

四川省煤矿安全技术  
培训系列教材

MEIKUANG SHENGCHAN JISHU YU ANQUAN GUANLI

# 煤矿生产技术 与安全管理

黄建功 主编



西南交通大学出版社

四川省煤矿安全技术培训系列教材

# 煤矿生产技术与安全管理

黄建功 主编

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

## 内 容 简 介

本书系统地阐述了煤炭地下开采技术、安全管理的基本原理和方法。内容包括矿井开拓方式及选择,采煤方法设计,爆破破岩基本理论及技术,井巷工程及支护设计,回采工艺及顶板控制,采掘区队生产管理及安全。

本书可作为本科及专科采矿工程、安全工程专业的教学参考书,以及煤矿安全培训教材,也可作为煤矿工程技术及生产管理人员的参考书。

---

### 图书在版编目(CIP)数据

煤矿生产技术与安全管理 / 黄建功主编. — 成都:  
西南交通大学出版社, 2004.1

(四川省煤矿安全技术培训系列教材)

ISBN 7-81057-781-6

I. 煤... II. 黄... III. ①煤矿开采—技术培训—  
教材②煤矿开采—安全管理—技术培训—教材 IV.  
①TD8②TD7

---

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第078752号

---

煤矿生产技术与安全管理

黄建功 主编

\*

责任编辑 唐元宁

封面设计 肖 勤

西南交通大学出版社出版发行

(成都二环路北一段111号 邮政编码: 610031 发行部电话: 8760056)

<http://press.swjtu.edu.cn>

E-mail: cbsxx@swjtu.edu.cn

四川森林印务有限责任公司印刷

\*

开本: 787 mm × 1092 mm 1/16 印张: 18.75

字数: 400千字

2004年1月第1版 2004年1月第1次印刷

ISBN 7-81057-781-6/TD · 319

定价: 35.00元



# 四川省煤矿安全技术培训系列教材

## 编审委员会

顾 问 田逢泽

主 任 金 科

副主任 周一正 周伯征

委 员 隆 泗 王若潮 黄建功

覃继兰 游华聪

# 前 言

为了更进一步开展对煤矿矿长及主要经营管理人员的岗位培训,提高广大煤矿管理人员的安全意识和安全技术素质,强化煤矿安全管理,从而减少职业伤害,四川省煤矿安全监察局人事培训处与四川煤矿安全技术培训中心,组织了由长期从事煤矿安全教育和培训工作的教师组成的教材编写委员会。经过编委会全体成员几个月的共同努力,编写了《矿山安全法律法规知识与应用》、《煤矿生产技术与安全管理》、《煤矿通风技术与安全管理》、《煤矿机电技术与安全管理》四本教材。编写人员在总结多年安全教育培训实践经验的基础上,结合近年来颁布的有关安全生产的法律、法规,《煤矿安全规程》的规定,以及煤矿生产的现状,从技术与安全管理两方面作了较为全面、系统的阐述,以便于煤矿经营管理人员学习和实际运用。其中《矿山安全法律法规知识与应用》一书也可供非煤矿山安全教育培训之用。

《煤矿生产技术与安全管理》由黄建功主编,参加编写人员有黄建功(第1、2、3、8章)、李维光(第6、7章)、楼建国(第4、5章);《煤矿机电技术与安全管理》由隆泗主编,参加编写人员有母洪都、曲东渝;《矿山安全法律法规知识与应用》由覃继兰主编,参加编写人员有周一正;《煤矿通风技术与安全管理》由游华聪主编,参加编写人员有刘照鹏、刘飞。这套教材在编写过程中得到四川省煤矿安全监察局有关领导以及四川师范大学草堂校区领导的大力支持和帮助,在此一并表示深切的谢意。

由于编写时间仓促,加之水平有限,书中难免有不少缺点和错误,有待今后逐步修改、补充和完善,敬请读者和专家们批评指正。

编 者  
2003年6月

# 序

几年前，为使全省煤矿矿长资格培训能有一本合适的教材，我们曾组织专家们编写出版过一本名为《小煤矿安全知识问答》的书。该书由于符合省情，独具特色，因而深受欢迎，一版再版。此后，又根据出版社和广大读者的建议，该书又作了大量修订，更名为《煤矿安全知识问答》，重新出版，并且开始走出四川，面向全国发行。

经过几年的教学实践和调查研究，我们再次组织编写者为全省煤矿的安全技术培训编写了一套系列教材。

随着中国现代化进程的深入发展，国家关于要强化煤矿安全生产的“要求”，将会越来越严；煤矿安全生产监察“关口”前移的步伐，将会越来越实。这样，对煤矿经营管理者们的素质要求，无疑也将会变得越来越高。这套系列教材正是遵循这样一种与时俱进的精神，对煤矿经营管理者所应该具备的基本职业素质和职业技能，进行了科学而系统的提炼和综合。各本教材之间既相互配套，又自成体系；相辅相成，相得益彰。

