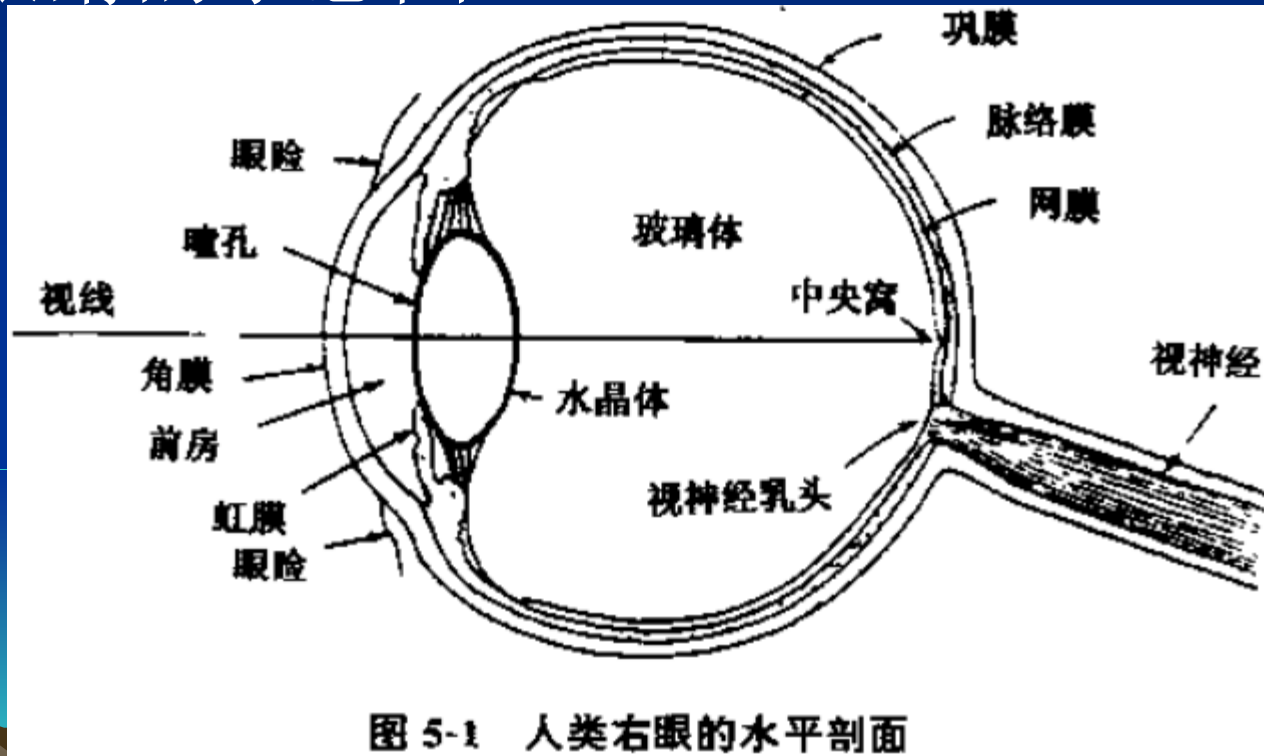


# 第五章-视觉系统



# 一、视觉系统

- (一) 眼睛
- 1. 眼睛的示意图



- 2.网膜上的两类细胞：锥体细胞与杆体细胞

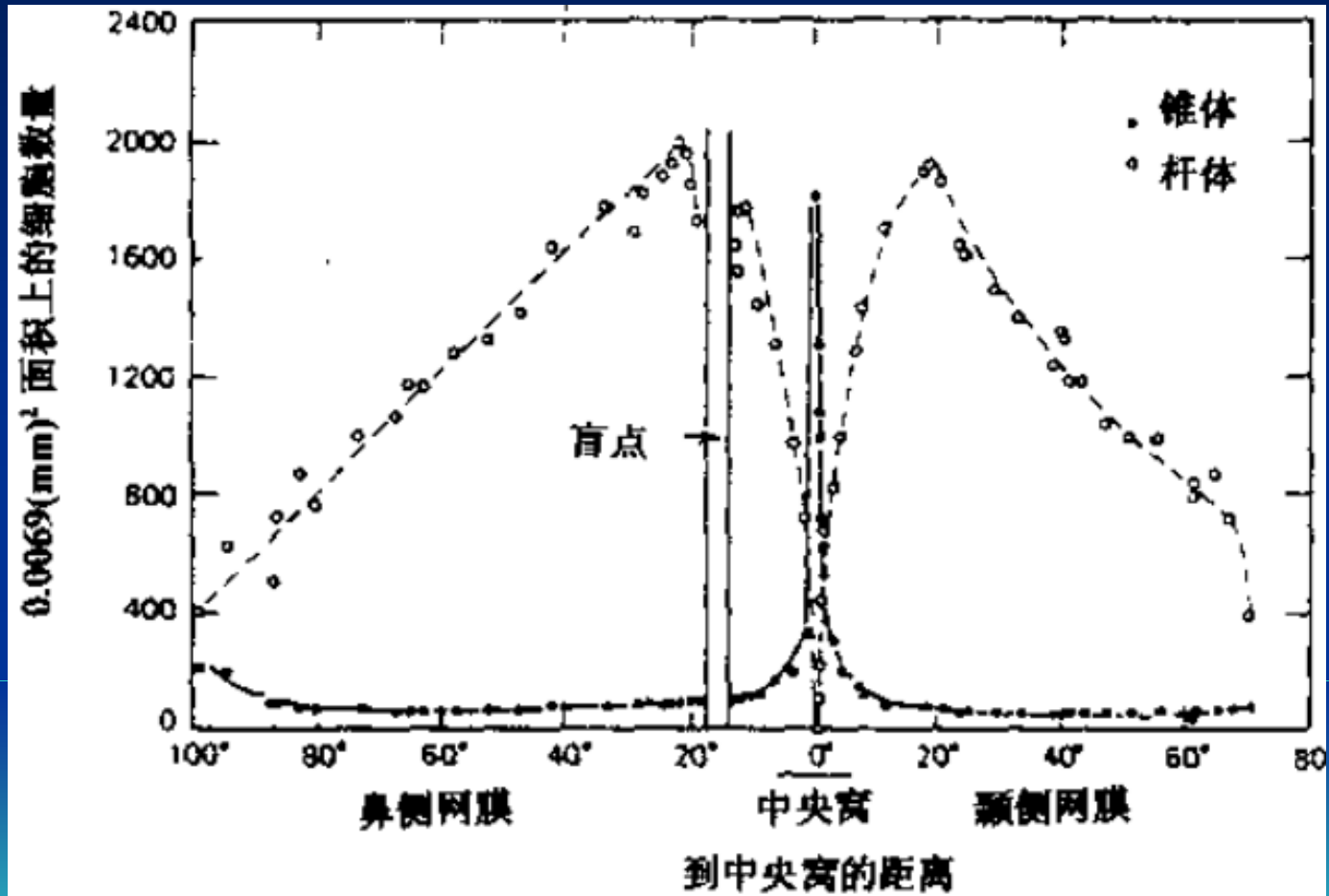
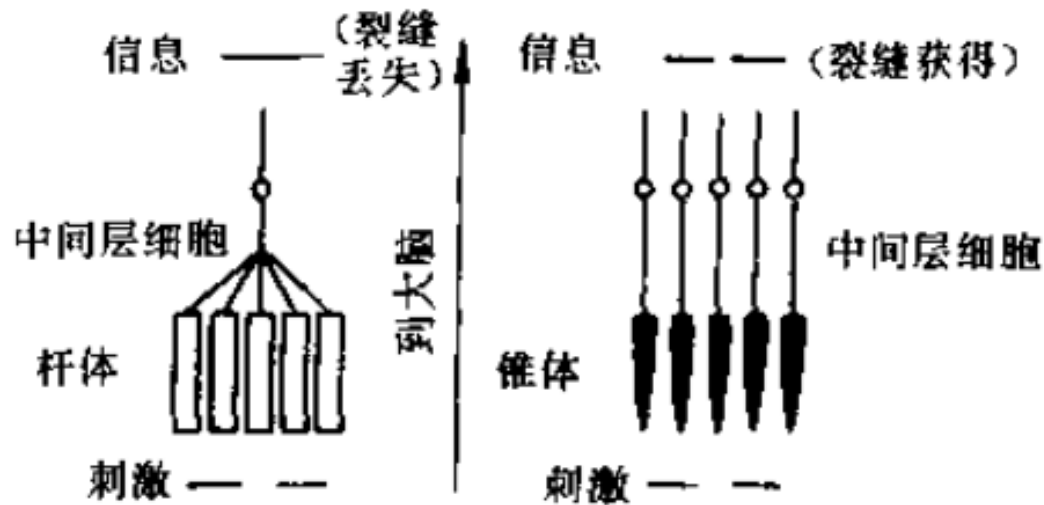


