

基于Kano模型的无创通气与高流量氧疗面部保护优化设计策略

周 煜, 张子璇, 段星夷, 陈 灼, 康红娜*

南华大学松霖建筑与设计艺术学院, 湖南 衡阳

收稿日期: 2025年7月30日; 录用日期: 2025年8月15日; 发布日期: 2025年9月24日

摘 要

为了提升无创通气(Non-invasive Ventilation, NIV)与高流量氧疗面部保护垫产品的满意度, 本文基于Kano模型深入分析了患者及其护理人员对无创通气与高流量氧疗面部保护垫产品的需求, 明确了不同需求属性的特征。同时, 结合Better-Worse象限图进行量化, 对各种属性需求的优先级进行了排序, 进而提出了基于Kano模型的无创通气与高流量氧疗面部保护垫设计策略。此外, 本文以设计策略为参考完成了模型的无创通气与高流量氧疗面部保护垫模块化设计实例, 以期使设计方案更好地满足用户的生理需求和心理需求, 从而提升用户的满意度。

关键词

Kano模型, 无创通气, 高流量氧疗, 面部压疮, 模块化设计

Optimal Design Strategy for Facial Protection in Non-Invasive Ventilation and High-Flow Oxygen Therapy Based on the Kano Model

Yu Zhou, Zixuan Zhang, Xingyi Duan, Zhuo Chen, Hongna Kang*

Solux College of Architecture and Design, University of South China, Hengyang Hunan

Received: June 30, 2025; accepted: August 15, 2025; published: September 24, 2025

Abstract

In order to enhance the satisfaction of Non-invasive Ventilation (NIV) and high-flow oxygen therapy

*通讯作者。

文章引用: 周煜, 张子璇, 段星夷, 陈灼, 康红娜. 基于 Kano 模型的无创通气与高流量氧疗面部保护优化设计策略[J]. 设计, 2025, 10(5): 274-286. DOI: 10.12677/design.2025.105029

facial protection pad products, this paper deeply analyzed the demands of patients and their caregivers for non-invasive ventilation and high-flow oxygen therapy facial protection pad products based on the Kano model, and clarified the characteristics of different demand attributes. Meanwhile, combined with the Better-Worse quadrant chart for quantification, the priorities of various attribute demands were ranked, and then a design strategy for non-invasive ventilation and high-flow oxygen therapy facial protection pads based on the Kano model was proposed. In addition, this paper has completed a modular design example of a non-invasive ventilation and high-flow oxygen therapy facial protection pad based on the design strategy, with the aim of making the design scheme better meet the physiological and psychological needs of users, thereby enhancing user satisfaction.

Keywords

KANO Model, Non-Invasive Ventilation (NIV), High-Flow Oxygen Therapy, Facial Pressure Ulcers, Modular Design

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

1. 引言

无创通气(Non-invasive Ventilation, NIV)与高流量氧疗设备广泛应用于呼吸支持治疗。无创通气面部保护垫是一种用于预防无创呼吸机使用过程中患者面部压疮的护理措施。根据现有研究,这类保护垫在临床应用中显示出良好的效果,能够有效降低压疮的发生率,提高患者的舒适度和依从性。但传统面部保护垫因形状固定,特定部位需要患者自行裁剪,且传统固定形状的切割方式造成材料浪费严重,不符合绿色设计理念。本文通过 Kano 模型对用户需求层次进行分析,并结合市场现有产品,提出优化后的设计策略。

2. Kano 模型设计概述

Kano 模型是由东京理工大学教授狩野纪昭提出的,该研究框架从剖析用户需求出发,着重探究产品性能与用户满意度间的非线性关联机制[1]。该模型以用户满意度为纵坐标,以产品性能或需求满足程度为横坐标,将用户需求分为必备型、期望型、魅力型、无差异型和反向型五大类。Kano 模型已被广泛应用于制造业、服务业以及医疗产品设计领域,成为需求识别与优先级划分的重要工具。

在医疗产品设计领域,目前已有许多医疗设计研究以 Kano 模型为理论依据,进行用户需求研究和产品创新优化设计。张孟珂等提出一种基于 Kano-QFD 模型的康复医疗交互界面设计方法,并以腿部等速肌力康复训练器的交互界面为例开展设计实践[2]。周雨竹等用 Kano 模型探究老年高血压患者在日常生活中对高血压疾病预防、控制、求救的需求,并进行设计实践[3]。邱建等基于 Kano-FBS-TRIZ 设计方法应用于智能产后子宫复旧仪设计之中[4]。

