

援

## 前摇摇言

摇摇我国是一个人口众多、资源相对不足的国家。在现代化建设中必须实施可持续发展战略，“绿色照明工程”是可持续发展战略中的一个内容。从1996年起，国家经贸委、国家科委和科技部等几个部委和单位，共同组织实施“中国绿色照明工程”，要求大力发展和推广高效照明电器产品，逐步替代传统的低效照明电器产品。这样，一方面可以大幅度节约照明用电，减少发电排污，保护环境；另一方面可以改善照明质量，形成一个优质高效、经济、舒适、安全可靠、有益人们工作和生活的照明环境。

摇摇几年来，我国绿色照明工程已经有了很大的进展，高效照明电器产品正源源不断地开发出来，高效照明电器产品的标准和认证体系在不断完善。为了让更多的建筑照明设计人员认识高效照明电器产品的特点，学习如何在室内、外建筑照明中采用更为高效节能的照明系统，掌握先进的照明理念和方法，创造健康、舒适的照明环境，中国绿色照明促进项目办公室决定组织编写《高效照明系统设计指南》一书，我们有幸参加了本书的编写工作。

摇摇本书是集体劳动的成果。汪建平编写了第九章，李福生编写了第七章，姚梦明和陆燕负责编写第一、第四和第十共三章，宋贤杰编写了第二、第三两章，刘虹和周太明共同编写了第五、第六、第八和第十一共四章。在编写过程中，得到国家发展和改革委员会环境资源司刘显法副司长、吕文斌副处长、中国绿色照明促进项目办公室韩文科主任等的关心和指导，还得到外国专家赵建刚先生、李安培先生以及甘子光、陈燕生、王锦燧、肖辉乾、任元会、章海骢、林若慈和殷慷等国内知名专家的热忱帮助。该书的编写得到袁晖和魏云中国绿色照明工程项目的支持。在此，对他们一并表示衷心的感谢。

摇摇由于编著者水平所限，不妥之处请批评指正。

编著者

1999年 10月

# 目 录

第一章 照明设计的基本要求 .....	1
第一节 基本术语 .....	1
第二节 照明质量 .....	2
第三节 照明标准 .....	3
第四节 照明设计程序 .....	4
第二章 高效照明光源、附件及其选择 .....	5
第一节 白炽灯 .....	5
第二节 卤钨灯 .....	6
第三节 荧光灯 .....	7
第四节 高压汞灯 .....	8
第五节 金属卤化物灯 .....	9
第六节 高压钠灯 .....	10
第七节 其他光源 .....	11
第八节 高效照明光源性能比较和选用 .....	12
第九节 照明电器附件 .....	13
第三章 高性能照明灯具及其选择 .....	14
第一节 灯具的控光部件 .....	14
第二节 灯具的分类 .....	15
第三节 灯具的光学特性 .....	16
第四节 灯具的选用 .....	17
第四章 照明控制 .....	18
第一节 概述 .....	18
第二节 照明控制的构成 .....	19
第三节 照明控制的策略 .....	20
第四节 照明控制的分类 .....	21
第五节 照明控制系统的设计 .....	22
第六节 照明控制系统的发展 .....	23
第五章 照明计算 .....	24

摇缘园摇光通转移理论 .....	圆愿
摇缘园摇平均照度的计算 .....	圆远
摇缘园摇点照度的计算 .....	圆猿
摇缘园摇亮度的计算 .....	圆愿
第六章摇天然采光 .....	圆源
摇远园摇太阳光、天空光和地面反射光 .....	圆源
摇远园摇天然采光室内照度的计算 .....	圆员
摇远园摇天然采光的国家标准 .....	圆苑
摇远园摇天然采光的实施方法 .....	圆员
摇远园摇天然采光与人工照明的结合 .....	圆苑
第七章摇室内照明 .....	圆园
摇苑园摇办公室照明 .....	圆园
摇苑园摇商业照明 .....	圆苑
摇苑园摇旅馆照明 .....	猿远
摇苑园摇工厂照明 .....	猿远
摇苑园摇学校照明 .....	猿远
摇苑园摇医院照明 .....	猿猿
摇苑园摇住宅照明 .....	猿愿
摇苑园摇博物馆、美术馆照明 .....	猿圆
摇苑园摇应急照明和公共区安全照明 .....	猿园
第八章摇城市夜景照明 .....	猿远
摇愿园摇城市夜景照明规划 .....	猿远
摇愿园摇建筑物立面照明的理念 .....	猿苑
摇愿园摇建筑物立面照明的实施 .....	猿源
摇愿园摇水景和绿化带的照明 .....	猿圆
摇愿园摇城市夜景照明中的节能与环境保护 .....	猿远
第九章摇高效道路照明设计 .....	猿愿
摇怨园摇道路照明的质量指标 .....	猿愿
摇怨园摇道路照明的标准 .....	猿源
摇怨园摇道路的类别及路面的反射特性 .....	猿苑
摇怨园摇道路照明光源和灯具的选择 .....	猿圆
摇怨园摇道路照明的布置方式 .....	猿园
摇怨园摇高效道路照明设计和计算 .....	猿源
摇怨园摇道路照明的控制 .....	源远

