

产品设计与交互设计在医疗器械中的运用

——以输液架为例

李沁玲

陕西师范大学, 陕西 西安 710062

[摘要]目的: 目的是探究一种新型输液架对减缓重症疾病患者因需要长期反复静脉穿刺输注化疗药物所带来的心理不适及生理不便的作用, 同时帮助护士简化输液流程, 加强护理风险管制。方法: 收集到的相关数据资料和医院实地调查取得的信息, 建立假设, 从功能性出发, 对输液架使用舒适度, 适用环境、医疗操作便捷度、医患满意度这几个角度在原有材料的基础上进行改造和创新。结果: 在现有资料的基础上对输液架的外观进行了再设计, 重新定义输液模式, 增加了能够与医疗信息交互的治疗系统, 列出两套实现非重力输液的增压方案, 以效果图展示的方式模拟人工使用场景。结论: 该输液器符合人文关怀产品, 公开了一种便携式输液器、控制系统及控制方法。对传统输液架出现的问题进行了改善和重新设计。有效降低病患输液过程中, 由输液器带来的不适感以及输液护理中的困难, 同时帮助护理人员更好地照顾到每一位患者的需求, 其自带系统可进行二维码扫描, 使输液信息可视化, 患者及护士都能够实时监测输液进程, 病患身心状况等, 提高护理效率, 目前还未在临床上使用。

[关键词] 产品设计; 交互设计; 医疗器械; 便携式输液架; 穿戴装置; 可视化输液

DOI: 10.33142/sca.v6i8.9814

中图分类号: R197.39

文献标识码: A

Application of Product Design and Interaction Design in Medical Devices ——Taking the Infusion Stand as an Example

LI Qinling

Shaanxi Normal University, Xi'an, Shaanxi, 710062, China

Abstract: Objective: The purpose is to explore the effect of a new type of infusion stand on alleviating the psychological discomfort and physiological inconvenience caused by the need for long-term repeated intravenous infusion of chemotherapy drugs in critically ill patients, while helping nurses simplify the infusion process and strengthen nursing risk control. Method: Based on the collected relevant data and information obtained from hospital field investigations, establish hypotheses, and from the perspective of functionality, transform and innovate the use comfort, applicable environment, medical operation convenience, and doctor-patient satisfaction of the infusion stand from the original materials. On the basis of existing data, the appearance of the infusion stand has been redesigned, the infusion mode has been redefined, and a treatment system that can interact with medical information has been added. Two pressurization schemes for non gravity infusion have been listed, and artificial usage scenarios have been simulated through renderings. Conclusion: The infusion device conforms to the humanistic care product and discloses a portable infusion device, control system, and control method. We have improved and redesigned the traditional infusion stand to effectively reduce the discomfort caused by the infusion set and the difficulties in infusion care for patients during the infusion process. At the same time, we have helped nursing staff better take care of the needs of each patient. Its built-in system can perform QR code scanning, making infusion information visible. Both patients and nurses can monitor the infusion process, patient physical and mental conditions, and improve nursing efficiency, which has not been used clinically currently.

Keywords: product design; interaction design; medical devices; portable infusion stand; wearing devices; visual infusion

产品设计与交互设计是两个紧跟时代发展的现代信息化设计专业, 在当今社会中的诸多领域也有着广泛的运用可以说我们现在生活中无时无刻享受着产品设计与交互设计所带来的便利^[1]。通过对社会、经济、技术、市场、居民等因素的综合考虑^[2], 产品的代代更新也标志着设计成果更加便民化与精准化。输液架是临床医学中使用很常见的一种医疗器械, 静脉输液是临床应用频率最高的基础护理操作技术^[3], 许多重症患者需要通过静脉穿刺, 长期反复注射药物进行治疗, 例如流感, 急性白血病, 恶性肿瘤等, 在这一流程中, 不仅给病患带来身心上的痛苦, 并且对于体力虚弱的患者来说, 传统的输液器因其体积和

