

基于人机工程学的马桶创新设计研究

余思南, 路由

(武汉大学, 武汉 430072)

摘要: **目的** 针对人们使用马桶姿势和方式不合理的问题, 为用户提供一种更加宜人的前倾倚卧式蹲便器造型设计方案, 从而提高马桶使用的安全性、有效性、健康性和舒适性。**方法** 基于人机工程学原理, 总结归纳马桶的人机设计原则; 采取文献研究法、问卷调查法和案例分析法, 调研马桶的设计研究现状, 分析马桶的设计、使用状况及存在的不足与创新需求。**结果** 根据归纳的原则, 运用科学的原理与方法, 对马桶进行创新设计应用实践, 优化人机结构和尺寸参数, 完成前倾倚卧式蹲便器创意方案的设计和建模造型, 提出创新设计产品的宜人特点和改进方向。**结论** 对现有马桶进行人机创新设计, 使其造型和使用方法更加符合用户的人机需要, 构建实用新型的创新产品, 促进市场转化与推广。

关键词: 马桶; 前倾倚卧式蹲便器; 人机工程学; 造型设计

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2020)22-0312-08

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2020.22.050

Innovative Design of Toilet Based on Ergonomics

YU Si-nan, LU You

(Wuhan University, Wuhan 430072, China)

ABSTRACT: The work aims to provide users with a more pleasant modeling design scheme of forward-leaning horizontal squatting pan in view of the unreasonable posture and way of using the toilet, so as to improve the safety, effectiveness, health and comfort of using the toilet. Based on the principles of Ergonomics, the principles of toilet Ergonomics design were summed up. Then, literature study, questionnaire survey and case analysis were carried out to investigate the design and research status of toilet and analyze the design, use conditions, existing disadvantages and innovation requirements of the toilet. According to the principles of induction, scientific principles and methods were applied to conduct innovative design practice to the toilet, optimize the Ergonomics structure and size parameters, complete the creative scheme design and modeling of the forward-leaning horizontal squatting pan and put forward the pleasant characteristics and improvement direction of innovative design products. The Ergonomics innovative design of the existing toilet is carried out to make its modeling and use methods more in line with the users' Ergonomics needs, build practical innovative products, and drive market transformation and promotion.

KEY WORDS: toilet; forward-leaning horizontal squatting pan; ergonomics; modeling design

马桶是人们生活中必备的卫生用具, 良好的马桶设计有助于提高用户使用的安全性、有效性、健康性和舒适性, 改善生活质量。随着人机工程学在卫生产品设计领域的发展, 马桶的设计理念与品质在不断提

升, 人们研究关注的重点从产品设计本体转向用户需求, 尤其是用户体验及评价等。人们在使用现有马桶时存在因姿势和方式不合理而影响安全、有效、健康与舒适的问题, 是目前在产品设计上需要解决的难题。

收稿日期: 2020-07-11

作者简介: 余思南 (1997—), 女, 湖北人, 武汉大学硕士生, 主攻产品设计、交互设计等。

通信作者: 路由 (1963—), 男, 安徽人, 硕士, 武汉大学教授, 主要研究方向为产品创新设计、交互设计、用户研究、数字艺术设计方法与理论、数字动画与虚拟现实技术等。

1 人机工程学发展及马桶的设计概述

1.1 人机工程学发展概述

人机工程学是一门新兴的边缘科学，是以“人—机—环境”系统为研究基础，运用人体测量学、力学、生理学等学科的研究方法，研究人体结构和机能特征，根据人和机器的条件和特点，合理分配人和机器承担的操作职能，并使之相互适应，从而为人创造出舒适和安全的工作环境，使工效达到最优的学科^[1-4]。近年来，人机工程学在卫生用具设计领域被广泛应用，依据人机工程学原理，卫生用具设计更具人性化，对马桶的设计研究在不断创新，产品设计愈加以人为本，使用越来越安全、高效、健康和舒适。

1.2 马桶的设计研究现状

马桶作为卫生用具，被广泛应用于家庭和公共卫生间，是国内外使用得最普遍的卫生产品之一。为适应大众需求，现代马桶的设计被不断完善，更加人性化，其功能由普通马桶提升为智能马桶。目前国内外对马桶的设计研究主要包括：（1）智能化研究，使马

