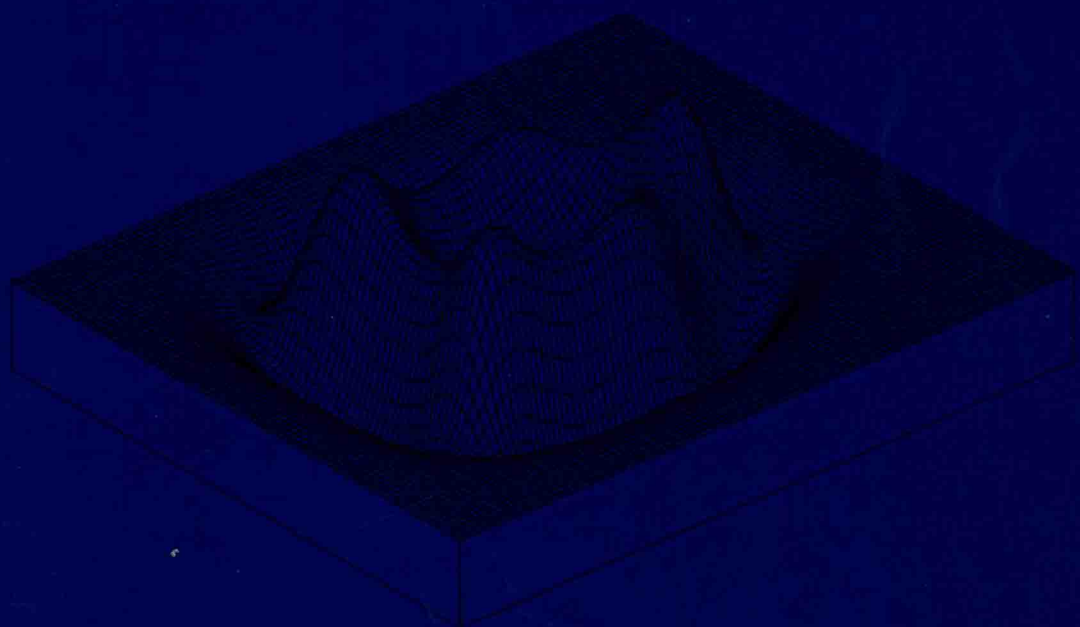


矿体信息工程学

Orebody Information Engineering

栾元重 高化军 王有良 贾凤君 余进荣 编著

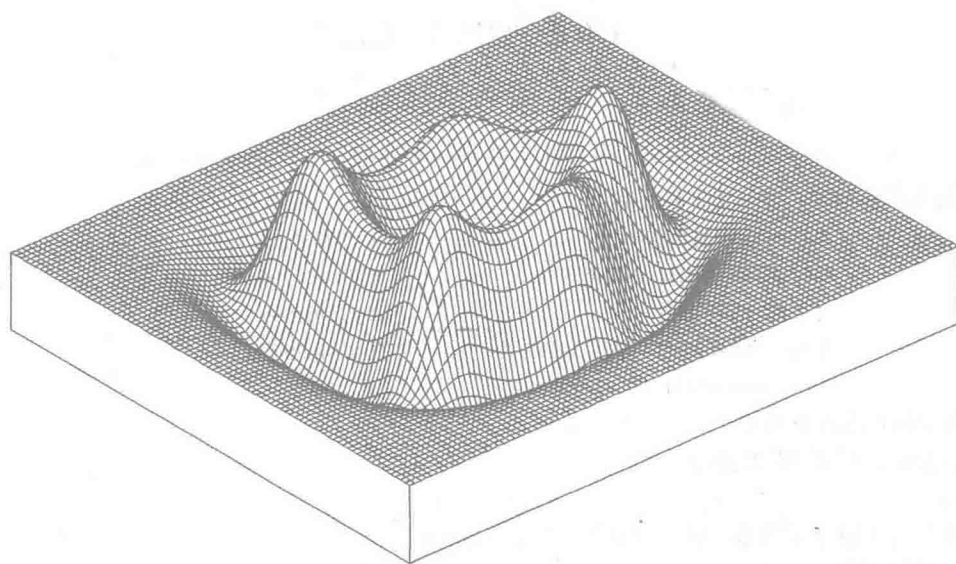


北京出版社

矿体信息工程学

Orebody Information Engineering

栾元重 高化军 王有良 贾凤君 余进荣 编著



地震出版社

图书在版编目(CIP)数据

矿体信息工程学/栾元重等编著.——北京:地震出版社,2010.5
ISBN 978-7-5028-3513-2

I. ①矿… II. ①栾… III. ①信息技术—应用—矿山
开采—高等学校—教材 IV. ①TD8-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第021138号
地震版 XT201000005

内容摘要

本书共分十一章,全面系统地阐述了矿体信息工程学的基本知识,研究了矿体可视化理论、制图软件及其实现方法,实现了矿体形态的 Surfer、MATLAB 及 Flac 软件模拟,应用分形理论再现了矿体三维形态,突出矿体几何信息获取技术与生产中特殊矿体几何形态处理方法,结合应用实例研究了矿体储量计算与管理方面理论与方法。

本书可作为高等学校测绘工程(矿山测量)、采矿工程、地质工程、资源工程本科专业教材。亦可供地测采类硕士研究生教材,是矿山工作者的工具书。

矿体信息工程学

编 著:栾元重 高化军 王有良 贾凤君 余进荣
责任编辑:李小明
责任校对:庞亚萍

出版发行:地震出版社

北京民族学院南路9号
发行部:68423031 68467993
门市部:68467991
总编室:68462709 68423029
E-mail:seis@ht.rol.cn.net

邮编:100081
传真:88421706
传真:68467991
传真:68467972

经销:全国各地新华书店
印刷:泰安农大印刷有限公司

版(印)次:2010年5月第一版 2010年5月第一次印刷

开本:787×1092 1/16

字数:370千字

印张:16

印数:0001~1000

书号:ISBN978-7-5028-3513-2/TD. (4330)

