

重庆市部分中小学校教室光环境调查与分析

陈小琴¹ 姚加飞^{1,2}

(1. 重庆大学输配电装备及系统安全与新技术国家重点实验室, 重庆 400044;
2. 重庆大学建筑设计研究院, 重庆 400045)

摘要: 据2004年全国学生体质健康调研结果表明,我国中小学生的近视率同2000年相比均有不同程度的上升,大城市的学生近视患病率显著提高。本文对重庆市部分中小学校教室进行光环境现状的调查,并根据国家现行的相关标准,对教室的光环境现状进行分析。结果表明,重庆市学校教室采光和黑板照明问题十分严重,人工照明也不理想,与国家新标准有一定差距。针对这一现状,本文针对部分问题提出了建议和解决对策。

关键词: 近视; 中小学校教室; 光照环境; 调查; 分析; 解决对策

Investigation and Analysis of the Luminous Environment of Some Middle and Primary School Classrooms in Chongqing

Chen Xiaoqin¹ Yao Jiafei^{1,2}

(1. State Key Laboratory of Power Transmission Equipment & System Security and New Technology, Chongqing University, Chongqing 400044; 2. Architectural Design and Research Institute of Chongqing University, Chongqing 400045)

Abstract

According to the results of the research on national students' physical health in 2004, the rate of nearsightedness among middle and primary school students in China is on the rise compared with 2000, especially the metropolitan students. This article investigates the luminous environment situation of some middle and primary school classrooms in Chongqing, and analyses the luminous environment situation based on the present government standard. The results show that the problem of the daylighting and the lighting for blackboard is very serious in these schools, and artificial illumination situation is not so ideal, which is far from the requirements of the present government standard. Targeting at these situations, some solution strategy are proposed in this article to solve some of these problems.

Key words: nearsightedness; middle and primary school classrooms; luminous environment; investigation; analysis; solution strategy

1 引言

2004年第六次全国学生体质健康调研结果表明:我国小学、初中和高中学生的近视率分别为32.5%, 59.4%, 77.3%。同2000年相比,各阶段学生的近视率均有不同程度的上升,尤其是近视越来越呈现“低龄化”的趋势,小学年龄段近视检出

率明显升高,中学生发病率较高,大城市学生近视患病率显著提高^[1,2]。

学校是学生学习和进行各种活动的主要场所,教室光环境直接影响学生和教师的视觉作业完成效果,良好的光环境可以提高学习效率和减少视觉疲劳,保护青少年学生的视力。然而许多中小学校教室都或多或少存在着某种天然采光及人工照明不合理的现象,学生们长期在不良的学习环境下学习,是

导致我国中小学生视力不良发生率居高不下的原因之一^[3]。

近几年,国内学者与专家也开始关注学校光环境的调查与分析,如李春会^[4]等调查分析了广州市中小学教室采光照明现状,提出了简单的建议,孟超^[5]调查分析了北京市部分学校的采光照明现状,陈亢利^[6]等对苏州新老两个中学的教室光环境调查分析比较,指出了学校光环境方面存在的不足。但对于重庆这个多雾的特殊城市,还未有学者进行调查研究。本文综合了大量文献,完善了调查项目,选取重庆市区的10所中小学25间教室进行教室光环境的实地测量,分析重庆市学校教室照明光环境的现状以及存在的问题,发现重庆市学校教室采光和黑板照明问题十分严重,人工照明也不理想,与国家新标准有一定差距。针对部分问题,本文提出几点行之有效的改善途径。

2 调查结果与分析

采光测量时间选取在中午11:50~14:00;人工照明测量选取在晚上7:00之后。依据《中小学校教室采光和照明卫生标准》(GB 7793—87),对教室采光及灯管安装等情况进行评价。由于该标准对教室内典型工作面照度的要求过于陈旧,故在照度的评价时选用2004年新颁布的《建筑照明设计标准》(GB 50034—2004),即教室课桌面平均照度值不应低于300lx,黑板面平均照度值不应低于500lx,两者的均匀度不应低于0.7。

