

全国煤矿安全培训统编教材

顶板灾害防治

国家煤矿安全监察局人事培训司 组织编写



中国矿业大学出版社

全国煤矿安全培训统编教材

顶板灾害防治

(B类)

国家煤矿安全监察局人事培训司 组织编写

编写 袁河津

审核 马念杰 常文杰

罗坝东 付传信

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书较全面地阐述了煤层的埋藏特征及地质构造、矿山岩石的基本性质、煤层顶板、单体支柱与液压支架采煤工作面支护、锚杆支护以及坚硬难冒顶板、破碎顶板、复合型顶板与巷道顶板的灾害防治等方面的知识和技术。

本教材可作为乡镇煤矿矿长、特种作业人员、矿工及安监员的安全培训教材；也可作为基层管理干部、有关工程技术人员及煤炭院校师生的参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

顶板灾害防治/袁河津编. —徐州: 中国矿业大学出版社, 2002.3

全国煤矿安全培训统编教材

ISBN 7-81070-492-3

I. 顶... II. 袁... III. 顶板—安全措施—技术培训—教材 IV. TD327.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 095282 号

书 名 顶板灾害防治

编 者 袁河津

责任编辑 高 专

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 北京京科印刷有限公司

经 销 新华书店

开 本 850×1168 1/32 印张 4.625 字数 115 千字

版次印数 2003 年 3 月第 1 版 2004 年 1 月第 3 次印刷

印 数 10001~13000 册

定 价 21.00 元 (本册定价 9.00 元)

(图书若有印装质量问题, 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			

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，主要适用于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。

本教材由袁河津编写，由马念杰、常文杰、罗坝东、付传信审核。

国家煤矿安全监察局人事培训司

2002年2月

目 录

第一章 煤层的埋藏特征及地质构造	(1)
第一节 煤层的埋藏特征	(1)
第二节 地质构造运动对煤层的影响	(3)
思考题	(8)
第二章 矿山岩石的基本性质	(9)
第一节 岩石的物理性质	(9)
第二节 岩石的变形性质	(11)
第三节 岩石的强度性质	(12)
第四节 岩石的分类	(14)
思考题	(15)
第三章 煤层顶板	(17)
第一节 煤层顶底板构成	(17)
第二节 我国缓倾斜煤层采煤工作面顶板分类	(18)
第三节 缓倾斜、倾斜煤层采煤巷道围岩稳定性分类	(25)
思考题	(29)
第四章 单体支柱采煤工作面支护	(30)
第一节 微增阻摩擦式金属支柱	(30)
第二节 单体液压支柱	(33)
第三节 液压切顶支柱	(36)
第四节 采煤工作面单体支护安全技术	(40)
思考题	(50)
第五章 液压支架采煤工作面支护	(52)
第一节 液压支架形式	(52)
第二节 液压支架工作原理	(55)
第三节 液压支架支护循环方式	(56)
第四节 液压支架采煤工作面支护安全技术	(57)
思考题	(63)
第六章 锚杆支护	(65)

第一节	锚杆支护理论	(65)
第二节	锚杆支护类型	(66)
第三节	锚杆布置主要技术参数	(68)
第四节	锚孔钻机	(70)
第五节	锚杆支护质量要求	(73)
第六节	以锚杆支护为主的联合支护形式	(74)
第七节	澳大利亚 SCT 公司煤巷锚杆支护技术演示简介	(77)
思考题		(79)
第七章	坚硬难冒顶板灾害的防治	(80)
第一节	坚硬难冒顶板的主要特点	(80)
第二节	坚硬难冒顶板来压规律	(82)
第三节	顶板大面积来压和冒落的预兆	(84)
第四节	坚硬难冒顶板灾害的防治方法	(85)
思考题		(93)
第八章	破碎顶板灾害的防治	(95)
第一节	破碎顶板冒顶机理和规律	(95)
第二节	破碎顶板的主要类型	(97)
第三节	破碎顶板灾害防治的一般技术	(98)
第四节	特殊条件下的破碎顶板支护技术	(107)
第五节	采煤工作面冒顶处理方法	(114)
思考题		(117)
第九章	复合型顶板灾害的防治	(118)
第一节	复合型顶板的概念	(118)
第二节	复合型顶板大面积冒落的机理及特点	(121)
第三节	复合型顶板推垮型冒顶的防治技术	(124)
第四节	金属(塑料)网下推垮型顶板灾害的防治方法	(128)
思考题		(131)
第十章	巷道顶板灾害的防治	(132)
第一节	巷道掘进和支护的安全操作	(132)
第二节	巷道维修及冒顶处理方法	(134)
思考题		(138)
参考文献		(140)