桶用起来更加舒适便捷；（2）冲水功能研究，使马桶能更好地冲水；（3）外观造型研究，使马桶更加实用美观。然而现有马桶在造型及人机适配等方面仍然存在不足，主要体现在：（1）外观造型比较单一；（2）排便时姿势和方式不太合理；（3）使用时存在安全与健康隐患。

市场上的马桶主要有蹲式（蹲便器）、坐式（坐便器）和改进式（蹲坐两用）三种，通过调查和分析国内外代表性马桶品牌的使用方法，得出其具有共性的使用优势和劣势。并绘制了马桶使用方法调查表，见表 1（图片来源淘宝网）。

2 马桶的人机设计原则

“机宜人”是人性化设计的重要目标，产品设计应遵循操作简便、安全、可靠、省力、准确、高效的原则。根据人们对马桶使用的人性化需求，马桶的人机设计原则主要有四个方面。

一是安全性原则：“安全”是产品的核心要素^[5]，是产品使用的基本条件^[6]，安全性原则是马桶

表 1 马桶使用方法调查
Tab.1 Investigation on the use methods of toilet

品牌（国家）	示例	系列	使用优势	使用劣势
九牧王（中国）		坐便器（连体式）	坐式排便，坐便器承受人体全部重量，坐便比蹲便舒适	坐便比较耗时费力： （1）坐便没有蹲便排便顺畅；（2）坐便需要更加用力；（3）坐便时容易分散大脑注意力，延长排便时间
KOHLER（美国）		坐便器（分体式）		
KAKAPATTI（英国）		坐便器（连体式）		
JMOWY（德国）		坐便器（无水箱）		
TOTO（日本）		坐便器（壁挂式）		
TOTO（日本）		蹲便器	蹲式排便，蹲便符合生理结构，排便用力较小，排便更顺畅	蹲便时膝关节承受人体大部分重量，经常感到腿部酸痛难以起立，容易导致脑缺血，发生摔倒、骨折等意外
九牧王（中国）		蹲便器（带盖式）		
星雨洁（中国）		台式蹲便器（改进式）		
诗华(中国)		蹲坐两用（改进式）		

设计的首要原则。马桶的安全性主要有：(1)产品平稳牢固，使用时不会撞击和摔倒；(2)操作安全简便，排便下蹲、起立时方便自如。

二是有效性原则：“有效”是产品设计的目标要素，有效性原则是马桶设计的基本原则。马桶的有效性主要有：(1)产品设计达成合理有效的排便姿势，让用户排便更加顺畅；(2)排便省时省力，快捷高效。

三是健康性原则：“健康”是产品设计的基础要素，健康性原则是马桶设计的重要原则。马桶的健康性主要有：(1)使用产品时排泄物不易溅起沾染人体，容易冲走、冲净；(2)冲水时水花不会溅到用户身上；(3)产品方便清洁消毒，保持卫生和健康。

四是舒适性原则：“舒适”是产品设计的品质要素，舒适性原则是马桶设计的普遍原则。马桶的舒适性主要有：(1)产品与人体接触的各部位设计、功能操作、使用姿势舒适；(2)材质舒适。

3 马桶设计问卷调查及案例分析

3.1 问卷调查

目前中国市场使用的马桶多为蹲式与坐式两种，两种产品各具优点与不足。为了解用户对马桶的使用习惯和需求意愿，随机选取一百人进行问卷调查，并对调查结果进行统计，用户使用马桶调查情况，见表 2。

从统计数据看，用户在家里愿意使用蹲便器的占 52%，略多于坐便器，而在公共场所习惯和愿意使用蹲便器的达 95%，占绝大多数；59%~66%的人在使用蹲便器时，以及 21%~32%的人在使用坐便器时有过腿麻或头晕现象；用户非常注重马桶使用的安全性、有效性、健康性、舒适性。

3.2 案例分析

3.2.1 蹲式——蹲便器

“蹲厕”是现代最基础的如厕方式。蹲便器的人机原理主要基于人蹲姿的脚步尺寸和相对位置。蹲式排便符合生理结构，排便最顺畅。人体有一根 U 型耻骨直肠肌，它能把直肠钩拉住，使直肠因向前拉扯形成一个肛肠角，见图 1（图片来源医学科普）。蹲姿时肛肠角可达到 100°~110°，见图 2（图片来源医学科普）。理论上讲，肛肠角越大，直肠越直，排便就越顺畅。此外，腹部挤压也能促进排便，可减少腹部用力。蹲姿状态下肛门肌肉最为放松，有利于减少排使用力，理论上说对防止排便时发生意外有益^[7]。

