

团 体 标 准

T/CIES 030—2020

中小学教室健康照明设计规范

Specification for healthy lighting design of classrooms in primary and
middle schools

2020-10-29 发布

2020-11-01 实施

中国照明学会 发布

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 一般规定	3
5 光学技术要求	3
6 设计要求	6
7 教室光环境测量与评价	9
附录 A（规范性） 水平照度测点布置	10
参考文献	11

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。

本文件由中国照明学会提出。

本文件由中国照明学会标准化技术委员会归口。

本文件主要起草单位：中科院建筑设计研究院有限公司。

本文件参加起草单位：天津大学、清华大学、大连工业大学光子学研究所、四川美术学院、南昌大学、中国科学院苏州生物医学工程技术研究所、国家电光源质量监督检验中心(北京)、广东产品质量监督检验研究院、中国科学院心理研究所、北京建筑大学、北京照明学会、首都医科大学附属北京同仁医院、浙江大学医学院附属儿童医院、北京市海淀区学校后勤管理中心、纳维光科(北京)技术有限公司、长春希达电子技术有限公司、东莞市爱加照明科技有限公司、江苏新广联光电股份有限公司、浙江开元光电照明科技有限公司、锐高照明电子(上海)有限公司、浙江凯耀照明有限责任公司、善研光电科技(上海)有限公司、惠州市西顿工业发展有限公司。

本文件主要起草人员：徐长生、张明宇、张昕、邹念育、关杨、方文卿、霍晓蕊、徐庆辉、熊大曦、李锦、陈海波、黄昌兵、刘博、王晓英、魏敏晨、于洁、陆斌、李佳、马永、张德保、阮程、林小炜、陈功、沈少骅、杨硕、邓伟、袁忠建、杨程麟、许楠。

中小学教室健康照明设计规范

1 范围

本文件规定了中小学教室采光和照明要求。

本文件适用于中小学教室的新建、改建、扩建工程。

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 2900.65—2004 电工术语 照明

GB/T 5700 照明测量方法

GB 7000.1 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/T 10682 双端荧光灯 性能要求

GB/T 13379—2008 视觉工效学原则 室内工作场所照明

GB 17625.1 电磁兼容 限值 谐波电流发射限值(设备每相输入电流 ≤ 16 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 18774 双端荧光灯 安全要求

GB/T 20145 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 34034 普通照明用LED产品光辐射安全要求

GB 50033—2013 建筑采光设计标准

GB 50034—2013 建筑照明设计标准

JGJ/T 119—2008 建筑照明术语标准

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

光环境 luminous environment

与光产生的生理和心理效果相关的物理环境。

[来源:GB/T 13379—2008,3.1]

3.2

光气候 daylight climate

由太阳直射光、天空漫射光和地面反射光形成的天然光状况。

[来源:GB 50033—2013,2.1.9]

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。该量的符号为 T_{cp} ,单位为 K。

[来源:JGJ/T 119—2008,2.3.22]

3.4

CIE 一般显色指数 CIE 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。通称显色指数。该量的符号为 R_a 。

[来源:JGJ/T 119—2008,2.3.30]

3.5

CIE 特殊显色指数 CIE special colour rendering index

光源对国际照明委员会(CIE)某一选定的标准颜色样品的显色指数。该量的符号为 R_i 。

[来源:JGJ/T 119—2008,2.3.29]

3.6

工作面 working plane

规定在该平面上进行工作的基准面。

[来源:GB/T 2900.65—2004,845-09-50]

3.7

照度 illuminance

投射到包含该点的面元上的光通量 $d\Phi_v$ 除以该面元面积 dA 。

[来源:GB/T 2900.65—2004,845-01-38,有修改]

3.8

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。

3.9

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:JGJ/T 119—2008,3.2.8]

3.10

照度均匀度(U_0) uniformity ratio of illuminance

工作面上的最小照度与平均照度的比值。

[来源:GB/T 2900.65—2004,845-09-58,有修改]

3.11

眩光 glare

由于光亮度的分布或范围不适当,或对比度太强,而引起不舒适感或分辨细节或物体的能力减弱的视觉条件。

[来源:GB/T 2900.65—2004,845-02-52]

3.12

直接眩光 direct glare

由处于视场中的自发光物体(尤其靠近视线)而引起的眩光。

[来源:GB/T 2900.65—2004,845-02-53]

