

第三届全国地图学术会议 论文选集

上 集

中国地理学会 制图专业委员会编
中国测绘学会

测绘出版社

第三届全国地图学术会议

论文选集

上 集

中国地理学会 制图专业委员会编
中国测绘学会

测绘出版社

第三届全国地图学术会议论文选集

上 集

中国地理学会 制图专业委员会编
中国测绘学会

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·各地新华书店经售

开本 787×1092 1/16·印张16 1/8·插页4·字数382千字

1980年4月第一版·1980年4月第一次印刷

印数1—2,700册·定价2.65元

统一书号: 15039·新131

前 言

中国地理学会和中国测绘学会于1978年10月28日至11月5日在吉林省吉林市联合召开的第三届全国地图学术会议，是继1960年在上海召开的第一届地图学术会议和1962年在广州召开的第二届地图学术会议之后，一次规模空前的盛会。出席会议的代表人数和提出的论文数量，都远远超过前两届。会上还有200多件展品，这也是前两届所没有的。大家一致认为，这是我国广大地图工作者响应党中央的号召，为早日实现四个现代化所作出的巨大努力，是受全国科学大会精神所鼓舞，在地图学领域内所作出的具体成果，也是我国制图实践经验和理论研究的一次大检阅。

学术会议结束后，中国地理学会和中国测绘学会所属制图专业委员会举行了一次会议，决定成立论文编辑小组，委托吴忠性、廖克、李政、张清蒲、何建邦等同志负责论文选编出版工作。编辑小组经过几个月的评选、审查（并请毛赞猷等同志协助审查了几篇稿件）和加工整理，共选出具有代表性的、质量较高的论文共54篇，分上、下两集出版。上集是专题地图、制图自动化和其他有关方面的内容，下集是普通地图、地图制印和其他有关方面的内容。

在这次论文选编过程中，虽然我们作了一定的努力，但由于我们水平有限，以及时间和篇幅关系，可能还有一些好的作品未选出来，在稿件的整理加工方面，也可能有错误或不当之处，欢迎提出论文的同志和广大读者批评指正。

编 者

1979年4月

目 录

现代地图学的发展特点和趋势及对我国地图学今后发展的一些看法	廖克 (1)
现代理论制图学的发展和我国制图理论研究的任务	陆权 (17)
现代地图学发展中专题地图的特征	陈昱 (35)
国际海图发展的现状和趋势	程光举 (41)
江苏省地图集的编制特点	张龙生 周维功 姚福成 (48)
编制《北京市农业地图册》的体会	董怡国 (54)
编制县级农业规划图的几点体会	赵华昌 (60)
对编制人民公社农田基本建设规划图的几点看法	秦凌亚 石福璋 (67)
浙江金衢盆地早期水量供需平衡分析与制图	俞康宰 (73)
《亚洲地质图》制图过程中的几个问题	范本贤 (78)
地震制图的进展与今后的任务	温长恩 (90)
沙漠地貌类型图编制的研究	钟德才 (96)
植被图的种类及其特点	孙世洲 (105)
我国小比例尺土壤制图内容及表示方法的研究	周慧珍 周明权 李锦 (114)
组合指标分类方法简介与分析	张克权 (122)
利用航摄像片、地形图绘制岩溶地区块状立体图	金瑾乐 (129)
青藏高原卫星像片判读制图试验	罗国社 (138)
大比例尺专题影像地图	毛赞猷 (149)
试验利用地球资源卫星像片修编地图	林晓慧 (156)
小比例尺卫星影像地图编制实验	励惠国 夏明宝 (161)
制图自动化的进展和实验研究	中国科学院地理研究所地图室 (167)
制图自动化系统	崔伟宏 (174)
自动编绘地形图的实验	南京大学地理系地图制图自动化实习队 (183)
地形图图廓整饰自动化	刘光运 (192)
地图量测的数字化方法	何建邦 (199)
地图上文字信息处理的技术方法	徐爱义 (208)
斜轴抛物线光滑插值	毋河海 (215)
自动绘制光滑曲线的五种方法评述	刘钦圣 梁启章 (224)
地图投影的变换	王瑞林 胡友元 (237)
地图投影变换的数值方法	朱重光 (242)
任意连续比率符号法的数学模型及其电子计算机绘制	宋玉康 (251)

现代地图学的发展特点和趋势 及对我国地图学今后发展的一些看法*

廖克

地图学既是区域性学科,又是技术性学科,既是地理学的重要分支学科,也是测量制图学的重要组成部分。近十多年来,地图学从理论研究到新技术的应用都得到很大发展。作为区域性学科,它的发展同地学,特别是同地理学的发展有着密切的联系,地学研究的现代成就和水平也都直接或间接反映在专题地图和综合制图的广度和深度方面,地图已成为地学研究不可缺少的重要手段。作为技术性学科,它的发展又与现代科学技术发展密切相关,现代地图学已引进电子、自动化、计算技术和遥感遥测技术,作为改变制图技术的重要措施,这将引起地图学,甚至整个地理学的技术革命。

从国际范围来看,现代地图学的发展水平、特点和趋势大致可以归纳为以下几点:

- (一) 地图学理论研究有很大加强;
- (二) 专题地图和综合制图更广泛更深入发展;
- (三) 遥感遥测成为地图编制资料的重要来源;
- (四) 地图编绘自动化迅速发展。

