

智能马桶流体部件的创新设计与性能优化研究

陈文鹏¹, 龚德武²

¹ 杭州怡智芯科技有限公司 浙江杭州

² 铁城信息科技有限公司 浙江杭州

【摘要】在追求高品质生活的当下,智能马桶成为卫浴领域焦点。本文深入探究其核心的流体部件,从创新设计层面,挖掘结构革新与新型材料应用的潜力,在性能优化方向,致力于节水成效与水流稳定性的提升。通过系统且全面的研究,为智能马桶行业输出创新性设计理念与高效性能优化策略,助力产品性能迈向新高度,切实满足消费者对优质、智能卫浴体验的迫切期待。

【关键词】智能马桶; 流体部件; 创新设计; 性能优化

【收稿日期】2025 年 1 月 10 日

【出刊日期】2025 年 2 月 11 日

【DOI】10.12208/j.ijme.20250002

Innovative design and performance optimization research on fluid components of smart toilets

Wenpeng Chen¹, Dewu Gong²

¹Hangzhou Yizhixin Technology Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang

²Tiecheng Information Technology Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang

【Abstract】In the pursuit of high-quality living, smart toilets have become a focal point in the bathroom industry. This paper delves into the core fluid components of smart toilets, exploring the potential for structural innovation and the application of new materials from a design perspective. In terms of performance optimization, the study focuses on enhancing water-saving efficiency and water flow stability. Through systematic and comprehensive research, the paper aims to provide innovative design concepts and efficient performance optimization strategies for the smart toilet industry, helping to elevate product performance to new heights and meet consumers' urgent expectations for high-quality, intelligent bathroom experiences.

【Keywords】Smart Toilet; Fluid Components; Innovative Design; Performance Optimization

引言

随着智能家居概念的普及,智能马桶作为家居智能化的重要一环,市场份额持续攀升。流体部件作为智能马桶实现冲水、清洗等关键功能的核心组件,其性能优劣直接左右用户体验。传统智能马桶流体部件在复杂使用场景下,常暴露出用水量大、水流不稳定等问题。在此背景下,开展智能马桶流体部件的创新设计与性能优化研究,对提升产品竞争力、推动行业技术革新意义非凡,有望为智能马桶发展开辟新路径。

1 智能马桶流体部件基础与现状分析

1.1 流体部件工作原理剖析

智能马桶的流体部件主要涵盖冲水系统与清洗系统。冲水时,利用虹吸原理或压力冲水技术,水箱

作者简介:陈文鹏(1989-)男,汉,甘肃省临洮县,硕士,工程师,研究方向:智能马桶流体部件及系统的开发,仿真优化及应用。

中的水迅速流入马桶陶瓷体,借助水流的冲力将排泄物冲走。虹吸式冲水依靠管道内形成的虹吸现象,产生强大吸力,确保彻底清洁^[1]。清洗系统中,水泵将水箱水加压,通过喷头将水流精准喷射到指定部位,实现清洗功能。不同喷头设计对应不同水流模式,如柱状水流用于常规清洗,脉冲水流增强按摩效果。各部件协同工作,依靠精密的水路控制,保障流体系统稳定运行^[2]。

1.2 现有流体部件设计类型梳理

目前,智能马桶流体部件设计多样。在冲水管道设计上,有传统的 S 弯管道,可有效防臭,但易藏污纳垢;还有直排式管道,排水顺畅,减少堵塞风险。喷头设计方面,常见的有固定式喷头与可移动式喷

头。固定式喷头结构简单, 成本低, 但清洗范围有限; 可移动式喷头能灵活调整位置, 扩大清洗覆盖面。在材质选用上, 多采用塑料与不锈钢。塑料材质成本低、耐腐蚀, 但强度相对较弱; 不锈钢材质坚固耐用, 不过价格较高^[3]。

1.3 市场产品性能表现评估

经市场调研发现, 不同品牌智能马桶流体性能差异显著。部分高端产品在节水性能上表现出色, 单次冲水量可低至 4 升, 通过优化冲水管道与水箱结构实现高效节水^[4]。而一些中低端产品, 冲水量常超 6 升, 造成水资源浪费。在清洗功能上, 优质产品能精准控制水流压力与温度, 确保清洗舒适且卫生。但部分产品存在水流不稳定、温度波动大等问题, 影响用户体验。在防堵塞性能方面, 采用大管径管道与特殊冲水设计的产品, 堵塞概率明显降低, 而部分设计不合理产品则易出现堵塞故障。

