

《人工环境概论》复习提纲

一、考试题型

1. 填空题（概念、常识），5 题/15 分。
2. 单项选择题（概念、常识），8 题/16 分。
3. 简答与计算题，4 题/24 分。
4. 问答题，5 题/45 分。

二、复习主要内容

1. 环境以及人工环境概念

环境：影响人类生活的所有环境因素，包括了从太阳上的各类活动到有机体内分子的小活动等所有的因素。

人工环境：自然环境中由人类建造的构件体，包括建筑物、运输工具、服务设施等。

2. 时区概念

以英国伦敦格林威治天文台所在的子午线为全世界通用的本初子午线，经度以本初子午线为零度线，自零度线向东分为 180° ，称为东经；向西分 180° ，称为西经。

时区划分：按地理经度分为 24 个时区，每个时区包含地理经度 15 度。以本初子午线东西两侧各 7.5 度为零时区，向东分 12 个时区，向西分 12 个时区。

世界时：以本初子午线处的平均太阳时为世界时间的标准时。

3. 纬度与赤纬概念

赤道面是纬度度量起点，赤道上的纬度为零，自赤道向北极方向分为 90° ，称为北纬；向南极方向分为 90° ，称为南纬。

赤纬 δ ：表示地球公转中阳光直射地球的变动范围，地球中心和太阳中心的连线与地球赤道平面的夹角，它随着四季的变化而不同。

$$\delta = 23.45 \times \sin\left(360 \cdot \frac{284 + n}{365}\right)$$

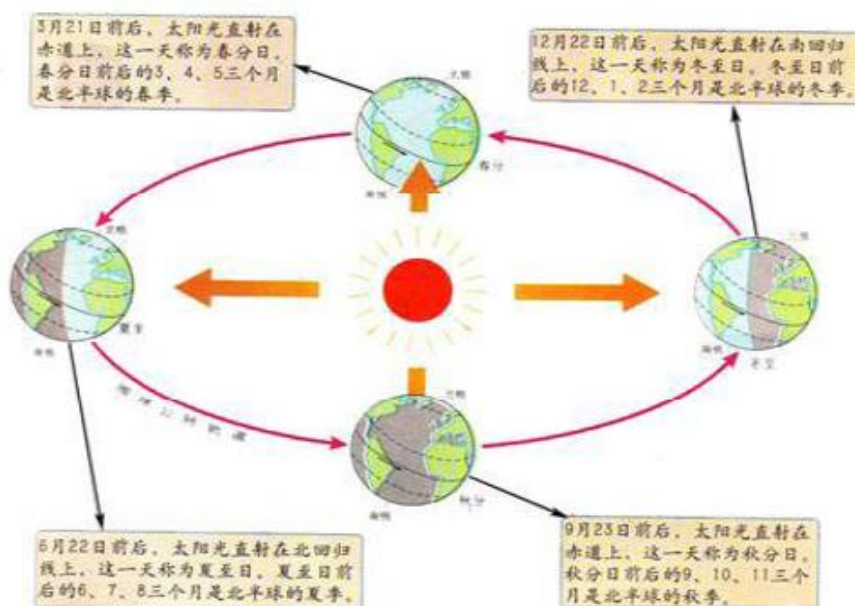
其中， n 为计算日在一年中的日期序号。赤纬自赤道平面算起向北为正，向南为负。

4. 标准时、地方平均太阳时概念

地方平均太阳时：太阳通过当地子午线时 12 点来计算一天的时间。（问题：经度不同的地方中午时间不同）

标准时：规定在一定经度范围内使用一种标准时间在该范围内同一时刻的钟点相同。（问题：划分时区）

5. 地球与太阳的相对位置的描述以及时角 h 、太阳高度角 β 和方位角 A 等



真太阳时 T ：当地太阳位于正南向的瞬时为正午 12 时。

$$T = T_m \pm \frac{L - L_m}{15} + \frac{e}{60}$$

其中, e 为时差, 指的是真太阳时与当地平均太阳时之间的差值。

时角 h : 把真太阳时用角度来表示。

太阳高度角 β : 太阳光线与水平面之间的夹角。

太阳方位角 A : 太阳至地面某给定点连线在水平面上的投影与当地子午线 (南向) 的夹角。

6. 太阳辐射参数

太阳辐射热量的大小用辐射强度 I 来表示, 它是指 1m^2 黑体表面在太阳辐射下所获得的热量值, 单位为 W/m^2 , 可用仪器直接测量。

太阳常数为 $1353\text{W}/\text{m}^2$ 。

7. 太阳辐射光谱的组成以及具体波长范围

太阳辐射波谱波长范围: $0.2 \sim 3.0$ 微米, 其中 $0.2 \sim 0.38$ 微米为紫外线, $0.38 \sim 0.76$ 微米为可见光, $0.76 \sim 3.0$ 微米为红外线。

