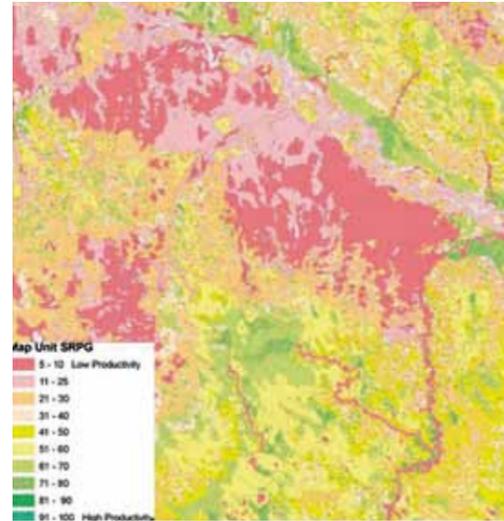
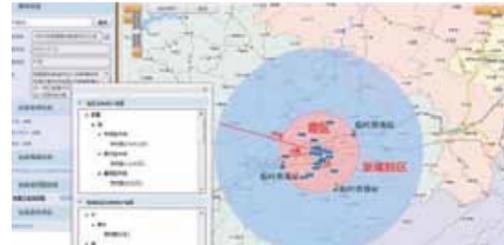


帮助用户取得成功
是 Esri 不变的目标和责任

Esri —— 全球最大的GIS技术提供商
ITT VIS —— 全球遥感领域的领导者

- 遥感和GIS技术的领导者
- 完整、可伸缩的企业级GIS解决方案
- 遥感与GIS一体化集成最佳解决方案
- 遍布全球的合作伙伴和用户网络



农业地理信息系统 解决方案

Esri 中国(北京)有限公司

网站: www.esrichina-bj.cn; 技术支持网站: support.esrichina-bj.cn
Esri 中国社区: bbs.esrichina-bj.cn; 技术支持热线: 010-65542881; email: info@esrichina-bj.cn

北京代表处
地址: 北京市东城区朝阳门北大街8号 富华大厦A座12层D室 邮编: 100027
电话: 010-65541618 传真: 010-65544600

广州代表处
地址: 广州市林和西路3-15号耀中广场B座3012-3014单元 邮编: 510620
电话: 020-86007565 传真: 020-86007565-102

西安代表处
地址: 西安市高新区科技路48号 创业广场 B座F层1405室
邮编: 710075 电话: 029-86698900

上海代表处
地址: 上海市徐汇区天钥桥路30号 美罗大厦1108-1110室 邮编: 200030
电话: 021-64268423 传真: 021-64268423-229

成都代表处
地址: 四川省成都市提督街88号 四川建行大厦2517室 邮编: 610016
电话: 028-86080839 传真: 028-86080839-212

沈阳代表处
地址: 沈阳市和平区和平北大街65号 总统大厦A座21层2108-2109室
邮编: 110003 电话: 024-22812660

Esri 中国(北京)培训中心
地址: 北京市朝阳区大屯路甲11号 中国科学院地理科学与资源研究所1302室 邮编: 100101
电话: 010-64855687 传真: 010-64855685 E-mail: actc@reis.ac.cn 主页: training.esrichina-bj.cn



分享地理价值

前言

我国是一个有着悠久农业传统的国家，农业也一直是关乎国计民生的基础产业。

建国初期，“农业现代化”即成为建设社会主义强国的主要任务之一，成为新中国几代人共同的奋斗目标。

什么是现代农业？

现代农业有着丰富内涵，并随着实践的发展而不断深化。

在上世纪50-70年代，现代农业强调农业装备技术水平：人们认为现代农业是机械化、电气化、水利化、化学化。80年代后，则更多地是强调生产经营方式的变化：科学化、集约化、商品化、社会化、产业化。新世纪后，对现代农业较为普遍的理解是：通过现代信息技术的促进，加快转变农业增长方式，实现农业高效、可持续发展。

2007年中央1号文件对现代农业做出了科学的表述和概括：用现代物质条件装备农业，用现代科学技术改造农业，用现代产业体系提升农业，用现代经营形式推进农业，用现代发展理念引领农业，用培育新型农民发展农业，提高农业水利化、机械化和信息化水平，提高土地产出率、资源利用率和农业劳动生产率，提高农业素质、效益和竞争力。

目前，网络通讯、信息电子、自动控制等技术已经覆盖到所有支撑农业发展的技术装备和设施中，在宏观决策、生产经营、公众服务等多个领域发挥了不可替代的作用——农业信息化已成为现代农业的重要标志。

在波澜壮阔的信息化浪潮中，地理信息系统（Geographic Information System，简称GIS）无疑是一道独特的风景。

以空间信息为核心的GIS，通过直观的图形界面，帮助用户便捷地完成数据处理、存贮、检索、分析。甫一出世，便倍受欢迎。在不到40年的时间里，GIS便由一门科学技术迅速发展为一个全球性的庞大产业。

我国GIS应用起步较早，上世纪七十年代末，联合国FAO、UNDP等机构在中国建立了一个遥感应用培训中心，开始了3S技术的研究。三十年来，GIS技术在农业领域的应用逐步深入：从农业资源调查、区划，到作物长势估产、防灾减灾；从耕地质量分析、病虫害防治，到农产品安全追溯，农业经济形势监测，GIS无不发挥着重要的作用。

ArcGIS作为全球领先的GIS平台软件，在我国种植业、畜牧业、渔业等各专业中得到了广泛的应用，成为各核心业务的支撑平台。如农业部遥感中心“全国农业资源与区划基础数据库信息共享系统”、农业部种植业司的“县域耕地资源管理信息系统”（全国推广到县）、全国畜牧总站的“草原工程区上图制图系统”（全国推广到县）、北京市农业局的“3S农业宏观决策支持系统”、上海市农委的“应急指挥系统”、广州市农业局“农业地理信息系统”等等。

当前，我国正处于传统农业向现代农业转变的重要历史阶段，党的十七大报告就旗帜鲜明地提出：“加强农业基础地位，走中国特色农业现代化道路”。这将是一项长期而重大的任务，同时也是一项开创性的伟大事业。

我们有理由相信：方兴未艾的GIS必将迎来一个更为广阔的发展空间！

我们也有理由相信：性能卓越的ArcGIS必将成为我国建设现代农业的重要推手！

目 录

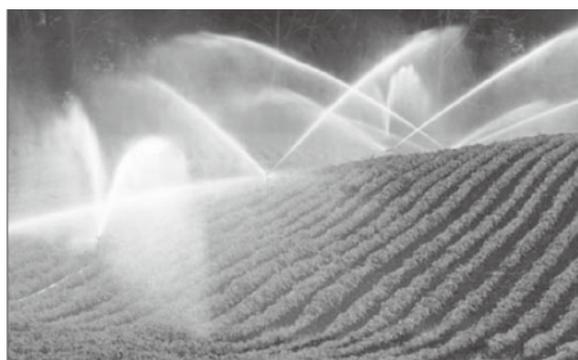
1. 概述.....	1
2. 应用总体架构.....	2
2.1.数据层	2
2.2.逻辑层	4
2.3.应用层	5
3. ArcGIS在农业上的应用.....	6
3.1.农业资源与区划.....	6
3.2.种植业管理.....	8
3.3.畜牧、草原.....	10
3.4.渔业水产	11
3.5.精准农业	12
3.6.环境监测、农产品安全	14
3.7.农业灾害预防.....	15
3.8.其他领域	16
4. ArcGIS与ENVI一体化.....	17
4.1.遥感在农业中的应用	17
4.2.农业遥感中的技术需求分析	18
4.3.ENVI与ArcGIS一体化集成方案.....	19
5. 关键技术.....	21
5.1.分布式海量空间数据库管理	21
5.2.基于SOA架构的完整的ArcGIS技术支撑	23
5.3.基于ArcGISServer构筑农业空间信息服务平台.....	24
5.4.基于混合架构的农业GIS应用系统开发	24

5.5.基于移动GIS的农业田间数据采集.....	25
5.6.遥感、GIS一体化集成技术	26
6. 典型案例.....	28
6.1.国内案例	28
6.2.国外案例	48
7. 可用资源.....	57
7.1.Esri用户大会.....	57
7.2.专业网站和社区.....	57
7.3.专业化培训.....	57
7.4.齐备的期刊资料.....	58
7.5.User Group.....	58
7.6.专业技术支持.....	58

1. 概述

农业地理信息系统（简称农业GIS）也称为农业GIS应用系统，数字农业空间信息平台等，是将地理信息系统（GIS）、遥感（RS）、全球定位系统（GPS）、计算机、自动化、通信和网络等技术与地理学、农学、生态学、植物生理学、土壤学等基础学科紧密地结合起来，形成一个包括对农作物、土地、土壤从宏观与微观的监测，农作物生长发育状况及其环境要素的现状进行定期的信息获取以及动态分析和诊断预测，耕作措施和管理方案等在内的信息系统。目标是将传统的农业生产管理提高到一个以快速调查和监测、适时诊断和分析、高效决策和管理为标志的全新的与信息时代相适应的现代化农业的新阶段。

20世纪70年代GIS开始应用于农业，在土地资源调查、土地资源评价和农业资源管理、规划等方面取得重大进展，随着90年代计算机技术的发展和农业信息化程度的提高，GIS在农业领域的应用不断普及和深入，广泛应用于区域农业可持续发展研究、土地的农作物适宜性评价、农业生产管理、农田土壤侵蚀与保护研究、农业生产潜力研究、农业系统模拟与仿真研究，农业生态系统监测、区域农业资源调查、规划、管理及农业投入产出效益与环境保护、病虫害防治。近年来，以信息技术与农业技术有机结合为特征的“数字农业”得到了迅速发展，GIS与GPS、RS、DSS（决策支持系统）、Internet等高新技术结合，成为数字农业技术体系的核心技术，尤其在“精准农业”中得到了广泛应用。



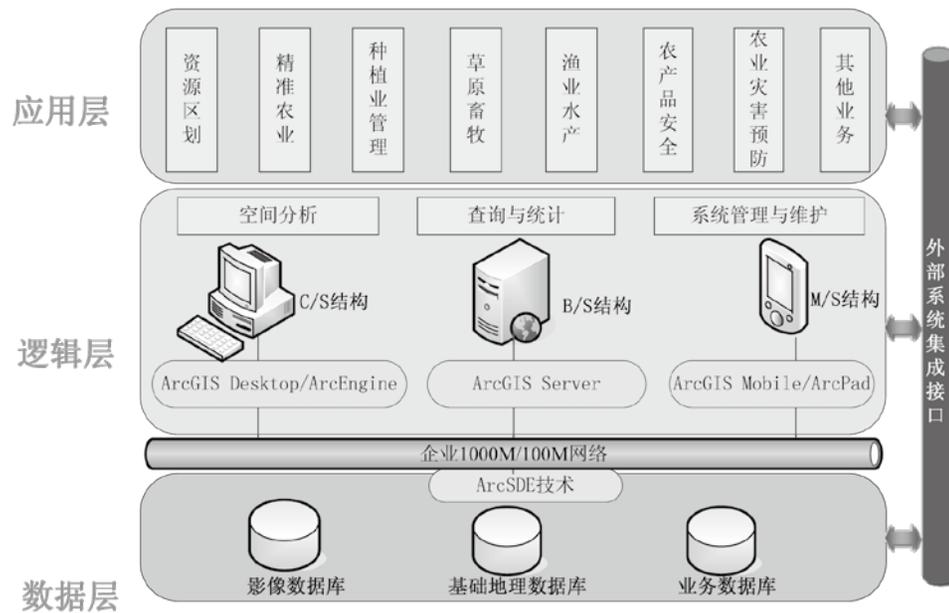
世界范围内，很多国家的农业部门都在使用Esri公司的ArcGIS技术，共享农业数据，提高作物产量，准确作物估产等。通过在他们的业务中应用GIS技术，可以更有效的管理资源，开放数据服务，传播农业数据和交互式地图。

农民和农业技术人员使用GIS，通过创建农田信息报告和地图来更好地管理农田，能够从空间思维的角度来审视自己的业务流程。另外ArcGIS强大的地理分析功能也为农业科研人员提供了一个可视化的农业生产条件模拟环境，可以从测量和监测数据快速分析问题原因。

2. 应用总体架构

根据“数字农业”建设的总体要求，信息系统的规划和设计首先必须统筹考虑，长远规划，建立统一的农业信息资源采集、应用和管理平台，防止重复建设和资源浪费，杜绝产生新的信息孤岛；其次是以资源整合为基础，分阶段进行，逐步完善。

基于ArcGIS的农业地理信息系统整体设计遵从三层架构，数据层是核心、逻辑层是支撑、应用层是关键，同时还兼顾与其他信息系统的集成接口。



注：M/S结构是Mobile/Server，即移动端/服务器端结构

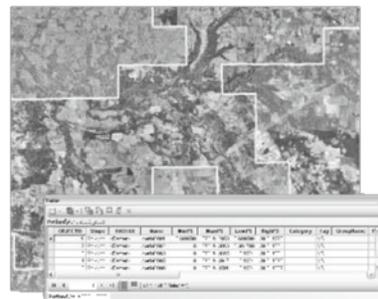
2-1基于ArcGIS的农业地理信息系统结构示意图

2.1. 数据层

数据库设计是农业地理信息系统有效运行和功能发挥的关键，除了系统控制结构、元数据结构等与软件开发相关的设计遵从整个数字农业基础平台数据库系统的设计外，系统的数据库设计主要包括基础地理数据库、影像数据库和业务数据库三方面，其中业务数据库的内容分类与结构设计非常关键。

2.1.1.基础地理数据库

基于关系型数据库（RDBMS）来进行空间数据的存储和管理，已经成为构建空间数据库的主流技术，ArcSDE技术是 Esri公司开发的，面向关系型数据库的空间数据存储中间件，提供了矢量、栅格和属性数据的一体化数据库存储和管理，具有高效率 and 可伸缩性、与IT系统集成、版本和非版本编辑、支持跨平台和跨数据库等优点。ArcSDE将地理特征数据和属性数据统一地集成在关系型数据库管理系统（RDBMS）中，如 Oracle, SQL Server等，利用从关系型数据库环境中继承的强大数据库管理功能对空间数据和属性数据进行统一而有效的管理。



空间数据库内容主要包括：数字线划图（DLG）、数字栅格地图（DRG），以及地名数据（GN）、土地利用现状图、基本农田保护图、标准农田图、耕地地力调查和质量评价的系统成果图等。

2.1.2.影像数据库

影像数据作为空间数据的一种载体，在地理信息领域中的地位变得越来越重要。正射影像本身具有多分辨率、多数据源和数据量巨大等特点，是国家空间数据基础设施和数字地球的重要组成部分。

ArcGIS存储影像和栅格数据主要有3种方式：作为文件系统中的文件存储；以GeoDatabase形式存储；或者在GeoDatabase中管理而在文件系统中存储。在ArcGIS 10中，推荐2种管理影像和栅格数据的模型：栅格数据集（Raster dataset）和镶嵌数据集（Mosaic dataset），其中镶嵌数据集是栅格数据的集合，支持影像的动态镶嵌，动态处理，轻松实现一种数据多种影像产品。

2.1.3.业务数据库

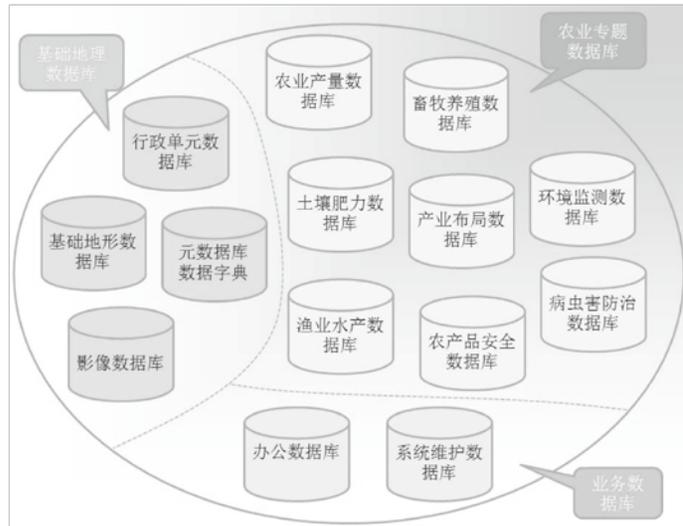
业务数据主要是以县、乡为行政单元的土地、水、气候、人口和农业经济等农业资源数据，以及基本农田划区定界、标准农田、土地二轮承包、农业决策专家知识库、耕地地力调查与质量评价研究中的土壤养分、重金属和农药残留等。

制定元数据库、数据字典和数据表结构系列，同时制订配套的属性数据采集标准与规范，并以此为基础设计属性数据库。

系统维护数据库主要是初始化参数的设置，用户信息、日志信息的存储等。

通过ArcGIS，外业调查人员很容易结合遥感数据和GPS定位信息来采集和更新数

据，数据丰富的农业信息数据库在农业资源利用，水利资源设施建设，防洪抗旱等都发挥着非常重要的作用。



2- 2 农业地理信息系统数据库构成示意图

2.2.逻辑层

系统在设计上采用了C/S（客户端/服务器），B/S（浏览器/服务器）和M/S（移动端/服务器）的一体化设计，将三种体系进行有机整合，基于统一数据源，提供共享的数据通道，在不同应用场合发挥三种结构各自的技术优势，使系统的整体优势明显，而且在保证系统较高的技术水准的同时增加了表现性和实用性。

基于ArcGIS Desktop和ArcGIS Engine构建的C/S结构下的桌面GIS应用系统，具备信息查询、信息分析、专题制图、辅助决策等功能，主要运行在农业部门内部网络上，为各级管理部门及指挥中心提供专业、强大的GIS应用服务。

