



MODERN LIGHTING DESIGN
METHOD AND APPLICATION



现代照明设计 方法与应用

马卫星 编著



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS



MODERN LIGHTING DESIGN
METHOD AND APPLICATION

现代照明设计 方法与应用

马卫星 编著



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

现代照明设计方法与应用/马卫星编著. —北京:北京理工大学出版社,
2014.3

ISBN 978 - 7 - 5640 - 8807 - 1

I. ①现… II. ①马… III. ①照明设计 - 研究 IV. ①TU113.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 013836 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

82562903 (教材售后服务热线)

68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京通州皇家印刷厂

开 本 / 710 毫米 × 1000 毫米 1/16

印 张 / 20.25

字 数 / 327 千字

版 次 / 2014 年 3 月第 1 版 2014 年 3 月第 1 次印刷

定 价 / 68.00 元

责任编辑 / 梁铜华

文案编辑 / 王子姣

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 王美丽

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

序

在举世关注全球环境问题的今天，就像人们都在极力渴求优质的空气和水那样，我们也在期待着对眼睛和身体都有益处的光。光分为“自然光”和“人工光”。当我们走到室外时，就可以充分沐浴到自然光。然而，在现今社会中，大部分人都是在室内工作的，人们享受对人体有益的自然光的机会变得越来越少。自然光主要是从窗户采光射入到室内，可是我们只靠这部分采光是远不够满足现代人的正常生活需求的。因此，就只有靠人工光的补充来满足现代生活中各种各样的需要。这也是人类发展到现代社会的必然趋势，人类对人工光更加依赖，人工光比起自然光也变得更加受到重视。

人工光通过照明器具等媒介来满足人们正常生活需要时可称为“照明”。反之，如果不能满足正常生活需要就不能称为“照明”。人工光只有通过电能转换才能获得。因此，用尽可能少量的电能来获取更多的光是非常重要的。今天的LED就是作为现有最高效的光源而备受世人瞩目。可是，即使是效率再高的LED光源，如果使用不当，也不会达到良好的效果。比如说，指向性强的蓝色光LED，有时会伤到眼睛，而且夜晚还会影响睡眠。

照明与建筑和室内同样是构成空间的要素之一。照明有个特点，就是通常无法看到或触摸到发光的光源，所以让人觉得照明很奇妙，因此有时会觉得学习照明很困难，实际情况也确实如此。光在经过某种物质后会反射或透射，通过媒介可以将其视觉化，生成各种各样光的形态。照明设计师通过努力，可创建出魅力无穷的光的构图和光的空间，进而给人们带来感动和享受。

光通过眼睛到达大脑。现代科学通过对光精细分析而研究出光对人的大脑、精神和身体的影响。虽然研究的题目很多，但大多还只是处于某一阶段，还不能得出非常深入和明确的最终结论。每年都会有一些新的研究成果适时地被应用到照明设计之中。这些视觉化的复杂内容经过数量化，再经过严格的计算，最后才变为人们能看到的视觉景象效果。由此可以让我们更加清楚，现代照明学已经成为艺术和科学高度融合的综合学问。

这次，由北京理工大学马卫星老师编著的《现代照明设计方法与应用》终于出版。本书以照明的基础知识为核心，并逐步向设计领域展开，内容丰

富，简明易读。其不仅适合于初学照明设计的学生使用，还适合于其他专业的年轻人作为课外参考读物，以扩展知识领域。

我同马卫星老师有 20 多年的交往。其间，2002 年我在中国最初出版的有关照明设计的书籍《照明灯光设计》（北京理工大学出版社）就是由他编译的。那时，他就下定决心努力钻研照明设计。我每次访问中国都会同他就中国的照明状况进行广泛的交流，并通过他也结识了许多中国照明界的专家学者，参观学习了许多中国有关照明设计专业的学校、公司和企业。本书也是马卫星老师多年来努力的成果，是根据中国照明实际的需要，针对年轻读者而编写的。在此，我也向他表示衷心的祝贺。

目前，与低迷不振的日本经济正相反，日本的 LED 照明发展相当活跃。看到中国的照明业界和照明设计相关事业发展的良好势头，相信本书对学习照明的年轻人能够产生强烈的反响和宝贵的启发，能对中国照明的未来发展起到一定的积极作用。

中岛龙兴

A stylized handwritten signature in black ink, consisting of four characters: '中', '岛', '龙', and '兴'.

