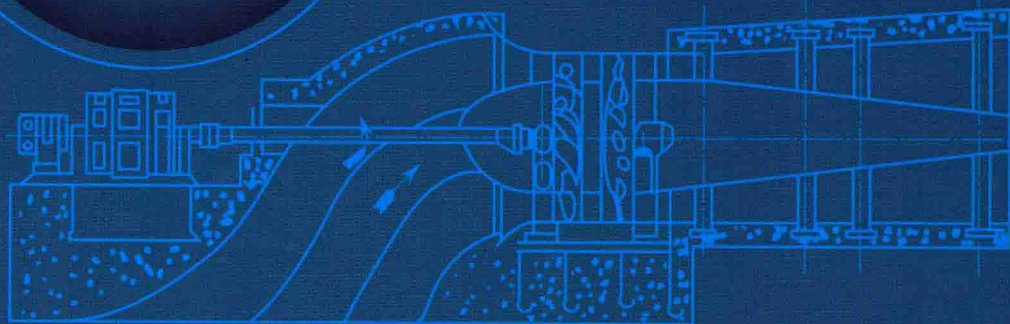
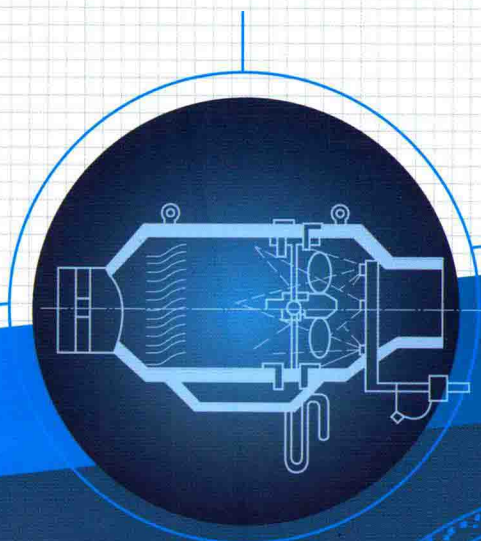




煤矿安全实用技术细节详解

煤矿安全实用技术 细节详解

贾宝山 贾廷贵 主编



化学工业出版社

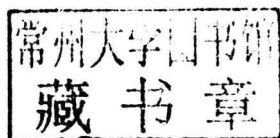


煤矿实用技术细节丛书

MEIKUANG ANQUAN SHIYONG JISHU XIJIE XIANGJIE

煤矿安全实用技术 细节详解

贾宝山 贾廷贵 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书详细讲述了煤矿安全工程的理论、技术和方法等知识。全书分为七章,全面系统地阐述了煤矿通风、矿井瓦斯、矿井粉尘、矿井火灾、矿井水灾、矿山救护、煤矿事故及安全处理等内容。各节内容采用“细节+详解”的体例格式,详细讲解各个章节的内容,语言精练、简洁,便于读者更好地理解掌握。

本书可供从事煤矿安全工程的技术人员和管理人员参考使用,也可供相关院校师生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

煤矿安全实用技术细节详解/贾宝山,贾廷贵主编. —北京:化学工业出版社,2015.1

(煤矿实用技术细节丛书)

ISBN 978-7-122-22159-9

I. ①煤… II. ①贾…②贾… III. ①煤矿-矿山安全
IV. ①TD7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 248803 号

责任编辑:袁海燕

装帧设计:刘丽华

责任校对:吴 静

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装:三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张 14 字数 352 千字 2015 年 2 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:49.00 元

版权所有 违者必究

《煤矿安全实用技术细节详解》编写人员

主编	贾宝山	贾廷贵		
参编	南存全	席本强	张立国	张亚明
	闫平科	白雅君	张淑鑫	颜廷荣

FOREWORD

前言

俗话说，煤矿安全为天，安全是煤矿生产中的头等大事，党中央、国务院对煤矿的安全生产工作历来十分重视。近年来，煤矿安全形势总体趋于好转。但是，由于煤矿井下生产条件比较特殊，除了生产过程复杂、环节繁多、条件恶劣和场所移动以外，还受到水、火、瓦斯、煤与瓦斯突出、煤尘等自然灾害的严重威胁；加上技术装备水平总体比较落后，职工队伍素质不高，安全意识和管理薄弱。因此，培养更好的煤矿安全工程相关技术及管理人员也就变得十分迫切。

