一种灾害医疗救援用车载式多功能水处理器的研制

王庆梅[1],罗耀全[1],陈 科[2],魏静蓉[2],李 斌[2] (第三军医大学西南医院:1. 护理部;2. 消毒供应中心,重庆 400038)

[摘 要] **目的** 研制一种车载式多功能水处理器,解决我国较大规模灾害条件下开展医疗救援用水困难的问题。**方法** 基于地震、洪涝等灾害地区野外水源的特点,创建一种利用灾害救援地野外水源一体化产、供软化水和纯化水的技术,并研制一种由前处理系统、离子交换系统、反渗透系统和储存及输送系统等部分构成的小型车载式多功能水处理设备。**结果** 成功研制出车载式多功能水处理样机,并通过池塘水、汛期江河水的造水试验和造水稳定性及供水试验,证实该设备在灾害救援地的产、供纯化水和软化水的通量,分别达到 2 080 L/d 和 12 100 L/d,能满足开展较大规模医疗救治对纯化水和软化水的需求。**结论** 车载式多功能水处理器的成功研制,为解决我国较大规模灾害条件下开展医疗救援的用水困难和移动式医院建设,提供了新方法和新设备,值得推广应用。

[关键词] 灾害医疗救援;水处理设备;纯化水;软化水;移动式医院
[中图分类号] R123.6 [文献标识码] A [文章编号] 1672-5042(2013)06-0622-03

A processor of multifunctional truck-mounted water for disaster medical rescue

WANG Qing-mei, LUO Yao-quan, CHEN Ke, WEI Jing-rong, LI Bin (Central Sterile Supply Department, Southwest Hospital, Third Military Medical University, Chongqing 400038, China)

Abstract: Objective To develop a equipment of vehicular multifunctional water, and the problem of water in disaster medical rescue was solved. **Methods** According to the features of the field water in earthquakes, floods and other disasters, a kind of disaster relief in the wild integrated production, supplying softening water and water purification technology was created, and a system by the pretreatment system, ion exchange, reverse osmosis systems, and storage and transportation system and other parts of the small truck-mounted multifunctional water treatment equipment was developed. **Results** The vehicular prototypes of multifunctional water treatment machine was developed, the pond water and river water were tested to prove that the throughput of the equipment in production and supply in the land of disaster relief, the purified water and softening water reached 2 080 L/day and 12 100 L/day, which could meet the conducted large-scale medical treatment demand. **Conclusion** The successful design of the vehicular multifunctional water processor carried out the medical rescue with water problem, and provided a new method and new equipment, which was worthy of popularization and application.

Keywords: disaster medical rescue; water treatment equipment; purified water; softening water; mobile hospital

水是灾害医疗救援的必备耗材,广泛用于伤口清创、医疗器材洗消和人员饮用等环节,也决定着伤病员的预后。但是,在地震、洪涝等大型灾害救援地,通常都存在野外水源被污染、供水设施及道路交通被破坏的现象,致使医疗救治和饮用所需的水源匮乏[1]。如能在灾害救援地投入合适的小型化水处理设备,利用其野外地表水或地下水快速生产符合标准的医疗用水和应急饮用水,则可显著提高医疗救援的质量和效率[2]。对此,我院在军队"十二五"科技攻关课题项目的资助下,研制了一种体积小、机动性强、产水量大的车载式多功能水处理器,经模拟试验和效果分析,证实其产、供水的质量和效率均达到较满意的效果。现报告如下。

doi:10.11659/jjssx.1672-5042.201306017
[基金项目] 军队"十二五"科技攻关课题项目(CWS11C133)
[收稿日期] 2013-07-26 [修回日期] 2013-08-07