3.13

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]

3.14

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]

3.15

反射比 reflectance

在入射辐射的光谱组成、偏振状态和几何分布给定状态下,反射的辐射通量或光通量与入射的辐射通量或光通量之比。

[来源:GB 50034—2013,2.0.52]

3.16

直接照明 direct lighting

由灯具发射的光通量的90%~100%部分,直接投射到假定工作面上的照明。

[来源:JGJ/T 119—2008,3.3.14]

4 一般规定

4.1 中小学教室照明设计应在满足学生基本视看功能的基础上,注重学生视力健康,提升视觉舒适度,减少视疲劳。

4.2 中小学教室照明设计应以教室整体光环境为设计对象,包含室内天然光、人工照明、室内空间形式、相关设备设施等多方面要素,应根据学校所属光气候区、采光状况、教室朝向、教室功能等特点,制定针对性强、系统全面的照明设计方案。

4.3 中小学教室照明设计应遵循优先并充分利用天然光的原则,当天然光不能满足照度要求时,则应由人工照明进行补光。

4.4 中小学进行教室照明的新建、改建、扩建工程应编制专项照明设计方案,照明设计应由具备相应技术能力和资质的专业设计机构承担。

5 光学技术要求

5.1 采光指标

5.1.1 南向教室采光设计应满足冬至日满窗日照不少于2 h。

5.1.2 教室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平均值不应低于3.0%,不同光气候区的采光系数应乘以相应的光气候系数 K 。光气候系数 K 值应按表1采用,所在光气候区应按GB 50033中的中国光气候分区图查出。

表 1 光气候系数 K 值

光气候区	I	II	III	IV	V
K 值	0.85	0.90	1.00	1.10	1.20
室外天然光临界照度值 E_1/lx	18 000	16 500	15 000	13 500	12 000

5.1.3 室内天然光照度不应低于 450 lx,南向采光教室靠窗侧课桌面的天然光照度不宜大于 3 000 lx,超过时应采用遮阳系统降低照度。

5.2 照明指标

5.2.1 各类教室的照明应满足表 2 要求。

表 2 教室及学校各类场所的照明标准值

场所/主要场景	参考平面	维持平均照度 ^a lx	照度均匀度 U_0	特殊要求
普通教室	课桌面	300	0.6	天然光优先 ^b ;宜采用调光控制 ^c
计算机教室	课桌面	500	0.6	重点防止光幕反射
语言教室、书法教室、音乐教室、 科学教室、史地教室、技术教室	课桌面	300	0.6	天然光优先
舞蹈教室	地面	300	0.6	天然光优先
美术教室	工作面	500	0.6	天然光优先;垂直照度 ≥ 200 lx
实验室	工作面	750	0.6	天然光优先
阶梯教室	课桌面	300	0.6	天然光优先
黑板	黑板面	500	0.7	重点防止光幕反射
注: 设计照度与照度标准值的偏差不应超过+20%。				
^a 维持平均照度:计算时灯具维护系数取 0.8。				
^b 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,以保障更充分的利用天然光。				
^c 调光控制:根据天然光变化情况自动调节照度,使照度维持在合理区间,详见 6.3.2。				

5.2.2 除计算机教室外,具有电脑或电视显示终端的教室,其课桌面的照度应与表 2 中对应功能的教室相同。

5.2.3 具有投影显示终端的教室,开启投影仪显示用途时,由人工照明在多媒体垂直面产生的照度不应高于 50 lx。

5.2.4 工作面周边区域(0.5 m 宽)的照度不宜低于工作面照度的 2/3。

5.2.5 光源显色性应满足表 3 的基础值要求,条件允许的情况下宜满足推荐值要求,美术教室应满足推荐值要求。

表 3 显色性要求

指标	基础值	推荐值
一般显色指数 R_a	≥ 80	≥ 90
特殊显色指数 R_s	≥ 0	≥ 50

5.3 亮度分布

5.3.1 教室内亮度分布应防止过高的亮度对比,视觉任务表面(包括课桌面与黑板面)之间的最大与最小融合照度之比不应高于 10 : 1。

5.3.2 教室室内表面和设施应符合下列原则:

- a) 墙面、地面、顶棚的表面涂装应采用低光泽度材料,且宜选用高亮度、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%,应按反射比相应提高墙面及顶棚的照度;
- c) 窗结构的内表面或窗周围的内墙面,宜采用浅色饰面。

5.3.3 除舞蹈教室外,其他教室房间各表面的反射比应按表 4 的规定选取。

表 4 教室室内各表面反射比和照度

表面名称	反射比	维持平均照度/lx
顶棚	0.7~0.9	≥20%工作面维持平均照度
墙面	0.7~0.8	≥30%工作面维持平均照度
地面	0.2~0.4	—
黑板	0.15~0.2	≥500
白板	0.7	≥300
工作面	0.25~0.45	见表 2
家具或设备垂直表面	0.25~0.45	—

5.3.4 除黑板所处墙体之外的其他墙面的维持平均照度不宜低于工作面维持平均照度的 30%,顶棚的维持平均照度不宜低于工作面维持平均照度的 20%。

5.4 色温

5.4.1 教室采用单一色温灯具时,色温不宜低于 3 300 K,且不宜高于 5 300 K。夜间长时间使用的教室,色温不宜高于 4 000 K。美术教室色温不宜低于 5 000 K。

5.4.2 教室采用可调控色温的灯具时,色温的可调区间不应低于 2 700 K,且不应高于 6 500 K。

5.5 眩光控制

采用直接照明方式的教室,统一眩光值应满足表 5 的基础值要求,条件允许的情况下,宜满足推荐值要求。

表 5 统一眩光值(UGR)要求

指标	基础值	推荐值
统一眩光值 UGR	≤16	≤13

5.6 灯具要求

教室灯具可采用显色性高、光效高、光谱特性良好的 LED 光源、荧光灯或其他光源,并满足以下要求。

- 5.6.1 双端荧光灯应符合 GB 18774 和 GB/T 10682 的要求。
- 5.6.2 LED 灯具的光电性能应符合 GB/T 31831—2015 的要求,光辐射安全性应符合 GB/T 34034 的要求。
- 5.6.3 灯具安全性能应符合 GB 7000.1、GB 7000.201 和 GB 7000.202 的要求。
- 5.6.4 灯具无线电骚扰特性应符合 GB/T 17743 的要求。
- 5.6.5 灯具电磁兼容性应符合 GB 17625.1 的要求。
- 5.6.6 灯具应设置防眩光装置,在正常观察方向上,教室灯具出光口平面在其中垂线以上 $\geq 65^\circ$ 高度角的平均亮度不应高于 $1\ 000\ \text{cd}/\text{m}^2$ 。
- 5.6.7 灯具在其额定电压下工作时,其光输出波形的波动深度不应大于表 6 的限值要求。

表 6 波动深度限值要求

项目	光输出波形频率 f			
	$f \leq 10\ \text{Hz}$	$10\ \text{Hz} < f \leq 90\ \text{Hz}$	$90\ \text{Hz} < f \leq 3\ 125\ \text{Hz}$	$f > 3\ 125\ \text{Hz}$
波动深度限值 %	0.1	$f \times 0.01$	$f \times 0.032$	免除考核

5.6.8 灯具的光生物安全性应符合 GB/T 20145 规定的 RG0 等级的要求。

5.7 教学多媒体显示设备要求

- 5.7.1 投影设备亮度应大于 $200\ \text{cd}/\text{m}^2$,电视视频显示系统亮度应大于 $300\ \text{cd}/\text{m}^2$,教学多媒体产品使用时屏幕亮度不应大于 $400\ \text{cd}/\text{m}^2$ 。
- 5.7.2 教学多媒体产品不应出现可觉察的闪烁,闪烁等级应 $\leq -30\ \text{dB}(60\ \text{Hz})$ 。
- 5.7.3 教学多媒体产品蓝光防护应满足 RG0 等级的要求。

5.8 维护与管理

- 5.8.1 学校应定期对教室光环境状况进行测量,保持工作面规定的维持平均照度,对教室光环境各项光度参数应保持数据监测、记录和备案管理。
- 5.8.2 学校应定期对教室照明设施维护,更新损坏的光源、灯具和遮阳系统。当光源或灯具因光衰不满足照明指标要求时,应及时进行更换。

