

基于行为认知分析的消防疏散图设计研究

李娟^a, 袁光宇^a, 连继峰^b, 周慧敏^a

(1.西华大学 a.美术与设计学院 b.应急管理学院, 成都 610039)

摘要: **目的** 通过分析用户疏散过程与使用消防疏散图过程的行为与认知, 探讨消防疏散图产品定位和视觉设计策略。**方法** 通过行为观察、访谈、实验方法分析用户疏散行为与认知过程, 梳理用户认知要点和需求; 通过行为观察、访谈方法, 结合认知理论, 分析用户使用消防疏散图行为与认知过程; 采用眼动仪实验和主观评价获取数据, 并进行相关性分析, 分析用户使用消防疏散图认知过程的关键视觉影响因子。**结论** 梳理了用户消防疏散的行为过程、所需信息和信息区域; 梳理了消防疏散图中影响用户认知的视觉影响因子; 通过眼动仪实验获取了用户使用疏散图的认知效率数据, 并分析了视觉影响因子与认知效率的相关性。在以上研究基础上提出消防疏散图的原则与策略。

关键词: 消防疏散图; 公共场所; 行为与认知分析

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2023)16-0294-11

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2023.16.031

Fire Evacuation Map Design Based on Behavioral Cognitive Analysis

LI Juan^a, YUAN Guang-yu^a, LIAN Ji-feng^b, ZHOU Hui-min^a

(a.School of Art and Design, b.School of Emergency Management, Xihua University, Chengdu 610039, China)

ABSTRACT: The work aims to analyze the behavior and cognition of users' evacuation process and the process of using fire evacuation maps, and to discuss the product positioning and visual design strategy of fire evacuation maps. The user's evacuation behavior and cognitive process were analyzed through behavioral observation, interview and experiment, and the user's cognitive points and needs were sorted out; the user's behavior and cognitive process of using fire evacuation maps were analyzed through behavioral observation and interview in combination with the cognitive theory. Eye tracker experiments and subjective evaluations were used to obtain data, and correlation analysis was performed to analyze the key visual influencing factors of the cognitive process of users using fire evacuation maps. The behavior process, required information and information areas of users' fire evacuation are sorted out; the visual factors affecting users' cognition in using fire evacuation maps are sorted out; the cognitive efficiency data of users' use of evacuation maps is obtained through eye tracker experiments. The correlation between visual influence factors and cognitive efficiency is analyzed. On the basis of the above research, the principles and strategies of fire evacuation maps are proposed.

KEY WORDS: fire evacuation map; public places; behavior and cognition analysis

医院、商场、博物馆等大型室内公共场所因空间封闭、人群密度大、建筑通道复杂等原因, 增加了人员疏散难度, 对应急设施设计提出更高的要求^[1]。应

急导视设施扮演着以视觉化的方式传达疏散信息和引导公众逃生的重要角色, 是民众获取疏散信息进行疏散决策的重要途径^[2]。常见的应急导视设施主要包

收稿日期: 2023-03-14

基金项目: 四川省哲学社会科学重点研究基地现代设计与文化研究中心项目 (MD22E032); 2021年四川省教育厅人文社科重点研究基地—气象灾害预测预警与应急管理研究中心项目 (AHYJ20-ZC03); 四川省教育厅人文社科重点研究基地—气相灾害预测预警与应急管理研究中心 2022年项目 (ZHYJ22-YB05)

作者简介: 李娟 (1985—), 女, 博士, 讲师, 主要研究方向为信息交互设计及人机工程学。

通信作者: 袁光宇 (1996—), 男, 硕士生, 主攻信息交互与用户体验研究。

括应急导视标识、消防设施标识、警示标识和消防疏散图等。其中,消防疏散图主要用于公共设施内传递疏散路线信息,是应急导视系统不可或缺的重要组成部分。国家现行消防规范要求人员在人员密集公共场所必须设置消防疏散图,但现存消防疏散图仍存在找不到疏散图、认知效率较低等问题。

消防疏散图在发生紧急应急事故场景时使用,用户日常很少有所感知,且信息内容较复杂。消防疏散图的设计,需要在保证信息完整性和准确性的同时,提高认知效率,对视觉设计而言是 1 项挑战。消防疏散图现存设计问题,也是设计不能契合用户行为和认知习惯的问题。

本文基于疏散行为与认知对消防疏散图进行设计研究,以用户为中心探讨疏散图功能定位和设计方法。

1 消防疏散图信息构成

消防疏散图的主要信息构成包括建筑结构、通道、所在位置、消防设施信息、逃生路线、警示信息和图标说明信息等,见图 1。其中所在位置、逃生出

口、逃生路线、建筑结构和消防设施位置以地图信息的方式在疏散详图中展示,是消防疏散图的主体部分;警示信息、图标说明信息以文字和图标信息形式在边缘呈现,作为辅助信息。此外,在一些消防疏散图中也出现总平面图、场所名称和标志等信息,作为对消防疏散图的补充。

建筑结构信息是对物理建筑空间的平面映射,是消防疏散图的信息轴心,建筑结构信息一般包括建筑轮廓、通道信息和店铺信息。目前常见的视觉呈现方式包括线框、色块和三维立体 3 种方式^[3]。在建筑结构信息上,“所在位置”“逃生出口”“逃生路线”“消防设施”等信息一般以图标的形式呈现。其中,“逃生出口”和“消防设施”图标大多使用绿色与红色的规范图标,在细节上做区分;“所在位置”图标主要以“圆形”“五角形”“人形图像”为主,常见的颜色有绿、蓝、红 3 种颜色;“逃生路线”提供最优或全局路线 2 种方式,形式主要包括“分散箭头”“连续直线箭头”“连续虚线箭头”3 种,常见颜色是绿、蓝、红、黄 4 种颜色。

