

自救器的使用与管理

曾海锋 汤克钧 编著



煤炭工业出版社

自救器的使用与管理

曾海锋 汤克钧 编著

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

自救器的使用与管理/曾海锋, 汤克钧编著. —北京: 煤炭工业出版社, 2007. 3

ISBN 978 - 7 - 5020 - 2967 - 8

I. 自… II. ①曾…②汤… III. 自救器 - 基本知识 IV. TD79

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 120120 号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)
网址: www.cciph.com.cn
北京房山宏伟印刷厂 印刷
新华书店北京发行所 发行

*

开本 850mm × 1168mm^{1/32} 印张 5^{1/2}
字数 142 千字 印数 1—5,000
2007 年 3 月第 1 版 2007 年 3 月第 1 次印刷
社内编号 5766 定价 16.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换

内 容 提 要

本书主要介绍了矿用自救器和消防自救呼吸器两大类自救器，分别阐述了过滤式自救器、化学氧自救器、压缩氧自救器、压风自救装置和过滤式消防自救呼吸器、化学氧消防自救呼吸器的结构与工作原理、技术性能及其检测方法、灾害事故发生时的佩戴使用方法，以及煤矿井下与地面建筑构架内自救器的选配原则和日常的维护管理制度。

本书文字通俗易懂，内容从浅入深，并附有必要的图解，适合广大煤矿工人、煤矿管理人员、高楼居民以及消防官兵阅读，也可作为自救器培训教材。

序

党和政府历来高度重视煤矿安全生产工作，自新中国成立以来，出台执行了一系列的煤矿安全生产法律法规、产业政策、标准规范和技术措施，煤矿安全生产工作取得了阶段性成果，安全生产形势呈现出稳定好转的态势。

矿用自救器，作为煤矿井下发生灾害事故时遇险人员的逃生救命器材，对保障遇险人员的生命安全具有十分重要的作用，是确保煤矿安全生产必不可少的一项安全措施。《煤矿安全规程》规定：“入井人员必须随身携带自救器”。

在多年的煤矿安全工作中，我经常发现一些矿工不会正确使用自救器，有的甚至在事故中因此而丧生，深感痛心。

为普及自救器相关知识，加强对煤矿职工如何正确使用自救器的培训和演练，使其在事故发生时能正确有效地佩戴、使用自救器，最大限度地减少伤亡。从事自救器研发工作20多年的曾海锋、汤克钧同志主持编写了《自救器的使用与管理》一书。该书以图文并茂的形式，介绍了矿用自救器的工作原理、佩戴方法、使用安全注意事项，以及日常的检查、发放和管理的方法及注意事项。这是一本介绍自救器基础知识方面的普及性读物。既可作为对煤矿职工如何使用自救器的培训用书，也适合广大煤矿职工阅读自学。相信该书的出版，必将在进一步提高煤矿职工正确使用自救器能力和自救能力方面发挥积极的作用。

趙鉄鍾

二〇〇七年三月十四日

目 录

第一章 概述	1
第一节 自救器的发展概况.....	1
第二节 矿井有害气体.....	5
第三节 自救器的选型.....	21
第二章 过滤式自救器	23
第一节 结构与原理.....	23
第二节 主要技术参数及其检测方法.....	27
第三节 气密性和增重的检查方法.....	38
第四节 修理.....	42
第五节 使用方法.....	45
第六节 触媒技术规范.....	48
第三章 化学氧自救器	53
第一节 用途及技术参数.....	53
第二节 结构与原理.....	54
第三节 使用方法.....	70
第四节 保养及佩戴逃生时的注意事项.....	75
第五节 化学氧自救器主要技术参数检验方法.....	77
第六节 生氧剂技术规范.....	91
第四章 压缩氧自救器	97
第一节 用途及技术参数.....	97
第二节 结构与原理.....	99
第三节 使用方法.....	103
第四节 维护与保养.....	107
第五章 压风自救装置	110
第一节 ZY—1 型压风自救装置.....	110

第二节	ZY—M 型压风自救装置	112
第三节	AZF—1 型压风自救装置	115
第六章	自救器的配备与管理	119
第一节	煤矿自救器管理规定	119
第二节	自救器的配备与日常管理	121
第三节	自救器的使用训练	123
第四节	自救器的管理制度	126
第七章	使用自救器逃生实例	129
实例一	.....	129
实例二	.....	129
实例三	.....	130
实例四	.....	132
实例五	.....	133
第八章	消防自救呼吸器	135
第一节	过滤式消防自救呼吸器	135
第二节	化学氧消防自救呼吸器	139
附录 I	中华人民共和国煤炭行业标准——煤矿用	
	一氧化碳过滤式自救器	143
附录 II	中华人民共和国国家标准——化学氧	
	自救器(2005 年 11 月报批稿)	156