摇怨愿瑶隧道照明 .....	源员
摇怨怨瑶道路照明的新理论和新应用 .....	源员
第十章 摇体育场馆照明 .....	源怨
摇员圆瑶体育照明的历史 .....	源怨
摇员圆瑶体育照明的对象及场馆、比赛分类 .....	源圆
摇员圆瑶体育运动的分类 .....	源员
摇员圆瑶体育照明的要求 .....	源圆
摇员圆瑶体育照明标准推荐 .....	源圆
摇员圆瑶体育场馆彩色电视转播的照明要求 .....	源苑
摇员圆瑶体育照明设计的基本考虑 .....	源怨
摇员圆瑶多功能体育馆照明 .....	源猿
摇员圆瑶室外多功能体育场照明 .....	源苑
摇员圆瑶照明灯具调试 .....	源苑
摇员圆瑶照明结果的测试 .....	源苑
第十一章 摇照明系统的经济分析 .....	源圆
摇员圆瑶初级分析方法 .....	源圆
摇员圆瑶成本效益分析法 .....	源圆
附录 I .....	源怨
附录 II .....	缘猿
参考文献 .....	缘圆

# 第 一 章

## 照明设计的基本要求

### 第一节 基本术语

### 第一节 光和光度量

从物理学上说,光是电磁辐射波谱的一部分,其波长范围在  $10^{-8}$  米和  $10^3$  米之间。对于不同的人,该范围略有差异。

### 第一节 光的定义

物理学上,能量以电磁波或光子形式的发射及传输的过程就是电磁辐射。光学辐射是电磁辐射的一部分,是波长位于向载射线过渡区( $\lambda \approx 10^{-8}$  米)和向无线电波段过渡区( $\lambda \approx 10^3$  米)之间的电磁辐射。这些光并不是都能看得见的,人眼所能看见的只是其中一部分,我们将这一部分光称为可见光,其波长范围通常限定在  $380$  纳米和  $780$  纳米之间。任何物体发射或反射足够数量合适波长的辐射能,作用于人眼睛的感受器,就可看见该物体。

光波在整个电磁波谱中只占据很小的部分,见图 1-1。在可见光中,波长最短的是紫光,稍长的是蓝光,以后的顺序是青光、绿光、黄光、橙光和红光,其中红光的波长最长。

波长比可见辐射长的光学辐射称为红外辐射。通常将波长范围在  $780$  纳米和  $10^3$  米之间的红外辐射细分为:

近红外:  $780 \sim 1400$  纳米;

中红外:  $1400 \sim 3000$  微米;

远红外:  $3000 \sim 10^3$  微米。

波长比可见辐射短的光学辐射称为紫外辐射。通常将波长范围在  $10$  纳米和  $380$  纳米之间的紫外辐射细分为:

短波紫外:  $10 \sim 200$  纳米;





### 漫反射 (朗伯定律)

光线从某方向入射到粗糙表面或涂有无光泽镀层的表层时,光线被分散在许多方向,在宏观上不存在规则反射,这种光的反射称为漫反射。当反射遵守朗伯定律,即向任意方向的光强与该反射面的法线方向的光强所成的角度  $\theta$  的余弦成比例,为

$$I = I_0 \cos \theta$$

而与光的入射方向无关,从反射面的各个方向看去,其亮度均相同,这种光的反射称为各向同性漫反射,如图 1-10 所示。

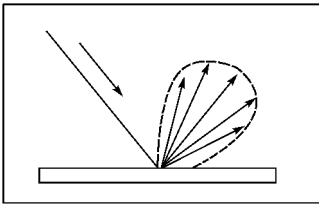


图 1-10 漫反射

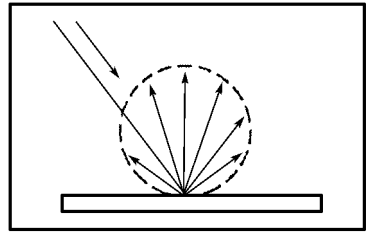


图 1-11 各向同性漫反射

### 混合反射 (混合反射)

光线从某方向入射到瓷釉或带高度光泽的漆层上时,规则反射和漫反射兼有,如图 1-12 所示,称为混合反射。这种反射在定向反射方向上的发光强度比其他方向要大得多,且有最大亮度,在其他方向上也有一定数量的反射光,而其亮度分布是不均匀的。

