

地信网论坛网络域名: <http://bbs.3s001.com/>

标高投影与 矿山制图

主编 严振均 副主编 刘婉兰 郑伟良

地信网论坛网络域名: <http://bbs.3s001.com/>

煤炭工业出版社

地信网论坛打造中国最大的地质学习及地质相关软件的交流、下载门户网站!

仅供参考

不可公布

标高投影与矿山制图

主 编 严锡均 刘焕芝 张伟民
副主编 黄振修 杜学东 姚光友 英文启
袁久党 孔庆军 高新田

其他编写人员

连传杰 张宝民 王 农 管志召
苏德国 徐西华 贾传友

地信网论坛网络域名: <http://bbs.3s001.com/>



煤炭工业出版社

(京) 新登字 042 号

图书在版编目 (CIP) 数据

标高投影与矿山制图/严锡均等主编. —北京: 煤炭工业出版社, 1995

ISBN 7-5020-1269-9

I. 标… II. 严… III. 高程测量: 矿山测量-制图 IV. TD17

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (95) 第 47329 号



标高投影与矿山制图

严锡均 刘焕芝 张伟民 主编

责任编辑: 刘新建

*

煤炭工业出版社 出版发行

(北京市安定门外和平里北街21号)

北京密云春雷印刷厂 印刷

*

开本 787×1092mm^{1/32} 印张 5^{1/2}

字数 110 千字 印数 1—1,000

1996 年 2 月第 1 版 1996 年 2 月第 1 次印刷

书号 4037 定价 9.50 元

内 容 提 要

标高投影是画法几何的一个分支。本书介绍了标高投影的基本理论和方法,包括点、线、面、投影变换、立体、曲线和曲面等。着重阐述了标高投影在矿山工程制图(矿山地质制图基础和矿山测量图基础)中的应用。本书可作为地质测量、采矿等专业的教学参考书,也可作为矿山工程技术人员的实用工具书。

地信网论坛网络域名: <http://bbs.3s001.com/>

前 言

众所周知, 矿山工程图是采矿业广大工程和科技人员的共同语言和必备工具。能够正确地阅读和准确地绘制各类工程图纸是每一个工程人员的基本素质。标高投影属画法几何中的一个分支, 广泛应用于地质、测量、采矿、土建与水利等工程规划与设计中, 是上述各类工程图绘制的理论基础。

在多年的科研和教学工作中, 我们深深感到特别需要一本将标高投影与矿山制图结合起来, 能在矿山生产和科研中起指导作用的书。

正是基于这样一个良好的愿望, 我们编写了此书。在本书的构思与写作过程中, 贯穿了理论与实际相结合的原则。前半部分章节介绍了标高投影的理论, 后半部分章节论述了标高投影在矿山制图中的应用。前者为后者服务, 理论为专业实际服务。两部分紧密相联, 为矿山工程图的绘制提供了正确的方法。

由于作者水平有限, 书中缺点和不足, 敬请有关专家和同行不吝指教!

作 者

1995 年 6 月 6 日

目 录

第一章 投影法与标高投影	1
一、投影法与工程上常用的投影法概述	1
二、标高投影	5
第二章 点和直线的标高投影	6
一、点的标高投影	6
二、直线的标高投影	6
三、点在直线上的标高投影	11
四、直线投影的标高内插	15
五、两直线相对位置的标高投影	18
第三章 平面的标高投影	25
一、平面表示法、坡度比例尺、走向线与走向方位角	25
二、两平面平行	27
三、两平面相交	28
四、平面内的直线和点	29
五、直线和平面相交	31
六、直线和平面平行	33
七、直线垂直于平面	33
八、投影变换	35
第四章 平面立体的标高投影	39
一、平面立体的标高投影	39
二、平面立体的截交	40
第五章 曲线与曲面的标高投影	42
一、曲线的投影	42
二、曲面的投影	42

三、平面与曲面相交	11
四、曲面与曲面相交	47
五、地形面的标高投影	47
第六章 矿山地质制图基础	61
一、水平岩层和直立岩层的制图	61
二、倾斜岩层的制图	64
三、褶曲构造制图	78
四、断裂构造制图	88
五、地质图的读法及使用	97
六、矿区地形地质图	103
第七章 矿山测量制图基础	112
一、概述	112
二、井田区域地形图与工业广场平面图	118
三、井底车场平面图	121
四、采掘工程平面图	122
五、主要巷道平面图	135
六、井上、下对照图	139
七、井筒断面图	142
八、保护煤柱平面图	143
九、其他矿图	143
第八章 地表移动及地形曲面的计算机制图	151
一、地表移动及地形曲面的现象与假设	151
二、岩层移动曲面或地形曲面的多面函数的观察方程	151
三、三维地形曲面和岩层移动曲面的计算机模拟绘制	155
参考文献	157

第一章 投影法与标高投影

一、投影法与工程上常用的投影法概述

(一) 投影法

投影法是画法几何的基本方法。

设图 1-1 中定平面 P 为投影面, 点 S 为投影中心, 投射
线均由投影中心射出, 射过空间点 A 的投影线与投影面相交
于一点 a , 则点 a 称作空间点 A 在投影面 P 上的投影。同样,
点 b 是点 B 在投影面 P 上的投影。画法几何就是假设用这种
方法, 确定空间几何原形在平面上的图像。

1. 中心投影法

投射射线通过投影中心的投影方法称为中心投影法, 如图
1-2 所示。

2. 平行投影法

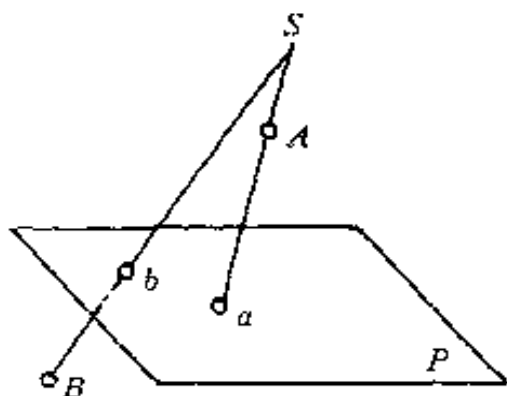


图 1-1

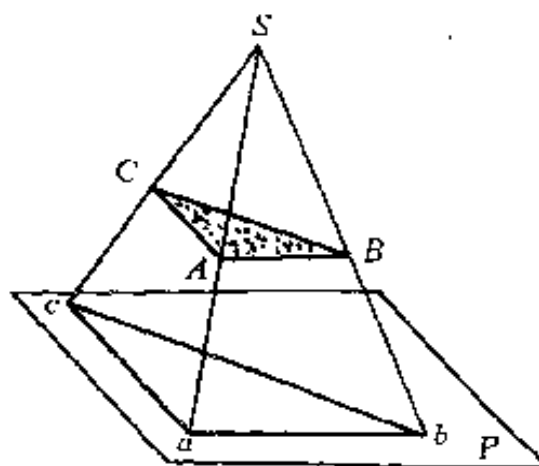


图 1-2

如果投射线互相平行,此时空间几何原形在投影面上也同样得到一个投影,这种投影法称为平行投影法。

(1) 斜投影法。在平行投影法中,当投射线对投影面倾斜时,这类平行投影法称为斜投影法(图 1-3)。

(2) 直角投影法(简称正投影法)。在平行投影法中,当投射线对投影面垂直时,这类平行投影法称为直角投影法亦称正投影法(图 1-4)。

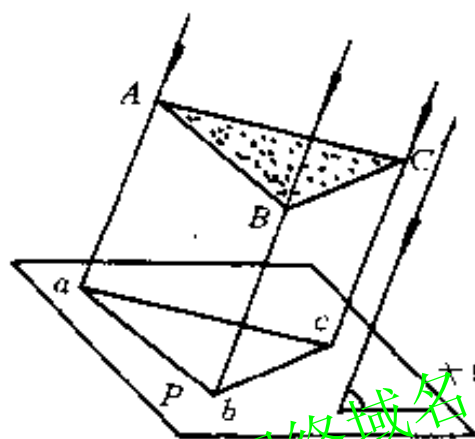


图 1-3

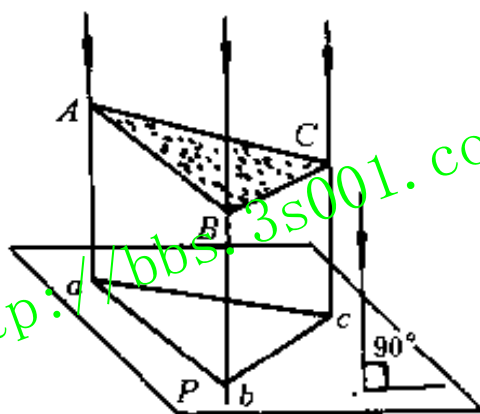


图 1-4

(二) 工程上常用的投影法概述

1. 正投影法

正投影法是一种多面投影法。它是在相互垂直的 2 个或 3 个投影面上分别采用直角投影来获得几何原形的投影(图 1-5)。

2. 轴测投影法

轴测投影法采用的是单面投影。先设定空间几何原形所在直角坐标系,采用平行投影法(正投影或斜投影),将三根坐标轴连同空间几何原形一起投射到投影面上。利用坐标轴的投影与空间坐标轴之间的对应关系来确定图象与原形之间

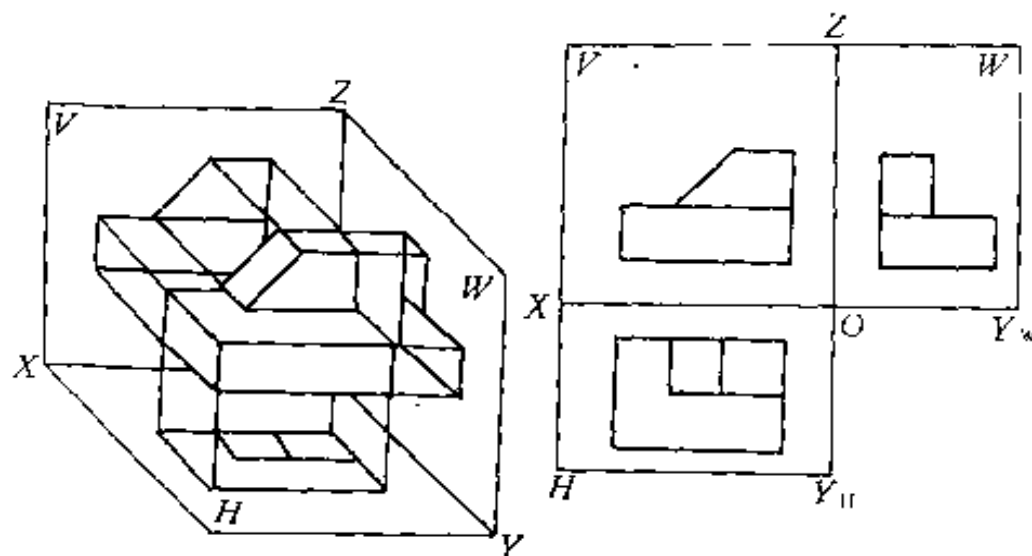


图 1-5

的一一对应关系。由于采用平行投影法，空间平行的直线，投影后仍平行。采用轴测投影时，坐标轴对投影面成一定角度，使得投影图上同时反映出几何体长度，宽度，高度三个方向上的形状，以便有立体感。此种图称为轴测投影图，亦简称轴测图（图 1-6）。

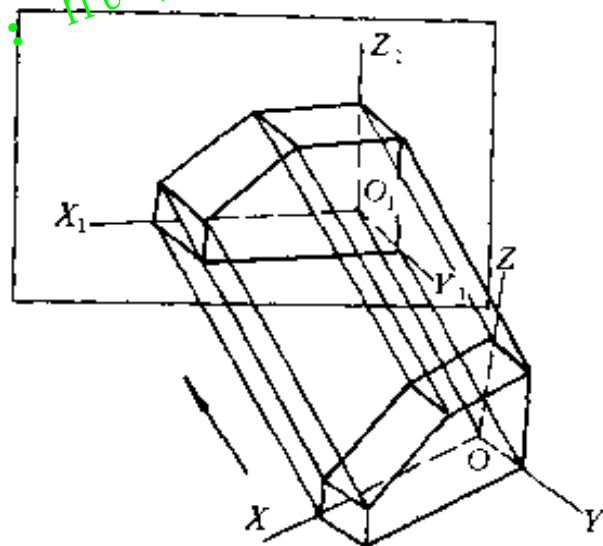


图 1-6

3. 标高投影法

标高投影法是用直角投影获得空间几何元素的投影后，再用数字标出空间几何元素对投影面的距离，以便在投影图上确定空间几何元素的几何关系（图 1-7）。

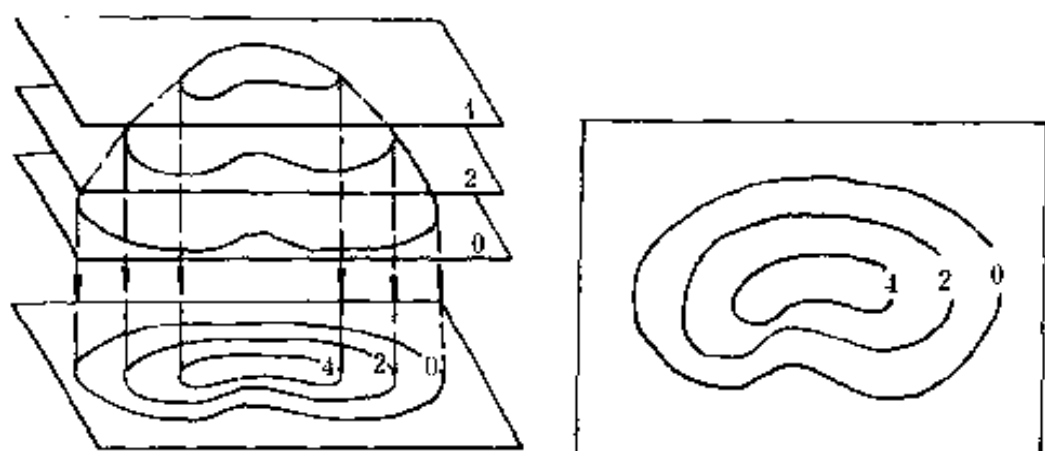


图 1-7

标高投影法可用来表示不规则曲面，如船舶曲面，飞行器曲面，汽车曲面，地形曲面，采矿几何体曲面等。标高投影广泛应用于地质测量、采矿、土木建筑、水利工程（工业）领域。

4. 透视投影法

透视投影法用的是中心投影。图象接近视觉映像，所以透视图也是一种直观性强、有逼真感的图（图 1-8）。

图 1-8 是某一几何体的透视投影图（简称透视图）。透

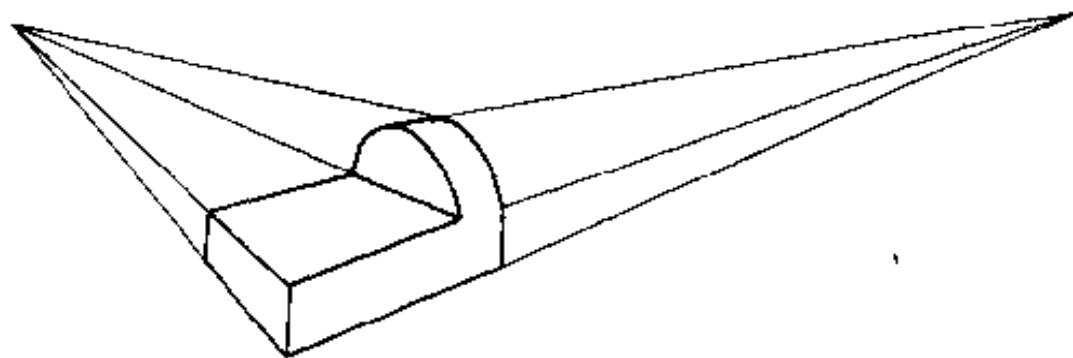


图 1-8

视图广泛应用于工艺美术、广告宣传、土木建筑等工程。

二、标高投影

如前所述,标高投影法是用直角投影获得空间几何元素的投影,再用数字标出空间几何元素对投影面的距离,以便在投影图上确定空间几何元素的几何关系。显然,标高投影是画法几何中有关投影理论的一个专题。由于标高投影在地质测量、采矿等工程部门的设计中是唯一能够满足绘制各种工程图的需要,因此,有关标高投影的图示与图解及计算原理具有极大的实用价值。

第二章 点和直线的标高投影

一、点的标高投影

用标高投影画物体的投影图时,是将物体上的各点用一组平行的投射射线,垂直投影到水平投影面 H 面上(水平投影面是高程为零的水平面),再把标高数值写在点的投影旁,用来说明点高于(或低于)水平面的数值。按画法几何学的规定,空间点用大写字母(例如 A 、 B ……)表示,点的投影用小写字母(例如 a 、 b ……)表示。标高值应注在小写字母的右下角,点的空间位置高于水平投影面 H 时,标高数为正;(习惯上省略数字前的正号),点的空间位置低于 H 面时,标高值为负,此时应在标高值前加负号。此种方法画出的物体图形,其尺寸很容易求得。根据平行投影的特性,凡平行于投影面的尺寸,其投影反映实长。所以根据作图比例尺,可以直接在图上量得其尺寸大小。凡是垂直于投影面的尺寸,可以由标高值计算出(图 2-1)。

图 2-1 表示出点的标高投影图的作法及点的空间位置。

图中应画出 H 面(高程为零的水平面), A 、 B 、 C 是已知点,投射射线 A_0 、 B_0 规定垂直于投影面 H ,已知点 A 、 B 、 C 的投影是 a 、 b 、 c 。

图 2-2 表示出上述 A 、 B 、 C 三点的投影图。由点的投影 a 、 b 、 c 旁所注的标高数字可知: A 点在 H 面上方,高于投影面 4 单位; B 点在 H 面的下方,低于水平投影面 7 单位;而点 C 则应在水平投影面 H 面上。

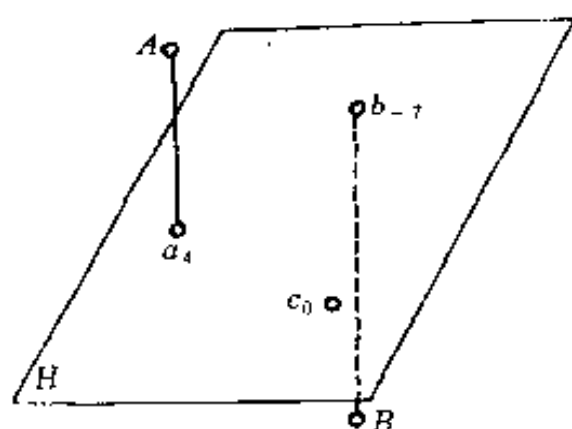


图 2-1

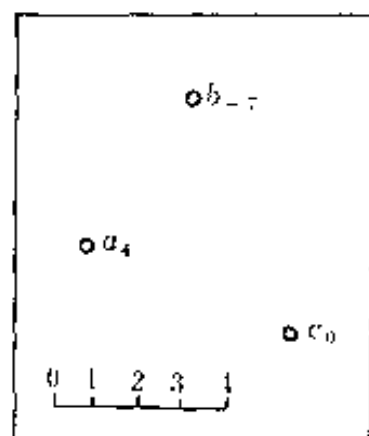


图 2-2

标高投影图中应该定出所采用的作图比例尺。习惯上采用的比例尺有下列各种： $1:10^n$ ； $1:5\times 10^n$ ； $1:2\times 10^n$ ；其中 n 是整数。根据对图纸不同的要求，矿图中常用的比例尺有 $1:500$ ； $1:1000$ ； $1:2000$ ； $1:5000$ ； $1:10000$ 等。

在实际工作中，为了便于测量及绘图，应该采用海平面作为水平投影面——标高为零的水平面。点的位置高于水平投影面时，标高为正值；点的位置低于水平投影面时，标高为负值。显然在一张图上，如果出现标高数值大到三位数或四位数时，绘图标注数很不方便。这种情况下，就可通过升高或降低投影面的位置来解决。另外，为了作图说明方便，不作 x, y 轴，可采用国家统一坐标系或假定直角坐标系，并以坐标轴平移法确定空间几何要素在平面的位置。

二、直线的标高投影

(一) 一般位置直线的标高投影

由几何学知道，空间一直线由空间两直线上任意两点位置来确定，即空间直线可用空间直线上两点的标高投影来表

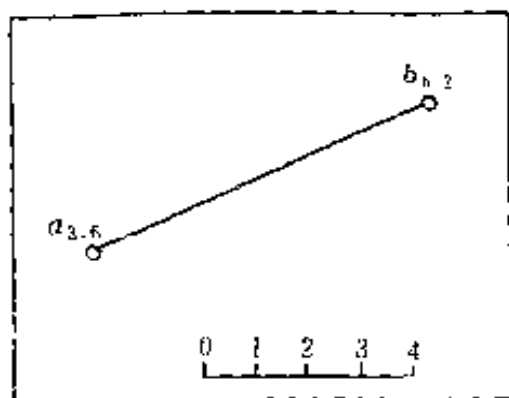


图 2-3

示 (图 2-3)。

又由几何学知, 直线 AB 对投影面的倾角 α , 等于空间直线与该线在投影面上的投影之间的夹角, 即直线 AB 对 H 面倾角就是直线 AB 与其水平投影 ab 之间的夹角 α 。过 AB 所作的投射面 $aABb$ 中由 A 点引直线 AC 平行 ab , 该直线对 H 面的倾角正切 (图 2-4a)

$$\text{即} \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{Bb - Aa}{ab} = \frac{h_b - h_a}{L} = i$$

1. 坡度 (图 2-4)

一直线 (或平面) 对另一直线 (或平面) 的倾斜程度称为坡度 (亦称斜度, 斜率)。坡度的大小是它们的夹角的正切值。

$$\text{即} \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{Bb - Aa}{ab} = \frac{h_b - h_a}{L} = \frac{h}{L} = i$$

2. 平距 (图 2-4)

AB 线段在 H 面上的投影 ab 长度称为平距。当线段两端点标高差 $h = h_b - h_a$ 时, 平距和坡度 (斜率) 有下列关系:

$$\text{即} \quad i = \operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{L}; \quad L = \frac{h}{i} \quad (2-1)$$

式中 α —— AB 与 ab 的夹角, 即 AB 对 H 面的倾角;

h_a —— A 点至 H 面的距离 (A 点的标高值);

h_b —— B 点至 H 面的距离 (B 点的标高值);

h —— 两端点的标高差;

L —— 直线的平距;

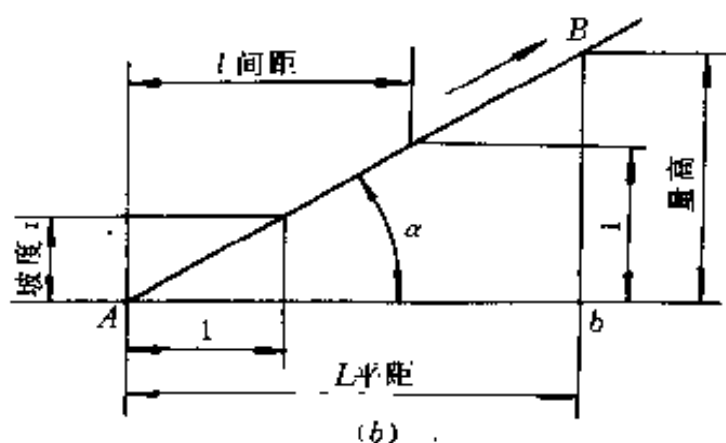
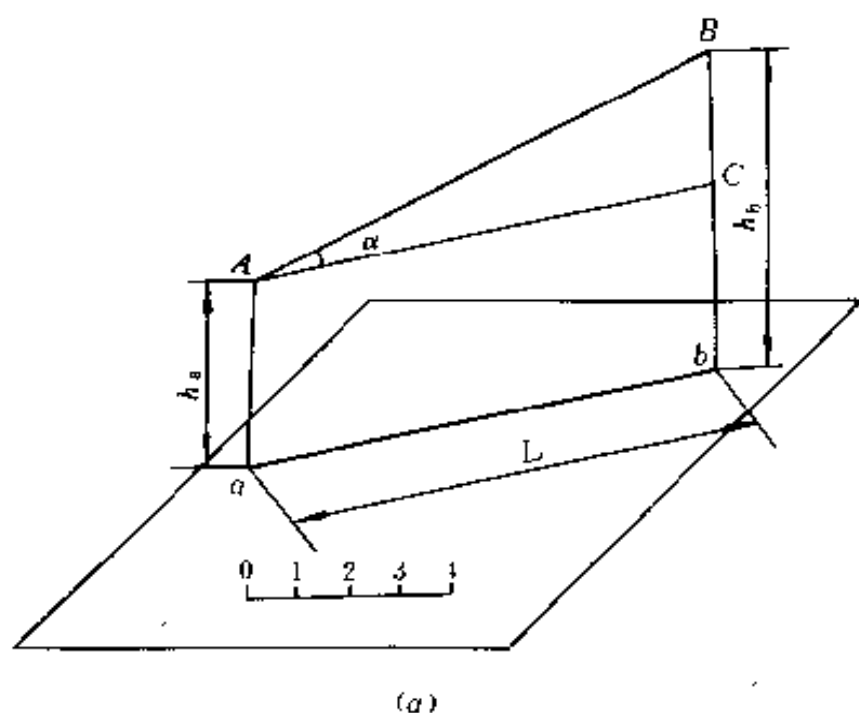


图 2-4

i —— 直线倾角的正切（坡度、斜率）。

由式 (2-1) 可知，直线的平距与斜率（坡度）成反比，即直线的平距越大，直线的倾角和斜率越小；反之，平距越小，斜率（坡度）越大（图 2-4b）。

3. 单位平距（图 2-4b）

当直线两点高差为一单位时, 其水平投影长度 l 称为直线的单位平距 (又称线段间距)。

$$\text{即} \quad l = \frac{1}{i} \quad (2-2)$$

从式 (2-2) 可以看到, 间距 (单位平距) 与坡度 (斜率) 互为倒数。在相同比例尺图上, 单位平距 (间距) 越小, 则倾角越大, 坡度越大; 而单位平距 (间距) 越大, 则倾角越小, 坡度越小。

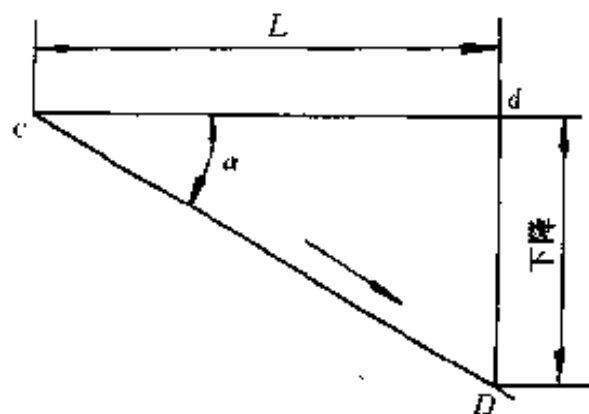


图 2-5

图 2-4b 中, 直线 AB 上 A 点低、 B 点高, 这时线段 AB 为升高线。图 2-5 中, 直线 CD 上的 C 点较 D 点高, 这时线段 CD 称为下降线。

在标高投影中, 线段的实长及线段对投影面的倾角 α , 可用直角三角形

法来求得。此直角三角形的一腰等于直线的投影长度, 另外一腰等于线段两端点的标高差。其斜边的长度就是直线的实长, 而斜边与直线投影间的夹角, 就是直线对 H 面的倾角 α 。

图 2-6 中, 线段 AB 是升高线, 线段的实长对投影面的倾角由直角三角形 $A^{\circ}B^{\circ}C^{\circ}$ 来确定, 此三角形的一腰 $A^{\circ}C^{\circ}$ 等于线段的平距, 而另一腰等于 $B^{\circ}C^{\circ}$, 直线 AB 对投影面的倾角即 $\angle B^{\circ}A^{\circ}C^{\circ}$ 。

(二) 平行于投影面的直线标高投影

平行于投影面的直线, 即线段两端点的标高差为零;

$$h_b - h_a = 0; \quad i = \frac{h_b - h_a}{L} = \frac{0}{L} = 0$$

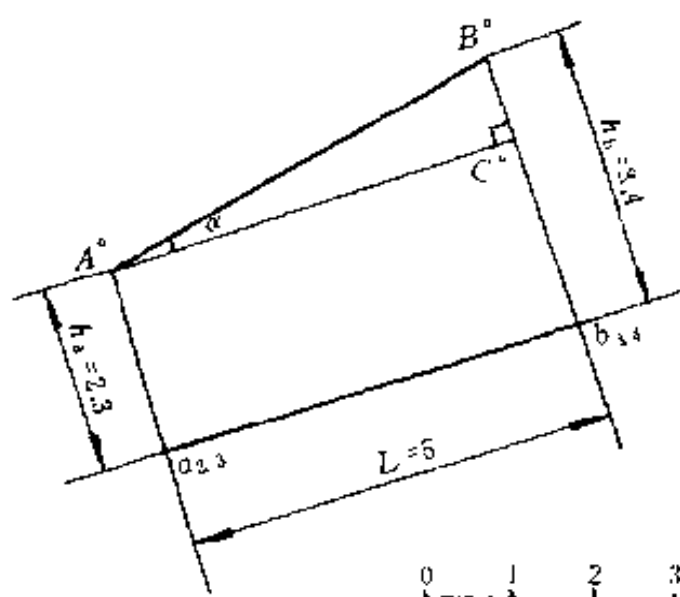


图 2--6

即斜率 i 等于零，线段的平距等于线段的实长。

(三) 垂直于投影面的直线标高投影

垂直于投影面的直线投影积聚为一点，此直线平距等于零，故斜率等于无穷大

$$i = \frac{h_b - h_a}{L} = \frac{h_b - h_a}{0} = \infty$$

[例] 已知一直线的投影 $a_{21}b_{12}$ ，平距 $L=36$ ，求线段 AB 的斜率 i 。

解：

$$i = \frac{h_a - h_b}{L} = \frac{24 - 12}{36} = \frac{1}{3}$$

三、点在直线上的标高投影

点在直线上，点的投影必在直线的投影上。直线上点将直线分成一定比例，则点的投影必将直线的投影分成相同的比例（图 2--7）。

图 2--7 中，设点 C 将直线 AB 分成一定比例，由三角形

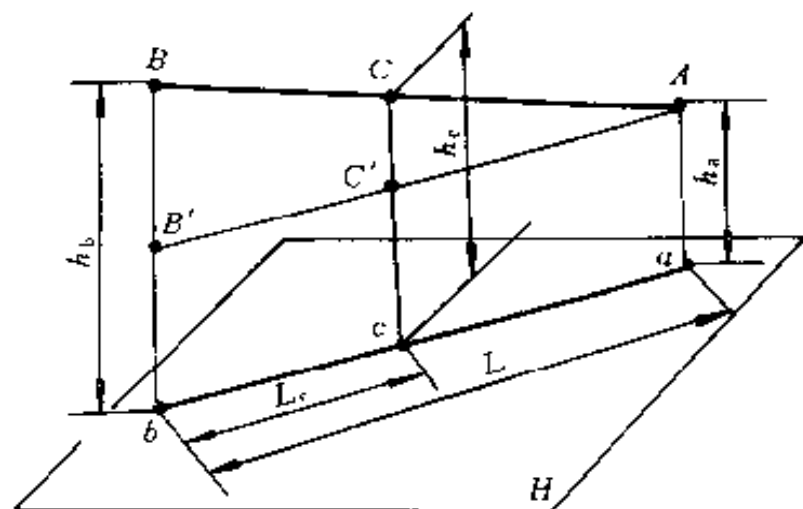


图 2-7

相似可知:

$$\frac{RB'}{CC'} = \frac{AB'}{AC'}$$

$$\text{即 } \frac{h_b - h_a}{h_c - h_a} = \frac{L}{L_c}; \quad L_c (h_b - h_a) = L (h_c - h_a)$$

$$(h_b - h_a) \frac{L_c}{L} = h_c - h_a \quad \text{即: } h_c = h_a + \frac{L_c}{L} (h_b - h_a);$$

$$\text{故 } h_c = h_a + L_c \cdot i$$

「例」已知线段 AB 的投影, 及直线上一点 C 的投影, 求 C 点的标高 (图 2-8)。

$$\text{解: 因 } h_c = h_a + \frac{L_c}{L} (h_b - h_a)$$

$$\text{代入 } h_c = 4.6 + \frac{4}{12} (6.4 - 4.6) = 4.6 + 0.4 = 5.2$$

「例」已知线段 AB 的投影 $a_{7.2}b_{5.5}$, 若 C 点在直线 AB 上, 且 C 点的标高是 6.5, 求线段 AC 的平距 L_c (图 2-9)。

$$\text{解: } L_c (h_b - h_a) = L (h_c - h_a)$$

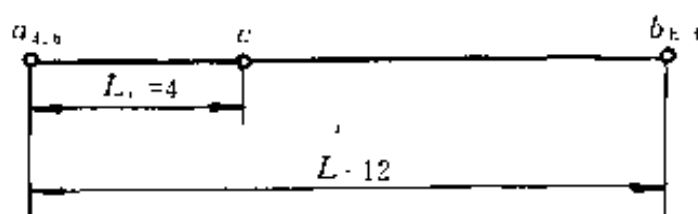


图 2-8

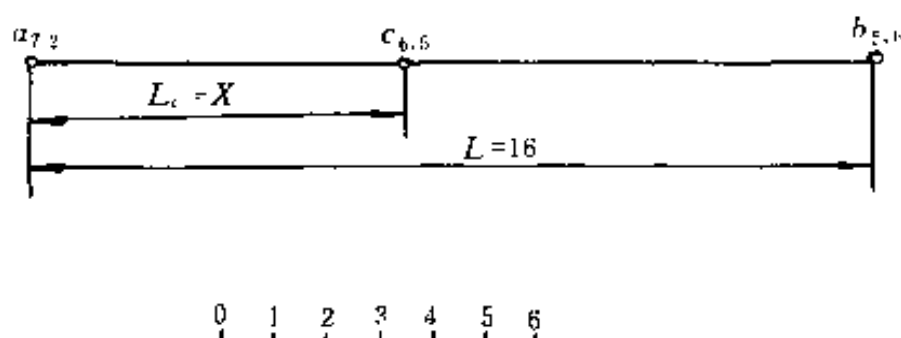


图 2-9

$$L_c = \frac{L (h_c - h_a)}{(h_b - h_a)} = \frac{16 (6.5 - 7.2)}{5.6 - 7.2}$$

$$= 16 \times \frac{-0.7}{-1.6} = 7$$

对于此类问题也可用图解法求。

[例] 已知 C 点在直线 AB 上, 求 C 点的标高 (图 2-10)。

解:

(1) 过直线 AB 作投射面 Q 垂直于 H 面, Q 平面与 H 面相交于 AB 的投影 ab;

(2) 以 ab 为轴, 将 Q 平面旋转与 H 面重合, A°B°即线

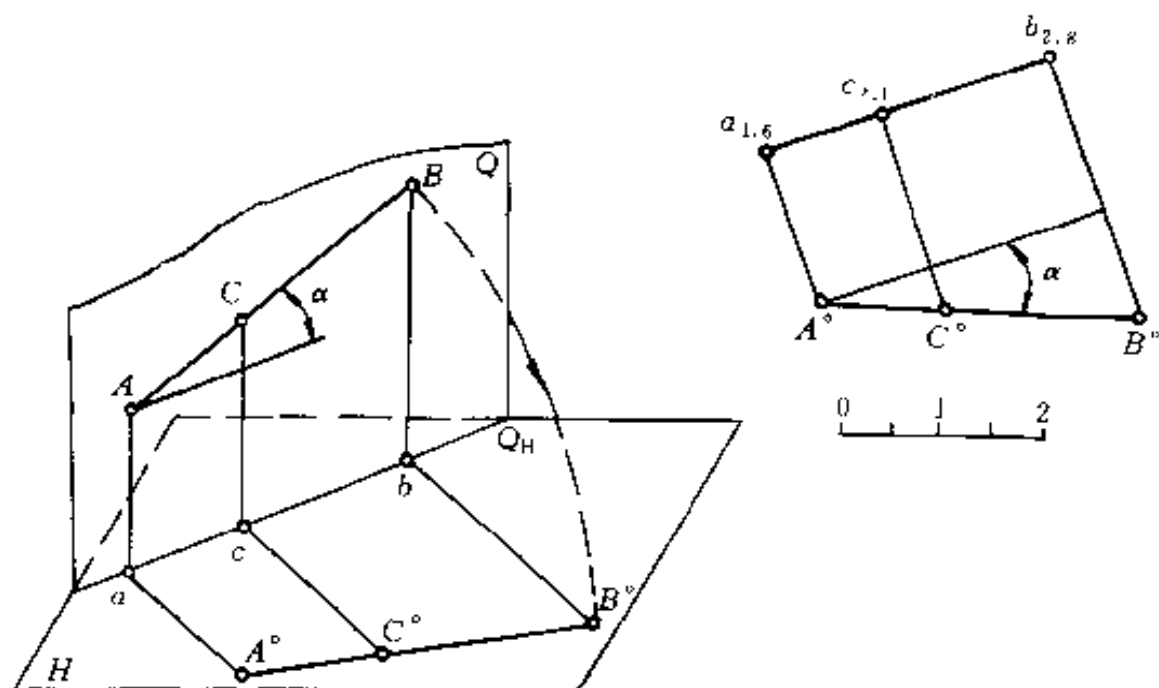


图 2—10

段 AB 重合到 II 面的位置, C_0 即 C 点重合到 II 面的位置;

(3) 量取线段 cC° 的长, 即 C 点的标高值。此数值可用比例尺从图中量取, 而直线 AB 与 H 面的倾角也由图中可量出。

[例] 设线段 AB 的端点分别在投影面的上下两侧 (图 2—11), 求 C 点及 D 点的标高值。

解: 将包含 AB 线的投射面, 绕 AB 的投影 ab 为轴重合到 II 面上, 由图可看到 AB 与投影面 II 相交于 O 点, 故 O 点的标高为零。此处 O 点将直线分为两段, $A^\circ O$ 一段上的各点标高都是负值, $B^\circ O$ 一段上的各点标高都是正值。用比例尺量取 $C^\circ C$, 就可求得 C 点的标高值。此处 C 点的标高值是正值, 因为 C° 点在 $B^\circ O$ 一段上; 而 D 点在 $A^\circ O$ 上, D 点的标高值是负值。

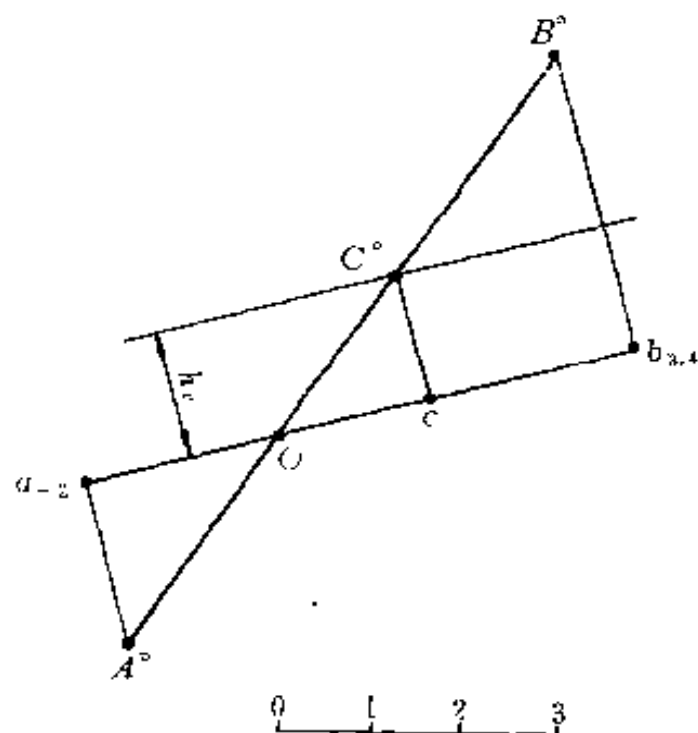


图 2-12

图 2-13 中, AB 直线两端点的标高是 $a_{2.7}$ 、 $b_{6.2}$, 线段投影的平距为 $L=8.75\text{m}$, 求直线 AB 进行投影的标高内插。

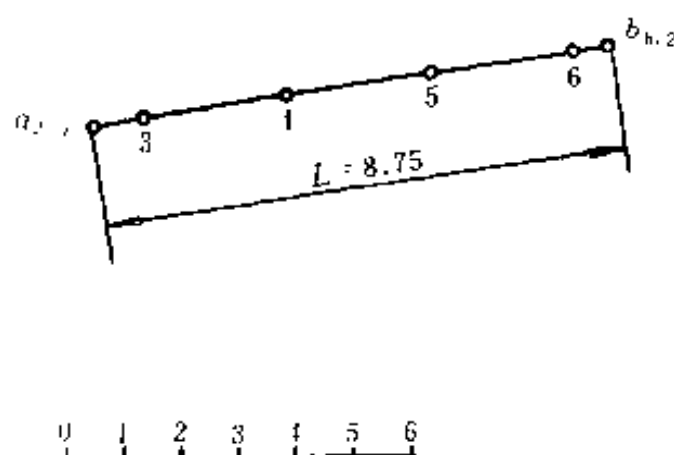


图 2 13

(1) 求每米高差的平距。

$$L = \frac{ab(L)}{h_b - h_a} = \frac{8.75}{6.2 - 2.7} = \frac{8.75}{3.5} = 2.5\text{m}$$

(2) 找出第一个整倍数点的位置。

直线第一个整倍数点标高数值为 (+3)。线段 $a_{2.7}3$ 的平距等于

$$a_{2.7}3 = l(3 - 2.7) = 0.3l = 0.3 \times 2.5 = 0.75$$

(3) 求出其他各整倍数点的位置。

由 $a_{2.7}$ 开始利用 $a_{2.7}3$ 平距 0.75 得第一个整倍数点是 3, 再由 AB 线上 3 点开始, 利用每米高差的平距 2.5 截取整倍数点 4、5、6 即完成直线投影标高内插。

2. 剖面线方法 (图 2-14)

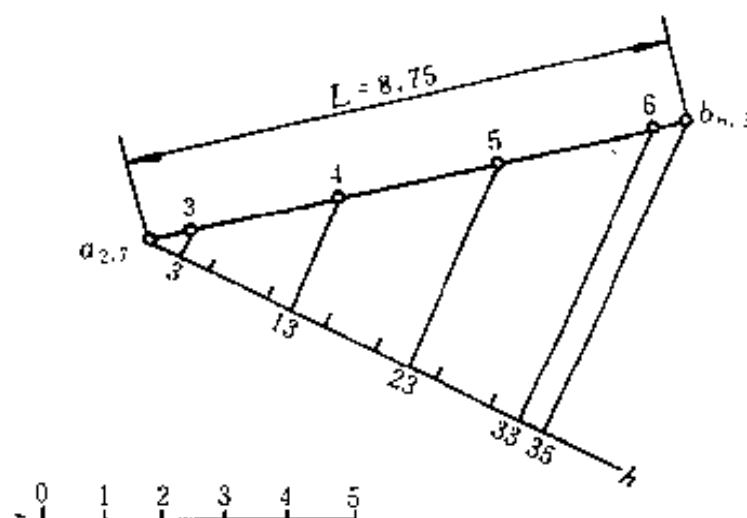


图 2-14

(1) 过点 $a_{2.7}$ 引任意的直线 ah ;

(2) 按任意单位截取一系列的点, 点的个数等于端点标高差的 10 倍, 即 $10(6.2 - 2.7) = 35$ 个;

(3) 连接第 35 点与 $b_{6.2}$, 并通过点 3, 13, 23, 33 作 $b_{6.2}$

35 的平行线;

(4) 上述平行线与 $a_{2.7}b_{6.2}$ 相交于 3, 4, 5, 6 点, 就是直线投影的标高内插点。显然线段 3-4, 4-5, 5-6 的长度都相等, 而且等于每米高差的平距 l 。

3. 平行线法 (图 2-15)

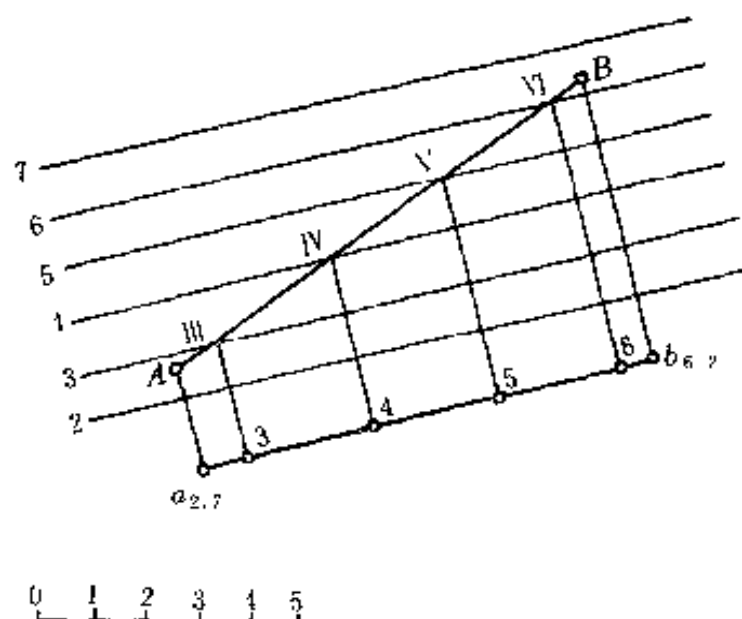


图 2-15

(1) 平行于已知直线 $a_{2.7}b_{6.2}$, 任意作几条互相平行的等距的直线 (距离任意选定);

(2) 标出各条线的标高, 其高程 2、3、4、5、6、7;

(3) 由 a 、 b 两点向这组平行线作垂线, 并在垂线上求出 A 点 (标高为 2.7) 及 (B 点标高为 6.2);

(4) 连接 A 、 B 两点, 与表示高程的水平线 3、4、5、6 相交于 III 、 IV 、 V 、 VI 各点, 并通过上述各点向 AB 的投影作垂线, 其垂足 3、4、5、6 就是直线标高投影的标高内插。

五、两直线相对位置的标高投影

1. 两直线互相平行 (图 2-16)

在标高投影中, 两直线的平行条件是: 平行两直线的投影互相平行, 每米高差的平距应该相等, 其上升方向应该相同。

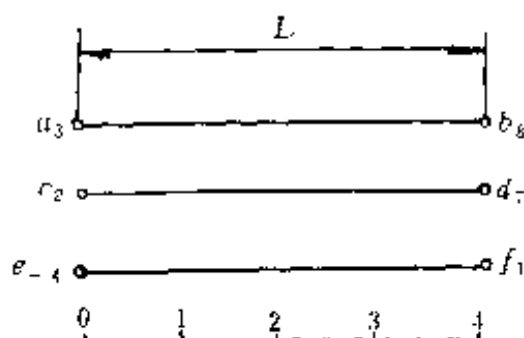


图 2-16

[例] 过已知点 $C_{5.2}$ 作直线 cd 平行于已知直线 $a_b b_{8.2}$ (图 2-17)。

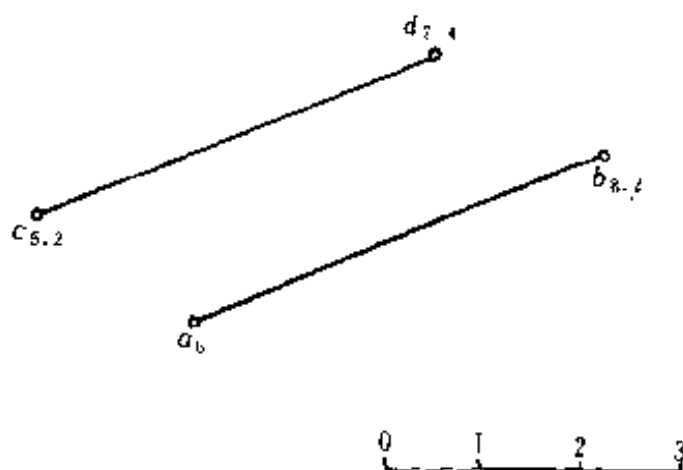


图 2-17

解:

(1) 自点 $C_{5.2}$ 引直线 cd 平行于直线 AB , 并截取 cd 之长等于 AB 的平距 ($\because AB \parallel CD, \therefore ab \parallel cd, ab = cd$);

(2) $\because AB \parallel CD, ab = cd \therefore h_b - h_a = h_d - h_c$

$\therefore h_d = 8.2 - 6.2 + 5.2 = 7.4$

2. 两直线相交 (图 2-18)

因为两直线相交, 其交点必是共有点。公有点是标高相

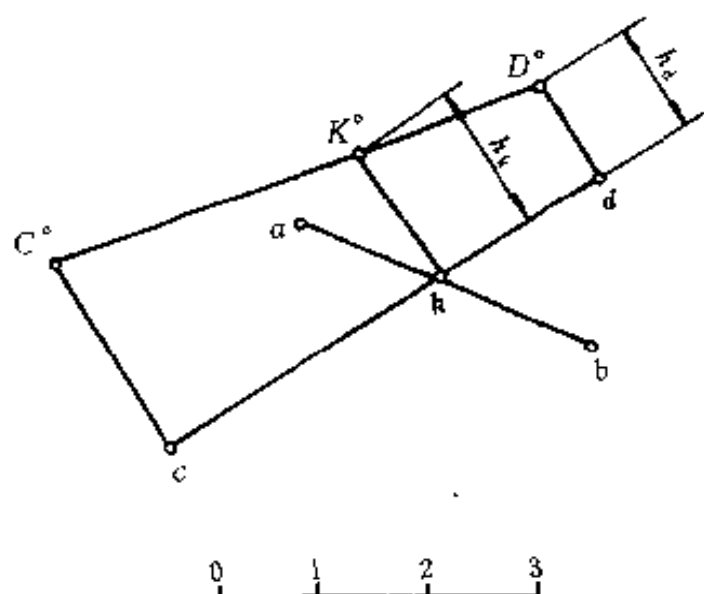


图 2 18

同的点，故它们的标高应相同。

图 2-18 中， AB 线与 CD 线相交于 K 点，将包含 CD 线的投射面重合到 II 面内，过 k 作 cd 垂线交 K' 、 $K'k$ 即为交点的标高值。

有时两相交直线位于所决定的投射平面（即垂直于 II 面）内。求交点的标高值时，可将两线所决定的投射面重合到 II 面内（图 2-19）。

直线 a_2b_1 与 c_2d_1 相交于 k ，可求出 k 点的标高值。

作图步骤：

(1) 包含 AB 与 CD 直线的投射面重合到 H 面内，则直线 $A''B''$ 与 $C''D''$ 相交于 K'' 点，此点即交点重合到 H 面内的位置；

