

LED 照明产品富蓝化和蓝光危害的检测分析

何兴汉 / 佛山市国光电股份有限公司

【摘要】随着白炽灯的禁售政策出台，LED 照明灯具被推上了市场大舞台，但是 LED 照明灯具所依赖的产业发展标准和测试方法很少有人清楚，产业发展标准和测试方法是其性能和安全性保障，国家标准和测试方法对新照明产品设计和培育消费者信心是非常关键的，介绍 LED 照明产品可能存在危害的原因及其光生物安全检测标准体系，运用 IEC/TR 62778-2012《IEC 62471 中关于蓝光对光源和灯具的危害评估的应用》技术报告及国际照明委员会 DSH1039A：2013 决议测试分析 LED 灯具的视网膜蓝光危害，讨论 LED 灯具蓝光危害的测试方法与测试

【关键词】LED；光生物安全；蓝光危害；辐亮度

引言

近两年传统家居照明企业多重受困：房地产“限购令”、原材料价格上升、商铺租金上涨、劳动力和交通运输成本上涨。大多数家居照明企业纷纷表示从去年到现在传统家居照明一直比较难做。而去年 10 月 1 日中国大陆开始的淘汰 100W 以上白炽灯政策的执行，LED 光源迎来了新的发展契机，在这股浪潮的推动下，LED 照明也即将迎接新一股发展势头。

随着 LED 技术的发展，LED 产品向着大功率、高亮度方向发展，芯片出射光的辐射亮度大幅度提高，大大提高了 LED 产品可能对人体产生的光生物危害；特别是紫外和蓝光波段的高亮度 LED 芯片被广泛应用，使 LED 的危害性更大。波长 440nm 左右的蓝光辐射对人视网膜产生的光化学危害性明显提高。由于 LED 照明产品出现不过几十年，人类在地球上已经存在了几百年，人类已经适应了自然界太阳光的光谱，自镇流电子荧光灯光谱更接近于太阳光谱已被广泛使用和接受。LED 白光的光束较窄，特别是在蓝光波段范围能量比较集中。将 LED 产品应用于照明必然会使人体器官长时间处于其照射作用，过长的照射是否会对人体产生辐射危害，这是人们最关注的问题，也是 LED 灯具是否能够广泛使用的关键因素。随着“浴霸伤眼”、“LED 护眼灯不护眼”等报道的出现，特别是 LED 照明产品存在的蓝光危害，使百姓出现了害怕心理，一度成为 LED 照明产品推广应用的限制性因素，影响了市场的消费信心。对于 LED 产品能否安全使用以及如何评价其安全标准，需要有相对应的规范。

光生物安全很早就引起欧美等发达国家重视。国际照明委员会 (CIE) 于 2002 年发布了 CIE S009/E:2002《灯和灯系统的光生物安全性》标准，用来规范照明产品光生物安全性能指标及测试方法。2006 年，IEC 等同采用 CIE S 009/E:2002 出版了光生物安全标准 IEC62471:2006；同年，我国也出版了国家推荐性标准 GB/T 20145-2006，此标准等同采用 CIE S 009/E:2002。欧盟在 2008 年出版了 EN62471:2008，该标准在 IEC62471:2006 基础上，考虑了欧盟 2006/25/EC 指令的部分要求，使该标准的限值更为苛刻、测试要求更高。IEC62471 是光生物安全基础的测试指导，但还不够完善。为此 IEC 出版了 IEC/TR62471-2:2009《非激光光辐射安全的制造导则》，使之与 IEC62471:2006 形成 1 个垂直标准系列，目的是使制造商或者使用者根据标准测得样品的危险等级后，能根据不同场合的需要，选用不同危险等级的灯，指导在不同工作场所需要安装使用某种危险等级以下的灯。该技术报告在对 IEC62471 测试条件补充的同时，明确制造商如何评估危险等级，规定了光源制造商与灯具制造商之间危险等级的采用条件，以及对灯具辐射安全标签的要求。

特别对于蓝光危害，IEC 在 2012 年出版了 IEC/TR62778，并于 2013 年通过了 DSH 1039A:2013 决议。正在起草中的 IEC60598-1 第 8 版首次以 LED 为关注焦点对标准进行修订，其中蓝光危害的要求引用了 IEC/TR62778 的要求。IEC60598-1 第 8 版的修订工作已于 2012 年 12 月完成 CD 版草案 (34D/1064/CDV) 的投票工作，预定于今年 (2013 年) 年底正式完成并正式公布，有望进一步规范 LED 灯具产品的蓝光危害评价要求。