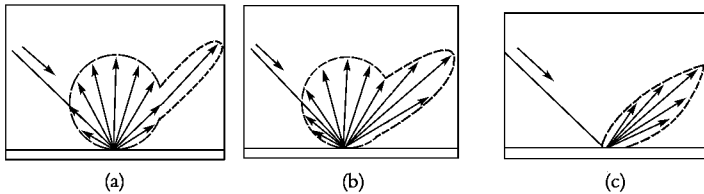


图 1-12 混合反射

- (a) 为漫反射与镜面反射的混合;
- (b) 为漫反射与散反射的混合;
- (c) 为镜面反射与散反射的混合。

## 三、光的折射与透射

### 折射 (折射定律)

光线穿过光滑界面进入第二种媒质时,会按下述规律改变方向:入射光线、折射光线以及过入射点的界面法线都位于同一个平面;如图 1-13 所示,如果入射

光线处在折射率为  $n_1$  的媒质中且和界面法线的夹角是  $\theta_1$  ,折射光线处在折射率为  $n_2$  的媒质中且和界面法线的夹角是  $\theta_2$  ,则

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \quad (1.1)$$

式中  $\theta_1$  和  $\theta_2$  分别在法线的两边(斯涅耳定律)援  
 上述的折射定律适用于大多数常用的材料,如玻璃、透明的塑料和液体等等援  
 对某些晶体和有应力的透明固体,折射定律就不适用了援

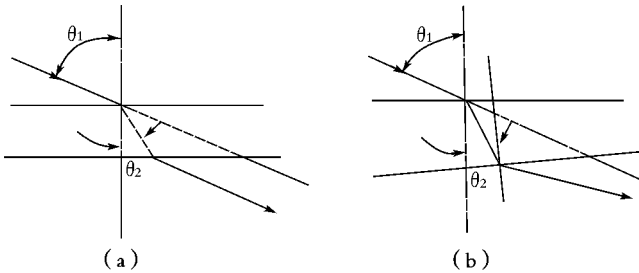


图 1.1 光的透射与折射

(a) 平行透射材料;(b) 非平行透射材料

### 全反射(临界角)

当光线从高折射率媒质进入到低折射率媒质,如从玻璃到空气时,只有当入射角  $\theta_1$  小于临界角  $\theta_c$  (临界角)时才会有折射光线(见图 1.2),其临界角即相应于斯涅耳定律中的  $\theta_2 = 90^\circ$  例如,对折射率为  $n_1$  的玻璃,其临界角为  $\theta_c$  援  
 如果光的入射角大于临界角,那么就没有折射光线,入射光线的能量都被反射了,这种现象就称为全反射援

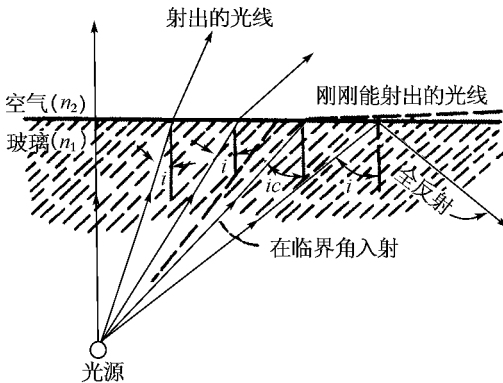


图 1.2 全反射

全反射提供了一种理想镜面反射的方法,并已被广泛地应用于棱镜式双筒望

远镜、反射式信号和灯具的制造中援它的另一种应用是大家已知的纤维光学,即光沿着可弯曲的透明棒或光纤传播援

摇摇援光的透射(栽葬葬葬葬葬葬葬葬葬葬葬葬)

摇摇光入射到透明或半透明材料表面时,一部分被反射,一部分被吸收,大部分可以透射过去,透射光在空间分布的状态有以下几种援

摇摇(员) 规则透射(砸葬葬葬葬葬葬葬葬葬葬葬葬)援当光线照射到透明材料上时,透射光是按照几何光学的定律进行的透射,即遵循公式(员葬葬葬),如图 员葬葬葬所示援平行透光材料(图(葬)中为平板玻璃),透射光的方向与原入射光方向相同,但有微小偏移,对非平行透光材料(图(遭)中为三棱镜),透射光的方向由于光折射而改变了方向援

