

DOI: 10.11830/ISSN.1000-5013.202302007



游人对城市绿色空间的热感知效应分析

卓志雄¹, 董靓^{1,2}(1. 华侨大学 建筑学院, 福建 厦门 361021;
2. 华侨大学 可持续景观研究中心, 福建 厦门 361021)

摘要: 从热感知角度出发,提出游人热感知及满意度影响因素概念框架,探究游人对绿色空间的热感知情况及满意度.以福建省福州市15处城市绿地为研究样地,采用问卷调查和气象测量等研究方法,通过 Logistic 回归模型分析各因素之间的关系.结果表明:物理因素、个体因素和心理因素中诸多因子与游人热感知存在一定的关联性,且游人热感知能显著影响满意度.

关键词: 热环境;城市绿色空间;游人;热感知;满意度

中图分类号: TU 984.11

文献标志码: A

文章编号: 1000-5013(2023)05-0591-09

Analysis of Thermal Perception Effect of
Tourists on Urban Green SpaceZHUO Zhixiong¹, DONG Liang^{1,2}(1. School of Architecture, Huaqiao University, Xiamen 361021, China;
2. Sustainable Landscape Research Center, Huaqiao University, Xiamen 361021, China)

Abstract: From the perspective of thermal perception, a conceptual framework of influence factors of tourist thermal perception and satisfaction was proposed, and the thermal perception and satisfaction of tourist on green spaces was explored. Taking 15 urban green spaces in Fuzhou City, Fujian Province as the research sample plots, questionnaire survey and meteorological measurement were used to analyze the relationship between each factor by Logistic regression model. The results show that there is a certain correlation between many elements in physical factors, individual factors, and psychological factors and tourist thermal perception, and tourist thermal perception could significantly affect the satisfaction.

Keywords: thermal environment; urban green space; tourists; thermal perception; satisfaction

城市热环境是指影响人类生存发展并与热相关的外部因素组成物理环境系统,是独立于人体之外,对人体健康及工作生活产生直接影响的外部物理环境条件^[1-3].城市绿色空间作为城市游人户外休憩的重要组成部分,也会受到城市热环境的影响^[4-5].由于城市中诸多要素的设计方式不同,使区域热环境发生了一定程度上的变化^[6-7].城市热环境是能够被人直观感知的,主要体现在游人对环境的热感知层面,热感知在为人类提供舒适的空间中起到重要的作用^[8].

热感知是指受测者对热环境的主观满意度,并且结合受测者当下代谢率,以及所穿的着装类型对环境中的空气温度、太阳辐射照度、风速和相对湿度的感知^[9].热感知常常用于反映热环境的信息,可以使用热舒适、热感觉和热可接受度3个指标进行评估^[10-11].美国采暖、制冷和空调工程师协会(ASHRAE)

收稿日期: 2023-03-29

通信作者: 董靓(1963-),男,教授,博士,博士生导师,主要从事智慧城市设计、可持续景观设计的研究. E-mail: leonge@qq.com.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(51678253);华侨大学科研基金资助项目(15BS302)

将热舒适定义为表达对热环境满意度的精神状态,热舒适可能会受到不同背景和文化因素的影响.在合理设计和规划的城市绿色空间中,热舒适可有效提升城市绿色空间的利用率,也会提高产生休闲运动、社会交流等活动的可能性.热感觉是大多数热实验中的标准参数,是人们感受意识的主观评价.热可接受度被定义为大多数游人都能接纳的环境^[12].

城市绿色空间为游人提供了游憩空间,对游人的身心健康具有重要的作用^[13-15].在热环境的影响下,游人对城市绿色空间的热感知及满意度已经产生了变化,了解城市绿色空间的热感知效应是重要的研究方向.因此,本文研究游人对城市绿色空间的热感知效应,探讨游人热感知影响因素,以及热感知与城市绿色空间满意度的关系.

1 热感知的影响因素

热感知受到物理因素、个体因素和心理因素的影响^[8].然而,游人热感知与相关影响因素的具体联系尚未得到佐证.基于前人的研究,综合诸多影响因素,提出概念框架,以探明不同因素与游人对城市绿色空间的热感知和满意度之间的关系.

游人热感知及满意度的影响因素概念框架,如图 1 所示.图 1 中:PET 为生理等效温度.

1.1 物理因素

由空气温度、相对湿度、风速、PET、太阳辐射照度、衣着热阻和活动水平等物理因素共同对户外热舒适产生影响^[16].空气温度、风速、相对湿度、太阳辐射照度均可由仪器直接测得,理想的热舒适是各因素共同作用的结果.

