

摘要

在江苏省农业资源地理信息系统的开发过程中,较为全面的收集整理了该省农业资源数据,包括:基本地理要素、土地利用状况、土壤资源、水资源、气候资源、交通状况、农村社会经济状况、农业项目、政策法规、农业区划信息以及实时农作物遥感监测成果,建成了基于空间分析的农业资源数据库。具有时效性的遥感数据是数据库可及时更新的强大的信息源。农业资源数据库包括四个子库:属性数据库、图形图像库、文档库和模型库。数据库中的核心部分—空间数据库(属性数据库与图形图像库)采用传统的混合数据模型,以文件的形式管理空间数据,以关系数据库管理属性数据。在属性数据库的建设中,库结构充分考虑了三范式的要求及系统开发的要求,数据组织规范且能提供系统开发所需的数据支持。为提高数据库的开放性、可维护性,对数据进行了分类,编制了数据库数据字典。本文采用用户层、应用层、数据层三层体系结构开发了农业资源地理信息系统,提高了系统的性能。用户界面采用网页与GIS软件Maptitude界面相结合的方式,美观大方,操作简单,而且便于以后向webgis升级。网页界面开发采用了最新的asp.net开发技术,实现了网页内容与代码的分离,使系统的可维护性得到大大的提升。系统各种数据的浏览方式灵活多样,根据数据形式的不同开发了九个功能模块。系统实现了属性数据与空间数据的查询功能、简单的空间分析功能。系统开发了江苏省小麦、水稻布局决策模块,能够对不同筋性的小麦品种布局、不同熟制水稻的布局进行决策成图,系统无缝集成。同时系统具有延展性,可根据需要添加功能模块,更新数据内容。本系统将成为江苏省农业资源、大宗农作物长势与产量分析,农作物规划和评价等强有力的决策工具。

关键词 地理信息系统 农业资源 ASP.NET MAPTITUDE

Development and Foundation of The GIS Software For Agriculture Resource in Jiangsu Province

Abstract

In the course of developing The Agriculture Resource GIS in Jiangsu Province ,the author gathers and reorganizes a great deal of agriculture resources information about the province, which includes: basal geographic elements、 land use status、 soil resource、 water resource、 climate resource、 traffic status、 rural socioeconomic status、 agriculture projects、 policies and law about Agriculture resources 、 agriculture programming information and real-time monitoring information about crop growth trends and yields based remote sensing , and builds agriculture resources database based spatial analysis finally . This database includes four sub-databases: attribute database 、 vector and grid database 、 documents database and models database. Traditional mixed data model, which manages special data in the form of files and manages attribute data in the form of relation database , is adopted during building special database (attribute database 、vector and grid database) which is the nucleus of the data bank. Three criterions of database as well as the requests for developing system have been taken into account, the data is standardized in the form and can supply the supports to develop system needs. To improve the openness and maintainability, the data is classified and data dictionary is also composed. Agriculture Resource GIS is developed by three layer system(user—application—data),which will elevate the performance of the system .The user interface is composed of web and Maptitude interface, which is aesthetic and simple to operate, what's more, it is easy to upgrade to Webgis. The up to date versatile webs designing software: asp.net is adopted, in which the contents and the code are separated, so the system is easy to modificate .In the system, the fashions that data is displayed are flexible and various, nine sub-systems are developed according to the different form of data; and the system can query attribute data and special data, make simple special analysis. Wheat and rice location decision module the system explored can map the result, which is about wheat'muscle and rice'ripe restrict, the system is seamless. Moreover, the system is expandable, namely, we can append function module and refresh data. Agriculture Resource GIS will be a strong decision tool for agriculture resource estimation 、 staple crop growth trends and yields analysis、 crop layout and so on.

Keywords : GIS Agriculture resource ASP.NET MAPTITUDE

第一章 引言

1.1 国内外研究动态和现状

在计算机技术、网络技术飞速发展的驱动下,人类已进入信息发挥着极大作用的新经济时代,信息化是当今世界经济和社会发展的趋势。1998年美国副总统戈尔提出的"数字地球"的概念引发了全球数字化大潮的到来。当前,世界范围内数字地球的工作正蓬勃地开展着,数字地球即把地球信息数字化,引入计算机。在知识经济社会中,数字地球所提供的数据和信息将在资源开发、环境保护、能源、城市规划建设、房地产开发、土地管理、农作物长势调查与估产、自然灾害的监测与评估、交通、地图测绘、人口、军事等领域产生广泛而深刻的经济和社会效益,在很大程度上改变人们的生活方式,为人类社会的发展作出巨大贡献。

数字地球包括:信息的获取、处理及运用。联合国的一份报告表明,人类社会经济生活中80%以上的信息与地理信息有关,即与空间位置有关。地理信息系统(Geographic information system,简称GIS)是以采集、存储、管理、分析、显示和应用整个或部分地球表面与空间和地理分布有关的数据的计算机系统,是分析和处理海量地理数据的通用技术^{[1][2]}。GIS作为传统科学与现代技术结合而成的一门跨学科、多方向的研究领域,它与许多学科都有密切的联系,如测绘学、地理学、地图学、计算机科学、卫星遥感、管理信息系统、全球定位系统等,这些学科的发展为GIS的发展提供了新的技术和方法^{[1][3]}。GIS具有难以抗拒的优越性:GIS把空间数据与属性数据结合起来,数据存储、管理一体化,降低了数据结构的复杂性;地理信息系统能对现实对象从空间和属性两个不同的方面进行查询、检索和分析;空间和属性信息结合起来实现了数据的可视化,便于人们快速决策,发现与空间有关的内在的联系和发展趋势,揭示在统计资料和图表里难以发现的规律;GIS特有的叠加、缓冲区分析等空间分析功能更是其它系统无可比拟的;GIS与遥感图像处理系统的结合能获取宏观及时的信息源。

1.1.1 国外研究动态和现状

GIS是六十年代中期开始发展起来的新技术,最初只为解决地理问题。1963年加拿大测量学家Roger Tomlinson首先提出了地理信息系统这一术语,并建成世界上第一个GIS(加拿大地理信息系统CGIS)^[4]。70年代,GIS朝着实用方向迅速发展,许多专业性的土地管理信息系统和地理信息系统在一些经济发达国家先后建立了,GIS受到人们的青睐。80年代,计算机网络技术促进了地理信息产业的形成。目前GIS已被成功地应用到了资源管理、自动制图、设施管理、城市和区域的规划、人口和商业管理、交通运输、石油和天然气、教育、军事等多个领域^[5]。1994年的美国洛杉矶大地震,就是利用ARC/INFO进行灾后应急响应决策支持,成为大都市利用GIS技术建立防震减灾系统的成功范例^[5]。

韩国的 Saro Lee, Ueechan Chwae and Kyungduck Min 利用 GIS 与 RS 来监测山崩的发生^[6]。牙买加的 K. Y. Rybaczuk 建立了 Negril 分水岭的地理信息系统以对分水岭进行管理, 保护^[7]。Sozanska, U. Skiba 和 S. Metcalfe 建立了 N₂O 的基于 GIS 的空间分布回归模型^[8]。澳大利亚的 L. Zhang 和 S. G. Beavis 及 S. D. Gray 使用 ARC/INFO 建立了 Namoi 盆地空间数据库, 进行辅助决策管理, 该数据库还被投入土地利用、模型模拟等的调查使用中^[9]。南非的 John Abbott 利用空间数据对城市不规则的居民点进行了重新规划, 并建立了相关模型^[10]。美国的 D. Z. Sui and R. C. Maggio 讨论了 GIS 与水文模型整合过程中的问题及该方法的应用前景^[11]。比利时的 Jan Paredaens 和 Bart Kuijpers 对空间数据库的数据模型及数据查询语言进行了研究^[12]。Xuemin [Reference to Lin] 给出了空间数据库的相似匹配的计算法则^[13]。美国的 Loukas G. Arvanitis 提出了一种整合 GIS、GPS 和数据库的概念模型^[14]。美国的 Shree S. Nath 应用地理信息系统来进行水产业空间决策分析^[15]。Wilhelm Caspary 等讨论了空间数据库的数据精度问题, 指出数据误差存在系统误差及随机误差, 并提出了解决办法^[16]。Andrew D. Kliskey 探讨了 GIS 作为计划手段在自然资源管理中的角色与功能^[17]。Christopher J. Webster 提出了一种结构化的 GIS 设计方法^[18]。澳大利亚的 Andre Zerger 分析了使用 GIS 来对灾害实时决策的限制, 指出空间数据的尺度及适宜性是限制因子之一^[19]。Cavallin 等人探讨了 GIS 对于区域地下水资源评估的潜力^[20]。

在北美和西欧等发达国家, GIS 应用已经形成一定规模, 但是, 应用深度并没有达到理想的程度, 大多 GIS 也只是停留于制图, 其分析和辅助决策的功能并没有得到应有的发挥^[21]。

1.1.2 国内研究动态和现状

我国 GIS 的发展较晚, 70 年代才开始起步, 但发展较快。1982 年, 中国科学院地理研究所建成全国县界数据库; 1984 年, 国家测绘局开始启动中国国家基础地理信息系统(NFGIS)建设工作, 地理数据库的建设被放到重要地位; 现已建成 1:100 万及 1:25 万基础地理数据库; 目前 1:5 万数据库的建设正在进行中, 根据不同部门的需要, 我国一些科研单位先后建成了多个地理专题数据库^[22]。“九五”期间, 国家科技发展部将 GIS、RS、GPS 的产业化、集成化和实用化研究, 列为“重中之重”。^[23]现在, 一批地理信息系统软件已研制开发成功(如 GEOSTAR, CityStar, MapGIS 等), 各种专题的地理信息系统开发也正如火如荼的进行着。近几年, 省级农业资源地理信息系统的开发正在进展中。

GIS 工作者普遍开展了地理信息系统建设工作及技术探索工作:

①空间数据库的建设与设计方面: 浙江大学农业遥感与信息技术应用研究所的周斌等采用传统的混合数据模型建立了贵州省安顺市土地资源信息空间数据库^[24]。中国地质大学刘春国等采用传统的混合数据模型, 应用 ARC/INFO 建立了湖北省区域稳定性评价空间数据库^[25]。王正军等以 ARC/INFO 3.1 作为组建数据库、进行时空分析的基本软件平台, 采用传统的混合数据模型组建了浙

江省水稻二化螟地理信息系统数据库^[26]。李德仁等提出了一种三维 GIS 混合数据结构^[27]。黄波等研究了 GIS 中空间模糊叠加模型的设计^[28]。赵地红设计了城市地籍数据库数据模型^[29]。柳州市土地信息系统采用了关系型数据库管理系统 (RDBMS) 管理空间数据,使空间数据与非空间数据一体化集成^[30]。胡金星探讨了空间数据和属性数据集成化存储的关系数据库模型,给出基于此模型的空间数据库的数据模型逻辑组织、库结构组织、存储组织以及实现的体系结构^[31]。李振华探讨了 ORACLE 的对象—关系模式的空间数据库,其核心在于增加了名为 SDO_GEOMETRY 的对象数据类型,用于存储几何实体^[32]。龚健雅等提出了一种基于面向对象思想的矢量、影像和 DEM 三库集成的空间数据模型,探讨了集成化空间数据库管理系统的实现方式^[33]。刘汉湖、杨五年等建立了面向对象的矿产地理数据库,将空间对象的属性和行为结合起来,数据模型直观实用^[34]。韩海洋等探讨了基于 B/S 体系的 INTERNETGIS 分布式异构空间数据库的集成,提出了 Internet 环境下基于浏览器/服务器结构交互的服务器端虚拟 DBMS 的概念,对终端分布式异构数据库组织、管理,实现异构数据获取与互操作^[35]。郭达志提出了矿山地理信息系统的空间和时间四维数据模型^[36]。史文琦提出了一个适用于智能化空间决策支持系统 (SDSS) 的空间数据库系统模型,在该数据库系统模型中,通过在数据库上附加一层中间层来解决从空间对象模型到数据库存储的映射问题,从而较好地实现了空间数据和属性数据的统一管理^[37]。

②应用 GIS 来处理、分析数据:宋立松、虞开森开发了基于地理信息系统的水文资料整编系统,改变了过去对水文资料的整编管理的纯数据模式,经实践表明,具有较大的实用价值^[38]。云南省环科所的袁国林借助现有的 GIS 实现了大气污染扩散可视化^[39]。浙江大学农业遥感与信息技术应用研究所的黄敬峰等将地理信息系统引入浙江省水稻产量的时空分布特征研究,定量、直观地表达水稻产量空间变化^[40]。梁会民等探讨了地理信息系统的空间分析功能在聚落地理研究中的应用,得出结论:黄土塬区居民点空间分布是随机的,决定这种分布的主要因素是地形地貌,历史继承^[41]。黎夏利用遥感与 GIS 对农田损失进行监测及定量评价^[42]。刘友兆等进行了地理信息系统支持下的县域耕地分等研究,实现了县域耕地分等的自动化^[43]。黄浩辉利用地理信息系统分析广东省农业气候资源^[44]。杜培军将地理信息系统(GIS)与房地产评估专业模型结合,极大地提高房地产评估的技术水平^[45]。高艳芳应用地理信息系统(MAPGIS)进行名优作物种植适宜区规划^[46]。韩玲建立了基于遥感技术和地理信息系统技术对陕北地区土地资源分类的数学模型^[47]。李崇贵等以遥感和地理信息系统为基础进行了森林蓄积 LS 估计自变量的选择研究^[48]。宋晓红等探讨了区域地理信息系统在农业中的应用^[49]。张国平、刘纪远等对中国 20 世纪 90 年代毁林开荒面积及空间分布作了基于遥感和 GIS 的分析,得出了中国宏观的毁林开荒及土壤侵蚀的分析数据^[50]。

③地理信息系统的开发及其技术:刘书华研制了小麦、玉米病虫害防治地理信息系统,该系统采用 vb6.0 开发,具有两层结构^[51]。闫泉峰等使用 MAPINFO 提供的 OLE Automation 技术,结合高级编程语言 (VB 等),建立了华丰煤矿地理信息系统^[52]。王新洲等人提出一种建设城市人口地理信息系统的三层结构

模式^[53]。黄裕霞等评述了 GIS 互操作的实现途径,以实现丰富的数据提取、可视化输出、质量控制、历史数据保存再现功能^[54]。吴景勤讨论了地理信息系统与遥感数据集成问题,指出数据集成过程中存在数据结构的选择、误差与不确定性的处理方法、遥感数据急剧膨胀等问题^[55]。周权等人研究了 OLE 技术在应用型地理信息系统开发中的应用^[56]。郝平等讨论了组件式地理信息系统的技术、对象模型和特点,进而探讨组件式 GIS 的开发和应用^[57]。宋扬讨论了基于组件式地理信息系统的二次开发^[58]。乔彦友、武晓波等建立了基于 WebGIS 的农业宏观决策支持系统,实现了农业信息共享^[59]。杨存吉设计了基于 Internet 技术的郑州市城市地理信息系统^[60].....

