

基于“转移”概念的VR交互策略研究

龙彬, 王峰

(江南大学, 无锡 214122)

摘要: **目的** 当下, VR 内容的质量成为限制 VR 发展瓶颈, 对影响内容质量的交互设计问题进行研究分析, 探讨如何解决 VR 内容交互中的疲劳问题, 帮助用户更好地进行交互, 提升内容质量。 **方法** 以总结 VR 交互的特征为出发点, 通过案例研究的方式探索特征与疲劳问题的关系, 基于“转移”的概念对解决疲劳问题的方法进行归纳, 提炼出解决疲劳问题的设计策略。结合案例研究, 通过演绎推理对设计策略进行价值验证。 **结论** 在 VR 交互中, 以身体整体进行交互的特征激化了因用户生理限制存在的问题, 过度追求自然的交互方式导致疲劳问题的出现, 影响着用户在 VR 中的体验质量。基于“转移”概念提出的交互设计策略能够有效缓解疲劳。灵活应用以身体或心理进行转移行为的交互设计策略, 可以将疲劳控制在可接受的程度, 借此消除疲劳, 进而降低消极情感的产生概率, 提高用户在 VR 体验过程中的体验质量。

关键词: VR 交互设计; 转移概念; 疲劳问题; 设计策略; 虚拟现实

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2020)08-0198-05

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2020.08.028

VR Interaction Strategy Based on the Concept of “Transfer”

LONG Bin, WANG Feng

(Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

ABSTRACT: The work aims to study and analyze the interaction design problem that affects the quality of VR when its content has become the bottleneck of VR development and discuss how to solve the fatigue problem in VR interaction, in order to provide better interaction experience for users and improve content quality. It started from summarizing the characteristics of VR interaction, and explored the relationship between features and fatigue problems through case study. The method of solving fatigue problems was summarized to extract the design strategy based on the concept of “transfer”. Finally, combined with the case study, the value of the design strategy was verified by deductive reasoning. The VR interaction which requires the entire body intensifies the problems caused by the physiological limitations of users. Excessive pursuit of natural interactions leads to the emergence of fatigue problems and affects users' experience in VR. The interaction design strategy based on the concept of “transfer” can effectively alleviate fatigue. Flexible application of interactive design strategies with physical or psychological transfer can control fatigue to an acceptable level, thereby eliminating fatigue, then reducing the probability of negative emotions and improving user experience in VR process.

KEY WORDS: VR interaction; the concept of “transfer”; fatigue problem; design strategies; virtual reality

虽然虚拟现实的第二次浪潮爆发使其再次出现在大众的面前, 但是其内容质量参差不齐的问题却使得这项技术的普及和发展受到极大的阻碍。当前虚拟现实内容的交互设计存在着许多问题, 用户与虚拟现

实内容交互的过程影响着虚拟现实内容的质量。用户需要通过更愉悦的交互方式与虚拟现实内容进行交互。好的内容可提供好的体验, 而好的体验可以激发用户的消费欲望。因此, 拥有优质的 VR 内容能让更

收稿日期: 2020-01-11

作者简介: 龙彬 (1996—), 广东人, 江南大学硕士生, 主攻交互设计、虚拟现实设计。

通信作者: 王峰 (1975—), 男, 江南大学教授、博导, 主要研究方向为数字展示设计、城市公共艺术。

多用户了解这项新技术并为之消费。在 VR 的设计过程中，因高估用户本身的能力而导致疲劳问题出现，这影响着用户与内容交互的过程，也影响着体验质量。解决疲劳问题有助于提高用户与虚拟现实内容交互过程中的体验质量和推动 VR 的发展。对“转移”概念的研究可以为 VR 设计提供新的设计视角和设计方法，有助于探索出对消除疲劳有实际效用的解决方法，提高虚拟现实内容的质量，为用户提供好的体验。

