

## 超声波导盲手杖的原理与设计

吕杰

(国营第六一三厂)

1991年7月23日收到

笔者在“小喇叭超声波传感器的工作原理与设计”<sup>[1]</sup>一文基础上,新设计制作了一种超声波导盲手杖。自动(或键控)选通回波声时比较法测距,窄波束测向,音响指示。距离识别为0.3m—1.2m及1.2m—3m;方位识别为6°。“6F22-9V”电池供电,整机耗电6mA—30mA。兼行手杖功用。

### 一、引言

利用超声波探测技术辅助盲人行路,具有良好的社会福利意义。商品导盲器目前国内市场罕见,与盲人需求相差甚大。综合分析表明,解决好功能价格比与我国盲人购买力的矛盾,是开拓市场的关键。

超声波导盲手杖的优点是将超声波探测障碍物功能与手杖触探障碍物功能结合为一体,适应盲人在较复杂的环境中灵活运用。超声波探测和手杖触探各有用途,前者适宜先期发现较远的和较大的障碍物(树木、建筑物、车辆等等);后者适宜于鉴别身边(脚下)低矮障碍物及反射声波不良物(网绳、坑洼、砖石、花丛等等)。两者功效相辅相成,有利于减轻盲人应用新技术的心理压力,增强安全感。

超声波导盲手杖突出超声波探测功能。本文着重介绍其工作原理及设计。

### 二、工作原理

超声波导盲手杖仿照主动式声呐工作原理,见示意图1。图1中,超声波传感器“发-收”兼用。传感器定向发射超声波脉冲,如果声波行进途中有障碍物,则声波被反射回来,被传感器接收。由于声波在空气中传播的速度 $v$ 是一定的,由发射脉冲和接收脉冲的时间间隔 $\Delta t$ 决定了障碍物与盲人之间的距离 $S$

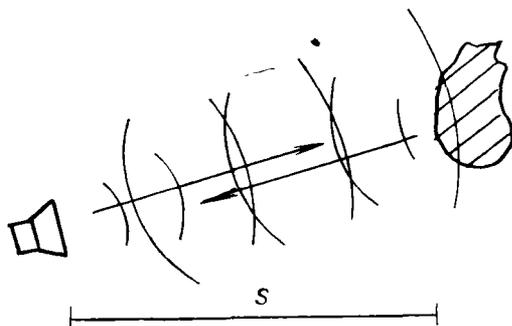


图1 工作原理示意图

$$S = \frac{1}{2} v \Delta t \quad (1)$$

根据(1)式,采用自动和键控(手动)选通回波声时比较法测量 $\Delta t$ ,并将结果处理成标志障碍物距离的音响指示(两种音响)。盲人靠听觉鉴别音响指示,识别障碍物距离。

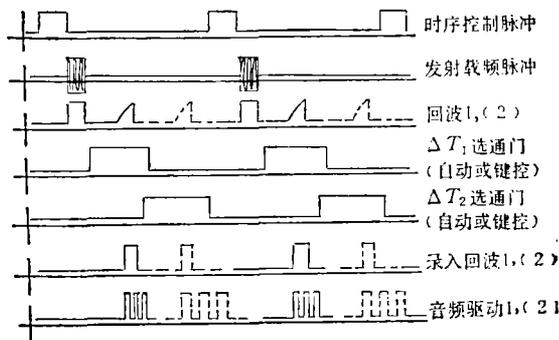


图2 信号时序处理示意图

选通回波声时比较法测量 $\Delta t$ 的原理见“声-

电”信号时序处理示意图 2. 由图 2 可见, 回波 1 和回波 2 分别被设定的  $\Delta T_1$  选通门和  $\Delta T_2$  选通门录入, 并分别触发音频驱动 1 和音频驱动 2 动作.  $\Delta T_1$  开门时间和  $\Delta T_2$  开门时间分别由设定距离 1.2m 和 3m(满足盲人实用要求而确定的两个最大探测距离. 对 3m 以上距离, 盲人认为不需要考虑.) 可用(1)式解得. 因此, 通过声时比较

$$\begin{cases} \Delta t \leq \Delta T_1 \\ \Delta T_1 \leq \Delta t < \Delta T_2 \end{cases} \quad (2)$$

得到障碍物距离识别为 0.3m—1.2m 及 1.2m—3m. (0.3m 以内为传感器盲区.)

图 2 中, 设置自动和键控(手动)开门方式的实用意义在于: 自动方式适用于户外开阔环境, 键控方式适用于室内或狭窄环境. 键控方式的键名有, 通电/自动键, 3m 键, 和 1.2m 键, 共三个键. 另外, 两种音响指示与键控方式的两个距离键相当, 可供盲人校对听觉, 不必熟记音响特征. 还可供盲人根据需要进行探测距离, 以提高识别障碍物的可信度.

障碍物的方位识别能力由超声波传感器的声波束开角决定. 设计本机传感器波束开角为  $6^\circ$ .

### 三、结 构

超声波导盲手杖由电路及超声波传感器两部分组成(手杖柄为机壳). 电路框图如图 3 所示. 由于信号控制设计简单, 所以选用通用价廉的单电源 COMS 类器件(与非门, 放大器, 比较器等), 实现本电路. COMS 类器件另一个优点是电耗低. 本整机电耗 6mA—30mA, 由“6F22—9V”电池供电.

超声波传感器是利用弯曲振动模式的振子, 经碗形膜大振幅振动及抛物线喇叭声聚焦, 实现高效率“发-收”超声波(实际作用距离远大于本机限定的 3m). 其结构示意图见图 4.