(2) 过 K'' 作垂线 $K''k$ ， $K''k$ 长度用比例尺量取即为交点的标高值。

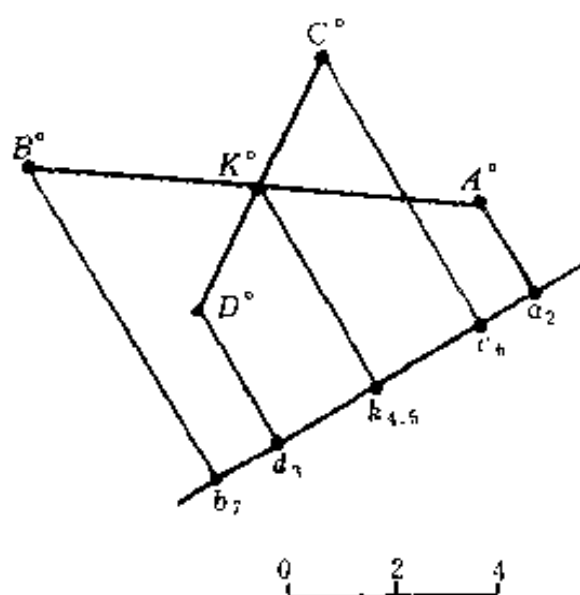


图 2-19

〔例〕图 2-20 中，已知两直线 $a_2b_{0.5}$ 及 C_2d_0 ，试判断此二直线是否相交两直线。

解：

(1) 将包含 AB 线的投射面重合到 H 面得 $A'B'$ 。假设 K 点是两直线的交点，过 K 点作垂直 ab 的直线与 $A'B'$ 相交于 K' 点，则 kK' 是 AB 线上 K 点的标高值；

(2) 将包含 CD 线的投射面重合到 H 面得 $C'D'$ 。假设 K 点是两直线的交点，过 K 点作垂直 cd 的直线与 $C'D'$ 相交于 K'' ，则 kK'' 是 CD 线上 K 点的标高值。由图量取（按比例尺）标高数值，得 $kK' = kK''$ ，故 K 点是两线的共有点，即两线为相交两直线。

3. 交叉两直线

在空间既不平行又不相交的两直线，称为交叉两直线。交叉两直线的投影相交，其交点（重影点）是在空间的两个点，

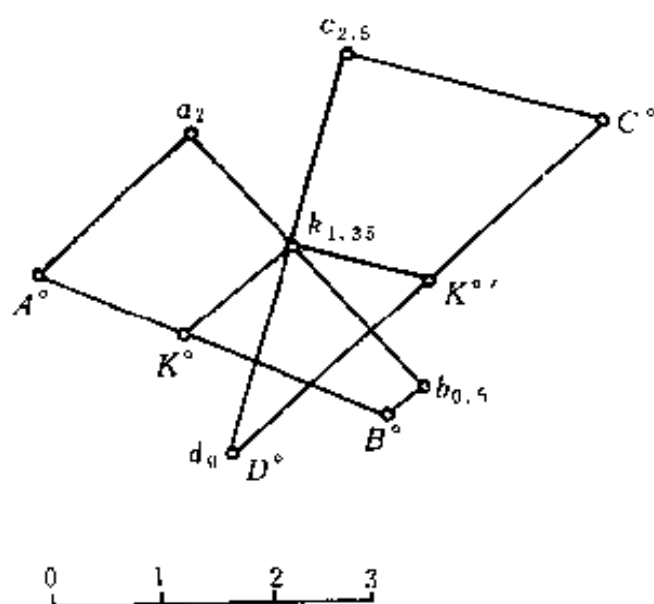


图 2-20

应该具有二个标高数值。第一条线上的点有一标高值，第二条线上的点有另一个标高值。即重影点两个标高值不相等（图 2-21）。

交叉两直线，空间有下列 3 种情况：

(1) 如图 2-21a 所示，两直线投影相交，交点具有两个

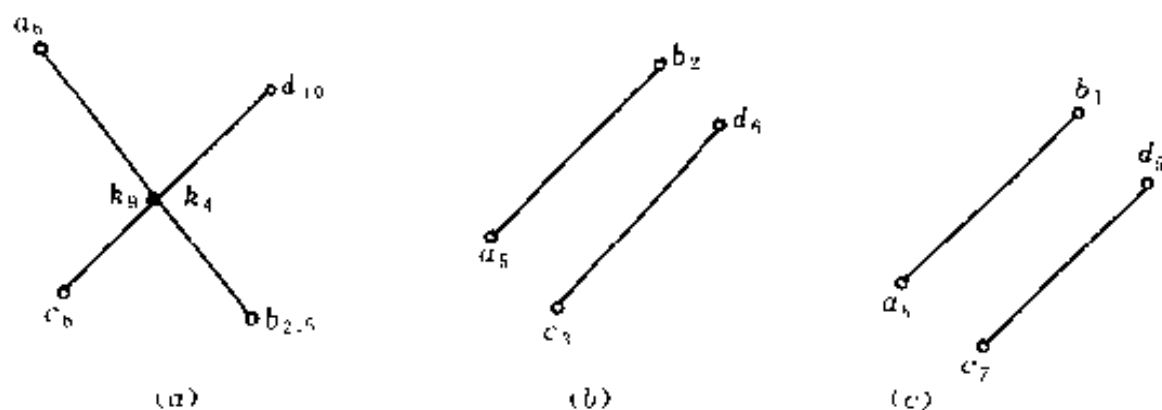


图 2 21

标高值;

(2) 如图 2-21b 所示, 两直线投影平行, 倾向相反;

(3) 如图 2-21c 所示, 两直线投影平行, 倾向相同, 平距不等。

4. 两垂直相交直线

在空间互相垂直的直线有两种情况 (图 2-22): 一种是两直线垂直相交; 一种是两直线交叉垂直。

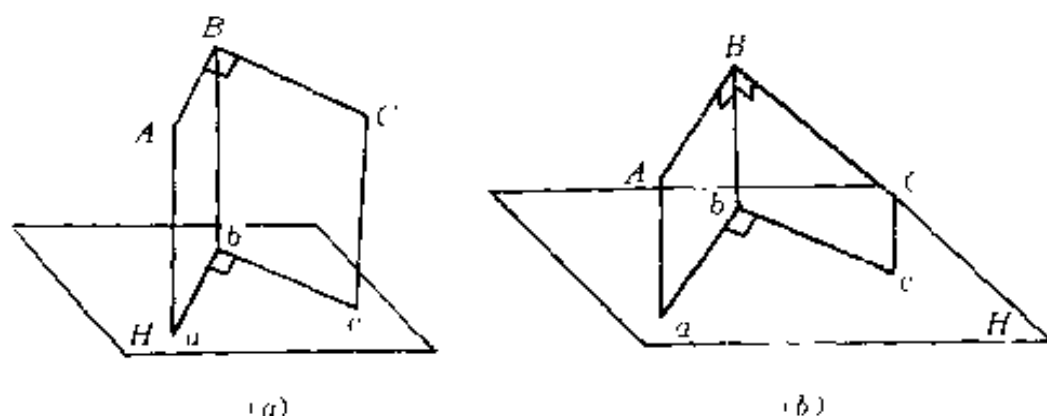


图 2-22

两垂直相交直线, 对投影面 H 面有 3 种情况:

(1) 两垂直相交的线, 同时平行于投影面 (图 2-22a);

(2) 两垂直相交的线, 其中有一条线平行于投影面 (图 2-22b);

(3) 两垂直相交的线都不平行于投影面。

前两种情况, 它们在 H 面投影仍互相垂直。

证明: 第二种情况成立, 第一种情况当然也成立。

如图所示, 已知 $AB \parallel H$ 面, $\angle ABC$ 是直角。因为 $AB \parallel H$ 面 $Bb \perp H$ 面, 故 $AB \perp Bb$, 又因为 $AB \perp BC$, $AB \perp Bb$, 则 $AB \perp$ 平面 $BCcb$ 故 $ab \perp bc$, 即 $\angle abc$ 仍是直角, 证明完毕。

对于第三种情况，两线投影当然不垂直（根据画法几何直角投影原理）。

在标高投影中，要判断空间两直线是否相互垂直，可将包含这两直线的平面，重合到 H 面内就可确定。若两相交线所决定的平面是投射面，则重合较简单，前已讲述。若两相交线所决定的平面是一般位置平面，则可用投影变换方法来解决（后面将详细叙述）。

第三章 平面的标高投影

一、平面表示法、坡度比例尺、走向线与走向方位角

1. 平面表示法

在标高投影中可以用下列任何一组几何元素的标高投影来定平面的位置 (图 3-1)。

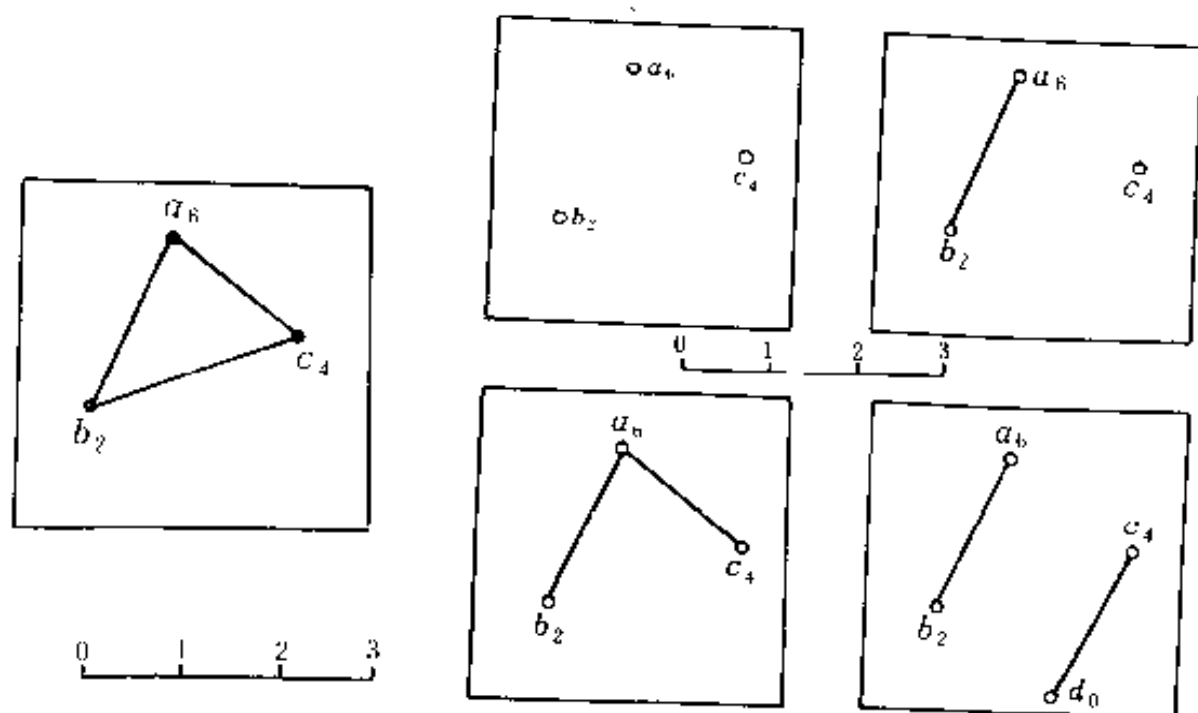


图 3-1

- (1) 不属于同一直线上的 3 点;
- (2) 一直线和不属于该直线上的一点;
- (3) 相交两直线;
- (4) 平行两直线;

(5) 任意平面图形 (例如三角形及其他图形)。

2. 最大坡度线与坡度角, 走向与走向线

最大坡度线又称最大斜度线 (图 3-2), 其定义为: 属于定平面并垂直于该平面的投影面平行线的直线, 称为该平面的最大斜度线 (最大坡度线)。在标高投影中投影面为 H 面, 平面内投影面的平行线, 即为平面内的水平线。平面内的最大坡度线应为垂直于平面水平迹线 P_H 的直线。因为平面内的水平线都和水平迹线 P_H 平行, 故平面内最大坡度线必垂直于平面内的任何水平线 (即等高线)。根据直角投影原理: 若两条垂直相交线, 其中有一线平行于 H 面, 则它们在 H 面上的投影必仍然是直角。为此, 平面内最大坡度线 AB 的投影 ab 必垂直于水平迹线 P_H 。一般称 ab 线为 P 平面的坡度比例尺, 用 P_i 表示。将坡度比例尺上标高以整数为点的刻度, 并

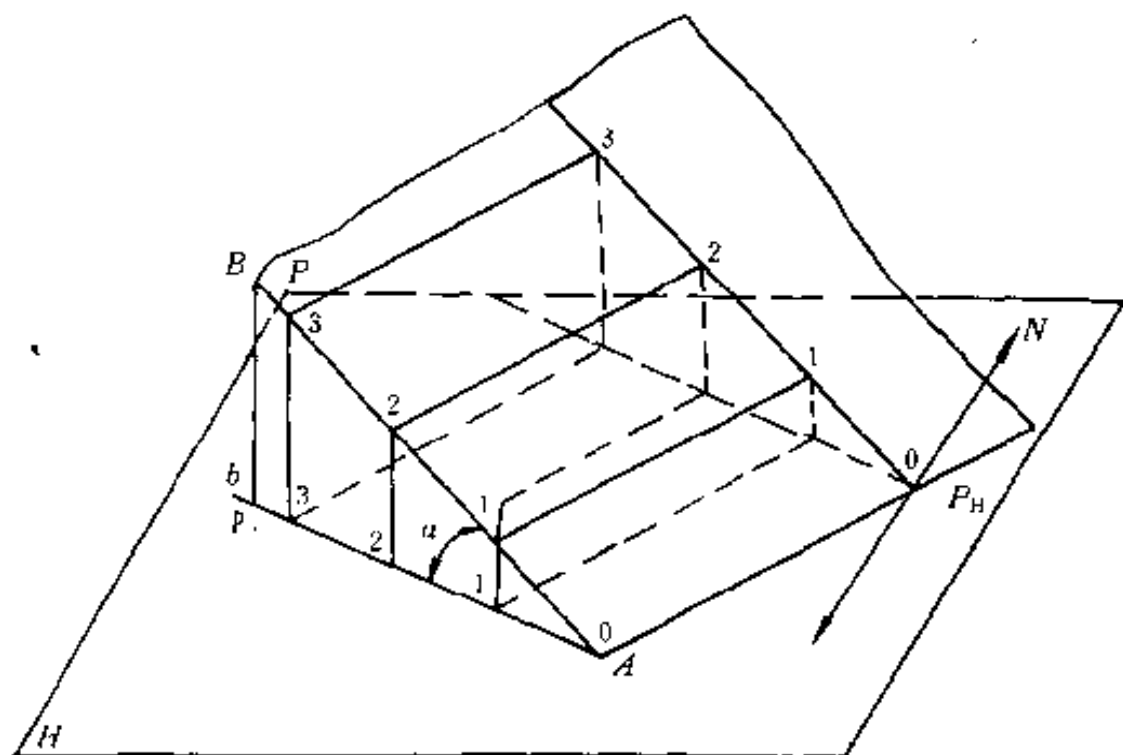


图 3-2

以这些整数刻度点作出平面内的水平线（即等高线）。垂直于坡度比例尺的直线，就是等高线的投影。标高为零的等高线即是 P 平面与 H 面的交线水平迹线 P_H 。而最大坡度线与其水平投影（即最大坡度线与坡度比例尺）之间的夹角 α ，即为 P 平面与 H 面之间的夹角称为 P 平面的最大倾角。

一般情况下，对于平面必须指示出相对空间的方位。例如在采矿工业中，为了说明某矿层的位置，就应该定出其方位，常见磁北针与平面迹线 P_H 间的相对位置来确定。要确定平面的方位角，就要确定走向。平面的走向即倾斜平面 P 与水平面相交的交线箭头方向，即假定人站在投影面 H 上，面对着平面上坡方向，伸出右

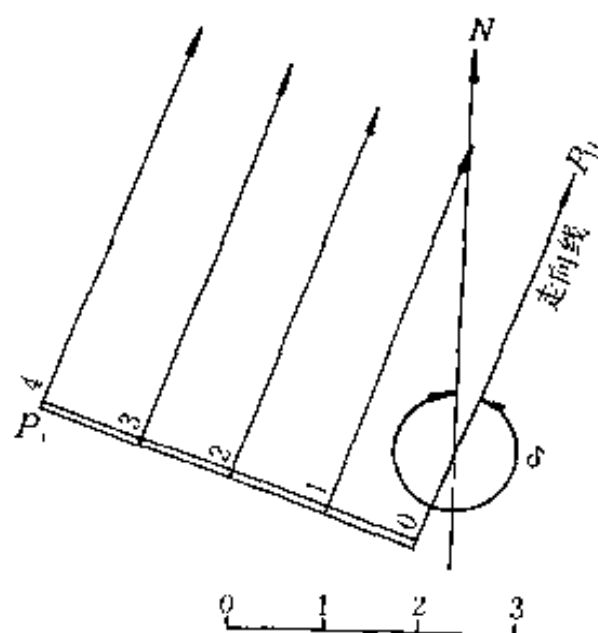


图 3—3

手平行于平面的迹线，手指方向称为平面的走向，这迹线 P_H 方向即为走向，迹线 P_H 称为走向线（图 3—3）而磁北针（ N ）按顺时针方向转到平面迹线 P_H （走向线）其间的夹角称为走向方位角，用 δ 表示。

二、两平面平行

从初等几何知道，如属于一平面的相交两直线对应平行于属于另一平面的相交两直线，则此两平面平行（图 3—4）。

平面内的最大坡度线应垂直于平面的迹线。因此，如两平面平行，则最大坡度线也应该互相平行。其两平面坡度比

例尺，即最大坡度线的水平投影也应该互相平行（图 3-5）。其坡度比例尺间距应该相等，且标高增大的方向也应该相同。

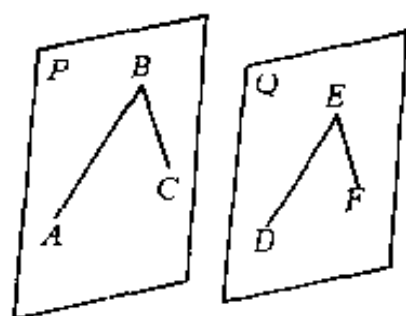


图 3-4

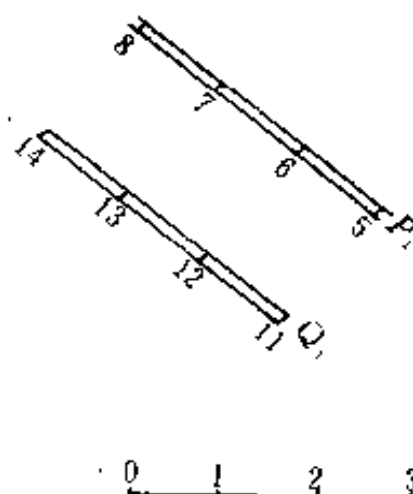


图 3-5

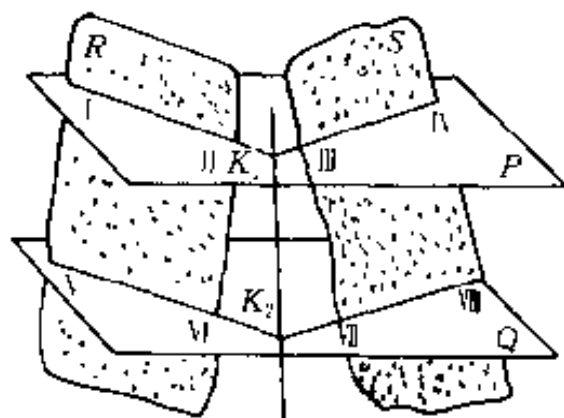


图 3-6

三、两平面相交（图 3

—6）

求两平面相交的交线方法有多种。此处介绍用三面共点法求两平面的公有点，并用交线上的两点来确定交线。图 3-6 中，已给出两平面 R 和 S 。为求该两平面的公有点，作

辅助平面 P 与 Q 。为作图简便，应取特殊位置面为辅助平面，这里作的是水平面。因为水平面辅助平面和 H 面平行，辅助平面与已知平面 R 和 S 的交线必为水平线（等高线）。此处辅助平面水平面 P 与 R 、 S 分别相交于直线 $I-II$ 和 $III-IV$ ，而 $I-II$ 和 $III-IV$ 的交点 K_1 ，为三面所共有，当然是 R 、 S 两平面的

公有点。同理再作辅助平面（水平面） Q ，可再找出一个共有点 K_2 。 K_1K_2 即为 R 、 S 两平面相交的交线。根据此原理，在标高投影中可在已知平面上任选两组同名的（标高相等的）两对等高线作为两辅助平面与已知平面的交线。两组同名等高线的交点，就是两面共有点，也就是两已知平面相交交线上的点。图 3-7 给出了 R 、 S 两平面的坡度比例尺，两平面的等高线 4-4 相交于 n_4 ，等高线 1-1 相交于 m_1 ，故直线 n_1m_1 就是所求 R 、 S 两平面的交线。

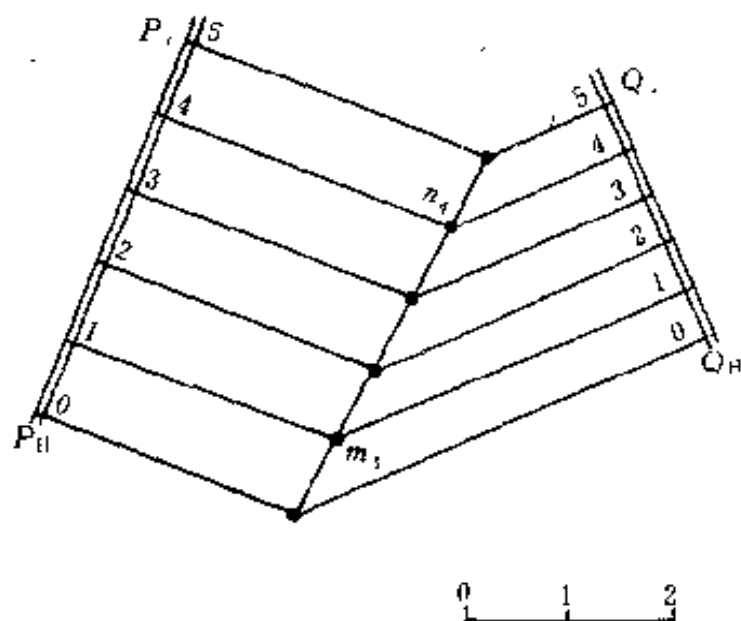


图 3-7

四、平面内的直线和点

1. 直线在平面内的条件（图 3-8）

取属于定平面的直线，要经过该平面的已知两点，或经过该平面的一已知点且平行于该平面的一已知直线。

直线 a_6b_6 （图 3-9）在 P 平面内，因为点 a_6 在 P 平面的

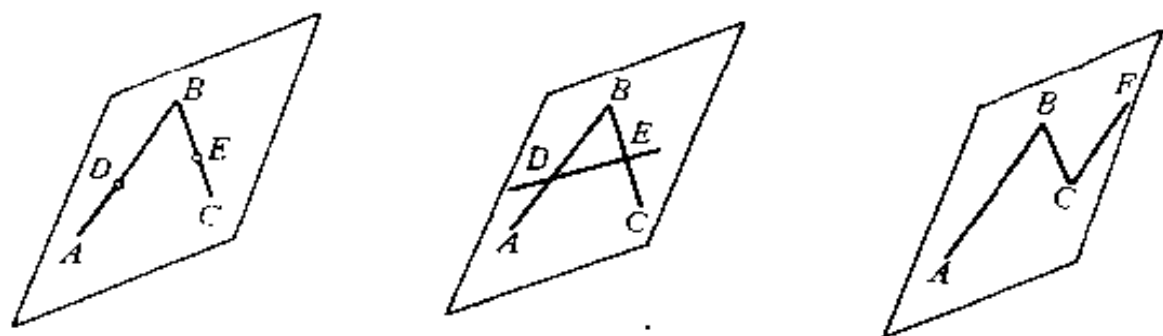


图 3 8

等高线(6)上, 而点 b_9 在 P 平面的等高线(9)上。如将直线 a_5b_9 刻度, 则 AB 线上的任何刻度点, 都在 P 平面的对应等高线上。在图 3-9 中直线 $C_{4.5}d_9$, 也能满足此条件, 因此 C_4d_9 也是 P 平面内的直线。

2. 点在平面内的条件 (图 3-10)

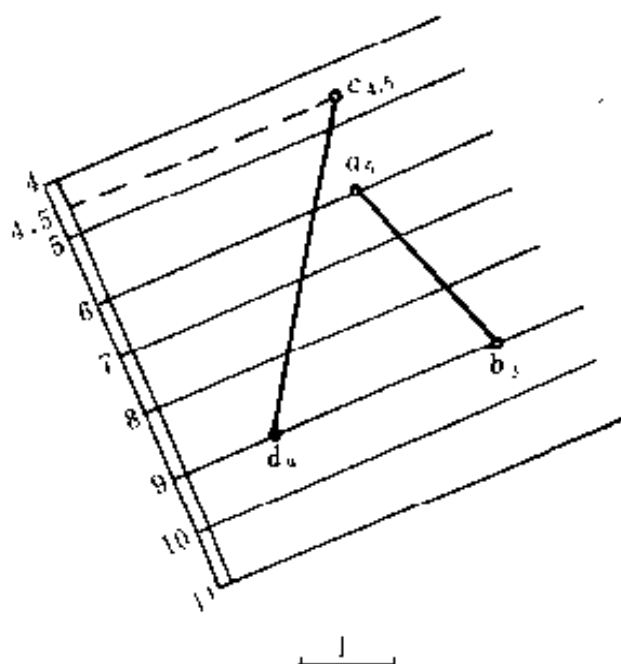


图 3-9

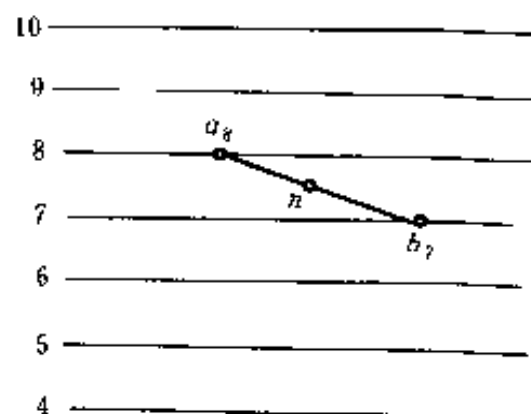


图 3-10

取属于定平面的点，要取该平面的已知直线。图 3~10 中、 N 点在 P 平面内。

[例] 试在 P 平面内作一点 K (图 3-11)。

解：先在 P 平面内作任意直线 $a-b_0$ ，由此线上任选一点 K ，利用前面的方法，即可求得 K 点的标高 $K_{1.5}$ 。

[例] 求 P 平面内 N 点的标高值。 P 平面用等高线给出 (图 3-12)。

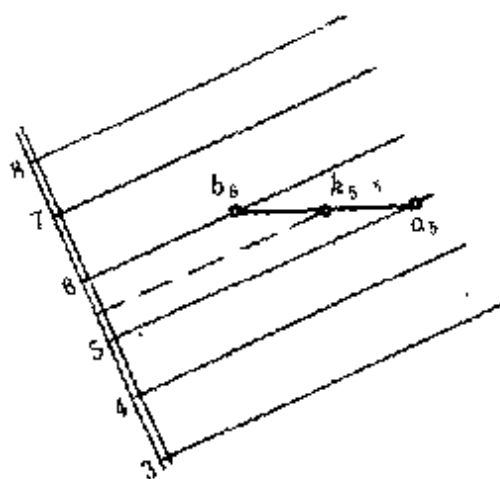


图 3-11

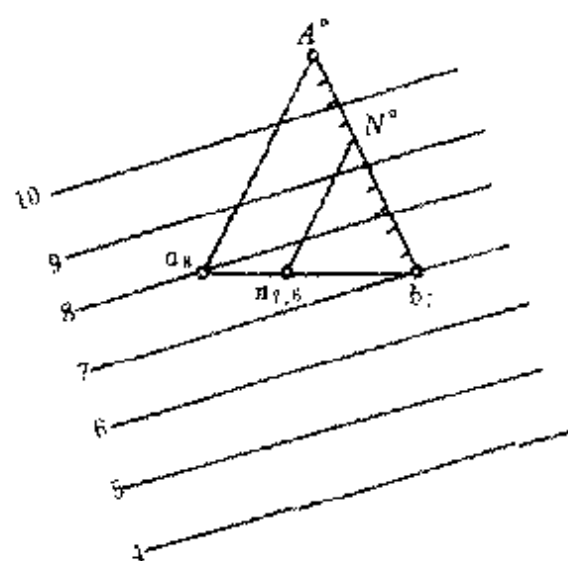


图 3-12

解：在 P 平面内过 N 点引直线 AB ，此直线的 A 点落在等高线 8 上，而另一端点落在等高线 7 上，线段 a_8b_7 就是直线 AB 的间距，利用线段 AB 的刻度，即可定出 N 点的标高

$N_{7.5}$ 。

五、直线和平面相交

直线和平面相交主要是求其交点问题。一般可根据画法几何原理，用辅助平面法来解 (图 3-13)。

辅助平面法求解过程：

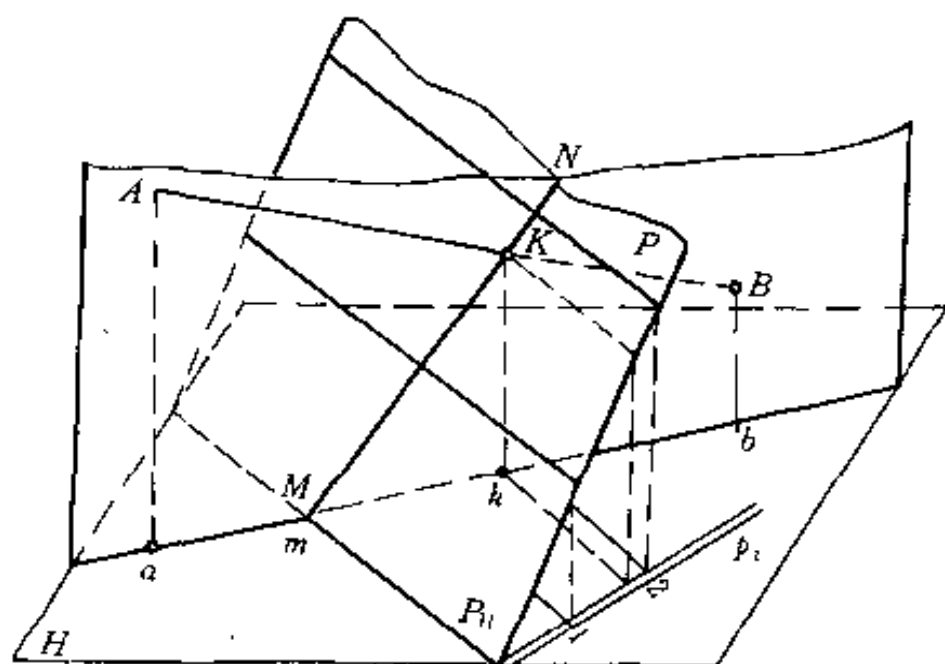


图 3-13

- (1) 包含已知直线 AB 作辅助平面 S ;
- (2) 求辅助平面 S 与已知平面 P 的交线 MN ;
- (3) 求交线 MN 与被包含已知直线 AB 相交的交点 K , K 点就是直线和平面的交点。

[例] 求直线 a_2, b_1 和 P 平面的交点 (图 3-14)。

解:

- (1) 过直线 a_2, b_1 作辅助投射面 (铅垂面) S ;
- (2) 求平面 S 与 P 的交线 MN (m_0n_1);
- (3) 求交线 MN 与被包含 AB 线的交点 K , K 点即为所求直线与平面的交点。

此例中, 求直线 AB 和 MN 的交点, 可将平面 S 重合于 H 面内, 直线 MN° 和 $A^\circ B^\circ$ 是这些直线重合后的位置, K° 是交点 K 被重合后的位置, K° 求出后就立即求得该交点的投影

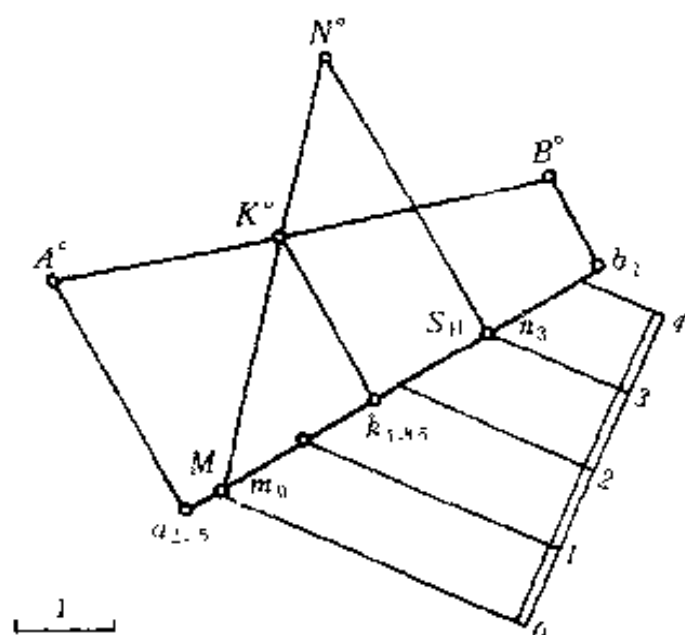


图 3-14

$k_{1,4,5}$

六、直线和平面平行

根据初等几何可知,若直线平行于平面内的任一直线,则直线平行于该平面。

[例]通过 P 平面外一点 A 作直线平行于 P 平面(图 3-15)。

解:在 P 平面内任作一直线 C_3d_6 ,过点 a 作直线 ab 平行 C_3d_6 ,用直线 C_3d_6 的间距,将 ab 刻度,直线 AB 和 CD 的上升方向应该一致。若 $AB \parallel CD$,而 CD 在 P 平面内,则直线 AB 平行于 P 平面。本题的解显然有无限多,因为在 P 平面内作直线 C_3d_6 时,方向不限可作无限多个,因此其解也有无限多,本题只作出一个解。

七、直线垂直于平面

由画法几何原理可知,直线垂直于平面时,直线的水平

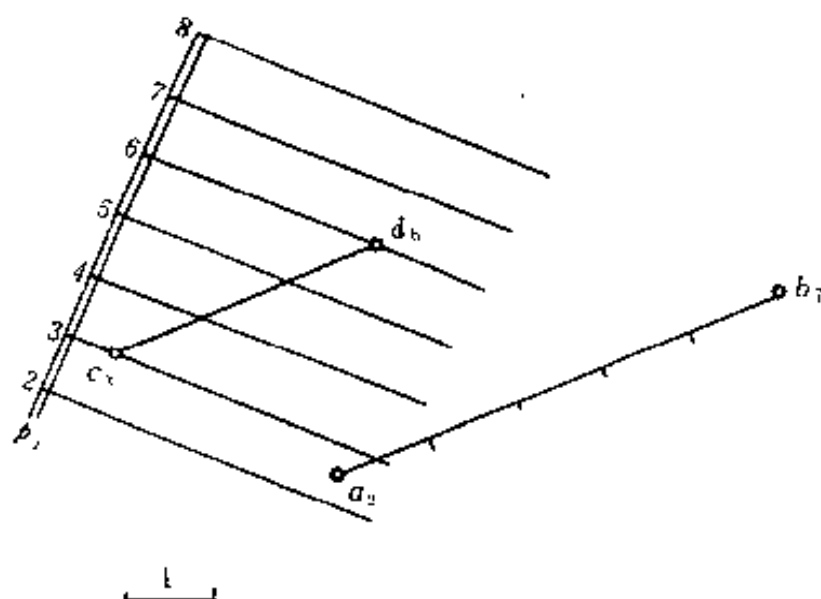


图 3-15

投影垂直于定平面水平线的水平投影，即直线的投影垂直于平面内等高线的投影（包括高程为零的等高线，即平面的水平迹线）。

图 3-16 为作 P 平面的垂线 AB 的方法。

把平面内的最大坡度线与 H 面重合，直线 MN° 即为最大坡度线重合后的投影。引直线 $A^\circ B$ 垂直于 MN° ，即是所求垂线重合后的位置，交点 K° 即是垂足重合后的位置，直线 $a b_0$ 垂直于 P 平面，它对投影面的倾角为 α_2 ， P 平面对投影面的倾角为 α 。

由上可知，直线垂直于平面的条件如下：

- (1) 垂线的投影平行于平面的坡度比例尺；
- (2) 垂线的间距与平面内最大坡度线的间距数值成倒数；
- (3) 垂直线与坡度比例尺的上升方向应该相反。

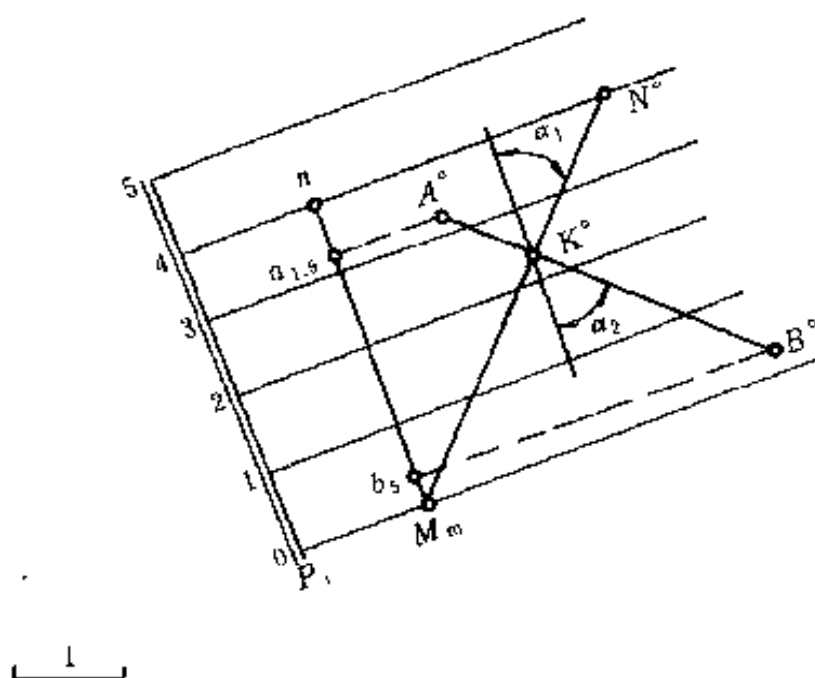


图 3-16

[例] 过点 a_1 作已知平面的垂线 (图 3-17)。

解: 过点 a_1 引平行于坡度比例尺 P_1 的直线, 即得所求垂线的投影 ab , 在 P 平面上的任意等高线 7 上截取线段 eE 等于一单位长度 (比例尺图中已给出)。将 E 点与坡度比例尺的点 8 相连, 然后作直线 nE 垂直于 E_8 , 且与坡度比例尺 P_1 相交于 n 点。线段 en 等于所求垂线的间距, 用间距 en 在垂线 ab 上刻度, 就得所求垂线 a_5b_2 。直线 AB 和坡度比例尺上升的方向应该相反, 因此, B 点的标高 b_2 低于 A 点的标高 a_1 。

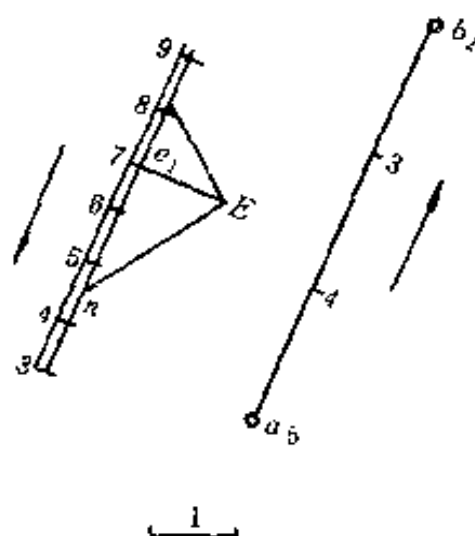


图 3-17

八、投影变换

在标高投影中,求某些几何元素的真实大小(如求直线的实长、夹角的真实大小、面的实形等)可用重合法、旋转法等作图法来求解。对于平面问题,可利用绕着平面内的任意一条水平线(等高线)作轴,将平面旋转到与投影面平行的位置,即可求解。如所绕的旋转轴的高程为零,这种方法也可称为重合法。如果所绕的旋转轴的高程不等于零,这种投影变换方法为绕水平轴旋转法。

[例] 已知 P 、 Q 两平面相交,求交线对 H 面的倾角 α (图 3-18)

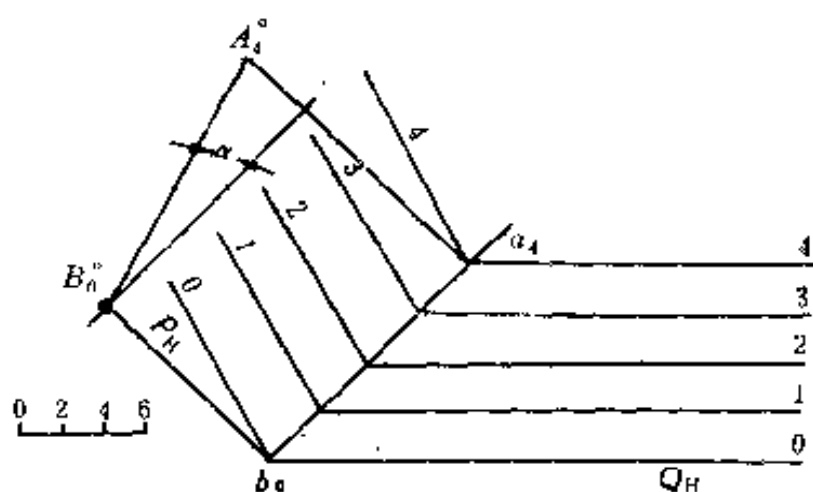


图 3-18

解:

(1) 利用两组同名等高线的交点,就是两面共有点,也是两已知面内交线上的点,求出交线 b_0a_4 ;

(2) 将 a_4b_0 重合于 H 面内,即可求出交线 b_0a_4 对 H 面的倾角 α 。

[例] 试判断 (图 3-19) 中角 $a_5b_1c_7$ 是否是直角。

解:

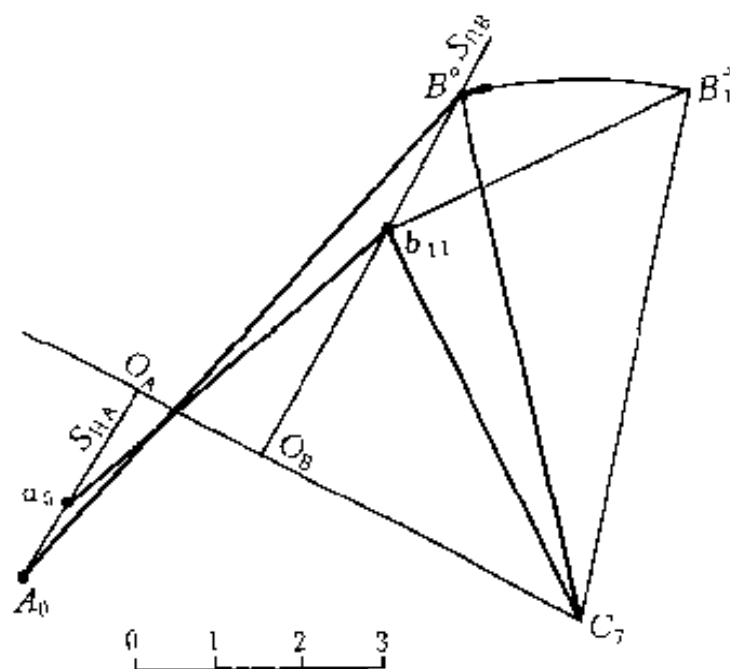


图 3-19

(1) 图中, ABC 为不在同一直线上的三点决定一平面。作此平面的等高线, 以等高线 7 为轴, 旋转角 ABC , 使其平行于 II 面, 从而求出角的真实大小;

(2) 为求 b 点旋转后的新位置, 应先求 b_1c_1 的实长, 为此自 b_1 作垂线垂直 b_1c_1 , 在垂线上截取 $b_1B^1 = 11 - 7 = 4$ 单位, 连接 B^1C_1 就是 b_1c_1 的实长;

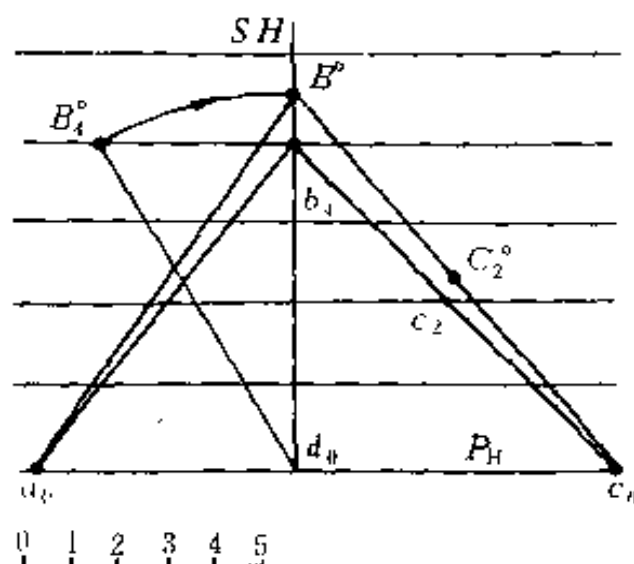
(3) B 点绕等高线 7 旋转时, 必形成一旋转面, B 点旋转后的新位置投影必在 S_H 上 (因为 S 面是投射面);

(4) 以 C_1 为圆心, C_1B^1 之长为半径作圆弧与 S_H 相交于 B^2 , 就得 B 点旋转后的新位置 B^2 。

同理可证 A 点旋转后的新位置是 A^2 , C 点旋转后位置不变 (因为 C 点在旋转上);

(5) 连接 $A^2B^2C_1$, 则由图可知 $A^2B^2C_1$ 反映角的真实大小, 此角由图可知并非直角。判断结束。

[例] 直线 a_1b_1 及 b_1c_2 在 P 平面内, 求角 ABC 的真实大小 (图 3-20)。



[2] 3–20

解：本题只要以 P_H 迹线为旋转轴，使平面 ABC 重合到 H 面内，即可求出 ABC 角的真实大小。

(1) 旋转 b_1 点时, 求出 b_1 点旋转中心 d_0 , 旋转轨迹平面的迹线 S_{d_0} , 旋转半径 d_0b_1 的实长为 $d_0B_1^\circ$;

(2) 以 d_0 为圆心, d_0B^0 之长为半径作弧与 S_H 相交于 B^0 , 求得 B 点旋转后的新位置 (因旋转轨迹面 S 为投射面, 具有积聚性);

(3) 延长 b_4c_2 边与 P_H 相交于 c_6 点;

(4) c_0 及 a_0 都在旋转轴上, 旋转后位置不变;

(5) 角 $a_0 B^{\circ} C_0$ 就是所要求的角 ABC 的真实大小。

上述方法是以等高线为零作旋转轴，此法可称为用重合法求角的真实大小。

第四章 平面立体的标高投影

一、平面立体的标高投影 (图 4-1)

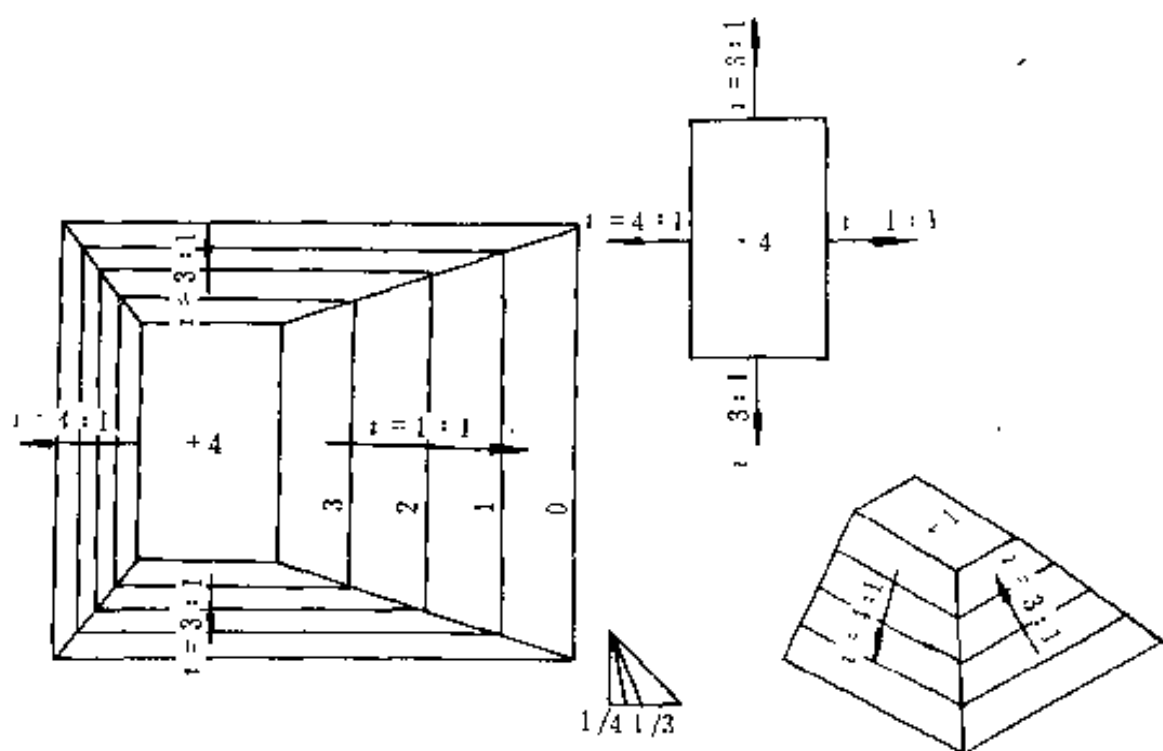


图 4-1

由平面多边形围成的立体称为平面立体或称为多面体。

在标高投影中,平面立体的各个侧表面有两种表示方法:凡是与投影面 H 面倾斜的侧表面,应给定坡度;凡是与投影面平行的侧表面,应给出此面的标高。另外也应给出各个侧面相交棱线及棱线相交的顶点。图 4-1 为一平面立体,此立体顶面与底面平行,且都平行于 H 面。已知该平面立体顶面

而立体的横向法断面和纵向法断面。图 4--2 中, 横向法截面 P' 截平面立体, 得一等腰梯形, 使断面绕 P_H 旋转到与 II 面重合的位置, 就得此法断面的实形。

作图步骤如下:

(1) 平面立体的各棱与 P_H 相交于 a 、 b 、 c 、 d 四点, 过此四点作 P_H 的垂线, 在这些垂线上相应截取 A 、 B 、 C 、 D 四点的标高值 (根据图中给的比例尺), 连接 $aB^{\circ}C^{\circ}d$ 即为横向法断面的实形;

(2) 平面立体的纵向法断面的作法同前。求出的 $KF^{\circ}G^{\circ}L$ 即为纵向法断面的实形。

第五章 曲线与曲面的标高投影

一、曲线的投影

曲线可以分为平面曲线和空间曲线。假设平面曲线位于 P 平面内, P 平面又平行于投影面, 则曲线的投影反映实形。如曲线是闭合曲线, 则标高值的注法如图 5-1a 所示; 如果不是闭合曲线, 标高值的注法如图 5-1b 所示。