1 VR 交互影响 VR 内容质量

自 1968 年“达摩克利斯之剑”诞生，虚拟现实技术发展出了不同的类别，被大众所熟知的 VR 也泛指沉浸式 VR 系统所代表的 VR 形态^[1]。VR 内容是 VR 产品中区别于硬件产品的软件应用产品概念。Richard Buchanan^[2]将交互的对象定义为行为，通过产品的媒介作用来创造和支持人的行为。VR 内容中的交互是以人在 VR 环境中的行为作为设计对象。用户体验要素 EPI 模型通过互联网产品阐述了软件产品中交互对体验的影响^[3]。VR 内容的交互影响着 VR 内容的质量，好的 VR 交互会提高 VR 内容的互动性，进而提高内容质量，最终影响 VR 的体验。

VR 内容现阶段的发展处于自由生长的时期。VR 内容领域出现的设计创新尝试无有效的设计策略指导，VR 内容的质量参差不齐^[4]。这些设计尝试在追求互动性的目标驱动下，在交互设计上过分强调自然的交互方式，忽略基本的人体生理限制，导致用户在 VR 体验的过程中出现疲劳和消极情感，因此影响用户的体验质量。VR 内容质量参差不齐的现状成为 VR 市场发展的阻碍，设计出更高质量的 VR 内容是当前 VR 发展的突破口^[5]。

2 调用更多身体部位的交互特征

“自然”一词常常被理解为“真实世界”的模拟^[6]。在 VR 的发展过程中，“追求更自然地交互方式”的理念一直贯穿在其中，即运用多传感器交互技术，降低用户与虚拟世界交互的难度，通过自然的交互方式提高用户与虚拟世界的交互能力^[7]。区别于传统的屏幕交互，VR 交互的特征是调用更多的身体部位，以整个身体作为 VR 交互操作的选择区间。

在以 GUI 为主的屏幕交互中，GUI 的交互多依赖于键盘、鼠标以及有可触屏技术的设备^[8]，调用的是人的双手，依靠手与机器进行交互，见图 1。VR 交互调用的身体范围则更广，见图 2。沉浸式 VR 系统调用更多的身体部位与虚拟世界进行交互，如颈部，改变观看朝向，接受视觉反馈、观看虚拟内容；也可以通过双臂使用手柄类输入设备与虚拟世界的物体进行交互，并在虚拟世界输入信息等^[9]。

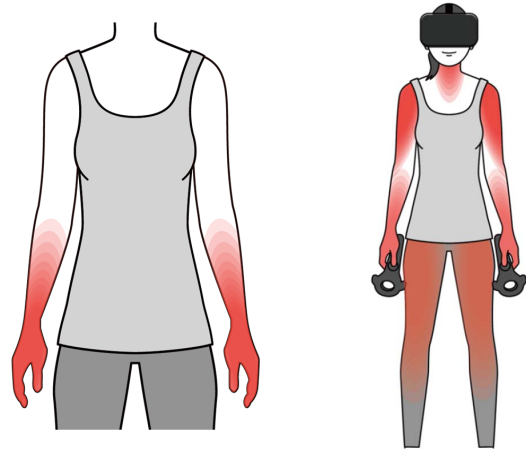


图 1 屏幕交互身体热度图

Fig.1 Screen interaction body heat map

图 2 VR 交互身体热度图

Fig.2 VR interaction body heat map

屏幕交互调用身体的局部进行交互，而沉浸式 VR 系统则是调用整个身体进行交互。因此，在进行沉浸式 VR 系统的交互设计时，需要将更多的身体部位纳入设计考虑的范围，并了解调用更多地身体部位进行交互时的限制和优势，更好地进行 VR 交互的设计。

3 VR 交互特征引发的疲劳问题

3.1 疲劳问题的出现

疲劳是指持久或过度劳动后引起机体不适和工作效率降低，使工作能力及身体机能暂时降低的现象。沉浸式 VR 系统的交互方式需要调用更多的身体部位，因此在 VR 的交互设计过程中需要考虑疲劳问题。在 VR 交互中，为了完成与虚拟世界中的“物”进行交互的任务，用户需要做出相应地动作去完成交互操作。与此同时，为了追求自然的交互方式，常见的 VR 内容在交互方式的设计上将真实世界的动作映射至虚拟世界中，如抬手交互，移动双腿到“交互物”前进行交互，弯腰或蹲下拾起虚拟世界中的物体等，这些设计使得用户完成交互动作后会产生身体负担。

