5．从图3-28坐标格网值判断该图比例尺是多少？并标出指北方向，求出AB线的方位角。

6．综合作业题。图3-29为某矿井田区域地形图（局部），比例尺1:5000，试完成下列作业内容：

（1）求出A_{600}、B_{770}两点的大致平面坐标；

（2）求出M、P两点的大致平面坐标及高程；

（3）求PA_{680}直线的方位角；

（4）求NO_2钻孔的大致平面坐标及深度；

（5）一号斜井和二号斜井的井底标高均为603.2m，求两斜井的水平长度和斜长以及两斜井井底的大致平面坐标；

（6）求M点至P点地表坡度变化点的位置，各分段的坡度以及地表的总长度；

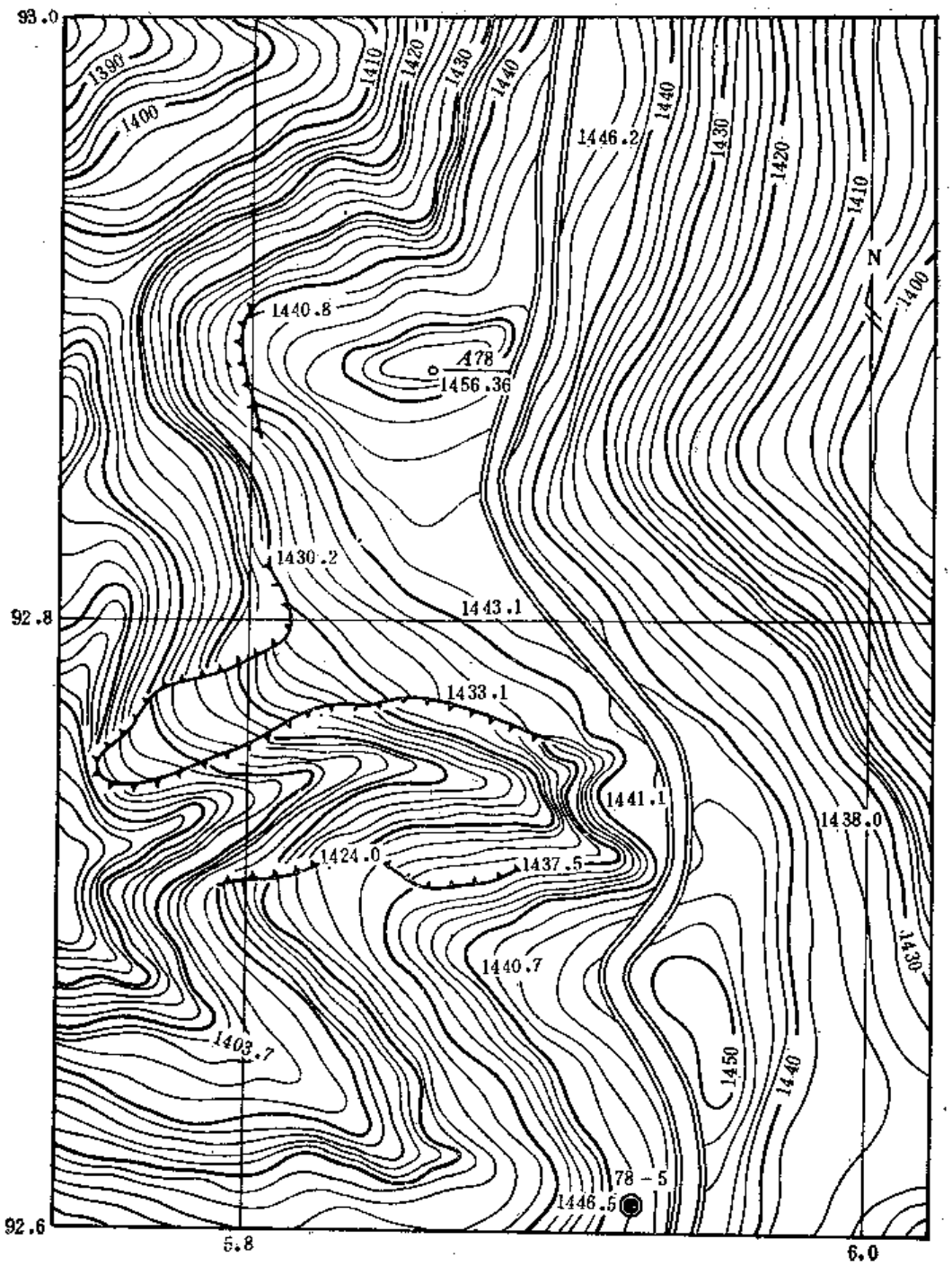


图 3-30　地形图Ⅰ

（7）拟自 A_{100} 至 B_{170} 修一条公路，坡度不得超过20%，试设计出此公路的最短线路，并求出此公路沿地表的总长度；

（8）作 AP 线的剖面图，剖面图的水平及竖直比例尺均为1:2000。

7．识读练习。识读图3-30～3-33所示的各地形图，并简要叙述各图的地物和地貌特征。

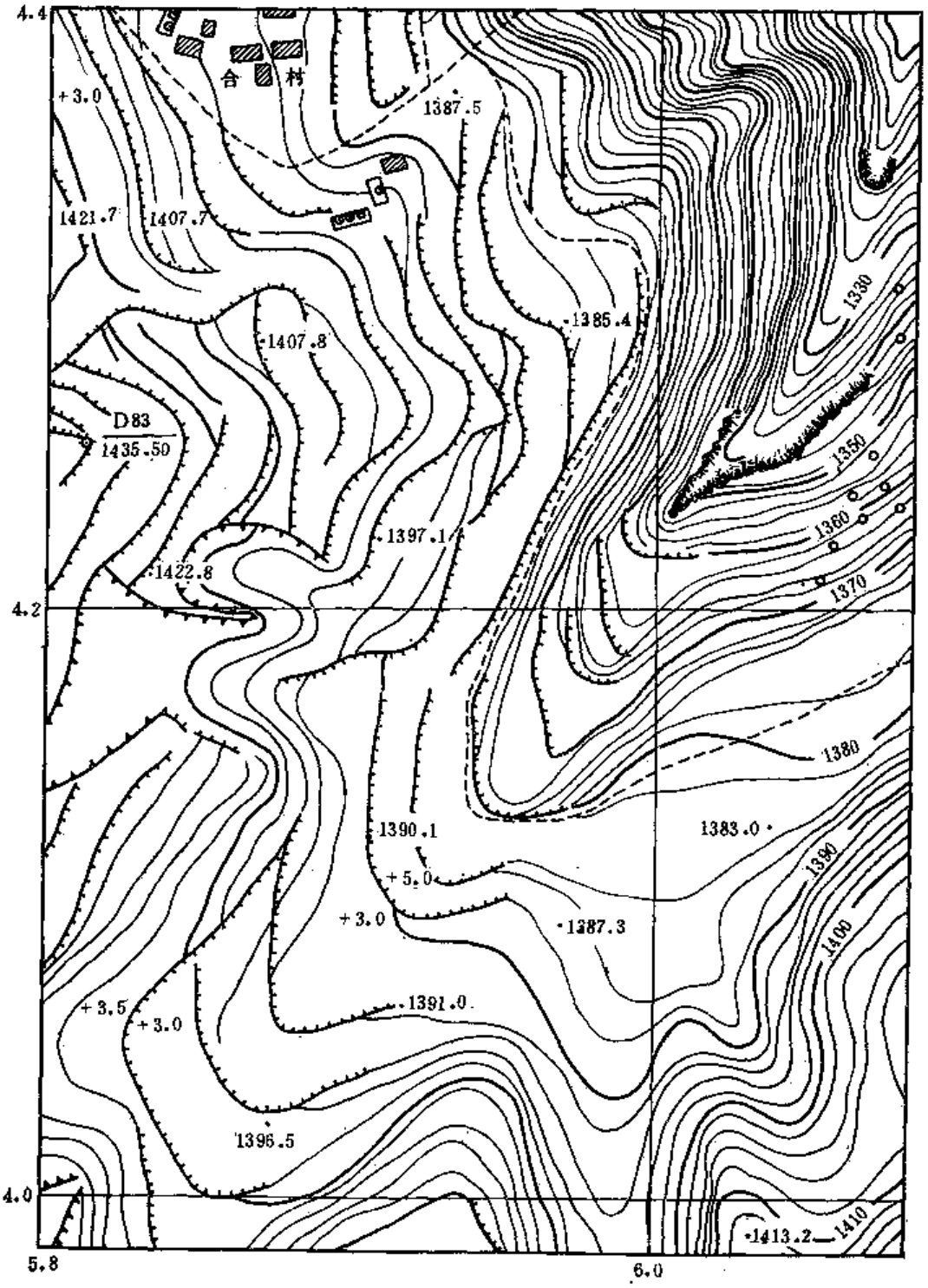


图 3-31　地形图 I

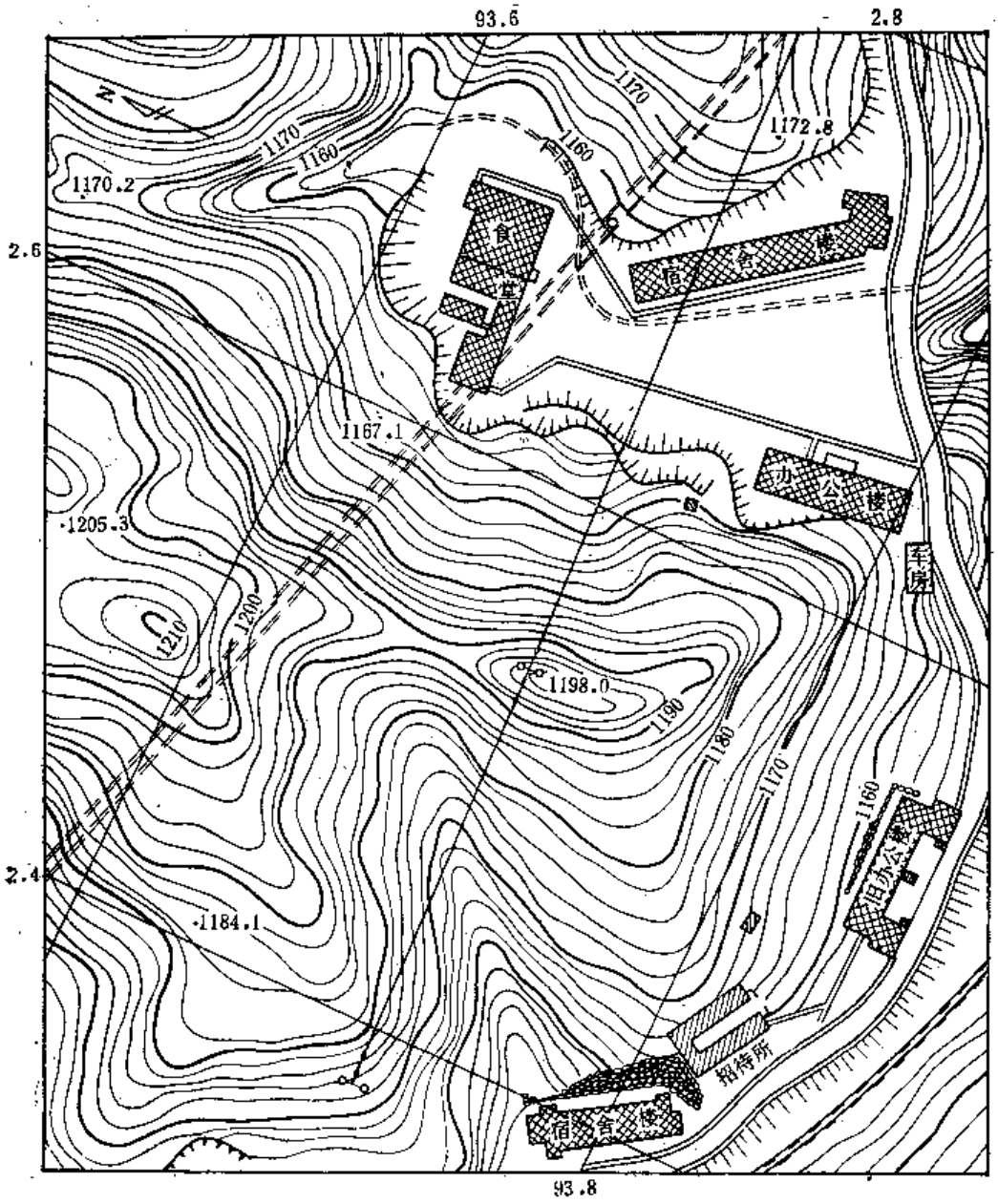

93.6
2.8
2.6
2.4
93.8
1170
1160
1170.2
1172.8
食堂
宿舍楼
1167.1
1205.3
办公楼
车房
1210
1200
1198.0
1190
1180
1170
1160
旧办公楼
1184.1
招待所
宿舍楼

图 3-32　地形图Ⅰ

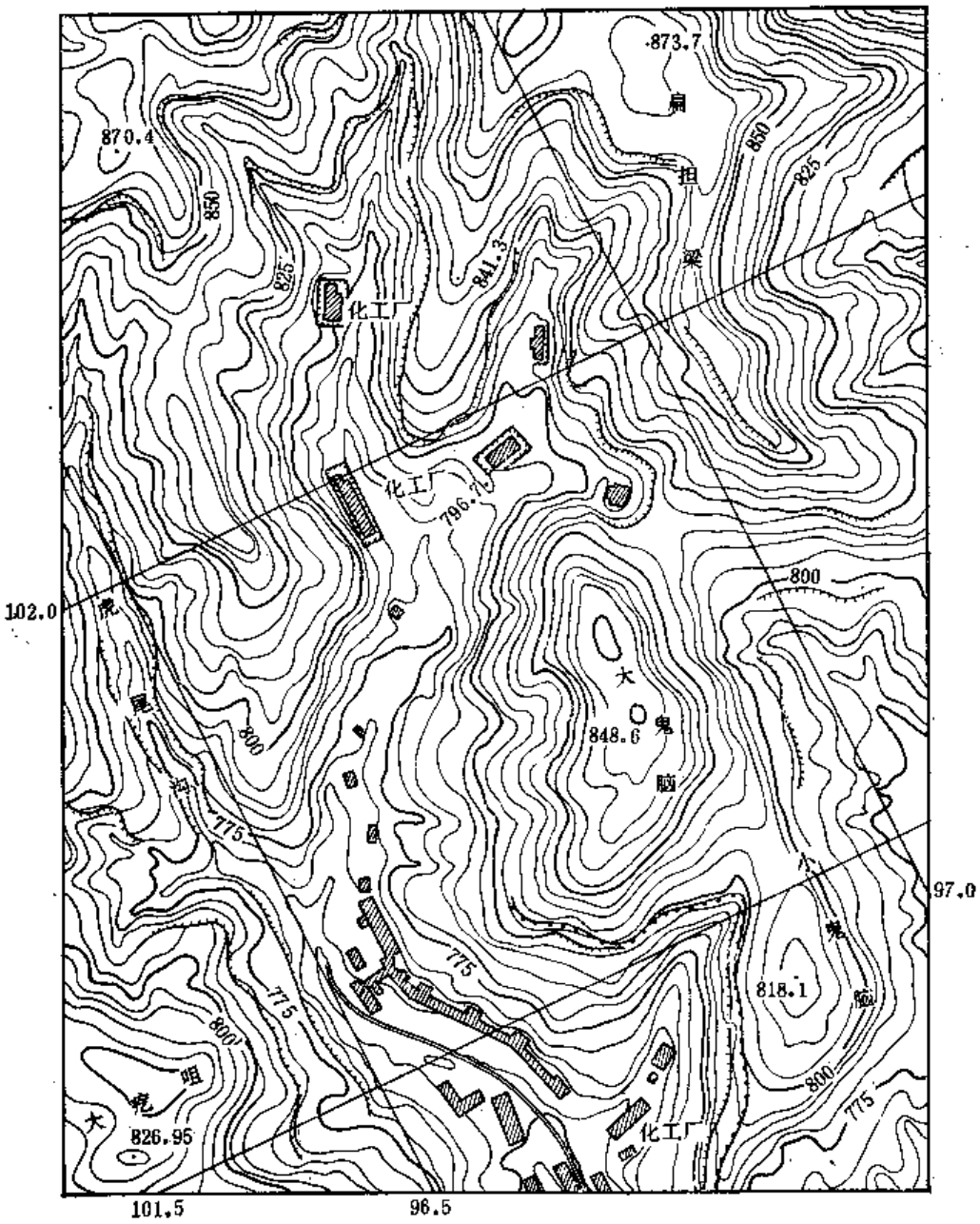

873.7
扇
担
梁
870.4
850
825
841.3
化工厂
化工厂
796.7
800
102.0
虎
尾
沟
800
775
大
848.6
鬼
脑
97.0
775
818.1
775
800
800
鬼
咀
大
826.95
化工厂
101.5
96.5

图 3-33　地形图Ⅳ

第四章　煤矿地质图

煤矿地质图是反映煤层赋存状况和地质构造的图纸。在开采设计、矿井生产建设和技术管理等工作中，煤矿地质图是必备的基础资料。

煤矿常用的地质图件主要有：煤层底板等高线图、地形地质图、垂直地质剖面图和水平地质切面图、钻孔柱状图、综合柱状图和煤岩层对比图等。

在上述地质图件中，煤层底板等高线图在煤矿采掘工程及计划管理等工作中，应用最为普遍，因此，本章将重点介绍煤层底板等高线图的识读、绘制和应用。

第一节　煤层底板等高线图

一、概述

不同高程的水平面与煤层底板的交线称为煤层底板等高线，将煤层底板等高线，用标高投影的方法，投影到水平面上，按照一定比例尺绘出的图纸，称为煤层底板等高线图。如图4-1所示，图 a 是煤层底板等高线投影示意图，图 b 是煤层底板等高线图。

煤层底板等高线图反映的主要内容为：煤层产状及其变化情况；井田范围（包括现有生产井、小窑、老采空区的范围）；井田边界线、煤层露头线、风化氧化带边界线、煤层尖灭零点边界线、无煤区边界线；穿过本煤层的钻孔、勘探线以及各工程点的编号与标高；见煤钻孔小柱状（表示出煤层结构、厚度及煤质主要化验指标、见煤点煤层底板标高）；地质构造线（包括褶曲轴线、断层上下盘断面交线）；岩浆侵入范围界线；陷落柱分布位置及范围；储量分级线、计算地段界线及编号，煤层平均倾角与计算厚度；地面上的主要河流、铁路及重要建筑物等。

煤层底板等高线图能全面反映煤层产状和地质构造情况。它是进行矿井井田、采区和工作面设计，编制矿井生产计划，指导井巷工程施工，以及安排指挥采掘生产的重要依据，也是分析、判断、预测地质构造规律及形态，布置矿井勘探工程，绘制地质剖面图，以及进行储量计算的基础资料。

煤层底板等高线图常用的比例尺为1:5000，1:2000。

二、煤层产状要素及其等高线的表示方法

煤层的走向、倾向和倾角通称为煤层产状要素，或称为煤层埋藏三要素，如图4-2a所示。

1）煤层走向　煤层层面与水平面的交线称为煤层的走向线，如图中AB线，它的方向称为煤层的走向。煤层的走向用方位角表示。实际上煤层底板等高线就是煤层的走向线，因而，煤层底板等高线的方向就是煤层的走向。

2）煤层倾向　与煤层走向线垂直，且沿煤层层面向下的直线，称为煤层的倾斜线，如图4-2a中的np线；倾斜线在水平面上投影的方向，称为煤层的倾向，如图中的nm。煤层倾向也用方位角表示，它与走向相差90°。

3）煤层倾角　煤层层面与水平面所夹的最大锐角，称为煤层的倾角。即倾斜线与水

平面所夹的锐角，如图4-2a中β角。除倾斜线外，沿煤层层面其他方向的斜线与水平面的夹角称伪倾角。图4-2b表示出煤层产状要素的几何关系，图中$ABCD$为煤层底板，AB是高程为10m的等高线，$CDEF$是水平面，其高程为0，CB垂直AB，BC在水平面上的投影为FC，用d表示，BF为AB和CD两等高线的高差，以h表示。由图可知，AB的方向为走向，FC的方向为倾向，则煤层倾角β可用下式求出：

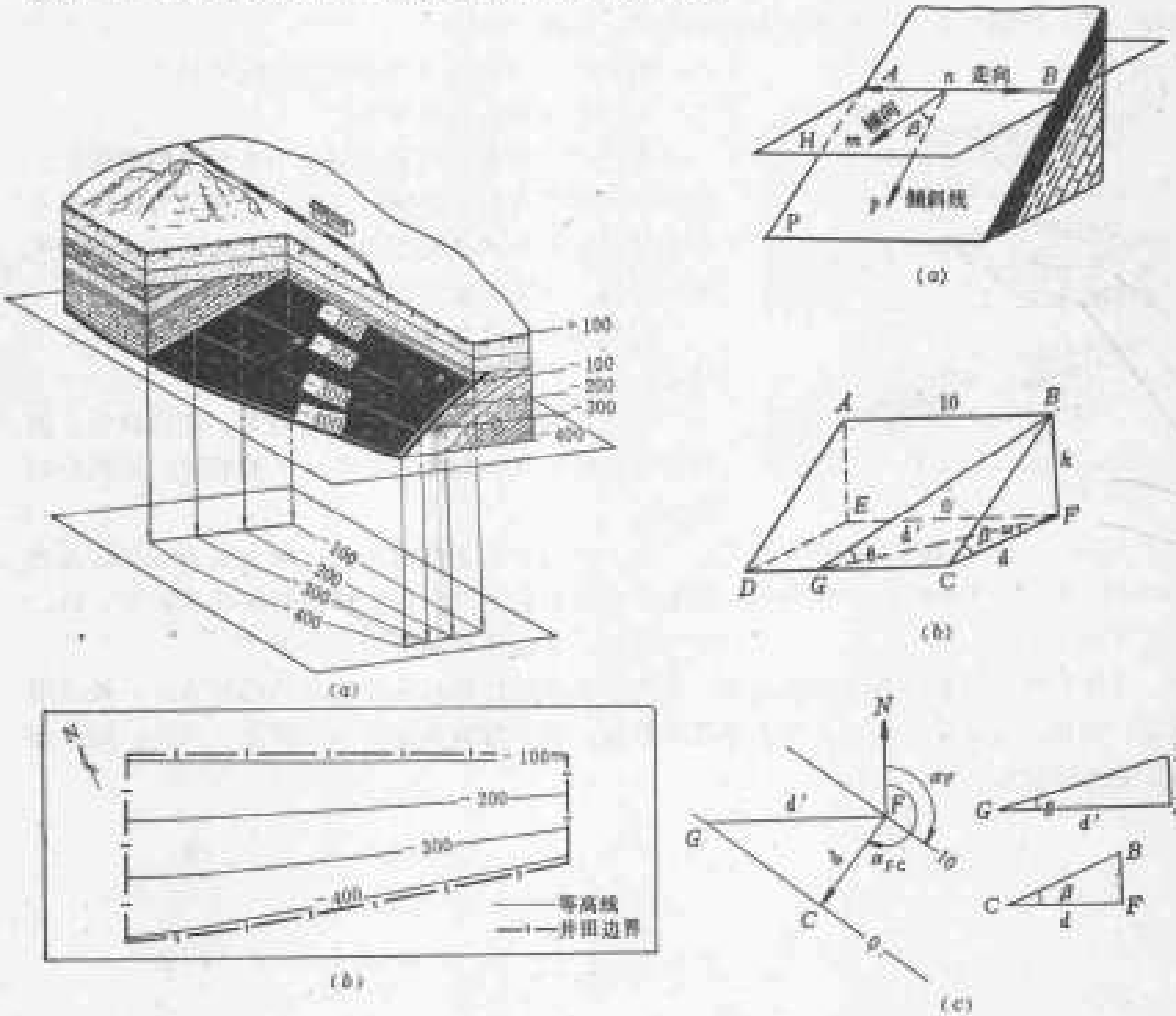


图 4-1 煤层底板等高线投影示意图

图 4-2 煤层产状要素及其等高线表示方法

$$\operatorname{tg}\beta=\frac{h}{d} \tag{4-1}$$

沿煤层底板作一直线BG，BG不垂直AB，其在水平面上的投影为FG，用d'表示，BG与水平面的夹角θ为伪倾角，则θ可由下式求出：

$$\operatorname{tg}\theta=\frac{h}{d'} \tag{4-2}$$

显然，由于d'大于d，因而伪倾角θ永远小于倾角β。在识读矿图中，切不可把伪倾角误认为倾角。

图4-2c为煤层产状要素的底板等高线表示方法。图中10m等高线为图4-2b中AB线在

水平面上的投影线，α_F为煤层走向方位角，α_{FC}为倾向方位角，另外还可以由图 4-2*c*求出煤层倾角β及任意方向的伪倾角θ。

了解了以上关系，就可以用煤层底板等高线来表示各种形态的煤层了。

三、煤层构造及其底板等高线图的特点

煤层构造是多种多样的，有的简单，有的复杂，概括起来，可以归纳为三种基本构造类型，即：单斜构造、褶曲构造和断层构造，如图4-3所示。

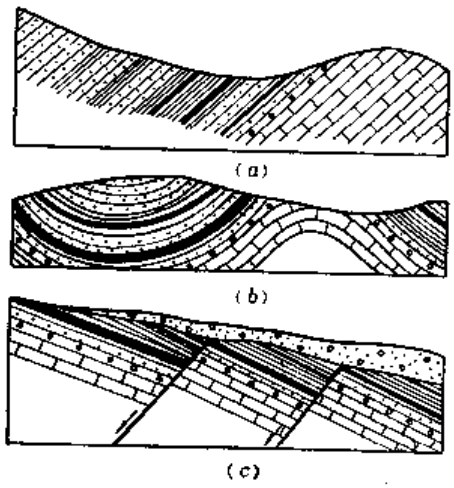


图 4-3 煤岩层基本构造类型

a—单斜构造；*b*—褶曲构造；*c*—断层构造

现介绍各种构造煤层底板等高线的特点。

（一）单斜构造的煤层

在一定范围内，大致向同一个方向倾斜的煤层，称为单斜构造煤层，如图4-3*a*所示。在较大范围内，单斜构造往往是其他构造的一部分，或者是褶曲构造的一个翼，或者是断层的一个盘。

用底板等高线表示单斜构造的煤层具有以下特点：

（1）煤层底板平整、倾角均匀、走向稳定，因而其等高线彼此大致平行，平距大致相等，如图4-4*a*所示。

（2）如煤层走向有变化，则表现为底板等高线弯曲；如倾角有变化，则表现为等高线平距不一致，平距越大，倾角越小，如图4-4*b*所示。

（3）煤层底板等高线的等高距，决定于图纸的比例尺和煤层底板的倾角，一般采用50m、20m、10m等。大比例尺、平缓的煤层，底板等高线的等高距较小，反之，则应选取较大的等高距。

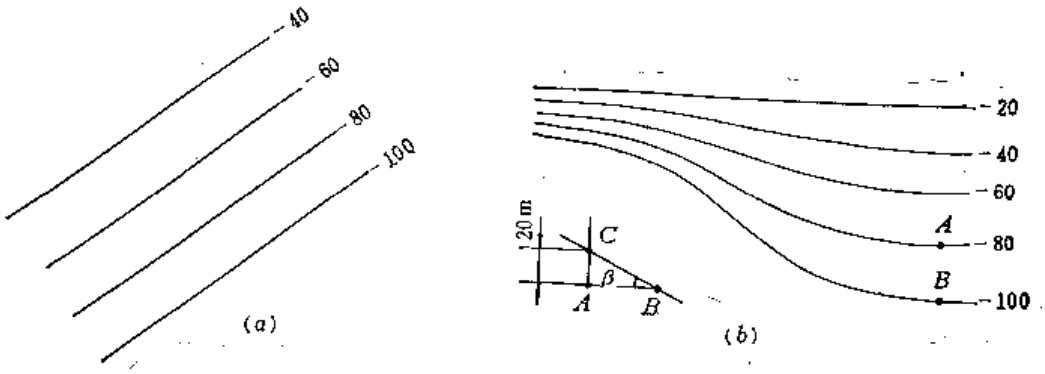


图 4-4 单斜构造煤层底板等高线图

（二）穹窿构造及盆地构造的煤层

穹窿构造的煤层是指中间凸起的煤层，盆地构造的煤层是指中间凹下的煤层。同地形图上的山丘和盆地一样，其底板等高线都是封闭的曲线，由中央向四周标高逐渐降低的为穹窿构造，逐渐增高的为盆地构造，如图4-5所示。

（三）褶曲构造的煤层

连续弯曲的煤层称为褶皱构造的煤层，如图4-6所示。褶皱构造中每一个弯曲部分称为褶曲构造，向上凸的部分称背斜构造，如图中的 a 部分；向下凹的部分称向斜构造，如图中的 b 部分。

