

高准直高效能 LED 警示灯

许朝钦¹、陈奇聿²、吕明信³

¹ 国立中央大学机械学系研究生

台湾桃园县中坜市五权里 2 邻中大路 300 号、(03)4267392、963207001@cc.ncu.edu.tw

² 国立中央大学机械学系教授

³ 东育实业股份有限公司总经理

摘要: 设计一高准直高效能 LED 警示灯, 利用一 LED 灯罩, 根据 FWHM 的定义使光源出射光的分布在正负三度以内且均匀, 再利用一反射镜面, 配合 LED 光源的灯罩设计, 使垂直方向出射光分布在零到六度之间, 水平方向则使用一柱状镜来分散水平方向的出射光, 已达到均匀的目的。

关键词: 警示灯, LED, 高准直, 高效能

前言

高度专业的警示灯普遍应用在高楼建物、航海、航空等高度要求安全的场所, 以台湾地区为例, 随着建筑物的高度提升, 许多大楼、烟囱都必须装载障碍灯以维护飞航安全, 另外海上与机场等场所都必须具备警示灯作为航道导引的光源来源, 故市场上有越来越多的需求; 但岛内目前市场上也因为普遍技术上的瓶颈, 以生产一般警示灯为主, 能够生产航空、航海用等高级警示灯的公司几乎没有, 以至于台湾使用的警示灯常常必须向海外购买, 例如台北 101 与台湾高铁皆花费高额经费向国外采购警示灯, 故希望并且藉由技术突破, 将可以创造出极高价值的产品。

1. 原理架构与方法

主要用光学仿真软件 ASAP 来做光线追迹和统计与仿真数据的程序。

1.1 LED 光源的灯罩

首先我们利用实验室学长设计出的一个准直 LED 灯如图 1 所示, 其结果可如图 2 所示发散角度在 $-3\sim 3$ 度之间, 其均匀性可达 83.6%如图 3 所示

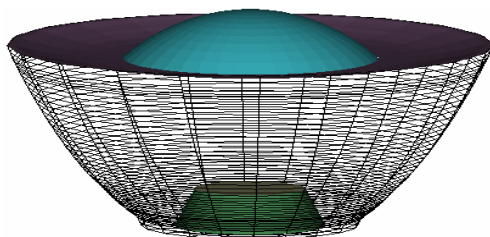


图 1 灯罩架构图

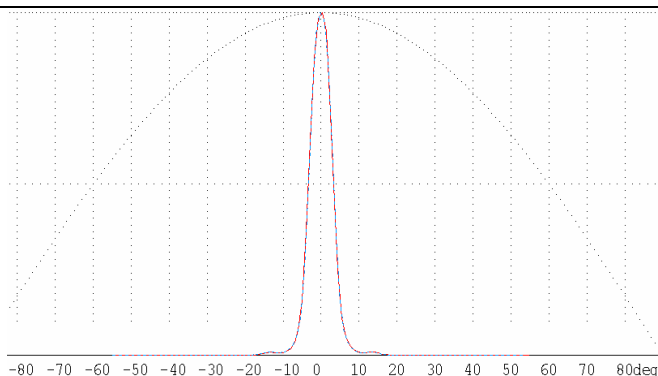


图2 准直LED光强度分布图

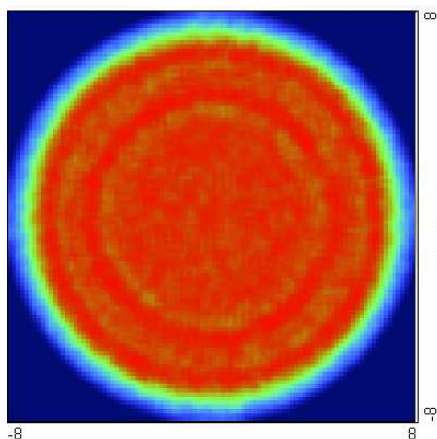


图3 准直LED光照度分布图

1.2 警示灯内部结构

1. 反射镜面：

利用反射定律：入射角等于反射角，且入射线不变时，平面镜转 θ 角，反射线则改变为 2θ 角平面镜成像。

我们利用这反射镜面将光线反射到四面八方因为目标垂直发射角度： $0\sim 6^\circ$ ，而准直LED灯发散角度在 $-3\sim 3$ 度，故反射光线需要旋转3度，则镜面只需旋转1.5度，所以反射镜面与水平的角度为 $45+1.5=46.5$ 度，其设计如图4。

