

培 训 教 材

# 地 图 制 图

国 家 测 绘 总 局

1 9 8 0

# 地 图 制 图

国家测绘总局

1 9 8 0

## 前 言

《地图制图》是国家测绘总局科教处组织编写的工人培训试用教材。

本教材是以具有初中毕业文化水平的制图工人为对象，按中专程度编写的。

本教材内容分五篇三十九章。

第一篇是地图基本知识。包括一、二两章。主要讲述地图的特性、分类、用途以及地形图的数学要素。

第二篇是地图绘制。包括三至九章。主要讲述各种绘图工具的修磨与使用，地图绘制的程序和方法，以及地图刻绘与薄膜绘图。还介绍了制图字体与地貌晕渲法。

第三篇是地图投影。包括十至十八章。主要讲述地图投影的基本理论、地图投影的分类；着重介绍了圆锥投影、方位投影、圆柱投影的一般概念和变形情况。对高斯—克吕格投影以及百万分一地形图的投影作了专门介绍。还扼要讲述了选择地图投影的一般知识。

第四篇是地图编制。包括十九至三十三章。主要讲述了地图编辑工作，地图数学基础的展绘，编绘原图的制作方法和程序，制图综合的基本原理。并详细讲述了地图各要素的制图综合。对普通地理挂图、专题地图和地图集的编制也作了扼要的论述。

第五篇是地图制印。包括三十四至三十九章。主要讲述地图制印的三大工序——复照、制版、印刷的方法和要求。对制印工艺设计也作了介绍。同时还将晒制兰图、棕图、黑图的方法及其用药配方附后。

本教材是由黑龙江省测绘局主编。

第一、二篇由黑龙江省测绘局 程安 编写。

第三篇由地图出版社 方炳炎 编写。

第四篇中的十九至二十四以及三十二、三十三各章由武汉测绘学院 苗先嵘 编写。

二十五至三十一章由四川省测绘局 江必才 编写。

第五篇由地图出版社 关大任 编写。

本教材由武汉测绘学院审稿。

全书由黑龙江省测绘局 黄天邦 统稿定稿。

由于编者水平所限，时间仓促，书中一定存在不少缺点和错误，希读者与同行提出宝贵意见，以便修编时改正。

《地图制图》编写组

一九八〇年十月

# 绪 论

## §1 地图制图学的研究对象、任务及其内容

地图制图学是研究地图的实质、地图内容各要素的表示法，以及编绘与复制地图的方法与程序的一门科学。它的任务乃是为获得各种各样的优质地图。

现代的地图制图学应该包括研究地图和制作地图的一整套过程，它可以分为下列学科：地图概论、地图投影学（又称数学制图学）、地图编制学、地图绘制与整饰学、地图制印学等。这些学科彼此有着密切的联系，但各自又有其独特的内容。

地图概论：它是以研究地图本身为目的的。其中包括总论、地图学历史和制图资料三个部分。

总论——研究地图的定义、性质、内容及其表示方法，确定地图的分类，以及阐述有关地图的其他基本问题。

地图学历史——研究地图制图学及地图作品在人类历史各阶段的发展状况，同时还阐述世界各国地图制图学发展的现状。

制图资料——阐述制图资料的搜集、整理和分析评价的方法，有分析评价地介绍世界各国重要的地图作品。

地图投影学（又称数学制图学）：研究建立地图数学基础的各种方法。其中主要的任务有：研究地图投影的一般理论，地图投影的选择和新的地图投影的探求方法，投影网络的计算和展绘，以及编制地图时不同投影的转换问题等。

地图编制学：研究利用地图资料编制地图的理论、方法和技术，以及整个制图过程中的编辑工作等。其主要内容包括地图的编辑设计、地图内容各要素的综合原理，以及普通地图、专题地图与地图集等的编制。

地图绘制与整饰学：研究用线划、符号、注记和色彩显示地图内容的方法，以及描绘和刻绘地图的工具与操作技术。它与地图编制学和地图制印学有着密切的联系。如果说地图编制的最终目的是确定地图的内容，那么地图绘制与整饰就是如何清晰易读地表现这些内容。