图 5-2 锥体细胞与杆体细胞分布图

# • 视网膜上的神经联系



许多杆体细胞具有共同的神经纤维  
(视网膜周围)

每个锥体细胞都具有自己的神经纤维  
(中央窝)

(a)

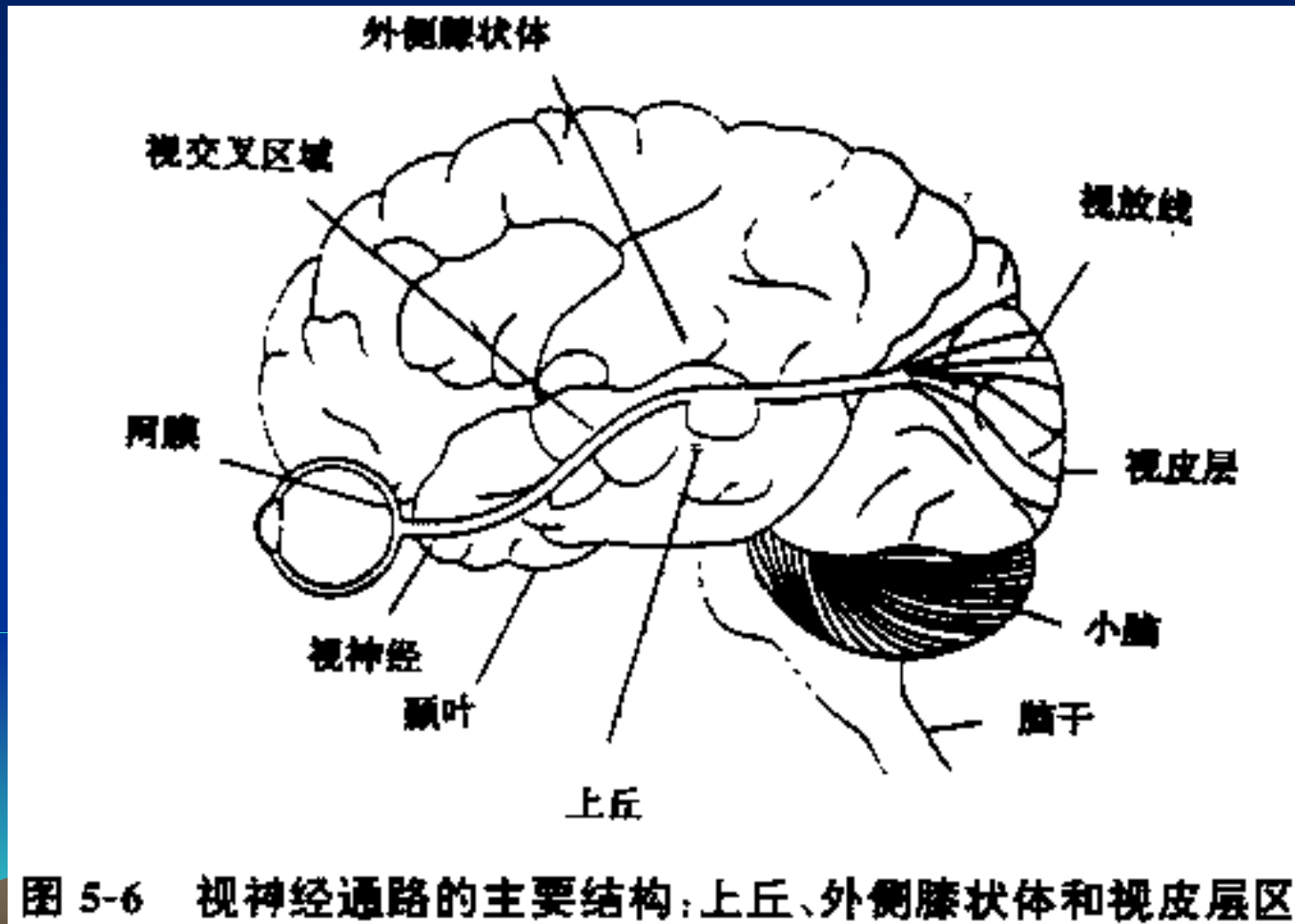
(b)

图 5-4 锥体细胞与杆体细胞和中间层细胞的联系图解

(Schiffman, 1996)



