

# 基于人机工程学的手握艾灸仪造型设计研究

刘 琰

华东理工大学艺术设计与传媒学院, 上海

收稿日期: 2023年5月23日; 录用日期: 2023年6月23日; 发布日期: 2023年6月30日

## 摘 要

以艾灸仪的外观造型为设计对象, 本研究展开对使用人群和设计需求的挖掘, 以加强产品设计中的人机学应用。根据人体使用状态下的形状得到设备表面曲面, 征集志愿者参与, 采用李科特量表和USE量表进行数据分析以探究何样的曲面模型更适合使用者, 以造型的舒适性和用户需求为切入点, 以缓解生理期疼痛、治疗颈椎腰椎的艾灸仪作为设计载体, 以目标人群的需求为设计导向且总结提出了艾灸仪造型设计原则。

## 关键词

手握设备, 人机工学, 造型设计, 用户分析

# Modeling Design of Hand-Held Moxibustion Instrument Based on Ergonomics

Yan Liu

School of Art Design and Media Communication, East China University of Science and Technology, Shanghai

Received: May 23<sup>rd</sup>, 2023; accepted: Jun. 23<sup>rd</sup>, 2023; published: Jun. 30<sup>th</sup>, 2023

## Abstract

Taking the appearance and shape of moxibustion instrument as the design object, this study explores the users and design needs, in order to strengthen the application of ergonomics in product design. The surface of the device was obtained according to the shape of the human body in use state. Volunteers were recruited to participate in the process. Data analysis was conducted using the Lickett scale and USE scale to explore what kind of surface model was more suitable for users. Based on the comfort of the model and the needs of users, the moxibustion instrument for relieving pain in the physiological period and treating cervical and lumbar vertebrae is used as the design carrier, and the design principle of moxibustion instrument is summarized and put forward.

文章引用: 刘琰. 基于人机工程学的手握艾灸仪造型设计研究[J]. 设计, 2023, 8(2): 725-733.

DOI: 10.12677/design.2023.82092

## Keywords

Hold Equipment in Hand, Ergonomics, Modeling Design, User Analysis

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

手握设备的造型语言及传递出来的使用信息会直接影响到使用过程中的操作，关系到使用者是否能快速上手，熟练掌握。适合操作者生理尺寸、思维和行为方式的设计要素显得非常重要[1]，恰当的设计可以更好地体现硬件设备对生活或工作的提升。然而目前手握设备的设计多关注于用户输入硬件(如触摸屏、按钮、键盘)、操作方式等之间的相互作用，并且考虑各部件成本、尺寸、重量等问题[2]，但对其人机因素研究较少，也缺少较为系统的分析，因此需要对人性化设计方面进行强化。

本文以手握式艾灸仪的外观造型为设计研究对象展开研究，艾灸仪具备一定的使用学习成本，专业化强并与使用安全紧密相关，这类产品的设计需要更加贴合使用者本身的习惯特点。本文以造型的舒适性和用户需求作为切入点，通过基于人机工程的设计实验使用户能快速识别各项信息并准确操作，从而提高工作效率并保障安全性。

## 2. 接触部位特性分析

艾灸设备的抓握部位通常是手掌，考虑到手掌的特点，抓握表面应尽量做到光滑但不圆滑，方便抓握且有一定摩擦力。产品材料需要一定硬挺度的同时不能过分轻柔，易塌陷破损的材质不可取，因此抓握表面应尽量大且贴合手掌[3] [4] [5]。根据工作环境实验和实验室调查的结果，男性承受的正常压强约为 700 kPa，而女性约为 500 kPa，当人们工作的时候压强变化很大，所以应当在具体环境语境下去参考力的作用，因此当工具需要较大的抓握力时这点显得尤为重要。

