基于眼动数据的导视系统跨文化认知实证

许泽君，刘键
（北京工业大学，北京 100124）

摘要：目的 通过眼动实验，分析中西方乘客在观看地铁导视系统环境时的认知倾向差异，通过设计手段提高地铁导视系统的通用化设计水平，兼顾社会公正。**方法** 以眼动数据为佐证，通过实证研究和 T 检验分析得出结论形成设计原则，并以设计手段干预认知走向。**结果** 中国人样本的扫描路径长度、眼跳幅度这两个眼动指标，显著高于西方人样本。**结论** 西方人样本主要是分析性的认知倾向，他们对导视环境中的导视信息有更多注意，并且倾向于将导视信息从场景中剥离出来；中国人则是包括性的认知倾向，更关注背景信息，对环境的编码是整体性的，将导视信息和背景捆绑在一起进行判断。由此可见，导视系统应用双方相近的文化取向作为符号，提高中西方乘客认知语境的重合度，以此产生共感，并建立起双方都可以进入识别、释义、推理的认知接口，以致力于消解由文化差异带来的认知障碍与交流失真。
关键词：导视系统；通用化设计；眼动数据驱动；跨文化认知差异
中图分类号：J512　　**文献标识码：**A　　**文章编号：**1001-3563(2018)16-0117-06
DOI：10.19554/j.cnki.1001-3563.2018.16.020

An Empirical Study on the Cross-culture Cognition of Sign System Based on Eye Tracking Data

XU Ze-jun, LIU Jian
(Beijing University of Technology, Beijing 100124, China)

ABSTRACT: The purpose is to analyze cognitive differences between Chinese and western passengers when looking at the subway guide system through eye movement experiment and to improve the general design of the subway guide system by means of design, which also gives consideration of social justice. The method is to draw conclusion through empirical research and T-test analysis based on the data of eye movement experiment. The result is that the scanning path length and saccade amplitude in the samples of Chinese passengers are statistically higher than those in the samples of western passengers. The conclusion is that samples of western passengers are mainly analytical cognitive tendencies. They pay more attention to the guiding information in the guiding environment and tend to separate the guiding information from the scene. The Chinese passengers, on the other hand, have rather conclusive cognitive tendencies. They pay more attention to the background information and tend to get guide information holistically. Therefore, subway guide system should adopt symbols that suits passengers with difference cognitive tendencies. This helps improve contact ratio of cognitive context of both Chinese and western passengers, establish a cognitive interface that both sides can recognize, interpret and analyze and eliminate the distortion of cognitive impairment caused by cultural differences and communication.
KEY WORDS: wayfinding system; universal design; eye-tracking; cross-cultural cognitive

地铁设施的通用化设计水平，是衡量一个国家文明程度的标准之一。随着全国各地的地铁枢纽系统呈复杂化、国际化发展态势，异地访京人群、外国人对导视系统的功能诉求进一步增加。其中，交通出行是影响外国人体验北京品质的重要因素之一，同时也是树立北京国际化大都市形象的重要影响因素。而由于

收稿日期：2018-05-13
基金项目：教育部人文社会科学研究青年基金项目（17YJC760048）
作者简介：许泽君（1996—），女，北京人，主攻工业设计。
通信作者：刘键（1987—），男，山东人，博士，北京工业大学讲师，主要从事产品设计、人因工程学与人机交互方面的研究。

各国文化背景的差异，外国人在北京出行经常会遇到许多问题，其中有很大一部分是由于对导视系统存在认知障碍所造成的，使得外国人亚群体将会重新进行身份构建，去重新寻找“重合度”较高的心理地域图式。在该过程中，人们往往会受到文化冲击[1]，这是由于突然失去所有的熟悉的社会交流活动中所需的环境及符号，并产生一系列异常反应，如备感焦虑。为此，有必要从跨文化的维度出发，针对外国人对北京地铁导视系统认知所存在的问题进行探索与改进，为提升北京地铁导视系统国际通用化设计水平提供有价值的参考。

1 文献回顾

国内外学者对视觉模式的文化差异性认知进行了实验和分析，特别是针对东西方族群用户，例如，Masuda[2]通过眼动技术对美国人和中国人在阅读图片时的加工特性进行了探讨。实验开始后，美国人在加工图片时能很快将注意力聚焦到中心物体上，而中国人则要花更长时间，将注意力从周围环境中转移到中心物体上。

