DOI:10.16016/j.1000-5404.202001114

2019年度重庆市出版专项资金资助栏目论文

美国国民警卫队大规模杀伤性武器民事保障队的能力建设

邹仲敏[1],杨振中[2],林 海[3],叶 枫[1],程 晋[1],赵远鹏[1],但国蓉[1],余文珮[1],赵吉清[1],赛 燕[1],张 玺[1],欧 娜[4]

400038 重庆,陆军军医大学(第三军医大学)军事预防医学系防化医学教研室[1],科研学术处[3];100842 北京,中央军委后勤保障部禁止生物武器履约事务局[2];850000 拉萨,武警西藏总队拉萨支队卫生队[4]

[摘要] 美国大规模杀伤性武器民事保障队由国民警卫队多兵种人员组成,每个州都至少有1支队伍。作为州属的应急救援力量,这些队伍有非常高的专业性、即时响应能力、综合保障能力,其组队、训练、认证、行动等方面的做法值得借鉴。

[关键词] 民事保障队/CST;大规模杀伤性武器/WMD;训练;应急响应

[中图法分类号] R821.13 [文献标志码] A

Capacity-building of Weapons of Mass Destruction-Civil Support Teams (WMD-CST) in the US National Guard

ZOU Zhongmin[1], YANG Zhenzhong[2], LIN Hai[2], YE Feng[1], CHENG Jin[1], ZHAO Yuanpeng[1], DAN Guorong[1], YU Wenpei[1], ZHAO Jiqing[1], SAI Yan[1], ZHANG Xi[1], OU Na[4] [1]Department of Chemical Defense Medicine, Faculty of Military Preventive Medicine, [2]Division of Science and Research, Army Medical University (Third Military Medical University), Chongqing, 400038; [3]Bureau of Implementation Affairs on the Prohibition of Biological Weapons, Department of Logistics Support of Central Military Committee, Beijing, 100842; [4]Health Support Teams, Lasa Detachment of Xizang Armed Police Corps, Lasa, Tibet Autonomous Region, 850000, China

[**Abstract**] The USA Weapons of Mass Destruction-Civil Support Teams (WMD-CST) is composed of various members of the US National Guard, and each state has at least 1 team. As state-owned emergency rescue forces, these teams have very high professionalism, immediate response ability, and comprehensive support ability. Their team formation, training, certification, and operation are worthy of reference.

[**Key words**] Civil Support Teams; Weapons of Mass Destruction; training; emergency response

Supported by the Special Project of Innovation and Generation of Military Health Service Support Capability of Bureau of Health Service (20WQ002), the Special Project of Bureau of Implementation Affairs on the Prohibition of Biological Weapons, Department of Logistics Support of Central Military Committee (31011310), and the Research Project of Military Logistic Science and Research of Army Medical University (2019HQZX08). Corresponding author: ZOU Zhongmin, E-mail: zmzou@tmmu.edu.cn

美国国防部制定了一项战略计划,整合国民警卫队和预备役部队对使用大规模杀伤性武器(weapons of mass destruction,WMD)袭击响应的保障。基于加强其对美国民事当局在管理WMD恐怖主义后果方面的保障,该计划明确了确保未来的行动能力。美国国民警卫队大规模杀伤性武器民事保障队(WMD-civil support teams,WMD-CST)、化生放核爆响应加强部队集成(chemical biological radiological nuclear and explosive/cbrne enhanced response force packages,CERFP)和国土响应部队(homeland response forces,HRF)是较大的CBRN响应力量,构成了执行美国法典第32条和第10条的兵力。

WMD-CST是专业上不可替代的救援队伍,在自然或人为灾害期间,WMD-CST负责支援当地的、州级的民事当局应对化学、生物、辐射、核和高爆物(chemical biological radiological nuclear and high-yield explosive,

