



面向 21 世纪 课程 教材
Textbook Series for 21st Century

新编地图学 实习教程

蔡孟裔 毛赞猷 田德森 周占鳌 编著



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

面向 21 世纪课程教材
Textbook Series for 21st Century

新编地图学 实习教程

蔡孟裔 毛赞猷 田德森 周占鳌 编著



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

内 容 简 介

本书是教育部高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革的研究成果,是面向 21 世纪课程教材和教育部地理学“九五”规划教材。主要内容包括地图投影、地图量算、地图概括、符号设计、地图设计、地图编制、地图阅读等 34 个实习,可与《新编地图学教程》配合使用。

图书在版编目(CIP)数据

新编地图学实习教程/蔡孟裔等编著. - 北京: 高等教育出版社, 2000(2002 重印)

ISBN 7-04-008227-6

I. 新… II. 蔡… III. 地图学-实习-高等学校-教材
IV. P28-45

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 41502 号

新编地图学实习教程

蔡孟裔 毛赞猷 田德森 周占鳌 编著

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-64054588
社 址	北京市东城区沙滩后街 55 号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100009	网 址	http://www.hep.edu.cn
传 真	010-64014048		http://www.hep.com.cn
经 销	新华书店北京发行所		
印 刷	国防工业出版社印刷厂		
开 本	787×960 1/16	版 次	2000 年 6 月第 1 版
印 张	12	印 次	2002 年 8 月第 5 次印刷
字 数	210 000	定 价	18.90 元
插 页	1		

凡购买高等教育出版社图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请在所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

序

正如《新编地图学实习教程》前言中指出的,本课程“必须十分强调动手与动脑相结合……结合实习作业,反复操作,才能真正掌握”。

这是一门地学专业的基础技能课,除了真正掌握使用已制成的地图之外,也要使地学专业人员自己制作地图。正如著名的地理学家厄尔曼所说的:“地理的想法必然要与地图挂钩……如果你不能把一种想法画成地图,你就没有地理的想法。”(《现代地理学中的地图》,测绘出版社,1986)。

过去由于对地图绘与制方面的要求过于严格,致使地学专业人员往往要借助清绘地图者之手绘成地图;地图复制又是一项昂贵和繁琐的工作。可是自从计算机技术引进到地图领域以来,基本上摆脱了地图清绘的束缚;并且在地图复制上获得极大的成功。这就使地图有可能成为生活中不可或缺的文化工具。21世纪即将来临之际,先在高等学校里培养出真正掌握地图学理论,并能手脑并用地自己绘制地图的大学生,这是有远见和走在时代前面的举措。

我作为担任地图学课程的教师,在布置学生实习中,对于需要提供作业的资料(包括地理底图和各种分类或分级的数据)是一件相当麻烦的事,致使这门课程往往压缩了本应让学生自己设计和操作的实习次数,其结果是“生米没有煮成熟饭”。这次《新编地图学教程》单独有一册实习教本,是对这门课程的重大改进,在这册实习中提供了大部分实习基础资料,并且考虑到各校设备和师资等条件的不同,实习中照顾到既可用手工操作,也可用计算机辅助制图。在计算机制图部分,提供了可用的软件,并且特别介绍了我国自己的“方正智绘”作为基础;这对教师和学生都会有极大的帮助。

这本《实习》与《新编地图学教程》一样地在不失先进性的同时,也照顾到传统的制图方法,所以富有选择性和适应性。对于地图学这门课程,以《教程》和《实习》成为配套的姊妹篇,实在是意义深长的。

陆敏芬

前 言

地图学是我国高等院校地学各专业的基础课。其内容及其在相关专业教学计划中的地位与作用,决定了其必须反复操练、实践,才能真正掌握。无论在过去,还是即将跨入 21 世纪的今天,将地图学的实习单列教材,都是十分重要的。因此,《新编地图学实习教程》(以下称《实习》)是《新编地图学教程》(以下称《教程》)的配套教材。

