

眼动分析技术在国内景观领域的应用研究进展

Research Progress of Eye Tracking in Landscape Architecture in China

李祥 金荷仙*
LI Xiang, JIN He-xian*

摘要: 为了解眼动分析技术在国内景观领域的应用研究情况,对中国知网(CNKI)数据库收录的相关文献进行分析,并借助CiteSpace软件绘制图谱,梳理眼动分析技术在国内景观领域的应用现状和特点。结果表明:1)2009年眼动分析技术首次应用于国内景观研究中且主要为景观视觉质量分析、道路景观安全性等研究;2)研究作者、研究机构之间缺乏合作与交流;3)在相关论文中硕博论文和核心期刊占比较大,研究主体以高校为主。最后提出展望,未来应广泛探索眼动分析技术在景观研究中的应用的可行性。

关键词: 眼动分析技术;视觉;视觉景观质量评价;道路景观

中图分类号: TU986

文献标志码: A

文章编号: 1671-2641(2022)04-0048-06

收稿日期: 2021-07-06

修回日期: 2022-02-25

Abstract: In order to understand the application research of eye tracking in the domestic landscape field, this paper analyzes the relevant literatures included in CNKI database and uses CiteSpace software to draw maps. And sorts out the application status and characteristics of eye tracking in the domestic landscape field. The results show that: 1) eye tracking was applied to domestic landscape research for the first time in 2009, and has been mainly applied to landscape visual quality analysis and road landscape safety; 2) the research authors and institutions are lack of cooperation and communication; 3) Master's and doctoral papers and core journals account for a relatively large proportion of related papers and research subjects are mainly universities. Finally, it is proposed that the application of eye tracking in landscape field should be widely explored in the future.

Key words: Eye tracking; Visual; Visual quality evaluation of landscape; Road landscape

视觉感知指视觉刺激被眼睛接收后传输到大脑识别的过程,有研究发现人们从外部获得的信息中超过90%来自视觉^[1]。随着视觉感知领域的发展,眼动分析技术应运而生。目前已有学者利用眼动分析技术进行景观领域的研究,但缺乏系统的梳理总结。因此,依托CNKI数据库并利用CiteSpace可视化软件清晰地展现眼动分析技术在景观研究中的应用现状与特征,期望为今后相关领域的研究和发展提供一定的参考价值。

1 研究方法与数据来源

在中国知网(CNKI)中以“主题TS=景观AND(眼动OR眼动实验OR眼动研究OR眼动特征OR眼动仪OR眼动追踪OR眼动跟踪OR眼动分析OR眼动技术OR眼动追踪技术OR

眼动数据)”开展检索,数据采集时间为2022年2月,检索时间跨度和检索类别不限,手动除去无关文献后共检索到137篇相关中文文献。采用Excel绘制分析文献发表趋势图,同时利用软件CiteSpace 5.7.R2建立数据库并得到研究作者、研究机构、关键词共现图和时区分布图,以展现眼动分析技术在国内景观研究中的发展状况。

2 眼动分析技术概况

2.1 概念解析

眼动分析技术又称眼动追踪技术,其原理是利用高频采样的红外摄像装置实时拍摄用户眼球图像,并进一步通过图像处理来获取眼动跟踪数据^[2],以探究人眼运动规律。眼跟踪的概念最早于20世纪30年代提出,

由于当时传感器技术和计算机技术水平的限制,眼动分析技术发展得较为缓慢^[31];直到1960年后,随着摄影、红外线、微电子及计算机技术的快速发展,研究者们能够利用传感器感应眼珠的转动跟踪目标,促进了高速度、高精度的眼动仪问世^[4]。

2.2 历史发展进程

国外于20世纪初就开始研制眼动仪,美国、加拿大、法国、德国等国家的眼动技术现发展得较为完善^[33]。国内在20世纪70年代末开始研究视觉测量,主要是引进国外先进设备进行实验研究^[33];80年代末,中国科学院研制出红外光电反射眼动测量技术,并成功使用该仪器对若干阅读进行研究^[5-6];90年代西安电子科技大学研制出头盔式眼动仪^[33]。

