

现代地图学的发展

廖克

地图的产生和发展同社会的需要密切相关，其内容形式和编制方法总是随着科学技术的进步而发展。地图学具有区域性学科与技术性学科双重性质。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。现代地学的研究成就和发展水平，都直接或间接反映在地图制图的广度和深度方面。作为技术性学科，现代科学技术的飞速发展，给地图编绘与制印提供更好的新材料、新技术、新设备。特别是使地图制图引进自动化、计算技术和遥感技术，迅速改变制图技术的落后状态。现代地图学的发展可以归纳为以下几个方面。

一、地图制图进入广泛而深入发展的新阶段

许多国家在五十或六十年代完成了全国1:50000或1:25000航测地形图。有的国家还先后进行了两三代更新。这为中小比例尺地形图与普通地图的编制创造了条件，也为专题制图提供了详细准确的地形与地理基础。与此同时，地学、生物学等区域性学科的进一步发展，作为调查研究成果最好表达形式和研究手段的地图，获得越来越广泛的应用。因此，近二十年来，专题制图得到迅速发展。这样全国性的地图制图，就由地形测绘与普通地图编制重点转到专题制图方面。国际地图协会的每届学术会议，特别是从1968年第四届会议以后，都以专题地图为中心。国际性地图展览也以专题地图为主。1980年在日本东京召开的第十届国际地图学会议及其与第二十四届国际地理大会联合举办的国际地图展览就以专题地图为中心，展出1976—1980年期间各国代表性的专题地图作品1700多种，专题地图集与综合地图集几百部。

工作。这本身也会促进城市聚集区间的农业、林业和旅游业得到发展。由于农业职能占用的劳动力较少，这些地区的人口密度就会降低。多余的劳动力就会转向大的工业城市聚集区。

所有上述意见只是初步的意见。到目前为止对农业区的总体规划和综合研究都还没有成熟的经验。

然而国外积累了一些经验。它首先反映在联合国粮农组织1969年在瑞士和1973

年在西班牙召开的两次国际会议的材料中，联合国粮农组织专家委员会也曾就农业区规划问题于1971年在罗马，1975年在日内瓦先后2次召开过会议。1977年秋在布加勒斯特召开第三次粮农组织国际会议，主要议程是讨论土地利用规划。随着经济的发展，这项工作必将得到更加深入广泛的发展。

李德美摘译自《Новые идеи в географии》，№ 5，1981，

当代专题制图的发展，有以下特点和趋势。

1. 传统专题制图进一步发展，新的部门制图迅速兴起

十九世纪初开始陆续发展起来的地质、地貌、气候、水文、植被、土壤、土地利用、经济统计等专题制图，在分类系统、图例设计、制图方法和地图整饰等方面都日趋完善。有些国家已经完成上述各种中小比例尺地图的编制。

近十多年来，随着环境污染的日趋严重，海洋资源调查与开发的加强，以及城市规划建设与旅游事业的发展，环境制图、海洋制图、城市制图以及旅游制图迅速兴起。例如波兰编制出版了1:20万全国环境污染与环境破坏地图，包括空气污染、水体污染、土壤污染、地表变形、植被破坏、交通引起的噪音及空气污染、垃圾与工业废物、城市住宅的公共卫生设施，以及环境综合评价等九种地图。日本也很重视环境制图，先后编制了多种自然灾害地图与环境污染（公害）地图。在海洋制图方面，除传统的航海图外，还包括海洋地磁、重力、地质、地貌、生物以及海水温度、盐分等专题地图。例如日本从1972年开始进行了海岸地带的基本测图工作，包括测制地形图和海岸地带土地条件图。分别表示海底地形条件、不同设施、行政境界、海底地貌类型、海底地层和冲积层分布等内容。城市地图方面，除大比例尺地形图、城市平面图、工程技术图外，还包括城市经济、人口、交通、服务行业以及城市污染等多种地图。有些大城市，如巴黎、伦敦、纽约、柏林等，还编制出版了大型城市地图集。

2. 由地区性与全国性专题制图向大洲和全球性制图以及标准化、规范化方向发展。

由于一些国家已经完成中小比例尺自然条件专题制图，而地学研究的深入，要求从大洲、大洋和全球范围内了解自然过程，如全球性气候变化规律，全球地质构造与地震活动规律等，加上气象与陆地卫星象片的应用，可以获得直接编制大洲或全球小比例尺专题地图的资料。近二十年来通过国际合作形式编制一些大洲或世界专题地图。例如国际地质联合会组织编制了成套欧洲地质图和世界大地构造图，联合国粮农组织主持编制出版了1:500万世界土壤图，国际气象组织主持编制出版了《世界气候地图集》等。为了便于各种专题地图在全国和在国际范围内交流和使用，同时有利于电子计算机辅助制图，各类专题地图标准化、规范化问题已引起很大注意，都列为国际地质制图、地貌制图、植被制图等专门委员会的任务之一。

