

# 视场大小对色光和白光的 临界融合频率的影响<sup>1)</sup>

许宗惠 纪桂萍

中国科学院心理研究所, 北京

## 摘 要

本实验采用闪烁光度法。刺激光为红光(670nm)、绿光(560nm)、蓝光(450nm)和白光。亮度级为200尼特、20尼特和2尼特。视场约为 $2^\circ$ 、 $1^\circ$ 、 $0.5^\circ$ 和 $0.25^\circ$ 。受试者3人,均属色觉正常者,具有一定实验经验。结果表明:在同一亮度级上,大小相同的视场内,绿光的CFF都明显地高于明度相同的红光和蓝光的CFF;在同一亮度级上,色光和白光的CFF都随着视场面积的增加而增加。并且CFF-Log面积接近线性关系;在不同亮度级上,CFF-Log面积的直线斜率并不相同。2尼特时的直线斜率小于20尼特、200尼特时的直线斜率。

## 一、引 言

我们曾经在“亮度对白光和色光的临界融合频率的影响”<sup>[1]</sup>一文的研究中,发现临界融合频率(CFF)不仅是亮度的函数,同时也受波长的影响:在不同亮度级上,相同明度的白光与色光的CFF不同,不同色光的CFF也有差别,绿光的CFF明显地高于红、蓝光的CFF。这一结论同Hecht和Shlaer的实验结果<sup>[2]</sup>并不一致。他们认为在明视范围内,CFF与波长无关,各色光的CFF与Log亮度的关系,可以用一条直线来表示。本实验旨在寻求视场大小对色光和白光CFF的影响,并着重探讨在上述条件中,绿光的CFF是否总是高于相同明度的红光和蓝光的CFF。

Granit和Harper<sup>[3]</sup>发现在一定的照明范围内,一定网膜区域中,白光的CFF与视场面积的对数(Log area)是一种接近线性的关系。本实验除白光外,也将用色光考察在不同亮度级上的这种线性关系。

## 二、方法和程序

本实验选用红、绿、蓝光的波长分别为670、560和450毫微米的单色光。它们均由一台苏制Y<sub>M-2</sub>单色仪产生(实验装置见图1)。单色光射入一个表面涂有氧化镁的扇形圆盘的缺口,聚焦在观察筒T的入口处O。根据需要可以在此处改变视场大小。我们选定了视角约为 $2^\circ$ 、

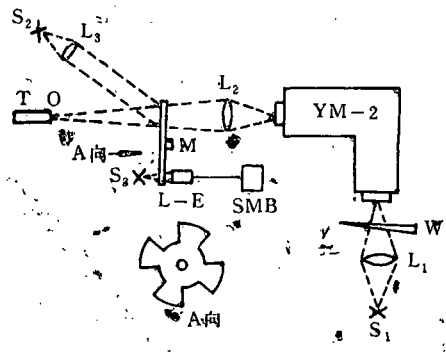


图1 实验装置

1) 本文于1988年9月23日收到。

1°、0.5°和0.25°四种视场,面积分别为19.62 mm<sup>2</sup>、4.89mm<sup>2</sup>、1.32mm<sup>2</sup>和 0.38mm<sup>2</sup>。一个卤钨灯 S<sub>2</sub>(12V,100W)从45°角射向圆盘的氧化镁表面,作为标准白光,该刺激光的亮度级为 2 尼特、20尼特和200 尼特。单色光的明度是通过闪烁光度法,将它们各自与标准白光相匹配,以达到相同的明度水平。观察筒T的另一端备有直径为2mm的人工瞳孔,并由头架固定受试者的头位,以保证刺激落入一定的视网膜区域。视场外,由一个微弱光点S<sub>3</sub>通过圆盘缺口照射到光电转换器L-E上。圆盘由可调电动机M带动。它的速度由受试者通过多线圈电位器调节。光电转换器把与光讯号对应的电讯号显示在SBM-10A型多用示波器上。再根据波形的宽狭换算成闪烁频率。

受试者三名,均为有类似实验经验的正常色觉者。他们是或曾是本实验室的工作人员。

为了排除棒体细胞的干扰,保证受试者采用中央视觉,实验所用的四种视场都在2°视角以内。我们以视场大小的变化作为实验序列,以尽量避免色光间的后效影响。此外,让每个被试每天只做一个亮度级实验,以免连续观察所产生的视觉疲劳。全部实验在一星期内完成。

### 三、结果和讨论

如表 1 所示: 在同一亮度级上(包括2、20和200尼特),大小相同的视场内(包括2°、1°、0.5°和0.25°),绿光与光谱两端的红光和蓝光相比,它的CFF 都明显地高于红、蓝光。