本教材有三十四个实习,现作如下说明:

1. 所选实习有的是对《教程》内容的实践与深化,有的是对《教程》内容的补充。

2. 在基本定理的阐述上,《实习》与《教程》保持相关与连续:如在《教程》中已具体交代了的,《实习》只作扼要重复;如《教程》中尚未提及,《实习》中作具体阐述。

3. 为了适应目前对计算机地图制图知识的需求,《实习》中对其中比较成熟的内容,都同时介绍了手工和计算机两种方法。

4. 为了阐述及实施计算机地图制图的有关实习,必须有一个基本的制图软件支撑。可供选择的国内外制图软件还是不少的。我们在《实习》中,基本上以国产的“方正智绘”(4.1 版)作为基础。各院校可以根据具体情况进行选择。

5. 各个实习的编写,基本上包括了对基础知识的说明、目的要求、实习步骤提要、实例、基础数据与资料、仪器与工具等。但是,根据实习内容又有所取舍。

6. 实习的实施步骤力求具体、明确,具有可操作性,但又不是操作说明,为的是更好引导学生思考问题,培养独立分析与解决问题的能力。因此称为“实习步骤提要”。

7. 实习所用的基础资料大部分都已提供,部分未提供基础资料的实习,教师可根据本区域、本校的具体情况自行选择。也可选用《中华人民共和国基本比例尺地形图系列教学用图》(尹贡白主编,武汉测绘科技大学出版社,1999)。我们认为,这样可能更加有利于学生达到实习目的。

《教程》与《实习教程》都由相同的作者编写完成,以保持两本教材在内容与体系上的连续。《实习教程》的具体编写分工如下:实习 8~10 及实习 31~34,周占鳌;实习 11~16 及实习 19~23,毛赞猷;实习 17~18 及实习 24~30,田德森;实习 1~7 以及本教材各实习中有关计算机地图制图的内容,蔡孟裔。最后由蔡孟裔统稿,蔡孟裔、毛赞猷定稿。王占宏对计算机制图软件的使用及若干实习素材的收集、整理作了不少工作。

《实习教程》初稿完成后,经地理学教学指导委员会的推荐及同意,由南京师范大学陆漱芬教授、南京大学黄杏元教授进行了全面的审稿,他们对书稿提出了不少中肯的建议及意见,作者对此作了相应的修改、补充,并对陆、黄两教授表示衷心的感谢。

《实习教程》在体系、内容及选用的技术手段等方面,不少属初次尝试。热忱欢迎使用本教材的老师和同学提出宝贵意见。

编 者
1999年4月

目 录

实习一	认识地图	1
实习二	地图编制及印刷系统参观	3
实习三	几种计算机制图软件简介(一)	5
实习四	几种计算机制图软件简介(二)	16
实习五	数字化	21
实习六	制图字体的书写练习	27
实习七	颜色调配	29
实习八	墨卡托投影图上等角航线与大圆航线绘制	32
实习九	绘制正轴等角割圆锥投影	36
实习十	地图投影的判别	43
实习十一	用等比数列法进行河流的选取	51
实习十二	用开方根定律和删除的资格排队进行居民地的概括	55
实习十三	用化简方法进行等高线概括	58
实习十四	点状符号设计	64
实习十五	线状运动符号设计	73
实习十六	等值区域图的符号设计	78
实习十七	专题地图编辑设计书	84
实习十八	地理底图的编制	86
实习十九	利用点状符号设计分区统计图	90
实习二十	定性信息面状符号图的设计	93
实习二十一	点值图设计	98
实习二十二	利用数据编绘等值区域图	105
实习二十三	根据离散点数据勾绘等值线	108
实习二十四	地形图阅读	113
实习二十五	地形图分幅编号	115
实习二十六	地形图量算(一)(坐标、长度、坡度量测)	127
实习二十七	地形图量算(二)(面积量算)	135
实习二十八	地形图量算(三)(体积量算)	143
实习二十九	教学挂图	149
实习三十	旅游地图	153
实习三十一	水准测量	157