2.3 应用领域

随着眼动分析技术的发展,眼动

仪如今已广泛应用于多个领域,其中在阅读^[7]、广告^[8]等领域最多。此外,在人机交互领域^[9]中利用眼动仪可直观感受客户的体验感知^{[10]80};在交通行驶^[11]中通过采集驾驶员的眼动信息判断其精神状态并作出警示^{[10]81};在医学领域^[12-13],通过采集患者的视线位置分析其心理活动,为医生的治疗方案提供科学的数据支持^{[10]82};在教育领域^[13-14],眼动追踪技术可以更真实地检测被试者在学习等过程中的注意力、学习效果甚至是心理变化等的具体表现^{[10]82}。

3 应用情况分析

3.1 发文量与研究进度

依托数据绘制国内景观研究中应用眼动分析技术的文献发表趋势图,发现2009年国内第一次将眼动分析技术应用于景观研究中,年发文量由2009年的1篇至2021年的20篇,除个别年份发文量有所回落外,整体发文量呈上升趋势(图1)。根据趋势图中的线性分析,将文献发表历程分为2个阶段:

1) 初步探索阶段(2009—2016年),部分学者开始尝试将眼动分析技术应用于景观研究中,主要为城市绿化、自然地貌、校园景观、道路景观等方面。但整体上研究成果微乎其微,年发文量均不足10篇,受关注度较低,主要受早期科学技术水平的限制,眼动分析技术的质量水平不高。

2) 波动增长阶段(2017—2021年),除2020年发文量有较为显著的增长外,其余年份呈现稳定波动的状态,整体较前一阶段的年发文量有所增长,一方面受景观视觉研究热点的影响,另一方面电子、计算机等方面技术的快速提升,使得国内景观研究展开对眼动分析技术的应用。该阶段应用主要为道路景观、乡村景观、城市空间、旅游景点等方面。

3.2 研究机构

在CiteSpace中选择时间(time

slicing)从2009(出现相关文章第1年)—2021年(检索时间截止)、时间切片(years per slice)1年、网络节点(node types)“institution”,得到研究机构共现图(图2),共产生43个节点,21条连线。可以看出,内蒙古农业大学、福建农林大学、沈阳建筑大学、重庆交通大学等作出的贡献较多,但节点之间的连接性较弱,合作网络较稀疏,说明彼此间缺乏交流合作。

按发文数量进行排名得到前8位的研究机构(表1)。其中,发文量最多的重庆交通大学主要对道路景观安全性进行研究;哈尔滨工业大学、内蒙古农业大学、合肥工业大学和沈阳建筑大学则集中于研究景观恢复性、乡村景观、道路景观安全性、校园景观等。此外,国内高校对研究贡献较多,其中农林类院校如内蒙古农业大学、福建农林大学等的研究较多。

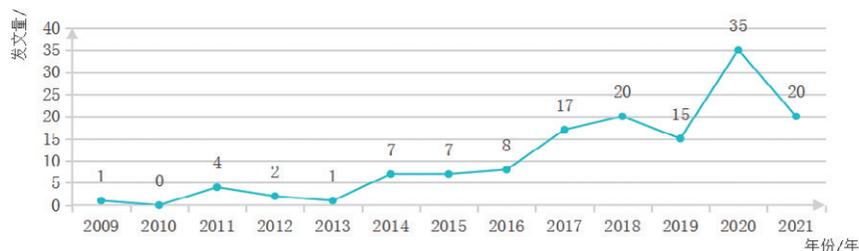


图1 文献发表趋势

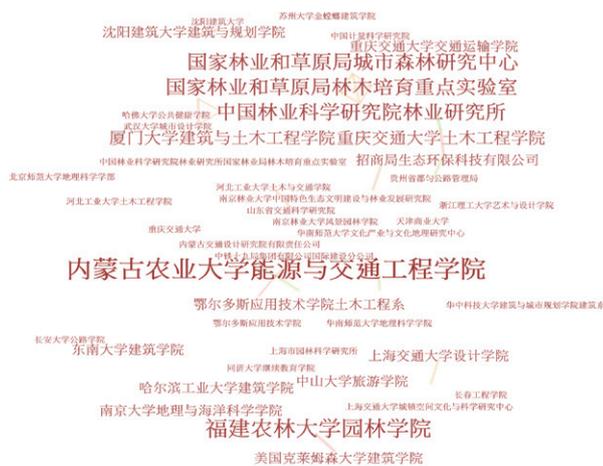


图2 研究机构共现图

表1 研究机构发文数量整理

序号	机构名称	首发文年代	发文数量
1	重庆交通大学	2012	11
2	哈尔滨工业大学	2016	7
3	内蒙古农业大学	2012	6
4	合肥工业大学	2018	5
5	沈阳建筑大学	2019	5
6	北方工业大学	2019	3
7	南京大学	2011	3
8	福建农林大学	2020	3

