

# 基于人机协调的动静态平衡仪造型改良设计

付晓莉, 计越

(中原工学院, 郑州 451191)

**摘要:** **目的** 为了提高动静态平衡仪的易用性, 设计一款人机协调的动静态平衡仪, 满足不同患者的需求。**方法** 运用实测法、作业姿势记录与评估法, 对产品进行系统的分析与评估。通过用户调研找出现有产品存在的不足对其进行改良定位, 提出多种改良设计方案, 进行权重比较, 找出最优改良设计方案。**结果** 现有动静态平衡仪设计的合理性对患者的使用感受以及治疗效果具有一定的影响。**结论** 对现有产品进行系统的评估与分析以及用户的调研后进行改良设计可以得出其扶手的上下调节最佳区间以及屏幕的最佳视角, 对活动平台与显示屏的整合减轻了患者在使用仪器时的心理负担, 减小了磕绊的风险。有效地满足不同患者的需求, 增强动静态平衡仪的易用性。

**关键词:** 人机协调; 改良设计; 优化; 易用性; 动静态平衡仪

**中图分类号:** TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2019)12-0236-06

**DOI:** 10.19554/j.cnki.1001-3563.2019.12.041

## Improved Design of Dynamic Static Balancer Based on Human-machine Coordination

FU Xiao Li, JI Yue

(Zhongyuan University of Technology, Zhengzhou 451191, China)

**ABSTRACT:** The paper aims to design a dynamic static balancer for human-machine coordination to improve the ease use of dynamic static balancer and meet the needs of different patients. The field measurement method, operation posture record and evaluation method were used to analyze and evaluate the product systematically. Through user survey, existing deficiencies of existing products were found out to improve the localization. A variety of improved design schemes were put forward to compare the weights and find the optimal design scheme. Relational design of the current dynamic static balancer had certain effect on patient's experience and therapeutic effect. After systematic evaluation and analysis on existing products and researches of user, the design is improved. Then the best range of the armrest and the best view of the screen can be figured out. The integration of activity platform and display screen reduces the psychological burden of patients when using instruments, reduces the risk of stumbling, effectively meets the needs of different patients, and enhances the ease use of dynamic static balancer.

**KEY WORDS:** human-machine coordination; improved design; optimization; ease use; dynamic static balancer

动静态平衡仪的功能主要分为3大类: 跌倒风险评估、神经肌肉训练、视觉灵敏训练, 能为患者的康复训练提供合理的训练方法与科学的数据支撑。动静态平衡仪是为特殊用户设计使用的, 不仅要满足使用功能和环境上的需求, 而且还应体现对使用者的关怀<sup>[1]</sup>。目前, 国内动静态平衡仪造型设计受到功能和现有技术的束缚, 忽视了患者的使用感受与心理诉求, 因此, 动静态平衡仪的设计不仅要满足其基本功能的实现, 而且还需透彻地了解用户的行为习惯与心

理诉求, 在现代科学技术的辅助下将人、机、环境融为一体, 体现对患者的设计关怀<sup>[2]</sup>。

### 1 人机协调设计概念

人机协调设计是当代产品设计的一个新趋势, 是对人的身心需求和精神需求的尊重与满足<sup>[3]</sup>, 是在满足产品基本功能实现的同时根据人的行为习惯、思维方式与心理诉求融入“人”的设计。产品的人

收稿日期: 2019-02-19

作者简介: 付晓莉(1962—), 女, 河南人, 中原工学院教授, 主要研究方向为工业设计和机械设计。

机协调设计以人机工程学为基础, 人机工程学在经历了“以物为中心”和“以人为中”的阶段后, 现在已发展到了“追求人和物的和谐”阶段<sup>[4]</sup>。医疗康复产品受众人群特殊, 对人机协调的程度要求更高, 因此, 医疗器械的人机协调设计应以技术与功能为先导, 以用户需求和 Usage 方式为中心, 以情感体验为突破<sup>[5]</sup>。在医疗器械设计中, 遵循人机协调的理念应考虑 3 个基本方面: 功能人机协调化、操作人机协调化、外观人机协调化。消除患者在接受康复治疗时感到的不舒适与巨大的心理压迫感, 满足患者的身心需求。

