

# 城市更新 URBAN RENEWAL

## Street Space Amenity Measurement and Accurate Regeneration:

Case Study of Sandao Street, Chengdu

## 街道空间宜人性测度及精准更新

——以成都市三道街为例

文 / 金伊婕 同济大学建筑与城市规划学院 硕士研究生

匡晓明 同济大学建筑与城市规划学院 副教授

上海同济城市规划设计研究院有限公司城市设计研究院 常务副院长

奚婷霞 上海同济规划设计研究院有限公司城市设计研究院城景所 副总工

陈 箐 同济大学建筑与城市规划学院 副教授 博士生导师 ( 通讯作者 )

**摘要:** 文章选取成都三道街为研究案例,利用语义差别法和眼追踪技术对改造前后的街道空间宜人性感知特征及其关键要素展开探索。宜人性评价发现:在保障绿意感受的前提下,改造后的街道宜人性显著提升。而眼动证据支持了感知背后的逻辑:在空间宜人性感知过程中,街道底层界面是承载了主要关注的区域,而底层绿化的数量和布局会影响人们在视线中对街道关键区域的感知,因此移去底层灌木和开放型绿地布局的改造策略有助于街道空间品质的精细化设计导控。

**Abstract:** This paper takes Sandao Street in Chengdu as a research case, and uses the semantic difference method and eye tracking technology to explore the pleasantness perception characteristics and key elements of street space before and after reconstruction. The pleasantness evaluation found that the pleasantness of the renovated street was significantly improved under the premise of ensuring the green feeling. The eye movement evidence supports the logic behind the perception: in the process of spatial amenity perception, the ground floor interface of the street is the area that carries the main concern, and the quantity and layout of the ground floor greenery will affect people's perception of the key areas of the street on the line of sight. Therefore, the renovation strategy of removing the underlying shrubs and the layout of the open green space has effect on the refined design guidance and control of the street space quality.

**关键词:** 宜人性评价; 城市更新; 生活性街道; 眼追踪; 语义差别法

**Keywords:** amenity assessment; urban regeneration; living streets; eye tracking; semantic difference method

**基金项目:** 上海同济城市规划设计研究院有限公司暨长三角城市群智能规划协同创新中心科研课题 ( 课题编号 KY-2023-YB-A02 );

国家自然科学基金: 基于实景体验计算的城市街道景观风貌精准修补 ( 项目编号: 51878461 );

国家自然科学基金: 创新社会治理格局下城市老旧社区更新的机制、模式与规划技术研究——以上海为例 ( 项目编号: 51878455 )

DOI: 10.19875/j.cnki.jzywh.2023.07.045

### 引言

街道作为城市空间品质感知的重要场所,其人性化的环境设计,是营造亲切宜人、闲适安逸的街道场景<sup>[1-3]</sup>的关键。然而现有街道研究侧重于模糊性总结空间宜人性感知的一般特征规律<sup>[4-6]</sup>,缺少主观评价和客观要素之间的关联,诊断粗放;另一方面,前沿的眼动<sup>[7]</sup>、街景语义分割<sup>[8]</sup>等研究工具由于缺乏具体街道问题指引,无法对街道的实际设计管控提出直接干预建议<sup>[9,10]</sup>。

在街道空间视觉评价研究中,SD 语义差别法<sup>[4,11-13]</sup>这种简单可靠的方法得到广泛应用。相对于质性研究,SD 评价的优势在于通过相反形容词对应的区间来把握客观对象的特征,意在弥补以上理论在构建街道主观感受和客观指标关系上的不足。而眼动工具嫁接在传统视觉研究范式上的优势<sup>[7,14]</sup>,在于精准把握宜人性规律及其影响要素,补齐存量街道更新中风格统一、集约式布

局等笼统语汇<sup>[1-3]</sup>指导下的模糊性建设管理短板。

因此文章在传统研究范式基础上结合眼动工具,旨在探讨以下研究问题:针对具体街道,如何把感受评价锁定到具体空间要素(精准诊断),以及具体改造是否有效(精准干预)?进一步聚焦于实际街道绿化建设中存在的典型宜人性问题:简单增绿无法提升街道活力时,如何从提量模式转到提质模式,从而提升具体街道的绿地综合效益?以成都三道街项目为例,当过多的绿化影响了街道宜人性体验时,调整绿化的遮挡程度和绿化布局是否改善了街道的空间宜人性感知?影响空间宜人性感知的关键设计导控要素有哪些?

