

# 国内外生物应急救援专业装备器材发展研究

徐莉, 齐丽红, 张立功, 李栋, 韩丽丽

(防化学院, 北京, 102205)

**摘要:** 生物应急救援是我军非战争军事行动保障任务之一。本文通过研究国内外军用和民用生物应急救援装备, 分析目前我国对生物应急救援装备器材配备需求, 为国家或地方生物应急救援队的装备器材建设提供参考依据。

**关键词:** 生物应急救援; 应急装备; 专业器材

## 0 引言

生物事件是指由于生物因素而引发, 造成或可能造成社会公众健康严重损害的重大传染病疫情、群体性不明原因疾病等生物相关事件。近年来, 生物事件的发生呈上升的趋势。做好生物突发事件应急救援工作, 及时快速地处置重大传染病疫情, 保障国家人民的生命安全, 是我们亟需加强和完善的任务之一。在应急救援的过程中, 生物应急救援装备器材凸显的尤为重要; 如何高效快速的处置生物事件, 对救援装备器材提出了现实性的需求。随着生物突发事件的威胁日益严重, 各国陆续研发大量新型生物应急救援装备器材。

## 1 国外生物应急救援装备器材的发展现状与趋势

在生物事件应急救援行动中, 侦检、防护、洗消装备以及快速救治装备器材是救援行动顺利进行的有力保障。当前国外生物应急救援装备器材发展迅速, 种类多样, 研究国外应急救援装备对我国的装备发展具有重要指导意义。

### 1.1 国外生物应急救援器材发展现状

#### 1.1.1 侦检装备器材

生物侦检装备通常包括生物预警装备、生物专用检测装备和综合检测装备等。在应急事件救援中, 如果发现了某些生物袭击的异常现象或大规模疫情发生, 首要的是对事件性质做出判断。利用预警装备可以快速、有效的做出相关分析, 得出是人为生物袭击还是自然疫情等结论。如美国的生物空气报警系统(BAWS)和远距离遥感生物监测系统(LR-BSDS)等。生物专业检测装备能够提供现场快速检测, 初步判别生物战剂种类, 能为下一步防护和洗消处置提供决策依据。例如, 美国联合生物点源检测系统(JBPDS)。核生化综合检测装备是一类能够对核生化污染进行现场快速检测的综合型、一体化装备。例如, 美国的斯瑞克(Stryker)核生化侦察车, 俄罗斯的yA3-469-PX型防化侦察车, 保加利亚Maritza核生化侦察系统等。

#### 1.1.2 防护装备器材

在生物事件应急救援行动中, 防护装备器材是快速安全处置事件的前提; 根据防护对象, 可分为个人防护装备器材和集体防护装备器材。个人生物防护器材根据防护途径可以分为呼吸道防护装备器材和其他个人防护装备器材。国外呼吸道防护装备器材包括生物防护口罩、防护面具以及正压防护面罩等。如美国防病毒军用面具, 可以吸收99.9%的传染性病毒, 并能够在五分钟内将病毒杀灭。其他个人防护装备器材包括眼罩、手套、靴及鞋套以及防护服等。眼罩主要保护眼睛不受战剂感染; 手套、靴及鞋套可以分别对手、脚等部分提供保护, 避免污染。防护服则提供全身性的防护。如美军轻型化学生物防护服(LCBPG)。集体防护的装备器材用于多人或大型装备的防护, 正压防护系统、隔离封闭门及空气过滤净化装置以及负压防护系统等。如美国用于生化防护帐篷和海军舰船的M48/M48A1和M56空气过滤模块设备, 用于装甲车、装甲运输车等机动车的M8A3空气粒子过滤单元(GPFH)等。

#### 1.1.3 洗消装备器材

目前, 美军已装备和在研的洗消装备种类较多, 包括个人武器消毒盒、手持式生物污染洗消器、洗消

剂、各种洗消系统以及洗消方舱等。例如美军新研制的 M295 型个人武器消毒盒, Intellicon 公司研制的名为“生物清道夫”(Bio Sweeper)的手持式生物污染洗消器, DECO FOG 喷雾式可单兵携带生化洗消装置, 大型车载式洗消装备器材如生化洗消帐篷(Roll-Off Decont Container Civil)等。美军研发的新型高级催化酶系统(ACES), 可添加于现在美军使用的任何水状喷雾系统或泡沫系统中, 在几秒或几分钟内消除几倍于自身剂量的战剂污染。

