

全国煤矿安全培训统编教材

矿井火灾防治

国家煤矿安全监察局人事培训司 组织编写

quanguo meikuang anquan peixun tongbian jiaocai

quanguo meikuang anquan peixun tongbian jiaocai

B类

quanguo meikuang anquan peixun tongbian jiaocai

quanguo meikuang anquan peixun tongbian jiaocai

quanguo meikuang anquan peixun tongbian jiaocai

中国矿业大学出版社

全国煤矿安全培训统编教材

矿井火灾防治

(B类)

国家煤矿安全监察局人事培训司 组织编写

编写 崔洪义 王洪权 李建堂
王振平 宋先明
审核 周心权 左德胜 秦宪礼

中国矿业大学出版社

内 容 简 介

本书系统地介绍煤矿火灾的发生规律与特点、火灾的预防措施、矿井火灾处理方法及案例。

本书为全国煤矿安全培训统编教材之一,主要适用于乡镇煤矿矿长、矿工(含特殊工种)、非本专业技术工人培训。

图书在版编目(CIP)数据

矿井火灾防治/崔洪义等编. —徐州:中国矿业大学出版社,2002.4

全国煤矿安全培训统编教材

ISBN 7-81070-491-5

I. 矿... II. 崔... III. 井下火灾—矿山防火—技术培训—教材 IV. TD75

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 013154 号

- 书 名 矿井火灾防治
编 者 崔洪义 王洪权 李建堂 王振平 宋先明
责任编辑 王晓玲
出版发行 中国矿业大学出版社
(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮编 221008)
印 刷 北京科技印刷厂
经 销 新华书店
开 本 850×1168 1/32 印张 2.375 字数 61 千字
版次印次 2002 年 4 月第 1 版 2002 年 4 月第 1 次印刷
印 数 5000 册
两册定价 17.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

全国煤矿安全培训统编教材编审委员会

总顾问	路德信			
主任	黄玉治			
副主任	周心权	闫永顺		
委员	王树鹤	付建华	梁嘉琨	石少华
	李文俊	安里千	段刚	陈国新
	蔡卫	徐景德	王金石	王素锋
	瓮立平			

1/31/2013

出版说明

搞好煤矿安全生产是保护国家财产和人民群众生命安全的一件大事，它关系到国民经济的发展和社会的稳定。随着我国社会主义市场经济体制的发展，煤炭工业面临着良好的发展机遇，煤炭企业正在向高产、低耗、安全和集约化生产方向发展。但是，煤炭企业安全生产形势仍较为严峻：一方面，煤矿开采水平正在不断加深，生产条件更加复杂化；另一方面，一些煤炭企业仍然存在着盲目追求最大经济效益、不重视安全生产的行为。因此，依法加强对煤矿企业安全生产的监察，通过培训全面提高煤矿企业从业人员的素质，是非常必要的。

为了适应我国煤炭工业管理体制改革的需要，国务院于1999年成立了国家煤矿安全监察局，建立了新的煤矿安全监察管理体制。国务院批准的《煤矿安全监察管理体制改革的实施方案》中，赋予国家煤矿安全监察局“组织、指导煤炭企业安全生产技术培训工作，负责煤炭企业主要经营管理者安全资格认证工作”的职能。2000年经国务院批准，又成立了国家安全生产监督管理局，国家煤矿安全监察局与其合署办公。国务院批准的《国家安全生产监督管理局（国家煤矿安全监察局）职能配置、内设机构和人员编制规定》中，赋予国家安全生产监督管理局（国家煤矿安全监察局）“组织、指导本系统安全生产监察人员、煤矿安全监察人员的培训、考核和全国企业安全生产技术培训工作；依法组织、指导并监督特种作业人员的考核工作和企业经营管理者安全资格考核工作”的职能。

