

第七章 地形图基本知识

1

比例尺和图幅管理

3

地貌符号

2

地图符号

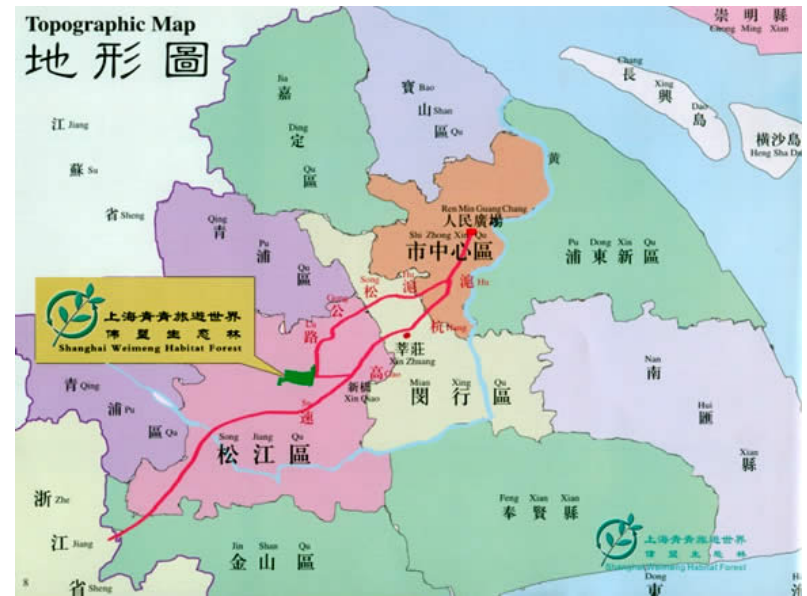
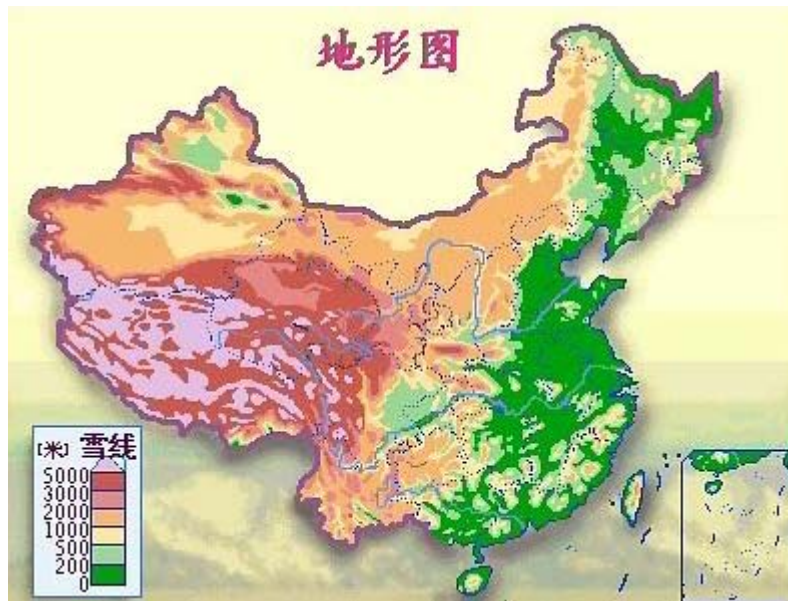
4

4D产品介绍

地形图的概念

地形图是按一定的比例尺，规定的符号表示地物、地貌平面位置和高程的正射投影图。

地形图是地图的一种，它是以均等详细程度描绘地表各类事物，且详细程度较高的一类地图。



7.1 地形图的比例尺和图幅管理

1. 地形图的比例尺

地形图比例尺：地形图上一线段与相应地面上水平线段长度之比。

地形图的比例尺分为大、中、小三种。在不同的领域，比例尺的划分标准是不一样的。

一般将1:10万及更大比例尺的地形图称为**大比例尺地形图**；将1:10万 ~ 1:100万之间的地形图称为**中比例尺地形图**；将比例尺小于1:100万的地形图称为**小比例尺地形图**

