

基于微气候舒适度的城市住区景观品质评价

——以冬冷夏热地区为研究区域

刘岳坤¹,朱竹墨²

(1. 安徽建筑大学城市建设学院,安徽 合肥 238376;2. 合肥工业大学建筑与艺术学院,安徽 合肥 230601)

摘 要:以微气候环境为视角,以城市住区景观环境为对象,以品质提升为目标,从城市住区微气候舒适度的影响因素及其影响机制的分析入手,通过基础调研、文献研究、专家咨询,层次分析等方法,以冬冷夏热地区作为研究区域,结合“微气候-景观要素及其控制变量”之间的关系来构建基于微气候舒适度的城市住区景观品质评价指标体系,并依据该体系在冬冷夏热地区的典型城市(合肥)中选取具有代表性的居住区进行了评价实践。

关键词:微气候;住区景观;景观品质;评价因子;评价体系

中图分类号:TU986.2 **文献标志码:**A

据有关部门统计,我国每年新增城市人口约为2 100万,城市化的快速发展加速了住区的建设。一些房地产开发商为了谋求商业利益而忽视设计对微环境的改善,加上城市气候的异化,导致住区微气候环境质量下降。因此,怎样的设计才能在区域或局地气候欠佳的情况下也能够创造出良好的微气候,这已成为当前亟待解决的问题。笔者从微气候角度出发,以景观微气候品质提升为目标,尝试建立基于微气候舒适度的城市住区景观品质评价指标体系,以期当前城市住区景观微气候环境作出“诊断”,并为后续的住区建设提供理论支撑。

一、微气候舒适度及景观品质相关理论研究

1. 微气候及其舒适度
气候是在某一地区中,随着时间推移而

产生的平均天气特征的概括^[1]。在时空尺度上可将气候分为大、中、小(局地气候与微气候)3种气候类型。微气候是小尺度层次上的主导性气候,一般产生于较小的空间范围,具有持续时间短、作用强度小等特征。

在一定的空间环境中,在各有关影响因子的综合作用下,人在不利用其他工具或力量时,也能感觉身心舒适,这样的微气候即可判定为舒适的微气候。微气候舒适度是对舒适微气候进行的数值化描述,是一种量化的形式,是反映景观微气候品质的一个重要指标。目前,在微气候舒适度的研究中,国内外学者已构建出多种计算与评价模型,如Confa法、TS-Givoni法、WBGT法等。Confa法提出了用来计算人体能量平衡的公式,TS-Givoni法建立了人体室外热舒适度线性回归方程,用来计算热舒适度综合指数^[2-3]。上述模型多采用直接观测的方式,收集相关数

据后计算综合指数,而没有单独分析微气候因子与景观要素及其控制变量(物种类型、色彩、材质、物理特征、生物特征等)之间的关联性。因此,笔者借鉴其研究方法和相关指标,并结合“微气候-景观要素及其控制变量”之间的关系来构建评价指标体系。

2. 景观品质及其评价理论

人们最初理解的“景观”含义同汉语中的“风景”“景致”“景色”相一致,也等同于英语中的“Scenery”,都是视觉美学层面上的概念^[4]。但随着近代科学的发展,对景观的定义更加全面,人们不再停留于视觉美学层面的含义,而是从环境要素实体的角度出发,融合了美学、生态学、地理学、人文科学等多个方面的内容^[5-6]。

景观品质是指景观的品性、特性、质量^[7]。从最初的定义可以看出,“视觉美”被认为是景观的第一大特性,因此,形式美学被看作是景观品质的重要体现。但随着人们认知水平的提高和研究的深入,风景园林学科愈加突显出学科交叉的特性,研究人员除了风景园林师以外,还有相当比例的人来自心理学、地理学、生态学等领域^[8]。他们把各自的研究成果和研究方法运用到景观美学评价中,由此出现了众多的学派^[9]。学科交叉的同时也决定了研究方法的多学科特性,风景美学、环境科学、数学、计算机科学等学科的发展给景观品质评价带来了新的思路和方法。评价内容也区别于之前的单一品质评价,并朝着多方面品质全面考察的综合评价方向发展。例如,运用数学的相关理论(拓扑理论、模糊数学理论等),出现了加权平均法、模糊综合评判法等评价方法。计算机技术的发展(如评价软件的开发、GIS技术、测量技术等)使评价过程更加便捷,评价结果更加科学合理。