为了履行好国务院赋予我们的有关安全培训方面的职能，规范煤矿安全生产技术培训工作，保证培训质量，在总结安全培训工作

经验，借鉴国外发达国家矿山安全培训课程体系的基础上，国家煤矿安全监察局人事培训司组织有关高校、安全技术培训中心和煤炭企业等单位的教授、专家和安全工程技术人员编写了这套模块式“全国煤矿安全培训统编教材”。这套教材不仅反映了传统的煤矿安全生产技术知识，也引进了成熟的煤矿安全生产新知识、新技术，并且针对培训对象的工作类别、专业和文化程度的不同，就其撰写文体、内容深度和广度的差异分为 A、B 两类。A 类教材内容较深，强调内容的科学性、新颖性和实用性，主要适用国家煤矿安全监察人员、从事煤矿安全培训的教师、煤炭企业主要经营管理者及安全专职管理人员、区（队）长等；B 类教材内容较浅，强调内容的实用性，主要适用于班（组）长、各种作业人员（含特种作业人员）、企业安全检查员等。模块式教材避免了不同工种系列的同一课程教材内容的重复，便于选择较合适的作者重点撰写，内容覆盖面广，融科学性、实用性、系统性于一体，是对各类煤矿安全人员进行安全资格培训（复训）和考核的统编教材，也是各类煤矿安全人员上岗后不断巩固、提高安全生产知识的工具书，同时，也可供有关管理人员、工程技术人员及大专院校的师生参考。

本套教材在编审过程中，得到了中国矿业大学（北京校区）、华北科技学院、焦作工学院、黑龙江科技学院，有关省级煤矿安全监察局、煤矿安全技术培训中心、煤炭企业等单位的大力支持。在此，谨向上述单位表示谢意。

本书第一章由崔洪义、宋先明编写，第二章由李建堂、王洪权编写，第三章由王洪权、王振平编写。全书由周心权、左德胜、秦宪礼审核。

国家煤矿安全监察局人事培训司

2002 年 2 月

目 录

第一章 矿井火灾基础知识	(1)
第一节 概述	(1)
第二节 矿井火灾发生原因	(3)
思考题	(9)
第二章 矿井火灾预防	(11)
第一节 矿井火灾预测预报	(11)
第二节 外因火灾预防	(14)
第三节 煤炭自燃的预防	(18)
思考题	(37)
第三章 矿井火灾处理	(38)
第一节 基本规定	(38)
第二节 火风压与风流逆转	(39)
第三节 保护井下人员安全的措施	(41)
第四节 矿井灭火方法	(42)
第五节 火区管理与启封	(54)
第六节 矿井火灾事故案例及分析	(57)
思考题	(66)
参考文献	(67)

第一章 矿井火灾基础知识

第一节 概 述

矿井火灾是煤矿主要灾害之一。矿井火灾一旦发生，轻则影响安全生产，重则烧毁煤炭资源和物资设备，造成人员伤亡，甚至引发瓦斯煤尘爆炸，扩大灾害的程度与范围。为了防治矿井火灾，保证煤矿安全生产，对矿井火灾有一个基本的认识和了解是十分必要的。

一、矿井火灾的概念

凡是发生在矿井井下或地面，威胁到井下安全生产，造成损失的非控制燃烧均称为矿井火灾。如地面井口房、通风机房失火或井下皮带着火、煤炭自燃等都是非控制燃烧，均属矿井火灾。

二、矿井火灾的构成要素

矿井火灾发生的原因虽是多种多样，但构成火灾的基本要素归纳起来有热源、可燃物、空气三个方面。俗称火灾三要素。

(一) 热源

具有一定温度和足够热量的热源才能引起火灾。在矿井里煤的自燃、瓦斯煤尘爆炸、放炮作业、机械摩擦、电流短路、吸烟、烧焊以及其他明火等都可能成为引火的热源。

(二) 可燃物

在煤矿矿井里，煤本身就是一个大量而且普遍存在的可燃物。另外，坑木、各类机电设备、各种油料、炸药等都具有可燃性。可燃物的存在是火灾发生的基础。

(三) 空气

燃烧就是剧烈的氧化现象。任何可燃物尽管有热源点燃，但是若缺乏足够的氧气，燃烧就不能持续，所以空气的供给是维持燃烧不可缺少的条件。实验证明，在氧浓度为 3% 的空气环境里，燃烧不能维持；空气中的氧浓度在 12% 以下，瓦斯失去爆炸性，而在 14% 以下，蜡烛就要熄灭。因此，这里所说的空气是指含有足量氧气的矿井空气，而不是贫氧的空气。

