

# 关注教室黑板与课桌面亮度比

陈超中 韩 冰

(国家灯具质量监督检验中心, 国家电光源质量监督检验中心(上海), 上海时代之光照明电器检测有限公司, 上海 200233)

摘 要: 本文从视觉舒适性角度, 强调教室黑板与课桌面亮度比的重要性。根据黑板与课桌面亮度比的要求, 对“白色”黑板与“黑色”黑板作了比较与分析, 得出“白色”黑板的照明效果既有利于视觉舒适又节能明显的结论。

关键词: 视觉舒适性; 黑板与课桌面亮度比; 黑板; 作业亮度

## Focusing on Luminance Ratios of Chalkboard and Desk in the Classroom

Chen Chaozhong Han Bing

(China National Luminaire Supervision Testing Center (CLTC), National Center of Supervision & Inspection on Electric Light Source Quality (Shanghai), Shanghai Alpha Lighting Equipment Testing Ltd. (SALT), Shanghai 200233)

### Abstract

Based on the angle of human visual comfort, this paper mainly focuses on the importance of luminance ratios of chalkboard and desk in the classroom. According to the requirements of luminance ratios of chalkboard and desk in the classroom, “white” chalkboard and “black” chalkboard are studied and compared. The research result shows that “white” chalkboard can offer a more effects of visual comfort and significant energy saving than “black” chalkboard.

**Key words:** visual comfort; luminance ratios of chalkboard and desk; chalkboard; task luminance

国外教室一般使用“白色”黑板, 我国现在中小学教室普遍使用“黑色”黑板或“茶绿色”黑板。就视觉舒适度而言, 应对教室黑板与课桌面亮度比加以规定。使用“白色”黑板有其道理, 而且有节能的功效。

## 1 视觉舒适性之亮度比的一般原则

教室与办公室属于同一类型, 就视觉舒适度而言, 办公室作业面亮度与周围亮度比等方面的一般原则同样适用于教室。办公室中作业面亮度

与周围亮度差过大的话, 可引起视觉适应问题或者在极端情况下的眩光。相反, 如果亮度差太小的话, 周边会出现平淡和枯燥。确保视野的亮度比在 10:1 和 3:1 范围内, 这些影响是可以避免的。

视觉作业本身与其直接背景(即桌子)之间的亮度比应小于 3:1, 但大于 1:1。

一些推荐亮度见表 1。办公室写字台表面的亮度推荐值为  $100 \text{ cd/m}^2 \sim 300 \text{ cd/m}^2$ , 办公室顶棚表面亮度推荐值为  $100 \text{ cd/m}^2 \sim 300 \text{ cd/m}^2$ , 办公室的相面四周墙面亮度推荐值为  $50 \text{ cd/m}^2 \sim 150 \text{ cd/m}^2$ 。

表1 推荐的亮度

表面	亮度 ( $\text{cd}/\text{m}^2$ )
墙面	50 ~ 150
顶棚	100 ~ 300
作业区域	100 ~ 300

采用表2列出的反射比, 上述的推荐范围可以满足。

表2 推荐的表面反射率

表面	反射比
顶棚	0.7 或以上
墙面	0.5 ~ 0.7
隔离物或屏风	0.4 ~ 0.7
地面	0.1 ~ 0.3
家具和器材	0.2 ~ 0.5
窗帘	0.4 ~ 0.6

