

# Innovative Design of Modular Indoor Air Purifiers

Tingting Cao Yingying Xu

Jincheng College, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing, Jiangsu, 211156, China

## Abstract

With the rapid development of urbanization, public health awareness has significantly increased, making indoor air quality a key concern in modern living environments. Traditional air purifiers often suffer from limited functionality, poor spatial adaptability, and suboptimal user experience, failing to meet the diverse needs of contemporary indoor environments. Addressing these challenges, this study proposes a more flexible indoor air purification solution through modular design principles and smart connectivity technologies. The research first conducts market analysis and user interviews to thoroughly evaluate the strengths and weaknesses of existing products while identifying potential user needs, ultimately proposing a "core purification unit + functional expansion modules" design framework. By integrating smart sensing and IoT technologies, the solution enables real-time air quality monitoring, automatic purification mode adjustment, and remote device status connectivity, forming an intelligent ecosystem. This approach demonstrates significant advantages in spatial adaptability, personalized configuration, and user experience. The study explores a paradigm shift in small household appliances, transitioning from standardized passive consumption to flexible personalized service configurations, providing valuable insights for sustainable design of future smart products.

## Keywords

modular design, air purifier, smart connectivity, feature expansion, user experience

# 模块化室内智能空气净化器创新设计

曹婷婷 徐盈盈

南京航空航天大学金城学院, 中国·江苏南京 211156

## 摘要

在城市化加速发展的今天, 公众的健康意识普遍提升, 室内空气质量问题已经成为当下室内生活所关注的重点。传统的空气净化器功能相对单一, 且空间适应性较差、用户体验不佳, 无法满足现代室内生活的多方需求。基于此, 本研究应用模块化设计理念, 结合智能互联技术, 提出灵活性更强的室内空气净化解决方案。本研究首先通过市场现状调研与用户访谈, 深入剖析现有产品优缺点及潜在用户需求, 提出“核心净化单元+功能扩展模块”设计构架。其次, 融入智能传感与物联网技术, 实现空气质量实时监测、净化模式自动调节、设备状态远程互联的智能生态模式。本方案在空间适应性、功能个性化配置及用户体验方面具备显著优势。课题研究探索了小家电产品从标准化硬件的被动消费, 向个性化服务柔性配置的范式转变, 为未来智能产品的可持续设计提供了有益参考。

## 关键词

模块化设计; 空气净化器; 智能互联; 功能扩展; 用户体验

## 1 引言

在当代社会生活中, 人们大部分时间在室内度过, 室内空气中如装修材料释放的甲醛、二手烟、宠物皮屑, 以及室外雾霾颗粒物等, 均对人们的呼吸系统健康构成潜在威胁。根据世界卫生组织 (WHO) 报告, 长期暴露于劣质室内环境会构成哮喘、过敏、心血管疾病的风险指数上升。在此背景下, 室内空气净化器作为改善室内空气质量的重要工具, 其市场持续扩容, 但同时也暴露出诸多深层次问题。而模块化设计理念所强调的将复杂系统分解为独立的功能单元并通过标准化接口实现快速组合与重构的方法, 具有高灵

活性、易维护性等优势。同时, 物联网技术的成熟为解决空气净化器的“固态僵化”困境提供了全新的可能性。因此, 本研究聚焦于模块化设计理念与智能互联技术的高度融合, 构建一款真正以用户为中心、具备高扩展性的室内空气净化器。本研究突破传统产品的功能边界, 探索一种“核心+模块”的柔性架构, 让用户能够按需配置、按需升级, 实现从“购买一个机器”到“购买一套空气健康管理方案”的转变。同时, 通过智能化的感知、决策与交互, 提升用户使用过程中的体验感。

## 2 产品调研与用户研究

### 2.1 产品现状分析

作为公共健康问题重要影响因素, 室内空气污染伴随着城市化进程加速和工业化水平的提高而日趋严重。有机化

【作者简介】曹婷婷 (1990-), 女, 中国江苏南京人, 硕士, 讲师, 从事交通工具设计, 智能产品设计研究。

合物的装修污染,PM2.5等颗粒物的外界侵扰,尘螨等过敏源的室内滋生,都是造成室内空气污染的重要因素。公众对室内空气质量关注度与日俱增。因此,作为空气质量改善设备的空气净化器,其市场规模会持续扩大。

在智能技术普及之前,传统的空气净化器主要以物理过滤技术为主进行产品更新迭代来逐步提升净化效率、噪音控制及能效比。近些年,在“智能家居”浪潮的推动下,将人工智能、物联网等先进技术逐步融入到传统空气中,形成全新的智能空气净化器,也是目前行业发展的重要方向。智能化、网联化和用户体验是智能空气净化器的核心所在,它们的不断提升使得空气净化器从单纯的“空气清洁工具”逐渐演变为一个能够感知周边环境、主动做出响应、提供实时数据的空气管理小管家。目前国内以去甲醛等有害气体与消毒杀菌功能为侧重点,国外则更加侧重去除过敏源与细小颗粒物功能(如图2.1所示)。在技术层面,国内外品牌的空气净化器均以主动式与被动式净化技术相结合为主。目前市场上主流的净化技术涵盖了HEPA过滤、负离子、活性炭过滤、紫外线杀菌、臭氧以及光触媒等。

