

团 体 标 准

T/JYBZ XXX—20XX

中小学教室光环境测量方法

Test method for luminous environment of primary & secondary school

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国教育装备行业协会 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 一般要求.....	3
5 测量仪器.....	4
6 照明测量.....	5
7 采光测量.....	7
8 教学多媒体测量.....	9
9 材料光学性能测量.....	13
10 测量记录.....	13
附录 A （规范性）眩光计算方法.....	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》给出的规则起草。

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。

本文件由中国建筑科学研究院有限公司提出。

本文件由中国教育装备行业协会归口。

本文件起草单位：XXXX、XXXX、XXXX、……。

本文件主要起草人：XXX、XXX、XXX、……。

本文件为首次发布。



中小学校教室光环境测量方法

1 范围

本文件规定了中小学校教室光环境的术语和定义、一般要求、照明测量、采光测量、教学多媒体测量、材料光学性能测量和测量记录。

本文件适用于中小学校教室的照明、采光及教学多媒体的光环境测量，其他室内教学场所可参考使用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 5699 采光测量方法
- GB/T 5700 照明测量方法
- GB/T 20148 日光的空间分布 CIE一般标准天空
- GB/T 26270—2010 数字电视接收设备标准测试信号
- GB 40070 儿童青少年学习用品近视防控卫生要求
- GB 50034 建筑照明设计标准
- GB 50099 中小学校设计规范
- 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 数字功率计检定规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

教室 classroom

在中小学校或校外培训机构，教师对学生开展教学活动的房间。

注1：教室包括普通教室和专用教室。

注2：专用教室包括计算机教室、实验室、美术教室、音乐教室、舞蹈教室等。

3.2

(光)照度 illuminance

入射在包含该点的面元上的光通量 ($d\Phi$) 除以该面元面积 (dA) 之商，单位为勒克斯 (lx)。

3.3

照度均匀度 (U₀) uniformity ratio of illuminance

规定表面上的最小照度与平均照度之比。

3.4

亮度 luminance

由公式 $L = d^2\Phi / (dA \cdot \cos\theta \cdot d\omega)$ 定义的量，单位为坎德拉每平方米 (cd/m²)。

式中：

$d\Phi$ ——由指定点的光束元在包含指定方向的立体角 $d\omega$ 内传播的光通量，单位为流明 (lm)；

dA ——包括给定点的光束截面积，单位为平方米 (m²)；

θ ——光束截面法线与光束方向间的夹角，单位为度 (°)；

$d\omega$ ——指定方向的立体角，单位为球面度 (sr)。

3.6

反射比 reflectance

在入射光线的光谱组成、偏振状态和几何分布指定条件下，反射的光通量与入射光通量之比。

3.7

显色指数 colour rendering index

显光源显色性的度量。用被测光源下物体颜色和参考标准光源下物体颜色的相符合程度来表示。

3.8

一般显色指数 general colour rendering index

光源对国际照明委员会 (CIE) 规定的八种标准颜色样品特殊显色指数的平均值。

3.9

颜色透射指数 transmitting colour rendering index

日光透过玻璃或其他透光材料后的一般显色指数。

3.10

采光系数 daylight factor

在室内参考平面上的一点，由直接或间接地接收来自假定和已知天空亮度分布的天空漫射光而产生的照度与同一时刻该天空半球在室外无遮挡水平面上产生的天空漫射光照度之比。

3.11

采光均匀度 uniformity ratio of daylighting

参考平面上的采光系数最低值与平均值之比。

3.12

不舒适眩光 discomfort glare

由于视野中的亮度分布不适宜，或在空间或时间上存在着极端的亮度对比，以致引起不舒适的视觉条件。

3.13

对比度 contrast ratio

显示同一幅图像的亮区与暗区的亮度之比。

3.14

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。

3.15

色品 chromaticity

用国际照明委员会（CIE）标准色度系统所表示的颜色性质。由色品坐标定义的色刺激性质。

3.16

色品坐标 chromaticity coordinates

每个三刺激值与其总和之比。在X、Y、Z色度系统中，由三刺激值可算出色品坐标x、y、z。

3.17

频闪比 percent flicker

在某一频率下，输出光通最大值与最小值之差比输出光通最大值与最小值之和，用百分比表示。

3.18

(光) 闪变指数 (P_{st}^{LM}) short-term flicker indicator of illuminance

短期内低频（80 Hz以内）光输出闪烁影响程度的度量。

3.19

频闪效应可视度 (SVM) stroboscopic effect visibility measure

显光输出频率范围为80 Hz~2 000 Hz时，短期内频闪效应影响程度的度量。

4 一般要求**4.1 测量目的**

- 4.1.1 检验照明、采光和多媒体设备与相关标准的符合情况。
- 4.1.2 检验上述设施与设计方案的符合情况。
- 4.1.3 进行上述设施光环境效果的比较。
- 4.1.4 测量上述设施随时间和环境变化的情况。

4.2 测量条件

- 4.2.1 应在建筑正常使用和排除不利影响的情况下进行光环境测量。

注：不利影响指室内家具或人员遮挡等因素。

- 4.2.2 光环境测量所用的检测仪器应按要求定期校准。
- 4.2.3 操作人员应熟悉检测仪器的操作，并严格按照仪器操作规程进行测量。
- 4.2.4 操作人员应着深色衣服，并远离光接收器，以防止对接收器产生遮挡和反射。

5 测量仪器

5.1 (光)照度计

应符合下列要求:

- a) 精度要求不应低于一级;
- b) 量程应满足 $0.1 \text{ lx} \sim 1.0 \times 10^5 \text{ lx}$;
- c) 校准应按 JJG 245 进行。

5.2 亮度计

应符合下列要求:

- a) 精度要求不应低于一级;
- b) 宜采用光电式亮度计或其它符合精度要求的亮度计;
- c) 量程应满足 $0.1 \text{ cd/m}^2 \sim 1.0 \times 10^5 \text{ cd/m}^2$;
- d) 图像亮度计应满足测量视场角的要求;
- e) 校准应按 JJG 211 进行。

5.3 彩色亮度计

应符合下列要求:

- a) 光谱辐射计波长范围: $380 \text{ nm} \sim 780 \text{ nm}$;
- b) 测光重复性: $\leq 1\%$;
- c) 可直接测量物体的三刺激值和色品坐标;
- d) 对 A 光源的颜色精度: $\pm 0.0015 x, \pm 0.0015 y$ 。

5.4 频闪分析仪

应符合下列要求:

- a) 采样频率不低于 20 kHz ;
- b) 具有光谱光(视)效率 $V(\lambda)$ 修正。

5.5 色差仪

应符合下列要求:

- a) 波长范围: $400 \text{ nm} \sim 700 \text{ nm}$;
- b) 分辨率: ≤ 0.01 ;
- c) 反射率测量范围: $0 \sim 0.99$;
- d) 重复性: 色度值标准偏差 $\Delta E_{ab}^* \leq 0.02$ 。

5.6 光泽仪

应符合下列要求:

- a) 测量角度宜有多个,且应包含 60° ;
- b) 光泽度测量范围: $0 \sim 1000$ 光泽单位(GU);
- c) 光泽度测量分辨率: $\leq 0.1 \text{ GU} (\leq 200 \text{ GU}), \leq 1 \text{ GU} (> 200 \text{ GU})$;
- d) 光泽度测量重复性: $\leq 0.2 \text{ GU} (\leq 200 \text{ GU}), \leq 0.4\% (> 200 \text{ GU})$ 。

5.8 频谱分析仪

应符合下列要求：

- a) 频率范围：0 Hz~1 GHz；
- b) 频率精度： ≤ 0.1 Hz；
- c) 动态范围： ≤ -90 dBm。

5.9 电气仪表

应符合下列要求：

- a) 准确度不低于 1.5 级；
- b) 可自动记录电压、电流、电能量、功率和功率因数等数据；
- c) 量程范围应根据测试对象进行选择，示值宜控制在最大量程的 1/3~2/3 范围内；
- d) 校准应按 JJG 780 进行。

6 照明测量

6.1 测量项目

照明测量项目应包括照度、照度均匀度、色温、显色指数、统一眩光值、频闪和照明功率密度。

6.2 测量要求

- 6.2.1 测量人工照明时，应排除天然光和其它非被测光源影响。
- 6.2.2 应在照明系统正常工作条件下进行照明测量。
- 6.2.3 应排除杂散光射入光接受器，并应防止各类人员和物体对光接受器造成遮挡。

6.3 教室照度测量

6.3.1 教室测量点布置应满足下列要求：

- a) 应按如下方法确定测量区域：平行于黑板且与其水平距离 2.2 m 画一条直线，以此直线为基准线向后排每隔 1 m 划一条直线，直到不足 1 m 为止；竖线第一条线距左墙面的距离是教室宽度值去整数后的 1/2，以此直线为基准线向右每隔 1 m 划一条直线，直到不足 1 m 为止。划出的 1 m×1 m 的正方形网格为测量区域，网格中心位置为测量点，如图 1 所示；

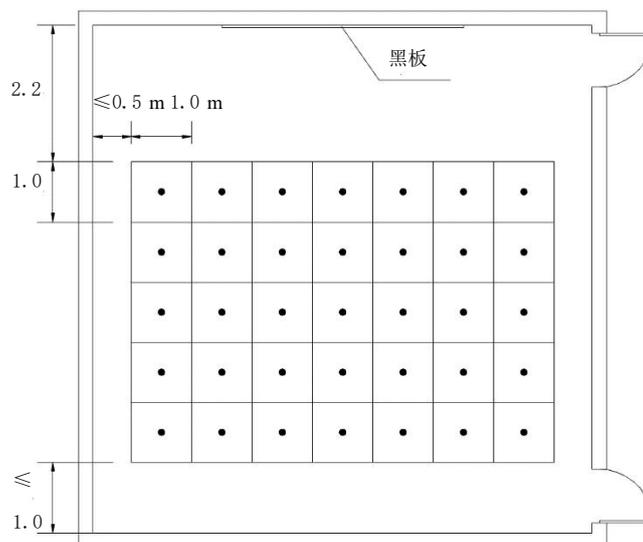


图1 教室照度测量布点图

b) 测量应取距地面 0.75 m 高的水平面或实际课桌面为参考平面。

6.3.2 照度均匀度应按式 (1) 计算:

$$U_0 = E_{\min} / E_{\text{av}} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- U_0 ——照度均匀度;
- E_{\min} ——照度最低值, 单位为勒克斯 (lx);
- E_{av} ——平均照度, 单位为勒克斯 (lx)。

6.4 黑板照度测量

6.4.1 黑板测量点布置应满足下列要求:

选择整个黑板面进行布点, 测试区域应为 4 m×1.2 m, 划出的 0.4 m×0.4 m 的正方形网格为测量区域, 网格中心位置为测量点, 如图 2 所示;

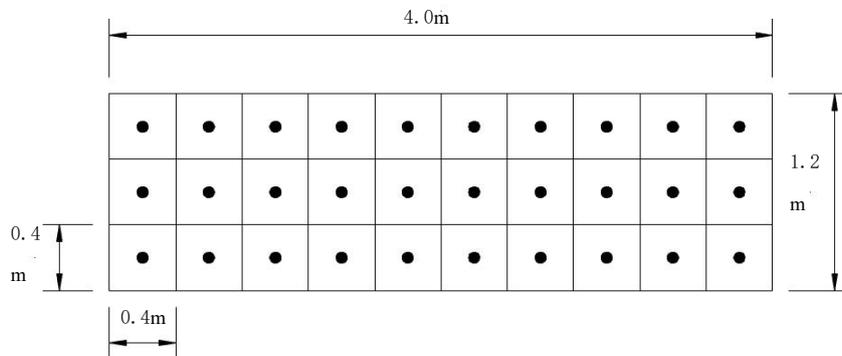


图2 黑板照度测量布点图

6.4.2 照度均匀度应按式 (1) 计算。

6.5 色温和显色指数测量

6.5.1 显色指数和色温的现场测量应在教室内均匀分布的测量点上, 且不宜少于 6 个测量点。

6.5.2 显色指数和色温应为各测点上测量值的算术平均值。

6.6 统一眩光值测量

6.6.1 教师位置的统一眩光值的测试点应为距教室前墙面中点 0.5 m 处, 视线水平并垂直背向黑板方向, 高度为 1.5 m。学生位置的统一眩光值的测试点应为距教室后墙面中点 1 m 处, 视线水平并垂直指向黑板方向, 高度为 1.2 m; 在必要情况下, 也可根据教室的实际使用情况进行其它测试点的测量, 且需在测试报告中记录。

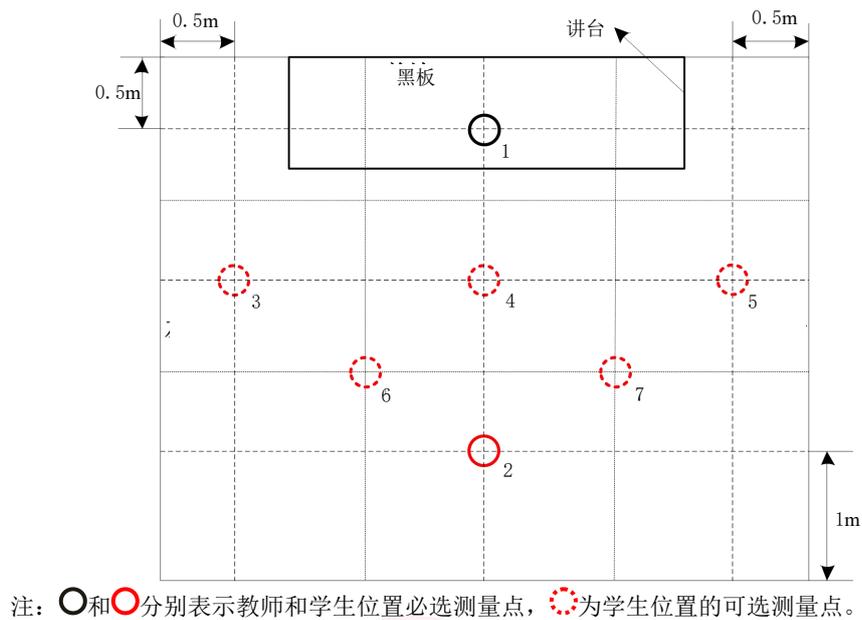


图3 UGR测点位置示意图

6.6.2 统一眩光值的计算方法见附录 A。

6.7 频闪测量

频闪的检测应在教室内均匀分布的测量点上进行，且不宜少于 6 个测量点。频闪测量的测量时长要求应符合下表的规定：

表1 频闪评价参数的测量时长要求

要求	频闪比	P_{st}^{LM}	SVM
测量时长(s)	≥ 1	≥ 180	≥ 1

6.8 照明功率密度计算

教室的照明功率密度（LPD）可用下式计算：

$$LPD=P/A \dots\dots\dots (2)$$

式中：

LPD——照明功率密度，单位为瓦每平方米（ W/m^2 ）；

P——一般照明的照明总功率，单位为瓦（W）；

A——教室的面积，单位为平方米（ m^2 ）。

7 采光测量

7.1 测量项目

采光测量项目应包括采光系数、采光均匀度和窗不舒适眩光指数。

7.2 测量要求

7.2.1 采光系数测量的天空条件应选择 GB/T 20148 中规定的标准全阴天天空,天空亮度分布应符合式(3)的规定。

$$L_{\theta} = \frac{1+2\sin\theta}{3} L_Z \dots\dots\dots (3)$$

式中:

L_{θ} ——天空某点的亮度,单位为坎德拉每平方米 (cd/m^2);

θ ——天空某点的高度角,单位为度 ($^{\circ}$);

L_Z ——天顶亮度,单位为坎德拉每平方米 (cd/m^2)。

7.2.2 测量采光时,应熄灭人工照明。

7.2.3 室外照度与室内照度的测量应同时进行。

7.2.4 照度测量应选在一天内照度相对稳定的时间内进行,即选取当地时间上午 10 时至下午 2 时。

7.3 采光系数测量

7.3.1 室内照度测点布置与照明测量相同。

7.3.2 室内某点的采光系数应按式(4)计算:

$$C_i = \frac{E_n}{E_w} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

式中:

C_i ——该点的采光系数,用百分比 (%) 表示;

E_n ——室内该点的照度,单位为勒克斯 (lx);

E_w ——与该点同时测量的室外漫射光照度,单位为勒克斯 (lx)。

7.3.3 采光系数平均值应按式(5)计算:

$$C_{av} = \frac{1}{N} \sum C_i \dots\dots\dots (5)$$

式中:

C_{av} ——采光系数平均值,用百分比 (%) 表示;

C_i ——在第 i 个测点上的采光系数,用百分比 (%) 表示;

N ——测点数。

7.3.4 采光均匀度应按式(6)计算:

$$U = \frac{C_{min}}{C_{av}} \dots\dots\dots (6)$$

式中:

U ——采光均匀度;

C_{min} ——参考平面上的采光系数最小值,用百分比 (%) 表示;

C_{av} ——参考平面上的采光系数平均值,用百分比 (%) 表示。

7.4 窗的不舒适眩光测量

7.4.1 窗亮度和背景亮度的测量应符合下列要求：

- a) 测量日应选择全晴天，同时进行窗亮度和背景亮度的测量；
- b) 观测位置可沿窗中轴线向内墙方向均匀布置，观测位置不宜少于3个。当侧面采光口为多个时，窗间墙的中轴线上也应布置观测位置，观测位置不宜少于3个；
- c) 亮度计的放置高度一般应以观察者的高度为准，通常站姿时为1.5 m，坐姿时为1.2 m，特殊场合应按实际情况确定；
- d) 室内各表面亮度测量应选择视野范围内无直射阳光照射的主要表面。

7.4.2 根据各观测位置上测得的窗亮度和背景亮度及所处的几何位置，按附录 A 计算眩光指数 DGI 值。

8 教学多媒体测量

8.1 测量项目

教学多媒体测量项目应包括：屏幕亮度、亮度均匀性、对比度和闪烁。

8.2 测量条件

8.2.1 环境条件应符合下列规定：

- a) 温度：15°C~35°C；
- b) 相对湿度：25%~75%；
- c) 气压：86 kPa~106 kPa。

8.2.2 稳定时间应在被测设备开机默认设置状态下工作30 min后进行测量。

8.2.3 环境光条件包括以下三种情况：

- a) 无天然光影响（夜晚或窗帘完全遮光），教室灯关闭，适用于自发光型教学多媒体和反射光型教学多媒体的测量；
- b) 有天然光影响下，教室灯全开，适用于自发光型教学多媒体的测量；
- c) 有天然光影响下，教室前排灯关闭，适用于反射光型教学多媒体的测量。

