

地形图在农林专业上的应用

余龙华 编写

西南林学院

一九九〇年元月

前 言

地形图的开发、应用已构成测量学的重要内容，这是因为地形图是绘制有丰富地物地貌信息的图件（两者统称地形），它是一张与实地具有一定比例和几何关系的缩影，也因此被工程人员称作“工程师的耳目”。

地形图是国家经济建设中不可缺少的图件，我国从50年代开始就投入了大量的人力、物力、财力着手于测绘基本建设工作，60年代就出版了我国自己测绘的地形图，那时每张5万分之一彩色地形图投资已达3~4万元；按国家规定测绘和几次修测的地形图到70年代已成为精度较高，具有相当可靠性的图件。几十年来已投入各项事业中使用和检验，查核，仅在农林事业方面已发挥了巨大效能，为国民经济建设取得了巨大成果和贡献。

地形图是反映地球表面地物地貌的图面资料，它是运用三维空间，摄取制图要素，展绘具有一定几何精度要素的图件，只要我们善于开发利用就会取得良好成绩和效能；我们不善于去应用、开发利用它，就是一种浪费，降低了国家投资的效益。

地形图的比例尺1: 10000 1: 25000 1: 50000等是测绘部门按国家测绘规范而生产的基本图种；工程部门及地区测绘部门还有一些更大比例尺的地形图为1: 2000 或 1:

1000等等，局部小区域的图件。近代地形图的生产基本过程大致经过：航空相片的拍摄、纠正、刺点、拉网、象对构成模拟立体模型，描测等高线、校核调绘、正规化标记、清绘、照相制版、多步彩印等过程，方制成一张图件。

生产地形图在运用了现代化、自动化仪器和手段之后，大大加速了成图步伐及制图质量，是短期内更新和生产地形图必备的条件。我省测绘部门为省境内测绘了多种图种，如：1/50万、1/10万、1/5万、1/2.5万，城市及要地还不断扩大1/万地形图，省内冶金、地矿、地质、水利、林业、铁道交通、土地、农业等等部门都对我省境内地形图测绘也作过很大贡献，这些宝贵资料都正在发挥巨大作用。

地形图是国家保密资料，每个工作人员都要妥善使用和保管，不能遗失和流落社会，若遗失者需担负法律责任。因此，我们一定要安全使用，提高警觉、妥善保管。领用、借用都要办理一定登记手续，并且必需具体到图号、时间、图种、经手、使用者等等详细项目。

本补充讲义由于时间仓促，水平有限，请老师们同学们发现不当之处提出改进和批评。同时献上这点儿心得体会能起到抛砖引玉的作用已满足心愿，本人不胜感谢。

§ 1 高斯—克吕格投影的概念:

一。地球表面: 测量学广义而言就是量测和研究地球表面的形状和大小的科学, 而地球是一个平均半径为 6 3 7 1 公里, 具有 5 · 1 亿平方公里表面积的球体, 据近年卫星探测, 严格地讲地球是一个带有四个凸棱的其形状及其复杂的椭圆球体。这样一个椭圆体, 形状又错综复杂如何画到平面上呢? 这里主要就要考虑它的准确性和真实性的问题。



摄自卫星之地球

二。高斯投影: 地球表面是一个椭圆体面属不可展开的曲面, 而地图又要描绘在一平面上, 这就要解决一个地图投影问题。

当然投影方法甚多，如正轴切投影、横轴切投影、斜轴切投影、正轴侧投影等，虽办法甚多，但曲面上描绘到平面上都要产生角度、长度、面积的变形，但是，我们目的是用图，要去图面上量得距离和角度，所以要求投影后，角度和距离的变化做到最小或没有变化，高斯和克吕格两人共同解决了这一等角投影的问题，所以命作高斯—克吕格投影，简称高斯投影。即把椭圆面上的小范围的图形（大范围分块）投影到平面上，特点是基本能保持原图、形相似的关系，多数学者认为这种投影合理和易于接受，由于它与原图形很相似，所以常常也把这种等角投影，叫做正形投影。

高斯投影的方法是根据一定的投影公式，是把椭圆体面上的元素归算投影平面上，投影公式甚复杂，现以图式演示较为容易理解。

即理想一个圆柱体套在地球椭圆体外面，并令其与一经线相切，此经线即称中央经线，而椭圆体的中心轴经过椭圆体的中心。接着将中央经线附近的椭圆体面上的元素，按一定投影计算公式投影到这个椭圆柱面上，将其展开，可得到投影到平面上相应元素，就可以得到有下列特征的高斯投影。（参看§1—1图）