GIS 已被应用到诸多领域,新技术、新思想层出不穷,前景喜人。从我国目前 GIS 应用情况看,总体水平是比较高的,而且存在着巨大的应用潜力,对 GIS 的需求将不断增加。^[21]

1.1.3 国内外研究动态评述

GIS 的研究应用分析

GIS 的研究应用,归纳起来有二种情况。一是利用 GIS 系统来处理用户的数据;二是在 GIS 的基础上,利用它的开发函数库二次开发出用户的专用的地理信息系统软件,这类信息系统具有有限目标和专业特点,系统数据项的选择和操作功能是为特定的专门目的服务^[5]。

GIS 的技术水平进展分析

(1)GIS 数据模型。地理信息系统的核心——空间数据库目前共有四种数据管理模式。①传统的混合数据模型,用文件系统管理几何图形数据,用商用关系数据库管理系统管理属性数据,它们之间的联系通过目标标识或者内部连接码进行连接。该模型在数据的安全性、一致性、完整性、并发控制等方面功能较弱,但较为成熟,实践中应用较为广泛。②全关系型空间数据库管理系统,全关系型空间数据库管理系统是指图形和属性数据都用现有的关系数据库管理系统管理,关系模型在处理空间目标方面效率不高。③对象—关系数据库管理系统,这种模式空间对象一般不带拓扑关系,效率要比关系模型的管理高得多,但是它仍然没有解决对象的嵌套问题,空间数据结构也不能由用户任意定义,使用上仍然受到一定限制。④面向对象的空间数据库管理系统,这种空间数据结构可以是不带拓扑关系的面条数据结构,也可以是拓扑数据结构,但由于面向对象数据库管理系统还不够成熟,价格又昂贵,目前在 GIS 领域还不太通用^[61]。

(2)GIS 新技术。近年来,计算机技术飞速发展,特别是软件技术的发展,促使 GIS 技术发生了很大的变化,GIS 一方面横向发展,融合了遥感、GPS、CAD、多媒体、通信、Internet、办公自动化、虚拟现实等多种技术,形成了综合的信息技术;另一方面 GIS 软件的发展经历了从早期的功能处理模块,发展到组件式 GIS 和 WebGIS 的过程^[21]。目前,组件式 GIS 和 WebGIS 已经成为许多大型 GIS 公司产品的开发方向。组件式 GIS 的最大好处是能够使 GIS 功能嵌入其它软件,或将其它软件功能引入到 GIS 中来^[21]。WebGIS 是 Internet 与 GIS

结合的产物,从 WWW 的任意一个节点,Internet 用户可以浏览 WebGIS 站点中的空间数据、制作专题图,以及进行各种空间检索和空间分析,从而使 GIS 进入千家万户^[62]。应该说已经商品化的 WebGIS 都还处于初级阶段,WebGIS 提供的查询和分析功能还不能满足专业应用的需要,但 WebGIS 的出现已经开始改变 GIS 传统的数据输出和地图发布的方式,为地理信息的高度社会化共享提供了可能^[63]。另外,三维、四维 GIS 也是目前研究的热点。

(3)GIS 开放性。地理信息系统数据共享也是当前 GIS 领域的课题之一。地理信息系统的数据有不同的形式,可能采用不同的数据模式,各个地理信息系统软件平台的数据格式也可能不同,造成了地理信息系统数据共享的困难性与复杂性。制定 GIS 互操作与数据共享标准,使 GIS 具有开放性,也是地理信息系统必须遵循的原则。

1.2 本文的研究内容及目标

1.2.1 本文的研究内容

江苏省多年来由于经济的快速发展,建设用地与农业用地矛盾日益突出,环境压力日益增加,农业面临着可持续发展的问题。特别是近年来,由于市场经济的发展,农业发展的变化,以及适应加入 WTO 的需要,农业产业内部正在进行结构性调整,尤其是种植业结构的调整力度不断加大,政府决策部门需要及时客观地了解结构变化的信息,而以往的统计手段存在时效性差以及某种程度的主观性问题,不能满足决策的需要;同时,多年来农业部门、国土资源部门以及其他部门已经调查积累了大量的资料,这些资料数据分散、标准不一、多为纸质文件或表格,大多束之高阁,即使查阅起来也极不方便。如何更好地利用这些资料为农业的可持续发展服务是一件有重要实用价值的工作。农业资源数据的主体部分既有带空间信息的空间数据(各类纸质图件,遥感影像等),又有数字资料形式的属性数据,需要寻求一种有效管理这两种数据的手段。用 GIS 管理空间数据具有难以抗拒的优越性,因此有效地组织管理农业资源数据,引入先进的 GIS 技术,采用具有时效性的遥感手段,与传统的统计手段并行,建立农业资源地理信息系统,综合利用依靠遥感手段进行的农作物长势和种植面积动态监测、土地利用动态监测结果,来进行信息查询、空间分析、综合决策,已迫切的提到了日程上来。

本文致力于农业资源数据库的组建及农业资源信息系统的开发两个方面。较为全面的收集整理江苏省农业资源数据:基本地理要素、土地利用状况、土壤资源、水资源、气候资源、交通状况、农村社会经济资源、农业项目、政策法规、农业区划信息、实时农作物遥感监测成果.....建立农业资源空间数据库。数据库的主体部分—空间数据库将采用较为成熟的传统的混合数据模型。考虑到网页现在的普及程度较高,其形式优美,操作简单,Webgis 已是今后 GIS 的主流之一,本文拟开发向网页过渡的地理信息系统,以便以后升级。

1.2.2 本文的目标

以地理信息系统技术为依托，建立基于空间分析的农业资源数据库，实现农业资源数据的科学管理，提供决策分析的基本数据支持；选用合适的平台及体系结构，搭建地理信息系统基本框架，进行属性数据和空间数据的查询、空间分析，使系统具备较好的性能。系统的开发能为农业结构调整、区域优势比较分析、农业资源综合评价、农作物布局方案的制定服务。

第二章 农业资源数据库的组建

2.1 数据库组建的目标及原则

2.1.1 数据库建库的目标

以地理信息系统技术为依托，建立基于空间分析的农业资源数据库，实现农业资源数据的科学管理，为信息的快速查询、尤其是空间和属性信息的双向查询、统计提供极大的方便，实现对本省农业资源、大宗农作物长势与产量、洪涝灾害等动态监测、分析和评价的数据支持^[64]。具体包括：

- 建立规范标准的农业资源数据库，实现农业资源数据的科学管理，并定期储存更新。
- 定期储存覆盖全省的每年大宗农作物（水稻、小麦、油菜、棉花、蔬菜）遥感调查的种植面积以及产量估测结果。
- 建立全省的大宗农作物监测点的信息库。
- 建立全省已完成、在建和拟建的农业项目库。
- 农业资源数据库基于空间分析，能为农业资源地理信息系统提供数据支持。
- 根据需要提供为农业决策服务的技术分析系统和支持模型。

2.1.2 数据库建库的原则

- 数据来源权威可信，尽量采用政府部门、科技部门统一公布的数据；
- 对于无法全部获取而采用获取部分数据方法的，数据要具有代表性；
- 数据内容完整、连续；
- 实用性与基础性并重；
- 数据分类规范；
- 管理科学，以便查询、更新及进行模型决策、综合评价等；
- 数据库具有可扩充性，以便实时更新、修改。

2.2 农业资源数据的内容

农业资源数据的内容范围广泛：基本地理要素如行政区划、地貌等；土地利用状况、土壤质地、后备土地资源等；水资源（江、河、湖等）；气候资源（包括基本气候资料如光、温、水、风、气候生产潜力、天气现象日数统计、农业气象指标统计、农业气象灾害等）；交通状况；农村社会经济资源；人力资源（包括人口质、量等）……

另外，农业项目、农业资源政策法规、有关农业区划的一些科研成果如农业区划档案、农业分区信息、农业区划工作交流动态等也编辑入库。实时农作物遥感监测成果等也是本系统的供更新的强大的数据源。

2.3 数据资料的形式

数据资料从形式上看有：卫星影像、行政区划图、地形图、等高线图、土地利用图、交通图、农业专题图片等带有空间信息的图形影像；地理要素、土地利用、水资源、气候资料、社会经济状况、农业人力资源、后备资源等统计调查的属性数据；区划政务动态、农业分区信息、农业区划档案、区划工作交流、政策法规等文本资料。

2.4 数据的获取

行政区划、地貌、水系、交通状况等采用农业部下发的国家统一标准 1: 25 万比例尺矢量数据；

土地利用状况、后备土地资源、水资源、农村社会经济资源、人力资源等数据资料取自 2001、2002、2003 年的江苏省农村统计年鉴。采用手工输入居多；

农业项目信息取自江苏省农业资源区划办公室提供的最新的“2000 年—2002 年的江苏省农业项目建设表”；

气候资源图件取自《江苏省气候区划》一书；

气候资料取自江苏省气象局提供的多年平均统计资料；

作物遥感监测数据取自江苏省农科院南京遥感分中心的历年监测成果。

2.5 数据输入及预处理

各数字资料基本上采用手工输入的方式，为避免输错，数字表格可先在 Excel 中输入，再转数据到 Access 中建库。为提高输入速度，便于属性数据与空间数据的连接，对地名采用全国统一数字编码^[64]。

文档资料由于信息量大，采用先软件识别再人工识别的方式。先以 Word 文档保存，以供后用。

基础地理矢量数据已有。矢量化的主要任务是农业专题图件(如农业区划图、气候资源图、土壤图、植被图等)，先用 photoshop 对纸质图进行扫描，再借助相关软件(Arc / Info, Erdas 等)对扫描图手工数字化、查错、拓扑处理、投影变换(空间数据统一采用 Gauss Kruger 投影及北京 54 坐标系，或无投影的经纬度作为标准数据交换格式) 然后在 Arcmap 中对矢量图进行着色处理，做成表达农业专题特征的 jpg 格式的图形文件。

2.6 空间数据库的数据管理模式

空间数据库是农业资源数据库的主体部分，也是地理信息系统的核心。空间数据库管理带有空间信息的空间数据及与空间对象有关(不含坐标位置)的描述性信息(属性数据)。空间数据库目前的四种数据管理模式为：混合数据模型、全关系型空间数据库管理系统、对象—关系数据库管理系统、面向对象的空间数据库管理系统。传统的混合数据模型较为成熟，这种模式用文件系统管理几何图形数据，用商用关系数据库管理系统管理属性数据。本系统采用这一传统的

数据管理模式。

2.7 数据库分类体系

根据系统的数据管理模式、农业资源数据内容及形式,系统数据库划分为四个部分,如图1

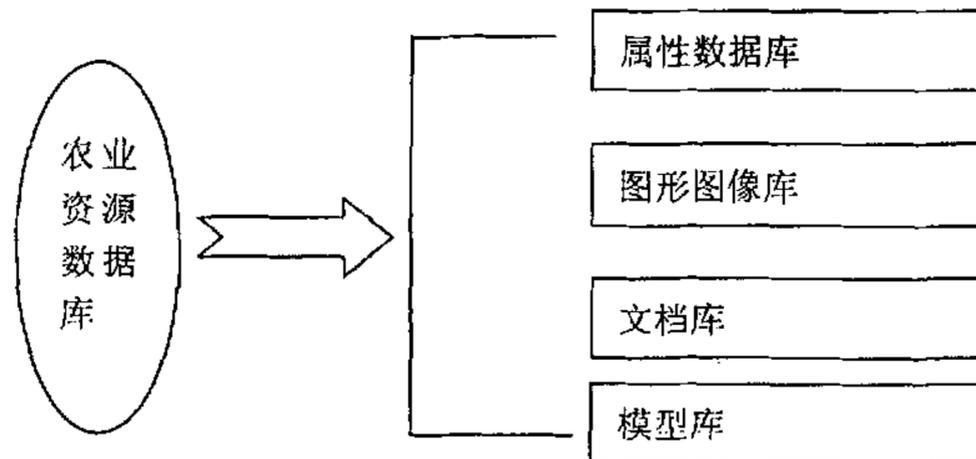


图1 农业资源数据的组成

(1) 属性数据库

属性数据库存储各类资源数字资料,按内容差别分类。一级分类为地理要素、土地利用、土壤资源、水资源、气候资源、粮食作物生产、人口与劳动力资源、农村社会经济统计八大类。其中:

- ①地理要素又包括行政区划、海拔、地貌等几类;
- ②土地利用包括林地、耕地、园地、草地、水域等用地调查,还包括后备土地资源调查资料;
- ③土壤资源主要存储各地块土壤肥力监测资料;
- ④水资源包括江河水、湖泊水两大类;
- ⑤气候资源包括全省各个气象台站光、温、水、风、天气现象日数统计、气候生产潜力、农业气象指标统计、农业气象灾害等;
- ⑥粮食作物生产包括江苏省各县近几年水稻、小麦的总产量及亩产水平数据;
- ⑦人口与劳动力资源包括各市人口数量、人口质量、就业构成等资料;
- ⑧农村社会经济统计包括各地区农村人均收入、人均住房面积等统计资料。

(2) 图形图像库

图形图像数据库存储矢量图、栅格图等空间数据。按数据内容划分类别:

- ①基础地理信息,包括1:25万比例尺的数字地形矢量图、行政区划、水系、道路等矢量图,村镇图。
- ②遥感专题数据,包括近几年农作物遥感估产、建城区高精度遥感影像等

专题数据。

③农业资源专题矢量图：包括气候资源矢量图、农业区划矢量图、植被矢量图等。

江苏因地形较为平坦，数字高程数据暂不考虑。

(3)文档库

文档库中按文档内容分类：政府文件、农业区划、法律法规三类。

政府文件、区划交流再按年度的不同划分二级类别。

(4)模型库

模型库按模型研究对象划分一级类别，再按研究采用的方法划分二级类别，例，模型库一级分类有：动态的监测模型，适宜性评价模型、区划分析模型，要素的预测模型、辅助决策模型等。每类模型按其采用的方法划分为统计分析模型及模式分析模型等。

2.8 数据库组织

各数据库组织如下：

(1)属性数据库

属性数据库采用 Access 建库。为便于程序开发，所有资料共建一个库。为提高数据库的可阅读性，编制了数据字典^[65]。数据字典着重表明数据库包含的表、字段、表和字段之间的对应、索引信息、表之间的关系等，使数据库规范科学^[66]。

各种资料建表时充分考虑其类别、时间结构，并遵循数据库建库三范式^[67]，例：对于气候资料，为便于编程，对数据尽量按时间结构合理分类归并，累年平均气候资料作一个表，月平均气候资料归并为一个表，旬平均气候资料作一个表，各种农业气象指标则单独分开建表；为减少冗余，台站基本情况与台站气候资料分开建表，台站基本情况与台站气候资料之间及各台站气候资料之间通过台站代码建立关系。建了 7 个表：①累年各月逐旬旬平均气候资料，②累年各月月平均气候资料，③累年年平均气候资料，④5 厘米地温日平均稳定通过 5℃、12℃、15℃的初日累年平均值，⑤3-11 月各月逐旬气温日较差旬平均的累年平均值，⑥日平均气温稳定通过 0℃、5℃、10℃、12℃、15℃、20℃、22℃、35℃的日期多年平均值及 80% 保证率等农业气象指标资料，⑦台站基本情况。表结构详见下图：

表 1 台站基本情况

字段名	台站代码	台站名	台站海拔	code
数据类型	文本	文本	数字	数字

表2 累年年平均气候资料

字段名	台站代码	年平均气温	年日照时数	年日照百分率	年降水量	年降水日数	年极端最低气温	年度霜日数	初霜日期	终霜日期	初终间日数
数据类型	文本	数字	数字	数字	数字	数字	数字	数字	日期/时间	日期/时间	数字

表3 累年各月月平均气候资料

字段名	台站代码	月份	月总辐射	月日照时数	月日照百分率	月平均气温	月降水日数	月降水量	月霜日数
数据类型	文本	文本	数字	数字	数字	数字	数字	数字	数字

表4 5厘米地温日平均稳定通过5℃、12℃、15℃的初日累年平均

字段名	台站代码	5℃初日	12℃初日	15℃初日
数据类型	文本	日期/时间	日期/时间	日期/时间

对其他表不再赘述。

部分数据字典示例如下（因数据字典太冗长，没有全部展示数据字典）：
（表5-7）：

表5 表格属性字典

属性数据类别	代码	表格名	主键	表格路径	表格注释
地理要素	G01	行政区划	地区代码	E:\mdb	
地理要素	G02	区域范围	县代码	E:\mdb	
地理要素	G03	海拔	县代码	E:\mdb	
地理要素	G04	地貌类型	县代码	E:\mdb	
气候资源	C01	累年年平均气候资料	台站代码	E:\mdb	
气候资源	C02	累年各月月平均平均气候资料	台站代码+月份	E:\mdb	
气候资源	C03	累年各月逐旬旬平均资料	台站代码+月份+旬份	E:\mdb	
...