衣着热阻和活动水平是热舒适的重要影响因素.人们往往更倾向于改变自己的着装和活动水平,以适应热环境而达到舒适状态^[17].人们习惯采取某些行为方式缓解外界热环境给自己带来的不舒适,从而扩大对外界热环境的可接受范围.

例如,在炎热的夏季,人们通过减少自身活动量、喝冷饮等行为提高自身的热舒适^[18].

PET 是在慕尼黑能量平衡(MEMI)模型基础上提出的热舒适指标,适用范围主要集中于户外环境^[19].相较于其他热指数,PET 不仅考虑了空气温度、风速等客观指标,而且涵盖了人的身高、体质量、年龄、着装热阻和活动水平等,成为一个相对合理的人体热舒适评价指标.因此,近年的相关研究基本会使用 PET 作为评价指标.此外,PET 可经软件计算获得,使用较为方便^[20].

1.2 个体因素

影响热感知的个体因素包括性别、教育水平和经济水平^[21].女性通常比男性具有更高的热感觉和热可接受度,因为在同等条件下,女性的新陈代谢率低于同龄男性.教育水平与人的热舒适也存在一定的关系,Aljawabra 等^[22]发现教育水平与人的热舒适呈负相关关系.此外,相较于其他阶层,经济水平较低的阶层通常具有较高的热可接受度,一些学者也指出经济水平较高的群体在不舒适的环境中会有更多的资源提升热舒适^[23].

1.3 心理因素

心理因素包涵陪伴关系、热经历、游憩动机等,它们综合叠加起来可以影响游人的热感知.陪伴关系是影响游人热感知的重要心理因素,没有同伴的游人在户外空间比有同伴的人感觉更热、更不舒适^[22].热经历会影响人们对环境的热可接受性和适应性,本地游人对不同的热环境有较高的容忍度,在不同群体当中,热经历较长的人对环境有更高的容忍度^[24].

Cohen 等^[25]指出,由于心理原因,游人期望在绿色空间有一个更好的热环境.例如,在寒冷的冬季,人们对热量需求较大而去绿色空间游玩,这是因为游人在冬季对热环境有更高的期望.

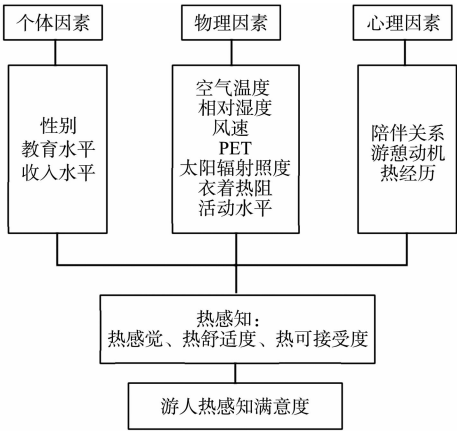


图 1 游人热感知及满意度的影响因素概念框架
Fig. 1 Conceptual framework of influence factors of tourist thermal perception and satisfaction

2 测试数据与方法

2.1 研究区域

福建省福州市位于北纬 $25^{\circ}15' \sim 26^{\circ}39'$, 东经 $118^{\circ}08' \sim 120^{\circ}31'$, 属于典型的河口盆地.《福州市城市绿地系统规划(2015—2020)》对福州市热环境与风道控制的规划说明了福州市夏季中心城区地表温度概况和热环境指数概况.福州市中心城区内的地表温度在 30°C 以上的区域占比约为 88% . 在热环境指数情况方面,福州中心城区内炎热及酷热区域占比约为 27.19% ,三环内炎热及酷热区域占比高达 84% ,凉爽舒适区域寥寥无几.因此,福州市热环境舒适度较差.

2.2 样地的选择

由福州市夏季中心城区地表温度概况和热环境指数概况可知,福州市中心城区地表温度较高,且占比面积较大.参考福州绿地系统规划概况可知,鼓楼区城市建筑密度较大,城市绿色空间数量较多,分布较为广泛且类型众多.因此,样地选址主要以鼓楼区区域为主.

基于此,对城市绿色空间进行实地调研,选取 15 处不同形态特征且具有代表性的城市绿色空间作为研究样地.样地选择分布图,如图 2 所示.

2.3 热环境实测

采用 Kestrel 5400 型热应力跟踪仪进行气象测量.气象测量主要包括空气温度、相对湿度、太阳辐射照度和风速.实测前已经过专业气象检测单位校准.在实测过程中,将每个测点的存储时间控制在 2 min 以上,待数据稳定后进行存储.实测期间,用三脚架将实验仪器固定在距地面 1.5 m 高度处,从而能够最准确地获得人体热环境感知的数据^[26].