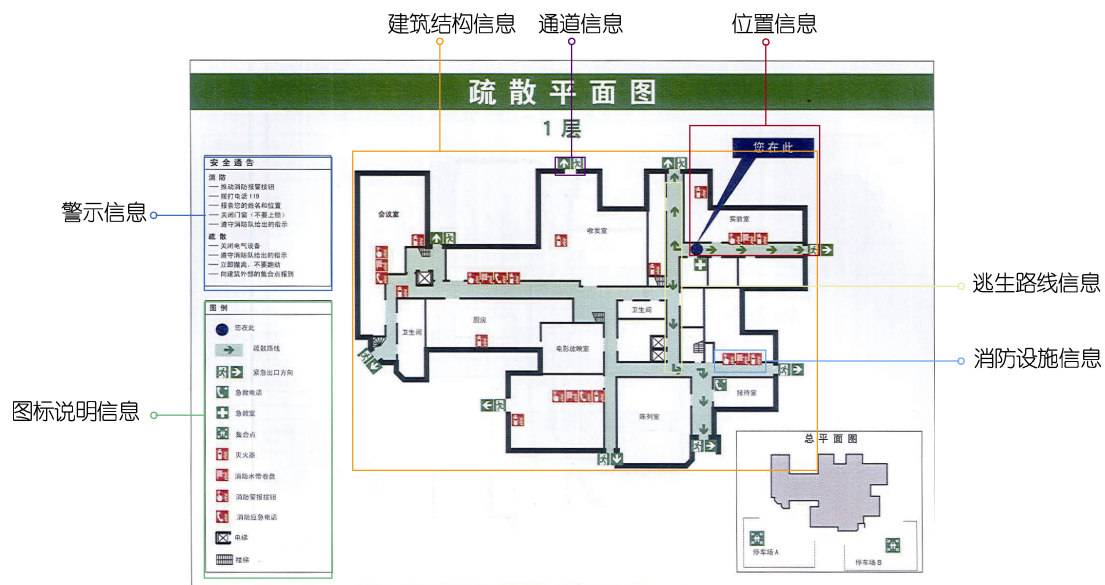


图 1 逃生疏散图信息构成
Fig.1 Information composition of escape and evacuation map

在不同消防疏散图之间,信息构成有所差异,但仍是基于上述信息的增减。

1) 在主体信息方面,“逃生出口”图标部分用楼梯标志取代,“消防设施”和“逃生路线”在一些疏散图中被忽略。此外一些“急救电话位置”“急救室位置”“集合点位置”等在少量疏散图中也会标识。

2) 在辅助信息方面,图标说明信息在疏散图中一般都有呈现。警示信息则部分有呈现,且内容上和形式上差异较大,1 种是详细列出各类警示信息的方式,1 种是用突出的文字呈现一两条关键警示信息的方式。

3) 总平面图等只在个别疏散图中有所呈现。

2 疏散行为认知分析

通过剖析用户疏散行为与认知过程,发现用户疏散行为过程的要点和痛点。采用行为观察和用户访谈方法获取数据,通过用户旅程图和关键决策点分析的方法展开研究^[4]。

招募 5 名在校研究生(3 名男生,2 名女生)参与实验,实验对象年龄从 22~25 岁。基于预调研结果,在店铺和走廊 2 个起始位置设置 2 项逃生任务,以及 1 项寻找消防栓任务。5 名受试者分别在不同任务情景下开始实验,观察并用摄像机记录下实验者逃

生全过程。结束后对受试者进行访谈和记录，并结合录像、观察记录和受试者的访谈记录进行分析^[5-6]。

如图 2 所示，用户的行为流程概括为：听到警报—获取信息—逃生—到达拐角处再次寻求信息—继续逃生。用户的主要信息需求包括：方位信息、空间构造信息、逃生路线建议、人流信息、火灾信息、消防设施信息和警示信息 7 类。在实验中发现，用户在疏散过程中获取信息集中在 2 个关键决策点，分别是用户获得警报信息后和到达关键通道口时。

用户逃生的过程是在 2 个关键决策点获取信息并作出逃生决策的过程。用户的需求也正是在决策点获取所需信息。为了把握用户决策过程中的细节，在用户旅程分析的基础上，对用户的决策过程展开研

究。疏散人群在逃生中的关键决策点如图 3 所示，用户在第一决策点所关注信息包括：火灾信息、人流信息、消防设施信息、通道信息等；用户在第二决策点关注的信息则相对比较集中，主要关注通道内的出口信息以及人流信息。

此外，用户在决策点关注的信息集中在所处位置周边区域范围。在第一决策点用户主要关注周边 2-3 个通道及相关的人流量信息、周边消防设施信息以及火灾信息；在第二决策点用户主要关注通道内的各个出口信息及人流信息。可以发现，除了火灾信息具有不确定性之外，其他相关信息都有明显的区域特征。如图 3 所示，基于用户疏散过程中的信息需求，对关键决策点的主要信息区域进行了色块标注。

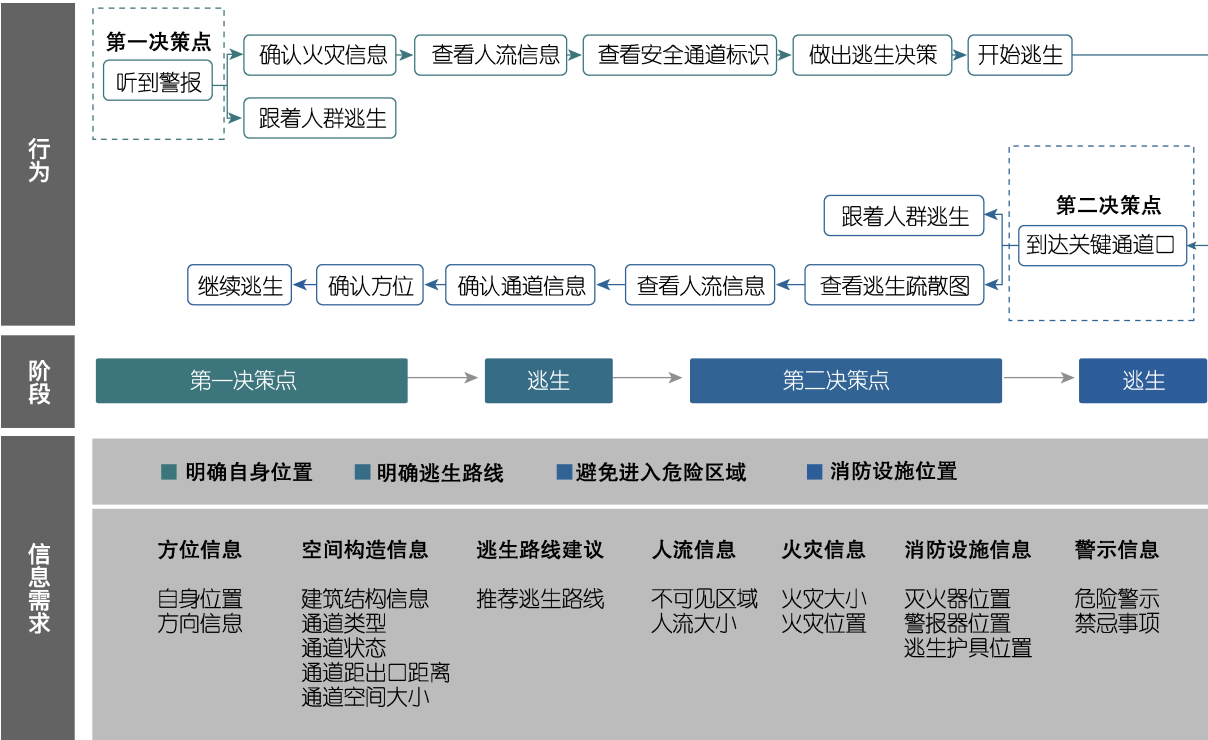


图 2 疏散行为认知过程
Fig.2 Evacuation behavior cognitive process



图 3 关键决策点主要信息区域
Fig.3 Main information area of key decision point

在主要信息区域内, 根据用户视域, 又可分为视域可见区域和不可见区域。在可见视域范围内有更为直观的疏散引导标识, 用户使用消防疏散图的主要目的是了解不可见区域信息, 为决策提供信息支持。从信息类型来讲, 用户信息需求主要是周边区域内与逃生任务相关的通道、设施信息, 而对除通道外的建筑内部具体信息的需求较小。此外, 在研究中发现, 目前疏散图的安装位置主要以第二决策点为主, 即大多数放置于出口通道, 在商场内部通道极少出现。