第一章 概 述

自救器是煤矿井下人员的救命器。《煤矿安全规程》中规定：入井人员必须随身携带自救器。

自救器适用于煤矿井下发生火灾、瓦斯爆炸、煤尘爆炸时，或在其他有毒有害气体环境中，作为人员遇险时保护自己生命，安全脱险之用。

第一节 自救器的发展概况

自救器按其原理和用途，可分为过滤式自救器、化学氧自救器、压缩氧自救器和消防自救呼吸器等4种类型。

一、过滤式自救器

过滤式自救器起源于第一次世界大战，首先用于军队的防毒面具。大战结束后，于1924年美国MSA公司研制出了BM—1402型过滤式自救器，这是世界上最早在煤矿井下推广使用的产品，防护使用时间为30min。1965年美国又研制出采用橡胶密封的W65型过滤式自救器，使用时间为60min。

原西德的过滤式自救器，始于1950年，是Drager公司生产的623型，防护使用时间为45min。70年代，又研制了真空密封的FSR—850型，防护使用时间为160min。现在已发展到了FSR—950型。

前苏联也是发展使用自救器较早的国家之一。20世纪30年代初为煤矿研制了СП—1型过滤式自救器，50年代全面推广СП—9型过滤式自救器，近期使用的产品为СПП—2型和СПП—4型。但前苏联在90年代已提倡使用化学氧自救器。

我国于1953年开始对过滤式自救器引进开发工作。1958年

仿制苏联产品 СП—9 型，其仿制型号为 AZL—45 型，防护使用时间为 45min。1980 年，我国研制生产了 AZL—40 型；1986 年又研制生产了 AZL—60 型；1990 年发展到 AZL—90 型，其防护使用时间分别为 40min、60min 和 90min。

从 1991 年开始，为了适应矿工的需求，我国在过滤式自救器的发展上，趋于小型化，当年研制了 AZL—60B 型和 AZL—60W 型等 2 种小型自救器，防护使用时间都为 60min。

根据我国煤炭行业标准 MT/T154·10—1996《煤矿用安全仪器仪表产品型号编制方法和管理办法》的规定，自救器代号为“Z”，所以，自救器系列产品从 1996 年起，陆续取消原以“A”开头的型号产品，逐步过渡到：过滤式自救器为“ZL”，化学氧自救器为“ZH”的编制方法。其结构和原理都无变化，只是在型号上取消“A”字。

由于过滤式自救器在原理上仅适用于一氧化碳和氰化氢的转化作用，而对其他有毒有害气体不能防护，同时，使用环境中氧气浓度低于 17% 也不适用，因此，过滤式自救器在煤矿逐步被淘汰的趋势。

二、化学氧自救器

早在 1904 年，德国《应用化学杂导》上就刊登过“过氧化物”的文章，然而，最早把过氧化物应用于呼吸保护装置的却是美国。1936 年 MSA 公司研制了“一小时化学氧呼吸器”并装备于海军。该产品直到 1946 年才允许民用。

70 年代，美国西屋电气公司研制成功了氧烛型化学氧自救器。后来，MSA 公司相继研制生产了 MSA10 型和 MSA60 型化学氧自救器，供煤矿使用。

德国虽然是研究化学氧自救器最早的国家，但生产出商品并推广应用于井下的时间并不很长。原西德矿山救护委员会在 1980 年才发布“关于在煤矿井下使用 KO_2 为基础的化学氧自救器的结构和检验规则”。

SSR—16B 型自救器是原西德最早制造并应用的化学氧自救

器。该自救器重 2kg，使用时间为 45min。此后，Auer 公司和 Drager 公司相继研制出 SSR—120 型和 OXY—SR—60B 型等化学氧自救器，供煤矿广泛使用。

前苏联早在 20 世纪 50 年代就普遍推广应用 IIIС—3 型化学氧自救器，重量为 2.7kg，使用时间为 45min。以后又研制出 IIIС—5 型和 IIIС—7 型等。再后又研制了 IIIСМ—1 型。该自救器是一种小型化学氧自救器，重量仅为 1.45kg，使用时间为 20min。

我国于 1960 年开始研制化学氧自救器，1967 年成功地生产了 AZG—40 型。1986 年由湖南、抚顺等煤矿安全仪器厂与煤炭科学研究总院抚顺分院等单位又共同研制成了 AZH—40 型化学氧自救器，重 2.3kg，防护使用时间为 40min。