选择 2020 年福州市最热的 8 月、9 月进行热环境实测,最大化地体现城市绿色空间对不舒适城市气候环境的调节能力.每次实测时间从 $9:00 \sim 21:00$,涵盖白天最热的时间和人们户外活动仍然活跃的早期夜间时间^[27-28].实测期间需保证热环境要素的正常稳定,气象测量将对城市绿色空间进行连续 3 d 的实测^[29].

在实测期间,天气情况均高温晴朗.实测期间的气象参数测量结果,如表 1 所示.表 1 中: t_a 为空气温度;RH 为相对湿度; G 为太阳辐射照度; v 为风速.

表 1 实测期间的气象参数测量结果

Tab. 1 Meteorological parameter results during actual measurement

时间	$t_a/^{\circ}\text{C}$			RH/%			$G/\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$			$v/\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$		
	平均值	最小值	最大值	平均值	最小值	最大值	平均值	最小值	最大值	平均值	最小值	最大值
第 1 天	32.8	26.5	37.8	40.5	61.3	84.3	518.7	55.1	1 125.8	0.5	0	2.3
第 2 天	33.3	26.8	38.2	38.5	59.8	82.9	568.2	80.5	1 303.2	0.2	0	1.8
第 3 天	33.0	25.9	38.0	39.3	60.2	83.5	520.0	66.3	1 196.3	0.4	0	2.0

2.4 问卷调查

为了探究游人对热环境的感知效应,进行游人热环境感知问卷调查,问卷主要分为两个部分:第 1 部分为被调查者的基本情况,包括年龄、性别、身高、体质量、衣着、教育背景、职业、月收入等个人信息;第 2 部分为被调查者所处环境的状况,包括游人游憩动机、陪伴关系、活动水平、热经历、活动时间长度、居住年限、衣着热阻,以及游人对热感觉、热舒适、热可接受度、热环境满意度的评判.

衣着热阻遵循 ISO 7730《中等热环境 PMV 和 PPD 指数的测定以及热舒适条件的规范》和 ASHRAE 55—2010《人类居住的热环境条件》中受试者的服装水平,并使用 clo 值评估此期间内游人的着装水平.同时,活动水平采用了修改后的数值.关于先前热经历的问题旨在了解受测者的即时热体验.

游人的热感觉、热舒适、热可接受度及满意度的评判采用 5 点量表.热感觉分别为非常热(-2)、热

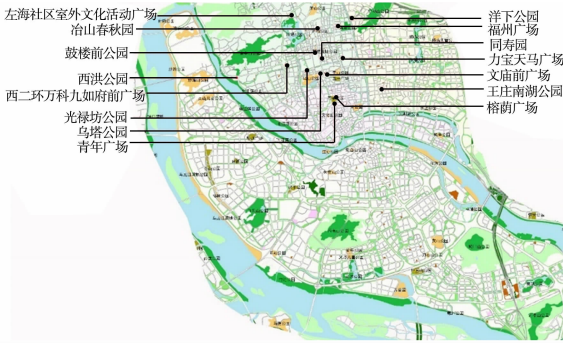


图 2 样地选择分布图

Fig. 2 Distribution diagram of sample plots selection

(-1)、中性(0)、凉快(+1)、非常凉快(+2);热舒适分别为非常不舒适(-2)、不舒适(-1)、中性(0)、舒适(+1)、非常舒适(+2);热可接受度分别为完全不接受(-2)、有点不接受(-1)、中性(0)、有点接受(+1)、完全接受(+2);满意度分别为非常不满意(-2)、不满意(-1)、中性(0)、满意(+1)、完全不满意(+2).

在实测期间,同时对福州市口袋公园中的游人进行线下问卷发放.为了保证问卷的回收率与质量,对游人进行问卷调查前,需征求游人的意愿,对问卷内容进行解释说明,并采取赠送纪念品的方式回馈游人的支持.随机抽取调查对象进行访谈.

本次问卷调查共发放 500 份问卷,回收 451 份问卷,删除无效问卷 8 份后,收回有效问卷 443 份.

3 测试结果与分析

3.1 游人热感知影响因素分析

3.1.1 物理因素影响分析 通过 RayMan 软件计算出各时段实测点的 PET,通过 SPSS 软件统计分析 PET 与热环境因子之间的相关性. PET 与热环境因子的相关性分析,如表 2 所示.表 2 中: P 为显著性(双侧); $*$ 表示在 0.05 水平(双侧)上显著相关; $**$ 表示在 0.01 水平(双侧)上显著相关.

