



# 夜景亮化与绿色照明

林秀华 厦门大学物理与机电工程学院 (361005)

林彦 厦门伊网通数码科技有限公司 (361007)

**摘要** 该文介绍都市夜景亮化中造成的光污染及其危害,提出用科学发展观统筹夜景亮化与节电,减少光污染的整治建议,着重阐述发光二极管在绿色照明、亮化工程中重要应用与前景。

**关键词** 夜景 亮化工程 光污染 绿色照明 发光二极管

## 1 照明光源

绿色照明旨在获得一个良好照明质量的环境,创造一个因地制宜与周围景物、自然环境和谐协调的光照条件,让人们能在适宜光照、良好环境下聚精会神地学习、工作和生活,因此,优选光源至关重要。照明光源的光主要是电磁波频谱中可见光波段可引起眼睛感官视觉的一种辐射。光源的颜色与色温有关,照明效果依赖光的显色性。2800~3000 K 低色温光源具有温馨亲切的感受、4000 K 色温光源则予以人明亮清爽之感、4000~6500 K 更显出明亮度,有利提高工效。使用显色指数大于80 以上的光源,被照明物体的颜色客观逼真。值得一提的是,具有节能环保的半导体照明光源已在景观照明中初露端倪,引人瞩目!

## 2 亮化与污染

### 2.1 光污染

光污染源自照明灯选得不当,要么过多使用高色温高压汞灯、氙灯、金卤灯,要么使光源太集中照射某一特定范围而引起的。夜间光照中逾量的光辐射(含可见光、红外线、紫外线)令人眼花缭乱!

不切实际的人工照明、逾量的光亮度造成的光污染大致上可分为白光污染、人工昼夜、彩光污染等三大类<sup>[4]</sup>。白光污染指强阳光烈日直射江河湖海平面、雪地冰山、高楼房建筑物、玻璃窗、大面积玻璃墙、白釉面砖体、磨光大理石、亮光漆面、洁白光滑白色广告屏幕等产生耀眼、灼目的明亮反射、折射令人炫目眼花。人工昼夜主要在都市繁华地段、闹市、商业街、购物广场人群集中地方用各种灯光、色彩渲染市场信息、商家品牌、商品商标、以招揽顾客使用广告灯、彩灯、霓虹灯和射灯等闪烁变色、异彩纷呈、欲与星月争辉的灯光。据悉,

美国诸多城市户外的照明灯有30 %是向上照射的,使万里星河黯然失色。商场橱窗里各类射灯相互较劲,光亮度毫无逊色,尤其是高楼屋顶高达上百万坎[德拉]的强光灯束直射夜空。彩光污染散布在各类夜总会,舞厅、歌厅、餐厅等消费娱乐场所,那里旋转七彩灯变幻无穷、黑灯忽闪忽暗,伴随音乐声,喧闹声一片。上述种种人造光源的照明乃非“全光谱”照耀,势必影响自然界生态环境,特别是依赖自然的人类与动植物生存条件。

### 2.2 光污染的危害

光污染首先使城市无昼夜之分,大功率泛灯、强光束灯直射苍穹破坏了自然夜空美景良霄。酷暑盛夏白天热气袭人,按理正常夜晚气温比白天低5~10 左右。可高度亮化后的夜晚,光能通过空气转化能量为热能,产生局部地区夜间温室效应,昼夜温差相差无几。环保专家认为自然规律失衡,影响自然生态;天文学家惊叹,城市无夜空,看不到星星;心理学家担心人体生理机体活动受干扰。在明亮刺眼的直射或反射光环境中开车,难免影响驾驶员的视野,干扰了指挥交通运输作业安全的标志信号灯,影响了信息显示屏幕和灯塔的正常功能,容易引发交通事故。光污染改变自然的生态,对人类生存不啻是严重的威胁。长期暴露在明光的环境,无昼夜地区的生活,自然界的生物钟,人体内生物周期性规律受到破坏。人类经历长期的自然界演变进化过程,生命的发展遵循一定的规律。生物学的知识告诉我们,只有在黑暗的条件下胚胎的发育才能完成激素生长,实现正常分泌;成年人经常在耀眼辉煌的灯下成年累月难得见到黑夜,不仅得不到很好的休息,而且激素的分泌紊乱,免疫系统会受到干扰,影响人的身心健康。光的白色污染直接损害人们感官的视觉,强光下的视觉敏感度下降。研究指出<sup>[4]</sup>,电焊发出的弧光中心温度可达3000 左右。这种人造光源中含有