到达地面的太阳辐射由两部分组成, 一部分是太阳直接照射到地面的部分, 称为直射辐射; 另一部分是经过大气散射后到达地面的, 成为散射辐射。直射辐射与散射辐射之和就是到达地面的太阳辐射总和, 称为总辐射。

太阳高度角越高, 紫外线及可见光成分越多; 红外线则相反, 它的成分随太阳高度角的增加而减少。

8. 我国的建筑热工设计规范及其分区指标与对建筑物设计的基本要求

分区名称	分区指标		设计要求
	主要指标	辅助指标	
严寒地区	最冷月平均温度 $\leq -10^\circ\text{C}$	日平均温度 $\leq 5^\circ\text{C}$ 的天数 $\geq 145\text{d}$	必须充分满足冬季保温要求, 一般可不考虑夏季防热
寒冷地区	最冷月平均温度 $\leq 0 \sim -10^\circ\text{C}$	日平均温度 $\leq 5^\circ\text{C}$ 的天数 $90 \sim 145\text{d}$	应满足冬季保温要求, 部分地区兼顾夏季防热
夏热冬冷地区	最冷月平均温度 $\leq 0 \sim 10^\circ\text{C}$, 最热月平均温度 $25 \sim 30^\circ\text{C}$	日平均温度 $\leq 5^\circ\text{C}$ 的天数 $0 \sim 90\text{d}$, 日平均温度 $\geq 25^\circ\text{C}$ 的天数 $49 \sim 110\text{d}$	必须满足夏季防热要求, 适当兼顾冬季保温
夏热冬暖地区	最冷月平均温度 $> 10^\circ\text{C}$, 最热月平均温度 $25 \sim 29^\circ\text{C}$	日平均温度 $\geq 25^\circ\text{C}$ 的天数 $100 \sim 200\text{d}$	必须充分满足夏季防热要求, 一般可不考虑冬季保温
温和地区	最冷月平均温度 $\leq 0 \sim 13^\circ\text{C}$, 最热月平均温度 $18 \sim 25^\circ\text{C}$	日平均温度 $\leq 5^\circ\text{C}$ 的天数 $0 \sim 90\text{d}$	部分地区应考虑冬季保温, 一般可不考虑夏季防热

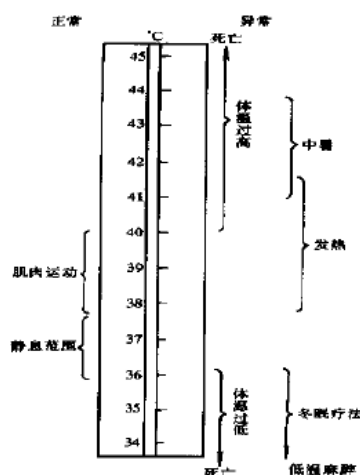
9. 代谢率与基础代谢率

代谢率: 食物在人体细胞中进行化学反应过程释放能量的速率叫做代谢率。

基础代谢率: 人体的能量代谢率受多种因素影响, 例如肌肉活动强度、环境温度、性别、年龄、神经紧张程度、进食后时间的长短等, 临床上规定未进早餐前、保持清醒静卧半小时、室温条件维持在 $18 \sim 25^\circ\text{C}$ 之间测定的代谢率叫做基础代谢率。

10. 人生理体温变化范围

我国正常成年人的体温 ($^\circ\text{C}$)		
	平均量	变动范围
腋温	36.8	36.0~37.4
口温	37.2	36.7~37.7
肛温	37.5	36.9~37.9



11. 人体与外界热交换及其影响因素

人体与外界的热交换形式包括对流、辐射和蒸发。这几种不同类型的换热方式都受人体衣着的影响，衣服的热阻大则换热量小，衣服的热阻小则换热量大。环境的空气温度决定了人体表面与环境的对流换热温差，影响着对流换热量。周围空气流速也影响了对流热交换系数，气流速度大，人体的对流散热量增加，人体会有冷感。空气流速除了影响人体与环境的显热和潜热交换速率以外，还影响人体皮肤的触觉感受。