6 设计要求

6.1 采光设计

6.1.1 Ⅲ类光气候区教室的窗地面积比不应低于 $1:5$,其他光气候区教室的窗地面积比应乘以相应的光气候系数 K 。

6.1.2 外立面窗口透光率

应符合如下要求:

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

6.1.3 遮阳设计

南向教室应采用合理的遮阳措施来防止眩光,可根据需要使用采用不同形式的遮阳系统(见图 1)。

6.1.3.1 距离室内地面低于 2.1 m 的窗口,宜采用以下举措之一:

- a) 可由使用者或调控系统控制的外遮阳系统[见图 1,a)-d)];
- b) 可由使用者或调控系统控制的内遮阳系统[见图 1,e)-h)]。

6.1.3.2 距离室内地面 2.1 m 以上的窗口,遮阳设计宜采用遮阳-反光一体化的方式调节日光方向,减少直射光[见图 1,d)-e)]。

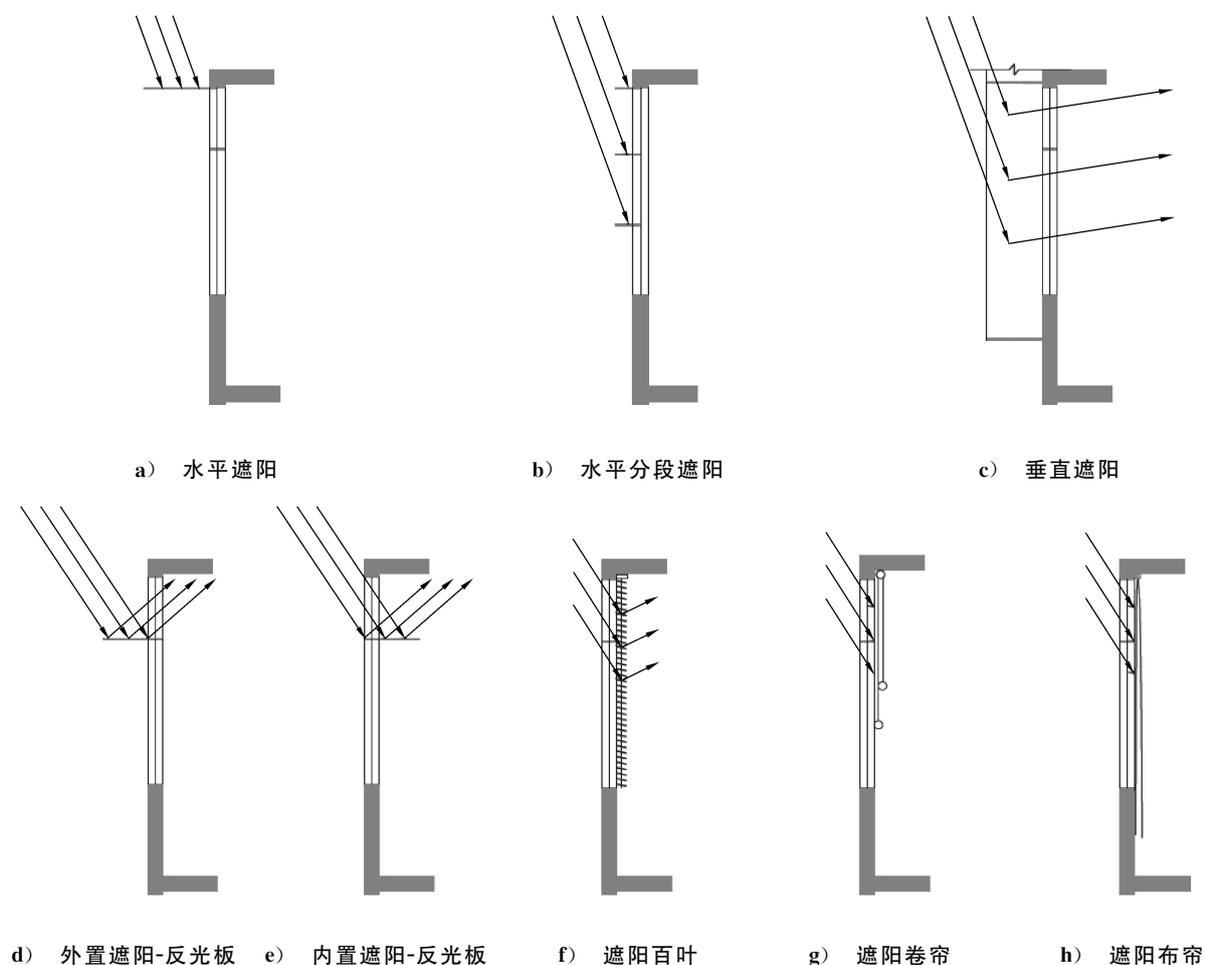


图 1 遮阳方式示意图

6.2 人工照明设计

6.2.1 教室照明设计

应注意提升整体空间明亮感和视觉舒适度,除直接照明外,可采用半直接照明、半间接照明等方式(见图 2)。

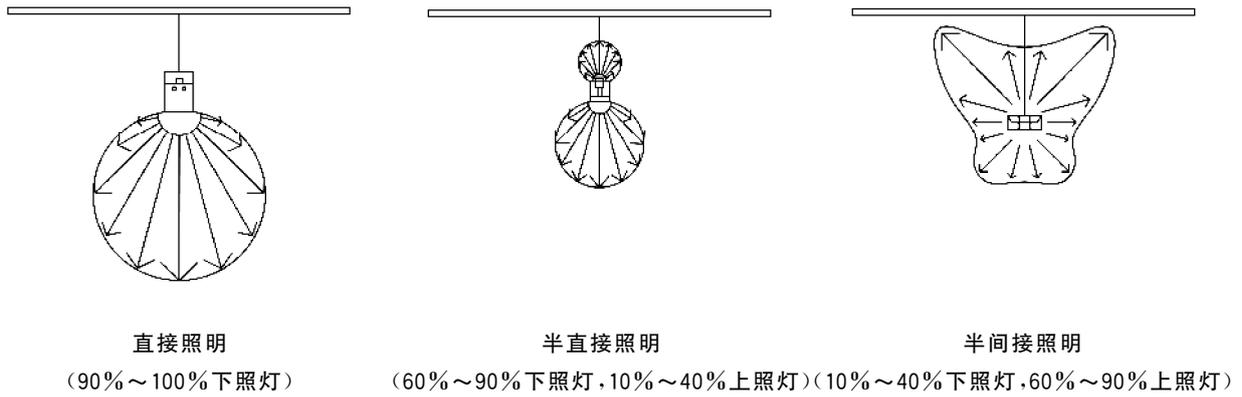


图 2 照明方式示意图

6.2.2 教室灯具的排布方式

应以满足各项光学指标、防止光幕反射和眩光为基本原则,可根据教室功能、空间特征、桌椅排布情况、灯具样式特点,选择适宜的排布方式。

6.2.3 讲台区域的照明

