

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

guojia meikuang anquans jianchaju renshi peixunsi zuzhi bianxie

A类

quanguo meikuang anquan peixun tongbian jiaocai

guojia meikuang anquan jianchaju renshi peixunsi zuzhi bianxie

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			

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安全素质，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。

本书内容以煤矿安全生产管理和监察人员的工作及对应技术支持为基础而编写。本书共分六章。其中，第二章第五节、第三章第三节（第二部分）、第四章第一节、第六章第一节由方裕璋编写，其余部分由周心权编写。全书由王省身、常文杰、左德胜、刘建华审核。

国家煤矿安全监察局人事培训司

2002年2月

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 矿井火灾的特征	(1)
第二节 煤矿安全管理及监察的职责和技术支持	(3)
复习思考题	(8)
第二章 矿井火灾基础理论及基本规律	(9)
第一节 燃烧的基本概念	(9)
第二节 富氧燃烧和富燃料燃烧	(13)
第三节 火灾燃烧生成热计算	(22)
第四节 矿井可压缩风流流动规律	(27)
第五节 煤层及采空区的自然规律和环境影响	(42)
复习思考题	(47)
第三章 矿井火灾隐患侦知及预警	(49)
第一节 火灾生成气体变化规律	(49)
第二节 火灾预警及监测装备的应用	(58)
第三节 火源探测技术	(68)
复习思考题	(77)
第四章 矿井火灾预防及处理	(78)
第一节 矿井内因火灾防治	(78)
第二节 矿井火灾直接灭火	(100)
第三节 矿井火灾时期控风技术	(114)
第四节 火区封闭、管理和启封	(122)
复习思考题	(145)

第五章 矿井火灾事故的现场勘察	(146)
第一节 火灾事故现场勘察的任务.....	(146)
第二节 火灾事故现场勘察要点.....	(148)
第三节 矿井火灾现场痕迹分析及物证采集.....	(152)
复习思考题.....	(160)
第六章 矿井火灾事故案例分析	(161)
第一节 矿井内因火灾事故案例分析.....	(161)
第二节 矿井外因火灾事故案例分析.....	(167)
参考文献	(173)

第一章 概 述

矿井火灾是煤矿重大灾害之一，矿井火灾发生后，火势发展迅猛，变化复杂，影响范围广，往往造成人员伤亡和财产资源损失，可能诱发瓦斯爆炸，酿成更大灾害。救灾行动的成功取决于救灾人员能否迅速、正确地决策并实施。然而，现场救灾人员深感困难的是，在不能充分了解火情及其动态影响，不能正确估计即将实施的救灾措施的效果时，却必须迅速决策。要提高决策的可靠性和及时性，一是在事故发生前，作为决策人员，应了解和掌握矿井火灾治理的有关技术，了解在本公司、本矿易发火区域着火时的应变措施及其正、负面影响，要使矿井火灾预防处理计划不是应付安全检查，而是救灾时的重要依据；其次是通过安全技术教育，使矿工特别是班组长掌握灾变自救技术；三是火灾发生时，尽可能多地获取有关信息，并注意分析其可靠性，避免误导。安全生产方针中“预防为主”中的“防”，既包含防止火灾发生，也包含做好治理火灾的思想准备、技术物质准备和应变措施工作。

基于上述认识，本章将简介矿井火灾的致灾特性，煤矿经营者、操作者和安全监察员的职责，以及承担这些职责所对应的理论、技术及其应用支持。

第一节 矿井火灾的特征

在不同矿井灾害中，矿井火灾救灾难度最大、技术性最强、危险性最大。这是矿井各类灾害事故的不同特征决定的。

一、不同矿井灾害的特征

矿井重大灾害性事故有瓦斯（煤尘）爆炸、瓦斯突出、火灾、水灾、顶板灾害等。不同灾害具有不同特性，致灾条件，发生、发展规律，对环境和人员产生不同的破坏和影响，因此，对应的防治措施也有所不同。

