

庞蕴繁◎著

视觉与照明

SHIJUE
YU
ZHAOMING

(第二版)

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

视觉与照明

(第二版)

庞蕴繁 著



中国铁道出版社

2018年·北京

内 容 简 介

本书以物理学为基础,旁及光度学、色度学、生理学、人类工效学等学科,主要阐述了照明设计领域的理论基础、研究概况、视觉评价、设计原则和工程实例。全书共十章,涵盖了光源与灯具、视觉特性、视度和视功效、制定照度标准、照明质量、眩光、视觉测量仪器、室内照明、道路照明、景观照明、绿色照明共十个方面的内容,不仅具备理论知识,而且汇总了大量的视觉实验数据、设计计算方法、照明工程实例以及作者自己开发研制的新型视度仪,涉及知识广泛、研究问题深入,是作者多年来在照明技术领域中所获得的科研成果和工作经验的浓缩,具有很高的学术价值。

本书内容丰富、层次清晰,可作为高等院校物理学、建筑学等学科的本科生、硕士生、博士生教学参考用书,亦可作为照明技术和照明工程领域的科研人员、设计人员、施工人员工作指导用书。

图书在版编目(CIP)数据

视觉与照明/庞蕴繁著. —2版. —北京:中国铁道出版社,2018.8

ISBN 978-7-113-24469-9

I. ①视… II. ①庞… III. ①建筑光学②照明-关系-视觉 IV. ①TU113

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 095863 号

书 名: 视觉与照明(第二版)

作 者: 庞蕴繁 著

策划编辑: 王明容

责任编辑: 李润华

编辑部电话: 010-51873138

电子信箱: tdpres@126.com

封面设计: 崔丽芳

责任校对: 焦桂荣

责任印制: 高春晓

出版发行: 中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址: <http://www.tdpres.com>

印 刷: 中国铁道出版社印刷厂

版 次: 1993年3月第1版 2018年8月第2版 2018年8月第1次印刷

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16 印张: 19.5 字数: 468 千

书 号: ISBN 978-7-113-24469-9

定 价: 88.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社读者服务部联系调换。电话:(010)51873174(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)51873659,路电(021)73659,传真(010)63549480

作者简介



庞蕴繁,女,中国国籍,九三学社会员。1957年考入五年制东北人民大学(现吉林大学),物理系光学专业,毕业后到中国建筑科学研究院建筑物理研究所工作,高级工程师。1993年,创立中国建筑科学研究院深圳分院照明工程部并任主任,之后创立中国建筑科学研究院与深圳黄金灯饰集团公司联合照明工程研究所,并任总工程师。1996年,创建深圳市照明学会,并历任第一、二、三、四届常务副理事长兼秘书长。2013年,主持第五届理事会换届后,获深圳市照明学会“终身成就奖”,并任深圳市照明学会终身名誉理事长。1999年,参与成立深圳市照明电器协会,兼任副理事长与副秘书长;2006年,再发起成立深圳市照明电器行业协会,任常务副会长兼秘书长至今。2014年离职,一是应航天员中心要求再研制PZ-1型视度仪,现已完成并交付使用;二是修改完善《视觉与照明》。

曾任北京照明学会、中国照明学会高级会员和高级专家;中国照明学会室内外照明专业技术委员会委员;光生物光化学专业技术委员会委员;中国工程建设标准化协会采光和照明技术专业委员会副主任;深圳市政府节能专家委员会委员;深圳市节能专家联合会常务理事兼照明组组长;深圳市高级职业技术学院建筑电气与消防专业委员会特聘委员;深圳市电器节能研究会特聘理事会理事;深圳市中国国家专家网特聘教授级专家;上海复旦大学特聘兼职教授。

在学术研究方面,其负责的项目SD-1型视度仪及其应用以及主编的国标《民用建筑照明设计标准》(GBJ 133—1990)均先后获国家科技进步二等奖;此外,参与建设部的《中小学校建筑设计规范》(GBJ

