

Study of Experiment and Application with Self Luminous Markings

Yan Zhao¹, Xinwen Liu², Shifu Cui², Xiaolei Wei¹

¹Xi'an Highway Research Institute, Xi'an Shannxi

²Ankang Highway Administration, Ankang Shannxi

Email: 462814608@qq.com

Received: Mar. 4th, 2016; accepted: Mar. 25th, 2016; published: Mar. 28th, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

There is almost no light in ordinary highway at night. It can't meet the requirements of driving at night in the accident section. Self luminous markings provide warning information, to drive carefully, take the initiative to slow down. In this paper, the self luminous marking ratio is researched by orthogonal test method. In accordance with the light emitting area, ratio determined the proportion of various materials. The results show that the linear self luminous markings can make the driver get far range, which plays an important role in driving operation.

Keywords

Self Luminous Markings, Mix Proportion, Luminous Area Ratio, Traffic Accident

自发光标线配合比试验与应用研究

赵岩¹, 刘新文², 崔世富², 卫小磊¹

¹西安公路研究院, 陕西 西安

²安康公路管理局, 陕西 安康

Email: 462814608@qq.com

收稿日期: 2016年3月4日; 录用日期: 2016年3月25日; 发布日期: 2016年3月28日

摘要

夜间的山区普通干线公路几乎没有照明，在事故隐患段不能满足夜间行车使用要求。自发光标线提供警示信息，使其谨慎驾驶，主动减速。文章采用正交试验法进行自发光标线配合比研究。按照发光面积比最终确定各种材料的配合比例。结果表明，自发光标线能使驾驶员获取较远范围的线形，对驾驶操作有重要意义。

关键词

自发光标线，配合比，发光面积比，交通事故

1. 概述

随着我国交通运输事业的快速发展，交通事故称为无法逃避的现实问题。由于夜晚光线差、视线短，交通事故严重程度明显上升。针对夜间交通安全改善的研究和利用较少，普通国省干线公路及低等级路和等外路所占比例仍然较高，相当一部分道路坡陡弯急、路面狭窄、平整度差，交通标志、标线、防护栏等交通安全设施虽相对完善，但夜间效果差。在事故多发段的安全警示起不到应有的作用。特别是一些早期建成的山区普通干线公路“先天不足”，群死群伤的重大交通事故在一些地势险峻的路段时有发生[1]。

公安部、建设部“畅通工程”专家组成员、著名交通问题专家段里仁在北京举行的中国—西班牙城市交通研讨会上介绍，根据全球各交通和警察部门的统计，全世界交通事故死亡人数为 50 万人中，中国交通事故死亡人数为 10.4 万人，超过总人数的 20%，印度、美国、俄罗斯紧随其后，分别为 8.6 万人、4 万人和 2.6 万人[2]。

山区公路大多线型指标较低，弯道多，车辆行驶速度不高，在少部分线型指标较好、视线相对开阔的路段，司机心理有加速的期望[3]，然而在夜间车辆行驶时由于车前灯照射范围有限，无法得到灯光以外的线形[4]，因此可用自发光标线，白天吸收阳光蓄能，夜间进行自发光，给夜间行驶的车辆提供警示信息，使驾驶员能够得到获取较远范围的线形，对驾驶操作有重要意义。

2. 自发光标线配合比试验

自发光标线(专利号：201510749969.3)主要由粘合剂、长余辉发光材料、添加剂等组成。长余辉发光材料[5]也被称为夜光材料，在白天太阳光的照射下进行蓄能，然后在夜间光照度小于某一值，缓慢的以弱光的形式释放白天存储的能量。粘合剂主要起将夜光粉与添加剂粘合在一起，按照一定比例进行配合，方便施工。添加剂主要对拌合后的混合体进行摩擦、黏稠度、颜色等方面的改良。

2.1. 夜光粉最佳粒径

本文中的实验数据均是将拌合后固化完成的样品放在 1000 LX 的灯光下充能 15 min，采用 ST-900 型微弱光光度计对样品的发光强度进行检测。

夜光路面的粘合剂采用的是一种透明的改性环氧树脂[6]。长余辉发光材料的粒径大小直接影响其发光效果，常见的粒径有 50 目、100 目、200 目、500 目、800 目等，经过试验，如表 1 所示，相同的掺量，粒径越小，拌合后样品的发光性越好，但 200 目以下的粒径过小，拌合过程中用量变大，同时粒径过小会破坏夜光粉的晶型[7]，综合考虑，自发光标线采用 200 目长余辉夜光粉。

