

改进教室照明设计的探讨

朱世君 吴 君

(吉林市城乡规划设计研究院 吉林 132000)

摘 要: 本文通过对教室照明现状的调查和分析,详细介绍了教室照明优化设计中,光源的选择、灯具的布置方式、照度及功率密度值的计算、频闪效应及眩光的限制等几个方面的内容,并提出了教室照明设计的新设想,以供大家在设计中参考。

关键词: 照度;三基色荧光灯;照度均匀度;照明功率密度值;眩光;频闪效应

一、引言

近年来学生近视检出率居高不下,据统计我国学生的近视率已从1998年的世界排名第四上升到目前的第二位。另据国家体育总局2006年9月18日公布的第二次国民体质监测报告表明,学生视力不良率小学生为31.67%,初中生为58.07%,高中生为76.02%。到了大学,每百名学生中就有83人视力不良,呈现逐“级”递增趋势。在正常用眼状态下,照明条件合理与否,直接影响用眼的疲劳程度。据统计,学生大约有60%的时间在教室度过。因此,照明质量的优劣对学生的视觉健康等方面影响很大,也是导致学生近视的重要因素之一。因此改进和优化教室的照明设计已成为目前刻不容缓的事情。

二、教室的照明现状

近来我们对全市的中小学校进行了调查,发现教室照明不合格的现象很严重。

在光源方面有些教室仍然采用光效低、寿命短的粗管径(38mm)40W的T12荧光灯管,灯具为单、双管普通支架式,它们垂直于黑板安装,由于灯管裸露,这对后排学生来讲是很强的直接眩光。

在灯具的布置上,有些学校在8m×8m的标准教室内只设置了6只T12型40W的荧光灯,照度达不到《建筑照明设计标准》中300LX的要求。教室内灯具分布不合理,造成同一教室桌面照度均匀度差。

此外还有些学校的教室照明仍然采用电感镇流器的荧光灯,这样会产生频闪和眩光,也不满足节能的要求。

三、教室照明的分析与设计

(一) 光源的选择

《建筑照明设计标准》GB50034-2004条文说明中3.2.3明确规定，选择光源的一般原则：细管径（ $\leq 26\text{mm}$ ）直管荧光灯光效高、寿命长、显色性较好，适用于高度较低的房间，如办公室、教室、会议室及仪表、电子等生产场所。

根据灯管的直径不同，直管荧光灯可分为 $\phi 38\text{mm}$ （T12）、 $\phi 26\text{mm}$ （T8）、 $\phi 16\text{mm}$ （T5）等几种。普通T12荧光灯由于其发光效率低，使用寿命短，显色性差，耗能高而已经被淘汰。目前教室照明中普遍使用的是T8卤粉荧光灯，它与普通的T12荧光灯相比光效提高了10%，寿命提高了3-4倍，节电率达到10%。而随着人们对教室照明的重视，对各项照明指标的要求越来越高，T8卤粉荧光灯已经远远不能满足要求。而近几年随着新材料和新技术的发展和运用，T5荧光灯由于采用了稀土三基色荧光粉而具有光效高、寿命长、节能、护眼、环保、显色指数高等众多优点而成为教室照明设计中的新型光源。它比T8荧光灯光效提高18%，寿命可达到12000h，是T8荧光灯的2倍，节电率高达40%。T5三基色荧光灯虽然具有很多优点，但是其价格较高，而且进行光源改造时由T8转换成T5，由于管径不一样，还要增加转换接头，因此改造成本相对较大。所以目前的普及率只有10%左右。为了解决这个问题，我们对于经济条件不允许或者要限制改造成本的情况，也可以采用T8三基色荧光灯。T8卤粉荧光灯管与T8、T5三基色荧光灯管具体比较见下表1。

表1 T8卤粉荧光灯管与T8、T5三基色荧光灯管具体比较

类型	功率（W）	相关色温（K）	显色指数（Ra）	光通量（lm）	平均寿命（h）
T8卤粉灯管	36	6200	72	2500	8000
T8三基色灯管	36	3000	82	3250	15000
T5三基色灯管	35	2700	85	3300	20000

