

T/BALI

北京照明电器协会团体标准

T/BALI 003—2023

节律照明灯具性能要求

Performance requirements for circadian luminaire

2023-12-27 发布

2024-01-01 实施

北京照明电器协会 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 技术要求	2
5 试验方法	4

全国团体标准信息平台

前 言

随着照明技术的蓬勃发展和人们生活方式的巨大改变,人们接受自然光照减少、室内时间增加,室内光环境显著影响着人们的生活和健康。不合理的室内光环境下会干扰人体内在的昼夜节律系统,从而对人体身心健康带来不良影响,造成睡眠障碍、情绪紊乱等健康问题。

在医疗领域,通过特定时间内给予特定光强及光谱的光疗法被应用于缓解时差综合征、北极圈睡眠障碍、非正常睡眠综合征、倒班失眠或工作效率降低等由节律紊乱带来的生理不适,并被证明尤其对季节性情绪障碍有很好的治疗效果。而近年来,室内照明领域也开始关注光的非视觉效应所影响的节律健康问题,美国 WELL 健康建筑评价标准中明确使用 CIE 推荐的光的非视觉刺激指标 EML 等效黑视素照度来评估室内照明对昼夜节律的影响程度。因此,照明产品在满足良好的视觉需求的同时,应兼顾非视觉效应的影响,使人工照明环境符合人体节律健康需求,避免干扰人体正常的昼夜节律、并改善自然光线不足导致的情绪和健康问题。节律照明灯具的开发和规范应用因此具有重大意义。

目前,节律照明灯具标准匮乏,急需制定标准、规范节律照明灯的技术要求,以针对不同的光环境空间打造健康的照明环境,从而改善使用者在清晨唤醒、工作/学习、休息等不同时间段的身体状态,满足办公、家居、养老、医院等不同的应用场景下的节律健康照明需求。

本文件的某些内容可能涉及专利,本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由北京照明电器协会提出。

本文件由北京照明电器协会归口管理。

本文件主编单位:北京照明电器协会、复旦大学、国家灯具质量检验检测中心、首都医科大学附属北京友谊医院、中国医药教育协会睡眠医学专业委员会。

本文件起草单位:北京宇极科技发展有限公司、常州市福兴电器有限公司、惠州雷士光电科技有限公司、厦门思码光智能科技有限公司、上海三思电子工程有限公司、厦门立林科技有限公司、中山市岩峰照明科技有限公司(三峰照明)、江苏实益达智能光电有限公司、首尔半导体株式会社、莱茵技术(上海)有限公司、莱茵技术-商检(宁波)有限公司、国际WELL建筑研究院、中国医疗器械行业协会视觉与听觉健康产业技术分会、松下电气机器(北京)有限公司、建正照明科技(江苏)有限公司、江苏省照明学会健康照明专业委员会、苏州惠仁康宁检测技术有限公司。

本文件主要起草人:陈瑞福、林燕丹、庄晓波、侯丹丹、陈葵、邱学军、洪兵、张伟、朱巍、宋怡、陈俊宝、卢东琪、韩超、赵焕兴、王春林、黄华生、全勇、陈明、阳春华、杨春竹、徐晓敏、戴佳祺、毛元达、赵震宇、刘锡正、韩立成、唐斌、胡秀英、陆翔、王青松。

节律照明灯具性能要求

1 范围

本文件适用于打造健康照明环境的节律照明灯具，满足在所规定的应用场景下维持人体昼夜节律稳定、改善工作效率、提升睡眠质量、调节情绪的需求。规定其相关技术参数及要求。

本文件规定的主要技术内容包括灯具的光谱、光强、非视觉刺激水平、调光方法等。主要具体包括：

- (1) 光谱构成。指灯具的光谱功率分布，包括但不限于以色温或其他指标描述。
- (2) 辐射剂量。指有效光生物辐射通量。
- (3) 非视觉刺激水平。主要包括 CIE 推荐的视黑素响应等效日光照度等（在特定使用场景下，由使用者眼位处照度及光谱共同决定）。
- (4) 调光方法。包括灯具的时间、空间调节方式，调光范围、调光精度等。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 9468 灯具分布光度测量的一般要求

GB/T 25000.51—2016 系统与软件工程 系统与软件质量要求和评价（SQuaRE）第 51 部分：就绪可用软件产品（RUSP）的质量要求和测试细则

GB/T 39394 LED 灯、LED 灯具和 LED 模块的测试方法

GB/Z 39942—2021 应用 GB/T 20145 评价光源和灯具的蓝光危害

JJG 245—2005 光照度计检定规程

CIE S 026/E: 2018 内在光敏视网膜神经节细胞受光响应的光辐射计量系统（CIE System for Metrology of Optical Radiation for ipRGC - Influenced Responses to Light）

3 术语和定义

CIE S 026界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 视黑素响应作用谱 $s_{mel}(\lambda)$

