

三维人体数据驱动产品设计研究

靳文奎, 何人可

(湖南大学, 长沙 410082)

摘要: **目的** 探究三维人体数据在产品设计中的应用。**方法** 在人因健康诉求的基础上, 针对由于人体尺寸测量的复杂性, 给设计行业带来了诸多挑战的问题。分析了三维人体测量技术与产品设计结合的方法, 并探讨了三维人体数据驱动产品设计的价值。**结论** 三维人体数据驱动产品造型设计, 可以提高产品人因形态的适配性, 更好地阐释以用户为中心的设计理念, 满足人们人因健康诉求, 对人类生存状态和生活方式将产生重大的影响。

关键词: 三维人体测量; 数据驱动; 产品设计

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2018)08-0117-04

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2018.08.024

3D Anthropometry Body Data-driven Product Design

JIN Wen-kui, HE Ren-ke

(Hunan University, Changsha 410082, China)

ABSTRACT: It aims to study the application of 3D anthropometry in product design. Based on the demands of human health, focused on the human data challenges encountered in industrial product design practice, it analyzes the 3D human body measurement technology combined with product design, and discusses the value of 3D anthropometry driven design. Three-dimensional human data-driven product design, can improve the fit of product design, better explain the user-centered design concept to meet people's health demands, and will have a significant impact on the survival of the human state and lifestyle.

KEY WORDS: three-dimensional anthropometry; data-driven; product design

伴随着“设计科学”的广泛传播^[1], 产品设计过程中逐渐融入更多的可传递、可验证的人因科学, 利用科学来发展设计。产品对人健康舒适度的影响已成为目前的研究热点, “形式追随身体”成为工业设计人性化的现实需要。而信息技术、制造技术的发展以及人们生活方式的变化, 使产品有一个由远离人体到靠近人体的趋势, 一个显著的例子就是可穿戴设备日益高昂的热度^[2]。这些接触人身体的设备不断拓宽应用场景, 人们工作、生活、娱乐都有其身影, 有些还会被长时间使用。这就使在设计与人直接接触产品的曲面形态时, 为了给用户提供一个安全、效率、舒适和感性体验的空间, 尤其需要关注系统优化关系中“产品—用户”相互的适配问题。适配不好的产品会产生例

如防霾口罩漏气、太阳镜漏光、耳机漏音、头盔晃动容易脱落等许多问题。问题的解决迫切需要设计师从用户身体的物理形态出发, 赋予产品特定的人因形态, 避免产品形态的不良设计对用户造成安全和健康方面的危害。

设计贴合身体形态的产品有着极高的人因工程要求, 通过人体测量获取产品使用人群精确的数据, 对设计起着基础性的支撑作用。然而人体是一个具有大量尺寸、曲面变化极其丰富的有机体, 由于缺乏行之有效的测量方法, 给设计行业带来了诸多挑战。例如, 制鞋行业使用的鞋楦是以人体足部体积形态为基础构建的, 具有不规则的复杂几何造型。以往鞋楦的设计制作都是由制楦工匠凭借经验和简

收稿日期: 2017-12-15

作者简介: 靳文奎 (1987—), 男, 河南人, 湖南大学博士生, 主要研究方向为工业设计和交互设计。

通信作者: 何人可 (1958—), 男, 湖南人, 湖南大学教授, 主要研究方向为设计史论和设计战略。

单的测量,反复修正才能定型。之后发展到拷模加工的生产方式,虽然加工是采用机械装置来完成,但设计过程还是采用手工制模。这些制模方式导致设计周期长、品种适应性差、精度低,在检测环节仅能借助常规的植型检测工具对主要部位进行测量,而鉴别整体丰富的曲面形状只能靠眼力和经验^[3],因此造型设计迫切需要引入一种科学的设计方法,可以快速、准确地了解人体数据、信息和知识体系,进而驱动产品造型设计。

1 三维人体测量技术与三维人体数据

面对设计实践中的问题,20 世纪 80 年代中期三维扫描技术应运而生,可以实现非接触式测量,帮助设计师获取精确的人体测量尺寸、建立人体数据库。

三维人体测量分为主动式和被动式两大类,以主动式为主。主动式三维人体测量是指测量仪器主动对被测物投射光束,通过电荷耦合器件(CCD)相机得到被测人体表面所形成的图像,对不同角度所摄图像进行坐标转换后,拼合得到完整的点云图像,所得到的原始点云图还需进行图像增强、去噪、平滑及边缘锐化等处理,根据特征部位的定义提取相应的点云数据或进行算法计算得到需要的尺寸数据^[4]。

