

多路声靶外弹道综合测试系统

严正贤

(中国科学院声学研究所)

1985年6月20日收到

本文报道了利用声靶定位原理构成的外弹道综合测试系统。系统以人机对话的方式,可按多靶系统工作也可使用其中任意一靶单独工作。它是轻武器弹丸外弹道性能分析的一种新型综合分析系统,具有“一弹多参数”的测试功能,为外弹道研究提供了一种新型手段。该系统对一组弹(一般为20发)的测量可获得几乎包括弹丸质心运动的所有参数,所给出的曲线拟合度均在0.99以上。系统的整机功能及自动化程度是目前其它靶道测试设备无法比拟的。

一、前言

轻武器弹道试验是测量飞行弹体在内外弹道里的各种物理量,如温度、压力、初速、发射角、轨迹、姿态、章动,……等等。弹道试验一般分为风测试验、弹道靶道试验和靶场试验三种,而弹道靶道试验由于其环境可控、实弹、可以使用各种精密的综合性的测试仪器等优点,它在三类试验中占有很重要的地位。

用于弹道测试的仪器种类很多,如线圈靶、锡箔靶、测速雷达、天幕靶、应变片和摄影机等,其多数是用于单项物理量测试。由于弹、药、枪的离散性,需要大量数据的综合平均才能得到较为可靠的数据。目前用于弹道靶道的最主要的仪器是多个正交放置的电火花闪光摄影站,设置在弹丸飞行沿途,在统一的触发信号的作用下拍摄弹丸飞经各样点时的飞行姿态和位置坐标值。先由人工判读每张底片上的阴影坐标值,然后计算和描绘弹丸飞行数据及轨迹曲线。每射一发子弹就要更换一次底片。显然这是很劳累和不经济的。更主要的是无法实现自动化。由于这套设备机构复杂、费用昂贵、对土建要求很高、试验周期长等缺点,因而限制了它的应用。在国外也只有不多的几个单位在使用

它,至于国内还是空白。

近年来国内声电精度靶(即声学靶)已有一定水平,它精度高、结构和操作简单,我们就很自然地想到能否利用声定位原理来实现上述目标。实验结果是肯定的。现在样机已通过由中国科学院数学部和总后军械部组织的鉴定。鉴定小组认为:“该系统单声靶的几项主要技术指标达到了国内先进水平。在对 $\phi 7.62$ 及 $\phi 5.8$ 弹测试的消声要求方面,达到了国际先进水平。多路声靶外弹道综合测试系统是轻武器弹丸外弹道性能分析的一种新型综合分析系统。具有‘一弹多参数’的测试功能。能测试超音速小口径弹丸低伸弹道轨迹的多种参数,为外弹道研究提供了一种新型手段。”

二、系统工作原理及结构

弹头飞离枪口,以每秒一公里左右的速度(枪口速度)飞行,由于飞行速度很高,弹头与空气相作用,使空气压力波成为 N 状(见图1)。

我们在弹丸飞行的路径上放置二根声接收棒 x 和 y , x 棒和 y 棒所组成的平面与弹丸飞行方向垂直。当弹头飞过, N 波作用于接收棒,在棒的内部形成声振动,振荡波以速度 c 沿着棒轴向二端传播,由于 N 波对棒的作用点的不同

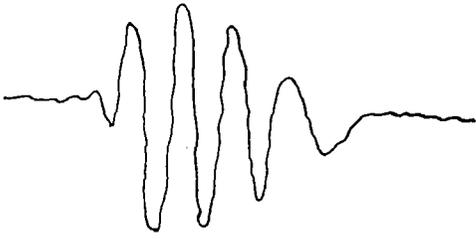


图1 弹头飞行时空气里产生的激波

同, 声波传到二个端点的时间也不同。

设弹头在接收棒坐标为 x (以 x 棒为例) 的上方 P 点飞过, 弹头激波是以同心圆向外传播的, 所以声波对接收棒的第一个作用点必然是 x 点 (见图 2)。在棒里, 声波到达换能器 1 所走过的距离是 $L - x$ (其中 L 为接收棒的 $1/2$ 长度), 到达换能器 2 走过的距离是 $L + x$, 若声波在棒中的传播速度为 c , 则声波从 x 点传播到换能器 1、2 所需的时间分别为 t_{1x} 和 t_{2x} ,

$$t_{1x} = \frac{L - x}{c}; \quad t_{2x} = \frac{L + x}{c},$$

$$\Delta t_x = t_{2x} - t_{1x}$$

$$= \frac{L + x}{c} - \frac{L - x}{c} = \frac{2x}{c}.$$

其中 Δt_x 是声波到达换能器 2 和到达换能器 1 之间的时间差, Δt_x 是可以测量到的, 从而可以求得:

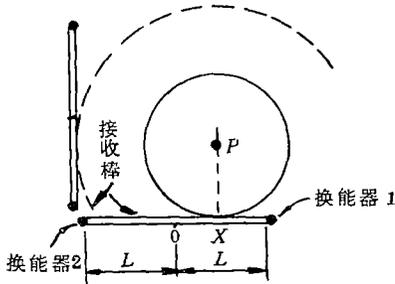


图2 声定位示意图

$$x = \frac{1}{2} c \Delta t_x$$

同理可以得到:

$$y = \frac{1}{2} c \Delta t_y$$

接收棒两端输出波形如图 3 所示, 它们的时差为 Δt 。为测量 Δt , 我们把这一组信号输入通道放大器, 经过滤波、放大、电压比较、时控和长线驱动, 变换成宽度约 70ms (这时间略小于连发射击时二发子弹的间隔时间) 的脉冲差分信号, 可以在普通双绞线上传输。在长线终端有长线接收器, 把脉冲差分信号转换成 TTL 信号, 这 TTL 信号可直接去开启或关闭时差测量电路 (先到的信号开启, 而后到的信号关闭时差测量电路)。下面介绍几个有关电路:

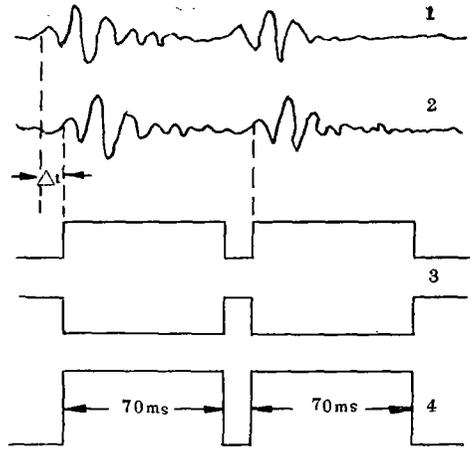


图3 二发点射换能器 1、2 输出波形及信号变换图

1. 信号 1 (换能器 1 输出);
2. 信号 2 (换能器 2 输出);
3. 信号 2 的差分输出 (有定时抑制);
4. 信号 2 的接收器输出。

1. 时差测量电路 它完成五件工作

(1) 极性检测。若先到的信号来自负端, 则极性检测电路输出逻辑电平“1”; 反之, 若信号先到的是正端, 则输出“0”。

(2) 时差测量。以某一选定的时标, 量度信号的时差。

(3) 产生状态信号。时差测量完成后, 给出状态信号, 提示计算机, 请求计算机来取数。

(4) 输出缓冲。来自时差脉冲计数器的信号经过缓冲器送到内部数据总线, 缓冲器的输出受状态及通道地址等控制。

(5) 复位。计算机取完数据后即发出“回答”信号, 使时差测量电路各寄存器和计数器复位。

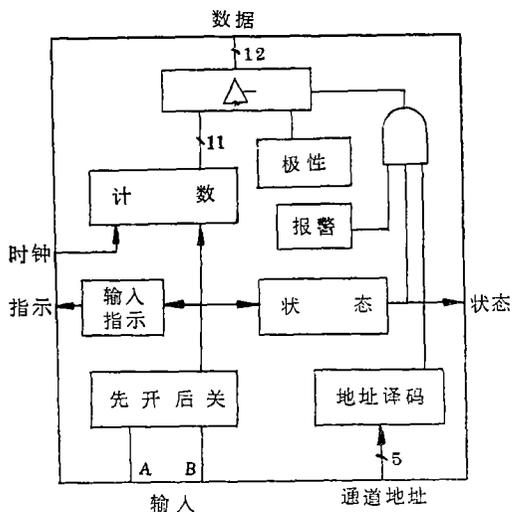


图4 时差测量框图

2. 计算机接口电路 这是测量电路和计算机间的桥梁，计算机通过它查询测量电路状态和取数，通过它发出信号使测量电路复位。它的工作状态均由计算机设定。

3. 控制线路 是产生时标信号、显示和在脱机状态下的指挥中心，在多靶系统中还产生通道地址、查询各通道的状态，以使扫描电路等待或继续扫描；并且通知计算机取数及接收计算机的“回答”信号，使当前通道复位。

在多靶系统中，使用八个声测截面，在统一的几何基准系统中测定弹丸在某一截面（例如0—200m）内的八个任意截面上的坐标值，同时还能测出枪口到第一声测截面和各个相邻截面之间的飞行时间，每一发子弹有二十四个数据来源，分配给每个数据来源一个地址，称为通道地址（注：通道地址与计算机地址无关，是声定位系统自己产生的）计算机取某一通道数据时连同通道地址一起取走。