8.2.4 测量使用的测试信号图的格式应与被测设备的固有分辨力一致。测试信号图有以下几种：

——全白场信号：测试图描述和示例见GB/T 26270—2010中5.4；

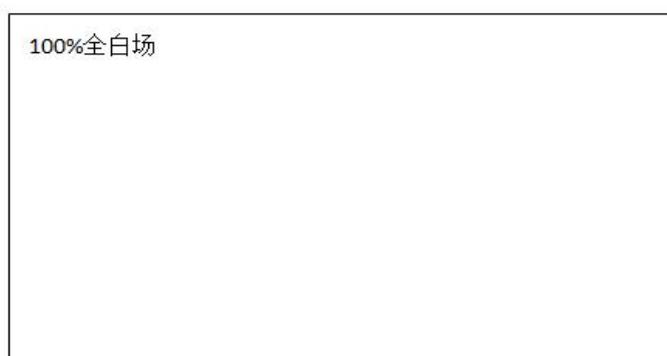


图4 全白场信号测试图

——黑白窗口信号：测试图描述和示例见GB/T 26270—2010中5.8；

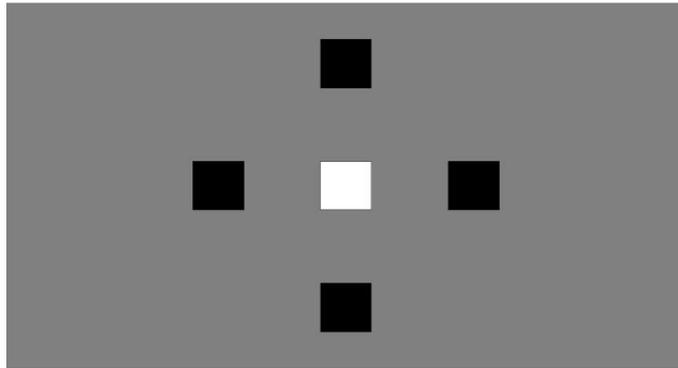


图5 黑白窗口信号测试图

——70%全灰场（180，180，180）信号。

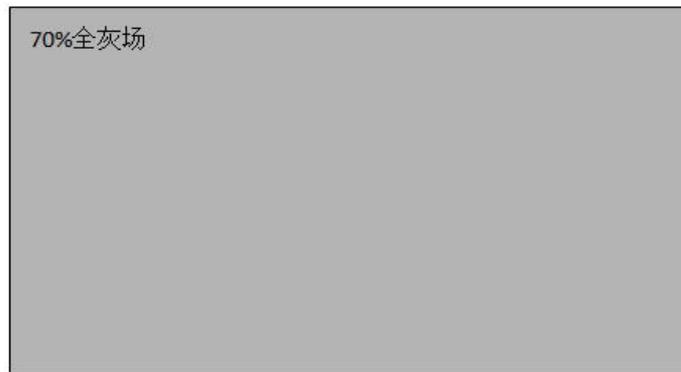


图6 70%全灰场信号位置图

8.2.5 除特殊规定外，被测设备标准工作状态按以下步骤进行调整：

- a) 在测量教学多媒体时其屏幕表面环境光照度不应大于500 lux，并在测试报告中记录现场环境光照度值及测试状态；
- b) 将被测设备设置为常亮状态。

8.3 测量位置

亮度计的放置高度一般应以观察者的高度为准，通常学生坐姿时的高度为1.2 m，特殊场合应按实际情况确定。选取图7中所示测量位置之一为亮度计放置位置。其中位置1为教室中心，位置2为第一排最左侧座位，位置3为第一排最右侧座位。

测量过程中，亮度计的测量位置及高度不变。

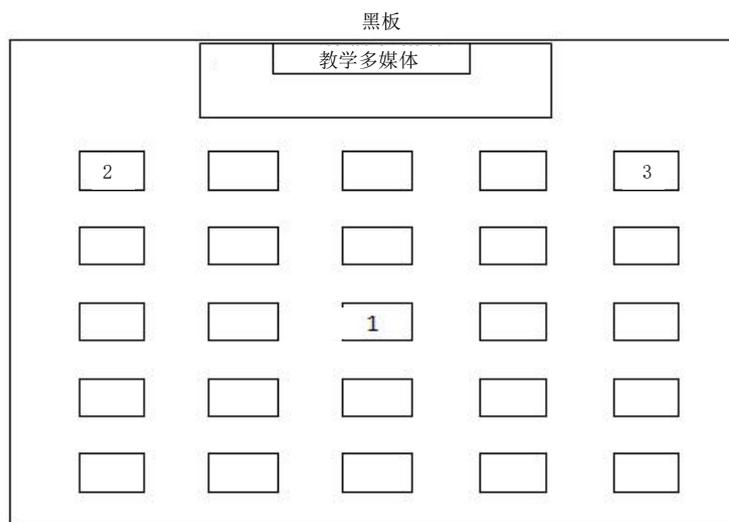


图7 教学多媒体测量位置示意图

8.4 屏幕亮度和亮度均匀性测量

8.4.1 屏幕亮度测量应符合下列要求：

- 将被测设备调整到8.2.5规定的标准工作状态；
- 根据被测设备类型，选取8.2.3中所规定的相应环境光条件并记录该条件下被测设备屏幕表面的环境光照度；
- 显示全白场信号，在8.3规定的测量位置用亮度计测量图8所规定的 P_0 点的亮度值 L_0 ；

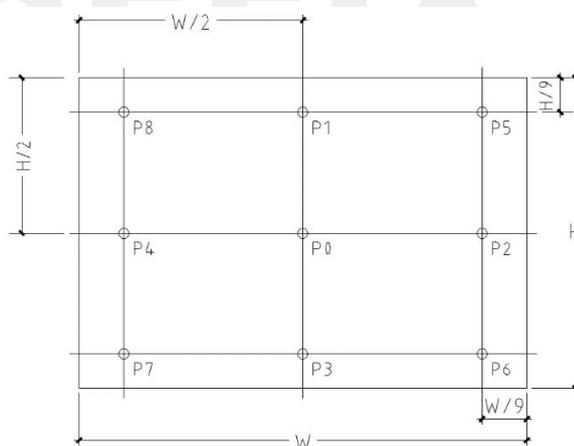


图8 亮度及亮度均匀性测试点位置图

- 测量结果取3个位置的最低值，用坎德拉每平方米 (cd/m^2) 表示。

8.4.2 亮度均匀性测量应符合下列要求：

- 将被测设备调整到8.2.5规定的标准工作状态；
- 根据被测设备类型，选取8.2.3中所规定的相应环境光条件，并记录该条件下被测设备屏幕表面的环境光照度；
- 显示全白场信号，在8.3规定的测量位置用亮度计测量图8所规定的 $P_0 \sim P_8$ 各个点的亮度值分别为 $L_0 \sim L_8$ ；
- 亮度均匀性按式(7)计算：

$$P_i = (1 - \left| \frac{L_0 - L_i}{L_0} \right|) \times 100\% \dots\dots\dots (7)$$

式中：

P_i ——亮度均匀性；

L_0 —— P_0 点亮度值；

L_i —— P_i 点亮度值， i 为（1...8）点中的任意一个点数。

- e) 测量结果取 3 个位置的最低值，用百分数（%）表示。

8.5 对比度测量

对比度测量应符合下列规定：

- a) 将被测设备调整到8.2.5规定的标准工作状态；
- b) 根据被测设备类型，选取8.2.3中所规定的相应环境光条件，并记录该条件下被测设备屏幕表面的环境光照度；
- c) 显示黑白窗口信号，在8.3规定的测量位置用亮度计分别测量白色窗口和4个黑色窗口的亮度值，分别记为 L_0 、 L_1 、 L_2 、 L_3 、 L_4 ；
- d) 用下式计算对比度 C_r ：