[基金项目] 后保部卫生局军队卫勤保障能力创新与生成专项计划(20WQ002);军委后保部履约局专项研究(31011310);陆军军医大学军事后勤科研专项课题(2019HQZX08)

[通信作者] 邹仲敏,E-mail:zmzou@tmmu.edu.cn

CBRNE)事件,包括识别毒剂或物质,并向所在州提供通信和分析能力。

1 WMD-CST 的设立与发展

1998 年 5 月,克林顿总统在美国海军学院(U.S. Naval Academy)的毕业典礼上宣布,美国将采取更多措施保护本国公民免受化学和生物恐怖主义日益增长的威胁。作为这项努力的一部分,国防部将组建 10 支队伍,以便在发生涉及大规模杀伤性武器 WMD 的事件时支持国家和地方当局[1]。WMD-CST 是联合部队,主要由陆军国民警卫队和空军国民警卫队人员组成,其中一些部队由空军国民警卫队指挥(中校级别)。WMD-CST 在国民警卫队中设立,因此,同样是隶属于各州政府的地方武装部队。

1.1 WMD-CST 队伍的任务

WMD-CST 的任务是,通过确定战剂和物质、评估当前或预期的后果、就应对措施提供建议以及协助请求有关额外军事支援的请求,支持国内 WMD/核生化事故现场的地方和国家当局。WMD-CST 保持减缓任何 WMD/核生化事件(无论是自然事件还是人为事件)后果的能力。

WMD-CST 确保国家战略利益受到保护,不受任何敌人的侵害;无论是外国的还是国内的,试图使用 CBRNE 武器,无论 WMD/核生化武器的威胁程度如何。在美国发生 WMD 事件时,WMD-CST 是国防部向民事部门提供支持的总体计划的关键要素。WMD-CST 能够迅速部署,协助当地第一响应者确定攻击的性质,提供医疗和技术咨询,并为后续州和联邦军事响应资源的确定和到达铺平道路。他们提供关于可能战剂的初步建议,在检测评估过程中协助第一响应者,并且是地面上的第一军事响应者。因此,如果在这种情况下调用额外的联邦资源,他们可以作为一个先头部队,与民事保障联合特遣队(joint task force civil support,JTF-CS)进行联络。这些国民警卫队力量为国防部提供了独特的专业知识和能力,作为州应急体系的一部分,协助州长准备和应对 CBRNE 事件。

1.2 WMD-CST 队伍的指挥

WMD-CST 因其联邦-州关系而独一无二。美国法典第 32 条明确,WMD-CST 受指定的民事当局防御保障行政官的指挥。根据美国法典第 10 条,WMD-CST 可能作为支援地方、州和联邦的全面国家响应的一部分而联邦化,以保障民事保障联合特遣队。他们有联邦资源、联邦培训和联邦评估,并在联邦条令下运行;但他们主要由所在州州长的指挥和控制下执行任务。他们是州的资产,在行动上由州指挥和控制。因此,在请求联邦应急资源提供援助之前,他们就可以作为州应急的一部分对事件做出响应。如果有联邦援助,WMD-CST 将继续以州属身份支持当地政府,但也将协助引导额外的军事和其他联邦资产,以保障地方行政官[1-2]。

WMD-CST 没有任何反恐能力或任务,只参与后果管理(consequence management,CM)行动,与其管辖范围内的后果管理人员联系。最近成立的国民警卫队领导民事保障联合特遣部队(准将级别),总部设在弗吉尼亚州,领导民事保障队,联邦 WMD-CST 受其行动指挥和控制。尽管没有常设部队,但特遣部队将响应联邦应急管理局援助请求而保障国内 WMD 后果管理。它将具有强大的规划、指挥和控制能力,并能够快速调动军事特遣部队,以保障联邦应急管理局的请求。它还将能够快速获得军事力量,并能够快得到专家、实验室和医疗后援支持。虽然美军已经有几个快速反应部队可以执行民事保障的后果管理任务,如陆军的技术护航部队和海军陆战队化学和生物事件响应部队,WMD-CST 是独特的州基/州内驻扎(state-based)性质。事实上,国防部内部的团队是军事响应团队,旨在支持与海外作战任务相关的部队保护要求。