定价:28.00元

版权所有 翻印必究

(图书出现印装问题,本社负责调换)

前 言

矿体信息工程学是一门介于测绘工程(矿山测量)、地质工程、采矿工程、资源工程和计算机科学与技术等专业的边缘性学科。该学科起源于德国与苏联,我国于20世纪50年代起在高等学校矿山测量专业开设了矿体几何学这门课。进入21世纪以来,部分矿山已转入深部与结构复杂型矿床开采,急需地测采复合型人才,随着地测安全保障体系的加强,提升了矿体信息工程学在矿山生产中作用。

一、矿体信息工程学研究内容

矿体信息工程学是随着矿体资源开发而发展起来的。它主要研究矿体勘探、矿山建设与生产过程中的各类矿体几何信息问题。总结起来有如下内容:

(1)矿体投影知识,结合矿体形态表现形式研究矿体几何投影理论方法,并突出 AutoCAD 绘制投影图方法,这是矿体信息工程学的基础理论。

(2)矿体可视化方面,研究了矿体有益元素等值线图绘制理论,给出了 Matlab、Surfer 绘制等值线的方法,实践了分形理论模拟矿体几何形态的研究,并取得了较逼真的矿体形态模拟效果。

采动形态矿体可视化是矿体信息工程学的一项重要研究内容,本书应用 FLAC 数值模拟软件,完成了采动矿体形态二维、三维模拟工作。

(3)矿体信息获取与特殊矿体几何信息处理技术,这一部分与矿山生产密切相关。矿山地测工程技术人员只有在了解这些知识基础,才能更好地为矿山生产建设服务。

(4)矿体储量管理方面,给出了矿体储量分类原则、储量计算公式及计算方法与应用实例。

二、章节分工

本书由山东科技大学博士生导师栾元重教授、枣庄矿业集团高庄煤矿副总工程师高化军研究员、山东农业大学王有良副教授、微山湖矿业集团总经理贾凤君高级工程师、微山湖矿业集团总工程师余进荣高级工程师合作编著。

另外,山东科技大学王永老师、韩李涛老师、李静涛硕士研究生及临沂矿业集团王楼煤矿吕玉广副总工程师、山东唐口煤业有限公司聂文志副总工程师参与本书部分章节的编写。全书的插图由山东科技大学测绘学院刘娜硕士研究生、刘慧娟硕士研究生和资环学院采矿工程07级马德鹏负责完成。编写分工如下:栾元重编写了第六章和第十章,高化军编写第一章,贾凤君编写第十一章,王有良编写

了第四章和第五章,余进荣编写了第八章,王永编写了第二章,韩李涛编写了第三章,李静涛编写了第九章,吕玉广与聂文志共同编写了第七章。测绘学院孙祥畅、王建波硕士研究生负责了本书的校对工作。

另外,俄罗斯自然科学院外籍院士、山东科技大学博士生导师靳奉祥教授对本书编写提出了许多宝贵意见和建议,在此,表示衷心的感谢。

该书的出版得到了国家 863 计划地球观测与导航技术领域专题课题“多源遥感数据矿区环境与灾害信息精准检测技术”(编号为 2009AA12Z1107)的资助,同时还得到了山东省自然科学基金的资助(项目编号为 ZR2009EM002)。

需要说明的是,书中引用了不少其他作者与矿山的图表与数据,因时间仓促没有一一注明,就此深表歉意。

由于矿体信息工程学涉及学科广泛,作者不可能面面俱到地深入研究,书中无疑存在缺点和不足,诚恳专家学者批评指正。

作者

2010 年 1 月

目 录

第一章 矿体几何学应用的投影	(1)
第一节 概 述	(1)
第二节 标高投影	(3)
第三节 地形式面的分析及演算	(15)
第四节 轴测投影	(21)
第五节 用 AutoCAD 软件绘制轴测图	(26)
第二章 层状矿体几何问题	(29)
第一节 概 述	(29)
第二节 矿层的几何参数	(29)
第三节 弯曲钻孔的测量及其与矿层交点坐标的确定	(30)
第四节 煤层位态要素的确定	(32)
第五节 矿层厚度的确定	(35)
第六节 褶曲的几何要素与参数	(37)
第七节 褶曲的描绘方法	(39)
第八节 断层的要素、几何参数和分类	(40)
第三章 矿体等值线绘制方法	(45)
第一节 等值线的绘制	(45)
第二节 基于等值线剖面图的绘制	(60)
第三节 Surfer 在矿体几何制图中的应用	(61)
第四章 MATLAB 矿体制图方法	(66)
第一节 MATLAB 软件简介	(66)
第二节 矿体赋存信息 MATLAB 的插值与拟合	(69)
第三节 MATLAB 的三维图形绘制	(77)
第五章 分形理论在矿体制图中的应用	(82)
第一节 分形概论	(82)
第二节 分形布朗运动	(86)
第三节 分形布朗运动方法的实现	(90)
第四节 基于随机中点位移法的 DEM 数据内插	(94)
第五节 矿体层面三维显示基本理论	(99)
第六节 实验与分析	(101)
第六章 采动形变矿体形态 FLAC 模拟	(104)
第一节 FLAC3D 有限差分程序简介	(104)

