

内 容 提 要

本书详细介绍了从事建筑电气设计与施工所需要的基本内容和基本设计方法。全书共分二十章,内容包括照明技术、供电和配电设计与施工、防雷接地与设备保护、电梯选择与控制、消防设备选择及系统的设计、防盗报警系统的设计、声响及广播系统、共用天线与闭路电视系统的设计与安装、电气工程图的绘制、配线工程、架空线路和电缆线路的施工,最后还介绍了建筑电气工程概预算的编制与审核的基本概念。

本书力求实用,尽量避免烦琐的理论推导,既保证了科技读物的完整性,同时又使之具有手册的实用性。

本书可供建筑有关专业人员参考,特别是从事建筑电气设计和技术工作的人员学习参考,也可作为建筑电气工程专业的教材使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

实用建筑电气技术/李海,黎文安编著. —北京:中国水利水电出版社, 1996.12

ISBN 7-80124-336-6

I. 实… I. ①李… ②黎… II. 建筑-电气设备-基本知识 IV. TU85

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 25020 号

书 名	实用建筑电气技术
作 者	李 海 黎文安 编著
出版、发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044)
经 售	全国各地新华书店
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市朝阳区小红门印刷厂
规 格	787×1092 毫米 16 开本 26.5 印张 615 千字 1 插图
版 次	1997 年 7 月第一版 1997 年 7 月北京第一次印刷
印 数	0001—4010 册
定 价	42.00 元

目 录

前 言

第一篇 照 明 技 术

第一章 基本知识	1
第一节 基本概念	1
第二节 光源的技术参数	4
第三节 照明种类和方式	5
第四节 照明的基本要求	7
第二章 照明光源与灯具	13
第一节 照明光源及选择	13
第二节 照明灯具及其特性	19
第三节 照明装置	23
第三章 灯具布置与照度计算	25
第一节 灯具的布置与选择	25
第二节 照度计算的光通法	28
第三节 照度计算的逐点法	32
第四章 室内照明设计	51
第一节 设计原则和程序	51
第二节 住宅照明设计	53
第三节 科教办公楼照明设计	54
第四节 商业、旅馆照明设计	57
第五节 文体场馆照明设计	60
第六节 装饰照明	64
第五章 室外照明	67
第一节 泛光照明	67
第二节 建筑物立面照明	72
第三节 道路照明	74
第四节 特种照明	75

第二篇 建 筑 电 气 设 计

第六章 供电系统	78
第一节 电力系统概述	78
第二节 负荷分级及供电要求	83

第三节	供配电系统的接线方式	85
第七章	负荷计算	89
第一节	负荷曲线和计算负荷	89
第二节	计算负荷的确定	92
第八章	低压配电设备及导线的选择	101
第一节	电线、电缆及其选择	101
第二节	刀开关及其选择	113
第三节	熔断器及其选择	115
第四节	自动空气开关及其选择	119
第五节	漏电保护装置	123
第六节	配电箱(盘)	128
第七节	照明电气设计示例	134
第九章	电梯	138
第一节	电梯的基本构造及分类	138
第二节	电梯的规格与性能指标	142
第三节	电梯的电气设备	144
第四节	电梯的控制系统	147
第五节	电梯的选用与订货	157
第六节	扶梯	160
第十章	消防电气设计	165
第一节	概述	165
第二节	火灾探测器	166
第三节	火灾自动报警控制器	176
第四节	火灾自动报警系统	178
第五节	消防设施的控制	180
第六节	消防设施的供配电	188
第十一章	电声及保安系统	191
第一节	音响的基本知识	191
第二节	扩声及广播系统	196
第三节	电话通讯系统	208
第四节	楼宇保安系统	219
第十二章	共用天线电视系统	232
第一节	广播电视的基本知识	232
第二节	CATV 系统	242
第三节	接收天线	244
第四节	信号放大器	251
第五节	混合器、分配器和分支器	254
第六节	CATV 系统的设计	258

第七节	CATV 系统的技术发展	264
第十三章	防雷接地与用电设备的保护	267
第一节	过电压与雷电特性	267
第二节	防雷击原理与防雷装置	271
第三节	雷电反击和安全距离	276
第四节	电气、电子设备的接地	279
第五节	照明设备和特殊建筑物的接地和接零	281
第十四章	总体电气设计	285
第一节	建筑电气设计的任务与组成	285
第二节	电气设计与相关部门和专业间的关系	286
第三节	电气设计的原则与程序	287
第四节	建筑电气的图纸与说明	291
第五节	电气设计施工图的绘制	296

