

3-6398

(2-17)

X
D
D
H
Z
Y
Y
Q

现代 导航助渔仪器 ——原理与使用

夏拈 周树江 何旭初 编著



广东高等教育出版社

25

现代导航助渔仪器

—— 原理与使用

夏 桥 周树江 何旭初 编著

广东高等教育出版社

内 容 提 要

本书是一本实用读物，介绍船用现代导航、助渔仪器、通信仪器的基本原理及典型仪器的使用方法，海图作业等。

本书可适用于多种层次的读者，如指挥生产的技术干部、海上作业的驾驶员、渔民。有关专业的学生亦可作为实验指导书。

现代导航助渔仪器

——原理与使用

夏 桥 周树江 主编

广东高等教育出版社出版发行

遂溪县人民印刷厂印刷

787×1092毫米 16开本 印张18.5 420千字

1991年1月第1版 1991年1月第1次印刷

印数：1—3000册

号：ISBN 7—5361—0605—x/S·11

定价：8.50元

前 言

我国开放改革以来,大量引进新的导航、助渔技术和仪器,对促进生产起到了一定的作用,但是这方面的知识介绍得比较少,买回来的仪器未能发挥其应有的作用。为适应渔业发展,使深海作业的渔民、渔业管理技术人员学会使用现代仪器,进行航海定位及探测鱼群、通讯等,编者受广东省水产局海洋处的委托编写一本介绍船用仪器的实用读物——现代导航、助渔仪器。这本书的内容包括:导航仪器——雷达、劳兰A、C、卫星导航仪;助渔仪器——彩色探鱼仪;通讯仪器——高频无线电对讲机、单边带无线电话。另外,还有一个章节介绍海图知识,雷达、劳兰定法方法以及海图作业等。

每一种仪器均在章首介绍其工作原理、方框图,然后介绍典型产品的具体安装和使用方法。本书的选材是根据目前世界上渔船广泛使用的类型,在生产使用中反映较好的型号而选定的典型产品。对每种产品的操作方法均经过重新组织,重新编写以便适合于我国人的习惯。

在编写过程中亦考虑到本书的适用范围,照顾到不同层次的读者。作为了解仪器概况的读者,可以阅读原理部份。这样对目前的新型仪器既能大体了解,以便指导生产;船上的驾驶人员可以根据自己使用的仪器,阅读操机方法,由此马上掌握仪器的安装和使用;有关专业的在校学生也可作为操机实验指导书。

本书仪器原理部份由夏桥副教授编写,操机部份由周树江工程师编写,第六章由何旭初讲师编写。

本书初稿曾经在多种层次的培训班中试用,但由于仪器不断更新,因此不可能都包罗进去,加上编者水平所限,不免有不到之处,望读者指正。

编者

1991年1月

目 录

第一章 劳兰	(1)
第一节 劳兰定位原理	(1)
一、双曲线定位原理.....	(1)
二、劳兰A台的设置与发射体制.....	(3)
三、劳兰A接收机.....	(7)
第二节 劳兰A接收机安装及操作	(10)
一、WY——D 3 劳兰A接收机.....	(10)
二、DSW——1 A 劳兰A接收机.....	(12)
三、安装示意图.....	(22)
第三节 劳兰C	(23)
一、发射体制.....	(23)
二、劳兰C接收机.....	(28)
第四节 劳兰C接收机机型介绍	(29)
一、US1型“航海家”劳兰C接收机.....	(29)
二、ML——5500劳兰C接收机.....	(50)
三、NS800/XN——800型劳兰C接收机.....	(63)
四、L——100型劳兰C接收机.....	(83)
五、BH——1型劳兰C接收机.....	(99)
第二章 航海雷达	(120)
第一节 雷达的基本工作原理	(120)
一、工作原理.....	(120)
二、航海雷达的组成.....	(123)
三、雷达的主要元件.....	(127)
第二节 雷达的安装和试用	(129)
一、机型的选择.....	(129)
二、安装方法概要.....	(130)
三、新装雷达通电试用的步骤及注意事项.....	(130)
四、介绍两种船用雷达的操机.....	(131)
第三节 数字雷达介绍	(145)
一、工作原理.....	(145)
二、机型介绍.....	(145)