如果曲线是一圆, 则标高值注在圆心 O 上 (图 5-2)。

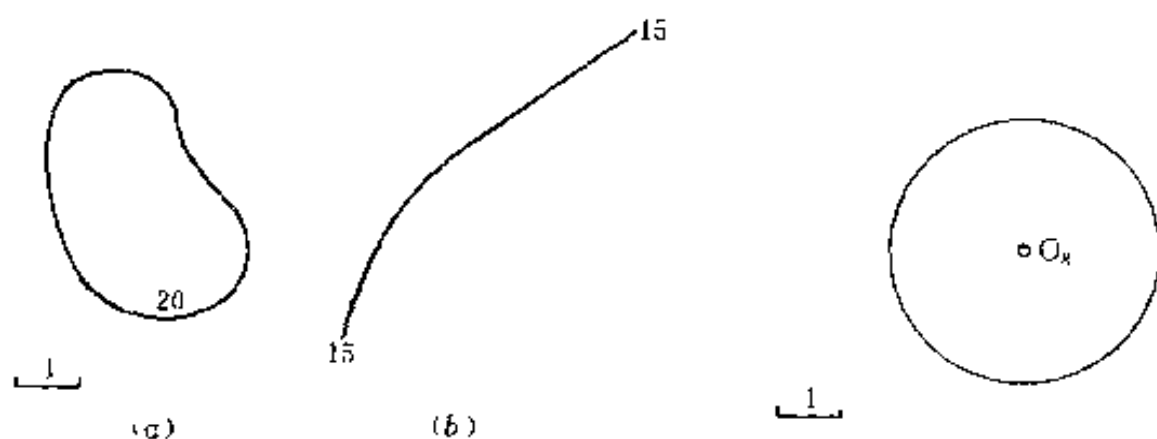


图 5-1

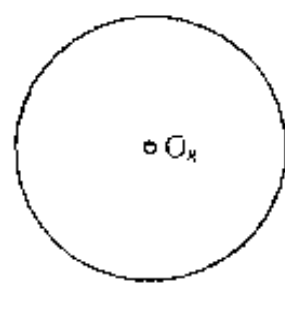


图 5-2

假如曲线所在的平面不平行于投影面, 则既要画出曲线的投影, 又要画出平面的等高线, 以便清楚反映出曲线在空间的位置 (图 5-3)。

在画空间曲线时, 应画出曲线在 H 面上的投影, 并标出曲线上一系列点的标高值 (图 5-4)。

二、曲面的投影

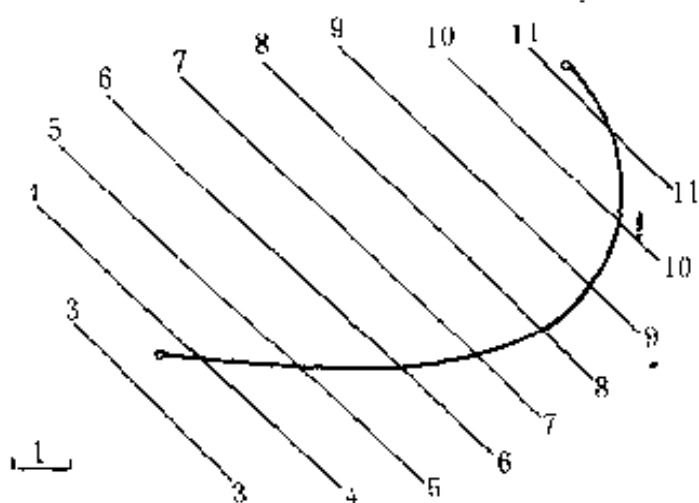


图 5-3

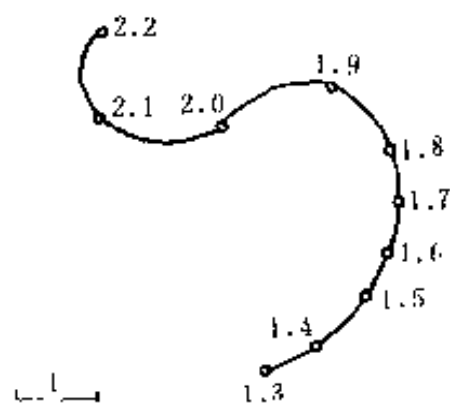


图 5-4

在此说明的曲面是指规则曲面、锥面、柱面和球面。

1. 圆锥面

正圆锥作图可用两种方法表示：

(1) 画出圆锥的顶点及底圆等高线，并作出一系列的素线（图 5-5a）；

(2) 画出圆锥表面上的一系列等高线（图 5-5b）；

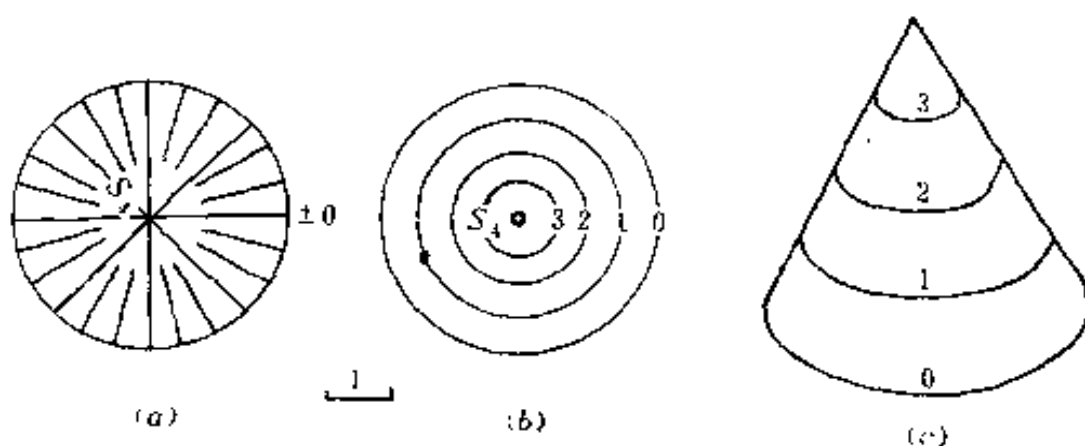


图 5-5

(3) 有时为了使图形明显, 还画出圆锥的素线, 也画出其等高线 (图 5-6), 由图可知圆锥锥顶向下。

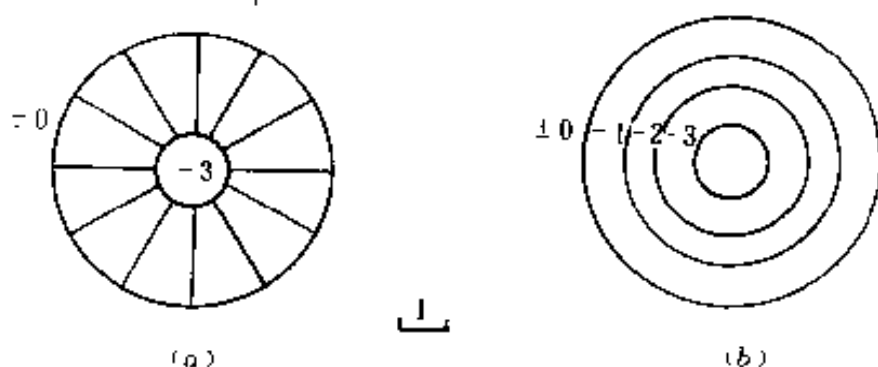


图 5 6

2. 正圆柱

由于正圆柱在 II 面上投影是一个圆, 所以只须标注圆柱顶底面的标高 (图 5-7)。

3. 斜圆柱

斜圆柱在标高投影中要既画出顶底面的投影, 还要画出中间的各个等高线及轮廓线的投影, 轮廓线应使 nn 与 mm 与各个等高线相切 (图 5-8)。

4. 半球面

球面可以用球上平行于 H 面的最大圆及一系列等高线圆来表示。球的标高投影图和圆锥的标高投影很相似, 都是一系列的同心的等高线的圆。也可加以区别, 即正圆锥是间距相等的同心圆, 但球面却是间距不相等的同心圆 (图 5-9)。

三、平面与曲面相交 (截交线)

平面与曲面相交, 其截交线一般为封闭的平面曲线, 其交线是两面的公共线, 交线上的点都是两面的共有点。因此,

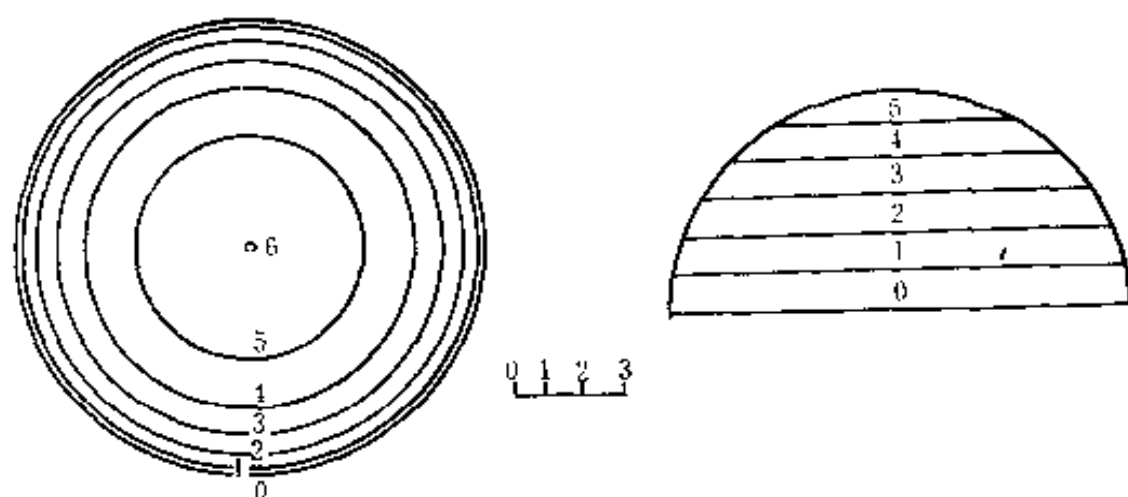
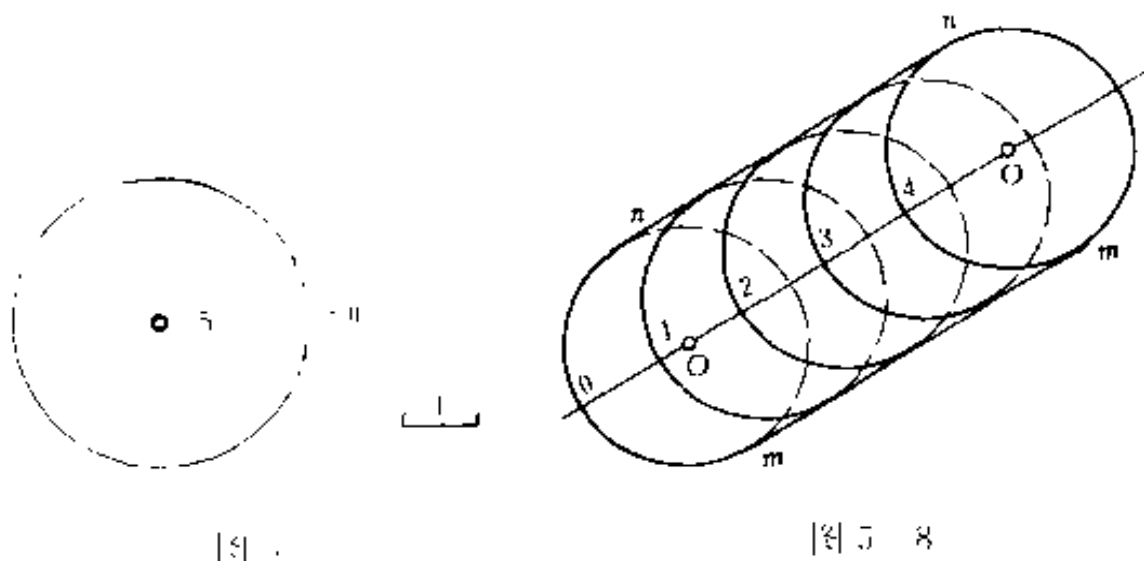


图 5-9

在标高投影中应先作出两面的等高线，再将同名等高线的交点连接起来，就求得截交线。

[例] 图 5-10 中，已知倾斜地面和圆形广场，标高为 2.5，广场中心 O 、边坡和坡度、倾斜地面的等高线图都已给定，广场边坡设计成圆锥面。求倾斜地面与边坡锥面的交线（截交线）。

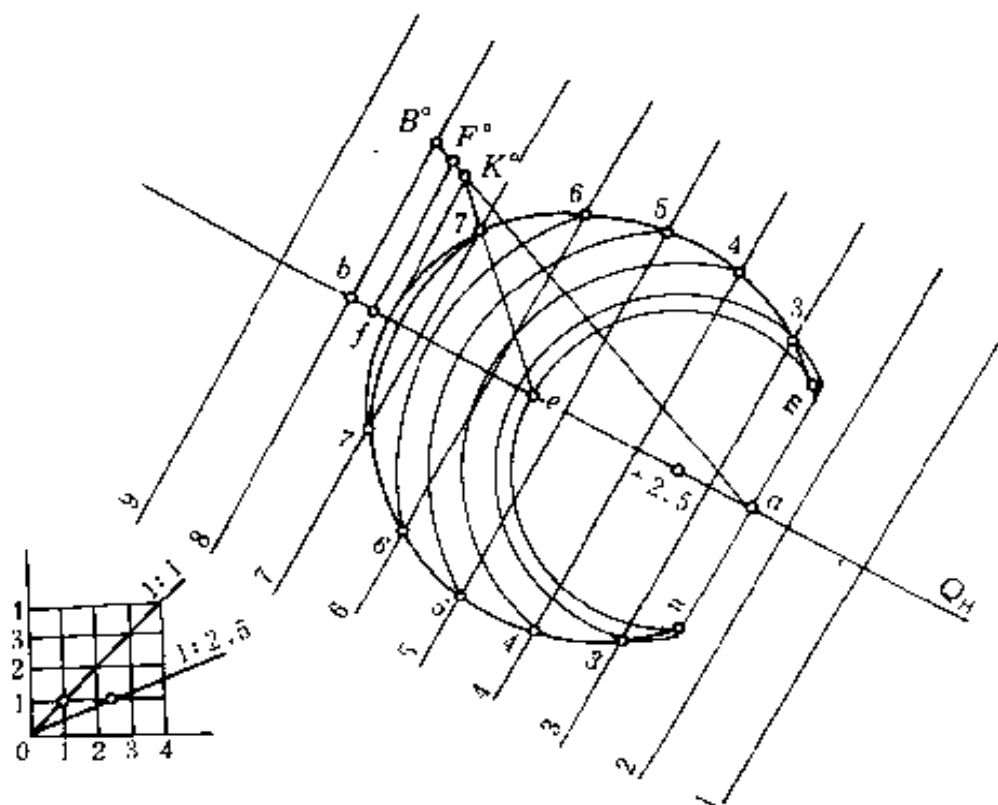


图 5-10

解：分析此倾斜地面与边坡锥面的截交线应为椭圆。

(1) 求圆锥面与地面同名等高线(标高相等的等高线)的交点是两面的共有点；

(2) 通过圆锥轴作辅助面 Q ，使 $Q \perp P$ ；

(3) 求 Q 与 P 的交线 AB 的投影 ab ；

(4) 求 Q 与锥面的交线 EF 的投影 ef ；

(5) 求 AB 与 EF 的交点 K ，即将直线 AB 与 EF 绕 AE 为轴重合到 2.5 水平面上。求 aB° 与 eF° 重合后相交的交点 K° ，即求得最高点 K 点的投影 k ；

(6) 再求广场地面与倾斜地面 P 的交线 MN (即最低点)。因为广场平面的标高为 +2.5，故在 P 平面作内插等高

线 2.5, 广场平面与 P 平面等高线 2.5 相交于 MN 两点, MN 即为广场平面与倾斜地面的交线;

(7) 连接圆锥与地面的各同名等高线的各交点, 其光滑曲线即是截交线椭圆曲线。

四、曲面与曲面相交

可利用辅助平面法求曲面与曲面的相交线。通常最好用辅助平面水平面, 因为这样辅助平面与曲面的交线都是等高线。两曲面的同名等高线的交点就是两曲面的公有点, 将各共有点连接成无滑的曲线, 就是所求两曲面的交线。

五、地形面的标高投影

(一) 地形等高线的概念

在标高投影中, 地形曲面用一系列弯曲的等高线来显示其地形曲面的起伏状态, 所形成的图就称为地形图。

用等高线可以精确地表示山脉、河流、平原的起伏。无论是图解, 或者计算标高, 都能满足工程上的需要。因此用等高线表示地形图的方法, 被广泛应用于各种地面工程设计中。

实用上把等高线与等高线空间的真实距离称为等高线的间隔(称为高距), 而投影图上等高线投影间的距离, 称为等高线的间距(称为平距)。一般地形图上的等高线都是封闭的曲线(图 5-11a)。但在图纸上常因图幅的限制, 等高线不封闭, 而与图框相交。此外, 一般地形的等高线互不相交。但在特殊情况下, 例如个别地区出现悬岩和直立的峭壁, 等高线就会相交。

图纸上的等高线与等高距与地形类别、比例尺的大小以及对图纸的要求等因素有关。等高距越小, 图上的等高线就越密, 因而也就能较详细地表示出地貌的细节。但对同一比

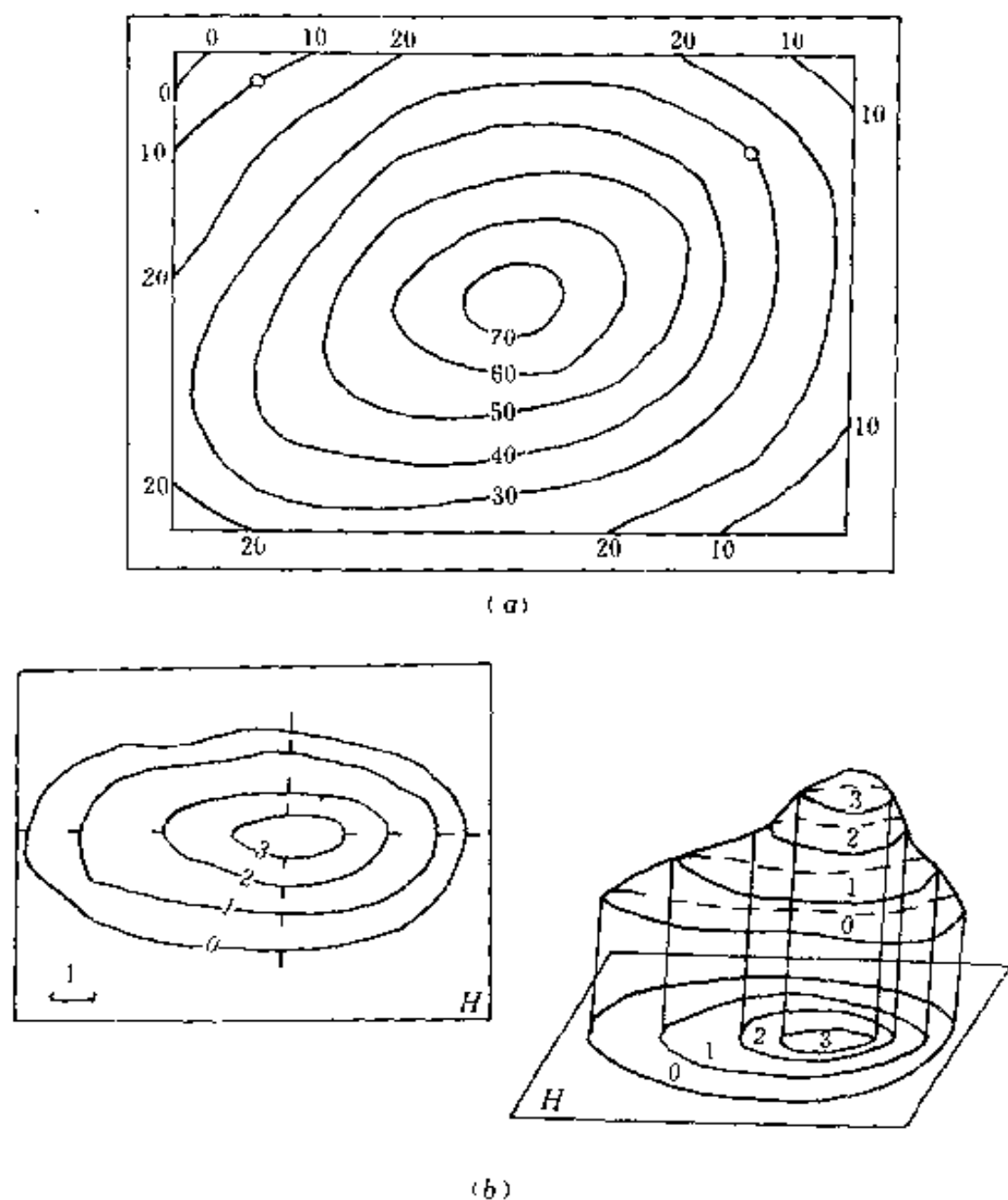


图 5-11

例尺的地形图来说，选择的等高距过小，就会增加测绘的工作量。表 5-1 中所列为现行的几种地形图的等高距。

图 5-11b 表示一锥状山峰。假定山峰被一系列高差为 1 单位的水平面所截，这些截交线必是封闭的不规则曲线，这

表 5-1

比例尺	地 区		
	平原 (m)	丘陵 (m)	山地 (m)
1:500	0.2	0.5	0.5
1:1000	0.5	1.0	1.0
1:2000	0.5	1.0	2.0
1:5000	0.5~1.0	2.0	5.0

些曲线投影到 H 面上并标注上标高值,就得到利用等高线表示山峰的地形图。因为同一张图上的等高距相同,所以此图左边等高线平距(或称间距)较大表示左边边坡平坦;右边等高线平距较小表示右边边坡较陡峭。

(二) 等高线种类

地形图上的等高线有 3 种:

(1) 基本等高线(又称首曲线——)。根据规定的测图基本等高距绘制的等高线,称为基本等高线。线粗 1mm,是连续的细实线;

(2) 加粗等高线(又称计曲线——)。为便于查清高程,使图纸清晰,一般每隔 4 条基本等高线加粗一条等高线。这条加粗的等高线,称为加粗等高线(又称计曲线)。线粗 2.5mm,是连续的加粗实线;

(3) 半距等高线(又称间曲线)(---)。当基本等高线不能显示一些重要地形起伏时,在两条基本等高线之间可按 1/2 等高距再测绘一条等高线,称为半距等高线(又称间曲线),间曲线为虚线形式,线粗也为 1mm,每段线长 0.8~1mm。

现在介绍一下各种基本地形及其等高线的特点。

1. 山头 (图 5-12)

山头是圆顶形或圆锥形的高地,它由山顶(山峰)、山坡和山麓等组成。图 5-12 为等高线所示的一个山头投影图。山头用标高表示中央标高值较大,示坡线起自山顶指向山脚。

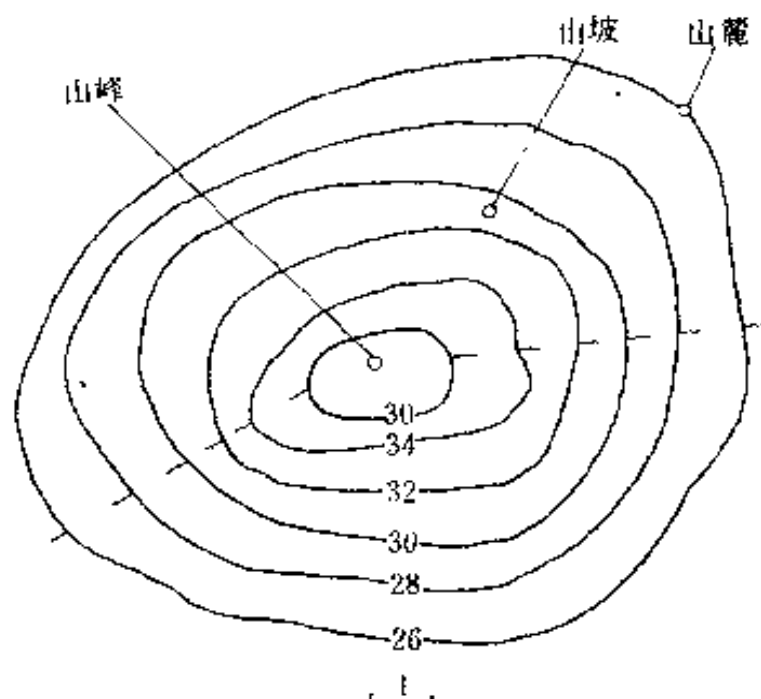


图 5-12

2. 盆地 (图 5-13)

盆地是锅形的低地,最低处称为盆地的底,盆地的边缘称为边界。盆地也用等高线的标高及示坡的方向来表示。盆地用标高表示中央标高值较小。示坡线起自边缘指向中央。

3. 山脊 (图 5-14)

绵延的高地称为山脊,通过山脊上各个最高点的线称为山脊线(或称为分水线)。山脊的标高图中,两边坡的示坡线按垂直于山脊线的方向分开,由山脊指向山脚。

4. 山谷 (图 5-15)

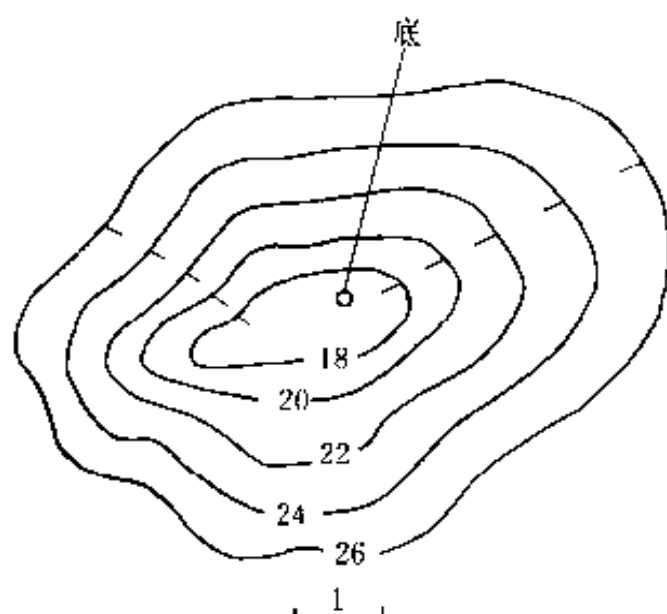


图 5-13

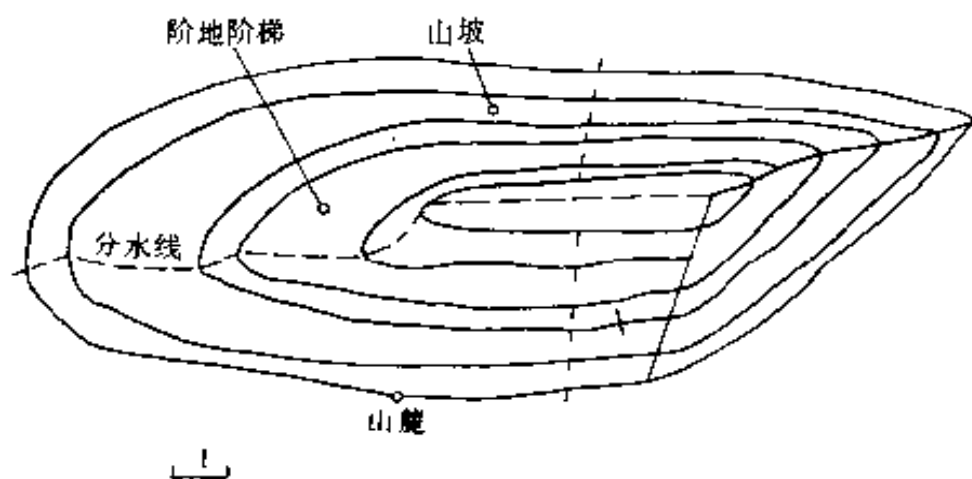


图 5 14

山谷也叫谷地，是两山脊之间的低洼部分。山谷中各最低点的连线称为山谷线（或称集水线，河床）。山谷的两坡由山谷线起向边缘逐渐升高。在平面图上山谷示坡线是由外向

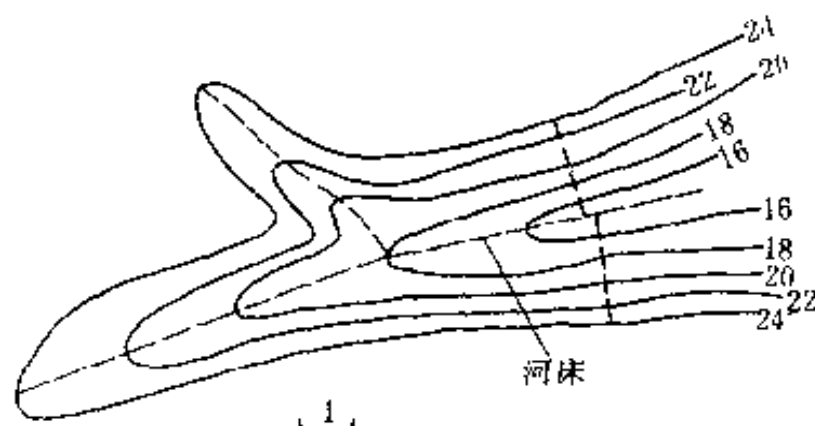


图 5-15

里，而山脊示坡线是由里向外。山谷的形态多种多样，从等高线来看，也各有特点（图 5-16），尖底山谷的等高线弯曲尖峭，圆底山谷的等高线弯曲呈圆弧状平底山谷的等高线在各底处较平直，水平间距较大。

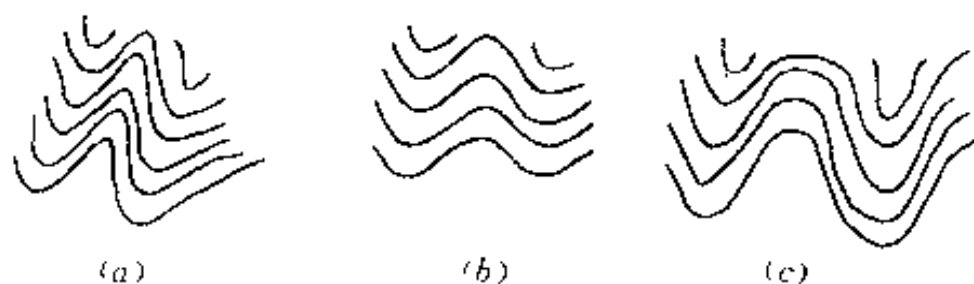


图 5-16

5. 马鞍部（图 5-17）

又称山口，是相连两个山顶之间的低凹部分，形如马鞍状。它的分水线与一集水线相交于一中间点，此点称为鞍部。鞍部地形有窄短鞍部、窄长鞍部、平宽鞍部，其等高线形态也不相同（图 5-18）。

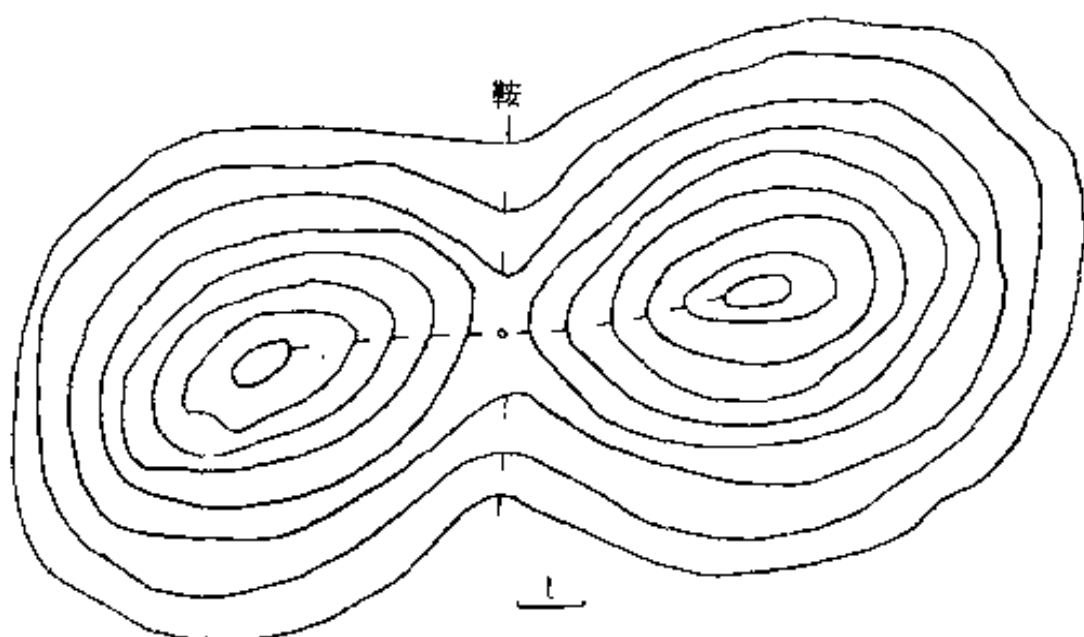


图 5-17

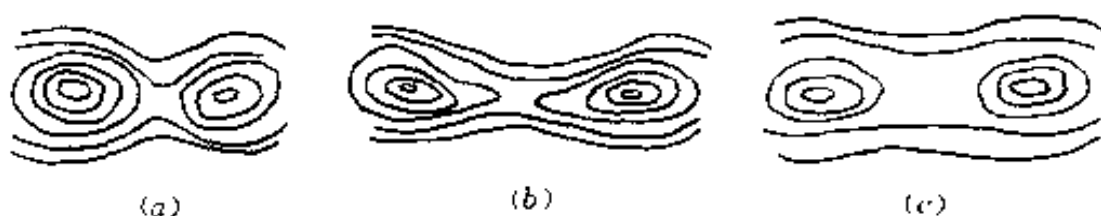


图 5-18

6. 峭壁 (图 5-19)

坡度很大险峻的陡峭岩壁称为峭壁。峭壁的坡度一般应在 70° 以上。

7. 悬崖 (图 5-20)

峭壁上部突出的地方称为悬崖。从等高线上可以看到,处于不同高度的悬崖等高线相交,交点成双,高程高的等高线遮盖高程低的等高线。等高线被遮盖部分用虚线表示。

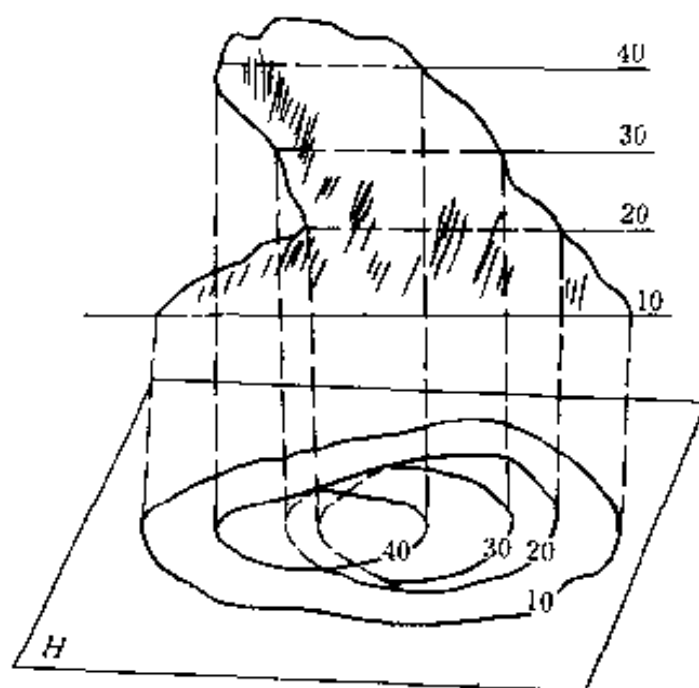


图 5- 19

8. 峡谷 (图 5-21)

谷坡为峭壁, 谷底狭窄的山谷称为峡谷。峡谷用特殊符号表示。在地形图上等高线遇到峡谷时, 符号断开。

9. 山涧 (图 5-22)

山涧与山谷的区别是山谷边坡平缓, 而山涧的边坡陡峭险峻, 大多数情况下还带有悬崖。

(三) 平面与地面相交 (图 5-23)

在工程实践上, 有时要涉及到平面与地面相交问题。一般情况下, 平面与地面的交线是一不规则的平面曲线。求该交线时, 必须先求出平面与地面的许多共有点, 然后用平滑曲线把它们连接起来。如果平面是一铅垂面, 它的标高投影是具有重影性的一条直线。那末地面的各等高线与该直线的交点, 就是平面与地面的共有点。

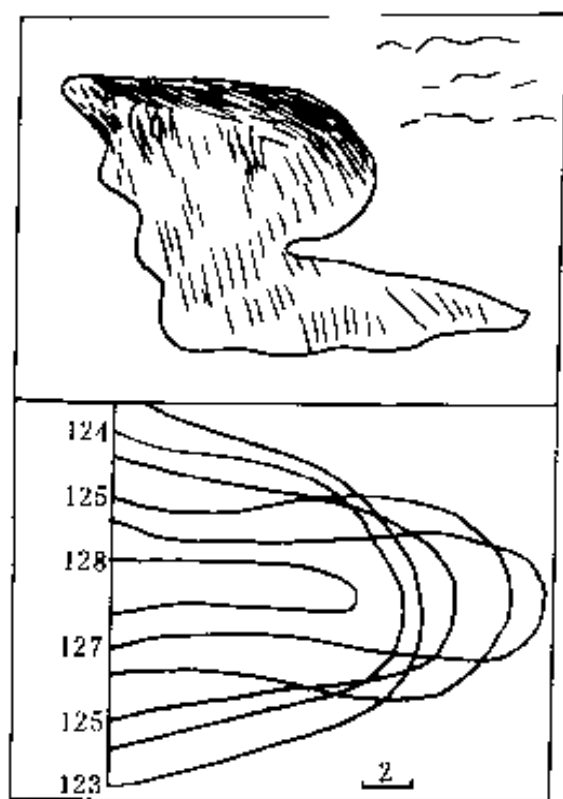


图 5-20



图 5-21

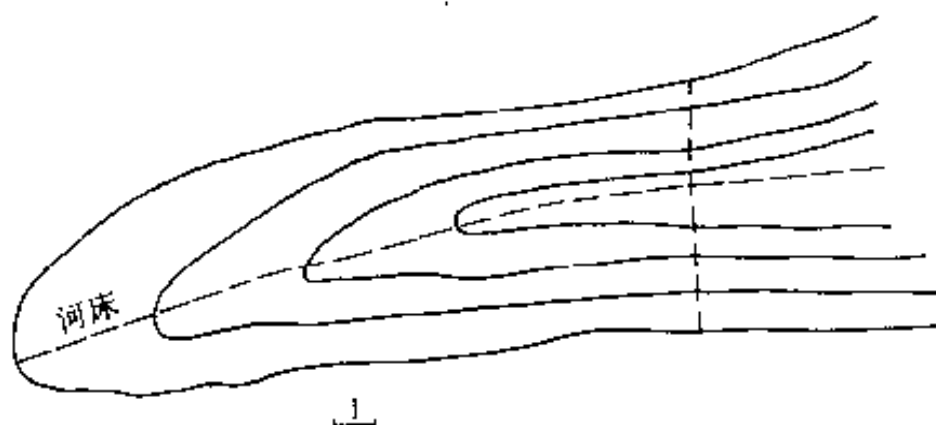


图 5-22

现假设一铅垂面与地面相交, 求其交线 MN (图 5-24)。

从平面投影图上可看到地面等高线与 mn 的交点是 a 、 b 、

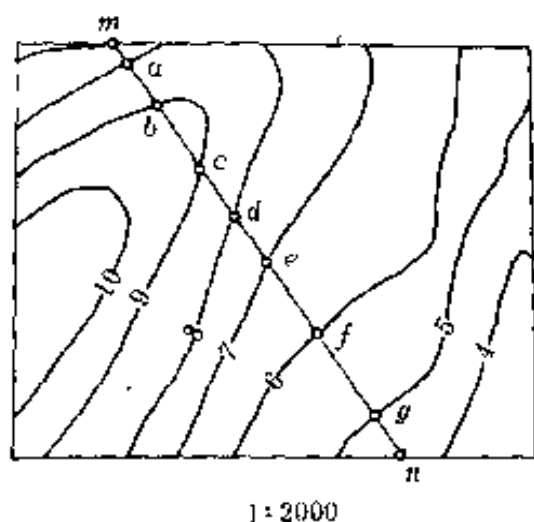


图 5-23

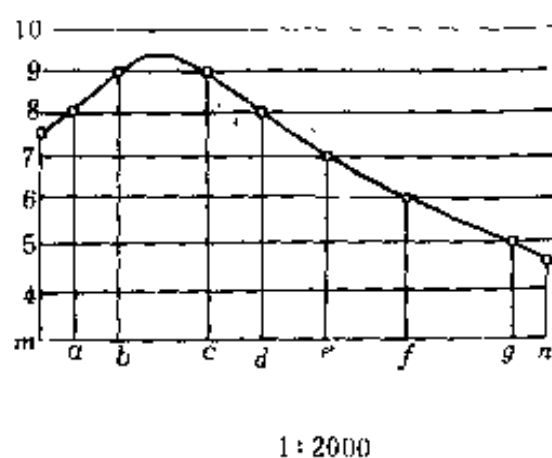


图 5-24

$c \cdots \cdots$, 也就是所求交线上点的标高投影。这些点的高程与它们各自所在的等高线的高程相同。作图过程是在图纸的适当地方先画一条水平线, 在此线上量取 $m, a, b, c \cdots \cdots n$ 等点, 然后在线的上方画一组间隔为等高距的水平线 (图 5-24), 再由 $m, a, b, c \cdots \cdots$ 各点作铅垂线, 使与相应高度的水平线相交, 并把所得的交点连成平滑曲线, 此曲线即为所求交线 MN 。为了表示地面高低不平, 高度的比例常常较长度的比例要大。例如图 5-24 中, 长度比例采用是 1:2000, 而高度比例则采用 1:250。通常把这种铅垂面与地形面的交线图称为断面图。

综合上述, 地貌形态尽管千姿万态, 但都可用等高线和统一规定符号来表示。图 5-25 为各种基本地形的综合示意图和其相对应的标高投影的等高线图。

(四) 按测点高程作等高线的方法

绘制某一地区的等高线图时, 首先要测量该地区所有的特征点及有关特征线, 其次, 把地区的平面图形划分成若干

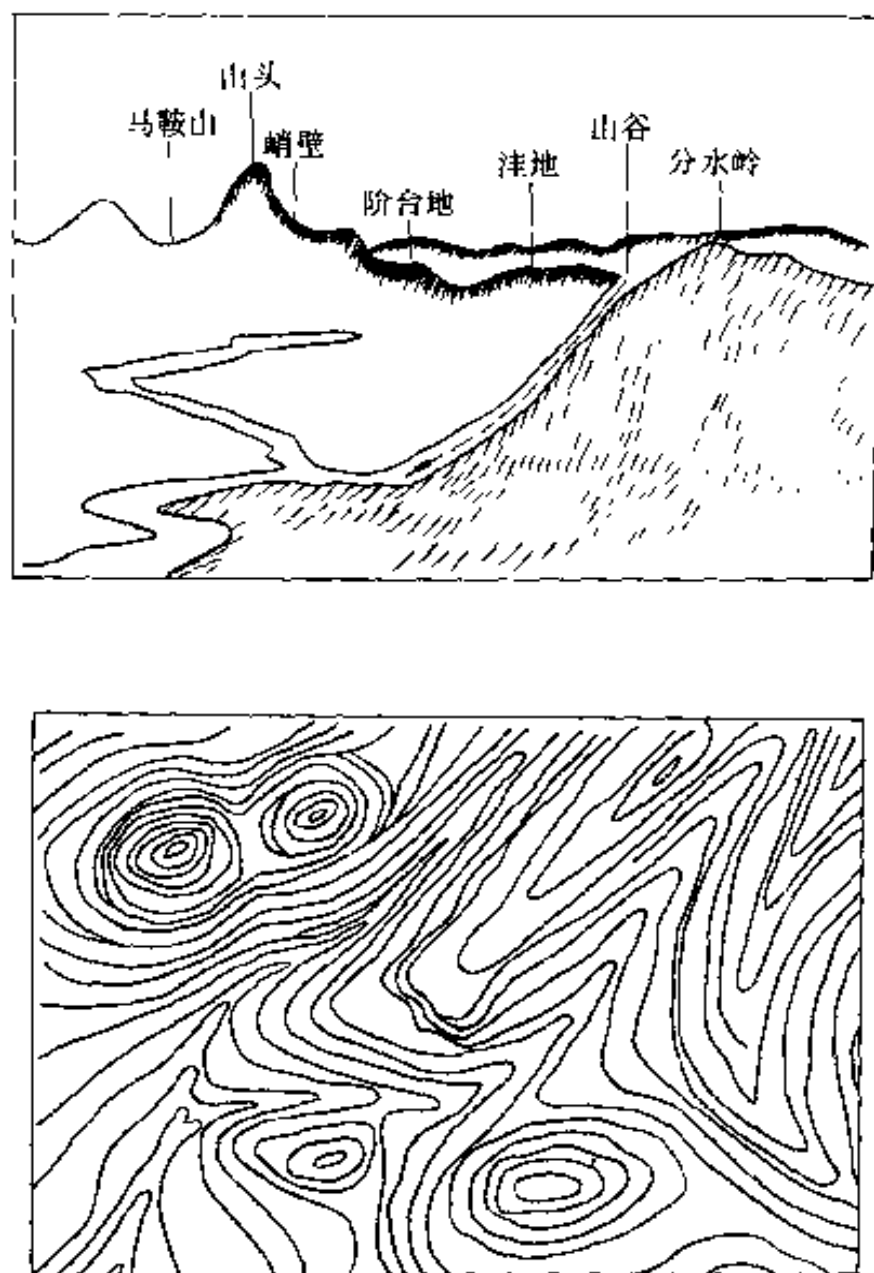


图 5 - 25

个三角形，最后，作三角形三测点间的等高线（图 5 - 26a）。

三角形三测点间等高线作图步骤：

- (1) 给出所求等高线之间高差数值 h ；
- (2) 将三角形每边依次给出 h 值刻度；

(3) 把高程相等点连成折线后修正成光滑曲线, 即为所求等高线 (图 5-26b)。

例如等高线的高程差 $h = 1\text{m}$, 则 $a_{4.5}, b_{8.5}, c_{3.7}$ 间, A 、 B 两点的高程差 $= 8.5 - 4.5 = 4\text{m}$, C 、 A 两点高程差 $= 8.7 - 8.5 = 0.2\text{m}$ 。将 AB 及 AC 刻度后就得到 A, B, C 三点等高线上 5、6、7、8 点。

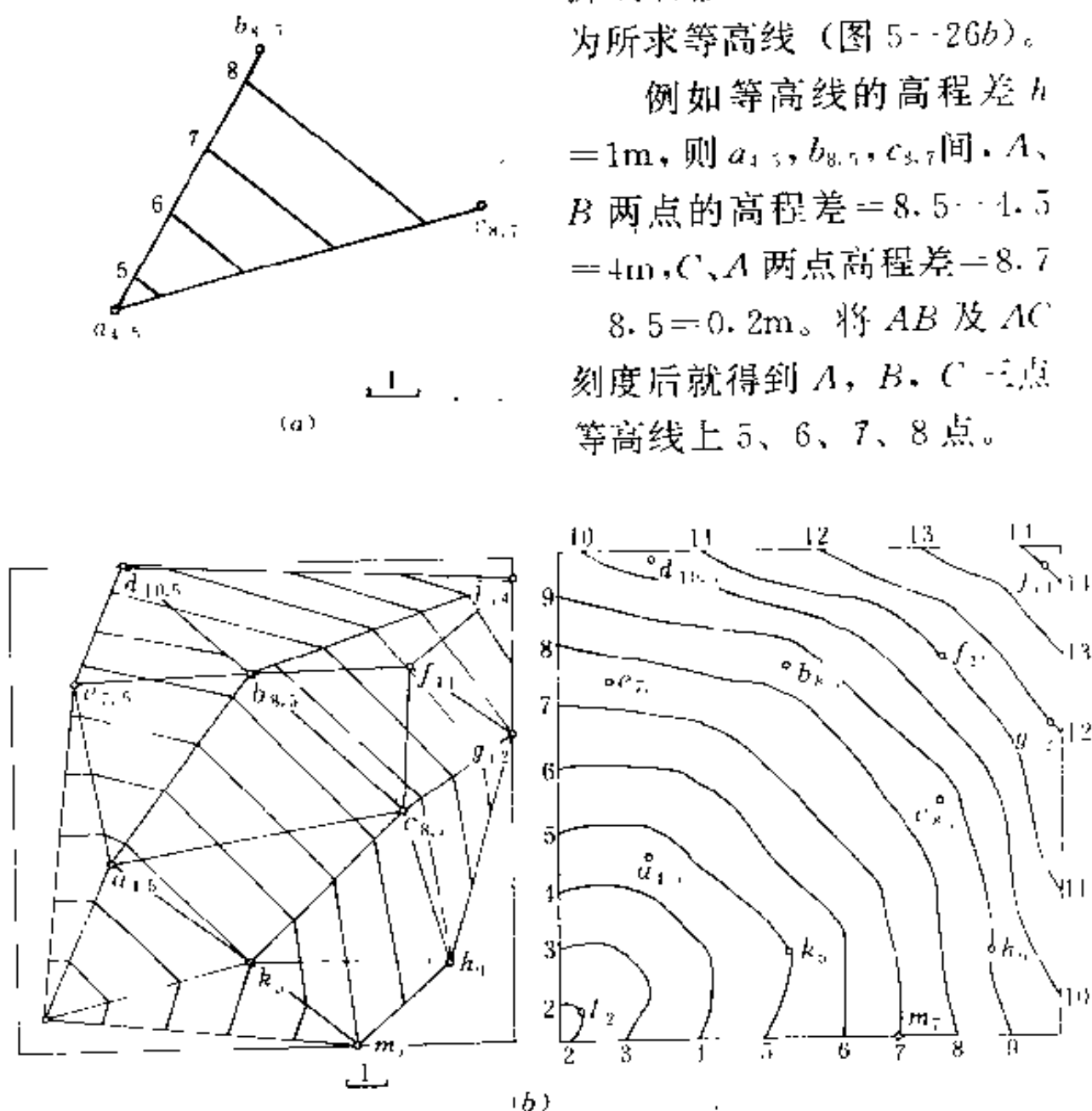


图 5-26

(五) 地形图符号

在地形图上, 各种地物是用其相似的几何图形或特定的符号来表示。为了便于绘图和识读, 绘制地形图使用了统一

规定的地物符号、地形图上的地物符号,分为比例符号、非比例符号、线性符号和注记说明4种。

(1) 比例符号。按一定比例表示地物图形轮廓符号(图5-27)所示的房屋,果园,农田等,这些地物符号的轮廓或种植范围应按比例绘于图上;



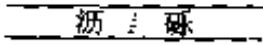
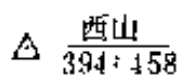
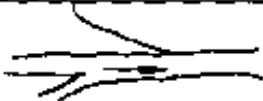
符 号	名 称
	普通房屋
	铁路
	公路
	三角测点,分子为点名 分母为高程
	河流,箭头表示流向,图上 河宽用0.5m单线表示

图 5-27

(2) 非比例符号。有些重要的地物,轮廓较小,在图上不便按比例表示出来,就要用非比例符号表示,如测点、铁路、钻孔、烟囱等。这些符号在地形图上,只表示地物位置,不表示地物大小;

