

# 第三章 几何光学仪器原理

## ( Principles of Optical Instruments )

随着现代科学技术的发展，应用光学正在发生巨大的变化，光学仪器涉及的内容及应用领域越来越广。助视光学仪器、投影光学仪器、分光仪器等。

本章主要来介绍以光学成像系统为基本组成部分的基本原理。



聊城大学

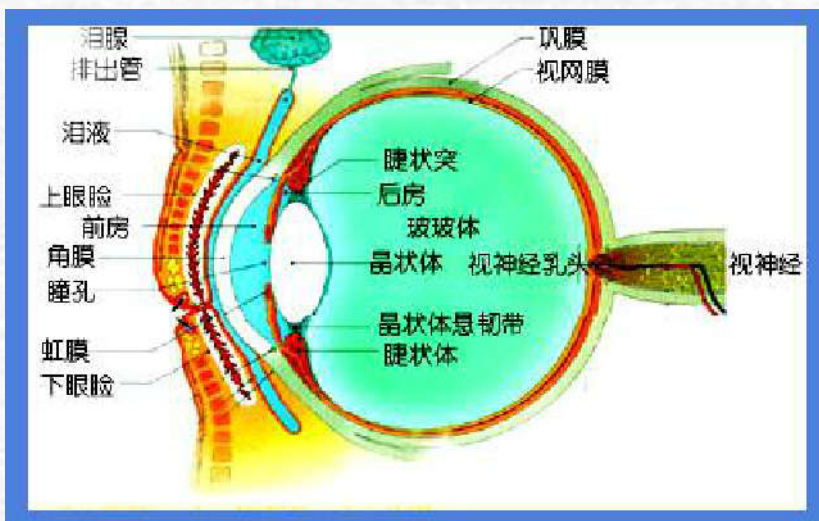
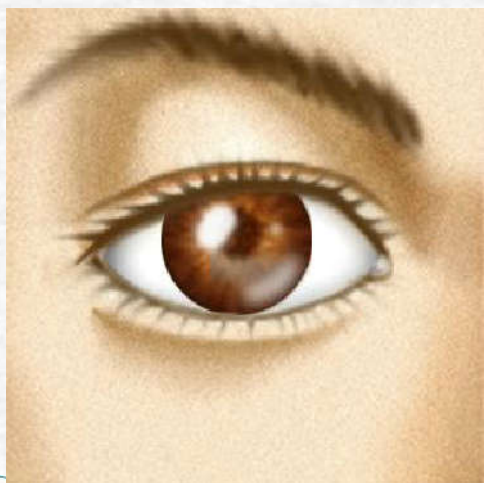
物理科学与信息工程学院

# § 3.1 人眼的光学系统

## Optical Instruments of Human eye

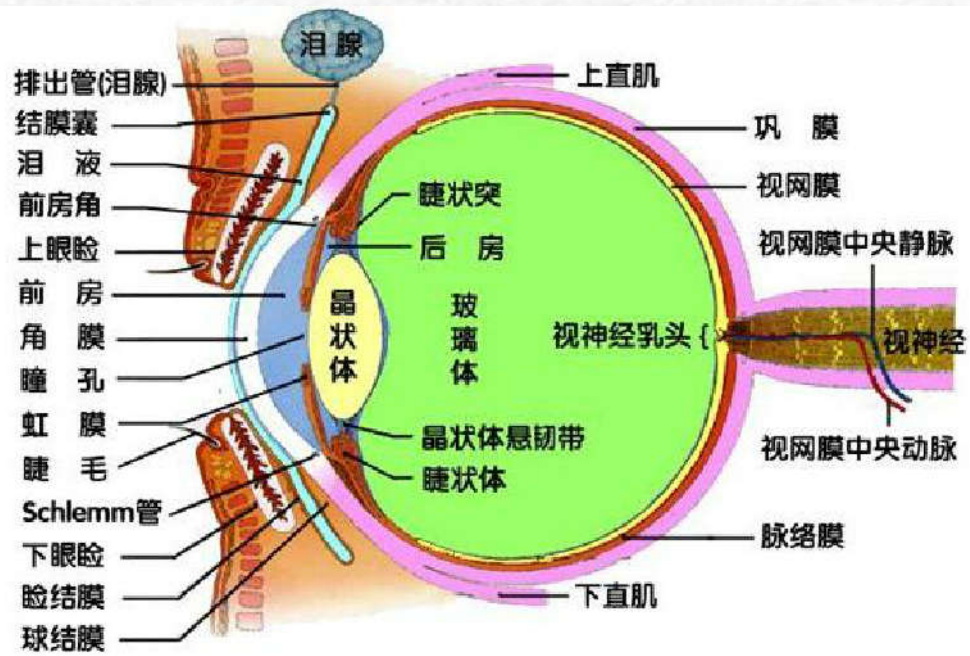
人眼是天然的、能精密成像的光学仪器，各种目视光学仪器必须与它组合并匹配才能发挥作用。所以讨论光学仪器，首先必须了解人眼的结构和特性。

