

利用人眼生理视觉特性 提高多媒体教学效果

江文杰, 曾学文, 林亚风

(国防科技大学 光电科学与工程学院, 湖南 长沙 410073)

[摘要] 本文利用人眼生理视觉特性以及光度学理论, 重点分析了照明光源、大屏幕尺寸及位置、大屏幕上显示信息与背景的相对对比度、信息颜色及字体字号等因素对大屏幕信息显示效果的影响, 在此基础上提出了提高多媒体教学中信息显示效果的具体方案。

[关键词] 生理视觉; 多媒体教学; 信息显示; 投影屏幕

[中图分类号] G434 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-8874 (2005) 02-0094-03

在计算机多媒体教学的设备建设与课件制作等过程中, 人们往往对课堂多媒体教学中的投影大屏幕(以下特称屏幕)信息显示效果缺乏足够的重视, 在多媒体教学过程中常常存在着学生看屏幕时很费神甚至看不清楚等问题, 对产生这些问题的根本原因也不清楚, 从而不能正确地解决问题, 教学效果受到一定影响。本文结合笔者制作《光电技术》多媒体教学课件的体会, 利用人眼生理视觉特性以及光度学理论, 通过理论计算并结合教学实际, 重点分析了对屏幕信息显示效果有重要影响的多个因素, 在此基础上提出了提高多媒体教学中信息显示效果的具体方案。

一、人眼生理视觉的基本特性

在课堂多媒体教学过程中, 学生主要是通过视觉观察屏幕上显示的信息来获取知识, 而屏幕上信息的显示效果与人眼生理视觉的多种特性是密切相关的。

(一) 分辨力

人通过视觉器官辨认外界物体细节的能力, 叫做分辨力。一个具有正常视力的人, 有下列多个因素影响其分辨力:

1. 观察距离。一个原来看不清楚的细小物体, 移到离眼睛较近时便可看清楚。
2. 物体(或信息)和背景亮度的相对对比度。当物体亮度与背景亮度接近时, 人眼的分辨能力要降低。
3. 照明强度。当照度太低时, 分辨力大大下降, 而且分辨不出颜色; 但当照度太大时, 分辨力

并不增加, 反而会由于出现“眩目”现象而降低。

理论分析和多媒体教学实践证明: 在教室里正常照明条件下, 可不考虑照明强度这一因素对分辨力的影响。本文重点讨论因素1和2对具有正常视力的人观察屏幕信息时的影响。

(二) 对比度

光度学理论表明: 人眼分辨力不仅与被观察物体的亮度平方根成正比, 还与物体和背景亮度的相对对比度成正比。在满足正常亮度的条件下, 对比度越大, 分辨力越大。一般情况下, 以刺激物的面积比较大的部位作为背景, 而将面积比较小的被观察物作为目标。在显示系统中, 以屏幕作为背景、屏上显示的图形或文字等作为目标, 屏幕显示信息与背景的相对对比度可定义为:

$$\text{对比度} = \frac{\text{目标亮度} - \text{背景亮度}}{\text{目标亮度} + \text{背景亮度}}$$

因此, 增大相对对比度可提高显示质量(人眼分辨力)。

(三) 色觉

颜色视觉正常的人在光亮条件下能分辨可见光谱中的各种颜色。彩色有三个基本描述参量, 即: 亮度、色调、饱和度, 它们在视觉中组成一个统一的总效果。亮度是光作用于人眼时所引起的明亮程度的感觉; 色调是颜色彼此加以区分的特性, 如通常所说的红色、绿色、蓝色等, 即指色调; 饱和度是指彩色光所呈现的颜色的深浅程度(或浓度、纯度)。需要特别注意的是, 高饱和度的彩色光可以因掺入白光而被冲淡, 变成低饱和度的彩色光, 掺入的白光成份愈多, 饱和度就愈低, 当掺入的白光

[收稿日期] 2004-11-30

[基金项目] 国防科技大学光电科学与工程学院教改基金资助项目。

[作者简介] 江文杰(1960-), 男, 湖南长沙人, 硕士, 国防科技大学副教授。

达到很高比例时，眼睛所看到的就不再是彩色光而是白光了。因此，饱和度的下降程度反映了彩色光被白光冲淡的程度，这一特点在实际中会影响到屏幕信息的显示效果，特别是颜色的效果。

二、多媒体教学设备建设应尽量符合人眼生理视觉特性

选用一个质量优良的投影仪，是保障屏幕显示效果良好的基本前提。一般要求投影仪的光通量达到 2500lm 以上，如 EMP-820(2500lm)；尤其是大教室，建议选用光通量达到 3500lm 以上的投影仪，如 EMP-7800(3500lm)；另外，还要依照仪器使用寿命说明及时更换投影仪的灯泡。

