

LED

LED DENGJU SHEJI

灯具设计

麻丽娟 周灵云 编



化学工业出版社

LED 灯具设计

LED DENGJU SHEJI

麻丽娟 周灵云 编



 化学工业出版社

· 北京 ·

本书的特点在于融合了灯具设计的光学、电气等理工科专业知识与造型、材料等艺术类专业知识,按照灯具产品从设计到生产涉及的知识来组织知识结构,全面介绍灯具设计各个方面,详细叙述了灯具光学设计、造型设计的要素及方法、灯具检测与组装等知识,主要内容包括:灯具概述、灯具设计原则与要素、灯具光学设计、灯具造型设计、LED灯具设计、灯具检测、典型灯具产品组装与工程施工等。

同时,本书为了适应职业教育改革的需要,贯彻以培养高职高专学生以实践技能为重点,基础理论与实际应用相结合的指导思想,力求体现精炼与实用,是一本难得的文理兼修的综合性教材。

本书可供电光源技术爱好者或者灯具设计施工人员阅读参考,本书还适用于高等职业学校电光源技术、艺术设计、产品造型设计等专业教学使用,也可作为各类灯具设计培训的教学用书。

图书在版编目(CIP)数据

LED灯具设计/麻丽娟,周灵云编. —北京:化学工业出版社,2016.1

ISBN 978-7-122-25660-7

I. ①L… II. ①麻…②周… III. ①发光二极管-灯具-设计 IV. ①TN383

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第270957号

责任编辑:王听讲 刘哲
责任校对:边涛

装帧设计:韩飞

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印装:北京画中画印刷有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张10¼ 字数278千字 2016年2月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:49.80元

版权所有 违者必究



本书是由来自电子电气工程和艺术设计两个不同专业的老师合作编写的。在编写过程中，编者遵循了教育部有关高等职业教育教学改革的思想，在内容的安排和深度的把握上，主要传授灯具设计相关的多方位的知识和技能，培养学生运用基础知识解决实际问题的能力，以及基于项目实现的专业合作能力。与其他同类书籍比较，本书有以下几方面的特色。

(1) 学科交叉、内容丰富。本书是由电子电气工程和艺术设计两个专业的老师合作编写的，内容按灯具设计的进程进行编排，涉及电子电气工程方面和艺术设计方面的知识。

(2) 结构合理、适用性强。按照灯具产品从设计到生产涉及的知识来组织知识结构，全面介绍灯具设计各个方面，详细叙述了灯具光学设计、造型设计的要素及方法、灯具检测与组装等知识，引导学生了解灯具设计的各个要素与设计方法。

(3) 图文并茂、便于理解。本书根据高职高专院校教学实际，着力强调实用性，文字表达浅显易懂，内容有趣，并配有大量高清经典设计图，图文结合，方便教师授课，同时也便于学生理解。

(4) 理实一体、突出实用。本书紧密结合职业教育的特点，在内容编排上基于岗位工作过程的工学结合教学方式，符合学生心理特征和认知规律，以培养学生完成实际工作能力为重点，紧密联系企业生产实际。

本书可供电光源技术爱好者或者灯具设计施工人员阅读参考，同时也适合高职高专电光源技术、环境艺术设计、产品造型设计、工业设计等专业教学使用。

我们将为使用本书的教师免费提供电子教案等教学资源，需要者可以到化学工业出版社教学资源网站 <http://www.cipedu.com.cn> 免费下载使用。

本书由麻丽娟、周灵云合作编写，第1、2、4章由周灵云编写，第3、5、6、7章由麻丽娟编写，麻丽娟对全书进行了统稿。

常州轻工职业技术学院张涛书记、杨劲松院长等领导密切关注本书的编写出版工作。本书在编写过程中，还得到了姚庆文、方四文、王惠宇等老师的大力支持，同时也得到了国家半导体照明产品质量监督检验中心、菲尼萨光电通信科技有限公司等企业多位专家的指导，在此一并感谢。