第三篇 建筑电气施工与安装

第十五章	电气工程图	299
第一节	识图基本知识	299
第二节	电气系统图	306
第三节	二次接线图	307
第四节	电气平面图	310
第五节	读图举例	311
第十六章	配线工程	315
第一节	室内配线工程	315
第二节	配管工程	319
第三节	配线工程	332
第四节	导线的连接与封端	347
第十七章	架空线路	351
第一节	架空导线	351
第二节	架空线路的一般要求	353
第三节	架空线路的结构	356
第四节	架空线路的施工	362
第十八章	电缆线路	365
第一节	电缆简介	365
第二节	电缆直埋敷设	366
第三节	电缆在排管内敷设	368
第四节	电缆在沟内敷设	370
第五节	电缆的明敷设	371
第六节	电缆头	372

第十九章 广播电视系统安装..... 376

第一节 广播音响系统安装..... 376

第二节 闭路电视与共用天线电视系统安装..... 381

第三节 卫星电视接收天线安装..... 393

第二十章 建筑电气安装工程概预算的编制与审核..... 406

第一节 概预算基础知识..... 406

第二节 概预算的编制程序..... 409

第三节 概预算的审核与管理..... 412

参考书目..... 414

第一篇 照明技术

第一章

基本知识

建筑电气——现代建筑物不可缺少的重要组成部分。从某种意义上讲，建筑电气设施的优劣，标志着建筑物现代化的程度，而且电气设施设置的合理与否，还直接影响建筑物功能的实现。

建筑电气从广义上讲，它包含工业与民用建筑电气两个方面。建筑电气按其系统的作用可分为两大部分，照明与动力，通讯与控制，即习惯称“强电”和“弱电”。作为建筑设计来讲，首当其冲的是照明技术，因此本章介绍有关照明技术的基本知识和概念。

第一节 基本概念

一、光与视觉

(1) 光波及其波长 光是能引起视觉的一种辐射能，它以电磁波的形式在空间传播。可见光的波长一般在 $380\sim 780\text{ nm}$ 范围内。

(2) 视觉 人们观看物体的明亮、形体、颜色、动静和立体的感觉，即光觉、形觉、色觉、动觉和立体觉（看见物体的远、近、深、浅）等的综合感觉，称为视觉。

(3) 光谱及其分类 光源辐射的光是由许多不同波长的单色光组成，把不同强度的单色光按波长长短依次排列的序图称为光源的光谱图，简称光谱。光谱分连续光谱和线状或带状光谱。连续光谱的光源，对物体颜色具有较好的显视性。

(4) 光谱灵敏度 人的视觉光感与光的波长有关，视觉的这一特性称做光感的光谱灵敏度。人眼对可见光中波长为 555 nm 的黄绿色光最敏感，波长离 555 nm 越远（如波长较长的红光和波长较短的紫光），灵敏度越低。

二、视功能及术语

(1) 视力 表明眼睛能识别细小物体程度的度量称为视力，用视角的倒数定义，即视力为 $1/\theta$ 。 θ 称为视角，它是指被视面上的两个点若处在刚刚能识别出来的时候，这两个点到眼睛的连线的夹角。

人眼能否清楚地识别物体，与下列条件有关：

- 1) 物体的大小和视距的视角大小；
- 2) 物体的明亮程度及与其背景的亮度对比；

3) 物体的颜色和色对比以及光的颜色;

4) 观察时间的长短等。

(2) 眩光及分类 视力与亮度有关,在一般亮度情况下,视力随亮度的增加而提高。当观察对象周围的亮度与中心亮度相等或周围亮度稍暗时视力最好。若周围比中心亮,则视力显著下降,这种现象称为眩光。其原因是由于高亮度的刺激使瞳孔缩小;角膜或晶状体等眼内组织产生的光散射在眼内形成光幕;视网膜受到强亮度的刺激使眼的明暗适应状态变差,甚至被破坏。眩光分直接眩光和反射眩光两种。强亮度光源的光线直接进入眼内所引起的眩光,称为直接眩光;而通过光泽表面反射入眼内引起的眩光,称为反射眩光。

(3) 视力的适应 人的眼睛有两套“感光机构”,即视眼膜的锥体细胞和杆状体,它们分别在亮处和暗处工作。在照明条件急剧变化的情况下,视觉过程需要适应。从黑暗中进入明亮的环境,视力的适应过程称为明适应,相反的过程称为暗适应。急剧和频繁的适应会增加眼睛的疲劳,使视力迅速下降。

三、光度量及单位

(1) 光通量(ϕ) 光源在单位时间内,向周围空间辐射出使人眼产生感觉的能量,称为光通量。用符号 ϕ 表示,实用单位为流明(lm),简称流。单位电功率所发出的流明数(lm/w),称为发光效率。

(2) 发光强度(I) 光源在某一特定方向上单位立体角(球面度sr)内辐射的光通量,称为光源在该方向上的发光强度,简称光强,用符号 I 表示,单位为坎德拉(cd),简称坎。坎得拉是国际单位制的基本单位(旧称“烛光”,俗称“支光”)。 $1\text{ (cd)} = 1\text{ (lm)} / 1\text{ (sr)}$ 。