7.1 地形图的比例尺和图幅管理

其中，1:5000、1:1万、1:2.5万、1:5万、1:10万、1:25万、1:50万、1:100万，这八种比例尺地形图称为**国家基本比例尺地形图**。

对于国家基本比例尺地形图，它的图廓尺寸、图廓性质、图廓外说明与修饰、绘图内容的选择标准、绘图总标准、地形图图示、地图的编号、地图投影方式等具有明确的规定。

大比例尺地形图一般是由全站仪及航空航天摄影测量方法直接测得。中、小比例尺地形图主要是利用大比例尺地形图，航空航天摄影地面影像以及其他各种统计数据进行编绘而成。

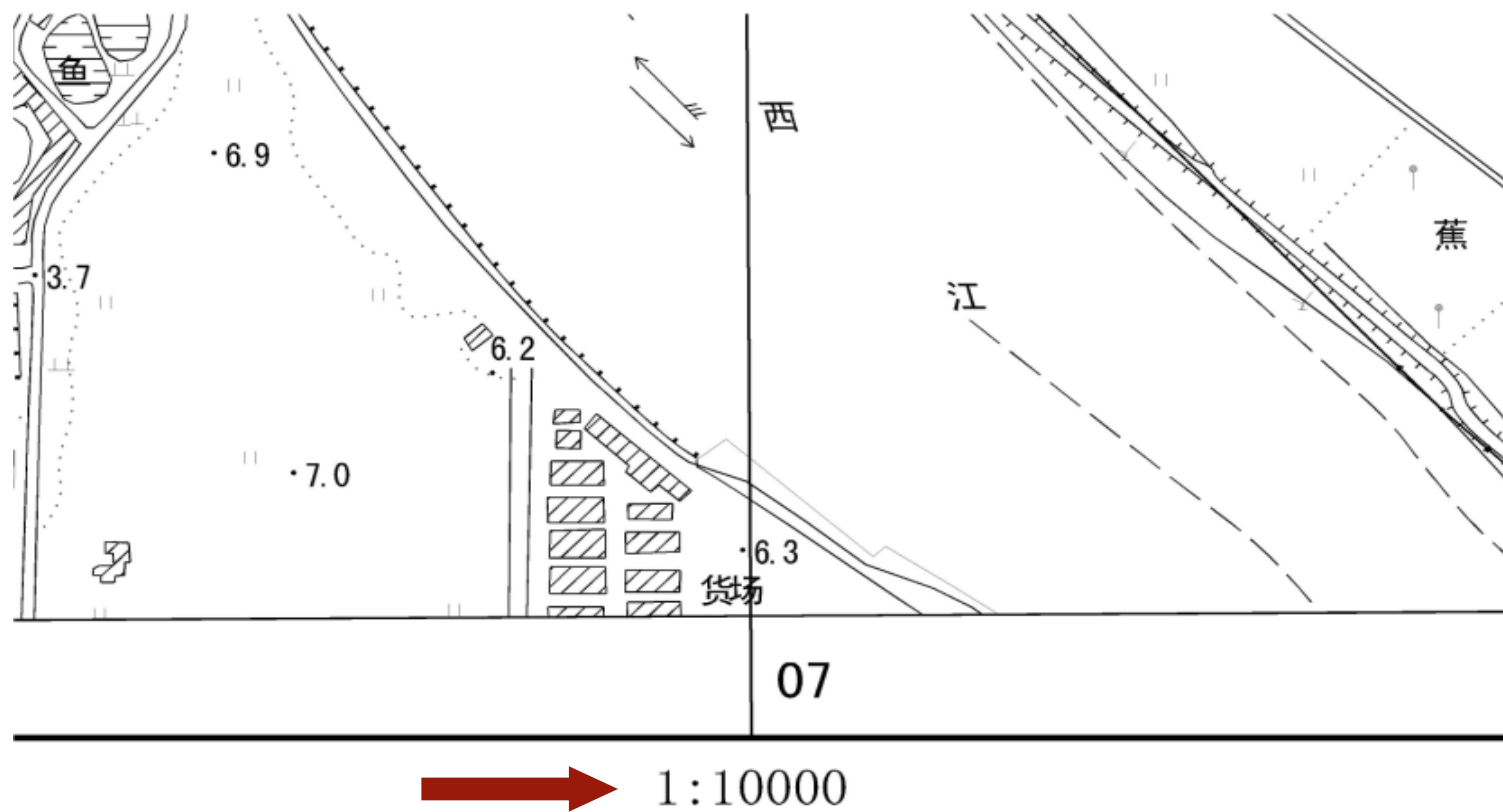
7.1 地形图的比例尺和图幅管理



数字比例尺的分子为1，分母为一个较大整数 M 。 M 越大，比例尺越小； M 越小，比例尺越大。

$$\frac{d}{D} = \frac{1}{M}$$

7.1 地形图的比例尺和图幅管理

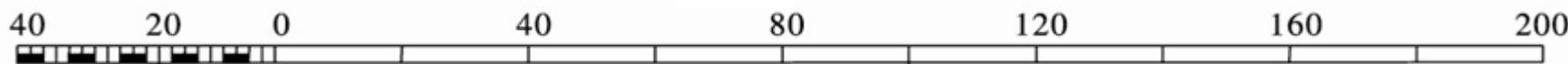


7.1 地形图的比例尺和图幅管理

图示比例尺包括直线比例尺和复式比例尺，它可以减少图纸伸缩引起的误差，提高精度。

直线比例尺绘制方法如下：

1. 在图上画一条直线，在直线上取若干个1厘米(或2厘米)长的线段。
2. 将最左端的一个基本单位分成10或20等分，然后在右分点上注记0。
3. 自0起从左、向右各分点上均注记按数字比例尺算出的相应实地的水平距离。



(a)直线比例尺

7.1 地形图的比例尺和图幅管理

通常人肉眼能够分辨的图上最小距离是0.1mm，即人描绘地形图时点线的精度只能达到0.1mm。图上0.1mm所对应的实地水平距离称为**比例尺精度**。

比例尺越大，表示的内容就越详细，精度也就越高。反之，比例尺越小，表示内容就简略，精度就越低。

因此，必须根据用图要求选择比例尺，比例尺选择过大，工作量和投资将会成倍增加，造成大量的浪费；若比例尺选择过小，则达不到用图目的，同样会给建设和管理带来严重的影响。

7.1 地形图的比例尺和图幅管理

地形图比例尺的选择

比例尺	用 途
1: 10 000	城市总体规划、厂址选择、区域位置、方案比较
1: 5 000	
1: 2 000	城市详细规划及工程项目初步设计
1: 1 000	城市详细规划、工程施工设计、竣工图
1: 500	