限于编者的水平和经验，书中难免存在不妥之处，恳请读者提出批评和修改意见。

编者

2015年10月

第1章 灯具概述	1
1.1 灯具史话	1
1.1.1 灯具基本概念	1
1.1.2 灯具设计的风格和文化	4
1.2 灯具分类	5
1.2.1 按光源分	5
1.2.2 按使用场所分	6
1.2.3 按功能分	13
1.3 灯具发展趋势	13
第2章 灯具设计原则与要素	15
2.1 灯具设计的基本概念	15
2.2 灯具设计的原则	16
2.2.1 节能环保	16
2.2.2 健康安全	16
2.2.3 艺术趣味	17
2.2.4 人性和谐	18
2.2.5 科技时尚	18
2.3 灯具设计的要素	19
2.3.1 光源	19
2.3.2 功能	21
2.3.3 形态	22
2.3.4 色彩	23
2.3.5 结构	25
2.4 灯具的材料与工艺	26
2.4.1 灯具常用材料	26
2.4.2 灯具常用加工工艺	33
2.5 灯具设计流程	34

第3章 灯具光学设计 37

3.1 灯具光度学概述	37
3.1.1 光度学常用基本概念	37
3.1.2 常用的光学定律	48
3.1.3 分布光度坐标与配光曲线	52
3.2 灯具的配光与照明	58
3.3 反射器、折射器与螺纹透镜的设计	63
3.3.1 灯具反射器设计	65
3.3.2 灯具折射器设计	68
3.3.3 灯具遮光器件设计	73

第4章 灯具造型设计 76

4.1 灯具安装及操作方式设计	76
4.2 灯具造型设计中的形式美法则	78
4.2.1 对比与调和	78
4.2.2 比例与尺度	79
4.2.3 节奏与韵律	79
4.2.4 稳定与轻巧	80
4.3 灯具造型设计方法	80
4.3.1 仿生——向自然借智慧	80
4.3.2 演绎——学习经典	81
4.3.3 搭积木——几何化设计	82
4.3.4 提炼——向传统文化学习	83
4.3.5 自由创作——体验生活	83
4.4 优秀案例鉴赏	84

第5章 LED灯具设计 93

5.1 国际和国内 LED 灯具相关标准简介	93
5.2 LED 灯具的散热解决方案	98
5.3 LED 光源模块设计	102
5.4 LED 灯具的二次光学设计	110
5.5 提高 LED 灯具效率和照明系统光效的途径	112
5.6 突破传统灯具概念，设计现代照明 LED 灯具	114

第6章 灯具检测 115

6.1 灯具检测常用标准	115
--------------------	-----

6.2	灯具检测项目	118
6.2.1	灯具电气性能测试	119
6.2.2	灯具光学测试	120
6.2.3	灯具造型指标测试	125
6.2.4	灯具可靠性测试	125
6.3	灯具检测项目中的常用设备	127

第7章 典型灯具产品组装与工程施工 130

7.1	灯具组装工具、仪器与施工材料	130
7.1.1	灯具组装工具	130
7.1.2	灯具组装仪器	133
7.1.3	常用材料	136
7.2	LED照明灯具简介	138
7.3	LED照明灯具组装	142
7.3.1	MR16灯杯组装	142
7.3.2	E27/GU10 3W射灯的组装	144
7.3.3	球泡灯的组装	145
7.3.4	LED日光灯的设计与组装	146
7.4	道路照明方案设计	148
7.4.1	道路照明要素	148
7.4.2	道路照明规划设计	150
7.4.3	LED路灯	153
7.5	景观照明的规划设计	155
7.5.1	景观照明设计	155
7.5.2	景观照明灯具应用与灯具简介	157

参考文献 166

第 1 章

灯具概述



学习要点

- ① 学习灯具的基本概念，了解和掌握灯具设计的风格和文化。
- ② 学习和掌握灯具根据光源、使用场所、功能等不同而进行的分类及各自特点。
- ③ 了解灯具低碳环保等发展趋势。

1.1 灯具史话

1.1.1 灯具基本概念

国家标准 GB 7000.1—2007《灯具 第 1 部分：一般要求与试验》给出的灯具 (luminaire 光源) 定义是“能分配、透出或转变一个或多个灯发出光线的一种器具，并包括支承、固定和保护灯必需的所有部件 (但不包括灯本身)，以及必需的电路辅助装置和将它们与电源连接的装置。”该定义还附有一个注，即“采用整体式不可替换光源的发光器被视作一个灯具，但不对整体式光源和整体式自镇流灯进行试验。”