地图制印学：研究复制地图的理论、方法和技术。由于地图的复制方法与某些印刷品相似，所以也可以把它列入印刷学的范围。但地图制印有其特殊性，并与地图绘制、地图编制等有紧密的联系，所以从地图专业的角度上则把它列为地图制图学的一部分。

地图制图学各个学科是一个有机的统一体，其目的都是为了获得符合某种用途的优质地图。

随着科学技术的迅速发展，分工愈来愈细，划分出许多新的科学领域。地图制图学也和其它科学一样，在近几十年来形成了一些专门部分，如经济制图学、地质制图学、土壤制图学等，来研究和制印各种用途的专题地图。这些地图的编制分别建立在本门科学的研究资料和成果的基础上，所以它们发展迅速。毫无疑问，随着近代科学的高速发展，将对

地图提出更多的要求，地图制图学的内容亦必将日益丰富。

## §2 地图制图学与其他科学的联系

地图制图学与测量学、地理学之间曾有过从属的关系。当它具有了独立的内容和制作方法之后，就脱离了这种从属关系而形成一门独立的科学。但是，它们之间仍然存在着非常密切的联系。

测量学：它有着两个重要的分支，其一是从事于研究地球的形状、大小和建立测图控制的天文、重力、大地测量学；另一支是从事于研究测制地形图的普通测量和航空摄影测量学。前者可以提供地球形状和大小的数据及测量控制点的成果，从而可在地图上正确定出地面点的位置，提高地图的精度；后者可以提供出大量的大比例尺地形图，作为编制地图时不可缺少的资料。在测制地形图的过程中，各要素的表示方法、制图综合理论及编辑工作等方面，都需要有地图制图学方面的知识。

地理学：它研究制图区域的地理景观，研究它们发生的原因，发展的过程以及阐述各类现象的空间分布、相互联系和相互作用的规律性。而地图制图学是在于将这些规律性明显地用地图显示出来。地理工作者给予制图工作者各种研究成果和地理知识，如地貌学、区域自然地理和经济地理等，使得地图上能正确的反映出各种自然和社会现象。地图则是地理工作者不可缺少的研究工具和手段，它有助于地理学向更高的阶段发展。

地图制图学与艺术也有着非常密切的关系。作为一门科学的地图制图学，不仅要在地图上揭示出客观世界的规律性，而且要在地图上把这些现象明显、生动而具体地显示出来。这就需要采用绘画艺术中广泛应用的表现手段——线条和颜色。因此，制图工作者就需要懂得一些绘画艺术。当然，地图因为具有严格的数学基础，有一定的图式符号等，它与图画是有根本区别的。

现代地图制图学的发展，促使它和其它许多自然科学和社会科学都发生了密切的联系。

辩证唯物主义是认识客观世界的准则，因此制图学要反映出客观世界的规律，就必须把辩证唯物主义作为它的理论基础。在编制地图中，必然会涉及到很多政治、经济、历史等要素，这就需要努力学习政治、经济、历史等知识。

随着地图制图学的发展，还需要用到数学、计算技术科学、电子学、化学等许多学科的知识。所以，对制图工作者来说，需要有广博的知识。

## §3 地图制图学的历史回顾与展望

任何科学都是从劳动和生产需要中产生，并随着社会的进展而不断丰富的。地图制图学和其它科学一样，曾经历了相当长的历史发展过程。

早在社会发展初期，人们就已经懂得了地图的表示方法。

古代对地图的了解，完全符合于“地理图”这一名称的科学概念。当时地理学最主要的任务就是编制地图。伟大地理学家托勒密（公元二世纪）给地理学所下的定义：“以线

状形式显示地球上所有迄今已知的部分及其附属的东西”，说明了在那时候曾把地图制图学和地理学看成是统一的整体。当时地理学的研究对象是地球上某一部分或整个地球的描绘和叙述，而地图则是描绘与叙述的主要工具。