99—1986)、卫生部的《中小学校教室采光和照明卫生标准》(GB 7793—1987)等多项国家标准的制定,均获得国家科技进步奖。

在照明工程方面,主持了北京全国人大常委会会议楼室内外照明工程方案设计、安徽省马鞍山市全市景观照明工程方案设计等十多项景观照明工程设计;参与了广州黄埔大桥等多项工程、武汉辛亥革命110周年纪念馆以及青岛市、烟台市、宜宾市和肇庆市等多个城市照明工程的审定工作。多次参加国际学术会议,如1989年上海第一届亚太流域照明学术会议、国际照明委员会(CIE)第22届墨尔本学术会议、1997年日本名古屋亚太照明学术会议等。

发表照明技术研究、绿色照明、照明节能、深圳发展年鉴、深圳优秀照明工程汇编等论文30余篇。1993年,著作《视觉与照明》(第一版),现在此书仍是高等院校(复旦大学、同济大学、天津大学、重庆大学、深圳大学等)硕士生、博士生重点参考用书。

第二版序

视觉科学涵盖心理学、生理学和物理学等多门学科,它是自古至今科技学术界始终公认的自然科学和人类工效学的基础,而照明就是视觉科学的精华要素。太阳和人造光源所发出的光,它与空气和水构成人类生存不可缺少的最重要三因素。众所周知,凡是有人生存的地方就必须有照明,照明是国民经济的建设和发展不可欠缺的要素。实际上,我国 1956 年就有了《工业企业人工照明设计标准》(106-56)首本国标,直到 2014 年执行的《建筑照明设计标准》(GB 50034—2013)共 6 本国标。它们在国民经济的照明工程中,指导着各行各业的照明设计工作。由此显而易见,以“视觉与照明”命名的本书在 25 年前首次出版,它以视觉理论来探讨照明,其内容的重要性和珍贵价值就可想而知。

21 世纪人类迎来了固体照明时代,LED 已成为人们熟知的节能照明光源,它几乎具有人类对人造光源所要求的全部优点。当今从室内到室外照明工程,从细小的精细视觉作业到高楼大厦和街道与景观照明,处处都能看到 LED 照明的灯光。它给经济的发展、社会的进步和生活的美好,带来特殊的魅力和无可取代的作用。在近年我国召开的杭州 G20 峰会、厦门金砖国家会议和青岛的上合组织会议时,其景观照明工程都给会议增光添彩,受到国内外各方人士普遍好评。当前我国已成为国内外公认的 LED 生产和出口大国,景观照明也方兴未艾迅猛发展。

本书作者庞蕴繁教授是一位毕生从事照明事业的科技工作者,也是我多年的良师益友。1993 年由她著作出版的《视觉与照明》,就是我当时在复旦大学给研究生作视觉科学系列讲座的主要参考资料。现她

又经过 25 年努力,对第一版作了极大补充与完善。增加了国际照明委员会(CIE)和国内外关于光度学和色度学以及视觉理论研究的新发展,保持了原系列方法和理论;关于视觉定量测量方法及其仪器,补充了新研制的 PZ-1 型视觉测量仪器的构造及其测量使用方法与经验;保留了室内照明及其设计,增加了道路照明和景观照明的设计与工程实例以及绿色照明和节能。这次出版的《视觉与照明》(第二版),为读者提供了更全面的知识素材和实际经验。

我希望,也相信本书的出版会对我国照明科技和产业进步有所贡献,能有益于我国从照明和光源大国向强国的挺进,并对所有阅读本书的读者起到开卷有益的作用。

陈大华

2018.6.6 于复旦大学

第一版序

照明是为国民经济服务的。随着我国改革开放步伐的加快,照明设计也在蓬勃发展。因此进一步提高照明技术和艺术水平,满足人们生活中的使用以及生理和心理要求,已成为照明界十分紧迫的任务。

