

四川美术学院学术出版基金资助

住宅智能化人工 照明光环境

刘 炜 著

中国建筑工程出版社

四川美术学院学术出版基金资助

住宅智能化人工照明光环境

刘 炜 著

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

住宅智能化人工照明光环境 / 刘炜著. — 北京:
中国建筑工业出版社, 2016. 12
ISBN 978-7-112-20185-3

I. ①住… II. ①刘… III. ①住宅—照明—智能控制 IV. ①TU113.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第322078号

本书通过家庭行为活动对住宅人工照明光环境的影响、住宅人工照明光环境质量研究、住宅人工照明光环境智能控制研究、住宅人工照明光环境智能控制的实验验证几个章节从视觉与非视觉质量因素、控制质量因素和能效利用质量因素三个方面系统地、综合地研究了住宅人工照明光环境质量, 力争创造一个高质量的住宅人工照明光环境, 为住宅智能化照明提供更多可实践的依据。适用于建筑设计、光环境设计及相关专业从业者阅读使用。

责任编辑: 唐旭 张华
责任校对: 李美娜 刘梦然

住宅智能化人工照明光环境

刘炜 著

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京海淀三里河路9号)
各地新华书店、建筑书店经销
北京京点图文设计有限公司制版
北京云浩印刷有限责任公司印刷

*

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 12¼ 字数: 320千字
2017年4月第一版 2017年4月第一次印刷
定价: 40.00元

ISBN 978-7-112-20185-3
(29681)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换
(邮政编码 100037)

前言

随着照明科技的发展及“互联网+”时代的到来,人们对照明系统控制的智能化程度要求也不断提高,特别是近年来以LED光源为控制载体的照明形式则加快了与智能照明控制领域的深度融合,智能照明甚至吸引了照明企业、控制企业之外的手机制造商展开角逐。

但市场开发的智能照明产品是否满足人的行为模式需求,是否满足人的生理和心理需求,是否满足人的视觉系统需求,以上问题有待运用建筑光学、生理学、环境心理学、行为学等诸多领域交叉学科知识加以研究,这也是本书探讨的范畴。

本书涉及的各种光源较少选用LED光源,主要是基于当时的LED光源技术尚不成熟,其发光光谱成分在学术界尚存各种争议。近年来随着LED光源技术日臻完善,特别是其发光单元小、光源色温可选性多、发光单元组合灵活、便于编组控制、易于“互联网+”融合的特点,使得LED光源在智能照明领域的使用变得更加游刃有余,本人将在这一领域做一些后续研究工作。

今后智能照明控制系统的光源选用将朝着高光效、便于控制的方向发展,但是人工照明光环境、智能控制的逻辑性对人的影响是一个需要不断积累和深入研究的领域,本书做了一些基础性研究工作的尝试。

当今智能住宅的控制技术发展已经渗透到住宅的各种功能,照明系统作为智能住宅家族的重要组成部分,将不再是一个独立的系统,而是与智能住宅其他子系统协同工作的集成系统。智能控制的目的是通过智能的方式获得家居生活各种舒适、便捷、健康的感受。因此,研究住宅行为模式与人工照明光环境的关系有利于获得更加精准、人性化的控制体验,本书的目的就是探讨如何使智能化的人工照明光环境更加贴切地服务于人。

本书通过家庭行为活动对住宅人工照明光环境的影响、住宅人工照明光环境质量研究、住宅人工照明光环境智能控制研究、住宅人工照明光环境的智能控制的实验验证几个章节从视觉与非视觉质量因素、控制质量因素和能效利用质量因素三个方面系统地、综合地研究了住宅人工照明光环境质量,力争创造一个高质量的住宅人工照明光环境,为住宅智能化照明提供更多可实践的依据。

目 录

第 1 章 绪 论

- 1.1 照明的智能控制技术发展背景分析 / 002
 - 1.1.1 国内外照明的智能控制技术现状综述 / 002
 - 1.1.2 影响照明的智能控制技术发展推广的因素 / 002
- 1.2 研究的意义 / 005
- 1.3 研究的方法与内容 / 006
- 1.4 拟解决的关键问题 / 007