### 一、人眼的构造



聊城大学

物理科学与信息工程学院



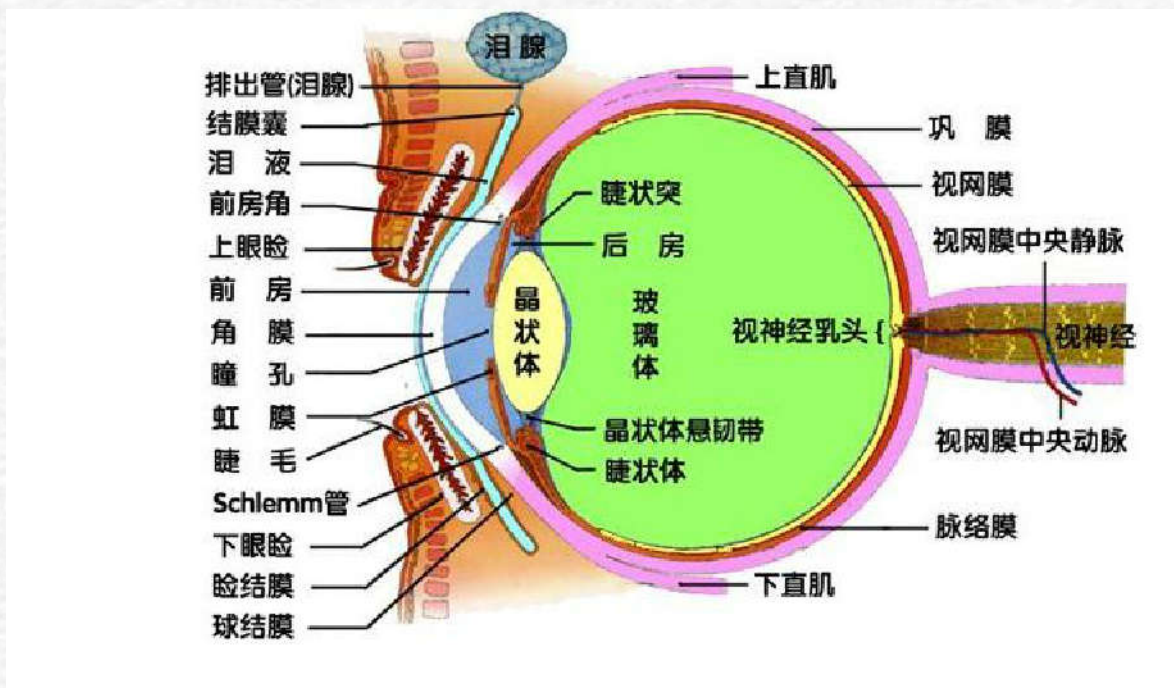
人眼是一个直径约为**25mm**的球状体，眼球最外层是白色不透明的**巩膜**。