(一) 屏幕尺寸及位置、有效观察区的选择

1. 屏幕尺寸的选择。屏幕的尺寸主要决定于多媒体教室的尺寸，应该按照大、中、小教室的具体情况选择相应合适尺寸的屏幕。一般来讲，选择屏幕尺寸时应使教室最后一排离屏幕的距离为屏幕宽度的(5-6)倍。

2. 有效观察区的划分。如图 1，若设屏幕宽度为 d ，我们将教室内的观察区域设置为三个区域：A 区，座位前排离屏幕距离（最近观察距离）为 $2d$ ；B 区，距离屏幕为 $(2-4)d$ ；C 区，教室后排离屏幕距离为 $(4-6)d$ 。其中：

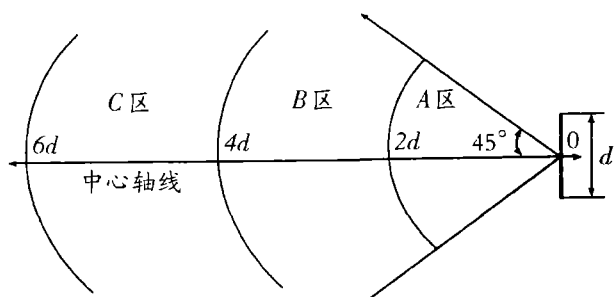


图 1 教室就座区域的划分

A 区：主要包括教室中部的前排、左右的第一二排，本区域不适宜安排学生就坐。主要是考虑到人眼的视野特性，保证观察者不必转动头部就能看到整个屏幕；再考虑到显示信息的亮度和失真这两个因素的影响，观察角也不能太大。众所周知，一般的投影屏幕可看成是一个漫反射屏，其发光强度服从光学中的朗伯定律，如设中心轴线上距屏幕某距离处的发光强度为 100%，则在与中心轴线成 $\pm 45^\circ$ 夹角、距屏幕同样距离处的发光强度降为 50%，在 $\pm 45^\circ$ 范围外发光强度将更小，不利于观察。

另一原因是显示信息的失真。一个处于 $\pm 45^\circ$ 线上的观察者，他实际上所感受到的屏宽已不是

d ，而只有屏宽的 70% 左右。同时还由于人眼到屏幕上各点的距离不同，分辨力也就不同，这会造成观察信息时的失真。

B 区：是供正常视力的学生进行观察的区域。

C 区：是具有视角小于 1 的良好视力（视力在 1.0 以上）的学生可以观察的区域。

3. 屏幕位置的选择。上述的讨论是基于屏幕置于黑板中央的情况，对于教学中也需要利用黑板的教师而言，黑板的左、右两侧只剩一小块可供书写的面积，黑板的利用率和效果大为降低。如果教学采用的多媒体课件形式，这样的布置对显示效果没有影响。然而，“尺有所短、寸有所长”，作为传统课堂教学象征的黑板仍有一些优点是现代教学媒体所无法替代的。首先，黑板的即时重现力强，随写随看，内容可以方便地增删，教师在使用多媒体教学时往往会有突然而至的灵感，这些灵感往往是教学艺术的动人之处，却因不能即时加入到课件中去而产生许多遗憾；其次，好的板书有提纲挈领的作用，学生抬头一看，便可对本堂课的重点内容一目了然；另外，有些教学内容用语言或板书便能够说明清楚，没有必要都采用多媒体教学，如对于某些课程内容，基本定义清楚，逻辑关系严谨，基本概念抽象，没有必要或不可能图解，较适合的讲授方式还是“黑板+粉笔”的传统教学模式。对于绝大多数习惯于使用右手板书的教师，屏幕最好应置于黑板左侧，黑板右侧留出 50% 左右的面积供教师书写。为了减少对坐在教室右前方学生的视觉影响，屏幕安装时可将其朝教室中心轴线的右方偏转适当的小角度，如图 2 所示。

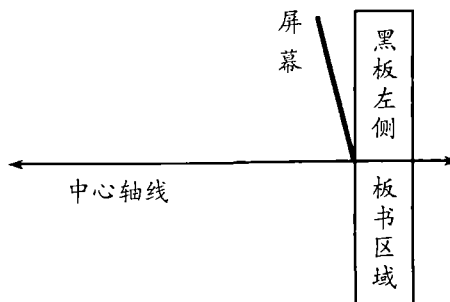


图 2 屏幕的安装及板书区域的安排

(二) 教室照明光源的改进

实际中，教室里为了保障学生正常阅读课本，照明光源（自然光或者电光源）提供了一定的照度，其光线直接照射到屏幕或者经过天花板、墙壁等反射到屏幕。由于照明光既照在屏幕背景上，也照在屏幕图形或文字上，这样，显示信息与背景的