Table 1. Different luminous powder particle size samples brightness detection
表 1. 不同夜光粉粒径亮度检测

编号	夜光粉类别比例	检测亮度 单位: mcd/m ²										
		检测时间 单位: h										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	10	
1	50 目 15%	4370	1380	89	53	10.3	6.7	4.3	2.15	1.08	0.28	
2	100 目 15%	4860	1590	92	61	12.5	9.2	5.1	3.24	2.11	0.91	
3	200 目 15%	5020	1720	121	65.4	17.9	8.9	6.71	4.21	3.29	2.55	
4	500 目 15%	5040	1850	143	71.8	25.3	17.2	12.1	8.51	5.82	3.15	
5	800 目 15%	5130	1930	156	78.9	28.7	19.5	14.5	9.78	6.12	3.45	

2.2. 夜光粉与环氧树脂比例

如表 2 所示, 只拌合夜光粉和环氧树脂时, 在夜光粉同一粒径, 采用同一环氧树脂的情况下, 拌合不同配合比样品, 每隔 1 h 进行统计的亮度统计表, 表 3 所示为环氧树脂与夜光粉拌合固化后的物理性能测试结果。

根据表 2 可知, 不同比例夜光粉的样品在 10 小时后的亮度, 由于人眼睛在全黑暗条件下可以观测到的光线非常的弱为 0.32 mcd/m² [8], 所以 15% 比例以上都能满足要求, 并且比例越大最终发光效果增加的并不明显, 考虑到经济性因素, 最终选取 15% 作为夜光路面夜光粉的比例。根据表 3 可知, 环氧树脂与夜光粉拌合后力学性能好电学性能良好, 满足了户外材料的物理性能要求。

2.3. 添加剂

添加剂主要对自发光标线的粘稠度、颜色、固化后的硬度及摩擦等性状进行调整, 因此加入的添加剂有玻璃纤维粉、石英砂、玻璃珠、分散剂、邻苯二甲酸二异辛酯、甲苯及颜料。分散剂为脂肪酸聚乙二醇酯, 玻璃纤维粉细度为 200 目, 石英砂的细度为 20~40 目; 玻璃珠细度为 20~40 目。颜料为白色颜料或黄绿色颜料, 白色颜料为 5~15 份钛白粉, 黄绿色颜料为由 1~3 份荧光颜料和 0.02~0.05 份紫外线吸收剂组成。

2.4. 配合比

石英砂均匀的分散在夜光路面的表面, 产生夜光效果的为未被骨料遮盖的夜光粉发光体。将夜光路面表面没有被石英砂覆盖的部分所占比例称为夜光路面的发光面积比。发光面积比计算公式如公式(1)。

$$R_L = \frac{A_L}{A} \quad (1)$$

R_L ——发光面积比。

A_L ——夜光路面表面没有被石英砂覆盖部分面积。

A ——夜光路面面积。

发光面积比一方面要求夜光路面有较好的亮度, 同时又有较大的表面摩擦系数。将同时满足这两个条件的发光面积比称为最佳发光面积比, 最佳发光面积比通过试验确定。通过多次室内试验, 最终自发光标线的成分组成为环氧树脂和固化剂合计 100 份, 玻璃纤维粉 15 份, 石英砂 5~15 份, 玻璃珠 18~25 份, 分散剂 1.0~2.5 份, 邻苯二甲酸二异辛酯 0.5~1.5 份, 甲苯 2~5 份, 夜光粉 2.0~25 份及颜料; 环氧树脂和固化剂质量比为 3:1。

Table 2. 200 mesh powder samples of different proportion of night brightness detection
表 2. 200 目夜光粉不同比例样品亮度检测

编号	夜光粉类别比例	检测亮度 单位: mcd/m ²									
		检测时间 单位: h									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	10
1	200 目 40%	5570	2090	160	79.8	29.3	11.2	8.3	6.15	4.2	2.8
2	200 目 30%	5340	1870	153	74	28.8	11.6	8.3	5.41	4.13	2.71
3	200 目 25%	5130	1770	131	71.4	24.9	10.8	8.2	5.1	3.16	2.65
4	200 目 20%	5090	1750	125	70.8	24.3	10.2	8.1	4.51	3.82	2.6
5	200 目 15%	5020	1720	121	65.4	17.9	8.9	6.71	4.21	3.29	2.55
6	200 目 10%	5000	1680	117	56.4	10.8	2.1	1.8	0.91	0.45	0.02

