

# T/SILA

## 上海浦东智能照明联合会团体标准

T/SILA 019—2024

### 家庭教育场景健康光环境技术规范

Technical specification of healthy light environment in home education scene

2024 - 11 - 15 发布

2024 - 11 - 15 实施

上海浦东智能照明联合会 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 基本要求 ..... 2

    4.1 安全要求 ..... 2

    4.2 电磁兼容要求 ..... 2

    4.3 性能要求 ..... 2

5 场景 ..... 3

    5.1 读写、网课学习 ..... 3

    5.2 绘画 ..... 4

    5.3 休闲 ..... 4

    5.4 钢琴 ..... 4

6 智能化功能要求 ..... 4

    6.1 开关控制功能 ..... 5

    6.2 场景联动功能 ..... 5

    6.3 APP 控制功能 ..... 5

    6.4 语音控制功能 ..... 5

    6.5 恒照度 ..... 5

    6.6 入座感应 ..... 5

    6.7 休息提醒 ..... 6

    6.8 节律照明 ..... 6

附录 A（规范性） 家庭教育场景健康光环境参数测量方法 ..... 7

附录 B（资料性） 常见家庭教育场景健康光环境实践案例 ..... 11

参考文献 ..... 15

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由上海浦东智能照明联合会提出并归口。

请注意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专利的责任。

本文件起草单位：上海浦东智能照明联合会、厦门立达信光电有限公司、苏州UL美华认证有限公司、惠州雷士光电科技有限公司、横店集团得邦照明股份有限公司、广东三雄极光照明股份有限公司、欧普照明股份有限公司、上海时代之光照明电器检测有限公司、江苏英索纳通讯科技有限公司、惠州市西顿工业发展有限公司、广州市番禺奥莱照明电器有限公司、上海子光信息科技有限公司、声光美（广东）创新应用研究院、深圳市晟瑞科技有限公司、福建思伽光谷照明科技有限公司、佛山市中昊光电科技有限公司、深圳市同一方光电技术有限公司、广东特优仕照明科技有限公司、广东明丰电源科技有限公司、上海屹店智能科技有限公司、厦门通士达照明有限公司。

本文件主要起草人：杨小燕、梁德娟、陈友三、羊松、李全、闫舒雅、徐涛、赵俊、王春林、庄晓波、代照亮、陈夏、安波、何莹、洪小鹏、罗鉴华、郑春凌、陈欣平、郑育辉、要华、郭宗根、龚飞、孙海英、郑翠娇、冯朋、何峥、魏勇、池伟、洪艳君、潘爱林、高壹涵。

# 家庭教育场景健康光环境技术规范

## 1 范围

本文件规定了家庭教育不同应用场景下健康光环境的技术要求、智能化功能要求及相应的测试方法。

本文件可为家庭教育场所的健康照明设计提供参考。

## 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 5700—2023 照明测量方法

GB/T 7000.201—2023 灯具 第2-1部分：特殊要求 固定式通用灯具

GB/T 7000.202—2023 灯具 第2-2部分：特殊要求 嵌入式灯具

GB/T 7000.204—2023 灯具 第2-4部分：特殊要求 可移式通用灯具

GB 7000.4—2007 灯具 第2-10部分：特殊要求 儿童用可移式灯具

GB/T 9473—2022 读写作业台灯性能要求

GB 17625.1 电磁兼容 限值 第1部分：谐波电流发射限值（设备每相输入电流 $\leq 16\text{A}$ ）

GB/T 17743 电气照明和类似设备的无线电骚扰特性的限值和测量方法

GB/T 20145—2006 灯和灯系统的光生物安全性

GB/T 34452 可移式通用LED灯具性能要求

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

GB/T 42064—2022 普通照明用设备 闪烁特性 光闪烁计测试法

GB 43472—2023 灯具及灯具用电源导轨系统 安全要求

GB/T 50034—2024 建筑照明设计标准

QB/T 5533—2020 教室照明灯具

T/JYBZ 025—2022 中小学教室光环境测量方法

IEC TR 63158 普通照明用设备 频闪效应 客观试验方法（Equipment for general lighting purposes – Objective test method for stroboscopic effects of lighting equipment）

## 3 术语和定义

GB/T 50034—2024界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**家庭教育场景** education scene in family

家庭空间或场所用于儿童、青少年或中小学生等群体进行读写作业、绘画、练琴、休闲、娱乐等多功能活动的情景及活动所处的环境。

### 3.2

**健康照明** healthy lighting

基于视觉和非视觉效应，改善光环境质量，有助于人们生理和心理健康的照明。

### 3.3

**平均照度** average illuminance

规定表面上各点的照度平均值。

### 3.4

**照度均匀度** uniformity ratio of illuminance

规定表面上的最小照度与平均照度之比，符号是 $U_0$ 。

### 3.5

**统一眩光值** unified glare rating; UGR

CIE用于度量处于室内视觉环境中的照明装置发出的光对人眼引起不舒适感主观反应的心理参量。

### 3.6

**波动深度** modulation depth

光输出一个周期的最大值和最小值的差与光输出最大值和最小值之和的比，以百分比表示。

### 3.7

**色容差** chromaticity tolerances

表征一批光源中各光源与光源额定色品的偏离，用颜色匹配标准偏差 (SDCM) 表示。

### 3.8

**类太阳光谱** sun-like spectrum

在可见光区模拟某一时相地表太阳光谱组成，并且在波长为380 nm~780 nm范围内的光谱相对连续、完整性，更加接近于太阳光谱。该光谱与相同色温CIE标准照明体的光谱拟合度系数不小于0.95，颜色保真指数不小于95，色域指数不小于95的光谱。

