

资源与环境信息系统研究系列论文集之五

洞庭湖荆江地区资源与环境 信息系统研究

测绘出版社

1991

99

2

3

内 容 简 介

本文集以荆江洞庭湖区的洞庭湖堤垸区、荆江地区、荆江分洪区和沙市市为实例,介绍了洞庭湖荆江地区资源与环境信息系统的设计与研究工作,着重探讨了堤垸区特殊空间结构与不同洪灾类型发生区GIS的设计、环境演变过程的动态模拟、洪水过程与城市发展的动态监测和区域发展与区域规划、防洪救灾辅助决策,以及土地利用规划分析模型研制等问题。

本书可供从事环境研究、地学分析、城市与区域规划、农业开发、计算机辅助设计与制图、防洪减灾决策等方面的科技人员和大专院校师生参考。

主 编: 黄 绚 刘 侠 闫国年
副主编: 万 庆 李满春 张志辉 戴铁夫

洞庭湖荆江地区资源与环境信息系统研究

黄 绚 刘 侠 闫国年 主编

*

测绘出版社出版发行

燕南印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/16·印张 13.75·插页 4·字数 320 千字

1991 年 8 月第一版·1991 年 8 月第一次印刷

印数: 1—1000 册·定价: 7.00 元

ISBN 7-5030-0487-8/K·179

资源与环境信息系统研究系列论文集

编辑说明

我国资源与环境信息系统研究与应用从 80 年代初起步,最近五年已进入一个初步发展阶段。在这个阶段中,全国许多部门和广大的科技人员,结合国家科技发展和社会需求,组织联合攻关,主要进行了下述几方面的研究与应用工作:抓紧资源与环境信息系统国家、省、市和县等不同层次的规范化与标准化的研究,籍以协调全国不同级别和不同类型信息系统的发展,保证信息共享和系统兼容的逐步实现;结合区域发展和重大工程项目建设的需要,例如黄河下游洪水预警与灾情对策,黄河三角洲洪水灾情分析与区域发展,洞庭湖和荆江地区的防洪与环境变化分析,黄土高原地区的水土保持,“三北”防护林生态效益监测分析,京、津、唐地区的环境变迁与生态变化,……研究不同应用目标的区域信息系统的建立,分析模型的发展和应用模式的探讨,一方面务求在实际应用中取得效益,另一方面探索区域信息系统的理论、技术方法、应用模式,以提供示范的实例;配合国家在大范围、综合性和宏观分析的需求,研究和建立全国范围的国土基础、自然环境、自然资源和水土保持的信息系统,为中央和省区有关部门提供资源与环境背景信息和宏观决策分析;解决几项基础性、关键性和共同性的软技术,研制多套以微机为主的软件系统,以推进整个资源与环境信息系统研究和应用的发展。

经过几年科学研究和应用实践,在资源与环境信息系统的理论、技术、方法、应用模式、地理模型、软件系统和专家系统的发展等多方面都取得了重要进展。有些研究工作已经告一段落,获得了最终成果。有些研究工作还在进行,但亦已总结出比较系统的阶段研究结果。为了及时进行学术交流,推广研究成果,我们组织编写《资源与环境信息系统研究系列论文集》,计划从 1988 年底开始到 1991 年止共出版 12 集,它们是:

资源与环境信息系统研究系列论文集之一:

资源与环境信息系统国家规范与标准化研究

资源与环境信息系统研究系列论文集之二:

黄土高原(重点产沙区)信息系统研究

资源与环境信息系统研究系列论文集之三:

黄土高原三川河流域区域治理与开发信息系统研究

资源与环境信息系统研究系列论文集之四:

黄土高原小流域动态监测信息系统研究

资源与环境信息系统研究系列论文集之五:

洞庭湖荆江地区资源与环境信息系统研究

资源与环境信息系统研究系列论文集之六:

黄河下游洪水险情预警与灾情对策信息系统研究

资源与环境信息系统研究系列论文集之七:

黄河三角洲洪水灾情分析信息系统研究

资源与环境信息系统研究系列论文集之八:

三北防护林资源与环境动态监测信息系统研究

资源与环境信息系统研究系列论文集之九:

区域开发信息系统研究

资源与环境信息系统研究系列论文集之十:

省、市、县区域规划与管理信息系统研究

资源与环境信息系统研究系列论文集之十一:

全国性资源与环境信息系统研究

资源与环境信息系统研究系列论文集之十二:

资源与环境信息系统软件研究

这是我国第一套有关资源与环境信息系统方面的系列论文集,它比较全面和系统地反映了我国在资源与环境信息系统研究及应用领域的现状和水平,对从事这一领域工作的科技人员、管理人员和高等院校有关院系的师生均有重要的参考价值。

系列论文集是在有关课题负责人和许多科研人员共同努力下编辑出版的,这是一项集体研究成果的反映,何建邦、蒋景瞳两同志负责组织编辑出版工作。

系列论文集的作者们深为感谢中国科学院学部委员陈述彭教授对论文集所涉及的各项科学研究工作的指导,对系列论文集编辑出版的支持和帮助;深为感谢国家科委、中国科学院、国家教育委员会、林业部、国家测绘局和农业部等有关科技管理部门,特别是中国科学院资源环境科学局的大力支持和具体帮助。

测绘出版社第三编辑室为系列论文集的编辑出版付出了辛勤劳动,没有他们的努力,系列论文集是不可能以这种面貌出现的。地理研究所大地科技公司的许多同志为系列论文集的印刷做了巨大的努力,使系列论文集能及时与读者见面。作者也十分感谢他们的帮助和支持。

