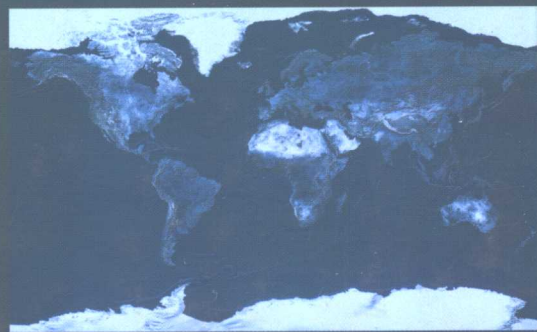




地图学的研究与实践

廖克 著

测绘出版社

地图学的研究与实践

廖 克 著

测绘出版社

内 容 提 要

本书从作者从事地图学理论与方法研究所发表的一百多篇论文中选择出 38 篇汇编而成,不仅是作者研究成果与实践经验的总结,而且在一定程度上反映了我国地图学近几十年的发展历程与所取得的成就;反映了我国地图学在理论、方法与技术方面不断研究探索与开拓创新所取得的新进展。本书包括现代地图学的发展、专题地图学、综合制图原理与方法、地图方法与地图应用、计算机制图与多媒体电子地图集、地学信息图谱与地球信息科学共 6 个部分,可作为地理、测绘、地质、环境、农林、气象等部门从事地图学、遥感与 GIS 的科研、生产的专业技术人员和相关专业的大专学生、硕士、博士研究生及教师的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

地图学的研究与实践/廖克著. —北京:测绘出版社,

2003. 3

ISBN 7-5030-1170-X

I. 地... II. 廖... III. 地图学-研究 IV. P28

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 016153 号

测绘出版社出版发行

(100054 北京市宣武区白纸坊西街 3 号)

三河市艺苑印刷厂印刷

新华书店经销

2003 年 3 月第一版 2003 年 3 月第一次印刷

开本: 787×1092 1/16·印张: 22.5

字数: 510 千字·印数: 001~300

ISBN 7-5030-1170-X/Z·19

定价: 68.00 元

作者简介



廖克

地图学家与地理学家。男,出生于湖南省益阳县。1961年毕业于苏联莫斯科大学地理系地图学专业,硕士学位。现任福建师范大学特聘教授、博士生导师,福建师范大学地球信息科学研究中心主任;中国科学院地理科学与资源研究所研究员(1987~)、博士生导师;中国科学院研究生院兼职教授;中国地理学会地图学与地理信息系统专业委员会主任委员;中国行政区划与地名学会副会长;全国地学哲学委员会副理事长;IUGG中国委员会委员;中国测绘学会荣誉会员;国际地图学协会国家与区域地图集委员会委员、评奖委员会委员等。1995年当选为国际欧亚科学院院士、主席团成员、中国科学中心主席。曾任中国科学院地理研究所地图研究室副主任、主任,地理研究所副所长;中国科学院自然科学史研究所所长;中国地理学会副理事长;中国测绘学会常务理事、地图制图专业委员会副主任委员;北京测绘学会理事长、名誉理事长等。对专题地图与综合制图、遥感制图、地图应用与地图学理论进行了深入研究,系统地提出了专题地图与综合制图的理论方法;拓宽和加深了地图的应用范围;促进了地图编制技术改造和地图学理论研究。近年又从事计算机制图与地理信息系统、多媒体电子地图集与互联网地图、地学信息图谱及地球信息科学的研究。参与主持《中华人民共和国自然地图集》(1965)、《中国人口地图集》(1987)的编制;主持和主编了《云南省丽江纳西族自治县农业综合系列地图》(1985)、《青藏高原地图集》(1993)、《中华人民共和国国家自然地图集》(1999)等。主持了国家自然科学基金重点项目“地球表层动态机制与人地系统调控的研究”(1993~1996),著有《地图概论》(1985)、《农业制图》(1991)、《现代地图学》(2003)等专著,主编论文集七本和《专题地图学丛书》三本,发表论文百余篇。获1978年全国科学大会重大科技成果奖、国家自然科学基金二等奖(1987),国家科技进步奖二等奖(1993)和中国科学院自然科学与科技进步一、二等奖及部级一等奖9次。1990年被评为“中国科学院有突出贡献的中青年专家”。1999年荣获国际欧亚科学院首次颁发的“国际欧亚科学院一等金质奖章”。2001年第20届国际地图学会议与国际地图展览会上荣获唯一的“国际优秀地图集奖”。