矿井火灾时期，火源燃烧生成的高温烟流向下风侧蔓延，并可能因风流逆转，进入进风区，致使烟流蔓延范围扩大。由于火灾燃烧时间远大于瓦斯爆炸与突出、水灾和顶板灾害时间，因此，矿井火灾作用时间长、范围大。

瓦斯爆炸产生高温高压冲击波，如果爆炸不引起火灾，具有瞬间、大范围影响特性；煤与瓦斯突出时高压气体和固体突然冲出的动力现象，往往对矿井造成瞬时局部范围影响；矿井水灾是较高压力的水突然涌出的动力现象，也具有瞬时、局部范围的影响特征；顶板灾害是地压作用下顶板不同程度地垮塌造成的灾害，其作用特征也是瞬时、局部的。

纯瓦斯爆炸（不诱发火灾）的高温高压和突出灾害的高压冲击波作用是瞬时变化而且是非常复杂的，但是，其发生后对通风设施和通风系统的破坏及其影响一般是稳定的，即不随时间而变化。其复杂性和瞬时性决定了不可能在灾变发生的极短时间内作出控风决策及付诸实施。其破坏后的稳定性决定了救灾时期的控风和救护工作相对容易。所以对于这类灾变事故，必须以预防为主，预先分析不同强度的灾害对通风设施和通风系统的可能影响。当然，适当的抑爆减灾措施是必要的。在制定灾变措施同时，应考虑灾害破坏的稳定特性，其稳定性决定了灾后事故处理的难度。

二、矿井火灾的致灾特征和对策

矿井火灾的长期性和动态变化性决定了救灾的难度、危险性和技术性，即高科技成果应用的可行性和重要性。矿井火灾持续时间长，对矿井通风系统的影响是长期的。由于火源燃烧强度的变化，高温烟流与巷壁热交换强度的变化，风流紊乱现象发生和烟流蔓延

区域的变化,致使风流状态相关参数(风量、风压、风阻、有害气体组分和浓度等)发生动态变化。正是矿井火灾延续的长期性和动态特征,造成了灾变通风的独有的特性。其长期性,提供了风流控制救灾决策和实施可能有足够的时间,为分析和控制高温烟流流动状态的高新技术应用提供可能。而这一时间又非常紧张,对救灾指挥又是一个严峻的考验。因此,如果没有能应付各类事故的周密灾害预防处理计划和措施的预先演习和实施,没有对井下人员的安全教育,使他们熟悉救灾和自救的措施,单靠发生灾变时仓促决策和处理事故,往往不能成功救灾。其长期性和动态变化特性的结合,又对人员撤退和救灾工作连续造成威胁,增加了救灾决策和现场抢险的难度和危险。现场救灾实践证实,矿井火灾救灾是当前技术条件下各灾种救灾中难度最大、最危险、技术要求最强、任务最艰巨的一项工作。

矿井火灾防治在坚持“预防为主”方针的同时,必须强调在矿井火灾发生时,应用有效的救灾、控风技术。矿井火灾时期,通风机与风温变化引起的火风压共同作用提供了风流流动的动力,从而破坏了正常状态下原有通风动力(机械风压和正常通风的自然风压)与风流状态的平衡,导致矿井各巷道风流状态剧烈变化甚至部分巷道风流方向突然逆转。逆转风流携带大量火灾生成的高温、有毒、有害气体,污染进风区的新鲜风流,致使火灾影响范围扩大、井下人员遇难危险增加以及抢险救灾难度增大。

矿井火灾风流状态控制就是应用风流调节设施(主要是风门启闭),使火风压造成的危及撤人救灾的风流状态转变为一定区域的安全风流状态。很明显,风流状态控制的前提是已知火风压所引起的风流紊乱状态,而风流动态模拟技术就是用来解决此问题的。