从另一个方面来说，蹲便时膝关节承受人体大部分重量，并且需与小腿肌肉用力协同保持身体各部位的平衡。人在蹲厕时，因小腿和膝盖长时间使力，通常会觉得腿脚酸麻甚至疼痛难以站起来，如果快速起立，比较容易引起脑部缺血，导致摔倒、骨折等意外情况发生^[8]。

表 2 用户使用马桶调查
Tab.2 Investigation on toilet use by users

评价内容	评价结果	使用场所人数占比/%	
		家用卫生间	公共卫生间
更愿使用哪类马桶	蹲便器	52	95
	坐便器	48	5
使用哪类马桶排便更省力顺畅	蹲便器	78	97
	坐便器	22	3
是否在意身体与坐便器的接触	在意	57	96
	无所谓	40	3
蹲便器是否有必要安装起身时的辅助设施	有必要	55	81
	无所谓	40	4
使用蹲便器时是否有过腿麻或头晕现象	有	59	66
	没有	41	34
使用坐便器时是否有过腿麻或头晕现象	有	32	21
	没有	52	43
是否希望安装可放置随身物品的设施	希望	51	90
	无所谓	38	4
是否在意有水溅到衣服或身体上	在意	96	98
	无所谓	2	1
是否在意有排泄物溅到衣服或身体上	在意	100	100
	无所谓	0	0
年龄	20~40 岁	64	64
	40~50 岁	22	22
性别	女	60	60
	男	40	40

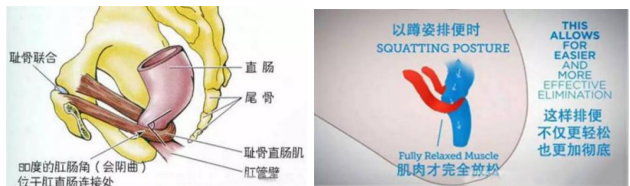


图 1 肛肠角形态
Fig.1 Morphology of anorectal angle



图 2 蹲姿状态下的肛肠角
Fig.2 Anorectal angle in squatting position

3.2.2 坐式——坐便器

坐便器的使用由来已久，其人机原理是基于坐状态下的人机尺寸。坐便时，坐便器承受人体全部重量，因此坐便比蹲便舒适。

劣势在于坐便比较耗时费力：一是，坐姿状态下上身与大腿之间没有一个挤压的趋势，坐便时，人体肛肠角约成 80°~90°，见图 3（图片来源医学科普）^[7]，直肠肌扣住了直肠，不管如何改变上身角度都无法有效地改变肛肠角，导致粪便被直肠肌阻碍在直肠上方，排便渠道不畅；二是，坐便时，直肠被肛门周围的肌肉拉扯，使得排便时需要更加用力，便秘和肛裂



图 3 坐姿状态下的肛肠角
Fig.3 Anorectal angle in a sitting position



图 4 图片展示
Fig.4 Picture display



图 5 垫脚凳成品
Fig.5 Finished drawing of the step stool

等就更容易发生,并且排使用力也是发生心脑血管意外的重要诱因^[7];三是,因坐着排便较舒服,人们经常会在排便时玩手机、看书、看报,从而分散大脑注意力,延长排便时间,长此以往也有可能造成便秘。

3.2.3 改进式

蹲厕时,便池与脚平齐,因此身体的重量被全部架空,由膝盖、小腿、脚踝和脚掌来承担。那种直接垫高脚的台面的改进式坐便器,解除了人体重量赋予腿部的压力,但解便时人相当于在蹲厕时直接坐在了便池上,身体动作及上身与腿部的角度基本上没有改变。

有人根据对人蹲下时脚步动作和尺寸的测定与整合,设计出相应高度、尺寸、角度的垫脚凳用于改变人的姿势,见图 4(图片来源医学科普),该设计是一个椅子式的平台,中间有弧形缺口用于和坐便器的底座相嵌合,两边脚踏板位置尺寸设计遵循平均设计原则,坐便时支撑双脚,抬高脚位,以解决排便不畅及与其相关的健康问题,见图 5(图片来源淘宝网)。