在改革开放、日新月异的今天，不努力学习，积极进取，就有可能成为一名落伍者，直至为飞速发展的时代所无情淘汰。在全省煤矿矿长资格的初训阶段，一部分学员最终未能取得《煤矿矿长资格证书》，就是一个例证。

为此，希望全省的煤矿经营管理者进一步地更新观念，勤于思考，探寻知识，追求进步，不断提高自身综合素质，为尽快实现四川煤矿安全生产的稳定好转，做出我们责无旁贷的努力和贡献。

在此，我愿与同志们一道共勉。

是为序。

钟低基

2003.6.18

# 目 录

## 第一章 煤矿地质与矿图

|                  |    |
|------------------|----|
| 第一节 煤矿地质 .....   | 1  |
| 第二节 矿山工程用图 ..... | 5  |
| 思考题 .....        | 10 |

## 第二章 煤矿井田开拓

|                    |    |
|--------------------|----|
| 第一节 井田开拓基本概念 ..... | 11 |
| 第二节 井田开拓方式 .....   | 19 |
| 思考题 .....          | 26 |

## 第三章 采煤方法

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 第一节 采煤方法的概念 .....            | 27 |
| 第二节 单一煤层走向长壁采煤法 .....        | 33 |
| 第三节 缓倾斜及倾斜厚煤层分层走向长壁采煤法 ..... | 45 |
| 第四节 近距离煤层群联合布置采区 .....       | 55 |
| 第五节 倾斜长壁式采煤法 .....           | 65 |
| 第六节 急倾斜煤层采煤法 .....           | 71 |
| 思考题 .....                    | 86 |

## 第四章 爆破工程

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 第一节 炸药爆炸的理论基础 ..... | 87  |
| 第二节 炸药性能及其分类 .....  | 89  |
| 第三节 起爆与传爆 .....     | 92  |
| 第四节 爆炸反应的主要参数 ..... | 93  |
| 第五节 炸药的爆炸性能 .....   | 95  |
| 第六节 起爆器材和起爆方法 ..... | 96  |
| 第七节 岩石爆破原理 .....    | 101 |
| 第八节 井巷掘进爆破技术 .....  | 109 |
| 思考题 .....           | 122 |

## 第五章 井巷工程

|                  |     |
|------------------|-----|
| 第一节 巷道断面设计 ..... | 123 |
| 第二节 平巷施工 .....   | 134 |
| 第三节 巷道支护 .....   | 138 |

|            |                                     |     |
|------------|-------------------------------------|-----|
| 第四节        | 水平巷道施工组织与管理 .....                   | 160 |
| 第五节        | 采区巷道施工 .....                        | 162 |
| 思考题        | .....                               | 172 |
| <b>第六章</b> | <b>单一走向长壁采煤法采煤工艺</b>                |     |
| 第一节        | 爆破采煤工艺 .....                        | 173 |
| 第二节        | 普通机械化采煤工艺 .....                     | 177 |
| 第三节        | 综合机械化采煤工艺 .....                     | 188 |
| 第四节        | 其他条件下普采的工艺特点 .....                  | 197 |
| 第五节        | 采煤工艺方式的选择 .....                     | 202 |
| 第六节        | 采面回采工艺设计 .....                      | 203 |
| 思考题        | .....                               | 208 |
| <b>第七章</b> | <b>矿山压力与顶板控制</b>                    |     |
| 第一节        | 岩石的物理力学性质 .....                     | 210 |
| 第二节        | 开采后岩体内的应力分布及采场矿山压力 .....            | 217 |
| 第三节        | 顶板管理、采场支护及采空区处理 .....               | 229 |
| 第四节        | 采区巷道矿压显现的一般规律 .....                 | 238 |
| 第五节        | 顶板事故防治 .....                        | 245 |
| 第六节        | 采场顶板事故的处理 .....                     | 260 |
| 思考题        | .....                               | 267 |
| <b>第八章</b> | <b>采面区(队)生产管理</b>                   |     |
| 第一节        | 回采工作面作业规程的内容、编审、贯彻与执行 .....         | 269 |
| 第二节        | 回采工作面正规循环作业 .....                   | 271 |
| 第三节        | 正规作业工作面的生产组织与管理 .....               | 279 |
| 第四节        | 提高回采工作面单产的生产技术组织措施 .....            | 280 |
| 第五节        | 采面搬家倒面、初采、末采与特殊条件下回采的生产技术组织措施 ..... | 285 |
| 思考题        | .....                               | 289 |
| 参考文献       | .....                               | 290 |

# 第一章 煤矿地质与矿图

## 第一节 煤矿地质

### 一、煤层及产状

人类所居住的地球，其坚硬的外壳称为地壳；内部则是炽热的熔岩，称为岩心。地壳由岩石组成，组成地壳的岩石种类繁多，按其生成方式可分为岩浆岩、沉积岩和变质岩三大类。

由地壳内部的岩浆冷凝形成的岩石称为岩浆岩。按岩浆成分和冷凝条件的不同，岩浆岩可分为许多种岩石，常见的有玄武岩、安山岩、流纹岩、花岗岩、闪长岩、辉长岩等。这些岩石的产状视冷凝条件而异，多为块状、脉状等不规则形状。

