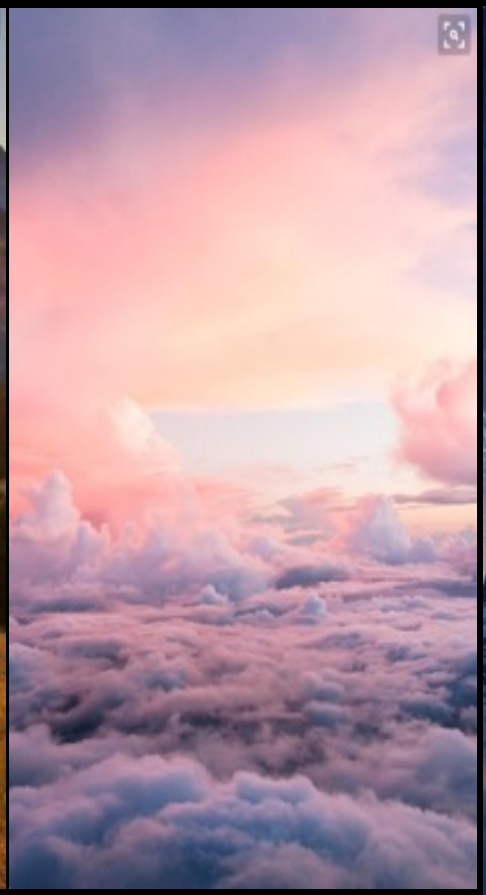
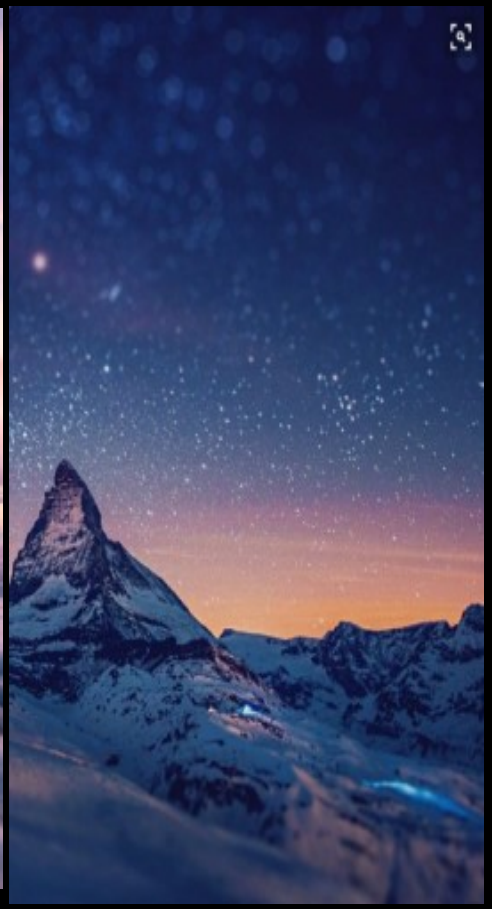
光的基础理论

广东博容照明科技有限公司

二十年来,我们只做照明
在博容,我们只做博物馆、美术馆专业照明
博容照明,因为专注,所以专业

博容照明·专业·专注·分享

个人概况 1996年-至今

袁国忠

- 1996年 深圳蒙拓励灯饰有限公司 QA工程师
- 1997-2006年 东莞华明灯具有限公司 品管主管、生产主管、
- 仓库主管、 华南区大区域经理
- 2007-2010年 广州沪光照明器材有限公司 研发总监、无极灯华
- 南区负责人、大项目总监
- 2010-2011年 欧菲灯具有限公司 副总经理兼国内品牌拓展经理
- 2012-2018的 广东晶谷照明科技有限公司 营销总监 照明设计总监
- 2019至现在 广东博容照明科技有限公司 营销总监 照明设计总监

注册高级照设计师

博容照明·专业·专注·分享

个人项目业绩 2001年-至今

2001-2004年 大学城广州美术学院美术馆；塘厦三正半山酒店；昌岗广州美术学院岭南美术馆；

2005年 东莞市科技馆、西湖博物馆；余杭水乡博物馆；江南布衣（上海旗店）

2006年 广东科技馆（大学城—木棉花建筑）一期；广西科技馆、湖洲科技馆；杭洲科技馆等

2007年 广州丽柏广场 南海一号 博物馆 广州歌剧院 亚运会游泳馆 金牛能源酒店

2008-2010年 主要是主导节能改造 ：中铝集团 （甘肃总部） 南玻集团 中集集团 冠龙纸业 玖龙纸业 南方电网华南区变电站 广深高速虎背山隧道 上海外滩隧道等

2010-2011 无（在欧菲五金灯饰做副总，没有做项目工程）

2012-现在 版画艺术博物馆 中国测绘博物馆 武汉文明馆 （世博园） 海南省博物馆 兵马俑博物馆—秦文化 汉文化博物馆 齐文化博物馆 国防大学校史馆 华侨博物馆（北京馆） 国家博物馆(临展区）人民日报展馆 广东省博物馆 广州地铁博物馆 包工文化园 武汉自然博物馆 佛山科技馆 重庆自然博物馆 海峡两岸文化博物馆 四十一军军史馆 中国茶文化博物馆 广州十三行博物馆 周恩来纪念馆鲁迅纪念馆.....六百多家博物馆

目　录

1. 常见的光
2. **光的基本特性**
3. 常用**光的几个计量**
4. **光与视觉**
5. **光质的几个专有术语**

常见的光

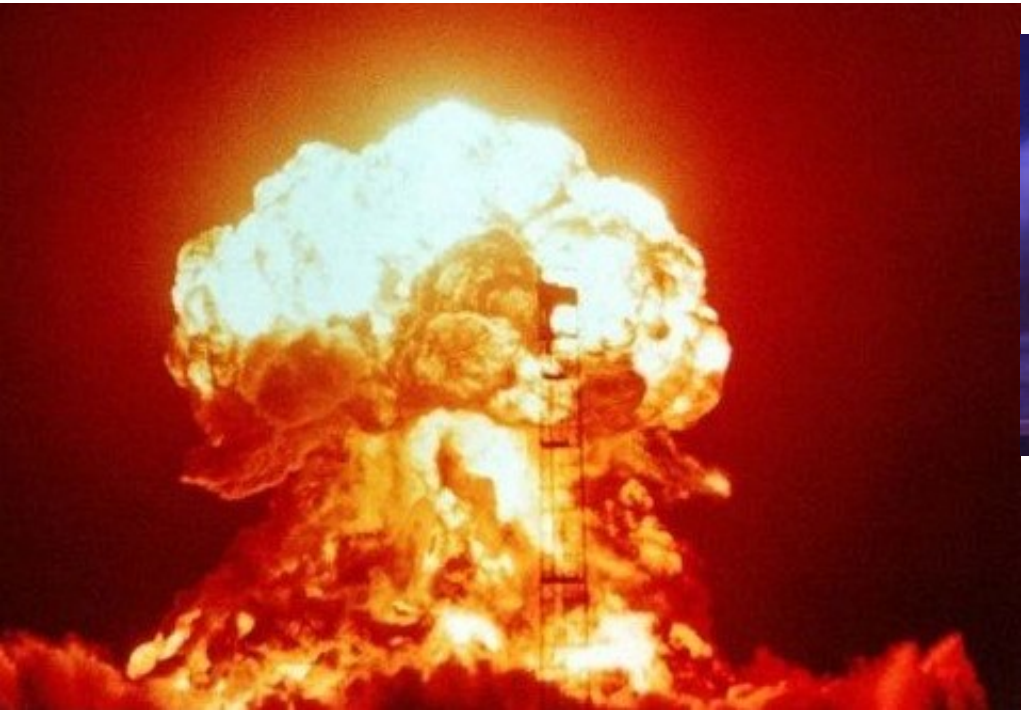
太阳

常见的光

星光

常见的光

核光



常见的光

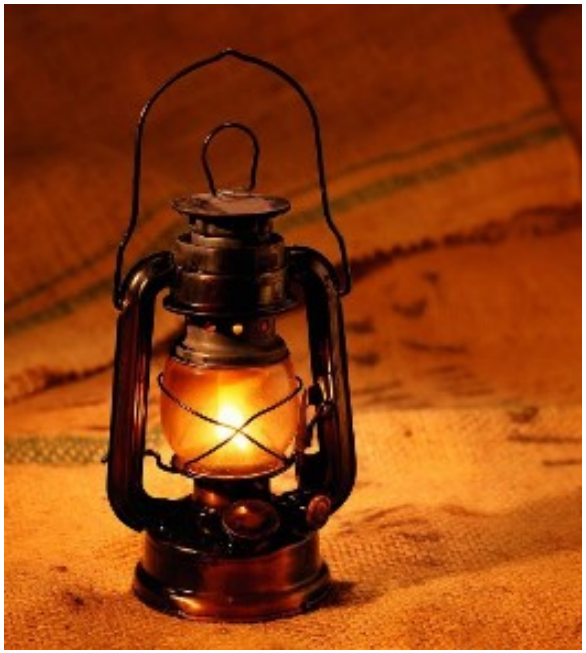
火

常见的光

烛光

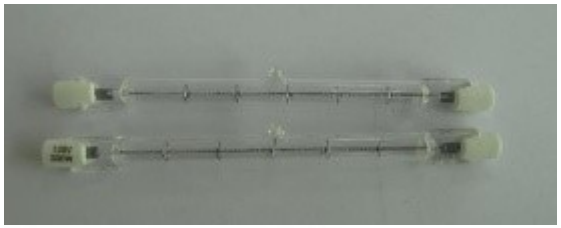
常见的光

油灯



常见的光

电灯



常见的光

电灯

常见的光

电灯

常见的光

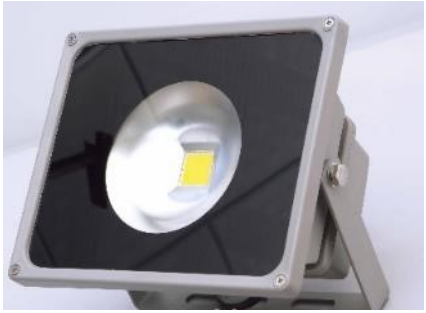
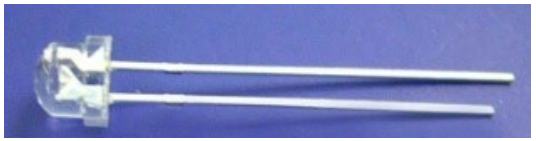
电灯

常见的光

电灯

常见的光

电灯

光的大分类

核能光：太阳、星星、核光
化合光：火、烛光、油灯光……
电光：　A:热光：　白炽灯、卤素灯、白金灯
　　B: 荧光灯：　日光管、筷子管、
　　无极灯
　　C:气体放电光：钠灯、汞灯、金卤灯
（石英灯、陶瓷灯）

LED光（固体光）

光产生的原理：电子（光子）越级运行

光的基本特性

- 光具有波粒二象性

研究光和物质作用时，考虑光的粒子性(直线传波,折射/反射,衍射等)