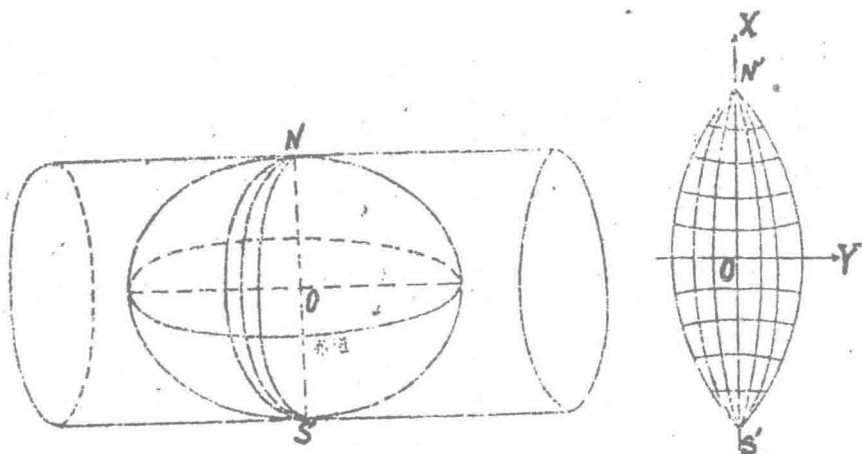


图 1-1 等角横切圆柱投影示意图

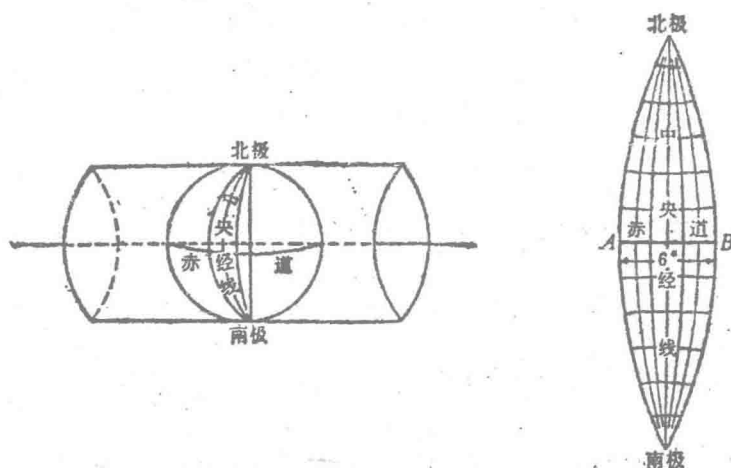


图 1-2 高斯-克吕格投影

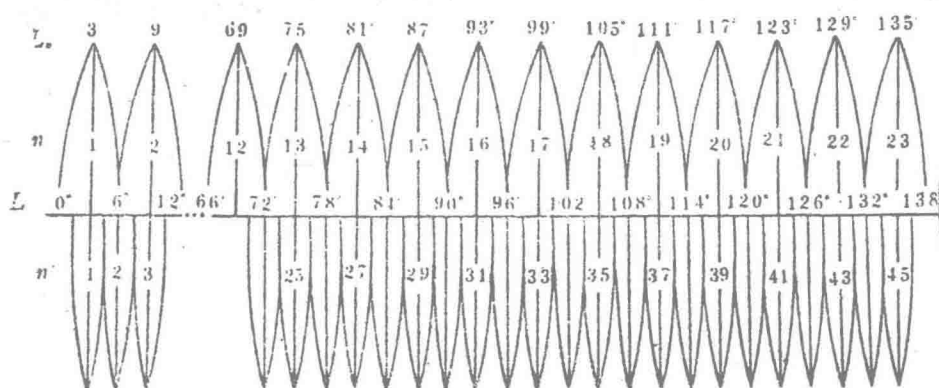


图 1-3 经差6°分带与经差3°分带中央经线与带号的关系图

1) 等角：即椭圆体面上的角度投影到平面上后，角度可保持相等，没有角度差，但点间距离和面积有所形变差。

2) 中央经线投影后仍为直线，且长度不变形，这即平面坐标系的纵轴（X轴），而它之两侧经线则向两极有所弯曲，且与中央经线相对称；当然，与中央经线距离越远，长度变形越大些。

