中国人眼光谱相对视亮度函数的研究 II 不同大小视野对 $V(\lambda)$ 的影响

纪桂萍 赫葆源 马谋超 许宗惠 陈永明 中國科学院心理研究所

摘 要

本实验采用闪烁光度法。本实验的视野是7°40′和20′,受试者5人,均属色觉正常者。年龄在30至50岁之间,具有一定实验经验。实验波长从420—700nm,其间隔为20nm,实验的亮度级为30cd/m²。

四种视野相比较,其中 2° 视野 $V(\lambda)$ 曲线引自明视函数, 10° 视角的材料来自 CIE1964年补充标准观察者 $\overline{V}10(\lambda)$,其结果:峰值的短波一侧随着视野的增加 $V(\lambda)$ 值显著增加,而在峰值的长波一侧则无显著变化。

一、问题

众所周知,国际照明学会(CIE)的 1931 标准观察者和1964补充标准观察者是根据它们的不同大小视野来区分的。前者为2°,后者为 10° 视角,并且规定在1°—4°视角之间,适用CIE1931标准观察者,而大于4°视角的则适用 CIE1964 补充标准观察者(见 Colour 73)。人们曾对这种划分的合理性提出过问题,例如,在CIE 第18届会议上,TC1—4 视觉委员会主席 Kinney (1975)所做的综述报告,就谈论到在不同条件下,包括不同大小视野在内 $V(\lambda)$ 适用范围的问题。

而在当今CIE现有的有关规范中,也没有对点光源下或接近于点光源下V(λ)的使用说明。这样,就需要提供更多的有关视觉基础的资料。虽然关于不同大小视野V(λ)的研究,有过一些文献记载,如:Jainski(1938)、Jaggi(1939)、Sperling-Hsia(1957)以及Bedford-Wyszecki(1958)。但是,在这些资料中,还没有能够找出一份资料可以完满地说明我们上面所提到的问题。这就是本实验的目的所在。

二、方 法 和 步 骤

本实验的方法采用闪烁光度法。其要领就是把各单色光和一个固定亮度的白光,分别以一定速率交替呈现。当看出两种光强的差异时就产生有闪烁的现象,这时受试者对单色光强作适当的调整,直到闪烁最小或不闪为止。具体步骤和实验条件包括能量的测定见 I 明视函数。

这里应当说明的是,本实验的视野是 7°40′和 20′两种条件。不同视角是通过计算光

路上小孔光阑的孔径获得的。

单色光和标准白光交替呈现的速率,根据视野大小而定。经过预试 20′ 视角用 9 次/ 秒左右, 7°40′ 视角使用的速率为24次/秒左右。

受试者 5人,均属色觉正常者。年龄在30至50岁之间,具有一定实验经验。

实验波长从420nm—700nm。其间每隔20nm选一个波长做刺激。此外增添550nm和 555nm两个波长,其宽度均为5nm。每个波长每个人都做两次调整,取其平均值。两种不同大小视野分做两个序列,分两次做完。

实验的亮度级为30尼特(cd/m²)

三、结 果 和 讨 论

图 1 画出了 7° 40′和20′两种视角下的 $V(\lambda)$ 比较。看出两条 $V(\lambda)$ 曲线的峰值是重叠的。在峰值的短波一侧,大视野显然比小视野高,而长波一侧则无显著变化。

图 2 画出了四种视角 $V(\lambda)$ 的比较。其中 2°视角的 $V(\lambda)$ 曲线引自 I 明视函数。10°视角的资料是来自CIE1964补充标准观察者 \overline{Y} 10(λ)(Wyszecki & Stiles(1967))。这一比较更加清楚地看出了上述的趋势,峰值的短波一侧随视角增大表现得更高,四条曲线的峰值及长波方面基本上是重叠的,形状也颇相似。

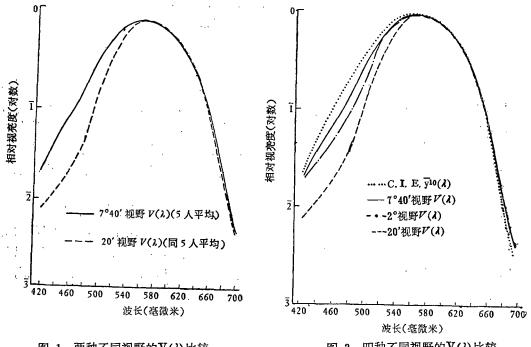


图 1 两种不同视野的V(λ)比较

图 2 四种不同视野的V(λ)比较

由此可见,不同大小的视野,对光谱长波段的 V(λ)值大致上是相等的,而对光谱短波 段则出现系统的差别,即视野愈大,光谱短波段的V(λ)值愈大。

这里所得到的趋向和文献记载的 (Jainski (1938), Sperling-Hsia(1957), 第16届 CIE(E-1.4.1)关于视野大小和视亮度曲线的概述 (1967))是吻合的。

为什么 $V(\lambda)$ 在峰值的短波一侧大视野要比小视野高,而长波一侧没有变化,因为大视野包含了中央窝外一些视网膜区,所以它具有中央窝外的特性。我们可以从中央窝与中央窝外的差异来说明。

第一、这与黄斑色素的光密度或吸收有关。根据 Wyszecki-Stiles(1967) 的报道,密集在中央窝锥体的黄斑色素最大光密度是在 430nm—490nm,而大于 530nm 之后就一样了。这一点已由中央窝外视网膜区 $V(\lambda)$ 的研究得到了证明, (Wald (1945), Weale (1951, 1953), Wooten—Fuld—Spillmann(1975))。

