

# 相对测量法检测交通标志反光膜逆反射系数的可靠性分析

罗语丹

(佛山市公路桥梁工程监测站有限公司, 广东 佛山 528041)

**摘要:**以相关规范规定的共平面几何法为标准方法,由多家检测机构同期使用相对测量法和共平面几何法采集交通标志反光膜样品的逆反射系数,通过“成对观测值情形下两个均值的比较”分析比较两种测量方法的检测结果,验证相对测量法检测交通标志反光膜逆反射系数的可靠性。

**关键词:**交通工程;交通标志反光膜;相对测量法;共平面几何法;逆反射系数

中图分类号:U491.5

文献标志码:A

文章编号:1671-2668(2019)06-0034-05

检验检测机构在道路工程质量控制及评定中起着关键性作用。为促进检测质量的提高,确保检测数据的有效性和准确性,某检测机构组织多家单位进行平行试验比对,分别采用相对测量法(便捷式)和共平面几何法(标准方法、复杂式)对交通标志反光膜逆反射系数进行测试,比较两种测量方法检测结果的差异,通过数理统计验证相对测量法的可靠性,在确保检测结果准确的同时提高测试效率。

## 1 测试数据的收集

交通标志反光膜逆反射系数测试为材料光学性能检验,存在诸多影响因素,为保证测试过程的稳定性、消除各因素的影响,保证测试结果准确,测试数据通过平行比对试验进行收集,由 1 家检测机构组织策划,7 家检测机构(代码为 1~7)参与相对测量法测试,另 4 家检测机构(代码为 A~D)参与共平面几何法测试,数据量满足样本数量的需求。

### 1.1 测试比对方案

参照 ISO/IEC 导则 43—1997《利用实验室间比对的能力验证》进行测试,并剔除不满足要求及异常的测试数据。

#### 1.1.1 测试样品准备

使用 3 种交通标志反光膜样品进行逆反射系数测试,分别为 IV 类绿色微棱镜型、IV 类白色微棱镜型及 IV 类绿色透镜埋入型反光膜,样品均按标准要求制作并经过技术确认满足分散性、均匀性、稳定性等要求,样品编号分别为 a1、b1、c1,使用时记录样品编号及规格型号。

试验前将样品放入养护箱内养护,箱内环境温度

( $23\pm 2$ )℃、湿度( $50\pm 10$ )%,养护时间 24 h;试验过程中温度控制在( $23\pm 2$ )℃,湿度控制在( $50\pm 10$ )%,若不在该范围,则对试验区进行环境控制调节。

为减少样品传递过程的影响,相对测量法采用集中测试法进行检验,统一由组织方提供测试场地,场地满足样品养护和测试要求,按编号顺序进行测试;共平面几何法由组织方恒温后统一送样至参检机构。要求在规定时段内完成试验并汇总试验数据,参照 CNAS—GL02:2014《能力验证结果的统计处理和评价指南》进行统计,剔除异常值后取均值作为两种方法的比较值。

#### 1.1.2 试验标准及要求

(1) 试验标准。相对测量法按 GB/T 18833—2012《道路交通反光膜》中的试验方法进行,共平面几何法按 JT/T 689—2007《逆反射系数测试方法 共平面几何法》实施。

(2) 相对测量法测试要求。1) 测量几何条件。观测角为  $0.2^\circ$ 、 $0.5^\circ$ 、 $1^\circ$ ,入射角为  $-4^\circ$ 、 $15^\circ$ 、 $30^\circ$ ,共 9 种组合,按照仪器说明书进行使用前黑板零点校准,每种组合测量前均按照仪器配套校准板的数值进行校准。然后打开测量仪器,预热,直至显示数据稳定后开始测试。测量时,手柄方向与标记方向呈水平状态。2) 测点选择。每种测量几何条件组合在样品上取 5 个点(不同位置)进行测量,取点位置见图 1。3) 数据取值。数据按要求进行修约, $1^\circ$ 观测角测得的数据,平均值保留 1 位小数;其余观测角测得的数据,平均值保留至个位。

(3) 共平面几何法测试要求。1) 按图 2 所示要求布设测试仪器。2) 按观测角  $0.2^\circ$ 、 $0.5^\circ$ 、 $1^\circ$ ,入射

