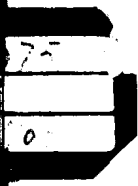


煤矿安全生产知识丛书

防火灭火

开滦煤矿赵各庄矿编

煤炭工业出版社



煤矿安全生产知识丛书

防火灭火

开滦煤矿赵各庄矿编

煤炭工业出版社

煤矿安全生产知识丛书

防火 灭火

开滦煤矿赵各庄矿编

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路16号)

燃料化学工业出版社印刷二厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ 印张 $1^{5/8}$

字数 33千字 印数 1—25,300

1976年3月第1版 1976年3月第1次印刷

书号 15035·2025 定价 0.14元

出 版 说 明

《防火灭火》是煤矿安全生产知识丛书之一。它是以贯彻《煤矿安全生产试行规程》、普及安全生产知识为主要内容的工人读物。

书中介绍了煤矿火灾的一般知识，重点介绍了煤矿火灾的预防和灭火方法，同时对火区的启封、恢复生产，也适当地作了说明。

本书是由开滦煤矿赵各庄矿通风区编写的。由于时间仓卒，调查研究、征求意见还不够广泛，书中难免存在一些缺点和错误，热忱地希望广大读者提出宝贵意见。

目 录

(一) 矿内火灾	1
一、矿内火灾的分类	1
二、矿内火灾的危害	2
三、矿内火灾发生的原因	3
(二) 煤的自然发火	4
一、煤的自然	4
二、影响煤的自然因素	4
三、煤的自然各阶段及其特征	7
四、自然发火的外部征兆	8
五、分析矿内空气成分判定自然发火	9
六、自然发火的地点	10
七、自然发火期	10
(三) 矿内火灾的预防	11
一、预防火灾的任务	11
二、井口房和矿井地面建筑物等的防火措施	12
三、井口、平峒、井筒及井底车场等的防火措施	13
四、井下峒室的防火措施	14
五、预防电器火灾的措施	15
六、预防摩擦生火的措施	17
七、放炮工作的防火措施	18
八、开采技术方面的措施	19
九、通风方面的措施	20

十、封闭和灌浆方面的措施	21
(四) 消灭矿内火灾	22
一、灭火方法的分类	22
二、发生矿内火灾时采取的措施	23
三、用水灭火	24
四、用化学灭火器灭火	25
五、用砂子及岩粉灭火	31
六、挖除火源	31
七、封闭火区	32
八、炉烟灭火	38
九、灌浆灭火	39
(五) 火灾熄灭及火区启封	44
一、火灾熄灭的鉴定	44
二、火灾熄灭的标志	45
三、启封火区	45

(一) 矿内火灾

一、矿内火灾的分类

矿内火灾，是指矿山企业范围内所发生的火灾。

根据矿内火灾发生的地点不同，可分为地面火灾和井下火灾两种。

地面火灾：凡是在矿井工业广场内的厂房、仓库、井楼、露天矿场、矿仓、贮矿堆等处所发生的火灾，叫作地面火灾。

井下火灾：在井下机械峒室、巷道、井筒、工作面以及采空区等地点所发生的火灾，叫作井下火灾。由于地面火灾的火焰蔓延到井下，或它产生的气体、烟雾随同风流进入井下，威胁到矿井生产和工人安全时，也叫作井下火灾。

井下火灾与地面火灾不同，井下空间有限，供氧不足，因此，井下火灾通常无明显火焰，但却生成大量有毒气体，这是井下火灾易于造成重大事故的一个重要原因。另外，发生在采空区或煤柱内的火灾，很难及早发现，也不易找到火源的准确位置，因此，扑灭困难，燃烧的延续时间可能较长，往往给矿井生产造成很大威胁，所以防止井下火灾的发生是十分重要的。