表 2 PET 与热环境因子的相关性分析

Tab. 2 Correlation analysis between PET and thermal environmental factors

因子	相关性指标	太阳辐射照度	空气温度	相对湿度	风速
PET	Pearson 相关性	0.916	0.853	-0.651	0.039
	P	0.000**	0.000**	0.010*	0.534

由表 2 可知:PET 与太阳辐射照度、空气温度有显著的正相关关系($P<0.01$);PET 与相对湿度呈显著的负相关关系(估计系数为-0.651, $P<0.05$);PET 与风速没有明显的相关性,该结果可能与本次研究区域的位置有关,在高密度的城市建成区中,建筑物较为密集,阻隔了斑块之间的空气交流,导致城市风廊存在一定的缺失,从而使冷热空气难以得到交换.

因此,影响游人热舒适的热环境因子主要是太阳辐射照度、空气温度,而后是相对湿度.在炎热的夏季,通过营造舒适性的遮阴空间是提升热环境舒适度的最有效途径.

物理因素对热感知的影响,如表 3 所示.由表 3 可知:PET 与热感觉存在显著正相关关系(估计系数为 0.170, $P<0.01$),即当 PET 逐渐增大时,游人感觉更加越炎热,引起热感觉偏高;衣着热阻与热舒适、热感觉、热可接受度均存在显著负相关关系($P<0.01$),随着衣着热阻的减少,游人对城市绿色空间热环境的热舒适随之提升.

表 3 物理因素对热感知的影响

Tab. 3 Effects of physical factors on thermal perception

物理因素	热舒适		热感觉		热可接受度	
	估计系数	P	估计系数	P	估计系数	P
PET	0.015	0.247	0.170	0.000**	0.024	0.354
衣着热阻	-2.186	0.003**	-2.524	0.000**	-2.965	0.000**
活动水平	-0.191	0.116	-0.330	0.003**	-0.396	0.010*
拟合优度	—	0.000	—	0.000	—	0.000

这意味着当游人所处的户外环境越热,人们穿的衣服就越薄,即穿热阻较小的着装来适应外部环境,提升人体的舒适感.人们的热感知主要来源于对户外环境的认知,衣服的厚薄是基于人们对外界的温度有心理预期之后的结果.

文中研究是在夏季进行的,其结果说明了在炎热的天气条件下,游人穿的衣服越薄,才会感觉舒适,对环境的接受程度才会越高.研究发现游人的活动水平与热感觉、热可接受度存在显著关系,游人的活动水平在此时成为对环境感知的体现,即随着活动水平的增大,游人热感觉愈加不舒适,对环境的热接受度则越低.

3.1.2 个体因素影响分析 个体因素对热感知的影响,如表 4 所示.由表 4 可知:教育水平与热可接

受度、热舒适无显著关联性;教育水平为初中以下的人群与热感觉有负相关关系(估计系数为-1.305, $P<0.01$),这说明相较于低学历的游人,学历较高的游人往往对热环境有更高的热感觉,意味着受教育程度可能会改变游人出行的偏好和期望;月收入与以上热舒适、热感觉、热可接受度 3 个指标均无显著关系,体现了不同收入的阶层并不会对其环境热评价产生影响;性别与热感知存在一定的相关性,其中,男性与热感觉和热可接受度存有微弱的负相关关系,相较于男性,在同等环境中,女性对热环境的热可接受度偏低,该结果与文献[21]的研究结果相似,女性对环境热应力的耐受水平在整体上低于男性。

表 4 个体因素对热感知的影响

Tab. 4 Effects of individual factors on thermal perception

个体因素	因子	热舒适		热感觉		热可接受度	
		估计系数	<i>P</i>	估计系数	<i>P</i>	估计系数	<i>P</i>
教育水平	初中及以下	-0.567	0.251	-1.305	0.008**	-0.198	0.684
	高中/中专	0.249	0.574	-0.372	0.396	-0.082	0.850
	大专	0.208	0.648	0.171	0.706	-0.278	0.540
	本科	0.206	0.599	-0.451	0.246	-0.480	0.214
	硕士及以上	—	—	—	—	—	—
经济水平 (月收入)	1 500 元以下	-0.661	0.322	-0.378	0.565	-0.543	0.390
	1 500~3 000 元	-0.699	0.206	0.248	0.647	0.046	0.929
	3 000~5 000 元	-0.468	0.231	-0.430	0.261	-0.427	0.248
	5 000~8 000 元	-0.192	0.585	-0.088	0.798	-0.168	0.613
	8 000 元以上	—	—	—	—	—	—
性别	男	-0.234	0.274	-0.360	0.072	-0.367	0.068
	女	—	—	—	—	—	—
拟合优度		—	0.000	—	0.000	—	0.000

