

可实现多向变换的医用病床设计研究

李志春, 张路得

(内蒙古科技大学, 包头 014010)

摘要: **目的** 从满足医务工作者和患者对病床的使用需求出发, 分析了医务工作者和患者在使用病床时需要的卧位变换模式, 结合医用病床设计的前期研究基础, 提出了可实现多向变换医用病床的设计构想, 目的是通过病床帮助患者改变卧位, 实现半躺、屈腿、抬腿和翻身等功能。**方法** 基于分析和研究, 运用床面分块化的方法实现多向变换医用病床的设计, 重点解决了床面单体模块的划分、床面模块的可升降结构等技术问题。**结果** 使医用病床实现可多向变换的功能, 满足了患者在病床上的各种卧位变换需求。

关键词: 医用病床; 床面分块; 多向变换结构; 患者卧位变换

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2016)12-0106-05

Medical Bed Design of Realizable Multidirectional Transform

LI Zhi-chun, ZHANG Lu-de

(Inner Mongolia University of Science and Technology, Baotou 014010, China)

ABSTRACT: From meeting the needs of medical workers and patients in the use of hospital beds, it analyzes the medical workers and patients in the use of bed when they need to transformation mode, combined with earlier research foundation for medical beds design, the design idea of the multidirectional transform medical bed is put forward, in order to help patients change position, achieve half lying, leg curl, leg lifts, and turn capabilities through the beds. Based on the above analysis and research, using the method of bed blocking, multidirectional transform medical beds design, focus on solving the technology problems of the single body module and the lifting structure of the bed surface is realized. Finally, the medical bed can realize the function of multi direction transformation, which can satisfy the needs of the patient in bed.

KEY WORDS: medical beds; bed blocks; multidirectional transform structures; patients' clinostatism

为了使病床更好地满足医务工作者和患者的需求, 为医务工作者和患者提供更加便捷与人性化的服务, 病床的设计应该从医务工作者的使用和患者的需求角度出发。通过对现有医用病床的功能、尺寸、内部结构、医务工作者的操作及患者生理特征、心理需求等诸多因素的调查和分析, 发现医务工作者和患者对病床的需求不仅仅是满足基本躺卧功能和舒适度, 更重要的是病床能够为患者提供变换各种卧位的功能, 以便于医务工作者的操作和缓解患者由于长期保

持一种姿势而带来的身体不适, 尤其对于重症患者更加重要, 因此设计具有变换患者卧位功能的医用病床, 对医患双方都具有一定的实际意义和应用价值。

1 医用病床设计的前期研究基础

对于医用病床的设计, 需要研究现有病床的种类、功能、结构、人机尺度、使用定位和各自的优缺点, 更重要的是需分析医务工作者的操作和患者的生

收稿日期: 2016-01-08

基金项目: 2012年内蒙古科技大学创新基金(自然科学类)项目(2012NCL031)

作者简介: 李志春(1982—), 男, 内蒙古人, 硕士, 内蒙古科技大学副教授, 主要从事产品设计、计算机辅助设计等方面的教学和研究。

理特征及心理需求。在前期研究的《医用病床设计研究》中，详细论述了医用病床设计的基础知识，具体包括医用病床的概念和分类、床具设计的基本尺寸和折叠角度、床垫的结构、人体睡姿和坐姿分析、使用者心理分析和现有医用病床的比较等^[1]，并提出了可实现变换卧位的病床设计构想。经过后期对提出的构想进行研究和分析，发现需要从床面结构和箱体内部结构等方面进行设计，才可实现前期提出的可实现变换卧位的病床设计构想。

