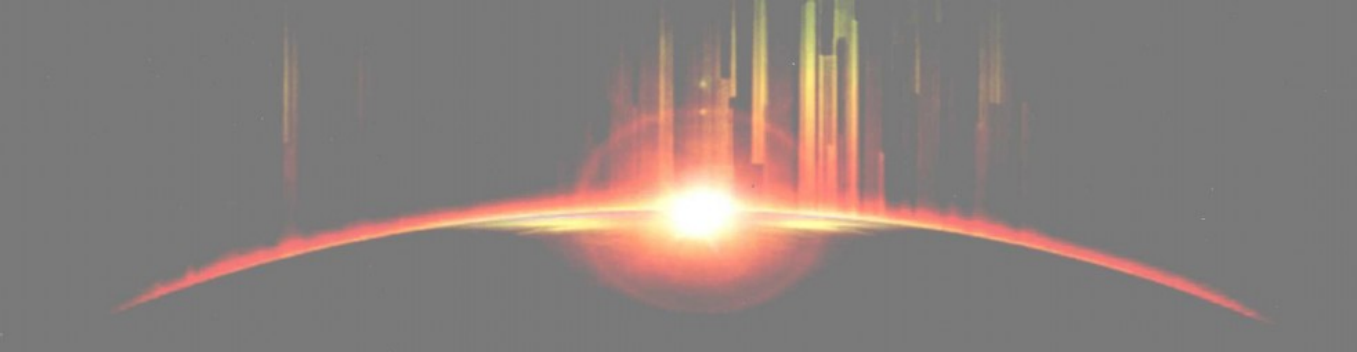




数字化成图

——最新 AutoCAD 地形图 测绘高级开发

主 编 徐泮林

副主编 周爱华 刘 梁 王其芳



AutoCAD

地震出版社

A^{uto}CAD

责任编辑 / 陈晏群
封面设计 / 邢秀芬

ISBN 978-7-5028-3302-2



定价：40.00 元

数 字 化 成 图

——最新 AutoCAD 地形图测绘高级开发

主 编 徐泮林

副主编 周爱华 刘 梁 王其芳

地 震 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

数字化成图:最新 AutoCAD 地形图测绘高级开发/徐泮林主编.

—北京:地震出版社,2008.8

ISBN 978-7-5028-3302-2

I. 数… II. 徐… III. 地形图-数字化制图-应用软件, AutoCAD IV. P283.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 111651 号

地震版 XT 200800100

内 容 简 介

本书共分九章,内容包括:地形图基础知识,野外数据采集,AutoCAD 高级开发,菜单编制、命令延伸、基本图形符号库开发,地形图和地籍图自动绘制,三维立体制图等。本书可作为测绘工程、土地资源管理、地理信息系统、地质工程、物探工程等专业的教材,也可作为采矿工程、城市规划、土木工程、房地产管理、环境工程、交通工程、水利水电工程等专业的参考书,也可供相关专业技术人员参考。

数字化成图——最新 AutoCAD 地形图测绘高级开发

主 编:徐泮林

副主编:周爱华 刘 梁 王其芳

责任编辑:陈晏群

责任校对:郭京平

出版发行:地震出版社

北京民族学院南路 9 号

邮编:100081

发行部:68423031 68467993

传真:88421706

门市部:68467991

传真:68467971

总编室:68462709 68423029

传真:68467972

E-mail:seis@ht.rol.cn.net

经销:全国各地新华书店

印刷:北京地大彩印厂

版(印)次:2008 年 8 月第一版 2008 年 8 月第一次印刷

开本:787×1092 1/16

字数:349 千字

印张:13.75

印数:0001~2300

书号:ISBN 978-7-5028-3302-2/P·1379(4060)

定价:40.00 元

版权所有 翻印必究

(图书出现印装问题,本社负责调换)

编 委 会

主 编	徐泮林		
副 主 编	周爱华	刘 梁	王其芳
编写人员	徐泮林	周爱华	刘 梁
	王其芳	田梓文	李 莹

前 言

2004 年我编著的《数字化成图——AutoCAD 地形图测绘高级开发》出版以来,已有 4 年时间。在这 4 年中,随着现代测绘科学技术的迅猛发展,测绘仪器和测绘技术已发生了巨大变化,绘图技术也越来越先进。在计算机中采用数字化成图,已经成为测图绘图发展的主流。

