

ICS
K

CAQI

团体标准

T/CAQI XX—2021

校园教室照明智慧护眼系统技术要求

Technical requirements for intelligent eye-protecting system of campus classroom lighting

(征求意见稿)

2021-XX-XX 发布

2021-XX-XX 实施

中国质量检验协会 发布

目 次

前 言.....	1
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 一般规定.....	5
5 照明标准与设计方法.....	6
6 照明设备与环境要求.....	9
7 智能控制系统.....	12
8 工程设计、施工与验收.....	14
9 调研、测量与评估.....	14
附 录 A（规范性）统一眩光值测量与计算.....	15
附 录 B（规范性）照度测量与测量点布置.....	16
附 录 C（规范性）学校照明指标测量表.....	17
参 考 文 献.....	19

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这些专利的责任。

本文件由重庆四联光电科技有限公司提出。

本文件由中国质量检验协会归口。

本文件参编单位：

本文件主要起草人：

校园教室照明智慧护眼系统技术要求

1 范围

本文件规定了校园教室照明智慧护眼系统技术要求的范围、术语和定义、一般规定、技术要求、工程设计与施工、检查验收和系统运行与维护管理。

本文件规定了校园教室采光、照明、智能控制要求。

本文件适用于校园教室的新建、改建、扩建工程。

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，仅所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 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 7000.201-2016 灯具 第2-1 部分：特殊要求 固定式通用灯具

GB 7000.202-2018 灯具 第2-2部分：特殊要求 嵌入式灯具

GB/T 20145-2006 灯和灯系统的光生物安全性

GB/T 31831-2015 LED室内照明应用技术要求

GB/T 36005-2018 半导体照明设备和系统的光辐射安全测试方法

GB 50034-2013 建筑照明设计标准

GB 50099-2011 中小学校设计规范

GB 50617-2010 建筑电气照明装置施工与验收规范

JGJ/T 119-2008 建筑照明术语标准

CJ/T 188-2004 户用计量仪表数据传输技术条件

GB 7793-2010 中小学学校教室采光和照明卫生标准

GBT 36876-2018 中小学校普通教室照明设计安装卫生要求

GB 40070-2021 儿童青少年学习用品近视防控卫生要求

GB/T 18091-2015 玻璃幕墙光热性能

T/CAQI XX—2021

DB51/T 2118-2016 中小学校及幼儿园教室照明设计规范

GB 17625.1-2016 电磁兼容 限值 谐波电流发射限值(设备每相输入电流 $\leq 16A$)

GB/T 17743-2017 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 19510.1-2009 灯的控制装置 第1部分：一般要求和安全要求

GB 19510.14-2009 灯的控制装置 第14部分：LED模块用直流或交流电子控制装置的特殊要求

GB/T 24825-2009 LED模块用直流或交流电子控制装置 性能要求

3 术语和定义

GB/T 2900.65-2004界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

护眼 eye protection

根据目前科学认知成果，通过改变个人饮食、学习、生活习惯，或者工作、学习、生活的环境因素，以达到提高视觉舒适度、保护眼睛、降低眼部疾病发生率的目的。

3.2

校园教室照明智慧护眼系统 intelligent eye-protecting system of campus classroom lighting

根据教室的使用场景和护眼需求，利用感光探测系统采集的光环境信息，通过控制系统调节相应光环境设备的运行状态，实现有助于护眼和健康的智慧化照明系统。

3.3

相关色温（度） correlated colour temperature (CCT)

当光源的色品点不在黑体轨迹上，且光源的色品与某一温度下的黑体的色品最接近时，该黑体的绝对温度为此光源的相关色温。符号为 T_{cp} ，单位为开（K）。

[来源：GB 50034-2013，2.0.46]

3.4

显色指数 colour rendering index

光源显色性的度量。以被测光源下物体颜色和参考标准光源下物体颜色的相符程度来表示。符号为 R_a 。

[来源：JGJ/T 119—2008,2.3.28]

3.5

闪烁 flicker

由光刺激的光亮度或光谱分布随时间波动所引起的不稳定的目视感觉。

[来源：GB/T 2900.65-2004，845-02-49]

3.6

照度 illuminance

入射到在包含该点的面元上的光通量 $d\Phi$ 除以该面元面积 dA 所得之商，单位为勒克斯 (lx), $1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2$ 。

[来源：GB 50034-2013, 2.0.6]

3.7

融合照度 combined illuminance

某一工作面上由天然光与人工照明共同形成的照度。

[来源：T/CIES 030-2020, 3.8]

3.8

维持平均照度 maintained average illuminance

照明装置必须进行维护时，在规定表面上的平均照度值。

[来源：GB 50034-2013, 2.0.8]