土地利用	L01				
...
土壤资源	S01			...	
...
水资源	W01				
...
粮食作物生产	F01				
...
人口与劳动力资源	P01				
...
农村社会经济统计	E01				
...

表 6 字段属性字典

字段名	字段类型	字段大小	小 数 位数	字段默认值	索引	字段注 释
县名	文本	10	0	空	有	
县代码	文本	10	0	空	有	
年平均气温	数字	单精度型	1	空	无	
年日照时数	数字	单精度型	1	空	无	
年日照百分率	数字	整型	0	空	无	
年降水量	数字	单精度型	1	空	无	
年降水日数	数字	单精度型	1	空	无	
年极端最低气温	数字	单精度型	1	空	无	
年度霜日数	数字	单精度型	1	空	无	
年度初霜日期	日期/时间	—	0	空	无	
年度终霜日期	日期/时间	—	0	空	无	
霜期初终间日数	数字	单精度型	1	空	无	
...

全县平均海拔	数字	单精度型	2	空	无	
全县最高海拔	数字	单精度型	2	空	无	
全县最低海拔	数字	单精度型	2	空	无	
...

表 7 表格字段属性字典

表名	字段名
行政区划	地区代码
行政区划	地级行政单位名称
行政区划	县级市数
行政区划	所辖县数
...	...
累年年平均资料	县代码
累年年平均资料	年平均气温
累年年平均资料	年日照时数
累年年平均资料	年日照百分率
累年年平均资料	年降水量
累年年平均资料	年降水日数
累年年平均资料	年极端最低气温
累年年平均资料	年度霜日数
累年年平均资料	年度初霜日期
累年年平均资料	年度终霜日期
累年年平均资料	霜期初终间日数
累年各月平均资料	月份
累年各月平均资料	月平均气温
累年各月平均资料	月日照时数
累年各月平均资料	月日照百分率
累年各月平均资料	月降水量
累年各月平均资料	月降水日数
...	...

各属性数据表之间可通过地名代码建立关系。例，下图通过台站代码建立了台站基本情况与台站两个气象资料表之间的关系（图2）。

表：5 厘米地温日平均稳定通过 5℃、12℃、15℃ 的初日累年平均值

表：台站基本情况

表：累年各月月平均资料

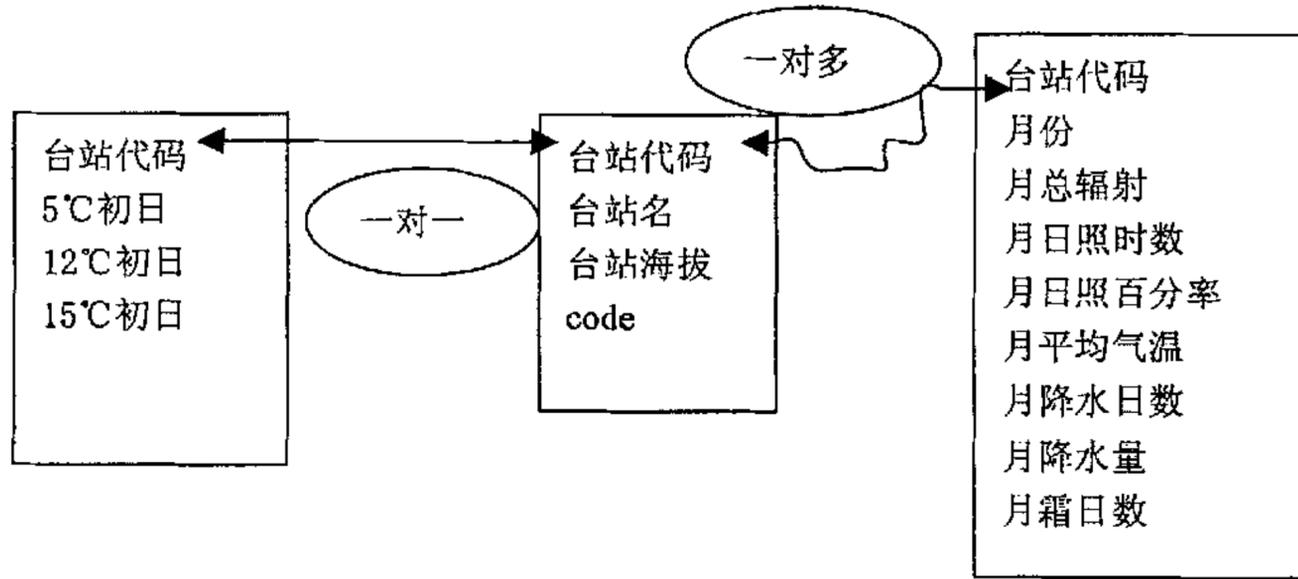


图2 属性数据表关系图

随着数据的增加和系统开发的需要，还应建立表格关系字典。

(2) 图形图像库

图形图像一律以文件的形式存储，空间库必须使各个图层的投影系统、配准点甚至比例尺保持一致。本文也编制了数据字典（表8-9），阐明各幅图的类别、地域范围、获取日期、数据来源等。

表8 图形库数据字典

图名	一级类别	二级类别	地域范围	获取日期	数据来源	存储格式	坐标投影方式	坐标系统	说明
river	基础地理信息	水系	江苏省	1999	国家农业部	coverage	Gauss Kruger	54 国家坐标系	河流
lake	基础地理信息	水系	江苏省	1999	国家农业部	coverage	Gauss Kruger	54 国家坐标系	湖泊
roaknat	基础地理信息	道路	江苏省	1999	国家农业部	coverage	Gauss Kruger	54 国家坐标系	干线公路
roakhei	基础	道	江	1999	国家	coverage	Gauss	54 国家	一级

	地理信息	路	苏省		农业部		Kruger	坐标系	公路
roakrail	基础地理信息	道路	江苏省	1999	国家农业部	coverage	Gauss Kruger	54 国家坐标系	铁路
dist	基础地理信息	行政区划	江苏省	1999	国家农业部	coverage	Gauss Kruger	54 国家坐标系	地区界线
county	基础地理信息	行政区划	江苏省	1999	国家农业部	coverage	Gauss Kruger	54 国家坐标系	县界
Tyear	农业资源专题	气候资源	江苏省	2003	江苏农业资源图集	coverage	Gauss Kruger	54 国家坐标系	年平均温度
r l	农业资源专题	气候资源	江苏省	2003	江苏农业资源图集	coverage	Gauss Kruger	54 国家坐标系	一月降水量
.....

表 9 图像库数据字典

图像名	类别	地域范围	成像时间	图像来源	存储格式	投影	坐标系	说明
Rice2001	水稻估产	南京	2001.7 .15	国家卫星中心	.img	Gauss Kruger	54 国家坐标系	
Wheat2001	小麦估产	连云港	2001. 2.4	国家卫星中心	.img	Gauss Kruger	54 国家坐标系	
City2001	建城区概况	南京	2001	国家卫星中心	.img	Gauss Kruger	54 国家坐标系	
.....	

矢量文件的属性表中自带地名代码，与属性数据库中的各个表的台站代码是对应的，通过这两个代码的对应，可把属性数据连接到矢量文件上。

(3)模型库

模型库中设置常用的统计分析模型及专用的评价分析模型，可根据需要添加。建模时根据当地具备的资料条件及建模目标，确定分析的数据层及分析逻辑。以优势农产品布局分析为例，收集了细化到县的多年平均气象资料，及江苏省各优势农产品所需的气象条件、土壤条件、江苏省县级行政区划图。用户输入某优势农产品的生长条件，系统调用后台查询模块，选出符合条件的县，调用江苏省县级行政区划矢量图，把符合条件的县醒目显示在地图上。因系统处于初期开发阶段，模型开发较少，模型库数据字典暂不设置。

(4)文档库

文档库中分类存储录入有关农业资源、区划工作等的报告、材料、法规等各相关文档及详细资料，为便于文档管理也编制了数据字典（表 10）。

表 10 文档库数据字典

文档编号	文档名	类型	文档来源	文档成文日期	数据量	文档说明
1	关于农业资源信息系统建设的说明	政府文件	省农业部	2001.2.2	1k	
2	2002 年农业区划技术交流	农业区划	省农业区划办公室	2002.3.3	2200k	
3	江苏省内河交通管理条例	法律法规	江苏省人大常委会	1995 年 8 月 11 日	24k	
.....

2.9 数据库整体框架

图形图像库、属性数据库、文档库、模型库构成了农业资源地理信息系统的四大基本数据库，提供地理信息系统的数据库支持，如图 3。

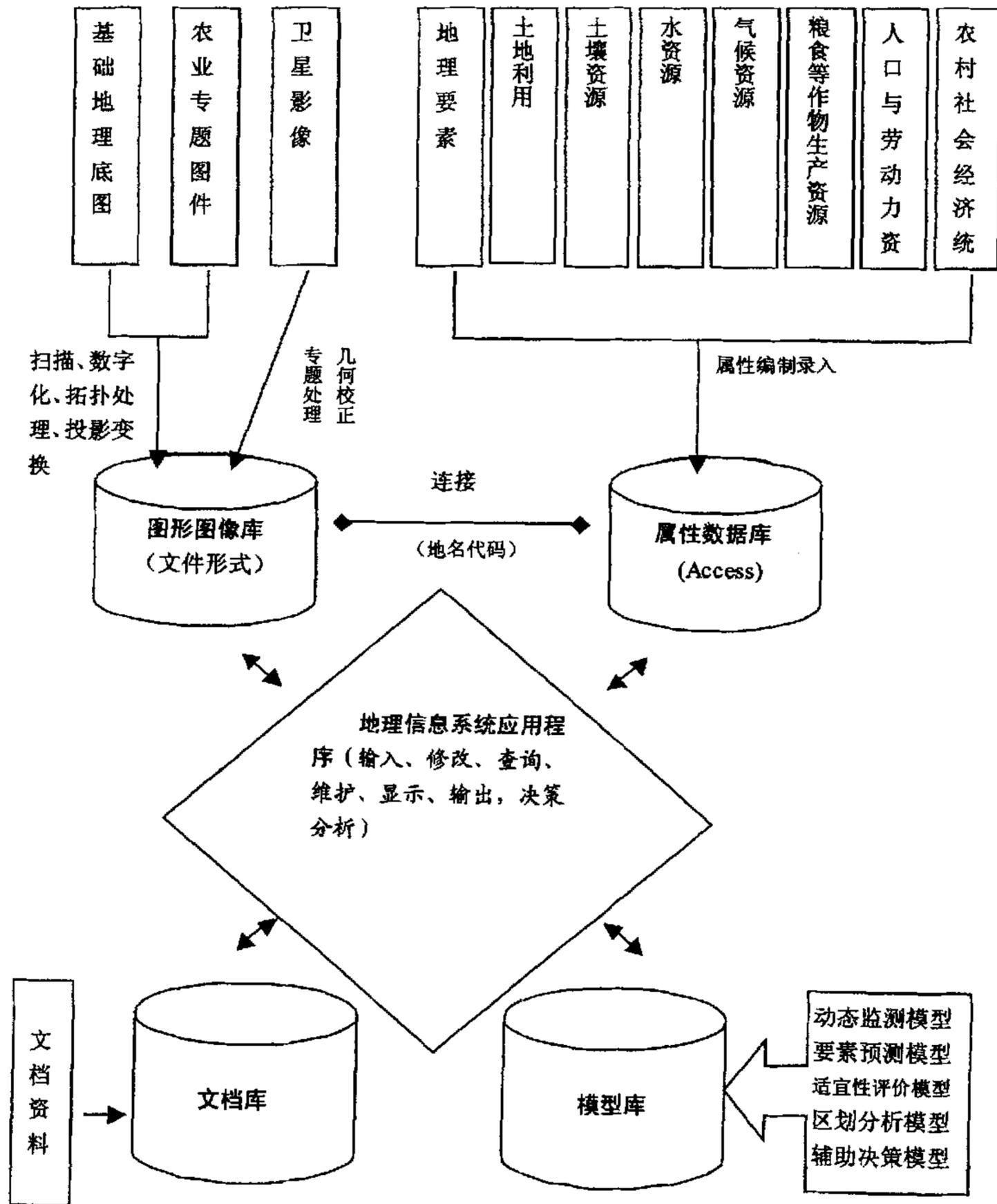


图3 数据库整体框架

第三章 系统的开发

3.1 系统开发的目标及原则

①系统开发的目标：选用合适的平台及体系结构，搭建地理信息系统基本框架，展示江苏省农业资源状况，进行属性数据和空间数据的查询，进行农业资源的空间分析，能为农业结构调整、区域优势比较分析、农业资源综合评价、农作物布局方案的制定服务。

②系统开发的原则：

- 系统具有可扩展性。子系统、功能均可扩充。
- 实用性原则。主系统及各子系统的建立,应以实际需要出发,使系统在短期内发挥作用。用户界面设计将充分考虑使用人员的视觉感受进行优化设计,界面尽可能美观大方,操作简便实用。
- 开放性原则。提供与其他多种应用软件的数据接口;具备对运行环境升级换代的适应能力。

3.2 系统的主要功能

- 浏览功能。以网页特有的优美形式，显示文档、图表、遥感图像等各种信息。复杂的如图形缩放、漫游、信息标注、空间数据与属性数据的动态链接显示等则在 Maptitude 中实现；
- 输出功能。各种专题图、表能制作输出，实现空间数据和非空间数据一体化显示和打印功能，做到所见即所得；重要的文档编辑成电子文档，可打印输出或复制为可编辑文档格式；
- 查询与检索功能。属性数据设计为网页界面查询；空间数据和非空间数据一体化查询与显示功能可在 Maptitude 中实现；
- 空间分析功能。主要有叠加、缓冲区、特征提取等；
- 常用的统计分析功能；
- 模型分析、决策功能。

3.3 系统界面设计

当前，internet 网得到了迅速推广和普及，相比一般的系统界面，人们对网页的使用得心应手，网页界面优美大方，因而本系统采用网页界面为用户主界面；对于空间分析部分，则采用 GIS 软件 Maptitude 界面，两个界面之间达到数据、操作的无缝连接

3.4 开发平台的选取

- 操作系统：WINDOWS2000 server；
- 网页界面开发：Asp.net；
- 空间分析平台：Maptitude；

- 关系数据库平台：Microsoft Access(可升级为 sqlserver)；

随着网络的迅速普及，网页式的地理信息系统应运而生。现在流行的动态网页设计的技术有：CGI、ISAPI、IDC、ASP、Asp.net等，Asp.net为微软最新推出的Visual Studio.net的成员之一，Asp.net集众技术之大成，是众技术中的上上之选：可以建立强大的应用程序，而且实现的效率很高，Asp.net实现了代码和网页内容的完全分离，代码维护容易，具有一个全新的可视化的编程环境，类似于VB开发界面，能够可视化地设计网页内容，达到所见即所得，对网页对象的系列事件可用程序代码的方式控制；容易建立数据库连接，实现数据库访问；可以开发用户自定义控件；程序可重用性强。Asp.net几乎完全是基于组件和模块化的，是技术发展的主流方向^[68]。