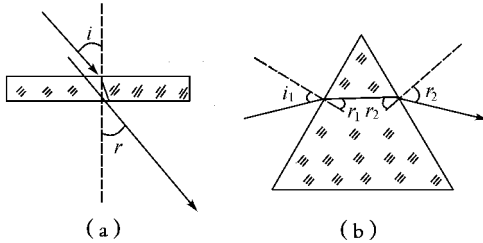


图 员葬葬葬 规则透射

(葬) 平行透光材料(平板玻璃); (遭) 非平行透光材料(三棱镜)

摇摇(圆) 散透射(杂葬葬葬葬葬葬葬葬葬葬葬葬)援光线穿过散透射材料(如磨砂玻璃)时,在透射方向上的发光强度较大,在其他方向上发光强度较小,表面亮度也不均匀,透射方向较亮,其他方向较弱,这种情况称为散透射,亦称为定向扩散投射,如图 员葬葬葬所示援

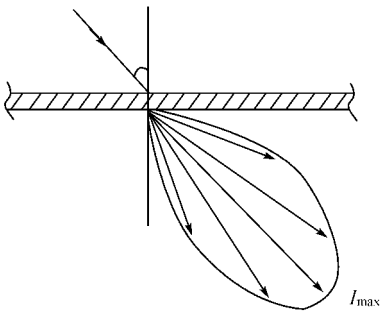


图 员葬葬葬 散透射

摇摇(猿) 漫透射(阅葬葬葬葬葬葬葬葬葬葬葬葬)援光线照射到散射性好的透光材料上时(如乳白玻璃等),透射光将向所有的方向散开并均匀分布在半球空间内,这称为漫透射援当透射光服从朗伯定律,即发光强度按余弦分布,亮度在各个方向上均相同时,即称为均匀漫透射或完全漫透射,如图 员葬葬葬所示援

完全漫透射,如图 员葬葬葬所示援

摇摇(源) 混合透射(酝葬葬葬葬葬葬葬葬葬葬葬葬)援光线照射到透射材料上,其透射特性介于规则透射与漫透射(或散透射)之间的情况,称为混合透射援

摇摇四、光的吸收

摇摇吸收是由于光能转换成能量的其他形态时引起的。如果媒质是均匀的,则当一定波长的平行光束穿过该媒质时,光强的损失遵循下列形式的指数衰减:

$$I = I_0 e^{-\mu x} \quad (1.1.1)$$

式中,  $I_0$  为光束的初始光强,  $I$  为光束在媒质中通过一定距离  $x$  后的光强,  $\mu$  为和波长有关的线吸收率。

摇摇有些材料在可见光范围内对不同波长的光有不同的吸收率。当光线通过这些材料时,其光谱分布会有所改变。因此这种材料就可用来制造滤色片。

摇摇在某种特定的条件下,可以使媒质的吸收率成为负值,这就意味着光线通过这种媒质时,光强增加了。这就是激光器的原理,这种器件能产生光强极高的光束,增强光所需的额外能量必须由适当的能源提供给媒质。

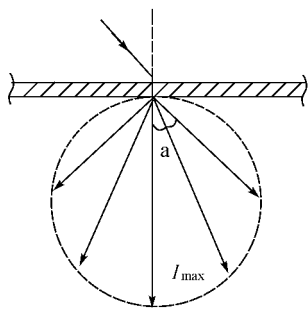


图 1.1.1 均匀漫透射

### 1.1.2 基本光度量

#### 一、光通量 $\Phi$

光源在单位时间内发出的光量称为光源的光通量,以  $\Phi$  表示,单位为流明 (lm)。它是根据辐射对标准观察者的作用导出的光度量。

对于明视觉,若辐射体的光谱辐射通量为  $\Phi_{e,\lambda}$ ,其光通量  $\Phi$  的表达式为

$$\Phi = K_m \int_0^\infty \Phi_{e,\lambda} V(\lambda) d\lambda \quad (1.1.2)$$

式中,  $K_m$  为辐射的光谱光(视)效能的最大值,单位为流明每瓦特 ( $\text{lm} \cdot \text{W}^{-1}$ ),在单色辐射时,明视觉条件下的  $K_m$  值为  $683 \text{ lm} \cdot \text{W}^{-1}$  (当  $\lambda = 555 \text{ nm}$  时);  $V(\lambda)$  为光谱光(视)效率;  $\Phi_{e,\lambda}$  为辐射体的光谱功率分布函数;  $\Phi$  为光通量(单位为 lm),  $K_m$  为  $683 \text{ lm} \cdot \text{W}^{-1}$ 。