各类岩石碎块或生物遗体经搬运、沉积和成岩作用而形成的岩石称为沉积岩。根据岩石的成分和岩块粒度的区别，沉积岩可分为砾岩、砂岩、砂页岩、页岩、泥岩、石灰岩等。煤层也是一种沉积岩层。

沉积岩一般为层状，岩层与岩层间的接触面称为层面。层面在水平面上的延伸方向称为走向。层面与水平面的交线称为走向线。与走向相垂直的岩层倾伏方向称为倾向。层面与水平面的交角称为倾角，如图 1.1 所示。

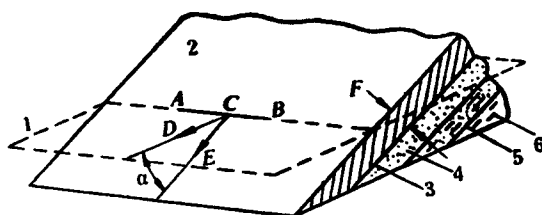


图 1.1 岩层产状要素

$\overline{AB}$ —走向线； $\overline{CD}$ —倾向； $\overline{CE}$ —倾斜； $\angle DCE$ —煤层倾角； $F$ —煤层厚度  
1—假想水平面；2—煤层层面；3—煤层；4—砂岩层；5—砂页岩层；6—页岩层

指定岩层上部的其他岩层称为顶板，下部的岩层则称为底板。岩层顶、底板层面间的法线距离叫做岩层厚度。走向、倾向、倾角和厚度描述了岩层的空间位置和赋存特征，常将其统称为岩层的产状要素。

岩浆岩或沉积岩因受到地壳中高温、高压和化学活动性流体的影响而改变性质所形成的岩石称为变质岩，常见的变质岩有石英岩、大理岩、板岩以及片麻岩等。

在地球历史的不同时期生存着不同的生物，形成不同的岩石。为了便于研究，通常根

据地壳运动和古生物的发展，将地球的历史从古到今划分为太古代、元古代、古生代、中生代和新生代。代又分为若干纪，纪再分为世。代、纪、世是国际统一的地质年代划分标准（见表 1.1）。

表 1.1 地 质 年 代 表

| 时 代 及 相 应 的 地 层        |                        |           |            | 绝对年龄<br>(百万年)                   | 生物开始出现的时期 |       |       |      |       |
|------------------------|------------------------|-----------|------------|---------------------------------|-----------|-------|-------|------|-------|
| 代 (界)                  |                        | 纪 (系)     |            |                                 | 世 (统)     |       | 植 物   | 动 物  |       |
| 新生代 (界) C <sub>z</sub> |                        | 第四纪 (系)   |            | 全新世<br>更新世 (统)                  |           | 2 或 3 |       |      |       |
|                        |                        | 第三纪 (系) R | 新第三纪 (系) N | 上新世<br>中新世 (统)                  |           | 25    |       |      |       |
|                        |                        |           | 老第三纪 (系) E | 渐新世<br>始新世 (统)                  |           | 70    |       |      |       |
|                        |                        |           |            | 古新世                             |           |       |       |      |       |
| 中生代 (界) M <sub>z</sub> |                        | 白垩纪 (系) K |            | 晚 (上)<br>白垩世早 (下) 白垩世 (统)       |           | 135   | 被子植物  | 哺乳动物 |       |
|                        |                        | 侏罗纪 (系) J |            | 晚 (上)<br>中 (中) 侏罗世 (统)<br>早 (下) |           | 180   |       |      |       |
|                        |                        | 三叠纪 (系) T |            | 晚 (上)<br>中 (中) 三叠世 (统)<br>早 (下) |           | 225   |       |      |       |
| 中生代 (界) P <sub>z</sub> | 晚 (上) 古生代 (界)          | 二叠纪 (系) P |            | 晚 (上)<br>早 (下) 二叠世 (统)          |           | 270   | 裸子植物  | 爬行动物 |       |
|                        |                        | 石炭纪 (系) C |            | 晚 (上)<br>中 (中) 石炭世 (统)<br>早 (下) |           | 350   |       |      |       |
|                        |                        | 泥盆纪 (系) D |            | 晚 (上)<br>中 (中) 泥盆世 (统)<br>早 (下) |           | 400   |       |      |       |
|                        | 早 (下) 古生代 (界)          | 志留纪 (系) S |            | 晚 (上)<br>中 (中) 志留世 (统)<br>早 (下) |           | 440   | 孢子植物  | 两栖动物 |       |
|                        |                        | 奥陶纪 (系) O |            | 晚 (上)<br>中 (中) 奥陶世 (统)<br>早 (下) |           | 500   |       |      |       |
|                        |                        | 寒武纪 (系) ε |            | 晚 (上)<br>中 (中) 寒武世 (统)<br>早 (下) |           | 600   |       |      |       |
|                        | 元古代 (界) P <sub>t</sub> |           | 震旦纪 (系) Z  |                                 |           |       | 1 700 | 菌藻类  | 无脊椎动物 |
|                        | 太古代 (界) A <sub>t</sub> |           |            |                                 |           |       | 4 500 |      |       |
| 地 球 最 初 发 展 阶 段        |                        |           |            |                                 |           | 6 000 |       |      |       |