为帮助从事煤矿安全工程技术、管理的人员更好地掌握煤矿安全技术和实施方案，我们结合煤矿安全工程实际情况编写此书。该书全面系统地阐述了煤矿安全的基本理论和方法，详细讲述了煤矿安全技术的相关理论、技术。内容简洁明了、通俗易懂。主要讲解了煤矿通风、矿井瓦斯、矿井粉尘、矿井火灾、矿井水灾、矿山救护、煤矿事故及安全处理等内容。书中内容具有很强的条理性，采用“细节+讲解”的编写方式，重点突出，便于相关技术人员操作和理解。

本书可供从事煤矿安全工程的技术人员和管理人员参考使用，也可供相关院校师生参考学习使用。

本书在编写过程中参阅和借鉴了许多优秀书籍和有关文献资料，统一列在参考文献中，并得到了有关领导和专家的指导帮助，在此一并表示感谢。由于编者的学识和经验所限，虽尽心尽力，但书中仍难免存在疏漏或未尽之处，恳请广大读者和专家批评指正。

编者

2014年11月

CONTENTS

目录

第1章 煤矿通风

1

1.1 煤矿井下空气与气候	1
1.1.1 煤矿井下空气	1
细节1 煤矿井下通风的任务	1
细节2 煤矿井下空气	1
细节3 矿井空气中主要有害气体	3
细节4 矿井空气中主要有害气体的防治措施	4
1.1.2 煤矿井下气候	5
细节1 热交换过程	5
细节2 煤矿井下空气温度	7
细节3 热舒适与感觉	9
细节4 高温	9
细节5 高温的各项指标	11
细节6 高温对绩效的影响	11
细节7 低温	12
细节8 低温对绩效的影响	13
细节9 矿井气候条件的安全标准	14
1.2 通风动力及设备	15
1.2.1 自然通风	15
细节1 自然风压及其形成	15
细节2 自然风压对矿井通风的影响	16
细节3 自然风压的控制和利用	16
1.2.2 通风机通风	17
细节1 矿井通风机分类	17
细节2 矿井通风机基本参数	18
细节3 矿井通风机联合运转	19
1.3 通风系统	20
1.3.1 矿井通风系统及其基本要求	20
细节1 矿井通风方法	20
细节2 矿井通风方式	21
细节3 矿井通风网路	24

细节 4 矿井通风系统基本要求	27
1.3.2 采区通风系统	29
细节 1 采区通风系统基本要求	29
细节 2 采区进风上山与回风上山的选择	29
细节 3 采煤工作面上行通风与下行通风	30
细节 4 工作面通风系统	31
1.3.3 局部通风管理措施	34
细节 1 局部通风方法	34
细节 2 局部通风机选择	36
细节 3 局部通风管理	36
1.3.4 局部通风设施	37
细节 1 风门	37
细节 2 挡风墙	39
细节 3 风桥	40

第2章 矿井瓦斯

41

2.1 瓦斯的基础知识	41
2.1.1 矿井瓦斯的生成与赋存	41
细节 1 煤层瓦斯的生成	41
细节 2 瓦斯在煤体内的赋存状态	42
细节 3 煤层瓦斯赋存的垂直分带	43
细节 4 影响瓦斯赋存的因素	45
2.1.2 瓦斯的流动规律	47
细节 1 流动的基本规律	47
细节 2 流动的状态	48
细节 3 采动影响下邻近煤层瓦斯的流动	49
2.2 瓦斯的涌出	49
2.2.1 矿井瓦斯涌出	49
细节 1 矿井瓦斯的涌出形式	49
细节 2 矿井瓦斯涌出的来源	50
细节 3 瓦斯涌出量及其影响因素	50
2.2.2 矿井瓦斯涌出量的预测	52
细节 1 统计预测法	52
细节 2 分源预测法	54
细节 3 类比法	58
2.2.3 矿井瓦斯等级及鉴定	59
细节 1 矿井瓦斯等级	59
细节 2 矿井瓦斯等级的鉴定	59
细节 3 鉴定报告的编写	60
2.3 瓦斯爆炸及防御	62
2.3.1 瓦斯爆炸机理及其效应	62
细节 1 瓦斯爆炸的机理及原因分析	62