7.1 地形图的比例尺和图幅管理

2. 地形图的分幅与编号

地形图的分幅方法有两种，一种是将经纬线作为轮廓线的**梯形分幅法**；另一种是将平行于坐标格的直线作为轮廓线的**矩形分幅法**和**正方形分幅法**。

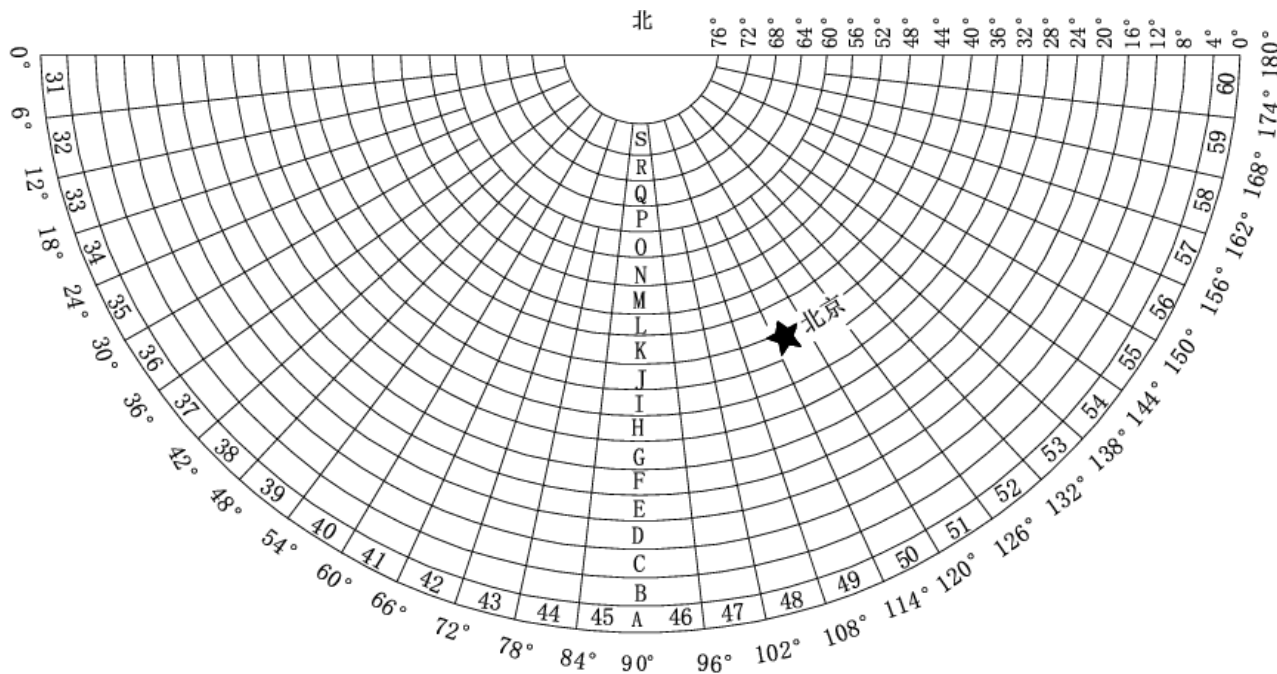
(1) 梯形分幅与编号

梯形分幅地图的轮廓线为经纬线，这是目前世界各国中小比例尺地图所采用的主要形式。我国国家基本比例尺地形图主要是采用经纬线分幅。

7.1 地形图的比例尺和图幅管理

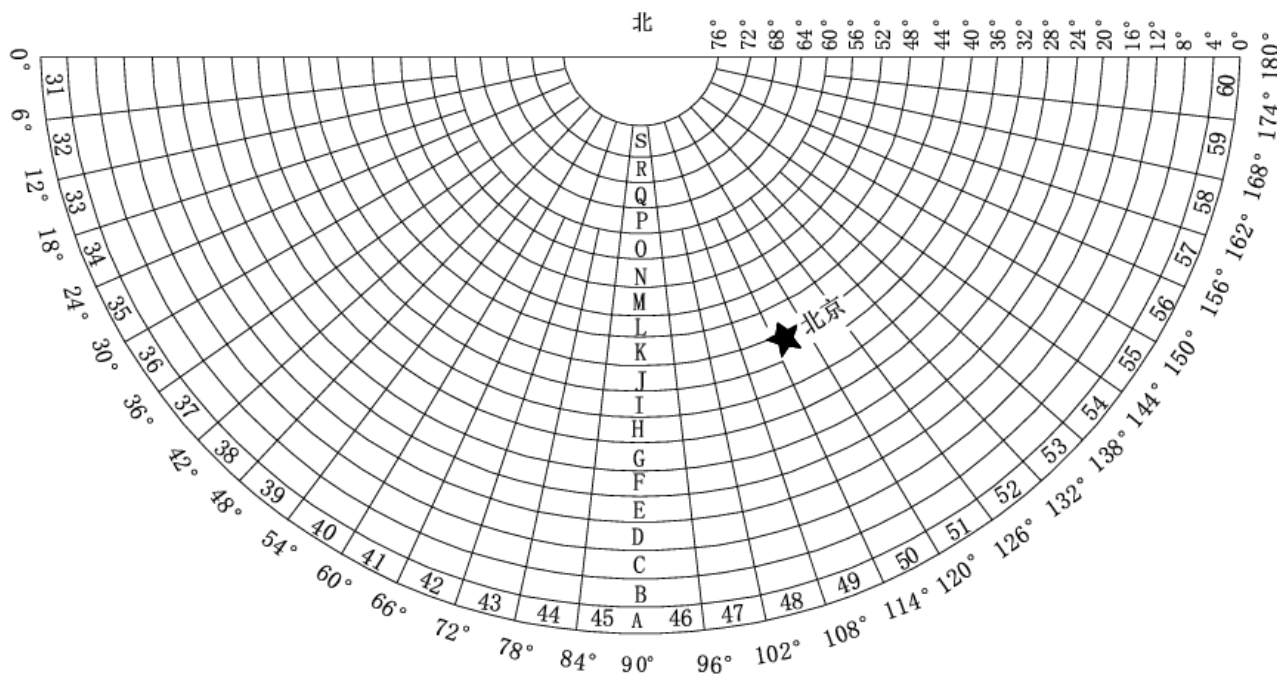
1) 1:1000 000比例尺图的分幅和编号

1:1000 000比例尺地图的分幅和编号是统一的，是目前世界通用的标准地图形式。其地图的纬度差是 4° ，经度差是 6° 。纬度 $60^{\circ} \sim 76^{\circ}$ 之间两幅合并成一幅，纬度 $76^{\circ} \sim 88^{\circ}$ 之间四幅图合并成一幅图，纬度 88° 以上为单独一幅图。



7.1 地形图的比例尺和图幅管理

1:1000 000 地形图采用行列编号法，编号由行号和列号组成，行号由A、B、C、.....组成，表示图幅的纬度范围；列号由数字组成，表示图幅所在的经度范围。行号从赤道起向南北极增加，由A到V。列号由东经 180° 算起，从1到60。北京的编号为J50。