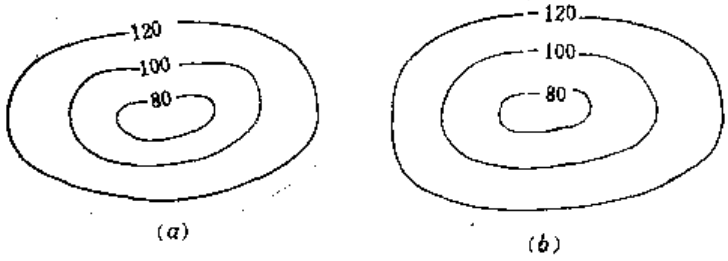


图 4-5 穹窿与盆地构造底板等高线图

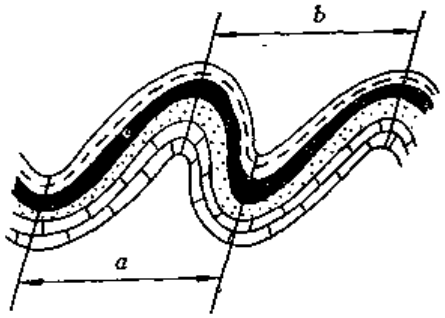


图 4-6 褶皱与褶曲构造示意图

1．褶曲构造要素

为了描述褶曲构造的空间位置和形态，给构成褶曲的各个部分都起了一个名称，例如核部、翼部、、轴部、轴线、枢纽等，总称为褶曲要素，如图4-7所示。

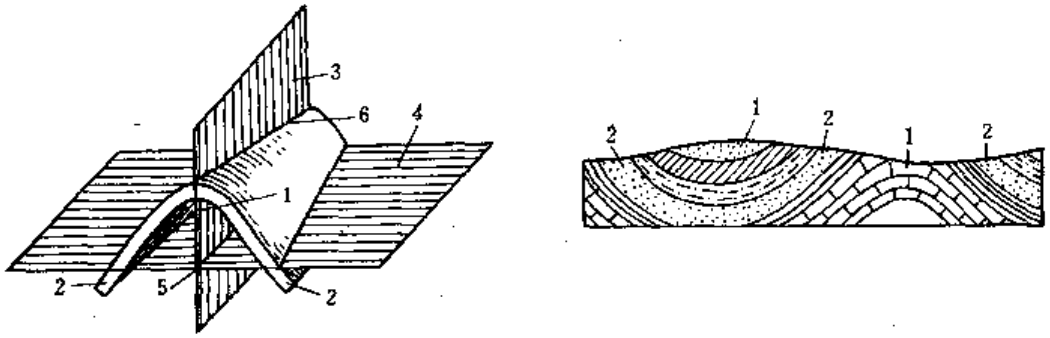


图 4-7 褶曲构造要素

1—核部；2—翼部；3—轴面；4—水平面；5—轴线；6—枢纽

1）核部和翼部 褶曲构造的内核部分称为核部，图中 1；核部两侧的煤层(或岩层)称为翼部，图中 2。

2）轴面和轴线 平分褶曲构造的假想平面称为轴面，图中 3；轴面和水平面的交线称为轴线，图中 5。由于褶曲形态的不同，轴面可以是直立的平面（或曲面），也可以是倾斜的平面（或曲面）。因而轴线可以是直线，也可以是曲线。

3）枢纽 轴面与煤（岩）层层面的交线称为枢纽，图中6。枢纽的形态取决于褶曲构造的形态，可以是水平的、倾斜的或波浪状的。

2．褶曲构造煤层底板等高线的特点

褶曲构造的煤层在空间的形态是多种多样的。其枢纽为水平的称为水平褶曲（如图4-8b），枢纽为倾斜的称为倾伏褶曲（如图4-8a）。

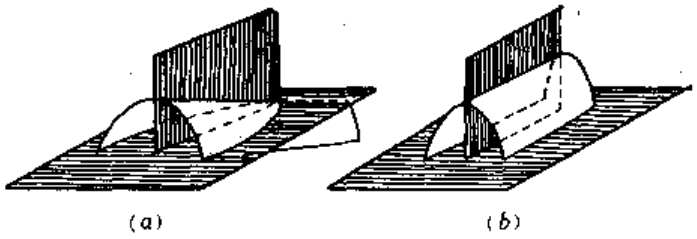


图 4-8　水平褶曲与倾伏褶曲示意图

水平褶曲的煤层，其底板等高线为一组大致平行的直线。这组连线两侧等高线标高值大，中间标高值小的为水平向斜，反之为水平背斜，如图4-9所示。

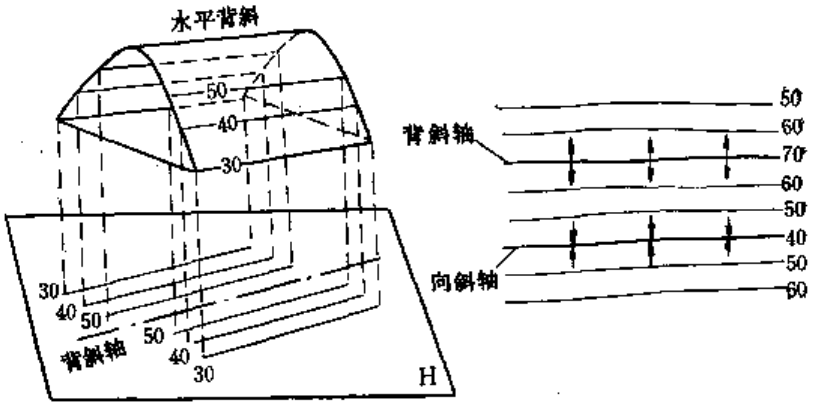


图 4-9　水平褶曲底板等高线投影图

倾伏褶曲在煤层底板等高线图上表现为一组不封闭的曲线。这组曲线，凸向标高值大的方向的为倾伏向斜构造，凸向标高值小的方向的为倾伏背斜构造，如图4-10所示。

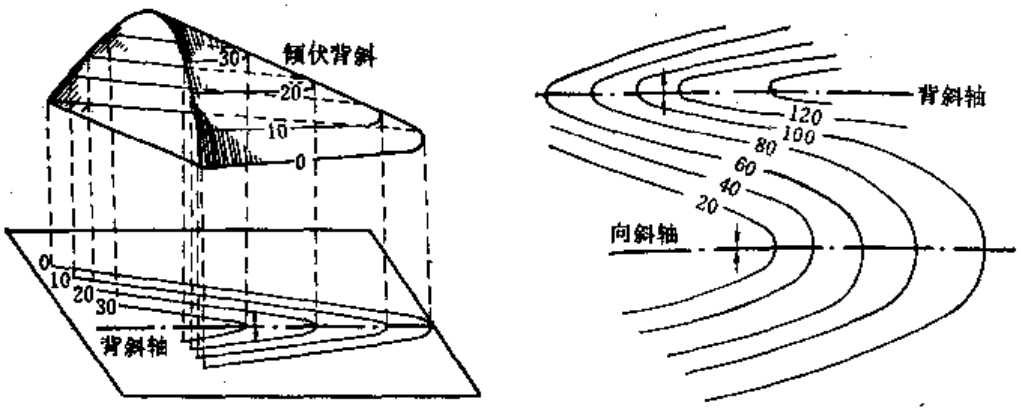


图 4-10　倾伏褶曲底板等高线投影图

褶曲构造煤层底板等高线密疏形态的不同，反映着褶曲构造的不同特征。如底板等高线密集，反映构造变化急剧，如图4-11的背斜部分；等高线稀疏，则反映其变化迟缓，如

图4-11的向斜部分。轴线两翼对应的等高线平距相等，说明两翼倾角相等，构造对称，如图4-11的向斜部分；轴线两翼对应的等高线平距不等，说明两翼倾角不等，构造不对称，如图4-11背斜部分。

（四）断层构造的煤层

煤层受力后发生断裂和相对位移所形成的构造形态称为断层，如图4-12所示。

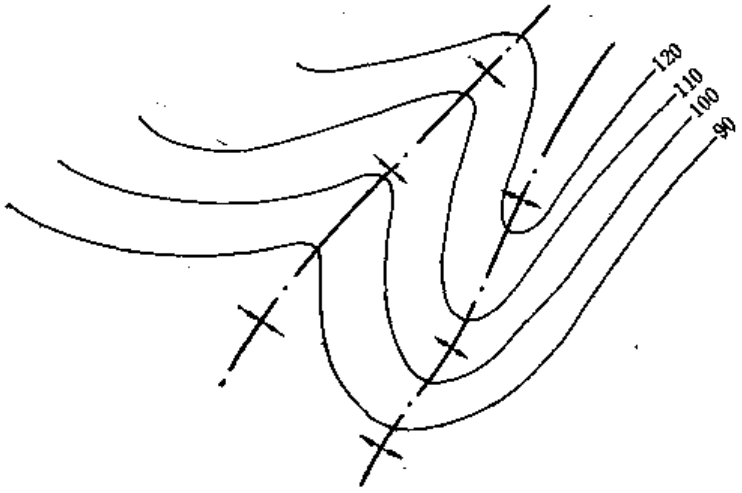


图 4-11 褶曲不同的形态

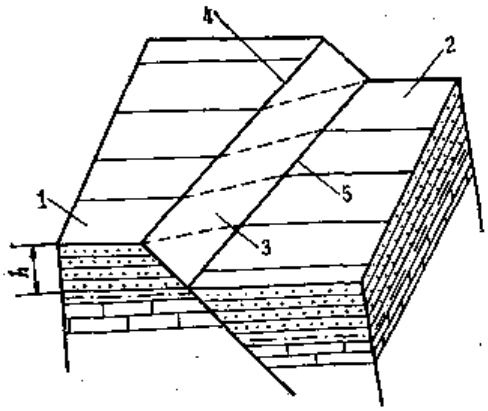


图 4-12 断层构造要素

1—下盘；2—上盘；3—断层面；4—下盘断面交线；5—上盘断面交线

1．断层要素

为了描述断层的性质及其在空间的形状，将断层的各个部位均定了名称(见图4-12)。

1）断层面 煤（岩）层发生相对位移的断裂面，称为断层面，如图中3。

2）上盘、下盘 如果断层面是倾斜的，则位于断层面上部的煤（岩）层，称为上盘，图中2；位于断层面下部的煤（岩）层，称为下盘，图中1。

3）断面交线 断层面与煤层底板的交线，称为断面交线。断面交线分上盘断面交线（图中5）与下盘断面交线（图中4）。

4）断距 断层两盘的相对位移量称为断距。断距通常是以不同方向的铅直剖面上煤（岩）层错开的距离来表示的。如图4-13所示，断层两盘同一岩层面相对位移的法向距离，称为地层断距，如图中a_1；断层两盘同一岩层面相对位移的水平距离，称为水平断

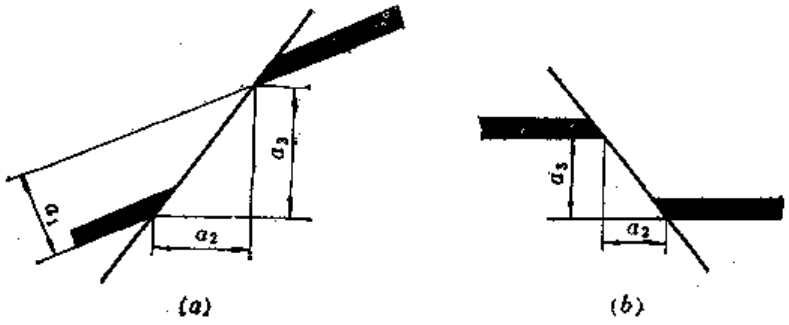


图 4-13 断距的种类

距，如图中a_2；断层两盘同一岩层面相对位移的铅直距离，称为铅直断距，亦称落差，如图中a_3。

2．断层构造煤层底板等高线的特点

煤层的断层构造一般由上盘煤层底板、下盘煤层底板和断层层面三个面所构成，将这三个面用标高投影的办法投影到水平面上，就是含断层构造的煤层的底板等高线图，如图4-14、4-15所示。图中a为有断层构造的煤层的底板等高线投影示意图，b为其底板等高线图。

识读断层构造煤层的底板等高线图，主要是在底板等高线图上辨别断层的性质、求算断层落差的大小，明确断层面在空间的位置。

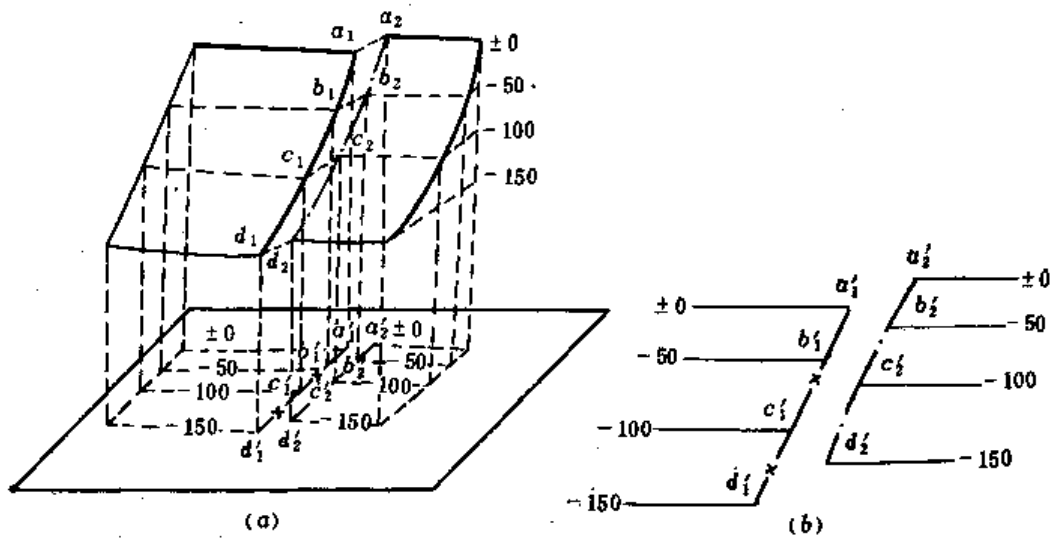


图 4-14　正断层投影示意及其底板等高线图

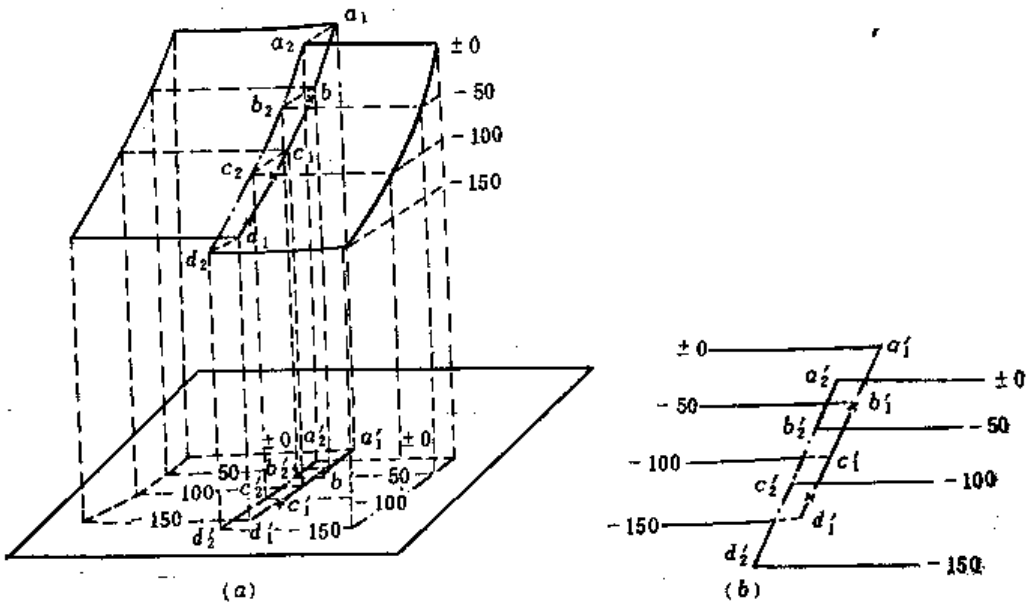


图 4-15　逆断层投影示意及其底板等高线图

1）断层性质

上盘沿断层面相对下盘向下移动的断层，称为正断层，如图4-12、图4-17和图4-14*a*所示；上盘沿断层面相对下盘向上移动的断层，称为逆断层，如图4-15*a*和图4-17所示。

在底板等高线图上，底板等高线中断并错开，就表明有断层。煤层底板与断层面错动的边界，一般用断面交线表示，“—·—·—”为上盘断面交线，该组等高线代表上盘煤层；“—×—×—”为下盘断面交线，该组等高线代表下盘煤层。在底板等高线图上，识别断层状态具有以下规律：

正断层煤层底板等高线的特点，是煤层底板等高线遇断面交线中断，中断部分等高线缺失（表示为无煤区），如图4-14*b*所示。

逆断层煤层底板等高线的特点，是煤层底板等高线遇断面交线中断，中断部分等高线重叠，表示煤层上下重复，如图4-15*b*所示。

2）断层落差

在不同的地段，断层落差经常是不一样的，就是同一个地段，沿不同方向作断层的铅垂剖面，所反映的断层落差值也不一样，如图4-16所示。

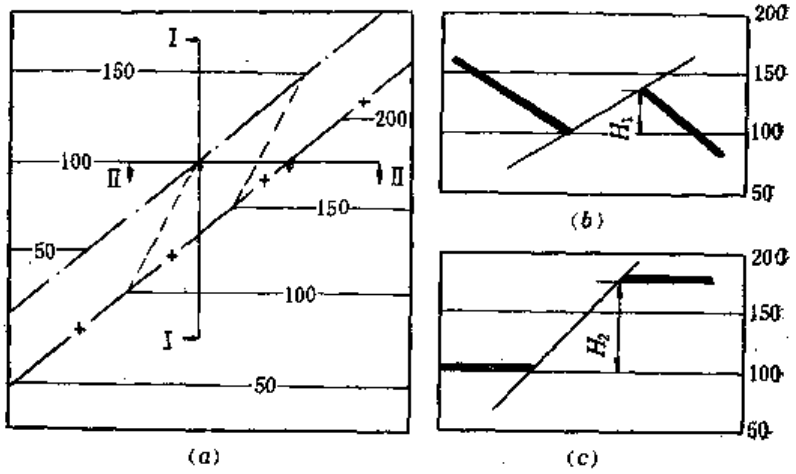


图 4-16　斜交断层落差

a—平面图；*b*—Ⅰ—Ⅰ剖面图；*c*—Ⅱ—Ⅱ剖面图

对倾向断层（断面交线大致与煤层倾向一致）和斜交断层（断面交线与煤层走向斜交）来说，在采煤生产中，最有实际意义和普遍应用价值的是沿煤层走向所作的铅直剖面上的落差，因为在煤层中的水平巷道，一般都是沿走向掘进的，遇断层后，人们往往都想知道巷道前方的煤层是上错还是下落，以及上错或下落多远的距离，这个问题实质上就是指断层在走向铅直剖面上的落差。如图4-17所示，图*a*为断层立体示意图，图*b*为沿走向的铅直剖面图，图*c*为断层构造煤层底板等高线图。如果是正断层，从一盘等高线与断面交线的交点*a*作延长线与另一盘的断面交线交于*b*点，*a*、*b*两点的标高差即为断层的落差。如果是逆断层，则煤层底板等高线（如图中上盘－80m等高线）与两条断面交线分别相交于*c*、*d*，这两点的标高差即为断层的落差。

对于走向断层（断面交线大致与煤层走向一致）或接近于走向断层的斜交断层，沿煤层倾向作铅直剖面所求出的断层落差，在采区巷道布置和回采工作面布置中，是有实际意义的。

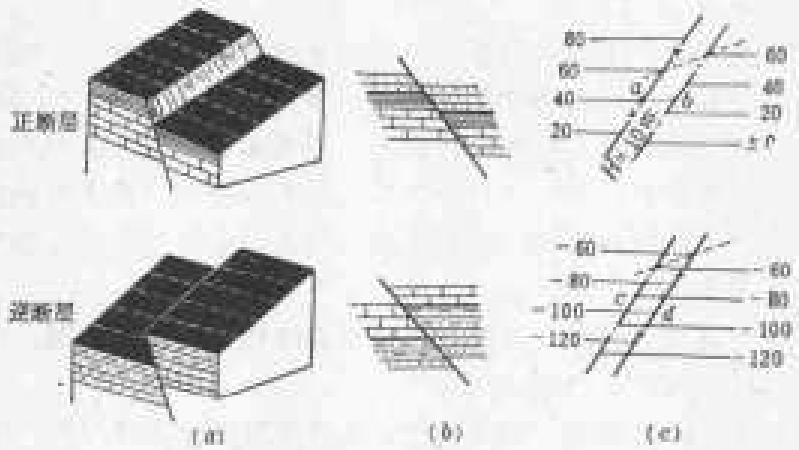


图 4-17 断层在底板等高线图和剖面图上的表示方法

3）断层面产状要素

同煤层层面一样，断层面在空间的位置和形态，是用断层面的走向、倾向和倾角来表示的。

在底板等高线图上，断层两盘等高线与断面交线相交，同标高的交点的连线即是断层面的走向线，如图4-17c中的虚线；在此平面图上，垂直于断层面走向线的直线，由高向低的方向，即为断层面的倾向；断层面的倾角则可根据断层面等高线的高差及平距，用式4-1求出。

应该指出，断面交线的方向（如图4-17c中的点划线和叉划线），不是煤层面的走向，也不是断层面的走向。

四、煤层底板等高线图的识读

煤层底板等高线图是反映煤层及其地质构造形态的图纸。煤层底板等高线图的识读可按以下方法进行：

1．单线追索

读图时，首先在图的一侧等高线中选一根等高线，观察它的标高起止位置，弯曲情况和断开情况。弯曲表示有褶曲，断开表示有断层。

2．划分块段

由于断层的存在，煤层底板等高线被断开，就能以断层的断面交线为界，把煤层分成若干块段。

复杂的煤层底板等高线图分成若干块段之后，每个块段就变得较为简单，识读起来就容易搞清楚。

3．总体概括

最后再把各个块段联系起来，综合分析，就可分清有几条断层，每条断层的性质，以及与其他构造的相互联系等。

〔例4-1〕图4-18为某矿煤层底板等高线图。煤层走向大致为东西方向、向南倾斜，北部煤层较缓，倾角约为8°～15°，南部煤层较陡，倾角约为40°～50°。该矿有四个断层，其中谷家寨断层、宋家沟断层和东沟断层为正断层，正阳断层为一逆断层。这些断层将煤层分成五个块段，东沟断层和宋家沟断层间的块段，为一缓坡向斜构造，两边的块段呈地

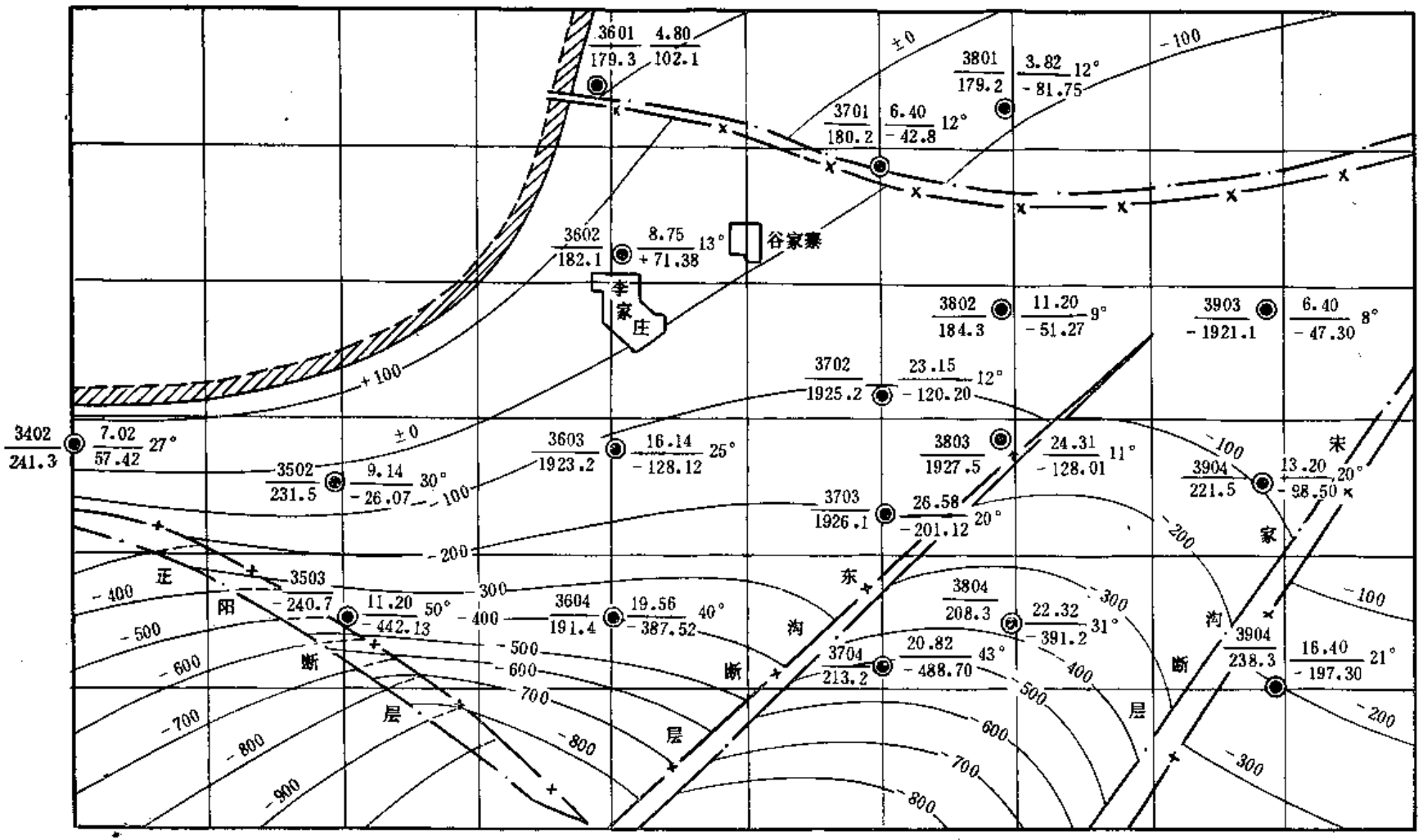


图 4-18 某矿煤层底板等高线图

垄形态；正阳断层和东沟断层之间的块段，坡度变化较大，由南向北，逐渐变缓，两边的块段呈地垒形态。

〔例4-2〕图4-19为某矿煤层底板等高线图的一部分。煤层走向由南西向北东方向延伸，倾向大致为南东方向，地质构造复杂，变化剧烈。识读时，结合剖面图，就容易看清楚了。

中部为一个较大的逆断层，把煤层分为两个块段，东部块段为上盘上升部分，此部分有两个背斜和两个向斜构造，其轴线彼此大致平行，都为南北方向；西部块段为下盘相对下移部分，靠西部有两个背斜和一个向斜构造，轴线也近于南北方向，靠中部煤层较稳定，倾角变化不大。东部块段大致有三分之二的煤层覆盖在西部煤层之上。

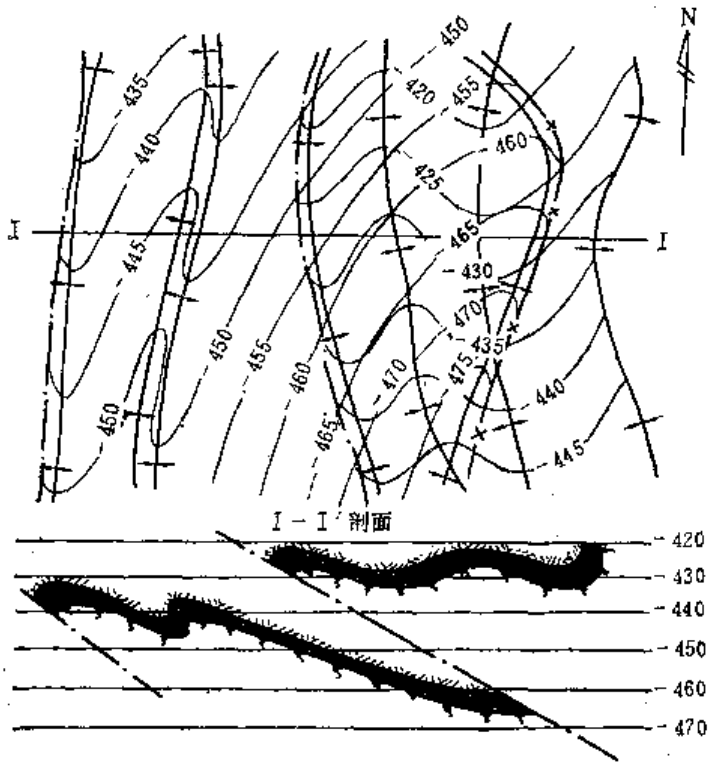


图 4-19　煤层底板等高线图

五、煤层底板等高线图的绘制方法

由于煤层埋藏条件、勘探方法、钻孔位置和各测点具体情况的不同，煤层底板等高线图的绘制方法也不一样。下面介绍两种常用的方法。

（一）标高内插法

在生产矿井，一般多使用这种方法。有时就用煤层采掘工程平面图作为底图进行编绘，因为在采掘工程平面图上，能找出各钻孔和巷道内各测点煤层底板的高程。作图方法如下：

1．标定钻孔或测点位置、注明高程

在平面图上标出各钻孔的平面位置，绘出巷道平面位置，并注明钻孔和巷道内各测点处煤层底板的高程，如图4-20*a*。

2．内插标高

用直线将各钻孔及各测点相连，然后用标高内插法找出各直线上高程为等高距整倍数点的位置，如图中高程为20的倍数各点的位置。

3．勾等高线

用光滑曲线将高程相同的各点连接起来，即得所求的煤层底板等高线图，如图4-20*b*所示。

（二）剖面法

根据地质勘探线剖面图绘制煤层底板等高线图时，一般使用这种方法。图4-21*a*为地质部门依据钻探成果绘制的四个剖面图Ⅰ—Ⅰ′、Ⅱ—Ⅱ′、Ⅲ—Ⅲ′、Ⅳ—Ⅳ′。现根据这些剖面图绘制煤层底板等高线图的方法如下：