利用ArcGIS Server构建的B/S结构下的服务器GIS应用系统，可以部署在政务网上，为各个农业部门和相关单位提供专题服务；还可以部署在互联网上，通过互联网和浏览器向社会大众提供相关的农业专题信息，包括与地图结合的农产品信息的显示、查询、统计、分析、打印出图等应用。

建立在M/S结构下的移动GIS应用系统，可以选择ArcPad或ArcGIS Mobile作为GIS支持模块，结合业务进行定制后实现以下功能：一、在野外工作现场可以通过手持移动终端进行信息采集、录入、并及时通过网络与指挥中心进行数据同步；二、在野外直接查询检索服务器上的数据，把丰富的室内GIS信息带到野外，建立起室内外信息的交互；三、在面对突发灾害时，移动GIS系统有力的支撑了事件快速响应、分析、处理预

案，应急指挥中心根据移动终端的上传信息，及时采取有效措施，通过建立有现场的有效信息连接，控制事态发展，提供信息化整体管理水平。

2.3.应用层

应用层主要由各个应用子系统组成，对于每个子系统都是结合统一的地理空间数据和软件开发平台，方便实现与大系统的无缝集成。

ArcGIS实际应用非常广泛，也非常重要，这就需要软件支撑平台具有一流的系统稳定性和技术先进性，根据当前GIS以及IT技术发展的趋势ArcGIS创新性的提出了5大飞跃：

- 协同GIS：Web2.0时代GIS由共享到协同的飞跃
- 三维GIS：真正3D建模、编辑、分析能力的飞跃
- 一体化GIS：影像和GIS双剑合璧，RS+GIS价值整合的飞跃
- 时空GIS：由三维空间向四维空间的飞跃
- 云GIS：全球唯一支持云架构的平台，GIS向云端的飞跃

在这里我们把ArcGIS的应用归纳为以下几个方面：农业资源与区划、种植业管理、畜牧草原、渔业水产、精准农业、农产品安全、农业灾害预防等，应用的具体介绍见下一章。

3. ArcGIS在农业上的应用

ArcGIS在农业的应用不是固定不变的，可以随着应用的深入而不断扩展，由于农业地理信息系统整体功能设计采用模块化结构，未来新增加应用也方便快捷。

3.1.1.农业资源与区划

农业资源包括自然资源和社会经济资源，可分成土地、水、气候、人口和农业经济资源五大类，通过ArcGIS可以对指定区域的农业资源实现可视化管理，包括报表定制、查询、专题图显示与打印输出、基本统计与趋势模型分析和基本辅助决策等功能。

3.1.1.1.资源调查评价

农业资源具有自然性、社会性、区域性、多源性、多时态性等特征，现阶段应用GIS进行的主要资源调查包括：土地资源调查，粮食生产潜力的调查，遥感地面监测等。

资源调查是一项技术性较强的工作，具有严格的工作程序和方法，一般可以分为四个阶段：准备工作、外业调绘、内业工作和检查验收。

- 准备工作阶段，利用ArcGIS，通过行政区划或空间查询快速整理出调查地区的工作底图（地形图、遥感影像等）、各种专业图件和文字资料，提高准备工作的效率，另外通过ArcGIS Server的使用还能减少纸质图件的制作、传输和分发；

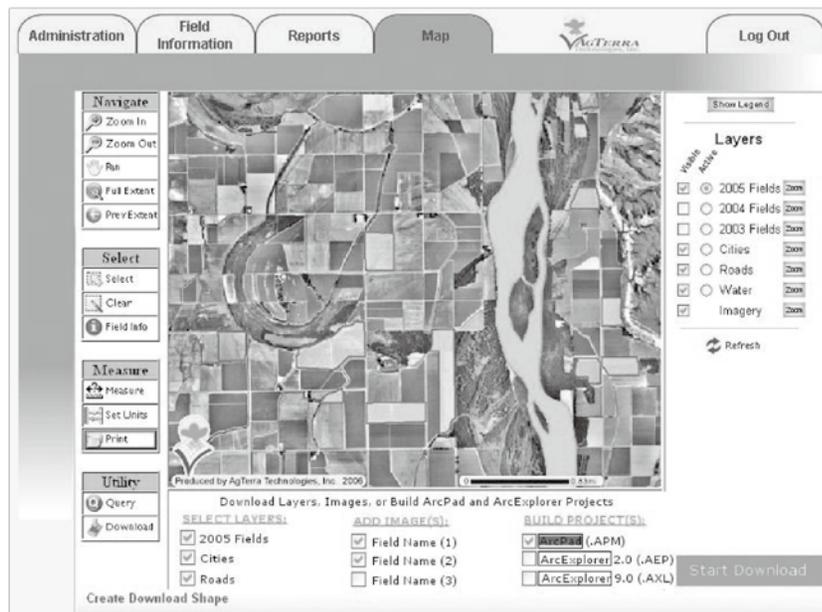


图 3-1 农业资源调查野外作业数据提交和验收

- 外业调绘阶段，首先在图上进行路线勘察，结合手持移动设备现场确定验证样区，采样点，进行空间位置和属性信息的采集；
- 内业阶段工作一般都可以利用ArcGIS完成，包括野外调查数据转绘到地形底图上，面积量算、编图与图面整饰、成果整理；
- 检查验收阶段，利用ArcGIS创建拓扑规则，进行拓扑错误的检查，其中部分规则可以在容限内对数据进行一些修改调整。

3.1.2.产业布局划分

农业产业布局要坚持以市场为导向，以农业增效、农民增收和农村和谐发展为目标，以提高农业综合生产能力为基础，以基地建设为重点，积极推进农业产业化，引导农业产业结构调整。

根据区域农业资源特点，在环境调查与监测积累的大量农业环境和资源数据的基础上，进行作物种植的适宜性评价和土壤适宜性等评价，实现农用地分级信息管理，土壤适宜性分析，作物种植分析，农田变更监控、统计、查询等功能，并在此基础上显示与打印输出农业产业布局现状图，农业产业布局规划图。

ArcGIS具有强大的专题图制作功能，通过关联的方法实现专题数据图形化，叠加地理地图直观、快速的显示；提供了点密度图、分级色彩图、分级符号图和统计图（直方图、饼状图等）；提供了极其丰富的，符合行业标准的符号库文件；能够添加图幅框、图例、图名、比例尺、指北针等要素完成地图整饰；制作好的专题图可以选择保存成PDF文件或直接打印输出。

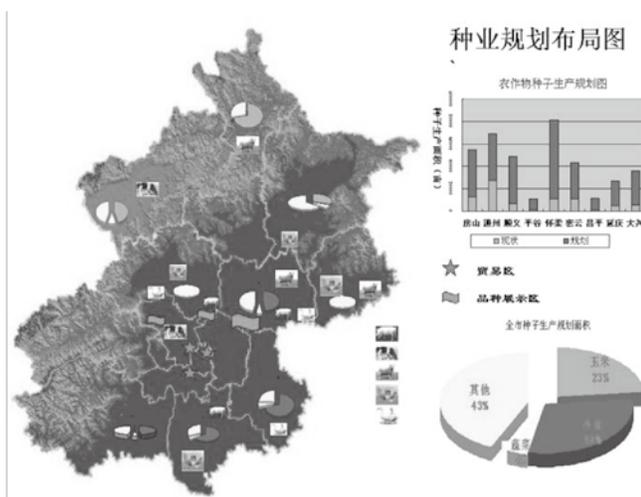


图 3-2 北京市优良种业规划布局图

3.2. 种植业管理

ArcGIS强大的海量空间数据管理能力可以实现粮食、棉花、油料、糖料、水果、蔬菜、茶叶、蚕桑、花卉、麻类、中药材、烟叶、食用菌等种植业信息的管理。此外还可以实现耕地质量管理，指导科学施肥，监测植物疫情，种植业产品供求信息分析与发布等。

3.2.1. 耕地质量管理

耕地质量管理主要包括了基础空间数据和耕地质量业务数据，通过集成GIS地图应用到业务系统，轻松的实现耕地信息数据浏览，数据的上传下载，图属一体化查询等功能，质量管理成果主要以质量评价专题图的形式发布。

3.2.1.1. 研究土壤养分空间分布规律

运用ArcGIS和地统计分析扩展，对研究区域或试点的样本数据进行探索性空间数据分析，归纳样点土壤的有机质、全氮、有效磷、速效钾存在空间自相关，然后采用克里金模型插值，输出土壤养分空间分布图，据此分析土壤养分空间分布特征。

3.2.1.2. 进行耕地地力评价

通过选取排涝能力、轮作制度、成土母质、土壤侵蚀类型、pH、有机质、全氮、有效磷、速效钾、交换性镁、耕层厚度、障碍层状况等要素作为评价指标。利用土壤图、基本农田保护块图或土地利用现状图进行叠加分析，得到数个评价单元。根据模糊数学理论，采用特尔菲法、层次分析法和加法模型计算出耕地地力综合指数，运用等距分级法形成耕地地力等级。

3.2.1.3. 制作耕地资源专题图

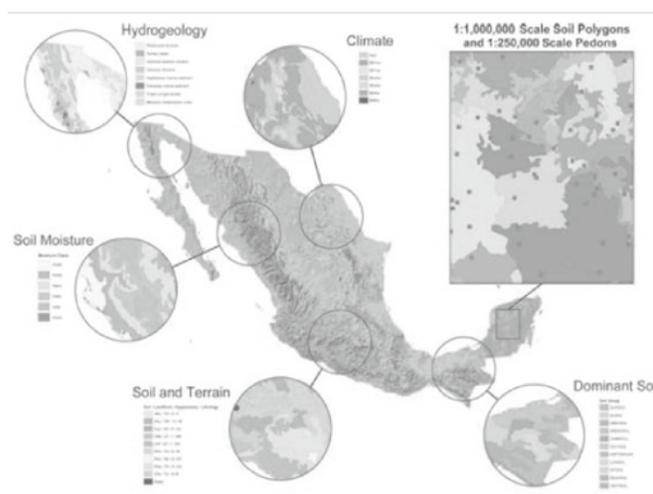


图 3-3综合气象、水文、土壤、地形等数据的土地管理

在ArcGIS中组织点、线、面图层的顺序，通过符号化和高级制图技术编绘出《土壤有机质含量分布图》、《土壤全氮含量分布图》、《土壤有效磷含量分布图》、《土壤速效钾含量分布图》、《耕地地力等级图》、《土地利用现状图》、《土壤类型分布图》等一系列专题图。

3.2.2. 作物监测与估产

农情及农作物动态监测主要针对社会关心的农田水肥、农业自然灾害、农作物长势等进行实时跟踪，每类监测内容又可以分为若干子项目，可以选择任意监测项目、监测子项目及监测时间、监测区域进行监测。

农情动态监测通过预设一个监测项目参数的阈值范围，当特定农田地块的监测项目值处于此范围时，在农田专题图上以特殊颜色显示；同时，还提供了按区域和时间输出动态监测专题报告的功能。

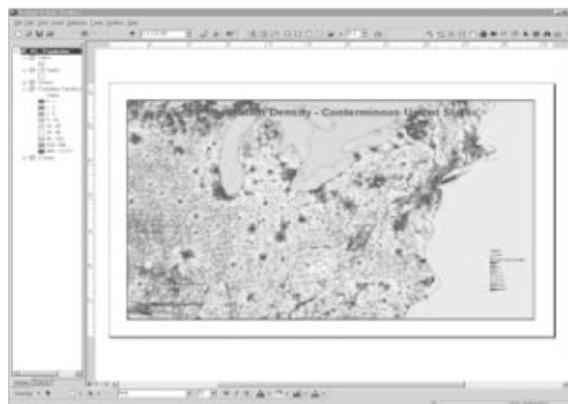


图 3-4 农作物监测及估产

3.2.3. 病虫草害防治

在植物保护领域，ArcGIS的主要作用包括分析病虫草害发生的空间动态、评估其发生的适宜环境及影响因子，监测、预测病虫害，进行风险分析等。GIS应用于病虫害管理：进行害虫的风险性预测预报。一、将病虫害危害的历史图片数字化，进行叠加分析，得到病虫害发生频率分布图，再把此图与植被类型及生物地理气候图叠加，找出最易暴发成灾的区域和气候，用于将来的暴发预测；二、进行病虫害空间分布动态监测，用GIS可对同一区域或相邻区域进行害虫空间分布和种群动态监测；三、进行害虫发生趋势预测，用害虫的历史发生资料在GIS系统上建立回归模型，进行地区性种群发生趋势预测。



图 3-5 使用地图可以很容易的监测病虫害的范围

3.3. 畜牧、草原

中国是草原大国，目前草原退化、沙化问题严重，保护和科学管理草原首先要及时掌握和监测我国草原植被状况。ArcGIS应用于草原研究以草原植被产草量、长势、返青、草畜平衡等为主要研究内容，针对宏观高精度草地遥感测产模型的构建、合理载畜量计算方法中补饲参数的测算、草原植被长势和返青遥感等级标准（阈值）的试验研究和检验，以及不同数据、不同技术的耦合、集成、标准化等基础和关键技术问题为突破口，开展了多学科、多部门的综合研究。

3.3.1. 畜禽养殖管理

基于ArcGIS的畜牧业和畜禽养殖管理系统不仅要从空间上全面、准确掌握规模化畜禽养殖场基本情况、地理环境、防疫状况，直观了解畜禽养殖场分布现状、畜牧生产规划和变化趋势，还要实现对畜牧业进行动态管理，对畜禽场与周围生态环境的影响进行深度分析，准确反映各畜禽养殖场详细数据以及监控数据，以下是主要GIS分析内容：

3.3.1.1. 规模化养殖场GIS分析

利用手持移动GIS技术，现场采集规模化畜禽养殖场的空间位置信息和基本信息（畜牧生产信息、畜牧免疫信息等），上传到中心服务器后结合航空影像进行养殖场分布分析。

3.3.1.2. 畜牧环保GIS分析

在畜牧业管理工作中，需要高度重视生态环境问题，在发展畜牧业的同时还要保护生态环境，利用ArcGIS建立畜禽场对周围生态环境的相互影响分析模型、农田承受力分析模型等，在环境评价方面提供辅助决策。

对规模化畜禽养殖场生产数据与生态环境信息的可视化分析和高效智能化动态管理，为畜牧业宏观规划、行业高效管理、规模化畜禽养殖场生态建设和畜禽食品安全生产提供一个较为可靠、完整、直观、动态的决策管理平台。

3.3.2. 动物防疫

动物传染病的监控防治也是目前我国农业生产中急需解决的问题，疫情信息采集、统计、传输、通报以及紧急防治手段需要以先进的信息系统来支撑。作为生物科技信息化领域的一项基础性建设，基于ArcGIS的动物疫情管理信息系统将使各级兽医站及其相关部门、机构互联互通、资源共享，把疫情监测、预警、通报、应急应变信息化工作推上一个新台阶。



图 3-6 疫情处理预案

ArcGIS还提供先进的手持移动GIS技术，通过便携式终端设备和GPS，能第一时间确定疫病传播的速度和范围并采取相应的隔离措施，同时将相关的指挥命令和调度指令发送到移动终端，及时采取有效措施，控制疫情的扩散和蔓延。

3.3.3.草原建设

ArcGIS应用在草原建设，主要包括牧草种质资源管理、退化草地改良、草原机械、草原重大自然灾害监测预警、草原鼠虫害监测与综合防治、数字草原、草原区气候变化适应性等。



采用ArcGIS建立草原植被遥感监测的基础数据库、相关业务化运行规范及成套技术方法，开发了可满足行业主管部门需求的业务化运行系统，实现了对草原植被的快速监测和自动化数据处理。融合MODIS数据与大量地面调查资料，构建基于分区域、分草地类型的草原产草量宏观高精度遥感监测模型，实现了对草原产草量的全面监测。

基于草原植被产草量监测结果，结合大量的调查数据和畜牧业统计数据，构建了以县为基本单元的宏观草畜平衡估算模型，实现了牧区和半牧区草畜平衡状况监测的业务化运行，监测结果得到农业部和地方相关部门的采用，对草畜平衡的管理实践提供了科学依据。

3.4.渔业水产

在传统的渔业资源管理中，监测、调查的数据在记录、描述和汇总分析时常常与地理位置联系不紧密，对诸如洄游路线、产卵场等多以其抽象的经、纬度数值加以描述，难以给人一种直观、清楚的认识。加之数据繁多，缺乏一个空间地理数据和业务数据为一体的数据库管理系统，对这些数据的综合分析利用也极为有限。



渔业及水产养殖涉及的所有信息均涉及地理范围这一关键成分，如国家、捕捞区、区域渔业组织等，鉴于渔业和水产养殖从根本上是空间的分配，因此负责任的管理需要对潜在的空间问题有深入的认识。GIS和遥感提供了水生资源及其环境、渔业管理单位、生产系统等绘图技术，可以支持决策过程。

目前，GIS和遥感技术主要应用在渔业资源动态变化的监测、渔业资源管理、海洋生态与环境、渔情

预报和水产养殖等方面。地理信息系统则具有独特的空间信息处理和分析功能，如空间信息查询、量算和分类、叠加分析、缓冲区分析等，利用这些技术，可以从原始数据中获得新的经验和知识。遥感技术具有感测范围广、信息量大、实时、同步等特点，而且卫星遥感在渔业的应用已经从单一要素进入多元分析及综合应用阶段。利用遥感信息可以推理获得影响海洋理化和生物过程的一些参数，如海表温度、叶绿素浓度、初级生产力水平的变化、海洋锋面边界的位置以及水团的运动等，通过对这些环境因素的分析，可以实时、快速地推测、判断和预测渔场。

