

# 基于视觉量化的传统村落水口景观游客视觉行为偏好分析

## Analysis of Visual Behavioral Preferences of Tourists in Traditional Village Shuikou Landscape Based on Visual Quantification

杨箫<sup>1</sup> 李早<sup>2\*</sup> 叶茂盛<sup>3</sup> 夏舒婷<sup>1</sup>  
YANG Xiao<sup>1</sup> LI Zao<sup>2\*</sup> YE Maosheng<sup>3</sup> XIA Shuting<sup>1</sup>

(1.合肥工业大学建筑与艺术学院, 合肥 230601; 2.安徽建筑大学建筑与规划学院, 合肥 230022; 3.巢湖学院旅游管理学院, 合肥 238024)

(1. College of Architecture and Art, Hefei University of Technology, Hefei, Anhui, China, 230601; 2. School of Architecture and Planning, Anhui Jianzhu University, Hefei, Anhui, China, 230022; 3. School of Tourism Management, Chaohu University, Hefei, Anhui, China, 238024)

文章编号: 1000-0283(2024)03-0104-09  
DOI: 10.12193/j.laing.2024.03.0104.012  
中图分类号: TU986  
文献标志码: A  
收稿日期: 2023-11-30  
修回日期: 2024-01-29

### 摘要

水口是传统村落景观风貌和功能的重要组成部分, 具有深厚的历史文化价值。选取安徽省黄山市唐模村的水口景观空间进行眼动追踪实验, 探究在乡村转型发展过程中如何保持水口独特景观风貌、提升游客的情感与体验感。通过眼动指标的量化特征分析, 实现对水口景观空间视觉的可度量 and 可视化, 总结了水口景观空间游客视觉行为的规律。研究表明: (1) 在水口景观空间中, 门窗洞口、牌匾楹联等人工要素比植物、水体等自然要素更受游客关注, 人工要素在文化类风景园林建设中发挥重要作用。(2) 游客对大面积单一的植物、水体的视觉偏好较小。(3) 第一次注视前时间、第一次注视持续时间与要素的像素数量、RGB均值具有较强相关性。

### 关键词

传统村落; 水口景观; 空间要素; 眼动追踪; 视觉偏好

### Abstract

Shuikou is an important part of the landscape style and function of traditional villages, with deep historical and cultural value. Eye-tracking experiments are conducted in the Shuikou landscape space of TangMo Village, Huangshan City, Anhui Province to explore how to maintain the unique landscape style of Shuikou and enhance the emotion and experience of tourists in the process of rural transformation and development. Through the quantitative feature analysis of eye movement indexes, we realize the measurable and visualization of the vision of Shuikou landscape space, and summarize the law of tourists' visual behavior in Shuikou landscape space. The study shows that: (1) In the Shuikou landscape space, artificial elements such as door and window openings, plaques and couplets are more concerned by tourists than natural elements such as plants and water bodies, and artificial elements play an important role in the construction of cultural landscape gardens. (2) Visitors have less visual preference for large single plants and water bodies. (3) The time before the first gaze and the duration of the first gaze have a strong correlation with the number of pixels and RGB mean value of the elements.

### Keywords

traditional village; Shuikou landscape; spatial elements; eye tracking; visual preference

### 杨箫

1998年生/男/安徽淮北人/在读硕士研究生/研究方向为地域景观建筑与风貌规划

### 李早

1972年生/女/安徽合肥人/博士/教授、博士生导师/研究方向为建筑设计及其理论

### 叶茂盛

1986年生/男/安徽合肥人/博士/讲师/研究方向为建筑设计及其理论

徽州水口是徽州文脉的代表, 是构成徽州村落的基本要素<sup>[1]</sup>。水口作为徽州传统村落重要组成部分受自然、历史、社会、宗教等方面的影响, 体现徽州人的价值观与人生

观<sup>[2]</sup>。水口景观空间作为村落起承转合的起点, 本质上是一个供村落居民及游客使用公共空间<sup>[3]</sup>。水口在传统村落中具有景观与文化的双重价值<sup>[4]</sup>, 体现在其丰富的自然要

\*通信作者 (Author for correspondence)  
E-mail: 277240440qq.com

基金项目:  
国家自然科学基金面上项目“徽州传统建筑群落复合环境的感性评价研究”(编号: 51978226)

素与人工要素上；水口景观在传统村落空间布局与选址上发挥风水学作用，同时水口在村落理水和植物配置上发挥功能与审美的优势<sup>[5]</sup>。因此徽州人营造村落，倚水而居，围绕水营造景观，以桥为锁，以亭台楼阁塔为镇，聚集村中旺气，水口林与水口的山、水、建筑相融合形成优美独特的水口景观空间<sup>[6]</sup>。

既往研究中，程极悦<sup>[7]</sup>以徽州著名水口园林“檀干园”为例子阐述徽商的发展促成了水口园林的产生与繁华；刘亮等<sup>[8]</sup>从树木学角度阐述水口植物配置和水口林景观与环境的相融性；孙明等<sup>[9]</sup>探究的“藏风得水”“锁钥气势”等对水口的论述中反映出徽文化对山水独特的理解与向往；刘沛林<sup>[10]</sup>从旅游学视角开展研究，认为徽州歙县潜口村水口园林营造了一种“可居可游”的理想生活环境；王婷<sup>[11]</sup>从民俗学角度探究水口要素和文化，认为水口是徽州村落及居民生活不可缺少的部分；马寅虎<sup>[12]</sup>从地理学角度研究徽州村落水口景观的人文特色。