## 1.2 国外应急救援装备器材发展趋势

### 1.2.1 侦检装备器材

#### (1) 发展生化综合报警装备

美、俄等国家正采用新型传感器技术, 发展多功能核生化侦察、报警装备。美国的军用传感器技术日益成熟, 目标是发展集生物化学点源探测和远距离预警探测于一身的系统, 研发工作旨在探索优化系统的灵敏度、体积、重量、成本、能耗和误报率, 最终目标是将生物化学探测器与各种平台和 C4IRS 系统直接结合, 发展集生物、化学战剂探测于一身探测器和所有军种都能使用的自动核生化报警与报告系统。

#### (2) 发展轻型生物侦检装备

机器人技术的进步将对生物武器探测起到很大的作用, 微型无人机或车辆可以携带实验室, 或利用机器人技术搜集样品并将其带回较大的实验室进行处理等。

#### (3) 发展灵敏度更高、响应时间更快的生物侦检装备

美军正积极研发灵敏度高、适于军民通用的生化侦检器材。如正在研制新式的生物物质探测仪, 可在 30 秒至 4 分钟的时间里检测出生物病毒、细菌和化学物质, 仪器体积更小, 结果更可靠。

### 1.2.2 防护装备器材

#### (1) 采用新材料技术和新设计方法, 发展多功能个人防护装备

防护面具要求提高耐用性, 还要与作战装备或单兵装备匹配、兼容, 为佩戴者提供更好的舒适性, 并减小呼吸阻力。目前美军研究的重点是将生物、化学防护综合集成为一个系统, 该防护服系统可提供环境保护、弹道防护、激光防护及防火和降低生理负荷, 并能自行解毒杀菌。

#### (2) 发展轻便、高效的集体防护装备

美军集体防护装备将趋于更加小巧、轻便、更便于后勤保障, 美军联合军种集体防护装备将采用最新的过滤、环境控制和动力技术, 使其更加轻便、高效, 并减少后勤负担。美军正在研制联合移动式集体防护系统(JTCOPS)是一种轻便的、组装式的核生化防护系统。而俄军则特别强调集防装备的机动性。

### 1.2.3 洗消装备器材

以美军为例, 其主要发展 4 种关键洗消系统, 即模块化洗消系统、联合军种洗消系统系列、联合军种敏感设备洗消系统和吸附剂洗消系统。

#### (1) 发展模块化洗消系统

该系统可提供高压水, 用于战场设备的初步清洗, 该系统更易部署, 能在水资源紧缺的干旱环境中使水得到更有效的利用。

#### (2) 建立适合于联合军种洗消的系列设备

如联合军种敏感设备洗消系统(JSSSED), 主要用于去除敏感设备上的生化战剂, 例如航空设备、电子设备和车辆内部设备等。洗消作业可在运动中完成, JSSSED 可与飞机、车辆、舰船的所有其它维护工作配合进行, 包括加油、弹药补给和其它洗消作业。

#### (3) 积极进行洗消吸附剂研究

美军洗消吸附剂系统(SDS)使用活性吸附粉剂快速擦去设备表面污浊, 吸附粉能去除或中和设备表面的化学制剂, 减少洗消时间, 无需水, 使用温度范围为 $-25^{\circ}\text{C}\sim 120^{\circ}\text{C}$ , 另外, 其活性吸附粉对核生化探测器和监控器的工作不会造成影响。

## 2 国内生物应急救援装备的发展现状

## 2.1 侦检装备器材的发展现状

### 2.1.1 生物专业检测装备器材

#### (1) 生物侦察车

生物侦察车是为生物应急救援队伍提供机动、快速的生物侦检能力的装备,是提高军队和国家安全部门在战时及和平时防生物袭击能力,解决实时侦察任务的重要装备。该装备能够实时监测大气中生物气溶胶浓度的变化,具有预警、报警、采样、快速检测和危害评估的功能。