第一章 煤层的埋藏特征及地质构造

第一节 煤层的埋藏特征

一、煤层的结构

煤层的结构是指煤层中有无夹石层。不含夹石层的煤层称为简单结构煤层；含有夹石层的煤层称为复杂结构煤层。

复杂结构煤层中所含夹石层层数不一，少则一至数层，多则十几层，甚至可达几十层。夹石层的厚度可以从几厘米到几十厘米。常见有炭质泥岩、炭质粉砂岩，有时还能见到油页岩、砂岩及薄层石灰岩等。

二、煤层的厚度

煤层的厚度是指煤层顶板到底板的垂直距离。煤层有薄有厚，差别很大，薄的仅数厘米，厚的可达一二百米。

煤层的厚度是决定煤层开采价值和选择不同开采方法的主要因素。根据开采技术特点，通常把煤层按厚度分为三类：

薄煤层——小于 1.3 m；

中厚煤层——1.3 m~3.5 m；

厚煤层——大于 3.5 m。

三、含煤层数和埋藏深度

煤田内含煤层数少则一二层，多的可达几十层。煤层与煤层之间的距离可由几十厘米到百余米。

煤田内煤层埋藏的深度不一，即使是同一个煤层，也有深有浅，有的露出地表，有的埋藏深度达 2000 余米。目前我国开

采深度最深达千余米。

四、煤层产状

煤层产状是指煤层在地壳中的产出状态。包括它们的形状和所在空间位置。一般用产状要素来表示，包括走向、倾向和倾角。见图 1—1。

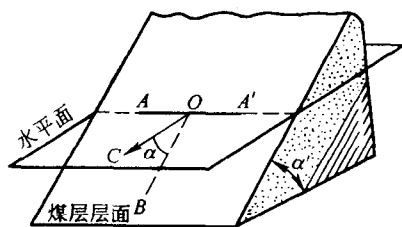


图 1—1 煤层产状要素

AOA'—走向线；OB—倾向线；

OC—倾向线； α —倾角

(一) 走向

在倾斜煤层层面上任意与一假想水平面相交的交线称为走向线，走向线两端所指的方向就是走向。走向表示倾斜层面沿水平线伸展的方向。

(二) 倾向

在倾斜层面上与走向线垂直向下延伸的直线叫做倾斜线，倾斜线的水平投影所指的方向称为倾向。

(三) 倾角

倾斜层面与水平面之间所夹的最大锐角称为倾角。倾角大小反映煤层的倾斜程度。

倾角的变化是 $0^\circ \sim 90^\circ$ 之间，有的甚至出现倒转现象，根据采煤技术的特点，按煤层倾角大小不同，分为三类：

缓倾斜煤层——倾角小于 25° ；

倾斜煤层——倾角 $25^\circ \sim 45^\circ$ ；

急倾斜煤层——倾角大于 45° 。

通常又将倾角在 8° 以下的煤层称为近水平煤层。

第二节 地质构造运动对煤层的影响

煤层形成初期，一般都是水平或近于水平的，在一定范围内是连续完整的，后来受到了地壳升降或水平方向的挤压运动的影响，有的弯曲起伏形成褶皱，有的发生断裂。

一、褶皱构造

褶皱是煤层(岩层)受力后，被挤成弯弯曲曲，但仍保持连续完整的构造形态。

在褶皱构造中每一个弯曲部分称为“褶曲”。所以，褶曲是组成褶皱的基本单位。

褶曲的形态是多种多样的，但基本形式只有两种：一种是煤(岩)层面向上凸起的褶曲称为背斜；另一种是向下凹陷的褶曲称为向斜。见图 1—2。

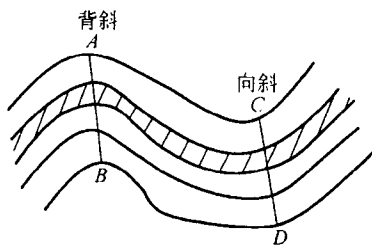


图 1—2 褶曲
AB—背斜轴；CD—向斜轴

二、断裂构造

煤(岩)层受力后发生断裂，出现断裂面，失去了连续完整性的构造形态称为断裂。如果断裂面两侧煤(岩)层没有发生明显位移称为裂隙或节理，产生明显位移的断裂构造则称为断层。

裂隙、节理发育在煤层或顶、底板岩石中时，对钻眼爆破、落煤效果、采煤工作面的布置方向和推进方向以及顶板管理等都有较大的影响。断层破坏煤层及顶底板岩石，对开拓和开采工作的影响更为突出。