- 视神经通路上的3处重要的信息加工站：上丘、外侧膝状体和视皮层区。



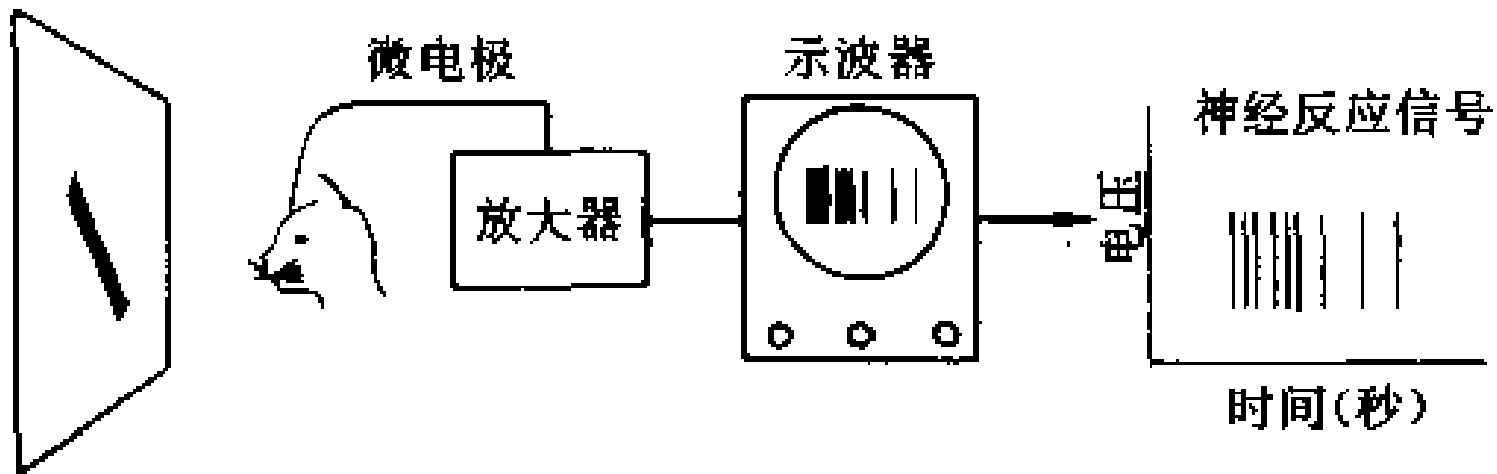
- (三) 神经细胞的感受野
- 在视觉系统中，如果视网膜某一特定区域在受到光的刺激时能够引起视觉系统较高水平上单一神经纤维或单一神经细胞的电反应，那么这个区域便是该神经纤维或细胞的感觉野。



- 研究视觉感受野的实验安排是把微电极埋藏在单个的神经节细胞或单个的外侧膝状体细胞或视皮层细胞。然后，将大小、运动、强度、朝向、模式等维度变化的各种各样的单个刺激投射到实验动物视网膜的不同部位，直到产生相应的电位变化，这样，作为某类神经细胞感觉野的视网膜某一特定区域便可被确认了。



