

第九章 地形图的应用

1

地形图的阅读

2

地形图的基本应用

3

面积体积的量算

4

地形图在工程设计与施工中应用

5

地形图在建筑规划中的应用

6

地形图在GIS中的应用

9.1.1 普通地图的内容

不同的行业需要不同类型的专题地图，如地势地貌图、地质图、气象图、水文图、土壤图、植被图、动物地理图等**自然专题地图**；以及政区地图、人口地图、工业地图、农业地图、环境地图、历史地图等**人文专题地图**。

普通地图的内容由数学要素、地理要素和辅助要素三部分构成。

(1) 数学要素

数学要素包括平面坐标系统与高程系统、投影方法、比例尺、定向等内容。

数学要素是在地图上进行量测与计算的基础。

9.1.1 普通地图的内容

(2) 地理要素

地理要素是地图的主体内容，分为人文要素和自然要素两大类。

自然要素包括地形地貌、水系的分布、地表植被的分布、地表地质类型的分布、气象、地球物理等；人文要素包括城市、城镇、人口、经济、交通和文化等。

(3) 辅助要素

辅助要素是对地图阅读与使用起到参考作用的内容，包括图名、图号、接图表、图廓线、坡度尺、附图、图例、相关说明与资料等。

9.1.2 地形图的阅读

在使用地形图前必须先熟悉地形图的相关规范及内容，然后在此基础上对地形图进行分析和使用。

地形图的阅读涉及以下几个主要内容：

(1) 地形图的选择

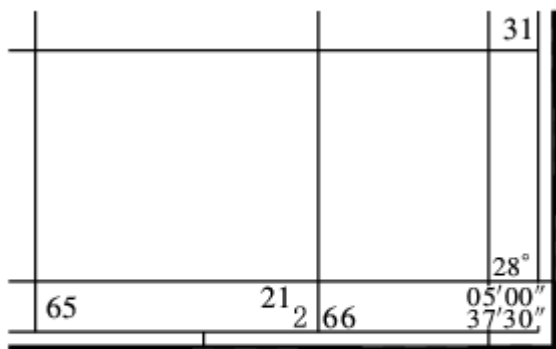
为了某项应用，如城市规划、工程建设、地质勘探等，必须根据其习惯和要求，选择相应的地形图。

选择内容包括地形图的比例尺、地形图的精确性、地形图的详细性等项内容。此外，还应收集有关地区的地形地貌、水文地质、社会经济等方面的文字及统计数据资料。

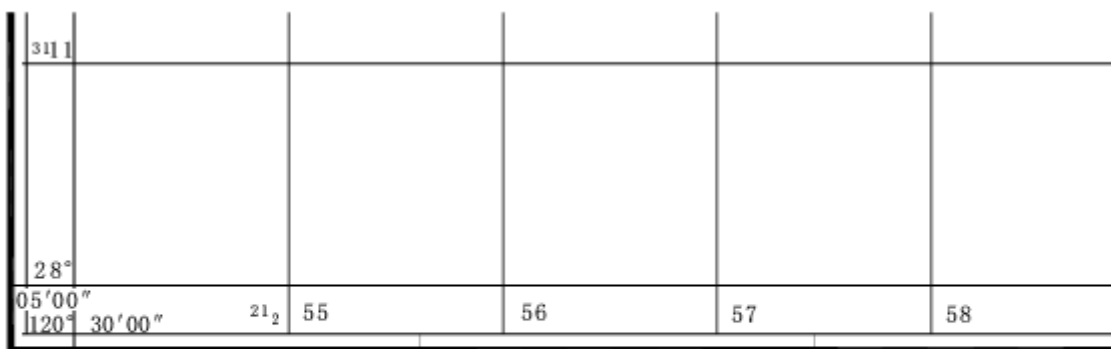
9.1.2 地形图的阅读

(2) 熟悉地形图的平面坐标及高程系统

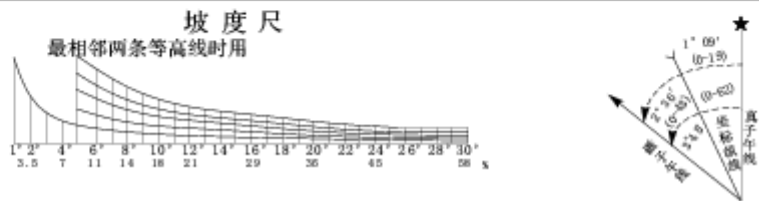
地形图所采用的平面坐标及高程系统的种类，一般可在地形图图廓外的说明中获得，或在地形图图廓线上标明的坐标分划及地形图的编号中获得。我国地形图采用的是80国家大地坐标系统，及“1956年黄海高程系统”或“1985年国家高程基准”。



1998年4月航摄，1999年8月调绘。
1954年北京坐标系。
1956年黄海高程系，等高距为5 m。
1995年版图式。



H-51-134-C-a



9.1.2 地形图的阅读

(3) 了解地形图图廓外的说明

这些说明包括图名、图号、比例尺、投影方式、接图表、图例、坐标和高程系统、测图编图方式和时间、坡度尺等。

接图表是对本幅图相邻图幅的说明，这种说明可以是图名，也可以是图号，既可以放在图的左或右上角，也可以放在图的四个图廓线上和线外。

我国1:10000及更小比例尺的地形图图廓线为经纬线，且规定1:10000至1:25万比例尺地形图必须绘出方格网。在1:50万与1:100万地形图图面内直接绘出经纬网线。

9.1.2 地形图的阅读

(4) 地形图内容的阅读

地形图内容按分类方式的不同可分为人文和自然要素两大类，也可以分成地物和地貌两大类。

地物包括居民地及其密度和分布、各类建筑物、公路、铁路、水系及其附属的车站、港口、码头、水库、电站等、土地利用状况、动植物的分布状况。

地貌包括等高线的类型及分布，平原、丘陵、山地、河谷的分布与变化特征、地形地貌与河流、湖泊、河滩、沼泽等的相互关系等。

9.1.3 地形图阅读的注意事项

1. 地形图概括和取舍的原则

概括和取舍又称**制图综合**。由于受到比例尺的限制，地形图不可能将所有事物包括进图中，必须根据其重要性及对专题的需要进行概括与取舍。地形图的比例尺越小，概括和取舍的程度越高。

2. 地形地物的变化

由于修筑公路、铁路、建筑、城市改造与扩建等原因，地面上的地形地物不断发生变化，而地形图未必能及时反映这些变化。因此，阅读地图时应注意地图内容随时间变化的可能性，以便更好地识图和用图。

9.1.3 地形图阅读的注意事项

3. 影响地形图量算精度的因素

(1) 地图精度的影响

地图本身的精度受到测量时控制点的精度、实地测量精度、编绘过程中的主观性、对纸质地形图进行数字化过程的误差等影响。

(2) 地图投影的影响

在中小比例尺地形图上，由于地图投影的缘故，地形图上各点的变形是不均匀的，这会导致点位坐标、直线曲线的长度、面积等的量算产生误差。因此应根据不同的用途，选择不同投影方式的地形图，如农业图可以采用等面积投影，普通地理图可以采用等角投影，航海图可以采用墨卡托投影。

9.1.3 地形图阅读的注意事项

(3) 图纸变形的影响

地形图图纸本身会发生变形、褶皱等现象，会对图上的量测作业产生影响。为了减少图纸变形的影响，可以利用图示比例尺和坡度尺进行距离和坡度的量测，或对量测的坐标、距离、面积、体积值进行变形修正。

(4) 量测仪器和方法的影响

对于同一项任务，采用不同的仪器和计算方法进行量算，必然会对最终结果产生影响。因此，应根据不同的精度要求采用不同的量测仪器和方法。

第九章 地形图的应用

1

地形图的阅读

2

地形图的基本应用

3

面积体积的量算

4

地形图在工程设计与施工中应用

5

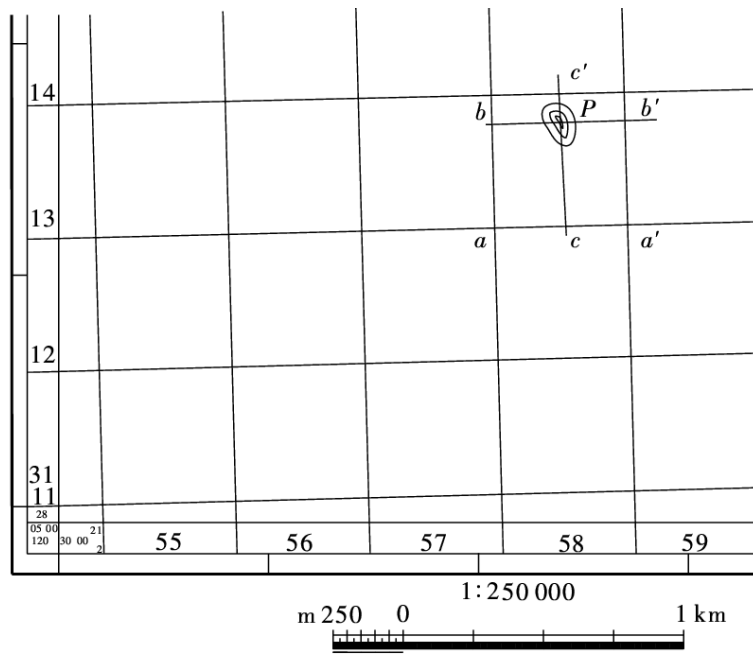
地形图在建筑规划中的应用

6

地形图在GIS中的应用

9.2.1 点位平面坐标的量测

在大比例尺地形图内绘有方格网，如下图所示。欲在图上量测点 P 的坐标，可以利用尺子在点 P 所在的方格四周量取过点 P 与 x 轴和 y 轴平行线所截的距离 ab 和 ac ，并乘以比例尺分母 M 换算成实地距离，则点 P 坐标为



$$x_p = x_a + ab \cdot M$$

$$y_p = y_a + ac \cdot M$$

式中， x_a 、 y_a 为点 P 所在方格网西南角直角坐标值。

9.2.1 点位平面坐标的量测

也可以根据图纸的变形量，对图上的量测距离进行改正。
改正后的 ab 距离为

$$ab = \frac{L}{l} ab'$$

式中， L 为方格网名义长度， l 为图上量得的方格网实际边长， ab' 为图上量得的 ab 线段的实际长度。

同理，可以对 ac 线段长度进行改正。

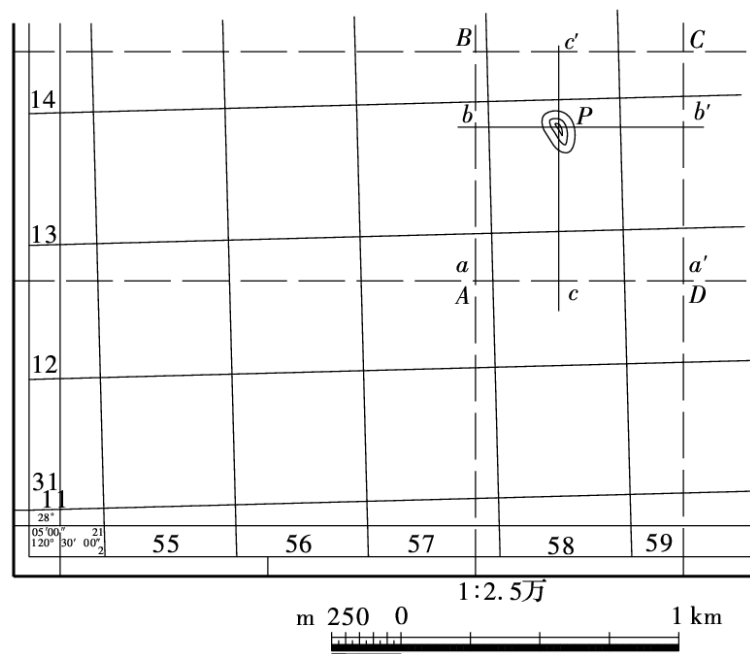
当需要对大量点位平面坐标进行量取时，可以使用数字化仪，也可以将图纸扫描并输入到绘图软件中，量取各点屏幕坐标，再经过倾斜改正和比例缩放，换算成实地坐标。