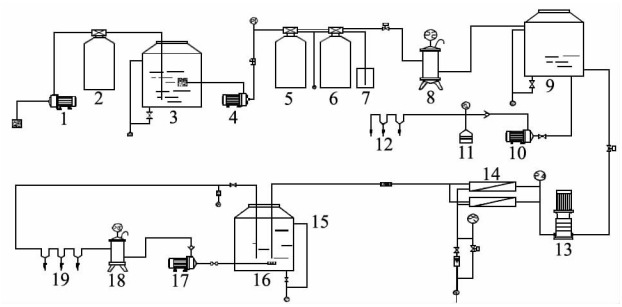
1 设备基本构造及功能

1.1 技术设计原则

灾害救援地开展医疗救援行动对软化水和纯化水都较大需求,其中软化水主要用于医疗器材洗消,纯化水主要用于伤口清创、医疗器材灭菌和应急饮用,而现有的技术通常是利用化学药剂澄清的方法获得澄清水以及利用小型纯化水处理器获得少量的纯化水,其澄清水的质量通常都达不到医疗救治要求,获得的纯化水太少又不能满足救治需求[3]。因此,本设计预设灾害救援地分布有不能直接使用的野外水源、外源性水源和大功率电力供给困难的条件,设计一种紧凑型的车载式多功能水处理器,实现在野外环境下软化水和纯化水的一体化生产及供给,并在保证产水的质量和产量的基础上,充分体现体积小、转运方便、使用简单(无需专业人员安装)和容易运行等优势。在技术线路方面,并拟通过"技术方案设计→样机研制→效果测试及分析→修改定型→产业化生产→推广应用"的途径,最终形成技术及设备构造都具有较强竞争力的灾害医疗救援专用水处理器。

1.2 基本结构及功能

该车载式多功能水处理器主要由前处理系统、离子交换系统、反渗透系统、储存及输送系统、控制系统和设备壳体等六部分构成,其基本结构见图 1,造水基本原理见图 2。



1:一级取水泵;2:PP 过虑器;3:澄清水箱;4:二级取水泵;5:碳柱过滤器;6:软化器;7:盐箱;8:保安过滤器;9:软化水箱;10:软化水取用泵;11:压力计 ;12:软化水取水口;13:增压泵;14:反渗透膜;15:溢水口;16:纯化水箱;17:纯化水取用泵;18:终端过滤器;19 纯化水取水口

图 1 车载式多功能水处理器的结构示意图

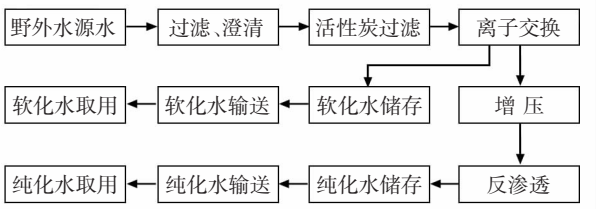


图 2 车载式多功能水处理器的造水工艺流程示意图

1.2.1 前处理系统 包括野外取水、过滤和澄清等装置。该系统的基本功能是:取水泵抽取野外地表水或地下水→输入 PP 过滤器中去除颗粒较大的胶体、悬浮物以及微生物→外置压缩水箱中澄清→碳柱过滤器中去除小颗粒悬浮物→形成净水输出。

1.2.2 离子交换系统 由离子交换装置、再生还原装置和保安过滤器等部分组成。该系统的基本功能是利用离子吸附和离子交换技术,持续将净水中钙、镁等积垢性金属离子高效去除,获得软化水,满足医疗器材洗消和生产纯化水使用。在该离子交换系统中,还首创了压力及流量平衡技术,对软化水多路供给进行优化分配,解决了软化水在直接取用和反渗透取用共同进行时,因压力骤降会造成设备停机的问题。

1.2.3 反渗透系统 包括低 RO 反渗透膜、压保护装置、高压泵、高压保护装置、反渗透冲洗装置、废水排放管路、终端过滤器和电导超限排放等装置。该部分装置的主要功能是利用膜分离技术,将溶解于软化水中的盐类、胶体、微生物和有机物等物质高效去除,获得离子含量极低的纯化水,满足医疗救治和紧急饮用等[4]。为了保证设备造纯化水的稳定性和持续性,在反渗透系统还设计了纯化水自动造水及冲洗功能,当纯化水储水器内的液位低于预置的低液位时,系统自动产水,达到预定的高液位时系统会自动停机;当产水运行达到设置的时长时,系统会暂停产水,对 RO 反渗透膜进行自动冲洗,膜冲洗结束后系统重新进入待机或产水状态。