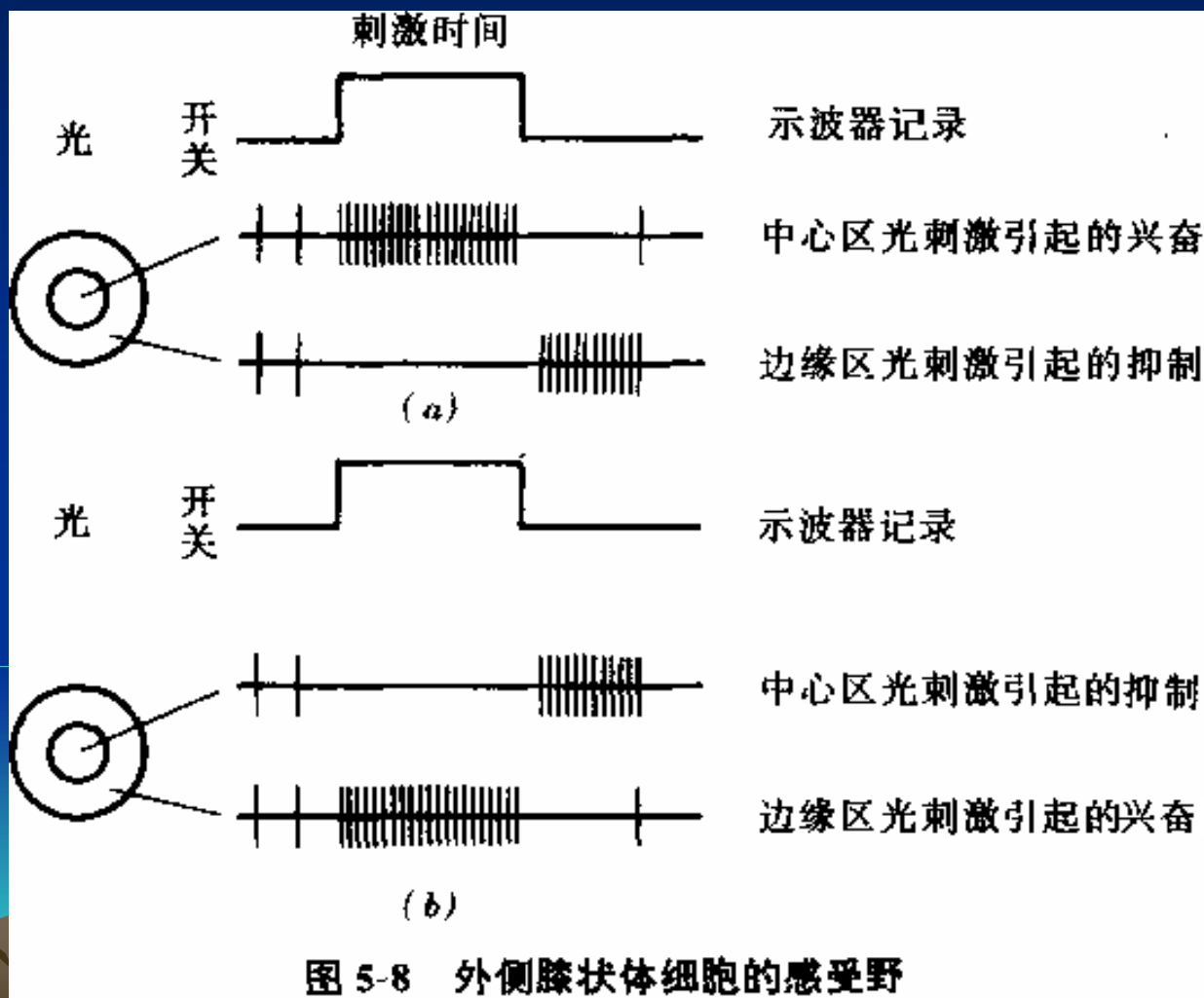




投射到屏幕上的刺激

图 5-7 皮层细胞感受野的实验装置

- 猫的神元节细胞与外侧膝状体细胞的感受野都是同心圆式的，有“开”中心细胞和“闭”中心细胞。



# • 视皮层细胞的感受野

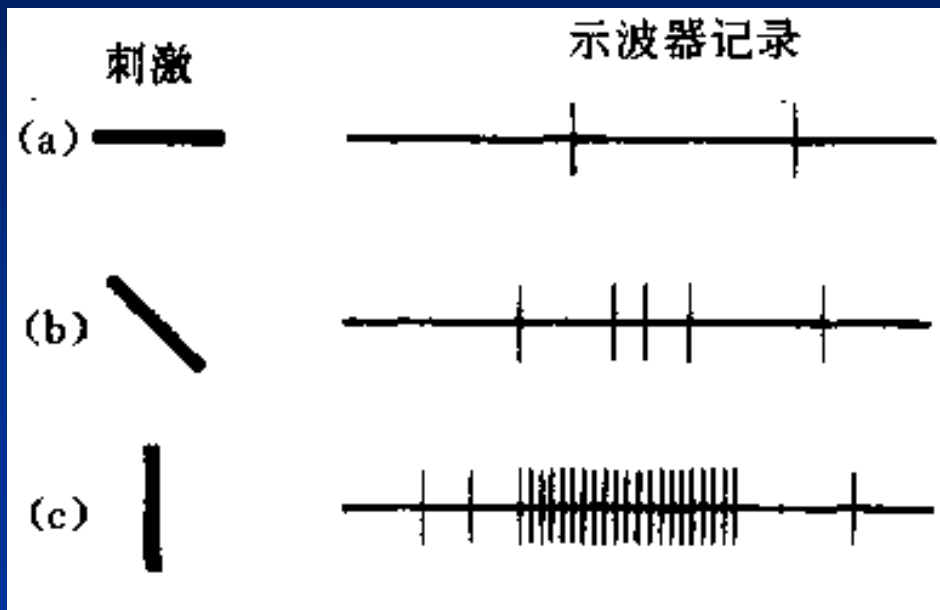


图 5-9 对朝向敏感的简单细胞的感受野  
(Schiffman, 1996)

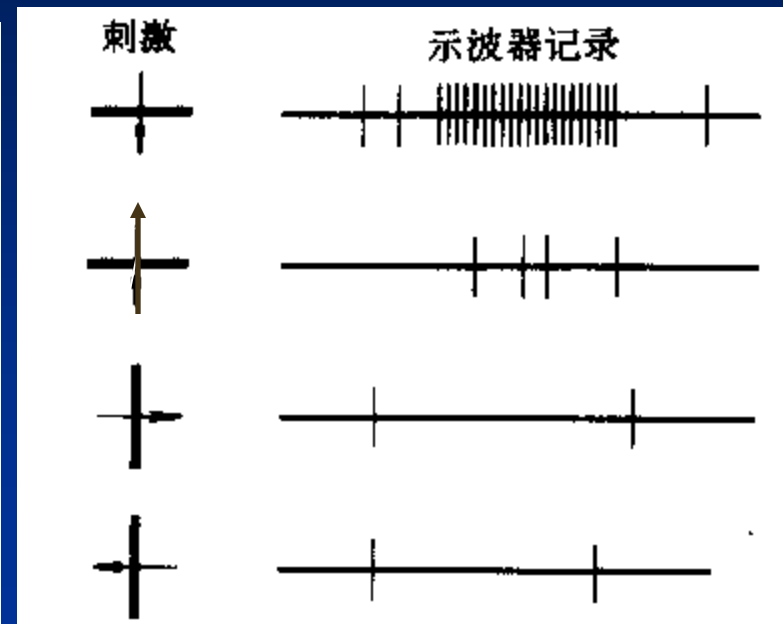


图 5-10 对运动方向敏感的复杂细胞的感受野  
(Schiffman, 1996)

- （四）特征觉察器的概念
- 指视觉系统中只对视野内确定位置上有一定特征的刺激形式产生最大反应的某些特殊神经元，又称特征检测器，单个皮层细胞不能作为特征觉察器而起作用。皮层细胞不是孤立地进行活动的，它们以网络的方式交互作用，彼此参与。可能一个皮层细胞参与广泛的知觉活动，而一类知觉又涉及种类繁多的皮层细胞。每一种皮层区域都对不同的刺激信息进行不同的加工。某一区域的损伤可能会导致某种视觉能力的丧失。