3. 面部防压疮保护垫研究现状

3.1. 面部压疮发生机制与高发部位分析: 基于临床调研与文献综述

无创通气(Non-invasive Ventilation, NIV)及高流量氧疗在使用过程中,面罩与导管常常对面部皮肤产

生持续压迫、摩擦与潮湿刺激，导致皮肤损伤与压疮的发生，严重时甚至影响治疗依从性和患者安全。为深入了解压疮的发生机制与部位分布，作者对湖南某医院呼吸与危重症医学科及康复医学科开展实地调研(见图 1)，对 5 名相关医护人员进行了半结构化访谈，并结合文献资料与医护人员临床经验进行分析归纳。调研结果显示，面部压疮主要集中于鼻梁、双侧颧骨、额头及鼻下区域，尤以鼻梁部位高发。其发生机制主要包括局部高压、皮肤骨点突出、汗液浸渍、导管摩擦等(见表 1)。



Figure 1. On-site research photos of a hospital in Hunan province
图 1. 湖南某医院实地调研图

Table 1. High-incidence areas and causative mechanisms of pressure ulcers
表 1. 压疮高发部位及成因机制

压疮高发部位	成因机制	护理人员主观统计频率
鼻梁部位	面罩卡压明显、皮肤薄、骨点突出	高(93%)
双侧颧骨部位	面罩贴合面大、局部压强集中	高(80%)
额头区域	头带固定位置稳定、出汗潮湿刺激皮肤	中(60%)
鼻下区域	吸氧导管持续摩擦、湿度集中	中(47%)

访谈结果显示，在实际临床护理中，部分医护人员常使用泡棉敷料、水凝胶贴片等材料缓冲压力，但由于现有保护垫普遍缺乏针对性与分区设计，往往无法全面覆盖所有高风险部位，导致压疮仍频繁发生，显著影响患者的治疗依从性与舒适度。康复科医生指出，对于高龄、长期卧床、皮肤张力差的老年人，即使氧疗强度较低，但因导管持续接触与湿度积聚，也容易在鼻下等区域引发摩擦性皮肤损伤。由此可见，多区域减压与定向防护是当前产品设计中亟待解决的关键点。

为验证现有研究对这一问题的关注程度，本文对中国知网(CNKI)数据库进行了关键词检索(截止 2025.4 月)，结果如下：以“面部保护”为关键词共检索出论文 57 篇，其中高相关性论文为 5 篇；以“面部压疮”为关键词共检索出 179 篇文献，相关性较高的为 135 篇，两者重合文献仅 3 篇。经整理，共计 137 篇相关论文被纳入统计分析。通过对这些文献的内容归纳，可以总结出以下核心发现：无创通气治疗引起的鼻部或面部压疮发生率可达 27% [5]；若口鼻通气持续超过 48 小时，患者面部皮肤损伤率升高至 70% [6]；高风险人群主要集中在老年人、长期卧床或重症 ICU 患者群体[7]；导致压疮的主要机制包括持续压力、剪切力、摩擦力与皮肤潮湿；当前预防措施多依赖于第三方隔离材料，如棉纱垫、非粘性泡沫敷料、水凝胶透明贴等(如图 2)；在材料形态上，提及较多的保护垫形状包括：“人”字型[5]、“V”型、

“葫芦”型等；个别创新方案引入中医干预方式，如在休息期间采用六一散进行局部敷抹，亦可达到一定程度的皮肤舒缓作用[8]。



Figure 2. Advantages and disadvantages of the commonly used materials for preventing facial pressure sores at present
图 2. 当前常用的预防面部压疮隔离材料优缺点

3.2. 市售产品现状与设计缺陷分析用户行为痛点

当前市面上广泛使用的无创通气与高流量氧疗面部保护垫产品，主要以聚氨酯泡棉或无纺布材质为主，常见形态为鼻梁垫、口鼻一体贴等。从实际使用效果与生产过程来看，该类产品在临床适配性与材料利用率方面均存在不足。在 2025 年 6 月实地调研的第 33 届湖南医疗器械展中(见**图 3**)，实地走访了 10 余家知名医疗护理敷料厂商以及呼吸类耗材厂商展台(如速康、体达康等)，发现多数产品存在以下共性问题(见表 2)。



Figure 3. Products of relevant manufacturers at the 33rd Hunan Medical Devices Exhibition
图 3. 第 33 届湖南医疗器械展相关厂家产品

Table 2. Common problems of existing products
表 2. 现有产品的共性问题

问题类别	具体表现	临床影响或后果
结构单一，功能简单	定型裁剪、形态固定，仅覆盖鼻梁或两颊；未覆盖额头、鼻下等高压区域；功能仅限缓冲	无法实现多点防护；缺乏吸湿、抗菌、散热等附加功能，降低防护效果
适配度差，用户分型不足	一刀切设计，缺乏不同脸型、年龄或使用方式(导管 vs 面罩)下的细化方案	导致贴合度差，垫片易移位、摩擦加剧，可能引发新的压疮或皮肤损伤
材料浪费严重，制造不环保	平铺裁剪、无智能排布，原材料浪费率高，边角料多且不可回收	增加生产成本，不利于绿色可持续制造
模块不可组合，通用性差	一次性单体设计，不支持模块化拼接	操作复杂，贴合性差，耗材浪费大，降低护理效率