第三章 卫星导航系统	(152)
第一节 子午仪卫星导航系统	(152)
一、轨道	(152)
二、卫星及其信息	(154)
三、地面站	(155)
四、定位原理	(155)
五、子午仪卫星导航仪	(156)
第二节 CWD—1 型卫星导航仪介绍	(158)
一、概述	(158)
二、基本操机方法	(160)
三、程序键和各功能键的作用摘要	(174)
第三节 2000 S 型卫星导航仪	(178)
一、概述	(178)
二、基本操机方法	(180)
三、主要键功能摘要	(188)
第四节 利航 R S5000 D S 型卫星导航仪介绍	(191)
一、特殊功能输入代码	(191)
二、初始开机	(192)
三、航路点设置	(195)
四、其他功能	(197)
第五节 GPS 定位系统介绍	(198)
一、概述	(198)
二、卫星及信息	(199)
三、定位原理	(200)
四、接收机	(200)
附录	(203)
第四章 彩色探鱼仪	(206)
一、探鱼仪的组成	(206)
二、彩色显示探鱼仪	(207)
三、机型介绍	(212)
第五章 船用无线电话	(230)
第一节 无线电通信的基本原理	(230)
一、基本原理	(230)
二、无线电波段的划分	(231)
三、发射电波标志	(233)
四、无线电波的传播	(233)
第二节 超短波无线电话介绍	(240)

一、29兆赫A频段调幅式超短波无线电电话·····	(240)
二、156兆赫D频段高频无线电电话·····	(246)
第三节 单边带通信·····	(251)
一、概述·····	(251)
二、单边带电台的基本工作原理·····	(253)
三、机型介绍·····	(255)
第六章 雷达、劳兰在航海中的应用·····	(262)
第一节 海图知识·····	(262)
一、墨卡托海图·····	(262)
二、墨卡托海图的比例尺·····	(263)
三、海图使用说明·····	(264)
四、海图的基准面和海图图式(图6—5)·····	(264)
第二节 雷达在航海中的应用·····	(266)
一、雷达发现目标的最大距离·····	(266)
二、导航雷达的性能特点·····	(267)
三、目标显影特点及回波的识别·····	(270)
四、雷达定位方法·····	(274)
五、雷达导航·····	(275)
六、雷达在避碰中的应用·····	(277)
第三节 劳兰定位·····	(286)
一、劳兰A定位方法·····	(286)
二、天波的识别与修正·····	(288)

第一章 劳 兰

劳兰 (LONG RANGE NAVIGATION) 是英文字头缩写 (LORAN) 的译音。它是在第二次世界大战时开始发展的脉冲式双曲线时差定位系统。目前已有A、B、C、D四种类型。劳兰B因周期识别困难已停止发展。劳兰A于1943年开始装备, 工作在2兆赫左右的频段上。劳兰C于60年代初开始装备, 工作在100千赫频率上。在劳兰C系统中引入了比相、多脉冲编码、相关检测等技术, 因此获得比劳兰A有更大的覆盖区, 更高的精度和自动化程度。1968年实验成功具有高度机动性能的劳兰D系统, 它主要用于军事战术导航。

第一节 劳兰定位原理

一、双曲线定位原理

根据几何学原理, 距离差相等点的轨迹是以两固定点为焦点的一条双曲线。这个原理可以用图1—1来加以解释: 两固定点分别为M和S, 每个圆圈代表一海里, 在曲线2上A点, 距离M点9海里, 距S点4海里, 距离差为 $9 - 4 = 5$ 海里; B点, 距离M点8海里, 距离S点3海里, 距离差为 $8 - 3 = 5$ 海里, C点到M点和S点的距离差, D点到M点和S点的距离差均为5海里。把这些距离差相等的点连起来便成为曲线2。同理, 距离差为8海里的点连起来便得到曲线3, 把距离差为9海里的点连起来便得到曲线4。在特殊情况下距离差为0的曲线1是在两固定点中间线, 这是意料中的。这些曲线称为双曲线。从这个现象出发, 如果我们测知到M点和S点的距离差, 那么我们必然处在相应的双曲线上。

