

噪声信号与速度测量*

陈学煌

(青海师范大学物理系 西宁 810008)

摘要 利用两个敏感元件,对周围环境中的“景物”产生两列噪声信号,这两列信号间具有时间差,该时间差惟一地由相对运动的速度决定,计算出这个时间差就知道了速度值.实验样机在50km/h速度时,分辨率为1km/h.

关键词 噪声信号,时间差,速度,单片计算机

NOISE SIGNALS AND SPEEDOMETER

CHEN Xue-Huang

(Qinghai Normal University, Xining 810008, China)

Abstract The use of two sensors can produce two frains of noise signals of the surrounding objects with a time-interval between the two signals. This time-interval is only determined by the speed of relative motion, so the speed can be found by calculating the time-interval. The resolution of our experimental pilont instrument is 1km/h when the speed is 50km/h.

Key words noise signal, time-interval, speed, computer

1 关于速度测量

准确地测量运动物体的速度一直是物理学和应用技术中被人们关心的课题.几个世纪以来,人们研究了许多速度测量方案,制造出相应的测量仪器,广泛地用于各种场合下的速度测量.例如,车速计、航速计、转速计、液体(气体)流速计、工业生产和实验室中各种运动物体的测速计,等等.这些应用,都说明了速度测量的重要性.

近年来,随着对现有测速仪器的使用和观察研究,作者逐渐感到它们还不是十全十美.以机动车测速为例,通常的车速计是用机械的或电子的方法去测量车轴(车轮)的转速,经过适当的换算在仪表上显示出车速.这种测速方法的缺点是容易损坏(机械装置),并且不能在任何时候都准确地指示车辆的真实速度.原因在于车轴转速与车速的等值性并不能绝对地得到保证:当车轮与地面间呈理想的滚动摩擦状态时,这种测量是准确的,但当车轮与地面间有滑动现象存在时,仪表的指示就与实际车速不符了.车轮打滑在实际上又极常见,在路面(或铁轨面)摩擦力减小以及采取制动措施时都会出现.其他测速方法也都会有各自的不足之处.

因此,不断地研究新的测量方法和新的测量仪器,以满足不同场合的测速需要,应当是必要的并具有应用前景的.直接地测量运动物体相对速度,应当作为主要的研究方向.

2 一种新的速度测量方案

基于上述思考,作者近年来进行了相关的研究,试图避开中间环节,直接测速,并找到了一种可行的方案.

在物理学中,速度有精确的定义,它是指质点在单位时间中的位移(平均速度).在实验室中,就常常是严格按照这个定义,测量运动物体经过两个标志物所用的时间,从而求得速度值的.然而在自然环境中,这样做却很困难,因为这时缺少借以获取速度信号的标志物.即使是在各种不同等级的道路上,为了测速去大量敷设标志物,也是极不现实的.因此,能否在不敷设参照物的情况下取得用于速度测量的信号,就成了这种测速方法的关键.研究中,通过对这一问题进行反复的思考和实验,已取得初步成效.

下面对其基本原理加以说明.

* 2002-01-16收到初稿,2002-02-24修回

如图 1 所示,两个传感器沿着运动方向前后排列(根据相对性原理,传感器可以是在运动物体上或是在地面上,图中是在运动物体上),对于不同的检测对象,传感器使用不同的类型,这里以光传感器为例进行说明.两个光敏管的接收面指向路边或路面(图中示意为指向路面).路面虽然没有明显的标志物,但道路各处的反射系数均不相同,这是由于表面平整度、杂质、颜色以及受污染程度等不一致而造成的.这样,光传感器就可以收到由不均匀的路面反射光形成的信息,如图 1(b)所示.图中上面是 A 传感器收到的信号,称为 A 路信号;下面是 B 传感器收到的信号,称为 B 路信号.由于路面光反射强度的随机性,两个传感器收到的信号都是杂乱无章的,如同噪声一样,但在本测速方法中,它们又确实是有用的信息,所以这里暂称之为噪声信号.从表面上看起来,这两路噪声信号似乎没有什么用,但是如果仔细加以分析比较,就能从中发现非常有用的信息:A 路和 B 路噪声信号“杂乱无章”的规律是一样的!

