

【工业设计】

## 红灯信号渐消方式对时距估计和情绪体验的影响

柳冠中<sup>1</sup>，张慧忠<sup>2</sup>，宫勇<sup>3</sup>

(1.清华大学 美术学院，北京 100000；2.广东工业大学 机械工程学院，广州 510000；  
3.宁波大学潘天寿艺术设计学院，宁波 315211)

**摘要：**目的 通过调整红灯信号的渐消方式来缩短行人对红灯时长的时距估计，提升情绪水平，创造更好的人机互动体验。**方法** 实验通过口头估计法对红灯刺激信号的形状、消减速度和分割数目/频率不同水平的测试，来研究被试的时距估计和轻松值反馈。**结果** 发现形状和速度的主效应显著，倒梯形和减速消减在诸多形状与速度水平中能够创造最短的时距估计及轻松值，而矩形和匀速消减表现最差。且相比刺激的外框形状变化，分割数目变化带来的视觉单元面积变化并不能显著影响时距判断。**结论** 刺激的 3 种因素以及因素间的关联程度对被试的时距估计和情绪水平产生显著的影响。

**关键词：**红灯信号；人机交互；时距估计；情绪体验

**中图分类号：**TB472 **文献标识码：**A **文章编号：**1001-3563(2017)24-0093-05

## The Effect of Red Light Decreasing on the Duration Estimation and Emotional Experience

LIU Guan-zhong<sup>1</sup>, ZHANG Hui-zhong<sup>2</sup>, GONG Yong<sup>3</sup>

(1.Academy of Art and Design Tsinghua University, Beijing 100000, China;

2.Department of Mechatronics, Guangdong University of Technology, Guangzhou 510000, China;

3.Pantianshou Art and Design School, Ningbo University, Ningbo 315211, China)

**ABSTRACT:** To shorten the duration estimation and improve the subjective emotional level by redesigning the decrease of red traffic light, the experiments is used verbal estimation method to test the different conditions of shape, decreasing speed and segmentation/ frequency to research the response of participants' duration judgment and feeling. It reveals that the main effects of shape and speed are significant. Especially the inverted-trapezoid and deceleration got the best performance during all factor conditions while the rectangle and the constant speed were the worst. Besides, the change of stimuli outline would bring the change of size of subunits which will influence the judgment of duration while the segmentation change would not. The three factors and the mutual correlations will affect the participants duration estimation and emotional reaction significantly.

**KEY WORDS:** red light; human-computer; duration estimation; emotional experience

在交通中红灯成为行人必经的信号刺激，红灯信号的呈现方式能够影响行人与红灯的交互体验，包括时间信息认知和个体情绪，尤其是焦虑感<sup>[1-2]</sup>。红灯信号是一种显示等待时间进度的载体，行人的主观心理背景为期待其尽快结束，因此缩短红灯信号给行人带来的时距估计是显示设计的重要任务，并最终缓解

焦虑情绪<sup>[3]</sup>。刺激信号的变化会延长用户知觉到的时间长度<sup>[4]</sup>。时间长度感知与焦虑情绪之间存在密切的关联，而且更短的时距估计一般与更积极的情绪水平呈正相关。当前与红灯信号变化结构相关的诸多实践和研究，主要集中在网页加载条等带有进度信息的显示载体<sup>[5-9]</sup>。现有的研究涉及了其多个角度：速度、

收稿日期：2017-09-21

作者简介：柳冠中（1943—），男，上海人，清华大学教授，主要研究方向为设计战略与原型创新。

通讯作者：张慧忠（1986—），男，山东人，广东工业大学博士生，主要研究方向为工业设计。

频率、面积、波动、颜色、数值等的变化<sup>[10-14]</sup>,以及额外信息干扰等<sup>[15]</sup>,对时距估计和情绪反应的影响。

刺激的动态变化,也就是速度、变动频率和面积尺寸等其他因素变化的共同作用的结果<sup>[6-7]</sup>。其中红灯信号外框形状的变化是信号子单元形状及尺寸变化过程的整体表达形式。外框形状以及分割数目的变化会导致信号变化频率、速度和面积的变化<sup>[16]</sup>。而在刺激信号的作用过程中,任何的变化类型都会带来不同的被试反映,因此本文通过实验针对三要素的设置状况分别进行检验,深化测量红灯渐消信号形式对被试时距估计和情绪水平的影响。

