国内外防护面具发展浅析

韩丽丽 齐秀丽 徐莉

（防化学院 北京 102205）

**摘要：**本论文依据呼吸道防护原理，介绍了国内外防护面具的发展现状，比较了隔绝式防护面具与过滤式防护面具的优缺点，阐述了国内外防护面具的未来发展趋势，并对我国防护面具的研究提出了对策，为我国研发高性能的防护面具提供参考。

**中图分类号：**E931

**关键词：**防护面具；发展现状；对策

**A Simple Analysis on the Development of Protective Mask**

**Han Lili Qi Xiuli Xu Li**

**(Institute of Chemical Defence,Beijing 102205)**

**Abstract：**Based on the theories of respiratory tract, current situation of protective mask both here and abroad is introduced. The advantages and disadvantages of some kinds of protective mask are compared including isolated gas mask and filtered gas mask. Development tendency and our countermeasures are also put forward. These offer references for further development of protective mask with high performances.

**Key words：** protective mask; Current situation; Countermeasures

一次世界大战结束后，鉴于化学武器及生物武器带来的恐怖结果，引发了人类对呼吸道防护的高度重视，各种形式的生化防护面具不断涌现。

当前，全球正面临着来自恐怖主义、民族分裂势力以及宗教极端势力等的威胁。实施化学武器、生物武器乃至核武器实施袭击是今后恐怖活动发展的重要趋势。因此，我军的核生化武器防护能力急需提高，本文就防护面具的发展作一些讨论。

**1 过滤式防护面具**

过滤式防护面具，是防护面具最为常见的一种，主要由面罩主体和过滤元件两部分组成。面罩起到密封并隔绝外部空气和保护口鼻面部的作用，能有效的保护佩戴人员的面部、眼睛和呼吸道免受化学毒剂、生物战剂和放射性尘埃的伤害。过滤元件是防护面具的核心部件，它只允许人体须臾不可缺的清洁空气通过。其内部装有对付气溶胶的滤烟层，它能够高效地对包括气溶胶进行过滤，同时对人体的呼吸不产生明显的阻力。过滤式防护面具主要为人们在生化条件下提供呼吸道及面部防护，它能有效降低化学毒剂、细菌战剂和放射性灰尘等有毒、有害物质对人员的杀伤作用[1]。

最先进的过滤式防护面具为动力过滤式防护面具。动力过滤式防护面具主要通过一个空气冷却器提供稳定、冷却和净化的空气流。周围空气经过多重过滤进入呼吸器，再通过呼吸管供用户呼吸。过滤式防护面具适合长时间作业使用，如洗消作业或在焊接等高温环境下。

1.1 国外过滤式防护面具发展现状

美军现役的M50核生化防护面具是比较有代表性的过滤式防护面具之一。M50相比于美军上一代M40系列防护面具，其技术进步主要包括视野、滤毒罐和材料三个方面。视野的改善是由于采用了全新的透镜设计方案，从而增大了视角，提高了清晰度。在材料技术方面，M50采用了丁基橡胶硅树脂混合材料，减小了对皮肤的刺激性，改善了适配性[2,3]。

英国FM12生化防护面具是一款比较成熟的过滤式防护面具，是全世界军事和执法机构使用最广泛的呼吸防护装备。该面具提供高级呼吸保护，可用的场合相当多，包括高浓度和低浓度下的核生化保护，以及有大规模杀伤性武器泄露的热点地区的CBRN保护。FM12与武器瞄准器和气体光学设备能很好的兼容。另外，饮水设备易于使用，故障安全系统允许使用者从水壶或皮囊一类的装置重新取得无污染的水合物。在语音对话方面，FM12允许在危险地区与他人直接进行清晰的对话，位于侧端口的语音对话第二传输器提供电话通信功能。FM12设计时就与多个单兵装置相兼容，包括核生化防护服、透气与密闭套件以及用于作战、维持公共秩序和搜救的头盔[4]。

在动力过滤式防护面具方面，美国梅思安公司的响应者C420动力过滤式防护面具系统是一款典型代表。该面具适用于需要长时间对生命和健康造成直接伤害的呼吸防护的第一响应者、军事作战人员和特种作战人员使用。该面具的连续过滤气流由于冷却效应提高了舒适度，大大缓解了肺部压力，能够保持使用人员的体力充沛和精神振奋。气流还能阻止目镜内起雾，降低幽闭恐惧症等不良感觉，实现在高温和紧张环境下的延长使用。响应者动力过滤式防护面具可在众多有害环境下为佩戴者提供最长8小时的防护[4]。