第 2 章 家庭行为活动对住宅人工照明光环境的影响

- 2.1 住宅人工照明光环境现状分析 / 009
 - 2.1.1 不同年龄段对人工照明光环境状况的要求有所不同 / 009
 - 2.1.2 缺乏住宅人工照明光环境的科学设计 / 009
 - 2.1.3 对老年人和未成年人所处的人工照明光环境重视不够 / 009
 - 2.1.4 卫生间人工照明光环境状况不满意程度较高 / 009
 - 2.1.5 厨房人工照明光环境状况不理想 / 010
 - 2.1.6 缺乏高效率的控制手段 / 010
 - 2.1.7 缺乏对灯具有效的维护 / 010
 - 2.1.8 缺乏有效的节能措施 / 010
- 2.2 公共行为活动对客厅人工照明光环境的影响 / 010
 - 2.2.1 客厅空间的使用特点 / 010
 - 2.2.2 家庭户型与客厅照明的关系 / 011
 - 2.2.3 行为活动对客厅人工照明光环境的影响 / 011
- 2.3 私密行为活动对卧室人工照明光环境的影响 / 016
 - 2.3.1 主卧室的人工照明光环境 / 016
 - 2.3.2 未成年人卧室的人工照明光环境 / 017
 - 2.3.3 老年人卧室的人工照明光环境 / 020

- 2.4 学习工作行为对书房人工照明光环境的影响 / 024
 - 2.4.1 书房的功能分析 / 024
 - 2.4.2 书房的人工照明光环境 / 024
- 2.5 炊事行为对厨房人工照明光环境的影响 / 025
 - 2.5.1 厨房行为活动分析 / 025
 - 2.5.2 灯光与厨房杀菌 / 026
 - 2.5.3 厨房人工照明光环境 / 026
- 2.6 餐饮行为对人工照明光环境的影响 / 027
 - 2.6.1 餐厅空间的行为分析 / 027
 - 2.6.2 餐厅的人工照明光环境 / 027
- 2.7 个人卫生行为对卫生间人工照明光环境的影响 / 028
 - 2.7.1 卫生间行为活动分析 / 028
 - 2.7.2 灯光与卫生间杀菌 / 028
 - 2.7.3 卫生间人工照明光环境 / 028
- 2.8 交通行为对过渡空间人工照明光环境的影响 / 029
 - 2.8.1 过渡空间的行为分析 / 029
 - 2.8.2 过渡空间的人工照明光环境 / 029
- 2.9 本章小结 / 030
 - 2.9.1 公共行为活动对客厅人工照明光环境的影响 / 030
 - 2.9.2 私密行为活动对卧室人工照明光环境的影响 / 031
 - 2.9.3 学习、工作行为对书房人工照明光环境的影响 / 031
 - 2.9.4 炊事行为对厨房人工照明光环境的影响 / 031
 - 2.9.5 餐饮行为对人工照明光环境的影响 / 031
 - 2.9.6 个人卫生行为对卫生间人工照明光环境的影响 / 031
 - 2.9.7 交通行为对过渡空间人工照明光环境的影响 / 031

第3章 住宅人工照明光环境质量研究

- 3.1 住宅人工照明光环境质量的研究范围 / 033
 - 3.1.1 住宅人工照明光环境的视觉与非视觉质量 / 033
 - 3.1.2 住宅人工照明光环境的控制质量 / 034
 - 3.1.3 住宅人工照明光环境的能效利用质量 / 034
- 3.2 住宅人工照明光环境的视觉与非视觉质量研究 / 035
 - 3.2.1 住宅人工照明光环境的视觉因素 / 035

