



氧气呼吸器

金百考 编著

7
155
煤矿安全仪器仪表丛书

内 容 提 要

本书系统、全面地介绍了氧气呼吸器、氧气充填泵和氧气呼吸器校验仪的用途、结构原理和技术性能；详尽地介绍了AHG-4型、AHG-2型两种氧气呼吸器的使用、维护、修理、检查方法；还介绍了氧气钢瓶的水压试验和二氧化碳吸收剂的检验等方面的知识。内容注重实际。可供从事煤矿救护工作的领导干部、技术人员及矿山救护队员阅读，也可供其他工矿企业应用氧气呼吸器的同志学习和参考。

责任编辑：李 秀 荣

煤矿安全仪器仪表丛书

氧 气 呼 吸 器

金 百 考 编 著

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路16号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ 印张 $5^{3/4}$

字数 123千字 印数1—5,020

1984年6月第1版 1984年6月第1次印刷

书号15035·2617 定价0.65元

前 言

矿井瓦斯煤尘爆炸、煤与沼气突出、火灾是严重威胁煤矿安全生产的重大灾害。矿井安全监测仪器仪表和救护装备，是预防和处理灾害的有力武器。为了使用好这些装置，切实保障煤矿井下工作人员的人身安全，特组织编写《煤矿安全仪器仪表丛书》。

本《丛书》包括沼气检测、监视、遥测仪器；井下有害气体和矿尘测定仪表；自救、灭灾装备等。《丛书》主要介绍仪器仪表的原理、结构、组装、调试、操作、检验、修理及管理。内容实用，通俗易懂。适合于从事煤矿通风、安全工作的领导干部、工程技术人员以及使用、维护安全仪器仪表的专业人员学习参考。亦可供现场生产技术管理人员、设计人员、煤矿学校和安全技术培训班使用。

《丛书》由煤炭部安全局、制造局负责组织抚顺、西安、重庆安全仪器仪表厂、抚顺、重庆、上海煤研所，鹤壁矿务局，山西矿业学院等单位的有关同志参加编写。在编写过程中，曾得到编写单位的领导大力支持和有关同志的协助，谨此表示感谢。

一九八三年七月

目 录

第一章 氧与呼吸	1
第一节 氧的性质	1
第二节 呼吸生理	2
第三节 呼吸环境	4
第四节 呼吸保护	9
第二章 AHG-4型四小时氧气呼吸器	12
第一节 用途与技术特征	12
第二节 作用原理	13
第三节 部件构造	16
第三章 AHG-2型二小时氧气呼吸器	44
第一节 用途与技术特征	44
第二节 作用原理	45
第三节 部件构造	48
第四章 氧气呼吸器的使用	57
第一节 呼吸器的佩戴与工作	57
第二节 呼吸器工作时的故障与处置	66
第三节 呼吸器的日常维护与保管	73
第四节 清净罐的装药与使用	78
第五节 氧气瓶的使用与充氧	81
第五章 氧气呼吸器校验仪	86
第一节 用途与技术特征	86
第二节 构造与工作原理	87
第三节 使用操作方法	94

第六章 氧气呼吸器的检查	110
第一节 呼吸器的整机检查方式及项目	110
第二节 呼吸器的例行检查	111
第三节 氧气瓶水压试验	123
第四节 氢氧化钙的检验	127
第五节 压力表的检验	140
第七章 氧气呼吸器的清修	143
第一节 清修前的准备工作	143
第二节 几种典型的清修方法	145
第三节 部件的检修	154
第四节 整机组装和检验	174

第一章 氧 与 呼 吸

第一节 氧 的 性 质

氧是一种化学元素，用符号 O_2 表示。氧的原子量为16，氧分子由二个氧原子构成，所以，它的分子量为32。

新鲜空气中（按体积计）含有氧20.96%、氮79%、二氧化碳0.04%及微量的多种稀有气体。

氧在常态下是无色、无嗅、无味的气体，因此它很难与其他气体辨别。氧气较空气略重，在温度为 $0^{\circ}C$ 、压力为760毫米水银柱时，一升氧气重1.429克；在温度为 $+20^{\circ}C$ 、压力不变时，一升氧气重1.331克。

除气态氧外，根据温度和压力的不同，氧还可以变成液态和固态。

当温度为 $-118.8^{\circ}C$ ，压力为51.35公斤力/厘米²时，气态氧可变为液态氧。液态氧是淡蓝色、透明的液体。一升液态氧重1.146公斤，可蒸发成861升气态氧（温度 $+20^{\circ}C$ 、压力760毫米水银柱时）。