由此可见，GIS和遥感技术的发展为海洋渔业资源的研究提供了新的手段和内容。



图 3-7 近海渔业资源监测

3.5. 精准农业

精准农业也称为精确农业、精细农作（Precision Agriculture或者Precision Farming），是近年来国际上农业科学研究的热点领域，其含义是按照田间每一操作单元的具体条件，精细准确地调整各项土壤和作物管理措施，最大限度的优化使用各项农业投入（如化肥、农药、水、种子和其它方面的投入量）以获取最高产量和最大经济效益，同时减少化学物质使用，保护农业生态环境，保护土地等自然资源。

3.5.1. 精准农业

精准农业包括六个主要环节：地理信息系统（GIS）、全球定位系统（GPS）、遥感（RS）、产量监测器、精准导航、变量控制技术（VRT），ArcGIS是实现精准农业概念的核心系统，管理精准农业所有信息，进行农作空间分析，给出准确可靠的农事操作方案。除了一般GIS的功能外，要建立适合我国国情的、有推广性的精准ArcGIS，重点需要解决：（1）适合精准农业的数据库应用；（2）适合精准农业的空间分析；（3）与信息采集、遥感信息、农机控制等的接口。

其中GIS管理着精准农业的所有信息，利用ArcGIS的高级分析功能进行农作空间分析：（1）作物产量空间分布；（2）土壤养分的空间分布；（3）土壤水分空间分布；（4）土壤微量元素空间分析；（5）作物需求空间分析；（6）环境空间分析；（7）综

合分析。分析结果是专家系统的信息源之一，也是专家系统决策结果的空间分布载体，系统必须达到准确可靠，便于农业机械执行。

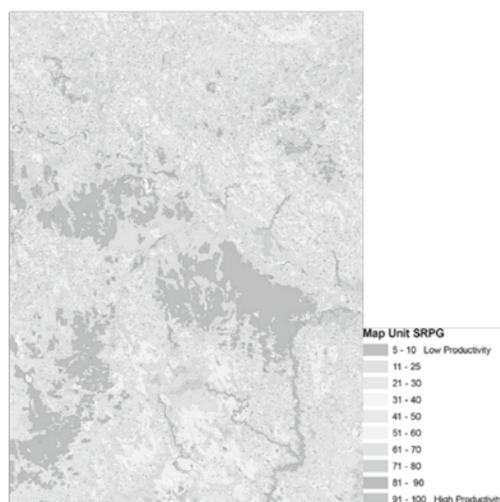


图 3-8 美国内布拉斯加州的土壤详测地图集

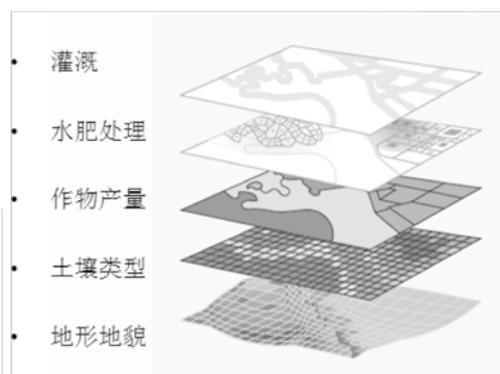


图 3-9 精准施肥基础模型

3.5.2. 生态农业

生态农业是指在环境与经济协调发展思想的指导下，按照农业生态系统内物种共生，物质循环，能量多层次利用的生态学原理，因地制宜利用现代科学技术与传统农业技术相结合，充分发挥地区资源优势，依据经济发展水平及“整体、协调、循环、再生”原则，运用系统工程方法，全面规划，合理组织农业生产，实现农业高产优质高效持续发展，达到生态和经济两个系统的良性循环和“三个效益”的统一，以下列举几个结合GIS技术的生态农业研究内容：

3.5.2.1. 景观格局

景观格局即组成景观各要素在特定空间上的分布，景观要素这种空间分布决定着资源地理环境的形成与组分，并制约着各种生态过程，与景观的抗干扰能力、恢复能力、景观系统稳定性和生物多样性密切相关。采用1:10000土地利用现状图和地形图，使用ArcGIS并结合地面调查进行图形处理和景观单元归并分类，比如林地（包括用材林、经济林及丘陵低山地区各种天然植被），旱地（无灌溉设施旱作农业用地，包括茶园地），菜地（居住区附近集约化菜田），裸地（基本无植被覆盖土地，包括荒草地），城镇用地（包括居住、交通和工矿用地），稻田（有灌溉设施和水源保障耕地，包括水田和望天田），果园（各种水果种植地），水体（指水库及河流）等。

3.5.2.2.生态评价

GIS强大的空间数据处理及分析能力为生态环境状况评价研究工作提供了技术支持，用GIS地图和数据表现生态评价结果更形象、更直观，另外结合遥感也可以实现数据的时空动态变化。生态环境状况的评价数据模型采用栅格（Raster）数据结构，更有利于叠加分析、逻辑代数运算。

我国生态农业的特点是把农业生产，农村经济发展和保护环境，高效利用资源融为一体的新型综合农业体系。因而，GIS和决策支持系统的集成为应对生态农业的数字化提供了可能。

3.5.3.设施农业

设施农业是综合应用工程装备技术、生物技术和环境技术，按照动植物生长发育所要求的最佳环境，进行动植物生产的现代农业生产方式。设施农业是现代农的显著标志，促进设施农业的发展是实现农业现代化的重要任务。设施农业的快速发展，为有效保障我国蔬菜、肉蛋奶等农产品季节性均衡供应，改善城乡居民生活发挥了十分重要的作用。



3.5.3.1.设施农业资源信息采集

基于ArcGIS开发基于高分辨率遥感影像的设施农业信息采集子系统，以高分辨率遥感影像为基础底图，结合批量设施自动生成算法进行数字化，实现了人机交互式半自动化信息采集。

3.5.3.2.时态管理

由静态GIS向时态GIS的转变，首先是解决设施农业时空数据动态存储与表达，针对设施农业数据的时空动态变化特征与情况，提出了设施农业时空数据模型，以实现设施农业时空数据的重组与管理。GeoDatabase数据模型可以很好的支持农业时空数据的组织、存储结构与查询方法。研究表明，设施农业时空数据模型能很好地表达设施农业时空对象的空间信息、属性信息以及变化关系，为设施农业时空数据管理提供了新的思路与方法。

3.6.环境监测、农产品安全

农产品质量与安全问题已经成为制约新阶段我国农业发展的瓶颈之一，不仅影响了我国农产品的质量，也削弱了我国农产品在国际市场上的竞争力，从而影响到了人民群众的身体和生活质量。因此，需要建立基于ArcGIS的农产品安全生产管理与溯源信

息子系统加强对农业生态地质环境的调查、监测与综合性评价研究以及农产品的安全管理。



3.6.1.环境监测

产地环境对农产品质量安全具有直接、重大的影响。近年来，由于农产品产地的土壤、大气、水体被污染而严重影响农产品质量安全的问题时有发生。抓好农产品产地安全，要求产地环境质量必须符合严格的生态环境标准，在利用GIS进行数据管理，空间可视化，空间属性数据交互查询等基本处理之外，还通过建立有关空间计算模型来分析灌溉水质、烟尘扩散、水土污染、农药的污染、环境质量（大气、水、土壤）等。

3.6.2.农产品质量与安全

目前对农产品质量安全管理研究主要集中在两个方面：一是立足于提高产品质量，加强对产品生产过程的管理，相关研究主要集中在对农产品及农产品生产过程的认证管理；二是立足于解决农产品质量安全信息不对称性问题和责任追究，构建农产品质量安全可追溯系统，相关研究主要集中在农产品个体编码与标识、农产品供应链各环节的信息管理等方面。

通过对产地的化肥、农药残留的巡检和抽检登记保证食品质量；通过网上验证保障绿色无公害农产品生产者和经营者的利益和积极性，打击“冒牌”产地和产品；在管理服务上结合系统GIS特性，形成了更加先进、直观的监管手段，及良好的监督机制，提高了部门的监管效率。

3.7.农业灾害预防

农业灾害主要是指气象灾害，地质灾害，生物灾害和其他自然灾害。近年来我国农业灾害频频发生，洪涝、干旱、暴雪、热干风等灾害对农业生产和社会安定造成了严重影响，建设基于ArcGIS的灾害监测预警子系统实现最新灾害显示、逐日灾害显示、灾害年对比显示、灾害累积显示、背景数据查询等功能，对防灾减灾有重要作用。

3.7.1.监测

ArcGIS为农业灾害时空分布的监测和分析提供先进的工具和方法，监测数据包括监测区域的卫星遥感数据和各监测站的地面观测资料，提取其中的温度、降水量、日照

等气象要素，根据农业灾害评估指标进行分析，计算出当前时间发生的农业灾害种类和等级。

另外充分利用GIS功能，提供可视化检索查询、对比、动态追踪等功能。



图 3-10 根据网络地图数据监测灾害易发区域

3.7.2. 预警发布

发布农业灾害预警公告的内容包括：农业灾害种类、预警区域、预警期起止时间、可能影响范围，警示事项、应采取的措施等。ArcGIS可快速制作灾害专题图，并且通过Internet提供多用户服务，用户从专题图上就能直观了解农作物受灾情况，对指导农作物生产有着重要的意义。

应急响应

农业自然灾害发生后，农业部门利用GIS分析功能为应急决策提供当前和历史数据的对比，对灾情进行综合评估，对其类型、性质、影响面及严重程度作出初步判断，采取应对措施进行先期处置，并将灾害的发展趋势、处置情况。



图3-11 根据MODIS和卫星影像数据生产受灾区域图

3.8. 其他领域

随着农业现代化进程不断加快，数字农业作为农业生产现代化最前沿的发展领域，有效促进了农业生产和现代化信息技术的有机结合，给农业生产发展注入了新鲜血液。根据我国数字农业建设的现状以及农业建设与管理需要，ArcGIS的应用还可以推广到更多领域，比如农业新能源，新农村建设信息服务平台等。

4. ArcGIS与ENVI一体化

农业遥感技术是集空间信息技术，计算机技术，数据库，网络技术于一体，通过地理信息系统技术和全球定位系统技术的支持，在农业资源调整、农作物估产、生态环境监测、农作物种植结构等方面进行全方位的数据管理，数据分析和成果的生成和可视化输出，是目前较有效的对地观测技术和信息获取手段。

4.1. 遥感在农业中的应用

遥感在农业中的应用主要有以下四个方面：

4.1.1. 土地资源调查

包括对土壤、地形、植被（如森林、草原）、表层地质、气候、水文和地下潜水等各种农业自然要素的调查。如在土壤调查中利用砂质土和粘质土对可见光光谱的反射，前者较强，后者较弱，以及二者因不同的水分状况、有机质含量、盐分含量和表面粗糙度而产生不同的光谱反射等特性，通过对黑白片上不同灰阶的影像灰度和图形特征进行专业解译，就可勾绘出不同的专业图件，如土壤解译图、森林解译图、草原类型解译图等。航空像片由于其直观性和几何精度较好，且影像的光学纠正与精绘技术较成熟，已成为土地资源调查的常规手段。70年代以后，陆地卫星开始运用于中小比例尺的土地资源调查与清查。因价格便宜，取得影像较易，而为不少发展中国家所应用。制图比例尺逐渐扩大到1:50000至1:25000。

4.1.2. 作物长势监测与估产

目前主要应用于：①大面积作物环境监测。如通过NOAA卫星遥感影像的绿色值，了解大面积作物的分布和长势，并根据该作物在某一些地区的生长日历（拔节、开花等）和气象卫星所提供的资料，对某一作物地区可能发生的气象灾害、土壤水分的保证率和流行性病虫害等发生早期警报。②大面积估产。如利用陆地卫星进行某一作物的生态分区，收集每一生态分区内历年该作物的产量以及有关的气象资料建立产量模式，同时进行与卫星同步的高空、低空和地面光谱观测，然后根据卫星影像所提供的信息进行某一作物的产量估测。③较小面积的估产。如在一个县或一个地区范围内，利用陆地卫星影像进行统计分层（即分区），每层根据成数抽样的原则，选取一定数目的在卫星影像和航空像片上都有明显标志的样区，然后利用航空像片在该样区内进行有关作物面积和长势等的调查，以此来推算该层的总面积和总产量。这种方法称为框图面积取样估产，精度可达95~97%。在地块零碎、多种作物混作的地区则精度为75~80%。但卫星影像总的都对宏观农业管理有利。

4.1.3. 灾情监测与预报

主要用于洪涝灾情监测预报。对某些地区的暴雨和可能造成的灾情，可结合应用陆地卫星与气象卫星所获得的资料进行预报。利用当时的卫星影像与常年卫星影像进行对

比，可获得有关洪水泛滥成灾面积和灾情程度的较准确的结果。对旱灾的面积和危害程度的监测预报往往更易通过卫星资料来进行。其他如土壤的侵蚀、沙化，草原的退化以及由某些工程引起的环境恶化等，一般也均可通过卫星和航空遥感来进行监测。

4.1.4. 作物病虫害监测与预报

作物和树木等绿色植物受病虫害危害后，其叶绿素都要受到不同程度的破坏，因而其近红外波段（相当于MSS6，MSS7）的光谱反射受到明显影响，并在红外彩色或假彩色影像上与健康植物的分异十分明显。故可利用低空红外遥感对作物病虫害进行监测及预报。

4.2. 农业遥感中的技术需求分析

农业遥感是遥感应用中的一个分支，除了对一般遥感技术需求外，由于农学中各学科本身的专业特点和应用需求，对遥感技术有普遍性和特殊性的要求，下面对农业遥感中的关键技术需求作一个简单的分析。

4.2.1. 影像预处理

农业遥感中对遥感数据源的选择是多样化的，不仅仅使用单一的影像。如在农作物大面积估产中，经常用到MODIS数据、气象卫星数据（NOAA系列、国产风云系列）、Landsat数据以及一些高分辨率数据；在作物长势监测中，经常应用高光谱数据；在农作物旱情监测中，需要用到热红外数据等。这些数据源具有高时间分辨率、高光谱分辨率和高空间分辨率。因此，农业遥感中的影像预处理阶段，具有数据处理量大、数据源类型较多和处理周期要求较短等特点。

4.2.2. 影像信息提取

目前，遥感影像的光谱特征、空间特征和时间特征是遥感影像信息提取的主要基础。农业遥感中需要从影像中获取作物种植面积、作物空间分布情况、土地利用等空间信息；很多时候还需要通过光谱分析、反演模型等获取地表定量信息，如地表水分、农学栽培生理指标、植被生物量等。因此，根据不同的数据源和应用方向，需要选择一种或者多种信息提取方法。

4.2.3. 光谱分析

一方面，叶面积指数（LAI）、植物冠层的叶绿素、氮含量、作物水分含量、土壤含水量等信息在作物长势监测、作物病虫害监测、农作物旱情监测等应用中起着关键作用。在遥感中，通过分析光谱信息，建立光谱与叶绿素、土壤含水量等之间的反演模型，从而获取叶绿素、土壤含水量等信息。另一方面，建立农作物光谱库或者端元波谱库，利用光谱识别方法从高光谱数据中识别指定农作物类型。

4.2.4.平台二次开发

农学中包括了很多学科，每个学科都拥有自己的一些模型、算法以及规范。一般情况下，遥感图像处理软件不具备这些专业领域的处理功能。因此，在具备通用遥感图像处理功能的基础上，可以通过二次开发方式增加自定义功能。

4.2.5.与GIS一体化集成

遥感是获取地球信息的重要手段，GIS是管理、分析、共享空间数据的平台。农业也是GIS应用的一个重要组成部分，如果将遥感与GIS一体化集成，就可以达到优势互补，进一步提升GIS软件的可操作性，提升空间和影像分析的工作效率，并有效节约系统成本。

4.3.ENVI与ArcGIS 一体化集成方案

农业是遥感应用和GIS应用最重要的领域之一。由于它自身特点，对遥感图像处理技术需求面较广，覆盖了低分辨率、高时间分辨率的影像处理、高分辨率的影像处理以及高光谱数据处理，同时又涉及平台二次开发，由于与GIS联系紧密，遥感与GIS一体化集成也会促进农业遥感的应用深度。因此，农业遥感将逐步朝着多元化、量化、一体化方向发展。

ENVI是由遥感领域的科学家采用IDL（交互式数据处理开发语言）开发的一套功能强大的、完整的遥感图像处理软件。ArcGIS是由Esri公司开发的、全球使用最广的GIS软件。ENVI/IDL与ArcGIS一体化集成解决方案，在真正意义上实现了遥感与GIS一体化集成。

4.3.1.数据一体化管理与企业级共享

GeoDatabase是按照一定的模型和规则组合起来的存储空间数据和属性数据的容器，已经成为ArcGIS的核心数据模型，它实现了多源空间数据的集中和分布式管理。根据不同的应用需求，它分为三个级别：File Based GeoDatabase、Personal GeoDatabase、Enterprise（SDE）GeoDatabase。ENVI完全支持ArcGIS GeoDatabase各个级别的读写，并且支持E00和ShapeFile等通用矢量文件格式。同时ArcGIS完全支持ENVI的栅格文件格式。

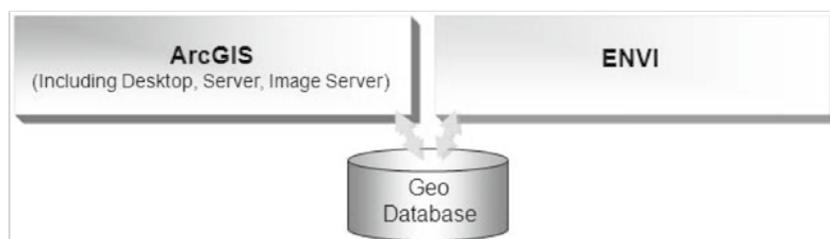


图 4-1 ArcGIS与ENVI数据一体化管理

ENVI可以当作一个客户端，打开OGC标准的服务（WCS/WMS），这些服务可以是ArcGIS Server发布的。通过服务获取的影像数据，在ENVI中浏览和进行影像分析就跟分析本地影像一样。