3. 由部门专题制图向综合性制图方向发展。

任何自然或社会现象都是相互联系和制约的，人类利用改造自然也必须综合考虑自然和社会经济诸因素，因此只编制单要素或单一部门专题地图已不能满足需要，必须综合制图，即同时反映自然环境或社会经济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。其中合成地图与综合系列地图越来越受到重视。把多种要素或多项指标按一定数学模式计算处理，变成统一分级指标的合成地图形式，已在编制评价地图、区划地图中广泛应用。综合系列地图是区域或全国系统制图的较好形式。例如墨西哥利用一次航空摄影编制全国1:50000系列地图，包括地形、地质、水文地质、土壤、土地利用、土地利用潜力等六种地图，现已完成全国大部分图幅。日本正编制全国1:25000土地利用图、土地条件图并与地形图配套，组成日本全国土地资源系列地图。这些地图都采用大比例尺彩色航空象片编制，具有较高详细程度与制图精度。澳大利亚利用陆地卫星象片编制西部地区1:50万系列地图，包括地质、地貌、土壤、植被、土

地利用等地图也具有较高的质量。由于国家和区域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、文化历史等全面情况，一直受到各国的重视。六十年代前已有二十多个国家编制出版了国家地图集。近十多年来，美国、罗马尼亚、日本、波兰、印度、澳大利亚、奥地利、加拿大、荷兰、瑞典等国编制出版的国家地图集都达到较高水平。苏联、法国、澳大利亚、匈牙利、美国编制出版了不少区域综合地图集，西德的区域规划地图集，也很有实用价值。

4. 由分布图、现状图向综合评价图、预测预报图与规划设计图的实用制图方向发展。

近二十年来，由于地理学强调定量分析和地理过程的研究，因此专题制图在反映质量特征的同时，加强了数量指标的反映；在表示现状与静态的同时，加强了动态变化的反映。在此基础上还进一步编制预测预报地图。同时，在自然条件和自然资源分布图的基础上，从开发利用角度进行综合评价，编制评价地图，最后编制规划设计地图。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，是专题制图深入发展的重要标志。也表明专题制图已从单纯反映现象的分布现状向综合评价、预测预报和规划设计的实用制图方向发展。

二、遥感制图和机助制图技术迅速发展

六十年代迅速发展起来的遥感技术已在地质、地理、农业、林业、水文、海洋、环境监测等部门广泛应用，在天气预报、资源调查、灾害监视、污染监测等方面发挥越来越大的作用。同样遥感信息是许多地图的资料来源，遥感制图已成为地图编制的主要方法之一。而且遥感技术应用的最终成果往往以地图形式表达。遥感技术在制图中的应用首先在于编制各种比例尺和各种类型的影像地图。例如美国从最初编制1:100万单色影像地图发展到1:50万和1:25万假彩色合成影像地图，从单幅象片影像地图发展到按经纬度分幅的影像地图。这些影像地图图像清晰，内容丰富，可以作为一种新的图型单独使用，也可作普通地图更新和编制各种专题地图的基本资料。目前国际上利用卫星影像编制地质构造图、地貌图、土地利用与土地复盖图、森林图、植被图以及水系、冰川、沙漠、沼泽等地图方面已有比较成熟的方法，在编制土壤图、环境污染地图、水资源地图等方面也积累了一些经验。利用遥感资料制图可以获得制图对象的更准确的质量特征、轮廓界线与数量指标。尤其在综合考察与综合系列制图中更能显示其优越性。遥感信息的分析利用除了结合野外实地调查验证进行目视解译外，一般都采用图像处理设备进行多波段多种假彩色合成形式和影像增强等技术处理。美国、法国等一些国家更是建立了采用电子计算机的遥感信息自动分类与制图系统，不仅能够进行图像自动纠正和增强处理，而且能够采用集群分类法或视频密度分割法进行图像自动识别、分类与制图。虽然目前仍处在试用阶段，但已比较广泛地应用于土地利用与土地复盖自动分类与制图方面，取得较好效果，为大量快速分析处理遥感图像创造了条件。

从五十年代开始的自动化制图研究，二十多年来得到迅速发展。到目前为止，许多国家已生产各种跟踪或扫描形式的数字化仪、绘图机和高速大容量计算机组成的机助制图系列设备，并逐步建立编制各种类型地图的软件系统。七十年代机助制图已由实验