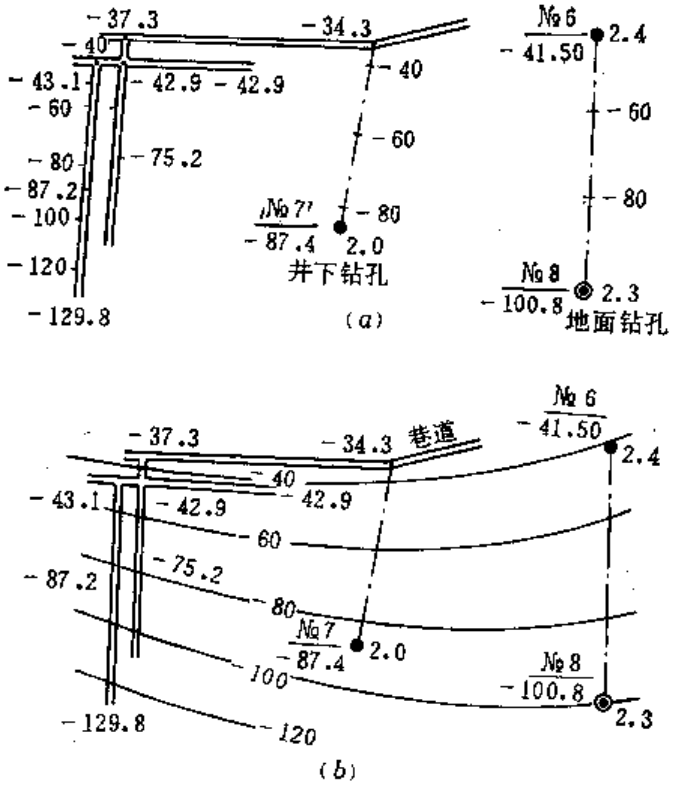


图 4-20 内插法绘制底板等高线图

（1）打方格网（见第一章第五节），参考地形地质图标注坐标。

（2）根据剖面图两端点的坐标值，在平面图（方格网）上绘出剖面线的位置，如图4-21 *b* 中的Ⅰ—Ⅰ′、Ⅱ—Ⅱ′等。

（3）绘出准线。以准线为基准，将每个剖面图上煤层底板与高程线的交点 *a* 、*b* 、*c* 、……分别对应地转绘到平面图上的剖面线上，得投影点 *a*′、*b*′、*c*′、……。转绘方法见Ⅰ—Ⅰ′剖面，其它剖面类同。

（4）经过分析，将相邻剖面线上同标高的投影点用圆滑曲线连接起来，即得所求的煤层底板等高线图。

显然，地质剖面越多，绘出的底板等高线越精确。但这样会增加地质勘探的工作量。

（5）当在剖面图上遇有断层时，则需要把上、下盘煤层底板断失点$F_{I上}$、$F_{I下}$、$F_{II上}$ $F_{II下}$分别转绘到相应平面图的剖面线上，得$F'_{I上}$、$F'_{I下}$、$F'_{II上}$、$F'_{II下}$各点，再把同一断层上盘煤层底板断失点的投影点$F'_{I上}$、$F'_{II上}$用点划线（—·—·—）相连，下盘煤层底板断失点的投影点$F'_{I下}$、$F'_{II下}$用叉划线（—×—×—）相连，即得上、下盘的断面交线（见图4-21 *a* 中的Ⅰ—Ⅰ′、Ⅱ—Ⅱ′剖面及图4-21 *b* 中的Ⅰ—Ⅰ′、Ⅱ—Ⅱ′剖面线）。

应用标高内插法和对剖面图上煤层底板变化情况和平面图上煤层底板等高线延伸趋势的分析比较，确定出上、下盘断面交线上有关点的标高数值，然后将同盘同标高的各点相连，即得有断层的煤层底板等高线图，如图4-21 *b* 中Ⅰ—Ⅰ′、Ⅱ—Ⅱ′剖面处的等高线图。

六、煤层底板等高线图的应用

现将煤层底板等高线图在煤矿设计和生产中的主要应用简述如下：

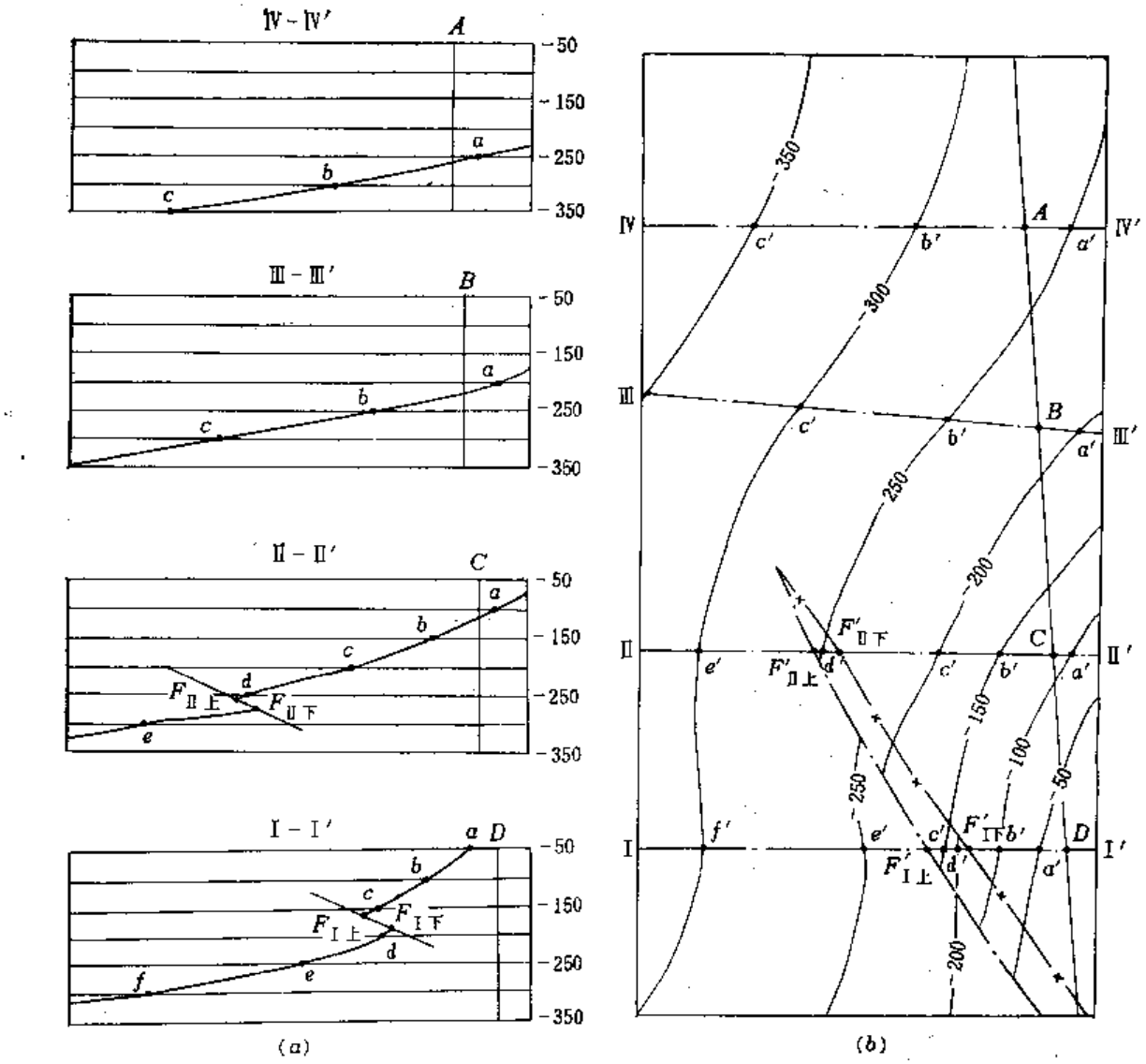


图 4-21 剖面法绘制煤层底板等高线图

（一）用于了解煤层产状要素及地质构造

如上所述，在煤层底板等高线图上，可以了解煤层的走向、倾向和倾角及其变化情况；了解地质构造分布及其形态，还可以了解煤层的厚度及其变化情况等。

（二）用于计算矿井的煤炭储量

在设计一个矿井前，要在底板等高线图上详细计算井田的各级储量；矿井投产后，也要根据开采情况进行各种煤炭储量的计算。利用煤层底板等高线图进行储量计算，可按以下步骤进行：

1．划分块段

根据煤层埋藏条件、井田技术边界、较大的地质构造、煤层厚度和地质勘探程度等因素，将井田划分为若干个计算储量的块段。

如图4-22所示，煤层埋藏比较稳定，煤层厚度变化不大，平均厚度为4.8～5.2m，而倾角变化较大，所以根据倾角的不同，将煤层划分成三个计算块段。如图中圆圈内第一行数字为块段编号，英文字母A、B……等为勘探级别，第二行为煤层厚度和倾角，第三行为块段的面积，最下一行为该块段的煤炭储量。

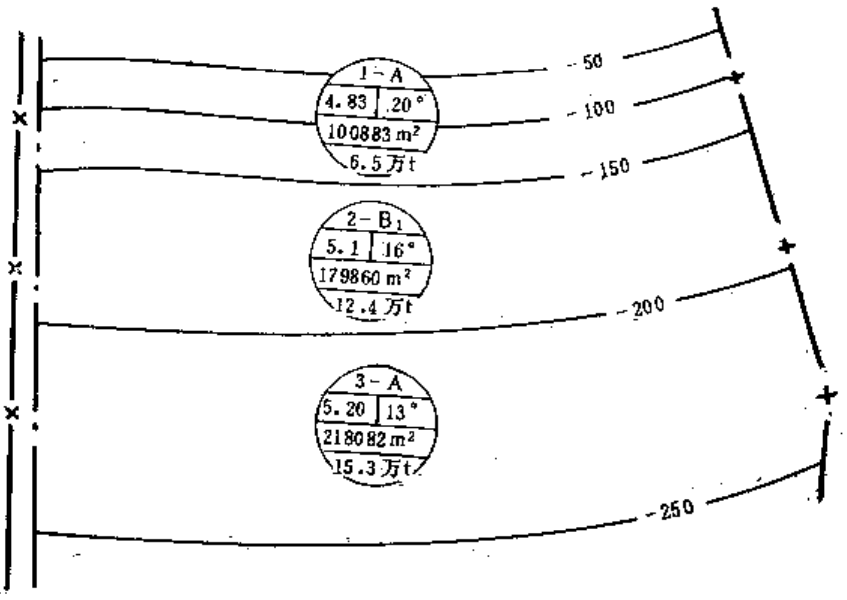


图 4-22 分块段计算储量

2．计算各块段面积

在底板等高线图上，用几何方法或用求积仪计算出每个块段的水平投影面积S'。

3．将块段水平面积换算成实际面积

按下式将水平投影面积换算成煤层的实际面积S。

$$S = \frac{S'}{\cos\beta},\ \mathrm{m}^2 \tag{4-3}$$

式中 β——块段内的煤层平均倾角。

4．按块段计算储量

各块段的储量按下式计算：

$$Q = S \cdot M \cdot r \tag{4-4}$$

式中 Q——块段的煤炭储量，t；

r——煤的平均容重，$\mathrm{t/m^3}$；

M——块段内垂直顶底板方向的煤层平均厚度，m。

5．将各块段的储量相加，即得该矿的煤炭总储量

在底板等高线图上，划分块段，进行储量计算，并标出各种储量及其边界。这种图称为储量计算图。储量计算图是编制年度计划中计算三个煤量和不同勘探程度的各级煤量的主要图纸。图4-23为一张储量计算图（图中圆圈内英文字母A、B、C为勘探等级，中间一行为煤层的厚度和倾角，下行的阿拉伯字为块段编号）。图的上部已进行巷道掘进和回采工作，根据巷道掘进情况，圈定了三级煤量，中央部分为回采煤量，左边开掘了采区上山，其煤量为准备煤量，右边尚未掘采区上山，其煤量为开拓煤量。图的下部是根据钻孔资料、巷道掘进资料和煤层勘探程度划分的各级煤量计算块段及块段储量。

（三）用于采掘设计

煤层底板等高线图是进行矿井设计的必备基础资料，如开采水平和采区的划分，大巷位置的确定，开拓巷道及采区巷道的布置等，都是在底板等高线图上根据煤层埋藏和地质

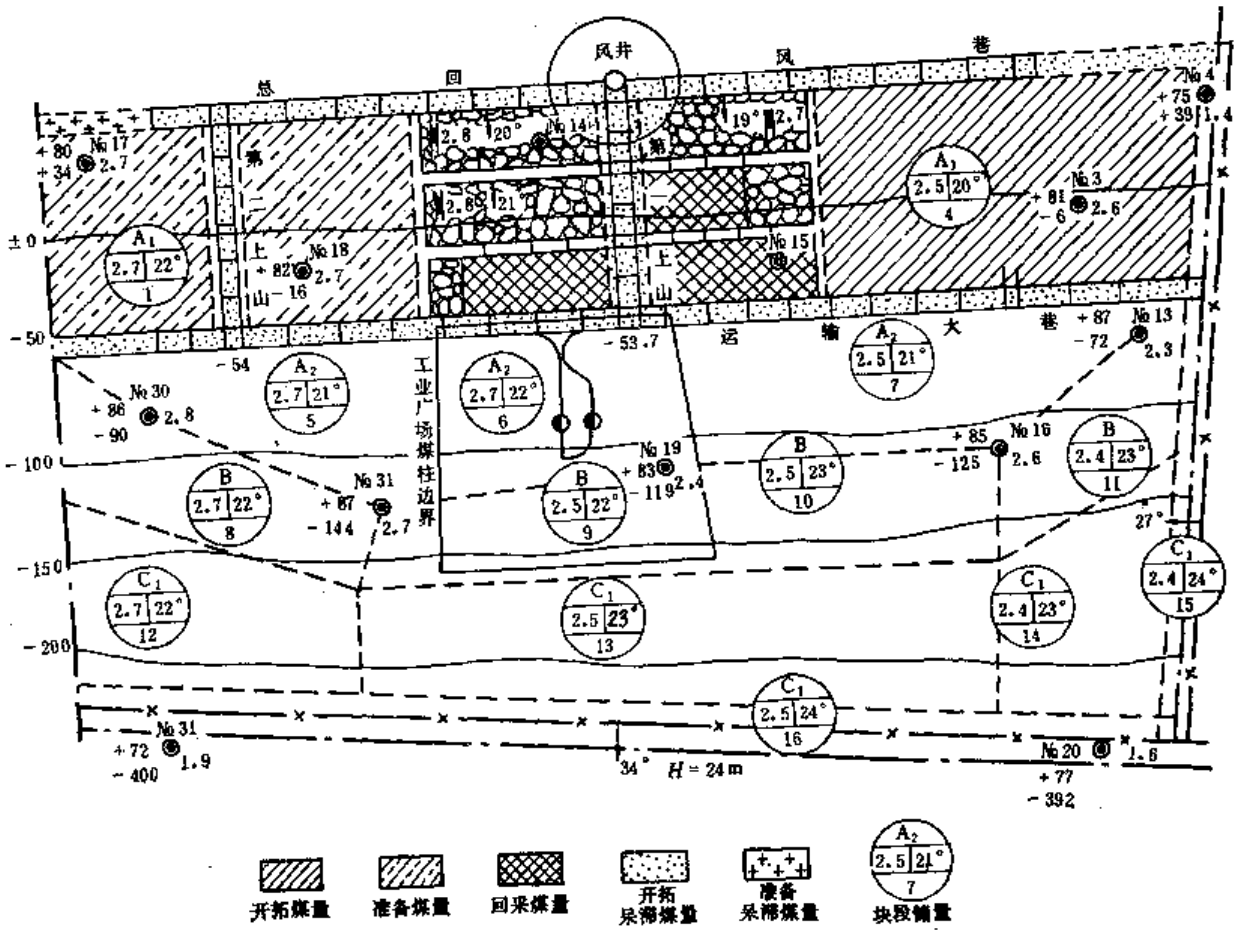


图 4-23 储量计算图

构造等情况进行的。

为了练习识读和应用煤层底板等高线图，现仅举例说明如何在煤层底板等高线图上设计水平巷道的方法。

1．沿煤层开掘水平巷道的设计

大致沿煤层底板等高线开掘的巷道即为沿煤层开掘的水平巷道。图4-24为一煤层底板等高线图，现要求在它的上面沿煤层设计一条－60m高程的水平巷道。

为了解决这个问题，首先应该求出－60m 等高线的位置。用 标高内插法，在 等 高线－50m与－100m之间方向有变化的地点求出数个－60m的标高 点 K_1、K_2、K_3……，将这些点连接起来，即为－60m等高线，如图中的虚线。沿此虚线设计的平巷，即为所求的沿煤层－60m水平巷道。

2．沿煤层平巷通过褶曲的设计

在图4-25所示的煤层底板等高线图上，有一褶曲构造，确定沿煤层－60m的平巷如何通过此褶曲的方案。

首先求出－60m煤层底板等高线（图中虚线）。显然，巷道若沿虚线设计，在褶曲构造部分弯曲就太大，运输极不方便，故巷道在此处不再随煤层底板等高线掘进，而掘进岩石巷道。这样就有三个方案过此褶曲构造：

（1）平巷从煤层底板通过；

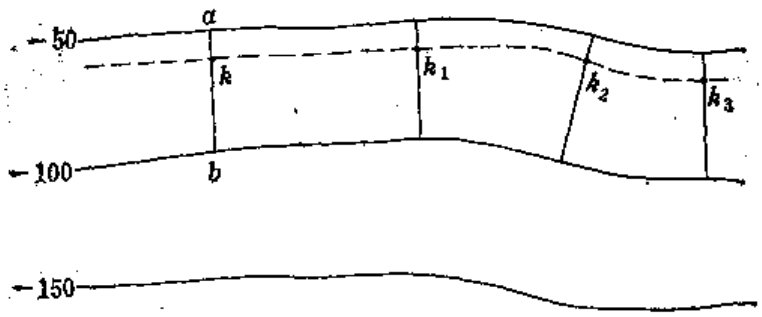


图 4-24　沿煤层开掘水平巷道的设计

（2）平巷从煤层顶板通过；

（3）平巷先穿煤层顶板，遇煤层又穿底板到达煤层，再沿煤层底板等高线掘进。

根据顶底板岩石性质，从以上三个方案中选择一个方案即可。

3．沿煤层平巷通过断层的设计

图4-26是一个有正断层构造的煤层底板等高线图，要求设计一条高程为－60m的沿煤层平巷通过断层。

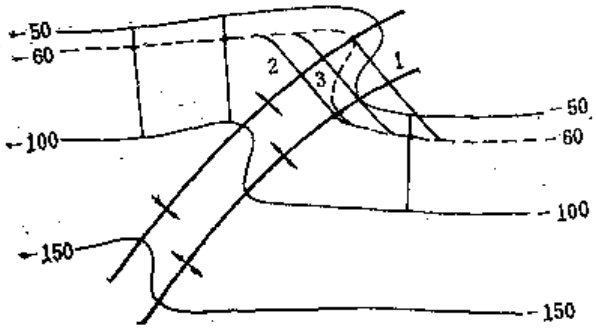


图 4-25　沿煤层平巷通过褶曲的设计

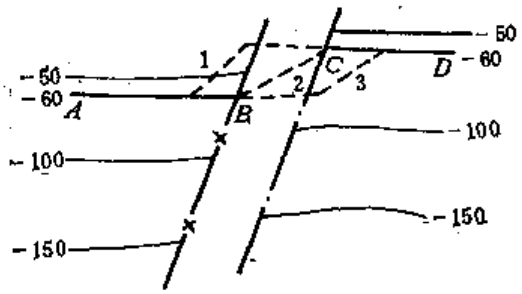


图 4-26　沿煤层平巷过正断层的设计

首先，求出－60m水平的沿煤层平巷在上、下盘煤层中的位置AB、CD。假如此平巷是在下盘方向接近断层的，则过此断层有三个方案：

（1）B、C两点的连线BC即为断层面的－60m走向线，因此，从B点沿BC掘石门2可到达上盘煤层C点；

（2）假若断层面很破碎，掘进和维护巷道都有困难，则可先掘进石门1，然后沿煤层走向线，穿过断层面，与上盘煤层的－60m等高线相交；

（3）沿－60m水平按原方向穿过断层面，遇上盘煤层的顶板后，掘顶板石门3与上盘煤层相遇。

根据断层情况及顶底板岩石性质，并考虑安全、施工及巷道维护等因素，在上述三个方案中选择一个方案。为了能清楚地了解断层状况并准确施工，选用第三方案较好。

图4-27是一个有逆断层的煤层底板等高线图，要求设计一条高程为－60m的沿煤层平巷过此逆断层。

首先确定上、下盘高程为－60m的沿煤层平巷的位置AB、CD。假如平巷是由下盘方向接近断层的，则过此断层有两个方案：

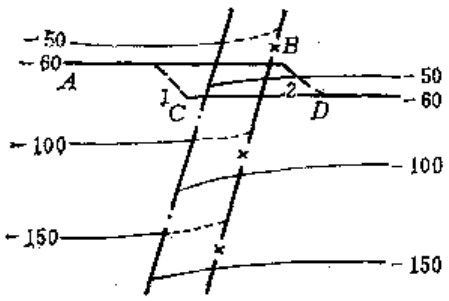


图 4-27　沿煤层平巷过逆断层的设计

（1）AB平巷在B点遇断层后，按原方向掘进一段距离，此时，巷道处于上盘煤层底板，然后掘底板石门2，便在D点遇上盘煤层；

（2）先在下盘掘顶板石门1，在C点遇断层，过断层遇上盘煤层－60m等高线，再沿CD方向掘进。

根据顶底板岩石性质、断层情况以及有关影响巷道布置的其他因素，选择一个方案，一般多选用第二方案。

（四）用于预计断层的位置

在采掘工作中，预先知道断层位置以便及时采取安全技术措施，对安全生产具有重要意义。这个问题也可利用煤层底板等高线图来解决。现举例说明如下：

1．预计同一煤层巷道掘进中遇到断层的位置

这主要是指在同一煤层的不同标高处掘进巷道，当一巷道遇到了断层，预计另一巷道将要遇到断层的位置。这有以下两种情况：

（1）如果有了煤层底板等高线图和准确的断层位置，如图4-28a所示，20m平巷在A处发现断层，测定该断层的走向、倾向和倾角与图中所绘无误时，则只需将80m平巷延至断面交线C处即可遇到断层。在图上量出的BC距离，就是掘进工作面离断层的距离。

（2）如在底板等高线图上没有准确的断层位置，如图4-28b所示，而20m平巷在A处遇到断层，80m平巷已掘至B处，试问此巷何时遇到断层？

这时，首先在巷道的A处测定断层面的走向、倾向和倾角，根据现场实测资料，在图上画出20、40、60、80m断层面的等高线，如图中的虚线。这些断层面等高线和煤层的同标高等高线的交点k_1、k_2、k_3的连线，就是断层面与煤层底板的断面交线，如图中的MN线。因此，在煤层下盘掘进巷道，凡遇到断面交线MN，就是遇到断层，如80m平巷将在K_3点遇到断层。

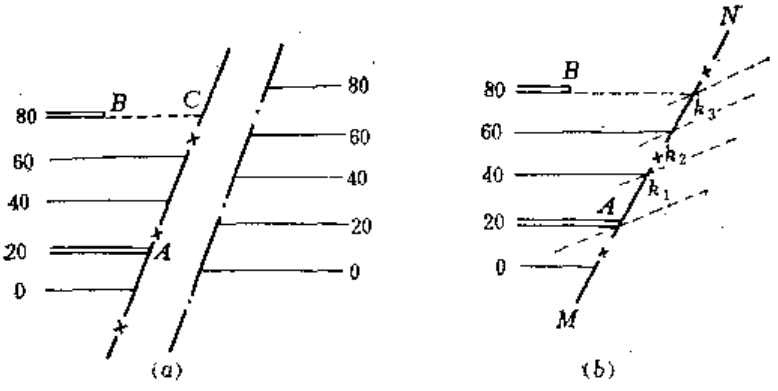


图 4-28　预计煤层巷道遇到断层位置

2．预计岩层平巷遇到断层的位置

图4-29为一煤层底板等高线图，现要求沿AB方向作一高程为210m的岩石平巷，求此巷遇到断层的位置。

首先分别在断层两盘上作210m煤层底板等高线，这两条等高线与断面交线分别相交于G、H两点。连接GH，GH即为断层面上的210m等高线。GH与AB线相交于E，E点即为岩层巷AB遇到断层的位置。

在有瓦斯与煤尘突出危险的矿井内，预计岩巷见煤点的位置也很重要，图中的C、D、F各点为该岩石巷道的见煤点。

3．预测不同煤层中的断层位置

在一个井田内有数个煤层时，上部煤层中发现了断层，往往希望知道下部煤层中该断层的位置。这可通过在上下两层煤的底板等高线图上作断面交线的方法来解决。

如图4-30所示，上下两层煤的底板等高线绘制在一起，在采掘上层煤时，遇到了一个正断层P，测定了断层的走向和倾角，并在图中绘出了其上、下盘的断面交线和断层面的走向线。

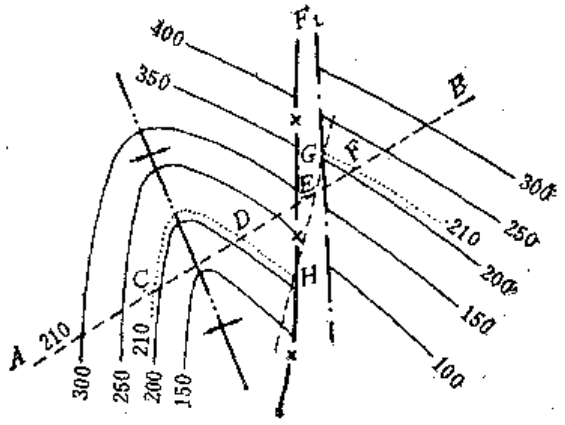


图 4-29　预计岩层平巷遇到断层的位置

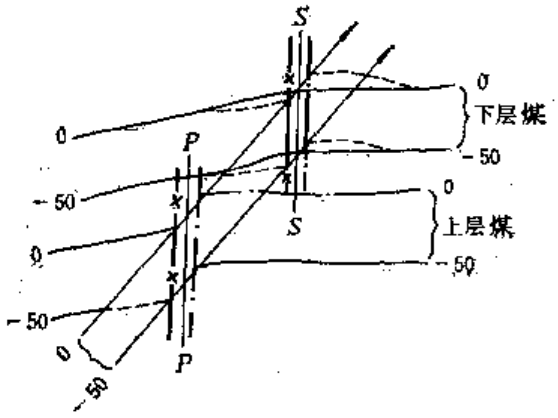


图 4-30　预测下层煤断层位置

为寻找下层煤的断层位置，延长上层煤的断层面的走向线，与下层煤同标高的底板等高线相交，连接各交点得交线SS。然后在SS线的两旁，对上、下盘煤层底板等高线仿照上部煤层情况作局部修改，即得下层煤上下两盘的断面交线。

第二节　井田地形地质图

一、概述

井田地形地质图是一种综合反映井田范围内地形、地物、地质构造、岩（煤）层和其他有益矿产分布以及勘探工程布置等情况的图纸。

井田地形地质图的内容主要包括：地表的地貌、地物情况；全部钻孔、探槽、探井、勘探线等勘探工程情况；地层分界线、地层产状及分布；煤岩层露头线、断层线、褶曲轴、岩浆岩分布范围；井田边界线、老采空区、生产矿井采掘范围、滑坡范围及最高水位线等。