(3) 线性符号。有些带状延伸地物,长度按比例表示,而宽度可不按比例表示,这种符号称为线性符号。公路高压线

等就用这种符号;

(4) 标记说明。标记说明是补充以上各种符号之不足而加的文字说明,如地名、村名、铁路名、测点的标高数值等。地物符号是绘制、识读和使用地形图的重要内容,必须熟悉这些统一规定的符号。

第六章 矿山地质制图基础

具有层理构造的地质体产状变化很大,有水平、倾斜、直立乃至倒转的。它们在空间的分布各有其特征。

一、水平岩层和直立岩层的制图

(一) 水平岩层的特点

水平岩层是指岩层的空间位置是水平的,岩层的顶面或底面的各部分具有基本相同的标高。当然,绝对水平的岩层是没有的,水平岩层也是相对的。

水平岩层具有以下几点基本特征:

(1) 年青的岩层位于老岩层之上,在地质图上年青的岩层将在标高最大的等高线所包围的地方出露,而越老的岩层则在标高最小的等高线包围的地方出露(图6-1);

(2) 水平岩层的露头宽度,即岩层在地面露出的水平投影距离,与岩层的厚度和地形坡度这两个因素有关(图6-2)。岩层厚度愈大,地形坡度愈缓,露头宽度也就愈大。反之,岩层厚度愈小,地形坡度愈陡,则露头宽度也就愈小;

(3) 在野外观察到的水平岩层,其同一层面上的露头,都处在同一高度。而且在地质图上,水平岩层的地质界线与地形等高线平行或一致;

(4) 水平岩层的厚度,即岩层顶面到底面之间的垂直距离,可以用顶面和底面之间的高差来确定。在有等高线的地质图上,首先确定岩层顶面和底面的标高,再求出顶面和底面标高之差,即是岩层的真厚度(图6-2)。

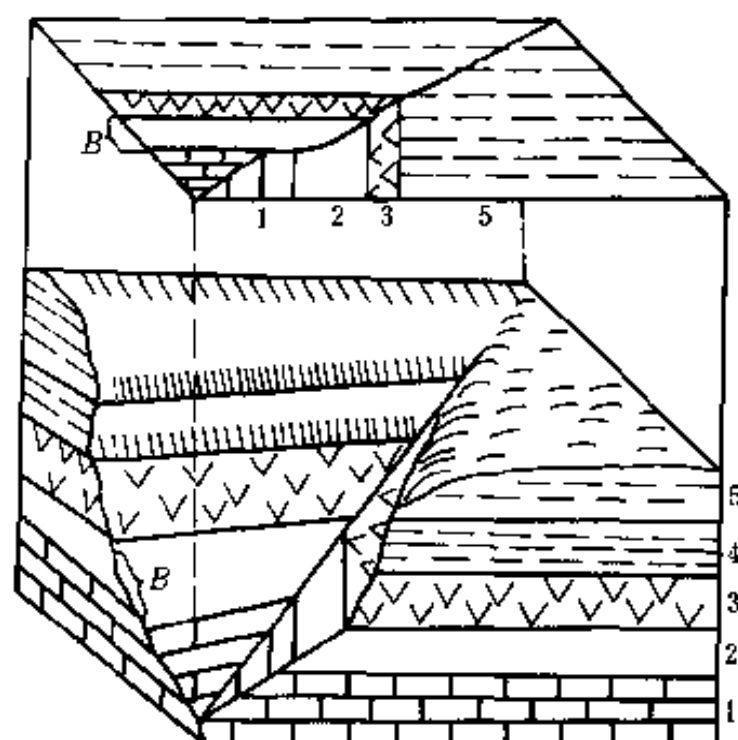


图 6 1

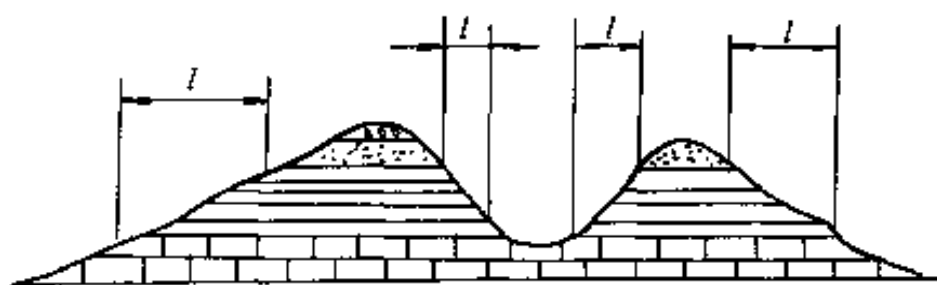


图 6 2

(二) 水平岩层的地质图及剖面图

在水平岩层分布地区作地质剖面图是为了补充说明某一个既定位置上的地层层位顺序、厚度和接触关系。为了获得剖面图，可以在野外实测，也可以在地质图上剖切制图。在地质图上作剖面图时应选择剖面的位置和方向，尽可能使剖

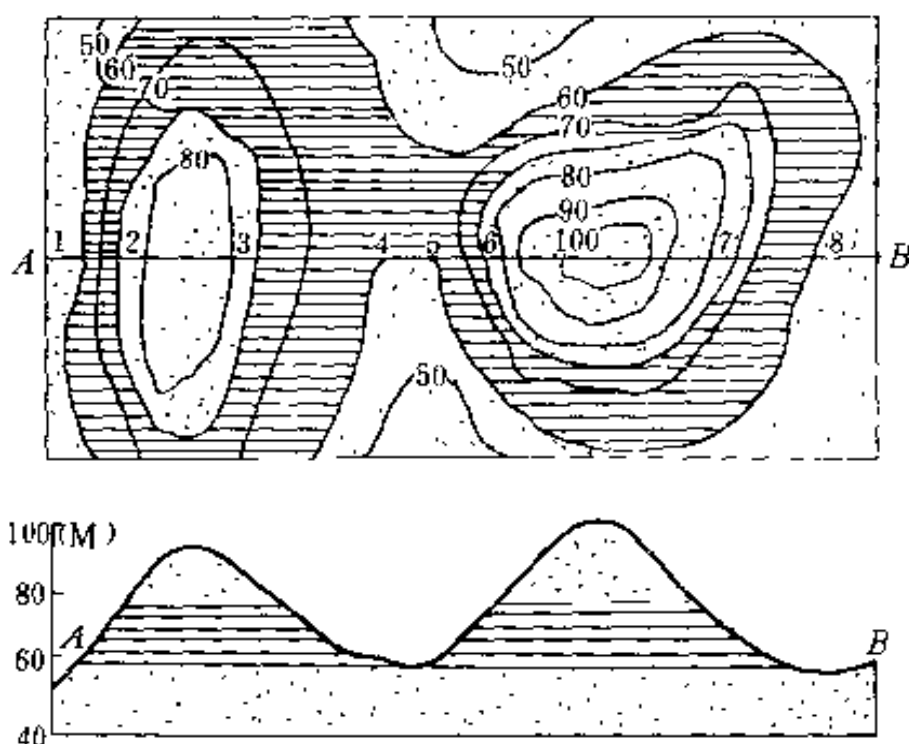


图 6-3

面穿过地质图上更多的岩层，其两端要与图框相交并用剖切位置符号标注，将地形剖面图绘出来，再将地质图上剖面 and 地层界线的交点（图 6-3）中的 1，2，3，4，5……投影到地形剖面线相应的位置上去，然后把同一岩层的相同层面上各点连结起来，得出许多水平连线即是剖面图上不同岩层的地质界线、最后，用代号和颜色加以区别，即得到水平岩层的地质剖面图。剖面图内基线以上不应有空白，应该根据岩层沉积顺序和厚度将其画上。

地质剖面图的垂直比例尺要与水平比例尺相同，最好和地质图所使用的比例尺一致。剖面图如在同一地层下方作出，就不要注明图例。但如在另一张图纸上单独画剖面图，则要

注明图例。图例中要表示岩层的颜色，代号和符号排列顺序应是从左到右，自新到老。

二、倾斜岩层的制图

沉积岩层的产状在自然界大都是倾斜的，只有在很少情况下呈现水平、直立或者倒转状态。倾斜岩层有的是原始沉积形成，也有受构造运动影响而形成。在后一种情况下，它或是断层的一盘，或者是褶曲的一翼。无论是原始倾斜或者是构造形成倾斜，其制图原理相同。

（一）产状要素

为了确定地质构造的形状，首先应该测定岩层的产状，而岩层的产状的确定用产状要素表示：走向、倾向和倾角。

岩层的层面与水平面相交的线，或者是同一层面上标高相同的两点连线称为走向线。走向线的方向称作走向，表示岩层在空间的水平延伸方向。

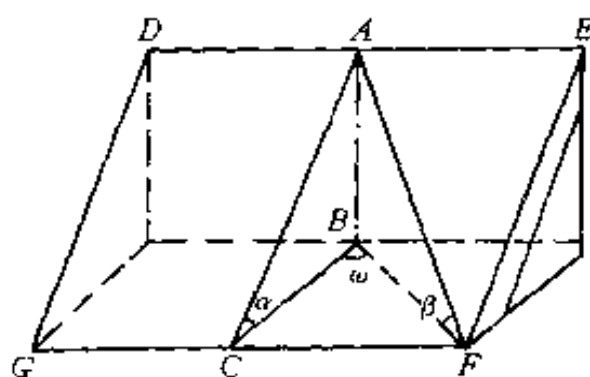


图 6-4

垂直走向线向岩层下坡所引的直线，称为岩层的倾斜线。倾斜线的水平投影所指的方向，称作岩层的倾向。凡不垂直于走向线的倾斜方向均称为假倾向。

倾斜线与其在水平面上投影之间的夹角，称为岩层的倾角。此处倾角是指岩层的最大倾斜角——真倾角。而不垂直岩层走向线的倾斜线与其水平面上投影之间的夹角称为视倾角又叫假倾角（图 6—4）。

图 6—4 中 DEFG——岩层面；

DE----岩层走向线;

AC----岩层的真倾斜线;

AF----岩层的假倾斜线;

α ---岩层真倾角;

β ——岩层假倾角;

ω ----岩层真倾向与假倾向的夹角。

$$\triangle ABC \text{ 中 } \angle ABC = 90^\circ$$

$$\therefore \operatorname{tg} \alpha = \frac{AB}{BC}$$

$$\triangle ABF \text{ 中 } \angle ABF = 90^\circ$$

$$\therefore \operatorname{tg} \beta = \frac{AB}{BF}$$

$$\triangle BCF \text{ 中 } \angle BCF = 90^\circ$$

$$\therefore \cos \omega = \frac{BC}{BF}$$

所以当 $\omega = 0^\circ$ 时

$$\cos \omega = 1$$

$$\operatorname{tg} \beta = \operatorname{tg} \alpha$$

即

$$\angle \beta = \angle \alpha$$

如果假倾向与真倾向成 90° ，即与岩层的走向平行一致时，则岩层的倾角等于 0° 。

(二) 露头宽度与露头形态

1. 露头宽度

露头宽度是指岩层顶面和底面之间的水平投影的距离。在地质图上，岩层间距离就是露头宽度。对倾斜岩层来说，露头宽度的大小决定于岩层的厚度、地形坡度和岩层倾角等三者之间的关系。如岩石的厚度和倾角不变时，露头的宽度决

定于地面的坡度。地形坡度越陡，露头宽度愈小；坡度愈缓，露头宽度越大（图 6—5）。

如果坡度和厚度不变，则露头宽度决定于岩层的倾角。倾角愈陡，露头宽度愈小；倾角愈缓，露头宽度愈大（图 6—6）。

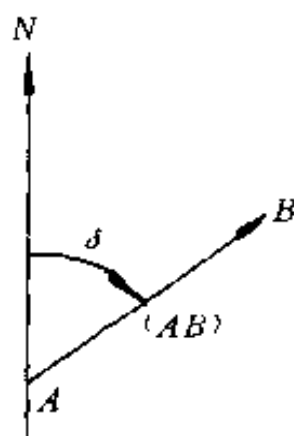


图 6- 5

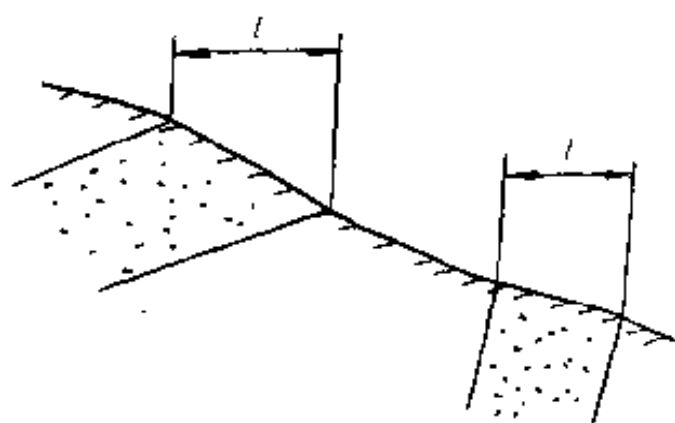


图 6—6

如果坡度和岩层的倾角不变，则厚度大，露头宽度就大，反之，厚度小，则露头宽度也就小（图 6—7）。

以上讨论的是两个因素固定不变，另一个因素改变时，对

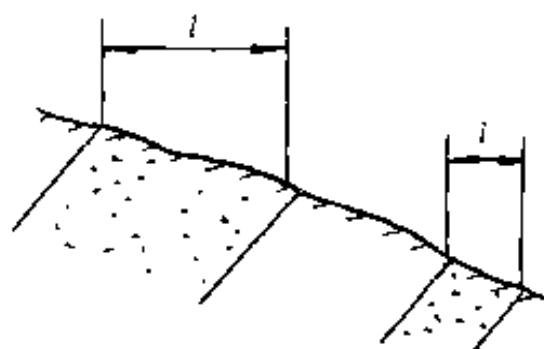


图 6—7

露头宽度的影响。但在实际情况下，有时 3 个因素都在改变，所以露头宽度的变化也比较复杂。因此在野外进行制图或阅读分析地质图时，对露头宽度的变化，应当综合考虑各种因素和条件。

2. 露头形态

露头形态是指岩层在地面出露的形状。倾斜岩层的露头形态决定于岩层的产状和地形变化。其特点是岩层界限曲折并与地形等高线相交在地形被切割的山沟中。岩层界线形态总是表现为 V 字形。

(1) 岩层的倾向与地形坡向相同，但岩层的倾角大于坡角时，在沟谷中岩层的 V 字形尖端指向沟谷的下游（图 6-8a）；

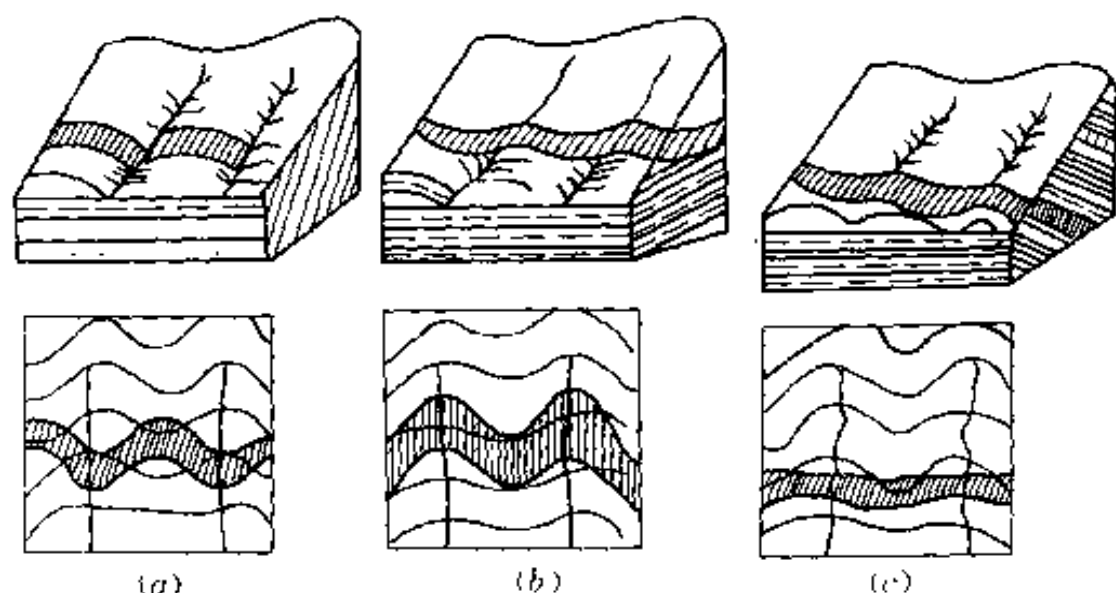


图 6-8

(2) 岩层的倾向与地形坡向相同，但岩层的倾角小于坡角时，在沟谷中岩层的 V 字形尖端指向沟谷上游（图 6-8b），露头弯曲形态总比地形等高线的弯曲要大；

(3) 岩层的倾向与地形坡向相反。在沟谷中岩层的 V 字形尖端指向沟谷的上游（图 6-8c），岩层的倾角愈大，露头形态的弯曲愈小；倾角愈小，弯曲愈大，但总比地形等高线的弯曲要小。

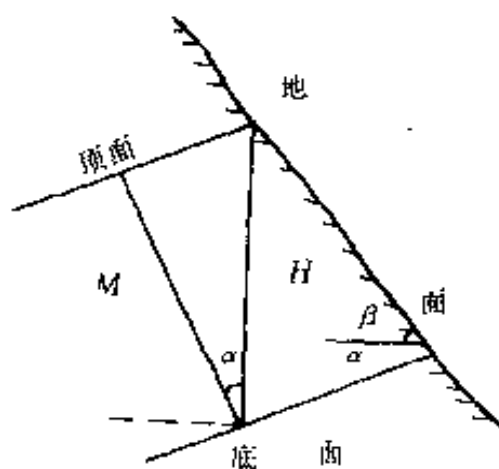


图 6-9

(三) 岩层厚度

在与岩层走向垂直的切面上, 岩层顶面和底面间的距离即岩层的真厚度 (M)。对于倾斜岩层, 除了真厚度以外还有铅直厚度, 即岩层顶面和底面之间的铅直距离。真厚度与铅直厚度之间的关系如下 (图 6-9)。

$$M = H \cdot \cos \alpha$$

式中 α —— 岩层倾角;

M —— 真厚度;

H —— 铅直厚度。

当 $\alpha = 0^\circ$, $M = H$ (岩层水平)

当 $\alpha = 90^\circ$, $H = \infty$ (岩层直立)

当 $0^\circ < \alpha < 90^\circ$, $H > M$

在与岩层走向不垂直而与地面垂直的切面上, 岩层顶底界线间的垂直距离叫作岩层的视厚度 (n)。

视厚度与铅直厚度的关系:

$$n = H \cdot \cos \alpha_1 \quad (\alpha_1 \text{ 为假倾角})$$

视厚度与真厚度的关系:

$$n = M \cdot \frac{\cos \alpha_1}{\cos \alpha}$$

因为 $\alpha_1 < \alpha$, 故 $\frac{\cos \alpha_1}{\cos \alpha} > 1$

确定岩层厚度的主要方法是在野外实地进行测量。在通常情况下, 不能直接测到岩层的真厚度, 而是测出一些其他数据, 通过换算而求出岩层的真厚度。

在野外测量时有以下几种情况。

测量方向与岩层走向垂直时:

(1) 如果地面平坦无起伏 (图 6-10), 实测岩层的露头长度 l , 倾角 α , 此时岩层厚度 M 可用下式计算:

$$M = l \cdot \sin \alpha$$

(2) 岩层的倾角与山坡的方向相反, 则岩层的厚度 (图 6-11):

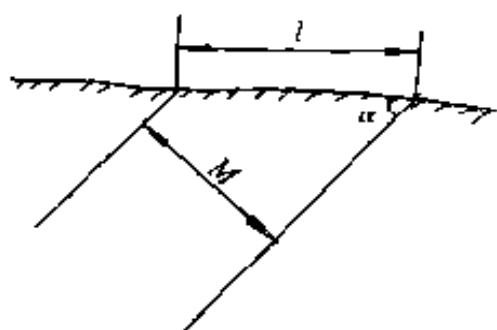


图 6-10

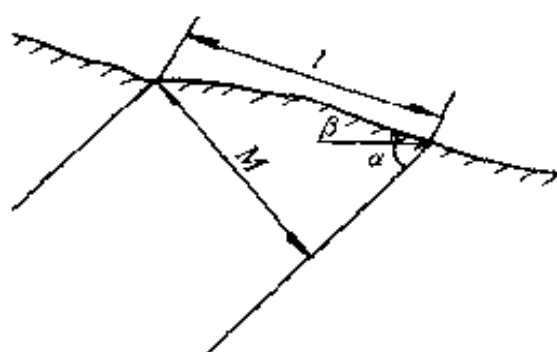


图 6-11

$$\therefore \sin (\alpha + \beta) = \frac{M}{l}$$

$$\therefore M = l \cdot \sin (\alpha + \beta)$$

式中 α —— 岩层倾角;

β —— 地面坡度;

l —— 岩层露头长度。

(3) 岩层的倾向与山坡的方向一致时, 计算岩层的厚度有两种情况:

① 岩层的倾角大于坡角时 (图 6-12):

$$\sin (\alpha - \beta) = \frac{M}{l}$$

$$M = l \cdot \sin (\alpha - \beta)$$

② 岩层的倾角小于坡角时 (图 6-13):

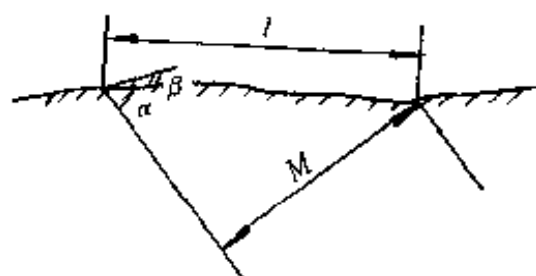


图 6-12

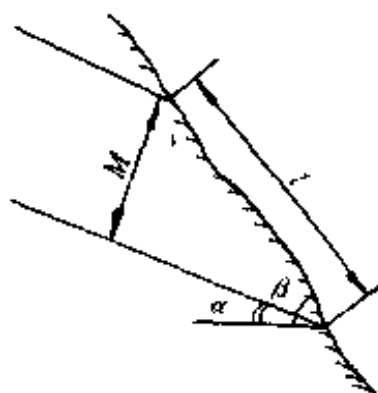


图 6-13

$$\sin (\beta-\alpha)=\frac{M}{l}$$

$$M=l \cdot \sin (\beta-\alpha)$$

测量方向与岩层的走向斜交时:

(1) 岩层倾向与坡向相反 (图 6-14):

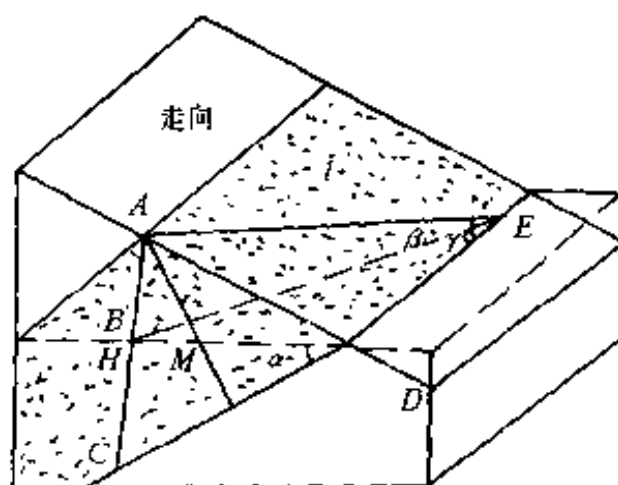


图 6-14

由 $\triangle ABE$ 知:

$$AB=l \cdot \sin\beta, BE=l \cdot \cos\beta;$$

由 $\triangle BDE$ 知:

$$BD=BE \cdot \sin\gamma=l \cdot \cos\beta \cdot \sin\gamma;$$

由 $\triangle BCD$ 知:

$$BC=BD \cdot \operatorname{tg}\alpha=l \cdot \cos\beta \cdot \sin\gamma \cdot \operatorname{tg}\alpha$$

$$\text{铅直厚度 } H=AB+BC$$

$$=l \cdot \sin\beta+l \cdot \cos\beta \cdot \sin\gamma \cdot \operatorname{tg}\alpha$$

$$\text{真厚度 } M=H \cdot \cos\alpha$$

$$=l \cdot (\cos\alpha \cdot \sin\beta+\cos\beta \cdot \sin\gamma \cdot \sin\alpha)$$

式中 M ——真厚度;

H ——铅直厚度。

(2) 岩层倾向与坡向相同, 而岩层倾角大于坡角时 (图 6-15);

由图可知:

$$AB=l \cdot \sin\beta$$

$$BE=l \cdot \cos\beta$$

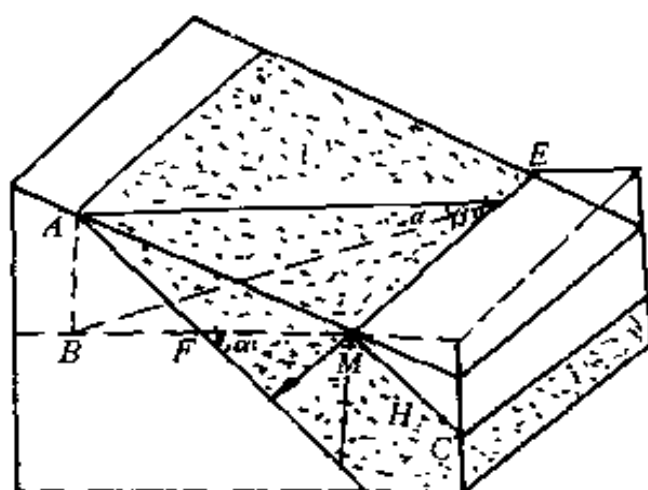


图 6-15

$$BD = BE \cdot \sin \gamma = l \cdot \cos \beta \cdot \sin \gamma$$

由 $\triangle ABF$ 知: $BF = \frac{AB}{\tan \alpha} = \frac{l \cdot \sin \beta}{\tan \alpha}$

$$\forall \because DF = BD - BF$$

$$= l \cdot \cos \beta \cdot \sin \gamma - \frac{l \cdot \sin \beta}{\operatorname{tg} \alpha}$$

$$\text{真厚度 } M = DF \cdot \sin \alpha = l \cdot (\sin \alpha \cdot \cos \beta \cdot \sin \gamma \cdot -\cos \alpha \cdot \sin \beta)$$

因为岩石的厚度都是正的，所以真厚度

$$M=l \cdot (\sin\alpha \cdot \cos\beta \cdot \sin\gamma \pm \cos\alpha \cdot \sin\beta)$$

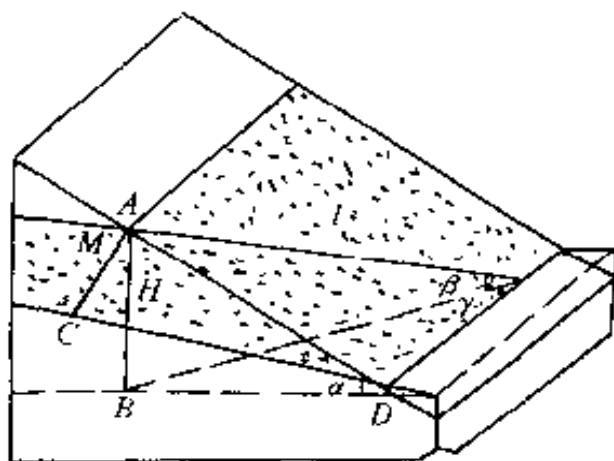


图 6-16

上面介绍的是野外实地测量求岩层厚度的计算方法。如果地质图上的地质界线和地形等高线都很精确，则在地质图上也能求出岩层的厚度（图 6—16）。

在地质图上作同一岩层顶底面相同高度的两条走向线间的垂直距离 AB

$-l$ (例如图中 300m 等高线), 于是 A 和 B 是上下层面在 300m 水平面上的两个点。以 AB 线为一边, 各作岩层倾角 α , 得平行线 AA' 和 BB' , 前者代表上层面, 后者代表下层面。平行线间的垂直距离 m 即是岩层的厚度 (图 6-17)。

即 $m = AB \cdot \sin \alpha$

然后按比例尺换算成岩层真实厚度。

(四) 倾斜岩层的制图

1. 地质图

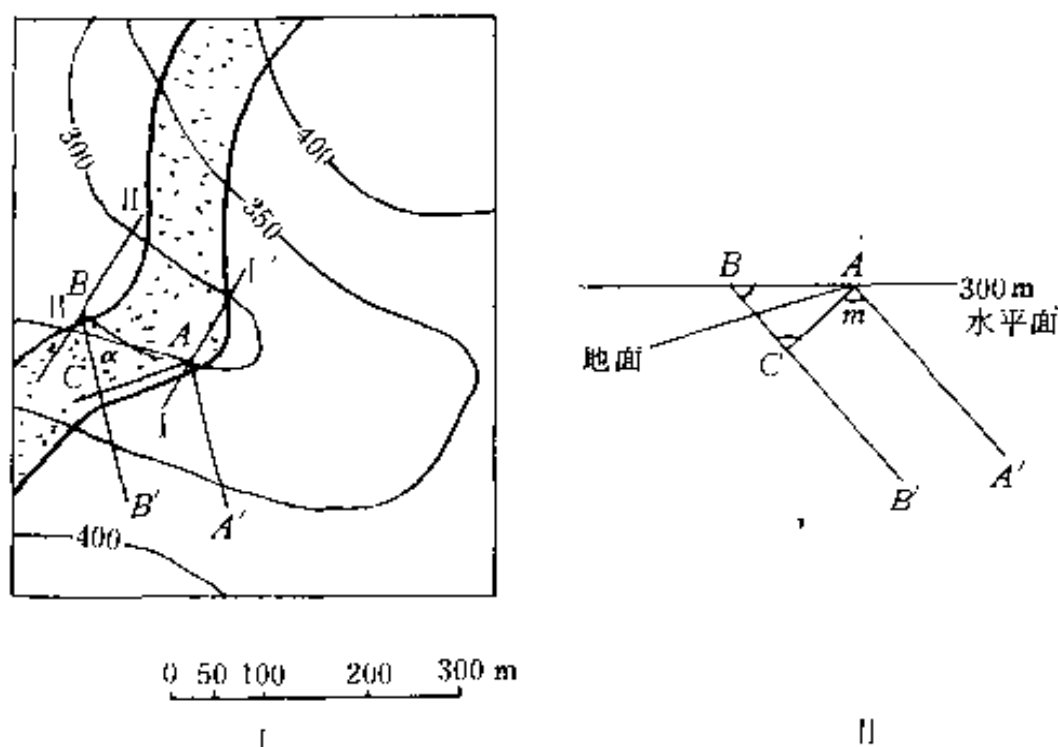


图 6-17

不论是倾斜岩层界线的连接，还是更复杂的地质构造的各层界线的连接，都应该在野外作观察点的工作时进行。只有在露头欠佳如露头被植物或近代沉积物所复盖而不能观察到时，才可使用下面所述的绘制方法。

图 6-18 中的 A 点是倾斜岩层上层面的一个露头点，其岩层的产状要素： $NE65^{\circ}<10^{\circ}$ 。先在图边空白处或用另一张纸在垂直岩层走向线的方向划一任意长度的基线 I—I'，并在其两端按地形图的比例尺作垂直比例尺，取等高线距（图中为 100m）为间距作平行于基线 I—I' 的代表不同高度的平行线，其数目的多少视地形图中等高线的多少而定。然后，将 A 点垂直投影在相应高度的平行线上（图中为 500m）。经过该投影点 A'，再根据岩层的倾向和倾角作出层面 xy。于是得

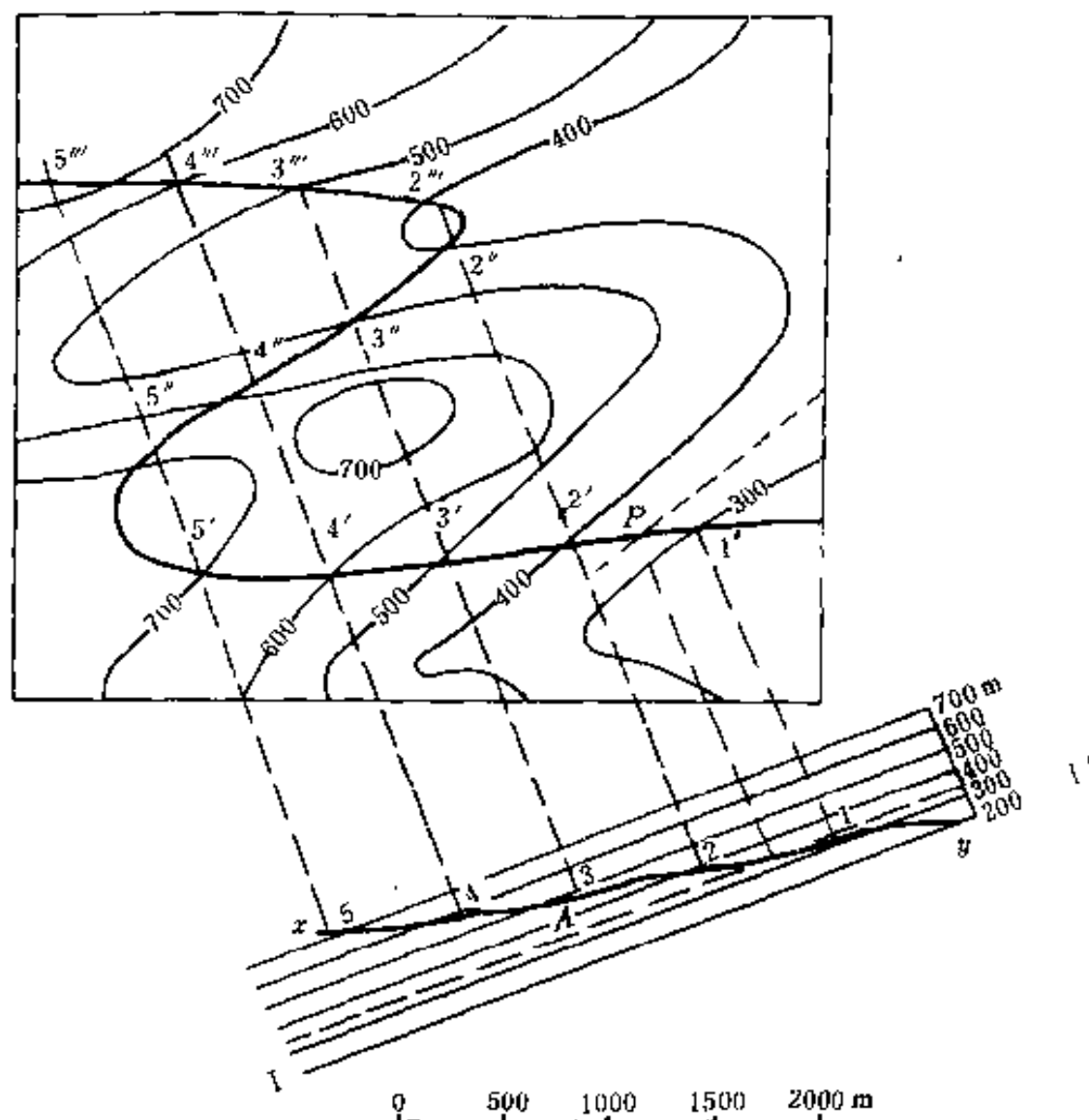


图 6-18

到该层面与 300m、400m、500m、600m 和 700m 等不同高度的平行线交于 1、2、3、A'、4、5 诸点。这些点就是在层面上为 300m、400m、500m……的走向线所穿过的各点。因此，经过这些点作与 A 点走向线平行的平行线，这些平行线代表 300m、400m、500m……的走向线。将不同高度的走向线在地

形图上和相应的等高线相交各点 $1'$ 、 $2'$ 、 $2''$ 、 $2'''$ 、 $3'$ 、 $3''$ 、 $3'''$ ……，连成平滑的曲线，就是该岩层上层面的露头线。有时为了使连线更准确，可利用插入法在图上 $1'$ 和 $2'$ 之间作 350m 的辅助等高线。同时，在剖面图上也作 350m 高度平行线。然后，将 350m 的辅助走向线和 350m 的辅助等高线的交点 P 与 $1'$ 和 $2'$ 相连，以便准确画出 $1'$ 和 $2'$ 之间的连线。其他可以类推。

同法，可以根据同一岩层的下层面的露头所测量的产状要素作出下层面的露头线。这样，确定了上下层面的露头，在地质图上就画出了岩层露头的分布。

2. 倾斜岩层剖面图的绘制

在野外进行地质测量时，都要选择一定剖面位置进行实地测制。在对地质图作初步分析的基础上，为了深入了解调查区内的地质构造，将地表以下一定深度内的构造形态表现出来，就必须作岩层剖面图。

倾斜岩层剖面图的画法和原理与前述的水平岩层剖面图的画法基本相同，但要注意两种情况。

(1) 当剖面线与岩层的走向垂直时，在剖面图上所表示的岩层倾角是真倾角。

如图 6-19 所示，剖面线选定后，按照地质图上的比例尺，将地形剖面图画妥。然后将剖面线上的岩层界线点投影到剖面图上的地形曲线上。再从地形曲线的露头点，如 a' 或 b' 作一水平线，根据岩层的倾向向南东画出岩层的真倾角得 $a'a''$ 线，即为在剖面上的层面上的层面线。再经过露头点作 $a'a''$ 的平行线，即代表其他地层的层面。但是，有时一系列的倾斜岩层，虽然具有相同的走向，可它们的倾角却不是一致的，如图 6-20 所示。图 6-20 中，岩层是整合的，且在

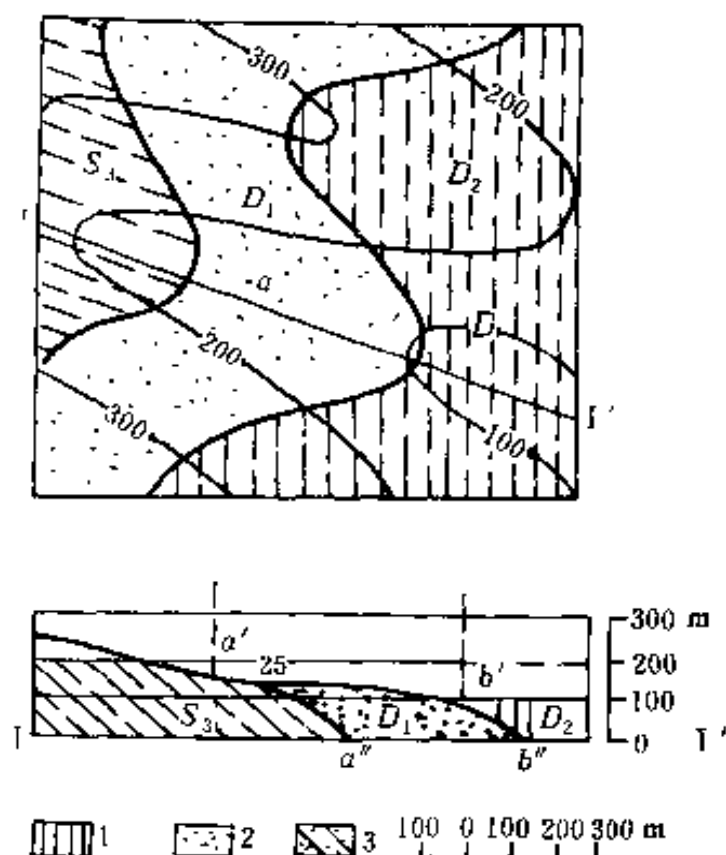


图 6-19

不大面积内，每层的厚度变化不大，应用几何编制法就可以画剖面图。从各个岩层层面的露头点作每个层面的垂直线，延长使每两相邻线相交于 a 、 b 、 c ……诸点。然后从剖面图的一端开始以各交点为圆心在两个相邻层面的垂直线内作平行弧线，并以平滑的线段连接。这样编制的剖面图反映的岩层的倾角是逐渐变化的，岩层之间保持着原来的整合关系。

(2) 当剖面线与岩层走向不垂直时，剖面图上岩层的倾角用假倾角表示。

可按式： $\text{tg}\beta = \text{tg}\alpha \cdot \cos\omega$ 进行换算。

式中 β —— 假倾角；

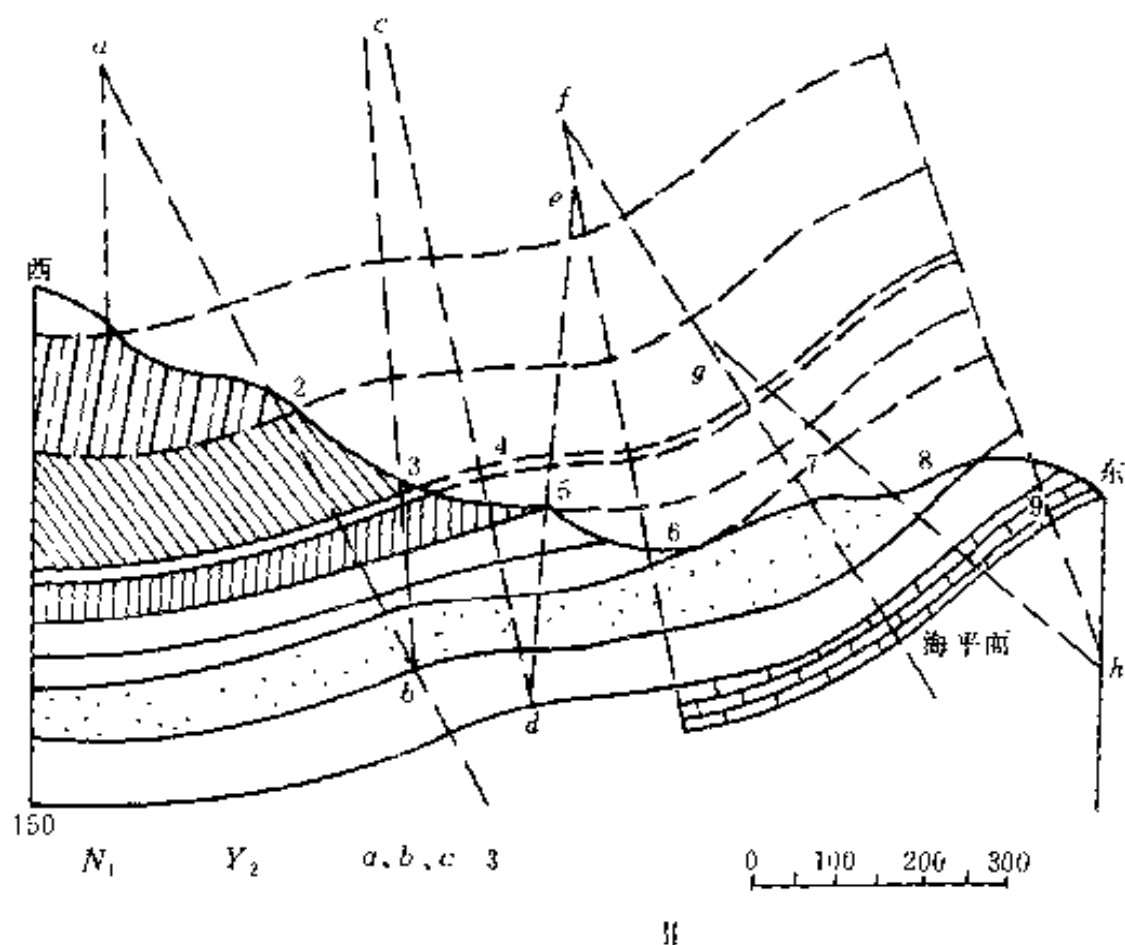


图 6--20

α -----倾角;

ω -----剖面线与倾向线之间的夹角。

编制剖面图也可用作图法,如图 6--21 所示,剖面线选定后,按照地质图上的比例尺,将地质剖面图画妥。然后,从剖面线的一端开始逐个将各个岩层界线在剖面线上的交点 a 、 b 、 c 垂直投影到在地形剖面线上,得 a' 、 b' 、 c' 各点。再把各个岩层的某一高度走向线在剖面线上的交点 1、2、3、4 投影到平面图上相应高度的平行线上,得到 1'、2'、3'、4'。逐次连接同一岩层界线的两个交点,如 1'a'、2'b'、3'c' 等,再使用地质图上相同的符号,将各岩层面间的空间处填满,就

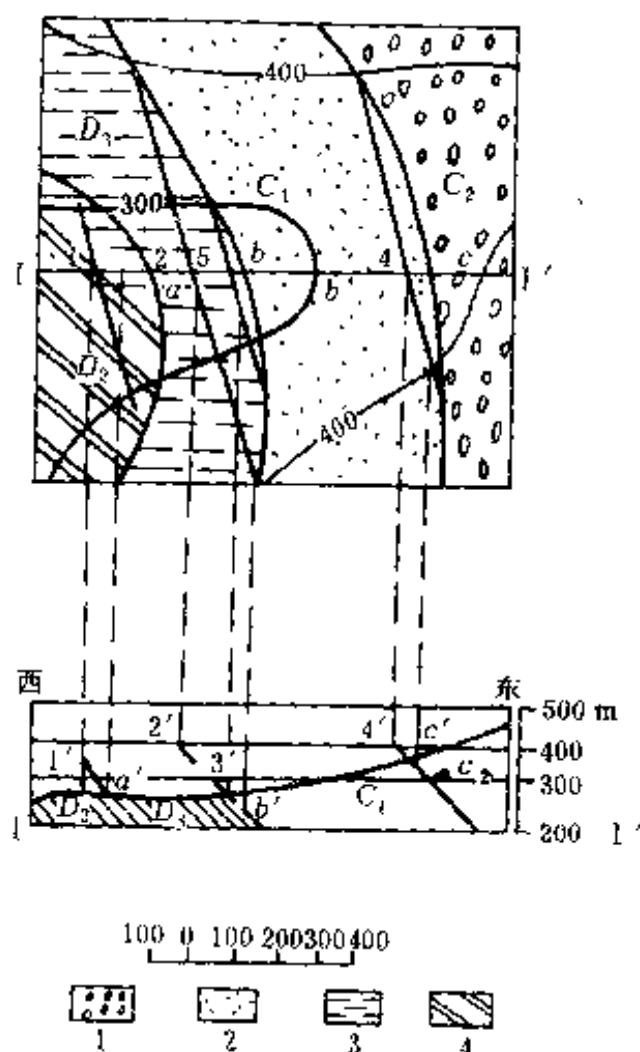


图 6-27

作出一个倾斜岩层的剖面图。

三、褶皱构造制图

(一) 褶皱构造要素

为了描述褶皱构造的空间位置和形态，所命名的褶皱的各个部分如核部、翼部、轴部、轴线、轴面、枢纽等，总称为褶皱要素。

1. 核部和翼部

褶皱构造的内核部分称为核部（图 6-22）。核部两侧的岩层称为翼部（图 6-22）。

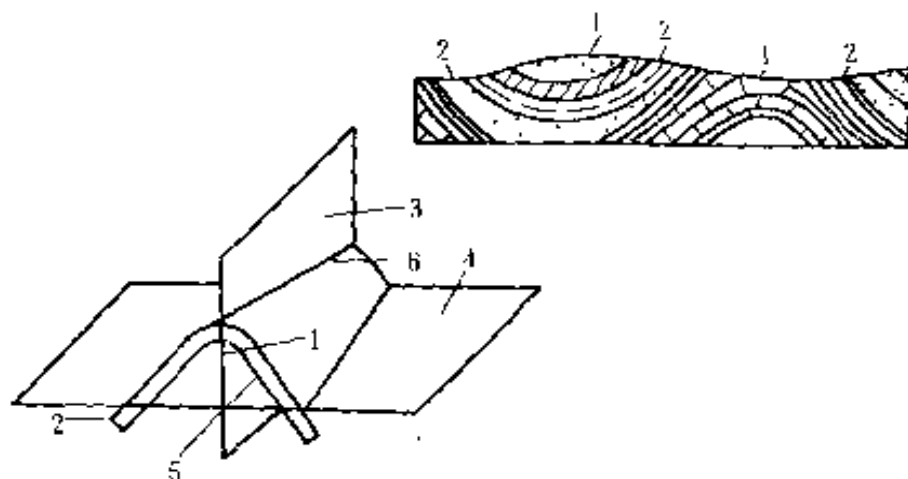


图 6-22

1—核部；2—翼部；3—轴面；4—水平面；5—轴线；6—枢纽

2. 轴面和轴线

平分褶皱构造的假想平面称为轴面。轴面和水平面的交线称为轴线。由于褶皱的形态不同，因而轴面可以是直立的、倾斜的，也可以是平面的，曲面的。因而轴线既可以是直线，也可以是曲线。

3. 枢纽

轴面与岩层层面的交线称为枢纽（图 6-22）。枢纽的形态也取决于褶皱构造的形态，可以是水平的，倾斜的或波浪状的。

褶皱构造的岩层在空间的形态：枢纽为水平的称为水平褶皱，枢纽为倾斜的称为倾伏褶皱（图 6-23）。

水平褶皱的岩（煤）层，其底板等高线为一组大致平行的直线。如果两侧等高线的标高数值大，中间标高数值小，则称为水平向斜。反之，则称为水平背斜（图 6-24）。

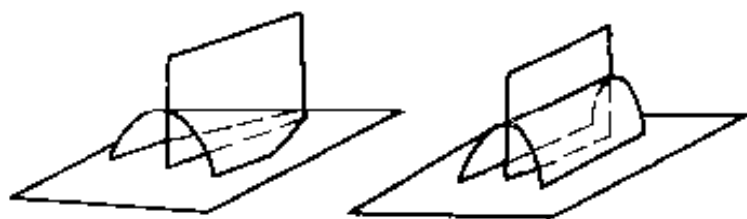


图 6-23

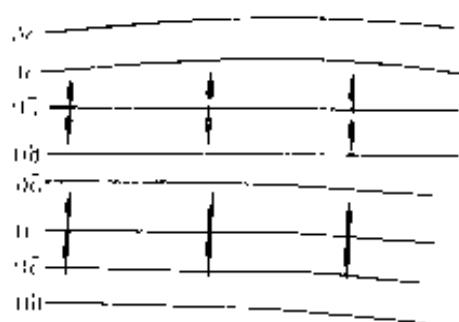


图 6-24

倾伏褶曲在岩层底板等高线图上表现为一组不封闭的曲线。这组曲线，凸向标高数值大的方向为倾伏向斜构造；凸向标高数值小的方向为倾伏背斜构造（图 6-25）。

在进行地质测量时，对褶曲进行全面观察分析是了解区域内地质构造的重要依据。在地质图上进行褶曲构造的详细分析也是了解区域内地质构造的重要步骤。

（二）地质图上褶曲形态的认识

从地质图上认识褶曲构造，首先必须注意岩层的产状。如果是一个完整的褶曲构造，其两翼新老地层是以某一岩层为中心，而且向垂直于岩层走向的两侧作对称的条带延伸分布。如中部岩层较两侧岩层为新，则是向斜褶曲；反之，则是背斜褶曲。岩层底板等高线的形态也能反映褶曲特征，如底板