应在满足黑板面照度要求的前提下防止对学生和教师产生眩光。

6.2.4 具有投影仪显示终端的教室

应符合下列规定:

- a) 应设置窗帘等转暗措施;
- b) 应避免人工光线照射到投影屏幕上。

6.2.5 计算机教室、具有电脑或电视显示终端的教室

应符合下列规定:

- a) 课桌面或工作面的照度及相关照明参数的要求和表 2 相同;
- b) 合理布置屏幕、高亮度光源的相对位置,应避免在视觉显示屏上出现灯具、窗等高亮度光源的影像;
- c) 人工照明应设有转暗设施。

6.2.6 美术教室

应符合下列规定:

- a) 宜采用北向天窗或北向侧窗进行采光;
- b) 照明方式应采用一般照明加重点照明的方式,重点照明的灯具投光方向宜可调节。

6.2.7 技术教室

可根据不同技术教学课程内容特点,针对工作面区域设置重点照明,照明设计应充分考虑灯具位置和照射方向,防止对工作面产生阴影。

6.2.8 阶梯教室

阶梯教室宜选用眩光控制较好的灯具,可结合顶棚装修,对眩光较大的照明灯具做隐蔽处理。前排

灯具布置不应遮挡后排学生的视线及产生直接眩光。

6.3 场景模式与智能控制

6.3.1 根据教室采光状况、使用功能(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,控制模式分为手动和自动两种。

6.3.2 当教室照明采用自动控制模式时,宜采用智能感光、调光和遮阳系统联动的方式,根据天然光变化情况自动调节照度和遮阳,使课桌面的融合照度维持在恰当的范围区间,避免教室局部课桌面过亮或过暗。