3.9

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，符号为 U_0 。

[来源：GB 7793-2010, 3.5]

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：JGJ/T 119-2008, 2.2.17]

3.11

光幕反射 veiling reflection

视觉对象的镜面反射，它使视觉对象的对比降低，以致部分地或全部地难以看清细部。

[来源：GB 50034-2013, 2.0.39]

3.12

反射眩光 glare by reflection

由视野中的反射引起的眩光，特别是在靠近视线方向看见反射像所产生的的眩光。

[来源：GB 50034-2013，2.0.38]

3.13

统一眩光值 unified glare rating (UGR)

用于衡量室内环境中由灯具对人眼引起的不舒适眩光的程度，由 CIE 统一眩光值公式计算。

3.14

波动深度 modulation depth

在一个波动周期内，光输出的最大值与最小值的差与光输出最大值及最小值的和之比，以百分比表示。

[来源：GB/T 31831-2015,3.5]

3.15

板书区域 writing area

教室用于书写板书的区域。

3.16

色容差 chromaticity tolerances

表征一批光源中各光源色品与额定色品的偏离，用颜色匹配标准偏差 SDCM 表示。

[来源：GB 50034-2013，2.0.50]

3.17

颜色透射指数 transmitting colour rendering index

太阳辐射透过玻璃后的一般显色指数，符号为 R_a^T 。

[来源：GB/T 18091-2015，3.5]

3.18

年度日照量 Annual Sunlight Exposure (ASE)

空间中超过某一天然光直射照度，且全年时间超过指定小时数的面积占比。

3.19

空间日光自治 Spatial Daylight Autonomy (sDA)

空间中满足最低天然光照度值，且超过全年工作时间内指定比例的面积占比。

3.20

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

短期内低频（80Hz 以内）光输出闪烁影响程度的度量。

3.21

频闪效应指数 stroboscopic effect visibility measure (SVM)

光输出频率范围为 80Hz~2000Hz 时，短期内频闪效应影响程度的度量。

3.22

视觉显示终端 Visual display terminal (VDT)

教室中进行多媒体或网络信息传输的装置。一般指安装在黑板面（书写板）前面（或上沿）的投影机、电视机、录播设备、电子白板等。

[来源：DB51/T 2118-2016, 3.22]