两种认知倾向的差异也在设计领域与认知美学等文化产物上有所体现，卢兆麟[3]以跨文化视角，对比了中国和德国用户在汽车造型上的审美差异，其结论为中国用户在加工汽车前脸造型的程中，眼动轨迹呈水平方向运动；德国用户的眼动轨迹更加聚焦于汽车前脸的中心区域。这说明中西方用户在汽车造型审美上也存在两种认知倾向，中国用户更喜欢把大灯当作是汽车的眼睛，挡风玻璃是被忽视的；而德国用户把前挡风玻璃当作是汽车的眼睛，就如同皮克斯动画《汽车总动员》那样，将动画角色的眼睛设计在了挡风玻璃上，在设计更符合中西方人审美的汽车前脸时提供了更多的理论依据。Nisbett[4]比较了认知倾向的差异在东西方绘画表现上的影响，将画中的水平线、地平线的位置量化成数据进行了统计比较，并发现东亚绘画中的地平线和水平线的位置显著高于西方绘画，认为这种认知倾向的差异体现在绘画空间内涵、构成手段上，使其传达的美学韵味也有所差别。此外，让西方被验者拍摄人物时，他们会将镜头拉近，使人物的脸占据照片大部分空间面积；而中国人则倾向于将镜头拉远，将周围的背景都包含到画面中，中心人物只占了较小的比例。Wang[5]对东亚文化圈（包括中国、韩国、日本）和西方文化圈（美国、加拿大）的主要大学、政府官方网站的文字、链接量以及将网页体量用滚动条的长度作为指标进行了量化，并进行了统计对比分析，结论为东亚文化圈的指标显著高于欧美文化，说明东亚圈网站中提供了更多的相关信息和解释的要素。

以上结论还未在导视系统设计中得到印证，并且现有多数研究主要应用主观测量法（由量表和开放式问题组成的自我报告问卷），局限性逐渐凸显。另一方面，目前还无法推断出这种文化差异究竟在导视系统认知加工的哪个阶段产生，由于眼动技术就有客观测量、实时记录等特性，因此可以较好地探讨这一问题[6]。本文利用眼动仪记录下来自不同文化群体的人，在阅读导视系统时的眼动轨迹并加以分析，这样就可以清楚地了解到这些乘客在阅读导视牌时对画面的某一特定部分的信息加工程度，有助于研究者了解到外国人乘客受众是否按设计师的意图去注视导视环境中的信息，进而提高其通用化设计水平。

2 研究方法

在实验准备阶段，首先通过 MMSE（Mini Mental State Examination）量表进行测试，以及色盲检查图，确保被验者符合实验要求，再填写被验者个人情况、中文能力检验、跨文化适应水平量表。通过筛选，此次实验共招募了 40 名被试，分成了中国人样本（*N*20）和西方人样本（*N*20）的两组实验样本。

实验时间：2017 年 10—11 月。实验地点：清华大学美术学院人机工程学实验室。

在本次实验中，为被试配备的是 SMI Experiment Suite 360°（包括 BeGaze & Experiment Center）眼动仪设备。实验的任务设置为让被试在导视环境中寻找导视信息，并进行记忆任务，实验完成后需要对主试进行复述，口述所搜寻到的信息。此外，为消除图片的差异性，实验选择了文化中性的图片作为实验刺激素材，为了确保测试结果准确，要求每位被试观看 3 张导视系统环境的图片，见图 1。在统计分析阶段，将 3 张所测得的数据进行叠加后进行统计分析。为严

