮,用 EBL2 设定警戒区扇形的另一边,警戒区将位于此方位线的左面。

4. 再按“ SET / RESET ”键后就会出现实线的警戒区。如区内已有目标,则发出报警声;如区内没有目标则无声。区内目标数量少时,发出重复的单音,目标数量多时发出重复的双脉冲音,目标非常多时则发出重复的三脉冲音。注意:如区内没有目标,但杂波很大时,也会发出报警声。

5. 要去除报警声可按“ ACKN ”键清除掉,如再按此键可再次恢复报警的功能。

6. 为了清除或更换警戒区,可按住“ SET / RESET ”键超过一秒钟,即可实现。

六、关机步骤

1. 将 VRM1 及 VRM2 全都清除。

2. 将 EBL1 及 EBL2 全都清除。

3. 将 BRILLIANCE 控钮反时针旋到底。

4. 将 FUNCTION 转至“ ST—BY ”。

5. 置“ POWER OFF ”。

6. 断开船电。

七、实验报告内容

1. 基本测量方法及警戒区设置方法与要点。

2. 测量数据记录。

3. 实验心得体会。

八、预习思考题

1. 影响雷达测距离精度的因素有哪些?

2. 影响雷达测方位精度的因素有哪些?

3. 为提高雷达测距离的精度在操作上应注意哪些问题?

4. 为提高雷达测方位的精度在操作上应注意哪些问题?

5. 用雷达定位的基本方法及其精度高低的次序。

实验五 船用雷达各种显示模式的选用及导航线的设置

一、实验目的

1. 进一步熟练 FR — 2822X 型雷达的基本功能的操作使用
2. 熟悉 FR — 2822X 型雷达的各种显示模式
3. 熟悉 FR — 2822X 型雷达的导航线设置功能与平行游标线的功能

二、实验设备

1. FR — 2822X 型雷达两台

三、正确开机

重复实验一内容中第四项正确操机步骤。

四、各种显示模式的显示操作

按键“SELECT”是用来选择显示模式。根据是否配上罗经方位，本雷达具有 4 至 5 种显示模式可供选择，即首线向上模式(Head—up) / 罗经标尺首线向上模式(Head—upCG)，北向上模式(North—up)，航向向上(Course—up)，北向上真运动模式(North—up TM)。

每次按“SELECT”键后，屏幕左边的模式指标将按下述次序变化：

有罗经方位标时：

HU/RM—>HUCG—>CU / RM —>NU/RM—>NU/TM

无罗经方位标时：

HU/RM—>CU/RM—>NU / RM—>NU/TM

当罗经信号丢失后，立即自动转为 HU 模式，并在航向数据显示框内出现星形标志。但当罗经信号重新恢复后，星形标志不会消失，以警告操纵人员原有读数不可靠。如果出现此现象，应检查一下屏幕上的罗经显示数值。若有误，则应调整一下罗经的接口，并再按“SELECT”键可删除星形标志。

1. 选择 HU / HUCG 模式，观察其特点

此显示模式的显象特点是船首线指向固定方位度盘的零度。此模式适用于拥挤水域、狭水道导航及避碰，HUCG 模式是方位标尺随着罗经方位读数而转动。

2. 选择 CU / RM 模式并观察其特点

选择 CU 模式后，船的航向立即指向屏幕上方。这种显示模式的图象是受罗经稳定的，每当船改变航向完毕后，要按一下“CU TM RESET”键，航向线立即指向屏幕上方。

3. 选择 NU / RM 显示模式并观察其特点

此显示模式雷达图象受罗经稳定，真北指向固定度盘零度，船首线随航向转动。此模式适用于测方位定位及与海图作业对比。船舶在海浪中偏荡时图像是稳定的，这样减小了目标回波的模糊度。

4. 选择 NU / TM 显示模式并观察真运动的特点

此显示模式的特点是本船及动目标在屏上显示出各自的真实运动，使操作者能观察到船舶相对于固定目标的运动状态。当初次选定 NU / TM 模式时，图像原点是位于屏幕中心，此时目标回波显示出与 NU / RM 图像相像。然后图像原点逐渐移动，当本船位置移到量程的一半时，就会自动跳到屏幕中心后半量程的位置，并保持船首线通过屏幕中心。按“CU TM RESET”键后也可得到同样的结果。为开启或关闭真运动自动复位功能，可按“TM AUTORESET”键来实现。

五、导航线及导航点的设置

(一) 导航线的设置

经过一系列的操作与编辑，可以在屏幕上同时标出两条电子导航线，每条导航线最多可包含 5 段折线。

设置导航线的操纵步骤如下：

1. 按“NAV LINE1”（或 NAV LINE2）键

2. 用跟踪球使游标设置在所需导航线位置的端点上，然后按“ENT”键使导航线输入内存，重复此操作使输入另外的点。

注意：

屏上设置两点之间隔距离至少为 4mm；

当线上折线数超过 5 段时，则最早标出的点会自动删除掉以储存最新的点。

按“ENT”键后在 10 秒钟内再按“CANCEL”键，可删除原先输入的点。

3. 为删除整根导航线，需将游标与导航线上有关点重合，接着再按住“CANCEL”键二秒钟。

(二) 编辑导航线的有关操作

1. 按相应的导航线键“NAV LINE”。

2. 将游标重合在需要删除的点上，此点将会闪烁。

3. 按“CANCEL”键将此点删除掉。（必须在 2 秒钟内完成）

4. 将游标放置在需要输入点的位置，再按“ENT”键。

(三) 导航标志点的设置

根据导航需要，类似浮筒、灯塔、沉船等导航标志点都可以设置在屏幕上。最多可用设置五个导航标志，并且每个标志都可以赋予一定的序号。

只需按“NAV POINT”键来输入导航标志。每个标志点会显示出序号并显示出点线与扫描中心相连。如果所设置的导航标志数超过五个时，最先设置的将自动删除。

(四) 电子平行游标线(PARALLEL CURSOR)的操作应用

本雷达设有电子平行游标线，它由一系列平行于通过扫描中心线的直线条所组成。是在船舶沿岸航行时。用来使本船与某一船舶或海岸线之间的距离保持不变的一种指示参考线。

应用电子平行游标线的操作步骤如下：

1. 在 EBL 板上按“INDEX LINE”键使显示出平行线。

2. 为操纵平行线先使 EBLI 起作用。

3. 为改变平行线之间的距离，可在 VRM 板上按“INDEX LINESET”键，此时在屏幕的

右下角上将显示出“INDEX LINE DISTANCE”。然后使VRMI起作用，转动测距旋钮来调节平行线的线距。线距越短则显示出的平行线数越多，最多的平行线数为12条。

六、关机

1. 将VRMI和VRM2全部清除。
2. 将EBL1和EBL2全部清除。
3. 将BRILLIANCE、GAIN反时针旋到底。
4. 将电源开关置于“POWER OFF”。
5. 断开船电。

七、实验报告内容

1. 扼要地叙述几种显示模式的特点比较及适用场合。
2. 导航线设置方法与要点。
3. 平行游标线的设置方法与要点。
4. 实验心得体会。

八、预习思考题

1. HU模式的特点与应用。
2. CU模式的特点与应用。
3. NU模式的特点与应用。
4. NU/TM模式的特点与应用。

实验六 雷达定位与图象分析

一、实验目的

1. 学会正确使用雷达在窄水道航行中定位和导航。
2. 利用雷达模拟器熟悉各种显示方式和雷达图象识别。

二、实验设备

1. 古野 F / GT — 001—32A 雷达模拟器。
2. 窄水道海图，三角板、分规、铅笔等。

三、吉野雷达操作步骤

1. 雷达操作面板介绍

2. 基本操作步骤

(1) 接通天线开关(SCANNER)

(2) 把图象辉亮 (PICTURE) 控扭反对针旋到底，电源开关扳到预备 (ST—BY) 位置，等待 30 秒钟，直到 (ST—EY) 指示灯亮。

(3) 在 (ST—BY) 灯亮后，把电源开关扳到 (OPER) 位置，并确认 (OPER) 指示灯亮。

(4) 用检测电表检测所有电压指示 (日常训练从略)

(5) 选择需要的量程 (RANGE) 和显示方式。

(6) 调节图象辉亮 (PICTURE) 和增益 (GAIN) 控扭，以获得最好的图象，并调节调谐控扭取得最佳调谐。

(7) 适当地设定其他控扭。在操作中中断期间，电源开关应放 (STD—BY) 位置。

(8) 关机时，把图象辉度、增益和海浪抑制 (STC) 控扭反时针旋到底，并关掉天线开关和电源开关。

3. 南水道航行训练，利用陆标准确定位。

四、实验报告内容

雷达准确定位的使用注意事项

五、思考题

1. 单物标定位时操作注意事项。
2. 距离分辨率与哪些因素有关？
3. 方位分辨率与哪些因素有关？为提高测方位精度可采取哪些措施？
4. 什么叫方位扩大效应？使用雷达时应如何减少其影响？
5. 什么叫最小作用距离？它与哪些因素有关？
6. 脉冲宽度对雷达使用性能的影响有哪些？

FR-2822X 型雷达显示器面板上各控钮开关功能说明

一、上部

- 1 . FUNCTION Swi th 功能开关
此开关可用来转换雷达等待、短脉冲、长脉冲发射及性能检测等四种状态。
- 2 . BRILLIANCE Control 亮度控钮
此控钮用以调节阴极射线管的亮度。
- 3 . TUNE Control 调谐控钮
此控扭用以对接收机进行调谐，使调谐指标达到最长。
- 4 . A / C RAIN Control
雨雪干扰抑制控钮
- 5 . A / C SEA Control
海浪干扰抑制控钮
- 6 . GAIN Control 增益控钮
用以调节接收机灵敏度。
- 7 . RANGE SELECTION touchpads 量程选择按键
此两按键用以选择量程。
- 8 . SELECT touchpad 选择按键
此按键用以显示模式选择。
- 9 . CU TM RESET touchpad 航向向上真运动复位按键
此按键用以手控使本船标志回至屏幕中心(CU 模式)或移至 50%量程的位置(TM 毓式)。
- 10 . TM AUTO RESET touchpad 真运动自动重调按键
此按键用以开启或关闭扫描中心自动重调功能。
- 11 . SHIFT touchpad 偏移按键
此按键用以实现扫描中心偏移 50%量程的偏心显示。
- 12 . A / C AUTO touchpad 自动干扰抑制按键
此按键用以开启或关闭自动干扰抑制电路。
- 13 . INT REJECT touchpad 同频干扰抑制按键
此按键用以开启或关闭同频异步干扰抑制电路
- 14 . ECHO AVERAGE touchpad 回波平均按键
分三种不同电平 ECHO AVR1 , ECHO AVR2 , ECHO AVR3 , 用以不同程度来抑制海浪干扰。
- 15 . ECHO STRETCH touchpad 回波增强按键

此按键用以在远量程上实现目标回波增强功能，可分三种不同增强电平：

- 16 . ECHO STR1 , ECHO STR2 及 ECHO STR3。
ECHO TRAIL touchpad 回波余迹按键
此按键用以显示所有物标的回波余迹。
- 17 . HM OFF touchpad 船首线暂时删除按键
连续按此键可删除船首线及真北线，放开后可重复显示。
- 18 . CURSOR DATA touchpad 游标数据显示按键
若游标已显示在屏上，按此键用以显示或删除游标的数据。
- 19 . ORIGIN MARK touchpad 原点标志按键
此按键用以显示或删除原点标志。
- 20 . SET RESET touchpad 设置与复原按键
此按键用以设置或删除警戒区
- 21 . ACKN touchpad 认可按键
此按键用以暂时删除或恢复警戒区的作用。

二、左部

(一) EBL 电子方位线板

- 1 . ON touchpad
按此键用以显示电子方位线 EBL。
- 2 . OFF touchpad
按此键用以删除电子方位线 EBL。
- 3 . INDEX LINES touchpad 标志线按键
按此键用以显示或删除电子平行游标线。
- 4 . OFFSET touchpad 偏置按键
按此键用以使电子方位线始点偏离屏幕中心或回到屏幕中心。
- 5 . TRUE REL touchpad
在 HU 模式显示时，此按键用以转换真方位与相对方位显示。
- 6 . ROTARY KNOB Control EBL 回旋旋钮
转动此旋钮可操纵 EBL 的方位变化。
- 7 . RADAR1 与 RADAR2 雷达选择按键

(二)亮度控制(BRILLIANCE)

- 1 . HM touchpad 船首线按键
按此键用以调节船线的亮度。
- 2 . PLOT SYMBOL 标绘符按键
此按键用以调节标绘标记及矢量的亮度。
- 3 . RING touchpad 固定距标按键
按此键用以调节固定距标圈的亮度
- 4 . DATA touchpad 数据按键
按此键用以调节字母数字字符的亮度。

5. CURSOR touchpad 游标按键
按此键用以调节游标的亮度。
6. MARK touchpad 标志按键
按此键用以调节可变距标圈、电子方位线、警戒区的及真北方位线的亮度。
7. PANEL DIM touchpad 面板亮度按键
按此键用以调节显示器面板上按键的亮度。