表4 被引频次排名整理

序号	作者	发文年份	被引频数	发文期刊 / 机构	文章题目
1	毛科俊	2011	60	北京工业大学	道路环境单调性对驾驶疲劳的影响机理及对策研究
2	丁光明	2011	58	长安大学	高速公路隧道环境对驾驶人心理及心理影响研究
3	张圆	2016	56	哈尔滨工业大学	城市公共开放空间声景的恢复性效应研究
4	郭素玲	2017	53	资源科学	基于眼动的景观视觉质量评价——以大学生对宏村旅游景观图片的眼动实验为例
5	张卫东	2009	51	心理科学	城市绿化景观观赏性的眼动研究
6	李学芹	2011	43	江西农业学报	眼动仪应用于校园旅游标志性景观初探——以南京大学北大楼为例
7	王明	2011	33	南京大学	眼动分析用于景观视觉质量评价之初探
8	周心怡	2015	32	浙江大学	眼动仪在景观设计及公园导游图中的应用研究
8	王敏	2017	32	旅游学刊	基于视觉研究方法的工业遗产旅游地空间感知探讨:广州红专厂案例
9	解松芳	2014	30	中国安全科学学报	草原公路路侧景观对驾驶员眼动特性影响研究
9	任欣欣	2016	30	哈尔滨工业大学	视听交互作用下的乡村声景研究
10	刘芳芳	2014	23	新建筑	欧洲城市景观的视听设计研究——基于视听案例分析的设计探索

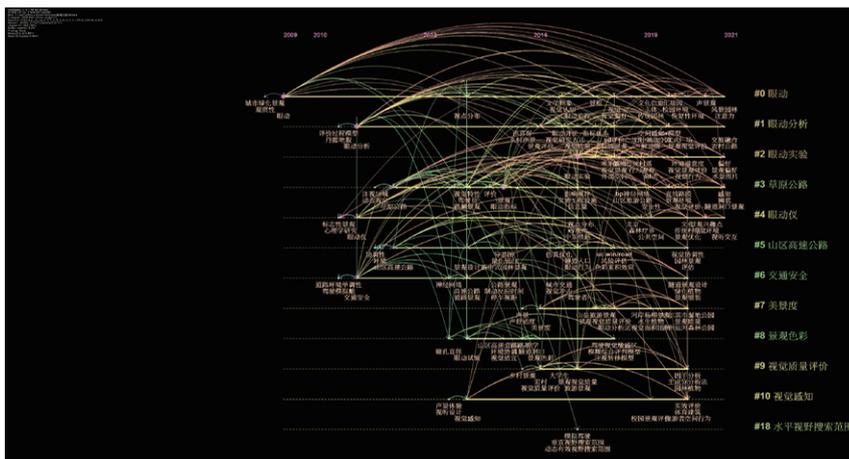


图4 关键词时区分布图



图5 关键词共现图

基于以上关键词和聚类结果分析, 深入阅读137篇中文文献, 总结出眼动分析技术在国内景观研究中的应用的2个热点: 视觉景观质量评价和道路景观安全分析。

4.2.1 视觉景观质量评价

近年来, 国内政府及专家学者们相继提出保护景观环境质量与资源, 其中就包括视觉景观资源保护, 而其中心问题就是对视觉景观环境质量的评价^[24]。利用眼动分析技术能够对绿地空间评估视觉质量, 把握人们在观赏景观时的视觉规律, 识别空间中的视觉焦点要素^[25]。