照明技术是照明设计的主要部分,它主要以物理学为基础,旁及光度学、色度学、生理学和卫生学等学科。但是照明效果最终要由人们生理中的视觉来评价,因此照明和视觉有着密切的联系。为了保证照明技术的质量,要求采用适宜的照度标准进行照明计算,排除眩光、闪烁等干扰因素,利用测试手段评价视觉效果。

本书是作者根据对上述有关方面长期研究的结果而撰写的,内容丰富,有较高的学术价值,能作为指导照明设计的理论基础,是值得推荐的。我希望照明界的同行予以关注和参考,从而把当前的照明设计水平更推进一步。

高履泰

1992.7

第二版前言

《视觉与照明》一书自 1993 年出版后至今已经多年。这本书起源于 1977 年,当时我正在参与编制我国照明方面第一本正式的国标,即《工业企业照明设计标准》(TJ 34—1979),我应四机部劳动卫生研究所的邀请前去授课,总结了之前的实验内容编写成讲稿《精细视觉作业工作中的照明问题》。1981 年,我又应陕西省计量测试学会邀请前去授课,在讲稿中增编了关于中小学生的照明计量问题,印成《视觉与照明》讲义。在之后的将近 10 年中,我又不断接受邀请在天津市科协、北京建筑工程学院(现北京建筑大学)、北京大学、西北大学等地授课,也将大量的国内外理论知识与自己的研究成果不断添加在讲义中。幸运的是,1992 年有朋友建议我将此讲义送到中国铁道出版社,我便以此讲义为基础,整理成书稿正式出版,即《视觉与照明》。

本书第一版于 1993 年正式出版,当时随着我国改革开放的步伐加快,照明设计蓬勃发展,我根据自己长期在照明技术领域中的研究成果和工作经验著作了本书。书中有大量的物理学、光度学、色度学、生理学、心理物理学等学科的知识,并且汇总了中国人自己的各种视觉实验数据,加上对国外大量研究成果的对比,具有较高的学术价值,一直是高等院校建筑系、物理系等专业的硕士生、博士生重点参考用书,也是各照明工程设计公司的指导培训用书,在照明领域内供不应求。但由于年代久远,本书在市场上现已经无货可供;经过 20 多年的发展,我国照明工程领域也有了翻天覆地的变化,出现许多新理论、新标准和新产品,因此我便著作了《视觉与照明》(第二版)。

第二版在保留第一版全部优点和特色的基础上,增加、改进了许多内容。首先,补充了我国照度标准的发展历程。其次,增加了景观照

明、道路照明、绿色照明、LED 灯等许多新内容以及大量的照明设计实例。最后,在视觉测量仪器一章中,补充了作者自己开发研制的新型视度仪,并介绍其原理与功能。总之,我力求将 1993 年至今的照明发展内容加入本书,实现更新换代,更好的服务于读者。

第一章光、光源与灯具:本章介绍了光、光源与灯具的概念、基本量与术语,在知识点上主要增加了国内外对光和色研究的最新进展,在光源和灯具方面主要增加了 LED 的基本知识和发展现状。

第二章视觉特性:本章介绍了眼睛的视机构与视过程、视力的相关影响因素以及视觉的识别,是视觉的理论基础知识。增加了国内外在明视觉、暗视觉、中间视觉方面的研究,以及“光子”理论的新观点。

第三章视度和视功效:本章介绍了视度和相对视度的概念及其物理意义,由人们生理中的视觉来评价照明效果,汇总了大量的中国人裸眼眼睛的视功能特性实验研究结果,用视功能解析图奠定了提出、评价、制定照度标准值的科学方法。本章完全保留了第一版中的内容,是制定照度标准值的理论基础。

