

# 自发光交通标识在农村公路中的应用探究

张暄洋 许一丰 闫子坤 张骏凯

(南京工程学院建筑工程学院, 江苏 南京 211167)

**摘要** 作为农村最重要的基础设施之一, 农村公路成为人们主要的出行方式, 所以公路的安全尤其重要。普通的交通标志一般都不会发光, 只是会沾有一些特殊的反光材料, 利用夜间经过的车辆灯光进行反光而对其进行指引。但是由于其特殊的发光形式, 因此在照射光源不足够的情况下就会变得难以识别。因此, 本文对自发光交通标志的制造和布置方案进行了研究, 旨在为农村公路的发展提供借鉴。

**关键词** 自发光 交通标志 稀土型自发光材料 布设方案

中图分类号: O439

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)06-0014-03

由于改革开放后我国内经济快速发展, 从而导致农村公路发展迅速, 并且农民的收入也有质的提升, 因此农村的家家户户也纷纷购买机动车辆, 导致我国农村的机动车数量直线上升, 同时伴随的是大量交通事故的发生。由于机动车数量的增加, 但是由于地区原因, 各地的交通安全措施尚未健全, 也使全国的农村交通事故频发, 致使农村的交通现状十分严峻。同时世界各国也开始关注本国的交通安全现状, 发达国家因为干线公路交通安全系统相对来说比较完善, 因此相对落后的农村交通成为重中之重。在美国, 农村交通发生的事故占比, 在全国发生的交通事故情况中超过了百分之四十。在英国的事故占比中, 这一数据却更高, 甚至达到了百分之六十<sup>[1]</sup>。而在我国, 农村公路安全同样非常严峻。因此, 解决农村夜间交通安全迫在眉睫。

## 1 自发光标识应用于农村公路交通安全的必要性

### 1.1 农村公路里程与农民机动车拥有率增长快速

农村公路是农村最重要的基础设施之一, 是人们出行的主要途径。改革开放以来, 我国的农村公路发展迅速, 根据交通运输部统计数据, 截止 2016 年年底, 全国农村公路(含县道、乡道、村道)里程达到 398.06 万公里, 比上年末增加 9.9 万公里, 全国通公路的乡(镇)占全国乡(镇)总数的 99.99%, 其中通硬化路面的乡(镇)占全国乡(镇)总数的 98.62%, 比上年末提高 0.53 个百分点; 通公路的建制村占全国建

制村总数的 99.87%, 其中通硬化路面的建制村占全国建制村总数的 94.45%, 提高了 2.68 个百分点。随着我国经济的发展, 农村公路建设里程加快, 同时农民收入逐渐增多, 农村地区的机动车拥有量也随之增加, 但相应的交通安全措施却没有及时地进行改善, 目前农村交通事故快速增长, 交通安全形势严峻。

### 1.2 国内外农村公路安全事故占比交通安全事故总数较大

农村公路交通安全问题逐渐成为世界各国面临的共同难题。在发达国家, 由于干线公路交通安全系统相对规范, 故农村公路交通安全问题相对突出。在美国, 农村公路的死亡人数占到整个交通事故死亡人数的 40% 以上, 而在英国, 这一比例则高达 60%。在中国, 农村公路的安全问题同样较为严重, 表 1 所示为公安部门统计的近年来农村公路交通安全事故汇总数据, 随着农村居民交通安全意识的提高, 农村交通事故发生数量、交通事故死亡人数都在逐年降低, 但农村公路的安全防护措施、配套设施建设力度远远小于高等级公路以及城市道路, 虽然在事故发生数量、事故死亡人数上逐年降低, 但其占全国交通事故发生数量、死亡人数量的比例却在逐年提高, 到了 2016 年, 农村公路交通事故数与事故死亡人数分别占全国总事故数与死亡人数的 38.81%、38.80%。2011-2016 年农村公路上发生的一次死亡 10 人以上的特大交通事故 118 起, 造成 1723 人死亡、1562 人受伤, 分别占中国特大交通事故的 30.26%、29.37%、26.77%; 一次死亡 20 人以上的特大交通事故 18 起, 共造成 428 人死亡, 163 人受伤。由此可见, 农村公路的交通安全问题日益凸显,

★基金项目: 江苏省大学生创新创业训练计划项目(202111276116H); 南京工程学院大学生科技创新基金项目资助(TB202109045, TB202109046)。

表1 2011-2016年我国农村交通事故统计

年份	农村公路交通事故起数	占事故总数比例 /%	农村公路交通事故死亡人数	占事故死亡总人数比例 /%
2011	93022	34.09	21768	29.38
2012	79668	35.62	19818	29.37
2013	68964	36.14	17832	29.59
2014	59187	38.48	16803	31.30
2015	54599	37.68	15418	31.55
2016	48488	38.81	14331	30.80