细节 2	瓦斯爆炸分类	62
细节 3	瓦斯爆炸传播过程	63
细节 4	瓦斯爆炸效应	63
2.3.2	瓦斯爆炸条件及其影响因素	64
细节 1	瓦斯爆炸条件	64
细节 2	瓦斯爆炸的影响因素	64
2.3.3	瓦斯爆炸事故防治	66
细节 1	防止瓦斯积聚	66
细节 2	处理局部积聚的瓦斯	69
细节 3	防止瓦斯引燃的措施	71
细节 4	防止瓦斯爆炸事故扩大的措施	71
2.4	瓦斯抽采	72
2.4.1	瓦斯抽采概况	72
细节 1	瓦斯抽采目的、条件和意义	72
细节 2	瓦斯抽采方法	73
细节 3	瓦斯抽采基本参数	73
2.4.2	本煤层瓦斯抽采	75
细节 1	本煤层瓦斯抽采分类	75
细节 2	本煤层瓦斯抽采布置形式和特点	76
细节 3	提高本煤层瓦斯抽采量的途径	78
2.4.3	邻近层瓦斯抽采	79
细节 1	邻近层瓦斯抽采原理和分类	79
细节 2	钻孔抽采	79
细节 3	巷道抽采	81
2.4.4	采空区瓦斯抽采	83
细节 1	抽采方法	83
细节 2	布置形式及特点	83
2.4.5	瓦斯抽采管理	85
细节 1	瓦斯抽采工安全责任制	85
细节 2	瓦斯抽采日常管理制度	87
细节 3	瓦斯抽采参数管理	87
2.5	矿井瓦斯检测	88
细节 1	光学瓦斯检定器	88
细节 2	载体热催化甲烷测定器	90
细节 3	甲烷遥测断电仪	91

第3章 矿井粉尘

92

3.1	粉尘基础知识	92
3.1.1	粉尘的性质	92
细节 1	粉尘的产生	92
细节 2	粉尘的分类	92
细节 3	粉尘的性质	93

3.1.2 矿尘的危害	95
细节1 矿尘的危害性	95
细节2 尘肺病及其发病机理	95
细节3 尘肺病发病症状	96
细节4 尘肺病发病影响因素	96
3.2 煤尘爆炸及预防	97
3.2.1 煤尘爆炸	97
细节1 煤尘爆炸机理	97
细节2 煤尘爆炸条件	97
细节3 煤尘爆炸影响因素	98
细节4 煤尘爆炸效应	99
细节5 煤尘爆炸性鉴定	100
3.2.2 预防煤尘爆炸的技术措施	101
细节1 减、降尘措施	101
细节2 防止煤尘引燃措施	104
细节3 限制煤尘爆炸范围扩大	105
3.3 综合防尘	106
细节1 通风除尘	106
细节2 湿式作业	106
细节3 净化风流	110
细节4 密闭抽尘	112
细节5 个体防护	113

第4章 矿井火灾

115

4.1 矿井火灾基础知识	115
4.1.1 矿井火灾的发生	115
细节1 矿井火灾的发生条件	115
细节2 煤炭自燃发展过程	115
细节3 影响煤炭自燃因素	116
4.1.2 矿井火灾的分类	117
细节1 根据火灾发生地点分类	117
细节2 根据消防分类	118
细节3 按照引火源的不同分类	118
细节4 其他分类方法	118
4.1.3 矿井火灾的危害	118
细节1 矿井火灾的特点	118
细节2 矿井火灾的危害	119
4.2 矿井内因防火灭火	120
4.2.1 预防性灌浆	120
细节1 灌浆材料的选择	120
细节2 泥浆的制备	120
细节3 浆液输送	121

