



煤矿专业基础知识读本

MEIKUANG ZHUANYE JICHU ZHISHI DUBEN

主 编	唐其武	冯明伟
副主编	韩治华	陈光海
主 审	李慧民	吴再生

上 册



重庆大学出版社

<http://www.cqup.com.cn>

煤矿专业基础知识读本

上册

主 编	唐其武	冯明伟
副主编	韩治华	陈光海
主 审	李慧民	吴再生

重庆大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

煤矿专业基础知识读本. 上/唐其武,冯明伟主编. —重庆:重庆大学出版社,2012.7
ISBN 978-7-5624-6652-9

I. ①煤… II. ①唐…②冯… III. ①煤矿—矿业工程—基本知识 IV. ①TD

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 158516 号

煤矿专业基础知识读本

上册

主 编 唐其武 冯明伟

副主编 韩治华 陈光海

主 审 李慧民 吴再生

策划编辑:曾显跃

责任编辑:李定群 高鸿宽 版式设计:曾显跃

责任校对:刘 真 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:邓晓益

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编:401331

电话:(023) 88617183 88617185(中小学)

传真:(023) 88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn (营销中心)

全国新华书店经销

万州日报印刷厂印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:23 字数:574 千

2012 年 7 月第 1 版 2012 年 7 月第 1 次印刷

印数:1—6 000

ISBN 978-7-5624-6652-9 定价:49.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

编写委员会

主 任 魏福生

副主任 唐其武 幸大学 韩贵刚 张亚杭

张继勇 李慧民

委 员(按姓氏笔画为序)

冯明伟 刘其志 杜志军 李 敏

李开学 李天和 李北平 吴再生

陈 雄 陈光海 杨 键 罗笃伯

欧才全 唐德智 黄阳全 韩治华

前言

我国是世界煤炭资源蕴藏最丰富的国家之一。全国绝大多数省市区都有不同数量的煤炭资源分布,据国土资源部门最新统计,截至 2009 年末,已探明含煤面积为 392 600 km², 1 000 m 埋深以内煤炭资源量为 18 440 亿 t,煤层气 350 万亿 m³。2 000 m 埋深以内保有煤炭资源量为 45 521 亿 t,煤炭储量居世界第三位,煤种齐全、分布面积广。煤炭是我国的主要能源,我国是世界最大的煤炭生产国和消费国。新中国成立 60 余年来,煤炭在我国一次能源消费结构中的比重一直占 70% 以上,预计到 2050 年仍将不低于 50%。

我国是世界上最早利用、开采煤炭资源的国家,已有 6 800 多年的煤炭开采历史。新中国成立后,我国煤炭工业在党和政府安全生产方针的指引下,对落后的采煤方法和生产工艺进行全面改造,用科技推动煤炭行业发展,煤炭生产技术和生产能力得到大幅度提升,煤炭工业面貌焕然一新。特别是改革开放 30 多年来,我国煤炭工业取得举世瞩目的成就,建设了一批高产高效现代化本质安全型矿井,煤矿采煤、掘进、提升、运输、洗选加工等环节的机械化、自动化、集约化程度迅速提高,采煤工作面平均单产和掘进工作面平均单进连创多项新的纪录,矿井生产能力不断提高,煤炭产量不断增长,煤炭工业的科技水平不断提升,产品深加工利用程度越来越高,安全生产达到历史最好水平。2010 年,我国煤炭产量达 32.4 亿 t,百万吨死亡率降到 0.5 以下。进入新时期,国家对煤炭工业提出了更高的要求,煤炭工业要加快现代化建设步伐,依靠科技进步,不断推进高产高效矿井建设,加强管理,充实内涵、改进技术,提高经济效益,实现安全健康发展。作为煤矿工作者,特别是煤矿安全监管人员,要熟悉煤矿安全生产的自然规律,全面掌握煤炭生产技术,适应煤炭工业现代化、机械化、电气化、信息化和安全发展的要求。