黄斑色素主要集中在网膜中央窝地区(2°),它对光谱长波段的透过率较大,而对光谱短波段透过率较小,因此,当视野大于 2° 时,由于网膜上黄斑色素密度的变化,光谱短波段的透过率增大,相应地网膜锥体细胞接受蓝紫光的能量就多,因此,当视野增大时,就出现人眼对光谱短波段 $V(\lambda)$ 值提高的现象。

第二,有人认为部分地应当归结于三种锥体在网膜上分布的特点。在视网膜边缘区蓝锥体相对于红和绿锥体来说占优势,因此对光谱蓝端的 感 受 性 较 高(Weale (1951,1953))。主张这种见解的人,还从色辨认的某些资料中得到旁证,也就是在中央窝外的网膜区,光谱的蓝端比中央窝获得更好的辨别。

在中央窝内2°和20′视角的 $V(\lambda)$ 所表现的类似差别,同 Wald(1967) 表明中央窝的中心短波锥体相当少的观点是一致的。

第三,背景光的颜色影响人眼对光谱不同部位的感受性。我们在实验中所用的背景光,即适应视野是白炽灯,当降低到一个很低的电压使用时,这种光色温低,呈现带黄色,这种略带彩色的背景视野,有选择地改变光谱相对视亮度,它将使含有红、绿色素的锥体细胞产生一定的彩色适应效果,而对于含有蓝色素的锥体细胞不产生这种彩色适应效果。从网膜中央往网膜外侧边缘含有蓝色素的锥体细胞逐渐增多,而这些锥体细胞不受色温较低的适应视野的影响,因此大视野比小视野在短波段的V(λ)值高。

至于引进CIE Y10(λ) 作比较,除掉视角这一差别外,实验方法,受试人种,年龄都不相同。因此必须对视角以外的其余变量做出估计。关于大视野的 V(λ)研究,确实可能因其方法不同而表现出差异(第16届CIE E-1.4.1 视野大小与视亮度曲线论题1967)。但是 Palmer (CIE London 1975)查明10°视野的资料比CIE196 $\overline{4Y}$ 10(λ)更宽。所以,在这里,方法不构成影响的主要因素。

CIE 1964 \overline{Y} 10(λ)的受试者和我们的在人种学上的差别,在本系列实验中的明视测试部分已表明不受影响。

年龄的影响是肯定的(Dobson(1976), Mellerio (1971), Said and Weale (1959), Ruddock(1965))。但是根据本实验系列中的明视曲线的年龄差异,可以证明这种差异是小的,况且我们和 $CIE1964\overline{Y}10(\lambda)$ 受试者的年龄差异比我们两组年龄差异还小。 因此我们把图 2 所示的差别,主要归结于不同视角是合理的。

从我们的结果可以看出 $7^{\circ}40'$ 的 $V(\lambda)$ 值既有别于 2° , 更和20'不同, 同样20'和 2° 之间也有显著差别。因此, 我们认为需要进一步的研究, 以确定 $V(\lambda)$ 的有效使用范围。对点光源或近似于点光源下 $V(\lambda)$ 的使用问题, 根据本实验的结果, 我们认为应该做出规定。

参 考 文 献

- 〔1〕 陈永明等 中国人眼光谱相对视亮度函数的研究 【明视函数,心理学报,2期1979
- (2) Berdford, R. E. and Wyszecki, G., J. O. S. A., V. 48, 1958
- (3) Colour 73, 1973
- (4) Dobson, V., Vision Res., V. 16, n. 4, 367-374, 1976
- [5] Jaggi, M. Helv Phys. Acta., V. 12, 77, 引自LeGrand, "Light Colour and Vision", 1968
- (6) Jainski, Licht u Lampe, V. 27, 689 引自LeGrand, "Light Colour and Vision", 1968
- [7] Kinney, J. A. S., ClE, TC-14 "Vision" 引自中山俊夫, 照明学会杂志, 昭和51年, 60 卷, 11,596-599, 1975
- (8) Mellerio, J., Vision Res., V. 11, 129-141, 1971
- (9) Palmer, D. A., Light and ligting and Environmental Design, November/December 1975
- (10) Ruddock, K. H., Vision Res., V. 5, 47-58, 1965
- (11) Said, F. S and Weale R. A., Gerontologia, V. 3, 213-231, 1959
- (12) Sperling, H. G. and Y. Hsia., J. O. S. A., V. 47. 8 1957
- (13) Wald, G. Science, V. 101, 653, 1945; J. O. S. A., V. 57, 11, 1289, 1967

A SERIAL STUDY ON THE RELATIVE SPECTRAL LUMINOSITY AMONG CHINESE PEOPLE THE EFFECT OF THE DIFFERENT VISUAL FIELDS ON V(λ)

Ji Gui-ping, He Bao-yuan et al.
(Institute of Psychology, Academia Sinica)

This experiment was undertaken by using flicker method with 5 normal vision adult experienced subjects. Four visual fields were used(20', 2°, 7°40', 10°). Level of luminance was 30cd/m². Test points of wavelength were selected in the range from 420 to 700nm.

The results indicated that in all different visual fields, the $V(\lambda)$ values are basically similar in the long wave region of the spectrum, but systematically increased with the increment of the visual field in the short wave region of the spectrum