2.1 采光现状分析

1) 实测的学校仅一所为双侧采光,其余学校

均采用单侧采光。单侧采光的教室,光线均从座位的左侧入射,符合规范^[7]要求。但有一间教室的窗户安在后侧,这样布局的教室,采光状况极差,严重违反规范。教室玻地比均大于1:6,但单侧采光的教室,玻地比大于1:5的仅12间,占54.5%。除一所学校窗台安装高度为1.1m外,其余学校均在规范要求的0.8~1m之间。学校A5的教室没有安装窗帘,其他教室均使用拉合式窗帘,不用时收起的部分遮住了窗边部分座位的光线,对采光造成了一定的影响。可见教室建筑情况大部分符合规范要求。如表1所示。

2) 实测的大多数学校,在教学楼前普遍有花圃、树木、或高或低的建筑,尤其学校A1的教学楼采光侧有一栋民用建筑,导致低楼层的部分光线被阻挡,采光现状很差,即使教室的玻地比很高,采光系数也很难达标。可见楼层稍高的教室,采光现状比低楼层的好。

3) 采光系数大于1.5%的教室只有11间,占44%,采光系数大于2%(重庆为多雾地区,采光系数要求为2%)只有1间,如图1所示。采光系数最大值4.5%出现在双侧采光教室,采光系数较大的值均出现在高楼层及玻地比较高的教室;而教室1的采光系数仅为0.21%。从表1中可知,该教室处于一楼,玻地比也是最低值。可见楼层高低、玻地比大小和采光方式均会影响采光系数的大小。

4) 实测的学校中,桌面反射比达标的共有17间教室,占68%;地面反射在标准范围外的只有两间教室;墙面反射比普遍偏高;黑板的反射比普遍偏低。

5) 自然采光时,桌面平均照度达到标准值

表1 教室建筑情况汇总表

学校编号	教室编号	楼层(按顺序)	教室尺寸 (m×m)	走廊型式	采光方式	玻地比	灯管离桌面 距离(m)	窗台安装 高度(m)
A1	1-4	1-4	8.00×6.00	外廊式	北窗单侧	1/5.8	1.55	0.8
B2	5-8	1, 1, 3, 3	9.40×8.00	中内郎式	北窗单侧	1/4.2	1.70	0.9
B3	9-10	2	8.45×8.15	单内郎式	北窗单侧	1/4.3	2.25	1.1
B4	11-12	3	10.50×8.10	中内郎式	南北单侧	1/4.6	2.25	0.8
A5	13-15	1, 2, 4	9.60×6.50	外廊式	双侧	1/3.4	1.70	1.0
B6	16-17	3	8.75×4.20	中内郎式	南北单侧	1/5.0	1.65	1.0
A7	18-19	2	8.40×6.50	外廊式	南北单侧	1/5.3	1.85	1.0
B8	20-21	2	8.40×6.00	中内郎式	南北单侧	1/5.6	1.80	1.0
A9	22-23	3	7.45×5.70	外廊式	南北单侧	1/5.8	1.80	1.0
B10	24-25	2	7.45×5.70	中内郎式	南北单侧	1/5.7	1.70	1.0