3.1.3 心理因素影响分析 心理因素对热感知的影响,如表 5 所示。

表 5 心理因素对热感知的影响

Tab. 5 Effects of psychological factors on thermal perception

心理因素	因子	热舒适		热感觉		热可接受度	
		估计系数	<i>P</i>	估计系数	<i>P</i>	估计系数	<i>P</i>
热经历	1 个月~3 个月	-1.562	0.123	-3.669	0.001**	-1.411	0.167
	3 个月~0.5 a	-0.246	0.699	-1.911	0.003**	-0.020	0.974
	0.5~1 a	0.023	0.967	-0.866	0.133	-1.283	0.023*
	1~3 a	-0.923	0.014*	-1.205	0.002**	-0.806	0.033*
	3~10 a	-0.798	0.005**	-1.207	0.000**	-0.525	0.073
	10~20 a	-0.778	0.012*	-1.013	0.002**	-0.626	0.044
	20 a 以上	—	—	—	—	—	—
陪伴关系	家人、亲戚	-4.703	0.037*	-3.810	0.080	-2.854	0.158
	同事	-4.532	0.043*	-3.956	0.067	-2.454	0.221
	朋友	-5.291	0.019*	-4.318	0.047*	-2.716	0.177
	独自一人	-3.953	0.031*	-2.503	0.252	-2.448	0.229
	其他(宠物)	—	—	—	—	—	—
游憩动机	会见朋友	1.610	0.008**	2.108	0.001**	0.418	0.482
	锻炼身体	0.783	0.170	0.731	0.226	0.358	0.524
	散步放松	1.228	0.022*	1.294	0.023*	0.978	0.063
	休憩养身	0.968	0.085	1.137	0.056	0.855	0.122
	刚好路过	-0.052	0.930	0.018	0.977	0.325	0.576
	户外活动	—	—	—	—	—	—

由表 5 可知以下 3 个结论。

1) 1 个月~0.5 a,1~3 a 的热经历与热感觉之间有显著的负相关关系($P<0.01$),与有生活 20 a 以上的热经历相比,短期的热经历体验会影响游人的热感觉,导致游人在同等环境中会认为户外环境更

热;热经历为 0.5~3 a 与热可接受度有显著的关联性($P<0.05$),故较短时间热经历的游人对热环境的忍受程度偏低;1~20 a 的热经历与热舒适也存在一定的显著关系,长时间的热经历会使游人对城市的热环境具有更高的适应性和接受度,热舒适度相对较高.这与以往的研究成果相似,热经历本身是一种对环境的心理适应,在游人热感知影响因素中扮演着重要的角色.

2) 已有研究发现陪伴是热感知的重要心理因素,陪伴关系会影响到人们对城市绿色空间的热感知,缺少陪伴的游人在户外露天场所比有陪伴的人感到更热更不舒服.从分析结果可以发现,独自前来的人与热舒适存在负相关关系,与有同伴的相比,独自前来的人认为环境偏热,人体舒适感觉较差.这说明陪伴是一个重要的心理因素,它可以影响到游人的热感知,有陪伴的游人对城市绿色空间往往会觉得更加舒适.

3) 在游憩动机中,与朋友会见具有较高的热舒适(估计系数为 1.610, $P<0.01$)和热感觉(估计系数为 2.108, $P<0.01$),故游人对绿色空间热环境有较高的热可接受度是因为会见朋友这一因素充当了促使游人前往绿色空间的驱动内因.此外,游人出于散步放松而前往城市绿色空间呈现了较高的热舒适和热感觉.因此,游人使用城市绿色空间的游憩动机对热感知具有明显的影响作用,当因游憩动机而游览城市绿色空间,热环境并不是游人出现在此的主要原因,此时,游人对绿色空间热环境的要求和期望值偏低.

3.2 游人热感知满意度分析

经多项 Logistic 回归模型分析,可得物理因素、个人因素对游人满意度的影响,如表 6 所示.由表 6 可知:PET、衣着热阻和活动水平对游人满意度的影响并不显著,这可能是由于这两项因素都是游人可以自主控制的因素,故不会明显影响游客对环境的满意程度;在个体因素中,教育水平、性别与满意度评价无显著关系;在经济水平与游人满意度之间关系分析中,月收入 1 500 元以下的人群与游人满意度存在显著的负相关关系(估计系数为-1.001, $P<0.05$),说明高收入水平的人群对绿色空间的满意度偏低.该结果表明,拥有高收入水平的游人对环境可能有更高的要求 and 期望,他们对城市绿色空间的游憩满意度往往会表现出较低的水平.