1990 年和 1991 年，由煤炭科学研究总院抚顺分院与湖南、抚顺、西安等三家煤矿安全仪器厂共同研制开发了 AZH—20 型和 AZH—60 型等两种化学氧自救器，防护使用时间分别为 20min 和 60min。

从 1992 年至 1994 年，为便于矿工携带，自救器趋向于小型化。由抚顺和湖南两家煤矿安全仪器厂分别研制的 AZH—10 型和 AZH—15 型两种小型便携式化学氧自救器，重量为 1.2kg，防护使用时间分别为 10min 和 15min。

1992 年至 1993 年，煤炭科学研究总院抚顺分院研制了 OSR15 型、OSR30 型和 OSR45 型系列化学氧自救器，其体积和质量都比以前同类产品有所减小，性能有所提高。

从 1996 年起，化学氧自救器型号编制逐步改为 ZH 系列产品，例如：ZH15 型、ZH20 型、ZH30 型等。

三、压缩氧自救器

前苏联于 50 年代开始制造了 CK 型压缩氧自救器，目前已发展到 CK—8 型。

法国于 1966 年研制成 CF—401 型压缩氧自救器重 2kg，使用时间为 40min。

原西德 Drager 公司于 1965 年研制成 OXY—SR—30 型和 OXY—SR—45 型压缩氧自救器。

我国压缩氧自救器研制较晚，于 1984 年开始研制，先后由重庆和抚顺两家煤矿安全仪器厂生产了 AZY—45 型和 AZY—30 型，现在已发展到 AZY—15 型、AYG—60 型及 AZY—15B 型等 5 种产品。前 4 种产品都是以钢制氧气瓶贮存高压氧气作为仪器供氧气源，而最后一种产品则是采用不锈钢管环绕成 O 形来贮存高压氧气。目前，以上各种压缩氧自救器正在全国煤矿推广使用。

四、矿井压风自救装置

矿井压风自救装置是一种新型的自救设施，可安装在巷道、硐室或工作面，利用矿井已装备的管道压缩空气系统供风。当井下发生煤与瓦斯突出或巷道冒顶堵死出路时，遇灾人员可迅速使用矿井压风自救装置获得自救，并等待地面来人救护或继续佩戴自救器撤离灾区。

世界上几个发达国家，如日本、德国、英国及前苏联等，已在煤矿普遍使用矿井压风自救装置。矿井压风自救装置按使用方法可分为两类，即以德国为代表的带呼吸面罩的压风自救装置和以日本为代表的带防护袋的压风自救器。

我国于 1987 年由煤炭科学研究总院重庆分院率先研制出 ZY—I 型矿井压风自救装置，年年底通过部级鉴定。在 1989 年 12 月的一次瓦斯突出事故中，有 27 人使用了矿井压风自救装置，其中有 26 人幸免于难。

1990 年，煤炭科学研究总院重庆分院又研制了 ZY—M 型综采工作面压风自救装置。广东省煤炭工业研究所，在 1989 年研制成 GJ—II 型和 GJ—III 型避灾压风呼吸装置。

1993 年，由抚顺煤矿安全仪器厂研制成功了 AZF—1 型压风自救装置。该装置由压力为 15MPa，容积为 40L 的高压气瓶，氧气减压器、不锈钢球阀、自吸式空气供给阀以及呼气阀组、鼻夹组、口具和呼吸软管等组成。这些零部件全部都装在一个

800mm × 400mm × 1600mm 的金属柜中，形成一个供气呼吸系统。同时，该柜内还储存自救器 9 台。该压风自救装置的特点是：与井下巷道中风路无任何连接，是一个完全独立的系统，可以随着开采位置的变化而移动。当井下发生突变时，遇灾人员能很快打开金属柜供给新鲜空气，还可以佩戴柜内贮存的自救器逃生。

到目前为止，全国已有几十个煤矿装备了上述几种不同类型的压风自救装置。

五、消防自救呼吸器

消防自救呼吸器分为过滤式消防自救呼吸器和化学氧消防自救呼吸器两种类型，这类民用消防自救呼吸器的发展，在我国起步较晚，由于我国近期经济的高速发展，火灾事故在全国各城市地区频频发生，给受灾人们的生命和财产造成极大的损失，因而，促使了国家高度重视，促使这类消防自救呼吸器发展较快，国家公安部在近 4 年内先后颁发了 GA209—1999 过滤式自救呼吸器和 GA411—2003 化学氧自救呼吸器两个公共安全行业标准，使消防自救类产品的制造供应商有技术标准可依。最近，由公安部上海消防科学研究所又起草了《建筑火灾逃生避难器材及其他配备》的国家标准，正在审批中。

