

DB32

江 苏 省 地 方 标 准

DB 32/T 4295-2022

学校教室照明设计 and 质量评价规范

Code for classroom lighting design and quality evaluation

2022-07-04 发布

2022-08-04 实施

江苏省市场监督管理局 发布

目 次

前言 2

1 范围 3

2 规范性引用文件 3

3 术语和定义 3

4 教室照明灯具和各面反射比 5

 4.1 教室照明灯具 5

 4.2 教室各面反射比 6

 4.3 教室照明质量 6

5 教室照明设计 7

 5.1 设计流程 7

 5.2 设计要素 7

 5.3 灯具安装 7

 5.4 照明控制 7

 5.5 照明装置的维护和运行 7

 5.6 教室照明设计示例 7

6 教室照明质量评价 8

 6.1 仪器和设备 8

 6.2 检测方法 9

附录 A 教室照明设计示例（资料性） 12

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。

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。

本文件由江苏省教育厅提出并归口。

本文件起草单位:苏州市计量测试院、江苏省教育装备与勤工俭学管理中心、东南大学、南京东晖光电有限公司、江苏新广联光电股份有限公司、利尔达科技集团股份有限公司、中认英泰(苏州)检测技术有限公司、苏州清听声学科技有限公司。

本标准主要起草人:黎俊、朱王尊、姚佳宜、李箕云、张宇宁、何乃龙、华利生、安波、张新光、肖楠。

学校教室照明设计和质量评价规范

1 范围

本文件规定了学校教室照明设计和质量评价的术语和定义、教室照明设计、教室照明质量评价。

本文件适用于新建、扩建和改建的中学和小学学校教室的照明设计和质量评价。大学、幼儿园、校外培训机构可参照执行。

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文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 5700-2008 照明测量方法

GB 7000.1-2015 灯具 第1部分：一般要求与试验

GB 7000.201 灯具 第2-1 部分：特殊要求 固定式通用灯具

GB 7000.202 灯具 第2-2 部分：特殊要求 嵌入式灯具

GB 7793-2010 中小学校教室采光和照明卫生标准

GB/T 36876-2018 中小学校普通教室照明设计安装卫生要求

GB 50034-2013 建筑照明设计标准

GB 50099-2011 中小学校设计规范

DB 31/539-2011 中小学校及幼儿园教室照明设计规范

JGJ/T 119 建筑照明术语标准

JJG 211 亮度计检定规程

JJG 245 光照度计检定规程

JJG 780 交流数字功率表检定规程

CIE TN 006-2016 时间调制的照明系统的视觉方面一 定义及测量模型 (Visual Aspects of Time-Modulated Lighting Systems - Definitions and Measurement Models)

IEC TR 61547-1: 2020 普通照明用设备EMC抗扰度要求 第 1 部分：光闪烁仪和电压波动抗干扰性试验方法 (Equipment for general lighting purposes - EMC immunity requirements - Part 1: Objective light flickermeter and voltage fluctuation immunity test method)

IEEE 1789-2015 IEEE 推荐的高光LED减少使用者健康风险调制电流方法 (IEEE Recommended Practices for Modulating Current in High-Brightness LEDs for Mitigating Health Risks to Viewers)

3 术语和定义

JGJ/T 119界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

灯具 luminaire

分配、透过或改变一个或多个光源发出光线的器具，它包括支承、固定和保护光源所必需的所有部件，以及必需的电路辅助装置和将它们连接到电源的装置，但不包括光源本身。

注：采用整体式不可替换光源的发光器被视作一个灯具，但不对整体式光源或整体式自镇流光源进行试验。

[来源:GB 7000.1-2015, 1.2.1]

3.2

频闪效应 stroboscopic effect

非静态环境中，光刺激的亮度或者光谱分布随时间的变化所引起的对静态观察者运动感知的变化

[来源:CIE TN 006-2016, 2.4.3]

3.3

闪烁指数 flicker index (FI)

一个开关周期内超出平均光输出的量除以全部光输出的量。

[来源:IEEE 1789-2015, 4.1]

3.4

闪烁百分比 flicker percentage (FP)