第二节 煤矿安全管理及监察的职责和技术支持

在矿井火灾防治领域内,企业管理人员、安全检查人员、国家

安全监察人员、区队长和操作人员，要履行自己的职责，都必须具备火灾事故致因、安全隐患侦知、隐患处理、矿井火灾事故处理和事故调查方面的知识和技能，在井下工作中能及时发现问题、解决问题。在发生火灾事故时，能及时、正确决策，组织和实施人员安全撤退、安全有效地救灾，并在事后组织或参与事故调查。

一、矿井火灾隐患侦知

(一) 矿井火灾隐患侦知的特点

与瓦斯爆炸、突出、水灾等事故相比，火灾隐患侦知有其特殊性。

1. 矿井火灾隐患及时侦知的要求

矿井火灾的治理难度和带来的生命财产损失往往随火灾隐患发现的时间延迟而急剧增加。无论矿井发生内因或外因火灾，必须在火灾发生的初始阶段发现隐患，及时采取治理措施予以扑灭或防止灾害扩大。在火灾的发展阶段才发现火情，不仅极大地增加了火灾造成的损失、灭火救灾的困难和危险，而且，对于外因火灾，将造成有毒有害气体的大范围蔓延甚至风流逆转等紊乱现象的出现，致使更多井下人员遇难。因此，矿井火灾，特别是外因火灾隐患及时侦知措施和设施的落实是火灾防治检查或安全监察的重点。

2. 矿井火灾发生的区域和过程特性

矿井内因火灾往往发生在人员难以到达的采空区和不同程度变形的巷道围岩内部区域，因此，很难用直接观察手段在初始期发现火灾。既然不允许等到火灾发展阶段再发现它，就必须了解火灾初期状态变化，特别是气体组分、浓度的变化。矿井外因火灾往往发生在巷道、硐室和工作面内，似乎容易早期发现。然而由于发火处可能没有人员或没有通讯设备，也造成及时发现或通报火情的困难。而外因火灾发展迅猛，稍有延缓，则火情难以控制，且产生的烟流可能已造成危险。因此，火灾的区域特性造成隐患发现的困难，客观上要求必须有科技支持，这样才能保证报警的及时性。

火灾发生发展的过程往往长于其他灾种，如瓦斯、煤尘爆炸，

瓦斯突出，矿井水灾和冒顶等矿井灾害。其过程的长期性决定了不仅可以如其他灾种一样采取预防措施，而且可根据火灾发生的初期迹象来发现它，控制它。

3. 矿井火灾隐患的技术分析特征

与其他灾种的隐患侦知相比，火灾隐患往往不仅从温度、相关气体如一氧化碳（CO）浓度进行判断，而且必须对这些测定数据进行技术分析。如瓦斯灾害的隐患，可从矿井某些区域是否有高浓度瓦斯积聚直接判定。但对于火灾隐患，因采空区煤炭自燃、胶带机主滚筒过热所增加的风流温度，可能因散热而降低，因此在火灾初期，取样点温度可能难以超过报警限。这说明取样与火源距离、监测系统传感器的种类、数量和布置等技术参数有密切关系。而取样中的CO，也可能含有可燃物在厌氧菌作用下分解产生的CO成分，而大于燃烧生成的CO浓度；也可能因燃烧生成CO被炭黑、焦炭所吸收，而小于燃烧生成的CO浓度。因此取样点的CO浓度有时不能代表火源生成的CO浓度，也不能代表火灾的燃烧状态，必须进一步对这些数据进行技术分析，避免产生错误判断。