然而,这种设计并不能切实地解决人如厕时的排便问题——肛肠角并不是直接由臀部和脚底的高度差值决定的。蹲厕时人的上半身和大腿之间存在一个力的挤压也就是腹部压力,是直肠肌放松的关键,而使用垫脚凳时人体重量由坐便器承担,给臀部带来一个向上的力,因此上半身和大腿之间也就不存在压力,直肠肌还是处于紧张状态。这种方式也不能有效地解决人坐姿排便的问题。

3.2.4 分析小结

人们日常用到的马桶主要有蹲便器和坐便器两种,现有产品设计中,这两种马桶在使用时均存在不同程度的人性化方面的不足。因此,有必要研制一款更加符合人机工程学的马桶,使用户能够减轻膝盖和腿脚受力,增大肛肠角度,使上身和大腿之间产生挤压,尽可能降低排使用力,促进排便顺畅^[8],提高使用的安全性、有效性、健康性和舒适性。

4 马桶的创新设计及实践

据英国《每日邮报》2016 年 8 月 16 日报道,称蹲便比坐便更健康。西悉尼大学胃肠病学家何永桑(Vincent Ho)向公众介绍了蹲厕的若干益处,表明

表 3 蹲便与坐便实验比较
Tab.3 Comparison of squatting pan and toilet stool experiments

实验对象	使用便器类型	排便姿势	排便次数	排便平均时长
二十八名志愿者	蹲便器	蹲便	6 次	51 s
	坐便器	坐便	6 次	114~130 s

蹲便比坐便更健康;以色列调查员多夫·斯里若夫(Dov Sikirov)曾召集二十多名志愿者进行一项实验,将志愿者分别使用坐便器与蹲便器排便的用时情况和效果进行了统计和比较^[9],蹲便与坐便实验比较见表 3(数据来源环球网、人民网等)。

实验证明,蹲便比坐便更容易使力,并且用时短、效率高。蹲姿状态会进一步扩大肛肠角,可使粪便通道更直、更顺畅,能够轻松排便^[10]。由于肛肠角所影响的肌肉用力程度是决定排便方式是否健康的关键,改变坐便时的肛肠角便成了这次改造研究的主要方向。对马桶的创新设计也就以如何改变肛肠角为中心问题展开思考,设计一种实用新型的蹲便器是本次创新设计研究的目标。

4.1 创意来源

首先,解决方法从姿势入手,如何切实保证上半身与大腿之间能够产生挤压力?日常生活是创新设计的源泉,也是产品设计的平台^[11],灵感来自德国设计团队 W team 设计开发的 W Chair 椅子,见图 6(图片来源淘宝网)。W Chair 椅子的坐面微向前倾,下面有两个翘起的造型用以支撑膝盖和小腿,见图 7(图片来源淘宝网),坐上时会使人保持挺拔且自如的坐姿,若想弯腰或弓背操作电脑会感觉到极为不适。借鉴这款椅子中的翘起造型作为新款马桶的承重装置,可制造“上半身和大腿之间必须产生压力”的效果。

4.2 创意方案

这款创新设计的马桶将椅子原有的座位板移至底部作为脚踏板,见图 8—9,达到在承重组件数量不变的条件下满足舒适的需求。同时两种踏板的角度和尺寸都是根据蹲姿人体尺寸设计的,见图 10。去除了对人臀部的支撑,可以保证人上半身与大腿之间



