

国外无线电及激光定位技术

交通部第三航务工程局
上海科学技术情报研究所

27
33

上海科学技术情报研究所

1000

國外無線電及衛星定位技術

編者：陳文雄、陳文雄、陳文雄



中華民國八十年一月一日

国外无线电及激光定位技术

交通部第三航务工程局

上海科学技术情报研究所

上海科学技术情报研究所出版

在本书左上海发行所发行

上海商务印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 4 字数: 99,000
1976年12月第1版 1976年12月第1次印刷

印数: 1—6,600

代号: 151634·324 定价: 0.50元

(限国内发行)

毛主席语录

洋为中用。

独立自主、自力更生。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

前 言

在毛主席革命路线指引下，随着我国社会主义建设事业的飞速发展，在港湾工程、管道铺设、大地测量、船舶建造、石油勘探、高层建筑、大型机械加工、桥梁建造等工程施工中，准直、测距、定位方面愈来愈多地采用无线电及激光等新技术、新设备。

遵照毛主席关于“洋为中用”的教导，我们从国外有关的近期书刊中选编了这本《国外无线电及激光定位技术》专辑，以为我国有关工程施工部门和科研单位提供参考资料。本辑选用八篇资料，基本上都是全文翻译的，其中三篇论述的为微波无线电定位技术，其余几篇为激光定位技术。我们试图通过本专辑介绍一些近年来国外微波、激光等新技术在测距、定位方面的应用概况和发展水平。

限于思想水平和翻译、编辑能力，本专辑的缺点和错误在所难免，欢迎广大读者批评指正。

1976年4月

目 录

Syledis ——一种新的无线电定位系统概念.....	1
使用微波高精度测距的新方法.....	6
实时计算机化的微波定位装置在近海的应用.....	25
使用微型计算机的测量仪器.....	32
激光定位装置和应用技术.....	37
激光在测地学及工程测量中的应用.....	45
测量器.....	52
激光测平系统光接收装置的构成和性能.....	55

Syledis——一种新的无线电定位系统概念

通常，通过测定无线电波在运动物体和安置在已知地点的无线电台之间的传播时间来决定运动船舶的位置。

要直接确定该传播时间，需要精确地知道无线电波离开电台以及到达活动接收器的时间。

从理论上讲，这是一种最简单的方法，但是直到最近使用了原子频率标准 (TORAN "O")，才实际运用了这一基本原理。由于现在所能利用的时间脉冲的稳定性仍不完善，所以尚有每小时几米的偏差，这便限制了定位的精确度。

否则，用无线电直接测定两点间距离的唯一方法是从第一点发出一个信号，在第二点接收这个信号，并把它发送回来。这样就可以测定发射和接收之间所经过的时间。这段时间同有关两点之间的距离的两倍成比例。

这需要在所测距离的两端各安放一台发射机。从理论上将一定数量的运动船舶限定为一个单元，就可以同时决定它们到达某一固定已知电台的距离。

如果两电台所发射的两个信号传播时间的差别能在同一点接收，并予以比较，这个问题就不用考虑了。如果提供一种同步的方法或者已明确知道传播时间，那末恒定时差便呈双曲线，双曲线的两个焦点就是两个已知的发射台。这种操作方法导致了双曲线系族的产生。运动船舶只携带接收器，其数量不限。

但是，所有这些无线电定位的方法必须用另一种观点加以考虑：怎样对到达某一给定点比如运动船舶上的无线电波的时间加以比较。

从根本上说，有两种测定方法可以考虑：脉冲技术和相位比较。

如果系统的发射器发射短脉冲，那么只要脉冲前沿的陡度与所要求的精度一致，就可以把脉冲的离开和到达时间加以比较。

所谓相位比较是假定发射正弦波，用相位计作相位比较。相位测定是非常精确的，但是从物理学上来讲，一个相位只能在相应于一个波长的周期内确定，这就造成了相位比较系统的主要缺点：不定性。这种不定性是取得精确度所付出的代价，因为波长越短，精确度越高，但不定性也越高。脉冲系统也会产生不定性，这种不定性取决于同所测距离有关的脉冲的重复率。但是，重复率并不直接受到精确度的约束，并能加以选择，因此不定性就不成为问题了。

但是，脉冲系统中的精确度直接同脉冲前沿宽度有关，这些系统的技术进展特别表现在减小脉冲宽度，同时，测距要求导致增大脉冲峰值功率。

减小脉冲宽度有两个缺点：

- 1) 减小了由脉冲传送的有关能量，并因而缩短测距；
- 2) 增大发射波的波谱频率。

目前通用 0.1 到 0.2 微秒的脉冲，在 30 到 60 公里距离内所需峰值功率为 1 到 100 瓦。象这样的峰值功率，要使用例如磁控管、速调管等特殊器件，这些器件的使用寿命较短，其最长平均失效时间为 500 小时。

