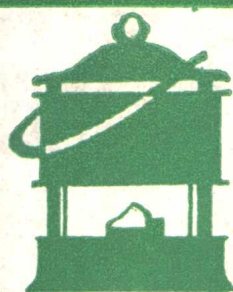


煤矿安全手册

第四篇 矿井防灭火



煤炭工业出版社

煤矿安全手册

主 编 赵全福
副主编 戴国权 黄元平

第四篇 矿井防灭火

主编单位 煤炭科学研究总院抚顺分院
参加单位 湖南省煤炭科学研究所
主 编 戚颖敏
编写人 戚颖敏 (第一章) 刘铁城 (第二章一、二、三节)
张立志 (第二章四、五、六节) 何博文 (第三、六章)
刘克仁 (第四章一、二、三、四节) 于长兴 (第四章
五、六、七节) 边庆林 (第四章八、九、十、十一、
十二节) 彭本信 (第四章十三节) 胡广扬 (第五章)
黄翰文 (第七章)

煤炭工业出版社

内 容 提 要

本书共分七章：矿井防灭火基础设施；矿井火灾的预测预报；自燃煤层的防火；矿井防灭火注浆技术；惰性气体防灭火；高倍数泡沫灭火；封闭防灭火与均压防灭火技术。它较全面地总结和介绍了我国十余年来矿井防灭火的科研成果和实践经验，并简述了国外的部分先进技术，可供现场从事防灭火工作的工程技术人员及煤矿生产建设、设计、科研人员和管理干部学习使用，也可供矿业院校师生参考。

责任编辑：邓 荷 香

煤 矿 安 全 手 册 第四篇 矿 井 防 灭 火

煤炭工业出版社 出版
(北京安定门外和平里北街41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787×1092mm¹/ 印张14¹/₂

字数344千字 印数1—2,800

1991年3月第1版 1991年3月第1次印刷

ISBN 7-5020-0476-9, TD·433

书号 3256

定价 6.15元

前 言

建国30多年来,我国煤炭工业和其他工业一样,取得了突飞猛进的发展,煤炭产量由1949年的3240万t增长到1986年的8.94亿t。煤炭作为我国的主要能源,在社会主义四个现代化建设和人民生活方面做出了应有的贡献。

与此同时,我国煤矿安全技术的发展也取得了令人瞩目的成就,安全生产面貌发生了巨大变化,并且随着新技术、新工艺、新材料和新设备的不断使用,煤矿生产建设和矿井安全程度有了很大提高。为了总结煤炭工业战线广大职工积累起来的安全生产的丰富经验和科研成果,促进煤矿安全技术的发展,进一步加强煤矿安全技术管理工作,提高矿井安全程度,从根本上解决生产建设中的不安全隐患,以适应煤炭工业发展的需要,煤炭工业部于1985年组织煤炭工业生产建设、科研、设计和院校等单位的有关专家、教授和学者,编写了《煤矿安全手册》一书。

《煤矿安全手册》是一部囊括煤矿安全生产技术知识的大型工具书。它是根据党和国家的有关安全生产方针、政策和规程、规范,以及行之有效的安全生产经验和科研成果,本着科学性、先进性和实用性的原则进行编写的。在内容上,以总结我国的安全技术经验和最新成果为主,实事求是地反映我国煤矿的科学技术成就和发展趋向,并适当地吸收国外的先进技术,注意理论与实践相结合,在表达形式上,力求系统性和层次清楚,文字简练和条理化,尽力做到文、图、表并茂,便于读者查阅使用。《手册》主要供煤矿生产建设现场的工程技术人员(部分可供医务人员)和管理干部使用,也可供科研、设计人员及院校师生参考。

《手册》包括:矿井通风与空调,矿井防治瓦斯,矿井粉尘防治,矿井防灭火,矿井防治水,矿山压力与岩层控制,爆破安全,凿井安全,采掘机械安全技术,运输提升安全,电气安全技术,矿山救护,工业卫生及劳动保护,煤矿安全仪器、仪表及装备等内容,共十四篇,将分册陆续出版。

《手册》的编写工作得到了部有关司局,特别是安全监察局,以及各主编单位和参加编写单位的很大支持,在搜集资料和审稿过程中也得到有关单位及人员的大力帮助。因此,《手册》的编写成功是各级领导、全体编写人员和审稿人员,以及提供资料单位共同努力的结果,也凝聚着煤炭系统广大职工共同的智慧与结晶,在此向他们表示衷心感谢。

由于编写时间仓促和缺乏经验,加之水平有限,书中缺点、错误在所难免,望读者批评指正。

《煤矿安全手册》编审委员会

一九八七年五月

编 者 的 话

建国40余年来，我国煤矿在与井下火灾斗争方面积累了许多宝贵和有益的经验，也取得了相当多的先进科研成果，促进了煤炭工业的稳步发展。但实践表明，火依然严重影响着许多矿井的生产，由火引起的重大恶性事故也时有发生。因此，与井下火灾的斗争不仅不可忽视，仍需不懈的努力和不断加强。

