

李世林 宋英华 编

大比例尺 地形图绘制

测 绘 出 版 社

大比例尺地形图绘制

李世林 宋英华 编

测绘出版社

内 容 简 介

本书以工程测量应用的大比例尺地形图为主要对象,比较系统地叙述了绘制地形图的基本原理、方法和工艺过程,以及地形图的应用等有关问题。全书共分十章,内容兼顾生产和教学。书中以大量插图为例,形象、直观、通俗易懂,因此本书可作为从事工程测量的外业测绘人员、内业制图人员以及规划设计和其他用图人员的自学参考书,也可作为测量和制图专业人员的培训教材。

大比例尺地形图绘制

李世林 宋英华 编

测绘出版社出版

测绘出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

开本 787×1092 1/16 · 印张 18.25 · 字数 413 千字

1987 年 9 月第一版 · 1987 年 9 月第一次印刷

印数 0.001—5.000 册 · 定价 3.90 元

统一书号: 15039 · 新 602

前 言

随着祖国四化建设事业的蓬勃发展,为经济建设服务的各种工程测量和城市测量任务日益繁重。培养大量德才兼备的测量、绘图技术人员,是当前各测量、设计和规划单位的迫切任务之一。为适应培养地形绘图技术人员的需要,在总结多年地形绘图教学经验的基础上,我们编写了《大比例尺地形图绘制》一书,供工程测量技术人员、地形绘图及规划技术人员学习地形绘图技术参考,也可以作为自学和培训专业地形绘图技术人员的参考书。

本书以 1:500、1:1000、1:2000 和 1:5000 等各种工程测量应用较多的大比例尺地形图为主要对象,比较系统地叙述了绘制地形图的基本原理、方法和工艺过程,以及地形图的应用等有关问题。全书共分十章,为掌握绘图基础知识和加强基本功训练,书中第三章绘图技术基本练习、第四章制图字体与图上注记的布置、第五章地形图符号和第六章地形图的清绘等内容作了详细的介绍。结合生产实际,在第七、第九两章中,对地形图的刻绘技术及少量印刷地形图的设备和方法,也作了较详细的阐述。对在绘图生产中应用较广的聚酯薄膜绘图,以及直接用于制版、印刷的程序和操作方法均有详细的说明,使初学者在实际工作中便于应用和掌握。考虑到工程和规划部门的绘图人员常遇到在大比例尺地形图上量测距离、高程、坡度和面积等技术问题,书中第十章地形图的应用,介绍了看图、用图的有关知识,使绘制与应用有机地结合起来。

本书第一、六、七、九、十各章由李世林同志编写,第二、三、四、五、八章由宋英华同志编写。在本书编写过程中得到了哈尔滨冶金测量专科学校系、校领导和地形制图教研室同志们的帮助和支持。张福英同志对全书进行了审阅,刘艳春、王竹菊等同志参加了部分样图和插图的绘制工作,在此致以深切的谢意。

由于编者水平所限,书中不当之处,请读者批评指正。

编 者

一九八六年四月

目 录

第一章 绪论	(1)
§1-1 地图和地形图.....	(1)
§1-2 地形图的内容和用途.....	(3)
§1-3 大比例尺地形图的成图过程.....	(6)
第二章 绘图材料、工具和仪器	(10)
§2-1 绘图材料.....	(10)
§2-2 绘图工具.....	(12)
§2-3 绘图仪器.....	(19)
§2-4 绘图工具、仪器的检修.....	(23)
第三章 绘图技术基本练习	(33)
§3-1 基本练习目的、要求与绘图误差.....	(33)
§3-2 铅笔绘图练习.....	(36)
§3-3 直线笔绘图练习.....	(40)
§3-4 小钢笔绘图练习.....	(42)
§3-5 曲线笔绘图练习.....	(46)
§3-6 小圆规和点绘器绘图练习.....	(50)
第四章 制图字体与图上注记的布置	(51)
§4-1 注记的意义和种类.....	(51)
§4-2 阿拉伯数字.....	(51)
§4-3 汉语拼音字母.....	(54)
§4-4 宋体字.....	(55)
§4-5 等线体字.....	(60)
§4-6 变形字.....	(62)
§4-7 仿宋体字.....	(64)
§4-8 隶体字.....	(67)
§4-9 地形图上注记的布置.....	(71)
第五章 地形图符号	(76)
§5-1 地形图符号的意义和分类.....	(76)
§5-2 地形图图式的应用.....	(81)
§5-3 测量控制点和独立地物的表示与描绘.....	(84)
§5-4 居民地的表示与描绘.....	(87)
§5-5 境界、管线及垣栅的表示与描绘.....	(90)

