

· 论著 ·

院前危重症患者转运用便携式生命支持装置的研制

宋振兴 吴太虎 孟兴菊 卢恒志 郑捷文 王海涛

【摘要】 目的 介绍一种用于院前危重症患者转运的便携式生命支持装置。**方法** 分析院前危重症患者转运的特点和勤务救治要求,结合内嵌设备结构及急救器材与药品的配置,采用先进的计算机辅助设计软件,对系统的框架整体结构、设备安放位置、固定方法、干涉情况、操作性能等进行仿真设计。**结果** 便携式生命支持装置包括机械通气、输液、吸引、监护、供氧、供电等模块,可与通用担架进行快速卡锁形成便携式重症监护病房(ICU),可以搭载于多种交通工具上,并能利用车载电源,在运送途中对患者实施不间断的治疗和救护,能提高抢救成功率。**结论** 研制的便携式生命支持装置外型小巧,质量轻,便携性强,非常适于极端地域和狭小空间使用。

【关键词】 生命支持; 重症特别护理; 转运; 院前急救

The development of a portable life support device for transporting pre-hospital critically ill patients SONG Zhen-xing, WU Tai-hu, MENG Xing-ju, LU Heng-zhi, ZHENG Jie-wen, WANG Hai-tao. Institute of Medical Equipment, Academy of Military Medical Science, Tianjin 300161, China

Corresponding author: SONG Zhen-xing, Email: song9705@163.com

【Abstract】 Objective To describe a portable life support device for transportation of pre-hospital patients with critical illness. **Methods** The characteristics and requirements for urgent management during transportation of critically ill patients to a hospital were analyzed. With adoption of the original equipment, with the aid of state of the art software, the overall structure, its installation, fixation, freedom from interference, operational function were studied, and the whole system of life support and resuscitation was designed. **Results** The system was composed by different modules, including mechanical ventilation, transfusion, aspiration, critical care, oxygen supply and power supply parts. The system could be fastened quickly to a stretcher to form portable intensive care unit (ICU), and it could be carried by different size vehicles to provide nonstop treatment by using power supply of the vehicle, thus raising the efficiency of urgent care. **Conclusion** With characteristics of its small size, lightweight and portable, the device is particularly suitable for narrow space and extreme environment.

【Key words】 Life support; Intensive care; Transport; Pre-hospital medical care

在院前急救所接诊患者中,需立即进行抢救的危重症患者约占 5%~15%,但是由于种种原因,那些需要就地抢救的患者中大多数得不到即刻有效的救治^[1]。危重病急救包括院前急救、院前与院内衔接、院内抢救 3 个部分^[2]。在危重症患者的早期急救与护理阶段,从院前到院内的衔接转运是不可避免和至关重要的,危重患者在转送途中会出现各种异常事件或风险^[3-5],如:循环系统出现低血压、高血压、心动过速或过缓、其他心律失常,呼吸系统出现低氧血症、高气道压、分泌物阻塞、剧烈咳嗽,中枢神经系统出现颅内压增高、剧烈烦躁,以及出血、高热等。因为危重症患者存在转运风险,增加并发症、病死率、伤残率,要保证转运过程中监测和治疗的

连续性,包括应用设备的连续性和管理人员的连续性^[6],所以需要训练有素的专业医护人员和适当的急救装备相结合,才能保证危重症患者急救任务的顺利完成^[7]。

目前,由于院前急救队伍还存在编制不健全、不合理,转运设备不连续等问题,危重症患者院前急救和转运过程中出现异常事件时有发生。再者院前转运使用的相关急救装备和器材功能单一、零散分散,集成化和一体化程度低,仍然存在急救和转运装备使用不方便的现象,如:在患者转运过程中,大多数医院现有的监护仪、呼吸机、吸引器等急救设备,只能挂在担架车旁边或医护人员用手拎着,各种传感器连接到患者身上极易造成急救设备的损坏,操作和显示界面也不方便。无法满足院前危重症患者急救复苏、院外与院内快速运送乃至院内科室间转运的连续救治等需求。因此,研制一种可以对危重症患者实施现场、转运途中连续救治和生命支持的便携式生命支持装置意义重大。