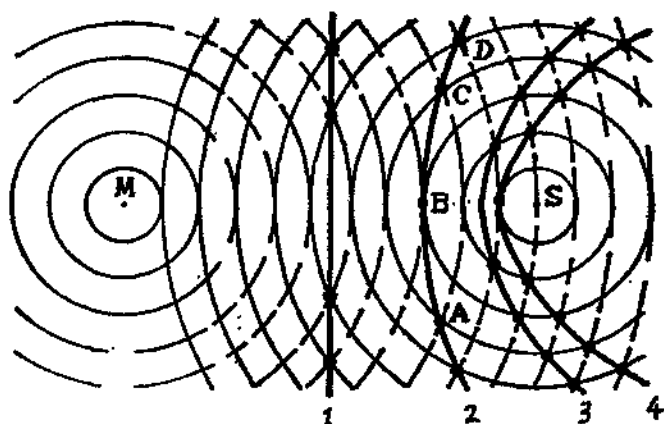


图1—1 双曲线定位原理

根据这个原理，可以在M、S两点建立无线电信号发射台。在船上安装无线电接收机。若接收机能测出两个发射台的距离差，那么我们就可以得到一条相应的双曲线作为位置线，如果同时再测得另一条位置线，两条位置线的交点便是船位（见图1—2）。

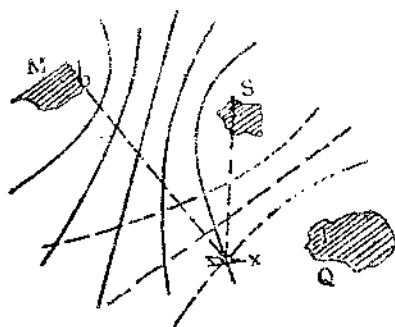


图1—2 双曲线导航的基本过程

船上所安装的劳兰A接收机，实际上并不是直接测定船至两个劳兰发射台的距离差，而是测出无线电波从两个发射台传播到船先后的时间差。无线电波在空中传播的速度为每微秒300公尺，因此，我们可以把时间差换算为距离差。双曲线上距离差的数值，也就可以用时间差数值来代替，如图1—3所示。

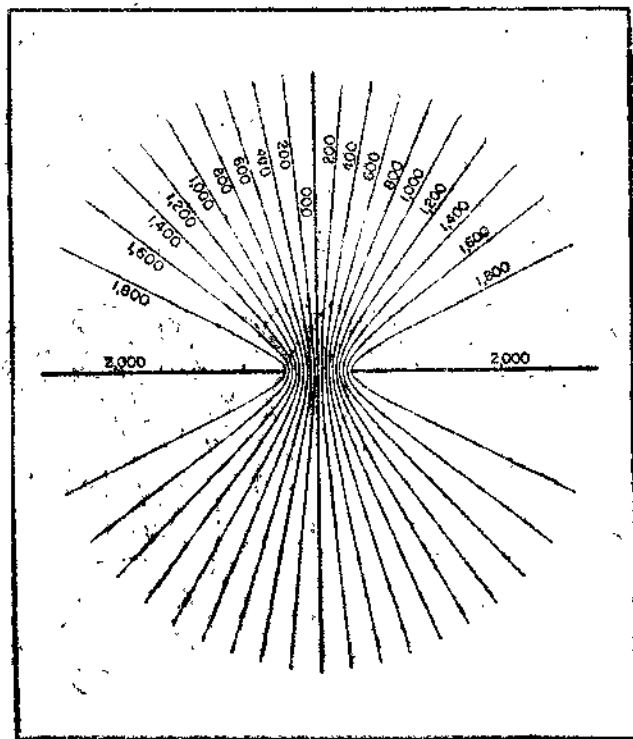


图1—3 主副台同时发射信号的时差曲线

要使两个发射台同时发射电波信号是困难的，而且这样做，每一个时差都有两条相对称的时差相同的双曲线。假定劳兰A接收机测得时差为600微秒，如图1—3中，600微秒的双曲线就有两条，究竟哪一条是当时所在的位置线呢？这就难以判断了。这就是位置线双值性的问题。

