

# 中毒现场疾控应急人员 A 级别防护装备实用性能评价

周静<sup>1</sup>, 李颖<sup>2</sup>, 孙承业<sup>1</sup>, 松涛<sup>2</sup>

(1 中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所, 北京 100050 2 解放军防化研究院, 北京 100083)

**摘要:** 目的 探讨疾控应急人员在中毒现场工作中所使用 A 级别防护装备的实用性能。方法 参照 GB/T 23465—2009 呼吸防护用品实用性能评价方法, 由专家进行评分, 决定指标的权重, 建立评价体系。专业人员模拟现场工作任务测试 A 级防护装备实用性能, 填写主观评价表, 将权重结果与评分结果采用综合评价法进行计算。结果 A 级防护实用性能评价指标体系中最为重视安全性, 在安全性内容中重要性居前三位分别是呼吸、报警装置和视觉; 在舒适性方面更关注眼部舒适感、面部压痛感和面具佩戴异味感; 在使用方便内容里则将穿防护服便利性排在第一位。国产与进口 A 级防护装备实用性能评分 (总分 100 分) 达到中等偏上水平, 两类装备评分差异无统计学意义 ( $P=0.063$ )。头部活动自由度、低头转动的自由度和下肢活动自由度进口装备优于国产装备, 且具有统计学意义 ( $P=0.034$   $P=0.011$   $P=0.030$ )。进口 A 级个体防护装备非安全性相关内容评分高于国产装备, 具有统计学意义 ( $P=0.048$ )。结论 执行卫生应急工作时应重视防护装备的安全性, A 级防护装备的实用性能满足疾控现场应急人员完成现场工作需要。选配现场仪器设备时应考虑到使用人员视力以及仪器按键、屏幕、重量等影响现场操作的因素。

**关键词:** A 级防护; 实用性能; 中毒事件; 应急救援

**中图分类号:** R136.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-221X(2011)03-0168-04

Practical performance evaluation on A-level personnel protective equipment for emergency response staff in chemical accidents

ZHOU Jing<sup>1</sup>, LI Ying<sup>2</sup>, SUN Chengye<sup>1</sup>, DING Songtao<sup>2</sup>

(\*: Institute of Occupational Health and Poison Control, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100050, China)

**Abstract:** Objective To explore the practical performance of A-level personnel protective equipment for emergency response staff in chemical accidents. Methods According to the assessment approach on protective equipments standardized by GB/T 23465-2009, an evaluation system was established through expert consultation. Then, the practical performance of protective equipment was tested and ranked by technical staff. Results Security was the most important factor in A-level protective equipment evaluation, and respiration, alarm device and vision were the top three significant components of security, while eye comfort, facial tenderness and sense of smell were the well concerned three factors on comfort. As for convenience evaluation, the wearing convenience was proved to be the most important index. The practical performance of both imported and domestic equipments all scored medium level and no significant difference between them ( $P=0.063$ ), but on movement freedom of head and legs, the score of imported device was higher than that of domestic ones ( $P<0.04$ ). Additionally, the non-security related content score of imported devices was also higher than that of domestic ones ( $P=0.048$ ). Conclusions During performing emergency response to toxic chemical accidents, great attention should be paid to the security of protective equipments. A-level equipments may meet the basic needs of chemical emergency response, but eyesight and some other important components that could affect site operation, such as apparatus buttons, screen, weight, etc. should be also focused when purchasing the equipments.

**Key words:** A-level protection; Practical performance; toxic accident; emergency response

《突发公共卫生事件应急条例》规定参加救援的工作人员采取卫生防护措施。疾病预防控制中心

(CDC) 在突发公共事件应急工作中担负着重要的作用, 包括对现场有毒有害物质检测、为救援行动提供技术咨询与指导、开展突发公共事件的卫生学调查以及卫生学评价等<sup>[1]</sup>。A 级防护装备作为最高等级防护装备应用于防护接触高蒸气压和可经皮肤吸收的气体、液体, 可致癌和高毒性化学物, 极有可能发生高浓度液体泼溅、接触、浸润和蒸气暴露的情况, 接触未知化学物 (纯品或混合物), 有害物质浓度达到