## 1 实验 1

### 1.1 实验方法

#### 1.1.1 被试

实验邀请了 42 名大学生(男 36 名,女 16 名)作为被试参与实验。被试年龄均在 23~26 岁,视力正常,未参加过类似实验。参与实验的被试将获得少量报酬。

#### 1.1.2 实验设计

刺激为自上而下渐消的单元集合而成的红灯信号。刺激均由 28 个子单元填充组成,所有子单元自上而下渐消,见图 1。实验采取 2 时距(短时距,长时距)×2 外框形状(矩形,倒梯形)×3 速度(加速,减速,匀速)的被试内设计。时距分为约 10 s 和约 30 s 两种水平,而为了防止被试对红灯演示动画的整数时长的猜测,两种水平分别采用 5 种相近的时长,即 10 s 水平的刺激分别采用了 9 s, 9.5 s, 10 s, 10.5 s 和 11 s, 30 s 水平的刺激采用了 29 s, 29.5 s, 30 s, 30.5 s 和 31 s。刺激存在 3 种消减速度:加速、减速和匀速,且相同时长的刺激均速相同。因变量为被试对每个红灯动画时距的估计长度,统计时将两标准时距近似的 4 种时长统一:统计数值=估计时长×标准时距/近似时长。因变量还包括被试感受每个红灯刺激时产生的情绪轻松感分值(与焦虑感相对),满分 10 分。

#### 1.1.3 实验素材和流程

刺激为 12 个红灯演示动画,均由 flash 编制和使用 flash player 播放。屏幕显示的刺激信号的倒梯形的中轴线为 10 cm,两短边为 1.5 cm 和 0.4 cm;矩形外框的长和宽为 10 cm×0.8 cm。仪器为电脑,配有耳机、鼠标以及键盘,刺激信号呈现设备为 15 英寸液晶显示器,屏幕色温为 6500 K,分辨率为 1440×900 像素,刷新频率为 75 Hz。

实验采取口头估计法,被试坐在电脑前进行测

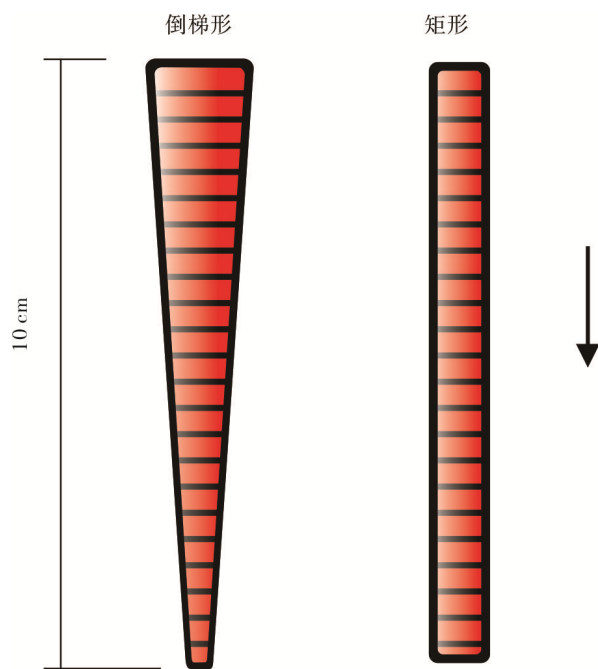


图 1 红灯刺激的形状水平  
Fig.1 The shapes of red light stimuli

试。被试被告知刺激材料为交通灯红灯信号,自行点击动画的播放按钮即可开始观测,每一刺激结束后填写估计时长和对应的轻松值,并且轻松值应理解为与焦虑感相对。告知被试测试时内心不能读数,实验并通过耳机内的随机读数来扰乱被试默数。为了控制背景情绪水平和心理预期等变量,被试需要情绪稳定,无其他动作、走神和与实验不相干的其他急迫期待。两种时距水平的 60 个刺激将分别测试,以免被试产生不同时距轻松值的对比。

## 1.2 结果

实验结果包括时距估计和轻松值两部分。剔除与信号时距相差过大和明显误填的被试结果,样本共计 40 个。所有的被试数据被提交到 SPSS19.0 进行分析。

### 1.2.1 时距估计

不同条件下的时距估计见图 2,显示的是在被试不同条件下时距估计的平均值。结果显示时距和形状的主交互效应不显著,  $F(1,40)=0.981, p>0.05$ 。时距和速度和交互效应也不显著,  $F(2,80)=1.304, p>0.05$ 。形状和速度交互效应同样不显著,  $F(2,80)=0.336, p>0.05$ 。但时距、形状和速度的主效应都很显著,显示了时距估计确实受到了形状和速度的影响。时距的主效应显著:  $F(1,40)=84.083, p<0.0005$ 。外框形状主效应显著,  $F(1,40)=6.405, p<0.05$ 。消减速度主效应显著  $F(2,80)=4.581, p<0.05$ 。实验 1 中两时距平均后形状和速度影响时距估计和轻松值的表现,见表 1,在平均两个时距水平之后,被试对倒梯形的时距估计比矩形刺激的时距估计要短(15.349 s VS 15.758 s,