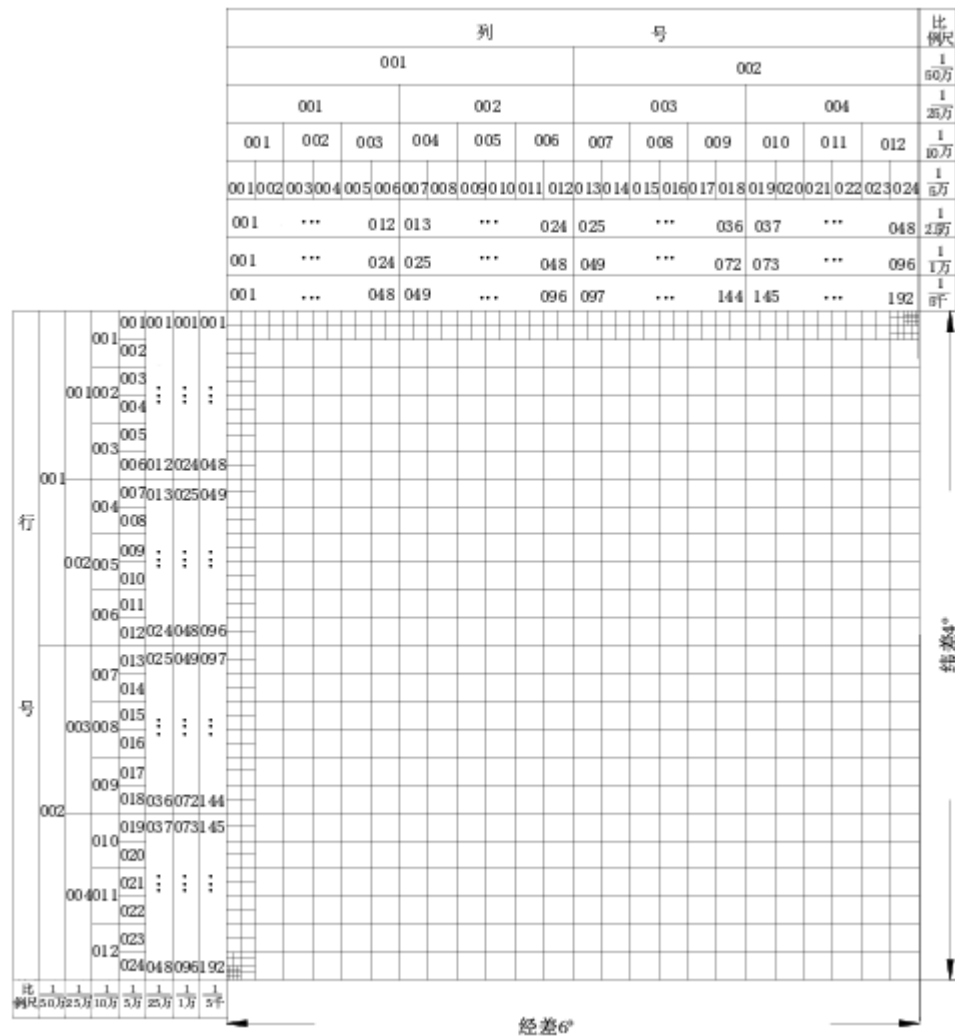


7.1 地形图的比例尺和图幅管理

2) 现行国家基本比例尺地图的分幅与编号

如右图所示，国家基本比例尺地图分幅以1:1000 000比例尺地图为基础，下一级大比例尺由上一级小比例尺地图按经纬度分成四等分而成。

例如，1:500 000的地图将1:1000 000的地图平分为四行四列。



7.1 地形图的比例尺和图幅管理

国家基本比例尺地图的编号由10位码组成，第1位是1:1000 000图幅行号（字符码），第2、3位是1:1000 000图幅列号（数字码）；不足2位则前面补零；第4位是比例尺代码（字母），为1位。第5、6、7位是图幅行号（数字码），不足3位则前面补零；第8、9、10位是图幅列号（数字码）。

[illegible]

7.1 地形图的比例尺和图幅管理

比例尺代码如下：

1: 500 000 B

1: 250 000 C

1: 100 000 D

1: 50 000 E

1: 25 000 F

1: 10 000 G

1: 5 000 H

列 号												比例尺
001						002						1:50万
001			002			003			004			1:25万
001	002	003	004	005	006	007	008	009	010	011	012	1:10万
0010	0020	0030	0040	0050	0060	0070	0080	0090	0100	0110	0120	1:5万
001	...	012	013	...	024	025	...	036	037	...	048	1:2.5万
001	...	024	025	...	048	049	...	072	073	...	096	1:1万
001	...	048	049	...	096	097	...	144	145	...	192	1:5千

行	号	比例尺
001	001	1:500 000
001	002	1:250 000
001	003	1:100 000
001	004	1:50 000
001	005	1:25 000
001	006	1:10 000
001	007	1:5 000
002	008	1:500 000
002	009	1:250 000
002	010	1:100 000
002	011	1:50 000
002	012	1:25 000
002	013	1:10 000
002	014	1:5 000
003	015	1:500 000
003	016	1:250 000
003	017	1:100 000
003	018	1:50 000
003	019	1:25 000
003	020	1:10 000
003	021	1:5 000
004	022	1:500 000
004	023	1:250 000
004	024	1:100 000
004	025	1:50 000
004	026	1:25 000
004	027	1:10 000
004	028	1:5 000

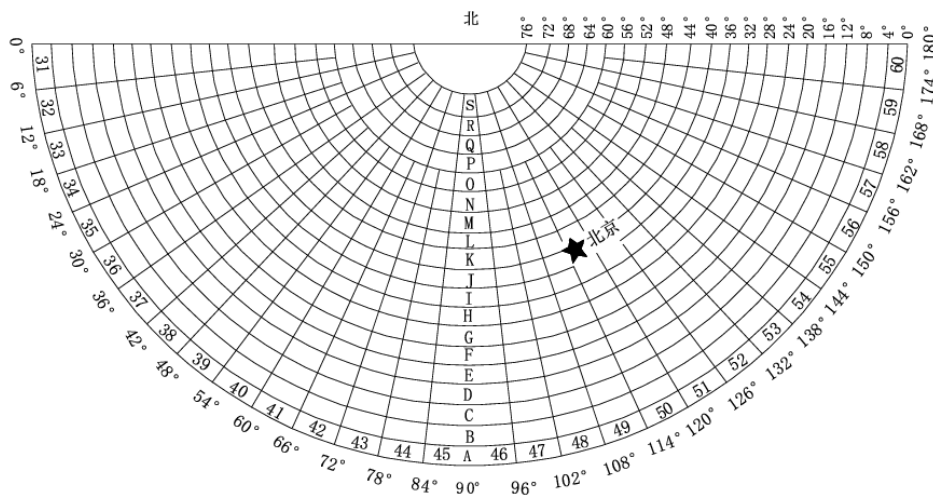
经差6°

纬差4°

7.1 地形图的比例尺和图幅管理

求：纬度为 $33^{\circ} 47'13''$ ；经度为 $110^{\circ} 32'40''$ 的点在比例尺为1:10000 地形图上的编号。

1. 纬度 33° 位于 $32^{\circ} \sim 36^{\circ}$ 之间，所以记为：I
2. 经度 110° 位于 $108^{\circ} \sim 114^{\circ}$ 之间，所以记为：49
3. 比例尺为1:10000，所以记为：G
4. 纬度剩余 $1^{\circ} 47'13''=6433''$ ； 经度剩余 $2^{\circ} 32'40''=9160''$



