

地图的设计与编制

第一节 地图编制的方法与过程

1. 地图编制的不同方法

由于制图对象多种多样,地图的比例尺和用途也不相同,因此各种地图的资料来源、表示方法和制图方法都有很大差别。归纳起来,主要有以下几种制图方法。

1.1 实地测图和摄影测量制图

是一种使用地面普通测量仪器或航空摄影与地面立体摄影测量仪器测制地图的方法。用这种方法可以测制大比例尺地形图、水利图、工程平面图、城市平面图等,而所测制的地图内容详细准确,几何精度较高。目前已普遍采用全球定位系统定位与数字测图技术,包括地面全站仪数字测图与航空及卫星数字摄影测量技术测制地籍图与地形图。其中航空与卫星摄影测图必须有 40~60% 的影像重叠,同时地面和航空与卫星摄影测量制图都必须有一定数量的大地与水准控制点,以便根据控制点进行各项纠正处理,最后通过建立光学立体地形模型或数字立体模型,通过立体测量与数字解析测图仪完成大中比例尺地形图测制。

1.2 野外调查制图

就是通过野外实地踏勘、考察和调查,进行观察分析,在已有的地形图上填绘专业内容和勾绘轮廓界线。所以这种方法也称为野外填图。在野外考察和调查中还需采集一些标本(如岩石、植物、土壤等标本)进行室内定性定量分析,有助于类型的正确划分。在野外填图的基础上,室内再进行地理内延外推,编绘整个地区的专业内容与轮廓界线。这是编制大中比例尺地质、地貌、土壤、植被、土地利用等专题地图的主要方法。

1.3 数据资料制图

就是利用各种观测记录数据(包括固定或半固定台站、不固定测站、航空或遥控观测记录数据)、统计数据(包括人口普查、经济统计资料),经过分析整理计算,编制成各种地图。这是编制地磁、地震、气象气候、水文、海洋、环境污染和各种人口、经济统计地图的主要方法。其中气象、水文要素台站积累了较长期的观测数据,而且这类要素一般呈周期性且有一定幅度的变化,因此必须取多年平均值,有时以半定位的观测数据作补充。数据资料制图需根据数据内容的详细程度和地图用途选择反映制图对象数量特征的指标与图型,然后合理选择数量分级与梯度尺,进行计算处理和地图编绘。

1.4 地图资料制图

是指利用地图资料编制地图的方法。它是中小比例尺地图编制的主要方法之一，包括：

(1) 利用大中比例尺地图资料缩编同类中小比例尺地图。主要是利用大比例尺地形图编制中比例尺地形图和中小比例尺普通地图；利用大中比例尺专题地图编制中小比例尺专题地图。

(2) 利用地形图或其他地图量算出来的数据，编制形态示量地图，如地面坡度图、地貌切割程度图，水系密度图等。

(3) 利用单要素分析地图编制综合地图、合成地图，或利用不同时期地图编制动态变化（变迁）地图。

1.5. 文字资料制图

是利用文献资料（包括历史资料、考古资料、地方志等）编制地图的方法。如利用历史地震记载（根据地方志等资料整理的地震年表）编制历史地震分布图，利用考古和历史文献资料编制历史地图、各历史时期人口分布图、历史时期动物分布图等。

1.6 遥感资料制图

就是利用航空和卫星影像编制地图的方法。一般是利用黑白、多波谱段、多频率雷达、红外等航空或卫星影像，在室内分析判读的基础上，经过实地验证，利用所建立的影像判读（解译）标志编制各种专题地图。目前还可借助于图像假彩色合成、影像增强和密度分割等光学仪器处理以及光学立体转绘，提高影像分析解译的能力和-content转绘的精度。采取电子计算机与图像处理设备，利用数字影像通过非监督分类、监督分类或其他图像分析模型自动分类，并与地形图或地理底图匹配，已成为编制各种专题地图的主要方法。

1.7 计算机制图

是利用计算机及某些输入输出设备自动编制地图的方法。一般经过资料输入、计算机处理、图形输出三个基本过程。按输入资料的形式可分地图资料、数据资料和影像资料三种。数据资料可直接输入计算机，图形和影像必须先经过图数转换。一般通过荧光屏显示、绘图机、彩色喷墨绘图仪、彩色静电绘图仪等形式输出地图产品。计算机制图能够大大提高制图速度，扩大制图范围，是当今信息时代的主要制图方法。

目前这七种制图方法常常结合使用。例如野外调查制图与遥感制图相结合，数据资料制图与计算机制图相结合，地图资料制图与计算机制图相结合，遥感制图与计算机制图相结合等等。总之遥感制图与计算机制图已成为当今的最主要的制图方法。

2. 地图编制过程与阶段的划分

不论哪种制图方法，就地图常规编制的总过程而言，一般都包括地图设计与编辑准备阶

段，地图编稿与编绘阶段，地图整饰阶段，地图制印阶段（图 7.1）。尽管目前计算机地图制图已较广泛应用，计算机制图过程同常规传统地图编制有很大差别，地图编绘与地图整饰阶段合二为一，地图制版工序也大为简化。尤其采用地图电子出版系统更使地图设计、编绘与制版一体化。这方面将在“计算机制图与地图出版系统”章节中具体阐述。但对常规地图编制过程仍有必要具体了解。因为常规地图的编制过程与方法中的一部分内容仍适用于计算机制图，同时了解传统与常规制图方法技术中存在的问题与制图方法技术的发展过程，对进一步提高计算机制图水平也会有所帮助。因此本章仍较详细地介绍常规的地图编制过程和方法。

