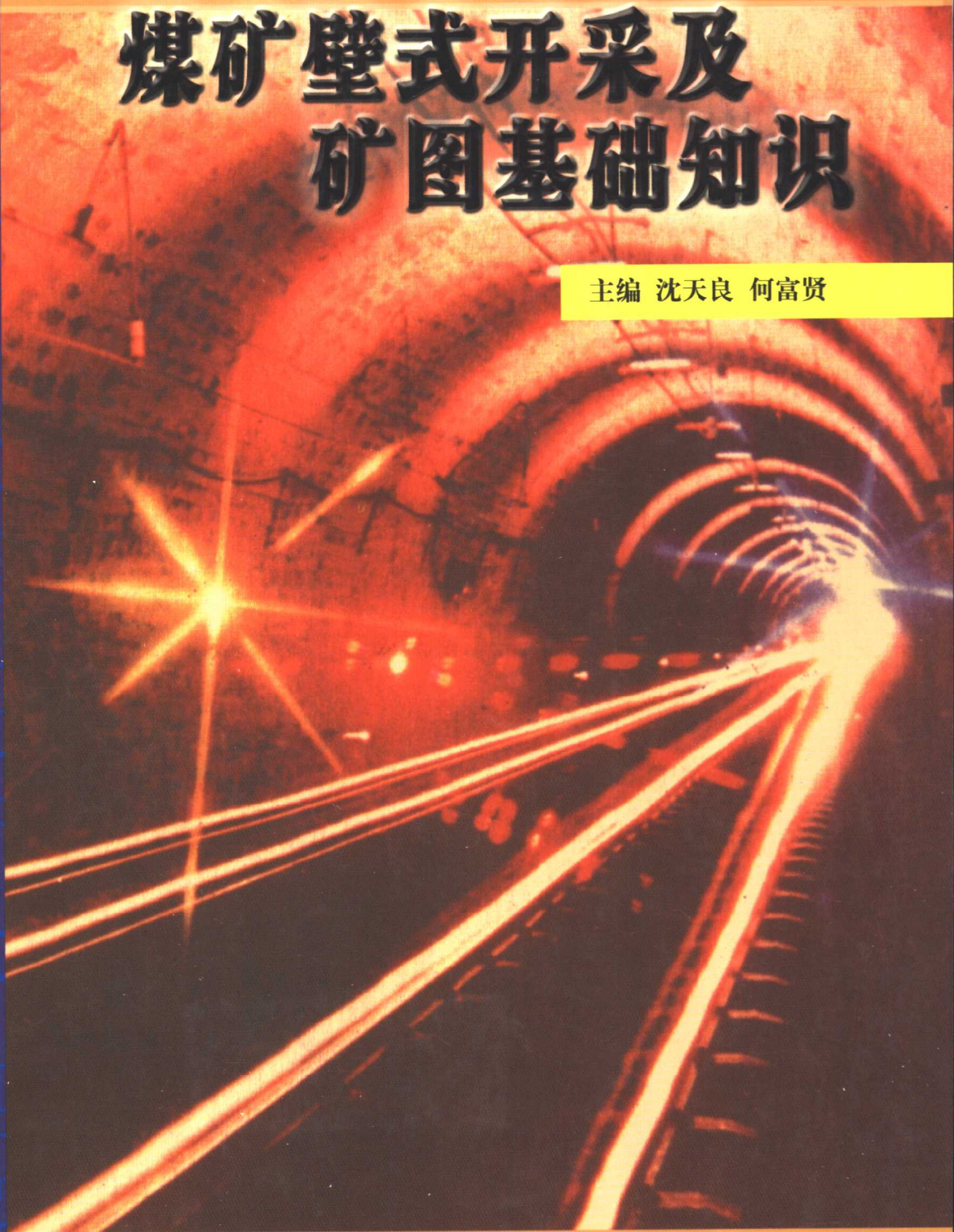


MEIKUANG BISHI KAICAI JI KUANGTU JICHU ZHISHI

煤矿壁式开采及 矿图基础知识

主编 沈天良 何富贤



中国矿业大学出版社

煤矿壁式开采及矿图基础知识

主 编 沈天良 何富贤

江苏工业学院图书馆
藏书章

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书是根据煤矿现场实际和培养一线应用型人才的需要编写的。内容包括:壁式采煤法的巷道布置、采煤工艺、煤矿地质、矿山压力、巷道掘进、矿图、通风安全、机电安全等基本知识。通俗易懂,具有较强的知识性和可操作性。

本书是煤矿管理人员和工程技术人员的培训教材,也可作为大、中专院校采矿安全类、机电综合类专业煤矿开采方法、矿图基本知识课程教材。

图书在版编目(CIP)数据

煤矿壁式开采及矿图基础知识/沈天良,何富贤主编. —徐州:
中国矿业大学出版社,2003.1
ISBN 7-81070-617-9

I. 煤… II. ①沈…②何… III. ①壁式采矿法—煤矿开采
②矿山测量—制图—基本知识 IV. TD823.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 106775 号

书 名 煤矿壁式开采及矿图基础知识

主 编 沈天良 何富贤

责任编辑 高 专 刘永清

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 787×1092 1/16 印张 17.375 字数 417 千字