本书由重庆煤矿安全监察局、重庆市煤炭工业管理局和重庆工程职业技术学院共同组织编写,主要内容包括矿山测量、煤矿地质、巷道施工、煤炭开采、矿井通风、矿井灾害及其防治、矿山电气、矿井提升运输、矿井瓦斯抽采、矿井安全监控、矿山救护共 11 个篇目。本书在编写时突出了科学性、系统性、实用性和新颖性等特点,侧重反映了南方矿井生产实际和发展方向,表述简明、内容全面,便于教学和自学。本书主要作为煤矿安全监管人员培训教材,也可作为高等职业院校、本科院校煤矿安全生产相关专业的教学用书。

本书由唐其武、冯明伟担任主编,韩治华、陈光海担任副主编,李慧民、吴再生担任主审。第一篇由冯大福、罗强编写;第二篇由李北平、徐智彬编写;第三篇由李开学、周华龙编写;第四篇由陈雄、冯廷灿编写;第五篇由喻晓峰、刘其志编写;第六篇由冯明伟、肖丹、何荣军编写;第七篇由范其恒编写;第八篇由韩治华编写;第九篇由骆大勇编写;第十篇由陈光海、韩晋川编写;第十一篇由田卫东、桑鹏程编写。全书由冯明伟统稿。由于时间仓促,加之编写人员理论水平和实践经验有限,书中难免存有错谬,恳望专家、读者指正。

编 者

2012 年 4 月

目 录

第 1 篇 矿山测量

第 1 章 地形图的基本知识	2
1.1 地形图的比例尺	2
1.2 地形图测绘原理	3
1.3 地形图的符号与表示	5
1.4 地形图的应用	10
第 2 章 井下巷道测量	17
2.1 井下导线测量	17
2.2 井下高程测量	21
2.3 罗盘仪测量	24
2.4 碎部测量	25
第 3 章 巷道中腰线的标定	26
3.1 巷道中线的标定	26
3.2 巷道腰线的标定	30
3.3 激光指向	33

第 2 篇 煤矿地质

第 1 章 地质年代与地质作用	36
1.1 地质年代	36
1.2 地质作用	41
第 2 章 地质构造	43
2.1 岩层产状	43
2.2 褶皱构造	48
2.3 断裂构造	51
第 3 章 矿井水文地质	56
3.1 地下水的类型和特征	56
3.2 矿井水文地质类型	58
3.3 矿井充水条件分析	60
第 4 章 煤、煤层、煤系	62
4.1 煤的形成和宏观煤岩类型	62
4.2 煤 质	68

4.3 煤 层	76
4.4 煤 系	82
第5章 煤炭地质勘查	85
5.1 煤炭地质勘查技术手段	85
5.2 煤炭地质勘查阶段及其任务	88
5.3 煤矿井下地质编录	92
第6章 煤矿地质图的识读	94
6.1 井田地形地质图	94
6.2 地层综合柱状图	97
6.3 煤矿地质剖面图	97
6.4 煤层底板等高线及资源/储量估算图	99

第3篇 巷道施工

第1章 巷道断面设计	105
1.1 巷道断面形状选择	105
1.2 巷道断面尺寸确定	114
第2章 水平巷道施工	131
2.1 岩石巷道钻爆法施工	131
2.2 煤与半煤岩巷道钻爆法施工	182
第3章 倾斜巷道施工	189
3.1 倾斜巷道施工特点	189
3.2 施工工序	190
3.3 施工现场管理	195
第4章 硐室及交岔点施工	202
4.1 硐室及交岔点类型	202
4.2 硐室及交岔点施工	206
第5章 巷道施工新技术新工艺	214
5.1 掘进机械化施工	214
5.2 巷道支护新技术	221

第4篇 煤炭开采

第1章 井田划分	230
1.1 煤田划分为井田	230
1.2 井田内的再划分	233
1.3 矿井生产系统	237
第2章 井田开拓	238
2.1 开拓方式	238
2.2 井筒的确定	247
2.3 开采水平的确定	251