第二节	FLAC3D 弹塑性材料本构模型	(105)
第三节	FLAC3D 模拟结构形式	(107)
第四节	采动形变矿体形态 FLAC 模拟	(108)
第七章	矿山生产中矿体信息的判断与处理	(118)
第一节	矿体构造信息的判断与处理	(118)
第二节	某矿 3105 工作面推采过断层方案设计	(134)
第三节	岩溶落柱的判断与处理	(136)
第四节	利用钻孔资料及测量数据预测断层	(140)
第五节	煤层底板等高线图	(142)
第六节	第四纪底粘分布、上覆岩层厚度与含水砂层探测	(157)
第八章	矿体信息资料获得方法	(165)
第一节	煤炭资源勘探方法	(165)
第二节	山东某煤矿地面三维物探工程	(180)
第三节	井下瑞雷波探测技术	(191)
第四节	泗河煤矿井下钻探工作	(196)
第九章	矿产储量计算	(200)
第一节	固定矿产资源/储量分类	(200)
第二节	矿体厚度、重量和品位的确定	(203)
第三节	储量计算边界的圈定	(207)
第四节	面积的确定	(210)
第五节	体积的确定	(210)
第六节	矿产储量计算方法	(214)
第十章	矿产储量管理	(220)
第一节	储量管理工作的内容和意义	(220)
第二节	矿井产量的统计与检查	(221)
第三节	煤炭储量损失的分类	(224)
第四节	损失率与回采率的计算	(227)
第五节	金属矿山损失与贫化的计算	(230)
第六节	“三量”的定义及计算边界的确定	(232)
第七节	“三量”可采期及定额	(238)
第十一章	山东某井田储量计算	(241)
第一节	地层与开采条件	(241)
第二节	含煤性	(241)
第三节	储量计算范围及工业指标	(244)
第四节	有关参数的确定	(244)
第五节	储量级别及块段的划分	(245)
第六节	储量计算结果及分类	(246)
参考文献		(249)

第一章 矿体几何学应用的投影

第一节 概 述

矿体几何学主要是研究矿床中带有几何特征的一些问题,而这些问题的解决可以采用图解方式和其他方式。故此,投影知识在矿体几何学中具有重要的作用。

对矿体几何学的要求是:既应完整而清晰地反映所绘物体的空间形态,又要便于从图上度量物体的大小。

由画法几何可知,不同的作图方法在不同程度上能保证所绘对象的明显程度和度量的方便程度。所有的作图方法都是以一定投影理论为基础的。为此,必须学习投影理论知识。根据投射方法不同,投影分为中心投影和平行投影两种。

图 1-1 所示为中心投影,点 S 是投影中心,平面 H 是投影平面,空间三角形 ABC 在平面 H 上的投影为三角形 abc 。当三角形 ABC 与投影面 H 平行时,其投影必然增大。增大的倍数,同空间三角形、投影平面和投影中心的相互位置有关。当投影中心与投影平面的位置不变时,空间三角形离投影中心愈近,其投影放大倍数愈大。当投影中心与空间三角形的相对位置不变时投影平面离愈远其投影放大倍数也愈大。因此,在中心投影中由于距离投影平面的远近不同,相同大小的直线与平面,被画成不同大小的直线与平面。例如,平行的两条铁轨,在中心投影中画成不平行的两条铁轨,这样更具有立体感了。由此也可以想象,空间物体各表面的角度,经过投影以后也要产生变形,相等的角度变得不相等了。这种投影立体较强,很适合人的感觉。但是,这种投影图度量较困难,不适于工程制图。

图 1-2 所示的为平行投影图。在此,投影中心处于无限远,由投影中心发射的光线彼此平行,故称平行投影。平行投影具有下列性质:

(1) 平行于投影面的直线和角度投影后其大小不变。

如图 1-2(a) 所示,三角形 ABC 平行于投影面 H ,其投影 abc 的各边和各角度,与其原来的边长和角度相等。

(2) 平行直线的投影仍然是平行直线。

因为空间两条直线平行,过两条直线的平行投影光线所构成的两个平面同样是彼此平行的。两平行平面与第三平面相交,其交线应为两平行直线。故两平行直线的投影是平行的。

(3) 直线上各线段之比等于其投影之比。

如图 1-2(b) 所示,直线 ABC 的投影为 abc ,则

$$\frac{AB}{BC} = \frac{ab}{bc}$$

将线段 ABC 及其投影 abc 延长,两者相交于一点。在此, $Aa \parallel Bb \parallel Cc$,由平面几何知,

$$\frac{AB}{BC} = \frac{ab}{bc}。$$

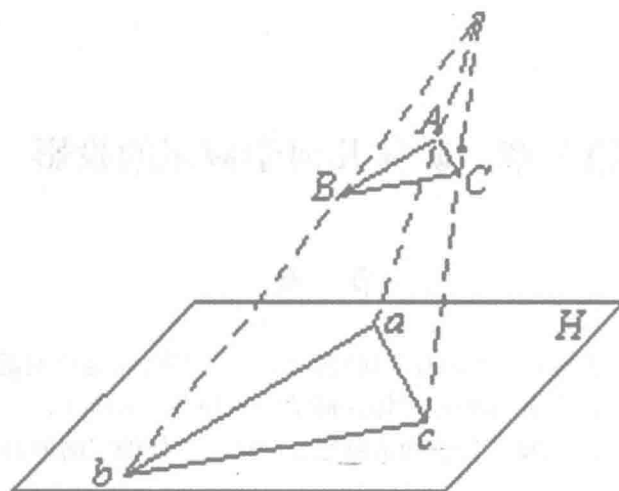


图 1-1 中心投影图

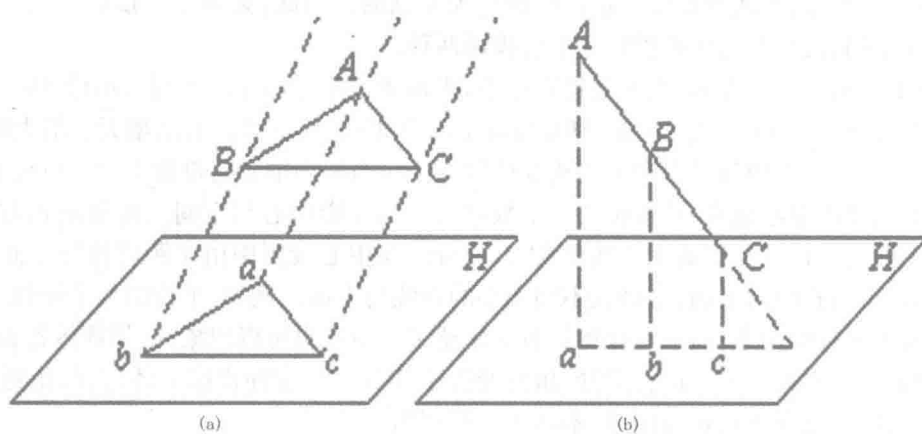


图 1-2 平行投影图

平行投影又分直角和斜角两种。当射影光线垂直于投影平面时,称为直角平行投影。当射影光线与投影平面斜交时,称为斜角平行投影。

直角平行投影图既便于绘制,又便于度量。斜角平行投影图的明显程度与度量难易程度,介于中心投影与直角平行投影之间。

矿山测量与矿体几何制图广泛采用标高投影,利用这种投影绘制各种矿山测量图和矿体几何图。

对于缓倾斜和倾斜矿体,为了描绘矿体的构造、矿产的性质以及采矿巷道,利用水平面投影图和一组垂直剖面图。

对于急倾斜矿体,除绘制水平面投影外,还要绘平行于矿体平均走向的垂直面投影图。

为了更好的说明矿产指标变化的特征,有时也绘制倾斜面投影图。倾斜面投影图的走向与矿体的平均走向平行,其倾角等于矿体的平均倾角。

为更直观的表现采矿巷道、矿体形状和矿产性质的空间分布,有时也绘制轴测投影图和仿射投影图。

当解决某些地质问题时,也可采用球面透视投影求解角度和岩层裂隙密度等问题。

绘制投影图和用图解法解题时,首先要选择作图比例尺。比例尺的选择,决定于原始资料的精度以及作图与解题所要求的精度。当原始资料的精度超过作图所要求的精度时,则比例尺根据作图要求的精度确定。假如原始资料的精度较低,作图比例尺应与原始资料的精度相适应。比例尺 M 按下式计算:

$$M = \frac{a}{D}$$

式中 a ——作图的限量误差(0.2~0.3mm);

D ——确定未知量的必要精度。

第二节 标高投影

标高投影是一种直角平行投影,采用水平面作为投影平面,将控件物体各特征点垂直投影于水平面上,用以确定各点的水平位置,即各点的 x 和 y 坐标,然后于各投影点旁注明各点到水平面的距离。因为投影平面多采用零水平面,所注数字即为各点的标高(或高程),故称标高投影。

一、点和直线的标高投影

(一)点的标高投影

空间一点的位置,可根据改点对所采用的坐标系统的相对关系而确定。通常采用极坐标和直角坐标系,前者便于在实地由已知点标定待定点的位置,后者便于根据坐标画图,或者根据图纸确定坐标。

绘制点的标高投影,首先要选定投影平面。选定水平投影面时,所得图形成为平面图;选定竖直投影面时,所得的图形称为立面图。其次,在图纸上画出坐标系,标明作图比例尺。最后,根据点的两个坐标值画出点的直角投影,第三个坐标值用数字注于点的投影旁。图 1-3 所示, a_4 即为空间一点的标高投影。

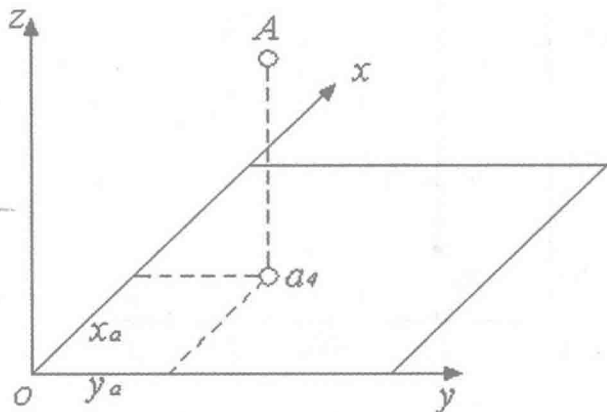


图 1-3 点的标高投影

(二)直线的标高投影

空间一直线的标高投影可用直线上两点的标高投影表示,或用直线上一点的标高投影和直线倾斜方向的方位角和倾角表示。

如图 1-4 所示,设有空间一直线 AB ,其端点的坐标为 $A(25, 40, 90)$, $B(100, 100, 40)$;其倾斜方向的方位角 α ,倾斜角 δ 。

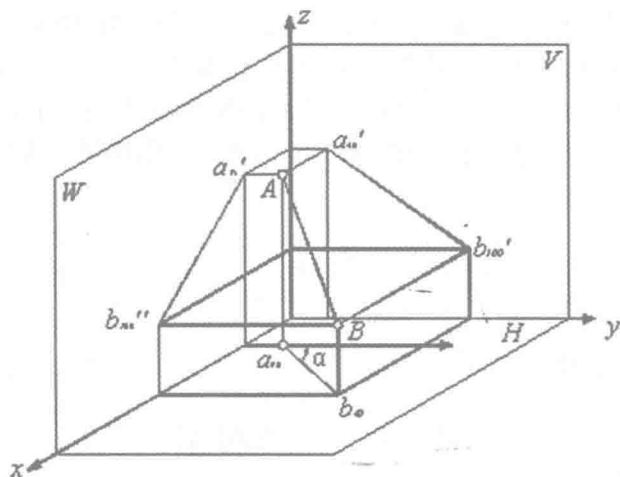


图 1-4 空间直线投影示意图

该直线的标高投影如图 1-5 所示。作图时,首先画坐标轴和作图比例尺,然后根据 A 、 B 两点的坐标作两点的标高投影 a_{90} 和 b_{40} ,连直线 $a_{90}b_{40}$ 即为空间直线的投影。

因 A 点高于 B 点,直线的倾向为由 A 至 B 的方向。由 x 轴的北方向开始,按顺时针方向算至直线倾斜方向的水平夹角,称为直线倾斜方向的方位角,简称直线的倾向。直线与水平面的夹角称为直线的倾角。直线倾角的正切称为直线的斜率。直线的标高投影,有时也用直线上一点的标高投影和直线的倾向和斜率表示,如图 1-5 所示。斜率通常只取小数点后一位,并注于直线的投影旁。