§5-6	道路的表示与描绘	(94)
§5-7	水系的表示与描绘	(98)
§5-8	地貌及土质的表示与描绘	(104)
§5-9	植被的表示与描绘	(119)
第六章	地形图的清绘	(121)
§6-1	清绘的目的和要求	(121)
§6-2	地形原图的清绘	(122)
§6-3	聚酯薄膜绘图	(141)
§6-4	大板图的绘制	(149)
§6-5	竣工图的绘制	(153)
第七章	刻图法	(161)
§7-1	刻图法的应用与发展	(161)
§7-2	片基与刻图膜	(163)
§7-3	刻图工具	(165)
§7-4	单要素的刻图方法	(173)
§7-5	地形图的刻绘	(177)
第八章	地形图的分幅编号与图廓展绘	(183)
§8-1	统一分幅和编号方法	(183)
§8-2	矩形分幅和编号方法	(186)
§8-3	矩形图廓的展绘方法	(188)
§8-4	梯形图廓的展绘方法	(194)
第九章	地形图的缩放和简易复制	(208)
§9-1	缩放图的制作程序	(208)
§9-2	转绘地形图内容的方法	(212)
§9-3	晒图法	(221)
§9-4	地形图的简易制印过程	(229)
第十章	地形图的应用	(243)
§10-1	影响图上量测的因素	(243)
§10-2	在地形图上定向	(246)
§10-3	比例尺、经纬线和坐标网的应用	(247)
§10-4	量测距离和点的高程	(251)
§10-5	量测坡度	(253)
§10-6	量算面积	(258)
§10-7	量算体积和容积	(271)
§10-8	两点间的通视和能见范围	(275)
§10-9	确定施工界线	(279)
§10-10	在农田规划中地形图的使用	(280)

第一章 绪 论

§ 1-1 地图和地形图

一、地图的定义

在日常生活中，大家都见到过一些地图，什么是地图，一般认为：地图是根据一定的法则，按选择的缩小比例，把地球表面的物体和现象表示在平面上的图件。地图与地面写景图或地面照片不同，它具有严格的数学基础，科学的符号系统，完善的文字注记规则，并采用制图综合原则科学地反映出自然和社会经济现象的分布特征及其相互联系。上述定义确切地说明了地图不同于地面写景图或地面照片的特性，所以地图在国防建设、经济建设和人民生活中，都具有重要的作用。

我们知道，地球椭球面是不可展面，测绘地图时，首先必须将地球表面化算到极近似于该面的旋转椭球面上，然后再将旋转椭球表面描写到平面上，这个过程是用数学公式来表示和解决的；它是构成地图的基础（经纬线、坐标网），这就是地图的数学法则，亦称数学基础。

地图的数学基础，还表现在各种地物的位置、形状和大小，都是根据精确测算决定的；这就使地图具有足够的精度，来满足各方面使用地图的要求。

测绘或编制地图时，要根据相应的图式，按规定的符号来表示地球表面的一切物体和现象。用符号的好处很多，它不但把地面上有形的地物、地貌根据需要清楚地表现出来，使地图内容主次分明清晰易读，而且能把无形的东西如地磁、流速、高程、地名等反映在地图上。这是航摄照片所办不到的，因为航摄照片不能反映出地表面上的无形现象，同时在内容上也主次难分，没有用符号显示地图内容那样清楚。

地图的另一特性是内容的综合。综合包括取舍和概括两种意思。随着地图比例尺的缩小，表示在地图上的各种要素的容量也要随之而减少，这是取舍和概括地图内容的主要原因。一般说来，比例尺较小的地图，内容要简略一些，因为地图的负载量有一定的限度；当然，地图的用途和地区的情况对内容也有决定性的作用。因此综合的体现，就是地图的内容要根据一定的要求，经过选择舍去次要的突出主要的，同时概括出景观的基本特征。

二、地图的分类

地图通常按内容分为普通地图和专题地图两大类。

（一）普通地图

普通地图是以同等的详细程度，综合地表示地面的基本要素，即测量控制点、独立地

物、居民地、道路、水系、地貌与土质、植被、境界、管线与垣栅等要素。普通地图主要供研究地面的基本状况、地面要素的相互关系和分布规律时使用。普通地图按比例尺的大小，又可分为地形图和地理图两类，大于1:100万（包括1:100万）比例尺的普通地图叫地形图，小于1:100万比例尺的普通地图叫地理图。

1. 地形图

地形图包括地区的面积比较小，它能精确地反映地物、地貌的位置和形态，用途广泛。1:1万、1:2.5万、1:5万、1:10万、1:25万、1:50万、1:100万等七种比例尺地形图，称为国家基本比例尺地形图，它们具有统一的内容、式样和规格。

经济建设部门，习惯上把1:1万和大于1:1万比例尺地形图，称为大比例尺地形图，1:2.5万至1:10万比例尺地形图，称为中比例尺地形图，1:25万和小于1:25万比例尺地形图，称为小比例尺地形图。