2.4 井底车场与大巷布置	256
第3章 采煤方法	265
3.1 采煤方法分类及其选择	265
3.2 倾斜长壁采煤法	271
3.3 走向长壁采煤法	276
3.4 急倾斜煤层采煤法	288
3.5 采煤工艺	308
第4章 采煤工作面生产组织管理	329
4.1 采煤工作面顶板控制方法	329
4.2 采煤工作面生产组织管理	331
4.3 采煤工作面质量管理	336
第5章 矿井采掘关系	339
5.1 开采顺序的确定	339
5.2 采掘接续计划的编制	341
5.3 “三(五)量”管理与采掘关系	344
第6章 矿井开拓延深与技术改造	346
6.1 矿井开拓延深	346
6.2 矿井技术改造	349
第7章 采煤新技术新工艺	352
7.1 煤炭地下气化技术	352
7.2 煤炭地下液化技术	354
7.3 煤锯无人工作面采煤技术	355
7.4 螺旋钻机无人工作面采煤技术	356
参考文献	358

第 **1** 篇

矿山测量

测量是煤矿基建和生产过程中十分重要的基础工作。一个新矿区或新井田的拐点坐标(矿区范围)和开发利用方案确定后,即可依据已有的地形地质图进行矿区的工业广场与井筒位置测量,为矿井设计提供准确的工业广场平面图。矿井在建设初期,需依据施工图设计进行导线与高程测量、标定施工井筒(巷道)的中腰线。矿井进入正常生产阶段后,除井下导线测量、高程测量和标定延放巷道中腰线外,还可能进行巷道贯通测量。本篇即围绕上述内容介绍有关基本知识。

第 1 章

地形图的基本知识

1.1 地形图的比例尺

1.1.1 比例尺的概念

地面上各种地物不可能按真实的大小描绘在图纸上,通常总是将实地尺寸缩小为若干分之一来描绘的。所谓比例尺,是指图上某线段的长度与地面上相应线段实际的水平长度之比。用公式表示为:比例尺 = 图上距离/实地距离。例如,某幅地图的图上长 1 cm,相当于实地水平距离 10 000 cm,则此幅地图的比例尺为 1 : 10 000。

1.1.2 比例尺的分类

地形图的比例尺按其表示的方式的不同可分为数字比例尺和直线比例尺。

(1) 数字比例尺

图的比例尺一般用分子为一的分数形式表示。设图上某一直线的长度为 l ,地面上相应线段的长度为 L ,则该图的比例尺为:

$$\frac{1}{M} = \frac{l}{L} = \frac{1}{\frac{L}{l}} \quad (1.1.1)$$

式中, M 为比例尺分母。实用的比例尺有 $\frac{1}{500}$ 、 $\frac{1}{1\,000}$ 、 $\frac{1}{2\,000}$ 、 $\frac{1}{5\,000}$ 、 $\frac{1}{10\,000}$ 、 $\frac{1}{25\,000}$ 等。比例尺的大小视分数值的大小而定;分数值越大,则比例尺也越大,分数值越小,则比例尺也越小。以分数形式表示的比例尺称为数字比例尺。

数字比例尺也可写成 1 : 500、1 : 1 000、1 : 2 000、1 : 5 000、1 : 10 000 及 1 : 25 000 等形式。知道了比例尺,就可以根据图上的长度求地面上相应的水平长度,也可以由地面上的水平长度换算为图上相应长度。例如,在比例尺为 1/10 000 的图上,两点间距离 l 为 2.38 cm,则地面上的相应水平距离 L 为:

$$L = Ml = 10\,000 \times 2.38 \text{ cm} = 238 \text{ m}$$

又如,实地水平长度 L 为 118 m,若换算到 1/2 000 比例尺图上,则

$$l = L/M = 118/2\,000 \text{ m} = 5.9 \text{ cm}$$

测图用的比例尺越大,就越能表示出测区地面的详细情况,但测图所需的工作量也越大。因此,测图比例尺关系到实际需要、成图时间及测量费用。一般以工作需要为决定的主要因素,即根据在图上需要表示出的最小地物有多大,点的平面位置或两点间的距离要精确到什么程度为准。这里首先需要说明一个问题,人的眼睛由于视觉的限制,正常眼睛能分辨最短距离一般取 0.1 mm,因此,实地丈量地物的边长或丈量地物与地物间的距离,只要精确到按比例尺缩小后,相当于图上 0.1 mm 即可。在测量工作中,称相当于图上 0.1 mm 的实地水平距离为比例尺的精度。

