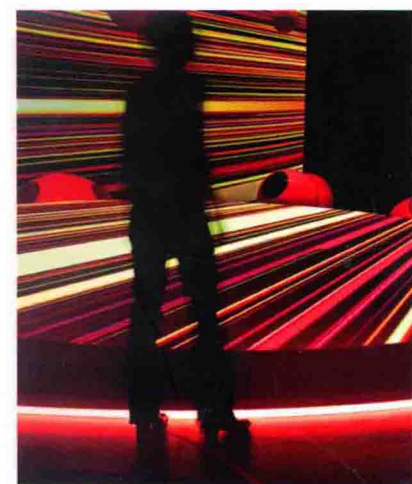


照明设计 与原理



Links 杨巍 编 郑军荣 高上星 译

江西美术出版社

照明设计与原理

Links 杨 巍 编
郑军荣 高上星 译

江西美术出版社

本书由江西美术出版社出版, 未经出版者书面许可, 不得以任何方式抄袭、复制或节录本书的任何部分。
本书法律顾问: 江西豫章律师事务所 晏辉律师

图书在版编目(CIP)数据

照明设计与原理 / Links, 杨巍编; 郑军荣, 高上星译. -- 南昌: 江西美术出版社, 2013. 10
ISBN 978-7-5480-2309-8

I. ①照… II. ①L… ②杨… ③郑… ④高… III. ①建筑照明—照明设计 IV. ①TU113. 6

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第177648号

出品人: 陈政

企划: 北京江美长风文化传播有限公司

责任编辑: 王国栋

编辑助理: 楚天顺

照明设计与原理

ZhaoMingSheJiYuYuanLi

编者: 杨巍

译者: 郑军荣 高上星

出版发行: 江西美术出版社

社址: 南昌市子安路66号 江美大厦 (邮编: 330025)

网址: <http://www.jxfinearts.com>

经销: 全国新华书店

印刷: 江西华奥印务有限责任公司

版次: 2013年10月第一版

印次: 2013年10月第一次印刷

开本: 660×1020 1/16

印张: 17

书号: ISBN 978-7-5480-2309-8

定价: 298.00元

赣版权登字-06-2013-379

合同登记号-14-2013-502

版权所有, 侵权必究

6 光：物理特性和技术要求

20 自然光利用方案

46 外部空间设计方案

48 —— 外部设计

76 —— 城市照明设施

122 外观设计方案

156 室内设计方案

158 —— 商铺设计

166 —— 酒吧与餐馆设计

180 —— 工作与公共场所设计

194 —— 酒店与温泉设计

204 博览会、艺术和活动设计方案

206 —— 艺术和活动设计

238 —— 看台和博览会设计

260 照明产品设计

照明设计与原理

Links 杨 巍 编
郑军荣 高上星 译

江西美术出版社

本书由江西美术出版社出版, 未经出版者书面许可, 不得以任何方式抄袭、复制或节录本书的任何部分。
本书法律顾问: 江西豫章律师事务所 晏辉律师

图书在版编目(CIP)数据

照明设计与原理 / Links, 杨巍编; 郑军荣, 高上星译. -- 南昌: 江西美术出版社, 2013. 10
ISBN 978-7-5480-2309-8

I. ①照… II. ①L… ②杨… ③郑… ④高… III. ①建筑照明—照明设计 IV. ①TU113. 6

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第177648号

出品人: 陈政

企 划: 北京江美长风文化传播有限公司

责任编辑: 王国栋

编辑助理: 楚天顺

照明设计与原理

ZhaoMingSheJiYuYuanLi

编 者: 杨巍

译 者: 郑军荣 高上星

出版发行: 江西美术出版社

社 址: 南昌市子安路66号 江美大厦 (邮编: 330025)

