

基于三轴 MEMS 陀螺仪的车载式 道路照明眩光检测系统

谢晓勇¹, 秦大为²

(1. 义乌市输变电工程有限公司承装事业部, 浙江 义乌 322000; 2. 盐城师范学院电光源检测技术研究所, 江苏 盐城 224002)

摘要: 为了能够解决道路照明眩光对车辆驾乘人员和行人所带来的困扰, 科学有效的测量方法和专业的测量仪器是必不可少的。本文介绍一种基于三轴 MEMS 陀螺仪的车载式道路照明眩光检测系统, 有效地解决了眩光测试中的抗震动、抗倾斜、抗干扰能力等问题, 进而提高了道路照明眩光现场测量结果的准确性、可重复性及仪器操作的方便性, 为道路照明眩光测量提供更好的技术设备支持。

关键词: 道路照明; 眩光测量; 阈值增量; 三轴 MEMS 陀螺仪; 车载稳定系统

中图分类号: U491.53; TP391.4

文献标识码: A

DOI: 10.3969/j.issn.1002-6150.2022.09.010

Vehicle Mounted Road Lighting Glare Detection System Based on Three – Axis MEMS Gyroscope

XIE Xiaoyong¹, QIN Dawei²

(1. Installation Department of Yiwu Power Transmission and Transformation Engineering Co., Ltd., Yiwu 322000, China;

2. Research Institute of Electric Light Source Testing Technology of Yancheng Normal University, Yancheng 224002, China)

Abstract: In order to better solve the distress of road glare to everyone, scientific and effective measurement methods and professional road lighting glare measurement instruments are essential. This paper mainly introduces a vehicle mounted road lighting glare detection system based on the three – axis MEMS (Microelectromechanical System) gyroscope, which effectively solves the problems of anti vibration, anti tilt and anti – interference ability in glare test, and further improves the accuracy, repeatability of the field measurement results and convenience of instrument operation, and provides better technical equipment support for road lighting glare measurement.

Key words: road lighting; glare measurement; threshold increment; three – axis MEMS gyroscope; vehicle stability system

引 言

当行人在夜间道路上行走或驾驶人员夜间在驾驶车辆时经常会感觉到道路照明等光源对眼睛产生

干扰, 或者产生不舒适感, 这实际上就是道路眩光产生的干扰^[1]。CJJ 45 – 2015《城市道路照明设计标准》中眩光测量做出了相关要求, 对于不同类型的道路, 的眩光阈值增量都做了详细的规范, 为现场测试提

作者简介: 谢晓勇, 助理工程师。主要从事城市道路照明技术与管理工作。

通信作者: 秦大为, 教授。长期从事道路照明现场检测技术的教学与研究工作。

供了相应方法。但使用常规的眩光测量仪器在实际测量时,往往会受到一些来自测量仪器的抖动、偏移等因素的影响,导致测量数据的准确度和可重复性下降。为此,我们在先期研发的眩光测试系统^[2-3]的基础上又进行了改良设计,加装了车载稳定系统。下面将通过相关原理的说明以及现场实验介绍基于三轴 MEMS 陀螺仪的车载式道路照明眩光检测系统在提高道路照明眩光测试精度方面的探索。

1 仪器设计

现有的常规仪器虽然可以基本满足测量的需求,但是在测量的精度和测试的一致性上还有待提高,为此在最新的车载式道路照明眩光检测系统上加装内含三轴 MEMS 陀螺仪车载稳定系统通过蓝牙控制进行通信,以减少因仪器的抖动、偏移等因素形成的测量误差,以提高测量的准确性、便捷性和可重复性。

1.1 眩光测量原理

按照 EN 13201 - 2015 和 GB/T 38439 - 2019、CJJ 45 - 2015 标准,为了更准确地测量道路照明眩光的阈值增量,对眩光测量主机进行光学系统改造和定标^[4-5]。其测试原理为:在测量主机芯片上涂有相应的 RGB 膜,通过其滤波器实现了与人眼匹配。

测量主机通过拍摄一张现场照片,从而得到现场亮度分布图像。通过软件对拍摄的照片进行分析,最终得到光源的平均亮度和背景的平均亮度。并结合测量的眩光源的空间立体角信息进行综合分析计算,最终得出眩光的阈值增量^[6]。空间立体角如图 1 所示。