版次印次 2003 年 1 月第 1 版 2003 年 1 月第 1 次印刷

印 数 1~5000 册

定 价 28.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

编 委 会

主 任:张国辉
副主任:沈天良 何富贤 王连海
成 员:刘述森 吴晓薇 杨伯恩
杨建增 毋虎城 栗万福
邱雨生 胡成恒 李震寰
郭奉贤 刘法根

编 审 人 员

主 编:沈天良 何富贤
副主编:毋虎城 李战宏
主 审:丁石礞
成 员:李文正 董凤义 黄 勤 孔令辉
席振修 张庆伟 张红兵 李华奇
吕 况 陈怀信 顾国战 陈治龙
李治广 姚光钊 曹成建 聂国伦
王春城 汪 浩 张 纬 张长喜

前 言

为普及和提高煤矿壁式开采技术,规范煤矿安全技术管理,全面提高煤矿各级管理人员和工程技术人员的素质,巩固煤矿安全专项治理整顿成果,我们依据《中华人民共和国安全生产法》、《中华人民共和国矿山安全法》和《煤矿安全规程》(2001年版)编写了这本教材。

本书是煤矿管理人员和工程技术人员的培训教材,也可作为大、中专院校采矿安全类、机电综合类专业煤矿开采方法、矿图基本知识课程的教材,还可供有关专业师生和工程技术人员参考。

本教材具有以下特点:

(1) 内容结合我国煤矿现场实际,按照培养一线技术员类应用型人才的目标,以职业岗位技术和能力培养为中心,以翔实精练、科学实用为原则,以生产实际所需的基本知识、基本理论和基本技能为基础,把握理论深度,增加了一些新技术、新知识。

(2) 围绕着煤矿怎样用壁式采煤法进行生产而编写。讲述了壁式采煤法的巷道布置、采煤工艺、煤矿地质、矿山压力、巷道掘进、矿图、通风安全、机电安全等基本知识。

(3) 许多内容涉及法律、法规和行业规章、规程,政策性强。

(4) 采用了最新国家标准、规范和设计资料,采用了最新的实用图例。

(5) 内容较为全面,不同专业可视具体情况酌情取舍。

本书第一章由河南省煤炭工业局李文正、河南工程技术学校席振修编写;第二章由河南省煤炭工业局孔令辉、登封市煤炭局陈治龙、河南工程技术学校张庆伟编写;第三章由禹州市煤炭局顾国战、汝州市煤炭工业局李治广编写;第四章、第五章由河南工程技术学校张红兵、张长喜、黄勤编写;第六章由河南工程技术学校汪浩、张纬编写;第七章由河南工程技术学校聂国伦、新安县煤炭局姚光钊、三门峡市煤炭局曹成建编写;第八章、第九章由河南工程技术学校王春城、登封市煤炭局陈怀信编写;第十章、第十一章由河南工程技术学校李华奇、吕况、董风义编写。全书由河南省煤炭工业局沈天良、河南工程技术学校何富贤担任主编,河南工程技术学校毋虎城、李战宏担任副主编。本书由河南工程技术学校丁石礅主审。

本书在编写过程中,得到了河南省煤炭工业局、焦作工学院、河南工程技术学校、三门峡市煤炭局、登封市煤炭局、新安县煤炭局、汝州市煤炭局、禹州市煤炭局以及郑州煤业(集团)有限公司、平顶山煤业(集团)有限公司、鹤壁煤业(集团)有限公司等单位的大力支持,在此一并表示感谢。

限于编者水平,书中欠妥之处在所难免,恳请读者批评指正!

编 者

2002年11月

目 录

✓第一章 采掘基本知识	1
第一节 地质构造	1
第二节 巷道掘进	13
第三节 巷道支护	23
第四节 矿山压力基本知识	27
复习思考题	38
第二章 缓斜、倾斜煤层壁式采煤法	39
第一节 井田开拓的主要内容	39
第二节 井田开拓方式	44
第三节 老式采煤方法简介	47
第四节 缓斜、倾斜煤层壁式采煤法的巷道布置及生产系统	55
第五节 钻眼爆破法采煤	64
第六节 煤的运输	66
第七节 工作面支护	69
第八节 全部垮落法处理采空区	77
第九节 其他采空区处理方法	82
第十节 采煤工作面的管理	83
第十一节 特殊条件下的技术措施	90
第十二节 厚煤层倾斜分层工作面采煤工艺	93
复习思考题	95
第三章 井下爆破	97
第一节 爆破器材	97
第二节 爆破作业	100
第三节 特殊条件下的安全爆破	105
第四节 爆破事故的原因、预防与处理	106
复习思考题	110
第四章 矿井通风	111
第一节 井巷风速测定	111
第二节 矿井通风系统	113
第三节 采区风量调节	114

第四节 矿井风量计算与分配	116
第五节 掘进通风	119
第六节 矿井通风管理	121
复习思考题	123
第五章 矿井安全	124
第一节 矿井瓦斯	124
第二节 矿尘	130
第三节 矿井火灾及其防治	133
第四节 矿井水灾及其防治	136
复习思考题	140
第六章 壁式开采供电技术	141
第一节 煤矿电气设备工作条件及类型	141
第二节 矿用低压隔爆开关	143
第三节 矿用隔爆磁力启动器	145
第四节 局部通风机的控制	146
第五节 采区供电系统	147
第六节 触电危险及预防方法	148
第七节 保护接地系统	151
第八节 井下低压电网的漏电保护	153
第七章 煤矿机械	158
第一节 刮板输送机	158
第二节 带式输送机	165
第三节 钢丝绳运输	171
复习思考题	186
✓ 第八章 矿图基本知识	187
第一节 矿图比例尺	187
第二节 矿图上点位的确定	189
第三节 矿图上直线定向及矿图符号	193
第四节 矿图绘制的基本方法	195
复习思考题	197
✓ 第九章 井田区域地形图	199
第一节 概述	199
第二节 地物符号	199
第三节 地形等高线	200
第四节 井田区域地形图的识读	207