1.3 WMD-CST 队伍的组成

2004 年,部署和认证的 WMD-CST 总数达到 55 支,目前总数已有 57 支排级 WMD-CST(22 人编制,有些队伍编制 30 人),具有较完全的核生化反应处理能力。通常,每队 WMD-CST 由陆军和空军国民警卫队的 22 名具有多种专业的人员组成,这些成员由联邦提供资源、接受培训和训练,并采用联邦批准的 CBRNE 响应原则。他们是 WMD 效果和核生化防御行动方面的专家。每个队由 6 个较小的部分组成,包括指挥、行动、通讯、行政/后勤、医学/分析、调查。人口较多的州,加利福尼亚州、纽约州和佛罗里达州各 2 支(表 1)。经过非常仔细和客观的分析,将团队安排在最接近最多人口的地方,将响应时间最小化在一个地理区域内,并减少与其他团队职责范围的重叠。由此产生的团队分布为整个美国人口提供了最佳的响应覆盖范围。例如,加州占全国人口的 10%,它的第 2 个队部署在北加州。

1.4 WMD-CST 队伍的装备

每队 WMD-CST 的装备包括防护、侦检与检测、建模分析、指挥通讯、实验室分析等方面(表 2)。分配的车辆包括指挥车、作业面包车、称为统一指挥套装的通信车(提供包括卫星通信在内的多种通信功能)和实验分析系统面包车(包含全套分析装备)。每队都有两个大型设备,一个是移动分析实验室,用于化学或生物战剂的现场分析,另一个是统一的指挥套件,能够通

过多路系统为现场的各类响应人员提供通信系统的互操作性。

2 WMD-CST 队伍的能力要求与训练评估

2.1 WMD-CST 队伍的分组与能力要求

WMD-CST 的功能分组包括科学、通讯、行动、医学、调查和洗消,各组的功能和能力简介如下[5]:

调查组通常有 8 人,负责实施 CBRNE/TIC/TIM 的监测、环境采样行动、有限的减缓行动。

行动组的能力包括活动空中和卫星照片、现场计划、天气监测、资源同步化、CBRNE 事件前后的危险分析、以及 C4(指挥、控制、计算机、通讯)。建模能力要提供人群和关键设施的信息、下风向危害模型、客户端(iClient)模型、国家大气释放顾问中心的后援、后果评价工具包、危害预测和评价能力、GIS(地理资讯系统)整合与分析能力。

通讯组的能力包括提供覆盖第一响应者和响应组织者频道的界面、可靠的州和国家机构的后援,为现场提供可靠的电话、互联网、网络和传真能力,提供交互性和共同行动态势图。

医学组有医务官(医师助理、医师、骨科医师)、医学行动官(医学联络官),对 WMD 伤员治疗提供建议、整合国防部医学支援、医学侦查、技术参考、医学监督工作。

科学组能力包括核医学科学官,其装备可以对 WMD 战剂和 TIC/TIM 进行基于实验室的现场推定分析。分析实验室系统(ALS)有气相色谱-质谱联用仪、伽马能谱仪、隔离和样品准备手套箱、快速 PCR 热循环仪、傅立叶变换红外光谱仪(FT-IR)、具有荧光功能的偏振光显微镜、史密斯照明 FT-IR 与显微镜集成、手持免疫分析条(JPO)、基本微生物分析。

洗消组能力包括 2 人的技术洗消组、进行 CBRNE 洗消、有限的群体洗消能力。

由于 WMD-CST 每周 7 d、全天候 24 h 待命(24/7),因此,高级梯队可以在收到指令后的 90 min 内完成部署,其余人员将在 3 h 内完成。WMD-CST 通常经陆地运输而部署在半径 250 英里以内,但如果需要,可以通过空运部署。这种快速响应使 WMD-CST 能够迅速为事件指挥官提供关键信息。针对存在的危险的类型和水平、可能行动过程以及为保障特殊事件需求的额外国民警卫队物资等,WMD-CST 指挥官可以向事件指挥官提供建议。