为了搞好矿井防灭火工作，保证矿井安全正常生产和职工的生命安全，根据原煤炭工业部的部署，我们组织了一批多年从事矿井防灭火科研工作的有经验的同志，在总结科研成果、收集现场成熟的实用技术经验的基础上，系统地编写了本书。从涉及的范围看，它包括矿井火灾预防基础设施的设置、火灾预测预报的仪表设备和工艺、自燃煤层的防火措施、各种防灭火方法（注浆、惰气、高泡、阻化剂、封闭和均压等）的工艺系统与设施、设备等；在技术要求上，在保证其可行性的同时，力求其先进性。因此说，本书的全部内容可指导现场工程技术人员从事防灭火工作，也可供有关领导决策时参考。这是一本国内外技术经验的汇集，也是我国煤矿全体防灭火工作者和科研工作者辛勤劳动成果的结晶。但由于参加编写同志的水平所限，书中含有缺点和错误，恳请读者指正和赐教。

在编写本书时，得到有关单位及不少同志的大力支持，在此一并致以衷心的感谢。

1989年10月

目 录

第一章 矿井防灭火基础设施	1
第一节 概述	1
第二节 灭火工器具与设备	7
第三节 消防水供水系统及其设计	20
第四节 消防仓库	25
第五节 消防列车	27
第六节 避难硐室	28
第七节 安全防火门	29
参考文献	32
第二章 矿井火灾的预测预报	33
第一节 矿井火灾的探测	33
第二节 应用气体分析法预测煤的自然	34
第三节 束管连续监测系统	43
第四节 胶带输送机的防灭火	47
第五节 刮板输送机的防灭火	55
第六节 输变电设备的防灭火	57
参考文献	60
第三章 自燃煤层的防火	62
第一节 自燃煤层的开拓	62
第二节 自燃煤层开采的防火	63
第三节 通风方式	72
第四节 防火检测	72
第五节 采区和已采区的防火管理	74
参考文献	75
第四章 矿井防灭火注浆技术	76
第一节 黄泥灌浆材料	76
第二节 泥浆的制备	81
第三节 泥浆的运输与灌注	92
第四节 灌浆参数的计算及选择	103
第五节 水砂充填防灭火及其工艺系统	108
第六节 防灭火充填作业	120
第七节 充填作业中井下水的处理	123
第八节 阻化剂防灭火喷注系统及装备	127
第九节 阻化剂材料及其参数选择	129
第十节 阻化剂局部防火	131
第十一节 采煤工作面阻化剂防火	135
第十二节 阻化剂灭火	137

第十三节 阻化剂防火药剂的选择	139
参考文献	146
第五章 情性气体防灭火	147
第一节 燃油除氧制取惰气及其灭火方法	147
第二节 液氮灭火	158
第三节 液氮防火	164
参考文献	166
第六章 高倍数泡沫灭火	167
第一节 泡沫的生成与作用	167
第二节 泡沫灭火的特点与适用范围	167
第三节 工艺系统与使用要求	167
第四节 泡沫剂	169
第五节 发泡机	169
第六节 有效输泡距离的估算	171
第七节 最小发泡时间的估算	173
第八节 使用注意事项	173
第九节 实例简介	174
参考文献	176
第七章 封闭防灭火与均压防灭火技术	177
第一节 封闭防灭火技术	177
第二节 防火墙	183
第三节 均压防灭火技术	192
第四节 调压方法	197
第五节 火区管理	221
参考文献	226

第一章 矿井防灭火基础设施

第一节 概 述

一、矿井火灾与分类

矿井火灾的概念应包括矿井的整个范围，但是鉴于发生在矿井井下的火灾与地面火灾相比占有较大比重，而且有它特殊的发生、发展与演变过程，并对井下职工有严重的危害，故本篇主要介绍井下火灾的防治内容。

煤矿井下火灾亦称矿内火灾，包括发生在矿井井下巷道内、硐室内和采空区内的火灾，也包括发生在地面井口附近而能波及井下的火灾。井下火灾大都是发生在空气极其有限的条件下，尤其是采空区火灾更是如此。即便是发生在风流比较畅通的地点，也是在极其有限的空间和有限的供氧条件下燃烧的，其发生、发展的过程都比较缓慢。此外，井下发生的火灾不象其它火灾那样容易被发现，最初阶段只能凭矿内空气的成分的微小变化、矿内空气的温度和湿度逐渐增高而察觉到，只有燃烧过程上升到明火阶段，其进程趋向激烈，从发火地点涌出大量烟气和煤炭干馏产物、出现光和热时，才易被人们所觉察。而一旦达到这种阶段，则又会出现一些伴生现象，给灭火救灾带来预计不到的困难。

根据发火的原因，可以将井下火灾分为两类：内因火灾和外因火灾。

(1) 内因火灾。由于煤炭或其它可燃物自身受到某些化学或物理化学作用而发展起来的火灾，称为内因火灾或自然发火。内因火灾是开采有自燃倾向性煤层的矿井最常见和发生最多的火灾。自然发火发生的决定性因素是：发火地点存在易于低温氧化的粉煤、碎煤或其它可燃物质，向它供有足够的氧气和它氧化时有蓄热准备条件。它大都发生在煤矿井下的采空区、煤巷冒顶和被压出现裂隙或破碎的煤柱内。但是，由于煤层的地质赋存条件、煤炭本身的物理化学特性和采掘因素以及管理因素的不同，各个国家和矿区因火灾所占的比重是完全不一样的。例如我国的抚顺矿区开采特厚易燃煤层，自然发火是矿内火灾的主要构成，据1949年至1972年的统计，占发火总次数的96.25%，其它矿区（如阳泉矿区）开采无烟煤，很少发生内因火灾。