2.1 地图设计与编辑准备阶段

主要完成地图设计和地图正式编绘前的各项准备工作。一般包括根据制图的目的任务和用途，确定地图的选题、内容、指标和地图比例尺与地图投影；搜集、分析编图资料；了解熟悉制图区域或制图对象的特点和分布规律；选择表示方法和拟订图例符号；确定制图综合的原则要求与编绘工艺。对于专题地图，还要提出底图编绘的要求和专题内容分类、分级的原则并确定编稿方式。最后写出地图编制设计文件——编图大纲或地图编制设计书，并制订完成地图编制的具体工作计划。

2.2 地图编稿与编绘阶段

主要完成地图的编稿和编绘工作。一般包括资料处理，展绘数学基础，进行地图内容的转绘和编绘。在编绘过程中要进行地图概括（制图综合），即进行地图内容的取舍和概括。当然在编辑准备阶段的分类分级与图例拟订也包括一定的地图概括，但在地图编绘阶段地图概括贯彻始终。地图编绘是一种创造性的工作，编绘阶段的最终成果是编绘原图。所谓编绘原图就是按编图大纲或制图规范完成的，在地图内容、制图精度等方面都符合定稿要求的正式地图。对于专题地图，往往在地图正式编绘前由专业人员编出作者原图（作者草图）然后再由制图人员编辑加工，完成正式的编绘原图。

2.3 地图整饰阶段

主要根据地图制印要求完成印刷前的各项准备工作。包括按照印刷制版要求进行线划与符号清绘（或刻绘）、剪贴注记，完成印刷原图（出版原图）的线划版、注记版。同时制作彩色样图及分色参考图等。

2.4 地图制印阶段

主要完成地图制版印刷工作。包括出版原图的复照或翻版，分版分涂，制版打样，上机胶印、装帧等。

目前计算机制图与自动制版一体化系统（计算机地图出版生产系统），已将地图编辑、编绘、整饰与制版减成一个阶段，即计算机设计、编辑与自动分色制版，输出胶片，直接制版上机印刷。

