

汽车光信号投射灯的评价指标 与方法研究

一、研究背景及概述

随着汽车技术的发展，光信号投射灯作为一种新型汽车信号灯逐渐受到重视。目前针对光信号投射灯的法规标准已经开始逐步推出，现阶段主要包含投射灯功率及范围的定义和规范，而对于对比度、图案及特殊路面条件下光信号投射灯规格标准的研究较少，但这些参数对于光信号投射灯作为一种新型路面信号灯的实际应用至关重要。设计不同功能的光信号投射灯并采用模拟降雨装置淋湿路面，得到人眼可识别最小光信号投射灯对比度，分析雨天潮湿路面使用光信号投射灯可能遇到的问题及风险，并给出相应的分析结果及改善方案。为保证其有效性和安全性，建立一套科学的评价指标与检测方法是十分必要的。本报告旨在分析汽车投射灯某些系统性参数的评价要求，并针对实际应用中可能遇到的具体问题提出解决方案。

二、研究内容

光信号投射灯的光学对比度主要受环境光与投射灯图案亮度比，被投射表面的颜色及反射率等表面特性决定。光信号投射灯的照射强度与投射灯发光强度、对路面照射角度

和距离有关，因此仅定义投射灯的光通量 Φ 不足够判定投射灯的照射强度。还需要考虑投影距离 d 、投影面积 A 和投影照度 E

投影距离越大，符号越大，投影照度越低。如下图：

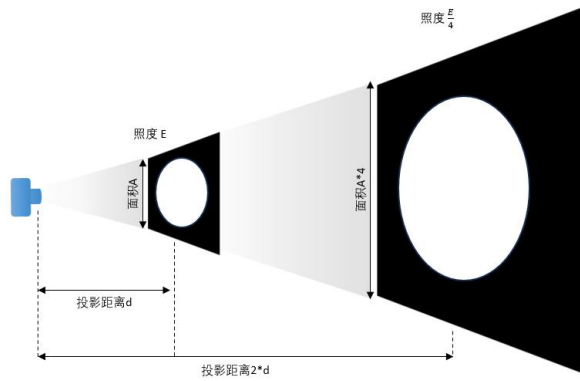


图 1.投影距离、投影图案大小与照度之间的关系

投影照度 E 与背景照度 E_B 的比值与能见度相关，将该比值定义为对比度

由于不同环境光下，不同颜色信号投射灯在不同材质路面上投射（如下图），能够满足人眼分辨能力的最小对比度是不同的，因此为了得到能满足大部分环境下正常工作的光信号投射灯光学性能参数，需要对不同应用条件下的光信号投射灯使用要求分别进行分析并实验：

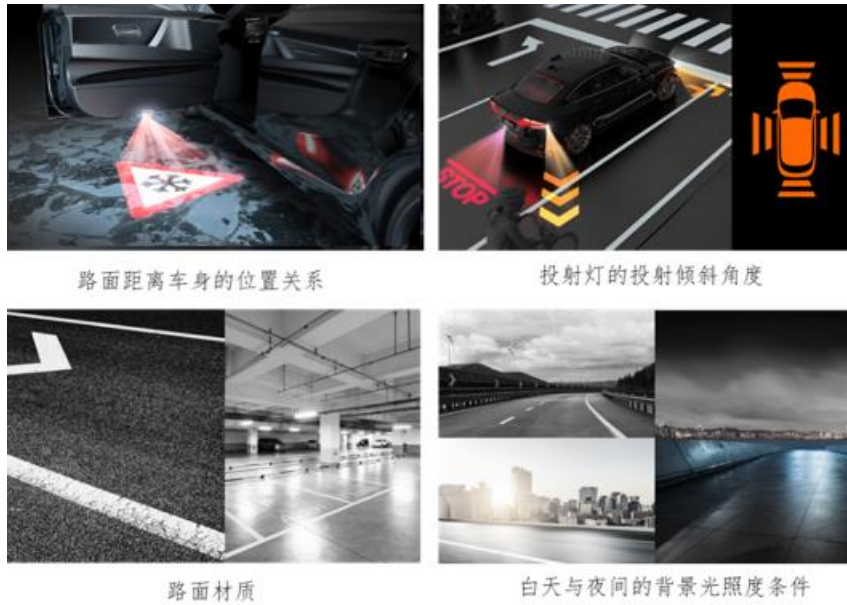


图 2.影响光信号投射灯可见效果的因素

1.不同环境光亮度对于投射灯照度的技术要求

自然光环境中白光信号投射灯不同对比度时的视觉效果如下:

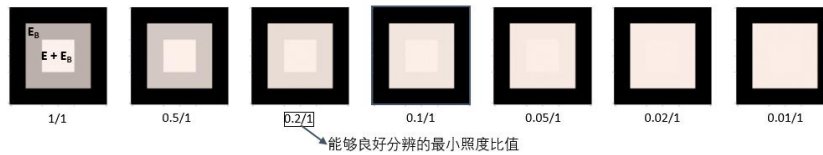


图 3.自然光环境下模拟不同照度白光信号投射灯视觉效果对比

由此暂定自然光环境中白色光信号投射灯易于人眼识别的最小对比度为 0.2/1。

1)正午时分，太阳光对于路面的照度较强，在夏季可达 9 万 lx,假设照度比为 0.2:1,则光信号投影灯需要至少 18000 lx 的路面光照度，以目前的技术水平难以满足。