### 3.9

**拟合度系数** goodness-of-fit coefficient  $e$  (GFC)

被测光谱在一定的波长范围内，根据相应的数学公式与目标光谱进行拟合所得到的数值，用来评估被测光谱和目标光谱的相似程度。

## 4 基本要求

### 4.1 安全要求

家庭教育场景用固定式灯具应符合GB 43472—2023、GB/T 7000.201—2023的要求。

家庭教育场景用嵌入式灯具应符合GB 43472—2023、GB/T 7000.202—2023的要求。

家庭教育场景用可移式灯具应符合GB 43472—2023、GB/T 7000.204—2023的要求，儿童用可移式灯具应符合GB 43472—2023、GB 7000.4—2007的要求。

### 4.2 电磁兼容要求

灯具应符合GB 17625.1和GB/T 17743的要求。

### 4.3 性能要求

#### 4.3.1 相关色温及色容差

灯具宜采用3300 K~5300 K相关色温的光源。若灯具的色温可调，推荐范围为2200 K~6500 K，色容差SDCM不应超过6。

#### 4.3.2 显色性

一般显色指数 $R_a$ 不应小于90。对于LED光源的产品，其特殊显色指数 $R_9$ 应大于70。实测值不应低于声称值。

#### 4.3.3 视网膜蓝光危害

视网膜蓝光危害类别应为RG0。

#### 4.3.4 功率和功率因素

实测功率不应超过额定输入功率的110%，功率因素实测值不应比标称值低0.05及以上。

#### 4.3.5 波动深度、闪变指数、频闪效应可视度限值要求

规定了灯具的闪烁和频闪效应的特性，根据适用性，光源和LED灯具应符合4.3.5中（a）或（b）条款的要求。见表1。

- a) 波动深度  
灯具在其额定电压下工作时，光输出波形的波动深度应不大于表1的限值。
- b) (光) 闪变指数( $P_{st}^{LM}$ )或频闪效应可视度(SVM)  
按GB/T 42064—2022规定的方法测定的 $P_{st}^{LM}$ 不应大于1，也不应超过制造商声称的 $P_{st}^{LM}$ 值。  
按IEC TR 63158规定的方法测定的SVM不应大于1，也不应超过制造商声称的SVM值。
- 注： $P_{st}^{LM}$ —用光闪烁计测得的被测设备在不施加电压波动条件下的照度闪烁指标。

表1 波动深度限值要求

| 光输出波形频率/Hz | $f \leq 10$ | $10 < f \leq 90$ | $90 < f \leq 3125$  | $f > 3125$ |
|------------|-------------|------------------|---------------------|------------|
| 波动深度限值/%   | 0.1         | $f \times 0.01$  | $f \times 0.08/2.5$ | 无限制        |

- 4.3.6 噪声
- 4.3.6.1 对于读写作业台灯，在距离 100 mm 处测得的噪声应 $\leq 25$  dB(A)。
- 4.3.6.2 对于标志为可调光的灯具，对其最大、最小光输出的状态下，在距离 1000 mm 处测得的噪声应 $\leq 24$  dB(A)。
- 4.3.7 灯具使用寿命
- 灯具使用寿命要求 $\geq 30,000$  h。
- 4.3.8 可移动式灯具通用 LED 灯具性能要求
- 除了符合上述4.3.1~4.3.7要求，还应满足以下要求：
- a) 可移动式通用 LED 灯具通用性能要求满足 GB/T 34452 中对灯具的光源性能、光学性能、电气性能要求；
- b) 可移动式通用 LED 灯具应具有调光、连接、传感器联动、场景、定时等功能；
- c) 可移动式灯具的遮光性和防眩光应满足 GB/T 9473—2022 中 6.4.1 要求。
- 4.3.9 主灯和落地灯通用 LED 灯具性能要求
- 除了符合上述4.3.1~4.3.7要求，还应满足以下要求：
- a) LED 灯具通用性能要求满足 GB/T 34452 中对灯具的光源性能、光学性能、电气性能要求；
- b) 主照明灯具和落地灯具的室内统一眩光值(UGR)不应大于 19；
- c) 在正常观察方向上，主照明灯具和落地灯具的出光口平面在垂线高度角 $\gamma \geq 65^\circ$ 的平均亮度应不高于 4500 cd/m<sup>2</sup>。