表 1 美国大规模杀伤性武器民事保障队的编制序列及其所属州[3]

编制序列	所属州	驻地	编制序列	所属州	驻地	编制序列	所属州	驻地
1st	MA	Natick	31st	DE		63rd	OK	
2nd	NY	Scotia	32nd	MD		64th	NM	Santa Fe
3rd	PA	Annville	33rd	DC		71st	IA	
4th	GA	DOD DJO	34th	VA	Blackstone	72nd	NE	
5th	IL	Bartonville	35th	WV	St. Albans	73rd	KS	Topeka
6th	TX		41st	KY	Louisville	81st	ND	
7th	MO		42nd	NC	Greenville	82nd	SD	Rapid City
8th	CO		43rd	SC	Eastover	83rd	MT	
9th	CA		44th	FL	Starke	84th	WY	
10th	WA	Tacoma	45th	TN	Smyrna	85th	UT	
11th	ME		46th	AL	Montgomery	91st	AZ	Phoenix
12th	NH	Concord	47th	MS	Flowood	92nd	NV	
13th	RI	Coventry	51st	MI	Augusta	93rd	HI	Honolulu
14th	CT	Windsorlock	52nd	OH		94th	关岛	Muna
15th	VT		53rd	IN	Indianapolis	95th	CA	
21st	NJ	Fort Dix	54th	WI		101st	ID	Boise
22nd	PR	San Juan	55th	MN	St Paul	102nd	OR	Salem
23rd	VI	St Croix	61st	AR	Little Rock	103rd	AK	
24th	NY	Brooklyn	62nd	LA	Carville			

注释:PR 为波多黎各自治州;DOD DJO 为国防部佐治亚州联合行动指挥部

国防部认证时间: 1999 2000 2001 2004.3 2004.11

表 2 每支 WMD-CST 队伍的设备[4]

装备种类		装备设备
单兵防护装备		职业安全与健康管理局(occupational safety and health administration,OSHA)等级“A”至“C”防护服,带有自供氧式呼吸装置(SCBA)、闭路呼吸装置(再生式呼吸器)或空气过滤呼吸器(APR)个人毒剂洗消盒
监测和检测	化学战剂	商业用光-电离探头的多气体探测器,氧气、LEL 和有毒蒸气传感器 改进的化学战剂监测器(ICAM)—神经和糜烂剂的点检测 M-22 化学战剂探测器和报警(ACADA)—神经剂和糜烂剂远程检测仪 M9 试纸—液体中神经和糜烂剂的检测 M-256 试剂盒—“湿化学”检测神经剂、糜烂剂、血液剂 显色管和 Draeger 显色“芯片组”—有毒工业化学品的检测 具有收集各种基质中的活性液体、粉末和其他样品的能力的取样设备,具有安全的监管链 便携式气相色谱/质谱仪—超过 150 000 种挥发性有机化合物(VOC)和大多数军用化学战剂蒸气的鉴定
	生物战剂	手持式免疫分析条—8 种生物战剂的推定鉴定
	放射与核战剂	AN/UDR-13,AN/VDR-2,AN/UDR-77 辐射套装、γ 谱仪—检测和测量 α 射线、β 射线、γ 射线和 X 射线辐射源
计算机建模与响应数据库系统		后果评估工具-灾难事件联合评估(CATS-JACE)—基于 GIS 的灾害羽流建模。 危险预测和评估能力(HPAC)—模拟定制的 NBC/R 武器的效果。
统一指挥套件(UCS)/通信车		15 千瓦的供电和环境控制装置 KU-波段 SATCOM—宽带数据带宽和语音回传 INMADSAT-B—便携式数据和语音 SATCOM VHF/UHF AM/FM 收发器—组内通信和应答器通信 军用 VHF、UHF、UHF 卫星通信等电台 多频道扫描仪(Multilane Scanner) 团队收音机 XTS3000 型 移动电话和笔记本电脑的局域网
分析实验室系统(ALS)		6 千瓦电源和工作台空间 带有顶空取样的气相色谱/质谱仪。从固体、液体或蒸气样品中鉴定超过 150 000 种挥发性有机化合物和大多数化学战剂 手持式免疫分析条—选择性生物战剂的推定检测 γ 射线谱仪—放射性同位素鉴定侦察、检测、取样装备 聚合酶链反应(PCR)分析—生物体的 DNA 鉴定 傅立叶变换红外光谱仪—物质化学组成的快速分析 HAZCAT 和 HEINZ 五步危险分类工具—允许基于化学反应的化学品危险类别的识别