井田地形地质图的用途很广，设计部门用来选择运输干线、供电线路，确定井口、工业广场、重要建筑物、石料场等的位置，考虑保护农田、寻找水源和建筑材料等；生产部门用于编制井上下对照图，了解地表对开采的影响和开采对地表的影响，防止建筑物布置在煤层上方造成的压煤现象或考虑留设保护煤柱等。

绘制地形地质图的方法，一般是以地形图为底图，再将所测得的地层和各种地质构造等资料填绘在底图上。实际上，地形地质图是地形图和地质图重叠绘制在一起的图件。

绘制地形地质图的比例尺一般采用1:5000，在平原及构造简单地区用1:10000，适用露天开采的井田或地段用1:2000。

二、地层系统及其代表符号

为了阅读井田地形地质图，辨明岩层的新老关系，判别地质构造及岩层产状，需要地层系统单位名称及其代表符号的基本知识。下面简介有关的基本知识。

根据沉积岩的生成顺序，最先沉积的岩层称为老岩层，最后沉积的岩层称为新岩层。一般情况下，老岩层位于最下部，新岩层位于最上部。根据地壳发展史，由各个地质时代所沉积的具有不同特征的岩层构成了整个的地层系统。

国际上通用的地层划分单位分为界、系、统三级。界是最大的地层单位，它的划分主要是根据生物界演化史上的大阶段，将整个地层从老至新分为太古界、元古界、古生界、中生界、新生界五个大的单位；每个界可划分为次一级的地层单位——系；系又可再划分成若干个更次一级的地层单位——统，通常一个系可分为上、中、下三统，少数系仅分为上、下两统。

在地质图上，经常用规定的专用符号说明地层的单位名称，我国统一的地层系统单位名称及其代表符号如表4-1。

三、各种地质构造在地形地质图上的表现

岩层（或煤层）在地面上露出的部分称为露头，其层面与地面的交线称为岩（煤）层露头线。将地形等高线、岩（煤）层的露头线以及各种地质构造线，一起投影到水平面上，就构成了地形地质图的基本面貌。

由于岩（煤）层的产状及地貌的不同，在地形地质图上各种地层界限形态也不一样。因此，识读地形地质图，必须熟悉露头线在地形地质图上的表现形态，露头线和地形等高线的关系，以及各种地质构造在地形地质图上表现的一般规律。

（一）单斜构造在地形地质图上的表现

1）岩层产状不同，露头形态也就不同。如图4-31所示，水平岩层的地层界线在地质图上的特点是与地形等高线一致，其露头形态完全取决于地形，直立岩层的地层界线，在地质图上是一条直线，顺着岩层走向延伸，不受地形的影响；倾斜岩层的地层界线是弯曲的，并且与等高线相交。

2）当岩层是倾斜的而地面地形是起伏的时候，则岩层的露头线在地形地质图上就会出现复杂的弯曲，其复杂的程度和形态，决定于地形起伏的程度和岩层产状变化情况。一般有以下规律：

（1）当岩层倾向与地面坡向相反时，则露头呈“V”字形或锯齿状曲线。在山谷处是一个尖端指向上游的“V”字形，在山脊处形成一个尖端指向下端的“V”字形。岩层倾角越小，所形成的“V”字形与地形等高线就越接近平行。倾角越大，“V”字形越比等高线形状开阔，如图4-32 *b* 所示。

（2）当岩层倾向与地面坡向一致，且岩层倾角大于地面坡角时，则在山谷处形成尖端指向下游的“V”字形，在山脊处形成尖端指向上坡方面的“V”字形，如图4-33所示。

表 4-1 地层单位名称及其代号

界 （代号）	系 （代号）	统 （代号）
新生界 K_z	第四系 Q	全新统 Q_h 更新统 Q_p
	第三系 R	上新统 N_2 中新统 N_1 渐新统 E_3 始新统 E_2 古新统 E_1
中生界 M_z	白垩系 K	上白垩统 K_2 下白垩统 K_1
	侏罗系 J	上侏罗统 J_3 中侏罗统 J_2 下侏罗统 J_1
	三迭系 T	上三迭统 T_3 中三迭统 T_2 下三迭统 T_1
古生界 P_z	二迭系 P	上二迭统 P_2 下二迭统 P_1
	石炭系 C	上石炭统 C_3 中石炭统 C_2 下石炭统 C_1
	泥盆系 D	上泥盆统 D_3 中泥盆统 D_2 下泥盆统 D_1
	志留系 S	上志留统 S_3 中志留统 S_2 下志留统 S_1
	奥陶系 O	上奥陶统 O_3 中奥陶统 O_2 下奥陶统 O_1
	寒武系 ϵ	上寒武统 ϵ_3 中寒武统 ϵ_2 下寒武统 ϵ_1
元古界 P	震旦系 Z	
太古界 A_r		

（3）岩层倾向与地面坡向一致，而岩层倾角小于地面坡角时，则露头线所形成的“V”字形与地形的关系，跟岩层倾向与地面坡向相反时的情况相似，所不同之处，在于它的”V”字形较等高线狭窄，而岩层倾向与地面坡向相反时，露头线所形成的“V”字形比等高线开阔，如图4-34所示。



图 4-31　水平、直立、倾斜岩层在地形地质图上的表现

a—立体示意图，*b*—地形地质图

Ⅰ—水平岩层；Ⅱ—直立岩层；Ⅲ—倾斜岩层

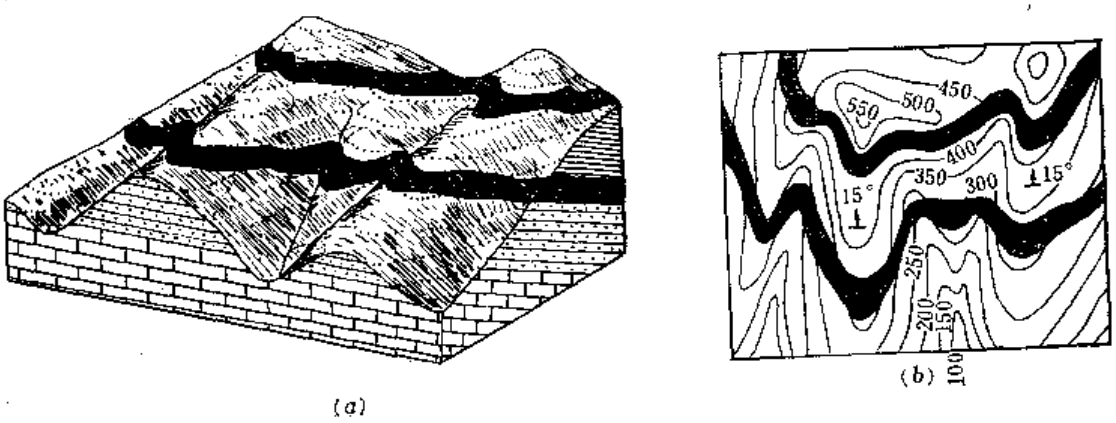


图 4-32　岩层倾向与坡向相反时“V”字形规律

a—立体示意图，*b*—地形地质图

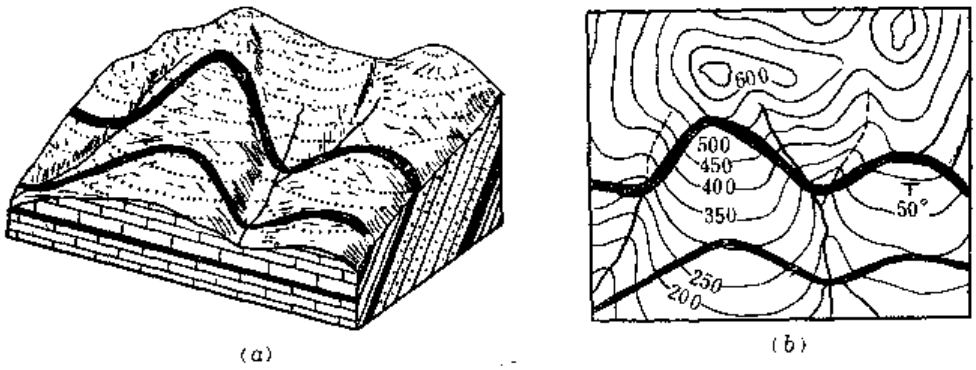


图 4-33　岩层倾向与坡向一致，且倾角大于坡角时“V”字形规律

a—立体示意图，*b*—地形地质图

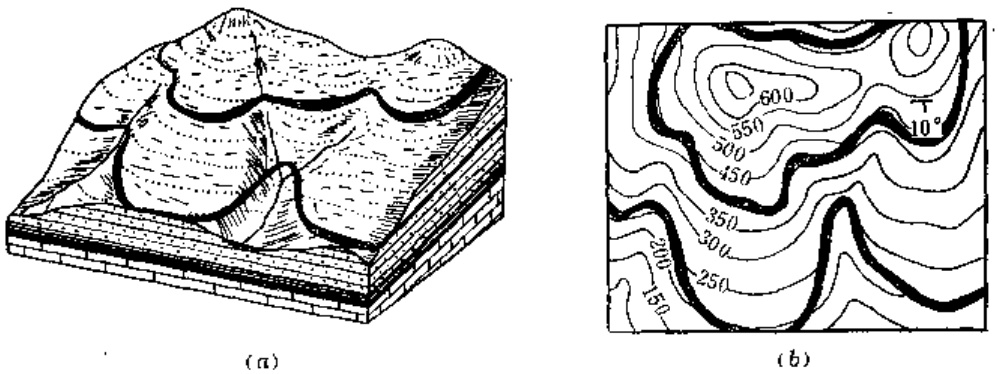


图 4-34　岩层倾向与坡向一致，且倾角小于坡角时“V”字形规律

a—立体示意图，*b*—地形地质图

3）倾斜岩层的露头宽度，决定于岩层厚度、地形坡度和岩层倾角。由于三者都有变化，所以在地形地质图上，同一岩层的露头宽度常有宽窄不同的现象。

（二）褶曲构造在地形地质图上的表现

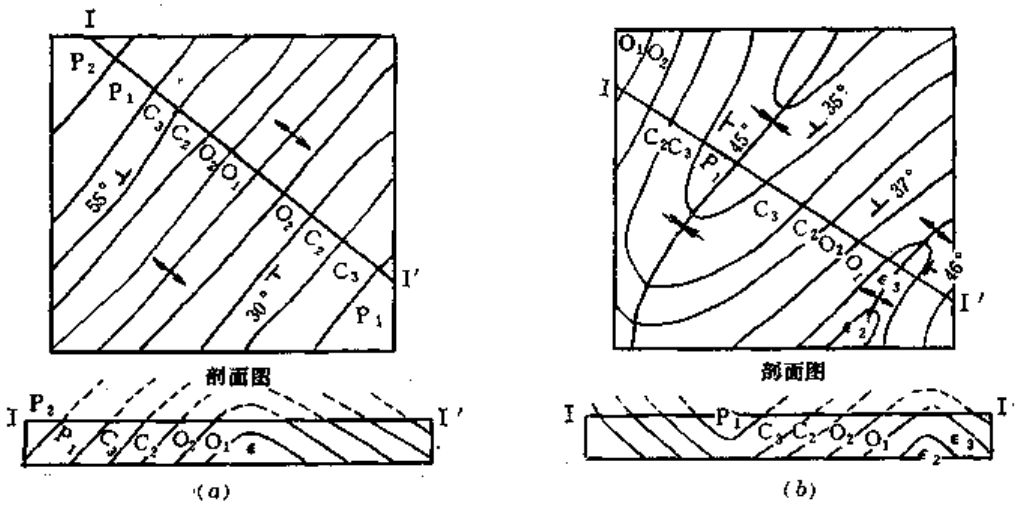


图 4-35 褶曲构造在地形地质图上的表现

a—水平褶曲在水平切面图和剖面图上的表现；*b*—倾伏褶曲在水平切面图和剖面图上的表现

1）在地形平坦的情况下，水平褶曲的露头线为一组平行线，如图4-35*a*所示；倾伏褶曲露头线表现为一组呈“之”字形的弯曲线，如图4-35 *b* 所示。

在这种情况下，背斜和向斜的判断方法，可以岩层的新老关系为依据，自核部向两翼，岩层由老到新为背斜，而由新到老则为向斜。

2）在山高、沟深起伏很大的情况下，单斜构造在地形地质图上的露头线也出现弯曲。所以，在地形地质图上，露头线的弯曲受地形和褶曲构造两个因素的影响。区别哪些是地形影响，哪些是褶曲构造的影响，主要依据以下三点：

（1）根据岩层产状来判断，即单斜构造的岩层露头线因地形影响发生弯曲时，其产状并不变化，见图4-32；褶曲构造的岩层露头线发生弯曲时，其岩层走向会发生变化，见图4-35。

（2）根据有无轴线来判断，即单斜构造无轴线；褶曲中的背斜构造有背斜轴线符号，向斜构造有向斜轴线符号，如图4-35所示。

（3）根据岩层露头线弯曲情况与地形等高线的关系来判断，即单斜构造露头线弯曲与地形等高线有明显的规律性——“V”字形尖端指向一致或相反，如图4-32、4-33、4-34所示；褶曲构造露头线弯曲与地形等高线无明显规律性，如图4-36所示，abc线上地形变化不大，但岩层界线则发生多次弯曲。

（三）断层构造在地形地质图上的表现

在地形地质图上，断层构造是用断层线表示的。所谓断层线是指断层面与地面的交线。用不同符号的断层线表示不同性质的断层。图4-37中F_1表示正断层，符号为，F_2表示逆断层，符号为，箭头表示断层面的倾向，双短线表示下降的一盘，*H*表示落差，度数表示断层面的倾角。

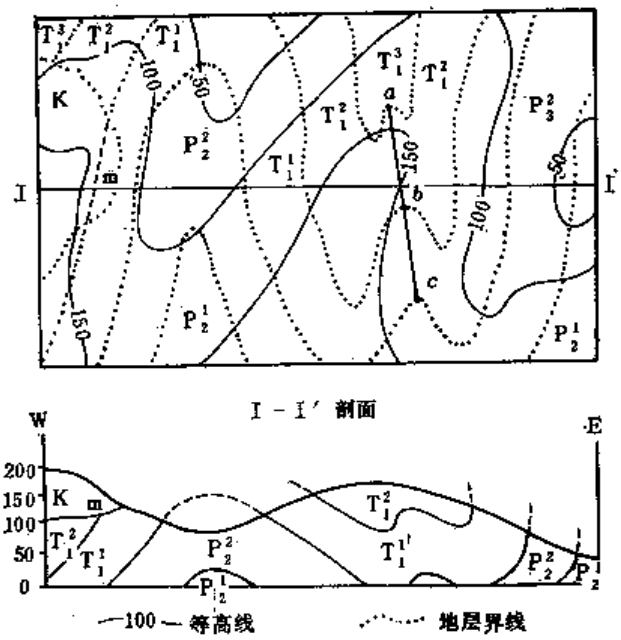


图 4-36 塔峰地形地质图

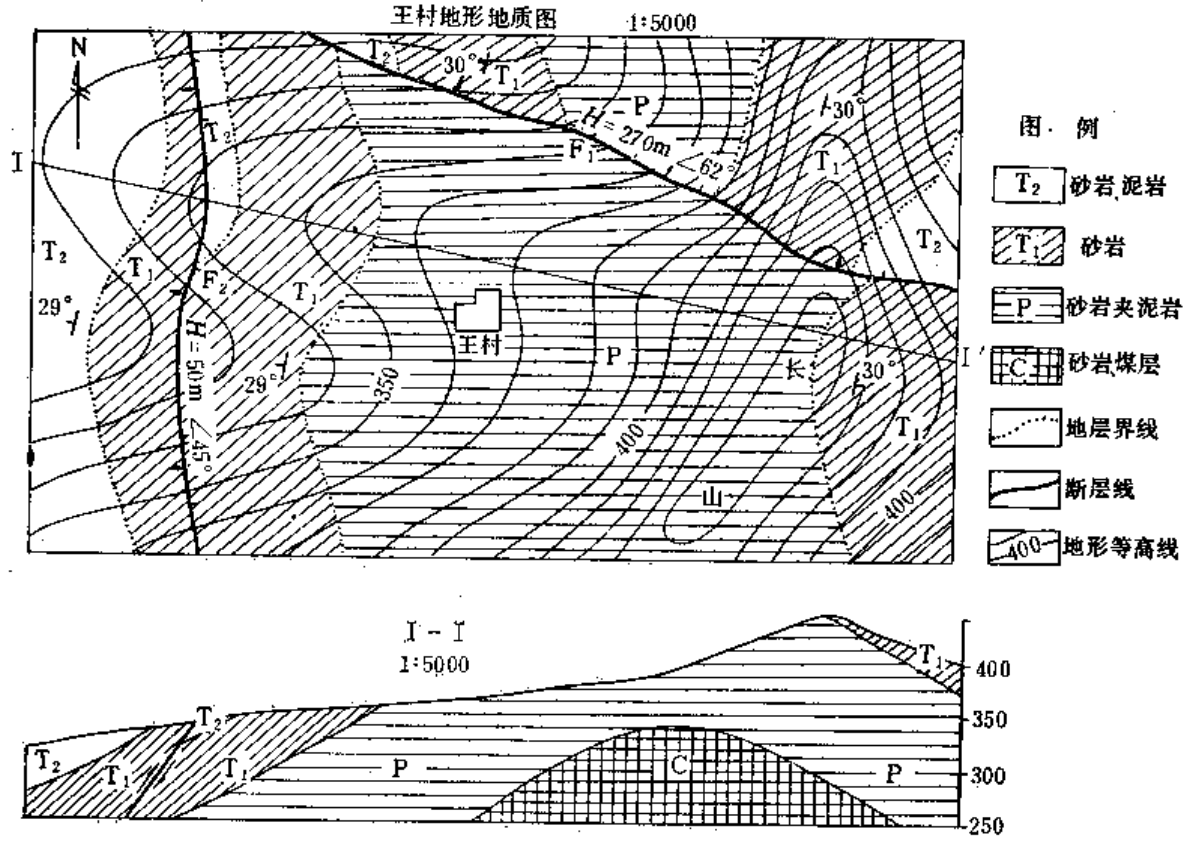


图 4-37 断层构造在地形地质图上的表现

地势平坦，则断层线就是断层面的走向线；若地势高低起伏较大，断层线就不代表断层面的走向，此时，断层线发生弯曲，其弯曲规律与单斜构造岩层的露头线弯曲规律基本相同。

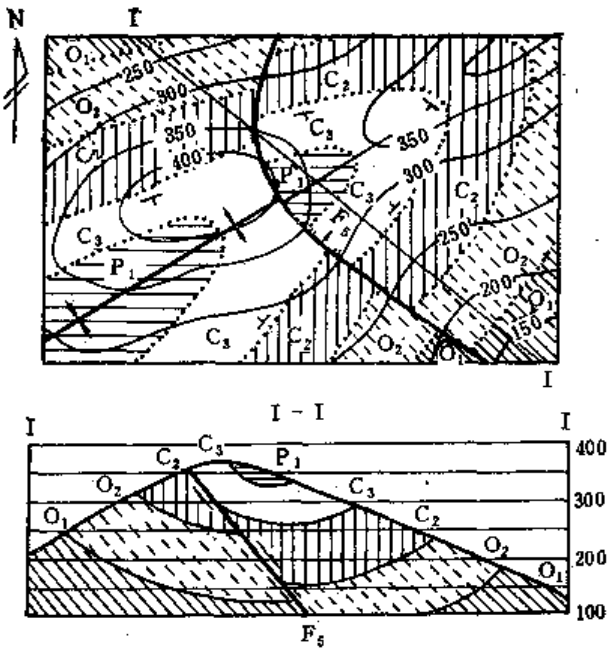


图 4-38　断层线两侧岩层错开

另外，从断层线两侧的岩层情况也可以看出断层不同的形态。走向断层表现为断层线两侧的岩层有重复或缺失现象，如图4-37中逆断层F_2；倾向或斜交断层表现为断层线两侧岩层有中断错开现象，如图4-38中正断层F_5和图4-37中正断层F_1。

四、地形地质图的识读

在一张地形地质图上，同时反映了地形、地层界线和地质构造，内容很多，不易看懂。但掌握了以上规律，采取层层剥皮，逐一辨识，由个别到整体，由局部到全区的方法，完全能看清图中所表示的内容。

分析识读地形地质图时，建议采取以下步骤：

（一）先看地形特征

根据地形等高线，首先了解该区的地形特征，这一点很重要，了解了地形的起伏情况，就可根据岩层界线和地形等高线的关系，分析岩层产状要素和各种地质构造了。否则，不注意地形起伏的影响，就可能把单斜构造的“V”字形露头形态，误认为褶曲构造。

（二）逐步分析区内地质构造

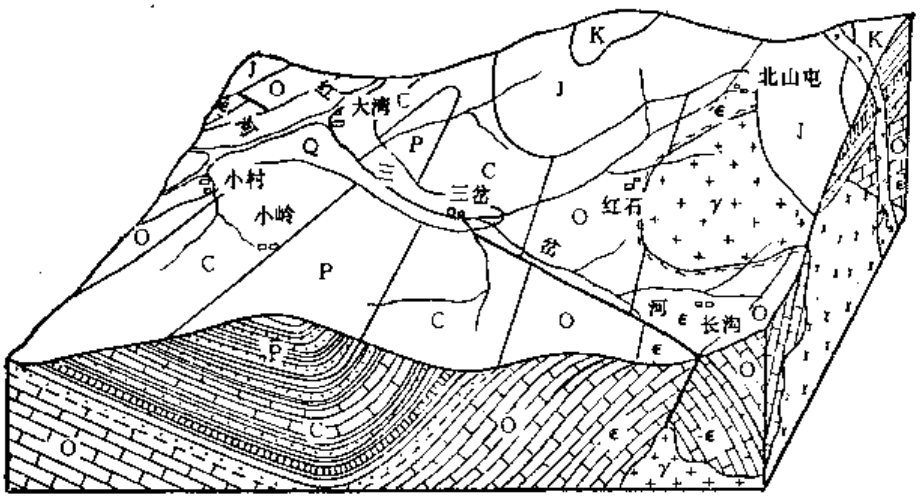
分析区内地质构造时要注意采用由局部到全局，由个别到整体的读图方法，逐步掌握全区的构造形态。另外，把地形地质图和地形地质图中沿某直线的剖面图对照起来进行分析，就更易读懂。

（三）着重掌握煤系、煤层的分布

对于采煤工作者来说，着重了解煤系的位置和主要可采煤层的分布是很重要的，因为这对工业广场、铁路和其他地面建筑位置的选择起着决定作用。如果地面建筑位置选择不当，就会压住大片煤炭，从而造成国家资源的浪费。

（四）注意分析该区的发展史

根据地形地质图上的岩层界线及符号，看清新老岩层的分布及其相互接触关系，进而分析地质发展史，这对了解矿产的形成与分布，对矿产的普查与勘探均有重要意义。



Q 卵石、砂
K 砂岩
J 砂岩、页岩、煤层
P 砂岩、页岩
C 砂岩、石灰岩、煤层
O 石灰岩夹泥灰岩
ε 石灰岩
γ 花岗岩
λ 辉绿岩
地层界线
不整合界线
接触变质带
地形等高线
断层线

界	系	代号	地层柱状	厚度(m)	岩性化石简述
新生界	第四系	Q		15	
中生界	白垩系	K		100	
	侏罗系	J		120	
古生界	二迭系	P		200	
	石炭系	C		400	
	奥陶系	O		350	
	寒武系	ε		500	

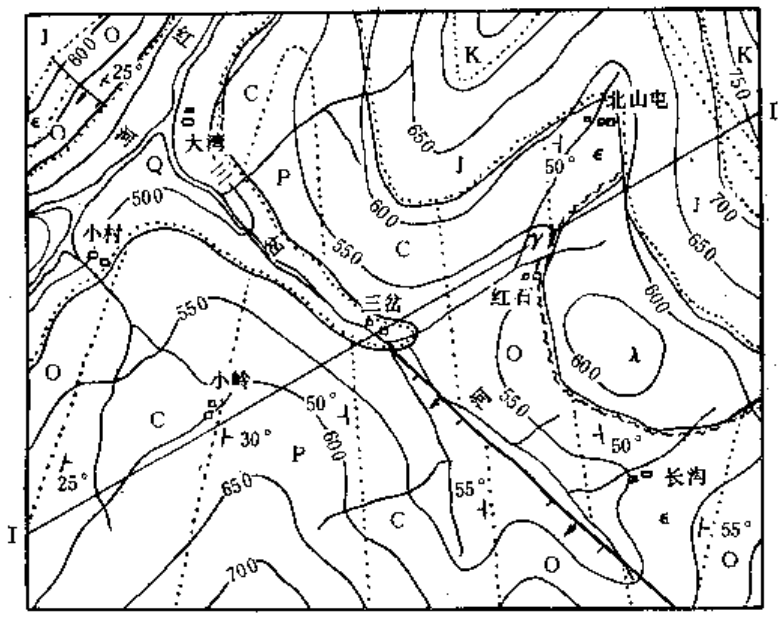


图 4-39 三岔地区地形地质图

〔例4-3〕 图4-39为三岔地区的地形地质图。*a*为立体示意图，*b*为地形地质图，*c*为沿Ⅰ—Ⅰ线的剖面图。

从图中可以看出，该区地形起伏不平，从东南到西北，三岔河谷贯穿全区。该区地层由古生界的寒武系（ϵ）、奥陶系（O）、石炭系（C）、二叠系（P）、中生界的侏罗系(J)、白垩系（K）、新生界的第四系（Q）所组成。岩浆活动分两次侵入整个地层，第一次侵入是在二叠系地层形成后发生的，第二次是在白垩系地层形成后发生的。根据岩层露头在地表的分布情况可以看出，在二叠系地层的两侧岩层对称出现，因而是褶曲构造；又由于中间岩层形成的时期比两侧岩层新，再远逐渐为老岩层，所以为向斜构造。三盆河谷两侧岩层错开，并从断层符号可以看出为一斜交正断层构造。

第三节 垂直地质剖面图

一、概述

我们设想将大地沿垂直方向切开，综合反映切断面上煤、岩情况和地质构造情况的图件，称为垂直地质剖面图，如图4-40所示。垂直地质剖面图的切割位置是根据生产矿井的设计与生产的需要来选取的。图*b*为沿煤层倾向的垂直剖面图，图*c*为沿走向的垂直剖面图，也可以沿任意方向作辅助剖面和局部剖面图。井田垂直地质剖面图一般是沿主要石门位置绘制的，但投产不久的矿井，仍然可以沿勘探线方向绘制。

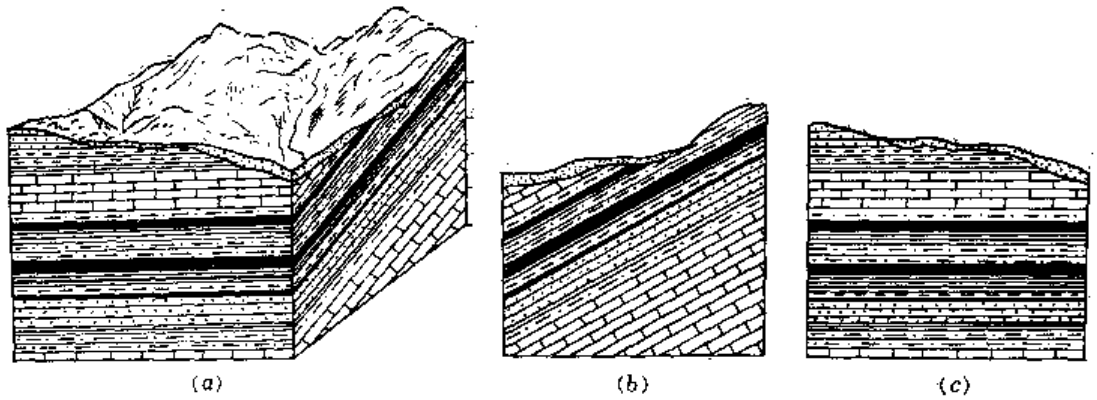


图 4-40 垂直地质剖面图的切割位置

垂直地质剖面图所反映的主要内容包括：剖面线所切过的地形、地物、钻孔、井巷、采空区和小煤窑；煤层、标志层、含水层、地层分界线和地质构造；火成岩侵入、陷落柱；井田边界线、采区边界线、井筒和生产水平主要巷道、保护煤柱线、高程线和剖面方向等。

在生产矿井中，垂直地质剖面图的使用也很普遍。它是建立煤层和巷道立体概念，布置钻孔，指导勘探，分析矿井中各种地质构造，进行地质预报和矿井设计，指导井巷施工和开采，以及编制煤层底板等高线图和水平地质切面图等工作的重要基础资料。

垂直地质剖面图的比例尺一般为1:1000、1:2000。

二、垂直地质剖面图的识读

地质剖面图形象直观，容易看懂。图4-41所示为某矿井田垂直地质剖面图。从图中可

以清楚地看到煤层的分布、产状及其变化，煤层的厚度及各层煤的层间距，井筒、石门、大巷及各种巷道的情况，各种地质构造的特征，标志层的分布及产状等，同时还可以看到沿剖面线方向上地形起伏的情况。