图 6 使用效果
Fig.6 Use effect



图 7 成品
Fig.7 Finished product

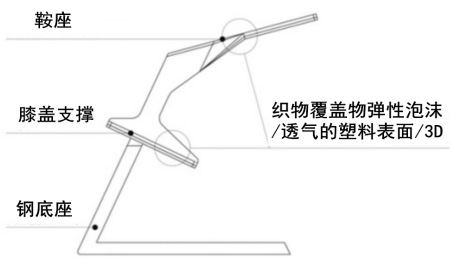


图 8 椅子工作原理
Fig.8 Working principle of the chair

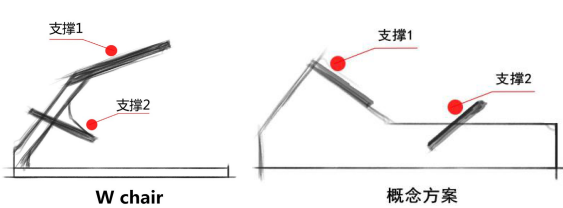


图 9 工作原理转换
Fig.9 Working principle conversion



图 10 人物动作模拟
Fig.10 Character action simulation

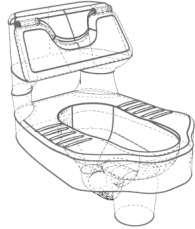


图 11 产品设计效果
Fig.11 Product design effect



图 12 产品造型效果
Fig.12 Product modeling effect

挤压的作用力，达到彻底改变肛肠角的效果。

4.3 创意设计及应用

4.3.1 设计造型

根据创意来源和创意方案，设计出创意产品——前倾倚卧式蹲便器，产品设计效果见图 11^[8]，产品造型效果见图 12^[12]。

4.3.2 设计内容

本创意设计产品是一款符合人机工程学的前倾倚卧式蹲便器。查阅人体测量学相关文献和标准，依据《人体测量方法》^[13]和《用于技术设计的人体测量基础项目》^[14]，参照国标人体测量数据《中国成年人人体尺寸》^[15]，得出蹲便器设计的结构与特征、人机尺寸参考数据，见表 4—5。运用力学原理对蹲便器进行人机测量和计算，通过对人体使用蹲便器的实际实验，得出蹲便器支撑部位不同斜撑角度人体压力（受力）及舒适值数据，见表 6。

表 4 解析了产品结构及各部位作用特点，创新设计的重点是支撑台和脚踏斜撑两部分，为人体提供

合理有效的支撑，并根据不同用户的需求进行相应的人机设计变化，保证安全与舒适，满足用户的人性化需要。

表 5 产品尺寸数据是利用人机工程学原理，以人体尺寸、重量、压力、姿势等因素为依据进行设计的，其中保持人体小腿基本水平是设计要点之一。根据《中国成年人人体尺寸》标准^[15]，成年男女“小腿加足高”50 百分位数分别为：男 413 mm，女 382 mm，加上穿鞋修正量，减去弹性量，取平均值，算出成人小腿高为 410 mm。据此，将支撑台上端面到便池主体上端面高度设计为 350 mm，设置支撑台倾斜面底部到脚踏斜撑的距离，小于人体小腿高度，符合人机尺寸，可满足用户使用产品时的有效性和舒适性。

表 6 以体重 60 kg 的成人为例，综合运用人体测量学、人体力学、生理学原理，并进行人体实验。产品支撑台斜面与水平面所成角度为 40°~45°时，支撑人体压力（受力）为 20.81~26.31 kg，脚踏斜撑与水平面所成角度为 18°~23°时，支撑人体压力（受力）为 43.29~47.62 kg，是人体舒适范围。

表 4 前倾倚卧式蹲便器设计结构及特征

Tab.4 Design structure and characteristics of the leaning-forward horizontal squatting pan

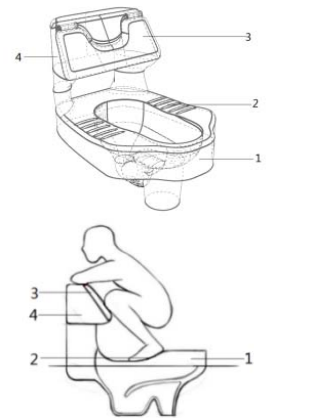
图例	序号	部位	作用特点
	1	便池主体	稳定支撑性，平稳牢固，安全防滑，支撑人体，不易撞击和摔倒
	2	脚踏斜撑	稳定支撑性，与水平面成 18°~23°，防滑条纹，支撑脚掌、小腿、臀部、上半身，通过斜撑将人体重心前倾，减轻脚部受力
	3	支撑垫	良好缓冲性，由海绵或硅胶等柔性材料制成，保证大腿压靠的舒适度，通过旋转活页连接支撑台上端，可向上翻转、拆卸清洗
	4	支撑台	稳定支撑性、可调节性，倾斜面与水平面成 40°~45°，支撑膝盖、大腿、上半身，两侧设计为伸缩杆连接便池，可上下调节

表 5 前倾倚卧式蹲便器人机尺寸参考数据

Tab.5 Reference data of Ergonomics dimensions of leaning-forward horizontal squatting pan