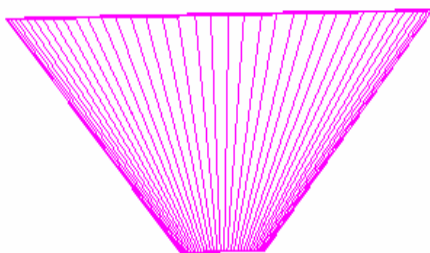


图4 反射镜面

将单个准直LED灯往上打的光经过反射面后，向上的准直光线反射至水平方向，可以测出光的垂直发散角度在 $0\sim 6$ 度间，水平发散半强角度在 $-8\sim 8$ 度间，水平方向的照度均匀度只有36%，如图6所示；图5为待检测面示意图，因为照度分布会成环形对称，故图7光照度分布图只截取 $0\sim 30$ 度的范围

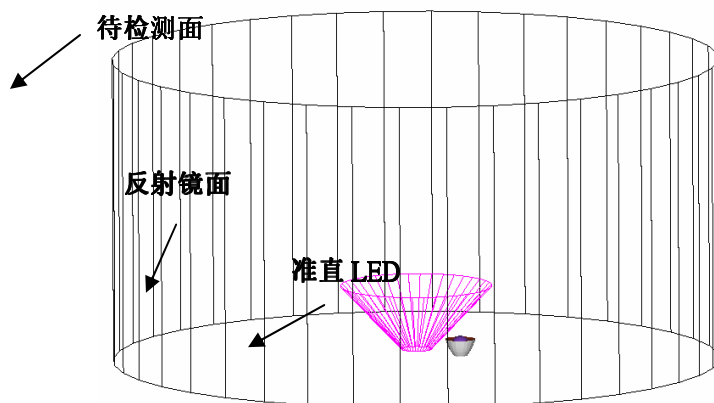


图5 待检测面示意图(反射镜面)

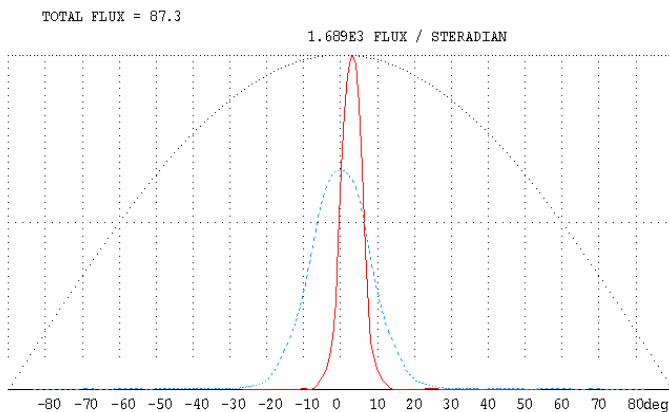


图6 光强度分布图(反射镜面)

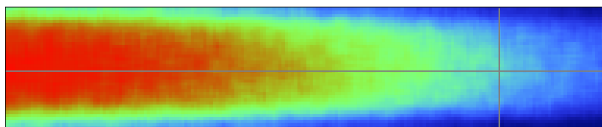


图7 光照度分布图(反射镜面)

2. 柱状镜:

因为在水平方向的均匀性并不是很理想,只有 36%而已,故我们利用光线折射的特性,设计一柱状镜来使光线在水平方向的分布可以更加的均匀,光路示意图如图 8 所示

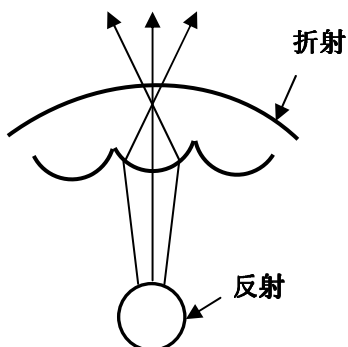


图8 光路示意图

如此利用柱状镜使水平方向为一个发散的光线,示意图如图 9、图 10.