世界上包括美国、德国、日本等国家已经建成了多个三维人体测量数据库^[5]。而在国内多是科研院校和企业根据设计项目的需要,进行人体局部的三维测量,应用于服装、鞋楦等领域的生产。2009 年在国家军用标准《男军人头面型三维尺寸》研究的基础上,通过改进测量方法并扩大样本量,制定建立了成年男性头型的三维尺寸数据国家标准《成年男性头型三维尺寸》。

与传统手工测量方式相比,三维人体测量技术的测量速度更快,数据丰富,而且由于尺寸数据提取由计算机自动完成,没有主观人为因素造成的误差。从手工到自动化,从二维到三维人体测量的转变,诉说着人体测量方式的不断发展,极大改善了产品设计人因健康遇到的问题。同时也为产品设计和生产过程打下牢固的基础,以三维人体测量为基础形成的智能制造系统是未来产品设计的必然趋势。

2 三维人体数据驱动产品设计方法

三维人体扫描技术的出现,使贴合身体的产品设计过渡到三维人体数据驱动阶段。人体经过三维扫描可以生成数据层、信息层和知识层 3 种类型。数据层:人体及各部位尺寸数据;信息层:人体曲面形状的变化特征;知识层:不同人群之间身体形态差异经过统计分析产生的数据。这些数据为践行以用户为中心的设计理念,由三维人体数据驱动产品设计提供了强有

力的科学支持。

2.1 匹配人体尺寸数据

快速、精确地测量人体数据对于生产卓越和具有成本效益的人因形态产品是至关重要的。根据设计项目的需要将身体大量的数据信息浓缩成少数几个关键尺寸,达到以最少的数据,既能反映身体原有信息特征又减少工作量的目的。例如, Lee W 在设计飞行员氧气面罩时,见图 1,由于氧气面罩覆盖到用户的嘴巴和鼻子,需要使用到嘴唇宽度、鼻根宽度、鼻梁高度、鼻梁宽度、鼻缝点至颞下点的长度等 22 种尺寸数据,为获取这些尺寸在三维头型上共标记了 14 个关键标志点^[6]。将这些测量出的尺寸数据转化为氧气面罩相应的设计特征,保证了用户佩戴氧气面罩时具有最优的接触方式,保障使用安全同时又有良好的佩戴体验。

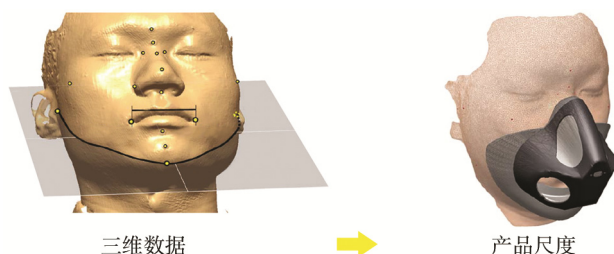


图 1 三维数据驱动产品尺寸
Fig.1 Product driven by 3D data

2.2 提取身体形状信息

在人体扫描过程中所形成的大量三维点云数据,构成了人体的体积、曲面和曲率等形状信息,使得设计师对人体形态的描述更加真实、更加全面。设计保护性装备或可穿戴设备的过程中,通过“用户—产品”之间的适配性设计既可以确保在受到冲击时的安全性,也可以明显提升用户舒适度。例如,头盔常有外壳、缓冲泡沫、内衬 3 层组成,在户外活动被撞击时起到保护头部的作用。Seggelen 为了使头盔形态与人头部贴合,见图 2,从三维扫描头部数据库提取目标区域的点云数据,经过计算生成头部目标区域偏移曲面,以此为基础,综合考虑散热、通气、美观等因素来设计头盔产品的 3 层曲面形态^[7]。