2)黄昏时分，环境光对于路面的照度约为 750lx,此时投影灯需要达到至少 150lx 路面照度。



图 4.750lx 环境光下，样品不同亮度效果（对比度：左 0.1/1，右 0.2/1）

3)夜晚环境光弱，路面照度最大不超过 100lx（路灯照度约为 10lx），达到 20lx 照度的投射灯即可被识别。

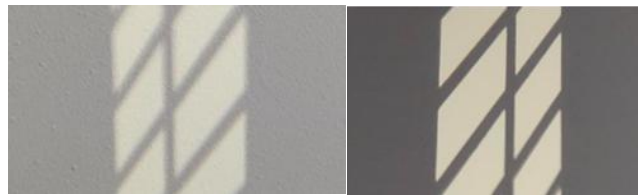


图 5.左为 100lx 环境光下，100lx 样品（对比度：1:1）；右为 10lx 环境光下，100lx 样品效果（对比度：10:1）

由上述模拟与实验可以得出，白天由于环境光较强，光信号投射灯的亮度难以满足最低可见度要求，因此不适用于白天环境。黄昏条件下，环境光较弱，可以采用大于 150lx 路面照度的白光信号投射灯，如果应用于夜晚，20lx 路面照度的白光信号投射灯即可满足最低可见度要求。

2.不同颜色的光信号投射灯照度要求

由于人眼对于不同颜色具有视见率差异，因此需要对不同颜色投射灯采取不同的照度要求。出于与汽车信号灯颜色功能统一的考虑，光信号投射灯的图案颜色与同功能汽车信号灯颜色相同，以下分别对黄色、红色光信号投射灯进行对比度分析（白光光信号投射灯对比度已在前文分析，不再此

论述)。

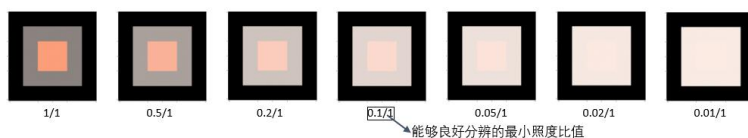


图 6.自然光环境下模拟不同照度黄光光信号投射灯
视觉效果对比

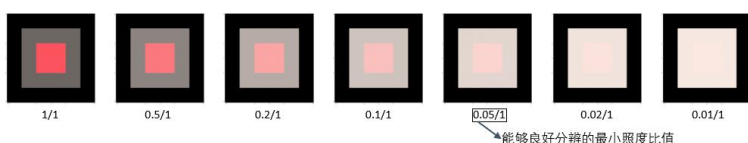


图 7.自然光环境下模拟不同照度红光光信号投射灯
视觉效果对比

由上图模拟效果可知，黄光及红光的光信号投射灯相较于白光信号投射灯拥有更好的可见性，因此在设计黄色和红色光信号投射灯时可以采取 0.1:1 和 0.05:1 作为最小对比度标准。由于使用黄光和红光的信号灯具有更高的安全性需求，因此如果希望达到更好的识别效果，可以进一步提高对比度要求，并加入一定动态提示效果。



图 8.黄色转向投射灯样品效果

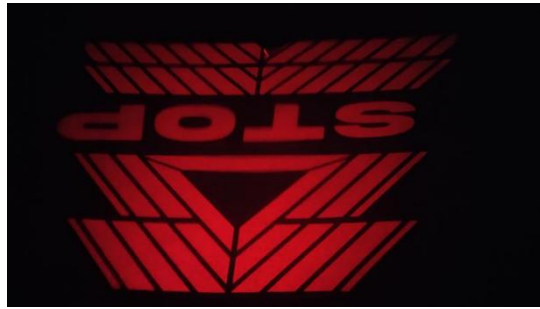


图 9.红色刹车投射灯样品效果

3.不同表面的反射特征

光信号投射灯并非直接照射人眼的信号灯，因此它的显示效果不仅取决于信号投射灯本身，也与投射路面的表面特性相关。

1)普通漫反射路面：常规马路路面。一般由沥青或水泥制成，表面较为粗糙。粗糙的表面会散射车灯的光线，从而使各个方向和角度都可以接收到光信号投射灯发出的光线。马路路面通常呈现深灰色或黑色，车灯照射后不会有明显色彩变化。

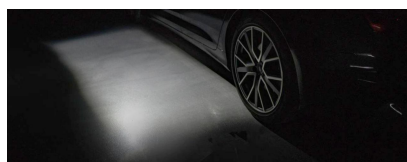


图 10.马路路面上光信号投射灯样品的使用效果

2)存在一定镜面反射特性的特殊路面：停车场大理石路面等。表面通常较为光滑平整，能够较强地反射光线。尤其是抛光的大理石，会产生较强的反光，在该种路面条件下某些方向与角度可能无法很好的看到信号投射灯的投影图案。大理石路面的颜色多样且表面光洁，车灯照射可能会出现色

彩反射和光影变化，夜间行车时视觉效果更加复杂。因此在该条件下使用光信号投射灯需要进一步加强安全性方面的考量。

4.光学对比度检测方法及标准建议

测量方法：在光学暗室使用照度计或光学相机测试投射灯照度，调整环境光亮度模拟白天和夜晚环境光条件下的实际使用效果。

建议标准：应用于黄昏及夜晚的白光信号投影灯照度需要达到 150lx 以上，黄光需要达到 75lx 以上，红光需要达到 37.5lx 以上。仅应用于夜晚的白光信号投影灯照度需要达到 20lx 以上，黄光需要达到 10lx 以上，红光需要达到 5lx 以上。

本部分内容节选自该课题研究报告，非全部内容，仅供参考了解。