注:表中A代表小学,B代表中学。

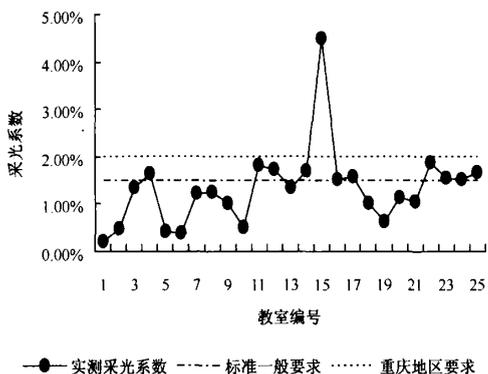


图 1 采光系数汇总表

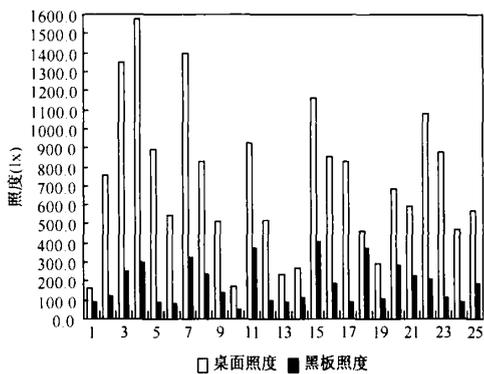


图 2 自然采光时实测照度

300lx 的有 20 间教室，占 80%，部分教室甚至远大于标准值。教室 10 采用后侧采光，照度值最小，仅为 171.7lx。与桌面相比，黑板的照度现状很差，没有一间教室达到新标准 500lx，达到旧标准 200lx 仅有 10 间教室，占 40%；由图 2 可知，每间教室的黑板照度都比桌面照度低很多。这种现状造成学生要在散射光的照射下注视黑板，增大了学生自身视力的调节度，令学生更容易出现疲劳。

6) 由图 3 可知，桌面的照度均匀度很差，普遍在 0.1~0.5 之间，远达不到标准要求。双侧采光（教室 13~15）的照度均匀度要比单侧采光的要高，单侧采光的照度均匀度极差。调查发现，靠窗的座位照度较高，而靠内墙的课桌照度较低，在室外照度偏低的时候，常常达不到标准；而照度均匀度低也导致同一教室内形成较大的亮度差。当视线由亮度较高的区域移到另一个亮度较低的区域时，需要一段调整时间以适应新的亮度水平，亮度差太大时更容易引起学生视疲劳。此外，在光线太强的环境下读书写字，也会损害学生的视力。而黑板的照度均匀度状况要好些，照度均匀度大于 0.7 的有 8 间，占 32%。

2.2 人工照明现状分析

1) 实测的 25 间教室内均安装了 6 支以上的荧光灯，有 3 间教室有 1 至 2 支灯管不能点燃。灯管悬挂高度符合规范要求的有 19 所，占 76%。教室内均安装了 1~3 支黑板灯，除 4 间教室黑板灯使用嵌入式安装外，其余黑板灯安装高度和教室普通照明的荧光灯安装高度一样。荧光灯灯管排列的长轴垂直于黑板的教室有 22 间，占 88%；另外 3 间教室的灯具使用了不规则排列，有部分灯长轴平行于

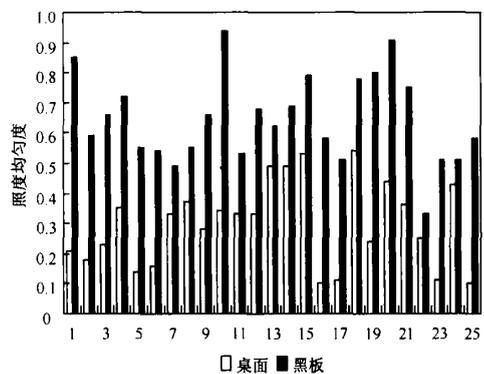


图 3 自然采光时照度均匀度

黑板。教室安装的荧光灯普遍是光效较低的 T8 和 T12，仅一所学校使用了光效较高的 T5。除 B3、B4 两所学校使用嵌入式格栅灯外，教室均使用简易悬挂式灯具；只有 B2、A7、A8 三所学校使用专用黑板照明灯具。设备情况如表 2 所示。

2) 由图 4 可知，采用人工照明时桌面平均照度达到旧标准 150lx 的教室为 100%；达到新标准 300lx 的教室仅 2 间，而这两间教室均使用了效率较高的 T5 荧光灯。黑板平均照度达到旧标准 200lx 仅 8 间教室，这 8 间教室都是使用了黑板专用照明灯具，但没有教室达到新标准 500lx。使用混合照明后，黑板照度普遍能达到 200lx，但达到 500lx 的教室仅 3 间。可见，教室使用高效光源，可使桌面照度得到很大改善；使用黑板专用照明灯具后，黑板照度得到很大改善。