三、右部

(一)VRM 可变距标圈板

1. ON touchpad
按此键用以显示可变距标圈 VRM。
2. OFF touchpad
按此键用以消除可变距标圈 VRM。
3. INDEX LINE SET touchpad 平行标志线组设置按键
按此键用以调节平行游标线之间的距离。
4. ROTARY knob Control VRM 回旋旋钮
转动此旋钮用以操纵 VRM 的距离范围变化。

(二)NAV LINE 导航线

1. NAV LINE touchpad 导航线按键
按此键用以设置或消除导航线。
2. NAV POINT touchpad 导航标志点按键
按此键用以设置导航标志点。
3. ENTER touchpad 输入按键
按此键可将导航线或导航标志点输入记忆。
4. CANCEL touchpad 删除按键
按此键可删除导航线或导航标志点。

四、右下部

1. LOG / MANUAL touchpad 航速输入按键
按此键可实现自动或手动输入本船的航速。
2. MANUAL SPEED SET touchpad 模拟速度设置按键
按此键用以输入模拟航速。
3. SET DRIFT touchpad 流向流速按键
按此键用以输入洋流的流向及流速。
4. TRUE VECTOR / REL VECTOR 真矢量 / 相对矢量按键
对目标回波标绘时按此两键用以得到真矢量或相对矢量显示。
5. + / - touchpad 增 / 减按键
按这些键用以输入船速的数字数据及流向、流速的矢量时间。
6. PLOT 标绘
 - 1) PLOT MARK touchpad 标绘标志按键

按此键可将所需标绘标志显示在屏幕上。

- 2) PLOT touchpad 标绘按键
按此键开始标绘。
- 3) CANCEL touchpad 删除按键
按此键可删除个别目标的标绘。
- 4) ALL TARGET touchpad 所有目标按键
按此键用以删除所有目标的标绘。
- 5) VECTOR TIME touchpad 矢量时间按键
此按键用以设置矢量时间(以分计)。
- 6) SELECT touchpad 选择按键
按此键用以显示指定的目标。
- 7) ACQ touchpad 此按键非为雷达操作所用。

FR-2020X 型雷达显示器面板上

各种控钮开关功能说明

左部控钮(一)

- 1 . POWER Swi th 电源开关
此控钮用以开启或关闭雷达电源。
- 2 . HM touchpad 船首线按键
此按键调节船首线的亮度。
- 3 . PLOT SYMBOL touchpad 标绘符按键
此按键用以调节标绘符及矢量的亮度。
- 4 . DATA touchpad 数据按键
此按键用以调节字符的亮度。
- 5 . Joystick touchpad 操纵杆按键
此按键用以调节游标的亮度。
- 6 . RING touchpad 固定距标按键
按此键用以调节固定距标圈的亮度。
- 7 . MARK touchpad 标志按键
此按键用以调节活动距标、电子方位线警戒区及真北线的亮度。
- 8 . PANEL DIM touchpad 面板亮度按键
按此键用以调节按键本身的亮度。
- 9 . SELECT touchpad 选择按键
按此键可选择 H-up、H-up / CG、C-up、N-up 几种不同显示模式。
- 10 . RESET touchpad 复位按键
在航向向上(CU)显示模式时按此键可使船首线返回指固定度盘零度。
- 11 . TRUE REL touchpad 真方位与相对方位按键
按此键可更换真方位或相对方位的读数。
- 12 . OFFSET RESET touchpad 偏心与复位按键
按此键用以使 EBL 偏心显示或复位。
- 13 . OFF touchpad
按此键用以清除 EBL。
- 14 . ON touchpad 开启按键
按此键用以显示 EBL。
- 15 . ROTARY knob Control 回旋旋钮
旋转此旋钮可将 EBL 线转到屏幕上的任何方位。

二、右边控钮

标绘部分

1. PLOT touchpad 标绘按键
当雷达处于标绘功能时按此键可使对应的标识符显示在屏幕上。
2. ALL touchpad 全都按键
按此键用以删除标绘
3. PLOT touchpad 标绘按键
按此键用以使标绘模式起作用。
4. CANCEL touchpad 删除按键
按此键可删除个别目标或与 ALL 同按可删除全部目标。
5. JSDATA touchpad 捕捉符数据按键
当捕捉符在屏上显示时按此键可使捕捉符的数据显示在屏幕左上方。

警戒圈(区)

6. ACKN touchpad
按此键可使警戒区暂时失效或恢复作用。
7. SET RESET touchpad
按此键用以设置或重复设置警戒区。

活动距标(VRM)

8. OFF touchpad 关闭按键
按此键用以删除活动距标。
9. ON touchpad 开启按键
按此键用以显示活动距标。
10. ROTARY knob Control 圆旋旋钮
转动此旋钮用以改变活动距标的显示距离。

三、中部控钮

1. COLOR touchpad 彩色按键
按此键用以选择屏幕显示颜色。
2. SHIFT touchpad 偏心显示按键
按此键可使扫描中心偏离，最大可达屏幕半径的 50%。
3. A / C AUTO touchpad 自动抑制干扰按键
按此键可实现自动抑制海浪干扰和雨雪干扰。
4. INT REJECT touchpad 同频干扰抑制按键
按此键用以接入或关闭同频干扰抑制电路。
5. ECHO AVERAGE touchpad 回波平均按键
按此键可抑制海浪干扰回波，分三级电平。
6. ECHO STRETCH touchpad 回波增强按键
按此键用以在远量程增强目标检测能力。
7. HM OFF touchpad 船首线暂时消除按键
连续按此键可消除船首线及真北线，放开后则可重新显示。
8. RANGE SELECTION touchpad 量程选择按键

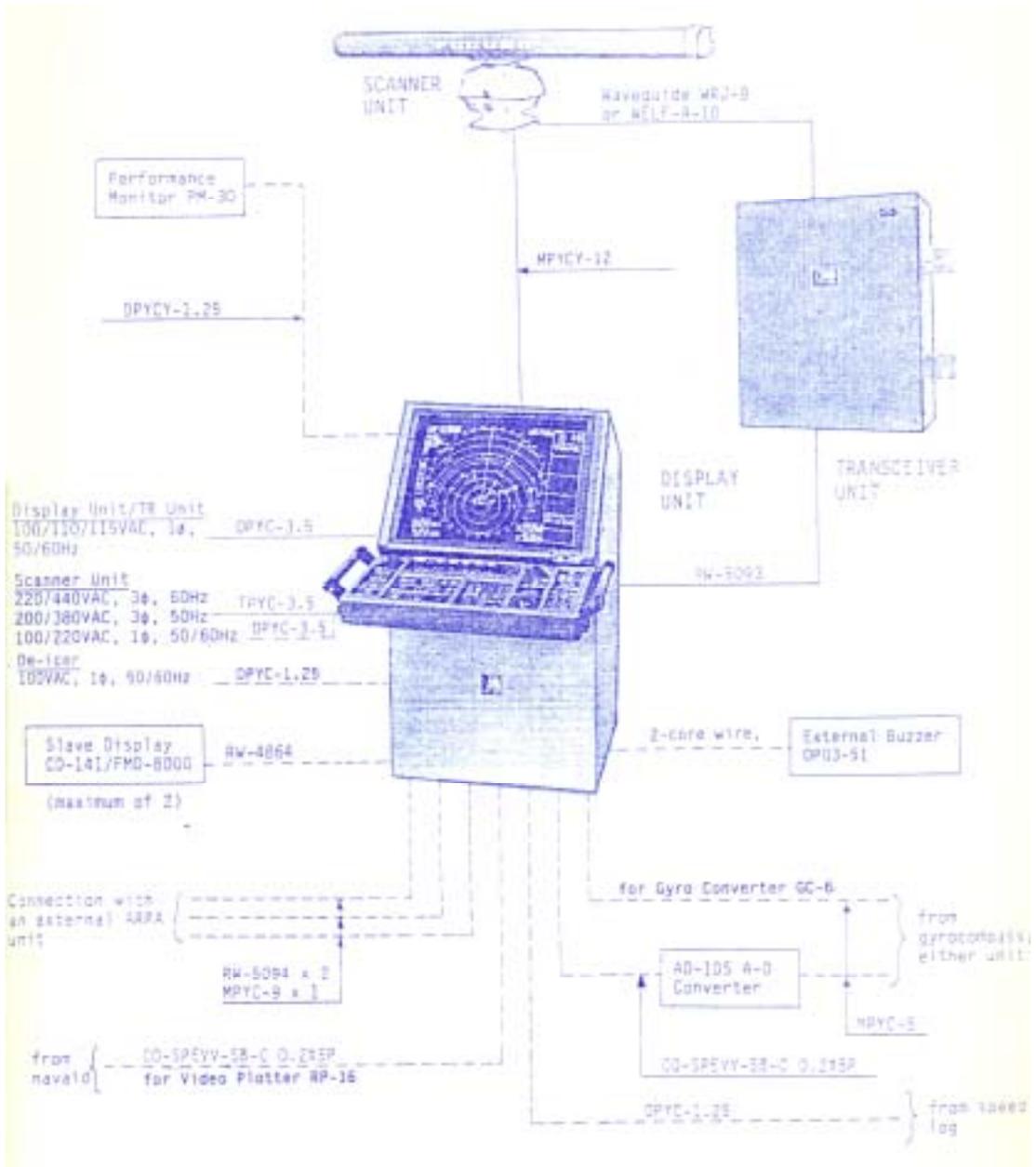
按此两键用以改变量程[+]为增加[-]为减小。

四、下部按钮

- 1 . FUNCTION touchpad 功能开关
此开关用以选择、等待、长短脉冲发射及雷达性能显示。
- 2 . BRILLIANCE Control 亮度按钮
此按钮用以调节显像管的亮度。
- 3 . TUNE Control 调谐按钮
此按钮用以调谐接收机本振频率、使调谐指示达到最长。
- 4 . A / C RAIN Control 雨雪干扰抑制按钮
此按钮用以调节雨雪干扰抑制程度。
- 5 . A / C SEA Control 海浪干扰抑制按钮
此按钮用以抑制海浪干扰。
- 6 . GAIN Control 增益按钮
此按钮用以调节接收机灵敏度。
- 7 . JOYSTICK(or TRACKBALL)操纵杆(或跟踪球)
此按钮用以控制捕捉符在屏上的位置。

FR--2822X 型雷达组成框图

SYSTEM CONFIGURATION



FR-2822X 型雷达技术性能

SPECIFICATIONS OF FR-2822X MARINE RADAR

1. SCANNER UNIT

- 1) Type: Slotted Array
- 2) Radiator Length & Type: 200cm (XN3A), 240cm (XN4A), 300cm (XN5A)
- 3) Horizontal Beam width : 1.23⁰ (XN3A), 0.95⁰ (XN4A), 0.75⁰ (XN5A)
- 4) Vertical Beam width: 20⁰ (XN3A/XN4A/XN5A)
- 5) Side lobe Attenuation
 within $\pm 10^0$ of main lobe: -28dB (XN3A/XN4A), -26dB (XN5A)
 outside $\pm 10^0$ of main lobe: -32dB (XN3A/XN4A), -30dB (XN5A)
- 6) Polarization: Horizontal
- 7) Antenna Rotation: 26 rpm nominal (60Hz, windless load)
21 rpm nominal (50Hz, windless load)
- 8) Wind Load: Relative wind 51.5 m/s (100 kts)

2. TRANSCEIVER UNIT

- 1) Transmitting Tube: Magnetron
- 2) Frequency and Modulation: 9410 \pm 30MHz (X-band), PON
- 3) Peak Output Power: 25kW (nominal)
- 4) Modulator: SCR Line Type Pulse Modulator
- 5) IF: 60MHz(Log Amp) .
- 6) Tuning: Manual, with tuning bar
- 7) Receiver Front End: MIC (Microwave IC)
- 8) Bandwidth: short pulse: 28MHz
Middle/Long pulse: 3MHz
- 9) Duplexer: Ferrite Circulator with TR Limiter
- 10) Pulse length & Pulse Repetition Rate:

Range (nm)		0.25-0.5	0.75-1.5	3	6-24	48	120
SHORT	Pulse length (us) τ	0.08		0.3	0.6	1.2	
	Pulse Rep. Rate* (Hz)	2200		1100	600		500
LONG	Pulse length (us) τ	0.08	0.3	0.6	1.2		
	Pulse Rep. Rate* (Hz)	2200	1100	600		500	

* all pulse repetition rates are approximate values

Note: When the second-trace echo rejection circuit is activated, the pulse
 文字录入: Jason Chong

repetition rate is 500Hz on other than the 0.08 us pulse length.