7.1 地形图的比例尺和图幅管理

5. 对于纬度: $(x/96) \times 4^\circ \times 3600''$
 $=6433''$

所以: $x=42.89=43$

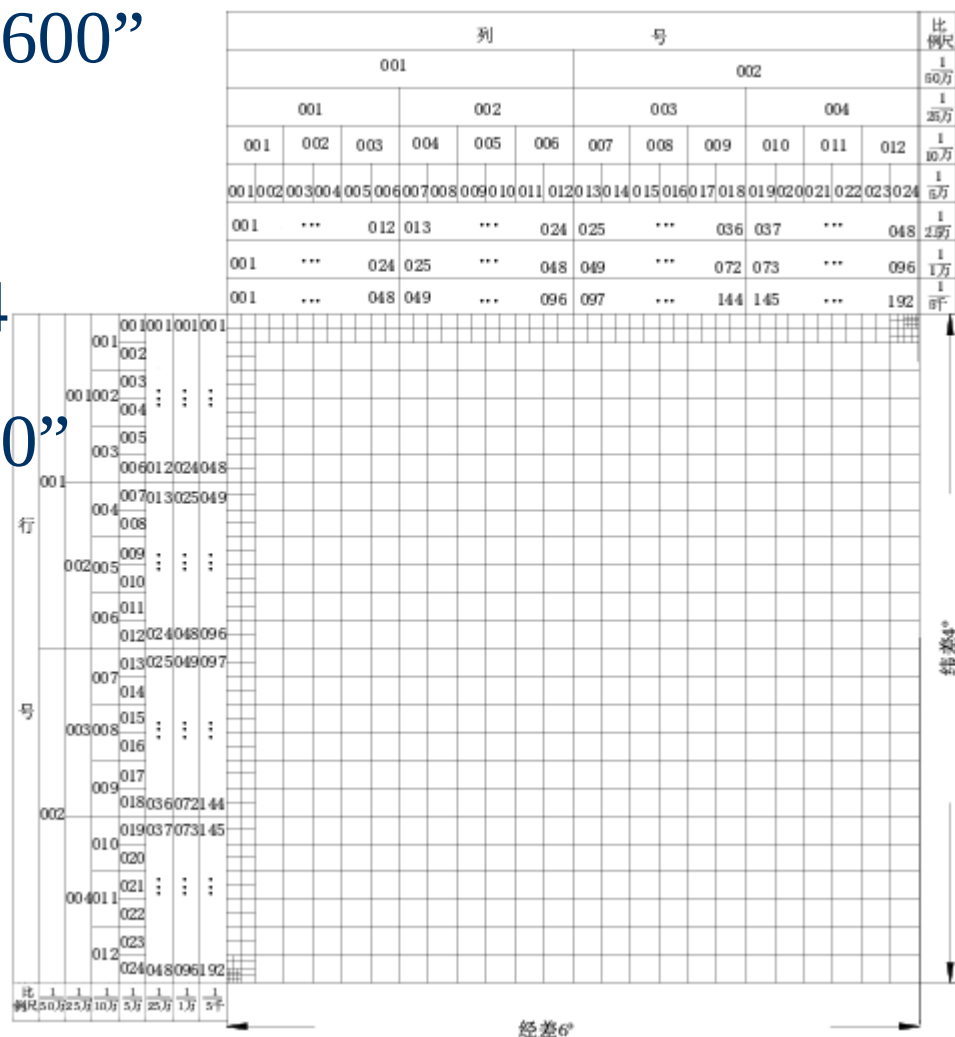
又因共96个格, 所以为054

6. 对于经度 $(y/96) \times 6^\circ \times 3600''$
 $=9160''$

所以: $x=40.7=41$

所以记为: 041

因此: I 49 G 054 041



7.1 地形图的比例尺和图幅管理

(2) 矩形或正方形分幅与编号

矩形或正方形分幅地图是以平行于坐标的直线为图廓线，通常以整千米或百米为坐标位置。

矩形分幅有 $40 \times 40\text{cm}$ 、 $40 \times 50\text{cm}$ 、 $50 \times 50\text{cm}$ 几种形式对于1:500、1:1000、1:2000及1:5 000比例尺的地形图，通常采用矩形或正方形分幅法。

矩形或正方形分幅地图的编号方法包括四种：以图廓西南角坐标值作为编号、按行列编号、以1:5000比例尺地形图为基础进行编号、按某种自然序号进行编号。

7.1 地形图的比例尺和图幅管理

1) 以图廓西南角坐标值作为编号

此种方法采用图廓西南角的公里数作为编号， x 坐标公里数在前， y 坐标公里数在后。1:5000比例尺图取至1km，1:2000、1:1000比例尺图取至0.1km，1:500比例尺图取至0.01km。

例如，1:1000比例尺图西南角坐标为 $x=76\ 500\text{m}$ ， $y=34\ 000\text{m}$ ，则其编号为76.5-34.0。

2) 按行列编号

将图幅行与列分别进行编号，某一幅图的编号是该幅图所在行与列编号的组合。

7.1 地形图的比例尺和图幅管理

3) 以1:5 000比例尺地形图为基础进行编号

当同一测区存在几种不同比例尺地形图时，则以1:5000比例尺地形图作为基础，取其西南角坐标为基础，其后加上1:5 000比例尺地形图内划分的更大比例尺地形图的某种编号，组合成更大比例尺地形图的编号，如图中20-30-III、20-30-II-III等

20-30-I-I	20-30-I-II-I	20-30-I-II-II	20-30-II-I	20-30-II-II
	20-30-I-II-III	20-30-I-II-IV		
20-30-III	20-30-IV		20-30-II-III	20-30-II-IV
20-30-III			20-30-IV	

7.1 地形图的比例尺和图幅管理

4) 按某种自然序号编号

通常用阿拉伯数字进行编号。当图幅分幅数量不是很多时，可采用此种编号方法。

第七章 地形图基本知识

1

比例尺和图幅管理

3

地貌符号

2

地图符号

4

4D产品介绍

7.2 地图符号

地图符号类似于语言，用于表示地图中的各类事物，因此也可以称为**地图语言**。

在原始地图上，地图内容往往根据人们视觉形象直观地予以表现，内容更像山水画，不能算作真正的地图符号。现代地图内容则完全由地图符号来表达。

地图符号按**演绎法**则可分为点状符号、线状符号和面状符号三类：

1) 点状符号

点状符号代表空间某点处的事物，其符号大小与地图比例尺无关，且其点位可表达事物的具体位置。

如控制点、变压器、路灯、电话亭、矿井等。

7.2 地图符号

2) 线状符号

线状符号代表位于某曲线或直线上的事物。此时仅符号长度按比例尺变化，即长度可代表实际长度，而宽度并不代表实际宽度。

如河流、铁路、渠道等。

3) 面状符号

面状符号表示空间面状事物，面状符号大小随比例尺发生变化，即面状符号能够代表某一类事物的位置、形状和大小。

如农田、森林、矿产分布、土地利用分类范围、动植物分布范围等。

7.2 地图符号

地图符号按表达事物的精确程度则可分为：

1) 定名量表

即某种地图符号对应的某种具体事物。

2) 顺序量表

顺序量表不仅代表某种事物，还能区分出同类事物之间的等级差异。例如地图中用圆形符号代表城市，圆的大小能表达城市的大小顺序。

3) 比率量表

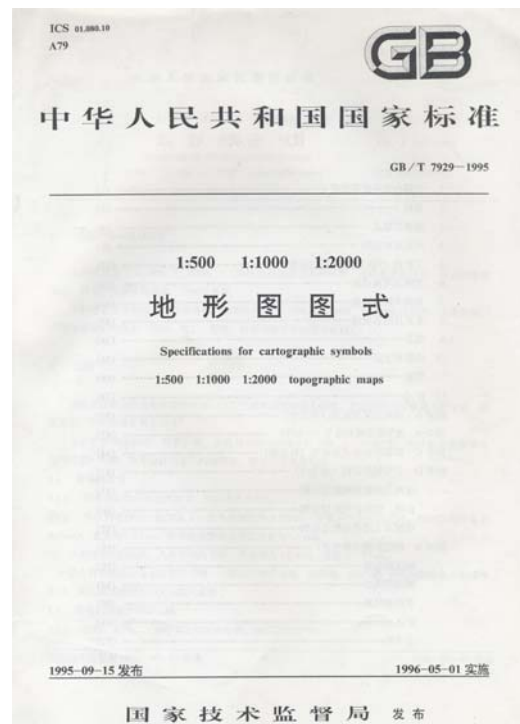
比率量表能够确切描述事物的具体数量。如城市人口、高程、气温等可以用比率量表描述。