早期的灯具，类似陶制的盛食器“豆”。上盘下座，中间以柱相连，虽然形制比较简单，却奠定了中国油灯的基本造型。千百年发展下来，灯的功能也逐渐由最初单一的实用性变为实用性和装饰性相结合。历代墓葬出土的精美灯具，有宫中传世的佳作，造型考究、装饰繁复，反映了当时主流社会的审美时尚；还有很多民间灯具也不乏富有情趣的设计，它们的做工一般都比较朴实，造型却往往有出奇之处，表现了普通大众的审美爱好和功用要求。古代灯具如图 1-1~图 1-4 所示。

现代灯具包括家居照明、商业照明、工业照明、道路照明、景观照明、特种照明等。家居照明从最早的白炽灯，发展到荧光灯，再到后来的节能灯、卤素灯、卤钨灯、气体放电灯和 LED 特殊材料的照明等，照明灯具大多都是在这些光源的基础上发展而来的，如从电灯座到荧光灯支架以及到目前的各类工艺灯饰等。家居照明灯具如图 1-5、图 1-6 所示。

商业照明的光源也是在白炽灯基础上发展而来的，如卤素灯、金卤灯等。其灯具主要有聚光和泛光两种，标牌、广告、特色橱窗和背景照明等，都是根据不断的发展需求应运而生的。商业照明灯具如图 1-7、图 1-8 所示。



图 1-1 古代灯具 (1)



图 1-2 古代灯具 (2)



图 1-3 古代灯具 (3)



图 1-4 古代灯具 (4)

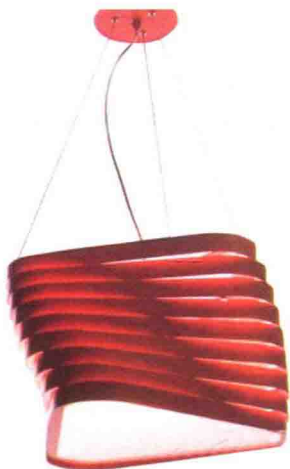


图 1-5 家居照明灯具 (1)

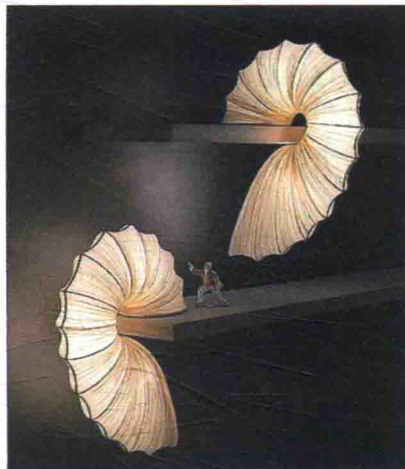


图 1-6 家居照明灯具 (2)



图 1-7 商业照明灯具 (1)



图 1-8 商业照明灯具 (2)

工业照明的光源是以气体放电灯、荧光灯为主, 结合其他的灯具灯饰, 如防水、防爆、防尘等要求来定制的。但是工业照明是需要谨慎对待的, 特别是在选择光源和灯具上都有讲究, 如服装制作的颜色、面料、质地在不同的光源下产生的效果是不一样的。灯具的选择主要考虑反射性、照度、维护系数等, 而目前国内大多数企业还是不太重视灯具的选择。工业照明灯具如图 1-9、图 1-10 所示。



图 1-9 工业照明灯具 (1)



图 1-10 工业照明灯具 (2)

道路照明和景观照明在灯具选择上与其他照明是完全不一样的, 这类灯具不是只能照亮就可以了。道路照明不能一味追求美观而忽视安全照度和透雾性, 而景观照明灯具和光源的选择就要充分考虑节能和美观了, 因为景观照明不需要那么高的照度, 只要营造一个照明特色就可以了。道路和景观照明灯具如图 1-11、图 1-12 所示。



图 1-11 道路和景观照明灯具 (1)