以上介绍的火灾三要素必须是同时存在，相互配合，而且达到一定的数量，才能引起矿井火灾。这是矿井火灾发生的根本条件，缺少任何一个要素，矿井火灾就不可能发生。矿井火灾的防治与扑灭都是从这三个方面来考虑的。

三、矿井火灾的分类

(一) 按引火的热源不同分类

根据引火的热源不同，通常将矿井火灾分成两大类：外因火灾、内因火灾。

(二) 按发火地点的不同分类

按发火地点不同可分为：井筒火灾、巷道火灾、采面火灾、煤柱火灾、采空区火灾、硐室火灾。

(三) 按燃烧物的不同分类

按燃烧物不同可分为：机电设备火灾、火药燃烧火灾、油料火灾、坑木火灾、瓦斯燃烧火灾、煤炭自燃火灾等。

四、矿井火灾的危害

矿井火灾对煤矿生产及职工安全的危害主要有以下几方面：

(一) 产生大量有害气体

矿井火灾对人身的危害主要是在火灾发展过程中产生的大量有毒有害气体。煤炭燃烧会产生一氧化碳、二氧化碳、二氧化硫、烟尘等，另外，坑木、橡胶、聚氯乙烯制品的燃烧也会生成大量的一氧化碳、醇类、醛类以及其他复杂的有机化合物。这些有毒有害气体和烟尘随风扩散，有时可能波及相当大的区域甚至全矿，从而伤

及井下工作人员。据国外统计，在矿井火灾事故中的遇难者 95% 以上是死于烟雾中毒。

(二) 在火源及近邻处产生高温

高温往往引燃近邻处可燃物，使火灾范围迅速扩大。

(三) 引起爆炸

矿井火灾不仅提供了瓦斯、煤尘爆炸的引火热源，而且火的干馏作用使可燃物（如煤、木材等）放出氢气、沼气和多种碳氢化合物等爆炸气体，同时火灾还可以使沉降的煤尘重新悬浮。因此，火灾往往造成瓦斯、煤尘爆炸事故。

(四) 毁坏设备和资源

井下火灾一旦发生，生产设备和煤炭资源就会遭到严重破坏和损失。

此外，矿井火灾还会造成矿井局部区域性甚至全矿性停产，冻结煤炭资源，严重影响矿井的生产。

第二节 矿井火灾发生原因

矿井火灾给煤矿造成的损失是十分严重的。了解矿井火灾发生的原因，对预防矿井火灾的发生是非常重要的。

一、外因火灾发火原因

外因火灾是由于外来热源引起的。地面火灾大部分是外因火灾。井口建筑物内违章使用明火或烧焊作业，往往容易形成外源火灾。据调查分析，形成外因火灾的原因有以下几种：

(一) 存在明火

吸烟、电焊、火焊、喷灯焊及用电炉、大灯泡取暖等都能引燃可燃物而导致外因火灾。

(二) 出现电火

主要是由于电气设备性能不良、管理不善，如电钻、电机、变压器、开关、插销、接线三通、电铃、打点器、电缆等出现损坏、

过负荷、短路等，引起电火花，继而引燃可燃物。

(三) 有违规放炮

由于不按放炮规定和放炮说明书放炮，如放明炮、糊炮、空心炮以及用动力电源放炮、不装水炮泥、倒掉药卷中的消烟粉、炮眼深度不够或最小抵抗线不合规定等都会出现炮火，导致引燃可燃物而发火。