## 2 动静态平衡仪人机分析

动静态平衡仪主要是由一台计算机与一个可以

跟踪平台运动的电子传感器(水平电子传感器或压力电子传感器)两部分组成。动静态平衡仪共用同一个框架结构, 内置传感器不同, 动平衡仪底部装有一个半球因此活动平台可前后左右晃动, 静态平衡仪的活动平台是固定不动的, 现有动静态平衡仪组成结构见图 1。根据不同需求更换活动平台即可实现其不同的功能需求, 接受治疗者只需站在一个活动平台上按照电脑屏幕显示的方法进行一系列训练。

现有产品扶手固定, 不能满足不同身高人群的需求, 以一个成年人作为样本扶手高度距活动平台的距离约为 1018 cm 到 750 cm 之间浮动, 人的最佳视角范围是以视平线为基准向下倾斜 15 度至 40 度为最佳视野俯角, 因此显示屏的倾斜角度可以在 15 度至 40 度间, 人机尺寸见图 2。

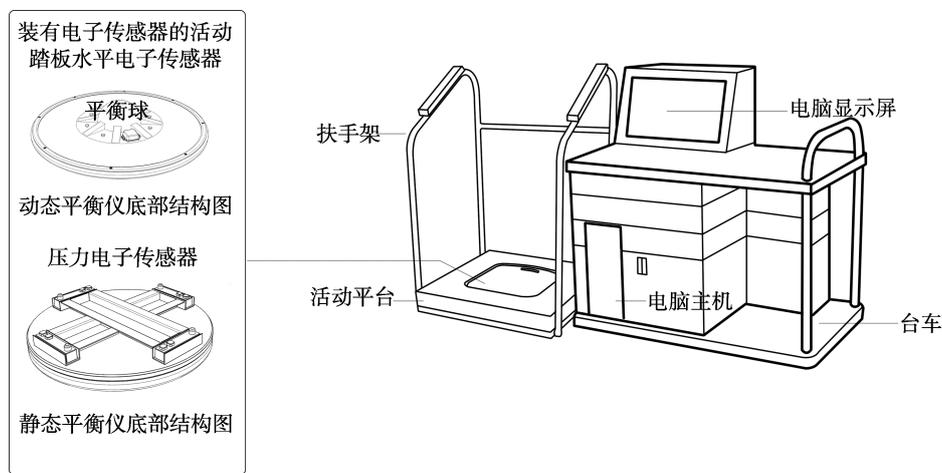


图 1 现有动静态平衡仪组成结构  
Fig.1 Structure of existing dynamic and static balancer

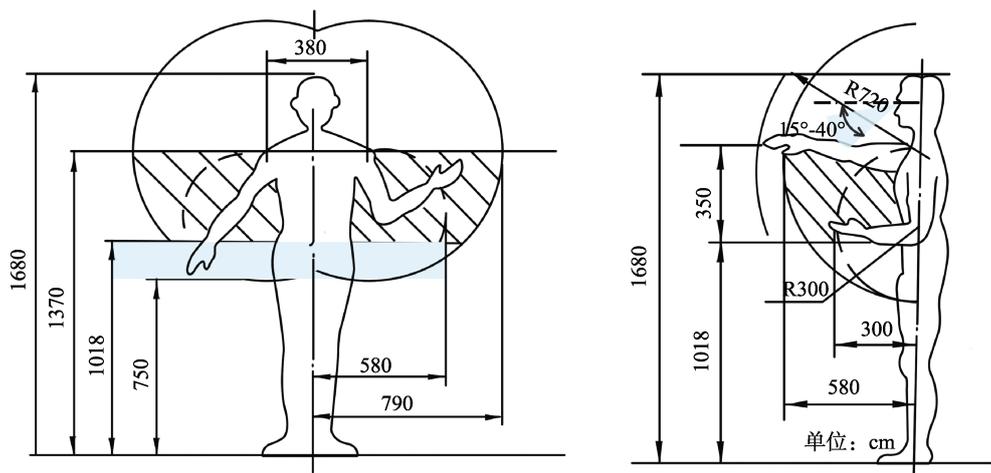


图 2 人机尺寸  
Fig.2 Human dimensions

### 2.1 功能人机协调性分析

运用实测法与作业姿势的记录与评估法, 对患者在使用该产品的行为动作及状态进行记录与分析, 绘制动态平衡仪使用情况采集表见表 1。

不同身高体重的患者在使用产品时身体支撑着力点各不相同, 对扶手与电脑屏幕的高低要求也不同, 此时产品的灵活易用性不高。当患者进入活动平台时, 由于动态平衡的活动平板不固定, 患者基本采用两种姿势进入活动平台, 一种是握住扶手利用双臂

