

LED 照明灯具在轨道车辆上的应用

技术工程部 宋玉庆 高夫基

摘要：本文简述了 LED 照明灯具特点及应用场合，重点介绍在机车车辆行业的应用前景展望。通过对其全过程的将为用户提供优质的照明要求。

1. 简介

近年来，随着以节约能源、保护环境为宗旨的绿色照明灯具的应用。LED 是 Light Emitting Diode（发光二极管）的简称，早在上世纪 60 年代就已经出现，80 年代后在辅助指示信号等低照度的应用场合成功广泛。从 LED 产生到现在，其能够达到的最高光通量已经增加了几个数量级，目前达到了 1lm 以上，已逐渐开始成为白炽灯的实际替代品。

随着轨道工业的发展照明相应地与是俱增，LED 作为一种新型的固态光源，正逐渐被应用在普通照明系统中，成为机车车辆的新一代照明光源。该文从 LED 在车辆客室照明系统中应用的可行性入手，分析了 LED 在高照度照明中的应用，并与其他传统照明系统进行比较论证。

2. 灯具的作用

灯具是能起到分配、透过和改变光源的光的设备，包括除光源外所有用于固定和保护所需的全部零部件，必要时还可包括其与电源连接的线路附件。其具体作用是

1. 合理地分配光，即将光源的光通量重新分配。
2. 防止光源或灯具所产生的眩光
3. 提高光的利用率
4. 保护光源免受损伤
5. 美化和装饰环境。

灯具的光学特性

灯具的光学特性主要由下列三特性决定。

1. 灯具效率

灯具效率是在规定条件下灯具所发出的光通量 Φ 与灯具内的全部光源在灯具外点燃时发射的总光通量 Φ_s 之比。以符号 η 表示。

$$\eta = \Phi_L / \Phi_s$$

灯具的效率愈高愈好，一般灯具的效率为 0.7 时属于较高效率的灯具：如果灯具效率达到 0.8，则属于高效率灯具。灯具所用的材料影响灯具的效率，如采用高反射比和透射比的材料。则灯具效率提高甚大。效率也取决于灯具的出光口大小，出光口愈大，则效率愈高。此外灯具效率还取决于灯罩和反射器形状的光学设计。

2. 灯具的截光角和遮光角

灯具的截光角（ γ ）是在灯具垂直轴与刚好看不见高亮度发光体的视线之间的夹角。而遮光角是截光角的余角（ α ）。遮光角愈大，则眩光愈小。

荧光灯：一种低压汞蒸气放电灯，灯管内汞蒸气的原子在放电时激发出 185nm 和 253.7nm 的紫外线，紫外辐射被管壁上的荧光粉吸收，转化成可见光，转换效率和灯的颜色主要取决于荧光粉的种类和性质。随点灯时间的延长，荧光粉老化，由于管内残留不纯气体的作用，也会使荧光粉黑化，由于电极物质的飞溅，造成管端黑化，玻璃的析钠黑化也会使灯的光通量下降。荧光灯必须与镇流器配合使用，镇流器有电感式和电子式的不同厂家生产的产品性能参差不齐，光效、寿命相差较大。总体来说：T5 灯管性

能高过 T8 灯管，稀土三基色灯管性能高过普通卤粉荧光灯。灯管须与镇流器匹配，不匹配的组合，对光效、频闪、灯具寿命都有影响。荧光灯最突出的问题就是频闪，含汞，汞对人有害。目前对荧光灯也没有什么回收机制，对环境造成污染。在耗电方面优于热辐射灯具。光效 75-95 (LM/W)

普通日光灯光效较高，寿命相对较长，光色好，功率因数低，需附件多，故障率比较高，受环境温度影响大，具有频闪效应，不宜频繁启动。

LED 灯，寿命极长，平均使用寿命可达 50000 小时以上，超级节能，光效极高，显色性好，无需附件，绿色环保，超低碳排放。

与普通日光灯比较 LED 灯具的主要优点是比较明显的。新一代的照明光源，较其他照明光源，具有以下优点：光效高、功率因素高、无频闪、无紫外光、启动快、寿命长、抗震性好、绿色环保。

第一，节能，在满足同样要求照度情况下，采用 LED 灯的功率仅为普通日光灯的 1/2~1/3。节省效果是很明显的。这一样在轨道车辆的客室照明系统将，通过合理的电源选择形式与应急灯设置方式，可以在简化线路与控制方式的同时，并大大减少照明系统辅助功率的需求。

第二，维护简单寿命长。一般普通日光灯的寿命在 5000 小时左右，由于轨道车辆的交流供电品质影响，其实际寿命会更低。再加上因镇流器、启辉器等零件的故障造成车辆使用过程的维护保养方面花费在照明系统的费用与时间很大。而 LED 灯的寿命一般在 30000 小时，远远长于日光灯的使用寿命，几乎是轨道车辆系统寿命最长的零部件。而且 LED 灯采用直流恒压供电，受电源品质的影响也小得多。因此采用 LED 灯具会极大地减轻轨道车辆在照明系统的维护精力，提高整个车辆的可靠性。