(2) 外因火灾。某种外在高温热源引起可燃物质燃烧造成的火灾称为外因火灾。煤矿井下使用明火（明火矿灯、电焊、气焊、火炉、电炉等）、电气设备和机械设备安装运转不良、沼气爆炸、火药爆破等都可能引起这种火灾。这种火灾发生都比较突然，发展也比较快，常常出乎人的意料之外，并无预兆可查。防止这种火灾的根本措施，就是避免出现上述种种高温热源，严格规章制度和加强管理等。

外因火灾所占的比重比较小，尤其是在开采自燃煤层的矿井更是如此。但是，应当指出的是，上述内、外因火灾的比重，不仅随矿井的条件不同，而且也随矿井采掘、安全技术的发展阶段不同而变化。总的趋势是外因火灾的比重在上升，这与矿井大规模机械化、电气化有密切的关系。

尽管目前从数量上说，外因火灾的比重还占少数，但是实践证明，由于它发生的突然，

发展迅速，给矿井带来的物质损失和造成的人身伤亡都比内因火灾严重。

矿井火灾除了根据发火原因分类外，根据发火的地点不同，火灾给予矿井通风制度带来影响的差异，以及与此相关的发火时灭火救灾的难易程度，矿内火灾亦可分为三类：上行风流火灾；下行风流火灾；进风流火灾。

(1) 上行风流火灾。所谓上行风流，就是井下风流流动方向是沿倾斜或垂直方向自下而上流动的，也就是风流是从井巷最低点向最高点流动的风流。发生在这种风流中的火灾，称为上行风流火灾。在这种风流中发生火灾时，因火灾而产生的附加热风压，亦称火风压，作用方向与风流方向相一致，也就是与矿井主扇风压作用方向一致。此时，影响矿井通风制度的主要特征是，从入风井流向火源、然后经由火源流向回风井的一条称为主干风路的风流方向肯定与原有方向一致；而所有其它的风流，即从这条风路内分出去的、在发火井巷后又联入此风路的风流，其方向将是不稳定的，甚至于可能发生逆转。防止风流发生逆转的措施，要适应这种风流火灾的特性而区别于另外场合的火灾。

(2) 下行风流火灾。所谓下行风流，就是风流是沿着倾斜或垂直井巷上部向下部流动的风流。发生在这种风流内的火灾，称为下行风流火灾。在这种风流中发生火灾时，火风压的作用方向恰与矿井主扇风压作用方向相反，发生风流逆转的情况与上行风流发火时恰好相反，除非火势很小（火风压不大），一般说，从入风井流向火源，经由火源而后流向回风井的那条风路（主干风路）中的风流，很难保持其正常的方向，也就是很难保持其原有方向，只要火风压达到一定数量，这条主干风路内的风流将发生逆转。

在下行风流内发生火灾时，通风系统中风流遭受火风压作用所发生的再分配和流动状态的变化，要比上行风流内发火时复杂得多。因此，在这种风流中发生火灾时，将使用有别于其它风流中火灾的救灾技术措施。

(3) 进风流火灾。发生在矿井、矿井的大区或采区进风风路内的火灾，称为进风流火灾。所以要区别出这种类别的火灾，主要是因为这种火灾发生后，其发展的特征，对井下职工的危害以及可能采取的扑灭措施，在更大程度上又区别于上、下行风流中的火灾。这种火灾发生在新鲜风流内，一般不易早期发现，发生后由于供氧充分，发展迅猛，不易控制，而且井下采掘人员又大都处于其后方，直接受火灾及其衍生物的危害，对人员安全具有致命的危害性。在很多情况下，即使是矿井已有所准备，如给工人配备有自救器等，在这种火灾中还是不时发生大量人员死亡的事故。例如：比利时的玻依斯·迪·卡塞尔矿就是一个很明显的例子。对于这种火灾，除了根据发火风路的结构特性是上行还是下行，使用各自的控制技术措施外，更应根据风流是进风流的特点，使用适应这种火灾的防治措施。

以上是矿内火灾的主要分类，它对制订矿井防灭火技术措施具有重要的意义。除了这样的分类外，根据发火的对象、地点等等，还可以有许多分类方法，如油、煤、水、电气、采空区、煤层露头火等类，但最主要的还是上述几种。

二、煤炭自燃倾向性及其鉴定方法

煤暴露于井下大气中后，具有一种与氧发生相互作用、在适宜的条件下会发生自然燃烧的能力，称为煤炭的自然倾向性，它随煤种不同而异。

煤炭具有自然倾向性是矿井内、地面煤堆以及长途运输时煤炭着火的一个重要原因。预先知道煤炭的自然倾向性，就可以：(1) 恰当地设计采煤方法和选择采区规模；(2)

合理地设计矿井通风和风压调节；（3）采取适当措施储存和长途运输煤炭。

鉴于煤炭的自燃倾向性鉴定能够为安全生产提供重要依据，所以每个矿井的开采煤层都要进行自燃倾向性鉴定。经过鉴定之后，如开采煤层有自燃倾向性，必须在矿井和新水平的设计中制订包括黄泥灌浆系统在内的预防煤层自然发火的技术措施。