细节 4	灌浆方法	122
细节 5	灌浆量确定	124
4.2.2	阻化剂防灭火	124
细节 1	阻化剂防灭火机理	125
细节 2	阻化剂阻化效果	125
细节 3	阻化剂选择	125
细节 4	阻化剂防火参数确定	125
细节 5	阻化剂防火工艺	126
4.2.3	凝胶防灭火	126
细节 1	凝胶防灭火机理	126
细节 2	凝胶材料的选择	126
细节 3	凝胶防灭火技术特点	127
细节 4	影响凝胶效果的因素	127
细节 5	凝胶防灭火工艺	127
细节 6	凝胶防灭火技术存在的问题	129
4.2.4	均压防灭火	129
细节 1	均压防灭火特点	129
细节 2	均压防灭火技术原理	130
细节 3	均压防灭火技术类型	130
4.2.5	氮气防灭火	130
细节 1	氮气防灭火机理	130
细节 2	氮气制作方法	130
细节 3	注氮工艺	131
细节 4	注氮量计算	132
细节 5	综采工作面注氮方法	133
4.3	矿井外因防火	134
4.3.1	矿井外因火灾成因	134
细节 1	物质燃烧充分条件	134
细节 2	外因火灾的火源成因	134
4.3.2	矿井外因火灾预防	135
细节 1	地面火灾防火要求	135
细节 2	井下外因火灾预防要求	136
细节 3	矿井外因火灾预测和预警	137
4.4	矿井火灾处理和控制在	138
细节 1	灭火原理	138
细节 2	直接灭火	138
细节 3	隔绝灭火	141
细节 4	扑灭和控制不同地点火灾的方法	143
细节 5	火区管理和启封	145

第5章 矿井水灾

149

5.1	矿井水灾基础知识	149
-----	----------------	-----

细节 1 矿井水灾的概念	149
细节 2 常见的水源	149
细节 3 矿井涌水的通道	150
细节 4 造成矿井水灾的原因	151
5.2 矿井水灾的防治	152
细节 1 地表防水	152
细节 2 疏放地下水	153
细节 3 井下防水	154
5.3 矿井透水	156
细节 1 透水征兆	156
细节 2 透水时的措施	157
细节 3 恢复被淹井巷	158

第6章 矿山救护

159

6.1 矿工自救与互救	159
细节 1 自救与互救的必要性	159
细节 2 自救与互救的基本原则	159
细节 3 自救器作用	161
细节 4 自救器的分类	161
细节 5 不同事故类型的救护处理	162
6.2 现场急救	163
细节 1 现场急救的必要性	163
细节 2 现场急救的原则和技术	163
细节 3 人工呼吸方法	164
细节 4 出血人员的急救	165
细节 5 创伤包扎	166
细节 6 对骨折人员的救助	167
细节 7 对溺水者的急救	167
细节 8 对中毒、窒息人员的急救	167
细节 9 对烧伤人员的急救	168
细节 10 对触电人员的急救	168
6.3 井下安全避险系统	168
细节 1 煤矿安全监测监控系统	168
细节 2 煤矿井下人员定位系统	171
细节 3 煤矿紧急避险系统	173
细节 4 煤矿压风自救系统	176
细节 5 煤矿供水施救系统	177
细节 6 煤矿通信联络系统	179

第7章 煤矿事故及安全处理

183

7.1 人因失误与事故	183
细节 1 人的行为原理	183

细节 2 人的失误	184
细节 3 人因失误的分析	185
细节 4 人因失误的控制	185
7.2 煤矿事故的影响因素及控制	186
细节 1 安全文化	187
细节 2 危险管理	189
细节 3 安全管理	191
细节 4 以技术为基础的安全管理	191
7.3 矿井运输与提升事故及预防	192
细节 1 矿井运输与提升的基本任务	192
细节 2 矿井运输与提升的特点	192
细节 3 矿井运输系统	193
细节 4 矿井主要运输事故形式	193
细节 5 运输事故的预防和处理	194
7.4 供电、电气设备安全技术	197
细节 1 供电线路事故及防治措施	197
细节 2 地面变电所事故及防治措施	197
细节 3 井下电气火灾	197
细节 4 防止触电事故	199
细节 5 安全用电管理	200
7.5 爆破安全技术	201
细节 1 煤矿许用炸药与起爆器材	201
细节 2 爆破器材的运输和贮存	202
细节 3 爆破作业管理	205
7.6 预防冒顶安全技术	207
细节 1 冒顶发生的原因	207
细节 2 冒顶事故的预兆	207
细节 3 冒顶事故防御措施	208

1

第1章

煤矿通风

矿井通风是矿井安全生产的基本保障。矿井通风是借助于机械设备，向井下各用风点连续输送适量的新鲜空气，供给人员呼吸，稀释并排除各种有害气体和粉尘，以降低环境温度，创造良好的气候条件，并在发生灾变时能够根据撤人救灾的需要调节和控制风流流动路线的作业。