当温度为 $-218.4^{\circ}C$ 、压力为2毫米水银柱时，液态氧可变为固态氧。固态氧是雪花状的松软质体，1000立方厘米固态氧重1.305公斤。

氧是非常活泼的元素，除氮、氦、氟、氙、氡和贵金属——金、银和铂外，它极易与各种元素化合。

氧与它种物质起化学作用称作氧化作用。铁制物品的腐

蚀（生成铁锈）就是氧化作用的一个例子。燃烧和爆炸都是一种剧烈的氧化作用。

纯氧中氧化作用比空气中的氧化作用要剧烈的多。如果将刚在空气中熄灭了的火柴杆放在纯氧中，就会燃起鲜明的火焰。因此，在检查氧气呼吸器是否存在高压管路系统漏泄氧气时，往往利用阴燃的线香或棉线在仪器外部进行检漏，若阴燃的线香突然变得明亮或发出火焰，则说明该部位有氧气漏出。高浓度氧如遇到碳氢化合物、油脂等，往往可以使之自燃。在纯氧下，有些物质的引燃可提高很多倍。

当压力为 5 公斤力/厘米²或大于 5 公斤力/厘米² 的压缩氧气与油类接触时，便会发生爆炸。因此，在使用各种氧气装备时，工作人员的衣服、手以及使用的工具均应非常清洁而无油脂。

液态氧滴在皮肤上会引起严重的损伤。有机物质如棉线、麻屑、毛发等与液态氧接触时极易吸收氧，遇火就会燃烧及爆炸。

由于氧具有特殊的活泼性，使用与管理氧气设备，必须严格遵守安全操作规程。

第二节 呼 吸 生 理

人体吸收氧主要是通过肺部的呼吸，其次是通过皮肤吸收氧，通过皮肤吸收氧仅占人体耗氧量的1~2%。

人体呼吸道包括从鼻咽腔开始→总气管→支气管→毛细支气管→肺。

当肺部呼吸时，空气由鼻腔进入到鼻咽腔，然后再经过咽喉进入总气管，通往左、右肺的支气管、毛细支气管，最终进入肺泡内。气体在肺泡内通过血液循环进行交换。血液

循环时，流向肺部的血液中，二氧化碳的张力（在液体内的气体分压力通常称为张力）大于肺泡中二氧化碳的分压力，氧气的张力则小于肺泡中氧气的分压力。按照扩散作用原理（即气体有趋向分压力较低处的作用），血液中的二氧化碳便进入肺泡，然后通过肺的呼气把它从体内排出；而肺泡中的氧气按同一原理则进入血液，与血液中的红血球结合而传向全身机体组织。这样就完成了人体吸氧排碳的呼吸生理过程。

当人体处于静止体息时，呼吸次数每分钟约为13~15次，肺活量（肺部一次所呼出的空气量）约为500立方厘米。如果进行深呼吸时，肺活量可达3000~5000立方厘米，但是不论如何加强呼吸，在肺中还会剩余约1000立方厘米的所谓剩余空气不能排出。当进行体力劳动时，呼吸次数即行增多，肺活量亦随之增大，以吸取更多的氧气来满足活动能量的需要。人体需要的氧气量视其劳动强度而不同：休息时每分钟约需要0.25~1.00升氧气；工作时则每分钟约需要1.00~3.00升氧气。

人体吸入与呼出的空气成分是不一样的。呼出的二氧化碳量一般小于吸入的氧气量，这两个数值之比称为“呼吸系数”。举某人劳动时的呼吸为例：

吸入空气的成分：

O ₂	20.96%
N ₂	79%
CO ₂	0.04%

呼出空气的成分：

O ₂	16.60%
N ₂	79.17%

CO_2

4.23%

在呼吸过程中，氧气体积减少了4.36%，而呼出的二氧化碳只增加了4.19%。因之，计算结果其呼吸系数为0.96。呼吸系数反映了肺部吸氧排碳作用的强度。

呼吸系数主要取决于劳动的强度，在一般条件下按我国人体条件，呼吸系数约为0.6~0.7。人在休息时呼吸系数便低于一般标准。随着劳动强度的增加，呼吸系数也随之增大，在兴奋状态中或从事笨重的体力劳动时，呼吸系数能增大到1或者还稍大一些。

第三节 呼 吸 环 境

呼吸环境是指呼吸时空气成分及气候条件两方面的各种要素。在密封的隔绝式氧气呼吸器系统中，空气组成及气候条件不同于人们正常生活的大气环境。下面介绍在氧气呼吸器的闭路循环呼吸系统内，主要的呼吸环境要素变化时对人体生理的影响。