光强示意如图 1-1 所示,对于向各方向均匀辐射光通量的光源,各方向的光强相等,其值为

$$I = \frac{\phi}{\omega} \quad (1-1)$$

式中 I ——光强,cd;

ϕ ——通量,lm;

ω ——立体角,或称球面角,它等于与之对应的球面面积 S 与球半径 r 的平方的比值,即

$$\omega = \frac{S}{r^2} \quad (1-2)$$

(3) 照度(E) 当光通量投射到物体表面时,可把物体表面照亮,而物体被照亮的程度,常用照度这个物理量来描述,其定义为

$$E = \frac{\phi}{S} \quad (1-3)$$

式中 E ——照度,lx(勒克斯,简称勒);

S ——受光面积, m^2 ;

ϕ ——光通量,lm。

1 勒克斯相当于 1 平方米被照面上接收到的光通量为 1 流明时的照度, 自然光的照度在不同光线情况下为: 晴天阳光直射地面照度约为 100000 lx, 晴天背阴处照度约为 10000 lx, 晴天室内北窗附近照度约为 2000 lx, 晴天室内中央照度约为 200 lx, 晴天室内角落照度约为 20 lx, 晴朗月夜照度约为 0.2 lx, 在 40 W 白炽灯下 1 m 远处的照度约为 30 lx。

(4) 亮度 (B) 亮度是直接对人眼引起感觉的光量之一。通常把被视物表面向视线方向发出 (或反射) 的发光强度, 称为被视物表面在该方向上的亮度, 用符号 B 表示, 其单位为尼特 (nt)。亮度与被视物的发光或反光面积以及反光程度有关, 而且物体在各个方向的亮度不一定相同, 因此常在符号 B 的右下角注明角度 α , 用以表示与物体表面法线成夹角 α 方向上的亮度 (如图 1-2 所示), 于是亮度定义为

$$B_{\alpha} = \frac{I}{S \cos \alpha} \quad (1-4)$$

式中 B_{α} ——发光表面沿 α 方向的亮度, nt;

$S \cos \alpha$ ——发光表面的投影面积。

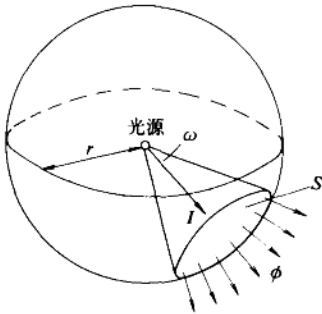


图 1-1 发光强度示意

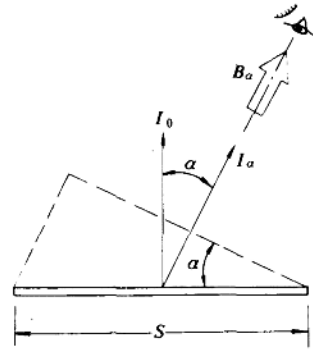


图 1-2 发光面亮度示意

亮度的单位尼特等于 1 平方米表面积沿法线方向产生 1 坎德拉的发光强度 (即 $1 \text{ nt} = 1 \text{ cd}/1 \text{ m}^2$), 而亮度常用比尼特大的单位熙提 (sb) 计量 ($1 \text{ sb} = 10000 \text{ nt}$), 如晴朗无云的天空平均亮度为 0.5 sb, 40 W 荧光灯表面亮度为 0.7 sb, 白炽灯丝的亮度约为 300~500 sb, 而太阳亮度则高达 20 万 sb。

(5) 光通发散度 (M) 光通发散度或称光通射度, 是用来表示物体表面被光源照射后反射或透射出的光通量。其定义式为

$$M = \frac{\phi}{S} \quad (1-5)$$

式中 M ——光通发散度, rlx (辐射勒克斯);

ϕ ——反射或透射的光通量, lm;

S ——反射或透射的光面积。

四、照明 (度) 定律

(1) 平方反比定律 由点光源所形成的照度与其在一定方向上的光强成正比, 而与照射表面 N 到光源的距离的平方成反比, 即

$$E_n = \frac{I_a}{r^2} \quad (1-6)$$

(2) 余弦定律 照度与光线照射被照表面 M 的角度的余弦函数成正比, 即

$$E_m = \frac{I_a}{r^2} \cos \alpha \quad (1-7)$$

第二节 光源的技术参数

一、色温

光源的发光颜色称为色表, 它与温度有关, 当温度不同时, 光源发出的颜色是不同 (对于气体放电为相似) 的, 光的这一特性可用色温 (对于气体放电光源称相关色温) 来描述。所谓色温, 是指光源发射光的颜色与黑体 (黑体是指能吸收全部光辐射而不反射、不透光的理想物体) 在某一温度下辐射的光色相同时的温度, 用绝对温标 K 表示。例如, 白炽灯的色温为 $2400 \sim 2900 K$; 管形氙灯的相关色温为 $5500 \sim 6000 K$; 日光平均色温约为 $6000 \sim 6500 K$; 蓝天的色温约在 $11000 \sim 20000 K$ 之间。

