

谢青青, 李欢, 侯睿, 等. 洪涝灾害后医务应急护理远程指挥系统设计[J]. 灾害学, 2020, 35(2): 189-193. [XIE Qingqing, LI Huan, HOU Rui, et al. Design of Remote Command System for Medical Emergency Nursing after Flood Disaster [J]. Journal of Catastrophology, 2020, 35(2): 189-193. doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2020.02.034.]

洪涝灾害后医务应急护理远程指挥系统设计*

谢青青, 李欢, 侯睿, 李梦媛, 朱琳

(郑州西亚斯学院 护理学院, 河南 新郑 451150)

摘要: 为了提升应急指挥系统的应急响应能力, 结合现代化信息技术研究并设计了一种洪涝灾害后医务应急护理远程指挥系统, 科学预测以及评估突发性洪涝灾害事件的危险性。运用应急决策处理逻辑和多个信息子系统的联动, 全方位监控重点目标灾情, 获取可靠的洪涝灾害预警预报信息。根据应急护理状态信息以及应急医务资源配置信息, 形成动态的事故处理预案以及医务应急资源调度方案, 并组建洪涝灾害后医务应急调度模型, 运用遗传算法对模型进行求解, 实现洪涝灾害后医务应急资源的调度。

关键词: 洪涝灾害后; 医务应急护理; 远程指挥系统

中图分类号: X43; S42; P46; X915.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-811X(2020)02-0189-05

doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2020.02.034

洪涝灾害具有涉及地域广、易引发次生灾害、救援困难、危险性大等特点。为了高效有序地指挥抗洪救灾工作, 并且做出科学合理的抗洪救灾指挥决策, 需要对灾后应急指挥问题进行研究, 组建覆盖全国范围的洪涝灾害后医务应急护理远程指挥系统^[1-2]。我国现行的洪涝灾害后医务应急护理远程指挥系统虽然体系结构已较为完善, 但与美国、日本、英国等国家相比还存在一定差距, 所以需要完善不同等级洪涝灾害后的抗洪救灾指挥系统, 尤其针对洪涝灾害后几个小时的黑洞期, 更需要组建灾害评估模型, 以此推断可能发生的次生灾害, 并以最快的速度做出最有效的指挥, 对其采取相应的措施, 减少不必要的损失^[3]。

洪涝灾害后医务应急护理远程指挥系统建立的目的是在统一的基准结构下, 将相关设备、工作人员、程序和通信等组合成一体, 提高抗洪救灾应急处理的速率以及质量^[4]。灾害后应急指挥系统具有普遍适用性, 既能够适用于短期突发性抗洪灾害的现场行动, 同时也适用于持续性的医务救援应急处理行动, 从突发性事故到持续性事故, 自然灾害到人为失误均适用。通过制定相关的行动计划, 能够确保整个系统的正常运行。本文主要针对洪涝灾害后医务应急护理远程指挥展开深入研究。

1 洪涝灾害后医务应急护理远程指挥系统设计

1.1 远程指挥系统硬件设计

洪涝灾害后医务应急护理远程指挥系统是当

前实施应急灾害快速响应以及处理的工具, 它采用先进的信息技术, 实现整个系统的自动化调度以及多源整合等。图1为突发性洪涝灾害预警以及医疗救援应急决策处理逻辑图。分析图1可知, 洪涝灾害后医务应急护理远程指挥系统对内是医务应急护理远程指挥中心与调度决策的信息技术支撑平台, 对内医护人员需要统一调配, 救援迅速、及时, 对外为自然灾害防护部门与政府、媒体等部门的沟通桥梁。该系统能够实现对洪涝灾害后突发性事件的预测预警, 打破传统突发性事件分析中所使用的通过人为设定特定事故集的方式, 增强医护人员在重大伤亡事故中的协同作战意识, 以及对突发事故进行有效处置能力, 提升整个系统在线安全科学的科学性^[5]。