解决这个问题的办法是把两个发射台发射电波信号的时间先后分开。例如有M、S两个发射台，指定M为主台，首先发射出电波信号，指定S为副台，使它在收到主台的电波信号后再延迟一段时间才发出它的电波信号。使副台发射电波信号比主台落后一段时间，使两条对称的双曲线时差值各不相同。经过这样处理后，一个时间差只能有一条曲线，如图1—4所示。

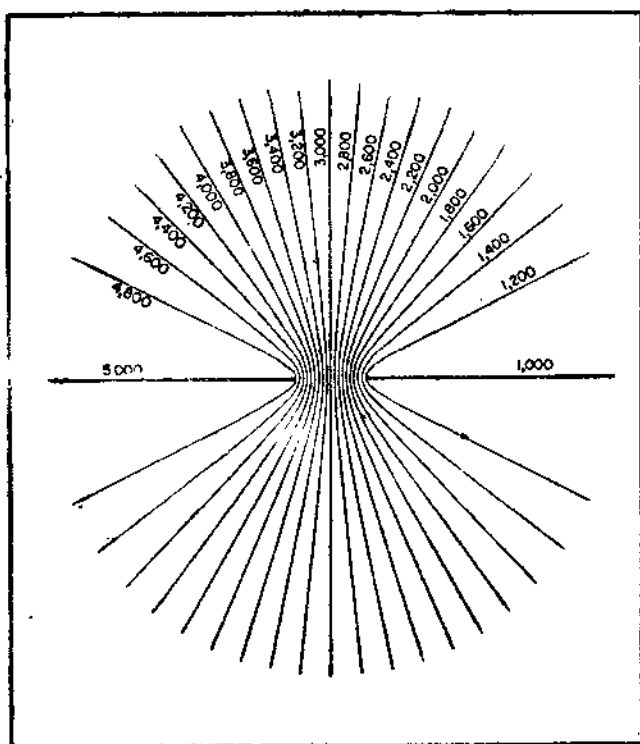


图1—4 表示不同时发射的时差曲线

二、劳兰A台的设置与发射体制

（一）发射台的设置

劳兰A的发射台以两个台为一对，一个台为主台，另一个台为副台。主台与副台的连接线称为基线，基线的长度称为基线长。基线长一般为200~400海里，以300海里左右为最理想，同时劳兰台应尽可能设置得使在一定范围能接收到两组以上的台组信号。