二、显色性和显色指数

光源发射光投射到物体上, 在被照物体上产生颜色效果, 这是物体对所照射的光源光谱选择地吸收, 即反射和透射的结果。光源显现被照物体颜色的性能称为光源的显色性。光源的显色性取决于它的光谱分布形式, 连续型光谱的光源显色特性较好。光源显色性的优劣常用显色指数来定量描述, 它表示在被测光源与基准光源照射下相比, 物体颜色相符合的程度。显色指数越高, 颜色失真越小, 光源显色性就越好。基准光源的选择原则上为: 当被测光源的色温在 $5000 K$ 及以下时采用完全辐射体做为基准光源; $5000 K$ 以上时采用 CIE (国际照明学会的简称) 合成昼光做为基准光源。取基准源的显色指数为 100, 于是被测光源的显色指数均小于 1。

三、材料的光学特性

当光通量投射到被照面后, 一部分被反射, 一部分透过被照面, 一部分则为被照面所吸收。这就是在相同照度下, 不同物体有不同亮度的原因。各种材料的反光和透光能力对照明设计是很重要的。被物体反射、透射和吸收的光通量与射向物体的光通量之比, 分别叫做反射率 (系数) ρ 、透射率 (系数) τ 和吸收率 (系数) α 。而反射率与被照面的颜色和光洁度有关, 若被照面的颜色深暗, 表面粗糙或有灰尘, 则反射的光通量便少, 反射率就小。建筑物内墙壁、顶棚及地面反射率的近似值如表 1-1 所示。

四、光源的色调

同一物体用不同颜色的光照在上面时, 对人们视觉产生的效果是不同的。红、橙、黄、棕色光给人以温暖的感觉, 称为暖色光; 蓝、青、绿、紫色光给人以寒冷的感觉, 称为冷色光。光源的这种视觉颜色特性称为色调。光源发出光的颜色直接影响人的情趣, 它可以影响人们的工作效率和精神状态等。

表 1-1 墙壁、顶棚、地面反射率的近似值

反 射 面 性 质	反 射 率 (%)	反 射 面 性 质	反 射 率 (%)
白顶棚和白墙壁	70~80	大理石 艾叶青	32~35
混凝土屋面板	30	灰白螺丝转	21~27
红砖墙	30	晚霞	22
墙、顶棚为水泥抹面	30	绿灰云彩	30~32
混凝土地面	10~20	芝麻白	24~31
钢板地面	10~30	桃红	31~33
广漆地面	10	雪花	60~62
沥青地面	11~12		
瓷釉面砖 白 色	76~83	塑料墙纸 黄白色	72
粉 色	60~72	浅粉白色	65
黄绿色	62	塑料贴面板 浅黄色木纹	36
绿 色	47~66	中黄色木纹	29~31
乳黄色	83	深棕色木纹	12
浅黄色	79	红 松	62~67
浅咖啡色	32	落叶松	30~43
搪 瓷	65~80	榉 木	66~75
		榆 木	44~47

第三节 照明种类和方式

一、照明种类

照明按用途可分为：正常照明，应急照明，警卫值班照明，障碍照明，节日彩灯和装饰照明等。

(1) 正常照明 在正常情况下，为能顺利地完成工作、保证安全通行和能看清周围的物体而设置的照明，称为正常照明。所有居住房间和工作、运输、人行走道以及室内外庭院和场地等，都应设置正常照明。

(2) 应急照明 在正常照明因故障熄灭后，供事故情况下使用的照明称为应急照明。它包括备用照明、安全照明和疏散照明。

1) 备用照明：它是在事故情况下用以确保正常活动继续进行的一种应急照明。在由于工作中断或误操作容易引起爆炸、火灾和人身伤亡或造成严重政治后果和经济损失的场所，以及医院的手术室和急救室等都应设置备用照明。其工作面上的照度不应低于一般照明照度的 10%。

2) 安全照明：它是用以确保处于潜在危险之中的人员的安全而设置的一种应急照明。如使用圆形锯、处理热金属作业和手术室等处应装设安全照明，其照度值不应低于一般照明照度的 5%。