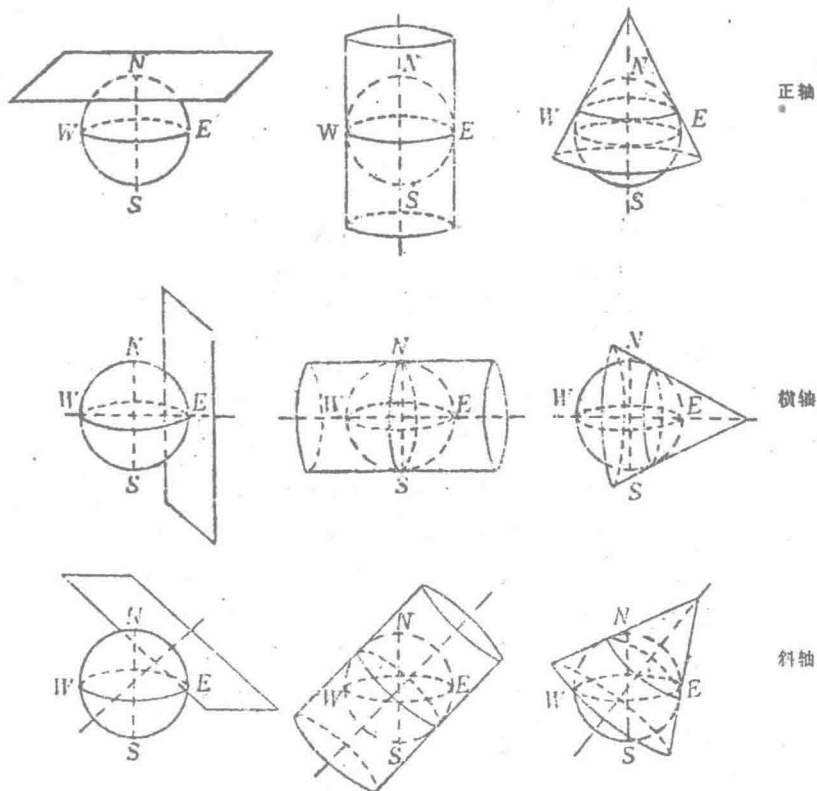
3) 赤道投影后也为直线，并与中央经线呈垂直，亦即为坐标系的横轴（Y轴），其南北纬线投影后呈弯向两极的曲线，对称于赤道。

从上面可以推测到高斯投影中的中央经线没有长度变形外，其余各经线，纬线连赤道都增长了，离中央经线越远，其变形增大，且同一条经线长度变形随纬度递减而增加；为使投影后长度变形尽量小，最好办法把投影的区域限制在中央经线两侧狭长的瓜瓣形内，而且越窄差别越小，这就是把地球表面划分带（状），即分成（ 3° 或 6° ）的120条60条瓜瓣形带状，（§1—3图）