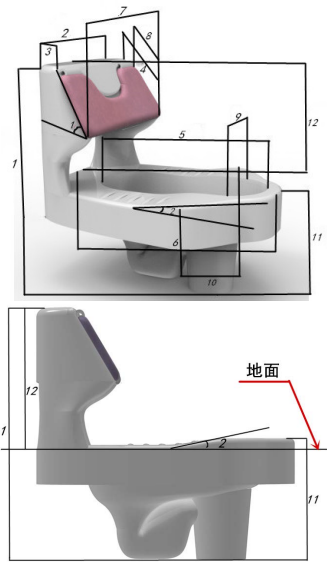
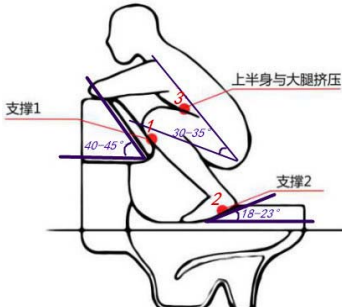
图例	序号	部位	常规尺寸
			成人
	1	支撑台上端面到便池主体底部高度	600 mm
	2	支撑台上端面长度	350 mm
	3	支撑台上端面宽度	90 mm
	4	支撑台斜面两侧长度	270 mm
	5	便池主体内侧长度	470 mm
	6	便池主体外侧长度	580 mm
	7	支撑垫宽度	350 mm
	8	支撑垫两侧长度	240 mm
	9	便池主体内侧宽度（便坑端）	210 mm
	10	便池主体外侧宽度（便坑端）	430 mm
	11	便池主体高度	250 mm
	12	支撑台上端面到便池主体上端面高度	350 mm
	∠1	支撑台斜面与水平面之间的角度	40°~45°
	∠2	脚踏斜撑与水平面之间的角度	18°~23°

表 6 前倾倚卧式蹲便器人体压力（受力）分布测量

Tab.6 Human body pressure (force) distribution measurement of leaning-forward horizontal squatting pan

图例	序号	支撑部位	斜撑角度	成人（体重 60 kg）		
				压力（受力） 范围/kg	舒适角度 范围	肛肠角 度范围
	1	支撑 1，支撑台支撑膝 盖、大腿、上半身	40°	21.86~26.31	40°~45°	100°~110°
			43°	21.20~25.66		
			45°	20.81~25.28		
	2	支撑 2，脚踏斜撑支撑 脚掌、小腿、臀部、上 半身	18°	45.48~47.62	18°~23°	
			20°	44.53~46.81		
			23°	43.29~45.76		
	3	上半身与大腿挤压	夹角 30°~35°	1.02~3.05	30°~35°	

4.3.3 设计应用

前倾倚卧式蹲便器,由便池主体和支撑台两部分组成,制作材料主要是陶瓷或不锈钢。支撑台面向便池一侧的上半部,由上到下向外倾斜,倾斜面与水平面成 $40^{\circ}\sim 45^{\circ}$;倾斜面外部有一块支撑垫,通过旋转活页与支撑台上端连接,能向上翻转,防止沾染尿液,并且可拆换清洗。支撑垫由硅胶或海绵等柔性材料制成,保证大腿压靠的舒适度。便池上端两边设有脚踏斜撑,与水平面成 $18^{\circ}\sim 23^{\circ}$ 。便池上端到支撑台上端的高度,可依据不同用户的人机尺寸设计,无论是儿童还是成人使用,脚踏斜撑到支撑台倾斜面底部的距离,均应小于使用者的小腿高度。支撑台设计为伸缩式结构,其两侧通过伸缩杆连接便池,能根据不同使用者的身高或小腿长度上下调节,使蹲便器能够适用于更多的人^[8]。

为优化应用场景,蹲便器一般靠墙安装,放置方向与墙面平行。

蹲便器水箱可设置在支撑台内,也可设置于蹲便器一侧的墙体内;冲水按钮可设置在支撑台上端,也可设置于蹲便器一侧墙体内水箱对应的外墙面上,后一种设置,支撑台内部空间可用于存储或临时放置物品。便池上端台面设计防滑的凹凸结构,保证使用安全。

4.4 产品宜人性特点及改进方向

4.4.1 宜人性特点

前倾倚卧式蹲便器,造型独特、外形美观、结构简单、使用方便、实用性强,适用广泛。其设计符合马桶的人机设计原则。

相比现有的马桶,其宜人性特点主要体现在以下三个方面。

一是使用省力和有效:根据人机工程学原理及人机设计原则进行设计,通过前倾倚卧的姿势,可增大人体肛肠角度,让用户上身与大腿之间产生挤压,减小排使用力,使排便更加顺畅。