3. DISPLAY UNIT

- 1) Indication System: PPI, daylight display, 15-level quantization.
- 2) Picture Tube: 28" diagonal high-resolution monochrome CRT
Radar effective diameter: equivalent to "16"

3) Range:	0.25	0.5	0.75	1.5	3	6	12	24	48	120
4) Range Ring Interval:	0.05	0.1	0.25	0.25	0.5	1	2	4	8	20
5) Number of Rings:	5	5	3	6	6	6	6	6	6	6

- 6) Display Rode: Relative Motion: Head-up, North-up*, Course-up*
True Motion*

- * gyrocompass required
- 7) Minimum Range: less than 27m on 0.25 nm scale
- 8) Bearing Resolution: within 1.5° on 1.5 nm scale
- 9) Bearing Accuracy: better than 1°
- 10) Range Resolution: better than 32m on 1.5 nm Scale
- 11) VRM/Range Ring Accuracy: 0.85% or 7m, whichever is greater

- 12) Mark: Heading Marker, North Marker, Bearing Scale, Range Ring, VRM(2), EBL(2), Alarm Area, Parallel Cursor, Tuning Bar, Plot Mark, Plot Vector, Navigation Line/Point
- 13) Data: Detection Range, Range Ring Interval, VRM Range, EBL Bearing, Display Rode (HEAD

UP,

CSE UP, NORTH UP, TM), Pulse width (SP, I M1P, M2P, LP), Cursor Position (bearing, range), Echo Trail Time Interval, Plot Data (bearing, range, course, speed, CPA, TCPA, vector time, plot elapsed time), Switch Setting ,(interference rejection, auto clutter rejection, signal processing, echo stretch, off-center, alarm

acknowledge,

cursor gyro mode, performance monitor)

- 14) Features: Standard
Interference Rejection, Auto Clutter Rejection, Alarm, Echo stretch, Echo Plot, Echo Trail, Parallel Cursor, Floating EBL, Navigation Line, Navigation Point, Off-Center (50% of range in use), Second Trace Echo rejection.

Optional

Separatable Display Unit (CRT, Operation Unit and Processor Unit can be separated.)

4. ENVIRONMENTAL CONDITIONS.

1) Ambient Temperature:	Scanner Unit -----	-25	to +70
	Display Unit -----	-15	to +55
	TR Unit -----	-15	to +55
2) Humidity:	Relative: Humidity 95% @ +40		

5. POWER SUPPLY

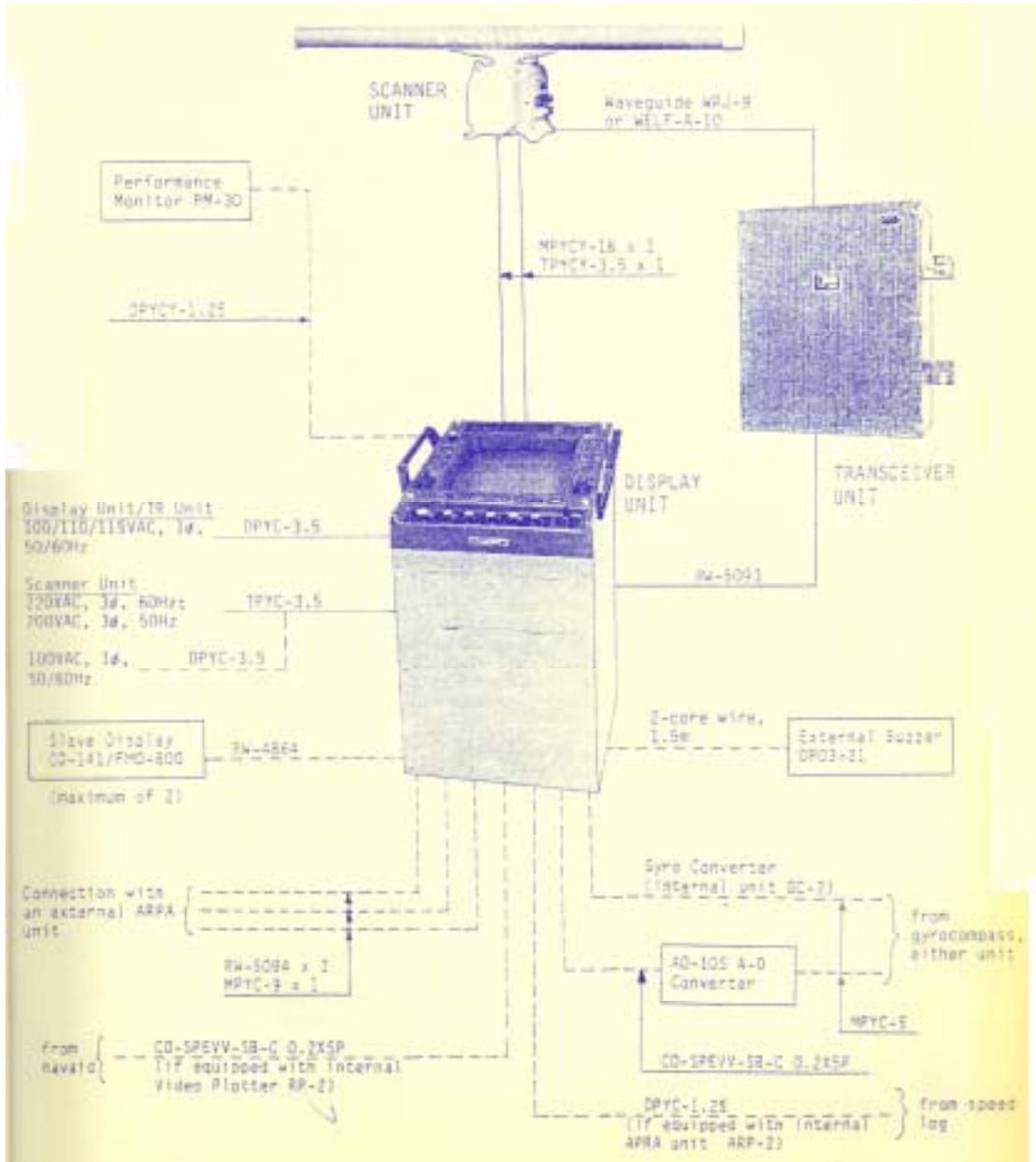
Display Unit, TR Unit:	100/110/115VAC, 1 ϕ , 50/60Hz, 380VA approx. 220/440VAC, 50/60Hz by external transformer
Scanner Motor:	220/440VAC, 3 ϕ , 60Hz or 200/380VAC, 3 ϕ , 50Hz, 120VA; 100/220VAC, 1 ϕ , 50/60Hz, 150VA; by external transformer: 110VAC, 3 ϕ , 60Hz; 220/440VAC, 3 ϕ , 50Hz; 110/115VAC, 1 ϕ , 50/60Hz

6. COLOR

Scanner Unit:	Munsell N9.5
Display Unit:	Panel: N3.0; newtone No.5 Chassis: 2.5GY5 / 1.5 embossed T25
Transceiver Unit:	2.5GY/1.5 newtone No.5

FR-2020X 型雷达组成框图

SYSTEM CONFIGURATION



FR-2020X 型雷达组成框图

SPECIFICATIONS

The new FURUNO FR-2000 series radars are the product of many years of experience in radar design and manufacturing. These rugged but attractive radars are equally at home on a hard-working commercial vessel, or the most elegant of large pleasure yachts.

Radar echoes are displayed in high-contrast yellow orange on a bright 20" diagonal raster scan CRT. For easy viewing, background color is operator-selectable as either black for nighttime use or blue for daytime use.

Target detection is greatly enhanced by the use of innovative features such as Echo Stretch, Echo Average and the built-in Interference Rejector.

Electronic aids, such as the calculation of CPA, TCPA, Echo Plotting, plus speed, range and bearing to selected targets, give the operator the ability to assess dangerous situations quickly and accurately.

The logical arrangement of backlit tactile touchpads, rotary controls, and a joystick make the FR-2000 series radars easy and intuitive to use.

Like all FURUNO digitized radars; the FR-2000 series use Multi-level Quantization of incoming radar echoes, utilizing eight levels to produce the most detailed and accurate representation of targets possible.

1. SCANNER UNIT

- | | |
|-------------------------------------|--|
| 1. Type: | Slotted Array |
| 2. Radiator Length & Type | 200cm (XN3A), 240cm (XN4A) |
| 3. Horizontal Beam width: | 1.23 ° (XN3A), 0.95 ° (XN4A) |
| 4. Vertical Beam width: | 20 ° (XN3A/XN4A) |
| 5. Side lobe Attenuation | |
| within $\pm 10^\circ$ of mainlobe: | -28dB (XN3A/XN4A) |
| outside $\pm 10^\circ$ of mainlobe: | -32dB (XN3A/XN4A) |
| 6. Polarization: | Horizontal |
| 7. Antenna Rotation: | 26 rpm nominal (60Hz, windless load)
21 rpm nominal (50Hz, " " " ") |
| 8. Wind Load: | Relative wind 51.5 m/s(100kts) |

2. TRANSCEIVER UNIT

- | | |
|------------------------------|--------------------------------|
| 1. Transmitting Tube: | Magnetron |
| 2. Frequency and Modulation: | 9410 \pm 30MHz (X-band), PON |
| 3. Peak Output Power: | 25kW (nominal) |
| 4. Modulator: | SCR line Type Pulse Modulator |
| 5. IF: | 60MHz (Log Amp) |
| 6. Tuning: | Manual, with tuning bar |

- 7. Receiver Front End: MIC (Microwave IC)
- 8. Bandwidth: short pulse: 28MHz long pulse: 3MHz
- 9. Duplexer: Ferrite Circulator with Diode Limiter
- 10. Pulse length & Pulse Repetition Rate:

Range (nm)		0.25-0.5	0.75-1.5	3	6-24	48	120
SHORT	Pulse length (us) τ	0.08		0.3	0.6	1.2	
	Pulse Rep. Rate* (Hz)	2200		1100	600		500
LONG	Pulse length (us) τ	0.08	0.3	0.6	1.2		
	Pulse Rep. Rate* (Hz)	2200	1100	600		500	

* all pulse repetition rates are approximate values

Note: When the second-trace echo rejection circuit is activated, the pulse repetition rate is 500Hz on other than the 0.08 pulse length.

3. DISPLAY UNIT

- 1. Indication System: PPI, daylight display
- 2. Picture Tube: 20" diagonal high-resolution color CRT

3. Range:

4. Range Ring Interval:

5. Number of Rings:

0.25	0.5	0.75	1.5	3	6	12	24	48	120
0.05	0.1	0.25	0.25	0.5	1	2	4	8	20
5	5	3	6	6	6	6	6	6	6

6. Minimum Range:

7. Display Mode:

less than 30m

Relative Motion: Head-up, North-up,
Course-up
True Motion: By Video Plotter RP-2
(optional)

* gyrocompass required

8. Bearing Resolution:

9. Bearing Accuracy:

10. Range Discrimination:

11. VRM/Range Ring Accuracy:

within 2.5 °

better than 1.0 °

better than 20m on 0.25nm scale

0.8% or 7m, whichever is greater

4. ENVIRONMENTAL CONDITIONS

1. Ambient Temperature:

2. Humidity:

Scanner Unit ---- -25 to +70

Display Unit ---- -15 to +55

Relative Humidity 95% @ +40

5. POWER SUPPLY

Display Unit, TR Unit:	100/110/115VAC, 1 ϕ , 50/60Hz, 380VA maximum 220/440VAC, 50/60Hz by external transformer
Scanner Unit:	220VAC, 3 ϕ , 60Hz or 200VAC, 3 ϕ , 50Hz, 290VA; 100VAC, 1 ϕ , 50/60Hz, 430VA; by external transformer: 110VAC, 3 ϕ , 60Hz; 220/380VAC, 3 ϕ , 50Hz;440VAC, 3 ϕ , 50/60Hz; 110/115VAC, 1 ϕ , 50/60Hz

6. COLOR

Scanner Unit:	Munsell N9.5
Display Unit:	Panel: N3.0; newtone No.5 Chassis: 2.5GY5 / 1.5 embossed T25
Transceiver Unit:	2.5GY/1.5 newtone No.5