1. 测量原理

蓝光危害指的是由波长主要介于 400 和 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。按照 IEC62471 的定义，当产品在相关评价位置产生到表 1 某一相应值时的危险分类。

表 1 暴露时间、辐亮度和辐照度与危险组别的关系

危险组别数字	危险组别名称	相应的曝露时间 t_{exp} 的范围(s)	蓝光危害辐亮度 L_b 范围(W/m ² sr)	蓝光小光源辐照度 E_b 范围(W/m ²)
RG0	免除	>10 000	<100	<1
RG1	低风险	100~10 000	100~10 000	<1
RG2	中等危险	0.25~100	10 000~4 000 000	1~400
RG3	高风险	<100	>4 000 000	>400

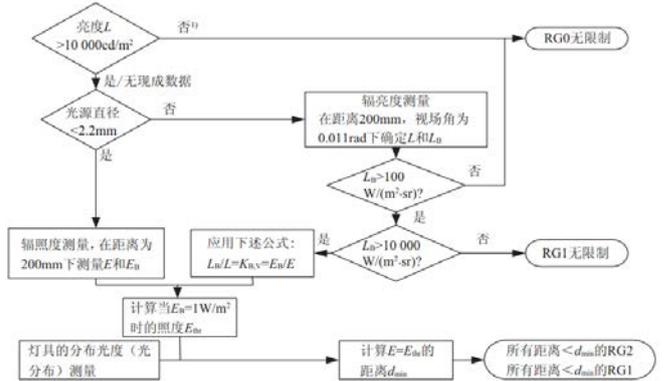
技术报告 IEC/TR62778 中，关于灯具蓝光危害分析认为普通白光光源为 RG3 的可能性很小，同时为实现危害等级从光源到灯具的传递，重新定义为以下 3 个安全等级，如表 2 图所示。

表 2 IEC/TR62778 对于 LED 的蓝光危害分级

安全级别	描述	要求
RG0	安全等级不超过 RG0	无附加要求，距离大于 200mm 下可放心使用
RG1	安全等级不超过 RG1	无附加要求，距离大于 200mm 下可放心使用
RG2 的照度 E_{90} 为 RG1/RG2 边界处的照度值，达到 E_{90} 限值 E_{90}		对于可移动式灯具，建议有不要朝光源盯着看的符号；对于固定式灯具，标记出现 RG1/RG2 极限条件的距离 d_{min}

特别要求，对 IEC60598-2-10 覆盖的儿童用可移动式灯具，以及 IEC60598-2-12 覆盖的电源插座安装的夜灯，在测试距离为 200mm (视场角为 0.011rad 测量) 不应超过 RG1。

IEC/TR62778 强调将光源的蓝光危害信息传递给灯具，主要测量光源，也可用于直接测量灯具，其测量评价过程如图 1 所示；其中： L_b 为辐亮度， L 为亮度， E_b 为辐照度， E 为照度值， d_{min} 为光源与探头之间的距离， $K_{B,v}$ 为光辐射的蓝光危害效能，表示蓝光危害量与相应光度量的商。



1) 从 <10 000cd/m² 条件得出的 RG0 结论仅对白光光源有效

图 1 IEC/TR62778 测量评价过程

手电筒、LED 球泡灯、玩具灯等属于非传统照明光源，应在 200mm 的距离下测量光生物安全。筒灯、路灯等传统照明光源应在 500lx 照度下测量光生物安全，但首先必须根据 IEC/TR62778-2012 和 DSH 1039A:2013 决议要求，先在距离为 200mm、视场角为 0.011rad 条件下判断所得的蓝光危害 L_b 值，如果蓝光危害值超过低危害级别，就必须找出光源蓝光危害 L_b 值在处于 RG1 和 RG2 临界时的距离 d_{min} 。

光辐射的蓝光危害效能 $K_{B,v}$ ，表示蓝光危害量与相应光度量的商，其表达式为：

$$K_{B,v} = \frac{\int \phi_{\lambda}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda}{K_m \int \phi_{\lambda}(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot d\lambda} \quad (1)$$

