

基于三维人体测量的穿戴式工业产品造型适配性设计研究

靳文奎, 何人可

(湖南大学, 长沙 410082)

摘要: **目的** 探究三维人体测量技术在穿戴式产品造型设计中的应用。**方法** 在介绍适配性概念的基础上, 针对穿戴式工业产品造型设计实践中遇到的人体数据挑战, 分析了三维人体测量技术与穿戴式产品设计结合的新特点, 并归纳了基于三维人体测量的产品适配性设计策略。**结论** 通过三维人体测量技术获取了人体更加细致的数据、信息与知识, 提高了可穿戴产品设计的适配性, 更好地阐释了以用户为中心的设计理念。

关键词: 三维人体测量; 适配性; 穿戴式产品; 造型设计

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2018)04-0123-04

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2018.04.023

Adaptability Design of Wearable Industrial Products Based on 3D Anthropometry

JIN Wen-kui, HE Ren-ke

(Hunan University, Changsha 410082, China)

ABSTRACT: It aims to study the application of 3D anthropometry in wearable product design. Based on the introduction of the concept of fit, it analyzes the new characteristics of 3D human body measurement technology combined with wearable product design, and analyzes the human body data challenges encountered in the design of wearable industrial products. It also summarizes the strategy of product adaptability design based on 3D anthropometry. With the help of 3D anthropometry, more detailed data, information and knowledge of the human body can be acquired, the adaptability of wearable product design can be improved, and the user centered design concept can be better explained.

KEY WORDS: 3D anthropometry; adaptability; wearable products; modeling design

适配是设计领域一个持续探讨、不断更新的话题, 有着诸多类似匹配、契合、耦合等不同称谓, 是指事物之间一种贴切吻合的状态。古时“天人合一”的观念揭示了人与产品、环境之间的和谐关系, 对设计有着无限的启发。随着时代的发展、技术的进步, 适配观念在工业产品设计过程中广泛存在, 并不断注入新的含义。

1 适配性设计概述

适配性设计是根据人的心理、生理和身体结构等因素, 研究人、产品、环境相互的匹配关系, 使三者之间达到一种共生状态, 以保证设计出的产品能让人健康、舒适、安全、高效使用。产品设计的过程就是

权衡各种设计约束因素, 综合协调处理各种设计约束因素的过程, 本质上属于约束求解过程^[1]。适配并不是产品本身所具有的属性, 而是设计师根据产品功能、使用场景赋予产品与用户之间的一种关系。

1.1 适配性设计的类型

产品设计的适配性可以分为生理层面和感知层面两类。

生理层面指由具体可见的物理构造所形成的对象之间相互的贴合关系, 包括尺寸适配和形状适配两种。工业产品设计领域对尺寸的关注由来已久, 产品造型的塑造首先要解决尺度问题, 美国第一代工业设计师德雷福斯就开始对人进行度量, 之后由此发展出人因工程学^[2]。例如, 依据人因工程学测量人体坐高

收稿日期: 2017-10-25

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。

进而设计课桌高度,见图 1,可以最大限度适配用户书写时的身体姿态;形状适配指用户身体与产品之间接触时,面与面之间的匹配和相适应的程度。例如,圆珠笔靠近笔头方便手指捏合的三棱设计,见图 2,通过形状适配可以让用户书写握笔时增大手指与笔的接触面积,书写省力。



图 1 从尺度上适配人体
Fig.1 Adapt to the human body from the scale



图 2 从形状上适配
Fig.2 Adapt to the human body from the shape

感知层面指建立物理层面基础上,由于产品尺度和形状造成用户对当前产品操控感和舒适度的影响状态。设计师如果成功掌握使用者的人性化心理,深入发掘人的潜在感受与需要,就能成功开发出更好的产品^[3]。通过提升产品设计的适配性,能够有效支持人机交互操作任务完成,从而得到最优化的可用性、易用性和想用性。

1.2 适配性设计遇到的挑战

在设计人与产品直接接触的曲面形态时,需要考虑相互的适配问题。产品适配的重要性不言而喻,如果产品和人体之间适配不当,会造成受力不均匀、重心不稳,影响用户的舒适性,不利于行动,容易疲劳,甚至造成伤害。然而身体丰富曲面变化,贴合身体形态的产品有着极高的人因工程要求。虽然人体测量在工业产品设计领域,对于使产品适配用户身体的轮廓和形状是非常有效的手段,但是适配性设计在实践中