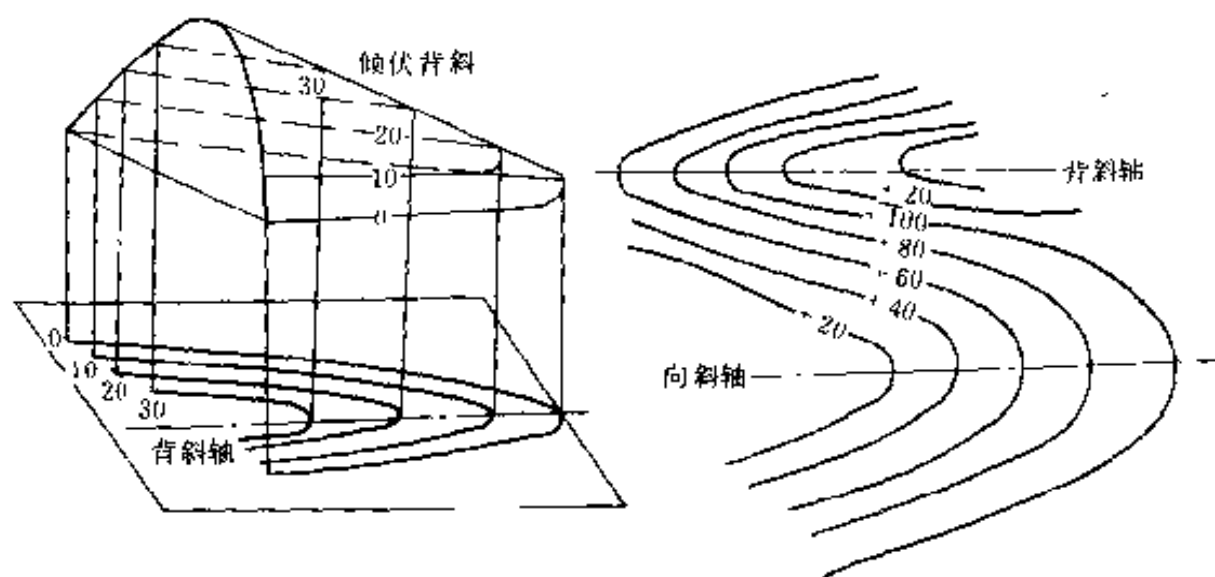


图 6-25

等高线密集，反映构造变化急剧（图 6-25 的背斜部分）；等高线稀疏，则反映其变化弛缓（图 6-25 的向斜部分）。轴线两翼等高线平距对应相等，说明两翼倾角相等，构造对称（图 6-26 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（图 6-26 的背斜部分）。

1. 对称（直立）褶皱

对称褶皱的两翼岩层的倾向相反（扇形褶皱例外），两翼岩层中的任何一个层面不同高度的走向线彼此平行，而且走向线间的水平距离相等（图 6-27）。

2. 倾斜褶皱

倾斜褶皱的两翼岩层倾向相反，倾角大小不同，轴面倾斜。在地质图中（图 6-28），背斜褶皱的两翼倾向不相同，组成褶皱的东翼岩层层面上不同高度的走向线（500m、100m）间水平距离大于西翼层面不同高度的走向线（200m、250m）间的水平距离。而西翼岩层的倾角大于东翼岩层的倾角，轴

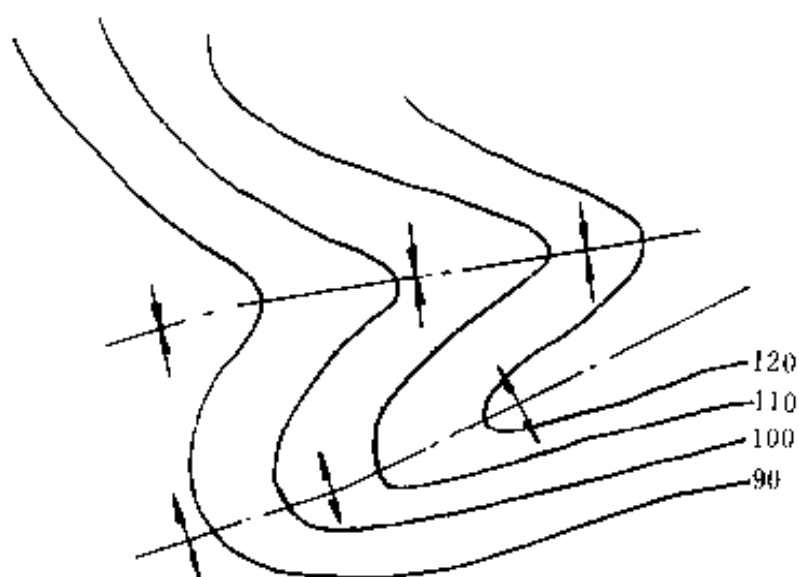


图 6-26

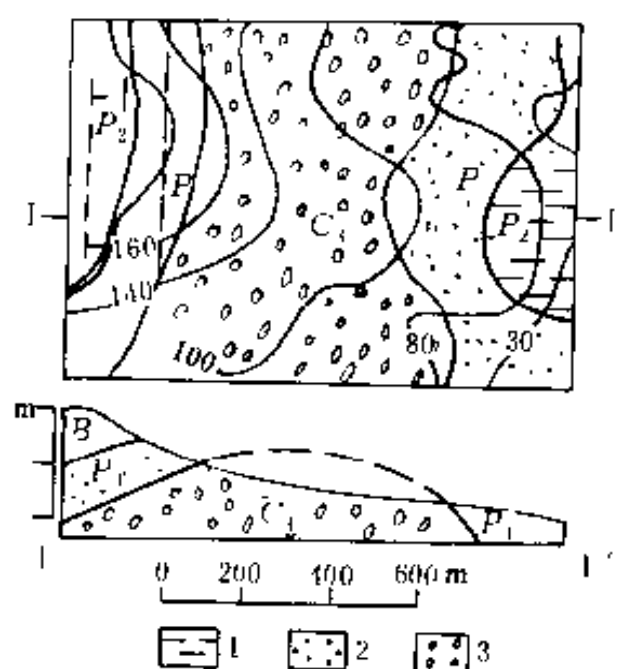


图 6-27

面向东倾斜。

3. 倒转褶曲

倒转褶曲的两翼岩层皆向同一方向倾斜，其中一翼层位

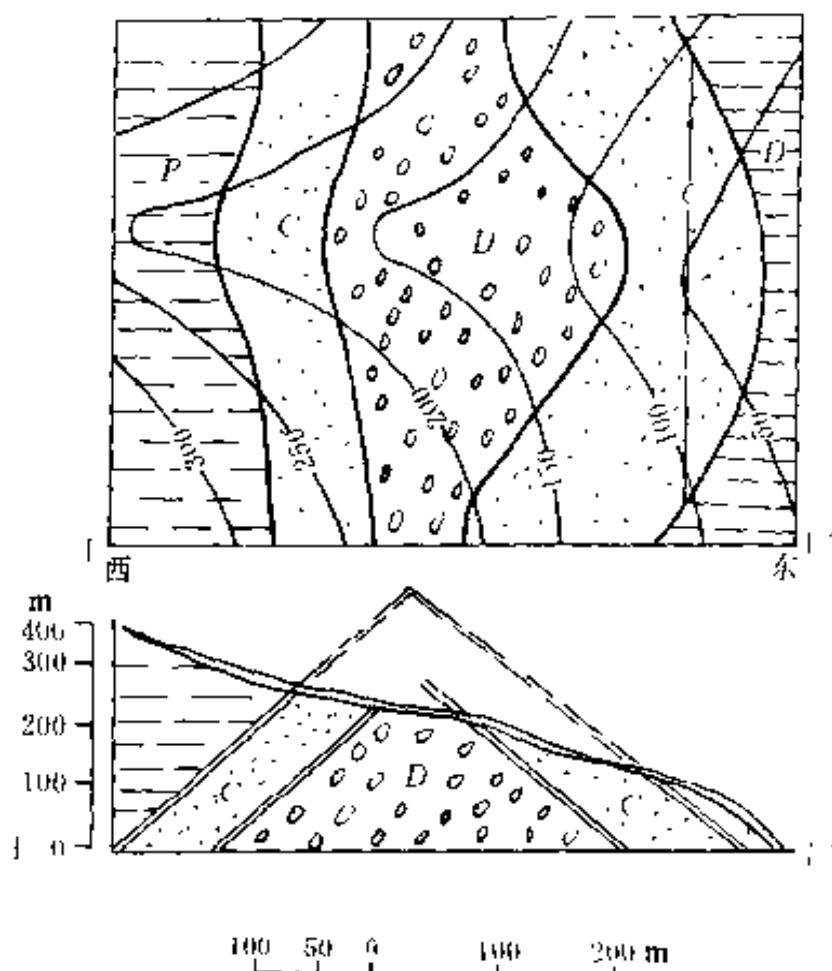


图 6-28

发生倒转；而另一翼未产生倒转（图 6--29）。

4. 扇形褶曲

在地质图上，扇形褶曲的岩层产状分析是向斜，但是在核部却是老岩层出现（图 6-30）。

因此，在地质图上认识褶曲构造，主要是看地层在空间的分布规律，确认是背斜还是向斜，然后再根据褶曲两翼产状来分析属于何种褶曲。

（三）地质图上确定褶曲轴和枢纽的方位

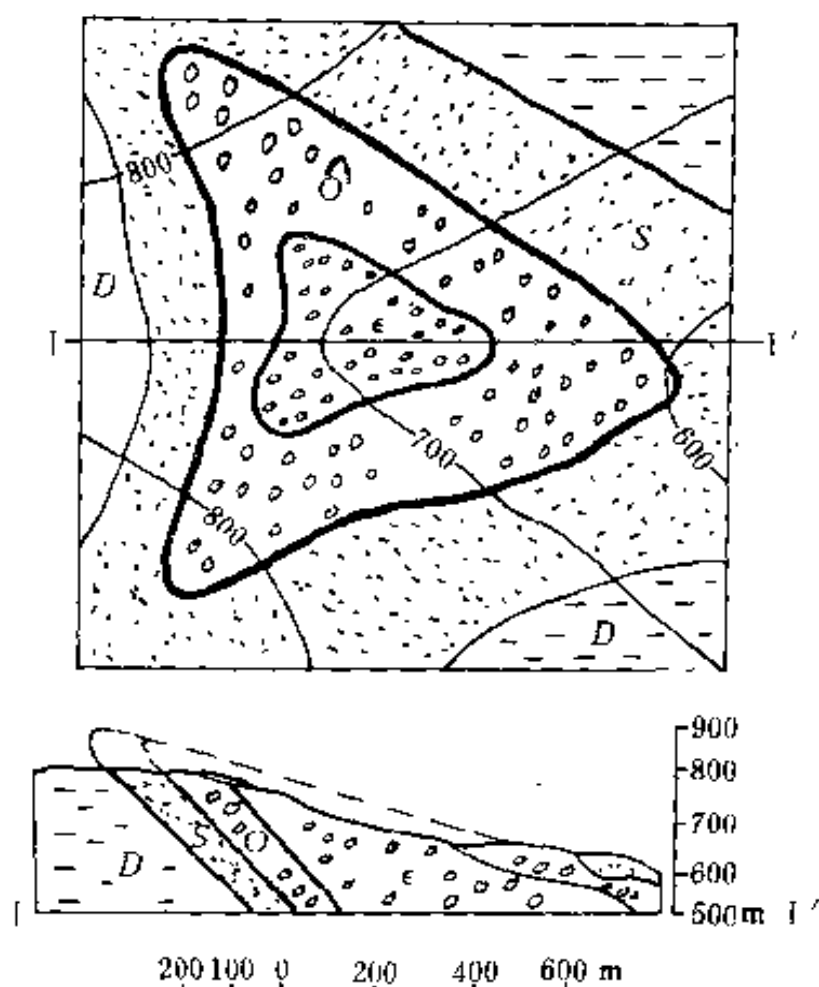


图 6-29

在地质图上确定了褶曲构造是背斜褶曲或是向斜褶曲后,还要进一步确定褶曲轴的方位和枢纽的倾角,从而了解褶曲在空间的分布方向和起伏情况。

在地质图上,褶曲岩层的条带状延长方向,大体就是轴的延伸方向。褶曲的倾伏是用枢纽来表示的。一般情况下,枢纽在直立面呈两种状态,即水平的和倾斜的。

如果褶曲两翼岩层的走向线是平行的,如图 6-31 所示,向斜褶曲岩层的下三叠统砂岩层的两翼下层面上的 400m,

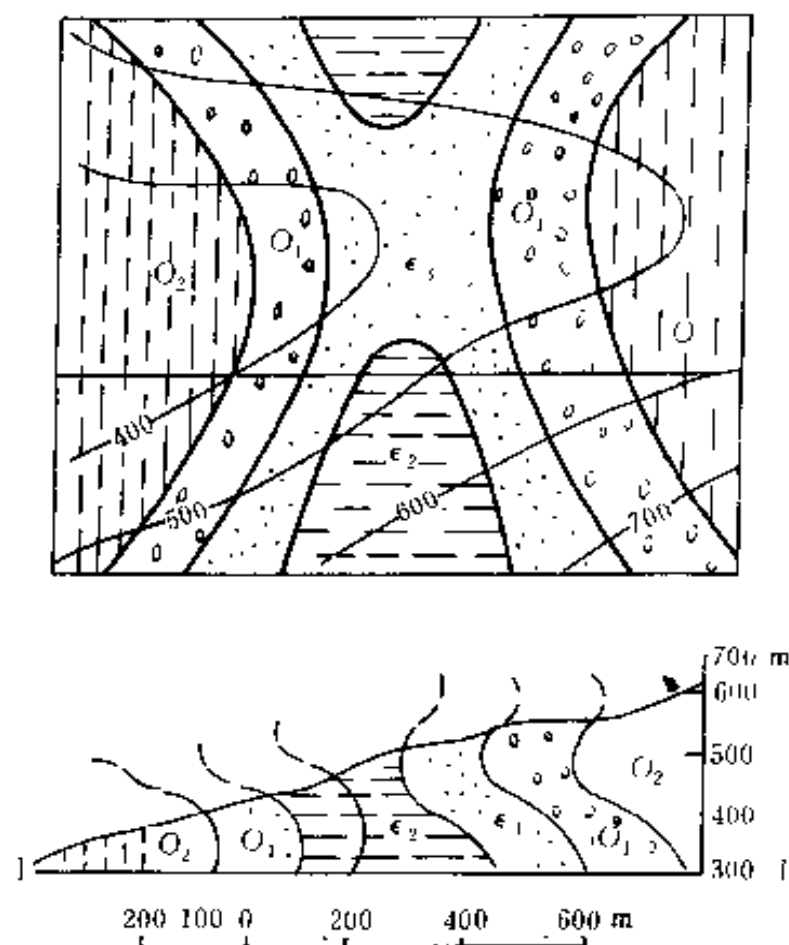


图 6 30

500m、600m 等高度的走向线也相互平行，那么，说明走向线的方向是褶皱轴的方位，而且褶皱的枢纽是水平的。如果褶皱两翼岩层的走向线是平行的，而两翼岩层的同高度的走向线不是平行而是相交，那么褶皱的枢纽是倾伏的（图 6—32）。将两翼岩层同一层面上 400m 和 500m 相同高度的走向线延长相交于 A 和 B，连接 A、B 的方向，即代表了褶皱的方位。由于高度 A 点向 B 点降低，所以，其枢纽向南倾。量取线段 AB，并在其一端作垂线，截取线段 AC，其长度按图上的比例尺使其等于 AB 两点的标高差，连接 BC 得 $\angle ABC$ ，即为枢

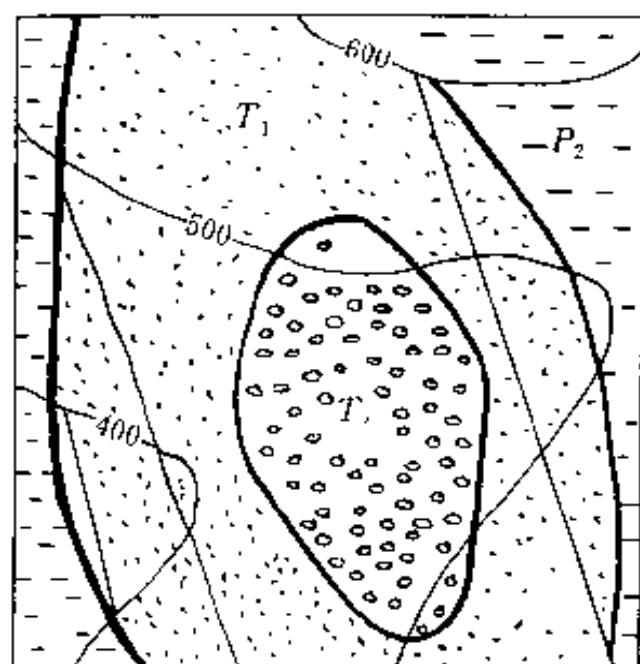


图 6-31

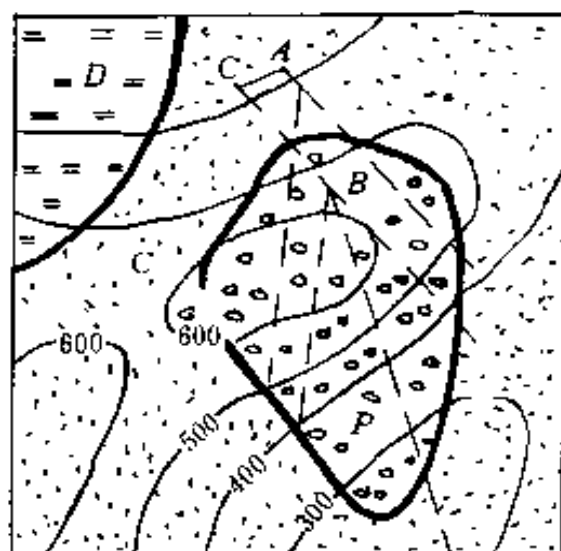


图 6-32

组的倾角。

(四) 褶皱岩层剖面图的制图方法

在具有褶皱构造的地质图上切制剖面图，在选剖面线时不仅尽量使剖面垂直于岩层的主要走向，或主要的褶皱轴，而且更重要的是要表现该区的主要的复杂的构造形态，以及在地面下一定深处的变化情况。

制图方法和倾斜岩层地质剖面图的制作基本上是相同的。但是由于是褶皱构造，在连接两翼岩层面转弯会合的部位需要注意。

当褶皱枢纽是水平时（图 6-33），通过向斜最内部岩层的层面与最低标高的等高线相交的一点，作走向线平行线（向斜枢纽）和剖面线相交于 A 点。将枢纽与该向斜最内部岩

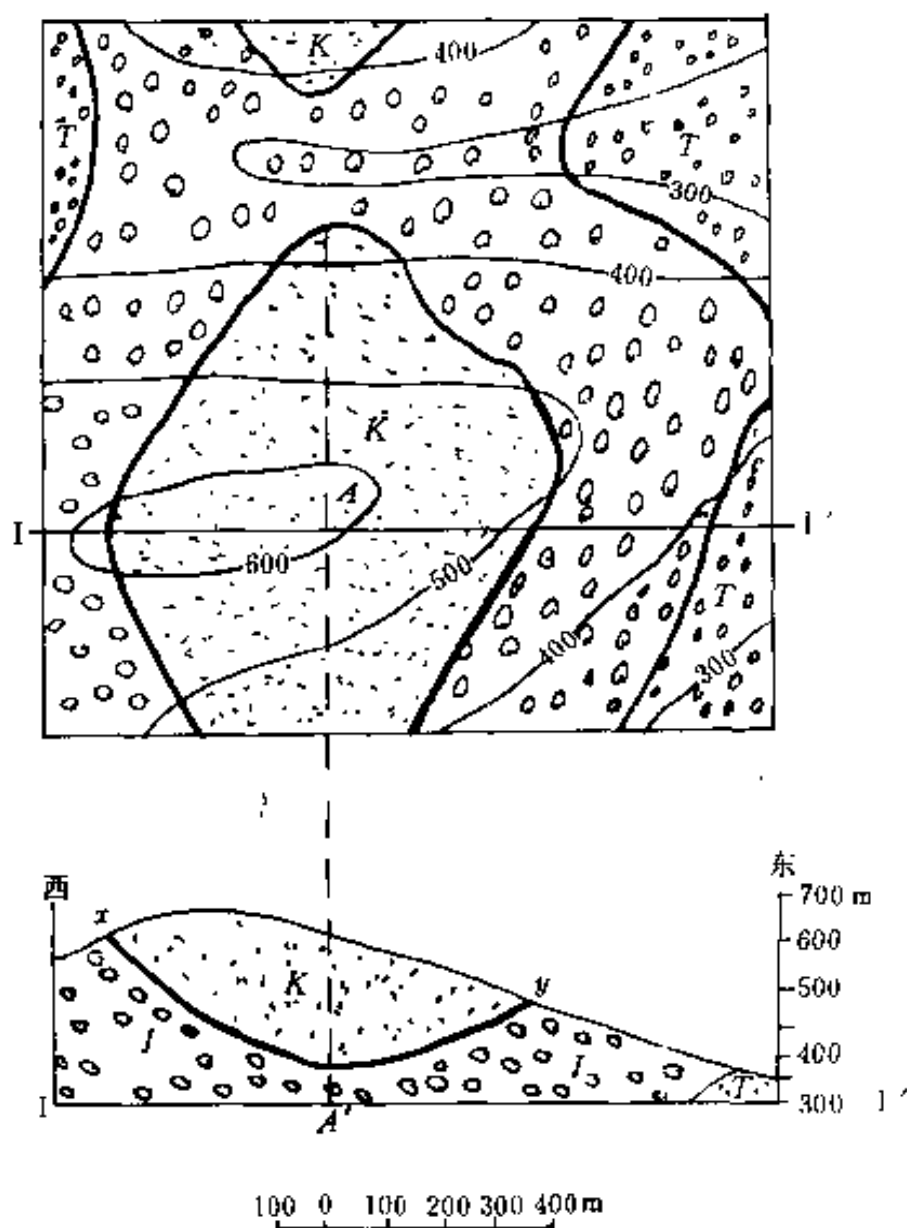


图 6-33

层层面相交点所在高度 (372m) 投影到剖面图的相应高度的平行线上得交点 A' , 连接 A' 与同一层面在地形剖面线上的两个露头点 x 和 y , 所得到的光滑曲线, 即是褶曲核部的一个完整层面。之后, 通过同一层面在剖面图上的两个交点作层面平行线, 画出所有的层面。然后加绘色谱和符号, 即为褶

皱岩层的地质剖面图。褶皱枢纽是倾伏时,制图方法如图 6-34 所示。

四、⁸⁴裂构造制图

(一) 断层要素与断层性质

1. 断层要素

为了描述断层的性质及其在空间的形态,断层的各个部位都有规定的名称(图 6-35),总称断层要素

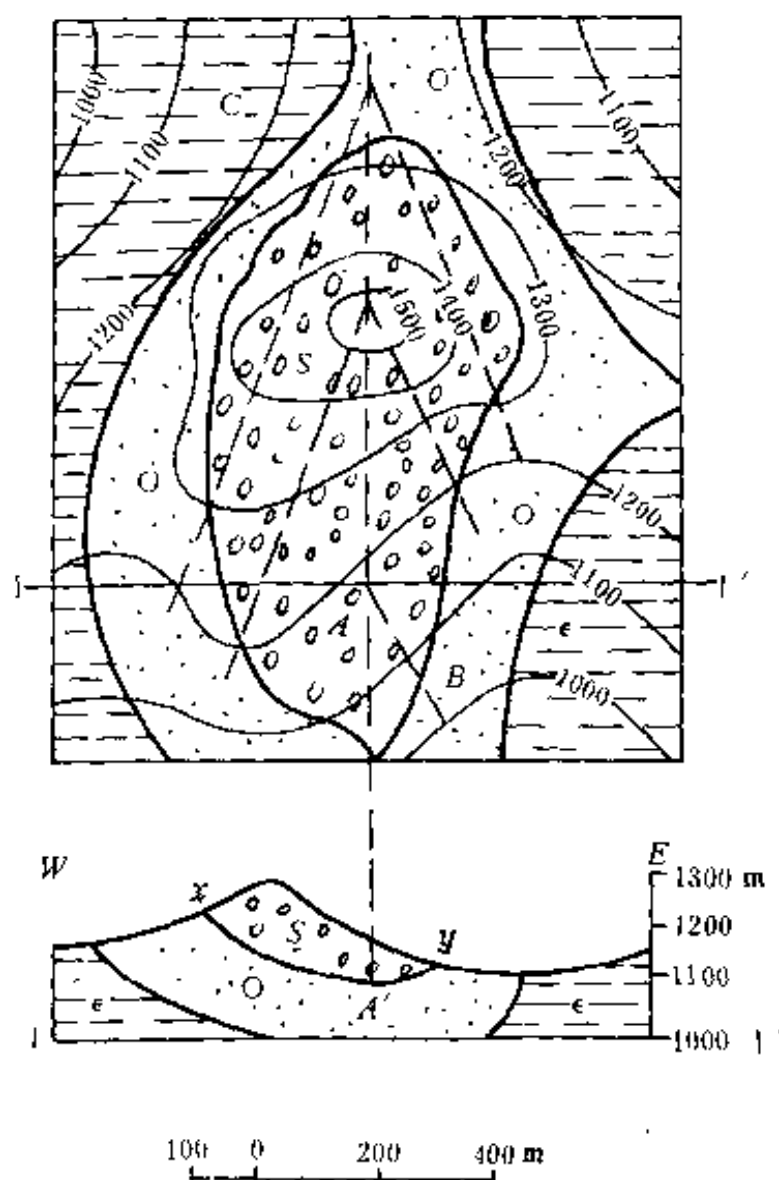


图 6-34

(1)断层面。岩(煤)层发生相对位移的断裂面,称为断层面。

(2)上盘和下盘。如果断层面是倾斜的,则位于断层面的岩(煤)层,称为上盘;位于断层面下面的岩(煤)层称为下盘。

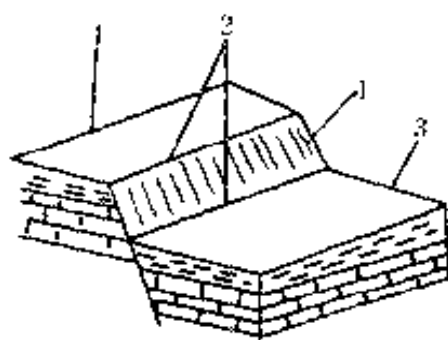


图 6-35

1—断层面; 2—断面交;
3 上盘; 4—下盘

(3)断面交线。断层面与岩(煤)层底板的交线,称为断面交线。断面交线分上盘断面交线与下盘断面交线。

(4)断距。断层两盘相对位移量称为断距。断距通常是在不同方向的铅直剖面上以岩(煤)层被错开的距离来表示的,如图 6-36 所示。断层两盘同名岩层面相对位移的法向距离,称为地层断距,如图 6-36a 所示;断层两盘同一岩层面相对位移的水平距离,称为水平断距,如图 6-36b 所示;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

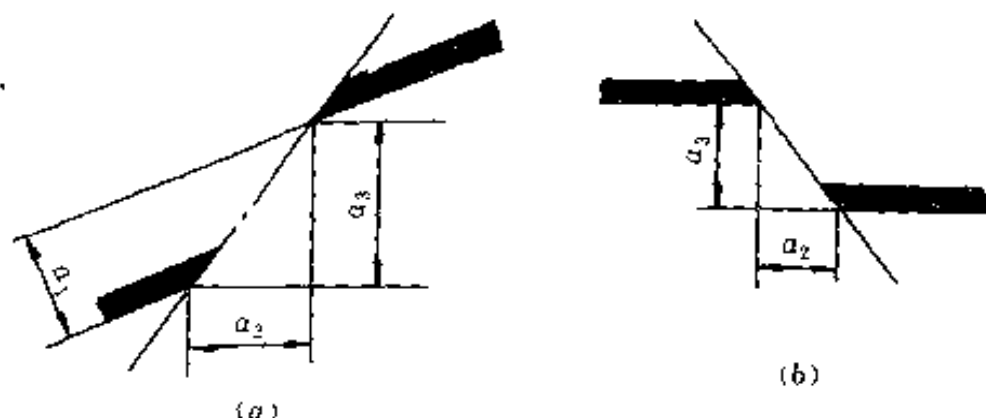


图 6-36

称落差,如图 6--36 所示。

2. 断层构造岩(煤)层底板等高线的特点

岩(煤)层的断层构造一般由上盘岩(煤)层底板、下盘岩(煤)层底板和断层面 3 个面所构成。将这 3 个面,用标高投影的办法投影到水平面上,就是含断层构造岩(煤)层的底板等高线图,如图 6—37、6—38 所示。图 6—37a 为断层构造岩(煤)层的投影示意图,图 6—37b 为断层构造岩(煤)层的底板等高线图。识读断层构造岩(煤)层的底板等高线图,主要是在底板等高线图上识别断层性质,求算断层落差的大小,明确断层面在空间的位置。

上盘沿断层面相对向下移动,称为正断层(图 6—39);上盘沿断面相对向上移动,称为逆断层(图 6—40)。

在底板等高线图上,底板等高线中断并错开,就表示有断层。岩(煤)层底板与断层面错动的边界,一般用断面交线来表示,“- · - · -”表示为上盘断面交线,该组等高线代表上盘岩(煤)层;“- × - × -”表示为下盘断面交线,该组等高线代表下盘岩(煤)层。在底板等高线图上,断层状态具有以下规律:

正断层岩(煤)层底板等高线的特点是底板等高线遇断面交线中断,中断部分等高线缺失,如图 6--41a 所示。

逆断层岩(煤)层底板等高线的特点是底板等高线遇断面中断,中断部分等高线重叠(表示岩(煤)层上下重复),如图 6—41b 所示。

(二) 地质图上断层的识别

(1) 沿着岩层走向突然中断,可能有断层存在。图 6—42 中,东侧岩层和西侧岩层以 FF' 线为界,各侧岩层面皆不连接。在取其中某一侧岩层层面作走向线穿过 FF' 线,在另一侧

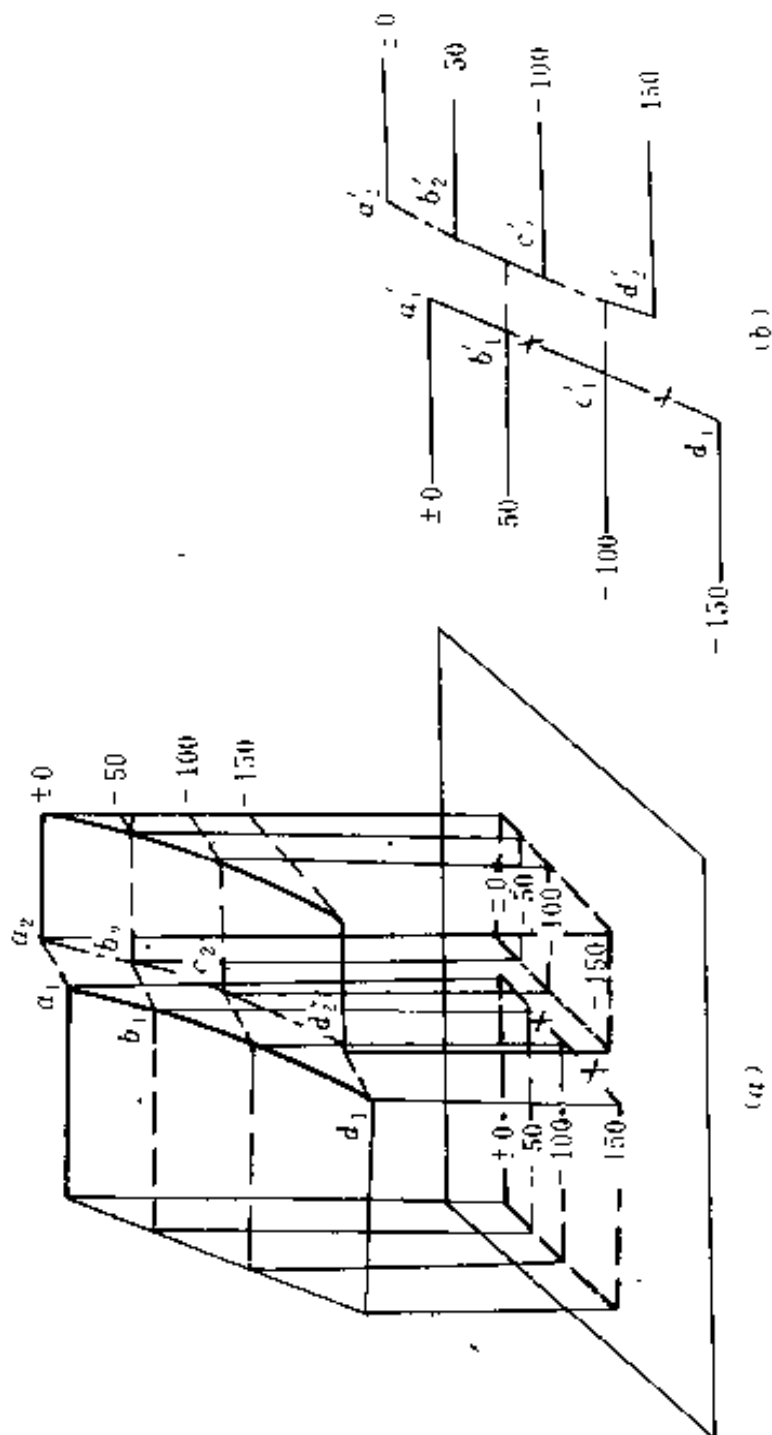


图 1

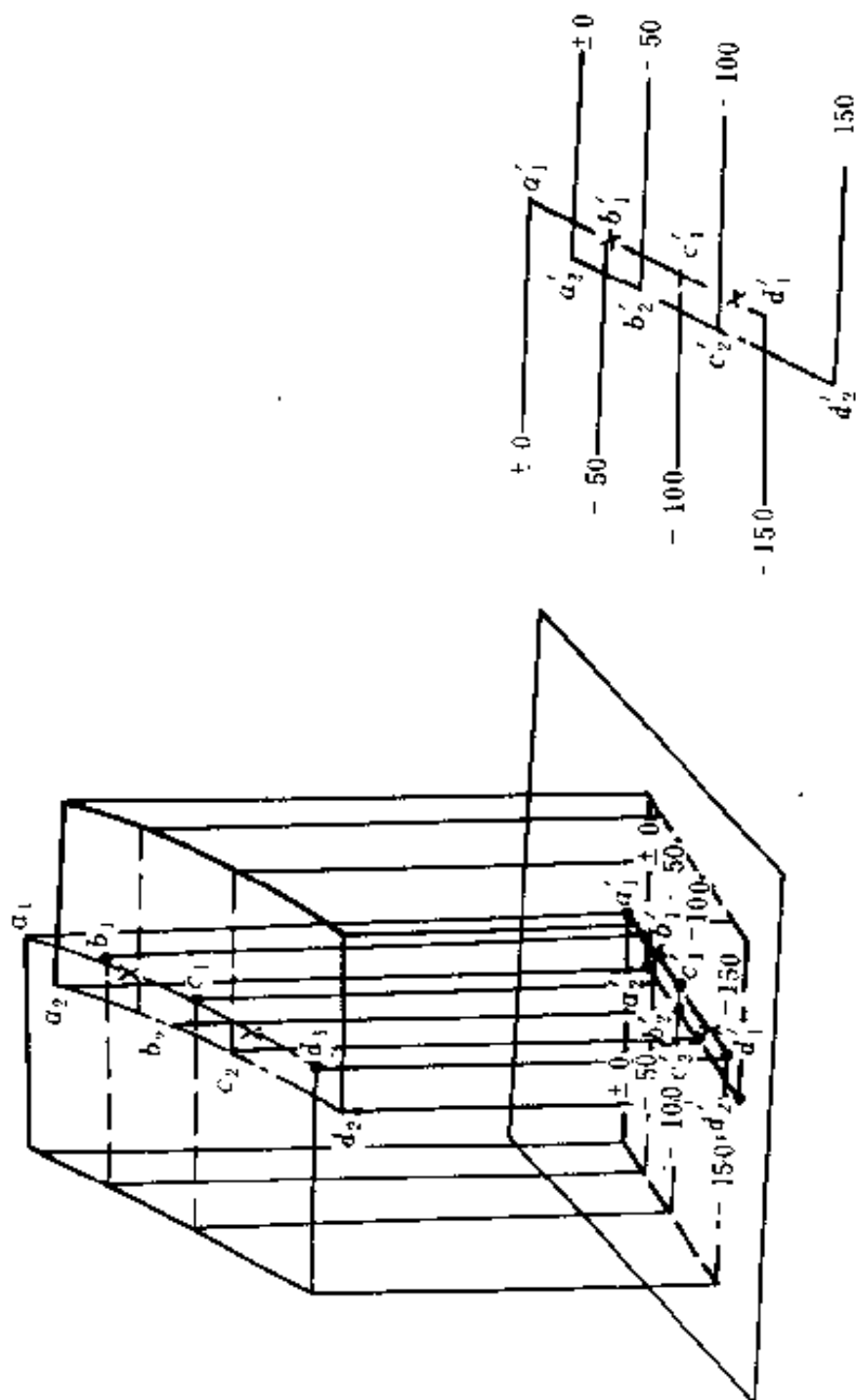


图 6-38

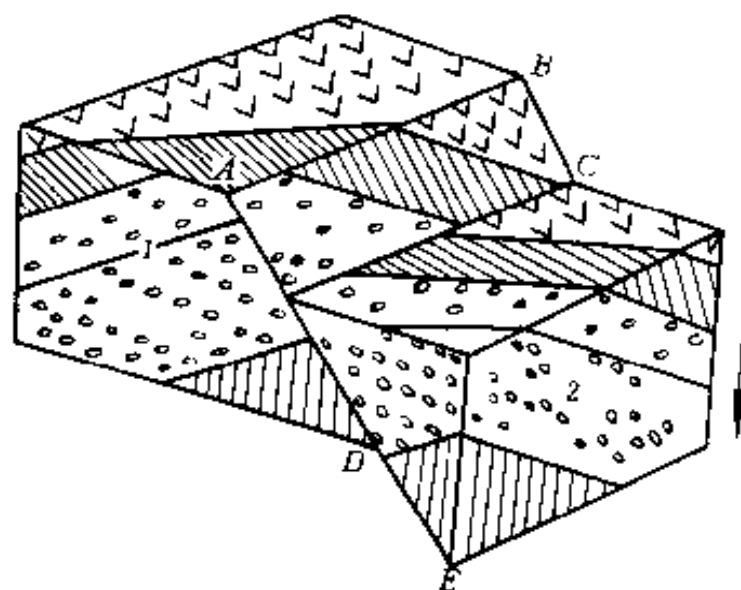


图 6-39

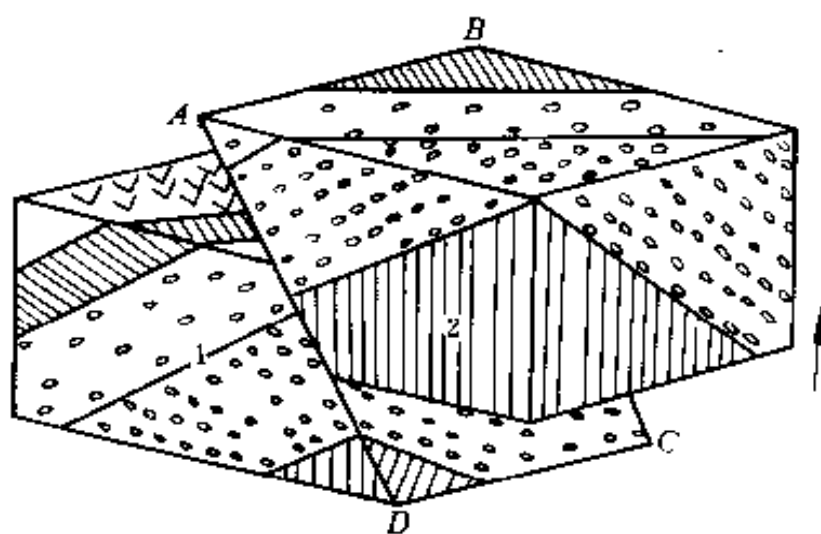


图 6-40

相同标高的等高线上皆不能得到同一岩层面的露头点。再从 FF' 所示的断层走向与褶曲轴是垂直或斜交，判断其是横断层或是斜断层。

(2) 沿着岩层倾向出现不对称的重复或缺失，则有断层

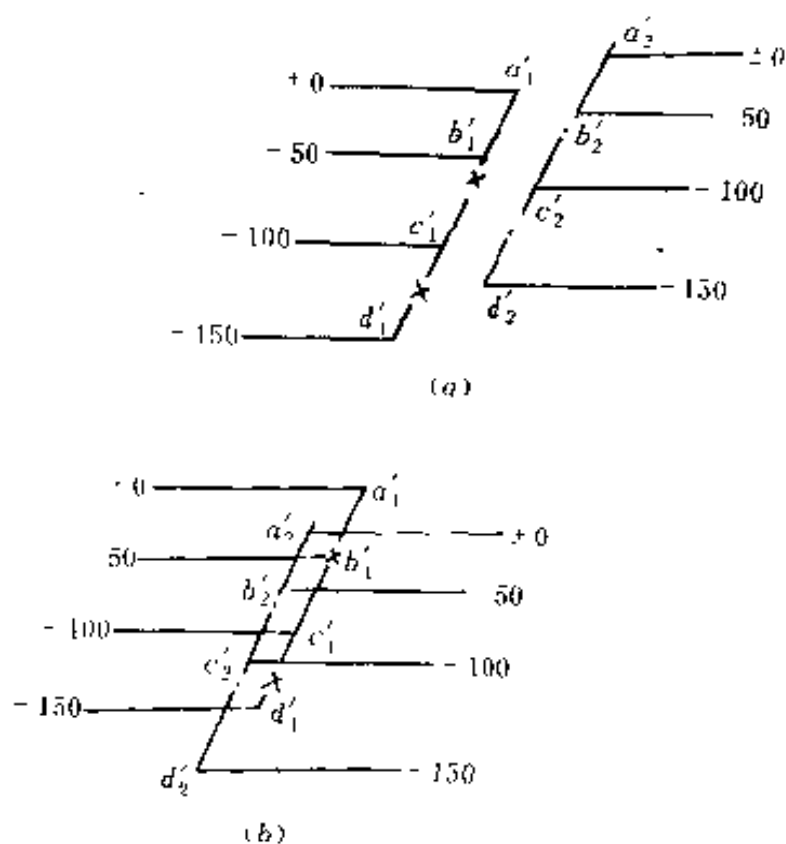


图 6-41

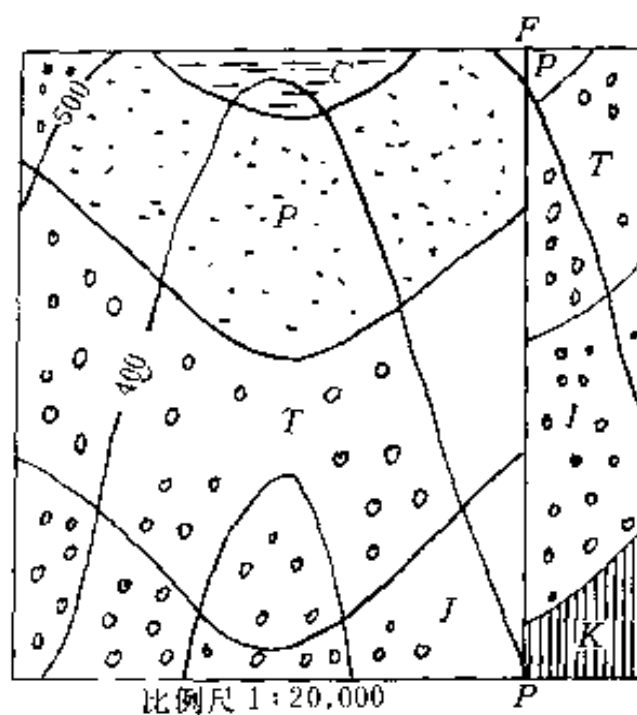


图 6-42

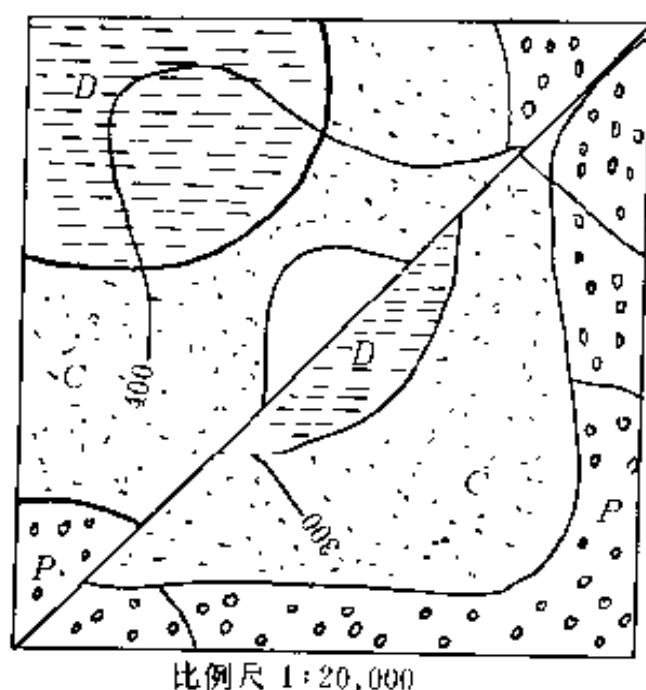


图 6-43

存在。图 6-43 中, FF' 线西侧的一系列倾斜岩层, 在东侧同样重复出现, 而图 6-44 中, 在 FF' 线南侧缺少奥陶系和志留系地层。图 6-43、图 6-44 都为纵断层。

从地质图上确定断层是正断层还是逆断层, 首先要根据断层线与等高线的关系求出断层面的产状要素, 确定断层面的倾向。断层面产状要素的确定与倾斜岩层在地质图上的产状求法一样。图 6-45 中, 断层面的 1000m、900m、……等走向线由东向西逐渐降低, 所以该断层是向西倾斜, 西侧的岩层是上盘, 东侧的岩层是下盘。然后, 根据断层线两侧同一标高的岩层, 判断岩层性质。如上盘是新岩层而下盘是老岩层, 则该断层性质是正断层。反之, 如果上盘是老岩层, 下盘是新岩层, 则该断层为逆断层。

(三) 地质图上断距的测定

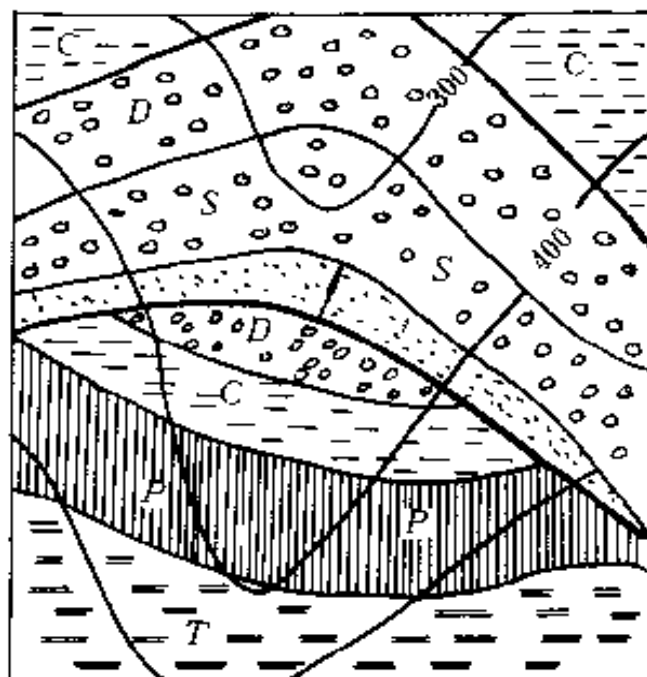


图 6-44

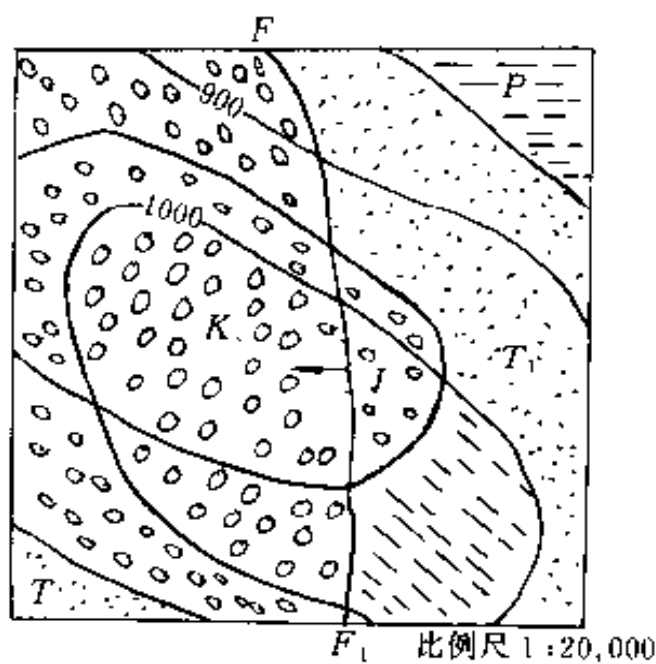


图 6-45

地质图上求断距法很多, 此处介绍两种。

(1) 走向法求断距。

①铅直断距的求法 (图 6-47)。

作某层面的走向线穿过断层线与同一层面相交, 交点标高与走向线标高差就是铅直断距。图 6-46 中, 西部煤层过 70m 作走向线与断层东侧同一煤层相交, 其交点标高是 60m, 则 $70 - 60 = 10\text{m}$, 即铅直断距 10m (东部岩层相对下降 10m)。

②水平断距求法 (图 6-46)。

先求出同一岩层面在断层线两侧的同高度的两条走向线, 用直尺量出两条等高线的垂直距离, 再乘上地质图比例尺, 就得到水平断距。图 6-46 中, AB 和 CD 为断层两侧煤层同高度的走向线, 标高都为 50m, 此两条走向线的垂直距离就是水平断距。

(2) 倾向法求断距。图 6-47 中, 假如上寒武统岩层的产状要素经过断裂变动后没有改变。改变前, 层面上的 A 与 B 两点应当在同一位置。由于断层的结果, 现在经过 A 与 B 各作其走向线, 该走向线虽然都位于 500m 高度, 沿岩层的倾向的方向都有一段水平移动距 AC (图上未作出), 以图上的比例尺量取 AC 的长度, 再求以岩层倾角的 $\text{tg}\alpha$ 值, 即是错动后的相对铅垂断距。