a 实验素材1　　b 实验素材2　　c 实验素材3

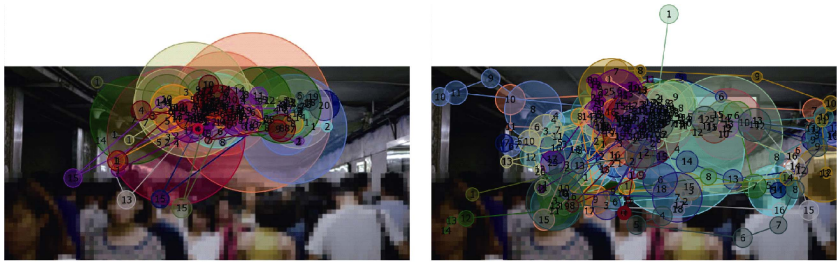
图 1 实验刺激素材
Fig.1 Experimental material

格控制变量和消除学习效果，图片的呈现顺序采用随机式。

2.1　实验一直观性指标

通过两个实验样本的注视轨迹图、热点图和兴趣区的直观性指标对比发现，相对于西方被试者，中国被试者对导视系统环境的动态眼动轨迹较为散乱，注视区域分布较广，见图 2—4。

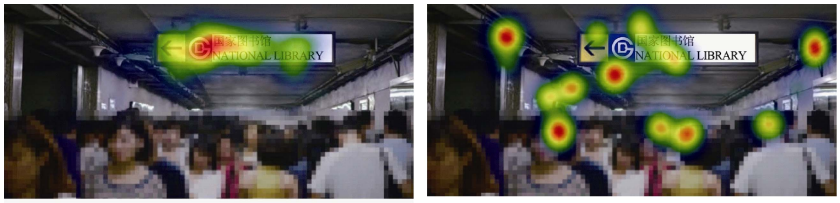
根据兴趣区的关注顺序和关注时间来看，西方被试者首先注视英文信息导视，其次是导视箭头、标识