造型的局限性, 造成了诸多行动上的不便, 如在上厕所时容易因为输液架体型大而被绊倒, 输液管受压折叠不导致药液流通不畅, 久坐不动导致食欲不振, 便秘, 焦虑等, 这些问题是接受静脉输液治疗患者的高发问题, 如果遇到流感爆发时期, 医院人满为患, 护理人员不能及时对病人的病情做到细致观察, 无法及时更换针水, 观察病患治疗反应, 这在一定程度上增大了静脉输液过程中的护理风险^[4]。该如何减轻传统输液器带来的行动不便, 平衡病患和护理人员的需要, 保证医疗活动的正常进行, 这些问题就成为本产出要解决的内容^[5]。为此, 我们提出并设计了一款便携式穿戴输液器, 通过无高度差微弱机械增压或是液压的方式

实现持续输液，让输液器轻巧便携且做到护理情况可视化，病患与护理人员都可实时监测患者身心状态和药物使用量情况等功能。该发明专利在 2022 年 5 月 10 日已被授权并进行公开，本研究旨在探索现有输液架所出现的问题并针对这些待解决问题设计出一款能降低输液护理风险和患者输液舒适度的医疗器械^[6]，现汇报如下。

1 需求获取

1.1 调查走访

调查随州市中心医院挂号流程以及门诊部和住院部输液架使用情况调查了 2020 年 6 月时期随州市中心医院挂号流程，如图 1。

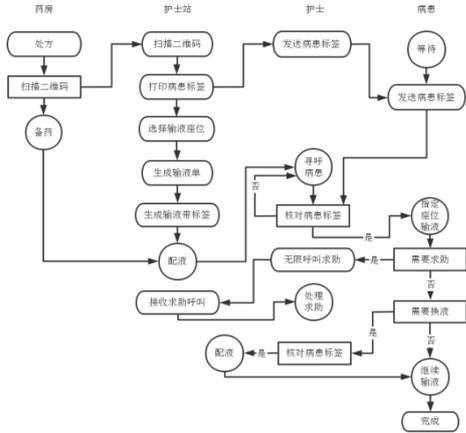


图 1 随州市中心医院挂号流程图

以上图示为经过对医院输液挂号流程的调查后自行列出的流程图，分别列出药房、护士站、护士、病患四个触点对接的进程状态。门诊部使用天轨式输液架 30 台，落地式输液架 20 台；住院部所有床位安置天轨式输液架和床头固定输液架，并配置多功能移动式输液架。

1.2 问卷调查

调查问卷的 100 名参与者全部为各医院各科室的医护人员，调查回答率 100%。其中共有 15 个科室参与本次调查问卷分别为门诊部 7 名、外科 25 名、ICU 重症监护室 3 名、卫生公共科 3 名、急诊科 26 名、精神科 6 名、护理部 3 名、实习生 3 名、放射科 3 名、中医科 3 名、麻醉科 6 名、内科 6 名、药房 3 名、检验科 3 名、妇产科 6 名、康复科 3 名。

表 1 问卷调查

百分比	问题选项
95%	输液治疗时间是 3 天以上
74%	穿刺、换药、拔针等在工作中的占比
85.42%	参与者在一天上午 8:00-10:00 是一天中最忙的时刻
68%	采用多功能滑动输液架
58.33%	会因为输液架体积问题而影响科室内部空间的活动范围
77.08%	不会因为病情的不同而使用不同设置的输液架
65%	紧急情况下使用的是多功能滑动输液架
62.5%	认为有必要设置自动提示更换药水的功能

从表格中的数据我们分析得出，医护人员全天工作内容中大部分时间都是需要与患者接触，如果在病人高峰

期，医院的医护人员就需要增加工作量，这也在一定程度上降低了医护能够给每位病患给予病历观察的时间；目前各科室选择最多的是使用多功能滑动输液架，但还是会出现因输液架体积过大而产生的系列问题；并且传统输液架没有智能化辅助，不能够及时地护士发出提示信号，导致许多病患在输液完成时稍不注意就有空气进入。基于以上数据我们对所设计的产品功能及造型进行初步构想。

1.3 便携式输液器产品机会点分析

首先对我们搜集到的前期资料，对潜在的产品机会进行分类整理，来找到最佳的产品机会突破口。选择相关的 SET(Secure Electronic Transaction)因素作为切入点，以我们所设计的便携式输液器为对象，对其相关的社会、经济、技术三个方面为切入点进行综合分析，并通过分析结果如图 2 得出现阶段我们所设计的对象的产品机会缺口。