第五节 井田区域地形图的应用	209
✓第十章 采掘工程图	212
第一节 煤层底板等高线图	212
第二节 采掘工程平面图	225
复习思考题	239
✓第十一章 专用图	242
第一节 井上下对照图	242
第二节 煤矿生产系统图	246
第三节 避灾路线图	251
附录	252
主要参考文献	267

第一章 采掘基本知识

第一节 地质构造

原始形成的沉积岩层,其产状一般是水平或近似水平,并在一定分布范围内连续完整(见图 1-1)。野外见到的沉积岩层,已受地壳运动的影响而发生倾斜、褶皱,有的还发生了断裂或沿断裂面产生了位移。这种由地壳运动而造成岩层或岩体的原始产状和原始形态的改变,称为地质构造变动。发生构造变动的岩层或岩体,形成了各式各样的构造形态(如褶皱、裂隙、断层等)称为地质构造。

地质构造是地壳运动的结果。原始岩层受到水平挤压力作用,产生塑性变形使岩层发生弯曲,并在弯曲凸侧伴随出现楔形裂开,其长度由 L_0 缩小到 L_1 [见图 1-2(a)、(b)];当继续受力作用而达到一定强度时,破坏了岩层的连续完整性,从而发生了断裂,沿着断裂面两侧的岩层产生显著位移形成断面,使 L_1 又缩短到 L_2 长度[见图 1-2(c)]。这一过程就是地质构造的形成过程。

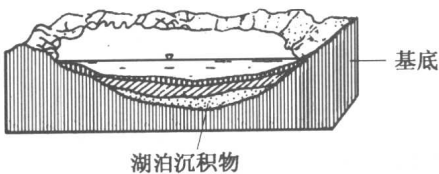


图 1-1 现代湖泊水平成层的沉积物

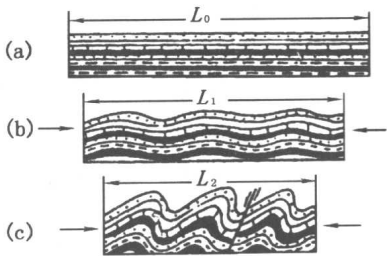


图 1-2 地质构造形成过程示意图

根据成因,地质构造变动可分为以下两类:

(1)构造变动:由于地壳运动而使岩层发生的变动,称为构造变动。如单斜构造、褶皱构造、断裂构造等。

(2)非构造变动:由于重力、地下水、风化和冰川等作用,使岩层或岩体发生的局部变动,称为非构造变动。如山崩、地滑、岩溶陷落等。

一、单斜构造

在一定范围内,一系列岩层大致向同一方向倾斜,这种构造形态称为单斜构造。在较大的区域内,单斜构造往往是某种构造形态的一部分,如褶皱的翼或断层的一盘(见图 1-3)。

岩层在地壳中的空间位置和产出状态,称为岩层的产状。岩层的产状,是以岩层层面在空间的方位及其与水平面的关系来确定的。通常用岩层的走向、倾向及倾角三要素来表示。

(一) 走向

倾斜岩层的层面与水平面的交线称为走向线。走



图 1-3 构造形态的基本类型

向线上各点的高度都相等,走向线两端的延伸方向称为岩层的走向。走向是表示倾斜岩层在水平面的延伸方向(见图 1-4)。

当岩层是个平面时,其走向线为一条直线,各点走向不变;当岩层面为曲面时,其走向线为一条曲线,各点走向发生变化。

(二) 倾向

如图 1-5 所示,岩层面上垂直于走向线,并沿层面倾斜向下引出的直线 AD 叫真倾斜线。真倾斜线在水平面上的投影 OD 所指岩层向下倾斜的方向,就是岩层的倾向,又称真倾向。在层面上,斜交岩层走向所引的任一条直线 AB 或 AC,称为视倾斜线。

(三) 倾角

真倾斜线 AD 与其在水平面上投影线的夹角 α 称为岩层的倾角,又称为真倾角。即倾斜岩层面与水平面所夹的最大锐角 α 。视倾斜线与其在水平面上的投影线的夹角称为视倾角,又称伪倾角,如 β 角。视倾角永远小于真倾角。真倾角与视倾角之间有如下的关系:

在 $\triangle AOC$ 中, $\angle AOC = 90^\circ$, 由 $\tan\beta = AO/OC$

在 $\triangle AOD$ 中, $\angle AOD = 90^\circ$, 由 $\tan\alpha = AO/DO$

在 $\triangle DOC$ 中, $\angle ODC = 90^\circ$, 由 $\cos\omega = DO/OC$

因为 $\tan\alpha \cos\omega \cdot AO/DO = DO/OC = AO/OC = \tan\beta$

所以 $\tan\beta = \tan\alpha \cos\omega$

同理 $\tan\beta = \tan\alpha \sin\gamma$

从上述关系式可知:当 $\omega = 0^\circ$ 时, $\cos\omega = 1$, $\tan\alpha = \tan\beta$, 则 $\angle\alpha = \angle\beta$; 当 $\gamma = 90^\circ$ 时, $\sin\gamma = 1$, $\tan\beta = \tan\alpha$, $\angle\beta = \angle\alpha$, 表示剖面方向垂直岩层走向。当 $\omega = 90^\circ$ 时, $\cos\omega = 0$, $\tan\beta = 0$, $\angle\beta = 0^\circ$; 当 $\gamma = 0^\circ$ 时, $\sin\gamma = 0$, $\tan\beta = 0$, $\angle\beta = 0^\circ$, 表示剖面的方向与岩层走向一致。