三、系统功能及主要指标

整个系统可以按多靶系统工作，也可以使用其中任意一靶单独工作，采用人机对话方式设定。整个系统还具有自诊断和错误数据剔除及报警功能，在试验的同时就可以在显示屏上

应用声学

看到大致结果，进一步精确的曲线及数据通过多笔绘图仪输出。该系统的整机功能及自动化程度很高，是目前其它靶道测试设备无法相比的。

1. 系统功能

(1) 测量八个(可以扩展)截区内飞弹散布特性；

(2) 研究某一区间自动武器连发弹序的跳动规律；

(3) 测量一组飞弹的立体轨迹图和平均轨迹曲线，用以研究弹道在垂直面上的弯曲度、水平面上的偏流度、射击瞬间跳动角，并且给出曲线拟合度，一般均在0.99以上；

(4) 测量散布随距离变化曲线，给出方向散布 E_x 、高低散布 E_y 、半数必中圆 R_{50} 、最大散布圆 R_{100} 等四条曲线；

(5) 测量弹丸的飞行时间、速度随距离的变化曲线，用以研究弹形系数、阻力系数或弹道系数、枪口初速和速度衰减系数等。

对一组弹（一般每组20发）的测量可以获得上面叙述的八组曲线和十几项参数，几乎包含了弹丸质心运动的所有参数，所给出的曲线拟合度均在0.99以上，是非常符合飞行实际的。

2. 技术指标

(1) 测量精度见列表。

表

试验项目		定位公算偏差 (mm)	密集界标准偏差 (mm)
100m	单发	±1.0	±1.0
	连发	±2.0	±1.5
200m	单发	±2.0	±1.5
	连发	±3.0	±2.0

(2) 室内靶道连发弹序识别不须对靶道作吸声处理；

(3) 信号传输距离不小于1000m；

(4) 测速绝对误差（与天幕靶比较）：
±1.0m/s；

以上第(1)、(2)项指标高于国际上现用产

品的指标,第(3)项高于国内同类产品的指标。

四、结束语

弹道靶道出现前,试验大多在靶场或风洞进行,由于环境条件复杂及测试设备的不足,武器试验及研制缓慢;自从靶道出现以来的几十年内武器测试的周期缩短,研制速度大为加快。我国虽有不少弹道靶道,因测试设备落后,靶道没有得到很好利用,一些试验不能很好地进行。如对一些稀有弹种的性能测试往往由于设备问题而完成不了。

在本系统的试制过程中,我们曾做过 7.62 mm、5.8mm 及其它口径枪弹的对比试验,从很少的几发弹就可以得到一些曲线及数据,经过简单的比较就可以得到一些结论:如初速最低

的是 7.62mm 弹,同时也是偏流最大的(偏流是弹道轨迹在水平方向投影的弯曲程度)等等。

利用声定位原理构成外弹道测试系统仅是我们的尝试,虽然在综合性、自动化、数字化和图形化上做了一些工作,对每一次射击,能同时获得弹道初始段上弹丸质心运动的多种参数,因而有效地克服了单项测量中因仪器和被测试品离散性对试验结果的影响,但本系统也有许多不足处,如要求弹速必须大于 400m/s。对手枪弹就不能测等优点,其中有的是受测试机理的限制造成的,为此我们在设计本系统时考虑到要能与其它类型传感器相接,可突破声测机理的限制,在系统中还引出了一些信号可以作为摄影站的触发信号,以弥补本系统不能测姿态的不足,在如何利用本系统所取得的数据方面也是有待于进一步开发的。

汉语清晰度诊断押韵测试 (DRT) 法初探

知 易

(电子工业部三十所)

1984 年 12 月 3 日收到

本文描述基于汉语辅音区别特征的清晰度诊断押韵测试 (DRT) 法。通过典型的数字、模拟语音处理系统及各种信噪比条件下的验证测试结果表明,该方法不仅比较简便易行、而且具有比较灵敏、可靠的诊断功能,在语言通信系统的方案模拟、论证,语言传递实体与厅堂音质的评定,以及说话人(或听音人)语言缺陷的诊断等方面,都可发挥它的一定作用。

一、引言

语言清晰度是主观评定语言质量的一个重要指标。随着语言处理体制和编码方式的发展,语言清晰度的测试方法也多样化了。国内六十年代初,中国科学院声学所提出的语音平衡字表测试法^[1],七十年代中南京大学提出的简化测试法,均在工程上获得了广泛应用。特别是在语言通信系统、语音处理终端和厅堂等

的音质评定方面,发挥了重要的作用。

鉴于辅音携带大量的语言信息,对清晰度有重要的贡献。但辅音一般持续时间较短,能量又较弱,很容易在处理过程中或外部噪声中受到损伤。同时考虑到,一部分辅音和另一部分辅音之间因发音方式、部位或传输路径的不同而表现出不同的声学特征,语言处理和传输系统又总是和这些特征有着密切的关系。因此,基于汉语辅音的区别特征,本文提出汉语清晰度的诊断押韵测试 (DRT) 法。该方法只测试