BCG 9/10/2001

自序

我国地图学虽然有古老悠久的历史，但近现代地图学的兴起较晚，落后于西方发达国家。旧中国地图学的基础非常薄弱。新中国成立以后，国家经济建设、科研教育以及国防军事的日益发展，推动了全国区域综合科学考察，资源调查与勘测，气象与水文等台站的建立，流域规划与农业区划的开展，从而促进了我国地图事业与地图学的迅速发展。从20世纪50年代起，测绘和地图学同其他许多学科一样，开始全面学习和借鉴苏联的经验。当时苏联在测绘和地图学领域，尤其在理论方面，的确处于世界先进、甚至领先的地位。国内有关部门邀请了苏联测绘与地图学专家来华指导，大量翻译出版了苏联地图学著作，派遣了一批留学生赴苏联学习测量、航空摄影测量和地图学专业。我本人有幸于1956~1961年在苏联莫斯科大学地理系地图学专业学习五年。当时莫斯科大学地理系集中了很多苏联最有名的地理学教授。地图学教研室有几位苏联著名的、甚至在国际上有影响的地图学家。例如地图学教研室主任、原国际地图学协会副主席、国际地理联合会国家地图集委员会主席 K. A. 萨里谢夫教授，1:250万《苏联地势图》主编、斯大林奖金获得者 И. П. 扎鲁茨卡娅教授等。我从大学二年级起就跟随扎鲁茨卡娅教授学习地势图和综合制图的原理和方法。三年级撰写了“地势图高程分级表与地形概括”的学年论文；四年级参加了大比例尺土壤调查与制图的生产实习；五年级参加了扎鲁茨卡娅教授主编的《伊尔库茨克州地图集》的编制，完成了地磁单元地图的编绘。毕业论文的题目是《综合地图集中自然地图之间的统一协调问题》。统一协调是综合地图集编制中的关键问题，当时国内正开始国家自然地图集的编制，因此根据国内需要选择了这一题目，并请扎鲁茨卡娅教授担任我的指导老师。最后以优异成绩答辩通过，并获得“优等生”毕业。在苏联这五年的系统学习和较严格的训练，为我以后的工作和发展打下了良好的基础。

1961年8月回国后被分配到中国科学院地理研究所地图研究室工作，首先参加了国家自然地图集的编制。在地图室主任、该图集主持者陈述彭先生直接领导下，负责该图集的统一协调和担任土壤图组的地图编辑。20世纪60年代初国家地图集的编制，推动了我国省区地图集编制的开展。当时国际上许多国家正抓紧国家地图集的编制出版，苏联也积极编制各加盟共和国和州地图集。在这种背景下，我开始发表介绍苏联地图学发展尤其是编制加盟共和国和州地图集经验的论文。我的工作始终得到陈述彭先生的热情指导、鼓励和支持。陈先生的言传身教，他的科学思维、治学方法、创新意识、开拓精神、严谨学风和优良品德给我很大启发和帮助。通过参加国家自然地图集的编制实践和对专题与综合制图的初步研究，得到很好的实际锻炼和理论水平的提高。

60年代中期我们对我国地图学的发展，形成两点基本认识：一是地图学要主动为国民经济建设、国防军事和科研教育服务，争取国家或地方政府的任务，通过任务带动学科；二是我国地图学理论比较薄弱，方法技术也比较落后，因此必须结合地图编制任务，加强理论