大量高能量的波长为 227~280 nm 的紫外线,它易对人体组织的核酸和蛋白质产生光生物反应,引起 DNA 中多核苷酸链断裂,破坏 DNA 的合成、复制、转录等功能,导致细胞炎症肿胀并死亡。眼部受到强烈的激光、紫外光照射后会累及眼结膜、虹膜和晶状体以至深层组织和神经系统,从而使人的视力严重下降。视觉损伤使人情绪低落、烦躁郁闷,出现目眩、新陈代谢紊乱、神经衰弱等症状。长期沉迷于歌舞厅、酒吧里,变幻跳动的五光十色光圈、光柱等将干扰人体大脑的中枢神经、脑垂体分泌,以致头晕眼花、失眠时有发生。

除外,各种光污染严重影响动植物节律与正常生长。大多数动植物晚上不喜欢光线照射,生活在持续亮光场所,它们生长周期性,所谓“生物钟”受到破坏,甚至引起基因变异,动植物变种等。

### 2.3 统筹全局、综合治理

#### 2.3.1 夜景亮化兼顾环境保护

光污染源自城建中缺乏规划,过多使用玻璃幕墙,片面追求夜景的亮化,对玻璃幕墙实施照明既达不到预期效果,又造成电能大量浪费。尤其近年来我国电力需求与日俱增,供需矛盾十分突出。夏季酷暑炎热处于用电高峰,全国诸多城市注意落实科学发展出台各种限电拉闸政策,节约电能已成为一项重要国策。上海正从全方位打造“节能城市”<sup>[5]</sup>,已在中心主要景观道路上路灯安装节能型智能照明系统,对路灯进行单个独立调光控制,在保证道路照明安全下降低电功率。并改造现有景观装饰建筑轮廓灯、大楼透亮灯,大力推广使用节能灯 40 万只。东方明珠塔球体上已全安装上节能灯具同样的照明效果可比传统光源节能 90% 以上<sup>[6]</sup>。亮化工程所需费用相当可观,据人民日报记者调查<sup>[1]</sup>,武汉亮化灯每晚平均开启 4 h,电费开支 5 万多元。广州每天按 4.5 h 计亮灯日耗电约 4 万 kW·h,电费 64.8 万元,全年累计耗电 1.62 亿 kW 时,电费 1.48 亿元。南京每年亮化工程耗电由政府支付部分高达 100 多万元。由此可见,夜景亮化耗电如此惊人。目前我国电力供应 2/3 还是靠火力发电,火力燃料中 75% 使用煤炭。按现有每生产 1 kW·h (度)电产生的污染物 CO<sub>2</sub> 为 1100 kg, SO<sub>2</sub> 为 9 kg 计算,单照明一项燃煤每年排放废气 CO<sub>2</sub> 高达 8000 万吨, SO<sub>2</sub> 也有 65 万吨。全国每年照明燃煤排放 SO<sub>2</sub> 高达 276 万吨, SO<sub>2</sub> 是造成气候空气质量劣化、酸雨的污染源<sup>[7]</sup>,严重危害环境,有碍健康。

#### 2.3.2 用科学发展观统筹亮化

城市夜景亮化是城市现代化建设的主要组成部分,用科学发展观考虑问题、统筹规划、立足全局、合理布局、科学设计夜景工程亮化是至关重要的。首先是,应深入了解城市的历史功能、经济发展地位与水平,注重发掘各自都市的文化底蕴,弘扬人文精神之内涵。其次,针对具有特征的建筑物认真分析研究,利用光色的各种表现手法,对建筑物立面、屋脊作点线面淡化、亮化,充分使自然风光与灯光景色相得益彰。力图色彩相宜、光照得当、明暗和谐、层次分明、效果理想,景观亮化才有特色和创造性,才能吸引游客,增添旅游城市的知名度。此外,对光污染应以预防为主,防患于未然,不可掉以轻心!