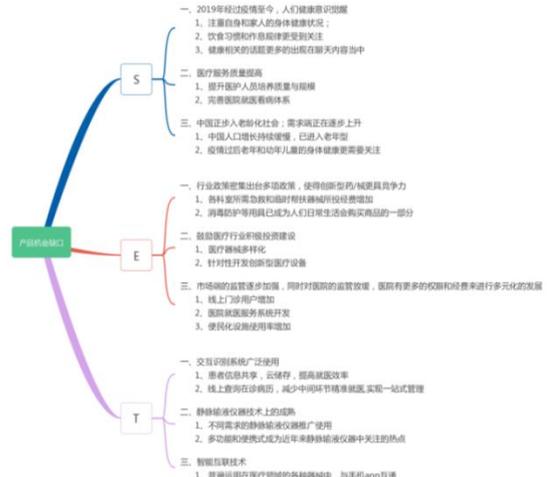


图 2 SET 产品机会分析

2 方案展示

2.1 产品硬件设计

基于前期对相关产品功能和造型的分析，我们对所设计的便携式输液器的功能造型有了创新的设计思路，主要原理是由电机带动上方涡轮，涡轮带动其贯穿的蜗杆，蜗杆顺着轨道向下旋转，蜗杆将向下的力传导给挡板，挡板通过软连接接口对药液施加压力。这样就是液体通过一个主动施加的力被缓慢推进输液管，最终输入人体内，而不是只依靠于地心引力在高度差的情况下才能完成输液，这样当患者在能够自理的情况下使用时便可不使用体型较大的输液架，代替为使用轻便小巧的输液器。具体实施如下：

2.1.1 原理设计

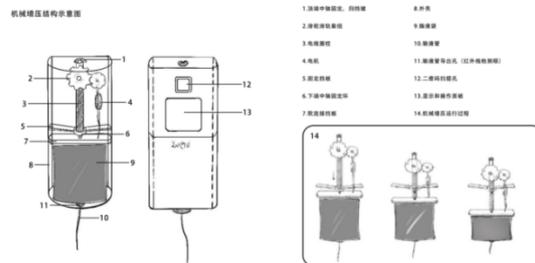


图 3 原理结构图

本图提供的机械增压结构设置有外壳 8，外壳 8 上端设置有顶端中轴固定归档键 1，顶端中轴固定归档键 1 下端设置有电线圈柱 3，电线圈柱 3 固定有滑轮滑轨套组 2，滑轮滑轨套组 2 中滑轮与齿轮线接触，齿轮通过连接键与电机 4 连接。其中，电线圈柱 3 下端固定有下端中轴固定环 6，下端中轴固定环 6 固定在固定挡板 5，固定挡板 5 下端设置有软连接挡板 7，软连接挡板 7 下端设置有第一输液袋 9，第一输液袋 9 与第一输液管 10 连接。在外壳 8 上设置有第一二维码扫描孔 12 和第一显示操作面板 13。