如何鉴定煤炭的自燃倾向性呢？

迄今为止，各个国家都是根据自己的具体条件制订鉴定煤炭自燃倾向性的方法。但大多数还是以煤的氧化性为基础的。原则上可以将它分为两大类：（1）以确定煤炭低温时的氧化性为基础的方法；（2）以确定煤炭高温时的氧化性为基础的方法。

第一类方法测定的是低温下煤炭的氧化性，但各种方法使用了不同的氧化剂，如纯氧、空气、硝酸盐、高锰酸盐、溴酸盐以及双氧水等。

第二类方法中，大多数是测定煤炭的着火温度（着火点），如顿斯太德等人的方法，但也有测定煤的氧化速度的，如奥尔频斯基等人的方法。

下面仅就其中比较常见的一些国内外目前应用的法定方法作一介绍。

1. 奥尔频斯基法

奥尔频斯基法是波兰法定的鉴定煤炭自燃倾向性的方法。其实质就是测定煤在 230°C 时受空气流作用的氧化速度，用 SZ^b 符号表示自燃性指标，使用的仪器设备如图 4-1-1 所示。

电炉 1 内放有玻璃皿 2，其中盛有喹啉（ $\text{C}_9\text{H}_7\text{N}$ ），可调电阻用于调节电炉的加热温度使喹啉缓慢蒸发，并使它主要在冷却管 4 内液化。使用喹啉蒸气的目的，就是使反应管 5 和蛇形管 6 一直保持 230°C 的温度（喹啉的蒸发温度为 237°C ）。空气在蛇形管内加热至 230°C 后流入反应管，它的流速和流量则用活塞 7 根据流量计 8 的指示值来调节。反应管内放有一个热电偶 9，并与毫伏表 10 相联。

试验时将煤样粉碎成 $0.06\sim 0.075\text{mm}$ 的粒度，作成小圆柱体形固定在热电偶 9 的一端送入反应管 5 内，通过流速为 6cm/s 、温度为 230°C 的空气。随着煤和空气反应速度的不同，使煤样超过空气温度的时间不同。试验时从毫伏表上读取煤样的温度，读值的次数至少 6 次， 230°C 以上和以下至少各 3 次。

测定后，根据测定结果以温度和时间为坐标绘制煤样的温升曲线。曲线上相当于 230°C 点的反应速度（就是读点的斜率），即为煤的自燃倾向指标值，即

$$SZ^b = \frac{dT}{dt} = \text{tg } \psi \quad ^{\circ}\text{C}/\text{min}$$

式中 t —— 温升的时间， min ；

T —— 煤样的温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

ψ —— 230°C 点处切线与横坐标的夹角。

根据用纯煤（不含灰分）煤样测算的指标值，将煤的自燃倾向性分为四类，见表 4-1-1。

用原煤样（不丢灰分）进行鉴定时，须用以下的换算公式：

$$SZ^b = \frac{SZ^a}{1 - A} \quad ^{\circ}\text{C}/\text{min}$$

式中 SZ^a —— 原煤样（含灰分煤样）鉴定时的指标， $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ；

A —— 原煤样灰分含量， $\%$ 。

表 4-1-1 奥尔频斯基法煤自燃倾向性分类表

类 别	自燃倾向性质	SZ b ($^{\circ}\text{C}/\text{min}$)
I	很难自燃	80
II	难于自燃	80~100
III	自 燃	100~120
IV	很易自燃	>120

本法使用的仪器仪表如图4-1-2所示。

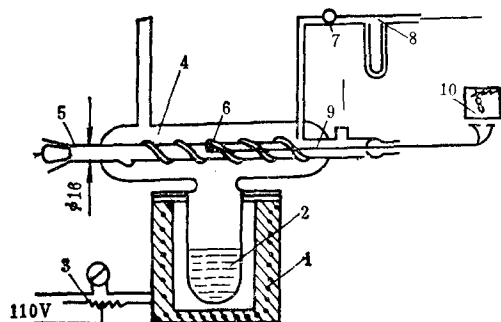


图 4-1-1 奥尔频斯基法测定煤炭自燃倾向性仪表图

1—电炉；2—盛有喹淋的玻璃皿；3—可调电阻；4—冷却管；5—反应管；6—蛇形管；7—活塞；8—流量计；9—热电偶；10—毫伏表

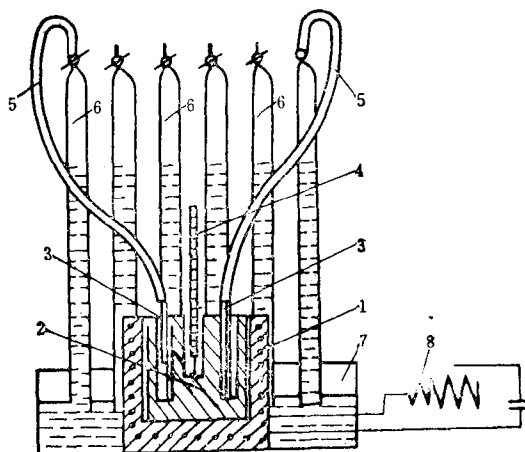


图 4-1-2 着火温度法测定煤炭自燃倾向性仪表图

1—电炉；2—恒温圆柱体；3—煤样管；4—温度计；5—胶管；6—集气管；7—水槽；8—调温电阻器

电炉1内放有铜质恒温圆柱体2，其上钻有圆孔，用于放置试样管3和温度计或热电偶（到400 $^{\circ}\text{C}$ ）4。试管直径8mm、长100mm，用胶管5使其与集气管6相联，集气管同时可用于测量放出的气体量。