为进一步验证市场端的实际产品类型与性能，本文通过线上主要购物平台(京东、天猫等)以关键词“压疮垫”“面罩防护垫”“呼吸机面部保护贴”等进行搜索，筛选出销量靠前的几款不同类型的热销产品，并开展了竞品分析(见图 4)，主要从产品材质、外形结构、模块能力、价格区间、优缺点五个维度进行对比归纳。结果显示，产品整体外形轮廓、裁剪方式与模块组合策略上仍较为单一，主要集中于“鼻梁垫”或“口鼻区域整体垫”，未实现多区域拼合与功能叠加的模块式防护机制。部分用户反馈也指出，面罩垫在临床使用中存在护理人员手动裁剪并拼贴情况，增加了护理人员的工作负担。

产品图片	产品名称	主要材质	外形结构	模块化能力	价格区间	优点	缺点
	水凝胶鼻垫	医用硅胶	独立鼻梁条	无	¥15/对	材质透明可观看到患者面部状态	吸湿性差、减压性不够
	呼吸机带子防压棉	纤维材质、绒面布料	矩形贴条	无	¥26/对	可减少固定带对面部的压力可重复利用	佩戴麻烦、抗菌性差
	呼吸机医用隔离垫(粘性/非粘性)	聚氨酯泡沫	鼻梁+颧骨组合	半定型裁切	¥30/个	抗压效果好、吸湿性强	浪费材料多、成本高
	输氧管头部固定带	尼龙+涤纶	头部固定	无	¥23/个	固定方便、不易移位	舒适性不够、透气性差

Figure 4. Analysis of competitive products related to mainstream online shopping platforms
图 4. 线上主流购物平台相关产品竞品分析

4. 基于 Kano 模型的模块化设计的无创通气与高流量氧疗面部保护垫需求分析

4.1. Kano 模型问卷设计

为了系统识别无创通气与高流量氧疗面部保护垫在使用过程中的真实需求，本研究采用 Kano 模型对患者家属及其护理人员进行问卷调查与需求归类。问卷由两部分组成：第一部分为用户基本信息与使

用背景筛查，确保样本的代表性；第二部分为 Kano 功能项调查，采用双向提问法，通过正向功能存在时与反向功能缺失时的满意度反应组合判断 Kano 属性。回答选项包含喜欢、理应如此、无所谓、能忍受以及不喜欢五个方面，用以衡量用户的忍受或喜好程度[1]。

4.2. 用户基本情况统计

用户调研的第一阶段旨在采集答卷者的基本背景信息，以确保调研数据的科学性与面向性。设定以下调研群体标准：答卷者需具备实际护理经验，曾照护过使用无创通气或吸氧导管的患者。此筛选机制有助于提高问卷数据的针对性，使后续设计需求更加贴近实际临床与居家照护场景。此次问卷发放分别为线上与线下两种方式，共计发放问卷 120 份，对所搜集到的问卷进行整理，剔除作答不完整、作答时间过短、答案互相产生矛盾的答卷，有效问卷 92 份，有效率 0.77%。

4.3. 需求类型分析统计

通过医院实地调研、医护人员半结构化访谈以及市场调研，确定了无创通气与高流量氧疗面部保护垫产品的主要需求关键词(见表 3)。

Table 3. The main demand keywords for non-invasive ventilation and high-flow oxygen therapy facial protection pads
表 3. 无创通气与高流量氧疗面部保护垫产品的主要需求关键词

编号	需求	编号	需求
B1	基础防压疮	B11	减少更换频率
B2	佩戴舒适	B12	多形态适配
B3	透气性	B13	可重复使用
B4	固定稳定性	B14	减少摩擦
B5	易清洁	B15	美观设计
B6	轻量化设计	B16	面部贴合度
B7	快速拆卸	B17	保护垫品牌
B8	确保基础防压下减少皮肤覆盖面积	B18	复杂的操作步骤
B9	可根据治疗阶段自由更换	B19	产品价格
B10	柔软亲肤材质	B20	增加产品利用面积，减少成本

基于问卷调查数据和用户偏好的统计，可对需求类型进行系统分类。采用字母代码表示不同需求属性：A(兴奋型)、O(期望型)、M(基本型)、I(无差异型)、R(反向型)以及 Q(问题型)。将问卷调查所得的数据整理至 Kano 评价结果的分类对照表中(见表 4)。问卷数据最终汇总成的分级结果分析(见表 5)。