为了描述断层的性质及其在空间的位置和形态，可用断层

要素来表示，它包括：断层面、断层线、上盘和下盘以及断距等。见图 1—3。

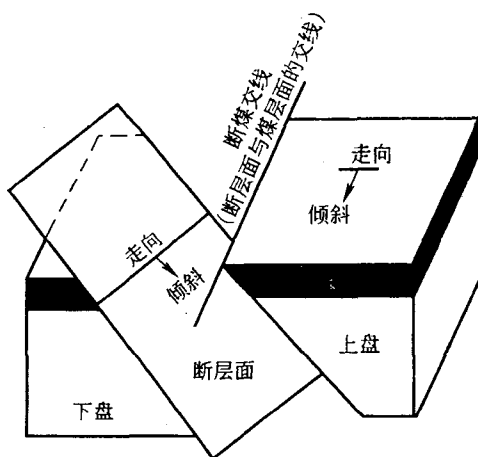


图 1—3 断层要素

断层面：断块发生相对位移的断裂面。该面有直立的或倾斜的，可以是平面或曲面，所以可以像描述煤(岩)层产状一样，用断层面的走向、倾向和倾角来描述其在空间的位置。

断层线：断层面与水平面的交线。

上盘和下盘：断层面两侧的断块，称为上盘和下盘。位于倾斜上面的断块叫上盘，位于倾斜下面的断块叫下盘。

断距：断层上盘沿断层面相对位移的距离。一般常用断距分为两种：一种垂直断距(又叫落差)，另一种为水平断距。见图 1—4。

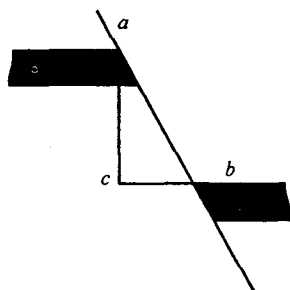


图 1—4 断距图

ab —真断距； bc —水平断距；

ac —垂直断距

根据断块相对位移的方向，断层可分为正断层、逆断层和平推断层。见图 1—5。



图 1—5 断层分类

a—正断层；b—逆断层

正断层是上盘相对下降、下盘相对上升的断层。逆断层是上盘相对上升、下盘相对下降的断层。两盘沿断层面作水平方向相对位移者，称为平推断层。

在井下采掘工作中断层往往成群出现，由于它们不同的组合而成为地堑、地垒、阶状断层等形态。见图 1—6。

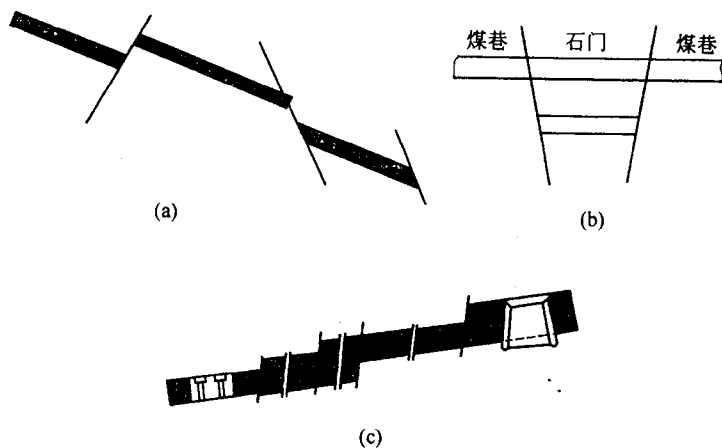


图 1—6 断层组合形态

a—地堑；b—地垒；c—阶状断层

三、古河流对煤层的冲蚀

发育在成煤时期的古河流，对泥炭层或煤系沉积的冲蚀作用，又称煤层冲刷。根据河流发育时期的早晚，冲蚀作用又可分为同生冲蚀和后生冲蚀两种。见图 1—7。

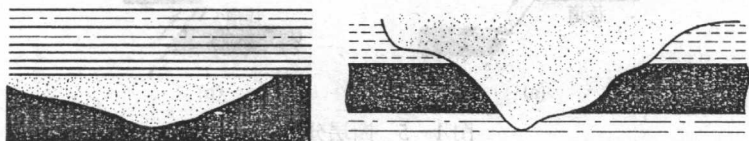


图 1—7 古河流对煤层的冲蚀

a—同生冲蚀；b—后生冲蚀

同生冲蚀发生在泥炭物质堆积过程中，顶板形成以前。这种冲蚀作用的最大特点是冲蚀带沉积物与煤层有共同的顶板。

后生冲蚀是发生在煤层顶板形成以后。它不仅冲蚀了煤层，同时冲蚀了煤层的顶板，甚至连底板也被破坏，常造成无煤带或使煤层变薄，给煤层开采过程中带来许多顶板管理困难。

四、岩浆侵入体

当岩浆侵入煤层时，由于它的高温，可使煤层全都或部分遭到破坏。在煤矿井下常见的有岩墙和岩床等小型侵入岩体。见图 1—8。

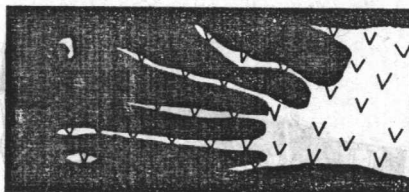


图 1—8 不规则树枝状岩体

岩墙：岩墙的形状如墙。它是地下岩浆沿着断层或裂隙上冲，垂直或斜切煤层比较陡立的板状侵入体，平面呈条带状。

岩床：岩浆沿着煤层层面方向侵入的层状侵入体。