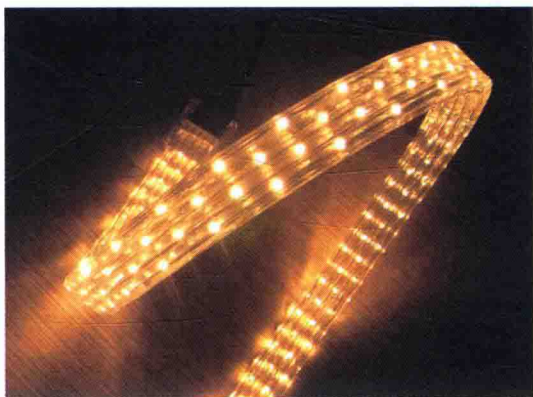


图 1-12 道路和景观照明灯具 (2)

1.1.2 灯具设计的风格和文化

灯饰的风格可以简单分为欧式、中式、美式、现代四种不同的风格，这四种类别的灯饰各有千秋。

(1) 现代灯具

简约、另类、追求时尚是现代灯具的最大特点。其材质一般采用具有金属质感的铝材、另类气息的玻璃等，在外观和造型上以另类的表现手法为主，色调上以白色、金属色居多，更适合与简约现代的装饰风格搭配（如图 1-13 所示）。

(2) 欧式灯具

与强调以华丽的装饰、浓烈的色彩、精美的造型达到雍容华贵的装饰效果的欧式装修风格相近，欧式灯注重曲线造型和色泽上的富丽堂皇。有的灯还会以铁锈、黑漆等故意造出斑驳的效果，追求仿旧的感觉。从材质上看，欧式灯多以树脂和铁艺为主。其中树脂灯的造型有很多，可有多种花纹，贴上金箔、银箔显得颜色亮丽、色泽鲜艳；铁艺灯的造型相对简单，但更有质感（如图 1-14 所示）。

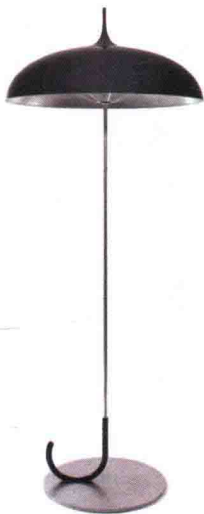


图 1-13 现代灯具



图 1-14 欧式灯具

(3) 美式灯具

与欧式灯具相比，美式灯具似乎没有太大区别，这两类灯的用材基本一致，多以树脂和铁艺为主。美式灯依然注重古典情怀，只是风格和造型上相对简约，外观简洁大方，更注重休闲和舒适感（如图 1-15 所示）。

(4) 中式灯具

与传统造型讲究对称、精雕细琢的中式风格相比，中式灯具也讲究色彩的对比，图案多为清明上河图、如意图、龙凤、京剧脸谱等中式元素，强调古典和传统文化的感觉。中式灯具的装饰多以镂空或雕刻的木材为主，宁静古朴。其中仿羊皮灯的光线柔和，色调温馨，装在家里，给人温馨、宁静的感觉。仿羊皮灯主要以圆形与方形为主。圆形灯大多是装饰灯，在家庭装饰中起画龙点睛的作用；方形灯多以吸顶灯为主，外围配以各种栏栅及图形，古朴端庄，简洁大方。目前中式灯也有纯中式和简中式之分。纯中式灯更富有古典气息，简中式灯则只是在装饰上采用一点中式元素（如图 1-16 所示）。



图 1-15 美式灯具



图 1-16 中式灯具

1.2 灯具分类

1.2.1 按光源分

(1) LED 节能灯

ANSI/IESNA RP-16-05《照明工程学的命名和定义》中，有关LED灯具(LED luminaire)的定义包括基于LED的发光元件和匹配的驱动器，配光部件、固定和保护发光元件的部件，以及将器具连接到分支电路部件的完整照明器具。基于LED的发光元件可能是LED封装(元件)、LED阵列(模块)、LED光引擎或LED灯。

传统光源以带有标准灯头为鲜明特征，而LED光源的形式多种多样，为了有所识别，ANSI/IESNA RP-16-05给出的LED灯具定义中识别出了LED灯具中光源的形式，即光源可以是LED阵列(LED array)、LED模块(LED module)或LED灯(LED lamp)。

