

# 住宅起居室人工照明光环境视觉印象综合评价

雍 静, 张 瑞, 王晓静, 李国会

(重庆大学 输配电装备及系统安全与新技术国家重点实验室, 重庆 400044)

**摘 要:**在对中国典型居住建筑入户现场调研分析的基础上,搭建起居室人工照明光环境实验模型,确立空间感、愉悦性、隐私感、清晰度、有序性、放松感、色温引起感受以及眩光等心理评价指标,根据抽样调查及专家评分建立其属性矩阵。采用均方差决策法建立起居室人工照明光环境综合评价函数,并利用专家评分对综合评价函数进行可行性验证。研究表明:该综合评价函数与专家评价函数吻合较好,可用于居室人工照明光环境评价;0.75 m 水平面平均照度 150 lx 左右,照度均匀度在 0.4~0.5 的照明光环境中,人们的心理满意度高,照度均匀度大于 0.6 的照明光环境,人们的心理满意度低。

**关键词:**起居室;人工照明光环境;属性矩阵;综合评价函数

中图分类号:TU113 文献标志码:A 文章编号:1674-4764(2010)03-0094-06

## Comprehensive Evaluation of the visual impression of Artificial Lighting Luminous Environment for the Residential Living Room

YONG Jing, ZHANG Rui, WANG Xiao-jing, LI Guo-hui

(State Key Laboratory of Power Transmission Equipment & System Security and New Technology, Chongqing University, Chongqing 400044, P. R. China)

**Abstract:** Based on the field survey and the analysis of typical civil residences, a experimental model of artificial lighting luminous environment for residential living rooms was established, and psychological evaluation indexes including spaciousness, pleasantness, privacy, clarity, order, relaxation, subjective impression of colour temperature and glare were made. Furthermore, the property matrix was set up after sampling survey and evaluation of lighting experts. With the method of mean square deviation, a comprehensive evaluation function was proposed for living room with verification by experts grading. It is found that the comprehensive evaluation function matches experts grading very well. For the average illumination of about 150lx at the horizontal plane of 0.75m, people would get the higher psychological satisfaction when the uniformity of illumination is 0.4 to 0.5 in artificial lighting luminous environment, while the lower psychological satisfaction would get when the uniformity of illumination is greater than 0.6.

**Key words:** living room; artificial lighting luminous environment; property matrix; comprehensive evaluation function

收稿日期:2009-12-18

基金项目:国家科技支撑计划课题(2006BAJ02A03-01)

作者简介:雍静(1964-)女,副教授,硕士生导师,主要从事建筑智能化研究,(E-mail)yongjingcq@yahoo.com.cn。

起居室是住宅中最受关注的一部分,是家庭娱乐、休闲、交谈、团聚以及会客的场所,有关资料对全国9大城市752户的综合调查显示,晚饭后家庭每周团聚3次以上的达78.5%,亲友来访每周1次以上为40.5%,以上活动发生在客厅中的概率为72.8%<sup>[1]</sup>。为了较全面地了解起居室人工照明光环境现状,课题组选取中国光气候分区中第Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ光气候区中代表城市北京、上海和重庆入住3~5 a共150户典型住宅做入户调研,结果显示,目前起居室照明仍存在不足以及用光的盲目性,例如,北京22.5%的起居室达不到100 lx照度值,19%的家庭使用极易产生眩光的灯具<sup>[2]</sup>。

第26届CIE(International Commission on Illumination)在室内人工照明研究领域,探讨以人为本的照明研究,提出在对照明光环境满意度(舒适度)进行评价时,应重点研究光环境照明质量的评价系统<sup>[3]</sup>,探索影响光环境舒适度的主要原因<sup>[4-8]</sup>和改进现有的眩光评价系统<sup>[9]</sup>。