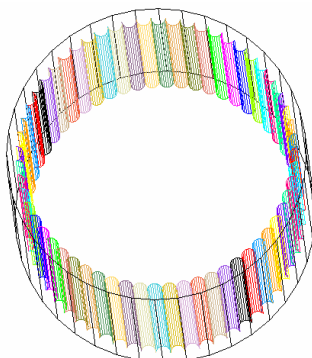


图9 柱状镜结构图

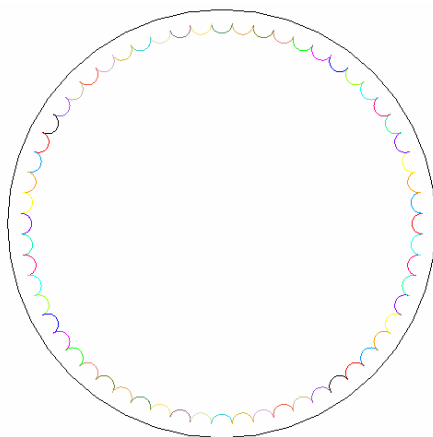


图 10 柱状镜上视图

将经过反射镜面的光经过折射罩后，可以量测出光的垂直发散角度还是在 $0\sim 6$ 度间，但水平发散半强角度已散至约在 $-25\sim 25$ 度间，而水平方向的照度均匀度增加至 63%，如图 12、图 13 所示；图 11 为待检测面示意图

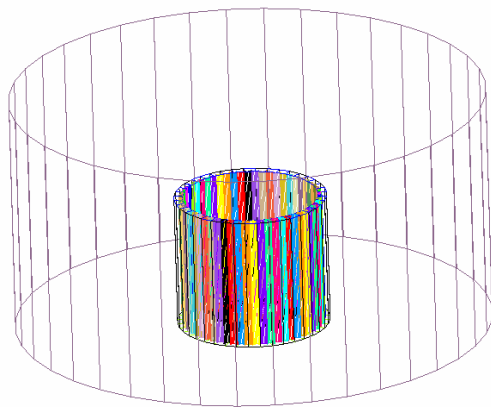


图 11 待检测面示意图(柱状镜)

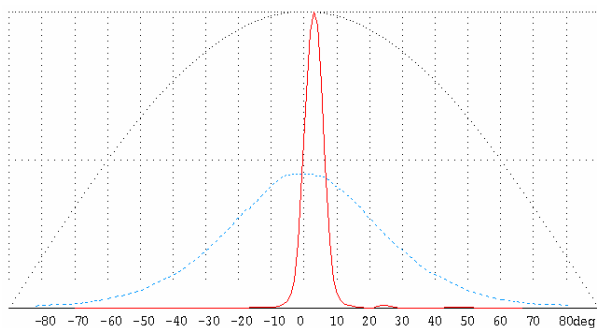


图 12 光强度分布图(柱状镜)

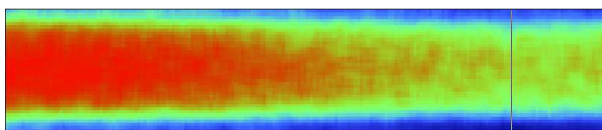


图 13 光照度分布图(柱状镜)

3. 结果

将 LED 光源的灯罩、反射镜面及柱状镜组合起来，整体结构图如图 14 所示，作整体系统的光分布调控，利用 ASAP 光学仿真软件，将待检测面放置在八公里外，如图 15、图 16 所示。

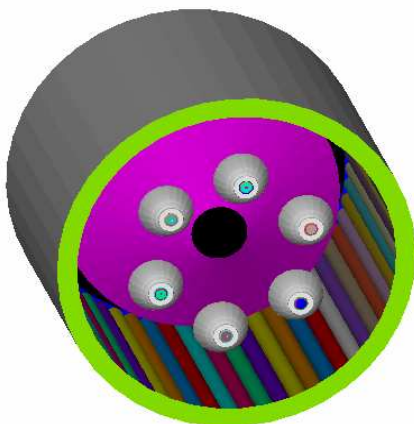


图 14 整体结构图

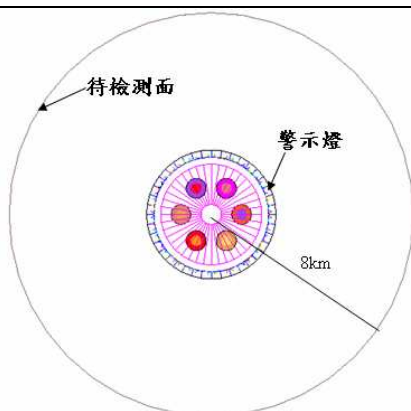


图 15 待检测面示意图(上视图)