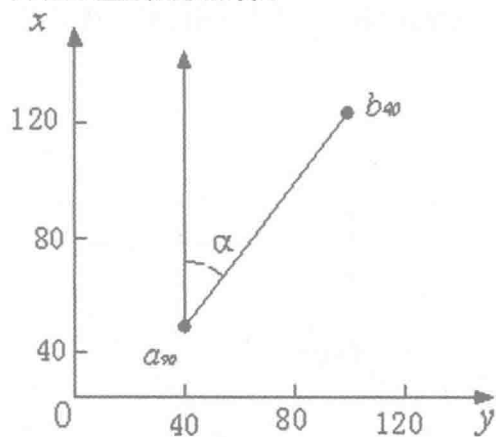


图 1-5 直线的标高投影

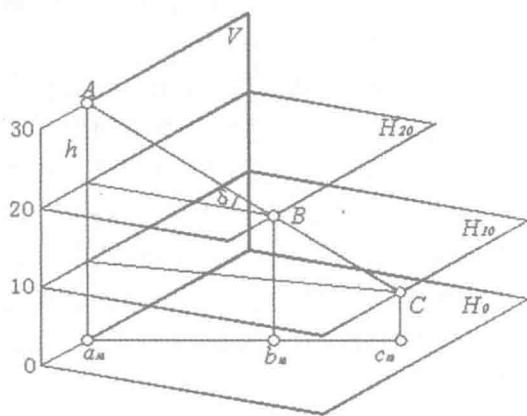


图 1-6 直线分节示意图

(三) 直线分节(或高程内插)

实际作图时,经常会遇到在直线的投影上确定标高为所选等高距的倍数的各点,即所谓直线分节或高程内插。如图 1-6 所示,直线投影上的高程内插点(或分节点),乃是彼此间距为等高距的各水平面与直线交点的投影。

直线上的高差等于等高距 h 的两点投影间的距离 l ,称为直线的平距。直线倾角的正切称为直线的斜率。斜率、平距与等高距具有下列关系:

$$i = \tan \delta = \frac{h}{l} \quad (1-1)$$

当等高距一定时,斜率与平距成反比,即斜率愈大,平距愈小。反之,平距愈大,斜率愈小。

通常采用的直线分节方法有:目估法、平行线透明纸法、剖面法和解析法。当直线的标高投影用两点给定时,可用前面三种方法。当用一点的投影和倾向与倾角给定时,则用后两种方法。

目估法,就是用眼估计分节。当精度要求不高时,可采用此法。

平行线透明纸法,就是利用画有平行线的透明纸进行直线分节,平行线间的距离彼此相等。

如图 1-7 所示,直线 AB 的标高投影为 a_8b_{14} 。用平行线透明质纸分节时,将平行线透明纸覆盖在直线的投影上,令第一条平行线与点 a_8 重合。因两点的高差为 6,须将直线 a_8b_{14} 六等分,故旋转透明纸,令第七条平行线与点 b_{14} 重合。然后用大头针将平行线与直线 a_8b_{14} 的交点刺于图纸上,即得直线上标高为整数的各点的投影。

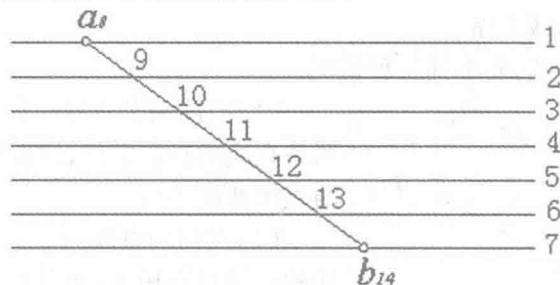


图 1-7 用平行线透明纸分节

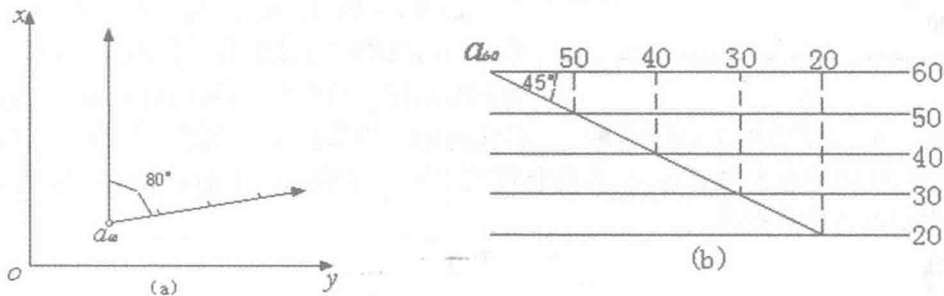


图 1-8 用图解法分节

如图 1-8(a) 所示,已知直线上一点的标高投影 a_{60} 和直线的倾向 $\alpha = 80^\circ$, 倾角 $\delta = 30^\circ$, 要求按等高距 $h = 10\text{m}$ 将直线分节。在此情况下,可采用剖面法。沿直线作垂直线剖面。如图 1-8(b) 所示,首先按比例尺作一组水平线,令其高程为 60、50、40、30、20m。然后在高程为 60m 的一条水平线上任取一点 a ,过此点按倾角 30° 向下作一直线,此即为空间直线。该线与各水平线的交点,即为直线上高程为 10 的倍数的各点。将各交点投影于水平线 60m 上,并注明其标高。此后,将所求各点转画至直线的平面投影上,并注明标高,即得直线上标高为 10m 的倍数的各点的投影。

目前,在制图工作中,普遍采用计算机辅助设计软件 AutoCAD 进行绘制,在 CAD 中进行线段等分时,常用 divide 命令实现。其操作方法是现在格式菜单中选定样式(如叉号),接着输入命令 divide,击回车键确认,然后选定所要等分的线段,输入所要等分的数目,再次进行

确认。

对上述情况,亦可采用解析法进行分节。令 $h = 10\text{m}$, 按公式 (1-1) 确定 $l = \frac{10}{\tan 30^\circ} = 19.6\text{m}$ 。此后,由 a_{60} 点起按比例尺用 $l = 19.6\text{m}$ 的间距将直线的投影分节。