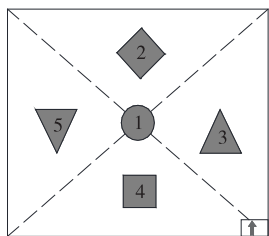


图 1 相对测量法试样测点布置

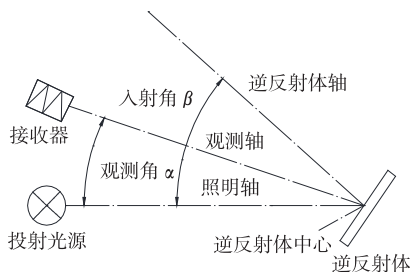


图 2 共平面几何法测试结构示意图

角 $-4^{\circ}$ 、 $15^{\circ}$ 、 $30^{\circ}$ 共 9 种组合进行测试。3) 按标准要求计算测试值,取平均值作为最终测量结果。

1.1.3 检测结果评定方法

相对测量检测结果评价采用稳健统计方法。对于检测机构给出的一个结果  $A$ ,实验室  $Z$  比分数按式(1)计算。 $|Z| \leq 2$  时,为满意结果; $2 < |Z| < 3$  时,为疑问结果; $|Z| \geq 3$  时,为不满意或离群结果。

$$Z = (A - \text{中位值}) / \text{Norm IQR} \quad (1)$$

式中: $Z$  为某检测机构检测结果  $A$  与中位值的偏离程度,符号+、-代表与中位值的两个偏离方向。

共平面几何法采用与标准值比较的示值允许误差方法,计算公式见式(2)。 $|\Delta| \leq 5\%$  时,为满意结果; $|\Delta| > 5\%$  时,为不满意结果。

$$\Delta = \frac{R' - R'_0}{R'_0} \times 100\% \quad (2)$$

式中: $\Delta$  为检测结果示值误差; $R'$  为检测单位检测结果; $R'_0$  为试样平均值。

剔除异常值后取两种测量方法中满意结果的平均值作为最终测试结果进行对比分析。

1.2 检测数据

共平面几何法的检测数据见表 1,相对测量法的检测数据见表 2。

1.3 检测数据分析

根据检测结果评定方法对各检测机构的检测数据进行分析,取得两种测量方法的比较值。相对测量法测试值评估见表 3,平面共几何法测试值评估见表 4。

表 1 共平面几何法采集的交通标志反光膜逆反射系数

样品类型	样品编号	测角条件/ $(^{\circ})$		各检测机构的检测结果/ $(\text{cd} \cdot \text{lx}^{-1} \cdot \text{m}^{-2})$			
		观测角	入射角	A	B	C	D
IV类 绿色 微棱 镜型	a1	0.2	$-4$	165.0	169.0	162.0	165.0
			15	127.0	128.0	128.0	123.0
			30	77.0	76.0	67.0	70.0
		0.5	$-4$	86.0	83.0	81.0	88.0
			15	75.0	73.0	71.0	79.0
			30	47.0	42.0	44.0	46.0
		1.0	$-4$	6.5	6.6	6.5	6.9
			15	5.5	5.6	5.5	5.8
			30	3.3	3.3	3.0	3.0
		0.2	$-4$	341.0	336.0	331.0	336.0
			15	322.0	323.0	325.0	338.0
			30	320.0	319.0	323.0	322.0
IV类 白色 微棱 镜型	b1	0.5	$-4$	104.0	105.0	103.0	106.0
			15	102.0	100.0	100.0	100.0
			30	98.0	97.0	96.0	97.0
		1.0	$-4$	27.9	27.8	28.4	28.1
			15	27.2	26.5	27.6	27.2
			30	25.0	25.3	25.2	25.1
		0.2	$-4$	269.0	268.0	263.0	260.0
			15	246.0	244.0	247.0	243.0
			30	163.0	161.0	159.0	165.0
		0.5	$-4$	79.0	78.0	76.0	73.0
			15	93.0	89.0	89.0	95.0
			30	74.0	74.0	71.0	70.0
IV类 绿色 透镜 埋入 型	c1	1.0	$-4$	11.4	11.3	11.8	11.8
			15	10.2	10.1	10.5	10.8
			30	8.5	8.5	8.2	8.0