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1003-0603.2012.06.002

基金项目:国家高技术研究发展计划(863)项目(2009AA02Z410);国家发明专利(ZL 2009 1 0068062.5);国家实用新型专利(ZL 2009 2 0095789.8)

作者单位:300161 天津,军事医学科学院卫生装备研究所

通信作者:宋振兴,Email:song9705@163.com

1 总体设计

依据中华医学会重症医学分会制定的《中国重症患者转运指南(2010)》(草案)^[8]相关内容的规定,便携式生命支持装置设计遵循以下原则:装置功能适中,便携特点突出;以能独立开展对危重症患者急救监护为核心,现场、转运、入院勤务运作各环节能顺利衔接,可与现有的搬运、转运工具兼容;整体设计保证装置体积小、质量轻,具有很好的移动携行能力;通过微型化集成化设计,监护与急救设备布局合理,使用方便;内嵌集成的氧气供给模块可维持危重症患者用氧至少 2 h,且便于利用外部氧源充氧实现内外供氧转换;内嵌集成供电模块可维持装置内全套设备至少 2 h 的用电需要,多路电源转换模块可将外部多种形式电能进行转换,实现对内嵌电池智能化充电以及内外供电的自动切换。

1.1 勤务运作设计的思想:危重症患者转运的目的是为了寻求或完成更好的诊疗措施以期改善预后,根据转运实施的不同地域,危重症患者转运分为院内转运及院际转运;院内转运是指在同一医疗单位不同医疗区域之间的转运;院际转运是指在不同医疗单位之间的转运^[8]。然而,现实院前危重症患者转运过程中,经常会看到这样的情形:一个或多个医务人员用手臂高举输液袋(瓶),或者手持简易复苏呼吸器跟随转运患者的担架或者转运床进行护理,有时会在担架或者转运床两旁挂便携式多参数监护仪或急救呼吸机等设备进行生命支持。但普通转运床因为不能安全固定必需的医疗设备,无法满足危重症患者的转运需求;另外,现有急救设备受多样性、便携性、电源、气源等条件的制约,很难在转运时对患者实施快速有效的连续监护和救治。为此,研制的便携式生命支持装置应是一种集多种急救设备于一体的综合急救装置。能将救命性的外科处理等延伸到事故现场,这样可以降低现场创伤危重患者的病死率及伤残率,也就扩展和提升了创伤现场急救的内容和水平^[9-10]。该装置可以直接卡在危重患者担架或者转运床的上方,无需移动患者即可对转运中的患者进行无缝隙连续监护和治疗,并通过有效的干预措施,为危重症患者提供规范的、高质量的生命支持。

1.2 装置模块组合设计:根据勤务功能使用要求,转运工具除具有转运功能外,还应该能够携带监护仪、呼吸机、输液泵、储氧瓶、负压吸引设备、药品等。所以,在设计该装置的过程中,充分考虑了外型尺寸、质量、便携性等因素,设计的便携式生命支持

装置由急救模块和可折叠支撑架组成。急救模块集成了多参数监护仪、急救呼吸机、电动吸引器、输液泵以及供氧供电模块。便携式急救装置各模块的功能及相互关系具体如图 1 所示。