实验前，从水槽7中把水吸入集气管，并将其另一端浸入水池内，铜圆柱体的温度由电阻器8调节。

煤的自燃倾向性鉴定工作，按下列顺序进行：

- 1) 将取得的煤样粉碎到粒度为0.15mm以下；
- 2) 取粉碎的煤样和亚硝酸钠按1:0.75的重量比例制成原煤试样；
- 3) 取粉碎的煤样和亚硝酸钠、取苯胺按1:0.75:0.25的重量比例制成还原煤样；
- 4) 取粉碎的煤样先用浓度为30%的双氧水按1(g):0.5(mL)的比例配制，搅拌均匀，置于黑暗处24小时，取出后放在空气中2小时，使双氧水蒸发，然后在真空干燥箱内于50 $^{\circ}\text{C}$ 的条件下烘干，再将其和亚硝酸钠按1:0.75的重量比例制成氧化煤样；
- 5) 将原煤样、还原煤样和氧化煤样的每一种试样各装入2支试管，每支试管装0.175g。全部试管装入仪表中，保持升温速度为每分钟4~5 $^{\circ}\text{C}$ ；

6) 试样发生爆发反应时, 记录其反应温度;

7) 用 T_0 、 T_1 、 T_2 分别表示还原煤试样、原煤试样和氧化煤试样的着火温度; 计算还原煤试样与氧化煤试样的着火温度差值 $\Delta T = T_0 - T_2$, ΔT 为煤炭自燃倾向性的鉴定指标。按此指标分类我国煤炭自燃倾向性的类别见表4-1-2。

表 4-1-2 着火温度法煤自燃倾向性分类表

煤 样 名 称	煤的自燃倾向性等级					煤的化学成分			
	着火温度 T_0 ($^{\circ}\text{C}$)	ΔT ($^{\circ}\text{C}$)				(%)			
		容 易 自燃的	自 燃 的	可 能 自 燃 的	不 自 燃 的	V^r	C^r	O^r	W^r
		I	I	II	IV				
褐煤、长焰煤	<305	>20	>12			>42	<80	>12	>5
长焰煤、瓦斯煤	305~345	>40	40~25	25~12	<12	40~45	75~81	8~12	2~5
瓦斯煤、肥煤、炼焦煤	345~385	>50	50~35	35~20	<20	22~40	81~88	5~10	<3
贫煤、瘦煤	380~410		>40	40~25	<25	10~22	87~92	<6	<3
无烟煤	>400		>45	45~25	<25	<10	>89	<4	

用于测定的煤样, 应从离暴露面尽可能深的地方采取, 并根据采样规程执行之。

3. 苏联的鉴定方法——ИГД法

此法与我国使用的着火温度法无什么差别, 只是分类级别与指标不同。苏联的分类级别与指标见表4-1-3。

表 4-1-3 ИГД法煤自燃倾向性分类表

类 别	自燃倾向性质	自燃倾向性指标 ΔT ($^{\circ}\text{C}$)
I	不 自 燃	10
II	自 燃	10~25
III	极 易 自 燃	>25

三、矿井防灭火方法概述

火灾发生、发展的必要条件是: 有可燃物存在、有使可燃物达到其着火温度的热源条件, 并供以充分的氧气(空气)和维持相当的时间等。缺少其中任一条件, 任何火灾都不可能发生和发展。

根据这一事实, 人们在与矿井火灾斗争过程中, 经过不断总结和改进, 至今已发展起多种防灭火方法, 在矿井安全中发挥着良好的作用。它们的工艺和应用等内容将在本篇下述章节内予以阐述, 本章仅就其原理和某些共性介绍其梗概, 并指出其应用原则。

(一) 注浆防灭火技术

注浆防灭火 就是把某些不燃或抑燃物质与水混合形成的浆液灌注或喷洒于煤炭或可燃物上扑灭已起的火灾, 或预防其发火的一种防灭火技术手段。这种防灭火技术可以把作为灭火材料的水和固体物质的优点统一起来, 根据使用的固体物质不同, 注浆防灭火可以分为以下几种:

黄泥、页岩浆及选矿场尾矿泥等灌浆防灭火 是用水混合粘土或页岩的浆液送入火区或采空区, 亦可将它压注入煤体裂隙内, 用水降温, 粘土覆盖而扑灭火源或防止可燃物燃烧。

水砂充填防灭火 是用水混合河砂送入火区或采空区, 用水降温, 砂子覆盖而扑灭火源或防止可燃物发火。

飞灰充填防灭火 其作用与上述防灭火方法相同, 只是固体物质是电厂粉煤燃烧后的

沉渣——粉煤灰。它的特性较砂子质轻,流动性大,易脱水,易于输送和进入孔隙。因此,其覆盖灭火的效果亦较其它物质为优,是近年发展起来的一种比较有前途的充填防火材料。

阻化剂防火技术 是利用一种能够对煤的氧化起抑制作用的物质与水混合后,压注或喷洒在煤体内或采空区内进行防火。主要由于阻化物质具有较强的吸湿性能和附着性能,能抑制煤在氧化过程中的热效应和隔离煤氧接触效应等。