● FOREIGNER　　● CHINESE

图 2　实验一注视轨迹

Fig.2 Experimental 1 fixation map



● FOREIGNER　　● CHINESE

图 3　实验一热点

Fig.3 Experimental 1 hot map

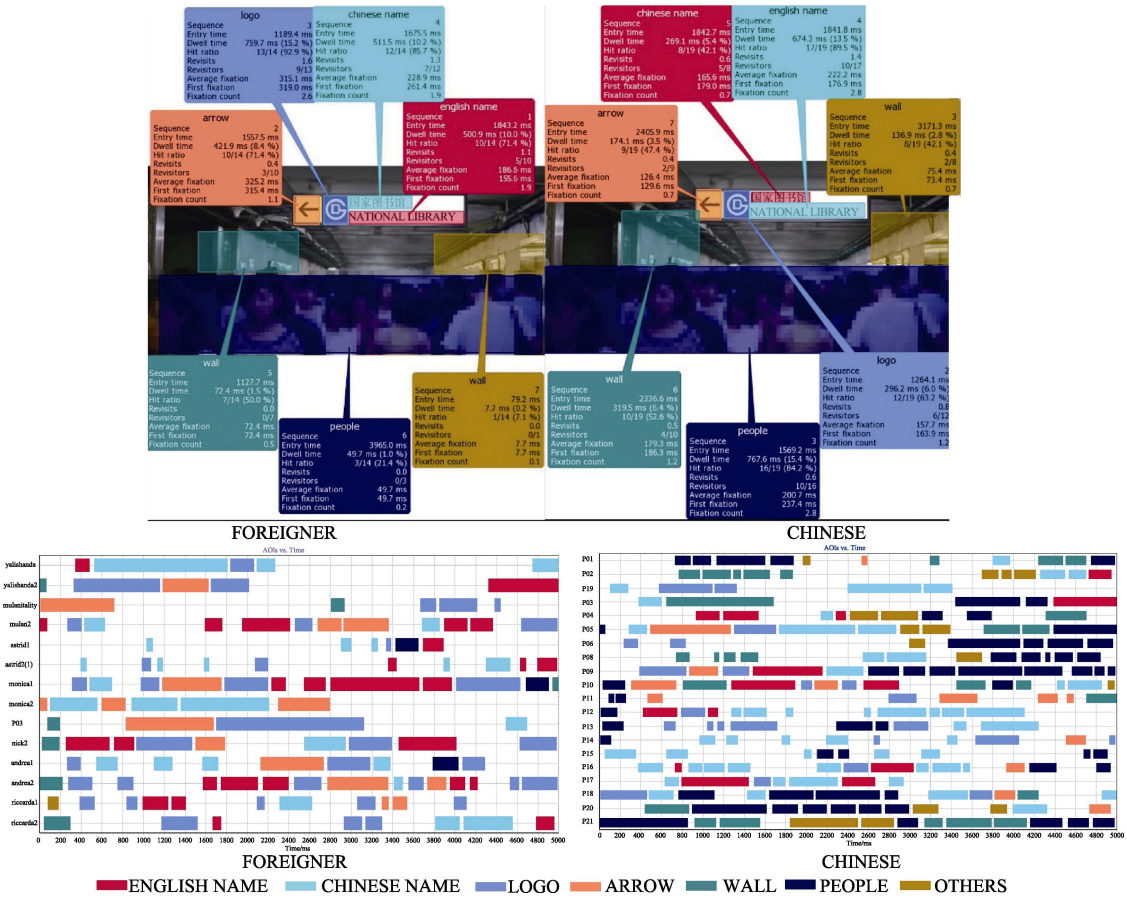


图 4　兴趣区划分

Fig.4 Experimental 1 division of interest

以及汉语导视信息，更关注导视信息本体，倾向于将导视信息从场景中剥离出来。而中国被试者除关注导视信息以外，还关注周围场景和对象的关系并倾向于从中得到相关要素进行综合分析。

2.2 实验一统计分析指标

以上仅通过描述性的直观指标进行了判断，但还不具备科学意义，因此，这里在于利用独立样本 T（independent samples t-test）检验，去分析两组文化群体间的实验样本，见表 1。

表 1 实验一扫描路径 T 检验统计
Tab.1 Experimental 1 T test of scan path

变量	国籍	*N*	均值	标准差	平均值差值	*t* 值	显著性
扫描路径长度	中国人	20	1462.15	429.23	341.10	2.50	0.02
	西方人	20	1121.05	434.02			

1）扫描路径长度。将获得的扫描路径长度的数据进行整理，IBM SPSS STATISTICS 21.0，利用独立样本 T 检验去研究不同国籍实验样本对于扫描路径长度的差异性情况，从表 1 可知，中西方两个样本扫描路径长度出现显著性差异，$p < 0.05$，见图 5，其中横轴中的黑色柱状图代表中国人样本，白色柱状图代表西方人样本，纵轴代表扫描路径长度（单位：mm）。因此说明中西方两个实验样本的扫描路径长度存在着明显差异。具体对比平均值可知，中国人的扫描路径长度会明显地高于西方人的扫描路径长度，表明中国人被试者在导视系统环境中所关注的区域多于西方人被试者。

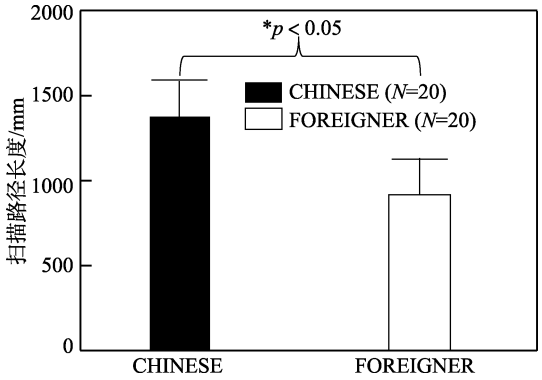


图 5 实验一扫描路径长度 T 检验分析结果
Fig.5 Experimental 1 T test of scan path

表 2 实验一眼跳幅度 T 检验统计
Tab.2 Experimental 1 T test of saccade

变量	国籍	*N*	均值	标准差	平均值差值	*t* 值	显著性
眼跳幅度	中国人	20	44.24	20.80	12.71	2.26	0.03
	西方人	20	31.53	14.15			

2）眼跳幅度。利用独立样本 T 检验去研究不同文化群体的实验样本，对于眼跳幅度的差异性情况。从表 2 可知，不同文化群体样本的眼跳幅度会呈现出显著性差异，$p < 0.05$，见图 6，其中横轴中的黑色柱状图代表中国人样本，白色柱状图代表西方人样本，纵轴代表扫描路径长度（单位：mm），因此说明不同文化群体的实验样本眼跳幅度有着明显差异。具体对比平均值可知，中国人的眼跳幅度会明显地高于西方人的眼跳幅度，表明中国人被试者倾向于在新区域或新位置去探索更多的意义性线索。

