

标 高 投 影

焦作矿业学院制图教研室

一九八五年十月

第一节 标高投影的基本知识

(一) 标高投影的概念:

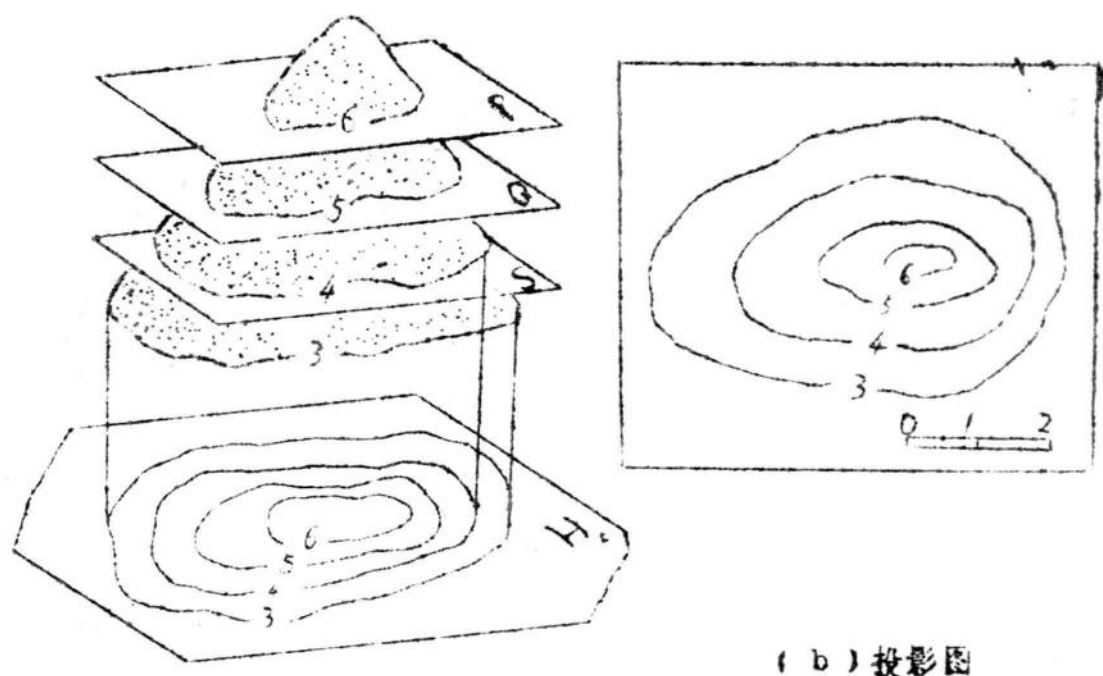
在煤矿生产和土木建筑工程中,需要绘出地下煤层构造和地形图,同时将地上或地下的土工程结构物绘于其上,并用图解的方法解决有关度量问题。由于煤层和地面的形状起伏变化比较复杂,如采用正投影法作多面投影,不仅感到作图繁杂,而且图样的明显性及可量性都不能满足实际生产的需要。因此,人们在生产实践中,逐步创造和应用了一种特殊的绘图方法——标高投影法。

标高投影法——物体按正投影法投影到一个投影面上,并附加数字以标注其高度,所得图形,称为标高投影图;此法,即标高投影法。

如图1表示用等高线(被不同高度的水平面剖切而得)绘制地形图的方法,它是应用标高投影的具体例子。

这样,依靠其水平投影和标出的高度,即确定了该地形在三个方向(X 、 Y 、 Z)的尺寸,和它在空间的形状。

应当指出,上述地形图只能表示出该地形对投影面的相对位置,而不能表明它在空间的绝对地理位置,为此,还应画出经纬坐标线。但为了作图清晰,本书除在个别图中画出经纬线外,一般都略而不画。