### 1 研究方法

#### 1.1 研究对象及场景呈现

基于以上研究问题,进一步选取成都市三道

街的两个生活街道区段作为研究对象,这两个典型区段的共性矛盾是:在具体生活场景中,绿化量过多影响了街道宜人性感知,活力不足。

在对街商业设施使用的典型场景中,典型段 1 存在沿路地面绿化遮挡过多导致宜人性感知不足的问题。因此实验 1 主要测试降低沿路地面绿化隔离的设计策略是否改善了街道宜人性品质。

在街旁绿地的休闲游憩场景中,典型段 2 存在绿化布局影响宜人性感知的问题。因此实验 2 的主要目的是测试在内向型(硬地休憩空间靠内侧围墙布置)和开放型(硬地休憩空间靠车行道布置)的街旁绿地布局中,是否存在街旁绿地使用感受和可进入性的平衡。

典型段的实验刺激场景设定从诱发街道真实感受出发,比较绿化遮挡程度及布局对宜人性感知的影响(图 1)。以 120 度视域和 1.6m 视线高度为默认人行视角,结合街景及实地调研资料,



图1 典型段1&amp;2实验的街道场景图(图片来源:作者自绘)

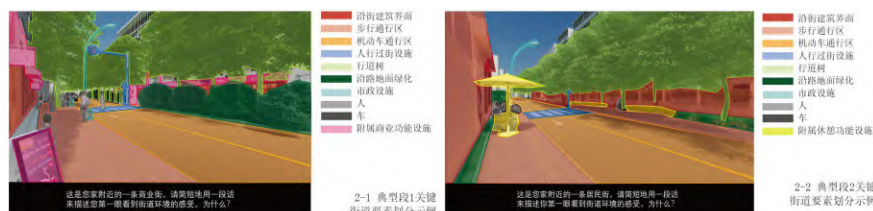


图2 关键街道要素划分示例(图片来源:作者自绘)

力图还原真实的街道感受。其次,在确保绿地率相同的情况下,调控绿视率变量,进一步比较高绿视率下的宜人性感受。最后基于 SKETCHUP 和 LUMION 进行实验刺激图片的建模,截取实验图片均为宽 1920 像素,高 1080 像素,分辨率 96 像素/英寸。

## 1.2 研究实验设计与实验数据采集

基于以上核心问题和目标,研究实验设计在宜人性研究范式的基础上增加了眼动工具,用于探索影响人们街道感知的关键要素。空间宜人性评价分为第一印象评价和 SD 评价两个部分。

首先,通过第一印象评价,在并不刻意引导人们关注街道绿化的前提下,诱发人们真实的街道感受。进而判断街道绿化的改造策略是否产生了积极或消极的情绪感受影响。

其次,结合研究对象特性与国内外街道研究经验<sup>[4]</sup>,选取 SD 评价的 6 对形容词对,细化宜人性评价的维度。宜人性包含了环境空间中的生理需求和视觉愉悦度<sup>[15]</sup>,而这些五感知觉对于街道环境感知均具有积极或消极的影响力<sup>[16]</sup>。这 6 个形容词对,分别是视线开敞/视线封闭、步行空间狭窄/步行空间宽敞、宁静/热闹、无趣/有趣、无气氛(人气)/有气氛(人气)、无统一感/有

统一感。确定主观评价等级为 0 ~ 5 分。

整体实验时长约在 20 分钟左右,分为实验调试准备阶段、实验数据采集阶段和被试者背景访谈阶段三个部分。实验前被试进行眼动仪的校准,并且了解基本实验流程和街道背景。在实验数据采集阶段,被试分别对两个典型段街道场景进行第一印象评价和 SD 评价,在评价过程中,借助 SMI - redN 桌面式眼动仪“捕捉”被试在街道场景感受评价中的注视情况。

被试者由研究人员在网络上招募,主要为视力在 600 度以内的在读大学生,共招募到 46 人。在正式实验前的调试准备阶段,被试签署知情同意书和伦理审查;在实验后的背景访谈阶段,被试填写个人背景信息及街道偏好并领取相应的酬劳。