## 2 教室黑板与课桌面亮度比

在通常的视野内, 各种表面的亮度必须保持在

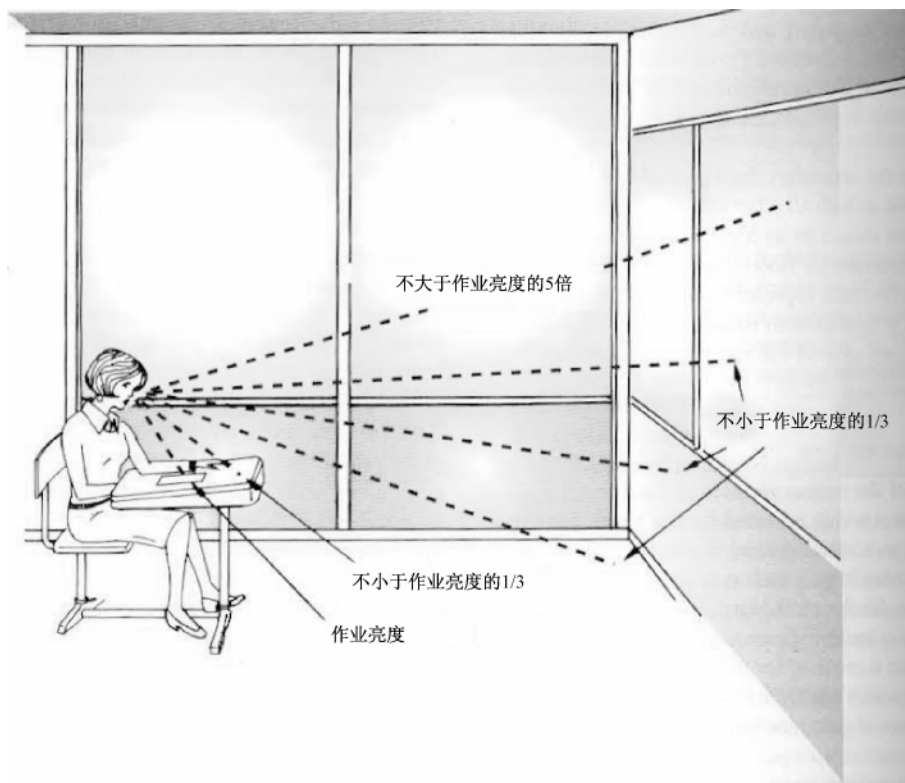


图1

注: 教室中重要表面的亮度与视觉作业的亮度不应相差太大。作业面周边的直接表面的亮度应小于作业面亮度, 但不小于作业面亮度的1/3。重要表面的最低亮度不应小于作业面亮度的1/3。最高亮度不应大于作业面亮度的5倍。

表3以160个教室测量数据为例, 说明所测教室的黑板与课桌面亮度及其比值的情况。

从表3可以看出, 有23.13%教室的黑板亮度

允许的限值范围内。当眼睛注视在作业面上时, 建立适应水平。当眼睛从一个亮度(如一本书)移到另一个亮度(黑板), 必须适应新的水平。如果两个水平之间的差大, 对于眼睛调节到新情形需要一段时间, 它可能需要建立新的适应。如果差是很大的, 可能经历不舒适和疲劳。

为了良好的视觉性能和舒适性, 通常直接观看的任何表面的亮度不应大于作业面亮度的5倍<sup>[2]</sup>(图1)。无论其在房间中的位置, 应没有大的区域的亮度小于作业面亮度的1/3。根据视觉舒适性和性能, 直接邻近视觉作业面的表面亮度比视觉周边的更远表面的亮度更关键。直接邻近视觉作业面(如课桌)的表面的亮度不应超过作业面亮度, 但应至少有作业面亮度的1/3。在视觉周边, 邻近表面之间亮度差应保持尽可能小。

小于课桌面亮度的1/3, 有1.88%教室的黑板亮度大于课桌面亮度的5倍。课桌面亮度小于表1推荐100  $\text{cd}/\text{m}^2$  亮度的教室达到97.5%。

表 3 160 个教室的黑板与课桌面亮度及其比值

黑板			课桌面			黑板与课桌面		
亮度 (cd/m <sup>2</sup> )	教室数量	占教室总数的 百分数	亮度 (cd/m <sup>2</sup> )	教室数量	占教室总数的 百分数	亮度比	教室数量	占教室总数的 百分数
亮度 < 10	9	5.63	亮度 < 20	15	9.37	亮度比 < 0.3	37	23.13
10 ≤ 亮度 < 20	98	61.25	20 ≤ 亮度 < 30	30	18.75	0.3 ≤ 亮度比 < 0.6	79	49.37
20 ≤ 亮度 < 30	29	18.12	30 ≤ 亮度 < 40	36	22.50	0.6 ≤ 亮度比 ≤ 5	41	25.62
30 ≤ 亮度 < 40	14	8.75	40 ≤ 亮度 < 50	26	16.25	5 < 亮度比	3	1.88
40 ≤ 亮度	10	6.25	50 ≤ 亮度 < 60	27	16.88			
			60 ≤ 亮度 < 100	22	13.75			
			100 ≤ 亮度	4	2.50			
Σ	160	100	Σ	160	100	Σ	160	100