## 3. 实验方法

### 3.1. 实验目的

实验的最终目的是得到最适宜目标用户群体的艾灸仪外观造型。见图 1 所示出了握持状态下手掌压力分布状况(右侧为拇指部位展开图)。粘土模型与手掌相互作用受力，手掌的各部位承受压力不同。深浅的程度不同代表了手掌在手里作用下的承受压力，颜色越深表示压力越大，需要更好的抓握方式。针对需要改进的设备造型设计，实验者以多次常规工作方式操作该工具模型，则人体表面沿着使用设备时的受压方向自然收缩。依照图 1 实验中手掌接触部位压力状况展开示意图进行设计的曲面即是符合人机工学的原则，轻负担使用，受力均匀，方便使用和操作。

### 3.2. 志愿者

24 位同学志愿者参与了制备模型这项工作。为进一步消除无关变量的影响，根据艾灸仪的产品调性，92.3%的使用者是女性。同时，为了排除年龄对感知的潜在影响和可用性，选择覆盖范围最广(超过 40%)的同一年龄组 16~35 岁的参与者。此外，为了排除手性对研究的影响，选择了右手参与者。因此，研究

对象被定义为 16~35 岁的惯用右手的女性，但与此同时，为保证公允还邀请了几位男士参与者。此外，他们也有使用艾灸设备的经验或有所了解，参与者身体状况良好，手部施力居中，手型居中。



**Figure 1.** Diagram of pressure development of palm contact site in experiment

**图 1.** 实验中手掌接触部位压力状况展开示意图<sup>①</sup>

### 3.3. 粘土模型制备

由于技术原因，直接测量受压变形后的人体表面数据难以实现，因此制作与原产品受压部分形状相近的超轻粘土模型[6]，结合竞品造型与人机工学中优秀案例的造型曲线制作模型设备，并以此进行实验，对使用人群进行用后采访与数据采集。11 个实验模型见图 2，简化实际工作步骤如下：

1) 调研市面上现有的量产艾灸仪设备，提取造型曲线，统计拟合出共同点供后续优化造型参考，计算普遍艾灸设备的总质量和重心的位置，准备好形状接近的白色粘土模型，尽量减少对其重心和其他要素的影响。

2) 把调节好的粘土制成目标产品模型(呈椭圆状)，召集志愿者手握粘土模型用持握状态施力以至模型呈现出大致模样后松力，完成一次外观成型。将自己的使用习惯带入粘土模型中，比如偏用食指和拇指施力，那么模型将会呈现右上角符合人体曲线较为明显的区域；又或喜爱小拇指承托物体，那模型左下角需要加设辅助设施。

3) 避免模型出现过与个性化的情况，将模型进行二次成型，去除掉过于怪异、不宜生产的造型，将适宜的模型稍加修饰，圆滑锐角，打磨钝角，完善整体造型感，筛选出易于加工和大批量制作的模型。

4) 将实验模型进行修饰后编号，进行风干保存，拍照留存，提取主要造型曲线配合后续实验分析。



**Figure 2.** Experimental models

**图 2.** 实验模型<sup>②</sup>

## 4. 评价结果计算比较

手柄曲面与人体的贴合到何种程度最舒适，需要通过对其舒适度进行量化评价来得到。

#### 4.1. 评价准备工作

采用李克特五级量表,接受问卷者仅对问卷中的各舒适度描述词打分[7] [8]。受实验设备使用情景限制,根据艾灸仪目标人群选择实验对象,主要为手部尺寸正常且较为接近的女性及少数男性,按照给定标准姿态进行实验。志愿者操作前需要进行手部放松以排除个人使用习惯造成的差异,同时对艾灸仪的使用进行一定程度的科普认知。为避免特殊场景,每个模型共重复实验 3 次。待志愿者们全部完成后填写问卷,测试对象根据自己的感受选取问卷上描述词的评分,评分采用 1 至 5 分的 5 级评分方法,5 分表示使用者认为设备极好使用,1 分表示使用者对设备极不满意[9],打分表见表 1。