收稿日期: 2011-05-05

基金项目: 卫生行业科研专项项目《突发化学中毒事件第一现场处置关键技术研究》

作者简介: 周静 (1976-), 女, 助理研究员, 研究方向: 中毒控制。

通讯作者: 孙承业, 研究员, 博士生导师, 主要研究方向为中毒控制。E-mail: pccsur@snail.com

IDLH浓度<sup>[2]</sup>等情景,已经作为各级疾病控制机构应急工作必须储备的应急物资。

防护用品产品标准通常只规定可以客观定量测量的技术要求,而对于体现产品使用安全性、使用者可接受性以及佩戴舒适性的实用性能指标尚无明确要求,而这些指标恰恰是防护用品被选用及确定用途的重要参数。我国 2009 年制定了 GB/T 23465—2009《呼吸防护用品实用性能评价》本研究参照此标准分别选取国内外生产的常用两组 A 级防护装备,通过受试人员模拟应急现场工作测评其对疾控人员在突发中毒事件处置中的实用性。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

1.1.1 A 级防护装备和工作包 进口和国产 A 级个体防护装备各 2 套。进口 A 级防护装备包括气密性防护服 (美国 Dupont Tychem Responder 41550), 重 5.46 kg; 便携式正压式空气呼吸器 (美国, Deger PA94 Plus), 重 9.79 kg; 国产 A 级防护装备包括气密性防护服 (抚顺优格安全装备制造厂, RHMZ1 型), 重 5.68 kg; 便携式正压式空气呼吸器 (抚顺煤矿安全仪器厂, RHZKF6.8/30), 重 9.92 kg; 现场工作包内物品包括: 采样设备 1 套 (采样泵 1 套、2L 采样袋 2 个), 便携式毒物快速检测仪 1 套, 对讲机 1 个, 照相机、笔、纸等物品, 重 2.50 kg。

1.1.2 受试者 男性 16 人, 年龄 23~39 岁, 工作年限 2~18 年, 体重 (73.69±12.19) kg, 身高 (171.00±4.60) cm, 均为某区级疾病预防控制中心卫生应急队队员, 身体健康, 无发热, 无呼吸道及心血管疾病病史, 具备防护装备的使用经验。

1.1.3 实验条件 实验使用热指数仪 (美国 Questemp 36) 记录模拟中毒事件现场气象条件。

### 1.2 方法

参照 GB/T 23465—2009《呼吸防护用品 实用性能评价》进行实验。

1.2.1 指标 使用心率计 (美国 PLOAR) 监测受试者心率; 秒表记录穿、脱 A 级防护装备时间及完成任务时间。每次测试结束休息 10 min 后, 由参加测试人员填写主观评价表。主观评价采用 5 分制打分方法。5 分表示对某项目有最佳的感受, 4 分表示对某项目有略微不适, 3 分表示对某项目有适中的感受, 2 分表示某项目感受不适, 1 分表示难以接受的程度。如果受试者打出的分值小于 3 (含 3), 写明具体不适感受。

1.2.2 分组及作业 受试者分成固定 8 组, 每组 2

人, 同时穿着相同装备协同完成模拟现场工作任务。作业内容包括: 平地及坡度行进, 上下楼行进, 取物、持物、手指旋拧、手指按键、写字、对装、下蹲、低头、转头、对话等典型动作。根据工作任务设计完成现场任务时间为 25~30 min。

1.2.3 权重分析 先采用专家评分法对各项评价指标定权, 再应用层次分析法对指标权重值和受试人员评分结果进行综合评价。

1.2.4 终止条件 心率 > 180 次/min; 压力报警器报警或主观不适要求停止作为实验中止条件。

### 1.3 统计学分析

实验数据使用 SPSS V18.0 软件包进行统计学处理, 测评数据用均数 ± 标准差 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示; 对国产 A 级防护装备与进口 A 级防护装备的比较采用配对 T 检验,  $P < 0.05$  具有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 环境

热指数仪每半小时测量一次现场试验气象条件, 平均风速 ( $v$ ) < 2.4 m/s, 室外作业湿球黑球温度 (WBGT) 21.9~27.4℃, 湿度 18.7%~22.4%。

### 2.2 心率

试验过程中 16 名参加测试人员基础心率均值为 75 次/min。穿着进口和国产 A 级防护装备人员的最大心率均值分别为 158 次/min 和 157 次/min。依据国际劳工局 1983 年的六个等级的劳动等级划分标准, 受试者的心率显示, 人员在整个救援过程中最重的劳动强度相当于第四等级——重体力劳动<sup>[3]</sup>。