(a) 直观图

(b) 投影图

图1 地形的标高投影图

(二) 煤矿工程图中采用的计量单位和比例

1、计量单位：在煤矿工程图中，一般以“米”为计量单位。为了叙述方便，本书在以后的章节中，如不加特殊说明，即定为以“米”为计量单位。

2、比例：图中物体要素的线性尺寸与实际物体相应要素的线性尺寸之比。

由于地形、煤层都是很大的，故在矿、建制图中，常采用缩小比例绘图，常用的缩小比例有 $1:10^n$ ， $1:2 \times 10^n$ ， $1:5 \times 10^n$ ，此处 n 为正整数。例如在一张图中用 0.010 米代表实物长 10 米，则

$$\text{比例} = \frac{\text{图形大小 } 0.010}{\text{实物大小 } 10} = \frac{1}{1000}$$

此时在作图时所用的比例尺应为 。这样，

图中每有比例尺上一小格长的线段，即表示实物的一个单位（此处为 10 米）长度。在图样上表示比例的方法，用“权值法”（如

$M \frac{1}{1000}$ ， $M \frac{1}{2000}$ ……等），和“图示法”（即作出比例尺）均可。

一张完整的标高投影图，应具有标高投影、经纬线和比例三项内容，以完整地确定物体在空间的形状、地理位置和大小。

第二节 点和直线

（一）点

作出点在基面 H （注一）上的正投影，并以数字注明了该点距

注一：基面 H ，即标高为零的水准面，我国现以黄海海平面为准。

离H面的高度，就形成了点的标高投影图。

