

谈LED照明蓝光危害与富蓝化光环境

胡静慧 傅啸琪

(浙江立德产品技术有限公司, 浙江 杭州 310020)

摘要: 从LED蓝光危害的产生和危害作用进行分析, 正确认识LED蓝光危害, 并结合富蓝化光环境问题, 探讨LED照明产品如何向健康的方向发展。

关键词: LED; 蓝光危害; 光生物安全; 色温; 富蓝化

Blue Light Hazard of LED Lighting and Rich Blue Environment

HU Jinghui FU Xiaoqi

(Zhejiang LEAD Product Technic Co., Ltd. Zhejiang Hangzhou 310020)

Abstract: This essay analyses the cause and the effect of LED blue light hazard in order to cognize the blue light hazard accurately, and discusses for LED lighting developing towards healthy combined with the rich blue environment problem.

Key words: LED; blue light hazard; photobiological safety; color temperature; rich blue

1 蓝光的危害作用

通常所说的蓝光危害是指其对人眼造成的伤害, 它可以穿透晶状体到达视网膜, 对其造成光学损害, 且加速黄斑区细胞的氧化。确切地说, 蓝光危害是由波长主要介于400nm与500nm的辐射照射后引起的光化学作用, 导致视网膜损伤的潜能。如果照射时间超过10s, 这种损害机理起主要作用, 而且是热损害机理的数倍之多^[1]。因此, 蓝光被认为是最具危害的可见光。

2 蓝光危害评价体系

蓝光危害目前已被纳入光生物安全范畴, 也就是通常所说的光辐射安全。国际上对光生物安全的检测评估采用IEC 62471:2006(CIE S 009:2002)/EN 62471:2008《灯和灯系统的光生物安全性》标准, 我国GB/T 20145—2006《灯和灯系统的光生物安全性》

等同采用CIE S 009:2002。该标准测试评估了波长在200~3 000nm的光学辐射, 包括皮肤和眼睛的紫外危害, 眼睛的近紫外危害(315~400nm), 视网膜蓝光危害, 视网膜蓝光危害(小光源), 视网膜热危害, 视网膜热危害(对微弱视觉刺激)(780~1 400nm), 眼睛的红外辐射危害(780~3 000nm), 皮肤热危害(380~3 000nm)。根据GB/T 20145-2006, 视网膜蓝光危害可分类为:

(1) 无危险

无危险类的科学基础是灯对于本标准在极限条件下也不造成任何光生物危害; 在10 000s(约2.8h)内不造成视网膜蓝光危害; 辐亮度 $L_B \leq 100 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$;

(2) 1类危险(低危险)

1类危险的科学基础是对曝光正常条件限定下, 灯不产生危害; 在100s内不造成视网膜蓝光危害; $L_B \leq 1 \times 10^4 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$;

(3) 2类危险(中度危险)

2类危险的科学基础是灯不产生对强光和温度的不适反应的危害；在0.25s内不产生视网膜蓝光危害（不适反应）； $L_B \leq 4 \times 10^6 \text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$ ；

（4）3类高危险（高危险）

3类危险的科学基础是灯在更短瞬间造成危害。其限制量超过2类危险（中度危险）； $L_B > 4 \times 10^6 \text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$ 。^[2]

另外，根据IECEE CTL决议 DSH 0744规定，不同危害分类的要求有：

（1）需要满足IEC TR 62471-2《灯和灯系统的光生物安全性—第2部分：有关非激光光学辐射安全的制造要求导则》规定的所有要求，包括标记。

（2）对于只发出可见光的低亮度（ $< 10^4 \text{cd} \cdot \text{m}^{-2}$ ）LED产品，按照IEC/EN 62471第4.1条规定不需要进行危害等级分类。

（3）如果制造商提供了显示灯具辐亮度不超过IEC/EN 62471规定的无危险类和1类危险（低危险）的测试报告，认证机构可以接受该灯具。如果制造商未提供类似声明，则应按照IEC/EN 62471要求进行测试^[3]。