Table 4. Kano evaluation result classification statistics table
表 4. Kano 评价结果分类统计表

具备/不具备	很喜欢	理所当然	无所谓	勉强接受	很不喜欢
很喜欢	Q	A	A	A	O
理所当然	R	I	I	I	M

续表

无所谓	R	I	I	I	M
勉强接受	R	I	I	I	M
很不喜欢	R	R	R	R	Q

Table 5. Kano model result analysis table

表 5. Kano 模型结果分析表

序号	必备型需求(M)	期望型需求(O)	魅力型需求(A)	无差异需求(I)	反向型需求(R)	可疑结果(Q)	最大值	质量类别
B1	36.96%	22.83%	17.39%	20.65%	2.17%	0%	36.96%	M
B2	34.78%	22.83%	15.22%	23.91%	1.09%	2.17%	34.78%	M
B3	36.96%	11.96%	9.78%	29.35%	9.78%	2.17%	36.96%	M
B4	16.3%	26.09%	26.09%	22.83%	5.43%	3.26%	26.09%	O
B5	6.52%	1.09%	15.22%	66.3%	9.78%	1.09%	66.3%	I
B6	11.96%	20.65%	38.04%	22.83%	4.35%	2.17%	38.04%	A
B7	5.43%	22.83%	31.52%	35.87%	2.17%	2.17%	35.87%	I
B8	8.7%	10.87%	20.65%	55.43%	3.26%	1.09%	55.43%	I
B9	22.83%	26.09%	20.65%	21.74%	4.35%	4.35%	26.09%	O
B10	10.87%	33.7%	22.83%	22.83%	6.52%	3.26%	33.7%	O
B11	14.13%	8.7%	42.39%	30.43%	4.35%	0%	42.39%	A
B12	14.13%	9.78%	39.13%	26.09%	8.7%	2.17%	39.13%	A
B13	3.26%	4.35%	47.83%	42.39%	2.17%	0%	47.83%	A
B14	2.17%	1.09%	48.91%	42.39%	3.26%	2.17%	48.91%	A
B15	7.61%	0%	13.04%	68.48%	10.87%	0%	68.48%	I
B16	5.43%	13.04%	45.65%	30.43%	0%	5.43%	45.65%	A
B17	2.17%	1.09%	15.22%	58.7%	19.57%	3.26%	58.7%	I
B18	7.61%	1.09%	6.52%	23.91%	56.52%	4.35%	56.52%	R
B19	8.7%	4.35%	9.78%	58.7%	18.48%	0%	58.7%	I
B20	8.7%	9.78%	48.91%	29.35%	3.26%	0%	48.91%	A

4.4. 用户需求量化处理

为了弥补传统 Kano 属性分类存在的缺陷,对需求分类进行修正[9]。Better 系数表示在满足特定需求时,对用户满意度正向影响指数,当 Better 系数越接近于 1,表示满足此需求时用户越满意,Better 系数数值大小与用户满意度上升之间呈正相关,Better 系数计算公式如式(1)所示。Worse 系数表示在不满足特

定需求时,对用户满意度负向影响指数,当 Worse 系数越接近于-1,表示不满足此需求时用户越不满意,Worse 系数数值大小与用户满意度下降之间呈负相关,Worse 系数计算公式如式(2)所示[10]。

$$\text{Better} = \frac{O + A}{M + O + A + I} \quad (1)$$

$$\text{Worse} = \frac{M + O}{M + O + A + I} \quad (2)$$

根据 Better 系数和 Worse 系数计算公式计算出每一项用户需求的 Better 系数值和 Worse 系数值(见表 6)。

Table 6. Better-Worse coefficient table

表 6. Better-Worse 系数表

序号	用户需求	Better 系数	Worse 系数	序号	用户需求	Better 系数	Worse 系数
B1	基础防压疮	41.11%	-61.11%	B11	减少更换频率	53.41%	-23.86%
B2	佩戴舒适	39.33%	-59.55%	B12	多形态适配	54.88%	-26.83%
B3	透气性	24.69%	-55.56%	B13	可重复使用	53.33%	-7.78%
B4	固定稳定性	57.14%	-46.43%	B14	减少摩擦	52.87%	-3.45%
B5	易清洁	18.29%	-8.54%	B15	美观设计	14.63%	-8.54%
B6	轻量化设计	62.79%	-34.88%	B16	面部贴合度	62.07%	-19.54%
B7	快速拆卸	56.82%	-29.55%	B17	保护垫品牌	21.13%	-4.23%
B8	确保基础防压下减少皮肤覆盖面积	32.95%	-20.45%	B18	复杂的操作步骤	19.44%	-22.22%
B9	可根据治疗阶段自由更换	51.19%	-53.57%	B19	产品价格	17.33%	-16%
B10	柔软亲肤材质	62.65%	-49.4%	B20	增加产品利用面积,减少成本	60.67%	-19.1%