4.3.2. ENVI/IDL与ArcGIS平台整合

在ENVI软件中，通过“ArcMAP链接”功能将影像数据直接传送到ArcGIS软件中。最新版的ENVI4.7推出ENVI EX模块，这个模块综合了部分ArcGIS和ENVI功能，将影像处理和分析与GIS工作流无缝链接到一起，在ENVI EX中能轻松实现：

- 轻松交换数据和图层文件——ArcGIS中的数据或图层文件（*.lyr）可以通过鼠标拖拽方式放到ENVI EX上进行显示。

- 查看和处理ArcGIS图层——ENVI EX支持ArcGIS的图层符号化显示，即可以完全按照ArcGIS风格和样式显示图层数据。

- 同步查看图像处理结果——在ENVI EX下执行图像处理过程中，动态修改参数，在ENVI EX和ArcGIS中可以看到相同的变化结果。

ENVI EX提供多种成果共享方式，将影像处理与分析结果无缝集成到GIS工作流中。

- 直接保存GeoDatabase或输出Shapefile；
- 在ENVI EX中直接调用ArcGIS制图组件进行出图；
- 将成果直接导入ArcMap进行制图，无需中间保存与打开过程。

4.3.3. ENVI/IDL与ArcGIS集成开发

ENVI是一个非常开放的平台，提供丰富的影像处理函数供外部程序调用。同时IDL具有很好的扩展性，能很方便地与其他开发环境（VB、VC、.NET、Java等）进行集成开发。而且，ArcGIS提供ArcObjects软件组件库，它提供了模块化、可伸缩、跨平台的通用API。

5. 关键技术

ArcGIS作为企业级GIS解决方案，集成了多种可互操作的组件，能在多部门间应用，在功能的完善性和可扩展性上具有多方面优势：

- 令人惊喜的用户体验：提供更符合用户使用习惯的操作界面及工具布局，强大的新功能和更快的地图浏览速度，地图制作与生产的自动化程度大幅提升，更具备生产能力。
- 提供了完整的三维GIS环境：包括三维数据的创建、三维环境中对要素进行编辑；基于三维环境的空间分析与三维要素可视化，用户几乎可以在三维环境下完成在二维环境下对数据的所有操作；
- 空间数据模型更加开放、易用：支持IT标准xml导出空间数据库的框架，能够通过标准数据库访问技术SQL访问数据，并对基于文件的地理空间数据库（FGDB）提供了开放的应用程序编程接口（API）。
- 提供了完整、强大、高效的地理空间处理框架，使ArcGIS具备了更加强大、高效的科学计算能力。
- 提供了影像/GIS一体化环境：在ArcGIS框架中使用、分析、处理、管理、发布海量影像数据都变得更加简单。
- 提供了完整的时态GIS应用环境：能够方便的创建管理基于时间的数据集，并提供了完整的流程和工具能够方便的在各种客户端中使用。
- 为云时代做好了准备：提供了完整的在线共享资源和应用的能力，提供高质量的在线地图服务，丰富的工具，简单、易用的Web API，具备构建企业级应用的能力和整合各种GIS资源的能力，能够帮助用户在云环境中使用GIS。
- 为用户提供完整的移动解决方案：良好展现的地理底图，实用的工单管理，现场情景拍照，支持iPhone，出色的touch体验。

5.1.分布式海量空间数据库管理

5.1.1.基于DBMS海量数据管理

GIS技术的发展趋势是采用关系数据库或对象关系数据库管理空间数据，可以利用RDBMS数据管理的功能，利用SQL语言对空间与非空间数据进行操作，同时可以利用关系数据库的海量数据管理、事务处理（Transaction）、记录锁定、并发控制、数据仓库等功能，使空间数据与非空间数据一体化集成，实现了真正的Client/Server结构。

Esri提供了GeoDatabase模型存储空间数据，包括Personal GeoDatabase、File GeoDatabase和ArcSDE GeoDatabase三种存储模式，其中ArcSDE GeoDatabase支持在Oracle、Microsoft SQL Server、IBM DB2/Infomix和开源数据库Postgre。GeoDatabase支持空间数据、时间相关的数据和数据行为规则等数据的存储，可以管理如下数据：矢量数据、栅格数据、数字高程模型（DEM）、关联管理（RelationClass）、子类（Subtype）、属性域（Domain）和空间拓扑（Topology）。

5.1.2.异构空间数据库同步技术

构建企业级GIS应用，基于ArcSDE技术存储在不同关系数据库中的空间数据的同步是关键，可以满足多级机构数据库之间数据的一致性和安全性。ArcGIS支持在不同的关系型数据库RDBMS之间进行空间数据的复制，可进行单向复制或双向复制，也可以支持同步复制与异步复制。ArcGIS数据库同步技术只同步更新的内容，而不是对整个数据库进行复制，可以在普通的带宽下应用。

5.1.3.基于版本的空间数据更新机制

农业应用系统对数据的时效性要求很高，因此必须实时更新已有的空间数据。GIS数据库需要提供开放的接口和标准，既为外来数据提供交换通道，同时数据库本身也要在不影响业务系统应用前提下，不断更新已有的空间数据。

GIS数据处理流程和数据共享机制不同于传统关系型数据库的短事务处理，它需要一个长事务处理机制。ArcSDE通过GeoDatabase的版本管理实现了将GIS的长事务处理映射到关系数据库的短事务处理上面，从而提供了对多用户编辑，空间数据库复制（包括离线编辑），历史数据管理等多种复杂GIS编辑环境的支持。

5.1.4.历史空间数据管理

空间数据不仅要保存当前的状态，还需要保存其历史信息，即某个设备在过去某一时刻的状态，或随着时间的状态是如何改变的，以及某个空间区域随着时间的变化。ArcGIS的GeoDatabase提供的历史归档功能可以记录基于版本的GeoDatabase中全部或部分数据的变化，记录其变化的时间和变化后的状态，并且提供工具访问某一时刻或者某一时间段的数据状态，还提供了分析工具对变化的数据进行访问。GeoDatabase历史归档是获取、管理和分析数据变化的一种机制。

历史归档是将所有针对空间数据库的Default版本的变化都保存下来，在档案类中存储和管理。当开始创建归档时，首先在数据库中创建Archive Class，它是对Default版本的完全拷贝，具备相同的Schema，但是增加了3个属性，其中gdb_from_date表示数据库某个状态的开始时间，gdb_to_date表示数据库某个状态的结束时间，gdb_archive_oid用来唯一标识档案类的某行记录。当Default版本变化以后，在档案类

中增加一条记录，保存Default版本变化后的状态，以及该状态的存在时间段。

历史归档能够支持完全的GeoDatabase数据模型，因此可以支持复杂网络模型的历史变化。

历史数据档案库具备时间属性，可利用GIS的时间动画、动画图表以及历史数据回放功能，实现历史数据的动态显示，反映应用系统各种事物和现象的动态变迁过程等。

5.1.5.直接支持空间SQL查询

当空间数据库直接使用关系型数据库自身的数据类型和表格进行属性信息存储时，可以支持直接通过DBMS自身的SQL对数据库中的属性信息进行操作。

即使是DBMS中存储的空间信息，例如基于Oracle、DB2、Informix数据库以ST_GEOMETRY方式存储的空间信息，也可以通过满足OGC和ISO标准的空间SQL进行访问。这样对于不以空间数据为中心的应用或者混合应用，如ERP，CRM等，不仅可以直接访问空间数据库中的属性信息，而且还可以通过操作空间SQL进行基于空间位置的查询检索。

5.2.基于SOA架构的完整的ArcGIS技术支持

SOA是基于开放的Internet标准和协议、支持对应用程序或应用程序组件进行描述、发布、发现和使用的一种应用架构。SOA支持将可重用的数据应用作为应用服务或功能进行单独开发集成，并可以在需要时通过网络访问这些服务或功能。通过SOA，开发者可以对不同的服务或功能进行组合以完成一系列的业务逻辑与展现，最终可让用户像使用本地桌面业务组件一样方便地调用服务或功能等各种资源。

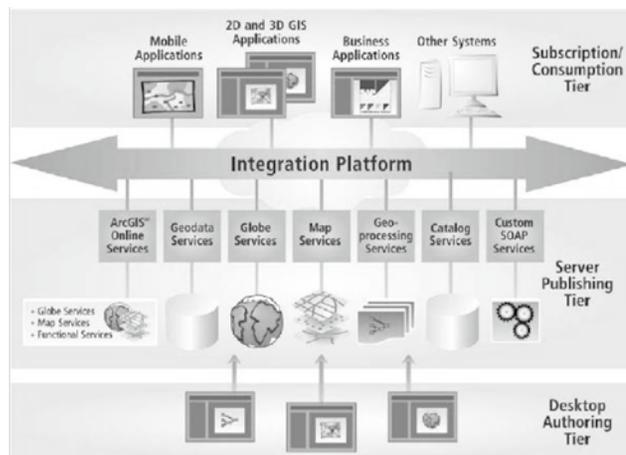


图 4-2 SOA概念示意图

ArcGIS产品全面的产品组织体系，灵活的架构模式，统一的平台基础，不但可以实现企业级GIS一体化建设需求，还可以实现与已有的应用的结合，为现有地理信息系统应用迁移到企业级GIS应用提供了完整的技术支持。

5.3. 基于ArcGIS

Server构筑农业 空间信息服务平台

ArcGIS Server是功能强大的基于服务器的GIS产品，用于构建集中管理的、支持多用户的、具备高级GIS功能的企业级GIS应用与服务，如：空间数据管理、二维三维地图可视化、数据编辑、空间分析等即拿即用的应用和类型丰富的服务。

ArcGIS Server是用户创建工作组、部门和企业级GIS应用的平台，通过ArcGIS Server创建集中管理的、支持多用户的、提供丰富的GIS功能、并且满足工业标准的GIS应用。

ArcGIS Server提供广泛的基于Web的GIS服务，以支持在分布式环境下实现地理数据管理、制图、地理处理、空间分析、编辑和其它的GIS功能。

ArcGIS Server主要功能包括：

- 提供通用的框架在企业内部建立和分发GIS应用；
- 提供操作简单、易于配置的Web应用；
- 提供广泛的基于Web的空间数据获取功能；
- 提供通用的GIS数据管理框架；
- 支持在线的空间数据编辑和专业分析；
- 支持二维三维地图可视化；
- 除标准浏览器外，还支持ArcGIS Desktop和ArcGIS Explorer等桌面客户端；
- 可以集成多种GIS服务；
- 支持标准的WMS、WFS；
- 提供配置、发布和优化GIS服务器的管理工具；
- 提供.NET和Java软件开发工具包；
- 为移动客户提供应用开发框架。

5.4. 基于混合架

构的农业GIS 应用系统开发

农业GIS应用是一种松散耦合的异构式环境，各业务部门对系统的访问既能在局域网也能在Internet上进行。为了保证平台架构的可伸缩性，以及考虑到数据库和网络防火墙等方面的安全限制，这种访问连接和服务部署既可采用传统的两层C/S结构模式，

也可以采用多层架构的B/S结构模式建设。

农业业务应用系统开发一般采用胖客户端和瘦客户端相结合的混合模式，综合考虑客户机和服务器的计算能力和网络通信量，适当地在服务端和用户客户端分布GIS的任务，以充分使用客户机和服务器的计算功能，提高互操作性和系统性能。例如，对平台地理空间框架数据库的查询、地理空间数据管理和复杂的空间分析功能将由服务器实现；用户的交互操作和控制，对Web页面的局部空间查询、专题分析、本地叠加分析等放在客户机上进行。这样，客户机和服务器协同完成GIS的任务，提高了系统性能。

这种混合模式既不是把全部的空间处理功能模块和数据下载到本地，再在客户端进行所有的空间操作，也不是把全部的空间处理功能放置在服务器端，在服务器进行所有的空间操作，而是根据不同政府部门对地理空间数据应用的特点和网络的情况，在客户端和服务端进行空间处理功能的分配。这种混合模式将基于常用的Web协议和数据格式，诸如HTTP、XML来进行信息的交互和传输，这样有助于实现各业务部门间应用系统和之间的互操作性，从而使存在的应用能够被广泛的用户所访问。

5.5.基于移动GIS的

农业田间数据采集

移动GIS是指人们通过移动终端设备随时随地地获取有关地理信息的服务。它不是掌上电脑等个人数字助理（PDA）与GIS、GPS的简单结合，而是在移动计算环境下，提供移动中的、分布式的、随遇性的信息服务，实现随时、随地、为人和事提供实时服务，把复杂的地理信息变成能够充分利用和享受的信息。

ArcGIS提供了四种移动应用的解决方案，可以满足从简单到复杂的移动应用需求，他们包括如下内容：

- ArcGIS for iOS：将GIS的应用从办公室拓展到了移动网络。包括了苹果的iPhone， iPod Touch 和 iPad这类设备上的应用，用户可从iTunes App Store免费下载和使用ArcGIS.com或者用户自己服务器发布的地图服务。

- ArcPad：将GIS带到野外的移动GIS应用程序。ArcPad以GIS为中心并专注于需要简单GIS工具就可以完成的野外任务。这些任务通常是通过手持计算机（运行Microsoft Windows CE或者是Pocket PC）来完成的。目前ArcPad已经得到了广泛的应用。

- ArcGIS Mobile：野外GIS常常依赖于运行在一系列设备上（移动电话，Pocket PCs，平板电脑）的定制应用，可以在有时与GIS服务保持连接的模式下工作。这些应用通常需要工程化的管理用来支持移动工作人员中一部份人的特殊的工作流。这些应用关注野外工作任务，容易使用高效的接口以及避免数据采集中错误。通常发送和接收野外的数据更新也是一个关键需求。为了支持这些需求，ArcGIS Server包括了移动开发工具集用来创建简单的，集中的移动应用。这些移动应用可以支持以无线的方式

访问中央GIS网络服务器中的实时数据。ArcGIS Mobile就是为了满足这些以及很多其它的野外GIS需求而设计的。

- ArcGIS Desktop和ArcGIS Engine：这些产品为高级移动GIS用户提供了复杂的制图、显示和编辑工具。这些解决方案专注于需要更复杂GIS工具的野外任务，这些任务通常运行在高端TabletPC上。通常在野外TabletPC上的地图显示包括了高分辨率的细节信息。

5.6.遥感、GIS一体化集成技术

遥感是空间数据采集和分类的有效工具，GIS是管理和分析空间数据的有效工具。两者是空间信息的主要组成部分，有着必然的联系。遥感具有动态、多时相采集空间信息的能力，遥感影像已经成为GIS的主要信息源。作为GIS的核心组成部分，遥感影像是提供及时信息的理想方式。在遭遇灾害的情况下，遥感影像是唯一我们能够立刻获取的地理信息；在地图缺乏的地区，遥感影像甚至是我们能够获取的唯一信息；在空间信息的许多行业，离开遥感影像，GIS就是不完整的。另一方面，遥感获取丰富的、海量的空间数据有赖于GIS的有效管理与共享，同时利用GIS强大的空间分析功能提取更深层次的专题信息，全面提升影像的利用价值。

在上个世纪就有人提出了遥感与GIS集成的概念，但是只停留在影像栅格格式与矢量数据格式相互支持的层面上。要想实现真正遥感与GIS集成，应该将遥感和GIS平台一体化无缝集成。

遥感影像类似于GIS中的栅格数据，遥感和GIS很容易在数据层次上实现集成。GIS软件没有提供完善的图像处理功能，遥感软件中也缺少空间分析及数据管理工具。遥感和GIS平台一体化集成，可以有以下三个层次及途径实现。

5.6.1.数据一体化管理与共享

遥感影像和图像分析功能可以作为核心组成部分与GIS实现一体化，首先解决的问题就是遥感与GIS平台之间的数据互操作问题。数据互操作实现有两个途径，一是将遥感数据或者GIS数据都以标准格式保存，两个平台都支持；二是遥感和GIS平台直接支持对方数据格式。很明显后者比前者更加方便。

在遥感中，数据主要储存格式为栅格，GIS中主要由矢量数据格式组成。栅格和矢量一体化管理，需要这样一种数据模型，同时储存栅格和矢量数据，支持分布式管理。

影像天然地具有企业级应用的潜力，因为它可以实现多个用户在同一幅图上同时进行操作。而这对于大型企业级应用更加有利，其中最主要的一项优势就是节省成本。我们可以分享同一影像资源，从而显著地减少成本。而影像由于自身的特点，具有很高的存储要求，尤其是那些高空间分辨率、多光谱影像。传统以纸质影像图或者电子文件分

发的形式也能实现数据共享，但是共享效率比较低。如今基于Web services的共享方式提供了一种合理的解决方式，它集中利用了计算机资源，可以为若干个客户端提供影像共享服务。

5.6.2. 平台一体化分析

在遥感软件中进行的图像处理 workflow，与GIS软件下的GIS workflow实现无缝链接和交换。比如在遥感软件中处理的数据通过菜单功能直接传送到GIS软件中，无需中间的保存、打开等步骤；GIS软件中分析的数据，直接导入遥感软件中，并且保持同步显示；遥感软件中集成GIS软件的部分组件功能。虽然在两个不同的软件平台下工作，操作感和处理效率类似在一个平台下作业。