2.2 WMD-CST 队伍的日常训练与工作

WMD-CST 的行动包括事件发生后的立即响应,这是最基本的行动模式;针对州级特殊安全事件、国家级特殊安全事件、政要的保障等行动,进行事前的准备;海上应急响应;提供技术资源和后援能力;为 WMD 的训练、培训、演练提供保障;针对所有类型灾害的行动,如飓风、地震等。

WMD-CST 本身的技术保持训练可以通过内部训练和与其他队伍联合训练的方式进行。同时,WMD-CST 还承担对其他 CBRNE 响应队伍和非 CBRNE 响应队伍,包括作战部队的 CBRNE 相关训练。一些部署到海外的美军部队,接受的 CBRNE 防御训练可能就是 CST 组织、训练和考核的。

2013 年,堪萨斯州陆军和空军国民警卫队被派往第 73 WMD-CST 轮训的印第安纳州 Muscatatuck 训练中心进行联合洗消训练演习[6]。作为 CBRNE 响应队专家,第 73 WMD-CST 勤务人员负责鉴定、评估、协助,并作为 JFT-CS 的一部分,向事故指挥员提供 CBRNE 信息。

WMD-CST 还可派出侦检、防护、洗消等不同的小组,携带专业装备,支援其他部队的 CBRNE 防御训练。WMD-CST 的侦检能力尤其突出。例如,现役第 39 运输营 50 名士兵与 WMD-CST 的 6 人 CBRNE 侦检组一起完成 CBRNE 培训。侦检组提供了专家补充 CBRNE 培训,展示了 Talon Ⅳ CBRNE 勘测机器人的能力,展示 TruDefender 化学识别系统是如何工作的[7]。

2.3 WMD-CST 队伍的考核与认证

WMD-CST 队伍必须接受 15 个月的个人和部队训练,个人认证的培训时间为 1 200~1 800 h。此后,国防部长评估每个 WMD-CST 的行动效能。WMD-CST 保障地方和国家的机构,但每 18 个月通过美国北方陆军民事保障训练行动(civil support training activity, CSTA)认证[1,5]。

CSTA 负责在全国各地培训和评估 54 支 WMD-CST 队伍(包括维尔京群岛和波多黎各),美国太平洋司令部负责培训和评估位于阿拉斯加、夏威夷和关岛的 3 支 WMD-CST。为了使 CSTA 的培训和评估更容易,CSTA 分为两个部分:西部的民事保障培训部(civil support training department,CSTD),总部位于萨姆休斯敦堡;东部的 CSTD,位于伊利诺伊州的洛克岛兵工厂。CSTA 为 WMD-CST 提供现实、困难的训练,确保 WMD-CST 在需要的时候做好其工作。