3) 由图 5 可知，采用人工照明时桌面的照度均匀度较自然采光时要好，普遍大于 0.5；但达到标准 0.7 的教室仅 5 间，占 20%；其中有两间教室

使用格栅式灯具,另外两间则使用的是 4×4 多行多列的灯具布置方式。黑板的照度均匀度比桌面照度均匀度好,有19间教室达到0.7,占76%。可见人

工照明的桌面照度均匀度依然不能达到国家标准的要求。

表2 教室设备调查汇总表

学校编号	光源种类	灯管数(支)		教室灯安装方式	黑板灯安装方式
		教室	黑板		
A1	36WT8	8	2	双管简易悬挂式	单管简易悬挂式
B2	36WT8	16	2	单管简易悬挂式	单管悬挂专用式
B3	18WT8	27	3	三管嵌入格栅式	单管嵌入式
B4	25WT8	18	2	双管嵌入格栅式	单管嵌入式
A5	40WT12	6	2	双管简易悬挂式	单管简易悬挂式
B6	36WT8	8	2	单管简易悬挂式	单管简易悬挂式
A7	28WT5	12	2	单管简易悬挂式	单管悬挂专用式
B8	36WT8	9	2	单管简易悬挂式	单管悬挂专用式
A9	40WT12	8	2	单管简易悬挂式	单管简易悬挂式
B10	36WT8	6	1	单管简易悬挂式	单管简易悬挂式

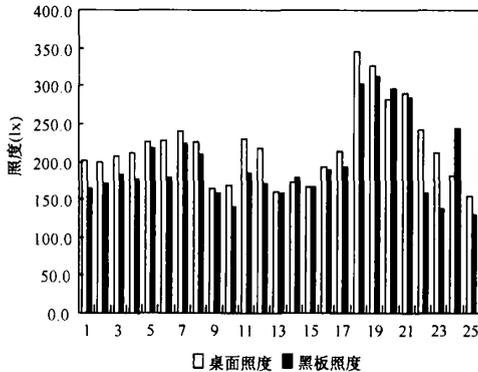


图4 人工照明实测照度

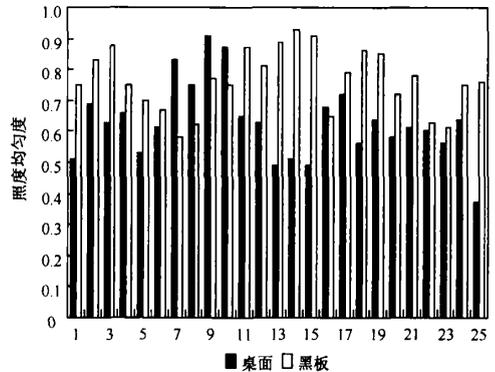


图5 人工照明实测照度均匀度

4) 结合现场记录的光源参数及灯具参数,对每个教室的照度进行了粗略的估算^[8]。发现小学最初设计的平均照度均大于200lx,中学最初设计的平均照度均大于300lx,而现场测试的照度比计算照度低50~100lx。除了现场测试人员可能出现的测量误差因素外,还与教室光源长久未更换导致光源光效降低较多、灯具积尘较多未进行擦洗导致维护系数减小、有灯管损坏未进行更换导致有效光源减少等因素有关。

3 分析建议

现有的中小学校普遍建于2004年之前,依据的是旧标准《中小学校教室采光和照明卫生标准》(GB 7793—87):课桌面的平均照度值不低于150lx,黑板面平均照度值不低于200lx。调查结果

表明,按照旧标准评价,学校桌面平均照度均能达到。新标准颁布之后,由于新修订的标准要求提高,需要进行教室的照明改造,涉及因素很多,实施有一定的困难;另外一方面,新修订的国家标准的宣传和监督不够,各个学校没有及时进行照明设施改造;此外部分学校和相关部分对教室的照明问题没有引起足够的重视,因此在对照明的达标改造等实施方面的工作没有到位。综合调查结果分析,本文针对桌面照度水平,照度均匀度,黑板照明几个方面提出几点行之有效的建议。

3.1 桌面照度水平

1) 增加人工照明的数量是提高照明水平的最直接途径,可以通过增加灯管的数量,或者换用功率更大的光源,但是这种方法的不足在于不利于节能,会导致用电量增加。

2) 提高照度水平,还可通过使用高效的光源。

调查中发现，现有的教室普遍都是使用 T12 或 T8 的荧光灯。而 T5 相对于上述的几种荧光灯，光效明显提高，可达到 100lm/W，并且体积更小，便于灯具设计。