将 Worse 系数的绝对值定为 X 轴,将 Better 系数定为 Y 轴,坐标原点横坐标取所有需求 Worse 系数绝对值的平均数,坐标原点的纵坐标去所有需求 Better 系数的平均数,以上述 X 轴、Y 轴和坐标原点得到 Better-Worse 象限图,其中第一象限为期望属性、第二象限为魅力属性、第三象限为无差异属性、第四象限为必备属性(见图 5)。

从图 5 可以看出总共有四个象限分别对应四种 Kano 属性,各个需求根据自己的 Better 系数和 Worse 系数确定在象限图上的位置,根据象限图判断各个需求的最终属性。对于同类属性需求之间的优先级判断,将 Better 系数记作 F_i ,将 Worse 系数记作 D_i ,在判断同属性需求之间的优先级时,计算同属性需求的 Better 系数和 Worse 系数的绝对值,然后取最大值记作该需求的重要度,用重要度的大小来判断同属性需求之间的优先级[11]。将重要度记作 t ,计算公式如式(3)。

$$t = \max(|F_i|, |D_i|) \quad (3)$$

当 t 值接近于 0 时,说明该需求对用户满意度的影响程度较小,当 t 值接近于 1 时,说明该需求对用户满意度的影响程度较大。将各个需求的重要度通过公式计算出来,结合 Better-Worse 象限图得到最终

量化结果，最终量化结果经整理(见表 7)。

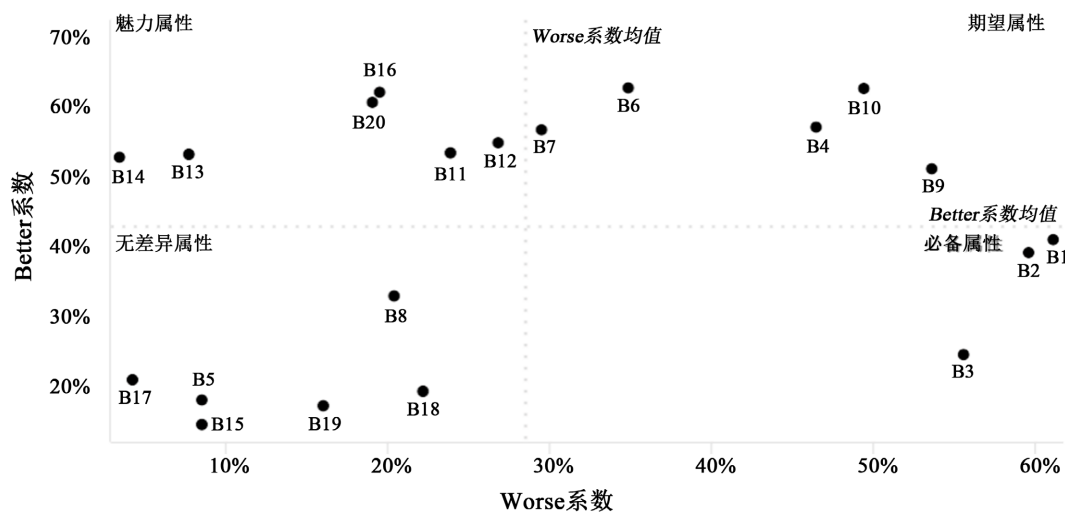


Figure 5. Better-Worse quadrant chart
图 5. Better-Worse 象限图

Table 7. List of user demands for non-invasive ventilation and high-flow oxygen therapy facial protection pads
表 7. 无创通气与高流量氧疗面部保护垫用户需求列表

序号	用户需求	重要度	需求归属
B1	基础防压疮	0.611	必备属性
B2	佩戴舒适	0.596	
B3	透气性	0.556	
B6	轻量化设计	0.628	期望属性
B10	柔软亲肤材质	0.627	
B4	固定稳定性	0.571	
B7	快速拆卸	0.568	
B9	可根据治疗阶段自由更换	0.536	
B16	面部贴合度	0.621	魅力属性
B20	增加产品利用面积，减少成本	0.607	
B12	多形态适配	0.549	
B11	减少更换频率	0.534	
B13	可重复使用	0.533	
B14	减少摩擦	0.529	
B8	确保基础防压下减少皮肤覆盖面积	0.33	无差异属性
B18	复杂的操作步骤	0.222	