(四) 瓦斯、煤尘爆炸

因瓦斯、煤尘爆炸引起火灾。

(五) 机械摩擦及物体碰撞

机械摩擦及物体碰撞引燃可燃物，进而引起火灾。

二、内因火灾发火原因

矿井内因火灾主要是指煤炭自燃形成的火灾。关于煤炭自燃的原因，有多种学说解释。如：细菌作用学说、黄铁矿作用学说、煤氧复合作用学说、酚基作用学说等。其中，人们普遍认可的是煤氧复合作用学说。该学说的主要观点是：煤在常温下吸收了空气中的氧气，产生低温氧化，释放微量的热量和初级氧化产物；由于散热不良，热量聚积温度上升，更加促进了低温氧化作用的进程，最终导致自然发火。

(一) 煤炭自燃的条件

煤炭自燃必须同时具备以下三个条件：

- (1) 煤炭具有自燃的倾向性，并呈破碎状态堆积存在；
- (2) 连续的通风供氧维持煤的氧化过程不断地发展；
- (3) 煤氧化生成的热量能大量蓄积，难以及时散失。

(二) 煤炭氧化自燃过程

如图 1—1 所示，煤的氧化自燃过程一般可分为三个阶段，

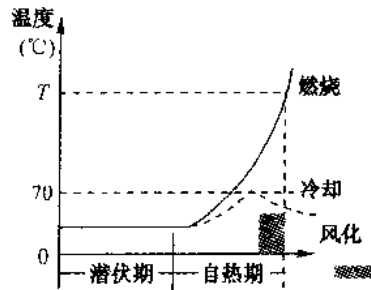


图 1—1 煤炭自燃的三个阶段

即潜伏阶段、自热阶段、燃烧阶段。

1. 潜伏阶段

煤炭在常温下能吸附空气中的氧，并在煤的表面生成不稳定的氧化物，此时生成的热量很少，能及时散发掉。因此，煤体温度不会升高。但是，煤体的重量略有增加，而且煤体被活化，煤体的着火温度降低。人们通常将此阶段称为潜伏期。

2. 自热阶段

经过潜伏期，煤的氧化速度加快，如果氧化生成的热量来不及散发时，积热煤体温度将逐渐升高。同时，煤体周围空气中氧的浓度降低，出现一氧化碳和二氧化碳。特别在这个阶段的后期，煤体周围会出现气温上升，产生雾气，并放出各种碳氢化合物，同时还出现特殊的气味（如煤油味、汽油味、松节油味及焦油味）。人们通常称此阶段为自热期。

3. 燃烧阶段

经过自热期，若煤体温度继续升高，当达到某一数值——临界温度 T （一般为 $70\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ）时，煤体氧化急剧加快，产生大量的热能，使煤体温度迅速上升，当达到煤炭的着火温度时就开始进入燃烧阶段。

在煤的燃烧阶段中，如果在达到临界温度之前，供氧减少，散热加快，则煤体增温过程可以终止，煤体逐渐冷却，并继续氧化成惰性的风化状态，如图 1-1 虚线部分所示。

（三）煤的自然倾向性

煤炭的自然倾向性是煤炭自燃的固有特性，是煤炭自燃的内在因素。《煤矿安全规程》规定，煤的自然倾向性分为三类：Ⅰ类为容易自燃，Ⅱ类为自燃，Ⅲ类为不易自燃。新建矿井的所有煤层的自然倾向性由地质勘探部门提供煤样和资料，送国家授权单位作出鉴定。生产矿井延深新水平时，也必须对所有煤层的自然倾向性进行鉴定。其目的：一是使防止煤层自燃的技术措施在煤层最短自然发火期内完成；二是在由隐患发展到着火温度最短需要的时间内完