3.2 桌面照度均匀度

3.2.1 灯具方面

从调查结果分析可知，人工照明状态下，桌面的照度均匀度达标的较少。改变照度均匀度，可以从灯具排列方式着手。在调查中发现，在采取相同数量和光效的灯管时，采用单管的多行多列排列方式比双管或者 3 管的排列，照度均匀度要高。在布灯时，尽量考虑课桌椅的排列，不要出现有的桌面在灯具的正下方，有的桌面则离灯具很远的情况。

使用格栅灯具也可增大桌面的照度均匀度，且可限制眩光。

3.2.2 合理控制回路

在调查学校光环境现状的同时，对中小學生进行了现场的问卷调查，调查时间是夏天，日光也比较充足，发现大部分教室桌面平均照度都符合要求，但学生依然选择在白天时开启教室所有照明灯具，这样造成很大的资源浪费。虽然在大部分单侧采光的教室中，内墙侧在室外光线不足时，达不到标准 300lx，但是近窗侧的桌面一般都能达到标准。因此，可通过良好的回路设计及控制，使教室室内光线均匀。

实测的学校中，学校 B2 的教室照明回路采取分列控制。教室 7 中共有 4 列灯，每列灯独自一个回路，分别为 S1、S2、S3、S4，如图 6 所示。白天光线较充足时，近窗的 S3、S4 回路关闭，只开启远窗的 S1、S2 回路。记录下各个测量点的照度（测量点见图 7），对每一列测量点的照度取算术平均值，并与自然采光时的每列照度算术平均值进行比较，如图 8 所示。由于靠窗 1 列的照度很大，为便于图表观看，图中未标出。

由于教室在一楼，当自然采光时远窗的 3、4、5 列都没有达到标准 300lx，且每列的照度差异较大，照度均匀度低；进行分列控制之后，只有远窗第 5 列没有达到 300lx，且每列的照度差异变小，照度均匀度提高。

因此建议学校设计照明回路时，尽量采用分列控制，每一列灯设计独立的回路控制。在内墙照度不足时，及时开启对应回路的灯，补充照明。

但此方法的缺陷是必须进行人工调节，且对于室外照度变化引起室内照度变化时，不能进行连续的调节。下一步的研究，是利用感光元件，使灯具能够根据室内照度变化智能的调节照度。