3) 疏散照明：它是用以确保安全出口和通道能被有效地辨认和应用，使人们安全撤离建筑物而设置的照明。对于一旦正常照明熄灭将引起混乱的人员密集的场所，如旅馆、礼

堂、影剧院、展览厅、大型百货商场、体育馆的疏散走道、楼梯间、太平门；高层建筑的疏散楼梯（包括消防楼梯间前室）、消防电梯及其前室、配电室、消防控制室、消防水泵房和自备发电机房，以及建筑高度超过 24 m 的公共建筑内的疏散走道、观众厅、餐厅等人员密集的场所，均应设置疏散照明。其照度不应低于 0.5 lx。所有应急照明必须采用能瞬时可靠点燃的照明光源，一般采用白炽灯和卤钨灯。

(3) 警卫值班照明 在重要的场所，如值班室、警卫室、门房等地方，所设置的照明叫警卫值班照明。值班照明宜利用正常照明中能单独控制的一部分或利用应急照明的一部分或全部。

(4) 障碍照明 在建筑物上装设的作为障碍标志的照明，称为障碍照明。如装设在高层建筑顶部顶端作为飞机飞行障碍标志用的照明，装在水上航道两侧建筑上作为障碍标志的照明等。这些照明应按交通部门有关规定装设。障碍照明应用能透雾的红光灯具，有条件的宜采用闪光照明灯。

(5) 彩灯和装饰照明 由于建筑规划或市容美化的要求，以及节日装饰或室内的需要而设置的照明，叫彩灯照明和装饰照明。一般用功率为 15 W 左右的彩色白炽灯作此类照明的光源。

二、照明方式

对正常照明来讲，由于建筑物的功能和生产工艺流程的要求不同，对照度的要求也不同，于是对照明方式的要求亦不同。照明方式可分为下列三种：

(1) 一般照明 为在整个场地或场地的特殊局部的需要所设置的照度基本上均匀的照明，称为一般照明，而后者又常称为分区一般照明。一般照明由若干灯具对称均匀排列而成，它可获得较均匀的水平照度。对于工作位置密度很大而对光照方向无特殊要求或受条件限制不适宜装设局部照明的场所，可只单独装设一般照明，如办公室、体育馆和教室等。它的优点是在工作表面和整个视界范围中，具有较佳的亮度对比；可采用高效大功率的灯泡，因而照明装置数量少，投资费用较小。

(2) 局部照明 局部照明是为了满足某些部位（如工作面）的特殊需要而设置的固定或移动的照明。它只照亮一个有限的工作区。其优点是开闭灵活方便，并能有效地突出对象。一般在下列情况时应采用局部照明：

- 1) 局部区域需要有较高照度；
- 2) 由于遮挡而使一般照明照射不到的某些部位；
- 3) 视功能降低的人需要有较高的照度；
- 4) 需要减少工作区内的反射眩光；
- 5) 为加强某方向的灯光以增强实体感时。

(3) 混合照明 由一般照明和局部照明组成的照明方式，称为混合照明。对于工作位置需要有较高照度并对照射方向有特殊要求的场所，应采用混合照明。混合照明的优点是，可以在工作面（平面、垂直面或倾斜表面）上，甚至在工作体的内腔里获得较高的照度，并易于改善光色，减少装置功率和节约运行费用。

混合照明中的一般照明照度，应按该等级混合照明照度的 5%~10% 选取，但不宜低于 30 lx。

第四节 照明的基本要求

一、照明质量

照明质量是衡量照明设计优劣的主要指标。要使电气照明达到良好的质量，必须处理好影响质量的几个主要因素。

(1) 照度的均匀性 照度的均匀性，用给定工作面上的最低照度与平均照度之比来衡量，其值称做均匀度，记作 D_u 。当照明均匀度在 0.7 以上时，主观感觉比较均匀，低于 0.55 时不均匀性十分显著，并有不快感和导致视觉疲劳。因此，国家照明标准规定为：工作区域内一般照明的均匀度不宜小于 0.7。为了获得较满意的照明均匀度，灯具布置距高比不应大于所选用灯具的最大允许距高比。当对照明均匀度要求较高时，可采用间接型、半间接型或光带等照明灯具。

(2) 亮度的均匀性 要创造一个使人感到舒适的良好环境，需要适当的亮度分布。它可通过选择适当的室内各表面的反射系数，以组成适当的照度分布来实现。室内亮度变化过大容易引起视觉疲劳，甚至造成眩光。但过分均匀的亮度反而会使被观察物的清晰度降低，而且使室内的气氛过于呆板。所以在以气氛为主的照明场合，需要用变化亮度的手法来形成愉快的气氛。在室内照明设计时，除了应有合理的灯具布置外，还必须采用必要的灯具保护角以及降低灯具表面亮度等措施，在设计时除上述外，还必须考虑以下的问题，来对室内照明设计给予补充。①工作物件的亮度及工作物件附近的亮度；②顶棚及墙面的亮度范围；③限制灯具和窗子亮度，以防眩光。适当增加被观察物与背景亮度对比，较之单纯地提高工作面上的照度更有效地提高视觉灵敏度，而且比较经济。有关亮度比和反射系数的推荐值见表 1-2 和表 1-3。