如图2(a)轴测图所示，分别作出了A、B、C三点在基面H上的正投影a、b、c，并在各点投影名称的字母的右下角，分

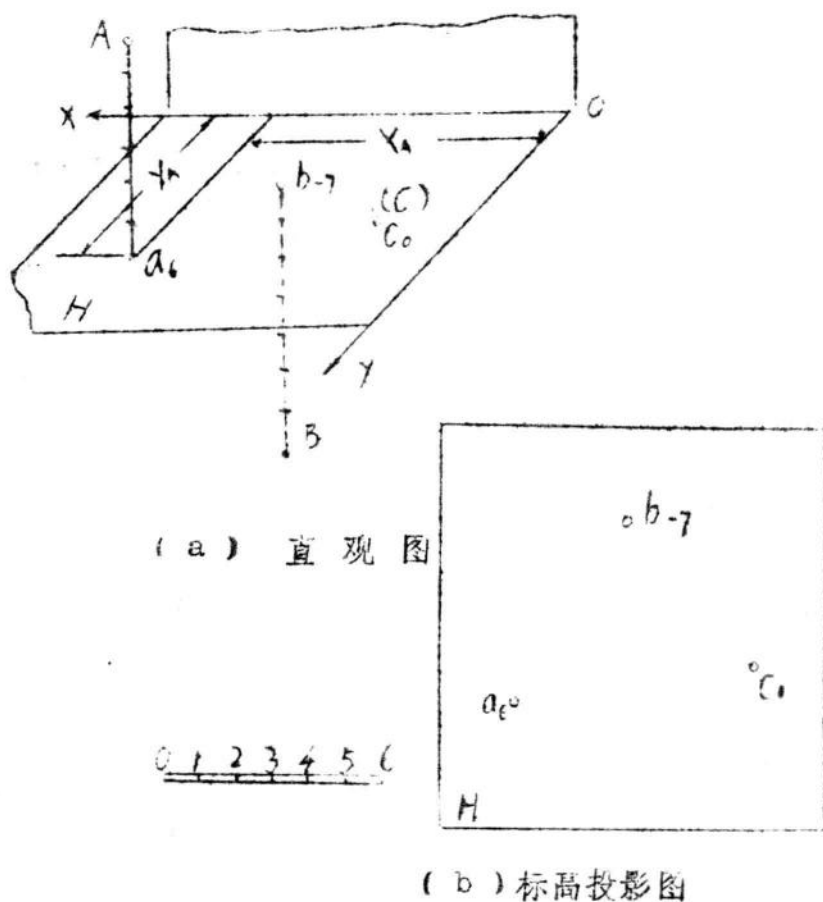


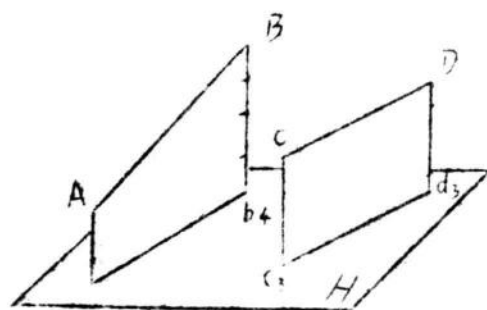
图2 点的标高投影

别注出了三点距离H面的高度（称为标高值）。A点高于H面六个单位，标高值为“正”，但一般可略而不注，故写成 a_0 ；B点低于H面七个单位，标高值必须用负值来标注，故写成 b_{-7} ，而C点恰巧在H面内，标高值为零，故写成 c_0 。图2（b）就是这三个点的标高投影图。根据图形和所给比例尺，三点在平行投影面方向的尺度，可直接用比例尺量出，而三点的高度，则直接由比例尺可知，从而三点在空间的位置及其相互位置即完全确定。

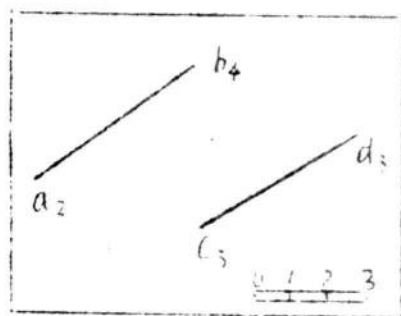
（二）直线

1、直线的表示法

（1）、两点确定直线：如图3所示，联接A、B二个点的标高投影 a_2 、 b_4 ，即为直线的标高投影。



（a）直观图

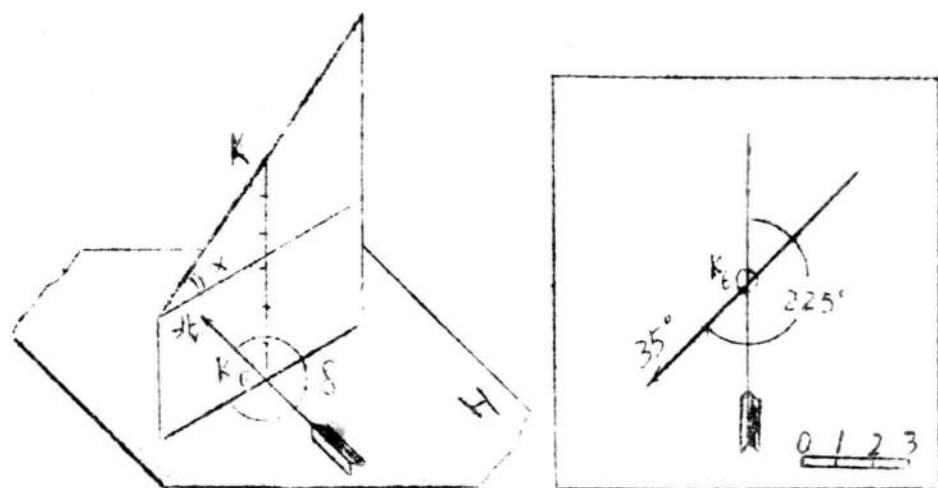


（b）投影图

图3 两点定直线及等高线

(2). 等高线：因为平行于投影的直线（即水平线）上各点的标高值皆相等故称其为等高线。如图3中的 CD 就是标高为3的等高线，其特点是： C 、 D 二端点标高相等，投影 c_3d_3 和实长相等，它对 H 面的倾角为零。