Maptitude是美国Caliper公司生产的GIS软件，目前已有汉化版，类似windows桌面应用软件，界面友好，易被非专业人士接受。具备了GIS的常用功能：制作及输出地图；空间及属性查询；惯用的空间分析如叠加、缓冲区分析……；寻找最优路线……对其它他软件数据有很好的兼容性，能接受ESRI公司的ARC/INFO数据文件、ARCVIEW数据文件、文本文件等，还可以直接使用一些属性数据（dBASE文件、ODBC技术取得的以其它格式存放的数据……）。Maptitude具有二次开发语言GISDK，用户能进行一些简单的开发，获得某些特定功能。GISDK对其它程序语言也有开发接口，自身可作为后台服务器，其功能能被其它高级语言通过函数或宏的形式调用。GISDK是一种易学的，类似于Basic的开发语言，其程序可用任何文本编辑器编写，比如记事本。可对程序进行编译测试，并生成Maptitude用户程序，存入用户程序数据库，以供调用。

Access是现在世界上最流行的桌面数据库管理系统。强大的数据兼容功能给我们带来了便利，其数据库管理功能对于建立地理信息系统所需的属性数据库游刃有余。因而我们选择了Access来作为建立属性数据库的平台。必要时可升级到SQL Server2000数据库服务器，升级操作简单易行。

3.5 系统体系结构

系统体系结构指系统逻辑上的分层，与物理位置不一定相对应，例如三层体系结构(用户层、应用层、数据层)中的三层既可以在一台计算机上，也可以在两台甚至更多的计算机上，只要它们在体系上遵循三层C/S(client/server)结构就可以了。计算机系统体系结构最早为集中的体系结构，经历两层体系结构(C/S)，现已发展到三层甚至四层体系结构，其中，三层体系结构被广泛应用。与传统的两层体系结构(C/S)相比，三层体系结构的优势主要表现在：(1)应用层把用户层与数据层分开，用户端不能直接访问数据库，权限受到应用层限制，安全性加强；(2)用户端不直接访问数据库，而由应用层分别与用户层及数据层建立联系的方式使得建立在数据库服务器上的连接数量大大减少，用户层及数据库服务器的负担减轻，效率提高；(3)易于维护。由于应用逻辑被封装到了应用层中，因此，当应用逻辑发生变化时，仅需修改应用层中的程序，用户层

应用程序不必更新，维护的代价大大降低，事务处理更加灵活。

鉴于体系结构的上述特点，本系统采用用户层、应用层、数据层三层体系结构，用户层即 internet Explore Web 浏览器,也即用户界面，用户界面层负责处理用户的输入和向用户的输出；应用层是系统的核心、上下两层的纽带，处理来自用户层的 HTTP 请求及与数据库的连接与交互（数据库接口基于 ADO.NET）根据用户的请求生成 SQL 语句检索或更新数据库，并把结果返回给客户端，在服务器端实现，本系统采用 Asp.net 构造应用处理程序（Maptitude 处理空间数据）；数据层主要处理应用层对数据的请求，如图 4。

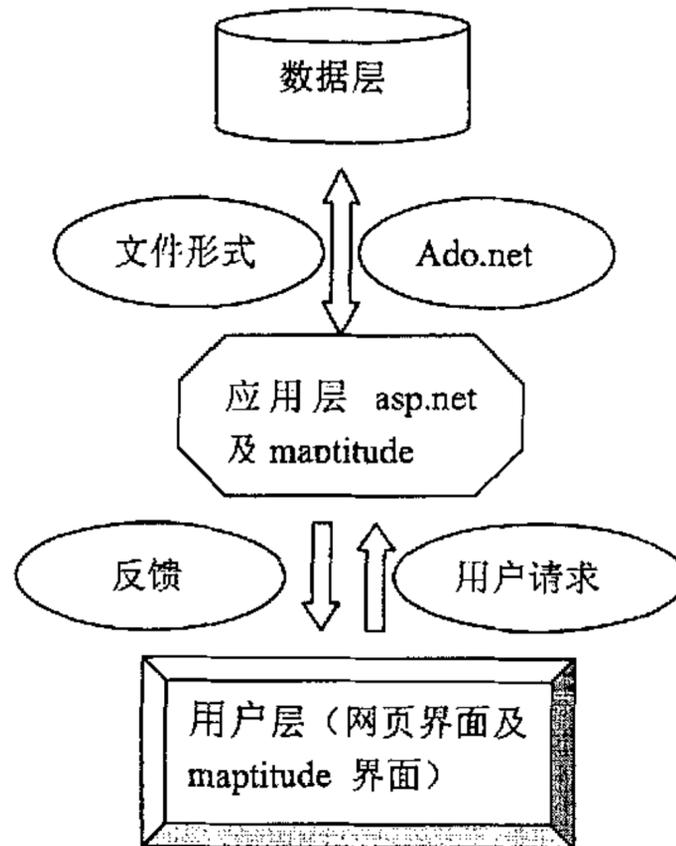


图 4 系统的三层体系结构

3.6 系统的数据文件格式

矢量文件：采用 Maptitude 的 cdf、dbd、map 或 wrk 格式以及 ESRI 的 e00、shp 格式。

图片：用 jpg 格式以简化数据存储量及加快网上下载速度。

文档：采用 pdf 电子书的格式。

第四章 系统应用实例

应用实例 1: 图表、报告的制作

借助 Maptitude 提取数据库中的数据,不但可以生成色彩、样式各异的饼图、垂直直方图、层叠水平直方图等,而且可以进行空间定位,直接绘制在地图上,形象直观地反映各资源要素的地区差异及动态变化。另外,还可生成包含图、表、文字说明的形式各异的报告(布局窗):在 Maptitude 界面中,点文件—新建—布局窗,用工具箱中的布局窗位置按钮,依次设置需放在布局窗上的元素并设置各元素的样式、色彩等,可有地图、表、数据视图、文字描述等多种信息,如下图的数据布局窗(图六)显示了江苏省各市水产品的分布及年度变化。上置 1998 年江苏省各市水产品产量分布图,某市历年水产品分布表及相关文字评述(江苏省各市历年水产品产量变化较大,已有资料的最近年份(1998 年)显示:南通、苏州、连云港、盐城水产品产量最高,而以徐州、无锡、宿迁、南京最低,在 10 万吨左右),该布局窗可打印输出。

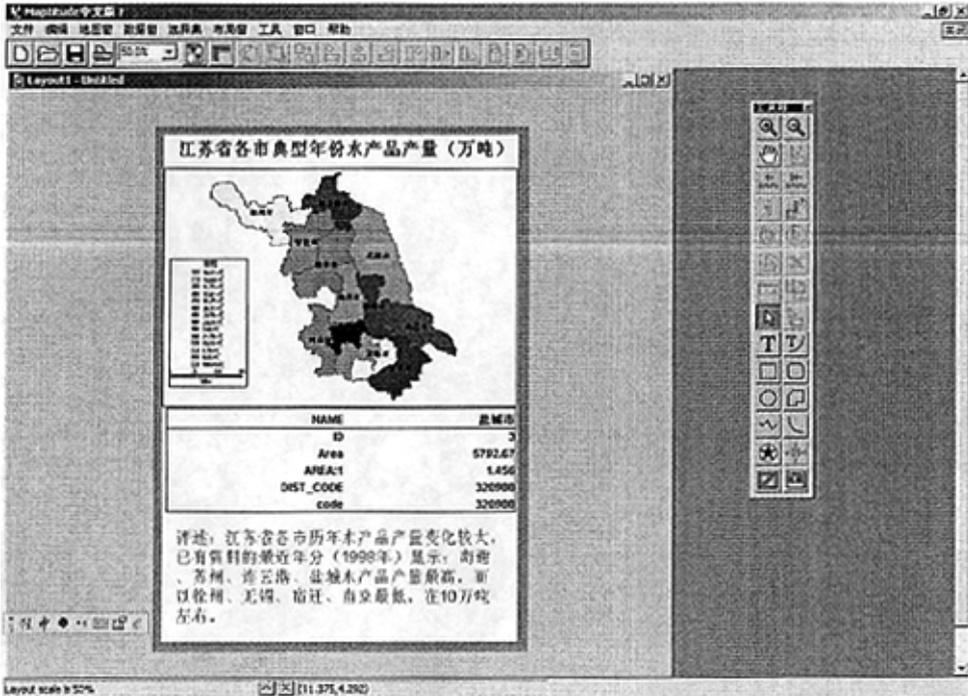


图 6 布局窗

该项功能可产生图文并茂的报告,有利于提高农业资源部门,区划部门报告的编写质量。

应用实例 2：空间分析

GIS 的技术核心就是分层数据管理模式和空间数据分析功能，其中分层数据管理是空间分析的基础。叠加分析、缓冲分析、拓扑分析、GRID 分析等是 GIS 技术的几种常用空间分析功能。Maptitude 可进行缓冲分析、简单的叠加分析（只能叠加另一图层的属性而无叠加矢量图形功能）。下面作一国家干线公路缓冲带分析。进入 Mapitude 界面，调入江苏省干线公路矢量图，再用“图层”菜单添加江苏省村镇图层（图层名：respt）及江苏省边界图层（边界图作为一个背景）。点工具条上的“影响带”按钮，在弹出的对话框中设置：

方法：均匀分布

从 5 到 15 公里，步长：5

叠加图层：respt

叠加属性：默认

则生成如下围绕干线公路的宽度为 5 公里、10 公里、15 公里的均匀分布的缓冲带（图 7），局部放大如图 8。

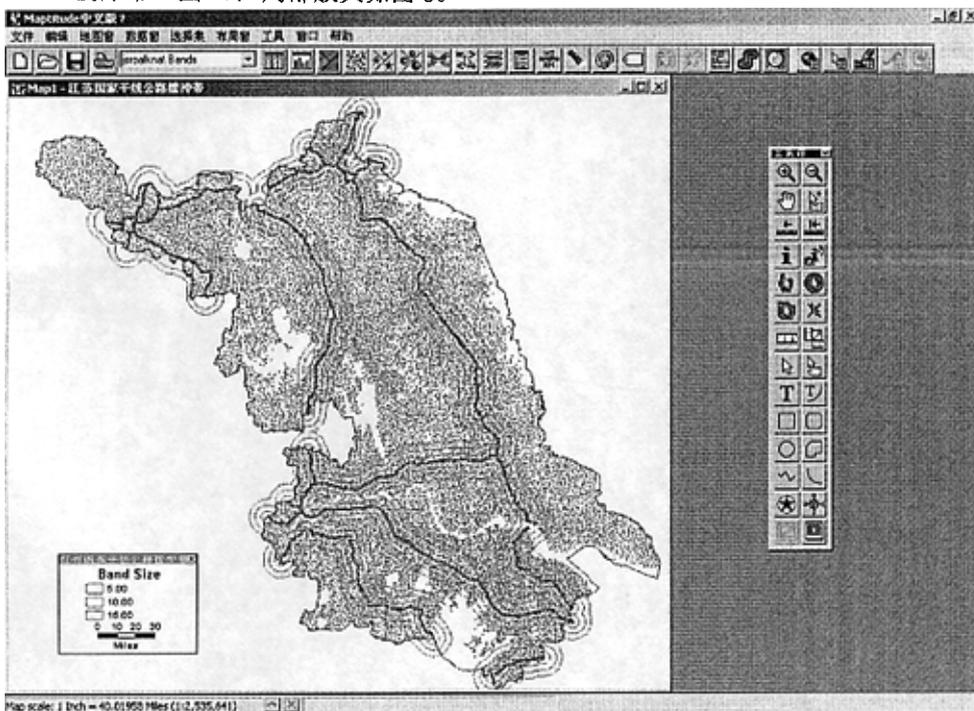


图 7 江苏省国家干线公路 5 公里缓冲带

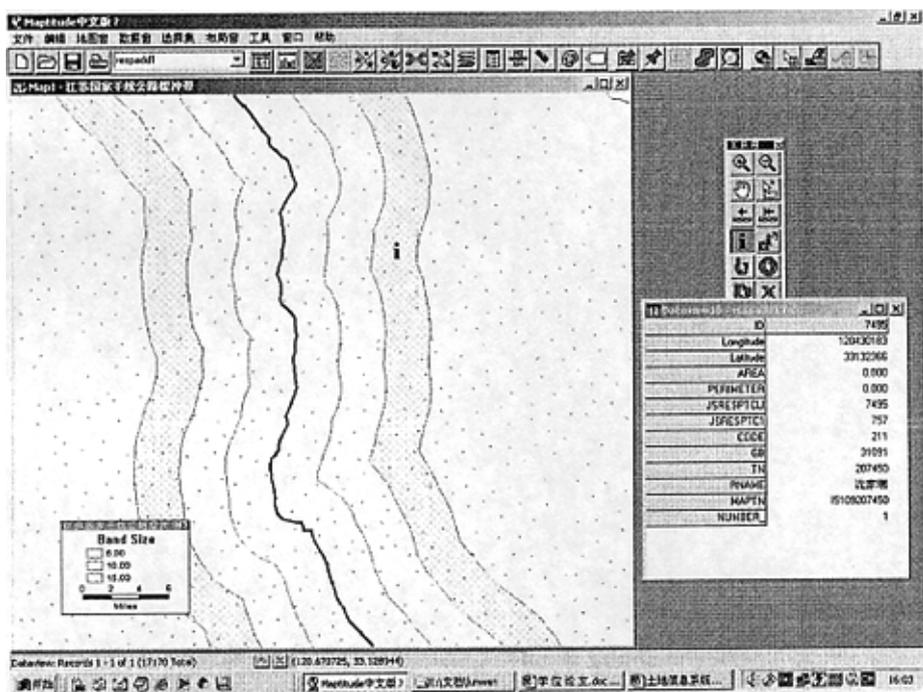


图 8 缓冲带局部放大

可用信息工具查阅缓冲带内的村镇的详细信息，如图 8。

缓冲带分析自动统计缓冲带的面积，包含的村镇个数（表 11）：

表 11 缓冲带分系统计

Id	Area	Width	N respt
1	6566.98	5	2979
2	8794.42	10	3321
3	7026.76	15	2398

从统计数据可知，干线公路 5 公里以内的村镇有 2979 个，10 公里以内的村镇有 3321 个，15 公里以内的村镇有 2398 个，这些距公路较近的村镇是干线公路的主要受益者，交通路况得到了较大的改善，这几条干线公路的维护等费用应由缓冲带内住户按所在缓冲带的不同依一定权重缴纳，例，可令 5 公里缓冲带内权重为 0.5，10 公里缓冲带内权重为 0.3，15 公里缓冲带内为 0.2。考虑增修的干线公路时，可考虑建在缓冲带以外，使干线公路合理分布。

应用实例 3：查询

a. 空间查询

在 Mapitude 中有空间查询功能模块，可参照一数据层(点、线、面)查询另

一数据层(点、线、面),例,某村三面环路,均为国家干线公路,现该村拟开办一乡镇企业,需修一条直达干线公路的小公路,以便运输,为节约花费,要求修筑的路最短,因此迫切需要确认距该村最近的干线公路。对此我们可做如下操作:在 Maptitude 界面内同一窗口中调入江苏省国家干线公路图层(jsroalknat),江苏省村镇图层(newjsrspt),江苏地区界(jsdist)作一背景,先在乡镇图层中选中该村,点击选择集-位置选择,在弹出窗体中填入参数,如图 9。