9.2.1 点位平面坐标的量测

在大比例尺地形图中也可以量取地形图上某一点的地理坐标。大比例尺地形图的经纬线近似于直线，如下图所示，若想量取点 P 的地理坐标，首先根据图廓线上的经纬度分划绘制经纬线网格（图中虚线），然后过点 P 作平行于经纬线的直线，在相邻经纬线网格上截取距离 ab 和 ac ，则点 P 的地理坐标为

$$\lambda_p = \lambda_a + \Delta\lambda = \lambda_a + \Delta\lambda_0 \frac{ac}{AD}$$

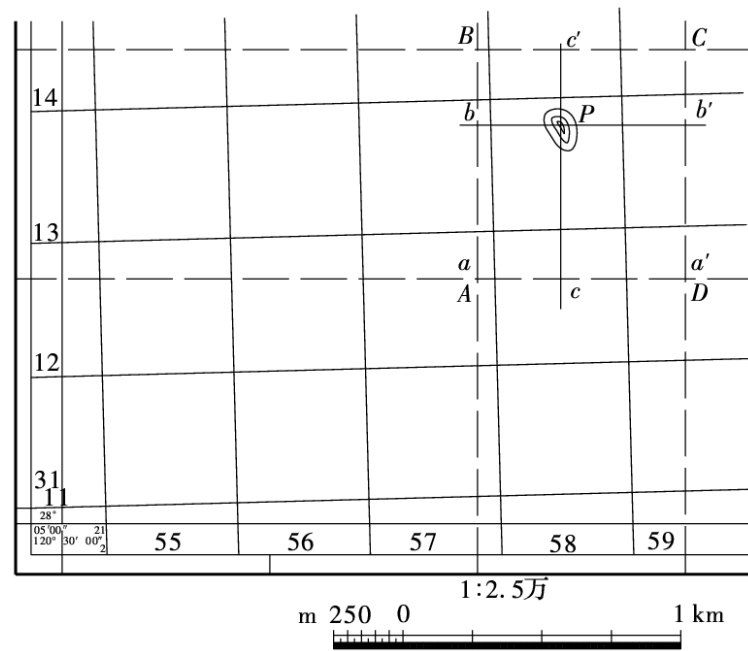
$$\varphi_p = \varphi_a + \Delta\varphi = \varphi_a + \Delta\varphi_0 \frac{ab}{AB}$$



9.2.1 点位平面坐标的量测

$$\lambda_p = \lambda_a + \Delta\lambda = \lambda_a + \Delta\lambda_0 \frac{ac}{AD}$$

$$\varphi_p = \varphi_a + \Delta\varphi = \varphi_a + \Delta\varphi_0 \frac{ab}{AB}$$



式中, λ_a 和 φ_a 是点 P 所在相邻经纬线格网西南角的地理坐标, $\Delta\varphi_0$ 为经线网格边 AB 线段所代表的纬差, $\Delta\lambda_0$ 为纬线网格边 AD 线段所代表的经差。

9.2.2 两点间水平距离的量测

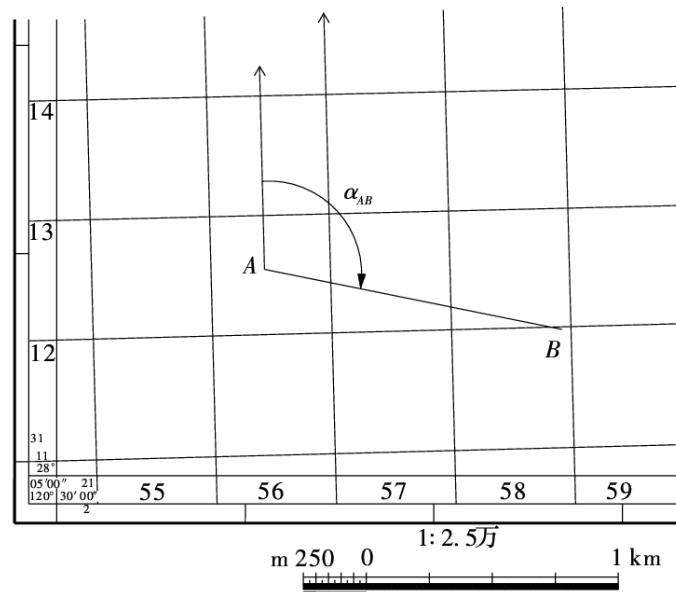
1. 对于图上两点间的水平距离可以通过分别量取图上直线两端点的平面坐标来计算。
2. 当对量测精度要求不高，可以利用图上的图示比例尺或复式比例尺直接量取两点间距离。

在中小比例尺地形图上量测的直线距离，应根据投影公式进行投影变形改正，或用经、纬线复式比例尺进行量距改正。

9.2.3 方位角的量测

通过在图上量取 AB 两点的坐标，可计算出直线 AB 的坐标方位角。

当精度要求不高时，也可以用量角器直接量取坐标方位角。以过点 A 的 x 轴为起始方向，顺时针量取至 AB 方向的夹角，便是 AB 方向的坐标方位角。

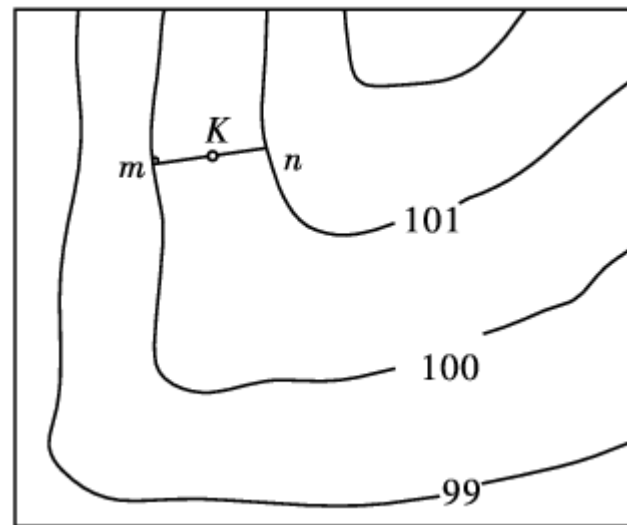


9.2.4 点位高程的确定

如下图所示，欲求地形图上点 K 的高程，可在点 K 所在两相邻等高线之间按线性比例进行高程内插。过点 K 作一条大致垂直于两相邻等高线的短线 mn ，与相邻等高线的交点分别为 m 和 n ，相邻等高线等高距为 h ，则点 K 与点 m 之间的高差及点 K 高程为

$$h_{mK} = h \frac{mK}{mn}$$

$$H_K = H_m + h_{mK}$$



确定点的高程

式中， H_m 为点 m 所在等高线的高程

9.2.4 点位高程的确定

在地形地貌的分析和各类工程设计中，经常要计算地面某点处的坡度。欲求图上两点A、B之间的坡度，可量测A、B两点的高程和A、B两点间的水平距离，则A、B两点间的坡度值为：

$$i = \frac{h_{AB}}{D_{AB}} \times 100\% \quad \tan \alpha = \frac{h_{AB}}{D_{AB}}$$

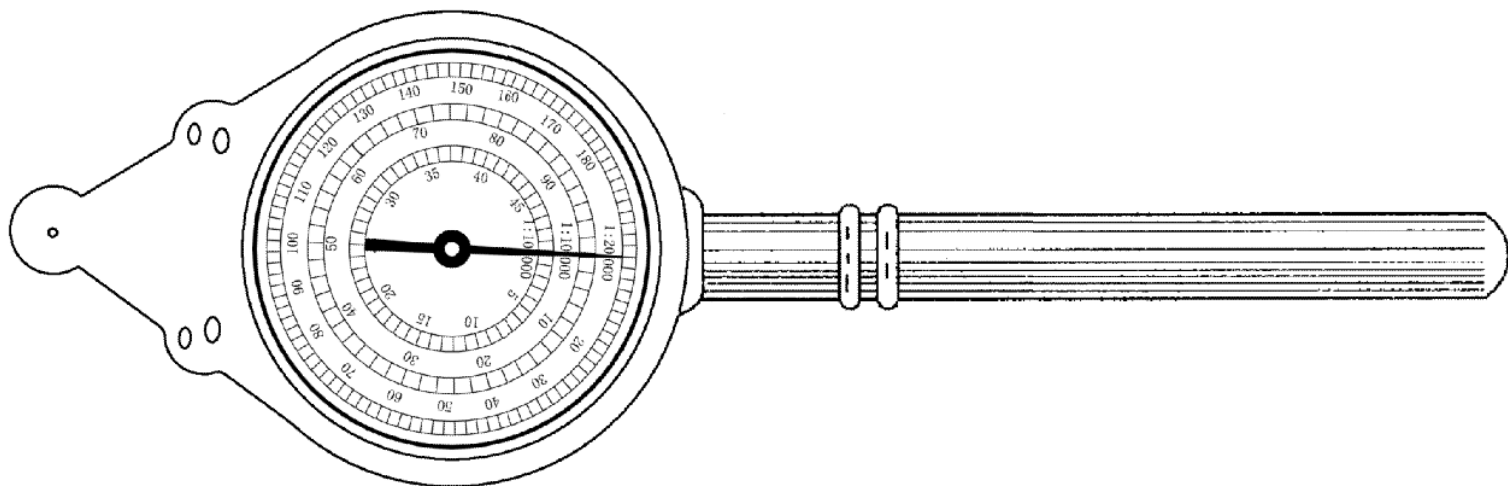
式中，倾斜率*i*以百分率（%）或千分率（‰）表示， α 为倾斜角。

坡度有正负之分，上坡为正。当两点间距离较长，地面有起伏时，所求的是两点间的平均坡度。

9.2.5 在地形图上量取曲线或折线的长度

在地形图上经常会遇到需要量取曲线或折线长度的情形，如量取公路、铁路、输电线、河流的长度等。

曲线长度的量测可以使用曲线计，如下图所示。曲线计由圆形计算盘和手柄组成，计算盘上有许多大格和小格。盘下面有一个转轮，转轮在图上沿曲线转动，计数盘读数乘以每一小格的线长值 q ，便可以计算出曲线长度，然后乘以地形图比例尺分母，便可换算成实地曲线长度。