表 1 亮度级、视场和色光、白光的 CFF

亮 度	刺 激 光	CFF 视 场	2°	1°	0.5°	0.25°
			(19.62 mm <sup>2</sup> )	(4.89 mm <sup>2</sup> )	(1.32 mm <sup>2</sup> )	(0.38 mm <sup>2</sup> )
2 尼 特	白 光		20.32	17.76	15.88	14.09
	绿 光		21.91	20.27	17.81	16.08
	红 光		19.12	17.31	16.08	14.09
	蓝 光		18.87	16.70	15.15	13.84
20 尼 特	白 光		35.95	30.40	26.30	21.50
	绿 光		33.81	29.73	25.76	22.87
	红 光		31.63	27.89	22.92	18.59
	蓝 光		31.01	25.95	22.05	17.81
200 尼 特	白 光		41.04	37.47	33.81	29.50
	绿 光		40.22	37.21	32.88	28.54
	红 光		35.57	32.14	28.56	23.41
	蓝 光		36.25	33.80	29.71	25.67

的CFF。这一结果进一步揭示了Hecht和Shlaer的早先结论——在明视范围内CFF和波长无关,是不确切的。我们知道达到融合时的频率愈高,表明人眼的感受性愈高。绿光的CFF高于红光和蓝光,这正表明人眼对光谱中段的感受性高于光谱两端。这种情况与人眼对可见光谱的相对视亮度函数<sup>[4]</sup>是一致的。

我们用最小二乘法将实验数据进行直线回归处理,用以表示CFF和Log面积之间的变化趋势。在图 2、图 3、图 4 和图 5 中,最优拟合直线恰到好处地通过各实验点,表明白

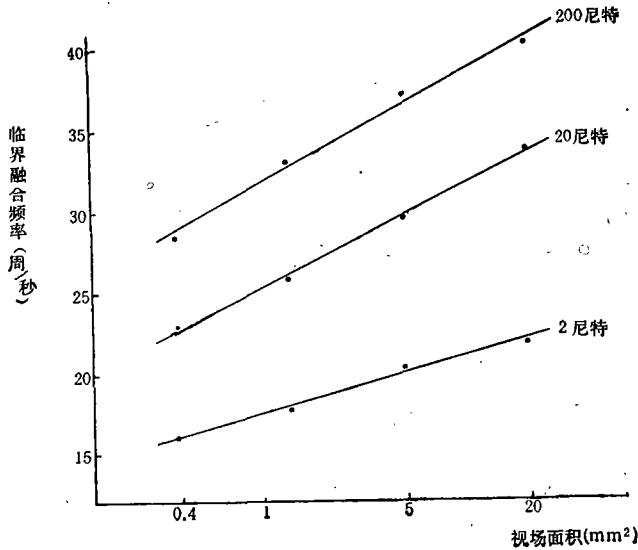


图 2 在相同亮度级上绿光的CFF和Log面积的函数关系

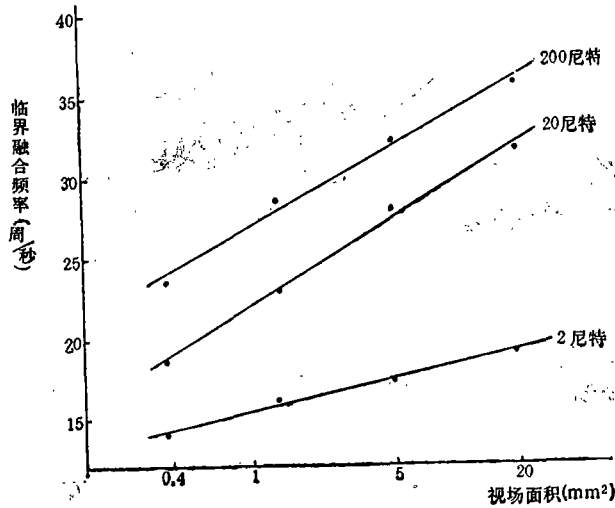


图 3 在相同亮度级上红光的CFF和Log面积的函数关系

光和各种色光的CFF都随着视场面积对数的增加而增加,并且两者呈线性关系。在这四幅图中,偏离直线的最远点,在纵坐标上只差1周/秒左右。此外还表明:随着亮度级的增高,表示CFF和Log面积的这些直线,在图上的位置一条高于一。可见,在各种大小相同的视场内,亮度愈高,其CFF也愈高。这三条直线的斜率并不一致。2尼特时的斜率很小。具体地说,在低亮度下,不同视场的CFF差别很小。20尼特时的直线斜率显著增加,这表明不同视场的CFF的差别随着亮度级的提高而增大。至于20尼特和200尼特时,二条直线的斜率变化并不很大,基本上接近平行。其原因可能在于20—200尼特之间,锥体细胞发挥的功能颇为接近,而其它原因有待进一步探讨。