2 测试结果分析

2.1 数据取值情况

根据测试数据的评估结果,剔除测试数据中异常值后,得到 7 家检测机构的相对测量法测试值及 4 家检测机构的共平面几何法测试值(见表 5)。

2.2 测试结果评价

采用“成对观测值情形下两个均值的比较”对两种测量方法的测试数据进行评价,验证其测试结果的准确性和可替代性。评价中采用两者的均值作为参考值,按 GB 3361—82《数据的统计处理和解释 在成对观测值情形下两个均值的比较》第 3 条中的计算公式对两种测量方法的检测结果进行评价,结

表 2 相对测量法采集的交通标志反光膜逆反射系数

样品类型	样品编号	测角条件/(°)		各检测机构的检测结果/(cd · lx <sup>-1</sup> · m <sup>-2</sup> )						
		观测角	入射角	1	2	3	4	5	6	7
Ⅳ类绿色 微棱镜型	a1	0.2	—4	168.0	169.0	162.0	165.0	165.0	166.0	167.0
			15	127.0	128.0	124.0	123.0	126.0	126.0	124.0
			30	77.0	74.0	76.0	79.0	75.0	73.0	77.0
		0.5	—4	86.0	83.0	84.0	88.0	85.0	84.0	87.0
			15	74.0	73.0	71.0	74.0	72.0	75.0	74.0
			30	42.0	42.0	41.0	43.0	43.0	44.0	46.0
		1.0	—4	6.4	6.6	6.5	6.9	6.5	6.9	6.4
			15	5.9	6.0	5.7	5.6	5.8	5.6	5.7
			30	3.3	3.3	3.2	3.2	3.1	3.3	3.2
Ⅳ类白色 微棱镜型	b1	0.2	—4	338.0	336.0	339.0	336.0	337.0	336.0	334.0
			15	323.0	323.0	325.0	328.0	327.0	326.0	325.0
			30	320.0	319.0	318.0	322.0	324.0	321.0	318.0
		0.5	—4	104.0	101.0	104.0	105.0	103.0	102.0	104.0
			15	102.0	100.0	100.0	102.0	102.0	101.0	100.0
			30	96.3	96.5	96.5	97.2	96.9	97.0	96.2
		1.0	—4	27.9	27.8	28.4	28.1	27.6	28.1	28.0
			15	27.2	26.5	27.6	27.2	26.7	26.9	27.0
			30	25.0	25.3	25.2	25.1	25.1	25.1	25.0
Ⅳ类绿色 透镜埋入型	c1	0.2	—4	264.0	268.0	268.0	269.0	266.0	267.0	265.0
			15	246.0	245.0	247.0	243.0	244.0	245.0	248.0
			30	165.0	161.0	160.0	165.0	163.0	162.0	164.0
		0.5	—4	75.0	79.0	76.0	75.0	77.0	78.0	77.0
			15	90.0	89.0	89.0	93.0	92.0	88.0	90.0
			30	70.0	74.0	71.0	75.0	73.0	72.0	75.0
		1.0	—4	11.9	11.3	11.8	12.0	11.7	12.1	11.9
			15	10.2	10.1	10.5	10.4	10.3	10.5	10.5
			30	8.5	8.5	8.2	8.8	8.3	8.5	8.4

表 3 相对测量法测试值评估

样品 类型	样品 编号	测角条件/(°)		各检测机构检测结果的 Z 比分数						
		观测角	入射角	1	2	3	4	5	6	7
Ⅳ类绿 色微棱 镜型	a1	0.2	—4	1.08	1.62	—2.16(疑问)	—0.54	—0.54	0.00	0.54
			15	0.54	1.08	—1.08	—1.62	0.00	0.00	—1.08
			30	0.54	—1.08	0.00	1.62	—0.54	—1.62	0.54
		0.5	—4	0.54	—1.08	—0.54	1.62	0.00	—0.54	1.08
			15	0.00	—0.90	—2.70(疑问)	0.00	—1.80	0.90	0.00
			30	—0.90	—0.90	—1.80	0.00	0.00	0.90	2.70(疑问)
		1.0	—4	—0.45	0.45	0.00	1.80	0.00	1.80	—0.45
			15	1.35	2.02(疑问)	0.00	—0.67	0.67	—0.67	0.00
			30	1.35	1.35	0.00	0.00	—1.35	1.35	0.00
Ⅳ类白 色微棱 镜型	b1	0.2	—4	1.80	0.00	2.70(疑问)	0.00	0.90	0.00	—1.8
			15	—1.08	—1.08	0.00	1.62	1.08	0.54	0.00
			30	0.00	—0.45	—0.90	0.90	1.80	0.45	—0.90

