

# 中国古代玩具空竹设计研究

方丽敏, 魏洁

(江南大学, 无锡 214122)

**摘要:**目的 研究中国古代玩具空竹的造物设计特征和传统造物思想。方法 以传统竹木空竹为研究对象, 通过文献分析法梳理空竹在历史上的发展和作用, 通过比较分析法对不同形制的空竹展开对比研究, 综合运用设计学、力学等方法对其造型、结构、尺寸、材质工艺、设计原理等展开设计研究。结论 空竹作为中国传统玩具, 依托于民间手工艺人的经验积累, 是民间艺人的智慧与成果, 蕴含着非常丰富的科学文化知识, 传达了传统科学精神。空竹具有独特、简洁、灵活的设计特征, 体现了中国传统造物设计思想, 凝结了民间传统造物朴素的设计美学。空竹所体现的质朴的设计思想对于现代设计有借鉴意义, 对传统造物设计思想在当代的传播与发展有着深远的指导意义。

**关键词:** 古代玩具; 空竹; 造型; 设计思想

**中图分类号:** TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2020)08-0208-05

**DOI:** 10.19554/j.cnki.1001-3563.2020.08.030

## Design of Chinese Ancient Toy Diabolo

FANG Li-min, WEI Jie

(Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

**ABSTRACT:** The work aims to study the creation design characteristics of Chinese ancient toy Diabolo and traditional creation thoughts. With traditional bamboo Diabolo as the study object, its history and function were sorted out through literature analysis. Different forms of Diabolo were studied by comparative analysis method. Design, mechanics and other methods were comprehensively used for the design and study in terms of Diabolo's form, structure, size, material and technology and design principles. As a Chinese ancient toy, Diabolo relies on the folk artists' experience, shows the wisdom and achievements of folk artists, contains abundant scientific knowledge and conveys the spirit of Chinese traditional science. It is unique, simple and flexible, reflecting the thoughts and aesthetics of Chinese traditional design. Being in close contact with modern design, Diabolo plays an important role in putting forward long-term development of traditional culture in the world tide, and it has far-reaching guiding significance.

**KEY WORDS:** ancient toy; Diabolo; form; design thoughts

空竹, 又名“扯铃”“风葫芦”“空钟”等, 在我国有着悠久的历史。《燕京岁时记》载: “空钟者, 形如车轮, 中有短轴, 儿童以双仗系棉线弄之, 俨如天外晨钟<sup>[1]</sup>。”空竹作为古代民间常见的玩具, 集健身与娱乐功能于一身, 蕴含着丰富的传统造物思想。

### 1 古代玩具空竹概述

空竹, 是传统玩具中颇具特色的设计造物。空竹

产生的具体时间不详。根据史料记载, 空竹在明代便出现了。明代人刘侗、于奕正在《帝京景物略》记载: “杨柳儿活, 抽陀螺。杨柳儿青, 放空钟<sup>[2]</sup>。”这说明了抖空竹的时令以及玩法。在秦孝仪所编《海外遗珍·漆器》中, 收有一件“剔红婴戏纹圆盒”<sup>[3]</sup>见图1。盒盖上刻有婴戏图, 为明代永乐年制, 雕刻有一童子正在抖空竹, 旁边另有一童子捂着耳朵观看。空竹的发展与环境时代的发展密切相关。明清时期, 市民阶层的人数众多和构成成分的复杂化使清代的北京社会