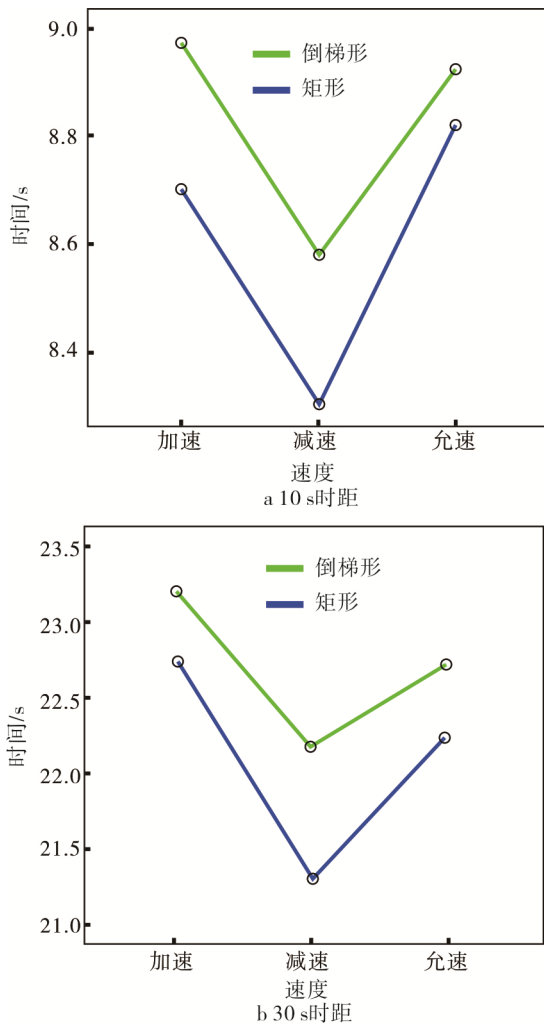


图 2 不同条件下的时距估计

Fig.2 The duration estimation in different conditions

表 1 实验 1 中两时距平均后形状和速度影响时距估计和轻松值的表现

Tab.1 The performances of shapes and speeds in affecting the duration estimation and pleasure score in experiment 1

自变量	水平	时距估计/s	轻松值/分	
		均值	均值	数目
形状	倒梯形	15.349	7.398	40
	矩形	15.758	6.944	40
速度	加速	15.901	7.164	40
	减速	15.084	7.444	40
	匀速	15.676	6.906	40

$p < 0.05$ )。从加速、减速和匀速 3 种速度的总体均值来看, 减速消减引发的时距估计要显著短于加速消减,  $p < 0.005$ , 且短于匀速消减,  $p = 0.07$ , 达到边缘显著。而加速引发的时距估计均值要长于匀速, 但显著性并不明确,  $p > 0.05$ 。

### 1.2.2 轻松值

表 1 同样显示了在不同条件下被试产生的轻松

值。其中时距影响轻松值表现出边缘显著,  $F(1,40) = 3.722$ ,  $p = 0.069$ 。且 10 s 时距产生的轻松值要低于 30 s 引发的轻松值。刺激形状的主效应显著,  $F(1,40) = 12.452$ ,  $p < 0.005$ 。矩形影响下的轻松值要低于倒梯形。速度的影响达到显著水平,  $F(2,80) = 3.387$ ,  $p < 0.05$ 。从均值对比来看, 减速和加速产生的轻松值高于匀速, 而其中减速稍微高于加速。时距和形状的交互效应不显著,  $F(1,40) = 0.007$ ,  $p > 0.05$ ; 以及形状和速度的交互效应不显著  $F(2,80) = 2.83$ ,  $p > 0.05$ 。

时距和速度的交互效应显著,  $F = 4.075(2,80)$ ,  $p < 0.05$ 。经过进一步的简单效应检验, 表明在速度在 30 s 时距中加速和匀速之间的差异非常显著,  $p = 0.008$ , 而 10 s 的差异并不显著。