$$C_r = \frac{L_0}{L_{bw}} \dots\dots\dots (8)$$

式中：

L_{bw} —— L_1 、 L_2 、 L_3 、 L_4 的平均值。

- e) 测量结果应体现图7中3个位置的对比度，用倍表示。

8.6 闪烁测量

闪烁的测量应符合下列规定：

- a) 将被测设备调整到8.2.5规定的标准工作状态；
- b) 根据被测设备类型，选取8.2.3中所规定的环境光条件a)，并记录该条件下被测设备屏幕表面的环境光照度；
- c) 显示70%全灰场（180，180，180）信号，在8.3规定的测量位置讲亮度计镜头对准教学多媒体显示屏中心，将亮度计的模拟输出连接到频谱分析仪的输入端口上；
- d) 利用频谱分析仪，测量DC电平值 V_0 ；
- e) 利用频谱分析仪，测量AC电平值 $V(f_{max})$ ，即从0 Hz向后最大峰值电平幅度，并记下该峰值电平出现的频率 f ；
- f) 用公式（9）计算闪烁 E ：

$$E = 20 \lg \left[\frac{2 \cdot V(f_{max})}{V(0)} \right] \dots\dots\dots (9)$$

式中：

$V(f_{max})$ ——最大峰值电平幅度；

$V(0)$ ——0 Hz位置的电平值。

- g) 测量结果应体现 3 个位置的闪烁，用 dB 表示。

9 材料光学性能测量

9.1 测量项目

材料光学性能测量应包括：

- a) 室内墙面、顶棚、地面等饰面材料和主要设施的反射比；
- b) 饰面材料光泽度；
- c) 材料的颜色特性参数。

9.2 反射比的测量

9.2.1 选择不受直射光影响的漫反射代表性表面，将标准白板紧贴在该区域的某一位置，使用亮度计测量白板的亮度 L_w ，然后移走白板，再使用亮度计测量同一位置的被测表面的亮度 L ，并按式（10）计算反射比：

$$\rho = \rho_w \frac{L}{L_w} \dots\dots\dots (10)$$

式中：

- ρ ——室内表面的反射比；
- ρ_w ——标准白板的反射比；
- L ——被测表面的亮度，单位为坎德拉每平方米（ cd/m^2 ）；
- L_w ——标准白板的亮度，单位为坎德拉每平方米（ cd/m^2 ）。

9.2.2 室内各表面也可用色差计或分光测色仪直接测量。

9.2.3 每个被测表面宜均匀选取 3~5 个测点，然后求其算术平均值，作为该被测面的反射比。

9.3 光泽度测量

用光泽仪对饰面材料光泽度直接进行测量，并记录测量角度。

9.4 材料颜色测量

应符合下列规定：

- a) 室内墙面、顶棚、地面、书写板和桌面的颜色特性用色品坐标表示，色品坐标可用色差计测量；
- b) 每个被测表面一般可选取 3~5 个测量点，取其算术平均值作为被测表面的色品坐标。

10 测量记录

10.1 测量记录内容

应包括基本情况、采光测量、照明测量、教学多媒体测量和材料光学参数等内容。

10.2 基本情况记录

应包括以下各项：

- a) 测量场所名称；
- b) 测量场所的平面图、剖面图以及方位(包括采光口)；
- c) 采光照明和教学多媒体设施的型号、规格、数量以及布置图；
- d) 被测房间的维护情况和污染程度；

- e) 仪器型号和编号、校正和检定日期；
- f) 测量日期和测量人。

10.3 采光测量记录

应包括以下各项：

- a) 测量场所名称；
- b) 测量时的天空条件；
- c) 测量高度和测点布置；
- d) 照度计型号和编号；
- e) 室内外照度和采光系数测量结果；
- f) 测量日期、起止时间和测量人。

10.4 照明测量记录

应包括以下各项：

- a) 测量场所名称；
- b) 观测位置及测点布置示意图；
- c) 仪器型号和编号；
- d) 各测量项目测量结果；
- e) 测量日期、起止时间和测量人。

10.5 教学多媒体测量记录

应包括以下各项：

- a) 测量场所名称；
- b) 观测位置及测点布置示意图；
- c) 仪器型号和编号；
- d) 各测量项目测量结果；
- e) 测量日期、起止时间和测量人。

10.6 材料光学参数测量记录

应包括以下各项：

- a) 测量场所名称；
- b) 仪器的型号和编号；
- c) 材料反射比和透射比测量结果；
- d) 材料颜色参数测量结果；
- e) 测量日期、起止时间和测量人。

附录 A
(规范性)
眩光计算方法

A.1 统一眩光值 UGR

应按下列公式进行计算:

$$UGR = 8 \lg \frac{0.25}{L_b} \sum \frac{L_a^2 \omega}{p^2} \dots\dots\dots (A.1)$$

$$L_b = \frac{E_i}{\pi} \dots\dots\dots (A.2)$$

$$L_a = \frac{I_a}{A_p} \dots\dots\dots (A.3)$$

$$\omega = \frac{A_p}{r^2} \dots\dots\dots (A.4)$$

式中: L_b ——背景亮度, 单位为坎德拉每平方米 (cd/m^2);

ω ——每个灯具发光部分对观察者眼睛所形成的立体角, 单位为球面度 (sr)。如图 A.1 a 所示;

p ——每个单独灯具的位置指数, 位置指数应按式 A.8 确定;