人们对“景观品质”的理解经历了从单一的视觉美到多方面品质的综合。20世纪80年代,国外的评价理论引入国内,并在相关评价实践中得以运用,但绝大多数还停留在美学层面,或仅仅评价景观的某一特性。

当代中国,随着城镇化进程不断加快及城市环境问题的出现,人们愈发觉得“能创造新鲜的空气”“舒适的使用空间”等是景观应有的“品质”,越来越多的地产开发商也打着“生态”“低碳”“天然氧吧”的旗号宣传自己的产品。这种认知以及价值取向的转变也正在推动着景观品质评价的发展。

二、微气候舒适度的影响因素及其相互作用

1. 微气候舒适度的影响因素

影响微气候舒适度的因素多而繁杂,但主要有3个方面,分别是大环境因素、微环境因素和个体因素。

大环境是背景性因素,包括区域气候、区域地理环境等;微环境主要是微气候对人体舒适性的影响,而施加这一影响的主要因素是下垫面格局(建筑物、构筑物、水体、广场、道路、植被、土壤等),不同的空间格局深刻地影响着空间内的微气候质量,影响人体舒适度;个体因素主要体现在个人体质差异、心理差异等方面,体质较好的人的微气候舒适度范围相对于体质弱者大,个人的心理因素也会影响微气候舒适度,如色彩的温暖感等。

2. 气候对人体舒适度的影响

气候与人之间是相互影响的,比较而言,气候对人的影响更大。气候对居民的影响通常表现在不同气候因子对人体舒适度的影响,气候的季节变化与日变化深刻地影响着人们生活的方方面面;同时,人也会对气候产生影响。从大的范围来看,全球变暖、海平面上升正是人类影响气候的重要表现;从小的范围来看,人对气候的影响力表现得更为明显,人类的各项经济建设活动改变了地表构成,也影响了微气候环境,如城市性气候、城乡气候差异正是人类活动的结果。根据孙松林和杨柳等学者的研究,笔者将微气候舒适度的范围分为3个梯段范围和2种界点(见图1)。

最佳界点:微气候舒适度达到最优状态(理想值);舒适梯段:各微气候因子所构成

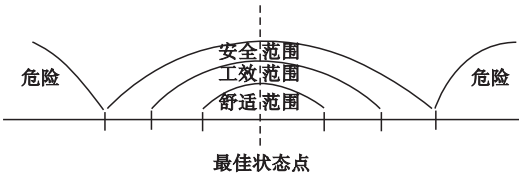


图 1 舒适度分析的梯段与界点

的微气候环境能够使人感觉舒适;工效梯段:在此梯段范围内人能够提高并保持较好的工作效率;安全梯段:人体各项机能保持基本正

表 1 各微气候因子舒适度范围值

舒适范围	日照强度/($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$)	空气温度/ $^{\circ}\text{C}$	相对湿度/%	风速/($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	空气污染指数 API
最佳界点	3	25	45	2.5	≤ 50
舒适梯段	< 5	24 ~ 26	40 ~ 50	0.5 ~ 3.5	≤ 100
工效梯段	5 ~ 10	17 ~ 33	30 ~ 70	0.1 ~ 7.3	≤ 200
安全梯段	10 ~ 30	10 ~ 42	30 ~ 85	0 ~ 17.2	≤ 300
危险区域	> 30	< 10 或 > 42	< 30 或 > 85	> 17.2	> 300