(3). 直线上的一点及该直线的方向决定一直线：直线的方向是由直线的方位角 δ 与直线对 H 面的倾角 α 决定。所谓方位角“ δ ”是指该直线与当地子午线所成的角度，其大小是在投影图上，由指北线按顺时针方向转到直线的下降方向所转过的角度。图4表示直线经过 K_0 点，方位角 $\delta = 225^\circ$ ，倾角 $\alpha = 35^\circ$ 。



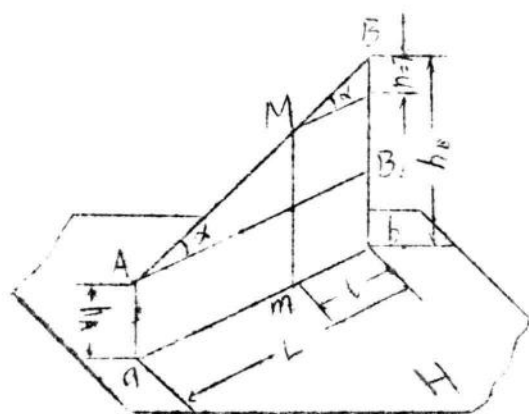
(a) 直观图

(b) 投影图

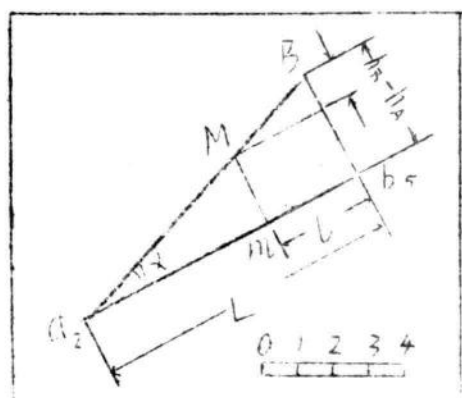
图4 一点及方向决定直线

2、直线的倾角、实长、坡度和间距

(1)、倾角和实长：如图 5 (a) 所示。直线 AB 对 H 面的倾角 α ，就是直线 AB 和其水平投影 ab 之间的夹角。如图 5 (b)，



(a) 直观图



(b) 投影图

图 5 直线的倾角、实长、坡度和间距

现知线段 AB 的标高投影 a_2b_2 ，要确定线段的倾角 α 与线段的实长；其求法与正投影中直角三角形法相同，以线段的标高投影 a_2b_2 为一直角边，以 A 、 B 两点的高度差三个单位为另一直角边，作出直角三角形 a_2b_2B ，即和直观图中直角三角形 AB_2B 全等，故斜边 a_2B 为线段 AB 的实长，它和 a_2b_2 边间的夹角 α ，即为 AB 直线对 H 面的倾角。

(2)、坡度 i 和间距 l ：如图 5 所示，直线倾角的正切值称为坡

度 i ，即

$$i = \operatorname{tg} \alpha = \frac{Bb - Aa}{ab} = \frac{h_B - h_A}{L} \dots\dots\dots (1)$$

式中 α 为直线 AB 对 H 面的倾角， h_B 和 h_A 为 A 、 B 两点的标高值， L 等于 AB 直线的投影 ab 长。

当直线上两个点的高度差为一个单位时，该线段的水平投影称为间距 l 。如图 5 所示，在 AB 线上取一点 M ，使 M 点和 B 点的高度差 $h = 1$ （相当于比例尺上一单位长——即一格），则 B 和 M 两点的水平投影长 bm 即为间距 l 。由图可见，(1) 式可改写为：

$$i = \operatorname{tg} \alpha = \frac{h_B - h_A}{L} = \frac{l}{1} \dots\dots\dots (2)$$

由式可知，直线的坡度 i 与间距 l 互成倒数，坡度愈大，则间距愈小，坡度愈小，则间距愈大。

5. 直线上的点、直线上的刻度点

(1)、直线上的点：在标高投影中，点在直线上的投影特性和正投影法一样，即：点在直线上，点的投影必在直线的投影上；点分线段成定比，则点的投影也分线段成同样的比例；如图 6 所示。