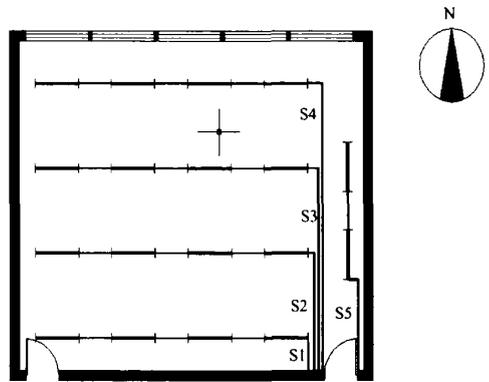


图 6 教室照明控制回路

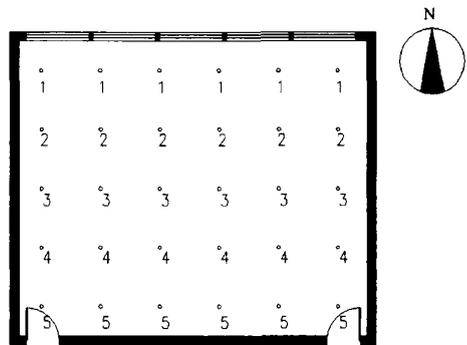


图 7 测量点分布

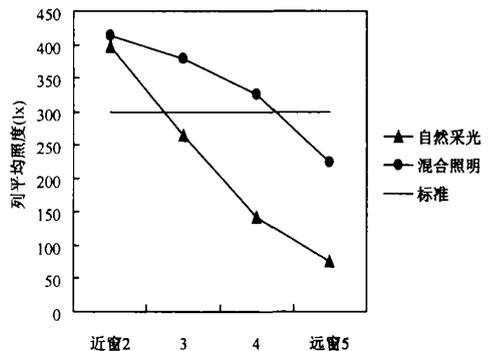


图 8 合理控制回路效果

3.2.3 利用镇流器的设置达到多级控制目的

对于荧光灯，通过合理的线路和使用多灯镇流器，可以实现多级的照明控制，产生多种照度水平。

这种多级开关控制一般通过两个开关就可以实现了。如图9所示,将四灯灯具和三灯灯具中的光源分别与相对应的镇流器连接,通过开关的不同的闭合状态,可以产生多种照明水平。对于三灯系统,边上两个灯管可以独立于当中一根灯管被点亮。这就使得照明控制的可能性增加了一倍,而不是简单的开和关,这些灯具可以是全关、1/3开、2/3开和全开。同理,四灯可以产生全关、1/2开和全开三种照明水平。采用此种控制方式,配线简单,使用方便,无需特殊维护。

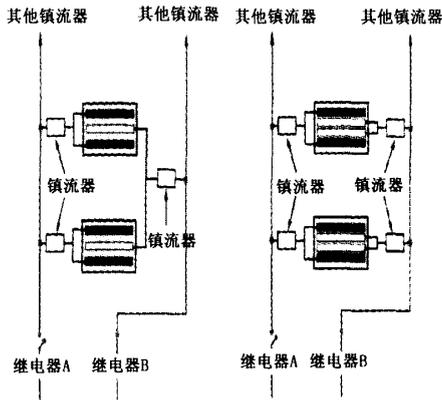


图9 镇流器的设置

3.3 黑板照明

1) 增加黑板灯数量,或换用功率更大的光源,此方法优缺点同3.2.1所述。

2) 白天尽量使用自然采光加人工照明的混合照明。从调查结果可知,自然采光时,黑板照度很难达到新标准,因此需要开启黑板灯来补充照明,同时黑板灯应该设计独立的一条回路控制。

3) 实测的学校大部分使用简易悬挂的下照式灯具,大量灯光不能投射到黑板上,导致黑板照度过低。因此,建议使用专用的灯具对黑板进行照明。同时,建议使用配光为不对称的斜照型灯具,这种灯具的特点为整体光分布较窄,配光不对称,光投

向黑板,能够在黑板上产生均匀、足够的垂直照度,同时严格控制其他方向的光通量,避免产生眩光。

4) 应该合理的选择灯具安装的位置。

4 结论

总体来说,被调查的中小学教室具有较好的照明条件,但是采光较差,总体符合规范要求的教室不多。问题主要集中在(1)多数教室采用单侧采光,采光系数没有达标,而且教室的照度均匀度很差(2)人工照明的照度不能达到新标准的要求(3)黑板照明的照度远远不能达到新标准的要求。

学校应对教室光环境引起足够的重视,及时根据新标准要求对学校进行照明达标改造。同时学生自身应养成良好的用眼习惯,通过开启部分日光灯、使用窗帘等途径及时对光环境进行调节,为自己创造一个良好舒适的学习环境。

参考文献

- [1] 亓德云,汪玲,钱序,谭晖,安爱华,王震维. 中小学生学习近视防控评价指标体系的初步研究[J]. 中国学校卫生, 2006, 27(6): 539~541.
- [2] 蔡笃儒,赖春荣. 中小学生学习近视及影响因素调查[J]. 中国初级卫生保健, 2005, 19(3): 29~30.
- [3] 姚远. 教室照明设计的几个问题. 照明工程学报, 2004(6), 15(2): 58~60.
- [4] 李春会,郭仰峰,苏颖敏,麦锦城. 广州市中小学教室采光明现状分析. 中国学校卫生, 2008, 5: 461~462.
- [5] 孟超. 北京市部分学校教室采光明现状分析. 照明工程学报, 2006(3), 17(1): 34~40.
- [6] 陈宄利,唐瑶. 苏州中学教室内部光环境质量调查与评价. 苏州科技学院学报, 2009(6), 2(26): 67~70.
- [7] GB J99—86. 中小学建筑设计规范.
- [8] 孙建民. 电气照明技术. 中国建筑工业出版社, 2006.

本刊声明

本刊已入编“万方数据——数字化期刊群”、《中国学术期刊(光盘版)》和《中文科技期刊数据库》,重庆维普数据库。其作者文章著作权使用费与本刊稿酬一次性给付。如作者不同意文章被收录,请在来稿时向本刊声明。