网 址: <http://www.jxfinearts.com>

经 销: 全国新华书店

印 刷: 江西华奥印务有限责任公司

版 次: 2013年10月第一版

印 次: 2013年10月第一次印刷

开 本: 660×1020 1/16

印 张: 17

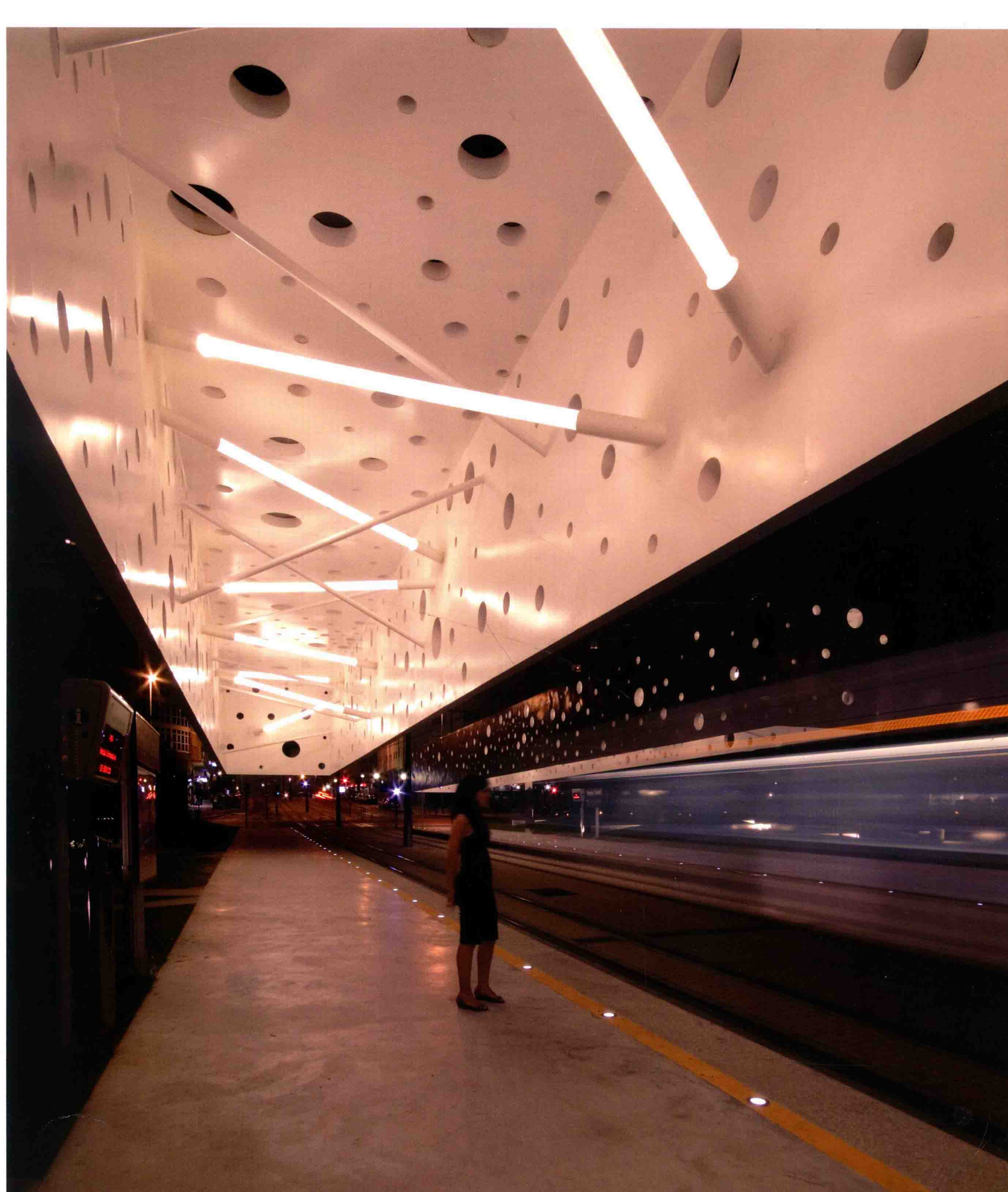
书 号: ISBN 978-7-5480-2309-8

定 价: 298.00元

赣版权登字-06-2013-379

合同登记号-14-2013-502

版权所有, 侵权必究



6 光：物理特性和技术要求

20 自然光利用方案

46 外部空间设计方案

48 —— 外部设计

76 —— 城市照明设施

122 外观设计方案

156 室内设计方案

158 —— 商铺设计

166 —— 酒吧与餐馆设计

180 —— 工作与公共场所设计

194 —— 酒店与温泉设计

204 博览会、艺术和活动设计方案

206 —— 艺术和活动设计

238 —— 看台和博览会设计

260 照明产品设计



光：物理特性 和技术要求

光的物理特性

简单地来说，光是电磁波谱的一种形式，而且能被肉眼所感知。这种可见光谱只是所有光谱当中的一小部分，但它也包括具有极短波长的宇宙射线（ 1×10^{-4} metros）和拥有几百公里波长的电频率。