#### 二、发光强度 $I$

光源在给定方向的单位立体角中发射的光通量定义为光源在该方向上的发光强度(简称光强),以  $I$  表示。

若在某一微小立体角  $\omega$  内的微小光通量为  $d\Phi(\varphi, \theta)$ ,则该方向上的光强为

$$I = \frac{d\Phi}{d\omega} \quad (1.1.3)$$

该量的符号为  $I$ ,单位为坎德拉 (cd),  $1 \text{ cd} = 1 \text{ lm} \cdot \text{sr}^{-1}$ 。

坎德拉是国际单位制和我国法定单位制的基本单位之一,其他光度量单位都是由坎德拉导出的。1979年 10 月,第 21 届国际计量大会通过的坎德拉重新定义

为：一个光源发出频率为  $\nu$  的单色辐射（对应于空气中波长为  $\lambda$  的单色辐射），若在一定方向上的辐射强度为  $I_{\nu}$ ，则光源在该方向上的发光强度为  $I_{\nu} \cdot \lambda^2$

### 摇摇三、光照度 耘

摇摇光照度（简称照度）是表征表面被照明程度的量，它是每单位表面接受到的光通量。如微小的面积  $dA$  上受到的光通量为  $d\Phi$ ，则此被照表面的照度为

$$E = \frac{d\Phi}{dA} \quad (\text{员})$$

该量的符号为  $E$ ，单位为勒克斯（ $\text{lx}$ ）， $1 \text{ lx} = 1 \text{ lm} \cdot \text{m}^{-2}$

摇摇照度的单位除了勒克斯（ $\text{lx}$ ）外，在北美地区使用英尺烛光（ $\text{fc}$ ）， $1 \text{ fc} = 10.764 \text{ lx}$ 。在工程上还曾经用过辐透（ $\text{lm} \cdot \text{m}^{-2}$ ）、毫辐透（ $\text{lm} \cdot \text{m}^{-2}$ ）等。各种照度单位的换算表列于表 员中，供参考。

表 员 各种照度单位的换算表

单位名称	勒克斯 $\text{lx}$	辐透 $\text{lm} \cdot \text{m}^{-2}$	英尺烛光 $\text{fc}$
勒克斯 $\text{lx}$	员	$1 \text{ lm} \cdot \text{m}^{-2}$	$0.0929 \text{ fc}$
辐透 $\text{lm} \cdot \text{m}^{-2}$	$1 \text{ lx}$	员	$10.764 \text{ fc}$
英尺烛光 $\text{fc}$	$10.764 \text{ lx}$	$10.764 \text{ lm} \cdot \text{m}^{-2}$	员

摇摇员的照度是比较小的，在此照度下仅能大致地辨认周围物体，要进行区别细小零件的工作则是不可能的。为了对照度有些实际概念，现举几个例子：晴朗的满月夜地面照度约为  $0.1 \text{ lx}$ ；白天采光良好的室内照度为  $100 \text{ lx}$ ；晴天室外太阳散射光（非直射）下的地面照度约为  $1000 \text{ lx}$ ；中午太阳光照射下的地面照度可达  $100000 \text{ lx}$ 。

### 摇摇四、光出射度 耘

摇摇光源表面上某一微小面元  $dA$  向半个空间发出的光通量为  $d\Phi$ ，则此面元的光出射度 耘为

$$M = \frac{d\Phi}{dA} \quad (\text{员})$$

摇摇对于任意大小的发光表面，若发射的光通量为  $\Phi$ ，则表面 耘的平均光出射度 耘为

$$M = \frac{\Phi}{A} \quad (\text{员})$$

摇摇可见，光出射度就是单位面积发出的光通量，单位为  $\text{lm} \cdot \text{m}^{-2}$ 。光出射度和照度具有相同的量纲，其区别在于光出射度是表示发光体发出的光通量表面密度，

而照度则表示被照物体所接受的光通量表面密度援

摇摇对于因反射或透射而发光的二次发光表面 ,其出射度是

$$\text{反射发光 摇摇配 越 } \rho \cdot \tau, \quad (\text{员毅援园})$$

$$\text{透射发光 摇摇配 越 } \tau \cdot \tau \text{ 援} \quad (\text{员毅援园})$$

式中  $\rho$  为被照面的反射系数(反射比) ; $\tau$  为被照面的透射系数透射比 , $\tau$  为二次发光面上被照射的照度援

摇摇五、亮度 蕴

摇摇光源在某一方向的光亮度(简称亮度)蕴  $(\varphi, \theta)$  是光源在该方向上的单位投影面在单位立体角中发射的光通量援和在微小的面积  $\text{d}S$  和微小的立体角  $\text{d}\Omega$  内的光通量为  $\text{d}\Phi(\varphi, \theta)$  ,则亮度为

$$\text{亮 越 } \frac{\text{d}\Phi(\varphi, \theta)}{\text{d}S \cdot \text{d}\Omega}, \quad (\text{员毅援园})$$