## 1.3 实验分析

实验分析分为以空间宜人性评价目标下的定性和定量分析。首先,针对宜人性评价的开放型问题,利用 NVIVO 质性分析软件对人们的第一印象访谈文本进行主题分析和情感分析。其次,在宜人性评价中的 SD 评价,利用 SPSS 软件进行 T 检验等统计分析。最后,经过有效被试筛选之后,利用 begaze 软件将眼动数据进行 AOI 兴趣区划

分和分析。数据分析分为总体注视时间和单位区域注视时间两类,总体注视时间[简称 TFD(ms)]表明被试对街道要素的偏好,注视时间越长,人们对街道要素更感兴趣。取典型段在改造前后(不同绿地布局)的平均总体注视时间,可以得到人们在空间宜人性感知过程中的注视偏好规律。而单位区域注视时间[简称 TFDPA(ms/px)]排除了要素的面积影响,能反映影响人们感受评价的关键街道要素。

## 2 实验结果

以采样率  $\geq 60\text{Hz}$ 、眼动捕捉率  $\geq 50\%$  为条件进行数据有效性筛选,得到最终有效被试为 40 人。40 名被试的眼动捕捉率范围为 77.4% ~ 98.5% (AVG = 90.1%  $\pm$  5.94),其中男女比例为 1 : 2.3,平均年龄在 23.6 岁。

### 2.1 典型段 1 实验:绿化遮挡程度影响宜人性感知

#### 2.1.1 街道环境的总体宜人性评价

降低绿化分隔带的阻隔后,人们对整体街道环境产生了更为宜人的绿色感受。

根据第一印象的宜人性评价,降低绿化隔离的策略改善了被试对于典型段 1 街道的负面感知,主要表现为遮挡视线且压抑。利用 NVIVO 质性分析软件对人们的第一印象访谈文本进行主题分析和情感分析,发现消极倾向评价从 47.50% 降低到了 7.50%,主要表现在视线遮挡评价的减少;而积极倾向评价从 40.00% 提升到了 47.50%,主要表现在视线更开阔、绿化量丰富程度持平等方面。

进一步结合宜人性的各个维度分析,发现降低绿化隔离的策略显著提升了人们对典型段 1 场景的宜人性感知。比较改造前、后场景的 SD 量表发现,6 组形容词对的打分平均值均有不同程度的上升,如视线封闭/开敞(改造前: M = 2.25, SD = 0.81; 改造后: M = 4.50, SD = 0.51)、步行空间狭窄/宽敞(前: M = 2.72, SD = 0.82; 后: M = 4.50, SD = 0.64)、宁静/热闹(前: M = 2.72, SD = 0.93; 后: M = 3.98, SD = 0.70)、无/有趣(前: M = 2.78, SD = 0.80; 后: M = 3.98, SD = 0.53)、无/有气氛(前: M = 2.85, SD = 0.95; 后: M = 4.28, SD = 0.72)、无/有统一感(前: M = 2.95, SD = 0.88; 后: M = 3.65, SD = 0.77)。对其进行配对 T 检验,得到  $p < 0.001$ ,可以认为移去底层灌木的改造策略对整体街道环境的积极感知有显著影响。

#### 2.1.2 眼动支持的宜人性要素精准识别

为了进一步锁定影响宜人性的生活性街道管控要素,结合导则<sup>[3]</sup>和三道街典型使用场景划分关键街道要素:建设层的沿街建筑界面、步行通行区、机动车通行区、人行过街设施、市政设施;绿化层的行道树、沿路地面绿化;管理层的附属商业(休憩)功能设施;活动层的人、车(图 2)。

(1) 与第一印象宜人性评价关联的眼动证据



在第一印象的宜人性感过程中，绿化（改造前后的平均总体注视时间  $M = 244391.15$ ）、附属商业功能设施（ $M = 159869.35$ ）、沿街建筑界面（ $M = 147432.55$ ）是承载了主要关注偏好的区域。这表明，在设施使用场景下，这三个关键街道要素的空间关系对街道宜人性感产生重要影响。因此提升宜人性感的关键在于调节它们之间的空间矛盾。