表 1-2 亮度比的推荐值

亮度比的位置	办公室	工厂
工作对象与周围之间	3 : 1	3 : 1
工作对象与离开它的表面之间（如书与墙壁间）	5 : 1	10 : 1
灯具或窗与其附近之间		20 : 1
在普通视野内		40 : 1

表 1-3 室内反射系数推荐值

反 射 面	ρ 的推荐值 (%)
顶 棚	80~90
墙 壁	40~60
桌子、工作台、机械	25~45
地 面	20~40

(3) 眩光的限制与利用 在照明设计中，若采用了过大的采光面和过亮的电光源时，会使在所视环境中超过合适的亮度比，其结果很容易形成眩光源，产生眩光效应，而使眼睛失去视功能。限制眩光的方法有：①限制光源的亮度；②灯具用适当的悬挂高度和必要的保护角；③合理分布光源；④适当提高环境亮度，以减少亮度对比。但视其眩光类型不同，而控制的措施也不同。对直接眩光，主要采取控制光源在 γ 角为 $45^\circ \sim 90^\circ$ 范围内的亮度，如图 1-3 阴影部分所示。因为当 γ 角小于 45° 时，不论灯具亮度多大，对人眼不会有直接眩光作用。控制反射眩光最有效的方法是正确安排工作人员与光源的位置，使光源的反射光不直接射向人眼。

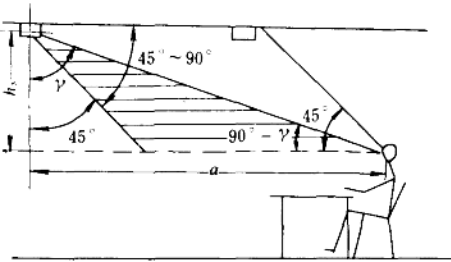


图 1-3 灯具发光区

灯具的眩光效应与光源亮度、背景亮度、保护角以及悬挂高度有关。为了限制直射眩光，规定了灯具悬挂高度及其保护角的值，如表 1-4 所示，应用时不应小于表中值。

在多数情况下，眩光是被限制的对象，但在有些情况下，眩光却被用来创造某种必要的气氛，例如一定数量的小功率白炽灯泡组成花灯、串灯，用它来衬托富丽堂皇的环境，或者用投光灯把光投射在装饰物上，以产生金碧辉煌的感觉。

表 1-4 室内一般照明灯具的最低悬挂高度

光源种类	灯具型式	灯具保护角 (°)	光源功率 (W)	悬挂高度 (m)
白 炽 灯	有 反 射 罩	10~30	≤100	2.5
			150~200	3.0
			300~500	3.5
	乳白玻璃漫射罩		≤100 150~200 300~500	2.0 2.5 3.0
卤 钨 灯	有 反 射 罩	10~30	≤500 1000~2000	6.0 7.0
			≤500 1000~2000	5.5 6.5
	有反射罩带格栅	>30		
荧 光 灯	无 反 射 罩		≤40 >40	2.0 3.0
			≤40 >40	2.0 2.0
	有 反 射 罩		≤40 >40	2.0 2.0
			≤40 >40	2.0 2.0
荧光高压汞灯	有 反 射 罩	10~30	<125 125~250 ≥400	4.5 5.0 6.0
			<125 125~250 ≥400	3.0 4.0 5.0
			<125 125~250 ≥400	3.0 4.0 5.0
	有反射罩带格栅	>30	<150 150~250 250~400 >400	4.5 6.5 5.5 7.5
			<150 150~250 250~400 >400	4.0 5.5 4.5 6.5
			<150 150~250 250~400 >400	4.0 5.5 4.5 6.5

(4) 颜色对比 在亮度对比较差时，颜色对比能大大改善视觉工作条件。颜色效果的评价，除了关于光源的显色性外，还与环境及人们对色彩的爱好有关。在相同的照度下，显色性好的光源比显色性差的光源在感觉上要明亮。一般暖色调的灯光（色温小于 3300 k）在较低的照度下亦可达到舒适感。而冷色调的灯光（色温大于 5300 k）在低照度下使人感到阴沉昏暗。而在高照度下才使人觉得愉快。因此，在决定照度时，应注意光源的显色性和色温，对色温较高而显色性差的光源，应适当提高照度标准。

在显色性差的光源照射下，被照物的颜色将出现失真。因此，对于需要正确辨别色彩的场所，需要采用有较高显色指数的光源，如白炽灯、金属卤化物灯、三基色荧光灯等。为了改善光色，还可以采用两种光源混合使用的办法。如为考虑灯光与建筑物色彩的和谐性，利用光源冷暖两种截然不同的光色，来调节人们对室内光色的感觉。