像其他电磁辐射一样，光的传播速度接近300,000 km/s。数量和质量是其最重要的属性。

光的数量

光的数量与光度测定有关。最简单的光系统由以下方面组成：光点（如电灯泡），被照射的表面和能够感知到光的肉眼。光点为后两者提供光源，而被照射的表面又将光线反射到肉眼里。由此，可得到以下四种可测数量：

- 物体表面的发光强度是用坎德拉（cd）这种单位来测量的。其定义为：在铂凝固温度（1769℃）下，黑体六十万分之一平方米的表面上的发光强度。坎德拉是基本的测量单位，可由其推导出其他各种单位。
- 光通量的单位是流明（lm）。发光强度为1烛光的点光源，在1球面度单位立体角内向各个方向发出的光通量为1流明。因此，1cd总共会发出 4π 流明。
- 照明度用于测量物体表面的照度（两者有所区别，照度是一个过程，而照明度则是结果）。照明

度的单位是勒克斯（lx），1流明的光通量均匀分布在1平方米面积上的照度就是1勒克斯。

- 亮度是指画面的明亮程度，肉眼从一个方向观察光源，在这个方向上的光强与肉眼所“见到”的光源面积之比，定义为该光源单位的亮度，即单位投影面积上的发光强度。在国际单位制中，这一单位是堪德拉每平米（cd/m²）。

光通量（lm）和瓦特（W）都是同一种物理维度，而照明度（lx）和辐照（W/m²）则属于同一类别。后者涉及能源方面，而前者则与光亮数量有关。

如果没有指定波长，光亮数量无法直接转化为光度值，这是因为肉眼的敏感度是随着光波长的变化而变化的。看到555nm黄色光线时，肉眼的敏感度会达到最高值。但也有种说法是，在波长变得更长或更短的情况下，肉眼的敏感度（或效能）会减弱。

光的质量

光的质量包括以下几个特征：波长（单位是纳米）和与其互相作用的波，以及频率（单位是赫兹）。双方的产物为速率。

光的颜色

光的颜色由其波普决定。灯帽子有种特殊波长，或是波段有限的波长，这被称为单色波。白光

各种条件下的照明度（单位：lx）	
晴天	80,000
多云	5,000
台灯	300
常规卧室灯	100
满月	0,1

各种光源的亮度（单位：cd/m ² ）	
太阳	1,650,000,000
白炽灯	7,000,000
荧光灯	8,000
满月	2,500

的连续光谱在棱镜的的作用下，会分离为不同成分（他们以颜色的形式被肉眼所感知）。

红色、绿色和蓝色是三种主要的颜色。对于其他颜色，由于本身或其他颜色所含有的小成分，它们或多或少与这三种颜色较接近。因此，这些颜色被称为互补色。

最易被肉眼所感知的光谱介于380~780纳米（纳米是种波长单位，相当于 1×10^{-9} 米，或是一米的十亿分之一）。光线的颜色是由波长所决定的：最短波长（380~450nm）所发出的可见光会产生

紫色，而最长波长（630~780nm）则显示为红色。介于这两者之间的是蓝色（450~500nm）、绿色（500~570nm）和橙色（600~630nm）。但并不是所有光源都会持续发光，也就是说，有些光源不会发出蓝光或绿光，而其他光源也不会发出红光。像煤油灯一样，钨丝灯泡一旦亮起来，它会以持续性光谱的方式发出光源。至于其他光源，像荧光灯和闪光灯则以一种或一些特定频率（或颜色）来传递光能。