1.2.4 输送装置 包括设备储水容器、输送装置、输送管路及接口和输水泵等装置。该部分装置主要功能是储存和向取水管网输送纯化水及软化水。

1.2.5 控制系统 包括 PLC 控制器(含文本显示器)、操作面板、水压及水质检测装置、开机自检系统和缺水及过载保护装置等部分。该部分装置的主要功能是基于传感和信息处理等技术,通过操作面板上分布的文本显示器、工作压力和流量在线显示等仪表,人机对话监控或干预设备的运行状况,确保设备整机的正常运行。

1.2.6 设备壳体 包括外壳、机架、底座和滚动轮等。该部分设施根据车载运送和运行的特性而设计,对多功能水处理设备的关键部件具备足够的承载和保护能力,并具有紧凑、轻便和美观等特点。其中外壳的材质为彩钢板加喷塑,外侧壁上还焊接有原水注入接口、浓水排出接口、软化水输出接口和纯化水输出接口,便于设备安装时连接给排水管网。

2 主要技术指标

基于我国卫生部《医院消毒供应中心管理规范 - 2009》规定的用水标准和国家标准《瓶装饮用纯净水标准 GB17324-1998》的质量标准,在研制的车载式多功能水处理器样机中设计了如下技术指标。①软化水产水指标:额定大于或者等于 500 L/h,软化水硬度值小于或者等于 0.03 mmol/L;②纯化水产水指标:额定大于或者等于 150 L/h,纯化水电导率小于或者等于 10 μS/cm(25 ℃);③野外水源浑浊度小于或者等于 3 级,水温度为 1 ~ 40 ℃;④电源及额定功率指标 220 V、50 Hz;额定功率小于或者等于 1 kW/h;⑤整机外形指标:外形尺寸小于或者等于“700 mm × 550 mm × 1 600 mm”,待机质量小于或者等于 75 kg,具备车载转运和固定功能。

3 设备使用效果与讨论

对研制的车载式多功能水处理器样机,分别进行模拟产水试验和产水量测试,检验其是否能满足野外开展灾害医疗救援所需的用水需求。

3.1 池塘水的产水试验

野外池塘水富含藻类和其他浮游微生物,流动性较小,水质净化难度较大。将样机放置在野外池塘边取水,每天正常开机 4 h,每 10 d 软化再生处理 1 次,观测设备运行状况。在设备运行期间按每小时 1 次的频次进行抽样测试,分别在纯化水和软化水的输出端口取水,并在取水量都约为 20 L 后才取检测水样(避免系统内残存水和残存杂质影响检测准确性)。纯化水检测方法:用洁净量杯取纯化水的水样 100 mL,在多参数水质测定仪(型号 GDYS-201M)中进行电导率、菌落数和离子等指标的测试,其中纯化水电导率合格标准为小于等于 10 μS/cm。软化水检测方法:用洁净

量杯取软化水的水样100 mL,在多参数水质测定仪中进行硬度值测试,钙、镁离子含量小于等于0.03 mmol/L为软化水的合格标准。当水质检测合格后,再分别取用软化水和纯化水(也可同时取用),并记录各自的取水量。将设备连续试运行10 d分为1个检测组,经连续3个检测组后进行测试数据汇总和分析。设备运行状态和运行数据均达到或优于设计指标值,见表1。

表1 野外池塘水产水试验的测试结果

周期	纯化水电导率(μS/cm)	软化水硬度(mmol/L)	合格纯化水供水量(L)	合格软化水供水量(L)
10 d	3.8~8.0	≤0.03	3 225	11 000
20 d	3.3~8.2	≤0.03	6 600	22 500
30 d	3.4~8.3	≤0.03	9 440	28 000

3.2 汛期江河水的产水试验

江河水含泥沙较多,浑浊度较大,且水质与地震灾区和洪涝灾区的野外水源较接近,水处理过程中澄清和沙滤的难度较大。将样机放置在汛期的河边取水,每天正常开机4 h,每10 d软化再生处理1次,观测设备运行状况。纯化水和软化水生产试验的频次和监测方法同上述池塘水的产水测试,结果设备运行状态和造水质量与池塘水的产水试验结果无明显差别。