如著名游戏公司为 HTC vive 虚拟现实设备打造的虚拟现实游戏 Longbow 就出现了严重的疲劳问题。在这一款需要用户通过手中的弓箭保护城门不受敌人破坏的游戏中，见图 3，用户需要与虚拟世界中的“物”进行过长时间的交互（如不断的拉动长弓对角色进行攻击），这导致用户需要持续地进行交互（如平直举臂、拉弓），对身体产生极大负担。长时间举起手中的弓箭应对一波又一波地游戏角色对城门的冲击，使得大部分用户在体验过程中感到疲劳，出现因为长时间的交互行为而手臂酸痛的疲劳状况。最终无法举起手中的长弓，进而导致游戏被迫失败，“累”也成为这一游戏的体验共识。用户因此出现沮丧、惋

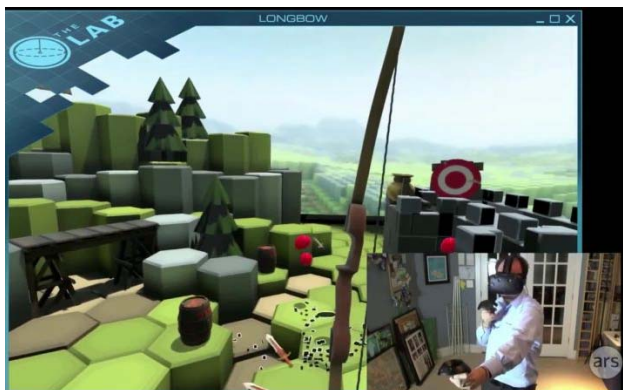


图3 Longbow 游戏用户使用手柄完成拉弓的交互
(图片来源网络)

Fig.3 Longbow game users that complete the pull bow interaction with the joystick
(The picture originates from the internet)

惜等消极情感,造成不好的体验。

在体验过程中出现疲劳是因为用户的能力与交互方式所需能力不匹配。频繁地操作导致用户感觉疲劳,而疲劳状态下的身体机能无法满足交互方式对身体能力的要求,因此产生消极情感。短时间内或低频率地进行身体负担较大的交互时,生理限制带来的疲劳问题尚不突出,但若长时间或高频率地进行交互时,疲劳问题则会凸显出来。

屏幕交互中,因生理限制导致的疲劳问题虽有存在,但并没有像在沉浸式VR系统中体现地如此明显。沉浸式VR系统的交互更容易对用户的身体产生负担,导致疲劳。而疲劳的出现会中断用户当前的体验过程,影响体验质量。在VR的交互设计过程中需要考虑疲劳的因素,不中断用户在VR中的体验。

3.2 “转移”概念对疲劳的缓解

医学和运动学领域应对疲劳的常用手段是休息,通过休息获得身体机能的恢复时间。但俄罗斯生理学之父谢切诺夫(Ivan Mikhaylovich Sechenov)曾就疲劳恢复的问题提出“转移”概念作为新的手段,在疲劳时通过身体或者心理上的转移行为促进身体机能恢复。即让不疲劳的身体部位继续进行活动,或者转换成心理任务,如完成认知类的脑力活动。他针对疲劳的恢复方式进行了测力描记的实验,用右手进行测力描记工作至疲劳,然后再使用左手继续工作,借此代替右手安静休息的方式。实验证明,在疲劳时的转移行为对疲劳的恢复是有促进效果,右手恢复更快更安全。

Svend Erik Mathiassen^[10]等也对疲劳恢复和谢切诺夫的“转移”概念进行实验研究和验证,在疲劳时,转移行为对疲劳的恢复的确有积极的影响。该实验虽无法明确恢复程度的多少,但肯定了“转移”的做法可以促进疲劳的恢复,为谢切诺夫的“转移”概念提供了新的实验支撑。

因此,消除疲劳的方法有两种:一是停止活动并开始休息,让身体机能恢复至正常水平;二是通过身体上或心理上的转移行为促进疲劳的恢复。

在VR的体验过程中,让用户停止活动并开始休息则意味着用户会出现两种情况:一是退出虚拟世界,中断体验,达到休息的目标;二是继续在虚拟世界中,但通过其他方式进行休息。在不中断体验的情况下,让用户停留在虚拟世界是设计师所需要达到的设计目标。因此,在VR的体验过程中,通过身体或心理上的转移行为去解决疲劳问题更为合适。