综上，针对徽州传统村落水口的研究已有开展，但多集中于水口构成及其文化表征的研究。随着徽州商业化旅游的快速发展和面向使用人群的快速转变，水口空间保护利用与更新引起关注，结合主体感知视角以空间利用动态更新为目标的研究有待开展。因此，本研究采用眼动追踪的方法探究水口要素构成、视觉认知的影响差异进而结合人群视觉偏好规律，提出徽州传统村落水口空间利用与保护发展的相关建议。

眼动追踪实验通过生成个体在视觉探索行为中的定量数据来分析其相关的行为心理<sup>[13]</sup>，其已成为近年来解决空间认知领域相关问题的重要方法，并取得了重要的研究成果<sup>[14]</sup>。一方面借助眼动实验研究人群对要素之间视觉偏好差异，揭示被关注的环境范

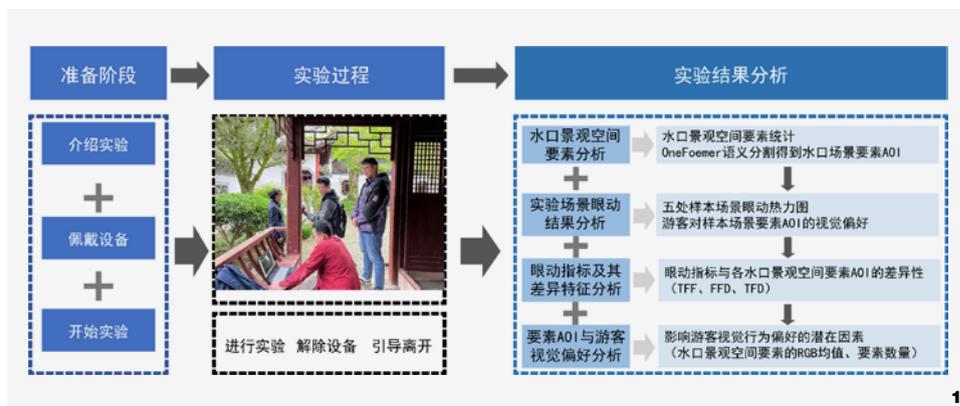


图1 实验流程图  
Fig. 1 Experimental flowchart

围内人们的审美行为共性与差异性，探讨人群使用关注度<sup>[15]</sup>，解析传统村落的空间品质<sup>[16]</sup>。另一方面，眼动指标大小差异可表明被试者视觉偏好的客观反映，表明不同群体的空间要素认知差异<sup>[17]</sup>，以视觉质量评价为传统村落提出设计策略<sup>[18]</sup>，同时视觉与空间关联分析为探究环境与人群关系提供新的量化方法<sup>[19]</sup>。

## 1 研究方法 with 实验流程

### 1.1 研究方法

视觉是人们感知环境的主要方式，人类从外界所获得的信息中80%以上来源于视觉<sup>[20]</sup>，通过眼睛可以发现人的心理活动的规律。眼动追踪研究是指通过测量眼睛的注视点的位置或者眼球相对头部的运动而实现对眼球运动的追踪，可携带式眼动仪是在真实的环境中进行的实验，其搜集的数据真实可靠。

通过眼动实验探究游客视觉行为在空间感知中的作用以及与空间要素的关联性。首先运用图像学的理论对所选样本图片进行图示化分析，归纳唐模水口景观空间构成要素。然后通过对眼动热力图，分析唐模水口

景观空间中游客的视觉偏好特征。其次通过对比叠合水口景观空间构成要素以及眼动实验热力图，生成视觉特征图示，对眼动指标数据、要素AOI、潜在的影响因素之间进行相关性分析（在SPSS.26中实现数据的处理与分析）（图1）。

### 1.2 样本选择

安徽省黄山市唐模村是徽州传统村落之一（图2），景观环境因地制宜，巧于因借。山水、田野、村舍融成一体，营建亭、桥、坊等建筑以及保存良好的风水树和水口林等组成水口，体现了“天人合一”的朴素生态观。唐模村水口景观空间组织起承转合、主次分明，具有独特的皖南古村落水口景观风格。其水口景观空间既不像西递水口自然关锁，也不像宏村水口开阔宏大，而是具有自然、精巧、雅致的特点，讲究人与自然和谐统一。唐模村水口综合了徽州水口丰富的文化形态、要素种类、水口空间序列组织，充分体现了徽州园林的独特风格，被誉为“中国水口园林第一村”<sup>[21]</sup>，具有选取展开研究的价值和代表性。