一个开关周期内最大光输出与最小光输出之差除以最大光输出与最小光输出之和。

[来源:IEEE 1789-2015, 4.1]

3.5

闪烁 flicker

静态环境中，光刺激的亮度或者光谱分布随时间的变化所引起的静态观察者视觉不稳定的变化

[来源:CIE TN 006-2016, 2.4.2]

3.6

短时间闪烁指数 short-term flicker indicator (P_{st})

评估在相对短的指定时间间隔内，光源闪烁的量值。

[来源:IEC TR 61547-1, 3.1.7]

3.7

频闪可见度度量参数 strobe visibility measurepercentage (SVM)

由光的波形计算得来的参数，表征频闪效应是否可见的度量指数。

[来源:CIE TN 006-2016, 4.4.3]

3.8

发光效能 luminaire efficacy

在规定的使用条件下，灯具发出的总光通量与其所输入的功率之比。单位为流明每瓦特 (lm/W)。

[来源:GB 50034-2013, 2.0.31]

3.9

灯具效率 luminaire efficiency

在规定的使用条件下，灯具发出的总光通量与灯具内所有光源发出的总光通量之比，也称灯具光输出比，单位为百分比。

[来源:GB 50034-2013, 2.0.30]

3.10

眩光 glare

由于视野中的亮度分布或亮度范围的不适宜，或存在极端的对比，以致引起不舒适感觉或降低观察细部或目标的能力的视觉现象。

[来源:GB 50034-2013, 2.0.33]

3.11

统一眩光值 unified glare rating(UGR)

国际照明委员会(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。

[来源:GB 50034-2013, 2.0.36]

3.12

照明功率密度 lighting power density(LPD)

单位面积上一般照明的安装功率(包括光源、镇流器或变压器等附属用电器件),单位为瓦特每平方米(W/m^2)。

[来源:GB 50034-2013, 2.0.53]

3.13

维护系数 maintenance factor

数照明装置在使用一定周期后,在规定表面上的平均照度或平均亮度与该装置在相同条件下新装时在同一表面上所得到的平均照度或平均亮度之比。

[来源:GB 50034-2013, 2.0.12]

4 教室照明灯具和反射比

4.1 教室照明灯具

4.1.1 灯具应符合 GB 7000.1、GB 7000.201 或 GB 7000.202 、GB/T17743 的要求,并取得 CCC 证书。

4.1.2 灯具应符合 GB 7000.1-2015 第 4.24.2 条视网膜蓝光危害 RG0 的要求。

4.1.3 初始光通量不应低于标称值的 90%, 灯具实际功率不应大于标称值的 110%。

4.1.4 一般显色指数初始值 $R_a \geq 90$, $R_g > 50$ 。

4.1.5 教室宜采用 4300 K~5300 K 相关色温的光源, 色容差应小于等于 5 SDCM。

4.1.6 灯具的功率因数应不小于 0.9。

4.1.7 灯具在其额定电压下工作时, 闪烁的限值要求如表1所示。

表1 闪烁的限值

波动深度	见下表
频闪可见度度量 SVM	< 1
短期闪烁指数 Pst	< 1

表2 波动深度限制

项目	光输出波形频率 f			
	$f \leq 10 \text{ Hz}$	$10 \text{ Hz} < f \leq 90 \text{ Hz}$	$90 \text{ Hz} < f \leq 3125 \text{ Hz}$	$f > 3125 \text{ Hz}$
波动深度限值(%)	0.1	$f \times 0.01$	$f \times 0.032$	免除考核

4.1.8 可替换光源的教室照明灯具效率不小于 70%, 黑板灯具效率不小于 75%; 所用光源的发光效能不小于 90 lm/W。不可替换光源的教室灯具发光效能不小于 80 lm/W, 黑板灯具发光效能不小于 70 lm/W。