本文对这几个方面的特点和趋势作一初步分析,并对我国地图学今后的发展提出一些粗浅的看法。

一、地图学理论研究的新发展

地图学带有技术性学科性质,过去采用手工编绘,工序较多,周期很长,其技术革新大都集中在地图编制生产过程中的地图编辑、编绘和制印方案的设计试验及工艺方法等方面,地图学的理论研究属于技术性总结较多。在五、六十年代主要对地图编制过程中的制图综合的原理方法有过比较系统的研究。随着国家和区域综合地图集编制的广泛开展,综合制图的原理方法也有过比较系统的研究。地图学各分支和各部门,如地图学概论、地图投影、地质制图、地貌制图、土壤制图、植被制图、地势图编制、经济制图、农业制图等方面出版过一些专著。但总的说来,地图学理论研究,特别是地图学的基本理论研究是很不够的。

近十多年来,地图制图新技术的发展和各学科的相互渗透,加上大规模的地图编制生产的发展,促使地图学理论的研究向前大大迈进。

首先对地图、地图学的定义,对地图的功能作用提出了许多新的概念。美国著名地图

* 本文承陈述彭、左大康、瞿宁淑同志审阅,苏时雨、吕人伟、刘岳、苏映平、何建邦、傅肃性、沈洪全、梁启章等同志提出宝贵意见,特此致谢。

学家、前国际地图协会主席鲁宾逊在《地图的性质》一书中(1976年出版),对地图和制图提出了一些新的认识,他认为“地图是周围环境的图形表达”;他对地图信息、地图传输、地图感受等概念作了较多的分析,提议把“读图者”或“用图者”改为“地图信息的接受者”(感受者)这一新的术语;他还认为地图学所包括的不仅是从编绘者到地图的信息传输而且包括从客观实际到地图作者和从地图到接受者(感受者)。苏联地图学家、前国际地图协会副主席沙里谢夫提出地图学的定义是:“地图学是用形象-符号模型(地图图像)再现客观实体,反映和研究自然和社会现象空间分布、组合和相互联系及其在时间中变化的科学”。还有其他一些地图学家提出“地图学是空间信息图形传输的科学”这一定义,把信息论引进地图学。这是地图学在新的技术条件下的发展。最近苏联什里亚耶夫分析了现有的各种地图学的定义后又提出一个新的定义,认为“地图学是研究地球和天体对象或现象结构、空间关系和性质的信息表达、储存和传输方法,以图形数学模型并按一定比例尺缩小加以表现,并为一定实际利用目的进行解释的科学”。这一定义反映了现代地图学发展的一些新的方向和概念。

关于地图的功能和作用,从目前的情况来看,我们认为主要有以下几个方面:

1. 地图是传输的工具

地图作为传输的工具是很明显的,自然界许多物体和现象,可以通过地图得到认识,可以同语言文字相比,所以有“地图是地理学的第二语言”之称。近十多年来,法国、美国、西德和苏联一些地图学者用研究语言文字的方法(词法、语法)来研究符号和图形(如符号和图形的结构、含义、应用方法等等),建立“符号学”、“图形学”。地图作为传输的工具具有与语言文字不同的地方,例如它及时反映事物的空间分布结构、相互联系并具有直观性,这是语言文字所不及的。

国际地图协会下设各种专门委员会,其中就有地图传输委员会。1976年在年第八届国际地图会议上该委员会提出地图传输的基本研究方向是:

- (1) 研究地图传输的实质和它的理论基础;
- (2) 地图信息传递的控制论模型;
- (3) 地图语言的实质,它的语法,作为传输手段的地图的特性;
- (4) 空间信息的纠正,信息转换中的损失和增加;
- (5) 地图信息的感受,思想和心理生理过程。

2. 地图是信息积累器(或称信息载负器)

地图作为信息积累器是因为地图上能容纳的信息量是很大的,普通地形图能容纳一亿多个信息单元(国外有人计算为一亿——两亿个字——bit的信息量)。如果考虑到目前地图的激光缩微技术,一幅地形图可缩至几十平方厘米或几平方厘米,也就是在几平方厘米的缩微地图上可容纳一亿个字甚至更多的信息量。而且还应看到地图作为信息积累器,不同于纸带、磁带、磁盘等一般的信息储存手段,它以图形形式表达和传递空间信息。当然目前地图这种信息积累器只能让人们直接感受读取信息,机器不能直接读取和利用这种信息,必须经过数字和代码转换才能读取和处理。所以有人提出要设计研究人和机器都能直接阅读的符号和图形。如果这种设想能够实现,地图作为信息积累器的功能作用会得到更充分

的发挥。

3. 地图是研究客观实体（或客观实际）的模型

在地学和生物学的研究中,在采用物理和数学的两种基本模型的同时,广泛地采用地图作为模型。从模式论的一般定义考虑,地图同数学模型一样,属于象征性类型的模型。控制论方面的学者把数学模型列为“表达信息流的数量和质量方面的图解”。从这种理解出发,地图可以作为数学模型的一种。同时地图又具有图形特征,因此地图可以称为图形数学模型。