(四) 断层剖面图的制作

断层剖面图的制作方法和步骤与前述剖面图编制的方法相同。注意岩层界线不能穿过断层线, 一般先画断层线, 后画岩层界线。

五、地质图的读法及使用

(一) 地质图的主要内容

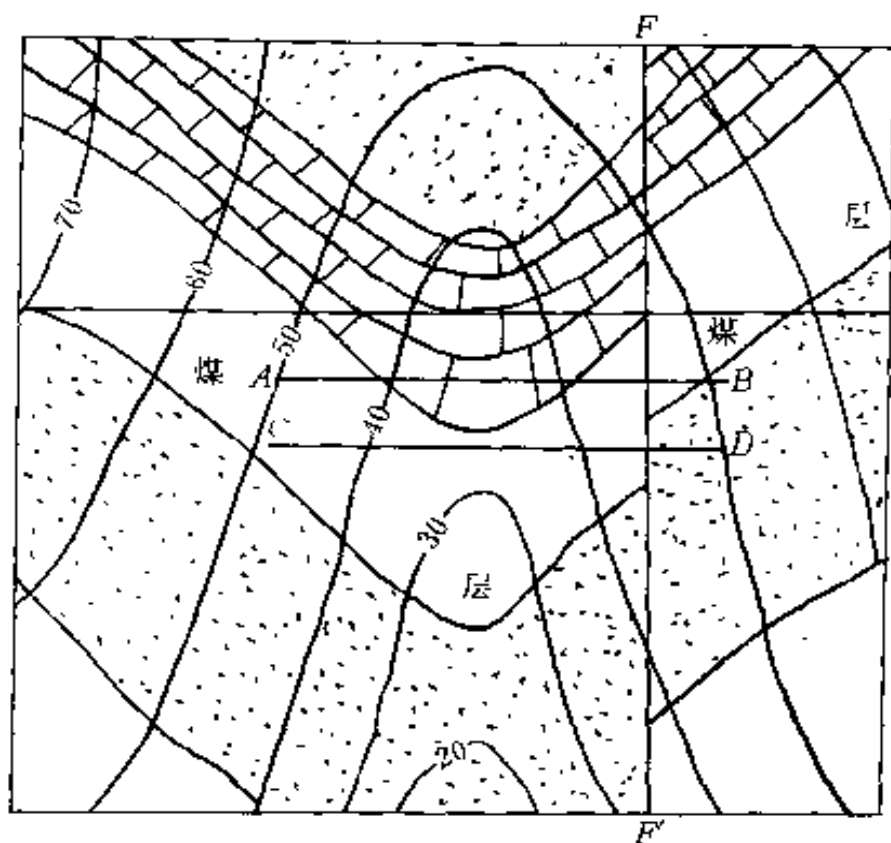


图 6 16

地质图的种类较多,主要有:各种地质平面图和剖面图,矿体形状等值线图 and 矿产质量等值线图等。现结合实际需要和制图基础,着重介绍各种地质剖面图,地质平面图的编制方法及使用。

(二) 制图比例尺

矿图表示实物(矿体、地形、井口、巷道、硐室等)。由于各种实物的实际尺寸一般比较大,不能按照物体的实物尺

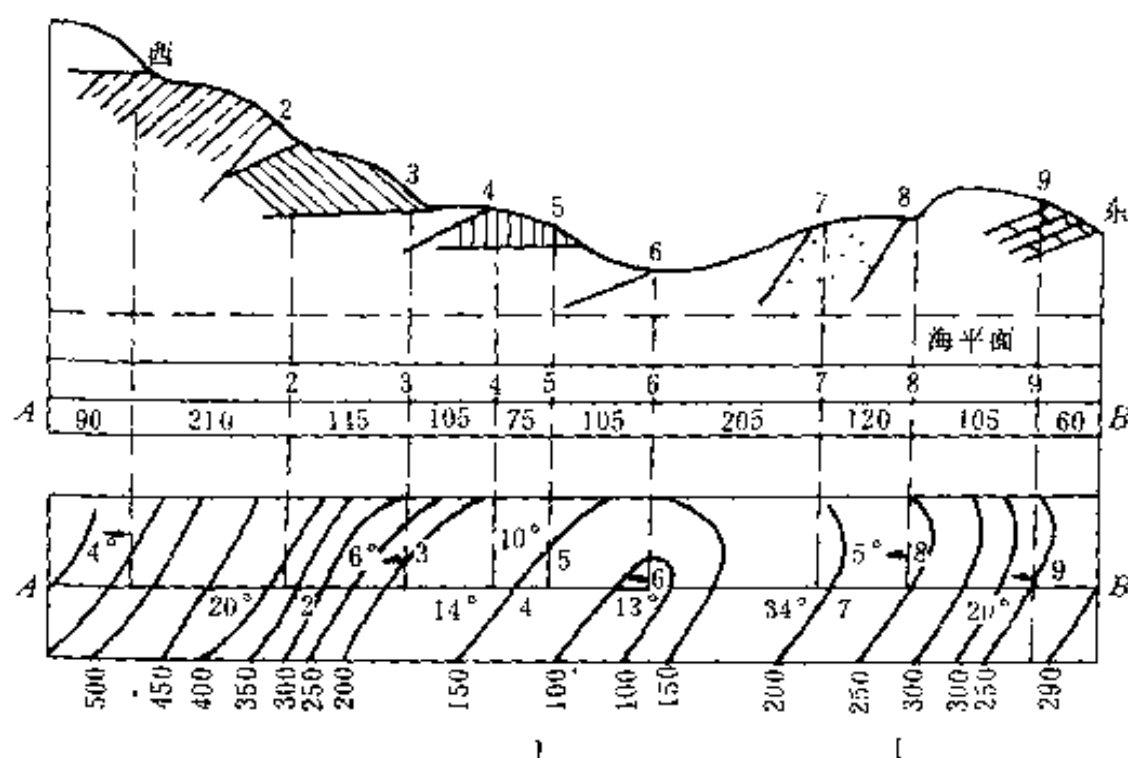


图 6-47

画在图纸上，而只能按实物的实际尺寸和形状缩小一定的倍数来绘制。另一方面又要根据图纸求实物的真实尺寸，这就必须使实物与图纸保持一定的比例关系。

如实物的长度是 500m，它在图纸上的长度是 1m。因此图的比例就是 1 : 500。只要知道这个比例，就可以解决图中尺寸和实际尺寸的关系。例如，图纸比例是 1 : 1000，量得图中矿体长 90mm，实际长应为 90m。

为了便于简便迅速地 from 图纸上量取实际尺寸或将实际尺寸缩成图纸尺寸，应运用三棱比例尺（也称缩尺）来读图与画图。

对于同一地区而言,比例尺越大,图上所能表示的实际物体愈详细,但需测量的费用和时间也就愈大。因此图纸的比例尺一定要根据测量的目的和具体任务要求来定。一般情况下,解决全局问题的图纸用 1:2000,解决局部问题的图纸用 1:200 或 1:500 的比例尺。目前矿图中常用比例尺有 1:500、1:1000、1:2000、1:5000 等几种。

(三) 矿图中常用的几个概念

1. 矿图中的坐标系

矿图是根据统一的平面直角坐标系采用正投影法绘制的,它是由原点 O 、纵轴 x 和横轴 y 所组成。任意一点 A 在这平面上的坐标是由 A 点在纵横两轴的坐标 (x, y) 来确定(图 6-48)。

2. 矿图的坐标格网

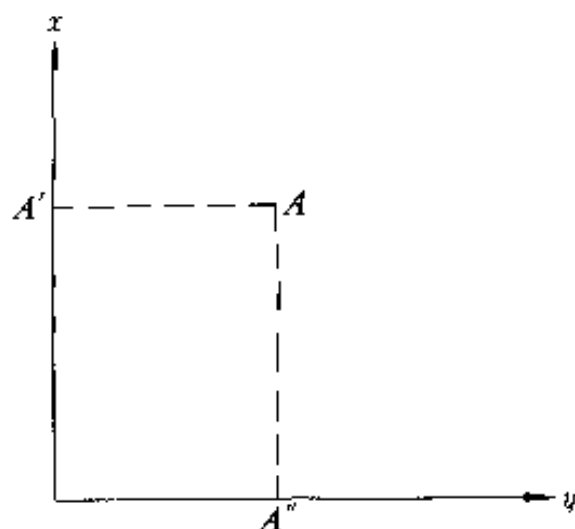


图 6-48

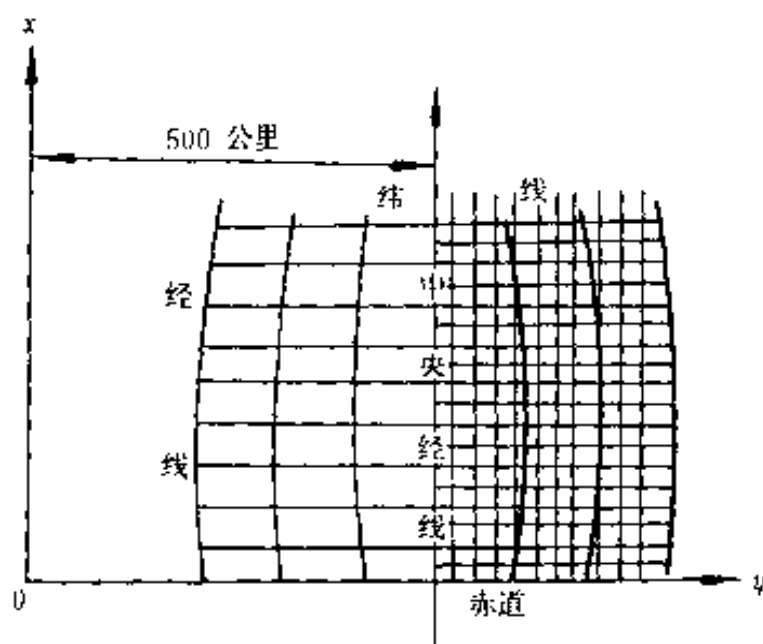


图 6-49

如图 6-49 所示, 矿图上都有很多的方格网线, 即常说的经、纬线 (称坐标格网)。顺南北方向称经线, 顺东西方向称纬线。矿图上的方格网无论图纸的比例尺多大, 其规格都是 $10 \times 10\text{cm}$ 的正方形, 其纵线平行 x 轴, 横线平行于 y 轴, 坐标值都是以 m 为单位, 所以, 从坐标数值就可以看出图上一格代表的实际长度, 也可以用它来求出图的比例尺。

3. 矿图上定向问题

对于任意两点 A 和 B 的相对位置, 若只得了 A 和 B 的水平距离, 在平面上这两个点位置并没有完全确定下来。如果 A 点的位置定了, 而我们只知道 AB 距离, 那么 B 点在哪里? 可以围绕 A 点为圆心, AB 为半径画一个圆, 圆周上任何一点都是 B 点的位置, 所以还没有确定下来。如果我们找出一个标准方向, 找出 AB 连线标准方向之间角度, 则 B 点位置就定下来。

确定一直线的方向,称为直线的定向。所谓直线的定向,实质上就是测定某一直线与标准方向之间的夹角。

矿图上常用的标准方向线是子午线,子午线分两种:真子午线和磁子午线。

子午线是地面或井下任意一点的基本方向线。它和任一直线的夹角有两种:方位角 δ 和象限角 R 。

所谓方位角就是地面任意一条直线和子午线构成的水平角,是从子午线北端开始沿顺时针方向旋转到这一直线的夹角。图 6-50 中, A 点到 B 点的方位角,就是从 A 点的子午线北端顺时针旋转到直线 AB 的夹角 δ 。

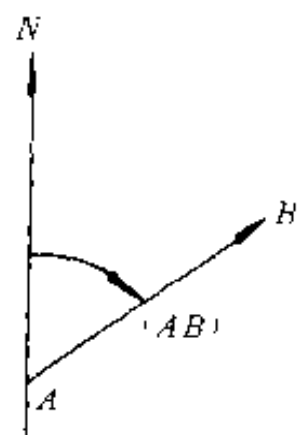


图 6-50

方位角的范围 0° 到 360° 。A 点到 B 点的方位角和 B 点到 A 点的方位角是不同的,它们之间相差

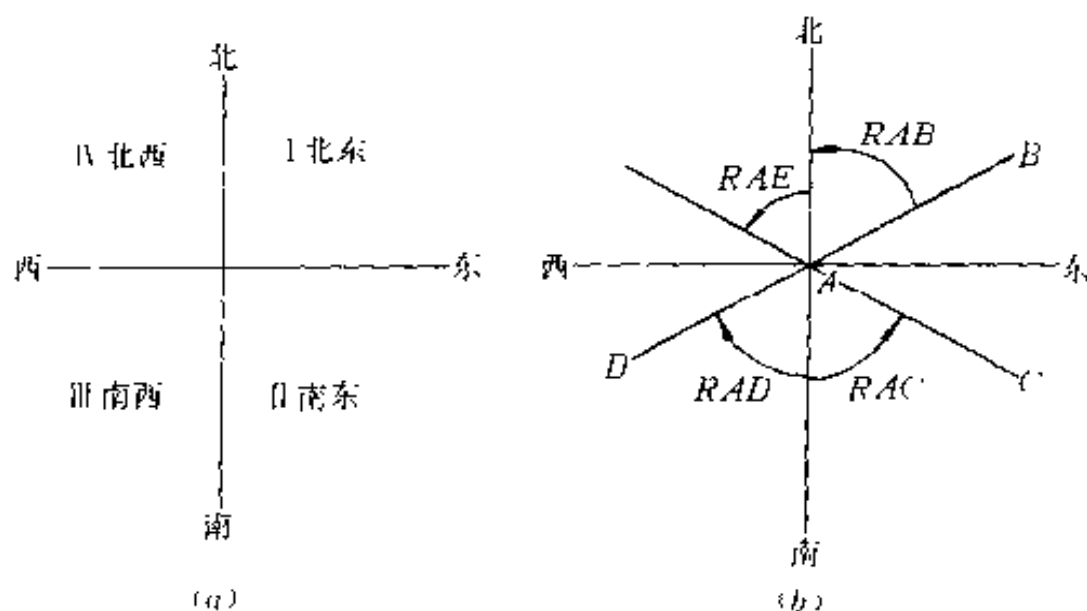


图 6-51

180°。

以某一点为中心,用通过这一点的子午线(正南北线)和正东西线,把大地划成四大部分,每一部分叫一个象限(如图6-51a)。北东部分叫Ⅰ象限,南东部分叫Ⅱ象限,南西部分叫Ⅲ象限,北西部分叫Ⅳ象限。象限角的代号是 R ,象限角的表示方法如图6-51b所示。 B 点在Ⅰ象限,象限角 RAB ,是从 A 点的子午线北端顺时针旋转到直线 AB 的夹角。 C 点在Ⅱ象限,它的象限角 RAC 是从点的子午线南端逆时针旋转到直线 AC 的夹角。象限角和方位角的标准方向都是子午线,它们之间有一定的关系,可以换算(见表6-1)。

表6-1 方位角与象限角的关系

直 线 方 向		按象限角 R 求方位角 δ	按方位角 δ 求象限角 R
北偏东	第Ⅰ象限	$\delta = R$	$R = \delta$
南偏东	第Ⅱ象限	$\delta = 180^\circ - R$	$R = 180^\circ - \delta$
南偏西	第Ⅲ象限	$\delta = 180^\circ + R$	$R = \delta - 180^\circ$
北偏西	第Ⅳ象限	$\delta = 360^\circ - R$	$R = 360^\circ - \delta$

六、矿区地形地质图

矿区地形地质图是一种综合性图纸,它的内容包括地形和地质两部分。它是矿山企业设计、施工和生产过程中不可缺少的重要矿图,为井口位置的选择,工业广场的布置提供重要的技术依据。一套完整的地形地质图,还要附地层综合柱状图及地质剖面图。

1. 主要内容

矿区地形地质图的主要内容包包括:

(1) 地形等高线、地形建筑物、河流、公路、铁路、车站、高压线、经纬线、指北线。

(2) 全部钻孔、探槽、探井、平硐、坑巷、小窑等。

(3) 地层分界线、火成岩分布范围、地层产状、断层线、褶曲轴等。

(4) 矿体、标志层及其它有益矿产露头线。

(5) 矿区边界线、勘探线及其编号。

(6) 生产矿井还应表明采掘范围。

(7) 最高洪水位线等。

2. 读图方法

(1) 看图名和比例尺。

(2) 判明图上的方向。

一般图上常用箭头表示指北方向，N 表示北方。如果图上没有表明方向，可根据坐标方格网的坐标值向北、向东增大规律来判断。图框边线一般应为上北下南，左西右东。

(3) 看图例。图例是表示地形、地物及各种地质构造现象的符号，是地形地质图中不可缺少的部分。没有图例，人们就无法看懂图纸。

(4) 看图中所附地层综合柱状图和地质剖面图，借以了解该区地层系统和空间矿体的位置。

(5) 分析图纸内容，其重点是：

①先看地形等高线，了解该区的地形特征。

②分析区内的地质构造。分析地质构造要注意从局部到全区，由个体到整体，逐步掌握全区的构造形态、性质及时代等（由新老岩层的分布规律分析出构造形态）。

③分析该区的地质发展史。主要根据各时代地层岩性及岩相特征，初步确定它的形成环境，并进一步根据各时代岩

层之间的接触关系,分析判断地壳运动的性质和时间,进一步推断矿体的成因和分布规律。

④用途。地形地质图是矿井设计的基本技术图纸。用它可以选择运输线路、供电线路,确定井口、工业广场、建筑物、选矿厂,也可以用它来考虑保护农田、生产企业,编制中段平面图、施工图,防止建筑物布置在采矿面的上方,造成压矿现象。

3. 综合柱状图 (图 6-52)

在一个地区中,由于各种地质作用,造成地层厚度、岩性、矿体等沿走向和倾向发生变化。因此,为了把有关地区的地质情况,较全面系统地反映出来,就需要把该地区的钻孔资料和其他地质资料进行综合分析与研究。如把岩层厚度变化进行平均、综合,把地层由下而上,由老到新编制出一个有代表性的综合平均柱状图。

综合柱状图的内容有:

(1) 矿区内地层的时代及其编组顺序。

(2) 各组地层编号、岩性成分以

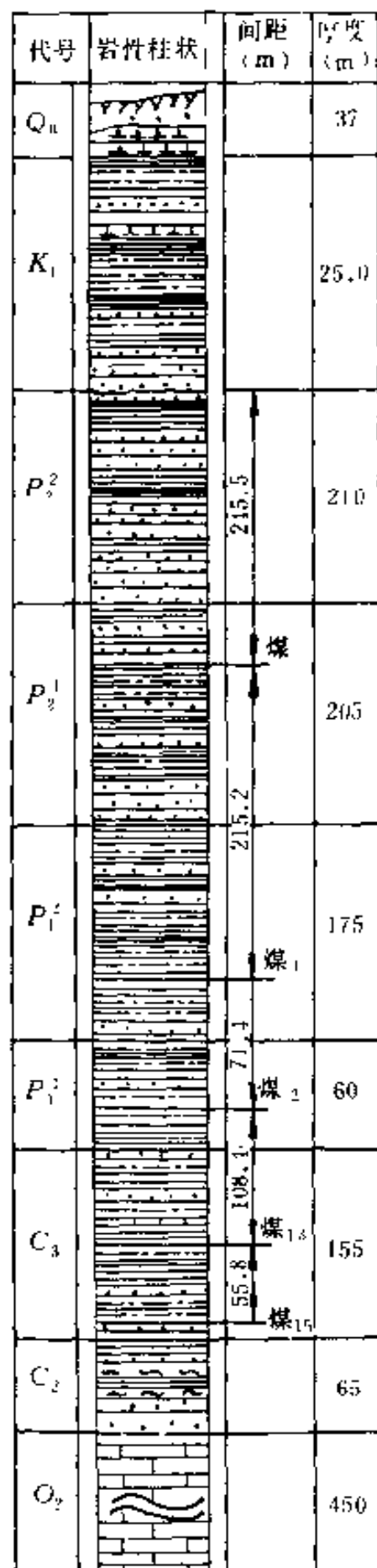


图 6-52

及地层接触情况。

(3) 各组岩层厚度, 岩层及其夹层的岩性特征。

(4) 有益矿体及标志层的描述。

(5) 有关水文、矿产、化石及其他地质资料。

综合柱状图的比例一般用 1 : 500、1 : 200。

4. 地质剖面图

地下矿体及围岩的赋存都是空间立体。为了掌握它们的立体形态, 就必须通过了解其剖面来实现。

地质剖面图又称为地质断面图, 是垂直于岩层(矿体)的走向, 而剖切得到的断面形状图。也有沿地层走向剖切而控制走向方向地质构造变化的剖面图。如果有其它表示需要, 也可以在任意方向, 编制长短不定的辅助剖面图。矿山地质剖面图一般有以下 4 种:

(1) 实测地质剖面图。这是在地面上选择岩层露头出露较好的地方, 具有代表意义的地段作垂直岩层走向的地质剖面图。

(2) 勘探钻孔资料地质剖面图。这是为了获得系统而完整的地质资料, 把勘探工程布置在垂直地层走向的直线上, 并根据线上工程所需绘制的地质剖面图。

(3) 走向剖面图。为了研究和了解地层及矿体在走向方向的变化形态, 根据沿走向的工程点揭露的地质资料编制的剖面图。

(4) 从地形地质图切制的剖面图。下面对第 4 种剖面图(从地形地质切制的剖面图的编制方法作一简单介绍(图 6-53):

①首先在地形地质图上确定切割剖面的方向。一般切割剖面的方向应垂直岩层, 构造矿体的走向。因为在这个方向

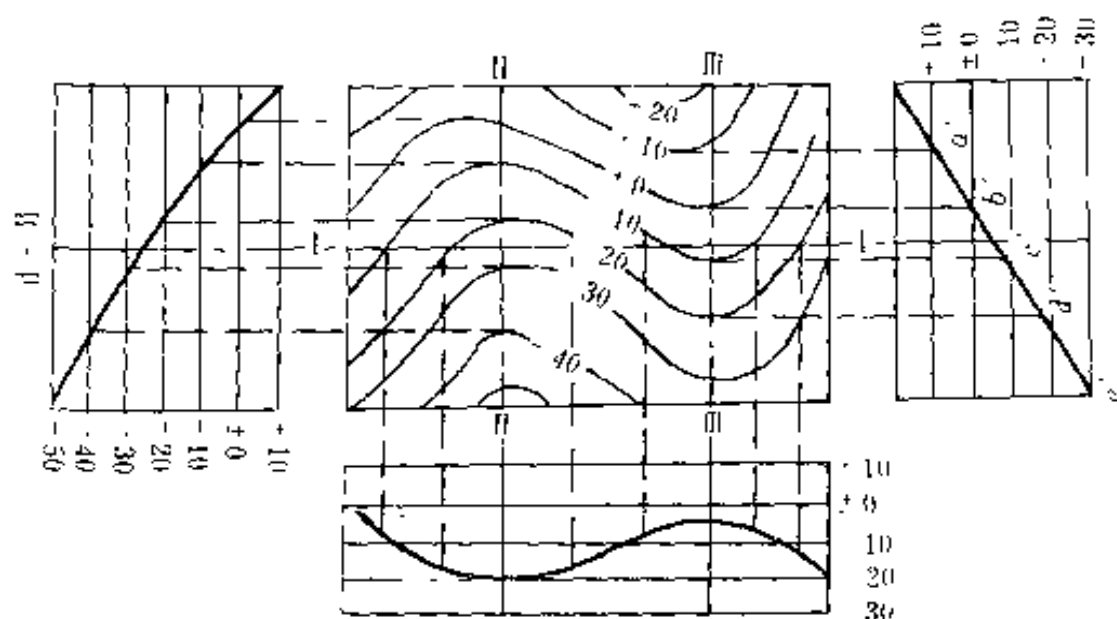


图 6—53

上看到的岩层最完全，可以了解岩层、矿体的倾斜及延伸情况。

②选定剖切（剖面线）位置。把剖切位置（剖面线）画在地形地质图上，并在两端标片剖切位置符号如 I—I 或 II—II，III—III。

③在纸上（最好方格纸）画出一条水平基底线，此线一定要平行于剖切位置线（即平行于绘制的剖面图方位）。

④作水平基底线两端的垂直线，并按一定比例把此线垂直线划分若干等分，划分的数目应能满足剖切位置线（剖面线）所经过的地形高低为宜。

⑤经过两垂直线上划分的各点，作若干条平行于基底线的水平线。

⑥将地形地质图中剖切位置线（剖面线）与地形等高线相交的各点与岩层、地质构造，矿体相交的各点移到剖面图上。

⑦最后用光滑的曲线分别将地形曲线连接起来。根据已知产状要素,画出同一岩层界线,并加绘各种符号或色谱(注意这种符号和色谱应和地形地质图上的符号和色谱相同)。

⑧填写图名、比例、标注方向。注意:如果此图不是画在地形地质图的一边,还要画上图框、图例和图签等。

下面再介绍第二种根据勘探钻孔资料绘制剖面图。

(1) 确定剖面线和准线位置。如图 6—54 所示,根据地形图上钻孔的实测位置,把大体上垂直于岩层走向的各钻孔用直线连接起来,即为沿岩层倾向的剖面线,如图中的 I、II、III、IV 各线;把大体上平行于岩层走向的各钻孔连接起来,即为沿岩层走向的剖面线,如图中的 V 线。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各条等高线(± 0 , -50 , -100 , -150 ……)和一条垂直于各高程的准线。

(2) 作剖面线的地形剖面图,并在剖面上绘出剖面线上各钻孔的位置,如图 6—54b 中孔₁、孔₂、孔₃、孔₄的位置。

(3) 填绘各钻孔的标志层和岩层。首先绘各钻孔的垂直迹线,再按每个钻孔的岩性柱状图,由孔口位下填绘各种标志层及岩层断层的位置。

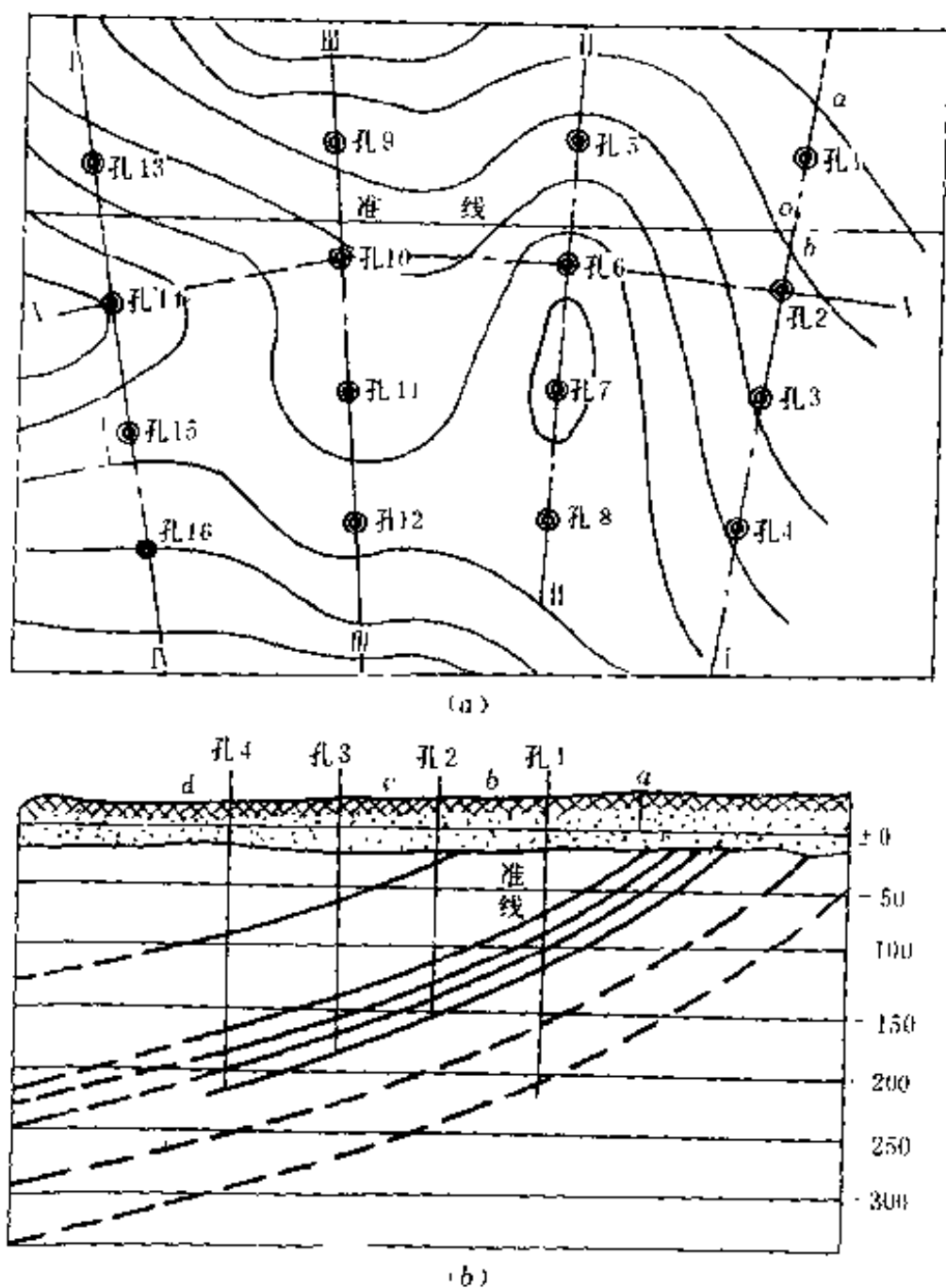
(4) 顺次连接各标志层和岩层,将相邻钻孔的同一标志层和各岩层顺次圆滑地连接起来,即得剖面图的雏形。

如果没有构造变化,则各岩层在剖面图上大致相互平行,线条比较圆滑。如果线条不够圆滑,则可能有构造变化,这时需要利用岩层底板等高线图,其他剖面线的剖面图,水平切面图等有关资料加以分析比较,最后确定地质构造的确切

位置和形态。

5. 地质平面图

地质平面图是将一地区或矿区的各种地质现象、构造现象，用正投影的方法绘制在平面上，此种图称为地质平面图。



[5] 6-51

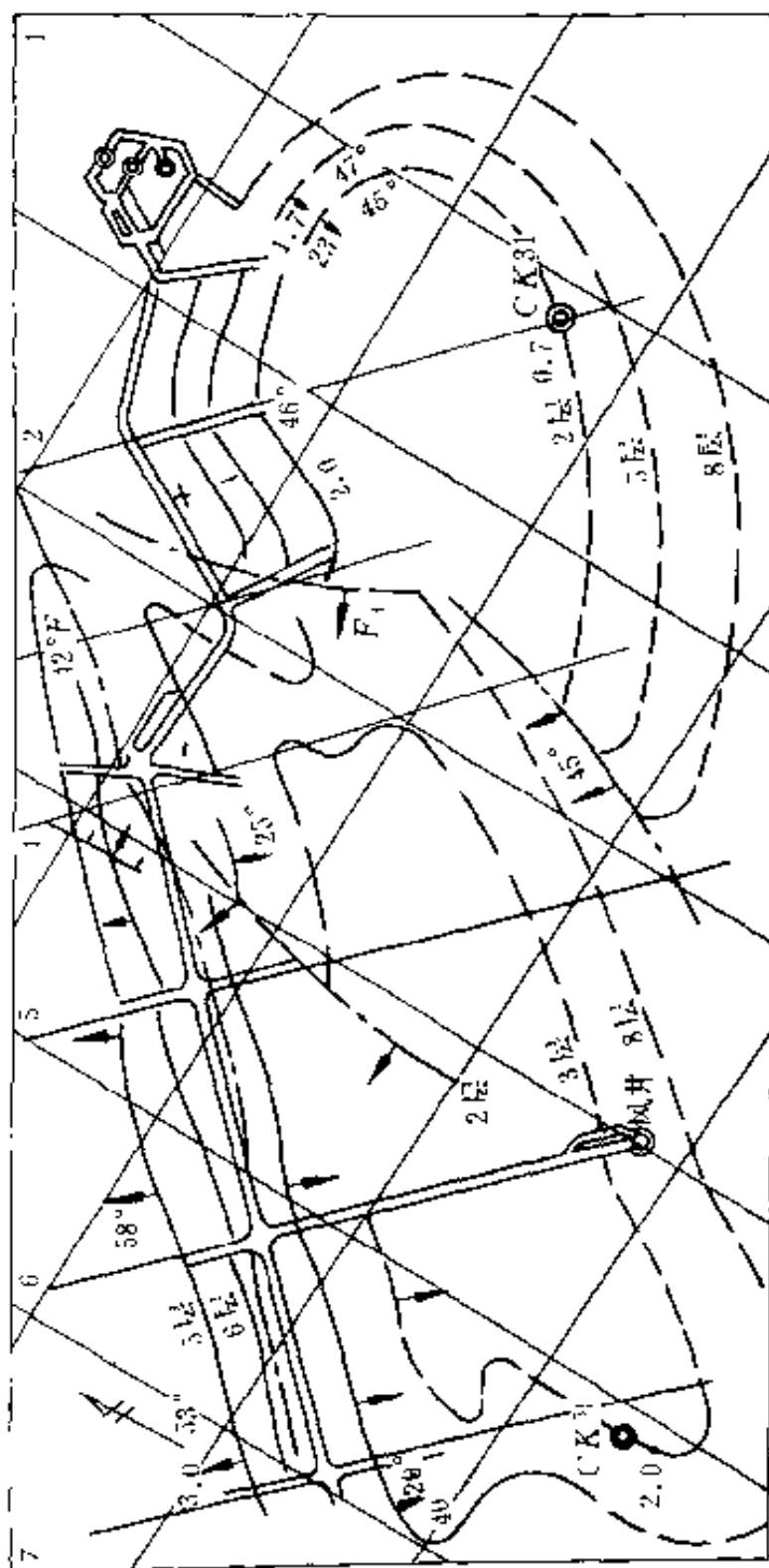


图 6-55

地质平面图主要有两种:

- (1) 矿区内某矿体的水平投影图。
- (2) 水平地质切面图。

现重点介绍水平地质切面图。

在井田范围内,某一水平面将大地切开,反映该水平切断面上各煤层、岩层分布情况和地质构造特征的图,称为井田水平地质切面图。

在生产矿井中,当煤层条件为倾斜、急倾斜和多煤层时,水平地质切面图的使用较为普遍,它是矿井开采水平的巷道布置和掘进施工的重要地质依据。煤层、岩层及地质构造在该图上的表现和在地形地质图上的煤层、岩层的露头线及地质构造在平坦的地面上的表现规律相同:

(1) 煤层、岩层的分界线,实际上就是煤层、岩层的走向线。

(2) 水平褶曲的煤层、岩层分界线反映在地质切面图上,表现为一组平行线;倾伏褶曲的煤层、岩层分界线,则呈“之”字形弯曲。

(3) 反映在水平地质切面图上,断层线实际上就是断层面走向线,仍用地形地质图上的断层线符号表示断层性质。

图 6-55 为某矿的一水平地质切面图。

图上反映的主要内容有:位于该水平的井底车场,运输大巷、石门、煤巷等所有巷道的布置;穿过该水平所有钻孔;为该水平切面所切的所有煤层的分布,厚度及产状,褶曲构造及断层构造等。

第七章 矿山测量制图基础

一、概述

随着矿床的勘探，矿井的建设和开采，地质测量人员必须及时将所有钻孔、巷道、矿体产状要素、地质构造、金属品位的空间分布、井下巷道的空间布置以及井下与地面的相互关系等通过图纸图示出来，以便根据这些图纸进行采矿设计，指导巷道的掘进和合理地安排回采等工作。

生产矿井必须具备的图纸有两大类：一类是地质图（第六章已经论述），另一类就是测量图。测量图是根据地面和井下测量资料填绘而成的。此外，还有采掘计划图及其它矿图。

矿井测量图是采矿企业中最重要技术资料的重要组成部分，对矿井的建设、生产和安全都十分重要。

根据《煤矿测量试行规程》规定矿井必备的 8 类矿图有：

- (1) 井田区域地形图（比例尺为 1：1000、1：2000 或 1：5000）；
- (2) 工业广场平面图（比例尺为 1：500 或 1：1000）；
- (3) 井底车场平面图（比例尺为 1：200 或 1：500）；
- (4) 采掘工程平面图（比例尺为 1：1000 或 1：2000，需要时 1：5000）；
- (5) 主要巷道平面图（比例尺为 1：1000 或 1：2000 需要时 1：5000）；
- (6) 井上下对照图（比例尺为 1：2000 或 1：5000）；
- (7) 井筒断面图（比例尺为 1：200 或 1：500）；

(8) 保护煤柱平面图和其他矿图(比例尺同于采掘工程平面图)。

矿井测量图的特点:

(1) 矿井测量是随着开拓、掘进和回采而逐渐进行的, 矿井测量图也是逐渐填绘而成;

(2) 测绘的地带随矿层分布和掘进情况而定, 常常是水平的成条带状;

(3) 矿井测量图反映的是较为复杂的井下巷道的空间关系, 矿体与围岩的产状以及各种地质破坏。内容较多而读图较困难;

(4) 矿井测量图是矿井常用图。从了解矿体形状, 制订采掘生产计划到计算储量都需要使用矿井测量图。

矿井测量图的制图投影方法采用正投影原理中的标高投影法。故矿井测量图多为标高投影图。

1. 图幅的划分及编号

我国 50 年代矿图改革时, 规定各种矿图都必须采用正方形分幅, 按标准图幅绘制。多年来的生产实践证明, 这种方法存在不少缺点, 已不能适应生产发展的要求。现有的《试行规程》规定, 除地形原图外, 矿图图幅和格网线方向可根据各矿井的具体情况确定, 但应符合下列要求:

(1) 便于长期保存;

(2) 便于绘制和使用;

(3) 在同一矿井中, 矿图图幅应尽量一致。

目前, 有些矿井采用采区分幅绘制煤层采掘工程平面图, 坐标网线可以与图边斜交, 煤层走向大致与图边平行。再根据井田情况, 统一分幅与编号, 并列出行分幅编号示意图。这样的图幅既容易绘制, 又便于使用, 且利于保存。最好在全

矿区范围内统一考虑各种矿图的绘制,这样有利于矿区内各相邻井田的衔接和处理相邻矿井间彼此有关的问题。

地面测量图纸通常都是按标准图幅绘制的。矿图通常采用正方形分幅。当矿区已经与国家三角网相连时,其图幅编号,由下列两项组成:

(1) 图幅所在投影带的中央子午线的经度;

(2) 图幅以公里表示的图廓西南角点的坐标。例如编号为 $42^{\circ}+5250+482$, 比例尺为 1:5000 时,表示图幅所在地带的中央子午线经度是 42° , 图廓西南角点的坐标为: $x=5250000\text{m}$, $y=482000\text{m}$ 。

矿图的图幅是以 1:5000 图为基础划分的。一幅比例尺 1:5000 的图可分为 4 幅比例尺 1:2000 的图。一幅比例尺 1:2000 的图又可分为 4 幅比例尺 1:1000 的图,一幅比例尺 1:1000 的图可再分为 4 幅 1:500 的图(图 7-1)。

图幅角点的坐标:

(1) 比例尺为 1:5000 时,角点的坐标为 2000m 的倍数;

(2) 比例尺为 1:2000 时,角点的坐标为 1000m 的倍数;

(3) 比例尺为 1:1000 时,角点的坐标为 500m 的倍数;

(4) 比例尺为 1:500 时,角点的坐标为 250m 的倍数。

图幅标准格式如图 7-2 所示。

2. 矿山测量制图图例

为了便于绘图和看图,须采用统一的符号颜色、说明和注记来表示制图的对象,三者的总称为图例。

煤炭部于 1977 年颁布了新的《煤矿测量图例》(图 7-3)。但是,统一图例并不能满足全国煤矿的需要。因此《煤矿测量图例》中图例符号如有不足时,各局、矿可增加新符号,但必须经省煤炭局批准,报煤炭部备案。

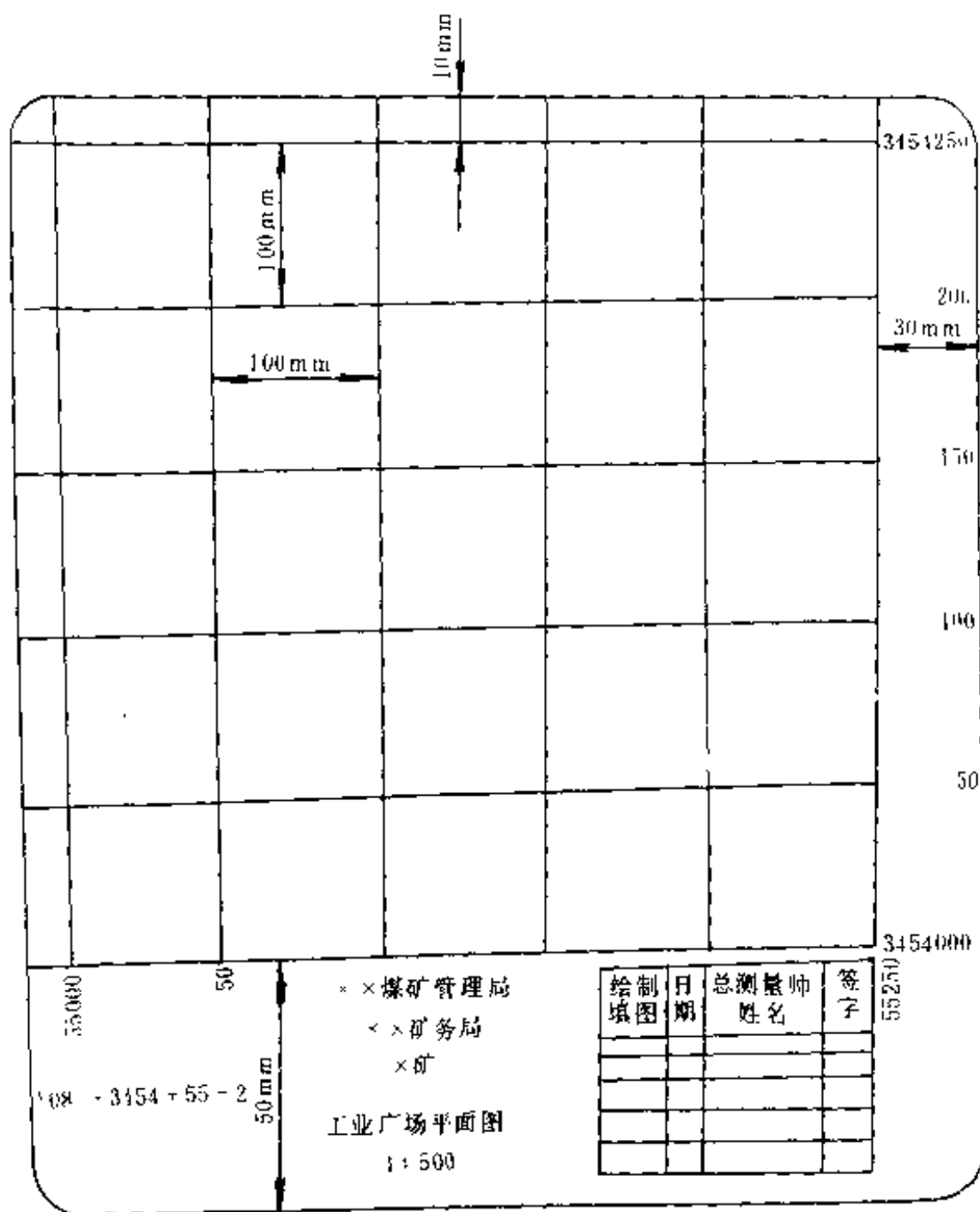


图 7-1

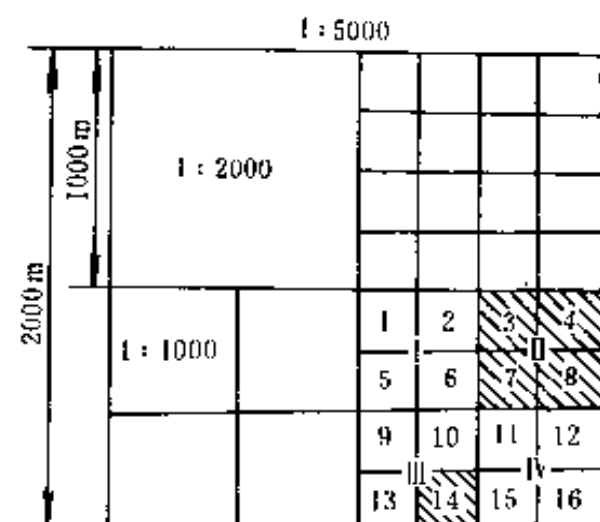


图 7-2

矿山测量图例符号有

两类:

(1) 比例符号,即按照绘图比例尺画出绘图对象的符号(如采矿巷道轮廓符号);

(2) 非比例符号,即不按照绘图比例尺来表示绘图对象的符号(如测量控制点和钻孔点的符号等);

比例符号与非比例符号很难截然划分。同一对象在大比例尺图上可用比例符号表示,而在小比例尺图上则可以用非比例符号表示。例如井筒符号在 1:500 和 1:1000 图上可以用比例符号表示,而在 1:2000 和 1:5000 图上,由于按比例缩小,画不清晰,则用非比例符号表示。某些绘制对象规定只能用某种符号表示,例如地面和井下的测量控制点、钻孔点、取样点等,用非比例符号表示;井下回采边界、煤柱边界和地面的湖泊、塌陷区边界等则用比例符号表示。各种符号的设计要尽可能做到统一、形象、通用、简单、且易于看懂。

恰当地使用颜色会使图例更加清晰,一目了然。例如为区分岩巷和煤巷使用了黄色轮廓线和黑色轮廓线;为区分进风和回风流方向使用了红色箭头和蓝色箭头;为区分井口高程和井底高程使用了红色数字和蓝色数字;为区分回采的年度,使用了不同颜色的色框,粉红表示年度尾数为 1 和 6,线绿色表示年度尾数为 2 和 7,桔黄表示年度尾数为 3 和 8,浅蓝表示年度尾数为 4 和 9,紫色表示年度尾数为 5 和 0。

类别	符号	名称	类别	符号	名称
		矿区三角点			地层产状
		地面永久导线点			实测断面交线 1. 1. 盘 2. 下盘
		斜井			煤层露头线
		平洞			煤层底板等高线
		岩巷(黄)			实测向斜轴
		煤巷(黑)			实测背斜轴
		风桥			煤层柱状图
		井田边界			采样地点
		井下见煤钻孔			井下积水区

图 7-3

(3) 注记与说明。注记与说明是用文字和数字对符号的补充;例如建筑物与巷道的名称、底板高程、井下钻孔的涌水量和打孔时间、储量注销区的注销理由、日期、批文号和注销量吨数、煤层的倾角等。

根据绘图对象的不同,煤矿测量图例符号可分为下列几种(图 7-3):

- (1) 地面和井下测量控制点,坐标格网的符号;
- (2) 井筒符号;
- (3) 巷道和井工建筑物的符号;
- (4) 回采工作面符号;
- (5) 边界符号;
- (6) 露天矿符号;
- (7) 钻孔符号;
- (8) 常用地质符号;
- (9) 其他符号。

二、井田区域地形图与工业广场平面图

(一) 井田区域地形图(图 7-4)

《煤矿测量试行规程》规定,每个矿井必须绘制比例尺为 1:2000 或 1:5000 的区域地形图。有的矿井还测绘 1:1000 的区域地形图。由于受地面建设和井下开采的影响引起地面地形地物的变化,因此矿区地形必须定期重测,不断填绘和修改原来的地形图。井田区域地形原图要按照标准原图格式绘制,它是绘制井上、下对照图的基础。

(二) 工业广场平面图(图 7-5)

工业广场平面图是一种专用的矿图,是矿井必备的图纸之一。每个矿井均须测绘 1:500 或 1:1000 的工业广场平面图,测绘方法与前所述的地形图相同。

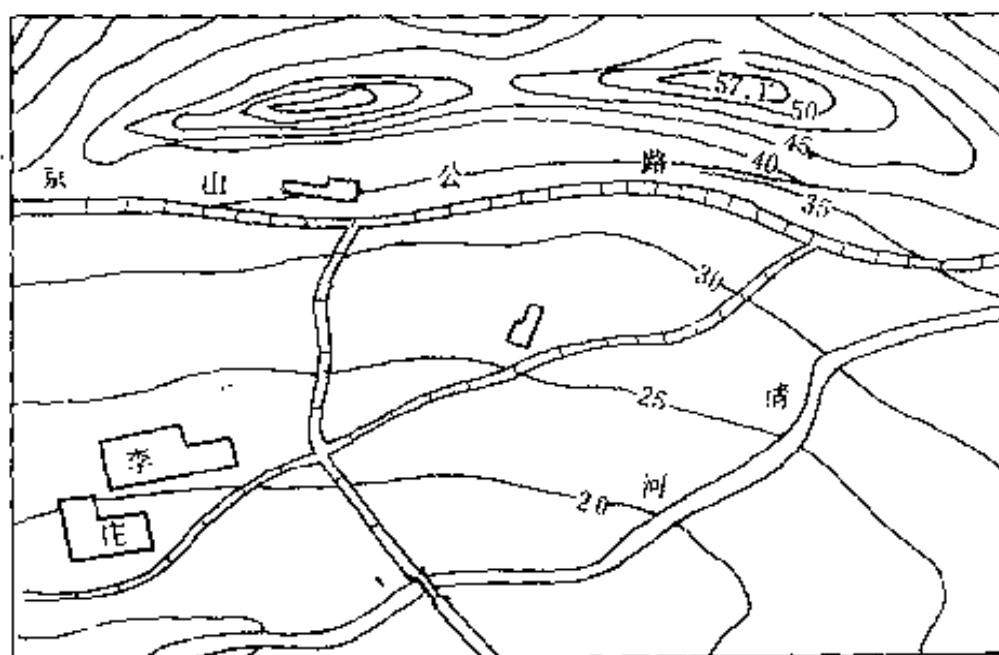


图 7-4

工业广场平面图应包含下列内容:

(1) 工业广场范围内所有临时和永久建筑物, 例如办公楼、绞车房、机修厂、栈桥、煤仓、贮水池等;

(2) 工业广场范围内的测量控制点、井筒和提升中线的基点等;

(3) 工业广场范围内的各种线路, 例如铁路、公路、通讯线、输电线等;

(4) 工业广场范围内的各种管道, 例如上、下水管道, 电缆沟等;

(5) 工业广场范围内的地形, 未经平整的地方用等高距为 0.5m 的等高线表示, 已平整的地方, 则不画等高线, 但应注明标桩高程;