由于作者和编者的学术水平、研究经验和应用实践诸方面的限制,本系列论文集一定存在不少错误和问题,恳请读者予以指正。

编 者

前 言

荆江洞庭湖区，地势低平，土地肥沃，河流纵横交错，湖泊星罗棋布，民垸错落相间，是著名的“鱼米之乡”。几千年来，由于荆江和洞庭湖的演变及人类活动的影响，荆江已成为一条地上悬河，洞庭湖已萎缩成几条洪道，由此所带来的洪、涝、渍、病等问题，已严重威胁着人民生命财产的安全和经济的发展。作为我国重要的商品粮和淡水养殖基地，荆江洞庭湖区以防洪及洼地开发利用为主体的区域规划问题已成为当前亟待解决的重大课题。荆江洞庭湖区地理信息系统研究包括了国家“七五”科技攻关课题“资源与环境信息系统实验”的一个子专题“洞庭湖洪水险情预报信息系统研究”、中加国际合作课题“洞庭湖地理信息系统”、中国科学院国家计委地理研究所资源与环境信息系统国家重点实验室基金课题“荆江分洪区重新规划研究”、“荆江地理数据库建立与应用研究”等。其目的在于充分发挥遥感覆盖面积广，信息获取周期短及地理信息系统区域性和综合性强的特点，为区域资源与环境的动态监测，防洪减灾和区域整治开发提供多源、多层次、可更新的基础数据和辅助决策的现代化技术手段，同时探索地理信息系统的应用潜力，评价其应用效果，进一步促进地理信息系统的发展。

研究的主要内容有：①系统的设计，包括数据库系统、模型库系统和方法库系统的逻辑结构设计及它们之间的联系；②堤垸区地理数据库的建立；③数据库系统的维护与更新。④应用分析模型的研建与环境演变的预测及模拟演示。研究工作与生产性试验紧密结合，洞庭湖地理数据库应用于1989年长江中游防汛遥感应用试验，取得了良好的效果，通过了由国家科委组织的鉴定，获水利部一等奖。

在陈述彭教授的主持下，中国科学院国家计委地理研究所资源与环境信息系统国家重点实验室和湖南省遥感中心承担了主要的工作。中国科学院资源与环境科学局、国家遥感中心和湖南省人民政府对研究工作给予了热情的关心和指导。水利部遥感中心、国家测绘局测绘研究所、农业科学院农业自然资源与区划研究所、浙江大学、南京大学、北京大学等单位给予了大力支持和帮助。

为了总结在系统开发、方法研究和应用实验等方面取得的成果，促进地理信息系统实验研究和学术交流，我们编辑了这本文集。本书同反映荆江洞庭湖区资源与环境信息系统的《中国地理信息系统检索地图集（第二卷）》一起，力图以形象直观的方式将地理信息系统及其支持下的机助制图成果同研究总结结合起来，形成一个整体，相互参照和补充。

目前，荆江洞庭湖区资源与环境信息系统还处于实验性运行阶段，许多问题有待继续深入研究和探讨。我们将这本文集奉献给读者和同行，以抛砖引玉。由于水平有限，疏漏乃至错误之处在所难免，恳请读者批评指正。本文集只收集了1990年以前的阶段性成

果,一些最新成果,如湿地开发利用、洪水演进模拟分析、洪灾风险分析等,不久将再以文集和专著的形式奉献给同行。在文集的编辑过程中得到了参加专题研究的科技人员的积极配合和支持,王红同志承担了全部图件的清绘工作,测绘出版社、北京师范大学地理系对出版工作给予了大力支持,在此一并表示衷心感谢。

编 者
1991年4月

目 录

洞庭湖荆江地区资源与环境信息系统研究	黄绚 阎国年 张志辉 (1)
沙市排水工程信息系统初步研究	马东星 (15)
洞庭湖区地理数据库的建立与应用	阎国年 戴铁夫 万庆 (32)
荆江河道变迁数据库的研建与初步应用	李满春 陈丙咸 阎国年 (42)
洞庭湖荆江地区地理信息系统中农业数据库的研建	肖铤 (56)
洞庭湖堤垸区数字高程模型 (DEM) 的建立	万庆 戴铁夫 阎国年 (65)
荆江分洪区检索信息系统的设计与应用	任重 张志辉 (71)
沙市排水工程信息系统应用模型研究	马东星 (76)
洞庭湖荆江地区地理信息系统中农业模型库的研建	肖铤 (97)
数字高程模型 (DEM) 在洞庭湖趋势变化 研究中的应用	万庆 戴铁夫 阎国年 (105)
灾民撤退与救灾物资调配的路径网络模拟研究 —— 以君山农场为例	戴铁夫 万庆 阎国年 (110)
荆江分洪区地理信息系统应用研究	张志辉 任重 张驰 任永琳 李霞 (114)
荆江分洪区防洪规划研究	李霞 张志辉 李寿深 (120)
洞庭湖区各市、县的模糊聚类分析及综合经济评价	肖铤 (145)
洞庭湖区地理数据库在土地资源研究中的应用	阎国年 (152)
农田质量评价与作物结构布局的计算机方法试验研究	薛玲娜 (158)
近 200 年来洞庭湖历史变迁动态仿真	张志辉 万庆 阎国年 (162)
下荆江河道变迁动态模拟演示研究	李满春 陈丙咸 (167)
用地图专家系统 MAPKEY 编制 荆江分洪区专题地图	张文星 苏波 李华 张晓春 (175)
洞庭湖区水情实时监测系统试验研究	刘侠 谭立刚 金洪涛 (180)
洞庭湖区遥感信息专题提取研究	赵元洪 陈铭臻 何侃 (188)
荆江分洪区地理信息系统遥感专题信息提取	张志辉 李寿深 (193)
城市遥感信息提取及城市扩展动态检测的遥感分析	田良虎 赵元洪 张福祥 (198)
图版	