#### (2) 生物恐怖病原体快速侦检箱

主要由生物采样包和快速检测试剂(8种抗原和6种抗体)组成。快速检测试剂依据免疫胶体金技术工作原理,能够快速识别肉毒毒素、葡萄球菌肠毒素、炭疽杆菌、鼠疫杆菌、土拉杆菌、布鲁氏菌、鼻疽菌和类鼻疽菌等八种生物恐怖病原体。

#### (3) UPT 生物检测系统

UPT 生物检测系统主要包括特异性免疫层析试纸和 UPT 生物传感器。该系统利用上转磷光材料免疫标记技术的工作原理,在 20 分钟内能够快速定性、定量检测炭疽杆菌、鼠疫杆菌和布鲁氏菌 3 种生物恐怖剂。目前该检测系统对特殊生物剂检测种类增加为 11 种。

#### (4) 毒素检测箱

毒素检测箱由毒素检测卡、毒素检测仪及缓冲溶液、采样工具包、耐高压灭菌的可调移液器等配套器材组成。4 种免疫分析毒素检测卡分别对蓖麻毒素、相思子毒素、葡萄球菌肠毒素、苏云金芽孢杆菌等进行快速定性、半定量检测。该仪器也可通过开发新的免疫分析检测卡,进一步拓宽系统的检测种类。

#### (5) 生物威胁快速检测仪

生物威胁快速检测仪(Bio Threat Alert System, BTA)是我国 2008 年从美国 Alexeter 引进的生物现场侦检器材。它主要由胶体金免疫试纸条和 Guardian 阅读仪组成,可用于对疑似受染的水源、土壤、武器装备和建筑物等固体表面等样品,进行快速、灵敏地侦检和鉴别,判明致病菌种类,并对战剂浓度进行半定量测定。该仪器能够快速判断炭疽杆菌、鼠疫杆菌、土拉杆菌、布鲁氏菌、正痘病毒、蓖麻毒素、肉毒毒素、葡萄球菌肠毒等 8 种生物战剂。

### 2.1.2 核生化综合检测装备器材

#### (1) 核生化综合检测车

目前我军核生化综合检测车,主要用于固定场所、港口及机场等地区,能够快速完成发现、识别、记号、报告和取样五大任务。在作业实施过程中,以搜查、监视和侦察(路线、范围或地区)为要领,快速确认核化生的危险或攻击。我国的核生化综合检测车主要配备国家应急救援。它主要包括防护洗消系统、车体系统、检测系统和辅助系统;其中,检测系统包括样品采集、核辐射检测单元、化学检测单元和生物检测单元。

#### (2) 消防多功能侦检车

我国消防特勤分队已装备了德国进口的消防多功能侦检车,主要包括核、生物和化学的防护、检测和洗消单元,用于核生化恐怖袭击和突发事件后的现场快速侦、防、消,为现场指挥部门决策提供依据。生物侦检单元主要包括荧光定量 PCR 检测系统(Lightcycler-PCR, Roche)和生物威胁快速检测仪。

## 2.2 防护装备器材的发展现状

呼吸道防护最常用的就是口罩,如叠筒型半面罩 FFP1、自吸过滤式防毒面具(P-K-1)、电动送风防尘呼吸器、HYZ4(S)隔绝式正压氧气呼吸器等。其他防护器材包括生物防护眼罩、双色乳胶防护手套、一次性无纺布防护服等。全身性生物防护服有正压式、负压式、隔绝式、过滤式等多种防护方式,如隔绝式防护服 B 级密闭式防护服。集体防护的装备器材主要包括正压防护系统、隔离封闭门及空气过滤净化装置以及负压防护系统等,如正压防护帐篷、负压建筑设施、隔离救护车、负压帐篷、负压医院等。