地图作为图形数学模型,具有其他一些形式的模型所不具备的优点。例如:它同物理模型比较,具有抽象化(即制图对象经过公式化和制图综合的科学概括和抽象)、几何相似性和对应性[即地图图形与制图对象具有相应的形状大小、相互位置和空间结构,并且与制图对象的具体事物(包括其质量、数量特征)相对应]、图例逻辑性(即图例和符号有严格的分类、排列和设计原则)等优点;它同数学模型比较,具有比例尺和可量性(即地图采用一定投影和比例尺并保证几何精度,可以量算坐标、长度、面积、体积、方向和其他许多数量特征)、直观性(即直接获取客观实体的形象特征,这种直观感受的效果是数学和概念的模型不可能产生的)、鸟瞰性(即可宏观很大范围的空间,便于研究地区性或全球性规律)等优点;它同航空像片和卫星像片比较,具有抽象性、综合性(或合成性,即完整地反映现象的多种因素和过程)、图例逻辑性等优点;它同表格、图表比较,具有抽象化、比例尺和可量性、几何相似性等优点。所以地图模型得到广泛应用。

4. 地图是地理学(地学)分析研究的手段

地图作为地理学分析研究的手段,主要能够:

利用图形方法建立空间多维模型状柱图表、立体剖面,并同各种专题地图配合使用,获得关于现象地理分布的密度和强度的具体化概念。

利用图形分析方法,可以在地图上对所表示的对象进行长度、面积的量算和形态量测,如地貌切割密度和深度、地貌坡度、河流密度、湖泊密度、森林覆盖率等等。

运用概率分析和数理统计方法对地图上所表示的现象进行数学分析,可以获得许多数量特征,如梯度变化、正常分布与异常分布、绝对值与平均值等,通过趋势面和偏差面分析(即背景面和剩余面分析)^①,可以得到多变量现象变化趋势的概念。

通过地图的对比分析(各要素和现象的对比和历史变化的对比)和相关分析方法,可以研究现象的相互联系和作用。

在上述分析的基础上就有可能总结规律、综合评价、预测预报、规划设计。

总之,在加强地图基本功能和作用研究的基础上,地图在科学研究和解决实际问题方面的应用研究将会得到很大发展,地图的作用和效应正在发挥,地图的利用和使用问题已成为地图学的重要组成部分和研究的重要内容。

^① 趋势面和偏差面分析是研究各种现象空间分布特征的一种数理统计方法。该方法是把空间分布现象各点的观测值(Z_i)看成是它的平面位置(X_i, Y_i)的函数,通过建立代数多项式对区域背景面拟合。把观测值分为两部分:趋势部分和偏差部分。前者反映区域总体变化规律(受系统的主要控制因素的影响),后者表示局部的偏差变化(受局部因素的影响)。使用分析地区趋势值编制的等值线图称为趋势面(背景面)图,用偏差值编制的等值线图称为偏差面(剩余面)图。

一个学科的发展,在很大程度上决定于它的理论的发展。地图学的基本理论是什么?过去我们一般认为有地图投影理论、制图综合理论和综合制图理论。随着近代新技术的发展和各学科的相互渗透,地图学又出现一些新兴学科和许多分支学科,产生了新的理论,如地图信息理论、地图模式理论、地图感受理论和地图传输理论等。

信息论是现代通讯技术和电子计算技术中运用的概念和理论,引进地图学所构成的地图信息论就是以地图图形获得、传递、转换、储存和利用空间信息的理论。制图自动化就是把所有地图上点、线和各种符号内容以信息方式变成所有点的(X 、 Y)坐标及其特征输入计算机,经过加工处理输出图形产品。制图自动化的过程也就是地图信息输入、处理和输出的过程。因此地图信息论是地图编绘自动化的理论基础,而制图自动化为大量快速处理地图和像片信息提供了条件。制图综合也不仅仅是地图信息的减少或压缩,通常在编图过程中还补充新的信息。数学信息论认为输出的信息通常等于或小于输入的信息。但地图信息论却有所不同,用图者读图分析获得的信息往往超过地图工作者在制作地图时所利用的信息,而且由于读图者的训练、经验和水平的不同,从地图上获得的信息的多少程度是不同的。对地图信息可以从质量和数量两方面进行分析和评价。关于地图信息的评价标准和信息量的分析和计算,已有一些学者提出若干公式和方法。

地图模式论就是研究建立再现客观实际的地图模型,并经过地图图形模式化进而建立地图数学模型和数字模型^①,实现自动处理及其在科学研究和各种实际中应用的理论。这是由于地图具有严格的数学基础(一定投影和坐标系统),采用符号系统和经过制图综合(制图对象的取舍和概括)。其实质就是以公式化、符号化和抽象化来反映客观实际(客观实体),所以从地图上可以看到经过简化和概括了的再现客观实际的空间模型。这是许多科学研究和实际应用中所需要的。又因地图不仅按照一定数学基础建立,而且其点、线、面的图形可以用数学公式表达,并且经过数字化之后可以输入计算机,经过处理再以图形输出,即建立一个反映制图现象空间分布的数字模型,然后通过形象-符号模型反映出来,所以可把地图当作反映空间分布关系的模型,这就是图形数学模型或数学地理模型。