1.1 煤矿井下空气与气候

1.1.1 煤矿井下空气

► 细节1 煤矿井下通风的任务

煤矿生产是地下作业，自然条件复杂。在井下暴露的煤层或岩层中以及在作业过程中，均会不断地放出和产生各种有害气体，如甲烷（ CH_4 ）、一氧化碳（ CO ）、二氧化碳（ CO_2 ）、二氧化氮（ NO_2 ）、硫化氢（ H_2S ）等，另外，矿井较深时，围岩温度较高会使空气温度上升而使劳动环境恶化。因此，在生产过程中，必须向井下源源不断地供给一定量的新鲜空气，也就是必须进行通风。通风的基本任务如下。

- (1) 供给井下足够的新鲜空气，满足人员对氧气的需要。
- (2) 冲淡和排除井下有毒、有害气体和粉尘，保证安全生产。
- (3) 调节井下气候，创造良好的环境条件。

矿井通风除了完成上述任务外，当矿井一旦发生瓦斯、煤尘爆炸和火灾等事故时，往往通过采取正确的控制风流的方法来防止事故的扩大，减少事故造成的损失。因此，良好的矿井通风是安全生产的重要前提。

► 细节2 煤矿井下空气

进入井下的地面空气，称为矿井空气。地面空气是多种气体的混合物，其主要成分为氧（ O_2 ）、氮（ N_2 ）、二氧化碳（ CO_2 ）。按各种气体在空气中所占的体积分数计： O_2 为20.96%， N_2 为79%， CO_2 为0.04%。此外，还含有少量的水蒸气和各种微细颗粒，如尘埃、微生物等。但水蒸气和尘埃等不计入空气的组成，对主要成分之间的比例关系也没有影响。

地面空气进入井下后,在成分上将发生一系列的变化,如氧浓度减少,各种有害气体和矿尘混入,另外,空气的温度、湿度和压力也会发生变化。由此可见,地面空气和矿井空气是有区别的。但是,如果矿井空气在成分上和地面空气差别不大时,如井底车场、运输大巷、材料大巷等的风流,则称为新鲜风流,流经回采或掘进工作面后,在成分上会发生较大变化,此时则称为乏风流。

矿内新鲜空气的主要成分是 O_2 、 N_2 、 CO_2 。

(1) 氧 (O_2) 氧是一种无色、无臭、无味的气体,和空气相比相对密度为 1.05。它的化学性质活泼,能助燃烧,是人呼吸不可缺少的气体。

氧化过程是人类生命活动的基本过程之一。人体必须不断地吸入氧气,才能使食物进行氧化而维持生命。可见氧对人的生命有着极为密切的关系。

矿井空气在由进风井巷流向回风井巷的过程中, O_2 浓度将会不断减少。这是因为井下的木材、矿物、支架、岩石的氧化消耗氧气;如果煤炭自燃或者发生矿井火灾、瓦斯、煤尘爆炸等,将消耗更多的氧。从煤、岩体内不断放出的有害气体,也会相对地降低 O_2 的浓度。如果空气中 O_2 浓度降低,人的机体就会处于缺氧状态,产生各种不适症状。当 O_2 浓度减少到 17% 时,工作时会引起喘息、呼吸困难、心跳加快;减少到 15% 时,人体缺氧,呼吸及脉搏跳动急促,耳鸣目眩,感觉及判断能力减弱,肌肉功能破坏推动劳动能力;减少到 10%~12% 时,人会失去理智,时间稍长对生命就有严重威胁;降为 6%~9% 时,人失去知觉,呼吸停止,心脏在几分钟内尚能跳动,如不进行急救,会导致死亡。

因此,《煤矿安全规程》第 100 条规定:“采掘工作面的进风流中,氧气浓度不低于 20%……”

在通风良好的巷道中, O_2 浓度降低很少;只有在通风不良的巷道和停风的巷道, O_2 浓度可能较低,此时,绝不能贸然进入这些巷道,以免由于缺氧而造成窒息危险。如果需要进入这些巷道,一定要预先检查 O_2 和其他气体的浓度,而且最好在有防护装备的条件下进入检查,以保证检查人员的安全。