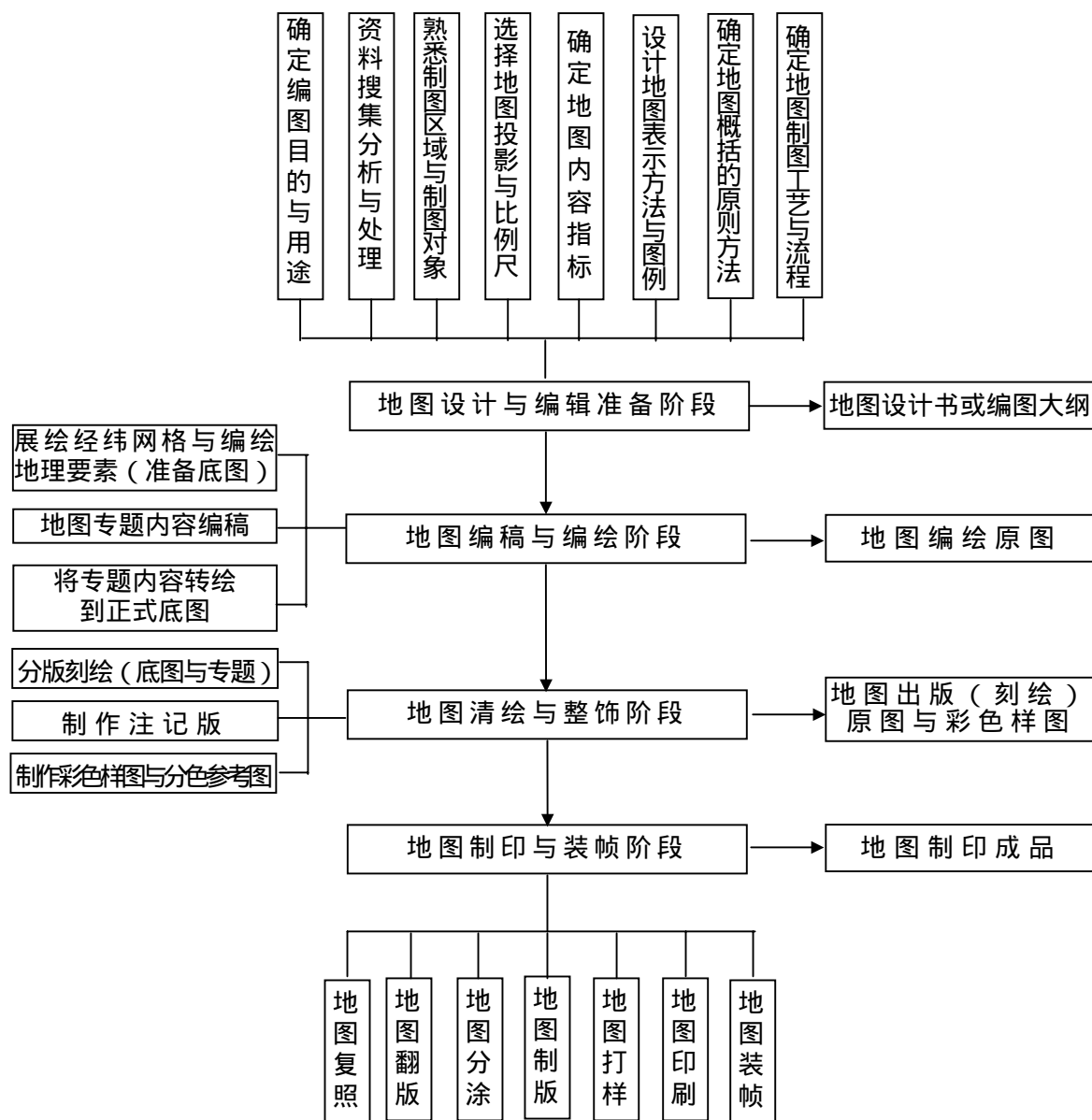


图 7.1 地图常规制图过程框图

第二节 地图设计与编辑准备

地图设计和编辑准备工作是同时进行的。为了完成地图设计必须事先作一系列准备工作。这些工作有时带有实验研究性质。

1. 地图总体设计

地图编辑人员根据国家或各级规划设计、生产部门下达的地图编制任务,或根据国家科学技术发展规划确定的地图编制课题。首先明确编图的目的意义和基本用途。这是地图设计的出发点。然后确定地图的选题内容,制图区域范围和成图比例尺。由于编图的目的与用途的不同,地图的内容详细程度和表示方法就有很大差别。地图比例尺的确定除考虑地图用途外,还要考虑所掌握制图资料的详细程度以及图面大小与纸张规格。比例尺一般应为简单整数比。整个制图区域必须有比成图比例尺大一些的编图资料,或地图上能够表示的行政单元的统计资料。根据预先考虑的大致比例尺,在充分利用幅面的前提下,根据制图范围的大小,确定地图开幅。地图幅面一般分全开、对开、四开、八开等等。如果制图区域范围较大,可采取多幅地图拼接。一般大于两全开地图,多采取对开多幅拼接。

2. 地图资料的搜集与分析

地图资料是编制地图的基础,对编图质量影响很大。地图资料的搜集、分析和整理是编辑准备工作的重要一环。地图资料根据利用程度分为基本资料、补充资料与参考资料。基本资料是编图的最基本的或最主要的资料。补充资料和参考资料仅作补充参考用。按照资料的形式还可分为地图资料、影像资料、数据资料(观测与统计数据)和文字资料。在编制中小比例尺普通地图或专题地图地理底图时,应搜集整个制图区域最新的航测大比例尺地形图,或利用航测地形图编制的中比例尺地形图(如 1:25000, 1:500000 或 1:1000000 地形图)作为基本资料。若有些地形图是十多年甚至二十多年前编制出版的,地图上表示的许多内容已发生变化,如增加了新的渠道、水库、铁路、公路、居民点。行政区划和地名的变动也是经常遇到的。应特别注意收集这一部分的现势资料。国外有的制图机关或地图资料中心专门负责收集这一部分的现势资料,并把各种变化标在底图上,定期编绘发布或正式出版。如日本的《地图情报》就是这种现势资料地图的汇编。这对及时更新地图,保证地图的现势性很有作用。在数据资料方面,对于编制气候、水文等地图,最好搜集多年的观测资料。一般资料积累时间越长其平均值越准确。而经济统计资料,需要有整个制图区域范围内制图行政单元统一的代表年份的统计数据。对于编制各种类型的专题地图,除了搜集各种大中比例尺同类型专题地图以外,航空与卫星影像资料也是必不可少的。对于编制大比例尺专题地图,航空高分辨率的卫星影像(包括多波段、黑白、雷达影像)的分析利用是主要的。文字资料对于

了解制图区域与制图对象的特点和分布规律,有重要的参考作用。对已搜集的各种资料,都要进行分析评价,以确定其利用的程度。关于地图的评价标准与方法将在本书地图应用的“地图评价”一节中介绍。

3. 制图区域与制图对象的分析研究

在准备工作中,对制图区域与制图对象的分析研究也是很重要的。因为只有深刻了解制图区域和制图对象的特点和分布规律,才能有意识地在地图上加以反映。这对于确定地图内容的分类、分级和拟订图例,对选择地图表示方法,确定地图内容的选取、概括与轮廓界线的勾绘都有重要作用。

关于地图数学基础的选择与地图概括原则的确定,也都是地图设计阶段的任务之一,有关章节都有介绍,这里不再重述。

4. 地图设计书或大纲的编写

地图设计最终体现在地图编制大纲或地图编制设计书上面。地图编制大纲或地图编制设计书是编制地图的指导文件,是编图的指南。一般应包括下列内容:

图名、比例尺,地图目的、用途和编图原则与要求。

地图投影与图面配置。

编图资料的分析评价和利用处理方案。

地图内容、指标,表示方法和图例设计。

地图概括(制图综合)的原则要求和方法。

地图编绘程序与工艺。

图式符号设计与地图整饰要求。

附件:一般包括图面配置设计,资料及其利用略图,地图概括样图,图式图例(包括符号、色标)设计等。

对于专题地图,还要增加底图的编绘。多幅地图、系列地图和地图集等大型地图制图任务,一般都要由地图主编或总编辑拟订整个制图任务的编图大纲或总设计书。而其中的各幅地图往往还有具体的编辑指示,由各幅地图的编辑制定。这种编辑指示是按照编图大纲或总设计书的原则要求,提出对各图幅的具体要求和规定。编图大纲或总设计书都要经过地图集编委会或主管领导部门的审定。