3 消防疏散图信息认知过程

通过对用户疏散行为与认知进行分析, 有助于明晰消防疏散图的功能定位、设计目标和布置位置等宏观设计方向。在此基础上分析用户使用消防疏散图的认知过程, 则有助于明确具体的视觉设计方向。

人脑对信息的加工是认知活动的基础, 信息加工心理学认为, 视觉信息加工是 1 种主动寻找、接收、编码信息, 并在一定的认知结构中对其进行加工的次序化过程。视觉信息加工的核心就是对信息同态映射解码的过程。通过同态映射过程, 寻找特定信息并完

成对输出行为的调控, 从而指导人的活动^[7]。视觉信息解码过程如图 4 所示, 大脑首先通过感官系统感知到视觉信息, 然后有选择地获取所需的局部信息, 将其与记忆中的相关信息进行联动, 从而储存为工作记忆或长时记忆, 以支持决策和行为。

基于大脑信息加工一般过程, 结合用户使用逃生疏散图行为的观察和用户研究, 将用户使用消防疏散图的认知过程梳理。认知过程被分为“感知与识别”“解码与加工”“决策与反应”3 个模块, 并结合用户认知消防疏散图过程分解为 7 个不同阶段^[8], 见图 5。在认知的各个阶段中, 用户的视觉对象, 见图 6。

通过用户使用消防疏散图的认知过程发现, 消防疏散图的认知效率与用户认知过程中每个环节的认知时间和认知环节的数量相关^[9]。消防疏散图所提供信息越接近最终决策信息, 用户的信息感知与加工过程越简单, 认知效率也就越高。从具体认知节点来看, 认知效率的提高主要有依赖于 2 点: 首先是应尽量减少感知与识别信息的时间, 比如通过减少无效信息、突出重要信息等方式帮助用户快速提取所需信息; 其次是减少信息解码与加工的时间, 主要通过加强信息与对应环境和关联记忆的映射关系来解决。

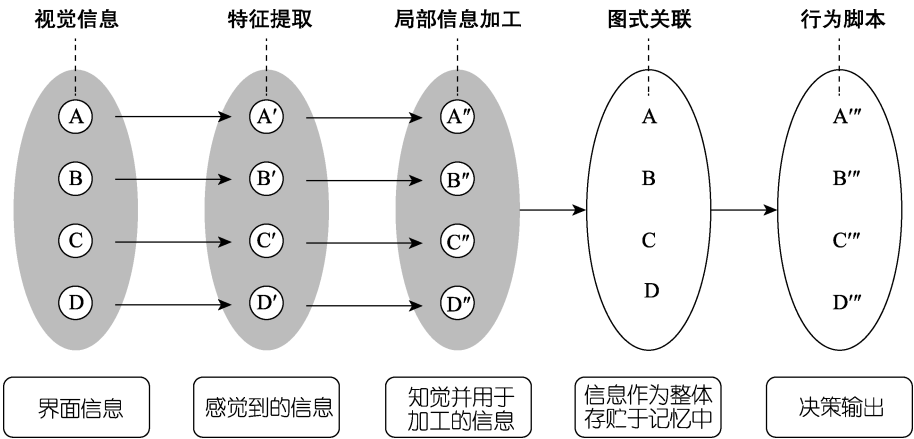


图 4 一般信息解码过程^[8]
Fig.4 Brain information decoding process^[8]

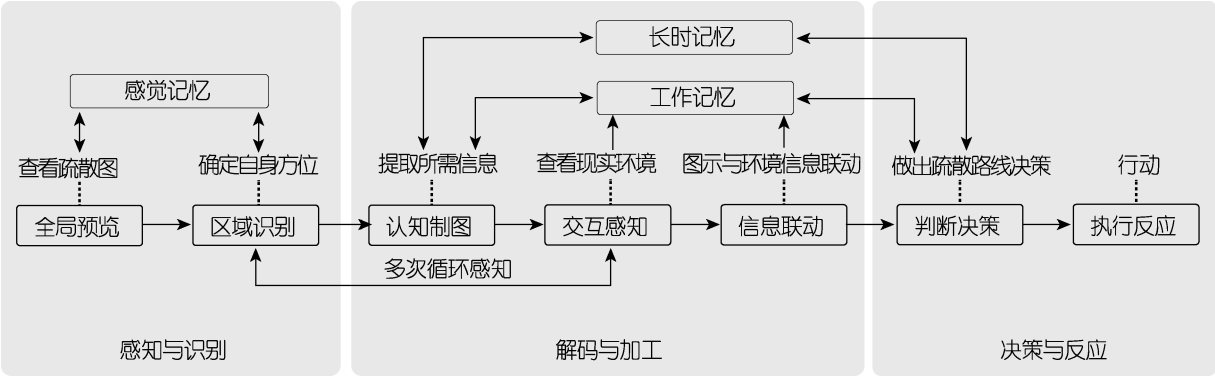


图 5 消防疏散图信息认知过程
Fig.5 Information cognitive process of fire evacuation map

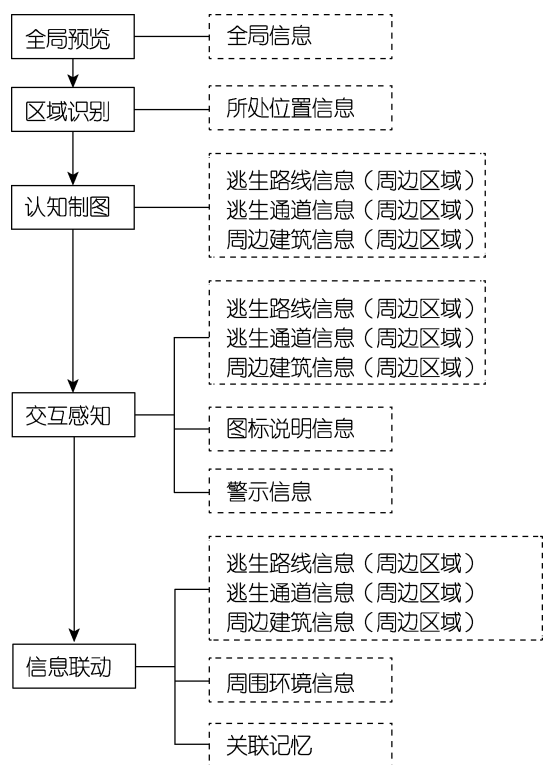


图 6 消防疏散图认知过程主要视觉对象
Fig.6 Main visual object in cognitive process of fire evacuation map