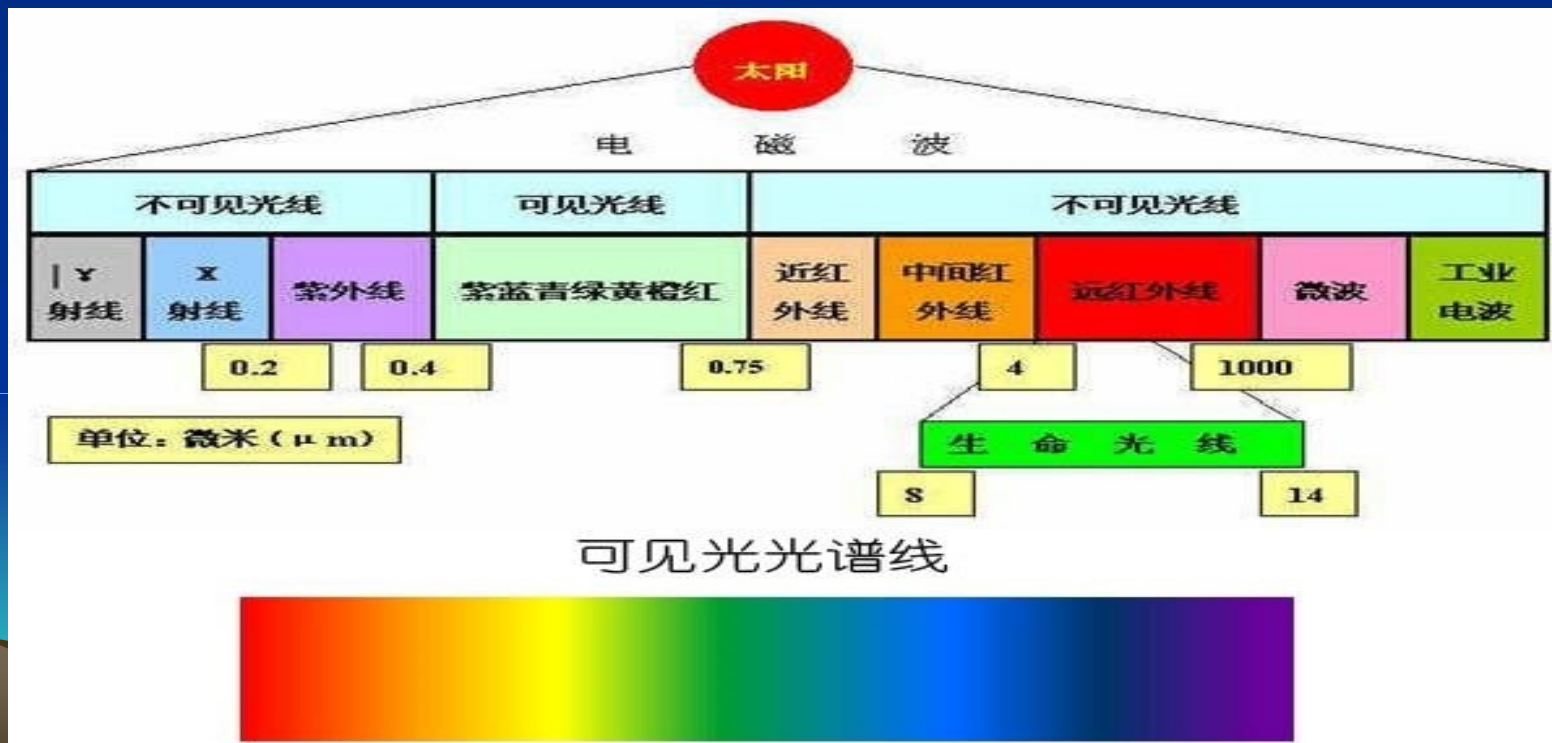
## 二、视觉的基本功能

- (一) 视觉的感受性
- (二) 空间辨别
- (三) 时间辨别
- (四) 客体的识别与定位:
  - 焦点系统与周围系统



# (一) 视觉的感受性

- 1. 光谱感受性
- 人眼不能看到所有的光线。人眼的适宜刺激，即可见光的波长范围大约是400nm（紫色）——700nm（红色）（黄希庭：380——780毫微米）。



- 人眼对不同波长光线的感受性是不同的。
- 人眼视网膜有两种感光细胞
  - 锥体细胞：明视觉 (photopic vision) 感受器
  - 杆体细胞：暗视觉 (scotopic vision) 感受器



## 明视觉（锥体）与暗视觉（杆体）的特性

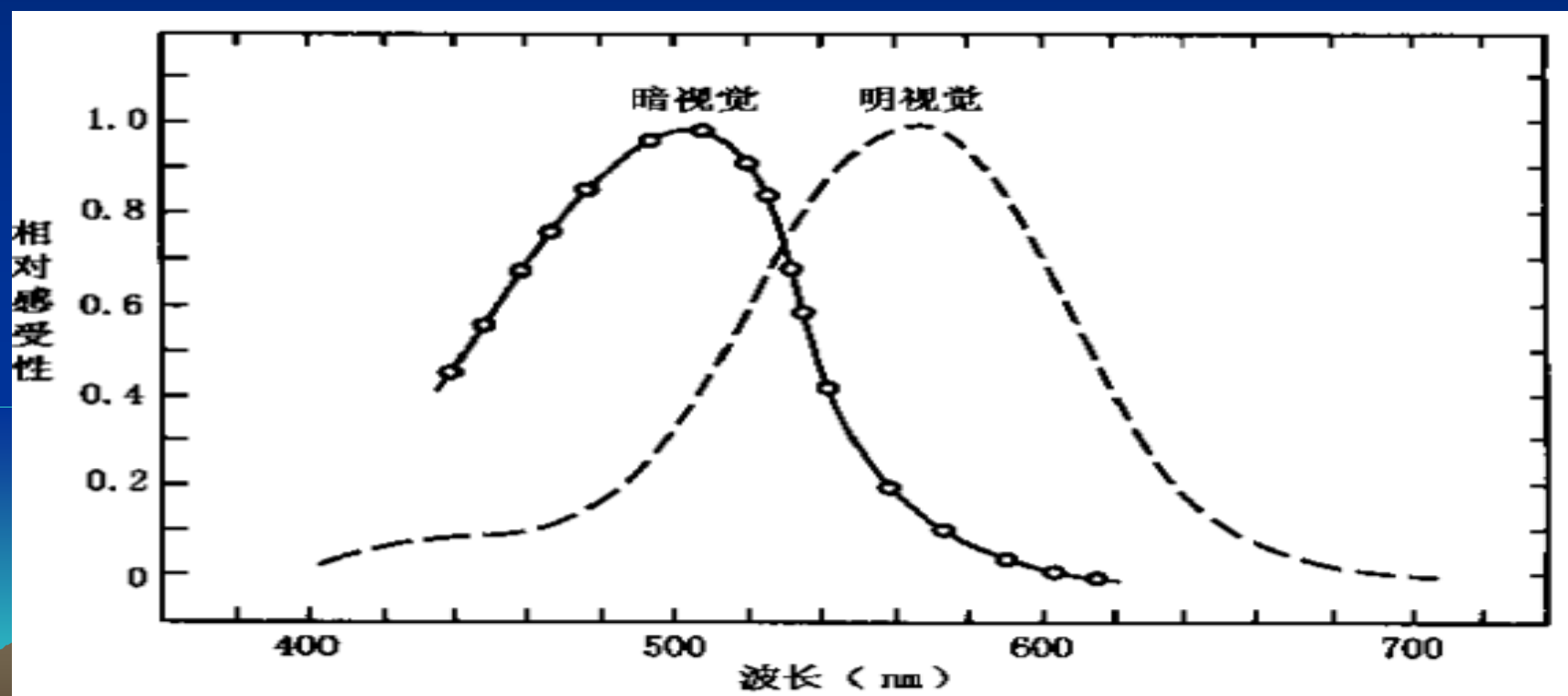
|          | 明视觉            | 暗视觉             |
|----------|----------------|-----------------|
| 感受器      | 锥体细胞           | 杆体细胞            |
| 视网膜位置    | 集中在中央凹         | 网膜边缘            |
| 功能上的亮度水平 | 白天日光           | 黑夜光线            |
| 最敏感的波峰   | <b>555nm</b>   | <b>507nm</b>    |
| 颜色视觉     | 有              | 无               |
| 暗适应      | 快，约 <b>5分钟</b> | 慢，约 <b>30分钟</b> |
| 空间分辨     | 高敏度，光感受性低      | 低敏度，光感受性高       |





锥体细胞能吸收可见光谱所有波长的光，但它对光谱的中央部分（约555nm）最敏感，而是对低于500nm和高于625nm的波长的感受性要差得多。从亮度来说，480nm的光只有555nm的光的20%。

杆体细胞也具有覆盖整个可见光谱的光谱光效率函数，但与锥体细胞相比，它们对较短的波长具有最大感受性，



- Purkinje效应

- J. E. Purkinje 1825年发现，在日光下看起来明度相等的红花和蓝花，到了黄昏时，即光照度变弱时，两种花的色调都变淡了，但蓝花看起来却比红花显得亮些。这种现象，即当照度降低，使锥体视觉转换到杆体视觉时，眼睛对光谱短波部分感受性提高的效应叫做Purkinje效应（荆其诚，1987）。