- 光是电磁波

把光作为电磁波看待，称为“光波”。

电磁波理论认为发光体以辐射能的形式发射光，

而辐射能又以电磁波形式向外传输，

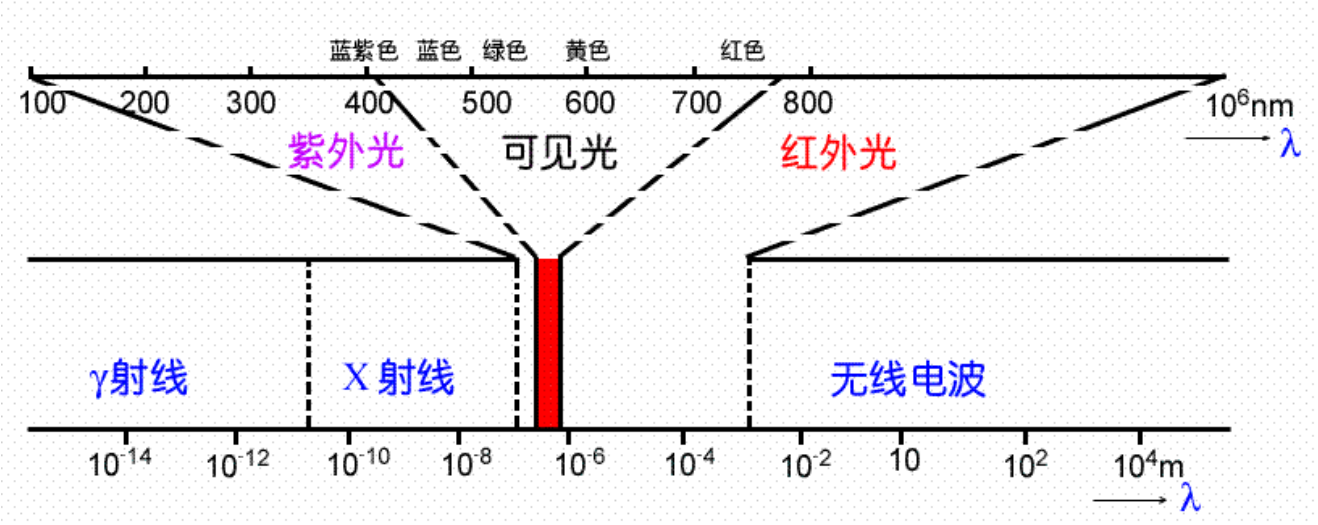
电磁波作用在人眼上就产生光的感觉。

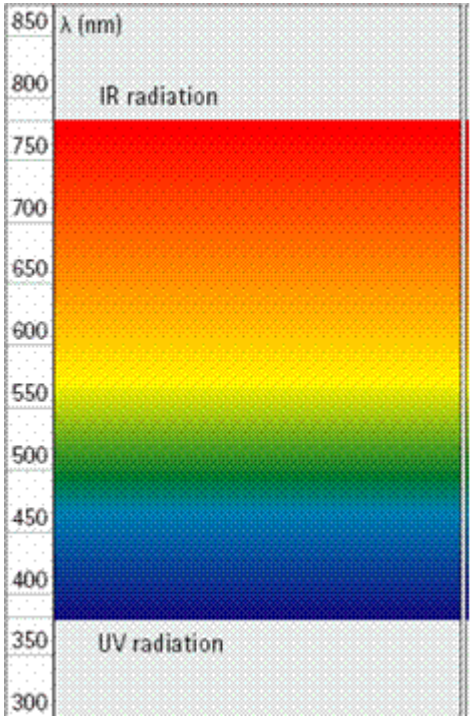
- 光电现象,光子

光的基本特性

什么是光 → 人类视觉感知 + 人类视觉感知不到

电磁波 → 可见光波 380nm~780nm + 红外线、紫外线





博容照明•专业•专注•分享

光的基本特性

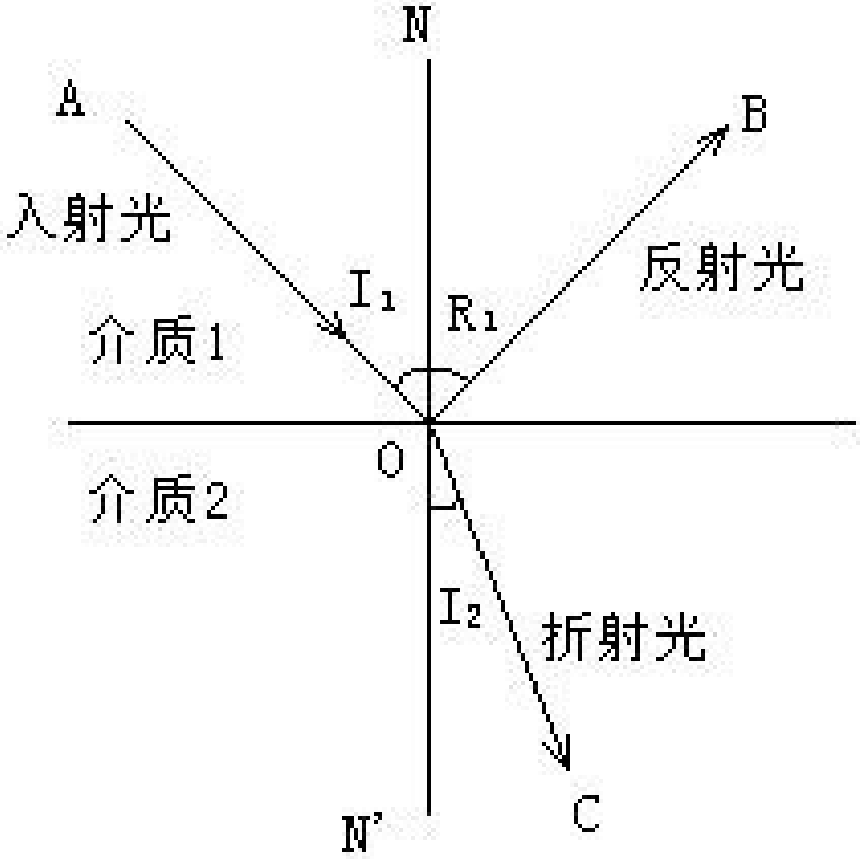
光的传播--几何光学的基本定律

1）光线在均匀透明介质中传播——直线传播

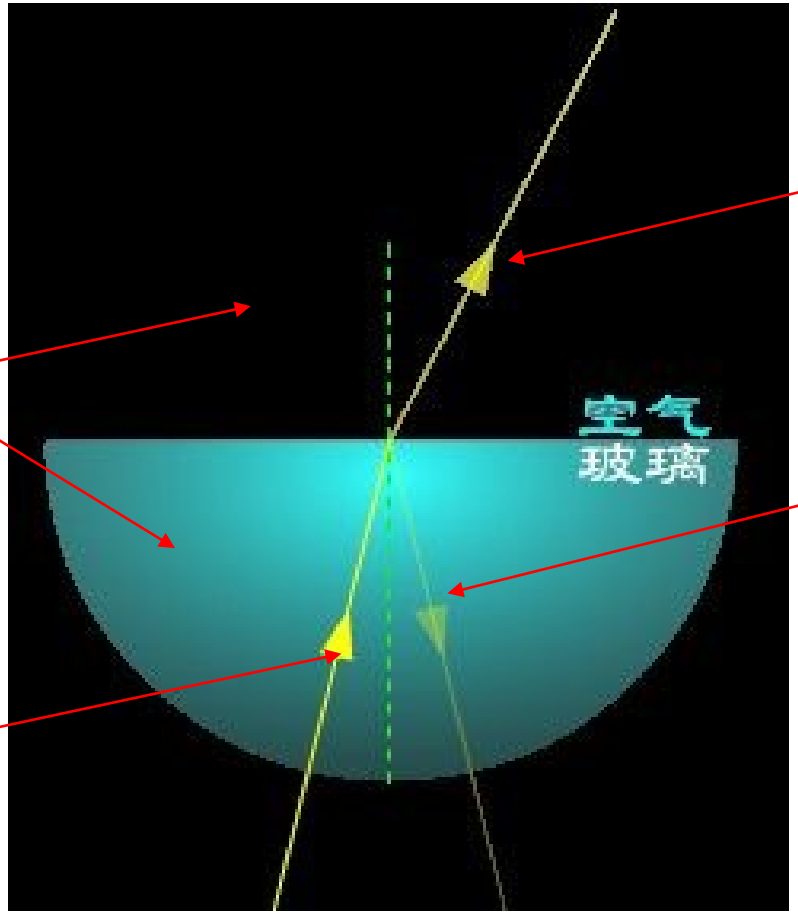
2）光线在两种均匀介质分界面上的传播——反射定律和折射定律

光的基本特性

- 一束光线射在两种介质的分界面上，
- 一部分光线在分界面上反射到原来的介质，称为反射光线：
- 另一部分光线透过分界面进入第二种介质，并改变原来方向，称为折射光线。



光的基本特性



折射

吸收

反射

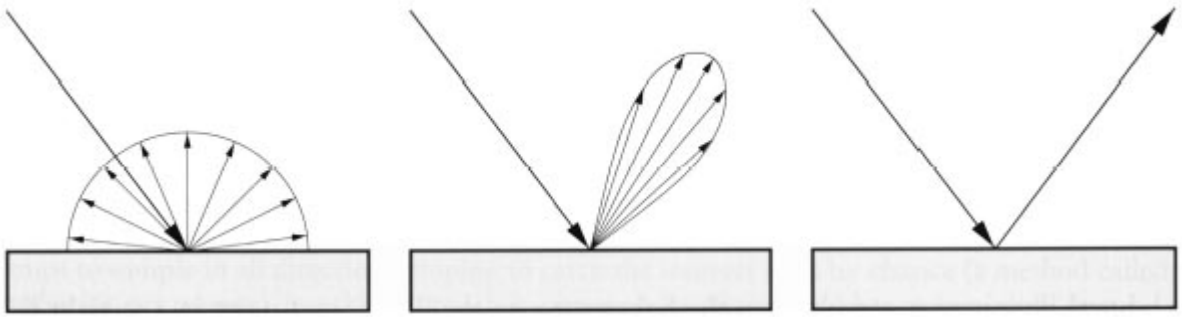
入射

在照明设计中,我们根据需要,应用反射光,折射光

光的基本特性

反射光/入射光=反射比。反射比与反射方式由表面材料决定

漫反射　　扩散反射　　镜面反射



光的基本特性

- 反射在于灯具的应用:
- 玻璃镜面反射

1. 带有光束角的PAR/MAR灯泡.带有反射玻璃的普泡
2. 反射镜(凹镜,用于投射灯,反射率大于铝片)

- 铝反射罩反射

1. AR111 1070/1090,反射面
2. 用途最广

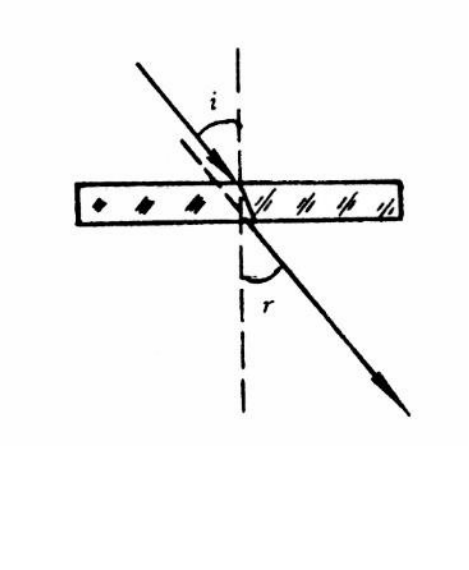
- 塑胶面电镀反射

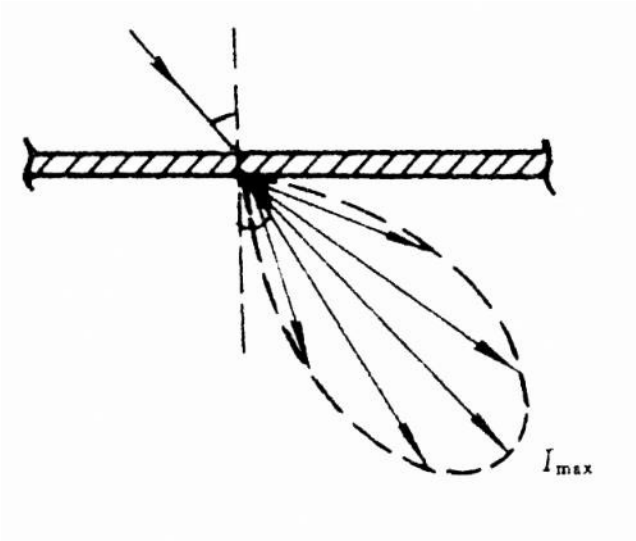
1. 荧光灯.LED应用

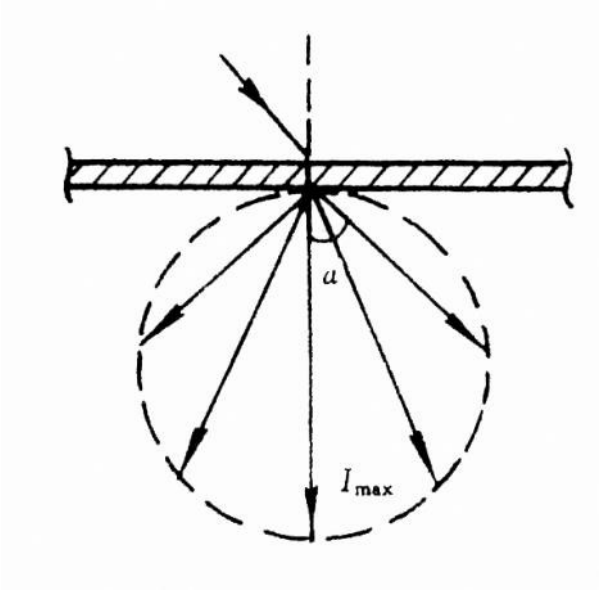
透射(折射)