国家基本地形图的各种比例尺系列地形图都有统一制定和颁发的地图规范及其图式图例。地质、林业、水利等部门的大中比例尺专题地图,如 1:5 万,1:25 万及 1:100 万地质图、矿产图、水文地质图都有主管部门统一制定的制图规范及其图式图例。全国 1:100 万地貌图、土壤图、植被图、土地利用图、土地类型图、土地资源图等也由各地图的编委会统一

制定和出版了制图规范及其图式图例。在这种情况下，不必再写编图大纲或总设计书，只需制定编图说明或单幅地图的实施方案。重点对编图资料进行深入分析，在对制图区域特点进行分析的基础上，提出地图概括的原则和方法，用以指导地图的编绘工作。

第三节 地图编稿与编绘

1. 资料处理与转绘

地图编稿和编绘中,首先要对编图资料进行处理。一般需要标描,即对彩色地图上不适于照像的颜色进行加工,如对河流等蓝色线划描绘成深绿色或黑色。然后照像缩小晒蓝图,供拼贴用。同时根据选择或新设计的地图投影计算坐标网与图廓点。如果是地形图或常用地图投影,则从已有的投影坐标表中抄录坐标点和图廓点数据。然后利用坐标展点仪展绘控制网点。展绘控制网点的精度要求较高,一般点位误差小于 ± 0.1 毫米,图廓边长误差小于 ± 0.2 毫米,对角线误差小于 ± 0.3 毫米。对精度的检查需要采用精确的日内瓦尺。如不具备坐标展点仪和日内瓦尺,也可用方眼尺代替。将地图内容从资料地图转绘到已展绘坐标网点与图廓的图版上,有下列方法:

(1) **照像转绘。**将经过标描的制图资料通过复照,把蓝图按控制网点直接晒在图版上,可以四幅缩小的资料图拼晒在一块图版上。但如果一块图版上照像缩小拼接的图幅较多时,也可分别单独晒成蓝图,然后按展绘的控制网点拼贴到图版上。

(2) **光学仪器转绘。**可采用投影转绘仪(反光投影转绘仪)或航测纠正仪将制图资料所需内容转绘到新编地图图版上。反光投影转绘仪可直接将资料地图进行转绘,而纠正仪则需事先复制成底片(负片)才能投影转绘。

(3) **缩放仪转绘。**利用缩放仪把制图资料上所需内容转绘到新编地图的图版上。

(4) **网格转绘。**在资料图和新编图版上分布建立较密的相应网格,用目测和分规、比例规转绘地图所需内容。

照像转绘是先转后绘,即先通过照像把制图资料上的全部内容先转移到新编地图图版上,然后再进行编绘。而光学仪器转绘、缩放仪转绘和网格转绘都是边转边绘,即同时进行制图资料内容的转移与编绘。照像转绘精度最高,光学仪转绘、缩放仪转绘、网格转绘精度依次降低。

2. 地图编绘

在地图编绘时,主要按照地图设计的要求及所设计的图例,进行地图内容的取舍(选取)、归并和简化。这些工作都要根据地图设计中规定的地图概括的原则、要求和方法进行。关于地图概括,下面将有章节介绍。

编绘完成的地图称为编绘原图。编绘原图一般采取出版比例尺等大编绘。有时资料地图比例尺同新编地图比例尺相差过大(例如利用 1:100000 地形图编绘 1:1000000 地形图或更小比例尺普通地图),则可采取过渡标描方法,即将内容作些取舍、简化处理、照像缩小晒黑图拼贴过渡版,然后将过渡版按编图比例尺复照晒蓝,再行编绘。编绘原图主要保证内容

的准确性和制图的精度。对线划、符号及字体只求准确定位,层次分明,不必过于要求绘图质量。但如果采取连编带绘作业,则同时要求线划、符号与注记达到出版原图的要求和规定。为保证印刷出版质量,连编带绘通常放大比例尺作图。但采取连编带刻(采取刻图法编绘)则必须等大比例尺进行。

3. 专题地图的编稿与编绘

专题地图的编绘与普通地图有所不同。

第一,专题地图的地理基础底图与专题内容是分别编绘的。这是因为两者的资料来源不同。专题地图的地理基础(底图内容)是专题内容的骨架,必须首先保证较高的准确性和制图精度。因此往往采用地形图或质量较高的普通地图作为基本资料进行编绘。而且每种专题地图或专题系列地图都必须根据本身的要求选取底图内容。而专题内容的资料往往是各种比例尺的印刷地图或手稿草图。有的专题地图制图资料本来就不是地图形式(如数据资料,影像资料)。其次专题地图地理底图与专题内容分别编绘。所完成的底图出版原图照像翻晒淡蓝裱版或绘图塑料片,以供专题内容编绘用。

第二,专题地图的编绘往往是专业人员先在工作底图上(地形图或普通底图的线划图)作出编稿草图,或作者原图,然后地图制图人员在正式出版底图上根据所设计的图例符号完成专题内容的编绘原图。