(二) 惰气灭火

将化学上惰性的气体注入发火地点,将氧排除或使其降低到不助燃的浓度而将火灾窒息,这种方法称为惰气灭火法。它的主要作用是使发火地带内的氧含量降低,同时把燃烧物体表面与空气隔离,以及在某种程度上把周围的物体冷却等。但它的冷却作用比水的冷却作用弱,冷却火源需要较长的时间,尽管有这样的缺点,惰性气体作为一个能够起到窒息和抑爆作用的灭火物质,越来越在矿井防灭火中发挥其作用。

迄今为止,在矿井防灭火中使用的惰性气体主要是 CO_2 和 N_2 等; SO_2 、 NH_3 、水蒸气以及其它的如Ar、Kr、He、Ne、Xe等虽属惰性气体,但因制取困难、且不经济,都未得到应用。

CO_2 可以用比较简单的工艺生产,应用时大都是把它以液态或气态储存于钢瓶里用于灭火,亦可以以固态(雪花状)用于灭火。

单独使用 N_2 时,大都是用液态氮。

鉴于惰性气体发生上的技术与经济原因,目前各国大都是根据自己的具体情况,将 N_2 、 CO_2 、水蒸气等惰性气体混合使用。

目前国际上最常用的有两种惰性气体灭火技术:

1) 燃油除氧惰气灭火技术。应用专用的燃烧装置将燃油燃烧,使氧与燃油中的碳氢化合物反应形成 CO_2 和水蒸气,然后与剩余的氮共同混合经降温后输入火区,用于灭火。

2) 液氮灭火技术。将压缩液化后的氮气装入液氮罐(槽车)内,使用时运至矿井,通过专用设备使其气化送入火区用于灭火。

因为技术和经济原因,我国目前主要使用前者,而且不十分普遍。

惰性气体的发生与应用技术见本篇第五章。

(三) 高倍数泡沫灭火技术

利用发泡剂喷洒在发泡网上,借助风机供风的机械方法发生泡沫,并驱动泡沫前进送至火源扑灭火灾。这种方法称为高倍数泡沫灭火法。实际上是利用泡沫把水远距离送至火源,利用水与泡沫剂的降温、隔绝氧气的作用扑灭火灾,多用于直接扑灭初起火灾,可在进风方向离火源较远的有利位置进行作业,广为矿山救护队使用。

(四) 封闭灭火法与均压技术

矿井井下发火时,如不能用直接灭火法予以扑灭,就需要把火区封闭而隔离,也就是把入风侧和回风侧所有通向火区的巷道予以封闭,同时也是指把火区巷道两帮封严,以及从地面上把能漏入空气的裂缝覆盖捣实加以封闭而言。目的是严密地封闭火区,使空气不得漏入火区,同时使火区内氧气耗尽而窒息火灾。

这种灭火方法,大都是在灭火工器具不足,或者已经看出直接灭火难以取得效果的时候,或者到达火源不便,火灾发展很快,温度很高等原因不可能直接灭火,或者直接灭

火将给施救人员带来危险（如火灾瓦斯爆炸或冒顶等）的时候，应立即用防火墙把井下着火区域隔离。

封闭灭火法虽然比较简单易行，无需其它的辅助措施，但是由于多种原因，特别是矿山压力显现较大，多煤层开采井巷布置复杂，严密封闭较困难的情况下，封闭灭火就很难奏效。因此，在使用封闭法灭火的同时，为了能够很快地使封闭区内的火灾熄灭，有必要创造一定条件使进入火区的空气量限制在最低范围。这种条件可以通过把入风侧防火墙和出风侧防火墙间的风压差减小到最低限度的方法予以实现。这种降低入、回风侧防火墙之间风压差促使火区熄灭的方法，称为均压防灭火法。

可以通过调整通风系统、调整通风设施位置，设立某些通风设施和使用其它通风手段等来达到均压的条件。这些措施简单易行，经济可靠，应当是所有矿井普遍用来加速火区熄灭的方法。这种方法不仅可以用于灭火，而且也是重要的经济、简便的防火措施，也是通风人员必须掌握的日常通风手段。

四、防灭火方法选择的原则

如前所述，欲扑灭或防止矿井火灾，都是设法去掉发生火灾诸要素中的一个或几个要素。因此，防止或消灭矿内火灾的方法可以是通过一定的工艺手段挖除可燃物、降低可燃物的温度和切断供往火区的氧气等措施实施之，或者几种措施并举。