收稿日期: 2019-12-31

基金项目: 方丽敏(1993—), 女, 江苏人, 江南大学硕士生, 主攻传统造物设计。

作者简介: 魏洁(1976—), 女, 江苏人, 博士, 江南大学教授、博导, 主要研究方向为设计遗产传承与创新、信息图形设计、品牌形象系统创新设计。



图 1 剔红婴戏漆盘

Fig.1 The red paint tray showing kids ticking

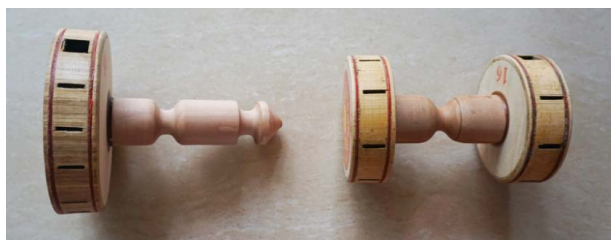


图 2 单轮空竹 A16 和双轮空竹 B16 产品

Fig.2 Single-wheeled Diabolo A16 and two-wheeled Diabolo B16

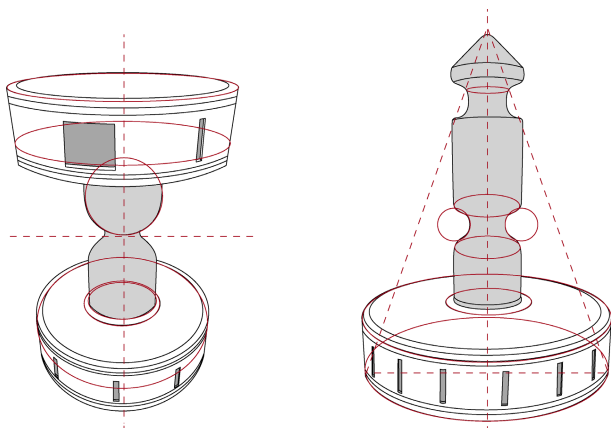


图 3 空竹产品造型分析图

Fig.3 Analysis chart of Diabolo product modeling

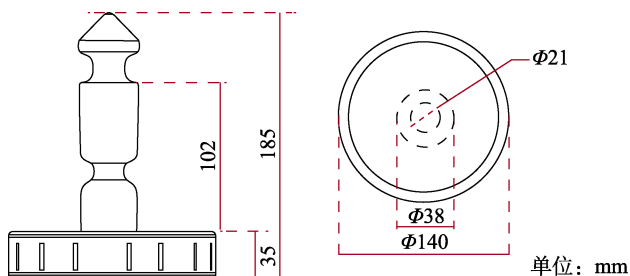


图 4 单轮空竹 A16 外形三视尺寸图

Fig.4 Three-view size chart of single-wheeled Diabolo A16

更走入市井化，而迎合市民阶层思想感觉和审美需求的艺术样式也应运而生并迅速发展，民间玩具的种类越来越丰富，市民阶层也成为市井文化的推动者，民间玩具进一步专业化和商品化<sup>[4]</sup>。空竹便经常作为庙

会的节目出现在市井街角，成为了传统节日的应时之物。清人李虹若在《朝市丛载》中说：“抖空竹，每逢庙集，以绳抖响，抛起数丈之高，仍以绳承接，演习各样身段<sup>[5]</sup>。”空竹逐渐由一项民间的儿童游戏演变成了一项与庙会有关的民俗活动。在宫廷，抖空竹是许多年轻女子的一项高雅运动，许多王亲贵族也以抖空竹为趣，清无名氏有一首《玩空竹》的诗写道：“上元值宴玉熙宫，歌舞朝朝乐事同。妃子自矜身手好，亲来阶下抖空中。”空竹成为了宫廷与民间雅俗共赏的传统玩具。

## 2 古代玩具空竹设计分析

空竹是民间智慧的结晶，已有较多研究空竹历史、空竹发展、非遗保护的书籍和论文，但是鲜有从设计学角度研究空竹的文章。空竹在造型、结构、工艺、材料、功能等方面体现出讲究的古代设计学问，饱含着传统造物设计思想的特殊智慧，在设计学领域具有十分深远的研究意义。

### 2.1 造型特征分析

在历时性上，空竹的形态变化不大，但是在共时性上，民间手工艺的智慧将空竹的形态进行了丰富的形态区分。首先空竹不但有单双轮区分，根据空竹的哨口数量的不同，分为不同的响数。因此将空竹的形态根据其形制的不同进行分类：A 代表单轮空竹；B 代表双轮空竹；n 代表响数，根据单双轮和响数的不同，可进行编号 An 或 Bn。以市面上常见的传统竹木空竹为研究对象，单轮空竹 A16 和双轮空竹 B16 对比见图 2。

空竹有单双轮形态区分的主要原因在于满足使用者的不同娱乐需求。双轮空竹以杆带动线在空中抽动空竹。单轮空竹除和双轮空竹具有相同的玩法，还可将空竹置于地面平衡旋转。空竹整体造型呈圆柱形，圆润柔和，简洁明快，运转流畅。轮盘与空竹相互穿插，轴上有凹槽可放置轴线，便于把玩使用。单轮空竹一端接有一个轮盘，轮盘和轴构成等边三角形。双轮空竹两端承接对称的轮盘，以轴线呈中心对称，见图 3。

### 2.2 结构设计分析

古代玩具空竹结构十分巧妙，承载着古代科学设计思想，以单轮空竹 A16、双轮空竹 B16 为例，测量尺寸数据如下所示：

A16：高 185 mm，直径 140 mm，为单轮空竹，大哨口 1 个，为低音口，小哨口 15 个，为高音口，共 16 个哨口。空竹轮盘的厚度为 35 mm，直径 140 mm；轴的高度 150 mm，直径 21~38 mm，见图 4。