结合唐模村水口景观空间的物质和非物



图2 唐模村区位  
Fig. 2 Location of Tangmo Village

图3 唐模村水口  
Fig. 3 Shuikou of Tangmo Village



质构成要素利用情况、所含有的环境要素组合类型及要素种类。将要素构成种类及数量较为相似的样本划分为一类，归纳该类的空间特征并对水口景观空间进行类型化分析，最终聚类得到5处最具代表性的空间场所作为实验样本<sup>[22]</sup>（图3）：建筑景观空间（A1）、建筑围合空间（A2）、亲水空间（A3）、林下景观空间（A4）、开敞空间（A5）。样本分别是由自然要素水系、古树与人工要素建筑、构筑物等构成的复合空间场所，不仅反映水口园林沿水系铺陈序列中的空间转换与构成要素，同时也能体现不同水口景观空间的组织方式<sup>[23]</sup>。

### 1.3 数据获取与处理

采用 Tobii Pro Glass 3 可便携式眼动仪（采样率为100 Hz，头动范围30 ~ 50 cm、操作距离60 ~ 100 cm）记录被试游客在水口景观空间中真实视域内的眼动数据。为保证便携式

眼动仪的精确度和数据采集的准确性，被试者需要满足以下几个条件：（1）被试者的眼睛大小要相对正常；（2）裸眼或矫正视力正常，无色盲散光等严重的视力问题，近视度数过高的被试者需要在实验前提前佩戴隐形眼镜。

实验选择于2023年4月26日-4月27日（春季植被丰富，温度适宜，游客来往较多，游客受客观可变因素影响较小）下午15:00-17:00之间进行，天气多云转晴，温度为11 ~ 21℃。首先研究人员为被试者佩戴眼动仪，启动眼动校准程序，单人单场景进行60 s实验。实验完毕后导出追踪率高于90%的数据，在 Tobii Pro lab 软件中进行数据分析得到眼动数据结果。共获取150名被试者的眼动数据，去除眼动数据瞳孔捕捉率 < 85% 的无效数据，选择 > 95% 的优质数据，为保持各场景数据量相同，每个场景选择20份优质数据，共得到100份优质数据。最终得到眼动相关数据结果，包括眼动注视轨迹图、热力图、AOI

兴趣图等图示化信息以及第一次注视前时间（time to first fixation）、第一次注视持续时间（first fixation duration）、注视总持续时间（total fixation duration）等眼动指标数据信息<sup>[24]</sup>。最后将所采集眼动指标数据导入Excel和SPSS 22.0进行实验结果分析<sup>[25]</sup>（图4）。

## 2 结果与分析

### 2.1 眼动场景水口景观空间要素分析

根据传统村落景观地方性的知识特性分析<sup>[26]</sup>，将唐模村的水口景观空间构成要素进行归纳总结，如表1所示。

结合 OneFormer 语义分割<sup>[27]</sup>，唐模水口景观空间共得到9种AOI要素<sup>①</sup>（表2）：屋顶、门窗洞口、桥体汀步、水体、植物、牌匾楹联、构筑小品、道路铺装、可识文本<sup>[28-29]</sup>。同时为减少误差，本实验所进行的AOI兴趣区分组不考虑要素交叉的情况，且分组边界与实际情况基本一致<sup>[30]</sup>。

① OneFormer是一个多任务通用图像分割框架，可以在语义、实例和全景分割任务上使用图像分割更容易实现。结合上文分析的水口景观空间要素类型组成，在OneFormer中引入语义格式进行任务令牌输入，对需要进行语义分割的场景图像模型选择 ADE20K (150 classes) 值数据集进行图像分割任务。

## 2.2 实验场景眼动结果分析

对眼动实验结果进行可视化表达, 得到各AOI要素的受关注程度。热力图中红色代表其被注视时间最长或被多次注视, 绿色代表其被注视时间最短或仅为匆匆一瞥<sup>[31]</sup>。

表3可知, 建筑景观空间(A1)中游客视觉最多集中在门窗洞口、植物、牌匾楹联上, 其次是植物要素。建筑围合空间(A2)中游客视觉偏好较大的是门窗洞口、牌匾楹联、植物、屋顶、构筑小品, 道路铺装偏好较少。亲水空间(A3)中景观要素丰富, 桥体汀步、水体、植物要素呈现较多的热力。林下景观空间(A4)是典型的线状景观空间, 两侧长满植物且不规则的茶源石板延伸到景区东侧大门, 同时道路的空间指向处是游客的视觉集中处。开敞坦空间(A5)中构筑小品呈现出较多热力, 大面积的草坪并未呈现较高热力。

基于以上分析, 发现游客注意力常被具有历史文化的要素吸引, 例如门窗洞口、牌匾楹联获得更多注视时间, 呈现热力较高。本研究认为历史文化要素内涵丰富而不同于景观的直白, 门窗洞口等人工要素组合出的空间更易激发游客的探寻心理, 因而有更高的热力值。

眼动热力图仅对整体AOI要素的游客视觉偏好进行初步分析, 不能准确判断具体的AOI对游客的视觉偏好程度, 即不同AOI要素在不同样本空间中对游客的视觉吸引程度不同。因此要对不同场景的AOI要素眼动指标数据进行定量分析。