表 6 物理因素与个体因素对游人满意度的影响

Tab. 6 Effects of physical factors and individual factors on satisfaction of tourists

影响因素	因子	估计系数	<i>P</i>	95%置信区间
物理因素	PET	-0.013	0.640	0.10~1.25
	衣着热阻	0.138	0.837	0.12~2.91
	活动水平	-0.021	0.861	-0.20~0.44
个体因素 (教育水平)	初中及以下	0.617	0.191	-1.10~0.95
	高中/中专	0.555	0.199	-0.77~1.04
	大专	0.757	0.103	-0.63~1.28
	本科	0.145	0.719	-1.02~0.61
	硕士及以上	—	—	—
个体因素 (经济水平 (月收入))	1 500 元以下	-1.001	0.020*	-2.50~0.15
	1 500~3 000 元	-0.239	0.624	-1.62~0.56
	3 000~5 000 元	-0.936	0.018	-1.94~-0.37
	5 000~8 000 元	-0.633	0.073	-1.40~0.01
	8 000 元以上	—	—	—
个体因素 (性别)	男	0.248	0.234	-0.41~0.40
	女	—	—	—

心理因素对游人满意度的影响,如表 7 所示.由表 7 可知:0.5 a 以上的热经历与游人满意度呈现显著的正相关关系,这说明当游人户外环境的热体验越久,人们对周围环境有更好的适应性,进而影响游人的热感知,这与游人的场所依恋性存在紧密的联系,从而导致游人对城市绿色空间的满意度就越高;在游憩动机中,只有会见朋友与满意度之间存在微弱关系,这是因为会见朋友产生的社交活动会使游人在户外空间停留更长时间的可能性偏高,而缺少陪伴的游人可能很快对周围的环境失去游玩的兴趣,进一步说明游人在游憩城市绿色空间时,有陪伴者会在一定程度上影响游人的满意度.

表 7 心理因素对游人满意度的影响
Tab. 7 Effects of psychological factors on satisfaction of tourists

心理因素	因子	估计系数	<i>P</i>	95%置信区间
热经历	1 个月~3 个月	2.153	0.057	-0.25~1.14
	3 个月~0.5 a	1.102	0.092	-1.28~1.36
	0.5~1 a	1.144	0.045*	-0.88~1.39
	1~3 a	0.971	0.016*	-1.10~0.95
	3~10 a	1.337	0.000**	-0.25~1.76
	10~20 a	1.314	0.000**	0.01~1.28
	20 a 以上	—	—	—
陪伴关系	家人、亲戚	-0.557	0.806	—
	同事	-0.516	0.820	—
	朋友	0.497	0.826	-2.50~0.15
	独自一人	0.275	0.904	-1.62~0.56
	其他(宠物)	—	—	—
游憩动机	会见朋友	1.228	0.058	-1.58~0.94
	锻炼身体	0.902	0.147	-1.81~0.60
	散步放松	0.308	0.592	-0.77~1.47
	休憩养身	0.938	0.122	-1.29~1.06
	刚好路过	0.173	0.786	-1.37~1.13
	户外活动	—	—	—

热感知指标对游人满意度的影响,如表 8 所示.由图 8 可知:热舒适、热感觉和热可接受度对游人满意度均表现出显著的影响;当热舒适、热可接受度和热感觉越高,游人对环境的满意度也就越高.因此,热舒适、热感觉和热可接受度均是影响游人对城市绿色空间满意度的因素.

表 8 热感知指标对游人满意度的影响
Tab. 8 Effects of thermal perception factors on satisfaction of tourists

热感知指标	等级	估计系数	<i>P</i>	95%置信区间
热舒适	非常不舒适	-4.096	0.000**	-8.01~1.75
	不舒适	-3.539	0.000**	-3.50~-0.42
	中性	-2.308	0.001**	-0.93~0.44
	舒适	1.750	0.013*	-2.41~0.70
	非常舒适	—	—	—
热感觉	非常热	1.524	0.086	-0.69~1.56
	热	-1.608	0.018*	-0.33~1.87
	中性	0.669	0.287	-0.27~2.42
	凉快	0.526	0.039*	0.34~2.58
	非常凉快	—	—	—
热可接受度	完全不接受	-4.391	0.000**	-1.52~3.90
	不接受	-1.788	0.000**	-0.54~1.44
	中性	-1.420	0.000**	0.01~1.19
	有点接受	0.489	0.176	-0.22~0.74
	完全接受	—	—	—

4 结论与讨论

提出游人热感知及满意度影响因素概念框架,以期更好地理解热环境影响下游人对城市绿色空间的热感知情况,探讨热感知诸多影响因素与游人满意度之间的关系.