## 2.3 洗消装备器材的发展现状

洗消是生物应急救援的重要环节,特别是经过 2003 年非典防疫工作之后,促进了我国生物洗消装备器材的发展。

### 2.3.1 便携式洗消装备器材

目前主要有背负式电动喷雾器、空气消毒机、机动式大功率喷雾机、手提式烟雾机等。主要如表 1 所示。

表 1 国内便携式洗消装备器材一览表

消毒器材	用途	优点	缺点
背负式电动喷雾器	部队集结地、伤病员转运站、部队营房及附近居民点	电动工作能力强, 轻便, 喷杆手柄带开关, 可随意控制喷雾	容量小, 易腐蚀
空气消毒机	对公共场所消毒	除了杀菌消毒外, 还能去除室内空气中的有机污染气体, 杀灭过敏源	杀灭能力较低
机动大功率喷雾机	大面积的杀菌除虫, 卫生防疫及灾后环境的消毒灭菌	功率大, 喷雾力强, 手拖式, 可移动	喷雾微粒不均匀, 噪音大
手提式烟雾机	蚊蝇、蟑螂等害虫消杀器械	使用油性杀虫剂、杀菌剂、消毒剂、和其他化学剂, 方便携带, 功率大	噪音大, 操作不当易受伤

### 2.3.2 大型车载式洗消装备器材

#### (1) 卫生防疫车

卫生防疫车主要用于在平战时对人员集结地、医院、伤病员转运站、居民住房等室外环境和蚊蝇等媒介昆虫进行消杀处理, 配备有便携式烟雾机和背负式喷雾机, 药液罐、储物箱、工作平台等设施, 可进行室内外的消毒作业和杀虫作业。

#### (2) 车载式超远程防治(防疫)喷雾机

车载式超远程防治(防疫)喷雾机采用柴油发电机组工作, 性能稳定、安全可靠, 功力强、射程高(远)、穿透性好, 喷雾有效射程 70m。采用自动控制, 可遥控操作(在驾驶室内操作)。该喷雾机还可与车体分离, 操作简单、方便, 提高汽车的使用率。另外, 还可根据要求配套各种轻卡货车, 适用于森林防护、城市园林绿化、行道树等高大树木的喷药防治病虫害, 环保行业、矿山、煤炭堆场、码头、炼钢厂及其它粉尘比较大的施工场地等除尘及降温, 速杀灭美国白蛾、蝗虫以及大面积农林病虫害防治, 以及垃圾场、公共场所、以及自然灾害过后的大面积杀菌消毒、防疫。

#### (3) 简易车辆消毒通道

简易车辆消毒通道利用遥控实现无人车辆防疫, 该通道可迅速移动和安装在道路两旁。它采用双重喷嘴系统, 以避免喷嘴堵塞情况的发生。喷嘴喷射角度及方向调整容易, 使用陶瓷喷嘴耐磨损, 可喷射 30-100  $\mu\text{m}$  的超微粒子, 能够用于卫生防疫消毒。该通道可对广场/园区、高速公路收费站等进出口通行的车辆消毒, 发生紧急情况时, 也可用作高压清洗、野外农药喷洒装置。

## 3 我国生物应急救援技术与装备发展对策

### 3.1 生物侦察技术应向着集成化、小型化发展

发展生物传感器技术, 研发集生物、化学点源探测和远距离预警探测于一身的集成化侦检系统, 优化系统的灵敏度、体积、重量、成本、能耗和误报率, 结合生物化学原理发展可对包括毒素在内的各种生物战剂进行侦检。研发灵敏度高、适用于军民通用化的生化侦检器材, 发展比现在体积更小、更可靠的生物探测仪, 既要发展有传统的化学传感器、电化学传感器, 又要发展最近几十年新发展起来的声表面波传感器、离子迁移谱检测器等, 这些装备小到单兵携带的侦察包、手持式检测器, 大到专用的核生化侦察车、车载分析鉴定实验室, 其检测灵敏度、选择性、稳定性及网络化、智能化等性能均会大大提高我军的生物侦检能力。同时, 发展机器人技术、微型无人机技术, 可利用机器人搜集样品并将其带回较大的实验室进