在这些地质年代中，石炭二叠纪、侏罗纪和第三纪是我国最主要的成煤时期。  
煤是由古代植物遗体演变形成的。古代成煤时期，地球上植物生长茂盛，尤其是湖泊、

沼泽地带，密布着茂密的森林或水生植物。植物遗体堆积在湖泊、沼泽底部，并在有细菌参与的生物化学作用下腐烂分解。一部分变成气体或液体散失了，剩余保留下来的部分变成泥炭层。如果这些湖泊、沼泽恰位于地壳缓慢沉降的区域，则随着时间的推移，泥炭层逐渐增厚并逐渐被增厚的泥砂等物质所覆盖。在压力与温度的影响下，泥炭层逐渐失去水分变成了褐煤。随着地壳的继续下沉，覆盖层不断加厚，褐煤在地下深处受到高温、高压的作用，含炭物质进一步富集，比重增大、硬度增加、颜色变深，并逐渐变成了烟煤、无烟煤。

在同一含煤地区，地壳可能经历多次的升降，存在若干个成煤时期，生成了多个煤层。各成煤时期持续时间的长短差别很大，所生成的煤层也有厚有薄（由数厘米至数十米以上）。如果煤层的厚度太薄，则该煤层不具有开采的经济价值。

经济上值得开采的煤层的最小厚度称为最小可采厚度。最小可采厚度视煤质、煤层倾角和所在地区的需煤紧迫程度而异，我国一般定为 0.4 ~ 0.6 m。

## 二、常见的地质构造

沉积岩层的原始状态应该是水平的、连续的。由于受到地壳运动的影响，在自然界中所看到的许多沉积岩发生了倾斜、弯曲和断裂等。这些现象统称为地质构造，其基本形式有褶皱和断裂两种。

### 1. 褶皱

褶皱是一种岩层连续性没有遭到破坏的变动，即岩层的波状弯曲现象。

褶皱是褶皱岩层的一个弯曲（即褶皱构造）的基本单位。它有两种基本形态，即背斜褶皱和向斜褶皱，如图 1.2 所示。

褶皱岩层弯曲的中心部分称为核，核部两侧的岩层称为翼，褶皱的理想中心面称为轴面。背斜褶皱的特点是两翼岩层的倾向相背，核部为老岩层，两侧为新岩层；向斜褶皱的特点是两翼岩层的倾向相向，核部为新岩层，两侧为老岩层。

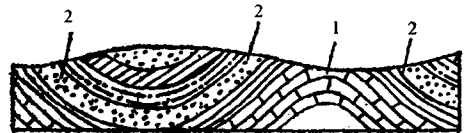


图 1.2 煤层的向斜和背斜褶皱构造  
1—背斜；2—向斜

煤系地层中，煤（岩）层受力被挤成弯曲的形状。但是，弯曲的煤（岩）层仍保持其连续性和完整性。背斜、向斜构造在位置上往往是彼此相连的，并成对地交替出现。

### 2. 断裂

岩层受力后，除了形成褶皱构造外，常常产生裂隙或沿裂隙发生错动，使岩层的连续性遭到破坏，这种构造称为断裂构造。断裂构造的基本形态有节理和断层两种。

#### （1）节理

节理即岩层的裂隙。在岩层裂隙的两边没有发生显著的错动。如果岩层的节理发育，即意味着岩层裂隙很多。

#### （2）断层

断层是指岩层的连续性受到破坏，并发生了相对位移的变动。岩层相对滑动的断裂面称为断层面，位于倾斜的断层面之上的岩层称为上盘，位于断层面之下的岩层称为下盘。

根据断层面两侧岩层相对错动的情况，可将断层分为正断层、逆断层和平移断层。正断层如图 1.3 (a) 所示，其上盘相对下降或下盘相对上升，断块自上而下沿着重力方向运动，多为张力所形成。逆断层如图 1.3 (b) 所示，是指上盘相对上升或下盘相对下降的断层，断块自下而上运动，是由压力所形成。平移断层，其特征是两盘只作水平位移，垂直升降不明显，这是受地壳水平运动影响，岩层各部分受力不均所致。

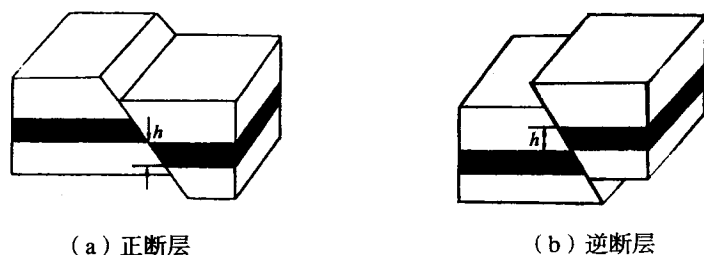


图 1.3 断层构造  
h—断距

煤（岩）层受力后遭到破坏并产生相对位移，使煤（岩）层丧失了连续性和完整性，这给煤炭开采带来一定的困难。

### 三、煤层的分类

煤层的赋存条件是影响开采方法的重要因素，通常按煤层的厚度和倾角等将其分类。

#### 1. 按煤层厚度分类

煤层的厚度差别很大，有的煤层仅数厘米厚，有的煤层却厚达百余米。我国根据开采技术特点将其划分为三类，即薄煤层（层厚小于 1.3 m）、中厚煤层（层厚 1.3 ~ 3.5 m）、厚煤层（层厚大于 3.5 m）。