另一方面，0.1 或 0.2 微秒的脉冲宽度分别相应于 10 和 5 兆赫的带宽。这样的带宽要使用高频载波，以使有关的带宽仍然可以接收。实际上，对于上述脉冲宽度使用频率为 3000 兆赫，5000 兆赫以及 9500 兆赫。

这些波的传播特点实际上将测距严格限制在视线以内,如果想使传播超过视线范围,那么峰值功率还需增加,因为这些波的能量衰减相应为距离能量的十分之一。

相位比较系统是精确的,而且可作远距离的测定。但是为达到一般所希望的精度和距离所需的波长(100千赫和2兆赫之间)会产生不定性的问题以及出现间接传播或无波传播的问题,这些问题阻碍或影响了该系统在晚间远距离的使用。

脉冲系统的不定性问题并不显著,但是想要达到所需的精确度就必须有短的脉冲宽度,并因而需要高频载波。短脉冲宽度以及这些波的传播特性迫使系统以相当大的峰值功率进行工作,特别是在要获得略超过视线的范围时尤其如此。

Syledis 系统

编码传送和信号处理的现代化技术使人们有可能设计一种系统,这种系统具有短宽度脉冲的优点,而无任何缺点。

交互作用法(correlation method)允许以长脉冲传播能量,它保持了通常由短脉冲装置所具有的精确度和通道鉴别。

这样,峰值功率可以大大减小。Syledis系统20瓦的峰值功率脉冲相当于旧式系统中100瓦的脉冲。

因此发展一种全固体装置,它的平均失效时间为5000小时,取代了使用真空管器件装置500小时的平均失效时间。制造高达400瓦的固体放大器没有任何技术上的困难。Syledis系统配备了这种放大器后,用0.5微秒脉冲系统就可完成一般需要2兆瓦峰值功率才能达到的测距。

应用上述技术可以制造出一种轻便的手携式装置,这一装置能在困难的环境里工作,并且有高度的可靠性,不需要很多的维护。

Syledis系统还利用了特殊的时间鉴别法,这些方法同旧式的脉冲系统相比:

测距精度至少提高三倍;

距离间隔增加了五到十倍(去除不需要的间接路径);

为被接收信号所允许,并不致于影响其精度的动量提高了20到30分贝;

Syledis系统的0.5微秒虚拟的等量脉冲能获得的精度,相当于其他方法以0.1微秒脉冲所能获得的精度。

这样,所需要的带宽缩小了五倍,而且可以使用十分不同的较低的载波频率,它具有一种更有吸引力的传播特性,不用很大的峰值功率就可以测定视线以外的距离。小山、沙丘及来往船只不会妨碍Syledis系统的使用。

Syledis 系统的操作特性

频率:

频带 420~450 兆赫。

由八个岸台及4个流动电台构成的完整系统只需要上述频带中的一种频率。

作用距离:

自由空间

短距系统——最小100米,最大250公里。

远距系统——最小200米,最大600公里。

水上的水平距离

在远动应答器及海岸信标上可采用四种类型的天线,根据所用天线的类型选择以下系数乘以视线距离即可得到所测距离:

a) 装在运动船舶上带天线N°1($G=0$ 分贝)的短距系统(20瓦):

天线:	N°1	N°3
	($G=0$ 分贝)	($G=7.8$ 分贝)
	N°4	N°5
	($G=12$ 分贝)	($G=19.5$ 分贝)

系数: 2.05 2.46 2.71 3.18

b) 装在运动船舶上带天线N°2($G=3.8$ 分贝)的短距系统(20瓦):

信标天线: N°1 (G=0分贝) N°3 (G=7.8分贝)
 N°4 (G=12分贝) N°5 (G=19.5分贝)
 系数: 2.14 2.57 2.83 3.33

c) 装在运动船舶上带天线N°2(G=3.8分贝)的远距系统(400瓦):

信标天线:
 N°3 (G=3.47分贝) N°4 (G=12分贝) N°5 (G=19.5分贝)
 系数: 3.47 3.82

从这些数字可以看出 Syledis 系统的测距能力。

运动船舶的速度:

获取信号——0~130 浬

操作——0~300 浬

精确度:

分辨力——4"

绝对精确度——6 呎

受能得到折射指数的精确度的限制——

波幅: $-\sigma$ 相当于 1 呎到最大距离的 0.7 倍。

运动速度引起的误差——

0 到 100 浬: 0

在 200'' 时: 小于 24 呎

Syledis 系统的操作方式

Syledis 系统可以作为测距系统, 也可作为双曲线系统或同时作为两种系统使用。

岸上信标可以联成 2 到 8 个信标的信标链。

a) 测距操作法:

在系统的基本配置中, 有四台运动体测量 2 或 3 段距离, 海岸信标的附加选择装置使测量范围扩大到 9 个运动体——2 段距离或 7 个运动体——3 段距离。在所有情况下, 运动询问器可以选择任何一种配置方式, 它包含 8 个信标中的 2 或 3 个。无论作何种选择, 全系统需使用单一的频率。

b) 双曲线操作法:

在 8 个信标中可以选择任何组合方式, 建立二或三个有或无共同焦点的 Lop's, 这样可以得到独立的成对配置。运动体采用双曲线法操作时只携带接收器。因而, 可以使用同一装置的运动体数量不限。

c) 测距——双曲线操作法:

一套 Syledis 系统可以同时为配备有询问器的运动体使用, 以及配备有以双曲线法工作的接收器的其他物体作测距操作。

Syledis 系统的规格

询问器(运动装置):

询问器部件全部放在一个外壳内, 外壳和电源及天线相连接。

在远距系统中, 询问器和天线之间插入一个功率放大器部件。

询问器部件的规格:

重量——33 磅

尺寸——19 吋 × 9 吋 × 17.7 吋

防漏

温度——操作时 +32°F 到 +140°F

——储藏时 -60°F 到 +170°F

电源要求——

电压 24 伏直流 (22-30 伏)

电流 4.2 安培 (24 伏)

平均失效时间——1200 小时 (不作维护操作)

预热——10 分钟

信标部件:

单一的外壳和电源及天线相连接。

用作 400 瓦远距操作时, 可在信标部件和天线之间插入一个功率放大器部件。

信标部件的规格——

重量 33 磅

尺寸 15 吋 × 6.5 吋 × 17.7 吋

外壳密封, 以防止湿气、沙尘、盐份和水浸入。

温度 操作时 -22°F 到 +140°F

储藏时 -60°F 到 +170°F

电源要求

电压 在 11 和 30 伏之间的任何直流电压, 不作任何转换。

电流 操作时: 12 伏, 3.1 安
24 伏, 1.8 安
备用时: 0.35 安(11 到 30 伏)

平均失效时间 4000 小时(不作维护操作)

预热 10 分钟

选用可插入的程序编制时间脉冲装置

附加功率放大器:

重量 55 磅

尺寸 19 吋 × 8.6 吋 × 13.7 吋

外壳密封, 以防止湿气、沙尘和海水浸入。

温度 操作时 -22°F 到 +140°F
储藏时 -60°F 到 +170°F

冲击可在 10 毫秒内承受来自任何方向的 100 克重量的冲击。

电源要求:

电压 22 到 30 伏

电流 10 安

通带 420~450 兆赫

峰值功率 400 瓦

谐波 -55 分贝。

平均失效时间 5000 小时(不作维护操作)

Syledis 系统的天线

共有五种类型的天线, 可供运动询问器和固定信标根据所要求的距离、输送及设备按装情况选用。

N°1: 增益 0 分贝

垂直偶极子

长度 3 呎

直径 1 吋

水平图形 360°

垂直图形 60°

重量 6 磅

N°2: 增益 3.8 分贝

垂直偶极子

长度 5¹/₂ 呎

水平图形 360°

垂直图形 27°

重量 15.4 磅

N°3: 增益 7.8 分贝

垂直偶极子

长度 7¹/₂ 呎

水平图形 120°

垂直图形 13.5°

重量 15.4 磅

N°4: 增益 12 分贝

高度 19 呎

可折迭为 2 段 每段 9.5 呎

水平图形 160°

垂直图形 7°

重量 35.2 磅

N°5: 增益 19.5 分贝

高度 18 呎

水平图形 32°

垂直图形 6°

重量 46 磅

N°1 和 N°2 式样天线供运动船舶使用, N°1 特别适用于小船、直升飞机和一般飞机。

N°1、N°3 和 N°4 式样天线供正常测距信标使用。

N°5 式样天线供远距系统使用。

询问器外部设备:

下列外部设备可和 Syledis 系统询问器相连接: UCM 信息处理机、绘迹器、印刷器、磁性记录器、纸带穿孔器及航线跟踪器。

询问器输出:

有三个存储并联输出, 每一输出各有 7 位读数, 同 3 个 Lop's 相对应。

并和数字绘迹器 T_6 、 T_7 或并联的输入印刷器相连接。

三个 Lop's 共用一个输出, 二-十进制编码按顺序排列在四条线上并行输出各个数字。

一个供外部时间脉冲用的输入接线, 以编制连续信息组的输出。

一个在寄存器容量变化时作为抑制信号的输出接线。

三个有效的输入接线,各个 LOP 相应一个输入线。

该输出可以连接到 UCM 信息处理机或顺序记录器。

距离信息每 2 毫秒更新一次。

UCM 部件:

UCM 是微型程序信息处理部件,它将距离或双曲线坐标转换成实时矩形坐标。

UCM 部件还可为预定航线的偏差关系提供必需的全部计算。

UCM 部件还可用作数据记录器。在标准组件中编制计算程序,并将它们排列为可编程序的唯读存储器。不需使用纸带。

标准程序组件可实现将距离-距离坐标或双曲线坐标转换成 XY、郎伯、UTM、经度-纬度。

从圆周转换成 XY 的时间为 25 毫秒,从距离-距离坐标转换成郎伯或 UTM 的时间为 60 毫秒,从距离-距离坐标或双曲线坐标转换成地理位置坐标的时间为 600 毫秒。

UCM 的外部设备:

UCM 部件可以连接八个外部装置。

绘迹器 T_6 或 T_7 , 它可以在固定的矩形纸或滚动纸上以所需的坐标系统和所需的尺度自动绘制跟踪航线;

并联输入印刷器;

磁性记录器;

纸带穿孔器;

自动偏差指示器,它可以跟踪由连续直线段限定的预定航线图。从一个直线段可自

动转换到另一直线段,用唯读存储器或通过键盘可储存多达 47 个直线段。

偏差指示器可提供以下数据:

到达下一航点的航向;

到达下一航点的距离;

程序段的号码;

横向偏差(灵敏度 3 呎);

从键盘进入的任何一点的方位和距离。

偏差指示器重 9 磅,尺寸为 10.6 吋 × 4.3 吋 × 9 吋,它从 UCM 部件取得能源。

结 论

Syledis 系统集中了脉冲和相位比较技术的优点,不存在通常的局限性。

作为一个测距系统或双曲线系统,或者测距、双曲线系统,它能够日夜工作,不会产生不定性,一般的障碍不会对它所测的距离有多大的影响。

这套系统可以移动,工作时不需人照看,安装、使用和维护都很容易。它象一般全固体器件一样,维护费用很低。

它的测量精度和范围使其同许多涉及船舶和飞机的应用方面有关:水道测量、测深、疏浚、港口工程、管道铺设、石油勘探、工作台定位、船舶试航、浮标测量以及污染情况的调查等。

译自 «Offshore Technology Conference, Preprints»

1974 年,卷 1,683~687 页

使用微波高精度测距的新方法

【摘要】 本文叙述了应用于近海管道铺设工程中的微波测距系统的设计、发展、安装和使用。讨论了测量时产生误差的原因、纠正的方法以及系统和机械的设计。因装置的变动所导致的最大不可校正的误差为0.25米。分析表明，由于微波传播的影响而产生的误差可达1米。

一、问题的定义

1. 近海管道的定位

这里所介绍的装置可以用于其他地方，但它是为在海底铺设、维修石油和天然气管道而专门设计的。这些管道用于收集和运输近海油井、气井的产品。

管道铺设的操作分以下几步进行：

(1) 对将采纳的路线作初步勘测，它包括对本地区已铺设的管道及电缆等进行调查，用测深决定水深，测定潮流。有时，要由潜水员对某些地区进行勘查。画出一张准确的称为“预定工作区域图”的路线图，并标出铺设管道的地方。

(2) 对必要的地方，要用挖掘、疏浚或爆破的方法平整海底。

(3) 管道要予以焊接，并在接头处进行包扎，再沉放入海底。这项工作由一艘大驳船完成。驳船朝与拖船下锚相反的方向拉紧管道。驳船本身没有动力推进装置。

(4) 管道的位置由勘测船用声纳进行核查。

(5) 管道由另一艘驳船来掩埋，通常是用水压来完成。

整个工程需要很长的时间和昂贵的资金，所以，管道的可靠性和耐久性就十分重要了。

精确性主要是为了使管道得到保护。精

确的定位可从两方面来保护管道。较为明显的一方面，当然是能使管道沉放成一条直线；另一方面，可以防止管道弯曲。如果锚开始滑动，驳船后退，就可能使管道弯曲。精确的定位可以对走锚的程度作出估计并及早报警。

把管道沉放到预定的地点，掩埋管道以及将来维护或修理管道时能确定其位置都要求进行重复定位。

低频定位系统例如洛兰(Loran)系统和迪卡(Decca)系统不仅不能满足所需的精确度，而且，由于电弧焊结和高频通讯设备的干扰，实际上不能在铺设管道的驳船上使用。

2. 三角测量法定位

最近采用的是一种用微波测量直线距离的方法。测出到达两个参考点的距离，就能通过三角测量法定出船舶的位置(图1.A)。当所对角度较小(图1.B)或较大(图1.C)时，要精确地测定船舶的位置，直线测距就需要非常高的精确性。