洪涝灾害后, 亟需最大限度减少人员伤亡和财产损失, 因此必须提高医院应急管理以及突发事件应急处置水平与能力, 通过上述分析可知, 医务应急护理远程指挥系统的硬件部分是确保整个城市稳定运行的基础。系统的硬件部分能够划分成3个不同的子系统, 分别为信息获取子系统、应急智能子系统、决策指挥子系统。以上子系统功能均可在信息技术支撑平台实现, 在洪涝灾害发生后, 将EMS设定为洪涝灾害分析以及自然灾害预案生成的平台以及数据基础, 同时将系统中现有的广域测量子系统、保护信息子系统等与其它重要的子系统之间组建信息互联接口, 不仅能够实时获取当前的环境状态, 还能够获取现阶段所处的自然环境以及社会环境等重要信息^[6-7], 及时掌握灾情, 以便机构完善急救减灾对策以及物资

* 收稿日期: 2019-09-23

修回日期: 2019-12-30

基金项目: 河南省哲学社会科学规划办公室项目(2018jc38); 郑州大学西亚斯国际学院教改基金资助项目(2017JGYB02)

第一作者简介: 谢青青(1987-), 女, 山东枣庄人, 硕士, 讲师, 研究方向为临床护理. E-mail: xieqingqing114103@163.com

应急供应装备与后勤保障方面的备灾措施。全面分析造成系统内部故障以及外部故障的相关影响因素,不仅需要研究洪涝灾害的预防控制措施,还需要研究洪涝灾害后医务应急护理的相关措施,具体的结构图如图2所示。由图2可知,该系统主要由预测预警子系统和应急决策与指挥子系统组成,同时,包括应急数据与联动平台,下面对各部分进行详细介绍。

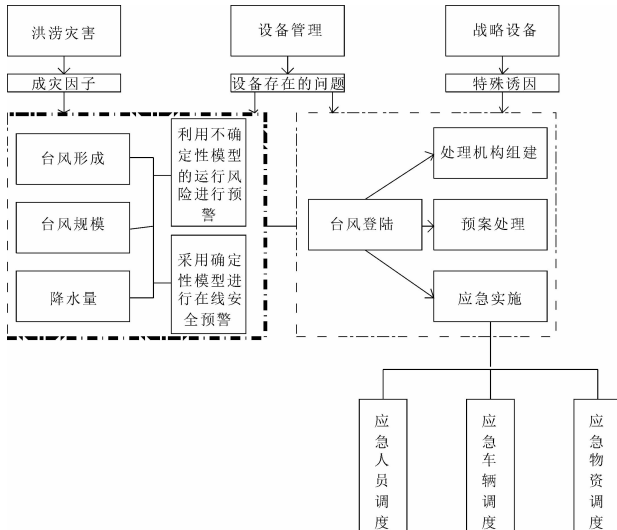


图1 突发性洪涝灾害预警及医疗救援应急决策处理逻辑

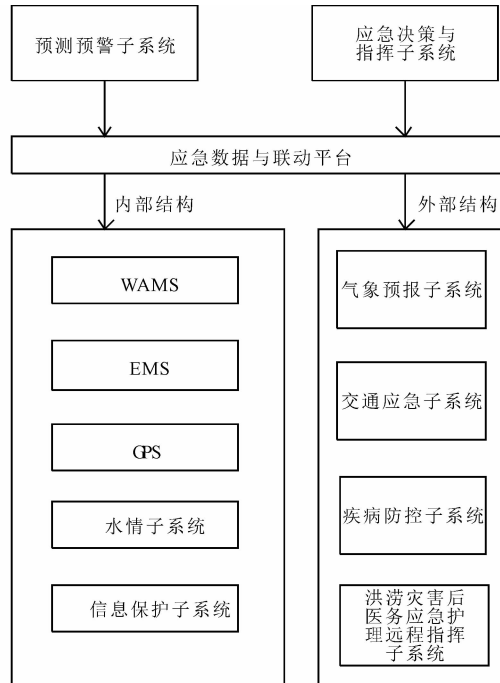


图2 洪涝灾害后医务应急护理远程指挥系统硬件设计

(1)洪涝灾害后医务应急数据交换与联动平台。灾后保障信息的畅通与备灾行动的落实至关重要,作为信息获取的子系统,整个平台由内部接口与外部接口共同实现与其余子系统的联通。洪涝灾害后医务应急护理远程指挥系统子系统之

间彼此独立,需要结合数据库技术创建标准化的数据支持平台^[8]。洪涝灾害是气象灾害中严重且多发的灾害,对于洪涝灾害灾情有关信息的掌握是必不可少的。作为信息整合的工具,现有平台存在以下问题需要解决:

1)应急指挥系统各个子系统彼此独立,相应的数据格式以及基准均不同,比如在相同设备中信息保护子系统的名称以及编号就可能存在差异,需要克服的难题是将该类设备进行统一,以排除地表水及防止二次洪涝为主,完善相关配套设备,及时排除内涝,整治容泄,保证洪涝灾后区域内排水顺畅,确保后续增加的设备存在一致性。

2)应急数据联动关系的建立

洪涝灾害往往具有突发性和范围大的特点,不同设备输出类型的数据分布在相应的独立子系统中,且彼此之间不存在任何关联,为了高效、有序地开展救灾工作,必须建立数据联系。任何一个突发性事件发生时,需要查找出与该事件有关联的数据。比如当数据采集与监视控制系统在接收一个遥信变位信息时,需要分析该信息是否由关联的保护动作而产生。该过程就需要在信息保护子系统中提取造成遥信变位信息发生变动的原因,以及需要保护的围,并且查看其它相关信息是否存在异常。另外,还需要通过EMS获取哪些区域发生了洪涝灾害。

(2)洪涝灾害后突发性事件预测预警子系统。洪涝灾害后突发性事件预测预警子系统一方面实时监控目的洪涝灾害区域,随时观测气象的状态,及时预防各种自然灾害。比如城市低平的地势,洪水入侵容易。建筑物防洪及过流能力不足,排水不畅,因此当发生突发性事件时立即发出预警指令,以方便及时调度人员,避免连续事故的发生,还能够有效抑制洪涝灾害带来的损害程度^[9];另一方面,洪涝具有明显的季节性、区域性和重复性,根据洪涝灾害预测,利用WAMS、EMS、GPS等子系统对水清灾情监测定位,根据监测所得数据进行仿真计算,形成未来运行模式下的洪涝灾害突发性事件处理预案,为洪涝灾害后医务应急护理远程指挥系统提供相应的处理方案,提升整个系统预防洪涝灾害的能力。

(3)应急决策与指挥子系统。洪涝灾害后应急决策系统与医务应急护理远程指挥系统是应急决策的辅助手段,也是应急指挥的平台。彻底根治洪水灾害是很困难的,但可以通过努力尽可能地减轻受灾程度。其中,应急决策的核心功能在此处凸显,其主要分为两部分,其中一部分是通过SCADA子系统、WAMS子系统等准确识别洪涝灾害的等级、具体位置等信息。结合相关信息确定是否启动洪涝灾害应急预案;另一部分根据天气的不断变化,需要事先制定好相应的应急护理措施^[10]。但是在实际灾害发生后,无法直接启用上述的应急护理措施。需要分析洪涝灾害的等级以及具体的变化,考虑救援人员的能力与意识,生

成多种医务应急护理策略供调度员进行参考与决策, 加强医护人员现场搜索技术, 将其运用到灾害救援中。所以, 通过上述分析可知, 应急决策是整个系统最为重要的部分, 对整个系统的应急指挥实时性具有十分重要的作用。

在应急指挥的过程中, 一方面应急指挥人员需要全面了解当地的具体情况; 另外一方面还需要通过有线网络、无线网络以及 GPS 进行全球定位, 实现与相关医护人员的互动、实时定位与监测, 及时配备装备, 现场处置大批伤病员, 通过视频会议与应急中心的相关人员进行交流以及协商。由于整个系统硬件部分设计的信息系统相对较多, 数据规模较大, 无法将整个信息系统中的数据全部复制, 因此需要确定是否需要某一部分信息进行更新、存储在应急平台等, 以上考虑均需要根据实际的应用需求和具体的硬件环境出发, 对其进行统一设定。

应急平台是政府、媒体等进行沟通的桥梁, 信息分布系统也是一个十分重要的子系统。由于洪水灾害和雨涝灾害经常连续发生在同一地区, 有时难以准确界定, 需要利用网络、信息及时进行不同程度的警告以及信息分布, 同时借助媒体进行相关宣传与报道, 能够快速了解洪涝灾情, 做出相应医护救援反应。图 3 为系统硬件部分的功能流程图, 通过该系统能够有效进行相关医护人员的调度, 以最快的速度进行紧急事件处理。