洞庭湖荆江地区资源与环境信息系统研究

黄 绚

(中国科学院 国家计委地理研究所资源与环境信息系统国家重点实验室)

闫国年

(南京大学大地海洋科学系)

张志辉

(武汉高能应用技术研究所)

摘 要

本文主要介绍了洞庭湖荆江地区资源与环境信息系统(JDGIS, 包括洞庭湖洪水险情预警与灾情对策信息系统、荆江分洪区重新规划信息系统、荆江地区地理信息系统、沙市市防洪排污工程信息系统)的设计与建立、特色与功能以及初步应用的结果。全文共分6个部分: ①洞庭湖荆江地区资源与环境信息系统概述; ②区域概况; ③研究方法与技术路线; ④系统的设计与建立; ⑤系统的功能分析与特点; ⑥系统的应用。

一、JDGIS 概述

JDGIS 是由洞庭湖洪水险情预警与灾情对策信息系统、荆江分洪区重新规划信息系统、荆江地区地理信息系统和沙市市防洪排污工程信息系统构成的区域性地理信息系统。系统研制的目标是: ①研究和建立针对不同洪水类型(溃决分洪型、涝渍型、河道漫溢型及城市雨洪型), 具有区域特色, 为防洪减灾服务, 并在区域规划、开发和治理的辅助决策方面具有应用潜力的数据库系统; ②进行洪水水情与灾情实时监测或配合洪水实时监测, 提供研究区实用化的数字地形模型(DTM)和环境背景数据库; ③消化引进的ARC/INFO地理信息系统软件, 使之成为江河洪水险情预警与灾情对策、区域整治规划信息系统的主要支持软件; ④开发一系列用于洪水险情分析与数值模拟、防洪减灾辅助决策、环境变化动态模拟与预测、区域规划等的应用分析模型和软件; ⑤将系统开发的经验推广到具有相似地理环境、面临共同问题的地区, 如我国鄱阳湖、太湖及珠江三角洲地区, 以及南亚和东南亚的印度、孟加拉国、泰国等国家, 争取国际合作, 增进学术交流, 为国际防灾减灾做贡献。

荆江洞庭湖地区, 地势低平, 河湖交错, 土地肥沃, 开发历史悠久, 人民群众在区域防洪减灾、涝洼地开发治理方面已积累了丰富的经验。然而, 应用遥感与地理信息系统技术进行洪泛区规划管理和区域开发的辅助决策则是一项新的课题, 具有重要的现实意义。

洞庭湖荆江地区资源与环境信息系统的设计、建立和应用研究, 一方面为区域防洪减灾、涝洼地综合治理、环境变化研究和区域规划提供现代化的技术手段, 为建立运行系统提供技术、方法和路线并提供一个具有实用价值的区域信息系统, 另一方面为探索地理信

息系统的功能、作用和应用潜力,评价其应用效果,以进一步促进地理信息系统的发展。

二、区域概况

荆江洞庭湖地处长江中游,在历史上是我国政治、经济、文化和军事上的重要地区。平原上,土地肥沃,气候温暖湿润,是我国主要的商品粮基地和淡水养殖区。长沙、沙市、岳阳、益阳、常德自古就是湖区内的重要港口,有悠久的手工业历史,现已建成或正发展成为现代化的工业城市。区域内交通方便,长江贯穿东西,江面宽阔,终年不冻,是连接我国东西部的水上运输大动脉,素有“黄金水道”之称。京广、焦枝—枝柳铁路横跨东西两侧,是连接我国南北方向的交通枢纽。荆江洞庭湖区在我国社会主义现代化建设中起着重要的作用,它正以崭新的风貌崛起在神州大地上。

然而,由于自然界的长期发展变化以及人类对资源的不合理开发利用,造成了区域面临着一系列严重的环境问题:

1. 洪水威胁长期存在,并日趋严重,对区域经济发展起着明显的制约作用

东晋时,荆江大堤开始修建,至明清全线连成一线,河道滩面淤积迅速,洪水位不断抬高,造成了水高堤高、堤高水高的局面。现在荆江大堤一般高出两岸地面 10~16 m,最高处已达 18 m,汛期洪水位高出地面 10~13 m,形成了“帆船楼上驶,江水屋上流”的形势,常有溃堤的危险。下荆江河曲的发展不仅造成洪水渲泄不畅,而且对航道的影响也很大,因而有“万里长江,险在荆江”之称。

唐宋以前,荆江向南北洞庭湖和云梦泽分流分沙,无大水灾。随着云梦泽的消亡,江水分流口被堵,洞庭湖便成了荆江洪水的主要调节器,其分流调蓄对保证荆江的安全起了重要的作用。但是,荆江四口分流的形成,荆南地面淤高,洞庭湖加速萎缩,在近 150 年的时间内湖泊面积由 6000 km² 减少到 2691 km²,湖区洪水位大幅度上升,造成堤垸溃决,洪涝灾害年年发生,给湖区经济发展和人民生命财产的安全造成了严重的威胁。洞庭湖的萎缩,使其对荆江洪水的调蓄作用日益减弱,湖区湖水位的上升对荆江水流产生顶托,更进一步加剧了荆江洪水的威胁。荆江大堤万一溃决,北决则洪流遍及江汉,直逼武汉,将会再现历史上的云梦大泽;南决则洪流扫荡洞庭,再次形成“洞庭巨浸”。