我国的煤炭资源中，厚煤层和中厚煤层所占的比重较大，当前以开采这两类煤层为主，这两类煤层的合计产量约占全国煤炭总产量的 85% 以上。

#### 2. 按煤层倾角分类

煤层倾角在  $0^\circ \sim 90^\circ$  之间变化。我国按煤层倾角大小把煤层分为三类：缓倾斜煤层（倾角小于  $25^\circ$ ）、倾斜煤层（倾角  $25^\circ \sim 45^\circ$ ）、急倾斜煤层（倾角大于  $45^\circ$ ）。由于倾角小于  $10^\circ \sim 12^\circ$  的煤层具有不同的开采技术特征，所以常把缓倾斜煤层中的这类煤层称为近水平煤层。

我国煤炭资源丰富，已知含煤区域面积约 55 万多平方公里，绝大多数省、市、自治区（含台湾省）都赋存有不同数量的煤炭资源。我国煤炭资源赋存有以下主要特点：一是煤炭形成的地质年代长，从早古生代至第四纪，均有煤炭沉积。具有工业价值的煤层形成始于早石炭世，成煤期自老而新有早古生代、早石炭世、早二叠世、石炭二叠纪、晚二叠世、晚三叠世、早侏罗世、中侏罗世、白垩纪、第三纪及第四纪等 11 个地质年代。早古生代是石煤的主要形成时期，第四纪仅有泥炭堆积。其中，石炭二叠纪、侏罗纪和第三纪，是我国三大聚煤期。因此，形成多类型、多煤层的赋存状态。二是地质构造复杂，煤层赋存条件多样。1988 年统配煤矿可采储量中，按煤层厚度分，薄煤层占 17.36%，中厚煤层占 37.84%，厚煤

层占 44.80%;按煤层倾角分,缓倾斜煤层占 85.95%,倾斜煤层占 10.16%,急倾斜煤层占 3.89%。

### 3. 按煤质和瓦斯涌出量分类

不同品种的煤有不同的用途和价值,我国常按煤的炭化程度和发热量把煤分为泥煤、褐煤、烟煤和无烟煤四类。炭化程度较高的烟煤和无烟煤,其每单位质量的发热量较高,在工业上的用途较广,价值也较高。在烟煤中又可根据煤中所含的挥发分和硫分、磷分等杂质的多少进一步分为:贫煤、瘦煤、焦煤、肥煤、气煤等品种。含硫、磷很少的焦煤适于冶炼优质合金钢,称为优质炼焦煤,其工业价值要比其他品种的煤高得多。我国煤炭资源丰富,品种齐全,并且多为优质烟煤和无烟煤。

在成煤过程中分解生成的气体还有一部分残留在煤中,这种煤中所含气体统称为瓦斯。通常瓦斯(甲烷)是瓦斯的主要成分。瓦斯是一种可燃气体,在一定的浓度和温度条件下,会迅猛燃烧并形成爆炸(俗称瓦斯爆炸)。瓦斯中的有害气体含量高时还会造成对人员的伤害。煤中的瓦斯一般是在开采期中缓慢释放出来的,单位时间内释放的瓦斯量视煤中所含瓦斯情况而异。有的煤(岩)有时还会突然在很短的时间内释放出大量的煤和瓦斯(俗称煤和瓦斯突出,简称“突出”)。我国常按平均日产 1t 煤的瓦斯涌出量和瓦斯涌出形式把煤矿矿井划分为三类,即低瓦斯矿井、高瓦斯矿井、煤和瓦斯突出危险矿井。

《煤矿安全规程》(以下简称《规程》)第 133 条规定:一个矿井中只要有一个煤(岩)层发现瓦斯,该矿井即为瓦斯矿井。瓦斯矿井必须依照矿井瓦斯等级进行管理。矿井瓦斯等级,根据矿井相对瓦斯涌出量、绝对瓦斯涌出量和瓦斯涌出形式划分为:

① 低瓦斯矿井:矿井相对瓦斯涌出量小于或等于  $10 \text{ m}^3/\text{t}$ ,且矿井绝对瓦斯涌出量小于或等于  $40 \text{ m}^3/\text{min}$ 。

② 高瓦斯矿井:矿井相对瓦斯涌出量大于  $10 \text{ m}^3/\text{t}$  或矿井绝对瓦斯涌出量大于  $40 \text{ m}^3/\text{min}$ 。