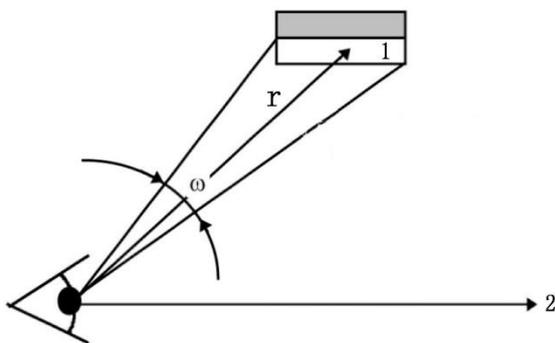
L_a ——灯具在观察者眼睛方向的亮度, 单位为坎德拉每平方米 (cd/m^2)。如图 A.1 b 所示;

E_i ——观察者眼睛方向的间接照度, 单位为勒克斯 (lx);

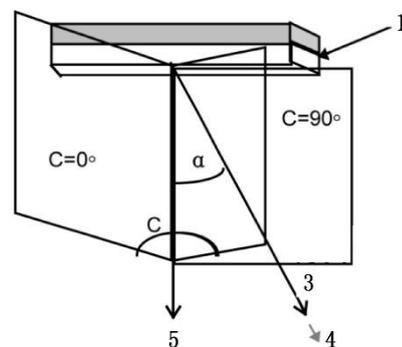
I_a ——灯具发光中心与观察者眼睛连线方向的灯具发光强度, 单位为坎德拉 (cd);

A_p ——灯具发光部分在观察者眼睛方向的表观面积, 单位为平方米 (m^2);

r ——灯具发光部分中心到观察者眼睛之间的距离, 单位为米 (m)。



a) 灯具与观察者关系示意图



b) 灯具发光中心与观察者眼睛连线方向示意图

说明:

1——灯具发光部分;

- 2——观察者眼睛方向；
- 3——灯具发光中心与观察者眼睛连线；
- 4——观察者眼睛位置；
- 5——灯具发光表面法线。

图A.1 统一眩光值计算参数示意图

A.2 窗的不舒适眩光指数 DGI

窗的不舒适眩光指数（DGI）可按下列公式进行计算：

$$DGI = 10 \lg \sum G_n \dots\dots\dots (A. 5)$$

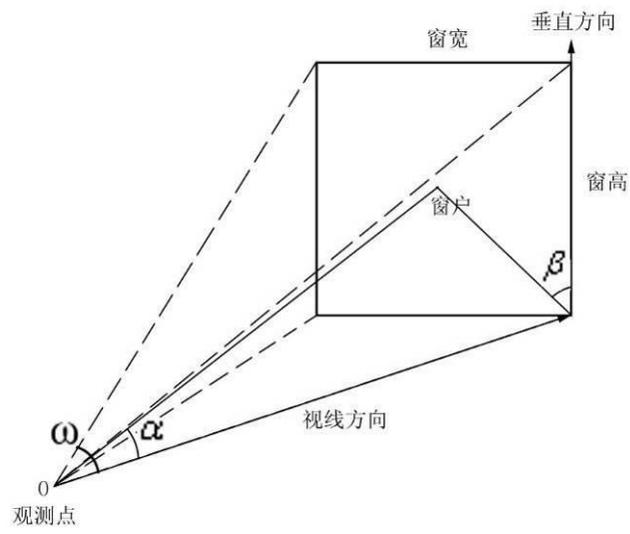
$$G_n = 0.478 \frac{L_s^{1.6} \Omega^{0.8}}{L_b + 0.07 \omega^{0.5} L_s} \dots\dots\dots (A. 6)$$

$$\Omega = \int \frac{d\omega}{p^2} \dots\dots\dots (A. 7)$$

$$p = \exp[(35.2 - 0.31889\alpha - 1.22e^{-2\alpha/9})10^{-3}\beta + (21 + 0.26667\alpha - 0.002963\alpha^2)10^{-5}\beta^2] \dots\dots\dots (A. 8)$$

式中：

- G_n ——眩光常数；
- L_s ——窗亮度，通过窗所看到的天空、遮挡物和地面的加权平均亮度，单位为坎德拉每平方米（ cd/m^2 ）；
- L_b ——背景亮度，观察者视野内各表面的平均亮度，单位为坎德拉每平方米（ cd/m^2 ）；
- ω ——窗对计算点形成的立体角，单位为球面度（sr）。如图 A.2 所示；
- Ω ——考虑窗位置修正的立体角，单位为球面度（sr）；
- p ——古斯位置指数；
- α ——观测者眼睛与窗户中心点的连线与视线方向的夹角，单位为度（°）；
- β ——窗户对角线与窗户垂直方向的夹角，单位为度（°）。如图A.2所示。



图A.2 窗的不舒适眩光计算的各角度示意图



《中小学教室光环境测量方法》（征求意见稿）

编制说明

1 任务来源

根据中国教育装备行业协会教团标文[2020] 3号文的要求，由中国建筑科学研究院有限公司负责主编团体标准《中小学教室光环境测量方法》（计划编号：JYBZ 2020006）。主编单位落实了参加编制的单位和人员，收集整理相关资料，按照标准编制工作的要求和程序推动实施该项目。

2 标准编制的意义和作用

2018年8月30日，教育部等八部门印发关于《综合防控儿童青少年近视实施方案》的通知，要求“改善教学设施和条件，为学生提供符合用眼卫生要求的学习环境，严格按照普通中小学校、中等职业学校建设标准，落实教室、宿舍、图书馆（阅览室）等采光和照明要求，使用利于视力健康的照明设备”等。