7.2 地图符号

4) 间隔量表

间隔量表给予按顺序排列的事物一定的间隔数量划分标准，因而处于某一顺序的事物可以知道其量值范围。如城市可以按人口数量以10~20万、20~30万等间隔标准排列。

编制国家基本比例尺地图或大比例尺地形图所涉及的内容较为广泛，为了使全国的地图保持内容和形式上的统一性，一般由国家测绘主管部门制定统一的地图编制规范，例如地形图图式规范等。



第七章 地形图基本知识

1

比例尺和图幅管理

3

地貌符号

2

地图符号

4

4D产品介绍

7.3 地貌符号

地貌是地形图中描述地理现象最主要内容之一。地貌的变化对人文环境起着极大的制约作用。了解地形图中的地貌，可以使人们更好地了解某一区域的政治、经济、社会现象的空间分布状况。

地形图上地貌的描述可采用许多方法，包括等高线法、分层设色法、写景法等。

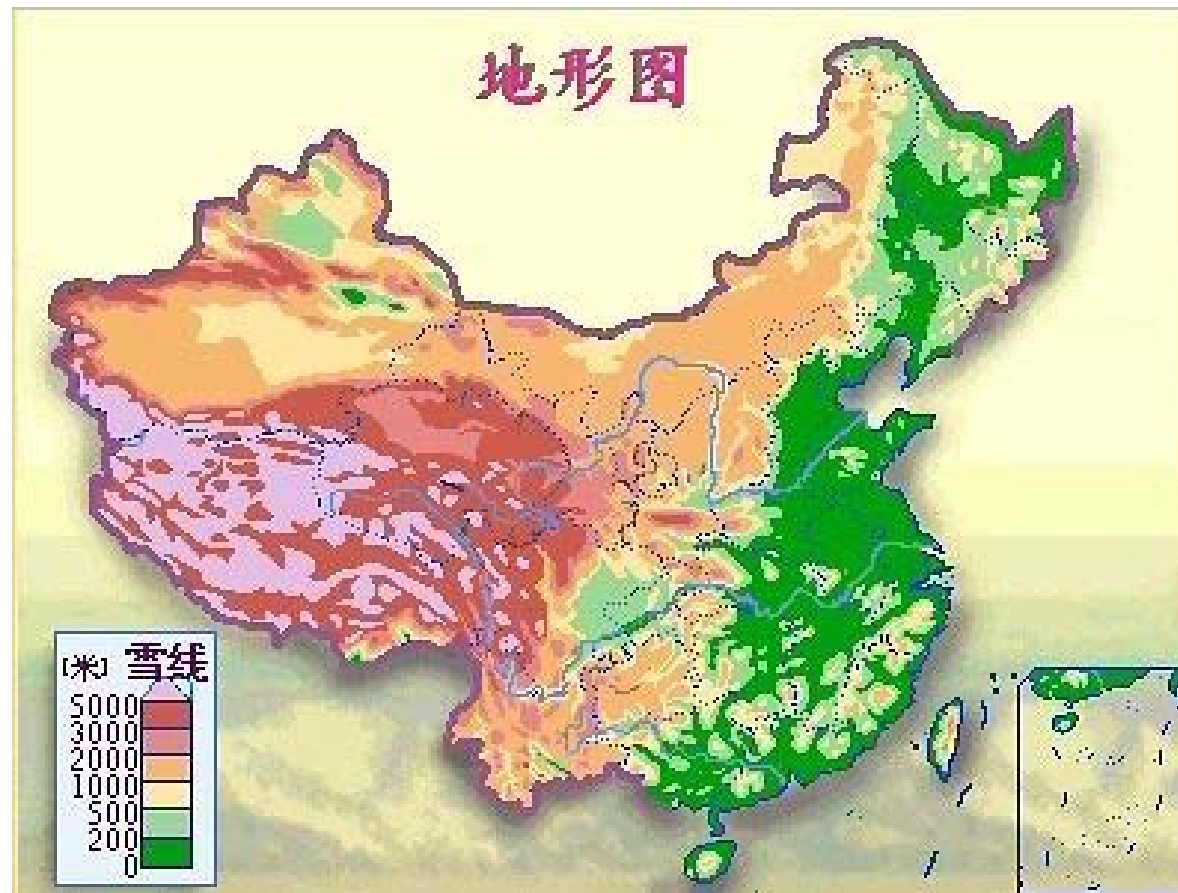
1. 分层设色法

分层设色法指对不同高度的地面采用不同的颜色描绘，以此来描述地貌的变化。

分层设色法包括全图分层设色法和局部分层设色法两种形式。分层设色法在小比例尺地形图上应用较为广泛。

7.3 地貌符号

分层设色法采用随地面高度而变化的颜色，可以产生某种立体感，且不会使图面拥挤，便于加绘其它地物内容。

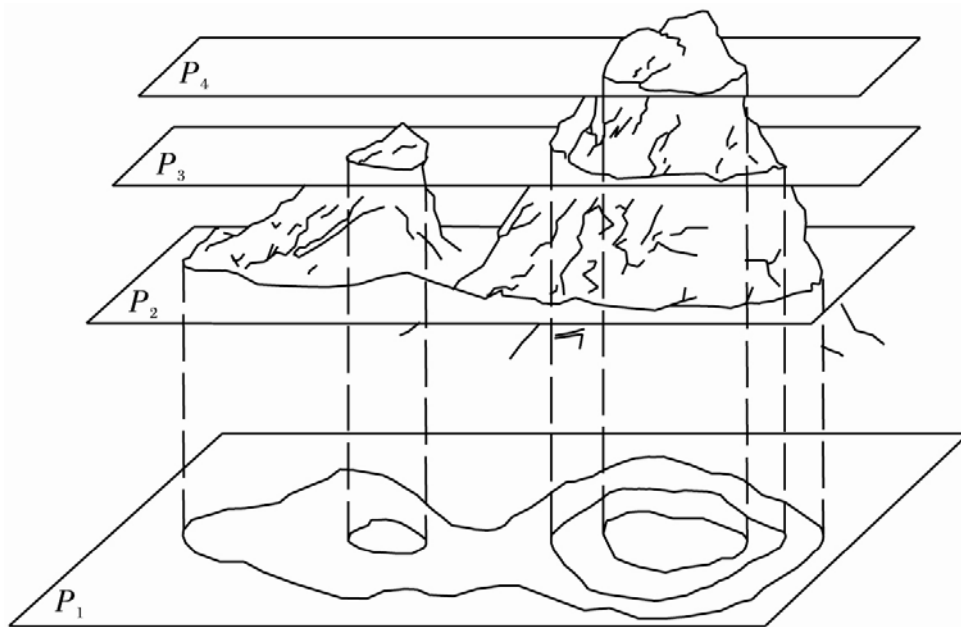


7.3 地貌符号

2. 等高线法

等高线是地面上高程相同的相邻点连线在水平面上的投影。