③ 煤(岩)与瓦斯(二氧化碳)突出矿井。

每年必须对矿井进行瓦斯等级和二氧化碳涌出量的鉴定工作,报省(自治区、直辖市)煤炭管理部门审批,并报省(自治区、直辖市)煤矿安全监察机构备案。

《规程》第 176 条规定:矿井在采掘过程中,只要发生过 1 次煤(岩)与瓦斯突出,该矿井即为突出矿井,发生突出的煤层即为突出煤层。突出矿井和突出煤层的确定,由煤矿企业提出报告,经国家煤矿安全监察局授权单位鉴定,报省(自治区、直辖市)煤炭管理部门审批,并报省级煤矿安全监察机构备案。

新矿井设计文件中,应有各煤层的瓦斯含量资料。

## 第二节 矿山工程用图

### 一、煤矿测量坐标

煤矿测量学中,地面点的位置以点的坐标(即点在投影面上的投影位置)和高程(即点沿投影方向到大地水准面的距离)来表示。

## 1. 地面点的地理坐标

用经纬度来表示地面点位置的球面坐标称为地理坐标。如图 1.4 所示, N、S 分别为地球的北极、南极, NS 为旋转椭圆体的旋转轴 (俗称地轴),  $O$  为地球中心。过地球中心  $O$  且与地轴垂直的平面称为赤道平面, 赤道平面与地球表面的交线称为赤道, 平行于赤道平面的平面与椭圆面的交线称为平行圈或纬圈。包含地轴的平面称为子午面, 子午面与椭圆面的交线称为子午线。子午面有无数个, 通过英国格林威治天文台旧址的子午面称为首子午面, 相应的子午线称为首子午线或起始子午线。地理坐标就是由首子午面和赤道平面所组成的坐标系。首子午面和赤道平面是经纬度的起算面。过  $P$  点的子午面和首子午面所夹的二面角, 称为  $P$  点的经度, 通常以  $\lambda$  表示。经度从首子午面起, 向东  $0^\circ \sim 180^\circ$  称为东经, 向西  $0^\circ \sim 180^\circ$  称为西经。过  $P$  点作球面的法线与赤道平面的交角, 称为  $P$  点的纬度, 通常以  $\varphi$  表示。纬度从赤道平面起, 向北  $0^\circ \sim 90^\circ$  称为北纬, 向南  $0^\circ \sim 90^\circ$  称为南纬。

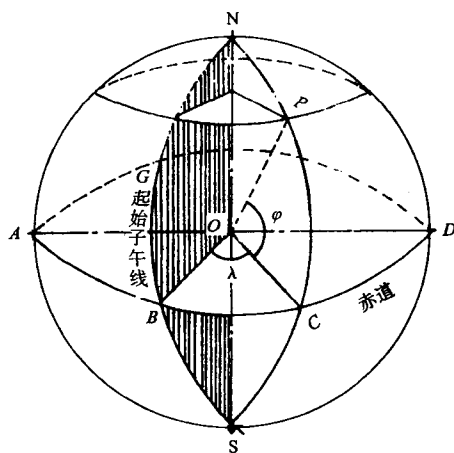


图 1.4 地理坐标

## 2. 地面点的高程

由高程基准面起算的地面高度称为高程。地面点的高程是指该点到高程基准面的垂直距离。由于选用的基准面不同而有不同的高程系统。当以大地水准面为高程基准面时, 称为绝对高程, 也称为海拔或标高。图 1.5 中  $A$ 、 $B$  两点的绝对高程为  $H_A$  和  $H_B$ 。以任意水准面为基准面时, 称为相对高程或假定高程。图 1.5 中  $A$ 、 $B$  两点的相对高程为  $H'_A$ 、 $H'_B$ 。值得注意的是, 在两个构成整体的地区内 (如矿区或与矿区有安全及运营联系的范围可视为一个整体), 只能选一个任意水准面作为假定的高程起算面, 以免造成混乱。

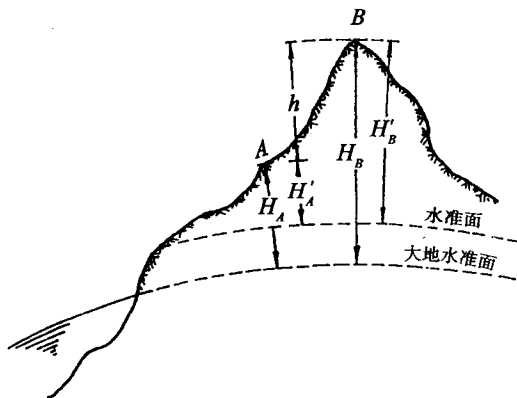


图 1.5 地面点的高程

地面两点间的高程差称为高差。图 1.5 中  $B$  点相对于  $A$  点的高差为

$$h = H_B - H_A = H'_B - H'_A$$

我国是根据 1956 年青岛验潮站资料所确定的黄海平均海面，作为全国绝对高程基准面，称为 1956 年黄海高程系统，以此统一全国高程系统。

## 二、煤层底板等高线图

水平面与斜面的交线称为该斜面的等高线。把由不同标高的水平面得到的等高线投影于平面图上，并注明各等高线的标高就成为等高线图。显然，用等高线图可以反映出斜面的空间状态，如图 1.6 所示。

