

防毒面具镜片防雾技术

孟凡俊¹ 袁晓华² 赵立新¹ 张子星²

(1 山西新华化工有限责任公司 太原 030008; 2 防化研究院 北京 100191)

【摘要】防毒面具镜片防雾效果是影响其使用性能的主要因素之一。本文介绍了防毒面具镜片防雾技术的发展和应用情况以及防雾效果评价方法, 实践表明现代防毒面具将主要采用合理的结构设计来获得可靠的防雾效果。

【关键词】防毒面具 镜片 防雾

Lens Antifogging Technology for Protective Mask

Meng Fanjun¹ Yuan Xiaohua² Zhao Lixin¹ Zhang Zixing²

(1 Shanxi Xinhua Chemical Co., Ltd, Taiyuan, 030008;

2 Research Institute of Chemical Defence, Beijing, 100191)

【Abstract】 The lens fogging has become a key factor that affects the operational performance of protective mask. The progress in antifogging technologies and antifogging performance evaluation method of protective lens are reviewed. Based on the analysis, it is outlined that the technical trends of lens anti-fogging should adopt rational structure design.

【Keywords】 protective mask; lens; antifogging

1 引言

防毒面具不仅应为使用者提供可靠和有效的呼吸防护能力, 还应尽可能小的限制使用者进行各种作业活动的能力。在实际使用过程中, 防毒面具镜片起雾是使用者经常遇到的问题之一。镜片起雾会不同程度地影响使用者的视觉功能, 严重时可导致使用者不能视物, 而丧失作业能力。伴随防毒面具的发展, 人们研究和应用了各种镜片防雾技术和措施, 并构成了防毒面具的重要设计要素。本文将对防毒面具镜片防雾技术的发展与应用情况进行简要的介绍和分析。

2 镜片防雾技术

2.1 镜片起雾机制

简言之, 防毒面具镜片起雾的原因实质是眼窗区域内存在的温/热湿气体在相对较冷的镜片表面上出现的水汽凝结现象。防毒面具眼窗区域水汽的来源包括扩散的呼出气体中水分以及眼部区域皮肤蒸发的水分。

在各种使用环境均可能出现防毒面具镜片起雾的情况, 典型的情况包括冷环境和热环境。在冷环境中, 外环境低温导致镜片内表面温度较低, 若使用者呼出的温湿气体扩散到面具眼窗区域, 就会出现镜片起雾、甚至结霜的现象。图 1 为低温环境防毒

面具镜片结霜的一个实例。在热环境中, 使用者常处于热紧张状态, 其眼部区域皮肤温度高、出汗多, 可形成局部过热湿环境, 水汽同样会在相对低温的镜片表面凝结起雾。



图 1 低温环境防毒面具镜片结霜

2.2 防毒面具镜片防雾技术及其发展

2.2.1 基本途径和要求

防毒面具镜片防雾可采取以下三种技术途径:

(1) 结构式镜片防雾技术。消除造成水汽凝结的条件,即不会出现镜片内表面温度低于眼窗区微环境中水汽凝结的露点温度,包括控制微环境中水汽的含量以及控制镜片内表面的温度。

(2) 物化式镜片防雾技术。抑制水雾的形成,即应用亲水性或疏水性化学物质抑制水汽形成雾滴。

(3) 人工镜片防雾方法。去除已经形成的雾,即通过人工干预等直接擦除镜片上的水汽雾滴。

由于在危害环境中不允许使用者摘除防毒面具,因此也决定了防毒面具镜片的防雾要求的特殊性。具体要求是:其一,能够适应于不同的作业环境;其二,能够在期望的防护作业时间内保持有效;最后,应能保证使用过程中防护的可靠性。

2.2.2 面具镜片防雾技术发展状况^[1-3]

第一次世界大战德国军队率先拉开了化学战的序幕,军用防毒面具也开始步入了不断地发展历程。初期开发的具有简单防护功能的防毒口罩只对人的呼吸系统进行防护,尚不存在镜片防雾的问题。不久,各种高效化学毒剂的出现,迫切要求对人员提供系统的呼吸和眼面部防护功能。