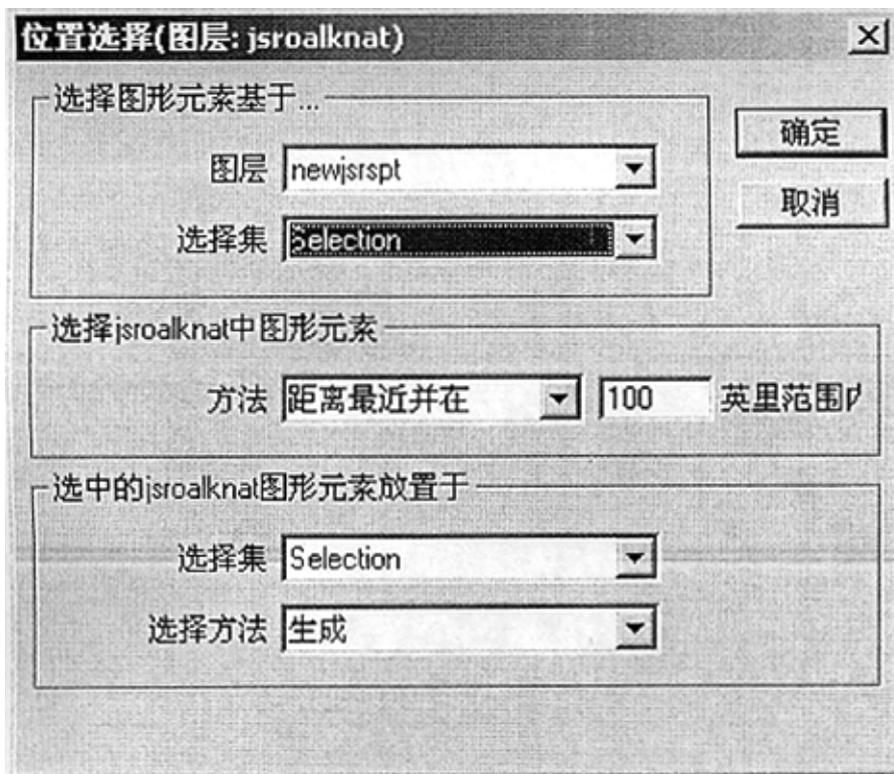


图 9 空间查询参数选择

点击确定,则距离该村最近的干线公路以醒目的颜色显示出来(图 10)。

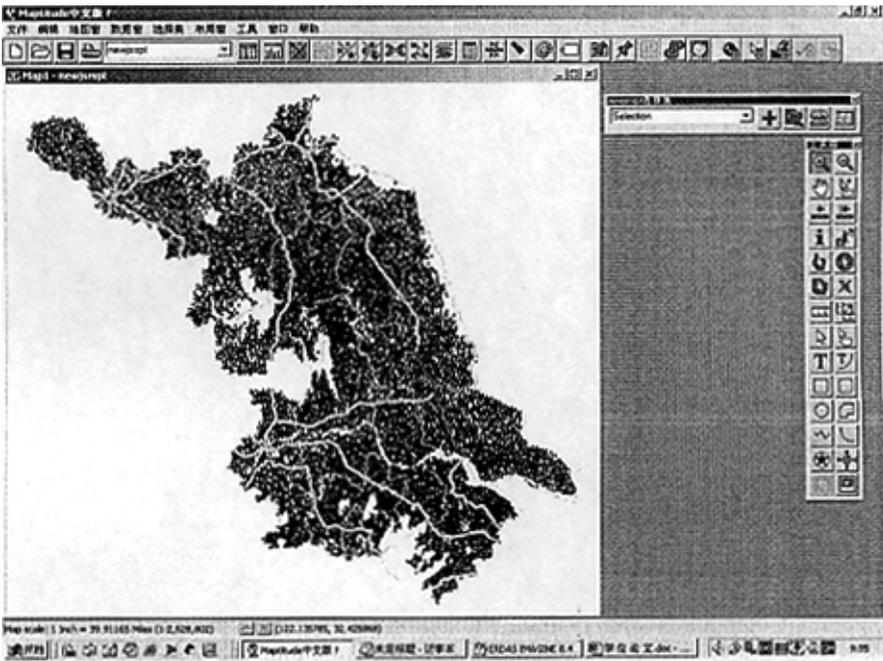


图 10 空间查询结果

这是一个参照点选择线的实例。

b. 属性查询

用户可在网页界面中进行普通的属性查询(图 11)

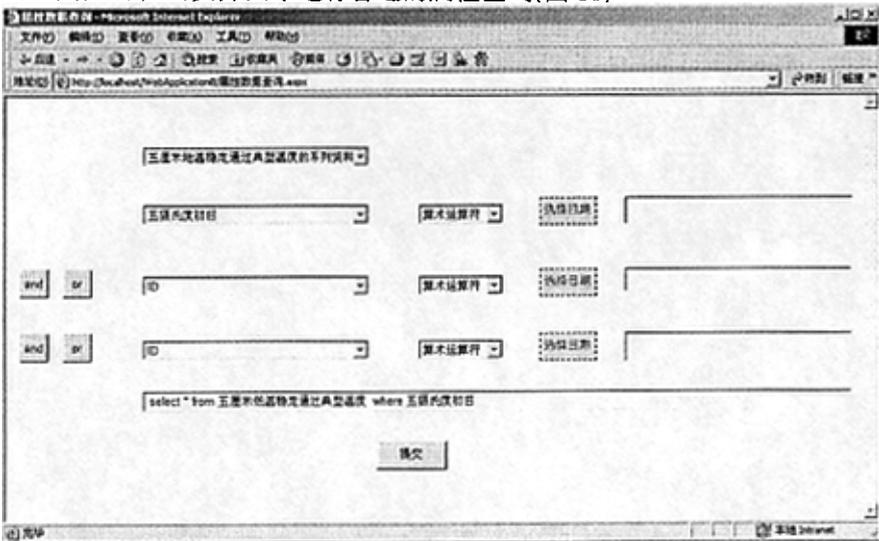


图 11 属性查询页面

应用实例 4 江苏主要粮食作物布局规划

本例主要从农作物的生态适宜性对地区气候资源的要求来规划江苏省主要的农产品小麦及水稻的布局,即从农作物所需的光、温、水等方面考虑农作物的适宜区域及种植制度。由优势农产品布局规划模块自动完成。用户先在网页界面中选择气候条件, Asp.net 调用与 Maptitude 集成的后台优势农产品布局规划模块,挑选出符合条件的地区,并醒目显示在 Maptitude 界面的地图中。对于一种新品种,我们可以用此模块首先规划适宜区域及种植制度等,再试点播种;对于一已投入生产的农产品,我们可用此模块检验其布局的生态适宜性,有无生态上不适宜的或气候相似而从未栽种的。

(1) 水稻

我们使用优势农产品布局规划模块(图 12)评价水稻的种植制度,江苏的降水、土壤等条件基本能满足水稻生长期的需要,决定水稻布局的重要因素是热量资源。在单季稻或双季稻条件选择下拉列表中选择相应条件,再点击成图按钮,即可得单季稻或双季稻适宜播种区。

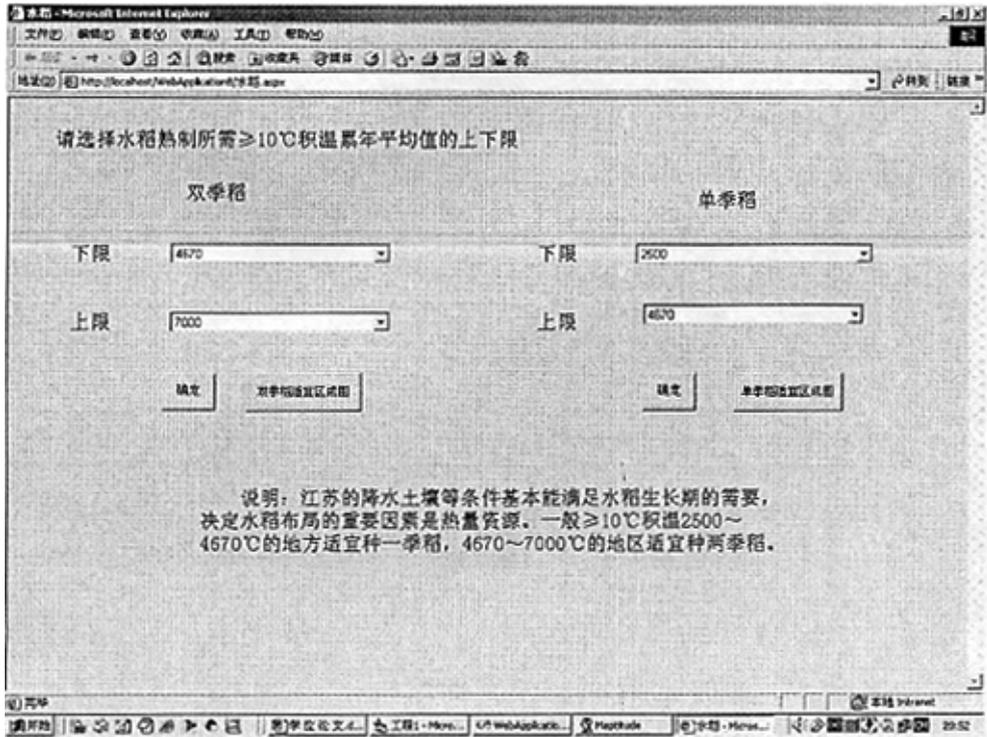


图 12 水稻布局规划界面

一般 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 2500~4500 $^{\circ}\text{C}$ 的地方适宜种一季稻, 4500~7000 $^{\circ}\text{C}$ 的地区适宜种双季稻。但我们考虑到水稻前茬 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温被油菜占用了一部分(大约

十几天), 两季稻之间收获又浪费了一部分积温, 故双季稻的下限温度应比 4500 $^{\circ}\text{C}$ 略大, 从 4500 $^{\circ}\text{C}$ 到 4800 $^{\circ}\text{C}$, 每隔 10 $^{\circ}\text{C}$ 我们用此模块成一次图, 最后发现 4670 $^{\circ}\text{C}$ 时比较合理, 也比较符合江苏实际。如下俩图: 红色为双季稻区 (图 13), 绿色为单季稻区 (图 14)。

从图上可看出, 江苏大概以南京纬度线为界, 北边适宜种单季稻, 南边适宜种双季稻, 这与热量资源由北到南递增是一致的, 西部盱眙洪泽金湖一线属丘陵地带, 春季回暖快, 积温高, 可种双季稻; 而东部射阳大丰东台一带靠海, 由于水的保温作用, 春季回暖慢, 积温低, 只适合种单季稻。

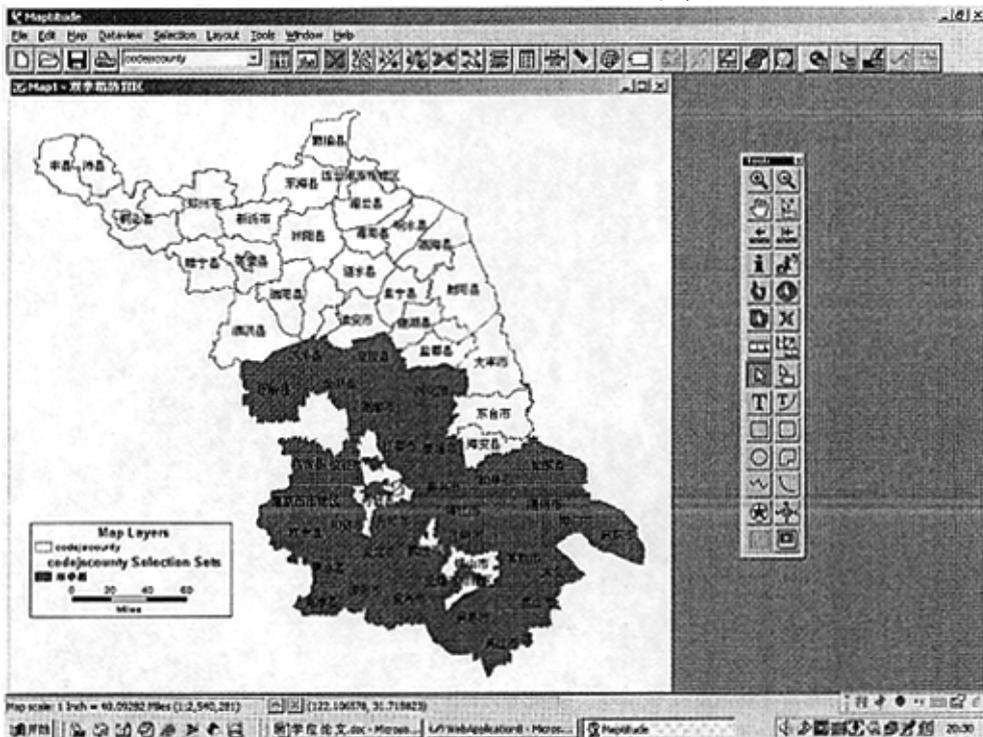


图 13 双季稻适宜播种区

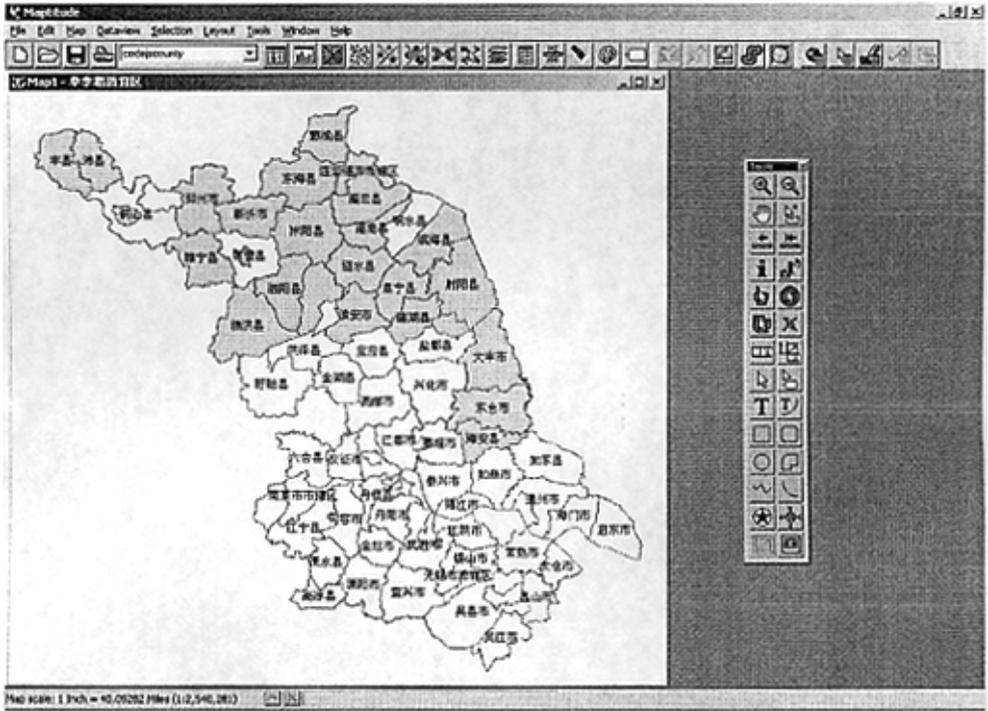


图 14 单季稻适宜播种区

(2) 小麦

据龚绍先的论述，温度低适宜种强筋小麦，温度高适宜种弱筋小麦，据一月份月平均温度可划分强筋、中筋、弱筋小麦适宜播种区，一月份平均温度 $< -4^{\circ}\text{C}$ 适宜种强筋小麦，一月份平均温度在 -4°C 到 0°C 之间适宜种中筋小麦， 0°C 到 4°C 之间适宜种弱筋小麦^[69]。从小麦筋性布局模块（图 15）输入一月份温度范围，可得小麦筋性分布图（图 16），从图可知，我省温度不满足强筋小麦生长需求，自睢宁宿豫灌南沭阳一带向北，适宜种中筋小麦，其余地区适宜种弱筋小麦。弱筋小麦适宜区占江苏省的大部分。