（二）矿井火灾隐患侦知及其技术支持

众所周知，火灾的发生要有三个条件，即通常所说的燃烧三要素：可燃物、热源和氧气。矿井火灾隐患侦知主要围绕这三方面进行。

1. 可燃物

煤矿存在的大量的煤是最主要的可燃物，另外就是生产过程中产生的煤尘、瓦斯以及井下的坑木、机电设备中的油料、炸药、橡胶、塑料、高分子化合物等。重点检查的火灾隐患是易发火区域和设备，如采空区、封闭火区、机电硐室、带式输送机巷道、炸药库等。了解木料、煤、塑料、橡胶、油料等可燃物的燃烧特性和释放的气体组分、浓度是帮助及时发现隐患，正确处理隐患和火灾事故以及事故勘查的前提。了解可燃物存在的环境可帮助我们确定矿井中的易发火区域和火灾燃料的类型。

2. 氧气

一定浓度的氧气是火灾发生的必要因素之一。在一般情况下，巷道中风流氧气浓度都超过燃烧要求的氧气浓度。在采空区，未封闭严的火区漏风，氧化带区域，也存在遗煤自燃的条件。因此，了解通风系统风压、风量等参数分布，了解采空区和火区漏风状况，是基于氧气这一条件的技术支持重点。

3. 热源

具有一定能量热源才能引燃可燃物。其能量与热源温度和体积大小有关，若热源温度不太高，如具有几百摄氏度的温度，则要求热源体积足够大，即具备足够的点燃能；热源体积小，则要求其温度高，以具备足够的点燃能。在煤矿中，引起火灾的热源往往是异常情况下产生的：因煤自燃、瓦斯爆炸、违章放炮、机电设备短路、过流、运转不良产生的过热、违章烧焊、吸烟等明火所致。少数情况下是因机械截齿摩擦、冲击等偶然因素产生。由于热源往往是由异常因素产生的，一般情况下，可燃物、氧气在井下是正常存在的，因此，热源是燃烧三要素中的检查重点。

基于对热源在火灾中所含的主观因素作用的认识，需要了解热源引起火灾的条件和灾害致因，防止上述异常热源的产生是矿井火灾隐患侦知技术支持的重点。

4. 矿井火灾预警技术

如前所述，矿井火灾发展迅猛，其隐患的及时发现和预警是减灾救灾成功的前提，而矿井火灾隐患侦知与及时预警技术紧密相关。正确的火灾预警是建立在对火源燃烧特性，以及温度、生成气体组分和浓度变化规律的基础上的，这是过去介绍较少而本书将重点介绍的内容之一。

二、矿井火灾隐患的处理

围绕火灾三要素和火灾预警技术，对于发现的矿井火灾隐患必须及时解决。如采空区漏风大、供氧充足，往往采取调整采区通风系统，调整风压和风量分布，阻塞漏风通道和预灌浆等措施。对于

易自燃煤层的采空区，可以选择正确的采煤方法和开采工艺减少丢煤，并根据生产需求，适当加快工作面推进速度，减少自燃危险。对于有可能引起火灾的火源控制，应加强机电设施、放炮、瓦斯的管理和安全措施的落实。对于矿井火灾预测预报系统和火灾预防处理计划中查出的问题，应根据相关技术支持堵塞漏洞进行完善。

三、矿井火灾救灾及其安全保障

(一) 矿井火灾救灾的特殊性

矿井火灾发生过程的长期性和动态变化特征，决定了矿井火灾救灾往往处于矿井风流动态变化的时期。紊乱的风流状态往往造成含有毒有害气体的烟流大范围蔓延，对撤人救灾造成新的威胁，救灾时的主要工作之一是正确控制风流方向，即通过控制烟流流动方向，保证人员撤退和救灾路线不受烟流污染。

因此，要保证救灾工作有效、安全地进行，一是必须了解火灾发生、发展过程的风流紊乱状况；二是必须改变，至少是部分改变这种风流紊乱状况，即合理控风，保证撤人救灾工作的安全。

(二) 矿井火灾风流状态的控制

过去由于人的思维判断能力的局限性和技术装备条件的限制，人们靠经验无法了解火灾时期的风流动态变化规律，往往通过经验或定性分析的方法近似地把火灾影响下的动态复杂通风系统简化为稳态简单通风网络，来分析风流状态变化规律。现在可运用计算机模拟技术分析风流状态参数动态变化。