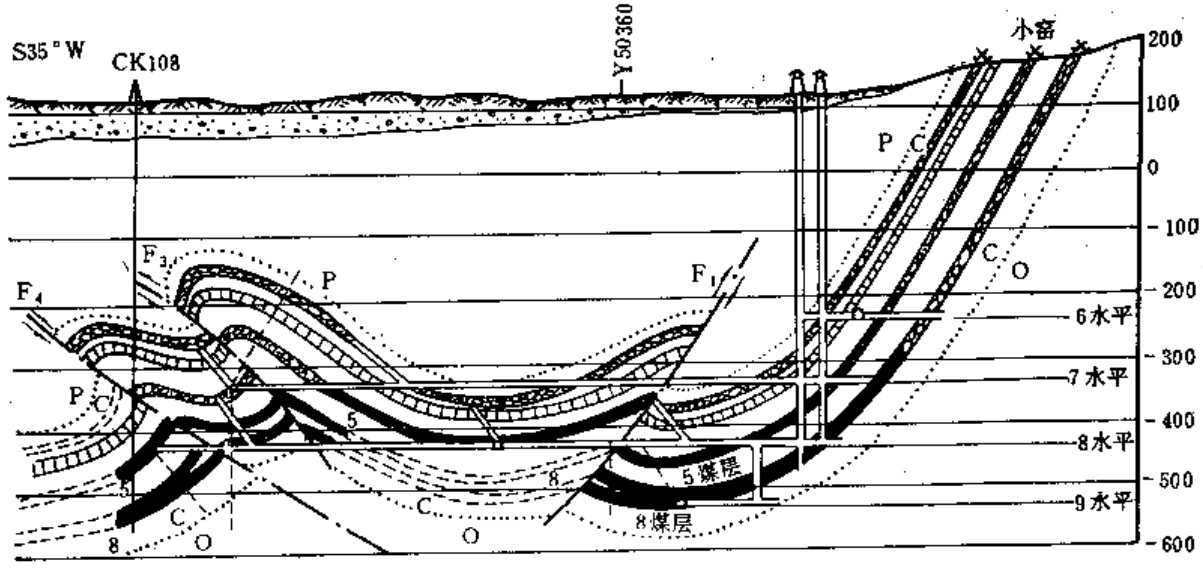


图 4-41 某矿井田垂直地质剖面图

三、垂直地质剖面图的绘制方法

在生产矿井的工作中，经常要根据生产和设计的需要，绘制不同方向的地质剖面图。绘制地质剖面图时，必须具备充分可靠的地质资料。有时可根据勘探钻孔的资料绘制，有时可根据在主要石门等巷道中观测到的资料绘制。另外，由于井下大量的采掘工程，都在采掘工程平面图及其底板等高线图上反映了它们很多的实际资料，因此，有时也用煤层底板等高线图编制地质剖面图。下面介绍两种绘制地质剖面图的方法：

（一）根据勘探钻孔的资料绘制

1．确定剖面线和准线位置

在图4-42*a*所示的地形图上有钻孔的实测位置，把大体上垂直于煤层走向布置的各勘探线上的钻孔用直线连接起来，即为沿煤层倾向的剖面线，如图中Ⅰ—Ⅰ、Ⅱ—Ⅱ、Ⅲ—Ⅲ、Ⅳ—Ⅳ；把大体上平行于煤层走向的各钻孔连接起来，即为沿煤层走向的剖面线，如图中的Ⅴ—Ⅴ。同时，在地形图上画一条大致与各剖面线垂直的直线作为准线。

在另一张空白纸上，按规定的比例尺绘出若干条高程线（±0、-50、-100、-150、……）和一条垂直于各高程线的准线。

2．作剖面线的地形剖面图

按第三章第五节所述方法作Ⅰ—Ⅰ剖面线的地形剖面图，根据平面图上准线距各钻孔的水平距离，绘出剖面上各钻孔的位置，如图4-42*b*中孔$_1$、孔$_2$、孔$_3$、孔$_4$的位置。

3．根据各钻孔的勘探资料填绘各钻孔的标志层、煤层

首先绘出各钻孔的垂直迹线，再按每个钻孔的岩性柱状图，由孔口往下填绘各标志层、煤层、断层的位置。

4．顺次连接各标志层和煤层

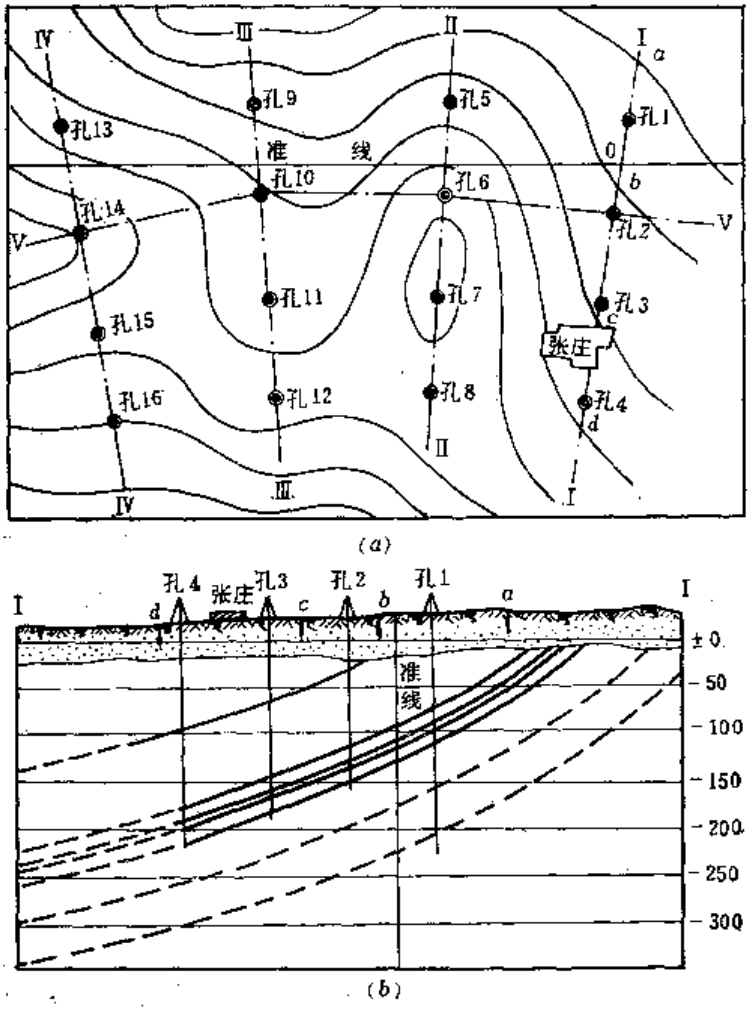


图 4-42　根据勘探资料绘地质剖面图

将相邻钻孔的同一个标志层、煤层和岩层顺次圆滑地连接起来，即得到剖面图的初形。

如果情况正常，中间无构造变化，则剖面图上各煤、岩层大致相互平行，线条比较圆滑，否则就可能有地质构造。这时就需要利用煤层底板等高线图、其他剖面线的剖面图、水平切面图等有关资料分析比较，最后确定地质构造的确切位置和形态。

（二）根据煤层底板等高线图绘制

1）确定剖面线和准线位置。剖面线位置是根据设计或生产技术的需要来确定的，如图4-43*a*中Ⅰ—Ⅰ和Ⅱ—Ⅱ。准线位置大致与走向平行。

2）在另一张空白纸上绘制高程线，其间距等于相邻两等高线的高差，水平与竖直比例尺最好与煤层底板等高线图一致。有时也可根据需要，加大剖面图比例尺，或竖直比例尺与水平比例尺不一致。

3）按着作地形剖面图的方法，将煤层底板等高线与剖面线各交点*a*、*b*、*c*、*d*转绘到剖面图中各相应的高程线上，得*a′*、*b′*、*c′*、*d′*各点，然后用圆滑曲线连接*a′b′c′d′*各点，即得此煤层底板的剖面图，如图4-43*b*所示。

4）如果剖面线上有断层，如图4-43*a*中的Ⅱ—Ⅱ剖面线，可按下述步骤绘制断层处的

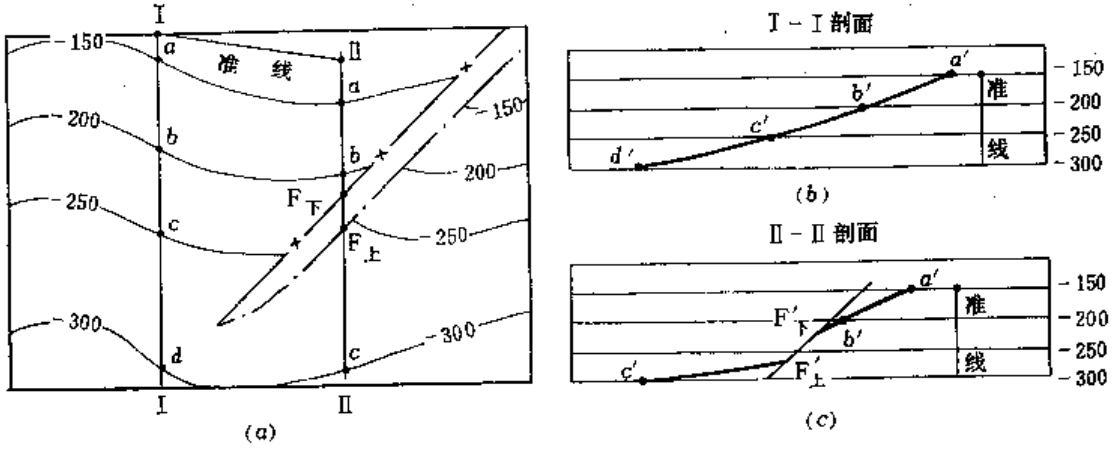


图 4-43 根据煤层底板等高线绘制垂直地质剖面图

剖面图：

（1）找出剖面线Ⅱ—Ⅱ与断层上、下盘断面交线的交点$F_上$、$F_下$，这两点分别为上、下盘煤层的断失点；

（2）依据上、下盘煤层底板等高线，应用标高内插法，分别求出$F_上$、$F_下$两点的标高值；

（3）将a、b、$F_上$、$F_下$、c各点转绘到高程线图上，得a'、b'、$F'_上$、$F'_下$、c'各点；

（4）连a'、b'、$F'_下$得下盘煤层底板剖面线；连$F'_上$、c'得上盘煤层底板剖面线；连$F'_上$、$F'_下$得断层层面的剖面线。连接各点时，煤层底板的连线不可通过$F'_上$和$F'_下$的连线；

（5）煤层底板剖面图作出后，根据柱状图上煤、岩层的厚度绘出底板剖面线的平行线，即得Ⅱ—Ⅱ垂直地质剖面图，如图4-43c所示。

第四节 水平地质切面图

一、概述

在井田范围内，设想沿某一水平面将大地切开，反映该水平切面上各煤层、岩层分布情况和地质构造特征的图件，称为水平地质切面图。如图4-44所示，a为示意图，b为水平地质切面图。

水平地质切面图主要表示的内容为：位于该水平的所有巷道；穿过该水平的全部地表钻孔和井下钻孔；该水平所切过的所有煤层、主要标志层、含水层、地层分界及断层线等；井田边界线、地质剖面线、坐标线等。

在生产矿井中，当煤层为倾斜、急倾斜或多煤层条件时，水平地质切面图的使用较为普遍。这种水平地质切面图一般是沿某开采水平剖切开的水平地质剖面图。

利用水平地质切面图可以了解到该水平上煤层的厚度、煤层间距、主要标志层、含水层、地质构造的分布及沿水平方向的变化情况等，它是矿井开采水平的巷道布置设计和巷道掘进施工的主要依据。

水平地质切面图的比例尺可根据需要选用。其中用于设计开采水平巷道系统的切面图，可选用1:2000或1:5000；用于指导日常生产、巷道施工的采区切面图，可用1:1000或1:2000。

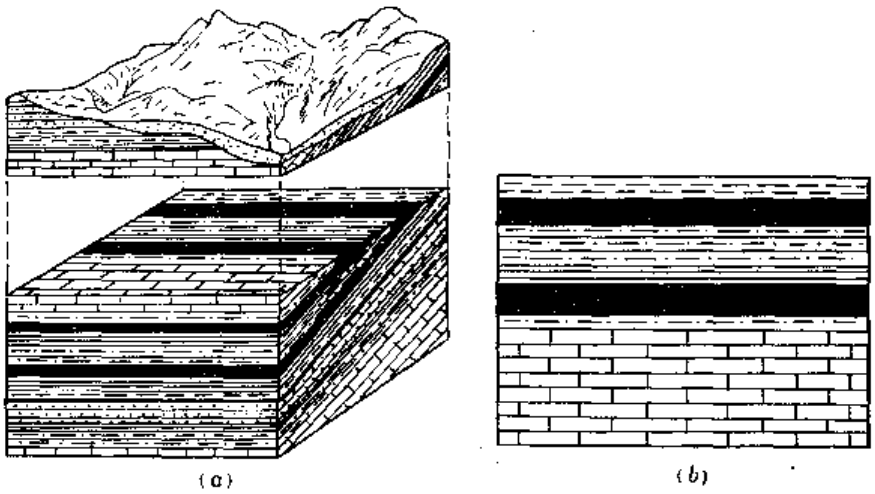


图 4-44　水平地质切面示意图

二、煤岩层产状及地质构造在水平地质切面图上的表现

煤岩层产状及地质构造在水平地质切面图上的表现，和煤岩层露头线及地质构造在平坦地区的地形地质图上的表现规律相同。

（一）煤岩层产状的表现

在水平地质切面图上，煤岩层的分界线就是该层的走向线；垂直于煤层走向线由底板到顶板的方向为煤层倾向（煤层有倒转的情况时相反）；图上所表现的煤层厚度是煤层的水平厚度，它与煤层倾角呈反比，即煤层倾角越小，煤层的水平厚度相对越宽。

（二）穹窿和盆地构造的表现

穹窿和盆地构造的地层界线为封闭曲线。岩层从核部由老到新为穹窿，由新到老为盆地。

（三）褶曲构造的表现

水平褶曲的煤层、岩层分界线，在水平地质切面图上表现为一组平行线；倾伏褶曲的煤层、岩层分界线，则表现为“之”字形。辨别是向斜还是背斜，仍可用新老岩层排列顺序的方法，即自核部向两侧，岩层由老到新为背斜，由新到老为向斜，参看图4-35。

（四）断层构造的表现

水平地质切面图上的断层线，实际上是断层面的走向线。仍用地形地质图上的断层线符号来表示断层性质。断层线两侧煤层、岩层有重复或缺失现象，一般为走向断层；有中断、错开现象，一般为倾向或斜交断层。如图4-45所示，a 为走向正断层，b 为斜交逆断层。

三、水平地质切面图识读举例

图4-46为某矿－225m水平地质切面图。从图中可以看出，在井田范围内，共有三个可采煤层，由新到老分别为2号煤层、5号煤层和8号煤层，煤层倾角由30°～58°；正断层F_1和逆断层F_3把井田分为三块，从煤层的新老关系可以看出，逆断层F_3以东为一向斜构造，以西为一盆地构造；断层F_1西北部煤层倾向北西，东南部煤层倾向南东。该水平采用了单翼主要运输大巷采区石门的开拓方式，井底车场布置在矿田的东北角，主要运输大巷大致沿断层F_1走向开掘，然后分别向西北和东南方向掘采区石门穿通各煤层。沿石门布置了

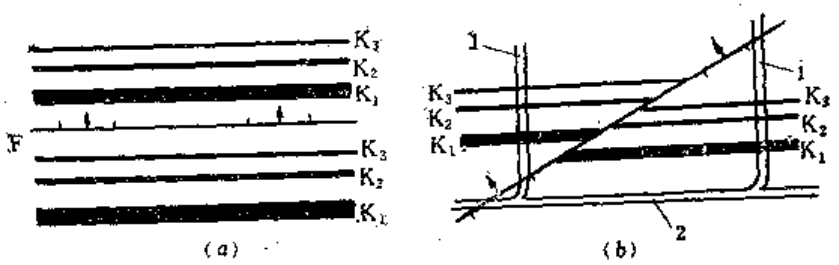


图 4-45 断层构造在水平地质切面图上的表现

1—石门；2—运输大巷

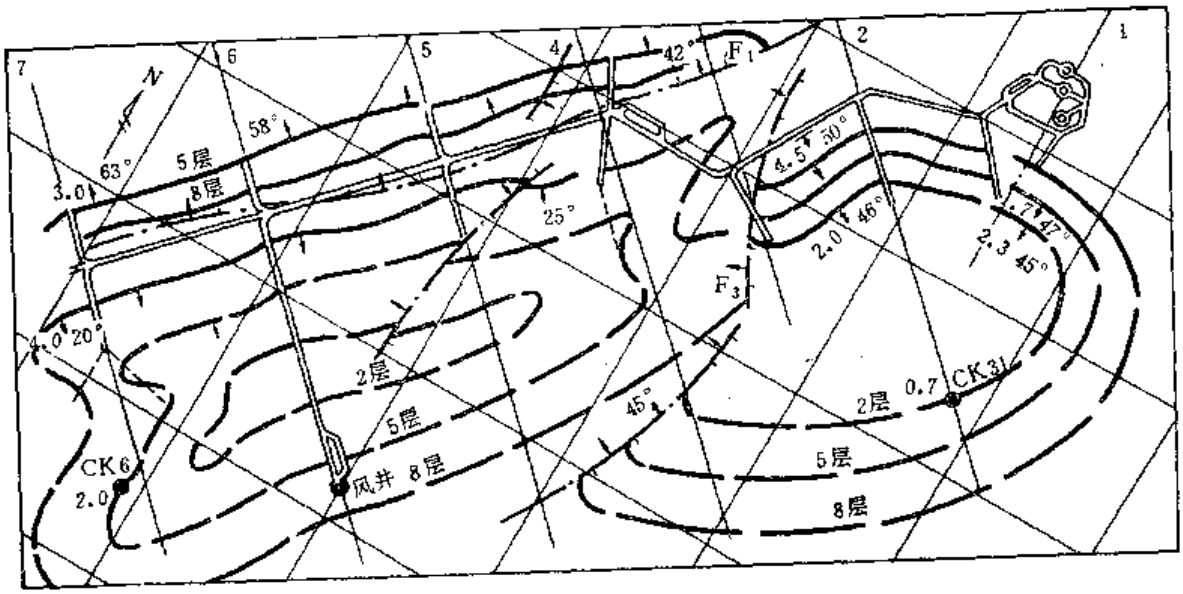


图 4-46 某矿－225m水平地质切面图

地质勘探线。图中还反映出了各地面钻孔、井下钻孔及风井位置，注明了不同地区煤层的倾角及厚度等。

四、水平地质切面图的绘制方法

煤矿设计或生产部门，经常根据垂直地质剖面图或煤层底板等高线图绘制水平地质切面图。

（一）根据垂直地质剖面图绘制

图4-47为某矿的Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ垂直地质剖面图，根据这些图绘制水平地质切面图的方法和步骤如下：

（1）在水平切面图纸（一张空白纸）上绘出坐标格网，注明坐标数，并绘出剖面线（图4-48）。

（2）在剖面图上绘出水平切面图的水平高程线（如图4-47中－315m高程线）。

（3）将剖面图上的水平高程线与各煤层、标志层及断层等的交点，转绘到水平切面图相应的剖面线上，如图4-48中各剖面线上的a'、b'、c'、e'、f'、g'、h'、i'、j'、k'、l'等点。

（4）进行对比连图，即先把相邻剖面线上的相同构造线连接起来，再把断层同一盘的

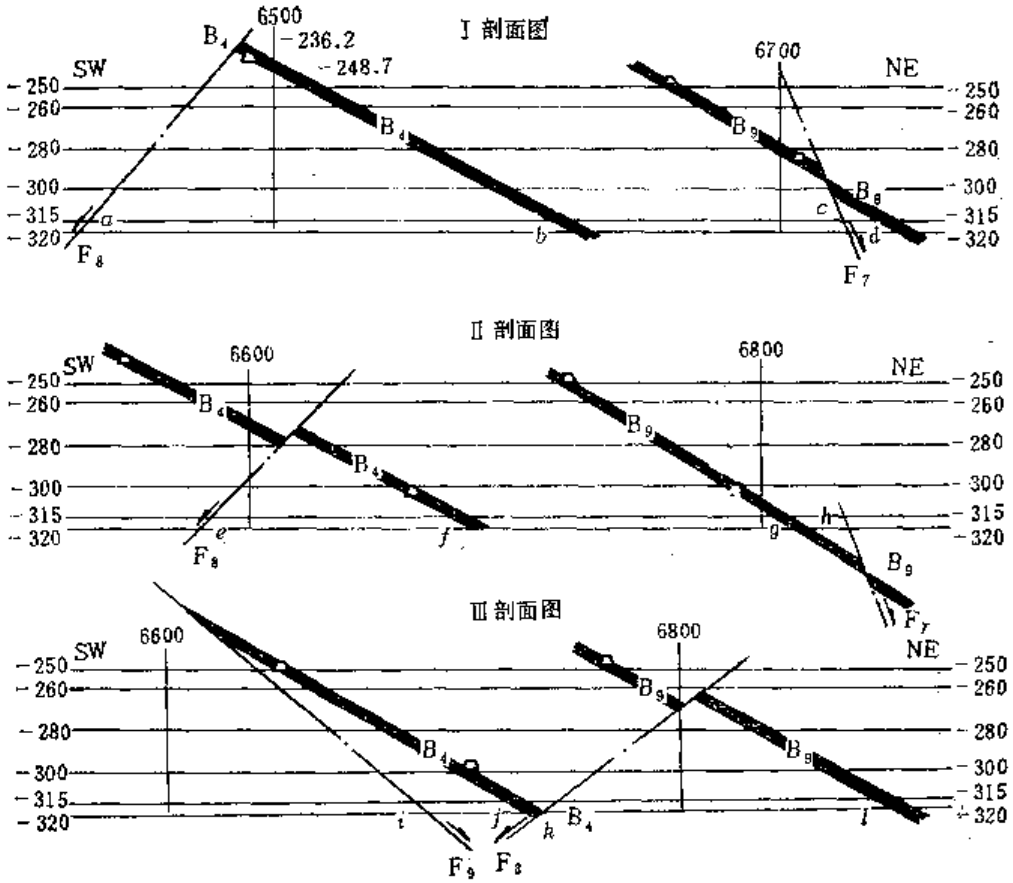


图 4-47 某矿Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ垂直地质剖面图

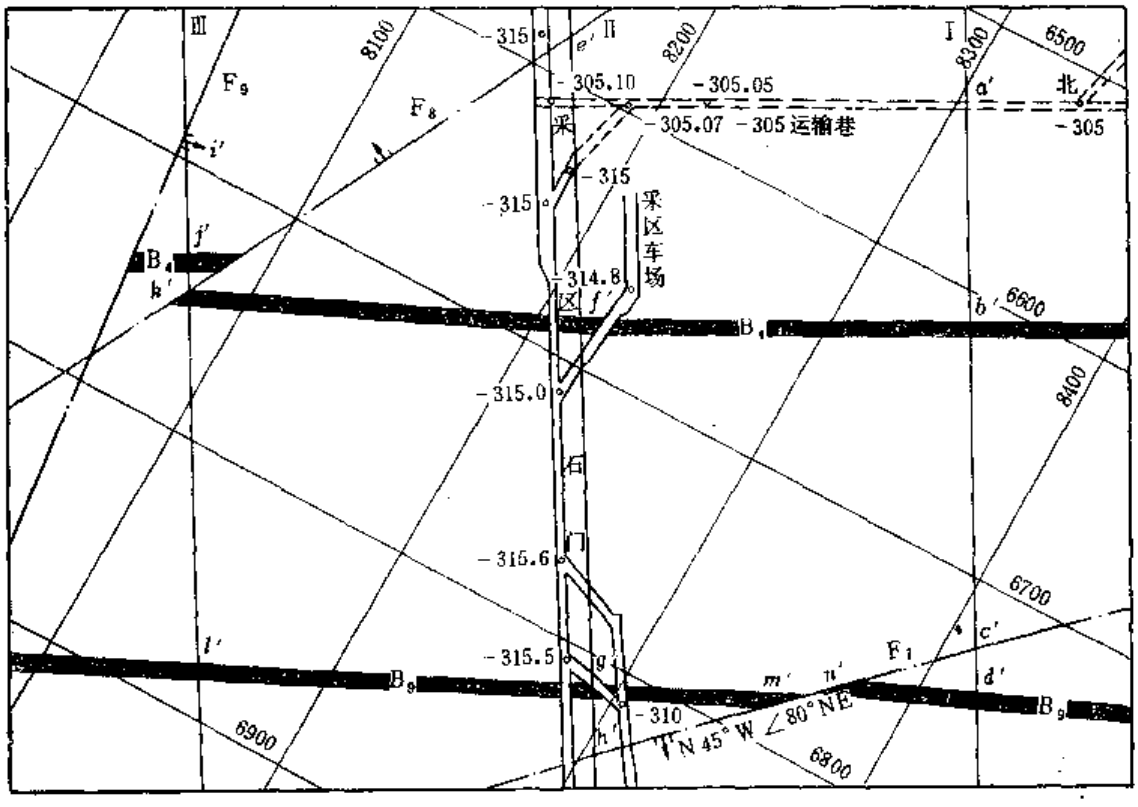
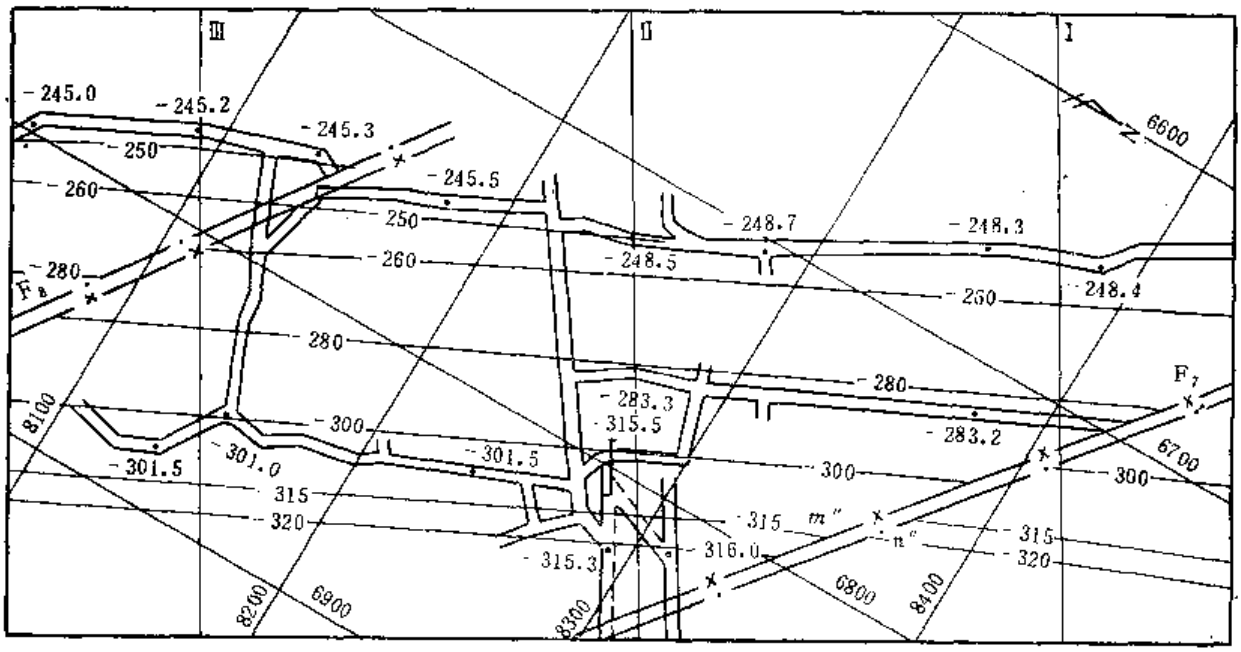