一、氧气含量变化的影响

目前应用的压缩氧呼吸器，它的气囊中氧气的含量平均约在70~80%左右。如果在人员休息静止状态时，或频繁地进行手动、自动补给时，气囊中的氧含量也可能增加到80~90%左右。实践证明，在正常的大气压力下，重复和较长时间佩戴氧气呼吸器，吸入含量高或纯粹的氧气，对人体是没有害处的；（但吸入高压氧可引起生理上许多重要的变化，如在潜水作业环境中工作，本书不在此多作介绍）。

在特殊情况下，如氧气呼吸器发生故障或不遵守呼吸器的使用要求时，会造成氮气积聚，可能使气囊中氧气含量降低至15~20%，甚至更低。呼吸空气中氧含量的降低对人体生

理会产生不利的影响。当氧气含量降至15%以下时，会出现氧气缺乏或氧气饥饿的现象，此时人的呼吸和脉搏加快、思考能力减弱、肌肉工作的协调破坏。当氧气含量降至10~12%时，上述现象表现更加突出，人处于类似“醉酒”状态，丧失了判断力和自主力，常常会作出一些莫明其妙的行为，严重的是本人不感到这种存在的危险，也不会采取措施将自己的感觉告诉他人。当氧气含量降至8~10%时，就会丧失知觉。氧气含量若降至6%时，产生痉挛、呼吸停止，心脏只能继续维持几分钟的功能，如果在这几分钟以内，不为受害者进行急救的话，便会导致死亡。吸入空气中氧气含量减少对人体生理影响见表1-1所示。

表 1-1 不同氧气含量对人体的反应

氧气含量 (以体积计%)	对 人 体 的 反 应
17	静止状态时无影响,但在工作时能引起喘息、呼吸困难和心跳加快。
15	人体开始出现氧气缺乏，呼吸和心跳急促，感觉和判断能力减弱，肌肉功能破坏，失去劳动能力。
10~12	失去理智和知觉。
6~9	产生痉挛，呼吸停止，几分钟内不急救将导致死亡。

二、二氧化碳含量变化的影响

在正常的空气中，二氧化碳含量通常不超过0.04%。在再生式氧气呼吸器中，利用再生后的呼出气体来供给呼吸，因此不可避免地在呼吸器气囊中会逐渐积聚起一定量的二氧化碳气体，平均不超过0.5%，使用到最后还可能接近2%，如果使用操作不当还有可能超过2%。因此在使用呼吸器时，二氧化碳对生理的作用也是一个具有重要意义的问题。

如果长时间吸入高浓度的二氧化碳气体，便会造成二氧化碳中毒。吸入空气中二氧化碳含量增加对人体生理影响见表1-2所示。

表 1-2 不同二氧化碳含量对人体的反应

二氧化碳含量 (以体积计%)	对 人 体 的 反 应
1	呼吸略感急促。
3	呼吸量增大两倍，很快发生疲劳现象。
5	呼吸感到困难，耳中轰鸣，血液流动快，太阳穴跳动。
6	发生严重喘息，虚弱无力，头痛。
10	头脑昏晕，发生昏迷，失去知觉。
10~20	呼吸处于停顿状态。
20~25	中毒死亡。

上表是指在吸入空气中具有正常大气的氧含量情况下，不同二氧化碳含量对人体生理上的反应。在佩戴氧气呼吸器工作时，呼吸空气中具有较丰富的氧气，则二氧化碳的中毒作用将大为减弱。若氧气含量达到60~70%时，即使吸入空气中含有4%的二氧化碳，也不会使人的脉搏增快和血压增高。

此外，在进行工作劳动的情况下，由于加强了肺部的换气作用，此时即使吸入含有二氧化碳的空气，对呼吸频率也不会产生明显的影响，或者只是使呼吸频率稍微有点加快。而若在静坐不动的情况下，则吸入含有二氧化碳的空气，便能促使呼吸频率明显加快。

三、氮气含量变化的影响

氮气对人体生理所起的影响不大，它是属于单纯的窒息性气体。若使用没有自动排氮装置的氧气呼吸器时，如果不

按时用人工方法排出气囊中积存起来的氮气，则会排除气囊中相当数量的氧气，造成氧气含量降低，甚至引起缺乏氧气的危险。

四、高温、高湿度的影响

在矿井或戴上氧气呼吸器进行工作的条件下，如果能够吸入寒冷而又干燥的空气，则对人的自我感觉和工作能力都具有极为良好的作用。相反，如果吸入温度很高、湿度又很大的空气，则对人体会产生不良的影响，特别是人体周围的空气温度和湿度也很高的话，热量排除会发生困难，此时影响更为显著。在氧气呼吸器中吸入空气的温度大约在 $30^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ 之间，平均不超过 37°C 。