利用上述特性，在标高投影图上，就可以解决在直线上取点，和检验空间的点是否位于已知直线上的问题。

例 如图 7 (a) 所示，已知直线 AB 的标高投影为 $a_{1.7} b_{5.5}$ ，及直线上一点 C 的投影，试求 C 点的标高值 h_C 。

解：可用求实长的方法求出 h_C ，如图 6 所示，包含 AB 作一

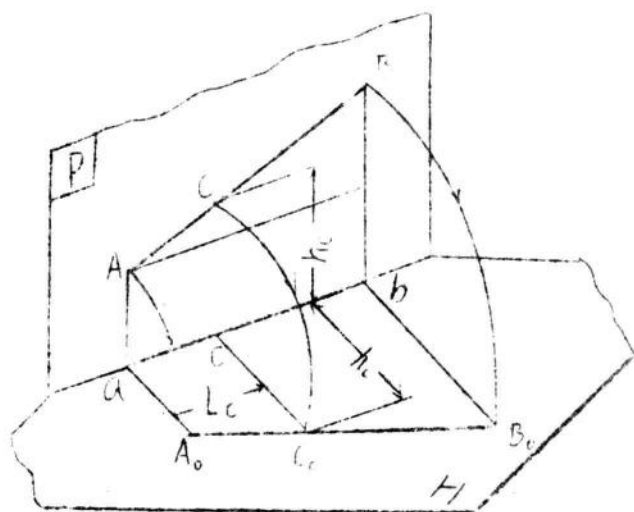
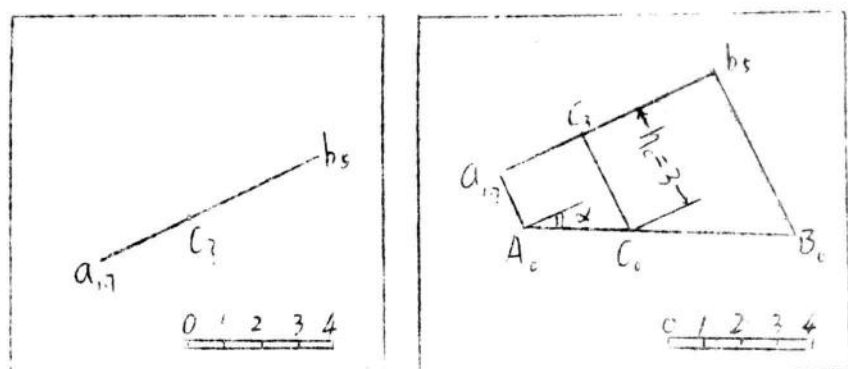


图6 直线上的点 (直观图)



(a) 已知条件

(b) 图解方法

图7 在直线上取点

铅垂面，用变换投影面的原理作出 A B 直线的实长 A_0B_0 ，再过 C 点引 a b 的垂线与 A_0B_0 相交得 C_0 点， cC_0 的长度就是 C 点的标高值 h_C ，图 7 (b) 为其图解方法，现由图中比例尺量出 $h_C = 3$ (单位)。

※※我们亦可用计算的方法求出 C 点的标高值 h_C ，如图 6 所示，直线 A C 的坡度

$$i = \operatorname{tg} \alpha = \frac{h_B - h_A}{L} = \frac{h_C - h_A}{L_C} \text{ 或写成}$$