4 消防疏散图视觉认知影响要素分析

图形、符号、文字等视觉对象，是图像的基础信息单元，通过颜色、大小、图形形式等特征之间的连结与差异，形成视觉传达上的引导与层级关系，影响

视觉传达的效果^[10]。消防疏散图的认知研究核心问题也是如何设计与布局视觉对象，从而实现准确快速地认知的目的。通过实验研究的方法，探讨疏散图中各视觉对象的性质、特征和排布关系的变化与认知效率之间的关系^[11]。

4.1 实验资料收集

通过对各种类型公共场所的比较发现，大型综合商超由于面积大、建筑结构复杂、人流量大等特点具有更高的研究价值。通过实地调研收集 43 个不同大型综合商场的消防疏散图照片，在综合评估材料的可用性之后，对高度相似的界面只选择其中 1 张作为正式实验素材，并结合实验目的进行综合对比，从素材的视觉一致性、信息完整性、信息与实验目的的契合性等方面综合考虑，选择了 15 张逃生疏散图作为实验的研究材料。部分样本图片如图 7 所示，样本主要信息对比，见表 1。

4.2 认知过程眼动仪实验

4.2.1 实验准备

1) 图片标准化处理。对调研收集并筛选的 15 张图片首先通过 Lightroom 和 Photoshop 软件调节色调、亮度和清晰度等从而使视觉效果尽量一致。同时，对图片进行剪裁处理，减去无关元素只保留疏散图相关信息，并对图标注释信息进行了位置、大小和字体等方面的统一化处理。在此基础上，使用 Illustrator 软件对素材进行了统一的排版处理，确保素材大小尽可能达到一致，减少无关因素干扰，部分案例如图 8 所示。

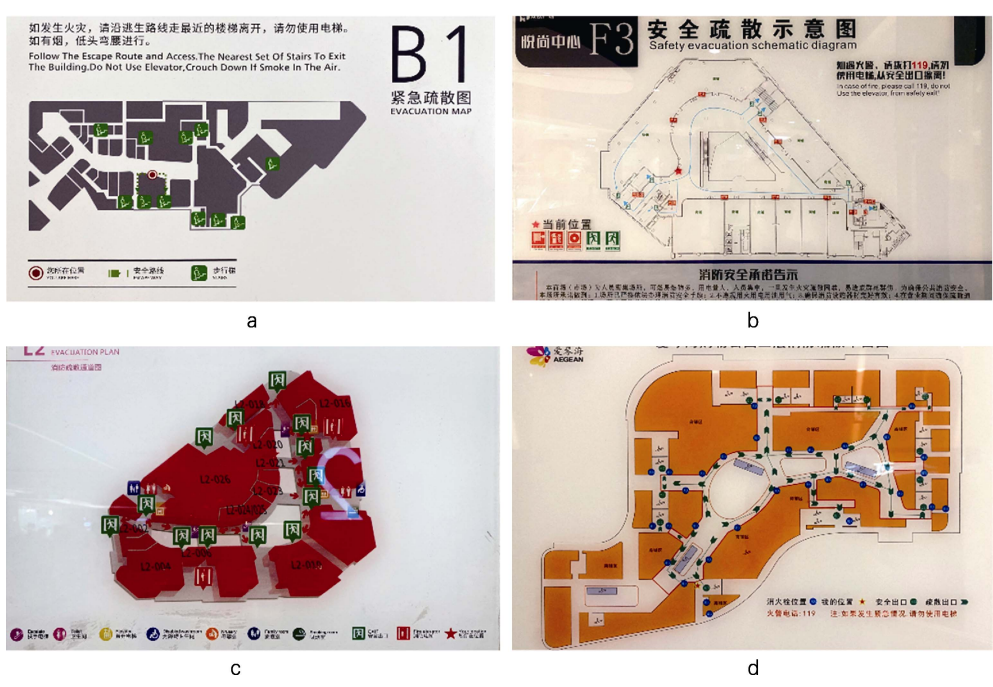


图 7 消防疏散图样本案例
Fig.7 Sample case of fire evacuation map

表 1 疏散图样本主要信息对比
Tab.1 Comparison of main information of fire evacuation map samples

图片代码	建筑结构形式	“我的位置”图标形式	最优/全局逃生路线	逃生路线形式	是否有逃生出口图标
P01	线框	星形	全局	实线箭头连续	是
P02	线框+色块	圆形	全局	箭头图标分散	是
P03	线框+色块	圆形	最优	虚线箭头连续	是
P04	线框	星形	最优	虚线箭头连续	否
P05	3D	星形	全局	箭头图标分散	否
P06	线框+色块	星形	全局	实线箭头连续	是
P07	线框+色块	星形	全局	箭头图标分散	否
P08	3D	人形	全局	实线箭头连续	是
P09	3D	人形			是
P10	色块	圆形	最优	虚线箭头连续	是
P11	色块	人形	全局	虚线箭头连续	是
P12	线框	星形	全局	箭头图标分散	是
P13	线框+色块	星形	全局	箭头图标分散	否
P14	线框	圆形	全局	箭头图标分散	否
P15	线框	圆形	全局	实线箭头连续	是

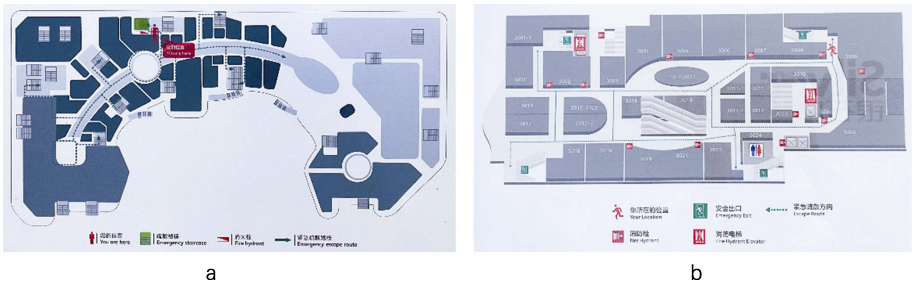


图 8 眼动仪实验素材案例
Fig.8 Experiment material case of eye tracker

2) 实验仪器及人员选取。实验被试人员由 20 名设计学专业在校研究生组成, 包括 16 名男生和 14 名女生, 视力或矫正视力正常, 无色盲色弱。实验在人因实验室进行, 测试仪器是“爱威视”桌面式眼动仪, 型号为 EV-DP1^[12]。

4.2.2 实验过程

实验前, 首先要求被试者填写姓名、性别、年龄、视力等相关信息, 并向其讲述实验规则与过程, 随后指导其熟悉仪器并进行校准。试验任务一要求测试者在规定时间内, 找到自身所在位置以及距离自身位置最近的逃生出口位置; 试验任务二要求用户对疏散图中认知效率主要影响因子进行主观评价。