FR-2822X 型雷达显示器面板图

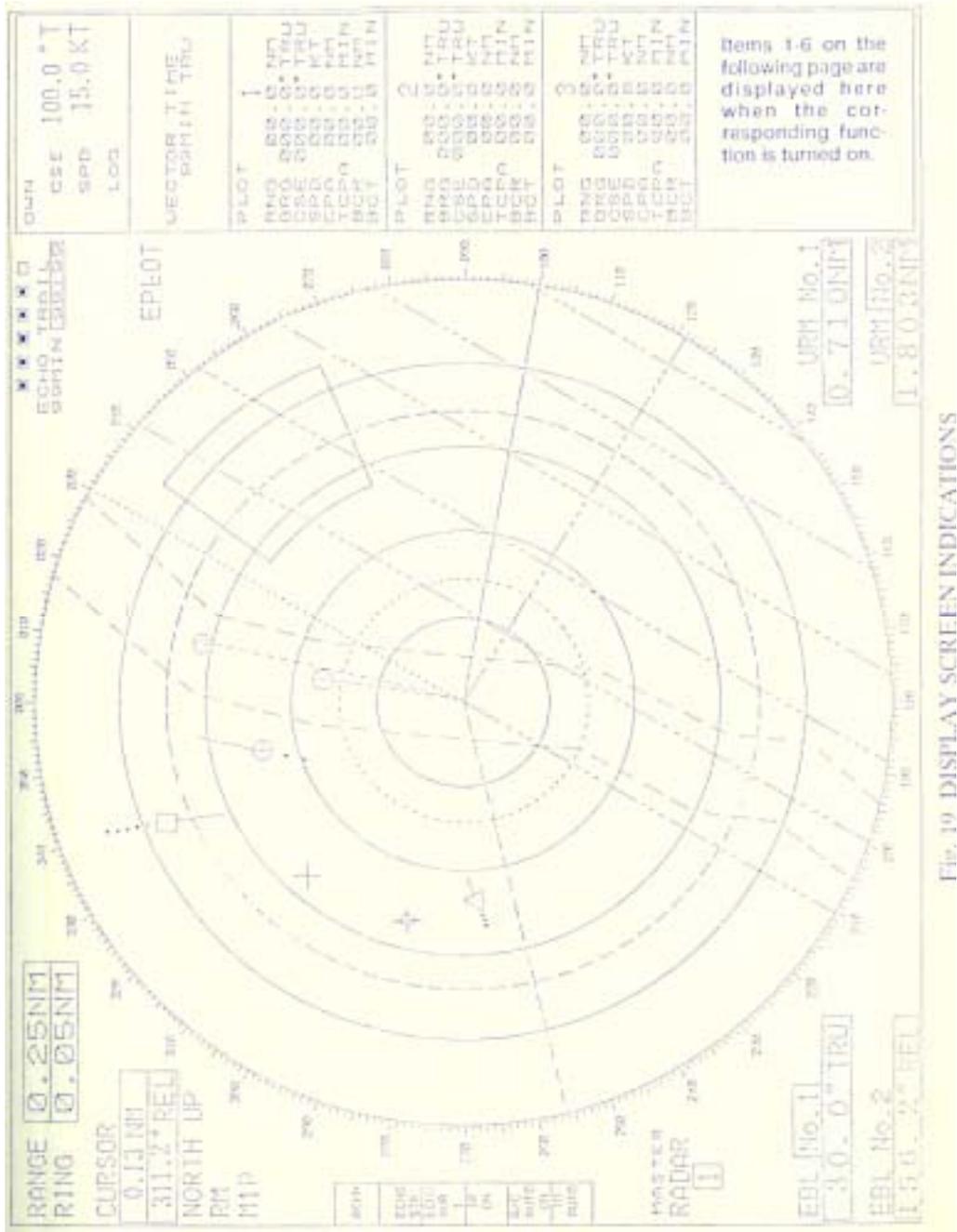
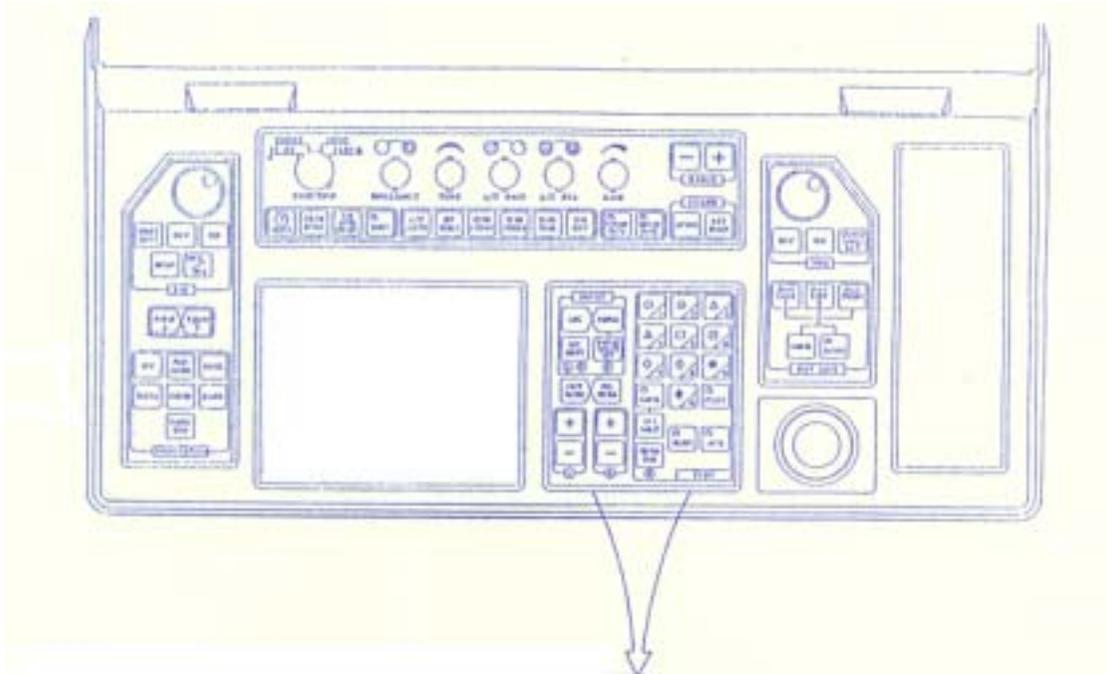
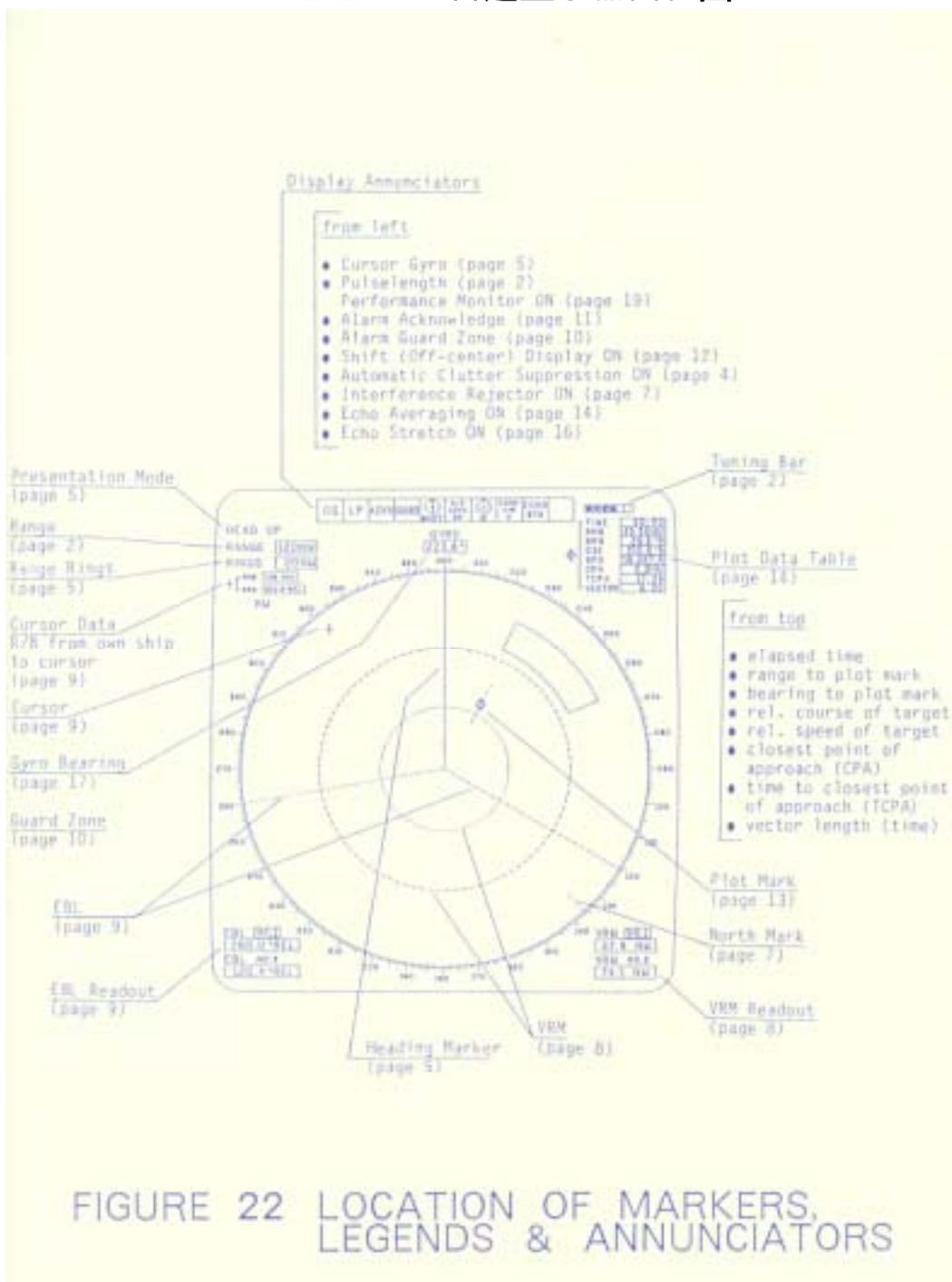