人体本来是一个热源，为了维持正常的生命活动，体温必须保持在 37°C 左右。若人体排热不够，体温就升高，体内物质代谢的能力降低，大量血液流入肌肉及皮肤表面，脑部与内脏器官的血液循环减弱，遂会引起下述的一些征象：

- 1) 工作的肌肉很快会疲劳，产生软弱的感觉；
- 2) 精神疲惫，压抑不快，思考能力降低，好发脾气，有时还转为精神上的恐惧；
- 3) 脉搏频率加快，血压升高；
- 4) 头痛，有时有恶心和呕吐现象；
- 5) 呼吸道粘膜发炎，眼睛发炎，出现痉挛和昏厥的状态；
- 6) 抵抗疾病能力降低容易引起感冒。

人体向外界排除热量的途径有以下四种：

- 1) 呼吸——通过呼吸排除热量的大小，决定于肺部换气容积、吸入空气的温度和湿度。肺部换气容积愈大，吸入空气的温度愈低，湿度愈小，则排出的热量愈多。所以，呼

吸器中的空气要求温度愈低、愈干燥则对人体就愈有利。

2) 辐射——周围物体温度低于人体温度时，通过人体表面便能向外界辐射热量。温度愈低散发热量愈大。相反，人体便不能向外界辐射热量。

3) 传导——这里所说的传导，实际上就是对流，即将热量传递给空气流。人体周围空气温度愈低、流动速度愈快，热的传导作用愈强。

4) 排汗——在周围空气温度高时，排汗是人体散发热量的唯一调节因素。但排汗速度还与空气湿度有关，湿度高时，汗水蒸发困难，甚至停止蒸发。在大量排汗情况下，必须要考虑到，随着汗水还排出了维持机体正常工作所必需的盐分。血液中缺少了盐分，就会产生疲倦、嗜睡、头晕，甚至痉挛等征象。要预防这些现象，最好饮用含盐汽水之类的防暑降温饮料。

五、呼吸阻力的影响

在正常大气环境中，人们进行呼吸时，是感觉不到呼吸阻力的。但是，佩戴氧气呼吸器后，呼吸的空气就只能沿着呼吸器内一定的通路进行循环流动。按照气体动力学原理，气体沿循环的通路进行运动时，会产生阻力。而且，气体流动速度愈快，则阻力也愈大。气体流动阻力由摩擦阻力和局部阻力两个部分总合组成的。摩擦阻力是指气体流动时与通道壁之间的摩擦力；而局部阻力是气体流动时，遇到通道方向改变及通道截面变化而造成的流动阻力。佩戴氧气呼吸器进行呼吸时，由于空气流经一定长度、有限截面的管道、阀门、药剂层等，就会给人体呼吸带来额外的阻力。在氧气呼吸器的设计中，总是尽一切可能设法减低呼吸器的空气分配系统对呼吸所造成的阻力。

不显著的呼吸阻力，对人体生理并没有不利的作用，它只是引起呼吸节律减慢、呼吸深度加深。当呼吸阻力增加并长时间在克服阻力的情况下进行呼吸时，则能引起呼吸肌肉疲倦，特别是帮助呼气的肌肉更容易感到疲劳，因为人体对呼气阻力的作用较对吸气阻力作用更加难以忍受与克服的缘故。据有关资料介绍，呼吸时不致于引起呼吸功能紊乱的最大阻力（在呼吸空气速度最快时测量）约为 60~80 毫米水柱。若阻力超过 200 毫米水柱时，甚至维持几分钟的呼吸也是十分困难和难以忍受的。在呼吸阻力增大的情况下，肺部来不及吸入和呼出维持正常的气体代谢所需要的足够数量的空气，无法排出足够数量的二氧化碳气。血液中积聚二氧化碳后，就促使呼吸中枢的兴奋作用加强，而呼吸中枢的兴奋就能促使呼吸加快，因此，还没有进行到底的吸气（或呼气）动作就马上转换到呼气（或吸气）动作，这样就造成了呼吸的表面化，就会发生喘的上不来气的现象。呼吸表面化使肺部换气恶化，又使呼吸中枢进一步兴奋恶化，假如人在此时必须进行花费气力的工作，要求加大换气量，则呼吸阻力的不利作用又会进一步加剧，于是可能引起缺氧或窒息现象的发生。所以，在佩戴氧气呼吸器时需要注意，一旦发生呼吸表面化现象时，就应该适当休息、补给氧气、加深呼吸，待恢复正常后再重新工作。