实习三十二 小平板仪测图与地形图修测	163
实习三十三 地形图野外读图	169
实习三十四 定向越野运动	175
主要参考书目	180
附 CD	

实习一 认识地图

地图是遵循一定的数学法则,将客体(一般指地球,也包括其他星球)上的地理信息,通过制图概括,并运用符号系统表示在一定载体上的图形,以传递它们的数量和质量在时间与空间上的分布规律和发展变化。

地图的种类很多,可以用不同的指标进行分类:

按内容,可分为普通地图(包括普通地理图和地形图)与专题地图。专题地图中还包括一些具有专业特殊用途的专门地图,如航空图、海图等;

按比例尺,可分为大、中、小比例尺地图;

按区域,可包括宇宙图、星球图、地球图;世界图、大洲图、大洋图;国家图以及下属各地区的地图;局部区域图,如海域图、流域图等;

按可视化状况,可分为实地图与虚地图;

按瞬时状态,有静态地图和动态地图;

按维数,有平面地图及立体地图等;

按语言种类,可分为汉语、少数民族语言、外文地图;

按出版和使用方式,可分为桌图、挂图、折叠图、屏幕地图、地图集等;

按感受方式,可分为线划地图、影像地图、数字地图、缩微地图、互补色地图、多媒体声像地图等;

按历史年代,可分为史前地图、古地图、近代地图、现代地图。

要求通过对所在学校现有的地图(地图集)集中展示,进行参观、阅读,在过去已有的直观认识基础上,得出更为科学、系统和全面的认识,增加学习兴趣,启迪学习思维。

在参观、阅读的过程中,要经常对照思考下列问题:

- ① 地图的基本特性有哪些?
- ② 如何得出有关“地图”的科学定义?
- ③ 地图能传输哪些知识?(可任选一种地图讲述)
- ④ 地图的类型有哪几种?

⑤ 地图常用的表示方法有哪些?

在参观、阅读的基础上,进行讨论或写出读图报告。

实习二 地图编制及印刷系统参观

目前我国常用的地图编制方法有三种：常规编制、遥感制图、计算机地图制图。而进行大量复制地图的手段，则主要通过胶印方法获得。

几种地图编制方法的程序，可以分别用下列框图表示：

△常规方法编绘地图过程(图 2-1)