此一时期,英国等研制了具有镜片的防毒面具雏形,并特别设计一个手工附件以清除镜片水雾,此为最早期应用的防雾措施。同时期,德、法、美等国研制的防毒面具具有了现代防毒面具的基本特征,开始在防毒面具罩体内采用了一种引导吸入空气吹扫镜片的“Y型管(Tissort Deflector)”^[1];也开发出亲水性化学防雾剂来涂抹或擦拭镜片的防雾方法。到第二次世界大战初期,由于在寒冷地区使用防毒面具的情况更加普遍,单独防雾材料和Y型管防雾技术已经难以满足有效防雾的需求。在1942年,美国研制的M6防毒面具采用了阻水罩(亦称口鼻罩,nosecup)防雾技术,其作用是阻止呼出气体进入面罩的眼窗区域,以预防镜片的起雾。随后,美国研制的M9防毒面具综合应用了阻水罩、Y型管和防雾抹布等防雾技术措施,也奠定了现代防毒面具的结构特性。同一时期,德国研制的S型防毒面具应用了独特的防雾膜片,以吸收水汽来预防镜片起雾,具有较好的防雾效果。

二战后,一些综合的或新的防雾技术得到尝试。如美国M17防毒面具同时采用了双层镜片和阻水罩,在冷环境中通过外镜片的保温作用,可相对提高内镜片的温度而预防水汽凝结;20世纪60年代,英国研制的S6型防毒面具采用了导流式阻水罩(inner mask),该阻水罩没有单向阀、且上部有导流口,在面具吸气流

道设计中,导流口起到引导吸入气流合理吹扫镜片的作用。

从20世纪50年代开始,我国防毒面具步入了系统性发展的轨道。在防毒面具防雾技术应用方面,在借鉴和吸收国外防毒面具设计思想和经验的基础上,先后成功设计和应用了防雾保膜片、导流罩、阻水罩等技术途径,促进了我国防毒面具的不断发展和进步。

军用防毒面具奠定民用防毒面具发展的技术基础,二者在技术原理上是完全相同的,在总体结构设计上也是基本一致的。因此,阻水罩等防雾技术在现代民用防毒面具中得到最广泛的应用,但由于作业环境(如较少暴露于寒冷环境)和使用要求(如大视野镜片设计要求)等差异,一些辅助性防雾涂层或防雾剂等措施也得到进一步应用。

2.2.3 技术特性分析

主要对以下两种技术特性进行分析:

(1) 物化式防雾技术。物化式镜片防雾技术包括了防雾保膜片、防雾涂层、防雾剂等具体应用形式,理论上具有优异亲水性或疏水性的有机或无机化学材料都是防毒面具镜片物化式防雾技术可能选项。

亲水性化学材料应能够迅速吸收水汽或铺展成均匀的水膜,水汽吸附的可逆性、饱和容量、透明性等对防雾性能和耐用性尤为关键,当然不同的具体应用形式也有不同要求。疏水性化

学材料则呈现不易吸附水汽或雾滴不能黏附在材料表面的特性,尚未发现该类材料在防毒面具上的应用实例。

总体而言,由于物化式镜片防雾技术存在有效作用时间较短、对极端环境的适应性较差以及使用保障成本高等问题,因而在现代防毒面具中通常作为辅助性防雾措施加以应用。

(2) 结构式防雾技术。结构式镜片防雾技术实际包括了Y形管、阻水罩、双层镜片等结构技术的组合。除双层镜片外,现代防毒面具综合应用了组合式结构防雾技术:即合理的内部气道引导入气流吹扫眼窗区域以带走积聚的水汽(图2为防毒面具气流系统示意图);与口鼻区域密封性好阻水罩以阻止呼出气体扩