12. 辐射平均温度概念以及测量方式

平均辐射温度是一个假想的等温围合面的表面温度，它与人体间的辐射热交换量等于人体周围实际的非等温围合面与人体间的辐射热交换量。

$$\bar{t}_r = \frac{\sum_{j=1}^k (F_{nj} t_{nj})}{\sum_{j=1}^k F_{nj}}$$

其中， \bar{t}_r 为平均辐射温度， $^{\circ}\text{C}$ ； F_n 为周围环境各表面可看到的面积， m^2 ； t_n 为周围环境各表面的温度， $^{\circ}\text{C}$ 。

测量平均辐射温度最早、最简单且最普遍的方法是使用黑球温度计，它由一个涂黑的薄壁铜球内装有一个温度计组成，温度计的感温包包在铜球的中心。

$$\bar{T}_r = T_g + 2.44\sqrt{v}(T_g - T_a)$$

其中， T_g 为黑球温度； T_a 为空气温度。

13. 热舒适与热感觉的概念异同

热舒适在 ASHRAE Standard 55-1992 中定义为对环境表示满意的意识状态。人体把自身的热平衡条件和感觉到的环境状况综合起来判断是否达到了舒适的感觉，它包括生理和心理两个方面。

热感觉是人对周围环境“冷”与“热”的主观描述，它不是人对环境温度的直接感觉，而是对位于他自己皮肤表面下神经末梢温度的感觉。（冷、热与中性）

热感觉与人体原有的热状态、冷、热刺激以及刺激的延续时间有关。

热感觉最初取决于皮肤温度，而后取决于核心温度。

14. Fanger 热舒适性方程

P. O. Fanger 于 1982 年提出了描述人体在稳态条件下能量平衡的热舒适方程，它的前提条件包括，第一，人体必须处于热平衡状态；第二，皮肤平均温度应具有与舒适相适应的水平；第三，为了舒适，人体应具有最佳的排汗率。

$$\begin{aligned} (M - W) = & f_{cl} h_c (t_{cl} - t_a) + 3.96 \times 10^{-8} f_{cl} [(t_{cl} + 273)^4 - (\bar{t}_r + 273)^4] \\ & + 3.05 [5.733 - 0.007(M - W) - P_a] + 0.42(M - W - 58.2) \\ & + 1.73 \times 10^{-2} M (5.867 - P_a) + 0.0014 M (34 - t_a) \end{aligned}$$

$$PPD = 100 - 95 \exp[-(0.03353 PMV^4 + 0.2179 PMV^2)]$$

预测平均评价 PMV；预测不满意百分比指标 PPD；具体见 P44-P46

15. 过渡状态热舒适的描述

相对热指标 RWI (Relative Warmth Index) 适用于过热环境；

热损失率 HDR (Heat Deficit Rate) 适用于过冷环境；

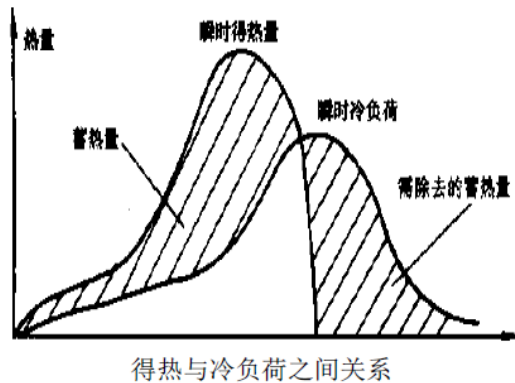
热感觉	ASHRAE 热感觉标度	相对热指标 RWI	热感觉	ASHRAE 热感觉标度	相对热指标 RWI
暖	2	0.25	中性	0	0.08
稍暖	1	0.15	稍凉	-1	0.00