岩浆侵入煤层，使煤层变为天然焦，形成无煤区，加深煤的变质程度。天然焦硬度非常大，给采掘工作往往带来极大困难。一般以规模较大的岩浆带作为采区或采煤工作面的边界。

五、岩溶陷落柱

煤层底部石灰岩中古溶洞非常发育，由于地下水的不断溶蚀，洞穴越来越大。在地质构造力和上部覆盖岩层的重力长期作用下，有些溶洞发生坍塌，这时覆盖在其上部的煤系地层也随之陷落，于是煤层遭受破坏。由于塌陷呈圆形或不甚规则的椭圆形柱状体，所以称为“陷落柱”。

图1—9为开滦范各庄矿2171陷落柱形态示意图。自石灰岩顶面向上发育，高度为279 m。其顶部空洞高度11.7 m~32.1 m，总体积3.9万 m^3 。柱内堆积物体61万 m^3 。合计总体积64.9万 m^3 。陷落柱截面为不规则椭圆形，面积为2000 m^2 ~3000 m^2 。其中心不在一条直线上，有时垂向地心，有时与层面垂直。柱内堆

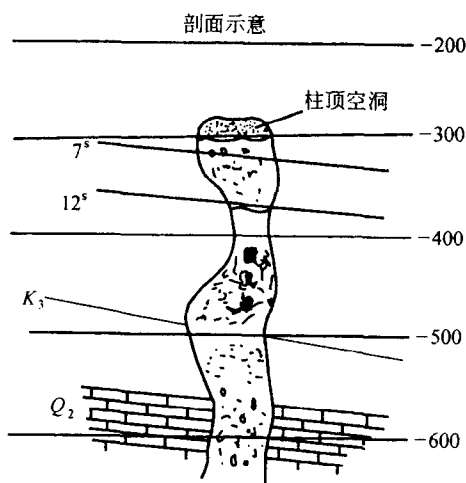


图1—9 2171陷落柱形态示意图

积着煤系地层岩石、杂乱无章，堆积的岩石从原层位脱位下移的距离大小不一，有的只下移 8 m。

陷落柱扩大了无煤区，破坏了煤层顶板，开采时穿过陷落柱应制订严密的顶板管理措施。特别是导水陷落柱对煤矿威胁更大。开滦范各庄矿 1984 年 6 月 2 日 10 时 20 分，2171 综采工作面由于迁岩溶陷落柱发生了举世罕见的突水灾害，高峰期平均突水量达 $2\,053\text{ m}^3/\text{min}$ ，仅 21 h 就淹没了这座年产 300 万 t 的大型矿井。

思 考 题

1. 煤层厚度分为哪几类？其厚度各是多少？
2. 什么叫煤层走向线？
3. 什么叫煤层倾角？按煤层倾角不同分为哪几类？其倾角各是多少？
4. 什么叫向斜？什么叫背斜？
5. 什么叫断层的断距？断距又分为哪两种？
6. 什么叫正断层？什么叫逆断层？
7. 古河流对煤层的冲蚀对煤层顶板有什么影响？
8. 岩浆侵入体对煤层有什么破坏作用？
9. 岩溶陷落柱是怎样形成的？

第二章 矿山岩石的基本性质

第一节 岩石的物理性质

岩石的物理性质是指岩石作为物体的基本特征以及在其他物质(如水、气体等)或物理现象(如声、电、磁、光、热)作用下所表现的性质。

一、岩石的容重

岩石的容重就是岩石试件内固体部分实体积(不包括空隙体积)的质量与体积的比值。

煤矿中常见的岩石容重见表 2—1。

表 2—1 煤矿中常见岩石的容重

岩石名称	容重/ $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$
砂 岩	2~2.6
页 岩	2~2.4
石灰岩	2.2~2.6
煤	1.2~1.4

二、岩石的空隙比

岩石的空隙比是指岩石中各种孔隙、裂隙体积的总和与岩石内固体部分实体总体积之比。它反映岩石中孔隙和裂隙的发育程度。

煤矿中常见岩石的空隙比见表 2—2。