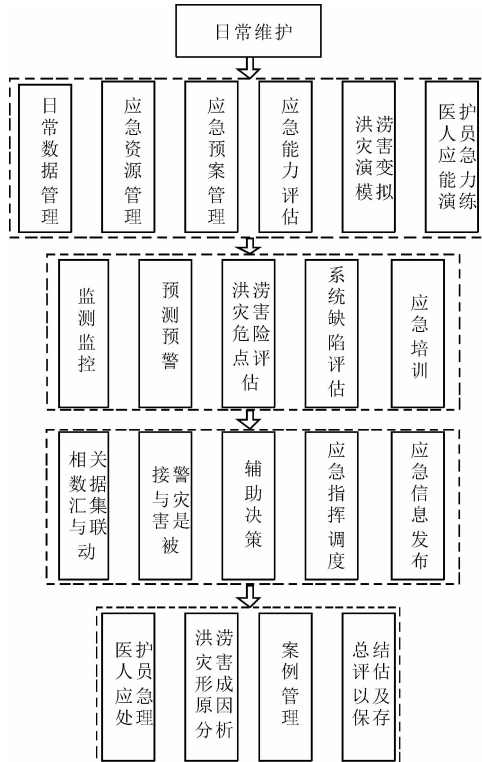


图3 系统硬件应急平台具体功能流程图

1.2 洪涝灾害后医务应急调度模型

以洪涝灾害后医务应急护理远程指挥系统硬

件设计为基础, 利用医务应急护理状态信息以及应急医务资源配置信息, 组建洪涝灾害后医务应急调度模型, 该模型以医务应急护理资源为研究目标。对以时间为依据的洪涝灾害后医务应急调度模型^[11]进行描述。

将洪涝灾害后的毁损程度相关权重进行归一化处理。

$$\min Z(\phi) = \sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^p w_k \times h_{jk} \times x_{ijk}(t) \times (T_{ik}(t) - S_{jk}^0 + (t) \sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^p w_k \times c_{ij}(t) \times g_{jkl} \times x_{ijk}(t) \times T_{ik}(t) - s_{jk}^0)。(1)$$

式中: $x_{ijk}(t)$ 代表应急医务资源的选取方案; $T_{ik}(t)$ 代表应急医务资源行程时间; w_k 代表不同受灾地区紧急系数; g_{jkl} 代表当处理时间超过最大可容忍响应时间的惩罚参数; h_{jk} 为常数。

医务应急护理优化方案理想应急响应时间为:

$$\sum_{k=1}^p w_k = 1; (2)$$

$$S_{jk}^0(t) = \min_{x \rightarrow \infty} (\max(\lambda_{ij}) \times T_{ik}(t), 0)。(3)$$

第 j 种医务应急资源进行调度需满足的约束条件:

$$\lambda_{ij}(t) = \begin{cases} 1, & Sto_{ij}(t) > 0; \\ 0, & Sto_{ij}(t) = 0. \end{cases} (4)$$

式中: $Sto_{ij}(t)$ 代表应急医务资源存储量。

第 j 类资源的调度总量:

$$\sum_{k=1}^p \sum_{i=1}^m x_{ijk}(t) \geq \sum_{k=1}^p Dem_{jk}(t)。(5)$$

式中: $Dem_{jk}(t)$ 代表应急医务资源需求量。

通过下式判断应急医务资源最早应急响应时间是否超过设定的时间范围^[12]:

$$\sum_{k=1}^p \sum_{i=1}^m x_{ijk}(t) \geq \sum_{k=1}^p Sto_{jk}(t)。(6)$$

将受灾地区第 j 种医务应急资源紧急程度的权重系数进行归一化处理:

$$C_{ijk}(t) = \begin{cases} 1, & T_{ik}(t) - tol_{jk} > 0; \\ 0, & T_{ik}(t) - tol_{jk} \leq 0. \end{cases} (7)$$

$$\sum_{k=1}^p \sum_{i=1}^m g_{jk} = 1。(8)$$

利用以下公式获取 i 、 j 、 k 的具体取值范围:

$$\sum_{k=1}^p \sum_{i=1}^m h_{jk} = 1; (9)$$

$$Dem_{jk}(t), Sto_{jk}(t), x_{ijk}(t) \geq 0; (10)$$

$$\frac{p \times t}{\sum_{k=1}^p s_k(t)} \geq \sigma。(11)$$

选取遗传算法对模型进行求解, 具体步骤如下。

考虑调度算法的实时性, 需要动态地调度医务应急资源, 将 $S_k(t_0)$ 反馈到医务应急资源调度模型中, 对这种混合遗传算法寻找最优任务优先权排序, 实时更新模型的输入数据, 进一步调整医务应急资源调度^[13]。