在城市公园的研究方面, 周航^[26]建立并应用景观视觉质量综合评价模型评价湿地公园; 梁萍^[24]展开城市山地公园的景观视觉质量评价研究, 探索人们潜意识下的景观视觉审美偏好规律; 杨阳^[27]以森林公园风景林为研究对象, 结合眼动分析图和特征指数分析影响风景林视觉质量的核心因素; 张喆^[28-29]从客观的视觉注视数据来评价森林的视觉吸引力, 探讨视觉追踪技术辅助森林景观评价的应用前景; 张昶^[30-32]针对森林公园展开研究, 利用客观

的眼动分析方法分析景观视觉质量及其植物的影响。

此外,还有部分研究针对景观旅游胜地展开。首先在乡村景观旅游研究中,洪长兴^[33]将眼动仪作为景观研究工具引入村落公共空间景观研究中;刘俊^[34]以徽州传统村落公共空间为研究对象,从视觉特征与行为特征两方面分析空间与游客行为的关联性;赵莹^[35]提出旅游地景观类型、色彩丰富程度及新旧程度对游客感知产生的影响并进一步影响游客眼动行为的研究假设;薛婷^[36]通过眼动追踪仪记录被试者在观看乡村景观图片时的眼动数据并通过问卷调查探讨被试者对乡村景观的主观评价;任欣欣^[23]在声景概念下对乡村声源、使用者、视觉景观环境的交互关系进行研究,基于研究结果提出乡村声景设计策略。其次,在校园景观方面,李渊^[37]归纳了旅游者游览厦门大学后构建的目的地形象特征及视觉偏好,并结合问卷调查阐释体验过程;李学芹^[20]观测记录被试者观看北大楼景观时的眼动数据,揭示了旅游者对北大楼景观欣赏的心理活动规律;鲁苗^[38]选取清华大学校园景观照片进行实验研究,通过分析实验数据探究受测者的视觉认知过程与视觉偏好。

总体来看,景观视觉质量评价方面,在城市景观空间和景观旅游胜地的研究中应用眼动分析技术较多且可行性较高。但空间类型涉猎范围还不够广泛,今后应根据不同的景观空间类型进行对应的视觉特征研究,使得每种景观空间的特征更加鲜明。

4.2.2 道路景观安全分析

在道路上行驶时间过久驾驶员就会产生不同程度的视觉疲劳和心理压力,而路侧景观能够在一定程度上缓解驾驶疲劳,因此有必要针对驾驶员的视觉特征展开研究并在此基础上设计出合理的路侧植物景观。

草原道路环境较空旷,路线单调且视觉刺激较少,长时间行驶会使驾驶员陷入疲劳状态。商艳^[39-40]选择3种景观构成要素耦合条件下的草原景

观开展试验并采集分析驾驶员行车过程中的眼动指标数据,为驾驶员心生理状态研究及改善草原公路景观环境质量研究提供理论依据;解松芳^[17]利用眼动仪采集驾驶员行驶过程中的眼动指标以研究差异性较大的两种景观环境对驾驶员眼动特性影响的差异性;张贵满^[41]基于色彩心理学理论,比较驾驶员在两条路侧景观色彩不同的草原公路上眼动指标均值变化规律。

在高速公路和山区道路上行驶时驾驶员须持续保持高度集中的注意力,因此驾驶时间过久也会造成一定的驾驶疲劳。张咏富^[42]在高速公路的不同景观路段分析驾驶员的心理状态及视点分布特征,得到路侧景观对驾驶员眼动行为的影响规律;乔建刚^[43]对驾驶员在驾驶过程中的心生理数据进行采集,通过对比分析选择有助于改善驾驶员心生理状态的植物。杨运兴^[44]通过对驾驶员眼动行为的分析得到3种典型空间环境和4种特殊路段的驾驶员视点分布特征,总结了山区高速公路景观营造对策;叶建光^[45]分析驾驶员在山区高速公路各试验路段的眼动行为规律与心理状态,探讨山区高速公路的景观营造对策;王发^[46]结合山区公路景观环境的特点,研究驾驶员视觉敏感区与公路景观环境的相关性;陈炳阳^[47]构建了基于驾驶员视觉负荷的山区公路景观评价模型,并结合具体实例对评价模型进行验证。