Fig. 19 DISPLAY SCREEN INDICATIONS

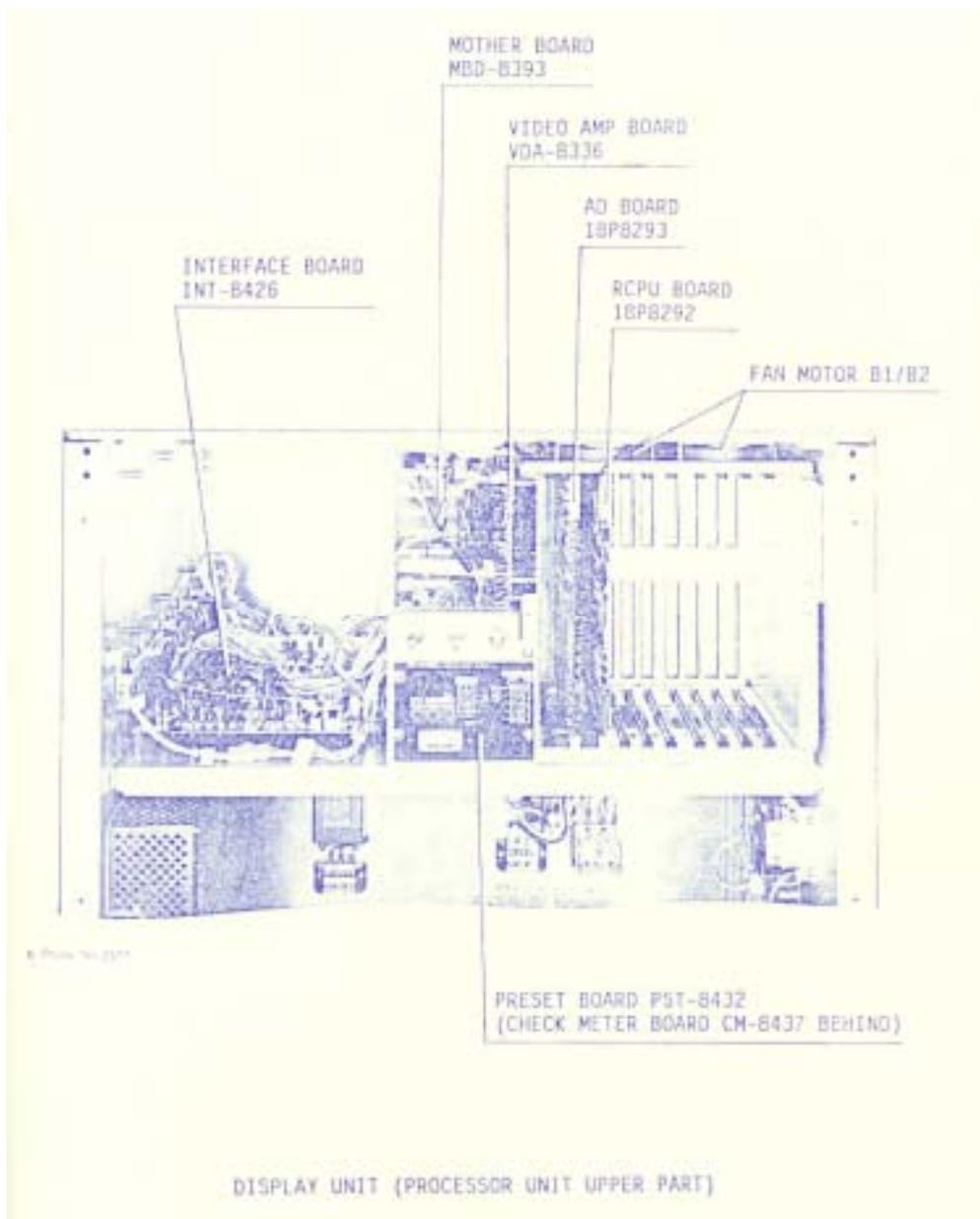


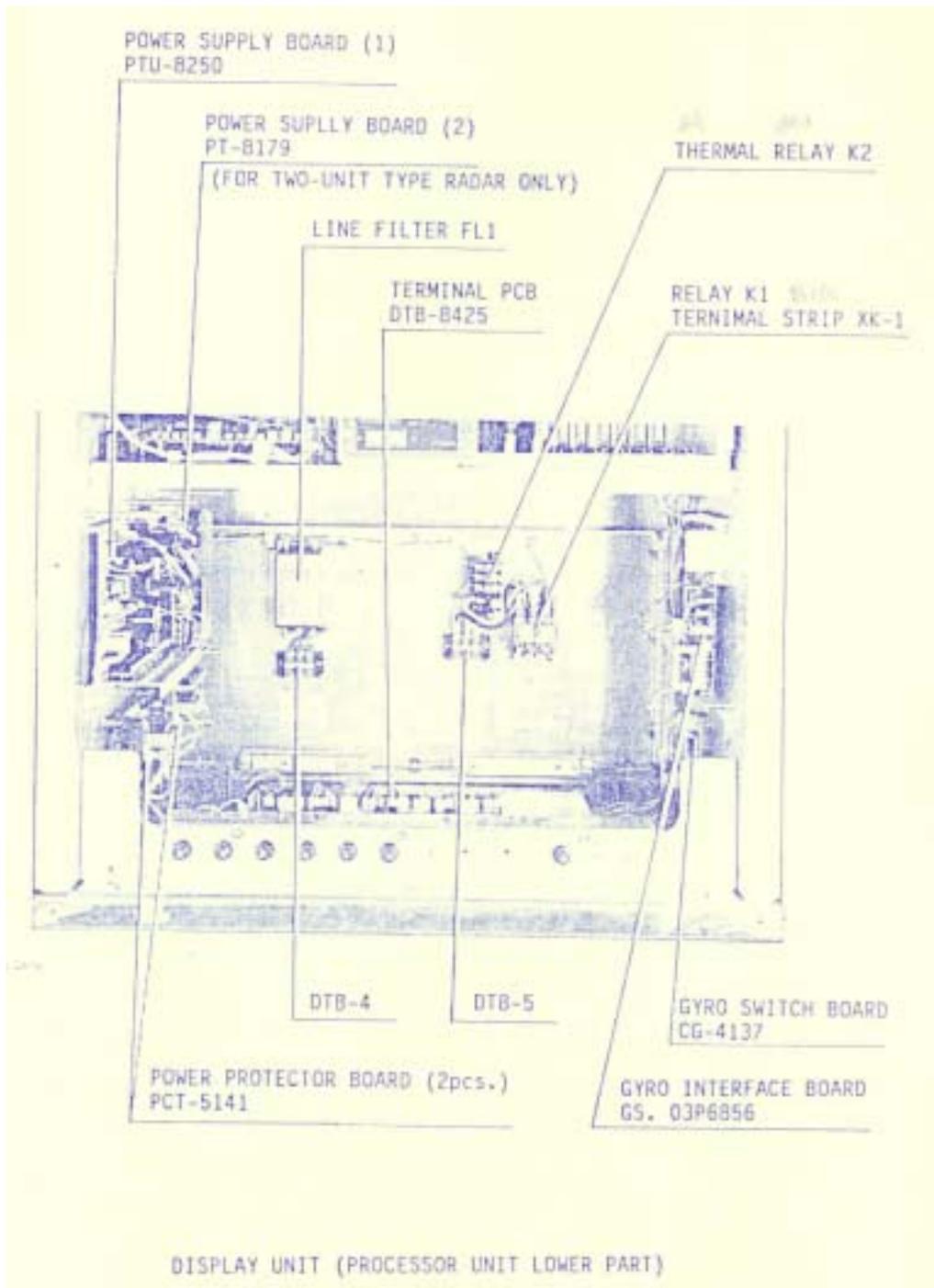
FR-2020X 型雷达显示器面板图

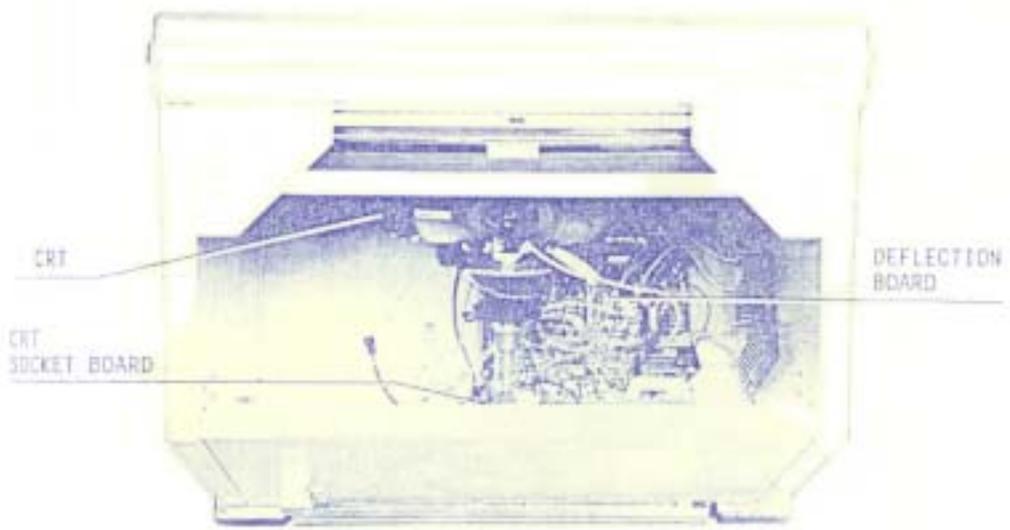




FR-2822X 型雷达显示器外表装配图

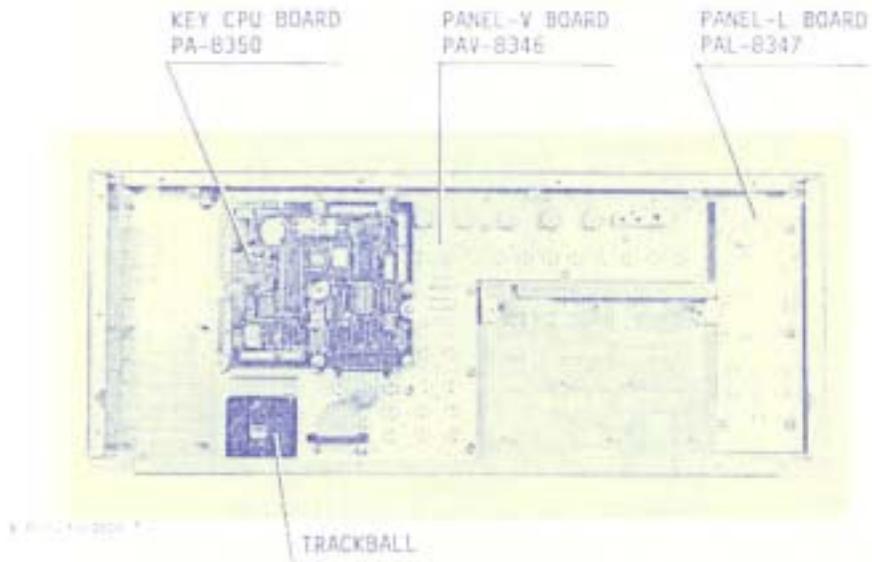






© 1984 Hewlett-Packard

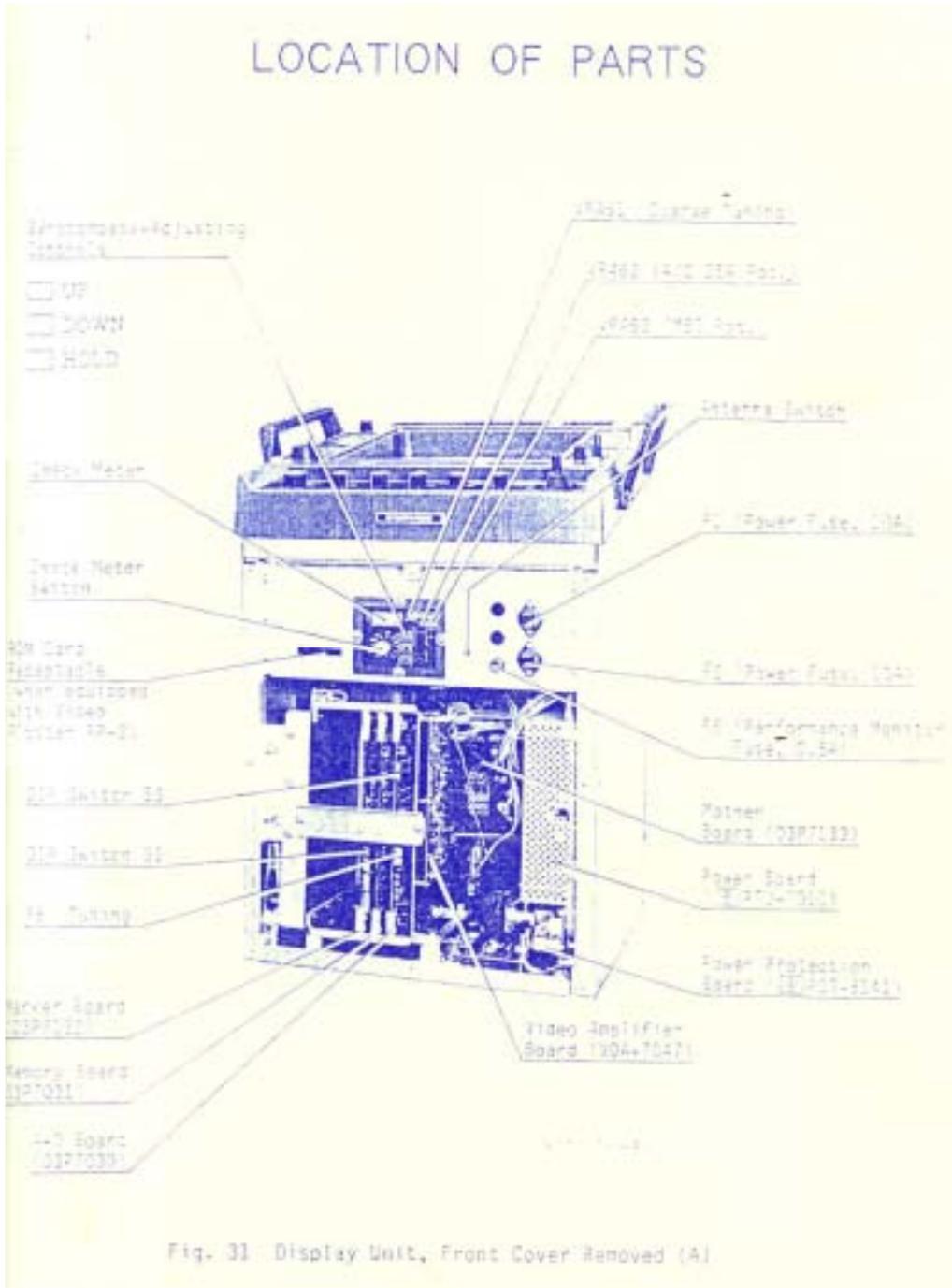
DISPLAY UNIT (CRT MONITOR)



© 1984 Hewlett-Packard

DISPLAY UNIT (KEYBOARD)