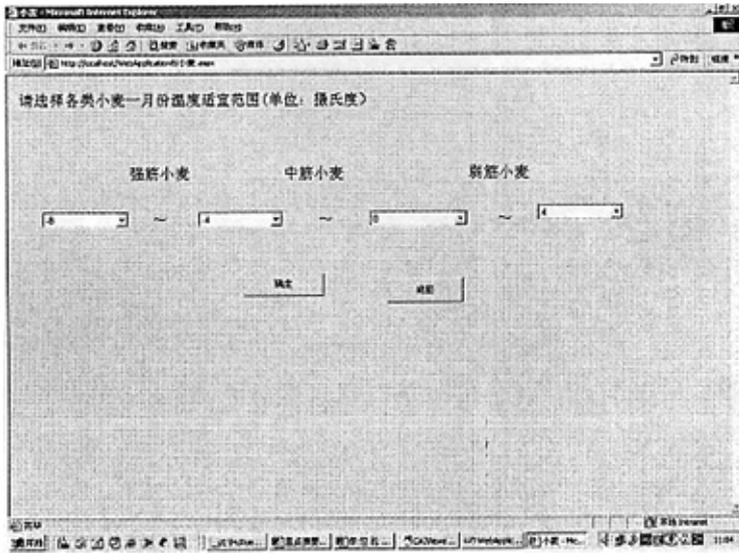


图 15 小麦筋性布局决策界面

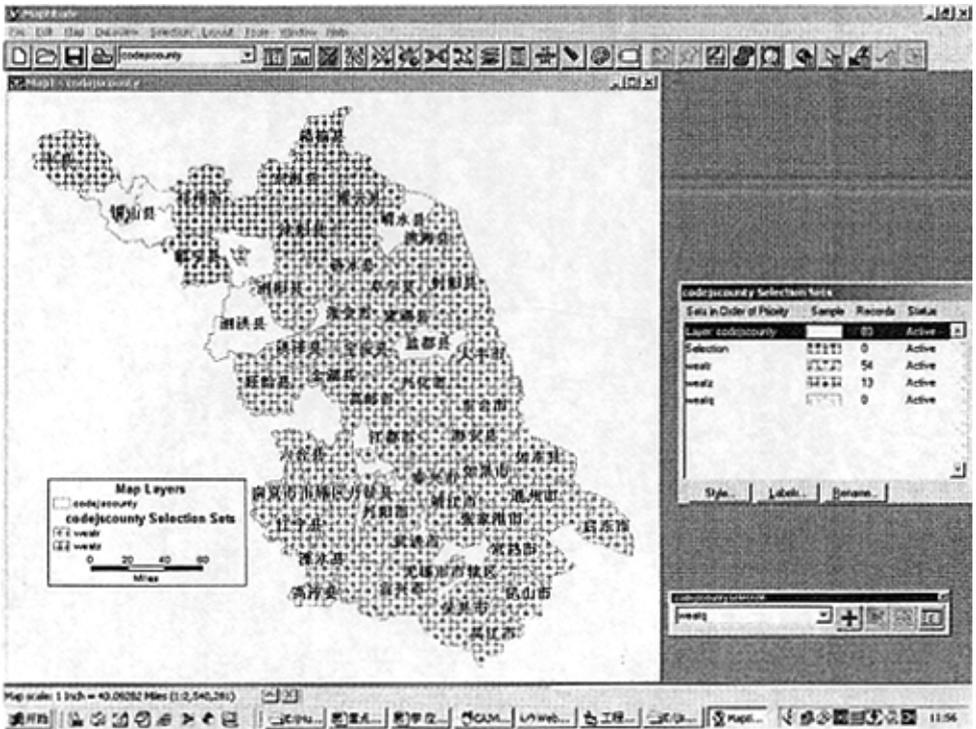


图 16 小麦筋性布局图

第五章 软件功能说明

5.1 系统各模块介绍

系统共包括：区划政务动态、地理底图信息、资源信息 GIS、农业项目库、资源监测评价、农业分区信息、农业区划档案、区划工作交流、政策法律法规、决策分析、属性数据查询等功能模块。用户主界面如图 17 所示。

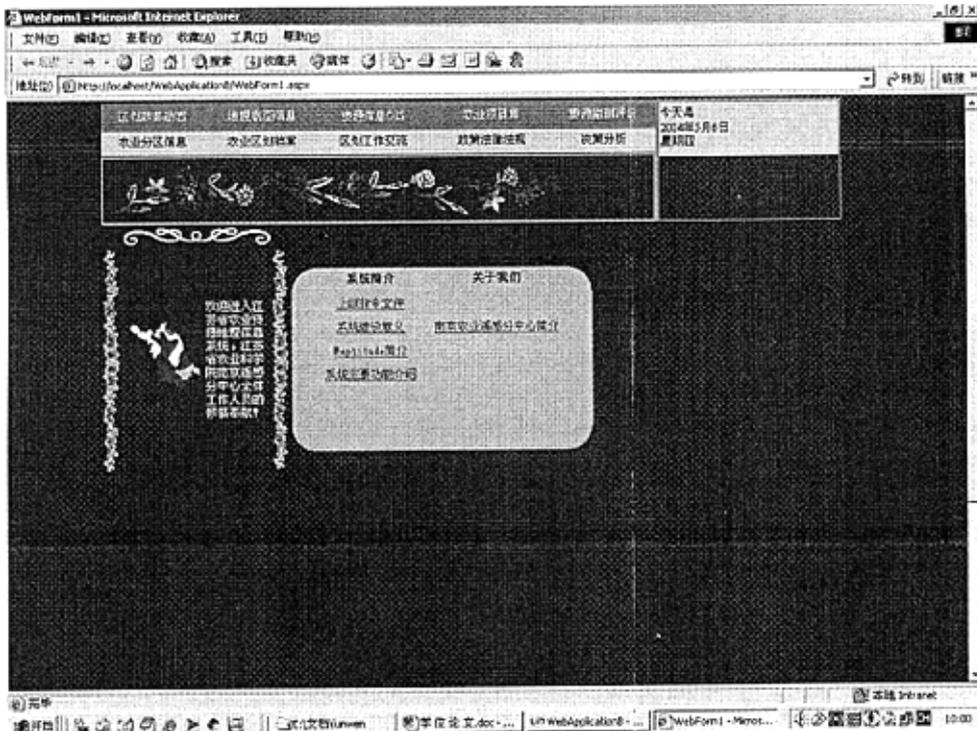


图 17 系统主界面

下面就系统各项予以详细说明

1) 地理底图信息

详细说明各空间数据的来源、制作流程、投影采集日期等信息 (图 18)。



图 18 地理底图信息

2) 资源信息 GIS

资源信息 GIS (图 19) 是农业资源信息含量最多的一个模块, 含有绝大部分的农业资源及基础地理信息。是集空间信息及属性信息一体化显示的模块, 包括江苏省市行政边界、土地利用现状、交通路线状况、气候资源(光、温、降水、日照、农业气象灾害、气候生产潜力等)(图 20), 农业人力资源、农村社会经济统计等资料。凡是区域性的图片资料均以彩色专题图的形式显示, 细化到各县或各市的资料则在 Maptitude 中成图显示; 进入 Maptitude 界面后, 用户可在 Maptitude 中可根据自己的需要选择图的显示子专题, 及图的样式、颜色, 较为灵活。资源信息 GIS 数据容纳量是所有模块中最大的。

例: 选取图(19)中气候资源的单选按钮, 点击确定, 可进入图(20)界面:

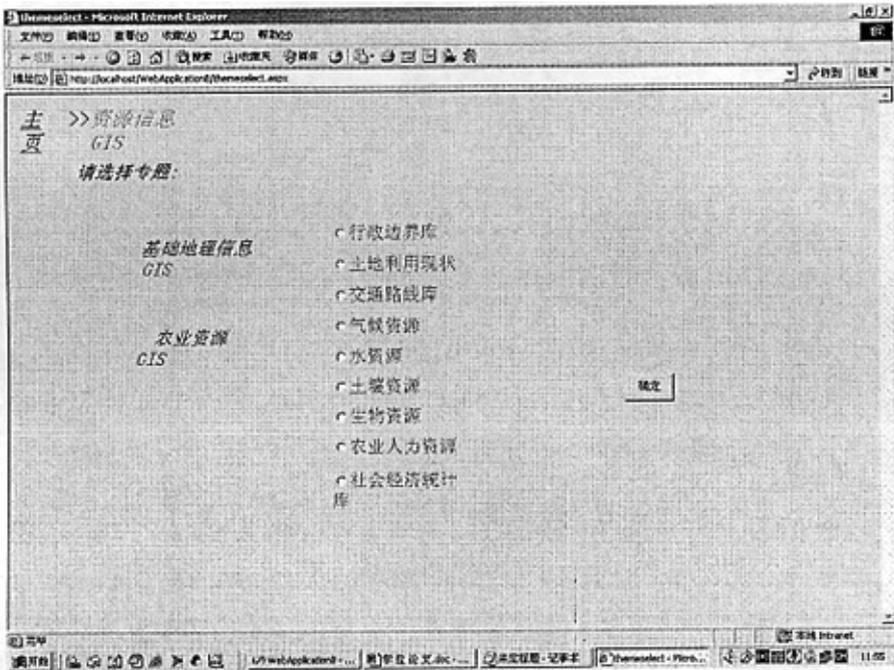


图 19 资源信息 GIS 界面

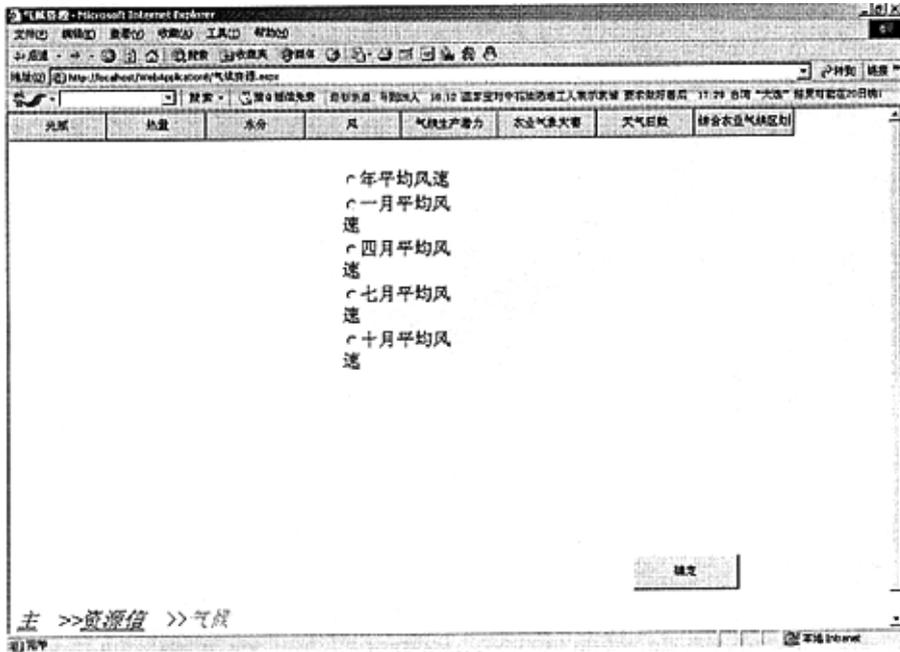


图 20 气候资源界面

再选十月平均风速，则可得到如下的十月平均风速地区分布图（图 21）：

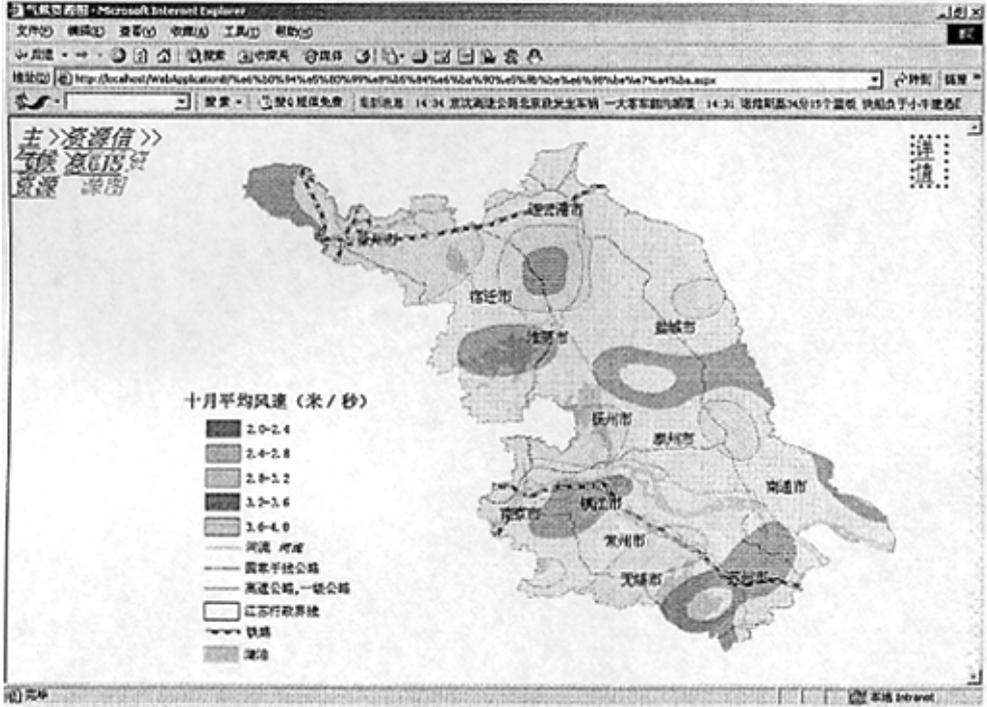


图 21 江苏省十月平均风速分布图

若要查询细化到县的详细资料，点击详情按钮，即可进入 Maptitude 界面，在矢量图形上进行直观的查询（图 22）。

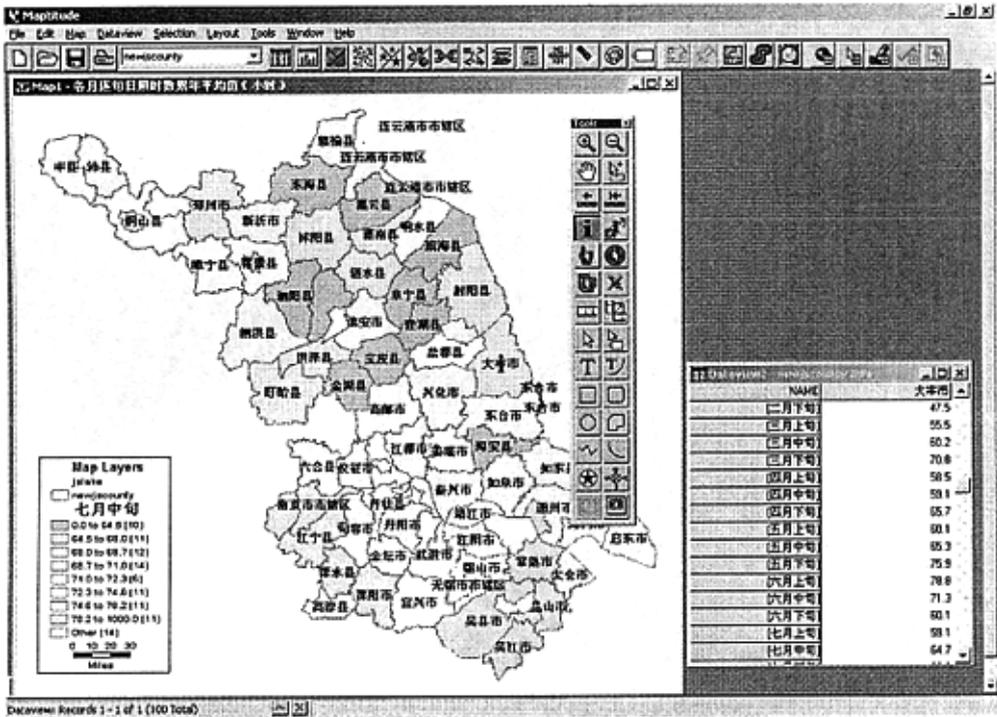


图 22 在 Maptitude 界面中查询资源信息

用户用信息工具选中图上某地理对象时,系统根据地理编码可自动与该对象的属性数据建立连接,提取、显示相关描述信息。

3) 农业项目库

农业项目库可浏览各市的农业项目详细情况(图 23-24),包括项目空间分布情况、建设地点、负责单位、投资额、建设年限等。用户通过项目分布图上的热点可链接到项目信息表。