4.1.9 教室照明灯具应满足 6000 小时光通维持率应大于92%。

4.2 教室各表面反射比

教室各表面反射比应符合表 3 的规定。

表 3 教室各表面反射比

表面名称	反射比
前墙	0.50~0.60
侧墙、后墙	0.70~0.80
地面	0.20~0.40
课桌面	0.25~0.45
黑板	0.15~0.20

4.3 教室照明质量

教室照明质量应符合表 4 的规定。

表 4 教室照明质量的要求

教室类型（或场所）	维持平均照度 ^[1] （lx）	均匀度 U ₀	统一眩光值 UGR	显色指数 R _a	相关色温CCT （K）	照明功率密度 ^[2] （W/m ² ）	现场闪烁百分比	参考平面 ^[3]
普通教室、语言教室、书法教室、音乐教室、劳动教室、史地教室、合班教室、图书室、学生活动室、体质测试室、心理咨询室、德育展览室、实验室	≥300	≥0.70	≤19	≥90	4300~5300	≤7	符合表2要求	课桌面或 0.75 m 水平面
舞蹈教室	≥300	≥0.70		≥80		≤9		地面
美术教室、科学教室	≥500	≥0.70		≥90		≤9		课桌面或 0.75 m 水平面
计算机教室、电子阅览室	≥500	≥0.70		≥80		≤9		课桌面或 0.75 m 水平面
教室黑板	≥500	≥0.80	—	—	—	—		黑板面
注：1. 本标准中维护系数取 0.8，维持平均照度=初始平均照度×0.8。使用或者更换新的照明光源的教室应使用维持平均照度进行评价，其余教室应用平均照度与表 3 中维持平均照度限值比较来进行评价。 2. 计算照明功率密度值时，不含黑板照明灯具。 3. 参考平面为维持平均照度和颜色参数的检测面，统一眩光值的测试位置按照 5.1.2.3 中规定进行。								

5 教室照明设计

5.1 设计流程如下:

- a) 确定照明场景的功能、尺寸等信息,教室照明应设计简洁、规整,合理布局教室内的电视教学设备、电子钟等设施;
- b) 确定照明设计指标;
- c) 根据照明设计指标与实际照明场景确定照明设计方案;
- d) 使用照明设计软件进行方案设计和空间仿真;
- e) 讨论方案的合理性并修改完善;
- f) 设计方案的实施。

5.2 设计要素应包含以下内容:

- a) 照明场景空间尺寸(长、宽、高);
- b) 维护系数;
- c) 利用系数;
- d) 课桌椅摆放位置、尺寸;
- e) 门窗位置及尺寸;
- f) 墙壁、天花板、课桌和门窗材质颜色及反射比;
- g) 所需灯具的数量、种类、安装方式、高度、间距;
- h) 仿真设计的作业面高度、位置;
- i) 风扇、摄像头、投影及语音等设备的空间位置信息。

5.3 灯具安装应符合以下要求:

- a) 灯具距课桌面的最低悬挂高度不应低于1.7 m,灯具出光口面宜低于风扇叶面;
- b) 灯具应使用刚性吊杆安装,吊杆应与灯面垂直,不得倾斜,两杆间距偏差 ± 5 mm;
- c) 灯具排列宜采用长轴垂直于黑板面布置;
- d) 灯具宜对称安装,其横纵向中心轴线宜在同一直线上,偏斜不宜大于20 mm;
- e) 黑板灯距黑板平行间距 $d=700\text{mm}\sim 1000\text{mm}$,距黑板上缘垂直距离 $h=100\text{mm}\sim 200\text{mm}$ 。

5.4 照明控制应符合以下要求:

- a) 按教室照明设置情况和天然采光状况、教室工作模式(如投影仪模式、书写板模式、显示终端模式等)宜采取分区、分组控制措施;
- b) 标准教室里每个照明开关所控制灯具数不应多于3个;具有投影仪显示终端的教室里书写板灯具需单灯控制;
- c) 有条件的场所,宜结合天然采光选用智能控制系统实现自动调光。

5.5 照明装置的维护和运行应采取以下维护措施:

- a) 应定期维护和更新损坏、有缺陷的光源和灯具;
- b) 应每学期清洁照明装置表面;
- c) 当光源或灯具因光衰不能满足表3要求时,应更换光源或灯具;
- d) 为检验照明设施电气参数与设计值的符合情况,每学期应对采光和照明的实际状况进行现场测量,其测中采光测量按GB/T 5699执行,照明测量按GB/T 5700执行。