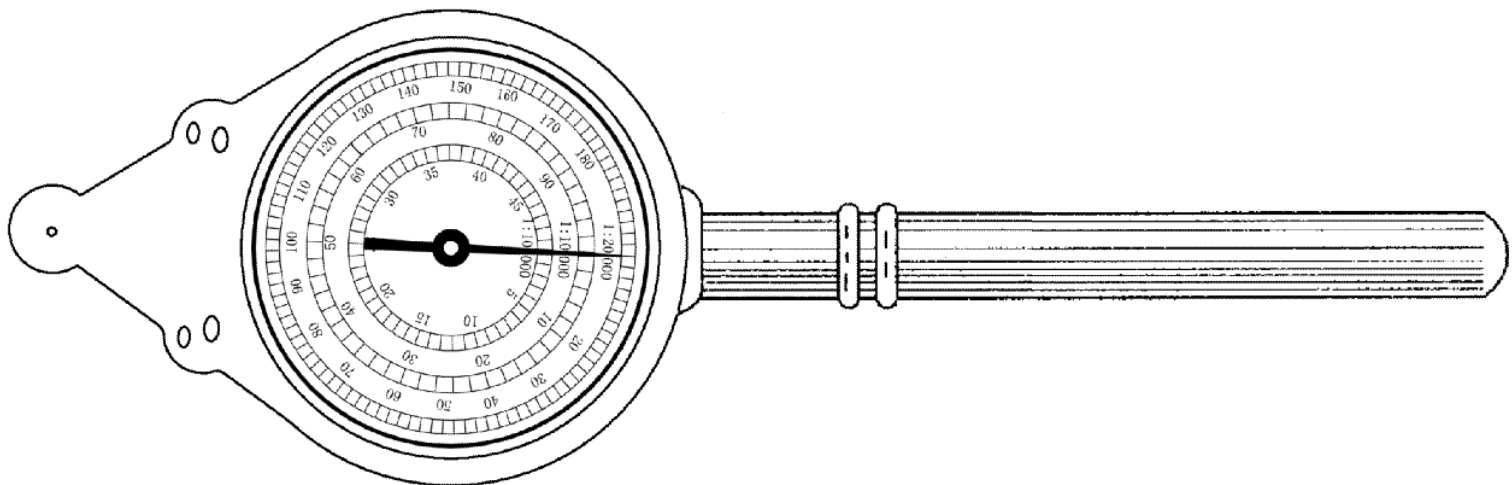
9.2.5 在地形图上量取曲线或折线的长度

小格线长 q 的值可以通过量测已知线长 L 计算出来。如量测已知线长 L 的计数盘读数为 n ，则 q 值为

$$q = L/n$$

若在比例尺为 $1:M$ 的图上，量测得到的曲线计计数盘读数为 m ，则曲线实地长度为

$$D = mqM$$



第九章 地形图的应用

1

地形图的阅读

2

地形图的基本应用

3

面积体积的量算

4

地形图在工程设计与施工中应用

5

地形图在建筑规划中的应用

6

地形图在GIS中的应用

9.3 面积体积的量算

在地形图的应用中，面积和体积的量算非常常见。在矢量数字地形图中一般有面积计算的功能，可以直接调用。而对于纸质地形图或栅格数字地形图而言，可通过多种方法进行面积的量算。

常用的地形图面积的量算方法包括：

面积体积的量算方法



```
graph TD; A[面积体积的量算方法] --> B[图解法]; A --> C[求积仪法]; A --> D[解析法];
```

图解法

求积仪法

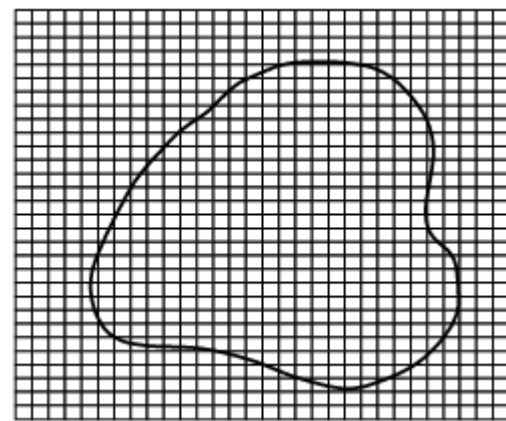
解析法

9.3.1 图解法

图解法是利用绘有某种规则图形的透明模片，蒙在待量面积的地形图上，通过统计待量面积轮廓线内的规则图形个数，计算出所需面积。这种方法较为简单，但统计工作量大。

1. 方格摸片法

如图所示，将透明方格模片固定在地形图上，数出待量面积内的整方格数和不整方格数，方格边长可以是1mm或2mm，并将不完整的方格数除2合并成完整的个数。根据每个方格所占实地面积，便可计算出待量轮廓线内的实地面积。



方格摸片法

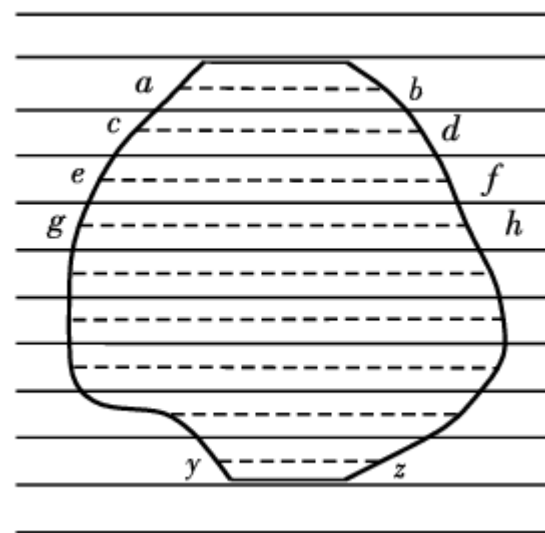
9.3.1 图解法

2. 平行线模片法

如图所示，平行线模片的线间隔可以是1mm或2mm，将模片固定在待测面积上，平行线与待测面积轮廓线所截形状近似为梯形，量测沿平行线中间线与轮廓线所截的长度，如图中虚线所示，虚线长度分别为 $l_1=ab$ ， $l_2=cd$ ， $l_3=ef$ ， \dots ， $l_n=yz$ 。设平均线间隔为2mm，则待测图面积为

$$S = (l_1 + l_2 + \dots + l_n) \times 2(\text{mm}^2)$$

然后按地形图的比例尺转换成实地面积。方格模片法与平行线模片法的精度取决于方格大小与平行线间隔的大小。

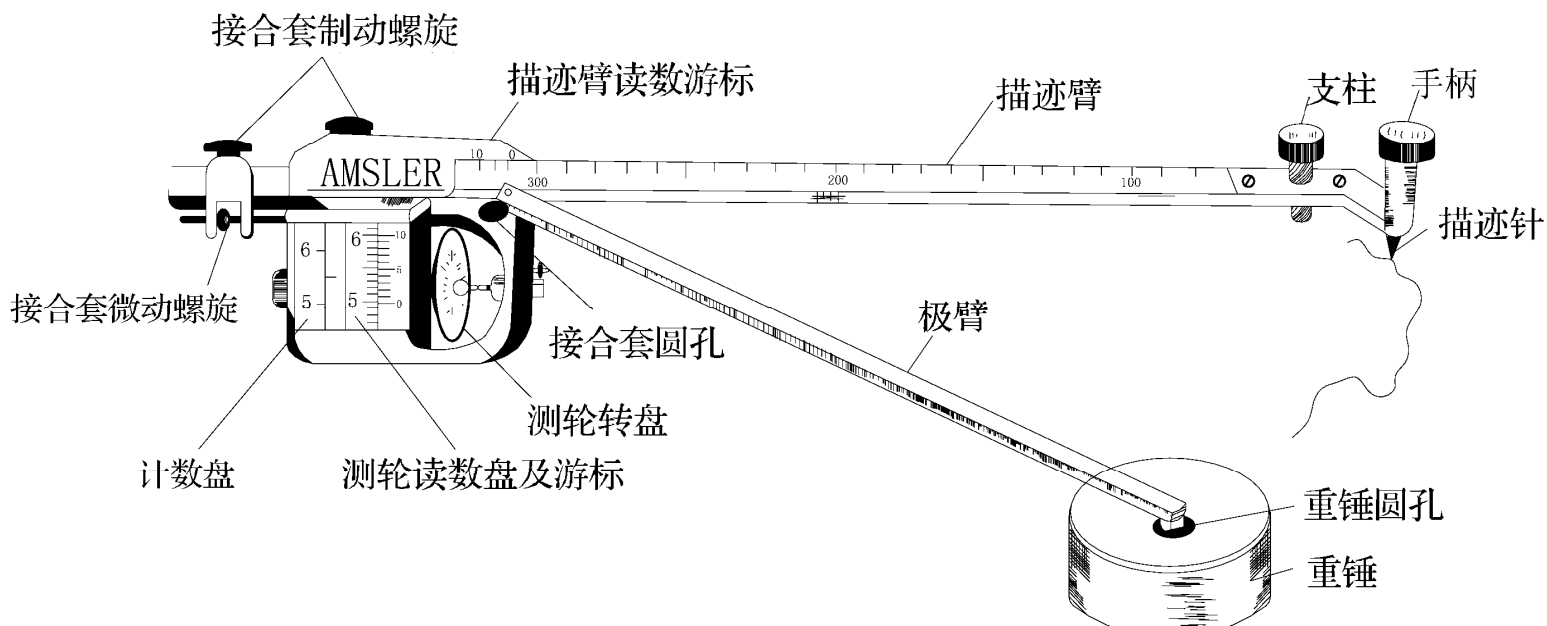


9.3.2 求积仪法

纸上求积仪有两种，分别是机械求积仪和电子求积仪，其构造和原理基本相同。

1. 机械求积仪的结构

如下图所示，机械求积仪主要由极臂、描述臂和计数机构这三个部件构成。



9.3.2 求积仪法

(1) 极臂

极臂两端分别与接合套和重锤相连，量测时重锤固定不动，重锤中心称为求积仪极点。

(2) 描迹臂

描迹臂又称航臂，臂上有刻划，量测时根据地形图比例尺调整其长度。臂长用制动螺旋和微动螺旋进行调整。描迹臂另一端有一描迹针，用以跟踪欲量测的图形轮廓线。

(3) 计数机构

接合套上附有由计数盘，测轮和游标组成的读数装置。计数盘有10格，注记数字从0至9，以指标线为准读取计数盘读数。测轮有10大格，代表计数盘1格，1大格又分成10个小格，可以读取1/100的数字。测轮附有游标，可以读取1小格的1/10。因此，从计数机构中可读取4位读数。

9.3.2 求积仪法

2. 机械求积仪的使用

(1) 根据地形图的比例尺查得求积仪描迹臂长，并用制动螺旋和微动螺旋将描迹臂调节至该长度。

(2) 将求积仪极点固定在欲求面积的图形之外，从图形轮廓线某点起沿图形轮廓线匀速移动描迹针至起始点。起始点两次读数分别为 m 和 n 。

(3) 从表中查得相应单位读数对应的面积值 K ，则面积量测值为当欲量测图形面积较大时，可以将求积仪极点放在图形内进行量测，此时上述面积的计算公式中应加上加常数 δ ，加常数可以在表中获得，面积计算公式为

$$S = K(m - n) \text{ (m}^2\text{)}$$

9.3.2 求积仪法

当欲量测图形面积较大时，可以将求积仪极点放在图形内进行量测，此时上述面积的计算公式中应加上加常数 δ ，加常数可以在表中获得，面积计算公式为

$$S = K(m - n) + \delta$$

3. 单位读数面积值 K 和加常数 δ 的测定

初次使用求积仪时，应对单位读数面积值 K 进行检验。检验时针对已知其面积 S 的图形进行量测，起始读数数值分别为 m 和 n ，则

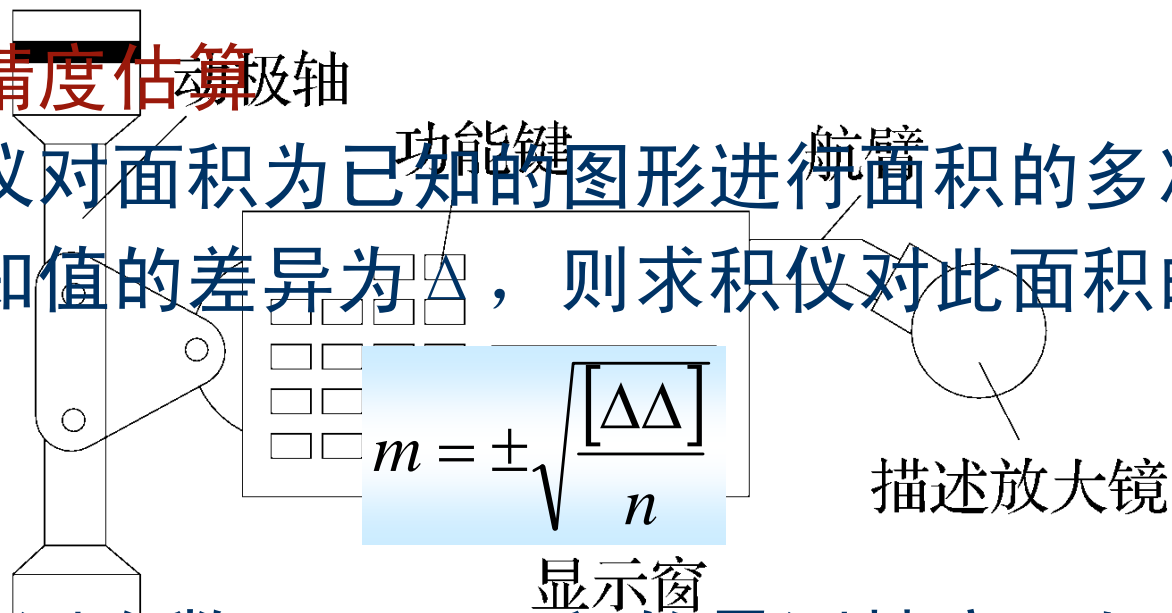
$$K = \frac{S}{m - n}$$

同理，可测定加常数 δ 值。

9.3.2 求积仪法

4. 求积仪精度估算

利用求积仪对面积为已知的图形进行面积的多次量测，量测值与已知值的差异为 Δ ，则求积仪对此面积的量测精度为



式中， n 为量测次数，不同面积的量测精度一般是不同的。

电子求积仪结构上图所示。使用时开机，选择量测单位，设置比例尺，并沿欲量测面积的图形轮廓线移动一周，便可自动显示所欲量测的图形面积。为了提高精度，可多量几次，并取平均值作为最终结果。