但是，矿井内没有一场完全相同的火灾，因此也就没有一种既定的防灭火方法可以防止或消除任何种火灾，只有根据具体的条件和情况决定采取何种方法和手段。

在考虑选择预防或消灭矿井火灾时，应当考虑如下诸种因素，通盘权衡拟采取的防灭火方法的优劣而决定之：

1) 可能发生或已发生的火灾特性，譬如说，是上行风流、还是下行风流，是一般井巷、还是进风流，以及发生火灾的地点可否到达、发展速度如何等等。

2) 矿井所掌握的防灭火手段和设施情况，消防施救人员的素质及其装备能力和战斗力等。

3) 发火矿井的特性以及发火部位的重要性的要求的迫切性，如是否是沼气矿井或非沼气矿井，需要立即施救扑灭与否，以及能否如愿以偿等等。

4) 矿井生产和通风管理水平和准备程度，如是可以反风或局部反风，有无安全防火门可以利用，以及通风系统的抗灾能力等等。

根据这些主客观条件，矿井的主要防灭火负责人应作出抉择。一个好的防灭火方法必须是：

- (1) 技术上简易可行，可以立即施救并取得应有效果；
- (2) 投资少、成效快，不影响或少影响生产，能迅速取得好的经济效益；
- (3) 安全可靠，不仅能保障灾区人员的安全，而且也能保证施救人员的安全。

但是，值得着重指出的是，选择防灭火方案的首要原则应当是保障人员的安全，在此前提下满足技术和经济的要求。

第二节 灭火工器具与设备

一、灭火器

灭火器是一种轻便的灭火器材，用来扑救初起火灾。煤矿可用的有泡沫、二氧化碳、

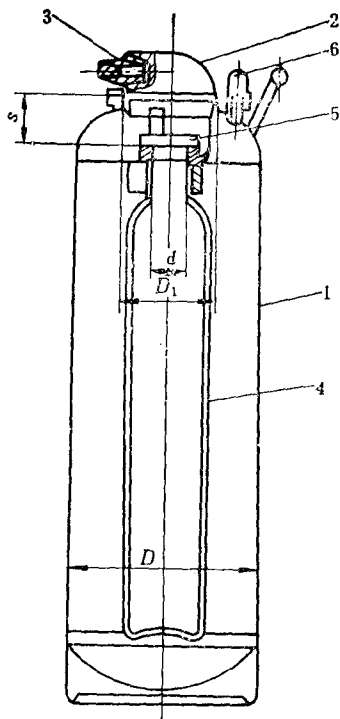


图 4-1-3 MP-8型泡沫灭火器图

1—筒身；2—筒盖；3—喷嘴；4—瓶胆；5—瓶胆盖；6—螺母

1211、干粉等几种。

(一) 泡沫灭火器

泡沫灭火器适用于井上下、物资仓库和公共场所，用来扑救油类以及木材等一般固体物资的初起火灾。这种灭火器喷出的是化学泡沫。

目前国产泡沫灭火器种类甚多，牌号亦广，有代表性的泡沫灭火器的构造和性能如下，用户可根据本身的情况选用之。

1. 手提式泡沫灭火器

1) 构造。手提式泡沫灭火器，是 10 L 泡沫灭火机，其构造(以 MP-8 型为例)如图 4-1-3 所示。

筒身用钢板滚压焊制而成。筒身内装一号药剂(碳酸氢钠、发泡剂)与水溶解成的碱性溶液。瓶胆用玻璃或聚乙烯塑料制成，内装二号药剂(硫酸铝)与水溶解成的酸性溶液，悬在筒身内。瓶胆口用盖封闭，防止溶液混合和蒸发。筒盖用塑料或钢板压制，装有滤网、垫圈、喷嘴。筒盖与筒身之间有密封垫圈保持密封。筒盖借助垫圈和螺母紧固在筒身上。

2) 药剂：

碱性药剂——碳酸氢钠：85~92%；重量：650 g；发泡剂(泡沫液)与碳酸氢钠的重量比：15~20%；

酸性药剂——无水硫酸铝：不低于 48~52%；重量：900 g。

3) 技术性能。满足表 4-1-4 的规定。

表 4-1-4 手提式泡沫灭火器技术性能表

射程 (m)		喷射时间 (s)	发泡量 (L)	发泡倍数	发泡持久性
最远	集中点				
10	6~8	60~70	70	8	30分钟内泡沫消失量 不超过50%

4) 使用与须知。使用时，筒身不得倾斜过甚，平稳地提到火场，颠倒筒身，两种药液混合发生化学反应，即生成化学泡沫。使用时必须注意，筒身和底部不能面向人体。如灭火器已颠倒泡沫却喷不出来，应将筒身平放在地上，用铁丝疏通喷嘴，切不可先旋开筒盖，以免筒盖飞出伤人。如容器内的易燃液体着火，要用泡沫喷射在容器的内壁上，使其平稳地覆盖在油面上，不可直接喷射油面。用泡沫的同时，不要用水流灭火，以免破坏泡沫的覆盖作用，当然可以用水冷却容器外部。

5) 维护保养。灭火器不可放置在高温处，严冬要保暖防冻，并经常疏通喷嘴。每次灭

火或演习后，用清水洗净一切零件，换装新药，填写标签（注明换药人员和日期），以备再用。

使用两年以上的灭火器换装新药时，应以2100kPa或2.1MPa的水压检验筒身。

装药一年以后，必须检验发泡倍数和稳定性，以便决定是否换药；此后每半年再检验一次。

测定发泡倍数的方法是将灭火器内酸性药液取出7.5mL，碱性药液取出33mL，再将这两种药液同时迅速倒入量筒内，计算出泡沫的体积和从泡沫产生起至消失到50%时的时间。新装药的灭火器发泡倍数低于8（20℃）、稳定性低于30min；使用中的灭火器发泡倍数低于4（20℃）、持久性低于20min时即为不合格，应重新装换药剂。