因此，分类为无危险和1类危险（低危险）的LED照明产品，在正常情况下使用不会产生光生物危险，可以接受该类产品。而分类为更高类的LED照明产品，则会存在蓝光伤害的隐患。蓝光危害是指当蓝光辐亮度达到标准规定的2类危险或者3类危险时，会在较短的时间或瞬间对人眼造成的伤害。图1~2为两类光生物危害分类的LED照明产品相对光谱图。

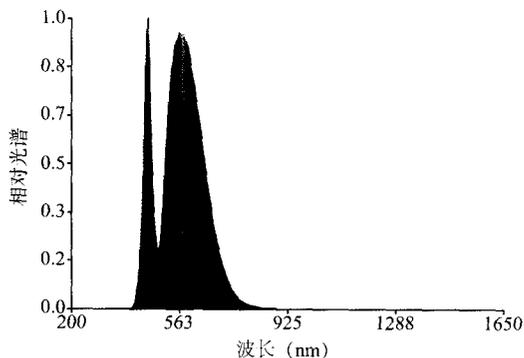


图1 无危险类

从光谱图可以看出，图2中的蓝色较图1明显高，因此有蓝光溢出的说法。在实验室测试中，多数LED照明产品的蓝光视网膜危害都不超过低危险（1类），这也表明多数LED照明产品在正常情况下

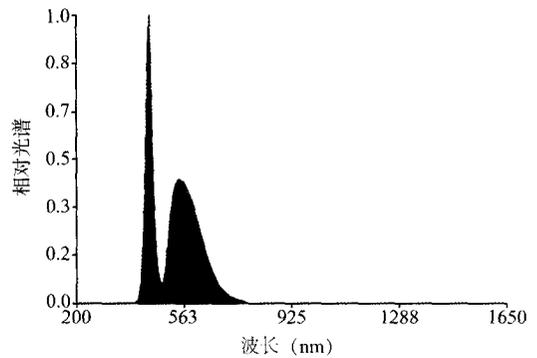


图2 1类危险（低危险）

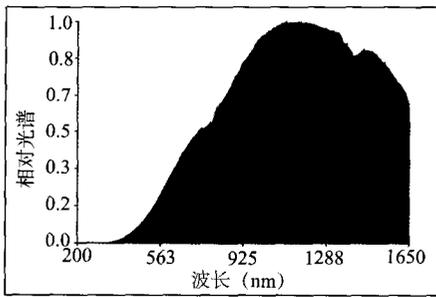
使用，不会产生光生物危险。但是对于某些可以拆卸透光罩的LED照明产品，将透光罩拆除后可能导致危害等级提升1级。特别是某些产品使用的LED模组单颗功率很高，属于功率型LED封装，单位面积内的光输出高，这类产品应特别关注其蓝光危害，采取必要的结构防护措施，如加不可拆卸透光罩、扩散罩，加贴警告标记等。

3 蓝光危害的误区

近来有不少报道LED蓝光成为“伤眼凶手”的新闻，一度使人们谈“蓝”色变。更有新闻说浴霸灯的蓝光造成西安一婴儿眼睛被灼伤，最终导致失明，使得人们对LED照明产生了恐惧。但是，就浴霸伤眼事件来说，浴霸的发光主要集中在红外光谱，对人眼造成的伤害最可能的应该是红外热危害，而不是蓝光危害。图3是某浴霸灯的相对光谱图，可以看到其红外波段的光谱有较高的峰值，远大于蓝光波段。其中，蓝光危害辐亮度 $L_B = 7.9 \text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$ ，低于无危险类限值，蓝光危害属于无危险类；但是红外热危害辐亮度 $L_R = 3.3 \times 10^7 \text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$ ，大于限值 $6.6 \times 10^6 \text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$ ，属于视网膜热危害3类危险。