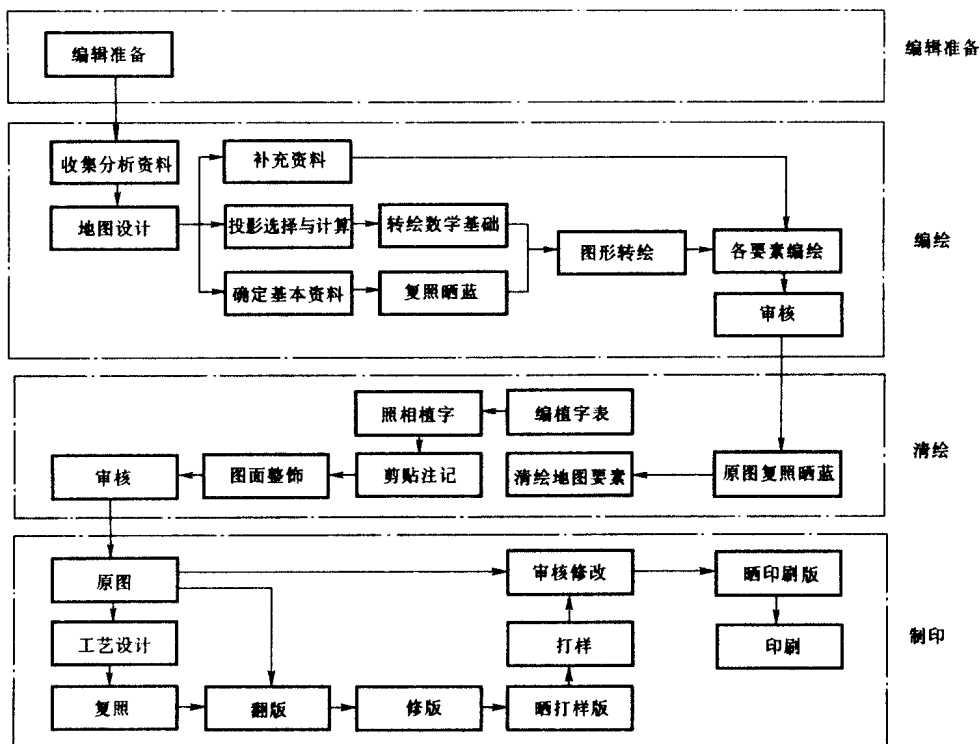


图 2-1 常规方法编绘地图过程

△遥感资料成图过程(图 2-2)

△计算机地图制图成图过程(图 2-3)

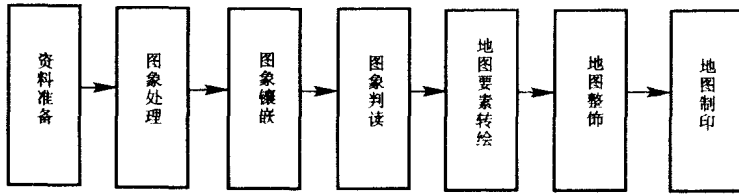


图 2-2 遥感资料成图过程

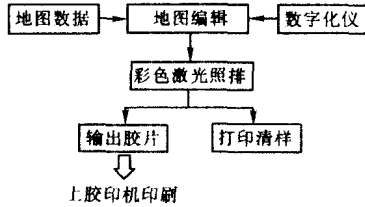


图 2-3 计算机地图制图成图过程

对上述几种不同的地图编制及印刷过程,根据条件,有选择地参观制图实验室及专业印刷工厂。

参观过程中思考下列问题:

- ① 地图是通过哪些方法编制出来的?
- ② 地图的编制过程是怎样的?
- ③ 地图编制所需要使用的仪器设备有哪些? 它们的主要作用是什么?
- ④ 地图印刷所使用的设备主要有哪些?

在参观的基础上,进行现场小结,并写出参观实习报告。

实习三 几种计算机制图软件简介(一)

计算机地图制图系统由硬件、软件、数据三部分组成,缺一不可。有关知识已在《新编地图学教程》中作了简要阐述。

随着计算机地图制图技术的不断深入与发展,同样也随着编制各种类型地图对计算机制图技术的要求不断深入与提高,国内、外已经研制了多种制图软件,这些软件各有特点、长处与不足,在使用的功能上也各有差异,有的已经相当成熟,并成为各制图单位或制图人员十分熟悉与经常使用的常用制图软件。

制图软件的类型及数量很多,即使属于常用的也不少,不可能在实习教程中都作介绍。因此,只能在国内、国外的制图软件中,各选择两种,对它们的主要功能或操作步骤作简要阐述,其目的方面是为在学习以计算机方法进行地图设计与编制时的基础,另一方面也为大家学习、熟悉与选用其他制图软件时作比较与参考。

下面介绍我国 MAPGIS 与方正智绘两种制图软件。

一、MAPGIS 基本功能及操作简介

MAPGIS 微机地理信息系统是中国地质大学(武汉)信息工程学院开发的工具型地理信息系统软件,它集地图输入、数据库管理及空间数据分析于一体,是一种全汉字大型智能软件系统。