B16：高 152 mm，直径 100 mm，每个轮有 8 个哨口，大哨口 1 个，为低音口；小哨口 7 个，为高音

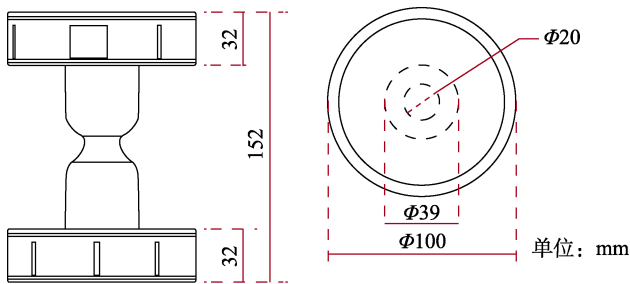


图5 双轮空竹 B16 外形三视图尺寸图

Fig.5 Three-view size chart of two-wheeled Diabolo B16

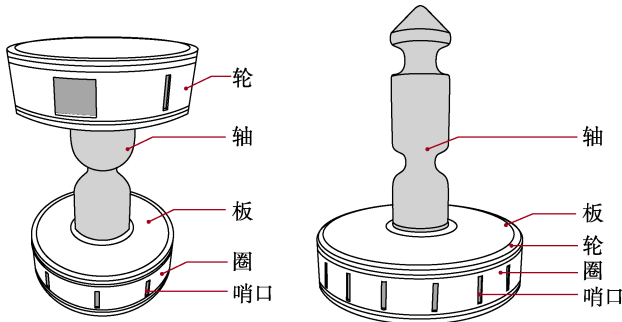


图6 空竹构件名称示意图

Fig.6 Schematic diagram of names of Diabolo members

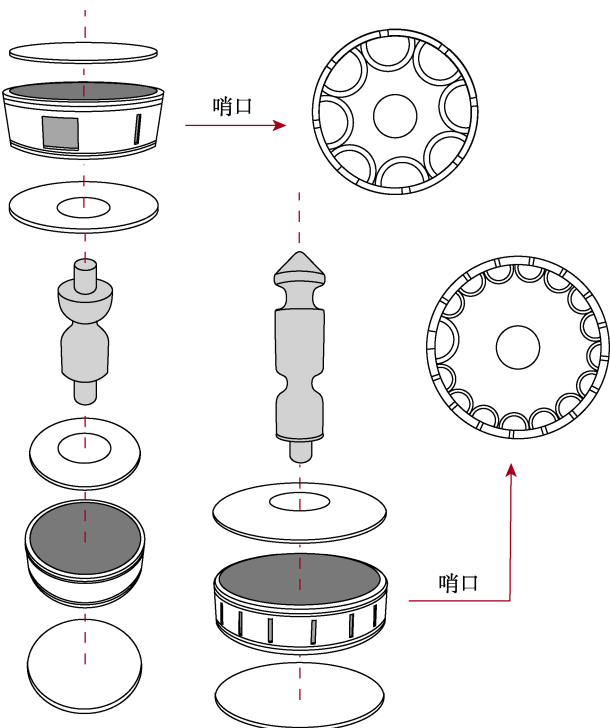


图7 空竹结构爆炸图

Fig.7 Explosion map of Diabolo structure

口。共 16 个哨口。空竹轮盘的厚度 32 mm, 直径 100 mm。空竹轴的高度为 88 mm, 直径 20~39 mm, 见图 5。

结构上,传统竹木空竹分为空竹轮与空竹轴两大部分,其各部分构件见图 6。空竹轮主要包括了板、竹圈、哨口、哨片、麻绳圈。空竹结构爆炸图见图 7,

从中可以看出空竹内部腔室的分布,在哨口处形成一个密闭的小空间。空竹的响数由哨口决定,有多少哨口就称为多少响,哨口分高音口和低音口。空竹轮盘的直径由哨口决定,哨口数量越多,空竹轮盘直径越大。空竹在把玩的过程中,需要使用的配件有杆和线。可将空竹线绕于其上,挥动空竹杆,实现空竹的转动。

空竹的外部形态特征是由空竹的结构所决定。器物的内部结构又取决于器物的实用功能<sup>[6]</sup>,空竹的结构决定了其运转的稳定性,最大程度地保障了空竹抖动的性能,减轻了操作者的疲劳,又达到体育锻炼的效果。

