

道路交通标线动静态测量比对研究

王露婉¹, 韩晓坤², 何华阳¹, 苏文英¹, 冷正威¹

(1.交通运输部公路科学研究院, 北京 100088; 2.国家道路与桥梁工程检测设备计量站, 北京 100088)

摘要: 道路交通标线的逆反射亮度系数测量是保证道路交通标线可视性、进一步提高道路交通安全的重要环节, 为验证车载式道路交通标线逆反射测量仪测量逆反射亮度系数的可靠性, 对比手持式逆反射标线测量仪与车载式标线测量仪的适用性, 使用便携式道路交通标线逆反射测量仪与车载式道路交通标线逆反射测量仪分别进行试验, 采集某道路的标线逆反射亮度系数。对比测量试验数据发现, 两设备各测点的数据基本吻合, 车载式道路交通标线逆反射测量仪在稳定性和测量精度方面都已达到试验要求的标准。

关键词: 交通工程; 道路交通标线; 逆反射亮度系数; 车载式道路交通标线逆反射测量仪; 静态测量; 动态测量

中图分类号: U491.5

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2021)02-0043-04

道路交通标志和标线在实际路况中对车辆起着引导、分流、警示和限制的作用, 是交通安全中至关重要的工具。逆反射型道路交通标线结构简单、施工便捷且造价低廉, 是道路工程中应用范围最广、应用时间最久的交通标线, 其主要原理是通过涂敷的反光玻璃珠对车辆灯光的反射实现夜间优良的可视性。对道路交通标线逆反射亮度系数的测量是保证道路交通标线质量的最后一道屏障, 也是保障交通安全至关重要的一环。根据 GB/T 16311-2016《道路交通标线质量要求和检测方法》, 正常使用期间白色、黄色逆反射标线的逆反射亮度系数分别不应低于 $80, 50 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$, 欧洲标准 EN 1436《道路标线材料——道路标线性能及测试方法》对逆反射亮度系数和漫反射亮度系数都作了要求。上述两部标准中所用的测量设备均为手持式逆反射标线测量仪。手持式逆反射标线测量仪自研发以来经过了长年的现场检验和技术改进, 测量技术相对成熟, 且便于携带, 一直是市场主流测量设备。车载式道路交通标线逆反射测量仪将车辆与测量设备相结合, 操作便捷, 省时省力, 不仅大大提高了测量效率, 而且能快速采集大量数据, 这些优点使该设备一经推出便迅速引起了国内外工程技术人员的关注。国外对车载式道路交通标线逆反射测量仪已开展了大量研究, 研制了相对完善的设备, 但国外设备昂贵, 引进成本过高。而国内车载式道路交通标线逆反射测量仪还处于发展初期, 需大量理论依据及试验数据支撑。该文采用便携式标准测量方法及车载式测

量方法分别对道路交通标线进行测量, 验证车载式道路交通标线逆反射测量仪的可靠性, 为推进车载式标线测量方法的研究提供技术依据。

1 道路交通标线逆反射测量方法分析

1.1 静态测量方法与动态测量方法

2010 年, 国家道路与桥梁工程检测设备计量站建立了中国首个逆反射亮度系数量溯源体系, 实现了标准量值的承载与复现, 解决了逆反射标线标准器、逆反射标线测量仪等标准器、测量仪的量溯源难题, 统一了行业量值。此后, 逆反射亮度系数测试装置的相关研究陆续得以发展, 手持式逆反射标线测量仪已成为中国检测道路交通标线逆反射亮度系数的主流设备。

手持式逆反射标线测量仪体型较小、便于携带, 既可用于实际道路标线静态测量, 也可用于室内相关静态测量试验研究。该设备完全由测量人员手动操作, 测量过程可控性强, 加上该设备经过长期的市场检验, 测量方法相对成熟, 测量结果可靠。然而, 随着交通建设的不断发展, 道路规模不断扩大, 据不完全统计, 中国每年新建和改、扩建道路工程项目中施划的路面标线超过 500 万 m^2 。手持式逆反射标线测量仪受人力限制, 无法满足如此巨大、日益增长的测量需求。此外, 中国现有道路标线测量方法主要依据 GB/T 16311-2016《道路交通标线质量要求和检测方法》, 该标准中标线采样的方法为(图形、字符或人行横道线测量原理相同, 这里暂不作讨

