



声表面波无源应答器原理 及其应用

索 召 和

(北 京 142 信 箱)

1989年3月20日收到

本文讨论了声表面波无源应答器(亦称S识别卡或无线标签)实现相位编码调制和幅度编码调制应答的原理及技术,并对由此应答器而引出的声表面波电子识别系统的性能及用途进行了介绍。

一、引 言

自动识别技术是一项现代化的技术,随着社会的发展,越来越多的地方需要自动识别,如交通管理、列车管理、图书管理、物资管理、生产管理及安全保卫等等。而自动识别系统的关键技术——应答器,亦称标签或识别卡——又一直是研究的焦点,因为它的好坏几乎决定了这种识别系统的用途。近年来,各种各样的识别系统已获得了不同程度的应用,如光学识别、电磁识别及一些电子识别系统等。但是,由于这些系统所采用的识别卡均具有一定的局限性,或不能经风雨,或怕电磁干扰,或识别距离有限等等,所以其应用受到一定限制。近两年来,S识别卡的出现,解决了这些问题。

S识别卡是一个用声表面波原理制作的电子识别标签,其外形尺寸为 $90\text{mm} \times 60\text{mm} \times 0.5\text{mm}$,与身份证尺寸相等。它不消耗能量,体积小,重量轻,便于批量生产,特别是能满足全天候工作的要求,所以相应的声表面波识别系统(简称S识别系统)获得了很强的竞争力。

S识别系统主要由两大部分组成,一是询问处理部分,二是应答器部分,如图1所示。

工作时询问机放在指定的固定检测点上,如入口处,进站口,关卡等,应答器则放在需要识别的物体上,如人、车辆、货物等,其作用类

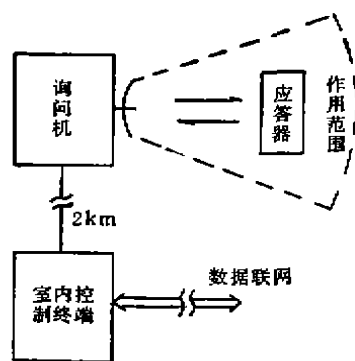


图1 S识别系统原理图

似于出入证、通行证、车牌号等一切能表征该物体的证件。当携带识别卡的人或车辆进入询问机的作用范围时,应答器会自动对询问信号进行回答,询问机接收并处理该响应信号,即可自动识别通过检测站的人或物体。整个识别过程由室内计算机控制自动完成,简单、方便、自动化程度高,还可将识别数据存贮、打印并联网传送。

由于S识别系统的优良性能,使它受到广泛的重视,许多国家正在加紧研制实用的系统,国外已有一些报道^[1],预计在近年内即可大量投入市场^[2]。国内,我公司已研制出工程样机。

本文仅就S识别卡的一般原理及应用进行阐述。

二、SAW 无源应答器原理

SAW 无源应答器是声表面波技术与微带天线技术巧妙结合的产物。它主要包括两部分内容,即 SAW 编码器和微带收发天线,如图 2

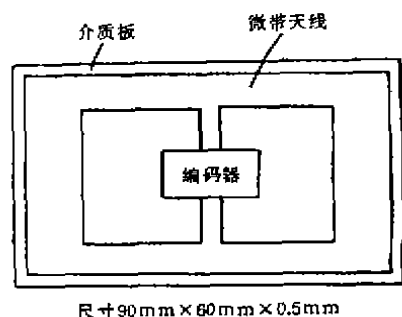


图2 S识别卡原理图

所示。事实上,这两种技术均是较成熟的技术,微带天线已有专门论著^[3],而 SAW 编码器十年前就已提出并实现。典型的 SAW 编码器如图 3 所示^[4],它为一相位编码器。根据 SAW 理

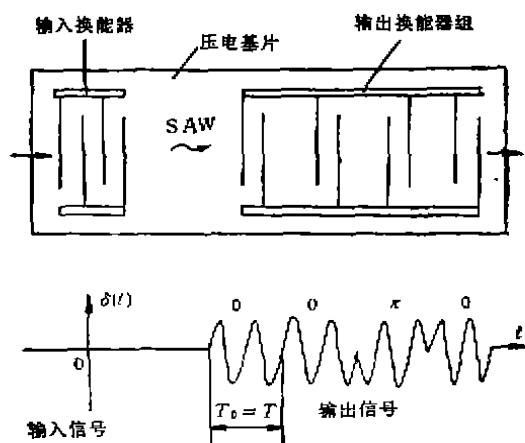


图3 SAW 相位编码器原理图

论,当输入换能器端加入一 δ 激励脉冲时,由于输出端叉指换能器叉指正负极性的不同,会输出一串 PSK 波形,从而实现了相位编码调制。这种编码器由于没有考虑与外部天线连接,所以只能用于电路内部。微带天线的加入,使它的功能和用途均获得了突破性进展。