根据发火原因，可分成外源火灾和自燃火灾两种。

外源火灾：是由于一种外来的热源——明火、放炮、电流短路以及阶级敌人的阴谋纵火等，而引起的火灾。

自燃火灾：是由于煤与空气接触，氧化生热，热量聚积导致自燃所引起的火灾。

外源火灾与自燃火灾有所不同，外源火灾多发生在风流畅通的地点，如果发现不及时，或灭火方法不当，火势发展迅速，将会造成严重后果。而自燃火灾多发生在风流不畅的地方，发火征兆不明显，难及时觉察。因此，对于外源火灾要加强防范，对于自燃火灾要作细致的观察工作。

二、矿内火灾的危害

井下发生火灾后，往往生成大量的有毒和窒息性气体（火灾瓦斯）和烟雾，严重地威胁着工人的生命和健康。

在有瓦斯、煤尘的矿井中发生火灾，是一件最感棘手的事情，它不仅有引燃瓦斯导致爆炸的危险。而且由于一个小的瓦斯爆炸，可能引起煤尘爆炸，从而扩大灾害的范围。或是由于局部冒顶造成煤尘飞扬，再与明火接触引起爆炸。

发生火灾以后，火区温度升高，接近火区的煤层受热，挥发物被蒸发出来形成可燃性气体，也有爆炸的可能。所以在无瓦斯矿井，或在发火之前从未放出过瓦斯的地区，火灾时期也有爆炸的危险性。

发火以后，由于矿井空气成分发生变化，温度增高，便产生一种自然负压，通常称之为火风压。火风压一方面可以使通过矿井的总风量增加或减少，另一方面也可以使一些风流反向流动，打乱通风系统。以致使距火源较远的地区，也为烟火所弥漫，直接危害井下工人的生命安全。而且火灾瓦斯与空气混合后再与明火接触，或是返回火区与火源接触，

都有爆炸的危险。

由于发火，煤炭燃损和火区及防火煤柱的损失，使矿井服务年限缩短。同时回采煤量长期封闭在火灾隔绝区中不能开采，有的火灾可以延续几个月、几年、十几年甚至几十年之久，从而使正常生产秩序遭到破坏，矿井生产受到影响，或造成采掘衔接的紧张。

由于火势发展迅猛，采区或工作面内的设备来不及抢救，致使采煤、运输机械及电气设备、金属支架以及一些工具等，被遗留在火区内。因其较长时期的封闭而糟朽、损坏。

同时，由于与火灾作斗争，需要大量的人力、设备和材料；在火灾扑灭后，需要修复大量巷道，为此对矿井火灾一定要严加防范。

三、矿内火灾发生的原因

矿内火灾绝大多数是由于工作不慎，或工作方法不当所引起。

1. 外源火灾发生的原因

(1) 井下使用明火，如电焊和气焊时防护措施不力；

(2) 油料（润滑油、变压器用油、油压设备油等）运输、保管和使用粗心大意；

(3) 采用不安全的放炮方法，如用明火和动力线放炮、炮泥装的少或炸药变质；

(4) 机械摩擦和撞击引起着火，如采煤机截齿碰打煤层中夹石、硫黄蛋、顶底板，特别是石英质的硬砂岩，更容易发生火花；

(5) 煤矿机械化水平不断提高, 井下机电设备大量增加, 由于电气设备绝缘损坏和性能不良, 引起的火灾不断增长;

(6) 由于阶级敌人的破坏。

2. 自燃火灾发生的原因

目前在煤矿火灾事故中, 由于煤的自燃引起的火灾占的比例最大。形成煤的自燃的因素比较多, 形成自燃火灾的原因也比较复杂, 下面将有专节讲述。

(二) 煤的自然发火

一、煤 的 自 燃

煤的主要成分是炭、煤与空气的氧接触时发生氧化而放出热量。氧化生成的热量能够及时向周围散发, 煤的温度就不会上升, 并且经过若干时间便进入风化状态。若氧化生成的热量不能及时向周围散发, 热量聚积煤的温度就要上升, 上升到一定的程度煤就着火。

煤的自燃是由以下三个基本因素综合作用的结果: 煤的氧化性能; 空气的供给条件; 煤与周围物质的热交换条件。第一个因素是发生自燃的内在因素, 决定于煤的物理化学性质及煤岩成分; 而后两个因素则是外在因素, 主要取决煤矿生产技术条件。