9.3.3 解析法

除了利用模片及求积仪量测面积外，也可以通过量测图形边缘个别点位坐标值计算图形面积。对于由直线组成的不规则图形面积的量算，可采用熟知的面积公式计算。三角形面积计算公式为

$$s = \frac{1}{2}hl$$

式中， h 为三角形的高， l 为三角形的底边长。

三角形面积计算也可以采用如下公式：

$$s = \sqrt{K(K-a)(K-b)(K-c)}$$

式中， $K=(a+b+c)/2$ ， a 、 b 、 c 分别为三角形的三个边长。

对于梯形的面积，也需要量测边长和高度进行计算。

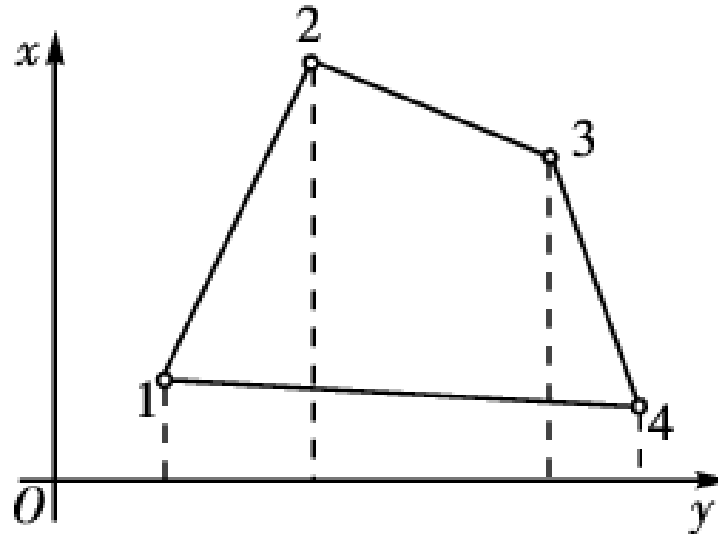
9.3.3 解析法

如下图所示，由直线组成的多边形，其面积计算公式为

$$S = \frac{1}{2}(x_1 + x_2)(y_2 - y_1) + \frac{1}{2}(x_2 + x_3)(y_3 - y_2) + \frac{1}{2}(x_3 + x_4)(y_4 - y_3) + \frac{1}{2}(x_1 + x_4)(y_4 - y_1)$$

对于任意 n 边形，面积计算公式为

$$S = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n x_i (y_{i+1} - y_{i-1}) \quad \text{或} \quad S = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n y_i (x_{i+1} - x_{i-1})$$

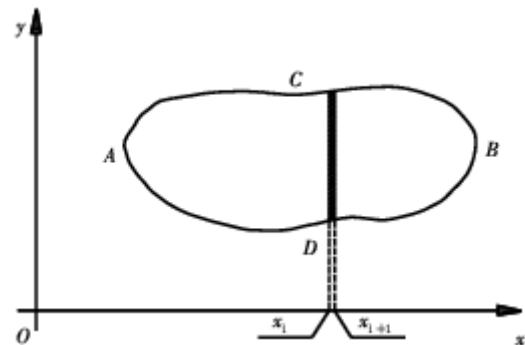


9.3.3 解析法

面积计算公式中，顶点编号为顺时针时，面积计算值为正，为逆时针时，面积计算值为负。点位坐标既可以在纸质地形图上量取，也可以在数字地形图上量取，然后根据比例尺将计算面积换算成实地面积。

如图所示，对于由曲线组成的不规则图形，可在纸质地形图或数字地形图上量测出图形轮廓线上多个点的坐标值，并利用最小二乘曲线拟合方法，分别求出曲线 ACB 和 ADB 的曲线方程。设其曲线方程分别为 $f_1(x)$ 和 $f_2(x)$ ，取微量元素 Δx ：

$$\Delta x = x_{i+1} - x_i \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$



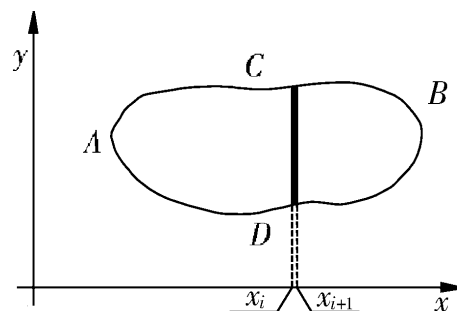
9.3.3 解析法

则图中阴影所示的微分面积为

$$S_{i,i+1} = \frac{1}{2} \{ [f_1(x_i) - f_2(x_i)] + [f_1(x_{i+1}) - f_2(x_{i+1})] \} \Delta x$$

则总的面积是各个微分面积之和

$$S = \sum_{i=1}^n S_{i,i+1}$$



不规则图形

地形图上体积的量算，可以利用等高线来完成。首先采用上述量算面积的方法量测等高线与规定的边界线围成的面积，将相邻等高线围成面积的平均值乘以基本等高距，便是相邻等高线围成的体积。将规定范围内相邻等高线围成的体积求和便是欲求的体积。

第九章 地形图的应用

1

地形图的阅读

2

地形图的基本应用

3

面积体积的量算

4

地形图在工程设计与施工中应用

5

地形图在建筑规划中的应用

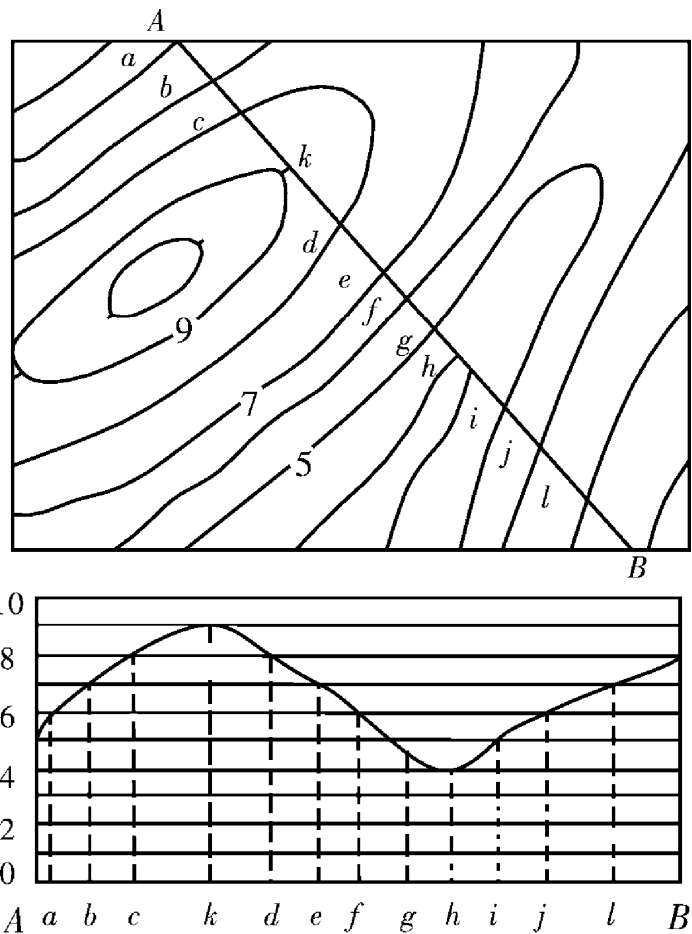
6

地形图在GIS中的应用

9.4.1 绘制纵横断面图

在公路、铁路、输电线、水渠等设计中，为了估算工程量，需要沿线路或垂直于线路方向绘制地面的纵横断面图。

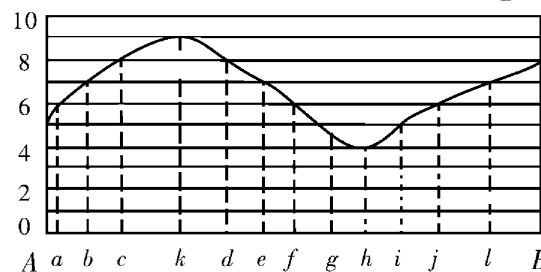
如右图所示，欲在AB两点连线方向绘制一断面图。首先在地形图上作AB两点的连线，连线与等高线交点的高程为等高线高程。



9.4.1 绘制纵横断面图

绘制一直角坐标，横轴代表直线 AB ，以点 A 为原点，横轴尺度代表水平距离。纵轴代表高程，纵轴的尺度可以不同于横轴的尺度，以便夸大高程的起伏。

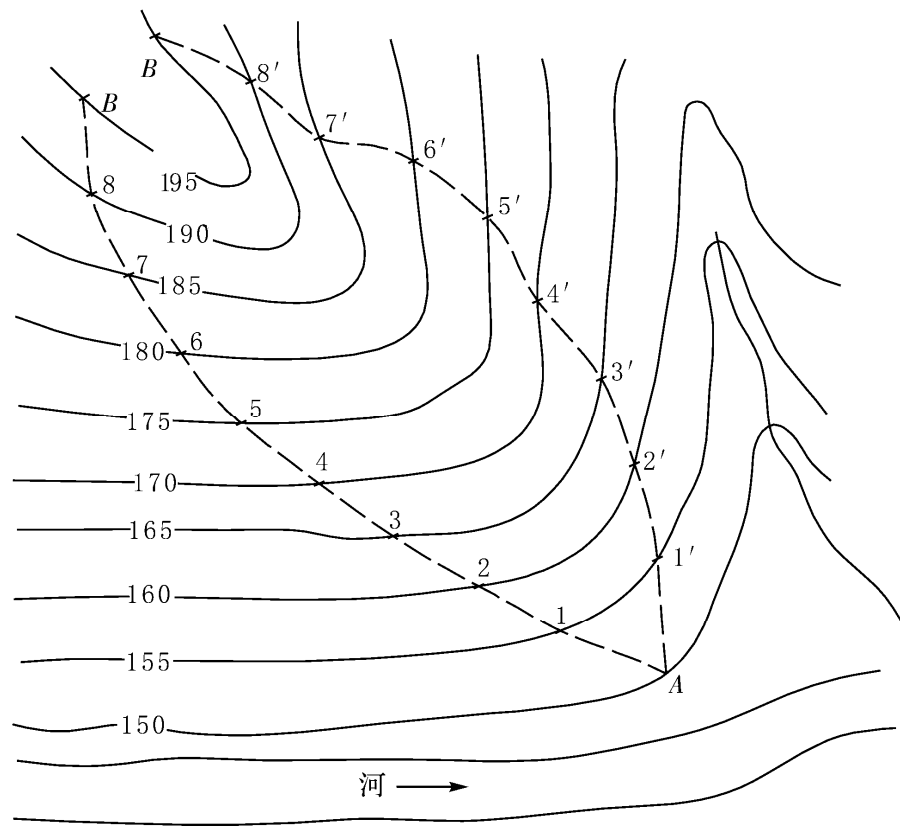
按某一比例将直线 AB 与各等高线交点，按照与点 A 的距离，绘到横轴上。在横轴各交点沿平行于纵轴绘制虚线，各虚线高度为相应交点的高程。将虚线顶点连接起来，便形成直线 AB 上的断面图。