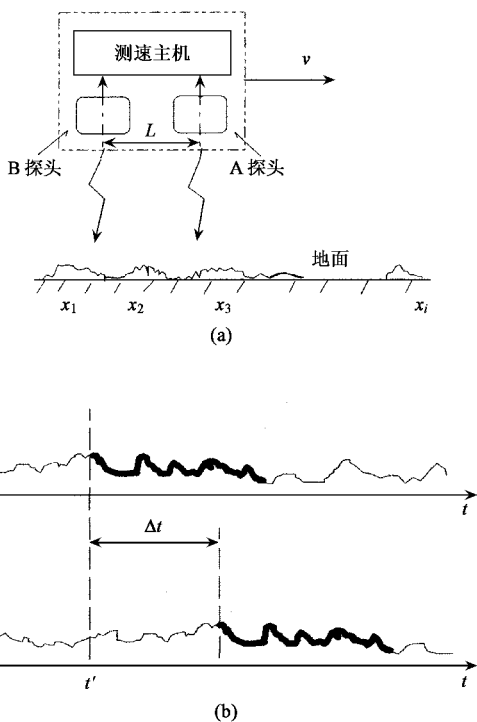


图 1

(a) 测速装置示意图 (b) 噪声列延迟示意图

(图中示意在 t' 时刻开始采样, B 路在 Δt 以后出现与 A 路相同的噪声信号)

为了方便说明这一点,在图 1(a)中,对路面平整度进行了夸张(如果水平线是代表路面反射状况的话,则并不是夸张的).在图 1(b)中,在 A 路噪声信号上,任意截取一段,用粗黑线表示,在 B 路噪声

信号中则总是会存在形状相同的一段,只是在时间上 B 路的这一段较 A 路延迟了 Δt .这是由于 B 传感器位于 A 传感器的后面,对于任意的地面“景物” x_i , B 传感器总是滞后于 A 传感器到达该处.延迟量 Δt 的大小取决于 A、B 传感器之间的距离 L 和它们整体的运动速度 v ,即

$$\Delta t = L/v,$$

其中 L 是一个固定的值,因此 Δt 就惟一地由相对运动的速度来决定,它与速度成反比.

据此,只要测量出 L 值,并设法计算出 Δt ,就可以知道速度值了.

3 初步的实验验证

为了能够计算出 Δt ,曾采用模拟的和数字的方案进行了初步实验.下面介绍数字的实验方案,如图 2 所示.实验是采用武汉产 TD-3 自开发型 8031 单片单板机进行的:A、B 两路信号经放大和低通滤波后送入 TD-3 的 I/O 输入口,由该机 A/D 转换器(ADC0809)转变为数字信号后,被送入 RAM 中两个不同的区域保存起来.由于 B 路信号滞后于 A 路,因此计算软件先从 A 区(存储器内存储 A 路信号的区域)中取出一段数据,然后在 B 区(存储器内存储 B 路信号的区域)中寻找该数据,并计算两者相差的存储单元数,从而得出时差 Δt .最后由软件将 Δt 转换为速度值显示出来.

初步的实验结果证实了方案的正确性.

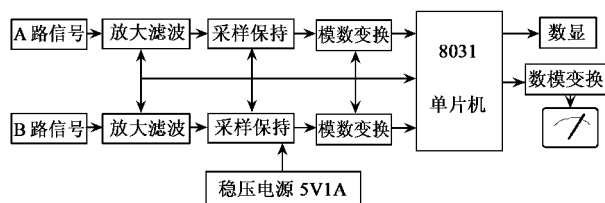


图 2

从工作原理上说,该方案所得测量值的精度可以是很高的,它取决于 L 和 Δt . L 系设计值,由安装工艺来保证其精度,误差小于 1/100(甚至 1/1000)一般是不难的,因此关键是 Δt 的精度.按本实验的计算方法(或许会有更好的算法), Δt 的精度从原理上

1) 指地面反光系数不均匀处,它具有多样性:如道路光学特性的差异,车辆运动时的颠簸(导致反射的不同),路旁的树木和其他非光学量:如声学特性的差异,磁场的均匀性等.但限于条件,尚未能有效地进行实验.