5 场景

5.1 读写、网课学习

读写、网课学习场景健康光环境质量标准值见表2。

表2 读写、网课学习场景健康光环境质量标准值

| 场所/区域     | 参考平面及其高度 | 维持平均照度        | 照度均匀度 $U_0$ | 相关色温          | 一般显色指数 $R_a$ | 特殊显色指数 $R_9$ | EML/m-EDI           | 类太阳光谱拟合度 (%) |
|-----------|----------|---------------|-------------|---------------|--------------|--------------|---------------------|--------------|
| 场所        | 书桌面      | $\geq 150$ lx | —           | 3300 K~5300 K | $\geq 90$    | $> 70$       | $\geq 150/\geq 136$ | $\geq 95\%$  |
| 作业面区域     |          | $\geq 500$ lx | $> 0.7$     |               |              |              |                     |              |
| 作业面邻近周围区域 |          | $\geq 300$ lx | $> 0.5$     |               |              |              |                     |              |
| 作业面的背景区域  |          | $\geq 100$ lx | —           |               |              |              |                     |              |

5.2 绘画

绘画场景健康光环境质量标准值见表3。

表3 绘画场景健康光环境质量标准值

| 场所/区域     | 参考平面及其高度 | 维持平均照度               | 照度均匀度 $U_0$ | 相关色温                  | 一般显色指数 $R_a$ | 特殊显色指数 $R_9$ | $R_f$     | $R_g$     | EML/m-EDI           | 类太阳光谱拟合度 (%) |
|-----------|----------|----------------------|-------------|-----------------------|--------------|--------------|-----------|-----------|---------------------|--------------|
| 场所        | 书桌面      | $\geq 150\text{ lx}$ | —           | 5000 K<br>~<br>6500 K | $\geq 90$    | $> 70$       | $\geq 90$ | $\geq 95$ | $\geq 150/\geq 136$ | $\geq 95\%$  |
| 作业面区域     |          | $\geq 500\text{ lx}$ | $> 0.7$     |                       |              |              |           |           |                     |              |
| 工作面邻近周围区域 |          | $\geq 300\text{ lx}$ | $> 0.5$     |                       |              |              |           |           |                     |              |
| 作业面的背景区域  |          | $\geq 150\text{ lx}$ | —           |                       |              |              |           |           |                     |              |

5.3 休闲

休闲场景健康光环境质量标准值见表4。

表4 休闲场景健康光环境质量标准值

| 场所/区域     | 参考平面及其高度 | 维持平均照度               | 照度均匀度 $U_0$ | 相关色温          | 一般显色指数 $R_a$ | 特殊显色指数 $R_9$ | 类太阳光谱拟合度 (%) |
|-----------|----------|----------------------|-------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| 场所        | 书桌面      | $\geq 75\text{ lx}$  | —           | 2200 K~4000 K | $\geq 90$    | $> 70$       | $\geq 95\%$  |
| 作业面区域     |          | $\geq 200\text{ lx}$ | $> 0.7$     |               |              |              |              |
| 工作面邻近周围区域 |          | $\geq 125\text{ lx}$ | $> 0.5$     |               |              |              |              |
| 作业面的背景区域  |          | $\geq 50\text{ lx}$  | —           |               |              |              |              |

5.4 钢琴

钢琴场景健康光环境质量标准值见表5。

表5 钢琴场景健康光环境质量标准值

| 场所/区域                                                                                                             | 参考平面及其高度 | 维持平均照度               | 照度均匀度 $U_0$ | 相关色温          | 一般显色指数 $R_a$ | 特殊显色指数 $R_9$ | EML/m-EDI           | 类太阳光谱拟合度 (%) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------------|-------------|---------------|--------------|--------------|---------------------|--------------|
| 场所                                                                                                                | 钢琴       | $\geq 150\text{ lx}$ | —           | 3300 K~5300 K | $\geq 90$    | $> 70$       | $\geq 150/\geq 136$ | $\geq 95\%$  |
| 作业面区域-琴键面                                                                                                         | 琴键       | $\geq 300\text{ lx}$ | $> 0.7$     |               |              |              |                     |              |
| 作业面区域-琴谱面                                                                                                         | 琴谱       | $\geq 500\text{ lx}$ | $> 0.7$     |               |              |              |                     |              |
| 工作面邻近周围区域                                                                                                         | 钢琴       | $\geq 200\text{ lx}$ | $> 0.5$     |               |              |              |                     |              |
| 作业面的背景区域                                                                                                          |          | $\geq 100\text{ lx}$ | —           |               |              |              |                     |              |
| 注1：‘—’ 不作要求，夜晚情况下EML可适当降低，以减少对生理节律的影响。<br>注2： $m\text{-EDI} \approx \gamma \times \text{EML}$ ( $\gamma=0.9063$ ) |          |                      |             |               |              |              |                     |              |

5.5 各场景健康光环境测量方法按照本文件附录 A 相关规定执行。

6 智能化功能要求

## 6.1 开关控制功能

开关控制功能宜满足下列要求：

- a) 支持语音控制开关功能；
- b) 支持定时控制开关功能；
- c) 支持延时控制开关功能；
- d) 支持感应控制开关功能；
- e) 支持场景设置功能或可通过场景功能与其他设备联动开关控制。