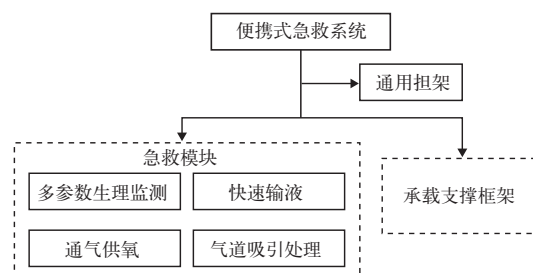


图1 便携式生命支持装置各功能模块及相互关系框图

2 功能模块设计

2.1 一体化集成结构设计:便携式生命支持装置的急救模块采用一体化集成结构,整体框架要具有一定承载强度和较轻的自重,各急救设备和模块的嵌入需充分考虑人机功效原理,切实做到合理放置、可靠定位、方便操作、易于更换^[11-12]。为此,在设计的过程中采用了 SolidWorks 计算机辅助设计软件,对一体化集成结构、内嵌急救设备安装、固定、维修、操作性能等进行仿真设计,对框架进行力学及机械结构分析。优化设计出如图 2 所示的便携式一体化集成结构。一体化集成急救装置采取三面操作面板设计,非常方便医务人员对危重症患者进行不间断的监护和救治。另外,三面操作面板设计更适合快速加载于机动交通工具舱内使用,当该装置跟随担架固定在车、船、飞机等机动运载工具舱内时,因为可以把装置没有操作界面和设备的一侧贴壁使用,所以不会影响其操作性能。设计时充分考虑到一体化集成急救装置的便携性,在装置的上端设置有把手,方便搬运与抬行。

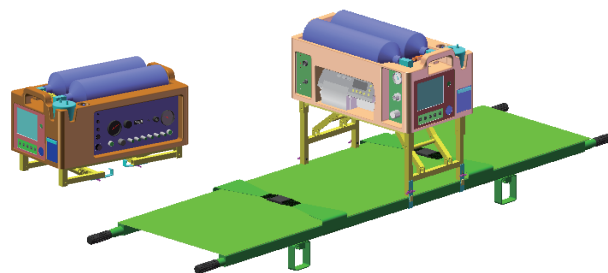


图2 便携式生命支持装置收拢(左)与展开(右)外形仿真结构图

该装置利用其下部的可折叠支撑架固定在通用担架上,支撑架可以根据运输和存放的需要,完全收折起来。可折叠支撑架由若干条状材料铰接而

成,且具有 4 个可折叠支撑腿,每个支撑腿的底端连接有一个位置可调的锁钩。使用时,先将支撑腿底端的锁钩快速卡在担架杆上,然后通过设置在锁钩上半部的调节孔和紧固螺丝进行适当的调节与锁紧,即可紧固于担架或者转运床上方,形成移动式生命支持系统。可折叠支撑架结构如图 3 所示。

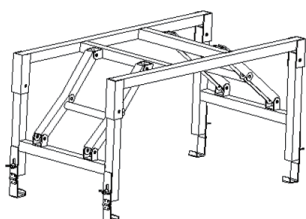


图 3 便携式生命支持装置可折叠支撑架外形结构图

2.2 多参数监护模块:多参数监护模块硬件电路主要由电源电路、主控电路、按键输入电路、内置式记录存储电路、心电 / 呼吸 / 体温监测控制电路、血氧饱和度监测控制电路和无创血压监测控制电路等几部分组成。监护到的生命体征信息以参数模块为基本单元获取信号,通过转接电路把结果送给主控电路的中央微处理器进行数据与波形的处理和显示。中央微处理器发出的命令和模块的状态信息也通过转接电路进行传递。转接电路还实现了电源的转接和变换。生理参数采集通过传感器、测量电缆和袖带等分别对血氧饱和度、心率 / 脉搏 / 体温、无创血压等参数进行实时监测,结果送给主控电路的中央微处理器进行处理和显示,需要时还送到记录存储电路输出打印。

2.3 机械通气模块:便携式生命支持装置内嵌集成的机械通气模块为气动电控急救呼吸机,主要由气路及控制电路两大部分组成。图 4 所示的是整个急救呼吸机的结构原理框图。在气路部分,氧气瓶或其他氧源提供的压缩医用氧由减压阀减压后,经通气控制阀和手动流量调节阀送往文丘里融储器,中央微处理器 2 按照用户设置的操作指令计算出所需的融储压力和流量,通过驱动电路将通气控制电磁阀打开,把气体按预定压力融储至文丘里融储器中,并按照设定的潮气量、呼吸频率、吸呼比、呼吸控制模式等参数,将气流从文丘里融储器中送出,通过面罩给危重症患者输送氧气。若出现报警或故障时,安全阀自动开启,释放气道压力,使患者可自由呼吸外界空气。一般情况下,操作人员可根据被抢救患者的病情设置辅助通气或强制通气模式,用户设置完操作指令后,中央微处理器 2 将按照设定