4 一般规定

4.1 教室照明智慧护眼系统框架

教室照明智慧护眼系统包含照明标准与设计要求、照明设备与环境、智能控制系统三个层面，框架见图1。

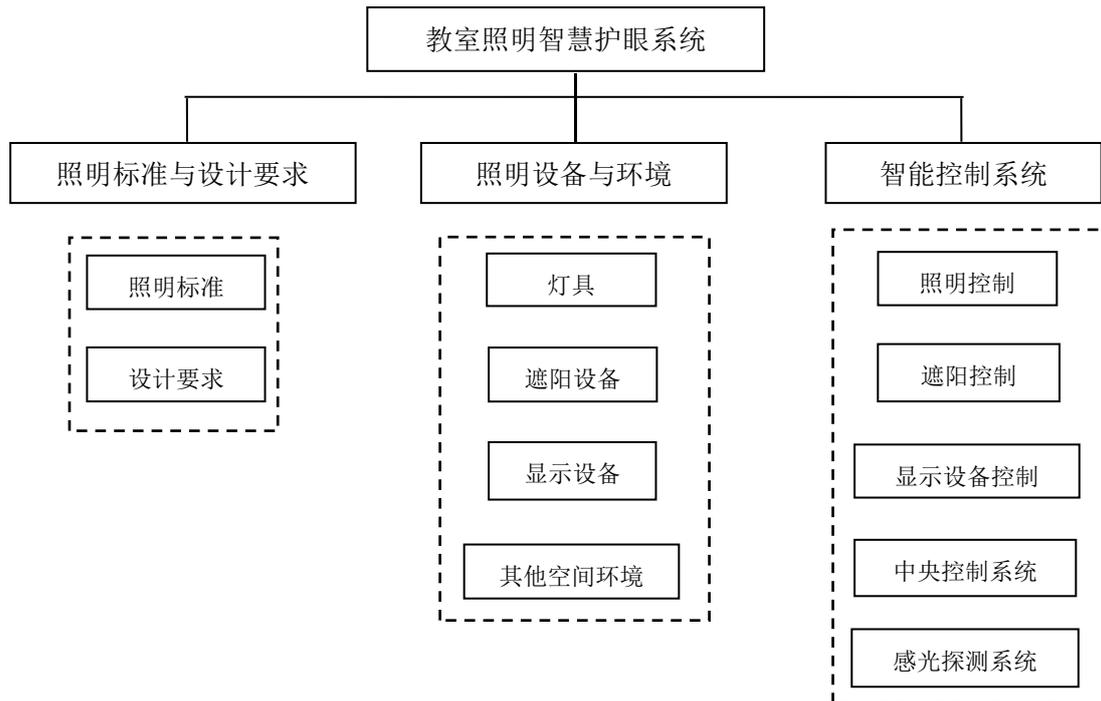


图 1 教室照明智慧护眼系统框架图

4.2 校园教室照明智慧护眼系统应以保障光生物安全、减少视疲劳、提升视觉功效与视觉舒适度为目的。

4.3 教室照明智慧护眼的要素包括：合理的照度、亮度及空间亮暗对比；良好的眩光控制；天然光的充分利用；良好的显色水平；频闪控制及基本光生物安全要求；按需照明的照明场景模式以及防止过度用眼的管理措施等。

5 照明标准与设计要求

5.1 学校各类教室应根据作业任务和功能采用相应照度标准（见表1），设计时应综合考虑健康护眼与经济、节能三者之间的平衡，设计照度与照度标准值的偏差不应超过+20%。

表1 学校各类教室照明标准值

场所/主要场景	参考平面 ^a	维持平均照度 ^b (lx)	照度均匀度 U_0	特殊要求
普通教室（读写状态）	课桌面	300	0.7	天然光优先 ^c ；宜采用调光控制 ^d ；课桌面融合照度最大值不宜超过 1000lx
普通教室（多媒体开启状态）	课桌面	150	—	宜采用调光控制；课桌面融合照度最大值不宜超过 1000lx
计算机教室	课桌面	500	0.7	重点防止光幕反射
语言教室、书法教室、科学教室、 史地教室、技术教室	课桌面	300	0.7	天然光优先
音乐教室	课桌面	300	0.7	天然光优先，垂直照度 ≥ 200 lx
舞蹈教室	地面	300	0.7	天然光优先
美术教室	工作面	500	0.7	天然光优先，垂直照度 ≥ 200 lx
实验室	工作面	500	0.7	可针对工作面设置重点照明，混合照明达到标准值，垂直照度 ≥ 200 lx
阶梯教室	课桌面	300	0.7	天然光优先，重点控制眩光
黑板	黑板面	500	0.8	重点控制黑板与周边亮度对比
白板	白板面	300	0.8	重点防止光幕反射，控制与周边亮度对比
注： 以上照度值是指天然光照度和/或人工照明的融合照度。				
^a 参考平面：在无法确定参考平面的情况下，采用 0.75 m 高度作为参考平面高度。				

- b 维持平均照度：计算时灯具维护系数取 0.8。
- c 天然光优先：白天教学时段中，如天然光满足照度标准值则可不开启人工照明。
- d 调光控制：根据天然光情况变化自动调节照度，宜采用无级调光，使照度维持在合理区间。

5.2 合理利用天然光

5.2.1 教室照明应以优先采用天然光为基本原则，天然光不足时，教室照明智慧护眼系统应统筹考虑室内人工照明与天然光的智能化联动，启动人工照明自动补光。

5.2.2 天然光设计宜采用年度日照量（ASE）、空间日光自治(sDA)等指标对教室光环境进行评估，应满足下列要求：

a) 年度日照量（ASE）

教室内太阳直射光照度超过1000lx且年度累计超过250小时的面积，不应大于教室总面积的10%，即 $ASE_{1000lx, 250h} \leq 10\%$ 。

b) 空间日光自治(sDA)

教室内至少 55%面积比例的区域，全年工作时间内天然光照度值不低于 300 lx 的时数不低于 50%，即 $sDA_{300lx, 50\%} \geq 55\%$ 。

5.2.3 普通教室（包括多媒体设备教学的普通教室）采光模拟时，年度日照量 $ASE_{1000lx, 250h} > 10\%$ ，宜配备遮阳用感光探测系统和遮阳设备，并满足下列要求：

a) 每个教室宜在前窗窗台中间位置设置 1 个照度传感器，用于判断靠窗位置课桌面融合照度。在照度传感器测得局部区域的融合照度连续 5 分钟超过 1000 lx 时，系统自动发出提醒信号或启动遮阳设备。

b) 遮阳设备启动状态下，在照度传感器测得局部区域的融合照度连续 10 分钟低于 1000 lx 时，系统自动发出提醒信号或关闭遮阳设备。

5.3 防止或减少眩光应采用下列措施：

a) 宜结合采用半直接、半间接的照明方式，提升教室整体空间明亮感，墙面的平均照度不宜低于工作面平均照度的 30%，顶棚的平均照度不宜低于工作面平均照度的 20%；