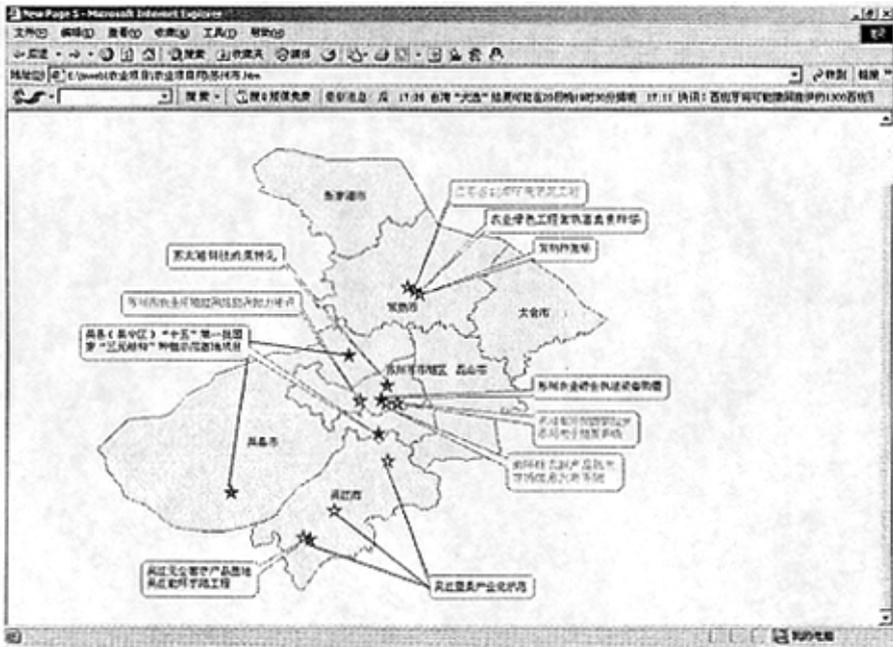


图 23 农业项目库查询界面

项目概况	农业部项目
项目名称	江苏省能源环境示范工程
建设性质	新建
建设地点	常熟市虞东七星桥村、市畜禽良种场
建设单位	常熟市多管局
建设单位	苏州市多管局
总投资总计	200
当年总投资	200
中央投资总计	40
当年中央总投资	40
省级投资总计	
当年省级总投资	
地方配套及自筹总计	160
当年地方配套及自筹总计	160
建设年限	2000—2001
本厅下达文号	苏农计〔2001〕3号

图 24 农业项目信息表

4) 资源监测评价

资源监测评价模块(图 25)储存历年大宗农作物遥感估产监测信息及农业后备资源调查成果。农作物遥感估产监测信息可浏览作物监测结果及历年大宗农作物估产结果(图 26)。农业后备资源包括耕地类型粮食亩产调查、荒山荒地调查、荒水调查、荒滩资源调查、低产园地调查、低产林地调查等。

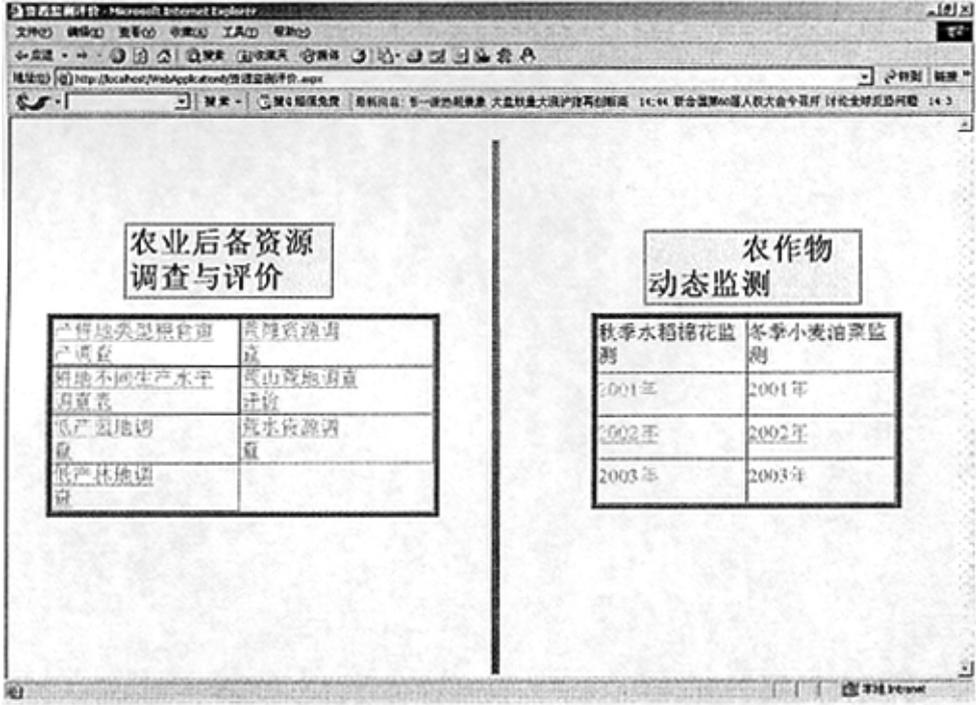


图 25 资源监测评价界面

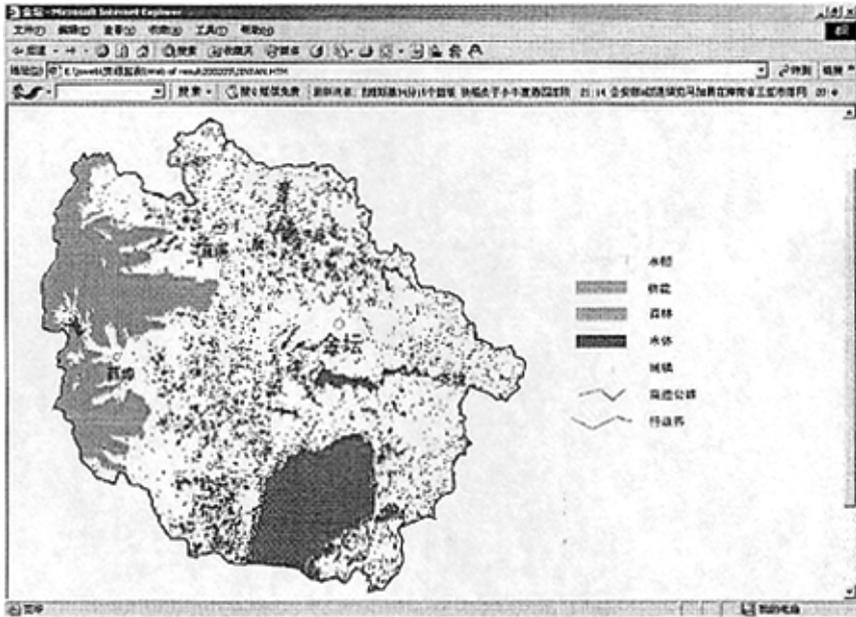


图 26 金坛 2002 年水稻棉花遥感估产图

5) 农业区划档案

农业区划档案制作成 pdf 电子书，用户可浏览到农业区划的详细成果（图 27）。



图 27 农业区划档案 pdf 文档

6) 区划工作交流

区划工作交流情况设计成电子文档, 优美大方 (图 28)。

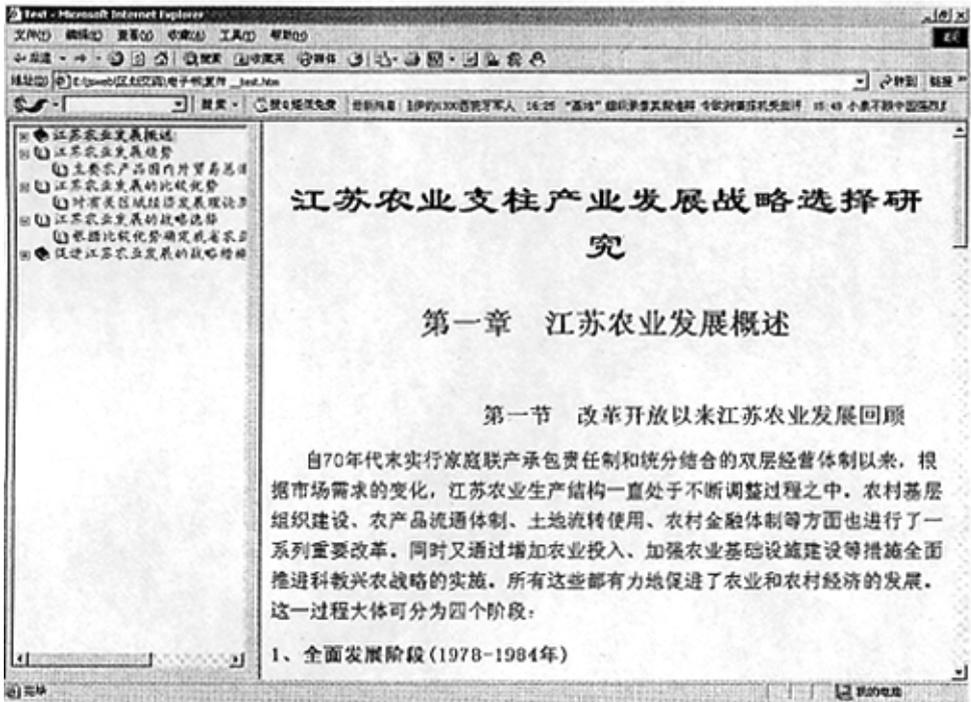


图 28 农业区划工作交流电子文档

7) 政策法律法规

收录中华人民共和国水法、中华人民共和国环境影响评价法、江苏省水资源管理条例、农村土地资源管理办法、滩涂开发管理办法等有关农业资源管理、开发、区划的法律法规。

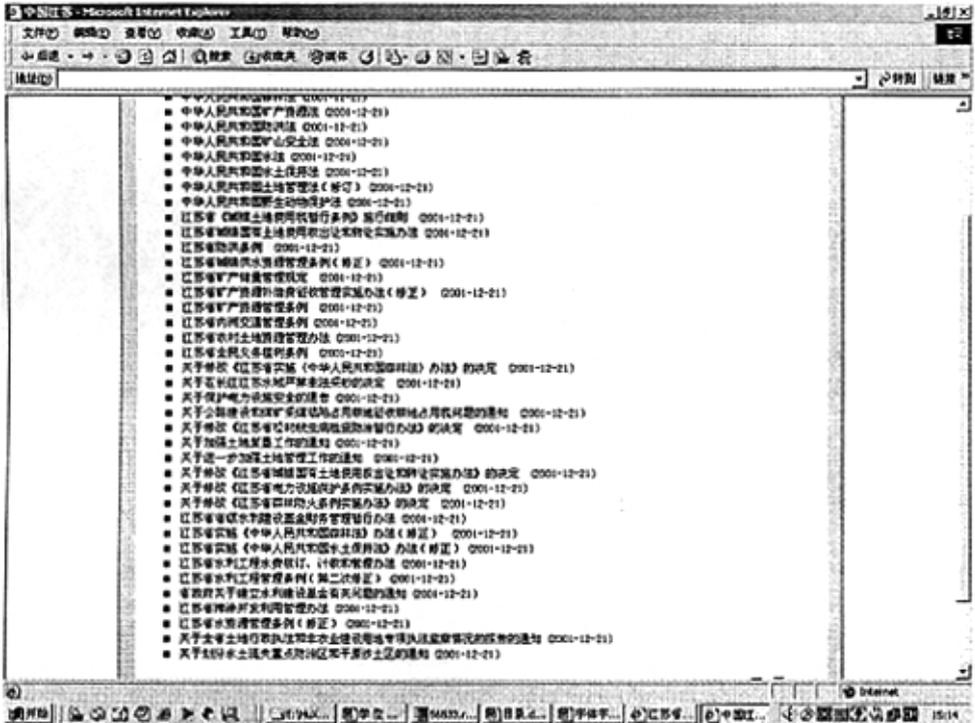


图 29 政策法规法规界面

8) 决策分析

开发农作物布局分析、区域优势比较分析、农业资源综合评价、农作物布局方案等子模块。现已开发了小麦水稻布局模块，见应用实例 4

9) 属性数据查询

可查询详细的属性数据，见应用实例 3 中:b 属性查询。

10) 划政务动态

放置区划工作、行政事务的进展等情况，由于区划部门尚未给出数据，所以该块暂无内容。

11) 农业分区信息

计划浏览主要粮食作物、经济作物等的分区信息，数据尚未进入系统。

5.2 配置系统运行环境

配置本系统的运行环境按以下几个步骤：

a. 安装 iis(internet information services 或 internet 服务管理器)。

iis 是 asp.net 唯一可以使用的服务器，iis 是随操作系统一起提供的，可用

“添加 / 删除 windows 组件” 功能来安装。

b. 在服务器上安装 **Visual studio.net** 系统必备。

使用 Visual studio.net 安装光盘安装。

c. 使用 iis

在控制面板的管理工具中找到服务管理器，双击本机名下的默认站点，右击存放程序的目录，点属性，在目录选项卡中，点创建按钮，则此目录具有 asp.net 权限，并设置此目录的默认页，即可在浏览器中如此调用：<http://localhost/>目录名，例：<http://localhost/>江苏省农业资源地理信息系统。

第六章 结论及讨论

6.1 总结

江苏省农业资源地理信息系统在整理江苏省农业资源信息并建库的基础上进行了开发,该系统信息丰富、性能优越、易于操作,空间信息与文本、统计数据、图表等信息有机地结合起来,能实现空间查询、分析等功能。本系统是使用者获取各种综合信息的工具,是进行农业资源规划,农业结构调整等综合决策的强大平台。

(1) 较为全面的收集整理了江苏省农业资源数据,容纳了以下数据:基本地理要素、土地利用状况、土壤资源、水资源、气候资源、交通状况、农村社会经济资源、农业项目、政策法规、农业区划信息、实时农作物遥感监测成果。

(2) 引入实时的遥感数据,获取及时更新的强大的数据库信息源。

(3) 空间数据库采用传统的混合数据模型,以文件的形式管理空间数据,以关系数据库管理属性数据。

(4) 属性数据的建设中库结构充分考虑了三范式的要求及系统开发的要求,数据库规范且能提供系统开发所需的数据支持。

(5) 对数据进行了分类,编制数据库数据字典,以促进数据库的开放性、可维护性。

(6) 采用用户层、应用层、数据层三层体系结构开发了农业资源地理信息系统。

(7) 用户界面采用网页与GIS软件Maptitude界面相结合的方式,系统无缝集成。网页界面普及度较高,优美大方,系统无缝连接。易于以后向Webgis的升级。

(8) 网页开发中采用了最新的asp.net开发技术,实现了网页内容与代码的分离,系统的可维护性得到大大的提升。

(9) 系统实现了农业资源数据的浏览,各种数据的浏览方式灵活易用。实现了属性数据与空间数据的查询功能。

(10) 系统开发了江苏省小麦、水稻布局决策模块,实现操作的无缝连接,对不同筋性的小麦品种布局,不同熟制水稻的布局进行了决策成图。

(11) 系统具有延展性,可根据需要添加功能模块,更新数据内容。

6.2 本论文的研究特色

本论文的特色在于适应区划部门的需求,采用网页与GIS界面相结合的方式,开发了江苏省农业资源地理信息系统,普及度较高的网页浏览方式优美大方,非专业人士易于操作掌握。在网页的开发中采用了最新的网页开发技术ASP.NET,维护较容易。系统采用用户层、应用层、数据层三层体系结构,提高了系统的可维护性及系统运行的效率。并对地理信息系统的应用如农产品布