LED灯具与LED光源区别的关键点，即LED灯具直接与分支电路连接，而LED光源不直接与分支电路连接(如图1-17所示)。



图 1-17 LED 节能灯

(2) 电子节能灯

节能灯的亮度、使用寿命比一般的白炽灯优越，尤其是在省电上的口碑极佳。节能灯有U形、螺旋形、花瓣形等，功率从3W到40W不等。不同型号、不同规格、不同产地的节能灯的价格相差很大。筒灯、吊灯、吸顶灯等灯具中一般都能安装节能灯，但节能灯一般不适合在高温、高湿环境下使用，浴室和厨房应尽量避免使用电子节能灯(如图1-18所示)。

(3) 太阳能节能灯

太阳能路灯以太阳光为能源，蓄电池储能，以LED灯为光源，白天充电晚上使用(如图1-19所示)。

(4) 其他光源

非电光源的运用是未来的发展趋势，比如，酒吧里并不需要太强的光线来塑造气氛，所



图 1-18 电子节能灯

以，类似蜡烛的昏暗光线是合适的。对于返璞归真的人们来说，蜡烛、油灯或许更能引起怀旧情结（如图 1-20 所示）。再如前面的荧光系列，在停电中和起夜时小小的荧光完全可以解决不必摸黑的问题。



图 1-19 太阳能节能灯

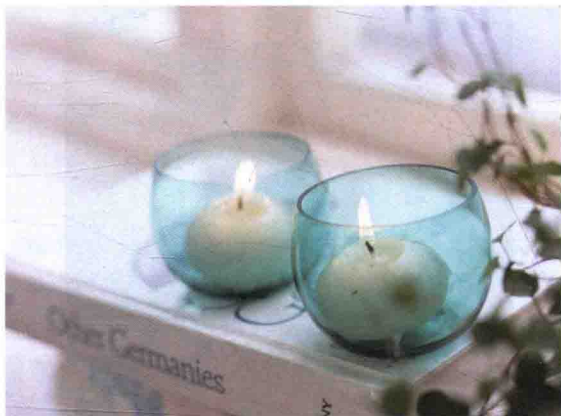


图 1-20 烛光

1.2.2 按使用场所分

1) 室内照明灯具

(1) 小夜灯

小夜灯的灯光柔和，在黑暗中，起到指引照明的作用，同时又可一灯多用，加入熏香精油即成薰香灯，加入驱蚊精油或驱蚊液可成环保驱蚊灯，能达到无毒驱蚊的效果，特别适应婴童居室。加入食醋则可达到消毒杀菌、净化空气之功效（如图 1-21、图 1-22 所示）。



图 1-21 小夜灯 (1)



图 1-22 小夜灯 (2)

(2) 台灯

台灯是人们生活中用来照明的一种家用电器。它一般分为两种，一种是立柱式，另一种是夹置式。它的功能是把灯光集中在一小块区域内，便于工作和学习。一般台灯用的灯泡是白炽灯、节能灯以及市面上流行的护眼灯，部分台灯还有“应急功能”即自带电源，用于停电时的照明应急。台灯按使用功能分，有阅读台灯、装饰台灯、便携台灯、工作台灯等；按材质分，有陶灯、木灯、铁艺灯、铜灯等；按光源分，有灯泡、插拔灯管、灯珠台灯等（如图 1-23、图 1-24 所示）。



图 1-23 台灯 (1)



图 1-24 台灯 (2)

(3) 吊灯

吊灯适合于客厅。吊灯的花样最多，常用的吊灯有欧式烛台吊灯、中式吊灯、水晶吊灯、羊皮纸吊灯、时尚吊灯、锥形罩花灯、尖扁罩花灯、束腰罩花灯、五叉圆球吊灯、玉兰罩花灯以及橄榄吊灯等。用于居室的吊灯分单头吊灯和多头吊灯两种，前者多用于卧室、餐厅，后者宜装在客厅里。吊灯的安裝高度，其最低点应离地面不小于 2.2m。

① 欧式烛台吊灯。欧洲古典风格的吊灯，灵感来自古时人们的烛台照明方式，那时人们都是在悬挂的铁艺上放置数根蜡烛。如今很多吊灯也设计成这种款式，只不过将蜡烛改成了灯泡，但灯泡和灯座还是蜡烛和烛台的样子（如图 1-25 所示）。