FR-2020X 型雷达显示器外表装配图



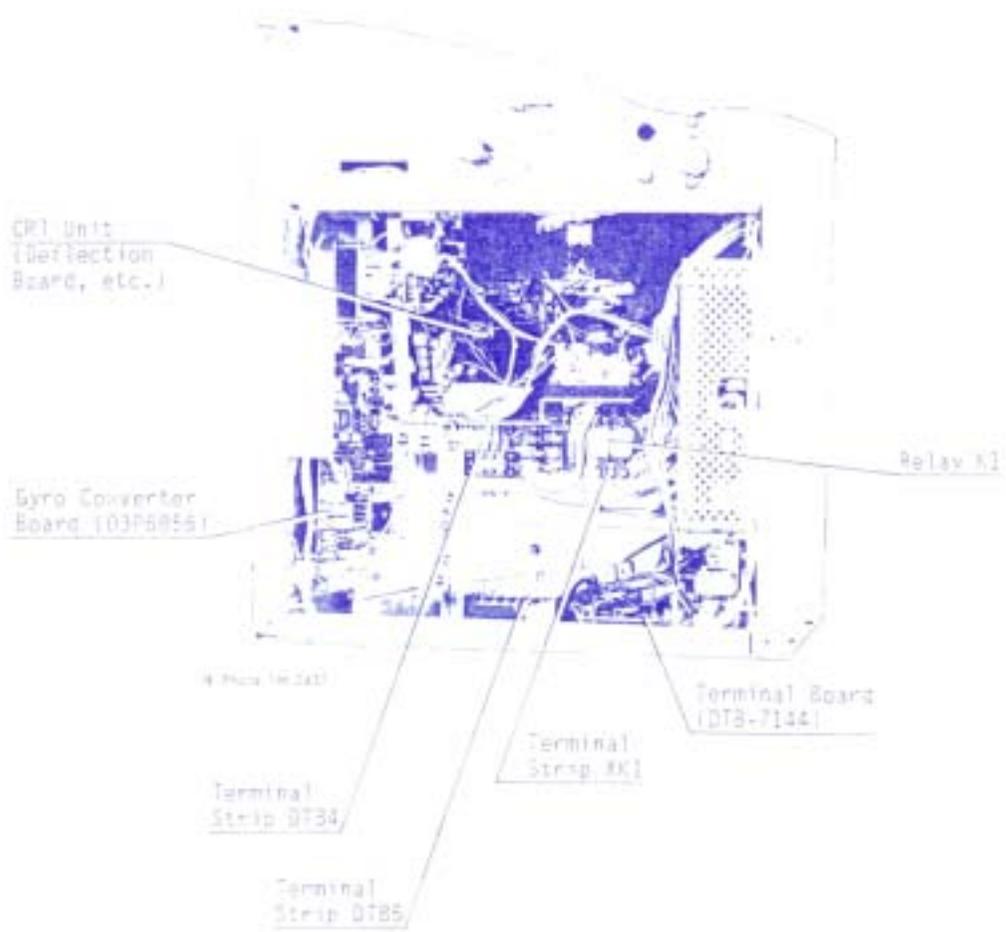
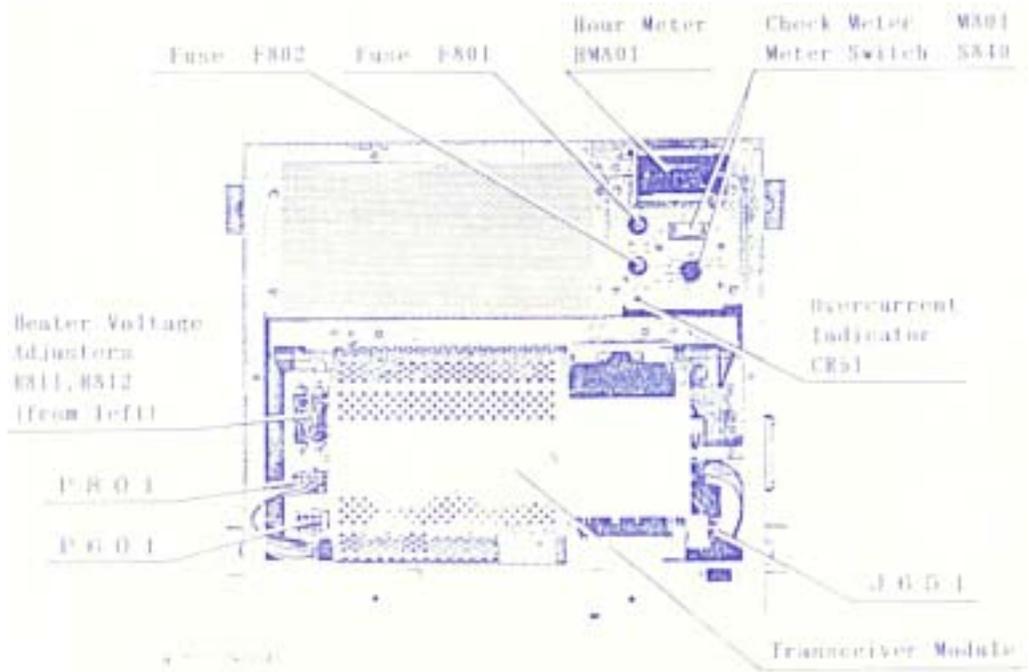
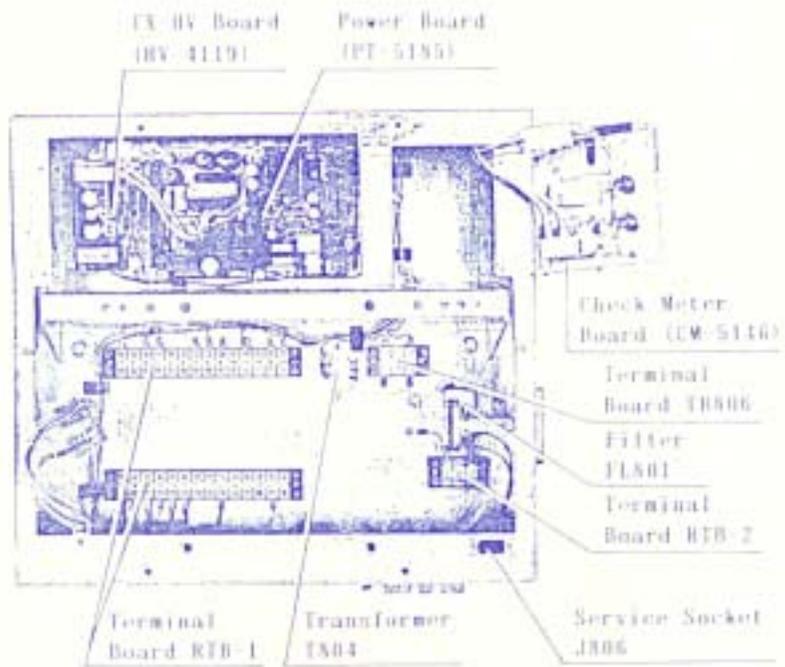


Fig. 32 Display Unit, Front Cover Removed (B)

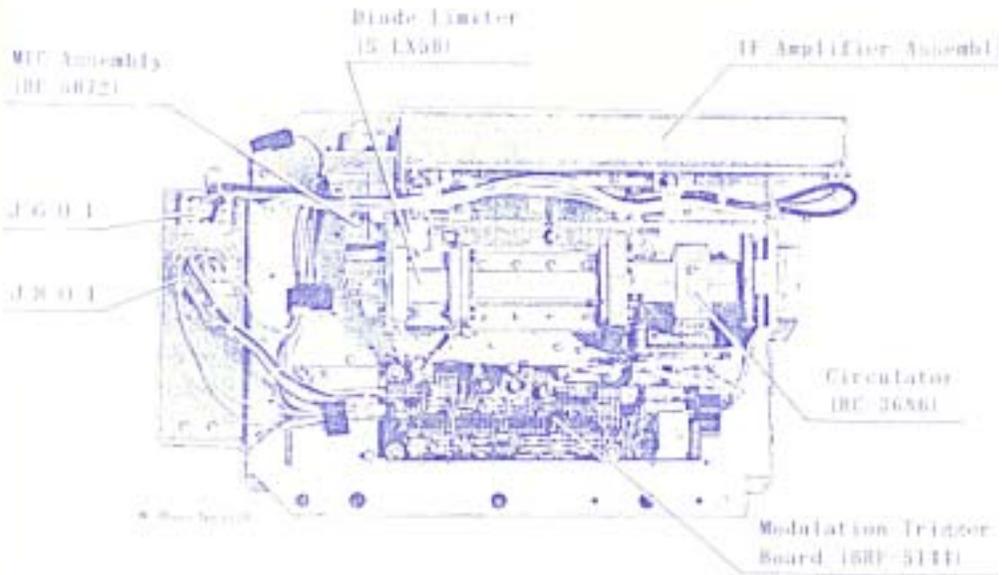
FR-2822X 型雷达收发机装配图



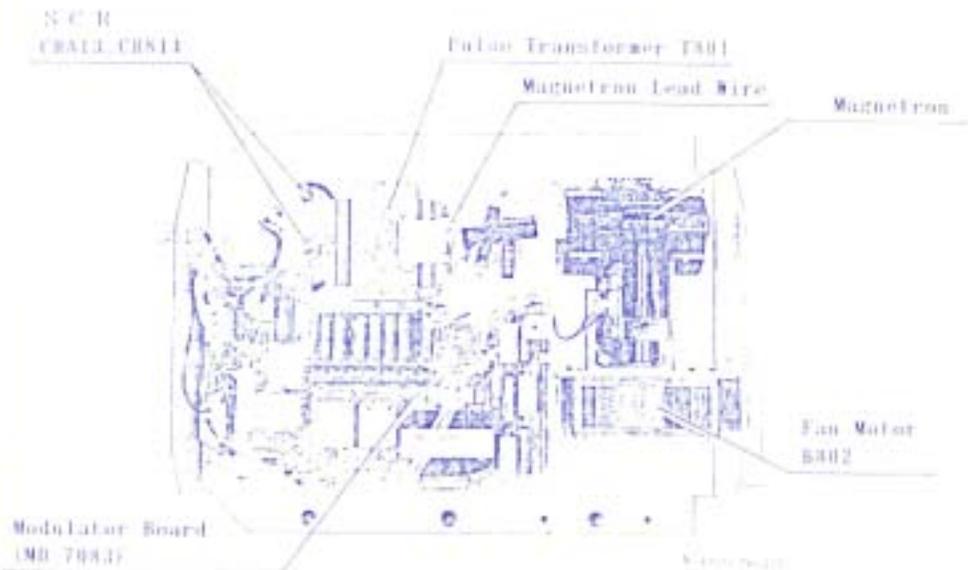
Transceiver Unit



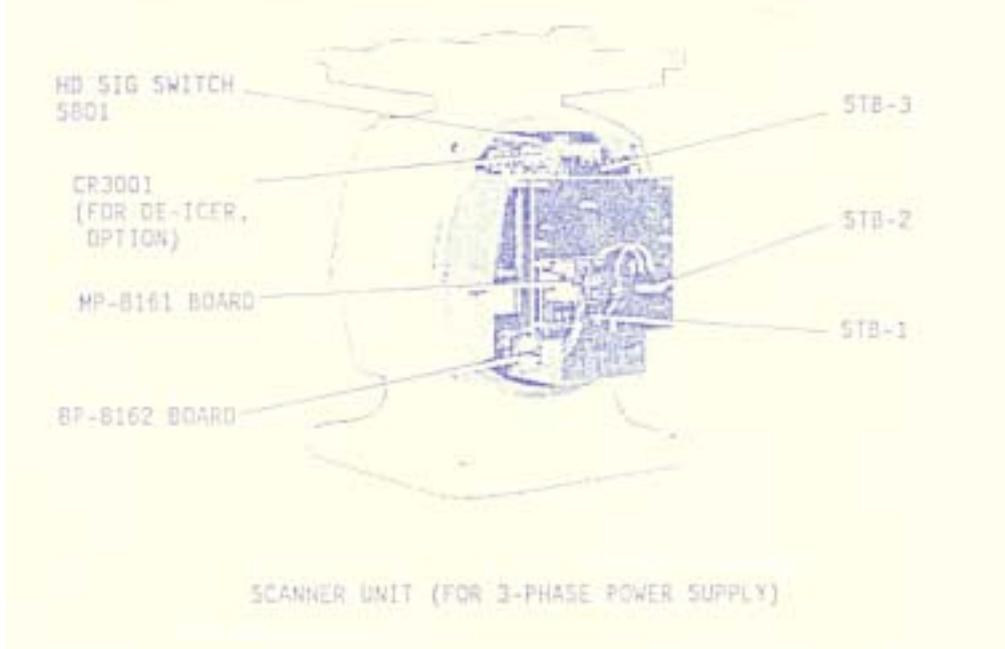
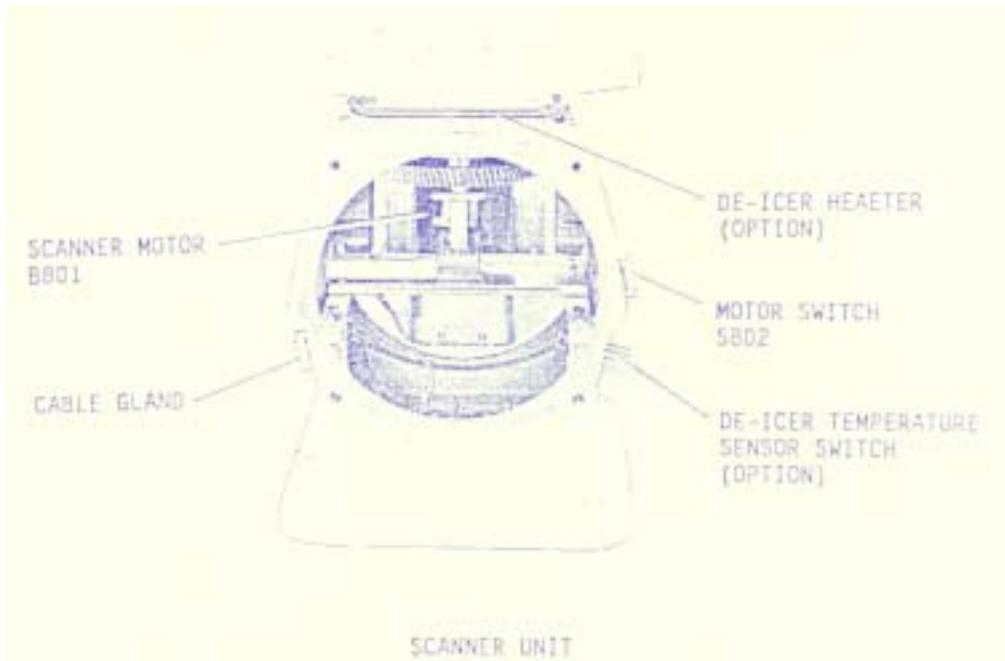
Transceiver Unit