2 用病床需满足的卧位变换

从医务工作者的角度看，由于不同的临床诊断和治疗需要患者采用相应的卧位与医务工作者配合，因此病床需要提供可实现患者变换卧位的功能。从患者角度看，患者在生病期间，生理和心理方面都很脆弱，当患者无法下床走动，除了睡眠外，其余大部分时间都处于清醒状态^[1]，如果一种姿势时间过长，不仅会造成肌肉僵硬，关节功能萎缩，而且严重的还会影响局部血液流通^[2]。患者总希望能通过调节不同的姿势来满足自己的需要，因此作为可多向变换的医用病床需要满足以下卧位的功能和要求。(1) 仰卧位。患者头部放于枕上，两臂置于身体两侧，两腿自然伸直。多为休息及睡眠的一种体位，根据诊疗或患者需要，又可变化为去枕仰卧位、屈膝仰卧位和中凹卧位。(2) 半坐卧位。类似于斜靠，但不宜太高。(3) 左右侧卧位。对于那些身体一侧进行治疗的患者使其不被压迫的一种卧位方式。(4) 半坐曲腿卧位。这是一种缓解腰部以及腿部疲劳的卧位方式。(5) 俯卧位。患者俯卧的一种卧位方式^[3]。

3 用病床可实现多向变换的构想

病床除了承载患者外，更主要的是协助医务工作者和患者改变卧位以满足治疗和缓解疲劳的需要^[1]。针对目前病床所存在的问题，试图通过改变其结构，来实现患者卧位的自由转换。如果病床的床面是由很多模块组成，各个模块可以高低起伏，即可根据患者的卧位需求进行变换^[1]。由于床面涉及到多方向的变化，因此考虑使床面由“面”转化为可升降的“点”，再由“点”集成“面”，那么对“点”的设计即转化成对床面单体模块的设计，床面单体

模块的划分需按照患者卧位变换需求和人体结构进行设计。在此基础上，重点解决床面单体模块可实现多向变换的动力和力的传递结构，最终形成床面单体模块的升降结构系统，并采用自动控制技术，将控制系统与升降结构系统相匹配，应用到病床的设计上。医务工作者和患者可根据自己的需要，通过程序来选择需要的状态，使病床为患者更好地使用，满足患者在改变体位方面的需求。

4 医用病床多向变换技术的实现

4.1 病床床面的分块化设计

为实现以上提到的设计构想，考虑到患者在病床上时而平躺、半仰、屈腿、抬腿、侧卧和翻身等需求，在设计时，重点解决床面可调性和可变性的技术问题。将床面按照患者的卧位变换需求进行分块设计，来实现病床的可调可变。根据人机工程学中人体测量学数据^[4]和病床需实现的卧位变换功能，将床面分解为 24 块单体模块，床面分块示意图 1（文字图片均由笔者绘制），单体模块之，用弹簧连接。其中，床面上模块 a, b, c 为头部升降模块组，h, i, j 为臀部模块组，o, p, q 膝部升降模块组，v, w, x 为脚部升降模块组，每个单体模块的尺寸为 250 mm×100 mm；模块 d, e, f, g 为腰部调节模块组，随头部升降模块组的升起，在弹簧的拉力和背部重力的作用下，完成相应的升起和倾斜，单体模块 e 和 f 的尺寸为 600 mm×250 mm，d 和 g 的尺寸为 600 mm×100 mm；模块组 k, l, m, n 为大腿部调节模块组，随膝部升降模块组进行升起和倾斜，单体模块 l 和 m 的尺寸为 250 mm×250 mm，k 和 n 的尺寸为 250 mm×100 mm；模块 r, s, t, u 为小腿调节模块组，随膝部升降模块组或脚部升降模块组进行升起和倾斜，单体模块 s 和 t 的尺寸为 250 mm×250 mm，r 和 u 的尺寸为 250 mm×100 mm；模块 d, k, r 为右翻身模块组，g, n, u 为左翻身模块组，分别负责病床左右侧的升降，以起到让患者侧卧或翻身的作用，单体模块组 e, l, s 和 f, m, t 起到随患者整个身体向左右倾斜的作用，单体模块 a 和 v, b, i, p, w 和 c 和 x 在实现侧卧或翻身功能中也会随之升降和倾斜。