检查矿井空气中的 O_2 浓度,可采用矿用防爆型便携式氧气检测仪和矿井氧气浓度监测系统对 O_2 浓度测定。当 O_2 浓度降低到 19% 时,灯焰高度减为原来的 1/3,达 17% 时,灯即熄灭。如果没有核定灯时,也可取样化验以测定 O_2 浓度。

(2) 氮 (N_2) 氮是一种无色、无臭、无味的气体,相对密度为 0.97,不助燃,有窒息性。在正常情况下, N_2 对人体无害,但当含 N_2 量过多时,能使 O_2 浓度相对减少而使人缺氧窒息。

在通风良好的巷道中, N_2 含量一般变化不大。

(3) 二氧化碳 (CO_2) 二氧化碳是无色略带酸臭味的气体,相对密度为 1.52,常积聚于巷道的底部,不助燃,有窒息性。在井下通风良好的新鲜风流中, CO_2 含量极少,对人体无害,通风不良含量超过正常数值时,对人的呼吸系统有刺激作用,引起呼吸频繁、呼吸量增加。因此在急救有害气体中毒的受害人员时,最好首先使其吸入含 5% CO_2 的氧气,以增强肺部的呼吸。当 CO_2 含量过多时,又能使人中毒或窒息。

矿井空气中 CO_2 的主要来源有:

- ① 坑木、煤、岩石的氧化。
- ② 从煤和围岩中放出或喷出。
- ③ 爆破、井下火灾、瓦斯、煤尘爆炸及人的呼吸等。

空气中 CO_2 浓度不同,对人体的影响也不同。当空气中 CO_2 浓度达到 3% 时,呼吸感到急促;达到 5% 时,人就出现耳鸣,无力,呼吸困难等现象;达到 10% 时,头昏甚至发生昏

迷现象；达到10%~20%时，人的呼吸处于停顿状态，失去知觉，在20%以上，会使人迅速中毒死亡。

因此，《煤矿安全规程》规定，矿井空气中二氧化碳的安全浓度如下：

- ① 在采掘工作面的进风流中， CO_2 不大于0.5%。
- ② 在采区回风道、采掘工作面的回风流中， CO_2 不大于1.5%。
- ③ 在矿井总回风流中， CO_2 不大于0.75%。

► 细节3 矿井空气中主要有害气体

由地面进入井下的新鲜空气，流经采掘工作面及有关地点后，除了使空气中 O_2 相应减少， CO_2 增多外，还会增加一些其他有害气体。矿井空气中主要有害气体有： CO 、 NO_2 、 SO_2 、 H_2S 、 NH_3 、 CH_4 等。

(1) 一氧化碳(CO) 一氧化碳是无色、无臭、无味的气体，对空气的相对密度为0.97，微溶于水，能燃烧，当体积浓度达到13%~75%时可能爆炸。

一氧化碳有剧毒。这是由于人体内的血红蛋白与 CO 的结合力比 O_2 的结合力高250~300倍，因此，当人吸入 CO 后， CO 阻碍了 O_2 和血红蛋白的结合，使人体缺氧，导致窒息和死亡。

人对 CO 中毒程度与下列因素有关：①空气中 CO 的浓度；②与 CO 接触的时间；③呼吸频率与呼吸深度。

CO 中毒的症状：当 CO 浓度为0.016%时，经数小时仅有轻微中毒症状（头痛、心跳、耳鸣等）；达到0.048%时，1h内即引起上述症状；达到0.128%时，在0.5~1h出现四肢无力，呕吐，丧失行动能力等症状；达到0.4%时，短时间内丧失知觉、痉挛、呼吸停顿、假死，经过20~30min即死亡。

一氧化碳中毒的一个显著特征是中毒者嘴唇呈桃红色，两颊有红色斑点。

井下 CO 的主要来源有：①爆破工作；②井下火灾；③煤炭自燃；④瓦斯、煤尘爆炸。

(2) 二氧化氮(NO_2) 二氧化氮是褐红色、有刺激性的气体，对空气的相对密度为1.57，易溶于水。

二氧化氮有强烈毒性，能和水结合成硝酸，对眼、鼻、呼吸道及肺组织有强烈的刺激及腐蚀作用，可引起肺浮肿。

二氧化氮中毒症状是：当 NO_2 浓度达到0.006%时，喉咙感到刺激、咳嗽、胸痛；达到0.01%时，强烈刺激呼吸器官，剧烈咳嗽、痉挛、呕吐、神经麻木；达到0.025%时，短时间内即可死亡。

