

标高投影与 矿山制图

主编 严锡均 刘焕芝 张伟民

煤炭工业出版社

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

煤炭工业出版社

PDG

(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 17329 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

(北京安定门外和平里北街 21 号)

北京密云云春雷印刷厂 印刷

*

开本 $787 \times 1092 \text{mm}^{1/32}$ 印张 $5^{1/8}$

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

新华书店

学

PDG

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实用工具书。



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	7
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	44
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

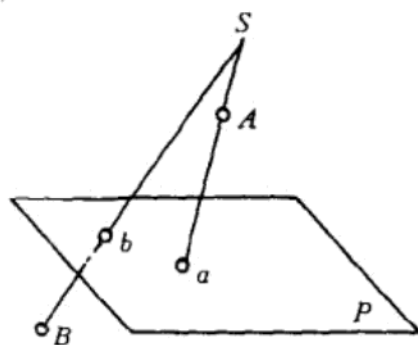


图 1-1

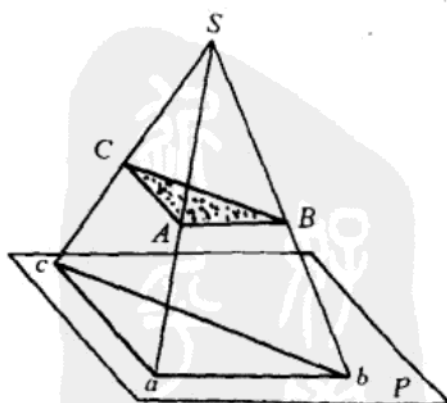


图 1-2

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）。

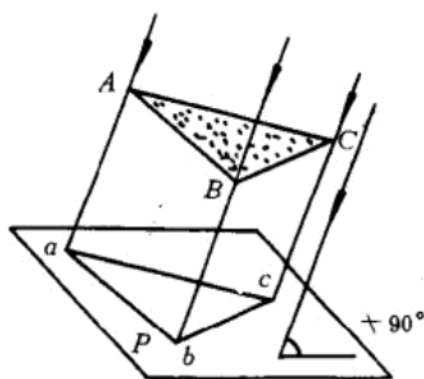


图 1-3

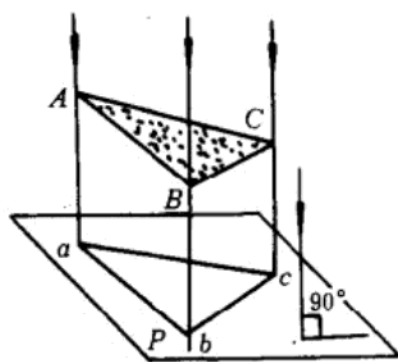


图 1-4

(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

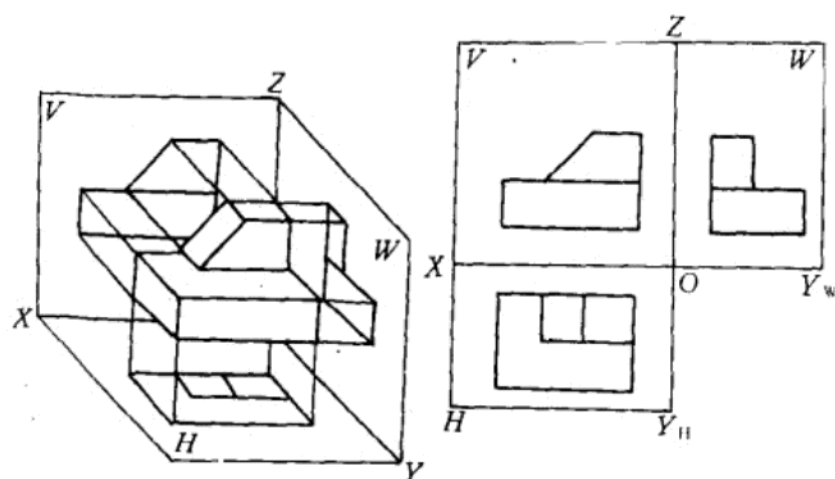


图 1-5

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，坐标轴对投影面放成一定角度，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）。