透射光/入射光=透射比。透射比与反射方式由表面材料决定

镜面透射　　扩散透射　　漫透射







透射的应用

- 透明玻璃透射,透光率高,封闭式灯具
- LED透镜透射,调整出光角度
- 磨砂玻璃等. 沿入射方向的透射光强度最大，其他方向强度小。虽未完全散开，但不能清楚看到后面的物体 ,防止光源的眩光
- 当光线透过乳白玻璃和压克力等半透明材料时，光线完全散开，此类材料常用于屏蔽光源,减少眩光

光通常的几个计量

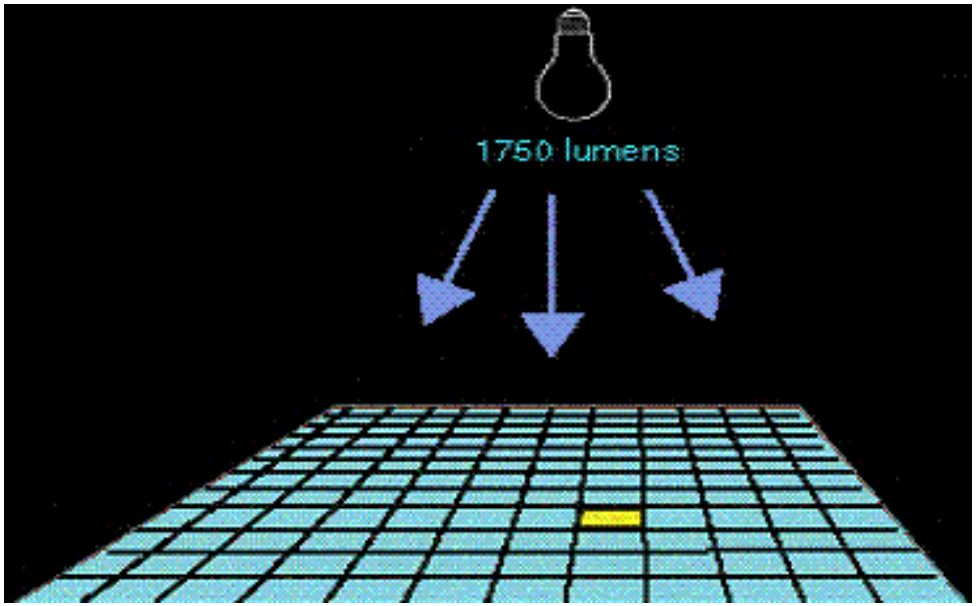
- 把可见光的能量,与人眼对它的接收特性结合起来,研究的计量学科
- 几个基本的物理量

1. 光通量
2. 发光强度
3. 照度
4. 亮度

光通量

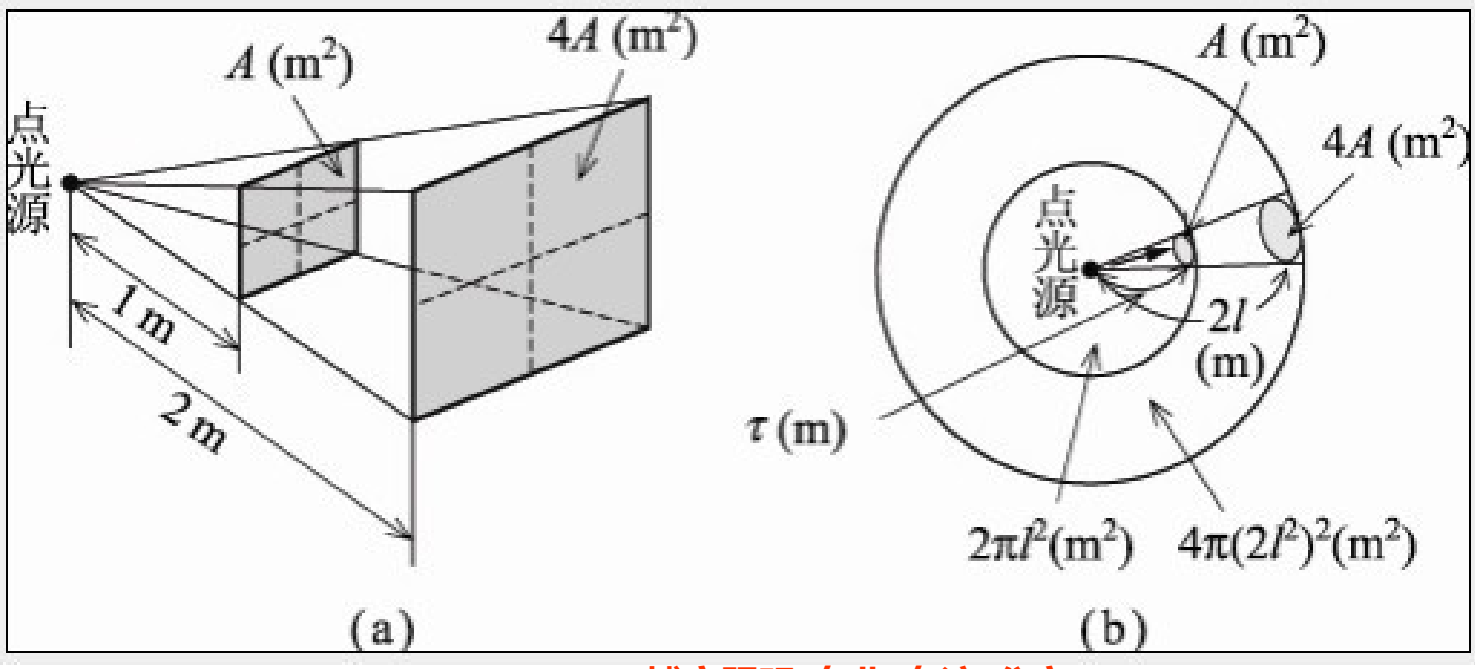
光通量:光源在单位时间内辐射出的光量

1. 发光效率η
2. 光源的光通量Φ与该光源所消耗的电功率P之比，单位为lm•W-1。
3. 光效是评价电光源产品性能主要的指标



光强

光源在单位立体角中发出的光通量
单位为坎德拉(cd)。
立体角:球面外表面积/半径^2



照度

单位面积上接收到的光通量。

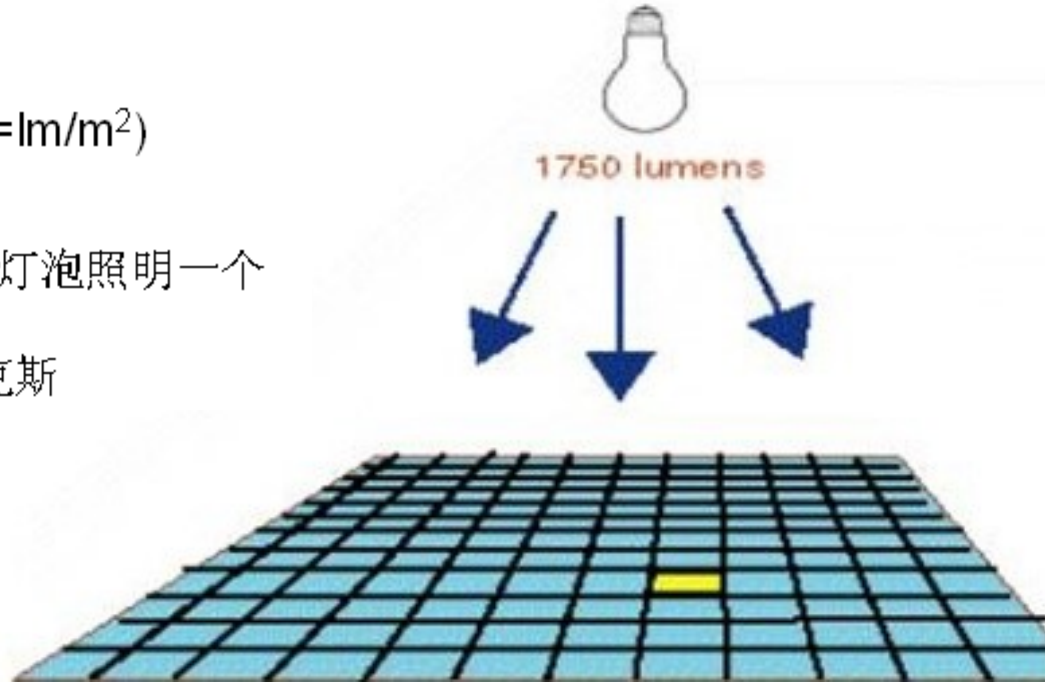
照度的符号为Ev，单位为勒克斯（lx）

单位面积内的光通量　单位：lux(lx=lm/m^2)

例如：

用一只发光为1750流明的100瓦白炽灯泡照明一个3×3＝9平方米的房间，

其平均照度为　1750 / 9＝194.4勒克斯



亮度

亮度:在该方向上的单位投影面内的光通量 :坎德拉/平方米(cd/m^2)