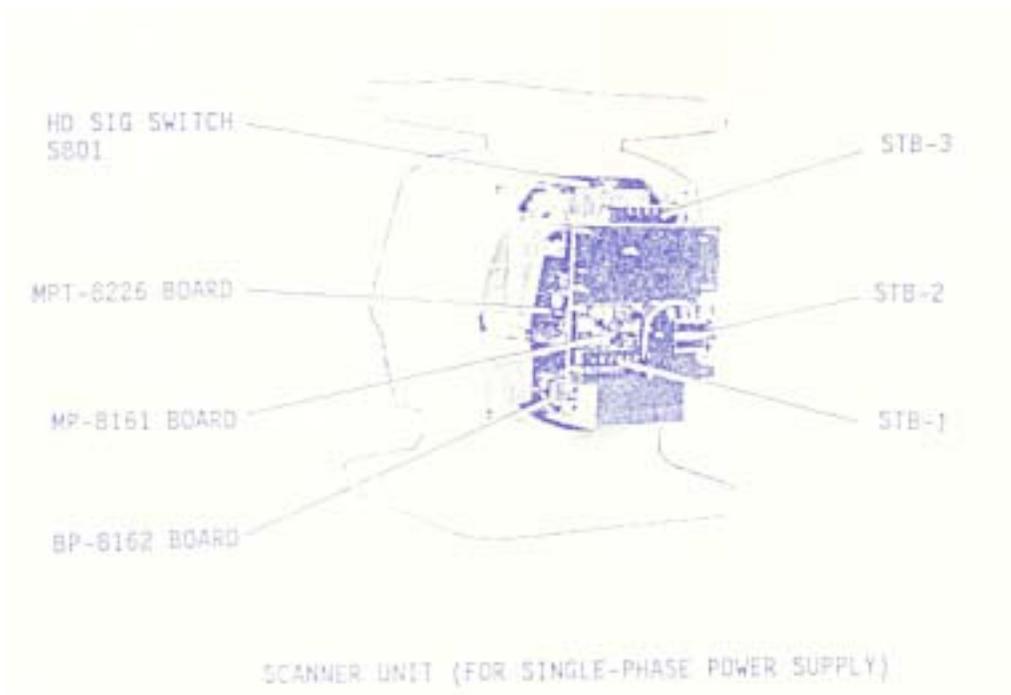


Transceiver Module



Transceiver Module (Shield cover removed)





FR-2020X 型雷达收发机装配图

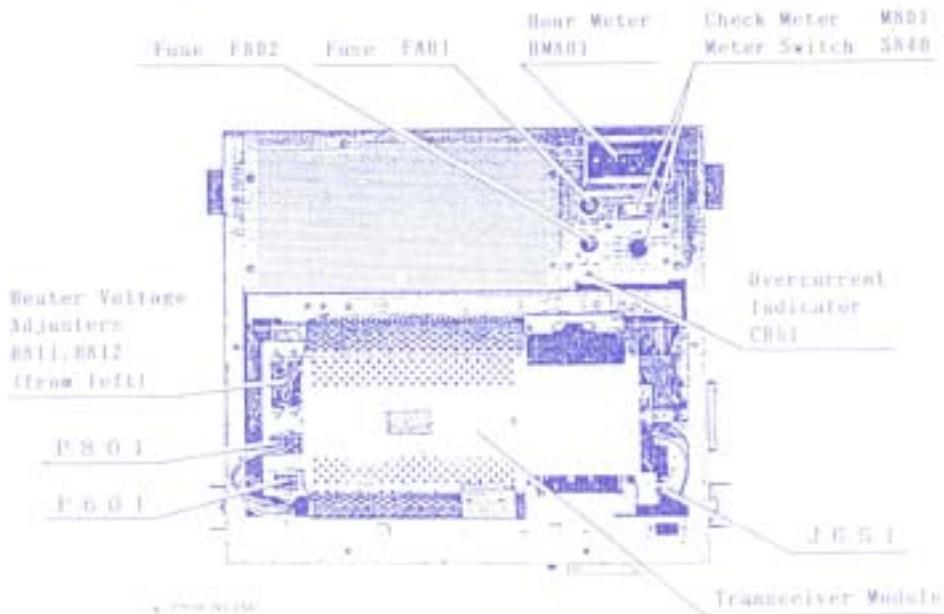


Figure 33 Transceiver Unit

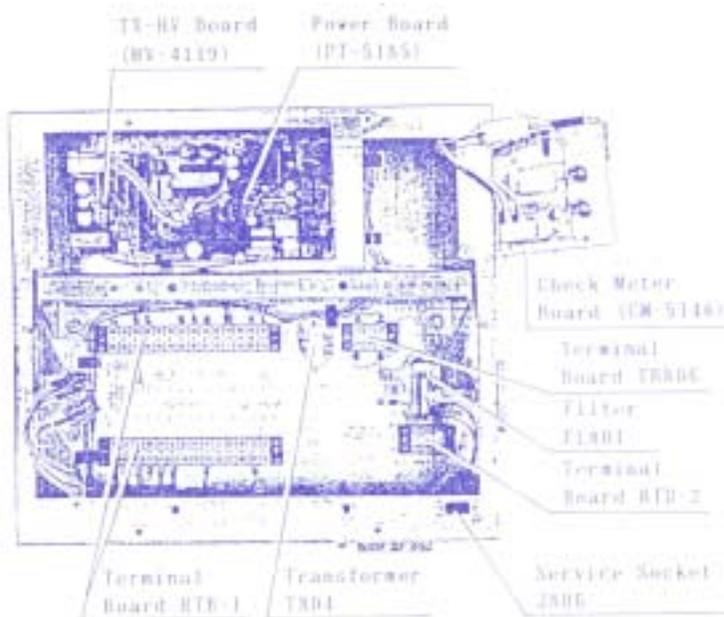


Figure 34 Transceiver Unit

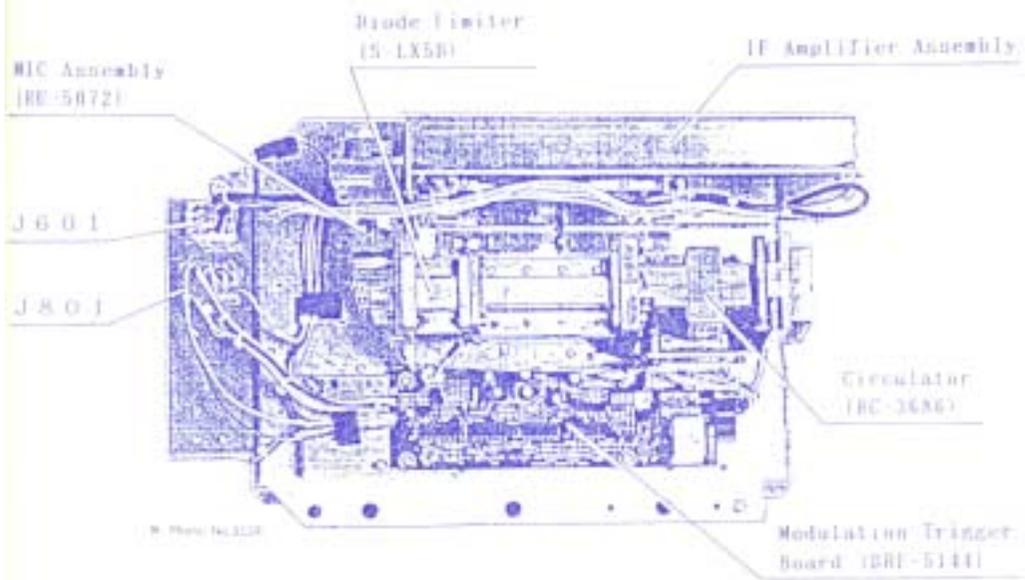


Figure 35 Transceiver Module

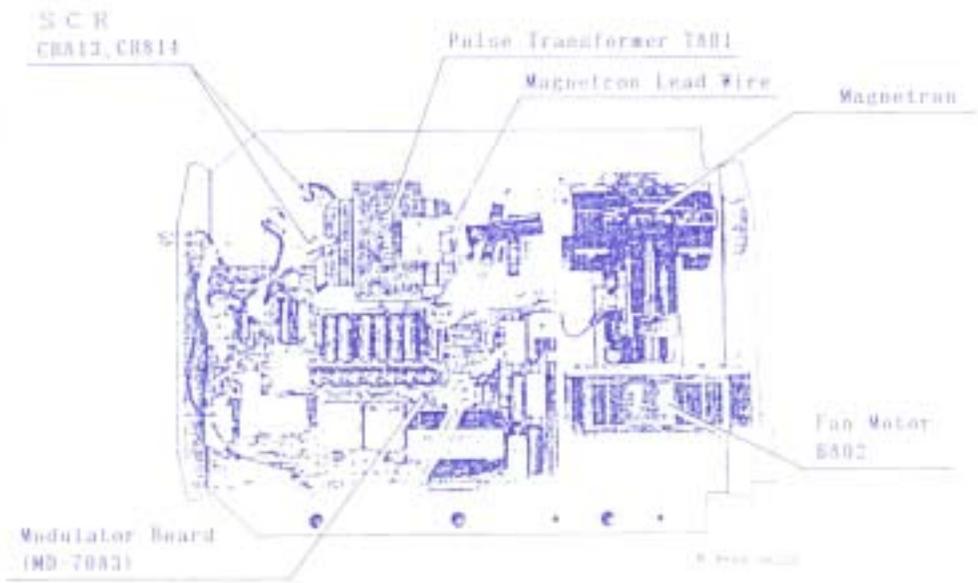


Figure 36 Transceiver Module
(Shield cover removed)