16. 冷负荷与热负荷的概念以及其与得热（失热）的联系与区别

冷负荷是维持一定室内空气热湿环境所需要的在单位时间内从室内除去的热量，一般包括显热量和潜热量两部分。

热负荷则是维持一定室内空气热湿环境所需要的在单位时间内向室内加入的热量，同样包括显热负荷和潜热负荷两部分。

冷（热）负荷与得热的关系：在多数情况下，冷负荷与得热量有关，但并不等于得热，冷负荷与得热量之间的关系取决于房间的构造、围护结构的热工特性和热源的特性。



17. 建筑物主要的热源、湿源及其传递

外扰：主要热湿源为太阳辐射热和通风。

内扰：室内的热湿源一般包括室内设备、照明设施、人体。人体会通过皮肤和服装向环境散发显热量，另一方面通过呼吸、出汗向环境散发湿量；照明设施向环境散发的显热；

传热（对流、导热、辐射）

传湿（对流质交换、水蒸气渗透）

18. 室内空气品质与室内环境品质概念的异同

室内空气品质（Indoor Air Quality, IAQ）：即一定时间和一定区域内，空气中所含有的各项检测物达到一个恒定不变的检测值。是用来指示环境健康和适宜居住的重要指标。主要的标准有含氧量、甲醛含量、水汽含量、颗粒物等，是一套综合数据，能够充分反应一地的空气状况。

室内环境品质（Indoor Environment Quality-IEQ）的概念：它是指室内空气品质、舒适度、噪声、照明、社会心理压力、工作压力、工作区背景等因素对室内人员生理和心理上的单独和综合的作用。室内环境品质对人的影响分为直接影响和间接影响。

19. 阈值概念

阈值一般有如下三种定义：

（1）时间加权平均阈值。它表示正常的 8h 工作日或 35h 工作周的时间加权平均浓度值，长期处于该浓度下的所有人员几乎均无有害影响。

（2）短期暴露极限阈值。它表示人员暴露时间在 15min 以内的最大允许浓度。

（3）最高限度阈值。它表示即使是瞬间也不应超过的浓度。

20. 室内空气的主要污染物以及危害

污染物主要包括固体颗粒、微生物和有害气体。如果考虑到微生物多依附于固体颗粒或液滴传播，也可将污染物分为颗粒污染物和有害气体污染物，其中的颗粒污染物包括固体颗粒和微生物。

（1）气体污染物（氡、甲醛、Volatile Organic Compounds-VOC）

（2）气味（分子污染主要涉及气味，它决定了所感受空气的新鲜度，影响了室内空气品质的可接受性。）

（3）悬浮颗粒物（空气中挟带的固体或液体的颗粒称为悬浮颗粒物或气挟物，其中中值直径小于 10 微米者称为可吸入颗粒物。）

（4）空气微生物（空气微生物亦称为气挟微生物，大多因附着于固体或液体的颗粒物上而悬浮于空气中，其中以咳嗽产生的飞沫等液体颗粒挟带的微生物量最多。由于颗粒小、质量轻，在空气中滞留时间较长，其对健康的影响很大。）

（5）其他污染物（臭氧、烹调油烟、军团菌属、尘螨）

21. 室内气流分布的主要评价参数及其物理意义

(1) 不均匀系数

$$\bar{t} = \frac{\sum t_i}{n} \quad \sigma_t = \sqrt{\frac{\sum (t_i - \bar{t})^2}{n}} \quad k_t = \frac{\sigma_t}{\bar{t}}$$

$$\bar{v} = \frac{\sum v_i}{n} \quad \sigma_v = \sqrt{\frac{\sum (v_i - \bar{v})^2}{n}} \quad k_v = \frac{\sigma_v}{\bar{v}}$$

(2) 空气年龄

所谓空气年龄,从表面意义上讲是空气在室内被测点上的停留时间,实际意义是指旧空气被新空气所代替的速度。空气年龄分为房间平均空气年龄和局部(某一测点上的)空气年龄。

(3) 换气效率

理论上最短的换气时间 t_n 与实际换气时间 t_y 之比定义为换气效率。

$$\varepsilon = \frac{\tau_n}{\tau_y} = \frac{\tau_n}{2\bar{\tau}}$$

22. 声音主要描述参数

基本参数: 频率 f , 波长 λ , 声速 c

声功率: 声源在单位时间内向外辐射的声能, 记为 W , 单位为瓦(W)或微瓦(μW)

声压: 有声波时的压强 P 与静压强 P_0 之差

声强: 单位时间内通过垂直于传播方向上的单位面积内的平均声能量, 声强用符号 I 表示, 单位为 W/m^2

分贝标度: 人的听觉系统对声音强弱的响应接近于对数关系, 对声压或声强采用对数标度就会比较方便, 单位称为分贝(记作 dB)