我国劳兰A发射台的设置如图1—5所示。

导航台组作用范围图

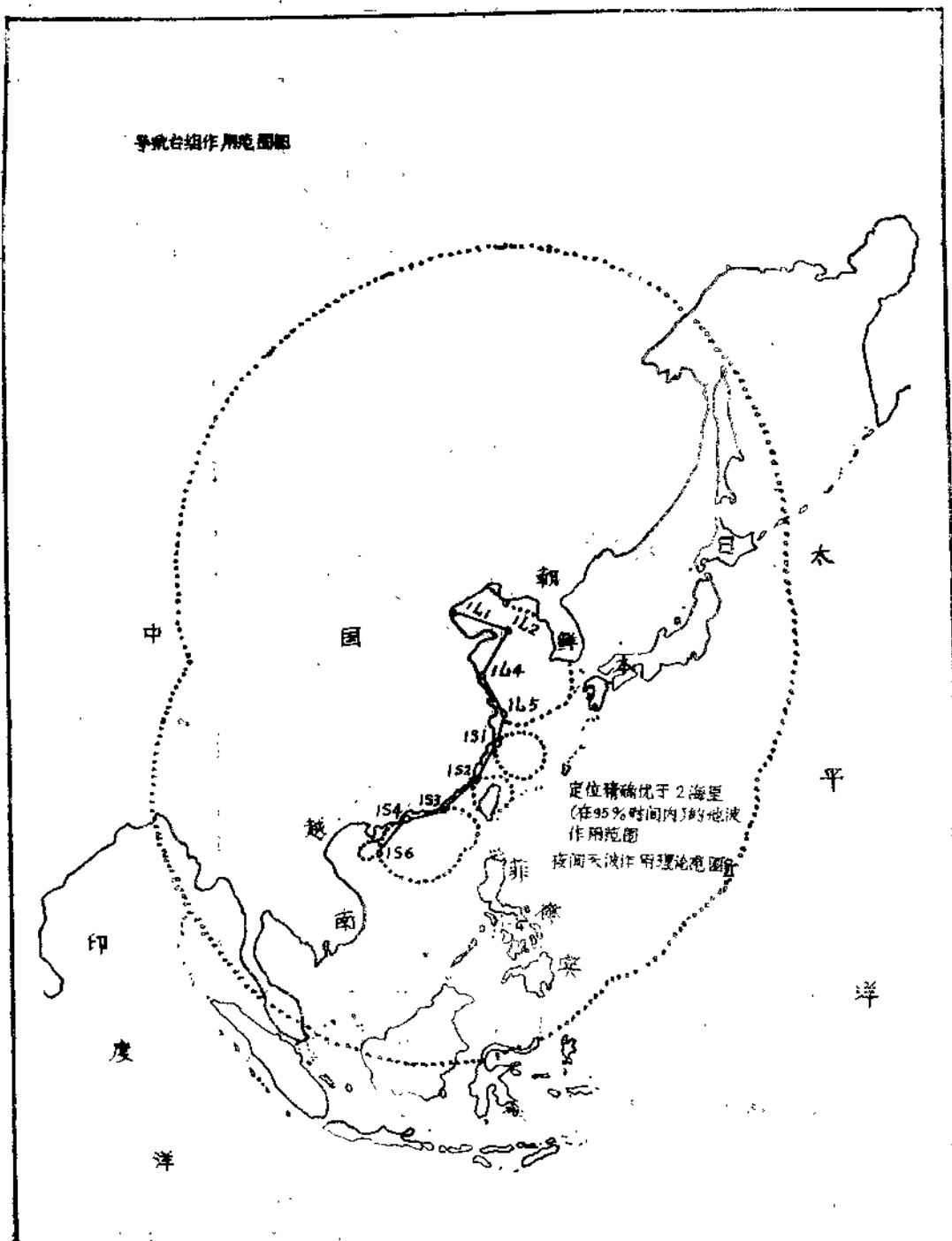


图1-5 我国劳兰A发射台的设置及作用范围

(二) 劳兰A发射体制

劳兰台组很多，为了区别这些劳兰台组，使各台组的发射体制具有两个特性，一个是频率区别，即波道；另一个是脉冲重复频率区别。

1. 波道

劳兰A用的电波频率分以下四种：

波道 1 —— 1950 千赫 波道 2 —— 1850 千赫

波道 3 —— 1750 千赫 波道 4 —— 1900 千赫

这四种频率可以用“波道开关”，按 1、2、3、4 任意转换选择。

2. 脉冲重复频率

由于波道只有四个，所以使用同一频率的台组还是很多的。为了再把它们区别开来采取改变脉冲重复频率的方法。

同一波道的劳兰台信号都会在荧光屏上显示出来，而只有所选择的脉冲重复频率的信号才停止不动，其它信号均在荧光屏上移动。

脉冲重复频率分 S、L、H 三个字母和 0—7 数字排列组合：

S 为 20 次/秒；

L 为 25 次/秒；

H 为 $33\frac{1}{3}$ 次/秒。

它们称为基本脉冲重复频率，8 个数字称为特殊脉冲重复频率。例如：2H5 劳兰发射台是以 1850 千赫的频率， $33\frac{8}{9}$ 次/秒（脉冲重复周期 $29500\mu S$ ）的脉冲重复频率发射电波。