## 2 实验 2

在实验 1 中刺激形状的变化是一种横向的宽窄变化, 导致了单元面积的变化, 而这种变化与时距总体的分割数目不相关, 影响了被试的时距估计。在红灯刺激物理时距的分割中, 子单元分割数目的减少势必会导致子单元纵向尺寸的增加和所包含物理时距的增长, 可以表示为时距总量 = 单元数量 × 单元时距, 而这种分割也会导致单元面积的变化, 但这种变化是否会引发被试对时距估计和轻松值的变化将在实验 2 中得到检验。

### 2.1 实验方法

#### 2.1.1 被试

实验邀请了 42 名大学生 (男 36 名, 女 16 名) 作为被试参与实验。被试年龄均在 23 ~ 26 岁, 所有被试视力正常, 均为参加过本类实验。参与实验的被试将获得少量报酬。

#### 2.1.2 实验设计

刺激为自上而下渐消的单元集合而成的红灯信号。实验采取 2 外框形状 (矩形, 倒梯形) × 2 分割数目 (7 个子单元, 28 个子单元) 的被试内设计, 见图 3。刺激外框形状设置同实验 1: 倒梯形和矩形, 外框尺寸同实验 1。4 个红灯演示动画均为自上而下匀速渐消, 时距均为 10 s。分割数目分为 7 个子单元的少分割的和 28 个子单元的多分割两个水平。为了防止被试对红灯材料的整数时长的猜测, 刺激采用 5 种相近的时长: 9 s, 9.5 s, 10 s, 10.5 s, 11 s。因变量为被试对每个红灯动画时距的估计长度, 统计时将 10 s 时距近似的 4 种时长统一: 统计数值 = 估计时长 × 10 s 时距 / 近似时长。因变量还包括被试感受每个红灯动画时产生的情绪轻松感分值 (与焦躁感相对), 满分 10 分。

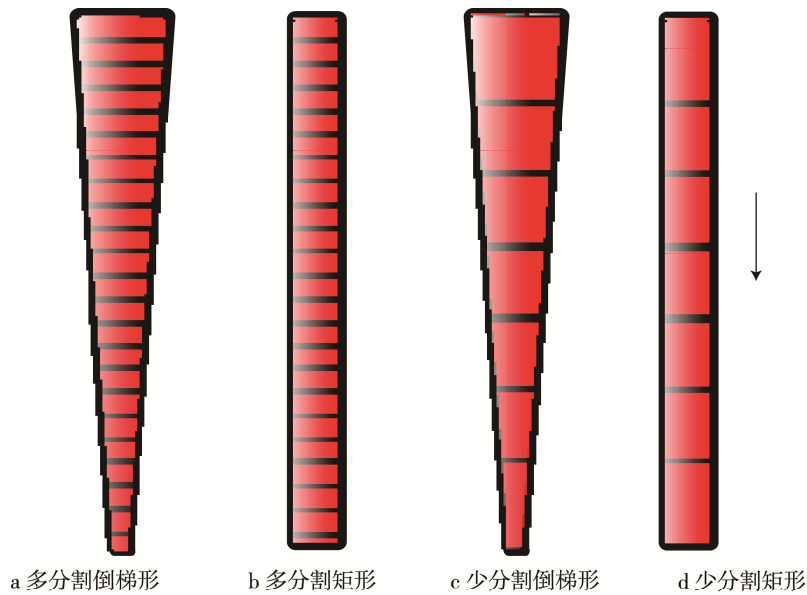


图3 红灯刺激的分割数目水平和形状水平  
Fig.3 The segmentations and shapes of red light

### 2.1.3 实验素材和流程

刺激为4个红灯演示动画,均由flash编制,使用flash player播放。屏幕显示的刺激信号的倒梯形的中轴线为10 cm,两短边为1.5 cm和0.4 cm;矩形外框的长和宽为10 cm×0.8 cm。仪器同实验1相同。

实验采取口头估计法,被试坐在电脑前开始测试。被试被告知刺激材料为交通灯红灯信号,自行点击动画的播放按钮即可开始观测,每一刺激结束后填写估计时长和对应的轻松值,并且轻松值应理解为与焦虑感相对。告知被试测试时内心不能读数,实验并通过耳机内的随机读数来扰乱被试默数。为了控制背景情绪水平和心理预期等变量,被试需要情绪稳定,无其他动作、走神和与实验不相干的其他紧迫期待。