3. 以前的方法

以前设计的测距仪采用对发射和返回的调相波的正弦调制波形的相位加以比较的方法来测定距离。要得到理想的效果，需要高的调制频率。因为电磁波在其波长比所测的距离短的范围重复，所以高调制频率会产生不稳定性。要解决这个问题，需另外对较低调制频率进行测定。能够自动测定并计算

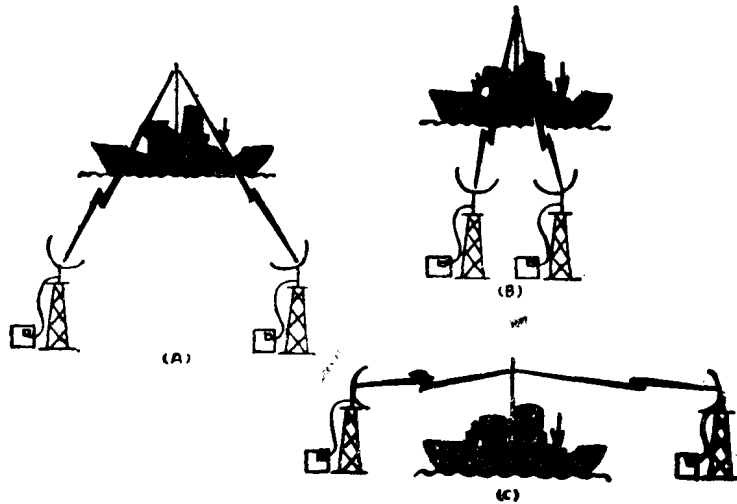


图1 装置的使用

出所测距离的设备肯定是很复杂的。这里谈的设备样机从概念上讲是简单得多了,所以,比较容易维护。

对测距装置的要求是精确、可靠、易于维修、不受干扰,其次考虑的是尺寸、重量、电源的消耗和价格。

二、系统概述

1. 测量传播时间

本测距系统包括一套装在船上的发射机、接收机和计时装置(询问器/计时器)以及分设在两个固定点的两套发射-接收装置(应答器)。使用的信号是“脉冲频率”或经调制的“移频键控”(FSK)。为了得到低频谱密度(持续时间短——200毫微秒)和良好的分辨力(快速上升)的调制信号,使用了一种快速上升、持续时间短的脉冲。保持足够低的重复率(1千赫),以消除不稳定的问题。(电磁波由于必须往返,每300公里重复一次。第一次不稳定现象出现在大约距离为150公里的地方,比配有良好的塔架和天线系统的有效距离要短)。系统的全部时限用脉冲的前沿来完成,所以,脉冲只需持续到通过无线电装置而无明显的振幅下降即可。测得的同类型的无线电装置的上升时间约为50毫微秒,

所以,选用的脉冲持续率为200毫微秒。

操作是很方便的。向应答器发出一个信号,这个信号经应答器检测、处理,再予以回射。测出往返时间,就可算得对应某假设传播速度的距离。(对于系统另一点不同的大气条件要作校正)。

2. 装置延迟变化的校正

以前的测量表明,信号电平的不同或装置内部的温度变化可以使所测距离的结果相差10米之多。为了得到所要求的 ± 0.25 米的精确度,需要用一些方法来校正这些差别。使用的方法见图2。测定通过应答器的延迟时间的方法,是在射频鉴频器中检测发射出来的脉冲,并使用这一脉冲来调制本机振荡器的频率。本机振荡器的频率朝一个方向转换,在射频鉴频器的输出时产生一相反极性的脉冲。将此脉冲也发射出去,这样,调制波形的正、负脉冲的前沿先后所达时间代表了通过应答器的延迟时间。这包括了通过射频鉴频器、脉冲限幅器及本机振荡器的延迟时间,但它并不是直接通路应答器延迟的一部分。所以,必须控制这些元件中延迟的变化,以防止产生误差。脉冲限幅器回应一极性的脉冲,这样就能排除振荡。当信号回到询问器时,使用相同的方法校正中频射频放大鉴频器中的延迟变化(图2)。