二、影响煤的自燃因素

1. 煤的自燃内在因素

煤自燃的内在因素中，有化学因素、物理因素和煤岩成分。

化学因素对煤的自燃起着主导的作用。各种牌号的煤，化学成分不同，自燃的性质也不相同，褐煤比烟煤易自燃，而在烟煤中又以炭化程度最低的长焰煤和气煤的自燃性最强，炭化程度高的贫煤和无烟煤自燃性较小。另外在同一牌号的煤中含硫化物愈多，吸氧性能愈高，则易自燃。

属于物理因素的主要有煤的破碎程度、水分和温度。

煤的破碎程度严重的影响着煤的着火温度和氧化速度。破碎了的煤其着火温度显著的降低，并且由于增加了煤的氧化表面积，使煤的氧化速度加快。所以破碎程度愈大的煤愈容易自燃。

同一种煤水分愈多，着火温度愈高，但经干燥后，着火温度将显著降低，因此，炭化程度低而水分多的煤，当水分蒸发后，自燃危险性增加。实践证明，浸水后的煤具有更大的吸氧能力，所以更易自燃。经历雨雪侵湿后的煤堆发生自燃，水淹火区恢复生产后，再次发生自燃就是这方面的实例。

温度对自燃的影响是很大的，随着温度的增加，煤的氧化加剧。

煤岩成分是指煤层中煤的成分组成。煤的成分一般分为丝煤、暗煤、亮煤、镜煤四种。其中以丝煤在常温下吸氧能力最强，着火温度低（90~270℃），起着“引火物”的作用。而镜煤和亮煤在温度升高后，吸氧性能变得强烈。因此，当煤层中丝煤成分愈多，而且镜煤、亮煤成分比较集中时，其自燃性强。相反，含暗煤愈多的煤层是不易自燃的。

2. 煤自燃的外在因素

煤自燃的外在因素主要是指煤层的地质条件和开采技术条件以及通风情况。

地质条件对煤自燃影响很大，煤层愈厚，倾角愈大，自然发火危险性愈大。这是因为开采厚煤层和急倾斜煤层时，条件复杂，煤的损失多，采区煤柱容易受压破坏，采空区不易封闭严密，漏风大等原因造成。煤层中地质构造破坏的地方（如褶曲、断层、破碎带及岩浆侵入等），容易自燃。这是由于地质构造处煤质松碎，有大量裂隙渗水等使煤的氧化能力提高，岩浆入侵区，煤层受到局部干馏，煤的孔隙率增加，强度降低，自燃危险性增大。不过在地质破坏带顶板易垮落，能很快充满采空区，则能减少采空区的自燃。

采煤技术因素，主要是开拓布置、巷道布置、采煤方法和顶板管理等。这些因素，影响着煤层的受压状态、完整程度、损失的多少、吸氧条件。如主要运输大巷布置在岩层内、用采区石门的开拓方式，则留煤柱少、煤层切割少，自然发火的可能性也就小。因此，一般自然发火严重的矿井，都把开拓和采区巷道布置在岩层内。采煤方法对自然发火的影响主要取决于采空区的丢煤量和集中程度、煤层的切割情况、工作面的推进速度、采空区封闭的难易等。例如老式高落式、房柱式采煤法，回采率低，采空区遗留的碎煤集中，掘进巷道多、漏风大、封闭困难，容易引起自然发火。而长壁式采煤法则情况相反，有利于防止自然发火。不过用长壁式采煤法开采厚煤层留煤皮假顶也不利于防止自然发火。顶板管理方法直接影响着煤炭的回收率，影响着煤壁、煤柱的完整情况，厚煤层采用陷落式管理顶板易自然发火，而采用充填法则可消除。此外，回采速度快，采区尺寸过大，也易发生自燃。