② 水晶吊灯。水晶灯有几种类型，即天然水晶切磨造型吊灯、重铅水晶吹塑吊灯、低铅水晶吹塑吊灯、水晶玻璃中档造型吊灯、水晶玻璃坠子吊灯、水晶玻璃压铸切割造型吊灯、水晶玻璃条形吊灯等（如图 1-26 所示）。



图 1-25 欧式烛台吊灯

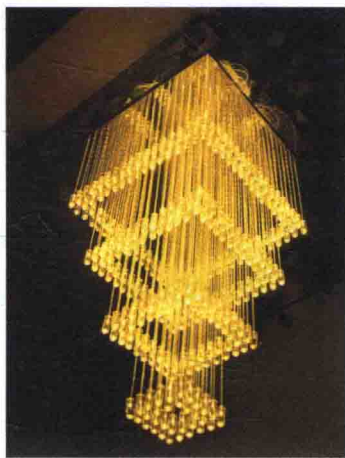


图 1-26 水晶吊灯

目前市场上的水晶灯大多由仿水晶制成，但仿水晶所使用的材质不同，质量优良的水晶灯是由高科技材料制成，质量差一些的水晶灯以塑料充当仿水晶的材料，光影效果自然很差。

③ 中式吊灯。外形古典的中式吊灯，明亮利落，适合装在门厅区。在进门处，明亮的光感给人以热情愉悦的气氛，而中式图案又会告诉客人，这是个传统的家庭（如图 1-27 所示）。要注意的是：灯具的规格、风格应与客厅配套。另外，如果想突出屏风和装饰品，则需要加射灯。

④ 时尚吊灯。大多数家庭也许并不想装修成欧式古典风格，所以现代风格的吊灯往往更受欢迎。目前市场上具有现代感的吊灯款式众多，供挑选的余地非常大，各种线条均可选择（如图 1-28 所示）。



图 1-27 中式吊灯



图 1-28 时尚吊灯

（4）壁灯

壁灯适合于卧室、卫生间照明等。常用的有双头玉兰壁灯、双头橄榄壁灯、双头鼓形壁灯、双头花边杯壁灯、玉柱壁灯、镜前壁灯等。壁灯的安装高度，其灯泡应离地面不小于 1.8m（如图 1-29、图 1-30 所示）。



图 1-29 壁灯 (1)

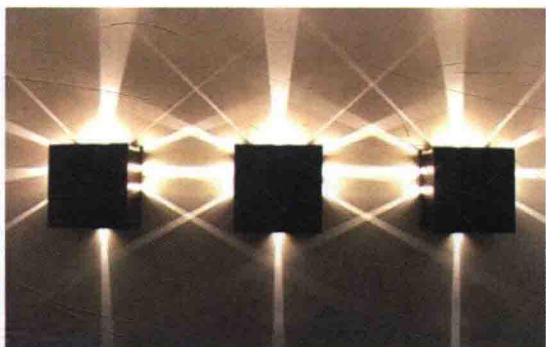


图 1-30 壁灯 (2)

（5）落地灯

落地灯常用作局部照明，不讲全面性，而强调移动的便利，多用于对角落气氛的营造。落地灯的采光方式若是直接向下投射，适合阅读等需要精神集中的活动，若是间接照明，可以调整整体的光线变化。落地灯的灯罩下边应离地面 1.8m 以上。

落地灯一般放在沙发拐角处，落地灯的灯光柔和，晚上看电视时，效果很好。落地灯的灯罩材质种类丰富，消费者可根据自己的喜好选择。许多人喜欢带小台面的落地灯，因为可以把固定电话放在小台面上（如图 1-31、图 1-32 所示）。

（6）吸顶灯

常用的吸顶灯有方罩吸顶灯、圆球吸顶灯、尖扁圆吸顶灯、半圆球吸顶灯、半扁球吸顶灯、小长方罩吸顶灯等。吸顶灯适合于客厅、卧室、厨房、卫生间等处照明。

吸顶灯可直接装在天花板上，安装简易，款式简单大方，赋予空间清朗明快的感觉。



图 1-31 落地灯 (1)