通过预实验测试得知, 完成任务时间范围在 2 000~8000 ms。因此, 每张图片播放时间设为 8 000 ms。此外, 通过预实验发现, 由于用户对任务的熟悉度问题, 第 1 张图片测试结果误差较大。因此, 通过在正式素材之前加入测试素材的方式来减少实验误差。眼动实验流程如图 9 所示。

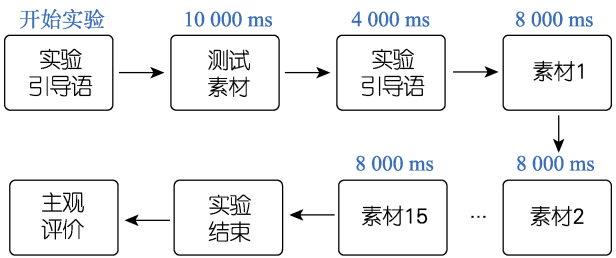


图 9 眼动仪实验流程
Fig.9 Experimental process of eye tracker

4.2.3 数据处理

通过眼动仪测试获取用户视觉轨迹、注视点及扫视点相关时间数据, 并在此基础上对数据进行处理, 获取实验所需数据。

首先找到用户确定自身位置和最近逃生出口的注视点, 并在注视点时间数据表中找出对应时间, 通过 Excel 整理出每位测试者在每张疏散图中找到“我的位置”和距离最近出口的用时。由于眼动采集率低于 80%, 排除了 3 名参与者 (1 名男性和 2 名女性)

的数据。

然后通过 SPSS 软件处理数据,计算出 17 名测试者对每个逃生疏散图的平均用时数据,见表 2。平均用时折线图如图 10 所示。此外,通过测试者对认知效率重要影响因子的评价,结合认知过程的研究,对消防疏散图认知效率主要影响因子进行了梳理,如表 3 所示。

表 2 疏散图认知任务平均用时
Tab.2 Average time of evacuation map cognitive task

素材 代码	“我的位置” 平均用时/ms	“位置到逃生出口” 平均用时/ms
P01	2 187.41	2 889.76
P02	2 130.23	2 105.35
P03	1 348.58	808.41
P04	4 270.37	1 242.78
P05	1 954.05	1 287.76
P06	5 474.29	1 675.45
P07	2 781.11	2 916.00
P08	3 696.47	1 807.43
P09	4 769.94	2 310.92
P10	1 938.29	1 327.94
P11	1 525.94	890.05
P12	6 441.29	827.20
P13	2 892.64	2 256.58
P14	4 659.70	1 607.52
P15	2 682.11	2 852.05

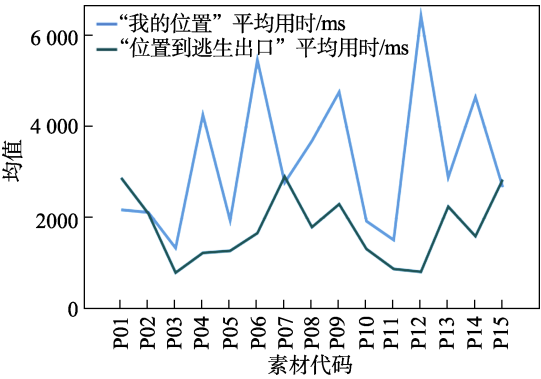


图 10 疏散图认知任务平均用时
Fig.10 Average time of evacuation map cognitive task

4.3 疏散图认知影响指标度量

基于认知过程和用户主观评价整理出消防疏散图主要认知影响因子,并结合逃生疏散图素材特征、度量可行性等综合考量,确定疏散图认知影响因子的主要度量指标及其度量方式,见表 4。其中 3 个显著性度量采用专家评测方式,将对应指标分为 5 个显著性等级,由 5 名设计专业学生进行评分,其余指标则均为客观可测量数据。对 15 张逃生疏散图的认知影响指标度量与评测结果,见表 5。

表 3 疏散图认知主要影响因子
Tab.3 Main influencing factors of evacuation map cognition

视觉对象	影响因子
所在位置图标	图标颜色
	图标大小
	图标形式
逃生路线图标	图标颜色
	图标大小
	图标形式
逃生通道图标	图标颜色
	图标大小
	图标形式
消防设施图标	图标颜色
	图标大小
	图标形式
建筑结构区域	通道颜色
	通道轮廓
	建筑细节
	建筑颜色
	建筑轮廓
	表现形式
整体	颜色类别数量
	图标类别数量
	图标数量
	布局比例

4.4 相关性分析

将视觉复杂度与可量化复杂度因子进行相关性分析,经皮尔逊相关系数和斯皮尔曼相关系数检验发现,认知效率与各因子之间确实存在较高相关性^[13]。如表 6 所示,在确定“我的位置”用时方面,图标颜色显著性、图标大小、逃生通道显著性与确定“我的位置”时间经过相关性分析, $P<0.05$,相关性显著;确定“位置到逃生出口”用时方面,提供最优/所有逃生路线、逃生路线图标形式和通道显著性与“我的位置”到确定逃生出口用时经过相关性分析, $P<0.01$,相关性非常显著;逃生出口图标显著性与“我的位置”到确定逃生出口用时经过相关性分析, $P<0.05$,相关性显著。

通过相关性分析的结果可以发现,从整体上来看,无论确定“我的位置”用时还是“位置到逃生出口”用时,都主要和图标在画面中的突出和显著程度相关,而与建筑和整体画面复杂度相关性较弱。此结果与实验前所认为的认知效率与整体画面的复杂度有较强相关性的假设并不一致。部分原因可能与实验自身限制有关,在眼动仪实验中缺乏与现实场景的联动确认,因此对建筑信息的需求较小。但此结果也足

表 4 疏散图认知度量指标
Tab.4 Cognitive metrics of evacuation map

视觉对象	度量指标		度量标准
所在位置图标	颜色类型	1. 红；2. 蓝；3. 灰	
	图标颜色显著性	专家小组 1~5 等级评分评测	
	图标大小比例/%	图标大小÷图像大小×100	
	图标形式	1. 圆形；2. 星；3. 人形	
逃生路线图标	最优/所有路线	1. 只有最优路线；2. 所有路线	
	图标形式	1. 实线箭头连续；2. 箭头图标分散；3. 虚线箭头连续	
逃生通道图标	有无	1. 有；2. 没有	
	颜色类型	1. 绿；2. 红；3. 蓝	
	图标大小比例/%	图标大小÷图像大小×100	
	图标颜色显著性	专家小组 1~5 等级评分评测	
建筑结构区域	通道显著性	专家小组 1~5 等级评分评测	
	表现形式	1. 线框；2. 线框+色块；3. 3D；4. 色块	
整体	颜色类别数量	数量度量	
	图标类别数量	数量度量	
	图标数量	数量度量	

