

移动隔离舱产品设计研究

——以转移、监控、医疗对接为例

高家驹, 陆洲

(嘉兴南洋职业技术学院, 浙江 嘉兴 314031)

摘要:以隔离转移、病情监控、医疗终端对接为体系的移动隔离舱设计研究。基于当前全球感染病发病率上升的背景,为解决患者在二次转移中的传播与感染,医疗隔离病房紧缺的问题。团队通过将移动化隔离转移模块、配套化医疗设备对接、信息化医疗共享数据、人性化智能交互集成,实现隔离患者“0”次再转移,缓解隔离病房压力,提高医护工作者效率,改善患者生理心理需求。作为在技术革新和智慧医疗背景下,通过工业设计整合形成的未来趋向医疗产品,为医疗隔离产品的设计方向提供一定借鉴。

关键词:工业设计;隔离舱;医疗产品;智能交互;概念设计

中图分类号:R540

文献标识码:A

文章编号:1004-7344(2023)12-0190-03

1 设计背景及研究现状

当前全球传染病的暴发频繁,21世纪初20年间引发的大型传染病不下数起。全球范围的人口增长和高人口密度城市发展,与医疗体系覆盖率及保障普及之间存在不平衡,使得传染疾病对人类的威胁愈发严峻。医疗病房数量有限,患者转移会出现传染,如何开发集“隔离转移、病情监控、医疗终端对接”为一体,去解决这些问题,是团队开发产品的根本目的。

目前国内外没有以上述集成一体概念的医疗产品项目落实生产。国外提出类似相近概念的,有全息医疗舱的未来概念,并且此概念是针对太空舱内医学、月球火星或者深海的设想概念,应用技术、成本非目前领域可以实现。国外民用领域医疗器械 Device Lab 公司在 DevCon2015 展会上提出过医疗床的演示概念。结合其系统工程,工业设计制造检测生命提成,脑部内脏监控的整合式产品。目前仅停留于概念阶段未进行落地生产。国内同类相关落地产品都是以便携或一次性,或为通常使用的简易隔离舱(物理隔离)和小型拆卸式负压隔离袋,或者类似“方舱”医院的集体医疗建筑工程。

2 概念体系生成

研究根据背景调研,用户画像等设计程序方法,为解决目前隔离转移存在的问题,结合企业以服务设计为主导的工业设计的设计方向,对未来医疗隔离转移体系进行新的概念规划与设想。该设计建立了以下基于未来体系的隔离舱终端产品概念模型,主要总结为以下4部分内容。

2.1 将隔离转移、病情监控、医疗终端对接集成于一体

该产品设计将医疗中的转移、监控、医疗终端对接3个阶段所需功能集成在一台隔离舱内,满足病人从转移阶段到接受治疗阶段整个过程中需要的条件,包括在监控与治疗阶段,患者始终待在隔离舱内。并且隔离舱可直接对接重症加强护理病房(intensive care unit, ICU)以及其他各种医疗仪器终端,无须二次转移,达到全程隔离过程,将传染隐患降到最低。

2.2 实时监控系统和实时医疗数据共享系统的配置

隔离舱设计中配置监控系统,在隔离转移过程中,可以观察患者的身体情况及时采取必要的医疗措施,避免在转移过程中因为观察不到病人情况而错过医疗时间。在术后观察阶段、术后恢复阶段也能起到监控病情、观察身体恢复情况等作用。实时数据共享系统的配置能够将监控数据上传至医疗系统平台供医护人员在不同终端中实时接收患者身体状态信息。

2.3 智能交互系统和触控投影技术的引入

本设计中引入人工智能(artificial intelligence, AI)智能交互系统。医疗隔离舱配置智能设备,能够给予患者使用智能终端如智能手机、电脑等设备相似的体验。即使身在隔离舱中,也能获取“外界信息”,避免隔离导致心理的“精神封闭”,影响治疗效果。得益于AI交互系统,患者可以通过语音和系统交流,输入操作指令;投影与红外触控的装备,患者正对着的隔离舱盖上会投影交互界面,可以通过触控投影界面来操作。

2.4 便捷收纳和不同形态功能的使用

隔离舱有舱体平躺和舱体升起两种形态,以满足

不同需要。平躺状态下,如手术,睡眠等场合;升起状态下,如日常、收纳、移动等场合使用。

3 产品技术支持及应用

产品主要技术支持有以下 6 点功能,除技术与医疗体系除目前已普及和可实现的外,还涉及未来技术展望与应用。进行两套调研技术支持(目前和概念),充分发挥工业设计引导行业进行概念升级的作用。