综上,现有研究主要根据不同的道路类型对驾驶员的视觉特征进行总结归纳,根据道路行驶需求和驾驶员视觉特征进行道路景观视觉偏好的研究与设计,但总体多集中于草原道路等特殊的道路类型,对于城市或乡村等大众经常涉足的道路景观研究还较少。

5 结论与展望

借助于CiteSpace软件,对我国

景观研究中眼动分析技术的应用现状进行分析,最终得出以下结论:1)国内在2009年第一次将眼动分析技术应用于景观研究中,并且经历了初步探索-波动增长两个阶段,发文量整体呈上升趋势;2)硕博论文和核心期刊的占比较大,但研究作者与研究机构呈现分散的状态,彼此之间的合作较欠缺;3)研究热点演进历程经历了两个阶段,集中于视觉景观质量评价和道路景观安全分析两个主题。

在过去的13年间,眼动分析技术主要应用于景观视觉质量分析、道路景观安全性2个研究领域,此外还涉及古典园林要素和造景手法^[48-51]、多感官体验^[52-54]、景观兴趣点^[55]、环境评估与优化设计^[56]等方面的研究,且已有学者针对眼动追踪在景观领域的应用特点、局限和趋势展开论述^[57]。在国外的研究中,除去与国内相似的研究以外,在景观恢复性^[58]、夜景空间感知^[59-60]、不同人群视觉差异^[61]等方面也有利用眼动分析技术进行深入的研究。

未来该领域的研究应注意以下几点:

1)目前国内景观研究中应用眼动分析技术还不深入,未来应广泛探索眼动分析技术在景观研究中的可行性,例如空间感知、植物选择偏好等方面,使研究内容更加广泛;

2)国内现有研究内容多集中于特殊的景观空间或类型,且与景观领域内的研究热点联系不够紧密,未来的研究应向大众化、焦点化转变,提高认可度;

3)现虽已有一定的研究成果,但研究点较多且零散,未来随着研究成果的增多应认识到彼此之间的联系,最终形成科学的研究体系,使已有研究成果更加系统全面;