5.6.3. 系统一体化集成开发

大多数遥感和GIS软件平台都提供了二次开发功能。如在进行GIS系统开发时，将专业的影像数据处理和分析工具集成到GIS系统环境中，在同一系统中既能完成遥感数据的专业处理与分析，又能完成GIS空间分析和发布共享等工作，形成一个遥感与GIS一体化集成系统。要实现一体化集成系统，前提是遥感和GIS软件平台提供的二次开发接口，都能通过程序开发语言调用，并整合在一起。

遥感与GIS不仅从数据上，还会从整个软件构架体系上真正实现融合，从而可以达到优势互补，进一步提升GIS软件的可操作性，提升空间和影像分析的工作效率，并有效节约系统成本。为了适应这种新的用户需求和未来的技术发展趋势，更好地为用户提供服务，全球最大的GIS技术提供商Esri公司与全球遥感领域的领导者美国ITT Visual Information Solutions (简称ITT VIS) 公司，建立了全球战略合作伙伴关系，共同开发和建设遥感与GIS一体化平台。

6. 典型案例

大力推广ArcGIS和农业信息化，有助于加快建设现代农业，提高农业的市场竞争力，有助于新型农民的培养。用现代的信息技术全面改造和装备农业，用充分的信息资源服务农业，对农业生产的各个要素进行数字化规划设计、智能化控制、精准化运行和科学化管理，有利于提高政府决策的科学化水平，能够减少农业消耗降低成本，提高产业效益。

接下来结合Esri公司和合作伙伴的工作，介绍一些国内外ArcGIS应用案例:

6.1.国内案例

6.1.1.北京市基于3S农业宏观决策支持系统

注：此案例由北京市农业局信息中心，北京地拓科技发展有限公司提供

“基于3S农业宏观决策支持系统”作为当前国内较为先进的农业决策支持地理信息管理系统，具备整合农业信息资源、掌握农业生产管理现状、实现区域监管、提供宏观决策支持依据等功能特点，目前已经在北京市农业管理部门日常工作中推广使用。

系统以计算机网络技术、多媒体技术和分布式空间数据库技术为基础，通过海量地理信息的支持，对农业生产活动进行多分辨率、多尺度、多时空和多种类的三维描述。实现了对农业相关多种空间和属性信息形象直观的展示和管理，有效地促进了我市农业管理水平和决策效率的提高。

基于3S农业宏观决策支持系统采用三层架构设计开发，逻辑结构清晰，不仅大大提高了系统使用效率、方便用户操作，而且也十分有利于系统后续开发维护。



图 6-1 基于3S农业宏观决策支持系统-系统结构图

(1) 畜牧兽医管理子系统

系统包括对畜牧生产信息，畜牧免疫信息，物资储备信息，检疫监督信息，养殖场信息，屠宰企业信息，路口信息，批发市场信息等方面的管理，提供了丰富的查询、统计、专题图、图表互查、遥感影像调用、多媒体管理以及畜牧数据移植接口等功能，有力地推动了畜牧部门管理的信息化，为领导的科学决策提供了有效的支持。

以北京市畜牧生产信息查询为例：

- 可实现各种复杂的查询约1920种组合
- 可实现各类型灵活专题图组合约2318个
- ArcMap专题服务28个
- 解决了畜牧生产40万条记录的大数据量养殖场位置

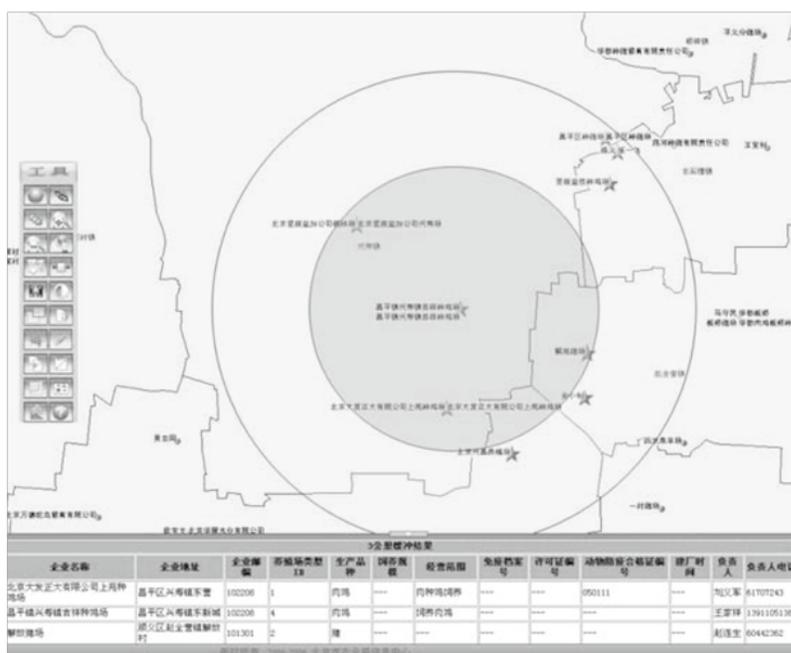


图 6-2 动物疫情防控

(2) 设施农业管理子系统

设施农业管理子系统利用全球定位系统、GIS、遥感技术、空间分析等技术，结合调查、统计等手段，收集日光温室、大棚等各种类型设施农业的分布与建设情况，对各

类农业设施属性信息进行组织管理和综合分析，为领导决策设施农业的布局规划、新农村经济建设等提供决策依据。

统计结果在地图上的输出是按照设施农业建设面积大小对区县分级着色，数值大则颜色深，反之，则浅。饼图表示几种设施在同一区县的建设情况对比：

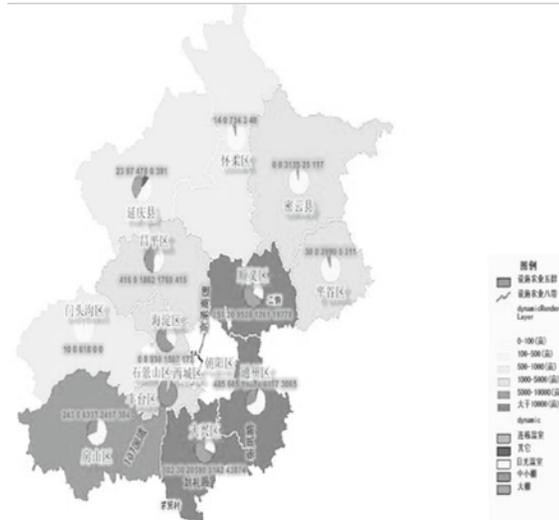


图 6-3 设施农业建设及分布情况

(3) 环境监测子系统

系统实现了对目前北京市106个长期定位土壤环境检测点、监测项、土壤评价标准等属性信息维护，也可根据某年度的评价标准对各监测点所代表的地块进行实时评价，最后根据监测及评价结果可生成各类型专题图，包括土壤单指标浓度专题图、土壤单（综合）污染指数专题图、土壤预警与修复，土壤单项（综合）超标等专题图。为北京市土壤环境管理、农产品质量安全等提供便捷的管理平台与快速的决策支持。

MIS与GIS的有机集成，摆脱MIS系统枯燥的数据记录、繁复的表格汇总、单调的界面展示，通过清晰、生动的可视化界面，工作情况一目了然。

(4) 农村可再生能源管理子系统

系统设计实现对农村可再生能源资源状况（包括年积温、日照时数、农林资源、规模养殖场）与建设情况进行管理和专题分析，可实现预测可再生能源的发展空间大小等。并对各项可再生能源的建设情况、分布位置进行复杂灵活的查询统计和直观展示。

与OA集成，根据用户设置，将业务相关信息（图片、表格、数据）集中在一个界面中显示，实现图表互查。管理决策与当地资源相结合，决策合理，效益显著。

(5)土壤肥力监测管理子系统

系统设计实现对我市土壤肥力监测信息进行维护，对肥料投入产出、土壤养分含量等信息进行多表头复杂报表统计分析，以及对肥料投入结构进行分析等，满足综合决策对土壤肥力监测信息的动态需求。

信息表达丰富、多样化，复杂报表、柱状图、立体饼图、专题地图综合交错展示。

(6)种植业管理子系统

系统实现了对农业人口、设施、生产条件、耕地面积、产值、种植业结构布局、农业气象信息等多种空间和属性信息管理，为种植业布局、精准农业示范与推广、农村经济建设等提供着有力的决策支持。

6.1.2.农业部县域耕地资源管理信息系统

注：此案例由农业部种植业管理司，全国农技推广服务中心和扬州市土壤肥料站提供

县域耕地资源管理信息系统（简称CLRMIS）是用于管理耕地资源信息的通用工具软件。该系统以县级行政区域内的耕地资源为管理对象，以土地利用现状图和土壤图叠加形成管理单元，对辖区内耕地资源系统、动态的管理，为农民、农业技术人员以及农业决策者合理安排作物布局、科学施肥、节水灌溉等农事措施提供决策支持。

该系统基于ArcGIS Engine开发，以“全国耕地地力调查和质量评价技术规程”和“全国测土配方施肥技术规范”为技术标准，以“县域耕地资源管理信息系统数据字典”为数据标准，应用GIS技术构建耕地资源基础数据库和各类管理模块，对耕地、土壤、农田水利、农业经济等方面的空间数据和属性数据进行统计分析、专题评价、施肥咨询等专业应用。

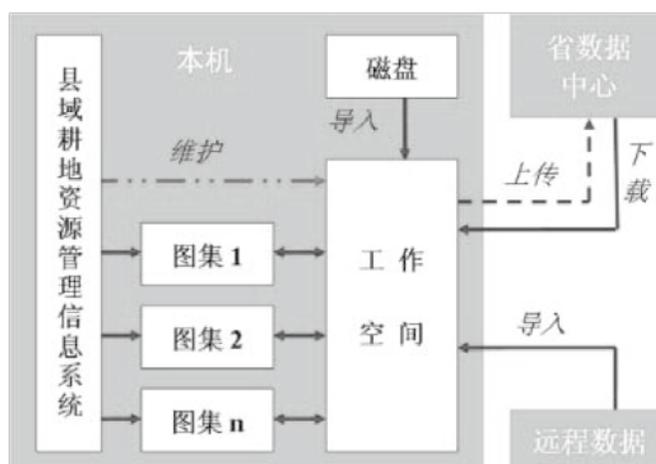


图 6-4 县域耕地资源管理系统工作流转

系统包含四大应用功能：

(1)数据管理

《县域耕地资源管理信息系统》以土壤图（土种）与土地利用现状图叠加求交生成的图斑作为管理单元。管理单元空间四至明确，土壤类型相同，土地利用方式和施肥习惯相似。平原地区单元面积100亩左右，丘陵地区单元面积30亩左右。这样形成的管理单元有利于实施符合我国国情的精确施肥技术。系统以工作空间形式管理数据，一个县所有的空间数据、属性数据、多媒体数据全部保存在该县的工作空间。除了GIS通用的数据处理功能，本系统根据数字农业的需要，专门开发了叠加求交、添加XY数据、属性提取、以点代面、数据汇总等专用功能。

(2)耕地评价

耕地评价模块有耕地地力评价、作物适宜性评价、土壤环境质量评价、土壤养分丰缺状况评价。作物适宜性评价是根据指定作物的生理特点选择若干个耕地自然要素构成该作物适宜性评价的指标体系，将耕地分为高度适宜、适宜、勉强适宜和不适宜四类。土壤中某种营养元素的丰缺状况与土壤性质和所种植的作物密切相关，不同作物有不同的临界值指标。土壤养分丰缺评价根据不同作物、不同元素的临界值指标对土壤中各种养分含量的丰缺状况进行评价。



图 6-5 土壤分等定级评价

(3)施肥咨询

该模块集成了多种施肥模型和数据分析模型，用户可以根据当地农业生产条件，选用适合的施肥模型，调用耕地资源基础数据库、作物品种知识库和田间试验参数库数据为全县推荐系列肥料配方、为每一块农田推荐合理的目标产量和最佳施肥方案。



图 6-6 区域施肥分区图

(4)信息发布

根据不同地区技术条件和经济水平，系统提供了多种信息发布模式：

模式1：为乡村肥料销售点提供内容详尽的施肥指导单元图（土壤图和村界图叠加形成）和施肥推荐表（每一个施肥指导单元一个建议）。农民购买肥料时，肥料销售员从施肥指导单元图找到咨询农民所在的田块，并根据施肥推荐表为农民填写施肥推荐卡，并供应所需的专用配方肥料。通过培训乡村农技员和肥料销售员，在全县范围内为所有的农民提供施肥咨询和供肥服务。将过去传统的为一家一户田头指导转化为社会化施肥服务，这种模式适用于全国所有的地区。

模式2：施肥咨询网站（www.chinafarmland.com.cn）可以为全国所有的项目县提供成果图集发布服务。用户通过该网站可以查询所在区域和田块的肥料配方、施肥方案；具备上网条件的种田大户还可以查询承包农田的土壤理化性状和具体的施肥建议。

模式3：触摸屏查询系统可以方便直观地查询各个田块的土壤养分丰缺情况和具体的施肥建议。触摸屏查询系统简单易用，适用乡村肥料销售点应用。

模式4：掌上电脑施肥咨询系统将成果图和施肥建议贮存在掌上电脑或智能手机，用户带上该手机，走到辖区内任意地块，软件就能自动定位并显示该地块的土壤养分状况和施肥建议。

6.1.3.中国土壤信息系统

注：此案例由南京土壤研究所提供

近年来中国科学院南京土壤研究所建立了一个较为系统的中国土壤信息系统（SISChina: Soil Information System of China），它包含了不同尺度的土壤空间数据、土壤剖面属性数据、土壤空间与属性融合后的土壤专题区域空间化数据、土壤类型参比数据以及应用国际土壤主流分类的中国土壤分布特征数据，基于WebGIS建立的中国土壤信息查询系统和中国土壤参比查询系统。

(1)基础数据源

中国土壤数据包括数字化的土壤空间数据、土壤属性数据和土壤参比数据。这些数据一部分来自中国科学院南京土壤研究所在长期研究工作中所积累的各种土壤数据，包括所编制的各种土壤图、土壤属性图和区域土壤调查报告，另一部分来自中国第二次土壤普查数据。这次土壤普查，依据全国统一的调查技术规程和土壤分类系统，从县和乡的土壤详查做起，在土壤普查过程中分别采集土壤样品和编制大比例尺土壤详查图，然后按地级市、省级和全国逐级汇总成图。调查工作由经过培训的专业队伍进行，并普遍应用了航片和卫片土壤解译成图技术，保证了基础图件具有较高的精度。

(2)数字化土壤空间数据

数字化土壤空间数据基于原始纸质土壤图件通过数字化编制而成，共有七种不同比例尺，即1:1400万系列、1:400万系列、1:250万系列、1:100万系列、1:50万系列、1:20万系列和1:5万系列。根据承载土壤信息类型的不同，可分为四种类型，即土壤图系列、土壤基本属性图系列、土壤养分图系列和土壤微量元素图系列。

(3)中国1:100万土壤数据

中国1:100万土壤数据库是通过相同比例尺的数字化空间数据与土壤剖面属性集成而建立起来的。

中国1:100万土壤空间数据通过相同比例尺的土壤图数字化而得到的，中国1:100万土壤图的主要基础资料是各省、市、自治区编制的省级土壤图、相同比例尺的地形图和卫片，并广泛参考各省土壤志，有关的地质图、森林分布图、土地利用现状图以及过去的土壤调查资料如华北平原土壤图等。中国1:100万土壤图的制图单元共计909个。最小图斑面积林牧区是25mm²，农区是16 mm²，学术上或生产有重要意义的土壤类型为4mm²。这是中国在丰富的野外工作和室内分析数据基础上编成的第一套1:100万土壤图，也是到目前为止最为详细的全国性土壤图。数字化土壤图如实地反映了原纸质土壤图的原貌，继承了原纸质土壤图编制时的制图单元，其基本制图单元大部分为土属，共有12个土纲，61个土类，235个亚类和909个土属。

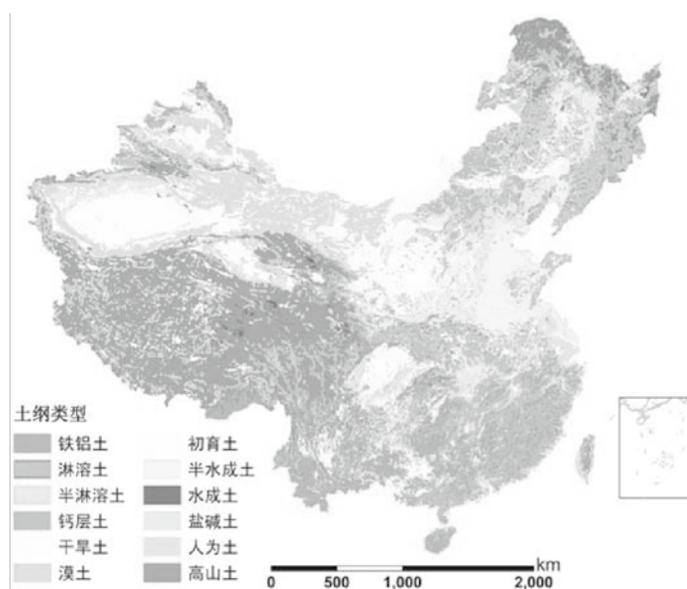


图 6-7 基于中国土壤发生分类的中国1:100万数字化土壤图（土纲）

(4) WebGIS建立的中国土壤信息查询系统和中国土壤参比查询系统

采用B/S系统架构，利用WebGIS以及相关的计算机技术，在中国1:100万土壤数据库基础上，以ArcIMS作为土壤地图数据发布平台，使用ArcSDE作为空间数据库引擎，采用关系数据库SQL Server 2000统一管理土壤空间数据和属性数据，结合相应的数据库技术，建立了中国土壤信息查询系统和和中国土壤参比查询系统。中国土壤信息查询系统分为四个部分，分别提供了全国土壤的类型分布、基本属性、养分元素含量和微量元素含量在多个尺度下土壤信息的查询。系统提供的SQL查询功能可以根据用户的研究需求灵活地构建查询表达式进行查询，区域查询功能则可以查询在全国和各个行政区域内土壤类型或土壤性质的各个类型或等级（含量）分布的总面积及其占该行政区域面积的百分数。用户可以通过友好的交互性界面便捷地查询到尽可能多的土壤信息。中国土壤参比查询系统，实现了GSCC到CST的“傻瓜式”参比。该系统按照参比出发点的不同，即基于单个剖面数据信息，或基于二个系统分类单元的空间分布特征，分三个子模块，分别为基于全国尺度、区域尺度（省级）和单个土体尺度，这样研究人员可以通过友好的交互性界面便捷地查询到尽可能精确的土壤分类参比数据。