其前部略凸出的透明部分称为**角膜**，其曲率半径约为**8mm**。



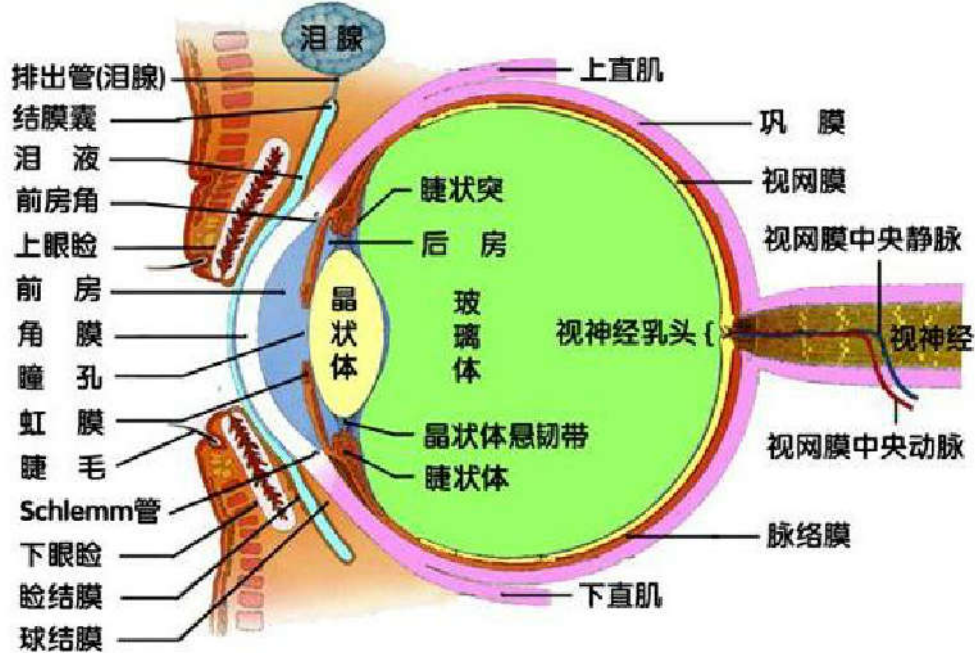
聊城大学

物理科学与信息工程学院



巩膜内面为一层黑色膜称为**脉络膜**，其作用是使眼内称为一暗房。

脉络膜的前方是一带颜色的彩帘称为**虹膜**，虹膜中心有一圆孔称为**瞳孔**，其孔径随光照的强弱可在**2—8mm**之间自动调节。

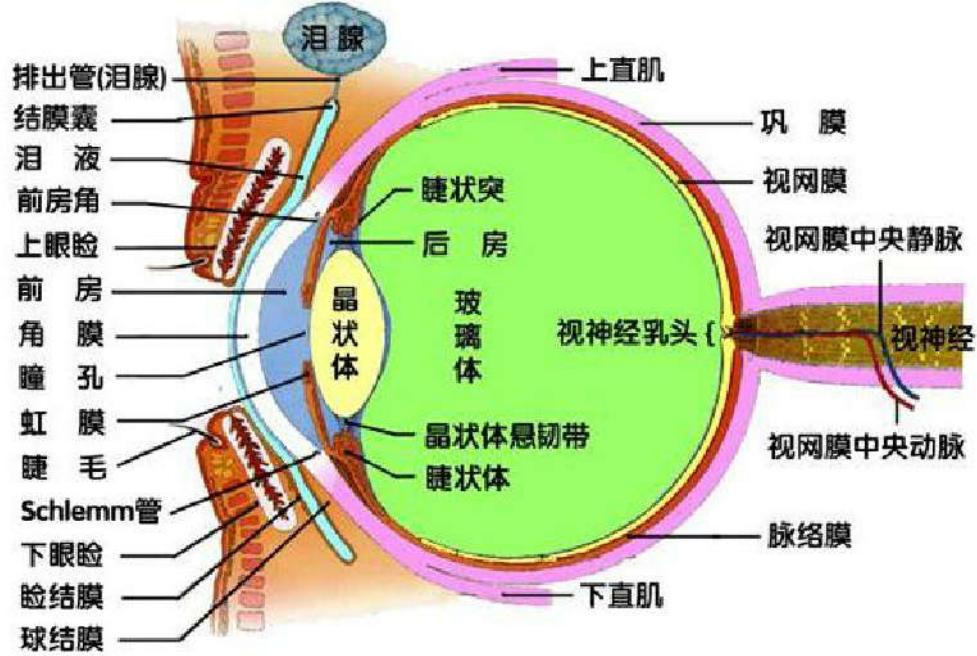


紧靠虹膜之后的晶状体相当于一个会聚透镜。由折射率约为1.42的胶状透明物质组成。前后两面的曲率半径分别约为10mm和6mm，晶状体的边缘与周围的睫状肌相连，睫状肌的松弛与收缩可改变晶状体的曲率半径。