表1 动态平衡仪使用情况采集表  
Tab.1 Use of dynamic balancer

性别	身高/cm	体重/kg	BMI	受力点	情绪	存在问题
女	160	48	正常	手、胳膊	开始比较兴奋随后转入倦怠	当出现问题时不能自主及时控制仪器
女	165	50	重量不足	腿	不安感一直存在	近视眼,看屏幕吃力
男	185	95	超重	胳膊	十分紧张,紧握扶手	体重偏重,对把手的依赖性强,把手偏低
男	168	70	正常	胳膊	兴奋	脖子痛,屏幕低,扶手偏高
男	182	95	超重	脚、胳膊	镇静,小心	长期低头脖子痛
女	170	52	重量不足	胳膊	困惑,害怕	把手处不人机
男	172	55	正常	腿	比较兴奋	把手处偏低
男	172	63	正常	脚、胳膊	紧张不安	把手处偏低
男	177	70	正常	胳膊	镇静	把手处偏低
男	175	64	正常	胳膊	十分紧张,紧握扶手	脖子痛,屏幕低

力量将身体腾空然后双脚同时踩在活动面板上;另一种是一只脚踩在活动面板的正中间找准平衡点,另一只脚顺势上去然后在慢慢向两边移动,调整好适当位置开始训练,摔倒风险增大,且易给患者带来不安感。

## 2.2 操作人机协调性分析

现有动静态平衡仪主要分为两个功能区域,至少要有两个人才能完成测试与康复训练。站在活动平台上的患者不能直接自主控制仪器,需告知操作人员进行操作处理。致使使用者对产品的掌控感不强,易产生不安情绪。

## 2.3 外观人机协调性分析

活动测试平台与电脑显示器呈单独单元体,两者联系不紧密,连接活动平台与电脑的数据线裸露在外易造成安全隐患。整体造型感差,视觉上的繁琐感给患者一种仪器很难操作的心理暗示,使其在使用产品时有很大的心理压力。对以上问题进行总结分析,现有产品存在问题汇总见表2。

表2 现有产品存在问题汇总  
Tab.2 Summary of existing product problems

编号	存在问题
1	扶手与电脑显示屏高度固定,不易满足不同身高体重用户的需求
2	操作区域与测试康复区域呈割裂状态,用户的主观能动性受到限制
3	造型呆板,多采用直线,且材质为钣金,用户心理易产生压抑感
4	进入仪器时,活动平台不固定摔倒风险大

## 3 动静态平衡仪人机协调造型改良设计

人机协调设计是指在产品设计中以人为本,在满

足产品其功能实现的同时始终以人的需求、舒适度、安全性等实际因素为设计理念,将“人”的因素融入其中<sup>[6]</sup>。将“人”作为改良设计的核心,以安全、高效、易用舒适为原则进行改良设计,将患者在使用动静态平衡仪时遇到的痛点作为主要解决对象。

### 3.1 功能人机协调性改良

动态平衡仪的活动平台底部装有半球关节结构,可在空间任意角度转动并提供前后左右微幅度晃动。但其活动平台不固定,增加了患者进入仪器时摔倒的风险,因此将活动平台置入充气泵并将活动面板四周置入一圈气囊,当患者走入活动平台时,气囊处于满气状态,给活动平台提供一个向上的支撑力使其不能前后左右晃动,动平衡仪底部结构改良见图3,当患者进入活动平台时将气囊中的空气排出来,此时活动平台恢复工作。

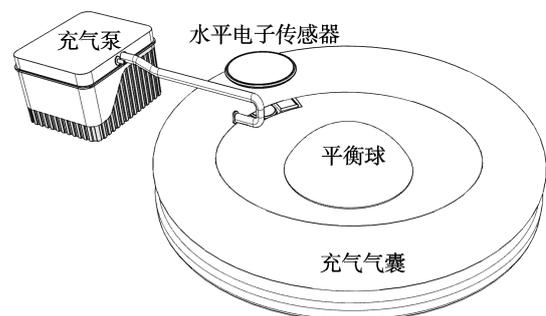


图3 动平衡仪底部结构改良  
Fig.3 Bottom structure improvement diagram of dynamic balancer

### 3.2 操作人机协调性改良

#### 3.2.1 屏幕人机协调性改良

在原有产品中,屏幕与用户视线垂直,易受外界光线的影响,从而导致读取数据困难,因此需要调整

屏幕倾斜角度，方便用户的观察与操作<sup>[7]</sup>。现有的动静态平衡仪，电脑屏幕为固定高度不可调适，且与活动平台的有一段距离。不同身高的患者为了看清楚屏幕只能调整自己的姿势。有些患者在视力方面有一些缺陷无法看清屏幕上所显示信息，对康复训练造成阻碍。