6.1.4. 全国草原监测信息报送管理系统

注：此案例由农业部草原监理中心和北京昭明海图科技开发有限公司提供

从2005年开始，农业部草原监理中心开始组织开展全国草原资源与生态监测工作。为推进全国草原监测工作正常化、规范化、科学化运行，切实为草原保护建设提供服务，农业部草原监理中心于2006年委托北京昭明海图科技开发有限公司开发了全国草

原监测信息报送管理系统，并与2007年开始正式投入使用。



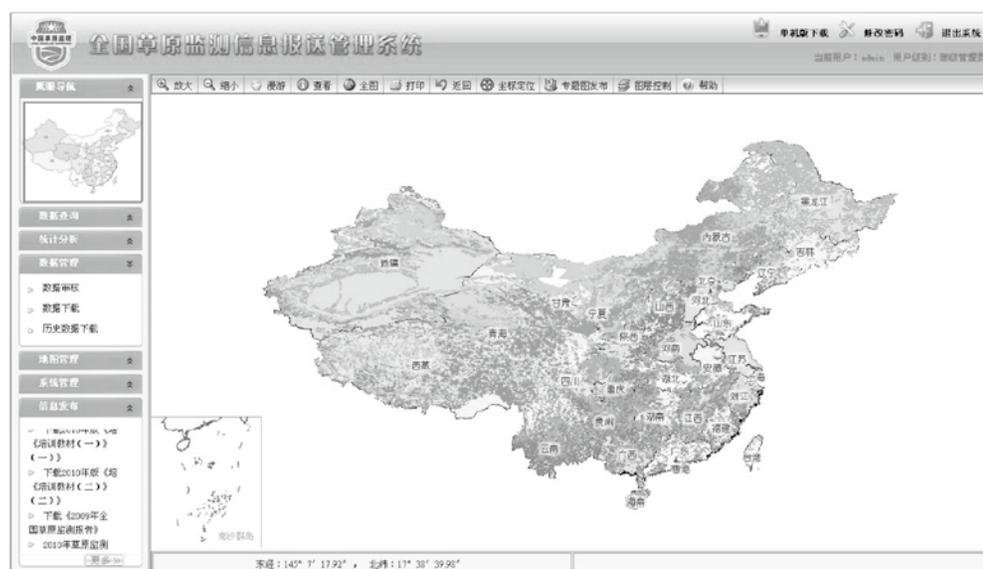
本系统利用地理信息系统、数据库技术、网络技术构建了全国草原监测信息报送管理平台，相对于传统的文件上报模式，网络报送平台减少了分级汇总、数据整理的工作量，不需要大量的移动存储设备，减少了数据邮寄收发的传输时间，为地方各级草原监测部门提供了方便，提高了全国草原监测工作的效率，降低了工作成本，同时该平台还提供基于互联网的草原监测数据查询统计分析服务，为国家草原管理工作提供了有效的辅助工具。

(1) 监测数据采集终端

监测数据采集终端是单机版数据处理工具，内部集成了全国草原监测数据采集技术手册业务规则，通过自动化数据质量控制和辅助计算帮助县级草原监测机构外业数据采集人员快速完成本县数据采集工作，其数据输出格式为Access数据库。

(2) 监测数据报送管理和共享平台

监测数据报送管理和共享平台实现了草原监测地面数据“县-地市-省-农业部”的四级网络报送、审核和自动数据整理入库工作；该平台同时实现了历年全国草原监测数据的网络共享，通过农业部系统管理员授权，全国各级草原部门工作人员可以通过互联网队监测信息进行查询、分类统计；通过平台提供的Web地图可以查看全国的草原资源分布图以及各地历年草原监测样地样方的分布，系统整体界面如下图所示：



(3) ArcGIS产品在项目中的应用价值

● 地图数据发布

系统发布的底图服务包括：全国、省、县级行政区划图，全国草地资源分布图，自2005-2009历年草原治理工程内外对比的草本和灌木样方分布图，用户可以利用草原监测样方基本属性进行查询，并能在全国地图上定位样方。

● 在线地图更新

农业部草原监理中心每年收集草原监测样方数据，利用本平台，农业部系统管理员可以在线完成全国范围内的监测样方添加更新。

● 数据上报专题制作

以省级地图和县市地图为基础，结合各省各市数据上报进度制作专题图，可以帮助系统管理员快速掌握全国各个地区的数据上报进度，对年度数据上报工作进行督促和检查，提高全国草原监测数据采集上报的工作效率。

● 草原监测专题地图制作

以省级地图和县市地图为基础，结合草原监测上报的统计数据，可以针对不同的草原监测专题，比如牧草产量、病虫害损失、牲畜饲养数量制作分省或分县专题图，为草原管理工作提供了辅助决策工具。

6.1.5.广州市农业地理信息系统综合管理应用

注：此案例由广州市农业局、广东旭普空间信息技术产业发展有限公司提供
农业地理信息系统综合管理应用是一个庞大复杂的系统工程，需要一个稳定、实

用、先进的框架去支撑。为此，我们提出了在统一标准体系与同一张网络环境下，以“一张网络”、“一个标准”、“一个平台”、和“一张图”即“四个一”的农业数据中心一体化设计思路。“一个数据中心”是建设数据中心的主体工程，“一张网络”是数据中心的环境基础，“一个标准”统一数据标准是数据中心的数据质量保障，“一个平台”一体化平台软件系统是数据中心的支撑实体，“一张图”是数据中心数据应用和业务管理的全新形式。通过这“四个一”的农业数据中心的建设，完善农业信息服务体系，实现“以信息化带动农业现代化”的目标，促进农业现代化建设的发展并提高政务水平，为农业生产者和管理者提供实时的信息服务与决策支持。本系统的总体框架，采用J2EE的SOA三层体系架构，基于ArcGIS Server9.3技术。下图为系统总体架构：

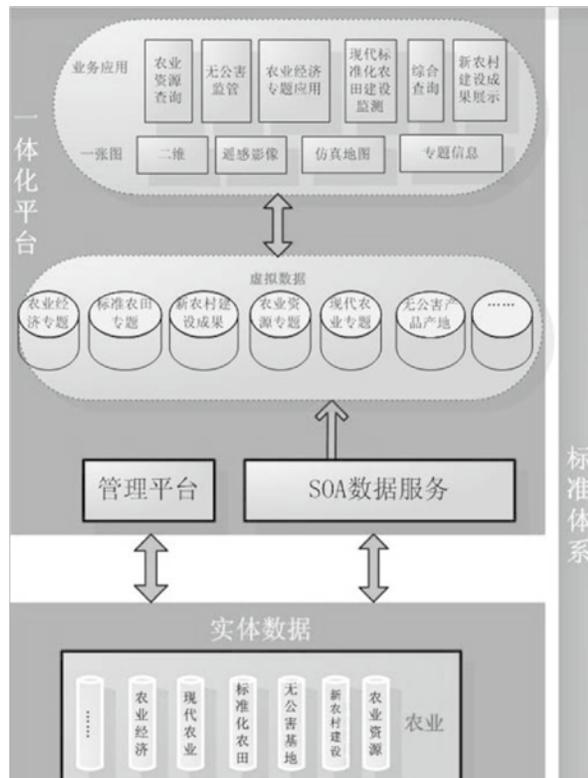


图 6-8 农业地理信息系统综合管理应用系统架构

系统主要模块包括：

(1) 农经专题系统

对广州市各行政级别（区县）和特定区县分类发布农业收入情况、农业主要投入、农业及乡镇企业产值表、畜牧业渔业基本情况和农业基本情况等信息，并根据农业信息指标结合空间数据生成农经数据专题图展示。

(2) 新农村建设成果展示暨乡村旅游系统

在广州市范围内挑选21个规划、建设较好的新农村建设示范村，根据规划设计、建设现状制作三维仿真模型制作（建立精细的逼真模型，如：建筑、道路、商店、广场等）。开发B/S结构下的2.5D应用系统，把所有仿真模型都转换为2.5D，并进行拼接和坐标配准，实现2.5D模型之间的转换与属性查询功能。展示示范村规划现状、基础信息、乡村游特色景点及旅游线路介绍。打造具有特色的便捷的在线乡村旅游信息服务。

(3)现代农田标准化建设管理系统

标准化农田系统应用GIS以图文并茂的形式通过互网络实现对公众公开广州市基本农田标准化建设情况，使各级主管领导纵向可以及时了解到标准化农田建设的历史、现状、规划三个时期建设情况，横向可以统计出每个区、镇、村的建成面积、投入资金等信息。同时系统宏观上统计出市、区、镇、村四级行政单位的标准化农田的建设面积和投入资金，及时掌握广州市现代标准化农田的建设进度，微观上可以从电子地图、遥感影像图上直接了解每块标准化农田的面积、投入资金、建设单位、现状图片、产量等基本信息。及时监管到每个行政区、镇、村的现代标准化农田建设资金落实和建设情况，杜绝基层建设单位虚报和瞒报建设资金和建成面积，减少不必要的损失。为广州市基本农田标准化建设实施、管理工作及公众查询提供技术支持。

(4)无公害产品产地监管系统

无公害产品监管系统通过产地溯源，标签认证保证农产品安全；通过对产地的化肥、农药残留的巡检和抽检登记保证食品质量；通过网上验证保障无公害农产品生产者和经营者的利益和积极性，打击“冒牌”产地和产品；在管理服务上结合系统GIS特性，形成了更加先进、直观的监管手段，及良好的监督机制，提高了部门的监管效率。

6.1.6.福州市农产品物流配送信息平台

注：此案例由福州市晋安区提供

我国农业生产长足发展，现已成为鲜活农产品的生产和消费大国。但是，高效畅通的生鲜农产品流通体系尚未形成，在采摘、运输、储存等环节的损失率高，信息流通不畅、损耗大、交易成本高等问题非常严重。据统计，我国水果蔬菜等生鲜农产品在采摘、运输、储存等环节的损失率达25%–30%。相比之下，发达国家损失率不超过5%，而美国仅为1%。如何实现信息高效流通，建立畅通的鲜活农产品流通体系，实现生产者、供应商、零售商和消费者的多方共赢是当前提高我国农业生产效益、增加农民收入的关键。对协调农产品流通主体间的行为、减少损耗、提高流通速度和效益的探索成为人们关注的重点。

农产品物流配送是农产品物流的一种先进形式，但是，当前农产品物流配送基础和运作模式设施落后，配送效率低，成本高，信息共享性差等问题严重制约着农产品物流的发展。因此，研究农产品物流配送，实现农产品物流配送的科学决策和信息共享是提升农产品物流决策与管理水平的关键。

农产品物流配送决策与信息平台，将GIS技术与DSS技术、MIS技术、信息技术，以及配送模型和启发式算法相集成，实现了高效的农产品物流配送决策与信息平台。从系统的决策模型和核心算法入手，分析了应用GIS技术进行中心选址的方法，建立成本最低的中心选址模型，研究应用免疫算法进行中心选址模型求解；建立带硬时间窗的配送路径优化模型，并研究应用禁忌搜索算法对配送路径优化模型求解。

在系统的设计过程中，首先对系统进行总体分析与设计，通过对系统设计思想、设计目标、系统需求及其开发平台的分析，确立了系统的技术架构。其次，根据DSS的组成部件和功能顺序设计系统。电子地图的设计主要包括电子地图的内容和图层，并结合空间分析的需求对道路进行网络拓扑结构设计；从概念结构设计、逻辑结构设计到物理结构设计对数据库应用系统进行设计和开发，并建立相应的数据库管理系统和ArcSDE管理通道；模型库系统的设计对象包括模型库管理系统、本文核心模型和算法的开发和实现。

福州市晋安区建立农产品物流空间数据库，应用Java开发平台实现系统的管理信息功能。以ArcGIS为二次开发平台，利用基础软件的空间分析功能与求解程序，实现配送中心选址和路径优化的决策功能。最后在Java Viewer方式下，对ArcIMS进行二次开发，实现农产品物流配送信息共享以及动态决策。系统的初步应用表明：系统运行高效稳定、结果正确、操作简便、过程与结果形象直观，是一套实用的，兼备决策与管理功能的农产品物流配送优化系统。今后可将库存控制模块添加到系统中，使系统的决策支持功能更加完善，随着业务数据的增加还可以将数据仓库、数据挖掘技术应用到决策支持系统中，使系统能够为决策者提炼更多的信息，更有效的满足决策者的业务管理需求。

6.1.7.上海市畜牧业管理地理信息系统

注：此案例由上海市农委、上海狮杰信息技术有限公司提供

在专业性、开放性、安全性、先进性和易用性的设计原则下，结合系统的多种技术架构一体化框架设计，畜牧业管理地理信息系统的主要功能结构划分如下：



图 6-9 畜牧管理信息系统功能结构图

(1) 桌面子系统

功能丰富、强大的桌面子系统，为用户展现了一个操作方便而输出直观的C/S系统，它包含了诸多GIS基本功能，比如：图形操作、信息查询、图像编辑、数据输出、格式转换等。除此之外还提供了规模化养殖场GIS分析、畜牧业环保GIS分析、畜牧兽医GIS分析、兽药及饲料企业GIS分析、畜牧业出口GIS分析、畜牧业发展趋势GIS分析、遥感影像分析、动物疫情GIS应急分析、畜牧业发展规划GIS辅助决策分析等，

(2) 手持GIS/GPS应用子系统

由掌上电脑、GPS接收模块、GPRS/CDMA无线网络组成的移动终端使用户在野外现场工作时既可以进行GIS信息查询、信息统计，也可以通过GPS进行定位，便于进行畜禽养殖场调查、位置测量、数据采集、工作巡查。



图 6-10 移动应用子系统设备

(3) Web GIS应用子系统

在B/S体系架构下，Web GIS应用子系统为用户建立了网络GIS数据浏览、查询平台，将畜牧、兽医、饲料、品牌农业等多种农业信息进行网上发布，提供了便民服务；

通过权限管理技术，有效的确保了数据的安全管理；系统还提供了与区县门户网站的接口，更大程度的发挥了数据共享作用，提升了平台的交互共享。



图 6-11 兽医兽药在线查询

6.1.8. 农作物调优栽培决策支持系统

注：此案例由国家农业信息化工程技术研究中心提供

农作物调优栽培决策支持系统是依托农业部公益性行业科研专项“主要农作物调优栽培信息化技术”项目，基于最新的ENVI/IDL技术、WebGIS、GPS、企业空间数据库、通信技术、作物模拟技术等信息技术和农学知识的高度集成，建立的用于主要农作物调优栽培的信息化决策支持系统。

系统主要面向农业管理部门、农业生产部门（如农场）、作物协会（如谷物协会）及大型涉农企业的专业技术及生产管理人员，对主要农作物的产前优良品种种植区划——产中调优栽培及产量、品质预报——产后指导按质收购等作物生产全过程进行信息化管理，最大限度地为农作物生产的信息化管理与粮食政策的制定提供决策支持。

系统通过采用ENVI/IDL编程技术实现对遥感影像的实时计算和处理，生成初步的作物分类结果以及影像光谱指数，结合野外采集的GPS定位数据、农学样点信息，综合分析各种常用的农学模型，通过WebGIS技术实现实时直观的专题图、统计图表、细节点击查询等多种展现方式，实现对作物长势监测、作物产量估算、作物品质预测、病虫害

监测、干旱监测、冻害监测、肥水诊断等作物生产全过程的信息化管理。

系统采用Oracle10g +ArcSDE作为空间数据库，后台采用ENVI/IDL、ArcGIS Engine、ArcIMS实现遥感影像处理与发布，前端页面展现完全基于Ajax技术构建，综合采用了OpenLayers、JQuery、Google Maps API等脚本库。

(1)系统功能介绍

● 基本GIS功能

同步实现电子地图与农学专题图的放大、缩小、漫游、平移以及图层控制功能；

实现电子地图、农学专题图以及混合地图模式（电子地图与农学专题图叠加）之间的无缝切换，且无需刷新地图；

支持地图点击查询和拉框查询；

实现基本的距离量算和面积量算功能。



● 扩展业务功能

系统分为五个主要功能模块，分别是：长势监测与估产、品质预测与监测、作物灾害监测、肥水诊断与调优、系统管理。主要实现了以下功能：

长势监测与估产：分为遥感长势监测、遥感产量估算、农气产量估算三个子模块，遥感长势监测和遥感产量估算采用环境卫星、Landsat TM、中巴资源卫星、SPOT-5卫星等多光谱数据源，通过ENVI/IDL编程在服务器后台进行实时计算，实时生成作物长势和估产专题图。

品质预测与监测：分为遥感品质预测、近红外品质精监测、农学品质预测三个子模块，遥感品质预测采用环境卫星、Landsat TM、中巴资源卫星、SPOT-5卫星等多光谱数据源，结合地面样点观测数据，集成IDL、ENVI、WebGIS、数据压缩等技术实现

