

激光在汽车测试上的应用

上海拖拉机汽车研究室 程瑾异

由于我国汽车工业的飞跃发展,对汽车性能的测试技术提出了更高的要求。为此,我们研制了一种氦氖激光汽车测速仪。它可以测定汽车通过单位距离的时间,其精确度达0.0000001秒。这是常规测量仪所不能达到的测量精度。该仪器的特点是体积小、重量轻、携带方便、抗干扰能力强、供电可用12V汽车电瓶或交流电源,并且还可以自动记录。这是汽车道路试验中较先进的基本测试仪器。

此外,用于飞机在跑道上起飞和降落速度的测定及坦克的最大速度测定也是较为理想的仪器。因此,氦氖激光测速仪在交运、航空和国防等方面都具有实用的意义。

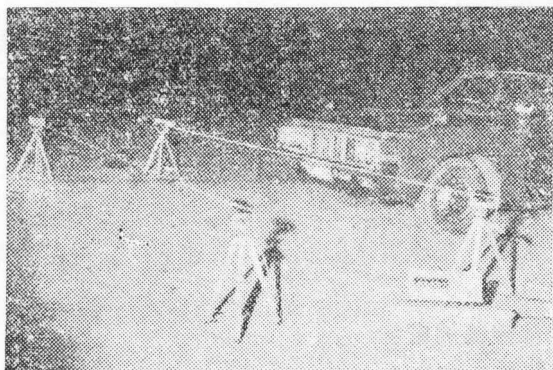


图1 氦氖激光汽车测速仪

(一) 激光测速仪的由来

我国曾应用传统的定距离立标杆和手动秒表的方法测定汽车的行驶速度。但是,当汽车的行驶速度达180公里/小时即每秒通过路程50米时,这种方法会产生很大的测量误差。

后来曾设想用光的办法来测量车速,这在物理学中早已提到过,就是利用普通的白炽灯光源聚焦成二束光线,作为两个光电转换电路的开关,一个开,一个关,再带动一架

能产生标准时间信号的频率仪就可以对车辆的速度进行测定。当然这种简单逻辑线路在实际使用时会遇到问题。

但是普通的光源能聚焦的距离毕竟是有限的,且抗日光干扰能力弱。

当测定汽车高速行驶速度时,为了保证车辆行驶安全,就要求有宽的测定路段。其次,为了提高测量精度,要求光源的聚焦点要小。这是普通光源所不能胜任的工作。于是人们就采用激光的办法。众所周知,激光的特点,一束性强,聚焦性能好,激光射程超过千米。

我们拖拉机汽车研究室曾采用过半导体砷化镓激光测速,激光发散角为 $15\sim 20^\circ$ 。由于砷化镓发出的频率为7千赫的脉冲光源,因此接收器“逻辑”线路置“O”也必须要有相位相反的7千赫脉冲信号来抵销。实际上发射器和接收器两者的频率要做得相同是很困难的,正因为不能做得相同,整机工作就出现很不稳定的现象,其次砷化镓发出的激光是不可见的,所以对准光束很困难。为了克服这两个主要的缺点,我们现在采用了氦氖激光,激光发散角为 1° ,可以省去聚焦的透镜。激光波长为6328埃,是可见的红色光,对准光束很方便,几秒钟之内可以校好。氦氖激光是直流光源,不存在频率的问题,也就无所谓频率不稳定现象,所以整机工作很稳定。激光的射程为2000米左右,对于汽车测速确是较理想的。经过了一段时间的试验,仪器使用正常。

最近,我们配合兄弟单位对SH771轿车进行了下列性能试验:测定最高车速、等公里油

耗、0~400米原地起步连续换档试验和制动性能试验,效果较好。根据本仪器的特点,我们还可以进行蛇行穿杆试验和测定滚动阻力系数试验。

(二) 激光测速仪的应用

激光汽车测速仪的最主要用途是测定最大车速。

当汽车以200公里/小时的速度奔驰时,用五轮仪来测量往往是困难的。这样高的车速下,第五轮在路面上的跳动会引起很大的误差,轮胎磨损也很厉害,而且容易损坏。目前最方便而准确的办法要算“激光”了。

此外还可以用于测定车轮滚动阻力系数 f 。

在试验路段中间取100米测量段并等分为50米两段,测定汽车通过前50米时间 t_1 和100米时间 t_2 。控制滑行速度使车辆通过100米测量段时间在 20 ± 2 秒,前50米时间为9.5秒左右,车速约18~20公里/小时。