(2) 直线比例尺

一般来说,在图上除了数字比例尺外,另一种常见的表示方法是用线段来表示的比例尺,这就是直线比例尺,也称为图式比例尺(见图 1.1.1)。

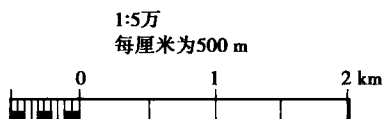


图 1.1.1 直线比例尺

如图 1.1.2 所示,这是一个 1:500 的直线比例尺,由间距为 2 mm 的两条平行直线构成,以 2 cm 为单位分成若干大格,左边第一大格 10 等份,大小格分界处注以 0,右边其他大格分界处标记按绘图比例尺换算的实际长度。

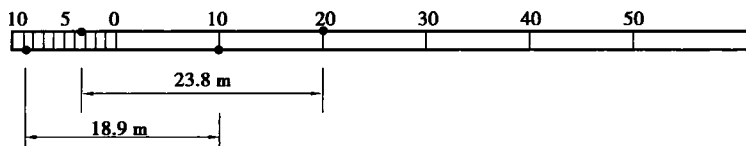


图 1.1.2 图式比例尺

使用时,先用分规在图上量取某线段的长度,然后用分规的右针尖对准右边的某个整分划,使分规的左针尖落在最左边的基本单位内。

按照比例尺的大小可分为大比例尺、中比例尺和小比例尺。其中,1:500、1:1 000、1:2 000 和 1:5 000 为大比例尺;1:1 万、1:2.5 万、1:5 万和 1:10 万为中比例尺;1:20 万、1:50 万、1:100 万及以下比例尺为小比例尺。

1.2 地形图测绘原理

1.2.1 地形图的概念

把地面上的房屋、道路、河流、耕地、植被等一系列固定物体及地面上各种高低起伏的形态,经过综合取舍,按一定比例尺缩小,以专门的图式符号加注记描绘在图纸上的正射投影图都可称为地形图。地形图上一般用等高线表示地貌,以图式符号加注记表示地物。

1.2.2 地形图测图原理

前面谈到反映地面情况的地图,是把地面上高低不等的点投影到参考椭球面上的。在测区范围较小的地形图上,把投影面作为平面。如图 1.1.3 所示,上图中 A 、 B 、 C 、 D 和 E 是地面上高低不等的一系列点,构成一个空间多边形;下图 P 是个平面,从 A 、 B 、 C 、 D 、 E 各点向这个平面作铅垂线,这些铅垂线的垂足在 P 平面上构成多边形 $A'B'C'D'E'$,平面上各点就是空间各点的正射投影。从图中可知,多边形 $ABCDE$ 与 $A'B'C'D'E'$ 并不完全相似,平面多边形的各边一般都短于空间的相应边,最多相等。投影平面上的角是包含两倾斜边的二面角在水平面上的投影。因此,地形图上各点是实地上相应点在水平面上正射投影的位置再用测图的比例尺缩绘在图纸上的。由此得出测量工作中测定点与点之间关系的 3 条规则:

①测定地面上两点间的距离。是指要得到两点间的水平距离。

②测定两条边之间的水平角。是指通过角顶的两条边所作两个竖直平面与水平面的交线所构成的角(二面角),测量上称为水平角。

③地面上各点的高差。是指各点沿铅垂线方向至大地水准面的距离之差,即高程之差。

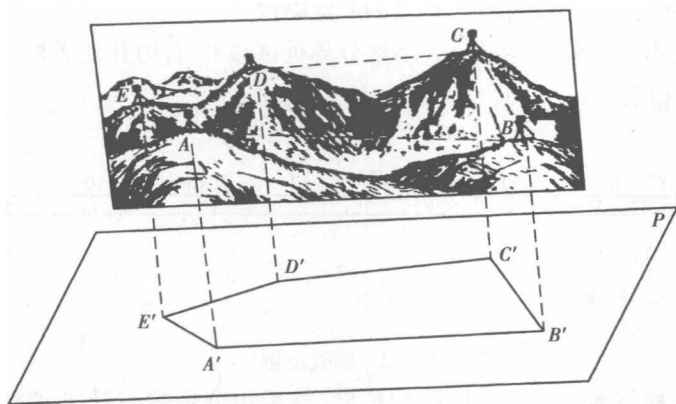


图 1.1.3 测图原理

1.2.3 地形图测绘的方法

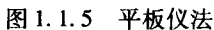
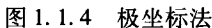
(1) 极坐标法

极坐标法是以测站点为极点,过测站点的某已知方向作为极轴,测定测站点至碎部点连线方向与已知方向间的水平夹角,并量出测站点至碎部点的水平距离,从而确定碎部点的平面位置。

如图 1.1.4 所示, A 、 B 为两测站点,欲测定 B 点附近的房屋位置,可在测站 B 上安置经纬仪或全站仪,以 BA 为起始方向(又称后视方向或零方向),测定房屋角点 1、2、3 的方向值 β_1 、 β_2 、 β_3 ,并测量出测站 B 至相应屋角点的水平距离 D_1 、 D_2 、 D_3 ,即可按测图比例尺在图上绘出该房屋的平面位置。

(2) 平板仪法

也可在已知点 A 上安置平板仪,如图 1.1.5 所示。平板经过对点、整平、定向后,将照准仪的直尺靠于图上的测站点 a ,瞄准屋角 1,按直尺边画出方向线。同时用测距仪器或卷尺量



1.3 地形图的符号与表示

1.3.1 地物符号

在地形图上,地物是用相似的几何图形或特定的符号表示的。测绘地形图时,将地面上各种形状的地物,按一定比例,用垂直投影的方法,缩绘于地形图上,对难以缩绘的地物,同则按特定的符号和要求表示在地形图上。

地形图图式中地物的符号分为比例符号、非比例符号、线状符号及充填符号4种。

比例符号又称面积符号(或称轮廓符号),是把地物的轮廓按测图比例尺缩绘于图上的相

似图形,称为比例符号。比例符号正确地表示了地物的位置、形状和大小,如房屋、桥梁、稻田、运动场等,如图 1.1.6 所示。

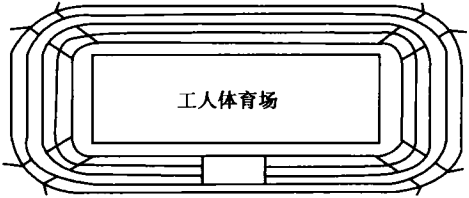
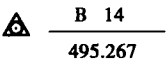


图 1.1.6 比例符号

(2)非比例符号

当地物轮廓很小,若按比例尺无法在图上表示出来时,就须采用统一规定的符号,将其表示在图上。这类符号属于非比例符号。非比例符号只能准确地表示地物几何中心或其他定位中心位置,它能表明地物的类别,但不能反映地物的大小,如三角点、水准点、电线杆、水井、水塔等,该类符号如图 1.1.7 所示。



GPS 控制点



水塔



雷达站、卫星地面接收站

图 1.1.7 非比例符号

(3)线状符号

对延伸性地物,如小路、通信线路、管道等,其长度可按比例尺缩绘,而宽度却不能按比例尺缩绘,这种符号称线状符号。线状符号的中心线,表示出了地物的正确位置,该类符号如图 1.1.8 所示。