中世纪的地理学仍然保持着叙事的性质。在当时几部地理巨著中，例如托勒密再版的“地理学”和十六至十七世纪荷兰地图集中，可以看到地图和文字记述是并重的。虽然地图与文字叙述是一同前进，但在发展过程中并不是很均衡的。由于历次的伟大地理发现，地理范围显著扩大了，从而积累了地理发现的文字叙事资料，并且使资料的叙事更加精确了。然而就地图来讲，则不能将问题只局限于记叙新的地理发现。制图学的进一步发展表现在创制了许多新的地图投影（例如全球图、半球图和分国图的投影方法），编制了若干新型地图（如航海图、管理广大领土以及进行国际贸易联系所需的地图）和开始大面积的系统性测图。从而沟通了地图制图学与土地测量学之间的联系。

十八世纪所编制的地图虽然仍属于地理学的范围，但是，随着制图任务的日益复杂，地理学以往所包括的范围已概括不了制图学的新发展。

十八世纪下半叶和十九世纪初期，由于军队迫切需要完整的大面积精密地图，促使了测量工作的迅速发展。要测制这种地图，首先必须确定整个地球的形状和大小，然后需要从几何方面来详细测定各个碎部。从这时起，地球表面的几何研究便成为一门特殊的科学对象——测量学。十九世纪初，测量学分为高等测量学（大地测量学）和普通测量学（地形测量学）两个科目。前者从事研究地球形状和建立作为地形测量基础的天文大地网和水准网，而后者即从事于测图。编制派生的地图被视为建立经纬网，以及在其中填绘地区轮廓缩小的表象，这样，制图工作乃归结于现象的简单的几何记载。所以，曾经有人把地图制图学看成是测量学的一部分，或者局限于研究地图投影方面。

把地图制图学从属于测量学的这种观点，后来变为它向前发展的障碍。在十九世纪初期，由于自然科学迅速的分化和发展，促使大量的地质图、土壤图、气象图、经济地理图及其他地图的出现，随之产生了叙述这些概念与知识的特殊方法和手段。这样，使得制作地图的方法更加完善和复杂化了。到二十世纪初期，地图制图学便形成了一门研究编绘和复制地图方法与过程的独立学科。

随着现代科学技术的迅速发展，为了更及时有效地研究与熟悉地球、它的构造、自然条件、自然资源、居民和经济的分布等提供大量的各种各样的地图，采用目前常规的制图作业方法已不能满足对地图日益增长的需求。所以，编制地图必然会向制图自动化的方向发展。

当前，制图自动化的研究是从数字化制图入手的。其作业过程主要有以下三个阶段：①地图图面的数字化工作，即将地图资料变换成数字信息；②电子计算机对这些数字信息进行制图处理（图象处理），当然，进行信息处理过程中必须解决制图处理的数学原理和方法；③将经过处理的信息重新绘制成地图。目前，用于制图自动化的主要仪器设备有：数字化器、电子计算机和自动绘图机，以及这些仪器的附属设备。

地图制图学除了向制图自动化方向发展以外，对遥感技术的应用亦应有足够的重视。利用陆地卫星所获得的地面图象和数字信息，可以用来更新中小比例尺普通地图、编制中小比例尺影像地图和专题地图等。可以预言，随着科学技术的不断发展，在整个测绘科学中有可能把大地测量、航测与遥感、地图制图联结成一个整体，即从大地测量开始到得到

各种地图的全过程建立起自动化的制图系统。

综上所述，地图制图学的发展是随着社会物质生活的要求及实践需要而发展起来的，随着科学技术与生产力的进一步发展，地图制图学亦有着巨大发展的可能性，地图亦必将成为人类进行各种活动必不可少的重要工具。

# 目 录

绪论 .....	1
<b>第一篇 地图基本知识</b>	
<b>第一章 地图概述 .....</b>	<b>1</b>
§1 地图的定义及其基本特性 .....	1
§2 地图的分类 .....	1
§3 地图的用途 .....	2
§4 地形图内容 .....	3
§5 地形图符号 .....	4
§6 地形图的测制过程 .....	8
<b>第二章 地形图的数学要素 .....</b>	<b>11</b>
§1 地图的分幅与编号 .....	11
§2 地图比例尺 .....	18
§3 地形图的方位角 .....	22
§4 地形图的坡度尺 .....	27
<b>第二篇 地图绘制</b>	
<b>概述 .....</b>	<b>30</b>
§1 绘制的目的和要求 .....	30
§2 绘制的作业方案 .....	30
<b>第三章 各种绘图工具的修磨与使用 .....</b>	<b>31</b>
§1 小笔尖 .....	31
§2 直线笔 .....	36
§3 曲线笔 .....	38
§4 小圆规 .....	44