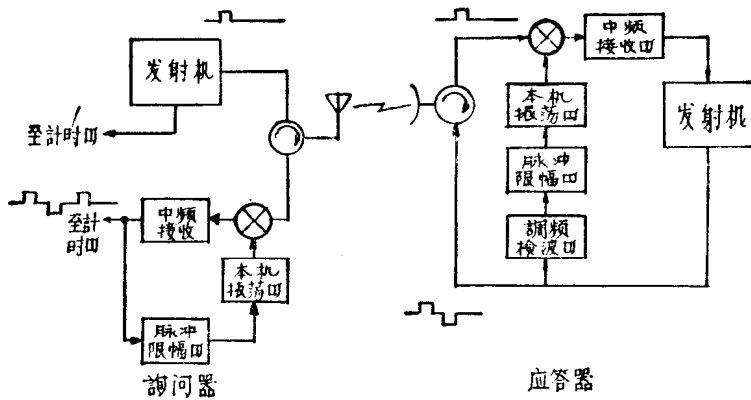


图2 装置延迟时间的测定方法

在询问器中，所选用的极性要能够反应出应答器中外加在信号上的脉冲，并重新插入一与原先所发射的脉冲极性相同的脉冲。这样，两个相同极性的脉冲之间间隔的时间将直接随着应答器的延迟与询问器的中频延迟的变化而变化。在脉冲从询问器中射频鉴频器输出时开始往返时间的测定，以便在测定中消除询问器发射机的延迟变化。从一脉冲的前沿到第一个接收到的脉冲的前沿测定往返时间。测出组合装置的延迟时间(第一个和最后一个接收到的脉冲之间的时间)，并从往返时间中予以扣除，即可得到校正了的往返时间。用造好的装置所作的试验表明：这种校正回路使因装置的变化而产生延迟所引起的误差减少到大约1%。

3. 计算和控制

时间的测定、所得各次结果的平均、计算及系统的控制，均由H-P公司(Hewlett-Packard)5360A型计算机来完成。这是一种最近介绍的装置，它把一台小计算机和一个非常精确的计时器(±1毫微秒)结合在一起。程序编制由hp5376A系统的程序编制器来完成。它在“硬件”程序编制中使用插头或二极管组件。(另外，有一个可作简单程序编制的键盘，这在初步设计阶段是有用的)。有关程序编制在第3.3节和附录B中详述。计算出的距离在计算机的面板上显示出来(以

米为单位)，然后以二进制编码读数(BCD)的形式从程序编制器的后部输入主计算机。采用声频脉冲群使两个应答器接通或切断，以轮流测定和显示两段距离。这两段距离用改变已显示的距离和输出距离的代数符号加以区别。声频脉冲群由计算机/程序编制器进行控制。每一距离的测定/显示时间大约是半秒钟。

4. 操作通道

用一个简单的3千赫的基本频带的联络线作为询问器和应答器之间的声音联络。在使用联络线时，为了听清操作应答器的人的讲话，必须停止系统的转换。发射偏差很低，足以能够在用正常音调通话时测量距离。

5. 机械结构

附录C中有应答器和询问器的照片。因为设计进行到一大半时，系统的设想有了改变，所以，询问器的外壳太大。(原来的设想要求应答器具有不同的频率，这就需要在询问器中设有两台接收器，转换系统主要是为保存频谱间阵而设计的。)装置外壳须绝缘和加热处理，以减少因气温变化而产生的误差。

应答器放在一个铝铸件内，铸件的盖上有衬垫，接头处是密封的，以保持水密。

三、系统设计

下述系统规格都已经过同意,并作为合同的一部份。

(1) 系统增益——特殊要求的精度最小为 110 分贝;设计要求的精度为 120 分贝。

(2) 由于射频装置,包括温度或电源电压的变化所导致的系统误差:

a) 当运用柯林斯(Collins)提供的校准数据进行温度校正时,80%读数的绝对精确度在 ± 0.25 米范围内。

b) 不作温度校正时为 ± 0.8 米。

(3) 航道计算的不定性——最小为 100 公里。

(4) 信号读出时间——每隔半秒钟各距离的读数轮流读出一次。

(5) 射频频率稳定性为 $\pm 0.05\%$ 。

(6) 射频发射机在分系统输出联节点的功率——最小为 3 瓦。

(7) 接收机噪音系数——最大为 10 分贝,包括预选滤波器。

(8) 装置得到 FCC 的批准——合格。

(9) 调制输入——两个输入。一个适用于脉冲输入;另一个用于联络线。

(10) 功率消耗:

a) 岸上的应答器——24 伏时为 3.5 安。

b) 主台——包括计算机在内,每个通道在 110 伏,60 赫时为 6.0 安。

(11) 同一天线的两个接收机的最小分辨率——50 兆赫。

(12) 同一天线的发射机和接收机的最小分辨率——60 兆赫。(必须避免在 ± 70 兆赫和 ± 140 兆赫的区间工作)。

(13) 装置的最大振动和冲击:

最大振动	最大冲击
MIL-T-4807A	MIL-T-4087A

方法: 1A 方法: 3A

(14) 温度范围:

a) 装在岸上的装置从 0° 到 $+50^\circ\text{C}$ 。

b) 装在船上的装置从 0° 到 $\pm 50^\circ\text{C}$ 。

(15) 大气的温度及含盐量:

a) 装在岸上的装置使用时要能经受潮湿及含盐分的空气。不使用时应加以保护。

b) 装在船上的装置在保存和使用时要加以保护。

(16) 近似的频率范围——2.5 到 2.7 千兆赫,以及 3.0 到 3.2 千兆赫。

(17) 射频界面——接收机和发射机的连接为 50 欧姆同轴电缆,包括环行器的返回损耗为 26 分贝。

(18) 数据输出:

a) 来自两个方向测距的距离信息交替地在位于 hp5376A 系统程序编制器后面仪表盘的两台 50 插头“二进制编码读数数据输出”连接器上显示出来。数据以浮点形式表示,它与按图 1 的晶体管-晶体管逻辑电路(TTL)中插头用途相一致。

b) 测距范围从 0 到大约 130,000 米。

c) 使用输出符号(+或-)来表明所显示的是哪一段距离,如表 1 所示。

d) (略)

e) 当数据完全载入这些连接器时,每一个“二进制编码读数数据输出”连接器在管脚 48 均有数据读出的指令。这是 +5 伏到 0 伏的负脉冲,宽度约为 15 毫微秒。

f) 在每个“二进制编码读数数据输出连接器”的管脚 22 有一条“数据变换抑制”线,当这一管脚上保持 +2.5 伏或更大一些的电电压时,输出数据就不能变换。测距系统将停止工作,并要等到准备输出新的数据时再行启动。

g) 柯林斯(Collins)公司只用了测量距离必不可少的连接器对测距装置作了试验。对计算机或其他装置的界面由布朗-鲁特(Brown & Root)公司负责。

h) 相同的测距信息在 5360 计算机面板的 NixieR 管式读数器上显示出来,如表 1

表1 测距编码

范围	距离范围的符号	外部		近似的显示时间
		编码	“辅助”管脚电压	
A	-	0	0~7 伏	0.5 秒
B	+	1	2.4~5 伏	0.5 秒

所示,其符号表明所显示的是哪一段距离。

1. 计时精度和距离

测量往返时间和信号鉴别装置的延迟时间的计算机在工作温度范围中的最大误差是1毫微秒加上时基误差。时基的长期稳定性定为每天 5×10^{-10} 。假如两次校准间隔为6个月,那么最大漂移应该为 8.75×10^{-8} 或大略为 10^{-7} 。在费时为1毫秒的测量中,(最大往返时间)误差为0.1毫微秒。从而计算机本身所引起的总误差为1.1毫微秒,与此对应的距离误差为:

$$de = \pm \frac{3 \times 10^8 \text{ 米/秒} \times 1.1 \times 10^{-9} \text{ 秒}}{2} = \pm 0.165 \text{ 米}$$

因为总的规范要求误差为 ± 0.25 米,(不作校正时为 ± 0.8 米),而且询问器中还有其他对温度敏感的元件,所以决定要对询问器外壳的温度加以控制。(据认为这种方式虽不能使长期漂移的问题得到改善,却能缩

小为 ± 1 毫微秒的误差)。

2. 装置延迟的变化

另外一个导致装置产生误差的主要原因是信号通过发射和接收装置时产生的时间延迟的变化。(必须指出,本文中提到的临界参数“延迟”,是指“绝对延迟”,以区别于多路通讯装置中特别重要的“微分延迟”)。这些延迟的变化是由环境条件、供电电压或所接收信号电平发生变化而引起的。一般使用的方法在第2.2节中已经叙述过,这里就不再重申了。有些细节值得进一步讨论。正如从图3可以看出:射频鉴频器、脉冲再生限幅器、本机振荡器及本机振荡滤波器都是在延迟测量回路上,而不是在直接信号回路上。延迟的变化或这些元件中明显的延迟必须保持在最低限度。因为调制波形的上升时间是有限的,所以幅度变化就会转换成计时误差(见图5)。为要减少由这种影响而产生的最终误差,就得减少上升时间或幅度的变化。上升时间受系统频带宽度的限制,而频带宽度又受系统增益的限制。我们折中采用了7兆赫的视频波段,结果装置的总增益数为113分贝,上升时间约是50毫微秒。200毫微秒脉冲的脉冲形状还是合理的。这一脉冲的顶端虽是圆的,但高度不变。