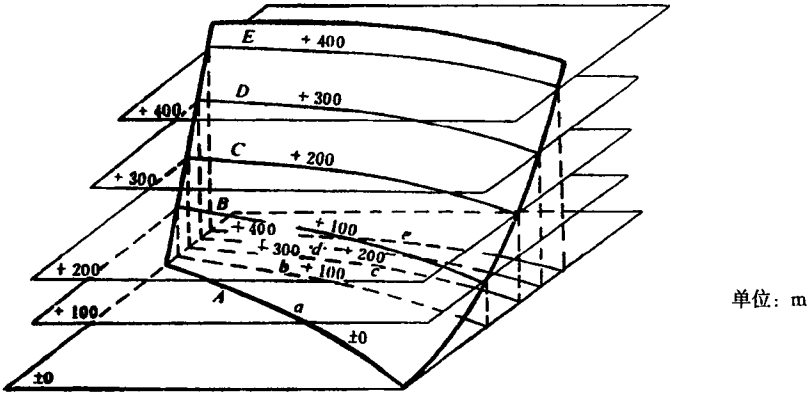


图 1.6 斜面的等高线图

$\pm 0, 100, 200, 300, 400$ —水平面标高；A~E—等高线；a~e—等高线水平投影线

利用地表面与不同标高的多个水平面的交线——地形等高线，可以绘出地形等高线图。地形等高线图可反映出地形、地貌的状况。同样，以煤层底板面（或顶板面）与多个水平面的交线——煤层底板或顶板等高线，可以绘出煤层底板（或顶板）等高线图，如图 1.7 所示。

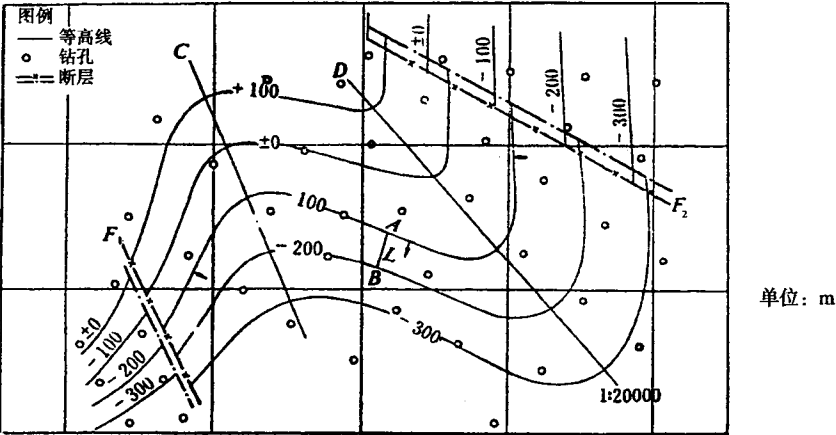


图 1.7 煤层底板等高线图

煤层底板等高线图是煤矿企业的常用图，该图能反映出煤层的空间状态和地质构造，是煤矿设计、生产指挥工作和储量计算的基础资料之一。例如，在图 1.7 的中部，底板等高线大致呈  $S80^\circ E$  方向，说明煤层的走向大致为  $S80^\circ E$ ，与煤层走向相垂直的  $S10^\circ W$  方向上

各条底板等高线的标高渐低（即倾伏），所以煤层的倾向大致为  $S10^{\circ}W$ 。在图中  $A$ 、 $B$  两点间，等高线的高差为

$$\Delta H = -100 - (-200) = 100 \text{ (m)}$$

$A$ 、 $B$  两点间的水平距离为 220 m，所以，在  $A$ 、 $B$  两点间煤层的平均倾角为

$$\alpha = \arctan \frac{\Delta H}{L} = \arctan \frac{100}{220} = 24^{\circ}27'$$

由此可知，如果等高线间的标高差相同（即  $\Delta H$  相同），则两条等高线之间的水平距离  $L$  愈大（即等高线愈稀），煤层的倾角愈小；反之亦然。

等高线的弯曲反映了煤层的褶皱情况。由弯曲段底板等高线的煤层倾向是相向还是相背，还可以直接判别出该处是向斜或背斜。弯曲段的轴线就是这种向斜或背斜构造的轴线，常称为向斜轴或背斜轴。例如，图 1.7 中  $C$  为向斜轴， $D$  为背斜轴。

等高线组的中断和错位表示煤层在该处遇见断层构造。通常，煤层与断层上盘面的交线用符号“— · —”表示，与下盘面的交线用符号“— + —”表示。同样，可根据断层的上盘是下降或上升，判定该断层为正断层或逆断层。例如，图 1.7 中  $F_1$  为正断层， $F_2$  为逆断层。