2013 年 11 月

前 言

19 世纪初，英国化学家汉弗里·戴维（Humphry Davy，1778—1829 年）发明了电弧灯，标志着人类把电能转换为光能的开端。19 世纪 80 年代末，美国人托马斯·阿尔瓦·爱迪生（Thomas Alva Edison，1847—1931 年）发明了白炽灯，不久创立了照明工程学。照明工程是指采用天然光或人造照明系统以满足特定光环境中照明要求的设计技术及工程的学科。照明的要求主要是被照表面的光照度、亮度、显色性及光环境的视觉效果等。照明的光环境包括室内及道路、广场等室外空间，以及城市夜景工程等。照明工程的内容涵盖光源、灯具及控制系统的研究和制造，光度和色度的测量及视觉评价等，同时还包括现代照明学的基本理论，光的度量，电光源、照明灯具，照明的规程与标准，以及对各种光源和照明技术的定性分析和基本的定量计算等。从照明工程学的发展过程来看，照明有赖于科学的发展和生产技术的进步。在物理学、化学、生物化学的理论指导下，随着放射源、光源、显示元件的不断开发，放射学、心理学、工程学、美学、视觉工程学等科学分支不断涌现，逐渐渗透或应用在照明工程领域，并逐步得到完善和系统化。可以说，照明工程学正在向更多的领域不断拓展。

近年来，照明的作用与日俱增。灯光不仅为人们的学习、工作和生活提供了良好的视觉条件和视觉环境，而且我们还可以利用灯光的构图与光色的协调，使空间环境具有某种气氛和意境，体现出一定的风格，增加环境艺术的美感，使环境空间更加符合人们的心理和生理上的需求，从而得到美的享受和心理平衡。当今，很多环境的人工照明不仅要满足人们的视觉功能要求，还要满足人们的审美要求，人们对光的认识已经上升到文化理念的层次。通过对照明环境的合理设计，人们能更好地利用光的表现力，对环境空间进行艺术加工，巧妙地应用现代照明艺术和光的艺术规律，在建筑、景观、展示等各个领域里充分表现艺术性和美学性，使我们的艺术创作获得意境独特的效果。因此，在设计艺术领域，对照明的舒适性、安全性、方便性、艺术性的研究已经不断展开，形成了一门心理学、工程学、美学等的交叉学科；形成多种电光源、照明媒体紧密结合的一门电气装饰综合艺术，这也就是“照

明设计”的由来。

《现代照明设计方法与应用》正是在这种照明设计不断进步与发展的大背景下，为了配合广大学生了解更多、更深的照明设计专业知识，作为初期了解照明设计的相关基础内容而编著出版的，可以作为相关专业的大专院校学生的课外读物和参考资料。全书由 11 章和附录组成，包括照明设计的基础内容、理论观点、设计原则及创意案例等。绪论引出了什么是照明设计、早期的照明设计与照明设计师的主要工作。第 1 章介绍了光与视觉的关系，以及视觉的一些常见现象。第 2 章介绍了色彩与照明的基本相关内容。第 3 章介绍了照明设计中物理量的计算以及相关运用。第 4 章介绍了照明对人的心理和生理所带来的各种效应。第 5 章和第 6 章简要介绍了常用照明光源和灯具的基本知识。第 7 章和第 8 章用图片简要介绍了人、空间与照明之间的关系，以及在设计中遵循的一般规律。第 9 章用 24 篇文章从不同的方面介绍了照明给我们日常生活带来的影响。第 10 章以我们每天接触最多的居室空间为例，分别举出了照明创意参考案例，旨在使读者产生联想，举一反三，创意出更多、更切合实际的设计案例。第 11 章从 7 个方面简要介绍了照明设计的发展趋势。附录给出了选择题和判断题各 100 道，答案可以在我国有关照明的国家标准、地方标准、行业标准和协会标准，以及相关专家那里获得。