续表 3

样品 类型	样品 编号	测角条件/(°)		各检测机构检测结果的 Z 比分数						
		观测角	入射角	1	2	3	4	5	6	7
Ⅳ类白 色微棱 镜型	b1	0.5	—4	0.00	—2.70(疑问)	0.00	0.90	—0.90	—1.80	0.00
			15	0.67	—0.67	—0.67	0.67	0.67	0.00	—0.67
			30	—0.49	0.00	0.00	1.72	0.98	1.23	—0.74
		1.0	—4	—0.54	—1.08	2.16(疑问)	0.54	—2.16(疑问)	0.54	0.00
			15	0.67	—1.69	2.02(疑问)	0.67	—1.01	—0.34	0.00
			30	—1.35	2.70(疑问)	1.35	0.00	0.00	0.00	—1.35
	c1	0.2	—4	—1.62	0.54	0.54	1.08	—0.54	0.00	—1.08
			15	0.67	0.00	1.35	—1.35	—0.67	0.00	2.02(疑问)
			30	—1.35	0.45	—0.90	0.90	0.00	—0.45	0.90
		Ⅳ类绿 色透镜 埋入型	c1	—4	—1.35	1.35	—0.67	—1.35	0.00	0.67
0.5	15			0.00	—0.67	—0.67	2.02(疑问)	1.35	—1.35	0.00
	30			—1.35	0.45	—0.90	0.90	0.00	—0.45	0.90
	1.0			—4	0.00	—4.50(离群)	—0.67	0.67	—1.35	1.35
15				—1.08	—1.62	0.54	0.00	—0.54	0.54	0.54
		30	0.00	0.00	—2.70(疑问)	2.70	1.80	0.00	—0.90	

注:最终取值计算中剔除“离群”和“疑问”值。

表 4 共平面几何法测试值评估

样品类型	样品编号	测角条件/(°)		各检测机构检测结果的示值允许误差 $\Delta/\%$			
		观测角	入射角	A	B	C	D
IV 类绿色 微棱镜型	a1	0.2	—4	—0.15	2.27	—1.97	—0.15
			15	0.40	1.19	1.19	—2.77
			30	6.21(不满意)	4.83	—7.59(不满意)	—3.45
		0.5	—4	1.78	—1.78	—4.14	4.14
			15	0.67	—2.01	—4.70	6.04(不满意)
			30	5.03	—6.15(不满意)	—1.68	2.79
		1.0	—4	—1.89	—0.38	—1.89	4.15
			15	—1.79	0.00	—1.79	3.57
			30	4.76	4.76	—4.76	—4.76
	b1	0.2	—4	1.49	0.00	—1.49	0.00
			15	—1.53	—1.22	—0.61	3.36
			30	—0.31	—0.62	0.62	0.31
		0.5	—4	—0.48	0.48	—1.44	1.44
			15	1.49	—0.50	—0.50	—0.50
			30	1.03	0.00	—1.03	0.00
		1.0	—4	—0.53	—0.89	1.25	0.18
			15	0.28	—2.30	1.75	0.28
			30	—0.60	0.60	0.20	—0.20
IV 类白色 微棱镜型	b1	0.2	—4	1.51	1.13	—0.75	—1.89
			15	0.41	—0.41	0.82	—0.82
			30	0.62	—0.62	—1.85	1.85
		0.5	—4	3.27	1.96	—0.65	—4.58
			15	1.64	—2.73	—2.73	3.83
			30	2.42	2.42	—1.73	—3.11
		1.0	—4	—1.51	—2.38	1.94	1.94
			15	—1.92	—2.88	0.96	3.85
			30	2.41	2.41	—1.20	—3.61