所谓的冷物体不会释放出光亮，但是当它们变暖和时就会开始发光。也就是说，随着温度的上升，它们开始放射橙光，然后是红光，最后似乎是白光。当温度升高时，有种专有名词用于测量放射出高频率光线的特性，叫作“色温”或“色度”。其单位是开尔文，而且一般用来形容光线所产生的热量或冷度：低色温源于暖光，主要是红光、橙光和黄光，而高色温源于冷光，主要是蓝光和绿光。

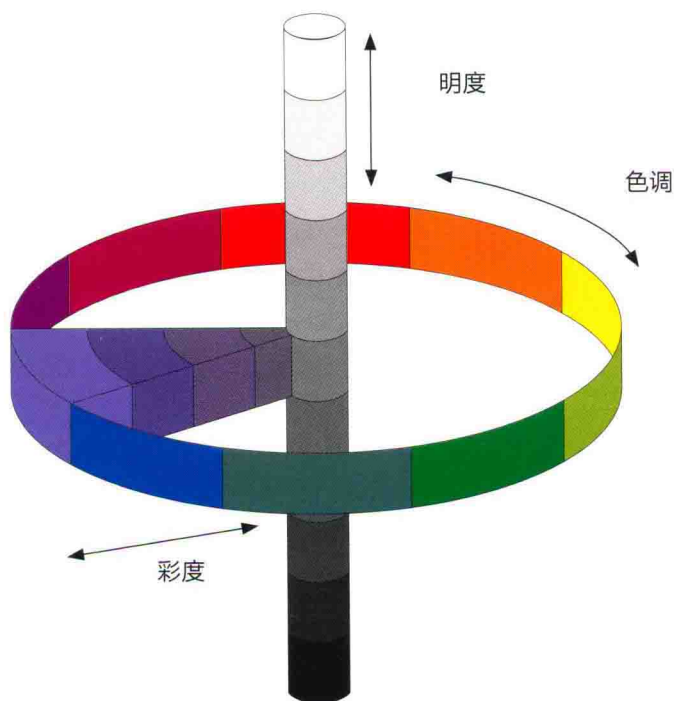
最初色温是用于描述白炽灯所发出灯光的“白色程度”。另外，色温与白炽灯内灯丝的真实温度直接相关，所以绝对温度（° Kelvin）的高低被用来形容色温。弧光灯没有灯丝，因此其色温表明是光线反映了弧光灯的温度。

物体表面所反射的颜色

如果一个物体表面被涂成红色，那么肉眼看到的的就是红色。这是因为其表面只反射照到它上面光线的红色部分，并把其他颜色给吸收了。如果白光照在上面（增加黄橙色和蓝绿色的结果），物体表面会显得暗淡灰黑。如果光线不含有红色部分，它也不会被反射。这意味着光线需要持续性白色光谱来显示所有的颜色。

在对物体表面所反射的颜色进行分类时，最明了的系统是“孟塞尔系统”，其可用于区分三种属性：

电磁波谱		
频率（Hz）	波长	光波类型
1019	0,1 Å	γ 射线
	1Å-0,1 nm	
1018	1nm	x 射线
1017		
1016	10nm	紫外线
	100 nm	
1015	1μm	可见光
1014		
1013	10μm	红外线
	100μm	
1012	1 mm	
1011		
1010	1cm	微波
	10cm	
1009	1m	
1008		
1007	10m	广播、电视
	100m	
1006	1,000m	调幅
1005		



孟塞尔系统颜色轮盘图

- 色调：色调的概念是指红、黄、蓝等主要色调，还包括中间色调（蓝绿色等）。
- 明度：对反射率的主性测量（不论看起来是暗是亮，完全按照0到10的纯白程度来测量）。
- 彩度或饱和度：色彩的纯净程度。所有的颜色至少有10种程度或类别。如蓝灰色，但其中一些色彩很浓，而且彩度甚至超过18。