真倾角与视倾角的换算关系,在实际工作中经常遇到。例如,有的矿区煤层倾角较陡,为了满足运输上山的要求,可沿煤层作伪斜上山。沿煤伪斜上山时,要确定伪斜上山的起点位置和方向,这时应根据煤层的真倾角 α 、伪倾斜上山的设计坡度角 β ,由公式计算出 ω 角。

在实际工作中,经常遇到剖面线方向与地层走向斜交,或断层走向与剖面线方向斜交,此时就需要把岩层真倾角换算成伪倾角,或断层面真倾角换算成视倾角。

二、褶皱构造

当岩层在水平方向挤压力的长期作用下,发生塑性变形而形成波状弯曲,这种构造形态称为褶皱构造。褶皱构造中岩层的一个弯曲称为褶曲。褶曲是褶皱构造的基本单位,如图 1-6 所示。

(一) 褶曲的基本形态

褶曲的基本形态可分为背斜和向斜两种。

1. 背斜

背斜是岩层向上弯拱的褶曲,核心部位是老岩层,两翼是新岩层,新岩层呈对称重复出现,两翼岩层倾向相背

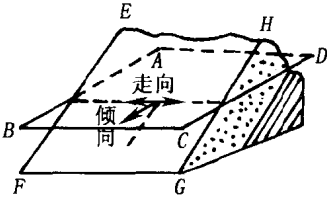


图 1-4 岩层的产状要素

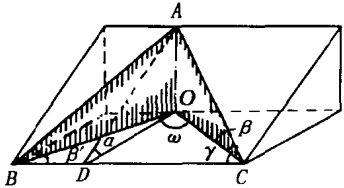


图 1-5 真倾角与视倾角的关系

AD—真倾斜线; AB、AC—视倾斜线;

ω —真倾向与视倾向的夹角; β 、 β' —视倾角;

γ —走向线与视倾向间的夹角; α —真倾角

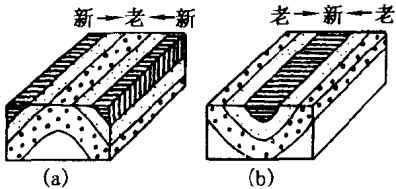


图 1-6 背斜、向斜褶曲构造立体图

(a) 背斜; (b) 向斜

[见图 1-6(a)]。

2. 向斜

向斜是岩层向下的弯曲,核心部位是新岩层,两侧是老岩层,老岩层呈对称重复出现,两翼岩层倾向相向[见图 1-6(b)]。

(二) 褶曲构造与煤矿生产的关系

褶曲构造的规模大小不同,因此对井田设计、煤矿生产的影响也不相同。根据其规模,可分为大、中、小三类。

1. 大型褶曲

大型褶曲在地质勘探工作结束时已经查明,它是矿井设计考虑的主要问题。

大型褶曲轴是井田划分和矿井开拓系统布置的重要依据之一。有些大型褶曲,两翼煤层距离较远,很难形成统一的生产系统,往往以褶曲轴为界,分两个井田或几个井田开采。

2. 中型褶曲

中型褶曲往往是大型褶曲构造的次一级伴生构造。中型褶曲是采区布置考虑的主要依据。

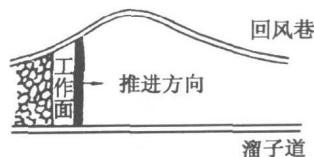
3. 小型褶曲

准备回采过程中,巷道中所见到的小型褶曲对生产也有一定的影响。

(1) 小型褶曲可使煤层厚度产生变化。有的地方煤层突然增厚,有的地方变薄甚至不可采,使工作面无法继续采煤,需要重新掘开切眼。

(2) 褶曲使煤层产状经常发生变化。目前我国均采用不可弯曲溜子运输,因此要求溜子在 60 m 内不能有较大的弯曲。如因煤层产状发生多次变化而弯曲过多时,将造成溜子无法使用,只好破煤层底板取直溜子道,给生产带来一定的影响。

为避免溜子道重新改造,在褶曲发育地区,常采用下段通风巷超前上段溜子道(约 100 m)掘进,待通风巷摸清后,再掘下段溜子道,做到溜子道一次掘成,避免人力物力浪费。



(3) 小型褶曲可使工作面长度经常变化,如图 1-7 所示。如采用机械回采时,对劳动组织、正规循环、顶板管理等都带来一定的困难。

图 1-7 小褶曲影响工作面长度示意图

三、断裂构造

岩层受力后产生变形,当作用力达到或超过岩层的强度极限时,岩层的连续完整性遭到破坏,则在岩层的一定部位和一定方向上产生断裂,沿断裂面两侧岩块未发生显著位移或发生显著相对位移的这些构造统称断裂构造。