工程测量部门对地形图按比例尺的习惯划分是：

大比例尺图——1:500、1:1000、1:2000比例尺地形图；

中比例尺图——1:5000、1:10000比例尺地形图；

小比例尺图——1:2.5万、1:5万、1:10万比例尺地形图。

此外，还有其它的划分法。

2. 地理图

地理图是比例尺小于1:100万的地图。其比例尺没有一定系统，通常是根椐用途需要来决定；常见的比例尺有：1:200万、1:250万、1:400万、1:800万、1:1000万等。由于比例尺较小，包括的地区大，而幅面又有限，所以只能以高度概括的形式表示主要的要素和区域的重要特征，其详细性和精确性都不如地形图。但由于图幅包括着广大地区，多用于研究了解区域总貌和分析比较。

（二）专题地图

专题地图是以普通地图做底图，着重表示某一种或几种专门内容的地图。当前专题地图的发展很迅速，表示的对象十分广泛，但根据内容可以划分为：自然地图、社会经济图和工程技术图三类。

自然地图常见的有：

地质图——反映制图地区的地质组成及构造特征的地图；

地貌图——反映各种地貌的外部形态特征、数量指标、成因、年代、发展过程、发育程度以及相互关系与组合的地图；

水文图——反映水文要素特征的地图；

植物图——反映各种植物分布特征、生态、用途、变迁及与其它现象关系的地图。

土壤图——反映地表土壤的外部特征、类型及其地理分布的地图；

地势图——以地貌、水系为主要要素，表示区域的地形起伏特征的地图；

地球物理图——显示各种地球物理现象，如磁差、磁力异常、火山、地震等的分布及其规律的地图；

气象气候图——反映地表气象、气候情况，包括太阳辐射、地面热力平衡、气团、气旋、锋面、气温、降水、气压、风、云雾、日照、霜、雪、湿度、蒸发以及气候区划的地图；

动物地理图——反映各种动物分布情况的地图。以及其它等等。

社会经济图常见的有：

人口图——反映人口分布、密度、分类、民族分布、人口变迁的地图；

经济图——反映一定时期的经济现象的地图；

政区图——反映国家领域范围，行政区划状况、行政中心、交通状况的地图；

历史图——反映历史时期的政治、军事、文化、经济、自然状况及其联系等地图。以及其它等等。

工程技术图常见的有：

工程勘测设计图——是设计人员依据实测大比例尺地形图作底图，经过现场踏勘，按工程施工性质在图上设计布置的图件。

土地利用图——应用大比例尺地形图，通过土地资源当前利用和生产现状调查，将各类土地的界线填绘在图上，并用面积百分比表示的土地利用结构图。

竣工图——又称竣工总平面图，是工业厂区在建厂工程竣工后，移交生产前提交的大比例尺专用图，主要反映建、构筑物建设竣工的成果，作为工程验收、生产管理、维修、改建、扩建的依据。

厂区现状图——工业厂区的大比例尺地形图。它反映新老建、构筑物的关系和场地地貌的情况，既包括了阶段性的竣工图，还包括未完成或施工中的原有现状。是工业厂区生产管理的基础资料。以及其它等等。

§ 1-2 地形图的内容和用途

一、地形图的基本内容

大比例尺地形图精确、详尽地反映了地表面的物体和现象，内容多而复杂，但总的来说，一幅地形图，它的基本内容包括：数学要素、自然地理要素、社会经济要素和整饰要素这四个部分。

(一) 数学要素

数学要素即地图的数学基础，地形图上的所有内容都是建立在地图的数学基础之上的，它在地图中起控制（或骨架）作用，它能保证地图具有必要的精度。数学要素在地形图上主要是指：

1. 地理坐标网（经纬线）

地形图统一采用高斯投影（1:100万地形图例外，它采用等角圆锥投影），通过这种地图投影，将地球椭球面上的经纬线转换到平面上，从而构成按一定经纬度间隔表示的经纬

线,用以确定地球表面上任一点的地理坐标(经纬度)。大比例尺地形图上的内图廓线,就是按统一规定的经纬差划定的经纬线构成的,所以内图廓线划定了图幅的地理位置和范围,即地理坐标网是地图的控制基础。

2. 平面直角坐标网

直角坐标网是由纵横坐标线构成的,纵坐标线平行于投影带的中央经线,横坐标线平行于赤道。在大比例尺地形图上,坐标线供展绘控制点、指示目标和图上量算等使用。

3. 测量控制点

测量控制点指地图上的三角点、埋石点、水准点等。这些点都是用来控制地形图内容的平面、高程位置和精度的。

4. 比例尺

比例尺标志着地形图缩小的倍数,即图上长度与实地长度(水平距离)之比。如1:2000,即表示图上一个单位长度,在实地就是2千个单位长度。比例尺在地形图上的表现形式,有数字比例尺和直线比例尺两种,在测图或图上量距时,是离不开比例尺的。