(1) 设定当前时间为 t_0 , 令 $t = t_0$, 通过遗传算法获取当前状态下最佳医务应急资源调度策略 $\varphi(t_0)$ 以及最早响应时间 $S_k(t_0)$ 。

(2) 令 $t = t_0 + S_k(t_0)$, 实时更新医务应急资源

需求、调度行程时间等相关输入条件,将这些输入条件代入遗传算法中,再次计算 $t_0 + S_k(t_0)$ 时段的最佳调度方案 $\varphi(t_0 + S_k(t_0))$ 以及当前阶段最早应急响应时间 $S_k(t_0 + S_k(t_0))$ 。

(3)继续重复步骤(2),直到满足公式(11)所示的约束条件,则停止迭代。

综上所述,完成对洪涝灾害后医务应急护理远程指挥系统的整体设计。

2 模型仿真实验

造成洪涝灾害的原因有很多,其中包含自然条件、社会公共条件、天气等原因,它们之间的关系较为复杂。为了验证所设计洪涝灾害后医务应急护理远程指挥系统的综合有效性,需要进行仿真实验,评估的主要目的是预测洪涝灾害后突发性事件造成的人员伤亡事故,给出相关评价指标和预防控制措施,并制定医务应急护理远程指挥预案。图4为我国洪涝灾害分布图。由图4可知,洪涝灾害多发地区集中在我国西南部地区,因此实验以该地区洪涝灾情为例,验证所设计系统在应急响应时间与处置时间方面是否具有有效性。



图4 我国洪涝灾害分布图

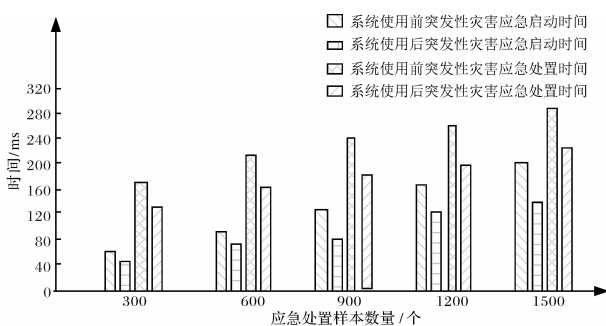


图5 系统使用前后突发性洪涝灾害事件响应与处置时间对比结果

对比使用应急系统前后的突发性事件启动时间、应急事件处置时间,具体的对比结果如图5所示。相比系统使用前,系统使用后的洪涝灾害后突发性事件启动时间、突发性事件处置时间等数据都明显较低,其主要原因在于所设计系统对应急医务资源的调度进行了深入研究,并组建洪涝

灾害后医务应急调度模型,利用遗传算法对模型进行求解,引入关键链方法,建立关键链项目优化调度模型,获取最优调度方案。将该方案应用于应急指挥系统中,能够相应的降低系统的突发性事件启动时间、突发性事件处置时间。

3 结束语

针对传统的洪涝灾害后医务应急护理远程指挥系统存在的问题,设计并提出了一种新的医务应急护理远程指挥系统。整个系统的构建为有效应对洪涝灾害提供了平台,针对不同的洪涝灾害整个系统也发挥了十分重要的作用。与传统的远程指挥系统相比,洪涝灾害后医务应急护理远程指挥系统局限性较小,适用于各个领域。其具有许多显著性优点,具体优势如下:①能够使用通用语言以及相应的响应程序;②统一行动最优化;③能够删除重复行动;④组建统一的指挥职位;⑤降低响应成本;⑥实现效率最大化。

但是,所设计系统仍然存在很多不足,需要进行进一步研究,例如洪涝灾害后应急决策模型的可靠性分析、灾情的快速获取等技术。未来阶段,将会针对以上问题展开深入研究,切实为国家安全事业提供相应的理论以及应用基础。

参考文献:

- [1] 杨广润. 事件驱动 SOA 在应急指挥系统中的应用[J]. 计算机应用, 2016, 36(2): 266-268.
- [2] 李敏, 吴艳梅, 李永强. 云视频技术在省级地震应急指挥系统中的应用探讨[J]. 地震研究, 2017, 40(4): 655-660.
- [3] 郭敏, 王海军, 王宜国, 等. 无线电力局域网络应急指挥现场通信系统设计[J]. 电网与清洁能源, 2016, 32(11): 9-13.
- [4] 李敏, 许瑞杰, 李永强. 云南地震应急快速评估系统优化研究[J]. 震灾防御技术, 2018, 13(1): 177-186.
- [5] 李忠诚, 张涛, 李松奇. 核电站应急指挥中心基底隔震技术方案[J]. 核科学与工程, 2016, 36(2): 218-222.
- [6] 郑万波. 矿山应急救援一体化指挥决策信息平台研究[J]. 工矿自动化, 2017, 43(12): 70-75.
- [7] 何沙, 胡尧, 王林元, 等. 基于大数据技术的应急决策指挥体系构建--以中国国际石油合作突发事件为例[J]. 科技管理研究, 2017, 37(3): 163-168.
- [8] 杨永, 董翔, 娄世平, 等. 云视频会议在现场应急指挥中的应用[J]. 电视技术, 2017, 41(11): 220-224.
- [9] 卜若, 徐敬海, 聂高众. 动态地震应急处置方案系统设计与实现[J]. 世界地震工程, 2017, 33(1): 27-33.
- [10] 王辉山, 肖健, 郑韵. 基于移动终端的地震应急辅助决策系统研究[J]. 自然灾害学报, 2017, 26(5): 30-35.
- [11] 刘娜, 陈伟斌, 杨永俊, 等. 海洋污染灾害应急监测调度指挥辅助系统研究[J]. 中国环境监测, 2018, 34(1): 145-150.
- [12] 饶佳人. 敏捷指挥控制系统仿真支撑技术研究[J]. 计算机仿真, 2017, 34(12): 1-4.
- [13] 朱洪雷, 刘丙伟, 孟繁明. 基于排队论的煤矿应急云作业调度模型研究[J]. 电子设计工程, 2016(20): 30-32.

Design of Remote Command System for Medical Emergency Nursing after Flood Disaster

XIE Qingqing, LI Huan, HOU Rui, LI Mengyuanm and ZHU Lin

(*Nursing School of Sias University, Xinzheng 451150, China*)

Abstract: In order to improve the emergency response ability of emergency command system, a remote command system for medical emergency nursing after flood disaster is designed based on modern information technology, which can scientifically predict and evaluate the risk of sudden flood disaster events. Using emergency decision-making processing logic and the linkage of multiple information subsystems, the disaster situation of key targets can be monitored in an all-round way, and reliable flood disaster early warning and forecasting information can be obtained. According to emergency nursing status information and emergency medical resource allocation information, a dynamic accident handling plan and medical emergency resource dispatching plan are formed, and a medical emergency dispatching model after flood disasters is established. The model is solved by genetic algorithm to realize the dispatching of medical emergency resources after flood disasters. The experimental results show that the designed system can effectively improve the response ability to sudden geological disasters, and the remote command system after disasters has the advantages of timely and effective.

Key words: after the flood disaster; medical emergency care; remote command system

+++++

(上接第 188 页)

The Management and Practice of International Emergency Rescue Medicine Based on the INSARAG System

LI Yiwen , Liu Shui , LI Wei and LI Jing

(*Department of Pharmacy, Emergency General Hospital, Beijing 100028, China*)

Abstract: In order to improve the efficiency of Chinese Rescue Team, a general module of emergency rescue drug support is established in all kinds of disaster events at home and abroad. More than 150 articles are searched for the disease spectrum about disasters and emergencies in the last 15 years. According to the real situation of the disease spectrum and the emergency medicine, a Q-type cluster analysis is adopted to determine the variety and the quantity of the generic module of the medicine, Through programming and storage support service, the catalogue of rescue drugs is made into QR code that can be consulted at any time, which is convenient to find and track. The disease spectrum and the proportion are preliminarily determined of all kinds of disasters in recent years, the general module of the medicine is set up to be used as the basic medicine for all kinds of disaster. The system is applied to the Chinese rescue team in the Mozambican rescue mission in 2019, and passed the United Nations international rescue team rating evaluation on October 23. The emergency safeguard drug system based on the INSARAG can improve the response and the preparation efficiency of the rescue drugs and provide quick and powerful support for disaster rescue.

Key words: disaster medicine; cluster analysis; disease spectrum; drug module; INSARAG