2. 垸老田低,渍灾频繁

人类社会经济的发展造成人类对土地需求量的增加,垸田的兴起就成为荆江洞庭湖区河湖滩地开发利用的主要形式。在围湖垦殖的过程中,围堤层层外包,一旦围垦,垸田即不能落淤,而垸外河湖则加速淤积,日久天长便形成了垸老田低的局面。垸内地势低洼,积水不能及时排出即形成渍灾。在清代以前,区域不见涝渍问题,当时洞庭湖区即有“不溃垸就丰收”之说,然而到清代则“雨落三朝怕水淹”,民国更有“三分怕旱,七分怕渍”,可见涝渍灾害的严重性。解放后通过对区域的整治,垸堤加高加固,并垸合围,垸内地势更见低洼,虽然电排工程起了很大的作用,但涝渍灾害几乎年年发生,已成为农业生产发展的障碍。

3. 湖泊面积减少, 区域环境恶化

洞庭湖是个“吐吞型”过水湖泊, 它接纳湘、资、沅、澧四水, 吞吐长江。每年汇集泥沙约 $2.05 \times 10^8 \text{ t}$, 其中来自长江四口分流的泥沙为 $1.6491 \times 10^8 \text{ t}$, 城陵矶出湖泥沙仅有 $0.5289 \times 10^8 \text{ t}$, 淤积在湖中的为 $1.52432 \times 10^8 \text{ t}$, 约 $1 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。从四口分流形成以来, 入湖三角洲迅速发展, 湖面湖容不断减少, 其影响首先表现为洪、涝、渍灾害的增加。洞庭湖的萎缩, 围湖造田, 首先使水流归槽, 造成相同流量时洪水位不断上升, 每年洪水过境, 外洪内涝; 其次是激化了种、养、蓄、运之间的矛盾; 再者是引起水生生物资源的衰退和钉螺孳生范围的扩大。

4. 对分洪区已很难实施分洪计划

荆江分洪区是为了消除荆江水患, 分蓄荆江超额洪水, 确保荆江大堤、江汉平原、武汉市及京广铁路安全, 减轻洞庭湖区分洪压力而建立的长江中游主要防洪工程之一。1954 年长江流域发生特大洪水, 荆江分洪区三次启用, 分洪总量达 $122.6 \times 10^8 \text{ m}^3$, 对长江中下游防洪减灾起了积极的作用。

然而, 半个世纪以来, 荆江分洪区的地理环境和社会经济状况都发生了大的变化, 人口由 1954 年的 16 万增加到 1988 年的 48 万, 但道路和桥梁状况远不能满足防洪的要求, 一旦再次分洪, 人口迁移、安置与安全保障都将成为主要问题, 而且随着社会经济的发展 and 人民生活水平的提高, 分洪造成的损失也将大幅度增加。

5. 城市化迅速发展与城市防洪排污工程现状不相适应

沙市是我国新兴的工业城市, 近十几年来, 它依靠江汉平原丰富的资源和广阔的市场, 经济迅速发展, 城市规模不断扩大, 人口持续上升。目前沙市的城市化水平已达 83.50 %。城市的发展对雨洪的调控和污水排放提出了更高的要求, 但沙市现行的防洪排污工程建设与城市化发展远不相适应, 市区渍水尚未根本解决, 雨洪唯一的自流出口也有被堵的危险。1980 年的一场暴雨, 使沙市遭受严重水患, 道路被淹, 工厂停产, 居民生活受影响, 持续时间达一个月之久, 同时因调蓄积水, 大量污水进入养鱼塘, 伤害了渔业, 郊区蔬菜基地大片被淹, 损失十分严重。

综上所述, 荆江洞庭湖区洪、涝、淤、病、人口、城市化等问题, 尤其是日益严重而频繁的洪涝水患, 给该区域带来了巨大的损失, 严重阻碍着经济的发展。因此, 如何有效地整治好荆江与洞庭湖, 合理开发利用区域的自然资源与劳动力资源, 加快经济发展, 已成为一项重要的战略任务, 也是摆在科学工作者面前的重大课题。

三、研究的方法与技术路线

遥感与地理信息系统的迅速发展为资源与环境研究、区域规划管理、国土整治开发以及江湖洪水险情动态监测和防洪减灾辅助决策提供了最新的工具和手段。它能够快速、准确和不断地提供决策所需要的信息, 并能够有效地处理和利用这些信息。荆江洞庭湖地区

所面临的问题复杂多样,需要运用系统的方法,借助于现代科学技术的支持才能正确地认识并逐步加以解决。区域经济与人口、资源与环境的变化需要不断更新数据库作为监测与分析的工具,防洪规划、涝洼地的治理与综合利用、城市化的发展、区域经济发展的优化是多层次、泛目标的系统工程,需要把系统加以分解,建立多种分析模型并进行仿真模拟。因此,针对特定的应用目标建立区域性地理信息系统十分必要。