根据岩层断裂后沿断裂面两侧岩块有无明显位移,可将断裂构造分为裂隙、断层两种基本类型。

(一) 裂隙

岩层断裂后,两侧岩块未发生显著位移的断裂构造称为裂隙,又称节理。

1. 裂隙的成因分类

1) 原生裂隙

原生裂隙是指沉积岩在形成过程中,沉积物脱水和压缩后所生成的裂隙。如泥裂及煤层中的内裂隙等,它们都局限在个别岩层中。

2) 次生裂隙

次生裂隙是指岩层形成以后生成的裂隙。根据力的来源及作用性质不同,又分为非构造裂隙和构造裂隙两种。

(1) 非构造裂隙:由外力地质作用或人为因素形成的裂隙(如风化、滑坡、爆破造成的裂隙)等。这种裂隙一般规模不大,分布也不规则。

(2) 构造裂隙:它是由构造运动使岩石遭受地应力作用而形成的裂隙。这种裂隙的形成和分布有一定的规律性,并与褶皱、断层等地质构造有密切的关系。

2. 裂隙与煤矿生产的关系

1) 裂隙与钻眼、爆破的关系

岩石裂隙发育时,炮眼不能沿主要裂隙面布置,以免卡钎子,在使用一字形钎头时更要注意;爆破时,容易沿裂隙面漏气,使爆破效果大大降低。因此,炮眼布置应尽量垂直主要裂隙面。在裂隙发育的煤层中爆破时,炮眼的间距可大些。

2) 利用裂隙提高回采率

在回采高变质的无烟煤及低变质的长焰煤时,要根据构造裂隙的组数、方向和发育程度,合理地布置采煤工作面,可以提高生产效率。如图 1-8 所示,在坚硬的无烟煤层中发育了两组构造裂隙:一组向西倾,倾角 $50^{\circ} \sim 55^{\circ}$,发育明显;另一组与西倾的一组垂直,不太发育。如果工作面由东向西推进时,由于裂隙发育方向与工作面推进方向相反,使煤不易脱落,给采煤工作带来困难,影响工作效率。

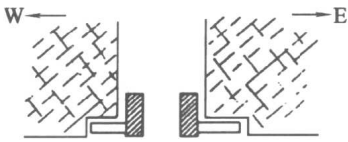


图 1-8 截煤机截割方向与裂隙关系图

3) 裂隙与采煤工作面的支护和顶板管理的关系

煤层顶板岩石裂隙发育时,工作面支架一般不能用点柱,应采用棚子支护,且支架要加密些。棚子的顶梁不要平行主要裂隙方向布置(见图 1-9),以防止顶板沿裂隙冒落,保证安全生产。

在煤层顶板岩石裂隙发育情况下采用长壁采煤方法时,放顶距离应小些。当煤层倾角小于 15° 时,回柱、放顶方向需根据顶板岩石的主要裂隙方向来确定,应使顶板岩石顺裂隙面以不大的块度冒落,保证回柱放顶工作的安全(见图 1-10)。

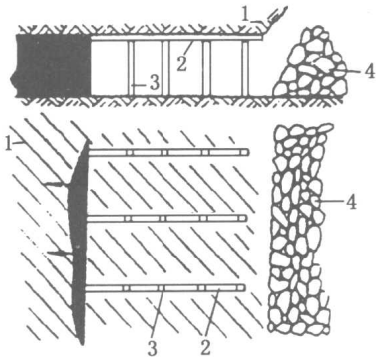


图 1-9 棚子顶的顶梁不能平行主要裂隙方向布置
1—主要裂隙;2—顶梁;3—棚腿;
4—采空区内的冒落岩石

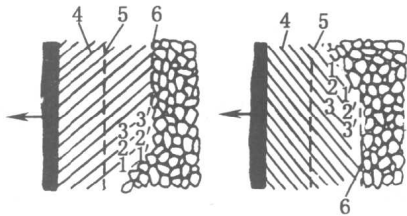


图 1-10 工作面回柱方向示意图
1-1'、2-2'、3-3'—正确的回柱方向;
4—顶板岩石主要裂隙方向;
5—新特种支架;6—老特种支架

4) 裂隙与掘进、采煤工作面布置的关系

为了获得较好的爆破效果,加快掘进和采煤工作面的推进速度,防止冒顶、片帮等事故发

生,因此在布置巷道和采煤工作面时必须考虑裂隙方向。在掘进过程中,若裂隙的走向与掘进方向平行时,岩石的主要压力将集中到支柱上,容易造成顶板塌落;若工作面平行主要裂隙方向布置时,不仅容易冒顶,还容易发生片帮事故,所以工作面最好与主要裂隙方向成一锐角或垂直(见图 1-11)。

瓦斯突出的矿井,更应注意裂隙的方向。在平巷与主要裂隙的走向垂直或斜交情况下进行采煤时,工作面上不会有大量瓦斯突出;反之,平巷的掘进方向平行于裂隙的方向时,则瓦斯不能向平巷散发,致使回采中瓦斯聚集。

5) 裂隙与矿井水的关系

裂隙破碎带是地下水的良好通道,因此在裂隙破碎发育的地区,常会增加矿井水的涌水量,有时还能引起井下水患。为保证煤矿正常的安全生产,应当对此问题引起重视。

(二) 断层

岩层受地应力的作用而发生变形,当应力超过岩层的强度极限时,岩层发生断裂,在力的继续作用下,两侧岩块沿断裂面发生显著相对位移的断裂构造称为断层。

1. 断层要素

为了描述断层的性质和空间的形态,给断层的各个部位分别给以一定的名称。这些断层的基本组成部分称为断层要素。

1) 断层面

当岩层断开时,两侧岩块沿断裂面发生相对位移,此断裂面称为断层面(见图 1-12)。当位移不沿一个面而沿一个破碎带发生时,这个带称为断层破碎带。断层破碎带的宽度一般为数十厘米到数十米。断层的形态,多数是舒缓波状的曲面,少数情况下是平面。在小范围内,可以把断层面看为平面。断层面的产状同样用走向、倾向和倾角来表示。