### 3 从需要的被照表面的照度计算亮度

在整个视野内, 提供低的亮度比的一般方法是限制灯具的亮度和开窗的亮度, 提高所有室内表面的亮度。增加表面亮度的两种方法是增加表面的反射比和增加在表面上的照度。

被照面上的出光度与照度的关系式有:

$$M = \rho E \quad (1)$$

式中  $M$ ——被照面上的出光度, 单位  $\text{lm}/\text{m}^2$ ;

$\rho$ ——被照面上的漫反射比, 小于 1 的系数;

$E$ ——被照面上的照度, 单位  $\text{lx}$ 。

上式是仅在反射面具有漫反射特性 (等亮度面) 时才成立。

被照面上的出光度与该表面亮度的关系式有:

$$M = \pi L \quad (2)$$

式中:  $M$ ——被照面上的出光度, 单位  $\text{lm}/\text{m}^2$ ;

$L$ ——该表面亮度, 单位  $\text{cd}/\text{m}^2$ 。

关系式 (2) 仅在表面的反射特性符合漫反射特性或等亮度面时才成立。

由关系式 (1) 和关系式 (2), 得到:

$$\rho E = \pi L$$

即

$$L = \frac{\rho E}{\pi} \quad (3)$$

由关系式 (3) 式, 就能计算教室中学生眼睛看到各种物体表面的亮度如下:

对于“白色”课桌, 假定反射比 75%:

1) 假如为普通教室, 课桌面照度达到 300  $\text{lx}$ , 根据关系式 (3), 课桌面亮度 =  $300 \text{ lx} \times 75\% \div \pi \approx$

72  $\text{cd}/\text{m}^2$ , 1/3 课桌面亮度 = 24  $\text{cd}/\text{m}^2$ , 学生在普通教室中的适应亮度为 72  $\text{cd}/\text{m}^2$ ;

2) 假如为美术教室, 课桌面照度达到 500  $\text{lx}$ , 根据关系式 (3), 课桌面亮度 =  $500 \text{ lx} \times 75\% \div \pi \approx 120 \text{ cd}/\text{m}^2$ , 1/3 课桌面亮度 = 40  $\text{cd}/\text{m}^2$ , 学生在普通教室中的适应亮度为 120  $\text{cd}/\text{m}^2$ 。

对于“黑色”黑板, 假定反射比 5%, 假如教室“黑色”黑板照度达到 500  $\text{lx}$ , 根据关系式 (3), “黑色”黑板亮度 =  $500 \text{ lx} \times 5\% \div \pi \approx 8 \text{ cd}/\text{m}^2$ 。

对于“白色”黑板, 假定反射比 75%:

1) 假如教室“白色”黑板照度达到 500  $\text{lx}$ , 根据关系式 (3), “白色”黑板亮度 =  $500 \times 75\% \div \pi \approx 120 \text{ cd}/\text{m}^2$ ;

2) 假如教室“白色”黑板照度达到 200  $\text{lx}$ , 根据关系式 (3), “白色”黑板亮度 =  $200 \times 75\% \div \pi \approx 48 \text{ cd}/\text{m}^2$ , 仍然不低于美术教室 1/3 课桌面亮度 40  $\text{cd}/\text{m}^2$ 。既满足视觉舒适性关于教室课桌面与黑板亮度比的要求, “白色”黑板上 200  $\text{lx}$  相当于“黑色”黑板上 500  $\text{lx}$  的照度水平, 明显地节能。

这是现在国外教室使用“白色”黑板的缘故。我们国内的教室为什么不使用“白色”黑板, 何乐而不为呢?