值发出控制指令。控制供气机构通过面罩供给患者最佳通气方式。设计的气动电控急救呼吸机可为呼吸停止患者实施控制强制通气,也可为自主呼吸微弱患者进行同步增强通气,能够满足不同患者的呼吸需求。

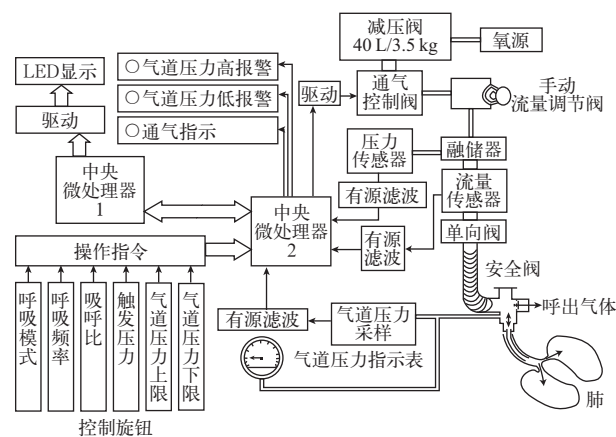


图 4 便携式生命支持装置机械通气模块的结构框图

2.4 负压吸引模块:负压吸引模块主要由电源转换模块、微型直流电机、泵体、微控制器电路、蓄液瓶等构成。急救吸引器采用了微型泵制作和降低噪音等技术,通过直流电机与泵体匹配的设计,在满足压力和流量指标的前提下,有效降低了负压泵的工作噪音。蓄液瓶防溢流结构设计,确保废液蓄满时不被吸入泵体,保证了仪器的可靠使用。

2.5 快速输液泵模块:为提供安全、可靠、高效的院前急救快速静脉补液复苏治疗方法,本装置选用了一种智能、高效、快速抗休克输液泵,适用于跟随担架对危重症患者进行各种液体静脉输入,不必悬挂吊瓶。该输液泵由微机控制电路、泵体、检测装置、报警装置和输入及显示等部分组成。它采用蠕动原理,用微机实施全面控制,配以多路传感器实时监控,能满足多种情况的输液要求,具有良好的控制和报警功能。

2.6 供电模块:本装置设计了一组多输出电源模块,能适应 220 V 交流和 10 ~ 32 V 直流电源供电要求,自动按优先级别将输入的交流或直流转换成装置内嵌急救设备需要的 20、12、5 V 直流电。供电模块设计中包括了开关电源部分、电池充放电部分与单片机控制部分,其中开关电源设计采用桥式整流和脉冲宽度调制(PWM)技术,对扼流器件的根数、线径、匝比、圈数等主要参数进行了理论计算和实际调整。在电磁兼容设计中,对重点部件采用特殊屏蔽,如变压器晶振、单片机等易向环境辐射的部

件则采用金属罩(铜)进行屏蔽,另外采用吸收电路以及合理布局等方法减小和防止电磁干扰。供电模块的电池充放电电路设计采用了可调 PWM 输出脉宽,来调整供电模块的输出电压和电流的大小。充电脉冲的产生则是通过控制 PWM 的输出有无,使得电源的输出表现为脉冲式输出的形式,实现了对电池组的脉冲充电,利用脉冲式放电也解决了功率和体积比较大的放电电阻问题。供电模块的电量输出情况监测、充电状态的监测,以及电池组的充放电激活是通过单片机控制来实现的。