### 2.3 眼动指标及其差异特征分析

为探讨各眼动指标与各水口景观空间要素AOI的关系, 如表4选择第一次注视前时间、第一次注视持续时间、注视总持续时间共三组眼动指标数据进行研究<sup>[32]</sup>。

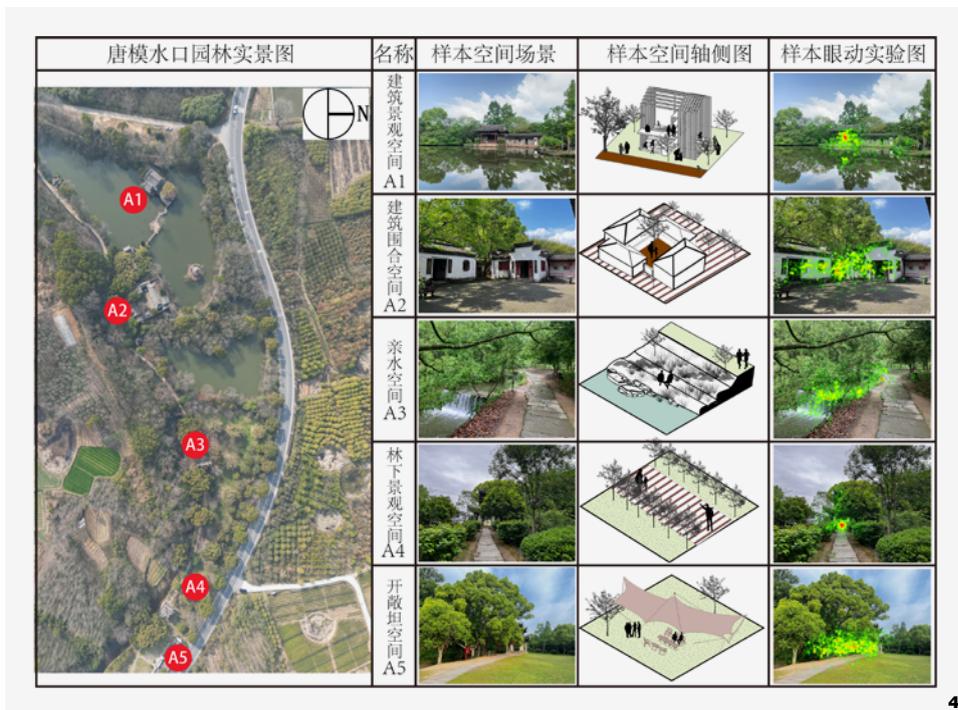


图4 唐模村水口景观空间场景样本眼动实验  
Fig. 4 Sample eye-tracking experiment of spatial scene of shuikou landscape in Tangmo Village

表1 实验场景水口景观空间要素统计  
Tab. 1 Statistics of spatial elements of the shuikou landscape for the experimental scenarios

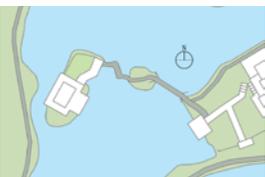
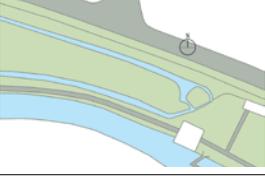
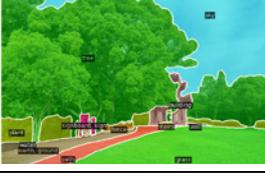
场景编号 Num.	水口景观空间要素 Spatial elements of the shuikou landscape
A1	植物、牌匾楹联、屋顶、墙体、桥体汀步、水体、道路铺装、门窗洞口、可识文本、柱子、屋檐、天空、土地
A2	设施小品、道路铺装、门窗洞口、可识文本、植物、牌匾楹联、屋顶、墙体、马头墙、天空
A3	水体、道路铺装、植物、可识文本、构筑小品、桥头汀步、土地、台阶
A4	道路铺装、植物、景观小品、屋顶、门窗洞口、马头墙、天空、土地
A5	道路铺装、植物、小品、门窗洞口、水体、草坪、天空、围栏、土地

#### 2.3.1 第一次注视前时间

第一次注视前总时间中, 游客对建筑围合空间(A2)的总时间用时最长约为3 944.16 s, 对亲水空间(A3)的总时间用时最短为1 054.67 s(表5)。建筑围合空间(A2)要素丰富且复杂, 游客需要一段适应时间才能分析出其中所含语汇并做出视觉反应, 找到自己的视觉兴趣点。亲水空间要素简单较少, 辨识度较高,

流动的跌水与丰富绿植空间较为醒目, 更能吸引游客视线。建筑围合空间(A2)中门窗洞口的第一次注视前总时间最长为1 250.30 s, 植物的第一次注视前总时间最短为405.48 s, 说明在半围合的建筑空间中游客首先注视的是植物景观要素, 其绿色在灰褐色调为主的建筑空间中更容易区分, 辨识度很高则游客可较快注视此要素。与之相反, 建筑空间门窗

表2 感兴趣区域AOI划分示意  
Tab. 2 Schematic diagram of AOI division in regions of interest