第三，无频闪效应，照明品质高。日光灯的闪烁频率为电源频率的两倍。这种闪烁一般是察觉不到的，

第四，通过合理选择客室照明系统的供电方式，简化照明系统的电气设计要求。

3. LED 照明灯具的结构形式

LED 作为轨道车辆的客室照明形式主要有三种方式

第一种方式最为简单，制作外形结构与原来荧光灯外形接口一致的 LED 灯具，直接替换下原来灯具。需要说明的是由于 LED 的工作方式与原来荧光类大不相同，电源部分需要重新设计，由于目前市场一般用的超高亮度 LED 单元，为直流 12V 或 24V 的。因此对于我们轨道车辆来说，照明系统的电源形式需要重新进行设计。



图2 LED灯管外形图

第二种方式是边缘布置LED光源的平板照明形式，这种灯的结构如图3所示，主要有超高亮度LED灯带、散热片、弹性卡簧、平板灯体、封装胶带及电源线组成，一般的平板灯的厚度可以做到8mm或者更小，长度和宽度通过组合几乎不受限制。这种结构的平板灯体将导光板与扩散板设计于一体，因此不会产生牛顿环。这种结构还可以很容易地与顶板或侧顶板集成嵌入安装。

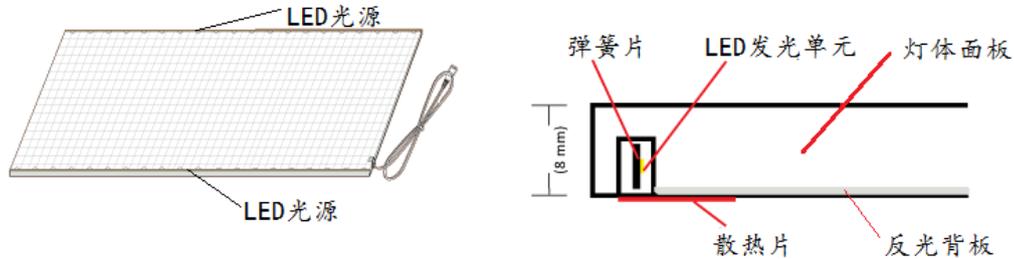


图3 LED平板灯结构示意图

第三种方式是设计LED灯带（国外有的公司称Light Bar），安装在原来的灯安装位置，由于LED灯带的截面尺寸可以做得很小，如图4所示。因此原有的安装空间完全可以满足。固定形式可以采用端部或者背部嵌入安装皆可。

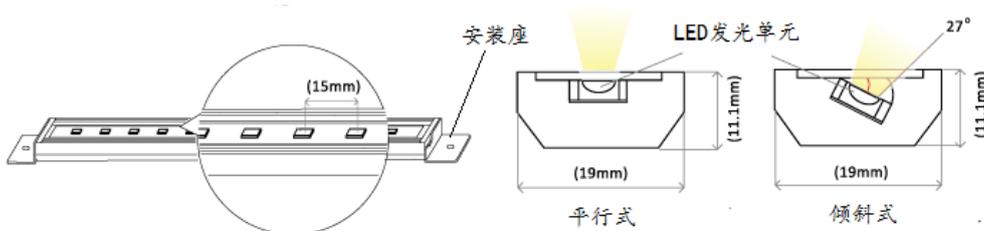


图4 LED灯带结构示意图

4. LED照明灯具设计注意的问题

由于LED灯具主要工作于恒流状态下因此必须对照明系统的电源系统进行系统设计，从整车匹配到紧急照明灯的启用等进行系统规划考虑。

LED这种新型光源具有体积小这一优势，对于灯体的形状和排列有很大灵活性。同时为了满足照度输出，一般LED灯均作为面光源来使用，通过采用模块化形式的光学设计，可以减少整个灯体的体积。

虽然传统光源的产热量远高于LED光源，但不会因为高温而降低其光输出，然后LED光输出会因为结温升高而下降，因此散热问题在LED灯具中设计中至关重要。结合我们轨道车辆的具体情况来看，LED灯具的布置一般靠近空调风道，因此这也给种灯具的散热带来的好处。将侧面LED光通过网点折射改变光线角度散出——导光板是平板灯的“心脏”，网点设计很重要。网点设计不好，看到的整体光效就很差。一般会出现：1.中间亮，两边暗；2.进光边有亮边，中间暗；3.站在不同角度看，整体亮度不一致；4.局部暗区明显。导光板的光效很大一部份在网点的设计，其次是板材的选用，但是一味的追求品牌的板材也是不对的。

因为很多品牌大厂像日本三菱，其大部分好的板材都是被人订购好的，很多市场流出的三菱板材多为些边角料，其透光率低还不如自家产的板材高，所以板材的选用不一定要看板材的厂商，只要测试透光率高光效OK，其实就可以了。

5. 结论及建议

LED 用于轨道车辆的客室照明中，可以减少照明系统的辅助功率需求，通过对照明系统电路的系统的综合设计还能简化整个照明系统的电气线路，同时以其高可靠长寿命的显示特性将极大地减少客室照明系统灯具的维护，我们期待着 LED 照明技术迅速护展到我们轨道车辆的客室照明实际中。

参考文献

- (1) 陈郁阳 刘木清，LED 普通照明系统的思考，《中国照明电器》，2009 年第 7 期
- (2) 王声学 吴广宁等，LED 在汽车照明系统中的应用，《灯与照明》，2007 年第 1 期