(6) 工业广场范围内的井巷出口, 出口处的高程用红色

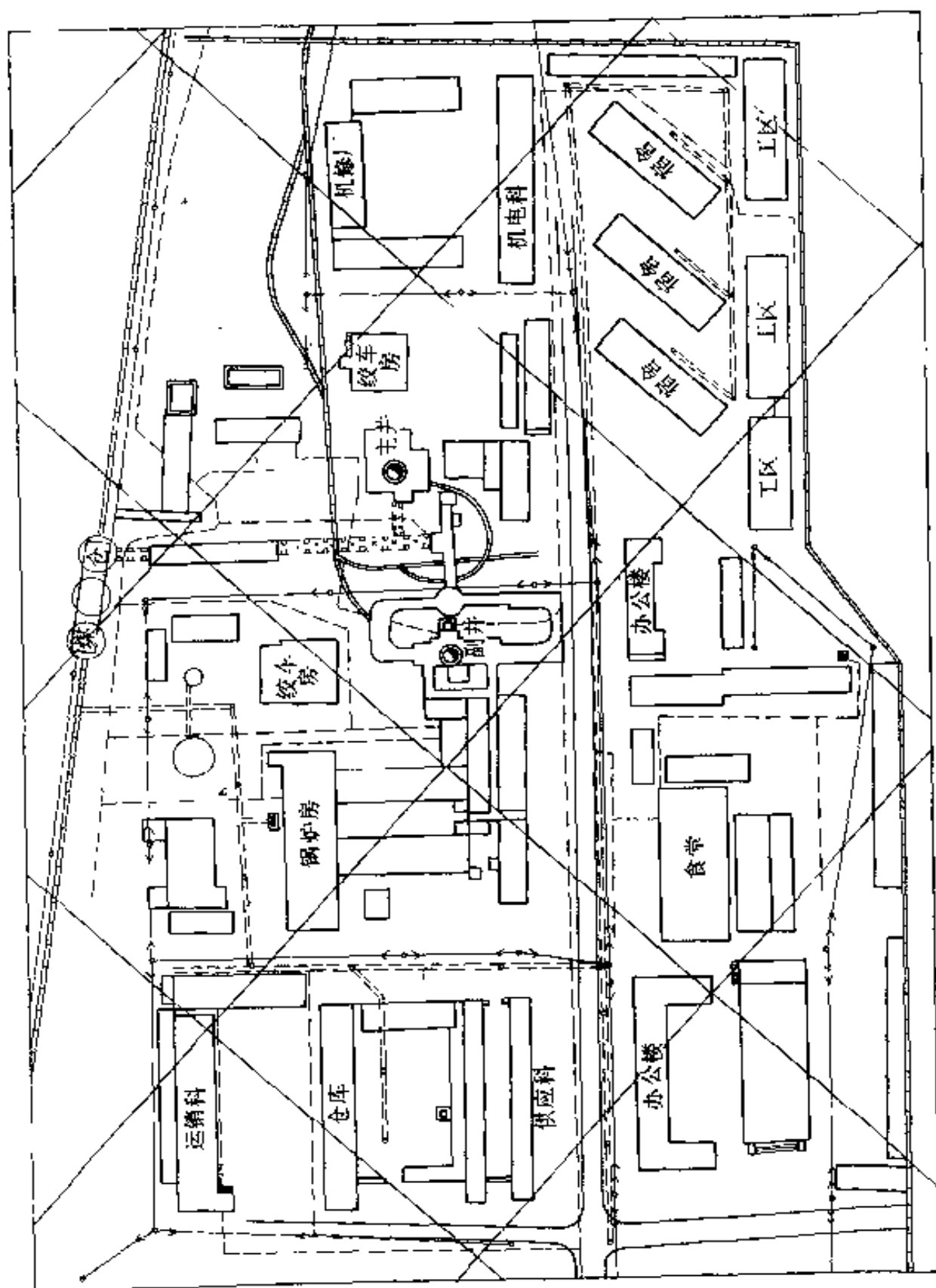


图 7-5

书写:

(7) 工业广场保护煤柱的边界线，用红色线条画出。

工业广场平面图的主要用途是:

(1) 作为工业广场规划、设计、改建和扩建的必备资料
和依据。

(2) 记载了工业广场内的测量控制点的位置, 为利用它们去解决各种测量问题提供了有利条件。

(3) 为埋在地下的上、下水管道和电缆沟等的检修和改建提供了方便。

(4) 用于留设井筒和工业广场保护煤柱。

三、井底车场平面图 (图 7-6)

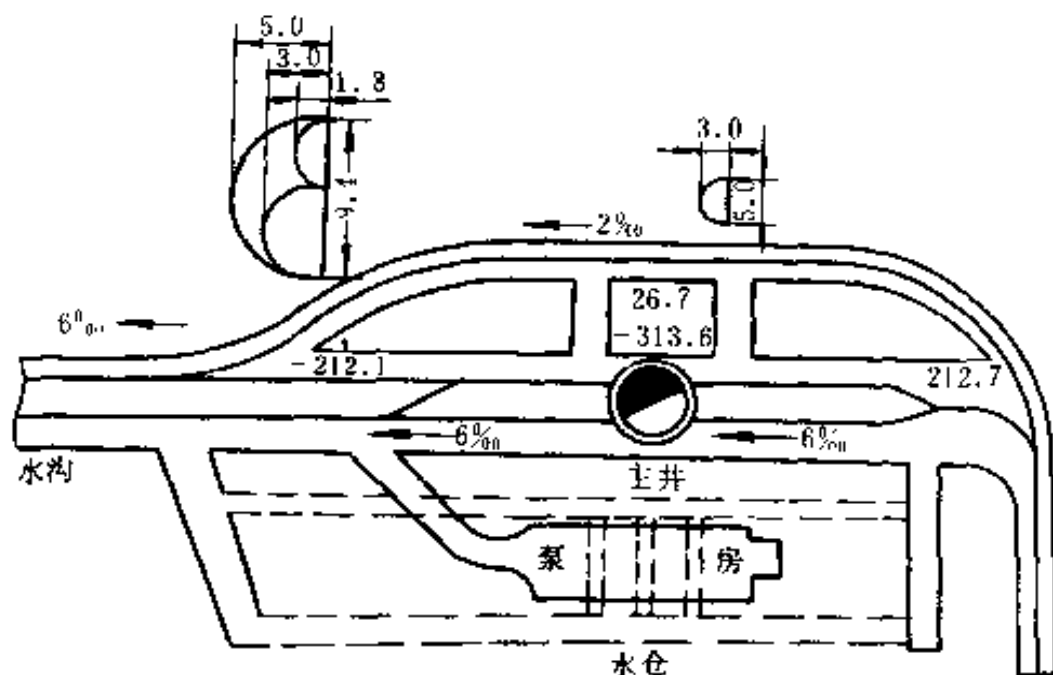


图 7-6

井底车场平面图是矿井必备的主要矿图之一。对生产矿井的每个水平来说，必须绘制比例尺为 1：200 或 1：500 的

井底车场平面图。只有特别简单的井底车场可以不单独绘制。在井底井车场平面图上应绘出井底车场范围内的测量控制点、全部井巷和硐室、车场内的运输线路，标出轨道的坡度，注明各巷道特征点的底板高程。此外，还应绘出巷道横断面图，标出巷道的主要尺寸。看这张图纸时，首先要看清车辆的运输方向，重车从左往井筒方向运行，进罐提升。空车出罐往右运行，再往空车线上运行。电机车经北部绕车道将空车拉走。从图 7-6 可知，在低于井底车场水平的井筒附近，开凿了两条巷道作为水仓（虚线表示），并有一水泵房。井底车场平面图的主要用途是详细反映井筒附近巷道、硐室和运输线路的布置情况，为井底车场设计、改建和扩建提供必备的技术资料。

四、采掘工程平面图（图 7-7）

煤层采掘工程平面图是反映煤层内巷道布置和回采情况的图纸，对采掘情况反映得最全面最清楚，是矿井必备的主要矿图之一。这种图的比例尺一般是 1:1000 或 1:2000，需要时可加绘 1:5000 的比例尺。图 7-7a 所示为某矿井由一对立井、水平运输大巷和采区石门构成的立体示意图。石门进入煤层后，沿煤层掘进运输巷、采区上山和回采巷，开切割眼，构成回采工作面进行采煤。图 7-7b 是相应的水平投影图，也就是一张煤层采掘工程平面图。这种图纸是分煤层（或分层）绘制的。目前生产矿井大多数采用煤层采掘工程投影图，比例尺为 1:1000 和 1:2000。

1. 图的内容

煤层采掘工程投影图应包括下列内容：

(1) 地面建筑物、河流、湖泊、铁路、主要井巷及其保护煤柱的边界、井田技术边界和井田隔离煤柱边界；

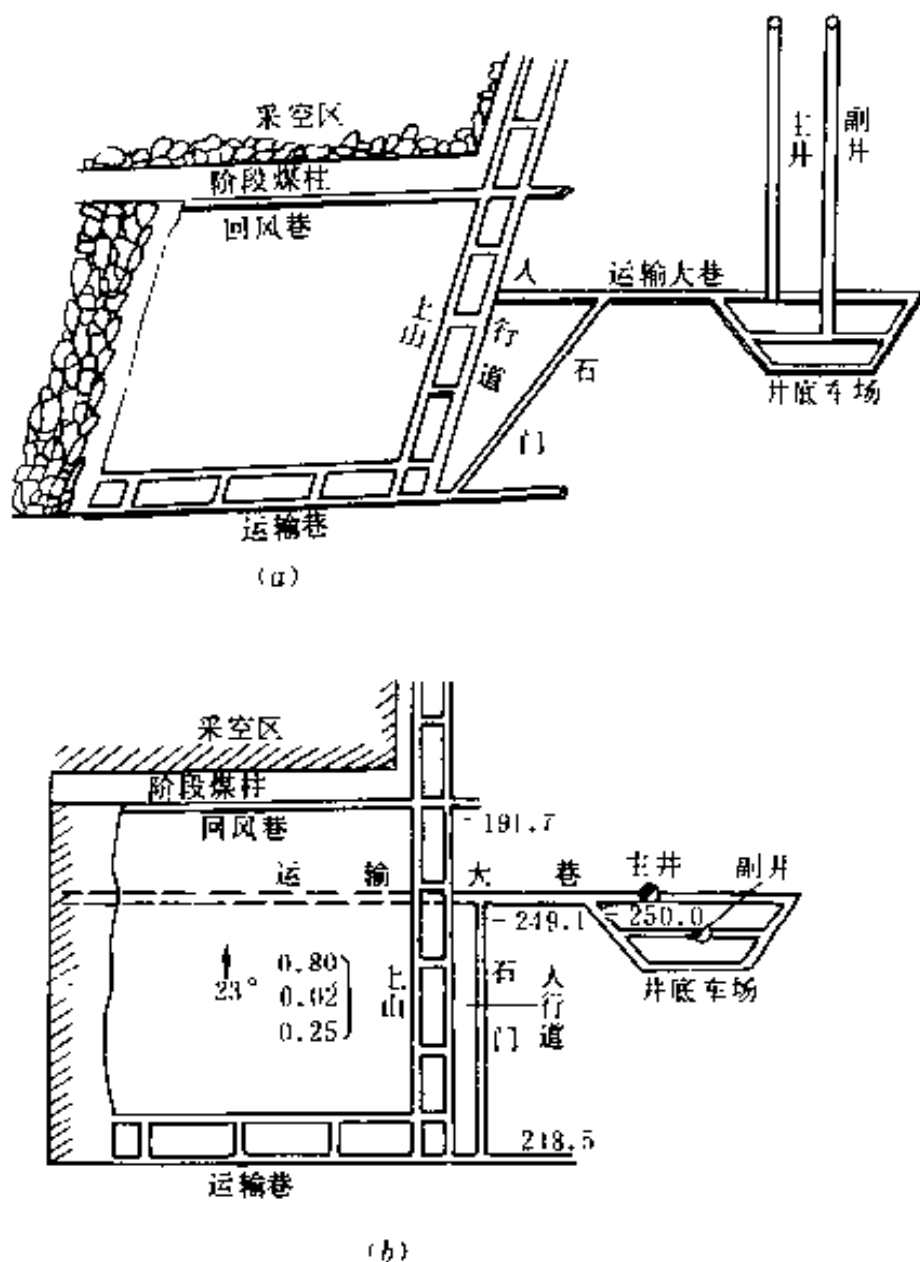


图 7-7

- (2) 地面近井点，井下导线点和井下水准点等测量控制点；
- (3) 水平主要巷道及硐室，并注明特征点的高程；
- (4) 沿煤层掘进的全部巷道和回采工作面，掘进日期和

回采年月、巷道特征点的高程、倾斜巷道的倾角、煤层的倾角和厚度;

- (5) 煤层底板等高线、断层与煤层的交面线;
- (6) 穿过本煤层的钻孔、煤层露头线和煤层柱状;
- (7) 地质勘探剖面线;
- (8) 水淹地区、透水点及永久性防水设施;
- (9) 发火区的边界及永久性防火密闭;
- (10) 瓦斯突出地点,并注明突出时间和强度;
- (11) 火成岩侵入本煤层地区的边界;
- (12) 煤层尖灭区的边界和储量注销区的边界;
- (13) 丢煤区的边界等。

2. 图的画法。

由于煤层的厚度和倾角不同,使用的回采方法和巷道布置也不同。为了清楚表示采掘情况,不同煤层的采掘工程平面投影图的投影面选择与数量也不同。对于缓倾斜和倾斜煤层,采用水平投影面,所绘的图纸称为采掘工程平面图;对于薄和中厚煤层,一般应按自然分层绘制;对于厚煤层,则按每一人工分层或数个人工分层综合绘制采掘工程平面图,并根据实际需要加绘沿煤层倾斜方向的剖面图;对于急倾斜煤层,除绘制平面图外,还应加绘采掘工程立面图和沿煤层倾斜方向的剖面图;对于特厚煤层,采掘工程图的画法又比较特殊。煤层采掘工程图的画法是多种多样的,下面选几种作简单介绍:

(1) 缓倾斜和倾斜煤层的采掘工程平面图。在绘制缓倾斜和倾斜煤层薄或中厚煤层的采掘工程平面图时,除了要画出前面所述图纸应包括的内容外,还应注意下列几点:

- ①必须画出进入本煤层的集中运输大巷、采区石门、采

区上山下山、阶段集中运输巷等。

②本煤层上部的主要巷道、硐室及煤柱边界均应绘出。

③通过本煤层的立井和斜井应全部绘出。

④本煤层通往上、下煤层的巷道和硐室,必须绘出。图 7-8a 表示缓倾斜煤层的采掘工程平面图。图中只画出一个采区的范围,虚线表示的是位于本幅度内的本水平的主要巷道。

为了详细反映回采工作面的回采情况,便于日常指挥生产,许多矿井还绘制 1:1000 或 1:500 的回采工作面采掘工程平面图。要了解整个煤层的采掘工程情况,还必须绘制比例尺为 1:5000 或 1:10000 的煤层采掘工程综合平面图(图 7-8b)。

(2) 急倾斜煤层的采掘立面图。对于倾角较大的急倾斜煤层,由于水平面投影图的变形很大,在采掘工程平面图上不能清晰地反映采掘工程情况。因此除了采掘工程平面图外,还必须绘制相应的采掘工程立面图。

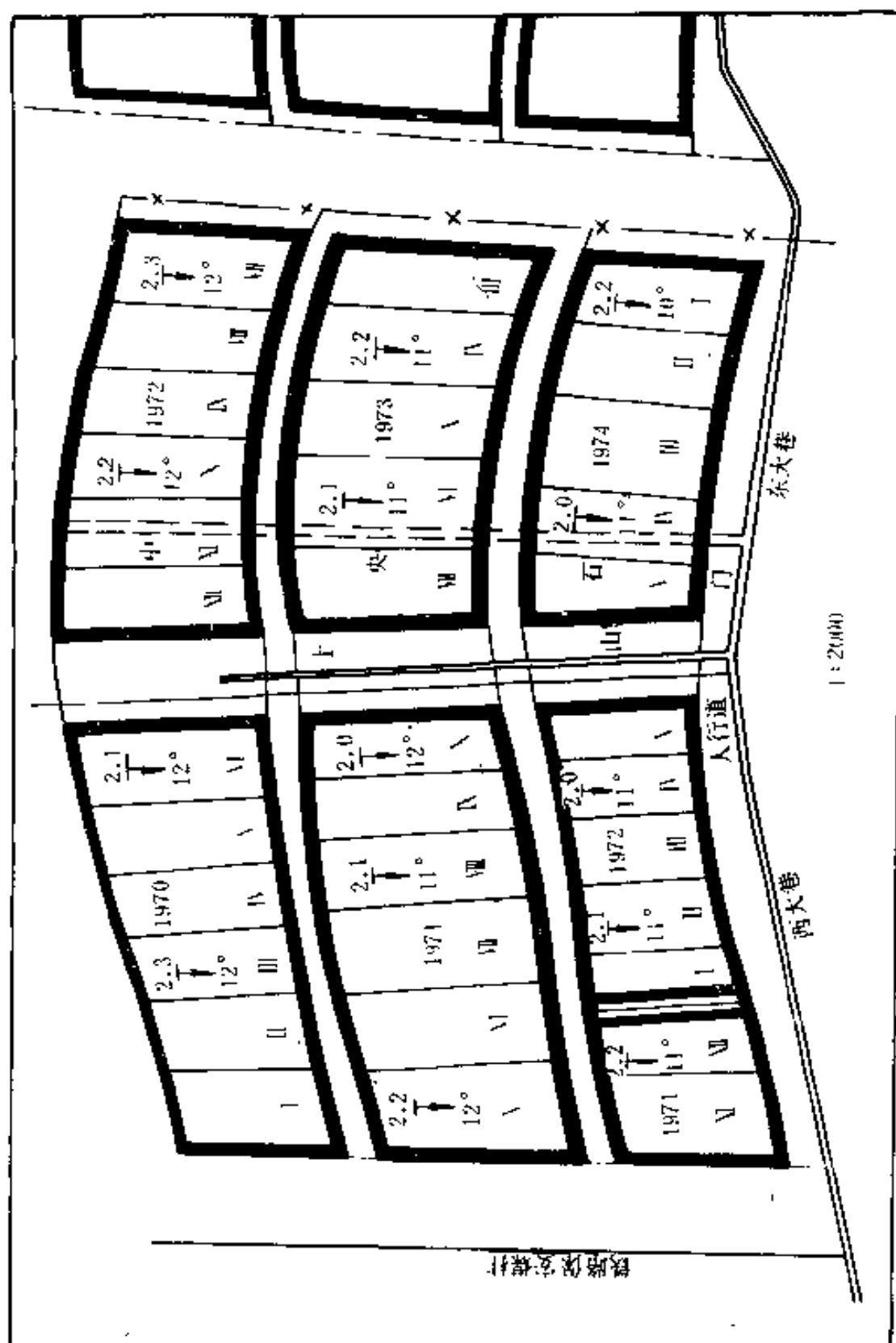
图 7-9a 所示为采掘工程立面图,其绘制步骤如下:

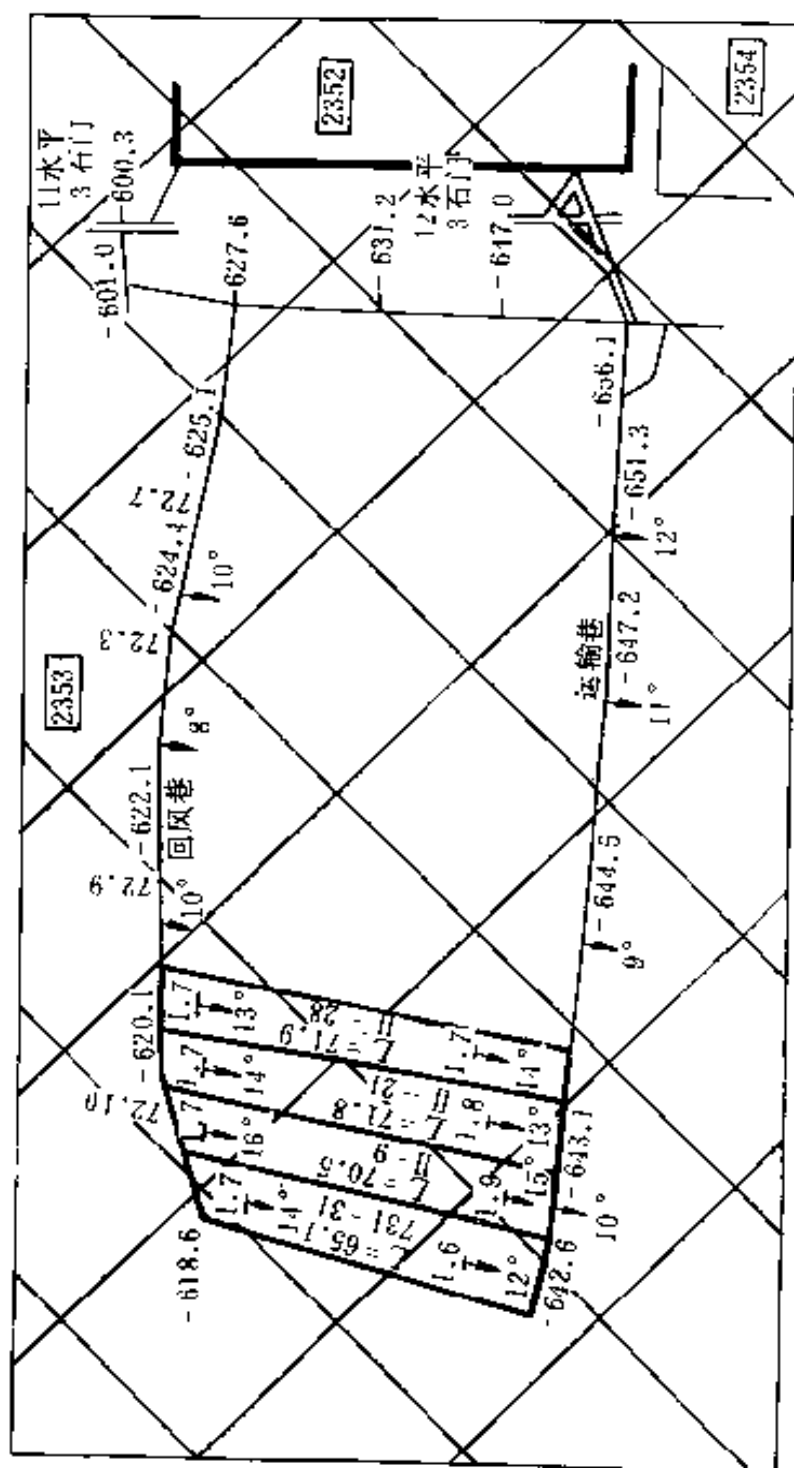
①首先画出采掘工程平面图,如图 7-9 所示。要使煤层的平均走向与图廓的底边大致平行,也就是使煤层沿图面的左右方向分布。

②在平面图上过一固定测点作一条平行煤层平均走向的直线,此线称为竖直投影面迹线。

③在平面图的上方,按照平面图的比例尺画出各高程线,并和平面图上的竖直投影面迹线相平行,如图 7-9 中的一600、一700 直线。

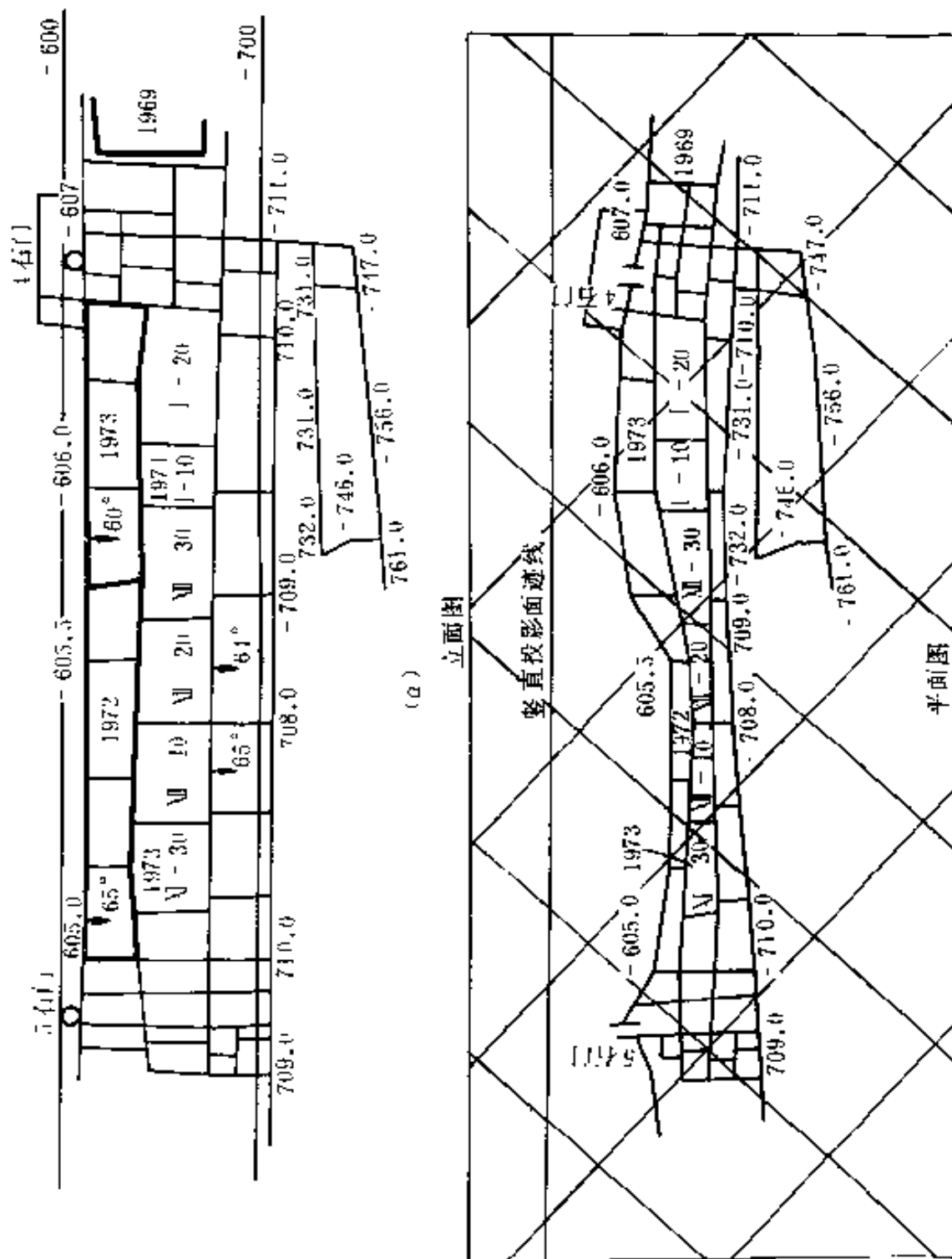
④从平面图上各特征点沿垂直于迹线的方向作垂线,按照各特征点的高程,确定它们在立面上的位置。为便于平、立





(b)

图 7-3



(b)

图 7-9

面图进行对照,还须注明各特征点的高程。

⑤最后按图例符号画出立面图的全部内容,即采掘工程立面图。

当煤层走向显著变化时,必须采用分段投影。在图 7—10 中,煤层在 18 剖面线处走向发生了很大变化,具有一个明显的向斜构造。若取一个竖直投影面,立面图中的巷道在走向方向变形很大。因此,必须选择分别平行于褶曲两翼的平均走向的两个竖直投影面,然后以向斜轴为界分别向两个投影面投影。最后将立面图拉开展平,即得采掘工程立面图。

实际作图时,必须将平面图沿向斜轴线分开,如图 7—11 所示。首先使平面图上的两投影面迹线展开成一条水平线(平行于图廓底边),然后再按上述方法画出采掘工程的立面展开图。

(3) 厚煤层采掘工程图。厚煤层采掘工程图的绘制方法与上述薄煤层或中厚煤层的采掘工程图基本相同。无论是水平分层开采或倾斜分层开采,都必须按照分层绘制采掘工程平面图。图上除了画出本分层的所有规定内容外,还必须画上开采本煤层的基本巷道,如采区上下山、集中运输巷、采区石门等。在分层采掘工程平面图的基础上,绘制综合采掘工程平面图。图 7—12 表示为水平分层开采时回采工作面的采掘工程平面图,其中图 7—12a 和图 7—12b 分别是两个分层的平面图,图 7—12c 是综合平面图。

(4) 特厚煤层采掘工程图。开采特厚煤层时,采掘工程平面图的绘制比较特殊。因为特厚煤层的分层数目较多,各分层的情况相差不大,所以没有必要绘制每一分层的采掘工程平面图,可以只画出第一人工分层的采掘工程平面图和沿倾斜方向的垂直剖面图。图 7—13 所示为倾斜分层水砂充填

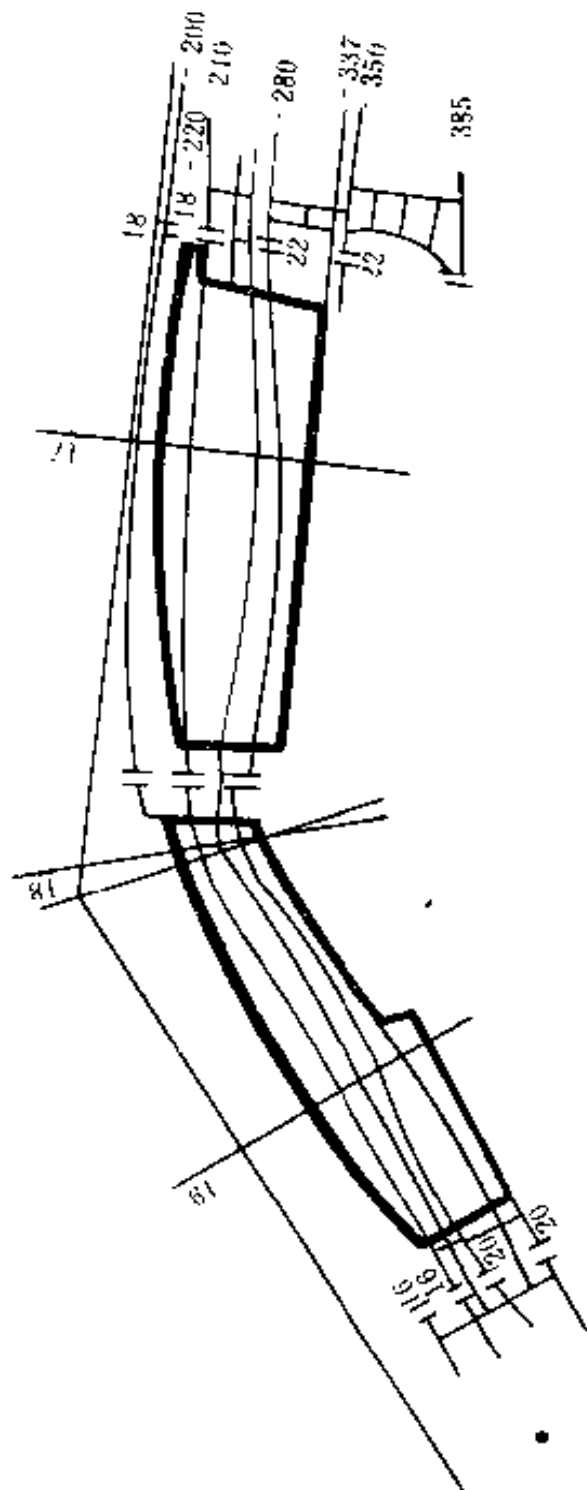


图 7-10

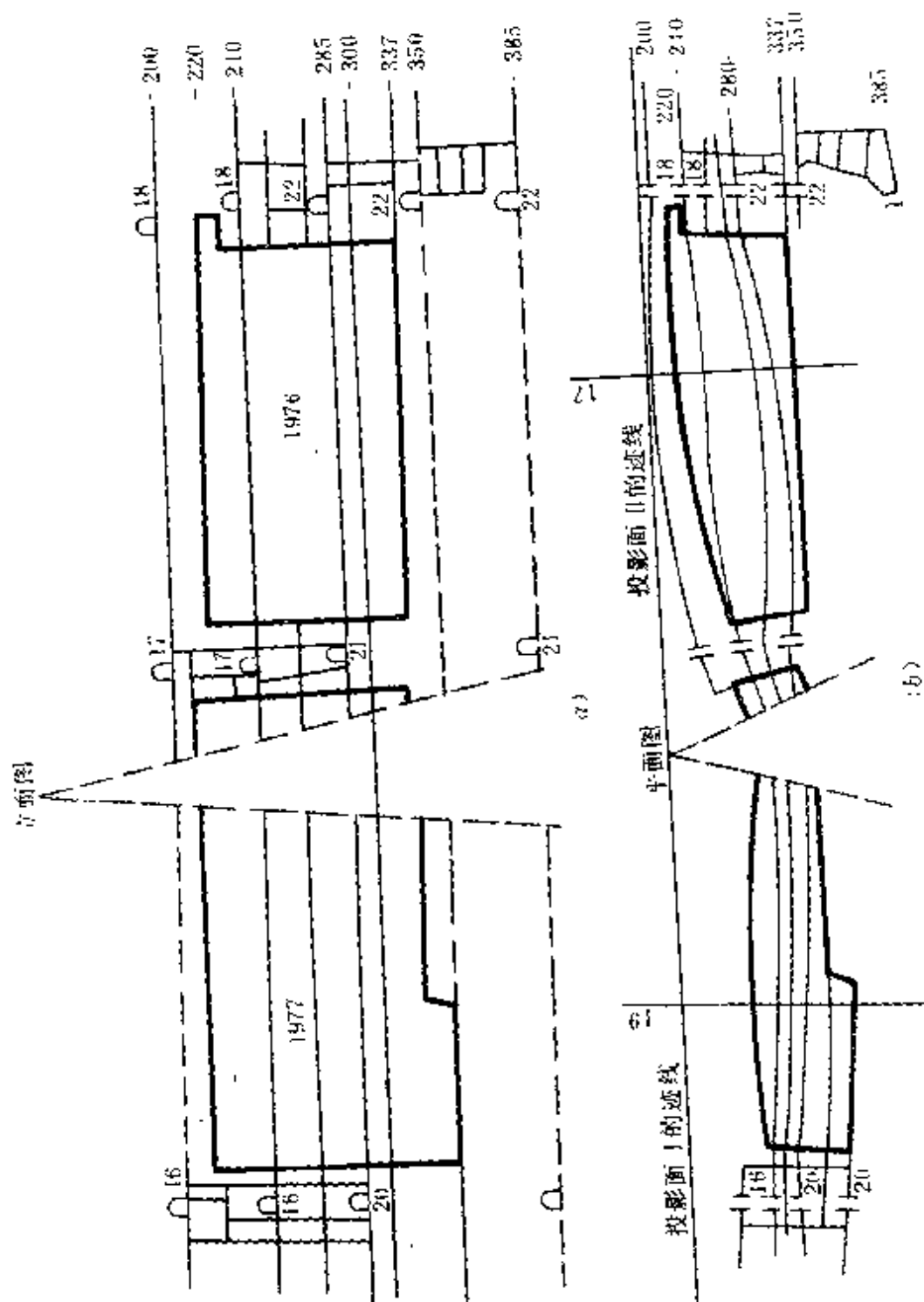


图 7-11

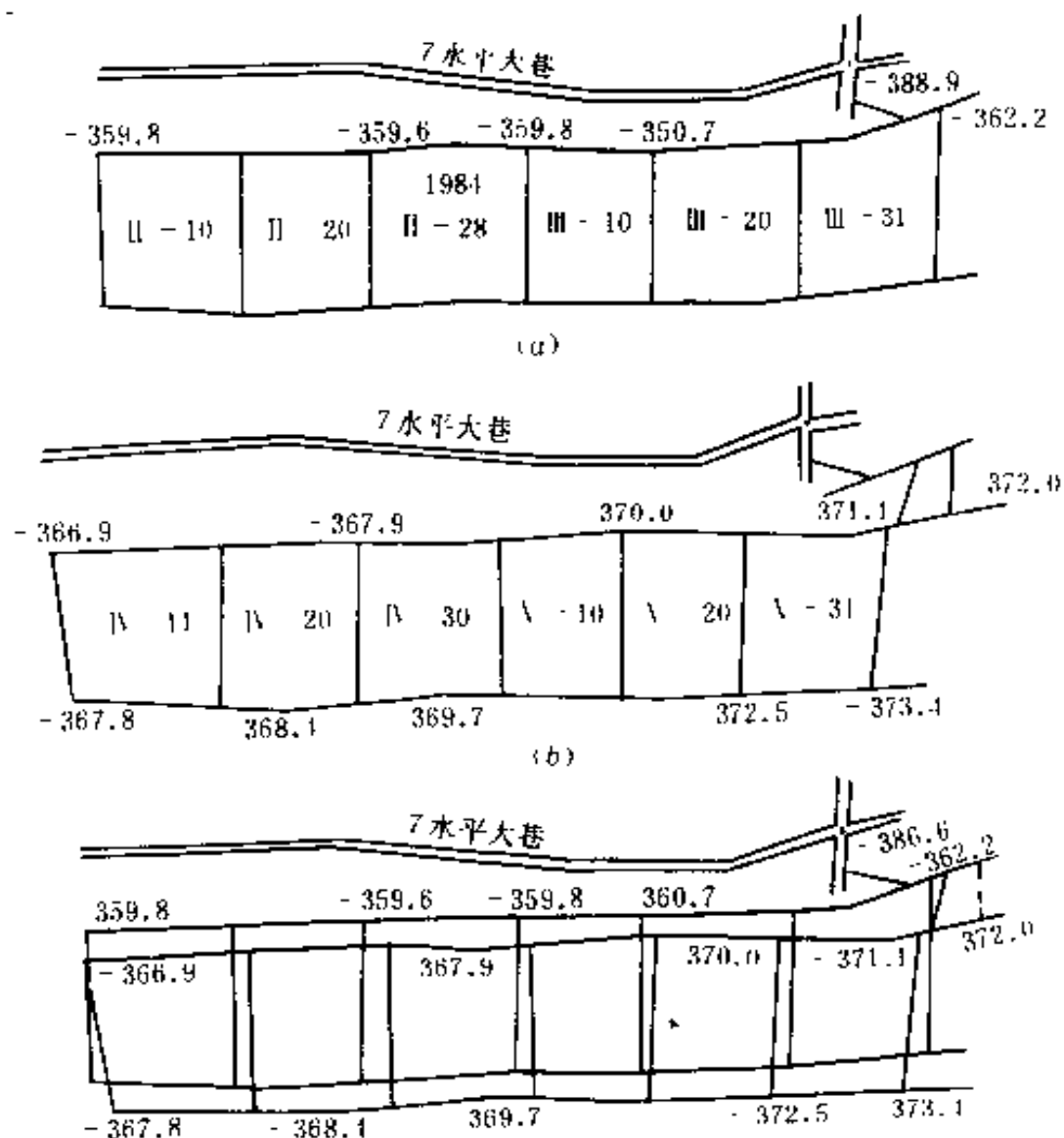


图 7-12

采煤方法开采特厚煤层时，用平面图和剖面图来表示巷道布置和回采完成的情况。图 7-13a 是某采区上部自然分层中第一人工分层的采掘工程平面图。图上应填绘的内容有：

①本水平的运输大巷、采区石门、皮带运输巷和煤门等，并注明巷道特征点的高程。

②自然分层中第一人工分层的顺槽上山管子道。

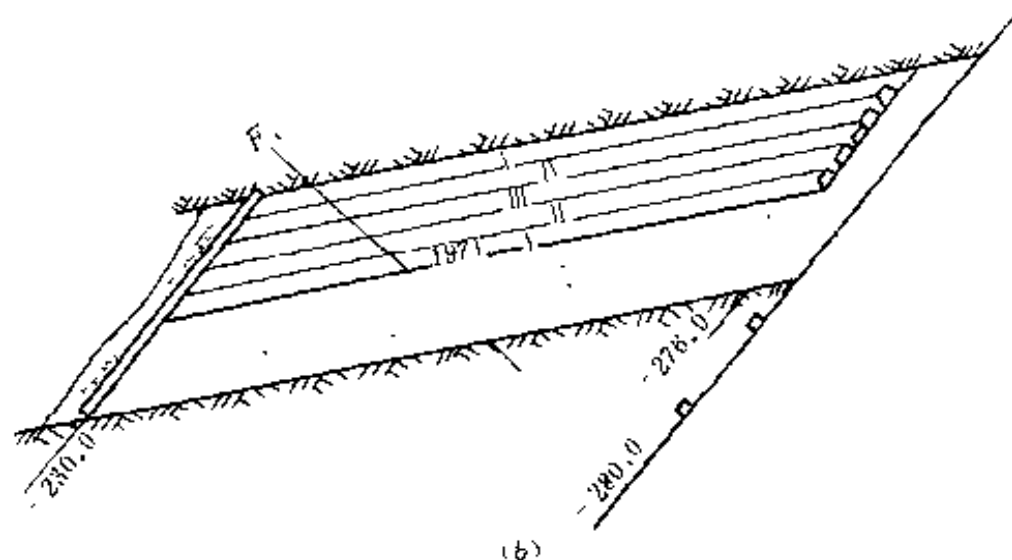
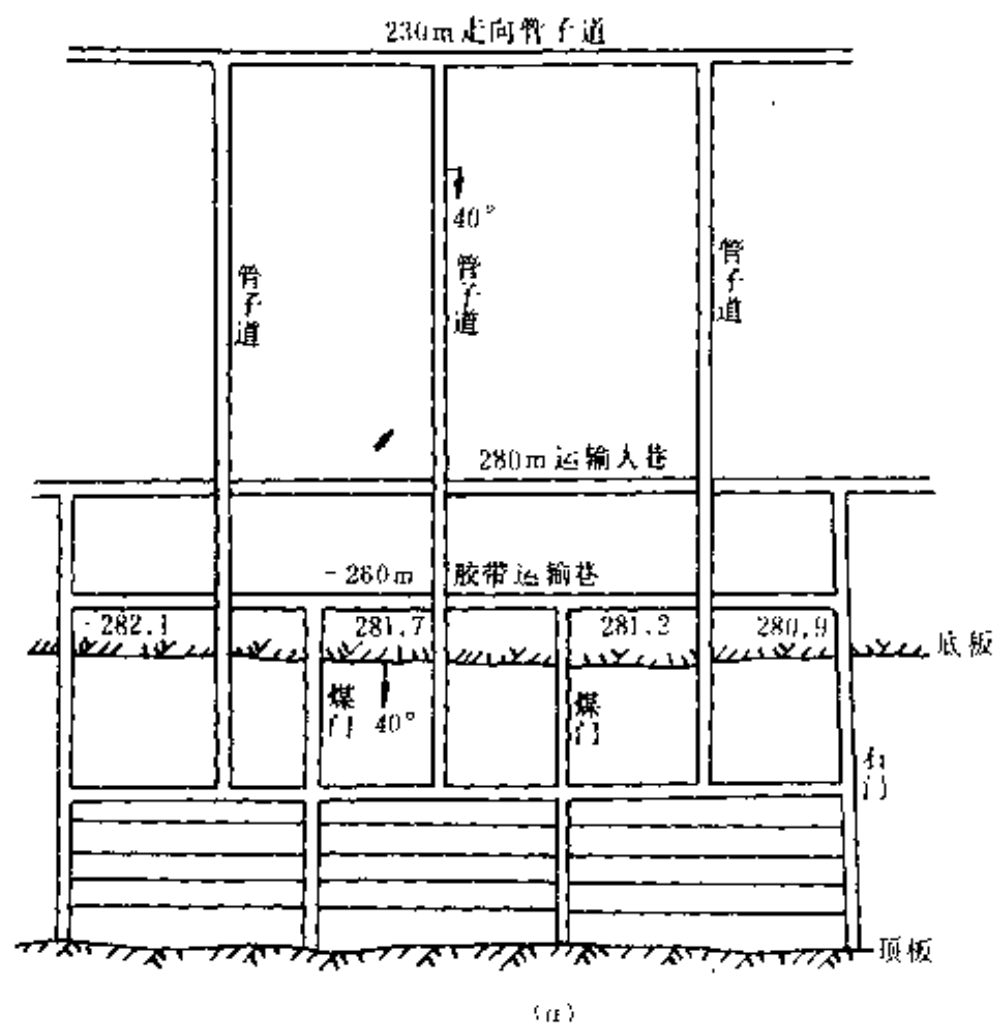


图 7-13

③上水平的走向管子道和平巷管子道。

④本水平的煤层顶底板和断层等，并注明煤层和断层面的倾角。

⑤注明回采月份和年度，回采范围用年度颜色圈出。图7-136是中部两煤门间的沿倾向剖切的剖面图。剖面图上应绘出煤层顶底板、剖面所截巷道、断层线、人工分层及其回采年月、高程线和高程。

3. 图的用途

煤层采掘工程图是生产矿井最基本的图纸之一。其主要用途如下：

(1) 了解煤层内巷道掘进和布置情况及煤层回采情况，便于解决采矿中出现的各种问题。

(2) 用于绘制和修改沿煤层倾斜方向的剖面图及煤层底板等高线。

(3) 了解断层分布情况和规律，作好邻近采区及邻近煤层的地质预报。

(4) 用于计算产量、损失量和储量变动等。

(5) 作为编制其它矿图和地质图的依据。

4. 读图方法

读煤层采掘工程投影图的方法与上节所述读图方法基本相同。它应对人行、运料、运煤、通风等方面对采区及工作面的巷道布置及其相互间关系作全面了解。而且要了解采区及工作面内煤层的产状和地质构造以及煤层的回采情况。对于急倾斜煤层，必须把平面图和立面图对照读。从平面图上了解煤层走向和倾向、各类巷道的平面位置和相互关系；从立面图上了解各类巷道的上下位置及相互关系。两图必须对照配合读图，读时各有自己所了解的重点问题。

五、主要巷道平面图

主要巷道平面图也是矿井必备的主要矿图之一。一般是分水平绘制的水平主要巷道平面图,需要时也可绘制几个开采水平的综合平面图。水平主要巷道平面图是一种水平面投影图,按照矿井规定的图幅绘制原图,绘图比例尺为1:1000或1:2000,有时也用1:5000的比例尺。图7-14是一张矿井主要巷道立体示意图。由图可知,该矿井由一对立井开拓,主井已掘到-320m水平,副井仅掘到-250m水平。-250m水平为生产水平,-320m水平为开拓水平。在每一水平内掘进底板主要运输大巷和采区石门,沿各煤层掘进煤层运输巷。图7-15是-250m水平主要巷道的平面图。

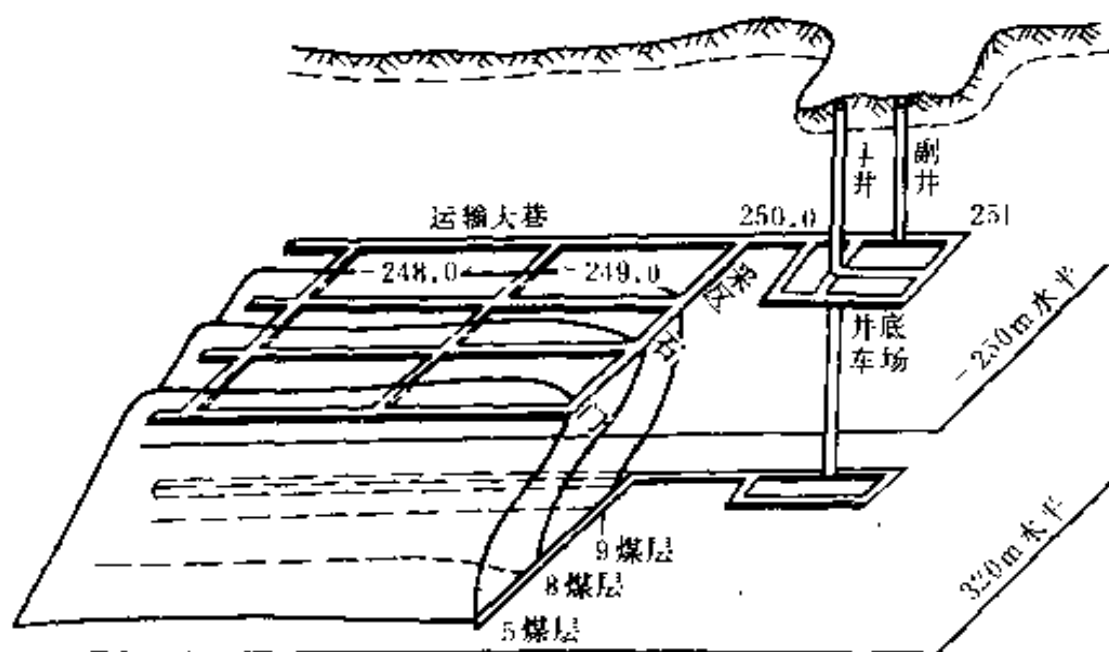


图 7-14

1. 图的内容

水平主要巷道平面图的内容有:

(1) 本水平的全部主要巷道,如井底车场、中央石门、运

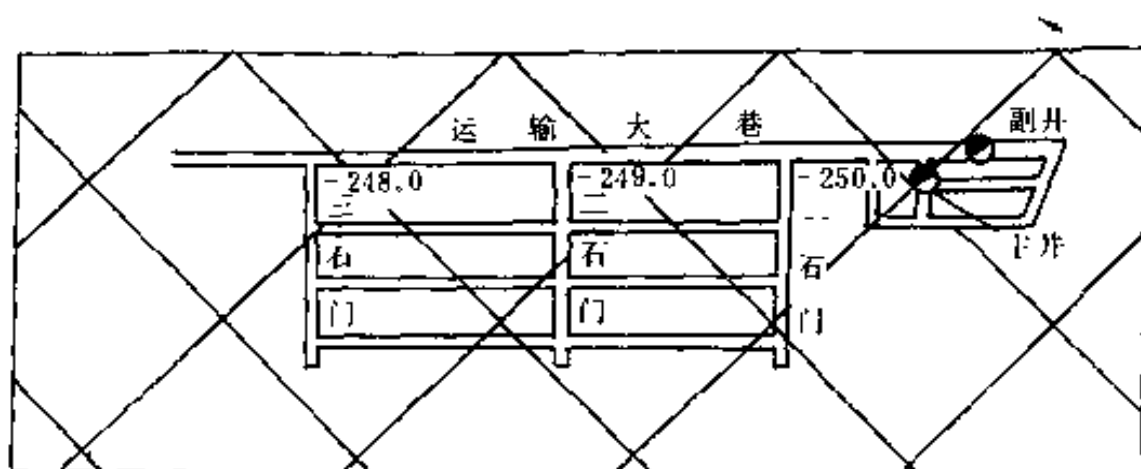


图 7-15

输大巷、采区石门、煤层运输巷等，并注明巷道特征点的高程。

(2) 通过该水平的立井、斜井和钻孔。

(3) 本水平的全部硐室，如泵房、水仓、绞车房、电车库、配电室等。

(4) 每月底采掘工作面的停止位置，并注明其年月。

(5) 本水平受护地区与相应的地面受护范围的边界。

(6) 水平内的煤迹线，并注明煤层的厚度和倾角。

(7) 火成岩侵入体的范围。

(8) 水平内主要断层位置及其编号，并注明其倾角和落差。

(9) 地质勘探剖面线。

(10) 井下涌水和透水地点，并注明涌水量与时间。

(11) 瓦斯突出地点，并注明突出强度与时间。

(12) 井下火区。

(13) 永久性密闭、水闸门、风门等。

在绘制水平主要巷道平面图时,应注意下列几点:

(1) 在比例尺为 1:2000 或大于 1:2000 的平面图上,按比例绘出巷道的实际轮廓。在 1:5000 的平面图上,主要巷道用相距 1mm 的双线表示以便与煤层迹线区别开来。

(2) 凡通往上水平的主要斜井,有的矿井规定要全部用虚线画出,并绘出上水平的关系巷,而通往下水平的主要斜井,只画一小段,并注明通往下水平。

(3) 巷道掘进工作面的位置每月填写一次。

(4) 巷道遇到断层以红色实线表示,并用符号标明断层性质。

(5) 石门所穿过的煤层,应注明煤层的真厚度及倾角。

2. 读图方法

(1) 读图之前,必须对矿井所在的地理位置、坐标方位和井田边界有初步概念。其次,对煤层的产状和层位有所了解。此外,还要知道矿井的开拓系统与巷道布置方式。

(2) 读图时,要弄清楚图名、指北方向和图的比例尺,采取从地面到井下,从整体到局部的步骤,了解井下巷道的布置情况,要对井下巷道的空间分布位置有一个系统的空间概念。读图过程中,要善于空间构思,空间想象各巷道的位置关系。