2 智能马桶流体部件创新设计方向

2.1 结构创新设计思路

结构创新旨在提升流体部件功能与效率。可设计新型冲水管道结构, 如采用螺旋式管道, 增加水流旋转力, 强化冲洗效果, 减少残留。喷头结构上, 研发 360 度旋转喷头, 能全方位无死角清洗, 满足不同用户需求。引入可折叠、伸缩式喷头设计, 不使用时可收纳, 节省空间且保持卫生。在水路连接部位, 运用模块化快接结构, 方便安装与维修, 提高生产与售后效率^[5]。

2.2 材料创新应用探索

材料创新为智能马桶流体部件带来新机遇。探索使用新型抗菌塑料, 有效抑制细菌滋生, 保障清洗卫生。纳米复合材料具有高强度、耐腐蚀特性, 可用于制造喷头与管道, 延长使用寿命。在密封部位, 采用新型橡胶密封材料, 提升密封性能, 防止漏水。还可研究自清洁材料, 应用于管道内壁, 减少污垢附着, 降低堵塞风险, 维持流体系统长期稳定运行。

2.3 集成化与模块化设计理念

集成化设计将多个流体功能模块整合, 如将冲水与清洗系统的控制元件集成在同一电路板, 简化线路连接, 提高系统稳定性。模块化设计则将流体部件按功能划分成独立模块, 如冲水模块、清洗模块。用户可根据需求选择不同模块组合, 实现个性化定制。同时, 模块化设计便于生产与维修, 某一模块出

现故障, 可直接更换, 降低维修成本与时间^[6]。

3 智能马桶流体部件性能优化策略

3.1 节水性能优化措施

节水是智能马桶重要优化方向。通过优化水箱结构, 采用双档冲水设计, 小冲用于小便, 大冲用于大便, 合理控制水量。改进冲水阀设计, 精准控制水流流量与时间, 实现高效节水。利用智能感应技术, 根据排泄物量自动调节冲水量。还可研发中水回用系统, 将洗手水等生活废水收集净化后用于马桶冲水, 进一步降低水资源消耗^[7]。

3.2 水流稳定性与压力控制优化

稳定的水流与精准压力控制提升用户体验。在喷头前安装稳压装置, 确保水流稳定, 避免忽大忽小。采用智能压力传感器, 实时监测水流压力, 通过控制系统自动调节水泵功率, 维持压力恒定。优化管道内壁光滑度, 减少水流阻力, 保障水流顺畅。对于清洗功能, 研发可变水流模式技术, 如通过脉冲调制实现不同按摩力度水流, 满足用户多样化需求。

3.3 卫生与防堵塞性能提升策略

卫生与防堵塞关乎智能马桶使用体验。在管道设计上, 增大管径, 减少弯道, 降低堵塞概率。采用内壁光滑、不易挂污的材料。定期自动清洁管道与喷头, 利用紫外线杀菌或电解水杀菌技术, 杀灭细菌与病毒。在排水口安装防堵塞滤网, 拦截较大异物。对于容易堵塞的部位, 设计可拆卸结构, 方便清理维护, 确保流体系统长期卫生、畅通运行^[8]。

4 智能马桶流体部件的智能控制技术革新

4.1 智能传感技术的深度融合

智能马桶可配备多种高精度传感器, 以实现流体系统的精准控制。例如, 在马桶内部安装重量传感器, 能够精确感知排泄物的重量, 从而依据预设程序自动匹配最为适宜的冲水量, 避免水资源浪费。同时, 温度传感器实时监测水箱内水温, 确保清洗用水温度始终维持在舒适区间, 提升用户体验。此外, 流量传感器可实时监测水流速度与流量, 一旦检测到水流异常, 如流量过大或过小, 系统能迅速发出警报并采取相应措施, 保障流体系统稳定运行。通过多种传感器的协同工作, 智能马桶能够根据不同使用场景与用户需求, 灵活调整流体部件工作状态。

4.2 自动化控制算法的优化升级

先进的自动化控制算法是智能马桶智能控制的

核心。传统控制算法在应对复杂工况时存在一定局限性,而新型算法如模糊控制算法,可对多个输入变量进行综合分析处理。以清洗功能为例,模糊控制算法能够根据用户设定的清洗模式、水流温度以及压力等多种因素,自动调节水泵转速与喷头出水角度,实现个性化、精准化的清洗体验。此外,引入预测控制算法,通过对历史数据与实时运行数据的分析,预测流体系统未来运行状态,提前调整控制参数,预防潜在故障发生,进一步提升智能马桶的可靠性与稳定性。