第三,由于底图编绘和专题内容编稿分别进行,最后完成专题地图编绘原图时,产生如何将专题内容转绘到正式底图上的问题,这与上述一般地图转绘方法有所不同。前者是将地图上所需要的全部内容转绘到建立了控制网点的图版上,后者是将专题内容转绘到地理底图图版上。专题内容的转绘方法主要有以下几种:

照像套晒法。将专题地图编稿按正式底图尺寸照像缩小(如果是等大编稿,则等大照像,但须按正式底图纠正尺寸),然后把专题内容套晒到底图版上,再进行编绘。如果专题内容的编稿图的投影与正式底图投影一致,采用此法较为方便,如投影相差较大,则不宜采用此法。为此,所选择作专题内容编稿用的工作底图,应考虑与正式底图投影一致。或采用同一资料,既作底图编绘的基本资料,又作专题内容编稿的工作底图。如果时间允许,先完成底图编绘,将新编底图照像晒蓝作专题内容编稿用。

塑料片透写法。将编稿图照像缩小至正式底图尺寸,然后用晒有淡蓝色底图内容的透明绘图塑料片,蒙在已缩小的编稿图蓝图或黑图上(可利用透写桌),根据经纬网格、水系及其他地物的相对位置转绘(图 7.2)。如果编稿草图与正式底图投影不太一致,可以采取分块分段或分带转绘的方法。

另外,还可以采用光学投影仪器转绘(如反光投影转绘仪、像片转绘仪等),即将专题

内容编稿图缩小投影到正式底图上面，根据经纬网格、水系等地物定位转绘专题内容。利用网格法也可转绘专题内容，但比较费时，且精度较低，一般很少采用。



图 7.2 利用塑料片转绘
(塑料片晒有淡蓝色工作底图)

第四节 地图清绘与整饰

1. 地图清绘

为了满足照像制版的要求,并得到质量较高的地图复制品,必须经过地图清绘整饰这一环节,使地图的线划均匀光滑,符号美观精细,色彩分明清晰。地图清绘由经过严格训练的绘图员完成。先将编绘原图照像在清绘图版上晒成蓝图。过去采用绘图纸裱版清绘,后来大多采用绘图塑料片清绘。为了保证清绘质量,一般都放大清绘(放大三分之一或四分之一照像晒蓝)。这样在缩小照像制版时,可消除清绘线划的一些细小不均匀部分。为了减少制印中的分版工作量,需要采取分版清绘。例如普通地图分水系版(因要用蓝色印刷,也称蓝版),等高线版(棕版)、道路版(红版)、注记版(黑版)清绘。经纬网格一般绘在蓝版上,居民点符号一般放在道路版上,也可放在水系版上,其他符号安置在相应的色版上。专题地图内容有时和地理底图印成一个颜色,故清绘在一个版上。专题内容的线划与符号一版清绘,有时面状网纹符号或其他符号用另外颜色印刷,也可分版清绘。为了保证各线划要素套印准确,必须注意两点:一是各版尺寸应严格一致,图廓线误差和图廓对角线误差不得超过 ± 0.2 和 ± 0.3 毫米;二是各线划要素清绘时,必须严格按照蓝图位置,不得偏离和移位。

注记版的制作过去都是采取照像植字剪贴方法。照像植字机(或称照像排字机)是一种专用设备,可将字盘(底版)上的文字、符号通过曝光,在照像纸上感光,经过冲洗得到照像纸字体,再剪贴到注记版上。照像植字机配备多种字体的字盘(如宋体、等线体、仿宋体等)。照像植字机通过一组光学镜头可将每个字放大缩小(从字高1.5到14毫米共分20个等级)、变形(包括长形、扁形、左斜、耸肩等)。

2. 地图刻绘

随着制图技术的进步,逐步采用一些新的工艺方法,主要有刻图法、透明注记、符号转印等。

刻图法是在透光桌上利用刻图工具,在涂布于透明片基上的阳光膜层上刻出线划和符号的一种绘图方法。国外于40年代开始实验试用,五、六十年代普遍推广。我国于五十年代末进行过实验,中间一度停顿,70年代初开始在一些单位试用,后来逐步推广。采用刻图法需具备的条件主要是刻图膜与刻图工具。刻图膜有多种,常用的有钛白刻图膜、醇酸树脂膜等。最初采用玻璃版作片基,后来普遍改为聚酯塑料薄膜(0.1毫米左右)作片基。刻图膜大量制作采用涂布机涂布,少量制作也可采用烤版机涂布。膜层颜色有黄色、桔红色、淡绿色等。刻图工具也有多种,如折臂式刻图仪、刻图环,另配有各种粗细刻针、刻刀、刻点仪以及各种符号、数字模片等,一般采取等大分版刻绘工艺。首先将编绘原图的等大照像阴版在刻图膜层上晒蓝图(分几版刻绘晒几份刻图膜蓝图)。刻绘后所得到的刻图膜原图就成

为制版用的阴象底版,经过翻版也可得制版用的阳象底版。因此采用刻图法可省去出版原图的复照与大量分涂工作。而且同清绘相比,刻绘的线划质量高,速度快,易于掌握和操作。与刻图法相应,注记版的制作由照像纸植字剪贴,改为透明注记剪贴。即照像植字采用涂有感光层的透明片基(0.03 毫米左右)并剪贴在透明塑料片上成透明注记版,也省去复照工序。国内已生产一种可剥离透明注记感光胶片,作透明注记,效果较好。