近年来,基于 AutoCAD 开发的绘图软件多在低版本上运行,随着数字化成图技术的发展,这些软件逐渐处于劣势,较难适应目前的成图要求。因此,我们根据目前的技术发展和要求,对原书进行了修订,同时,也更正了原书中的一些错误。

本书以 AutoCAD 用于地形图、地籍图等工程图形的开发为出发点,针对现代化测图的问题和要求,介绍了一套以 AutoCAD2006 为平台,结合作者多年教学与实践经验开发的数字化成图软件。本书由浅入深地介绍了数字化成图的图形基础知识,数据采集的手段和方法,各种图形图例符号绘制,地形图及地籍图绘制的基本方法与过程。在教学推广和实际应用中获得了较好的反响,被读者称为一本好的教科书与工具书。

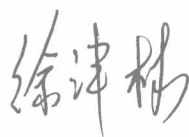
全书共分九章,第一章主要介绍地形图的基础知识,分幅编号的方法与规则,比例尺的选择及地物地貌在图形中的表示;第二章主要介绍 GPS 控制网的布网方法和野外数据采集,重点介绍全站仪导线控制测量,几种常用全站仪的碎部数据采集方法与步骤,全站仪与计算机的数据通讯;第三章介绍图形数字化,新旧坐标系统的转换,重点介绍 AutoCAD 下拉菜单和屏幕菜单的制作,以及如何把自编的程序软件挂入 AutoCAD 菜单;第四章介绍 AutoCAD 图形绘制基础及命令延伸,包括常用绘图命令、编辑命令、图层颜色线型命令、显示坐标命令、文字注释命令,以及如何利用对象捕捉精确绘图等;第五章介绍如何开发 AutoCAD 建立图形图例符号库,如何建立自己的线型和充填图案,重点是自动展绘各种图形图例符号以及图形块的操作;第六章介绍 AutoCAD 自动绘制地形图,包括展绘碎部点、居民地绘制,工矿建筑物、交通设施、铁路公路、各类管线、水利设施、境界、等高线、植被土质绘制;第七章介绍 AutoCAD 绘制地籍图,首先介绍了地籍图的基础知识及土地利用类别,然后重点介绍了开发 AutoCAD 绘制界址点、界址线、宗地图及面积计算,最后介绍了分幅地籍图的

绘制;第八章介绍三维立体制图,包括三维立体制图的基本知识及曲面模型、实体模型的创建等;第九章为 CASS 绘图软件简介及图形检查实用程序。

本书由山东科技大学徐泮林、王其芳、李莹,北京联合大学应用文理学院周爱华,山东省煤田地质局刘梁,国家海洋局第一海洋研究所田梓文共同编写,全书由徐泮林任主编并统稿,周爱华、刘梁、王其芳任副主编。

本书在编写过程中参阅了大量文献,引用了同类书刊中的一些资料。在此,谨向有关作者表示衷心的感谢。

由于作者水平有限,书中不当之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

A handwritten signature in black ink, appearing to read '徐泮林' (Xu Panlin), the author of the book.

2008 年 7 月

目 录

第一章 地形图基础知识	(1)
1.1 地形图分幅和编号	(1)
1.1.1 1:100 万地形图的分幅与编号	(1)
1.1.2 1:1 万地形图的分幅与编号	(1)
1.1.3 1:5000 地形图的分幅与编号	(2)
1.1.4 大比例尺地形图的分幅和编号	(2)
1.2 地形图的比例尺	(3)
1.2.1 地形图上的内容	(3)
1.2.2 地形图的比例尺	(3)
1.2.3 比例尺的精度	(4)
1.2.4 比例尺与图幅面积	(4)
1.3 地物在地形图上的表示方法	(5)
1.3.1 地物取舍和测绘的一般原则	(5)
1.3.2 地物在地形图上的表示	(6)
1.3.3 图形符号	(6)
1.4 地貌在地形图上的表示	(7)
1.4.1 地貌的基本形态	(7)
1.4.2 等高线表示地貌	(8)
1.5 图形注记	(10)
1.5.1 注记	(11)
1.5.2 注记排列形式	(11)
1.5.3 注记字向	(11)
1.5.4 注记字隔	(12)
第二章 野外数据采集	(13)
2.1 GPS 控制测量	(13)
2.1.1 GPS 控制测量	(13)
2.1.2 GPS 控制网布设	(13)
2.1.3 GPS 控制网布设方案	(14)
2.1.4 GPS 野外数据采集	(16)
2.1.5 数据处理	(18)
2.2 全站仪导线测量	(19)
2.2.1 布设形式	(19)
2.2.2 导线测量的等级及技术要求	(20)
2.2.3 全站仪导线测量外业观测	(20)
2.2.4 全站仪导线测量内业数据处理	(21)