§5 点绘工具·····	46
§6 模片的制作和使用·····	47
§7 比例规·····	49
<b>第四章 地图绘制前的准备工作·····</b>	<b>50</b>
§1 兰图质量的检查及处理·····	50
§2 兰图数学基础的检查及处理·····	50
§3 熟悉原图资料及其使用方法·····	52
§4 学习作业规定和制定作业进度计划·····	52
§5 软纸兰图接边·····	52
<b>第五章 绘制地图一般程序和方法·····</b>	<b>53</b>
§1 编写植字表·····	53
§2 图廓、分度带、方里网及磁北线·····	55
§3 测量控制点与独立地物的表示和描绘·····	57
§4 水系及其附属物的描绘·····	58
§5 居民地的描绘·····	61
§6 管线及垣栅的描绘·····	64
§7 道路网的描绘·····	66
§8 境界的描绘·····	68
§9 植被的描绘·····	70
§10 地貌及土质的描绘·····	71
§11 剪贴·····	75
§12 抄接边·····	79
§13 分色样图的制作·····	80
§14 自校和修改·····	82
<b>第六章 刻图法·····</b>	<b>84</b>
<b>概述·····</b>	<b>84</b>
§1 刻图膜片·····	85
§2 刻图工具及其使用·····	87
§3 透明注记·····	90
<b>第七章 聚脂薄膜绘图·····</b>	<b>91</b>

§1 聚脂薄膜绘图的优越性·····	91
§2 聚脂薄膜的表面处理·····	91
§3 绘图墨的选用和调制·····	92
§4 聚脂薄膜绘图的要求·····	92
<b>第八章 制图字体</b> ·····	<b>93</b>
§1 正等线体数字·····	94
§2 正宋体数字·····	94
§3 宋体字·····	95
§4 等线体字·····	97
§5 仿宋体·····	98
<b>第九章 地貌晕渲法</b> ·····	<b>101</b>
概述·····	101
§1 地貌晕渲法的基本原理·····	101
§2 地貌晕渲法的种类·····	105
§3 地貌晕渲的绘制·····	106
<b>第三篇 地图投影</b>	
<b>第十章 地球椭球体</b> ·····	<b>109</b>
§1 地球的形状和大小·····	109
§2 地球椭球体上点位的确定·····	111
§3 主曲率半径和纬线半径·····	113
§4 经纬线弧长和球面梯形面积·····	114
§5 地球球体半径·····	116
§6 球面座标·····	116
<b>第十一章 地图投影的基本理论</b> ·····	<b>117</b>
§1 地图投影的概念·····	117
§2 长度比、面积比和角度变形的定义·····	119
§3 变形椭圆——变形之几何解释·····	120
§4 长度比·····	121

§5 角度变形·····	122
§6 面积比·····	124
§7 地图投影的分类·····	124
<b>第十二章 圆锥投影</b> ·····	<b>127</b>
§1 圆锥投影的一般公式·····	127
§2 等角圆锥投影·····	129
§3 等面积圆锥投影·····	132
§4 等距离圆锥投影·····	134
§5 百万分之一地形图投影·····	136
<b>第十三章 方位投影</b> ·····	<b>137</b>
§1 方位投影的一般公式·····	137
§2 等角方位投影·····	139
§3 等面积方位投影·····	140
§4 等距离方位投影·····	142
§5 透视方位投影·····	143
<b>第十四章 圆柱投影</b> ·····	<b>147</b>
§1 圆柱投影的一般公式·····	147
§2 等角圆柱(墨卡托)投影·····	150
§3 等面积圆柱投影·····	152
§4 等距离圆柱投影·····	154
<b>第十五章 高斯—克吕格投影</b> ·····	<b>154</b>
§1 高斯—克吕格投影坐标公式、长度比、子午线收敛角·····	154
§2 高斯—克吕格投影在地形图上的应用·····	158
§3 通用横墨卡托(UTM)投影·····	160
<b>第十六章 伪圆锥、伪方位和伪圆柱投影</b> ·····	<b>162</b>
§1 彭纳伪圆锥投影·····	162
§2 伪方位投影·····	165
§3 伪圆柱投影·····	168