通过100米测量段减速度:

$$a = \frac{100}{t_2} \left(\frac{1}{t_1} - \frac{1}{t_2 - t_1} \right)$$

$$\text{则: } f = \frac{\delta}{2g} (a_s + a_n)$$

δ ——迴转质量换算系数,

a_s, a_n ——分别为往返的减速度(米/秒²)。

在这里必须指出滑行时间 t 的测量要求尽量准确。例如 f 为0.0076时,则 t_1, t_2 应分别为8.6秒和18.3秒,如由于用手按秒表造成 t_1 的误差为-0.2秒,则 f 的计算结果为0.0104,比实际大36.8%。反之, t_2 的误差为-0.2秒,则 f 的计算结果为0.0064,比实际小15.8%。因此这种情况下采用激光测速仪是比较合适的(摘自《汽车技术》1975年第4期)。

同样的方法也可以测定汽车流线型因素,这里不详细介绍了。

激光测速仪除了对车速等项目的测定外,还可以对公路、铁路及隧道的车辆进行限速监视。以前交警看车速的快慢是凭印象的,有些甚至把车辆的声音很响误认为是超速了,自动限速报警对于城市交通的自动管理很有用处。

因此,在原来的基础上,我们加了限速报警装置,分20公里/小时、30公里/小时、40公里/小时、60公里/小时四档,当车辆在某一特定的限速区内超速后,喇叭就报警并且附有一组触点输出,以便联接照相机或者其它的设备,临视车辆行驶。

关于激光限速问题,我们正在探讨和研制当中,借此机会,敬请有关单位提出宝贵的意见。

(三) 精度分析

设两束光线设置距离为10米,设置时允许误差为5厘米,一般来说用皮尺测量不会有二到三厘米的误差

$$\delta_1 = \frac{5 \text{厘米}}{10 \text{米}} = 0.5\%$$

晶体振荡器产生的标准时间讯号频率为100千赫,而实际为99.9998千赫,其误差

$$\delta_2 = \frac{99.9998}{100} = 0.0002\%$$

当汽车通过激光束,电路进行光电转换,脉冲信息的上升时间为0.1微秒(即0.0000001秒),如果以时速170公里的速度通过10米距离所需要时间为0.21177秒来计算,其误差

$$\delta_3 = \frac{0.000001 \text{秒}}{0.21177 \text{秒}} = 0.000046\%$$

SH771轿车做试验，以最大车速通过10米距离的需要时间：顺风为0.21271秒，即19.62公里/小时，逆风为0.21939秒即164公里/小时。从这两个数据可以看出，在实际计算过程中，时间以毫秒变化，对于汽车行驶的公里变化，只不过是169.2与169.3之差，即小数点后面的变化，何况以微秒数量级变化，因此 δ_2 、 δ_3 的误差可然略不计，主要误差取决于 δ_1 的设置距离，因而仪器的误差小于0.5%。

(四) 整机工作原理及电子线路

整机工作原理基本上是一个电秒表的形式，见图2。

按照公式： $S = Vt$ ，取 $S = 10$ 米，时间 t 由接收器以秒显示。

则速度 $V = \frac{S}{t} \cdot 3600$ 秒，用公里/小时来表示。

1. 激光发射器电子线路

激光发射器的设计首先要考虑到供电问题。其次要体积小便于携带。根据这样的要求我们采用了12V汽车电瓶，可以直接用汽车上的电瓶，耗电是19瓦，体积为 $29 \times 10 \times 6.5$ (厘米³)。

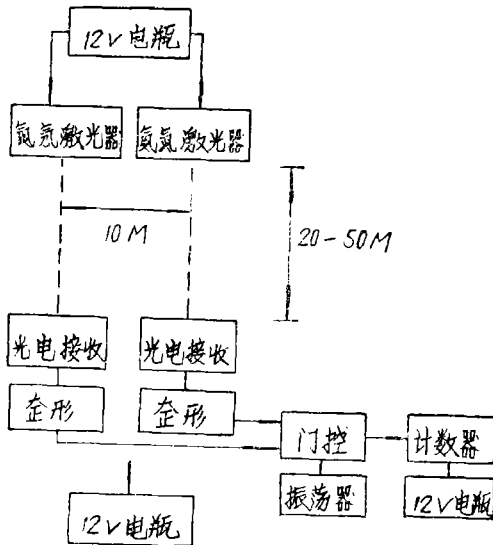


图2 整机工作原理方块图

激光管点燃以后6000V高压就完全降落在 R_7 两端，此时工作电压由二极管 D_5 正常供给，应该注意的是 D_5 输出端是保持正常工作的电压输出部份，电容 C_4 、 C_5 就不能用的太小，为了减少体积增加耐压用两个电容串连组成。

脉冲变压器采用铁氧体磁芯“E17”。绕制数据： e_1 0.59漆包线5圈、 e_2 0.59漆包线10圈、 e_3 0.59漆包线10圈、 e_4 0.59漆包线5圈，次级0.08丝包线3000圈。