国内外在照明光环境对人的视觉印象方面做了大量的研究。Ayse Durak系统地分析不同的照明方式(general lighting, wall washing and cove lighting)、照度等对同一认知空间的不同影响,通过定性实验,得到间接照明与低照度的照明组合方式让人更加放松,有较强的隐私感;一般照明或半直接照明与高照度的照明组合方式让人感觉清晰度高;半直接照明与高照度的照明组合方式让人感觉空间宽敞度高,并且室内空间秩序性强;间接照明或半直接照明方式让人感觉空间愉悦性强,空间的照度水平对此没有很大的影响<sup>[10]</sup>。但缺乏视觉印象对整体满意度影响的评价体系的建立。

住宅人工照明光环境视觉评价是一项较为复杂的工作,涉及很多因素,如:居室天棚、墙面、地面的材料质地、光反射性质、色彩、色饱和度、家具、饰物、装修造型等。其中有些因素极具个性化色彩,同时考虑每一种因素在视觉评价中的影响非常困难。值得一提的是,对北京、上海、重庆这3个具有代表性城市的调研结果表明:在目前居住条件下,多数居民住宅的起居室格局、装修、家具布置和墙面、地面材

料的色调都是以浅色系为主,主要的不同点是灯具造型差异和家具颜色。在起居室人工照明光环境中,人们主要关注的视觉范围是人的视线平视范围内,灯具造型对视觉环境不会构成太大影响;而家具颜色的深浅具有个性化色彩,因人而异。正交分析结果显示<sup>[11]</sup>:照度对起居室的影响最显著。因此,为了抓住主要矛盾,简化分析过程,该文在3地调研基础上,在实验室搭建的起居室人工照明光环境模型采用具代表性和大众化的墙面、家具等装修、装饰风格,并且在同一认知的空间进行实验,测取照明质量指标,确定综合心理评价函数,将均方差法引入到人工照明光环境评价中,通过具有客观性的专家评分来验证综合评价函数,该函数的可行性验证说明该综合评价函数模型可用于人工照明光环境的评价领域,为居室人工照明光环境的合理设计提供指导。

## 1 实验环境建立

### 1.1 实验环境平面

3地调研中选取的典型住宅中,住宅建筑面积在60~220 m<sup>2</sup>,其中一室一厅7户(60~65 m<sup>2</sup>)、二室一厅16户(70~100 m<sup>2</sup>)、二室两厅38户(85~140 m<sup>2</sup>)、三室一厅11户(60~108 m<sup>2</sup>)、三室两厅57户(80~150 m<sup>2</sup>)、四室两厅21户(110~220 m<sup>2</sup>)。调研结果显示,89%的住宅起居室与餐厅无隔断,共处于1个空间内,起居室平均面积为21.3 m<sup>2</sup>。在使用灯具方面,58%的家庭起居室天花板上安装花灯,这样看来,空间单调缺少层次感。

选取面积为27.2 m<sup>2</sup>(7.25 m×3.75 m)的实验室模拟起居室环境,并搭建典型住宅起居室人工照明光环境模型,如图1(a)、(b)所示。室内陈设按住宅起居室的一般要求布置,采用的照明灯具如表1所示,心理评价实验的过程中,气温在21~28℃,因此选取中间色调和冷色调的光源。在室内设置80个点(地板砖的相交点)作为实验室光环境照明水平监测点,如图1(a)所示,点与点的间距为500 mm,各点距地高度750 mm。采用TES数位式照度计测量各监测点的照度值和水平照度分布,采用STC4000光谱分析仪测量空间光环境的色温。

表1 室内灯具

灯具类型	光源	灯具型号	灯具规格 L×W×H/mm	安装方式
吸顶灯	8×YDW24-H	opple MX757D	800×800×210	吸顶
筒灯	YPZ220/7-2US	opple MTD1440-WH-P	235×143×104	嵌入
暗槽灯	YZ36RR26	opple MZL11136-WH	1230×50×38	吸顶
	YZ18RR26	opple MZL11118-WH	662×52×39	吸顶
射灯	MR16-35	nvc TLN161/35/24°	97×97×295	吸顶