b) 应将灯具布置在不易形成眩光的区域内；

c) 在正常观察方向上，教室灯具出光口平面在其中垂线以上等于和大于 65° 高度角的平均亮度不应高于 $1000cd/m^2$ ；

d) 采用直接照明方式的教室，统一眩光值应满足表 2 的基础值要求，宜满足推荐值要求。

表 2 统一眩光值（UGR）要求

基础值	推荐值

≤ 16	≤ 13
-----------	-----------

5.4 具有电脑、电视显示终端、投影仪的教室

应符合下列规定：

- a) 设计应合理布置灯具与屏幕的相对位置，避免在显示屏上出现灯具、窗等形成干扰视线的反射光；
- b) 设计宜采用半直接与半间接的照明方式，降低光幕反射影响；
- c) 讲台摆放的位置应避免遮挡投影机射出的光线；
- d) 在与灯具中垂线成 $65^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 范围内的灯具平均亮度限值应符合表 3 的规定。

表 3 灯具平均亮度限值

屏幕分类	灯具平均亮度限值 (cd/m^2)	
	屏幕亮度大于 $200 \text{ cd}/\text{m}^2$	屏幕小于等于 $200 \text{ cd}/\text{m}^2$
亮背景暗字体或图像	3000	1500
暗背景亮字体或图像	1500	1000

5.5 美术教室

应符合下列规定：

- a) 宜采用北向采光，其它朝向采光的美术教室，应设置遮阳设备，避免太阳直射光进入室内；
- b) 宜采用一般照明与重点照明结合的方式。

5.6 阶梯教室

应符合下列规定：

- a) 阶梯教室应重点考虑前排灯具对后排学生的眩光，应结合顶棚装修特点对眩光较强的照明灯具做隐蔽处理；
- b) 前排灯具布置不应遮挡后排学生的视线。

5.7 智能护眼场景模式设计

长时间进行视觉作业的普通教室宜提供动态照明，可设计更加精细化的照明场景模式，照明指标可参考表4的各项数值。

表 4 教室不同时段场景模式

场景模式	唤醒模式	一般教学模式	放松模式	夜间模式
------	------	--------	------	------

6.1 灯具要求

6.1.1 灯具的基本性能应符合 GB 7000.1-2015、GB 7000.201-2016、GB 7000.202-2018、GB 17625.1-2016、GB/T 17743-2017 的相关要求。

6.1.2 灯具应符合 GB7000.1-2015 第 4.24.1 条紫外辐射和第 4.24.2 条视网膜蓝光危害要求,不应使用大于 GB/T20145 规定的 RG0 等级的灯具。

6.1.3 应用照明智慧护眼系统的学校教室应采用可调节亮度和色温的灯具,满足不同场景模式的需求。

6.1.4 教室内普通照明不宜采用直接敞开式灯具、遮光角小于 30° 的普通格栅灯具或点光源灯具。

6.1.5 灯具应具有易清洁特性,每年应最少清洁两次。

6.1.6 灯具的功率因数应 ≥ 0.95 。

6.1.7 灯具的色容差不应大于 5SDCM,灯具的色容差目标色温值可参照 IEC60081 或 ANSI C78.377。同一批次或同一工程检测应采用统一标准。

6.1.8 教室灯具光源显色性应满足表 5 的基础值要求,宜满足推荐值要求。美术教室、实验室应满足推荐值要求。

表 5 显色性要求

	基础值	推荐值
一般显色指数 (Ra)	≥ 80	≥ 90
特殊显色指数 (R ₉)	≥ 0	≥ 50

6.1.9 灯具应符合下列频闪限制要求:

- a) 非调光照明系统,灯具应满足表 6 波动深度要求;
- b) 可调光照明系统,光源和灯具的闪变指数 (P_{st}^{LM}) 不应大于 1,频闪效应指数 (SVM) 不应大于 1。

表 6 波动深度要求

	光输出波形频率 f (Hz)			
	$f \leq 10\text{Hz}$	$10\text{Hz} < f \leq 90\text{Hz}$	$90\text{Hz} < f \leq 3125\text{Hz}$	$3125\text{Hz} < f$
波动深度限值 (%)	0.1	$f \times 0.01$	$f \times 0.08/2.5$	免除考核

6.2 遮阳设备要求

- 6.2.1 遮阳设备包括窗帘、遮阳帘、百叶窗等设置在室内或室外的遮阳装置。
- 6.2.2 窗帘等遮阳设备的颜色透射指数不应低于 90。
- 6.2.3 遮阳设备宜具备电控功能，可控制开合程度调节天然采光量。
- 6.2.4 南向教室应采用合理的遮阳措施来防止眩光，可根据使用需求采用不同形式的遮阳系统（见图 3）。