4)未来研究人员需进一步扩大多机构、多人员、多学科的合作,将风景园林、计算机、摄影等多方面的学科理论与技术融合渗透,以新角度、多角度进行研究,提升研究成果

的科学性和完善性。

注：本文图片均为作者自绘。

参考文献：

- [1] 李杰. 城市休闲空间绿视率及其景观评价[D]. 上海: 上海师范大学, 2017.
- [2] Duchowski A T. Eye tracking methodology: theory and practice[M]. London: Springer, 2003.
- [3] 武媛媛. 眼动跟踪技术研究[D]. 西安: 西安电子科技大学, 2009.
- [4] 郭素玲. 基于眼动的中国东部山岳旅游景观视觉感知与评价初探[D]. 南京: 南京大学, 2018.
- [5] 张名魁, 孙复川. 高抗干扰性的红外光电反射眼动测量仪[J]. 生物医学工程学杂志, 1989(4): 282-286.
- [6] 吴冰, 孙复川. 旋转汉字识别的眼动特性[J]. 心理学报, 1999(1): 7-14.
- [7] 张仙峰, 叶文玲. 当前阅读研究中眼动指标述评[J]. 心理与行为研究, 2006(3): 236-240.
- [8] 闫国利, 白学军. 广告心理学中的眼动研究和发 展趋势[J]. 心理科学, 2004(2): 459-461.
- [9] 冯成志, 沈捍卫. 视线跟踪技术及其在人机交互中的应用[J]. 浙江大学学报(理学版), 2002(2): 225-232.
- [10] 姚依妮, 孙建明, 林月华, 等. 眼动追踪技术应用分析[J]. 轻工科技, 2018, 34(9): 80-82.
- [11] 郭应时. 交通环境及驾驶经验对驾驶员眼动和工作负荷影响的研究[D]. 西安: 长安大学, 2009.
- [12] 蒋洁智, 张娅, 李卓琳, 等. 影像医学教学中的新方法——眼动跟踪技术[J]. 西北医学教育, 2015, 23(5): 884-885.
- [13] 刘婧. 国内近10年眼动研究探析[J]. 南京邮电大学学报(社会科学版), 2019, 21(2): 70-82.
- [14] 叶新东. 未来课堂环境下的可视化教学研究[D]. 上海: 华东师范大学, 2014.
- [15] 毛科俊. 道路环境单调性对驾驶疲劳的影响机理及对策研究[D]. 北京: 北京工业大学, 2011.
- [16] 丁光明. 高速公路隧道环境对驾驶人生理及心理影响研究[D]. 西安: 长安大学, 2011.
- [17] 解松芳, 朱守林, 戚春华, 等. 草原公路路侧景观对驾驶员眼动特性影响研究[J]. 中国安全科学学报, 2014, 14(8): 62-67.
- [18] 郭素玲, 赵宁曦, 张建新, 等. 基于眼动的景观视觉质量评价——以大学生对宏村旅游景观图片的眼动实验为例[J]. 资源科学, 2017, 39(6): 1137-1147.
- [19] 王明. 眼动分析用于景观视觉质量评价之初探[D]. 南京: 南京大学, 2011.
- [20] 李学芹, 赵宁曦, 王春钊, 等. 眼动仪应用于校园旅游标志性景观初探——以南京大学北大楼为例[J]. 江西农业学报, 2011, 23(6): 148-151.
- [21] 周心怡. 眼动仪在景观设计及公园导游图中的应用研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2015.
- [22] 王敏, 江冰婷, 朱焱. 基于视觉研究方法的工业遗产旅游地空间感知探讨: 广州红专厂案例[J]. 旅游学刊, 2017, 32(10): 28-38.
- [23] 任欣欣. 视听交互作用下的乡村声景研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2016.
- [24] 梁萍. 福州高盖山公园景观视觉质量评价研究[D]. 福州: 福建农林大学, 2020.
- [25] 谢杰然. 基于实景眼动的植景空间实效评价研究[D]. 湖北: 华中农业大学, 2020.
- [26] 周航. 基于眼动分析法的哈尔滨湿地公园景观视觉质量评价[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2020.
- [27] 杨阳, 唐晓岚. 南京市紫金山国家森林公园风景林景观的视觉质量评价及因子分析[J]. 中国园林, 2020, 36(6): 135-140.
- [28] 张喆. 基于公众响应评价的森林色彩特征及其影响研究[D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2017.
- [29] 张喆, 郗光发, 王成, 等. 视觉追踪辅助技术在森林景观评价中的应用[J]. 世界林业研究, 2017, 30(5): 19-23.
- [30] 张昶, 王涵, 王成. 结构与季相特征对运河森林公园景观质量的影响——基于2种评价方法的探讨[J]. 西北林学院学报, 2020, 35(3): 224-230.
- [31] 张昶, 王涵, 王成. 基于眼动的城市森林景观视觉质量评价及距离变化分析[J]. 中国城市林业, 2020, 18(1): 6-12.
- [32] 张昶, 王涵, 王成. 植物种类及视觉面积对河岸景观的影响——以通州运河森林公园为例[J]. 中国城市林业, 2019, 17(5): 18-24.
- [33] 洪长兴. 传统村落公共空间景观偏好研究——以福州市闽安村为例[D]. 福州: 福建农林大学, 2020.
- [34] 刘俊. 旅游发展背景下的徽州传统村落公共空间研究——以屏山村为例[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2019.
- [35] 赵莹, 林家惠, 刘逸. 基于眼动实验的旅游地景观视觉评价研究——以珠海市唐家古镇为例[J]. 人文地理, 2020, 35(5): 130-140.