1) 探究游人热感知的影响因素,PET 主要受到太阳辐射照度、空气温度的影响,PET 与热感觉存在显著正相关关系.衣着热阻与热感知(热舒适、热感觉、热可接受度)存在显著负相关关系,活动水平与热感觉和热可接受度存在负相关关系,该结果可能与研究的时间在夏季有关.而当研究时间在冬季或过

渡季节时,衣着热阻、活动水平与热感觉和热可接受度则会存在正相关关系,因为处于微冷或冷应激环境中的游人会提高活动水平或者衣着热阻,以维持身体的生理热平衡,从而在环境中达到较为舒适度的状态.因此,游人的衣着热阻与活动水平会因季节的变化而对游人的热感知产生不同的影响.

2) 就个体因素而言,教育水平对热感知有直接的影响.较低的教育水平与热感觉呈现负相关关系,高学历人群对户外环境有更高的热感觉.游人的热感知因性别而异,在相同环境中,女性的适应性较差,对热环境的接受程度偏低.游人热经历对游人的热感知有显著积极的影响关系,热经历较长的游人对周围热环境有更高的适应性和接受度.陪伴水平可以影响游人的热感知,与同伴同行的游人对热环境的敏感性相对较低,往往会觉得城市绿色空间更加舒适.

3) 在游人热感知满意度分析中,高收入人群比低收入人群的满意度更低,高收入水平的游人对环境可能有更高的要求 and 期望.热经历与游人满意度存在正相关关系,当热经历时间越长,环境的适应性越强,游人热环境感知满意度也随之提高.此外,在户外游憩时拥有陪伴在一定程度上也会影响游人对热环境的满意度,往往有陪伴的人会有较高的满意度.热感觉、热舒适、热可接受度均对游人满意度表现出显著的影响,由此可知,沉浸于城市绿色空间的游人对热感知有较高的要求,热感知会影响游人使用绿色空间的满意度.因此,改善热环境对提高游人游憩满意度是至关重要的,可以通过地面改造、种植更多的植物等策略缓解夏季热应激.

参考文献:

[1] 饶峻荃. 广州地区街区尺度热环境与热舒适度评价[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学,2015.

[2] 孙铁钢,肖荣波,蔡云楠,等. 城市热环境定量评价技术研究进展及发展趋势[J]. 应用生态学报,2016,27(8):2717-2728. DOI:10.13287/j.1001-9332.201608.002.

[3] 冯雷,李旭东. 高温热浪对人类健康影响的研究进展[J]. 环境与健康杂志,2016,33(2):182-188. DOI:10.16241/j.cnki.1001-5914.2016.02.025.

[4] 栾庆祖,叶彩华,刘勇洪,等. 城市绿地对周边热环境影响遥感研究:以北京为例[J]. 生态环境学报,2014,23(2):252-261. DOI:10.16258/j.cnki.1674-5906.2014.02.004.

[5] 晏海. 城市公园绿地小气候环境效应及其影响因子研究[D]. 北京:北京林业大学,2014.

[6] 但玻,赵希锦,但尚铭,等. 成都城市热环境的空间特点及对策[J]. 四川环境,2011,30(5):124-127. DOI:10.14034/j.cnki.schj.2011.05.001.

[7] 朱伶俐,丁凤,杨琳,等. 夏冬季城市公园与城市热岛/冷岛空间关系研究[J]. 福建师范大学学报(自然科学版),2020,36(1):87-95. DOI:10.12046/j.issn.1000-5277.2020.01.013.

[8] YUNG E, WANG Siqiang, CHAU C. Thermal perceptions of the elderly, use patterns and satisfaction with open space[J]. Landscape and Urban Planning,2019,185(3):44-60. DOI:10.1016/j.landurbplan.2019.01.003.

[9] FABGER P. Thermal comfort: Analysis and applications in environmental engineering[J]. Thermal Comfort Analysis and Applications in Environmental Engineering,1972,3(3):181-196. DOI:10.1016/S0003-6870(72)80074-7.

[10] LIN T P. Thermal perception, adaptation and attendance in a public square in hot and humid regions[J]. Building and Environment,2009,44(10):2017-2026. DOI:10.1016/j.buildenv.2009.02.004.

[11] SHOOSHARIAN S, RIDLEY I. The effect of individual and social environments on the users thermal perceptions of educational urban precincts[J]. Sustainable Cities and Society,2016,26:119-133. DOI:10.1016/j.scs.2016.06.005.

[12] AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE. ASHRAE 55: 2010 Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy[S]. New York: American National Standards Institute,2010.