传感器的工作原理为<sup>[1]</sup>: 简支的迭层灵敏元件在载频脉冲交变电场激励下, 产生弯曲模谐振, 再经碗形膜振动变幅和降低力阻抗, 辐射

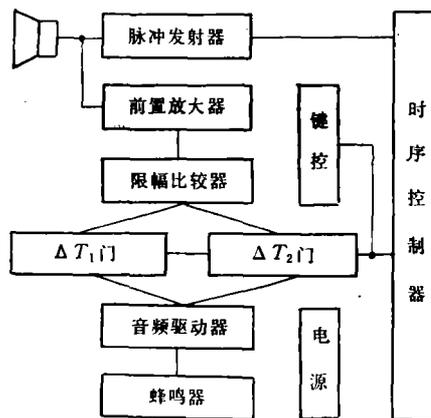


图 3 电路框图

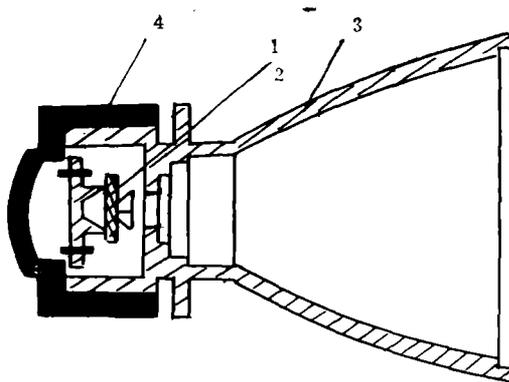


图 4 传感器结构示意图

1. 弯曲模振子 2. 碗形膜 3. 抛物线喇叭 4. 后罩

出超声波. 超声波通过抛物线传声喇叭腔小端口, 在台阶段与变体积空气腔实现波阻抗的过渡匹配. 超声波到达抛物线传声喇叭焦点后, 再经聚焦, 反射过程的声阻抗变换, 在大开口端实现与空气平面波阻抗的有效匹配, 向空间高效率辐射超声波脉冲信号. 这种传感器以接收状态工作时, 过程与此相反. 值得注意的是, 碗形膜的“力-声”变换特点, 其被固定在迭层灵敏元件最大振幅点(圆心)上, 大振幅振动有利于推动介质密度低的空气. 该膜应选用质量轻、柔顺性高、压延性好的金属材料.

超声波导盲手杖的实用功能及结构见示意图 5. 由图 5 可见, 盲人的感觉(手)和听觉(耳)与超声波导盲手杖共同构成功能系统, 完成环境信息鉴别.

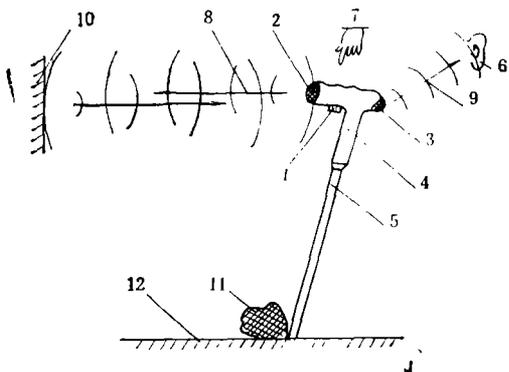


图5 功能与结构示意图

1.键 2.探测窗口 3.音响窗口 4.柄/机壳 5.杆 6.听觉(耳) 7.感觉(手) 8.发收波束 9.音响指示 10.障碍物 11.触及物 12.路面

超声波导盲手杖使用简单,盲人将手杖的探测窗口朝向目的方向,选择按键(通电/自动键,或3m键,或1.2m键)搜索。如果有障碍物,则音响指示,根据音响识别障碍物的距离及方位。认为需要时,行手杖触探。

## 四、结 语

超声波导盲手杖研制中,由于顾及盲人购买力水平,力图将其价格维持与目前市售全波段收音机的价格相当,因此,功能设计尽量简化。

超声波导盲手杖的柄(机壳)、杆以及大部分结构另件为增强塑料模压件,超声波传感器的大部分结构另件亦为塑料模压件,整体工装系数达90%以上,宜于批量生产,成本较低。

超声波导盲手杖经盲人和在医院眼科住院患者中试用,实用效果良好。实践证明,本手杖亦可作为眼科医院改善病房管理的自助护理器械。

本研制工作得到谢永长,徐合凤,刘万福和中国人民解放军第202医院王爱平等人大力帮助。在此一并致谢。

## 参 考 文 献

[1] 吕杰,声学与电子工程,1(1989),38-40.

# 高温金属超声探伤声耦合棒设计

吕千霖 褚梅娟

(中国科学院武汉物理所)

1991年8月20日收到

本文讨论了单探头压力法高温金属超声探伤用声耦合棒设计要求,并推导出设计这种耦合棒的有关公式。

## 一、问题提出

压力强迫声耦合高温金属超声检测的难题在于高温与声耦合的困难,设计声耦合棒,是为了解决这一难题。它是采用一定压力,使声耦合棒与具有一定塑性的高温金属试件实现强迫性声耦合;同时声耦合棒又可作为较长的

温度过渡层,而保证常规压电换能器的正常工作。

对于声耦合棒的理论设计,除要考虑与高温钢坯实现强迫性声耦合起到温度过渡层的作用外,还必须满足超声探伤的声学技术要求,使棒中不出现严重影响探伤的边缘反射波。双探头声耦合棒虽可不考虑这种波的影响,但接触面大,声耦合困难。本文只讨论单探头声耦合