(4)填充符号

用以表示农业场地、森林等植被而均匀填绘于地界轮廓内,其轮廓大小按比例尺测绘,而充填的单个符号既不表示物体的大小,也不表示物体的实际位置,称为填充符号,又称面积符号,如图 1.1.9 所示。

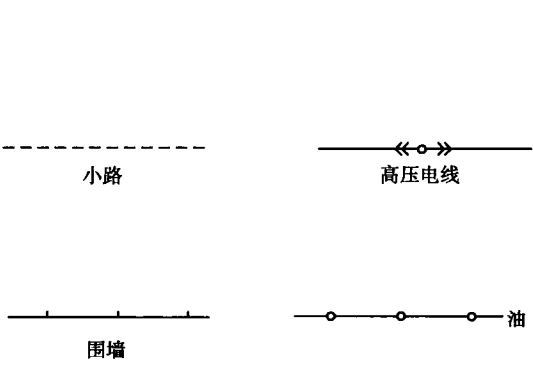


图 1.1.8 线状符号图

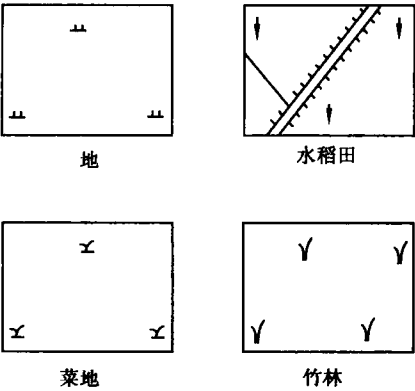


图 1.1.9 填充符号

1.3.2 地貌符号

在地形图上表示地貌的方法很多。在大比例尺地形图中,通常用等高线来表示地貌。用等高线表示地貌不仅能表示出地面起伏形态,而且还能科学地表示出地面的坡度及地面的高程。为了正确地掌握这种方法,需对地貌的形态有所了解。

(1) 地貌的基本形态

地貌是地球表面高低起伏形态的总称。由于地壳成因与结构的不同(内力作用)以及自然侵蚀作用(外力作用),形成了如今比较复杂的地表自然形态。地貌的基本形态可归纳为以下3类:

1) 平地

地面平坦,起伏无显著变化,坡度一般为 $0^{\circ} \sim 6^{\circ}$ 。

2) 丘陵地地面

起伏不大,但变化复杂,坡度一般为 $6^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 。

3) 山地

地面起伏较大,坡度一般在 15° 以上。如图1.1.10(a)所示为山地的综合透视图,图1.1.10(b)为其相应的等高线图。山地地貌中,山顶、山脊、山坡、山谷、鞍部、盆地(洼地)等为其基本形态。