实际环境中,微气候舒适度是各微气候因子综合作用的结果。一般认为空气温度、相对湿度、风速等对人体的舒适性影响最大^[17]。在人体舒适性评价模型中,最为著名的是 E. C. Thom 提出的不适指数模型,也称之为温湿指数^[18]:

A. 无风状态下,不适指数为

$$I_d = 0.72(T + T_w) + 40.6$$

B. 日晒和有风状态下,不舒适指数为

$$I_d = 0.72(T + T_w) - 0.72\sqrt{u} + 0.03j + 40.6$$

其中, j 为日射量(W/m^2), u 为风速。

研究认为,当不适指数值低于 60 时,人会感觉寒冷,超过 70、75、80 时分别有 10%、50% 和 100% 的人感觉不舒适^[19]。因此,根据不适指数的大小来判定微气候环境的舒适性具有较强的操作性与便捷性。

3. 气候与景观的相互作用关系

大范围的气候会影响到地域景观,这种影响通常表现在景观的形式、形态、要素、选址和布局等方面的不同。反过来,景观也具有反作用力,会影响到具体空间中的微气候环境。这种影响力主要与下垫面的景观要素及其控制变量有关(见图 2),正是这些变量的改变才进一步影响了空间的微气候环境质量。笔者将住区景观要素概括为建筑物、植

常且不受损伤;危险界点:超出这个范围,则危险性大大增强。

以上划分标准是按照绝大部分人的舒适性感受为依据,也不排除个别群体由于个体差异导致的舒适度范围的差异性。3 个梯段具有包含与被包含的关系。笔者根据相关研究成果^[10-16],总结出各微气候因子的舒适度范围值(见表 1)。

被、土壤与地形、水体、硬质铺地这 5 种环境要素进行分析。

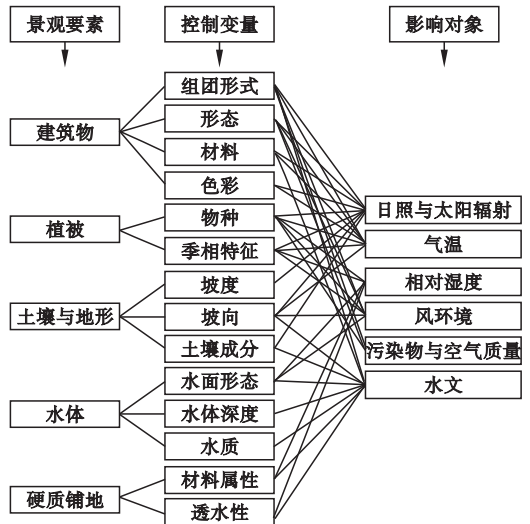


图 2 景观要素及其控制变量与微气候因子的相互作用

4. 时空因素对微气候舒适度的影响

时间是气候的固有属性,气候具有年月日和一天中不同时段的变化。气候在时间上的变化除了与日地关系及地球运动的因素有关以外,短时间周期内的变化还与局地空间内的要素构成(下垫面环境)有关。空间方面,小尺度空间范围内的微气候环境与下垫面环境要素的格局相关。即便是在同一个住区空间内,在不同的地点和空间位置,人的感

受也会有细微的差别。在较小的时间范围和具体的空间范围中,微气候环境与该空间内的环境要素具有直接的相关性。

三、评价要素确定及指标体系构建

1. 评价思路和前提假设

本研究着重考察微气候舒适度与景观要素及其空间格局的关系,鉴于住区微气候舒适度的影响因素多而复杂,评价采 AHP 法来构造综合评价体系,将定性与定量评价相结合,将复杂评价系统的思维过程模型化、数量化,使评价的思维过程条理化、数量化,得到较能反映实际情况的评价结果。