矿井通风对于煤的自燃主要是漏风的影响，当采空区单位面积上的漏风量大于 $1.2\text{米}^3/\text{分}$ ，能及时把氧化产生的热量带走，消除自然发火。如漏风量很小，氧化条件不良，煤就无法氧化自燃，所以只有在漏风量为 $0.4\sim 0.8\text{米}^3/\text{分}$ 的地点易发生自然发火。

三、煤的自燃各阶段及其特征

煤的自燃并不是煤和空气接触以后马上开始，而是要经过一段时间。在一般情况下，把自燃的进程分为四个阶段。

1. 自热阶段 自热阶段的特征，首先在于煤的温度显著增高。这是由于煤氧化时所产生的热量大于它散发的热量。自热时期煤的水分将大量蒸发，并生成二氧化碳和微量一氧化碳。

有的煤在自热开始会出现一种特殊征兆，能看到小虫成群结队地在巷道中飞舞。这是因为潜藏在木料上的虫卵，随木料运到井下，得到适当温度孵化而成。

2. 燃烧开始阶段 在这个阶段中，煤赤热，发生煤的干馏，并产生各种可燃气体，主要是碳氢化合物（烷系、烯系）以及氨、氮、氢等气体。同时产生相当数量的一氧化碳。能嗅到火灾气味，如煤油气味。矿内空气和岩石温度逐渐升高。

3. 燃烧阶段 这个阶段的特征是空气中的氧含量显著减少，二氧化碳的数量激增。同时由于燃烧不完全和二氧化碳受热离解，而产生多量的一氧化碳。在巷道中可以嗅到浓烈的火灾气味，烟雾弥漫，有时在巷道里出现明火火焰。

4. 熄灭阶段 这个阶段的特征主要是空气中的二氧化碳继续增多，氧含量相应减少。与此同时可燃气体的浓度以

及一氧化碳逐渐出现下降现象，空气和岩石温度开始降至该地区的正常温度。

四、自然发火的外部征兆

1. 煤在灼热时和在氧化过程中，所散发出来的水分会增加矿内空气的湿度，用肉眼可以看出水蒸汽凝聚在空气中呈现白茫茫的浓雾状态。当水蒸汽集结在温度较低的支架、巷壁等的表面时，就形成水珠，俗称“出汗”。这是火灾的外部征兆中出现最早的、较为稳定可靠的征兆。

但是，有时在两种不同温度的风流汇合处，过饱和水蒸汽的凝结，也会出现雾汽和“出汗”。这时应当仔细观察，以免发生误会。

2. 在煤矿的巷道中，一种类似石油产品（煤油、汽油等）气味的出现，以及在火灾进一步发展之后而出现的一种类似树脂（松节油）的气味，都是证明已有火源出现的可靠征兆。这些气味，在火灾继续发展以后，将会变成火灾恶臭味，好象煤脂油或煤焦油燃烧时所产生的恶臭味一样。在这种恶臭味尚未出现以前不久，在巷道的空气中，就能明显地感到有窒息性的气体，如二氧化碳等，并且含量渐渐增多。在这种恶臭味发出以后不久，就会出现烟雾和明火。

3. 在某些情况下，人身体有病态反应。如果矿内空气和水的温度升高，和有煤岩等局部灼热现象，使人的皮肤有一种热感，感到闷热，周身不适，甚至汗水直流。

如在矿内空气中已混有少量的有毒气体，往往使人的头部有疼痛感。最易感受和最常见的，就是微量的一氧化碳。

4. 在浅部开采的矿井，由于地表塌陷或出现裂缝，水蒸汽及一些气味可以渗出到地表。散发出的热气甚至可以见

到地表积雪融化，杂草提前季节发芽等现象。

在压入式通风的矿井或采区，自燃火灾发生在采空区的时候，上述火灾的外部征兆往往不十分明显，很难及时发觉，有时已经出现明火或引燃巷道中的支架以后才被发现。

上述火灾外部征兆的出现，是煤的自热过程已发展到后期。为了早期发现火灾，及时扑灭，光靠火灾外部征兆判断就太晚了，因此必须用仪器来观测判断。

五、分析矿内空气成分判定自然发火

矿内空气分析法是目前确定自然发火比较可靠的方法。该法的实质是在有自然发火的地区经常地采取空气试样进行分析，以观测矿内空气成分的变化。根据分析结果，便可以确定自燃过程的开始和发展动态。