### 2.3 材质工艺分析

传统竹木空竹制作工艺十分复杂,每一道工序都要精工细做,才能既保证空竹的外观整体美感,又保证空竹的适用、耐用和发声。在制作过程中,手工艺者往往依托的是民间工匠的经验。

材料是民族工艺的承载体,成为了传统玩具的艺术符号和文化符号。材质美丽表现得当,往往较之图案纹样更有魅力,因为材质本身就是一种本是装饰而又是装饰所无法企及的美的装饰<sup>[7]</sup>。在材质上,空竹的设计需要充分考虑材料本身的特性和肌理,也是传统造物在材料设计上的特点。空竹的轴一般采用檀木、槐木、苦梨木等硬度较高、质地光滑的木材。竹圈采用山竹制作,轮盘采用天然楠木等。在材料的搭配上考虑木质色彩的深浅,不同材料物理特性的搭配,旨在让空竹更耐用更坚固,并突出木肌理的原汁原味。空竹的麻绳选用苎麻。黏合剂常常采用猪皮膘<sup>[8]</sup>。

传统工艺依托于实践生产,并且通过经验的累积不断传承。根据空竹的制作过程分析其制作工艺。空竹制作的工艺过程见图 8。首先进行截板,板由木板裁切而成,成圆形。内粘哨口,修活整齐。锯竹片,外粘在空竹板的周围。板扣盖,密封空竹。修整哨口,保证空气进出流通。在板与竹片之间缠绕麻绳以密封。

空竹轴一般由车床直接加工而成,上轴。灌胶,将猪皮膘从空竹的低音口灌入空竹轮盘,灌满后摇晃使胶填补缝隙,确保空竹的密封性。而后将空竹两轮置于平衡杆上,寻找平衡点。最后砂纸打磨空竹表面,根据使用者需求再进行刷漆增添装饰。

传统空竹在材质选择上尽享天然材质色彩,充分运用了竹木本身所特有的色彩和纹理,体现了空竹朴实无华的设计特色。

### 2.4 设计原理分析

空竹是通过抖动进行游戏、体育锻炼的玩具。空竹在抖动的过程中,会发出高昂的声响,玩法也十分丰富,可供玩家发挥自己的想象力和创造力。空竹的设计蕴含着古人的科学设计思想,采用了声学 and 力学原理,从而来实现空竹的发声和运转。