表 1—1 劳兰A的脉冲重复频率

基本脉冲 重复频率	特殊脉冲 重复频率	劳兰A脉冲重复 周期 (μS)	脉冲重复频率 (脉冲数/秒)	
S	0	5 0 0 0 0	2 0	
	1	4 9 9 0 0	2 0	1 / 2 5
	2	4 9 8 0 0	2 0	2 / 2 5
	3	4 9 7 0 0	2 0	3 / 2 5
	4	4 9 6 0 0	2 0	4 / 2 5
	5	4 9 5 0 0	2 0	5 / 2 5
	6	4 9 4 0 0	2 0	6 / 2 5
	7	4 9 3 0 0	2 0	7 / 2 5
L	0	4 0 0 0 0	2 5	
	1	3 9 9 0 0	2 5	1 / 1 6
	2	3 9 8 0 0	2 5	2 / 1 6
	3	3 9 7 0 0	2 5	3 / 1 6
	4	3 9 6 0 0	2 5	4 / 1 6
	5	3 9 5 0 0	2 5	5 / 1 6
	6	3 9 4 0 0	2 5	6 / 1 6
	7	3 9 3 0 0	2 5	7 / 1 6
H	0	3 0 0 0 0	3 3	3 / 9
	1	2 9 9 0 0	3 3	4 / 9
	2	2 9 8 0 0	3 3	5 / 9
	3	2 9 7 0 0	3 3	6 / 9
	4	2 9 6 0 0	3 3	7 / 9
	5	2 9 5 0 0	3 3	8 / 9
	6	2 9 4 0 0	3 4	
	7	2 9 3 0 0	3 4	1 / 9

三、劳兰A接收机

船用劳兰A接收机的作用是根据载频及脉冲重复频率接收劳兰发射信号，并准确地测量主、副台脉冲信号到达的时间差。尽管国内外生产的劳兰接收机有不同的型号，但基本组成是相同的，它通常包括天线、天线耦合器、接收放大器、显示器、测量及控制电路、时差指示器以及电源等部分（见图1—6）。

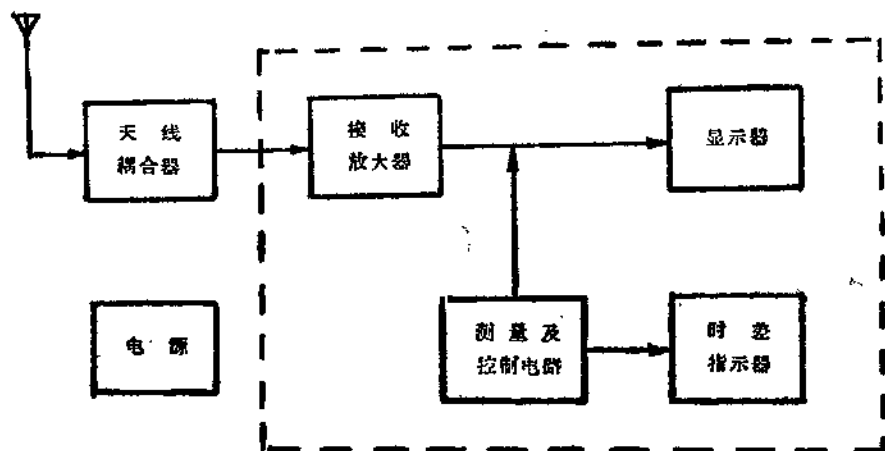


图1-6 劳兰A接收机组成框图

（一）天线

天线是一根6~8米长的垂直天线（或倾斜天线），用作接收劳兰台发射的信号。

（二）天线耦合器

天线耦合器用作补偿天线长度的不足，使天线系统谐振于接收信号的频率。

（三）接收机

接收机包括接收放大器、显示器，时差测量电路、控制电路以及时差指示器等。

接收放大器接收所选定的台组，并加以放大；显示器把接收到的信号显示在荧光屏上，操作员根据显示的波形进行控制并进行时差测定；测量电路和控制电路控制整个接收机的工作，并测量主、副台信号的时差。