符号转印法是将各种个体符号、线状符号和面状网纹符号晒印到涂有粘胶的透明薄膜上,使用时,将黑色符号或线划转印到图纸或塑料片原图上。采用这种方法可以省去大量符号和网线的清绘或刻图工作,既节省时间又保证质量。符号转印法国外早已普遍采用。我国作过一些试验,也能小批号生产,一些单位已在使用。另外还有色彩转印,同样将涂有粘胶的彩色薄膜层,转印到原图上,得到彩色样图或分色参考图。一些国家,如德国、日本等刻图膜、刻图仪、转印符号已定型生产,商品供应。

3. 地图制印前的准备

地图制印前的准备工作,除线划原图外,还需制作彩色样图、分涂参考图,有时还有半色调原图(地貌晕渲版、影像图版)。彩色样图(也称彩色原图)是地图彩色设计定稿的样图,也是地图的最终面貌,将作为制印的选色标准和制印工艺设计的依据。彩色样图最好在打样线划样图上着色。如果没有打样线划样图,在出版原图的蓝图上着色也可。着色时除了根据地图设计的图例设色外,还应尽可能参考印刷色标选择色调和色度。因为地图上印刷出的各种颜色是通过几种基本色的不同疏密网线相互套印而成。如果参照制印色标着色,在进行制印工艺设计时,容易达到彩色样图的着色标准。如果任意着色,制印时有时不易达到彩色样图的标准,过去由于地图设计编辑、编绘和制印,没有形成和制作统一的色标,给制印工艺设计和彩色打样带来一定困难。80 年代末,测绘出版社先后出版了《地图色谱》和《专题地图色谱》,后者还成为国家标准局批准的国家标准色谱,为地图色彩设计的标准化、规范化创造了条件。

彩色样图的制作,尤其是多数专题地图的彩色样图设计,都带有一定任意性。主要凭地图编稿作者和地图制图人员的经验或多种着色样图试验,从中选择最佳方案。具有统一规范和图式图例的国家基本地形图、大中比例尺地质图、水文地质图,彩色样图按统一色标和符号设计,较容易符合要求和设计制作,制印工艺设计也较为简便。因此今后应努力实现专题地图的标准化与规范化和符号与色标的统一。

分涂参考图(也称分色参考图)是作为分色分涂的依据。制版印刷时,每种印色一个版。为了把绘在同一版上不同颜色内容加以区分,使制版迅速准确,要在出版原图晒制的蓝图上用差别明显的不同颜色单独标绘或单独着色,作分版分涂参考。其中供线划分涂参考用的叫

线划分涂参考图，供底色分涂参考用的叫底色（或称普染色）分涂参考图。分涂参考图如果作在透明塑料片上，对叠置检查分涂参考图分色的重复错漏很有帮助，尤其对检查制版分版分涂的错漏更为简便。

第五节 地图制印

地图制印是地图制版印刷的简称。它与一般的书刊铅印不同,也与一般的彩画印刷有所区别。最早的地图印刷采用各种凸版或凹版(如木刻版、石刻版、铜腐蚀刻版等)。十八世纪末发明平版印刷后,地图也采用平版印刷。最初采用石版印刷,十九世纪末才开始使用金属版制版和轮转机印刷,属平版胶印。地图的种类较多,一般线划与普染色(平色)的印刷色版较多。而且线划精细,图型复杂,套印精度要求较高。因此地图制印比较复杂,往往要经过 10 多道工序。其中最基本的工序和过程是:复照、翻版、分涂、制版、打样、印刷等。如果采用刻图法完成的刻绘原图,可省去复照工序。下面简要介绍地图制印的基本过程和方法。

1. 地图复照

地图出版原图复照的目的是为了得到符合印刷尺寸翻版和制版用的高质量底片,是采用复照仪这样一种专门设备来完成的。复照仪的成像面积大,能放大缩小,纠正图形尺寸并且复照精度较高。它能够保证地图复照底片的精度与原图的理论尺寸相比,边长误差不超过 ± 0.2 毫米,对角线误差不超过 ± 0.3 毫米。而且同一地图的多块线划版、注记版、半色调版之间的误差也控制在这一范围内。复照时所采用的底版应是伸缩变形很小的玻璃版或经过伸缩处理的聚酯塑料片基。复照仪有四开、对开、全开三种,成像面积分别为 50×60 厘米、 70×80 厘米、 110×120 厘米。结构上有吊式与卧式两种。地图复照使用的感光片分湿版与干版两类。后来逐步淘汰湿版照像,干版的片基也逐步淘汰笨重的玻璃版,而广泛采用以聚酯塑料为片基的干版。对于半色调的晕渲原图或影像图,在复照时,采用网目照像,即增加一网目屏(版),使底片上得到由粗细与疏密不同的网点所构成反映色调深浅连续变化的图像。

2. 地图翻版

是将复照的底片或刻图膜原图拷贝复制出多种形式的若干底片。其中包括正、反阴片和阳片,供分涂与制版用。常用的感光片有铬胶感光片、重氮树脂感光片、罗甸感光片和氯化银感光片等。

3. 地图分涂

分涂的任务是根据分涂参考图制作出供制版用的各种分色印刷用的底片(包括线划要素底片和普染色底片)。分涂方法有手工分涂、蒙片分涂、撕膜法等。手工分涂是在翻晒的阴片上涂盖掉该阴片上不需要的线划和底色,仅保留制版时所需要的线划或底色。例如在道路版阴片上保留将要印成红色的全部公路,而需印成黑色的铁路、居民点符号等其他内容全部涂盖掉。又如在湖泊、海洋等水体普染色版的阴片上保留全部要套印普染色的湖泊和海洋,