第四章制定照度标准的方法和照度标准值的变化:本章主要利用上一章的方法制定并评价了我国国标《工业企业照明设计标准》(TJ 34—1979)的照度标准值,同时增加了中国建筑照明设计标准历年来的发展、变化过程。

第五章照明质量与视觉效果:本章是照明视觉理论的再提高。早期的照明设计标准中基本上只重视照度值的大小,由于当时的照度标准值极低,只要提高照度,视觉效果就明显提高,但是当照度水平提高到一定程度时,就凸显出照明质量的重要性。本章除了介绍作者在视觉实验中发现的不同视觉效果外,还汇总了一些国内外的照明质量资料,增加了气氛照明和双色温照明的内容。

第六章照明中的眩光:本章介绍了不舒适眩光和失能眩光的评价和限制方法,增加了我国最新版国标对眩光的限制标准。照明中的眩

光是照明质量中应重点探讨的问题。

第七章视觉测量仪器和测量方法:本章列举了我国 SD 型视度仪的诞生、应用和发展过程,增加了最新研制开发的 PZ-1 型视度仪的详细构造和使用方法。本章还归纳汇总了国际上视度仪的研制概况和设计原理。

第八章室内照明和道路照明设计:本章保留了第一版中室内照明设计的内容,并增加了生活道路照明与交通道路照明的工程设计原则和计算方法。

第九章景观照明设计及工程实例:本章全部为新增内容,介绍了我国景观照明的设计原则、发展过程、常见灯具和电气控制系统。重点介绍了大量的优秀照明工程实例,这些实例多为深圳市景观照明或深圳市建筑公司主持建设的景观照明,并且多是获奖工程,不仅是视觉盛宴,而且具有理论参考价值。

第十章绿色照明的节能和技术经济分析:本章全部为新增内容,介绍了我国的绿色照明政策、照明节能的范围和办法,并且给出了具体的节能工程经济分析。

本书在研究、撰稿以及再版过程中,得到了同事和朋友的多方面支持与帮助。特别要感谢深圳市照明学会、深圳市照明电器行业协会、深圳照明专家组所有会员、同事、专家以及朋友,在这里致以深深的谢意!由于本人水平有限,错误和不足在所难免,敬请读者批评指正。

(注:1993 年版《视觉与照明》出版时作者署名“庞蕴凡”,本版按其身份证姓名署名“庞蕴繁”,作者为同一人。)

作 者

2018.2 北京

第一版前言

本书主要内容曾是原四机部全国卫生培训班授课用的讲稿。1982年应陕西省计量测试学会邀请,为“视觉与照明”学术讲座重新做了补充,并由该学会印成讲义。之后应天津市照明学会邀请,做了进一步修改和补充后,分别于1983年和1984年作为天津市举办的“视觉与照明”学术讲座的讲稿。北京建筑工程学院于1985和1986年曾将该讲稿列为建筑系建筑光学研究生的专业基础课讲义。1987年应邀为西北大学物理系开设“视觉与照明技术”课时,也曾作为西北大学的教学讲义。

由于种种原因该讲义在数量上一直不能满足需要,在质量上也很不尽人意。这次经修改补充后写成此稿,想作为照明技术领域中的基础理论用书。作为基础的东西,首先必须讲到光的概念及光与色的基本量,这也是以后各章节中常用到的基本知识和术语。照明是离不开光源和灯具的,所以本书,也从应用的角度介绍了光源和灯具的基本特性和发展方向。上述三个内容简要的形成本书的第一章。

第二章“视觉特性”和第三章“视度和视功能”是视觉的理论基础。是照明技术的生理、心理和卫生方面的实验资料。

第四章“制定照度标准的方法和照度标准值”总结了国际上制定照度标准的方法,也总结了我国以中国建筑科学研究院建筑物理研究所主编或负责的《工业企业照明设计标准》(TJ 34—1979)、《中小学校建筑设计规范》(GBJ 99—1986)中的采光和照明部分、《中小学校教室采光和照明卫生标准》(GB 7793—1987)和《民用建筑照明设计标准》(GBJ 133—1990)四本国家标准和规范中的理论和实验依据,以及国内外照度标准值发展变化的比较与分析。并且应用国际上的一些图表

