

# 基于模拟目标的激光测速仪校准新方法

崔岩梅 李 涛 师会生 冷 杰

(中国一航北京长城计量测试技术研究所, 北京 100095)

**摘要** 为解决激光测速仪测速范围和测速误差的校准问题, 满足激光测速仪的校准需要。根据激光测速仪的测速特点, 提出了一种基于模拟目标的激光测速仪校准新方法, 并构建了校准装置, 该校准装置可以模拟匀速移动目标(代表匀速移动的车辆)提供标准速度值, 激光测速仪接收移动目标的反射光波后, 将给出该移动速度的测量值, 从而得到测速误差, 调整目标的速度, 即可实现对不同速度值的校准。经校准重复性试验和校准范围试验, 证明了该校准装置校准范围宽、重复性好、通用性好, 可以满足激光测速仪测速范围和测速误差的校准需求。

**关键词** 激光光学; 校准方法; 模拟目标; 激光测速仪

**中图分类号** TH824 **文献标识码** B **doi**: 10.3788/AOS200929s1.0313

## One New Calibration Method of Laser Speedometer with Simulated Target

Cui Yanmei Li Tao Shi Huisheng Leng Jie,

(Changcheng Institute of Metrology & Measurement, Beijing 100095, China)

**Abstract** This paper aims at range and error calibration of laser speedometer. According to the measurement principle of laser speedometer, one new calibration method and instrument with simulated target is put forward, which provides simulated target with invariable speed to simulate vehicle, and achieve range calibration by changing the speed of simulated target. Experiments show that the calibration instrument can meet the need of laser speedometer calibration because of its wide calibration range, high repeatability and universal performance.

**Key words** laser optics; calibration method; simulated target; laser speedometer

## 1 引 言

激光测速仪基于激光测距原理(即通过对被测物体发射激光光束, 并接收该激光光束的反射波, 记录该时间差, 来确定被测物体与测试点的距离), 是对被测物体进行两次有特定时间间隔的激光测距, 取得该时段内被测物体的移动距离, 从而得到该被测物体的移动速度。主要应用于交通部门的超速监测。

根据调研和相关文献<sup>[1]</sup>, 目前国内外测速仪的校准多采用车辆实测进行, 如公安部交通安全产品质量监督检测中心, 使用可以实时显示速度的校准车, 在实际车速下, 将校准车的速度值作为标准速度, 与测速仪速度进行比较, 得到测速仪的测速误差。

美国国家标准与技术研究院(NIST)采用具备

巡航定速功能的试验车和分辨率优于  $0.1 \mu\text{s}$  的高精度秒表, 在不受其他车辆影响的平坦车道上, 进行长距离的匀速驾驶和测量, 得到平均速度值。德国联邦物理技术研究院(PTB)也是采用光遮挡原理, 对实际车辆进行平均速度测量。

由于车辆实测中, 速度校准范围有限、同步误差影响严重, 因此, 为了解决以上问题, 本文提出了模拟目标法的激光测速仪校准方法和装置。

## 2 基于模拟目标的激光测速仪校准原理和校准装置

激光测速仪的测速原理基于激光测距原理, 当激光测速仪瞄准某一目标后, 连续发出一系列激光脉冲, 计算激光脉冲的发射周期和各测距值, 即可得

到目标的移动速度。

置。

根据该原理,本文提出了如图 1 所示的校准装

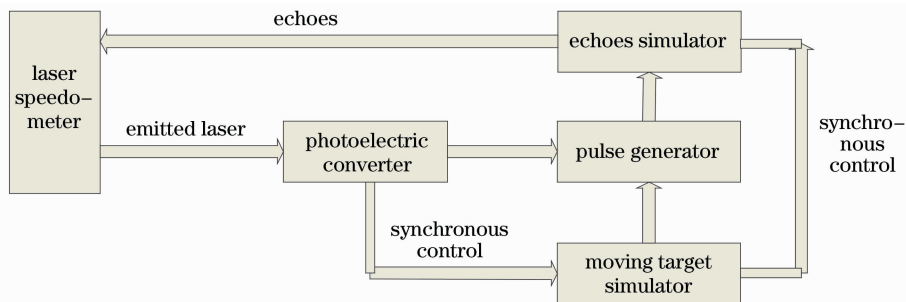


图 1 激光测速校准装置原理框图

Fig. 1 The skeleton diagram of laser speedometer calibration instrument

激光测速仪发射轴发出的激光脉冲经光电转换器转换为电脉冲,该电脉冲经延时脉冲发生器延时后,触发回波模拟器发出激光回波,用以模拟激光遇到真实目标的回波,延时脉冲发生器由移动目标模拟程序控制后,即可产生一个标准运动目标,比较标准移动目标的速度值和激光测速仪示值,即可得到测速误差。

可以看出,该校准装置是采用时间差  $t$  乘以光速来代表距离,这一距离的连续变化,对于以固定周期  $T$  发送测量脉冲的激光测速仪而言,是一个运动物体的漫反射回波,而这一距离的均匀变大或均匀变小,相当于一个匀速运动物体的漫反射回波,激光测速仪接收这一回波,将给出这个“运动物体”的速度值  $v$  :

$$v = \frac{ct}{2T},$$

式中  $c$  为真空中的光速值。

因此,运动目标的产生即产生一个连续变化的距离,而速度校准需要的是一个均匀变化的距离,即可进行运动目标模拟。

以上数学模型是理论模型,实际中,激光经光电转换后,可接入频率计,测得激光测速仪的发射周期  $T$ ,该值一般在 ms 量级,而装置中  $t$  的分辨率可达到 100 ps,完全能满足校准需要。

该校准装置有两项明显的优点:

(1)可以任意设置标准速度值,不受实际车速、路况、行驶距离等限制;

(2)标准速度值在测速仪的整个测速过程中恒定不变,为校准提供一个恒速的模拟目标,不再需要标准速度车,也不再苛刻地要求测试环境和条件。

### 3 校准试验

该校准装置对目前北京市广泛使用的三种激光测速仪分别进行了试验,这三种仪器是:韩国 UNIMO Technology 公司的 ComLASER CL-1P 型激光测速仪、芬兰 Noptel 公司的 CMP 2-30 型激光测速仪和美国的 LTI 20-20 型激光测速仪。

使用校准装置对 ComLASER CL-1P 型激光测速仪(标称测速精度为  $\pm 1$  km/h)进行校准,每个速度测点的重复性试验(样本数为 20)结果如表 1 所示(测试条件:室温  $21$   $^{\circ}\text{C}$ ,湿度 63% RH)。校准装置的照片如图 2 所示。

使用校准装置对美国 Laser Technology 公司的激光测速仪 Ultralyte Compact LTI20-20(测速精度  $\pm 2$  km/h,测速范围小于  $\pm 320$  km/h)进行测速校准范围试验,结果(样本数为 10)如表 2 所示(测试条件同上)。

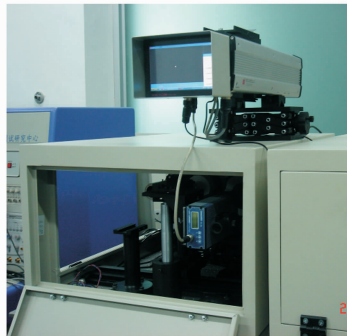


图 2 激光测速仪校准装置照片

Fig. 2 Photograph of laser speedometer calibration instrument

表1 激光测速仪校准的重复性试验结果  
Table 1 Calibration repeatability data of laser speedometer

km/h

Standard value	Measurement value of laser speedometer					Average	Repeatability	Error
500	499.50	499.87	499.83	499.97	499.91	499.85	0.15	-0.15
	499.93	499.77	499.99	499.77	499.95			
400	400.13	399.86	399.83	400.05	399.96	399.97	0.14	-0.03
	399.82	400.09	399.86	399.87	400.21			
300	299.89	299.85	299.97	300.06	300.03	299.97	0.09	-0.03
	299.93	299.84	300.09	300.08	299.94			
250	249.90	250.02	249.97	249.92	250.02	249.95	0.06	-0.05
	250.02	249.85	250.00	249.87	249.94			
180	180.02	180.08	179.96	180.05	180.06	179.99	0.08	-0.01
	180.02	179.86	179.96	179.90	180.04			
120	119.94	119.93	119.99	119.94	120.01	119.99	0.04	-0.01
	120.01	120.01	120.02	120.05	119.05			
60	60.01	60.02	60.00	59.96	59.99	60.00	0.02	0.00
	60.00	60.03	60.04	59.98	60.01			
10	10.06	9.87	9.95	9.95	10.04	9.99	0.04	-0.01
	10.04	10.02	9.94	10.02	10.04			
5	4.99	4.94	4.99	5.05	5.01	4.99	0.04	-0.01
	4.93	5.05	4.99	4.98	5.00			

表2 激光测速仪校准范围试验数据(km/h)

Table 2 Calibration range data of laser speedometer calibration

km/h

Standard value	20.25	60.00	80.00	100.00	120.00	150.00	180.00	320.00	600.00	950.00
Average	20.35	59.65	80.05	100.15	120.30	150.40	179.80	320.38	600.60	950.90
Error	0.10	-0.35	0.05	0.15	0.30	0.40	-0.20	0.38	0.60	0.90

## 4 结 论

1)由表1 试验数据可以看出,对于校准装置(5~500) km/h的标准速度值,该激光测速仪的示值重复性均 $\leq 0.15$  km/h,说明校准装置具有良好的重复性,同时也说明标准模拟目标具有良好的速度稳定性。

2)该校准装置可以任意设置标准速度值,且在该值的校准过程中恒定不变,速度值的设置范围可以为(5~950) km/h,具有较大的速度范围。

3)校准装置的速度校准范围覆盖了JJG528-2004《机动车雷达测速仪检定规程》要求的测速范围<sup>[2]</sup>(20~150) km/h,且进行了多种激光测速仪的校准,因此是通用的激光测速仪校准装置。

总之,该校准方法的提出和校准装置的实现,在校准方法上有创新突破,而且适用于多种类型的激光测速仪,因此具有良好的实用性,可以满足激光测

速仪的校准要求。

## 参 考 文 献

- Zhang Yue, Cai Changqing, Sun Qiao. Status quo of Online Measurement Technology of Vehicle speedometer [J]. *China Metrology*, 2007, **137**(4): 69~70  
张跃,蔡长青,孙桥. 机动车测速仪现场测试技术的国内外现状[J]. *中国计量*, 2007, **137**(4): 69~70
- National Metrology Technical Committee. Vehicles Radar Measuring. JJG528-2004 [S]. Beijing: China Metrology publishing house, 2004  
国家计量技术委员会. 机动车雷达测速仪. JJG528-2004[S]. 北京:中国计量出版社,2004
- Jin Guofan, Li Jingzhen. Laser Metrology[M]. Beijing: Science Press,1998,162~165  
金国藩,李景镇. 激光测量学[M]. 北京:科学出版社,1998. 162~165
- National Standardization Technical Committee. Motor Vehicle Speed Detector. GB/T21255-2007[S]. Beijing: Standard Press of China, 2007  
中国国家标准化管理委员会. 机动车测速仪. GB/T21255-2007 [S]. 北京:中国标准出版社,2007