其他部位全部涂上一层遮光红色修版墨。手工分涂往往还有一项任务就是涂掉复照底片上的透光“沙眼”，刻透线划、符号、字体中的脏点。所以这道工序常总称为修版。手工分涂是一项非常细致而又费时的的工作，往往占整个地图制印周期的三分之一——二分之一以上。蒙片分涂是在两种印色要素的阴片上，用手工分涂一种，另一种由蒙片法分涂得到，可以减少部分手工分涂工作量。撕膜法就是在一种涂有红色遮光层的透明片基上，翻晒地图轮廓界线，把要普染的轮廓范围沿界线用刻刀或刻针把膜层刻透，撕掉这一轮廓范围的红膜。在地图制印中，分层设色地势图、各种专题地图都已逐步采用撕膜法代替手工分涂，从而大大减轻繁重的分涂工作量，提高了制版速度。

目前印刷地图上同一色调的深浅，是通过不同疏密的网线或网点来实现的。网线或网点有 15%、30%、45%、60%、75%等。百分比是网线或网点占整个面积的比例。网线还有粗细的差别，一般以一英寸内的线条数计算。如 80 网线，即一英寸内共有 80 条线划。网线数目越多，印刷效果越好，但所要求的制版印刷技术也较高。目前国外已采用 200 网线。我国六十年代开始采用 120 网线，现在水平较高的印刷厂已采用 150 网线与 200 网线制版。地图上各种颜色有的多达 100 多种（如地质图、植被图、土壤图等），而地图印刷时，不可能采用 100 多块色版印刷。就是考几种基本颜色通过各种比例尺的网线或网点套印组合成各种颜色（图 7.3）。甚至用红、黄、蓝三原色的各种网线套印组合就可得到所需各种颜色。所以目前国内外已采取四色（红、黄、蓝、黑）套印达到良好效果。只有个别颜色较多的专题地图有时再补充一、两块专色版，以达到理想的效果。