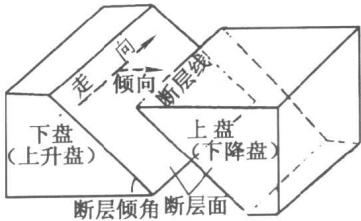


图 1-12 断层示意图

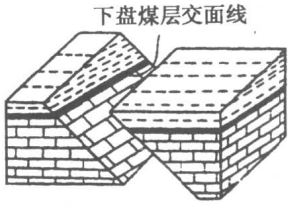


图 1-13 交面线示意图

2) 断层线

断层面在地表面的出露线称为断层线,也就是断层面与地面的交线。断层线的方向反映了断层延伸方向。断层线有时呈曲线,有时呈直线,它决定于断层面的形状及地形起伏情况。

3) 断盘

断层面两侧相对移动的岩块,称为断盘。相对上升的岩盘,称为上升盘;相对下降的岩块,称为下降盘。当断层面倾斜时,位于断层面上方的岩块称为上盘,位于断层面下方的岩块称为下盘(见图 1-12);当断层面直立时,则无上、下盘之分,可根据断层走向称为东盘和西盘或南盘和北盘。

断层面与岩层面的交线称为交面线。断层面与煤层的交线称为煤层交面线,又称为断煤交线(见图 1-13)。其中,与上盘煤层面的交线,称为上盘煤层交面线;与下盘煤层的交线,称

为下盘煤层交面线。

2. 断距

断层两盘同一岩层相对位移的距离称为断距。断距可反映断层规模大小。目前,地质界使用的断距名称较多,这里只介绍真断距。如图 1-14 所示,真断距可分为地层断距、铅直地层断距(又叫落差)、水平地层断距和斜断距。

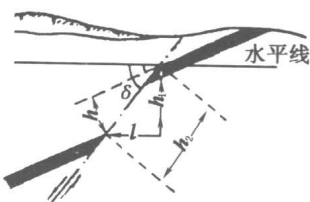


图 1-14 断距示意图

岩块上某点,在发生位移后错开为两点,此两点分别位于断层面的两个盘上。这两点间相对滑动的实际距离,称为真断距或总断距。

在实际工作中,真断距很难确定,它在煤矿和生产上也没有实用意义。通常,断层的断距是根据不同方向剖面上岩层或煤层被错开的相对位置来计算的。

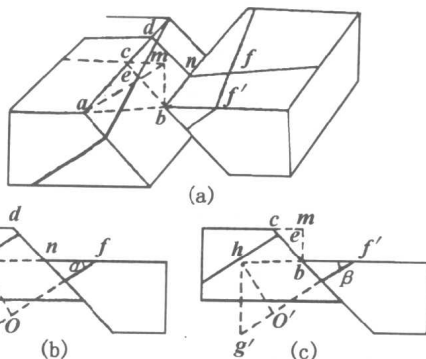


图 1-15 断距示意图

在图 1-15(a)中, bm 称为铅直断距, am 称为水平断距, ac 称为走向断距, cb 称为倾向断距。通过 d 点作一条垂直岩(煤)层走向的剖面图[见图 1-15(b)],图中 hO 称为地层断距, hg 称为铅直地层断距, hf 称为水平地层断距。以上各种断距之间的关系,可用下列公式表示:

$$hO = hg \cos \alpha \quad hO = hf \sin \alpha$$

式中 α ——岩(煤)层倾角。

- (a) 表示各种断距的立体示意图;
(b) 垂直地层走向剖面图上的断距;
(c) 垂直断层走向剖面图上的断距

在实际工作中,地层断距、铅直地层断距和水平地层断距均有很重要的实用意义。

3. 断层的分类

1) 根据断层两盘相对位移的方向分类

(1) 正断层:上盘相对下降、下盘相对上升的断层称为正断层[图 1-16(a)]。

(2) 逆断层:上盘相对上升、下盘相对下降的断层称为逆断层[见图 1-16(b)]。

根据断层面的倾角,又可将逆断层分为以下几种:

① 冲断层:断层面倾角大于 45° 的逆断层。

② 逆掩断层:断层面倾角在 $45^\circ \sim 25^\circ$ 之间的逆断层。

③ 辗掩断层:断层面倾角小于 25° 的逆断层。

(3) 平移断层:两盘岩块沿断层面作水平方向相对移动的断层称为平移断层[见图 1-16(c)]。

2) 根据断层走向与岩层走向关系分类

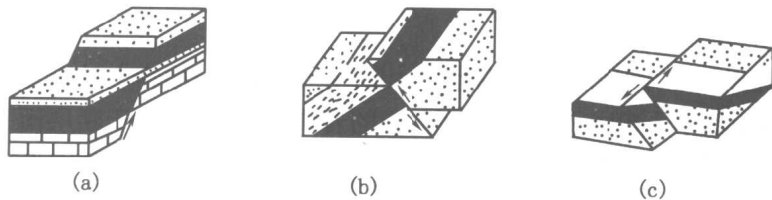


图 1-16 断层形态分类(一)