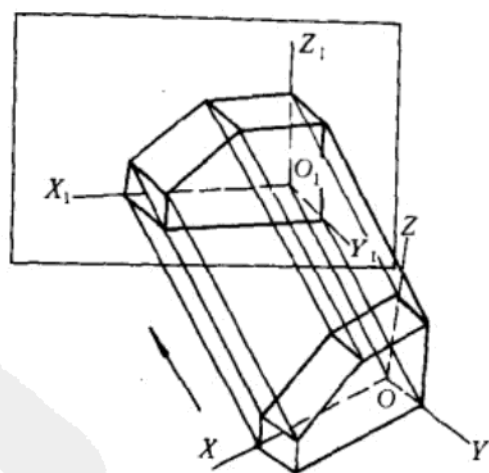


图 1-6

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）。

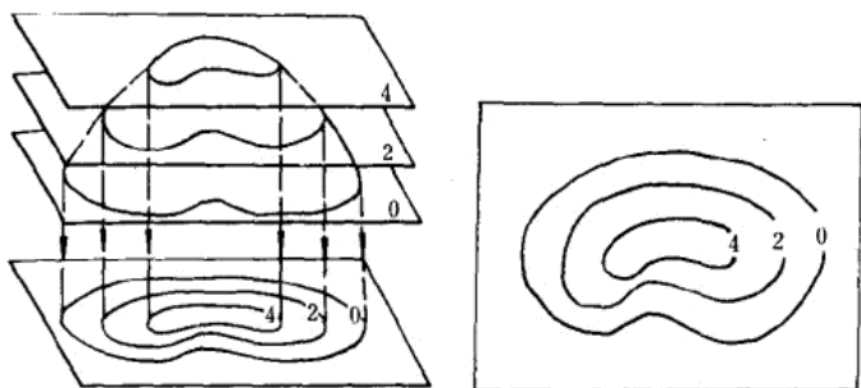


图 1-7

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

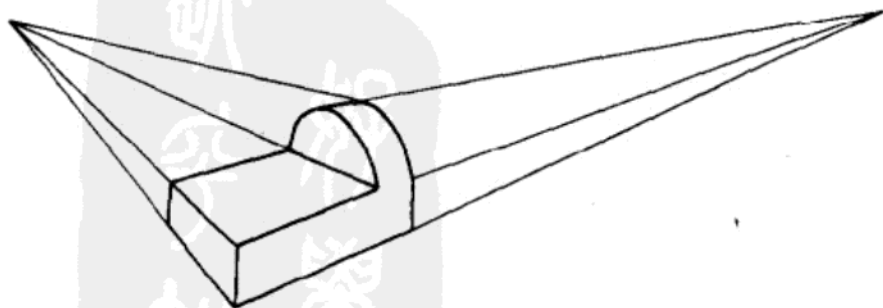


图 1-8

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_a 、 B_b 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。

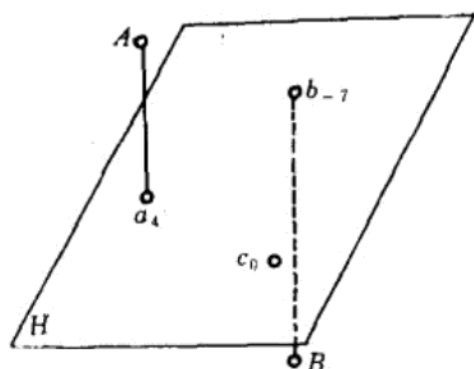


图 2-1

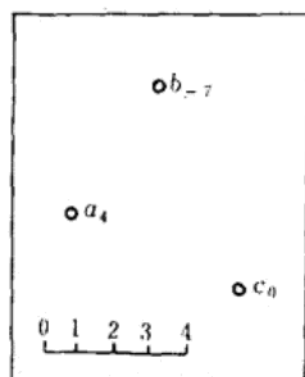


图 2-2

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

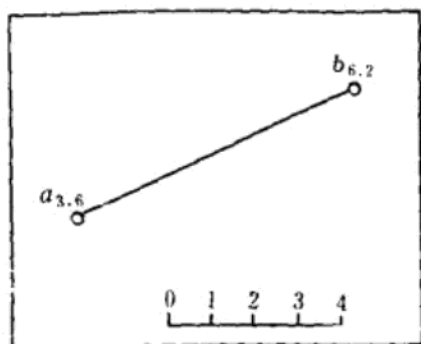


图 2-3

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:

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

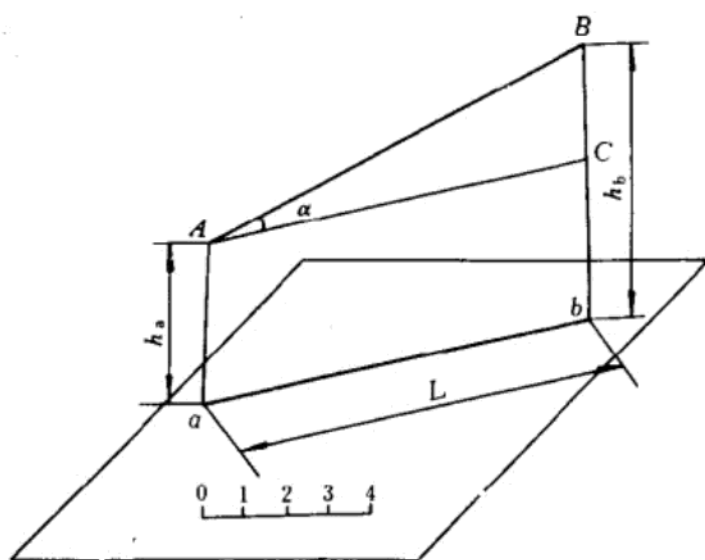
式中 α —— AB 与 ab 的夹角, 即 AB 对 H 面的倾角;

h_a —— A 点至 H 面的距离 (A 点的标高值);

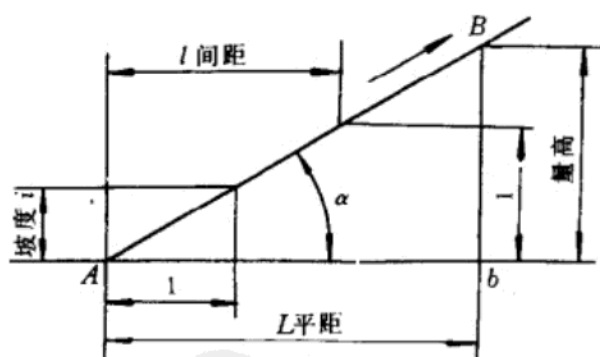
h_b —— B 点至 H 面的距离 (B 点的标高值);

h ——两端点的标高差;

L ——直线的平距;



(a)



(b)

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。

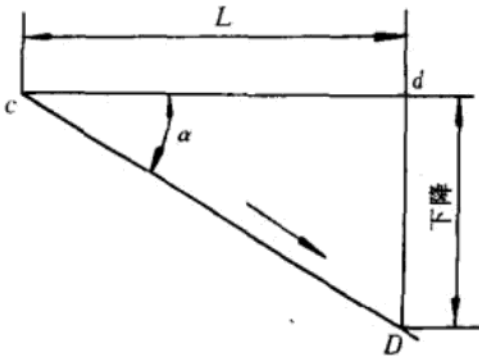


图 2-5

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：

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