二氧化氮中毒的重要特征是中毒后有6~24h的潜伏期，甚至更长的时间才能出现中毒征兆，在危险浓度下，起初只感觉呼吸道受刺激，开始有点咳嗽，但经过20~30h后，就会发生较严重的支气管炎，呼吸困难，手指尖及皮肤出现黄色斑点，头发变黄、吐出淡黄色痰液，发生肺浮肿，引起呕吐等症状，甚至死亡。

井下 NO_2 主要来源是爆破工作。一般炸药爆炸后生成 NO ， NO 极不稳定，遇空气中的氧，即生成 NO_2 。

(3) 二氧化硫(SO_2) 二氧化硫是一种无色、有硫黄刺激的、有臭味的气体，对空气的相对密度为2.2，易溶于水。

二氧化硫对人体的影响较大，能强烈刺激眼睛及呼吸器官，使喉咙及支气管发炎，呼吸麻痹，严重时会引起肺水肿。

二氧化硫的中毒症状是：当 SO_2 浓度达到0.0005%时，能闻到硫黄刺激臭味；浓度达

到 0.002% 时,引起眼红肿流泪、咳嗽、头痛、喉痛等;浓度达到 0.005% 时,引起急性支气管炎,肺水肿,并在短时间内中毒死亡。

井下 SO_2 的主要来源有:①含硫矿物的氧化与自燃;②在含硫矿物中进行爆破工作。

(4) 硫化氢 (H_2S) 硫化氢是无色、微甜、有臭鸡蛋味的气体,对空气的相对密度为 1.19,易溶于水,浓度达 4.3%~45.5% 时有爆炸性。

硫化氢有强烈毒性,能使人的血液中毒,对人的眼睛、呼吸道黏膜及神经系统都有强烈的刺激作用,能引起鼻炎、气管炎和肺浮肿。

硫化氢中毒的症状是:当 H_2S 浓度达到 0.01%~0.015% 时,流唾液和清水鼻涕、瞳孔放大、呼吸困难;浓度达到 0.02% 时,经 5~8min 后,引起眼、鼻、喉黏膜的强烈刺激,昏睡、头痛、呕吐、四肢无力;浓度达到 0.05% 时,经 30min 就失去知觉、痉挛,脸色变白,不进行急救就会死亡。

井下 H_2S 的主要来源有:

- ① 坑木等有机物腐烂。
- ② 含硫化矿物(如黄铁矿、石膏等)遇水分解。
- ③ 煤、岩中放出(少数矿井放出)。

(5) 氨 (NH_3) 氨是一种无色、有浓烈臭味的气体,易溶于水,对空气的相对密度为 0.6。

氨对人的皮肤、上呼吸道及眼睛有强烈的刺激腐蚀作用,会引起咳嗽、流泪、头晕、呼吸困难、喉头水肿,严重时,能失去知觉以至死亡。

井下 NH_3 的主要来源是井下火区附近及由岩层中放出。

(6) 甲烷 (CH_4) 甲烷是一种无色无味的气体,对空气的相对密度为 0.554,比空气轻,易积聚于巷道顶部,易扩散,渗透性强,所以容易从邻近层穿过岩层由采空区放出。 CH_4 无毒,但不能供人呼吸,大量积聚时能使人窒息死亡; CH_4 和空气能迅速混合,在混合体中 CH_4 达到一定浓度时,遇火能燃烧或爆炸。

井下 CH_4 的来源:生产过程中从煤层和岩层中缓慢放出或突然放出 CH_4 。

以上所述的井下有害气体会直接影响到人体的健康及矿井的安全生产,因而《煤矿安全规程》规定了其允许浓度,见表 1-1。

表 1-1 矿井有害气体最高允许浓度

名 称	最高允许浓度/%	名 称	最高允许浓度/%
一氧化碳(CO)	0.0024	硫化氢(H_2S)	0.00066
氧化氮[换算成二氧化氮(NO_2)]	0.00025	氨(NH_3)	0.004
二氧化硫(SO_2)	0.0005	甲烷(CH_4)	进风流 0.5,回风流 1.0

▶ 细节 4 矿井空气中主要有害气体的防治措施

防止有害气体危害主要采取的防治措施如下:

(1) 加强通风,保证井下各用风地点有足够的新鲜空气,并将各种有害气体冲淡到允许浓度以下和排出井外。

(2) 做好检查工作,掌握各种有害气体产生的原因及规律,以便及时采取预防及处理措施。

(3) 对局部有害气体含量较高、涌出量较大的地区,可采用抽采或局部通风的办法,使其降到安全浓度以下。

(4) 有针对性的采取有关技术措施,消除有害气体的产生。对爆破产生的二氧化碳等有

害气体和工作面涌出的二氧化碳,可采用喷雾洒水的方法,使其溶于水中,以降低其在空气中的含量。

(5) 加强检查与检测,做到心中有数,如果有异常情况,及时采取相应措施,防止各种有害气体大量积聚与大量涌出。

(6) 按标准构筑用于封闭井下火区、盲巷或抽采瓦斯的各种密闭,并定期检查与维修,保持完好,防止有害气体涌出。对密闭内的气体应定期采样分析,掌握其变化状况。严禁随意破坏密闭,更不准任何人擅自入内。

(7) 如果由于呼吸有害气体发生中毒现象时,应立即将中毒者移到新鲜风流中,进行人工呼吸。如果是 H_2S 中毒者,除了将患者移到新鲜风流中外,还可用氯水浸湿的毛巾放在患者嘴鼻旁,也可让患者喝稀氯水溶液解毒,并用 1% 硼酸水或弱明矾水冲洗眼睛。

1.1.2 煤矿井下气候

矿井气候是指矿井空气的温度、湿度和风流速度三者综合状态对人体散热影响而言的。井下气候条件的好坏,直接影响工人的身体健康和工作效率。

► 细节 1 热交换过程

对于变化无常的气候条件,人类主要是通过改变自身的生活条件来适应,如建造房屋、穿着合适的衣服、使用空调等。同时,人类自身也具有适应气候条件的生理调节机制。人体的这套机制是一套尽力保持体内温度相对稳定的复杂的热调节系统。人类热调节系统主要由下丘脑控制,热感觉神经遍布在皮肤、肌肉和胃等全身各部位。下丘脑中含有对动脉血压变化敏感的神经元,并从各种感觉神经收集信息并调节身体产热和散热。调节的机制主要是收缩或扩张机体深处和体表的血管、出汗和发抖。通常可以认为身体是由核心和体表组成。体表是身体中皮肤表面以下的部分,而核心当然是指身体的重要器官(心、肺、腹部器官和脑)。热调节系统保持的是内核温度。通常状态下,内核和皮肤温度相差大约为 4°C ,但在严酷的气候下,这种差别可能高达 20°C 。人体通过新陈代谢过程将化学能转化为热能和机械能。在大多数环境中人体所产生的热量比我们的内核所需的热量要多,因此,从新陈代谢来的能量大约有 70% 转变成热量散发掉了,只有大约 25% 变成机械能。事实上在舒适的气候条件下这些热量也必须消散掉,否则它将不断聚集在体内,最终会使人由于过热而死亡。而在寒冷环境下,为了维持稳定的体温,人体尽力限制热量散发到环境中去。

(1) 热交换方式 身体与环境间热交换方式有以下四种。

① 传导:通过直接接触固体、液体来传递热量,其中包括空气的热转移。当大气温度比人体温度低时,人所接触的衣服、物体都会传导出一部分热量。但是,由于人体表面和皮下组织以及衣服都是热的非良导体,因此,通过传导所散的热量极少。

② 对流:通过气体或液体来交换热量的一种传热方式。人体周围总围绕着一层空气,空气是对流的介质,人体将热量传给空气,空气流动便带走热量。以空气为介质的对流所散发的热量的快慢,受风速和人体与介质之间的温度差的影响。

③ 辐射:通过物体间电磁辐射而转移热量。人体表面能够辐射出波长较长的红外线,通过空气层周围较冷的物体所吸收。这种由人体向物体辐射热量的过程叫做“负辐射”,负辐射使人体散热。散热量和散热速度与人体辐射面积和人体与物体之间的温差有关。如果物体温度比人体温度高时,物体的热量便反过来向人体辐射,这时人体受热,叫做“正辐射”。人体对正辐射比较敏感,而对负辐射则感觉迟钝,因此,人在寒冷季节会不知不觉地丧失热量而引起感冒。