S 识别卡已不是一个只完成简单功能的单应用声学

一器件,而是一个能完成收发功能的应答器。目前,S卡的调制方式有两种,一是 PSK,二是 ASK,下面分别加以讨论。

1. PSK 方式应答器

图 4 即为一种 PSK 调制应答器,因其原理与延迟线相似,暂称为延迟型 PSK 应答器。

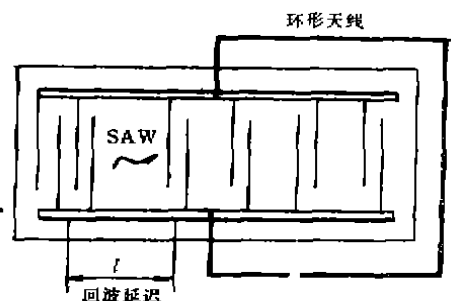


图4 延迟型 PSK 应答器

它与图 3 的不同之处仅在于:原输入、输出叉指换能器的正负电极分别连在了一起,并接到一个环形微带天线上。它的编码方法与图 3 完全一样,但由于天线的引入,使其具备了应答功能。当天线收到询问信号时,在输入换能器端激发起声表面波,该波沿指定方向传播,并于输出换能器端被调制、转换,再由原天线发回,从而实现了应答功能。

这里,接收与发回信号是由 SAW 延迟线来进行时间分隔的。由于 SAW 的传播速率比电磁波慢约 10^3 倍,所以,表面波在基片上传播 1cm,就相当于电磁波在空间传播 1000m 的时延。这样,用 SAW 延时,不仅解决了应答器中的信号重叠问题,而且也解决了雷达系统中通常存在的距离模糊问题。实用的 PSK 编码应答器已有许多专利^[5]。

2. ASK 方式应答器

ASK 调制应答器的典型图形如图 5 所示。它的输入、输出共用一个叉指换能器,其形状与原理均与 SAW 谐振器相似^[6],均采用反射原理,故可称为反射型 ASK 应答器。与谐振器概念不同的是:谐振器的反射栅反射回 98% 以上的能量,而应答器的反射栅却控制让一定的能量通过。当叉指换能器端有激励信号时,激发的 SAW 沿水平方向传播,每一组反射栅

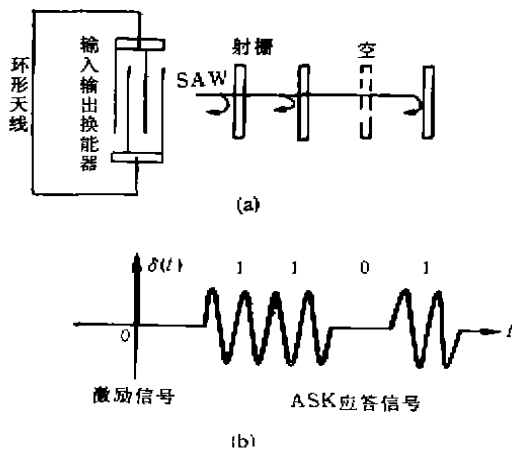


图5 反射型 ASK 应答器

返回一个码元信号。由于各组反射栅距离不同,所以反射回波到达接收端的时间也不同,从而使输出信号变为一串经过编码的 ASK 信号,如图 5(b)。

从上面的分析知,信号的编码过程是很直观的,反射栅的有无,对应着该位置码元的有无,通过取舍相应的反射栅,即可实现所需的编码。

实际上,上述两种调制的编码方法并不唯一,应用声表面波原理,不但可作出延迟型 ASK 应答,而且也可作出反射型 PSK 应答器,不再赘述。

3. 微带天线设计

微带天线是 S 识别卡的两个主要组成部分之一,它担负着接收与发射的任务。对其要求主要是体积小,便于加工,其次是要有一定的增益。因为若天线太大,携带不方便,将直接影响 S 识别系统的应用,所以,选择体积小、易于加工的微带印刷天线。实际中选用的天线如图 6 所示。图 6(a)为一矩形微带天线,图 6(b)为

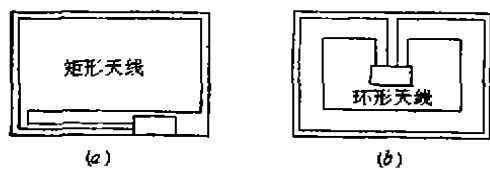


图6 S 识别卡天线原理图

一环形天线,它们均能满足实用要求。

天线与编码器的连接是 S 应答器设计的主要问题,要达到阻抗良好匹配是一个困难的过程,这里不仅需要理论计算,更重要的是通过实验来解决。

三、S 识别系统的应用

S 识别系统是充分利用 S 识别卡的优点而发展起来的一种电子识别系统,它有许多独特的优点。其一,它能对高速行驶的车辆进行自动识别,允许时速高达 200 多公里/小时,所以特别适合于对运动物体进行识别;其二,识别的准确性很高,读数差错率可优于 10^{-5} ;其三;识别时卡可以放在暗处,允许非金属物体、油污、尘土等遮挡;其四,整个系统能在风沙雨雪等自然环境下正常运行,可满足军用要求。正是由于这些优点,使 S 识别系统具有广阔的市场^[7]。