3.1 隔离技术

3.1.1 物理隔离

通过舱体的隔离罩进行物理隔离。隔离罩以电控调光的“穿孔隔热玻璃结构”技术,除物理隔离外还具有隔热、隔噪、防紫外线、变色等户外转移所需要的功能^[1]。舱体周围配置紫外灯进行消毒。

3.1.2 负压空间

隔离舱使用一套送风净化装置,二套排风净化装置。送风净化装置由送风柜和过滤装置组成,过滤效率为 99.99%。(粒径 $\geq 0.3\mu\text{m}$)。排风净化装置由排风柜和粗效、中效过滤装置组成,过滤效率为 99.99%(粒径 $\geq 0.3\mu\text{m}$)。高效排风过滤装置以负压 15Pa 以上运行。

3.2 生命体征监控、生物识别测量

3.2.1 心电图(ECG/EKG)、血压

隔离舱中配置心电图监控系统。设备不使用 4 个肢体导联电极和 6 个胸前导联电极,而是采用置于床下的光电容积脉搏波^[2]和电磁波扫描模块^[3]进行无束缚式心率检测。

3.2.2 SpO₂、血糖监护

位于床下两侧的红外光谱光电手段检测血氧量,血糖等血液特征通过皮下测量,减少对指棒和抽血的需求^[4]。同时传感器还可以根据汗水化学进行诊断。

3.2.3 呼吸与麻醉

呼吸供给采用面罩式,舱体内部下侧配置转移所需供氧设备。同时对于吸入式用药和麻醉都配置于面罩系统内,简化设备结构和隔离时的用药效率。

3.2.4 超声技术监控

设计中引入超声技术来检测呼吸心跳等数据,例如,CX50 便携式超声诊断仪完成心脏与肺部的超声检测^[5]。采用类似超声的无连接检测,能够做到患者进舱便可开启监控,医护人员与患者零接触。

3.3 智能设备

产品内置智能设备基于 Android 和 Linux 系统设计。考虑到隔离舱内部空间与隔离人员的行动问题,智能设备采用投影屏幕+语音+触控的形式。投影设备将平面投屏于隔离罩,与患者面部相对;通过红外识别,投影可随着患者头部的转动而移动,保持屏幕一直在

用户可视范围内。患者可通过触摸投影界面进行操作,与触控平板一样,亦可通过语音来操作。软件层面上,系统内设有医疗助手服务。包括查看身体状况,健康简易,呼叫医护人员等一体式功能。

3.4 数据传输、远程医疗

隔离舱内患者监控系统的数据将实时传入医疗系统网络中,医疗设备无线通信实现医护人员通过移动终端实时查看并共享信息。设备支持以下各网络协议。

(1) 4G/5G 移动网络。

(2) Wi-Fi (IEEE802.11)。

(3) 蓝牙 5,低功耗蓝牙,蓝牙 Mesh。

(4) 紫蜂协议 (IEEE802.15)。

(5) 近场通信 (near field communication, NFC) (ISO/IEC18092/21481)。

(6) 人体网络 (IEEE802.15.6)。

设备不仅能远程传输数据,还能通过无线连接方式与其他医疗器械、HMI 控制界面系统等进行数据连接,配套医疗体系实用。

3.5 医疗终端对接

隔离舱内置呼吸机、清肾机等患者端接口,外侧有与其相对应的医疗器械接口。外置的 HMI 人机交互面板也能实施反应患者生命体征状况。这种设计使患者在被转移到医疗点时可以直接连接医疗设备进行治疗,无须再次转移到特定病房。并且在治疗过程中保持个人隔离的状态。

舱体内侧配置医疗机械手臂,实现隔离状态下的部分医疗活动。同时此机械手臂支持与远程医疗相同的机械臂连接方式,进行远程医疗服务。手臂包括主刀机械臂和辅助机械臂。主刀机械臂配置 36 种手术刀头、注射器,通过磁吸和滑轨结构切换使用;辅助机械臂配置喷洒头、内窥镜,能够喷洒生物止血酶、胶原蛋白类蛋白钉、 α -氰基丙烯酸乙酯进行止血、缝合、抗感染,内窥镜查看患者体内情况。

3.6 供电与机械结构

3.6.1 电池组

隔离舱的电能将采用电池组的方式实现,也是隔离舱最主要的供电模式。舱体兼容外置充电桩。未来医疗体系将普遍配置充电桩,在救护车中同样会配置充电设备,医疗机构亦是如此。