- 3.2.2 住宅人工照明光环境的非视觉因素 / 048
- 3.3 住宅人工照明光环境的控制质量研究 / 050
 - 3.3.1 住宅人工照明光环境控制方式的研究 / 050
 - 3.3.2 住宅照明开关控制点布置的研究 / 053
 - 3.3.3 照明场景转换对视觉与心理影响的研究 / 055
- 3.4 住宅人工照明光环境的能效利用质量研究 / 056
 - 3.4.1 用等效亮度理论对光源能效的分析 / 056
 - 3.4.2 光源的能效利用与经济性分析 / 057
 - 3.4.3 照明热负荷对住宅人工照明光环境能效的影响 / 058
 - 3.4.4 充分利用天然光资源提高能效 / 060
- 3.5 住宅人工照明光环境质量的模糊综合评价 / 063
 - 3.5.1 人工照明光环境质量各因素在住宅中的综合应用 / 063
 - 3.5.2 不同人工照明光环境场景的测试、分析与模糊综合评价 / 072
 - 3.5.3 补充天然采光不足的人工照明光环境的测试、分析与模糊综合评价 / 111
- 3.6 本章小结 / 119

第 4 章 住宅人工照明光环境智能控制研究 121

- 4.1 人工照明光环境智能控制方法研究 / 122
 - 4.1.1 智能控制的概念与特点 / 122
 - 4.1.2 智能控制与常规控制的关系 / 123
- 4.2 基于现有技术和认识水平的住宅人工照明光环境智能控制 / 124
- 4.3 具有较高智能水平的住宅人工照明光环境自主型智能控制 / 125
 - 4.3.1 智能控制的发展方向 / 125
 - 4.3.2 人工神经网络与模糊逻辑的特点 / 126
 - 4.3.3 实现住宅人工照明光环境模糊神经网络控制的必要性 / 128
- 4.4 多传感器信息融合确定人工照明光环境各场景的发生条件 / 129
 - 4.4.1 实现对人工照明光环境探测的多传感器信息融合 / 129
 - 4.4.2 用于信息融合的几种传感器的特性分析 / 132
 - 4.4.3 住宅人工照明光环境中多传感信息器融合的可信任度求取 / 135
- 4.5 住宅人工照明光环境的模糊神经网络控制 / 140
 - 4.5.1 夏季日常场景光环境变化的分类 / 141
 - 4.5.2 用 BP 神经网络学习光环境样本 / 142
 - 4.5.3 人工照明光环境的模糊控制 / 151
- 4.6 本章小结 / 161

第5章 住宅人工照明光环境智能控制的实验验证

- 5.1 住宅人工照明光环境智能控制实验装置的硬件和软件设计 / 165
 - 5.1.1 住宅人工照明光环境智能控制实验装置的硬件设计 / 165
 - 5.1.2 住宅人工照明光环境智能控制实验装置的软件设计 / 170
- 5.2 住宅人工照明光环境智能控制实验结果基于模糊综合评价的验证 / 175
 - 5.2.1 常规控制与智能控制下的视觉与非视觉质量因素比较 / 175
 - 5.2.2 常规控制与智能控制下的控制质量因素的比较 / 181
 - 5.2.3 常规控制与智能控制下能效利用质量因素的比较 / 185
- 5.3 验证结果在住宅人工照明光环境智能控制中的应用 / 186
- 5.4 本章小结 / 187

第6章 总结与展望

- 6.1 总结 / 189
- 6.2 展望 / 192

参考文献 / 193

第1章

绪论

- 1.1 照明的智能控制技术发展背景分析
- 1.2 研究的意义
- 1.3 研究的方法与内容
- 1.4 拟解决的关键问题

在研究住宅人工照明光环境智能控制之前,首先应明确照明的智能控制技术与人工照明光环境智能控制之间的关系。随着智能技术的不断发展,智能化以惊人的速度向国民经济各个领域渗透,其中照明领域也不例外。本课题在1999年研究初期,对国内外照明的智能控制技术的相关研究及进展做了大量的调研及资料的收集工作,当时照明领域能够提供的相关产品与技术相对较少,但在短短4年左右的时间,照明的智能控制技术得到迅速的发展,目前相关产品的种类与技术手段多种多样,并使该技术开始向普及化方向发展。

人工照明光环境智能控制是运用智能控制技术灵活及合理地控制人工照明,其目的是创造一个高质量的人工照明光环境,也就是说照明的智能控制技术和人工照明光环境两个要素是人工照明光环境智能控制的重要组成部分。回顾智能控制在照明领域不断发展的过程,会发现目前的人工照明光环境智能控制还仅仅停留在照明的智能控制技术这一概念阶段,而对如何运用智能的手段合理有效地控制光环境的研究几乎是空白,难怪目前市场上相当一部分产品在使用性能方面不符合人的行为习惯,不符合光环境的控制要求,造成产品有些功能冗余而有些功能不足。实际上,通过智能控制提高光环境的质量是目的,而照明的智能控制技术仅仅是实现这一目的的手段。