## 2.2 结果

实验结果包括时距估计和轻松值两部分。剔除与信号时距相差过大和明显误填的被试结果,样本共计40个。所有的被试数据被提交到SPSS19.0进行分析。

实验2在4种条件下的时距估计和轻松值数据,见表2。在估计时长的检验中,形状影响时距估计的

表2 实验2在4种条件下的时距估计和轻松值数据  
Tab.2 The duration and pleasure score in four conditions of experiment 2

形状	分割数目	时距估计/s		轻松值/分		数目
		均值	标准差	均值	标准差	
倒梯形	7个	8.90	2.168	7.45	1.234	40
倒梯形	28个	8.70	1.922	6.85	1.226	40
矩形	7个	8.95	1.813	7.40	1.059	40
矩形	28个	9.65	1.954	6.90	1.210	40

主效应比较显著,矩形显著长于倒梯形, $F(1,40)=6.786, p<0.05$ 。分割数目影响轻松值的主效应并不显著。但在因变量轻松值的检验中发现,变量子单元数目的主效应显著,7个子单元的轻松值要明显低于28个子单元, $F(1,40)=10.379, p<0.005$ 。两因素的交互效应不显著。

## 3 讨论和结论

### 3.1 面积和时距知觉

Walsh研究认为空间、时间和数量三者有共同的神经生理基础<sup>[10]</sup>。Fraisse认为空间的大小和时距的长短是相互影响的<sup>[17]</sup>。面积较大的刺激能够产生较长的时距知觉。总体来看,倒梯形意味着红灯信号的单元面积处于线性缩小的规律当中。这种变化导致一个单元面积总是小于上一个刚刚消失的单元。在两试验中的红灯消减过程中,倒梯形渐消均比矩形渐消的时距估计更短。推断原因在于单元轮廓的线性变窄,这给被试一种单元所涵盖的时距也正在缩短的心理暗示。

### 3.2 时距推断策略

进一步对比3种速度引发的时距估计,发现在不同的时距和不同的形状条件下,无论是加速还是减速都产生比匀速更短的时距估计。变速比匀速产生时距估计更短说明速度的变化本身就会产生时距估计的缩短。

Hecht总结时距估计是一种知觉和计算,人们可以根据现有事件进度和发展速度来推断事件的剩余量和完成需要的速度<sup>[18]</sup>。按照Hecht的时距估计策

略, 在刺激的速度变化时, 被试的时距估计策略自动调整, 达到对总体时距的基本等量认知。但实验结果显示, 被试对减速刺激的总体时距估计最短, 因此这种变化可能来自于实验中被试对不同刺激的连续测试, 产生了印象的对比。说明初始印象在 10 s 和 30 s 的时距判断中起到重要的影响作用, 对时距估计的策略产生了干扰作用。

### 3.3 频率变化、注意力和时距

按照实验 1 中的结果, 模块面积的变化会引起时距判断的变化。但在实验 2 中, 由分割数目变化引起的面积变化对时距估计影响的主效应并不显著。说明刺激的分割数量变化引起的视觉单元面积的变化并不会显著干扰被试对时距的判断, 这意味着被试的时距估计策略为时距估计的主导因素。但从实验结果看较少分割数目刺激的轻松值得分却显著低于较多分割数目的刺激。这种差异说明在单任务测试中, 轻松值并不与时距估计呈严格相关。并且被试的焦虑情绪因为刺激变化频率的减少和空白期的增长而增强, 用户在得到进程的反馈后才会觉得舒适, 所以分割数量较少轻松值得分低, 是因为较少的分割带来较慢的变化和更少的反馈。

## 4 结语

总结上述 3 点讨论发现, 刺激面积变化影响时距估计的前提条件是刺激的面积变化是否由分隔数目和变化频率引起。当分隔数目和变化频率不变时, 面积尺寸变化时会对时距估计产生影响。如果刺激分割改变导致刺激单元的频率和面积变化时, 被试会倾向于调整时距估计策略来主导时距的认知。