式中 $K_m = 683 \text{ lm/W}$ ， $\Phi_{\lambda}(\lambda)$ 为各个对应波长的辐射通量， $B(\lambda)$ 为蓝光危害加权函数， $V(\lambda)$ 为视效函数。

浅谈市政给水管网设计

刘伟标 / 湘潭市规划建筑设计院佛山分院

【摘要】作为城市供水系统的重要组成部分，给水管网需要大量资金投入，占到了整个供水工程建设投资比例的绝大部分。所以对给水管网进行优化设计，在保证用水安全性、可靠性的前提下，降低工程造价，具有巨大的经济效益和现实意义。本文就市政给水管网设计进行简单的探讨，并就一些优化设计作出简单介绍。

【关键词】给水管网设计；评价体系；设计细节；优化设计

给水管网直接沟通着供水厂与千家万户，铺设管线较长，是城市供水系统中投资最高的建设部分，约占给水系统总成本的50%-80%。因此科学合理的给水管网设计对城市发展，人们安居乐业具有非常重要的作用。科学合理的给水管网能够保证服务范围内居民充足的用水、水压，还能整体上降低节点水龄，减小管网漏失率，从而降低水厂制水成本、供水能耗^[1]。

1. 市政给水管网规划的意义

伴随着城市化水平的不断提高，城市供水公司的规模也在不断的壮大，但现实供水情况是仍然难以满足群众对用水的需求，特别是一些城市在用水高峰期还会出现停水的状况。为了给城市居民提供优质、充足的用水，市政给水管网的设计必须要深入研究，不断优化，同时也对市政给水管网规划人员提出了更高的要求，市政给水水管网的规划是整个城市供水体系的决定因素，良好的规划有着非常大的必要性和意义：(1)它指导着后期的施工建设，其规划的优劣直接关系到城市居民和工业企业能否随时随刻的享受到健康优质的水资源服务。(2)好的规划能满足居民生活和工业生产的需要，提高对水资源的利用率，以及为国家节省建设费用。

2. 给水管网设计的评价体系

随着计算机、自动化技术的快的飞速发展，工程应用中系统的组成要素越来越多，复杂性越来越高，给水管网在运行过程中，由于其系统构造、老化趋势、疲劳程度、环境以及人为因素的影响，其健康状况会逐步衰退。这就需要给水管网设计进行合理的评价，做到前期审核上的严格把关，及时发现问题，及时解决。

科学有效的评价体系要得到执行，还需要建立严格的制度保障和正确的原则引导：(1)正确的故障排查。对管网设计的评价最根本目的就是找到设计中的不足之处，要在前期就要考虑到以后给水管网可能出现的问题，例如供水中严重的漏失现象，地段的合理性等等，所有可能出现的问题都要考虑进去。(2)经济性。

我国目前大力倡导的“建设资源节约型，环境友好型社会”的理念，给水管网设计的评价体系要大力贯彻，设计之处就要从经济性方面考虑，做到节约资源，降低能耗。(3)可靠性。评价体系的建立要本着认真可靠负责的态度对设计进行评价，同时要保证设计下的给水系统能在规定的的使用状态下，在规定时间内完成预定功能的性能^[2]。

3. 给水管网的设计细节

给水管网的设计关系到整个城市的供水安全，更关系到居民的日常生活，所以对给水管网设计要从多方面综合考虑^[3]。

3.1 给水管网管材设计

给水管网管材设计包括管道材料的选择和管型的确定。(1)管道材料的选择上，由于科学技术的日益飞进，在管道材料开发方面也有着不小的进步，所以对管道材料有着多方面的选择，现阶段我国给水管网实践中主要用的是钢管和球墨铸铁管金属材料，同时还有着非金属管材种类，比如目前技术相当成熟的聚乙烯管和硬聚氯乙烯管，不过，给水管网是一个多变性和负责性的问题，所以在管材选择上要因地制宜，根据具体情况具体分析，充分发挥各种管材安全可靠和满足使用要求。(2)管径的确认应根据给水总体规和专项规划图确定。

并适当考虑现在用水情况及今后的发展情况。给水管径的确认要考虑多方面的情况，例如新旧城区的区别，给水流量在日月之中的变化，给水管线铺设的长短等方面^{[4][5]}。