### 4 结论

1) 在教室照明中视觉舒适性而言, 应关注黑板与课桌面亮度比;

2) 根据教室黑板与课桌面亮度比的要求, “白色”黑板比“黑色”黑板更好;

3) 从照明节能效果看, “白色”黑板比“黑 (下转第 107 页)

不到水平照射范围  $\pm 20^\circ$  以上, 且配光屏幕上收集的光通量为 534lm, 光源利用率为 46.4%。结果表明与传统设计方法相比, 采用本文方法设计的汽车前照灯反射器的近光光源利用率可提高 24.1%。

表 3 配光屏幕上关键点照度值

序号	测试点	标准规定值		模拟值
		max	min	
1	B50L	0.4	—	0.05
2	75R	—	12	16.35
3	75L	12	—	0.73
4	50R	—	12	38.11
5	50L	15	—	1.06
6	50V	—	6	7.15
7	25R	—	2	13.89
8	25L	—	2	3.19
9	HV	—	0.7	0.21
10	Z III	0.7	—	0.39
11	Z IV	—	3	4.16
12	Z I	2* E50R	—	60.86

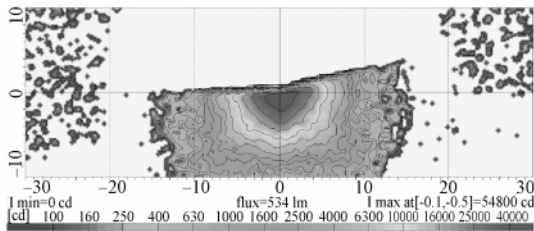


图 11 传统投影式前照灯近光仿真光型图

## 4 结论

本文从投影式前照灯配光基本原理出发, 分析了椭球面反射器曲面光源与焦点位置关系对光型的

影响变化规律, 构造了变椭球面三维方程式, 给出了以椭球面上经纬线的短半轴变化函数, 定义了曲面经纬线的调整参数, 并通过调整各个参数值, 使整个椭球面连续封闭连接。通过改变反射器曲面参数控制不同区域反射面的焦点变化, 使经过椭球面, 反射器反射的光线均投射在配光屏幕上明暗截止线下方, 并满足标准要求。与传统投影式光学系统相比, 该设计反射器曲面具有可调整性, 并取消了挡板设计, 减少了挡板的设计成本及光线在挡板上堆积的热量对光学系统的不利影响, 同时最重要的是将光利用率提高到 70% 以上, 比传统设计提高了 20% 以上, 且近光光型的均匀性较好, 配光屏幕上各关键点照度值符合标准要求, 此方法仅为投影式前照灯近光设计提供了一种方法, 其可以通过更多区域的划分和不断的调整参数得到效果更好的配光, 且对热区的分布需做进一步的研究。

## 参考文献

- [1] Yan, W. and W. Mao. A multi-reflector headlamp that can produce a diagonal cut-off without a shield. Proc. Instn Mech. Engrs, Part D: J. Auto-mobile Engineering, 2000, 214, 839 ~ 842.
- [2] 林渊, 周莉, 宋贤杰. 汽车自由曲面反射器光学设计. 照明工程学报, ZMGX, 2005 (01).
- [3] 张鑫, 屠其菲, 宋贤杰. 投影灯的光学设计. 照明工程学报, ZMGX, 2004 (03).
- [4] GB4599—2007. 汽车用灯丝灯泡前照灯 [S]. 北京: 国家质量监督检验检疫总局, 2007.
- [5] Liou, Y. C. Design of a projector headlamp without using a screen. Proc. Instn Mech. Engrs, Part D: J. Auto-mobile Engineering, 2009. 223 (D12): p. 1549 ~ 1558.

(上接第 85 页)

色”黑板更明显。

## 参考文献

- [1] 周太明, 周详, 蔡伟新编著. 光源原理与设计 (第二版), 复旦大学出版社, 2006 年 12 月, 第二版第一次

印刷.

- [2] THE IESNA LIGHTING HANDBOOK NINTH EDITION.
- [3] LIGHTING MANUAL Philips Lighting fifth edition.
- [4] CIE S 008/E—2001. Lighting of Indoor Work Places.
- [5] GB 50034—2004. 建筑照明设计标准.