6.3.3 有条件的学校,可针对不同时间段和作业功能提供精细化的动态照明场景模式,相应的光度参数设置应遵循有利于缓解学生视疲劳、提升视觉功效、促进身心健康的原则,可参考表 7。

表 7 教室不同时间段场景的推荐控制模式

场景模式	功能应用	相关色温/K	课桌面平均照度
唤醒模式	早、午后第一节课	5 300~6 500	可适度提高 ^a
一般教学模式	读写	3 300~5 300	—
考试模式	考试	5 300~6 500	可适度提高
放松模式	午休等	2 700~3 300	宜降低照度
夜间模式	夜间上课或晚自习	3 300~4 000	维持在 300 lx,不宜过高
^a 指根据具体教学视觉作业特点,可适度提高照度,但不宜过高,不宜长时间提高和频繁变换照度。			

6.3.4 宜采用节能型、噪音低的调光电器。

7 教室光环境测量与评价

7.1 教室照明的测量,应按照 GB/T 5700 规定的方法进行,且应针对白天天然光对室内照明的影响进行评估。

7.2 教室课桌面、工作面水平照度测点间距为 1 m×1 m,测点选取按附录 A 的规定进行。

7.3 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。

7.4 黑板照度、照度均匀度按照 GB/T 5700 规定的方法进行测量。

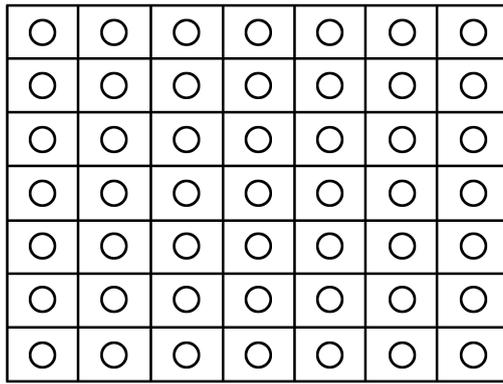
7.5 统一眩光值(UGR)的测量和计算如下:

- a) 观察位置:坐姿,眼睛高度 1.2 m,位于离教室后墙水平距离 1.1 m 的中点,视线水平朝前观测;
- b) 具体的测量和计算按 GB 50034—2013 规定的方法进行。

附 录 A
(规范性)
水平照度测点布置

A.1 工作面照度的测量区域

横线以距离书写板 2.2 m 画一条直线,以此直线为基准线向后排每间距 1 m 画一条直线,直到不足 1 m 为止;竖线第一条直线距侧墙面距离是教室宽度除以 2,在左右两侧每间隔 1 m 画一条直线,直到不足 1 m 为止。画出的 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 A.1 所示。



标引序号说明:
○——测量点。

图 A.1 工作面照度网格中心布点示意图

参 考 文 献

- [1] GB 7793—2010 中小学校教室采光和照明卫生标准
 - [2] GB/T 36876—2018 中小学普通教室照明设计安装卫生要求
 - [3] GB 50099—2011 中小学校设计规范
 - [4] JGJ 310—2013 教育建筑电气设计规范
 - [5] DB31/T 539—2020 中小学校及幼儿园教室照明设计规范
 - [6] Designing Quality Learning Spaces: Lighting. New Zealand: Ministry of Education (2007). ISBN 0-478-13619-6; WEB ISBN0-478-13624-2
 - [7] CIBSE Lighting Guide 5: Lighting for education
 - [8] IES DG-18-08 A Guide to Designing Quality Lighting for People and Buildings
 - [9] ANSI/IES RP-3-13 American National Standard Practice on Lighting for Educational Facilities
 - [10] BS EN 12464-1:2011 Light and lighting—Lighting of work places—Part 1: Indoor work places
 - [11] 文部科学省 学校環境衛生管理マニュアル 平成 30 年度改訂版
 - [12] CIE 158:2009 Ocular Lighting Effects on Human Physiology and Behaviour
 - [13] CIE 218:2016 Research Roadmap for Healthful Interior Lighting Applications
 - [14] CIE 222:2017 Decision Scheme for Lighting Controls in Non-Residential Buildings
 - [15] DIN SPEC 67600—2013 Biologically effective illumination—Design guidelines
-