论):测量范围小于或等于 10 km 时,以整个测量范围为一个检测单位,在标线起点、终点及中间位置选取 3 个 100 m 为核查区域,再从每个核查区域中随机连续选取 10 个测试点;测量范围大于 10 km 时,取每 10 km 为一个检测单位,分别选取核查区域和测试点。按照该方法获得的数据量较少,只能粗略判断标线的逆反射性能,对于进一步分析标线各部分质量的作用有限。同时,为保证道路测量作业的安全性,使用手持式逆反射标线测量仪进行静态测量时需对测量路段进行封闭,影响车辆通行。

经过国内外研发人员的努力,车载式道路交通标线逆反射测量仪已趋于完善并开始投入使用。车载式道路交通标线逆反射测量仪将车载设备与测量设备相结合,使用车载设备进行测量过程的测点控制,能以设定的频率不间断采点的方式动态采集整条道路标线上的逆反射亮度系数,其操作便捷,测量速度快;采取软、硬件相结合,可快速采集并导出数据。更重要的是,使用车载式道路交通标线逆反射测量仪进行测量无需封路,可极大减小测量过程造成的道路交通负担。目前车载式道路交通标线逆反射测量仪的价格较高,投入使用的数量少,测量过程中需考虑光线环境及车速对测量结果的影响,且国内没有正式发布相关标准或技术规范,因此尚未普及使用。

1.2 车载式道路交通标线逆反射测量仪研究情况

对于逆反射亮度系数测量装置的研发,国外早于国内,其测量技术更先进,测量方法更完善。国外车载式道路交通标线逆反射测量仪的相关研究也先于国内,其技术更完善。早在 2011 年前后,丹麦 Delta 公司就推出了 LTL-M 车载式道路交通标线逆反射测量仪,其基于相机、数码图像等处理技术,通过更改配件可适配各种类型车辆,是专用于道路标线逆反射亮度系数测试的设备。其操作简单,可实现双线测量、日间和夜间可见度的相关测量。

国内车载式道路交通标线逆反射测量仪的研究才刚刚起步。交通运输部公路科学研究院于 2012 年初步研制成一套道路交通标线光度性能动态快速检测设备。2019 年,四川京炜数字科技有限公司进行相关研究,推出了 Retro M1 车载式道路交通标线逆反射测量仪,建立了较完善的测量系统。2020 年,交通运输部公路科学研究院编写《车载式道路交通标线逆反射测量仪实施细则》,为车载式道路交通标线逆反射测量仪的动态逆反射亮度系数量值溯源

提供了一种方案。

车载式道路交通标线逆反射测量仪已成为道路交通标线逆反射亮度系数测量的发展趋势,其智能化、自动化、数字化的特点将使道路交通标线的光度性能测量更高效、便捷。下面通过手持式逆反射标线测量仪与车载式道路交通标线逆反射测量仪测量数据对比分析,研究车载式道路交通标线逆反射测量仪的测量准确性及重复性,进一步优化道路交通标线逆反射亮度系数测量方法。

2 比对试验

试验所采用的手持式逆反射标线测量仪为巴西 EASYLUX 的 MINIRL,车载式道路交通标线逆反射测量仪为四川京炜数字科技有限公司生产的 V_RLI(见图 1)。在综合考虑试验场地的平整性、车流量等试验安全信息的前提下,在四川省成都市双流区环港路上选取 1 条干燥、平整的路段作为试验路段,其中采集数据路段标线为超车道左幅白色连续标线。在试验路段上,使用钢卷尺测量 600 m 距离作为采集数据路段,并在每 5 m 处作标记。



图 1 车载式道路交通标线逆反射测量仪

2.1 静态测量

按照每 5 m 一个测点,测量 600 m 试验路段标线逆反射数据。除测量测点数据外,还测量测点相邻前后位置的数据,排除异常数据(超过测量值 10%)后,把所测数据取算术平均值作为该测点的测量值。

2.2 动态测量

测试车以 50 km/h 的速度,到达起始标记位置时按下车载设备开始键开始测量,到达终点标记位置时按下停止键停止测量,并存储测量数据。以该方法重复测量 2 次,分别存储数据。