注:最终取值计算中剔除“不满意”值。

表 5 两种测量方法测试数据比较

样品类型	样品编号	测角条件/(°)		测试值/(cd·lx <sup>-1</sup> ·m <sup>-2</sup> )	
		观测角	入射角	相对测量法	共平面几何法
Ⅳ类绿色微棱镜型	a1	0.2	—4	167.0	165.0
			15	125.0	127.0
			30	76.0	73.0
		0.5	—4	85.0	85.0
			15	74.0	73.0
			30	43.0	46.0
		1.0	—4	6.6	6.6
			15	5.8	5.6
			30	3.2	3.2
Ⅳ类白色微棱镜型	b1	0.2	—4	336.0	336.0
			15	325.0	327.0
			30	320.0	321.0
		0.5	—4	104.0	105.0
			15	101.0	101.0
			30	97.0	97.0
		1.0	—4	28.0	28.1
			15	26.9	27.1
			30	25.1	25.2
Ⅳ类绿色透镜埋入型	c1	0.2	—4	267.0	265.0
			15	245.0	245.0
			30	163.0	162.0
		0.5	—4	77.0	77.0
			15	90.0	92.0
			30	73.0	72.0
		1.0	—4	11.9	11.6
			15	10.4	10.4
			30	8.5	8.3

果见表 6。由表 6 可知:在显著性水平 1%下,两种测量方法对Ⅳ类绿色微棱镜型、Ⅳ类白色微棱镜型及Ⅳ类绿色透镜埋入型反光膜的检测能力处于同一水平。

表 6 在成对观测值情形下两个参比均值的比较

样品编号	测试方法	双侧情形	在显著性水平 1%下,是否接受本测值与参考值相等的假设
		$ \bar{d}-d_0 $ 与 $A_2$ 的比较	
a1	相对测量法	$0.4 < A_2 = 1.56$	是
	共平面几何法	$0.6 < A_2 = 1.47$	是
b1	相对测量法	$1.4 < A_2 = 1.57$	是
	共平面几何法	$1.0 < A_2 = 1.28$	是
c1	相对测量法	$0.6 < A_2 = 1.20$	是
	共平面几何法	$0.7 < A_2 = 1.32$	是

### 3 结语

综上,通过相对测量法和共平面几何法对 3 种交通标志反光膜样品进行逆反射系数测试,经“成对观测值情形下两个均值的比较”对两种方法进行检测效果分析,验证两种测量方法在一定情形下的可交替性,确定相对测量法检测交通标志逆反射系数的可靠性。结果显示,在日常试验检测中,可采用便捷式的相对测量法替代复杂的共平面几何法。但受限于其他影响因素的不可估量性,不建议仲裁试验使用相对测量法。

### 参考文献:

- [1] GB/T 18833—2012,道路交通反光膜[S].
- [2] JT/T 689—2007,逆反射系数测试方法:共平面几何法[S].
- [3] JT/T 690—2007,逆反射体光度性能测试方法[S].
- [4] CNAS—GL02:2014,能力验证结果的统计处理和能力评价指南[S].
- [5] GB 3361—1982,数据的统计处理和解释在成对观测值情形下两个均值的比较[S].
- [6] 张尉.交通标志反光膜逆反射系数能力验证稳健统计技术分析[J].建筑学研究前沿,2018(18).
- [7] 罗语丹,李允科.使用 CRM 法监控水泥检测结果的可靠性分析[J].公路与汽运,2016(4).
- [8] 苏文英,李丹,王振华.旋转角对道路交通逆反射材料测试的影响研究[J].公路交通科技,2011,28(1).
- [9] 韩飞.交通标志反光膜逆反射系数比对及能力验证结果分析[J].福建交通科技,2018(2).
- [10] 谷天明.公路标标志线的逆反射系数测量[J].交通标准化,2003(5).
- [11] 王劲惠.公路交通标志反光膜常态逆反射系数的不确定度评定[J].计量技术,2011(2).
- [12] 李飞.交通标志检测、评定与养护研究[D].西安:长安大学,2018.
- [13] 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).
- [14] 熊怡.便携式逆反射系数测试仪的研制[D].哈尔滨:哈尔滨工业大学,2016.
- [15] 苏文英,李洪琴,李丹.道路交通安全用逆反射测试基础[J].公路交通科技:应用技术版,2008(6).
- [16] 王丹,陈积先,陈萍,等.货车及挂车车身反光标识湿状态下逆反射系数测量的试验装置研究[J].光源与照明,2015(1).

收稿日期:2019—05—16