2. 评价指标遴选与体系构建

评价要素和指标的遴选主要通过 3 种途径来确定:一是采用专家咨询的方法确定部分指标;二是通过文献查阅借鉴部分指标;三是通过笔者在本领域的研究提出部分指标。研究借鉴了由 Christine Tudor 在 2014 年 9 月出版的《An Approach to Landscape Character Assessment》一文中发布的英国景观特征评价指标环,将景观特征评价指标分为自然、文化与社会、感知与美学3个体系。结合文

献研究和专家咨询、问卷调查的结果,确定日照调控、温湿调控、风环境调控、空气质量及污染防治、景观空间使用以及人文与美学 6 个大类评价要素,并构建评价指标体系(见图 3)。

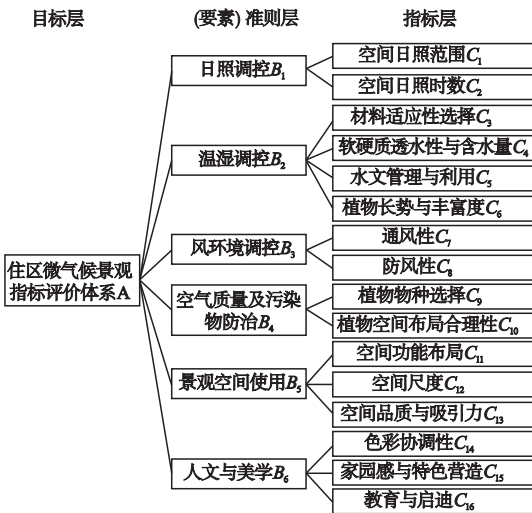


图 3 住区微气候舒适度环境景观品质评价指标体系
给出指标评分等级及其赋分范围(见表 2),并对各指标($C_1 \sim C_{16}$)进行阐释(定量评价的指标给出 $a \sim e$ 5 个等级的定量范围,其余为定性评价)。

表 2 指标评分等级及其赋值范围

等级	a(优秀)	b(良好)	c(一般)	d(较差)	e(极差)
赋值范围	(85,100]	(70,85]	(55,70]	(40,55]	低于 40

C_1 :小区内太阳直射光的照射范围。 $a \sim e$ 等级分别对应冬至日主要活动空间接受太阳直射光照射面积占总活动空间面积为 80% 以上、60% 以上、40% 以上、20% 以上和 20% 以下。

C_2 :室外空间冬至日接受太阳直射光的时间。 $a \sim e$ 等级分别对应室外空间冬至日接受太阳直射光的时间不少于 4 小时、不少于 3 小时、不少于 2 小时、不小于 1 小时、低于 1 小时或出现较多永久阴影区。

C_3 :考查景观材料对改善微气候能否起到积极的作用。 $a \sim e$ 等级分别对应针对当地气候和周边环境特殊性而言景观材料选用合理、较合理、一般、不合理、极不合理。

C_4 :主要分析硬质和软质景观要素的透

水性与含水量。 $a \sim e$ 等级分别对应材料的孔隙、吸湿性等物理特性很好、良好、一般、不好、很差。

C_5 :考查小区内的景观规划与设计对水文管理(径流、下渗、储存等)的情况。 $a \sim e$ 等级分别对应水文管理得当、良好、一般、不好、很差。

C_6 :考查小区内植物群落的生长状况。 $a \sim e$ 等级分别对应植物生长及植物群落状况很好、良好、一般、不好、很差。

C_7 :主要考查小区室外空间的空气流通能力。 $a \sim e$ 等级分别对应小区的通风性能很好、良好、一般、不好、很差。

C_8 :主要考查小区在景观规划设计中对不利风环境的优化。 $a \sim e$ 等级分别对应综

合规划设计对不利风环境的调控与优化作用很好、良好、一般、不好、很差。

C_9 :考查小区景观规划设计中的物种选择是否针对地区与局地气候特征进行了合理选用。 $a \sim e$ 等级分别对应物种选择具有针对性、较合理、一般、不合理、极不合理。