3.2 给水管接口设计

作为市政给水管网设计的一个重要项目，市政给水管的接口也应该在设计规划考虑范围内，它主要包括刚性接口和柔性接口，还可以采用外侧填料对接口进行处理。不同的接口使用不同的地方，具有不同的优势。承插铸铁管的主要采取刚性接口的形式，往插口缝隙中填缝料才属于刚性接口，现在基本都使用粘合力强

式(1)中的 $\Phi_{\lambda}(\lambda)$ 可用 $L_{\lambda}(\lambda)$ 或 $E_{\lambda}(\lambda)$ 代替,因而可得下式:

$$K_{B,v} = L_B / L = E_B / E \quad (2)$$

式中 L_B 为辐亮度, L 为亮度, E_B 为辐照度, E 为照度值。

2. 测试实例

选择1款集成大功率LED路灯进行光生物安全测试。LED路灯功率200W,由4个单颗50W大功率LED作为光源串联发光,二次配光形式为玻璃透镜反光。

测试步骤与数据:

首先稳灯约0.5h,找出光强最大点并使其方向与探头中心处于同一水平面上。根据IEC 62471和IEC/TR 62778标准要求利用光生物安全检测设备测试样品在200mm距离、0.011rad视场角条件下的光生物安全,仪器测试结果:蓝光危害 $L_B=2.4 \times 10^4 \text{W/m}^2/\text{sr}$,亮度值 $L=10192325 \text{cd/m}^2$,照度值 $E_1=50782 \text{lx}$;蓝光危害 L_B 超过表1规定的RG1限值,危险等级为中等危害。

由于样品蓝光危害 L_B 超过表1规定的RG1限值,危险等级为中等危害,必须找出光源处于蓝光危害值在处于RG1和RG2临界时的距离 d_{\min} ,可以通过表1规定的 $t_{\max}=100\text{s}$ 时的 E_B 值进行计算,其中 $E_B=1\text{W/m}^2$,将上面测出的 E_B 、 L_B 、 L 数值代入公式(2),得到照度值 E 为424.7lx。

移动样品,当临界照度阈值 $E_{\text{thr}}=424.7\text{lx}$,此时样品离探头的距离 $d_{\min}=1.34\text{m}$ 。

根据IEC/TR 62778测量评价流程得出,当所有距离小于 d_{\min} 时灯具的危害为RG2,当所有距离大于 d_{\min} 时灯具的危害为RG1。

验证:利用光生物安全检测设备测试样品,此样品在1.34m距离下测试光生物安全危害,所得蓝光危害 L_B 值为 $9800\text{W/m}^2/\text{sr}$,由表1蓝光危害 L_B 值在处于RG1和RG2交界时的限值为 $10000\text{W/m}^2/\text{sr}$,考虑到各种不确定因素,此处仪器测量结果与IEC/TR 62778分析评价结果基本一致。

测量过程应注意以下几点:

(1)只有按200mm距离测量的光源且测量出来的蓝光危害 L_B 处在RG2或以上时,才需要确定危害处于RG1/RG2临界时的距离。

(2)理论上亮度与距离无关,但在测量时,视场角在给定的情况下,测量值实际上是被测光源所在视场角内的平均亮度,亮度测量值与距离有关。

(3)被测光源发光面比较均匀且很大时,即在远距离上光源都能覆盖视场角,则测量亮度与距离无关;但若光源较小,远光源不能覆盖视场角,则远处的亮度测量值会偏小。

3. 结束语

综上所述,生物安全(包括蓝光危害)与人们的健康和安全,只是一般的蓝光危害分类中使用的1级及以下的LED照明产品的室内,和颜色的温度不应超过4000k。危害检测和评价LED蓝光已势在必行,欧洲和美国和其他国家有强制性指令的生物安全性要求,而中国国家标准GB/T 20145-2006只是推荐标准。与快速发展的LED照明产品,在中国的生物安全检测的国家标准可能很快成为强制性标准。

LED 照明产品富蓝化和蓝光危害的检测分析

作者: [何兴汉](#)
作者单位: [佛山市国光电股份有限公司](#)
刊名: [科学时代](#)
英文刊名: [KEXUE SHIDAI](#)
年, 卷(期): 2014(13)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_kxsd201413098.aspx