式中  $\text{d}\Phi(\varphi, \theta)$  为通过给定点的束元传输的并包含给定方向立体角  $\text{d}\Omega$  内传播的光通量 ; $\text{d}S$  为包括给定点的辐射束截面积 ; $\theta$  为辐射束截面积与辐射束方向的夹角援

亮度的符号为 蕴 单位为坎德拉每平方米(精·皂<sup>原圆</sup> 越皂·皂<sup>原圆</sup>·泽<sup>原圆</sup>)援  
摇摇亮度的单位有多种 ,除国际单位坎德拉每平方米(精·皂<sup>原圆</sup>)或尼特外 ,曾经还用熙提(泽)、阿波熙提(葬)、英尺黠伯(黠·蕴)等援各种亮度单位的换算表列于表 员毅援圆中 ,供参考援

表 员毅援圆 摇摇各种亮度单位的换算表

	坎德拉每平方米 (尼特)精·皂 <sup>原圆</sup>	熙提 泽·蕴 <sup>原圆</sup>	毫朗伯 皂蕴	英尺黠伯 黠·蕴	阿波熙提 葬·蕴 <sup>原圆</sup> · $\pi$ <sup>原圆</sup>
坎德拉每平方米(尼特)精·皂 <sup>原圆</sup>	员	园毅园园园员	园毅园园园	园毅园园怨	猿毅园园
熙提 泽·蕴 <sup>原圆</sup>	员园园园园园	员	猿毅园园	园毅园园怨	猿毅园园
毫朗伯 皂蕴	猿毅园园	园毅园园园毅园园	员	园毅园园	员园
英尺黠伯 黠·蕴	猿毅园园	园毅园园园毅园园	员毅园园	员	员毅园园
阿波熙提 葬·蕴 <sup>原圆</sup> · $\pi$ <sup>原圆</sup>	园毅园园	园毅园园园毅园园	园毅园	园毅园园怨	员

## 员毅援圆 摇摇光和视觉

摇摇视觉是由进入人眼的辐射所产生的光感觉而获得的对外界的认识援视觉不是瞬间即逝的 ,其过程和特性都比较复杂 ,还存在我们未知的一些领域援研究人眼的视觉 ,有助于设计师利用视觉的过程和特性 ,为人们创造舒适高效的视觉环境援

## 猿视觉系统的构造

猿视觉是由大脑和眼睛密切合作而形成的。猿的视觉系统类似于图像处理系统,主要由猿部分组成:眼球肌、眼睛的光学系统和视神经系统。猿眼睛在眼球肌的作用下运动,捕捉光线,光线通过眼睛的光学系统将光线聚集在视网膜上,并通过电化学反应传输至视神经,最终传输至大脑,产生光的感觉或者引起视觉。同时,还会产生信号控制瞳孔大小和眼球的运动等。

猿需要指出的是,虽然我们将视觉系统的结构分开介绍,但它们是交互作用的。

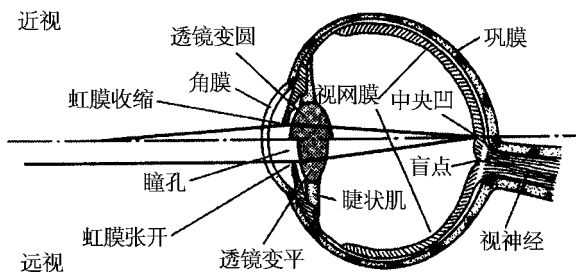
### 猿一、眼球肌

猿眼球由猿对眼球肌来控制 and 协调运动,眼球肌使两眼的视线注视同一物体,并穿过眼球到达视网膜上的中央凹形成影像。如果形成的影像没有聚焦于中央凹,影像就会变得模糊,如果双眼的中央凹没有注视同一物体,就会产生影像的重叠,即复视。