C_{10} :考查小区绿化种植设计中的空间布局,是否在充分考虑区内外环境的基础上进行了优化。 $a \sim e$ 等级分别对应合理、较合理、一般、不合理、极不合理。

C_{11} :考查住区内各种功能区的空间位置选择。 $a \sim e$ 等级分别对应合理、较合理、一般、不合理、极不合理。

C_{12} :考查小区室外功能空间的尺度与比例协调性。 $a \sim e$ 等级分别对应合理、较合理、一般、不合理、极不合理。

C_{13} :考查小区室外空间的环境品质、管理状况、运营情况,空间吸引力以及参与性。 $a \sim e$ 等级分别对应小区室外空间的环境品质、管理状况、运营情况合理且吸引力与参与性高、较合理且吸引力与参与性较高、一般且吸引力与参与性一般、不合理且吸引力与参与性不高、极不合理且吸引力与参与性差。

C_{14} :考查景观色彩规划是否与改善住区内微气候环境以及人文环境相适应。 $a \sim e$ 等级分别对应合理、较合理、一般、不合理、极不合理。

C_{15} :考查住区的家园感,住区应有自身的特色,并将这种特色体现在设计的细节之中。 $a \sim e$ 等级分别对应合理、较合理、一般、不合理、极不合理。

C_{16} :考查景观环境的育人功效,考查区内的人文与文化氛围。 $a \sim e$ 等级分别对应合理、较合理、一般、不合理、极不合理。

3. 评价指标体系的权重

由于各气候区气候存在差异,因此指标权值的大小因区域的不同而存在差异。冬冷夏热地区的气候特点是夏季酷热、冬季湿冷、空气湿度较大。夏季气温高,日照强度大,地表增热较快,需要更多遮阴的空间;冬季湿冷,需要获取更多的阳光。气温的年变化较

大。本研究选取冬冷夏热地区的合肥市作为研究对象,并对各指标进行综合衡量,确定各指标相对于整体的重要性程度(见表 3)。

表 3 城市住区微气候生态景观品质评价指标体系及其权重

目标层	准则层		指标层		总权重
	因素	权重	因素	权重	
住区微气候景观评价指标体系 A	B_1	0.343 3	C_1	0.666 7	0.228 9
			C_2	0.333 3	0.114 4
			C_3	0.102 6	0.019 4
	B_2	0.188 9	C_4	0.065 6	0.012 4
			C_5	0.324 3	0.061 2
			C_6	0.507 5	0.095 9
	B_3	0.079 5	C_7	0.666 7	0.053 0
			C_8	0.333 3	0.026 5
	B_4	0.047 5	C_9	0.666 7	0.031 7
			C_{10}	0.333 3	0.015 8
	B_5	0.272 5	C_{11}	0.648 3	0.176 7
			C_{12}	0.122 0	0.033 2
			C_{13}	0.229 7	0.062 6
	B_6	0.068 3	C_{14}	0.246 4	0.016 8
			C_{15}	0.595 3	0.040 7
			C_{16}	0.128 3	0.008 8

四、评价实践

1. 场地选择

评价对象的选择应具有特殊性与普遍性。所选取的案例(城市居住区)应具有一定的规模且对其建成时间应加以限定(超过 5 年)。普遍性在于选择的案例应具有广泛的代表性,不宜选择纯多层或纯高层小区,不宜选择纯高档的山水住区,应选择城市中最为普遍的多层与高层相结合的综合性居住小区作为研究对象,这种小区的建设模式在城市中规模最大,服务人群最广,因此,具有较高的研究价值。依据上述指导原则,本研究选取合肥市岸上玫瑰小区作为评价的对象。