依靠传统测量方式获取身体丰富的尺度信息遇到了诸多挑战。这是由于设计与人体接触的产品,不仅需要获知身体二维的尺寸,更需要人体形状的细节信息。不仅需要孤立的身体尺寸数值,更需要各尺寸相互的空间关系。这些问题集中凸显出人体基础参数数据缺失严重,造型设计需要尽快寻找更加科学的设计方法,构建完善的人体数据、信息和知识体系,提升造型设计理论。

2 基于三维人体测量数据与穿戴式产品设计的结合

面对工业设计实践中的尺码困境,三维扫描技术应运而生,帮助设计师获取精确的人体测量尺寸,极大改善了产品设计适配性遇到的问题,见图 3。世界各国已经建成诸如 CAESAR、Size USA、Size UK 等人体三维测量数据库^[4]。Roger MacLaren BALL 的人类测量学工程项目“Size China”(中国尺码),创建了第一个以中国人头部和脸部尺寸的大型数字数据库。中国标准化研究院新一轮的中国成年人工效学基础参数调查采用了三维人体测量技术,计划于 2018 年完成。

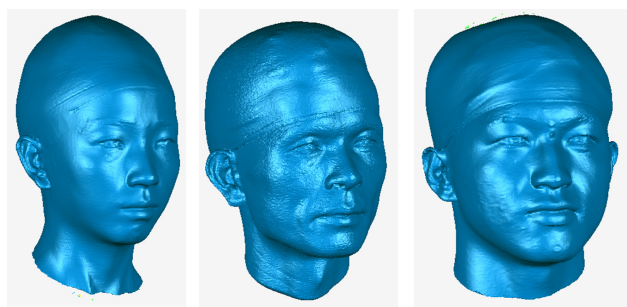


图 3 三维扫描人体头面部数字模型
Fig.3 3D human head and face digital model

穿戴式产品是直接穿着、佩戴在用户身上的工业产品。按佩戴方式,穿戴式产品分为头戴式、腕带式、携带式与身穿式 4 类。在穿戴式产品中以头戴式产品形态设计最为复杂,这是由于头面部曲面复杂多变,加大了传统方法测量尺寸的局限性。随着智能信息技术的发展,计算模块逐渐整合到用户的衣服或配件产品中,智能穿戴式设备方兴未艾。

工业设计经过长期的发展,形成了众多的形态观,典型的有“形式追随功能”、“形式追随销售”、“形式追随激情”等。它们是设计师在不同历史阶段根据当时的政治、经济、文化对产品形态所表现出的不同认识。可穿戴产品的形态设计由于直接与人体接触,形态考量更加多元化、复杂化,伴随设计学科逐渐科学化的趋势,逐渐融入更多的人因方面的设计意图,“形式追随身体”成为工业设计人性化的现实需要。通

过三维人体扫描收集人口全尺度的尺寸和形状,在例如智能眼镜、头盔、口罩、鞋子等穿戴式产品中可以更好满足适配需求。

2.1 适配数据多元三维化

三维人体扫描能够建立多参数数据库,使得适配数据种类多元化。并且三维人体测量由于保存了被测者完整的人体三维扫描图像,随时可以调出原始数据,测量新的项目。例如,中国成年人人体尺寸标准 GB 10000-88 共列出 47 项人体尺寸基础数据,人体头部尺寸仅包含头全高、头矢状弧、头冠状弧、头最大宽、头最大长、头围和形态面长 7 个测量项目^[5]。而如果要制作呼吸口罩,过滤布材料的过滤效果,并不能代表口罩的防护效果,因为口罩还有考虑重要的密封性问题。如果密封性不好,口罩的防护能力也要大打折扣。保证口罩良好的密合度仅靠 7 个二维测量数据并不能生成用户头面部准确的三维形状,尤其严重缺乏口鼻部数据。Chil-Hsing 等在对呼吸面罩设计时,采用了人体头面部测量数据,根据口鼻部投射产生的三维曲线来定义呼吸面罩功能部件的造型曲线,进行口罩原型的形态设计,保证产品可以最大程度适配用户的身体^[6]。

2.2 适配程度精细可视化

产品对用户适配性的高低取决于样本测量尺寸的精度。一方面三维人体扫描现场测量速度快,效率高,强度低,精度易控,人体尺寸提取工作由计算机自动完成。另一方面,随着人体尺度测量技术的发展,带来了新的视觉输出与平台,数据展示方式发生了巨大变革。由平面的尺寸数值变为立体的可视图像,由枯燥的尺寸数据变为可视的图像信息。设计完成阶段将产品三维模型导入人体三维扫描模型进行适配分析,见图 4,一目了然地查看到产品是否适配人体,以及其适配程度,方便设计师及时修改设计模型。三维扫描产生的身体数据与产品形态参数之间建立了直接的映射关系,客观量化出“人—机—环境”之间的匹配关系,为产品设计师在设计过程中把握造型的曲