续表

B17	保护垫品牌	0.211
B5	易清洁	0.183
B19	产品价格	0.173
B15	美观设计	0.146

将各个需求的量化结果进行优先级排序，具体情况如下：基本型需求共 3 项，优先级为：B1 > B2 > B3；期望型需求共 5 项，优先级为：B6 > B10 > B4 > B7 > B9；魅力需求共 6 项，优先级为：B16 > B20 > B12 > B11 > B13 > B14；无差异需求共 6 项，优先级为：B8 > B18 > B17 > B5 > B19 > B15。

5. 基于 Kano 模型的模块化设计的无创通气与高流量氧疗面部保护垫的产品设计策略

基于 Better-Worse 象限图得到最终量化结果，可清晰界定各需求的属性类别及优先级排序。后续工作主要是对需求进行系统梳理与归类，指导产品方案的优化设计。用户对于不同类型需求的关注度存在差异，为了更有效地提升用户满意度，在产品设计阶段，有必要对用户提出的需求项进行仔细筛选，筛选原则(见表 8)。

Table 8. The screening principles of user demands
表 8. 用户需求的筛选原则

用户需求类别	必备需求	期望需求	魅力需求	无差异需求
筛选结果	保留	保留	保留	剔除

在进行无创通气与高流量氧疗面部保护垫产品设计时，采用的设计策略为：满足必备属性需求、提升期望属性需求、实现魅力属性需求、避免无差异需求。

5.1. 优先满足必备属性需求

对于无创通气与高流量氧疗面部保护垫产品而言，基本型需求主要为基础防压疮性、佩戴舒适、透气性。例如，进行压力分布优化，采用记忆棉或医用级硅胶等缓冲材料，确保接触面压力≤32 mmHg (毛细血管闭合压临界值)，避免局部缺血；通过调整保护垫的材料密度和厚度，确保不同区域的压力负荷均匀，预防局部压疮的形成；优化透气孔设计，确保保护垫内部有良好的空气流通，有助于减少局部高温和湿度，避免因湿度过高而引起的皮肤问题，提升佩戴的舒适度。在设计无创通气与高流量氧疗面部保护垫产品时，首先应确保产品满足基本型需求，因为这些需求是产品存在的基础。

5.2. 提升期望属性需求的满足度

在设计无创通气与高流量氧疗面部保护垫时，应在满足基本功能的基础上，重点优化期望型需求以提升用户体验。如可采用轻质高弹的 TPU 或硅胶，确保支撑性的同时降低重量，并增强生物相容性以减少面部压迫和摩擦；结构设计应简洁轻便，减少冗余部件；通过弹性绑带或可调节系统提高贴合度与稳定性；采用模块化设计，使保护垫与连接部件可快速拆卸，便于清洁或更换；可提供不同形状或厚度的垫片选项，以适应个性化治疗需求。期望属性需求的满足程度与用户满意度呈线性关系，因此设计者应尽可能优化这些功能。

5.3. 创新实现魅力属性需求

在设计无创通气与高流量氧疗面部保护垫时，魅力型需求可通过创新功能超越用户预期，提升产品竞争力。如：采用多层结构，增大覆盖面积以减少漏气；增加过滤或缓冲层增强功能性；运用模块化设计，使耗材可局部更换，降低成本；开发多形态适配方案，满足儿童、成人及不同病情患者的个性化需求。这些超出用户期待的设计能提高用户满意度，在市场中形成差异化优势，推动产品创新升级。

5.4. 避免无差异需求和反向需求

在设计过程中，设计者应避免过度关注无差异型需求，如：品牌或美观等，而应集中资源满足产品实际功能方面的问题，满足用户的核心需求。为了提升用户满意度，应避免实现反向型需求，如设计时应简化操作流程，确保用户能够轻松上手，避免太过于复杂的使用步骤。在设计过程中，应合理控制成本，确保产品价格的目标用户群体的接受范围内，避免价格过高，可以通过优化设计和生产流程来降低成本，同时保持产品的质量和功能。

6. 模块化设计的无创通气与高流量氧疗面部保护垫优化设计实践

运用 Kano 模型深入剖析无创通气与高流量氧疗面部保护垫的功能需求，明确了包括基础防压疮、佩戴舒适、透气性等 14 项核心设计需求。在进行无创通气与高流量氧疗面部保护垫设计实践的过程中，需要把设计需求转化为产品的硬件部分，通过合理的功能设计、外观设计来满足用户对产品的使用需求。