9.4.2 按限定坡度选定两点间最短路线

在公路、铁路、水渠及各类管线的设计中，一般都有严格的坡度限制，即线路最大坡度不应超过某一限值。

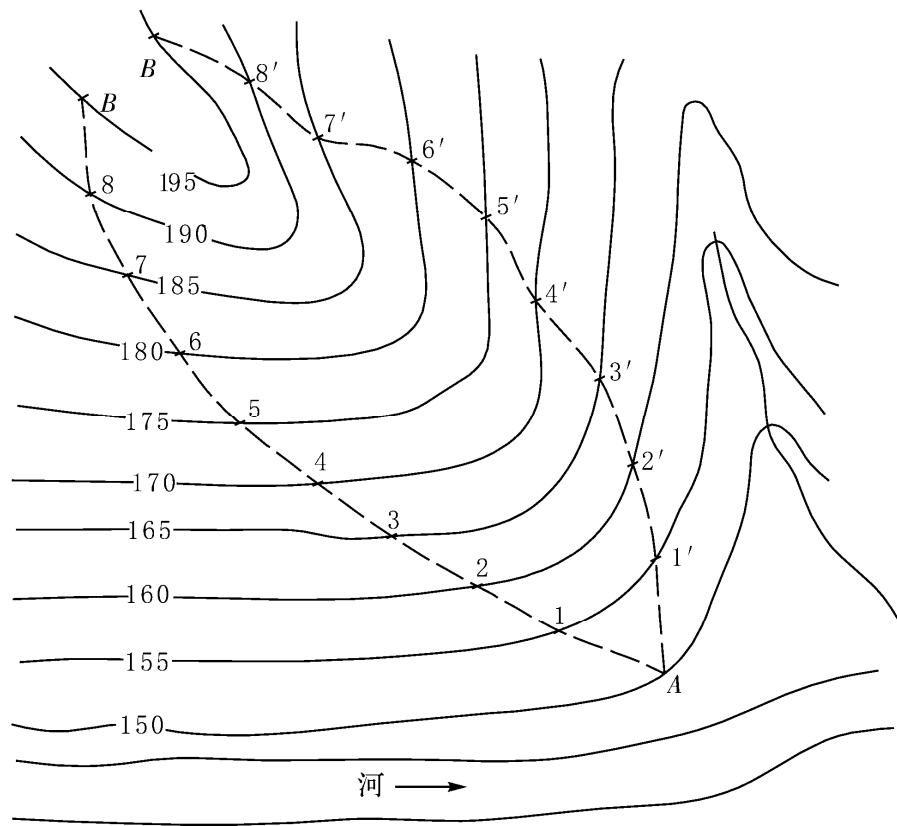
如右图所示，设欲在点A和点B之间修一条公路，限定坡度为 $i=10\%$ ，地形图比例尺为1:2000，基本等高线等高距为 $h=5\text{m}$ ，则通过相邻等高线的最短距离为



$$d = \frac{h}{i \cdot M} = \frac{5}{0.1 \times 2000} = 0.025\text{m}$$

9.4.2 按限定坡度选定两点间最短路线

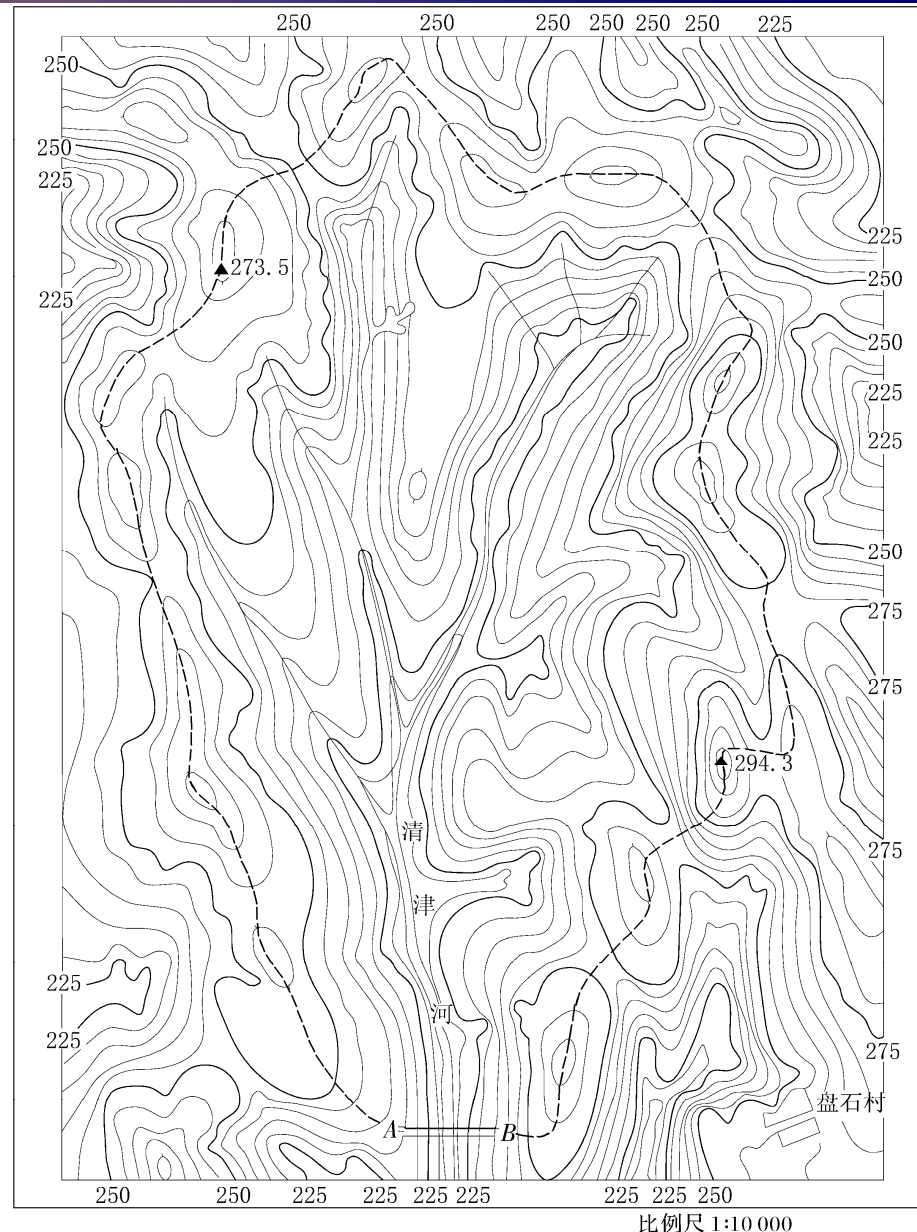
在图上进行量距时，以点A为圆心，作以 d 为半径的圆弧，与上一个相邻等高线相交，交点为1点，然后再以1点为圆心， d 为半径，作与上一个相邻等高线的交点，以此类推，到达B为止。然后将A，1，2，3，...B连接起来，便是限定坡度条件下，AB两点间的最短路径，如图示。



9.4.3 确定汇水面积

汇水面积指某个区域，该区域的雨水会汇集到水坝或桥涵上。汇水面积可在地形图上进行确认与量测。汇水面积的边界线与山脊线一致，与等高线垂直，并通过一系列山头 and 鞍部，最后与所指定的断面闭合。

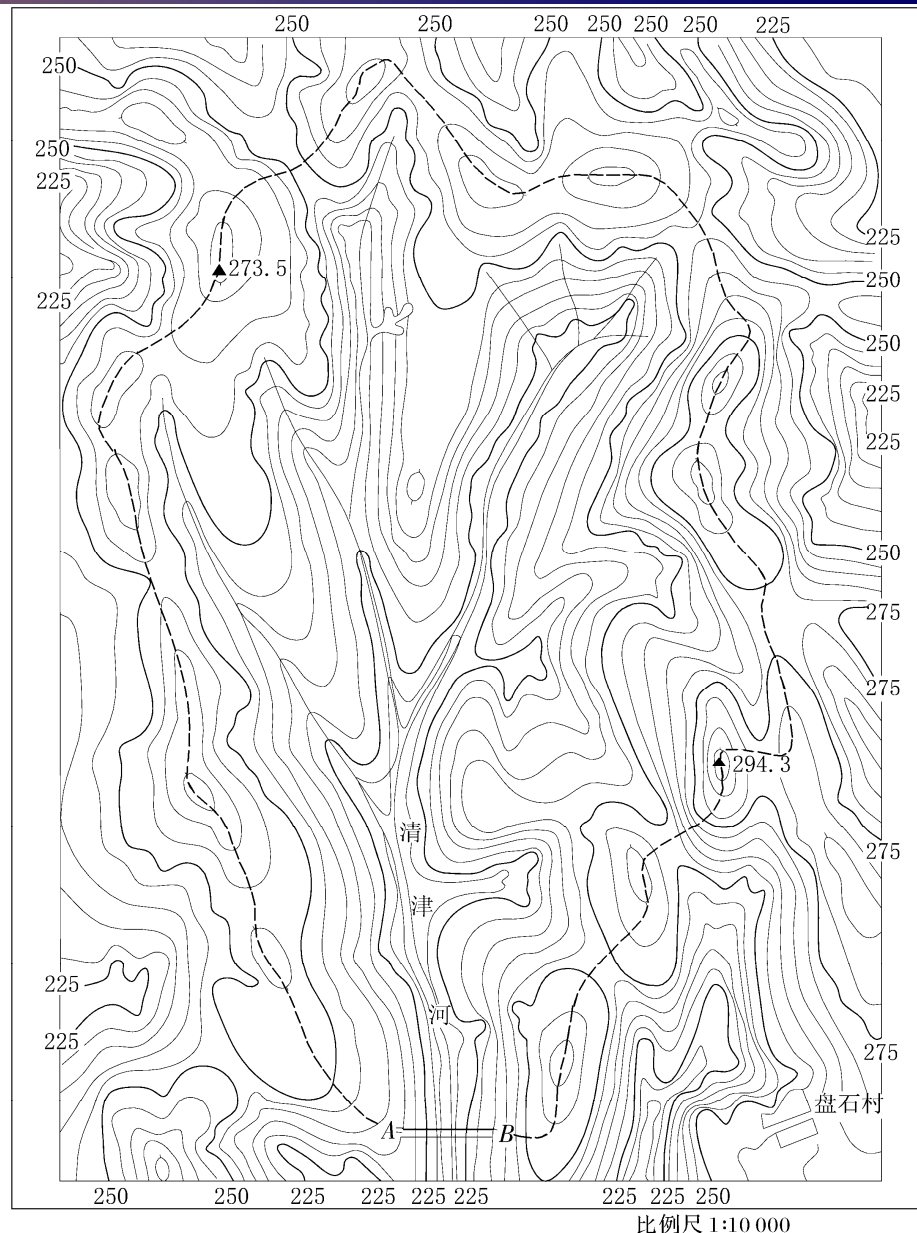
图中 AB 为欲修筑的坝体或桥涵，图中虚线为断面 AB 的汇水面积。



9.4.4 水库库容量的计算

进行水库设计时，需要根据溢洪道的起点高程，确定水库的蓄水容量。如右图所示，图中 AB 线段为坝体，溢洪道高程假设为235m，则可以确定高程为235m的等高线就是水库淹没的边界线，从而可以计算出水库的最大蓄水量。

