

# 同向车辆防碰系统的实验研究

刘纯荣 魏忠仁\* 严碧歌 董胜林 陈启敏 付刚善\*

(陕西师范大学声学所 西安·710062)

根据超声测距和Doppler原理,采用微机控制测定两同向行驶车辆的车距及相对速度,实时判断,及时决断是否刹车和报警,以有效防止撞车事故的发生。

## A experimental research on preventing system for collision accident in the case of same direction running automobiles

Liu Chunrong, Wei Zhongren\*, Yan Bige  
Dong Shenglin, Chen Qimin, Fu Gangshan\*

(Applied Acoustics Institute Shanxi Teachers University)

(\* Physics Department Shanxi Teachers University)

In this paper, according to the ultrasonic ranging and Doppler principles, a micro-computer-based controlling system is developed to measure the distance and relative speed between two same direction running automobiles. The system can be used to alarm the drivers to break instantly so that it can efficiently guard against the collision accidents.

### 1. 装置功能

- (1) 后车能实时测出后车相对前车的距离;
- (2) 后车能实时测出后车相对前车的速度;
- (3) 由车距和相对速度两个参数判定两车是否可能发生碰撞事故,若不可能,后车

照常行驶,若可能发生碰撞,则后车自动发点刹车或刹死车讯号以实现点刹车或刹死车,同时向再后车驾驶员报警,以便人工刹车,绝对防止碰车事故发生。

### 2. 测距和测速原理

车间距的测量由超声测距法完成,原理

---

\*陕西师大物理系

收稿日期: 93-6-14

如下图所示。

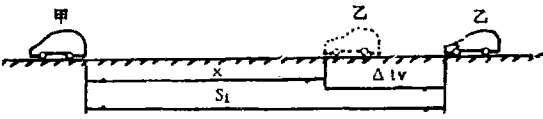


图1 车距测量原理图

甲车在前面跑，乙车在后面追，设乙车对甲车的相对速度为 $v$ 。在乙车上安有超声波发射与接收装置，设于 $t$ 时刻，乙车向甲车发射一串超声波脉冲，经 $\Delta t$ 时间，该波被甲车反射后由乙车接收，设 $t$ 时刻时，甲乙车相距 $s_1$ ， $t + \Delta t$ 时刻甲乙车相距为 $x$ ，在 $\Delta t$ 时间内超声波传播的距离为 $s = s_1 + x$ ，乙车于时间 $\Delta t$ 内走过的距离为 $\Delta tv$ ，设声速为 $c$ ，则 $s_1 + x = \Delta tc$ 。于是有：

$$x = \Delta tc - s_1 = \Delta tc - x - \Delta tv$$

$$x = (1/2)(\Delta tc - \Delta tv) \dots (1)$$

由于装有超声波发射和接收装置的乙车相对于甲车以速度 $v$ 在运动，因而，由于多普勒效应，由甲车反射而被乙车接收的反射超声波，相对于发射波来说将产生频移现象，设频移讯号为 $f_d$ ，发射频率为 $f_0$ ，则由声学理论可知，后车相对于前车的速度为：

$$v = f_d c / 2f_0 = fc / 2f_0 \Delta t \dots (2)$$

式中 $f$ 为 $\Delta t$ 时间内产生的频移讯号个数。

(2)代入(1)有：

$$x = (c\Delta t/2)(fc/4f_0) \dots (3)$$

由(2)、(3)两式可见，只要能及时测出时间间隔 $\Delta t$ 及 $\Delta t$ 内发射波和反射波之间所产生的差频讯号个数 $f$ ，即可由(3)、(2)两式立即计算出两车之间的距离及后车相对于前车的速度 $v$ ，进行判断以决定后车是否要刹车。 $c\Delta t$ 为超声波于时间 $\Delta t$ 内在空气中的传播距离，可如下来测量。由于空气中的声速 $c = 330\text{m/s} = 990\text{m}/3000\text{ms}$ ，即时间每经过 $3\text{ms}$ 声在空气中约走 $1\text{m}$ 距离，亦即 $c\Delta t = \Delta t \text{ms}/(3\text{ms}/\text{m})$ 。这就是说，对某一段时间，若以 $3\text{ms}$ 为单位进行计时，则在该段时间内

声学技术

所计时间单位数，乃是声在空气中所传播的距离米数，本文中，将采用计时法来测量超声在空气中的传播距离，而且由上讨论亦可知，若以 $6\text{ms}$ 为单位对 $\Delta t$ 计时，则所得计时数即为 $\Delta t$ 时间内声在空气中所传播距离之半 $(\Delta tc/2)$ 。