(四) 点与直线的相互关系

点与直线在空间的相互位置,用下面两种情况:

(1) 点在直线上。在此情况下,点的投影与直线的投影重合,点的标高和直线上重合点的标高相同。

(2) 点位于直线外。在此又分两种情况。第一种情况是点的投影与直线的投影不重合;第二种情况是点与直线的投影重合,但点的标高与直线上重合点的标高不同。

为了确定点到直线的垂直距离,当点与直线的投影重合时,可作通过直线与点的垂直剖面,在剖面上画出点和直线,然后由点向直线作垂线,按比例尺量出点到直线的垂直距离。当点的投影不和直线的投影重合时,可采用平面重合法,求得点到直线的垂直距离。

(五) 空间两直线的相互位置

空间两直线的相互位置,有下列三种情况:

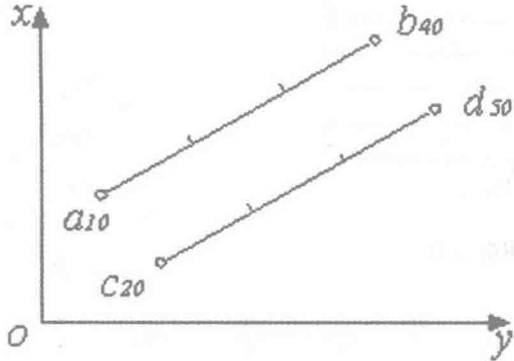


图 1-9 空间两平行直线的投影

(1) 空间两条直线平行。如图 1-9 所示,假如两条直线的投影平行,倾向相同,平距相等,则空间两直线彼此平行。

(2) 空间两直线相交。如图 1-10(a) 所示,假如两直线投影相交,交点对两直线而言具有同一标高值,则空间两条直线相交。

如图 1-10(b) 所示,假如已知位于同一垂直平面内的两相交直线的标高投影 $a_{50}b_{25}$ 和 $d_{65}c_{20}$ (见图下部),试求两直线交点的标高投影。为此,沿两直线的标高投影作垂直剖面(见图上部),在剖面

内求得两条直线的交点 K 及其标高,然后将此交点投影于直线的平面投影上并注明标高(如点 k_{40})即得交点的标高投影。

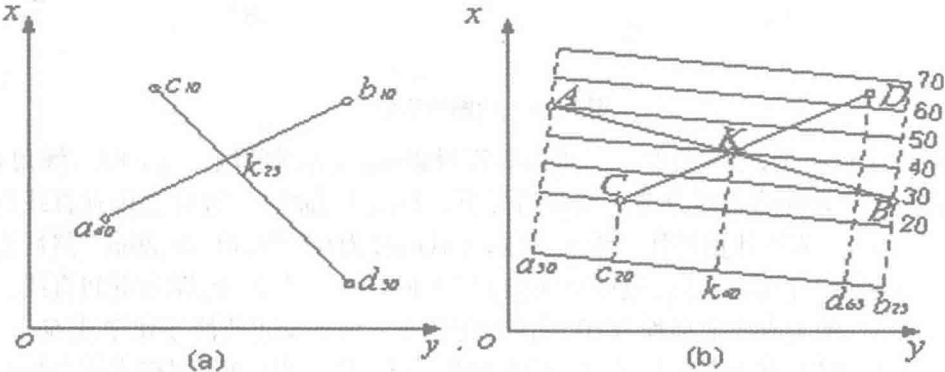


图 1-10 空间两相交直线的投影

当两直线位于同一垂直平面内且彼此垂直时,则两直线的平距具有下列关系:

$$l_1 = \frac{h^2}{l_2} \quad (1-2)$$

式中 l_1 和 l_2 ——两直线的平距;
 h ——等高距。

(3)空间两直线交错。空间两直线交错时,有下列三种情况:

①如图 1-11(a)所示,两直线的投影相交,交点具有两个标高值。

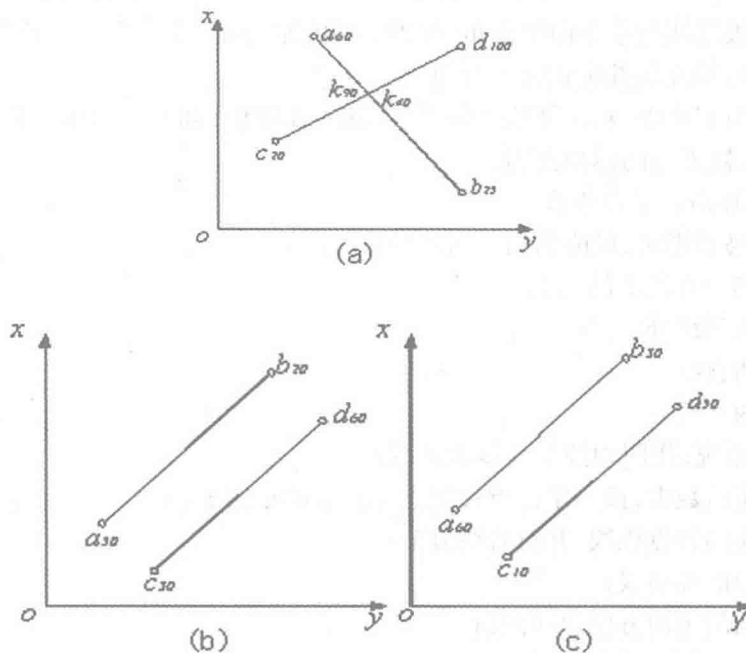


图 1-11 空间两交错直线的投影

②如图 1-11(b)所示,两条直线的投影平行,倾向相反。

③如图 1-11(c)所示,两条直线的投影平行,倾向相同,平距不等。

在地质采矿实际工作中,可以把钻孔中心线和巷道底板中心线看作直线。看单线条表示的采矿巷道平面图时,根据以上所述可判断采矿巷道的空间位置。

二、平面的标高投影

标高投影中,平面的投影通常用平面的等高线投影表示。如图 1-12(a)所示,倾斜平面 P 有等高线 0-0, 10-10, 20-20, 将其投影于水平面, 以此表示平面的投影。如图 1-12(b)所示, 一组注有高程、间距相等的平行线, 即为一平面的标高投影。