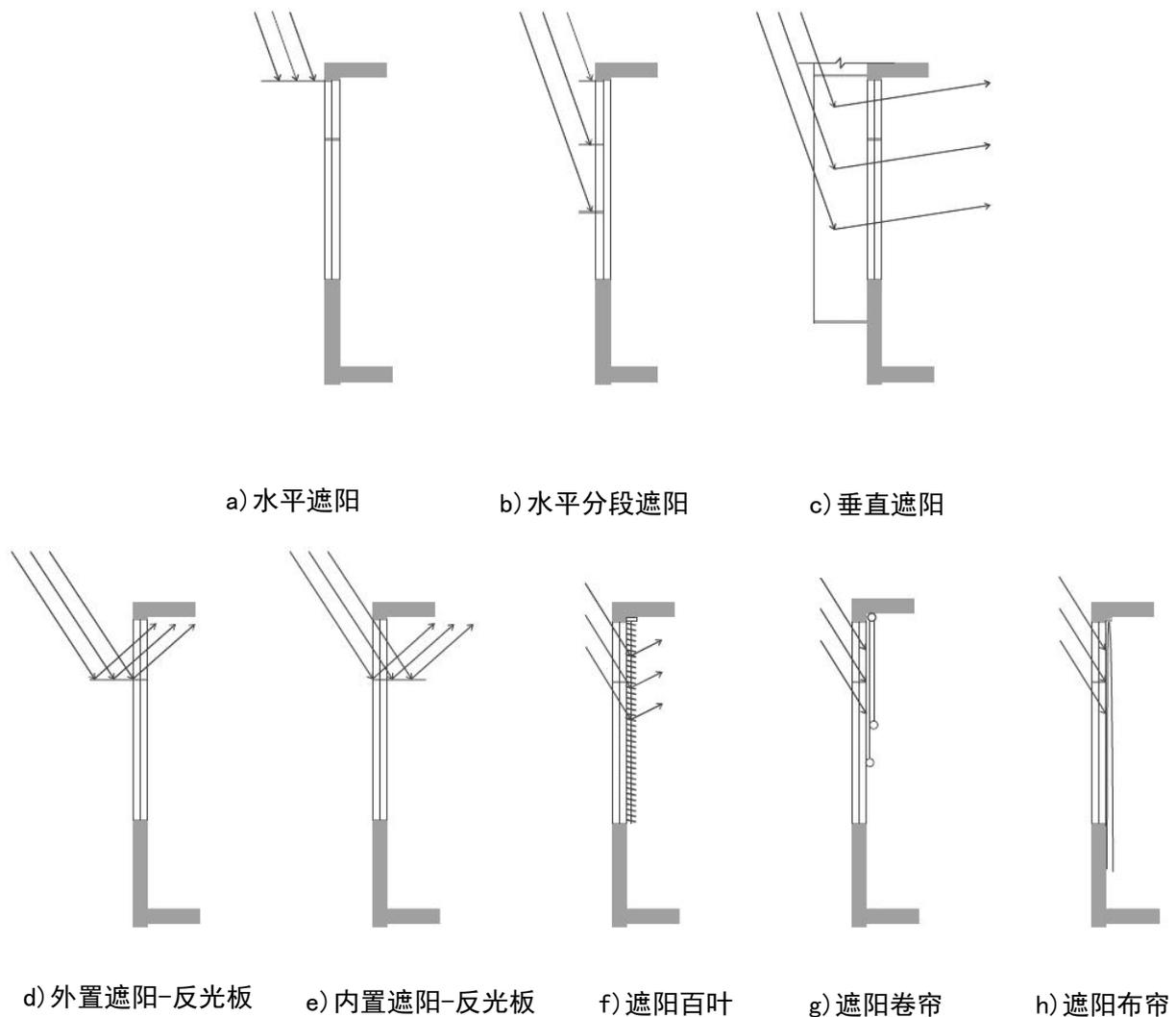


图 3 遮阳方式示意图

6.3 教学显示设备

- 6.3.1 用于多媒体展示的显示屏宜选用护眼产品，蓝光防护应满足 RG0 等级的要求。
- 6.3.2 字符或背景（取亮度高者）的亮度应大于 35cd/m^2 。环境亮度较大时，亮度以 100cd/m^2 为宜。教学多媒体产品使用时屏幕亮度不应大于 400cd/m^2 。

6.3.3 应避免在使用条件下显示设备与背景的对比度过高。使用时，显示设备表面与相邻表面之间的最大、最小亮度比值应小于 3:1；同一房间中，显示设备表面与非相邻表面之间最大、最小亮度之比应小于 10:1。