2.3 试验结果与分析

手持式逆反射标线测量仪和车载式道路交通标线逆反射测量仪的测量数据对比见表 1、图 2。

表 1 手持式逆反射标线测量仪和车载式道路交通标线
逆反射测量仪的比对试验数据

测量点位	逆反射系数/(mcd · m ⁻² · lx ⁻¹)				测量点位	逆反射系数/(mcd · m ⁻² · lx ⁻¹)			
	静态测量	动态测量 1	动态测量 2	动态测量 3		静态测量	动态测量 1	动态测量 2	动态测量 3
1	24.00	24.19	40.98	—	44	85.00	92.20	85.68	70.42
2	28.00	22.68	25.13	24.14	45	109.00	96.40	104.42	121.44
3	29.33	0.00	23.76	34.87	46	98.67	84.54	78.79	85.35
4	29.33	28.07	35.28	24.88	47	80.33	63.25	65.60	73.14
5	35.67	32.24	28.68	24.04	48	60.00	102.50	107.26	88.52
6	31.33	24.92	27.20	30.58	49	79.67	92.03	89.03	93.99
7	25.00	20.01	0.00	29.69	50	92.67	97.29	100.32	102.26
8	25.33	21.94	19.62	25.21	51	86.00	82.07	88.04	97.82
9	27.00	19.96	0.00	22.63	52	88.33	91.92	98.42	93.89
10	20.67	22.31	36.62	24.01	53	80.67	82.84	87.82	93.26
11	20.67	19.12	24.89	23.69	54	30.67	38.05	37.30	39.57
12	22.00	20.61	22.06	23.44	55	30.00	31.47	42.85	32.55
13	18.33	21.03	26.79	24.51	56	33.00	32.58	29.58	31.19
14	22.00	22.49	0.00	22.79	57	43.67	30.96	41.93	37.06
15	19.33	21.62	27.29	25.87	58	60.67	59.85	48.24	59.41
16	24.00	20.28	23.53	26.75	59	33.67	39.38	37.97	34.01
17	24.33	19.13	22.95	29.62	60	46.33	35.46	40.76	37.14
18	26.00	0.00	23.12	23.42	61	27.00	35.34	38.62	40.15
19	22.67	0.00	0.00	24.88	62	24.33	32.67	31.72	35.29
20	21.00	0.00	23.21	20.16	63	24.33	32.35	39.60	29.96
21	21.00	20.32	24.12	23.66	64	26.33	37.26	30.91	41.07
22	20.00	20.35	24.15	25.15	65	37.33	39.64	37.11	34.44
23	23.33	20.16	24.19	26.60	66	35.33	30.75	33.93	36.47
24	20.00	19.77	35.97	23.05	67	37.33	41.56	37.86	34.72
25	23.33	18.49	23.71	26.07	68	41.33	37.22	31.93	30.02
26	20.33	22.69	27.11	25.39	69	37.00	43.48	36.37	45.17
27	23.33	20.71	23.40	23.16	70	37.00	36.74	38.15	49.35
28	21.00	20.96	24.94	23.19	71	30.67	44.32	31.60	32.15
29	21.67	23.15	27.95	22.66	72	53.67	53.85	40.96	51.33
30	18.33	30.56	43.14	42.41	73	44.67	38.97	38.22	39.26
31	21.00	28.14	43.23	40.55	74	30.67	41.69	37.67	45.53
32	17.00	26.35	36.13	24.64	75	41.33	52.74	50.94	55.79
33	19.33	27.52	31.37	27.40	76	37.33	49.46	44.33	42.40
34	22.00	25.97	24.76	22.29	77	41.33	39.08	46.32	39.12
35	25.33	24.24	25.31	30.79	78	52.00	38.63	45.85	40.91
36	20.00	21.80	24.27	26.32	79	58.67	47.67	45.94	46.87
37	16.00	20.39	24.06	38.19	80	44.00	53.41	54.66	56.72
38	21.00	26.30	48.90	27.20	81	53.67	54.75	56.72	53.80
39	18.67	21.40	21.10	25.63	82	50.33	47.72	49.21	49.45
40	16.00	21.02	23.88	22.86	83	63.33	57.82	56.66	55.35
41	23.00	38.99	62.01	66.71	84	88.33	56.21	65.21	71.64
42	56.33	74.48	71.82	69.14	85	119.33	82.45	89.66	106.02
43	84.33	81.76	79.59	83.76	86	103.67	109.23	108.98	116.01