另外，蓝光造成对视网膜的伤害是由于人眼直视LED光源造成的，并不是说人们暴露在LED照明下就会造成伤害，因此不必要将蓝光危害扩大化，也就是只有人眼直视LED光源才会带来视网膜蓝光危害。

蓝光是自然界一直存在的光，也是太阳光的重要组成部分，在各种白光光源中必然存在。蓝光危害并不是LED照明产品才有，某些金卤灯和荧光灯早就存在。我们生活的环境处处都有“蓝光”，因此将“蓝光”等同于“视网膜伤害”是不科学的。



$L_B \gamma FOV$ (mrad)	测量值 (W/m ² /sr)	限值 (W/m ² /sr)	$L_R \gamma FOV$ (mrad)	测量值 (W/m ² /sr)	限值 (W/m ² /sr)
100 (无危险)	7.9e+00	1.0e+02	11 (无危险)	1.0e+07	2.6e+06
11 (低危险)	7.8e+01	1.0e+04	11 (低危险)	1.0e+07	2.6e+06
1.7 (中度危险)	2.5e+02	4.0e+06	1.7 (中度危险)	3.3e+07	6.6e+06

图3 浴霸灯光谱图

社会上有一些声音提出滤掉蓝光，更有企业已经生产出过滤蓝光的眼镜，但是从蓝光存在的自然性来看，正常情况下滤掉蓝光的说法是片面的。

4 避免蓝光危害及富蓝化

首先，从LED照明产品来说，由于高色温产品中的蓝光成分较高，为降低蓝色比必须降低色温。只要保持显色指数大于80，色温在4 500K以下，LED灯的蓝光成分不会高于同类的节能灯。人们通常有个误区认为灯光越亮越好，亮的另一个代名词就是高色温。因此，在选购LED照明产品时，需要特别关注色温参数，不可一味追求高亮度、高色温。LED照明产品最好配上透光罩、灯罩、扩散罩等二次配光结构，一来光线可以更柔和，另外，根据之前的实验室检测证明，这一做法对于降低蓝光危害等级有显著作用。

虽然蓝光造成对视网膜的伤害是由于人眼直视LED光源造成的，但是市场上的LED照明产品色温普遍偏高，对人体生物钟产生一定干扰。太阳的色温变化可以代表人类生活的作息规律，日出时的低色温到正午的高色温，再到日落时的低色温，这是长期以来人类适应的照明环境。但是，近年来在节能减排的号召下，照明界一度追求高光效、高色温，使得我们整个生活环境变得越来越亮。室外照明尚可接受，但是室内照明大都在晚上使用，按照

人类生活规律，晚上适应的是低色温照明环境，如果长期使用高色温白光照明，会影响人们的司辰视觉，影响睡眠，生物钟紊乱，降低人的免疫力，带来富蓝化问题。根据2012年10月召开的“中国科协第249次青年科学家论坛”及国际新的研究，得出的结论是富蓝化照明将影响人的司辰节律。

因此，我们需要区分蓝光危害和富蓝化。蓝光危害是指蓝光辐亮度达到标准规定的2类危险或者3类危险时，人眼直视光源会在较短的时间或瞬间对人眼造成伤害；而富蓝化则是曝露于高色温照明环境下，通过司辰视觉的1个长期影响结果，不会在短期内显现出明显的伤害，因此富蓝化的危害评估更为困难，目前国际上还没有出台相关的评估标准。但是富蓝化问题更应该引起重视，它对人类产生的影响远比蓝光危害大得多。如何避免富蓝化光环境问题，解决的宗旨是要趋向正常的生活规律，按照人类的生理司辰节律选择光照成分和质量，才是正确的、健康的。

参考文献

- [1] GB/T 20145-2006/CIE S 009/E:2002 灯和灯系统的光生物安全性[S].
- [2] No. DSH 0744 CTL DECISION SHEET[S].

(本文编辑 王东明)