方位投影

圆柱投影

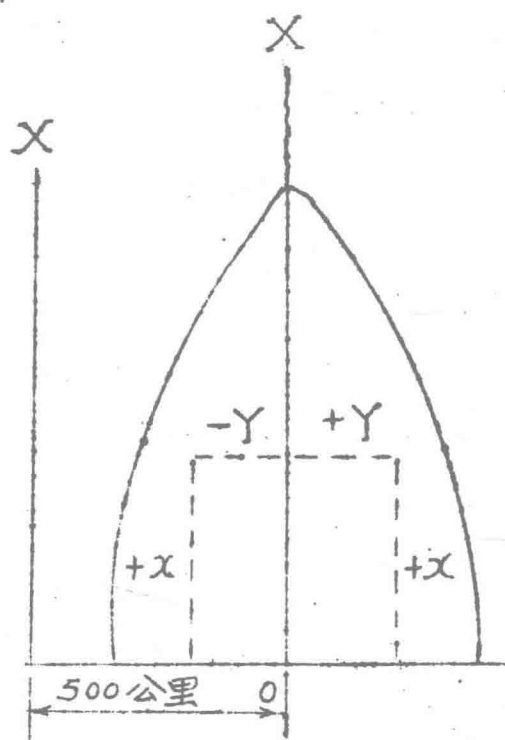
圆锥投影



§1图4—方位投影、圆柱投影和圆锥投影的正轴、横轴和斜轴情形

§ 2. 平面直角坐标：在每个投影带中，中央经线与赤道实际是互相垂直的两直线。纵轴北端正好是北方向，因此，也构成了直角平面系，因此由它们构成每个投影带的平面直角坐标系称高斯—克吕格直角坐标，简称高斯坐标，中央经线为纵轴0表示，点a的坐标相应以X、Y表示，中央经线以东为正Y值，以西为负Y值，X永为正值，但在实际使用中方便，将Y值都加上500公里，相当坐标原点（每带）沿赤道西移500公里

例如，某点a， $Y = 17404349.4$ 米，17为带号，实际横坐标 $= 404349.4$ 米 $- 500000 = -95650.6$ 米，这样避免了负值的出现，计算也就方便了。参看§2图—1



§ 2 图 - 1

§ 3 地形图的分幅与编号

一、百万分之一地图的分幅与编号：概略地看先把整个椭圆地球纵剖一刀，横剖一刀，分为4个半园块。百万分之一地图是按经差 6° ，纬差 4° 分幅的，即从 180° 经线算起，自西向东，每经差 6° 为一直行，把地球的四分之一表面分为60个纵行，以阿拉伯字母表示，赤道向北用 4° 为一横行，共分为22横行，用英文字母表示，且把字母排在前头。例如云南昆明幅是G-47，即是昆明幅是第七个4度横行，第十七个6度纵带（东半球应加30带 $30+17=47$ 带），我们祖国位于东

半球东经 $72^{\circ} \sim 138^{\circ}$ 之间,从13~23带的11个投影带。

下面表中列出基本比例尺地形图图幅大小及其图幅间的关系

比例尺	图幅大小		图幅间的数量关系				
	经差	纬差					
1:100万	6°	4°	1				
1:50万	3°	2°	4	1			
1:20万	1°	$40'$	36	9	1		
1:10万	$30'$	$20'$	144	36	4	1	
1:5万	$15'$	$10'$	576	144	16	4	1
1:2.5万	$7'30''$	$5'$	2304	576	64	16	4
1:1万	$3'45''$	$2'30''$	9216	2304	256	64	16

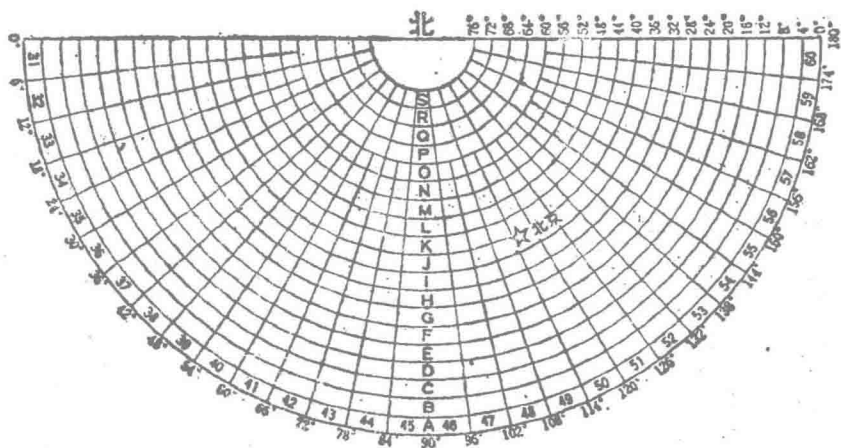
采用极方位投影单独成图,将南北半球各划为22列,分别用拉丁字母A、B、C、D……V表示。

行数:从经度 180° 起向东每隔 6° 为一行,绕地球一周共有60行,分别以字母1、2、3……60表示。

这样,只要知道一幅百万分之一地图所在的行数和列数,把列数的字母写在前,行数的数字写在后,中间用一条短横线连接,便是百万分之一地形图的图号。例如北京所在的一幅百万分之一地图的编号为J-50(§3图-1)。