试用阶段进入广泛应用阶段。其中应用于制图生产的主要是数据资料自动制图系统，如水文、气象、环境监测、经济统计等机助制图系统。除上述数据资料机助制图外，在城市、交通、地质等部门中也都建立起相应的机助制图系统。

近年来，国际上又从单一部门的机助制图系统向多用途的综合性机助制图系统发展，即建立较大规模的地图信息系统或地理信息系统。尤其是包括地理信息搜集、处理、存贮与制图的地理信息系统，使地理信息的数量分析和计算机制图技术相结合，使地理模式与地图模式相结合，并可快速准确地完成大量地理信息分析处理与制图任务，为研究地理规律，为促进地理学和地图学在综合评价、预测预报、区域规划等方面提供重要技术手段。例如加拿大地理信息系统及其数据库能快速提供全国或局部地区土地利用及其评价与规划方面的各种图件和表格数据。日本正建立以1:25000地图为基础的全国土地信息系统。美国加利福尼亚州信息系统研究所建立的地理信息系统可以分析处理各种地理信息，直接完成土地和环境质量评价、区域规划、厂矿和居民地选址、公路和铁路选线等多种实际任务。

地形图机助制图比专题地图机助制图复杂，美国、英国、法国、加拿大、西德、荷兰等国也进行了较长期的系统研究，建立了各种比例尺地形图自动制图系统。大体包括从航空象片数字模型到自动成图和从地形图数字化到自动综合成图两种系统。例如美国目前1:50000地形图生产中机助制图约占20%。美国还把全国1:250000地形图等高线全部数字化，地名数据库已存地名300多万个，可通过“人机对话”系统自动编制较小比例尺地形图。

国外机助制图的另一趋势是向小型轻便方向发展。一些国家尽可能利用具有较高内存、外围设备齐全的微型计算机，建立包括相应软件的小型轻便的微型计算机机助制图系统。这种系统投资少，使用方便，很受高等学校、科研单位与中小型企业单位的欢迎。

三、制图常规技术不断革新，地图编制水平不断提高

尽管机助制图迅速发展，并在一定范围内应用推广，但到目前为止，常规制图工艺技术 在制图生产中仍占主要地位。多数大型地图作品仍以常规方法编制而成。因此国外对常规制图工艺技术的革新及其推广非常重视。地图编绘与制印工艺技术方面的革新主要包括以下方面：

1. 绘图与刻图材料定型生产，商品供应。许多国家都有专门生产制图材料的工厂，商品供应品种齐全，规格多样。例如各种型号规格的绘图塑料片、绘图钢笔、绘图墨汁；各种型号规格的刻图膜、刻图工具、符号模片；各种转印的个体、线状、面状符号，花边、字体；各种贴色片、撕膜片基等。这些绘图材料使用方便，品种与质量均能满足各种绘图需要。

2. 静电复印技术普遍推广。一些国家已生产大幅面地图复印机。例如日本一家公司生产的2080大幅面静电复印机可放大缩小，复印的图像清晰、均匀，能保持原稿质量。美国、日本等一些国家还研制出彩色地图复印机，能复制多色线划和普染底色编绘原图或影像地图。

3. 制印新材料、新工艺广泛应用。主要有：复照中以接触网屏代替网目版，以撕膜

法代替手工分涂，以锁钉定位代替十字线定位，以重氮材料代替银盐感光材料等。另外还普遍采用200网线、PS版（予制感光版）、干剥离白光接触片基，不仅大大提高照像、分版、制版与套印质量，而且工作效率也大为提高。还有一种彩色地图打样方法（克罗马林法），已在许多国家推广。该法能在四十分钟内晒制一份彩色校样图，比普通打样节省时间，降低成本。

4. 地图制印自动化程度不断提高。近十多年来，西德、日本、美国、瑞士等制印技术先进国家，针对地图制版印刷工序繁多和手工操作效率低的问题，研制了各种相应的自动化设备。主要有：带小型计算机控制的复照仪、电子分色仪、自动显影定影机、自动晒版机、自动打样机、四色对开和全开自动胶印机等。此外还有计算机控制的喷射印刷机等。

总之在地图编绘和制印各个工序广泛采用伸缩变形很小的塑料片基，完全取消笨重的铸版和玻璃版材，所采用的制印新材料、新工艺、新技术达到了简化工序，缩短周期，减轻劳动，提高质量的目的。而且瑞士、西德、日本等国一些地图作品，由于内容丰富，设计新颖，编绘细致，印刷精美，保持独有风格，在国际上享有盛誉。