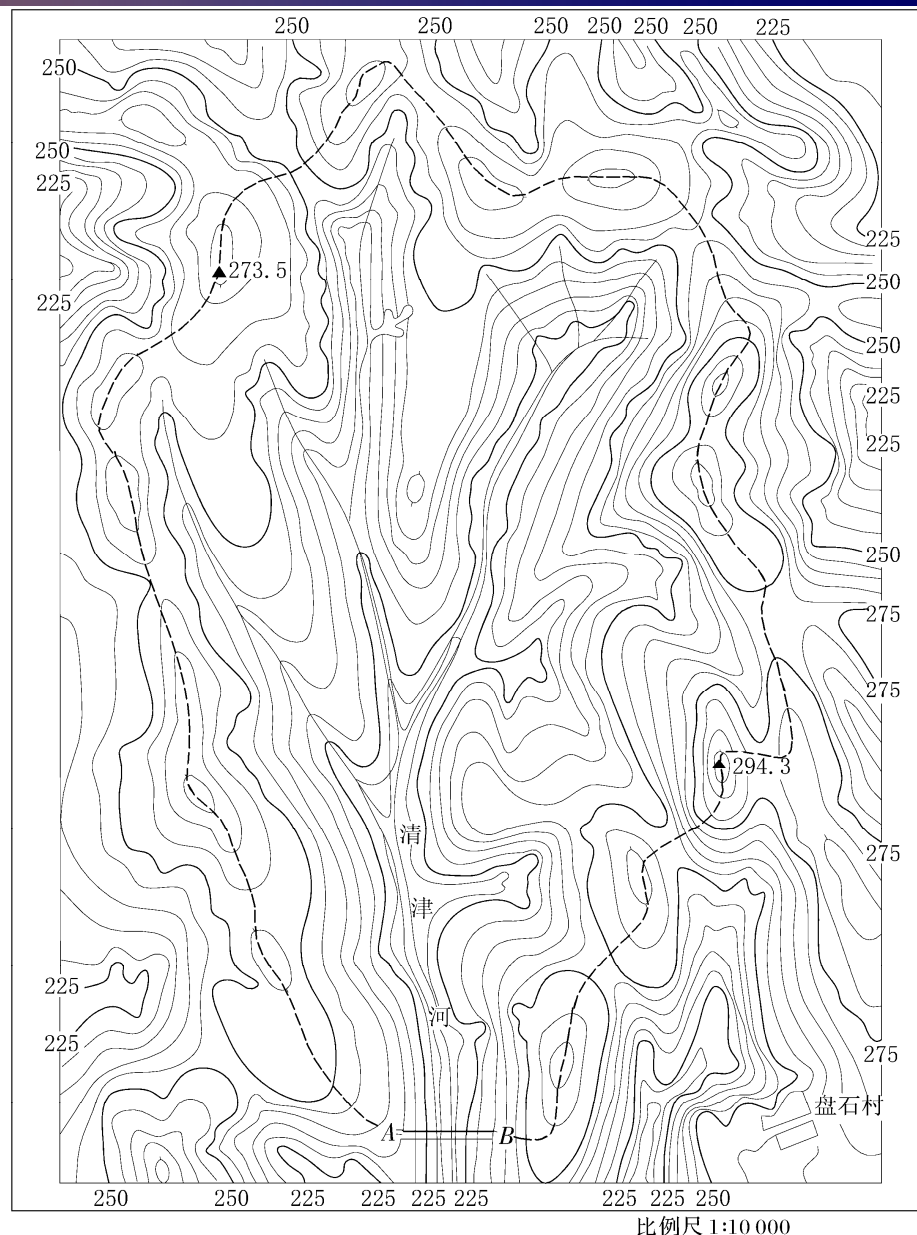
假如基本等高距为 $h=5\text{m}$ ，计算水库容量的步骤如下：



9.4.4 水库库容量的计算

(1) 求等高线围成的面积

利用求积仪或用其它方法量测或计算出235m等高线与坝体 AB 围成的面积 S_{235} ，然后量测出高程230m的相邻基本等高线与坝体 AB 围成的面积 S_{230} ，依此类推，量测出或计算出 S_{225} ， S_{230} ， \dots ， S_n 的面积。高程为 n 的最后一条等高线与库底的高程差为 Δh 。



9.4.4 水库库容量的计算

(2) 计算水库容量

① 235m高程等高线与230m高程等高线间的容量为

$$V_1 = \frac{1}{2}(S_{235} + S_{230})h$$

② 230m等高线与225m等高线间的容量为

$$V_2 = \frac{1}{2}(S_{230} + S_{225})h$$

依此类推，最后计算 n 米等高线与库底间的容量

$$V_n = \frac{1}{3}S_n\Delta h$$

则总的库容量为

$$V_n = V_1 + V_2 + \dots + V_n$$

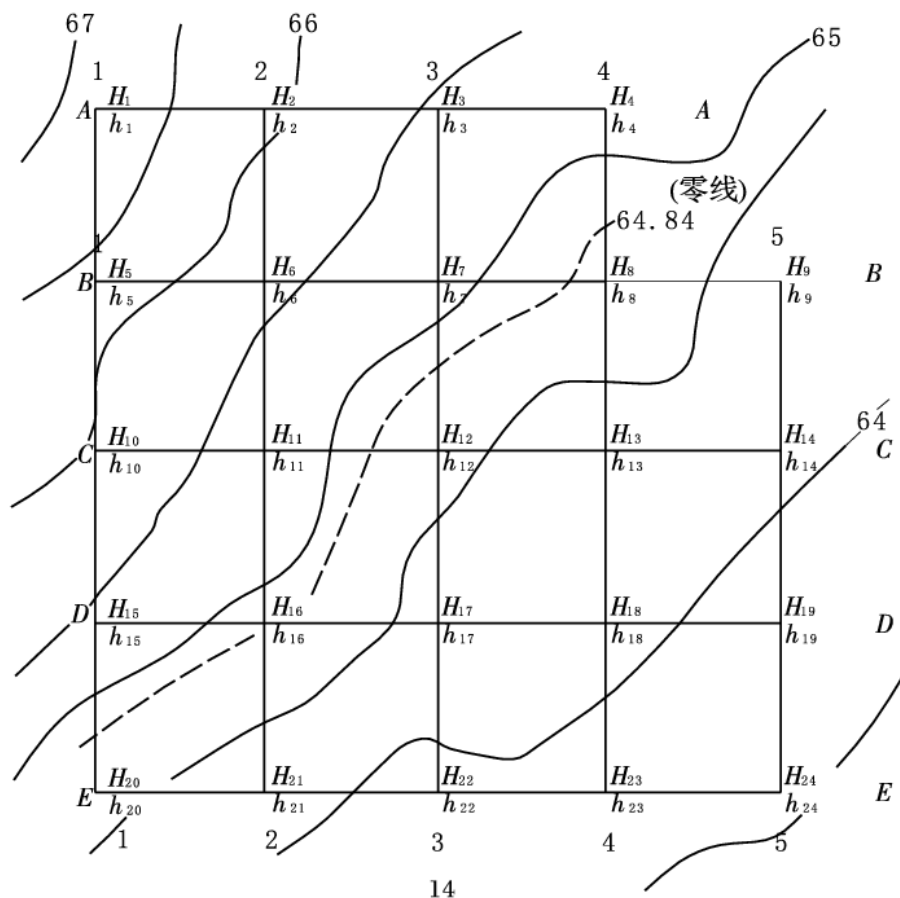
9.4.5 场地平整

在建筑、农田等建设中经常会涉及到地面平整的工作。

土地平整的计算方法如下：

1. 计算地面各点高程

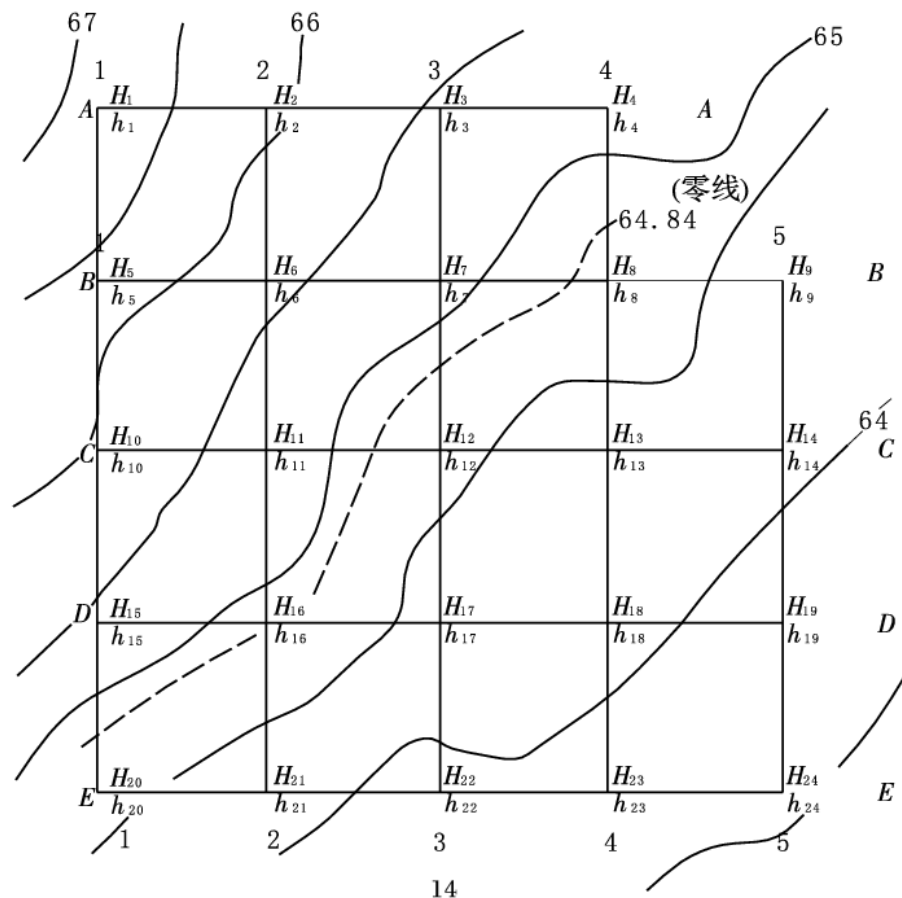
根据地面的复杂程度、地形图的比例尺和土石方量计算的精度要求，在欲平整的范围内画出纵横方格网，并对每个方格线与顶点进行编号，然后根据等高线内插出各方格顶点的高程 H_1, H_2, \dots, H_n ，并将其注于方格顶点右上方。