与方法的研究,同时尽可能引进和应用新的制图技术。1964年3月人民日报根据中央的统一部署发表了“积极开展群众性的农业科学实验”和“依靠群众力量建设稳产高产农田”的社论。特别是党和政府提出了分期分批建设稳产高产农田的任务,作为我国农业发展的主要方向,并号召各行各业,都要围绕党和国家的这一中心任务,来安排和部署自己的工作,尽最大可能支援农业战线。因此全国许多地图工作者积极响应号召,开展农业地图编制工作。一方面编制全国或者省区的农业区划地图和地县的农业规划地图;另一方面积极参加由陈述彭教授倡导的、为配合稳产高产农田建设而设计的农田样板地图的编制,我在总结“辽河农田样板地图”编制试点经验的基础上,主要执笔起草了“农田样板地图编制的基本原则和方法(初步意见)”,经过由中国科学院地学部主持召开的全国农田样板地图会议讨论修订后,作为全国农田样板地图编制的指导性文件。当时组织全国各地地理研究所和主要高等院校,按统一的原则和要求分片包干,为国家第一批稳产高产农田的选片与规划建设编制了二十多个地区的农田样板地图,为稳产高产农田的建设作出了贡献。

在“十年动乱”期间,全国许多地理研究单位和高等院校的科研与教学几乎完全停顿,但我们地理所地图研究室的工作没有停顿。当时在“为无产阶级政治服务”的号召下,地图室承担了“人造卫星工程系列地图”的编制,包括多种比例尺高精度的中国地图与世界地图,成为我国人造卫星轨道设计、自动记录、预测预报以及卫星回收不可缺少的基本系列地图。之后又完成了《苏联地图》、《青藏高原地图》和1:150万《中国全图》等地图的编制。同时地图室全面采用刻图法新技术,并促进刻图法在国内许多单位的推广应用。

“十年动乱”之后,迎来了科学的春天,我国地图事业和地图学进入了新的发展时期。但是从60年代中期到70年代中期,国际上地图学从理论到方法技术都得到迅速发展。中国地图学同世界先进国家的差距又进一步拉大了。而且这10年几乎断绝了同国外的联系,对国外的发展情况了解很少。为了全面深入地了解国际上地图学新的进展和发展趋势,制定学习和赶上世界先进水平的规划和措施,我于70年代初,花了一些时间分析研究国际地图学的发展特点和趋势,包括地图学新理论、新方法和新技术的发展。撰写了“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”的论文,并在1979年召开的“第三届全国地图学学术会议”上报告。后来还先后应邀在北京、河北、西藏、浙江、四川、黑龙江、陕西、上海等测绘学会报告。

1980年我参加中国测绘代表团首次出席了在日本东京召开的第10届国际地图学会议,就在这次国际地图学协会(ICA)召开的代表大会上,中国正式加入国际地图学协会。改革开放以来,我有更多的机会出国参加国际地图学会议、国际地理大会,并到许多国家参观访问与学术交流。从1987年起我还担任国际地图学协会国家与区域地图集委员会委员,经常出席该委员会的会议。因此比较及时地了解国际地图学新进展与新动向。从70年代至20世纪末的这30年,是地图学迅速发展的时期,遥感制图、计算机制图、全球卫星定位系统、地理信息系统迅速发展和推广应用,使地图编制实现了从传统的手工作业到全数字化、计算机设计、制图与制版的根本变革,出现了多媒体电子地图、数字地图与地图多维动态可视化,产生了由全球定位系统、遥感、地理信息系统、地图学相结合的更高层次的地球信息科学。这30年正是国内地图学获得空前迅速发展的大好时期,经过这30年的发展,我国地图学已经赶上世界先进国家的水平,这是非常伟大的成就。本论文集选取了反映国内外地图学发展的若干篇论文,并以“现代地图学的发展”为标题集中刊载。