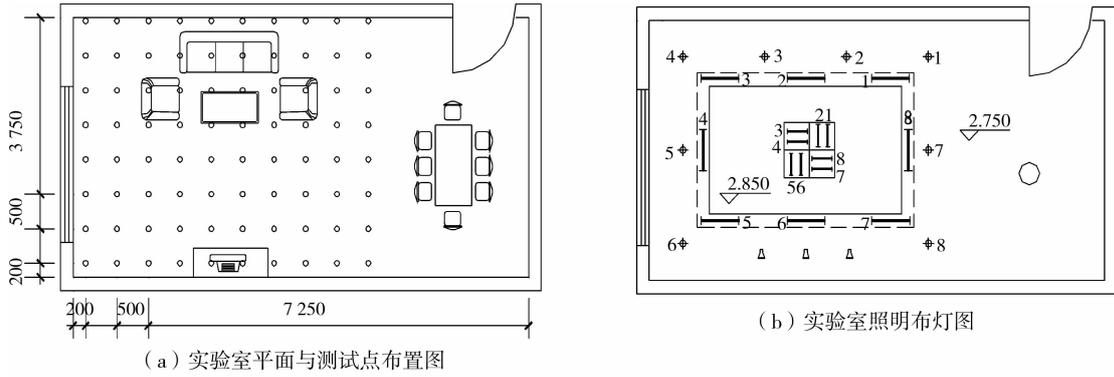


图 1 实验方案图

2.2 实验方案

照明、混合照明,根据人们在生活中对起居室灯具的常用控制方式,确定照明实验方案,如表 2 所示。

3 地调研显示起居室照明方式包括直接照明、间接

表 2 照明实验方案

照明方式	编号	照明方案	0.75 m 水平面平均照度	照度均匀度	直接照明产生的照度比/%	色温
直接照明	1	顶灯 8 个全开	212	0.433	100	7 200
	2	顶灯 2.4.6.8 开	106	0.440	100	7 200
	3	顶灯 1.2.5.6 开	101	0.453	100	7 200
	4	顶灯全开+筒灯全开	257	0.551	100	6 715
	5	顶灯 2.4.6.8 开+筒灯全开	160	0.560	100	6 419
	6	顶灯 1.2.5.6 开+筒灯全开	148	0.526	100	6 000
	7	顶灯 1.5 开+筒灯全开	102	0.645	100	6 945
	8	顶灯全开+筒灯 1.2.3.4 开	224	0.482	100	6 592
	9	顶灯 2.4.6.8 开+筒灯 1.2.3.4 开	120	0.441	100	6 592
	10	顶灯 1.5 开+筒灯 1.2.3.4 开	128	0.413	100	6 307
间接照明	11	暗槽灯全开(100%)	132	0.581	0	5 119
	12	暗槽 1.2.3.5.6.7(100%)+暗槽 4.8(50%)	110	0.572	0	4 954
混合照明	13	暗槽灯全开(50%)+顶灯全开	252	0.456	80	6 753
	14	暗槽灯全开(50%)+顶灯 2.4.6.8 开	141	0.474	70	6 473
	15	暗槽灯全开(50%)+顶灯 1.2.5.6 开	145	0.488	70	6 473
	16	暗槽灯全开(50%)+顶灯 1.5 开	99	0.523	50	6 159
	17	暗槽灯 1.2.3.5.6.7(50%)+顶灯全开	242	0.478	90	6 728
	18	暗槽灯 1.2.3.5.6.7(50%)+顶灯 1.3.5.7	146	0.444	80	6 459
	19	暗槽灯 1.2.3.5.6.7(50%)+顶灯 1.2.5.6	136	0.441	80	6 459
	20	暗槽灯 1.2.3.5.6.7(50%)+顶灯 1.5	85	0.470	60	6 100
	21	暗槽灯 1.2.3.5.6.7(100%)+顶灯 1.2.5.6	198	0.500	50	6 173
	22	暗槽灯 1.3.5.7(100%)+顶灯 1.2.5.6	172	0.532	60	5 658
	23	暗槽灯 1.3.5.7(100%)+顶灯 1.5	132	0.485	60	5 299
	24	暗槽灯 1.3.5.7(50%)+顶灯 1.2.5.6	133	0.460	80	6 173
	25	暗槽灯全开 100%+筒灯全	174	0.614	30	4 911
	26	暗槽灯全开 100%+筒灯 1、2、3、4	155	0.549	20	4 992
	27	暗槽灯全开 100%+电视墙灯	142	0.543	10	5 030
	28	暗槽灯 1.2.3.5.6.7(100%)+顶灯 1.5	151	0.537	30	5 538
	29	暗槽灯全开(100%)+顶灯 1.5	199	0.493	28	5 678