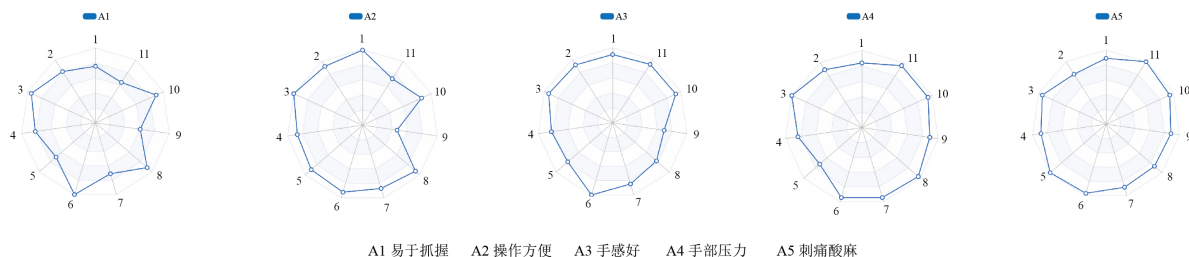
**Table 1.** Score the impact of each description word on the overall comfort level (5 in total)

**表 1.** 各描述词对总体舒适度影响打分(共 5 个)

描述词	很舒适	稍微舒适	没有感觉	稍微不适	很不舒适
易于抓握	5	4	3	2	1
操作方便	5	4	3	2	1
手感好	5	4	3	2	1
手部压力	5	4	3	2	1
刺痛酸麻	5	4	3	2	1

#### 4.2. 问卷填写

通过网络发布调查问卷以及线下体验,搜集一共 30 名志愿者参加问卷调查和模型使用实验,问卷打分为线上和线下相结合,线上问卷参与者通过对艾灸设备的造型曲线生成的视觉图片进行打分判断得分,线下则是通过模型试验对 11 款初步造型进行五级打分,数据结果见图 3 所示。



**Figure 3.** Test result

**图 3.** 测试结果<sup>②</sup>

#### 4.3. 使用结果分析(USE 量表)

USE 量表是一种测量系统可用性及易用性等用户体验相关指标的量表[10] [11] [12]。测量包含 4 个部分,共 30 个项目,分别测量有效性、易用性、易学性和用户满意度,采用七点评分,使用者可以通过建立基线的方式测量产品的可用性[13]。

艾灸设备的使用感受不能仅依靠一时的实验数据,后续实验选取了十名志愿者,我们将实验模型使用超轻粘土进行多次制备,分发给志愿者,让参与者进行长达一周的使用体验,在周期结束后进行 USE 问卷测试回答评分,分别对有效性、有用性、易学性、满意度四个方面进行分析[5] [14] [15] [16],调查问卷设计在附件所示,结果见图 4 所示。

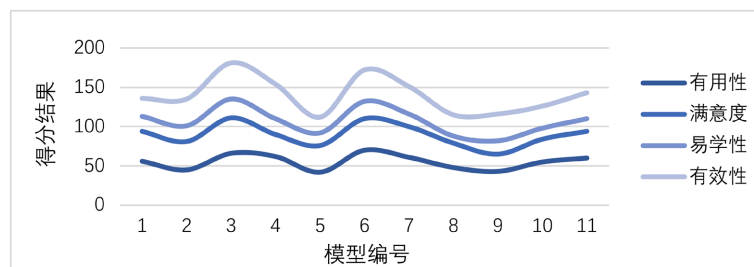


Figure 4. Data result

图 4. 数据结果<sup>②</sup>

## 5. 表格评价结果计算比较

根据李克特量表问卷统计结果显示，采用实验得到的艾灸仪造型可以改善总体舒适度，在这方面，3号和6号表现最好，6号在操作手感上表现最佳，3号在操作方便程度上表现最佳，可以为后续艾灸仪设备的外观造型提供一定参考。