名称 Name	样本场景 Scene	样本平面图 Sample plan	AOI OneFormer语义分割 AOI OneFormer semantic segmentation
建筑景观空间 (A1)			
建筑围合空间 (A2)			
亲水空间 (A3)			
林下景观空间 (A4)			
开敞坦空间 (A5)			

洞口数量多且复杂，不易解析，游客需要一定时间区分其大小和范围。AOI第一次注视前平均时间最长的是构筑小品为27.10 s，平均时间最短是植物要素为7.96 s，在水口景观空间中植物要素的色彩及丰富度最吸引注意力，且要素单一易解析，构筑小品要素数量较小且放置较少易被忽略。

### 2.3.2 第一次注视持续时间

第一次注视持续总时间中，游客对建筑围合空间(A2)的第一次注视持续总时间最

长为114.94 s，建筑围合空间要素复杂多样、内涵丰富会增加游客辨识时间，具有较强的兴趣拉力，其中门窗洞口第一次注视持续时间最长为42.23 s，兴趣拉力最强。亲水空间(A3)第一次注视持续总时间最短为38.47 s，跌水景观整体更易辨别，构造简单，注视总时间较短(表6)。

AOI第一次注视持续时间平均时长最长的是牌匾楹联0.38 s，最短的是桥体汀步0.26 s，其他AOI都集中分布于0.26 ~ 0.35 s，差距较小，原因可能是牌匾楹联具有强烈的色彩对

比(黑底金字)和文化内涵更能吸引游客。植物要素像素所占图面比例最大，其第一次持续注视时间平均时长较短仅为0.27 s，且第一次注视前平均时间也是最短，说明植物存在吸引力但兴趣拉力较弱且不能持久，原因可能是游客在水口园林环境中对大面积的绿色景观产生审美疲劳。

### 2.3.3 总注视持续时间

样本总注视持续时间差距很小，总注视持续时间最长的是建筑景观空间(A1)为962.32 s，最短的是林下景观空间(A4)805.37 s。建筑景观空间(A1)水体总注视时长最长为332.58 s，其次是门窗洞口为247.69 s(表7)。AOI总注视持续时间平均值最大的是水体为10.88 s，最小的是构筑小品为0.88 s。游客对构筑小品不敏感，但仔细观察后会被其吸引。

### 2.4 景观空间要素AOI及游客视觉偏好分析

把9种要素AOI与眼动指标进行相关性分析，探究每个要素对游客视觉行为的影响差异，从而得出水口景观空间要素如何影响视觉偏好。选择第一次注视前时间、第一次注视持续时间、注视总持续时间三种眼动指标，在影响游客视觉行为潜在因素中选择水口景观空间要素的RGB均值、像素数量作为代表(表8)。

第一次注视前时间指标：桥体汀步与牌匾楹联的第一次注视前时间与其像素数量、RGB均值都在0.01水平上显著负相关，说明桥体汀步或者牌匾楹联的像素数量所占图面比例越大或颜色越亮，其第一次注视前时间越短越容易吸引被试者注意力。构筑小品的第一次注视前时间与其像素数量在0.05水平上显著正相关，说明构筑小品像素数量所占图

表3 眼动场景可视化表达  
Tab. 3 Visualization expression of eye movement scene

样本名称 Name	热力图 Heat map	重点区域热力放大图 Thermal magnified map of key areas	视觉偏好 Visual preferences
建筑景观空间 (A1)			屋顶 ○
			门窗洞口 ●
			桥体汀步 ⊕
			水体 ⊕
			植物 ●
建筑围合空间 (A2)			牌匾楹联 ⊕
			构筑物小品 ○
			道路铺装 ○
			可识文本 ○
			屋顶 ⊕
亲水空间 (A3)			牌匾楹联 ●
			构筑物小品 ○
			道路铺装 ○
			可识文本 ○
			屋顶 ○
林下景观空间 (A4)			牌匾楹联 ○
			构筑物小品 ○
			道路铺装 ○
			可识文本 ○
			屋顶 ●
开敞坦空间 (A5)			牌匾楹联 ○
			构筑物小品 ⊕
			道路铺装 ○
			可识文本 ⊕
			屋顶 ○

图例：长时间注视 ● 短时间注视 ⊕ 扫视 ○ 无注视行为 —

面比例较小环境信息简单，游客对其不敏感且易被解析。道路铺装的第一次注视前时间与其RGB均值在0.05水平上显著负相关，说明道路色彩亮度影响游客敏感度。

第一次注视持续时间指标：桥体汀步与牌匾楹联的第一次注视持续时间与其像素数量、RGB均值都在0.01水平上显著正相关，则在一定范围内桥体汀步或者牌匾楹联的像素数量所占图面比例越大或颜色越亮，对游客的首次兴趣拉力越强。植物的第一次注视持续时间与其像素数量在0.05水平上显著正相关，植物所占图面比例越大对游客的首次兴趣拉力越大。

注视总持续时间指标中：桥体汀步与牌匾楹联的注视总持续时间与其像素数量、RGB均值都在0.01水平上显著正相关，则在一定范围内桥体汀步或者牌匾楹联的像素数量所占图面比例越大或颜色越亮，对游客的持续吸引力越大。可识文本的注视总持续时间与其像素数量在0.01水平上显著正相关，可识文本像素数量所占图面比例越大游客对其注视时间越长。