4.3 物联网技术赋能远程操控

借助物联网技术,用户能够通过手机 APP 等终端设备对智能马桶流体部件进行远程操控。无论身处家中还是外出,用户都可提前开启马桶加热、调节水温等功能,为使用做好准备。在使用过程中,若发现流体部件出现异常,如水流不畅或异味产生,用户可通过 APP 及时向售后服务平台反馈。同时,厂家也可通过物联网远程监测设备运行状态,进行远程诊断与维护,大大提高售后服务效率。此外,物联网技术还能实现多台智能设备之间的联动,如与智能浴室镜、智能灯光系统配合,打造舒适便捷的智能卫浴空间。

5 智能马桶流体部件用户体验拓展

5.1 个性化功能定制

不同用户对智能马桶流体部件功能需求各异。为此,可提供丰富的个性化功能定制选项。例如,针对不同人群,设计专属的清洗模式。老年人可能更需要温和、舒缓的水流,而年轻人则偏好具有按摩功能的强劲水流。用户可根据自身需求,在 APP 或马桶操作面板上自定义清洗位置、水流强度、水温等参数。同时,在冲水功能上,除了常规的双档冲水,还可增加个性化冲水模式,如针对女性生理期设计的特殊冲水力度与角度,满足特殊时期清洁需求,真正实现智能马桶流体功能的个性化定制。

5.2 操作界面人性化设计

智能马桶操作界面直接影响用户使用体验。设计简洁直观的操作界面,采用大图标、高对比度色彩,方便用户快速识别与操作。在操作方式上,除了传统的按键操作,还可融入触摸操作、语音控制等多种交互方式。语音控制功能让用户无需手动操作,只需通过语音指令即可完成冲水、清洗等功能,尤其适合双手不便或行动不便的用户。此外,操作界面应具备有良好的反馈机制,当用户进行操作时,通过声音、

灯光等方式及时给予反馈,让用户清晰知晓操作结果,提升操作的便捷性与舒适度。

5.3 噪音控制与使用舒适度提升

智能马桶在运行过程中,流体部件产生的噪音会影响用户体验。通过优化管道设计,采用隔音材料包裹管道,减少水流冲击产生的噪音。在水泵等关键部件上,选用低噪音产品,并对其进行减震处理,降低运行噪音。同时,提升马桶座圈的舒适度,采用柔软、透气的材质,增加座圈加热与按摩功能,让用户在使用过程中更加舒适。此外,合理设计喷头出水角度与水流速度,避免水花飞溅,保持卫生间环境干燥整洁,全方位提升用户使用智能马桶的舒适度。

6 结论

本研究对智能马桶流体部件从基础原理到创新设计、性能优化进行了全面探索。创新设计在结构、材料及集成模块化方面为产品注入新活力,性能优化在节水、水流控制、卫生防堵等关键领域取得显著成效。持续深入研究流体部件技术,将不断推动智能马桶性能升级,满足消费者日益增长的高品质需求,助力智能卫浴行业迈向更高发展水平,在未来家居智能化浪潮中占据重要地位。

参考文献

- [1] 杨保健,马腾,王沁园,等.基于响应面的马桶多孔内吸式排气系统设计[J].五邑大学学报(自然科学版),2025, 39(01): 31-37.
- [2] 鲍江峰.智能马桶盖快速与高速烘干技术的能效对比与性能优化[C]//中国智慧工程研究会.2024 人工智能与工程管理学术交流会论文集.松下家电(中国)有限公司,2024:774-777.
- [3] 张照亮.智能马桶用自激吸气脉冲喷头性能及优化研究[D].江苏大学,2021.
- [4] 韩运动,陈勇,刘难生,等.基于 CFD 技术的智能马桶盖流体仿真分析[J].科学技术创新,2021,(02):75-77.
- [5] 曹满辉.智能马桶用切向旋流喷嘴优化设计及试验研究[D].江苏大学,2020.
- [6] 黄玮.智能马桶的创新除臭技术与应用[J].科技创新与应用,2020(36):39-40.
- [7] 张培君.智能马桶的特点与性能[J].农村电工,2017(08):59.
- [8] 靳豆豆,陈红高.基于人机工学的家用医疗智能马桶相关研究.[J].山东工业技术,2017(01):128.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

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



OPEN ACCESS