### 2.3 穿脱时间

卫生应急人员在其他人协助下穿脱整套 A 级防护装备, 穿脱时间见表 1。

表 1 穿脱 A 级别防护装备时间

min

	穿		脱	
	国产	进口	国产	进口
人数	16	12	14	16
平均时间	6.9	6.8	1.8	2.3
最小值	3.3	4.3	1.0	1.2
最大值	10.8	9.3	3.0	3.4

### 2.4 实用性能评分

2.4.1 A 级防护实用性能评价指标体系 各项指标的组合权重系数见图 1。

专家评分权重值反映出 A 级个体防护装备在实际工作中安全性相关内容和非安全相关内容, 对于使用者来说前者更为重要, 在安全性内容中重要性居前三位的分别是呼吸、报警装置和视觉, 在舒适性方面

更关注眼部舒适感、面部压强感和面具佩戴异味感, 在使用方便内容里将穿防护服便利性排在了第一位。

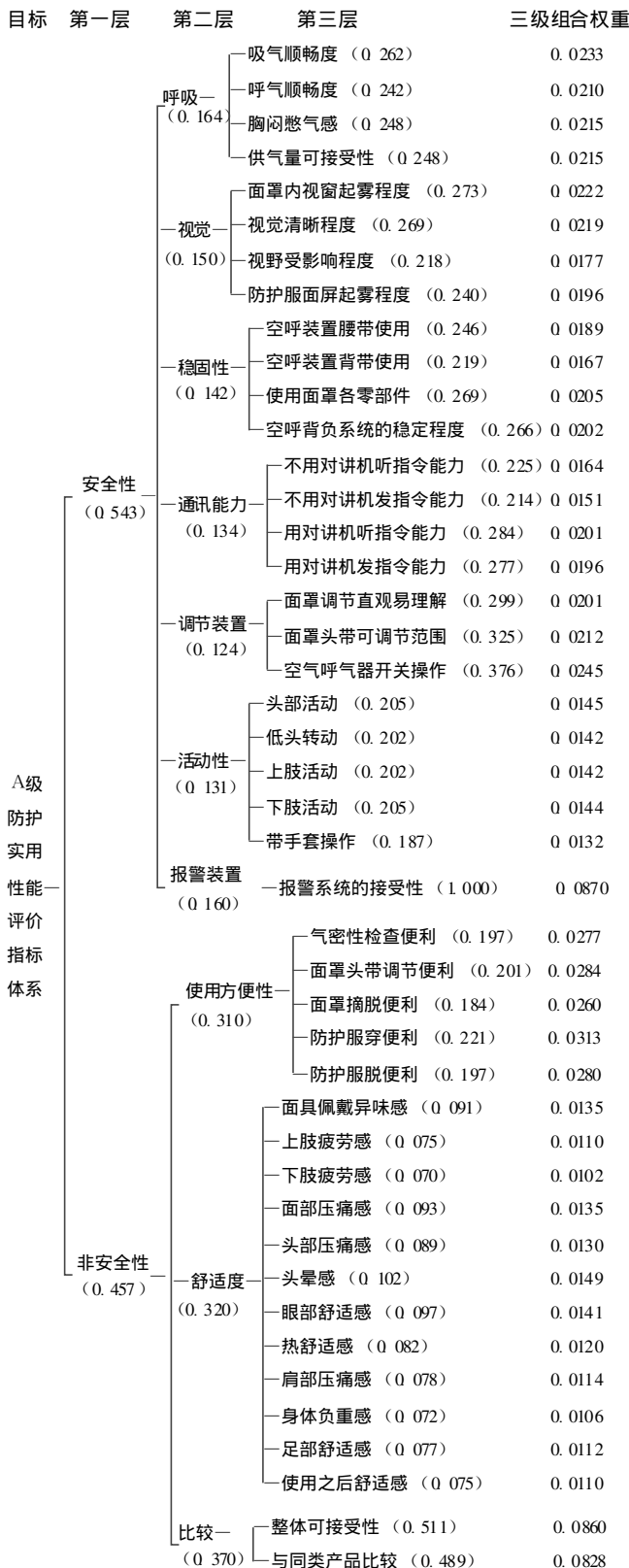


图 1 A级防护实用性能评价指标体系

2.4.2 实用性能评分表 实验所得数据为正态分布资料, 将受试者主观评分与权重结果乘积为实用性能

评分(总分100分), 国产A级防护装备评分74.93±10.88, 进口A级防护装备评分79.78±5.81, 两类装备评分差异无统计学意义(P=0.063)。A级个体防护装备安全性相关内容评分见表2, 安全性能评分前三名分别为报警装置、呼吸和稳固性, 通讯能力的评分最低。两类A级个体防护装备安全性相关内容评分无统计学意义(P=0.161)。活动评分项目中头部活动自由度、低头转动的自由度和下肢活动自由度进口装备优于国产装备, 且具有统计学意义(P=0.034, P=0.011, P=0.030)。

表 2 A级个体防护装备安全性相关内容评分表 (x±s)

项目	人数	国产	进口	P值
呼吸	16	7.48±0.97	8.00±0.63	0.003
视觉	16	5.24±1.70	5.02±1.21	0.658
稳固性	16	6.52±0.94	6.65±0.56	0.577
通讯能力	16	4.72±1.11	5.31±0.84	0.061
调节装置	16	5.50±0.75	5.81±0.53	0.119
活动性	16	5.11±0.85	5.72±0.58	0.023
报警装置	16	7.61±1.08	7.29±0.95	0.333
小计		42.18±4.53	43.79±3.20	0.161