### 3 总结与讨论

本文以唐模村为对象，采用可移动式眼动仪开展游客视觉行为偏好研究。研究表明：(1) 水口景观空间对游客视觉偏好存在影响，游客对自然要素与人工要素的视觉感受不同，游客偏好人工要素。游客较多关注水体且其形状、大小、状态及文化内涵会使其有较多吸引力。(2) 植物要素单一易解析，游客对大面积单一的植物、水体易产生审美疲劳，视觉偏好较小。(3) 人工要素中桥体汀步在亲水空间中有较强吸引力，其吸引力强弱与趣味性有关。屋顶在自然环境中吸引力强，在人工环境中空间吸引力弱。门窗洞

表4 眼动指标选择及意义  
Tab. 4 Selection and significance of eye movement indicators

眼动指标 Eye movement indicators	解释说明 Interpretative statement	意义 significance
第一次注视前时间	被测试者第一次注视到兴趣区的时间	时间越短说明此兴趣区越容易吸引被测试者注意力, 场景敏感度较高, 反映要素的可辨识度或区分度
第一次注视持续时间	被测试者第一次注视兴趣区持续时间	代表第一次兴趣区对被试者的吸引力, 时间长短反映要素对被测试者持续吸引程度, 也表示首次兴趣拉力
注视总持续时间	被测试者注视在一处兴趣区中的时间	代表对环境信息的加工, 注视时间越长代表对被测试者的持续吸引力越大, 反之越小

表5 场景空间样本第一次注视前总时间与各要素AOI第一次注视前平均时间  
Tab. 5 Total time to first fixation of scene space samples and average time to first fixation of each element AOI

AOI \ 样本类型 Types	A1 总时间 /s A1 Total Time	A2 总时间 /s A2 Total Time	A3 总时间 /s A3 Total Time	A4 总时间 /s A4 Total Time	A5 总时间 /s A5 Total Time	各 AOI 平均时间 /s Average time of each AOI
屋顶	202.73	537.71	0	1 060.46	208.53	12.61
门窗洞口	1 143.87	1 250.30	0	653.36	246.56	16.12
桥体汀步	415.19	0	130.53	0	0	9.82
水体	164.48	0	18.10	0	115.56	8.63
植物	460.66	405.48	160.92	247.37	339.75	7.96
牌匾楹联	845.69	891.76	0	0	0	17.44
构筑小品	0	450.97	155.65	153.74	293.93	27.10
道路铺装	0	407.94	259.89	359.97	156.59	13.61
可识文本	11.90	0	329.58	0	231.36	11.47
合计	3 244.52	3 944.16	1 054.67	2 474.9	1 592.28	——

表6 场景空间样本第一次注视持续总时间与各要素AOI第一次注视持续时间平均值  
Tab. 6 Total duration of first fixation of scene samples and average duration of first fixation of each element AOI

AOI \ 样本类型 Types	A1 总时间 /s A1 Total Time	A2 总时间 /s A2 Total Time	A3 总时间 /s A3 Total Time	A4 总时间 /s A4 Total Time	A5 总时间 /s A5 Total Time	各 AOI 平均时间 /s Average time of each AOI
屋顶	8.84	17.11	0	29.01	3.67	0.35
门窗洞口	21.42	42.23	0	23.60	6.07	0.31
桥体汀步	6.39	0	7.79	0	0	0.26
水体	9.52	0	8.89	0	1.90	0.32
植物	12.94	11.86	7.65	16.77	16.36	0.27
牌匾楹联	17.80	32.64	0	0	0	0.38
构筑小品	0	4.97	2.28	4.53	6.89	0.33
道路铺装	0	6.13	7.53	9.98	4.71	0.33
可识文本	0.54	0	4.33	0	6.90	0.27
合计	77.45	114.94	38.47	83.89	46.50	——

口、牌匾楹联能体现建筑所含历史风貌, 有较强吸引力。(4) 道路铺装吸引力较弱, 与唐模部分道路损坏、缺失有关。构筑小品数

量较少但容易影响游客视觉行为, 在开敞空间中效果最明显。(5) 牌匾楹联历史内涵丰富、色彩对比(黑底金字)明显, 历史文化

内涵是影响游客视觉偏好的重要因素。可识文本起到解释、介绍景点的作用, 对游客吸引力强弱与景观相关性较弱。

表7 场景空间样本总注视持续时间与各要素AOI总注视持续时间平均值  
Tab. 7 Total fixation duration of scene space samples and average AOI total fixation duration of each element

AOI / 样本类型 Types	A1 总时间 /s A1 Total Time	A2 总时间 /s A2 Total Time	A3 总时间 /s A3 Total Time	A4 总时间 /s A4 Total Time	A5 总时间 /s A5 Total Time	各 AOI 平均时间 /s Average time of each AOI
屋顶	94.29	192.37	0	89.64	12.04	1.9
门窗洞口	247.69	314.13	0	250.24	66.62	2.08
桥体汀步	55.91	0	169.07	0	0	4.09
水体	332.58	0	562.18	0	4.23	10.88
植物	184.99	168.17	148.33	391.45	632.40	6.17
牌匾楹联	46.24	97.60	0	0	0	0.96
构筑小品	0	15.30	5.25	4.91	58.41	0.88
道路铺装	0	46.20	40.37	69.13	16.11	1.92
可识文本	0.62	0	16.11	0	67.82	1.38
合计	962.32	833.77	941.31	805.37	857.63	—