等高线是描述地貌起伏最常用的方法，也是与其它几种方法相比精度较高的一种，尤其是在大、中比例尺地形图中较为常用。

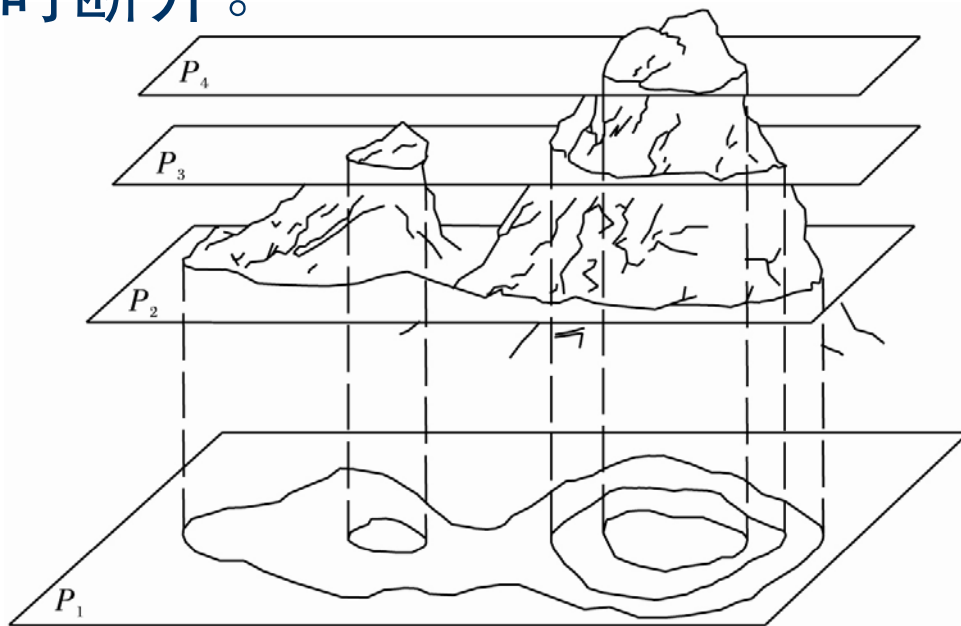


7.3 地貌符号

等高线的特点：

1) 同一条等高线上点的高程相同。

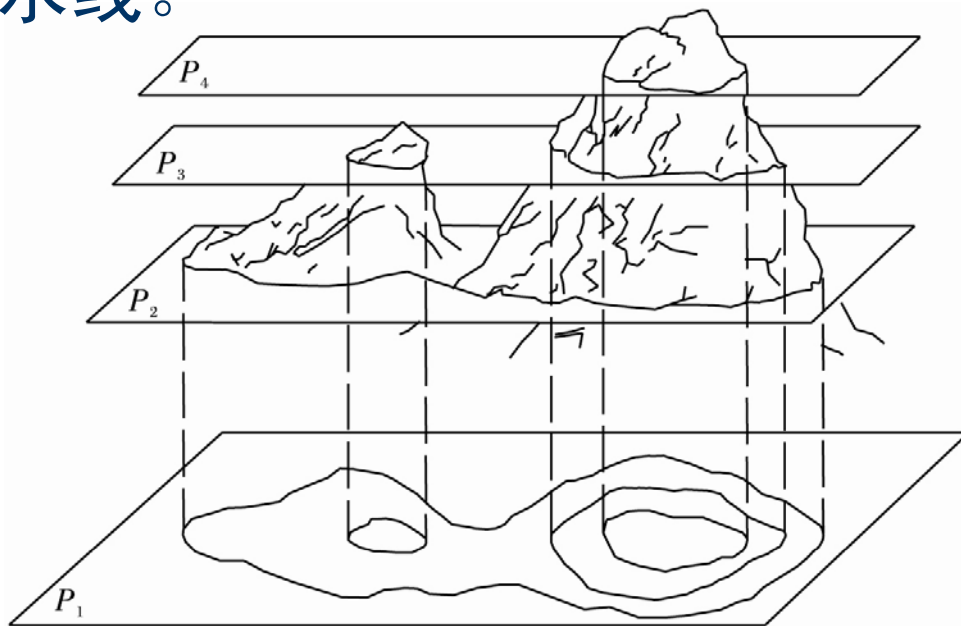
2) 等高线是闭合曲线。因为等高线是水平面与地面曲面的交线，所以其交线必然是一闭合曲线。但由于地形图图幅范围有限，因此等高线有可能在图廓线处断开，或与地物或注记相交时断开。



7.3 地貌符号

3) 不同高程等高线不能相交或重合。因为不同高程水平面不相交，故相应的等高线不相交。但绘制地形图时，在陡壁、陡坎、悬崖绝壁处，不同等高线可能相交重合，此时应用地貌符号进行描绘。

4) 等高线与山脊线和山谷线正交。山脊线又称分水线，山谷线又称合水线。



7.3 地貌符号

5) 等高线平距与地面坡度成反比，即地面坡度越陡，等高线越密，反之越疏。

相邻等高线所代表高程之差，称为等高距。一幅图的等高距一般是统一或相同的。等高距越小，表示的地貌形态越精确，测绘工作量越大。

大比例尺地形图基本等高距的选取

比例尺	地形类别			
	平地 0°~ 2°	丘陵地 2°~ 6°	山地	高山地
1: 500	0.5	0.5	0.5或1.0	1.0
1: 1000	0.5	0.5	1.0	1.0或2.0
1: 2000	0.5或1.0	0.5或1.0	2.0	2.0