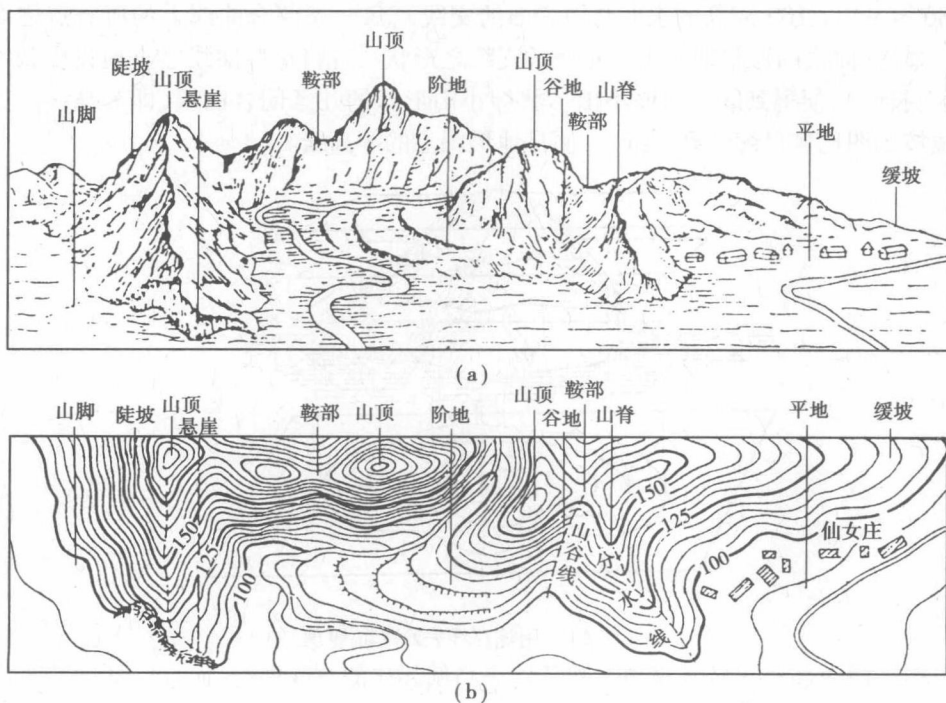


图 1.1.10 山地的综合透视与等高线图

① 山顶和山峰

山的最高部分称为山顶,尖峭的山顶称为山峰。

②山脊和山坡

由山顶延伸至山脚的凸棱称为山脊。山脊最高点连成的棱线是分水线或称山脊线。山脊的两侧以谷底为界称为山坡。山坡依其倾斜程度有陡坡与缓坡之分。山坡呈竖直状态的称为绝壁,下部凹入的绝壁称悬崖。

③山谷

两山脊间的凹部称为山谷。两侧称为谷坡,两谷坡相交部分称为谷底。谷底点连线称合水线或称山谷线。谷地出口的最低点称为谷口。因流水的搬运作用堆积在谷口附近的冲积物所形成的一种半圆锥形的高地,称为冲积扇。

④鞍部

两个山顶之间形似马鞍的低洼处称为鞍部。

⑤盆地

低于四周的盆形洼地称为盆地。

(2)等高线表示地貌的方法

地面上高程相等的各相邻点所连成的闭合曲线称为等高线,也即相当于一定高度的水平面横截地面所成的地面截痕线。

如图 1.1.11 所示,设想有一个小山,它被几个高差均为 h 的静止水面相截,则在每个水面上各得到一条闭合曲线(为此,我们可以设想,在一静止的湖中有一小岛,开始时,水面高程 70 m,因此,水面与地表面的交线为 70 m 的等高线。若水面再涨高 10 m、20 m、30 m,便得到高程为 80 m、90 m、100 m 高的水面与地表面的交线),每一条闭合曲线上的所有点之高程必定相等。显然,曲线的形状即小山与水面的交线之形状。若将这些曲线竖直地投影到水平面 H 上(正射投影),便得到能表示该小山形状即小山形状的几条闭合曲线,即等高线。如若将这些曲线按测图比例尺缩绘到图纸上,便是地形图上的等高线。

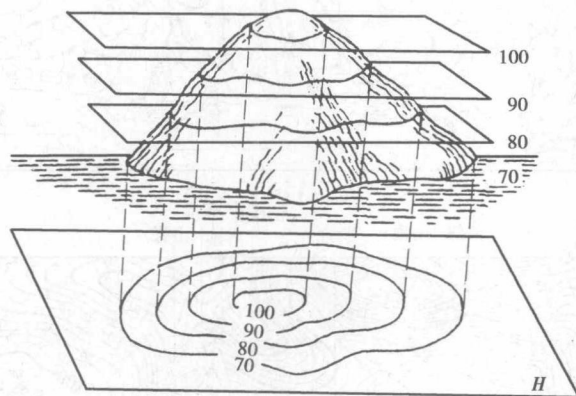


图 1.1.11 用等高线表示地貌原理

地形图上的等高线比较客观地反映了地表高低起伏的空间形态,而且还具有量度性。

(3)等高线

相邻两等高线间的高差,称为等高距;相邻两等高线间的水平距离,称为等高线平距。随着地面坡度的变化,等高线平距也不断变化。测绘地形图时,等高距选得太小,会使图上等高线数量过多且密集,这不仅增加了野外测图的工作量,而且影响图面的清晰,反而不便使用。