<b>第十七章 多圆锥投影</b> .....	176
§1 多圆锥投影的一般公式 .....	176
§2 普通多圆锥投影 .....	177
§3 改良多圆柱投影—旧国际百万分之一地图投影 .....	179
§4 世界图多圆锥投影 .....	180
<b>第十八章 地图投影的选择</b> .....	183
§1 投影选择的一般知识 .....	183
§2 影响投影选择的因素简介 .....	184
§3 我国常用地图投影举例 .....	187
<b>第四篇 地图编制</b>	
<b>第十九章 地图编辑工作概述</b> .....	189
§1 地图编辑工作的主要内容 .....	189
§2 编辑准备工作 .....	190
§3 制图资料的准备和应用 .....	190
§4 制图区域地理特征的研究 .....	192
§5 编辑文件 .....	196
<b>第二十章 图幅技术说明的编写与图历簿</b> .....	199
§1 图幅技术说明的编写 .....	199
§2 图历簿 .....	201
<b>第二十一章 地图数学基础的展绘</b> .....	202
§1 展绘地图数学基础的主要仪器与工具 .....	202
§2 展绘地图数学基础的方法 .....	210
§3 展绘地图数学基础的精度 .....	222
<b>第二十二章 转绘地图内容的方法</b> .....	223
§1 照相转绘法 .....	224

§ 2 网格转绘法·····	234
§ 3 其它转绘地图内容方法简介·····	237
<b>第二十三章 地图编绘原图的制作·····</b>	<b>239</b>
§ 1 编绘原图的概念·····	239
§ 2 地图各要素的编绘程序·····	242
§ 3 编绘原图的抄接边·····	242
§ 4 图外整饰·····	243
§ 5 编绘原图的自校、审校和检查·····	243
<b>第二十四章 制图综合的基本原理·····</b>	<b>244</b>
§ 1 制图综合的实质·····	244
§ 2 制图综合的具体表现·····	246
§ 3 影响制图综合的基本因素·····	252
§ 4 地图符号和图形的最小尺寸·····	255
§ 5 地图载重量·····	257
§ 6 地图的精度·····	261
§ 7 制图综合指标图·····	263
<b>第二十五章 独立地物的制图综合·····</b>	<b>266</b>
§ 1 独立地物的取舍原则·····	266
§ 2 独立地物的取舍方法·····	266
§ 3 独立地物之间关系的处理·····	266
§ 4 独立地物与其它地物间关系的处理·····	267
<b>第二十六章 水系的制图综合·····</b>	<b>267</b>
§ 1 水系制图综合的要求·····	267
§ 2 水系图形的综合方法·····	268
§ 3 岸线轮廓的制图综合·····	270
§ 4 河系的制图综合·····	285
§ 5 海部要素的表示·····	295
§ 6 水系物体名称注册的取舍·····	296
<b>第二十七章 居民地的制图综合·····</b>	<b>298</b>

§1 居民地的分类·····	299
§2 居民地的取舍原则·····	302
§3 居民地形状的概括·····	306
§4 居民地名称注记的选取·····	321
<b>第二十八章 道路网的制图综合</b> ·····	<b>325</b>
§1 道路的分类·····	325
§2 道路的取舍·····	327
§3 道路形状的概括·····	332
§4 道路附属物的选取·····	337
<b>第二十九章 地貌的制图综合</b> ·····	<b>338</b>
§1 等高距与高度表·····	338
§2 地形图上表示地貌的意义及方法·····	342
§3 地形图上综合地貌的基本要求·····	343
§4 等高线图形概括的基本原则和方法·····	344
§5 地貌的基本形态与综合·····	359
§6 补充等高线的运用·····	374
§7 等高线的插绘·····	381
§8 等高线综合的实施方法·····	387
§9 不同类型地貌的制图综合·····	392
§10 地貌符号和地貌注记的表示·····	439
<b>第三十章 植被的制图综合</b> ·····	<b>441</b>
§1 植被的主要类型·····	441
§2 植被的表示方法·····	442
§3 植被制图综合的一般原则·····	442
<b>第三十一章 境界及其它要素的制图综合</b> ·····	<b>452</b>
§1 境界的制图综合·····	452
§2 管线和垣栅的制图综合·····	455
<b>第三十二章 编制普通地理挂图的一般知识</b> ·····	<b>457</b>
§1 普通地理挂图概述·····	457