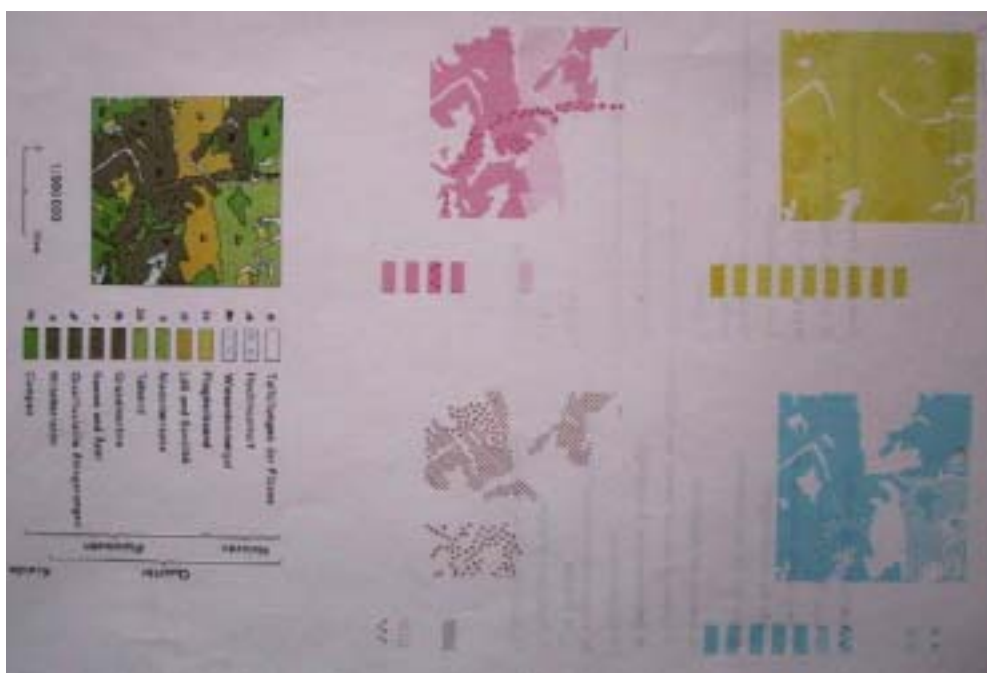


图 7.3 专题地图分版印刷示例

4. 地图制版

就是根据翻版分涂好的地图阴片或阳片制得可供打样或印刷用的印刷版。目前有蛋白版、聚乙烯醇平凹版、多层金属平凹版、重氮树脂预制感光版等不同制版方法。除多层金属平凹版外,其他版材多采用锌版或铝版。为了增大版的接触面,制版前都要进行研磨处理。即使用玻璃球或钢球拌以石英粉在磨版机上对锌版或铝板研磨若干时间(数十分钟)。蛋白版用于阴片制版,以重铬酸铵和蛋白作感光液,涂布于磨研好的锌版上,构成含铬蛋白胶膜。采用接触晒版,把图形固定于锌版上,当用强光照射时,底片透明部分受光使胶质硬化而固定于版面上。而未受光部分的铬胶膜极易被清水洗掉。版面感光液的涂布采用一种带有抽气压平的晒版机。晒版之后还要进行版面处理,使空白部分增加吸水性,线划或普染网线部分胶膜增加吸油墨性和牢固性。蛋白制版过程简单,但印刷的质量和份数不高(几万份以内)。目前采用较多的是平凹版。它用阳片晒版。以重铬酸铵与聚乙烯醇作感光膜(或采用重铬酸铵与阿拉伯树胶)。当以阳像晒版时,受光部分硬化(即地图空白部分),未受光的线划或普染网线部分被清水洗掉后,露出金属底面。然后浇注腐蚀剂腐蚀线划或普染网线部分,造成稳定牢固的印刷要素,再去掉空白部分硬化了的胶膜,使其具有亲水性能。平凹版的优点是线划精细,耐印力高(几十万份)。多层金属平凹版是在铝板上先后镀铜和镀铬(或镍),用阳像晒版,用腐蚀剂溶解地图线划部分的铬层,露出铜层,而地图空白部分保留了铬(镍)层。由于铜亲油墨而铬、镍亲水,前者就可构成印刷要素。多层金属平凹版比聚乙烯醇平凹版印刷的质量更高,印刷份数可达百万份以上。重氮树脂预制感光版又称P.S版,是以重氮盐和酚醛树脂合成感光液,解像率很高,可印200网线以上。这种预制感光版批量生产,商品供应,并可贮存一年左右。因此国外已较普遍推广。国内80年代以后已有工厂批量生产,不少地图制印单位开始采用。

5. 地图打样

地图打样就是地图少量试印,将各要素印刷用打样机印出数份,以检查地图内容的差错、套合的准确性和色彩设计与制印效果。打样机有手动与自动两种,是将印刷版装在平台上,滚上油墨后,橡皮滚筒通过版面,地图线划和普染色上的油墨印到橡皮滚筒上,再将滚筒转移到印刷平台的另一端,上面铺有纸张,由于滚筒压力作用,滚动胶皮上的油墨线划与底色全部转印到纸张上。地图打样包括红色线划校样和套合样图,分别检查线划、注记版的内容差错(遗漏、重叠)与线划套合精度。而彩色打样是将线划版和普染底色版全部按彩色设计样图的标准调配油墨逐版套印。如果某种颜色不够理想,再重新调色打样。打样图需送交地图编辑或专题地图编稿作者,以及地图制印技术编辑进行审校和批样。审校和批出的错误与问题,有的需要在阴版或阳版上修改。如果改动较大或设色与套印效果很差,还要作第二次

打样。

6. 地图印刷

就是把经过审批修改的各色印刷版在胶印机上正式印刷。地图印刷用的胶印机有单色机、双色机、四色机三种，印刷机的幅面也有四开、对开、全开、大全开几种。地图印刷对纸张和油墨也都有有一定要求。由于地图印刷色版较多并要求套印准确，而且要求地图尽可能美观精致，耐折耐磨，使用时间长。因此要求印图纸的机械强度、耐光性、平滑度、洁白度要高，而伸缩率要低。为了在印刷时尽量减少纸张伸缩变形，并与上机印刷时的温度、湿度平衡，一方面印刷前要在晾纸机上进行处理。另一方面要求胶印车间温度控制在 18°C - 20°C ，相对湿度保持在 60% - 65%。地图印刷油墨要求耐光性好，干燥性能适宜，着色力强并具有良好的透明度。

在一幅地图的整个胶印过程中，必须随时注意对照彩色打样图，观察和掌握每个色版的印刷效果和套印精度。如果印刷多幅拼接的地图，还要注意各幅地图的对比，保证整个地图拼接时色调一致。每幅地图印刷完成以后，还要进行质量检查，裁切掉规矩线以外的白边。对拼幅地图还要挑选印色深浅一致配套。地图集还要根据设计要求进行装帧。



图 7.4 美国 INTERGRAPH 的数字地图出版系统

随着科学技术的发展，地图制印的设备、材料、工艺和方法都在不断改进和不断创新。主要方向是简化工艺过程，提高自动化程度，缩短制印周期，提高制印质量。例如国外技术先进的国家已采用微型计算机自动控制；用电子分色机进行半色调分色分版，既快又好；自动冲洗和自动制版装置能够保证底片冲洗和制版的质量；锁钉定位保证打样和胶印的准确套合。另外还有多种快速打样法，如色层叠合打样（克罗马林法）省去复杂的制版和打样工序，只需几个小时，可以得到符合要求的彩色打样图。20 世纪 80 年代以前，我国地图制印技术水平还比较落后，包括制印设备、材料、纸张、油墨以及工艺技术，因此地图制印周期较长，印刷成品不够精美。只有个别地图制印工厂，如上海中华书局印刷厂 60 年代中期，在较落

后的设备条件下，依靠技术人员与工人们的技术革新与高超技艺，制印出了达到 60 年代国际先进水平的国家自然地图集。从 80 年代后期开始，国家煤炭总局航测遥感局地图制印公司等单引进国外制版印刷的一系列先进设备，如电子分色扫描仪、自动打样机、四色全自动胶印机等，从而使我国地图制版印刷逐步缩小同先进国家的差距。90 年代中期中国科学院地理研究所和煤航地图制印公司等单位又引进国外先进的地图电子出版系统，从而使我国地图制版印刷接近或达到国际先进水平（图 7.4）。