电脑屏幕与测试平台为两个独立的单元体，患者不能独立自主地选择和控制机器，需告知他人代为操作，容易使患者产生不安情绪。

综合以上问题，将电脑屏幕与活动平台一体化，屏幕的高度调节可以通过螺钉旋钮的松紧上下滑动或通过滑轨、阻尼调节屏幕高度，以适应不同身高患

者的需求，屏幕优化方案见图 4，屏幕前后角度可调节方便患者读取屏幕信息。

### 3.2.2 扶手人机协调性改良

使用动静态平衡仪进行康复训练的患者身高、体重各不相同，对扶手高度的需求也各不相同，体重超重的对于扶手的依赖度会更高。现有动静态平衡仪的扶手高度是不可调节的，不能满足不同患者的实际需求。将扶手与支撑架通过螺钉的方式连接，或在支撑架上安装滑轨和阻尼，在调节扶手上下高度时，只需拧动旋钮或用力提拉把手即可实现高度调节，扶手优化方案见图 5。

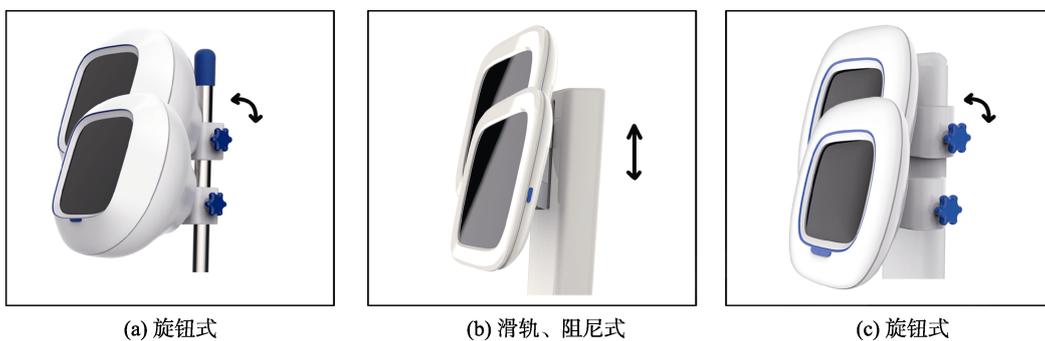


图 4 屏幕优化方案  
Fig.4 Screen optimization plan



图 5 扶手优化方案  
Fig.5 Handrail optimization plan

### 3.2.3 传感线放置方式人机协调性改良

现有动静态平衡仪活动台与电脑是依靠一根电线进行数据传输的，电线裸露在外，存在磕绊的安全隐患。将活动台与电脑整合为一体后将此线隐藏于主体支撑管中，传感线放置方式优化见图 6，不仅消除了安全隐患，而且解决了电线收纳问题。

### 3.3 外观人机协调性改良

产品形态是传达设计思想和现实功能的语言和

媒介<sup>[8]</sup>。产品的整体造型奠定了产品给用户传递的主要感情基调。医疗康复类产品针对人群比较特殊，更应重视其造型对用户情感的影响，避免给患者心理上带来压迫与恐慌感。现有动静态平衡仪大抵分为两大功能区域，占地面积大，给人一种复杂感与难掌控感。

材质是视觉感官所表现的材料表面，包含表面的肌理、色彩、光滑与粗糙、材料的透明程度、反射及折射影响等<sup>[9]</sup>。现有产品材质选用钣金材质，钣金为金属材质，触感较坚硬，给人一种冰冷的感受。加工



图6 传感线放置方式优化  
Fig.6 Optimization of placement of sensing lines

工艺为综合冷加工工艺,包括剪、冲/切/复合、折、拼接、成型等。受工艺因素限制,产品整体以直线线性为主,缺乏亲和力。

在保证其基本功能实现的同时,利用现有技术遵循合理的外观形式将动静平衡仪部件进行整合,简化其体量感。医疗康复产品主要受众人群是受伤或重病后需要康复的患者。用户在生理上受较大消极情绪影响,他们特别需要他人的呵护与关爱。这就要求其产品具备柔和的色彩、温暖的本质以及流畅柔美的曲线造型以达到缓和病人情绪的效果<sup>[10]</sup>。以曲线与曲面