结合第一印象评价，眼动进一步锁定了遮挡物是沿路地面绿化，它遮挡了对感受产生重要影响的附属商业设施和沿街建筑界面，为街道绿化与积极性感知评价之间的关联提供证据。改造后，绿化的总体注视时间大大降低（改造前  $TFD = 377537.73ms$ ，改造后  $TFD = 111244.62ms$ ），但附属商业功能设施（前  $TFD = 109342.50ms$ ，后  $TFD = 210396.20ms$ ）、沿街建筑界面（前  $TFD = 45131.90ms$ ，后  $TFD = 249733.20ms$ ）和步行通行区（前  $TFD = 48281.50ms$ ，后  $TFD = 152453.90ms$ ）的总体注视时间大幅上升。这表明，绿化作为外周视野中的背景要素<sup>[17]</sup>，尽管没有吸引到主动的视线关注，但是在感知过程中已经作为重要信息被加工了。同时，包含沿街建筑界面和附属商业设施在内的底层街道空间承载了核心的关注<sup>[18]</sup>，而改造前典型段1的主要矛盾是绿化遮挡了4.20%的底层街道空间。因此降低绿化遮挡的策略将人们的注意力引导到了重要底层参考空间，从而诱发更多正面感受。

## （2）与宜人性感评价维度关联的眼动证据

与宜人性感评价关联的眼动证据，进一步锁定各个维度评价下共同关注的关键要素（图3）。分析各街道要素的平均单位注视时间（改造前后场景的单位注视时间平均值）发现，附属商业功能设施和沿街建筑界面这两个要素几乎在所有维度评价上都占据比较重要的位置，尤其是有无统一感、有无气氛方面。这表明街道第一和第二轮廓线是塑造统一感和氛围的重要要素。此外，绿化在视线封闭/宽敞、有/无气氛、有/无统一感这三个特定维度评价上占比较高，表明行道树在街道中通过强化和界定建筑边界来影响感受的作用。基于此，街道空间的统一感界定可通过两侧的绿化和建筑界面进行二次划分和界定，从而提升个体对街道场景的宜人性感。此外，人行过街设施、市政设施等要素在各个维度上的关注都较少，可以认为与宜人感知的关联不大。

针对SD评价中关键的视线封闭/开敞维度，进而发现保障关键底层街道空间的视线通畅，是提升宜人性的关键。针对绿化遮挡物，对其不同空间层次进行拆解，发现相比于乔木，沿路地面绿化与视线感知存在强关联，这证明了位于底层空间的绿化层承载了更多的视线关注。与改造前的其他维度比较（图3-3），发现在评价视线是否开敞时，人们格外关注了灌木。而比较改造前后的视线开敞/封闭维度（图3-2），发现改造后，人们对灌木的关注