目前，我国有广东、重庆等煤矿安全仪器厂和湖南卫生防护工程公司及抚顺煤研分院等单位，先后研制和生产了 XHZLC15 型、XHZLC30 型、XHZLC60 型等过滤式自救呼吸器和 HFZY15 型、HFZY20 型等化学氧自救呼吸器，供应全国广大市民的消防自救需求。

第二节 矿井有害气体

一、一氧化碳

分子式：CO；相对密度：0.968；相对分子质量：28.01。

1. 来源

是由碳及烃类不完全燃烧而产生的。在煤矿井下主要来自煤

的自然发火、采空区坑木的腐烂和放炮时的炮烟中（约含4%~12%），瓦斯爆炸时也将产生大量CO，其浓度约在2%~3%左右。

各种产生源中CO含量示于表1-1中。

2. 性状

CO为无色、无臭的有毒气体，它与氯气反应生成光气（ COCl_2 ），与其他卤族元素氟、溴、碘以及硫等反应可生成氟光气（ COF_2 ）、碘光气（ COI ）、溴光气（ COBr ）和硫光气（ COS_2 ），并能与活性还原金属氧化物、卤化物反应生成金属与CO的直接化合物，即金属羰基化合物，这些物质均有剧毒。

表1-1 各种产生源中CO的浓度

产生源	CO浓度/%
三硝基甲苯炸药炮烟	61
硝化甘油炸药炮烟	46
黄色炸药炮烟	34
黑色炸药炮烟	3~9
瓦斯爆炸后的气体	0.5~1.5
井下火灾的燃烧气体	0.1~3
火灾时室内（混凝土建筑）	$\left\{ \begin{array}{l} 0.18 \sim 0.46 \\ 0.13 \sim 1.12 \end{array} \right.$
火灾时室内（木质双层建筑）	
燃烧的烟中	0.1~0.5
取暖煤炉的排出烟中	0.05~0.15
水煤气（以焦炭为原料）	约40
发生炉煤气（以煤为原料）	约30
熔矿炉气体	24~31
焦炭气体	10~30
照明灯用气体	4~12

CO 易被酸性或碱性的铜盐溶液所吸收（在工业分析中常用以排除 CO），对银、钡、钼盐和五氧化二碘等具有还原性。

CO 是大气中比较稳定的气体，不发生光化学反应，在大气中可停留 2~3 年。

3. 允许浓度

各国对 CO 的允许浓度规定如下：

中国《煤矿安全规程》	24ppm (0.03mg/L)
工业厂房 GBJ—73	24ppm (0.03mg/L)
前苏联	18ppm (0.02mg/L)
英国	50ppm
日本	50ppm
德国	50ppm
美国	50ppm

美国 1984~1985 年规定，在 15min 内短时间暴露的最大平均允许浓度为 400ppm。

4. 对人体的危害

所谓 CO 中毒是指人体内的血红蛋白（Hb）通过肺与 CO 结合生成碳氧血红蛋白（CO—Hb），妨碍了 Hb 向体内运送氧的功能，因而使体内缺氧。同时，血液中的 CO—Hb 又妨碍氧与血红蛋白结合生成的 O₂—Hb 的离解，从而生成更多的 CO—Hb。

CO 与 Hb 的结合力比 O₂ 与 Hb 的结合力强 210~300 倍，如果呼吸的空气中含有 700ppm 的 CO，则血液中的 Hb 有 50% 与 CO 结合而生成 CO—Hb，体内氧的供应量便减少到一半以下。但是，CO 和 O₂ 与 Hb 的结合是可逆的，当人体与动物吸入 CO 后，立即被移入空气中，在开始 1h 内就可排出吸入的 CO 一半以上，而后，Hb 仍能与 O₂ 结合生成 O₂—Hb，起到运氧的作用。

CO 使人体中毒的情况不仅与气体浓度有关，还与在该气体中暴露时间有关。通常取一氧化碳的浓度（以 ppm 计）与暴露时间（以小时计）的乘积定义为中毒指数，不同的中毒指数与人体的中毒情况见表 1-2。