由于南北两半球的经度相同而纬度对称,为了使南北半球对应图幅的编号有所区别,规定在南半球的图号前加一个S。如S

SK-45表示南半球的图幅，而K-45表示北半球的图幅。



§3图 --1 1:100 万地形图的分幅和编号

二、十万分之一地形图分幅编号：上面讲的纵行 6° 、横行 4° 构成一个梯形面积是100万分之一的一幅图，在这梯形的面积里，又将其按经差 $30'$ 、纬差 $20'$ ，纵、横间都分为12份，纵、横共构成144幅十万的图幅。

(表 转 下 页)

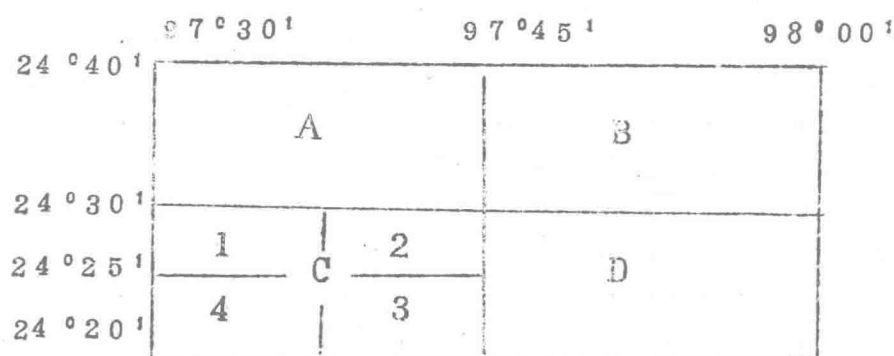
102° 28° 30' 108° 30' 108° 28°											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132
133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
102° 84° 108° 24°											

§ 3 图-2

每一幅就是 $30' \times 20'$ 的范围，从左向右，从上至下顺编号。如某幅图头号 G-47-37 即 G-47 百万分之一的一幅中第四横行纵行头一张的编号 37 就是十万分之一编号。

三、5 万分之一编号。即取十万分之一图基础上，将其分成四幅。从上到下，从左到右，编号为甲、乙、丙、丁或 A、B、C、D。

C、D 为上幅的 G-47-37-B 5 万分之一每幅图是经度 $15' \times$ 纬度 $10'$ 。



§ 3 图 3-1: 5 万与 1: 2.5 地形图
分幅与编号

四. 2.5 万分之一, 则是将 5 万分之一图剖解为 4 份, 亦自上而下, 自左到右编号为 A B C D 或 1, 2, 3, 4 皆可, 例如上 G-47-37-B-2。

五. 万分之一地形图分幅: 万分之一是在十万分之一基础上分幅, 不是从 5 万分之一和 2.5 万分之一里去分的, 即一份十万分之一将其按照纵列为 8, 横列亦为 8, 一幅十万分之一图面分成 8×8 块, 其中一块即万分之一一幅图。

例如: G-47-37-64, 即十万分之一之 64 幅中, 最后一幅的分幅号。又若知某地经、纬度要推算出某幅万分之一编号则可参看下图。

97°30' 33'45" 37'30" 41' 5" 45'00" 48'45" 52'30" 56'15" 98°00'

24°40'								
37'30"	1	2	3	4	5	6	7	8
35'00"	9	10	11	12	13	14	15	16
	17	18	19	20	21	22	23	24
32'30"	25	26	27	28	29	30	31	32
30'00"								
	33	34	35	36	37	38	39	40
27'30"	41	42	43	44	45	46	47	48
25'00"								
	49	50	51	52	53	54	55	56
22'30"								
	57	58	59	60	61	62	63	64
24°20'								

§ 3图-41: 1万地形图分幅与编号

要算出某幅万分之一编号, 根据经、纬度即可推出。

$$Y = \frac{24^{\circ}40' - 24^{\circ}26.5'}{2.5'} \times 8 + \frac{97^{\circ}32' - 97^{\circ}30'}{3.75'} + 1$$

$$= 5 \times 8 + 0 + 1 = 41$$

某地所在万分之一图幅编号应为 G-47-124-(41)