(二) 自然地理要素

自然地理要素指反映地区的自然现状,即地理景观(地表自然景色)和自然条件。它包括:

水系——江、河、湖、海、水库、运河、沟渠、井、泉等;

地貌——地表起伏状态有:平原、丘陵、山地、高山、冰川、盆地、沙漠等。

土质植被——森林、灌木林、草地、农作物、沼泽地、砂砾地、盐碱地等。

(三) 社会经济要素

社会经济要素指人类社会活动的成果。如地区的政治、经济、文化和交通等情况,它包括:

居民地——城市、集镇、村庄、独立住房、工厂、学校以及农林牧渔场等;

道路——铁路、公路、大车路、乡村路、小路等;

境界——国界、省界(直辖市、自治区)、市界、自治州、省辖市界、地区界、县界、自治县、旗、乡界等;

独立地物——宝塔、烟囱、纪念碑(塔)、水塔、塔形建筑物、无线电杆(塔)等;

管线及垣栅——通信线、电力线、输油(气)管道、堤、围墙、城墙等。

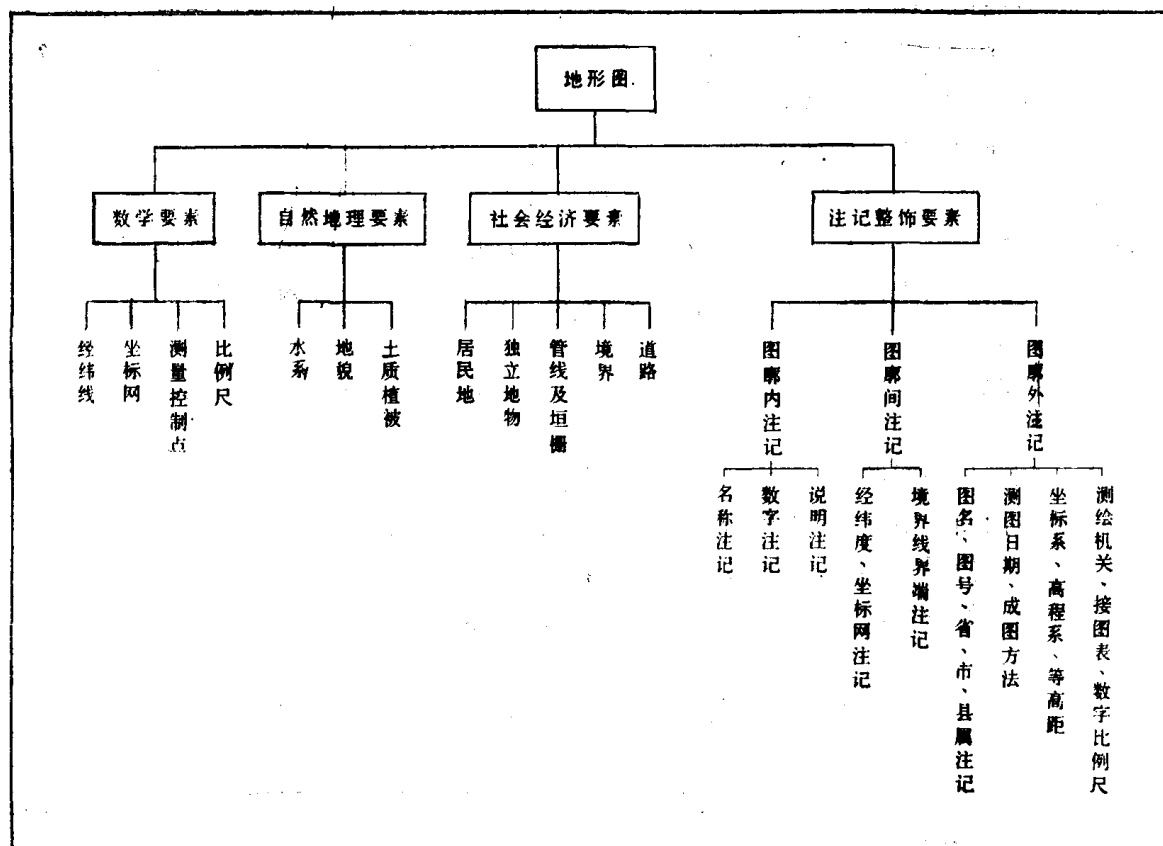
(四) 注记整饰要素

注记整饰要素是指图廓内的各种注记、图廓间、图廓外的注记和图形。它有助于读图、用图,并且用来提高地形图的表现力和使用价值。

现将地形图的内容,归纳列表如下:

地形图的基本内容

表 1-1



二、地形图的用途

大比例尺地形图，广泛地应用在国民经济的各个方面。例如，在工程规划、设计时，不可能直接在实地上进行总体布局和规划设计，需要使用该地区的大比例尺地形图。有了地形图，一方面可以从图上详细了解该地区的高低起伏、坡度、坡向、建筑物的相关位置、交通路线、河流沟渠、水田旱地、树林牧场等情况，以便合理地结合实际情况考虑总体规划；另一方面要在地形图上进行各种量算，如距离、坡度、面积、体积、水库库容等，以便取得可靠数据，作为方案比较和施工的依据。所以，大比例尺地形图是进行工程规划设计的重要基础资料之一，应用大比例尺地形图是保证建设质量的重要环节。

工程建设规划和设计所使用的地形图，比例尺都比较大，常用的有：1:10000, 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 以及更大的比例尺。一般在方案或规划设计时，使用 1:10000 或 1:5000 比例尺地形图，初步设计或作总体布局时，使用 1:5000 或 1:2000 比例尺地形图，在技术或施工图设计时，使用 1:1000 或 1:500 比例尺地形图。

各项工程建设都有一定的区域范围，大的（如水利建设、油田勘探）面积有数百至数千平方公里，小的（一个工厂或一个农村居民点）面积不超过一平方公里。图幅也不多，一般约几十幅图，这和国家基本比例尺地形图（图幅连成片，数量众多）有不同之处。

大比例尺地形图用途广泛，它能提供给工程建设人员必要的情况和数据。现将大比例

尺地形图的主要用途归纳如下:

(一) 根据地形图在实地定向, 结合地形进行踏勘, 调查研究, 了解情况。

(二) 在地形图上了解地面上交通、建筑物、水源、植被和地貌的分布情况, 以便作出判断, 确定改造利用的措施。

(三) 在地形图上量算坡度、距离、面积、体积和容积等。

(四) 利用地形图进行工业厂区或矿山建设的设计。并可在图上选择水库库址, 确定水库的汇水面积, 标出土坝的坡脚线(水工构筑物与地面的交线), 进行渠道网的布设。

(五) 在地形图上截取各种线路或方向的纵、横断面图, 确定两点间的通视情况, 求出某观测点的通视区与隐蔽区的界线。

(六) 在地形图上统计各专业所需要的数据, 划分地面坡度的大小和范围, 进行用地规划。

(七) 利用地形图做底图, 编制各种专题地图: 如农田水利规划图、农作物分布图、建筑物总体平面图、钻孔布置图、居民地(城市、县、镇)设计规划图等。

(八) 大比例尺地形图, 根据需要可以缩小或放大成另一种比例尺地形图。一般说来, 较大比例尺地形图, 是编制较小比例尺地形图的基本资料。

§ 1-3 大比例尺地形图的成图过程

地形图是测绘工作最后的重要成果之一, 大比例尺地形图是根据控制测量成果, 用地形测量或航空摄影测量的方法测绘, 再经过清绘或刻绘, 最后经制版印刷而成的。现将主要过程简介如下:

一、控制测量

大比例尺地形图测绘, 多为独立小区域测图, 范围不大。其控制测量的主要任务是: 在测区的地面上建立独立控制网, 包括平面控制网和高程控制网。精密测定地面点的位置, 即地面点的平面直角坐标和高程。

平面控制网, 一般采用等级三角测量或导线测量方法建立。经过外业观测和内业计算, 获得各控制点的平面直角坐标, 作为平面位置的基本控制。高程控制网, 用水准测量方法建立, 测定各水准点的高程, 作为高程的基本控制。测区控制测量所提供的“控制成果”, 是整个地形测图的基础。

二、白纸测图

大比例尺地形测图的测区小、图幅少, 一般多采用白纸测图的方法进行, 即直接在裱糊图纸的图板上或聚酯薄膜上测绘地形图的方法。

为了保证精度, 每板(幅)图应有足够数量的控制点。因此, 除了测区的等级控制点外, 还要加测图根加密控制点(即图根平面控制和图根水准); 以便在这些加密点的位置上, 作为测站, 用大平板仪或经纬仪配合小平板直接测绘周围的地物、地貌。

经过大平板仪测图，便可取得野外地形原图（实测原图），这样，地形原图的测量工作，即告结束。下一步工序将转入内业制图。铅笔的地形原图，位置虽精确，但线条、符号、注记不可能精细美观，需要进行绘图的艺术加工，即地形原图的清绘，为地形图的印刷、复制提供条件。

地形原图的清绘，如原图为聚酯薄膜，即属薄膜清绘；如原图为裱糊的图板，即在图板上进行清绘；也可以用薄膜在原图板上透绘，称为薄膜透图。通过薄膜绘图，就取得了复制底图（印刷原图），然后再经过制版印刷，即可复制出大量的单色或多色的地形图。