本书是笔者近十年来从事大学照明设计教学工作的总结，同时也包含了一些前人和目前正在从事照明设计的同行的研究成果。由于笔者的水平有限，不可能把自己的教学成果以及照明设计的基础内容完美地呈现给广大读者。本书只是从笔者的研究成果以及浩瀚的照明设计基础知识中精选了一部分内容，力求简明扼要地介绍给读者。希望读者通过对本书内容的了解，对照明设计产生兴趣，并对自己研究的领域有些许参考和帮助，那将是笔者的最大幸事。

作者

2013 年 11 月

目 录

绪论	1
何谓“照明设计”	1
早期的照明设计	2
照明设计师的工作	3
1 光与视觉	6
1.1 什么是光	6
1.2 人眼的构造与功能	8
1.3 人眼能够分辨的细节	10
1.4 人眼的明视觉的 5 个条件	11
1.5 光谱	14
1.6 普尔金耶现象	15
1.7 明暗适应	16
1.8 眩光	18
2 色彩与照明	21
2.1 光源色、透过色和表面色	21
2.2 色彩属性	22
2.3 CIE 色度图和孟塞尔色标图	24
2.4 色彩混合	27
2.5 色温	28
2.6 显色性与显色指数	30
2.7 色彩的表情与心理效应	33
2.8 部分国家和地区禁忌的颜色	36
3 光度学中的基本量与应用	37
3.1 光通量	37
3.2 发光强度	39
3.3 照度	40
3.4 照明方式和照度分布	43

3.5	平均照度的测定方法	45
3.6	亮度	46
3.7	配光曲线	49
3.8	良好照明的必要条件	50
4	照明的生理与心理效应	53
4.1	亮度与识别时间和面积的关系	53
4.2	照度与视力的关系	54
4.3	对视觉作业舒适的照明	56
4.4	亮度对比产生的视觉效果	57
4.5	显色性和照度与色温的关系	59
4.6	光的分布与心理效应	61
4.7	照明期待的心理效应	61
4.8	色光疗法	64
4.9	司辰视觉与富蓝化	66
5	常用光源的种类与特征	69
5.1	烛光	69
5.2	白炽灯的进化过程	71
5.3	普通白炽灯	73
5.4	卤钨白炽灯	76
5.5	荧光灯	78
5.6	三基色荧光灯	81
5.7	节能灯	83
5.8	冷阴极管	87
5.9	HID 灯	88
5.10	高压钠灯	90
5.11	金属卤化物灯	92
5.12	LED	94
5.13	有机型 EL 和无机型 EL	98
5.14	光导纤维照明	99
5.15	太阳能室外照明灯	101
5.16	光源的特性指标	104
6	照明灯具面面观	106
6.1	何谓照明灯具	106
6.2	透光材料与光	108

6.3	金属材料与光	111
6.4	照明方式的分类	113
6.5	筒灯	118
6.6	高效率无眩光的筒灯	120
6.7	灯光设计常用的筒灯	121
6.8	射灯	124
6.9	洗墙灯	127
6.10	吸顶灯	128
6.11	壁灯	130
6.12	吊灯	131
6.13	镜前灯	134
6.14	室外照明灯具	136
7	改变空间表情的照明方法	142
7.1	表现明亮	142
7.2	表现轻盈	144
7.3	表现宽阔	145
7.4	表现节奏	147
7.5	表现热闹	148
7.6	集中视线	150
7.7	表示目的地	151
7.8	明示入口	152
7.9	强调动线	154
7.10	表示领域	155
7.11	连接空间	156
7.12	连接内部和外部空间	158
7.13	表现象征	159
7.14	公共联络	161
7.15	标记城市符号	162
7.16	便于了解城市街道	164
8	调动人行为模式的照明方法	167
8.1	迎接	167
8.2	引导	169
8.3	防止绊倒	170
8.4	舒适	171