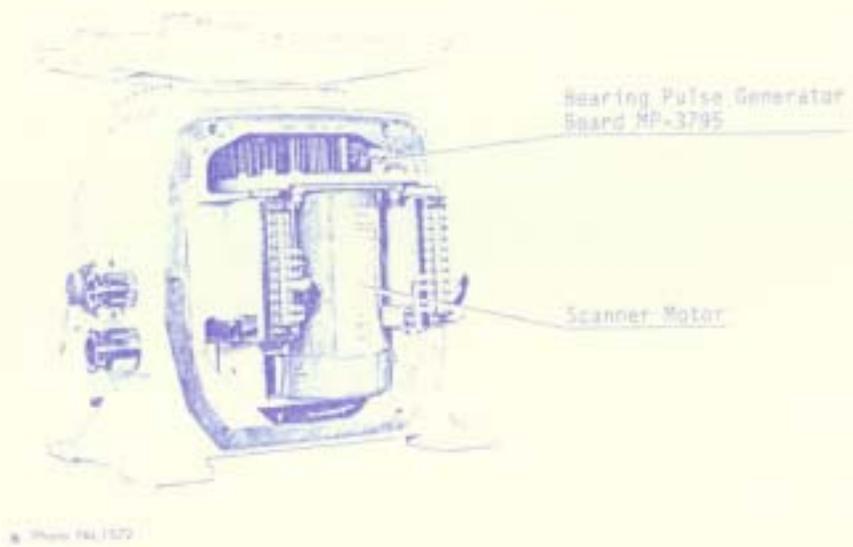


Figure 37 Scanner Unit

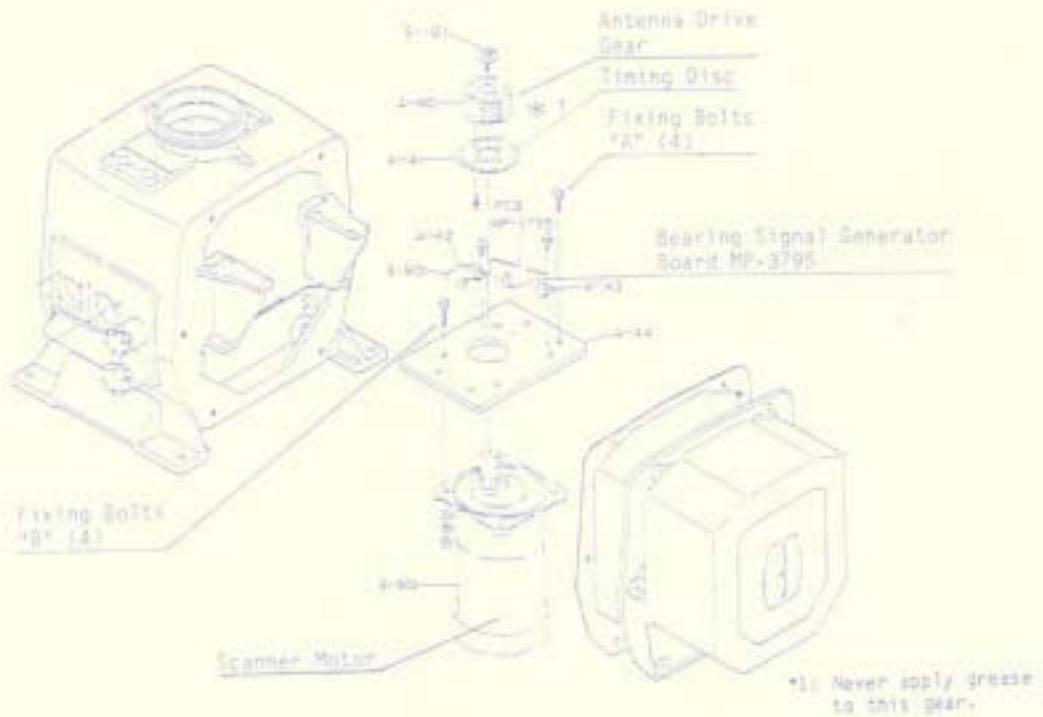


Figure 38 Scanner Unit, Showing Scanner Motor

FR-2822X 型雷达显示器部分印刷板图

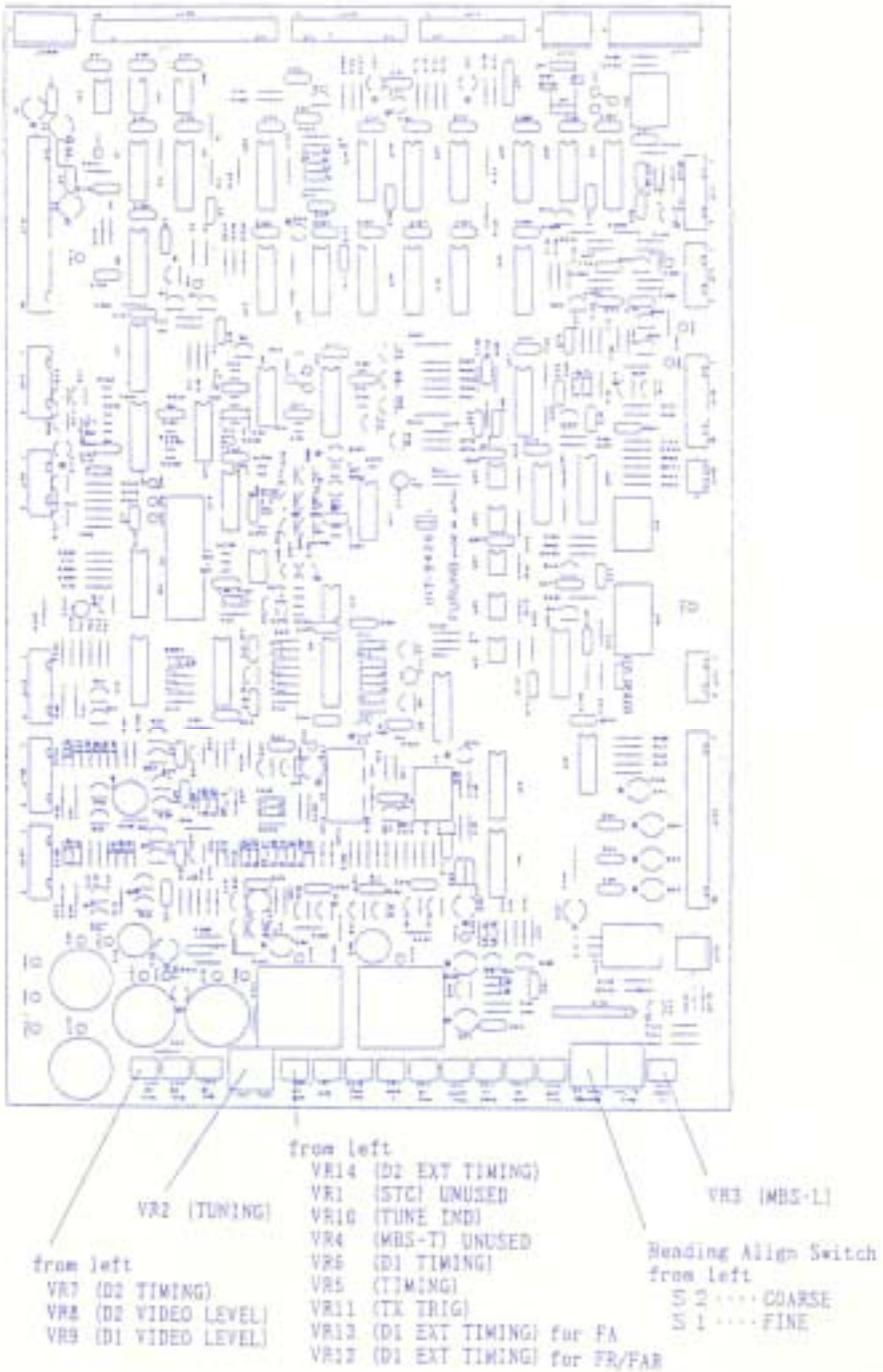


Fig.3-1b Location of Pots. on Interface Board INT-8426

STC Curve

The STC curve, as factory-calibrated, is designed to provide satisfactory STC range for radars whose scanner height above the water line is between 10 and 20m. If the height of the scanner is not within this range, readjust the STC curve.

Procedure

1. Transmit the radar on the 24 nm range, set the gain and STC controls to maximum.
2. Adjust VR3 on the VDA-8336 Board so that sea clutter just disappears. STC curve can also be adjusted with both VR3 and VR4.

Center of STC Curve

- Turn VR4 fully clockwise to increase STC curve → retune with VR3. (center spot appears.)
- Turn VR4 fully counterclockwise to decrease STC curve → retune with VR3. (center spot disappears.)

STC Curve

The STC Curve Characteristics can be changed with VR1 (signal input level). With sea clutter reduced properly, adjust while observing center spot. VR1 is factory-set for 8, but can be adjusted by ± 1 (7-- 9).

- Setting 7 - Curve is sharpened; center spot disappears.
- Setting 8 - Curve is gently sloped; center spot appears (thin).



古野 F/GT—001—32A 雷达模拟器面板图

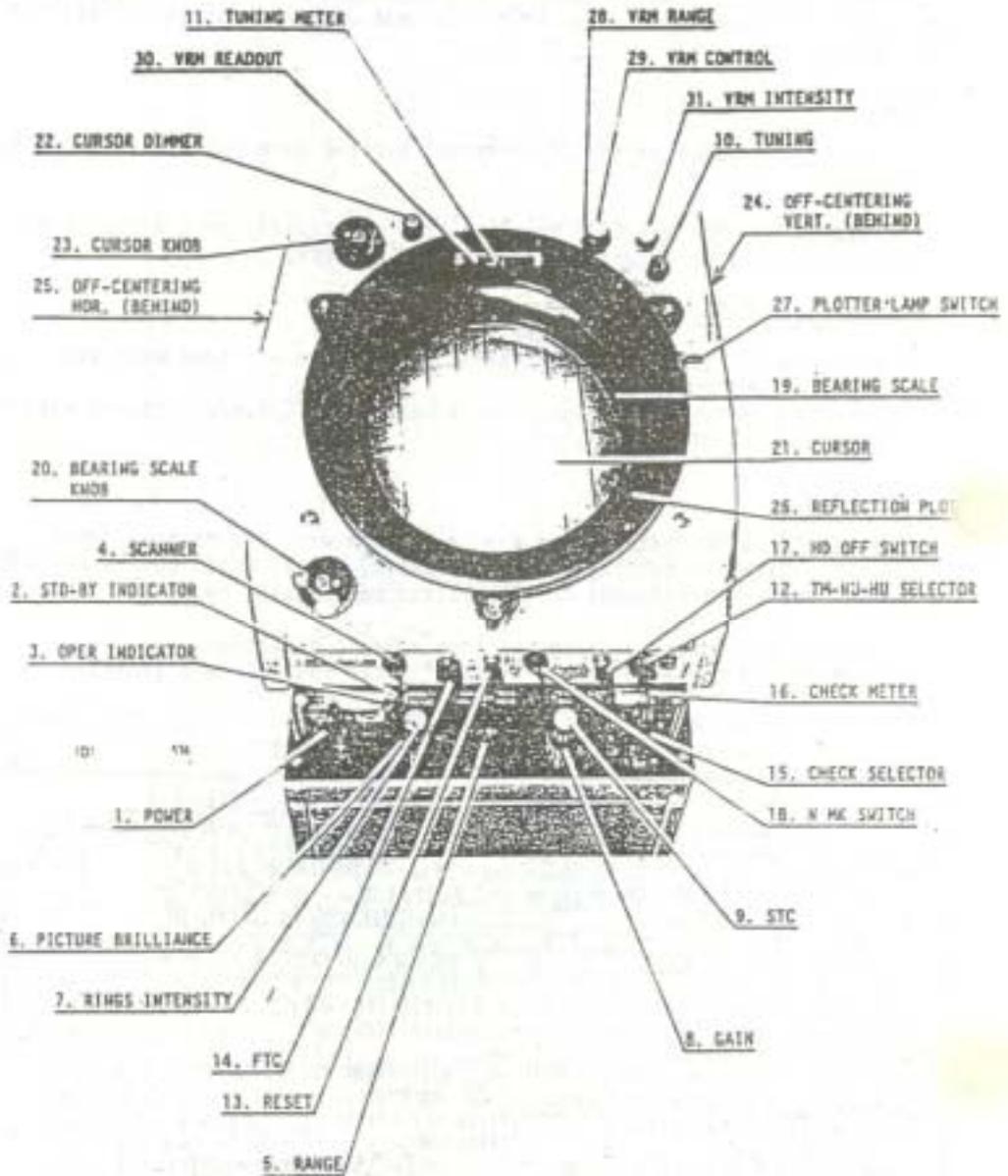


Figure 2.1.1 Own Ship Radar Display Unit (12" CRT)

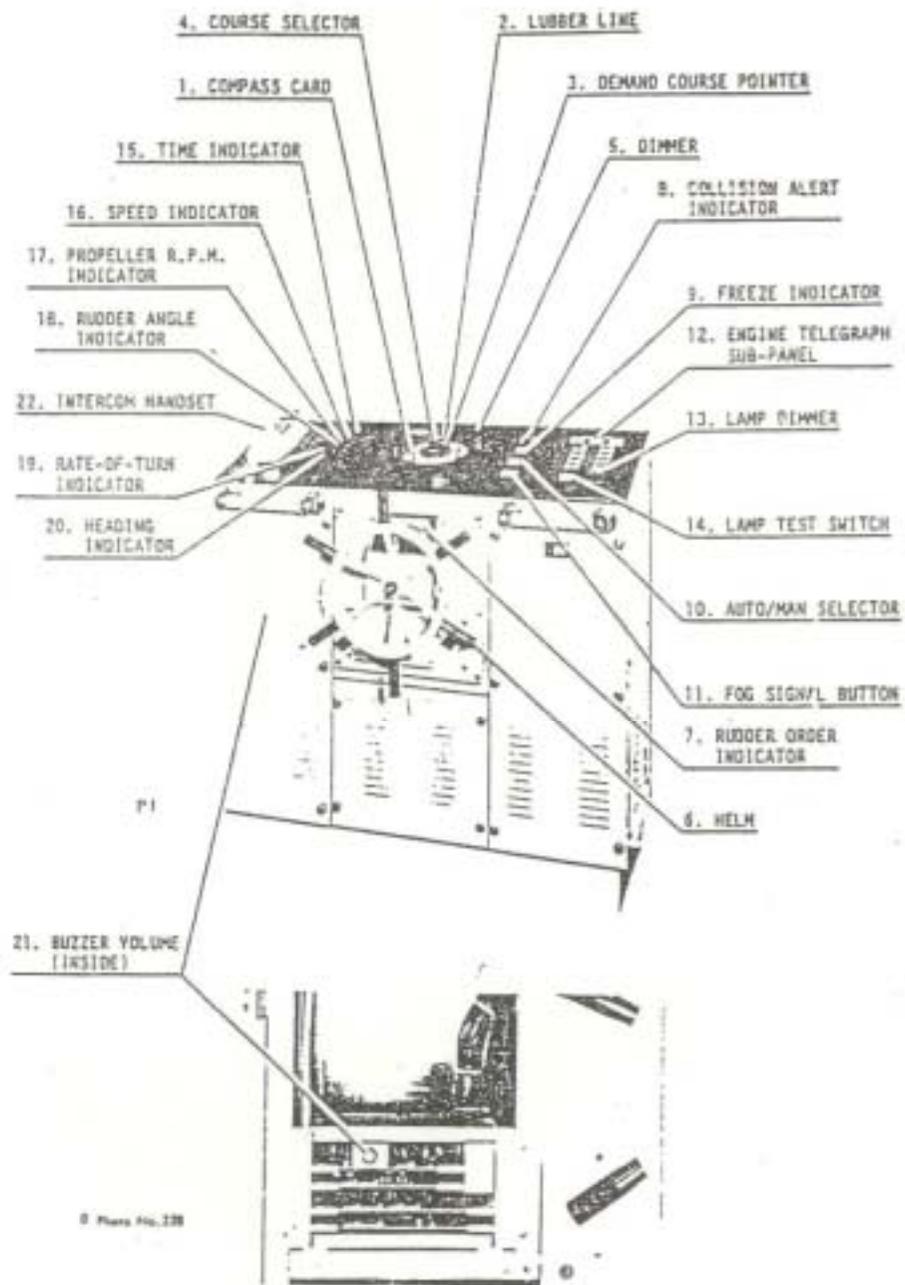


Figure 2.2.1 Bridge Console