图 4-48 某矿-315m水平地质切面图

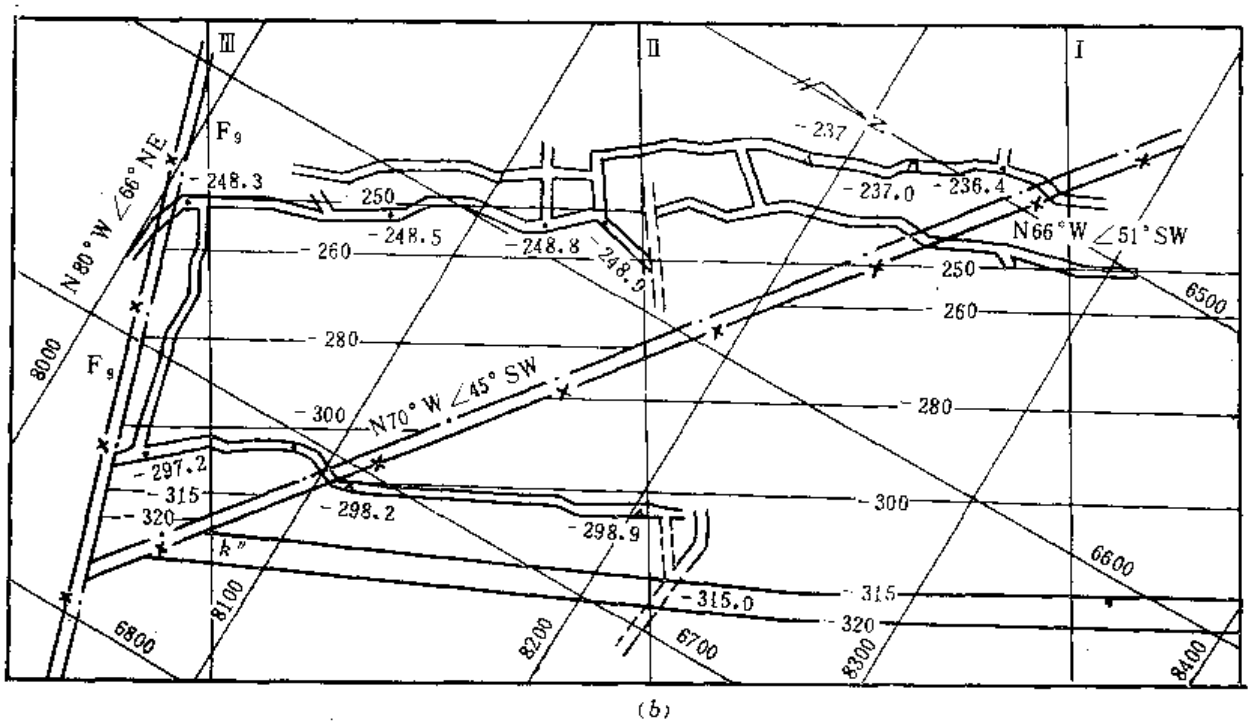
相同层位的煤、标志层和含水层连接起来。连图时，要充分考虑实测的产状资料。如图4-48中c'、h'相连为F_7断层，e'、k'相连为F_8断层。剖面线Ⅲ附近的F_8、F_9之间的B_4煤层，是根据j'的点位并结合F_8下盘B_4煤层产状绘出来的。

（二）根据煤层底板等高线图绘制

图4-49a、b为某矿B_3煤层和B_4煤层的底板等高线图，现根据这两图绘制－315m高程的水平地质切面图（如图4-48）。其步骤是：



（a）



（b）

图 4-49　某矿煤层底板等高线图

a—B_3煤层；b—B_4煤层

（1）在各煤层底板等高线图上，绘出水平切面高程的等高线，如两图中的－315m煤层底板等高线。

（2）按坐标格网将两图中的－315m煤层底板等高线，转绘到水平切面图上去，再按相应煤层水平厚度加宽，即为水平切面图上的B_6和B_4煤层露头线。如用透明图纸编绘，可将两图套在一起描绘，更为简便。

（3）从各煤层底板等高线图上抄绘－315m等高线与各断面交线的交点，将同一断层的各交点相连，即为水平切面图上的断层走向线。如图4-49*a*中－315m等高线与F_7断层下盘断面交线的交点为m''，与上盘的交点为n''，抄绘于－315m水平切面图4-48中为m'、n'点，连接$m'n'$即为该水平切面图上的F_7断面交线（即F_7断层走向线）。其他断层线以同法转绘，即可编绘出水平切面图的主体内容。

第五节　钻孔柱状图、综合柱状图、煤岩层对比图

一、钻孔柱状图

钻孔柱状图是根据钻孔过程中所得到的资料，按岩层新老关系的排列顺序，并将岩层恢复到水平状态后所绘出的一种图纸。

在地质钻探过程中，每个钻孔都应编制一张钻孔柱状图，图中应表示出该钻孔孔口平面坐标及标高，按岩层新老顺序排列的地层单位和岩性组合，煤岩层厚度、层间距、岩石性质及接触关系等。

钻孔柱状图是地质勘探工作的原始基础资料。地质工作者经常用它来编制垂直地质剖面图、水平切面图、煤层底板等高线图及储量计算图。

绘制钻孔柱状图比例尺一般采用1:200。

二、综合柱状图

综合柱状图是根据井田范围内所有钻孔资料，经过分析比较综合编绘而成的。在一个矿井范围内，用一个钻孔或一个剖面的资料不可能把所有地层全部表示出来，因此，必须使用该地区所有的地质资料，根据地层时代的先后用平均厚度由底到顶按顺序排列起来，绘制成图，此即所谓的综合柱状图。

根据范围的不同，综合柱状图有：矿区地层综合柱状图、矿井煤系综合柱状图、采区煤岩层综合柱状图和回采工作面综合柱状图。其中，矿井煤系综合柱状图是反映井田范围内煤系地层沉积特征的基础图件。

矿井煤系综合柱状图主要反映井田范围内，含煤岩系地层中各岩层的层位、岩石类型及厚度，煤层层位、层数、厚度、结构、顶底板岩性及煤层间距，以及含水层、标志层的层数、厚度、层位分布和接触关系等内容，如图4-50所示。

综合柱状图主要用于矿井设计，如在选择运输大巷的位置时，就需要根据综合柱状图中的资料，全面考虑煤岩层厚度、性质、层间距、涌水情况等，以及大巷掘进施工难易程度、工程量、支护方式、维护难易程度等方面的影响。此外，矿井年度生产计划的制定，煤、岩巷掘进速度的预计，采掘工艺过程的决策和设备的选型，以及三下采煤的地表移动控制等工作，也离不开综合柱状图。

综合柱状图比例尺一般采用1:200或1:500。

地层单位 界	系	统	组	累计厚度	层厚(m) 最小 最大 平均	标志层间距	柱状	岩石名称	岩性描述
新生界	第四系			45.25	2.5～73 45.25			黄土砾石	亚粘土、亚砂土，含结核，下部为砾石或砂砾石，偶夹流砂层
古生界	二叠系	下统	石盒子组	136.95	31.12～114.03 91.70			粗砂岩	浅灰、深灰色粘土质泥岩，底部为粗砂岩，与山西组分界的标志层
			山西组	214.45	57～104 92.50	92.5			灰色、灰黑色粉砂岩、泥岩互层，含植物化石，下部有一层兆煤，分布较稳定
				220.45	0.36～11.73 6.0			一煤	厚层状，分布稳定，以大花炭为主
				229.45	9.00	23.2			灰黑色粉砂岩、砂岩、泥岩互层，含植物化石碎片，泥岩中含结核
	石炭系	上统	太原组	230.65	0.8～1.5 1.20			九灰	薄层状灰岩，分布较稳定
				243.65	13.00				砂岩、煤线、粉砂岩、泥岩组成
				249.65	0.75～11.08 6.0	82.82		八灰	厚层灰岩，上部含燧石结核，裂隙溶洞发育，富含海百合动物化石
				275.45	25.80				砂岩、泥岩、粉砂岩，含煤线，夹2～3层灰岩，灰岩分布不稳定
				276.78	0.2～2.2 1.33			二煤	含2～3层泥岩、赤铁矿、砂岩、顶板为灰岩、泥岩
				294.23	17.50				粉砂岩、泥岩、含煤线、夹2～3层薄层灰岩，底部为灰白色中粗粒石英砂岩，分布稳定
				305.28	6.0～17.05 9.0			二灰	灰黑色厚层状石灰岩，顶部含燧石结核，含海百合动物化石，溶洞裂隙发育，富水性强
		中统	本溪组	307.52	0.23～4.36 2.24			三煤	薄层状，煤层中夹矸厚0.4～1.0m
				329.42	3～26.37 21.90				粉砂岩、灰白色铝土岩、夹1～2层黄铁矿层，底部黄铁矿层为可采层
	奥陶系	中统	马家沟组		450.0			奥灰	灰白色厚层状结晶灰岩，岩溶裂隙发育，含水丰富，为矿井突水的主要补给来源

图 4-50 某矿煤系地层综合柱状图

三、煤岩层对比图

在一个井田范围内的不同地段上，煤系地层的沉积不是完全一致的，有的增厚，有的变薄，有的分叉或尖灭，有的煤层在某一地段上被冲刷，或被火成岩代替，有的煤层因受后期构造运动的影响，在钻孔中重复出现或缺失。各钻孔所揭露的煤层哪些是同一煤层，这对矿井设计和生产有着重要意义，否则，由于煤层对比不准，煤层底板等高线就不能反映真实情况，计算出来的储量也是错误的，这样就给设计和生产带来很大的困难。

为了正确判断煤层层位和构造，通常通过标志层、古生物化石、层间距和煤层特征等条件，对煤系地层进行分析研究，进行煤、岩层的对比，这种反映煤、岩层对比成果的图纸，称为煤岩层对比图。

煤岩层对比图反映的主要内容为：研究范围内各煤岩层、标志层的层位对比关系，煤岩层的厚度，在一定距离内的分布情况、稳定程度和空间的变化规律等。

煤岩层对比图主要用于了解煤层赋存层位、对比关系，以及煤层厚度和层间距的变化规律，用来检查地质剖面图、煤层底板等高线图、储量计算图，也是采掘设计和巷道施工等工作的重要依据。

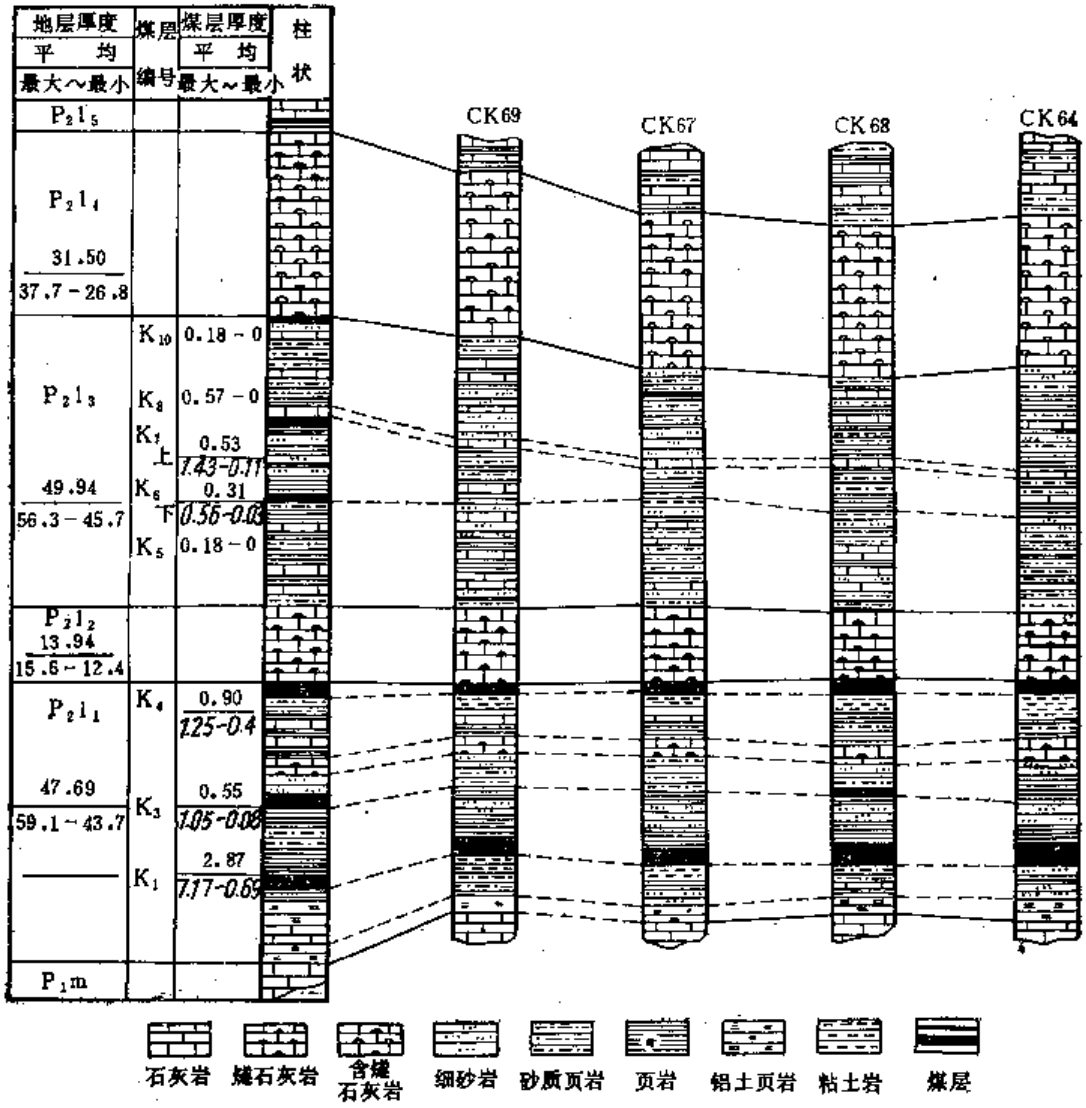


图 4-51 某矿煤岩层对比图

煤岩层对比图的比例尺一般采用1:200或1:500。

图4-51所示为某矿煤岩层对比图。图的左边为该矿的综合柱状图，右边为各钻孔的柱状图，同一标志层或煤层用实线连接，对比不可靠的煤岩层用虚线连接。

思考练习题

1. 解释以下名词：煤（岩）层产状、断层、褶曲、断面交线、轴线、断层落差、断层走向线、煤（岩）层露头线、煤（岩）层分界线。

2. 简述煤层底板等高线图、井田地形地质图、垂直地质剖面图、水平地质切面图和煤岩层对比图的概念、内容、主要用途和常用比例尺。

3. 试述煤层产状、褶曲构造、断层构造要素及煤层底板等高线图的表示方法。

4. 在煤层底板等高线图上，等高线的疏密、弯曲或断开，各说明煤层产状和构造有什么变化？

5. 在煤层底板等高线图上，如何区分正断层和逆断层？如何求走向断层和倾向断层的落差？如何表示或求出断层产状要素？

6. 在地形地质图上，根据什么辨别煤岩层的向斜或背斜、正断层或逆断层？

7. 一般情况下，在煤层底板等高线图上，断面交线上各点标高是否相等？断面交线是否是断层的走向线？

8. 在水平地质切面图上，断面交线的方向是否是断层的走向？煤层厚度是否是煤层的真厚度？它与煤层倾角有何关系？

9. 如图4-52所示，已知各钻孔煤层底板标高和沿煤层底板巷道各点标高，试绘出该煤层的底板等高线图。

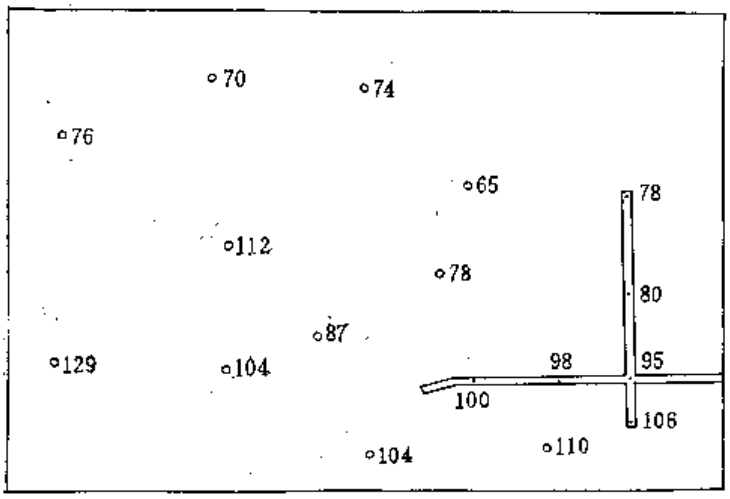


图 4-52　内插法绘煤层底板等高线图

10. 如图4-53所示，已知Ⅰ—Ⅰ、Ⅱ—Ⅱ、Ⅲ—Ⅲ、Ⅳ—Ⅳ、Ⅴ—Ⅴ、Ⅵ—Ⅵ各剖面图及各剖面线的平面位置，试绘出该煤层底板等高线图。

11. 图4-54为某煤层的底板等高线图，比例尺为1:5000，求该煤层的走向、倾向及倾角；辨别断层性质，并求断层面的走向、倾向及倾角。

12. 图4-55为某煤层底板等高线图，沿60m水平设计水平巷道$ABCDEF$，试说明该巷道各段是在煤层内开掘，还是在顶板或底板岩层内开掘，指出该巷遇煤点。

13. 图4-56为某煤层底板等高线图，沿210m水平掘AB方向的岩石平巷，指出该巷道遇煤点和遇断层点的位置。

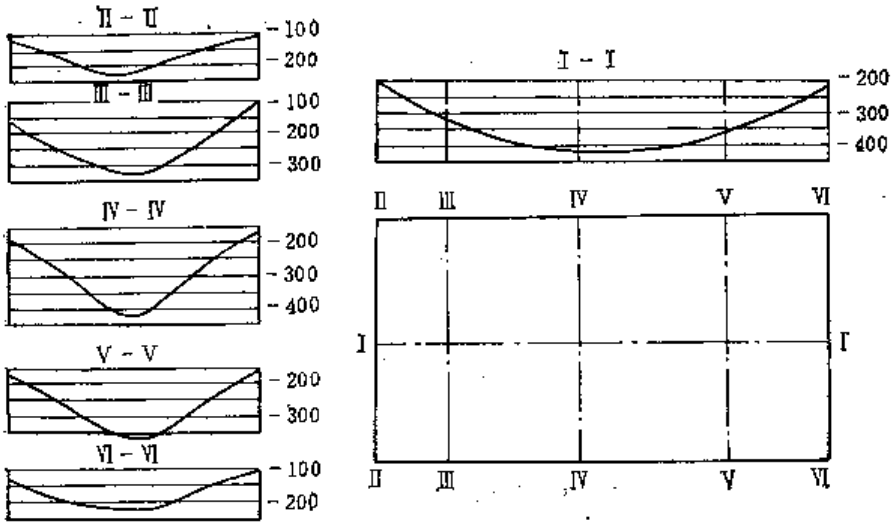


图 4-53　剖面法求绘煤层底板等高线图

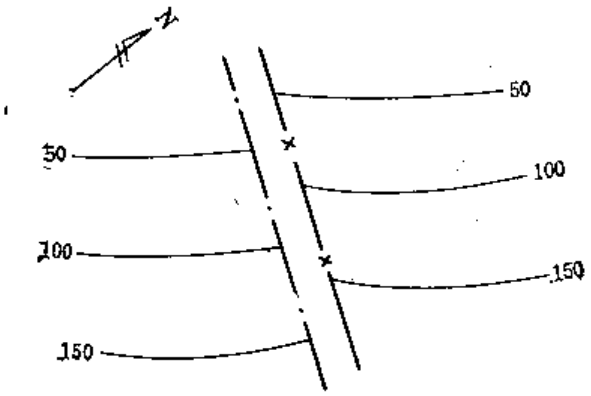


图 4-54　求煤层和断层的产状要素

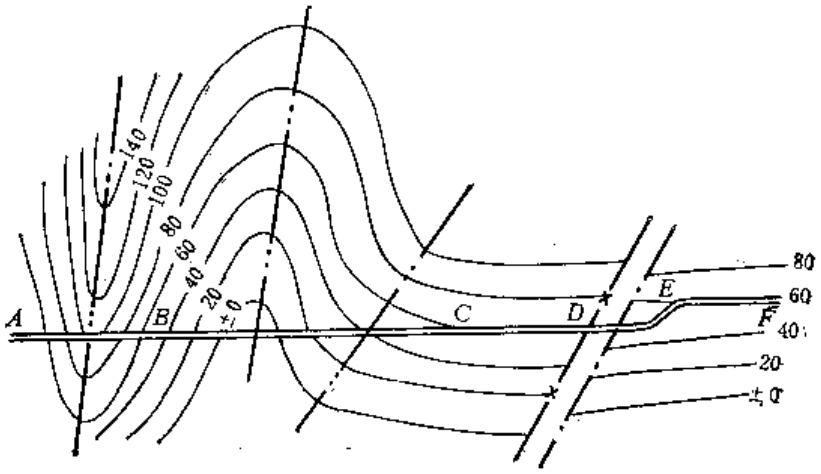


图 4-55　求巷道位置

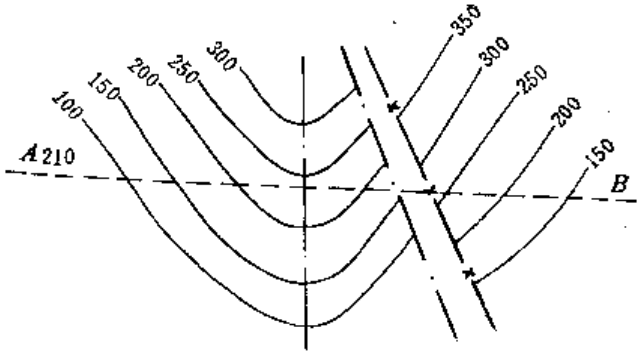


图 4-56　确定平巷遇煤点和遇断层点的位置

14．图4-57为某煤层底板等高线图，比例尺1:5000，煤层平均厚度4.0m，试根据该图作出1:2000比例尺的Ⅰ—Ⅰ、Ⅱ—Ⅱ、Ⅲ—Ⅲ、Ⅳ—Ⅳ的垂直地质剖面图。

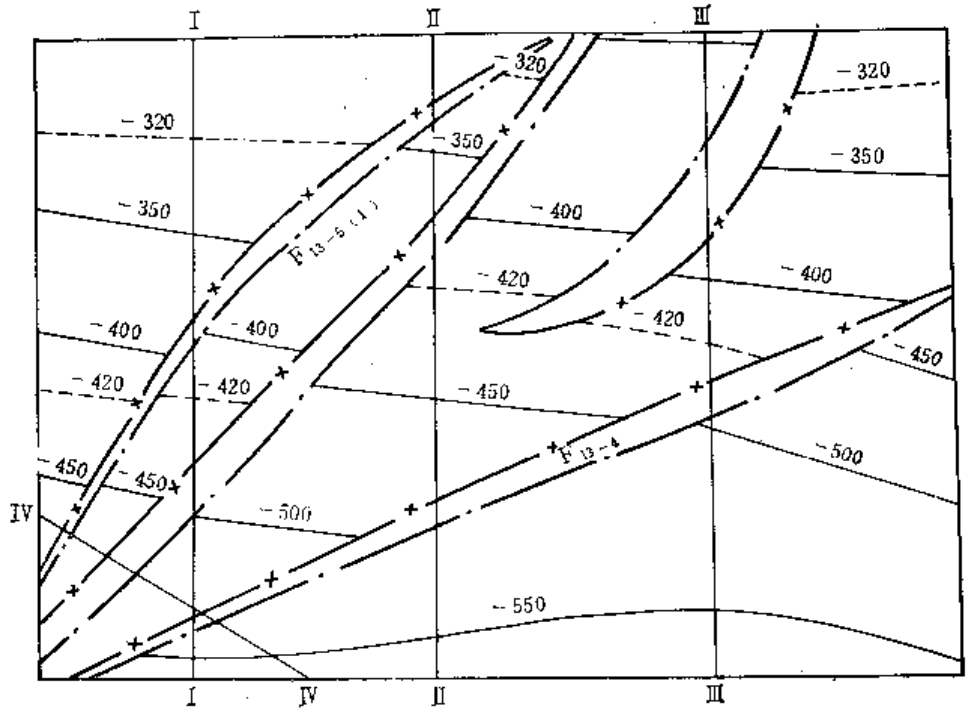


图 4-57　作垂直地质剖面图

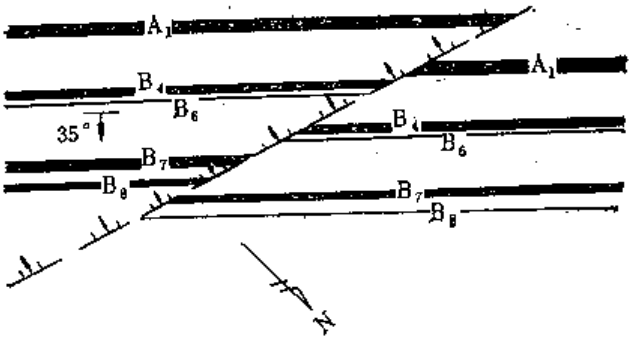


图 4-58　－225m水平地质切面图

15．图4-58为－225m水平地质切面图，比例尺1:5000，要在距B_1煤层底板水平距离20m处开掘一条沿煤层走向的－225m水平运输大巷，试在图上绘出大巷位置，并设计该大巷过断层方案，确定断层走向方位角。

16．读图练习

（1）图4-59为某矿煤层底板等高线图，试说明该图表示了什么构造，并用规定符号绘出向斜轴线和背斜轴线，同时沿Ⅰ—Ⅰ线作示意剖面图。

（2）图4-60为庆丰地区地形地质图，识读该图，并用文字简述该地区的地貌、地层及地质构造情况。

17．综合作业题

图4-61为某煤层底板等高线图，比例尺1:5000，煤层平均厚度8.0m。试完成下列作业内容：

（1）判别F_1、F_2、F_3各断层的性质；

（2）用规定符号在图上绘出各向斜轴线或背斜轴线；

（3）按1:2000比例尺作MK线的垂直地质剖面图；

（4）分别求出B、D、E处断层落差；

（5）沿MK线在－700m水平开掘水平运输大巷，说明以下各分段大巷分别在煤层、顶板岩层或底板岩层中的具体位置：MA、AB、BC、CD、DE、EF、FK。

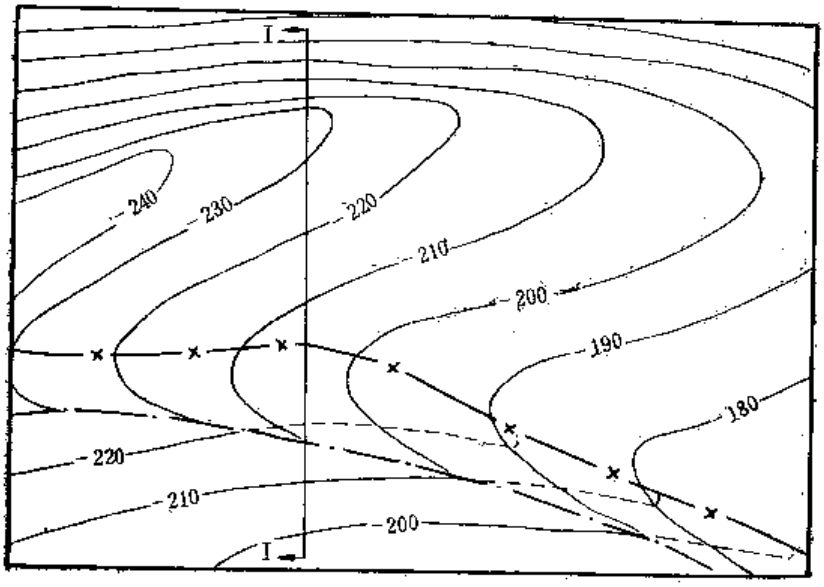


图 4-59　煤层底板等高线图

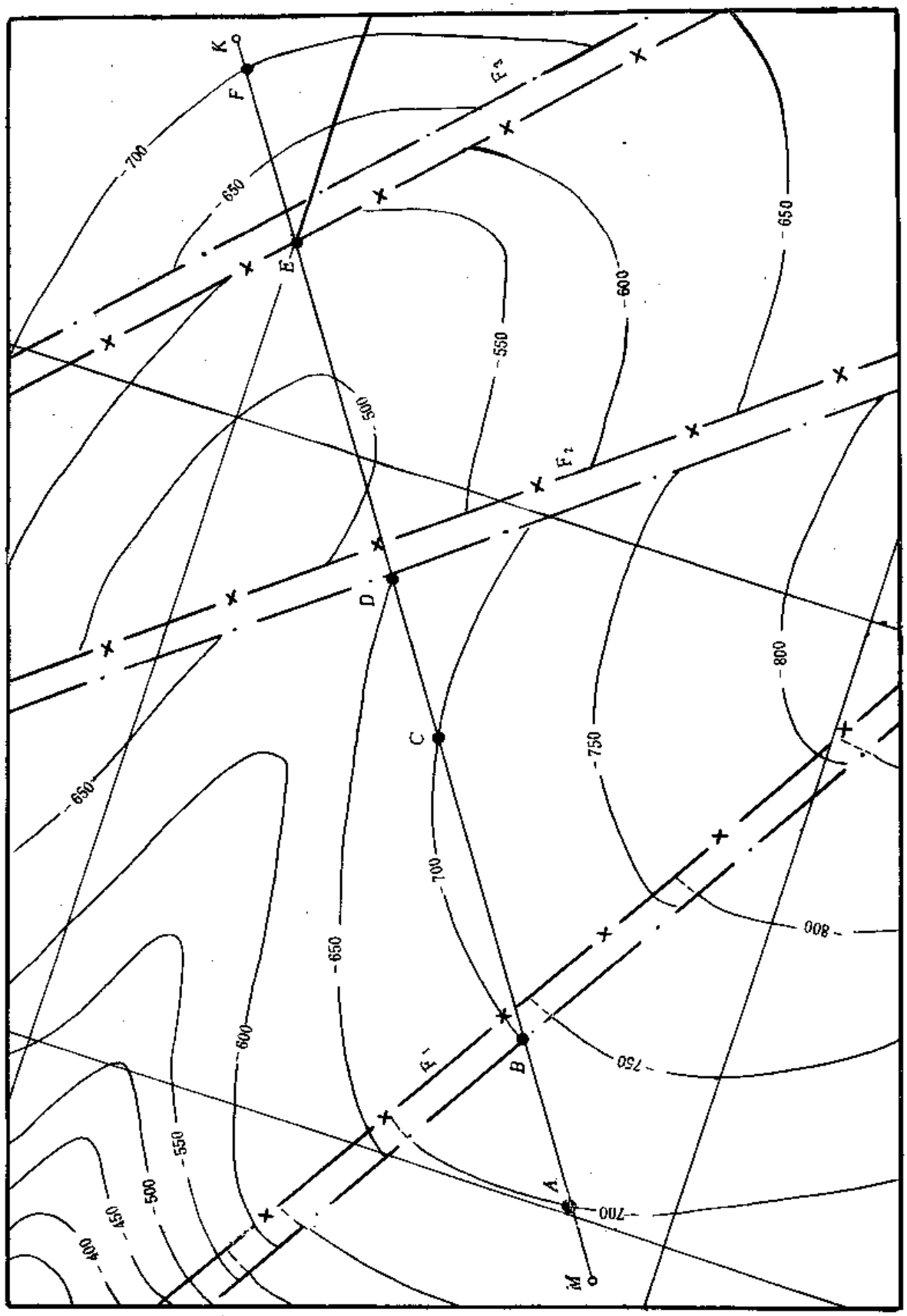


图 4-61　煤层底板等高线图

第五章　采掘工程图

采掘工程图是根据地质资料和测量资料绘制的反映采掘工程情况的图件。在采掘工程图上，不但可以了解井下采掘工程、煤层产状和主要地质构造的情况，还可以通过从图上度量以及计算出的各种采掘工程数值来分析和解决生产中的各种技术问题和管理问题。因此，采掘工程图是煤矿指导生产建设必不可少的重要资料。