(5) 阴影的处理 阴影是由于照明灯具布置不当，或只采用局部照明而引起的。为了避免产生阴影，需要注意合理地布置灯具。特别是指向性很强的灯具应避免在离开很远的地方分散布置。对要求无阴影的场合，可采用宽配光的灯具密集布置，以获得适当的漫射照明。但有些场合又要利用阴影，如在需要表现物体立体感和实体感的场合。这可在一般照明系统附加指向性的特殊灯具（如射灯）来解决。若方向性照明过强，阴影过分显著，则会使造型生硬。

(6) 照度的稳定性 电源电压波动将引起照度的不稳定，它将会使人的视觉疲劳，进而影响工作。因此必须采取措施，保证照明电压的质量，如将照明电源与动力电源分开或采用照明专用变压器，甚至局部采用调压器等。

荧光灯及其它气体放电灯点燃后，由于交流电频率的影响，会使发出的光产生相应频率的变化，当此光照射运动物体时，将使人们观察到显现出的物体运动不同于其实际的运动，这种给人视觉的错觉现象称为频闪效应。这在观察运动物体时可能产生错觉而出事故，因此在采用气体放电灯时需采取措施降低频闪效应。通常采用将气体放电灯分相接入电源的方法。根据实验表明，当光通量波动深度降低到 25% 以下时，频闪效应就可以避免。部分光源的光通量波动深度如表 1-5 所示。

表 1-5 几种光源的光通量波动深度

光源类型	接入电路的方式	波动深度 δ (%)
日光色荧光灯	一灯接入单相电路	55
	二灯接入两相电路	23
	二灯移相接入电路	23
	三灯不同相接入电路	5
冷白色荧光灯	一灯接入单相电路	35
	二灯不同相接入电路	15
	二灯移相接入电路	15
	三灯不同相接入电路	3.1
荧光高压汞灯	一灯接入单相电路	65
	二灯不同相接入电路	31
	三灯不同相接入电路	5
白 炽 灯	40 W	13
	100 W	5

光通量波动深度定义为

$$\delta = \frac{\phi_{\max} - \phi_{\min}}{2\phi_{av}} \times 100\% \tag{1-8}$$

式中 $\phi_{\max}$ ——光通量最大值，lm；
 $\phi_{\min}$ ——光通量最小值，lm；
 ϕ_{av} ——光通量平均值，lm。

二、照明安全与经济

(1) 照明安全 照明安全与经济是矛盾的统一体,在照明设计中既要保证足够的亮度,又要注意节约电能。为了避免事故的发生,设计时应考虑到:

- 1) 有危险的工作场所要有较高的照度,但必须避免眩光;
- 2) 有些工作场所,除设置一般照明外,应按规定采用其它照明;
- 3) 局部照明、移动照明灯具要采用安全电压。

(2) 照明经济 合理而经济的照明设计应保证安全,而又力求最大限度地满足照明要求,而不是任意地采用高瓦数的灯泡来提高照度,而不顾经济的合理性,为此应考虑:

- 1) 根据工作性质选择发光效率高的灯具;
- 2) 根据工作条件正确布置灯具;
- 3) 正确进行照度计算,力求达到容量小、效果好,并使安装、维修费用少而便宜。

三、照度标准

照度是照明设计中的一个重要因素。为了保证工作、生产所必须的人工照明,使物件具有一定的亮度,必须对工作面规定某一照度标准。照度标准就是指工作面应有合适的最低照度值。

照度标准由国家规定,我国现行的工厂照度标准为国家试行标准《工业企业照明设计标准》,民用建筑照度标准为城乡建设环境保护部试行标准《建筑电气设计技术规程》,它们推荐了一般照明照度水平,前者规定的是最低照度值,而后者规定的是平均照度值,本书介绍后一种推荐值。我国照明的照度通常按 2500、1500、1000、750、500、300、200、150、100、75、50、30、20、10、5、2、1、0.5 lx 分级。常见建筑物及场所的照度标准值见表 1-6~表 1-11。

表 1-6 生产车间工作面上的照度标准

视觉作业特性	识别对象的最小尺寸 d (mm)	视觉工作面		亮度对比	平均照度 (lx)	
		等	级		一般照明	混合照明
特别精细作业	$d \leq 0.15$	I	甲 乙	大 小		1500—2000—3000 1000—1500—2000
很精细作业	$0.15 < d \leq 0.3$	II	甲 乙	大 小	200—300—500 150—200—300	750—1000—1500 500—750—1000
精细作业	$0.3 < d \leq 0.6$	III	甲 乙	大 小	150—200—300 100—150—200	500—750—1000 300—500—750
一般精细作业	$0.6 < d \leq 1.0$	IV	甲 乙	大 小	100—150—200 75—100—150	300—500—750 200—300—500
一般作业	$1.0 < d \leq 2.0$	V			50—75—100	150—200—300
较粗糙作业	$2.0 < d \leq 5.0$	VI			30—50—75	
粗糙作业	$d > 0.5$	VII			20—30—50	
大件贮存		IX			5—10—15	
一般观察生产过程		VIII			10—15—20	
有自发光材料的车间		X			30—50—75	