## 6.2 场景联动功能

场景联动功能应满足下列要求：

- a) 支持按用户需求对预先设置的场景面板进行手动或自动切换控制，包括一键执行预设场景控制，如读写、休闲、休息、阅读等；
- b) 保持场景内同一群组内的开关、调光、调色的一致性。

## 6.3 APP 控制功能

APP控制功能应满足下列要求：

- a) 支持 APP 应用控制不影响本地控制；
- b) 支持设备状态读取、参数采集等功能；
- c) 支持系统重启功能；
- d) 支持延迟启动或关闭功能；
- e) 支持系统在线更新升级功能。

APP控制功能宜满足下列要求：

- a) 支持场景 UI 模板配置；
- b) 支持模板类型筛选；
- c) 支持模板增删改查功能；
- d) 支持模板批量下发功能；
- e) 支持异常信息推送功能；
- f) 支持安防自动化功能，如离家守护模式等；
- g) 支持生物节律控制功能；
- h) 支持入睡唤醒功能；
- i) 支持开关渐变状态设置功能；
- j) 支持日常生活场景设置功能；
- k) 支持 APP 快速配网；
- l) 支持手机蓝牙通讯协议直连控制功能。

## 6.4 语音控制功能

语音控制功能应满足下列要求：

- a) 支持语音控制功能选择开启或关闭；
- b) 支持语音控制出现故障时不影响本地控制。

## 6.5 恒照度

恒照度功能宜满足下列要求：

- a) 支持自动化配置；
- b) 支持亮度设置；
- c) 支持自动调节功能；
- d) 支持灵敏度设置；
- e) 支持动态范围设置；
- f) 支持角度设置。

## 6.6 入座感应

入座感应功能宜满足下列要求：

- a) 支持自动化配置；
- b) 支持使能或失能设置；
- c) 支持灵敏度设置；
- d) 支持感应范围设置；
- e) 支持压力监测；
- f) 支持延迟时间设置。

#### 6.7 休息提醒

休息提醒功能宜满足下列要求：

- a) 支持定时设置；
- b) 支持自动化设置；
- c) 支持提醒功能。

#### 6.8 节律照明

节律照明功能宜满足下列要求：

- a) 支持天文设置；
- b) 支持亮度或色温或颜色设置；
- c) 支持自动化设置；
- d) 支持节律模式选择。

6.9 本文件附录 B 中典型案例用于说明智能化功能的具体应用场景，可供照明设计参考。

附 录 A  
(规范性)  
家庭教育场景健康光环境参数测量方法

A.1 测量条件

- A.1.1 进行现场照明测量时,应在光源预热15 min后,监测现场规定点照度,其连续1 min内监测不少于6个照度值,其最大值和最小值比值不应超过1.005。
- A.1.2 对具有多种控制场景的照明空间进行检测时,应对典型控制场景的照明分别进行测量。
- A.1.3 照明测量宜在场景内的额定电压条件下进行。
- A.1.4 测量时应排除杂散光射入光接收器,并应防止各类人员和物体对光接收器造成遮挡。

A.2 测试设备

A.2.1 照度计

- A.2.1.1 照度测量应采用不低于一级的光照度计。照度计的分辨率不应低于待测值的1%。
- A.2.1.2 照度计的检定应符合 JJG 245 的规定。

A.2.2 亮度计

- A.2.2.1 亮度测量应采用不低于一级的亮度计,亮度计的分辨率不应低于待测值的1%。
- A.2.2.2 照明测量用图像式亮度计的不均匀性响应误差应不超过3.0%。
- A.2.2.3 亮度计的检定应符合 JJG 211 的有关规定。

A.2.3 光谱辐射计

- A.2.3.1 照明现场相关色温,显色指数和色度参数应采用光谱辐射计进行测量。
- A.2.3.2 光谱辐射计的检定应符合 JJF 1975 的有关规定。

A.2.4 功率计

- A.2.4.1 电功率测量采用的数字功率计准确度等级不应低于1.5级,并应有谐波测量功能。
- A.2.4.2 功率计的检定应符合 JJG 124 的规定。

A.2.5 电压表

- A.2.5.1 电压测量采用的电压仪表准确度等级不应低于1.5级。
- A.2.5.2 电压仪表的检定应符合 JJG 124 的规定。

A.2.6 电流表

- A.2.6.1 电流测量采用的电流仪表准确度等级应不低于1.5级。
- A.2.6.2 电流仪表的检定应符合 JJG 124 的规定。

A.2.7 频闪分析仪

照明测量用频闪分析仪在计量性能要求上应满足以下条件:

- a) 频闪频率误差绝对值 $\leq 0.3\%$ ;
- b) 频闪指数误差绝对值 $\leq 0.010$ ;
- c) 频闪百分比误差绝对值 $\leq 5\%$ ;
- d) 在测试量程范围内,光度探头,放大器以及数字模拟转化装置对光强变化应具有线性响应。