第四节 呼 吸 保 护

在有害于人体呼吸的环境中进行作业时，必须采取人身呼吸保护措施，以保证工作人员的健康和安全。

最广泛采用的呼吸保护措施是个体呼吸保护装备。例如，在空气中含有大量粉尘环境下，应用防尘口罩或防尘面

罩；在空气中含有有毒、有害气体或蒸气环境中，应用过滤式防毒面具、隔离式空气呼吸器、氧气呼吸器；在水下环境中应用潜水呼吸器等。除个体呼吸保护措施外，也有集体的呼吸保护措施。

新中国成立后，中国共产党和人民政府十分关心煤矿工人的身心健康与劳动安全问题，专门建立了煤矿安全研究所和煤矿安全装备的制造工厂。从一九五三年开始，我国呼吸保护装备就获得了新的发展。目前已有氧气呼吸器、自救器、苏生器、输氧器、空气呼吸器、氧气充填泵、呼吸器校验仪等各种呼吸保护装备及其配套的产品。这些国产装备在我国煤矿中已获得普遍的使用，而且在全国矿山、冶金、化工、石油、消防、医疗、交通等许多企事业单位中也得到了应用。

氧气呼吸器是呼吸保护中的重要装备。氧气呼吸器中贮存着一定数量的氧气，以供人体呼吸使用。以贮氧的方式分，氧气呼吸器可分为压缩氧呼吸器、化合氧呼吸器及液态氧呼吸器三大类别。从生产的品种和使用的数量上比较，压缩氧呼吸器仍占首位。

我国煤矿救护队应用的国产氧气呼吸器主要有 AHG-2 型二小时氧气呼吸器、AHG-3 型三小时氧气呼吸器、AHG-4 型四小时氧气呼吸器。

近年来，各国对于矿用氧气呼吸器也在不断地改进与研制发展新型产品。例如：西德 BG-174 型氧气呼吸器；日本川崎 7 型、川崎 10 型氧气呼吸器；苏联 P-12 型、PBЛ-1 型氧气呼吸器；美国 RBA 型正压氧气呼吸器等都有一定的代表性与先进性。

实现呼吸保护不仅需要有各种优良的呼吸保护装备，而

且也有赖于装备使用人员的主观能动性。氧气呼吸器主要是供矿山救护队使用的呼吸保护装备，同时也是处理矿井灾变事故最基本、最重要的技术装备。对于矿山救护队员来说，它不亚于战士手中的武器，若从保护自身生命安全的意义上说，甚至比武器更为重要。矿井中一旦发生事故，空气中往往充满着大量的具有窒息性的、爆炸性的、有毒有害的各种气体，如甲烷、一氧化碳、硫化氢等气体。假如，氧气呼吸器发生故障或操作使用不当，仪器一旦失去呼吸保护作用，救护队员吸入有毒有害气体后，其后果是不堪设想的。因此矿山救护队员不能盲目依赖氧气呼吸器，对它必须予以高度的重视，加以精心的保护，熟悉了解它的构造原理、掌握正确的使用方法、进行经常性的检查和维修，这样才能真正发挥氧气呼吸器的呼吸保护效能，达到既保护自己，又胜利完成工作和战斗任务的目的。

第二章 AHG-4 型四小时氧气呼吸器

第一节 用途与技术特征

AHG-4 型 四小 时氧气呼吸器是一种利用压缩氧的隔离再生式的供氧装置。所谓“隔离”就是人体呼吸系统及呼吸器供气系统整个都和外界大气相隔离开来，因此戴上呼吸器后，人们可以不受外界各种有毒、有害气体的影响，而进行呼吸和工作。所谓“再生”就是人体呼出的浊气经过清净罐吸收掉二氧化碳气后，再供呼吸使用。

这种呼吸器是目前煤矿军事化矿山救护队工作用的基本呼吸保护装备。氧气呼吸器供矿山救护队队员在窒息性的或有毒气体环境中进行工作时使用，也可供其它工矿企业中受过专门训练的人员，在进行事故的预防或事故的处理工作中使用。

它的主要技术特征如下：

使用时间（作功量为90000公斤-米）	4 小时
氧气瓶内压力为200公斤力/厘米 ² 下的储氧量	400升
定量供氧量	1.3~1.1升/分钟
自动补给流量	>60升/分钟
自动补给压力	- 15~- 25毫米水柱
自动排气压力	+ 20~ + 30毫米水柱
手动补给流量（在氧气瓶内压力为200公斤力/厘米 ² 时）	>90升/分钟