人眼视黑素响应光受体对入射到角膜的光的相对光谱灵敏度的函数，在其峰值处归一。

3.2 光通量 Φ_v

$$\Phi_v = K_m \int \Phi_{e,\lambda}(\lambda) V(\lambda) d\lambda$$

其中, $V(\lambda)$ 是明视觉光谱光视效率函数, K_m 是明视觉最大光谱光视效能, $K_m = 683.002 \text{ lm}\cdot\text{W}^{-1}$ 。

3.3 视黑素响应辐射通量 $\Phi_{e,\text{mel}}$

指有效光生物辐射通量, 是按照视黑素响应作用谱 $s_{\text{mel}}(\lambda)$ 对光谱辐射通量 $\Phi_{e,\lambda}(\lambda)$ 进行光谱加权的结果, 表示为

$$\Phi_{e,\text{mel}} = \int \Phi_{e,\lambda}(\lambda) s_{\text{mel}}(\lambda) d\lambda$$

3.4 视黑素响应光辐射效能 $K_{\text{mel},v}$

指视黑素响应辐射通量 Φ_{mel} 与光通量 Φ_v 的比值

$$K_{\text{mel},v} = \frac{\Phi_{e,\text{mel}}}{\Phi_v}$$

3.5 辐亮度

由公式 $L_e = \frac{d\Phi_e}{dA \cdot \cos\theta \cdot d\Omega}$ 定义的量。式中 $d\Phi_e$ 是由经过实际或假想面上指定点的束元在包含指定方向的立体角元 $d\Omega$ 内传播的辐射通量, dA 是包含指定点的该辐射束截面积, θ 是该截面法线与辐射束方向之间的夹角。

该量的符号为 L_e , L , 单位为 $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$ 。

3.6 视黑素响应发光强度

光源在指定方向上的发光强度是指光源在指定方向的立体角 $d\Omega$ 内传输的视黑素响应辐射通量 $d\Phi_{e,\text{mel}}$, 除以该立体角元之商, 即

$$I_{e,\text{mel}} = \frac{d\Phi_{e,\text{mel}}}{d\Omega}$$

该量的符号为 $I_{e,\text{mel}}$, I , 单位为 cd 。

3.7 通道数

灯具或照明系统可以独立控制的光谱通道数量。

4 技术要求

4.1 光谱要求

4.1.1 视黑素响应作用光谱

光源应具备有效调节视黑素响应辐射通量 $\Phi_{e,\text{mel}}$ 的能力, 且视黑素光辐射效能 $K_{\text{mel},v}$ 应大于 $1.3262 \text{ mW}\cdot\text{lm}^{-1}$ 。

4.1.2 非视黑素响应敏感光谱

灯具应包含不诱发视黑素响应的其他光谱，如：琥珀光、红光等。

4.1.3 通道数

A级：灯具应至少应包含1个视黑素响应作用光谱通道和1个非视黑素响应敏感光谱通道，宜包含1个白光光谱通道，且一般显色指数 R_a 不应小于90。

B级：灯具应至少应包含1个视黑素响应作用光谱通道，宜包含1个白光光谱通道，且一般显色指数 R_a 不应小于80。

C级：灯具应至少应包含1个非视黑素响应敏感光谱通道，宜包含1个白光光谱通道。

4.2 辐射剂量要求

4.2.1 视黑素响应光强

A级：视黑素响应光强不应小于1000 cd，且光强均匀度不应小于0.8，以满足日间唤醒、稳定人体昼夜节律的节律刺激需求。

B级：视黑素响应光强不应小于250 cd，且光强均匀度不应小于0.8，以满足日间唤醒的节律刺激需求。

C级：视黑素响应光强范围不应大于10 cd，以满足夜间助眠的节律刺激需求。

4.2.2 视网膜蓝光危害

视网膜蓝光危害类别应为RG0。

4.3 控制要求

4.3.1 时间动态控制

A级：应实现光强定时调节或内置预设调光曲线，能够设置的调光时间间隔应不大于1 h。且灯具光强可无级连续调节。

B级：应实现光强分时段调节，如：上午、下午、夜间。且灯具光强可分级控制，级别划分应符合在对数坐标系上均匀分布，最低级别的视黑素响应光强不应大于10 cd。

4.3.2 空间动态控制

A级：灯具立体角可分级调节，不应少于3级，且灯具可灵活控制光线出射方向，不同级别应覆盖 $\pi/3$ 到 4π 的调节范围。

4.4 等级要求

节律照明灯具应考虑光对人体节律调节的关键特征参数，满足在光谱、光强、时间、空间的控制要求。

根据节律健康照明灯具的控制参数可区分为4个等级：

I级-夜间：助眠节律照明灯具等级，可满足基本的夜间助眠的节律照明需求。

I级-日间：唤醒节律照明灯具等级，可满足基本的清晨的节律照明需求。

II级：功能节律照明灯具等级，可同时满足夜间助眠、清晨唤醒的节律照明需求。

III级：专业节律照明灯具等级，可内置光配方、实现光分布调节，可满足夜间助眠、清晨唤醒、日间稳定人体昼夜节律的节律照明需求。

表1 节律健康照明灯具等级要求

节律健康照明等级	光谱	光强	时间动态控制	空间动态控制
I级-夜间	C	C	B	-
I级-日间	B	B	A	-
II级	A	B	A	-
III级	A	A	A	A