[13] 谭少华,何琪潇,陈璐瑶,等. 城市公园环境对老年人日常交往活动的影响研究[J]. 中国园林,2020,36(4):44-48. DOI:10.19775/j.cla.2020.04.0044.

[14] 谭少华,杨春,李立峰,等. 公园环境的健康恢复影响研究进展[J]. 中国园林,2020,36(2):53-58. DOI:10.19775/j.cla.2020.02.0053.

[15] 王镇宁,骆培聪,占惠珠,等. 城市休闲绿道游憩者涉人对幸福感的影响研究:以福州市福道为例[J]. 福建师范大学学报(自然科学版),2020,36(3):70-78. DOI:10.12046/j.issn.1000-5277.2020.03.009.

[16] NIKOLOPOULOU M, LYKOU DIS S. Thermal comfort in outdoor urban spaces: Analysis across different European countries[J]. Building and Environment,2006,41(11):1455-1470. DOI:10.1016/j.buildenv.2005.05.031.

- [17] LIN C H, LIN T P, HWANG R L. Thermal comfort for urban parks in subtropics: Understanding visitor's perceptions, behavior and attendance[J]. *Advances in Meteorology*, 2013(1): 1-8. DOI: 10. 1155/2013/640473.
- [18] HUANG Jianxiang, ZHOU Chaobin, ZHUO Yanbin, *et al.* Outdoor thermal environments and activities in open space: An experiment study in humid subtropical climates[J]. *Building and Environment*, 2016, 103(7): 238-249. DOI: 10. 1016/j. buildenv. 2016. 03. 029.
- [19] HÖPPE P. The physiological equivalent temperature: A universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment[J]. *International Journal of Biometeorology*, 1999, 43(2): 71-75. DOI: 10. 1007/s00484005 0118.
- [20] LI Kunming, ZHANG Yufeng, ZHAO Lihua. Outdoor thermal comfort and activities in the urban residential community in a humid subtropical area of China[J]. *Energy and Buildings*, 2016, 133(12): 498-511. DOI: 10. 1016/j. enbuild. 2016. 10. 013.
- [21] KRUGERE, ROSSIF. Effect of personal and microclimatic variables on observed thermal sensation from a field study in southern Brazil[J]. *Building and Environment*, 2011, 46(3): 690-697. DOI: 10. 1016/j. buildenv. 2010. 09. 013.
- [22] ALJAWABRA F, NIKKOLOPOULOU M. Influence of hot arid climate on the use of outdoor urban spaces and thermal comfort: Do cultural and social backgrounds matter? [J]. *Intelligent Buildings International*, 2010, 2(3): 198-217. DOI: 10. 3763/inbi. 2010. 0046.
- [23] MARAS I, BUTTSTÄDT M, HAHMANN J, *et al.* Investigating public places and impacts of heat stress in the city of Aachen, Germany[J]. *ERDE*, 2013, 144(3/4): 290-303. DOI: 10. 12854/ERDE-144-20.
- [24] CHEN Liang, WEN Yongyi, ZHANG Lang, *et al.* Studies of thermal comfort and space use in an urban park square in cool and cold seasons in Shanghai[J]. *Building and Environment*, 2015, 94(2): 644-653. DOI: 10. 1016/j. buildenv. 2015. 10. 020.
- [25] COHEN P, POTCHTER O, MATZARAKIS A. Human thermal perception of coastal Mediterranean outdoor urban environments[J]. *Applied Geography*, 2013, 37: 1-10. DOI: 10. 1016/j. apgeog. 2012. 11. 001.
- [26] 常璐. 基于 CFD 模拟的冬季校园环境评价与优化研究[D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2017.
- [27] YANG Feng, LAU S, QIAN Feng. Urban design to lower summertime outdoor temperatures: An empirical study on high-rise housing in Shanghai[J]. *Building and Environment*, 2011, 46(3): 769-785. DOI: 10. 1016/j. buildenv. 2010. 10. 010.
- [28] GIRIDHARAN R, LAU S, GANESAN S, *et al.* Lowering the outdoor temperature in high-rise high-density residential developments of coastal Hong Kong: The vegetation influence[J]. *Building and Environment*, 2008, 43(10): 1583-1595. DOI: 10. 1016/j. buildenv. 2007. 10. 003.
- [29] 卓志雄, 吴天杰, 洪长兴, 等. 热岛效应视角下口袋公园对城市热环境的影响研究[J]. *林业资源管理*, 2022(1): 95-105. DOI: 10. 13466/j. cnki. lyzygl. 2022. 01. 012.

(责任编辑: 钱筠 英文审校: 方德平)