续表 1

测量点位	逆反射系数/($\text{mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$)				测量点位	逆反射系数/($\text{mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$)			
	静态测量	动态测量 1	动态测量 2	动态测量 3		静态测量	动态测量 1	动态测量 2	动态测量 3
87	109.00	115.45	118.29	99.56	104	104.67	116.30	112.70	114.00
88	130.33	104.65	115.98	105.04	105	104.00	127.56	111.95	128.16
89	117.33	112.93	97.63	109.11	106	128.67	142.07	124.91	129.63
90	93.33	80.44	93.14	60.85	107	114.67	139.48	121.84	112.50
91	100.67	72.91	69.54	71.02	108	105.33	136.17	156.84	114.55
92	103.00	85.75	79.08	85.94	109	109.00	144.97	137.81	121.00
93	104.67	83.31	98.72	77.41	110	143.67	168.52	142.37	114.50
94	95.33	90.72	90.84	77.39	111	145.00	157.05	114.81	123.91
95	90.33	93.93	96.57	77.38	112	144.67	154.29	152.11	150.58
96	91.00	79.14	79.66	64.13	113	132.33	188.90	151.88	165.69
97	95.33	75.36	77.64	78.45	114	146.33	165.65	155.57	178.91
98	87.67	77.14	69.71	78.89	115	158.67	173.34	167.78	121.88
99	88.67	83.66	90.53	84.50	116	122.67	159.53	134.61	115.58
100	96.00	85.44	89.99	91.28	117	121.67	168.21	120.64	154.64
101	92.00	87.45	75.76	90.46	118	133.67	166.07	123.63	172.67
102	93.33	91.66	75.54	96.24	119	125.00	185.78	155.84	167.73
103	90.67	101.64	84.68	102.44	120	127.33	164.10	126.12	152.44

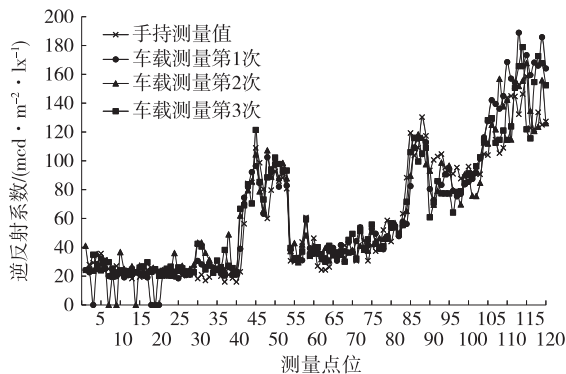


图2 手持式逆反射标线测量仪和车载式道路交通标线逆反射测量仪的比对试验数据

从图2可看出:在测点109之前,车载式道路交通标线逆反射测量仪的测量值和手持式逆反射标线测量仪的测量值基本吻合,说明车载测量设备的测量精度与测量稳定性较好;在测点109之后,两者数据出现较大差异,这是因为测量终点位于路口,测试车在终点前必须减速刹车,造成车辆、车载测试设备测试探头前倾,测试角度发生变化,导致其测量值与手持设备测量值的差异较大。另外,每次减速刹车为人工操作,力道并非一致,导致测试角度变化并非一致,所以3次测量值也存在一定差异。

3 结语

车载式道路交通标线逆反射测量仪是道路交通

标线测量方法的大趋势,目前该测量设备在重复性、测量精度等方面已趋于成熟。但在测量时由于车载设备的加速、减速过程中容易造成测量设备倾斜,影响测量结果。因此,应注意测量设备安装牢固性,选用挠度小的安装配件,减小加速、减速过程中的倾斜情况;其次在测量过程中缓慢加速、减速,尽量以恒定的速度通过测量区域。

参考文献:

- [1] XU C,BAO J,WANG C,et al.Association rule analysis of factors contributing to extraordinarily severe traffic crashes in China[J].Journal of Safety Research,2018,67:65—75.
- [2] 王伟杰,赵学增,潘昀路,等.便携式逆反射系数测试仪[J].光学精密工程,2017,25(12):3096—3104.
- [3] BABIĆ D,FIOLIĆ M,ŽILIONIENE D.Evaluation of static and dynamic method for measuring retroreflection of road markings[J].Gradevinar,2017,69(10):907—914.
- [4] 李伟,朱传征.逆反射测量系统计量检定技术[J].公路交通科技,2012,29(2):132—135.
- [5] 李泽滨,裴崇利.基于SSD模型的道路交通标志识别方法研究[J].客车技术与研究,2019,41(6):44—47.
- [6] 赵飞虎,乔卫东,赵敏,等.直接亮度法测量逆反射亮度系数的研究[J].计量学报,2017,38(5):580—583.

收稿日期:2020—06—18