8.5	愉悦	173
8.6	亲密聊天	174
8.7	视觉作业	176
8.8	安心	177
8.9	培育恋情	178
8.10	促使就座	180
8.11	反应行为	181
8.12	顺其自然	182
9	照明对日常生活的影响	185
9.1	快餐店与高档餐厅的照明	185
9.2	表现菜肴美味的照明	186
9.3	增强和降低食欲的照明	187
9.4	有助于减肥的照明	189
9.5	用人工光源栽培蔬菜	190
9.6	光与美容息息相关	191
9.7	在黑暗的环境里睡觉	193
9.8	能使儿童尽早入睡的照明器具	195
9.9	不规则的生活与光有关	196
9.10	一天 24 小时的照明法则	198
9.11	培养集中力和忍耐力的照明	203
9.12	忧郁症与光密切相关	205
9.13	光是易发怒易暴力的原因之一	207
9.14	营造节日气氛的照明	208
9.15	防止恶性事件的室外照明	209
9.16	旅行住宿时的简易便携式照明器具	211
9.17	缓慢变暗的公共空间	212
9.18	展现商品真实色彩的照明	213
9.19	照相照得好的照明	214
9.20	火光的重要作用	216
9.21	不能没有的太阳光	217
9.22	太阳高度角与文明的关系	218
9.23	紫外线和红外线对我们的影响	220
9.24	在紫外线中保护眼睛	221

10 居室照明创意	223
10.1 家庭温馨暖色光	224
10.2 贴膜转换自然光	225
10.3 阳光闪烁如梦幻	226
10.4 改变光色度夏冬	227
10.5 间接照明展空间	228
10.6 庭院照明花色鲜	229
10.7 庭院装点埋地灯	230
10.8 窗帘照明似帷幕	231
10.9 看电视须好氛围	232
10.10 灯光呈现雨景美	233
10.11 灯光夜景格子墙	234
10.12 赏夜景与室内光	235
10.13 照明表达迎客心	236
10.14 烛光摇曳会宾朋	237
10.15 晨光明亮人清爽	239
10.16 适宜梳妆各色灯	240
10.17 衣橱照明有情趣	241
10.18 灯光伴我下厨忙	242
10.19 菜肴鲜美借灯光	243
10.20 导轨射灯照餐厅	245
10.21 葡萄美酒烛光杯	246
10.22 聚光照明适吧台	247
10.23 摇曳光影映浴盆	248
10.24 发光淋浴心舒畅	249
10.25 床边照明宜起居	250
10.26 微弱灯光宜入眠	251
10.27 睡前阅读床头灯	252
10.28 起夜适宜调光灯	253
10.29 营造沉思小空间	254
10.30 利于老人夜间行	254
10.31 室内健身须调光	256
10.32 光线柔和书房灯	257
10.33 简易照明不单一	259

10.34	音乐灯光两相宜	260
10.35	灯光渲染收藏品	261
10.36	家庭博物巧用灯	262
10.37	照明凸显绘画美	263
10.38	儿童灯具要调光	264
10.39	灯使沙发似悬空	266
10.40	防盗照明显神通	267
11	照明设计发展趋势	268
11.1	重视环境光文化	268
11.2	灯光效果艺术化	272
11.3	管理趋于智能化	275
11.4	灯具更具个性化	277
11.5	主要光源 LED 化	280
11.6	人与光影交互化	282
11.7	应用领域扩大化	285
	附录：选择题、判断题	288
	主要参考文献	304
	后记	306
	序文作者简介	308
	作者简介	309

绪 论

何谓“照明设计”

说到“照明设计”，很多人会单纯地认为是照明灯具的设计：什么样的形状？在哪里使用？有多少必要性？这些的确也是照明设计师的工作。但只能说这些属于选择灯具，只是照明设计整个过程中的部分工作。除此之外，照明设计还包括非常宽泛的内容。即使是选择灯具，也不仅仅是看灯具外形或者光源功率的大小，还得考虑“配光”的问题。在了解这个问题之后，我们会惊奇地感到，“配光”是决定建筑（室内）空间质量的重要因素。

如果说现实中，人们对“照明灯具”是构成建筑素材的认识还不太明确的话，那么可以明确地说，“光”（自然光、人工光）是建筑素材之一。即使没有照明灯具（或者看不到照明灯具），空间也是客观存在的，但是如果没有光，我们就不能看到空间的存在。如果不能看到空间的存在，空间内部的形态、色彩和材质的意义也就不会存在。这里所说的“能看到、不能看到”是考虑照明问题的一个关键。有设计师认为前一阶段的配光工作用“照明规划”（光的规划）一词比较合适，照明设计大体上来讲包括前期的照明规划和后期的灯具选择。