在劳兰A接机的面板上，有一个显示器荧光屏，当我们接通电源后，在荧光屏上就出现上、下两条亮线，即扫描线，如图1—7所示。这实际上是由于电路的作用，使一个光点迅速移动而形成的。它的移动方式如下：

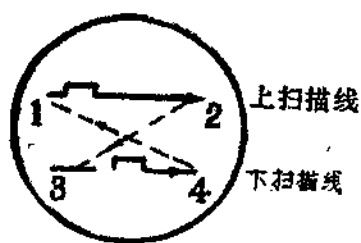


图1-7 荧光屏出现的上、下扫描线

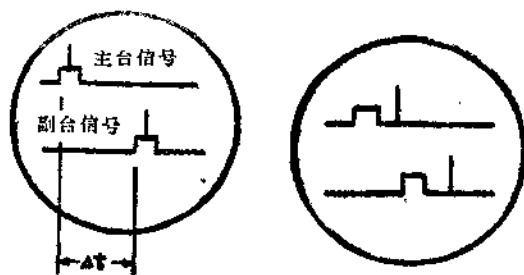


图1-8 主、付台信号在上、下扫描线上

1. 光点以一定的速度在荧光屏的上部（图1-7的点1）从左向右移动到图上的点2，即得出一条上扫描线。

2. 光点以极高速度（数微秒之内）从点2移到荧光屏下部的左端（即点3），继续从左向右移动到点4，即得出一条下扫描线。

3. 光点再以极高的速度从下部右端（即点4）返回上部左端（即点1），再重复整个扫描过程。

光点从点1到点4，刚好是一个扫描周期（ T ），每条扫线的扫描时间为扫描周期的一半，即 $T/2$ 。

如果将“台组选择”开关置于所选定的一对发射台的位置上，例如1S6，则劳兰A接收机上的扫描周期就和所选择的发射台（1S6）的脉冲信号重复周期相一致，因此发射台的主、副信号分别出现在上、下扫描线上，并表现为静止的，如图1-8所示。同时，发射频率相同而脉冲重复周期不同的信号，也会出现在扫描线上，但因与扫描周期不一致，其信号在扫描线上是移动的。

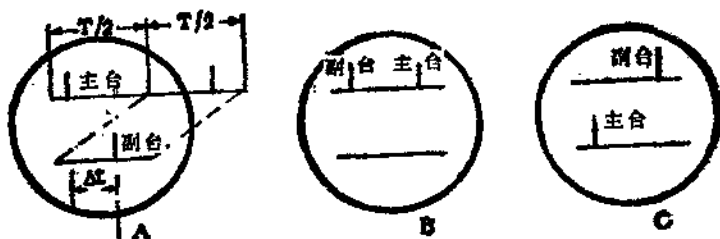


图1-9 主、副台出现的几种情况

在前面已经讲过，副台信号的发射要比主台延迟一段时间，这个延迟时间一定大于半个扫描周期，因此当主台信号在上扫描线左侧出现时，副台信号就在下扫描线并偏在主台信号的右边出现。如图1-8，这才是主、副台信号出现在上、下扫描线上的正确位置。

但当我们刚启动劳兰A接收机时，主、副台的脉冲信号可能出现在扫描线上的任何位置。主台信号可能出现在副台信号之前。也可能出现在副台信号之后。为了正确测定时间差，就必须识别主、副台信号。