国际上地理信息系统的研制开始于 60 年代中后期,发展十分迅速,在自然资源调查、环境变化动态监测、自然灾害预测预报、自然变迁过程分析、资源开发与保护的管理等方面得到了广泛的应用。我国地理信息系统自 80 年代初起步以来已有长足的进展。自 1986 年辽河下游应用雷达监测洪水灾情以来,江河洪涝灾情遥感监测与预警信息系统的研究已成系列。1987 年永定河下游防洪数据库建成,1988 年黄河下游防汛遥感试验采用气象卫星、陆地卫星和通信卫星作为信息获取和信息传输的工具,结合遥感技术、通讯技术和地理信息系统进行综合试验,在确定洪水淹没范围、洪水淹没损失估算、水情实时监测和洪水调度方面取得了成功的经验。三北防护林平泉试验区,黄土高原安塞试验区、三川河流域试验区、太湖平原、三江平原、京津唐试验区的地理信息系统的成功设计与应用,为 JDGIS 的研究提供了宝贵的经验与借鉴。

建立 JDGIS 是一项复杂的系统工程,需要从价值和效益出发,综合考虑系统的完整与可扩充性,必须以总体设计为指导,有计划、有步骤地开展。

图 1 给出了建立 JDGIS 的工作流程。我们将这一过程划分为:系统需求分析、系统设计、数据库的建立、应用分析模型的研制、系统的运行与维护、系统评价 6 个阶段。

1. 系统需求分析

(1) 用户要求调查

JDGIS 是为防汛减灾、涝洼地开发利用、荆江分洪区重新规划和沙市防洪排污服务的。因此,需要进行用户要求调查,从而确定数据存取、数据处理、数据类型、数据输出及分析模型的形式;在资源与环境动态监测和区域规划与国土整治应用等方面实现信息资源共享,满足用户进行辅助决策的要求。

(2) 系统数据分析

数据是 JDGIS 的基础,建立数据库之前必须分析数据现状。JDGIS 信息源广泛,主要来自地形图、专题图、遥感影像、社会经济统计年报、观测站网和科学研究的成果,由以下 6 大部分组成。

