

[LED]

# LED船用照明灯具应用

文/中国船舶及海洋工程设计研究院 杜睿 傅晓红

LED照明灯具作为新型绿色光源，随着在船舶应用范围的扩大，逐渐成为用户关注热点。主要介绍船用LED灯具特点，分析了LED灯具在船舶的应用以及相关法规、规范要求，为LED船用灯具的选用提供参考。

近几年在船舶领域，LED照明灯具以其无可比拟的优点，迅速占领了部分传统船用灯具市场。加上船舶节能要求提高，全球对白炽灯的逐步禁用，进一步促进了船用LED灯具的推广。LED大规模应用于船舶照明是一个必然的趋势。

## 船用LED灯具特点

### 1. 灯具形式

目前船用LED灯具具有两种形式：一种是直接采用成熟的LED灯泡，灯管，内部自带电源转换装置，优点是方便快捷，不用改变原有灯具外形设计，可在老船上方便实现LED换装；另一种是贴片式LED灯具，所有的LED光源直接焊接在灯具内部壳体上，由电源转换装置统一供电，优点是灯具一体化散热好、效率更高。本文主要讨论第二种贴片式LED灯具。

### 2. 供电

对于贴片式LED灯具，LED光源不能直接使用船上交流电源，需要电源转换装置，提供其要求的电压、电流。而且目前的大部分船用LED灯具设计，当电源转换装置故障时，船员无法自行更换。

### 3. 发热散热

LED灯具发热源包括LED光源和电源转换装置，相对于白炽灯、高压钠灯等普通船用灯具，LED灯具发热量较小，但是LED对温度非常敏感，

散热不够会导致光衰，使用寿命大幅减少。下图为某国外品牌LED产品温度-寿命曲线：

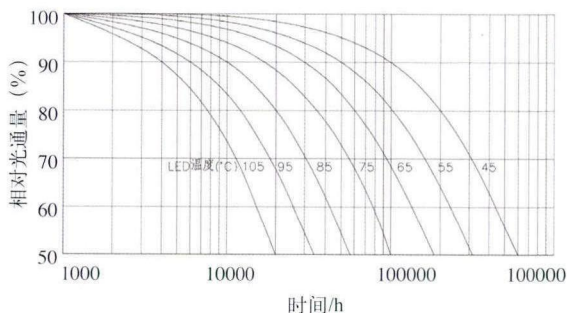


图1 LED温度-寿命曲线

由LED温度和寿命曲线图可见，LED核心温度在75℃条件下，发光量衰减至原70%，工作寿命为50000小时，当核心温度升至95℃，同样光衰至70%，工作寿命减少为20000 h。

### 4. 显色指数

显色指数表示光源对物体的显色能力，是通过与同色温的参考或基准光源下物体外观颜色的比较。传统船用灯具，如：白炽灯、荧光灯、高压钠灯等，同一类型灯具显色指数差别不大。LED灯具的显色指数差异较大，这是由选用的LED光源决定的。显色指数的高低决定照明时能否正确显色，低显色的照明环境下，人会感觉视力疲劳，影响正常工作。虽然目前船级规范尚未对显色指数作明确要

求,但是考虑到船员的舒适度,参考陆用建筑照明设计标准,居住舱室显色指数应不低于80,室外不低于70。所以在灯具订货时需要额外明确灯具显色指数,这点在选用LED灯具时尤为重要。

## 5. 光通量

光通量是光源单位时间内发出可见光量的总和。通过改变LED的工作电流,同一LED的光通量可以无极调节。下表为某国外公司系列产品电流——光通量关系:

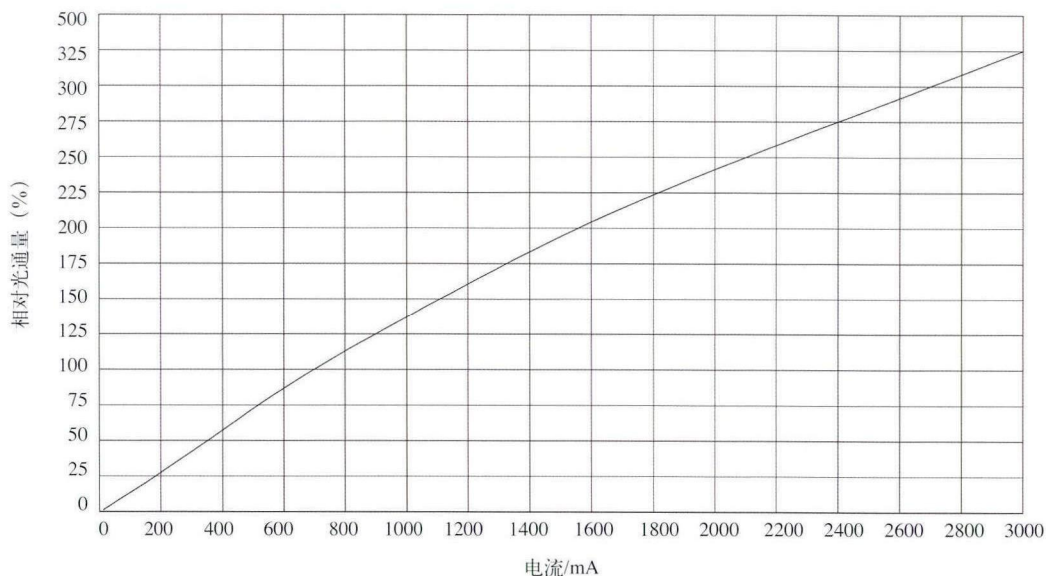


图2 LED电流—相对光通量曲线

从图2可以看出随着光通量的提升,电流要以更大的倍数增大,随之而来的是发热量迅速增加。结合本文图1,如果没有解决好光通量与散热之间的关系,会大幅度增加光衰,导致LED的使用寿命缩短。优质的船用LED灯具的设计就是在光通量和发热量之间寻找最佳的平衡点。

## 6. 照射角度

LED光源照射角度一般不超过 $120^{\circ}$ ,而普通灯源接近 $360^{\circ}$ 。LED光束集中,更易于控制,灯具效率大幅提高。LED舱室灯具无需采用反射器聚光;LED搜索灯的反射器也大大简化,有利于减小灯具的尺寸。LED蓬顶灯、搜索灯厚度相比普通灯具减少约1/3。下图是传统灯具与LED灯具照射角度对比。

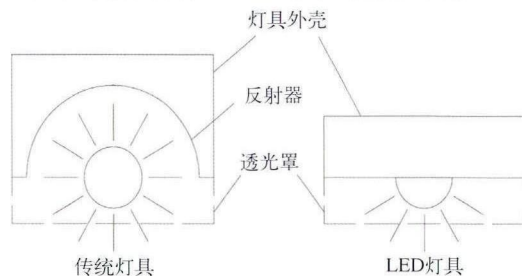


图3 传统灯具与LED灯具照射角度对比

如图3所示,传统灯具发光角度为 $360^{\circ}$ ,约30%的光输出不能得到有效利用。LED发光角度为

$120^{\circ}$ ,光输出能够100%得到有效利用。

## LED灯具的船舶应用

基于船舶自身所处的环境特点,船用灯具面临高温、高湿、盐雾及震动等一系列问题。相比普通灯具,LED灯具能更好地适应恶劣的海上环境。

### 1. 抗震

LED作为一种固态发光源,晶片被封装在环氧树脂里面。树脂颗粒不易破碎,也不会因热效应而挥发、熔断。整个灯体也没有松动的部分,这些特点使得LED很难损坏。相比卤钨灯、荧光灯,LED灯具能承受更高强度机械的冲击和震动。在机舱等震动较大区域,采用LED灯具可以减少减震器的使用。

### 2. 快速启动

LED灯具的启动时间为纳秒级,是目前所有光源中响应时间最快的产品。完全可以取代在救生艇、筏附近布置的卤钨或白炽投光灯,满足救生时对灯具快速启动的要求。而且LED低温启动效果好,最低可在 $-30^{\circ}\text{C}$ 正常工作,优于普通荧光灯的 $-20^{\circ}\text{C}$ 。

### 3. 寿命长

LED灯具寿命取决于LED光源和电源转换装置

两者的寿命,设计合理的船用LED灯具,LED光源寿命不小于50000 h,电源转换装置则根据设计的优劣、采用元器件的档次为20000~50000 h不等。目前部分国内灯具厂商能保证全灯50000 h使用寿命。相比荧光灯的3000 h,白炽灯的1000 h使用寿命,采用LED灯具可以大大降低灯具的维护费用及船员工作量。以某型1000 t级公务船为例,全船室内照明采用LED灯具,已正常运行两年,据船东反馈,尚无灯具损坏。