2.3	全站仪野外碎部数据采集	(24)
2.3.1	碎部数据野外采集的方法与步骤	(24)
2.3.2	DTM520 全站仪数据采集简介	(26)
2.3.3	索佳 SET500 全站仪数据采集简介	(30)
2.3.4	TC(R)702/703/705 全站仪数据采集简介	(34)
2.3.5	TOPCON GTS - 330 全站仪数据采集简介	(39)
2.4	数据通讯	(43)
2.4.1	数据通讯步骤	(43)
2.4.2	计算机通讯操作	(43)
2.4.3	全站仪通讯操作	(47)
第三章	图形数字化	(50)
3.1	坐标系统的转换	(50)
3.1.1	坐标换算公式	(50)
3.1.2	控制点坐标换算	(52)
3.1.3	地物点及图形	(52)
3.1.4	图形分幅编号	(52)
3.1.5	修测内容的连接	(52)
3.2	数字化菜单制作	(53)
3.2.1	AutoCAD 菜单简介	(53)
3.2.2	菜单文件的类型及自定义文件	(55)
3.2.3	定制菜单	(57)
3.2.4	菜单实例	(61)
第四章	图形绘制基础	(64)
4.1	常用绘图命令	(64)
4.1.1	简单平面图形绘制命令	(64)
4.1.2	绘制复杂图形命令	(65)
4.2	常用编辑命令	(70)
4.2.1	选择对象	(70)
4.2.2	通过关键点编辑对象	(71)
4.2.3	对象特性查看及修改	(71)
4.2.4	移动、旋转、修剪、拉长、复制和对齐	(74)
4.2.5	利用圆角或倒角方法修饰对象	(77)
4.2.6	创建偏移对象、对象阵列和镜像对象	(77)
4.2.7	删除、放弃与重做	(78)
4.3	图层、线型、颜色	(78)
4.3.1	图层	(79)
4.3.2	颜色	(83)
4.3.3	线型	(84)
4.3.4	线宽	(87)
4.3.5	正确使用图层、线型、颜色和线宽	(88)

4.4	显示命令与坐标系	(89)
4.4.1	图形的缩放与平移	(89)
4.4.2	重画和重生成	(89)
4.4.3	坐标系	(90)
4.4.4	坐标	(90)
4.4.5	利用捕捉精确绘图	(91)
4.5	文字注释	(93)
4.5.1	设置文字样式	(93)
4.5.2	文本输入	(94)
4.5.3	文本编辑	(96)
第五章	图形图例符号绘制	(97)
5.1	图形块	(97)
5.1.1	定义图形块	(97)
5.1.2	插入(引用)图形块	(98)
5.1.3	定义图形文件块	(99)
5.1.4	当前图形中插入图形文件	(100)
5.1.5	编辑一个图形块的组成对象	(101)
5.2	控制点符号	(101)
5.2.1	测量控制点说明	(101)
5.2.2	单一控制点符号绘制	(102)
5.2.3	系统参数的设置	(102)
5.2.4	用程序插入一个控制点符号	(104)
5.2.5	批量控制点的自动展绘	(105)
5.3	独立地物符号	(108)
5.4	植被及土质符号	(109)
5.4.1	植被符号	(109)
5.4.2	土质符号	(110)
5.5	线型	(110)
5.5.1	线型文件及格式定义	(110)
5.5.2	复合线型格式及定义	(113)
5.5.3	使用新线型	(116)
5.5.4	形定义	(118)
5.6	充填图案设计	(122)
5.6.1	图案的定义格式	(122)
5.6.2	图案的构成	(122)
5.6.3	图案文件与图案库的建立	(123)
第六章	地形图绘制	(125)
6.1	展绘碎部点	(125)
6.1.1	展点方法及步骤	(125)
6.1.2	使用说明	(125)