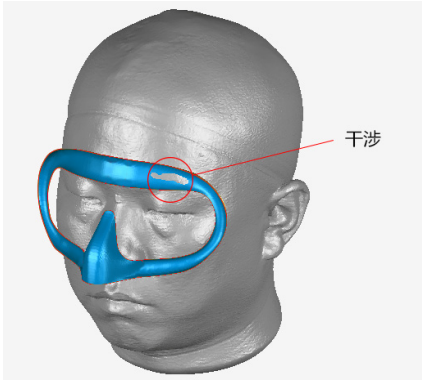


图 4 根据人体数字模型查看产品适配性
Fig.4 View product fit based on human body digital models

面变化提供了坚实的支撑依据,所生成的形态是基于用户真实数据呈现的更具逻辑的思考,而不是刻意为之,设计由此过渡到三维人体数据驱动阶段。

2.3 适配应用智能生活化

数字化生存的消费者逐渐保持与互联网的常态连接,实体和数字之间的障碍已经消除,数字在线体验的优势拓展到传统生活领域。智能化设计可以满足灵活多变的需求,是用户与系统硬件环境之间相互动态的交往^[7]。一款由美国 IT 企业开发的名为“Me-Ality”的试衣间,见图 5,已经在百货公司开始投入使用。顾客只要进入试衣间装置内,“Me-Ality”通过电波扫描测量人体体型,大约 10 s 即可测出人体 20 万处的尺寸。然后就可以智能地推荐合身尺寸的衣服给顾客。只要读取一次数据后,以后无论是在店内试穿、或是在网上购物,只要与已录入的衣服尺寸进行数据对比便能选出尺寸合身的衣服。这一无需试穿的新型服务,免去了顾客选择的尺寸烦恼。

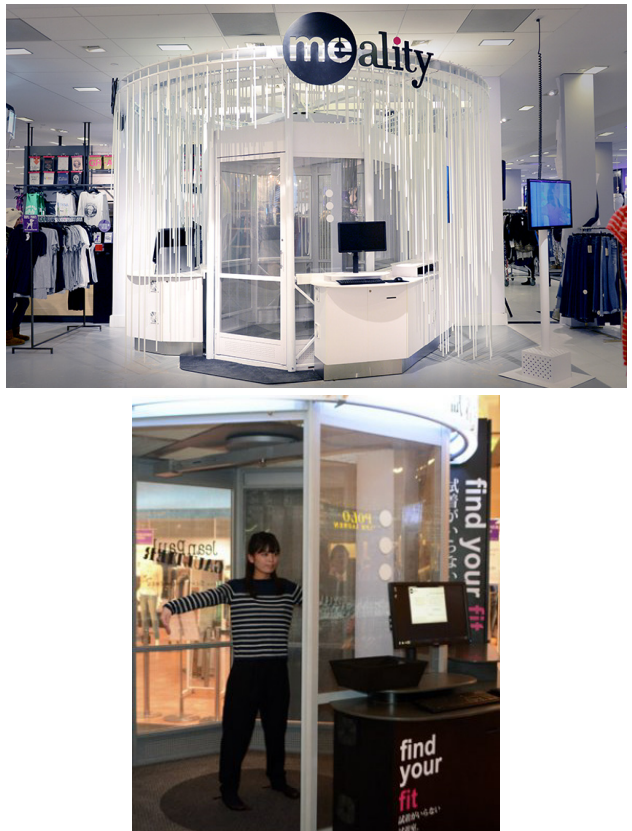


图 5 “Me-Ality”试衣间
Fig.5 “Me-Ality” dressing room

3 基于三维人体测量的产品适配性设计策略

3.1 号型系统：人群分组

追求完美、和谐的生活境界是多数人的共同愿望^[8]。想要达到这样的目标就要得到最大限度包容所有目标用户群体的人体数据。例如,针对中国人体基础参

数的调查对象要覆盖各个年龄段、各个区域,每个区内还要抽取多个测量点,在全国范围内测量和调查数万个样本,通过对这些样本参数统计分析,可以让设计师了解中国人身体数据分布特点。由于身体尺寸和形状均是一定范围内的随机变量,取值差异较大,以单一产品型号满足所有用户显然不合理。因此,在产品设计阶段基于三维人体测量构建身体数据库,通过聚类分析进行人群分组,针对分布最集中区域的参数设计不同的号型,进而适配满足最大多数人的需求。对每个单独个人而言,可能并不是最优结果,但最大限度满足了大多数人,为大众提供了更加舒适、安全、健康的使用产品和环境。