十分严峻。

### 1.3 夜间照明不足导致安全事故较多发生

根据相关研究对江苏省农村道路交通事故时空分布的调研可知,农村公路交通事故分布具有时空特征,且具有明显的三个高峰时段,即8~9时、13~14时、19~20时,其中8~9时、13~14时是出行高峰期,车流量较大,故事率较高,而在19~20时,高峰车流逐渐消散,但由于配套道路照明不足、视距不够,加上路上车辆较少,驾驶员易于提高车速,疏于防范,所以在夜间该时段也极易发生交通安全事故,且乡道的交通安全隐患最为明显。

## 2 自发光材料的应用

### 2.1 国内外自发光交通安全标识研究情况

据调查,现在欧美等国家在我国购买蓄能型自发光材料,并在隧道、地铁、建筑工程中应用。1987年2月1日,日本专门制定了JISZ 9100(发光安全标志识别板)标准;1994年6月,德国制定了专门用于疏散逃生的发光产品国家标准DIN67510-3;美国采用了UL(Underwriters Laboratories)1994标准。但国外自发光材料在公路安保设施上的应用未见报道。同样,我国在2001年经国家建设部、公安部联合审定批准,将蓄光型发光疏散指示标识正式纳入国家《建筑设计防火规范》《高层民用建筑设计防火规范》《人民防空工程设计防火规范》等相关的标志规范<sup>[2]</sup>。

### 2.2 蓄能型自发光材料的应用原理

自发光型材料通过吸收白天的太阳光照射等自然光照、还有一些夜间照明的电源光能,将吸收到的光能储存起来,在夜晚进行自发光。这是一种不需要任何能源供给的自发光型材料,只需要日间照射热光和各类照明灯的光能就可以在夜间做到长达到几个小时的发光,不仅可以帮助夜间的行人与车辆进行照明与指引,还符合现在的科学发展观,低碳环保。因此如果将蓄能型自发光材料应用到农村交通公路标志上的话,相信农村的交通安全问题一定可以得到很好的改善。

蓄能自发光型材料的发光原理简单来说就是:在光照强的时候,电子的状态发生改变,从基态跃迁至激发状态,同时也进行储存能量的工作;在光照强度低的情况下,电子的状态由之前的激发态恢复到基态,同时也伴随能量释放,并以光能的形式展现。而电子状态发生改变的时间被称为余辉时间。并且在当各类光线照射到材料上时,并没有产生任何污染,对环境和人体健康非常友好。

### 2.3 蓄能型自发光材料优选

到目前为止,蓄能自发光型材料的发展历史中主要出现了金属硫化物类发光材料、铝酸盐类发光材料、硅酸盐类发光材料、铝硅酸盐类长余辉材料还有稀土型发光材料。而就目前最常用的发光材料,硫化物类长余辉材料为第一代长余辉材料,相比较其他的发光材料,它的发光颜色相对丰富,但缺点是其化学稳定性较差,容易水解与光解而且余辉时间较短。同时硫化物类长余辉材料有着非常严重的缺点,在合成该材料的过程中硫化物会产生大量的有毒有害气体,会对环境产生非常大的危害。第二代长余辉材料是铝酸盐类长余辉材料,这种材料虽然缺少了红色,耐水性有点欠缺,但是也有优点:它的发光强度高,余辉时间更长,化学稳定性更好。而硅酸盐类长余辉材料虽然发光颜色不丰富,但这种材料的发光强度高,余辉时间也长,化学稳定性与耐水性也更好。铝硅酸盐类长余辉材料的物理性质与化学性质相对来说更稳定,发光强度也大,但它的余辉时间较短。

相对于前几种自发光材料来说,稀土型自发光材料很好地结合了各自发光材料的优点。稀土型自发光材料其中掺杂了稀土离子,因此其无毒,没有放射性,有更好的稳定性。稀土类化合物的发光是因为他们的4f层电子在f-f与f-d这两种组态之间发生跃迁。而未满4f壳层的稀土原子和离子,大约有30000条可以观测到光谱线,这些原子和离子能够发射波长从紫外光到红外光的各类电磁辐射,因此它的色彩显色性能非常好。并且这种材料的亮度与持续时间是传统材料的

大约30到50倍，而用照度为1000勒克斯的标准激光激发十分钟得到的余辉亮度大于 $2000\text{mcd}/\text{m}^2$ ，余辉时间能够超过12小时，这种情况可以满足自发光性材料在交通中作为标志用于指引的要求，而且这种稀土性材料可以无限次使用。由这些资料可以得出，在农村公路的自发光交通标志应用中，使用稀土型自发光材料的交通标志最为环保、耐用。