表 5 认知指标度量结果
Tab.5 Measure results of cognitive metrics

序号	所在位置图标					逃生通道图标			逃生路线图标		建筑结构区域		全局区域		
	颜色类型	图标颜色显著性	图标大小比例/%	图标形式	有无	颜色类型	图标颜色显著性	图标大小比例/%	最优/所有路线	图标形式	通道显著性	表现形式	颜色类别数量	图标类别数量	图标数量
P01	1	3	0.72	2	1	1	3	0.49	2	1	2	1	4	3	25
P02	2	1	0.68	1	1	3	1	1.22	2	2	3	2	5	6	106
P03	1	4	0.21	1	1	1	5	0.80	1	3	4	2	3	4	45
P04	1	3	0.10	2	0				1	3	3	1	6	6	111
P05	1	3	1.25	2	0				2	2	4	3	7	8	45
P06	1	1	0.22	2	1	3	4	0.45	2	1	3	2	4	4	101
P07	1	3	0.37	2	0				2	2	2	2	4	2	64
P08	1	3	0.68	3	1	1	4	1.07	2	1	4	3	5	4	24
P09	3	1	0.39	3	1	1	5	2.96			2	3	5	5	35
P10	1	5	2.43	1	1	1	5	5.45	1	3	5	4	3	3	14
P11	1	5	8.95	3	1	1	5	2.87	2	3	4	4	4	4	3
P12	1	2	0.19	2	1	2	2	2.00	2	2	1	1	6	4	52
P13	1	5	1.08	2	0				2	2	2	2	7	2	27
P14	1	3	0.31	1	0				2	2	2	1	2	2	43
P15	1	3	1.69	1	1	3	2	1.72	2	1	1	1	4	4	20

以说明，视觉突出的图标是用户认知的首要目标，提高关键图标的视觉显著性可以有效提高用户认知效率。同时，此类图标是用户进行决策的重要依据，其准确度十分重要，特别是与现实空间在对照上的准确性与明晰性。

从细节上看，可以发现以下规律。

- 1) 认知效率均与相应图标的形式和颜色类型无关，与图标颜色的显著程度、图像大小比例相关性显著。
- 2) 是否提供最优逃生路线、逃生路线的形式与确认逃生出口位置的平均用时相关性显著，提供最优逃生路线以及连续线性单箭头逃生路线图标更有利

表 6 相关性分析结果
Tab.6 Results of correlation analysis

影响因子	数值类型	“我的位置”用时相关性	“位置到逃生出口”用时相关性
所在位置图标	颜色	相关系数	0.115
	类型	显著性（双尾）	0.684
	图标颜色	相关系数	-0.622*
	显著性	显著性（双尾）	0.013
	图标大小	相关系数	-0.593*
	比例/%	显著性（双尾）	0.020
	图标形式	相关系数	0.297
		显著性（双尾）	0.282
逃生路线图标	最优/所有路线	相关系数	0.324
		显著性（双尾）	0.713**
		显著性（双尾）	0.259
		显著性（双尾）	0.004
逃生出口图标	图标	相关系数	-0.445
	形式	显著性（双尾）	-0.680**
		显著性（双尾）	0.111
		显著性（双尾）	0.007
	颜色	相关系数	0.409
	类型	显著性（双尾）	0.312
		显著性（双尾）	0.240
		显著性（双尾）	0.380
建筑结构	通道	相关系数	-0.397
	显著性	显著性（双尾）	-0.680*
	表现	相关系数	0.257
	形式	显著性（双尾）	0.031
整体范围	图标	相关系数	-0.103
	大小	显著性（双尾）	-0.103
		显著性（双尾）	0.777
		显著性（双尾）	0.777
	通道	相关系数	-0.588*
	显著性	显著性（双尾）	-0.799**
		显著性（双尾）	0.021
		显著性（双尾）	0.000
逃生出口图标	表现	相关系数	-0.426
	形式	显著性（双尾）	-0.382
		显著性（双尾）	0.113
		显著性（双尾）	0.160
	颜色类别	相关系数	0.284
	数量	显著性（双尾）	0.176
		显著性（双尾）	0.305
		显著性（双尾）	0.531
逃生出口图标	图标类别	相关系数	-0.048
	数量	显著性（双尾）	-0.300
		显著性（双尾）	0.864
		显著性（双尾）	0.276
逃生出口图标	图标	相关系数	0.377
	数量	显著性（双尾）	-0.013
逃生出口图标		显著性（双尾）	0.166
		显著性（双尾）	0.965

注：表中“*”表示 $P<0.05$ ，显著相关；“**”表示 $P<0.01$ ，非常显著相关。

于用户认知。

3) 建筑结构通道的显著性与全程的认知用时都有相关性，通过色块区分、加粗通道的轮廓线等方法提升通道显著性，可以提升用户认知效率。

5 消防疏散图设计原则与策略

消防疏散图作为应急设施，其功用效能必然是放在第 1 位。在用户疏散行为和认知研究基础上，确

定其产品目标及功能定位，从视觉设计层面提出具体设计方法与策略，为消防疏散图设计与研究提供借鉴^[14]。

5.1 消防疏散图的产品定位

在消防疏散图的设计中，产品目标与用户需求一致，即在保证信息完整精准的基础上，高效精准地向用户传达消防疏散信息，减少用户获取信息和决策的时间。基于用户需求，消防疏散图的具体功能层次，见图 11。既包括静态消防疏散图的核心功能和辅助功能划分，也包括动态消防疏散图中的信息功能。

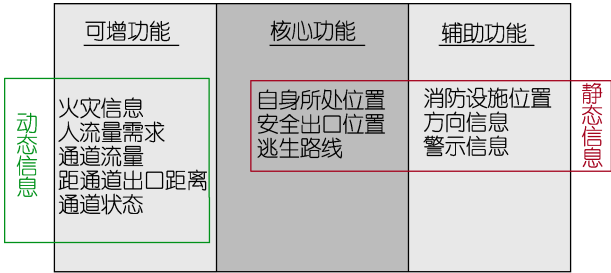


图 11 消防疏散图功能层次
Fig.11 Diagram of functional hierarchy in fire evacuation

5.2 消防疏散图的设计策略

除了平面视觉中通用的设计技巧外，基于消防疏散图用户使用过程中的行为和认知特征，对消防疏散图提出了以下设计策略^[15]。

1) 突出有效视域信息。在研究中发现，决策时所需的决策信息，大部分集中在自身周边的有限区域内，对区域外的信息需求频率较低。在用户决策过程中，用户周边区域信息是用户着重关注的信息，通过提高用户所在区域的信息呈现层级，可以使用户更高效地确定自身方位和逃生策略，设计示意图如图 12 所示。