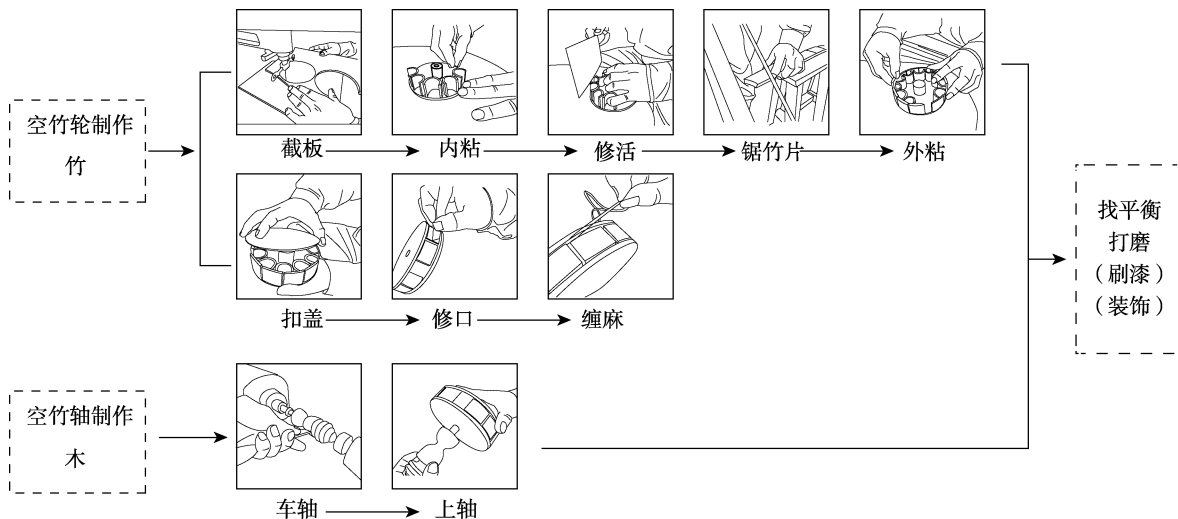


图 8 空竹制作工艺流程图

Fig.8 Flow chart of Diabolo production process

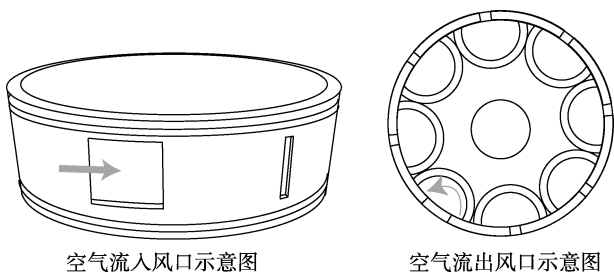


图 9 空竹发声原理示意图

Fig.9 Schematic diagram of sound production principle of Diabolo

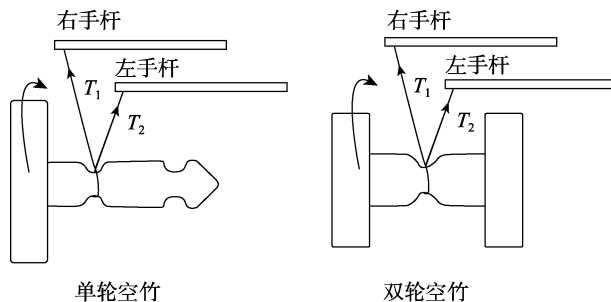


图 10 空竹启动力矩分析图

Fig.10 Starting torque analysis chart of Diabolo

空竹的发声原理和轮盘上的哨口有关，见图 9。空竹运转时，空气通过哨口进入轮内，流经哨口内部薄木板围成的半圆形小房间，而后又从哨口流出，发出“嗡嗡”的响声，高昂悦耳。当空竹的运转达到一定的转速时，空气在轮内进行周期性的运动，大小哨口同时发声，音响效果极为动人。

空竹实现运转的力学原理和回转仪相似。一个有固定转动轴的物体，在力的作用下，如果保持静止（或匀速转动）状态，这个物体就处于转动平衡状态。当所有使物体向顺时针方向转动的力矩之和等于所有使物体向逆时针方向转动的力矩之和时，物体处于转动平衡状态。

双轮空竹两端的质量、大小一样，因此容易平衡。单轮空竹两端质量不一致，使用者为了启动空竹，右手发力，右手杆提升，对绳施加  $T_1$  的作用力，左手杆下沉，对绳施加  $T_2$  的作用力。空竹的启动原理如图 10 所示，设绳与空竹的滑动系统为  $\mu$ ，绳子在轴上绕过的角度为  $\theta$ ，经过力学分析可得，当绳在空竹轴上有滑动时， $T_1$  和  $T_2$  的关系为  $T_1 = T_2 e^{\mu\theta}$  由此可以得到空竹转动的力矩  $M$  的大小为（ $R$  为空竹轴的半径） $M = T_1 R - T_2 R = T_2 R (e^{\mu\theta} - 1)$ ；当  $T_1$  和  $T_2$  的夹角为  $45^\circ$ ，并且空竹绳在轴上只有 1 个扣， $\theta = 2\pi + \frac{\pi}{4}$ ，

有  $T_1 = T_2 e^{2.25\pi\mu}$ ， $M = T_2 R (e^{2.25\pi\mu} - 1)$  [9]。由此可以看出，使得空竹转动所需要的力矩和玩家在左右杆施加的力有关，右手往往要施加比较大的力，才能实现空竹的转动。而且，通常启动空竹时绳子绕轴的绳扣为 1~2 个，太多绳扣会使得空竹难以启动。空竹总体比较轻便，有着方便灵活的使用方式，又可有效地进行体育锻炼，充分发挥了其实用性的功能。

空竹将简约的造型、巧妙的结构、合适的材料、精妙的科学融于一体，体现出中国造物设计思想——十分突出鲜明的、一以贯之的“简约”特色。这种“庶民风格”的特点，与现代设计中的“普适标准”，有很大的相通与相同之处 [10]。空竹造型上以对称的构架，给人稳定、踏实的视觉心理感受，具有韵律感与秩序感。结构设计十分精巧，便于使用。材料上因地制宜，竹木材料浑然天成，淳朴至真。设计原理上，空竹将力学和声学原理相结合，实现稳定运转和发出悦耳的声响，成为生活中不可或缺的健身和声响玩具。古代玩具空竹在设计上不仅显示了民间手工艺人在玩具设计上的才能与智慧，也凝结了手工艺人对古代科学的追求、简洁质朴的设计思想，和自娱自乐的创新精神。

### 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 Liu Hai 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.