床面单体模块的结构是由软质层和硬质层组成^[5]，

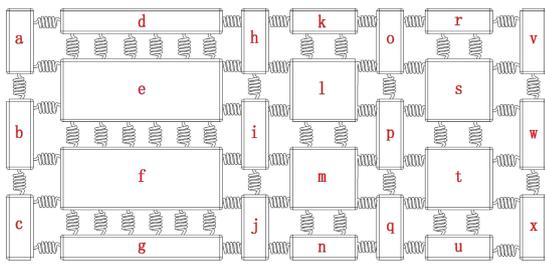


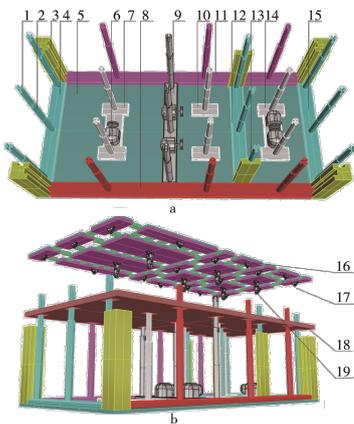
图1 床面分块示意

Fig.1 Bed block diagram

各模块的硬质层之间连接有弹簧,起到连接床面单体模块和床面变形时保持床面完整性的作用。床面单体模块下方连接有方向摆动连接件和升降系统,可通过方向摆动连接件和升降系统来调节床面的高低与倾斜,床面单体模块在弹簧的连接作用下随升降系统变换,即形成不同模式下需求的床垫,这样就可以实现床面的可调性和可变性。

4.2 病床床面可升降结构技术的实现

为实现床面各单体模块的自由升降和多向变换,在升降结构的设计上,采用在病床箱体内部设置5组升降架、4组辅助调节架、滑动导轨、单双向摆动连接件、硬面床板和相应的电机传动组,病床箱体内部结构示意图见图2。



注: 1 调节杆; 2 顶杆; 3 滑动导轨; 4 头部升降架; 5 床箱底板; 6 电机; 7 腰部调节架; 8 左翻身升降架; 9 臀部调节架; 10 大腿部调节架; 11 右翻身升降架; 12 膝部升降架; 13 膝部升降架导轨; 14 小腿调节架; 15 脚部升降架; 16 床面; 17 单向摆动连接件; 18 硬面床板; 19 双向摆动连接件

图2 病床箱体内部结构示意图

Fig.2 Bed tank internal structure

5组升降架分别为头部升降架、膝部升降架、脚部升降架、左翻身升降架和右翻身升降架。5组升降

架不与床面底板固定,镶嵌在床面底板上的滑动轨道内,随电机的运转,通过皮带和固定在硬面床板上的滑轮,沿滑动轨道完成各部位的升降。5组升降架均焊接有顶杆,顶杆内部嵌套有调节杆,调节杆可沿顶杆内部滑动,5组升降架上连接的调节杆通过单向摆动连接件与床面相应单体模块连接。升降架在升起时顶杆起到传递力的作用,使床面单体模块升起,单向摆动连接件起到调节床面单体模块方向的作用。非施力升降架内的调节杆会随施力升降架的升降而沿其顶杆滑动到相应的位置,起到平衡和调节床面单体模块的作用。

4组辅助调节架的底座是固定在床箱底板上的,调节架上部焊接有顶杆,顶杆内部嵌套可沿其滑动的调节杆,顶杆无传递力的作用,只保证内部调节杆沿其向上滑动的作用,辅助调节架上的调节杆通过双向摆动连接件与床面单体模块连接,在某一升降架升起时,由于升降架和床面弹簧的力的作用下,床面单体模块会带动辅助调节架上的调节杆升起,并在双向摆动连接件的作用下,实现床面单体模块随患者身体需要进行方向的调整。

在床面单体模块的下方,设置有带24孔的硬面床板,顶杆和调节杆从硬面床板的孔中穿过,主要起到床面在无变换状态下的支撑作用和床面变换后对顶杆与调节杆的固定作用,以防止床面在升起时摇晃。升降架的动力来自床箱底板安装的5部电机,通过皮带和滑轮分别控制5组升降架的升降。