5.6 教室照明设计示例参见附录A。

6 教室照明质量评价

6.1 仪器和设备

6.1.1 (光)照度计

照度测量应采用准确度等级不低于一级的光照度计,光照度计的性能指标应符合JJG 245的规定

6.1.2 亮度计

亮度测量应采用准确度等级不低于一级的亮度计,亮度计的性能指标应符合JJG 211的规定。

6.1.3 光谱辐射计

照明现场测量色温、显色指数和色度参数检测仪器应采用光谱辐射计。在照明现场测量色温、显色指数的光谱辐射计应满足以下条件:

- a) 波长范围为 380 nm~780 nm, 波长示值误差: ± 2.0 nm;
- b) 光谱带宽: ≤ 8 nm;
- c) 光谱测量间隔: ≤ 5 nm;
- d) 色品坐标示值误差 (Δx , Δy): ± 0.0015 ;
- e) 色温示值误差: ± 6 Mireds ($1 \text{ Mireds} = 1 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$)。

6.1.4 眩光测试仪

现场统一眩光值测量使用的眩光测试仪,其性能指标应满足以下条件:

- a) 亮度示值误差: $\pm 5\%$;
- b) 亮度非均匀性: $\leq 3\%$;
- c) 线性误差: $\pm 1\%$;
- d) UGR 示值误差: ± 1 。

6.1.5 功率计

电功率测量应采用准确度等级不低于 0.5 级的数字功率计,并应有谐波测量功能,功率计的性能指标应符合 JJG 780 的规定。

6.1.6 闪烁率测试仪

- a) 闪烁率示值误差: $\leq 0.5\%$;
- b) 闪烁频率示值误差: $\pm 3\%$;
- c) 非线性误差: $\pm 1\%$ 。

6.2 检测方法

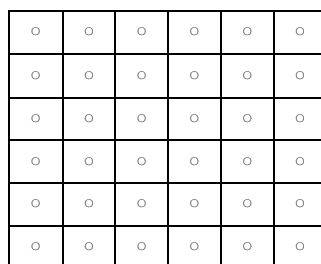
教室照明测量应在没有天然光和其他非被测光源影响下进行。三基色荧光灯管应燃点 40 分钟后进行测试;LED 灯具应燃点 15 分钟后进行测试。

6.2.1 平均照度和照度均匀度

6.2.1.1 课桌面照度测量布点方法

- a) 测量课桌面照度时,测量区域为:横线以最前排课桌前沿离黑板水平距离2.2m画1条直线,以此直线为基准线向后排每间距1 m 划1条直线,直到不足1 m 为止;竖线第1条线距左墙面(面向黑板方向)的距离是教室的宽度去整数后除以2,每间隔1 m 画1条线,直到不足1m为止。划出的1 m止。划出的正方形网格为测量区域,测量区域的中心为测量点,如图1所示。
- b) 应取桌面或距地面0.75 m 高的水平面为工作面;也可根据实际情况选定其他工作面。

- c) 进行课桌面照度测量时，不需要关闭黑板灯。

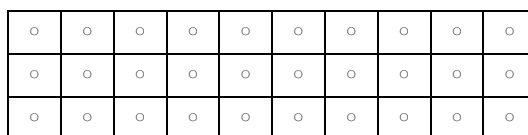


注：○——测量点

图1 课桌面照度测量点示意图

6.2.1.2 黑板面照度测量布点方法

- 以教室黑板规格4 m 长，1.2 m 宽为参考平面。单位测试面积为0.4 m×0.4m，共10×3个测量点，取网格中心为测量点，如图2所示。
- 当黑板区域有电子白板（荧幕、电视）等显示设备时，参考平面不含多媒体显示终端所占面积。
- 进行黑板面照度测量时，不需要关教室灯。



注：○——测量点

图2 网格中心布点示意图

6.2.1.3 平均照度及照度均匀度

- 5.1.2.1.3 数据处理根据 5.1.2.1.1 和 5.1.2.1.2 所述的测点布置，使用光照度计逐点测量桌面、黑板面照度并记录读数为 E_i ($i=1, 2, \dots, n$)；
- 测量时，应选用合适的挡位进行测量照度示值稳定后再读数。要防止测试人员或其他因素对探测器的影响，