### 三、采掘工程平面图

煤矿企业开掘有许多井巷、硐室。标注有这些采掘工程测点标高的平面图，即为采掘工程平面图。

在采掘工程平面图中，垂直（或倾角很大，接近于垂直）的巷道一般用该巷的截面并注明其上端和下端主要出口处的标高来加以表示。例如，图 1.8 中副井 2 注有该井的井口标高（+187.64）和井底车场水平的标高（-121.00）。水平（或近水平）的巷道和倾斜的巷道则分别绘出它们的投影长度并注明其各测点的标高，如图 1.8 中 3~8 所示。

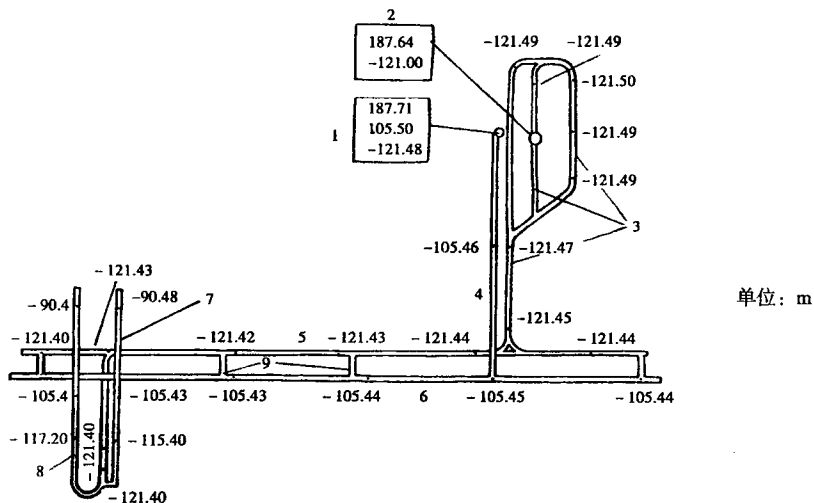


图 1.8 采掘工程平面图

1, 2—垂直巷道；3~6—水平巷道；7~9—倾斜巷道

在煤矿企业中，为便于反映各采掘工程与煤层之间的相互空间位置关系，常把采掘工程平面图直接加绘于煤层底板等高线图上。此时，由于煤层底板等高线已反映了煤层的空间位置，所以，有些煤矿常常省略标注煤层巷道和直接连通煤层的水平巷道的标高。这时，由这些巷道与煤层底板等高线的相互关系即可判明该巷道的标高。

四、柱状图、剖面图及其他

柱状图是以统一的图例和简明的文字说明来表示地层的岩性、厚度、间距、标志层以及含水性等岩性特征的地质图件，以钻孔岩心资料所作的柱状图称为钻孔柱状图。

综合全矿井或某一区域的岩层地质资料所作的柱状图称为综合柱状图，如图 1.9 所示。综合柱状图反映了矿井或某一区域开采范围内地层的一般情况，是矿井设计或某一区域设计的重要依据之一。钻孔柱状图能确切地表明钻孔附近的地层状况，对于在钻孔附近从事开采工作的，更具指导作用。因此，为了更好地满足开采工作的需要，通常在底板等高线图上附加有各钻孔的该煤层及其顶、底板岩层的钻孔柱状图，如图 1.9 所示。

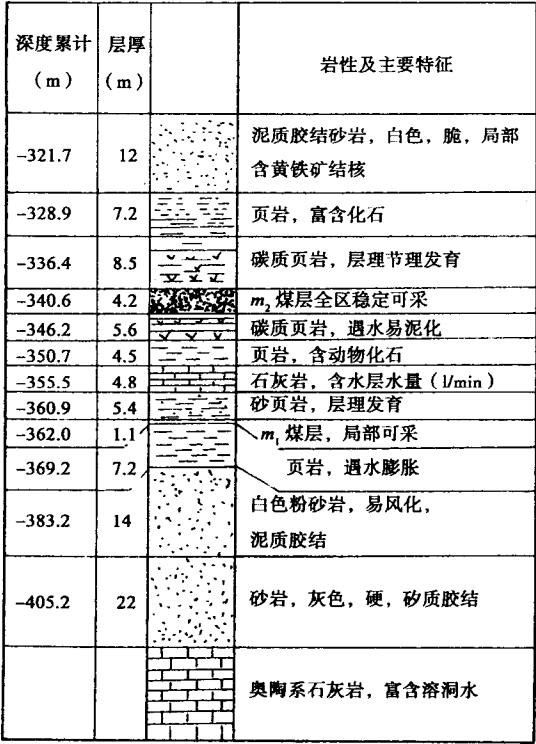


图 1.9 综合柱状图

剖面图是以假想的平面将大地切开，然后把切开断面上的煤、岩层厚度、倾角、间距、地质构造、井巷、硐室和地表特征等加以描绘的一种图件。剖面图比较形象、直观，便于利用，是生产中广泛应用的图件之一。剖面的位置则根据工作需要，人为地加以确定。

水平切面图是假设沿某标高的水平面将大地切开，然后描绘出该切面上煤、岩、井巷、硐室等分布状况的图件。该图用以反映在该切面上煤、岩、井巷、硐室及地质构造特征，以