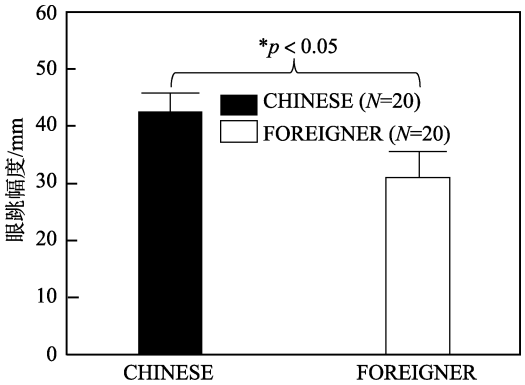


图 6 实验一眼跳幅度 T 检验分析结果
Fig.6 Experimental 1 T test of saccade

3 分析与结论

总结上述统计分析可知：中国人被试者的扫描路径长度、眼跳幅度这两个眼动指标显著高于西方人样本。研究表明，不同文化群体下人们对导视系统环境的认知加工方式表现出不同的倾向。西方人主要是分析性的认知倾向，他们对导视环境中的导视信息有更多注意，并且倾向于将导视信息从场景中剥离出来；中国人则是包括性的认知倾向，更关注背景信息，对环境的编码是整体性的，将导视信息和背景捆绑在一起，更多地基于关系和相似性进行判断。

中西方两种不同认知倾向的成因：与生俱来的，与遗传因素有关。西方人种大多遗传了鼻梁高、深眼窝的特点，使得他们的视野范围呈椭圆形；相比较之下，亚洲人的视野范围更接近圆形。这样的遗传特征，导致不同文化背景的读者在眼动加工时采取不同策略[7]。然而，这一理论解释还需更多的实验分析，如遗传亚洲人的生理特点[8]，但从出生即在西方国家生活并接受教育的样本，是否还能得出上述实验的结论，因此，文化是一个社会共享的和通过社会传播的价值观和感知，文化能使得经验具备一定的意义、产生行为，并被反映在该行为中。这些准则是通过社会习得的，而不是通过遗传基因获得的。包括性和分析性认知倾向的差异成因与后天所处的社会文化环境有关，如政治与法律思想、道德、科学、艺术、宗教等，也都对人的思维方式起着潜移默化的作用[9]。古

中国和古希腊形成对世界的认识深刻影响着后人，欧洲文化都来源于古希腊，东方文明起源于中国，因此现代东西方人之间存在着两种认知倾向。具体表现为：家庭本位文化是中国的典型特征，家庭成员互相依存且崇尚和谐，而个人本位是希腊文化的显著特征，这种独立性使得他们更专注于物体本身。在新科学运动中，西方文化圈中孕育出分析性的理解世界这一认知倾向，将观察对象从整体环境中剥离出来；擅长应用规律进行逻辑推理，注重定量分析；而在东亚文化圈中，人们受到儒教、佛教、老庄思想以及天人合一的文化熏陶，包括性的认知倾向是把观察对象和周围环境看成是一个整体，关注物与物、物与环境之间的关系；喜欢用辩证思维的方式去分析冲突对立面的成因。

除此之外，有研究指出人所掌握的知识经验与技能的精通程度，可以对大脑的性状和机能两方面产生不同程度的影响。如让中西方两组被试者观看相同的信息，这一信息生成视觉符号通过视觉径路到达丘脑进行信息的加工处理，在加工时通过脑 FMRI（核磁共振）技术生成大脑的图像，可探讨认知倾向差异所引起的刺激范围以及成因。Masuda[2]指出具有典型包括性认知倾向特征的中国人在加工分析性任务时，会产生更多的认知负荷，并通过 FMRI 生成的脑图像进行了解析，表现为被试者脑内的活性部位的范围会进一步扩大。也有多项研究应用事象关联电位（ERP，event-related potential）证实了包括性认知和分析性认知倾向差异的存在。如 Goto[10]指出当实验刺激的背景与中心信息的组合，不符合常规文脉时，东亚被试者的 N400 数字值高于欧美被试者，说明东亚被试者在观看中心信息时，也会将加工资源分配到背景信息当中。这一结论也与本研究的实验结果相一致。