当今的照明设计并不只是照明灯具的外观造型设计，更包括用光来表现建筑空间，是通过选择必要的照明灯具并合理地配置于空间里的创造性工作。日本著名照明设计师东海林弘靖先生把照明设计形象地比喻成“光的烹调”，如果用烹调来比喻照明设计，那么，作为“厨师”的照明设计师，把“烹饪材料”光和空间用设计经验和智慧来“煎炸炒煮”地绘制灯光效果图，或反复进行照明实验的归纳总结，最后“烹饪出美味佳肴”——具有魅力且舒适的光环境效果。有鉴于此，照明设计师不仅是“光的烹调师”，同时也是“光的传道士”，肩负着把地球上令人感动之光传达给更多人的使命。20世纪后半叶以来，有诸多照明设计师为此而努力，先后设计出了许多经典的传世照明设计作品，给我们树立了学习的榜样。

早期的照明设计

当今的照明设计，早已超越了照明灯具的设计范围。最初，照明设计是照明灯具销售公司为了促销而设置的服务项目，并没有被确认为一种职业。在美国，最初把照明设计师作为一种职业的时间，大约可以追溯到 20 世纪 40 年代。

说到照明设计，不能不提到一个人，他就是理查德·凯利（Richard Kelly）。在美国建筑界和照明界，他被公认为是照明设计的先驱。他活跃于 20 世纪五六十年代的美国建筑业，其照明设计代表作有：得克萨斯州（Texas）的金贝尔艺术博物馆（Kimbell Art Museum）、纽约（New York）的西格雷姆大厦（Seagram Building）等，即使是现在看来，也是无愧于后世的佳作。凡是参观过他的作品的人，无不认为空间与其照明设计相得益彰。

理查德·凯利先生在大学时代就修完了有关建筑的全部课程。最初，他从事的照明工作是从设计灯具开始的。后来，他有机会学习剧场舞台灯光照明，从而了解到光对人们的视觉心理会产生巨大的影响。他结合自身的工作，通过研究实践深刻地认识到，如果用一种照明可以使人快乐舒适的话，那么肯定存在另一种照明也可以使人感到不愉快、不舒适。他通过对三种光的控制操作，使空间变得绚丽多彩，同时还获得了创造快乐舒适光的技术。一是整体空间完全覆盖温馨祥和氛围的环境照明（图 0-1、图 0-2）；二是使照明对象更加清晰明了的高光照明（图 0-3）；三是点亮、熄灭变换的，让人具有娱乐心情的情景照明（图 0-4）。经他设计的建筑物照明，使建筑宛如换了模样，熠熠生辉。美国的许多建筑家都因为与他合作而变得有名。



图 0-1 早期的住宅室内白炽灯照明
(英国伦敦 V & A 博物馆)



图 0-2 早期的住宅室内荧光灯照明
(英国伦敦 V & A 博物馆)

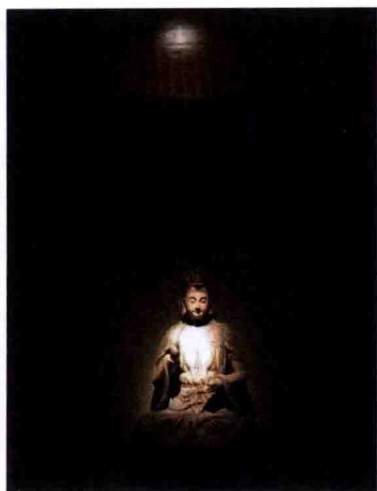


图 0-3 高光照明
(木雕菩萨像, 中国山西博物院)



图 0-4 灯光艺术节上点亮、熄灭的情景照明
(北京蓝色港湾灯光艺术节)