3.2 定制设计:数据个性化

伴随人民生活水平的不断提高,用户需求已经从基本的功能需求朝向个性化、人性化的趋势发展,在产品设计方面有一个从标准化向用户化的转变^[9]。用户需求的转变对数据个性化的要求越来越高。技术的快速发展为个性化需求的实现提供了支撑,借助三维人体测量技术能够为每一位顾客提供一种独特、个性化的身体数据,依靠三维打印技术可以快速生产属于用户自身的个性化产品。完完全全根据用户特定参数定制出厂,无缝适配身体的曲线,保证了用户最大的舒适性。

3.3 可调整设计:共性中寻求个性

由于人体尺寸在一定范围内按照百分位等级分布,号型系统并不能完美解决所有适配问题。在产品生产和销售中对号型的不确定性和体型分布情况的不明确会导致产品积压^[10]。另外,目前的产品生产还做不到任何产品均个性化定制,因此可调整设计成为介于共性与个性两者之间的设计策略。可调整设计以三维人体扫描的共性数据为基础,同时采用相应的设计方案对个性需求做出响应。例如,防雾霾口罩为让口罩贴合鼻部曲面,在口罩上边沿增加鼻夹,见图6,通过鼻夹使口罩主动贴合用户个性的鼻部曲面。



图6 口罩鼻夹设计

Fig.6 Design nose clip for mask

4 结语

基于三维扫描数据进行产品适配性设计,设计师获取了人体更加细致的数据、信息与知识,改变了形态的生成机制,使产品设计形态观向科学化方向拓展。提高可穿戴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,是提高产品附加值的有效途径之一。

参考文献:

- [1] 向泽锐,梁刚毅.基于人-机-环境适配约束的产品设计方法[J].装饰,2016(2):136—137.
XIANG Ze-rui, LIANG Gang-yi. The Method of Product Design Based on Constrained Man-Machine-Environment Compatibilities[J]. Zhuangshi, 2016(2): 136—137.
- [2] 丁玉兰.人机工程学[M].北京:北京理工大学出版社,2011.
DING Yu-lan. Ergonomics[M]. Beijing: Beijing Institute of Technology Press, 2011.
- [3] 王冰迪,左建江,姜一洲.感性工程学在矿用救生设备设计中的应用与研究[J].包装工程,2013,34(14):30—33.
WANG Bing-di, ZUO Jian-jiang, JIANG Yi-zhou. Application and Research on Kansei Engineering in Mine Rescue Equipment Design[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(14): 30—33.
- [4] 葛宝臻,郭华婷,彭博.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. Automatic Model Style Measurement Based on Automatic Body Feature Extraction from 3D Scanning Data[J]. Journal of Textile Research, 2012, 33(4): 129—135.
- [5] GB 10000-88,中国成年人人体尺寸[S].
GB 10000-88, Human Dimensions of Chinese Adults[S].
- [6] CHU C H, HUANG S H, YANG C K, et al. Design Customization of Respiratory Mask Based on 3D Face Anthropometric Data[J]. International Journal of Precision Engineering and Manufacturing, 2015, 16(3): 487—494.
- [7] 贺义军,洪文进,沈雷,等.基于信息交互模型的智能安全看护服装设计[J].上海纺织科技,2014(9):13—16.
HE Yi-jun, HONG Wen-jin, SHEN Lei. Smart and Security Nursing Clothing Design Based on Information Exchange Model[J]. Shanghai Textile Science & Technology, 2014(9): 13—16.
- [8] 邓嵘.设计创造高品质生活[J].艺术百家,2012(6):241—242.
DENG Rong. Design Creates a High-Quality Living[J]. Hundred Schools in Arts, 2012(6): 241—242.
- [9] 周宪.当代设计观念的哲学反思[J].装饰,2013(6):59—61.
ZHOU Xian. Philosophical Reflection of Contemporary Design Concept[J]. Zhuangshi, 2013(6): 59—61.
- [10] 张金花,王宏付.基于3D测量的江浙女青年中心号型及体型分布[J].纺织科技进展,2012(1):77—79.
ZHANG Jin-hua, WANG Hong-fu. The Central Size and Size Distribution of Young Woman in Jiangsu and Zhejiang Area Based on 3D Body Measurement[J]. Progress in Textile Science & Technology, 2012(1): 77—79.