23. 声音的传播特性以及在噪声控制中的应用(原理与主要控制方法)

声源的方向性、时间性和频率特性:

单个声源均具有向所有方向辐射声音的特点, 但是也有不少声源具有指向性。指向性与频率有关, 频率高则指向性强。

人耳可以听到的声音的频率范围, 通常从 20Hz 到 2000Hz, 这个频率范围的声音称可听声。在噪声控制中通常粗略地把声波的频率分为三个频段: 300Hz 以下的称低频声, 300~1000Hz 之间的称中频声, 1000Hz 以上的称高频声。

通常把可听声的频率变化范围划分为若干较小的段落, 叫做频程。频程有上、下限频率值和中心频率值, 上、下限频率值之差, 即中心区域称为频程宽度, 简称频带宽。

声音传播规律(反射和吸收、透射与隔音、绕射、传播衰减、吸收衰减)

声波在传播中遇到尺寸比其波长大得多的界面时, 将遵循波的反射自律: 反射线与入射线在同一平面内; 反射角等于入射角。反射声能与入射声能之比称声能反射系数 r (亦称反射系数)。

当声波入射到某一围护结构时, 使结构层产生振动, 从而向另一面辐射声波的现象称声透射, 透射声能与入射声能之比称为透射系数。

声波在传播过程中遇到障碍物或孔洞时, 其波阵面会发生畸变, 这种现象称为声绕射。当声波的频率较低, 即波长较长时, 比障碍物的尺寸大得多, 这时声波将绕过障碍物, 并在障碍物的后面继续传播。如果障碍物是小孔, 尽管孔径很小, 但声波仍然可以通过小孔向前传播。当声波的频率较高时, 即波长较短, 比障碍物的尺寸小得多, 这时绕射现象不明显, 在障碍物后面声波难以达到的地方形成了“声影区”。

点声源、面声源、线声源三种类型不同的声源, 辐射出的声波波阵面形状不同, 随着传播距离增加其扩散衰减的规律也不相同。

点声源的衰减: 如果声源尺寸相对于声波的波长或传播距离而言较小时, 则声源可近似视为理想点声源或球面声源(声源表面上各点作振幅相同和相位相同的径向振动), 它向媒质(无限大、均匀且各向同性)辐射球面声波。当声源以稳定的功率 W 辐射时, 传播距离加倍, 声压级或声强级要衰减约 6dB。

线声源的衰减: 声源尺寸与声波波长或传播距离相比, 当其高度和宽度可以忽略, 但长度不能忽略时, 可近似地当作线声源或柱面波。在自由声场中, 对于一个无限长的线声源, 若离开线声源的距离加倍, 则声压级衰减 3dB。

吸收衰减（空气吸收、绿色植被的吸收、气流和大气温度梯度的吸收）

（详见 P122-P124）

24. 噪声控制标准的分类

声级计直接以声级为读数来测量声音，通常主要是测量噪声。由于人耳对不同响度（听觉对声音强弱的判断）声音的频率关系不同，声级计中亦相应地设有三种不同的计权网络（图 5-4）A、B、C，来分别适应低、中、高三种声级的声音。在噪声测量中，一般不论声级大小、通常一律用 A 计权来测量，通称为 A 声级，表示为 dB(A)。

现在普遍认可的评价标准是：不致影响注意力分散的噪声级为 40（理想值）~60dB(A)（最高值）；不妨碍睡眠的相应声级分别为 30~50dB(A)，至于“不引起烦恼”的标准则根据城市中不同区域而不同，并且昼夜标准自然也各异。

25. 舒适光环境概念以及要素

光环境是物理环境中的一个组成部分，它与色环境等并列。对建筑物来说，光环境是由光照射于其内外空间所形成的环境，因此光环境形成一个系统。光环境包括室外光环境和室内光环境。前者是在室外空间由光照射而形成的环境，它的功能是要满足物理、生理(视觉)、心理、美学、社会(指节能、绿色照明)等方面的要求；后者是在室内空间由光照射而形成的环境，它的功能是要满足物理、生理(视觉)、心理、人体功效学及美学等方面的要求。上述的光源是天然光和人工光。