三、航空摄影测量

航空摄影测量，是在测区控制点的基础上，利用航摄像片测绘大比例尺地形图的方法。这种成图方法和白纸测图方法相比较，是速度快、精度高。现将它的作业特点，分为航测内业和航测外业两部分，简介其成图过程。

（一）航测内业

内业测图主要是通过空中摄影获得地面象片，然后在室内按一定的光学原理，使用仪器将象片构成光学立体模型，对模型进行测量，并经过必要的调绘和测图等步骤而获得航测原图。内业的作业方法又可分为：

航测综合法：这一方法适用于平坦地区测图，它的主要特点是，内业测定地物的平面位置，外业测定地貌高程和等高线。

航测微分法：这一方法适用于丘陵地区测图。其主要特点是，地物利用象片进行实地调绘，地貌在室内利用立体量测仪在象片上直接测绘，然后将测绘的地物、地貌用投影转绘的方法，制成航测原图。

航测全能法：此法适用于山地或高山地区测绘，也可用于丘陵。其主要特点是在立体测图仪上，同时测绘地物、地貌，并制成航测原图。

（二）航测外业

加密点控制测量：在测区等级控制网基础上，按航测内业的需要，在野外加密一定数量的控制点。

像片调绘：利用航摄像片在实地上进行判读、调查和绘图。即根据地物在象片上的影像特征，对照实地判读，再按图式符号在像片上加以描绘，并调查地理名称，写注各种注记。

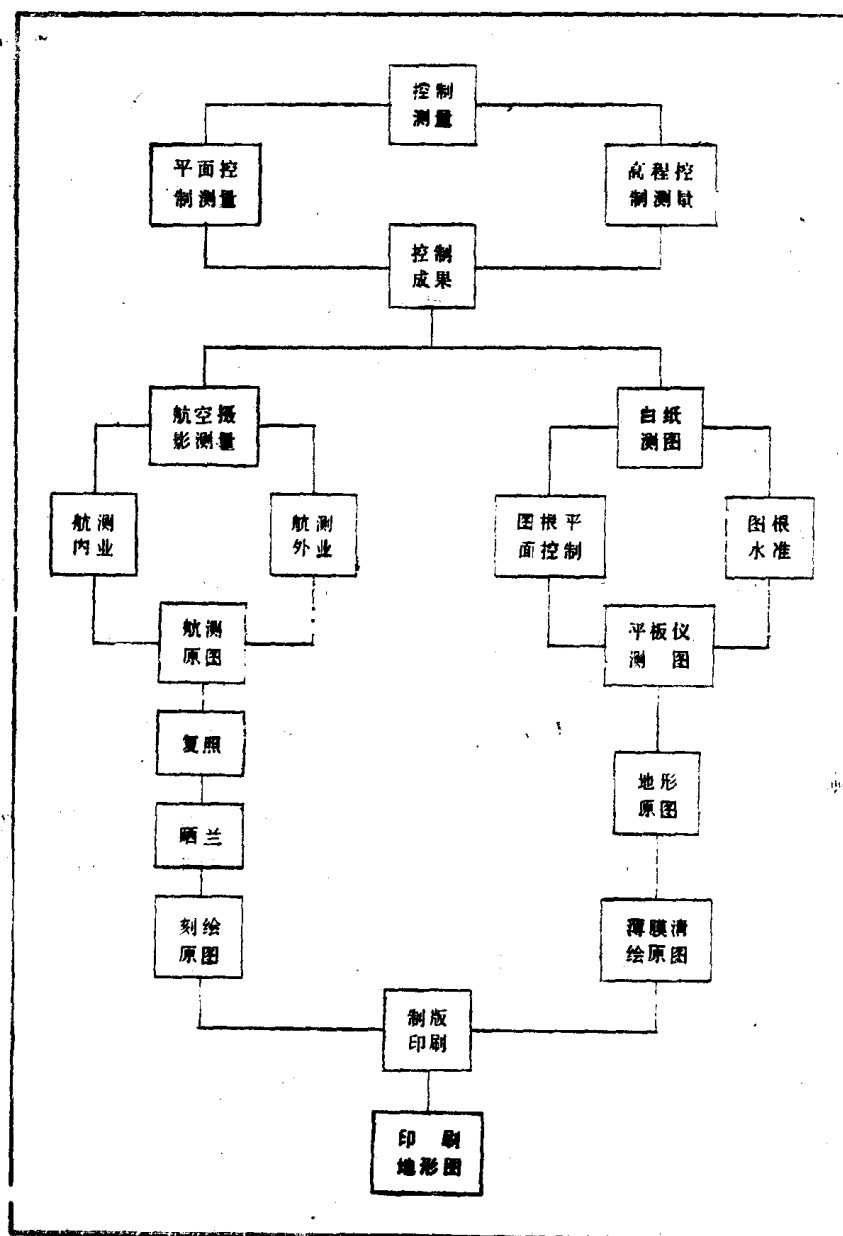
像片测图：即在象片上除了不需要测的地物平面位置外，其余都和白纸测图一样，主要是把高程和表示地貌的等高线，测绘在象片上。