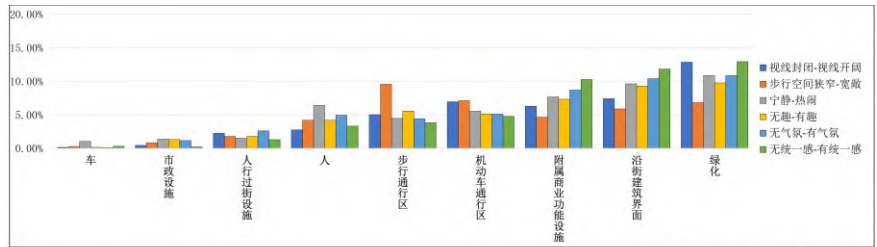


图3-1 典型段1宜人性感评价的平均单位注视时间

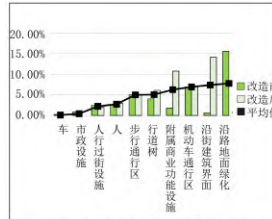


图3-2 改造前后视线开敞维度的单位注视时间比较

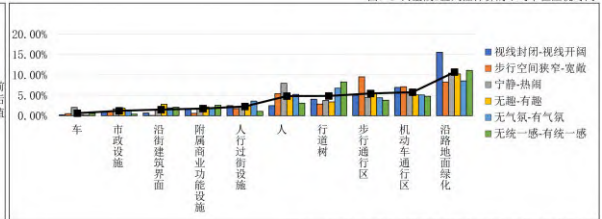


图3-3 改造前后视线开敞维度与其他维度的单位注视时间比较

图3 典型段1宜人性感评价维度的眼动分布（图片来源：作者自绘）

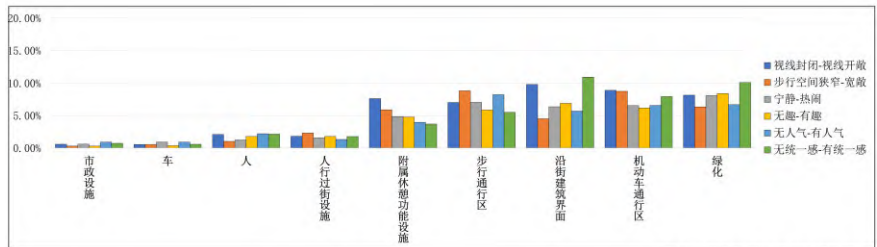


图4-1 典型段2宜人性感评价的平均单位注视时间

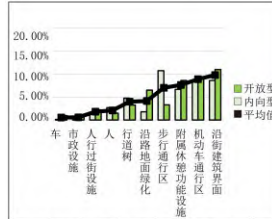


图4-2 不同绿地布局下视线开敞维度的单位注视时间比较

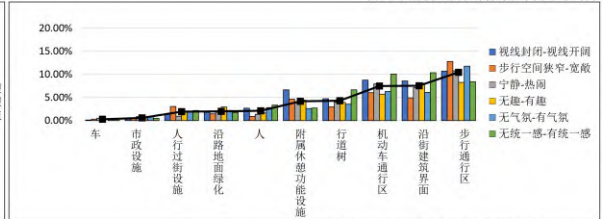


图4-3 开放型视线开敞维度与其他维度的单位注视时间比较

图4 典型段2宜人性感评价维度的眼动分布（图片来源：作者自绘）

转移到了沿街建筑界面和附属商业功能设施，诸如店面、店招等空间，这与第一印象评价的结论相似。因此在设施使用为主导的场景中，应保障关键底层街道空间的视线通畅。

## 2.2 典型段2实验：绿化布局影响宜人性感感知

### 2.2.1 总体宜人性感评价

比较两种绿地布局，人们对整体街道环境的积极绿色感受基本保持不变，而开放型布局的宜人性感评价更高，初步表明绿地布局对宜人性感感知的价值。

根据第一印象评价，发现两种绿地布局的总体绿色感知持平。尽管积极倾向评价从52.50%降低到了22.50%，主要表现在内向型绿化布局在对街视角上看起来绿化量更丰富，但是消极倾向评价维持在10.00%。因此更多积极性评价向中性评价的转化，说明两者对街道绿意感知评价的影响并不显著。

进一步分析SD评价的各个维度，发现开

放型绿化布局显著提升了人们的宜人性感。相比于内向型街旁绿地，开放型街旁绿地的6组形容词对打分平均值更高，如视线封闭/开敞（开放： $M = 2.60$ ， $SD = 0.88$ ；内向： $M = 3.45$ ， $SD = 0.93$ ）、步行空间狭窄/宽敞（开放： $M = 2.20$ ， $SD = 0.78$ ；内向： $M = 3.40$ ， $SD = 0.88$ ）、宁静/热闹（开放： $M = 1.80$ ， $SD = 0.83$ ；内向： $M = 2.93$ ， $SD = 0.85$ ）、无/有趣（开放： $M = 2.43$ ， $SD = 0.76$ ；内向： $M = 3.08$ ， $SD = 0.93$ ）、无/有人气（开放： $M = 2.10$ ， $SD = 0.78$ ；内向： $M = 3.18$ ， $SD = 0.78$ ）、无/有统一感（开放： $M = 2.75$ ， $SD = 0.92$ ；内向： $M = 3.15$ ， $SD = 0.90$ ）。配对T检验显示，除了有/无统一感维度  $p < 0.05$ ，其他维度均  $p < 0.001$ ，可以认为开放型街旁绿地的布局形式对整体街道环境的积极感知有显著影响。

### 2.2.2 眼动支持的宜人性感要素精准识别

在空间宜人性感评价难以解释两种绿地布局孰优孰劣的内在原因时，需要眼动证据进一步

做出判断,为传统设计中设计师经验为主的决策提供科学证据。

### (1) 与第一印象评价关联的眼动证据

在保障基本绿意感受的前提下,开放型绿化布局策略引导了人们对于步行通行区和附属休憩设施的注意。尽管在描述街道空间第一印象时,人们都偏好关注沿街建筑界面(不同布局的平均总体注视时间  $M = 186602.75$ )、绿化( $M = 153603.55$ )和步行通行区( $M = 129545.85$ )等区域。但是对比两种绿化布局的眼动分布情况,人们偏好关注内向型绿化布局的沿街建筑界面(内向型 TFD = 242970.70ms,开放型 TFD = 130234.80ms)、绿化(内 TFD = 192086ms,开 TFD = 115121.10ms)和机动车通行区(内 TFD = 135606.40ms,开 TFD = 99358.10ms),这与口头报告的围合感更好、绿量多、安全、远离车辆喧嚣等正面描述保持一致;而开放型绿化布局提升了人们对步行通行区和附属休憩设施的注意力,这也与人们提出的方便休息、步行稍微宽敞一些等正面描述相符合。