$$h_C = h_A + L_C \cdot i$$

式中： L_C 为 A C 直线的投影长。

由图中比例尺量得

$$L = a b = 6.6, \quad L_C = a c = 2.6,$$

故：

$$h_C = 1.7 + 2.6 \frac{5 - 1.7}{6.6} = 3 \text{ (单位)}$$

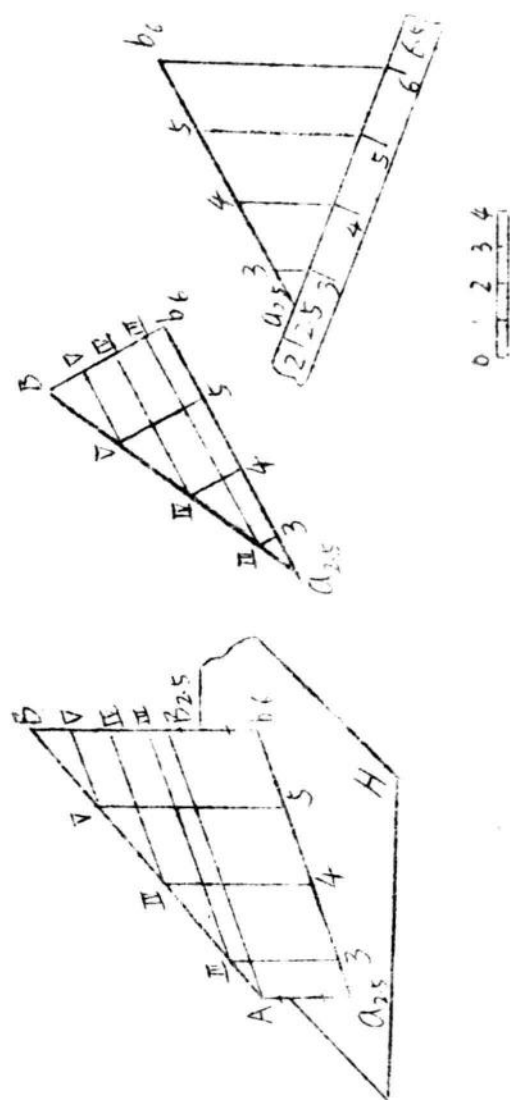
掌握以上二法，可以互相验证。

显然，若知 A B 直线上一点 D 的标高值 $h_D = 3.8$ ，欲确定 D 点的投影位置 L_d ，用上述二法均可解出，此不赘述，望读者自己试解。

(2). 直线的刻度：在直线的投影上，按一定的标高差数，定出标高为整数的诸点的投影，称为直线的“刻度”。

如图 8 所示，欲在 A B 直线的投影 a, b 上定出标高为整数

— 10 —



(a) 直观图 (b) 实长法 (c) 定比法

图8 直线的刻度

的点，可用求线段实长的方法解出，其作图步骤如下：

(1)、用直角三角形求出 AB 直线的实长；

(2)、在直角三角形 $a_{2.5}b_0B$ 上，过标高为 III 、 IV 、 V 等点引 $a_{2.5}b_0$ 的平行线（这些线相当于直观图中 $\triangle AB_{2.5}B$ 上高度为 3、4、5 的诸等高线 $III-III$ 、 $IV-IV$ 、 $V-V$ ），它们与斜边 $a_{2.5}B$ 相交于 III 、 IV 和 V 等点。

(3)、过 III 、 IV 、 V 等点引 $a_{2.5}b_0$ 的垂线，即可在 $a_{2.5}b_0$ 上顺次求得 AB 直线上标高为整数的点的投影 3、4 和 5 等点。显然，线段 3—4、4—5、5—6 等的长度相等，且等于直线的间距 1。

我们亦可用定比的方法，求出 AB 直线上标高为整数的点，如图 8 (c)。

(1)、过 $a_{2.5}$ 点任引一直线；

(2)、将比例尺和任引的直线重合，并将读数为 2、5 的刻线放在 $a_{2.5}$ 处。

(3)、将比例尺上读数为 6 的点与 b_0 点相连，再过比例尺上 3、4、5 等刻线点引 6— b_0 的平行线，这些线与 $a_{2.5}b_0$ 相交的点，就是 AB 直线上标高为整数的点的投影 3、4、5 等点。