经过航测的内外业作业过程，就获得了航测原图。航测原图也必需经过绘图这一工序的加工，即原图的清绘（或薄膜透图），或将原图经过复照、晒兰、刻绘，取得刻绘原图，最后是制版和印刷，才能获得大量的印刷图。

现将大比例尺地形图的成图过程，归纳列表如下（表 1-2）；

大比例尺地形图的成图过程

表 1-2



学习地形图绘制技术的主要任务

地形图是测绘人员集体劳动的成果，任何一副地形图，都必须经过绘制这个加工过程，才能达到精确美观、清晰易读，从而复制出合乎规格的地形图；如果由于作业人员的基本绘图技能欠佳，就会直接影响地形图的质量，造成不必要的损失。所以学习和研究地形图绘制，是测绘人员必备的基础知识和基本技能。从以上的叙述可以看出学习地形图绘制技术的主要任务是：

一、掌握绘图基本功（绘制地形图的基础）的锻炼方法。必须从绘图的基本操作开

始，循序渐进，在练习内容上要系统地由简到繁、由局部到整体的进行练习。

二、对制图字体的绘写要充分重视。因为看图时首先映入眼帘的是说明文字，如字体绘写的质量不高，就会降低地形图的使用价值。练好制图字体的关键是认真对待，持之以恒，反复实践掌握其规律性。

三、掌握绘、刻图仪器工具的检查与维修。在绘、刻图作业过程中，修磨仪器工具是经常性的工作，只有学会其修磨的方法，才能使仪器工具充分发挥其效能，从而绘制出高质量的图件。

四、正确应用地形图符号，表示地图的内容。大比例尺地形图都有国家统一规定的图式符号，必须遵守这个规定标准，才能达到质量要求。使用时应仔细阅读符号的说明部分，避免错用符号。

五、勤学多练不断总结。地形图绘制是一门实践性很强的技术，希望学者不仅要掌握有关的绘图知识，还要勤学多练，逐步掌握绘图技能；并须注意运用正确的操作姿势和方法，培养一丝不苟、细致、耐心、认真的工作作风，反复实践，及时总结，不断提高。

六、绘制与识图相结合。长期以来测绘人员（特别是绘图员），只管测图或描图，而不会看图用图的分家现象，使绘图停留在低级阶段（依样画葫芦，对错不知道），这对地形图的使用与普及是十分不利的；所以应和机械制图一样，制图与识图均受到同等重视，使其相互推动相互促进，绘、用结合，从而在地形图绘制的理论和技术上都得到提高，也利于普及。

第二章 绘图材料、工具和仪器

绘制地形图，都离不开要选择和使用绘图材料、工具和仪器。为保证成图质量，认识各种绘图材料，了解各种绘图工具和仪器的性能和掌握正确的使用方法是十分重要的。本章将分别介绍绘图材料的选择，绘图工具和仪器的性能、用法、检定与修磨等内容。

§ 2-1 绘图材料

一、绘图纸

绘图纸是供绘制各种图件的高级纸张。图纸的选择应根据所进行的制图工作的性质来决定。例如绘制地形原图需采用优质的白绘图纸，测绘图则采用透明纸，绘踏勘草图、控制点布设略图或纵横断面图可采用毫米方格纸等。

优质的绘图纸应具有下述条件和性能：结实坚韧，纸质细密，伸缩性小，颜色洁白，在日光的作用下不变黄色；用橡皮擦不起毛，用墨水试绘，线划不变粗、不渗散。凡纸质松软，纸面易起毛，伸缩性过大，曾经受潮变色或有皱纹的纸，均不宜采用。

野外地形测图、编绘和清绘地形图时，一般应采用卷筒绘图纸，这种纸能达到上述要求。通常以每平方米有多少克重做为纸的级别。纸的密度和厚度越大就越重，重量大表示纸的质量较好。用于绘制精度要求不甚高的图件或晒兰图、印刷图等，常使用 100~160 克组织紧密的海图纸或胶版纸。无论那种绘图纸，都不可避免有一定的伸缩性。绘制精度要求较高的图件时，必须对所选择的绘图纸进行防止变形处理。通常是将绘图纸裱糊在胶合板或锌、铝板上，以减少图纸的伸缩。

绘图纸一般有正反面之分，以向内卷曲的一面为正面，如有水印文字图案的，可在阳光下透视观察，图案文字为正形的一面为正面。单张纸则以纸面呈现布纹状的一面为反面，反面容易起毛，正面平滑耐磨呈条纹状，绘图应在纸的正面上进行。