这为VR的交互设计策略带来的启发是在设计过程中加入“转移”概念,解决因为长时间在虚拟世界里进行交互而产生的疲劳问题,形成更匹配用户能力的交互模式。在不中断任务过程的前提下帮助用户缓解疲劳、恢复身体机能。

4 VR交互的“转移”设计策略

4.1 “转移”设计策略

在虚拟现实应用的设计过程中,设计师需要了解不同的交互操作需要调用的是什么身体部位,控制交互操作的时长,不使用同一身体部位进行长时间的交互操作,避免用户疲劳的情况出现。通过“转移”的设计策略,用不同的交互方式辅助用户完成任务。

4.1.1 在身体层面进行转移行为

在身体层面进行转移行为的设计策略是指当考虑疲劳问题后,在设计上通过引导用户使用其他身体部位代替疲劳的身体部分进行交互操作,以达到不中断任务流程和体验的目的,同时使疲劳部位获得休息时间。

以Longbow为例,在使用长弓一段时间后,可通过另一种交互方式放松双臂,完成射击任务,使得手臂得以在高强度的交互操作过程中休息,如使用手腕进行射击操作。通过交互操作对行为的引导,帮助用户完成射击敌人并保护城门的任务。在不破坏整体的任务流程和游戏沉浸感的前提下,使用不同类型的交互方式引导用户的行为,进行疲劳恢复,提升体验质量,使用户能有更好的体验。

4.1.2 在心理层面进行转移行为

在心理层面进行转移行为的设计策略是指当考虑疲劳后,在设计上通过转换任务的形式,以认知类的任务为主,以脑力活动代替身体活动,使用身体负担极低的交互操作作为任务完成手段。借此达到不破坏任务流程及体验目的,同时又获得休息时间。

仍以Longbow为例,在抵挡进攻后的恢复城门血量环节,将恢复血量的手段从射击气球换成以脑力活动为特征的方式,如问题回答、解密、过场视频等方式。在需要进行交互时,只调用手指进行交互操作。



图 4 Longbow 游戏体验场景 (图片来源网络)

Fig.4 Longbow game experience scene (The picture originates from the internet)

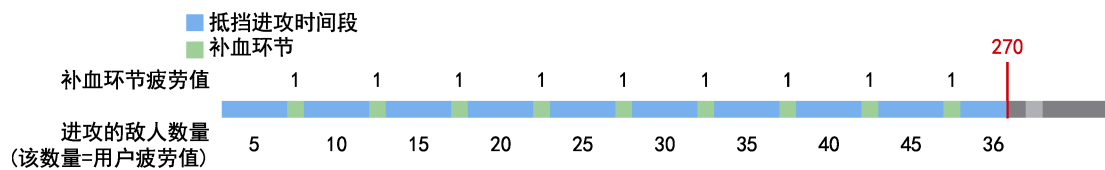


图 5 基于游戏基础条件推理所得结果

Fig.5 Results based on the inference of basic game conditions

通过这样的方式，衔接不同进攻波次，使用户能继续在虚拟世界进行体验的同时还能保证射击敌人的任务得以继续进行。疲劳的身体部位在这个过程中得到恢复的时间，降低用户产生消极情绪的机率，提高体验质量。

4.2 设计策略的价值验证

体验具有情感性，情感本身是体验的一部分，但是同时情感的积极和消极也可以用来衡量体验的好坏^[3]。Longbow 虚拟现实应用程序在体验过程中会出现典型的疲劳问题，因此以它作为案例进行研究，游戏体验场景见图 4。通过对 Longbow 进行案例分析和对“转移”策略的推理验证，验证解决疲劳问题后所带来的设计价值。产生疲劳后可通过“转移”的设计策略解决，证明“转移”策略对解决疲劳问题是有效的。在此基础上根据游戏机制进行推理验证，体现“转移”策略的价值。