A.2.8 测量仪器

钢卷尺或激光测距仪的示值误差绝对值不应超过1 mm。

A.3 现场色温和显色指数的测量方法

现场相关色温和显色指数的测量方法按照GB/T 5700—2023中 6.4规定的测量方法。

A.4 照度以及照度均匀度测试方法

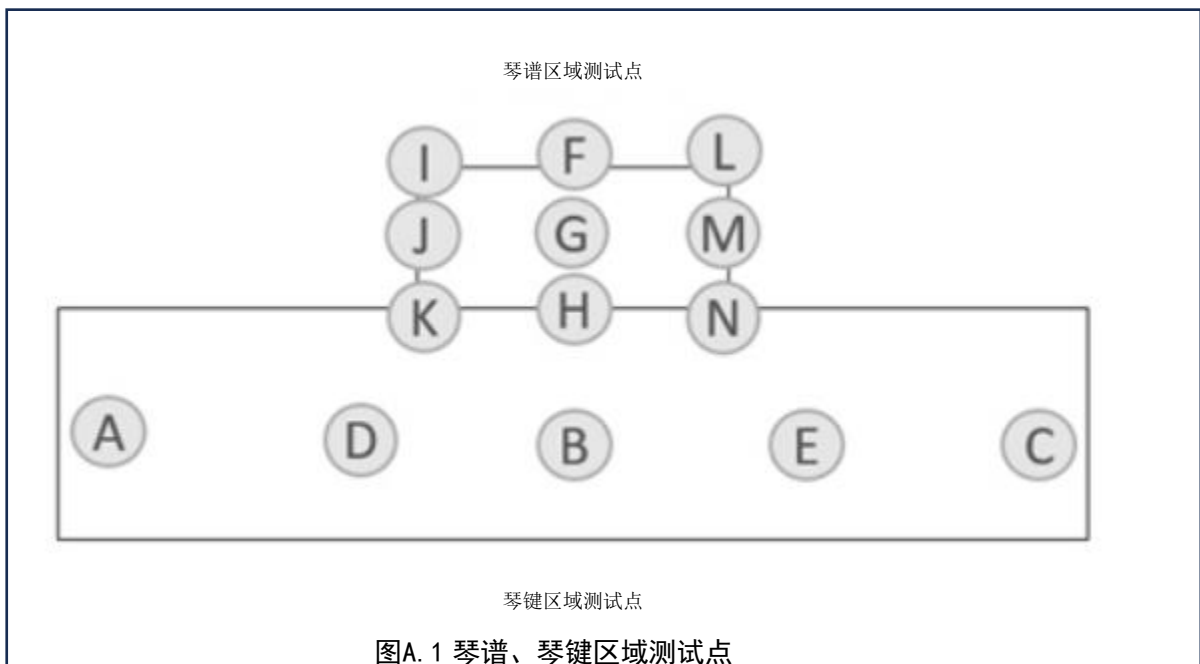
A.4.1 工作面照度及均匀度测试方法按照GB/T 9473—2022 中6.4.2相关规定。

A.4.2 空间照度测试方法按照GB/T 5700—2023中 6.1规定的测量方法,照度均匀度计算方法按照GB/T 5700—2023 中6.1.10中的相关规定。

A.4.3 邻近周围区域照度均匀度计算参照T/JYBZ 025—2022中6.3.2相关规定。

A.4.4 钢琴场景测试点推荐灯具出光面测试高度距离琴键区域 $H=650\text{ mm}\pm 50\text{ mm}$ ,见图A.1。

注:因各厂家配光设计会有不同,具体高度可以根据各厂家宣称的测试高度进行测量。



A.5 类太阳光光谱拟合度测量方法

A.5.1 测试方法一:光谱拟合度

A.5.1.1 光谱的测量方法按照 GB/T 5700—2023 中 6.4 规定的测量方法,在测量色温和显色指数时同步测量 380 nm~780 nm 光谱分布功率。并将现场各测试点的  $e(\text{GFC})$  的算术平均值作为被测照明现场的拟合度系数。

A.5.1.2 对待测光谱和目标光谱按照 560 nm 的强度值进行归一化。拟合度系数  $e(\text{GFC})$  计算公式(A.1)如下:

$$e(\text{GFC}) = \frac{\left| \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} S_L(\lambda) S_R(\lambda) d\lambda \right|}{\left( \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} |S_L(\lambda)|^2 d\lambda \right)^{1/2} \left( \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} |S_R(\lambda)|^2 d\lambda \right)^{1/2}} \dots\dots\dots (\text{A.1})$$

式中:

$S_{\text{LED}}$ ——被测 LED 器件的相对光谱功率分布;

$S_{\text{Target}}$ ——目标光源的相对光谱功率分布,光谱功率对 560 nm 的强度值进行归一化。

类太阳光谱拟合波长范围:380 nm~780 nm。目标光谱选择可参照 ANSI/IES TM—30—20 中 3.3 相关规定。

## A.5.2 测试方法二:光谱拟合度

A.5.2.1 光谱的测量方法按照 GB/T 5700—2023 中 6.4 规定的测量方法,在测量色温和显色指数时同步测量 380 nm~780 nm 光谱分布功率。并应将现场各测试点光谱拟合度的算术平均值作为被测照明现场的光谱拟合度。