六. 带号和经线之间关系, 某一经线与所属带号是紧密联系的, 一般测绘部门资料有分幅图, 但小地区没有, 因此, 我们要学会计算及查找。

我国是位于东经 $72^{\circ} \sim 138^{\circ}$ 之间, 共包括了 11 个

~ 13 ~

投影带。如果我们知其经度 K ，则 $n = \frac{K}{6}$ 。（取商的整数）

+ 1，已知带号 n 求中央经线 L_0 ，则 $L_0 = 6^\circ \times n - 3^\circ$

例如已知某点的经度 $102^\circ 25'$ ，求所在 6° 带的带号 n ，中央经线 K 。

$$\text{则 } n = \left(\frac{102^\circ 25'}{6^\circ} \right) + 1 = 17 + 1 = 18$$

$$L_0 = 6^\circ \times 18 - 3^\circ = 105^\circ$$

七、求相邻图幅编号：即将其百万分之一，分之为 144

幅（ 12×12 ）十万分之一图。

如 10 万为例

	J-55-48	
J-55-59	J-55-60	J-55-61
	J-55-72	

§ 3 - 5 图

那么某一幅图上面的一

幅比它小 12 个数字号，

而下面一幅号比它大 12

个数字号

而左面一幅号比它小一个

号，右面一幅号比它大一个

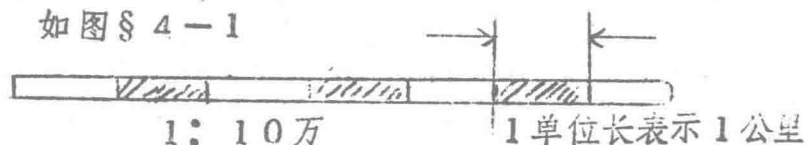
号（如图 § 3 - 5 图）

§ 4 地形图上表示地物地貌的方法：

地形图上运用比例尺、图式符号、等高线等，把地面上地物地貌表现得较为真实。

一比例尺：地形图上的比例尺一般都在地形图框下方标示出

来，图上有直线比例尺或数字比例尺，或两者皆标示之。直线比例尺有不需计算和防止纸张收缩形变之好处，故因两者常同时采用。如图§4-1



地形图上比例尺，永远仅仅表示出长度的比例，及其分母为正整数，表示实地水平距离长度，其分子为1的整数表示图上长度，全分数为无名数分式，例如1比2·5万表示：现地2万5千公尺（或公里），图上1公尺（或1公里）。现地2500公尺（或公里）图上0.1公尺（或公里）。现地250公尺，图上只1公分长，现地25米，图上只一毫米，地形图上数字比例尺分母愈大，其比例尺愈小，相反亦反之。与算术分数中分母愈大，数值愈小是同一含义。

二. 地形图上的图式：

1. 地形图式：地形图上的图式是地面上地物地貌的抽象符号，叫图式。自然地物类有河流、湖泊、落水洞、巨石等，也有一类房屋、村庄、道路、水库、桥涵等等我们称之为人工地物。还有山川起伏，我们叫地貌，概括上面地物、地貌统称为地形。

必须指出的是由于图式表达受比例尺的限制，一定大小的地物，认真按比例不一定在图面上表达得出来，（事物小，比例尺也小，就上不了图），就采用叫不按比例符号表示如铁路：

1. 43米宽,在图上只应有0.0000572宽(真实表达应近6丝),这势必造成表达制图使用上很大困难,因而单独为此不好表达的一类地物,叫不按比例符号类来表示这类事物。

由于国家规范测绘标准图对地形图式都作了严格的规定“地形图图式”,我们有必要熟悉及记忆,在使用中才很顺利、方便使用和理解它,同学们在物理中学习无线电线路图时,也常把电阻、电容、电压、电流及元件用符号构成线路图,是相仿于地形图的图式。

2. 等高线图式 地形图最大特征是具有等高线,地形图采用了一类十分特殊的叫做等高线”的来表达地面的起伏状况,这也是第三维空间表示方法,等高线是把一些相邻的、高度相同的点联结成一条滑顺的均匀的人为的抽象化的封闭的曲线,不一定在同一幅图内闭合)。我们可以根据相邻等高线的高度密集和稀疏,从而判决出地面起伏状况及变化,判读出一个现地情况的形象、姿态概念。我们不难判断出:两等高线间最长距离,不可能大过于它们之间的平距;这段水平距离叫等高线间隔或平距(d)。相邻两条等高线的垂直距离叫等高距, (h)。一定比例尺地形图等高距就有一定规定,比如万分之一为2米,2.5万分之一是5米,5万分之一为10米等,其平距去除 h ,即坡度:表达算式 $i = \frac{h}{d} = \text{tg } i$ 。