A级个体防护装备非安全性相关内容评分见表3, 进口A级个体防护装备非安全性相关内容评分高于国产装备, 差异具有统计学意义(P=0.048)。在使用后舒适程度方面进口装备优于国产装备, 差异具有统计学意义(P=0.036)。

表 3 A级个体防护装备非安全性相关内容评分表 (x±s)

项目	人数	国产	进口	P值
使用方便性	16	11.11±2.14	11.45±1.15	0.460
舒适度	16	10.98±2.14	11.46±1.20	0.297
比较	16	10.66±2.94	13.08±1.16	0.007
小计		32.75±6.81	35.99±2.92	0.048

### 3 讨论

A级防护装备在使用过程中会对应急人员的生理、心理和工效性造成直接影响。因此, 防护用品不仅要有好的防护性能, 还必须具有良好的实用性能。

根据卫生应急工作职责和任务要求, 受过培训的疾控应急人员能够在较短时间内完成装备的穿脱并完成工作任务, 不超过6.8L装压缩空气的使用时间。A级防护状态下中毒现场执行卫生应急任务虽然为重度体力劳动, 但该强度持续时间较短, 正确使用不会对应急人员的身体健康造成影响。两类防护服在关键性指标上得到了专家和疾控应急人员的认可, 综合防护装备的重量、材料、设计等因素进口防护装备略优于国产装备, 但国产装备具有价格优势, 仅为进口装

备的 1/3 ~ 1/2。

防护装备由于其防护的需求一方面要对外界危害起到防护作用, 另一方面, 防护服的生理特性要求它们有最佳的热和湿的输送能力。这些要求是互相矛盾的, 改进防护性通常意味着阻碍热和湿的渗透且重量增加, 导致热和湿传递的减少及穿着者的身体负担<sup>[4]</sup>, 是在防护技术上短时间内难以逾越的困难, 相关研究表明采用降温背心能起到一定效果<sup>[5]</sup>。

受到呼吸面罩和防护服双重影响, 受试者接受和发出指令困难, 即使使用外置对讲机也很难得到改善。可考虑在防护服内安装语音发出和接受装置, 通过喉部震动发出指令并内置扩音器接收语音, 以减少防护装备对声音的阻隔影响, 但增加此类配置的费用较高。

在实际工作中, 卫生应急工作队队员多为近视, 并且度数较深, 在佩戴全面罩呼吸防护用品时, 若继续使用常规的眼镜, 使眼镜腿垫在密封垫下面, 将不可能满足密合性要求<sup>[6]</sup>。但是不佩戴眼镜穿戴装备在执行工作中严重影响了视觉。此外, 防护服面屏起雾还会加重影响。建议卫生机构应配备能在面具内添加镜架的空气呼吸器, 选配现场仪器设备时考虑到人员近视以及仪器按键、屏幕、重量等影响现场操作的因素。