① 地理背景信息:包括水系、居民点、交通网、行政区划界线等。主要信息源为地形图、专题图、假彩色红外航片及侧视雷达影像。

② 数字地形信息:主要信息源是地形图、航片和雷达定位声纳测深数据,在数字地形模型产生后还可派生出一系列地形因子,如坡度、坡向、分水岭、谷地等。

③ 资源与环境信息:主要来自航空与航天遥感、专题地图和专题研究的结果,包括地貌类型、土壤类型、植被类型、土地利用现状、钉螺分布等。

④ 防洪工程信息:包括各种类型的大堤、垸堤、险工段、排洪管网、电排站、涵闸、船闸、防汛救灾物资仓库、水文水位站等。主要信息源是彩红外航片、侧视雷达和专题

图。

⑤ 社会经济信息：主要来源于各级政府统计部门和专题研究报告，包括各种资源统计数据、人口、工农业产值、土地面积、房屋间数等。

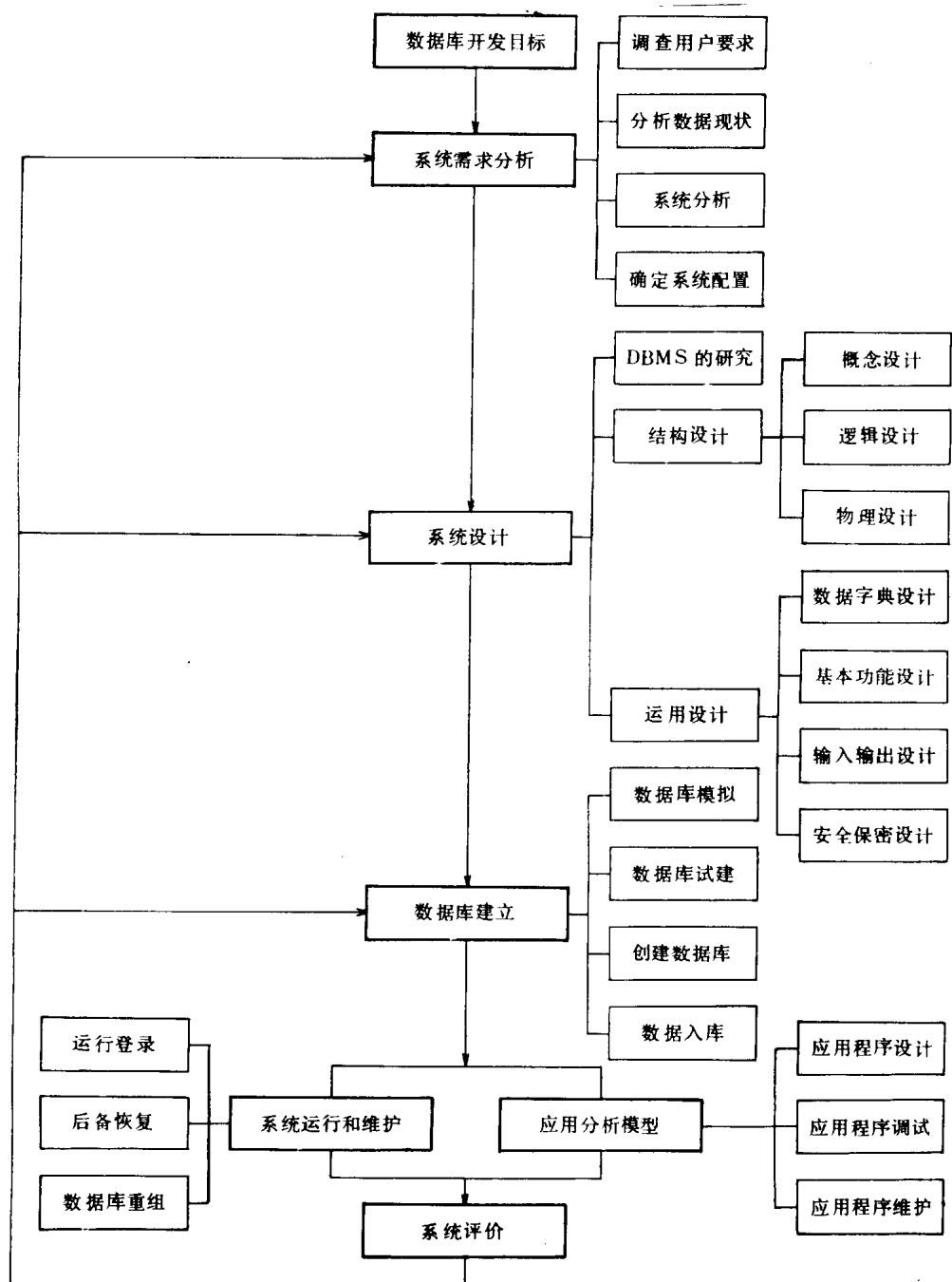


图 1 系统建立工作流程图

⑥ 观测数据: 包括气温、降水、物候、水位、流量、含沙量等, 主要信息源是水文年鉴和各种观测报表。

(3) 系统分析与系统配置

在了解用户要求和数据现状的基础上, 分析系统环境和条件, 确定系统边界, 从而抽象出系统模型, 定义所要解决的问题。对 JDGIS 而言, 根据系统目标和现行可利用的硬件资源与信息源状况, 决定了面向高层用户的小型机分系统和面向基层用户的微机分系统与遥感信息图像处理系统相互联系的系统配置。

2. 系统设计

综合系统分析的结果, 系统设计包括结构设计和运用设计。

(1) 结构设计

在系统分析和确定系统配置的基础上, 首先运用实体 - 关系模型对区域背景、资源与环境不同实体及其关系进行分析, 建立系统的概念模型, 并对所有数据进行分解、合并、重组, 设计数据编码系统, 标识数据属性, 确定记录格式, 选择文件组织方式, 建立文件相互关系, 进而确定整个系统的空间逻辑结构。

(2) 运用设计

主要包括数据采集和输入功能设计, 数据自动处理功能设计, 数据更新功能设计及数据输出设计。它涉及到数据库中所采集数据的内容、数据格式、数据完整性和一致性的自动处理, 也涉及到对数据库实体及具体特征在不同层次上的更新处理, 以及数据录入和输出结果的形式。

3. 数据库的建立

(1) 数字高程数据库的建立

洞庭湖荆江地区数字高程数据采用格网读点和数字化等高线及高程点的方法录入计算机, 数据经过换带转换到 6 度带的高斯 - 克吕格投影坐标系内, 然后进行图形拼接和加密采样, 再经 ARC/INFO 中的 TIN 模块的处理, 形成不规则的三角网, 继而形成规则格网数据或矩阵数据。

(2) 专题数据库的建立

JDGIS 中专题数据库包括荆江洞庭湖历史变迁、水系、交通网络、行政区划、居民点、防洪工程、资源与环境数据等基本要素。专题信息经标准化和规范化预处理, 采用 ARC/INFO 系统的 ADS 和 EDIT 模块数字化入库, 由 ARCEDIT 模块编辑修改。由于 ARC/INFO 系统采用点弧结合的双重数据结构, 因此, 将专题数据分为线状和点状数据进行属性编码, 即可有效地反映地物空间分布状况。

(3) 社会经济统计数据库的建立

JDGIS 中的社会经济统计数据库按专业级纵向管理和区域横向组合构成双轨制模式, 并形成一定时间序列, 行政区的组合以乡(镇)、县为单位可以向上组合成更大范围的区域性信息系统, 也可按流域、堤垸参与专题组合。

4. 应用分析模型的研制

应用分析模型和专家系统的开发是发挥地理信息系统功能的关键,一方面它可以为区域的资源综合开发、环境动态监测、区域规划和国土整治提供辅助决策,为决策的科学化提供保障,另一方面又可为某些地学问题的深入研究提供现代化的方法。针对系统目标所研制的分析模型包括:荆江河曲变化动态演示模拟模型、洞庭湖冲淤变化模型、荆江洞庭湖未来发展趋势模拟模型、洪水演进模型、洪灾损失估算模拟、洪水风险分析模型、灾民撤退与救灾物资合理调配最佳路线选择模型、人口模型、荆江分洪区重新规划模型、城市污水空间分布模型、排洪系统网络分析模型、城市雨洪径流过程模拟模型、雨洪、污水管道优化设计模型、水情分析模型、防洪工程效益评估模型、涝洼地整治利用模型、河湖滩地开发利用模型、钉螺孳生环境预测模型等。

5. 系统的运行与维护

系统建立以后,在实际运行时数据不断被修改。对数据库的操作情况应进行运行登录,万一计算机故障造成系统数据丢失,可以为系统恢复提供有用的信息,使数据库恢复到系统应有的状态。因此,平时应将不少于一个副本同时存放在两个独立的存贮器中,后备文本需要放在安全的地方。