2. 激光测速仪接收器电子线路

为了减少体积，接收器电子线路我们采用了PMOS集成电路，按正逻辑设计，整机线路见图5。消耗功率是7.2瓦，体积为 $22.5 \times 18.5 \times 8.5$ (厘米³)。

电源供电是2只3AD6组成推挽振荡电路，逆变升压至38V然后稳压成24V供集成电路VDD。数字管灯丝1.5V交流，也由逆变器供给。

光电转换电路采用了晶体管分裂元件， BG_1 、 BG_2 、 BG_3 、 BG_7 、 BG_8 、 BG_9 接成“达林顿施密

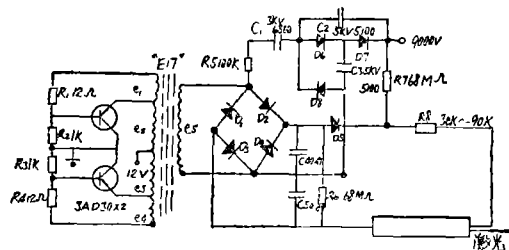


图3 激光发射器电子线路图

发射器电源12V，用2个3AD30功率管组成推挽式振荡电路逆变成交流电压，经过变压器“T”升压至3000V，再由 C_1 、 C_2 、 C_3 、 D_6 、 D_7 、 D_8 三倍压至9000V。由于氮氛激光管点燃电压要求大于9000V，点燃以后要保持在1200V左右，本机采用了自动触发电燃线路，触发时高压9000V通过 R_7 、 R_8 加至激光管两端。一旦激光

特”电路，具有输入阻抗高、稳定性好和反转可靠的优点， J_1 、 J_2 分别为对光报警继电器。

当被测的车辆通过3DU33₁的激光或者3DU33₂的激光时，在QA23T形触发器输入端得到一个脉冲，使T形触发器状态反转，经过琴键开关 K_2d 的选择来控制 $\frac{1}{4}QA_{20}f$ 的采样门（见图4）。

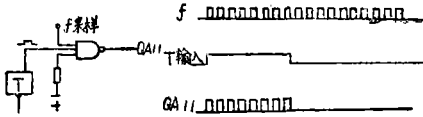


图4 测速时波形图

从图4可以看出，选择开关在测速状态，T形触发器为正脉冲时才有标准时间讯号 f 的输出。经 $QA_1 \sim QA_5$ 译码将时间信号在萤光数码管上显示出来。在实际试验中，有人提出这样一个问题：“当汽车通过激光束，车身将光遮住，由于车身的长短是否会引起误差？”这个问题我们在逻辑设计中已经作了考虑，在图5中加了一个 QA_{17} 组成的二个RS触发器，当汽车接触到激光束， BG_6 或 BG_{12} 集电极就出现负脉冲讯号，电路立刻反转， BG_6 或 BG_{12} 的负信号只能作用一次，第二次就不起作用，这是RS触发器的特点。如果要复位，只有借助于手动复位，如图5（在下页）所示“清零”。

图5中 $\frac{1}{2}QA_2$ 组成的积分型整形线路，主要是为了使T形触发器可靠的翻转将输入脉冲展宽，其波形见图6。

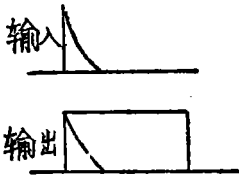


图6 波形展宽

如果要对公路及地下隧道的车辆进行限速监视，可以将选择开关 K_2d 推上至20公里/小时、30公里/小时、40公里/小时或60公里/小时，这时在 $\frac{1}{4}QA_{20}f$ 输入端波形将如图7所示：

由 $QA_{12} \sim QA_{16}$ 组成的线路，为标准秒信号（Time Base）发生器，同步信号由“T”触发器给出。

这时， $QA_{20}f$ 的输出讯号是随着路面上被监视车辆的车速增加而增加，即车速高计数器计的数字多。因此在这样的情况下要取出限速报警的信号便不是件难事情。只要根据下面简单的计算，然后从 QA_2 、 QA_3 译码器输入端a、d、c、d（1、2、4、8）取出，取的方法按计数器真值表。

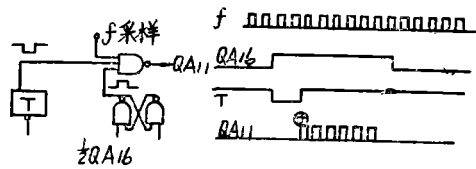


图7 限速时波形

计数器显示的时间 n 和被测时间 T_x 之间的关系：

$$n = TB - T_x$$

TB : 标准信号为1秒(Time Base)