6.3.4 显示设备应具有自适应光环境功能，如超过 6.3.2 条的规定比值范围时，可根据环境亮度自动调节屏幕亮度，确保亮度对比度在合理区间。

6.3.5 从显示器有效画面的中心到边缘上的亮度变化不宜超过中心亮度的 50%。

6.3.6 教学多媒体产品不应出现可觉察的闪烁，闪烁等级应 \leq -30dB（60Hz）。

6.3.7 显示设备应满足在教室内所有座位上观察显示屏均无色差。

6.4 其他空间环境要求

6.4.1 窗口透光率

应符合下列要求：

- a) 位于距离室内地面 2.1 m 以上的玻璃（采光窗口）应有 60%或以上的可见光透射比；
- b) 位于距离室内地面 2.1 m 以下的玻璃（视野窗口）应有 50%或以上的可见光透射比。

6.4.2 教室室内表面和设施

应符合下列规定：

- a) 教室的整体色彩可结合学校所处地理环境、教室的朝向、光照条件等相关因素进行合理设计，墙面、地面、顶棚的表面涂装应采用低光泽度材料，宜选用高亮度、低彩度的装修；
- b) 如有特殊需要选用其他颜色时，低亮度彩色区域面积不宜超过学生可视范围的10%；
- c) 教室装饰应严格限制高镜面反射率材质；教室房间中，顶部天花的反射率应在 70%~80%之间，侧墙与后墙的反射率应在 70%~80%之间，前墙的反射率应在 50%~60%之间，地面的反射率应在 20%~40%之间；
- d) 窗结构的内表面或窗周围的内墙面，宜采用浅色饰面；
- e) 不应在白板或屏幕后方使用深色且饱和度高的墙面装饰；
- f) 不应采用有色玻璃和过滤部分波段光谱的玻璃。

7 智能控制系统

7.1 照明控制

7.1.1 教室照明宜按教室使用条件和采光状况采取分区、分组控制措施，宜采用智能照明控制系统，并可按使用需求设置调光及场景控制功能。

7.1.2 照明区域设有两列及两列以上灯具时，宜按下列方式分组控制：

- a) 所控回路满足不同使用功能的照明要求；
- b) 回路分组与天然光照明相协调，并依据教室的进深进行分组。

- c) 普通教室、阅览室等房间所控灯列宜与侧窗平行；
- d) 多媒体教室、阶梯教室、报告厅等场所，宜按靠近或远离屏幕及讲台分组。

7.1.4 调光电器信号与教室多媒体信号以及其它公共设施信号不应相互干扰。

7.2 遮阳控制

7.2.1 窗口的遮阳系统可采用手动控制模式和自动控制模式，在每个窗口设置独立的控制开关。

7.2.2 教室遮阳智能控制系统，应具有场景控制等功能，宜在不同日照条件下达到设定的伸展位置或翻转角度。

7.2.3 教室遮阳智能控制系统应满足实时查看遮阳产品开启和关闭的运行状态，宜具有反馈遮阳装置当前位置、上限位、下限位的位置信息功能。

7.2.4 教室遮阳智能控制系统应在火灾或其他紧急状态下，接入教室设备监控系统。应提供与火灾自动报警系统、安全防范系统的通信接口。

7.3 显示设备控制

显示设备控制应实现显示设备对光环境的自适应，可根据环境亮度自动调整屏幕亮度。夜间显示设备屏幕亮度应根据环境光亮度自动降低，其亮度不宜超过背景亮度的3倍。

7.4 中央控制系统

7.4.1 系统支持在本地对单个教室照明环境进行控制，同时也支持以校区、建筑、楼层为单位进行批量集群控制。本地控制应实现用户对任一光环境设备的按需场景配置，并可以进行自定义编辑。系统支持按照预设模式对教室内的光环境设备工作状态进行自适应调整。

7.4.2 总控系统包括开闭、控制模式的切换。宜有可视化界面，宜满足对照明能耗、灯具的运行状态进行实时监测和监控，便于后期维护。集中控制器或通讯模块出现故障时，各个装置应具备本地独立工作的功能。

7.4.3 当系统断电后，应自动锁定各种设备的工作状态，避免供电恢复后发生事故。系统应具有记忆功能，故障排除后，能按照当前条件恢复系统工作状态。意外情况下，可通过手动控制方式改变设备运行状态。

7.4.4 教室总控系统应具有最高权限，任何智能控制管理均应设置手动控制，控制器应设有手动/自动转换按钮，可随时退出自动控制。

7.4.5 教室宜在每个门口处设置控制开关，除只设置单个灯具的房间外，每个房间灯具的控制开关不宜少于2处，黑板照明应单独设置开关。

7.4.6 控制装置技术要求应符合 GB 19510.1-2009、GB 19510.14-2009、GB 17625.1-2016、GB/T 17743-2017、GB/T 24825-2009 的要求，总谐波失真不应大于 15%。