光通量:1200lm

光强:　382cd

照度

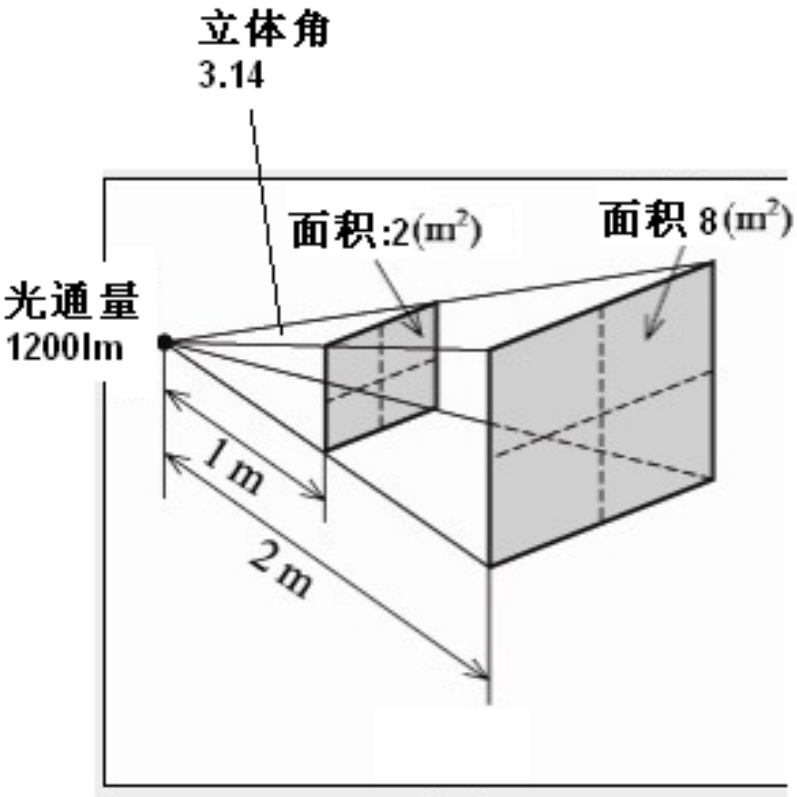
平面1:1200/2=600lux

平面2:1200/8=150lux

亮度

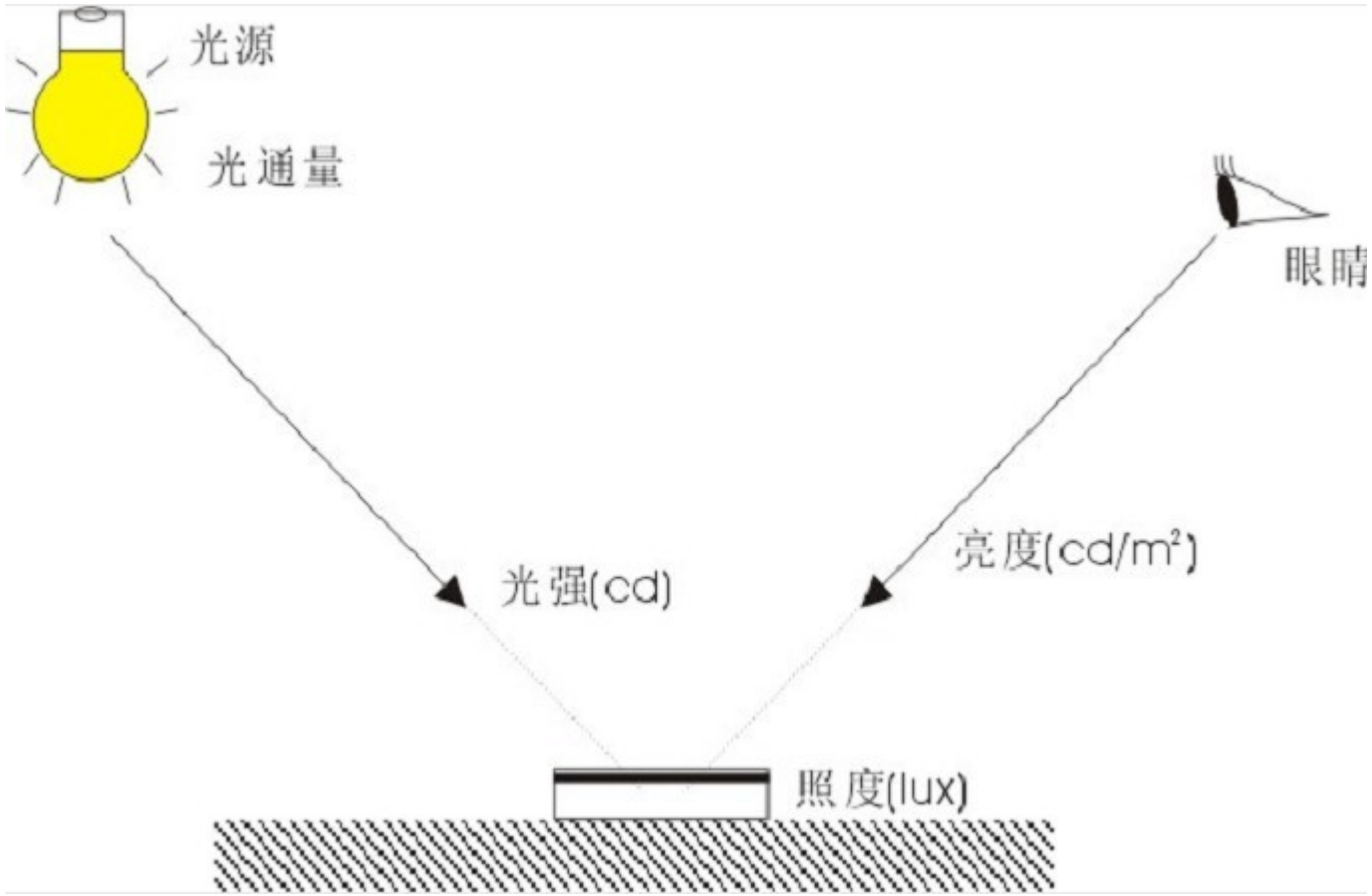
平面1:1200/3.14/2=191cd/m^2

平面2:1200/3.14/8=48cd/m^2



博容照明•专业•专注•分享

相互关系



白天情朗中午:100,000
实际国内一般平均在7-8万

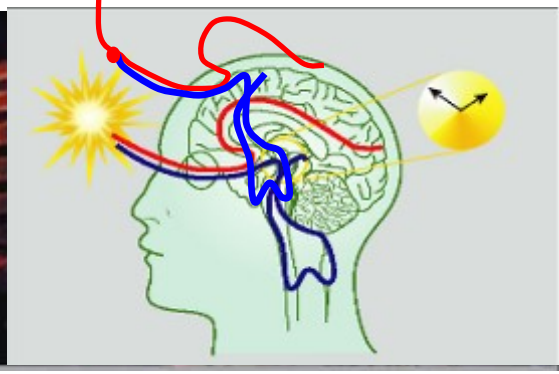
办公室:300-500

月光:0.1

博容照明•专业•专注•分享

光与视觉

人们的生活、一刻也离不开光,人们通过视觉获得外界80%以上的信息。因此,光是人们对室内空间、色彩、质感等室内环境综合感受必不可少的前提。光照和光影效果还是构成室内环境,气氛的主要元素.



明视觉、暗视觉、中间视觉—光的过渡

人眼的视觉会根据环境亮度的不同而发生变化:

- 视觉适应是指眼睛由一种光环境到另一种光环境的适应过程，眼睛会有一个调整过程。这个过程时间称为适应时间
- 视觉适应可分为距离适应、明暗适应及色适应

明视觉指亮度超过3cd•m^{-2}，对黄绿(555nm处)最敏感

暗视觉指环境亮度低于3cd•m^{-2},此时对于黄绿(507nm处)最敏感

中间视觉介于明视觉和暗视觉亮度之间

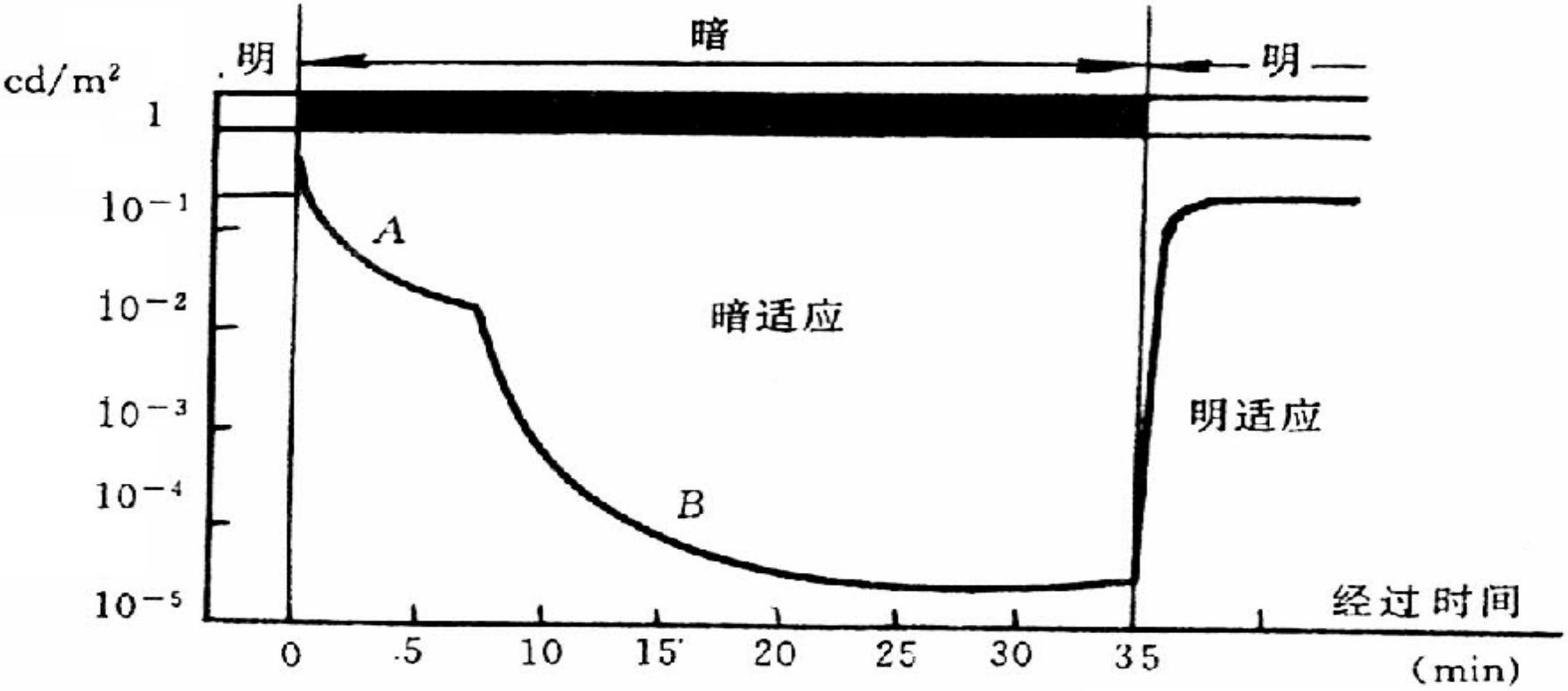
明,暗适应:

暗适应:眼睛从亮环境到暗环境的适应

最初15min变化很快，以后缓慢，完全适应:0.5-1h

明适应:眼睛从暗环境到亮环境的适应

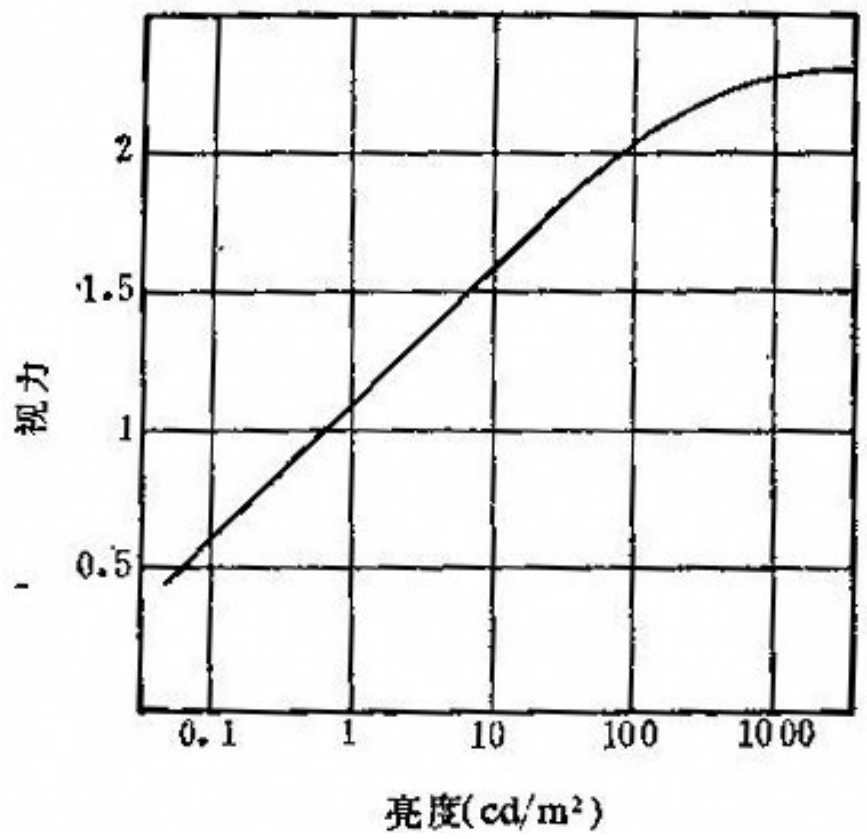
明适应的时间短，仅0.001秒至数秒，2分钟后完全适应



博容照明•专业•专注•分享

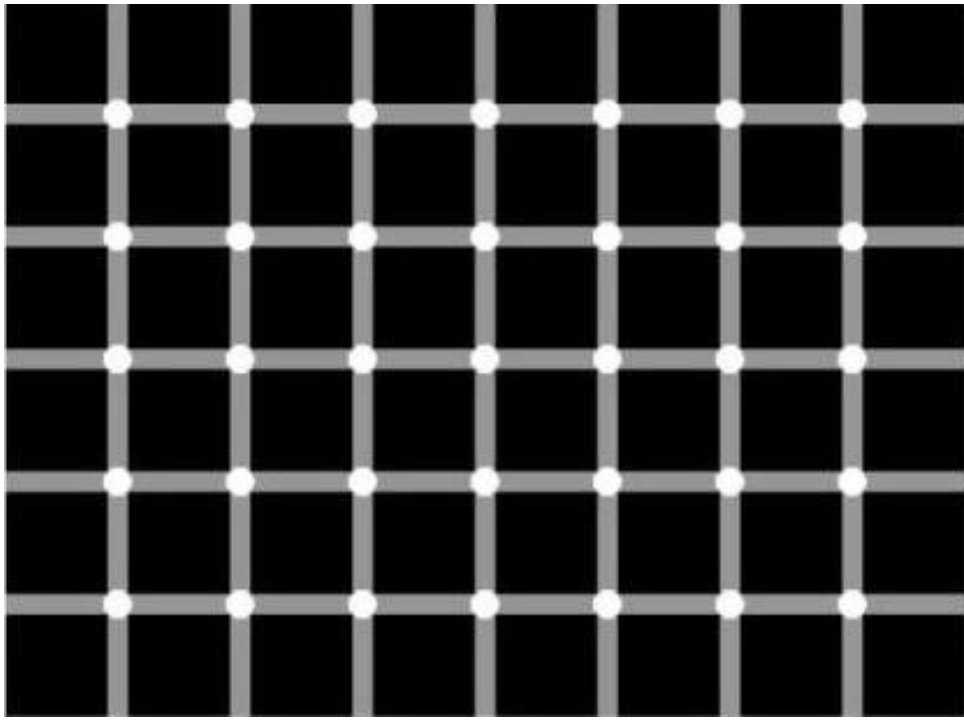
视觉与亮度

- 当亮度为0.1cd / m²时，视力约为0.6
- 当亮度增至l000 cd / m²时，视力达到2.3左右
- 此后．亮度再增加视力也不会再明显增大了



视后像

- 在直视明亮的光源或单一色
- 以后，闭上眼睛，我们就会在一个相当长的时间里，明显地看到这些强光体的形状,称为视后像
- 这种把视觉印象保留叫做视觉暂留,其时间:约0.1s。因此，当一个闪烁的光源，在每秒钟闪烁超过10次时，看起来就会觉得它不是
- 在闪烁,而是在发着均匀的光



视觉对比

视力与目标物的对比度有关，

对比包括:颜色对比和亮度对比

亮度对比C：

背景亮度L_b和被识别对象的亮度L_0

之间的相对对比

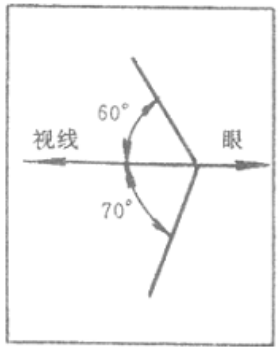
$$C=\frac{L_b-L_0}{L_b}$$

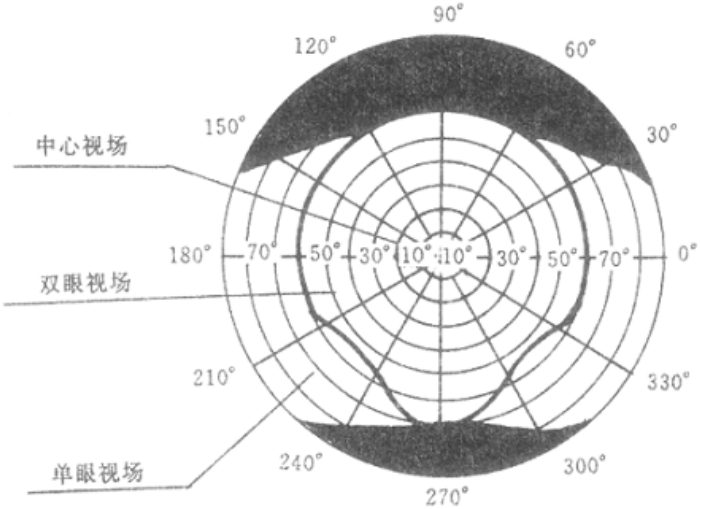
当物体的大小和照度一定时，对比度越大越看得清楚。

但对比度太大,则容易产生眩光

视野和视场

1. 视野:观察正前方，头和眼睛都保持不动，观察者能察觉到的空间范围
2. 视场:头部不动，而眼睛可以转动时，观察者能察觉到的空间范围
3. 人眼的视野上下共130°，左右共180°，
4. 但有效的视觉范围为中央30°，在此视角内，可获得较清楚的影像与色彩信息。在此以外，观察者只有一般的方向感和状态感





决定能见度的因素

决定能见度的四个因素如下:

视觉及光学术语表

尺寸

对比

亮度

时间

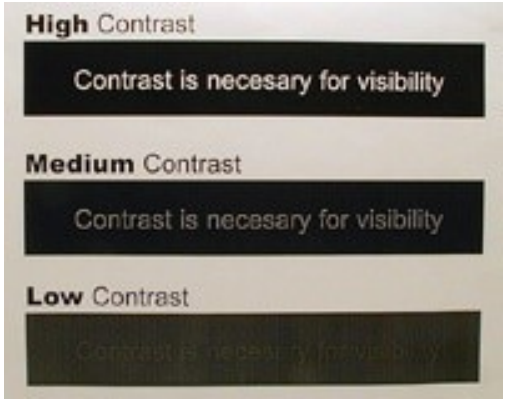
四个因素相互影响，相互制约。

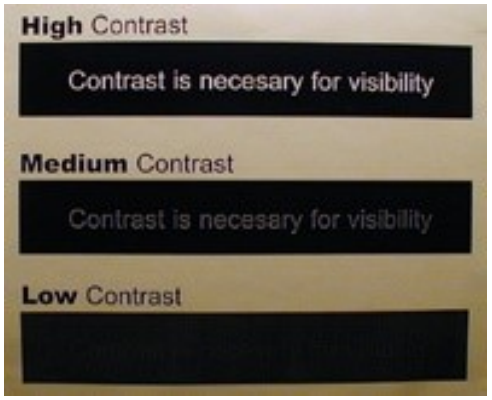
尺寸（SIZE）

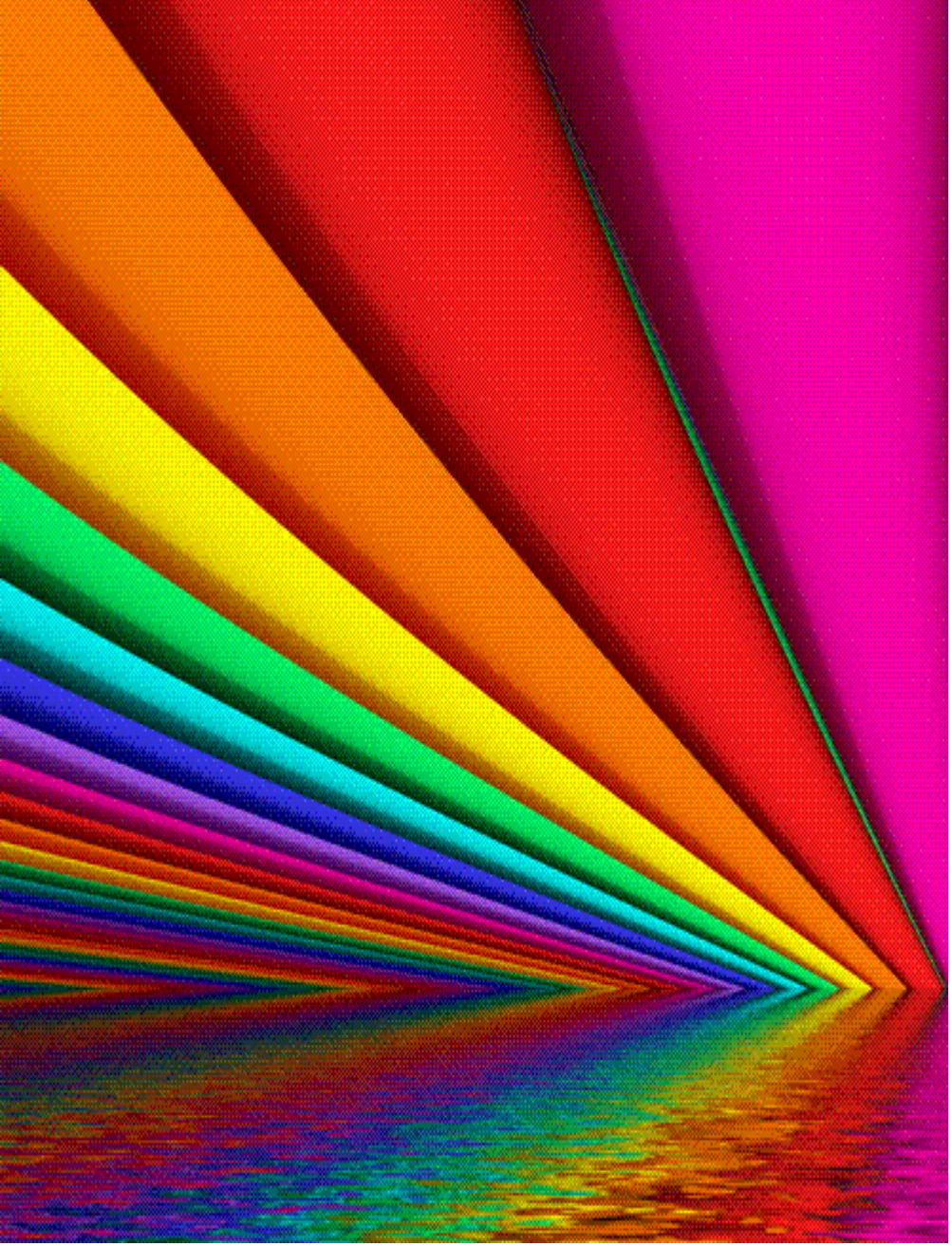
目标越近或越大,越容易被看到。

对比度（CONTRAST）

物体亮度及其背景亮度差异为对比度。白纸上的黑字很容易识别，因为对比度几乎达到100%。但是，在反射系数为80%的灰白纸上写上反射系数为40%的灰白字时，对比只有50%，因此很难看清楚。若增加亮度或利用颜色，低对比物体的可见度就会升高。







颜色特性:
颜色分彩色和非彩色两大类
彩色的三个特性:

- 色调
- 彩度
- 明度

非彩色指

- 黑
- 白
- 灰色

色调

色调（又称色相）

- 不同波长的单色光具有不同的色度
- 不同的光源发出的光:
- 连续波长与多个单独波长
- 物体的色调取决于
- 物体对光源的光谱辐射有选择地反射或透射
- 对人眼所产生的感觉

明度

很多物体表面并非单一色彩
而是由多波长成分产生的物体表面颜色
并具有自身色的光谱分布

明度是指人眼对物体的明暗感觉。
在同样的照明条件下，发光物体的视亮度越高，
或非发光物体的反射比越高，明度越高

光的颜色特征

色表

人眼直接观察光源时看到的颜色。

色坐标、色温就是描述色表的量。

由于光谱分布不同，各种光源的色表就不同，视觉效果也不同。

常见的白炽灯，其色温较低，看上去呈黄色;

而常用荧光灯色温较高，发蓝。

色温与相关色温

色温

当光源所发出光的颜色与黑体在某一温度下辐射的颜色相同时，黑体的温度就称为该光源的色温（CT），单位是(K)