6.1.3	展点程序	(126)
6.2	居民地绘制	(128)
6.2.1	三点房绘制	(128)
6.2.2	多点房绘制	(128)
6.2.3	不规则房屋绘制	(129)
6.2.4	较小比例尺房屋绘制	(129)
6.2.5	其它房屋绘制	(130)
6.2.6	垣栅绘制	(131)
6.3	工矿建筑物绘制	(132)
6.3.1	符号类	(132)
6.3.2	面积边界 + 符号类	(132)
6.3.3	面积边界 + 注记类	(133)
6.4	交通及附属设施绘制	(134)
6.4.1	铁路绘制	(134)
6.4.2	道路绘制	(137)
6.4.3	桥梁、渡口、航标绘制	(139)
6.5	管线及附属设施绘制	(140)
6.5.1	电力线	(140)
6.5.2	通讯线绘制	(142)
6.5.3	管道绘制	(144)
6.5.4	管道附属设施	(144)
6.6	水系及附属设施	(144)
6.6.1	坡、坎绘制	(144)
6.6.2	水涯线绘制	(147)
6.6.3	沟渠等的绘制	(147)
6.6.4	部分水系独立符号绘制	(147)
6.7	境界	(148)
6.7.1	境界说明	(148)
6.7.2	境界绘制实例	(148)
6.7.3	境界绘制程序	(148)
6.8	等高线及高程点绘制	(149)
6.8.1	等高线	(149)
6.8.2	高程点及注记	(150)
6.8.3	土质符号绘制	(150)
6.9	植被符号绘制	(150)
6.9.1	植被说明	(150)
6.9.2	植被绘制方法	(151)
第七章	地籍图测绘	(152)
7.1	地籍图基础知识	(152)
7.1.1	概述	(152)

7.1.2	土地权属	(153)
7.1.3	土地利用类别	(154)
7.2	地籍图简介	(158)
7.2.1	分幅地籍图	(158)
7.2.2	宗地图	(159)
7.3	界址线、界址点绘制	(161)
7.3.1	界址点、界址线	(161)
7.3.2	界址点、界址线绘制程序	(162)
7.3.3	绘制方法	(163)
7.4	宗地图绘制与面积量算	(163)
7.4.1	切割宗地图	(163)
7.4.2	插入宗地图图框	(164)
7.4.3	面积量算	(167)
7.5	分幅地籍图绘制	(170)
7.5.1	分幅地籍图分幅原则	(170)
7.5.2	分幅结合表	(170)
7.5.3	分割	(170)
7.5.4	图廓绘制	(171)
7.5.5	标准图廓自动绘制	(172)
第八章	三维立体制图	(175)
8.1	三维绘图基础知识	(175)
8.1.1	三维几何模型	(175)
8.1.2	三维坐标系	(176)
8.1.3	用户坐标系统	(176)
8.1.4	三维显示功能	(176)
8.2	创建曲面模型	(177)
8.2.1	三维基本形体表面	(177)
8.2.2	多边形网格	(178)
8.3	创建实体模型	(180)
8.3.1	创建基本三维实体	(180)
8.3.2	拉伸与旋转面对象生成三维实体	(180)
8.3.3	创建复合三维实体	(182)
8.3.4	编辑三维实体	(183)
8.3.5	实体的三维操作	(184)
第九章	CASS 绘图软件简介及图形检查	(186)
9.1	CASS 简介	(186)
9.2	数据传输	(186)
9.3	内业成图	(187)
9.3.1	点号定位法	(187)
9.3.2	坐标定位法	(190)

9.4	绘制等高线	(191)
9.4.1	建立数字地面模型(构建三角网)	(191)
9.4.2	绘制等高线	(193)
9.5	图形检查	(194)
9.5.1	面状地物封闭性检查	(194)
9.5.2	高程检查	(198)
9.5.3	独立地物及文字重复检查	(201)
9.5.4	房屋注记检查	(203)
参考文献		(206)

第一章 地形图基础知识

1.1 地形图分幅和编号

我国基本比例尺地形图按经纬线进行分幅,它们均以 1:100 万地形图为基础,按规定的经差和纬差划分图幅,并采用行列式编号。

1.1.1 1:100 万地形图的分幅与编号

我国目前按国际标准进行 1:100 万地形图分幅和编号。即从地球赤道起,向两极每纬差 4°为一行,依次以拉丁字母(字符码)A、B、C、D…V 表示其相应行号;从 180°经线起算,自西向东每经差 6°为一列,依次以阿拉伯数字(数字码)1、2、3…60 表示其相应列号。由经线和纬线所围成的每一个梯形小格为一幅 1:100 万地形图,它们的编号由该图幅所在的行号与列号组合而成。图 1-1 为北京所在的 1:100 万地形图的图幅编号 J50。