3.6.2 机械产电

隔离舱的移动过程中,万向轮的滚动将带动发电,结构包括壳体、转动组件、吊坠组件和发电整流稳压模块,可以为电池组进行充电,做到可持续能源的最大化利用^[6]。

3.6.3 舱体升降调节

隔离舱舱体与底座之间配置机械传动结构，可以调节舱体角度。隔离舱底部结构可以收缩，方便停放和存放。

4 医疗隔离舱产品设计产出

产品整合系统工程、工业设计、人机因素、机械工程、电子和软件工程进行医疗设备开发设计，集成了各种生命体征和生物识别测量的新传感技术，隔离防控技术，HMI 人机界面，信息数据网络传输，设备移动等功能。以隔离舱为核心进行隔离医疗生态体系布局和生态圈的打造。最终的设计由以下“产品+生态”的两个部分组成。

4.1 产品部分

设计结合相关构思行产品功能的最终模拟适配(图1)。最终解决方案的产品设计实现以下6点。



图1 产品部分结构

- (1) 舱装置(核心功能)。
- (2) 患者转移功能(移动)。
- (3) 一定程度的升降设备(用户人机工程学)。
- (4) 兼容医疗终端(患者治疗)。
- (5) 舱内舒适度+智能设备(用户心理体验)。
- (6) 实时病情数据搜集(实时监控)。

4.2 生态部分

与目前医疗体系相比，未来医疗方向将向远程化、移动化的方向发展。整体医疗体系实现家到医院、病房到病房、医院到医院之间的安全隔离，并实时在医疗监控系统下进行病情反馈。大数据网络与医疗网络使得患者信息能够共享到医护人员的远程移动终端进行查看，并通过操控终端给舱内患者进行治疗。

“医院”的形式将更加灵活，带有充电桩，各医疗终端设备，加上医护人员即是医疗体系，而不再是特定建

筑，特定设施。医护人员+智能医疗仓(医疗终端)+移动医疗网点=医疗系统的“mobile workspace”移动式概念已经在大数据、5G 时代的背景下慢慢成为现实。未来通勤，定点将被移动、便携所取代，并在教育、工作、医疗体系中普遍应用。当前的移动式办公、网课式教学、远程医疗正是向移动概念过渡的产物。医疗的未来发展亦是如此。

5 结语

面向未来医疗体系发展方向，本产品研究将开发基于新型移动隔离舱的未来医疗隔离、转移、实时监控、数据共享、设备终端对接的移动医疗体系。未来医疗方向将向远程化、移动化的方向发展。整体医疗体系实现家到医院、病房到病房、医院到医院之间的安全隔离，并实时在医疗监控系统下进行病情反馈。大数据网络与医疗网络使得患者信息能够共享到医护人员的远程移动终端进行查看，并通过操控终端给舱内患者进行治疗。从产品整体开发流程角度，文章对未来的医疗隔离提出新的方向和展望，通过工业产品设计方式给设计、医疗、信息等相关领域提供借鉴和交流。

参考文献

- [1] 梁润琪,于杰生,颜哲,等.面向低能耗与可控采光需求的智能变色窗户研究[J].建筑技艺,2020,26(8):52-55.
- [2] 于露,金龙哲,徐明伟,等.基于 HHT 分解光电容积脉搏波信号的人体血液流变信息评估 [J]. 浙江大学学报(工学版),2020,54(2):340-347,397.
- [3] 周晶晶,叶继伦,张旭.基于光电容积脉搏波的呼吸信号提取及其系统的研制[J].中国医疗器械杂志,2021,45(2):136-140.
- [4] 李丽,王晓飞,卢恺.基于“M+N”理论的近红外光谱血氧饱和度无创测量方法[J].生物医学工程学杂志,2016,33(5):885-889.
- [5] 胡欣,朱宏英.床旁肺部超声在老年急性呼吸衰竭患者预后评估中的应用[J].中国老年学杂志,2021,41(1):68-70.
- [6] 曹梦龙.混合能源移动发电系统优化配置研究[D].长沙:湖南大学,2017.

基金项目:本文系 2021 浙江省大学生科技创新活动计划暨新苗人才计划“新型智能隔离舱——以转移、监控、医疗对接为体系的移动医疗设计”(2021R471002)研究成果。

作者简介:高家驹(2002—),男,汉族,浙江温州人,大专在读,研究方向为工业设计。

陆洲(1995—),男,汉族,浙江嘉兴人,硕士研究生,讲师,研究方向为工业设计、产品设计。