透明纸 是用于映绘各种图件的一种乳白色半透明纸，又称映绘纸或描图纸。因其具有透明性能，可用来晒制兰图，应用较广。但这种纸伸缩率大且变化无规则，受水和潮湿后易起皱纹，纸质脆弱容易破损，耐磨力较差，所以不适宜用于描绘精度较高的地形图。

聚酯薄膜 是一种透明的塑料片基，用于绘图的薄膜有厚度为 0.05~0.12mm 的多种类型。因薄膜表面光滑，用笔画线困难，需经打毛或涂一层化学涂料，使其表面形成能吸附墨汁的毛面。由于涂料薄膜成本高，目前多采用打毛的薄膜代替绘图纸。这种经打毛后的聚酯薄膜，其优点是：伸缩性小，具有韧性（抗拉耐折），化学性能稳定，不怕潮湿，便于携带和保存。由于聚酯薄膜具有上述优点，可直接用于测绘地形原图，经清绘、整饰或映绘后，即可提供晒图。

二、铅笔

铅笔是野外测绘地形原图和绘制各种底图的重要材料，根据铅笔铅心硬度的不同，分为软铅和硬铅两种。通常以“B”表示软铅，以“H”表示硬铅，“B”越多铅心越软，“H”越多铅心就越硬，“HB”则表示不软不硬或软硬适中。好的铅笔，铅心细密纯净，不含沙粒杂质，不易折断，画线色泽均匀且易于用橡皮擦去。硬铅中 H、2H 适宜于书写手簿和计算，绘图多使用 2H 或 3H 铅笔，展绘控制点和图廓用 4H、5H 或 6H 铅笔。

铅笔的修磨对绘图划线质量有直接影响。视绘图内容不同，铅笔应修成不同的形状（图 2-1）。若用铅笔刺点、绘短直线、绘曲线、画小符号或写字时，应将铅笔尖在细砂纸上磨成圆锥形；若沿直尺绘画精细的长线，应磨成扁平形状。修削部分的长度约为 25~30mm，露出铅心约 8~10mm 长为宜。削好的铅笔，用毕要套上笔套保护铅心。

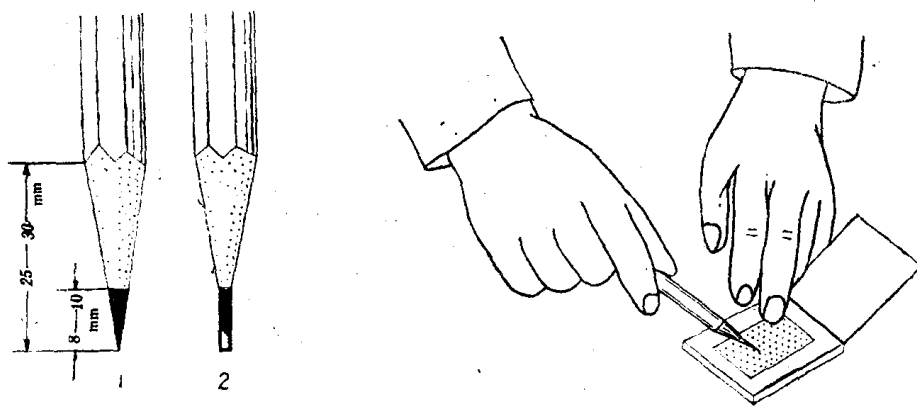


图 2-1

三、橡皮、擦线片

橡皮有软、硬及沙质之分。绘图时多采用软硬两用的橡皮。沙质橡皮主要用于擦拭映绘图纸（即透明纸、聚酯薄膜）上的墨迹；硬橡皮主要用于擦拭局部的墨迹或污迹；软橡皮主要用于擦拭铅笔线及清洁图面。绘图用的软橡皮应色白而富有弹性，并易于擦去线划而不损伤图纸。不能用有色橡皮擦图纸，它会留下底色。较重的墨迹，必须先用修图刀刮去一层墨迹后再用橡皮擦。

使用橡皮时用力宜轻，顺着线条方向擦拭，才不致使纸面起毛。当线条多图形复杂时，为避免擦去不应该擦的线条，可采用擦线片（图 2-2）。使用时将欲擦的线条露在孔内，不需要擦的线条则被擦线片盖着。

四、墨

野外测绘的铅笔原图需着墨清绘。清绘所用之墨有墨块、墨膏和绘图墨汁三种。绘制地图通常采用优质的墨块，因为墨块能研磨成所需要的浓度，而且下墨流畅，能画出精细、光滑、黑实的线条。我国生产的优质松烟墨，在国际上享有盛名。好的墨颜色浓黑，发