总的来说，国外先进的过滤式防护面具性能比较优良，其优势主要体现在装备的性能方面，比如防护时间相对较长，视野相对更广，佩戴舒适性较好，且功能更为齐全。

1. 2 国内过滤式防护面具发展现状

我军的FMJ08型防毒面具是供合成军使用的一种过滤式呼吸道防护器材，在遭到化学武器袭击、生物武器攻击以及在毒区、放射性沾染地区执行任务时，用以保护人员的面部、眼睛和呼吸道免受各种危险物质的伤害。

FMJ08型防毒面具通话系统为双通话形式，主通话器与呼气活门、饮水装置设计为一体，呼气活门易拆卸以便于清洗脏物。面罩内装有带两个内吸气活门的导流式阻水罩，保明性能好。该面具最显著的特点就是采用了气垫管密合框结构。这种密合框由一个中间充有一定量气体并密封起来的橡胶管构成。管上装有压力调节阀，可使气垫变得鼓一些或瘪一些，使之与各种面型的人员面部都能紧密吻合。由于气垫管内的气体对各个方向施加的压力相等，因此，在人的面部产生均衡的压力，适合长时间佩戴而不会产生不适。

总的来说，过滤式防护面具是应用最为广泛的一类防护面具，也是迄今为止应用时间最长的防护面具，可以说是所有防护面具的鼻祖。其特点是质量体积小，便于携带；结构简单，佩戴方便；适应性强，成本较低等。缺点是一般的过滤式防护面具防护时间短，不能长时间持续在核化生条件下提供有效防护。另外，在使用这种防护面具时，由于面具的呼吸阻力、有害空间和面罩的局部作用，对人体的正常生理功能造成不同程度的影响。

**2 隔绝式防护面具**

隔绝式防护面具是一种呼吸器官可以完全与外界空气隔绝，面具内的储氧瓶或产氧装置产生的氧气供人呼吸的个人防护器材。根据隔绝式防护面具的供氧方式不同，可分为带氧面具和产氧面具两种。

带氧面具的基本原理是人吸入钢瓶中经过减压的高压氧，呼出气中的二氧化碳和被清洁罐中的氢氧化锂或钠灰石吸收，剩余的氧气又重新回到气囊中被再次利用。氧气用完以后更换氧气瓶，清洁罐失效时可更换新的清洁罐。目前我们使用的带氧面具主要是氧气呼吸器，钢瓶中贮存可利用的压缩氧气，一次有效时间为40分钟到2小时。

产氧面具的基本原理是利用人呼出的二氧化碳与面具内的生氧剂发生化学反应，放出氧气供人呼吸。

2.1 国外隔绝式防护面具发展现状

国外比较先进的隔绝式防护面具以美国斯科特公司的SWAT-Pak隔绝式防护面具为代表。该面具为特种部队的呼吸防护需求而设计，能够为特种部队在隐蔽的环境下提供可靠的呼吸防护。SWAT-PaK可在高危搜救行动及有毒化学和生物条件下为人员提供防护。SWAT-Pak带有自动备份的冗余降压器，以及触觉服务指示终端，还可与其他系统相接驳，如可选的紧急呼吸支持系统（EBSS）、快速充电系统以及软硬包装[4]。

2.2 国内隔绝式防护面具发展现状

我国的HYZ4隔绝式正压氧气呼吸器是一款隔绝式呼吸防护面具。其广泛应用于化工、石油、制药工业、煤气厂、地下施工等作业环境，能够保护缺氧环境中的佩戴人员，防止吸入化学生物有害气体、粉尘和烟雾等污染物，并有效抵补缺氧危害。

HYZ4呼吸器最大的特点在于，当人体处于中等劳动强度时，通过定量供氧来满足人体对氧气的需求。随着人体劳动强度增大，气囊内压力达到需求阀开启压力时，弹簧压板接触需求阀，需求阀开启，并向气囊内充氧以满足人体对氧气的需求。

总的来说，我国有不少以HYZ4为代表的应用于工业生产方面的隔绝式防护面具，其技术相对成熟。但是军队专用防核生化袭击的隔绝式防护面具的研发相对较少，如果要想在未来一段时期有所突破，就要利用好在工业面具研发制造的经验，大量吸收国外在隔绝式防护面具方面先进的经验技术和设计理念。

相比于过滤式防护面具，隔绝式防护面具的最大优势是它能隔绝各种浓度的生物战剂和化学毒剂。但同时，其体积一般较大且过于笨重，不适宜长期使用。最影响隔绝式防护面具推广的一点在于其比较容易损坏，也容易产生各种事故。所以，一般在能够使用过滤式防护面具的情况下，一般不使用隔绝式防护面具。