聊城大学

物理科学与信息工程学院



虹膜与角膜之间的空间称为前房，角膜、睫状肌和晶状体之间的空间称为后房，晶状体之后的部分称为玻璃体。前房、后房及玻璃体的折射率约为1.33。

眼球内壁的后部的网膜是眼的成像膜，称为视网膜。视网膜上面大量分布着两类不同的感光细胞。



聊城大学

物理科学与信息工程学院

一种是**杆状细胞**，在很暗的光照下还能起作用，但不能分辨颜色，得到像的轮廓不够清晰；另一种是**锥状细胞**，在较强的光照下才能起作用，它能区别颜色，得到像的细节较为清晰。

在视神经进入眼球的地方不引起视觉，称为**盲点**。在眼球光轴上方附近有一直径约为**2mm**的黄色区域，称为**黄斑区**。黄斑区内人眼的感光细胞分布最密集，视觉灵敏度很高，而黄斑中心有一直径约为**0.25mm**的区域视觉最灵敏，称为**中央窝**。

当眼睛观察物体时，眼球通常转到一适当位置，使所成像恰好在中央窝处，因而视觉最为清晰。



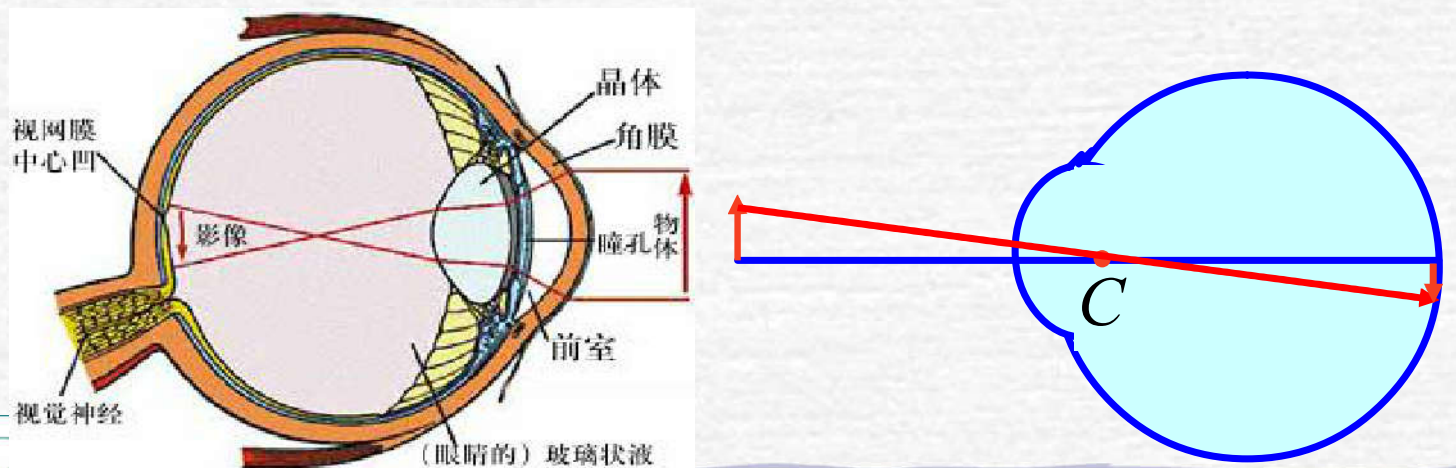
聊城大学

物理科学与信息工程学院

## 二、人眼的光学系统 简化眼

人眼的结构十分复杂，入射光进入人眼要经过多次折射，才能到达视网膜上成像。况且其结构参数因人而异。

为了讨论和计算方便，对于眼睛的一般特性，常简化成折射率为1.33的介质构成的单球面折射系统，称为**简化眼**。