本课题研究的住宅人工照明光环境智能控制在建筑物理中的建筑光学方面是一个崭新的领域。同时,在智能控制方面,本研究将以市场上相关的住宅智能控制产品与自主开发的智能控制装置协同工作作为控制手段,通过实现人工照明光环境智能控制获得所需要的光环境实验数据,从而研究和分析出住宅人工照明光环境的智能控制特征。

照明的智能控制技术是实现人工照明光环境智能控制的手段,因而有必要对该技术作全面而系统的分析。

1.1 照明的智能控制技术发展背景分析

1.1.1 国内外照明的智能控制技术现状综述

当前,国外的智能照明控制系统已经广泛应用于建筑领域,而我国的灯光调控使用率不到1%。早在2010年,住房和城乡建设部已要求全国大中城市中60%的住宅实现智能化^[1]。照明作为建筑不可缺少的部分,随着国内外“智能住宅”的大量出现,与之配套的照明的智能控制技术也迅速地向前发展,并成为21世纪照明技术发展的一个重要方向。

国外在照明的智能控制方面研究工作起步较早,已开发出不少智能灯具和照明的智能控制与管理系统,如瓦西特智能照明系统、邦奇智能照明系统、施耐德智能照明系统、美莱恩智能照明系统、路创智能照明系统等,很多品牌具有LED调光及场景转换功能;国内在照明的智能控制技术方面的研究也相当迅速,如智能住宅中心控制系统(IHCC)、立维腾智能照明系统、瑞朗照明智能控制技术系统、欧普智能照明系统等。

1.1.2 影响照明的智能控制技术发展推广的因素

住宅照明的智能控制提高了住宅人工照明光环境质量和住宅价值,以及为节约能源和保护环境提供

了可靠途径,这也是实现人居环境可持续发展的关键技术之一,并且具有极为广阔的应用前景。总的来看,住宅照明的智能控制技术的广泛应用有赖于以下诸多方面因素的发展与进步。

1. 住宅产业的发展

改革开放三十多年来,我国人民的衣、食、住、行这生活四大要素发生了巨大的变化,住是其中要素之一,人生 2/3 的时间在住宅及居住环境中度过。据联合国统计^[2],一个国家正常的住宅建设指标为:每年住宅建设投资一般占基本建设投资的 30% ~ 50%,约占国内生产总值(GDP)的 5%;住宅的建设约占国家工程建设量的 50% ~ 60%,可见住宅建设在社会发展中的地位。

同时,住宅又是耐用消费品,使用周期很长,性能标准的定位要考虑在住宅全寿命期间有较大的适应性,使之可持续利用。要有适度的超前性,因为随着居住模式、生活水平、科技发展水平等诸多因素的变化,人们对住宅居住环境的要求也在不断提高。总之,住宅产业的发展,其核心动力是为人创造高品质的居住空间和居住环境,有效地发挥科技的价值、自然生态的价值、空间构成的价值、环境的再创造价值及人文价值等。譬如,要创造健康、舒适的建筑物理环境(包括声、光、热环境),就要充分考虑绿色技术、智能技术等因素对住宅的居住主体——人的影响。