作为主要造型语言,给患者一种安全舒适和极具亲和力的心理感受。将用于测试及康复训练的活动台与电脑显示屏整合在一起,并将传递数据的电线从连接两者的支撑管中传过,使动静平衡仪的造型更整体化、简洁化,易用感极强。电脑屏幕的平板造型转化为弧面造型,圆弧过度给人一种圆润感,提高了产品的亲和力。材质多采用ABS塑料与钣金,金属材质的裸露部分采用软质橡胶包裹,使其更适用。基于此设计思路得出了以下几个方案,整体造型方案见图7。

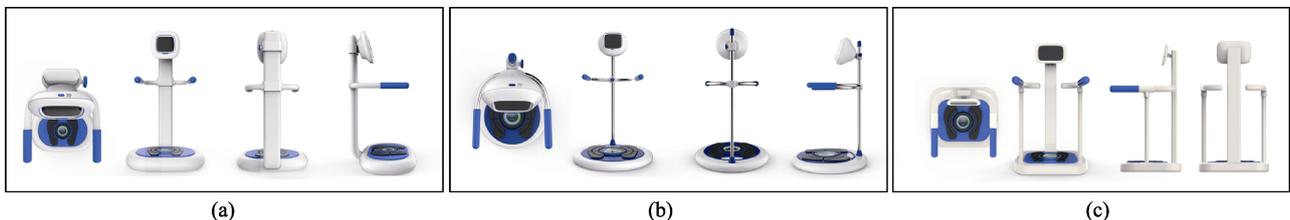


图7 整体造型方案  
Fig.7 Overall modeling scheme

色彩可唤起各种情绪,表达情感,甚至影响人们正常的生理感受<sup>[11]</sup>。了解各种颜色的生理作用使用颜色,可以消除疲劳、抑制烦躁、控制情绪,调整和改善人的生理和心理功能<sup>[12]</sup>。现有动静平衡仪的色彩为黑、白、黄,给人一种紧张压抑的心理感受。改良后以蓝、白为主色调。白色给人带来一种纯洁明快的感觉,是医疗产品的惯用色彩,蓝色给人一种悠扬的明晰感,可以舒缓人紧张的情绪。通过合理的配色可以缓解患者在使用产品时的紧张焦灼感,拉近用户与产品之间的距离。

#### 4 方案的筛选与选定

对上述3个方案进行分析评估。对屏幕与扶手的高低调节主要有两个方法,一个是通过螺钉松紧来调节固定,另一个是通过阻尼机构进行调节。通过模拟

测试发现阻尼机构过于灵活,力气过大时扶手极易向下滑落,患者从活动平台摔倒的风险增大。最终确定采用螺钉结构来实现屏幕与扶手的高低调节。

电脑屏幕造型主要分为大弧面圆润型与简约平板型。电脑屏幕呈平板状,造型偏刚毅,与康复医疗带给人呵护的情感理念相背离。将电脑屏幕用大弧度弧面进行包裹设计,使其给人一种圆润的感觉,增强了该医疗康复产品的亲和力并且满足了患者的心理诉求,因此最终选用此方案,最终方案展示见图8。

此款动静平衡仪的主体结构设计选用钣金、不锈钢管材以及ABS塑料。钣金重量轻且强度高,成本低且大规模产量好,适合批量化生产。ABS塑料具有良好的力学性,冲击轻度极好,质量轻安全系数高,且易成型使得产品造型不被工艺束缚。该设计方案极大地整合了现有产品,减轻了机体重量,降低了材料

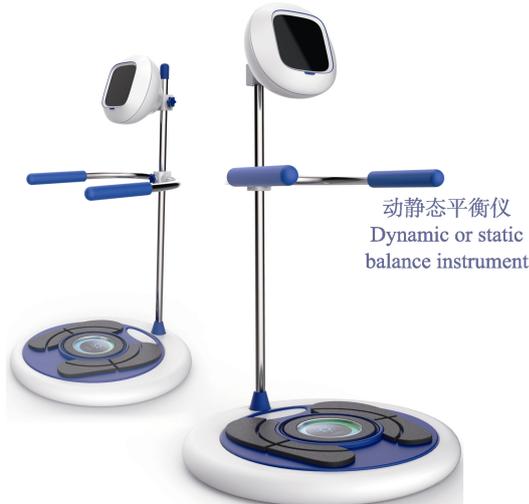


图8 最终方案展示  
Fig.8 Final solution

成本。机体主体由3部分组成,上部由ABS塑料壳包裹的显示屏,中间是可调式高度的折弯扶手,传感线由中空的钢管穿过连接屏幕与底板感应器,底部由装有感应器的活动面板构成,零件较少,装配性较好<sup>[13]</sup>。