我们可以用这三方面（色调、明度和彩度）来描述任何颜色。

眼睛和对光的感知

要想准确理解发光原理，首先必须明白肉眼是如何运作的。视觉是对景物的知觉，这使得我们能够感知物体的形状、尺寸、颜色、距离和运动。

肉眼在观看的过程当中，光线穿透角膜、瞳孔和眼球晶状体，最后到达视网膜（这一过程和使用非数码相机拍照是类似的：光线穿透镜头抵达设置在后

部的胶卷）。于是，图像便在位于眼睛内后部的视网膜上形成，而且通过光神经直接传达到大脑。

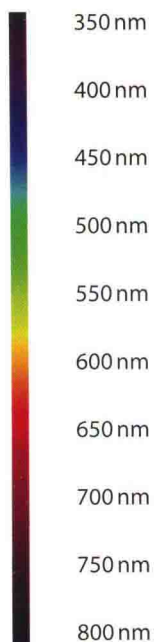
下面就是眼睛正常运行的特点：

- 调节：不管物体所在的距离有多远，这一过程都能使眼睛集中于物体。这是通过调节虹膜肌肉从而调整晶状体的弯曲度而办到的。
- 适应：该过程使得眼睛能适应于光线的许多不同类型，从一种到一百万种不等。瞳孔在模糊的光线下会睁开，而在明亮的光线下则会收缩。适应当然也包括视网膜上的光化学变化。这一过程需要时间，尤其是光线从很明亮的区域传播到昏暗的区域，而且照明设计师在点亮毗邻区域时必须考虑这一点。
- 对光谱的反应：肉眼感知到不同的波长，从而产生颜色的感觉。然而，正如我们所提到的那样，肉眼对所有波长的感官体验并不是等同的。对于一只健康的眼睛来说，最强烈的感应是光谱的中心（黄绿色区域），而最弱的感应是可见光谱（红色和蓝色区域）的两端。因此，当为了让肉眼能对红、蓝色和黄、绿色物体做出同样程度的反应，要让红、蓝色物体变得更亮才行。

当然也有影响视觉过程的外部因素，如：

- 物体的大小：物体越大就越容易被看到。因此，视敏度是最易被看到的最微小细节。这就是观测角度的一个功能。如果把物体靠近眼睛，视觉角度就会增加，而且我们就能更清楚地看到该物体。但是，事实上不断增加的亮度会极大地增加视敏度，我们也应该考虑到这点。
- 物体的亮度：这要同时取决于照在物体表面的光线数量和朝眼睛方向反射的光线比率。黑色物体很自然会反射更少光线，而且在同样光照下，其比光亮物体更难被看到。
- 对比度：物体和其直接背景的对比度当然也很重要（例如，在白色背景中，黑体字就很容易被看到）。
- 时间：肉眼需要时间来准确感知物体。如果有更多的时间，肉眼就能看到更多的细节。要是物体在

可见光光谱



运动，时间变得尤为重要。光亮越多会使得物体运动起来显得越慢。

照明条件

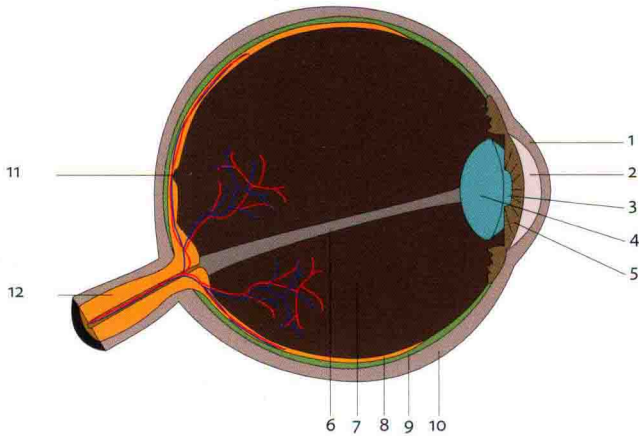
因其象征意义的重要性，光线在各国文明当中起到了原生性作用。古代的“建筑大师”在设计建筑时十分重视阳光这一因素（例如阿芝特克人所建造的一些金字塔，或阿布辛贝的埃及寺庙，太阳光在一年内可以两次通过他们的键孔照射到建筑内部，以此来标明秋分和春分）。

光是一种创造性工具，或许是判定我们如何感知周围环境的最有效工具。光使我们能够工作。强调颜色、亮度和建筑的结构，使得空间看起来更大，能让注意力集中于某一特定区域，还能创造出不同的氛围……

尽管随着年龄的增长，我们的视力也在下降，但80%的人所感知到的信息是通过视觉传达到大脑的。为老年人所设计的工程需要考虑这一方面，所在空间必须要有很好的采光条件，因为光亮有助于保护视力。