在了解风流状态参数动态变化的基础上，通过调节设施（风门等）把对撤人救灾工作造成威胁的危险风流状态转变为安全状态，这就是风流状态控制技术。风流动态模拟技术可以帮助人们了解各组控风方案作用下风流动态变化的结果，即控风效果，从而优选控风方案。本书将介绍风流状态模拟及控制技术及其应用。

(三) 直接灭火及其安全保障

若采用及时、正确，直接灭火是最有效、损失最小、成本最低的灭火方法。由于灭火人员直接面对火源高温，又受到风流状态紊

乱的威胁, 灭火有效性和安全性是重点。本书在介绍直接灭火方法的同时, 重点分析不同位置(上山、下山、平巷)火灾风流状态变化、下风侧控制火灾蔓延、防止火源上风侧烟流滚退、灭火时期的风流控制和下风侧烟流浓度监测等, 是提高直接灭火有效性和安全性的实用技术。

(四) 火区封闭、管理和开启

在直接灭火不能奏效时, 必须进行火区封闭。火区要进行正确管理, 在一定时间之后, 要开启火区, 就必须正确分析火区封闭期间燃烧状态的变化。这些工作具有较大的难度和危险性, 本书将介绍火区及时安全封闭技术、火区管理中对火区内燃烧状态的逻辑分析技术以及提高火区开启安全性的相关技术。

四、矿井火灾事故调查技术

本书主要介绍事故现场勘查技术内容, 事故调查的其他部分如事故调查的组织、程序、地面调查系《煤矿事故调查》教材的内容。该书通过分析火灾现场不同位置的燃烧状态和痕迹, 推测火源点、可燃物和火灾致因, 推测火灾形成的基本过程(火灾发生、蔓延、传播、破坏、熄灭), 并通过分析, 明确事故责任和吸取教训。

本书在应用煤矿火灾事故调查的技术及经验的基础上, 也将介绍可以借鉴的国外发达国家矿井火灾事故现场勘察技术和国内相关行业如消防工程方面的火场现场勘察技术。

复习思考题

1. 从矿井火灾的致灾特征来分析矿井火灾救灾的极大危险性和难度。
2. 矿井火灾隐患侦知有哪些特点?
3. 火灾发生的三个条件是什么?

第二章 矿井火灾基础理论 及基本规律

第一节 燃烧的基本概念

一、燃烧的特征

可燃物和氧化剂在空间发生激烈化学反应的过程称为燃烧。它常常伴随放热、发光过程，会生成新物质。反应物中化学性质活泼的氧原子组分称为氧化剂（助燃剂），被氧化剂所氧化的物质称为燃料或可燃物，反应生成物称为燃烧产物。

放热、发光和生成新物质是燃烧反应的三个特征，是区别燃烧和非燃烧现象的依据。点亮的灯泡中钨丝放热、发光，但未生成新物质，属于物理过程，而非燃烧现象。金属生锈、动物呼吸会放热，并产生新物质，但因反应速度低，放热速度慢，无发光现象，所以也不是燃烧反应。

二、燃烧的条件

燃烧必须同时具备三个条件（见图 2—1a）：燃料（可燃物）、供氧（氧化剂）和热源，通常称为燃烧的三要素。缺少任一条件，燃烧都不可能发生。若燃烧发生后缺少任一条件，则会熄灭，这是矿井防灭火工作的根本依据。矿井防灭火的措施，其目的是除去燃烧的全部或部分条件。燃烧除要求上述三要素外，还要求可燃物、氧化剂和热源应具备一定数量、浓度或能量。例如，在空气中氧浓度小于 12% 时，瓦斯便不能燃烧。