和资料说明今后照度标准值的发展趋势。本章是该书的重点,也是理论与实际,国内与国外相结合的核心。

第五章“照明质量与视觉效果”是照明技术理论的再提高。因为照度标准值的理论发展和完善到一定程度后,照明质量就是突出的问题。本章除包括作者所从事的视觉实验研究的结果外,还收集了国内外的有关资料。

第六章“照明技术中的眩光”是照明质量中的重点,因此有必要另列一章详细论述。这一章的核心内容是中国建筑科学研究院建筑物理研究所负责的《工业企业车间照明眩光评价方法及其限制标准的研究》专题内容。其中以不舒适眩光为重点,包括国际上三种主要的眩光限制系统和方法。本章还汇总了国内外研究失能眩光的方法及其应用,并探讨了心理眩光和生理眩光之间的关系。

第七章“视觉测量仪器”主要是以中国建筑科学研究院建筑物理研究所负责的《SD-1 型视度仪的研制和应用》专题内容为中心,并归纳和汇总了国际上视度仪的研制概况及视觉的定量测量方法。

第八章“照明设计”是上述各章节内容的综合应用,包括照明的设计和计算实例。

随着科学技术的进步、生产的发展和人们生活水平的不断提高,对照明技术和照明工程的要求也越来越高。这就要求有更多的照明科学和技术的知识进行交流,希望本书能够对广大读者有所帮助,也希望得到同行的帮助和指导。

全书经西安交通大学蒋孟厚教授审阅,在此特致以衷心的感谢。同时对在有关课题中合作和给予支持的同事和朋友也在此一并表示感谢。

由于作者水平有限,谬误之处难免,敬请读者批评指正。

作 者

1991. 11

目 录

第一章 光、光源与灯具	1
第一节 光的概念及其基本量	1
一、光的本质	1
二、光谱光视效率曲线	2
三、光的度量	4
四、色彩的度量	11
第二节 光 源	18
一、光源的发展及其分类	18
二、光源的发光效率	20
三、光源的亮度	22
四、光源的颜色	23
五、新光源发光二极管(LED)和有机发光二极管(OLED)	29
第三节 灯 具	32
一、灯具的分类	33
二、灯具的光分布及其分类	35
三、灯具的光学特性	42
四、LED 灯具	48
五、我国灯具标准	49
第二章 视觉特性	51
第一节 眼睛的视觉机构与视觉阈	51
一、视觉机构与视觉过程	51
二、光的视感觉和视觉偏移规律	53
三、中间视觉的国际最新进展	54
四、光子理论的新旧观点	56
五、绝对光阈与绝对灵敏度	58
六、临界亮度对比度与对比灵敏度	59
七、视网膜周围生理抑制效应	60
第二节 视角、视力和照度	60
一、视角、视力与视力的限度	60

二、视角、视力与照度的关系	61
三、检查视力的照度标准值	64
四、照度标准值等级的划分	65
第三节 视觉的识别和适应	66
一、识别机率、识别时间和识别速度	66
二、视野和视场与视觉适应	68
三、视觉适应在隧道照明设计中的应用	69
第三章 视度和视功效	71
第一节 视度和相对视度	71
一、视 度	71
二、相对视度及其物理意义	72
第二节 视功效的实验研究及其与国际比较	73
一、实验设备和方法	73
二、我国成年人的视功效特性曲线	74
三、SD 型视度仪获得的我国成年人视功效特性曲线	75
四、SD 型视度仪获得的我国少年儿童的视功效特性曲线	77
五、复旦大学获得的我国成年人视功效特性曲线	77
六、国外视功效特性曲线简介与比较	82
第三节 工业企业实际工件的视度	85
一、实际目标的视觉分等	85
二、平面目标的视度	85
三、立体目标的视度和等效对比度	87
第四节 视功效解析图及其应用	88
一、视功效曲线的变换	88
二、相对视度曲线图	89
三、视功效解析图的作用	90
第五节 我国中小学生视觉心理满意度的实验研究	90
第六节 我国视觉满意度曲线与国外九家曲线的比较	93
第四章 制定照度标准的方法和照度标准值的变化	94
第一节 根据视功效制定和评价照度标准	94
一、根据视功效提出照度标准值	94
二、根据视功效评价照度标准值	95
三、国家标准(旧版)TJ 34—1979 的相对视度水平	95
四、国外几种用视功效制定照度标准的方法	96