2. 居住观念的变化

随着我国城市居民生活水平的不断提高,对生活质量的追求也在不断发生变化,用恩格尔系数作为衡量一个社会或家庭富裕程度的标准,高于 59% 为贫困型,50% ~ 59% 为温饱型,40% ~ 49% 为小康型,低于 40% 为发达国家标准(富裕型),低于 20% 为最发达国家(最富裕型)。2016 年初国家统计局有关人士介绍^[3],最近几年体现居民消费结构的恩格尔系数都在下降,从 2013 年的 31.2% 降到 2014 年的 31%,2015 年进一步下降到 30.6%,我国人均国民生产总值已超过 7300 美元(2014 年),2022 年中国将成为高收入国家,人均 GDP 达到 12600 美元,从我国当前的发展水平来看,人们将普遍具有追求高质量居住环境的要求。目前对住宅室内居住环境的要求正在由以生理需求为主的发展中社会向休闲、理念为主的发达社会发展(图 1-1)。随着经济的发展,人民生活水平将由物质型向文化型转变以及生存型向文明型转变,对住宅更高层次的追求将不断加强。20 世纪 90 年代以后,人们的观念已从居住保障型、安居型向舒适型、享受型转变,讲究居住质量、提高居住水平成为人们追求的目标。对住宅功能的需求将出现多元化的趋势,人们将更多地关注居室内儿童的健康成长、老年人保持愉悦的心境、残疾人使用方便、多代人亲密相处、良好的室内物理环境(声、光、热环境)以及科技进步给住宅带来的新功能。丘吉尔曾经说过“人造住宅,住宅创造人生”,当我们创造了良好的住宅环境的同时,这一环境也创造了我们健康的性格和良好的心情。

当今社会,信息技术(IT)给人的居住观念带来了巨大的变化,互联网(Internet)甚至冲击了传统的办公观念,模糊了办公室与居室的界限。“SOHO”(Small Office Home Office,即在家办公)住宅使得从事文字处理、写作、广告设计、建筑设计、网页制作、软件编程等的工作人员在家办公成为现实,商务人员甚至足不出户便可完成电子商务(E-business)交易,网上购物梦想成真。由此看来,人们在家办公的时间和机会大大增加,为“SOHO”群体创造高质量的住宅办公照明环境显得尤为重要。

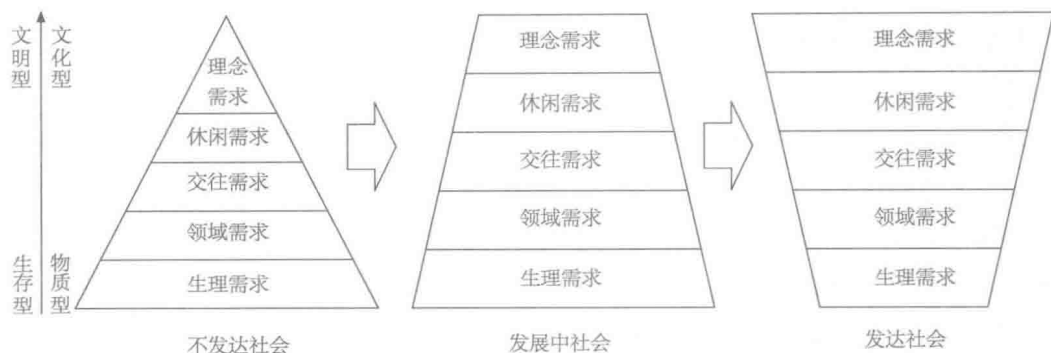


图 1-1 不同社会人的需求层次变化图

3. 智能住宅与智能技术的发展

智能住宅在 20 世纪 80 年代中期起源于美国，并在美国得到了迅速发展。在我国，智能住宅是近 10 年才发展起来的，并且随着相关技术，如计算机技术、通信技术、网络技术、信息技术、自动化控制技术、办公自动化技术的普及和应用而不断发展。智能住宅实质上是将各种家庭自动化设备、计算机及其网络系统与建筑技术及艺术有机结合的产物。现在许多新型家电都有与家庭总线系统（HBS）相连的通信接口，便于实现家电的智能化控制。照明的智能控制系统既可以作为智能住宅的子系统，与其他子系统共同构成家庭智能控制系统，也可以自成体系，对住宅各房间的照明实施单独控制。

智能化不是面面俱到，换句话说，它不能太“聪明”，必须同某一时期老百姓的生活水平相适应。从目前总体发展状况来看智能化有一定的超前性，但对于经济发达地区和部分中高收入人士来说，智能化并不是梦想。国内住房购买者虽然对智能化尚未如此看中，但智能化确实已成为影响人们居住的一个因素，一方面，个人购房时代是突出个性的时代，人们对居住环境的要求越来越高；另一方面，购房者中有相当一部分三十几岁事业有成、收入稳定的白领，他们对高科技有着极大的偏好。