2.1.2 结构设计

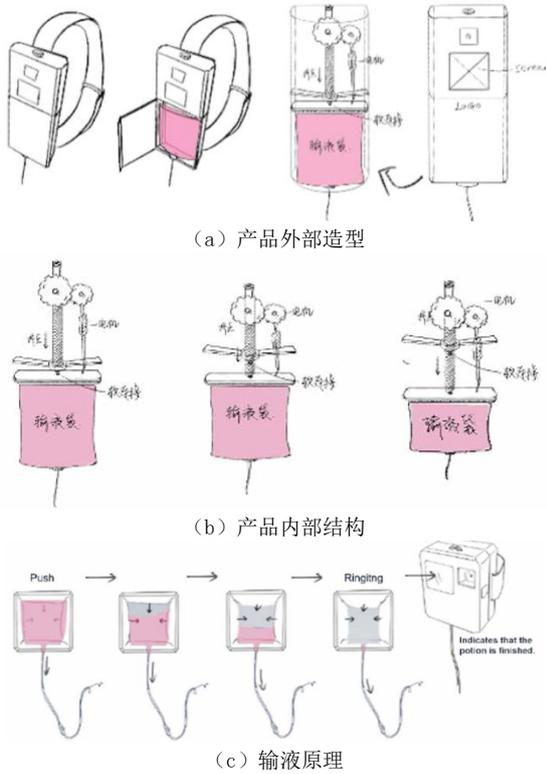


图 4 结构设计图

本产品上部分为用来进行推注的滑轮滑轨结构；下部分为放置药水袋的空间，中间有一层可以上下滑动的挡板将内部空间一分为二。上端的涡轮和电机相互配合，是轨道通过中间部分的圆环向下运动，下端连接一块挡板用来对药水袋进行均匀力的挤压；下段与挡板连接，滑轨下端与挡板连接处为软连接；待到上端滑轨降至圆环中控位置时，下端挡板也将药液袋挤压完成，此时药液袋内液体已不再通过下端红外线检测口，提示铃响起，终止挤压并呼叫护士更换药水袋。

2.1.3 外观设计

整体为方形包裹式外壳，正面配有一块电子显示器和一个二维码扫描口，通过扫描患者在医院挂号时产生的病历二维码实时了解输液信息和患者输液状态，使输液信息可视化；背面配有可调节弹性背带，目的是当患者需要自行走动时方便输液器的携带，穿戴方式为斜背于胸前，便于观察电子屏幕显示的 药物信息和药液使用情况；仪器背面还配有嵌入式无线充电槽，同时配备专用挂壁式无线充

电台，当患者处于固定位置输液时便可将输液器挂于无线充电电台进行充电；下端设有输液管端口，输液管由内连接输液袋通过输液端口延伸至外部到达患者注射处，端口设有环形红外线检测带，当液体水平面不再通过输液端口处时，提示铃响起，输液中断，如图 5。

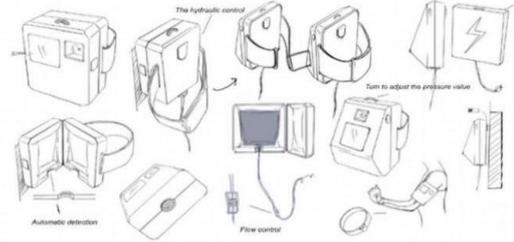


图 5 造型设计示意图

2.2 交互系统设计

2.2.1 系统运行环境

本系统为 B/S 结构，它的运行环境分客户端与数据库服务端两部分。

数据库服务器端：阿里云数据库，创建 User 表，以 User 表衍生其余子表，用 Userid 进行关联^[7]。

数据库系统：Oracle

2.2.2 系统功能模块设计

以下为输液器的功能模块控制系统，如图 6。

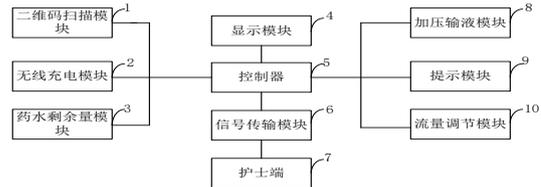


图 6 功能模块控制系统

二维码扫描模块：与控制器连接，病人通过在医院挂号，手机端将会生成个人病历的二维码，在开始输液前，将二维码对准输液器上的扫描口进行扫描，病患的药物信息及个人相关信息就会显示在屏幕上；

无线充电模块：与控制器连接，采用无线充配件，对器材进行充电；无线充配件安置于医院或者家里的墙上，在不使用输液器时，便可以将器材挂在无线充上进行充电；

药水剩余量模块：与控制器连接，利用红外线自动检测眼检测药水剩余量；

显示模块：与控制器连接，通过电子屏幕，显示病患的药物信息、个人相关信息，在屏幕上可进行“开始输液”，显示“药物剩余流量提醒”，查看“历史药物”等功能；

控制器：分别与二维码扫描模块、无线充电模块、药水剩余量模块、显示模块、信号传输模块、加压输液模块、提示模块、流量调节模块连接，协调各个模块的连接。

2.2.3 系统流程设计

系统的使用用户有两类，一类是病患，一类是医生，具体操作流程如下，如图 7：

(1) 登陆医院内的手机 app 系统，在首页找到二维码，并对准输液器上配置的扫描孔，登录进入 sufe 系统；(2) 针对连续输液的患者，提前在手机系统里提前查看自己的

