

任务 6 地貌测绘

6.1 地貌基本知识

地貌是指的是地面呈现出的高低起伏的各种形态。地貌一般采用等高线表示，部分陡峭地区采用坎或坡表示。

6.1.1 等高线

1. 等高线的概念

在图 4-28 中，有一高地被水平面所截，在各平面上得到相应的截线，称为等高线。将这些截线垂直投影到大地水准面上，按一定的比例尺缩小后便得到了地形图上表示该高地的一圈套一圈的闭合曲线，即地形图上的等高线。所以等高线就是地面上高程相等的相邻各点所连成的闭合曲线，也就是水平面与地面相交的曲线。

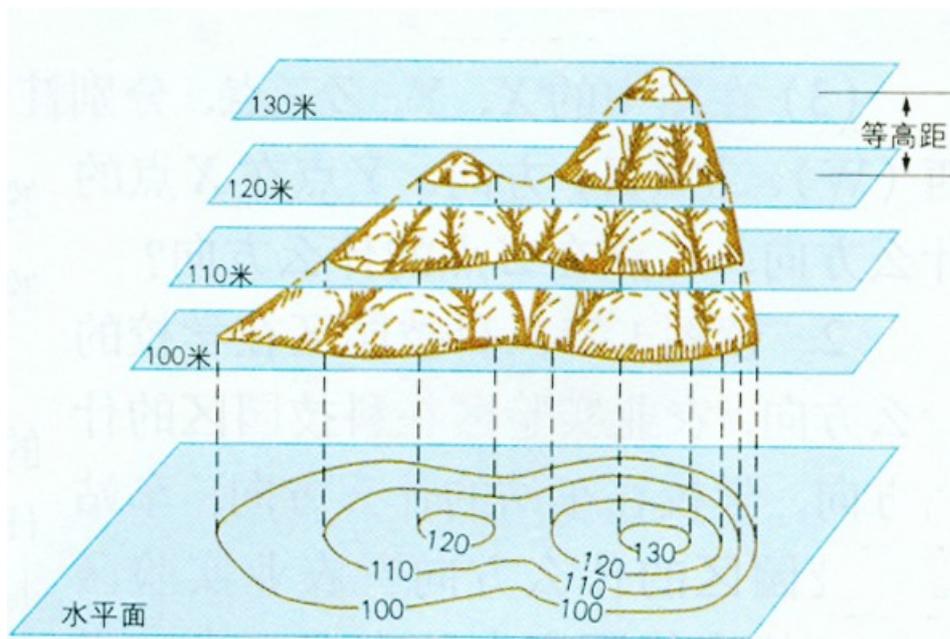


图 4-28 等高线

2. 基本等高距

基本等高距是指地形图上相邻两条等高线的高程差。等高距越小，地貌显示就越详细、确切；等高距越大，地貌显示就越越粗略。等高距的选择必须根据地形高低起伏的程度、测图比例尺的大小和使用地形图的目的等因素来决定。1: 500、1: 1000、1: 2000 不同地形类别的地形图的基本等高距见表 4-8。

表 4-8 大比例尺地形图基本等高距(m)

地形类别	1:500	1:1000	1:2000
平地	0.5	0.5	0.5(1)
丘陵地	0.5	0.5(1)	1
山地	0.5(1)	1	2
高山地	1	2	2

3. 等高线分类

为了更好地表示地貌的特征，便于识图用图，把等高线分为首曲线、计曲线、间曲线三种。

(1) 首曲线：又叫基本等高线，是按基本等高距测绘的等高线，用以显示地貌的基本形态。

(2) 计曲线：又叫加粗等高线，每隔 4 条首曲线（4 个等高距）加粗一条的等高线，以便在地图上判读和计算高程。

(3) 间曲线：又叫半距等高线，是按二分之一等高距描绘的细长虚线，主要用以显示首曲线不能显示的某段微型地貌。间曲线只用于显示局部地区的地貌，故除显示山顶和凹地各自闭合外，其他一般都不闭合。

4. 等高线特性

(1) 同一等高线上任何一点高程都相等，但不能说凡是高程相等的点一定在同一条等高线上。当水平面和两个山头相交时，会得出同样高程的两条等高线。等高线一般都不相交、不重叠。