农作物品质遥感预测；近红外品质精监测采用近红外谷物品质分析仪对收获后的作物品质进行检测，通过实时插值方式生成区域品质分析图，通过与遥感品质预报进行对比分析，验证和改善遥感品质预测模型和方法。品质预测与区划对于指导大型涉农企业按照优质优价收购谷物，具有重要的价值。

作物灾害监测：分为病虫害监测、干旱监测和冻害监测三个子模块。采用环境卫星、OMIS等高光谱数据以及TM、SPOT等多光谱数据源，集成IDL、ENVI、WebGIS、数据压缩等技术实现病虫害、干旱以及冻害监测等专题图。

肥水诊断与调优：分为氮素诊断、水份诊断以及调优栽培措施三个子模块，采用环境卫星、Landsat TM、中巴资源卫星、SPOT-5卫星等多光谱数据源，对作物关键生育期的肥水状态进行分析与诊断调优，实时为用户提供调优诊断措施帮助。

系统管理：分为用户管理、角色管理以及数据管理三个子模块。



图 6-12 农作物调优栽培系统主界面

(2) 系统特点

系统在服务器端集成ENVI/IDL技术进行影像粗分类、快速影像指数计算等工作，较好的实现了B/S模式下对影像实时计算处理的需求，使得用户在客户端的等待一幅常规大小影像的计算时间缩短至2~5秒，比常规方法速度提高10~30倍。

系统采用动态生成地图配置文件的方式实时配置ENVI/IDL计算得到的影像结果，然后通过WebGIS地图服务器进行实时发布，在客户端实时生成专题图，具有快速、高效、准确的优点。

系统实现农学专题图与电子地图的平滑叠加，地图平移和缩放等操作均可以与电子

地图实现同时联动；同时实现电子地图、农学专题图以及混合模式之间的切换。

实现分级专题图的默认生成与自定义生成两种方式。实现分级刻度数据、分级刻度标注和分级颜色的自定义，对于用户自定义专题图十分方便。

6.1.9.重庆市动物卫生监督应急指挥系统

注：此案例由重庆市动物卫生监督所和重庆数字城市公司提供

重庆市动物卫生监督应急指挥系统是以全球卫星定位系统、地理信息系统、移动通信网络和计算机网络技术为基础开发的集监控、报警、防盗、管理、调度等功能于一体的监控管理系统。用于实现对动物疫情和畜产品安全事件的监控管理与应急救援调度一体化，作为重庆市动物疫情应急处置指挥中心的应急救援管理信息系统，有效提高对动物卫生事件和日常救援的管理效率。通过该系统的建设，实现动物卫生监督应急指挥中心对各种养殖站场、入市道口、交易市场等进行实时监控，动态了解其运行状况和位置，确保安全、及时地完成应急处置任务。

(1)系统总体框架设计

系统按需求分为六大子系统，分别是应急指挥处置子系统，110联动指挥平台，视频监控子系统，疫情传输子系统，信息采集发布子系统，数据管理维护子系统。系统应用框架：



图 6-13 系统应用框架

系统底层数据库由基础地理数据、农业专题数据库、农业业务数据库、基础支撑维护数据库几部分组成。其中基础地理数据由重庆市地理信息中心提供，农业专题数据库和农业业务数据库、基础支撑维护数据库由农委动监所采集，由重庆数字城市公司项目组提供技术支持。

应用服务平台包括数据存储管理、专题服务发布。数据库采用Oracle10g存储各类基础数据和专题数据,通过ArcSDE技术将空间数据存储在数据库中，使用ArcGIS Server将各种专题数据发布成GIS服务，为应用系统提供数据和功能的支撑。

(2) 系统建设内容

● 数据体系建设

依据动物疫情管理相关地理信息系统标准，建立重庆市动物疫情管理地理信息数据的存储、交换标准规范。规范数据、业务和应用，保障系统的建设和实施，保证数据的统一和信息的共享。

搭建重庆市动物疫情管理综合数据库(包括基础空间数据库、应急专题空间数据库、应急业务数据库等)，实现空间数据与属性数据的整合与统一。

完成应急专题空间数据的采集、加工、入库。

● 网络及硬件准备

在网络方面，考虑到各区县业务处室会使用本系统。因此，应用单位应首先接入政务网，才能保障各区县业务处室和其它相关单位使用。重庆市动物卫生监督所作为市农委二级部门，已经引入了市政务办公网的光缆。

在硬件方面，重庆市动物卫生监督所购买了服务器等硬件设备，部署在政务网的同一网段下，形成动物疫情监督的应急服务硬件环境。

● 应用服务平台建设

应用服务平台建设的关键在于将现有的专题数据通过ArcGIS Server以标准GIS服务的方式发布。就重庆市动物卫生监督所来说，专题数据信息主要为各种动物养殖场、种畜禽场站、动物卫生防疫检查消毒站、交易市场、定点屠宰场、无害化处理场、动物隔离场、乡镇畜牧兽医站、各级动物卫生监督所等的空间及属性信息。

● 软件系统开发

在网络、硬件、动物卫生专题数据准备完成后，就可以顺利的开展动物卫生监督应急指挥系统中GIS功能的开发。动物卫生监督应急指挥系统专业性、综合性以及与业务结合的要求较强，开发的思路应以业务系统开发为主线，通过应用平台的开发接口集成所需的地理信息功能。

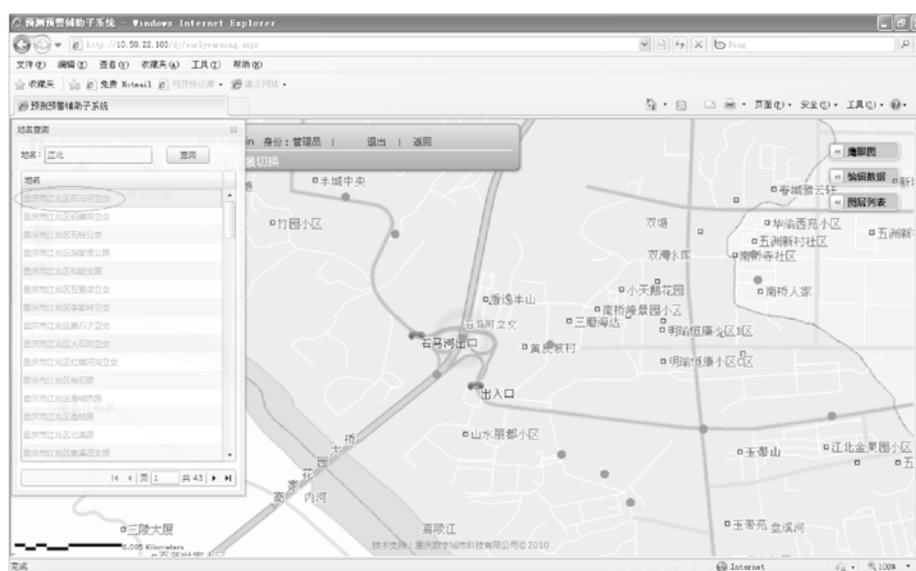


图 6-15地名查询服务

另外，此次地图数据的基础数据和影像数据等都是由重庆市地理信息中心提供，并用WMS服务的方式发布，通过ArcGIS Server9.3能很好的获取该部分地图数据，并作为地图浏览显示。

(3)关键技术

- ArcGIS Server

其中，本次系统采用ArcGIS Server9.3作为系统GIS应用架构。因为ArcGIS作为最为成熟的GIS服务平台之一，它有着便捷，高效的开发效率和地图使用效率，面对农委众多的GIS应用，能支撑其很好的运行。通过瓦片式的地图缓存服务，能给用户带来平滑的使用体验。

- ArcGIS API for Microsoft Silverlight

ArcGIS API for Microsoft Silverlight/WPF可以让你整合ArcGIS Server、WMS和Bing Map等地图服务，可以实现查询、定位、空间处理等功能。

- Silverlight Toolkit

Silverlight Toolkit为项目组提供了众多的开发控件，提供了许多的开发效果，为项目增光添色，属于Silverlight开发中不可或缺的一部分。

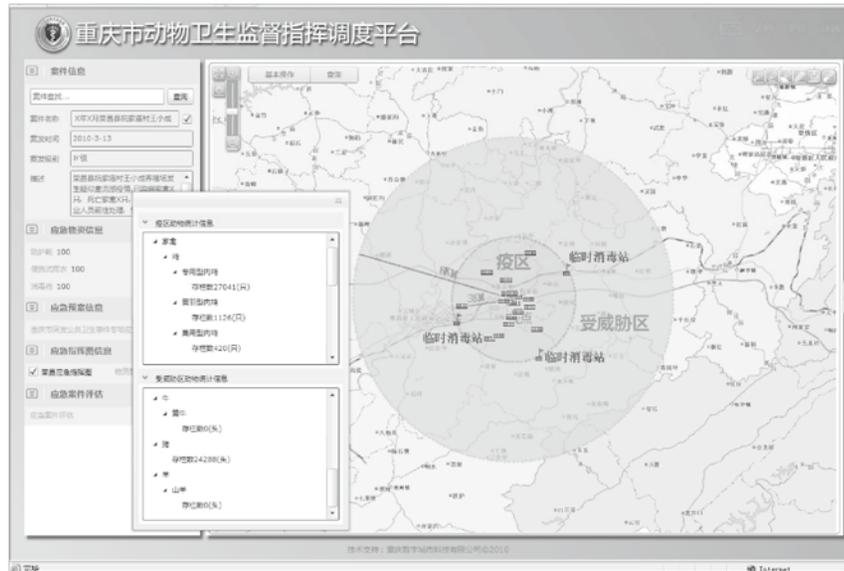


图 6-16 疫情缓冲区查询分析

(4) 总结

随着时代的进步、社会的发展，民众对政务管理的质量和效率的要求越来越高。基于重庆市地理信息公共服务平台建设重庆市动物卫生监督应急指挥系统，绕开了复杂而且专业的地理空间数据平台建设上的障碍，实现了权威空间信息的在线自动更新，保证了动物卫生监督应急指挥系统与全市政务管理体系、政府应急体系的地理空间信息在内容、形式以及技术标准上的一致性。该系统的搭建完成成为重庆市政务信息系统在地理信息方面的集成应用，起到了很好的示范效果。

6.2. 国外案例

6.2.1. 美国农业部使用Webgis技术进行病虫害防治

注：此案例由美国农业部动植物健康检疫署提供

如何保护耕地作物免受虫害侵袭已经成为了政府当局一项高科技战役，他们正在采取部署空间科技来监测农业病虫害。而这其中有一个非常重要的成员，就是地理信息系统（GIS）技术，它是一门基于计算机的地理学工具，它既可以访问数据库，又可以在一个交互的屏幕地图中动态演示这些数据。Web技术的提高使得将农作物和害虫信息输入到数据库中，就可以生成农作物管理地图来。

美国农业部（USDA）动植物健康检疫署（APHIS）多年来一直使用GIS辅助病虫害地区的治理。动植物健康检疫署的职责就是帮助农业和自然资源免受动物、植物害虫、有害杂草的侵害，所以他们有大量的数据和地理学信息需要参考。他们的管理和研究人员在进行植物保护和检疫（PPQ）项目时还要依靠GIS来监测害虫和杂草的活动情况，六年前，研究员曾使用GIS来研究蛀虫（emerald ash borer）灾害对于白蜡树群的

影响，当时是把树冠的测量数据叠加到不同季节的航空影像图上，再配以水源信息，这样研究员就可以通过一些变量知道这种虫害对树木造成的损害。



图 6-17 美国农业部动植物卫生检验服务部利用GIS显示草场蝗虫的活动，并制定治理方案

第二年，PPQ的成员在对付纽约的天牛灾害中也利用了GIS。这一次访问的数据种类非常广泛，甚至涉及税务和建筑物草图，研究人员确定了天牛侵袭的面积，并制作出测量日程和化学治理措施的地图。

这些类型的研究主要用的是桌面GIS软件，但是很快美国农业部又完成了基于GIS的Web应用程序，使得更多的PPQ成员可以通过地理途径去治理害虫，为他们提供了一条新的工作途径。Esri的网络制图软件可以帮助动植物健康检疫署把数据分发给更多需

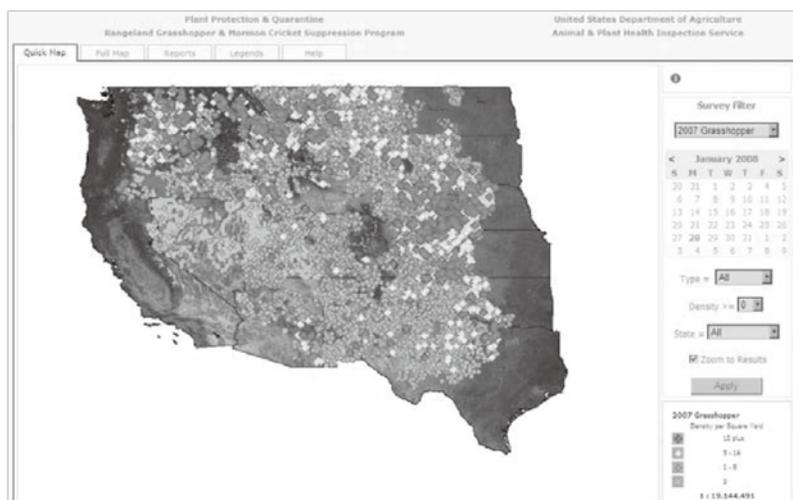


图 6-18 专题地图显示了蝗虫的密度（红色为重灾区）

要的人。把ArcGIS Server技术引入牧场的蝗虫和蟋蟀减灭项目中，是动植物健康检疫署的又一个GIS里程碑，现在他们正管理着17个城市的植物虫害。这项服务器技术为地理数据的深度使用打开了一扇新的大门。

植物学家，动物学家，兽医等等许多方面的专家虽然几乎不懂什么GIS的知识，但是他们也可以用这它来从事研究、治理、决策和其他美国农业部的工作。他们只需要简单地通过他们的浏览器访问动植物健康检疫署的数据，就可以在地里环境中研究属性变量，而且开发人员还可以很轻松地在线为用户制作仪表盘和工具，用来访问各种数据库。

草原蝗虫和蟋蟀减灭项目中，PPQ野外工作站利用了移动GIS工具来完成地面测量工作。他们用手持设备来记录与害虫相关的数据和位置，还设计了一种用于移动设备上的表格，可以关联GPS。野外测量员在获取X/Y的位置数据的同时，就输入了PPQ综合测量信息系统所需的害虫监视数据。

移动工具使用了一种同步服务，即把野外获得的数据添加到微软的SQL服务器数据库中，换句话说，这个过程也可以把野外数据，通过动植物健康检疫署的网络，同步收集到PPQ的数据库中，那个季节通过该网络共同收集了三万个位置点。在ArcGIS Server中的空间数据库引擎（SDE）可以使大量的数据和相关的属性，以及元数据的管理变得更加简单，这样，项目管理者就可以很轻松地得到他们决策或者做报告时所需的精确信息。

草原蝗虫和蟋蟀减灭项目的主管在华盛顿特区工作，他按照美国国会的要求制作地图，这些地图提供了虫害数据叠加视图，而且可以通过各种过滤器筛选这些数据，例如日期、害虫密度、城市、蝗虫生长周期等。草原蝗虫和蟋蟀减灭项目的主管还可以快速生产出美国农业部会议用图，并满足国会要求。他为农业干旱工作小组有规律地提供数据更新，而这个工作小组正是为美国农业部中那些为种植者和遭受旱灾的地区牧场主提供帮助的人搜集信息的。



图 6-19 基于ArcGIS Server技术发布的内布拉斯加农业地图，读者可以选择看特定害虫的数据，如昆虫种类，日期，密度和区域，并和地图进行互动，提交建议

蝗灾在干旱条件下是很有可能被激化的。所以，该工作小组每个月要开两次会，动植物健康检疫署草原蝗虫和蟋蟀减灭项目也会提供最新的蝗虫数量和牧场主可能遭受的经济损失情况。测量图是最有效的方法，可以在短时期内提供最大量的信息，而且，在每年的财政预算大会上还要提交给国会成员。比起长篇累牍地介绍和描述蝗灾情况，议员更愿意从这些地图上了解这些信息，为来年的蝗灾战斗准备足够的资金。

劳拉·斯杰奇是PPQ西部地区的主管，“ArcGIS Server的优点就在于它可以帮助我们的专家、管理者和研究人员访问大量的，各种各样的数据”，“这大大提高了他们管理PPQ项目的能力，当我们组建我们的GIS架构的时候，用ArcGIS Server就能作出用于获取关于治理信息，选取最合理的地方开展测量所需的工具。Esri的GIS软件具有可伸缩的能力，这就让更多的人可以利用地理辅助他们工作，因为系统可以根据需要发展。这也使得地理数据被用于不断扩大的分析领域，跨越了生物、政策和环境等多个领域。我们也一直期待着这项技术的能力在ArcGIS Server的网络制图开始普及的今天变得更强大”，“我们正处于变革的过程中，野外测量和管理的实现能优化监测工作的执行，”斯杰奇解释说“我们不想因为要学习GIS的精妙之处，而妨碍本已非常繁忙的项目和野外工作，而且幸运的是，他们也不用这样，因为这个服务平台能给直接把信息呈现给野外作业人员和决策者，并且是以一种友好的用户工具形式。”这场变革也正是PPQ走向专业化的证明。

随着新技术的应用，数据通过浏览器使用起来也越来越得心应手，项目管理和研究的提高也越来越明显。数据共享有一个重要的组成，就是开放的架构，也就是一个采用开放的技术手段，让用户能够直接互相访问地理数据，而无需复杂的数据转换。为此，GIS软件和应用程序的开发人员正在从设计晦涩的数据模型向建立工业标准转化，这对于数据访问而言，是非常重要的。这也为动植物健康检疫署不仅在本单位内，还可以与其他部门交叉利用GIS的打下了基础。