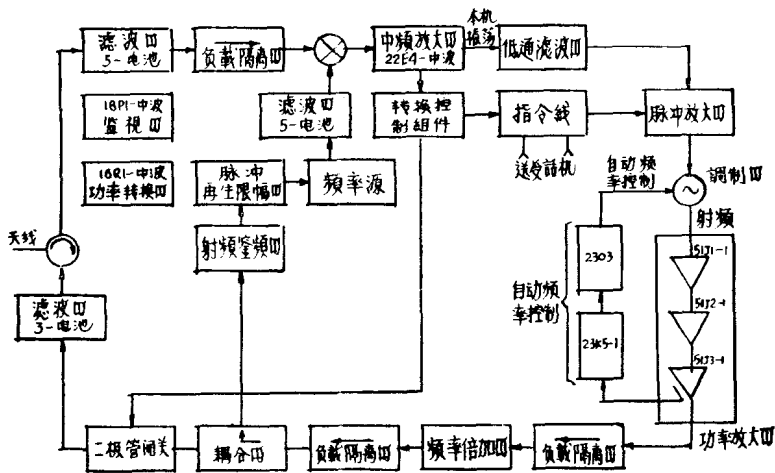


图3 应答器

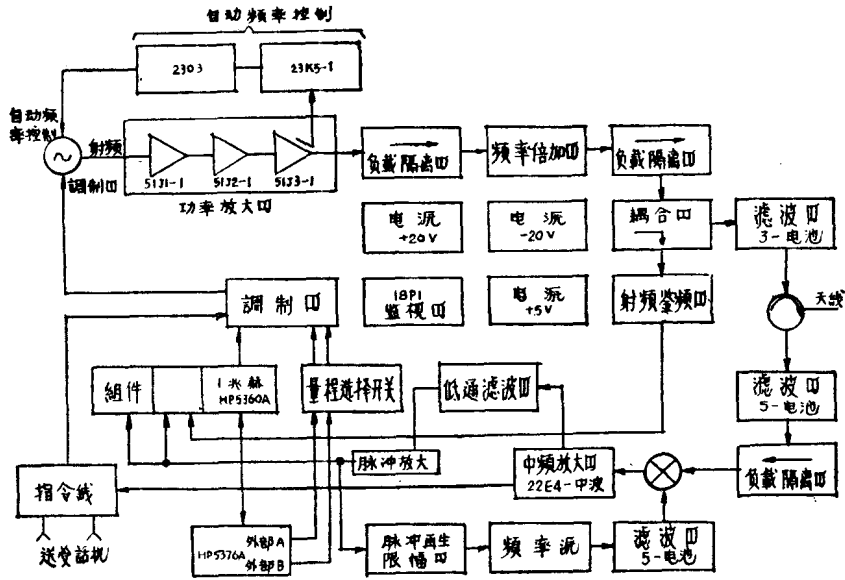


图4 询问器

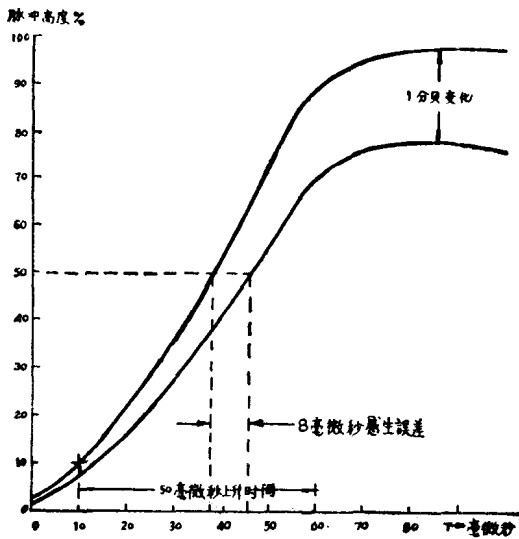


图5 上升及时间误差

当上升时间为 50 毫微秒时, 放大后测得的电压或“薄”(决定)电平(图 5)变化 1 分贝大约相当于 8 毫微秒的决定误差, 或略大于 1 米的测距误差。

在我们所允许的(由于温度变化所产生的) ± 0.8 米的误差中, ± 0.5 米是这 1 分贝的变化所产生的误差。其中包括电源的一系列变化、探测器的变化及“薄”电平的变动。要得到这种温度的稳定性是困难的。

射频鉴频器设计有可作温度补偿的殷钢空腔及匹配的二极管, 以减少绝对相位延迟及输出振幅因温度而引起的变化。脉冲再生器和限幅器实质上是一种增益很高的放大器, 其主要元件为有温度补偿的集成电路微分放大器。由这个组件引起的最终误差很小。

本机振荡器用一个温度稳定的殷钢空腔以及加在调制变容二极管上的二极管补偿偏压。因为这个元件是外购的, 所以要控制它的设计是困难的。但很明显, 以上这些步骤是合适的。本机振荡器的滤波器用来从本机振荡器频率中去掉低于 70 兆赫的调制成份。这些成份如果不被抑制下去, 就会在混频器中混在一起。产生一种假的中频输出。这种输出肯定只能是低信号电平的。由此产生的主要不良作用是减低接收机的灵敏度, 并因此而相应地减低系统的增益。滤波器采用殷钢作材料以防止因温度引起的延迟时间的变化。

3. 计时和控制

本系统的时间测定、计算和控制由 hp5360A 计算机系统来完成。这一最近引进的装置由于有一台小的计算装置, 故具有过