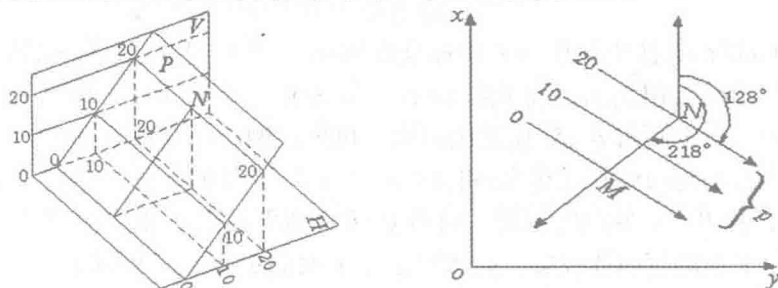


图 1-12 平面的标高投影

平面中与等高线垂直的直线 MN , 称为平面的最大坡度线, 亦即平面的倾斜线, 该线由 N 向 M 方向倾斜。由 x 轴正向起按顺时针方向至倾斜方向间的水平夹角, 称为平面倾斜方向的方位角, 简称平面的倾向。平面的等高线也有方向, 规定比倾角小 90° 的方位角 α 即为等高线走向的方位角, 亦即平面的方位角, 简称平面的走向。

平面上相邻两等高线间的距离, 称为平面的平距。两等高线的标高差, 称为平面的等高距。

平面最大坡度线与水平面的夹角, 称为平面的倾角 δ 。无论在空间或投影平面图上, 平面的最大坡度线与等高线都是相互垂直的。

在地质测量工作中, 对局部地区的煤层底板 (或顶板) 和断层面可看作为平面。在解决某些问题时, 要求做平面的标高投影。

(一) 平面标高投影的作法

作平面标高投影时, 可能遇到下列四种情况:

- (1) 不在同一直线上的三点;
- (2) 一直线和线外一点;
- (3) 相交两直线;
- (4) 平行两直线。

不论哪种情况, 作图均按下列步骤进行:

- (1) 根据所给数据, 按一定比例尺把点和直线画在图上;
- (2) 把相应的各点连线, 并对直线分节;
- (3) 作平面的等高线;
- (4) 求平面的走向方位角和倾角。

现在用实例说明平面标高投影的作法。

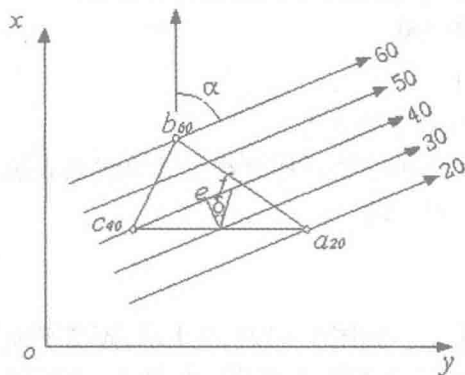


图 1-13 作三点给定的平面的标高投影

例 1-1: 如图 1-13 所示, 已知三点的标高投影 a_{20} 、 b_{60} 、 c_{40} , 求作三点所定平面的标高投影。

首先, 将三点依次连接并分节, 过高程相同的分节点作平行线, 即得平面的标高投影。按图可直接量出平面的走向方位角 α 。

此后, 作平面的平距 eg , 由 e 点起按作图比例尺沿等高线截取线段 ef , 令其等于等高距 10m , 连直线 gf , 则角度 $\angle egf$ 即为平面的倾角。

例 1-2: 已知空间两直线的倾向和倾角为 (α_1, δ_1) 和 (α_2, δ_2) , 两直线交点 A 的坐标为 $(x, y, 60)$, 试作两直线所定平面的标高投影。

如图 1-14(a) 所示, 按坐标作点 A 的标高投影 a_{60} 。然后过 a_{60} 按直线的倾向 α_1, α_2 作两直线的水平投影。此后, 用剖面法将直线分节。如图 1-14(b) 所示, 作高程为 60m 的水平线, 于直线上任取一点按倾角 δ_1, δ_2 作两倾斜线。再按比例尺作高程分别为 $50, 40, 30, 20\text{m}$ 的水平线, 各水平线分别与两倾斜线相交, 将交点投影于高程为 60m 的水平线上, 即求得两直线上高程为 $50, 40, 30, 20\text{m}$ 的各点的投影。将各点转绘到平面图中相应的直线上, 过高程相同的各点连线, 即得平面的等高线投影。按图可求得平面的走向方向和倾角。

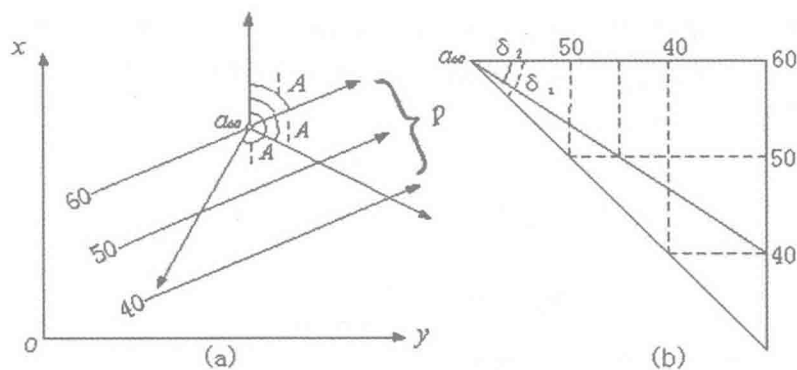


图 1-14 作两相交直线所定平面的标高投影

(二) 空间两平面的相互位置

空间两平面的相互位置,有下列两种情况:

- (1) 两平面平行;
(2) 两平面相交。

如图 1-15 所示,两平面的等高线的投影平行,倾角相同,平距相等,则两平面在空间是相互平行的。

两平面相交时,有下列三种情况:

- (1) 投影图中两平面的等高线平行,但两平面的倾向相反;
- (2) 投影图中两平面的等高线平行,两平面的倾向相同,但倾角不同;
- (3) 投影图中两平面的等高线相交。

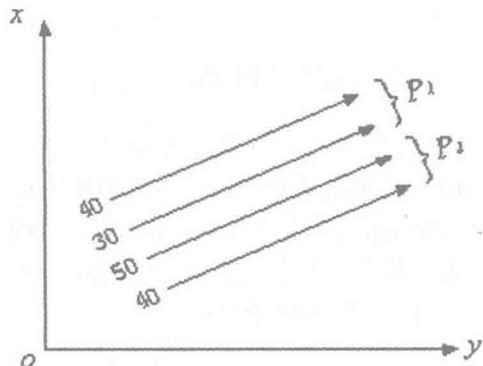


图 1-15 两平行平面的投影

如图 1-16(a) 所示, 图中两平面的等高线平行, 但两平面的倾向相反, 则两平面在空间是相交的。在此情况下, 两平面的交线是水平线。为了确定交线的

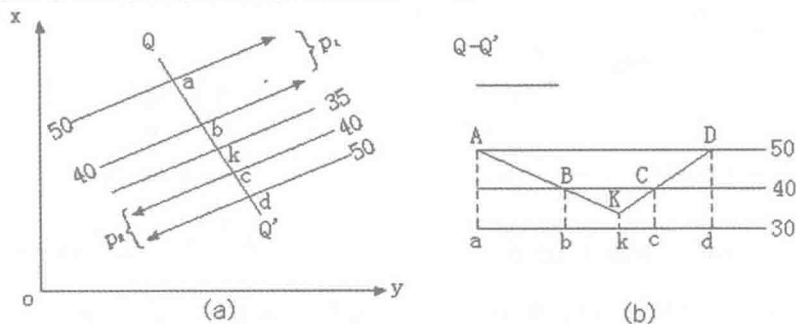


图 1-16 两相交平面的投影(情况 1)

如图 1-17(a) 所示,两平面的等高线平行,倾向相同,但倾角不同,因此两平面在空间是相交的。两平面的交线也是水平线,其求法与上述相同,由图 1-17(b) 可以明了。

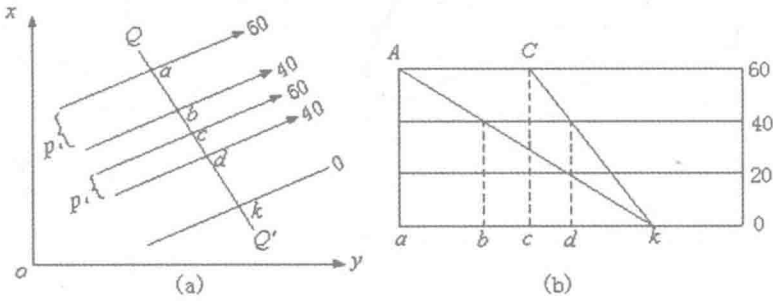


图 1-17 两相交平面的投影(情况 2)

如图 1-18 所示,两平面的等高线相交,两平面在空间是相交的。同名等高线交点的连线 ab ,即为两平面交线的投影。交线倾向的方位角和倾角,可从图上求得。

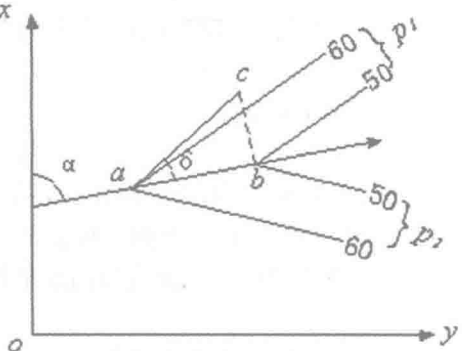


图 1-18 两相交平面的投影(情况 3)

三、直线与平面的相对位置

沿煤层和平行煤层掘进巷道,向煤层打钻孔或掘进巷道,都可看作直线与平面相互关系问题。直线与平面的相对位置有:直线位于平面内,直线与平面平行,直线与平面斜交,直线与平面垂直。现分述如下:

(一) 直线位于平面内

如图 1-19 所示,直线上两点 a, b 位于平面 p 内,则此直线位于平面内。沿煤层底板掘进巷道,可视为直线位于平面内的问题。

(二) 直线与平面平行

如图 1-20 所示,空间有一平面 p 和一直线 ab ,试问该平面与直线在空间是否平行? 假如直线与平面平行,必须在平面内能垂直的直线。

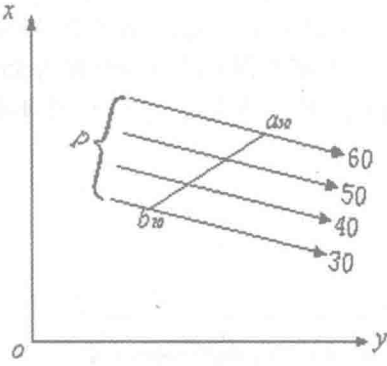


图 1-19 直线位于平面内的投影

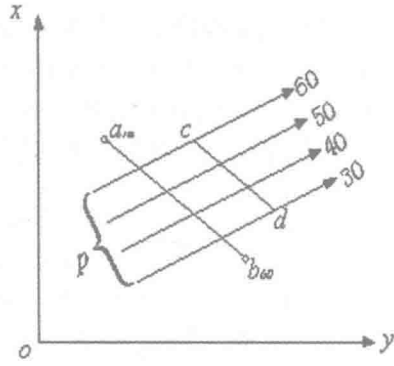


图 1-20 直线平行于平面的投影

由前知,两直线平行时,其投影必定平行。为此在平面上作直线 $C_{60}d_{30}$ 平行于直线 $a_{100}b_{60}$ 。由图知,平面上的直线 CD 与空间直线 AB 的倾向相同,平距相等,所以直线 CD 平行于直线