表 1-7 科教办公建筑照度标准

序 号	场 所 名 称		规定照度的平面	平 均 照 度 (lx)
1	办公室、资料室、会议室		距地 0.75 m	75—100—150
2	工艺室、设计室、绘图室		距地 0.75 m	100—150—200
3	打 字 室		距地 0.75 m	150—200—300
4	阅览室、陈列室		距地 0.75 m	100—150—200
5	医 务 室		距地 0.75 m	70—100—150
6	食堂、车间休息室、单身宿舍		距地 0.75 m	50—75—100
7	浴室、更衣室、厕所、楼梯间		地 面	10—15—20
8	盥 洗 室		地 面	20—30—50
9	幼 儿 园	卧 室	距地 0.4~0.5m	20—30—50
	托 儿 所	活 动 室	距地 0.4~0.5m	75—100—150

表 1-8 住宅建筑照明的照度标准值

类 别		参考平面及其高度	平 均 照 度 (lx)
起 居 室	一般活动区	0.75 m 水平面	20—30—50
	书写、阅读	0.75 m 水平面	150—200—300
卧 室	床头阅读	0.75 m 水平面	75—100—150
	精细作业	0.75 m 水平面	300—400—500
餐厅、厨房		0.75 m 水平面	20—30—50
卫 生 间		0.75 m 水平面	10—15—20
楼 梯 间		地 面	5—10—15

表 1-9 商店建筑照明的照度标准值

类 别		参考平面及其高度	平 均 照 度 (lx)
一 般 商 店 营 业 间	一般区域	0.75 m 水平面	75—100—150
	柜 台	柜台面上	100—150—200
	货 架	1.5 m 水平面	100—150—200
	陈列柜、橱窗	货物所处平面	200—300—500
室内商场营业厅		0.75 m 水平面	50—75—100
自选商场营业厅		0.75 m 水平面	150—200—300
试 衣 室		试衣位置 1.5 m 高处垂直面	150—200—300
收 银 台		收银台	150—200—300
库 房		0.75m 水平面	30—50—75

表 1-10 旅馆建筑照明的照度标准值

类 别		参考平面及其高度	平均照度 (lx)
客 房	一般活动区	0.75 m 水平面	20—30—50
	床头、卫生间	0.75 m 水平面	50—75—100
	写 字 台	0.75 m 水平面	100—150—200
	会 客 间	0.75 m 水平面	30—50—75
	梳 妆 台	镜前 1.5 m 高处垂直面	150—200—300
主餐厅、客房服务台、酒吧柜台		0.75 m 水平面	50—75—100
西餐厅、酒吧间、咖啡厅、舞厅		0.75 m 水平面	20—30—50
大宴会厅、总服务台、主餐厅柜台		0.75 m 水平面	150—200—300
大厅、休息厅、邮电局		0.75 m 水平面	75—100—150
理 发 馆		0.75 m 水平面	100—150—200
美 容 厅		0.75 m 水平面	200—300—500
健身房、蒸气浴室、游泳池		0.75 m 水平面	30—50—75
游 艺 厅		0.75 m 水平面	50—75—100
台 球 馆		台 面	150—200—300
保 龄 球 馆		地 面	100—150—200
厨房、洗衣房、小卖部		0.75 m 水平面	100—150—200
食品准备、烹调、配餐间		0.75 m 水平面	200—300—500
小件寄存处		0.75 m 水平面	30—50—70

表 1-11 厂区露天工作场所和交通运输线的照度标准值

序 号	工 作 种 类 和 地 点		规定照度的平面	平均照度 (lx)
1	露 天 工 作	视觉要求较高的工作	工 作 面	30—50—75
		用眼睛检查质量的金属焊接	工 作 面	15—20—30
		用仪器检查质量的金属焊接	工 作 面	10—15—20
		间断的检查仪表	地 面	10—15—20
		装卸工作	地 面	5—10—15
		露天堆场	地 面	0.5—1—2
2	道路和广场	主 干 道	地 面	2—3—5
		次 干 道	地 面	1—2—3
		厂 前 区	地 面	3—5—10
3	站 台	视觉要求较高的站台	地 面	3—5—10
		一般站台	地 面	1—2—3
4	装 卸 码 头		地 面	5—10—15