相对对比度的表达式应改写为:

$$\text{对比度} = \frac{(\text{目标亮度} + \text{照明亮度}) - (\text{背景亮度} + \text{照明亮度})}{(\text{目标亮度} + \text{照明亮度}) + (\text{背景亮度} + \text{照明亮度})}$$

$$= \frac{\text{目标亮度} - \text{背景亮度}}{\text{目标亮度} + \text{背景亮度} + \text{照明亮度} \times 2}$$

可见,外界照明光使屏幕上显示信息与屏幕背景的对对比度下降,导致屏幕上图形或文字等模糊,看不清楚。这样,在计算机显示屏上制作的一个优秀的多媒体教学课件,在利用投影屏幕时教学效果就会打折扣,必须采取切实可行的措施克服外界照明光源所造成对比度下降的影响。对于自然光(太阳光),可以用双层窗帘遮挡,特别是要遮挡教室里靠近屏幕的前排窗户;对于电光源,因为还要保障学生的正常阅读,光线不能太暗,更不能全黑,可以采取如下措施:上课时将靠近屏幕前一排的灯熄灭,第二排灯加装遮光板以避免灯光直接照射到屏幕,第三排以后的灯基本上对屏幕不会产生严重影响,因此不需加装遮光板。

三、利用人眼生理视觉特性优化多媒体课件制作

(一) 注意计算机显示屏与投影屏幕显示效果的差异

在多媒体课件制作过程中,应事先充分注意到计算机显示屏与投影屏幕在发光原理及观察效果上的较大差异。投影屏幕本身并不是发光体,它只是将入射到其表面的所有光(包括外界光和投影仪本身发出的光)反射出去,也就是说它受外界照明光源的影响,而计算机显示屏自身就是发光体,其屏幕表面已采取措施消除了外界环境光的影响,“所见即所得”。因此,有时在计算机上显示效果很好的课件,在教室投影屏幕上显示时效果却大为逊色,图形或文字等模糊,甚至看不清楚。

(二) 应对多媒体课件中显示信息与背景的对对比度、信息颜色及字体字号进行优化设计

综上所述,在多媒体课件制作过程中,计算机显示屏上的信息显示效果只能作为参考,对于课件信息的最终显示效果可以从如下几方面考虑:

1. 尽量增大对比度。采用深色背景+浅色图形或文字,或者浅色背景+黑色(深色)图形或文字,而少用彩色文字。

2. 慎用彩色。彩色以它鲜明的色调在人的心理上引起美的感受,另一方面也因它与众不同的颜色激发起人的好奇心和特殊的关注。但过多地使用彩色,可能把学生搞得眼花缭乱、精力分散,理解

知识时更加困难。

此外,在前面提到的彩色显示中,外界照明光源对色饱和度有很大的影响。若环境光为白光,它投射到屏幕上时的反射白光与投影仪投射到屏幕上的反射颜色光相混合,加重了颜色光中的白光成份,使色饱和度降低,原投影的颜色不再鲜艳,某些颜色甚至无法分辨,屏幕上的图形或文字等变得模糊。若环境光不是纯白光而是有色光,则将引起显示颜色的失真,例如,在挂绿色窗帘的房间里,将会使屏幕上的绿色退色而向黄色靠近。

在投影屏幕上使用彩色时,一般应当遵循下述原则:可用颜色作为一种提示信号,突出重要概念;在同一种画面上使用的颜色不宜过多,最多不超过五种,最佳数为四种;在设计显示画面时,若没有必要则应当使显示画面的全部内容为同一种颜色,例如绿色。

3. 选择合适的字体、字号。识别精度和识别速度与显示系统的多个参量都有关系,如:字体、字号、亮度、分辨率、对比度等。实际证明,合适的屏幕画面为:

正文 ≥ 24 号字(powerpoint),以保证教室后排的学生观察屏幕信息时有足够大的视角,视觉轻松;

字体选为宋体,与一般的印刷体相同,符合阅读习惯;

每张幻灯片的文本行数 ≤ 10 行,每行 ≤ 18 字;信息量较大时,可采用分页方法,并在后页适当重复前页重要内容。

此外,由于投影仪电路和电源的某些原因使得每次扫描时同一字符的每一笔划并不能保证绝对重合,理论上总是存在着一定的位移,使屏幕上显示的字符或图形变得模糊。模糊度的大小可用这个位移与笔划宽度之比来定义:

$$\text{模糊度} = \text{位移} / \text{笔划宽度}$$

增加笔划宽度有利于减小模糊度,在实际设计powerpoint文稿时可将文字加粗。

[参考文献]

- [1] 刘静,张继福.正确运用多媒体辅助教学手段[J].计算机教育,2004,(11).
- [2] 王津,梅创社.开展计算机多媒体辅助教学应注意的几个问题[J].西安欧亚职业技术学院学报,2004,(3).
- [3] 余里富.信息显示技术[M].北京:电子工业出版社,2004.

(责任编辑:阳仁宇)