顺便指出，我们亦可用此法解决图 7 中所解的在直线上定出点的标高值和点的投影位置等问题。

4、两直线的相对位置：

(1)、平行二直线：如图 9 所示，若二直线在空间相互平行，则其投影特性为：(a) 投影互相平行；(b) 间距或倾角相等；

(c) 倾斜方向一致。如果三者缺一，即为交叉或相交直线。

(2)、相交二直线：若二直线在空间相交则其投影必相交。且投

影的交点应是二直线上具有相同标高的点。在图 10 中，A B 和 C D 的投影相交，且交点 K 具有相同的标高点 K_{20} ，故二线相交。

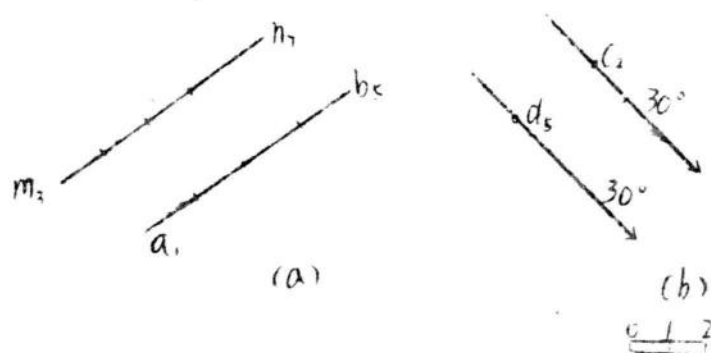


图 9 平行=直线

(3)、交叉二直线：如果二直线的投影，不符合平行和相交直线的投影特性时，即为交叉直线。

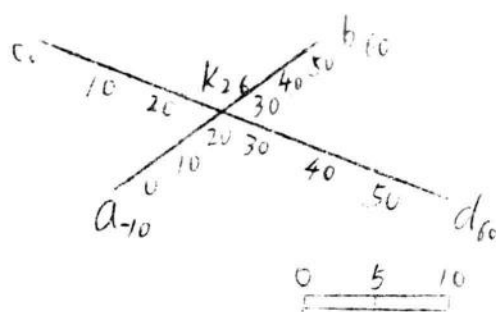
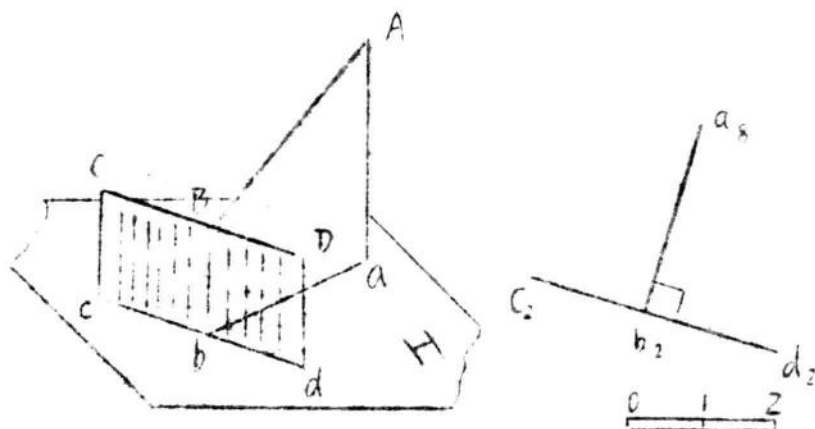


图 10 相交=直线

(4)、一边为等高线的直角的投影：根据直角定理可知，如果二直线相交成 90° ，当其中有一边平行于基面 H 时（即为水平等高线），则二直线在 H 面上的投影仍成 90° 。如图 1 1 所示。