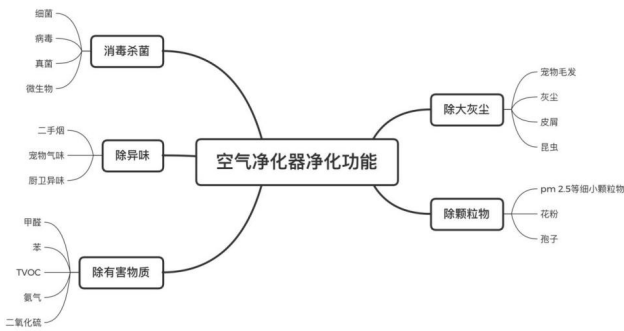


图 2.1 功能框架

据调研结果,现有模块化空气净化器的设计通常为塔式结构,方便用户更换净化器的各个功能模块,以此来改变空气净化器的效率或功能。模块化智能空气净化器多数采用黑白灰等中性色,作为产品的主要色彩。可增减或更换的模块部分,一般采用与主要区域相同的颜色,保持产品的整体一致性。但也有部分产品会将模块部分设计成各种不同的颜色,用于区分不同模块之间的功能,并增加产品的装饰性与趣味性。外壳材质一般会采用塑料、金属、木质、布艺等材料。功能模块的滤芯材质一般为高效过滤材料,比如HEPA滤网、活性炭等,用于解决不同的空气污染问题。

## 2.2 用户研究

空气净化器潜在用户群体包括办公室员工、敏感人群、吸烟者、养宠家庭以及新装修房屋的用户等。这些用户因心理需求和生理特征的不同,对空气净化器的功能和性能有着不同的期待和要求。因此,深入理解潜在用户的特性和需求,对于模块化室内智能空气净化器的设计起决定性作用。

### 2.2.1 用户心理特征分析

通过系统性调研发现用过户在选择室内空气净化器时

主倾向以下几点:第一,核心净化功能的考量,即是否达到预期净化效率和面积,是否具备空气质量检测及智能感知和自主响应等;第二,体验感受的考量,即是否具备远程控制与手机互联或者语音控制等,界面的美观性与操作的便捷性;第三,噪音与能耗的考量,空气净化器作为长时间运行产品,其使用舒适性和经济性是重要考虑因素;第四,外观设计与空间融合度,外观是影响消费者决策的重要因素之一,消费者会依据自身审美以及该产品与使用环境的适配性进行选购。

### 2.2.2 用户生理特征分析

空气净化器的核心价值在于改善空气质量,从而直接作用于用户的生理健康。因此,用户的生理特征是驱动其购买决策和使用体验的关键因素。本文对用户群体进行了分类分析。第一,敏感人群:对室内外过敏原反应强烈,重点关注产品的过敏源净化能力。对负离子、等离子等的技术感兴趣;第二,特殊人群:哮喘、慢性支气管炎等。对空气中的颗粒物和过敏源尤为敏感。追求极致的颗粒物净化能力,极其重视空气质量的监测和预警示,希望产品达到医疗级净化效果;第三,婴幼儿及孕妇:免疫系统尚未发育成熟或处于敏感阶段,对空气中的细小颗粒物、细菌病毒等抵抗力差。关注产品的安全性,尤其是无臭氧和二次污染物的产生,追求低噪音、高效且温和的净化方式;第四,老年人;免疫系统机能下降。对空气质量的变化的敏感度减弱。关注产品的可靠性、易用性、以及对空气中常见污染物的净化,同时也追求低噪音和低能耗;第六,健康群体:处于健康状态,但对室内空气质量影响身体健康问题有强烈意识。既关注基础的空气净化,也开始关注细菌、病毒等的污染,追求更全面的空气管理。

### 2.3.2 用户需求总结

模块化室内智能空气净化器是一种将传统一体式向“可拆卸、可替换、可扩展、可互联”方向发展的新型空气净化器形态。通过模块化结构的设计可以实现功能配置更灵活、维护更便捷、用户个性化定制以及智能互联。基于对目标用户的生理特征、心理特征及使用场景深入洞察,可归纳出以下关键用户需求。首先,功能灵活,用户可按需进行购买净化器主体以及不同模块;其次,维护便捷,模块化的设计方式让产品模块可独立更换,降低维修成本;然后,智能协同,可智能监测、自主响应、数据实时联动;再者,空间适配,产品外观需可融入不同的室内场景,包括不同的家装风格、办公场景等;最后,用户体验,尤其是用户与产品的人机交互上,做到好用、易用、耐用。