地图学具有区域性学科和技术性学科的双重性质。作为技术性学科,现代技术的发展推

动了遥感制图、计算机制图与制版、地理信息系统、电子地图与地图信息系统的迅速发展,从根本上改变了地图编制与地图应用的传统方法和技术。作为区域性学科,地图学的发展与地学、生物学和环境科学的发展有着密切的关系。一方面上述学科的发展水平与研究成果都直接或间接地反映地图制图的广度和深度;另一方面,地图的编制要体现地学、生物学和环境科学的各种规律。这就要求地图工作者必须深入研究各类制图对象的特点及其地理分布规律。对此我作过一些研究,其中较有代表性的论文包括“试论自然地图上轮廓界线的特征和绘制方法”等。

综合制图是现代地图学、尤其是专题地图学的发展方向之一。我结合国家与区域地图集的设计与编制,对这一问题进行过较系统的研究。1981~1983年我主持了云南省丽江地区遥感综合系列制图实验,主编和出版了《云南省丽江纳西族自治县农业综合系列地图》;1983~1990年主持和主编了《青藏高原地图集》;同时还参与主持了《中国人口地图集》等多部地图集的编制。因此在这方面发表的论文较多,其中最具代表性的包括“综合地图集中自然地图之间的统一协调问题”、“农业卫星影像和综合系列制图方法的探讨——以云南省丽江地区试验为例”、“综合制图理论研究及其制图实践”等。1999年由我本人主编的《中华人民共和国国家自然地图集》正式出版。这是我国30多个单位300多位专家学者集体智慧的结晶。该图集是我国自然环境、自然资源、自然灾害、自然利用保护的全面展示,也是20世纪我国地球科学调查研究成果的系统汇编。该图集采用全数字化计算机设计、编辑与自动制版的最先进技术,被公认为代表我国目前地图集的最高水平,也是具有国际最先进水平的优秀成果。同时还建立了国家自然地图集数据库,作为国家资源与环境数据库的重要组成部分,设计制作了多媒体国家自然电子地图集和互联网国家自然地图集。本文集选用了“《中华人民共和国国家自然地图集》技术总结”、“我国国家自然地图集的创新与发展”、“计算机制图与地图出版系统”、“多媒体电子地图集的设计与制作”等论文。

地图不仅是自然科学和社会科学调查研究成果的很好表达形式,而且也是各学科与各部门总结规律、综合评价、预测预报、规划决策的重要分析研究手段。国际上出现“地图化”的趋势,正使地图学发展成为横断科学。因此地图方法(国际上也有称“地图研究法”、“地图分析法”)正成为重要的研究方法,地图方法和地图应用越来越受到各方面的重视,本文集选用了几篇这方面的文章。

近几年在陈述彭院士的倡导下,不仅与国际上同步开展了地球信息科学与数字地球的研究,而且开创了地学信息图谱的研究领域。我积极参与了地学信息图谱的研究与探索,除了理论与方法论方面的探讨外,在“地学信息图谱的理论与方法研究”的创新项目支持下,开展了“中国自然景观综合信息图谱的研究”。同时作为福建师范大学的特聘教授和地球信息科学研究中心的主任,主持“数字福建”中“福建生态环境动态监测与决策支持管理信息系统”的重大应用项目,除了要建立生态环境基础与动态数据库和决策支持管理信息系统外,还包括设计编制与制作福建省生态环境的综合系列地图、多媒体电子地图集、综合信息图谱等。本文集选用了“地球信息图谱与数字地球”、“中国自然景观综合信息图谱设计和建立的原则与方法”、“地学信息图谱的探讨与展望”、“21世纪的地球信息科学及其应用”、“福建省生态环境动态监测与管理信息系统的研究与设计”等论文。

从20世纪60年代初至21世纪初这40年,我亲眼目睹了国内外地图学所发生的巨大变化和科技水平的迅速提高,亲身经历并直接参与了我国地图事业和地图学的发展过程,感到我国地图事业和地图学所取得的成就是巨大的,但这些成就来之不易,是两三代地图工作者

共同奋斗的结果。我过去撰写的一部分论文，从某些方面反映了我国地图学发展过程和所取得的成就。本论文集共选编论文 38 篇，按论文内容分为现代地图学的发展、专题地图学、综合制图原理与方法、地图方法与地图应用、计算机制图与多媒体电子地图集、地学信息图谱与地球信息科学共 6 个部分，每一部分的论文以发表先后顺序编排。感谢福建师范大学和中国地图出版社给予支持，使本书得以出版。对本书的不足之处，欢迎读者批评指正。