然而，以上的研究假设都是建立在预先设计好的实验刺激基础上成立的，有研究指出，使用画面中有与人物关系强且引入注目的背景（如正面意义的美如画的风景、或是负面意外事故现场等照片）作为实验刺激，西方人与东亚人会表现出一致的认知倾向，将大量的注意资源分配到背景当中而不是画面中心[10]，因此，两种认知方式在认知过程中绝不是静止的，而是彼此之间存在相互作用的关系，只是在认知识别过程的初期，文化的差异使得中西方人在认知倾向上有所差异。在释义、推理的认知加工中后期阶段，到底哪一个认知倾向占优，则取决于当时的任务难度、语境、个体差异以及认知能力水平等。

4　设计实践

针对包括性的认知倾向，应当在细化组成导视要素和属性的同时，与周围其他环境相互联系并加以整合表现。基于此结论，笔者针对北京地铁导视系统的现状，通过手绘表达提出了设计改善指南，见图 7。

图 7　整合导视环境中的设计要素
Fig.7 Integrate the sign design elements in the visual environment

针对分析性的认知倾向，将导视系统的信息、要素以及属性从普遍联系中抽取出来，并加以集中表现。本文应用了冗余增益设计原则，将线路名称用拉丁字母表示，将同一条线上车站用数字表示，构建出了北京地铁线路图的编码导视，见图 8，让外国乘客群体以熟悉的方式加以解读与延续，进而形成认知的“双加工”，以致力于消减由跨文化差异所引起的认知摩擦，从而引导正确的逻辑行为。

图 8 集中表现-冗余增益原则

Fig.8 Concentrated expression-design principle of redundant gain

5 结语

导视系统应具备跨文化的承载力，在实现引路这一本质功能的基础上，须通过设计手段进行干预，使其传递出面向不同文化群体的文化意义。导视系统是连接设计人员与乘客的媒介物，应用双方相近的文化取向作为符号，使其与乘客知识构架中所存在的目标事物的典型形象相吻合，以此产生共感，并建立起双方都可以进入的识别、释义、推理的认知接口，有机结合包括性与分析性的认知特点，进而提升用户体验，兼顾社会公正。

参考文献：

[1] 于果. 中华文化感知差异建模及自然交互式跨文化体验游戏开发[D]. 北京: 清华大学, 2014.
YU Guo. Modelling Perceptual Discrepancy towards Chinese Culture and the Development of Cross-Cultural Experience Game by Natural Interaction[D]. Beijing: Tsinghua University, 2014.

[2] ITO K, MASUDA T. Agency and Facial Emotion Judgment in Context[C]. Manuscript Submitted for Publication, University of Alberta, 2012.

[3] 卢兆麟, 李升波, 徐少兵, 等. 面向汽车造型的用户视觉模式识别比较[J]. 计算机集成制造系统, 2015, 21(6): 1711—1718.
LU Zhao-lin, LI Sheng-bo, XU Shao-bing, et al. Comparative Research on User's Visual Pattern Recognition Oriented to Automotive Styling Features[J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2015, 21(6): 1711—1718.

[4] NISBETT R M T. Culture and Point of View[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2003(7): 11163—11170.

[5] WANG H, MASUDA T, ITO K, et al. How Much Information? East Asian and North American, Cultural Products and Information Search Performance[C]. Personality and Social Psychology Bulletin.

[6] MAGUIRE E A, GADIAN D G, JOHNSRUDE I S, et al. Navigation-related Structural Change in the Hippocampi of Taxi Drivers[J]. Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America, 2000, 97: 4398—4403.

[7] SCHOLZ J, KLEIN M C, BEHRENS T E J, et al. Training Induces Changes in White-matter Architecture[J]. Nature Neuroscience, 2009(12): 1370—1371.

[8] HEDDEN T, KETAY S, ARON A, et al. Cultural Influences on Neural Substrates of Attentional Control[J]. Psychological Science, 2008(19): 12—17.

[9] NEEDHAM J. Science and Civilization in China[M]. Cambridge University Press, 1954.

[10] GOTO S G, ANDO Y, HUANG C, et al. Cultural Differences in the Visual Processing of Meaning: Detecting Incongruities between Background and Foreground Objects Using the N400[J]. Social Cognitive and Affective Neuroscience, 2010(5): 242—253.