之后的USE量表持续表明支持3号、6号，不论是在有效性，或是易用性、易学性和用户满意度方面，两个模型都表现出了优异的结果，在后续设计中可以参考持续优化。

其他模型在某些方面表现也有突出的地方，在后续补足方案中可以取长补短，继续优化。

## 6. 设计与讨论总结

结合前文的用户需求分析和市场调研，可以观察到目前市场上所售卖的艾灸仪大多数还是存在缺点的，如何兼顾可爱外观、实用功能以及完善生态是一大改良点。

采用仿生可爱造型，接受成本低，为了续航考量，将供电模块、智能操控终端和石墨烯发热部分分离，支撑供电部分更长续航，因此设计分体造型，利用磁吸连接，兼顾萌物造型，同时方便清洁和维修，可三档调节，即时显示接触皮肤温度；材质选择pp级无毒害材料以及导热金属；大小组件配合，可分别适用于不同部位，再搭配无线充电仓，即拿即用，产品效果见图5。

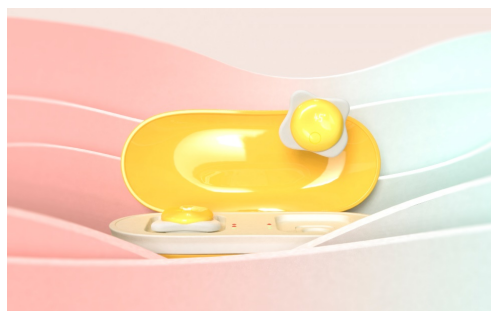


Figure 5. Product rendering

图 5. 产品渲染图<sup>②</sup>

### 6.1. 设计定位

#### 1) 用户定位

选择用户群体进行研究是后续设计工作的基础和关键，针对目标人群进行痛点分析和需求排序，以及关键人物角色和用户旅程分析，观察总结在提供服务的过程中和用户链接的触点，进行服务改良和优化。

针对本次设计实践将目标用户定位在女性群体,根据经济能力和对科技接受度等各方面综合因素考量,用户年龄定位在 25~35 岁之间,一方面这类人群愿意为知识和设计付费,对新鲜事物好奇且有能力尝试;另一方面,生理期不适症状、加班熬夜、身体关节疼痛以及腰椎颈椎酸痛情况在她们身上经常发生,且对中国传统古法医术感兴趣,朋友同事之间口碑传承,用户忠诚度高。

### 2) 市场定位

在调研过相关竞品后,根据销量、好评率等因素综合评分后,总结出市场上现存的艾灸设备,兼备个性化和性价比、技术功能的产品定价多在 400 元至 650 元之间,大多数成套装出售且可搭配定制艾灸贴和礼盒包装,因多面向女性用户多数产品包装和外观多可爱、圆润,用户好评度高,接受层面广。

产品方面配色多以白色系、粉色系为主,外观简洁线条柔软,产品表面多兼具开关按钮和温度显示等功能,温度调节多为三档以色彩区别,分别是 45℃、55℃、65℃,温度定位偏高符合适用人群习惯;电池方面多为无线充电仓,采用磁吸充电,将储藏、方便携带和充电三合一,功率多在 3.7 v 左右,充电时间约为 2.5 至 3 小时。

### 3) 功能定位

上市产品多主攻艾灸加热功能,在其他衍生功能方面略有不足。产品主要技术支持依靠石墨烯加热释放远红外线进行理疗和加热,因此可以在闲置时加置暖手宝功能,外观设计方面也可以脱离针对女性用户的粉色调,采用可以更广面接受的黄白色调,温暖舒适,以此适应更广用户人群。

功能分区为三部分,一是暖手宝功能,持续发热;二是生理期前后艾灸治疗疼痛和不适,缓解宫寒等;三是工作和学习时间在穴位处施灸,积极调节身体状态;以此达到在四个方面的功能需求:温热穴位、红外线理疗、消炎镇痛、促进新陈代谢,在每一次简单的艾灸过程中逐步调整身体气韵,调整身体状态。