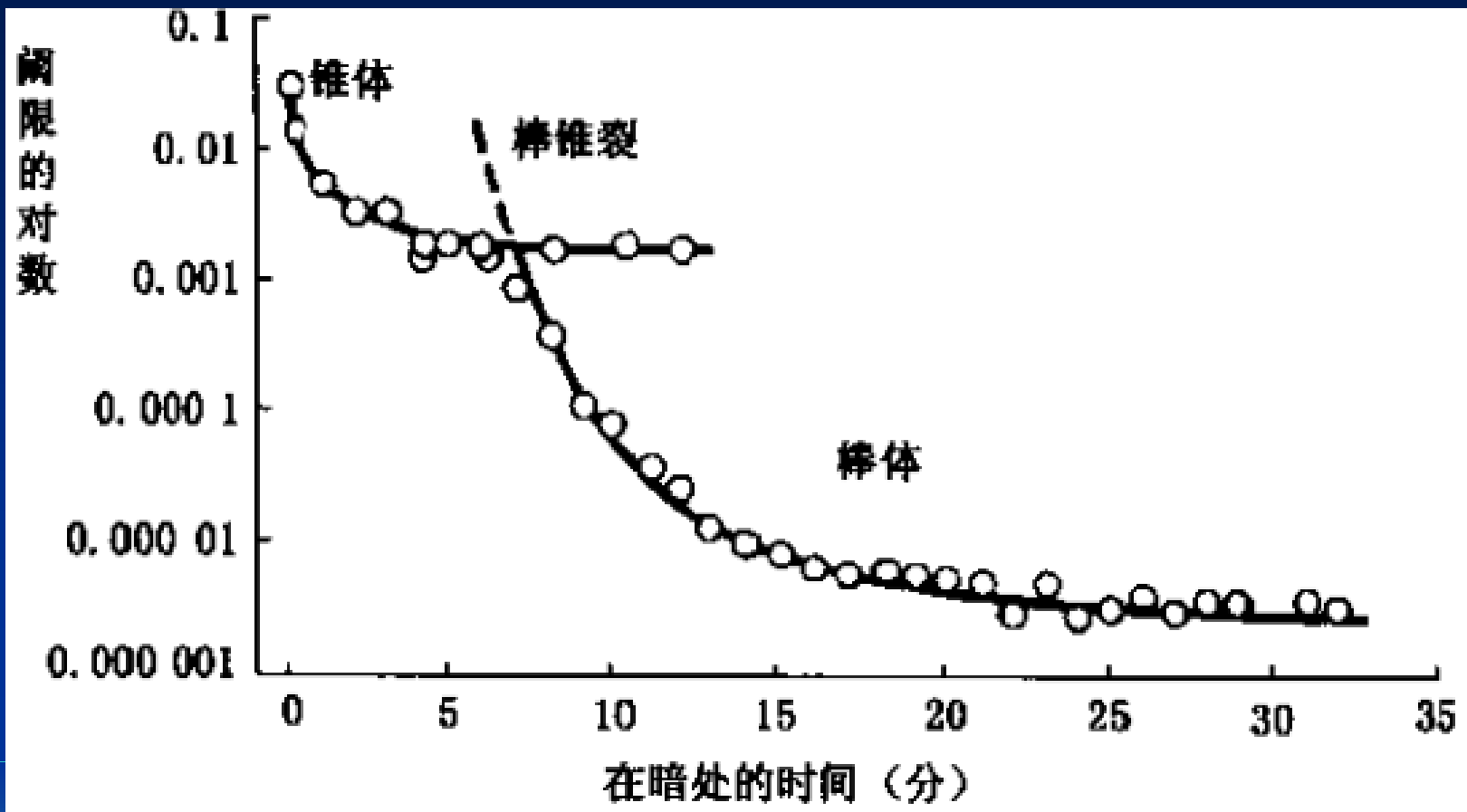


- 2. 暗适应与光适应（明适应）
- 暗适应（dark adaptation）
- 明适应（light adaptation）



- 测量暗适应的方法：被试首先面对光亮的照片2-3min，以降低眼睛的光感受性并提供一个参考点来追踪暗适应的时间过程。然后关灯使眼睛处于黑暗中。从关灯的那一刹那起按一定时间间隔（开始间隔以秒计，几分钟后按分钟计，直到大约30min止）不停地测量眼睛的绝对阈限。整个测量过程中，黑暗中刺激眼睛的光的波长及视网膜接受光刺激的部位保持恒定。测量结果以时间为横坐标、阈限刺激值（眼睛看到光亮所需要的最小强度）为纵坐标作图，得到两条暗适应曲线，如下图：





从图中可以看出锥体和棒体细胞在暗适应当中分别有什么特点？

- 保护暗适应的措施：戴红色护目眼镜。
- 戴上红色护目镜后，即使在照明很亮的环境，也可以减弱照明的强度，而且只有红光才能进入眼睛，而红光能有效刺激锥体细胞，因此人们仍然可以阅读，看清环境；而红光几乎不能刺激杆体，从而使杆体一直处于暗适应状态。