绘制采掘工程图的基本原理是正投影原理。按照其投影面的不同，采掘工程图可分为三类：

1）采掘工程平面图　指采掘工程在水平面上的投影图。煤矿中常用的有：煤层采掘工程平面图、水平主要巷道平面图、井底车场平面图等。

2）采掘工程立面图　指采掘工程在竖直面上的投影图。在急倾斜煤层中，常绘制采掘工程立面图。

3）采掘工程层面图　指采掘工程在平行于煤层层面上的投影图。煤矿中常用于采煤工作面布置图。

此外，还可根据需要绘制沿不同方向的剖面图。

以上各类图纸，采掘工程平面图是最基本的图纸，本章将重点介绍采掘工程平面图的识读、绘制和应用。

第一节　采掘工程平面图

一、概述

将开采煤层或开采分层内的采掘工程和地质情况，用正投影方法，投影到水平面上，按一定比例绘出的图纸，称为采掘工程平面图。图5-1*a*为某矿采掘工程示意图，图中表示了一些巷道及一个采区的采掘情况，图*b*是将这些巷道和采掘工程，用正投影方法，投影到H水平面上，按比例绘出的采掘工程平面图。

采掘工程平面图主要反映以下内容：井田或采区技术边界线，保护煤柱边界线，煤层露头线或风化带，煤层底板等高线，较大断层断面交线，向斜、背斜轴线，煤层尖灭带，火成岩侵入区等；本煤层内以及与本煤层有关的所有井筒、峒室与巷道，其中主要巷道需注明名称，斜巷要注记倾向及倾角，巷道交叉、变坡处等特征点要注记轨面或底板标高；采、掘工作面相应位置，要注记采、掘年、月，在适当位置要注记煤层平均厚度及倾角，绘出煤层小柱状图；井上、下钻孔、导线点及水准点；采煤区、丢煤区、报损区、发火区、积水区、煤及瓦斯突出区的位置及范围；地面重要工业建筑、居民区、铁路、重要公路、较大的河流及湖泊等；井田边界以外100m内邻矿采掘工程和地质情况。

采掘工程平面图主要用途是：了解本煤层或邻近煤层地质情况及采掘工程空间位置关系，指挥生产及时掌握采掘进度，进行采区设计，修改地质图件，安排生产计划，以及进行三量计算等。

采掘工程平面图比例尺为1:1000或1:2000。

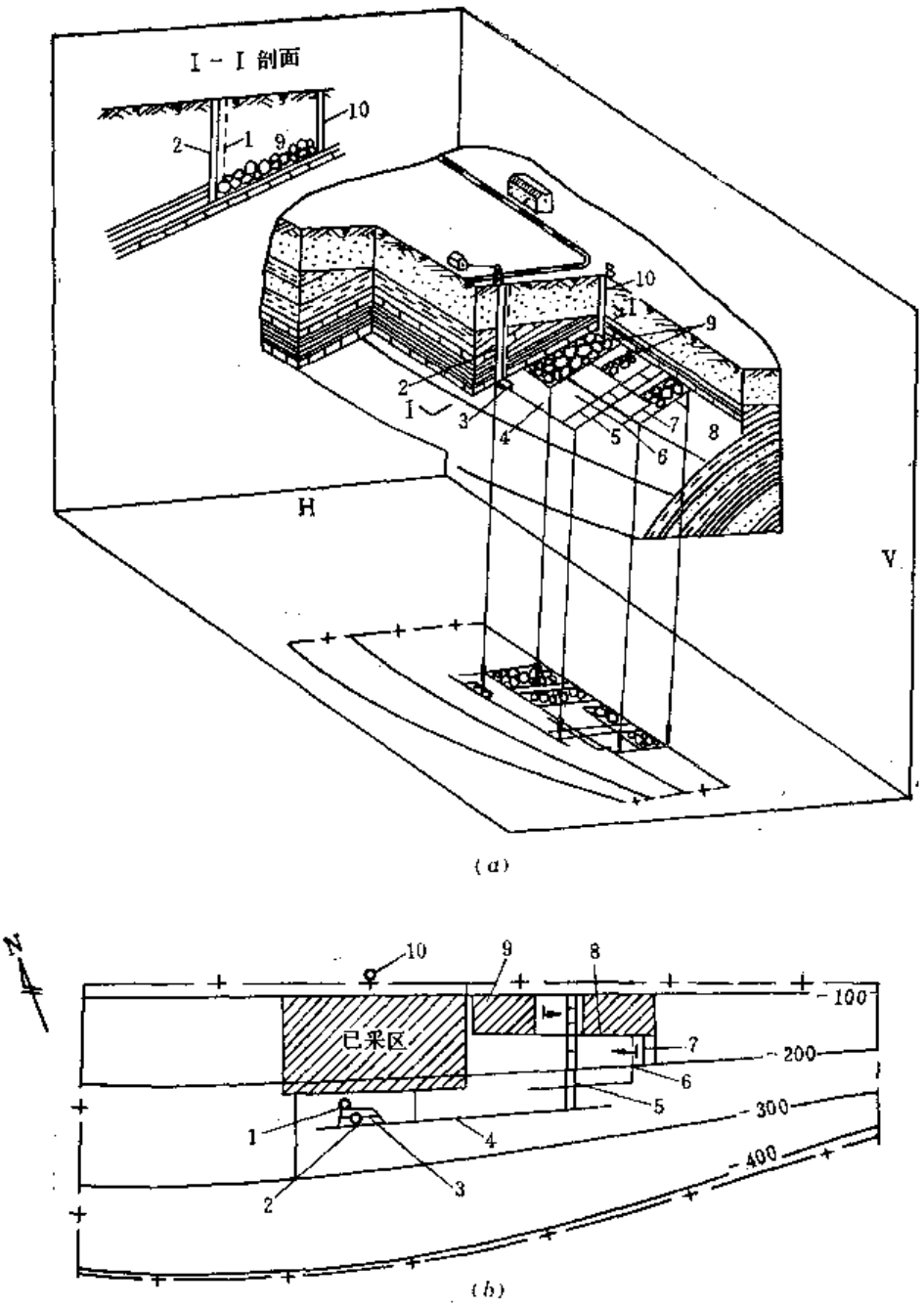


图 5-1　采掘工程投影平面示意图

1—主井；2—副井；3—井底车场；4—运输大巷；5—上山；6—区段平巷；7—工作面；8—回风巷；9—采空区；10—风井

煤矿中常用的采掘工程平面图有两种类型。一种是设计图，如井田开拓方式图、水平主要巷道平面图、采区巷道布置图、采煤工作面布置图等；另一种是测量图，如井田煤层采掘工程平面图、采区煤层采掘工程平面图、回采工作面煤层采掘工程平面图等。两种图纸的不同之点在于前者反映的内容主要着眼于对采、掘的全面规划、设计和技术决定；后者则是在前者的基础上绘制的，其反映的内容着眼于施工的成果或现状，且随着矿井的开采工作的进行，要不断地进行测量、填绘、补充和修改。

二、在采掘工程平面图上辨别各种巷道的方法

矿井巷道有井筒、井底车场、运输大巷、通风大巷、石门、暗立井、溜煤眼、上(下)山、区段巷道（顺槽）、开切眼和联络巷等。这些巷道，有的是水平的，有的是倾斜的，也有的是竖直的；有的沿煤层开掘，有的沿煤层顶板或底板开掘，还有的巷道穿过顶底板或煤层等等。这些巷道分布在不同的位置上，组成了一个纵横交错的巷道网。

识读采掘工程平面图，首先应具备辨识巷道在空间位置及其相互关系的基本知识。

在采掘工程平面图上，煤层的产状，一般是用煤层底板等高线来表示的。因此，辨别各类巷道在空间的位置，应注意采掘工程平面图上巷道底板标高与煤层底板标高的关系。

（一）竖直巷道、倾斜巷道与水平巷道的辨别

立井、暗立井等属于竖直巷道。图5-2表示一圆形截面的立井，上面为立井的纵断面图，下面为其平面图，图中“三号井”是井名，+45.3是井口标高，-180.5表示井底标高，箭头向里表示进风井，箭头向外表示出风井。两标高的差值即为此立井的深度，H=45.3-（-180.5）=225.8m。

在平面图上，钻孔和立井的符号相似，容易混淆，看图时要注意它们的区别。通常说来，在采掘工程平面图上，立井和井下巷道是联系在一起的，而钻孔是孤立的。图5-3为几种钻孔的符号，图*a*为见煤钻孔，图中+43.5、-76.3分别为钻孔的孔口和孔底标高，№6表示钻孔号，1.8表示煤层厚度；图*b*为无煤钻孔；图*c*为注浆钻孔。

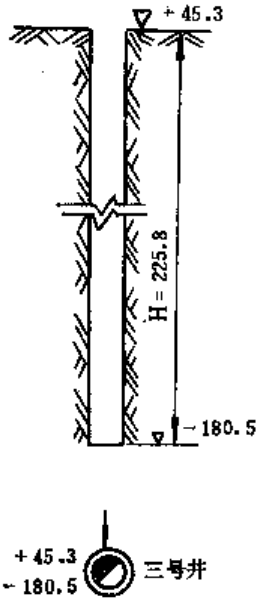


图 5-2　立井

斜井、暗斜井、上(下)山等巷道属于倾斜巷道，其特点是倾斜角度较大；平硐、石门、运输大巷、回风平巷、顺槽等巷道属于水平巷道，所谓水平巷道，并不是绝对水平的，为了运输和排水的需要，亦有一定坡度，一般为3‰，有时达到7‰左右。

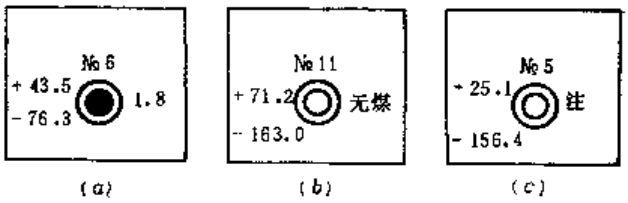


图 5-3　钻孔

在采掘工程平面图上，平硐和斜井，都以专用符号表示（见本书附录二）。井下其他各种巷道是否倾斜，主要视其名称和底板标高。图5-4为一组巷道投影示意图。图5-5为其采掘工程平面图，图*a*注明了各巷道的名称，可以从所注记的上山、顺槽、运输平巷等不同的名称来辨别巷道是倾斜的还是水平的；图*b*中并没有注明巷道的名称，但注明了巷道底板的标高数值，各测点的标高数值很接近，则可以断定是平巷，标高数值相差很大，则可以断定是倾斜巷道。

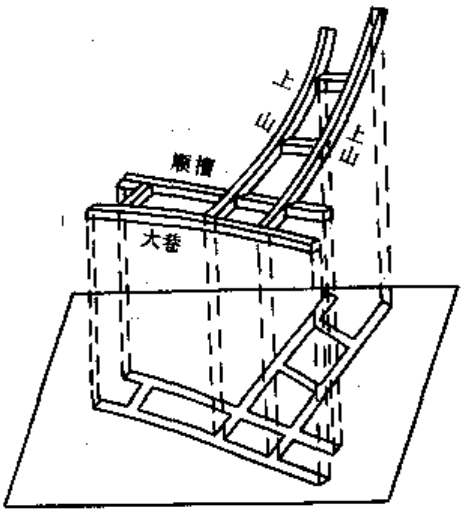


图 5-4 巷道投影

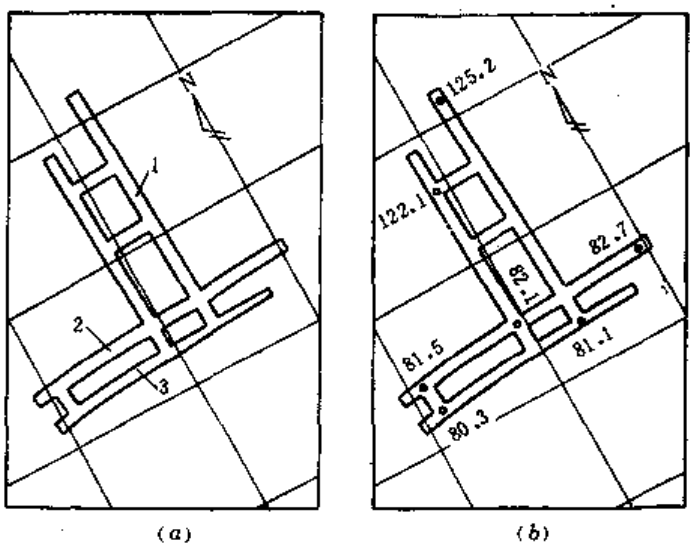


图 5-5 斜巷与平巷平面图
1—上山；2—顺槽；3—运输平巷

（二）巷道相交、相错或重叠的辨别

各种巷道在空间的相互位置关系有三种可能：相交、相错或重叠。反映在平面图上则有以下特点：

（1）相交巷道是指两条方向不同的巷道相交于一处。这时在平面图上，两相交巷道的交点处高程应相等。如图5-5*b*所示，南北方向的巷道和东西方向的巷道相交，交点处标高相等。

（2）相错巷道是指两条方向与高程均不同的巷道，在空间相错。这时，在采掘工程平面图上，两条巷道虽相交，但交点处高程不等。图5-6*a*为示意图，*b*为平面图，从图中可以看出，副巷和上山相交于*A*点，用标高内插法可求出，上山巷在*A*点的标高为－106.9m，而副巷在*A*点的标高约为122.8m，两巷在*A*点处标高不等，故它们是相错的。在平面图上，有时两巷相平行，此时要注意，若两条巷道倾向不同，或两条巷道倾向虽然一样，但倾角不等，这两条巷道也是相错的。如图5-7所示，一号斜井和上山平行，倾向也一致，但倾角不等，所以彼此相错；上山和暗斜井平行，但倾向相反，彼此也是相错的。

（3）重叠巷道是指两条标高不同的巷道位于同一个竖直面内。在采掘工程平面图上，两条巷道重叠在一起，但标高相差较大。如图5-8所示，*a*为示意图，*b*为两条巷道重叠时的采掘工程平面图。从图*b*中可以看出，石门和上山重叠在一起，从巷道标高可知，上山在石门的上方。

综上所述，在采掘工程平面图上，辨别两条巷道是相交、相错，还是重叠，主要是根据两条巷道的标高。另外，在巷道用双线表示时，相交巷道，交点处线条中断，如图5-6*b*；相错巷道，上部巷道连续而下部巷道中断，如图5-7；重叠巷道，位于上部的巷道画实线，位于下部的巷道画虚线，如图5-8。

（三）煤巷和岩巷的辨别

煤巷指在煤层内所开掘的巷道，这类巷道在采区内较多，如上（下）山、顺槽、开切

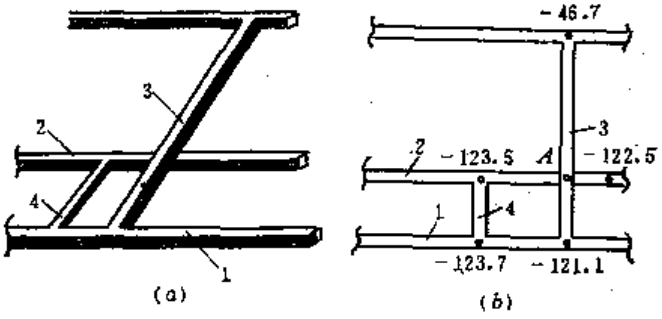


图 5-6　斜巷和平巷相错图

1—运输大巷；2—副巷；3—上山；4—联络巷

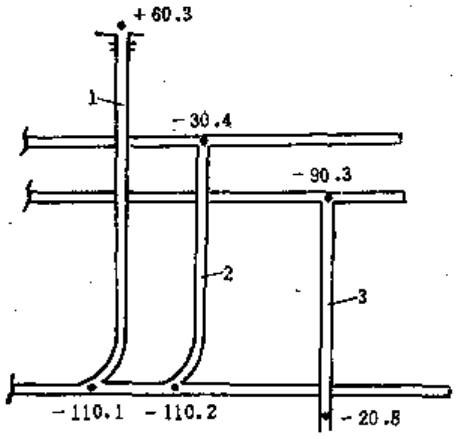


图 5-7　斜巷相错图

1—一号斜井；2—上山；3—暗斜井

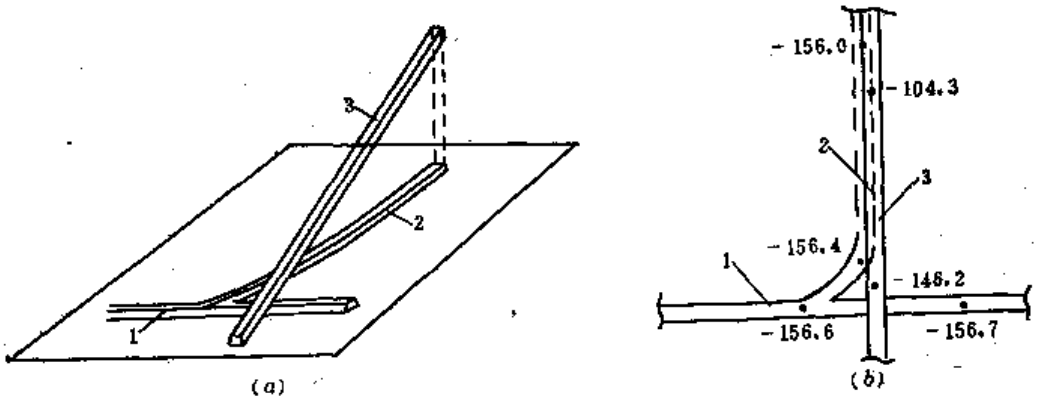


图 5-8　斜巷和平巷重叠

1—运输大巷；2—石门；3—上山

眼等，有时运输大巷也在煤层内开掘。岩巷是指在煤层顶板岩层或底板岩层内所开掘的巷道，这类巷道多属于矿井的主要巷道，如立井、斜开、平硐、石门和水平运输大巷等，一些为厚煤层或煤层群服务的上（下）山或集中运输顺槽，有时也开在岩层内。

在采掘工程平面图上，可根据巷道名称来辨别是岩巷还是煤巷，如石门、围岩平巷等是属岩巷，运输顺槽、开切眼等是属煤巷；但多数情况下，还是根据巷道的标高和煤层底板的标高来识别的，在同一点上，巷道标高和煤层底板标高大致相同，是条煤巷；若巷道标高和煤层底板标高相差较大，其高差大于煤层厚度时，是条岩巷。对于一般中厚煤层来说，巷道标高高于煤层底板标高，则此巷在煤层顶板岩层内；巷道标高低于煤层底板标高，则此巷在煤层底板岩层内。如图5-9所示，图a为巷道示意图，图b为其采掘工程平面图，图中绘出了煤层底板等高线和巷道标高，在215m高程的水平面内开水平巷道。由此可以看出，AB段平巷和煤层走向一致，其巷道标高大致和煤层底板标高一致，说明该巷为一沿煤层走向开掘的煤层平巷；从B到E一段平巷，其巷道标高逐渐低于相同点煤层底板标高，因此，这段巷道为从煤层到底板岩层的一段石门；从A到C一段平巷，其巷道标高逐渐高于相同点煤层底板标高，故该巷为一段从煤层到顶板岩层的一段石门；同理还可

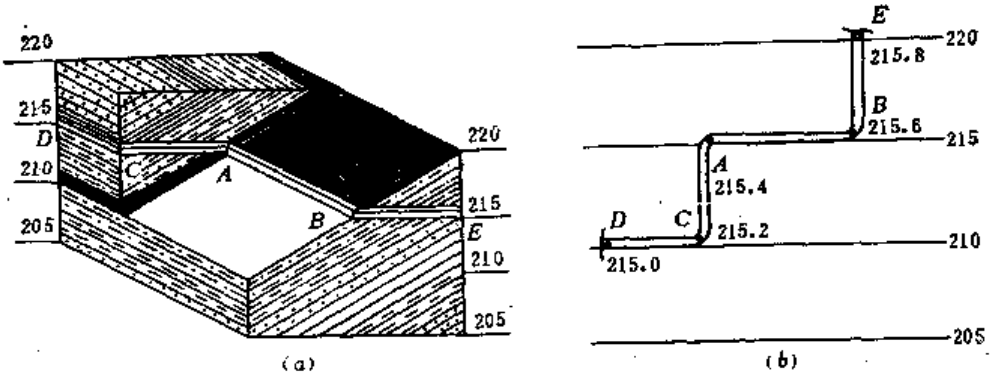


图 5-9　巷道在煤、岩层中的位置

看出，*CD*段是在顶板岩层内开掘的与煤层走向一致的围岩平巷。

综上所述，在采掘工程平面图上，识别各类巷道的形态和位置，主要是从巷道内标高变化情况，不同巷道标高的相互关系，以及巷道标高与煤层底板标高的关系来分析的。为了清晰地表示巷道位置，岩巷和煤巷一般用不同的符号表示。

〔例5-1〕 图5-10*a*为一组巷道的立体示意图，图*b*为其采掘工程平面图，对照示意图，识读平面图，就可以清楚地看出：

－320运输大巷，轨道上山绕道（－320.1～－319.4）段，溜煤上山绕道（－320.2～－320.3）段，石门（－320.8～－319.9），巷道前后两点标高相差很小，故为水平巷道，以上这组巷道与－320运输大巷是相交的。另外，这些巷道的标高都低于相应点煤层底板标高，由此可以判明它们都是开掘在底板岩层内。

轨道上山（－319.4～－238.7）段，溜煤上山（－284.0～－231.5）段，上下两端点高差几十米，故为倾斜巷道；胶带机巷和轨道上山相交处，标高上下相差30m，故此两巷相错；轨道上山在－240水平以上，巷道标高与煤层底板标高大致相同，故可判明是在煤层内开掘的巷道；轨道上山的－240.0～319.4一段，高差为79.4m，而煤层此处却在－240～－239之间，煤层底板平稳，故可判明此段巷道为一开掘在底板岩层内的倾斜巷道。

平行于轨道上山，在轨道上山和溜煤上山之间的一段巷道，巷道标高变化不大，在－238.7～－239.8之间，且与煤层底板标高大致相同，故可判明此段巷道为一开掘在煤层内的水平巷道。

三、采掘工程平面图的识读

识读采掘工程平面图，要求搞清两个方面的问题：一是煤层产状要素和主要地质构造情况；二是井下各种巷道的空间位置。前者可以从煤层底板等高线及有关地质符号来分析，后者则可以从巷道标高来分析。

识读采掘工程平面图，应具有矿井巷道布置和开采方法等方面的基本知识。此外，在读图前可以通过其他资料，对煤层产状、井田范围、巷道布置及开采方法等情况，有个大致的了解，这对进一步读懂采掘工程平面图是会有帮助的。

（一）采掘工程平面图识读顺序

（1）图名、坐标、方位和比例尺；

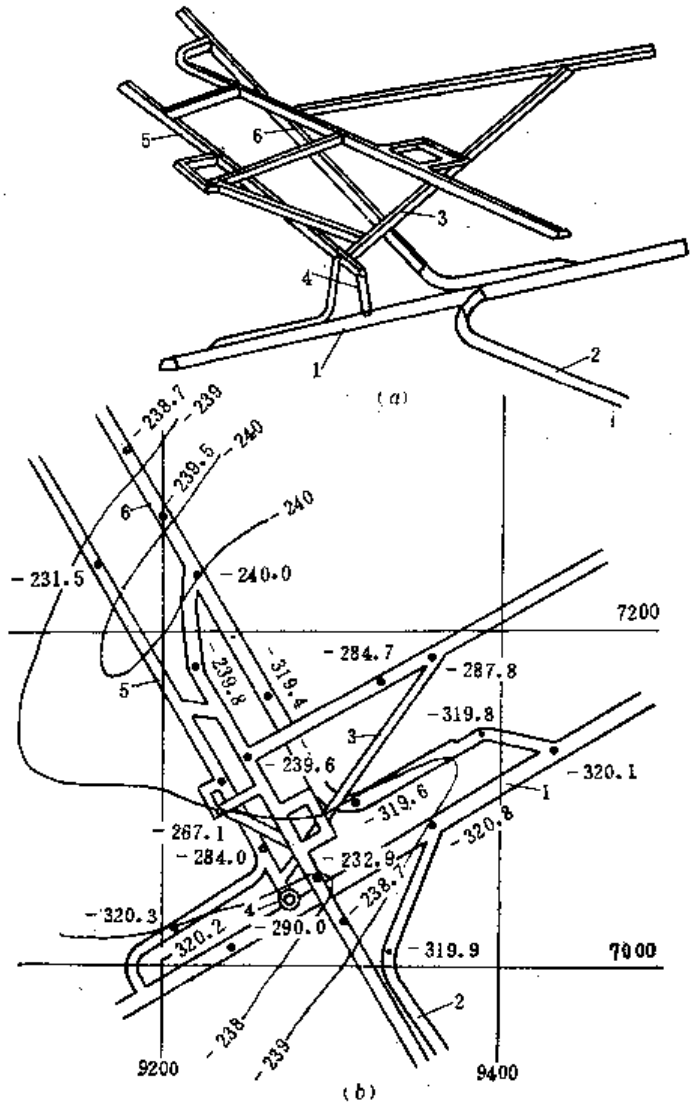


图 5-10　巷道形态及位置

1—-320运输大巷；2—石门；3—胶带机巷；4—溜煤井；5—溜煤上山；6—轨道上山

（2）井田范围、井田边界；

（3）根据煤层底板等高线及有关地质符号，搞清全矿煤层的大致产状，以及主要地质构造等。若采掘工程平面图上未画出煤层底板等高线，就应查一下煤层底板等高线图，以便掌握煤层的赋存情况；

（4）识读全矿井巷道布置及采掘情况，首先找出井口位置，再按井口、到井底车场、经主要石门、主要水平运输大巷，到采区的顺序，对全矿各主要巷道的空间位置及相互联系建立一个整体和系统的概念；然后再分采区了解每个采区的采准巷道布置、通风系统、运输系统、采煤方法、回采工作面和掘进工作面的位置、回采工作面月进度、采区内煤层产状和地质构造等；

（5）平面图与剖面图对照起来识读。有些矿井的巷道平面图较为复杂，纵横交错，上下重叠，未注明标高数值，不易看清各巷道的位置关系，这时，可以将平面图与有关剖面图对照识读，在平面图上找出剖面线位置，然后对照相应的剖面图识读，就很容易搞清