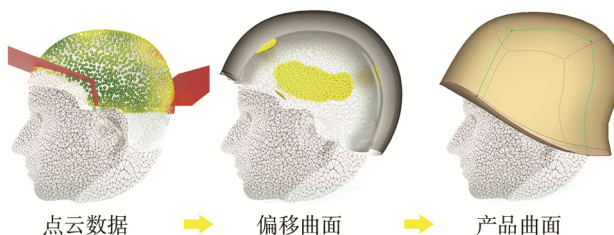


图 2 型面信息驱动产品曲面
Fig.2 Product driven by data

2.3 利用人口统计知识

不同群体具有不同的身体物理特征,由于现代产品的市场不断细分,针对特定群体的设计变得越来越重要。对身体各个部分的尺寸和形状进行三维人体测量形成大量数据,通过与年龄、职业、性别、地域、国籍、种族等因素关联性分析,可以掌握隐藏在数据背后,对设计起着重要指导意义的知识。例如, Roger Ball 通过对比中国人和欧美白种人头型,见图 3,发现中国人头部更圆,前额头和后脑勺更平整^[8]。正是这些知识告知设计师在面向亚洲市场和欧洲市场设计产品时,在尺码和形态上应做出具有显著性差异的安排,如果使用测量西方人的头面部数据为中国市场进行设计显然是不合适的。

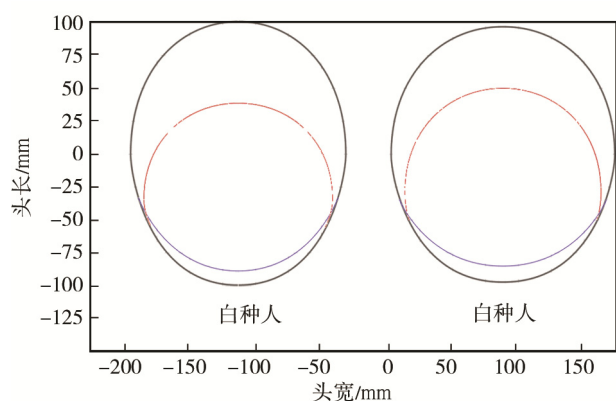


图 3 白种人和中国人头型对比示例

Fig.3 Head model comparison between Caucasians and Chinese

3 数据驱动产品设计价值

3.1 为大多数人设计

现今的工业生产,诸如智能眼镜、防霾口罩等大多数的消费产品,由于考虑生产成本,仍然需要大批量生产,生产方式要求设计师将“用户”考虑成一大批用户。设计师可以采用均码设计、多种号型、可调节设计等方法,使设计的产品尽可能为大多数人服务。对于群体中的单独个人而言,可能并不是最舒适的存在,但却能满足最大多数用户的身体尺度和形状。而这些方法实现的基础是对用户群体人体数据的精确测量、准确聚类,因此要求设计过程中需要依据三维扫描产生的数据、信息和知识。

3.2 为少数人设计

由于每个用户都有自己独特的身体物理属性,所以即使使用同一件产品也会产生自己个性化的尺寸和形状需求。为消费者提供定制化服务,单纯依靠传统的生产方式是无法满足的,而三维扫描技术能精准的测量人体的各个部位的尺寸和形状,大到四肢小到耳蜗,再通过与三维打印等快速原型系统结合,可以

大大增加生产的灵活性,能够做到小批量多品种,乃至个性化定制。这在宇航员航空航天服、人体假肢、个性化产品等领域有着巨大的帮助,满足用户的个性需求,达到用户生理与心理的双重契合^[9]。

3.3 提升设计效率

三维扫描产生的人体模型可以数字化输入、数字化展示、数字化制作,极大提升了设计效率。例如,鞋楦设计与制作是鞋子设计的重要步骤,现在可以运用三维人体测量技术获取数字化足部模型,测量设计鞋子所要用到的全部尺寸和形状,为足型分析及鞋楦选配提供了数据基础,见图 4。为了提高足部舒适度赋予其一定的活动空间,这样足部的特征经过适当的转化,即得到了鞋楦的数字模型,进而进入计算机辅助生产环节。可见现代的制作方式使设计过程中的鞋楦制作极为便利。同时设计师可以在计算机三维软件中查看众多的鞋楦,有力地支持了设计师的创意表现,节省了人力与物力,大大提高了设计效率,使满足小批量多品种的现代消费市场的需要成为可能。