7.3 地貌符号

相邻等高线等高距与等高线平距（相邻等高线之间的水平距离）之比称为**坡度**，即 $i = h/d$

为了描绘和读图方便，一般将等高线分成以下几种：

1) 首曲线

按基本等高距描绘的等高线称为首曲线，又称为基本等高线。

2) 计曲线

为了读图的方便，通常将基本等高线从高程零米起算，每隔4条加粗描绘，称为计曲线，又称加粗等高线。计曲线应在适当处断开，并标注高程注记。

7.3 地貌符号

3) 间曲线

当首曲线不能详细描绘微地貌时，可加绘间曲线。等高距为 $1/2$ 的基本等高距，称为半距等高线。间曲线用长虚线描绘，可不闭合。

4) 助曲线

助曲线又称辅助等高线，可在任意高度加绘，称为任意等高线。但通常等高距选为 $1/4$ 基本等高距，用短虚线描绘，可不闭合。

间曲线和助曲线称为补充等高线。在小比例尺地形图上只区分为基本等高线和补充等高线两种，且符号相同。

等高线法描绘地貌的缺点是立体感较差。

7.3 地貌符号

为了详细描绘地貌形态和特征，除等高线外，还要加绘地貌符号和地貌注记。

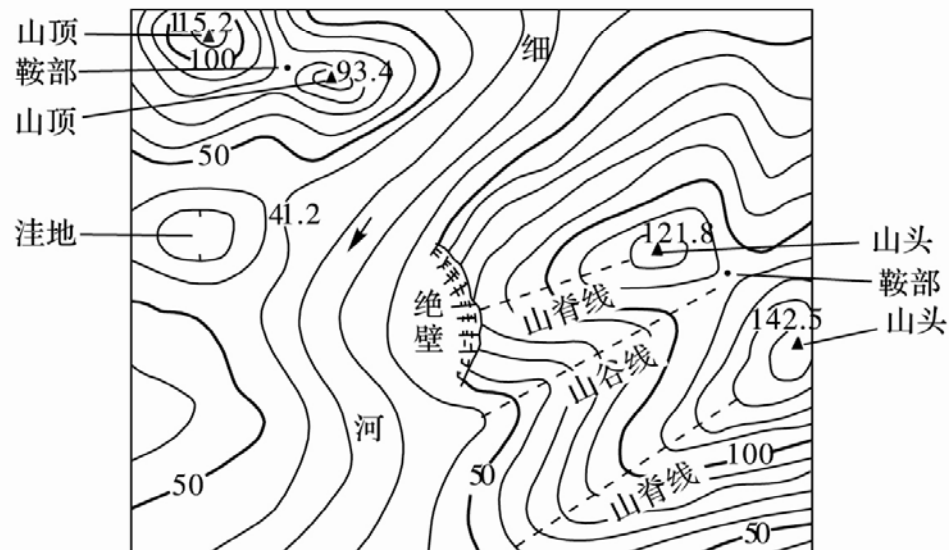
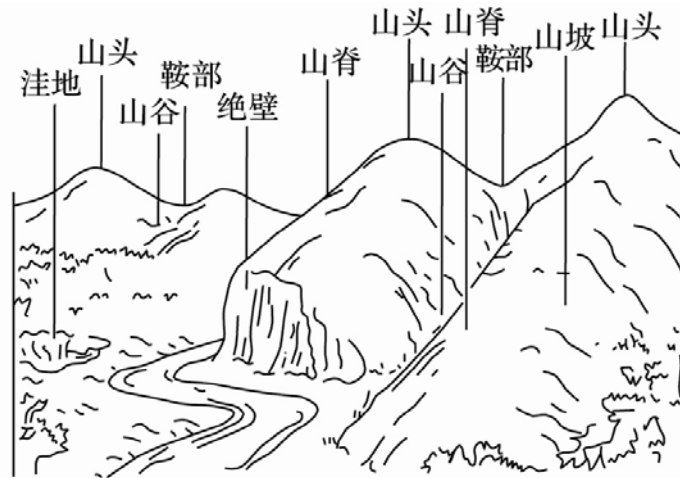
1) 地貌符号

等高线无法详细描绘微地貌时，应采用地貌符号描绘。如山洞、火山口、冲沟、陡崖、崩崖、滑坡、沙地、石块地等。

2) 地貌注记

地貌注记有高程注记、说明注记和地貌名称注记。如山的高度、名称注记等。

7.3 地貌符号



地貌和等高线的绘制

第七章 地形图基本知识

1

比例尺和图幅管理

3

地貌符号

2

地图符号

4

4D产品介绍

7.4 4D产品介绍

目前测量和编制地形图主要采用数字化方法，即获得的是数字地形图。数字地形图具有精度高、绘制方便、容易保存的优点。

4D产品是数字化地形图的重要组成部分，目前已成为信息化社会发展的基础。

数字栅格地形图： *Digital Raster Graphic* —DRG

线划数字地形图： *Digital Line Graphic* —DLG

数字正射影像图： *Digital Orthophoto Map* —DOM

数字高程模型图： *Digital Elevation Model* —DEM

7.4 4D产品介绍

1. 数字栅格地形图 (DRG)

栅格图是数字图像的基本形式，也称位图。它以每个像素为单元来表现图像。像素由位置元素 (x, y) 和灰度或色彩元素 I 构成，即由 (x, y, I) 来构成。

如果是彩色图，则每个像素是由红、黄、蓝三种基本颜色按一定比例混合构成；如果是灰度图像，则每个图像值由灰度的不同大小值决定。

栅格数字图像的获取设备一般应包括：采样孔、光传感器、量化器和存储器这四个功能。

7.4 4D产品介绍

2. 线划数字地形图（DLG）

线划数字地形图是一种矢量数字地形图。

矢量图像由点、线、面表现图形与图像。矢量图的描述并不是针对图像每个像素的特性（如位置与灰度值），而是对于图形的描述，如点的位置、线的位置及面的位置等。

线划数字地形图的绘制有两种方式：

- 1) 交互式操作：这种方式利用所显示的点位坐标、距离、角度、方位、位置、直线和曲线等图解信息，直接绘制图形和进行注记。
- 2) 自动绘图方式：这种编码图像数据文件能被计算机绘图软件识别，并绘制出完整的图形。

7.4 4D产品介绍

3. 数字正射影像图（DOM）

航空或卫星影像属于中心投影，具有信息丰富与能够实时反映地面状态等特点，但不宜用于直接进行量测。

如果将其纠正转换成正射影像，并配以绘制地物、等线，进行注记等辅助功能，其用途非常广泛。

将中心投影的数字影像予以纠正，将其转换成数字正射影像图的过程，可采用数字微分纠正或数字纠正技术。

7.4 4D产品介绍

4. 数字高程模型（DEM）

数字高程模型是利用一系列地面点位的三维坐标（ x , y , z ）来描述地面形态的三维数字模型。

数字高程模型主要涉及两项工作：

- (1) 大规模地面三维坐标数据的获取；
- (2) 数据的处理与应用。