### 参考文献:

- [1] 孙红娟. 以人为本的用户交互界面设计[J]. 包装工程, 2015, 36(4): 113—116.  
SUN Hong-juan. People-oriented User Interface Design[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(4): 113—116.
- [2] 孙利. 用户体验形成基本机制及其设计应用[J]. 包装工程, 2014, 35(10): 29—32.  
SUN Li. Basic Mechanism and Its Design Application of User Experience[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(10): 29—32.
- [3] YAIR B H. 当时间慢下来: 威胁对时间知觉的焦虑的影响[J]. 认知和情感, 2010(6): 255—263.  
YAIR B H. When Time Slows Down: the Influence of Threat on Time Perception in Anxiety[J]. Cognition and Emotion, 2010(6): 255—263.
- [4] THOMAS E A C, WEAVER W B. 认知加工和时间知觉[J]. 知觉和心理物理学, 1975(17): 363—367.  
THOMAS E A C, WEAVER W B. Cognitive Processing and Time Perception[J]. Perception and Psychophysics, 1975(17): 363—367.
- [5] YUMA K. 操控进度条的速度以缩短时间知觉[C]. HCII 2015 Posters, 2015.  
YUMA K. Manipulating Animation Speed of Progress Bars to Shorten Time Perception[C]. HCII 2015 Posters, 2015.
- [6] HARRISON C. 更快的进度条: 通过视觉扩大操控知觉到的时间长度[C]. CHI 2010, 2010.  
HARRISON C. Faster Progress Bars: Manipulating Perceived Duration with Visual Augmentations[C]. CHI 2010, 2010.
- [7] HARRISON C. 进度条的再思考[C]. UIST'07, 2007.  
HARRISON C. Rethinking the Progress Bar[C]. UIST'07, 2007.
- [8] 赵熙. Loading 进行时——网页中的 Loading 设计研究[J]. 艺术与设计, 2008, 12(10): 140—142.  
ZHAO Xi. Loading Design, the Research about Loading Design of the Web[J]. Art and Design, 2008, 12(10): 140—142.
- [9] 杨霖. 进度条呈现方式对用户时距知觉的影响[J]. 人类工效学, 2013, 19(1): 19—23.  
YANG Lin-lin. Effects of the Progress Bar on the User's Time-distance Perception[J]. Chinese Journal of Ergonomics, 2013, 19(1): 19—23.
- [10] WALSH V. 时间、空间和数量的一般皮质指标[J]. 认知科学趋势, 2003, 7(11): 483—488.  
WALSH V. Common Cortical Metrics of Time, Space and Quantity[J]. Trends in Cognitive Sciences, 2003, 7(11): 483—488.
- [11] STEPHEN K. 事件过程估算的时间和空间信息应用[J]. 记忆和认知, 2007, 32: 271—282.  
STEPHEN K. Use of Temporal Time and Spatial Information in Estimating Event Completion[J]. Memory & Cognition, 2007, 32: 271—282.
- [12] XUAN B, ZHANG D, HE S, et al. 更大的刺激代表更长的时间[J]. 视觉, 2007, 7(10): 1—5.  
XUAN B, ZHANG D, HE S, et al. Larger Stimuli are Judged to Last Longer[J]. Journal of Vision, 2007, 7(10): 1—5.
- [13] DROIT V S, MECK W H. 情绪是如何影响我们的时间知觉的[J]. 认知科学趋势, 2007, 11(12): 504—513.  
DROIT V S, MECK W H. How Emotions Affects Our Perception of Time[J]. Trends in Cognitive Sciences, 2007, 11(12): 504—513.
- [14] KANAI R, PAFFEN C, HOGENDOORN H, et al. 动态视觉显示中的时间扩张[J]. 视觉, 2006(6): 1421—1430.  
KANAI R, PAFFEN C, HOGENDOORN H, et al. Time Dilation in Dynamic Visual Display[J]. Journal of Vision, 2006(6): 1421—1430.
- [15] 黄希庭. 时距信息加工的认知研究[J]. 西南师范大学学报, 1993(2): 206—215.  
HUANG Xi-ting. The Cognitive Approach to the Temporal Duration Information Processing[J]. Journal of Southwest China Normal University, 1993(2): 206—215.
- [16] THOMAS E A C, BROWN I J. 时间认知和时间错觉[J]. 知觉和心理物理学, 1974(16): 449—458.  
THOMAS E A C, BROWN I J. Time Perception and the Filled Duration Illusion[J]. Perception and Psychophysics, 1974(16): 449—458.
- [17] 黄希庭, 孙承惠, 胡维芳. 过去时间的心理结构[J]. 心理科学, 1998(1): 1—4.  
HUANG Xi-ting, SUN Cheng-hui, HU Wei-fang. Psychological Structure of Past Time[J]. Psychological Science, 1998(1): 1—4.
- [18] 谈加林. 时间洞察力中时间认知与体验研究[D]. 重庆: 西南师范大学, 2004.  
TAN Jia-lin. Study on Time Cognition and Feeling in Time Perspective[D]. Chongqing: Southwest University, 2004.