地图感受论就是研究地图使用者对地图图形的感受过程和感受特点,分析用图者对图像的心理物理特征和地图的视觉效果,并且把感受论作为地图整饰的理论和方法论基础。地图感受论要研究地图符号系统的理论基础,它的结构、含义、实用性及设计方法(从符号同符号、符号同制图对象、符号同读图者三种关系研究),研究如何塑造地图图形更好地发挥地图的各种功能和作用。例如设计什么样的图型能在使用地图时达到加快速度、提高计算精度和简化分析过程的目的?什么样的图型能更好地提供各种地理信息,反映规律,提供建立假说的依据?通过对地图符号图形和地图色彩感受特征的研究,为地图整饰设计提供科学依据,尽可能改变目前地图整饰完全根据编图者的经验和样图试验的方法。法国地图学家贝尔廷较早地开始从感受的角度研究图形符号系统,出版了《图形符号学》(1973年)。美国地图学家对地图感受理论和地图整饰进行了比较系统的研究。鲁宾逊教授特别强调地图感受理论和地图整饰研究的重要性,并提出了研究的途径和方法。

^① 地图数学模型就是用数学方法(公式)表达经过抽象和概括了的制图对象空间分布结构。地图数字模型就是把地图上或准备表示到地图上的所有要素转换成点的 XY 坐标和 Z (特征)的数值组成的地图空间模型。

地图传输论是把地图生产和地图使用联系起来,把制图工作者看作是地图信息的发送者,是信息源,用图者是地图信息接受者,地图是信息的载体和通道。传输过程是这样的:信息发送者把信息(制图者对空间关系的认识)编码(符号化),经过通道(地图)传输给接受者(用图者),接受者通过译码(符号判读)恢复原来的信息(构成空间关系的图像)。

简言之,地图信息论主要研究和解决如何从地图原始信息经过加工处理变成所需要的新的地图信息;地图模式论主要研究和解决地图的基本功能和地图信息处理中如何建立图形数学模型;地图感受论主要研究和解决塑造最好的图形形式(图型),达到用图者获得最好的感受效果的目的;地图传输论把地图看成是信息的载体和通道,将地图生产者和使用者联系起来;地图投影理论主要研究和解决建立地图模型的数学基础;综合制图理论主要研究和解决如何建立反映多种要素和现象(地理环境的某一方面或整个地理系统)的综合性模型;制图综合理论主要研究和解决建立地图图形数学模型中和地图信息处理过程中如何进行抽象和概括,更好地反映客观实际。

这些理论包括了地图的实质和特点,它们是互相联系和互相补充的。

原有的地图学理论问题的研究也有了新的发展,现举制图综合理论研究为例。在制图综合的原理方法研究方面,除了保证制图综合的客观性和地理方向以外,对制图综合的数学基础和分析方法、自动综合予以很大注意。值得提出的主要有以下几点:

(1) 用数学解析法分析点状、线状和面状地物的选取规律,并推导出一些经验公式,来确定选取指标,即单位面积内的点状地物的个数和线状地物的总长度。例如苏联的苏霍夫、德国的托普费尔和捷克的斯里卡等提出的公式都有一定的参考价值。

(2) 考虑地图编绘自动化的需要和从地图信息论的角度分析制图综合的实质和内容。例如波兰拉多依斯基提出分别以 X 、 Y 和 $Z(q)$ 分别表示制图对象和现象的位置和数量(质量)特征,并把 X 、 Y 当作地图的结构参数,把 $Z(q)$ 当作地图的意义参数。制图综合就是对 X 、 Y 和 $Z(q)$ 的特征的综合:对 X 、 Y 的综合就是减少地图上表示对象位置的符号,对 $Z(q)$ 的综合就是概括对象的数量和质量指标。他还提出两种形式的制图综合:数量的综合(包括形状综合和内容综合)和质量综合(变换参数 $Z(q)$),同时还提出感受的综合的概念。

(3) 研究自动化制图综合的要求和方法。例如对轮廓图形自动化制图综合的要求,不仅需要选取的数量标准(或指标),而且为了正确地反映对象和现象的质量特征,必须注意保持轮廓图形的曲率、转角,保留轮廓界线的一些特征点和基本结构线。实验证明,这些要求在自动制图时是可以达到的。例如,对轮廓界线细小弯曲的概括可以每个弯曲的宽度和深度或面积大小作为选取标准,低于标准的,可以通过电子计算机抹掉位于细小弯曲起迄点间的其他点子。如果线条上两个相邻弯曲间的距离小于所给定的密度指标时,则由两个弯曲中舍去面积最小的那个。对于特征点和基本结构线,可在数字化时以特征编码输入,区别于其他点,在计算机处理时加以保留。

总之,由于遥感方法和制图自动化的发展,制图综合的概念和方法有了新的发展。

实现地图编绘自动化,除了解决自动制图的设备研制和建立自动制图程序系统(软件系统)外,地图学本身的理论研究是重要的前提。只有解决地图学本身的一系列理论问

题,才能从根本上实现地图编绘自动化。地图有其基本的性质和法则,有各种资料来源和传统的表示方法。地图制图自动化作为自动化的一个领域,需要考虑地图的特点和要求。但另一方面地图本身也应适应新的技术要求,进行必要的改造。我们认为最重要的是研究和建立地图的数学模式,研究和建立适应于制图自动化的地图符号系统和新的图型,研究和建立自动制图的地图算法化的理论方法。

为了深入研究地图学的理论和方法,必须强调地图学中数学方法的运用的研究。如数学分析、函数论、概率论、数理统计法、拓扑学、控制论、信息论、计算数学的运用。运用数学的理论和方法着重解决:

- (1) 新的地图投影设计、常用投影的标准化及其投影变换的数学方法;
- (2) 卫星像片的纠正和数学基础的建立;
- (3) 地图基本要素空间分布的数学模型(包括数字地形模型)的建立,点、线、面基本图形的数学公式化;
- (4) 反映数量特征的表示方法(等值线法、统计地图法、统计图表法、符号图表法、点值法等)的数学基础和分析方法。如趋势面和偏差面(背景面和剩余面)分析、数量分级方法等等;
- (5) 地图信息计算、处理加工和图形输出的程序的建立,即包括自动制图的各种基本软件和应用软件的研究和设计;
- (6) 评价地图、合成地图编制中的数量分析和评价方法;
- (7) 地图量算公式及精度分析等等。

二、专题地图和综合制图更广泛更深入发展

随着各部门学科的发展和地图作为区域性学科主要研究手段的广泛重视和应用,各部门专题地图和综合制图得到更广泛更深入发展。从六十年代以后的国际地图协会每届学术会议,特别从第四届(1968年)到第九届(1978年),都把专题地图和综合制图作为中心议题之一。匈牙利从1962年起每年在布达佩斯举行一次国际性地图展览和地图学术交流会议,大都围绕专题地图和综合制图,每年一个专题。近十多年来,专题地图的发展主要表现为以下几个特点。

1. 新的部门专题制图迅速兴起

发展历史较早的地质、地貌、土壤、植被、土地利用等传统的部门专题地图又有进一步发展。许多国家和地区已经完成上述中小比例尺地图的编制。在分类系统、图例设计、制图方法和地图整饰方面都日益完善,并有较为系统的理论方法的总结。

近二十年来,新兴的空间科学、环境科学蓬勃发展起来。地学、海洋学的调查研究又进一步广泛开展。城市建设、旅游事业也迅速发展。这些都为专题制图开辟了许多新的领域,产生和发展了一些新的部门专题地图和专用地图^①。

^① 专题地图是按地图内容区分,表示一个专题(或主题)的地图。专用地图是按地图用途区分,作为专门单一用途的地图,如宇航地图、航海地图、旅游地图等。

宇航地图 随着人造地球卫星的发射，人类进入了宇宙空间。由于宇宙飞行导航的需要和对星球研究的发展，从 50 年代末开始出现一门新的地图学分支——宇宙制图学。宇宙制图可以概括为三个方面：

- (1) 宇宙导航地图；
- (2) 星球制图；
- (3) 遥感遥测制图。

环境保护地图 自然环境是人类生产和生活的必要条件，而人类活动对自然环境的变化产生很大影响。这种人类和自然环境相互影响和作用的研究越来越引起人们的重视。环境因素的空间分布、质量数量特征和动态变化的表示、分析和研究，用地图方法是最适合的。环境制图的范围同环境科学本身一样，是非常广泛的，大致可以包括：

- (1) 环境污染地图。也就是在人类活动影响下地理环境（或自然环境）变化（破坏和污染）和质量评价地图；
- (2) 自然资源的评价和保护更新地图；
- (3) 环境医学图（或称医疗地理图、疾病地理图）。

海洋地图 随着对海洋大陆架和海底石油及其他矿产、生物资源的开发，苏美对海洋军事和经济上的争霸、掠夺和第二、第三世界的反霸反掠夺斗争，海洋的调查、考察和科学研究的大大加强，海洋制图有很大发展。除了传统的航海图外，还包括海洋地磁、重力、地质、地貌、生物等各种专题地图。在改进探测技术、提高测深精度、加强远洋测深的基础上，注意海底地貌的表示。苏联继五十年代编制的三卷《大海图集》之后，最近编制出版了《太平洋地图集》。美、英等国家开始建立从自动测深到自动制图（等深线自动勾绘和等深点自动选取和标绘等）的装置和系统，大大加速了海洋制图的生产过程。

城市地图 随着工业化带来的都市化，城市得到迅速的发展。城市的规划、管理，城市污染和防护等成为很突出的问题，因此需要各种城市地图，当前不少国家除了出版大比例尺地形图、城市平面图、工程技术平面图外，还编制城市结构、城市现状和发展规划、城市居民、城市经济、城市交通、城市服务行业、城市旅游、城市职能、城郊土地利用和城市污染与环境保护等方面的地图。有些大城市还编制出版了城市地图集，如巴黎、伦敦、纽约、柏林等城市地图集。比例尺大和不断更新是城市制图的重要特点，一般城市平面图比例尺为 1:1000、1:2000 或 1:5000，个别国家采用 1:500，多数国家定期更新（3—8 年），个别国家采取连续更新的办法。缩短成图周期，加快成图速度，是迫切需要解决的问题，所以一些国家十分重视城市制图自动化和数字资料库的建立，其中英国、法国、西德在主要大城市建立了自动制图技术系统和数字资料库。

旅游地图 旅游地图也是新发展起来的一种专用地图。由于世界许多国家近些年来旅游事业得到迅速发展，旅游业的收入已成为一些国家经济的重要来源。为了适应旅游事业的发展，满足旅游者和旅游管理部门的需要，编制出版了大量的各种各样的旅游地图和地图集。第七届国际地图会议上，把旅游地图列为第一项中心议题。旅游地图的内容除表示旅游地区交通、游览路线、各种建筑和名胜古迹外，有的还详细表示地形和其他地理、风土人情方面的知识，形式多样，新颖活泼。