### 2.3 心理评价指标的确定

为研究对起居室人工照明光环境心理效应的评价,首先要建立一套可以反映居室光照优劣的指标体系。建立指标体系的核心原则是科学性和简便性的结合。

国内外在照明环境对人的心理影响方面作了大量研究,Flynn将视觉印象归类为清晰、宽敞明亮、放松、隐私、愉快、有序<sup>[12-15]</sup>。Sorcar、Nuckolls、Erhardt、Ayse Durak在该领域也做了类似的研究<sup>[10]</sup>。眩光的有无或眩光的大小关系到照明质量好坏,是评价照明质量的重要指标,并且不舒适眩光会影响人的视觉心理<sup>[16]</sup>。Banu Manav在色温与人的感受方面做了研究<sup>[17]</sup>,提出高色温使人感觉更舒适,房间更有空间感,低色温让人有放松感,并且人们对色温的喜好与环境温度有关。基于上述,在所建立的起居室人工照明实验模型中确定空间感、愉悦性、隐私感、清晰度、有序性、放松感、色温引起的感受和眩光这8个因素为评价指标。评价结

果用7级语言差别量表,其中很不满意、不满意、较不满意、一般、较满意、满意、很满意分别对应1~7分。

## 3 结果与分析

### 3.1 数据处理

选取68人针对实验照明光环境进行问卷调查,对空间感、愉悦性、隐私感、清晰度、有序性、放松感、色温引起的感受和眩光这8项心理评价指标进行评价,其中专家8人,普通人群60人(20~30岁占78%,30~40岁占22%)。

之后对每个指标的主观评价打分求算术平均值,当某评价分值与平均分相差3级,则认为该数据无效并将其删除,再对剩余的评价分值求平均分,处理后的评价结果见表3。8位专家在相同的实验照明光环境下仅对“整体满意度”进行评价(表3最后一列)。

表3 属性矩阵

权系数评 价指标	普通人群主观评价								专家评分
	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>	W <sub>5</sub>	W <sub>6</sub>	W <sub>7</sub>	W <sub>8</sub>	整体满意度/ $\rho$
照明方式	空间感	愉悦性	隐私感	清晰度	有序性	放松感	色温引起感受	眩光	
1	5.50	3.75	2.25	6.75	5.75	3.00	4.00	4.50	4.50
2	4.50	5.35	4.25	5.50	5.25	4.25	4.00	5.50	5.00
3	3.50	3.50	4.50	4.25	4.75	4.50	3.25	5.50	4.75
4	6.00	5.00	2.50	6.75	4.00	3.75	4.00	2.00	4.50
5	5.00	4.35	2.65	6.00	4.00	3.35	4.35	3.33	3.75
6	4.75	4.75	4.50	4.75	2.50	4.00	4.25	2.50	3.75
7	4.00	3.75	4.50	3.75	3.00	4.50	4.25	2.25	3.25
8	6.00	4.35	2.50	6.35	5.00	3.65	3.00	3.00	4.75
9	5.00	5.00	4.65	5.65	5.00	4.35	4.00	3.65	5.00
10	4.65	4.00	5.35	4.35	4.65	4.35	4.50	4.00	4.75
11	3.00	6.00	5.75	3.75	3.25	6.50	5.35	6.50	6.00
12	4.00	6.00	6.00	3.75	4.75	6.00	5.75	6.75	6.25
13	5.75	4.75	2.75	6.50	4.50	3.50	4.00	4.75	4.50
14	5.00	6.00	4.00	5.50	6.50	6.00	4.00	7.00	6.50
15	4.65	4.35	4.35	5.35	4.35	4.35	4.35	5.67	6.25
16	3.65	4.35	4.00	4.35	5.00	4.65	4.65	5.67	5.35
17	6.35	4.00	2.00	6.65	5.00	3.35	3.35	4.35	4.65
18	5.00	5.00	4.65	5.00	5.00	4.65	4.35	5.35	5.25
19	5.00	5.00	4.00	5.00	4.65	4.65	4.35	5.65	5.25
20	4.00	4.65	5.65	3.65	4.35	5.35	5.00	6.65	5.00
21	6.35	4.65	4.35	6.35	5.35	4.65	5.50	6.35	4.875
22	4.65	5.00	4.65	5.65	4.65	5.35	5.35	5.65	5.00
23	4.65	5.00	5.00	4.65	4.35	5.65	5.00	6.00	5.50
24	4.00	4.65	4.65	4.35	4.35	5.00	3.35	5.65	5.00
25	4.00	5.00	5.00	3.65	3.00	4.65	5.35	2.00	4.00