在评估 WMD-CST 之前,CSTA 在评估前几个月为培训队伍提供专门培训(lane training),以帮助其做好顺利通过考核的准备。这些训练计划包括很多内容,放在一起需要大约 5 个月的时间完成。为了使训练更加逼真,CSTA 训练者前往各州各地寻找场地,以评估 WMD-CST 部署到不同地区的能力,考察队伍如何与不同的第一响应者合作。CSTA 人员观察 WMD-CST 训练过程,可以给一些建议。考核中对 WMD-CST 完成 12 个目标的能力进行评估,这些目标测试了 WMD-CST 计划和应对意外 CBRNE 应急或危机的能力。

以在拉斯维加斯准备中心的技术效能评估为例。2013 年,西部 CSTD 成员前往拉斯维加斯评估第 92 WMD-CST[8]。评估围绕的情景是,一个可能的神经毒剂留在拉斯维加斯准备中心的一个礼堂里。与现实情况一样,第一响应者、警察局的行动和响应单位首先被调集。如果 CBRNE 事件本质上是犯罪行为,就通知警察局;如果不是,就通知消防局。如果第一响应者确定存在 CBRNE 危险,则通知第 92 WMD-CST 进行加强,并在 90 min 内召回其人员并做出响应。为了让评估变得现实,WMD-CST 只被告知第一响应者告诉他们的任何事情。作为评价的一部分,WMD-CST 在 12 个单独的任务上进行评价。评估后的几个星期,该单位将得到详细的报告与评估结果,对该单位在其响应的每个方面进行评估,从其部署到该考核地区的能力到成功重新部署到原驻地的能力。

3 对我国和我军 CBRN 响应力量建设的启示

3.1 建立兼具应 CBRN 急响应和培训能力的队伍

从组织结构和装备配置上,美国的 CST 按照近乎统一的标准而建立;从知识、技术和行动能力上,CST 不仅是 CBRN 响应和保障力量,同时也有能力开展对军队和所属州各种救援力量的相关培训。近年我国发生的几起重大化学事件以及正在过程中的新冠病毒疫情对我国和我军的 CBRN 准备与救援提出了迫切的能力需求[9-10]。在准备过程中,加强对救援人员相关知识和技能的培训是提高救治水平的核心问题。救援人员应该对 CBRN 的基本理论和基本技能有较为系统和全面的了解,能够准确诊断、恰当处置、预判伤病发展。我军的三防队伍进入了一个快速发展阶段,装备更先进,人员更加专业。如何发挥各战区疾病预防控制中心的指导和培训作用,提高战区内医学专业卫勤保障能力和 CBRN 防御能力。

3.2 合理布局 CBRN 响应保障力量

自 2003 年 SARS 疫情之后,我国加强了疾病预防有控制体系的建设,现已形成了国家、省、市、县 4 级独立运行的疾病预防有控制中心体系。我国化工体系门类完整、种类齐全、体量庞大,响应带来的化学危险和威胁是客观存在的。为此,我国根据化学工业的部分特点在相应的重点区域建立了区域性的突发化学事件响应中心,各规模化工企业都有自己的安全保障力量。核工业行业也有专业的医学救治力量和安全保障队伍。这些已有的体系和组织为开展 CBRN 的专业化培训提供了组织上和专业上的保证,未来可以探讨这些体系的联合培训和响应,CBRN 多学科交叉融合,扩大现有队伍的任务范围。

3.3 重视 CBRN 事件应急救援模式的建立与实践

广义上讲,目前的疫情也属于 CBRN 范畴,它警示我们,构建完善的突发事件应急救援模式对于事故的及时高效处置具有重要意义。该模式的构建与完善是事件应急处置的基础性工作,可作为调动救援力量和装备、分配救援任务的参考依据。救援模式的建立应考虑到事件预警机制、预案制定、救援队伍建设、物资储备等。救援模式建立后,需要通过演练对行动规程进行评价和改进,而在规程的进行过程中会反映出战术和技术的熟练程度与恰当应用。因此,外军的条例中把战术、技术和规程(tactics, techniques and procedures,TTP)融合在一起,在训练和演习中进行全方位检验。