## 3 模块化智能空气净化器设计实践

### 3.1 设计定位

本文提出的模块化室内智能空气净化器的方案旨在创造一种新的用户关系:把用户从消费者向参与者转变,把服务从单一的购买产品向订阅健康空气管理推进。本次设计具

体提出以下几点设计理念：首先，空气的专属管家，即个性化、可成长、优质的性能以及良好的体验。其次，按需组合的配置，即灵活、高效、智能、可持续。最后，良好的空间适配性，即可较好的融入各种家装风格，办公环境等。

### 3.2 方案设计

基于设计定位，本文的灵感来源于仙人球（如图 3.1 所示），创造性突破了传统空气净化器的形式。整机主要分为主舱区与模块替换区两个部分，用户可以根据自身需求，自由组合替换副舱区的模块，具有强烈的装饰性与趣味性。净化器的主舱区具有控制净化器、显示空气质量值、空气质量指示灯、大颗粒初筛等功能。副舱区由各个可替换功能模块组成，造型多变，用户参与度高，体验感佳。功能模块除净化空气等主要功能外，还可搭配香薰功能模块和纯装饰模块。副舱区的可替换功能模块分为大中小三个型号，并且设计了三个不同口径的对接口进行连接。大号与中号功能主要为空气净化与消毒，小号则是附加香薰功能。同时，考虑到用户购买本产品因价格因素及个人需求而未购买全套以及在模块使用较少时产品的美观性，特增加不具有功能的装饰模块。



图 3.1 方案设计

### 3.3 交互界面设计

#### 3.3.1 手机 APP 页面

交互 APP 的设计框架主要分为首页页、商城、我的三个主要区域。首先，用户可以在“首页”查看基础的数据信息，如天气状态、温度、室内空气质量值等，还可在首页添加新设备，可通过已连接的设备进行更加精细的操作与数据查看。其次，“商店”板块可以提供给用户多种功能模块方案，用户可在商店自行挑选与购买。最后，“我的”板块主要的功能为信息编辑、订单查询、用电量查看以及关于 APP 的一系列设置功能。

#### 3.3.2 产品交互页面

产品的机身交互以极简风格为主，抛弃繁琐的触屏控

制，采用极简化的方式进行设计。保留了控制的基础功能，如开关功能、自动功能、最爱模式调节和睡眠模式调节。空气质量数值在控制按钮上方，方便用户直观查看，并按照喜好进行产品的模式调节。

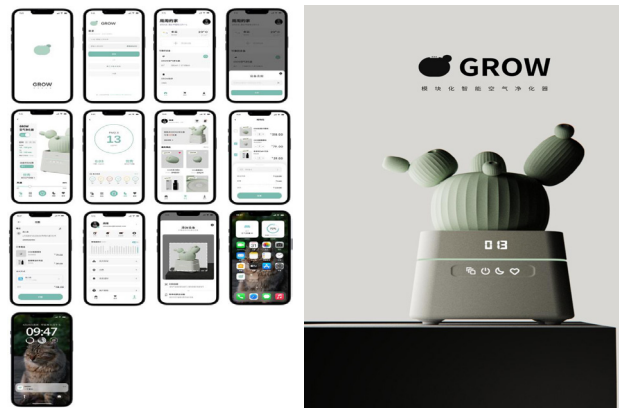


图 3.2 界面设计

## 4 结语

本模块化室内智能空气净化器设计突破了传统一体式净化器在功能相对固定、维护相当不便、升级几乎无望等方面的局限，成为室内空气健康管理管家，真正做到将室内智能空气净化器从一次性消耗品，转向可配置、可升级、可持续的室内健康基础设施。该设计采用“主机+独立净化模块”的模式，允许用户根据实际需求自由购买附加模块，真正实现“千人千面”的空气净化方案，从源头满足不同用户、不同场景下的精细化需求，大幅提升用户满意度。仙人球的原型使得空气净化器不仅仅是功能性电器，而是如同一盆绿植完美的融入现代各种室内环境中。直观的 App 界面、清晰的指示灯、简易的模块更换操作都带给用户优越的使用体验感。模块化室内智能空气净化器满足了消费者对产品个性化、智能化、可持续的追求，有望成为空气净化器市场的一个重要细分方向。

### 参考文献

- [1] Carliss Y. Baldwin, Kim B. Clark. Design Rules: The Power of Modularity[M]. Cambridge, MA: The MIT Press, 2000.
- [2] 陶建平, 杨瑞, 柳褚泉等. 我国空气净化器市场现状与发展概述[J]. 广东化工, 2020, 47(11): 92-94.
- [3] 于德添, 张钟艾, 王丽等. 智能负离子空气净化器设计[J]. 家用电器, 2022, (06): 121-125.
- [4] 关钥文, 朱晓冬, 孙易男. 基于城市记忆下空气净化器造型设计研究[J]. 美与时代(上), 2023, (03): 129-132.
- [5] 欧加勉, 徐燕君, 徐莉等. 空气净化器产品除菌效果的分析研究[J]. 家用电器, 2023, (01): 35-37.