6.1. 功能设计

本产品采用创新的模块化设计，针对无创通气和高流量氧疗治疗中鼻梁、颧骨等四个压疮高发部位提供精准防护(见图 6、图 7)。提供鼻面部一体式/分离式、额部及人中联合式、面颊固定带式四种标准化组合方案(见图 8)，各模块可独立使用或自由搭配，在转换治疗方式时，如有共同部位可直接使用只需替换不同部位的保护垫模块(B11、B13)，产品拆卸方便(B7)，适配不同治疗设备(B12)和临床需求。既满足个性化防护要求，又能适应各类面罩尺寸及治疗阶段变化(B9)，显著提升患者舒适度(B2)。通过模块化组合实现精准防压疮，减轻医护人员工作负担，在确保疗效的同时优化临床使用体验，体现了以患者为中心的设计理念。

6.2. 造型设计

本产品采用创新的二维平面构成设计(见图 9)，通过模块化布局优化了材料利用率(B20)，不仅显著降低了原材料损耗，更通过规模化生产效应有效控制了产品成本，最终让患者获得更高性价比的医疗产品。产品采用独创的“贴贴乐”模块化使用模式，提供高度灵活的使用体验，患者或护理人员可根据治疗需求自由组合防护模块、各功能单元采用即贴即用的便捷操作方式、支持实时调整防护方案，完美适配不同治疗阶段。