2) 简化无效信息，突出关键信息。目前的消防疏散图中，过于复杂且突出的建筑构造信息细节信息，是造成用户认知效率低下的重要原因，主要原因仍在于信息的重要层级的不清晰，造成了事无巨细、不分轻重呈现所有信息的现象，增加了用户认知负担。因此，在消防疏散图的视觉设计过程中，应基于信息的重要性进行视觉设计，对用户无效的信息应当剔除，关键信息应当突出，设计示意图如图 13 所示。

3) 提供决策建议信息。用户决策效率与提供信息的引导性密切相关，在消防疏散图中提供恰当的决策引导信息。相比于客观信息呈现，通过将决策主动权交给用户的方式，可以有效提高用户的决策效率和决策准确度。如图 14 所示，相比于提供所有可行的疏散路线，直接提供最优逃生路线的方式可以有效减少用户的决策时间。

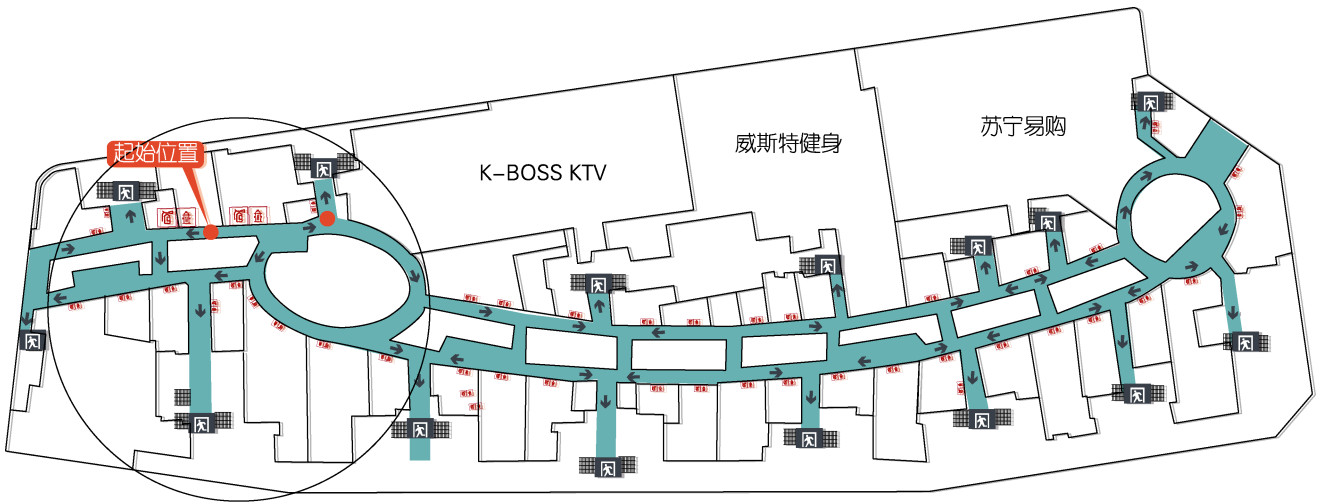


图 12 有效视域示意图
Fig.12 Diagram of effective view field

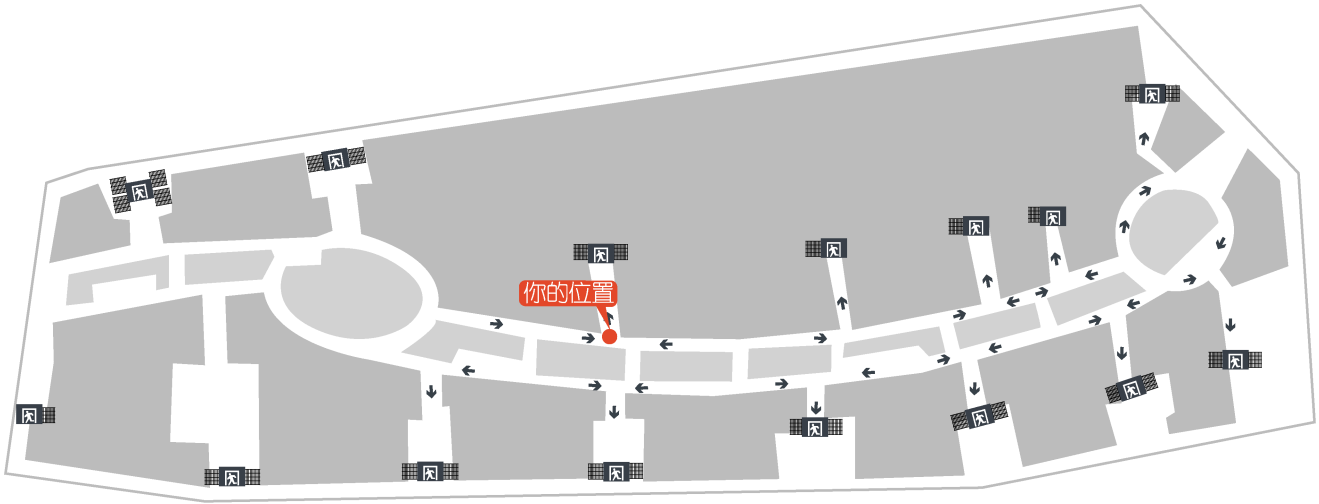


图 13 简化信息示意图
Fig.13 Diagram of simplified information

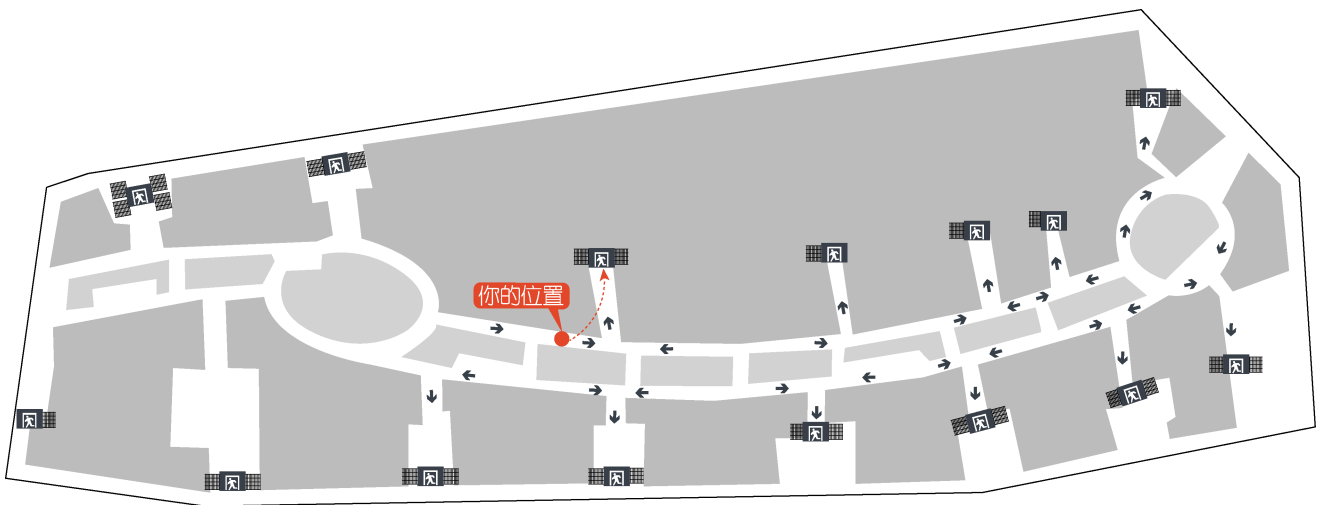


图 14 决策建议示意图
Fig.14 Diagram of decision suggestions

6 结语

消防疏散图是用户疏散过程中进行决策的重要

参考设施, 目前普遍存在功能定位、视觉层级不清晰等问题, 造成用户认知效率低、使用体验差的情况, 影响了消防疏散图实际功用的发挥。

本文首先通过对消防疏散图调研的现状进行梳理并发现问题,通过用户疏散行为认知分析,梳理疏散行为过程中的用户认知要点和需求。然后结合一般认知理论分析用户使用消防疏散图的认知过程,并采用眼动仪实验和主观评价获取数据进行相关性分析,从而得到用户使用消防疏散图认知过程的关键视觉影响因子。最后提出了消防疏散图的原则与策略,为逃生疏散图的研究和实践提供参考。

此外,公共场所环境中的老年、儿童、残障人士等特殊群体是安全逃生过程中的弱势群体,在使用消防疏散图过程中,其疏散行为效率、视觉认知情况等与一般用户群体存在较大的差异。因此,课题后续研究将考虑围绕特殊群体认知特征的消防疏散图开展可用性设计研究,提出大型公共场所消防疏散图的包容性设计策略,从而对保障特殊群体的逃生及生命安全起到一定的积极作用。

参考文献:

- [1] 朱亮. 大型商业建筑消防安全疏散设计探究[J]. 今日消防, 2021, 6(10): 130-132.
ZHU Liang. Research on Fire Safety Evacuation Design of Large Commercial Buildings[J]. Fire Protection Today, 2021, 6(10): 130-132.
- [2] 袁方. 试析高层建筑消防安全疏散设计中存在的问题及管理对策[J]. 中国设备工程, 2021(20): 245-247.
BYUAN Fang. Analysis on the Problems and Management Countermeasures in the Fire Safety Evacuation Design of High-rise Buildings[J]. China Plant Engineering, 2021(20): 245-247.
- [3] MA P, JIANG Y, ZHU J, et al. The Effect of Escape Signs on the Pedestrians Evacuation[J]. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 2019, 534: 121133.
- [4] 袁媛, 汪定伟. 灾害扩散实时影响下的应急疏散路径选择模型[J]. 系统仿真学报, 2008(6): 1563-1566.
YUAN Yuan, WANG Ding-wei. Emergency Evacuation Path Selection Model under the Real-time Influence of Disaster Spread[J]. Journal of System Simulation, 2008(6): 1563-1566.
- [5] 钱晓松, 杨建明, 孙远波. 通用设计视角下的全自动驾驶汽车用户体验要素探析[J]. 装饰, 2020(11): 29-34.
QIAN Xiao-song, YANG Jian-ming, SUN Yuan-bo. Universal Design in Fully Autonomous Vehicles: The New Elements of User Experience[J]. Art & Design, 2020(11): 29-34.
- [6] 张培红, 陈宝智. 火灾时人员疏散的行为规律[J]. 东北大学学报, 2001, 22(1): 54-56.