(a) 直观图

(b) 投影图

图 1 1 一边为等高线的直角投影

注：在矿井中，水平巷道与倾斜巷道处于垂直位置时，则两巷道的投影也必垂直。

第三节 平 面

(一) 平面的表示法：

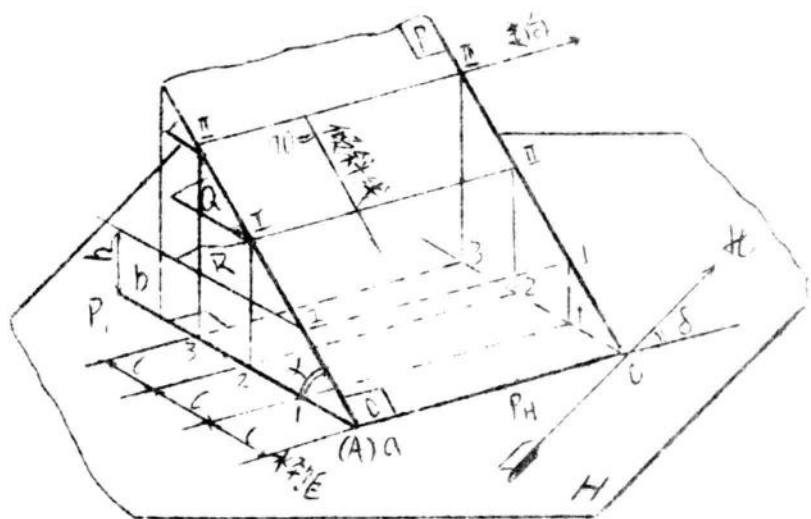
1、用几何要素表示平面：

平正投影图中一样。标高投影中，平面仍可用下列形式之一表

示，即：①、不在一直线上的三点；②、一直线及线外一点；③、相交两直线；④、平行两直线；⑤、其它平面图形。

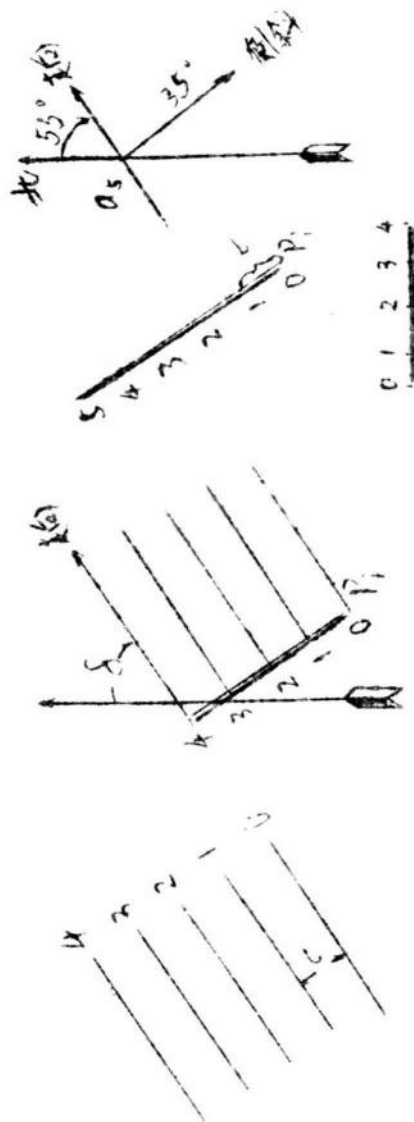
2、用一组等高线表示平面：

对平面言，等高线就是平面上的水平线。可以把它看成是由若干高差（平面与平面间的垂直距离）相等的水平面 R 、 Q 、 S 等与 P 平面的交线，如图 1 2 (a) 中的 $I-I$ 、 $II-II$ 、 $III-III$ 等； P 平面的迹线 P_H 为一条标高为零的等高线。当各等高线间的高差 h 为一单位长时，则诸等高线的投影 $1-1$ 、 $2-2$ 、 $3-3$ 之间的距离必相等，并称其为等高线的水平距，亦以 l 表示。



(a) 表示平面方法的直观图

图 1 2 平面的表示法



(b) 一组等高线 (c) 等高线与斜度尺的关系 (d) 斜度尺 (e) 走向、倾斜、倾角

图 12 平面的表示法