7.5 感光探测系统

感光探测系统应满足对指定区域位置照明水平的实时监测，并能够及时的将信息传输到中央控制系统。

8 工程设计、施工与验收

8.1 教室照明新建与改造工程应预先进行照明专项设计，专项设计应由具备专业设计资质的单位进行。

8.2 教室照明智慧护眼系统的专项照明设计应综合考虑设计方案保障周期内的年均设备费用、年均系统费用、年均施工维护费用和年均用电费用，宜进行全生命周期成本的核算。

8.3 教室照明智慧护眼系统的安装实施应满足相应国家施工安装技术规范，安装完成后由建设方组织施工验收，验收前应首先由实施单位自检并按照验收要求提供检测报告，而后由建设方组织具有相应资质的第三方检测机构按照附录 C 表 C.1 的规定验收。

8.4 验收指标含定量指标和定性指标，对照度、亮度、色温、眩光、频闪等定量指标应进行检测，检测内容应满足本标准的设计要求方可验收通过；采光与遮阳设计、照明设计方式、智能控制场景模式等定性指标应根据本标准进行评价，评价合格方可验收通过。

9 调研、测量与评估

9.1 测试教室人工照明系统时，教室内各个表面的反射比应符合 6.4.2 中 c) 条的规定，并应通过遮光的方式排除天然光影响；

9.2 除对人工照明的数据测量外，还应对白天的教室照明环境（包括天然光情况）进行调研、评估或模拟计算。

9.3 统一眩光值（UGR）的测量和计算应按附录 A 的规定进行选取。

9.4 各类教室参考平面水平照度测点间距为 1 m×1 m，测点应按附录 B 的规定进行选取。

9.5 垂直照度测点布置应与课桌位置相同，测试高度为 1.2 m，仅测试垂直于书写板法线方向。

9.6 桌面水平照度、桌面水平照度均匀度、色温、显色指数的测试应按照 GB/T5700-2008 中 6.1 的规定进行测试，本标准规定需要测量的项目见附录 C。

附录 A (规范性附录) 统一眩光值测量与计算

A.1 统一眩光值(UGR)

A.1.1 测量要求

坐姿，观测者眼睛的高度应取 1.2m，位于教室后墙面中点，视线应水平朝前观测；站姿，观测者眼睛的高度应取 1.5m，位于教室前墙面中点（教师常站立的位置），视线应水平朝前观测。

A.1.2 统一眩光值(UGR)的计算

当灯具发光面积为 0.005m^2 到 1.5m^2 之间，统一眩光值（UGR）应按式（A.1-1）进行计算：

$$UGR = 8 \lg \frac{0.25}{L_b} \sum \frac{L_a^2 \cdot \omega}{p^2} \quad (\text{公式A.1-1})$$