图 1-32 落地灯 (2)

吸顶灯内一般有镇流器和环形灯管,镇流器有电感镇流器和电子镇流器两种,与电感镇流器相比,电子镇流器能提高灯和系统的光效,能瞬时启动,延长灯的使用寿命。与此同时,它温升小、无噪声、体积小、重量轻,耗电量仅为电感镇流器的 $1/3$ 至 $1/4$ 。吸顶灯的环形灯管有卤粉和三基色粉的,三基色粉灯管的显色性好、发光度高、光衰慢;卤粉灯管的显色性差、发光度低、光衰快。区分卤粉和三基色粉灯管的区分方法十分简单,同时点亮这两种灯,把双手放在两个灯的附近,卤粉灯下的手色发白、失真,三基色粉灯下的手色是皮肤本色。

吸顶灯有带遥控和不带遥控两种,带遥控的吸顶灯开关方便,适合用于卧室中。吸顶灯的灯罩材质一般是塑料、有机玻璃的,玻璃灯罩的现在很少了(如图 1-33、图 1-34 所示)。



图 1-33 吸顶灯 (1)



图 1-34 吸顶灯 (2)

(7) 筒灯

筒灯一般装设在卧室、客厅、卫生间的周边天棚上。这种嵌装于天花板内部的隐置性灯具的所有光线都向下投射,属于直接配光。可以用不同的反射器、镜片、百叶窗、灯泡,来取得不同的光线效果。筒灯不占据空间,可增加空间的柔和气氛,如果想营造温馨的感觉,可试着装设多盏筒灯,减轻空间的压迫感(如图 1-35、图 1-36 所示)。



图 1-35 筒灯 (1)



图 1-36 筒灯 (2)

(8) 射灯

射灯可安置在吊顶四周或家具的上部，也可置于墙内、墙裙或踢脚线里。射灯的光线直接照射在需要强调的家具器物上，以突出审美作用，达到重点突出、环境独特、层次丰富、气氛浓郁、缤纷多彩的艺术效果。射灯光线柔和，雍容华贵，既可对整体照明起主导作用，又可局部采光，烘托气氛。射灯分低压、高压两种，低压射灯的使用寿命长一些，光效也高一些（如图 1-37、图 1-38 所示）。

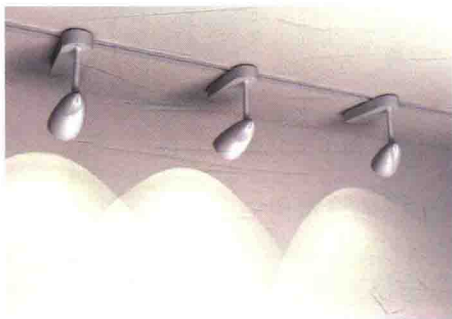


图 1-37 射灯 (1)



图 1-38 射灯 (2)

(9) 其他室内照明灯具

① 浴霸。浴霸按取暖方式分灯泡红外线取暖浴霸和暖风机取暖浴霸，市场上主要的是灯泡红外线取暖浴霸。按功能分有三合一浴霸和二合一浴霸，三合一浴霸有照明、取暖、排风功能；二合一浴霸只有照明、取暖功能。按安装方式分有暗装浴霸、明装浴霸、壁挂式浴霸，暗装浴霸比较漂亮，明装浴霸直接装在吊顶上，一般不能采用暗装和明装浴霸的才选择壁挂式浴霸。正规厂家生产的浴霸一般要通过“标准全检”的“冷热交变性能试验”，在4℃冰水下喷淋，经受瞬间冷热考验，再采用暖炮防爆玻璃，以确保沐浴中的绝对安全（如图 1-39 所示）。

② 镜前灯。一般是指固定在卫生间镜子上面的照明灯，作用是照清照镜子的人，使照镜子的人更容易看清自己（如图 1-40 所示）。



图 1-39 浴霸



图 1-40 镜前灯

③ 格栅灯。格栅灯适合安装在有吊顶的写字间，光源一般是灯管，分为嵌入式和吸顶式（如图 1-41、图 1-42 所示）。