2. 全球性专题制图得到发展并对标准化、规范化提出了新要求

地学研究的深入,要求在更大范围内了解自然过程,如全球性天气变化规律、板块构造和地震活动规律等。由于一些国家和地区已经完成中小比例尺基本自然条件专题制图,加上气象和地球资源卫星像片的应用,由像片编制大范围乃至全球小比例尺专题地图成为可能,所以近十多年来通过某种形式的国际合作,编制世界性专题地图。例如国际地质联合会组织编制了成套欧洲地质图、世界大地构造图;欧洲一些国家合作编制了1:250万欧洲成套地图;世界百万分之一人口图、土地利用图正在编制中;世界植被制图委员会组织编制1:500万世界植被图;联合国粮农组织主持编制的1:500万世界土壤图已完成初稿。

不少国家倡议,在国际1:250万普通地图基础上编制1:250万成套国际自然环境地图,并就这套自然环境专题地图的图例制定、样图实验、组织协调等问题提出了具体建议。

专题地图的标准化、规范化是非常重要的问题。对全国性制图,尤其对大范围的国际性地图编制是必须解决的前提,已成为各国专业人员和地图工作者所重视和研究的问题之一。例如第五届国际地图学术会议上,专题地图标准化、规范化问题成为会议报告和讨论的主要中心。法国若利教授在报告中指出:在专题地图迅速发展的时代,研究专题地图表示方法标准化的共同原则具有十分重要的意义。同一现象采用不同表示方法常常妨碍地图信息的交流,使国际范围甚至全国范围内使用地图造成困难,更有碍于制图自动化的实现。在专题地图的标准化、规范化研究中,各国地质图内容和表示方法已基本上取得了一致。国际地图协会专题地图委员会已把研究专题地图标准化、规范化问题列为该委员会基本任务之一。世界性专题地图的编制和制图自动化的开展,必将促进专题地图标准化规范化的最后实现。

3. 专题地图向综合制图方向发展

地图不仅是地理学调查研究成果的较好表达形式,而且是地理学研究的重要手段。地图学必然反映地理学的区域性和综合性的特点,产生综合制图理论方法。即反映地理环境各要素的质量、数量特征和动态变化;反映地理环境各要素的相互联系和制约关系;反映人类和自然环境的相互作用和影响。从图型和制图方法而言,由最初分析地图逐步发展了综合地图,而近十年来又进一步发展了合成地图。不论是综合地图还是合成地图,都是以地图形式反映地理学深入综合研究的结果^①。

在综合制图中,由于国家和区域综合地图集能够系统而完整地反映一个国家或一个区域的自然环境、人口经济、文化历史的全面情况,并且便于分析、比较和使用。六十年代世界各国编制综合地图集形成高潮之后,七十年代仍然得到重视和发展^②,七十年代出版的综合地图集在内容和编制方法方面的改进和提高主要表现为:在图集选题和内容方面增加了实用性地图、综合评价地图、自然环境保护和更新地图、人类活动对自然环境影响的预测

① 分析地图指一幅图上反映某种要素或现象单一的质量特征或数量指标的地图图型。综合地图指一幅图上用不同表示方法同时反映互相联系的多种要素或现象的多方面质量特征或数量指标的地图图型。合成地图指一幅图上把多种要素或现象的多方面质量特征或数量指标有机地结合,按统一指标分类或分级(有的把多项数量指标以一定数学方法计算后变成合成的指标)用一种表示方法反映出来的地图图型。综合制图是指同时反映多种要素或现象及其相互联系的制图方法和过程,包括单张的综合地图(或合成地图)、成套地图和综合地图集三种形式。

② 国际地理协会第十八届代表会上专门成立了“国家和区域地图集委员会”,从1956年起每年举行一次学术讨论会,先后出版了一系列专著和论文集。

预报地图,从而提高了地图集的科学使用价值。在编制方法上利用了遥感遥测资料和制图自动化新技术,从而加快了成图速度,缩短了图集编制周期,并为定期更新再版创造了条件。

利用航空像片和卫星像片编制成套专题地图是综合制图的重要方法。墨西哥利用航空像片同时编制全国 1:5 万成套地图,包括地形、地质、土壤、土地利用、土地利用潜力等五种地图。目前已完成全国三分之二的图幅。这种一次摄影同时成图的系列综合制图方法具有很大优越性,能够充分发挥航空像片的作用。不仅可以测制地形图,还能提供自然条件和土地资源的详细图件,成为合理开发利用土地资源和其他自然资源、发挥生产潜力的科学依据,而且大大提高地图质量、缩短成图周期,降低制图生产成本,具有一定推广价值。

4. 表示数量和动态变化的内容有所加强,使地图更满足生产和科研的要求

过去地学和生物学各部门的研究,以描述性的定性分析为主,因此反映在专题地图方面,除了以观测记录和统计数据资料编制的地球物理、水文、气候、经济地理等部门专题地图表示制图对象的数量指标以外,其他地质、地貌、土壤、植被等部门专题地图主要表示制图对象的质量特征,即主要反映以成因、形态、结构、成分以及年龄等指标的类型或区划。近二十年来,由于地学、生物学的研究强调定量分析,因此专题地图也开始注意在反映质量特征的同时,加强了数量指标的反映。特别是近代电子计算技术和自动制图技术的发展,可以快速编制各种反映数量指标的地图。