燃烧以链式反应方式进行，反应可分为三步。第一，链引发：

因高温热解产生一定数量的反应活性中心游离基；第二，链传递：游离基与反应物作用产生新游离基并不断重复这一过程；第三，链中止：当反应物被完全消耗或由于惰性物质的作用，使游离基失去活性而减少以至消失，链式反应中止。链引发需要具有一定能量的引燃能源，低于 595 ℃ 的热源不能使瓦斯与空气的混合气体燃烧。一定数量的燃料（可燃物）、充足的供氧及具备一定能量的热源是燃烧的充分必要条件。

近年来，有人还提出了燃烧四面体的概念（见图 2—1b），即加入链反应要素，链反应的继续保证燃烧的持续。它存在于某些燃烧过程中，尤其是火焰前沿的自由基连锁反应，由于其反应速度极快，从而控制着火的增长速度。基于中断燃烧中链增长反应原理而发明的新型灭火剂和阻燃剂具有更好的灭火效果，从而支持了链反应是燃烧过程的基本要素的新观点。

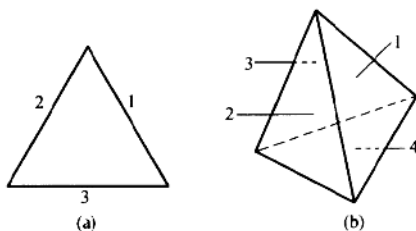


图 2—1 燃烧三角形和燃烧四面体

a—燃烧三角形；b—燃烧四面体

1—可燃物；2—氧化剂；3—热源；4—链反应

三、燃烧的形式^[1]

绝大多数火灾事故是在大气条件下发生的，因此，可燃物在空气中的燃烧状况是矿井火灾的主要研究内容之一。矿井火灾中可燃物可分为固态（如煤、木材、橡胶、合成高分子化合物等）、气态（如瓦斯、热解产生的各种挥发性气体、一氧化碳等）、液态（如燃

油、润滑油等)三大类。它们在井下火灾中的燃烧形式有以下几种:

(一) 扩散燃烧

扩散燃烧也称气体燃料燃烧。甲烷(CH_4)、一氧化碳(CO)、乙炔(C_2H_2)等可燃气体从管道孔口或巷道局部空间流出,在与空气汇合时,可燃气体与空气靠分子间扩散而混合,当其混合浓度达到燃烧界限时,遇火源则在该范围内燃烧。由于可燃气体和氧气(O_2)的不断补给、混合,使燃烧继续,如图2-2所示。

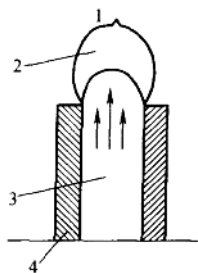


图2-2 扩散火焰结构图

1—空气;2—扩散混合区;
3—气态燃料;4—管口

(二) 分解燃烧

分解燃烧出现于固体和部分液体燃料的燃烧中。在燃烧过程中,可燃物首先遇热分解,热分解产物和氧反应产生火焰燃烧。如木材、煤、橡胶、合成高分子化合物等固体燃料,柴油、煤油、润滑油等高沸点油脂类流体以及蜡、沥青等固体烃类物质的燃烧。木材在空气中燃烧时,火源首先加热木材,使其失去水分而干燥,然后木材发生热分解,释放出挥发性气体,产生燃烧火焰,放出热量。释放的热量继续加热木材,使木材不断分解,从而使燃烧延续。矿井火灾时期,着火带中燃烧带燃烧即属于这一类型。

(三) 表面燃烧

表面燃烧发生于固体燃料燃烧的后期。固体可燃物燃烧时,不断分解出挥发性气体,而挥发性气体燃烧放出的热量继续维持新的固体燃料热分解和燃烧。原来燃烧的燃料所含挥发分气体、煤焦油分解完后,变成固体炭(焦炭)。这时,燃烧在焦炭与空气的接触表面进行,称为表面燃烧。固体燃料呈红热表面,但没有火焰。在矿井火灾中,着火带中的焦化带燃烧就属于这一类型。