廖 克

2002 年 5 月 2 日于北京

目 录

作者简介

自 序	I
-----------	---

现代地图学的发展

1. 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	3
2. 试论现代地图学的体系	17
3. 理论地图学的发展	25
4. 我国地图学的发展	31
5. 80 年代国内外地图制图学的发展及今后的趋势	36
6. 迈进 21 世纪的中国地图学	47

专题地图学

7. 自然地图发展现状、趋势及今后的任务	59
8. 辽河平原农田样板地图编制试验的方法总结	69
9. 现代专题地图的发展特点和趋势	87
10. 试论自然地图上轮廓界线的特征和绘制方法	91
11. 我国农业制图的发展现状及今后的任务	103
12. 中国专题地图学	109

综合制图原理与方法

13. 区域综合地图集的基本内容与编制方法的讨论——苏联加盟共和国、边区、州综合地图集编制的经验介绍	115
14. 综合地图集中自然地图之间的统一协调问题	129
15. 怎样编制统一协调的国家 1 : 100 万基本自然条件和自然资源图	153
16. 环境评价中的综合制图及其自动分析与成图系统	159
17. 农业卫星影像和综合系列制图方法的探讨——以云南省丽江地区试验为例	168
18. 地图集的发展方向与趋势	176
19. 综合制图理论研究及其制图实践	183
20. 国内外地图集的最新进展与发展趋势	193
21. 《青藏高原地图集》总设计书	199
22. 《青藏高原地图集》——“地球第三极”地球信息科学的高度结晶	223
23. 《中华人民共和国国家自然地图集》技术总结	226
24. 我国国家自然地图集的创新与发展	236
25. 中国现代地图学发展的里程碑——中国国家地图集的特点与创新	245
26. 地球信息综合制图的基本原则和方法	252

地图方法与地图应用

27. 地图方法	265
28. 地图信息感受	269
29. 发挥地图功能, 提高地图使用效益	271
30. 地图方法研究与地图应用	276

计算机制图与多媒体电子地图集

31. 计算机制图与地图出版系统	283
32. 多媒体电子地图集的设计与制作	295
33. 地图在数字城市中的应用	303
34. 福建省生态环境动态监测与管理信息系统的研究与设计	307

地学信息图谱与地球信息科学

35. 地球信息图谱与数字地球	321
36. 中国自然景观综合信息图谱设计和建立的原则与方法	327
37. 地学信息图谱的探讨与展望	334
38. 21 世纪的地球信息科学及其应用	341

现代地图学的发展

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^①

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总结较多。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。美国著名地图学家、前国际地图学协会主席鲁宾逊在《地图的实质》(1976年出版)一书中,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、

^① 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。

本文系在第三届全国地图学学术会议上的大会报告,刊载于《第三届全国地图学术会议论文集》上集,测绘出版社,1980年。

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、前国际地图学协会副主席萨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。

国际地图学协会下设各种专门委员会,其中就有地图传输委员会。1976年在第八届国际地图学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,思维和心理生理过程。

2. 地图是信息的载体

地图作为信息载体是因为地图上能容纳的信息是很大的,普通地形图能容纳一亿多个信息单元[国外有人计算为1亿~2亿个字节(Byte)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节甚至更多信息量。而且还应看到地图作为信息载体,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载体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,地图作为信息载体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

在地学和生物科学研究中,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、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、柱状图表、立体剖面,并同各种专题地图配合使用,获得关于现象地理多维分布的具体概念。

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、地表坡度、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。

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。随着现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

^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。

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物理心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研究速度、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?通过对地图图形符号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》(1967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。

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

^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(X, Y)坐标和Z(特征)的数值组成的地图空间模型。

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。例如波兰拉泰依斯基提出分别以 (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把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讫点间的其他点子。如果线条上两个组成相邻弯曲间的距离,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进展。

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、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;