随着新数据的增加和无效数据的删除,数据库的使用效率会逐渐降低,这就需要对数据进行再组织,以便使新加载的数据记录到与之有联系的数据记录附近,同时把已删除的记录空间释放出来,重新提高系统的运行效率。

6. 系统评价

系统评价包括系统功能评价、系统运行速度评价、系统应用结果评价等。本着边建设,边应用的精神,让系统经受实战的考验,例如将数据库系统应用于1989年长江中游的防汛遥感试验研究,一方面检验系统的实用性和灵敏度,另一方面进一步完善数据库和模型库。

四、系统的设计

系统的设计决定着系统的成败,它需要充分考虑用户的需求、系统的目标和现有硬软件环境,对一个区域性的信息系统还应强调区域空间的分异特征及时间序列的变化。

1. 系统研究的重点

(1) 不同洪水类型与信息系统的建立

荆江洞庭湖区的洪水类型可以分为四种,分别为溃决(分洪)型、河道漫溢型、堤垸内涝型和城市雨洪型。针对这四种洪水类型,选择四个典型区域设计数据库,即荆江分洪区、荆江地区、洞庭湖区和沙市市。

(2) 区域特殊的景观特征与数据库空间逻辑结构设计

荆江洞庭湖区受新构造运动的影响,形成了外圈高,中部低的形势,具有碟形盆地圈带状立体结构特征。水系纵横交错,湖泊星罗棋布,通过河湖之间的有机联系形成了水体

网络系统。平原上大平小不平,由于河流经常决口泛滥,湖中沙嘴成陆,蜂窝状盆碟形洼地比比皆是,特别是农业生产的发展,带来了干支民堤的兴建,形成了一个错落相间的民垸,它不仅是独立的景观单元,而且也是人类社会经济活动的基本单元。由此可见荆江洞庭湖区具有多层次岛状堤垸与河湖水体网格相互叠置的特殊的空间结构。因此数据库的空间逻辑结构充分体现了上述区域的空间结构特征,将研究区按堤垸、河道(荆江河道)、或湖泊分块分段。例如,将洞庭湖区分为10个重点堤垸、30个蓄洪堤垸,荆江地区、荆江分洪区以及沙市市则单独设计,这样的空间逻辑结构不仅能满足不同类型洪水险情预警和灾情对策,而且为洞庭湖发展趋势模拟、河湖滩地利用规划、堤垸涝洼地开发、钉螺孳生环境预测研究提供了便利条件。

(3) 应用分析模型研究

地理信息系统从一般的查询检索、自动制图、统计分析的功能提高到应用各种分析模型、专家系统进行分析评价、提供辅助决策,这是地理信息系统应用深化的重要标志。在JDGIS中,我们对区域防洪减灾和整治开发具有重要意义的洪水演进模型、洪水灾害评估模型、水情分析模型、防洪工程效益评估模型、低洼地利用模型等进行了深入研究,提高了系统分析和环境预测的水平。

(4) 地理信息系统数据更新研究

要保持地理信息系统的生命力就必须进行数据更新。对专题数据库的更新,我们的目标是用航空航天遥感信息(TM、MSS和SPOT图像)进行数据更新,并用地学信息参与专题信息分类,提高图像分类精度。对地形数据的局部更新则采用航空遥感信息和雷达(或GPS)定位声纳测深数据自动更新数据库。

2. 系统的硬软件组成

系统的硬件配制如图2所示。

(1) JDGIS超小型机系统

该系统包括VAX 11/785超小型机,它是系统的核心,配有Calcomp 91600、91400手扶跟踪数字化仪, Tektronix 4128图形工作站, Calcomp 1077、1044笔式绘图机, VESATEC CE 3244彩色静电绘图机及其它外围设备, I²S数字图像处理系统, 由Planicompc-120解析测图仪、Orthocomp Z2解析正射投影仪、SEG6C纠正仪组成的遥感数据采集与影像制图系统。

(2) JDGIS微机系统

该系统由Compaq 386微机、数字化仪、绘图机和打印机组成。

系统的支持软件主要有美国环境系统研究所的ARC/INFO和PC-ARC/INFO软件,它具有数据输入、数据管理、数据显示和转换的功能,主要以各种地图为信息源,采用混合式数据结构,文字处理软件为Microsoft Word, Wordstar, 汉字排版系统、高级汉字打印程序等中西文文字处理软件。电子报表软件包括Lotus 123、Super Calc 3等,数据库软件有dBASE III、Foxbase等,各种语言及专用软件包有FORTRAN 77, C5.07, Turbo, Pascal和Quick BASIC等高级语言, TSP, Professional Dynamo, STATI, MultiAna等专用软件包。