§2 分幅和图面设计·····	463
§3 普通地理挂图数学基础的建立·····	469
§4 普通地理挂图各要素的制图综合的特点·····	472
<b>第三十三章 专题地图和地图集编制·····</b>	<b>473</b>
§1 专题地图编制概述·····	473
§2 专题内容的表示方法·····	475
§3 专题地图内容的综合原则·····	492
§4 专题地图的地理基础——底图·····	493
§5 专题地图的作者原图和作者草图·····	493
§6 地图集编制简介·····	494
<b>第五篇 地图制印</b>	
概述·····	500
<b>第三十四章 供制印的原图·····</b>	<b>502</b>
§1 原图的种类·····	502
§2 对印刷原图的要求·····	504
§3 分色参考样图·····	506
<b>第三十五章 地图线划要素的复制·····</b>	<b>506</b>
§1 复照·····	506
§2 翻版·····	522
§3 修涂·····	529
<b>第三十六章 地图区域底色的复制·····</b>	<b>532</b>
§1 地图网线的应用·····	532
§2 普染要素蒙版的制作方法·····	535
<b>第三十七章 连续调原图的复制·····</b>	<b>541</b>
§1 单色(黑白)连续调原图的复制·····	541
§2 彩色连续调原图的复制·····	548

<b>第三十八章 印刷</b> .....	551
§1 印刷版的晒制 .....	551
§2 打样 .....	558
§3 印刷 .....	560
<b>第三十九章 制印工艺设计</b> .....	568
§1 制印规格设计 .....	568
§2 制定设色表 .....	572
§3 作业流程设计 .....	573
<b>附：晒图</b> .....	577
一、晒兰图 .....	577
二、晒棕图 .....	577
三、晒黑图 .....	578



# 第一篇 地图基本知识

## 第一章 地图概述

### §1 地图的定义及其基本特性

地图是地球（或星球）在平面上的图形。更确切地说：地图是根据一定的数学法则，将地球（或星球）的自然现象和社会现象通过概括和取舍用符号缩绘在平面上的图形。且按每一具体地图的用途不同有选择和有说明的显示出若干现象的地理分布和相互联系。

地图所表现的是地球的物体和现象在平面上的缩写，但是它不同于地面的写景图、照片或图画，因为地图具有独特的特性，这些基本特性是：

#### 一、特殊的数学法则。

我们知道，地球的表面是不可展开的曲面，测制地图时，首先必须将地球表面化算到近似该面的旋转椭球体上，然后再将旋转椭球体面描绘到平面上，这个过程是用地图投影这个特殊的数学法则来解决的，它是构成地图的基础（经纬线、直角坐标网）。

地图的数学法则，还表现在测量控制，各种地物的位置形状和大小，都是根据精确测算确定的，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。

#### 二、特定的符号系统。

测绘或编制地图时，要根据一定的图式，按其规定的符号表示出地球表面的一切事物或现象。用符号的好处很多，它不但能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，而且还能把无形的东西，如地磁、流速、高程、地名等反映在地图上。

#### 三、制图综合的方法。

地图的另一特性是以制图综合的方法来表示内容的。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，也随之减少。微小的、次要的可舍去，基本的、主要的则要保留，并着重表示。这是取舍和概括地图内容的主要原则。

一般说来，比例尺较小的地图，内容要简略一些，因为地图的载负量有一定的限度。当然，地图的用途和地区情况，对地图内容也有决定作用。总之，地图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。

### §2 地图的分类