9.4.5 场地平整

2. 计算设计高程

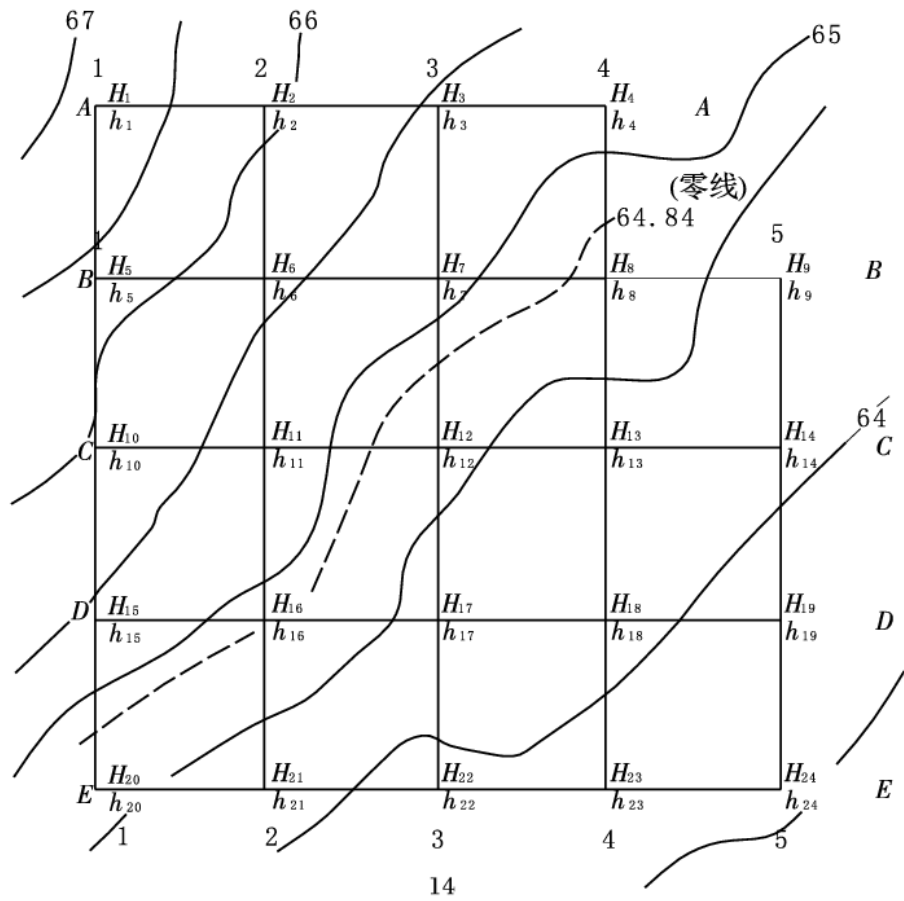
将每个方格四个顶点的高程取平均值，为每个方格内地面的平均高程。将各方格平均高程相加，并除以总方格数，即为所设计平整后地面高程。图中虚线即为设计高程等高线，它是填挖土石方的分界线，或称**零线**，以满足计算中“填、挖平衡”的要求。



9.4.5 场地平整

因为计算设计高程时，角点高程会用到1次，拐点高程会用到3次，边点高程会用到2次，中间点高程会用到4次，因此设计高程计算公式为

$$\left\{ \begin{aligned}
 H_1 &= \text{角点高程之和} \times \frac{1}{4} \\
 H_2 &= \text{边点高程之和} \times \frac{2}{4} \\
 H_3 &= \text{拐点高程之和} \times \frac{3}{4} \\
 H_4 &= \text{中间点高程之和} \times 1 \\
 n_{\text{方}} &= \text{方格总数}
 \end{aligned} \right.$$



$$H_{\text{设计}} = \frac{1}{n_{\text{方}}} (H_1 + H_2 + H_3 + H_4)$$

9.4.5 场地平整

3. 计算填挖高度

将方格各顶点高程减去设计高程，即为方格顶点处需填挖的高度。当计算出的填挖高度为正时，表示该点处的挖掘深度；为负时，表示该点处的填埋高度，将填挖高度注于方格顶点的右下方。

4. 计算填挖土石方量

- ① 角点：填（挖）高度 $h \times 1/4$ 方格面积
- ② 边点：填（挖）高度 $h \times 2/4$ 方格面积
- ③ 拐点：填（挖）高度 $h \times 3/4$ 方格面积
- ④ 中间点：填（挖）高度 $h \times 4/4$ 方格面积

最后计算填土石方量总和和挖土石方量总和，两者应基本相等。

9.4.6 地形图在水工选址规划中的应用

为开发与利用水利资源，必须兴建水工建筑物，例如拦河坝、船闸、水闸、渠道、运河、港口、码头等。

对于具体一个水利枢纽工程而言，拦河坝是一项主要工程，坝址的选择，主要决定于地形与地质条件，河谷最窄而岩层良好的河段是最可能建坝的地方。

在初步设计阶段，除了库区的地形图以外，在可能布设枢纽工程的全部地区，也应有比例尺为1:10000或1:25000的地形图，以便正确地选择坝轴线的位置。坝轴线选定以后，即应在这个划定的枢纽布设地区，提供1:2000或1:5000比例尺地形图，以研究下列各类建筑物的布置方案：

9.4.6 地形图在水工选址规划中的应用

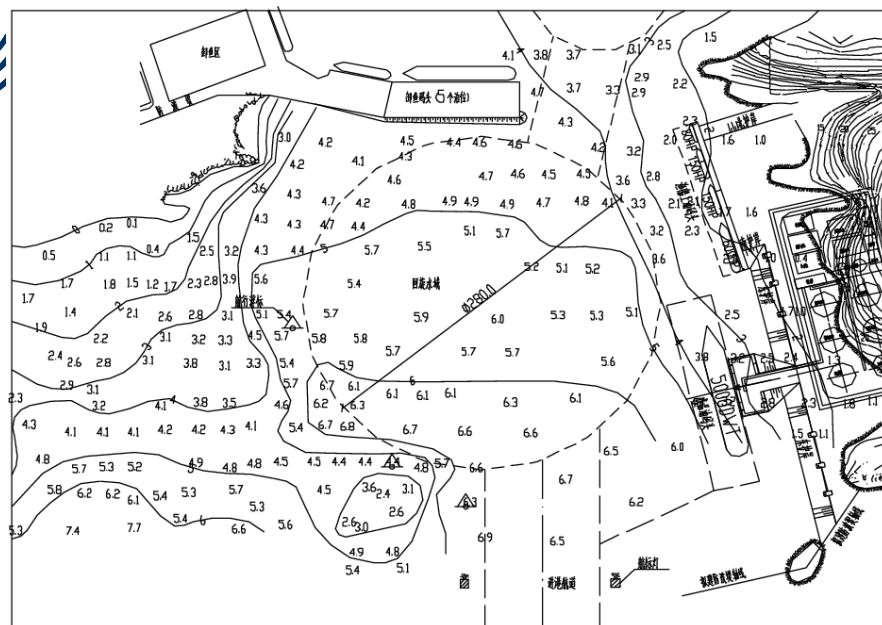
- ① 主要的永久性建筑物，如溢流坝段及非溢流坝段、发电厂、船闸以及引水渠的渠首建筑物等。
- ② 临时性的辅助建筑物，如施工围堰、施工导流的渠道等。
- ③ 永久性的及临时性的交通运输线路，如铁路、公路、架空索道等。
- ④ 施工期间的临时工厂。
- ⑤ 永久性的或临时性的工人住宅区以及其它的辅助建筑物。

9.4.6 地形图在水工选址规划中的应用

对于港口码头的设计，一般也分为两个阶段。相对来说，这项工程所占的地区较小。

在初步设计阶段，需要比例尺为1:1000或1:2000的陆上地形图与水下地形图，以便布置铁路枢纽、仓库、码头、船坞、防洪堤以及其他的一些附属建筑物，且进行方案比较。

在施工设计阶段，应采用1:500或1:1000的比例尺地形图，以便进一步精确地确定建筑物的位置和尺寸。



某码头规划设计中采用的水下地形图

9.4.7 地形图在地质勘察矿山开采中的应用

地质勘察工作按详细程度可分为普查、详查和勘探三个阶段。

普查阶段填绘地质图所用地形图底图比例尺一般为1:100000及1:200000。在普查的基础上在成矿区域内进行详查，详查阶段填绘地质图所用地形图底图比例尺为1:50000、1:25000、1:10000等。在确定矿区范围后转入勘探阶段，填绘地质图所用地形图底图的比例尺为1:1000、1:2000、1:5000、1:10000等。

在勘探阶段填绘大比例尺地质图时，地形图的测绘与地质测量工作是同时进行的。

9.4.7 地形图在地质勘察矿山开采中的应用

地质勘探工作的内容包括勘探线网的设计与测设、钻孔、探井、探槽等位置的设计与测设、地形地质剖面图的测绘、地质填图测量等，它们首先都是在地形图上进行设计的，然后在现场进行测设及测绘。

另外地形图与航射像片及卫星遥感图像相结合可用于地址现象的解译，如用于地质构造、岩性等的分析和解译。

在采矿业中的储量计算需要用到1:25000、1:10000及更大比例尺的地形图，并用1:5000、1:2000、1:1000比例尺地形图进行施工地点的确定、储量的计算与核定、开采设计等工作。

第九章 地形图的应用

1

地形图的阅读

2

地形图的基本应用

3

面积体积的量算

4

地形图在工程设计与施工中应用

5

地形图在建筑规划中的应用

6

地形图在GIS中的应用

9.5.1 地形图在国土及城市总体规划中的应用

1. 地形图在国土规划中的应用

国土规划是根据国家总的发展战略和目标，并结合各区域自然、社会、经济、发展状况等条件，对国土及资源的开发利用和保护所进行的全面总体规划和远景设计。

国土规划内容包括全国土地及自然资源的综合评价，国家社会经济发展现状分析和预测，确立国土开发的任务和目标，确立自然资源开发的目标和布局，确立区域及城市发展和产业发展的布局，规划交通、通信等基础设施的布局。国土规划期限一般为15年。

国土规划分为综合规划和专项规划。国土规划按地域分为：①全国；②跨省（区）的大区域；③省级区域；④省范围小区域。

9.5.1 地形图在国土及城市总体规划中的应用

国土规划与城镇体系规划、城市规划有所区别。城镇体系规划是国土规划的一个部分，城市规划应在国土规划与城镇体系总体规划指导下完成。国土规划的重点内容包括铁路网的规划建设、高速公路的规划和建设、区域调水与水资源配置规划、土地利用规划、环境规划等内容。

国土规划的各个阶段会使用各种比例尺的地图和地形图，规划工作主要是在地图上进行的，规划地图则是利用地图进行在规划成果的主要形式，它可以一目了然地在规划地图上展示未来的发展前景。

9.5.1 地形图在国土及城市总体规划中的应用

2. 地形图在城市总体规划中的应用

城市规划是一种政府行为，是一个城市及周边地区在将来一段时期内确定城市的定位、性质、规模和发展重点、合理利用土地等自然资源、合理布局城市的社会经济空间所进行的一种综合性的安排和构想。

城市规划的主要内容：城市发展目标的确立、城市土地分类和利用规划的制定、城市空间布局的确立、包括地上和地下空间的开发、城市景观和特色的确定等，最后还有城市发展的长期目标的确定。

城市规划由两个阶段和五个层次构成。两个阶段为城市总体规划阶段和城市详细规划阶段，五个层次包括市域城镇体系规划、城市总体规划、城市各区规划、控制性详细规划和修建性详细规划。

9.5.2 地形图在线路规划与勘测设计中的应用

铁路、公路的选线与定线是一项综合性的工作，选线与定线的过程会受到沿线诸多条件与因素的制约。铁路、公路的选线与定线不仅要考虑本身的投资和运营效益，还要与国家及区域的整体规划相协调。线路的选线与定线可分成三个步骤：

1. 总体规划与布局

这一阶段确定线路的基本走向，它是在1: 10000~1: 50000比例尺地形图上进行的，经过实地考察踏勘和多种方案比较，最终确定基本走向。

9.5.2 地形图在线路规划与勘测设计中的应用

2. 线路走廊带选择

在选定基本走向的基础上，根据沿线自然条件选择细部控制点（线路中心线点）。这项工作一般在1: 2000~1: 5000比例尺地形图上进行，它也是通过实地察看，并进行各种方案的比较来完成的，也可以在实地直接进行定线，这种方法只适用于低等级的简单道路。

3. 具体定线

定线是在前面确定的走廊上，结合细部地形地质条件，并综合考虑平纵横面的安排，内插出线路的细部控制点，即线路中线点的位置。线路定线设计一般是在1: 2000比例尺地形图上完成的。