行处理和分析。

### 3.2 防护装备应向着新材料、兼容性发展

采用高新技术, 开发良好性能的防护材料, 并将相邻科学用于防护装备的发展, 力求防毒面具和防护服达到重量轻、能用性强、佩戴方便和生理性能好的方向发展。防毒面具要求提高耐用性, 还要与作战装备或单兵装备匹配兼容, 可减小呼吸阻力, 并给佩戴者提供更好的舒适性。如合成军通用面具, 提高了与武器装备的兼容性。研究集中集中在改进蒸气和微粒过滤技术, 以及改进合成军和防化兵面具, 远期计划发展向将完成所有军种通用面具的研发。提高对现有和新型毒剂的防护能力, 并最大限度地与未来武器系统相匹配, 重量轻, 可根据任务不同提供模块式面罩。重点保障防化兵和特种作战的特殊需要。在不影响防护性能的前提下, 减小防护服的体积和重量, 研发改进型防毒罩衣、勤务制服、衬衣、手套和袜子。这些产品可提高防护性能、减轻生理负荷并延长防毒时间, 研究的重点是将化学、生物防护集成为一个综合系统, 防护服系统可提供环境保护、弹道防护、激光防护, 并能够防火、降低生理负荷以及自行解毒。集体防护装备将更加小巧轻便、更便于后勤保障。研究将主要集中在: 改进现有的蒸气和微粒过滤手段; 先进空气过滤技术与环境控制相结合, 大幅降低后勤负担; 扩大集体防护系统在战车、掩蔽部、固定设施、舰船上的应用; 在联合军种范围内实行过滤器的标准化。

### 3.3 洗消装备应向着集成化、低污染方向发展

发展机动性强、便于保障的新型洗消装备。减轻后勤负担、人力需求及因洗消作业而导致的作战能力的下降, 同时还要探索新型非水洗消系统, 用于固定及移动设施中精密仪器的洗消。无腐蚀、无毒、非易燃、对环境无污染, 适用于消除各种材料及装备表面上的化学、生物战剂。此外, 还在探索用于净化环境的双用途洗消材料, 尤其是能够处理农药污染的洗消材料, 发展可用于对超级腐蚀剂等非致命性化学战剂和生化毒剂进行消毒、消除, 在对地铁、高层建筑、办公室内壁等特殊对象适应性不强情况下, 研制特种洗消器材, 此类器材可满足军队和民众需求, 且操作简便、轻便高效、功能多样, 新型洗消剂要求性能稳定、腐蚀性小, 既可对化学战剂, 也可对生物战剂实施有效的消毒、消除, 一些新概念的洗消装备将会相继被开发, 如利用高速电子束杀死炭疽病毒、利用生物酶“吃掉”毒剂和细菌等军民两用技术将会被广泛应用。

对现在大量使用的电子和计算机设备, 使用的传统腐蚀性的洗消剂出现越来越多的问题, 因此研究综合性、无污染、无腐蚀性、洗消作用强的洗消装备器材是研究发展的重点。

#### 参考文献:

- [1]孙宇.核化生恐怖袭击现场医学救援中的洗消技术介绍.人民军医.2010.08
- [2]冯长启, 等.外军生物防护装备现状及发展趋势(研究报告).防化指挥工程学院.2008
- [3]梁津春.对防化兵参加生物突发事件救援的思考.现代兵种.2004
- [4]于孟斌.生物事件应急救援.中国人民解放军防化学院.2012
- [5]梁万年主编.流行病学进展 (第 11 卷), 人民卫生出版社, 2007
- [6]刘志能、朱安娜.防化科技动态, 2005, 2:15-17
- [7]倪盈、陈永昌、王明练、俞坚.低温等离子体杀菌的实验研究, 环境工程学报, 2009, 3 (11)
- [8]《消毒技术规范》(2002 版), 国家卫生部
- [9]诸雪征、魏永路, 洗消技术, 防护学院, 2002: 371-474
- [10]孙建忠、郑涛, 生物和化学恐怖现场处置指南, 军事医学科学院出版社, 2008
- [11]刘敏、齐秀丽, 生物武器及其防护, 解放军出版社, 2008
- [12]邹飞、万成松,《核化生恐怖医学应对处置》, 人民卫生出版社, 2010
- [13]突发环境事件应急监测技术规范, 中华人民共和国国家环境保护标准 HJ 589-2010
- [14]A.Richardt,M.Blum.Decontamination of warfare agents-enzymatic methods for the removal of B/C weapons. Weinheim: Willey-VCH verlag GmbH&Co., 2008, 67