(3) 了解本水平内主要硐室的分布情况。

(4) 了解本水平内图示出的主要断层及其他地质和水文地质现象。

(5) 了解其它采矿工程的情况。

图 7-16 是某矿井—120m 水平中部主要巷道的平面图。矿井开采 B、C 两组煤层,共 13 层煤,煤层的走向约北偏西 30° ,煤层倾角为 $16^\circ \sim 20^\circ$,本区内共有 F_1 、 F_2 、 F_3 等五条断

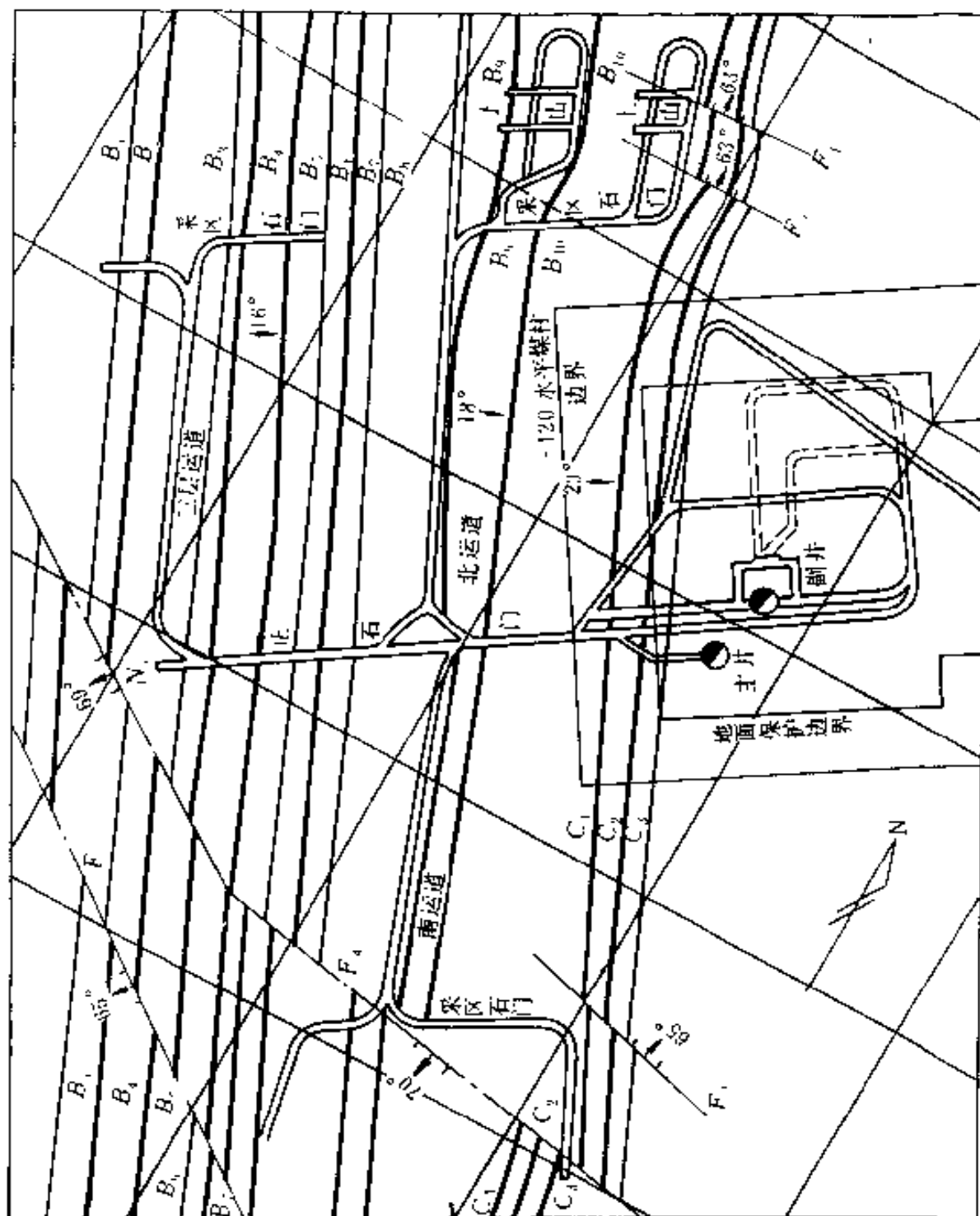


图 7-16

层，全部为正断层，断层面倾角都在 60° 以上。

矿井为立井，正石门，分组集中运输大巷、采区石门开拓。在每个采区内开拓采区运输上山。

读完此图后，对该水平的水平巷道布置，煤层和断层的分布就比较清楚。

3. 图的用途

水平主要巷道平面图的主要用途：

(1) 作为绘制煤层采掘工程平面图、地质断面图和矿井主要巷道综合平面图的基础。

(2) 了解煤层走向的变化和断层等地质情况，便于指导采矿巷道的设计和施工。

(3) 了解本水平内巷道的布置和煤层开采情况。

(4) 预测巷道的前进方向和深部水平可能遇到的断层。

(5) 丈量主要巷道的长度，确定断层间的水平距离等。

为了了解矿井各个水平主要巷道的布置情况，还必须绘制矿井主要巷道综合平面图。该图是根据各个水平主要巷道平面图而绘制的，比例尺可用 $1:5000$ 或更小些。为了图示清晰，可采用不同颜色描绘不同水平的巷道。图 7-17 表示某矿局部地区的主要巷道综合平面图。

从图 7-17 可以看到，该矿井采用斜井——立井多水平分区式综合开拓方式。共有 -220m 、 -320m 、 -420m 、 -520m 4 个主要水平。立井贯穿了 4 个水平。

矿井主要巷道综合平面图的主要用途是：了解井下各个水平主要巷道的相互关系及开拓总体准备情况，为绘制井上、下对照图和采矿设计图做准备。

六、井上、下对照图

把井田范围内地面的地形、地物和井下各水平的主要巷

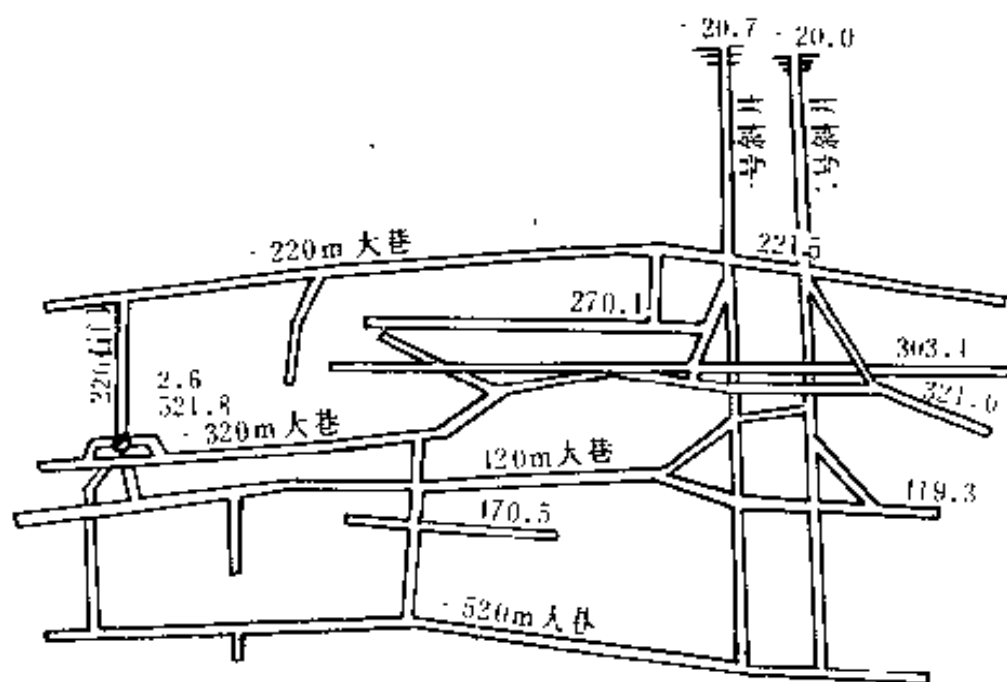


图 7-17

道综合反映在图纸上,使井上、下的对应关系一目了然,这种图纸称为井上、下对照图。它也是矿井必备的主要矿图之一。井上、下对照图是一种复制图,所用的比例尺通常是1:5000或1:2000。它是由井田区域地形图和主要巷道综合平面图复制而成。该图井下巷道部分每季填绘一次,以便反映井下主要巷道的变化情况。

图7-18是某矿井上、下对照图的一部分。由图可知,矿区的北部为山区,有两个山包;南部地势平缓;东南部有一大河,由东北流向西南;地面有村庄三处。矿井开采三层煤,煤层走向大致为东西向,倾角为 $28^{\circ}\sim 40^{\circ}$ 范围。矿井为分水平,水平底板运输大巷和采区石门开拓。第一水平和第二水平现正在回采,而第三水平正处于开拓准备阶段。

井上、下对照图的主要用途是:

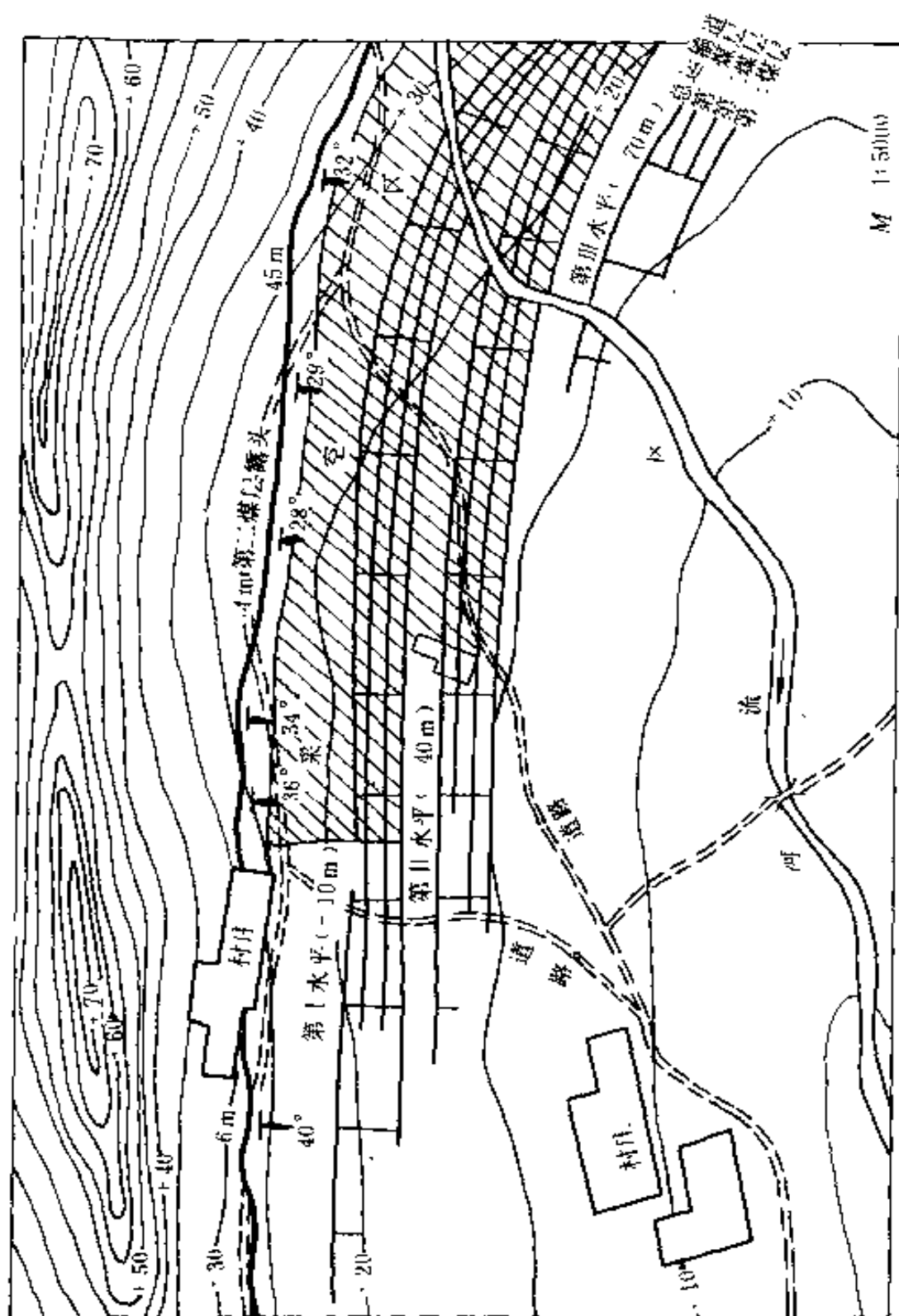


图 7-18

(1) 了解地面地形、地物与井下巷道、采空区的相互关系,用于地面建设规划和地下作开采设计。

(2) 确定井下开采深度,和岩层移动引起的地表移动范围以解决铁路下、建筑物下和水体下的开采问题。

(3) 解决矿井防水与排水问题。

(4) 规划造地复田及其他环境保护问题。

七、井筒断面图

井筒是矿井出入口的咽喉要道。在开凿过程中,它在较大范围内首先揭露出矿山开发区域的地层情况。所以,要随着井筒的开凿及时做好地质编录,绘制井筒地质垂直剖面图(断面图)。它是重要的地质图之一。在垂直断面图中要描绘地层层序、岩层性质、垂直厚度和倾角,含水层的涌水量等。

在绘制井筒地质垂直断面图的基础上,再加绘井壁砌碛、井口和井底的高程、水平剖面等内容,就完成了井筒断面图的绘制。

井筒断面图是矿井必备的主要矿图之一,图的比例尺为1:200或1:500,它是井筒情况的原始记录,它既是重要的地质原始资料,又是今后井筒维修和改建的重要技术依据。图7-19是一张井筒断面图的一部分。

井筒断面图的主要内容包括:

(1) 在断面图上,首先绘出井筒的平面图,图上应绘出井口的十字中线,井筒内装备的布设位置,标出井口坐标及井筒十字中线的方位角。

(2) 除岩层柱状图之外,还应绘出其它采矿技术资料,如井筒开凿时的涌水量,井筒掘进的年和月,砌碛的日期,岩层和煤层的厚度及距地表的深度。

(3) 井筒截面的尺寸、井壁和井壁座的厚度。

(4) 井筒断面的右边绘出地质断面, 左边注明岩层的名称。煤层倾角注在煤层界限之内。

(5) 在岩层柱状图的右边绘有比例尺为 1:20 的煤层构造柱状图, 注明煤层编号及厚度。

(6) 井口标高用红色标注, 每一水平标高用蓝色标注, 并注明水平的名称。

(7) 对于其他竖直巷道(天井、小井等)也应绘制类似柱状图。

八、保护煤柱平面图

保护煤柱平面图是为了在建筑物、河道、铁路等地表有保护对象的下面开采煤层。而从技术上防止由于开采引起地表移动所绘的保护煤柱区域图。

九、其他矿图

生产矿井所需用的图纸, 除了测量图和地质图, 还需要一些在测量图和地质图基础上绘制的其他图。

(1) 运输、通风、排水、供电系统图。为了反映井下运输、通风、排水和供电情况, 必须利用井下巷道图绘制运输、通风、排水、供电系统图。

图 7-20 是一张通风系统示意图。该图是在井下巷道图的基础上, 用示意方法画出。

该类图纸的用途是:

①反映井下 4 大系统的线路、设备 and 能力, 以便能及时发现问题和处理问题。

②审查 4 大系统中所存在问题, 不断改善各系统中存在的不合理现象。

③作为编制该类系统年度计划和远景规划的基础资料。

(2) 煤层采掘计划图。煤层采掘计划图是根据煤层采掘



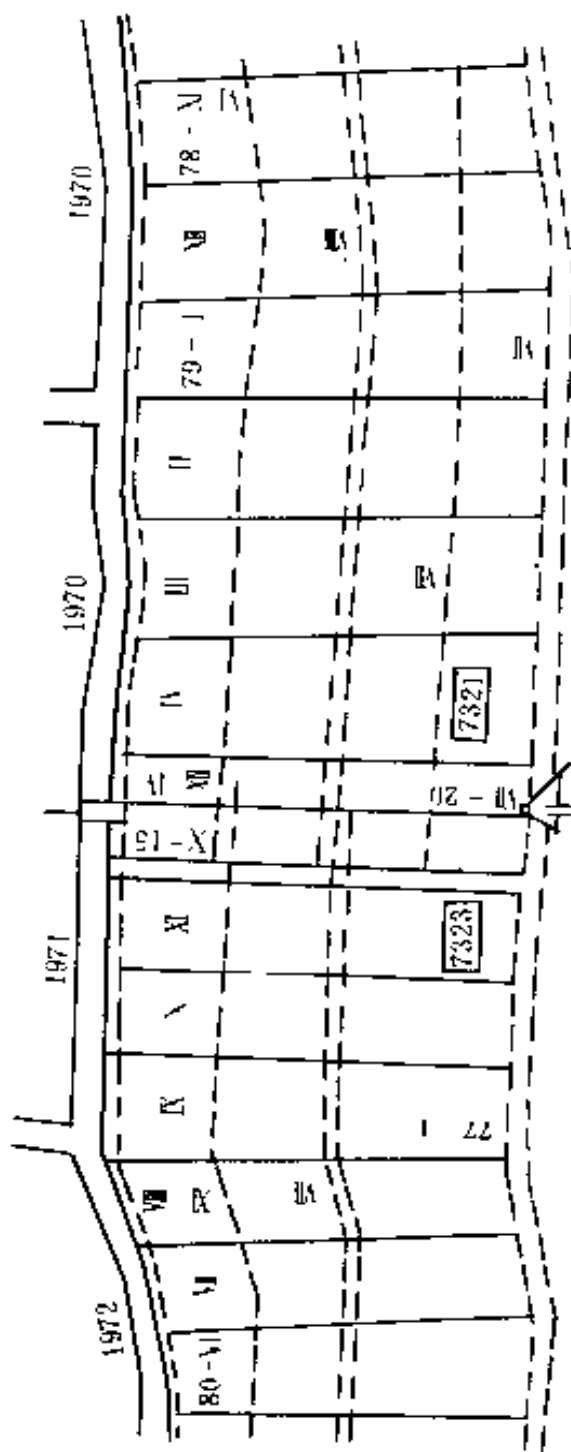


图 7-21

工程图和煤层等高线图,按照矿井计划的生产任务而编制的图。图 7-21 是某矿某一煤层采掘计划图的一部分。图的上部为已采区,下部为计划采区。图上划分了采区,布置了工作面,给定了巷道掘进日期和工作面回采日期。此外,还应在图的下部位编制回采工作面计划表格,表中列出煤层倾角、煤厚、可采煤量、掘进进尺、采煤方法、回采率、平均日产量、总回采煤量、工作面接替等内容。图的主要用途是:

①作为编制矿井年度计划及回采设备预算的依据。

②作为安排煤巷掘进和回采能力的依据。

③了解计划年度的准备煤量和回采煤量,掌握采区和工作面的衔接。

④了解煤巷计划进尺和计划工作面开采长度等。

(3) 水平开拓掘进计划图。水平开拓掘进计划图是根据水平主要巷道和煤层等高线图编制的,根据主要巷道图画出已经开拓出的巷道,根据等高线图计划出今后开拓的巷道。然后根据矿井的人力,设备和物力、安排各个巷道的掘进日期。图 7-22 是某矿 8、9 两水平的开拓掘进计划图。这类图的主要用途是:

①作为编制年度掘进投资和建筑器材计划的依据。

②作为安排开拓掘进施工力量的依据。

③用于检查计划年度内开拓掘进完成的情况。

④检查采区和水平接替的准备情况。

(4) 金属矿山测量图

金属矿山测量图的种类和煤矿基本相同,但图的名称稍有不同。金属矿的中段巷道平面图相当于煤矿的水平主要巷道平面图,采场的采掘工程图相当于煤层的采掘工程图。由于金属矿井田范围较小,地质、采矿条件较为复杂,故测量

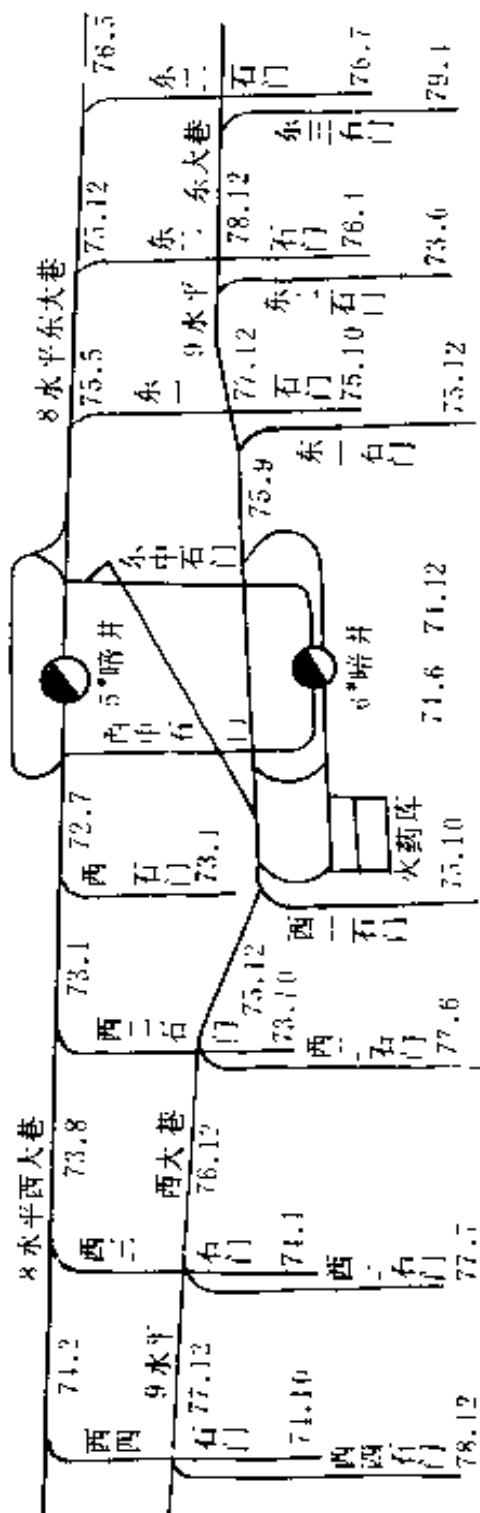


图 7-22

图的比例比煤矿的测量图要大。地面测量图纸的比例尺一般是 1 : 1000, 甚至采用 1 : 500。井下测量图纸通常是 1 : 500 和 1 : 1000, 有的专用图还采用 1 : 100 和 1 : 200。其次在图例符号方面也有一些区别, 冶金工业部对此另有规定。下面仅介绍金属矿中两种主要图。

(1)中段平面图。金属矿的开采和煤矿开采一样, 也是将矿体分为许多段, 然后由上往下分段进行开采。为了开采每一分段, 在分段内要掘进许多采掘巷道。反映每一分段采掘巷道的图纸称为中段采掘巷道图。由于该类图纸是采用水平面作为投影面, 故称为中段采掘巷道平面图, 简称为中段平面图。

图 7--23 为某金属矿 572m 中段平面图。从图中可以看到, 该矿立井和平硐联合开拓矿体, 过主平硐从地表沿该水平开凿, 在此水平上有 3 个立井向下开凿。主平硐掘进到矿脉后, 开掘了 3 条沿脉巷道, 12 条穿脉巷道。在每一矿块的沿脉巷道旁边, 都掘有溜矿天井, 由此进行采矿准备工作。主平硐不仅是该中段的主要运输巷道, 而且也为下部中段提升上来的矿石和废石进行转运。

中段巷道平面图的主要用途与煤矿的水平主要巷道平面图相类似, 而且它较为详细地反映了采矿准备工作, 是金属矿井的最重要的必备矿图之一。这种图是按规定的图幅绘制成原图, 通常采用 1 : 200, 1 : 500 和 1 : 1000 3 种比例尺。

如果将几个中段平面图综合绘制成中段综合平面图, 则可以明显地反映出矿体开采的空间情况, 必要时可加绘竖直面投影图 (纵投影图) 和横断面图 (横剖面图)。

(2)采场采掘工程图。图 7-24 是分段崩落法的采场采掘工程图, 其中图 7-24a 是主要运输水平的平面图, 图 7-24b

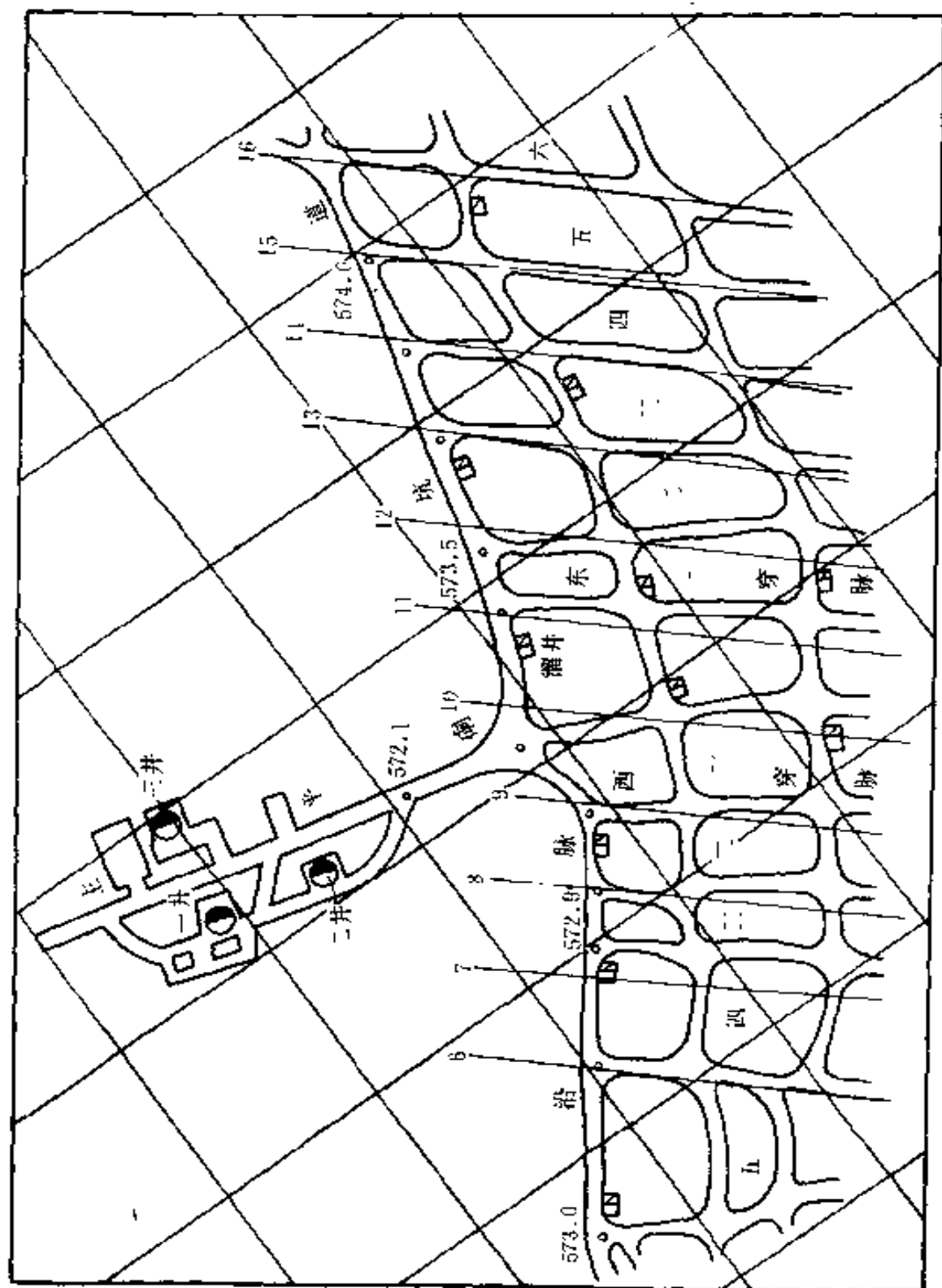


图 7-23

是第 I 分段的平面图, 图 7-24c 是沿 52 号剖面线的垂直剖面图。

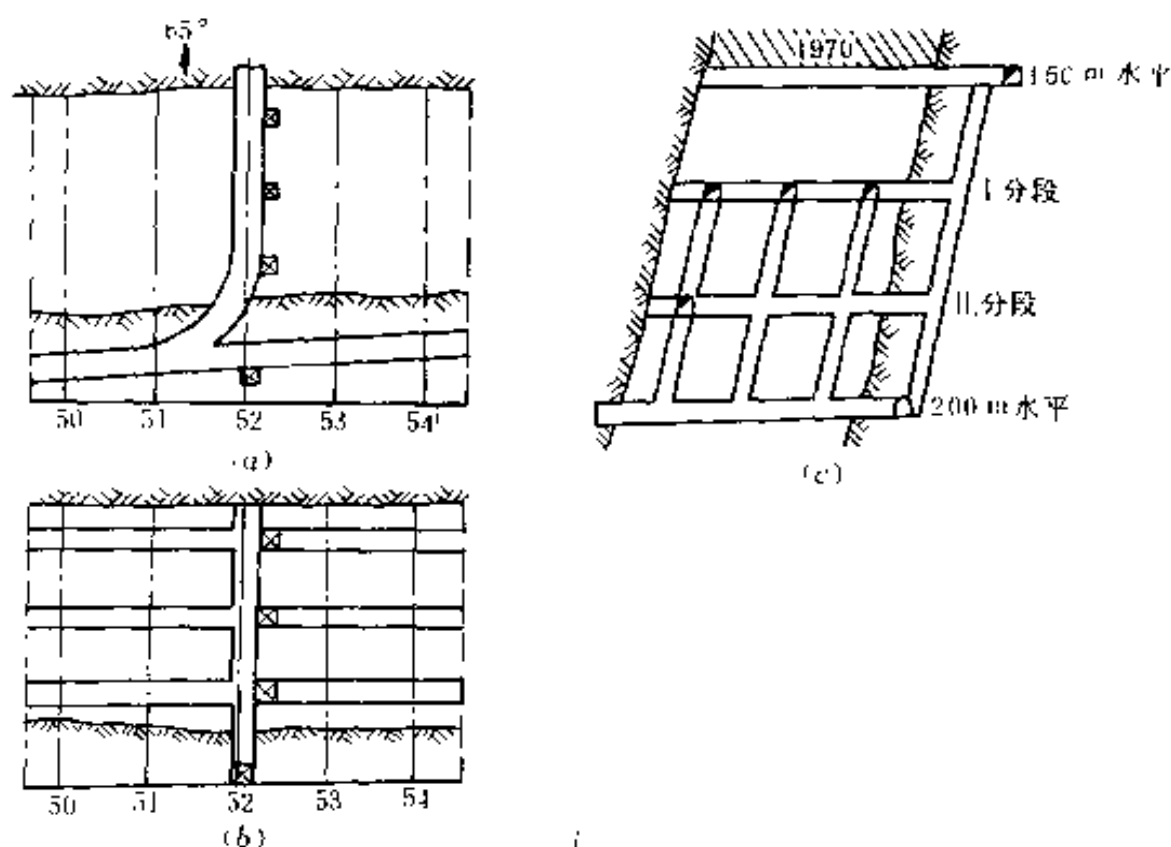


图 7-24

从图 7-24 可以看到, 200m 水平为主要运输水平。在矿体的底帮围岩内掘有运输平巷, 采区中部掘有穿脉巷道。从穿脉巷道的一侧在矿体内往上掘进, 掘有 3 个溜矿天井, 上达 I、II 分段。在每一分段内又掘 1 条穿脉巷道和 3 条沿脉巷道。采矿工作是在沿脉巷道内向两侧打眼放炮进行崩落矿石。

采场采掘工程图的用途与煤矿的采区煤层采掘工程图相同。它是金属矿必备的矿图之一, 图的比例尺为 1:100、1:200 或 1:500。

第八章 地表移动及地形曲面的 计算机制图

一、地表移动及地形曲面的现象与假设

矿山的开采在很大范围内打破了岩体的初始平衡状态,导致了岩体的变形并逐步向新的平衡状态转化,导致了岩层及地表移动。现假设岩体是板状的块体,在整个移动过程中受多种因素影响。岩体板在确定区域内的移动变化,地表的沉降是个连续变化的复杂曲面板(三维空间复杂曲面)。为有利于研究,现假设此岩层或地形曲面为粘弹性介质组成的岩体。对于此确定区域内地表及地形曲面的运动轨迹,对于各岩体曲面上任何一点的运动轨迹状态研究,用计算机图示其空间曲面形态显得十分重要。这里简要介绍一下如何利用测量误差理论,研究地表移动及地形曲面制图的方法。现把岩体运动变化看作是连续的形状变化,即所谓连续运动的速率面的变化。这个连续变化的岩层曲面或地形曲面的严格解析式无法求得。但是从数学上,这个连续曲面总可以假设用一系列简单的数学曲面叠加,以任意精度逼近,从而得到满足反映岩体运动曲面或地形曲面实际需要的表达式。这就是美国 Hardy 在 1978 年报告中提出的用多面函数作为速率面逼近基函数的研究地震曲面的方法。

二、岩层移动曲面或地形曲面的多面函数的观察方程

1. 观察方程

为研究方便,假设岩层连续曲面上的一点 (x, y) 处的

运动速率 $\dot{M}(x, y)$, 可以用 n 个多面函数的叠加来逼近。

$$\text{即 } \dot{F}(x, y) = \sum_{i=1}^n a_i Q(x, y, x_i, y_i) \quad (8-1)$$

式中 a_i ——待定系数;

Q ——基函数。

采用多面函数时 Q 的一般形式为:

$$Q(x, y, x_i, y_i) = [(x-x_i)^2 + (y-y_i)^2 + \delta^2]^{-b} \quad (8-2)$$

式中 δ ——平滑因子;

b ——非零的实数 (可供选择)。

(8-2) 式可一般写成:

$$\dot{H} = Qa \quad (8-3)$$

设在 t_0 时刻 i 点的高程为 F^0_i , 则对于时刻 t 观察的 i, j 点间的高差 f_{ij} 有:

$$f_{ij} + V_{ij} = (F^0_j - F^0_i) + \dot{F}_j(t-t_0) - \dot{F}_i(t-t_0) \quad (8-4)$$

写成矩阵形式

$$f + V = A_1 F^0 + A_2 Q \cdot a \quad (8-5)$$

当选定了适当的基函数形式和个数, 即可 $V^T P V = \min$ 的条件下, 求出 t_0 时刻的高程参数 F^0 及待定系数 a 。

当然在采用多面函数速率面逼近时, 也需要选定好高程和速率基准。

2. 基函数的选择

上述基函数 Q , 对应不同的 b 值有不同的基函数。此处基函数根据岩层移动或地形变化的资料及测试比较, 采样点和插值点的分布, 不同基函数逼近效果的比较, 选用双曲型比较好 (图 8-1)。

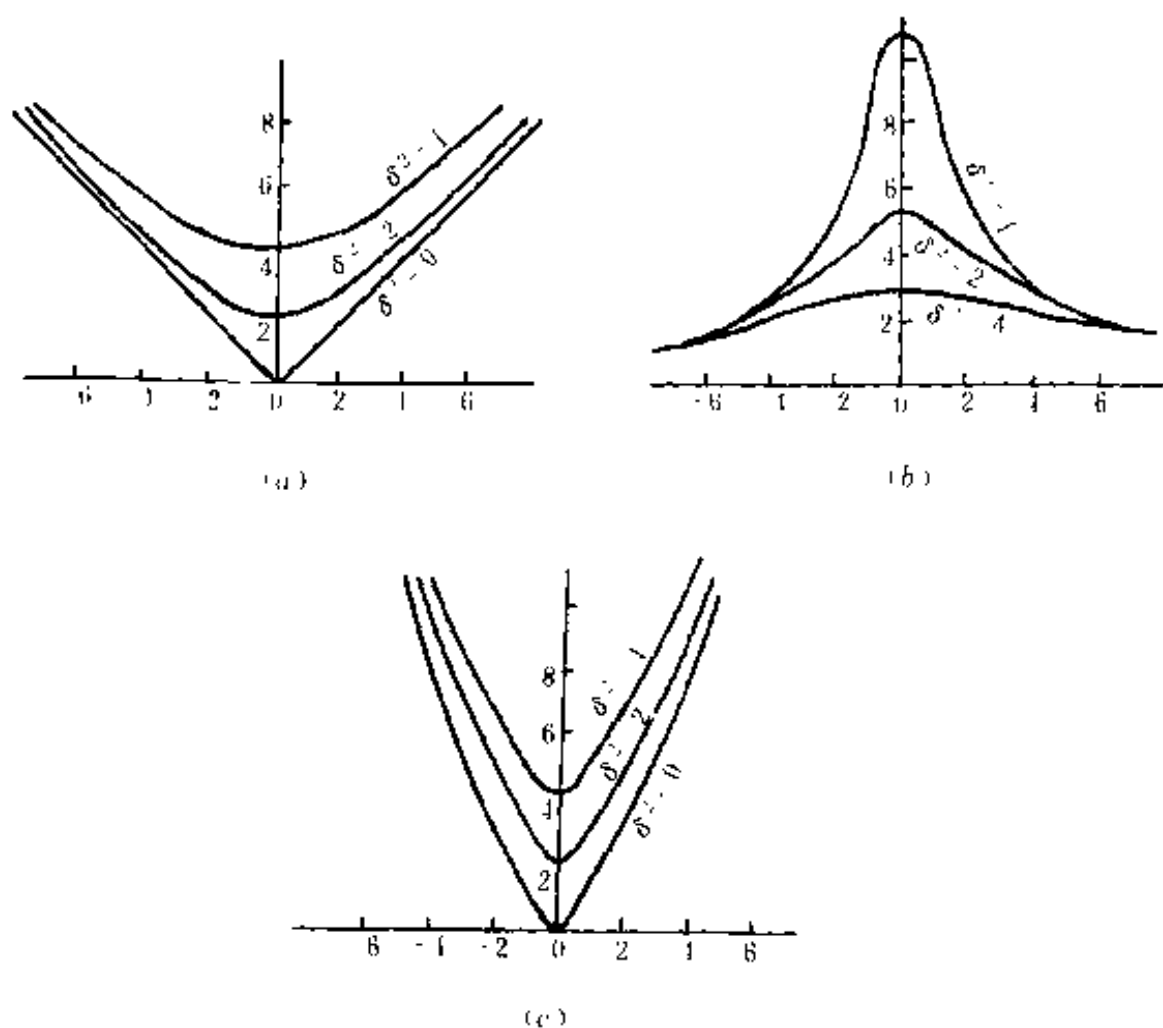


图 8-1

即 $b = \frac{1}{2}$, 正双曲型 (见图 8-1a)

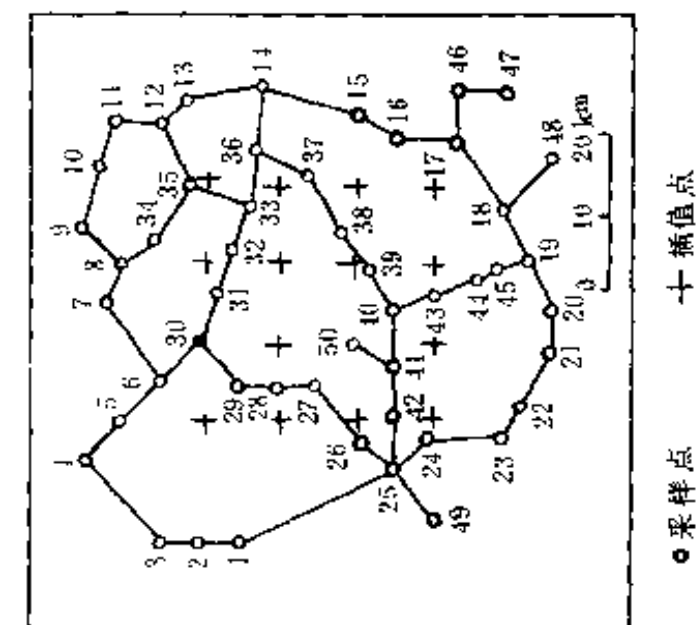
$$Q(x, y, x_i, y_i) = [(x-x_i)^2 + (y-y_i)^2 + \delta^2]^{\frac{1}{2}}$$

或 $b = -\frac{1}{2}$, 倒双曲型 (图 8-1b)

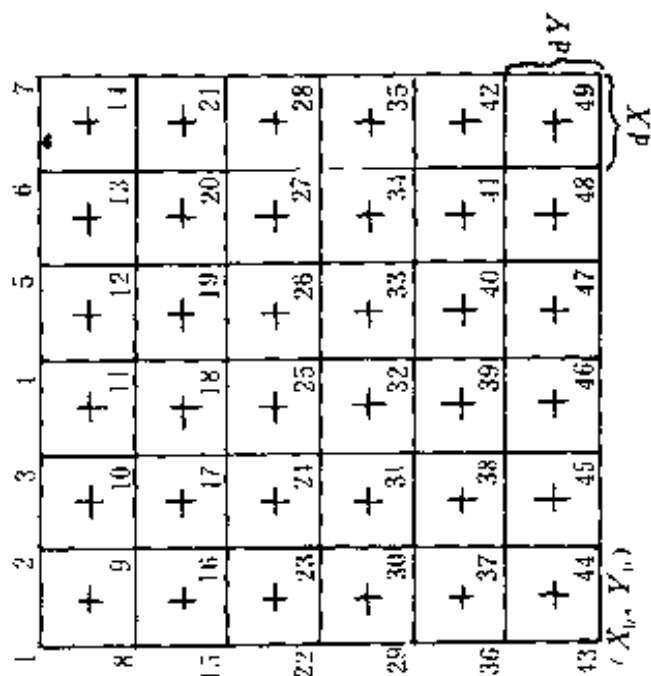
$$Q(x, y, x_i, y_i) = [(x-x_i)^2 + (y-y_i)^2 + \delta^2]^{-\frac{1}{2}}$$

或 $b = \frac{3}{2}$, 三次曲面型: (图 8-1c)

$$Q(x, y, x_i, y_i) = [(x-x_i)^2 + (y-y_i)^2]^{\frac{3}{2}} + \delta^2;$$



(b) 曲线上的采样点和插值点分布



采样点(曲面 I) $dX = dY = 2.67$

$X_0 = 3.0, Y_0 = 3.0$

插值点(曲面 II) $dX = dY = 10.0$

$X_0 = 25.0, Y_0 = -25.0$

(a) 曲面 I, II 的采样点和插值点分布

图 8-2

三、三维地形曲面和岩层移动曲面的计算机模拟绘制

在计算机模拟地形曲面和岩层移动曲面时应注意如下过程:

- (1) 确定观察方程;
- (2) 选择适当的基函数形式和个数;
- (3) 确定地形沉降曲面的监测网及测段和区域曲面的采样点结点个数及参数 (图 8-2);
- (4) 计算并模拟岩层曲面或地形曲面的三维立体图或截面图 (图 8-3 和图 8-4)。

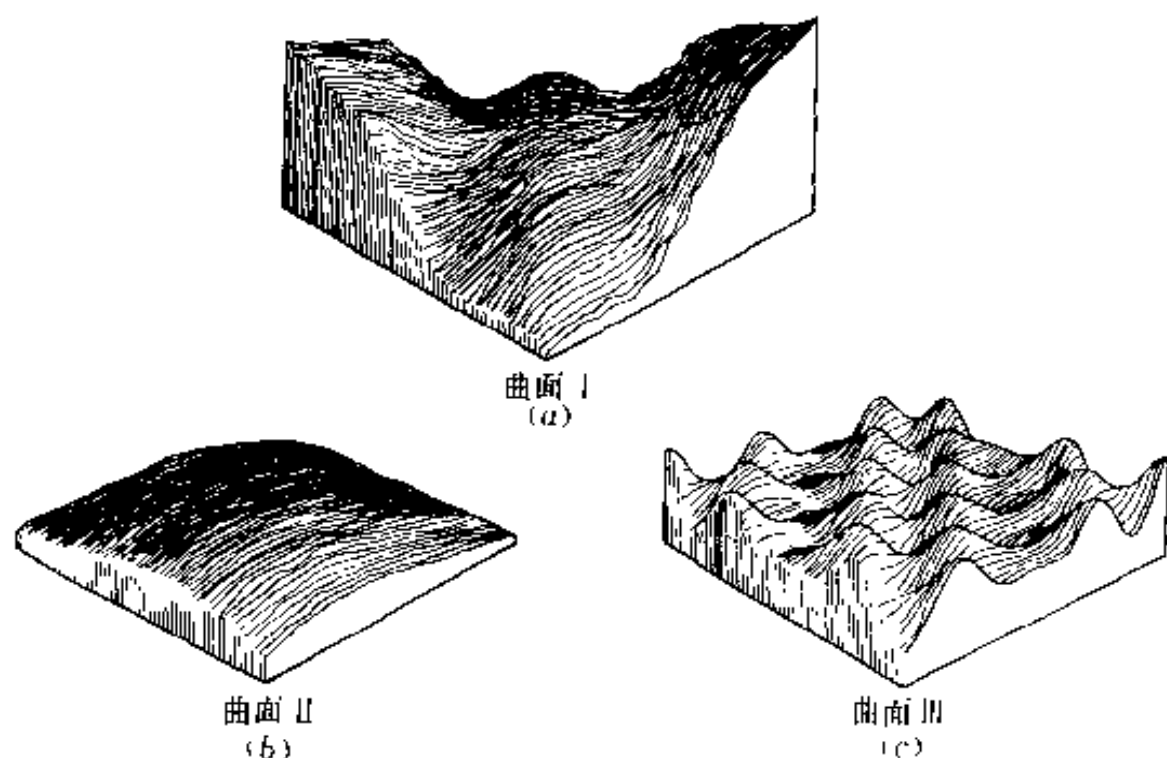
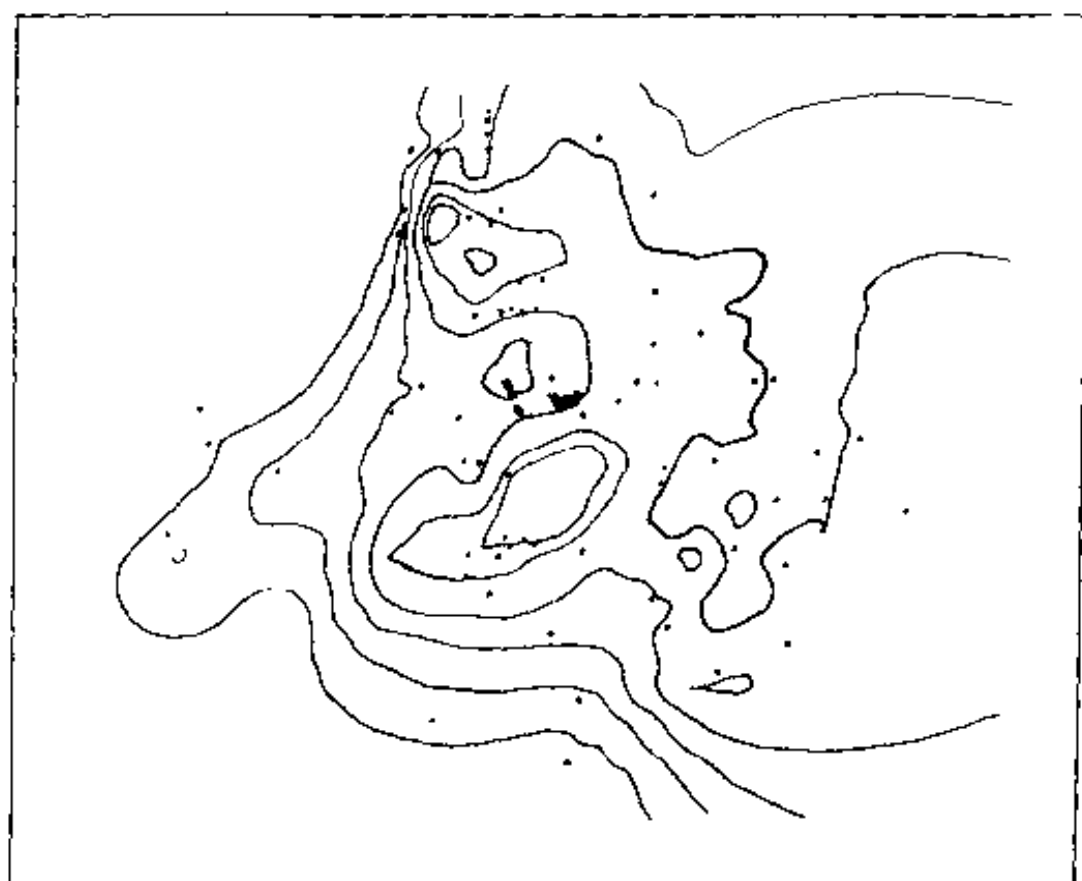
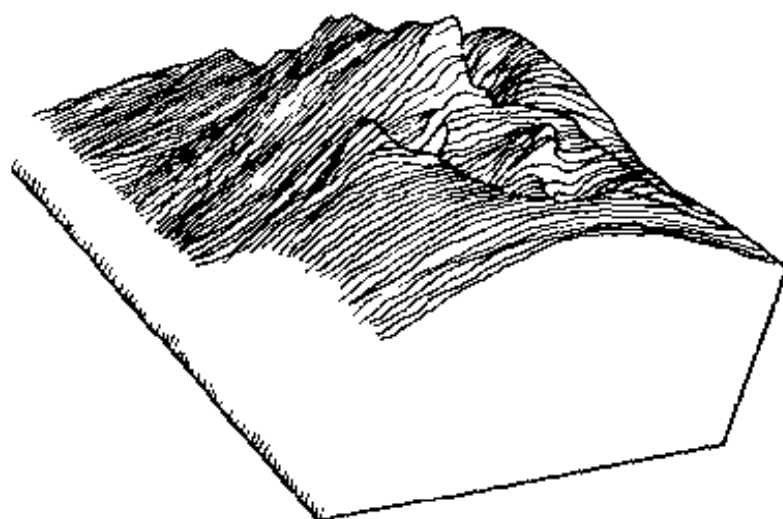


图 8-3



(a)



(b)

图 8 - 1

参 考 文 献

1. 《标高投影学》，E哲生编著，建筑工程出版社，1959年
2. 《地质制图学》，B. A. 阿普若道夫著，高教出版社，1957年，马万钧等译
3. 《画法几何学》，大连理工大学工程画教研室编，高等教育出版社，1992年
4. 《矿山测量学》，中国矿业学院测量教研室编，煤炭工业出版社，1979年
5. 《矿山测量学》，周立吾等编，中国矿业学院出版社，1987年
6. 《采煤学》，中国矿业学院等院校，煤炭工业出版社，1980年
7. 《矿体几何学》，朱晓岚等编，中国矿业学院出版社，1980年
8. 《标高投影学》，(М. Я. Громов) Москва, 1951年
9. 《地质矿山测量实用投影》，雷若夫，地质出版社，1956年
10. 《多面函数拟合在地壳垂直运动中的应用》，黄立人等，测绘学报，1992年2月

地信网论坛网络域名: <http://bbs.3s001.com/>

地信网论坛打造中国最大的地质学习及地质相关软件的交流、下载门户网站!