频移讯号如下产生：将超声发射讯号和甲车反射回的接收讯号同时送于一差频电路之中，经差频电路处理后即产生频移讯号，供计算机采集处理。

### 3. 控制电路结构原理

本控制装置的结构如下图所示。图中，

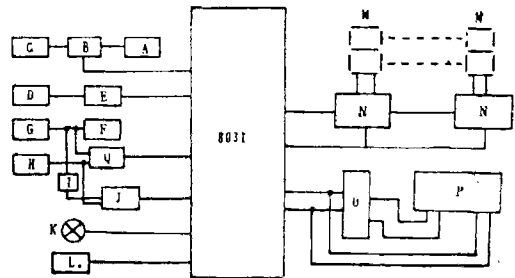


图2 控制装置原理图

A：超声振荡源1，产生频率为 $f_1$ 的电信号。

B：调制器，每隔 $0.3\text{s}$ 产生一较窄的调制脉冲，对由A产生的振荡信号进行调制，然后将被调的一束束振荡信号送发射探头C，同时又将该调制脉冲作为开门脉冲送单片机8031的 $\text{int}_0$ 端，引起中断，以打开定时器定时。

C：超声发射探头1，将来自B的被调电信号转换为超声信号，由后车向前车发射。

D：超声波接收探头1，接收被前车反射回的超声波，转换为相应的电振荡信号送E。

E：解调器，对来自D的信号，进行解调，得到一解调脉冲，作为关门脉冲，送8031的 $\text{int}_1$ 端，引起中断，以关断定时器，

完成定时。

F: 超声振荡源2,产生频率为 $f_2$ 的电信号。

G: 发射探头2,将产生的振荡信号 $f_2$ ,转换为超声信号,连续不断地由后车向前车发送。

H: 接收探头2,接收由甲车反射来的连续超声信号 $f_2'$ ,由于多普勒效应, $f_2' \neq f_2$ 。

Q: 差频电路,对来自F和H的两发射信号进行差频,形成频移讯号 $f$ ,供单片机8031采集。

I: 相移电路,对来自F的信号进行 $90^\circ$ 相移。

J: 鉴相器,对来自H和I的两信号鉴相,输出为1时,表示后车比前车快,为0时后车比前车慢,该输出送8031供检测判断。

K: 报警指示声灯器,灯亮声响,告警司机,须立即人工刹车。

L: 刹车控制器,由单片机控制自动完成刹车功能。

8031:51系列单片计算机。

M: LED七段显示器,共6只,前3只显示前后两车的车距,后3只显示后车相对于前车的运行速度。

N: 六只串入并出164芯片,分别锁存六只LED显示器的数据信息。

O: 8D锁存器373,锁存单片机访问的存贮单元的16位地址中的低8位地址。

(上接19页)

4 中国建筑科学研究院建筑物理研究所,建筑围护结构隔声P13,中国建筑工业出版社,1980年12月。

5 E.希德尔等,建筑环境物理学——在建筑设计中的应用(中译本)P244,中国建筑工业出版社,1987年12月。

(上接34页)

本装置应用于国家七五攻关项目CX-

P. EPROM存贮器,存贮用户程序及必要的常数。

#### 4. 控制电路工作过程

当后车尾随前车向前行驶时,计算机控制超声发射与接收装置向前车发射并接收反射信号,根据两信号由计算机自动按上式计算出两车的车距和相对速度,予以显示,进一步判断是否点刹车,还是刹死车,以便发不同的刹车控制信号,或减慢本车的速度或迅速停车,以有效防止撞车事故的发生。

#### 5. 实验结果

本系统还未用在高速行驶的汽车上。只作了模拟实验。有效作用距离为24m。相对速度由5km/h到30km/h。测距用的超声频率为24kHz,测速用的超声频率为20kHz。两者前级都采用了有源窄带滤波器,以降低环境噪声对系统的影响。

#### 参考文献

- 1 Wei Zhongren, Ultrasonic Doppler for Measuring viscosity coefficient. *Acustica*, 1992; 76(4)
- 2 刘纯荣等. SA-T1 型调制型脉冲超声 Doppler 血流检测仪的研制. *陕西师范大学学报(自然科学版)*, 1991; 19(3): 91~92

970相控阵超声诊断仪上,取得了良好的效果。整机已于1991年12月通过鉴定。

#### 参考文献

- 1 谢小园等. 二维超声心动图评价左室容量和射血分数的研究. *中华物理医学杂志*, 1985; 4
- 2 TOSHIBA CORPORATION. 扇形电子扫描超声波诊断装置SSH-60A应用手册
- 3 董秀珍等. 测定心脏收缩时间间期(STI)微机系统. *医疗器械*, 1987; 4