局分析等作出了一些尝试。

6.3 问题讨论

(1) 全省的大宗农作物监测点由于正在规划中,因此信息尚未入库;土壤资源、区划政务动态、农业区划档案由于资料未收集到,也未入库。

(2) Maptitude 的二次开发语言是函数调用式的非组件形式开发,二次开发过程繁琐,语言功能与 ASP.NET 的集成存在一定难度,因而系统有两个界面,充分利用两个平台的优势。

(3) 系统的空间分析的核心平台 Maptitude 是单机版,应此系统不涉及 Maptitude 的部分已可在网上发布,空间分析的部分无法在网上发布,但现在建成网页界面,以便以后升级。

(4) 因系统数据量大,建设时间长,本人花了大量的时间在数据库的组建,系统的搭建上,系统的模型分析,决策开发部分才刚起步,有待下一步开发。

致 谢

在论文即将完成之际，我对作论文期间帮助过我的所有人表示衷心的感谢。感谢我在农科院做论文期间的导师李秉柏研究员，李老师帮我克服学习上的难题，生活上给予了我长辈一样的关怀，提供了各种便利条件，从学习到生活，无微不至。

感谢我的导师郑有飞教授在学习上给予我引导，生活上给予了我悉心的关怀，特别是在做人处世上，郑老师的平易近人、活泼开朗、乐观向上的个性将影响我以后的生活态度。

感谢农科院的何维副研究员，对于遥感及 GIS 方面传授了我许多基础知识及技能。解决了许多学习过程中的困惑。

感谢农科院的王立方、胡肄农老师，他们在网页制作上给予我很好的帮助。

感谢姚克敏老师、申双和老师、邱新法老师在论文撰写的过程中给予的指导。

感谢江苏省农科院南京农业遥感分中心的全体工作人员，给了我一个良好的学习氛围。

感谢校室友，农科院室友给予的关心友爱。

感谢 01 级全体师生，共同度过了三年愉快的学习生活。

感谢马代能的鼓励与支持。

感谢我的家人，谢谢他们对我的默默支持。

参考文献

- [1] 王少安, 地理信息系统(GIS)及其发展趋势, 焦作工学院学报(自然科学版), 2001, 20(3): 217~220
- [2] 张超, 陈丙咸, 郭伦, 地理信息系统, 北京:高等教育出版社, 1995
- [3] 吴升, 王家耀, 近年来地理信息系统的技术走向, 测绘通报, 2000, (3):20~21
- [4] 吴信才, 白玉琪, 郭玲玲, 地理信息系统发展现状及展望, 计算机工程与应用, 2000, 4: 8~9
- [5] 曹瑜, 胡光道, 地理信息系统在国内外应用现状, 计算机与现代化, 1999, 61(3)
- [6] Saro Lee, Ueechan Chwae and Kyungduck Min , **dslide susceptibility mapping by correlation between topography and geological structure: the Janghung area, Korea**, *Geomorphology*, 2002
- [7] K.Y.Rybaczuk, **Gis as an aid to environmental management and community participation in the Negril Watershed**. *Computers, Environment and Urban Systems*, 2001 , 25 (2): 141~165
- [8] M. Sozanska, U. Skiba and S. Metcalfe , **Developing an inventory of N₂O emissions from British soils**. *Atmospheric Environment* , 2002, 36 (6) : 987~998
- [9] L. Zhang and S. G. Beavis S. D. Gray , **Development of a Spatial Database for Large-Scale Catchment Management: Geology, Soils, and Landuse in the Namoi Basin, Australia** . *Environment International* , 1999, 25 (6~7) : 853~860
- [10] John Abbott, **Use of spatial data to support the integration of informal settlements into the formal city**, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 2001, 3 (3): 267~277
- [11] D. Z. Suia and R. C. Maggiob, **Integrating GIS with hydrological modeling: practices, problems, and prospects** *Computers, Environment and Urban Systems* , 1999, 23 (1) : 33~51
- [12] Jan Paredaens and Bart Kuijpers, **Data models and query languages for spatial databses** , *Data & Knowledge Engineering* , 1998, 25 (1~2): 29~53
- [13] Xuemin [Reference to Lin], Xiaomei [Reference to Zhou] and Chengfei [Reference to Liu] , **Efficient computation of a proximity matching in spatial databases** , *Data & Knowledge Engineering* , 2000, 33 (1): 85~102
- [14] Loukas G. Arvanitis, Balaji Ramachandran, Daniel P. Brackett, Hesham Abd-El Rasol and Xuesong Du, **Multiresource inventories incorporating GIS, GPS and database management systems: a conceptual model**, *Computers and Electronics in Agriculture*, 2000, 28 (2) : 89~100
- [15] Shree S. Nath, John P. Bolte Lindsay G. Ross and Jose Aguilar-Manjarrez , **Applications of geographical information systems (GIS) for spatial decision support in aquaculture**, *Aquacultural Engineering*, 2000, 23(1~3): 233~278
- [16] Wilhelm Caspary and Robert Scheuring , **Positional accuracy in spatial databases**

- Computers, Environment and Urban Systems* , 1993, 17 (2) : 103~110
- [17] Andrew D. Kliskey, **The role and functionality of GIS as a planning tool in natural-resource management** , *Computers, Environment and Urban Systems* ,1995, 19(1): 15~22
- [18] Christopher J. Webster, **Structured methods for GIS design part 1: A relational system for physical plan monitoring** ,*Computers, Environment and Urban Systems*,1994, 18(1): 1~18
- [19] Andre Zerger, and David Ingle Smith , **Impediments to using GIS for real-time disaster decision support**, *Computers, Environment and Urban Systems*
- [20] Cavallin & Floris, **GIS potential for regional and local scale groundwater hazard assessment**, *Geographical information systems in assessing natural hazards*, 1995, 6: 259~272.
- [21] 钟耳顺 , 地理信息系统技术开发、应用与产品化 , 《中外科技信息》,1998,12
- [22] 秦其明, 袁胜元, 中国地理信息系统发展回顾, 测绘通报, 2001, 增刊:12~16
- [23] 傅肃性, 地理信息系统的理论与应用发展, 地理科学进展, 2001, 20 (2) :192~199
- [24] 周斌, 杨柏林, 林沁园, 贵州省安顺市土地资源信息空间数据库, 应用生态学报, 2002, 13(5)
- [25] 刘春国 , 薛重生, 应用 A r c / I n f o 建立湖北省区域稳定性评价空间数据库, 西北地质, 2002,35(2):75-80
- [26] 王正军,程家安,李典谟, 水稻二化螟地理信息系统数据库的设计与组建, 昆虫学报, 2001, 44 (4) : 525~533
- [27] 李德仁, 李清泉, 一种三维 GIS 混合数据结构研究, 测绘学报,1997,26(2):128~133.
- [28] 黄波, 许冠华, 阎守邕, GIS 中空间模糊叠加模型设计, 测绘学报,1996,25(1):53~56.
- [29] 赵地红, 城市地籍数据库数据模型的建立, 山东矿业学院学报, 1993,12(1):36~40.
- [30] 潘瑜春,钟耳顺,梁军, 空间数据库技术在土地信息系统中的应用, 计算机应用, 2002, 22 (5): 67~69
- [31] 胡金星, 潘懋, 王勇, 徐绘宏, 空间数据库研究, 计算机工程与应用, 2002, 11~13
- [32] 李振华, O R A C L E 空间数据库的对象-关系模式初探——兼议关系数据库和面向对象数据库在 G I S 中的应用, 地球科学——中国地质大学学报, 2002, 27 (3): 333~337
- [33] 龚健雅, 朱欣焰, 朱庆, 熊汉江, 面向对象集成化空间数据库管理系统的设计与实现 武汉测绘科技大学学报 2000, 25(4): 289~293
- [34] 刘汉湖,杨五年等, 面向对象的矿产地理数据库的设计与建立,测绘科学,2003,28(4): 53~54
- [35] 韩海洋,龚健雅,袁相儒,基于 B / S 体系的 I n t e r n e t G I S 分布式异构空间数据库的集成, 遥感学报,2000,4(1): 76~82
- [36] 郭达志,矿山地理信息系统的空间和时间四维数据模型,测绘学报,1993,22(1):33~40.
- [37] 史文琦,邵伟民,陆菊康, 基于 SDSS 的空间数据库系统模型的研究, 计算机工程与应用, 2002,8: 209~210

- [38] 宋立松,虞开森,基于地理信息系统的水文资料整编系统设计,水科学进展,2001,12(4):541~546
- [39] 袁国林,大气污染扩散可视化——地理信息系统的应用,云南环境科学,2000,19(1):19~23
- [40] 黄敬峰,王秀珍,王人潮,地理信息系统技术在水稻产量时空变化研究中的应用,中国水稻科学,2000,14(4):213~218
- [41] 梁会民,赵军,地理信息系统在居民点空间分布研究中的应用,西北师范大学学报(自然科学版),2001,37(2):76~80
- [42] 黎夏,利用遥感与GIS对农田损失的监测及定量评价,地理学报,1997,52(3):279~287.
- [43] 刘友兆,王峻,刘吉军,姚翠巧,杨建海,吴俊品,地理信息系统支持下的县域耕地分等研究,南京农业大学学报,2001,24(3):106~110
- [44] 黄浩辉,刘锦鑫,陈新光,地理信息系统在广东省农业气候资源分析中的应用,广东气象,2001,26~28
- [45] 杜培军,地理信息系统(GIS)与房地产评估专业模型的结合,北京测绘,2000,1:22~24
- [46] 高艳芳,应用地理信息系统(MAPGIS)进行名优作物种植适宜区规划,物探化探计算技术,2000,22(3):257~261
- [47] 韩玲,徐惠莲,利用遥感技术和地理信息系统技术对土地资源分类的研究,西安工程学院学报,2000,22(3):56~58
- [48] 李崇贵,赵宪文,以遥感和地理信息系统为基础的森林蓄积L S估计自变量选择研究遥感学报,2001,5(4):277~281
- [49] 宋晓红等,区域地理信息系统在农业中的应用,地理学报,1989,44(2):237~245.
- [50] 张国平,刘纪远,张增祥,基于遥感和GIS的中国20世纪90年代毁林开荒状况分析,地理研究,2003,22(2):221~226
- [51] 刘书华,杨晓红,谢景新,小麦、玉米病虫害防治地理信息系统(XYGIS)的研究,河北农业大学学报,2002,25(1):73~74
- [52] 闫泉峰,徐拴祥,李功强,应用MapInfo建立华丰煤矿地理信息系统,山东煤炭科技,2000,增刊:75~78
- [53] 王新洲,柳宗伟,陈顺清,城市人口地理信息系统建设模式探讨,武汉大学学报·信息科学版,2001,26(3):226~231
- [54] 黄裕霞, FrankHoffmann, 陈常松, GIS互操作的实现途径述评, 地理研究, 1999, 18(1): 105~112.
- [55] 吴景勤,当前地理信息系统与遥感数据集成问题,测绘工程,2001,10(1):23~26
- [56] 周权,肖德琴,OLE技术在应用型地理信息系统开发中的应用,广州大学学报,2001,15(8):45~48
- [57] 郝平,李瑞麟,应时彦,陈国华,组件式地理信息系统技术,浙江工业大学学报,2001,29(3):301~304
- [58] 宋扬,李见为,曾航,钟建,基于组件式地理信息系统的二次开发,重庆大学学报(自然科学版)

- 学版), 2000, 23 (6) : 121~123
- [59] 乔彦友, 武晓波, 基于WebGIS的农业决策支持系统及其应用, 地球信息科学, 2003, 5 (4) : 34~37
- [60] 杨存吉, 白玲, 郑州市城市地理信息系统的总体设计, 测绘学院学报, 2000, 17 (3) : 213~215
- [61] 龚健雅, 空间数据库管理系统的概念与发展趋势, 测绘科学, 2001, 26(3):4~9
- [62] 刘春, 刘大杰, GIS 的应用及研究热点探讨, 现代测绘, 2003, 26 (3)
- [63] 吴升, 王家耀, 近年来地理信息系统的技术走向, 测绘通报, 2000年, 3: 20~24
- [64] 全国农业资源区划办公室, 省级农业资源信息系统建设技术规程, 2003年
- [65] 陆登槐, 建立自己的数据库, 计算机与农业, 2000, 9 :31~34
- [66] 韩志军, 汪新庆, 吴冲龙, 数据库系统数据字典的设计与实现, 微机发展, 1999, 2: 30~32
- [67] 石磊, Visual Basic.Net 与数据库开发, 第一版, 人民邮电出版社, 2001
- [68] 金雪云, asp.net 简明教程, 清华大学出版社, 2003
- [69] 龚绍先, 作物气象, 北京农业大学出版社, 1991

附录 部分程序源代码

```

Private Sub Button1_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button1.Click
    '选择气象条件符合的地图代码: mapid"
    myconn.Open()
    Dim selmapid(100) As Integer
    Dim i As Integer
    For i = 0 To 100
        selmapid(i) = 2000
    Next
    Dim sqlstring As String = "SELECT 地图代码对应.mapid FROM 地图代码对应
INNER JOIN 日平均气温稳定通过典型温度 ON 地图代码对应.台站代码 = 日平均气温
稳定通过典型温度.台站代码 WHERE ((( 日平均气温稳定通过典型温度.温度)=10) AND
((日平均气温稳定通过典型温度.活动积温)<" & DropDownList2.SelectedVale & " AND (日
平均气温稳定通过典型温度.活动积温)>" & DropDownList7.SelectedVale & ")")
    Dim cd As New OleDbCommand(sqlstring, myconn)
    Dim dr As OleDbDataReader
    Dim ss As String
    dr = cd.ExecuteReader()
    i = 0
    While dr.Read()
        selmapid(i) = dr.GetValue(0)
        ss = selmapid(i).ToString()
        i = i + 1
    End While
    myconn.Close()

    '生成成图源文件macrofile.rsc
    Dim forstr As String
    Dim bacstr As String
    Dim NewPath As String
    NewPath = "e:\jsweb\tempfile"
    ChDir(NewPath)
    Dim sw As StreamWriter = New StreamWriter("macroFile.rsc")
    Dim idstring As String
    forstr = "macro""select from ids"" & Chr(13) + Chr(10) & "OpenWorkspace(" &
""e:\jsweb\maptifile\wrk\idcounsh.wrk"", )" & Chr(13) + Chr(10) & "layer=""codejscounty
""

```

```
sw.WriteLine(forstr)
idstring = "dim ids [" & i & "]"
sw.WriteLine(idstring)
Dim count As Integer
Dim arraystring As String
For count = 0 To i - 1
    arraystring = "ids[" & count + 1 & "]= " & selmapid(count)
    If selmapid(count) < 900 Then sw.WriteLine(arraystring)
Next
bacstr = "SelectByIDs(" & """"Selection"""" & ", " & """"several"""" & ", ids)" & Chr(13)
+ Chr(10) & "SetDisplayStatus("""Selection"", ""Active"" )" & Chr(13) + Chr(10) &
"SetSelectDisplay( " & """"True"""" & ") " & Chr(13) + Chr(10) & "endmacro"
sw.WriteLine(bacstr)
sw.Close()
```