输液信息，输液数量，药物名称，预计花费的时间，并预约输液的时间与位置^[8]；(3) 护士将输液袋放置于 sufe 内部后，点击开始输液，药水量与输液管情况都可以被内部检测到，并可视化到系统上；(4) 巡房的医护人员通过屏幕实时查看病人的信息，病人点击左侧任务栏中的 check，查看自己的主治医生与巡房过程中的状况记录；(5) 病人与医生都可以查看过往的巡房记录，主治医师点击 check，将自己的工作牌上的二维码对准扫描口，进行身份识别，识别成功后对病人的情况进行记录和输入，点击 comform 保存并更新巡房记录；(6) 在设备袋口与输液管连接的位置设置有药水更换自动提示灯，药水快要结束的时候，就会将信息反馈到后台护士系统，护士可以在后台查看到，并立即前往进行药水更换，同时 sufe 屏幕上也会进行提示。

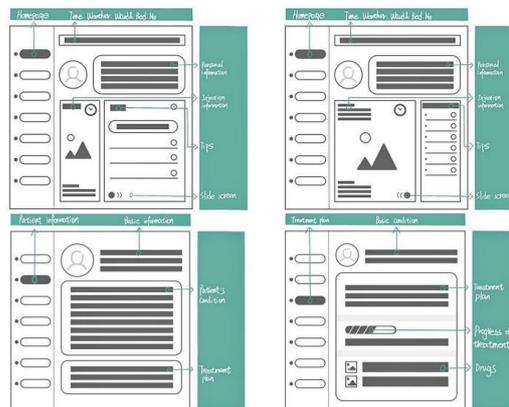


图 9 低保真线框图

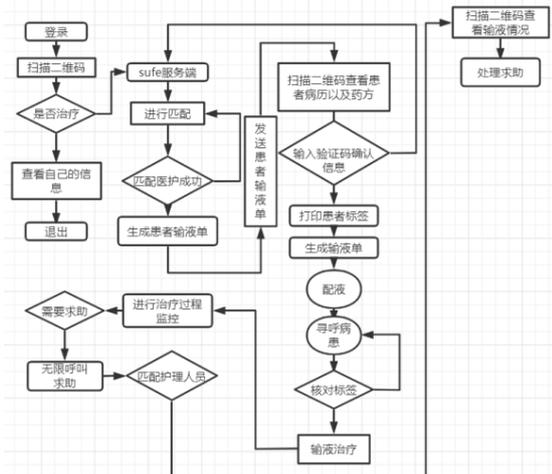


图 7 操作流程

3 成品产出

3.1 界面线框图

该部分是对系统模块分支的可视化展示，如图 6 在界面线框图中展示了上述功能模块在交互系统中的实际应用，主要划分为七个功能项界面分别为“系统主界面”“病患信息”“治疗方案”“用药批注”“我的医生”“注意事项”“巡房记录”。如图 9 中展示为交互系统低保真界面，每个界面涵盖相对应功能模块的四种信息，来满足患者和医生在接受治疗和对症下药是获取必要的关键信息。

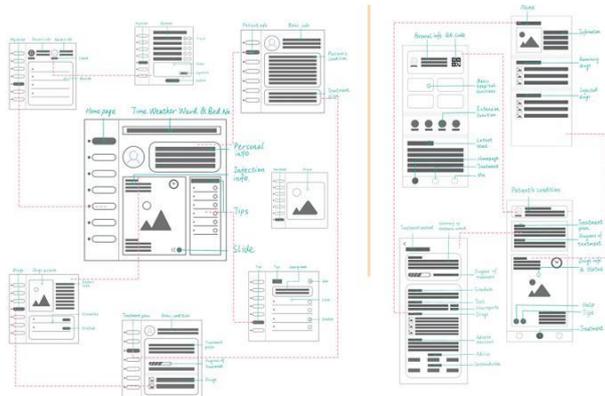


图 8 界面线框图

3.2 硬件穿戴图

我们在产品设计草图的基础上确定产品的长宽高尺寸分别为高 28.5cm、宽 14.6cm、长 8cm。选择建模软件 RHINO6 进行产品 3D 建模，然后用渲染软件 Keyshot9 进行模型渲染获得最终产品效果图，如图 10。