ZHANG Pei-hong, CHEN Bao-zhi. Behavior Rules of Human Evacuation in Fire[J]. Journal of Northeastern University, 2001, 22(1): 54-56.
- [7] 陈泓, 吕梦凡. 景观公平视角下儿童游戏景观的通用设计实践[J]. 装饰, 2020(11): 23-28.
CHEN Hong, LYU Meng-fan. Universal Design Practices of Children's Playscape under the Perspective of Landscape Justice[J]. Art & Design, 2020(11): 23-28.
- [8] 李晶. 均衡认知负荷的人机界面信息编码方法[D]. 南京: 东南大学, 2015.
LI Jing. Information Encoding Method of Human-computer Interface for Equilibrium of Cognitive Load[D]. Nanjing: Southeast University, 2015.
- [9] 王大川, 周铁军, 李欣阳, 等. 火灾可见性、报警语音和个体特征对地下商业建筑人员消防疏散预动作时间的影响[J]. 安全与环境, 2020, 20(5): 1811-1821.
WANG Da-chuan, ZHOU Tie-jun, LI Xin-yang, et al. Effects of Fire Visibility, Fire Alarm Broadcast and Individual Factors on Human Pre-movement Time in Underground Commercial Buildings[J]. Journal of Safety and Environment, 2020, 20(5): 1811-1821.
- [10] 占炜, 都江. “行为逻辑”与“视觉体验”的互动演进——青岛地铁灾害报警系统用户界面设计的路径解析[J]. 装饰, 2016(2): 83-85.
ZHAN Wei, DU Jiang. Interactive Evolution between "Logical Behavior" and "Visual Experience": Design Path of the Metro FAS User Interface in Qingdao[J]. Art & Design, 2016(2): 83-85.
- [11] 管少平, 苏文盛. 基于人机工程学原则的中国安全禁止标志评估与再设计[J]. 装饰, 2021(1): 92-95.
GUAN Shao-ping, SU Wen-sheng. Evaluation and Redesign of Chinese Prohibitive Safety Signs Based on Ergonomic Design Principles[J]. Art & Design, 2021(1): 92-95.
- [12] 许向阳, 张旭亮, 李博. 基于颜色属性相关性的图像色差公式的研究[J]. 包装工程, 2013, 34(13): 98-101.
XU Xiang-yang, ZHANG Xu-liang, LI Bo. Image Color Difference Formula Based on Correlation of Color Attribute[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(13): 98-101.
- [13] 孙瑞, 李娟. 基于眼动仪的非物质文化遗产平面视觉体验研究[J]. 包装工程, 2020, 41(8): 263-268.
SUN Rui, LI Juan. Visual Experience of Intangible Cultural Heritage Based on Eye Tracking System[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(8): 263-268.
- [14] 王思艺. 基于视觉复杂度的GIS界面设计研究[D]. 南京: 东南大学, 2020.
WANG Si-yi. Research on GIS Interface Design Based on Visual Complexity[D]. Nanjing: Southeast University, 2020.
- [15] 加瑞特 J J. 用户体验要素: 以用户为中心的产品设计[M]. 第2版. 北京: 机械工业出版社, 2011.
GARRETT J J. User Experience: Elements User-centered Product Design[M]. 2nd ed. Beijing: Machinery Industry Press, 2011.

责任编辑: 蓝英侨