四、地图学理论水平有较大提高

地图的产生和发展虽有几千年的历史，但地图学作为一门学科却是本世纪初才开始建立。而且除了地图投影方法的论证以外，大多侧重于地图编制的方法技术。五十年代才系统地研究制图综合原理与方法，并且发表了一批地图学概论、地图投影、地图编制以及地质制图、地貌制图、土壤制图、植被制图、经济制图、农业制图等方面的专著。

近十多年来，随着机助制图的发展和各学科的相互渗透，尤其是数学方法、信息论、模式论、传输论的引进，加上大规模地图编制生产的发展，推动了地图学的理论研究。

首先对地图和地图学的定义提出一些新的看法。例如苏联沙里谢夫（К. А. Салишев）提出“地图学是用形象符号模型再现客观实体，反映和研究自然与社会现象空间分布、组合和相互联系及其在时间中的变化的科学”。美国莫里森（J. L. Morrison）和苏联什里亚耶夫（Е. Е. Ширяев）分别提出“地图学是空间信息图形传递的科学”和“地图学是空间信息图形表达、储存和传递的科学”等等。

这个时期发表了不少包含一些新概念、新理论的地图学专著。例如国际地图协会地图学教育委员会推荐的两本地图学教科书，即苏联沙里谢夫的《地图学概论》（1978年第三版）和美国鲁宾逊（A. H. Robinson）的《地图学原理》（1978年第四版）都增加了许多新的章节和内容。法国贝尔廷（J. Bertin）的著作《图形符号学》（1967、1973年系统论述了图形和符号的理论，被认为奠定了地图符号学的理论基础。苏联阿斯拉尼卡什维里（А. Ф. Асланкашвили）发表的《超地图学》（1974年）论述了地图语言和地图学方法论，完全从抽象的概念进行分析，包括地图的空间与时间的表达，地图语言的语义与结构，抽象与概括的地图形式，地图模式等。美国鲁宾逊在《地图的实质》（1978年）一书中论述了地图与制图，地图语言和含义，视觉与制图，空间的概念，地图与制图结构等。

七十年代以来,国外一些学者对地图学新理论进行了许多探讨,发表了不少文章。其中捷克斯洛伐克的卡拉斯尼(A.Kolacny)于1969年提出地图传输理论。认为地图是信息传输的通道,其基本过程是:客观实体经过制图者编码(用地图符号)以地图作通道传递给读图者,读图者经过译码(了解地图符号)认识客观实体。这一理论发表后,波兰、美国、英国一些学者又进一步进行了研究探讨,提出各种地图传输模式。例如英国伯登(C.Board)的模式强调了制图者经过对制图对象的选择、分类、简化、符号化变成地图,用图者经过对地图的目视感受、符号识别、分析解译形成对制图对象的认识。地图传输论受到国际地图协会的重视,专门建立地图传输委员会,组织研究和交流这方面的成果。一些学者认为地图传输论是地图学的总理论,但另一些学者提出不同看法。例如法国的贝尔廷和西德的福莱塔格(V.Freitag)等认为地图传输论只强调了地图信息的传递过程,而地图符号(地图语言)才是地图的基础,地图符号学应是地图学的总理论。苏联沙里谢夫也反对把地图传输论作为地图学的总理论,认为只强调地图传递过程和形式是不全面的,更重要的是研究地图信息本身。所以苏联地图学界主要强调和研究地图信息论和地图模式论。

关于地图学的结构,近年也提出不少新的看法。从1963年瑞士地图学家伊姆霍夫(E.Imhof)提出把地图学分为“理论地图学”与“实用地图学”以来,一些国家地图学者也分别提出各种关于“理论地图学”与“实用地图学”的论述。其中波兰拉泰依斯基(L.Ratajski)的看法具有代表性。他主张理论地图学包括地图信息传输理论(地图传输功能,地图转换,地图构成),地图知识(地图学历史,地图的系统知识),地图学方法(地图制作方法,机助制图方法,地图分析、解译与利用方法,地图资料供应方法,地图学教育方法);实用地图学包括制图生产,自动化制图的应用,地图与地图集利用,地图资料搜集,地图学教育。西德福莱塔格则提出不同看法,主张地图学分为三部分:地图学的理论(包括符号心理理论—地图句法,符号意义理论—地图语义,符号效用理论—地图实用,地图传输理论),地图学的方法论(包括符号识别方法,地图学分析系统方法,地图学教学方法,地图学组织方法),地图学的实践(包括地图制图的组织,地图编辑,地图生产,地图处理,地图制图中的辅助活动,地图人员培训)。

总之,近些年来,随着地图学理论研究的重视和加强,各种新概念、新理论的提出,各种观点和看法的争鸣,促进了地图学理论水平的提高,也展示了地图学的宽广领域和发展前景。