- c) 根据式 1 计算平均照度 E_{av} ：

$$E_{av} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

E_{av} ——平均照度，单位为勒克斯 (lx)；

E_i ——被测教室中的第*i*个测量点的照度，单位为勒克斯 (lx)；

n ——测量点的数量。

- d) 根据式 2 计算照度均匀度 U_0 ：

$$U_0 = \frac{\min\{E_i\}}{E_{av}} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

U_0 ——被测教室照度均匀度;

E_i ——被测教室中的第*i*个测量点的照度, 单位为勒克斯 (lx);

E_{av} ——平均照度, 单位为勒克斯 (lx)。

6.2.1.4 照明功率密度

使用功率计分别对教室内所有教室灯具(黑板灯除外)的实际功耗进行测量并记录为 $P_i(i=1, 2, \dots, n)$, 根据公式 3 计算出照明功率密度 LPD:

$$LPD = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{S} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

LPD——照明功率密度, 单位为瓦特每平方米(W/m²);

P_i ——被测教室中的第*i*个灯具的实际功耗, 单位为瓦特(W);

S ——被测教室的面积, 单位为平方米(m²)。

6.2.1.5 统一眩光值(UGR)

a) 当灯具发光面积为 0.005m² 到 1.5m² 之间, 统一眩光值 (UGR) 应按式 4 进行计算:

$$UGR = 8 \lg \frac{0.25}{L_b} \sum \frac{L_a^2 \cdot \omega}{P^2} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

L_b ——背景亮度 (cd/m²);

ω ——每个灯具发光部分对观察者眼睛所形成的立体角 (sr);

L_a ——灯具在观察者眼睛方向的亮度 (cd/m²);

P ——每个单独灯具的位置指数。

b) 当灯具发光面积小于 0.005m², 统一眩光值 (UGR) 应按式 5 进行计算。

$$UGR = 8 \lg \frac{0.25}{L_b} \sum \frac{200 I_a^2}{r^2 \cdot P^2} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

L_b ——背景亮度 (cd/m²);

I ——灯具发光中心与观察者眼睛连接方向的灯具发光强度 (cd);

p ——每一个灯具的古斯位置指数 (相对于视线的位移);

r ——观察者眼睛到灯具发光中心的距离 (m)。

测量位置 1: 1.2 m 水平面高度, 位于教室后墙面中点, 水平朝前墙观测;

测量位置 2: 1.5 m 水平面高度, 位于教室前墙面中点, 水平朝后墙观测;

6.2.1.6 相关色温及显色指数

测试高度为教室课桌面高度, 将教室均匀分为 9 个区域, 每个区域的中心点作为测量点, 使用光谱辐射计进行测试。取 9 个测量点的平均值, 作为测量结果。

6.2.1.7 现场闪烁百分比

测试高度为教室课桌面高度，将教室均匀分为9个区域，每个区域的中心点作为测量点，使用闪烁测试仪进行测试。取9个测量点的平均值，作为测量结果。

附录 A

（资料性）

教室照明设计示例

示例：

(1) 尺寸信息

教室空间尺寸信息：长×宽×高=9m×7.5m×3.5m；
课桌尺寸信息：长×宽×高=0.6m×0.4m×0.7m；
窗户尺寸信息：窗户 A：长×宽=1.6m×1.75m，
窗户 B：长×宽=1.6m×1.75m；
黑板尺寸：长×宽=4.0m×1.2m