相关色温

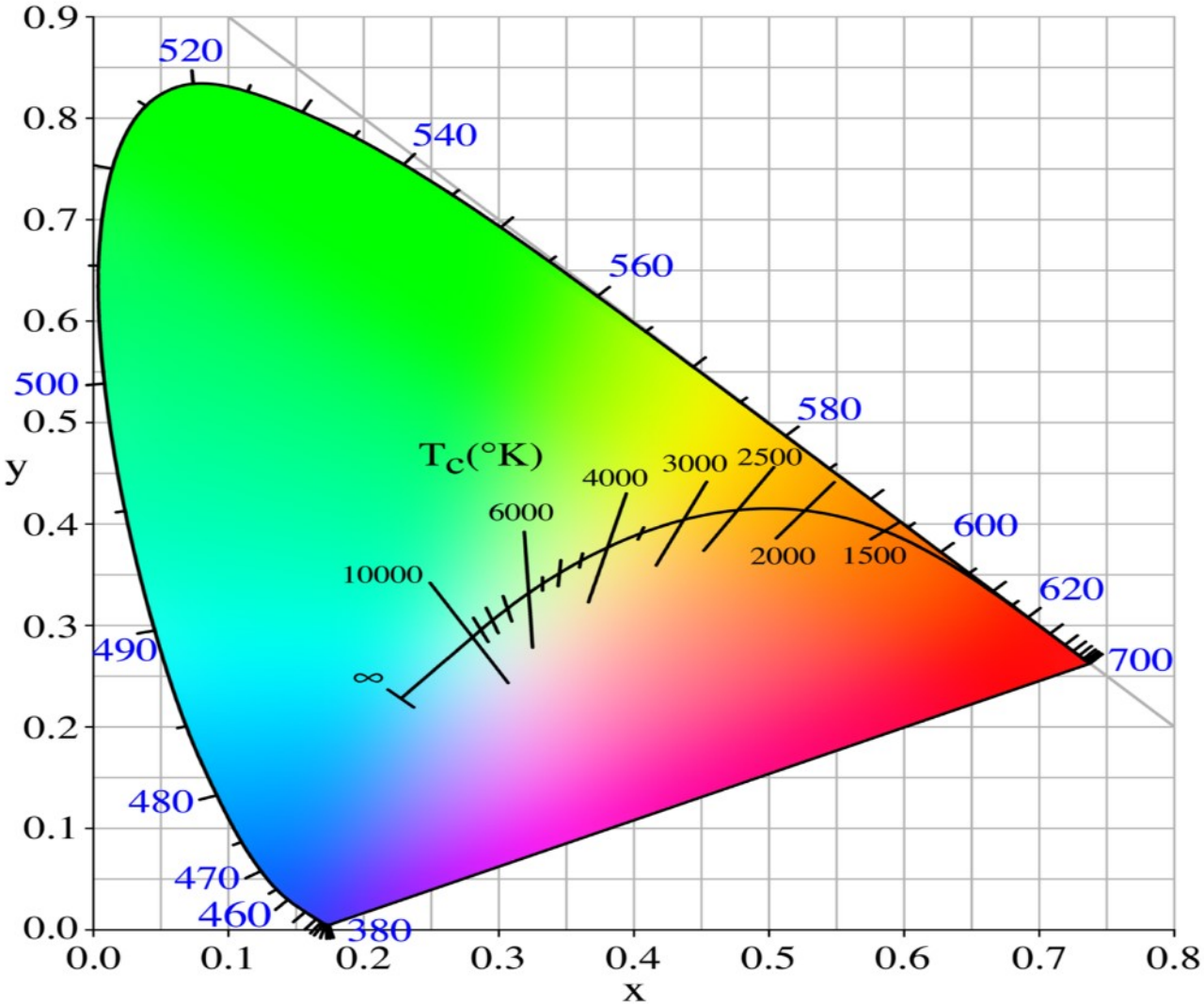
某些光源发射的光的颜色和各种温度下的黑体辐射的颜色都不是完全相同，这时就不能用一般的色温来描述光源。通常选用与其光颜色最为接近的黑体的温度,称为该光源的相关色温（CCT）

气体放电灯灯的色温是相关色温

色温CCT

WW<3300K
NW
DW>5300K

光源发射光的颜色与黑体在某一温度下辐射光色相同时，黑体的温度成为该光源的色温-也是表现时间-心理-氛围的一种变化！



色温CCT

WW<3300K
NW
DW>5300K

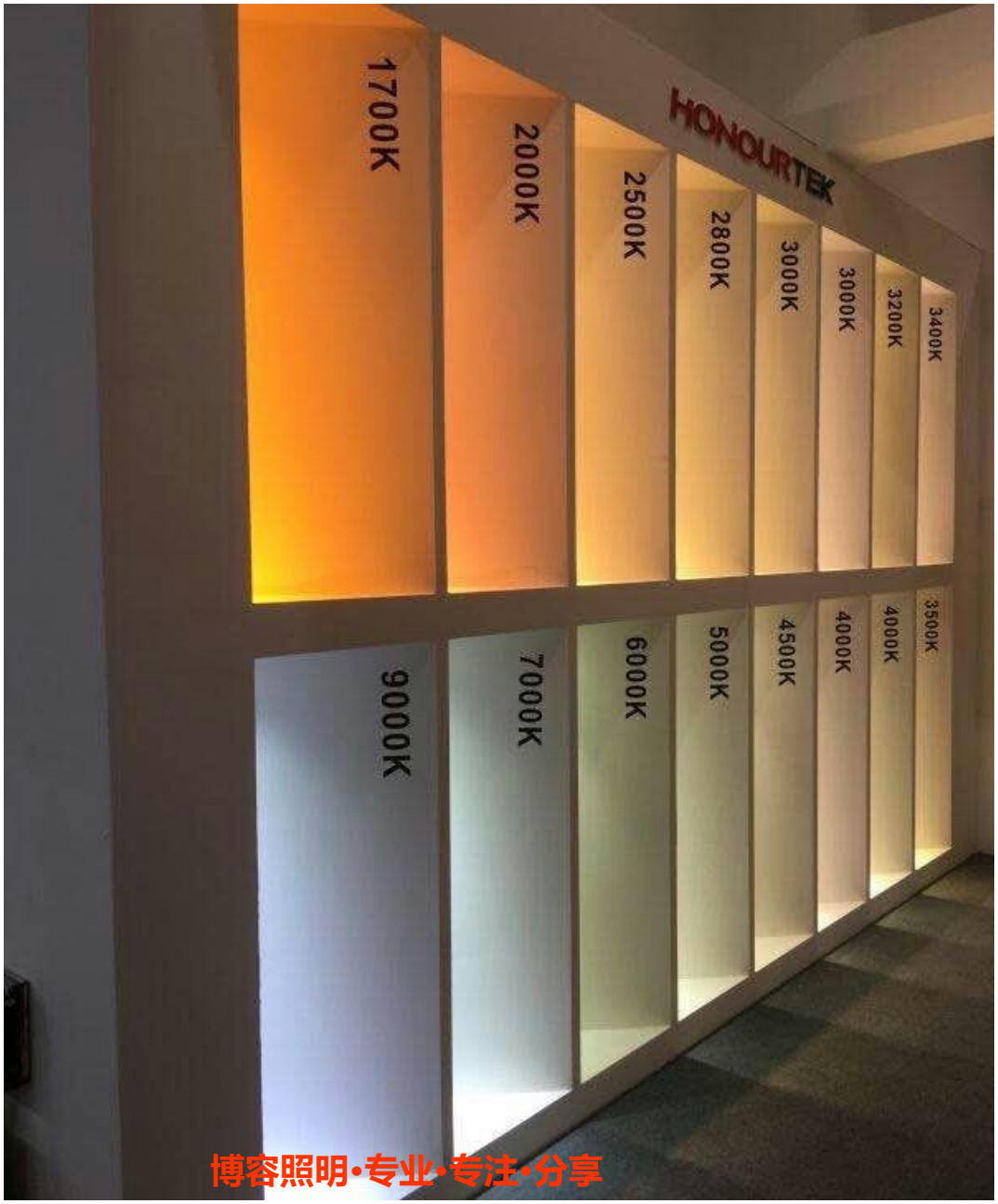
光源发射光的颜色与黑体在某一温度下辐射光色相同时，黑体的温度成为该光源的色温-也是表现时间-心理-氛围的一种变化！