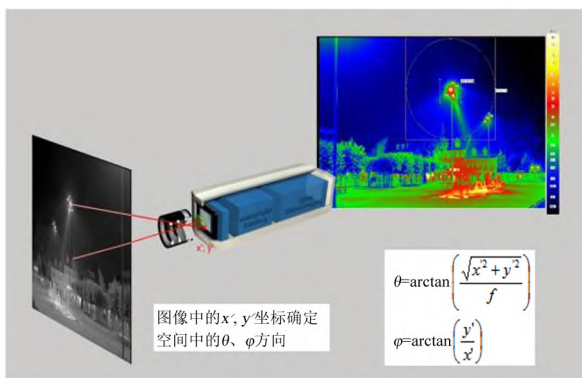


图 1 空间立体角信息

Fig. 1 Spatial solid angle information

1.2 三轴 MEMS 陀螺仪原理

三轴 MEMS 陀螺仪是内置在车载稳定平衡器的电子芯片,利用科里奥利力即:旋转物体径向移动时的

切向力,并通过记录内部组件接收的科里奥利力来测量和控制运动。通过加震荡电压迫使物体作径向运动,以及测量由于横向科里奥利运动带来的电容变化。这样,三轴 MEMS 陀螺仪在驱动下可以在横向上震动与驱动力差 90° 的微小震荡。这个原理类似于角速度,所以三轴 MEMS 陀螺仪的角速度可以通过电容的变化来计算。角速度基本示意图如图 2 所示。

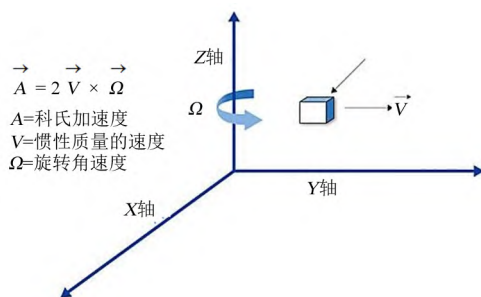


图 2 角速度基本原理图

Fig. 2 Basic schematic diagram of angular velocity

三轴 MEMS 陀螺仪可以同时测量 6 个方向的位置、运动轨迹和加速度。它可以测量沿一个或多个轴移动的角速度,并在 6 个方向为测试主机提供防震动保护。当测试主机不受外力影响时,它不会发生改变。当陀螺仪检测到测试主机的微小运动时,它会主动将信号传输给微处理器,计算出需要补偿的位移,然后通过补偿透镜组根据透镜的抖动方向和位移进行补偿,有效实现光学抗抖动。克服了测量主机因震动造成的图像模糊,进而提高测量的准确性、便捷性和可重复性。

1.3 仪器实物图



图 3 仪器实物图

Fig. 3 Instrument appearance

1.4 主要计算参数

1.4.1 测试量程及精度

- (1) 解析度: 5184 × 3450(图像) 2592 × 1728(亮度);
- (2) 动态范围: 1: 32000;

- (3) 重复性: 1.3% ~ 3.4%;
- (4) 测试精度: 5.8% ~ 9%;
- (5) 校正精度: 2.5%。

1.4.2 车载稳定器工作特性

- (1) 负载重量(参考值): 3.6 kg;
- (2) 角度抖动量: $\pm 0.02^\circ$;
- (3) 最大可控转速: 平移方向: $360^\circ/\text{s}$, 俯仰方向: $360^\circ/\text{s}$, 横滚方向: $360^\circ/\text{s}$;
- (4) 机械限位范围: 平移方向: 无限位, 俯仰方向: $+205^\circ \sim -115^\circ$, 横滚方向: $+230^\circ \sim -90^\circ$;
- (5) 可控转动范围: 平移方向: 360° 连续旋转(Roll 360 模式), 俯仰方向: $+180^\circ \sim -90^\circ$ (正立模式);
- (6) 支持接口类型: 蓝牙 4.0; USB;
- (7) 工作环境温度: $-20 \sim +45^\circ\text{C}$ 。