(2) 反射比

墙面反射比：0.75 天花板反射比：0.72
桌面反射比：0.35 地面反射比：0.25

(3) 教室空间的平面示意图如图 A.1 所示；灯具实际性能如表 4 所示。

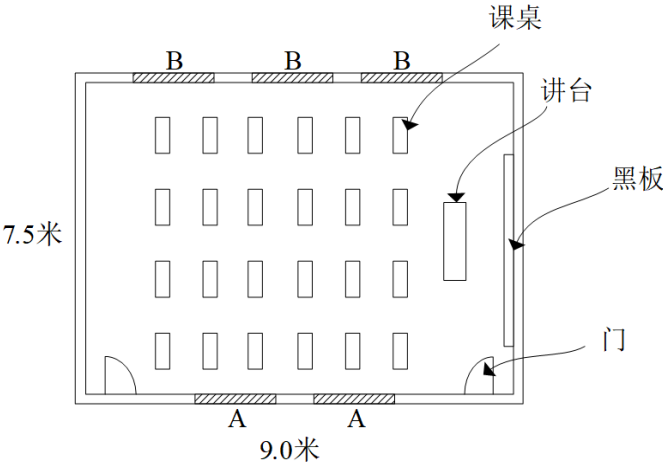


图 A.1 教室空间的平面示意图

表 4 选用的照明灯具参数

产品类型	功率 (W)	光效 (lm/W)	一般显 色指数	相关色温 (K)	功率 因数	闪烁百 分比	频闪可见度 度量参数	短时闪 烁指数
教室照明 灯	40	80	90	5000	0.92	1.2%	0.2	0.6
黑板灯	30	65	90	5000	0.91	1.6%	0.3	0.6

- (4) 教室面积为 67.5m²，拟选用 9（教室灯）+3（黑板灯）的方案。
- (5) 教室灯尺寸为 1.2m×0.3m，长轴方向垂直于书写板；灯具距地面安装高度 2.6m~3.0m，距课桌面为 1.75m~2.15m。
- (6) 平面位置布局根据光学模拟软件结果确定最佳位置（与风扇不干涉，注意大梁的位置），示意图如图 A.2 所示。

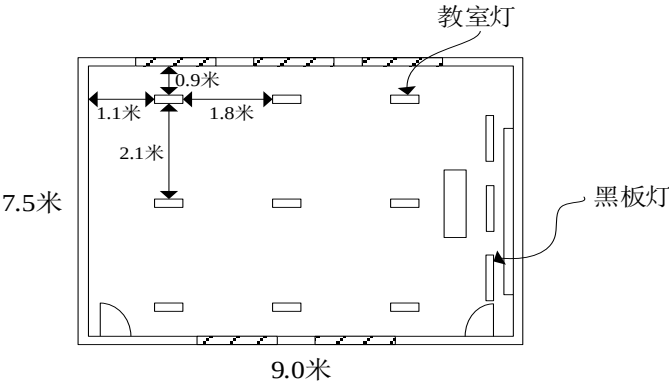


图 A.2 示意图

- (7) 黑板灯长度为1.2m,两个黑板灯间隔0.6m,板灯距黑板平行间距800mm,距黑板上缘垂直距离200mm。黑板灯布灯位置情况如图 A.3 所示

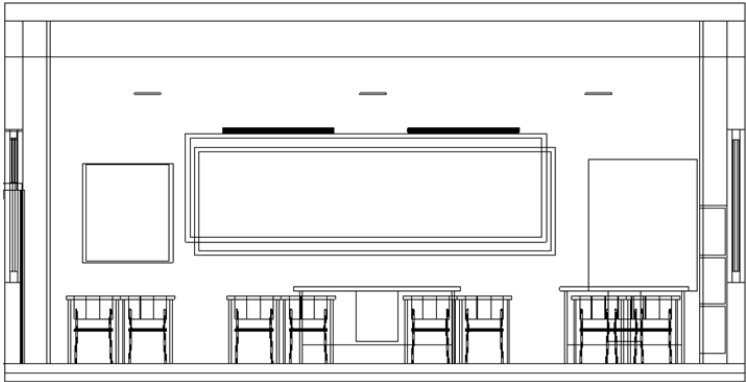


图 A.3 书写板灯位置示意图

- (8) 教室改造完成后，各项参数如表 5 所示：

表 5 改造后测试结果

课桌面维持平均照度（lx）	326
课桌面照度均匀度	0.79
黑板面维持平均照度（lx）	547
黑板面照度均匀度	0.81
显色指数	91
相关色温（K）	5025
统一眩光值	18
照明功率密度（W/m ² ）	5.3