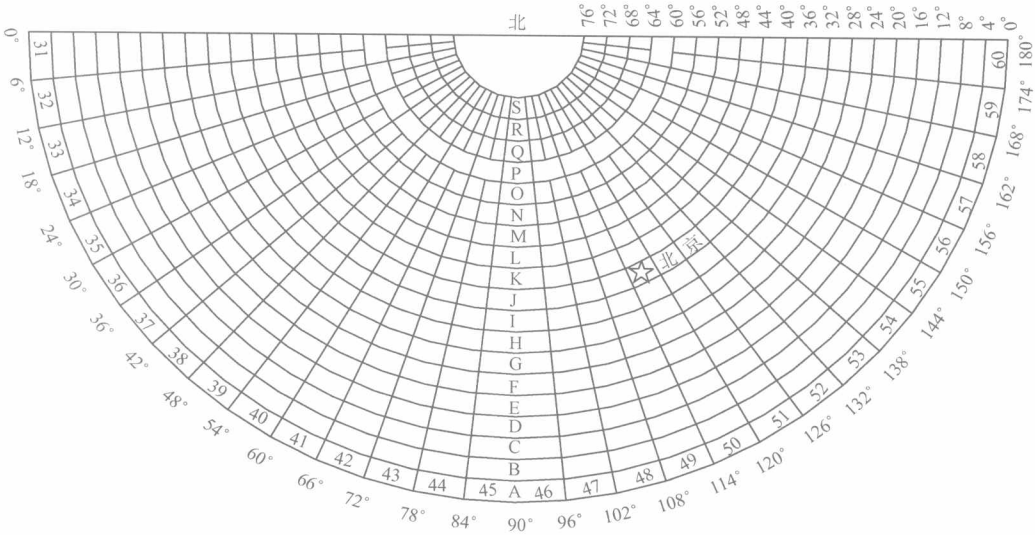


图 1-1 1:100 万地形图的分幅和编号

1.1.2 1:1 万地形图的分幅与编号

1:1 万地形图的分幅以 1:100 万地形图为基础,一幅 1:100 万地形图划分为 96 个横行和 96 个纵列,共 9216 幅 1:1 万地形图,见图 1-2。每幅 1:1 万地形图的分幅经差是 3'45",纬差是 2'30"。1:1 万比例尺地形图的编号代码为“G”。

图幅的编号是由该图幅所在的 1:100 万地形图图幅编号、比例尺代码、1:1 万图幅所在的行号和列号组成。图幅的编号有十位字符或数字组成,即第一位为 1:100 万图幅行号(字符码),第二三位为 1:100 万图幅列号(数字码),第四位为比例尺代码 G,第五六七