## 6.2. 思考与讨论

本文致力于研究艾灸仪(家用小型电器)设备的外观造型,在人机工学的基础上辅助后续设计,并借此为类似小型设备提供一定的人机工学分析参考思路,结合现状适用于线上与线下相结合的调研分析方法,提供一种科学有依据的方法支撑。艾灸仪的设计是否合理关乎工具安全、舒适、易用程度,人机工学的原则和方法论在相关设计实践中的参考借鉴意义十分重大,在此基础上进一步发展,有助于实现产品的人性化迭代,使得设计重心逐渐从“物”转变为“人”。本文从人机工程学角度来优化艾灸仪的外观设计,将人机工程学理论融合在实际设计中,使设计思路清晰化,结论合理化,得到使用者最真实的感受,从而引导产品设计更富人性色彩。

## 注 释

①图 1 来源:网络

[https://wenku.baidu.com/view/e774a728bdd5b9f3f90f76c66137ee06eff94ec7.html?\\_wks\\_ =1685499113642&bdQuery=基于人机工学的手握设备](https://wenku.baidu.com/view/e774a728bdd5b9f3f90f76c66137ee06eff94ec7.html?_wks_ =1685499113642&bdQuery=基于人机工学的手握设备)

②图 2~图 5 来源:作者自绘

## 参考文献

- [1] 朱强,秦泳元.人体工程学与电动工具[J].电动工具,2005(2):1-10+20.  
<https://doi.org/10.16629/j.cnki.1674-2796.2005.02.001>
- [2] 叶建军,李俊源.工具手柄舒适度评定方法的研究及其实现[J].机电工程,2010,27(1):62-64.
- [3] 王琦,刘涛,汤学华,夏敏燕.用于改善手持工具人机效果的有压反求实验[J].机械设计,2009,26(1):76-78.  
<https://doi.org/10.13841/j.cnki.jxjsj.2009.01.002>

- [4] 薛艳敏, 白蕊. 基于人机工程学的手持设备造型设计研究[J]. 机械科学与技术, 2013, 32(9): 1348-1352.  
<https://doi.org/10.13433/j.cnki.1003-8728.2013.09.011>
- [5] 杜虹, 付小莉, 朱慧娟. 手握式工具的人机特性研究[J]. 轻工机械, 2004(4): 53-54.
- [6] Kuijt-Evers, L.F.M., Groenesteijn, L., de Looze, M.P. and Vink, P. (2004) Identifying Factors of Comfort in Using Hand Tools. *Applied Ergonomics*, **35**, 453-458.
- [7] 张锋涛. 手握式工具的人机关系设计研究[J]. 广西轻工业, 2010, 26(11): 60-61.
- [8] Dantas, C., Jegundo, A.L., Quintas, J., *et al.* (2017) European Portuguese Validation of Usefulness, Satisfaction and Ease of Use Questionnaire (USE). In: Rocha, Á., Correia, A., Adeli, H., Reis, L. and Costanzo, S., Eds., *WorldCIST 2017: Recent Advances in Information Systems and Technologies, Advances in Intelligent Systems and Computing*, Vol. 570, Springer, Cham, 561-570. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2004.04.001>
- [9] Bangor, A., Kortum, P. and Miller, J. (2009) Determining What Individual SUS Scores Mean: Adding an Adjective Rating Scale. *The Journal of Usability Studies*, **4**, 114-123.
- [10] 李梦君. 基于操作行为分析的电动工具设计研究[D]: [硕士学位论文]. 武汉: 湖北工业大学, 2017.
- [11] 沈悦, 虞建中. 基于品牌形象的电动工具产品识别设计[J]. 机械设计, 2016, 33(5): 117-120.  
<https://doi.org/10.13841/j.cnki.jxsi.2016.05.024>
- [12] 杨闯, 王典. 基于感性工学理论的电动工具产品造型设计研究[J]. 电动工具, 2015(5): 9-13.  
<https://doi.org/10.16629/j.cnki.1674-2796.2015.05.002>
- [13] 韩鹏. 手持锂电充电钻造型设计研究[J]. 机械设计, 2015, 32(9): 120-122.  
<https://doi.org/10.13841/j.cnki.jxsi.2015.09.024>
- [14] 李刚. 基于用户需求的家用电动工具造型设计研究[J]. 电动工具, 2015(2): 21-24+34.  
<https://doi.org/10.16629/j.cnki.1674-2796.2015.02.003>
- [15] McCormack, J.P., Cagan, J. and Vogel, C.M. (2003) Speaking the Buick Language: Capturing, Understanding and Exploring Brand Identity with Shape Grammars. *Design Studies*, **25**, 1-29.  
[https://doi.org/10.1016/S0142-694X\(03\)00023-1](https://doi.org/10.1016/S0142-694X(03)00023-1)
- [16] 华尔天, 谢质彬. 产品的人机特性评价研究[C]//中国机械工程学会. 中国机械工程 1999 年第 10 卷增刊. 武汉: 中国机工程杂志社, 1999: 68-70.