续表 3

权系数评价指标	普通人群主观评价								专家评分
	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>	W <sub>5</sub>	W <sub>6</sub>	W <sub>7</sub>	W <sub>8</sub>	整体满意度/ ρ
照明方式	空间感	愉悦性	隐私感	清晰度	有序性	放松感	色温引起感受	眩光	
26	4.00	5.33	5.00	3.65	4.00	5.00	5.35	4.35	5.00
27	5.00	5.65	5.00	4.35	3.65	5.00	5.65	5.65	5.25
28	5.65	5.35	5.00	5.65	5.00	5.35	5.00	6.35	6.25
29	4.65	5.00	5.00	4.65	4.35	5.35	5.00	6.00	5.75

3.2 综合评价函数的建立

考虑到评价结果原始数据的特性,人们对各决策客体(评价指标)进行打分的客观性,我们选择基于最大离差与均方差决策法相结合来确定综合评价函数<sup>[18]</sup>,综合评价函数是 8 项心理评价指标的集合,这 8 项评价指标可以全面的反映人们对空间照明光环境的整体满意度,因此,可以认为综合评价函数是整体满意度函数。

令照明方案集为  $A = \{A_1, A_2, \dots, A_{29}\}$ , 心理评价指标集为  $G = \{G_1, G_2, \dots, G_8\}$ , 指标的权向量为  $W = \{W_1, W_2, \dots, W_8\}$ , 并满足  $\sum W_j = 1, W_j > 0$ , 方案  $A_i$  对指标  $G_j$  的属性记为  $Y_{ij} (i = 1, 2, \dots, 29, j = 1, 2, \dots, 8)$ ,  $Y = (Y_{ij})_{m \times n}$  表示方案集  $A$  对指标集  $G$  的“属性矩阵”, 8 个评价指标主观上很难断定其重要程度, 假设它们处于同一重要等级上。

采用最大离差法对评价指标归一化<sup>[19]</sup>:

$$Z = \frac{Y}{7} \tag{1}$$

$$P = \frac{\rho}{7} \tag{2}$$

式中:  $Z = (Z_{ij})_{m \times n}, Y = (Y_{ij})_{m \times n}$ ;

各指标均值  $E(G_j)$

$$E(G_j) = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^{29} Z_{ij} \tag{3}$$