(2) 等高线之间的水平距离与地面坡度的大小成反比，相邻等高线水平距离愈小，等高线排列越密，说明地面坡度越大；相邻等高线之间的水平距离愈大，等高线排列越稀，则说明地面坡度愈小。

(3) 等高线都是连续、闭合的曲线，不在图内闭合就在图外闭合，因此等高线不能在图上中断。

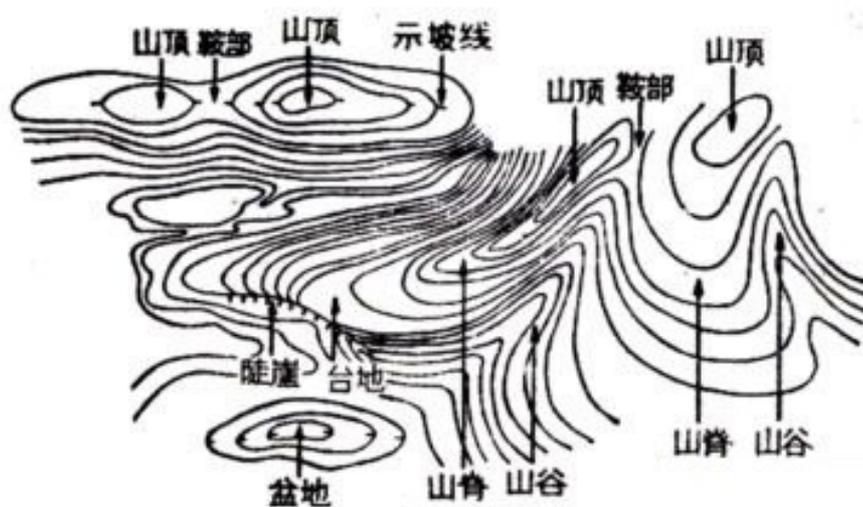
(4) 等高线不得穿过坎、双线河流、道路、房屋等地物，绘至地物的边线即可。

(5) 等高线与山脊线、山谷线应垂直相交，山谷等高线应凸向高处，山脊等高线应凸向

低处。

5. 等高线表示的各种地貌形态

等高线表示的各种地貌有山顶、山脊、山谷、鞍部、盆地等，如图 4-29 所示。



如图 4-29 等高线表示的各种地貌

(1) 山顶

山顶是山最高的部分，形状很多，有尖山顶、圆山顶、平山顶等。各种形状的山顶，等高线的表示都不一样，如图 4-30 所示。

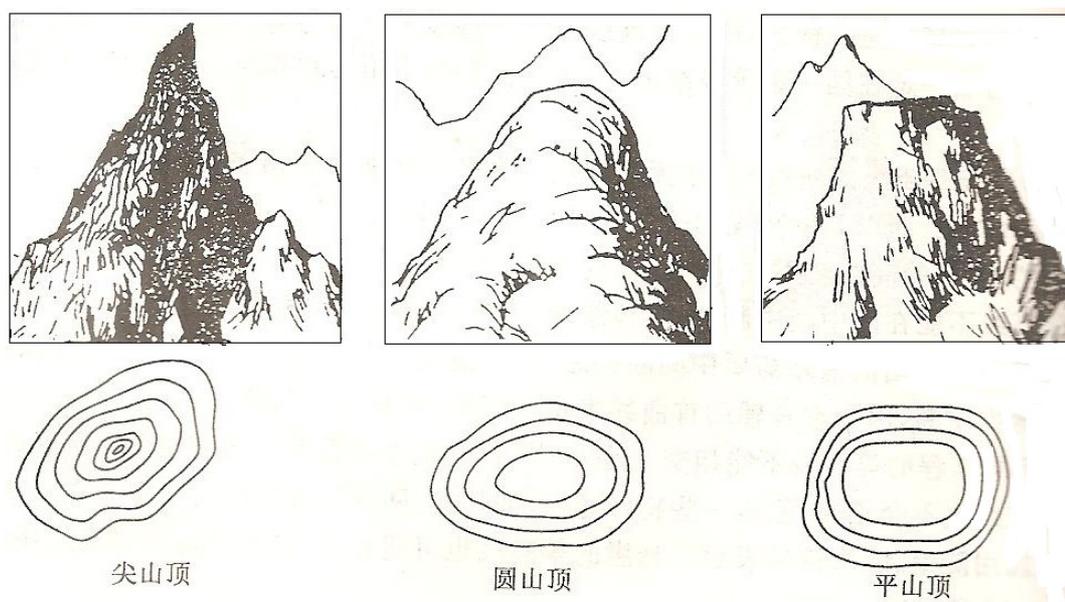


图 4-30 山顶等高线

尖山顶的山顶附近坡度比较一致，因此尖山顶的等高线之间的平距没有太大的变化；

圆山顶的顶部坡度比较平缓，然后逐渐变陡，等高线之间的平距在离山顶较远的部分较小，越至山顶，平距逐渐增大，在顶部最大；平山顶的顶部平坦，到一定范围时坡度突然变化，因此等高线之间的平距，在山坡部分较小，但不是向山顶方向逐渐变化，而是到山顶时平距突然增大。

(2) 山脊

山脊是山体延伸的最高棱线，山脊的等高线均向下坡方向突出，两侧基本对称，山脊的坡度变化反映了山脊纵向的起伏状况，山脊的尖圆程度反映了山脊横向的形状。

山脊的形状可分为尖山脊、圆山脊、台阶状山脊。它们都可通过等高线的弯曲程度表现出来。如图 4-31 所示，尖山脊的等高线依山脊延伸的方向呈尖角状；圆山脊的等高线依山脊延伸的方向呈圆弧型；台阶状山脊的等高线依山脊延伸的方向呈疏密不同的方形。



图 4-31 山脊等高线

(3) 山谷

山谷等高线的特点与山脊等高线所表示的相反，等高线均向上方向突出。山谷的形状也可以分为尖底谷、圆底谷、平底谷。如图 4-32 所示，尖底谷是底部尖窄，等高线通过谷底时呈尖状；圆底谷是底部近于圆弧状，等高线通过谷底时呈圆弧；平底谷是谷底较宽，底坡平缓，两侧较陡，等高线通过谷底时在其两侧近于直角状。