4 结语

WMD-CST 作为一个强有力的州属应急响应力量,对 CBRNE 事件有专业的装备和技术准备。该队伍的广泛建立和认证为州政府和联邦政府在应急响应的及时性、专业性、有效性提供了保障。自 1999 年以

来,WMD-CST 在重大事件(如卡特里娜飓风、哥伦比亚航天飞机残骸回收)和重大赛事(如美国国家橄榄球联盟超级碗、奥林匹克运动会)中均向民事当局提供保障。当地队伍的应急响应快,但维持时间有限(约 4 h),而国家级的响应一般在 24 h 才会到达,而 WMD-CST 是这两者时间的桥接或者填补了这一时间空当。其功能还扩展到对作战部队的培训和执行销毁化学武器的工作,是国家级应急响应力量的重要补充。我国的预备役部队中,对一些技术兵种部队(如防化兵)的编制、装备和训练还有很大的提升空间,应加强建设,一方面提高地方政府的应急响应能力,另一方面可以为战备动员提供高质量兵源。

参考文献:

[1] Departments of the Army and the Air Force, National Guard Bureau. Emergency employment of army and other resources-Weapons of Mass Destruction Civil Support Team management [M]. 2011, Washington, DC: Washington, DC Publication.

[2] Consequence Management Program and Integration Office. Weapons of mass destruction-Civil Support Team doctrine [M]. 2006, Washington, DC: Washington, DC Publication.

[3] Weapons of mass destruction civil support teams [EB/OL]. [2019-09-11]. https://www.globalsecurity.org/military/agency/army/wmd-cst.htm.

[4] Weapons of mass destruction civil support teams-equipment [EB/OL]. [2019-09-11]. https://www.globalsecurity.org/military/agency/army/wmd-cst_equipment.htm.

[5] Headquarters, Department of the Army. Weapons of mass destruction-Civil Support Team operations [M]. 2007, Washington, DC: Washington, DC Publication.

[6] EWINGS T. Kansas National Guardsmen demonstrate CBRN skills during joint training exercise [EB/OL]. [2019-09-11]. https://www.dvidshub.net/news/92791/kansas-national-guardsmen-demonstrate-cbrn-skills-during-joint-training-exercise.

[7] DINIS-OLIVEIRA R J, CARVALHO F, MOREIRA R, *et al*. Clinical and forensic signs related to chemical burns: a mechanistic approach[J]. Burns, 2015, 41(4): 658-679. DOI: 10.1016/j.burns.2014.09.002.

[8] VAN BUSKIRK T. 92nd CBRN Response Teams support VR 14[EB/OL]. [2020-06-11]. https://www.dvidshub.net/news/138633/92nd-cbrn-response-teams-support-vr-14.

[9] 王兴旺, 温明铃, 张慧洋, 等. 构建完善的突发化学事故防化医学应急救援模式——天津“8·12”爆炸事故的防化医学救援与思考[J]. 灾害医学与救援(电子版), 2015, 4(4): 229-231.
WANG X W, WEN M L, ZHANG H Y, *et al*. Establish a complete emergency rescue model for chemical accident prevention and chemical medicine [J]. Disaster Med Rescue (Electr Ed), 2015, 4(4): 229-231.

[10] 中华人民共和国应急管理部. 江苏响水天嘉宜化工有限公司“3·21”特别重大爆炸事故调查报告公布[EB/OL]. [2020-04-08]. https://www.mem.gov.cn/xw/bndt/201911/t20191115_340724.shtml.
Ministry of Emergency Management of P.R. China. “3·21” special major explosion accident of Jiangsu Xiangshui Tianjiayi Chemical Co., Ltd. investigation report was released. [EB/OL]. [2020-04-08]. https://www.mem.gov.cn/xw/bndt/201911/t20191115_340724.shtml.

(**收稿**:2020-01-13;**修回**:2020-04-08)

(编辑 邓强庭)