4. 照明及照明控制科技的发展

1) 荧光灯光效的改善

荧光灯技术的发展相当迅速，光源和控制电路的改进使光源的光效从 1940 年的 35lm/W 发展到现在的 100lm/W 以上，灯的寿命从 2000h 发展到现在的 15000h。三基色荧光灯大大提高了荧光灯的显色性，涂敷多光谱带荧光粉的荧光灯有极高的显色性（显色指数达到 90）和较高的光效。

2) 荧光灯的调光技术日臻完善

对于良好的荧光灯调光器，它必须同时安装具有重新点燃和加热阴极的辅助元件，才能正常进行调光。目前，荧光灯调光技术已接近成熟。如选用特殊镇流器的充氩荧光灯，可调至正常光输出的 1%，任何水平上都能获得令人满意的再启动。

3) LED 灯的广泛应用

LED 灯的发展速度极为惊人，自 20 世纪 60 年代诞生至今，技术上的进展总超出市场的预期，尤其是 LED 灯以其灵活的布置、便捷的控制方式以及光谱的不断改进越来越广泛地应用于住宅照明当中。

4) 遥控开关技术的发展

目前,家用开关朝着高档化、多功能化以及智能化方向发展,如邦奇、施耐德电气、美莱恩(Melion)电气、路创电子、立维腾电子、雷士光电等。

5) 数字调光系统的发展

如基于ICE929修订草案之上的可寻址调光系统(DALI, digital addressable lighting interface)技术标准已被世界上主要镇流器厂商采纳,如Osram、Magne Tek、Vs、Insta、Tridonic等。可寻址调光系统不需要开关,灯具可以利用镇流器的可寻址功能预先设置照明亮度和控制编组^[4]。

6) 传感器技术的发展

照度传感器、被动红外传感器、微波传感器、超声波传感器、用于人脸识别技术的图像传感器、智能传感器等各种传感器的技术日趋成熟,已经开始应用于智能建筑的各个领域。

5. 视觉科学的发展

如中间视觉理论、光谱的等效亮度理论、视亮度理论等用于电光源的开发,以及改善房间的视觉效果等方面均产生了积极的作用。

1.2 研究的意义

当今信息化时代,随着科学技术的进步,人们的物质和精神生活水平的提高,人们的生活和居住方式向追求文明的方向发展,从国际文明居住标准的内涵也体现了这一点,国际文明居住标准是世界各国占主导地位的先进居住水平的综合反映。其指标体系既包括居住的社会、经济、文化和住区环境方面的宏观指标体系,又包括居住水平的数量和质量方面的微观指标体系。这一标准也适用于住宅照明领域,国际文明居住标准有以下四个基本特征^[5]。

1. 人性化特征

20世纪,随着生产生活质量问题的提出,人类对居住的需求已从“人适应房”转向了“房适应人”。国际文明居住标准将“以人为本”充分考虑现代人对居住生活的多元化、个性化的发展需求,满足人类对住宅的心理和精神感觉及社会性需要,成为住宅发展的趋势。充分体现社会对人的关心,已成为现代住宅建筑的灵魂。

2. 社会性特征

国际文明居住标准使得住宅成为人类文化进步和文明的载体,更强调居住同社会发展水平、人类对物质生活和精神生活需要满足的融合,特别是体现现代核心家庭形成后的新型家庭文化,为居民创造有利于自下而上发展物质和精神文明的条件,体现不同家庭、职业、文化、年龄的和谐统一。国际文明居住标准要求住宅建设体现更多的个性,包括民族性、地方性和时代性。

3. 科技性特征

人类居住水平的提高,始终是以科技进步为基础的。国际文明居住标准要求充分体现现代科技的进步和创新,尽可能地将现代环境、生态、智能、潜能等新技术融入住宅建设和居住生活之中,使住宅成

为人类科技文明的载体。

4. 可持续性特征

自1976年首届联合国人居大会召开以来,人类住区的可持续性发展,已成为世界人居发展的基本目标和准则。因此,国际文明居住标准,要求住宅建设应有效、合理地使用土地、空间、水、空气、能源和生活资源,向居住者提供充分和配套的基础设施和服务,以促进经济、社会和环境协调发展。可持续性国际文明居住标准最重要和最为综合性的特征之一。