成治理措施，从而达到防患于未然的目的。

煤的自然倾向性主要取决于：

1. 煤的化学成分

各种牌号的煤（即不同化学成分的煤）都有自然发火的可能。一般认为煤的炭化程度越高，挥发分含量越低，灰分越大，其自然倾向性越弱，反之则越强。

但是，煤的炭化程度高低不是决定煤的自然倾向性的惟一标志。因此，要求每一个矿井都必须将煤样送到有关单位进行煤的自然倾向性鉴定。依据鉴定分类拟定正确的开采方法和经济有效的防火措施。

2. 煤的物理性质

煤体的破碎程度对煤的自然倾向性影响很大，因为煤炭越破碎则与空气的接触面积越大，而且着火温度明显降低，越容易氧化自燃。因此，在矿井里最易发生自燃火灾的地方都是碎煤与煤粉集中堆积的地点，如采空区的四周边缘地带、受压破裂的煤柱和垮塌的煤壁、充满煤粉与碎煤的煤壁裂隙以及煤巷局部冒高、在棚梁上形成浮煤堆积的地方。

3. 煤岩成分

包含在煤体中的煤岩成分有：丝煤、暗煤、亮煤和镜煤等四种成分。因为丝煤具有纤维结构，因而在低温下吸氧能力强，着火点低；而亮煤和镜煤在温度升高时吸氧能力变得最强烈。因此，煤层中存在有亮煤、镜煤及丝煤时，最容易自燃；暗煤量多时，煤层不易自燃。

此外，水对煤炭自燃的影响有其特点，即对同一种煤炭，水分越多，则着火温度越高；但是，当其水分蒸发后，干燥的煤炭，其着火温度要显著地降低。这是因为浸过水的煤，其表面氧化层被清洗，而且由于水使煤体松散的缘故，煤体更易氧化自燃。

（四）影响煤炭自燃的因素

煤炭自燃倾向性是煤的一种自然属性，是煤层发生自燃的基本

条件。然而在现实生产中，一个矿井或煤层自然发火危险程度和情况并不完全取决于煤的自然燃倾向性，还与煤层的地质赋存条件以及开拓、开采和通风条件有一定的关系。

1. 煤层地质赋存条件

一般说来，煤层越厚，倾角越大，回采时不易全部采净，会遗留大量浮煤和残煤；同时，煤层越厚，回采推进速度越慢，采区回采时间往往超过煤层的自然发火期，而且不易封闭隔绝采空区。因此，容易发生自燃火灾。据统计，80%的自燃火灾是发生在厚煤层的开采中。

此外，断层、褶曲、破碎带及岩浆侵入区等地质构造地带，煤层松软易碎、裂隙多，吸氧性强，也容易发生自燃火灾。

煤层围岩的性质对煤炭自然发火也有很大影响。如围岩坚硬，矿压显现大，容易压碎煤体，形成裂隙，而且坚硬的顶板冒落难以密实地充填采空区；同时，冒落后有时会连通其他采区，甚至形成连通地面的裂隙，使漏风无法杜绝，都给煤炭自然发火提供了充分的条件。

2. 开拓系统

许多自然发火矿井的经验证明，开采有自然发火危险的煤层时，开拓系统布置十分重要。有的矿井由于设计不周，管理不善，从而造成矿井巷道系统十分复杂，通风阻力很大，而且主要巷道又都开掘在煤层中，切割煤体严重，裂隙多、漏风大。因而，造成煤层自然发火频繁。而有的矿井设计合理，管理科学，使矿井的通风系统简单适用，在多煤层（或分层）开采时，采用联合布置巷道，将集中巷道（运输、回风、上山、下山等）开掘在岩石中，同时减少采区反井及联络眼数目，取消采区集中上山煤柱等，对防止自然发火起到了积极作用。