猿眼球主要产生扫视运动、追视运动和趋异运动。

### 猿二、眼睛的光学系统

猿眼睛的主体是一个复杂而精密的光学系统,如图猿所示。人眼的剖面图所示。光线通过该光学系统,会在视网膜上呈现目标物的影像。



图猿猿人眼的剖面图

猿眼睛光学系统的主要组成如下:巩膜、角膜、晶状体、睫状肌、脉络膜、虹膜、视网膜、水样液和玻璃状体液。

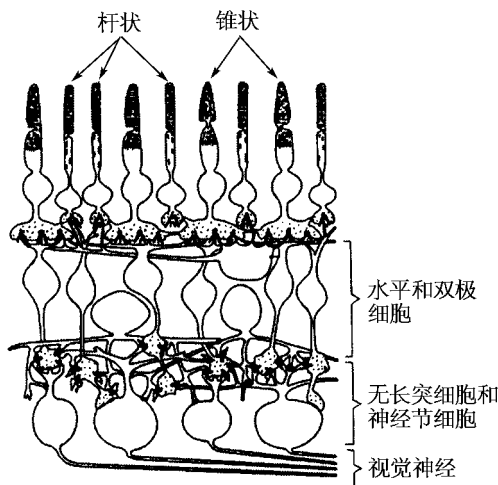
猿光线通过眼睛发生的主要光学过程为:当猿-死的电磁波进入眼睛的外层透明保护膜后,发生折射,光线从角膜进入水样液和瞳孔,进入的光量通过瞳孔的收缩或者扩张自动地得到调节。光线通过瞳孔和晶状体后,由晶状体和透明玻璃状体液将光线聚集在视网膜上。

### 猿三、视神经系统

猿当光线聚集在视网膜上,视网膜的锥状和杆状神经开始起作用,接着发生一个电化学反应:锥状和杆状神经产生神经脉冲,并传输至视神经末梢的神经元,再

由视神经传输至大脑,产生光的感觉或者引起视觉觉

摇摇视网膜由一层纤细的神经组织构成,包括锥状和杆状两种神经纤维末梢,如图员员-员所示



图员员-员 摇摇视网膜简化图

摇摇锥状神经的实际数量达几百万个,以中心凹区分布最为致密,锥状神经的功能是在昼间看物体,而且可看到物体的颜色

摇摇杆状神经的数量也达几百万个,它们呈扇面形状分布在黄斑到视网膜边缘的整个区域内,杆状神经在黄昏光线下活跃,于夜视中起作用,它们不能感知到颜色,在照度低的情况下,杆状神经对蓝色光的敏感度要比锥状神经大许多倍,所以在战争时期要实行灯火管制时不用蓝色光而用红色光

### 员员-员 摇摇视觉系统的个人差异

摇摇虽然人们视觉系统的基本结构相同,但是在不同的个人之间存在着差别,在同一个人的不同阶段存在着变异,这些差别和变异,有的具有一定的规律性,有的则是随机变化的,这都需要在照明设计时加以考虑

摇摇眼睛是复杂的光学系统,呈凸透镜般的光学特性,光线通过眼睛在视网膜上聚焦成像,当光线不能聚焦在视网膜上时,通常会产生如下源种聚焦问题:近视、远视、散光和老花

摇摇视网膜上有锥状和杆状两种神经纤维末梢,其中只有锥状神经才能感知颜色,色盲就是锥状神经功能失调所致,是由于缺乏某种感光色素,或有神经网络的缺陷所引起的

摇摇年龄增大是视觉特性规律性变异的一个主要因素援老年人视力衰退可以用提高工作面照度的办法得到部分补偿,但为老年人创造舒适的光环境,还要考虑到眩光控制、光幕反射等,并注意不同环境之间的亮度过渡援

摇摇弱视是眼睛介于常人和盲人眼睛之间的一种状况援弱视通常由猿种原因引发:白内障、斑点状恶化和青光眼援对于弱视的人,可以通过简化其环境来提高他的视觉效能,在照明上提高照度、对比度和色差都会有所帮助援

## 员源援猿 摇摇视觉特性

### 摇摇一、明视觉、暗视觉和中间视觉

摇摇在周围环境明暗变化时,人眼的视觉状态也随之变化援在亮度大于猿家器·皂<sup>原</sup>的明亮环境下,人眼的瞳孔较小,是中心视觉,能分辨物体的细节,也有色彩的感觉,这时是明视觉;当亮度小于园援核家器·皂<sup>原</sup>时是暗视觉的情况,这时为看清目标,瞳孔必须放大,因而是周边视觉援在暗视觉下,虽然能看到物体的大致形状,但不能分辨细节,也不能辨别颜色,所有物体都呈蓝灰色;介于明视觉和暗视觉之间的状态称为中间视觉,汽车驾驶员夜晚在郊外行驶时就是处于这一视觉状态援