(二) 灯具的布置及相关照度计算

在教室照明设计中我们首先需要根据照度计算公式来确定教室内需要布置的灯具的数量。然后进行照度均匀度及照明功率密度等指标的验算，看其是否满足相关的要求。下面我们通过一个典型教室的照明设计来详细说明。某教室的尺寸为长8mX宽8mX高3.6m，灯具安装高度距课桌面1.8m。由《建筑照明设计标准》GB50034-2004表5.2.7中查得教室（以课桌面为参考高度）的照度标准值 E_{av} 为300LX。由《照明设计手册》查得T5直管荧光灯，光通量为2500lm，灯具的利用系数为0.62，维护系数为0.8，依据照度计算公式导出：

$$N = E_{av} \cdot A / (\phi \cdot U \cdot K)$$

式中： ϕ —光源的光通量；N—灯具数量；U—灯具的利用系数；K—维护系数；A—教室的面积

可得 $N=15.03$ 取 $N=16$ 盏。我们可以采用单管荧光灯（ $1 \times 36W$ ）16盏和双管荧光灯（ $2 \times 36W$ ）9盏两种布灯方案。

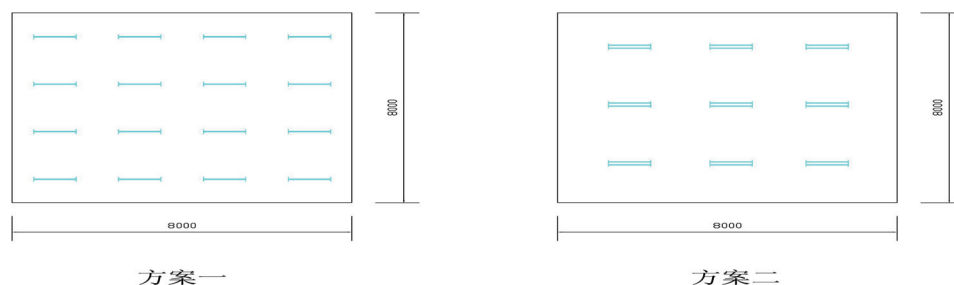


图1

为了保证教室的照度均匀度，应调整布灯间距 L 和灯具距离工作面的高度 H ，使得灯具的距高比 L/H 不大于所选灯具的最大允许距高比。《照明设计手册》中查得该灯具垂直灯轴方向最大 L/H 为1.5，平行灯轴方向最大 L/H 为1.3。方案一两个方向 L/H 为1.2，方案二两个方向 L/H 为1.48，可见采用方案二在平行灯轴方向可能会不满足照度均匀度的要求，因此我们推荐采用方案一的布灯方式，这样可以保证教室内各个方向都有足够的照度及良好的均匀度。

下面我们计算选定的方案一的照明功率密度值，其是否满足节能的要求。根据《照明设计手册》 $LPD = (W_a + W_b) / A$ 式中 LPD —照明功率密度值 W_a —灯具的功率 W_b —电子镇流器的功率 A —教室的面积 查《照明设计手册》并计算， W_b 取4W $LPD=10W/m^2$ ，满足《建筑照明设计标准》GB50034—2004中表6.1.6中规定教室的照明功率值（现行值）为 $11W/m^2$ 的要求。

（三）频闪效应及眩光的抑制

荧光灯是一种气体放电灯，当它在50HZ交流电源下工作时，它的光通量输出会随着交流电的周期变化而变化，这就是频闪现象。目前部分学校的教室还采用电感式镇流器的荧光灯，这种荧光灯发出的灯光会产生100次/S的明暗变化，长期在“频闪”状态下学习很容易导致视觉疲劳，引起近视、神经紧张等不良后果。特别是当供电电压不稳、灯管老化时，频闪现象就更为严重。大大影响了老师学生们的日常学习生活。

为了克服这一现象所带来的后果，我们采取两种解决方法。一个办法就是在进行照明设计时将教室内的灯具分为三个回路，将每个回路分别接入三相交流电源的不同相。虽然每个回路的灯具还会产生频闪，但是在同一时间内教室中的所有灯具电流不同时过零、可以相互补偿，从而大大降低了频闪效应对照明效果的影响。