S 识别系统的一个典型应用是用于汽车过桥收费。在要求收费的桥头设一个检测站,并让每辆汽车配备一个表征该车的识别卡。当汽车高速通过该桥时,无人检测站的读数器会自动读出并记下该车的号码、通过时间等,并累加计费。所有数据可送到几公里外的中心控制室显示、打印、存贮。这样不但大大缩短了汽车过桥的时间,而且也省掉了烦琐的人工收费过程。

另一个具有重大意义的应用是用于交通管理。用若干个 S 识别系统组成一个检测网,并把所有的数据汇总到中心控制室,这样应用计算机管理,控制室可以随时了解各条道上的车流量,而且可以随时监视任一车辆的行踪,记下超速、肇事车辆等等。

在铁路系统中,它可以代替列车进出站时人工抄号的工作,自动、准确地记下进站、出站的车次、车厢号码以及时间等等。

在安全保卫方面它也有很大用途。如把 S 识别卡用作居民的出入证,则楼门口的询问机会自动为居民开门放行,非该楼居民则不得入内;在一些重要的军事重地, S 识别系统会自动、严格地对出入人员、车辆进行检查、登记、放行。

总之, S 识别系统可以用于许多需要自动识别的场合。所使用的卡保密性强, 也不易仿制, 并能经受较严酷的环境。这无论对军用还是民用来讲, 都是非常有意义的。

四、结 束 语

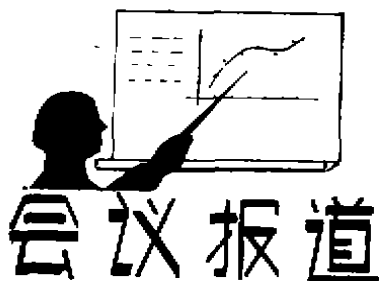
本文对 S 识别卡及其系统进行了较详尽的阐述, 并已看到它有广阔的应用前景。但是, S 识别技术目前还不是一种成熟的技术, 它有许多问题需要解决。一是识别卡本身的性能, 如编码量、可靠性、方便性等, 二是目前许多自动识别系统的竞争, 如文献[8][9]报道的电子识别系统等, 这些系统早已获得应用^[10-12]。尽管如此, S 识别系统还是具有很强的生命力。据专家估计, 今后八年内, 由于 S 识别系统的应用, 将使目前声表面波器件的总产值增加十

倍^[12], 这无疑是一个令人鼓舞的前景!

在本文的整理过程中, 得到了李忠诚研究员和王先齐高级工程师的指导和帮助, 特在此表示感谢!

参 考 文 献

- [1] C. Hartmann, *IEEE Ultra. symp.*, 1985, 71—72.
- [2] *Microwaves & RF*, Feb. 1986, 52—56.
- [3] I.J. 鲍尔等, 微带天线, 电子工业出版社 1985, 1—18.
- [4] 武以立, 声表面波原理及其在电子技术中的应用, 国防工业出版社, 1983, 255—258.
- [5] *United States Patent*, 4,620,191, Oct. 28, 1986.
- [6] 李忠诚, 现代晶体滤波器设计, 国防工业出版社, 1981, 202—206.
- [7] 杨清宗等, 压电与声光, 9-2(1987), 1—4.
- [8] *Railway system controls*, March 1975, 27.
- [9] *Railway system controls*, March 1975, 24—25.
- [10] *Railway system controls*, Feb. 1973, 12.
- [11] *Railway system controls*, July 1971, 22—24.
- [12] *Microwaves & RF*, Feb. 1986, 51—59.



第十八届国际噪声控制工程会议

第十八届国际噪声控制工程会议 (INTER-NOISE 89) 于 1989 年 12 月 4—6 日在美国加州桔县举行。会议主题是“环境噪声控制工程”。

任何噪声控制工程必然面对一项关键性问题, 即设计的评价标准。大会特邀 Beranek 博士作此专题的报告, 他的发言带有评论性的, 因而受到很大欢迎。工程中另一要考虑的侧面是如何进行分析以对声源定位和降低其噪声。声强是分析噪声问题的现代工具之一, 大会特邀的第二个报告就是讨论这一工具的应用, Tichy 教授对此作了一个精辟的发言。

会议分 33 个小组会进行, 宣读论文近 260 篇, 作者来自 29 个国家。其中有 13 个专题小组论文是事先组织约请的。它们是飞机及机场噪声, 机场周围小区

的噪声控制, 低频声和振动的声源评估, 响度问题, 户外音乐会噪声的干扰, 有源噪声控制, 机器故障诊断和质量控制中的信号处理, 声强和气流装置的噪声测量以及吸声材料性能测量等。另外有两个工作组会议, 分别讨论了飞机噪声描述量的进展和风机噪声辐射的声强测量。全部论文 263 篇刊印在 1300 余页文集中。

出席会议的中国代表有十余人, 其中直接来自大陆的共 4 人。下届会议于 1990 年 8 月 13—15 日在瑞典哥萨堡 Gothenburg 举行, 主题“对宁静的科学研究”。会议的前一周还将另行举行一次国际性轮胎-道路噪声会议。

(王季卿)