4.3 病床的整体设计和可变换的模式

基于以上对床面分块和升降结构技术的实现,进行了可多向变换医用病床的整体设计,可实现多向变换病床设计模型见图3。

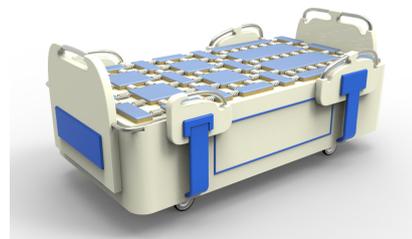


图3 可实现多向变换病床设计模型

Fig.3 Realizable multidirectional transform bed design model

在病床的可变换模式设定方面,通过对患者体位需求的分析,确立符合人机关系^[9]和患者需求的各种体位变换状态,并制定出不同的变换模式。采用自动控

制技术^[7]，将控制系统与电机相匹配，患者可根据自己的需求，通过变换模式程序来选择需要的状态。

第一，半坐卧位。为实现半坐卧位，启动控制头部升降架的电机，将头部升降架升起推动头部床面单体模块上升，由于所有模块之间通过弹簧连接，使得与其相连的腰部单体模块组一同升起（腰部单体模块升起后，下方的调节杆会随之升起），在患者自身的重力作用和双向摆动连接件的调节下，可以使腰部单体模块随患者身体倾斜，实现患者的半坐卧位需求，其倾斜角度还可以依照患者的需求继续调节，半坐卧位模式见图 4。

第二，屈膝卧位。为实现屈膝模式，启动控制膝部升降架的电机，将膝部升降架升起推动膝部床面单体模块升起，在单体模块连接的弹簧的变形和拉力作用下，使大腿部模块组和小腿部模块组随之升起，并在患者重力和其下面的调节杆、双向摆动连接件的作用下实现倾斜，即完成屈膝卧位功能，屈膝卧位模式见图 5。



图 4 半坐卧位模式

Fig.4 Semi-Fowler's patterns

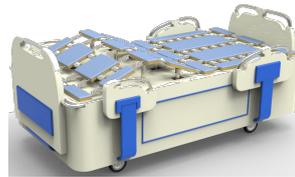


图 5 屈膝卧位模式

Fig.5 Knee position mode

第三，左右侧卧位（翻身）。为实现左右侧卧位（翻身）模式，分别启动控制左、右翻身升降架的电机，分别将左、右翻身升降架升起，推动左、右侧床面单体模块升起，与之相连的头部单体模块、腰部单体模块、臀部单体模块、大腿部单体模块、膝部单体模块、小腿部单体模块和脚部单体模块，在患者重力、弹簧、相应调节杆和单双向连接件的作用下，发生上升和倾斜，从而实现患者的左右侧卧或翻身，左右侧卧位（翻身）模式见图 6。



图 6 左右侧卧位（翻身）模式

Fig.6 Left and right lateral position (rolled over) mode

第四，半坐曲腿卧位、抬腿卧位和中凹卧位等。为实现以上卧位，只需要启动相应的升降架，即可实现。

4.4 医用病床其他辅助功能的实现

在病床的设计上，不仅要满足使用功能和环境上的需求，还应体现对使用者的关怀^[8]，在实现病床可变换功能的基础上，考虑了人性化方面的设计^[9]，以更好地服务患者。

1) 病床折叠餐桌的设计。通过对现有医用病床的调查发现，大多医用病床不配备方便病人使用的餐桌，为此特意将床尾挡板加以利用，形成可翻折的餐桌，挡板通过金属管与床尾固定，在使用时可向上托出挡板，沿着金属管旋转，调整到水平状态卡死，即形成患者的餐桌，病床折叠餐桌见图 7。

2) 折叠陪护椅的设计。在医院里，由于病房空间的限制一般不设座椅，大多数陪护人员会坐在病床上，这样既影响患者休息又会给医生带来不便。为此将病床床尾侧面的安全防护板设计为可折叠的，翻转后即可形成陪护座椅，为陪护人员提供方便，折叠陪护椅见图 8。