**3 集隔绝式与过滤式防护为一体的新型防护面具**

英国FM53型防护面具是一种集隔绝式与过滤式防护为一体的新型防护面具，可在各种苛刻的行动环境下为穿戴人员提供高级防护功能。FM53最大的特点在于无需拆除或更换任何部件即可作为隔绝式防护面具或动力过滤式防护面具使用。通过增加一种前置转接器，FM53可达到闭式呼吸器（CCBA）的防护能力，这使得FM53可以满足各种军事要求[4]。

ST53是在FM53的基础上专为行动条件十分苛刻的环境下作业的人员而特殊研发的多用途模块呼吸防护装备系统，是一款操作灵活的呼吸防护系统。该面具能够快速而有效地选取必要的防护等级，而且根据CBRN事件发生后的威胁或作业环境，ST53可配置理想的防护模式，可在APR防护（负压）与隔绝式防护（正压）之间无缝切换，在确保最高等级防护的同时，做到维持最长操作时间。此外，ST53的备用功能包括一个用来监测压力的远程访问的胸挂式压力测量装置和1个用于服务终止报警的鸣笛，该功能可根据需要选择关闭[4]。

集隔绝式与过滤式防护为一体的新型防护面具，亦是未来核生化防护面具发展的一大趋势。因其针对不同的环境可更改不同的防护模式，大大提高了防护的整体灵活性与安全性，可为我国未来防护面具的发展方向提供参考。

**4 我国防护面具发展新对策**

总体来说，我国防护面具的研究取得了一定的进展，基本上可以满足军队和民用的需求。但是与发达国家相比，还存在较大差距；同时这些面具在实际使用中也暴露了一些缺陷。例如：功能单一、舒适性差、防护性能不佳等。因此，我们需要加强对关键技术的研究，并将其应用到新型防护面具的研发当中去。

4.1 积极开展新材料的研发使用

为了提高防护面具的防护性能，增强佩戴人员的舒适性，积极开展新材料的研发使用十分必要。相对于美国等西方发达国家，我国在新材料的研发使用方面比较落后。主要体现在防护面具的罩体材料和过滤材料材料两个方面。

在罩体材料方面，目前我国所采用的罩体材料大多数为天然橡胶，而国外一些发达国家所采用的是综合性能好的合成橡胶，主要为硅橡胶和卤化丁基胶。在今后的研究中，可以从以下两个方面进行突破和改进：（1）使用卤化丁基胶与其他新型橡胶材料合理搭配，以增强面具的防护性能以及延长使用寿命。（2）研究类似聚硅氧烷树脂的全透明聚碳酸酯的材料涂于面罩表面，使之具有传统面具不具备的耐划、抗核生化战剂、抗强冲击力和防导弹碎片性能。

在过滤材料方面，我国军队所使用的核生化防护面具滤毒罐内针对生物战剂的过滤材料几乎为空白，几乎都是以防化学毒剂为主，对生物战剂的防护能力没有经过系统的测试和论证。因此，要加大针对生物战剂进行过滤吸附和反应的材料的研究。比如，将催化剂、抗生素类以及其他反应型材料加入滤毒材料中，来中和生物战剂。

4.2 将正压防护技术应用于防护面具

正压防护技术是指在个体防护装备与佩戴者之间形成高于大气压的相对正压区间，从而有效阻止气溶胶的吸入、沾染和渗透。应用正压防护技术能大大提高面具的防护性能[5]。

以正压防护面具为代表的正压个体防护装备的提出与应用还处于初级阶段，还存在许多关键技术需要解决， 因此需要加大力度系统研究。

近年来，随着科学技术的不断发展，研究人员正在将一些尖端技术应用于防护面具中，如新材料技术、生物技术、信息技术等，这些技术的应用，使防护面具不断朝着高性能化和智能化方向发展。各种新材料的研发，也使防护面具具备更多的功能，比如防热辐射、防炸弹碎片、防起雾等。相信随着科学技术的不断革新，我国未来的防护面具将达到一个全新的高度。

**参考文献**

[1] 张伟. [M].北京：航空工业出版社，2009：55.

[2] 刘来红,陈焕祺,栾志强.美军核生化个体防护装备发展现状与趋势[J].中国个体防护装备,2011,(4):13-17.

[3] 王小东,王岩.新一代军用防毒面具M50[J].中国个体防护装备.2008,(2):97-99

[4] 李铁虎,于柏林.几种国外新型防毒面具概述[J].装备与技术,2009,(3):5-13.

[5] 吴金辉,田 涛,林 松,郝丽梅,王 政,杨荆泉.正压防护技术在生物个体防护装备中的研究现状与趋势[J].医疗卫生装备,2010 ,(4):31-33.

**作者简介**

韩丽丽：女，硕士，从事生物防护方面教学与研究工作