聊城大学

物理科学与信息工程学院



其结构参数如下：

折射率  $n' = 4/3$ ，

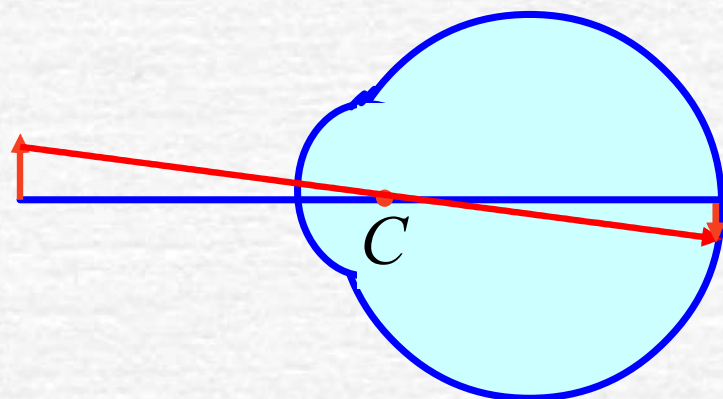
物方焦距  $f = -17.1\text{mm}$

像方焦距  $f' = 22.8\text{mm}$

光焦度  $\Phi = 58.48\text{D}$

视网膜曲率半径  $R' = 9.8\text{mm}$

球面的曲率半径  $R = 5.7\text{mm}$



聊城大学

物理科学与信息工程学院

## 三、人眼的调节功能

### 1. 人眼的调节

当用眼观察物体时，必须使物体在视网膜上形成一个清晰的像。视网膜上的像是倒立的，但我们的感觉仍然是正立的，这是因为神经系统内部作用的结果。通过像对人眼曲率中心的张角来判断物体的大小。

视网膜的位置是固定的，为了使距离不同的物体都能在视网膜上形成清晰的像，必须改变眼睛的焦距，这一过程称为**眼的调节**。



聊城大学

物理科学与信息工程学院

10

为看清远处的物体，睫状肌要松弛，使焦距增大。当睫状肌完全松弛时，眼睛能够看清的最远点称为**眼睛的远点**。正常人的远点在无穷远。

为看清近处的物体，睫状肌要收缩，使焦距变小。当睫状肌最大限度的收缩时，人眼能清楚地看到的最近的点称为**眼睛的近点**。通常人眼的近点在**10~15cm**左右。