尖底谷的下部常常有小溪流，山谷线明显；圆底谷的山谷线不太明显；平底谷多为人工开辟耕地之后形成的。

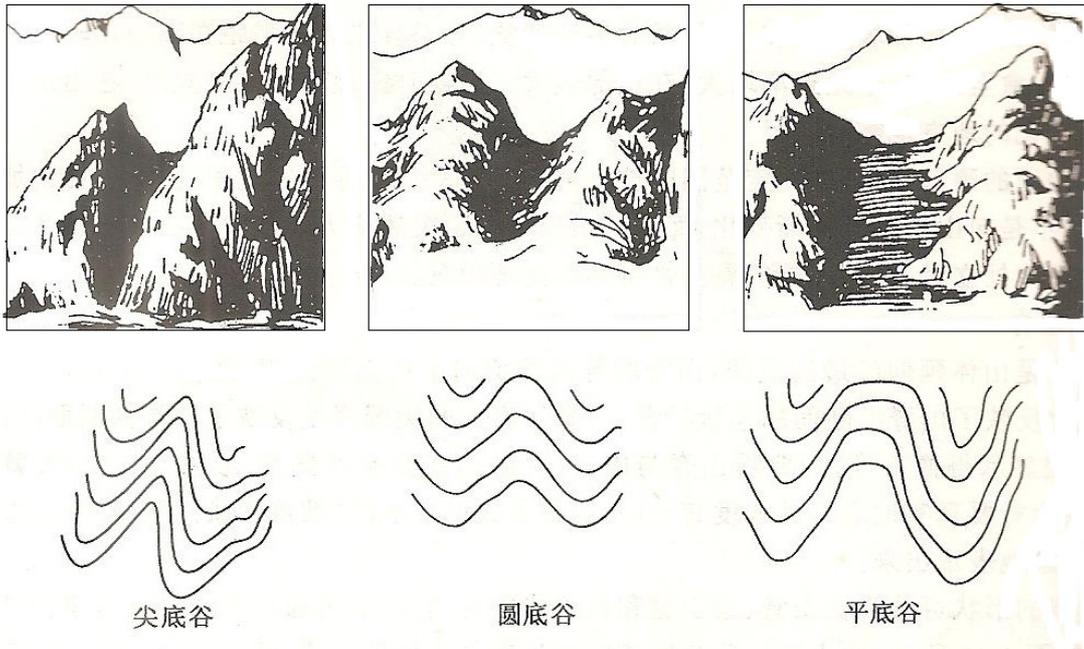


图 4-32 山谷等高线

(4) 鞍部

鞍部属于山脊上的一个特殊部位，是相邻两个山顶之间呈马鞍形的地方，可分为窄短鞍部、窄长鞍部和平宽鞍部。测绘时鞍部的最低点必须有立尺点，以便使等高线的形状正确，鞍部附近的立尺点应视坡度变化情况选择。鞍部的中心位于分水线的最低位置上，鞍部有两对同高程的等高线，即一对高于鞍部的等高线，另一对低于鞍部的等高线，这两对等高线近似地对称，如图 4-33 所示。



图 4-33 鞍部等高线

(5) 盆地

盆地是中间低四周高的地形，其等高线的特点与山顶相似，但其高低相反，即外圈的

等高线高于内圈的等高线。测绘时，除在盆地最低处立尺外，对于盆地四周及盆地壁地形变化的地方均应适当选择立尺点，才能正确显示盆地的地貌。

(6) 山坡

在上述几种地貌形状之间都有山坡相连，山坡虽然都是倾斜的面，但坡度并不是没有变化的。测绘时，立尺位置应选择坡度变化的地方。坡面上的地形变化实际就是一些不明显的小山脊、小山谷，等高线弯曲不大。因此，必须特别注意选择立尺的位置，以显示出微小的地貌。

(7) 示坡线

示坡线是指与等高线正交、表示坡度降落的方向的短线，与等高线相连的一端指向上坡方向，另一端指向下坡方向。示坡线与等高线垂直相交，长度为图上 0.8mm。一般应表示在谷地、山头、鞍部及斜坡方向不易判读的地方，凹地的最高、最低一条等高线也应表示示坡线。

6.1.2 陡坎、斜坡

陡坎和斜坡都是反映坡度迅速变化的陡峭地貌。当坎顶与坎脚的平距小于图上 1mm 时，一般用陡坎符号表示；当坎顶与坎脚的平距大于图上 1mm 时，一般用斜坡符号表示。