近十年专题地图发展的另一个特点是在反映制图对象现状的同时,特别注意和加强制图对象动态变化的反映。这类反映动态变化的地图是预测预报的基础,在此基础上可以进一步编制预测预报地图。专题地图发展的这一趋向也是与地理学近些年强调研究现代地理过程,研究动态变化和地理预报分不开的。

过去在区域调查和考察的基础上往往编制自然条件和自然资源地图,作为利用和开发自然资源的参考依据。近十年来在反映自然条件和自然资源分布的基础上加强了综合评价,特别是从开发利用的角度作出全面综合评价,编制评价地图,并在此基础上作出开发利用的规划和设计,编制规划设计地图。从现状地图到动态变化地图再到预测预报地图和从资源分布地图到综合评价地图再到规划设计地图以及从分析地图到综合地图再到合成地图,这是专题地图深入发展的重要标志。也说明地图功能作用的进一步发展。专题地图为科研和生产的实用目的更加明确。地图不只是调查总结成果的表达形式,更显示出地图是科学概括、综合评价、预测预报和规划设计的重要手段。

5. 遥感遥测和自动制图新技术广泛应用

利用遥感遥测资料编制专题地图和专题地图自动制图新技术的应用是现代专题制图的重要特点和趋势。这一问题将在本文三、四部分中详细介绍和说明。

三、遥感遥测在地图编制中的应用

七十年代发展起来的以地球资源卫星为主的遥感遥测方法已在农业、林业、地质、地理、水文、海洋、环境监测等部门得到广泛的应用。在天气预报、资源调查、找矿找水、灾

害监视、污染监测、动态变化方面发挥越来越大的作用。同样，遥感技术已成为地图编制资料的重要来源。

遥感遥测对编制地图来说，具有很大的优越性：

第一、可以获得很大范围的相对同一时间的影像或数据资料，有助于分析和反映客观规律，为较短期内编制大范围中小比例尺地图提供资料。

第二、由于采用可见光摄影、红外摄影、多光谱波段摄影和微波测定，可以获得更多的环境信息，从而得到详细可靠的第一手资料，有利于提高地图的科学质量。特别是借助于一些技术处理和分析判读仪器，例如假彩色合成和假彩色密度分割等，能获得更多准确的质量特征和精确的数量指标。

第三、由于短期内能够重复摄影，可以分析研究和反映制图对象和现象的动态变化。同时也为缩短地图更新的周期创造了条件。

第四、由于卫星摄影的比例尺较小，每张像片所包括的范围较大，在编制中小比例尺地图时，可以根据需要放大（或缩小）到所需比例尺直接编绘，根本改变了过去由大中比例尺地图缩编的传统方法，不仅缩短了成图周期，而且避免了由于制图人员水平所限在多次综合概括时可能产生的对制图对象图形的歪曲，直接综合概括影像图形可以保持制图对象位置和轮廓界线的真实性和准确性。

目前遥感遥测方法在编制地图中的应用主要有以下几个方面：

1. 编制中小比例尺影像地图

美国第一颗地球资源卫星像片（ERTS-1）的实验结果表明，从制图精度和图像质量来看，编制1:50万平面图或影像地图是完全可行的，这种影像地图除了单独使用外，也可以作为编制其他各种地图的良好基础。

2. 中小比例尺普通地图的更新

卫星像片上水系（包括河流、湖泊、水库等）和海岸线等要素反映非常清楚。如果卫星像片经过纠正并根据一定投影建立控制基础，则水系可以完全按卫星像片编绘，或用来修改原有的中小比例尺普通地图。目前美国、法国正在研制保证地形测图要求的专门测绘卫星。

3. 编制中小比例尺专题地图

这是利用遥感遥测方法编制地图的主要方面。现在应用卫星像片进行专题制图的部门十分广泛。它将如同利用航空像片测制地形图一样，成为编制专题地图的主要方法。利用不同光谱波段摄影，根据地物光谱反射特性所显示的不同色调，可以分析判明岩石成分、植被种类、土壤类型等等。因此，利用多光谱摄影和红外摄影以及微波测定可以获得地质、地貌、植被、土壤、土地利用、地表和水面热量状况、云量、冰情等方面的可靠资料，结合野外实地调查验证和地图分析，直接编制中小比例尺专题地图，周期短、成本低、质量高。例如利用卫星像片编制地质图可以发现更多新断层线，比普通方法至少增加百分之几十。尤其是一些深大断裂，往往在地面和较小范围的航空像片上不易辨认，而利用卫星像片则可判读出来。

利用遥感方法研究自然过程，特别是通过短期内重复摄影，获得自然过程的动态变化，

并且编制动态变化地图是比较理想的，如编制反映断层活动带、火山活动、湖泊沼泽化、河床演变、三角洲伸展、海岸带变化、洪水淹没范围、冰川雪被消长、沙漠移动等动态变化的地图。

利用遥感方法编制专题地图，一般方法仍是建立各种地物的判读标志，通过航空和卫星像片与已有地图对比分析，根据积累的经验进行判读，然后经过一定地面核实验证，编制整个区域的地图。但一些国家正在研究遥感遥测资料自动判读和自动制图的方法。有的国家利用遥感资料，通过电子计算机编制土地利用图等专题地图的实验，已取得初步效果。

目前有的国家，如美国、法国，正在研究和建立卫星像片图像自动处理和成图系统，就是根据从卫星上接收的信息资料（磁带）经过数据处理，在萤光屏上用假彩色显示出图像，然后用视频分布进行图像分析、自动分级、判读（按彩色分色显示要素），最后通过绘图机自动绘图（比例尺根据需要而定）。