Table 3. Physical property test of sample
表 3. 样品物理性能检测

粘结强度(KG/Cm ²)	145~165
弯曲强度(KG/Cm ²)	235~245
剪断强度(KG/Cm ²)	95~115
热稳定性/℃	85
硬度(SHORED)	80

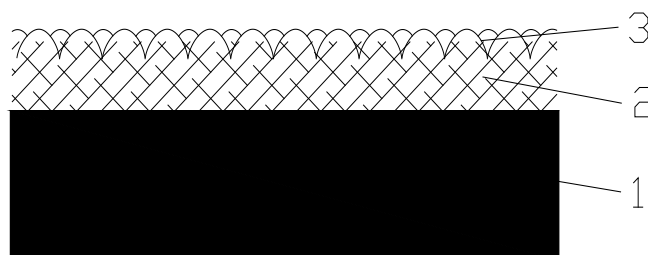


Figure 1. Self luminous marking schematic laying
图 1. 自发光标线铺设示意图

3. 施工工艺与试验路

自发光标线的施工方法为现场拌制，在道路标线施工完成后，将环氧树脂、玻璃纤维粉、石英砂、玻璃珠、分散剂、邻苯二甲酸二异辛酯、甲苯、蓄能发光材料及颜料混合，常温下在搅拌器里机械搅拌均匀，再加入固化剂搅拌得到线漆乳胶，25℃下黏度达到 11,000~14,000 mPa·s 时，将线漆乳胶按照 0.5~1.0 毫米的厚度均匀喷涂在路面标线上，常温固化后得到自发光改性标线。如图 1 所示为自发光标线铺设示意图，其中，1 为原标线，2 为自发光标线，3 为表面撒布的玻璃珠。

依托安康市镇平县的 S225 平镇公路改扩建工程 K41+000-K43+100。本段急弯和连续弯道较多，平纵指标低(R≤60 m 有 46 处，纵坡 i > 6% 的路段有 19 处，其中 i > 7% 的路段有 5 处，最大纵坡 i = 8%)，且有过村庄路段。设置方法为在常规标线上覆盖一层 1 mm 的发光标线。

自发光标线具有良好的蓄能自发光功能。白天通过吸收太阳光储存在内，晚上在散放出来，形成一个发光的标线轮廓。

4. 结论

1) 车辆夜间行驶时由于车前灯照射范围有限,无法得到灯光以外的线形。试验路采用自发光标线,使驾驶员能够得到获取较远范围的线形,对驾驶操作有重要意义。

2) 通过室内试验确定了自发光标线的材料规格及配合比。即,环氧树脂和固化剂合计 100 份,玻璃纤维粉 15 份,石英砂 5~15 份,玻璃珠 18~25 份,分散剂 1.0~2.5 份,邻苯二甲酸二异辛酯 0.5~1.5 份,甲苯 2~5 份,200 目夜光粉 2.0~25 份及颜料;环氧树脂和固化剂质量比为 3:1。

3) 自发光标线能在夜间拓展驾驶视野,给驾驶员提供道路轮廓及视线诱导。对降低夜间交通事故有较好的辅助作用。

基金项目

陕西省交通厅科技项目 15-25K。

参考文献 (References)

- [1] 曹筱影. 干线公路交通事故特征及安全保障措施研究[D]: [硕士学位论文]. 南京: 东南大学, 2007: 15-25.
- [2] 裴玉龙, 马骥. 道路交通事故道路条件成因分析及预防对策研究[J]. 中国公路学报, 2003, 16(4): 8-11.
- [3] 蔡果. 二级公路成为事故之路的症结[J]. 中国安全科学学报, 2004, 14(11): 22-26.
- [4] 张良. 六大原因导致夜间事故高发[N]. 济南日报, 2010-10-14(6).
- [5] 孙继兵, 王海容, 安雅琴, 崔春翔, 韩丹. 长余辉发光材料研究进展[J]. 稀有金属材料与工程, 2008, 37(2): 33-35.
- [6] 张翠红, 宫晋英, 张鑫. 环氧树脂低温固化剂的合成及性能研究[J]. 化学建材, 2006, 22(3): 17-18.
- [7] 刘缙, 陈文娟, 张战营. 玻璃长余辉蓄光标志的研制[J]. 玻璃, 2003(2): 45-46.
- [8] 富宏, 王葆元, 等. 夜间驾驶人对不同发光标识物敏感性的实验研究[J]. 内蒙古农业大学学报, 2011(1): 21-25.