另一个解决方法是将电感式镇流器更换成专用的电子式镇流器，安装上此种镇流器荧光灯的光源不会产生频闪现象，从而彻底解决了这个问题。不仅更加环保节能，而且能够有效的缓解师生的视觉疲劳，为师生创造了更为理想的照明环境。

眩光分为直接眩光和反射眩光。直接眩光是由于学生目视黑板方向时，照明光源直接进入视线引起的。我们控制直接眩光主要采取以下措施：

(1) 灯具的布置方式应长轴平行于学生的主视线, 并与黑板垂直。有条件的教室应把灯具布置在垂直黑板通道的上空, 使桌面形成侧面或者两侧面采光, 照明效果更好。

(2) 直接型灯具应采用限制最小遮光角来限制直接眩光, 或采用格栅灯具, 漫反射灯具。

反射眩光主要是由视野中的反射所引起的, 特别是在靠近视线方向看见反射像所产生的眩光。反射眩光使视觉对象的对比降低, 以致难以看清细部。为了避免反射眩光, 我们在教室内通常采用以下措施:

1、选择具有蝙蝠翼式光强分布特性的灯具, 这种灯具一般具有较大的遮光角, 光输出扩散性好, 布灯间距大, 照度均匀, 能有效的限制眩光和光幕反射。

2、采用低亮度、漫射或半镜面光罩(格片或格栅)类灯具。

3、教室内表面应采用浅色装修, 宜用无光泽材料, 以减少反射的影响。

四、教室照明的新设想

(一) 以斜照型配光代替蝙蝠翼式配光

采用蝙蝠翼式配光的灯具可提高照度均匀度, 减少光幕反射, 但存在以下不足: 1) 光来自视线的两侧, 左侧很理想, 但右侧来的光就有可能被人的手所遮挡(写字时); 2) 灯的布置最好在走道的上空, 但有时比较困难。如果采用斜照型灯具, 这样光的照射方向基本上是来自人的左侧, 克服了手挡的现象, 与自然光的方向一致, 并且也不受桌面排列的影响。

(二) 提倡教室采用间接照明

蝙蝠翼式配光和斜照型配光均属直接照明, 它们的优点是光的利用率高, 工作面上易得到较高的照度, 但是他们都属于定向照明, 方向性太强, 人们能直接看到光源, 易产生直接眩光和反射眩光。在灯位布置时, 也有一定的限制。而间接照明由于光源要通过二次反射后再射到桌面上, 射到桌面上的光通量必然减少, 而桌面照度也就相应减少了。这是采用间接照明的缺点, 但它可以带来很多优点:

1、相对直接照明可以提高人们视野范围内的亮度, 使人们有一种高和开阔的感觉, 有一种提神的作用;

2、光来自顶面的各个方向, 它不是那么生硬而是相当柔和, 使人在教室中有舒适和亲切的感觉;

3、教室中的人不能直接看到光源, 室内看不到特别的亮点, 有利于减少直接眩光和光幕反射;

4、灯具的布置不受座位排列的约束, 横竖布灯都可。

(三) 用光控取代部分手控

常规设计中教室的照明灯具通常采用手控, 但是在自然光不足时不能及时的开灯补充, 使学生

们产生眼疲劳，在自然光很充足时又不能及时关灯，造成电能的浪费。我们如果增加一个光控装置，将靠窗的一排荧光灯的控制开关改为光电控制器，便可实现光对这排灯的光自控，这样增加的费用不多，带来的节电效果非常明显，又保证了在自然光不足时能及时开灯得到人工光的补充。

五、结束语

优良的教室照明是视力保健的重要因素，因此必须要把教室照明设计得合理、先进，这是一个很重要的课题。同时随着照明与视力及心理健康等理论研究的不断深入和认知，教室照明设计必定会迎来革命性的飞跃和发展。希望本文能对今后的照明设计有所借鉴和帮助。

【参考文献】

- [1] 现代建筑电气设计技术（2005年），四川科学技术出版社.
- [2] 照明设计手册（第二版），中国电力出版社.
- [3] 建筑照明设计标准（GB50034-2004）.