巷道的空间位置了。

（二）采掘工程平面图识读举例

按表示范围的不同，采掘工程平面图分为：井田煤层采掘工程平面图、采区煤层采掘工程平面图、回采工作面煤层采掘工程平面图。

1．井田煤层采掘工程平面图

图5-11为一斜井井田煤层采掘工程平面图（局部），图的比例尺为1:5000，箭头指向为指北方向。

该矿采用了斜井分区开拓方式。副斜井井口标高为49.6m，斜井倾角为25°，在－300m水平开井底车场，然后沿煤层走向，在煤层底板岩层内开掘－300m水平运输大巷。

自－300m水平运输大巷，在煤层底板岩层内开溜煤上山和轨道上山，然后由区段石门进入煤层，沿煤层走向开掘区段运输平巷和区段回风平巷，又将区段运输平巷和区段回风平巷打通，此即为回采工作面的开切眼巷道。

在矿田上部边界，在底板岩层内开掘－50m水平总回风道，总回风道通过总回风石门与副井连通。

本图所示有两个采区，每个采区分三个区段开采，区段平均垂高为65m，采用单一长壁后退式采煤方法进行开采。

煤层浅部已被小窑开采，为防其采空区积水造成危害，留设了隔水煤柱。煤层较稳定，构造简单，走向为南东65°，平均倾角为25°，煤层平均厚度为2.0m，中间有0.1～0.15m的夹石层。西一采区西翼边界有一断层。

图5-12为一立井井田煤层采掘工程平面图（局部），其比例尺1:5000。井田内煤层较为稳定，走向大致为南东70°，平均倾角15°，煤层平均厚2.0m，中间有0.1～0.15m夹石层，地质构造简单，两采区中间有一正断层，断层落差20m。

该矿采用了立井多水平分区式开拓。图中仅表示了－300m开采水平的一采区和部分二采区范围内的情况。主井井口标高为39.8m，井底标高－335.2m，因此可知该井井深为375m；在－300m水平开掘井底车场，结合底板等高线可以看出，井底车场是开在煤层顶板岩层内；从井底车场垂直煤层走向、在－300m水平开掘主要石门，然后大致沿煤层走向开掘水平主要运输大巷，从大巷在平面图上的位置和煤层底板等高线关系可知，此水平主要运输大巷大部分位于煤层底板岩石内。

自－300m水平主要运输大巷开掘下部车场绕道和斜巷与煤层打通，然后沿煤层倾斜开掘轨道上山和运输机上山，沿煤层走向开掘区段运输平巷和区段回风平巷，再将这两条巷道沿煤层倾斜开通，即回采工作面的开切眼巷道。

在井田上部边界煤层底板岩层内有一总回风道，以采区回风石门与采区相连，总回风石门连接总回风巷道和回风井。

2．采区煤层采掘工程平面图

图5-13为某采区煤层采掘工程平面图，图中*b*为沿运输机上山所作的剖面图，图的比例尺1:2000。

该采区开采上、下两个近距煤层，上层煤m_1，厚度4.0m，下层煤m_2，厚度2.5m，层间距11m，煤层平均倾角18°，地质构造简单，煤层上部距地表约30m。

在平面图上，只画出了m_1煤层底板等高线。在m_1煤层中所开掘的巷道用实线表示，在

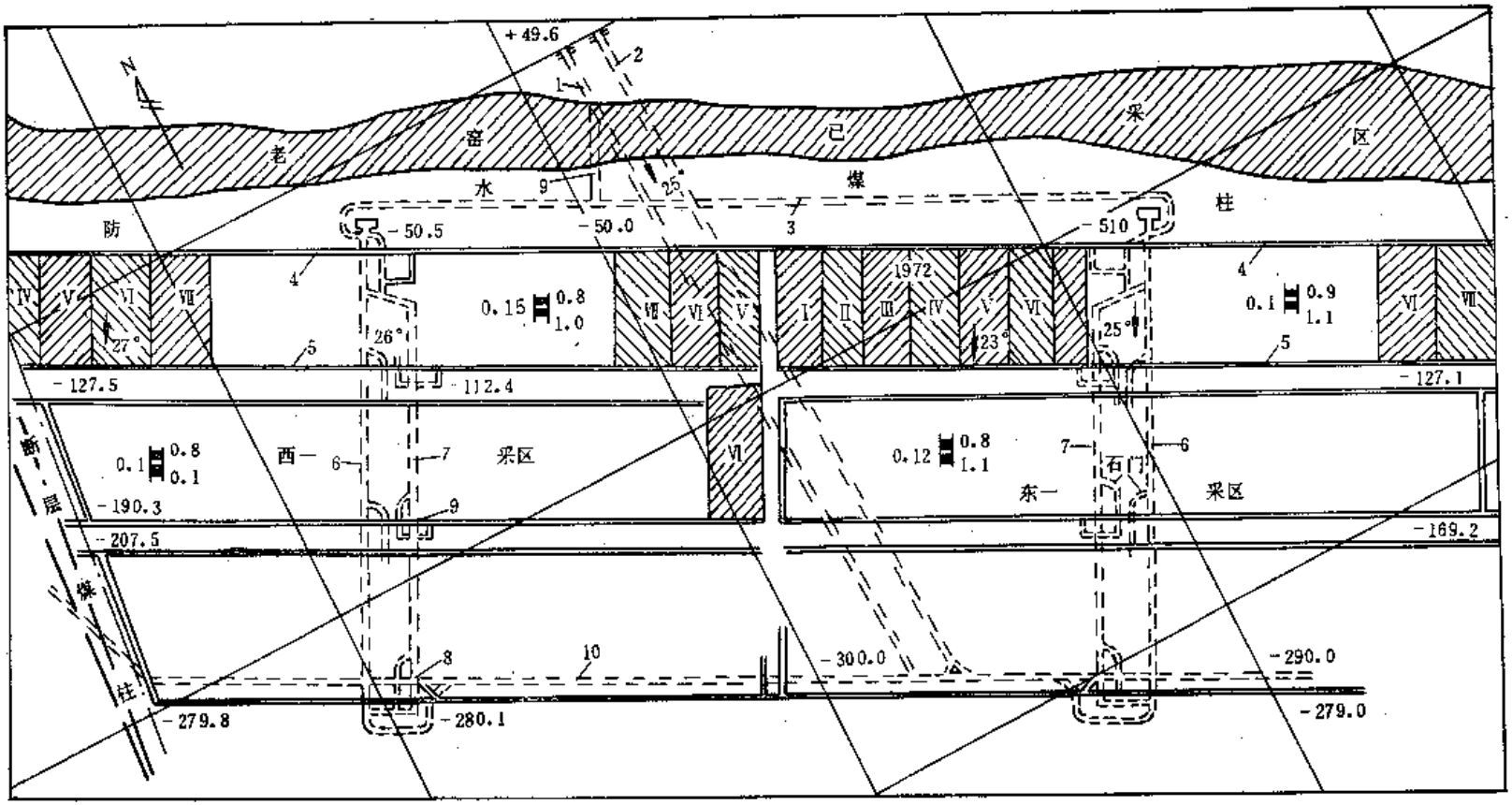


图 5-11　斜井井田煤层采掘工程平面图

1—副斜井；2—主斜井；3—－50m总回风道；4—区段回风平巷；5—区段运输平巷；6—轨道 上山；
7—溜煤上山；8—放煤井；9—总回风石门；10—－300m水平运输大巷

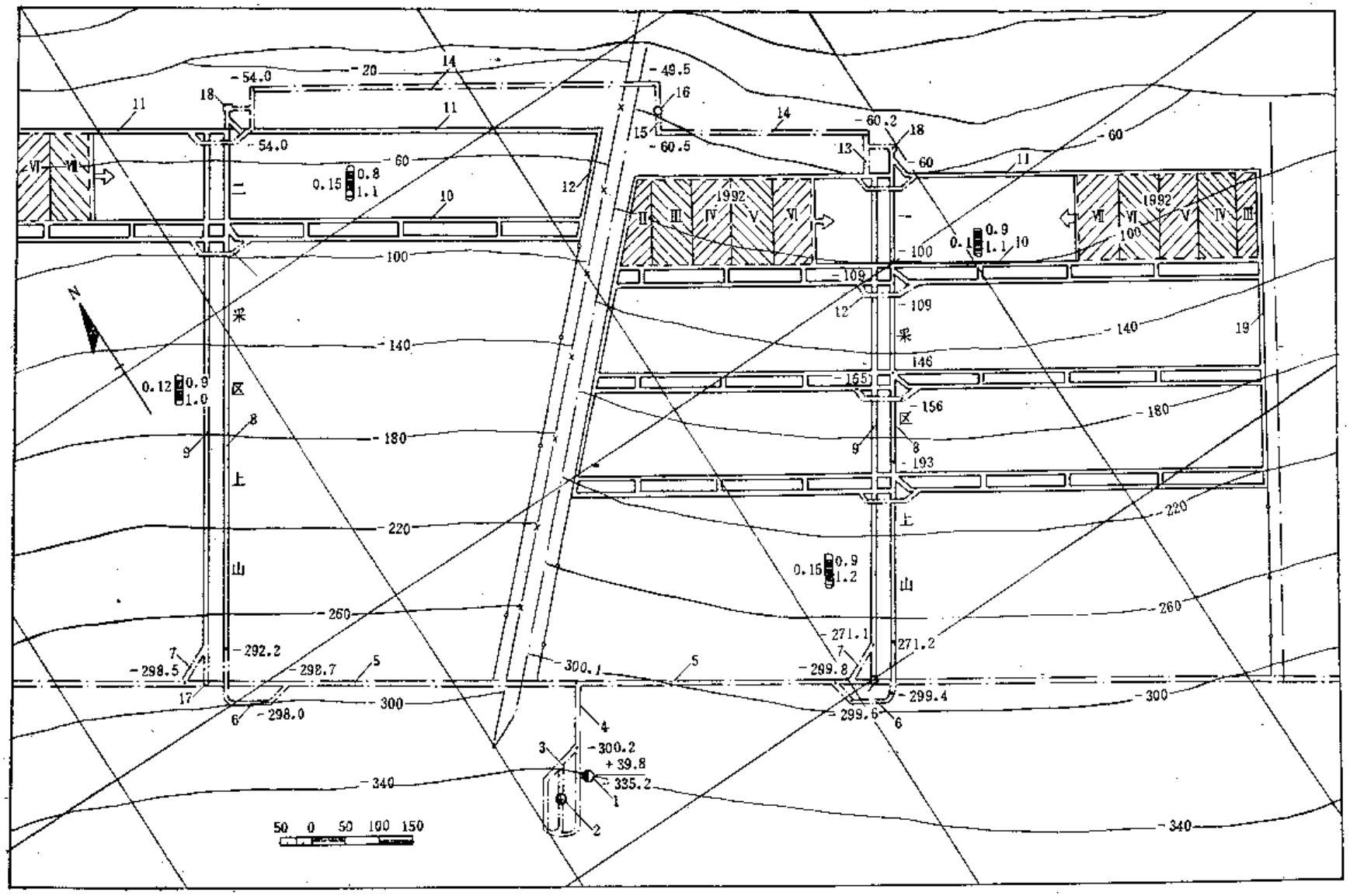


图 5-12　立井井田煤层采掘工程平面图

1—主井；2—副井；3—井底车场；4—主要石门；5—水平主要运输大巷；6—下部车场绕道；7—斜巷；8—轨道上山；9—运输机上山；10—区段运输巷；11—区段回风巷；12—中部车场绕道；13—采区回风石门；14—总回风巷道；15—总回风石门；16—回风井；17—采区煤仓；18—绞车房；19—开切眼

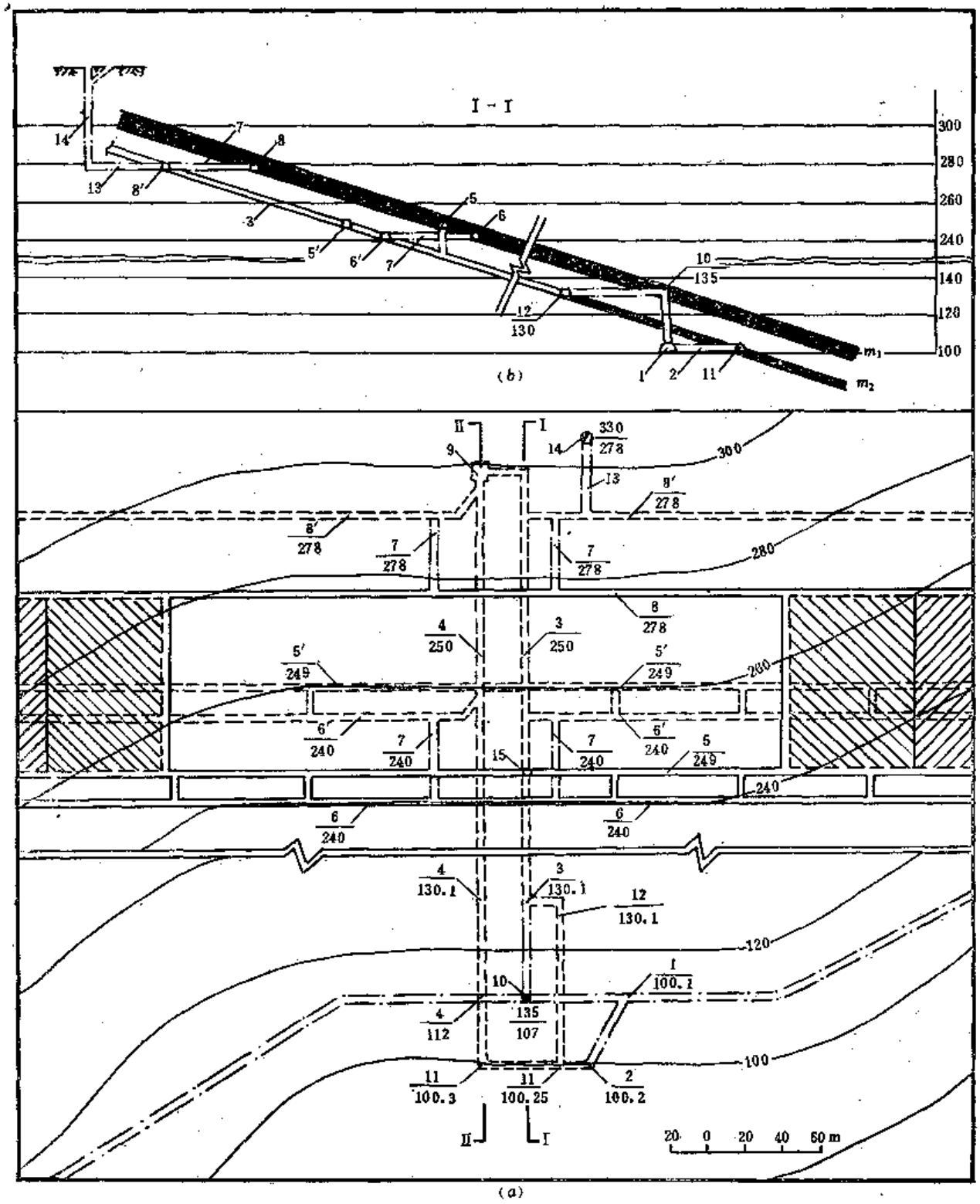


图 5-13 采区煤层采掘工程平面图

1—100水平运输大巷；2—采区石门；3—运输机上山；4—轨道上山；5—m_1区段运输巷；6—m_1区段回风巷；5′—m_2区段运输巷；6′—m_2区段回风巷；7—区段联络石门；8—m_1上区段回风巷；8′—m_2上区段回风巷；9—绞车房；10—采区煤仓；11—下部车场绕道；12—行人斜巷；13—采区回风石门；14—回风巷；15—区段溜煤眼

m_2煤层中所开掘的巷道用虚线表示，在岩层内开掘的巷道均用点划线表示。图中仅表示了该采区下部车场和采区上部第一个区段的巷道布置情况，其余省略部分用断裂线断开。

平面图（图a）和剖面图（图b）对照，m_1煤层底板等高线和各巷道底板标高对照，可以看出各巷道的形态和位置。

－100m水平主要运输大巷1在下部m_2煤层底板岩石内、距下部煤层底板法线的距离为6m、沿煤层走向开掘，采区石门2两端分别与大巷和在m_1煤层内的采区下部车场绕道11相连，运输机上山3和轨道上山4均在下部煤层内沿煤层倾斜开掘，然后沿煤层走向在各煤层内分别开掘区段运输巷5、5′，区段回风巷8、8′，至采区边界开掘各自的开切眼巷道。

区段溜煤眼是连通上部m_1煤层区段运输巷5与运输机上山的通道，采区煤仓10的上部与采区上山的起坡巷相连，下部与运输大巷的装车点相连，形成了全采区的煤炭运输系统；上煤层的所需材料和设备则是由运输大巷1、经采区石门2、下部车场绕道11、轨道上山4、下煤层区段回风巷道8′，联络石门7、上煤层区段回风巷8运至回采工作面。

在采区上部边界，有一回风小井14，以采区回风石门与下煤层区段回风巷8′相连。

3．回采工作面采掘工程平面图

图5-14为某回采工作面煤层采掘工程平面图（局部），图的比例尺为1:2000。从图中可看出，煤层埋藏较平稳，构造简单，区段回风巷下部有一陷落柱，煤层平均厚度2.2m，煤层倾角在18°～19°左右，巷道各特征点底板标高以及某年Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ月份的回采面积等。

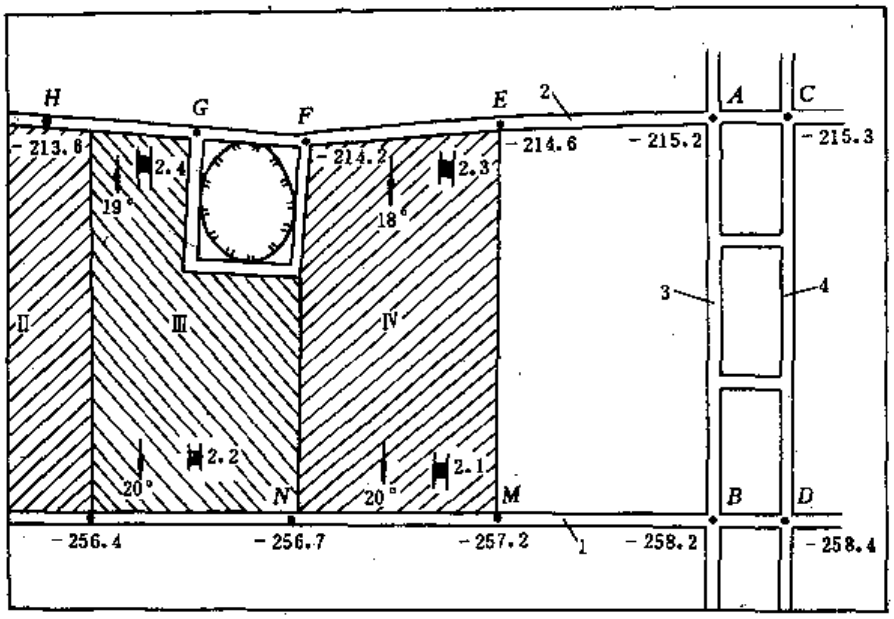


图 5-14　回采工作面煤层采掘工程平面图

1—区段运输巷；2—区段回风巷；3—运输上山；4—行人及轨道上山

四、采掘工程平面图的绘制

（一）绘制采掘工程平面图的依据

绘制采掘工程平面图，要依据以下三个方面的资料：

1．地质资料

由矿井地质部门按照矿井发展规划和生产计划为各项采掘工程的设计、施工和生产管理所提供的地质资料，是绘制采掘工程平面图的首要基础资料。这些地质资料主要有：建井地质说明书、开拓区域地质说明书、采区地质说明书、掘进地质说明书和回采工作面地质说明书等。从这些地质说明书中，可以找到绘制不同采掘工程平面图所需要的地质资料和地质图。如绘制采区煤层采掘工程平面图，应以采区煤层底板等高线图、采区综合柱状图及其有关的说明为依据。

2．采掘工程方案设计中有关的技术决定

根据所绘制的煤层采掘工程平面图的不同要求，绘图前应决定下列有关技术方面的问题：井田边界线，井田内的划分，开采水平垂高，阶段斜长，采区沿走向、倾斜长度，采区上（下）山口位置，主要保护煤柱尺寸，井筒、井底车场、主要石门和大巷的布置方式及其在岩（煤）层中的形态和位置，以组成全矿的生产系统；采区内的划分，回采工作面长度，采区内各种保护煤柱的尺寸，各种巷道断面规格，区段斜长，采区上（下）山、区段巷道、采区下、中、上部车场及硐室的布置方式及构成要素尺寸，采区内各种巷道及硐室在岩（煤）层中的形态及位置，以构成采区的生产系统。

3．生产过程中测绘的地质资料和采掘情况

矿井生产过程中测绘的地质资料及采掘工程进展情况，包括采掘工作面位置、采空区范围、发火区范围以及采掘工程各种因素的变化情况等。

（二）绘制采掘工程平面图的方法和步骤

一般情况下，采掘工程平面图是在煤层底板等高线图上绘制的。绘图的大致程序是：根据对不同采掘工程平面的要求，将有关的内容，用正投影原理绘制在煤层底板等高线图上，即得所要求的采掘工程平面图。

现以图5-13为例，来说明绘制采区煤层采掘工程平面图的方法和步骤。

1．明确采区范围、进行采区划分

在采区煤层底板等高线图上，绘出采区边界，留出采区边界煤柱；根据所确定的区段斜长、采区的具体地质条件及有关对采区生产能力的要求，将采区划分为区段，对采区内采掘工作面进行全面布置和安排。

根据开拓方式图或井田煤层采掘工程平面图，绘出通过本采区的主要运输大巷和回风大巷，明确大巷通过本采区的具体位置，距煤层顶底板的法线和水平距离，大巷底板标高等。

2．绘制采区内的各种巷道和硐室

首先根据煤层底板等高线图和采区煤层综合柱状图，沿所确定的采区上（下）山绘制垂直地质剖面图，明确煤层厚度、煤层群层间距、煤层顶、底板岩层性质及厚度、煤层倾角等。

根据所确定的采区巷道布置方案，分别在平面图及剖面图上绘出采区上（下）山及区段巷道，明确表示出上（下）山和区段巷道的形态和位置，各段巷道的底板标高，在煤层内或在岩层内的位置，距煤层底板的法线和水平距离，两巷之间及两侧的煤柱尺寸等。

根据采区各单项工程的施工方案，结合采区巷道布置方案，在平面图和剖面图上分别绘出大巷与采区上（下）山、区段巷道与采区上（下）山之间的各种巷道，其中包括下部

车场绕道、采区煤仓、轨道车场甩车道，行人通风联络巷，中部车场甩车道及绕道，上部车场甩车道及绕道，上部车场绞车房硐室等，明确这些巷道的形态、位置及尺寸要素，并注意巷道间的相互关系。

3．标注通风构筑物、运输及采掘设备的位置，形成生产系统

按统一规定的专用符号（见本书附录二、五），在平面图上适当的地方绘出通风构筑物（密闭、风门、风桥、调节风窗等）和局扇的位置，新鲜风流和污浊风流的路线，形成通风系统；绘出运输设备及采掘设备的型号、台数及位置，煤炭、矸石、材料及设备的运输路线，构成采区运输系统；为使所绘制的采掘工程平面图全面、正确、合理、可行，绘图时还要考虑供电系统、压气系统、排水系统、洒水防尘系统及避灾措施及路线等。

4．标注采区各要素的尺寸

采区走向及倾斜长度、回采工作面长度、采区边界煤柱宽度、上山间及两侧煤柱宽度、区段巷间及两侧煤柱宽度等。

五、采掘工程平面图的应用

采掘工程平面图是了解地质和采掘情况，分析与解决生产问题的重要工具。现将其主要的用途介绍如下：

（一）了解与分析采掘工程情况，合理解决采掘生产中的问题

从采掘工程平面图上，可以了解到全矿或全采区的巷道布置系统，采掘工作面的位置，采掘进度，以及采掘速度等情况，以便科学分析与正确解决采掘衔接关系问题，协调煤层的开采顺序，进行采区单项工程或采煤工艺设计。

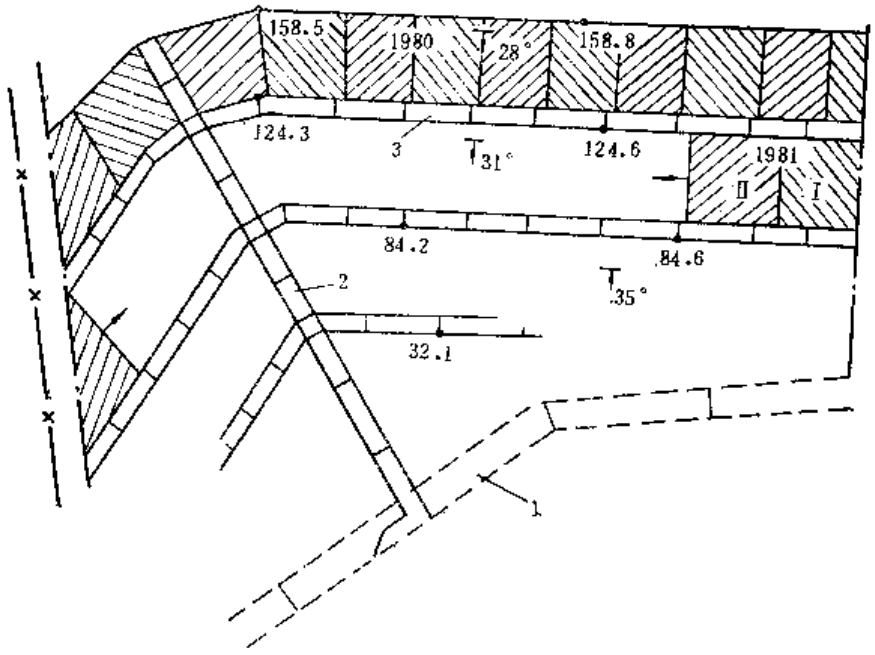


图 5-15　向斜构造煤层采掘工程平面图

1—运输大巷；2—采区上山；3—区段巷道

（二）了解地质构造情况，进行采掘工作的地质预报

根据采掘工程平面图，可以预测采掘工作面前方的地质构造情况，也可以预测邻近采

区或邻近煤层的构造情况，以便及时采取安全技术措施，保证采掘工作的正常进行。这个问题已在第四章中作了介绍，这里不再重述。

有的采掘工程平面图上并未画出煤层底板等高线，但其沿煤层开掘的水平巷道，则具有等高线的特性，因此，煤层的某些地质构造，也可以从煤层采掘工程平面图中察看出来。如图5-15所示，从巷道布置和巷道标高来分析，这里的煤层显然是一个向斜构造。

（三）进行某些采掘工程量的计算

为了研究生产中的问题，常常利用采掘工程平面图进行一些工程量的计算，如求某点的平面坐标及高程，求某巷道的长度、坡度和方向，计算煤炭产量及煤炭损失量，计算与分析三量的变化情况等等。这些问题在采掘工程平面图上是很容易解决的。现以图5-14为例，简述在采掘工程平面图上求巷道的长度、倾角和煤炭产量的方法。

1．求巷道长度

设图5-14的比例尺为1:2000，试求回风顺槽AH段和运输上山AB段的巷道长度。

从图中可以看出，回风顺槽AH段是水平巷道，故其长度可用比例尺在图中直接量得为170m；运输上山AB段为一倾斜巷道，应首先用比例尺求得AB段的水平距离为$d_{AB}=105$m，从图中知A、B两点的高差$h_{AB}=43$m，则AB段的实际倾斜长度为

$$L_{AB}=\sqrt{d_{AB}^2+h_{AB}^2}=\sqrt{105^2+43^2}=113.46\text{m}$$

2．求AB段运输上山的倾角δ

$$\operatorname{tg}\delta=\frac{h_{AB}}{d_{AB}}=\frac{43}{105}=0.4095$$

$$\delta=22^\circ16'$$

3．求煤炭产量

求四月份该工作面的煤炭产量。其计算步骤如下：

首先用几何方法求出回采工作面四月份回采的水平面积S'。用比例尺在图上量得回采工作面月推进度分别为$FE=50$m，$NM=52$m，回采工作面的水平投影长$FN=100$m，$EM=104$m，则四月份回采的水平面积S'为

$$S'=\frac{FE+NM}{2}\times\frac{FN+EM}{2}=\frac{50+52}{2}\times\frac{100+104}{2}=5202\text{m}^2$$

由图可知煤层的倾角分别为18°、20°，则其平均倾角β为

$$\beta=\frac{18^\circ+20^\circ}{2}=19^\circ$$

回采工作面的实际回采面积S为

$$S=\frac{S'}{\cos\beta}=\frac{5202}{\cos19^\circ}=\frac{5202}{0.9455}=5501.9\text{m}^2$$

煤层的平均厚度M为

$$M=\frac{2.1+2.3}{2}=2.2\text{m}$$

则回采工作面四月份产量Q为

$$Q=S\cdot M\cdot\gamma\cdot C \tag{5-1}$$

式中　γ——煤的平均容重，设$\gamma=1.4\text{t/m}^3$；