水口的诞生与发展正是自然环境要素与人工要素不断融合、演化的过程，游客的视觉特征规律也印证这点。在未来水口空间的保护、利用、优化进程中：(1) 以自然要素为主，人工要素为辅，保持既有自然要素发展的同时弘扬水口文化及历史内涵，构建深层次文化景观；(2) 注重水口自然要素原真性，提升水系景观空间序列感；(3) 人工要素要注重保护与修复，重点关注牌匾楹联、门窗洞口、道路铺装等，协调“古”与“新”的关系，保持现有环境风貌和空间布局形态；(4) 要完善基础服务设施，优化构筑小品，通过构筑小品的点缀作用扩展公共活动空间活力，同时保持水口景观环境协调性。

虽然研究基于游客的眼动分析，得到人群对水口要素的视觉偏好，给未来水口景观空间优化提供新的思路和方法。但考虑实验场景选择有限，唐模水口虽具有一定代表性但仍不够全面。同时不同的季节、天气、温度等，都会对游客视觉偏好产生影响。另外，游客在环境中的体验感不仅仅通过眼动表现。因此在今后的研究中尽可能完善实验方法、控制环境变量，采取皮电、脑波传感

表8 景观空间要素AOI与影响因素的相关性分析  
Tab. 8 Correlation analysis between AOI and influencing factors of landscape spatial elements

AOI 示意图 AOI schematic diagram	AOI	维度 Dimension	M ± SD	像素数量 Number of pixels	RGB 均值 RGB mean
	屋顶	第一次注视时间	12.436 ± 3.901	-0.388	0.195
		第一次注视持续时间	0.335 ± 0.046	-0.599	-0.079
		总注视持续时间	2.169 ± 1.501	0.553	0.039
	门窗洞口	第一次注视时间	14.848 ± 4.174	-0.259	-0.361
		第一次注视持续时间	0.307 ± 0.040	0.513	0.091
		总注视持续时间	2.336 ± 0.644	-0.248	0.653
	桥体汀步	第一次注视时间	257.860 ± 222.498	-1.000**	-1.000**
		第一次注视持续时间	0.262 ± 0.023	1.000**	1.000**
		总注视持续时间	4.094 ± 2.749	1.000**	1.000**
	水体	第一次注视时间	8.594 ± 9.601	-0.629	-0.978
		第一次注视持续时间	0.325 ± 0.013	0.912	0.448
		总注视持续时间	0.325 ± 0.013	0.497	0.933
	植物	第一次注视时间	7.646 ± 3.667	-0.752	0.357
		第一次注视持续时间	0.275 ± 0.035	0.925*	-0.418
		总注视持续时间	6.107 ± 3.770	0.772	-0.259
	牌匾楹联	第一次注视时间	17.390 ± 2.192	-1.000**	-1.000**
		第一次注视持续时间	0.380 ± 0.028	1.000**	1.000**
		总注视持续时间	0.960 ± 0.311	1.000**	1.000**

续上表

AOI 示意图 AOI schematic diagram	AOI	维度 Dimension	M ± SD	像素数量 Number of pixels	RGB 均值 RGB mean
	构筑物小品	第一次注视时间	22.907±9.642	0.977*	-0.152
		第一次注视持续时间	0.381±0.190	-0.720	0.708
		总注视持续时间	1.096±0.844	-0.304	-0.064
	道路铺装	第一次注视时间	13.563±4.022	0.889	-0.984*
		第一次注视持续时间	0.326±0.067	-0.228	-0.082
		总注视持续时间	1.920±0.715	0.265	-0.581
	可识文本	第一次注视时间	11.440±6.294	0.018	0.098
		第一次注视持续时间	0.270±0.0230	0.737	-0.811
		总注视持续时间	1.385±1.386	1.000**	-0.993

器等人因工程设备进行交叉实验，对比分析，根据游客在水口景观空间中的真实体验数据，得到更加详细、全面的分析和结论。

注：图1底图源自谷歌地图 (<https://www.earthol.com/>)，图2底图源自本课题组无人机航拍；其余图表均由作者绘制。

### 参考文献

[1] 陈刚, 郑杰, 郑志元. 基于知识图谱的徽州传统村落研究进展与趋势[J]. 上海城市规划, 2022(001): 001.

[2] 史书蕊, 俞孔坚. 徽州传统水文化景观的结构特征与当代价值[J]. 景观设计学(中英文), 2021, 9(04): 28-49.

[3] 王玉蓉. 徽州传统聚落“水口林”景观研究[D]. 合肥: 安徽建筑大学, 2022.

[4] 殷永达. 论徽州传统村落水口模式及文化内涵[J]. 东南文化, 1991(02): 174-177.