关于CFF阈限方面的研究报告虽然很多,然而就刺激面积对CFF影响的研究,相对于影响CFF的其它因素来说,并不很多。有关实验主要以白光作为刺激光。本实验表

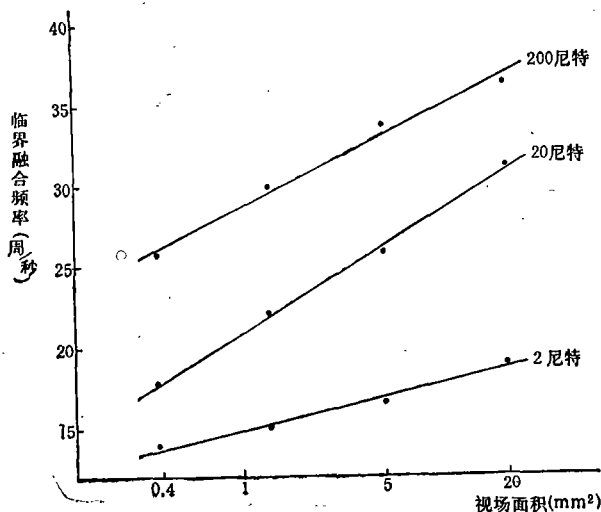


图4 在相同亮度级上蓝光的CFF和Log面积的函数关系

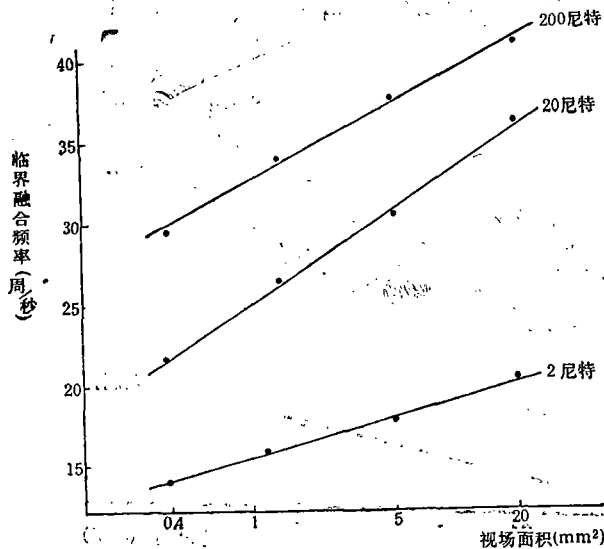


图5 在相同亮度级上白光的CFF和Log面积的函数关系

明：无论是色光还是白光，人眼的CFF都随面积的增加而增加。在小视场中看着已经融合的光斑，当视场扩大时，又出现闪烁现象。本实验结果同Cranit和Harper、Berger<sup>[6]</sup>、Kügelmass和Landis<sup>[9]</sup>、Röehrig<sup>[7]</sup>等人的研究成果都很一致或接近一致。在Hecht和Smith<sup>[8]</sup>的研究中，仅有的二个受试者就得出不太符合的数据。本实验结果与其中一个相一致。人眼的CFF随着面积对数的增加而增加。这就是通常所说的面积效应。而这种现象主要是一种总合效应。因为受刺激的视网膜面积愈大，它所包含的接受器数目就愈多，可起作用的单元也就愈多，并且相邻部分之间相互作用的单元也就愈多。然而，Roehrig<sup>[9]</sup>的实验表明，就中央视觉而言，当刺激面积增加时，所引起的CFF增加，可能并不取决于整个视场的面积，而是取决于围绕边缘所增加的部分。所以，看来CFF—Log面积的关系又不仅仅是总合效应的问题。

## 参 考 文 献

- [1] 马谋超等, 亮度对白光和色光的临界融合频率的影响, 心理学报, 第4期, 1981。  
[2] Hecht, S. and Schlaer, S., J. Gen. Physiol., V19, 965—979, 1936.  
[3] Granit, R. and Harper, P., Amer. J. Physiol., 95, 211—227, 1930.  
[4] 赫葆源等, 中国人眼光谱相对视亮度函数的研究, 心理学报, 第1期, 1979。  
[5] Berger, C., Acta. Physiol. Scand., 28, 224—233, 1953.  
[6] Kugelmass, S. and Lanis, C., Amer. J. Psychol., 68, 1—19, 1955.  
[7] Roehrig, W. C., J. of Psychol., 47, 317—330, 1959a.  
[8] Hecht, S. and Smith, E., J. Gen. Physiol., 19, 797, 1936.  
[9] Roehrig, W. C., J. of Psychol., 48, 57—63, 1959b.

## INFLUENCES OF VISUAL FIELD SIZE ON THE CRITICAL FUSION FREQUENCY FOR THE CHROMATIC AND ACHROMATIC LIGHT

Xu Zong-hui     Ji Gui-ping

*Institute of Psychology Academia Sinica*

### Abstract

This experiment was undertaken by using flicker method with 3 normal vision experienced adult subjects. A white light and 3 spectral lights (670, 560 and 450 nm) were used as stimulus lights; 4 visual fields were used about 2°, 1°, 0.5° and 0.25°; 3 levels of luminance were 200, 20 and 2 cd/m<sup>2</sup>.

The results indicate that 1) At any given luminosity level and within the same size of visual field, all CFF of green light turn out to be higher than those of red and blue lights significantly. 2) Under the same luminous condition, CFF of both white light and various monochromatic lights increase as the visual field become larger. Furthermore, these changes tend to be linearly interrelated, that is to say, CFF increases with the logarithm area of visual field nearly. 3) At various luminosity levels, slopes of lines denoting CFF to log area of visual field varied, The slope at 2 cd/m<sup>2</sup> is smaller than those of others.