### 3 LED 与绿色照明

夜景亮化大力推广应用绿色照明,根据城市所处的自然位置,天然景观、人文资源等综合布局、合理设计、采用高效、长寿、安全和稳定的照明光源。比如使用金属卤化物灯光效仅 90 lm/W,而同类的高压钠灯光效可达 120 lm/W,在同等亮度情况下两者光色不同、显色性不同、照明效果也有所差别,根据视觉心理,获得明亮感觉差异较大<sup>[8]</sup>。从光源对物体、环境照度均匀性,适宜的空间亮度分布,光漫反射程度,光照的方向、准直性、被照环境等综合参数评估光色和显色特性等实际效果<sup>[9]</sup>。绿色照明,节能是核心、环保是关键,它有赖于光源与灯具的有机配合。制造优良的照明系统,首先使用先进的照明技术,包括高光效、高显色指数的人造光源——紧凑型节能灯、高频无极灯、冷阴极荧光灯、半导体照明灯。考虑到环保重要性,今后荧光灯的含汞量按欧盟规定,不能超过 5 mg;灯具需用优质复合或合金材料;电源控制务必使用提高功率因数的补偿电路,优化电路设计减少电磁辐射,借助 IC 控制稳压,过流保护等,旨在提高灯具寿命。IESNA (北美照明工程学会)于 2003 年提出用新型复合金属材料制造灯具,精确设计灯形,反射罩与镜面光学系统。

#### 3.1 LED 固体新光源

引人注意的是,节能环保、长寿命、固体化的白光发光二极管 (W-LED) 在城市景观亮化中脱颖而出。其纯正、鲜艳的七彩 LED 姹紫嫣红、蔚蓝碧绿勾勒高楼大厦轮廓令人留连忘返,点缀公园景观、音乐喷泉和圣诞树五彩缤纷。在作为古建筑,古文物等人文景观,博物馆内珍稀字画,照明中 W-LED 是诸多光源中的佼佼者。闻名遐迩都市现代化建筑,自然景观,

夜景亮化已把注意力聚焦于LED新一代固体光源,LED将大有可为<sup>[10-11]</sup>。与其他电光源相比,LED不可比拟的优点是,工作时低电压、低功耗,可用直流、交流或脉冲驱动,易与IC(集成电路)和光纤导光相匹配,尤其适合太阳能电池供电。七彩的LED无论是由不同波长单个LED组合,还是RGB三基色芯片集成设计,通过IC控制,辅以艺术灯具后发出的变幻、闪耀、流水似的1670多种彩光多姿多色,打扮在标志性景观、公园夜景、街心花园更凸显靓丽迷人的魅力。以太阳能电池供电外观迥异、光线柔和、色彩艳丽的LED草坪灯、庭院灯、壁灯可有效地减少强光源的色彩污染,安装在豪宅别墅、博物馆、展览中心、游艺场、游泳馆四周形成一道亮丽的景观,必将吸引众多游客驻足。单体的LED不管大小外型、何种封装、不过是点光源而已,发光功耗仅几十毫瓦(W-LED为70mW)。欲设计成景观亮化、环境照明远不如高压钠灯、汞灯等大功率气体放电光源。但单体LED可进行各种平面排列、立体组合形成线状、平面光源,成为有一定空间分布的体光源。现诸多照明开发商已成功开发出从1~40W不同电功耗的平面光源照明、投光灯、地埋灯、水池灯等,它不仅有恒流源驱动的电气控制系统,还有考究的散热装置以满足长期稳定照明的要求。此外,根据不同景物光照度,借助CAD(计算机辅助设计)进行光照配光曲线的拟合设计,优化灯具的光学结构使光束发散、聚焦、直射或反射等。彩色LED装饰景观替代原有白炽灯加滤光片,可减少光通损耗至少50%这对节能乃大有裨益。