#### 4. 节能

LED灯具的高效节能是其能在船舶应用最大优势。船用电站,特别是船用220 V用电,历来都是船东关注的事项。下表为LED灯具与其他常规船用灯具效率对比:

表1 LED灯具与其他灯具效率对比

| 光源   | 光源光效/lm | 电源效率/% | 光照效率/% | 灯具效率/% |
|------|---------|--------|--------|--------|
| 白炽灯  | 20      | 100    | 60     | 60     |
| 荧光灯  | 80      | 85     | 60     | 60     |
| 高压钠灯 | 100     | 80     | 60     | 60     |
| LED灯 | 80      | 90     | 90     | 90     |

综合计算以上各种灯具实际效率:

白炽灯:  $20 \times 100\% \times 60\% \times 60\% = 7.2 \text{ lm/W}$

荧光灯:  $80 \times 85\% \times 60\% \times 60\% = 24.5 \text{ lm/W}$

高压钠灯:  $100 \times 80\% \times 60\% \times 60\% = 28.8 \text{ lm/W}$

LED灯:  $80 \times 90\% \times 90\% \times 90\% = 58.3 \text{ lm/W}$

即LED灯实际效率两倍于荧光灯,两倍于高压钠灯,八倍于白炽灯。

换装LED灯具节能效果以某型4.8万t原油船为例,LED灯具换装节能对比如表2所示。

表2 LED灯具换装对比

| 原有灯具  | 原灯具功率/W | 换装灯具   | 现灯具功率/W | 数量  | 节约电功率/kW |
|-------|---------|--------|---------|-----|----------|
| 白炽蓬顶灯 | 60      | LED蓬顶灯 | 5       | 151 | 约8.2     |
| 白炽蓬壁灯 | 60      | LED蓬壁灯 | 5       | 71  | 约3.8     |
| 荧光蓬顶灯 | 2×20    | LED蓬顶灯 | 2×8     | 170 | 约4.8     |
| 荧光舱顶灯 | 2×20    | LED舱顶灯 | 2×8     | 110 | 约3.1     |
| 荧光舱顶灯 | 2×40    | LED舱顶灯 | 2×18    | 156 | 约7.5     |
| 卤素投光灯 | 500     | LED投光灯 | 50      | 5   | 约2.2     |

原船共采用白炽蓬顶灯151盏,白炽蓬壁灯71盏,每盏功率60 W。若换装同一厂家LED蓬顶灯,节省电功率约12 kW。

采用2×20 W荧光舱顶灯110盏,2×20 W荧光蓬顶灯170盏,2×40 W荧光舱顶灯156盏,全部换

装LED灯,可节省电功率15.4 kW。

采用500 W卤素投光灯5盏,换装LED投光灯,节省电功率2.2 kW。

加上其他台灯、角灯、航行信号灯等全部换装,全船可节约电功率约30 kW。

然而,目前大功率船用LED投光灯的被动散热问题无法有效解决,现有产品的最大功率不超过100 W,暂时无法替代室外400 W及800 W高压钠灯。

#### 相关法规、规范要求

随着LED技术的逐步发展,LED灯具在船舶的应用优势越来越明显,加之船东对船舶节能环保的迫切需求,国际海事组织及一些船级社对LED灯具的应用也开始逐步规范。

以某17000 m<sup>3</sup>LPG船为例,此船采用LED航行信号灯。

根据海安会MSC.253(83)决议4.3条对使用LED的号灯的特殊要求:当LED发光强度不足时应启动报警功能,或LED应仅在制造厂规定的使用寿命内使用并考虑适当裕量。

目前设备厂的LED号灯在发光强度不足时不能提供报警,只能在到达制造厂规定的使用寿命前更换LED光源。

此外,根据5.4条要求航行灯控制板应能提供航行灯供电故障及灯源故障。

本船的航行灯板通过监测LED航行灯供电模块电流,实现LED航行灯的故障,包括短路的报警输出。

#### 结束语

LED技术正日新月异的进步,过去十年LED灯具的发展和市场占有率已经证明了其巨大的发展潜力,现阶段船用LED灯具最大的缺点就是价格较高,据国内厂家反馈,舱室LED灯具较常规灯具价格高约150%,室外投光灯高约200%。不过随着LED大规模量产,价格正在逐步回落。所以即使目前LED光源还不能完全取代现有传统光源,但随着技术的发展,未来的船舶照明一定是LED的天下。EA

(收稿日期:2015.06.01)

(编辑:白文亭)