Longbow 的游戏机制是在一定时间内，用户通过射箭攻击敌人，抵挡一波进攻，完成守护城门的任务。如此反复进攻，每波新的进攻中，敌人数量都会增加。进攻间隙会有为城门补血的休息环节，需要射击气球完成补血操作。

对游戏状况进行假设，用户在游戏中可以一箭消灭一个敌人，每一箭会导致用户积累 1 个疲劳值，城门每阶段都会损失血量。设定补血环节只增加 1 点疲劳值即可完全恢复血量。此时，增加一个疲劳峰值 270，即用户疲劳值达到 270 则身体机能下降，无法进行射击。再对游戏敌人基础数量进行设定，第一波进攻的基础敌人为 5，每波进攻在上一波进攻数上增加 5 个敌人。推理 1 结果见图 5，射击的交互操作所

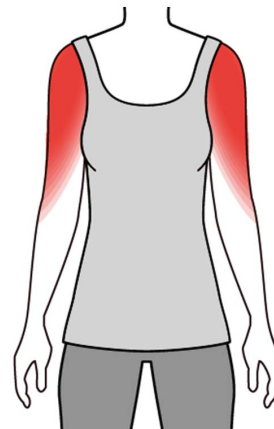


图 6 射击交互所调用身体部位

Fig.6 The body part invoked by the shooting interaction

调用的身体部位见图 6。当用户在第 10 波的攻击中消灭第 36 个敌人时，疲劳值就会达到顶峰，身体感到疲劳，无法继续射击导致城门被攻破，游戏失败。

若在每一波进攻中，插入心理层面的“转移”策略设计，将原来的射击气球补血的环节替换成完成心理任务，用脑力劳动获取城门回血的机会。基于目前“转移”策略对疲劳恢复有用但无具体影响程度数值的研究现状，设定该环节只能消除 1 点疲劳值。其余环节相同。推理 2 结果见图 7，结果则是用户可以坚持到第 10 波进攻，消灭第 45 个敌人后才达到 270 的疲劳峰值。

同理，如果在不影响对敌人进行射击的任务的前提下，插入身体层面的“转移”策略设计。偶数波次的进攻中，射击方式从举起手臂用长弓的方式改成使用垂下手臂用手腕控制弩方向的方式。既完成了射击敌人的任务、也没有破坏互动性和沉浸性，同时还使

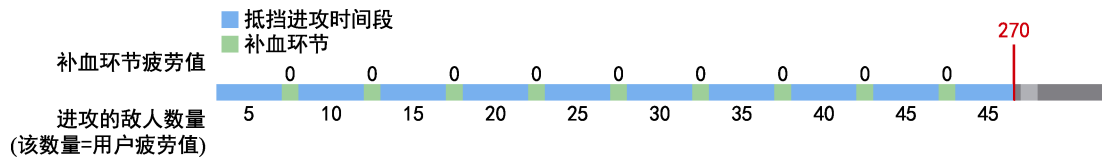


图7 在游戏基础条件上加入心理层面策略后所得结果
Fig.7 Results based on the inference of basic game conditions adding psychological-level strategies

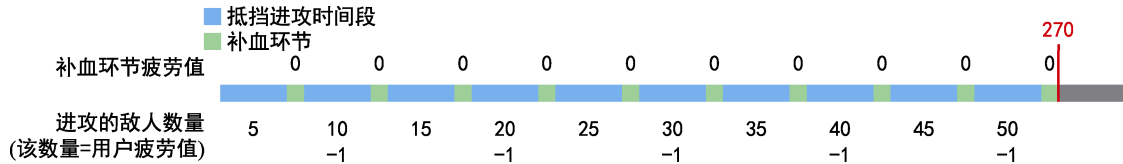


图8 在游戏基础条件上加入心理、身体层面策略后所得结果
Fig.8 Results based on the inference of basic game conditions adding psychological-level and physical-level strategies