这种文明居住标准对照明的要求也越来越高,要求照明满足人们的生理和心理需要,使工作、生活、学习的场所成为个人满意的、幸福的和有利于健康的场所。因此,创造出满足人们心理和生理舒适的室内人工照明光环境已成为当前国际上照明工程界关注的焦点,国际照明委员会(CIE)召开了专题研讨会,研讨有关舒适、灵活和个性化照明问题。为了达到照明舒适要求,采用变化照明的技术将是住宅照明发展的一个重要趋势——即在时间和空间上有高度调节性能的人工照明光环境智能控制技术,使光量、光方向和光色等按个人的需要灵活地变化,同时要满足不同年龄、性格、性别、爱好、生理特征、健康状况和工作内容的使用者对照明提出的不同要求,以及满足人们的生物节律的要求,使人工照明光环境达到个性化、人性化、社会化的要求,要实现这一目标,采用照明的智能控制技术是必不可少的手段,这充分体现了照明的科技性特征。

当然,实现人工照明光环境智能控制的所有手段应采用绿色照明的技术手段,它充分体现了环境的可持续性特征。

因而,本研究的意义在于实现具有人性化的、社会性的、技术先进的(科技性)、绿色的(可持续性)人工照明光环境智能控制。

1.3 研究的方法与内容

高质量的人工照明光环境应把握好如何充分考虑人工照明光环境质量各因素对光环境的整体影响,以便通过智能控制的手段调节尽量少的指标来创造满意的人工照明光环境。倘若在前期工作中对人工照明光环境质量考虑不周,仅通过后期工作创造一大批控制指标对该光环境实施智能控制,必然造成控制系统的庞大冗余,且增加了系统的不稳定性,实时性较差,甚至会出现“模糊性爆炸”(随着推理路径的增长,其模糊性将增大)^[9]。基于此,应做好以下几方面的研究工作。

1. 研究住宅室内行为活动与人工照明光环境的关系

高质量的住宅人工照明光环境智能控制系统应该是建筑学专业、照明工程专业和自动控制专业技术的综合运用和高效整合,研究照明与住宅室内行为活动的关系是建筑学的范畴,是对行为学、人体工效学、建筑心理学、环境心理学的综合运用,是确定合理的人工照明光环境智能控制的前提条件。事实上,合理的照明控制策略应符合人的行为习惯和视觉习惯,智能化不等于控制的复杂化,在目前智能技术尚未成熟的时期,研究如何构建人工照明光环境的智能控制方法、满足什么样的居住形式和生活方式、照明如何适应外界环境的变化等方面的内容是必要的,而不是一味地追求面面俱到的高智能。

2. 研究住宅人工照明光环境质量

本书所研究的智能控制的主体是住宅,人工照明光环境质量应充分体现住宅的照明特性,而非办公环境下的特性,目前国内外学术界对住宅人工照明光环境质量的研究相对较少。提高住宅人工照明光环境质量是实现人工照明光环境智能控制的目的,也是照明工程及其建筑光学研究的范畴。具体研究方法是参考国内外现有的技术资料并结合问卷调查与现场测评的方式确定住宅人工照明光环境质量。问卷调查与现场测评是通过运用人工照明光环境质量语言差别分级量表,对抽样群体进行问卷调查与现场测评,再通过因素分析、相关分析等手段,确定光对人的心理影响程度,让被试者对人工照明光环境质量差别作出判断。总之,本书需要根据调查结果研究不同光量、光色等对人的生理和心理在不同环境下(如季节变化、日常生活、会客、团聚等不同气氛)的影响程度,并在照明科技和医学研究成果的基础上,利用模糊数学、层次分析法对人工照明光环境质量进行综合评价。

3. 研究住宅人工照明光环境智能控制

在住宅人工照明光环境的智能控制方面,本书将分别对基于现有技术和认识水平的住宅人工照明光环境智能控制及具有较高智能水平的住宅人工照明光环境自主型智能控制进行研究,前者符合当前的技术和认识水平的需求,具有实用性和市场推广潜力;后者则代表了未来住宅人工照明光环境智能控制的一个发展方向,具有前瞻性和潜在的应用价值。