二是使用安全和便捷:操作安全简便,双手可撑住支撑台上端,辅助蹲立,使排便下蹲起立时方便自如;通过脚踏斜撑、支撑台和支撑垫的多点位支撑,托起人体承重部位,将身体重量均衡分布,降低排便时脚掌、小腿和膝盖受力,不易造成长时间下蹲后可能出现的头晕和腿麻,能有效防止一些意外的发生^[8];支撑台内腔可用于存储或临时放置物品,比较实用。

三是使用健康和舒适:产品与人体接触的各部位设计、使用姿势舒适,材质舒适;制作材料便于清洗消毒;蹲便时,臀部不接触便器,卫生清洁。

根据前面的调查和分析可知,无论在家里还是在公共场所,对比坐便器,用户对蹲便器的使用习惯和需求意愿占比更高。本创新产品属于蹲便器类,设计更加宜人,可满足用户的人机需求,既适合家庭使用,也比较适用于公共卫生间,具有良好的应用前景。

4.4.2 改进方向

本创新产品,目前只是一个阶段性的研究成果,在设计上还有待进一步改进。设计的新型产品的外形与使用方式较现有坐便器有较大变化,可能会影响到用户的接受度和使用习惯;使用本产品时,可能会存在男性小便飞溅、面壁或者有一个物件树立在卫生间中央的问题。对于这些问题,在设计研究时均有所考虑,并提出以下三种解决办法。

一是调整使用姿势,本产品外形和使用方式虽与现有坐便器变化较大,但与现有蹲便器比较接近,用户在日常蹲便时只需将姿势稍作前倾俯趴调整即可使用。

二是细化使用人群,本产品支撑台用于支撑膝盖,为避免小便飞溅,用户不宜站立使用,因此主要适用于女性及蹲姿排便(用于大便)的男性群体。

三是优化应用场景,本产品支撑台高出便池主体(地面)350 mm左右,为避免使用者面壁或支撑台部分耸立于卫生间中间,产品安装时适合靠墙,放置方向与墙面平行。

5 结语

将人机工程学原理运用到马桶的设计中,以科学的研究方法,总结出马桶安全性、有效性、健康性、舒适性的人机设计原则。针对现有产品在使用姿势和方式上存在的不足,对其进行创新设计与实践,实施建模造型,通过多种调研、比较分析、科学测算、充分实验、合理尺寸、可靠数据、全新方法、严密构思和创新设计,形成一种比较成熟且宜人、外形独特且实用的创新产品——前倾倚卧式蹲便器,更加符合使用者的人机需要,提升用户生活品质,为后期的市场开发与应用提供参考和依据。

参考文献:

- [1] 王保国,王新泉,刘淑艳,等.安全人机工程学[M].北京:机械工业出版社,2007.
WANG Bao-guo, WANG Xin-quan, LIU Shu-yan, et al. Safety Ergonomics[M]. Beijing: Machinery Industry Press, 2007.
- [2] 陈国强,石怀升,金明霞,等.基于人机工程学的赛车座椅创新设计研究[J].包装工程,2020,41(10): 71-76.
CHEN Guo-qiang, SHI Huai-sheng, JIN Ming-xia, et al. Creative Racing Seat Design Based on Ergonomics[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(10): 71-76.
- [3] 李斌,赵杨,兰爽.家用马桶的创新设计及仿真分析[J].价值工程,2018,37(36): 161-162.
LI Bin, ZHAO Yang, LAN Shuang. Innovative Design and Simulation Analysis of Household Toilet[J]. Value Engineering, 2018, 37(36): 161-162.