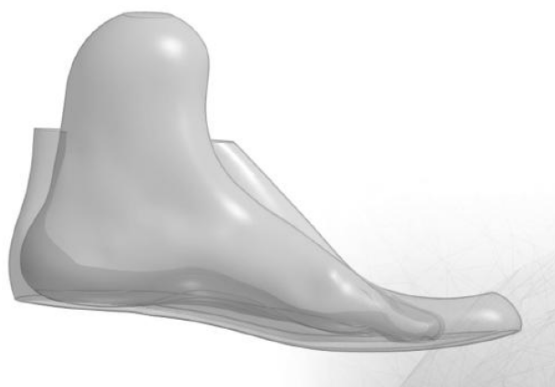


图 4 鞋楦和足部的适配关系

Fig.4 Fit between last and foot

3.4 创造经济价值

在激烈的市场竞争中,诸如智能眼镜、太阳镜、防霾口罩、耳机等贴合用户身体的产品,它们的尺寸和形状问题直接影响到产品功能的实现和用户的佩戴体验。随着人们经济水平的提高,对产品的品质要求也越来越高,适配成为消费者在购买产品时的重要考量因素。完美的产品造型,不是单纯审美角度的艺术表现,还应该是用户身体、产品功能和外部环境相互协调的,保障用户任务能够安全、健康地执行的,关注身体感受和心理感受的良好载体,因此通过三维人体数据设计适配人体形态的产品造型,关注产品细节,是提高产品附加值的有效途径之一^[10]。

4 结语

伴随着时代的发展和技术的进步,设计内涵的发

展也趋于更加深入和广泛。三维人体数据驱动产品造型设计,可以显著提高产品设计的适配性,更好地阐释了以用户为中心的设计理念,满足人们人因健康诉求,对人类生存状态和生活方式将产生重大影响。

参考文献:

- [1] 戈登·诺克斯,汪芸. 艺术、科学与大数据 II [J]. 装饰, 2016(2): 59—67.
GORDON K, WANG Yun. Art, Science & Big Data (Part Two)[J]. Zhuangshi, 2016(2): 59—67.
- [2] 孙效华,冯泽西. 可穿戴设备交互设计研究[J]. 装饰, 2014(2): 28—33.
SUN Xiao-hua, FENG Ze-xi. Interaction Design for Wearable Devices[J]. Zhuangshi, 2016(2): 28—33.
- [3] WALDEMAR K. Human Factors and Ergonomics in Consumer Product Design[M]. CRC Press, 2011.
- [4] 郭云昕,张微,刘咏梅. 三维人体测量技术的现状和比较[J]. 国际纺织导报, 2016, 44(8): 39.
GUO Yun-xi, ZHANG Wei, LIU Yong-mei. The Situation and Comparison of Three-dimensional Body Measurement Technology[J]. Melliand China, 2016, 44 (8): 39.
- [5] 葛宝臻,郭华婷,彭博,等. 基于人体特征提取的模特体型尺寸自动测量方法[J]. 纺织学报, 2012, 33(4): 129—135.
GE Bao-zhen, GUO Hua-ting, PENG Bo, et al. Automatic Model Style Measurement Based on Automatic Body Feature Extraction from 3D Scanning Data[J]. Journal of Textile Research, 2012, 33(4): 129—135.
- [6] LEE W, JEONG J, PARK J, et al. Analysis of the Facial Measurements of Korean Air Force Pilots for Oxygen Mask Design[J]. Ergonomics, 2013, 56(9): 1451—1464.
- [7] SEGGELEN S V. Designing a Muti Sports Helmet[D]. Delft University of Technology, 2015.
- [8] BALL R, SHU C, XI P, et al. A Comparison between Chinese and Caucasian Head Shapes[J]. Applied Ergonomics, 2010, 41(6): 832—839.
- [9] 王子乔,崔天剑. 可穿戴设备的个性化设计研究[J]. 南京艺术学院学报(美术与设计版), 2015(6): 178—181.
WANG Zi-qiao, CUI Tian-jian. Research on the Personalization of Wearable Devices[J]. Journal of Nanjing Arts Institute(Fine Arts & Design), 2015(6): 178—181.
- [10] 陈江波. 好的设计注重每个细节[J]. 美苑, 2014(6): 88—89.
CHEN Jiang-bo. Good Design Focuses on Every Detail [J]. Meiyuan, 2014(6): 88—89.