A.5.2.2 按 UL 钻石标认证规则确定的程序,计算 380 nm~780 nm 眼睛高光敏区域人造光谱和自然光谱的光谱拟合度,计算公式 (A.2) 如下:

$$\text{光谱拟合度} = 1 - \frac{\sum_{\lambda=380}^{780} \left| \frac{\Phi_{ref} - \Phi}{\Phi_{ref}} \right|}{401} \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

$\Phi_{ref}$ ——标准光源的相对光谱功率分布,

标准光源的相对光谱功率分布可参照 ANSI/IES TM-30-20 中 3.3 相关规定。

## A.6 频闪测量方法

按照 T/JYBZ 025—2022 中 6.7 条款规定的测试方法。

## A.7 等值视黑素照度 EML 测量方法

A.7.1 参照 WELL v2™ 性能验证指南手册中昼夜节律照明描述的方法,以 5 nm 为间隔测量灯具可见光波段的光谱功率分布。

A.7.2 参照 WELL v2™ 性能验证指南手册中昼夜节律照明描述的方法,将照度计置于工作台中心水平面上方 18" (45 cm) 处,测量灯具的照度值。

A.7.3 根据 WELL (EML=勒克斯·视黑素比率) 标准表 L2 中描述的方法,将所测量的光谱功率值换算成等值视黑素勒克斯。

注:照度计必须安装在三脚架上,每次测量时放置在稳定的表面上。在测量过程中确保测试人员的影子不会落在照度计探头上。由于 EML 考虑的是进入人眼的光线水平,所以在测试过程中,照度计的测量角度需要模拟实际应用场景内人眼的观察角度来进行测试。

### A.7.4 视黑素等效勒克斯 EML 的计算方法

Robert J. Lucas 等人对 EML 的数值计算方法给出了说明,具体表达公式 (A.3) 如下:

$$\text{EML 数值} = \frac{K_m \int E_{e,\lambda}(\lambda) N_Z(\lambda) d\lambda \cdot \int V(\lambda) d\lambda}{\int N_Z(\lambda) d\lambda} \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:

$\lambda$ ——当单位取纳米(nm)时的波长数值(380~780);

$K_m$ ——常数,代表明视觉最大光谱光视效能,数值为 683.002;

$V(\lambda)$ ——明视觉光谱光视效能函数;

$E_{e,\lambda}(\lambda)$ ——当单位取瓦每平方米每纳米(W/m<sup>2</sup>/nm)时,单位面积光谱功率密度分布实测数值;

$N_Z(\lambda)$ ——视黑素光谱光视效能函数。

虽然非视觉感光细胞 ipRGC 的光谱光视效能函数峰值约为 480 nm,但考虑到成人眼睛晶状体的光谱透射函数,因此表 C.1 中的视黑素光谱光视效能函数峰值为 490 nm。

由于  $\int V(\lambda) d\lambda$  数值为 106.857 并且  $\int N_Z(\lambda) d\lambda$  数值被定义为等于 1,因此,可对上述公式进一步简化为公式 (A.4):

$$EML \text{ 数值} = 72983.25 \int E_{e,\lambda}(\lambda) N_z(\lambda) d\lambda \cdots \cdots \cdots (A.4)$$

## A.8 VDT 亮度测量方法

按照QB/T 5533—2020中7.8规定的方法进行试验。

## A.9 统一眩光值 UGR 测量方法

根据GB/T 24824—2009 5.2.2测量得到灯具的光强分布。在以下参考条件下：

——房间尺寸：X=4H，Y=8H

——间距及高度比(S/H)：1

——反射率：70/50/20%

根据CIE 190—2010修正生成的UGR值。UGR详细的推导公式见CIE 190—2010中4.3规定的方法计算，计算公式(A.5)如下：

$$R_{UG} = 8 \log \sum \left[ \frac{K I_{CY}^2}{A} \right] - 8 \log E_{WID} \cdots \cdots \cdots (A.5)$$

式中：

$$K = \frac{\pi}{4p^2 D^2}; \cdots \cdots \cdots (A.5a)$$

$I_{CY}$  为光源在垂直向下 $\gamma$ 角和方位角 $C$ 处的光强，与观察者的眼位 $O$ 和观测方向相适应，见CIE 190—2010 中图3a；

$$\text{方位角 } C = \arctan \frac{\chi_r}{\gamma_r} \cdots \cdots \cdots (A.5b)$$

$$\text{高度角 } \gamma = \arccos \frac{H}{D} \cdots \cdots \cdots (A.5c)$$

$A$  为光源在观测者位置 $O$ 处的投影发光面积( $m^2$ )，见CIE 190—2010中图3a和3b：

$$A = A_B \frac{H}{D} + A_S \frac{\chi_r}{D} + A_E \frac{\gamma_r}{D} \text{ (纵向观察的线性灯具)} \cdots \cdots \cdots (A.5d)$$

$$A = A_B \frac{H}{D} + A_S \frac{\gamma_r}{D} + A_E \frac{\chi_r}{D} \text{ (横向观察的线性灯具)} \cdots \cdots \cdots (A.5e)$$

$$D = \sqrt{H^2 + \chi_r^2 + \gamma_r^2} \cdots \cdots \cdots (A.5f)$$

$E_{WID}$  为墙壁上照度的间接组成部分。

## A.10 噪声测量方法

对读写作业台灯，按GB/T 9473—2022中6.11条款相关规定执行。

对于可调光灯具，按能源之星《Program requirements for lamp and luminaires Test method Noise, 灯和灯具中噪声试验方法》中规定的方法测试。