2 现场实验对比

2.1 实验方法

为了测试眩光测试仪在增加了车载稳定器后, 对于道路照明现场眩光测量的精度以及稳定性是否有所提升, 选取了一条标准路段, 分别用改进前和改进后的仪器进行测试对比。

(1) 测量机位选择

仪器测试位置在距离路边 1/4 路宽的位置, 测量点前方至少 250 m 内没有弯曲, 路面水平没有明显坡度, 相机镜头垂直地面距离为 1.5 m 左右, 镜头方向与道路行驶方向平行。图 4 为测量机位示意图。

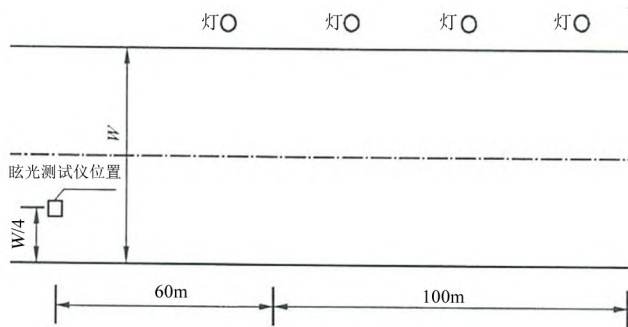


图 4 测量机位示意图

Fig. 4 The measuring instrument position diagram

(2) 仪器安装

首先安装支架, 选择好位置后将每个旋钮锁死; 然后安装平衡器, 固定好后将相机进行安装, 安装时进行调平; 然后开启电源, 相机自动调整到水平位置, 调整好后开始测量。测试时要将安全绳系好, 确保相

机安全。测量完成后, 先关电源, 然后取下测量主机, 取下平衡器放置到仪器箱内, 然后松掉支架旋钮, 最后将支架取下放置好。

2.2 不同影响因素下实验结果

2.2.1 汽车倾斜度对眩光测试的影响对比

在现场测试过程中, 因为仪器是安装在汽车前引擎盖上, 因此在测试人员上下车时, 汽车的倾斜度也会发生变化, 仪器测量的区域在测试前方的 60 ~ 160 m。当前排的载重高于后排时, 汽车的倾斜度向后。当前排载重高于后排时, 汽车的倾斜度偏前; 如果左边的载重比右边多, 汽车倾斜度偏左; 同样地, 右边的载重比左边多, 而且汽车倾斜度偏右。实验数据见表 1。

表 1 汽车倾斜度在改进前后对眩光测试的影响对比

Table 1 Comparison of influence of vehicle inclination on glare test before and after improvement

测试位置	改进前		改进后	
	阈值增量	相对误差(%)	阈值增量	相对误差(%)
正常放置	1.735	0	1.736	0
倾斜度偏后	1.854	6.86	1.712	1.38
倾斜度偏前	1.647	9.49	1.696	2.30
倾斜度偏左	1.573	9.06	1.717	1.09
倾斜度偏右	1.796	3.51	1.689	2.71

从表 1 可以看到, 在加装了车载自动平衡系统后, 车辆的倾斜度对测试精度的影响明显减小, 仪器测试稳定性、测试精度都得到了提高。

2.2.2 汽车震动对眩光测试的影响对比

现场测试时, 仪器是安装在汽车上的, 汽车的震动会使仪器在测量时产生位移。这组实验主要是在其他测试条件不变的情况下, 保持汽车在启动状态下, 对仪器改进前后两种情况测试路灯的眩光阈值增量, 数据如图 5 所示。

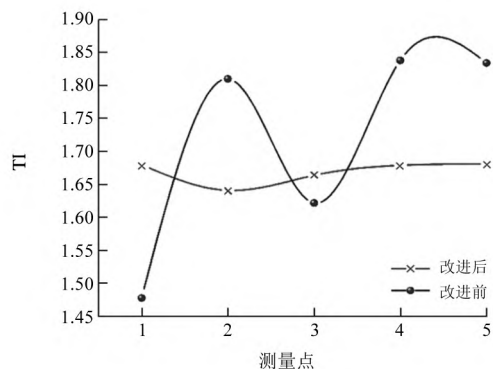


图 5 汽车震动在改进前后对眩光测试的影响对比

Fig. 5 Comparison of influence of vehicle vibration on glare test before and after improvement

通过测试,可以明显地看到,汽车在启动时未加装车载平衡装置进行测量的阈值增量的离散性较大,在加装了车载自动平衡装置后可以看到相对误差明显减小,测试的稳定性得到有效的提高。