3. 采煤方法

主要是指所用采煤方法的速度快慢和回采率的高低对煤层自然发火的影响。西南某矿区有两个相邻的矿井，自然条件基本相似，

但在一个时期中，一个矿井采煤工作面推进速度快，在煤层自然发火期内将采区采完封闭，结果无自然发火现象发生；而另一矿井恰恰相反，采煤工作面推进速度慢，结果煤层自然发火严重。另外，据东北一矿区统计，在同样煤层条件下，利用回采率比较低的非正规采煤法的采区，回采时间不到10个月，自然发火达47次，而利用人工假顶倾斜分层采煤法的采区，回采时间一年多，自然发火仅7次。因此，选择合理的采煤方法对预防自燃火灾十分重要。

4. 通风条件

主要指漏风问题。漏风风流流动的速度及数量对自然发火往往起主导作用。井下漏风使煤炭氧化，同时又将氧化生成的热量带走，因此，煤炭氧化生成的热量及其聚积与风速大小有直接关系。当风速过小时，供氧不足氧化生成的热量很少，因此容易散失掉，不易积热；当风速过大时，氧气补给充足，但氧化生成的热量被带走，同样不能形成热量的聚积，都不会发生煤炭自燃。从上述分析得出，只有当漏风风流使煤炭有比较充分的供氧条件，而又不致于带走氧化生成的热量，可以形成热量的聚积时，煤炭才会发生自燃。

5. 采空区管理

及时封闭采空区，保证密闭严密及有效的管理采空区，是减少采空区漏风和防止煤炭自然发火的重要措施之一。在工作面结束后，由于设备拆除不及时，造成采空区无法做到停采后45d内实行永久封闭，甚至发火后不得不将设备封在火区中，或者由于采煤超过终采线，造成冒落矸石串通巷道而无法封闭，使采空区漏风十分严重等都易造成煤炭自燃发火。此外，采空区封闭前的准备工作及时与否（如密闭墙洞的预留），封闭采空区回采边界线的泥浆带质量好坏及密闭墙的检测是否正常准确等，都对采空区漏风及煤炭自然发火有重要影响。

通过上述对煤炭自然发火情况的分析，可以得知：煤炭从常温下发展到自然发火状态是有其内部因素和外部条件的。具有自燃倾

向性的煤炭，只要存在着有利于煤炭氧化进程发展的时间和热量积蓄的条件与环境，自燃现象便会发生。

(五) 煤的自然发火期

煤的自然发火期是自然发火程度在时间上的度量，发火期越短的煤层自然发火的危险程度越大。自然发火期是指在开采过程中暴露的煤炭，从接触空气到发生自燃的一段时间。煤层自然发火期的确定方法是这样规定的：

(1) 煤层中出现下列情况之一者，该煤层定为自然发火煤层：

- ① 煤炭自燃引起明火；
- ② 煤炭自燃发生的烟雾；
- ③ 煤炭自燃发生的煤油味；
- ④ 采空区测取的一氧化碳浓度超过矿井实际统计的临界指标。

(2) 巷道中煤层自然发火期以自然发火地点在揭露煤之日起至发生自然发火时为止的时间计算，一般以月为单位。

(3) 采煤工作面中煤层自然发火期应以工作面开切眼之日起至发生自然发火时为止的时间计算，一般以月为单位。

(4) 每一煤层的所有采煤工作面和巷道，都应进行自然发火期的统计，确定煤层最短发火期。

统计确定煤层最短自然发火期，对矿井开拓开采以及生产管理都有重要意义。对于自然发火期较短的矿井一般不应采用煤巷开拓，采煤法要保证最大的回采速度和最高的回采率，采空区要在最短的时间内予以封闭。

(六) 煤炭自燃的预兆

人们利用自己的感觉器官，如眼睛、鼻子、皮肤等，来觉察煤炭自燃的初期特征，对防止煤炭自然发火有十分重要的意义。

思考题

1. 什么叫矿井火灾？矿井火灾发生的三要素是什么？

-
2. 什么叫内因火灾？什么叫外因火灾？试比较这两种不同火灾的特点。
 3. 煤的自燃过程分几个阶段？各个阶段的特点有哪些？
 4. 影响煤炭自燃的因素有哪些？
 5. 什么叫煤的自然发火期？