散到眼窗区域,以及防毒面具罩体具有一定的正压密合性以保证阻水罩有效作用等。结构防雾技术设计的合理性决定了防毒面具镜片防雾的优劣。为降低对使用者的视野的限制,民用防毒面具常采用大镜片、眼窗设计,但也增加了结构防雾设计的难度,因此,这些防毒面具也常采用镜片防雾涂层或使用防雾剂等辅助措施已达到良好的镜片防雾效果。

总之,防毒面具结构式镜片防雾技术具有本质性防雾、防雾效果好、无维护保障等突出特点,在现代防毒面具中得到广泛应用。

3 防毒面具镜片防雾效果的评价

防毒面具镜片防雾效果包括主观评价和客观评价两种方法。主观评价一般是在规定的环境和

为主要技术要求进行考核^[6];民用防毒面具标准^[7]中尚未体现防雾特性要求,参照国际标准的规定,GB/T 23465-2009《呼吸防护用品 实用性能评价》对产品标准未涵盖的防雾等特性提出了评价要求,并同样采用了主观评价方法。

4 结束语

随着我国防毒面具的不断发展与广泛应用,对防毒面具的防雾等使用特性也提出了越来越高的要求。实践经验表明,采用综合的结构式防雾技术和设计是现代防毒面具获得良好防雾效果的主流方法和发展趋势,一些物化式防雾技术也用于改善部分特殊结构防毒面具的防雾性能。

参考文献

- [1] F Shanty. A thermodynamic study of lens fogging in protective masks [D]. ADA 110905, 1953.
- [2] British equipment for NBC defence. Defence Material. 1981, 14(1): 31~38.
- [3] E C Hyatt. Current problems and new developments in respiratory protection [J]. Ind Hyg, 1963, 24: 295~304.
- [4] GJB 4095-2000, 过滤式防毒面具部队试验规程[S].
- [5] DM Caretti, K M Conye. Development of an objective method of respiratory protective mask lens fogging: data acquisition and image processing proof of concept[D]. ADA 417285, 2003.
- [6] GB 1155A-2004, 过滤式防毒面具通用规范[S].
- [7] GB 2890-2009, 呼吸防护 自吸过滤式防毒面具[S].

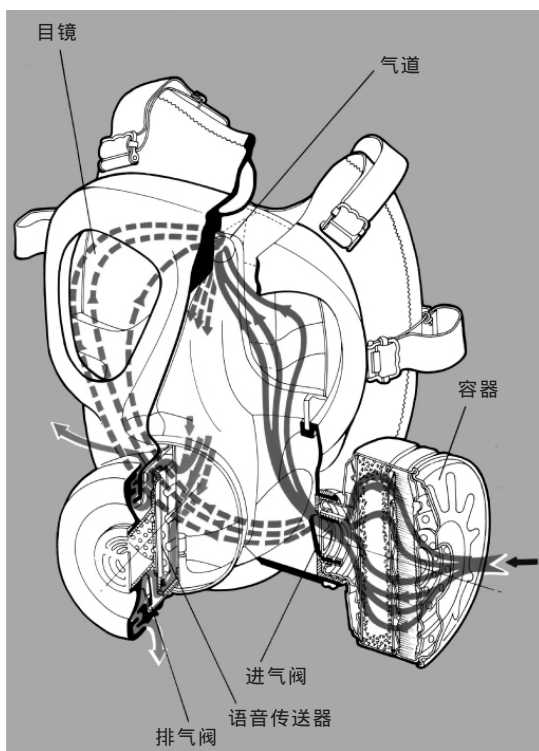


图2 防毒面具气流系统

模拟作业条件下,通过人员实际佩戴防毒面具来观察考核其镜片的起雾、结霜情况,并评估人员在规定的时间内是否出现“失明”情况^[4]。客观评价是指在规定的试验条件下用具有模拟呼吸功能的仿真试验头模进行防毒面具防雾效果评估的一种方法,美军正在研制一种自动化的客观评价试验装置^[5]。

军用和民用防毒面具对防雾特性的具体要求有所差异。军用防毒面具把防雾“保明”作