数据采集、影像制图系统部分

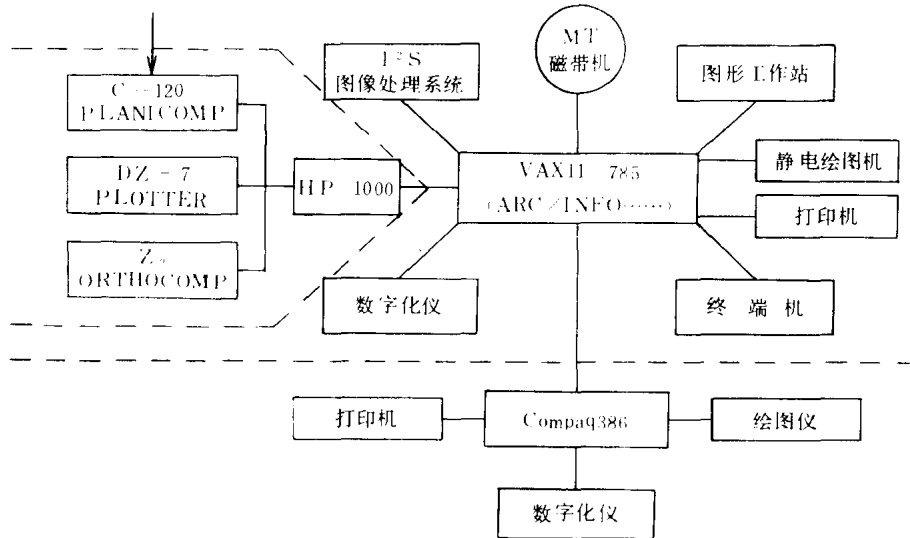


图 2 JDGIS 的硬件配置

3. JDGIS 的结构

JDGIS 可分为数据采集与更新系统 (DCUS)、数据库系统 (DBS)、模型库系统 (MBS) 和数据输出系统 (DOPS) 四部分, 其中数据库系统又包括数据库 (DB) 和数据库管理系统 (DBMS), 模型库系统又包括模型库 (MB) 和模型库管理系统 (MBMS), 见图 3。

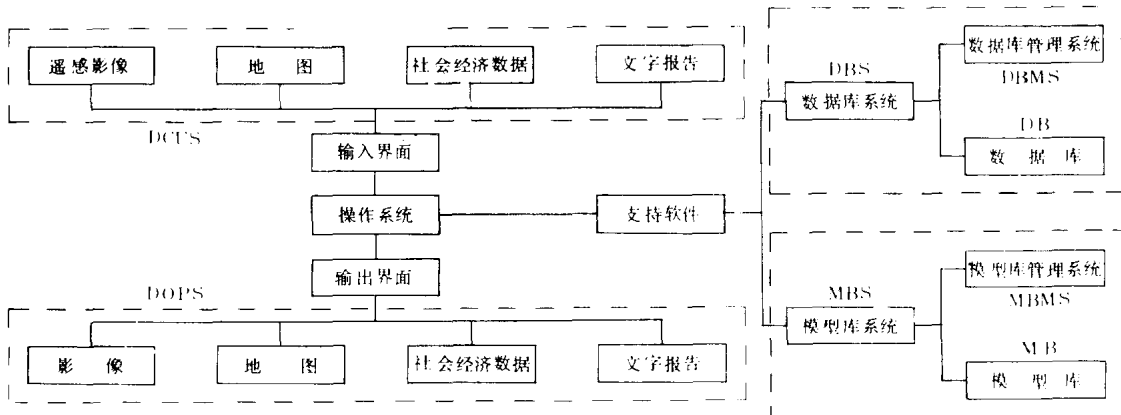


图 3 系统结构图

(1) 数据采集与更新系统 (DCUS)

该系统将各种影像、地形图、专题地图、数据表格和文字报告输入计算机。在此过程中,各种物理量(标量、矢量、张量等)通过摄像输入、扫描输入、键盘输入或手扶跟踪输入等方式数字化输入系统。DCUS 和 DB 之间的接口负责实时、动态地为数据库提供数据,并不断更新数据库以保证其现势性。

(2) 数据库管理系统 (DBMS)

该系统对输入的数据进行几何配准、投影变换、区域缩放处理使其符合数据库和模型库所需要的数据形式,并通过实现空间数据库的编辑、查错、修改,对数据库进行管理和维护。

(3) 数据库 (DB)

主要存放数字高程模型 (DEM)、影像数据组、专题数据组、描述数据组。根据其存储方式又可分为属性数据库和图形数据库。根据其表示内容可分为区域背景专题库、数字高程模型专题库、社会经济统计专题库和地名库等。

(4) 模型库系统 (MBS)

该系统由模型库 (MB) 和模型库管理系统 (MBMS) 组成。MBS 通过所建立的各种地学模型,生成多种预测、规划方案,为各种应用目标提供辅助决策服务。MBMS 负责维护和管理 MB,提供良好的计算机环境,实现模型的编辑、修改、生成和重构。MB 包括人口预测与规划模型、撤退路径模型、分洪损失模型、区域经济结构优化模型和荆江洞庭湖未来发展趋势模拟模型等。DBS 和 MBS 之间的接口负责提供分析模型所需要的数据,并把经过分析模型处理加工过的有用数据返回数据库。

(5) 数据输出系统 (DOPS)

该系统将模型库的仿真结果输出和对数据库操作的结果以影像、专题地图、表格、报表等形式提供给用户。DOPS 既可在打印机上列表打印清单,又可在图形工作站进行动态显示,也可用绘图机、彩色打印机硬拷贝输出。

五、系统功能分析

地理信息系统的直接处理对象是数字地理信息。JDGIS 实现的功能包括数据输入、编辑处理、数据分析、数据显示、数据转换、查询检索、空间分析、空间操作、动态模拟、辅助决策、趋势预测、机助制图等。

1. 输入功能

输入操作的目的是以各种方法采集数据,并将数据转换成系统可用的格式。输入数据的方法包括跟踪数字化、扫描数字化、对应几何坐标输入等。输入功能主要由 DIGITIZE、ADS (数字化)、ADDITEM、JOINITEM (增加与属性文件的数据项) 等具体实现。

2. 数据编辑与处理功能

系统采用 ARCEDIT 作为图形和数据库编辑器。ARCEDIT 模块以地图特征为编辑