说没有上限,它取决于在该时间内的采样点数,采集到的数据点越多,计算结果的精度就会越高,但这要求采集速度足够快,因而会增加硬件成本.采样点数 $S = LvT$ (式中 T 为采样周期,它等于 A/D 转换时间与相关程序运行耗时的总和; v 是运动速度),高速时为得到较大的 S 值,就要求 T 足够小,其定量关系可由上式求出.样机所用的 A/D 转换器 ADC0809,转换速度较慢(每次采样约需 $120\mu\text{s}$),在高速时采样点就较少,仅适合于中、低速测量.样机在 50km/h 中等速度时,分辨率可达 1km/h .实验表明,经 D/A 变换后用电流计来指示速度值,有更好的直观性.目前实验样机更容易受到干扰,显示尚不够稳定,有待于今后进一步改进.

4 结论

本文提出的这种根据噪声信号在两个传感器中

·前沿和动态·

渗入 Cs 的沸石的结构分析

2002 年 8 月 12 日的 Phys. Rev. Lett. 第 89 卷第 075502 页上发表了 Petkov 等的论文“渗入 Cs 的 ITQ-4 沸石(Zeolite)的结构:在鹰一维空隙中的金属离子列和相关的电子”,文中发展了 X 射线原子对分布函数(PDF)方法.这种结构可以发展成为应用广泛的新的电极材料.

沸石 ITQ-4 是一种由 SiO_4 四面体为骨架的网格状硅酸盐,其中的空隙尺寸略小于 1nm ,允许尺寸小于它的分子通过,因此它也是一种分子筛.

沸石原来是晶态,渗入 Cs 后则处于晶态和非晶态之间的中间状态,其中的晶态部分产生 X 射线布拉格峰,由 Cs 为主形成的无序部分使峰模糊并形成漫散射花样.利用 PDF 法可以同时获得这两类信息,但使用的 X 射线必须很强.

作者利用 Brookhaven 国家实验室的 NSLS 同步辐射的 X 射线源进行了实验,使用的材料是上述材料的粉末,使用的方法是原先用来分析玻璃态和液态、近期也用于分析晶态的 PDF 方法.

为了和实验结果进行对比,提出了分别包含原子 Cs 和离子 Cs 的沸石模型.比较的结果说明,只有带正电荷的 Cs 离子才能得到和实验符合的结果.不仅如此,还可以得到:这些在纳米通道中的离子形成弯弯曲曲的链.这就是说,渗入 Cs 的沸石形成了由正电荷和稀薄“电子气”组成的“离子晶体”,从而成为稳定的无机电极材料,目前这种材料都由有机分子组成,在室温下使用时退化得很快.利用渗入 Cs 沸石无机材料还可以制成探测器、催化剂和电光通信器件等.

业内人士指出:以上结果说明,PDF 方法能够继续发展,以便最终弄清楚沸石中渗入原子的作用,但目前这个方法还只能限于可以强烈散射 X 射线的重元素(Cs 是 55 号元素).

(吴自勤编译自 Physical Review Letters, 12 August 2002)

被接收及其相关性的分析来实现速度测量的方法,经过原理性的实验,证明它是正确的.由于是非接触测速,所以它不仅可以用于上文所述的车辆测速,也可以用于其他方面,例如制造可携带的微型测速仪、转速仪等,其应用前景应当是光明的.当然这还需要进一步的努力,研制出精密的器件、探头、电路、软件,并完善它的功能.

参 考 文 献

- [1] 杨经国等.光电子技术.成都:四川大学出版社,1990 [Yang J G et al. Photoelectron Technology. Chengdu: Publishing House of Sichuan University, 1990 (in Chinese)]
- [2] 张有德等.单片微型机原理与应用.上海:复旦大学出版社,1992 [Zhang Y D et al. Single-Chip Microcomputer Principle and Apply. Shanghai: Publishing House of Fudan University, 1992 (in Chinese)]