[5] 关传友. 风水景观: 风水林的文化解读[M]. 南京: 东南大学出版社, 2012.

[6] 张纵, 高圣博, 李若南. 徽州古村落与水口园林的文化景观成因探赜[J]. 中国园林, 2007(06): 23-27.

[7] 程极悦. 徽商和水口园林——徽州古典园林初探[J]. 建筑学报, 1987(10): 74-78.

[8] 刘亮, 黄成林. 徽州古村落水口园林树木景观的研究[J]. 安徽农学通报, 2008, 14(23): 97-99.

[9] 孙明, 饶永. 徽州古村落水口景观构成初探[J]. 合肥工业大学学报(社会科学版), 2011, 25(02): 158-160.

[10] 刘沛林. 中国古村落的景观建构[J]. 寻根, 1997(04): 25-28.

[11] 王婷. 徽州古村落的水口文化研究[D]. 合肥: 安徽大学, 2014.

[12] 马寅虎. 试论徽州古村落景观的人文特色[J]. 安徽工业大学学报(社会科学版), 2002(01): 71-73.

[13] 姚海娟, 李晖, 杨海波, 等. 基于眼动记录技术的手持键盘界面设计[J]. 包装工程, 2011, 32(14): 36-39.

[14] 邱丽俊, 李燕, 陈享洁, 等. 基于眼动仪的服装网店页面设计研究[J]. 轻纺工业与技术, 2017, 46(5): 68-70.

[15] 戴海超, 冷嘉伟, 周颖, 等. 眼动追踪技术视角下的传统村落功能空间形态认知研究[C] // 全国高等学校建筑类专业教学指导委员会, 建筑学专业教学指导分委员会, 建筑数字技术教学工作委员会. 数智赋能: 2022全国建筑院系建筑数字技术教学与研究学术研讨会论文集. 武汉: 华中科技大学出版社, 2022.

[16] 冷嘉伟, 邢富. 基于眼动追踪技术的传统村落空间品质解析[J]. 世界建筑, 2022(11): 38-39.

[17] 马兰, 许莹中, 何韶颖, 等. 基于眼动实验的传统村落风貌认知差异研究[J]. 城市发展研究, 2023, 30(02): 86-94.

[18] 李欣, 李渊, 任亚鹏, 等. 融合主观评价与眼动分析的城市空间视觉质量研究[J]. 建筑学报, 2020(S2): 190-196.

[19] 付而康, 王艺滢, 周佳玟, 等. 眼动分析用于社区公园恢复性环境评价初探[J]. 南方建筑, 2022(06): 93-99.

[20] 李恒. 视知觉形式动力理论在视觉设计中的应用——记一场基于“通感分析”的味觉可视化试验[J]. 时尚设计与工程, 2023(1): 51-54.

[21] 李仁杰, 曹伟. 盛唐遗韵 忠君尚孝 楹水穿村流 人家傍岸栖——中国水口园林第一村徽州唐模[J]. 中外建筑, 2020(12): 8-15.

[22] 邵玮, 李早, 叶茂盛. 基于聚类分析的徽州传统民居庭院空间形态与要素研究[J]. 南方建筑, 2022(01): 76-84.

[23] 叶茂盛, 李早, 邵玮, 等. 基于需求导向的传统村落空间组织模式研究[J/OL]. 工业建筑, 1-9[2024-01-01]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2068.TU.20220729.1645.014.html>

[24] MAREK FRANĚK A, A DE, JAN PETRUÁLEK A, et al. Differences in Eye Movements While Viewing Images With Various Levels Of Restorativeness[J]. Journal of Environmental Psychology, 2018, 57: 10-16.

[25] 李渊, 高小涵, 黄竞雄, 等. 基于摄影照片与眼动实验的旅游者视觉行为分析——以厦门大学为例[J]. 旅游学刊, 2020, 35(09): 41-52.

[26] 张中华, 董格, 王永帅. 韩城党家村传统村落景观的地方性知识图谱研究[J]. 城市发展研究, 2021, 28(12): 25-31.

[27] JAIN J, LI J, CHIU M T, et al. OneFormer: One Transformer to Rule Universal Image Segmentation [C] // arXiv. arXiv, 2022.

[28] 顾大治, 孟庆贺, 洪百舸. 解构场景: 诗词中的徽州传统村落文化景观[J]. 古建园林技术, 2023(02): 115-118.

[29] 彭钰婷, 张继刚, 李定峰, 等. 徽州传统村落物质要素及空间形态分析——以安徽碧山村为例[J]. 建筑与文化, 2022(10): 154-156.

[30] 张若诗, 颜夏悦, 王晨, 等. 多模态数据驱动的人与建成环境情感交互研究——以京张铁路遗址公园五道口段为例[J]. 城市发展研究, 2022, 29(07): 55-66.

[31] 左红伟, 李早, 喻晓, 等. 历史街区建筑立面“二次轮廓”的视觉量化研究——以安徽屯溪老街为例[J]. 现代城市研究, 2019(01): 88-93.

[32] 刘凌汉, 吴美阳, 马艺萌, 等. 眼动追踪应用于景观领域的研究综述[J]. 西部人居环境学刊, 2021, 36(4): 9.