博容照明·专业·专注·分享

色温CCT

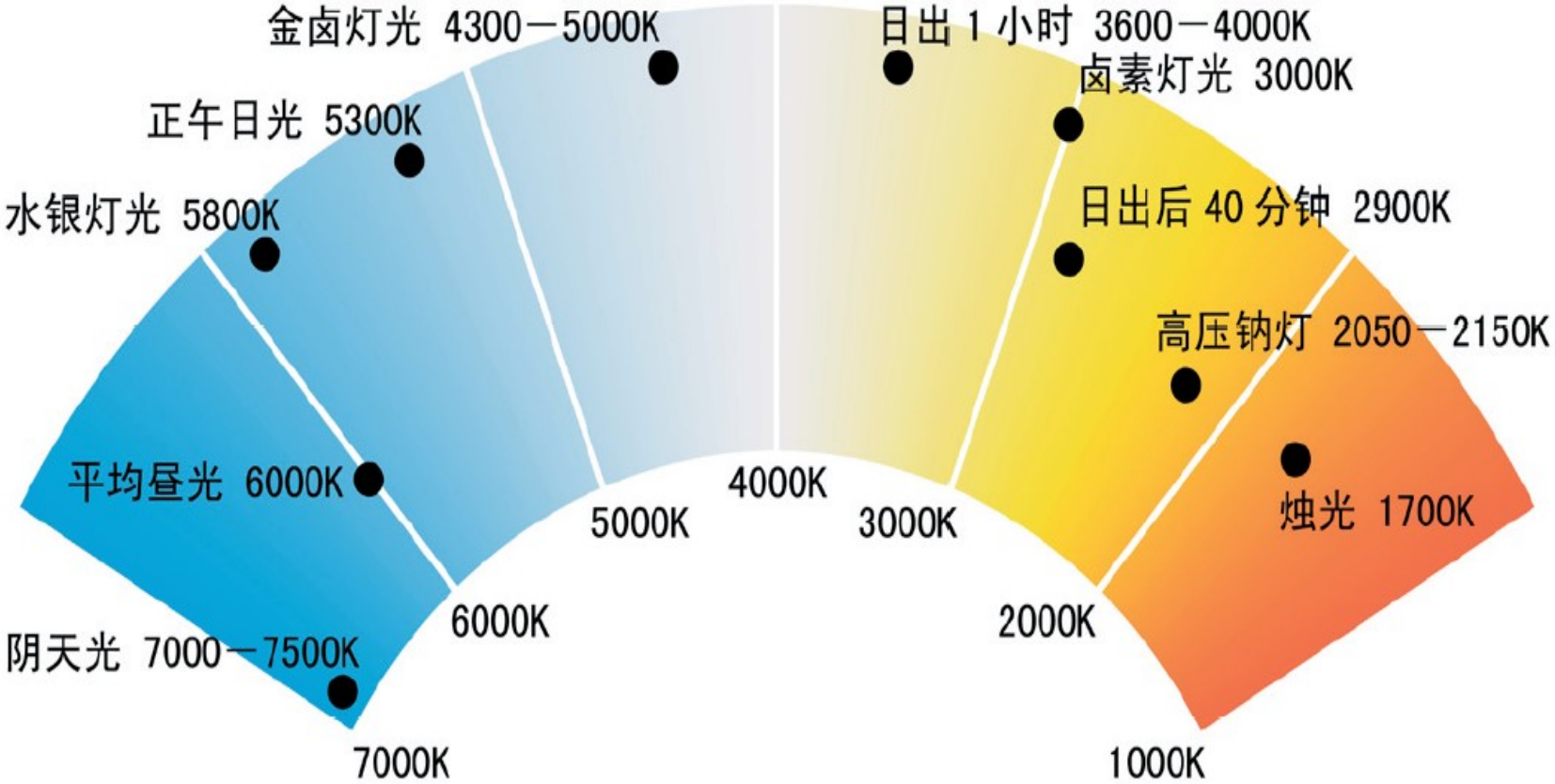
博容照明·专业·专注·分享

色温CCT



博容照明·专业·专注·分享

色温CCT



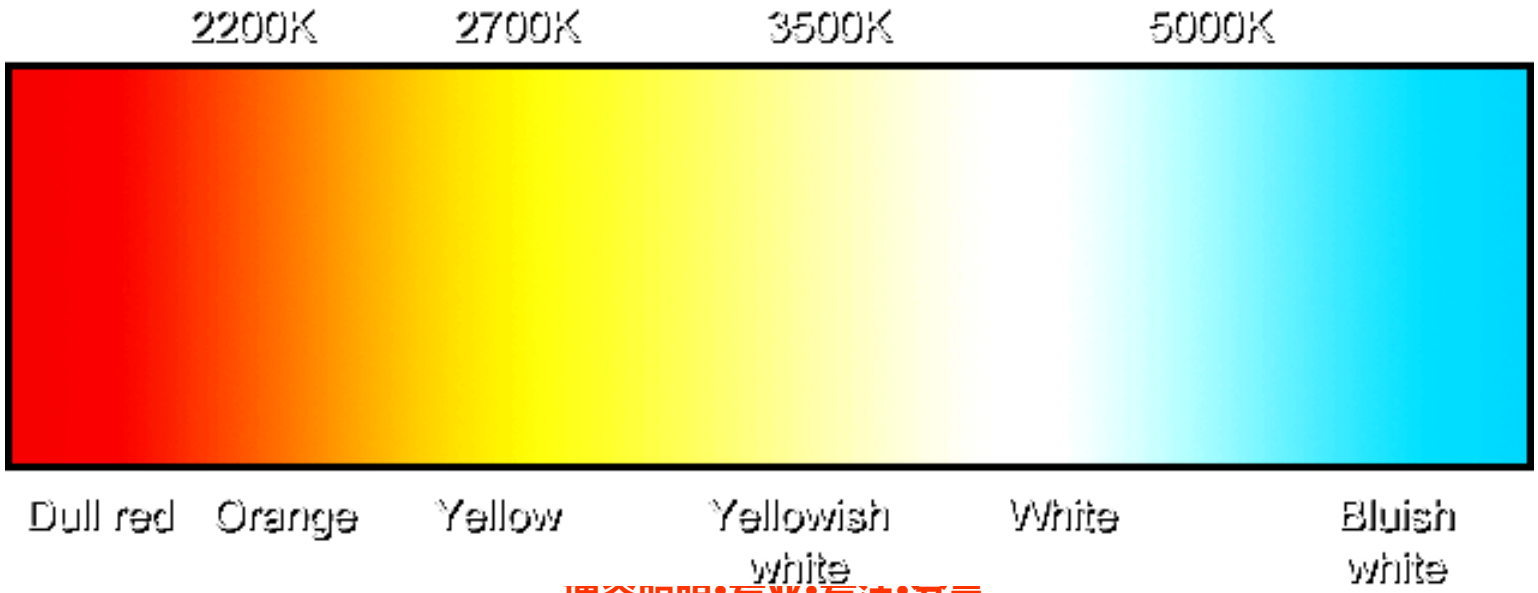
太阳及光源色温谱

色温CCT

博容照明·专业·专注·分享

色温与人的感觉

2700K	烛光色	3000K	暖白色
3500K	白色	4000K	冷白色
5000K	日光色	6500K	冷日光色



博谷照明•专业•专注•分享

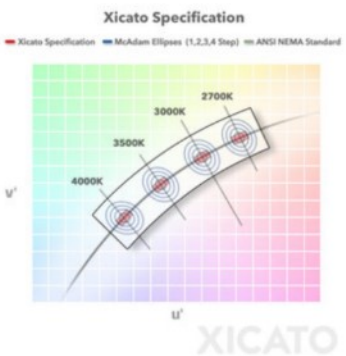
色温对展品感觉

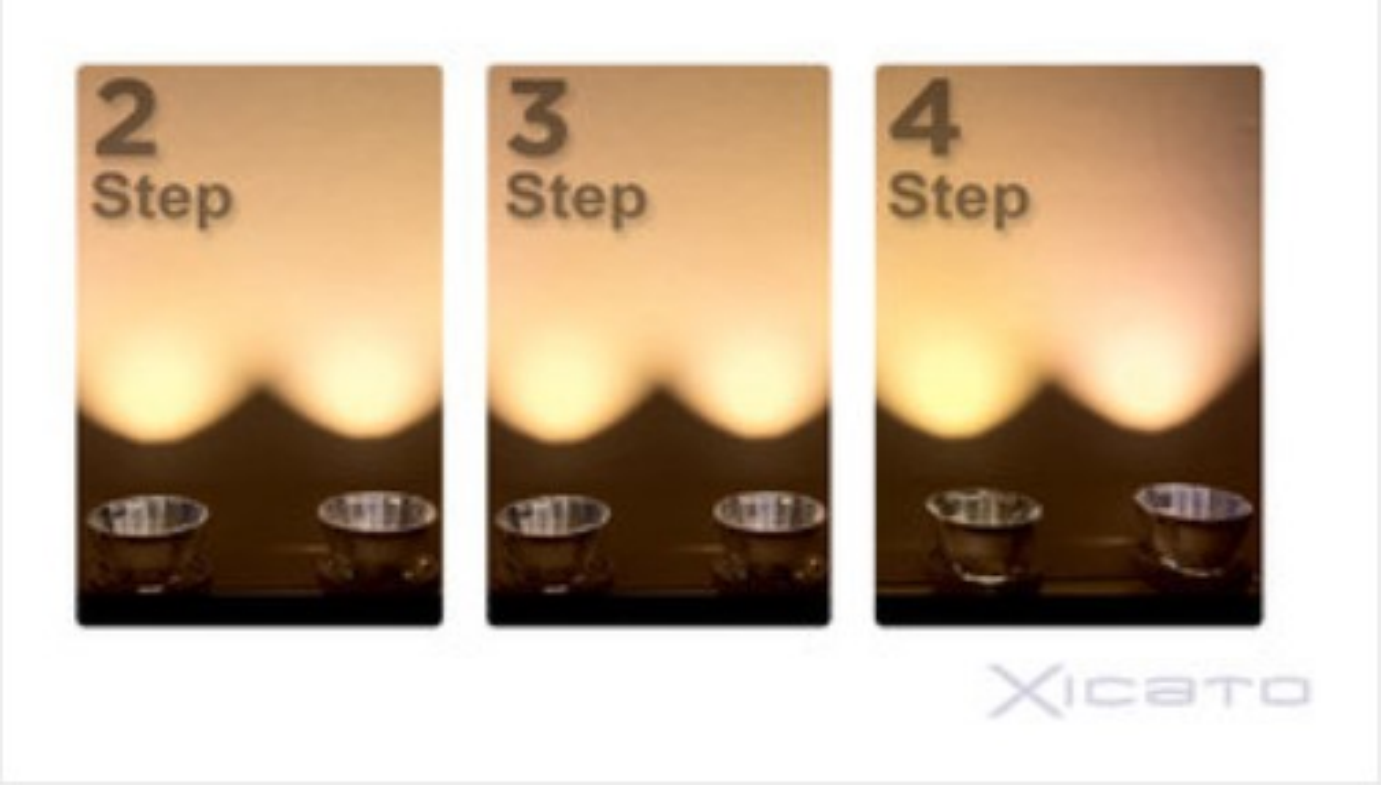
色温对“展品”感觉

博容照明·专业·专注·分享

色容差

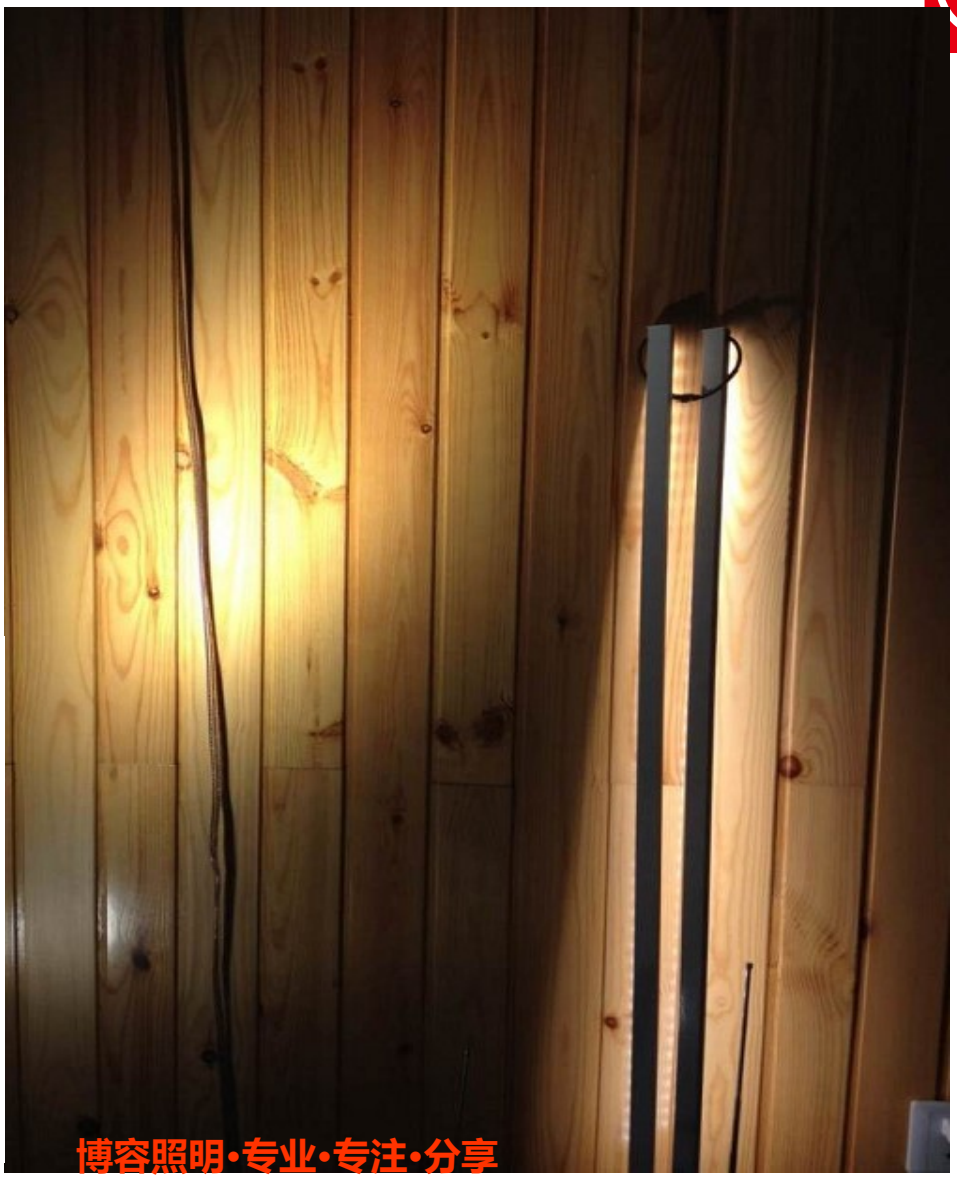
McAdam Ellipse Anatomy
v'
u'
2-Step
3-Step
XICATO