### (2) 与 SD 评价关联的眼动证据

对 SD 评价中各个宜人性质度的眼动数据分析(图 4-1),发现机动车通行区、沿街建筑界面、步行通行区等底层建设空间要素和附属休憩功能设施这类管理要素,是影响街道空间宜人性的关键。机动车通行区和沿街建筑界面这两个建设要素几乎在所有维度评价上都占据比较重要的位置,尤其是有无统一感、视线封闭开敞与否的打分上。步行通行区不仅在步行空间狭窄/宽敞的评价时占比较高,对有无人流的感知也有较大影响。

部分要素影响了特定的空间宜人性质感知,例如附属休憩功能设施在视线封闭开敞与否评价时承载了较高的关注,这与前文中提到的人们可坐可游功能需求相吻合;而绿化则在有无统一感的打分上承载了较高关注,可见绿化在构建基础街道骨架感知上的作用在两个实验中都得到证实。而人行过街设施、市政设施等建设要素,以及人、车等活动要素在各个维度上的关注都较少。

针对 SD 评价中关键的视线封闭/开敞维度,进而发现可见易达的附属休憩功能设施是提升宜人性的关键。在绿地率一致但绿视率不同的前提下,相较于行道树,沿路地面绿化都承载了更多的视线关注,其布局对视线开敞感知产生显著影响。

同一视线封闭/开敞维度下(图 4-2),相比于内向型布局,开放型布局尽管绿视率较低,但是步行通行区的可见易达,使得人们花费更少的时间来探索步行空间。而与开放型布局的其他维度相比(图 4-3),在评价街道空间是否视线开敞时,人们更关注沿街建筑界面和附属休憩功能设施。第一印象评价的口头报告表明,人们认为开放型绿化

布局更宜人是因为它的瞭望庇护特征。因此游园景观应在绿化可见性的基础上结合审美需求和安全需求,鼓励开放型绿地布局,以引导人们在视觉上感知到游园的可步行性和可休憩性。

## 3 实验结论

以成都市三道街为例,生活性街道宜人性建设的主要矛盾不单单是提高绿量,而在于具体街道使用场景(设施使用和休闲绿地游憩)下整体宜人性质感的优化。因此在精准锁定街道更新过程中影响宜人性质感的要素之后,针对三道街的问题,提出针对性设计导控策略。

在设施使用和休闲绿地游憩为主导功能的街道场景中,沿街建筑界面和机动车通行区这两类建设性要素是人们在宜人性质感知判断时普遍关注的要素,而人行过街设施和市政设施这类要素则不太重要。因此在街道人性化转型中,首要考量沿街建筑界面(尤其是 6~9m 的底层界面)的亲切宜人尺度、开放连续性、业态丰富性。街道两侧建筑的广告、招牌、橱窗等附属功能设施的设计宜纳入建设性要素的范畴中,保持大小、材质等与街道风貌协调统一。机动车通行区的改造则应遵循宁静安全的街道环境建设原则,通过转弯半径、铺装交叉口等稳静化措施来减小车辆速度,同时在次干路以下等级的道路,适当缩减机动车道宽度,以鼓励行人过街。

而管理要素中,附属功能设施与视线封闭开敞的感知关系更密切,优化策略应为集约化设置设施带且保证视线上开敞可见。因此,在设施使用场景中,在街道腹地宽度充裕的情况下,应增加外摆区这类附属商业功能设施;而在腹地紧张的街道,则可以通过店招、广告标识牌等要素来提升设施使用和步行体验。此外,在设有外摆、店招等关键要素的重点空间应在行人的视野范围内做开敞性设置,适当削减底层灌木,从而引导人们获取对街可进入性和购物体验的关键信息。而在休闲绿地游憩场景中,应提倡开放型布局的街边小游园,以增加包含座椅在内的附属休憩功能设施可见性,从而提升街道设施的瞭望庇护感知和宜人性质感知,进而提升休憩停留可能。