图 10 模型图

关于输液器的造型设计，为了能够更好的便携式穿戴^[9]，我们列出了四种便于穿戴的方案草图，并最终选择方案一作为最终穿戴形式，如图 11。病患可在一只胳膊输液的情况下自行用另一只胳膊穿戴，或是有其他护理人员帮扶穿戴，图 12 为设备穿戴渲染图。

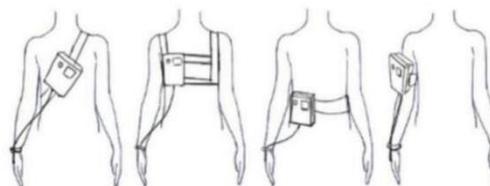


图 11 穿戴方案



图 12 穿戴场景图

3.3 产品 CMF 设计 (color\material\finish)

颜色：(1) 软件系统的界面设计环节考虑到医疗器械产品多给人一种无菌、安全、可靠、冷静的视觉感觉，所以选取了 PANTONE 3385C 青绿色、PANTONE 663C 白色和 PANTONE

708C 低保和粉色作为界面主题颜色，界面设计以简洁风格为基础，浏览操作信息一目了然；（2）硬件外观遵循无菌、安全、可靠、冷静的视觉原则同样选取 PATONE 3385C 青绿色和 PANTONE 663C 白色作为外观上的配色，其中 logo、功能键和装饰线条部分使用 PANTONE 3385C 青绿色，其余使用 PANTONE 663C 白色作为产品外观整体大色调。

材质：（1）材质设计主要运用在外观和内部结构上，首先是针对外壳选择高分子塑料 ABS，其具有良好的加工性能，可以使用注塑机、挤出机等塑料成型设备进行注塑、挤塑、吹塑、压延、层合、发泡、热成型，非常适合批量生产情况下的产品制作，并且其表面平滑耐磨损，清洁方便；

（2）外观功能键使用硅胶材质与 ABS 塑料外壳区分开，以达到材质突变的效果，患者和医护在使用产品时根据触感能够快速识别出按键位置，硅胶按键还具有优良的耐热性、耐寒性、耐环境性、电气绝缘性、耐疲劳性等特点；（3）产品背带使用尼龙编织背带，其表面会因为编织技术产生网眼增加了与身体或衣服的摩擦力，有助于固定输液器的位置，并于产品本身 ABS 反光材质区分开来，尼龙背带高柔软度、高韧性和低反光度给人舒适安全之感；表面处理：这里说一下表面制作工艺，对于医疗器械来说，其功能性大于美观，外观的设计美感在整个形态设计中不是首要占比，所以仅使用了模具注塑和膜内装饰技术来达到产品想要的效果，其中膜内装饰技术在后期复合成型加工时能与硅胶按键组装达到几乎无缝的效果，使用该技术进行 logo 印刷也可不受摩擦和化学损伤而消失，可将制作成本控制在较低的价格位。

4 结果

本发明中的机械增压方式，整体运行就好比一个大型的注射器，此种原理是想实现无高度差持续输液，这样输液袋就不需要使用外界支架去悬挂它，并且可以灵活地进行输液速度调节。在袋口与输液管连接的位置，设置了药水更换自动提示功能^[10]，利用红外线自动检测眼检测药水剩余量，当药水即将输完需要更换时，发送提示至护士端，这样既方便了患者，也提高了护士的工作效率。

本发明满足了用户输液过程中，想要实时了解输液信息和状况的目的；在输液器上配置了一个二维码扫描孔和一块电子屏幕，设计了一套完整的交互系统，让输液信息可视化^[11]。病人通过在医院挂号获得的个人病例二维码，开始输液前将二维码对准输液器上的扫描口进行扫描，这样病患的药物信息及个人相关信息就会显示在屏幕上，在屏幕上可进行“开始输液”，显示“药物剩余流量提醒”，查看“历史药物”等功能。本发明响应环保设计，无纸化办公的理念^[12]，在系统中为医生加入了巡房记录的功能，主治医生扫描自己的二维码，就可以填写巡房记录表，将病人信息录入系统，这样也方便医患之间的沟通交流。