在煤矿中，煤在氧化过程中可以使附近地区空气中的氧含量减少；二氧化碳增多；并出现一氧化碳和各种碳氢化合物。这种矿内空气成分的变化，便可以作为判定火灾的初期征兆。但当通风情况恶化或煤层内有二氧化碳涌出时，单纯以二氧化碳增量作为征兆就不可靠。只有当空气中出现了微量一氧化碳，只要它是经常的存在并逐渐增加的，则可以视为即将发生火灾的可靠征兆。因为在正常的情况下，煤层中放出一氧化碳是很罕见的。放炮工作虽能产生一氧化碳，但很快被风流吹散，不会经常存在。

具体的作法，在可能有自然发火的地区或工作面的进、回风流中，定期、定点采取气样分析。列出一氧化碳量和氧的减少量的比值， $\frac{+CO}{-O_2}$ = 比值，在正常情况下，该比值为

常数，煤自燃时比值增大，自然发火前明显超过正常值。另一种是直接以一氧化碳的增量作为自然发火的临界值，超过这个数值就有自燃火源的存在。临界值的大小各矿并不一致，因此要积累大量的数据来定出自己的指标。与此同时也可以以空气中氧的减少量和二氧化碳的增量作为辅助指标来判定自然发火的存在。

六、自然发火的地点

在开采有自燃危险的煤层时，大多数的自然发火是从下述地点开始的：

1. 煤炭自燃的发源地大部分是在采空地点。特别是在采空区遗留了部分煤柱，在它被压碎以后，或是在采空区内丢失浮煤太多的地点。

2. 在自燃性强的煤层内开拓或掘进井巷，尤其是井巷穿过煤层时发生过坍塌，坍塌处又未采取防火措施的地点。

3. 在机械峒室、通风眼、溜煤眼等处所留出的保护煤柱，尤其煤柱尺寸不够，又承受极大压力，服务较长时间，煤柱碎裂的地点。

七、自然发火期

煤层的自然发火，总是在开采了煤层以后，经过一段较长的时间才开始，这段时间通常叫做自然发火期。一般按如下情况计算：

1. 巷道煤自然发火期的计算，是从巷道暴露之日算起，至自然发火之日止的一段时间。

2. 煤柱自然发火期的计算，是从该煤柱暴露之日算起，至自然发火之日止的一段时间。

3. 采空区自然发火期的计算, 是从该采区回采开始之日算起, 至自然发火之日止的一段时间。

4. 一个煤层的自然发火期, 是根据在同一煤层内的各项自然发火期加权平均值计算。

在一般情况下, 煤层自然发火期在一年以内的, 往往就被认为是自然发火严重危险的煤层。这样的矿井也就被认为是自然发火严重危险的矿井。

(三) 矿内火灾的预防

一、预防火灾的任务

矿内火灾的预防工作, 主要包括如下几点:

1. 预防火灾的发生。要采取能够消除火灾的措施。如在生产过程中选择预防自然发火的开采方法、通风方式, 使用的电气设备良好, 以及井下禁止使用明火、放炮安全措施; 火药的运送保管等安全措施。

2. 限制已发火灾蔓延的措施。主要是建筑技术方面的一些防火措施。如适当规划矿场地面建筑物, 采用不燃性结构, 以及设置专门的隔绝设施, 如防火墙、防火门、防火井盖等。

3. 保证由火灾地区迅速抢救和撤离人员的措施。如设置安全出口、避难峒室, 以及佩戴自救器等。

4. 矿山救护队与火灾作斗争的措施。如设置专门通路, 消防基地等。

5. 直接扑灭火灾的措施。如设置灭火工具、材料、器