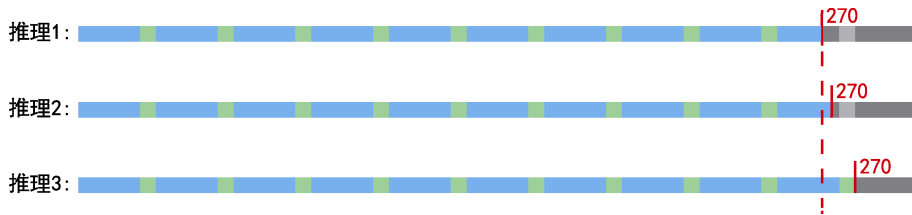


图9 推理结果对比图
Fig.9 Comparison diagram of reasoning results

手臂有了休息的时间。设定该身体层面转移行为可以消除1点疲劳值。推理3结果见图8，用户可以坚持到第11波进攻后才会达到疲劳峰值。

通过上述的推理验证可以发现，当在设计过程中加入“转移”的设计策略，考虑疲劳的因素后，用户在进攻中坚持的时间逐渐增加，疲劳峰值的出现时间越加靠后；在同一波攻击中，用户的疲劳值会更低。对比情况如图9所示。

考虑疲劳因素后，基于该策略进行交互上的设计可以有效推迟疲劳峰值的出现，通过对产生不同身体负担的交互操作、用户行为进行合理的设计安排，可以把疲劳值控制在一定的区间中或消除疲劳，减少用户消极情感的产生几率，降低体验过程中消极情感的占比，从而提升整体的体验质量和VR内容的质量。

4.3 “转移”设计策略的适用场景

VR具有沉浸感(Immersion)、交互性(Interaction)和想象性(Imagination)三大特征。因此，VR内容通过加强互动频率使其具有强交互性，这有助于吸引用户并提高内容的趣味性。但是，若将交互性分为弱、中等、强3个级别，需要长时间进行互动的VR内容其交互性应该为中等级别，不应过强。VR交互的独特交互特征使得需要长时间的强交互性内容会引发疲劳问题，导致用户无法停留在VR世界里。这会与希望用户长时间在VR世界里进行互动的目标相悖。

因此，在设计长时间地持续互动的虚拟现实内容时，需要在设计过程中引入“转移”设计策略，才能设计出更优质的VR内容。

5 结语

在VR的交互设计过程中，疲劳是重要的影响因素之一。基于“转移”概念的交互设计策略能解决疲劳的问题，在设计过程中需要合理的对VR交互涉及的身体部位进行设计安排，使得用户的身体能力处于稳定水平，提高用户在虚拟世界中的能力，降低交互难度，才能解决用户与虚拟世界交互的可用性问题。VR交互设计中，人因问题是影响体验质量的重要问题，在设计过程中应将目光转移到人的生理限制上，满足可用性之后才能设计出更优质的VR内容。

参考文献:

[1] 申蔚, 曾文琪. 虚拟现实技术[M]. 北京: 清华大学出版社, 2009.
SHEN Wei, ZENG Wen-qi. Virtual Reality Technology[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2009.

[2] 辛向阳. 交互设计: 从物理逻辑到行为逻辑[J]. 装饰, 2015(2): 58-62.
XIN Xiang-yang. Interaction Design: from Physical Logic to Behavioral Logic[J]. Zhuangshi, 2015(2): 58-62.

[3] 赵婉茹. 基于互联网产品的用户体验要素研究[D]. 无锡: 江南大学, 2015.
ZHAO Wan-ru. User Experience Elements Based on Internet Products[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2015.

(下转第212页)

3 结语

空竹在设计上并没有刻意的装饰,没有深奥的内象征,空竹的设计是朴实无华的。这也正贴了民间手工艺人的本质。随着时代的发展,现代玩具丰富多彩、层出不穷,但是仍有许多中老年人保留着对空竹热爱,将空竹作为常见的体育锻炼方式,在舞台表演中也十分常见,致力于将空竹文化传承下去。在空竹爱好者的心目中,空竹是人们生活的一部分,是维系亲友的纽带,承载了几代人的记忆,成为了研究手工艺技艺、民俗风情的重要造物。

参考文献:

- [1] 富察敦崇(清). 燕京岁时记[M]. 北京: 北京出版社, 1961.
FUCHA Dun-chong (Qing). Years of Time in Yenching[M]. Beijing: Beijing Publishing House, 1961.
- [2] 刘侗(明), 于奕正(明). 帝京景物略[M]. 北京: 北京古籍出版社, 2004.
LIU Wei (Ming), YU Yi-zheng (Ming). The Story of Beijing[M]. Beijing: Beijing Ancient Books Press, 2004.
- [3] 秦孝仪. 海外遗珍——漆器[M]. 台北: 国立故宫博物院出版社, 1988.
QIN Xiao-yi. Overseas Treasures-lacquerware[M]. Taipei: National Palace Museum Press, 1988.
- [4] 周传家. 风雅京华——古都北京的文学艺术[M]. 北京: 中华书局, 2010.
ZHOU Chuan-jia. The Grace and Prosperity-literature and Art of Ancient Capital Beijing[M]. Beijing: China Publishing House, 2010.
- [5] 李虹若. 朝市丛载[M]. 北京: 北京古籍出版社, 1995.
LI Hong-ruo. Moring City Cluster Record[M]. Beijing: Beijing Ancient Books Press, 1995.
- [6] 王琥. 中国传统设计文化研究——文化篇[M]. 苏州: 江苏美术出版社, 2010.
WANG Hu. Chinese Traditional Design Culture[M]. Suzhou: Jiangsu Arts Press, 2010.
- [7] 向跃川. 装饰: 材料与技术[M]. 重庆: 西南师范大学出版社, 1996.
XIANG Yue-chuan. Decoration: Materials and Technology[M]. Chongqing: Southwest Normal University Press, 1996.
- [8] 倪曼莉. 天津民间玩具空竹设计研究——以老字号刘海空竹为例[J]. 艺术与设计, 2011, 2(6): 215-217.
NI Man-li. Design of Tianjin Folk Toy Diabolo: Taking the Old-fashioned Liuhai Diabolo as an Example[J]. Art and Design, 2011, 2(6): 215-217.
- [9] 张昌芳, 刘家福. 抖空竹的力学原理分析[J]. 力学与实践, 2006(4): 89-92.
ZHANG Chang-fang, LIU Jia-fu. Analysis of Mechanical Principles of Diabolo[J]. Mechanics and Engineering, 2006(4): 89-92.
- [10] 王琥. 中国传统设计思想研究——思想篇[M]. 苏州: 江苏美术出版社, 2010.
WANG Hu. Chinese Traditional Design Thoughts[M]. Suzhou: Jiangsu Arts Press, 2010.
- (上接第 202 页)
- [4] 斯凯·奈特. 虚拟现实: 下一个产业浪潮之巅[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2016.
SKY Nite. Virtual Reality Insider: Guidebook for the VR Industry[M]. Beijing: China Renmin University Press, 2016.
- [5] 刘丹. VR 简史: 一本书读懂虚拟现实[M]. 北京: 清华大学出版社, 2009.
LIU Dan. A Brief History of VR: understand Virtual Reality[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2009.
- [6] 维格多. NUI 的经验教训与设计原则[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2012.
DANIEL Wigdor. Brave NUI World: Designing Natural User Interfaces for Touch and Gesture[M]. Beijing: the People's Posts and Telecommunications Press, 2012.
- [7] 李欣. 虚拟现实及其教育应用[M]. 北京: 科学出版社, 2008.
LI Xin. Virtual Reality and Its Educational Applications[M]. Beijing: Science Press, 2008.
- [8] 陈志刚, 李世国. 虚拟环境中的三维用户界面研究[J]. 包装工程, 2010, 31(2): 37-40.
CHEN Zhi-gang, LI Shi-guo. 3D User Interface in Virtual Environment[J]. Packaging Engineering, 2010, 31(2): 37-40.
- [9] TONY Parisi. 学习虚拟现实: 桌面、网络与移动设备的沉浸式体验与应用开发指南[M]. 北京: 科学出版社, 2016.
TONY Parisi. Learning Virtual reality: Developing Immersive Experiences and Applications for Desktop, Web, and Mobile[M]. Beijing: Science Press, 2008.
- [10] SVEND ERIK. Can Cognitive Activities during Breaks in Repetitive Manual Work Accelerate Recovery from Fatigue? a Controlled Experiment[J]. Plos One, 2014, 9(11): 90-100.