## 附录 B

(资料性)

### 常见家庭教育场景健康光环境实践案例

#### B.1 一般要求

家庭教育场景健康光环境的设计除了可以满足对儿童用眼视力保护之外，还能提供灯光的舒适性，提升学习效率。在家庭的儿童房、书房作为应用设计。宜满足以下需求：

- 基础照明：主灯采用色温、亮度可调，高显指、无频闪的吸顶灯，并支持手机 APP、智能音箱以及场景面板等交互设备进行灯光调节。为考虑儿童的使用习惯及减少对电子产品的依赖，灯光控制建议使用场景面板或无线开关作为首选控制设备。
- 学习区照明：书桌配置 AA 级的台灯或者立式的桌灯，可调节色温和亮度功能，并且具备高度、方向、角度的调节，并可选择集成带坐姿、环境光检测功能及联动的台灯，可以有效提升学习专注力并减少视觉疲劳。
- 辅助照明：房间其他位置可与嵌入筒灯、射灯以及灯带等，确保光环境的光线分布均匀且无明显阴影，既利于安全活动，又能创造温馨宜人的氛围。
- 自然光利用：考虑到自然光对于儿童身心健康的益处，白天可以考虑结合电动窗帘引入日光，并配合窗帘调整进光量，实现自然光与人工照明的有机结合。

不同区域的灯具配置，满足家庭教育场景健康光环境简单高效应用。儿童房、书房可采用 T/SILA 012—2023 中附录 A.4、A.5 应用案例设计。根据细分的阅读、绘画、学习等场景，照明设计中可配置立式台灯求获得更大面积照度、光维持度以及均匀度，通过灯具内部的智能控制可以实现色温、亮度的无级调控，配备的姿态、环境光等传感器，实现节能、久坐和坐姿提醒、恒照明控制。满足不同作业需求提供相应的光照环境，提升专注力及效率。

针对家庭练琴场景照明场景，为确保演奏者在练习和演奏钢琴时能够清晰地看到琴谱和琴键，可配置专业的钢琴灯，确保高均匀度和高亮度，均匀照亮琴谱和 88 个琴键，减少演奏者视觉疲劳，练琴更轻松高效。在氛围辅助照明场景中，通过全彩灯带、落地灯、床头灯等灯具丰富的色彩控制，调控和抒发心理情绪，带来轻松、舒适的照明体验。

#### B.2 场景案例

儿童房及书房是儿童居家娱乐、学习、休息的重要场所，伴随着孩子成长的婴儿期、幼儿期、学龄前期、学龄期、青春期使用场景一直在变化。既要考虑眼睛发育时期的护眼需求，也需要考虑不同年龄段的使用场景。

从护眼的角度，推荐使用防眩光设计、无可视频闪、无蓝光危害等标准灯具，从源头将有可能对孩子眼睛造成伤害的因素降到最低。

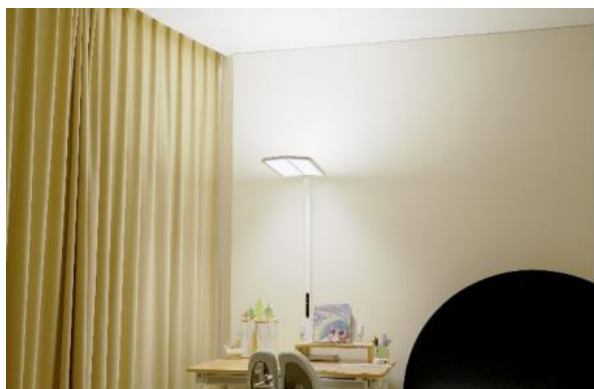
从使用场景的角度来看，灯具建议使用可调色温，可调亮度，满足不同时期的使用需求。示例为 3 个经典场景：

- 阅读学习时，建议设计学习模式，同时打开台灯和主灯，4000 K 100% 亮度。这样可以提高房间照度均匀度，减轻因为明暗差造成的孩子视觉疲劳，呵护孩子视力健康。
- 休闲活动时光，可以用休闲模式。设置成暖色温，同时调低亮度。保证环境光的前提，降低灯光对躺在床上的孩子的眼睛的刺激，辅助入睡。
- 孩子独立入睡，建议儿童房推荐安装暖色温小夜灯，部分小夜灯可以设置定制关灯，为独立入睡的孩子，营造安全的心理环境。也可作为起夜提供合适的亮度。
- 从护眼节能角度，其灯具需满足 1.2.3 外也可以相应增加智能传感器，可通过红外及微波等智能传感器实现灯具的智能化，以实现人在护眼，人走灭灯（节能）。