## 5 结语

以动静态平衡仪设计为例。分析总结了现有动静态平衡仪存在的问题,将人与机器和谐共处的关系运用到了改良设计中。这种改良设计不仅能快速抓住产品的“痛点”部位进行改良,而且还可以有效地平衡各方面的用户需求。以“人”为核心,对动静态平衡仪的整体造型、使用功能等方面进行了系统的优化改良设计,使患者与康复医疗产品之间的关系更为融洽。通过各种不同方案的推敲设计找出了合理可行的改良设计方案,同时为医疗康复产品的改良设计提供了参考。

## 参考文献:

- [1] 何晓佑, 谢云峰. 人性化设计[M]. 南京: 江苏美术出版社, 2001.  
HE Xiao-you, XIE Yun-feng. Human Design[M]. Nanjing: Jiangsu Fine Arts Publishing House, 2001.
- [2] 王柳, 刘卓. 基于用户体验视角下的老年人眼镜产品人性化研究[J]. 包装工程, 2017, 38(18): 189—190.  
WANG Liu, LIU Zhuo. Glasses Humanized Design for Older People Based on User Experience[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(18): 189—190.
- [3] 赵聪霖, 王鑫. 陶产品人性化设计研究[J]. 包装工程, 2018, 38(8): 229.  
ZHAO Cong-mei, WANG Xin. Humanized Design of Ceramic Products[J]. Packaging Engineering, 2018, 38(8): 229.
- [4] 桂元龙. 产品人性化设计的方法[J]. 包装工程, 2008, 29(2): 148.  
GUI Yuan-long. Method of Humanized Design of Products[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(2): 148.
- [5] 袁和法. 基于人性化设计理念的医疗器械设计研究[J]. 机械设计, 2013, 12(30): 124—126.  
YUAN He-fa. Research on Medical Device Design Based on Humanized Design Concept[J]. Mechanical Design, 2013, 12(30): 124—126.
- [6] 虞建中. 整合艺术、技术、人性化要素的产品设计方法研究[J]. 包装工程, 2016, 37(12): 189.  
YU Jian-zhong. Product Design Methods of Integrated Art, Technology and Humanized Factors[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(12): 189.
- [7] 夏进军, 江文萍, 王瑞. 基于人性化理念的视野设计造型改良设计研究[J]. 机械设计, 2013(9).  
XIA Jin-jun, JIANG Wen-ping, WANG Rui. Research on the Design and Improvement of Visual Design Based on Humanization Concept[J]. Mechanical Design, 2013(9).
- [8] 苏建宁, 王鹏, 张书涛. 产品意象造型设计关键技术研究进展[J]. 机械设计, 2013, 30(1): 97—100.  
SU Jian-ning, WANG Peng, ZHANG Shu-tao. Research Progress on Key Technologies of Product Image Modeling Design[J]. Mechanical Design, 2013, 30(1): 97—100.
- [9] 陈梦瑶, 张仲凤. 材质特性在家具设计中的运用[J]. 包装工程, 2017, 38(2): 141—142.  
CHEN Meng-yao, ZHANG Zhong-feng. Application of Material Characteristics in Furniture Design[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(2): 141—142.
- [10] 王榕. 基于使用方式的医疗产品造型设计研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2012.  
WANG Rong. Research on the Modeling Design of Medical Products Based on Using Way[D]. Guangzhou: South China University of Technology, 2012.
- [11] 卡洛琳. 视觉原理[M]. 北京: 北京大学出版社, 1987.  
CAROLYN. Visual Principles[M]. Beijing: Peking University Press, 1987.
- [12] 王四国. 浅议色彩与医疗建筑室内设计[J]. 山西建筑, 2008, 34(6): 84.  
WANG Si-guo. Discussion on Color and Interior Design of Medical Architecture[J]. Shanxi Architecture, 2008, 34(6): 84.
- [13] 万陆洋. 人机交互原理在产品中的应用[J]. 包装工程, 2014, 35(7): 85—88.  
WAN Lu-yang. Application of Human-compute Interaction Design in Product Design[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(7): 85—88.