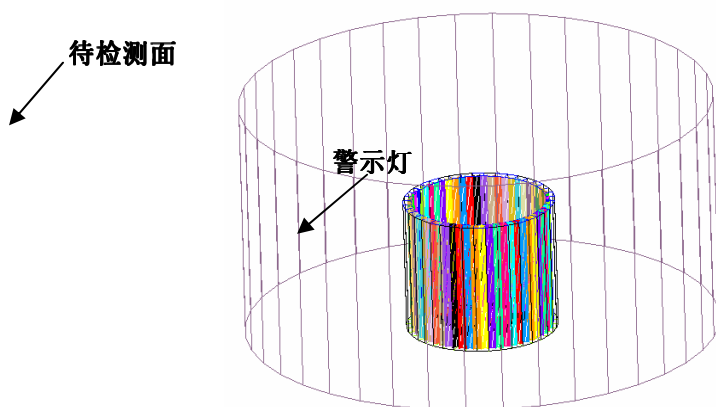


图 16 待检测面示意图

所测量之强度分布图如图 17 所示，红色线部分代表垂直方向之光强度分布，有达成目标垂直发射角度：0-6°，光照度分布图如图 18 所示，其照度均匀度达 50%

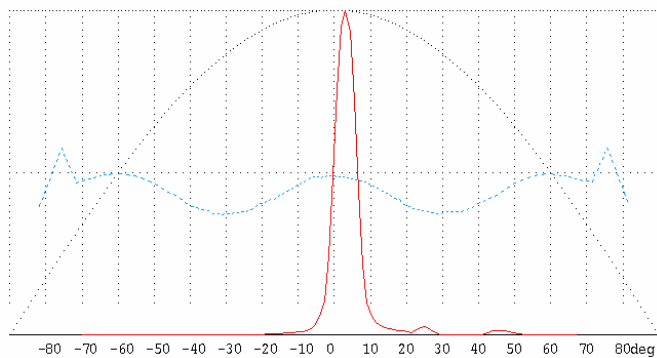


图 17 光强度分布图

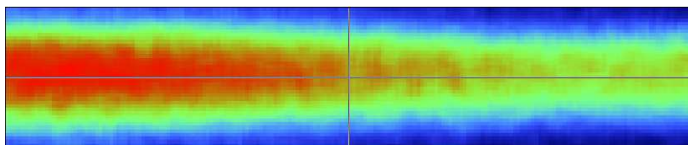


图 18 光照度分布图

4. 结论

在本篇研究中 LED 警示灯之设计，在放置准直且均匀 LED 灯罩、反射罩与折射照之整个系统用光学软件仿真最后结果，发现在 8 公里外侦测面之光线垂直发射角度约在 $0-6^\circ$ ，而整体 (6 颗 LED) 输出有效光均匀度大约为 50%；由于这类产品应用的环境是安全高度要求的场所，所以会依照不同场所再订定出有关灯具光强度 (cd/m^2)、可视距离及角度等使用规范，而上述的结果则有达到相关之规范。

参考文献

1. Green; David R, Russell; L. Brock, "Light assembly", United States Patent, 5782552, 1998.
2. H. Kanayama, M. Maeda, T. Miwa, T. Ikeda, H. Murata, and K. Chihara, "Ultra Small Projector with High Efficiency Illumination System," Consumer Electronics, ICCE Digest of Technical Papers, pp. 127-128, (2006).
3. H. M. Keuper, G. Harbers, and S. Paolini, "RGB LED Illuminator for Pocket-Sized Projectors," SID Symposium Digest of Technical Papers, Vol. 35, pp. 943-945, (2004).
4. M. P. Krijn, B. A. Salters, and O. H. Willemsen "LED-based mini-projectors," SPIE vol. 6196, 619602, (2006)