(a) 正断层;(b) 逆断层;(c) 平移断层

(1) 走向断层:断层走向与岩层走向平行或基本平行,称为走向断层[见图 1-17(a)]

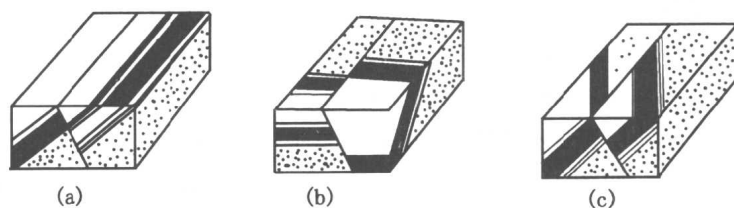


图 1-17 断层形态分类(二)

(a) 走向断层;(b) 倾向断层;(c) 斜交断层

(2) 倾向断层:断层走向与岩层走向垂直,称为倾向断层[见图 1-17(b)]。

(3) 斜交断层:断层走向与岩层走向斜交,称为斜交断层[见图 1-17(c)]。

3) 断层的组合形式

凡同时期的相同性质力的作用下形成许多断层,这些断层以一定的规律或组合形式出现。主要有以下几种:

(1) 地堑和地垒。通常它们都是由两条以上的断层组成。由相临两条相向倾斜的正断层,倾向相背,中间岩块下降,两侧岩块相对上升的组合形式为地堑;相临两条正断层,倾向相背,中间岩块上升,两侧岩块相对下降的组合形式为地垒。如图 1-18 所示。地堑和地垒一般是由正断层组成,但也可以是冲断层组成。

(2) 垒瓦状构造。由数条产状大致相同的逆断层组成。其上盘在剖面上呈叠瓦状向同一方向依次上推,组合成叠瓦状构造,叠瓦状构造常在褶皱较剧烈的地区出现,断层线与褶曲轴方向大体一致,表示了该区曾经历了较强的水平挤压运动(见图 1-19)。

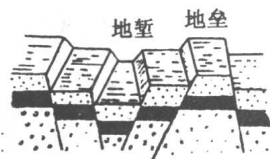


图 1-18 地堑和地垒

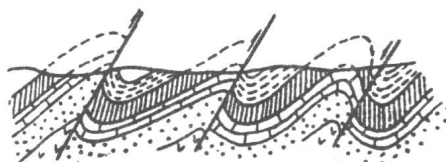


图 1-19 叠瓦状构造

(3) 阶梯状构造。由数条产状大致相同的正断层组成,其上盘在剖面上呈阶梯状向同一方向依次下降,这些断层组合形成阶梯状构造(见图 1-20)。

4. 断层存在的标志

断层存在的标志是判断断层的根据。断层存在的标志很多,有直接的,也有间接的,归纳起来有以下几点:

1) 岩(煤)层不连续

在野外或井下发现煤层或岩层突然中断或错开,并与其他岩层相接触,这种地质现象常由

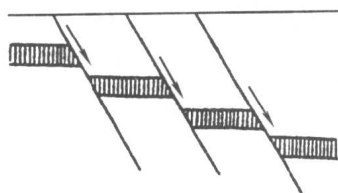


图 1-20 阶梯状构造

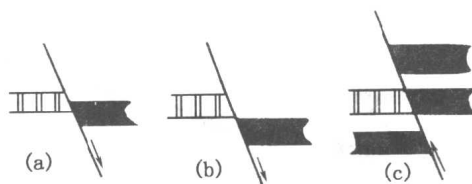


图 1-21 巷道中断层的识别

断层造成,因此,可作为断层存在的一种标志。

在矿井下,比较容易识别断层。如图 1-21(a)所示,沿煤层掘进的巷道中,在某处突然遇到了半煤岩,判断有断层存在;如图 1-21(b)所示,沿煤层掘进的巷道中,在某处突然中断,掘进工作面出现了岩层,判断有断层存在。

应当指出,当铅直地层断距恰好等于或近似等于地层间距时,会发生串层现象,使上、下盘两个不同煤层相互接触,如图 1-21(c)所示。由于不同煤层及其顶底板都有各自的特征,只要认真观察和分析这些特征,才能正确判断煤层的中断现象,以确定断层的存在。

2) 岩(煤)层的缺失与重复

一般走向正断层或逆断层可造成地层的缺失或重复现象(见图 1-22)。根据断层两盘岩块相对位移的方向,并结合断层面的倾斜方向,就能确定为正断层或逆断层。

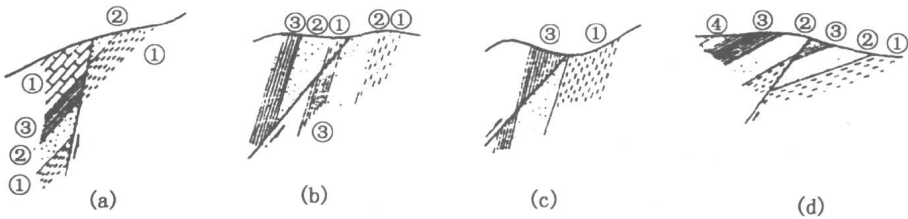


图 1-22 地层的缺失与重复

(a) 正断层的缺失; (b) 正断层的重复; (c) 逆断层的缺失; (d) 逆断层的重复

3) 地貌上的特征

由于断层的影响,在地貌上往往具有一些特殊的特征。例如,山脊突然错开,形成悬崖陡壁。此外,岩层的破碎带,容易被流水冲蚀而形成冲沟,有时在破碎带中出现泉水涌出等现象,上述地貌上的特征,是判断断层存在的标志。