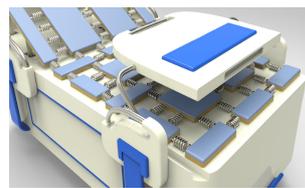


图 7 病床折叠餐桌

Fig.7 Bed folding dining table

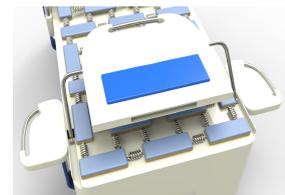


图 8 折叠陪护椅

Fig.8 Folding accompany Chair

5 结语

产品设计的所有实践与研究都必须围绕着用户这个中心进行^[10]，解决用户在产品使用过程中面临的实际问题，在对可实现多向变换医用病床的设计研究中，从医患双方的需求出发，重点从患者心理需求出发，发现其在病床上对卧位变换的需求，在确立各种卧位变换模式的前提下，运用床面分块化的方法实现多向变换医用病床的设计，重点解决了床面单体模块的划分、床面模块的可升降结构等技术问题，最终使医用病床实现可多向变换的功能，并增加了折叠餐桌和陪护椅功能，不仅满足了患者在病床上的各种卧位变换需求，而且辅予以更多人性化的功能。

参考文献：

- [1] 李志春，张路得.医用病床设计研究[J]. 包装工程, 2011,

- 32(22):112—115.
LI Zhi-chun, ZHANG Lu-de. Research on Medical Bed Designs[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(22):112—115.
- [2] 张建国, 谭云丽, 薛强. 基于人机工程的多功能护理床设计[J]. 制造业自动化, 2010, 32(6): 88—90.
ZHANG Jian-guo, TAN Yun-li, XUE Qiang. The Development of a Multifunctional Nursing Bed Based on Humanized Design[J]. Manufacturing Automation, 2010, 32(6): 88—90.
- [3] 殷磊. 护理学基础[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2002.
YIN Lei. Basic Nursing Science[M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2002.
- [4] 赵江洪. 人机工程学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.
ZHAO Jiang-hong. Ergonomics[M]. Beijing: Higher Education Press, 2006.
- [5] 左洪亮, 裴学胜, 武瑞之. 基于人机工程学的床具设计[J]. 河南科技大学学报(自然科学版), 2003, 24(1): 105—107.
ZUO Hong-liang, PEI Xue-sheng, WU Rui-zhi. Beds Design on Human Factors[J]. Journal of Henan University of Science and Technology(Natural Science), 2003, 24(1): 三 105—107.
- [6] 刘心雄, 赵巍. 医疗产品的工业设计研究[J]. 机械设计与研究, 2005, 21(6): 85—90.
LIU Xin-xiong, ZHAO Wei. The Industrial Design Research of Medical Products[J]. Machine Design and Research, 2005, 21(6): 85—90.
- [7] 刘国田, 朱雅俊, 孙首兵. 姿态可调型智能护理轮椅床的设计[J]. 机电工程技术, 2011, 40(12): 57—60.
LIU Guo-tian, ZHU Ya-jun, SUN Shou-bing. Design of Posture Adjustable Intelligence Nursing Wheelchair-Beds [J]. Mechanical & Electrical Engineering Technology, 2011, 40(12): 57—60.
- [8] 何晓佑, 谢云峰. 人性化设计[M]. 南京: 江苏美术出版社, 2001.
HE Xiao-you, XIE Yun-feng. Humanization Design[M]. Nanjing: Jiangsu Fine Arts Publishing House, 2001.
- [9] 袁和法. 基于人性化设计理念的医疗器械设计研究[J]. 机械设计, 2013, 30(12): 124—126.
YUAN He-fa. Research on Design of Medical Devices Based on the Humanization Concept[J]. Mechanical Design, 2013, 30(12): 124—126.
- [10] 张小平, 张敏言. 医疗器械的情感化设计[J]. 包装工程, 2008, 29(6): 157—159.
ZHANG Xiao-ping, ZHANG Min-yan. Emotion Design of Medical Appliance[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(6): 157—159.