一般人在阅读或操作时，习惯上将观察物体放在**25cm**处，这样既能看得较为清晰，眼睛又不容易疲劳，因此通常称**25cm**为**明视距离**。



聊城大学

物理科学与信息工程学院

## 2. 近视眼与远视眼

有些眼睛由于种种原因，不具备正常眼的功能，称为**非正常眼**。

远点不在无穷远而在眼前有限距离处的，称为**近视眼**。

近点离眼很远超过**25cm**的，称为**远视眼**。

近视眼一般是由于眼球过长或晶状体表面曲率太大（半径小），使得远处的物体成像于视网膜之前，而不能获得清晰的像。所以近视眼的远点在有限远处，而近点则比正常眼更近。

矫正近视眼，使用凹透镜，使无限远处的物体成虚像于其远点上，再由眼球成像于视网膜上。



聊城大学

物理科学与信息工程学院

远视眼则是由于眼球过短或晶状体表面曲率太小（半径大），从而使近处物体成像在视网膜之后，不能获得清晰的像。它的近点比正常人要远，超过明视距离。

矫正远视眼，使用凸透镜，使明视距离处的物体成像于它的近点上，再由眼球成像于视网膜上。

随着年龄的增加，人眼的近点逐渐变远，而远点逐渐变近。人眼的调节能力逐渐减弱，俗称**老花眼**。



聊城大学

物理科学与信息工程学院

13

另外，还有一种非正常眼，其眼前面的角膜**不是**一个**球面**，而是具有两个对称平面的椭球面。晶状体的两个表面有时也是长轴和短轴的椭球面。

这种眼在两对称平面上的焦距不同，因此一个物点成像为两条线，分别包含在两对称平面内，这种眼睛会带来像散，称为**散光眼**。

矫正的办法是戴柱面透镜。如果散光眼同时又是近视或远视，则所用透镜一面为球面一面为柱面。球面用以矫正近视或远视，柱面则用以矫正散光。



聊城大学

物理科学与信息工程学院

14

**例题1:** 试问近点为1米的远视眼，需配怎样的眼镜？

解：所配眼镜应能将明视距离25cm处的物体成像于它的近点上，故：

$$s = -25\text{cm} = -0.25\text{m} \quad s' = -1.0\text{m}$$

$$\Phi = \frac{1}{f'} = \frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{-1.0} - \frac{1}{-0.25} = 3\text{m}^{-1} = 300\text{度}$$

所配眼镜为300度的凸透镜。



聊城大学

物理科学与信息工程学院

**例题2:** 某人看不清**0.5米**以外的物体，需配多少度的眼镜？

解：此人为近视眼，远点在**0.5米**处。

配镜应使无限远处的物体成虚像于它的远点处，则

$$S = -\infty \quad s' = -0.5m$$

$$\Phi = \frac{1}{f'} = \frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{-0.5} - \frac{1}{-\infty} = -2m^{-1} = -200\text{度}$$

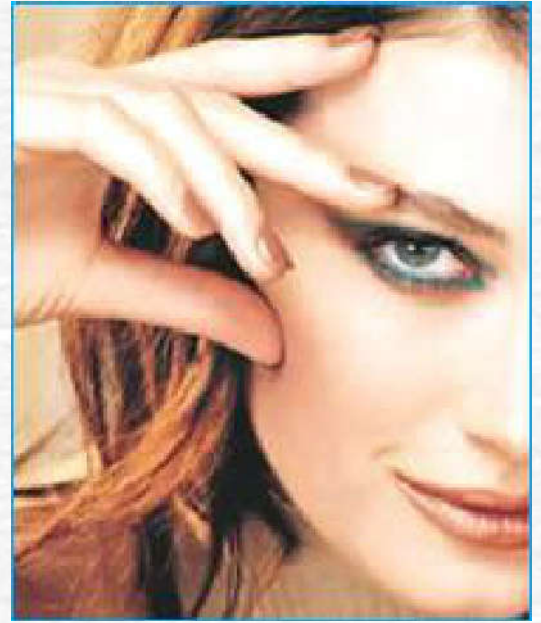
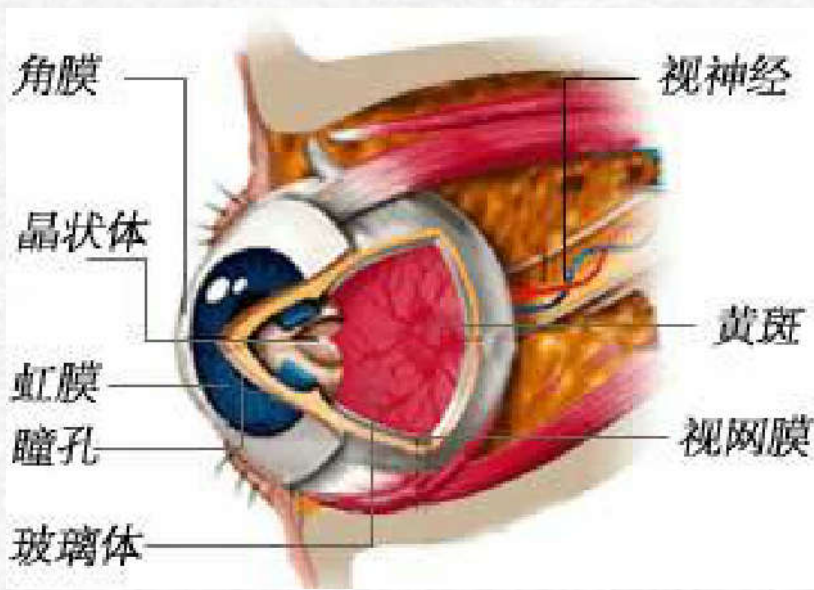
即应配**200度**的凹透镜。



聊城大学

物理科学与信息工程学院





本节结束