- [4] 章玮滨. 电动爬楼轮椅优化设计及其自平衡方法的研究[D]. 镇江: 江苏科技大学, 2019.
ZHANG Wei-bin. The Optimal Design And Self-balancing Method of Electric Wheelchair for Climbing Stairs[D]. Zhenjiang: Jiangsu University of Science and Technology, 2019.
- [5] 王伶羽, 胡洁. 形态的安全属性与创新设计[J]. 包装工程, 2020, 41(12): 33-37.
WANG Ling-yu, HU Jie. Safety Attribute and Design Innovation of Morphology[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(12): 33-37.
- [6] 江牧, 杨珊, 林鸿. 产品安全设计的感觉安全[J]. 包装工程, 2020, 41(12): 16-22.
JIANG Mu, YANG Shan, LIN Hong. Perceived Security in Product Safety Design[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(12): 16-22.
- [7] 刘露瑶. 哪种排便姿势最科学、更健康[J]. 家庭医生: 快乐养生, 2016(10): 84.
LIU Lu-yao. Which Defecation Posture is the Most Scientific and Healthier[J]. Family Medicine: Happy Health, 2016(10): 84.
- [8] 余思南. 一种前倾倚卧式蹲便器: 中国, CN207959413U[P]. 2018-10-12.
YU Si-nan. A forward Reclining Horizontal Squatting Pan: China, CN207959413U[P]. 2018-10-12.
- [9] 环球网. 研究称蹲便比坐便更健康[EB/OL]. (2016-08-17)[2020-06-10]. <https://health.huanqiu.com/article/9CaKrnJX6GX>.
World Wide Web. Studies say that Squatting Stools are Healthier Than Sitting Stools[EB/OL]. (2016-08-17)[2020-06-10]. <https://health.huanqiu.com/article/9CaKrnJX6GX>.
- [10] 王元钊, 杨璞. 换种姿势缓解便秘[J]. 祝您健康, 2017(2): 12.
WANG Yuan-zhao, YANG Pu. Changing Posture to Relieve Constipation[J]. I Wish You Health, 2017(2): 12.
- [11] 蔡克中. 基于日常生活的产品创新设计[J]. 包装工程, 2015, 36(8): 64-67.
CAI Ke-zhong. Product Innovation Design Based on Daily Life[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(8): 64-67.
- [12] 余思南. 蹲便器: 中国, CN304724111S[P]. 2018-07-10.
YU Si-nan. Squatting Pan: China, CN304724111S[P]. 2018-07-10.
- [13] 国家技术质量监督局. GB5703-1985, 人体测量方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 1985.
National Technical Quality Supervision Bureau. GB5703-1985, Anthropometric Methods[S]. Beijing: China Standard Press, 1985.
- [14] 国家技术质量监督局. GB/T 5703-1999, 用于技术设计的人体测量基础项目[S]. 北京: 中国标准出版社, 1999.
National Technical Quality Supervision Bureau. GB/T 5703-1999, the Basic Project of Anthropometry for Technical Design[S]. Beijing: China Standard Press, 1999.
- [15] 国家技术质量监督局. GB 10000-1988, 中国成年人人体尺寸[S]. 北京: 中国标准出版社, 1989.
National Technical Quality Supervision Bureau. GB 10000-1988, Human Body Size of Chinese Adults[S]. Beijing: China Standard Press, 1989.

(上接第311页)

- [6] 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, 2013.
WANG Rong. The Modeling Design of Medical Products Based on Using Way[D]. Guangzhou: Institutes of Technology of South China, 2013.
- [7] 董佳. 产品改良设计思路[J]. 艺术科技, 2015, 28(7): 178-179.
DONG Jia. Product Design Improvement Ideas[J]. Art Science and Technology, 2015, 28(7): 178-179.
- [8] 蔡克中, 施大治. 论情感性元素在产品人性化设计中的体现[J]. 包装工程, 2007(5): 109-111.
CAI Ke-zhong, SHI Da-zhi. Emotional Element Manifestation in Humanization Design of Product[J]. Packaging Engineering, 2007(5): 109-111.
- [9] 唐纳德·A·诺曼. 设计心理学 3——情感化设计[M]. 北京: 中信出版社, 2015.
NORMAN D A. Design Psychology 3: Emotional Design[M]. Beijing: Citic Press, 2015.
- [10] 王虹. 基于用户体验的文具设计创新研究[J]. 包装工程, 2019, 40(22): 40-45.
WANG Hong. Innovation of Stationery Design Based on User Experience[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(22): 40-45.
- [11] 辛向阳. 从用户体验到体验设计[J]. 包装工程, 2019, 40(8): 60-67.
XIN Xiang-yang. From User Experience to Experience Design[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(8): 60-67.
- [12] 顾蓉, 穆宝宁, 王刚, 等. 情感设计中本能、行为、反思的解析与表达[J]. 包装工程, 2015, 36(16): 87-90.
GU Rong, MU Bao-ning, WANG Gang, et al. Analysis and Expression of Instinct, Behavior, Reflection in Emotional Design[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(16): 87-90.