CO中毒分为急性中毒和慢性中毒两种，短时间内接触高浓度CO可引起急性中毒；长时间反复接触低浓度CO可引起慢性中毒。

表 1-2 CO中毒指数与人体的中毒情况

中毒指数	症状
300 以下	无作用
600	有异常感
900	引起头痛、恶心
1200	有生命危险

注：本表数值为 Henderson Haggard 1948 年发表。

急性中毒发病急骤，症状严重，按其中毒表现又分为轻、中、重三级。

轻度中毒：有轻度头痛、头沉重感、头晕、心跳、眼花、恶心、呕吐、全身无力、脉快等症，离开中毒场所，经过治疗或不经任何治疗，数小时后或次日即可好转。

中度中毒：除上述症状外，病情加重，面色潮红、口唇呈樱桃红色、多汗、烦躁、进入昏迷状态，但昏迷的持续时间不长，将患者移出中毒场所抢救数小时后，神志即可恢复，经过 1~2 日治疗，头痛及全身无力逐渐好转。

重度中毒：迅速进入昏迷状态，昏迷持续数小时或更久，不能很快恢复，有并发症，如肺炎、心肌损害、体温失调、肢体瘫痪、震颤、麻痹、运动性感觉型周围神经炎、有时记忆力差、智力迟钝，中毒者若迅速抢救可减少并发症与后遗症。

对于长期吸入浓度较低的 CO 而引起的慢性中毒，虽然 CO 的浓度较低，但接触时间长，可能引起头痛、头晕、记忆力减退、失眠、四肢无力、易发怒、消化不良、体重减轻、神经衰弱等症候，其他如未老先衰、眼和心脏机能异常、对酒的耐受力降低等，临床检查可发现红血球数及血红蛋白异常。人体对 CO 的耐受程度列表 1-3。

表 1-3 人体对 CO 的耐受程度

CO 浓度		人体耐受程度
ppm	mg/L	
100	0.11	可耐受 2~3h
400~500	0.46~0.6	在 1h 内无明显作用
600~700	0.7~0.8	1h 后才有作用
1000~1200	1.1~1.4	1h 内有不快感
1500~2200	1.7~2.3	1h 内有生命危险
4000	4.6	1h 内致死

二、光气 (二氯化碳酰或碳酰氯)

分子式: COCl_2 ; 相对分子质量: 98.92。

1. 来源

在煤矿井下, 当使用四氯化碳灭火剂灭火时, 则分解出 COCl_2 。当使用氯胺炸药放炮时, 炮烟中也产生氯气, 氯气与炮烟中的 CO 直接形成 COCl_2 。

2. 性状

纯净的 COCl_2 是无色而有特殊芳香味 (腐败的苹果味) 的气体, 这种香味的嗅域 (能闻到气味的最低浓度) 为 0.5 ~ 1.0ppm, 由于这种香味远比其最高允许浓度 (0.1ppm) 大得多, 所以不能用是否闻到香味作为预警信号。大量漏泄时可用氨水检查, 根据所产生的白烟情况来判断。

3. 允许浓度

各国对 COCl_2 的允许浓度规定如下:

中 国	0.0005mg/L (约 0.1ppm)
前苏联	0.0005mg/L (约 0.1ppm)
美 国	0.1ppm
英 国	0.5ppm
日 本	0.1ppm
原西德	0.1ppm

美国宾夕法尼亚州规定：5min 短时间暴露的最大允许平均浓度为 1ppm。

4. 对人的危害

在第一次世界大战中， COCl_2 被大量用作毒气，其毒性相当于氯气的 10 倍。

对人而言，在轻度中毒的情况下（2.5ppm），最初咳嗽，咽喉发炎，口渴，呕吐，粘膜出血。中毒较重时（50ppm），呼吸急促，肺部有细微的泡沫或水泡音，大多数吐出黄色泡沫状的痰，由于心脏衰弱而面色苍白。在极严重的情况下会导致急性窒息而死亡。

光气急性中毒的后遗症往往会引起长时期的哮喘及支气管炎、或引起心肌炎、肺脓肿、支气管扩张，但一般不会发展成肺结核。光气对人体的危害情况见表 1-4。

表 1-4 光气 (COCl_2) 对人体的危害

COCl ₂ 浓度		作用时间	症 状
mg/L	ppm		
0.004	1.0	长时间	最大允许量
0.005 ~ 0.01	1.25 ~ 2.5	长时间	无明显反应
0.0125	3.1	长时间	刺激咽喉
0.016	4.0	长时间	刺激眼睛
0.019	4.8	长时间	咳 嗽
0.02	5.0	1min	难以忍受
0.04	10.0	几分钟	刺激呼吸器官及眼睛，四肢无力
0.05	12.5	0.5 ~ 1h	有生命危险
0.08	20.0	1 ~ 2min	发生严重的肺障碍
0.10	25.0	短时间	急性死亡
0.36	90.0	0.5h	死 亡