“一旦我们的整个架构设置好了，我们计划利用ArcGIS Server 继续设计工具，并让每一位PPQ人员和其他用户都能用上这些工具。”斯杰奇指出，“我们可以在维护整个数据库的同时，为一些地方事件自定义这些工具，而且也可以专门设计研究某种害虫的模板或方法，例如前面提到的蝗虫，还可以用来管理其他类型的害虫，例如淡灰色苹果蛾。GIS的灵活伸缩可以满足我们的各种需求，帮助我们制定响应计划，发展的目标，向其他的科学家和决策者开放数据。”

6.2.2.新泽西州精准农业示范

注：此案例由美国新泽西州提供

现在比以往任何时候，农民都更依赖一些投入来提高种植的农产品的质量，这些投入包括从种子、化肥、农药，到农用机械、监测设备。

过去，农民一般都在整块地上均匀地施肥，现在，则可以借助地理信息技术精确作业，严格按照应用程序中土地的类型、质量和位置来控制施肥。利用计算机程序控制的喷洒设备，再加上GPS导航系统的化肥投放模式，不仅可以减少对环境的破坏，还可以增加农民的收益。

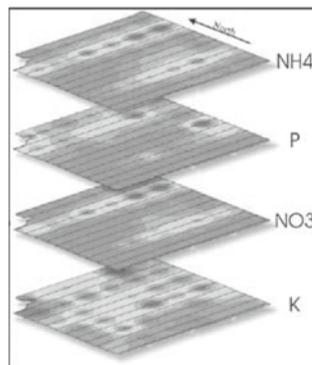
Ravensdown，是美国新泽西州最大的化肥制造和分销商，就利用地理空间技术来帮助新泽西州的农民管理农业投入。在GIS和GPS化肥应用程序共同指导下，农民不仅减少了向河道中排放有害物质的总量，同时，每年还节约了大约10%的化肥成本。

科学家开发了农业决策支持系统（DSS4Ag），这是基于GIS的农作物模型，提供了空间变量施肥方法。空间技术帮助农民更好的利用土地，无论是种的是粮食作物还是生物能源作物。

农业决策支持系统使用Esri公司的ArcGIS空间分析软件把农田以约10平方米大小的指定单元划分，基于土壤成分、土壤改性和灌溉等变量计算每个单元的作物生产潜力。土壤样品采集的是生产周期前后的数据，再与历史数据进行对比，分析肥料配方优化方案，此外分析师还需要预测一个特定区域的指定单元的作物和生物质产量。根据预计成本和作物的当前市场价值，在GIS地图上显示出每个农田单元的最大收益。该地图可直接用于农田的变量施肥指导。



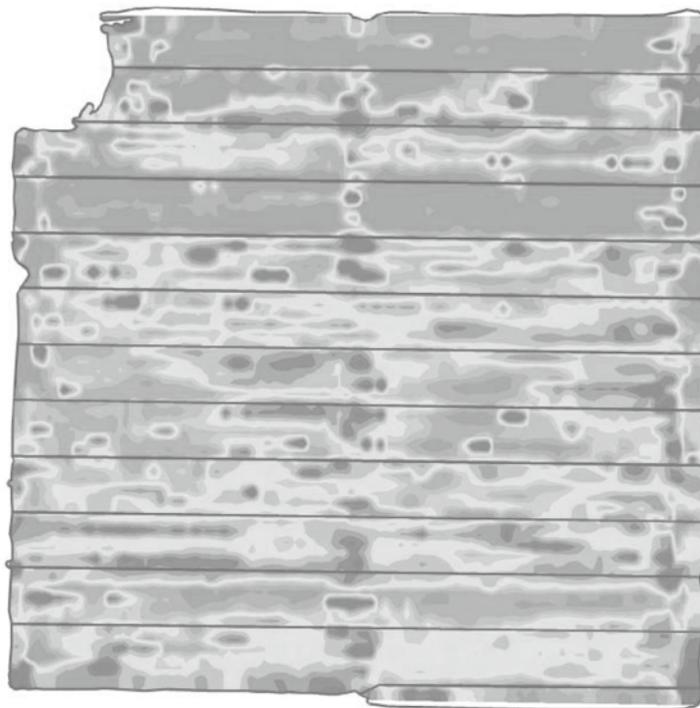
肥料施用的评价是分析的重要组成部分，因为它影响生产成本及收益率，包括尿素，磷铵，硫酸铵，碳酸钾，硫酸锌等都是分析每亩产量成本的因素。根据肥料种类，数量和施用范围，每亩作物产量的差额计入到成本和生产力比值的计算。模型中的信息可以输出到地图上，优化农田的化肥施用。这种处方施肥方法降低了运输肥料的车辆和燃料费用，减少了肥料过量施用对河流和地下水的污染。



这些数据都可以用在农业生产过程中的规划，种植，生长，和收获等环节。此外，该模型还能预计不同的情景下的作物产量和利润比。

利用GIS制作了一个基于地图的显示施肥情况的应用程序，其中施肥的数据是将一套以不同颜色区分的“蜗牛爬行路线”叠加在地图上，形象地展现了整个过程。还有一个好处就是这个系统可以用来说明设备的位置情况，利用地理空间技术，可以很容易地知道什么地方已经施过肥了，防止对环境造成污染。

Ravensdown为他们的大量施肥卡车装配了该应用程序，和GPS控制指挥系统，作业人员可以从而知道位置情况、化肥的类型和喷洒的数据。



6.2.3.南非利用GIS更好的进行作物估产

精确的作物估产有助于减少那些影响产量的不确定因素，南非农业部作物估产委员会（NCSC）的任务就是每月进行一次估产，为此该委员会需要搜集不同数据。

SiQ，是NCSC的成员之一，从2002年起为NCSC提供统计数据，这些由农民提供的收成信息被汇总起来进行统计分析。但是，问题是个人提供的数据有时候不完全，这无疑会对统计结果的准确信和有效性造成影响。



南非是世界上最大的向日葵产地。

2005年开发了独立作物估产系统（PICES），通过点采样系统从卫星影像上划分作物种植区，确定粮食种植面积，该系统在试运行阶段就受到了好评。

作物估产系统主要工作流程是：

- 获取卫星影像；
- 通过自动化的特征提取和人工辅助判别划分作物种植区域；
- 进行随机抽样调查；
- 使用空中测量采样获取作物收成数据；
- 进行统计分析。

获取卫星影像

本系统的数字底图使用的是2.5米分辨率的SPOT 5卫星影像，数据由南非农业部统一提供。综合质量控制可以保证干净、准确的高质量数据，当某个省提交它的数据后GIS能立即提取其中的详细元数据，该元数据能够动态更新，南非所有的九个省都经过了数字化，总面积接近12,965,000公顷，更新步骤确保了数据的实时性。

设计抽样方法

接下来设计抽样方法随机选择分布在调查区域内的样本点。首先构建一个覆盖全省的45 *45米点网，将其与农田界限图层叠加，去掉不在界限内部的点。然后根据种植的农作物类型对农田数据进行分层，其中高、中、低的分类涉及给定地区的农田密度，数据分层能够提高抽样效率。

每个层都要生成点网数据并导出到数据库中，点网的点按自西向东、自北向南的顺序自动排列，这么做能保证采样点的地理分布最优化，系统随机选择一个起始点，并每隔一定间隔选取一个采用点。每个图层选中的样点都在数据库中单独存储，最后通过ArcGIS桌面软件转成shapefile。

航空测量抽样点

进行样本点的空中航测，确定每个采样点种植了哪些农作物。这些调查是由野外观测队（由轻型飞机的飞行员和观察人员组成）执行的，观察人员一般都是来自农业领域，对区分不同农作物，旱地还是水田有着丰富经验。通常，每个采样点的数量调查核实需要一个以上的野外观测队。

该农作物收成估计信息系统的数据采集方式被认为是世界独特的：在带有GPS模块的平板电脑用ArcPad软件采集数据。ArcPad可以定制出非常友好的用户界面。野外观测人员在采样点记录农作物种类、土地灌溉类型以及其他信息，如农作物生长问题、是不是两熟制地区等。除了已经采集的数据，野外观测人员拍的照片也能提供更多信息，每个图片都自动链接到一个shapefile文件，指出它的采集位置。

统计分析

采集的农田数据存储成shapefile，定期更新到中心服务器的数据库中。扩展统计用来计算在每一个省的粮食农作物种植面积的估计。

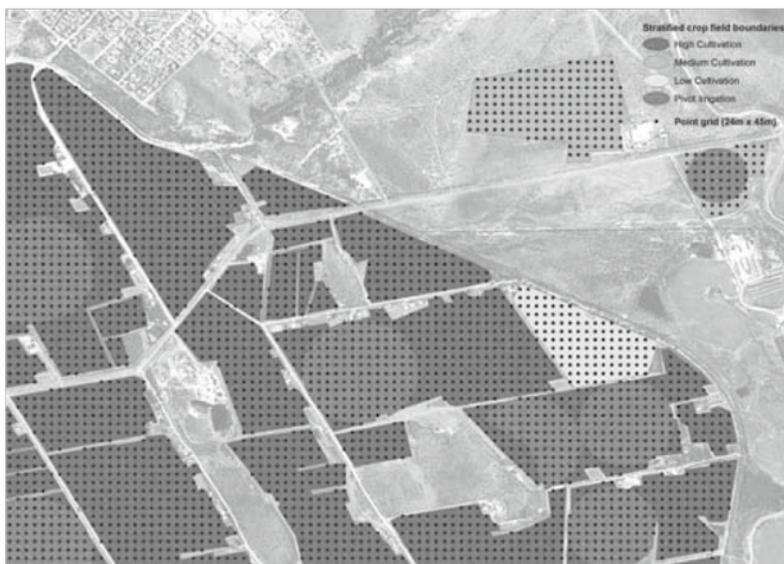


图 6-20 在划分出来的作物种植区域里生成一系列45 X 45（米）的点格网用于产量统计。

6.2.4.加利福尼亚州奶牛场生态环境研究

注：此案例由美国环境保护局提供

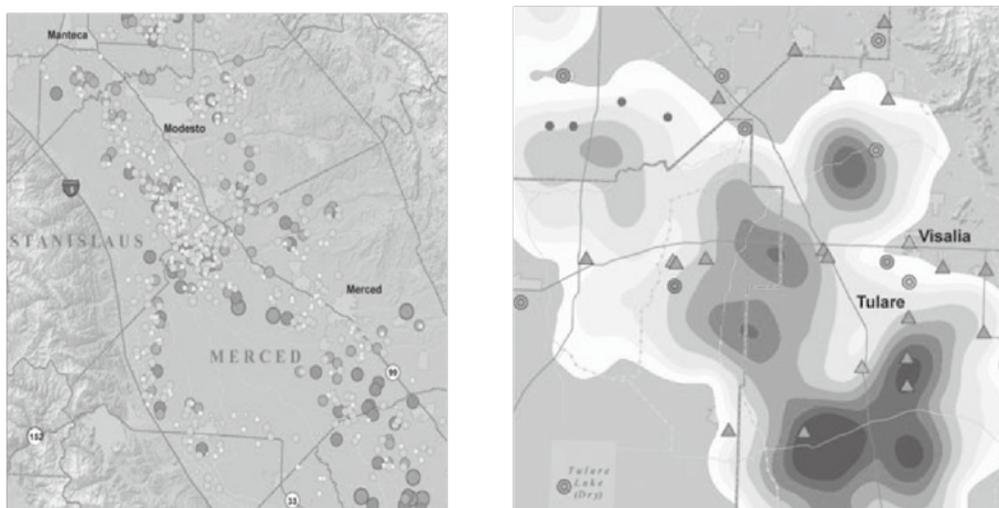


图 6-21 中央河谷奶牛养殖场分布和空气污染插值图

加州是美国领先的乳品生产地区，在过去30年里全州的奶牛数量增加了一倍（超过180万头），但奶牛养殖场数量下降了一半（约2000个），所以每个奶牛场的养殖数量增加了两倍（平均超过900头）。奶牛的数量和浓度增加导致他们的废物造成空气和水的更严重污染，特别是在圣华金河谷（San Joaquin Valley），那是全州空气污染最严重的区域，甚至不符合联邦清洁空气法案，特别是国家环境空气质量标准中的臭氧和颗粒物指数。圣华金河谷奶牛污染研究组织发起了一个协调的战略，以解决奶牛废物问题，并充分利用牛粪作为一种资源。

为了更好的研究和协作，中央河谷建立了奶牛养殖地理信息系统项目，以确定奶牛密度最高的地区，希望更有效的管理和处理牛粪，以期改善土壤质量，净化空气和水；环境变好了才能支持更多的养牛场，更多的就业机会，生物肥料和可再生能源对稳定农村经济也起到了重要作用。

7. 可用资源

Esri中国（北京）有限公司为广大用户提供最权威、最丰富的技术资源。

7.1. Esri用户大会

用户大会是一个用户之间、用户与厂商之间相互交流、共享技术成果的机会，其中Esri的许多软件的开发思路及需求来自于全球众多的用户。

ArcGIS全球用户大会每年由Esri在美国主办，2009年的“ArcGIS全球用户大会”上，来自世界各地的用户达1.5万余人，成为全球GIS界规模最大的盛会。会程历时7天，有上百个技术讲座。除了Esri的产品和技术讲座外，还有许多硬件、通讯、网络等厂商以及Esri合作伙伴和用户的应用展示。

ArcGIS中国用户大会由我公司每两年一次在国内举办。在2009年10月召开的“2009Esri中国用户大会”上，参加人数超过5000人。会上除了提供ArcGIS新技术及产品讲座外，还提供了GIS在自然灾害、国防、水利、地震、数字城市、自然资源、环保、公安等行业应用的专题研讨会、合作伙伴解决方案以及用户的应用展示等。

7.2. 专业网站和社区

- <http://support.Esrichina-bj.cn>

提供ArcGIS与ENVI/IDL软件的技术在线服务。

- <http://www.gisall.com/>

GIS社区，GISALL社区是一个GIS爱好者的交流平台，这里拥有丰富的ArcGIS学习资源：技术博客、教学视频、开发文档等。

- <http://bbs.Esrichina-bj.cn>

作为官方技术交流论坛，这里你能与全国各地ArcGIS与ENVI/IDL爱好者一起分享各种资源。

7.3. 专业化培训

中国科学院资源与环境信息系统国家重点实验室是美国Esri公司授权在中国地区的ArcGIS技术咨询与培训中心（简称“ACTC”），于1994年9月成立，经过多年的积累，目前拥有先进的大容量交换设备和由此构成的高速、宽带内部网络系统，配备以SGI Origin 2000为Unix服务器的工作站网络系统和以HP为微机服务器的Windows NT微机网络系统；师资力量全部由拥有博士、硕士学位的优秀科研人员构成，具有扎实的专业基础和全面的素质，并有多年培训与教学经验。

除此之外，公司还在全国各地开设ENVI/IDL培训班，2009年先后在北京、兰州、南京、广州、成都举办并取得广大学员的认可。2010年将增加培训班的数量，从4月份~8

月份举办12站ENVI/IDL培训班，包括西安、成都、哈尔滨、武汉、广州、上海、北京、沈阳、青岛、昆明、合肥、长沙。

7.4.齐备的期刊资料 Esri将不定期地向用户提供多种资料，包括：ArcGIS中国通讯、产品白皮书/彩页、行业解决方案、应用集锦等。

通过上述资料，我们将及时向用户介绍国内外遥感的最新发展动态，最新的遥感技术，相关行业的应用与发展，以及介绍国内外用户的成功应用经验等。

7.5.User Group 为了提供面对面更加直接的用户之间交流，由Esri和广大用户联合成立了行业用户组织。这些用户组织除了通过INTERNET进行技术交流、通报业界最新讯息，还将组织一些技术研讨会、行业的用户大会等等，用户之间可以通过这个组织来共享信息、数据、软件使用和开发的技巧等。

7.6.专业技术支持 公司以帮助用户成功为己任，开设多种平台为广大用户解决生产中遇到的各种问题。

- 电话支持

用户在使用软件产品时，可以从技术支持部门得到5*8小时的电话技术支持服务。用户可以拨打技术支持热线，根据提示音，转相应产品的分机号，可以在第一时间获得资深技术工程师的帮助。

- 技术支持热线：（010）65542881

- E-mail支持

用户在使用软件产品时出现的问题，可以通过Email将问题发往技术支持专用邮箱，技术工程师会及时答复，提出解决方案。

E-mail响应支持时间：星期一~星期五8：30~17：30

专用技术支持邮件帐号：support@Esrichina-bj.cn

- 在线技术支持

用户遇到问题时，可以在线技术支持中心网站<http://support.Esrichina-bj.cn>。用户通过在线技术支持中心网站可以获得：

在线技术支持时间：星期一~星期五8：30~17：30（公共假期除外）

24小时的在线帮助：通过自助方式查找知识库，寻求问题的解答方案。

- 远程实时技术支持

用户遇到操作和使用上的问题时，可以通过Internet提供远程实时技术支持（登陆<http://www.Esrichina-bj.cn>的在线会议与培训）。通过这项服务，技术支持工程师可以在用户允许的情况下，远程检查用户的系统，以便加速解决问题。

远程技术支持时间：星期一~星期五8：30~17：30（公共假期除外）

- 现场支持

现场支持只面向软件维护期内的用户。用户遇到重大问题时，技术工程师将根据实际发生情况做出判断，在上述支持服务方式不能解决的情况下，派技术工程师进行现场支持服务。