对光环境有以下的基本影响因素：

a. 照度和亮度 b. 光色 c. 周围亮度 d. 视野外的亮度分布 e. 眩光 f. 阴影

舒适光环境要素包括以下几方面：

- 1) 适当的照度或亮度水平
- 2) 合理的照度分布
- 3) 舒适的亮度分布
- 4) 宜人的光色
- 5) 避免眩光干扰
- 6) 光的方向性

26. 孟赛尔表色系对颜色描述要素

定量地表示颜色（表观色和物体色）的体系称表色系统（或称表色系）。

孟赛尔表色系按颜色的三个基本属性：色调（用符号 H 表示）、明度（V）和彩度（C）对颜色进行分类和标定。这是目前国际通用的物体色表色系统。

27. 光性质基本描述参数

（1）光通量

单位时间内辐射体辐射的能量称辐射功率或辐射通量。光通量是说明光源发光能力的基本量，单位为流明(lm)，它是描述光源基本特性的参数之一。例如 100W 普通白炽灯发出的光通量为 1250lm，40W 日光色荧光灯发出的光通量为 2000lm。

（2）发光强度

例如同样是 100W 普通白炽灯，带有灯罩和不带灯罩在室内形成的光分布是完全不同的。因此，仅仅知道光源光通量是不够的，还必须了解表示光通量在空间分布、状况的参数，即光通量的空间密度，称为发光强度，常用符号 I

（3）照度

对于被照面而言，常用落在其单位面积上的光通量的数值表示它被照射的程度，这就是常用的照度，记作 E，表示被照面上的光通量密度。照度的常用单位为勒克斯(lx)，它等于 1lm 的光通量均匀分布在 1m² 的被照面上。晴天中午室外地平面上的照度为 80000~120000lx；阴天中午地平面照度为 8000~20000lx；在装有 40W 白炽灯的台灯下看书，桌面照度平均值为 200~300lx；而月光下的照度只有几个勒克斯。照度可以直接相加，几个光源同时照射被照面时，其上的照度为单个光源分别存在时形成的照度的代数和。

（4）亮度

亮度是将某一正在发射光线的表面的明亮程度定量表示出来的量，在光度量单位中，它是唯一能引起眼睛视觉的量。虽然在光环境设计中经常用照度及照度分布（均匀度）来衡量光环境优劣，但就视觉过程说来，眼睛并不直接接受照射在物体上的照度的作用，而是通过物体的反射或透射，将一定亮度作用于眼睛。亮度又分为物理亮度和主观亮度。

$$L_{\theta} = \frac{dI_{\theta}}{dS \cos \theta} \text{ nt}$$

(例题 P163)

28. 视场与视野概念

观察者正视前方时，头和眼睛都保持不动，这样所察觉到的空间范围称为视野，分为单眼视野和双眼视野。

观察者头部不动但眼睛可以转动时，观察者所能视看到的空间范围称视场。视场也有单眼视场和双眼视场之分。

29. 暗视觉与明视觉概念

视网膜不同部位视敏度的判别与视锥细胞的分布情况是一致的。视网膜一定区域的视锥细胞数量决定着视觉的敏锐程度。视杆细胞只在较暗条件下起作用，适宜于微光视觉，但不能分辨颜色与细节。1912 年，J. V. 凯斯根据上述事实，提出了视觉的两重功能学说，认为视觉有两重功能：视网膜中央的“视锥细胞视觉”和视网膜边缘的“视杆细胞视觉”，也叫做明视觉和暗视觉。

不同波长的光刺激在两种亮度范围内作用于视觉器官而产生的视觉现象。光刺激的亮度在约 3 个坎德拉(cd)/m² 以上时，主要由人眼锥体细胞获得的视觉称明视觉或锥体细胞视觉；光刺激的亮度约在 10⁻³ 尼特以下，即在暗适应情况下主要由杆体细胞获得的视觉称暗视觉或杆体细胞视觉。人眼视网膜中央凹内锥体细胞最多，视网膜边缘只有少数锥体细胞掺杂在杆体细胞中。杆体细胞主要分布在视网膜的边缘，中央凹内没有杆体细胞，而偏离中央凹 20° 时，单位面积上的杆体细胞密度最大。明视觉主要是中央视觉，而暗视觉则是边缘视觉。因此在微光条件下，如发现发光暗淡的星星，把目标保持在视觉注视中心反而不如以边缘视觉观察时清楚。

(习题答案: <http://www.docin.com/p-714614617.html>)