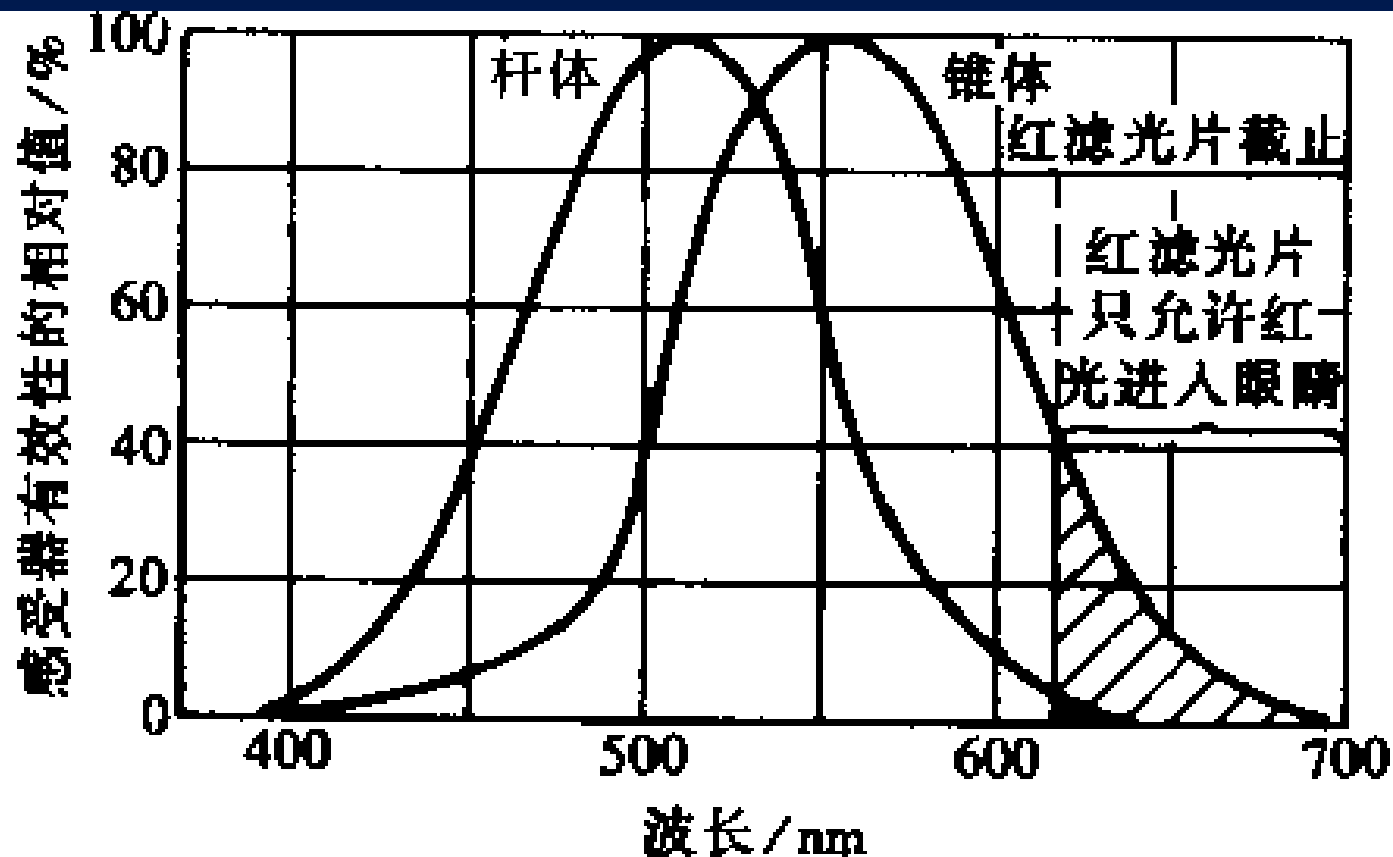


图 5-16

阴影部分表示的区域是红滤光片允许光通过的区域。这样，几乎没有光刺激杆体。

## (二) 空间辨别

- 眼睛的空间辨别能力即视锐度 (visual acuity) 表现为觉察目标刺激的存在以及辨别物体细节的准确性。(或视敏度: 视觉系统分辨最小物体或物体细节的能力)
- 视角 (visual angle): 离眼睛一定距离的物体的大小与眼睛形成的张角。





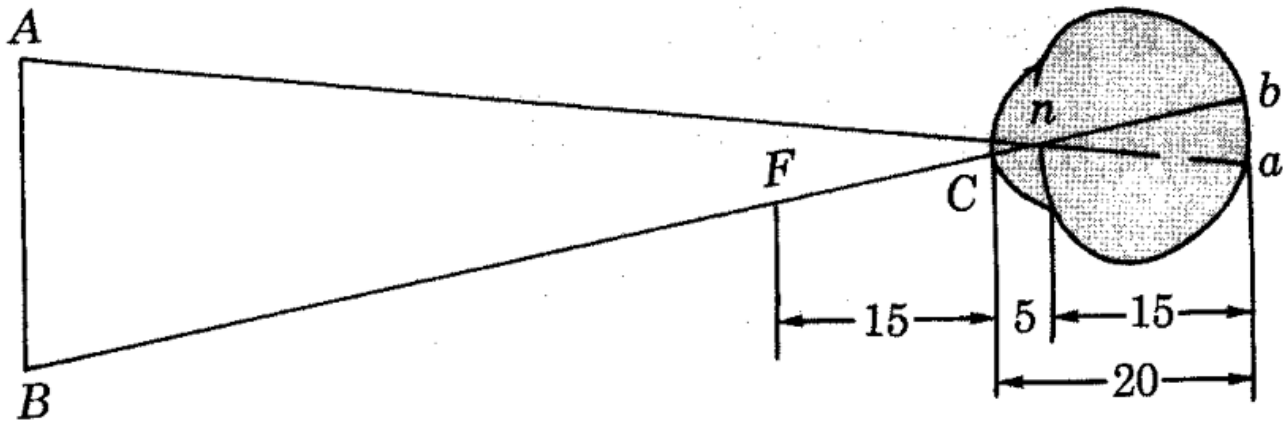


图 6-8 视觉成像的图解 (单位: mm)

$$\alpha = [\text{物体的大小 (S)} / \text{距离 (D)}] \times 57.3^\circ$$

例如, 某人的身高为1.8m, 在6m远处形成的视角

$$\alpha = 1.8/6 \times 57.3^\circ = 17.19^\circ$$

- 网膜映象: 在视网膜上所成的像, 是倒置的。
- 视锐度有多种, 相应地测量视锐度的方法也有多种。

# 1. 觉察

- 觉察 (detection) 不要求区分物体各部分的细节，只要求发现对象的存在。
- 在暗背景上觉察明亮的物体主要决定于物体的亮度，而不完全决定于物体的大小。黑暗中的发光物体，只要有几个光量子射到视网膜上就可以被觉察。因此，夜空的星星视角虽然小于1分，但我们仍然能够看到它们，就是因为它们达到了一定的亮度，而且我们看到它们的大小取决于它们的明亮程度。



- 由于发光物体再小，由于光线的衍射和漫射，它在视网膜上的像都会大于1分的视角。而1分视角的物体在视网膜上的呈像已经大于一个细胞的直径，因此，直径更小的锥体细胞或锥体细胞比现在的间距更紧密，对于提高视锐度并不能带来什么好处。

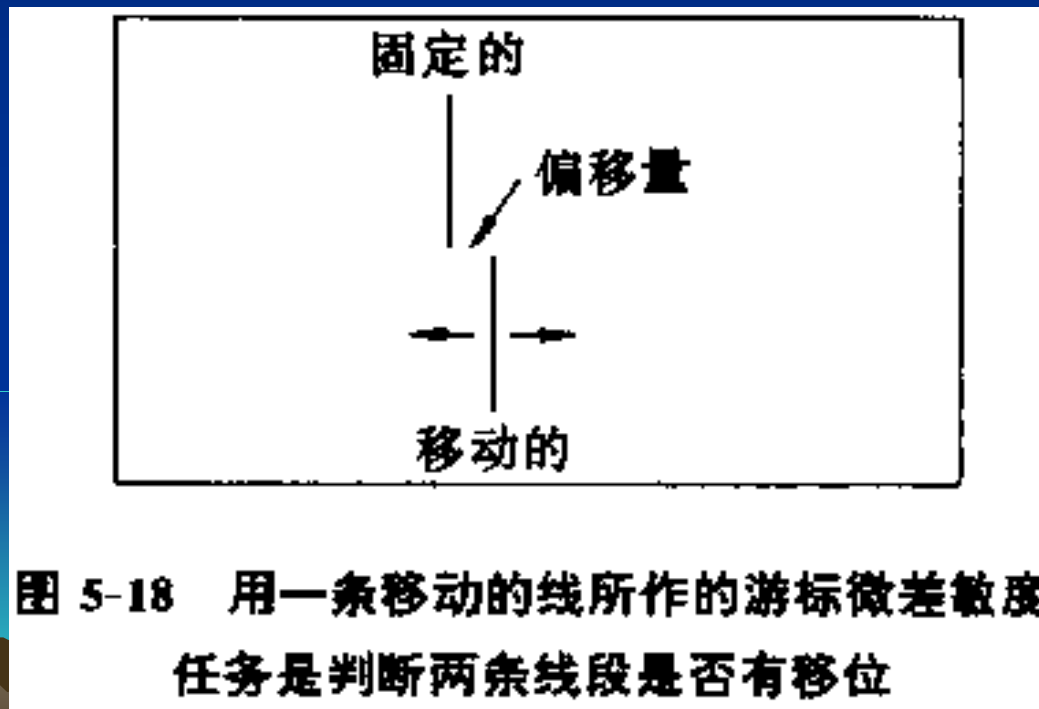


- 人们觉察明亮背景上的暗物体的能力是很强的，这种觉察主要取决于视网膜上刺激物的投影与其周围的亮度差别，所以，在明亮背景上觉察暗物体，主要是对比的辨别。一个大的暗物体，其视网膜像的照度很低，与周围明亮背景形成明显的对比，因而人们能觉察到它。一个非常小的暗物体，由于周围明亮背景的漫射作用，其对视网膜的照度很小，它与背景的对比如未达到觉察阈限，所以不能觉察出来。