该发明不再和以往的输液架那样冰冷和笨重，而是设计轻巧方便佩戴，就像背着一个单肩包一样时尚和舒适^[13]。因为还配有二维码扫描口和屏幕，另一块用来对器材充电的无线充配件，无线充电可以安置于医院或者家里的墙上，在不使用输液器时，便可以将器材挂在无线充上进行充电。使用器材时，病患只需在护士帮助下进行完打针的步骤，

就可以将输液器穿戴于身上无障碍自由活动，并且实时查看自己的输液信息及状况，这大大革新了传统的输液方式。

5 讨论与展望

改变了静脉输液一直以来采用挂瓶式的重力输液法，这种方法存在输血量受限制，输液速度不稳定、精度差，发生故障不易排除等缺点^[14]。同时传统活动输液架的设计与使用，虽然方便了护理人员的搬运减少工作劳动强度，但是病人在长时间输液过程中需要走动时，移动带有输液泵的输液架仍十分困难，而我们的设计是一次全新的革新。实现无高度差持续输液，克服与解决了活动不便的问题，对于治疗和术后的患者以及需要长期输液的患者提供了帮助，极大地方便了病人的自主活动，激发其早期下床活动的动机和意志，同时方便护士护理术后患者，避免针水更换错误等问题。高性能的静脉输液设备不仅能保证病人静脉输液的顺利进行，也能为临床医务工作者带来便利。

[参考文献]

- [1] Loe FELIJS, Jun HU. 当代医疗领域的工业设计[J]. 创意与设计, 2019(3): 19-23.
- [2] 强威. 后疫情时代家用健康卫士设计[J]. 包装工程, 2022, 43(18): 262-270.
- [3] 张丽萍. 危重症患者静脉输液护理方法及体会[J]. 智慧健康, 2020, 6(5): 66-67.
- [4] 张玉霞, 庞金萍. 多功能输液架在静脉输液过程护理风险管理中的应用效果[J]. 中国现代医生, 2019, 57(12): 161-164.
- [5] 张倩倩, 钟立婷, 马娴, 等. 基于护理电子病历的临床决策支持系统的设计与应用[J]. 中国研究型医院, 2021, 8(4): 7-10.
- [6] 陈旺, 石元伍. 基于 SET 与 FAHP 的老年助行机器人创新设计[J]. 机械设计, 2016, 33(10): 116-117.
- [7] 朱志华, 祝轲. 电子病历系统应用下的医疗质量研究[J]. 中国设备工程, 2021(19): 215-216.
- [8] 闫云, 沈国娣. 基于信息化的个性化护理质量指标评价系统在门急诊输液室的应用效果[J]. 中华全科医学, 2021, 19(7): 1248-1250.
- [9] 周维娜, 顾燕萍, 严嘉伟. 新型佩戴式静脉输液固定装置的研制[J]. 中国医疗设备, 2016, 31(3): 125-126.
- [10] 郭雯, 王海涛. 智能输液系统的发展与应用[J]. 医疗卫生装备, 2012, 33(11): 95-97.
- [11] 赵从朴, 朱卫国. 基于物联网技术的输液监测系统的应用与研究[J]. 智慧健康, 2016, 2(2): 54-57.
- [12] 高伊慧, 刘忠富, 黄金秋, 等. 智能输液监测系统的设计[J]. 智能计算机与应用, 2021, 11(5): 213-217.
- [13] 周强, 于凤新, 于守谦. 新型智能输液泵流速控制方法研究[J]. 仪器仪表学报, 2008(10): 2163-2167.
- [14] 孔雪卉, 张慧芬, 焦婷婷. 一种智能输液控制系统的设计[J]. 国外电子测量技术, 2014, 33(6): 73-77.

作者简介：李沁玲，女，汉族，湖北随州人，硕士在读，陕西师范大学美术学院，研究方向：工业设计、产品设计、工艺美术。