我国中小学校在校学生人数达到1.8亿，每天在校时间5~7个小时甚至更多，光环境是影响青少年在校期间身心健康和学习质量的重要因素。我国现有的学校教室方面的光环境标准主要是设计标准，包括GB 50033-2013《建筑采光设计标准》、GB 50034-2013《建筑照明设计标准》、GB 7793-2010《中小学校教室采光和照明卫生标准》和GB 50099-2011《中小学校设计规范》等。其中针对教室光环境的强制性条文主要包括：

- 1) 教育建筑的普通教室的采光不应低于采光等级 III 级的采光标准值，侧面采光的采光系数不应低于 3.0%，室内天然光照明度不应低于 450 lx；
- 2) 教室窗地面积比不应低于 1:5；
- 3) 为提高教室的采光效果，室内各表面应采用高亮度低彩度的装修，房间各表面的反射比应按表的规定选取；
- 4) 凡教室均应装设人工照明；
- 5) 教室课桌面上的维持平均照度值不应低于 300 lx，其照度均匀度不应低于 0.7；
- 6) 教室黑板应设置局部照明灯，其维持平均照度不应低于 500 lx，照度均匀度不应低于 0.8；
- 7) 在维持平均照度值 300 lx 的条件下，教室照明功率密度现行值不应大于 11 W/m²，目标值应为 9 W/m² 等。

为适应光环境技术的发展，进一步保护中小学校学生视觉健康和学习质量，全文强制性国家标准《儿童青少年学习用品近视防控卫生要求》已启动编制并计划于 2020 年发布，将对影响青少年视力健康的关键因素进行严格规定，其中包括教室的光环境质量、照明用灯具以及多媒体系统的要求。

从全过程控制的角度来看，当前尚缺乏具有针对性的教室光环境评估检测方法标准，这将导致标准在执行时检测方法不一致，监管的依据不足等问题。这将在一定程度上降低强制性标准的执行力度和可操作性，不利于标准的顺利实施。为保证强制性标准和条文的实施，将保障中小学教室光环境质量落到实处，有必要统一测量方法，因此，制定专门针对教室光环境的测量方法是当前急需且十分必要的。

3 工作情况

1. 准备阶段（2020.6~2020.8）

（1）组成编制组：按照参加编制标准的条件，通过和有关单位协商，落实标准的参编单位及参编人员。

（2）制定工作大纲：在学习编制标准的规定和标准化文件，收集和分析国内外有关标准规范，并在广泛调查的基础上，制定了本标准的内容及章、节组成。

（3）召开编制组成立会：于2020年08月21日召开了编制组成立会暨第一次工作会议。会议宣布编制组正式成立。会议确定了主编单位和主编人以及参编单位和参编人。会议原则规定了标准应纳入的主要技术内容。编制组成员对标准的章、节构成及标准中重点解决的技术问题进行了认真讨论，并对标准编制大纲提出了具体的修改意见。

2. 技术研究和草案阶段（2020.8~2021.11）

该阶段主要完成工作如下：

（1）调研工作：针对对本标准中要解决的重点问题，编制组收集了大量教室测试数据；为制订标准提供了基础数据。

（2）专题论证和验证工作：根据标准编制大纲提出的技术内容和技术难点以及各个参编单位的分工，编制组以专题的形式召开了多次小型研讨会，以逐个解决编制工作中存在的某些技术问题，同时还进行了照度测点、多媒体测量灯多项验证，为标准的制定提供了重要依据。

在调研和技术分析的基础上，编制组在线上召开了两次内部讨论会，对标准内容进行认真细致的讨论。通过在编制组内部广泛征求意见，结合中国教育装备行业团体标准委员会秘书处修改意见，经编制组多次讨论，形成标准草案稿，提交团标委秘书处。

3. 征求意见阶段（2021.12~2022.2）

中国教育装备行业团体标准委员会秘书处进行了形式审查，经与编制组讨论修改，形成了征求意见稿，面向全行业征求意见。

4 标准编制原则

本标准在编制过程中严格按照 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》的要求进行编写。

标准编制的主要原则如下：

1. 内容全面：尽可能包括普通教室的采光、照明和教学多媒体的测量要求，包括仪器设备要求，测量条件，测点布置和测量模式等。
2. 重点突出：以普通教室为重点，突出教室光环境的特点。
3. 层次恰当：结构力求清楚、符合逻辑、安排合理、便于理解。
4. 方法合理：标准中涉及到的测试方法如在现行标准中未详细规定，需做试验验证。

5 主要内容

新标准适用于中小学校教室的采光、照明及教学多媒体的光环境测量。在现有国家标准、行业标准的基础上，根据教室光环境的特点和要求，结合建筑环境技术的发展，制订技术指标。

拟申报标准将针对教室光环境的各项指标（包括天然采光、人工照明以及教育多媒体的光环境参数等），提出对应的测量方法，对包括测试条件、仪器设备要求、测量步骤、测点布置等进行规定，主要技术内容如下所示：

- 1 范围
 - 2 规范性引用文件
 - 3 术语
 - 4 一般要求
 - 5 测量仪器
 - 6 照明测量
 - 7 采光测量
 - 8 多媒体测量
 - 9 材料光学性能测量
 - 10 测量记录
- 附录 A 眩光计算方法

6 标准性质（强制性、推荐性）的建议

该标准建议为推荐性标准。

《中小学教室光环境测量方法》编制组
2021 年 12 月