2. 推车式泡沫灭火器

1) 构造。推车式泡沫灭火器的构造（以MP-65型为例）如图4-1-4所示。

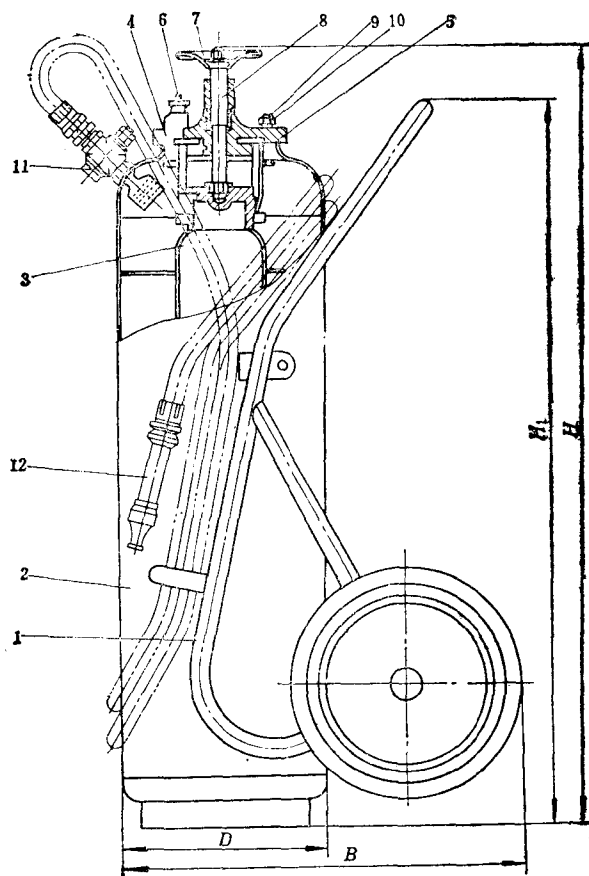


图 4-1-4 推车式泡沫灭火器图

1—简架；2—筒身；3—瓶胆；4—密封垫圈；5—筒盖；6—安全阀；7—手轮；8—丝杆（中轴）；
9—螺母；10—垫圈；11—阀门手柄；12—喷射管

2) 技术性能。推车式泡沫灭火器技术性能见表4-1-5。

表 4-1-5 推车式泡沫灭火器技术性能表

型 号	容 量 (L)	喷射时间 (s)	射程(m)		内装药液(kg)		外装药液(kg)		重量(kg)	
			集中点	最 远	药 粉	温 水	药 粉	温 水	未装药液	装药液
MP-65	65	170	15	17	6.3	7	4.55	42	73	133
MPT-100	100	175	16	18	9	10	6.5	60	85	170.5

筒身试验压力：2.5MPa安全阀开启压力：1~1.25MPa。

3) 使用须知。使用时，首先将灭火器推到火场，一人旋开喷射管，手握喷枪，对准火源，另一人逆时针方向旋转手轮，开启胆塞，然后放倒筒身，摇晃几次，使拖杆触地，打开阀门，将泡沫喷射在燃烧物体表面上。

4) 维护保养。与MP-8型泡沫灭火器的维护保养相同。

(二) 二氧化碳灭火器

1) 用途。扑救图书档案、珍贵设备、精密仪器、少量油类和其它一般物质的初起火灾。

2) 构造。如图4-1-5和图4-1-6所示，是由钢瓶、开关（启闭阀）、喷筒、虹吸管和手柄组成。钢瓶由无缝钢管制作，盛装二氧化碳，开关启闭钢瓶。喷筒又叫雪花喷射器，由胶管和喇叭筒组成，用于喷射二氧化碳。虹吸管安装在钢瓶内，其下端切成30°断面，距瓶底不大于4mm。安全片为磷铜片，安装在开关上，当温度达到50℃或压力超过18MPa会自行破裂，放出二氧化碳气体，从而防止钢瓶因超压而爆裂。

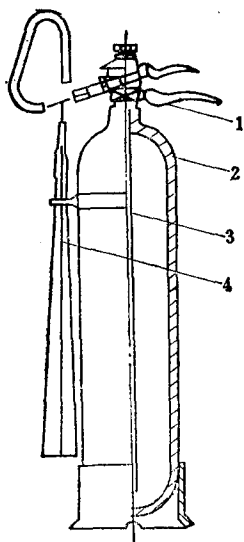


图 4-1-5 鸭嘴式二氧化碳灭火器图

1—开关；2—钢瓶；3—虹吸管；4—喷筒

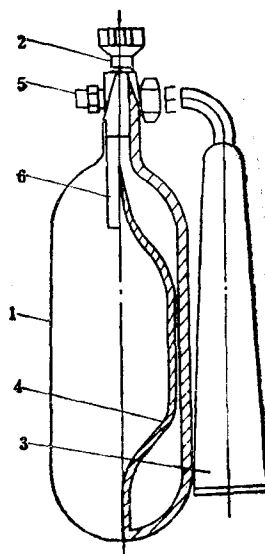


图 4-1-6 手轮式二氧化碳灭火器图

1—钢瓶；2—开关；3—喷筒；4—虹吸管；5—安全膜；6—手柄

3) 技术性能。技术性能应符合表4-1-6要求。