摇摇明暗视觉的这种差别被认为与视网膜内两种视觉细胞的工作特性有关援在暗视觉状态下,只有杆状细胞工作,锥状细胞不工作;在明视觉状态下,锥状细胞的工作起着主要作用;当视觉状态处于中间视觉时,视网膜内锥状细胞和杆状细胞交替作用援杆状细胞虽然对光的感受性很高,但它却不能分辨颜色援只有锥状细胞在感受光刺激时,才有颜色感援因此,只有在照度较高、显得明亮的条件下,才有良好的颜色感援在暗视觉状态下,颜色感则很差,此时,各种颜色的物体都给人以蓝、灰的色感援

摇摇图 员源援猿 比较形象地说明了在各种光环境下人眼的视觉状态援

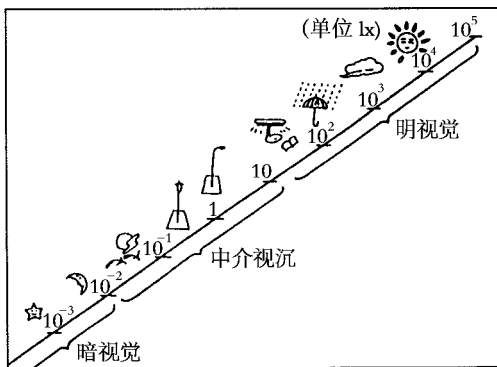


图 员源援猿 摇摇在各种光环境下人眼的视觉状态

## 二、人眼的光谱灵敏度

光谱光视效率用来评价人眼对不同波长的灵敏度。不同波长的光在人眼中产生光感觉的灵敏度不同。它对绿光的灵敏度最高,而对红光和紫光的灵敏度则低得多。也就是说相同能量的绿光和红光(或紫光),前者在人眼中引起的视觉强度要比后者大得多。研究的结果表明,不同观察者的眼睛对各种波长的光的灵敏度稍有不同,而且还随着时间、观察者的年龄和健康状况而改变。现在大家公认的是于1931年由国际照明委员会(简称CIE)承认的平均人眼对各种波长 $\lambda$ 的光的相对灵敏度,此即光谱光视效率,俗称视见函数。图1-1-1中相应的实线曲线 $V(\lambda)$ 是明视觉时人眼的相对灵敏度,称为明视觉的光谱光视效率,其最大值在555nm处。图1-1-1中相应的虚线曲线 $V'(\lambda)$ 是暗视觉时人眼的相对灵敏度,称为暗视觉的光谱光视效率,其最大值在507nm处。通常所说的光谱光视效率(或视见函数)是指明视觉的光谱光视效率 $V(\lambda)$ 。

人眼或辐射接受器的相对光谱响应曲线符合CIE规定的明视觉的 $V(\lambda)$ 函数或暗视觉的 $V'(\lambda)$ 函数的理想观察者称为CIE标准观察者。它还遵从光通量定义中所含的相加律。

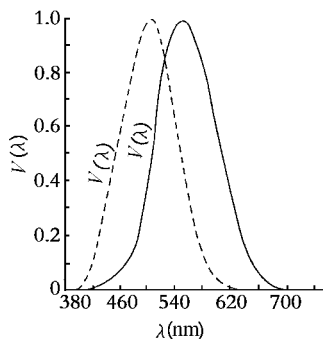


图 1-1-1 人眼光谱光视效率曲线

## 三、视觉适应

在现在和过去呈现的各种亮度、光谱分布、视角的刺激下,视觉系统状态的变化过程称之为视觉适应。

人眼对环境明暗的适应(调节)有两种:一种称为明适应,是指人从黑暗环境到明亮环境时眼睛的视觉适应,这一适应过程包括瞳孔的缩小和由杆状细胞向锥状细胞的过渡;

另一种是暗适应,是指人从明亮环境到黑暗环境时眼睛的视觉适应,此过程是由瞳孔的放大和由锥状细胞向杆状细胞过渡来完成的。如图1-1-2所示,明适应的时间较短,通常仅需数秒,已基本完全适应;暗适应的时间较长,完全适应的时间长达30分钟。具体视明暗环境的亮度差异而定。在照明设计时必须要考虑人眼的适应问题。

当视场内明暗急剧变化时,眼睛不能很快适应,视力下降。为了满足眼睛适应性要求,有时需作一段明暗过渡照明,以保证一定的视力要求。例如,在隧道入口处的过渡照明处理,而在隧道出口处则因明适应时间很短,一般在10s以内,故可不作其他处理。

## 四、视觉阈限

光刺激必须达到一定的数量才能引起光感觉。能引起光感觉的最低限度的光量(光通量)称为视觉的绝对阈限。对阈限的倒数表明感觉器官对最小光刺激