照明设计师的工作

照明设计师在接到设计项目时,首先要从作为甲方的业主那里了解建筑的内容、周围的环境、照明的期望和要求,以及经费预算等相关事项,然后再确定照明方案。照明方案因不同的照明目的和照明空间来具体确定,差异是很大的。照明方案大体上有如下四种:

(1) 为了安全和治安。

为了行动安全和人身安全而设计的照明,如道路照明或私有财产的安保照明,照亮脚下、提高防范效果的照明等。

(2) 为了视觉作业。

为了视觉工作能顺利进行,需要提供数量和质量合适的照明,如办公室照明等。还有保护儿童眼睛,或者尽量降低生产时因照明不佳而出现的错误等。

(3) 为了营造某种氛围。

让人获得某种特定的情绪和心境而设计的照明,如酒吧照明或歌舞厅照明,保护隐私、心境沉稳的照明等。

(4) 为了视觉上的美。

给予主题或令人感动的照明,如景观照明等。

因空间种类的不同，以上照明方案各有侧重点。例如，写字楼里的办公室，照明方案的侧重点是容易进行视觉作业。若是高档餐厅，要优先考虑营造使顾客心境沉稳的氛围和视觉美的照明。

照明设计涉及从住宅到店铺、宾馆、城市规划所有的空间。因此，照明设计师不仅要了解光源和灯具的相关知识及信息，还要了解和掌握一定的建筑、室内和景观等相关知识。要不断地收集并整理国内外照明厂家的产品介绍、照明设计、照明技术等相关内容，以及建筑、室内设计的最新资料。

要努力积极地去体验和感受新型主题建筑 and 传统建筑的照明，收集视觉心理和生理研究的数据，参考这些数据并应用于照明设计之中。

照明设计师从接受设计委托到确定照明的过程，因业主所期望和要求的照明等具体事项和经费预算的不同，整个过程所需要的时间可能也不一样（图 0-5）。

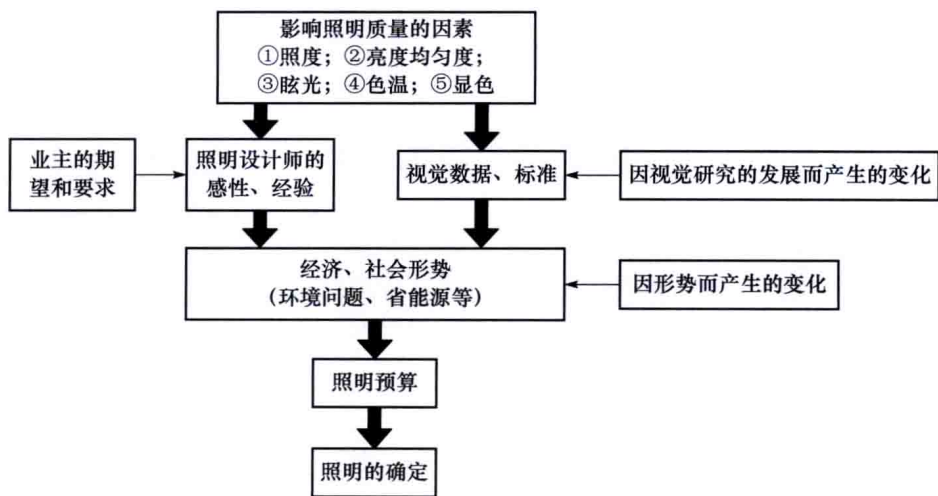


图 0-5 确定照明的过程

在电灯光触手可及的今天，我们要切记照明设计不单是在黑暗的空间里安装上灯具后照亮了事，而是要亮得合理，亮得恰到好处。美国著名照明设计师詹姆斯·萨尔坦（James Sultan）曾经说过：“照明设计师的工作是编辑黑暗，也就是说，不但要设计成明亮的空间，而且有时还有必要设计成昏暗的空间，两者同等重要。”我国著名照明设计师许东亮先生曾经感叹道，1 W 的电能所产生灯光的神奇效果是不可估量的，在某种意境下 1 W 居然也能唤起巨大的行动。日本著名照明设计师中岛龙兴先生曾把照明设计师的产品比喻成加工后的矿泉水。水是取之不尽、用之不竭的宝贵资源，在没有经过任