位为 1:1 万图幅行号(数字码),第八九十位为 1:1 万图幅列号(数字码)。

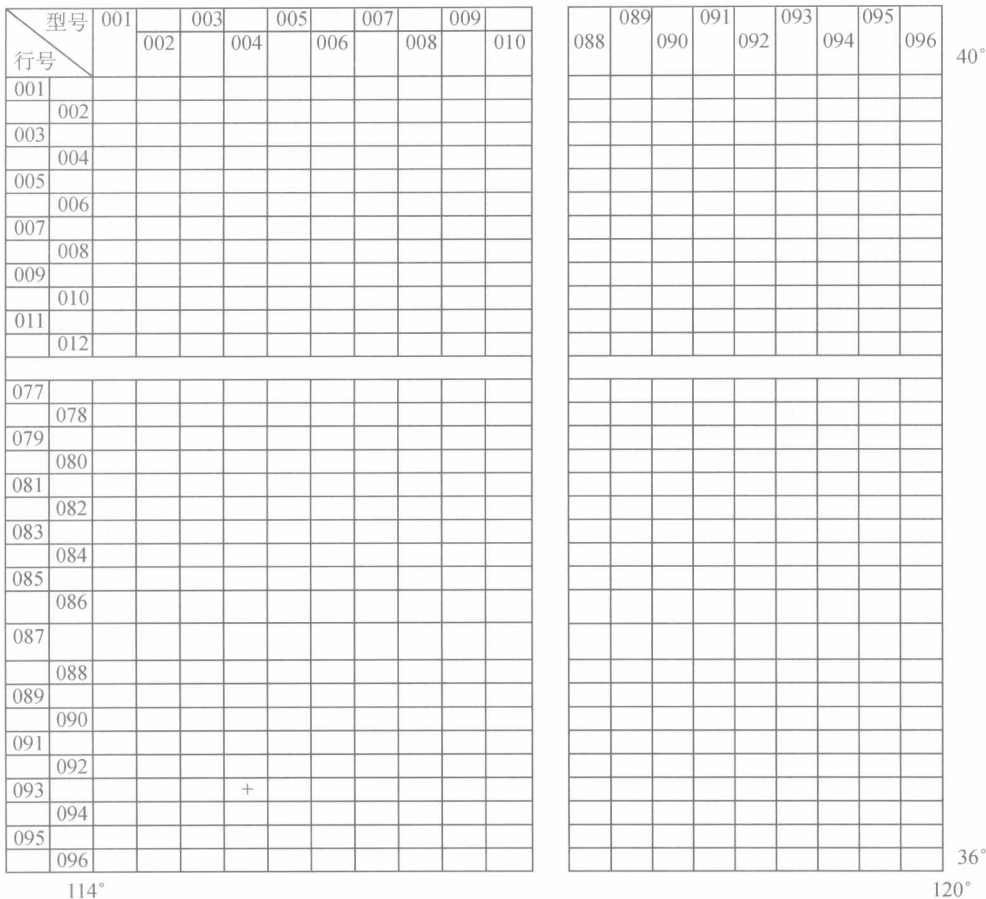


图 1-2 1:1 万地形图分幅与编号

例:图 1-2 中,有“+”标志的 1:1 万图幅的编号为 J50G093004。

1.1.3 1:5000 地形图的分幅与编号

1:5000 地形图的分幅以 1:100 万地形图为基础,一幅 1:100 万地形图划分为 192 个横行和 192 个纵列,共 36864 幅 1:5000 地形图。每幅 1:5000 地形图的分幅经差是 1'52.5",纬差是 1'15"。1:5000 比例尺地形图的编号代码为“H”。

图幅的编号是由该图幅所在的 1:100 万地形图图幅编号、比例尺代码、1:5000 图幅所在的行号和列号组成。图幅的编号有十位字符或数字组成,即第一位为 1:100 万图幅行号(字符码),第二三位为 1:100 万图幅列号(数字码),第四位为比例尺代码 H,第五六七位为 1:5000 图幅行号(数字码),第八九十位为 1:5000 图幅列号(数字码)。

例:北京所在的 1:100 万图幅,最东南角 1:5000 图幅的编号为 J50H192192。而最东北角的编号为 J50H001192。

1.1.4 大比例尺地形图的分幅和编号

1. 分幅

大比例尺 1:500、1:1000、1:2000 地形图一般采用 50cm × 50cm 正方形分幅或 40cm ×

50cm 矩形分幅;根据需要也可用其它规格的分幅;1:2000 地形图也可采用经纬度统一分幅。

2. 编号

地形图编号一般采用图廓西南角坐标公里数编号法,也可选用流水编号法或行列编号法等。

1) 采用图幅西南角坐标公里数编号时 x 坐标在前, y 坐标在后,中间用“-”连接,1:500 地形图取至 0.01km(如:16.40-26.75),1:1000、1:2000 地形图取至 0.1km(如 10.5-21.0)。

2) 带状测区或小面积测区,可按测区统一顺序进行编号,一般从左到右,从上到下用阿拉伯数字 1、2、3、4...编号,如图 1-3 所示,编号为 $\times\times-12$ (其中 $\times\times$ 为测区名)。

3) 行列编号法是行-列编码,一般以字母(如:A、B、C、D...)表示行,以数字表示列,如图 1-4 所示,有标志的图幅编号为 X-4。

1	2	3	4		
5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16

图 1-3 顺序编号

x-1	x-2	x-3	x-4	x-5	x-6
y-1	y-2	y-3	y-4		
	z-2	z-3	z-4	z-5	z-6

图 1-4 行列编号

3. 说明

1) 采用国家统一坐标系时,图廓间的公里数根据需要加注代号和百公里数。

如:X:⁴³27.8,Y:³⁹⁴57.0。

2) 图名一般以图幅内的地名、村庄、单位名称命名,图名为两个字的其字间为两个字,三个字的字间为一个字,四个字以上的字间一般为 2~3mm。图名选取有困难时,也可不注图名,仅注图号。