经过人工加固的陡坎和斜坡称为加固陡坎和加固斜坡，而土质状态的为非加固陡坎和非加固斜坡，分别用不同的符号表示。

地形图的地貌上用陡坎（斜坡）还是等高线表示，除看地形的陡峭程度，还遵循一般的原则：

(1) 自然的地貌用等高线表示（如山），人工开挖建造或受到自然侵蚀的用陡坎或斜坡表示。

(2) 当用等高线无法真实表示坡度迅速变化的地貌特征时，用陡坎或斜坡表示。

6.2 地貌外业数据采集

1. 碎步点采集

无论是用陡坎（斜坡）还是等高线表示的地貌，特征点都在地形坡度变化的地方，山区主要特征点有山顶、山脊、山谷、鞍部、盆地等以及各处高差缓急交界处。对地形复杂的地方，碎步点要密集一些，对地形简单的地方，碎步点可以稀疏一些。为准确表示山顶、鞍部、山脊、山谷的宽度，碎步点应适当加密。

在山区进行地形测量采点时，一般沿着近乎等高的位置采点。同一排点的间距密集一些，

以反映山脊、山谷的宽度等特点；当坡度相近时，一排点与另排点间的间距可以大一些，这样既可以准确地测绘山区地形，又可以提高效率。

2.地貌测量精度

根据各行业和使用地形图目的不同，对地形图高程测量的精度也不同，以《城市测量规范》CJJ/T 8-2011 为例，地形图高程测量的精度要求如下：

(1) 城市建筑区和基本等高距为 0.5m 的平坦地区，各比例尺地形图高程注记点相对于邻近图根点的中误差不应大于 0.15m

(2) 其他地区高程精度以等高线插求点高程中误差来衡量，等高线插求点相对邻近图根点的高程中误差满足下表 4-9 规定，困难地区可放宽 0.5 倍。

表 4-9 等高线插求点的高程中误差

地形类别	平地	丘陵地	山地	高山地
高程中误差	$\leq 1/3 \times H$	$\leq 1/2 \times H$	$\leq 2/3 \times H$	$\leq 1 \times H$