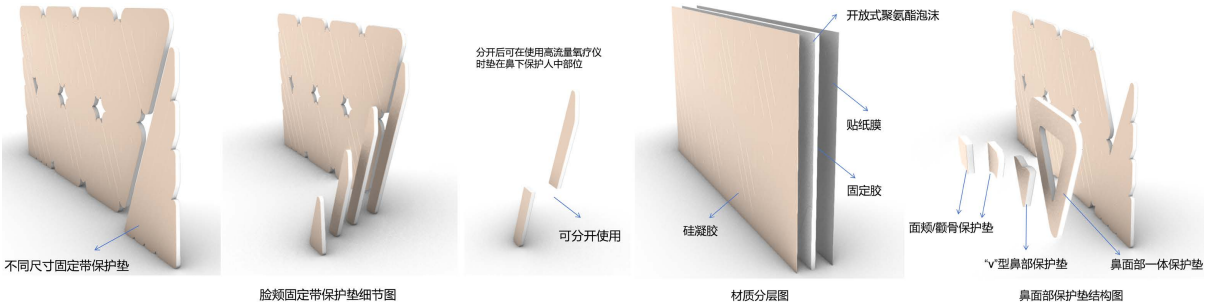


Figure 6. Nose and cheek face protection pads

图 6. 鼻面部、脸颊面部保护垫

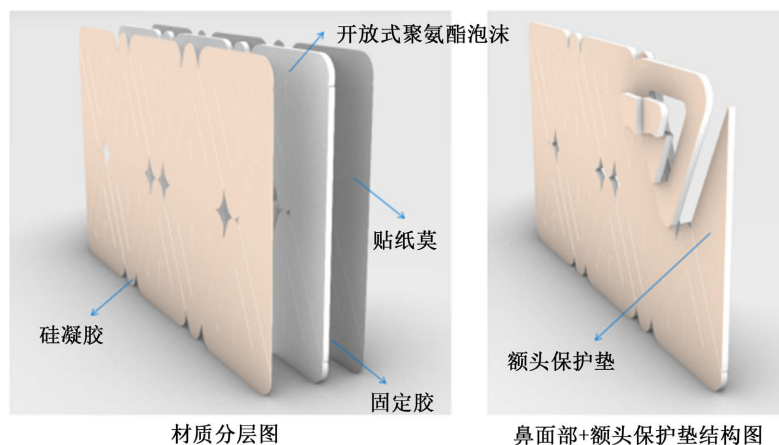


Figure 7. Nose, face and forehead protective pads
图 7. 鼻面部、额头保护垫

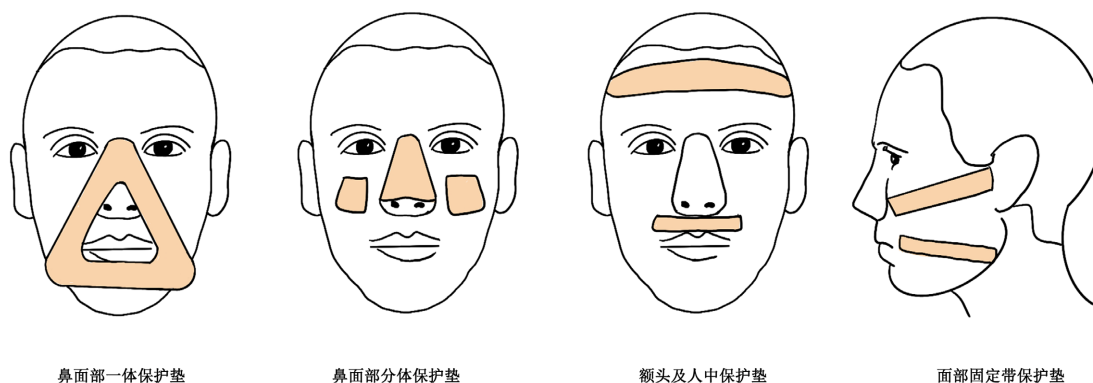


Figure 8. Four common ways of using requirements
图 8. 四种常用需求使用方式

产品材料采用医用级高弹性聚氨酯、硅凝胶以及固定胶(见图 6)。缓冲层采用医用级高弹性聚氨酯, 其具有优异的能量吸收特性(回弹率 $>90\%$), 同时材料具有轻量化(B6)、透气(B3)的特点, 可为患者提供舒适的缓冲支撑, 并有效预防压力性损伤(B1、B3); 接触层采用医用级硅凝胶, 其具有优异的柔韧性, 柔软如皮肤(B10), 硅凝胶的粘弹性可吸收横向摩擦(B14), 超低硬度接近人体软组织硬度, 贴合面部曲线, 能够根据患者面部解剖结构自动调整形状(B16), 实现精确贴合鼻梁、颧骨等突出部位、自适应填充面部凹陷区域、保持均匀的压力分布; 固定层采用医用级固定胶, 能进一步进行稳固(B4), 减少摩擦力和剪切力对患者面部的影响。

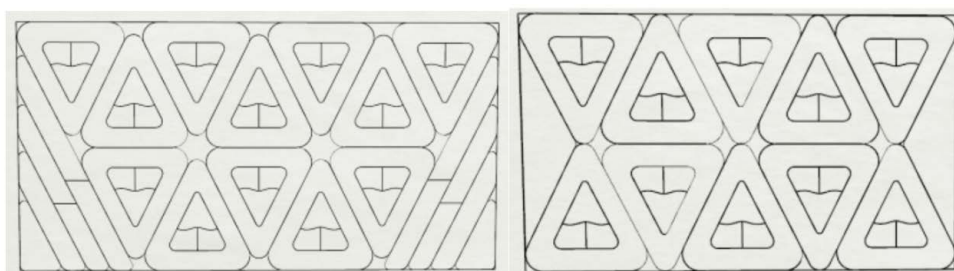


Figure 9. Two-dimensional plane cutting display
图 9. 二维平面切割展示

7. 结语

文章基于 Kano 模型构建了无创通气与高流量氧疗面部保护垫的模块化设计策略,通过临床调研与量化研究明确了基础防压疮性、佩戴舒适性及透气性为必备需求,轻量化、快速拆卸等为期望需求,多形态适配与材料利用率优化等为魅力需求。创新性地采用二维平面构成与“贴贴乐”组合模式,实现了对高危部位的精准防护,并提升材料利用率。但研究存在样本量有限($n = 92$)、长期耐用性评估不足及特殊人群适配性研究欠缺等局限。未来建议扩大样本量、加强耐用性测试,并重点探索智能传感与抗菌材料集成应用,同时开展多中心临床验证以优化设计。

注 释

文中所有图片均为作者自绘。

参考文献

- [1] 黄林诗,周莉莉,张晨光. 基于 Kano 模型的老年智能洗浴产品设计研究[J]. 工业设计, 2025(6): 47-51.
- [2] 张孟珂,聂守宏,且洞天. 基于 Kano-QFD 模型的康复医疗产品交互界面设计[J]. 工业设计, 2025(7): 56-60.
- [3] 周雨竹,李刚. Kano 模型驱动下的老年高血压患者可穿戴产品设计[J]. 工业设计, 2025(7): 39-42.
- [4] 邱建,孙鸿雁. 基于 KANO-FBS-TRIZ 的智能产后子宫复旧仪优化设计[J]. 家具与室内装饰, 2025, 32(6): 46-52.
- [5] 张恬静,罗秋双. 无创呼吸机专用面部减压垫的设计[J]. 华西医学, 2017, 32(9): 1486.
- [6] 毛建芬,郑秀峰. 无创通气防压疮垫的制作与应用[J]. 中国乡村医药, 2018, 25(3): 19.
- [7] 郑慧娟. 长期卧床患者压疮发生的危险因素分析及应对策略研究[J]. 中国医药指南, 2023, 21(4): 96-98.
- [8] 徐璐,谢菊艳,汪小梅,等. 六一散涂擦对无创呼吸机所致鼻面部压疮的预防效果[J]. 浙江中医杂志, 2024, 59(5): 405-406.
- [9] 鞠婉迪,程旭锋. 基于 KANO 模型的艾灸产品设计[J]. 设计, 2023, 36(4): 108-111.
- [10] 刘杨,胡千禧. 基于 KANO 模型的家庭厨余垃圾处理器设计[J]. 设计, 2023, 8(3): 1407-1416.