9.5.3 地形图在建筑规划用地分析中的应用

规划设计的用地分析就是合理利用地形进行规划设计，减少投资，更好地满足建筑功能要求。主要考虑地面坡度、建筑通风、建筑日照、交通、市政管网和土方工程量

1. 地面坡度

在地形图上进行用地分析时，首先要将用地的区域划分为各种不同坡度的地段。由于地形的复杂程度不同，划分起来也有很大的难度。区域划分时只能依据图上等高线平距的大小来大致地划分，并用不同的颜色或不同的符号来表示不同坡度的地段。

9.5.3 地形图在建筑规划用地分析中的应用

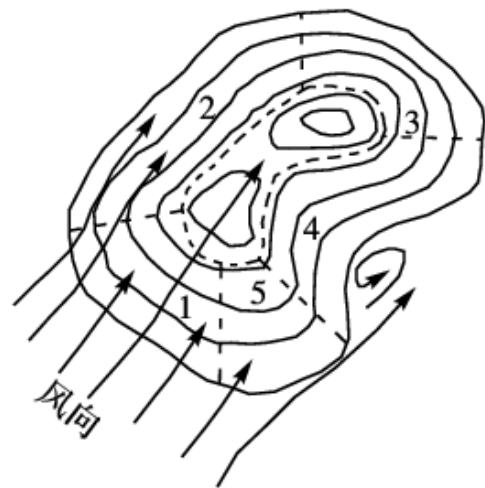
2. 建筑通风

山区或丘陵地带的建筑通风设计，除应考虑季风的影响外，还应考虑建筑区域地貌及温差而产生的局部风的影响。在某些时候，地方小气候对建筑通风起着主要作用，因此在作规划设计时，风向与地形的关系不可忽视。

当风吹向小山丘的时候，由于地形的影响，在山丘周围会产生不同的风向变化，可分为六个区，如图所示。

(1) 迎风坡区

风向大致垂直于等高线。在此布置建筑物时，宜将建筑物平行或斜交等高线布置。



9.5.3 地形图在建筑规划用地分析中的应用

(2) 顺风坡区

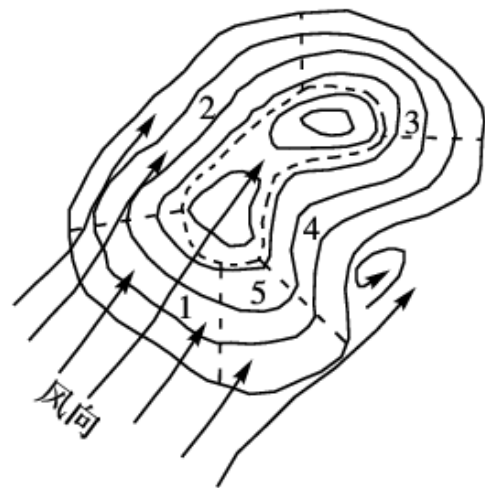
风向大致平行于等高线，如果将建筑物垂直或斜交等高线布置，则通风良好。

(3) 背风坡区

风吹不到的坡区，可根据不同季节风向转化的具体情况，布置建筑物。

(4) 涡风区

风向是旋涡状的地方，可布置一些通风要求高的建筑物。



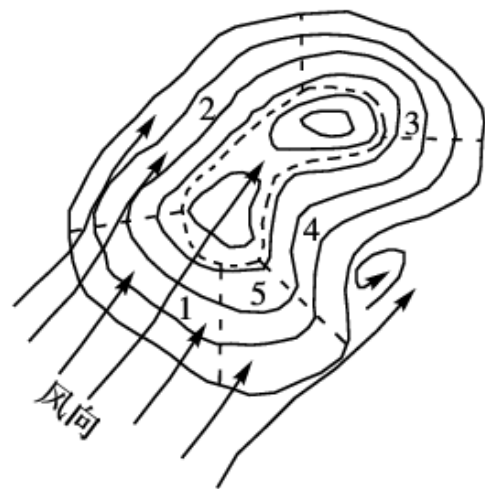
9.5.3 地形图在建筑规划用地分析中的应用

(5) 高压风区

迎风区与涡风区相遇的地方。该地段不宜布置高层建筑物，以免产生更大的涡流。

(6) 越山风区

山顶部分风力较大，通风良好，宜建通风要求较高的建筑物，如建亭阁类建筑。



9.5.3 地形图在建筑规划用地分析中的应用

3. 建筑日照

建筑日照是规划建筑物布置时要考虑的一项重点内容。在山区或丘陵地带建筑日照的间距受其坡向影响较明显。

我国位于北半球，无论什么季节太阳总处于南天空，随着地理纬度的增加，太阳对室内照射角度的变化随季节变化也增大。如在我国南方，冬至日和夏至日太阳的高度角度变化较小，每天的日照时间也变化较小。而北方地区冬至日和夏至日的太阳高度角变化很大，每天的日照时间差值也比较大。

合理利用地形，形成建筑高度梯次，可缩小建筑间距，节约用地。

9.5.3 地形图在建筑规划用地分析中的应用

4. 交通

在进行用地分析时，除要考虑建筑日照、建筑通风等因素外，还要考虑交通情况。交通道路设计与地形的关系很大，尤其在崇山峻岭地或丘陵地进行规划设计时，应首先考虑交通网络设计。道路的横坡度应为1%~2%。

在布置道路和建筑物时，既要尽量减少土石方的工程量，节约建筑投资，又要考虑出行和交通方便。

9.5.3 地形图在建筑规划用地分析中的应用

5. 市政管网

市政管网是建筑物不可分割的一部分，在进行规划设计时，管网设计也是一项主要工作。

如在建设一个居民小区时，要同时设计排水、给水、暖气、供电、煤气、电视，电话、楼宇自动化等管线，而这些管线与地形的关系十分紧密，尤其是排水管网。利用水重力作用进行的排水系统，必须根据地形的高差进行设计，其它管线也涉及埋深、交叉、防冻、抗压等问题，应充分考虑利用地形。

9.5.3 地形图在建筑规划用地分析中的应用

6. 土石方工程量

在建设项目的规划设计阶段，需要确定各种建筑物的平面位置及室内外标高和道路、管网等平面位置及坡度标高。而这些位置及标高的确定，都必须依靠地形图来完成。设计好这些建筑物的平面位置和标高可减少土石方工程量，而利用好地形的高低变化和自然地貌中的冲沟、坎地、台地等，不但可以节约土地资源，又可以减少建设项目的经济造价。

利用地形图进行建筑用地规划设计是一门综合科学，不但要考虑以上所述几方面综合因素，还应考虑公共设施、社区服务、气候气象、雨水排放、绿化、运动、停车场。

第九章 地形图的应用

1

地形图的阅读

2

地形图的基本应用

3

面积体积的量算

4

地形图在工程设计与施工中应用

5

地形图在建筑规划中的应用

6

地形图在GIS中的应用

9.6 地形图在GIS中的应用

地理信息系统（*Geographical Information System*，简称GIS）是伴随着测绘空间信息技术和计算机技术发展形成的多学科的交叉产物。

GIS是由计算机硬件、软件和不同的方法组成的系统，该系统设计用来支持空间数据的采集、处理、分析、建模、显示和管理，以便解决复杂的规划和管理问题。

对于实体地理信息可分为三类：

(1) 属性特征

属性特征用来描述地理实体是什么，如道路、建筑物、控制点、路灯等。

9.6 地形图在GIS中的应用

(2) 空间特征

空间特征用来描述事物的空间位置及相互关系，如道路沿线各点的坐标及与道路其他点的连接信息。

(3) 时间特征

时间特征用来描述事物随时间的变化。

地形图在GIS中所起的作用，可以通过地理信息系统的功能来反映，GIS系统一般包括数据的输入和编辑系统、空间数据库管理系统、空间分析和查询系统、制图和输出系统。

9.6 地形图在GIS中的应用

1. 数据的输入和编辑系统

GIS数据可以分成空间数据和属性数据两类。数据来源包括地图数据、遥感数据、文本及统计数据及实测数据等。GIS可对输入数据进行显示，实施放大缩小、增加、删除、注记、属性连接、编辑修改等功能。

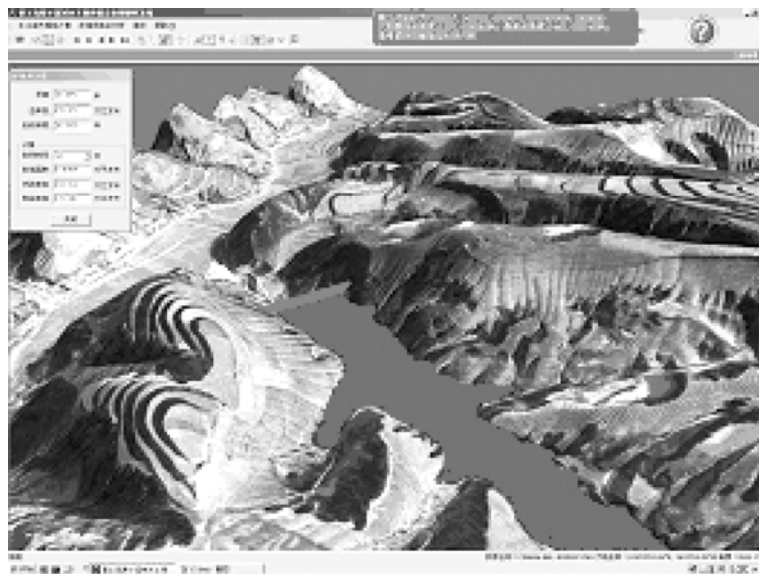
在这一项中，空间数据和属性数据既是数字地形图的重要组成部分，也是GIS运行的最基础平台。数字地形图可分为数字栅格地图和数字矢量地图。数字栅格地图一般来自原有纸质地图的扫描件或航摄、遥感图，由于其文件的数据结构为栅格，因此对栅格地图中的点、线、面不能进行单独编辑操作。

9.6 地形图在GIS中的应用

2. 空间数据库管理系统

GIS主要采用数据库技术对空间数据和属性数据进行定义和存储管理，以方便数据的访问、提取、检索、维护和更新。

在这里，重点是数字地形图空间数据的合理有效存储，包括数据格式选择、投影方式确定、数据更新或转换的手段等。

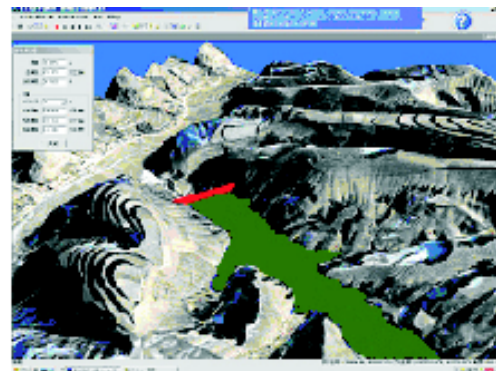


9.6 地形图在GIS中的应用

3. 空间分析和查询系统

GIS具有地形分析、叠加分析、缓冲区分析、网络分析、各类数据的统计和查询功能。要实现这些功能，首先要载入和运行数字地图。

下图为借助数字地形图，生成的某水库周围地形电子沙盘。改变大坝不同的蓄水高度，淹没区域一目了然，利用强大的空间数据及属性数据源，就可以进一步进行包括淹没村庄、田地等的统计分析，以及建立防洪抗旱三维调度查询指挥应急系统。



9.6 地形图在GIS中的应用

4. 制图和输出系统

地理信息系统首先是一个计算机地图制图系统，并将制作的各种类型地图及图形统计图表和报表等进行存储、显示和打印。

因此，地图是地理信息系统的主要数据来源，地图制图是地理信息系统的主要功能之一。地理信息系统的另一项功能是空间分析，其也是以地图为基础的。地图的空间与属性数据质量的好坏，将直接影响空间分析质量的好坏。

因此，GIS不仅具有前述地图所具有的全部用途，而且还对地图进行了伸展，用地图把展现在人们视野中的地理世界从过去到现在，再到将来生动的显示出来。