### 3 农村公路自发光交通标志的布设方案

在优选出自发光材料后，如何合理地排布自发光交通标志也是一个非常重要的问题。山区的农村公路沿线的村庄较少，因此指路标志的需求较小。而对于公路线性良好，路网密度大，平交口多的平原地区，对指路标志需求更大，而在山区的公路，警示标志与禁令标志会再少一点。再者，两种地区的公路警示内容是有区别的，平原地区的交通标志警示内容应该是注意村庄、学校与行人等。而山区公路需要警示的应该是弯道、傍山危险以及注意落石等等。最后，平原区交通标志的分布要根据在整个路线网中的分布、重要性和相连的干道的重要信息进行整体的布局、分布。

当然，不同的路段也需要不同的布设方案。一类路段：（1）桥梁类路段；（2）弯曲半径小于60m的道路弯道类路段；（3）常通行路段范围内有障碍物的路段；（4）交通状况繁忙时间多为夜间的路段。以上情况中，若在道路两侧设有波形类护栏、混凝土类护栏或者是混凝土石墩，需要在这些设施上设置附着性轮廓标识，每个标志间隔4m。若要设置单一或符合式附着性轮廓标识在弯曲半径小于60m的路段中的话，每个标识应间隔4m，而在其他的路段中，每个标志要间隔4m~16m。而在道路旁若没有设置一些防护设施或其它结构物，应该设置一些柱形轮廓标识，每个标识间隔10m~40m。桥梁护栏端、桥梁的墩柱，还有桥台等适合在桥梁端设置立面标识的地方，每侧设置一块，而在桥梁护栏部应该设置附着性标识，每个标识间隔4m~16m。在人行道板高于到路面的桥梁路段，要在面向交通的一侧要设置立面标志，标志底部最好应该与地面之间间距1m。在转弯半径较小的路段应该设置一些警示标志，比如急转弯与鸣笛。并且在路段的两侧也要设置一些附着性的轮廓标识，每个间距8m，这可以对此处的行人进行道路线诱导作用，每个标识的底部应与地面相距0.5m~1m。而如果在道路通行范围内有一些会对交通有阻碍情况的障碍物，应该在障碍物旁设立警示性标识，每个标识间隔2m~6m。夜间交通状况繁忙的路段中，如果在道路两边有防护设施时，应该对立地在设施上设置附着性警示标志。标识离地最好是0.5m~1m。与其相对应的，没有防护措施的道

路应该在道路两侧设置一些柱形标识。在这些标识的建设过程中，反光材料和反光体必须面对交通。

二类路段：（1）路测高差超过1m的路段；（2）有水塘、湖泊和沟渠在公路旁边3m范围内的路段。以上情况下，如果在公路两旁没有任何警示性标志的话，必须设立一些路况标识和警柱警示标识，每个标识间距宜为10m~20m。而在道路两旁有护栏（包括梁护栏、混凝土护栏）和砼墩的话，最好在其旁设置立式标识或者设置附着性标识，每两个相距8m。在路测差超过1m的道路旁边，应该在即将进入时设置警示标志说明路旁有危险。如果在道路两旁3m的范围内存在水塘和湖泊，必须要在路旁和交叉路口树立一些警示性标识，每个标识间隔10m~20m，在每个交叉路口都要设立一根警示柱，高度应该在95cm~100cm的范围内。在有上下坡的路段要提前在一定距离内设立警示柱，从而对驾驶员起到减速慢行的提醒。而如果在道路两旁没有设置提醒的边缘线，应该在提前100m的距离内设立标识，从而起到提醒驾驶员的作用。而起指示地点作用的标识，应该设立在通往地点的最后一个交叉路口，而且要在绿道与交叉口右转相距100m的每个相交公路上设置一些路面标识。如果在道路上或者旁边有一些施工区域的话，要提前20m~30m处设置施工区警示标识<sup>[3]</sup>。

### 4 结语

现如今自发光材料经过多代的研究发展，已经能够成熟地运用于自发光交通标志在公路上的使用。并且在自发光交通标志的排布方案上也有了相应的措施。农村公路蓄能型自发光交通安全标识的应用保证了农村夜间出行的安全。通过研究后，我们发现在选用制造自发光交通标志的材料时，使用稀土离子掺杂的长余辉发光材料不仅效果最好，而且还对环境无污染、耐用。在布置蓄能型自发光交通标志时，应因地制宜，根据不同的道路地形，采用最适宜的相对应的排布方案。该技术的推广，将全时段提升公路安全保障水平，减少因标识难以识别而造成的交通事故的发生，为美丽中国建设增光添彩。

### 参考文献：

- [1] 过秀成.道路交通安全学[M].南京：东南大学出版社,2011.
- [2] 吕宁生,徐晓和,林文岩,等.农村公路自发光交通安全标识研究[C]//中国公路学会2013年学术年会论文集,2013-09-23.
- [3] 张倩,周雄,张德育,等.农村公路蓄能型自发光交通标志设计与应用[J].建材发展导向,2019(08):80-85.