2. 调研分析及评价

(1) 评价过程

①组织专家学者进行场地调查,再根据以下 2 个方面进行初步等级划分:第一,依据专家自身的研究成果与经验积累;第二,根据本课题提出的评分细则和评价指标体系。

②课题组进行详细的调研成果汇报,对小

区中需要考察的各项指标进行详细说明,再由专家依据之前划定的等级进行等级内打分。

③除去每项指标专家打分中的最大值和最小值,再计算每项指标的平均值,作为最终的专家打分结果。

(2) 评价结果

评价结果具体情况如表4所示。

表4 岸上玫瑰小区景观微气候设计方案评价结果

指标层	得分	指标权值	加权后得分
C ₁	80	0.666 7	53.336 0
C ₂	85	0.333 3	28.330 5
C ₃	65	0.102 6	6.669 0
C ₄	70	0.065 6	4.592 0
C ₅	83	0.324 3	26.916 9
C ₆	85	0.507 5	43.137 5
C ₇	60	0.666 7	40.002 0
C ₈	85	0.333 3	28.330 5
C ₉	87	0.666 7	58.002 9
C ₁₀	75	0.333 3	24.997 5
C ₁₁	82	0.648 3	53.160 6
C ₁₂	88	0.122 0	10.736 0
C ₁₃	79	0.229 7	18.146 3
C ₁₄	62	0.246 4	15.276 8
C ₁₅	72	0.595 3	42.861 6
C ₁₆	55	0.128 3	7.056 5

指标层各项指标的分值得出后,再计算出准则层各指标的分值,利用每一层级指标专家打出的分值构造矩阵 $T=[T_{ij}]$, $i=1$,利用次层级各指标权值构造矩阵 $S=[S_{ij}]$, $j=1$,对应的准则层的得分 $F_B=TS=[T_{ij}][S_{ij}]$ 。

$$F_{B_1} = [80 \quad 85] \begin{bmatrix} 0.6667 \\ 0.3333 \end{bmatrix} \approx 81.67$$

同样的方法得出 $F_{B_1}, F_{B_2}, \dots, F_{B_6}$,将准则层的计算得分与专家评分进行对比,发现分值相近,分差较小(见表5),表明该评价指标体系的建立以及此次对目标小区的微气候景观评价结果具有合理性,能够较客观地反映出小区微气候景观环境的综合状况。

表5 准则层计算得分与专家评分比较

准则层	计算得分 F_1	专家评分 F_0	$ F_1 - F_0 $
B ₁	81.67	82	0.33
B ₂	81.32	80	1.32
B ₃	68.33	65	3.33
B ₄	83.00	85	2.00
B ₅	82.04	83	0.96
B ₆	65.19	65	0.19

(3) 结果分析

通过调研、汇报、专家评分等一系列过程,岸上玫瑰小区的微气候生态景观的评价综合得分为79.58分(良级)。表明本小区景观微气候综合效益良好,能够为居民提供较好的微气候生态服务。

将准则层的专家评分(F_0)与计算分值(F_1)进行对比发现具有高度的一致性(两种分值差 $|F_1 - F_0|$ 的最大值为3.33),表明该指标体系及其确立的权重具有合理性。

从指标层的评价结果来看:

①指标 C_9 和 C_{12} 获得优秀级别,表明该小区在植物配置与空间设计上能够适应微气候改善的需要。

②指标 C_1 、 C_2 、 C_5 、 C_6 、 C_8 、 C_{10} 、 C_{11} 、 C_{13} 和 C_{15} 获得良好级别,表明小区在日照环境、水文管理、植物空间配置与管理、防风性、空间布局、空间品质与吸引力、空间环境识别性等方面表现较好,但这些方面还应进一步优化与改进。

③指标 C_3 、 C_4 、 C_7 、 C_{14} 和 C_{16} 获得一般等级,表明小区在景观材料的选择铺装选用、通风性、景观色彩、教育性与地域文化传承方面表现一般,应在这些方面重点进行优化。

五、结 语

在注重生存品质的今天,微气候环境被越来越多的人关注,创造优质的微气候环境对人类的健康发展具有重大的意义。笔者初步建立的基于微气候舒适度的城市住区景观品质评价指标体系对于城市住区景观品质评价具有一定的参考意义。在后续的研究中,指标的遴选及其权值的赋予可依据地区差异进一步优化,并进一步强化实证研究,以检验指标体系的合理性。

参考文献:

[1] 张家诚. 中国气候总论[M]. 北京:气象出版社,1991.