4) 断层面(断层破碎带)的构造特征

(1) 断层擦痕。断层面两侧的岩块发生位移时相互摩擦而形成的痕迹(擦痕或擦沟,见图 1-23)。擦痕、擦沟的一端粗而深,另一端细而浅。由粗深端向细端摸之有光滑感觉,此方向为对盘岩块相对位移方向;反之,有粗糙感,为本盘块相对滑动方向。因此擦痕不仅是判断断层的一个重要标志,还能判断岩块移动的方向,根据擦痕可找出岩(煤)层断失的方向。



图 1-23 断层面的擦痕

(2) 牵引现象。当岩块发生位移时,断层面两侧的岩层或煤层相互擦挤而引起局部的牵引变薄现象(见图 1-24)。在井下如遇此现象时,可沿弯曲变薄方向寻找断失的煤层。



图 1-24 断层的牵引现象

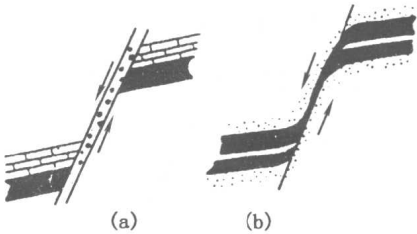


图 1-25 断层角砾岩与断层泥

(a) 断层角砾岩; (b) 断层泥

(3) 断层角砾岩和断层泥。在断层破碎带中,由于岩石受到强大压力作用而破碎成大小不等带棱角的岩石碎块,这些碎块为断层角砾,断层角砾经过碎屑基质胶结后,形成了断层角砾岩[见图 1-25(a)]。在泥质岩或煤层的断层面上,常夹有被磨得很细的泥,为断层泥或煤线[见图 1-25(b)]。无论是断层角砾岩还是断层泥,都是岩块错动的产物,因此可作为判断断层存在的标志。

5. 寻找断失翼的方法

当掘进巷道遇到断层时,就应查明断层的性质、规模,并指出继续掘进的方向,寻找断失的煤层。因此,在断层处,要详细地观测和记录地质构造变动的一切现象。然后,根据这些地质特征,并结合附近巷道的有关资料,分析研究推断煤层的错动方向,进行断失煤层的寻找。

1) 小断层类比法

根据小断层特征和岩层错动规律,可推断主要断层的性质。这种方法在主要断层附近伴生一系列小断层时采用。例如,在掘进巷道中遇到一些小断层均是逆断层时,则可判断巷道前方的主要断层也是同性质的逆断层,如图 1-26(a)所示;如果小断层为正断层,则前方的主断层也应是正断层,如图 1-26(b)所示。因此,在掘进巷道时,虽这些小断层对生产影响小,但也要认真地、详细地对它们进行观察和记录,收集和积累这些宝贵的断层资料,用来推断主要断层的性质。

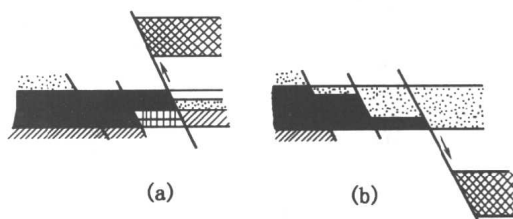


图 1-26 小断层类比法示意图
(a) 逆断层; (b) 正断层

2) 经验类推法

这种方法与小断层类比法基本相同。当一个生产矿井遇到的断层大部分是正断层或逆断层时,可以利用这种规律去推测新见断层的性质。例如,井下已往见到的都属正断层,则新见断层就可能是正断层;反之,若已往见到的均属逆断层,则新见断层可能是逆断层。这种方法在构造比较简单的地区较为实用。

3) 对比分析法

对比分析法主要是根据邻近采区和水平巷道中已查清的断层产状与新见断层的产状进行对比,假如两个断层产状基本一致,又能连接,那么新见断层可能是已查明断层的延展部分,新见断层的性质必然与查明断层相同,则被断失的煤层也就可以确定。

4) 岩层层位对比法

岩层层位对比法是根据断层两盘的岩层层位、岩石性质进行对比,并结合断层面产状,来判断断层的性质、落差及煤层断失方向的一种方法。

这种方法是利用勘探时的柱状图,根据图中各煤层的厚度、稳定性、物理性质、夹石层的岩石性质和厚度、各煤层之间的垂直距离、煤层顶底板岩石性质,以及煤系地层中的标志层或含有的标准化石等特征进行对比,来寻找断失翼的煤层。如图 1-27(a)所示,在煤层以上 10 m 处的粘土页岩中含有动物化石,在煤层以下 15 m 处有一层特殊的砾岩层。当巷道通过断层后,如果发现是含有动物化石的粘土页岩时,可表明断层上盘下降,为正断层,被断失的煤层可在煤层底板以下 10 m 处找到;如果巷道通过断层后遇到的是特殊的砾岩层,则表明断层上盘上升,为逆断层,断失煤层可在煤层顶板以上 15 m 处找到。

5) 断层标志法

断层标志法是根据岩层的错动现象,来判断断层性质和断失方向的一种方法。它主要是