四、地图制图自动化的迅速发展

从五十年代开始的地图制图自动化理论探讨和仪器研制，随着高速度大容量电子计算机的出现和电子自动化技术飞速发展，到六十年代取得很大进展：从英国的牛津自动制图系统开始，许多国家相继建立一个或几个制图自动化实验中心；利用电子计算机进行观测和统计数据自动处理及制图实验；手扶跟踪图形数字转换器和数控自动绘图机问世并迅速推广；开展各种类型地图自动制图实验及逐步建立这些地图的软件系统等等。到七十年代，制图自动化更加迅速发展，已由实验试用阶段进入广泛的试用和应用阶段。

自动制图必须具备两个基本条件：一是电子计算机和自动（或半自动）制图设备（硬件），二是在计算机和自动制图设备条件下工作的各种程序系统（软件）。实现制图自动化则需要解决三个环节（或三个步骤）的问题：一是资料输入，以什么样的资料形式和什么样的方式输入？二是资料处理，根据成图要求，怎样处理输入的资料，以及怎样编辑、保存、转换、组合和检索这些资料？三是资料输出，即怎样进行图形输出，以获得最后的地图成品？所有地图编绘自动化的研究，都是从设备研制和软件配套两个方面入手，解决资料输入、资料处理和资料输出中的各种问题。

在自动制图设备研制方面，近十年来，除进一步改进完善现有的数字化器、绘图机外，高速度高精度的自动绘图机（如激光绘图机、直线电机绘图机等）、扫描数字化器和扫描绘图机（如西德的扫描数字化器）、大屏幕显示（如英国的高精度激光显示和输出仪）和适应于地图的光笔装置等更先进的自动制图设备已投入试用。在地图制图自动化软件方面，近十年来也取得明显进展，首先数据资料自动制图，也就是电子计算机数据统计制图方法，已在水文、气象、环境监测和经济统计等部门较为广泛地推广应用，一些国家如美国、英国、加拿大、法国、日本已出版用电子计算机编绘的地图和地图集。

近些年来，一些国家除建立了各种数据资料自动制图系统外，主要研究和建立以地图或像片为资料基础的各种自动制图系统，其中主要有：

1. 大中比例尺地形图自动制图系统

美国、加拿大、英国、西德、荷兰、瑞士等国在这方面进行了较长时间的系统研究和实验,建立了编绘各种比例尺(主要为1:2.5万—1:25万)地形图的软件系统,并已局部应用于制图生产。

2. 大中比例尺专题地图自动制图系统

近些年一些国家在土地利用图、地籍图、地质图、土壤图、森林图、海洋图、交通图、城市规划图等专题地图自动制图方面,进行了许多研究实验和建立了相应的专题地图软件系统,如加拿大水文服务部的海洋图自动制图系统,法国城市规划图自动制图系统,瑞士城市测量服务部的道路网设计与自动制图系统等。这里值得提出的是加拿大地理信息系统(C.G.I.S)。这一地理信息系统将加拿大全国各种土地利用资料(包括土地利用状况、土地利用分类、数量和质量等级、各类土地面积等),以数字信息形式存储,并且能够随时以图形或表格形式及时提供全国或某地区土地利用的历史资料。根据土地利用规划人员的需要,迅速分析处理各种资料(包括相关分析和评价),提供所需的图件、表格和数据。

3. 像片(包括航空和卫星像片)自动判读和制图系统

这里包括图像扫描数字化器、数字化资料的处理软件、磁带记录信息的自动判读(对图像的自动显示、分析、分等级)的软件和图形输出自动绘图的软件。这方面美国、苏联、西德、法国进行了一定的研究实验,已初步建立包括硬件和软件在内的这一系统,并已开始试用。

此外,为了实现自动编图,苏联、西德、东德、匈牙利等国正在进行制图综合的自动化研究实验。在建立地图数学模式和运用数学解析方法对图上点状、线状、面状(轮廓图形)单要素的自动舍取、概括方面进行了一些研究。与此同时,利用屏幕显示和光笔实现“人机对话”,进行地图编辑修改和制图综合(取舍和概括)的软件系统正在美国、英国、加拿大、西德、法国逐步建立。

总之,除制图自动化硬件设备的进一步改进、完善外,最重要的工作还是在于加强软件的研究工作,进一步充实和完善各种类型地图的基本软件,建立最省、最快的软件系统。

国外还有人提出,不仅要解决地图信息表达自动化,而且要解决地图信息利用的自动化。因此要设计机器能够直接阅读的图形形式,也就是要建立一种符号系统,机器能够自动识别,同时也能目视阅读,如果这种设想能够实现,就可省出地图资料数字化和符号的人工识别,及程序编译等繁重工作。只要提出地图内容的选取、概括和制图综合的分区、分类和分级指标,设计一定程序,就可实现较为困难的从地图资料到地图的自动编绘,大大提高制图自动化的效率和水平。

五、对我国地图学今后发展的一些看法

建国三十年来,我国地图事业有了很大发展。首先编制出版了一批国家和省(区)地图集、普通地图和省、县挂图。通过全国许多单位大协作共同完成的、作为国家大地图集组成部分的《中华人民共和国自然地图集》是一部大型地图作品,接近和达到当时国际地