[2] 陈睿智,董靓. 湿热气候区风景园林微气候舒适度评价[J]. 建筑学报, 2013, 19(8): 28-29.

- [3] 李孟柯. 西安城市户外公共空间植物小气候效应及其设计应用初探[D]. 西安:西安建筑科技大学,2014.
- [4] 吴凯. 景观评价模式研究:兼北京奥林匹克公园景观评价[D]. 南京:南京林业大学,2009.
- [5] 任璐. 当代城市景观设计品质评价初探[D]. 武汉:华中科技大学,2010.
- [6] 杨至德. 风景园林学[M]. 武汉:华中科技大学大学出版社,2013.
- [7] 樊志惠. 住区景观品质提升研究[D]. 保定:河北农业大学,2015.
- [8] 俞孔坚. 论风景美学质量评价的认知学派[J]. 中国园林,1988(1):16-18.
- [9] 许亮. 段晓梅,樊国盛. 居住区景观评价研究[J]. 安徽农业科学,2010,38(11):5966-5967.
- [10] 毛宇清,姜爱军,沈澄,等. 紫外线强度等级确定因子的季节性选择[J]. 气象科学,2010,38(3):516-521.
- [11] 吴海,王卫军,邹安全,等. 综放工作面微气候对工人操作失误影响研究[J]. 中国安全科学学报,2006,16(10):112-115.
- [12] 沈建勇. 基于气象因素的上呼吸道感染性疾病发病影响因素和预报研究[D]. 杭州:浙江大学,2012.
- [13] 杨柳. 建筑气候分析与设计策略研究[D]. 西安:西安建筑科技大学,2003.
- [14] 王宇婧. 北京城市人行高度风环境 CFD 模拟[D]. 北京:清华大学,2012.
- [15] 周志波. 浅谈空气污染指数及改善空气质量的途径[J]. 价值工程,2010,8(23):247-248.
- [16] 石春娥,王兴荣,陈晓平,等. 人体舒适度预报方法研究[J]. 气象科技,2001,2(3):363-368.
- [17] 王远飞. 上海夏季温湿效应与人体舒适度[J]. 华东师范大学学报,1998(9):60-66.
- [18] 吴兑. 多种人体舒适度预报公式的讨论[J]. 气象学报,2003(12):370-372.
- [19] 赵焕臣. 层次分析法:一种简易的新决策方法[M]. 北京:科学出版社,1986.

Study on Landscape Quality Evaluation of Urban Residential Area Based on Microclimate Comfort: Taking the Area of Cold Winter and Hot Summer as an Example

LIU Yuekun¹, ZHU Zhumo²,

(1. Urban Construction College, Anhui Jianzhu University, Hefei 238376, China; 2. School of Architecture and Art, Hefei University of Technology, Hefei 230601, China)

Abstract: This research takes the microclimate environment as the angle of view, the urban residential landscape environment as the object, and the quality promotion as the goal. This paper begins the research from the urban residential area about influence factors of microclimate comfort degree and the influence mechanism analysis. Through basic research, literature research, expert consultation, analytic hierarchy process and other methods, the paper takes the area of cold winter and hot summer as the research area, and combines with the relationship between “microclimate and landscape elements and their control variables”. The evaluation index system of landscape quality in urban residential area based on microclimate comfort is constructed, and the representative residential areas in cold winter and hot summer area (Hefei) are selected for evaluation practice according to this system.

Key words: microclimate; residential landscape; landscape quality; evaluation factor; evaluation system