T_x : 被测时间，当设置距离0.5米时，20公里/小时车速为0.09秒，30公里/小时为0.06秒。

如果需从15公里/小时到120公里/小时无级调速的话，可以采用8、4、2、1码0~9拨盘

开关根据上面的计算予置。 J_3 为限速报警继电器。

脉冲变压器采用铁氧体磁蕊“E12”。绕制数据：1-2 ϕ 0.59漆包线6圈、2-3 ϕ 0.59漆包线18圈、3-4 ϕ 0.59漆包线18圈、4-5 ϕ 0.59漆包线6圈、6-7 ϕ 0.44漆包线75圈、8-9 ϕ 0.59漆包线3圈。报警振荡器采用硅钢片单E型5 \times 7，绕制数据： L_1 ϕ 0.31漆包线43圈、 L_2 ϕ 0.23漆包线200圈、 L_3 ϕ 0.23漆包线50圈。

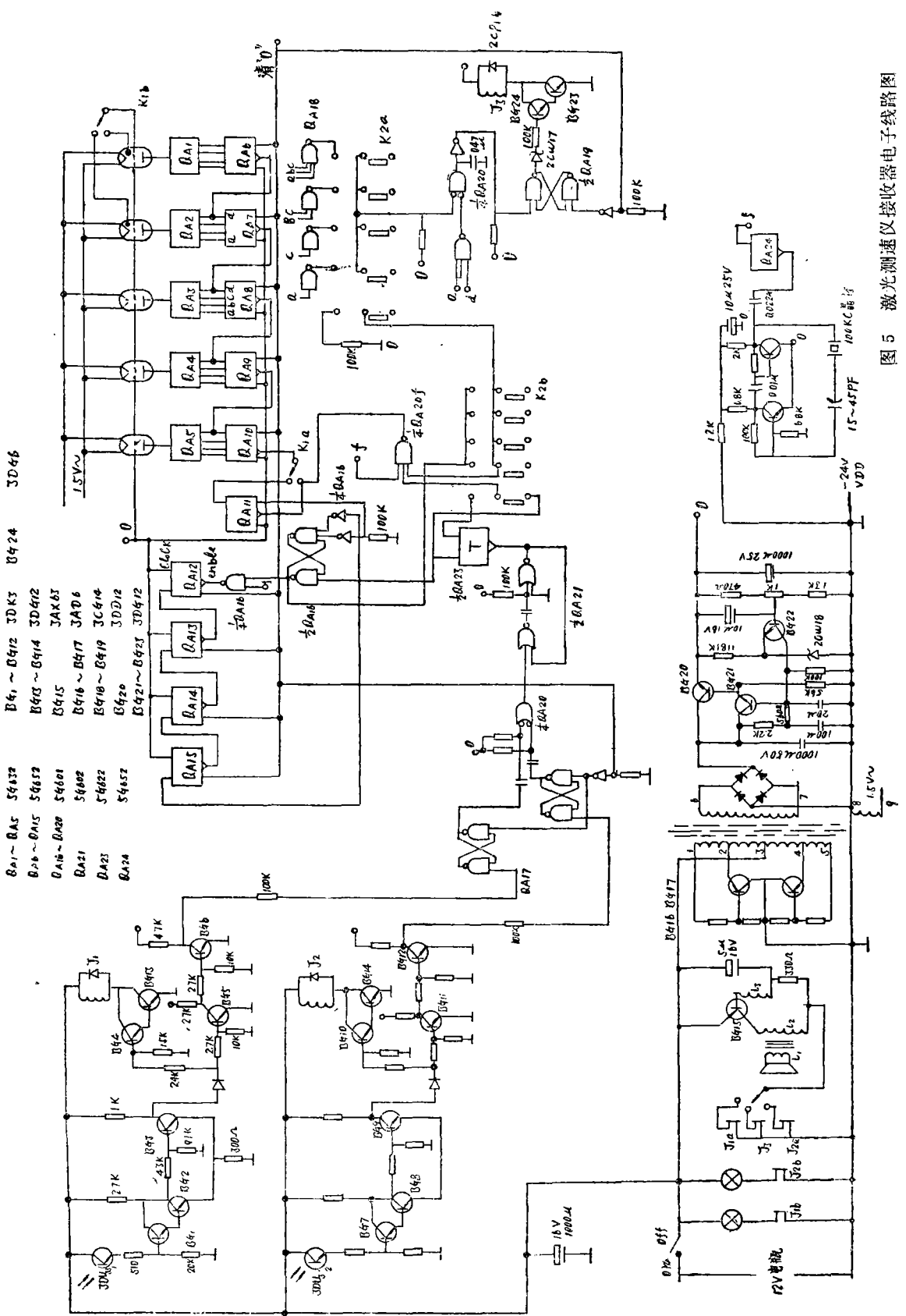


图 5 激光测速仪接收器电子线路图