A级防护服属于气密性防护服, 其材料的硬度、膨体性和重量等因素造成受试者大小关节活动都受到一定限制, 特别影响手指关节的精细操作。国产装备呼出的气体不能从防护服气阀及时排出, 造成活动不便, 面屏升高影响视野。穿戴笨重的防护装备、笨重的防护服、防毒面具、橡胶手套等需要多达 30% 以上的时间来完成任务<sup>[7]</sup>, 呼吸器的人机工效

学特性已经成为人们日益关注的问题<sup>[8]</sup>。

提高防护装备的实用性, 一方面要求生产企业不断研究改进技术, 另一方面还需要加强专业人员的防护培训, 让使用人员了解其性能和局限性, 目前我国尚未发布疾控应急人员的化学防护导则。国外已在相应领域开展了一些工作。华盛顿特区的联邦紧急事务管理局 (FEMA) 已针对救援人员可能遭受的伤害对其应急体系进行调整, 建立了认可与培训程序 (Grant and training Program), 并发布了许可防护装备列表 (authorized equipment list), 以此帮助各级应急救援机构和人员更好地选择个体防护装备<sup>[9]</sup>。国外在培训、演练等方面的经验值得借鉴。

参考文献:

- [1] 贾晓东, 郭常义. 突发公共事件应急人员的职业卫生安全防护 [J]. 中国工业医学杂志, 2007 20 (5): 357-358
- [2] 姚红. 个体防护装备技术在突发公共卫生事件应急响应中的应用 [J]. 中国个体防护装备, 2005 1: 8-9.
- [3] 向英华. 人类工效学 [M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2008 24.
- [4] 喻方莉, 张建春. 防护服对消防员伤亡和舒适性的影响 [J]. 中国个体防护装备, 2001 2: 18-19.
- [5] 任兆生, 石立勇, 薛利豪, 等. 飞行员新型降温背心冷却效果的评定 [J]. 中华航空航天医学杂志, 2006 17 (2): 124-127.
- [6] 丁松涛. 非典中的个体防护问题 [J]. 中国个体防护装备, 2003 1: 6-7.
- [7] Kueger G P. Psychological and performance effects of chemical biological protective clothing and equipment [J]. MilMed 2001, 166 (12 Suppl): 41-43.
- [8] 刘志强, 刘宝龙, 邱曼. 自吸过滤式呼吸器对人体主观舒适度的影响 [J]. 中国安全生产科学技术, 2009 5 (1): 32-36.
- [9] 杨文芬, 马珊罗, 穆夏, 等. 应急救援中个体防护问题的探讨 [J]. 安全, 2008 (7): 12-14.

## 第二届全国中毒急危重症学术研讨会暨泰山中毒与职业病高峰论坛会议纪要

第二届全国中毒急危重症学术研讨会暨泰山中毒与职业病高峰论坛于 2011年 5月 20- 23日在济南召开, 来自全国各地的 200余名知名专家学者参会。本次会议共收到学术论文 100余篇, 其中 70余篇入选大会论文汇编。大会主席由山东大学齐鲁医院菅向东教授担任, 山东大学齐鲁医院高海青副院长代表医院致欢迎词, 中国毒理学会副理事长付立杰教授到会祝贺, 中国 CDC 职业卫生与中毒控制所李涛所所长、上海化工职防院李思惠主任医师、解放军 307 医院邱泽武和王汉斌教授、南京鼓楼医院吴建中教授、山东大学齐鲁医院陈玉国和菅向东教授分别作了精彩的专题报告, 对当前中毒急危重症和职业病临床工作具有重要的指导意义。另外, 《中国工业医学杂志》编辑部曹明琳主任、人民卫生出版社王凤丽编辑、《蛇志》杂志编辑部蓝海主任、《医学综述》杂志刘桂蕊主编也做了相关的大会发言。会议期间与会代表反映热烈, 大家对当前本专业的热点问题进行了深入细致地探讨, 同时也就第二届《中国工业医学杂志》山东特约编辑部成立以来的工作进行了认真总结, 对当前的工作重点进行了安排和布置, 争取将泰山中毒与职业病高峰论坛打造成一个专业领域学术交流的优秀平台, 吸引更多的同道前来参加交流和研讨, 把最新的诊治技术应用到本专业并不断创新, 努力提高我国中毒与职业病防治和临床诊治水平。

(大会组委会)