把所有这些考虑在内，满意的光照系统要求如下所示：

- 不管光线是斜的、水平的还是垂直的，所有主要表面都应该有足够光照和恒定的光照强度。
- T周围区域和墙壁应该有不同光照强度。
- 光线应该具有一种能够满足空间需求和目的的颜色和波谱。
- 所在空间或区域的光线不宜刺眼或有反光。
- 不论光线是直射还是漫射，都不应有异样的影子或有明显的强度对比。
- 不论有没有开灯，所在区域周围都应该有足够的亮度。
- 照明系统应该简单、可靠且便于维护。此外，刚开始的安装费用和后来的维护费用都应与该设备类型一致。



- | | |
|--------|-------------|
| 1. 角膜 | 7. 玻璃水 |
| 2. 前房 | 8. 视网膜 |
| 3. 瞳孔 | 9. 脉络膜 |
| 4. 晶状体 | 10. 巩膜 |
| 5. 虹膜 | 11. 黄斑（中心凹） |
| 6. 玻璃体 | 12. 视神经 |

人眼结构图

光照是对视觉和人类舒适感有重大影响力的环境因素。因此，除了以上要求，在设计照明系统时，还要考虑其他参数。而且他们之间也不断地相互作用，如下所示：

- 照度
- 亮度的分配
- 反射了的亮度半径
- 视觉环境
- 自然光和人造光的关系
- 光的颜色和色温
- 阴影和光的方向
- 同时性
- 对刺眼光线和反光的控制

不同场所推荐照度（单位：lux）

家居	
厨房、卧室	300
看书、写字、做家务	500
办公室	
常规办公地点	500
绘画 / 艺术办公桌	1,000
开放式大型办公室	1,000
商业场所	
商店	300~500
大型仓库	500~700
博物馆、图书馆	
展览区	300
阅读区	500
剧院、电影院、礼堂	
入口、大厅	200
售票厅	300
更衣室	200
剧院（中场休息的亮度）	200
音乐家席位	500
医院	
候诊室、大厅	300
化验、医疗室	1,000
实验室	1,000
手术室	10,000
病房、普通照明	100
学校	
教室（白天）	300
教室（夜间）	500
礼堂、实验室	500
办公室	500
过道、楼梯	100
体育馆	300

一个良好的光照系统为必须在某地举行的活动创造了合适的和谐环境，使我们能够在该空间内看到并认出各种物体，而且能强调用来休息的区域。在为任何一个空间设计时，我们要了解所要求的大体氛围（例如，在私人餐厅，蓝白光 [$>20.000^{\circ}\text{K}$] 的照度为2,000lux就不太合适），或者一个空间所要求的不同氛围，这都是很重要的。灯具、照明固定架等器具是简单的工具，其能创造

出特定的氛围。测量只给了我们关于照明质量的某些信息，简单地规定了照明系统的参数要求。

反光与刺眼光线

刺眼光线是由饱和效应或过多对比度所造成的。而仅仅引起不适的反光和真正的刺眼光线是有区别的，这要取决于光照强度。

当视线中的亮度超过了25,000cd/m²时就会产生刺眼光线（饱和反射）。如果天气晴朗，我们在沙滩上面对着白沙（100,000lx）或直视明亮的物体表面，往往会看到刺眼的光线。这是由对比度引起的，而且如果亮度半径在视野内超过了15，那么视觉效果就会减弱，我们就会感到不适。下面就是一个很好的例子：如果电脑放在窗户边，当阳光透过窗户照射到电脑屏幕上，我们就会看到反光。假如位于我们身后的灯所发出的光线反射到电脑屏幕上，我们同样也会感到不舒服。这一问题的解决办法就是降低对比度：如果我们自身可看到的亮度为100%，那么离我们最近区域的亮度不得超过50%，而且其他视线的亮度不应超过20%（通过这种方式，得到控制的对比度能使我们把视线集中于眼前的重要事物上）。