MAPGIS 分为“输入”、“图像编辑”、“库管理”、“空间分析”、“输出”以及“使用服务”六大部分。一般的处理过程是:先用输入系统采集图形、图像、属性等数据,然后通过图形编辑和服务系统将输入的数据进行整饰和校准,通过库管理进行入库和库维护,接下来就可以通过空间分析进行各种查询、分析、统计等操作,最后,将需要输出的图形、图像、报表等数据,通过输出系统输出。

(一) 数据的输入

1. 数字化输入 数字化输入也就是实现数字化过程。MAPGIS 的图形输入子系统的主要功能有:

(1) 设备安装及初始化功能:对输入设备(主要是数字化仪)进行联机测试、

安装,并对图形的坐标原点、坐标轴、角度校正等进行初始化,实现数字化仪与主机间的连接通讯。对不同类型的数字化仪,可根据用户设置的类型,自动生成或更新数字化仪驱动程序。

(2) 底图数字化输入功能:对原始底图可进行手动数字化,采集点、线图元间的关系数据和属性数据,对三维立体图还可进行空间高程数据采集。输入方式有点方式和流线方式,输入类型有圆线、弧线、多边形线、任意线及字符串、子图等。

(3) 输入图元的平差校正功能:对输入的点、线、面坐标数据自动进行平差处理,以校正人工输入造成的误差。

(4) 输入数据的显示功能:通过设定显示窗口、比例因子,可显示当前输入的图形数据及图元关系数据,并可进行分层管理。

(5) 属性联接功能:将指定图的图形数据和属性数据通过关键字联接起来。

(6) 属性数据的编辑功能:可动态地定义属性数据结构,输入、浏览、修改属性数据。

2. 扫描矢量化输入 扫描矢量化子系统,通过扫描仪输入扫描图像,然后通过矢量追踪,确定实体的空间位置。对于质量高的原始资料,扫描是一种省时、高效的数据输入方式。MAPGIS 扫描矢量化的主要功能有:

(1) 图像格式转换功能:系统可接受扫描仪输入的 TIF 栅格数据格式,并将其转换为 MAPGIS 系统的标准 RBM 格式。

(2) 矢量跟踪导向功能:可对整个图形进行全方位浏览、任意缩放,自动调整矢量化时的窗口位置,以保证矢量化的导向光标始终处在屏幕中央。在多灰度级图像上跟踪线划时,保证在中心线跟踪。

(3) 多种矢量化处理功能:系统提供了交互式手动、半自动、细化全自动和非细化全自动矢量化方式,同时提供了全图矢量化和窗口内矢量化功能,供用户选择。

(4) 自动识别功能:系统应用人工智能及模式识别的技术,实现灰度扫描地图矢量化和彩色扫描地图矢量化,使彩色地图可达到全要素一次性矢量化。

(5) 编辑校正功能:系统提供了对矢量化后的图元(包括点图元和线图元)进行编辑、修改等功能,可随时进行任意大小比例的显示,便于校对;对汉字、图符等特殊图元,可直接调用系统库,根据给定的参数,自动输入生成。

3. GPS 输入 GPS 是确定地球表面精确位置的新工具。它根据一系列卫星的接收信号,快速地计算地球表面特征的位置。由于 GPS 测定的三维空间位置是以数字坐标表示的,因此不需作任何转换就可直接输入数据库。

(二) 数据处理

输入计算机后的数据,以及分析、统计等生成的数据,在入库、输出的过程中

常常要进行数据校正、编辑、图形整饰、误差消除、坐标变换等工作。MAPGIS通过拓扑结构编辑子系统、图形编辑子系统及投影变换、数据校正等系统来完成,下面分别作介绍。

1. 图形编辑子系统 该系统用来编辑修改矢量结构的点、线、区域的空间位置及属性,增加或删除点、线、区域边界,并适时自动校正拓扑关系。图形编辑子系统是对图形数据库中的图形进行编辑、修改、检索、造区等,从而使输入的图形更加准确、丰富。它的主要功能有:

(1) 可视化定位检索功能:提供了多种图形窗口的操作功能,包括开窗口,移动窗口,无级任意放大缩小窗口比例,显示窗口及图元捕获信息等系列可视化技术功能。

(2) 点元编辑功能:图形中各种注释(英文、汉字、日文、俄文)、各种专用符号、子图、图案以及圆、弧、直线,都归并为点图元来编辑。点图元编辑功能提供编辑修改注释及其控制点坐标的手段,可增加、删除、移动、复制、阵列复制各注释点,可修改各类注释信息,包括字串大小、角度、字体、字号、子图号等,同时还可修改控制点的坐标方位。

(3) 线元编辑功能:本系统将各种线型(如点划线、境界线、道路、河堤等)以线为单位作为线图元来编辑。各种线图元,根据指定的坐标点数据、线型及参数,经过算法处理产生各种线型。线元编辑功能完成对线段进行连接、组合、增加、删除、修改、剪裁、提取、平滑、移位、阵列复制、改向、旋转、产生平行线、修改参数等。

(4) 面元编辑功能:能编辑图形中以颜色或花纹图案填充的区域(面元),包括面元的建立、删除、合并、分割、复制,面元的属性编辑及边界编辑。其中建立面元功能允许用户交互式选择组成面元的边界弧段,定义面元属性(颜色、填充花纹等);属性编辑可以进行匹配查询、修改、删除、定位等;边界编辑可对任意区域的边界进行剪断、连接、移动、删除、添加、光滑以及对弧段上的任意点进行移动、删除、添加等操作。

(5) 图形信息的分层管理功能:系统提供了对图形信息进行分层存放、分层管理和分层操作功能,允许用户自行定义、修改图层名,随时打开或关闭个别图层或所有图层,自动检索图形的各个层及每个层上所存放的图形信息。由于图元可分层存放,从而可以利用图层作灵活的组合编图。

2. 错误检查子系统 错误检查子系统辅助用户检查数据错误,如图元的拓扑关系、面积、参数等,给用户提供一个可视化的错误检查环境,指出错误类型及出错的图元,从而节约数据修编时间,提高数据的质量。

3. 拓扑结构编辑子系统 拓扑处理子系统可对图形中的位置结构建立拓扑关系,从而使搜区、检查、造区更加方便、简捷。它提供自动生成、检查和校正

拓扑关系的工具。经过拓扑处理的数据形成的数据库也称为拓扑数据库。在进行空间分析时,只有建立了拓扑关系的数据才能进行分析,因此,常用到拓扑数据库。

4. 地图投影变换子系统 地图投影的基本问题是如何将地球表面表示在地图平面上。这种表示方法有多种,不同的图件需要不同的投影方法,因此在进行图形数据处理中,很可能要从一个地图投影坐标系统转换到另一个投影坐标系统,本子系统就是为实现这一功能服务的。本系统共提供了20种不同投影间的相互转换及经纬网生成功能。通过图框生成功能可自动生成不同比例尺的标准图框。

5. 数据校正处理子系统 图件数字的输入方法通常有扫描矢量化、数字化仪跟踪、数字化、标准数据输入法等。通常由于图纸变形等因素,使输入后的图形与实际图形在位置上出现偏差,个别图元经编辑、修改后,虽可满足精度,但有些图元由于发生偏移,虽经编辑,仍很难达到实际要求的精度,存在着变形或畸变。出现变形的图形,必须经过数据校正,消除输入图形的变形,才能使之满足实际要求,本系统就是为这一目的服务的。

6. 系统库服务子系统 系统库服务子系统是为图形编辑服务的。它将图形中的文字、图形符号、注记、填充花纹及各种线型等抽取出来,单独处理,经过编辑、修改,生成子图库、线型库、填充图案库和矢量字库,自动存放到系统数据库中,供用户编辑图形时使用。主要功能有:

(1) 形状多样的子图库编辑功能:提供一个可随时在屏幕上编辑、修改、删除、无限量增加的子图库。供各种图件的专业图例、符号的快速重复绘制等使用。

(2) 各种线元的线型库编辑功能:提供了一个产生各种线型的线型库,用户可根据需要随时在屏幕上浏览、建立、修改、生成一种线型。线型库主要用于绘制道路、境界线、点划线、虚线或任意形状的线图元。

(3) 花纹图案库编辑功能:系统提供了一个填充面元花纹图案库,用户可随时在屏幕上编辑、修改、生成任一种类型的图案,并可以随时进行浏览、查询。

(4) 专用符号库的生成功能:用户可以根据自己的需要,建立专用的系统库。如地质图符号库、旅游图符号库等。

(三) MAPGIS 数据库管理

MAPGIS的数据库管理是通过空间和属性两个管理系统来实现的。

1. 图形数据库管理子系统 图形数据库管理子系统是地理信息系统的重要组成部分。在数据获取过程中,它用于存储和管理地图信息;在数据处理过程中,它既是资料的提供者,也可以是处理结果的归宿处;在检索和输出过程中,它是形成绘图文件或各类地理数据的数据源。图形数据库中的数据经拓扑处理,

可形成拓扑数据库,用于各种空间分析。MAPGIS的图形数据库管理系统可同时管理数千幅地理底图,数据容量可达数十千兆。主要用于创建、维护地图库,在图幅进库前建立拓扑结构,对输入的地图数据进行正确性检查,根据用户的要求及图幅的质量,实现图幅配准、图幅校正和图幅接边。现对其主要功能分述如下:

(1) 图库操作功能:提供了建立、修改及删除图库等一系列操作;能进行图幅入库的参数设置,包括幅面的大小、经纬跨度和比例尺等;对编辑好的图库,提供图库输出功能,将其转化为地理信息系统或管网属性系统等底图,供其他系统使用;为确保数据的完整性,在建库过程中作值域检查、依赖关系检查、重复记录检查,对用户数据建立自动备份。

(2) 引入“库类”概念:建立了一种数据组织与管理的新方法,使得地图数据的存储与检索非常灵活。库类的操作提供了增加类、删除类、更换类、修改类、浏览类。

(3) 图幅操作功能:提供了记录输入、显示、修改、删除等功能。每个记录(也称一个图幅)包括标识符、控制点及其所代表的图元的图形文件,用户根据需要可随时调用、存取、显示、查询任一图幅。

(4) 信息查询功能:提供了经纬度查询、日期查询、标识查询和条件查询功能。用户根据需要可随时选择任何一种方式进行操作。图幅检索提供了空间条件检索、库类检索、图形属性检索以及综合条件检索。用户利用这些功能可将所需要的图形及属性数据从图库中提取出来。

(5) 图幅剪取功能:提供了输入剪取框、读入剪取框和临时构造剪取框三种方式。每种方式都可以任意设置剪取框,自动剪取框内的各幅图件,并生成新的图件。

(6) 图幅配准功能:提供了图幅变换功能,可随时对装入的图幅进行平移变换、比例变换、旋转变换和控制点变换,以满足用户的需求。

(7) 图幅接边功能:可对图幅进行分幅、合幅,并进行图幅的自动、半自动及手动接边操作,在接边的过程中,系统能准确、快速地自动清除接合误差。

(8) 图幅提取功能:系统对分层、分类存放的图形数据,按照不同的层号或类别,分层提取图幅,或者通过指定相应的图幅,合并生成新的图件,以满足不同用户的需求。

2. 专业属性库管理子系统 GIS系统应用领域非常广,各领域的专业属性差异甚大,以至不能用某一个已知属性集去描述概括所有的应用专业属性。因此建立动态的属性库非常必要。动态就是根据用户的要求,随时扩充和精简属性库的字段(属性项),修改字段的名称及类型。对于具备动态库及动态检索的GIS软件,在同一软件中,就可以管理不同的专业属性,也就可以生成不同应用