注：表中“-”表示不要求

5 试验方法

5.1 一般试验条件

5.1.1 试验应在无对流气流，空气相对湿度不大于65%，环境温度为 $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 的室内进行。

5.1.2 如无特殊要求，试验应在额定电压和额定功率下进行。如果额定电压是一个范围，应在各级档位对应电压下测量，若为无级可调灯具，应在调光特性曲线均匀取10个电压值进行测量。

5.1.3 试验电源电压和频率误差应保持在标称值的 $\pm 0.2\%$ 以内。

5.1.4 试验电源电压的谐波总含量不应大于3%。

5.1.5 所用电工仪表的准确度不应低于0.2级，照度的测量仪器不应低于JJG 245—2005中一级的要求。

5.1.6 节律照明灯具光度测试前应按照相关的灯具性能标准进行老炼。

5.2 光谱测试

灯具在热稳定后，按照GB/T 39394测试灯具各个通道的光谱分布和白光光谱通道的相关色温、显色指数，并计算视黑素响应光辐射效能 $K_{\text{mel,v}}$ 。

5.3 辐射剂量测试

5.3.1 视黑素响应光强

灯具在热稳定后，按照GB/T 9468测试灯具的光强分布，并依据光谱分布，计算附录A要求的空间范围内的视黑素响应光强和光强均匀度。

5.3.2 视网膜蓝光危害

按照GB/Z 39942—2021测试灯具的视网膜蓝光危害。

5.4 控制要求测试

采用目视验证法及GB/T 25000.51—2016描述的测试要求进行验证与测试，结果应满足4.3的相关规定。

全国团体标准信息平台

附录 A

(规范性)

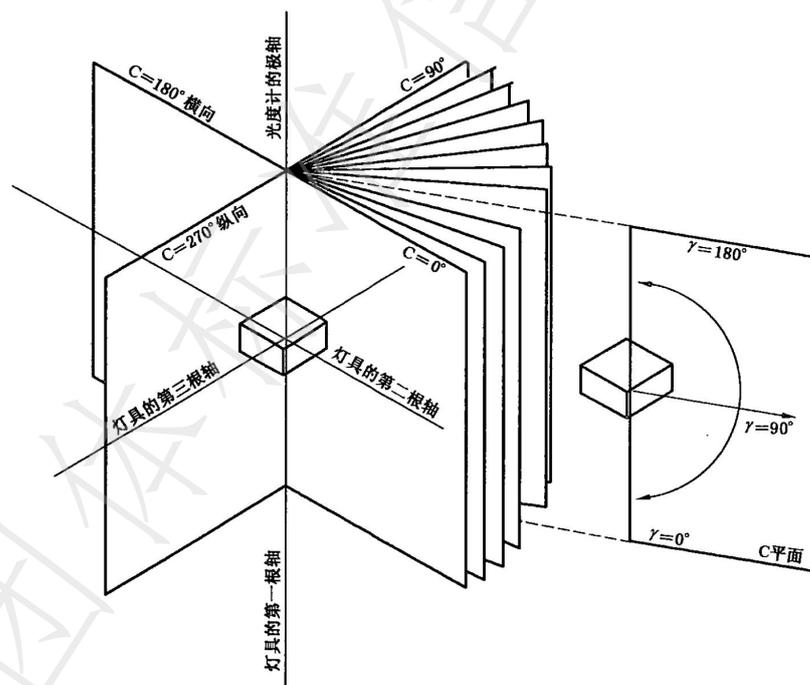
节律照明灯具的光强分布要求

C 平面系统是一组平面，其交集线（极轴）是通过光度中心的铅垂线。C 平面系统在空间内严格地定位，并且不随灯具倾斜。

该系统在节律照明灯具测试中，根据灯具使用说明，第二轴应垂直于用户双眼的连线，第三轴平行于用户双眼的连线。

在每个平面各个方向的角度称为 γ ，下图中垂直向下是 $\gamma=0^\circ$ ，垂直向上是 $\gamma=180^\circ$ 。

推荐在图 A.1 的 C, γ 光度分布坐标系统中的一下四个方向 ($C=330^\circ, \gamma=120^\circ$)、($C=330^\circ, \gamma=60^\circ$)、($C=30^\circ, \gamma=120^\circ$)、($C=30^\circ, \gamma=60^\circ$) 所对应的四棱锥立体角范围内，视黑素响应光强应满足 4.2.1 中的基本规定，且光强均匀度应大于 0.8。

图 A.1 C, γ 光度分布坐标系统中的角度示意图