## 附录

在使用该系统时, 请根据使用后的实际感受和情况, 对以下每项陈述句的描述的同意程度进行评分, 评分的两端是强烈反对和非常同意, 评分范围为 1~7, 分数越高表示越同意。

### 有效性

1. 它使我的工作更有效  
强烈反对 1 2 3 4 5 6 7 非常同意
2. 它使我的工作更有产益  
强烈反对 1 2 3 4 5 6 7 非常同意
3. 它是有用的  
强烈反对 1 2 3 4 5 6 7 非常同意
4. 它给我更多的控制以管理生活中的各项活动  
强烈反对 1 2 3 4 5 6 7 非常同意
5. 它使我能够更加容易地完成要做的事  
强烈反对 1 2 3 4 5 6 7 非常同意
6. 使用时, 它节省了我的时间  
强烈反对 1 2 3 4 5 6 7 非常同意
7. 它满足我的需求  
强烈反对 1 2 3 4 5 6 7 非常同意
8. 它可以执行我期望它做的所有事情  
强烈反对 1 2 3 4 5 6 7 非常同意

### 易用性

9. 它容易使用  
强烈反对 1 2 3 4 5 6 7 非常同意
10. 它操作简单  
强烈反对 1 2 3 4 5 6 7 非常同意
11. 它是用户友好的  
强烈反对 1 2 3 4 5 6 7 非常同意
12. 对于我需要完成的事情, 它需要最可能少的步骤  
强烈反对 1 2 3 4 5 6 7 非常同意
13. 它是灵活的  
强烈反对 1 2 3 4 5 6 7 非常同意
14. 使用起来不费力气  
强烈反对 1 2 3 4 5 6 7 非常同意
15. 没有书面说明, 我可以使用它  
强烈反对 1 2 3 4 5 6 7 非常同意
16. 在使用过程中, 我没有发现任何不一致  
强烈反对 1 2 3 4 5 6 7 非常同意



17. 偶尔使用和常规使用的用户都会喜欢它

强烈反对 1 2 3 4 5 6 7 非常同意

18. 出错时，我可以迅速且容易地恢复过来

强烈反对 1 2 3 4 5 6 7 非常同意

19. 每次我都可以成功地使用它

强烈反对 1 2 3 4 5 6 7 非常同意

#### 易学性

20. 我可以迅速地学会使用它

强烈反对 1 2 3 4 5 6 7 非常同意

21. 我容易记住如何使用它

强烈反对 1 2 3 4 5 6 7 非常同意

22. 学起来容易

强烈反对 1 2 3 4 5 6 7 非常同意

23. 很快我就可以熟练使用它了

强烈反对 1 2 3 4 5 6 7 非常同意

#### 满意度

24. 我对它满意

强烈反对 1 2 3 4 5 6 7 非常同意

25. 我会把它推荐给朋友

强烈反对 1 2 3 4 5 6 7 非常同意

26. 使用起来有趣

强烈反对 1 2 3 4 5 6 7 非常同意

27. 它以我所希望的方式工作

强烈反对 1 2 3 4 5 6 7 非常同意

28. 它很好

强烈反对 1 2 3 4 5 6 7 非常同意

29. 我感到我需要拥有它

强烈反对 1 2 3 4 5 6 7 非常同意

30. 使用起来令人愉快

强烈反对 1 2 3 4 5 6 7 非常同意