2.7 充供氧模块设计:本便携式生命支持装置可由自带或外接氧源供氧。自带氧源由 2 个 3 L 氧气瓶、压力表、切断阀、充氧单向阀、减压阀组成,集成于装置框架顶部。氧气瓶及连接管路可承受 150 kg 压力。自带储氧瓶可由外接氧源(充氧机或氧气瓶等)通过高压氧桥连接到充氧口来实现充氧。当使用外部氧源时,内部供氧自动停止。储氧压力和内部氧气瓶储氧量可通过压力表提示。

3 结 语

本研究中设计的便携式生命支持装置在国家“863”基金的资助下,已经获得了国家发明和实用新型专利各 1 项,目前该科研成果已进入产品化阶段,实物照片如图 5 所示。该装置具有患者生命体征监护、呼吸通气、吸引、供氧、快速输液等功能,特点是体积小、质量轻,可快速展开并与普通担架配合形成便携式生命支持装置,非常适于院前或院内危重患者转运使用。该装置可以把最急需、最有效的救治器材和设备快速投入到急救现场,并能迅速展开使用,实现连续后送与救治,为危重患者争取了宝贵的救治时间。该装置是一种“医疗与患者同在”的理想装备,可广泛用于医院急诊科、120 急救中心、应急救援医疗队等机构。

参考文献

- [1] 武秀昆. 院前急救中的危重病患者抢救. 中国危重病急救医学, 2007, 19: 448.



图5 便携式生命支持装置的实物照片

- [2] 武秀昆. 危重病急救要注重关联领域的应用研究. 中国危重病急救医学, 2010, 22: 6-7.
- [3] Velmahos GC, Demetriades D, Ghilardi M, et al. Life support for trauma and transport: a mobile ICU for safe in-hospital transport of critically injured patients. J Am Coll Surg, 2004, 199: 62-68.
- [4] Wishaw KJ, Munford BJ, Roby HP. The CareFlight Stretcher Bridge: a compact mobile intensive care unit. Anaesth Intensive Care, 1990, 18: 234-238.
- [5] 苏家琼. 急诊危重患者就诊和护送过程中潜在的危险因素分析. 护士进修杂志, 2009, 24: 891-892.
- [6] 刘大为. 重症患者转运的专业化: 一个移动 ICU. 中国危重病急救医学, 2010, 22: 321-322.
- [7] 魏自强, 崔云安, 张捍卫, 等. 急危重病人院前及院内转运的经验与探讨. 中国现代实用医学杂志, 2005, 4: 4-5.
- [8] 中华医学会重症医学分会. 《中国重症患者转运指南(2010)》(草案). 中国危重病急救医学, 2010, 22: 328-330.
- [9] 岳茂兴, 邹德威, 张坚, 等. 流动便携式重症监护治疗病房的创建. 中国危重病急救医学, 2004, 16: 589-591.
- [10] 岳茂兴, 夏锡仪, 何东, 等. 流动便携式重症监护病房急救车的研制及其在灾害事故急救中的应用. 中国危重病急救医学, 2009, 21: 624-625.
- [11] 吴太虎, 宋振兴, 王运斗, 等. 移动式生命支持系统——一种快速院前处置和途中连续救治装备. 医疗卫生装备, 2009, 30: 1-4.
- [12] 郑捷文, 吴太虎, 宋振兴, 等. 担架集成式急救系统的设计. 中国危重病急救医学, 2009, 21: 521-524.

(收稿日期: 2012-01-09)

(本文编辑: 李银平)

欢迎订阅 2012 年《中国中西医结合急救杂志》

中国中西医结合学会主办 中文核心期刊 中国科技论文统计源期刊
全国各地邮局订阅, 邮发代号: 6-93; 本刊社邮购电话: 022-23197150

《中国危重病急救医学》杂志和《中国中西医结合急救杂志》

入编《中文核心期刊要目总览》2011 年版(第 6 版)

临床医学/特种医学类核心期刊