3.3 产水稳定性及供水试验

以汛期江河水为造水水源,将样机处于自动运行状态进行连续产水试验,共运行20 d,以测试设备的运行稳定性、产水能力、供水能力和耗材使用周期。结果平均24 h内纯化水和软化水的连续取水量分别达2 080 L和12 100 L,设备在无故障、无报警状态下的最短运行时间为137 h,PP过滤器和沙滤过滤器的最短更换时间为186 h,RO滤膜最短更换时间为154 h,软化再生最短间隔时间为26 h。参照平时医院100张床位数医院在器材洗消和伤口处置的平均用水量(伤口清创和医疗器材灭菌的纯化水使用量约为750 L/d,医疗器材洗消的软化水使用量约为3 500 L/d),其纯化水和软化水的消耗分别仅为试验样机平均产水能力的36.1%和28.9%[5]。由此说明,该样机正常运行能满足100张床位数以上移动式医院开展灾害救援的器材洗消、伤口清创和应急饮用等基本需求。

本次研制的车载式多功能水处理器,不仅创建了野外条件下软化水、纯化水的一体化生产与供给技术,并且通过模拟试验证实能适应灾区的野外条件和野外水源,为解决我国较大规模灾害条件下开展医疗救援的用水困难和移动式医院建设,提供了新方法和新设备,值得推广应用。

[参考文献]

[1] 张志强,李 忠,杨 轶. 灾害医疗救援队医疗装备配置方案的研究[J]. 中国医学装备,2012,9(5):19-21.
[2] 方 欢,朱京慈,张丽梅. 国内外野战救护装备的研究进展[J]. 解放军护理杂志,2011,28(8B):22-24.
[3] 郭树森,付 磊,葛 毅. 地震应急医学救援各阶段的卫勤力量使用[J]. 人民军医,2012,55(4):286-287.
[4] 朱 弋,王振洲,徐志荣,等. 医用纯水制作技术原理及要素分析[J]. 医疗装备,2011,24(5):14-15.
[5] 陈 科,王庆梅,罗跃全,等. 一种医院消毒供应中心集成水处理设备的研制[J]. 局解手术学杂志,2013,34(1):34-36.

(编辑:左艳芳)

(上接第621页)

能;⑤对于经过长时间保守治疗且症状未见缓解的慢性阑尾炎患者,在拟行手术前应行肠镜检查,另外CEA,CA199等肿瘤标记物检测也有一定意义。

结肠癌本身临床症状不典型,当并存阑尾炎时往往表现出阑尾炎的症状,容易造成误诊漏诊,尤其年龄在45岁以上的患者更应该注意,因此临床医生对中老年患者患阑尾炎应提高警惕,仔细询问病史,及时行相关检查,必要时术中探查,以减少误诊漏诊的概率。

[参考文献]

[1] 王 健,周俊强,叶林加. 回盲部肿瘤误诊为阑尾炎15例分析[J]. 局解手术学杂志,2008,17(1):30.
[2] 曹 亮,周海平. 表现为阑尾炎的结肠癌34例分析[J]. 内蒙古中医药,2011,30(14):54-55.
[3] 白 鹏,吕愈敏,顾 芳. 细菌16SrDNA荧光定量PCR法分析溃疡性结肠炎患者肠道菌群变化[J]. 胃肠病学和肝病学杂志,2008,17(7):566-571.
[4] Kostic AD, Gevers D, Pedamallu CS, et al. Genomic analysis identifies association of Fusobacterium with colorectal carcinoma[J]. Genome Res,2012,22(2):292-298.
[5] Wang T, Cai G, Qiu Y, et al. Structural segregation of gut microbiota between colorectal cancer patients and healthy volunteers[J]. ISME J,2012,6(2):320-329.
[6] 戴显伟. 外科学[M]. 第7版. 北京:人民卫生出版社,2007:126-131.
[7] 杨金镛,崔自介. 普通外科诊疗术后并发症及处理[M]. 北京:人民卫生出版社,1998:157-162.
[8] 张国林. 结肠炎[M]. 北京:科学技术出版,2000:22-30.
[9] 叶 鸣. 便秘[M]. 南昌:江西科学技术出版,2001:76-81.
[10] 陈敏钧. 癌症治疗护理学[M]. 北京:人民军医出版社,2006:226-231.

(编辑:周小林)