各指标均方差  $\sigma(G_j)$

$$\sigma(G_j) = \sqrt{\sum_{i=1}^{29} (Z_{ij} - E(G_j))^2} \tag{4}$$

各指标权系数

$$W_j = \frac{\sigma(G_j)}{\sum \sigma(G_j)} \tag{5}$$

指标权数向量

$$W = [0.115, 0.102, 0.123, 0.143, 0.106, 0.113, 0.099, 0.199]^T$$

综合评价函数

$$F = \sum Z_{ij} \times W_j \tag{6}$$

3.3 综合评价函数的验证

综合评价函数( $F_i$  函数)与专家评价函数( $P$  函数)的关系如图 2 所示。结果表明:1)  $F$  函数与  $P$

函数曲线的极值点与拐点基本一致,  $F$  函数曲线的极大值点在照明方案 2、9、12、14、18、23、28, 极小值点在照明方案 7、10、13、17、21、25;  $P$  函数曲线的极大值点在 2、9、12、14、18、23、28, 极小值点在照明方案 7、10、13、17、21、25。因此,说明  $F$  函数与  $P$  函数曲线走向保持良好的一致性,  $F$  函数在该文建立的光环境中能正确反映人们对起居室人工照明光环境的心理评价。

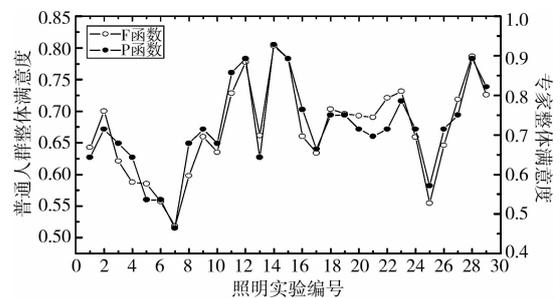


图 2 F 函数与 P 函数

2) 2 条曲线的最大值点均出现在照明方案 14, 最小值点均出现在照明方案 7, 这表明,在直接照明中混入一定比例的间接照明(研究中这一比例为 30%), 0.75 m 水平面平均照度 141 lx, 照度均匀度在 0.4~0.5 的照明光环境中,人们的心理满意度高。而直接照明方式, 0.75 m 水平面平均照度 102 lx, 照度均匀度大于 0.6(研究中 0.645)的照明光环境,人们的心理满意度低。

3.4 综合评价函数的应用

建筑照明设计标准 GB 50034-2004 提出在进行居住建筑照明设计时须考虑照度值和显色指数,并没有将照度均匀度列在其中,根据 SPSS 软件的偏相关性分析<sup>[20]</sup>可以得到,  $F$  函数与平均照度的相关性为 -0.225 9,  $F$  函数与照度均匀度的相关性为 -0.265 4。可以说明,整体满意度与平均照度和照度均匀度都有相关性。并且由图 3 也可以看出,在照明方式 7、25,人们的心理满意度都很低,这 2 种照明方式下, 0.75 m 水平面平均照度都达到国家标准要求,照度均匀度分别是 0.645、0.614;在照明方案 12、14、15、28,人们的心理满意度都很高,且 0.75 m 水平面平均照度都达到国家标准要求,照度

均匀度分别是 0.572、0.474、0.488、0.537。表明,照度均匀度对居室整体满意度有一定的影响作用。

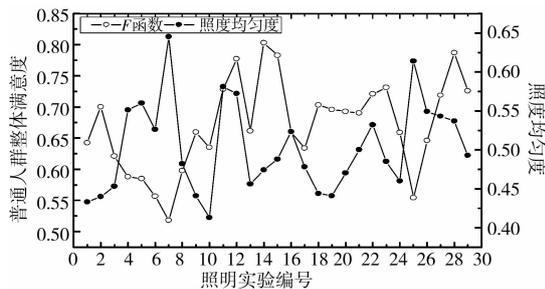


图3 F函数与照度均匀度

## 4 结论

实验与均方差决策相结合,建立起居室人工照明光环境综合评价函数,使综合评价结果更客观。建立的综合评价函数使人们对居室人工照明光环境的认识更加直观明了。专家评分对评价函数的可行性验证说明该复合模型及所建立的综合评价函数可用于人工照明光环境的评价。