另一方面,导则虽然对行道树和沿路地面绿化的布置做了相应规范指导,但是对于现成街道绿化的改造提升缺少参考性。在建成环境中,降低沿路地面绿化的遮挡以及调整开放型游园布局的策略有效提升了人们对街道环境宜人性质的评价。因此,在周边设施使用场景为主且步行道较宽的街道,鼓励连续种植高大乔木、降低底层绿化隔离,形成林荫道,从而提升统一感、绿意感等街道空间品质。而在休闲绿地游憩场景为主且步行道

较窄的街道,倡导合理集约的绿地空间模式,人行道绿化宜结合路侧公园绿地统筹设计。

综上所述,成都市三道街作为生活性街道精准更新的示例,通过将实践建设项目与研究工具创新结合的尝试,希望为未来更多类型的街道景观导控实践提供借鉴。

## 参考文献

- [1]上海市规划和国土资源管理局,上海市交通委员会,上海市城市规划设计研究院.上海市街道设计导则[M].上海:同济大学出版社,2016.
- [2]北京市规划和自然资源委员会,北京市城市规划设计研究院.北京街道更新治理城市设计导则[EB/OL].(2021-06-23)[2022-08-24].[http://ghzrzyw.beijing.gov.cn/biaozhuguanli/bz/cxgh/202106/t20210623\\_2419742.html](http://ghzrzyw.beijing.gov.cn/biaozhuguanli/bz/cxgh/202106/t20210623_2419742.html).
- [3]成都市规划和自然资源局,成都市规划设计研究院,成都市天府公园城市研究院,等.成都市公园城市街道一体化设计导则[EB/OL].(2020-07-07)[2022-08-24].[http://mpnr.chengdu.gov.cn/ghzrzyw/sjwj/2020-07/07/content\\_4abd7e9a64dd4deba9d30e8102c18eec.shtml](http://mpnr.chengdu.gov.cn/ghzrzyw/sjwj/2020-07/07/content_4abd7e9a64dd4deba9d30e8102c18eec.shtml).
- [4]王德,张昀.基于语义差别法的上海街道空间感知研究[J].同济大学学报(自然科学版),2011,39(07):1000-1006.
- [5]FREDERICK A,KENNETH A.The Bounds of Cognition[M].New York:Wiley-Blackwell,2008.
- [6]顾朝林,宋国臣.北京城市意象空间及构成要素研究[J].地理学报,2001,(01):64-74.
- [7]Li Z,Sun X,Zhao S,et al.Integrating eye-movement analysis and the semantic differential method to analyze the visual effect of a traditional commercial block in Hefei,China[J].Frontiers of Architectural Research,2021,10(1).
- [8]叶宇,张灵珠,颜文涛,等.街道绿化品质的人本视角测度框架——基于百度街景数据和机器学习的大规模分析[J].风景园林,2018,25(08):24-29.
- [9]段进,兰文龙,邵润青.从“设计导向”到“管控导向”——关于我国城市设计技术规范化的思考[J].城市规划,2017,41(06):67-72.
- [10]段德罡,王丽媛,王瑾.面向实施的城市风貌控制研究——以宝鸡市为例[J].城市规划,2013,37(04):25-31+85.
- [11]庄惟敏.SD法与建筑空间环境评价[J].清华大学学报(自然科学版),1996,(04):42-7.
- [12]汪浩.基于SD法的建筑内部公共空间环境评价——以清华大学第六教学楼B区为例[J].华中建筑,2007,(05):96-100.
- [13]苟爱萍,王江波.基于SD法的街道空间活力评价研究[J].规划师,2011,27(10):102-106.
- [14]Alfred L.Eye movements and vision[M].Berlin:Springer,1967.
- [15]Alfonzo,M.A.To Walk or Not to Walk? The Hierarchy of Walking Needs[J].Environment&Behavior,2005,37(06):808-836.
- [16]徐磊青,胡滢.疗愈街道——一种健康街道的新模型[J].时代建筑,2020,(05):33-41.
- [17]ROSENHOLTZ R.Capabilities and limitations of peripheral vision[J].2016,02:437-457.
- [18]SIMPSON J,FREETH M,SIMPSON K J,et al.Visual engagement with urban street edges:insights using mobile eye-tracking[J].Journal of Urbanism:International Research on Placemaking and Urban Sustainability,2019,12(03):259-278.