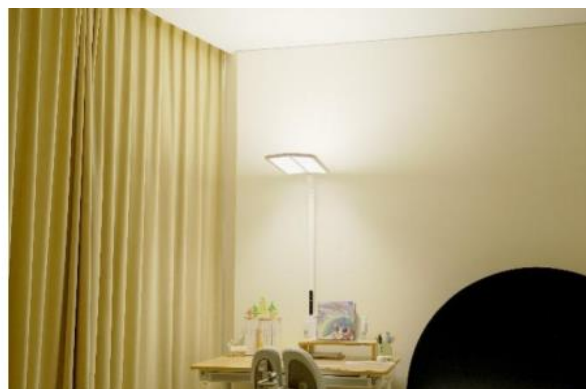
##### B.2.1 应用案例一：落地灯

为了一盏灯能兼顾环境照度和桌面照度，市面上开始有落地灯（俗称大路灯）的产品。该类产品一般有上、下两路发光。上发光直射天花板，通过天花板漫反射光源提供符合要求的环境照度；通过合适

功率的下发光来保障足够的桌面照度。该类产品一般会有触控按键或者语音控制，可供切换不同场景来满足读写、绘画、休息等要求。



a) 5000 K 绘画模式



b) 4000 K 学习模式-双路光



c) 4000 K 休闲模式-上路光



d) 3500 K 网课模式

图B.1 不同模式发光效果对比图

如上图B.1所示，该落地灯兼顾了书房、卧室、客厅的学习和休闲场景。

学习模式下，相较于台灯更高的发光点位，点亮双路光，照射面积更大。落地灯的学习模式通过提供高质量的光线、广泛的照明范围以及无极调节等多种功能特性，为用户创造了一个更加舒适、专注和高效的学习环境。这种设计不仅有助于保护视力，还能提升学习效率，是现代家庭和学习场所中不可或缺的一种照明设备。

休闲模式下，落地灯通过上路光，为卧室提供舒适放松的光环境，覆盖了更广泛的区域，既照亮了空间，又避免了刺眼或过于强烈的光线对休息和放松造成的干扰。这种照明方式不仅能够减少视觉疲劳，还能让人感受到一种家的温馨、安宁以及心理上的放松感。

### B.2.2 应用案例二：吸顶灯+台灯

吸顶灯仍是大部分家庭儿童房的标配，单独吸顶灯功率过高，容易眩晕眼睛不舒服，功率不够高桌面照度往往又不符合看书写字要求。因此吸顶灯+台灯的组合是比较常见的方案。以下推荐的场景，吸顶灯和台灯光源均为全光谱，两者最好能够无线组网，通过绑定墙开开关、手持遥控器、APP、语音控制等方式，进行不同场景联动切换。



图B.2 不同模式发光效果对比图

如上图B.2所示照明场景设计，可以满足不同年龄段，不同生活场景的照明需求。休闲模式下，做的防眩设计，新生儿也不会直视到灯光。夜灯模式下，考虑到了孩子独立入睡的怕黑的情况。学习模式，台灯搭配吸顶灯，既保证了作业面的照度，也补充了环境光。

### B.2.3 应用案例三：居家无主灯+恒照度智能感应

在智能家居领域的创新应用中，成功整合了无主灯设计与智能传感技术。全屋采用无主灯布局，简约而不失格调。智能传感器实时感知环境光线和居住者活动，自动调节灯光亮度和色温，营造舒适氛围。这一方案不仅提升了居住品质，还展现了智能家居的便捷与智能。住户享受科技带来的舒适生活，体验未来家居的无限可能。不同状态下恒照度智能感应见图B.3。



图B.3 不同状态下恒照度智能感应

### B.2.4 应用案例四：钢琴灯

作为专业的钢琴灯，通过内部的智能控制，可实现色温、亮度的无级调控，以适应不同时间段和环境下的使用需求。配备的智能感应功能可以提升演奏者的使用便捷性，实现入席自动开灯和离席自动关灯；内置的光感设备则可以根据环境光线自动调节灯光亮度。还有一些高端钢琴灯除了提供健康光照外，内置了节拍器，帮助演奏者培养良好的节奏感，提高演奏技巧；因为过于干燥或潮湿的环境，都会对钢琴造成损坏，钢琴灯内置实时温湿度监测，可以帮助演奏者及时调整空间环境，以确保钢琴的性能发挥，为演奏者提供更加稳定、可靠的演奏环境。不同色温发光效果对比图见图B.4。



图B. 4 不同色温发光效果对比图

## 参 考 文 献

- [1] GB/T 7000.1—2023 灯具 第1部分：一般要求与试验
  - [2] GB 7793—2010 中小学校教室采光和照明卫生标准
  - [3] GB 24819 普通照明用 LED 模块 安全要求
  - [4] GB 24906 普通照明用 50V 以上自镇流 LED 灯 安全要求
  - [5] GB/T 31897.1 灯具性能第1部分：一般要求
  - [6] GB/T 36979—2018 LED产品空间颜色分布测量方法
  - [7] GB 40070—2021儿童青少年学习用品近视防控卫生要求
  - [8] GB 43473—2023 照明产品用控制装置及其部件 安全要求
  - [9] GB 50033 建筑采光设计标准
  - [10] T/SIEATA 000001 中小学校教室照明质量分级评价
  - [11] T/SILA 012—2023 家居照明光健康规范
-