1.2 地形图的比例尺

1.2.1 地形图上的内容

地形图上的内容主要包括地物和地貌两大类。地形图是全面反映地球表面上地物、地貌的图件。从图上可以了解一个地区的高低起伏、坡度变化、建筑物位置、道路交通网、水系、植被等情况,还可以进行距离、坡度、面积、土方等的计算。因此,地形图是进行各种工程规划和建设的重要技术资料。地形图的基本图素是地物和地貌符号,除此之外,地形图还有其它一些重要的图形要素。

1.2.2 地形图的比例尺

地形图上任一线段的长度与地面上相应线段的水平长度之比,称为地形图的比例尺。目前数字化地形图中比例尺的概念已经淡化。每个点的坐标在计算机上是准确的,只有绘成图纸时,才进行比例尺的设置。

1. 比例尺的种类

比例尺一般分为数字比例尺和图示比例尺。数字比例尺简单明了、便于计算,图示

比例尺可以避免因图件变形而产生的应用误差。

2. 数字比例尺

数字比例尺一般用分子为 1 的分数式表示。设图上某一直线的长度为 d , 地面上相应的水平长度为 D , 则图的比例尺为: $d/D = 1/M$, 式中 M 为比例尺分母。

如果图上 1mm 代表地面上水平长度 10m 时, 则该图的比例尺就是 1/10000, 通常写成 1:10000。比例尺的大小就是以比例尺的比值来衡量的, 比例尺的分母愈大, 比例尺愈小; 反之, 分母愈小, 则比例尺愈大。

地形图一般分为小比例尺地形图、中比例尺地形图和大比例尺地形图。通常称 1:100 万、1:50 万、1:20 万的地形图为小比例尺地形图; 1:10 万、1:5 万、1:2.5 万的为中比例尺地形图; 1:1 万、1:5000、1:2000、1:1000 和 1:500 的为 大比例尺地形图。按照地形图图式规定, 比例尺书写在图幅下方正中处。地籍图的比例尺一般为 1:500、1:1000 和 1:2000。

1.2.3 比例尺的精度

人们总希望, 地形图绘制的越详细越好。但是, 从地形图的绘制到使用, 都受到人眼生理能力的限制。一般认为, 人眼的最小分辨角为 $60'' \sim 120''$, 而最佳明视距为 30cm。通常认为正常眼睛的分辨能力是 0.1mm; 而从地形图上量取长度, 最多也只能精确到图上的 0.1mm。因此图上 0.1mm 是人们绘图和用图的实际限制。由于地形图的比例尺不同, 图上的 0.1mm 所表示实地长度亦不同, 因此地形图的实际精度与地形图的比例尺有关。

地形图上 0.1mm 所表示的实地水平长度, 称为比例尺的精度。根据比例尺的精度, 可以确定在测图时量距应准确到什么程度。例如, 测绘 1:500 比例尺地形图时, 其比例尺的精度为 $0.1\text{mm} \times 500 = 0.05\text{m}$, 因此, 量取碎部点距的精度只需 0.05m, $<0.05\text{m}$ 在图上表示不出来。当规定了表示于图上的实地最短长度时, 根据比例尺精度, 可以确定测图比例尺。例如, 欲表示图上最短线段长度为 0.2m, 则应采用的比例尺不得小于 $0.1\text{mm}/0.2\text{m} = 1/2000$ 。

表 1-1 给出了不同测图比例尺的比例尺精度。从表中可以看出, 比例尺越大, 表示地物和地貌的情况越详细, 精度就越高。反之, 比例尺越小, 表示的地表情况就越简略, 精度就越低。但是, 测图比例尺与测图工作量、总成本密切相关。同一测区, 采用较大比例尺测图比采用较小比例尺测图, 其工作量和投资要增加数倍。因此, 采用哪一种比例尺测图, 应从实际需要出发。

表 1-1 测图比例尺与比例尺精度

比例尺	1:500	1:1000	1:2000	1:5000
比例尺精度/m	0.05	0.10	0.20	0.50

1.2.4 比例尺与图幅面积

实际应用中正方形的图幅最常用, 因此分幅一般按一分为四的原则, 一幅 1:5000 正方形分幅的地形图分成四幅 1:2000 的地形图, 一幅 1:2000 的地形图分成四幅 1:1000 的地形图, 一幅 1:1000 的地形图分成四幅 1:500 的地形图, 如图 1-5 所示。各种比例尺的