自主型智能控制依赖于通过传感器、模糊神经网络的协同工作对人工照明光环境作出判断,而现有技术和认识水平的智能控制需借助人脑完成部分工作作出相应的判断。

1.4 拟解决的关键问题

- (1) 家庭行为活动如何对住宅人工照明光环境产生影响?
- (2) 如何归纳和总结住宅人工照明光环境质量各因素,并且如何在住宅人工照明光环境智能控制中充分考虑这些因素?
- (3) 如何实现住宅的人工照明光环境的智能控制?
- (4) 用什么样的实验手段对住宅人工照明光环境的智能控制进行验证?

第2章

家庭行为活动对住宅人工照明光环境的影响

- 2.1 住宅人工照明光环境现状分析
- 2.2 公共行为活动对客厅人工照明光环境的影响
- 2.3 私密行为活动对卧室人工照明光环境的影响
- 2.4 学习工作行为对书房人工照明光环境的影响
- 2.5 炊事行为对厨房人工照明光环境的影响
- 2.6 餐饮行为对人工照明光环境的影响
- 2.7 个人卫生行为对卫生间人工照明光环境的影响
- 2.8 交通行为对过渡空间人工照明光环境的影响
- 2.9 本章小结

2.1 住宅人工照明光环境现状分析

为了较为全面地了解住宅室内人工照明光环境状况,笔者对重庆市及部分其他地区的45人进行了住宅照明现状的问卷调查,其中多数是1997年后装修的个人所购住房或集资房,住宅建筑面积在70~140m²之间,且普遍具有4~12年的使用期,问卷调查结果反映了住户对人工照明光环境状况的如下要求。

2.1.1 不同年龄段对人工照明光环境状况的要求有所不同

1. 老年人对照明的明亮水平要求高于年轻人。
2. 年轻人对照明的艺术效果需求高于中老年人。
3. 各年龄段普遍要求具有灵活的照明控制方法,但侧重点不同,一般老年人希望控制方式便于记忆和识别,且控制方便、节能;年轻人对照明的场景变化及照明的艺术表达力等方面的控制要求较高。
4. 年轻人更希望照明具有体现不同气氛的场景变化功能。
5. 白炽灯的使用量大于荧光灯(包括紧凑型荧光灯)的使用量。
6. 中老年人对于灯光的显色性要求高于年轻人,对灯具产生的眩光比年轻人敏感。
7. 不同年龄段都具有较强的节能意识,中老年人的意识高于年轻人,但普遍对光源的选择缺乏科学的认识。

2.1.2 缺乏住宅人工照明光环境的科学设计

近几年,新建的住宅要求配电线路到户即可,不作灯具的具体定位布置,给用户二次装修提供了认真考虑设计人工照明光环境的机会。然而,由于我国目前缺乏照明设计的专门人才,装修设计人员大多不具备照明技术和照明艺术的综合修养,照明设计随意性、盲目性较大,且不节能。

2.1.3 对老年人和未成年人所处的人工照明光环境重视不够

在调查中,拥有老年人的主干家庭(两代以上,每代只有一对夫妇)的客厅人工照明光环境格调以年轻夫妇为主体,对老年人和未成年人的关注不够。老年人单独居住的家庭照度偏低,这种原因与老年人平日节俭有关,但同时也反映出老年人对日常人工照明光环境状况缺乏足够的重视。

未成年人的眼睛尚未发育定型,极易造成近视,客厅照度偏低或偏高、眩光、房间各表面亮度分配不合理、荧光灯的频闪现象、LED裸灯的蓝色光谱成分等都不利于未成年人视力的健康发育。

2.1.4 卫生间人工照明光环境状况不满意程度较高

在调查中许多人喜欢在卫生间排便时坐在坐便器上看报纸或杂志,他们普遍认为照度较低。事实上这种习惯虽然不好,但卫生间阅读是放松心情、调节工作和学习压力的一种好的方法。此外,人们普遍对夜间去卫生间排便(起夜)的灯光过强感到不适。