图 1—9 是主、副台可能出现在扫描线上的几种情况，只有第一种情况主、副台信号在扫描线上的位置才是正确的，其它两种情况都是副台信号在主台信号的前面，位置都不正确。这时可以扳动仪器面板上“信号移动”，开关，把主、副台调整到第一种情况的位置上。

实际上，为了测量的方便，在每一个扫描线上加一个方形脉冲，分别称为主台座及副台座。主台座靠近上扫描线的起始端，位置是固定的。副台座在下扫描线上，可以通过测量控制部分的可变延时电路使副台座左右移动。测量时差时，首先将主台信号调整到主台座上，然后调整延时电路，使副台信号亦在副台座上（见图 1—10）。此时即可根据延时电路读数，读取主、副台座前沿的时差 Δt 。若主台信号距主台座前沿与副台信号距副台座前沿距离相等，则此一时差读数即为主、副台的时差。

为了观察主、副台信号与台座前沿距离是否相等，可以使用中速扫描档，把图象扩大。在中速扫描档，把台座扩展为一条扫描线，这就便于观察主、副台信号与台座前沿的距离，并可通过延时电路加以调整。

更进一步的观察和调整是使用快速扫描（图 1—11）。此时加快扫描速度，同时使两条扫描线合而为一，这样就可精确地调整延时电路，使主、副台信号距台座前沿的距离相一致。时差读数即可根据延时电路有关的计数器直接读出。

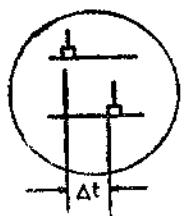


图 1—10 时差测量

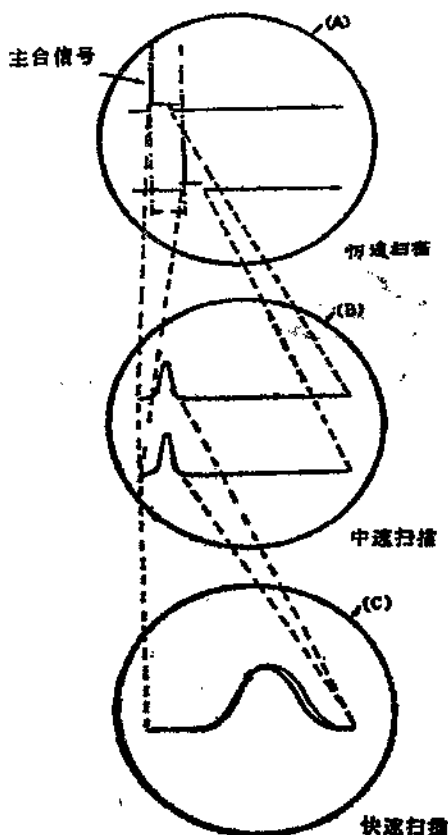


图 1—11 慢速、中速、快速扫描情况

四. 电源

电源部份将船电变成交流电,向接收机各部件提供所需要的各种电源。目前国产劳兰接收机有用电动变流机和半导体逆变器等不同形式。

第二节 劳兰 A 接收机安装及操作

目前国产劳兰 A 接收机型号品种繁多,但使用上都大同小异。现以 WY—D 3 劳兰接收机和 D SW—1 A 型机为例,介绍其主要技术参数及操机方法。

一、WY—D 3 劳兰 A 接收机

(一) 主要技术指标

1. 接收波道: 共四个。

I. 1950 千赫

II. 1850 千赫

III. 1900 千赫

IV. 1750 千赫

2. 接收机灵敏度:

当检波级输出 0.5 V 时, (信十杂) / 杂大于 5 时, 输入小于 $1 \mu V$ 。

3. 通带: 大于 10 千赫

4. 中频频率: 550 千赫

5. 工作重复频率:

基本重复频率: S、L、H

特殊重复频率: 0—7 共 8 档

6. 测量时差范围: 0—10000 μS

误差 $< \pm 1 \mu S$

7. 电源: 110 V 50 周或 60 周交流,

95 伏—125 伏变动能正常工作,

耗电 $< 40 VA$ 。