## 2. 定位、解像与识别

- 定位 (localization) 是觉察两根线是否连续或彼此有些错位的能力。错位的数量可以变化, 当观察者看不出错位时, 实际错位的大小就是对定位视锐度的测量。



- 解像 (resolution) 是知觉某一模式具体元素之间分离的能力。

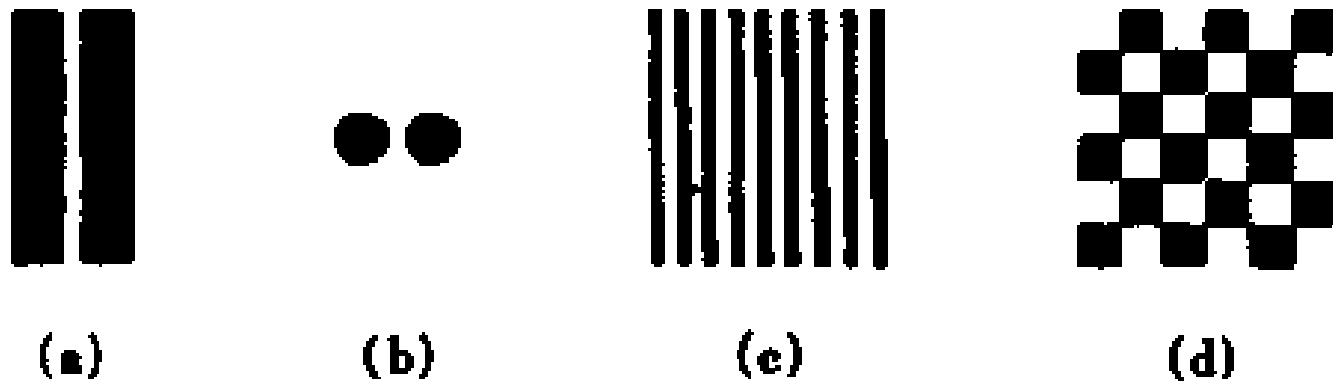


图 5-19 解像敏度检查

任务是探测各种模式下各个元素之间是否有分离。(a)平行条,(b)双点目标,(c)栅格,(d)国际象棋盘。(c)这种模式用得最多,在这种模式中,黑白条的宽度是相等的。视敏度用被试能很好地区分出各个黑条时、黑条的宽度所对应的视角来表示。

- 识别 (recognition) 是确认物体及细节的能力，这是人们最为熟悉的一种视锐形式，医院的视力表就是一种识别任务。
- 1909年第11届国际眼科学学会把1分的视角定为常人眼的识别力标准。视力检查就是要确定某人能区分两个点时的最小视角，即这两个点的最小区分阈限，它与视觉识别能力（视力， $V$ ）成反比，即 $V=1/\alpha$ 。其中 $\alpha$ 代表视角，单位为分。



- 临床医学上用下列公式计算视力： $V=D'/D$ 。  
。V为视力， $D'$ 为标准观察距离（6m）， $D$ 是视觉能分辨的视标细节单位（E字的开口）与眼睛成1分视角时的所在距离。把不同D下都成1分视角的视标按大小排列成行即成视力表。实际应用时在标准距离下看见哪一行的视标E就用E旁边的数值来代表视力。





- 但是这样的视力表存在一些缺点：首先视标增进率不均匀：0.1的视标比0.2大一倍，而0.9的视标却只比1.0大0.1倍，排列上疏下密；其次，视力统计困难，视力增减时不能以视力差来表示。例如视力从0.1提高到0.2，增加了100%，不易达到，但从0.9提高到1.0却容易，只增加了10%。即这样的视力表不是等距量表。



- 缪天荣根据Fchner定律提出5分制对数视力表，该视力表也以1分视角为标准视力。相邻的两行视标大小之比恒定地为1: 1.2589，取此增率的对数0.1作为每一行视标的差数，相当于Fechner定律中的物理刺激以几何级数增长。当视角每增大1.2589倍时，视力减小0.1，增大10倍则减小1.0，这样视力即主观识别感觉就成算术级数变化。对数视力表与流行视力表对照如下



表 5.2 不同视力表结果对照

| 国际视力表 | 对数视力表 |
|-------|-------|
| 1.0   | 5.0   |
| 0.9   |       |
| 0.8   | 4.9   |
| 0.7   |       |
| 0.6   | 4.8   |
| 0.5   | 4.7   |
| 0.4   | 4.6   |
| 0.3   | 4.5   |
| 0.2   | 4.3   |
| 0.1   | 4.0   |

# 对数视力表

小数  
记录  
0.2

W

五分  
记录  
4.3

0.3

E

3

4.5

0.4

W

m

3

4.6

0.5

3

m

W

4.7

0.6

3

W

3

E

4.8

0.8

E

m

3

W

3

4.9

1.0

3

E

m

E

W

3

5.0

# 彭-普心

- 最小可见视敏度
- 游标视敏度
- 最小间隔视敏度



### 3、影响视敏度的因素

- (1)亮度：亮度增加，视敏度增加。
- (2)物体与背景间的对比度
- (3)视网膜不同部位：锥体细胞对细节分辨起主要作用，在锥体细胞集中处（中央凹）视敏度最大，杆体细胞的觉察敏度大。
- (4)视觉适应：明、暗适应
- (5)闪光盲会降低视敏度
- 在明适应的条件下，突然的强光刺激会暂时降低视敏度，这种现象称为闪光盲。闪光盲也许是视觉功能的保护性抑制，但是过强的闪光可能造成永久性损伤。
- (6)练习可以提高对目标物的视敏度

## （三）时间辨别

- 在某种条件下，闪烁的灯光可能会被知觉为连续的。
- 物理上闪烁的光在主观上引起的感觉介于闪烁与稳定之间的频率叫做临界闪光频率（critical flicker frequency），或临界融合频率（critical fusion frequency），简写为CFF。我们不能觉察断续光线的原因在于，当光线消失后，对光的视觉映象在视网膜上要延续150~250ms。

•



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/197024200041010011>