第二节 根据视疲劳制定照度标准值	100
一、我国成年人视疲劳与照度的关系	100
二、我国少儿视疲劳与照度的关系	100
三、国外有关视疲劳与照度关系简述	101
第三节 根据现场调研制定照度标准值	101
一、根据现场的照度现状提出照度标准值	101
二、根据现场主观视觉评价提出照度标准	102
三、根据现场实验提出照度标准	103
四、人工照明现场调查的内容和方法	103
第四节 根据经济分析方法制定照度标准	105
一、小堀富次雄方法(日本,1962)	105
二、Труханов 方法(苏联,1958)	105
第五节 阅读视觉作业的照度标准值的变化	106
一、川畑爱藏(1937)	106
二、大塚(1939)	107
三、蒲山久夫(1962)、本桥和佐藤(1965)	107
四、松井等(1963)	107
五、印东和河合(1965)	108
六、Борисова(1978)	108
七、Верзинъ 等(1978)	108
八、Moon 和 Spencer(1947)	109
九、Blackwell(1959)	109
十、Bodmann(1962)	109
第六节 照度的等级和范围以及时空均匀度	110
一、照度等级和范围	110
二、最低照度和平均照度	111
三、规定照度的平面	111
四、照度的时空均匀度	111
第七节 照度标准值提高的速度和世界照度发展趋势	112
第八节 中国建筑照明设计标准的发展	114
一、中国建筑照明设计标准的发展历程	114
二、国家标准(旧版)《建筑照明设计标准》(GB 50034—2004)的特点	115
三、国家标准(新版)《建筑照明设计标准》(GB 50034—2013)的特点	116
第五章 照明质量与视觉效果	117
第一节 视觉效果及其评价方法	117

第二节 照度分布与视觉效果的关系	119
第三节 反射光幕与视觉效果的关系	120
第四节 照明方式与视觉效果的关系	121
一、国外研究结果的分析	121
二、国内研究结果的比较	123
第五节 荧光灯与白炽灯的视觉效果	128
一、实验 1	128
二、试验 2	129
三、实验 3	130
四、实验 4	130
五、实验 5	131
第六节 天然光与人工光的视觉效果	132
第七节 光的质量与视觉效果	133
一、光的色表(观)	133
二、光谱分布	134
三、红外线和紫外线	135
四、光的频闪	135
第八节 气氛照明和双色温照明	136
一、气氛照明	136
二、双色温的混合照明	137
第六章 照明中的眩光	139
第一节 眩光的种类和作用	139
一、直接眩光	139
二、反射眩光	139
三、由极高的亮度对比形成的眩光	139
四、由于视觉的不适应而产生眩光	139
五、生活中的眩光实例	140
六、国外影响劳动生产率的失能眩光和不舒适眩光	141
第二节 我国不舒适眩光的实验研究	142
一、不舒适眩光的基本因素和表达式	142
二、不舒适眩光的实验装置和条件	143
三、眩光评价的视觉分级及其国际比较	144
四、视觉的舒适与不舒适界限(BCD)	145
五、眩光常数公式的获得	149
六、利用做图法提出眩光源的亮度限制值	155