3 结束语

经过多次的现场实验,以及对测试数据的归纳总结,成功研发了改进型的车载式道路照明眩光检测系统。现场的实验对比可以清楚看到,加装了车载式自动平衡装置后的改进型车载式道路照明眩光检测系统,对于测试的抗震动、抗倾斜、抗干扰能力有了较大提高。对道路照明眩光测量提供了更好的技术支持,其主要技术指标都达到设计要求,能够充分满足道路照明现场检测的需求,大大提高了道路照明户外的眩光检测的科学性和准确性,也有效地提高了测量工作

效率,为减少道路照明眩光提供保障。目前,该仪器已经有沈阳、珠海、无锡、常州、镇江等多家城市照明管理部门和第三方检测机构使用,反应良好。

参 考 文 献

- [1] 秦大为. 道路照明测量技术[M]. 南京: 南京大学出版社, 2021.
- [2] 刘艳, 尤源, 罗爱顺, 等. 车载式道路照明眩光测试的影响因素分析[J]. 照明工程学报, 2018, 29(4): 116-120, 125.
- [3] 刘锁龙. 高架护栏灯眩光检测方法的探索[J]. 中国照明电器, 2020(12): 33-36.
- [4] 全国公共设施服务标准化技术委员会. 室外照明干扰光测量规范: GB/T 38439-2019[S]. 北京: 中国标准出版社, 2019.
- [5] 中国建筑科学研究院, 安徽鲁班建设投资集团有限公司. 城市道路照明设计标准: CJJ 45-2015[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2015.
- [6] 张鸣杰, 杨静华, 孙超, 等. 道路照明眩光的计算和测量[J]. 中国照明电器, 2016(4): 34-37.

· 信 息 ·

勇电受邀参加欧洲照明高峰论坛,向世界分享 3D 打印照明新技术

9月22日,由捷克和斯洛伐克国家照明学会联合举办,为期3天的第14届国际LUX EUROPA会议圆满落幕,来自欧洲20多个国家的150余位专家学者参加了此次会议。

会议伊始,LUX EUROPA组委会主席Dionyz Gasparovsky和Tomas Novak邀请勇电董事长徐松炎先生在开幕时致祝贺词。徐松炎董事长在致辞中表示,希望可以利用这个平台分享和展示最新的照明技术和成果,以促进知识共享,这将促进照明知识的进化,加速光和照明向更美好的照明质量、能源效率和更健康的照明迈进。徐董事长也诚邀参加本次会议的众多专家学者来杭州游玩,尽情享受这里风景和美食。

勇电国际贸易总监徐海晟先生为大家详细介绍了勇电的发展历程、核心技术等企业基本情况,让大家对勇电有一个整体的了解。演讲中,也为大家分享了一段勇电过去十年来所完成的经典项目及案例亮点视频,充分把中国灯光美学推向世界舞台。

在新产品和创新技术分享环节,勇电智能照明研究院副院长刘腾海先生发表了《3D打印材料的进步为LED照明的技术和智能制造提供了无限可能》技术演讲,向世界分享并展示了勇电3D打印新技术、MMLA 3D打印新材料的特性和优势、勇电城市级智慧管理云平台等照明新技术。在结束演讲之前,刘院长也通过特制的视频阐述了MMLA 3D打印高分子材料取得了重大突破,并实现了个性化照明产品的3D打印工业化生产,真正意义上地实现黑灯工厂,极大地提升照明行业的价值和地位,同时也迎来3D打印行业的春天。

值得一提的是,勇电为大会所有参会者精心准备了一份小礼品——勇电3D打印有个性LED灯,参会人员在这款极具中国特色的3D打印灯产生了极大的兴趣,对此爱不释手。

勇电智能照明研究院副院长兼国际照明委员会(CIE)第四分部秘书长刘腾海先生介绍了第四分部新增加的国家级成员和代表,还有最新的对外国际组织的合作进展和公关关系。复旦大学信息科学与工程学院林燕丹教授兼CIE第四分部中国代表,作为GTB(国际汽车专家联合会)的Division Correspondent汇报了GTB的最新进展和需求。各个技术委员会主席也对各个TC汇报了最新的工作进展,面对的挑战和技术难点等。

(来源: 勇电照明)