- [36] 薛婷. 基于眼动的乡村景观视觉质量评价研究[D]. 南京: 南京大学, 2016.
- [37] 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(9): 41-52.
- [38] 鲁苗. 基于眼动技术的景观视觉感知分析——以清华大学校园景观为例[J]. 艺苑, 2019(1): 98-101.
- [39] 商艳, 朱守林, 戚春华, 等. 草原公路景观要素影响驾驶员眼动指标研究[J]. 中国安全科学学报, 2017, 27(5): 19-24.
- [40] 商艳. 基于驾驶员眼动特性的草原公路直线段景观单调问题研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2020.
- [41] 张贵满, 朱守林, 戚春华. 单调路侧景观色彩对驾驶员眼动指标的影响分析[J]. 科学技术与工程, 2016, 16(18): 284-289.
- [42] 张咏富, 白明举, 许世勇, 等. 高速公路路侧景观对驾驶员视点分布特征的影响研究[J]. 公路交通科技(应用技术版), 2017, 13(10): 28-30.
- [43] 乔建刚, 李士宣, 王伟, 等. 影响驾驶员心理变化的高速公路路侧植物的选择原则[J]. 华侨大学学报(自然科学版), 2020, 41(1): 46-49.
- [44] 杨运兴. 山区高速公路驾驶员视点分布特征及景观营造对策[D]. 重庆: 重庆交通大学, 2014.
- [45] 叶建光. 山区高速公路驾驶员眼动与心理特性研究及其在景观营造中的应用[D]. 重庆: 重庆交通大学, 2017.
- [46] 王发. 山区公路景观行车环境中的驾驶视觉敏感区研究[D]. 重庆: 重庆交通大学, 2018.
- [47] 陈炳阳. 山区公路景观引起的驾驶人视觉负荷研究[D]. 重庆: 重庆交通大学, 2018.
- [48] 陆邵明. 眼动追踪视野下上海古典园林文化基因的刻画[J]. 同济大学学报(社会科学版), 2020, 31(6): 93-102.
- [49] 陆邵明, 杜力. 基于主体视野下传统园林要素的视觉认知研究[J]. 中国名城, 2019(6): 28-32.
- [50] 李奕昂. 苏州文人园林四种造景手法视觉体验的实验研究[D]. 沈阳: 沈阳建筑大学, 2019.
- [51] 王飒, 李奕昂. 中国古典园林造景手法的眼动实验研究——景深与景框[J]. 新建筑, 2018(3): 15-19.
- [52] 朱玉洁, 翁羽西, 黄钰麟, 等. 眼动分析用于校园恢复性声景观初探——以福建农林大学校园观音湖为例[J]. 科学技术与工程, 2020, 20(25): 10444-10451.
- [53] 任欣欣, 康健. 声景视角下湿地景观视听评价的交互影响[J]. 建筑学报, 2016(S2): 7-11.
- [54] 刘芳芳. 欧洲城市景观的视听设计研究——基于视听案例分析的设计探索[J]. 新建筑, 2014(5): 48-51.
- [55] 刘思文, 陈焯. 眼动仪应用于公园景观兴趣点研究初探——以南京市玄武湖公园驳岸场景为例[J]. 城市建筑, 2021, 18(6): 163-165, 169.
- [56] 李香凝, 张靓, 成玲莹, 等. 基于情感体验的大学城校园环境评估与优化设计研究[J]. 建筑与文化, 2021(4): 211-213.
- [57] 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): 125-133.
- [58] YOUNGEUN KANG, EUJIN JULIA KIM. Differences of Restorative Effects While Viewing Urban Landscapes and Green Landscapes[J]. Sustainability, 2019, 11(7): 1-19.
- [59] YOUNGEUN KANG, MINTAI KIM. Use of Eye-Tracking for the Analysis of Visual Attention to Nightscape Scenes[J]. Journal of Recreation and Landscape, 2013, 7(2): 1-8.
- [60] YOUNGEUN KANG, MINTAI KIM. Application Strategies of Eye-Tracking Method in Nightscape Evaluation[J]. Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture, 2015, 43(4): 87-97.
- [61] LIEN DUPONT, MARC ANTROP, VEERLE VAN EETVELDE. Does Landscape Related Expertise Influence the Visual Perception of Landscape Photographs? Implications for Participatory Landscape Planning and Management[J]. Landscape and Urban Planning, 2015, 141: 68-77.

作者简介：

李祥/1998年生/女/河南郑州人/在读硕士研究生/浙江农林大学(临安 311300)/专业方向为风景园林历史理论与遗产保护

(*通信作者) 金荷仙/1964年生/女/浙江东阳人/博士/浙江农林大学(临安 311300)/教授, 博士生导师/研究方向为风景园林历史理论与遗产保护、康复景观、生态修复、寺观园林等/E-mail: lotusjhx@zafu.edu.cn