### 3.2 白光LED

白光LED点燃了“绿色照明”的光辉,随着大功率蓝光LED芯片成功开发、推出、应用,W-LED是今后景观亮化的趋势<sup>[12]</sup>。国外前几年开始应用白光LED作为照明光源已屡见不鲜。据悉2002年澳大利亚已在一条街上采用LED作为照明光源。日本Interstory公司与Armor Light公司共同开发由90个高亮度白光LED,光通为300lm(相当于20W功率的白炽灯光源)在3.2m高度下路面照度为30lx,10m高照度为1lx<sup>[13]</sup>。日本Yamaguchi大学用700个W-LED作照明光源,耗电5W,光效40lm/W(单个法向光强10cd)分为两组控制:一般情况照度为80lx,当人靠近2m时另一组也点亮照度增至600lx<sup>[14]</sup>。随着LED材料外延生长与器件工艺日臻成熟,价格逐年下降,应用不断拓展,在照明领域需求快速增长。W-LED崛起成为照明节能,夜景亮化的一颗璀璨明

星。它有望逐渐取代传统的白炽灯、荧光灯已被业内人士看好,LED照明与电子技术相结合正引领一场照明革命<sup>[15-16]</sup>。科技部已于去年6月紧急启动“国家半导体照明产业化技术开发”重大项目,着重建设上海、大连、南昌、厦门四个城市LED产业化基地,为LED在广度与深度上发展创造了良好的条件。2008年北京奥运主题“绿色奥运、科技奥运、环保奥运”首都北京城既要大张旗鼓亮化、火树银花灿若繁星,又不至于光污染;拟花费150~200亿元由LED包办。人们憧憬着LED大放光芒。正如科技部马颂德副部长所说<sup>[17]</sup>,LED的丰富色彩和数字可控性将使我们的街道、居家、休闲场所变得更加多姿多彩和个性化;LED的长寿,高效将大大降低全社会的电力损耗,减轻环境污染的严重压力。LED正在为我们这个世界的可持续发展带来新的曙光。

### 参考文献

- [1] 中国绿色照明工程促进项目办公室,中国绿色照明工程实施.中国能源,2004,26(7):36-39
- [2] 刘莉莉,胡谋,顾兆农等.夏季的城市:要夜景,还是要节能?人民日报视点新闻,2004,7.13:5
- [3] 庚晋.协调人对光的制造和干预.光源与照明,2003(3):32-34
- [4] 吴安生.别让电焊弧光伤害你的眼睛.科学与文化,2004(7/8):44
- [5] 吴复民,张建松.上海搭建“节能城市”.科技日报·经济特刊,2004,6.18
- [6] 唐敏,张耀平,周国洪等.酷暑电荒向策.燎望,2004,6.14:8-10
- [7] 卢新宁.国家环保总局六项规定,最大限度削减SO<sub>2</sub>排放量.人民日报(教科卫环),2004.4.23:11
- [8] 邵民杰.绿色照明工程在大空间效果照明中的应用.光源与照明,2003(3):23
- [9] 国家经贸委节能信息传播中心.高效节能照明灯具.中国能源,2003(4):46
- [10] 林秀华,王昌铃,黄德森.21世纪绿色照明光源.科学,2003,54(3):19-21
- [11] 王尔镇,王春锋.固体光源和灯具的技术进展.中国照明电器,2001(11):25-28
- [12] 李宏达.先进照明技术的应用.照明季刊.台湾区照明灯具输出业同业公会,2003(秋季版):16-19
- [13] 光机电信息编辑部.太阳能发电的白色LED路灯.光机电信息,2003(5):40
- [14] 光机电信息编辑部.白色发光二极管照明用于节能型路灯.光机电信息,2001(12):11-12
- [15] 陈燕生.中国照明电器工业现状与发展趋势.消费日报,2003,11.25:7
- [16] 山田健一,石井健一.LED照明的动向.照明学会志,2000,8.5(8B):645-648
- [17] 马颂德.在2004年中国(上海)国际半导体照明论坛的致辞,2004(3):22