肉眼有很强的能力来适应不同的照明条件，这也就是为什么我们能在白天和黑夜看到周围的事物，记住这点也很重要。尽管我们能看到不同层级的亮度，但是对比度的感知限制条件取决于特定场合。这是因为肉眼无法同时辨别不同层次的亮度，而只能集中于某一特定亮度。因此，肉眼无法适应亮度太高的物体，因其会产生反射或刺眼光线，看起来很模糊或很耀眼。同样地，那些亮度过低的物体看起来很暗，甚至连样子也看不清。肉眼需要一定时间来适应不同的光照环境，而且适应明亮环境的速度要比适应黑暗环境的速度要快。

日光

我们能直接感知到来源于太阳的外部光线（太

阳光)，或其会因环境而变得模糊（例如阴天）。日光这一词常常被用来描述以上两种照明条件，但是，如果我们把它当作专业术语来使用，它仅仅指因大气而变得模糊的光线。

大气条件

可见光是由大气条件所决定的。如果整个天空都是阴沉沉的，那其就成了散射光的表面。这种情况下的亮度取决于太阳的角度。

晴空万里之时，直接照射的太阳光能提供 100 klx ($1 \text{ klx} = 1000 \text{ lx}$) 的亮度。然而，事实上阴天和绝对的晴天都是理想化了的情形，因为很少会出现完全都是这样的天气。大部分时间，晴朗和多云是同时并存的，因此，对亮度的测量是不怎么可靠的。

在任何情况下，建筑师和室内设计师主要关心的是如何利用自然光的投射。一般而言，他们希望光线能直接透过窗户照射到室内，尽管有时并不是那么理想（太阳辐射有很强的加温作用，这在冬天是很令人满意的，但在夏天就不是那么一回事了）。因此，考虑所设计建筑的功能是很重要的。

在一天当中，窗户边桌子表面上的亮度可能在 200 lx 左右。一个白色文件夹的亮度或许为 160 lx 。我们视野中的亮度半径可能是 $8000:160 = 50$ ，这太高了，因为数值为15就足以产生刺眼效果。所以，理想的亮度比例为：

目标物:周围环境:背景 = $1:0.5:0.2$

如果亮度过高，人们有可能会转移到别的地方或将百叶窗拉低，这样强光就不会让他们觉得不适。然而，这也许会导致工作的光线不足，所以工作还需要电来提供人工照明。

对于像艺术家的工作室等特殊工作环境来说，朝北边的窗户是比较理想的（南半球国家则是朝南），这样照射进来的光线会散射开来。直接照射

的太阳光在这些环境中并不受青睐。

设计开口和窗户会受到诸多考虑因素的影响，例如充分利用太阳光的需求。如果我们有这种需要，大窗户就最为理想，但是这也会增加反射和刺眼光线的概率。此外，尽管设计应该避免阳光的直接照射，但窗外的环境，像被阳光照射的墙面、湖或平静的大海、砂质沙滩、白云或湛蓝的天空，这些都有可能引起讨厌的刺眼光线。因此，记住这一点很有用：可通过避免对比度来减少刺眼光线（也就是增加窗户周围区域的亮度，在其他墙上造些窗户来照亮附近物体的表面，或使用天窗）。其他避免反射的方法有：通过使用特殊玻璃、百叶窗或窗帘来降低亮度。还可使用明亮的有色表面和有对比度的渐变色（它们的色度有所降低），以此来增加窗户以及离窗户较远区域的亮度（尽管这一方法对大窗户不是很有效）。此外，还能通过设计外部保护方案来阻隔光线照射到会产生刺眼光线的区域。然而，在设计这些元素时，我们需要小心翼翼，如果这些都是金属材质的，阳光照射和阴暗交替的区域只会将这一问题恶化，而不能解决问题。

窗户的类型

设计方法

我们可以通过使用诸如横向或顶部开口等不同技巧让日光照射到建筑物内。把自然光融入设计当中对建筑形式会有决定性影响，而且在工程的计划阶段分别考虑以下三大因素也十分重要。

- 光线应该满足此建筑物既定用途的要求（这里应该有足够的自然光）
- 其应适应既定氛围并提供视觉焦点
- 日光应融入到建筑中来

有四种方式来量化建筑物的日光（或者在平面图上显示如何操作）。其中一些方法使用照明因素（光通量、亮度），还有一些基于相关因素（日照因素或DF）。