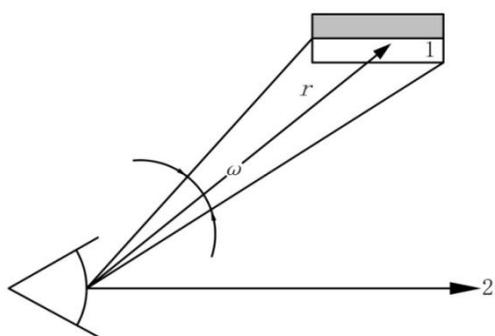
式中：

L_b ——背景亮度（ cd/m^2 ）；

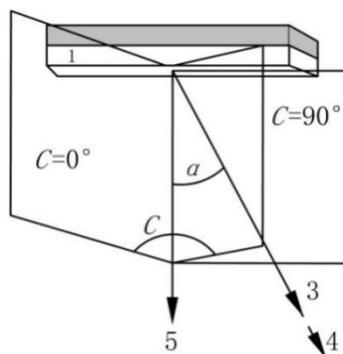
ω ——每个灯具发光部分对观察者眼睛所形成的立体角（图A.1a）（ Sr ）；

L_a ——灯具在观察者眼睛方向的亮度（图A.1b）（ cd/m^2 ）；

P ——每个单独灯具的位置指数。



(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示意图

图 A.1 统一眩光值计算参数示意图

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； 5—灯具发光表面法线

附录 B（规范性附录）照度测量与测量点布置

B.1 桌椅区域照度的测量点布置

测量室内照度时，教室桌椅区域照度的测量区域：

测量点高度应取桌面或距地面 0.75 m 高的水平面为工作面。

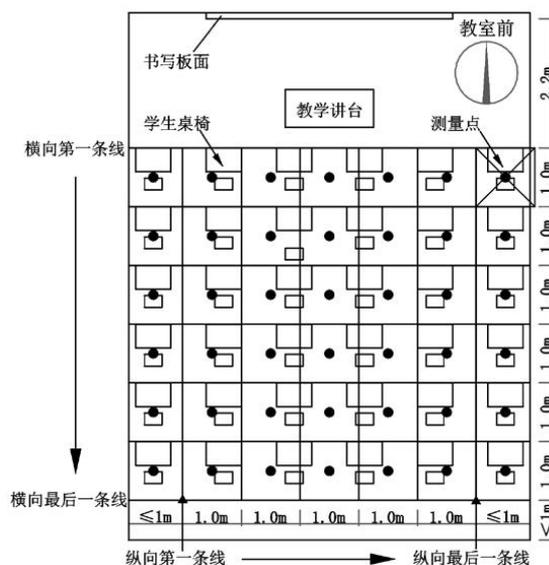


图 B.1 桌椅区域布点示意图

B.2 板书区域照度的测量点布置

板书区域以长度 4m，高度 1.2m 为参考平面，绘制 0.4m×0.4m 正方形网格，共 10×3 个网格，其网格中心位置为测量点，如图 B.2 所示。

当板书区域有电子白板（投影幕、液晶显示器）等显示设备时，参考平面不含多媒体显示端所占面积。

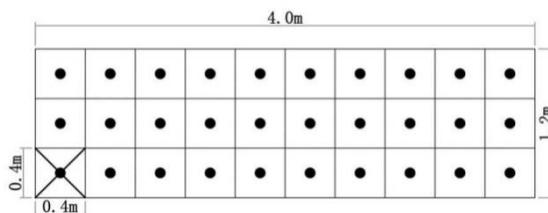


图 B.2 板书区域布点示意图

B.3 年度日照量（ASE）、空间日光自治(sDA)的照度模拟计算均以桌面高度为计算高度，计算点间距为 0.5m。

附录 C（规范性附录）学校照明指标测量表

表 C.1 学校照明指标现测量一览表

项目类型	测量项目	检测依据	检测设备	设备精度要求	测量工作环节	
					建设单位核验	委托检测机构抽测
照明水平	初始平均照度值	GB/T5700	照度计	不低于一级的照度计	√	√
	均匀度		-	-	√	√
	统一眩光值	本标准附录 A	亮度计	不低于一级的亮度计		√
	功率密度	GB/T5700	功率计	精度不低于 1.5 级	√	√
电参数	功率	GB/T24824	功率计	0.2 级且符合 GB17625.1 的要求		√
	功率因数					√
亮度参数	C 平面光度学坐标系统中 γ 角 65° 、 75° 和 85° 的平均亮度	GB/T9468	分布光度计	符合 GB/T9468 的要求		√
光生物安全	蓝光危害	GB/T36005, GB/T20145	蓝光测试系统	符合 GB/T36005, GB/T20145 的要求		√
颜色参数	显色指数	GB/T5700 或 GB/T24824	光谱辐射计	符合 GB/T5700 或 GB/T24824 标准中对仪器的要求	√	√
	特殊显色指数				√	√
	相关色温				√	√
	色容差				√	√
频闪	闪烁	GB/T31831, CIE	闪烁测量仪	采样频率 ≥ 20 kHz		√

注：产品电参数、亮度参数及光生物安全需在实验室测试，照明水平相关项需实施完成后在现场进行测试，

颜色参数及频闪在实验室测试或现场测试均可。

参 考 文 献

- [1] T_CECS613-2019 建筑遮阳智能控制系统技术规程
- [2] DBJ_T13-231-2016 福建省建筑智能照明系统工程技术规程
- [3] T/CIES 030—2020 中小学教室健康照明设计规范
- [4] JGJ 310-2013 教育建筑电气设计规范
- [5] 广东省中小学智慧教室建设指南（试行）
- [6] GB/T 24908—2014 普通照明用非定向自镇流LED灯性能要求
- [7] GB/T 2900.65-2004 电工术语照明
- [8] BRANZ Ltd. Designing Quality Learning Spaces: Lighting[Z]. 2007.
- [9] ANSI/IES RP-3-20, Recommended Practice: Lighting Educational Facilities an American National Standard.2021.
- [10] GB/T36447-2018 多媒体教学环境设计要求
- [11] DL/T 575.12-1999,控制中心人机工程设计导则.第12部分:视觉显示终端(VDT)工作站
- [12] DL T 575.1-1999 控制中心人机工程设计导则 第1部分 术语及定义
- [13] WELLv2 Building standard.2018.
- [14] DRAFT prEN12464-1 Light and lighting - Lighting of work places - Part 1: Indoor work places
- [15] IES LM-83-12, Approved Method: IES Spatial Daylight Autonomy (sDA) and Annual Sunlight Exposure(ASE).2012.
- [16] GB/T 51268-2017 绿色照明检测及评价标准
-