### 参考文献:

- [1] 赵冠谦. 居住生活实态与室内空间环境——实态调查综合分析[M]. 居住模式与跨世纪住宅设计. 北京: 中国建筑工业出版社, 1995: 26-31.
- [2] 刘伟, 王晓静. 北京住宅室内照明光环境调查与分析[J]. 灯与照明, 2008, 32(3): 17-20.  
LIU WEI, WANG XIAOJING. Investigation and Analysis about Indoor Illumination of Light Environment in Beijing Houses[J]. Light & Lighting, 2008, 32(3): 17-20.
- [3] NAKAMURAY, YOSHIKI, SHIMAZAKI, et al. Method of discomfort glare estimation applicable to wide range of source sizes[C]//Proceedings of 26th Session of the CIE, 2007, 1(26): 41-44.
- [4] CHUNHG T M, CHEUNG H D, NG R T H. Physical parameters affecting the subjective evaluation of daylight indoor residential environment based on a user assessment survey[C]//Proceedings of 26th Session of the CIE, 2007, 26(1): 27-30.
- [5] POPF. Residential energy efficient lighting [C]//Proceedings of 26th Session of the CIE, 2007, 26(1): 51-54.
- [6] MARTINE K. Use of colour: considerations & applications[C]//Proceedings of 26th Session of the CIE, 2007, 1(26): 78-81.
- [7] MANAV B, ONAYGIL S, GULER O, et al. Effects of different colour temperatures and illuminance level on the preferen of wall colour at offices [C]//Proceedings of 26th Session of the CIE, 2007, 1(26): 82- 85.
- [8] SCHLANGEN L J M. Health and well-being effects of high color temperature light[C]//Proceedings of 26th Session of the CIE, 2007, 1(26): 86-89.
- [9] KIMW, KOGA, SHIK, et al. Evaluation of discomfort glare from daylight[C]//Proceedings of 26th Session of the CIE, 2007, 1(26): 170-173.
- [10] AYSE DURAK, NILGUN CAMGOZ OLGUNTURK, CENGIZ YENER, et al. Impact of lighting arrangements and illuminances on different impressions of a room[J]. Building and Environment, 2007, 42: 3476- 3482.
- [11] XIAOJING WANG, WEI LIU, LIQIANG ZENG, et al. An Experimental Study on the Artificial Lighting Environment Evaluation of the Residential Living Room [C]//International Conference on Sustainable Development in Building and Environment, 2009. 10: 62.
- [12] FLYNN JE, SPENCER TJ, MARTYNIUK O, et al. Interim study of procedures for investigating the effect of light on impression and behaviour[J]. Journal of the Illuminating Engineering Society, 1973, 3(2): 87-94.
- [13] FLYNN JE. A study of subjective responses to low energy and nonuniform lighting systems[J]. Lighting Design and Application, 1977, 7: 6-15.
- [14] FLYNN JE, SPENCER TJ. The effects of light source color on user impression and satisfaction[J]. Journal of the Illuminating Engineering Society, 1977, 6: 67-79
- [15] FLYNN JE, HENDRICK C, SPENCER TJ, Martyniuk O. A guide to the methodology procedures for measuring subjective impressions in lighting[J]. Journal of the Illuminating Engineering Society, 1979, 8: 95-110.
- [16] 孙建民. 电气照明技术[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1998: 214-230.
- [17] BANU MANAV. An experimental study on the appraisal of the visual environment at offices in relation to colour temperature and illuminance[J]. Building and Enviroment, 2007, 42: 979- 983.
- [18] 杜关记, 郑毅. 均方权值决策法在深基坑支护方案优选中的应用[J]. 土工基础, 2006, 12: 67-69.  
DU GUANJI, ZHENG YI. Application of Mean-Squared Deviation Weight Decision in the Optimization of Deep Foundation Bracing Scheme[J]. Soil Engineering and Foundation, 2006, 12: 67-69.
- [19] ZHIBIN WU, YIHUA CHEN. The maximizing deviation method for group multiple attribute decision making under linguistic environment[J]. Fuzzy Sets and Systems, 2007, 158: 1608- 1671.
- [20] 余建英, 何旭宏. 数据统计分析与 SPSS 应用[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2003: 173-176.

(编辑 胡 玲)