Xicato Specification
2700K
3000K
3500K
4000K
v'
u'
XICATO


2
Step
3
Step
4
Step
XICATO

色容差

此处都发绿了
但人家就是3000K！
这里是真正的
暖白色温3000K
我宁可要这种
偏红的3000K


博容照明·专业·专注·分享

显色性

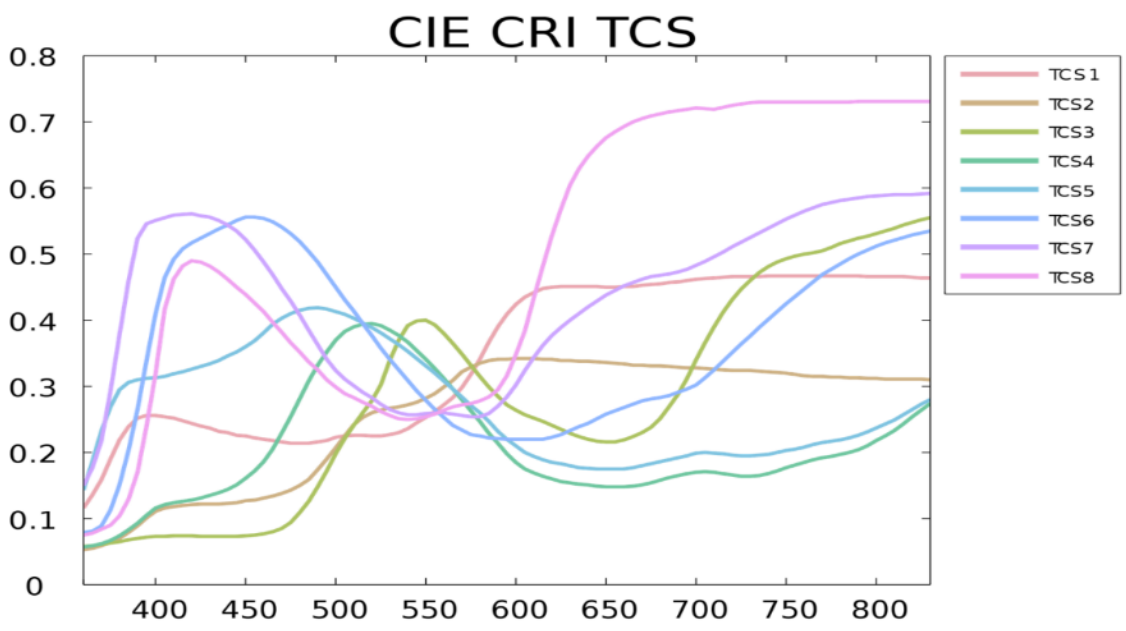
- 在被测光源和标准光源照明下,两者颜色的符合程度。
- 物体受照射后的颜色效果接近标准光源照射效果,则光源的显色性好
- 物体受照射后的颜色效果失真,则光源的显色性差

Ra =100 – 80:优良 Ra = 80 – 50:一般 Ra = 50以下:较差

显色CRI

- 表示灯光对物体色彩的还原能力
- 显色指数R_i与一般显色指数R_a

Name	Appr. Munsell	Appearance under daylight	Swatch
TCS01	7,5 R 6/4	Light greyish red	
TCS02	5 Y 6/4	Dark greyish yellow	
TCS03	5 GY 6/8	Strong yellow green	
TCS04	2,5 G 6/6	Moderate yellowish green	
TCS05	10 BG 6/4	Light bluish green	
TCS06	5 PB 6/8	Light blue	
TCS07	2,5 P 6/8	Light violet	
TCS08	10 P 6/8	Light reddish purple	
TCS09	4,5 R 4/13	Strong red	
TCS10	5 Y 8/10	Strong yellow	
TCS11	4,5 G 5/8	Strong green	
TCS12	3 PB 3/11	Strong blue	
TCS13	5 YR 8/4	Light yellowish pink	
TCS14	5 GY 4/4	Moderate olive green (leaf)	



根据分光辐射亮度计CS—2000测得的光谱分布，我们得到了如下显色指数。利用CS—2000的数据管理软件CS—10w很容易进行计算。

	Ra	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15
D50荧光灯	91	94	91	86	90	93	89	90	90	77	78	93	81	93	92	91
自然白荧光灯	79	89	89	54	82	81	72	86	76	16	40	63	55	92	70	92
LED	68	65	74	79	68	65	62	81	54	—39	36	61	31	66	88	59

Ra表示“平均显色指数”。它是指数R1~R8的平均值，也是显色指数的典型值。R9~R15称为“特殊显色指数”，尤其是R9（深色鲜红）和R15（中国人的肤色）。

R9是评价红色复现质量的指标，而三种类型光源的R9值相差很大，由于LED光源的R9显色指数很低，甚至为负，使肉和盘子看起来比较昏暗。

国际照明委员会（CIE）一般把显色指数分成五类：

类别 Ra 适用范围

1．A ＞90 美术馆、博物馆及印刷等行业及场所

2．B 80—90 家庭、饭馆、高级纺织工艺及相近行业

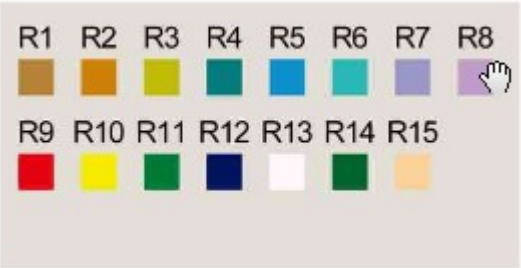
2．60—80 办公室、学校、室外街道照明

3．40—60 重工业工厂、室外街道照明

4．20—40 室外道路照明及一些要求不高的地方

Ra只取了8个色板的“成绩”，而Re取了14块色板，最新的Rf、Rg体系，100多块色板

显色性



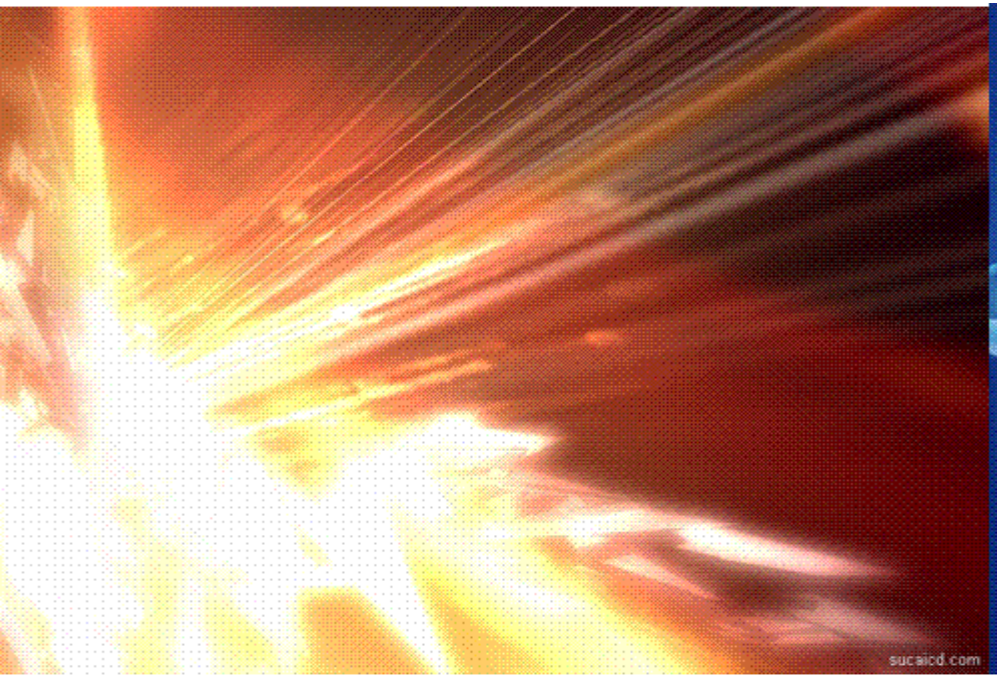
	Ra	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
D50 荧光灯	91	94	91	86	90	93	89	90
自然白荧光灯	79	89	89	54	82	81	72	86
LED	68	65	74	79	68	65	62	81

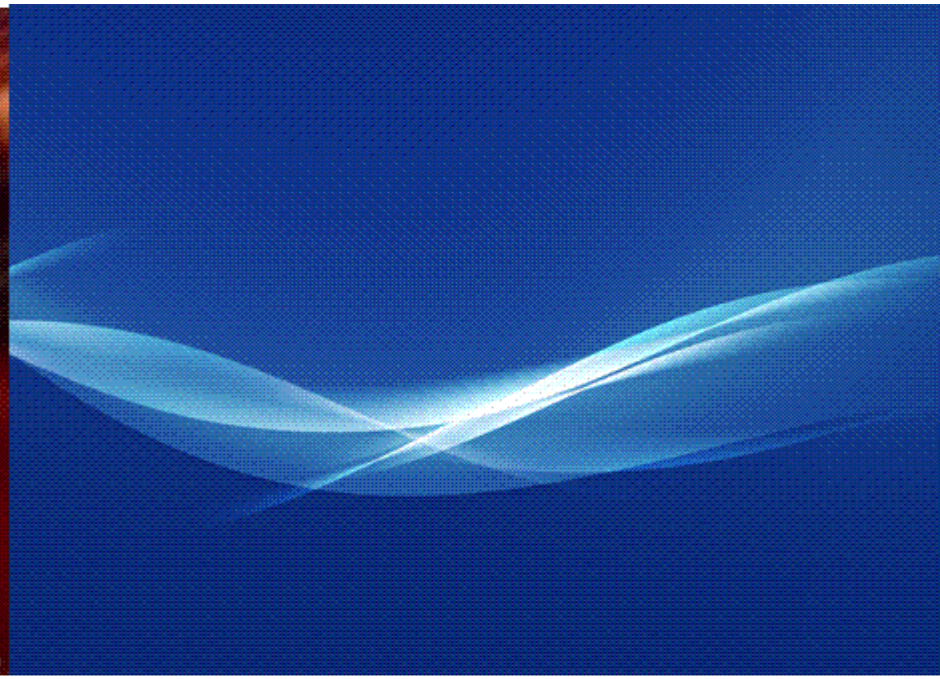
	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15
D50 荧光灯	90	77	78	93	81	93	92	91
自然白荧光灯	76	16	40	63	55	92	70	92
LED	54	-39	36	61	31	66	88	59

显色性

眩光

- 视野中由于不适宜亮度分布，或在空间或时间上存在极端的亮度对比，引起视觉不舒适,降低物体可见度的视觉条件。
- 眩光是引起视觉疲劳的重要原因之一





眩光

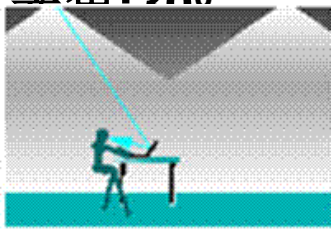
避免将灯具直接安装在干扰区内(灯具布置在工作位置的正前上方40度角以外的区域内)

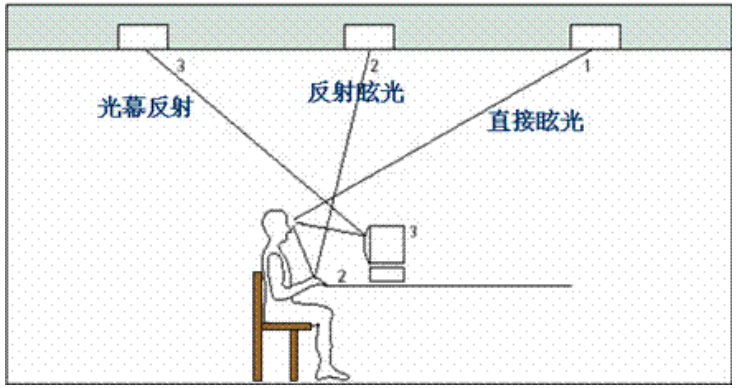
从材料方面考虑,采用低光泽度的材料,避免光幕反射

限制灯具本身的亮度,如采用格片,漫反射罩等,限制灯具表面亮度不宜过高

照亮顶棚和墙的表面,以降低亮度对比,减弱眩光,但不要形成光斑

灯的亮度:1—20Kcd/m^2,遮光角:10^0
20—50Kcd/m^2,遮光角:15^0
50—500Kcd/m^2,遮光角:20^0
>500Kcd/m^2,遮光角:30^0





BR Lighting

分享改变生活