

校教材学术著作出版审定委员会审定

# 3S 综合实习指导书

## ——以野鸭湖湿地为例

赵文吉 王艳慧 宫兆宁 胡德勇 编著



全国高校教材学术著作出版审定委员会审定

# **3S 综合实习指导书**

## **——以野鸭湖湿地为例**

赵文吉 王艳慧 宫兆宁 胡德勇 编著

中国环境科学出版社·北京

## 图书在版编目 (CIP) 数据

3S 综合实习指导书: 以野鸭湖湿地为例 / 赵文吉等 编著.  
—北京: 中国环境科学出版社, 2012. 3  
ISBN 978 - 7 - 5111 - 0586 - 8

I. ①3… II. ①赵… III. ①遥感技术②地理信息系  
统③全球定位系统 IV. ①TP7②P208③P228. 4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 089846 号

责任编辑 沈 建 王 焱  
责任校对 扣志红  
封面设计 陈四雄

---

出版发行 中国环境科学出版社  
(100062 北京市东城区广渠门内大街 16 号)  
网 址: <http://www.cesp.com.cn>  
联系电话: 010 - 67112765 (总编室)  
发行热线: 010 - 67125803

印 刷 北京市联华印刷厂  
经 销 各地新华书店  
版 次 2012 年 3 月第一版  
印 次 2012 年 3 月第一次印刷  
开 本 787 × 1092 1/16  
印 张 13  
字 数 302 千字  
定 价 52.00 元 (配一张光盘)

---

【版权所有。未经许可请勿翻印、转载, 侵权必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

# 内 容 提 要

为了培养地理信息系统专业及相关专业的学生在 3S 技术综合应用方面的能力，本书以野鸭湖湿地为例，系统介绍了 3S 野外综合实习的方法、技术流程，以及实习内容和项目。全书共四章，第一章系统介绍了 3S 的基本概念、特点与应用概况。第二章系统介绍了 3S 综合实习的目的、内容、技术流程，以及需要的相关准备工作。第三章介绍了本书的野外综合实习区——野鸭湖湿地的概况。第四章按照 3S 的工作流程，分八个实习，分别详细介绍了从线路踏勘、遥感解译、数据库建库到地图输出、实验区生态水文时空演变分析的实习内容与具体操作流程。最后以附录的形式列出了实习报告撰写、数据记录格式、典型湿地植物及其光谱特征等方面的信息。本书可作为地理信息系统专业及相关专业的本科实践教学教材，也可供 3S 系统集成、遥感应用、空间信息技术应用等学科领域的研究开发者、管理者和研究生阅读参考。

# 前言

本科基础实验教学平台建设是一项基础性、战略性的工作，对培养学生的创造能力、实践能力有重要作用。《教育部关于进一步深化本科教学改革 全面提高教学质量的若干意见》（教高〔2007〕2号）中强调要根据培养学生动手和实践能力需要，不断改善实验和实习教学条件，强调实验教学在教学质量提高、学生动手能力培养、推进学生创新性实验等方面发挥示范和引导作用。理工科类教学尤其需要注重理论与实践相结合。理论教学从基础抓起，从原理出发，让学生对学科的研究内容有基本的理性认识。实践教学是巩固理论教学内容、加强知识积累、培养动手能力、提高感性认识的重要途径。

地理科学是实践性、地域性、综合性极强的学科，研究大气圈、水圈、岩石圈、生物圈及人类智慧圈等相互耦合的复杂巨系统。在解决困扰人类生存和社会可持续发展的资源、环境、灾害、经济、人口、健康等重大问题方面发挥着重要的作用。地理信息系统（GIS）是地理学的二级学科，是现代地理学和空间信息技术的重要支撑技术，也是国家空间数据基础设施和国土资源信息化的核心技术。GIS 在科学、技术、应用和市场等方面均受到世界各国政府的高度重视，促使 GIS 的发展日新月异。

地理信息系统专业的核心知识是 3S（GIS、GPS、RS）理论和技术，在教学过程中，不仅要注重理论知识和实践能力的培养，还要让学生掌握 3S 综合应用技术。随着 3S 技术的发展，3S 集成已成为发展主流与方向。然而在教学过程中，一般均单独完成各门理论和实践课程，缺乏 3S 课程之间的相互配合及集成方法的介绍，因此在注重理论和实践教学基础上，必须加强培养学生的综合实践能力，使学生掌握综合运用 3S 技术解决实际问题的方法。3S 技术综合应用具备理论、实践教学、3S 技术综合实习的教学体系和相关课程设置。理论和实践教学是进行 3S 技术综合应用教学体系的前期准备和必要前提。在这个过程中，学生从理论到实践，对 3S 技术有了一定的理论认识和技术准备，但是对其综合应用的方法缺乏认识 and 了解。通过 3S 技术综合实习，学生可以自主创新，找到 3S 技术综合应用的切入点，不仅可以对理论有更深入的认识，而且能够进一步提高实践能力。

综合实习是掌握 3S 的最重要的环节，3S 技术综合实习是整个教学体系的重中之重。“纸上得来终觉浅，绝知此事要躬行”，只有通过野外的综合实习才能让同学们深刻体会 3S 技术解决实际问题的过程，培养学生在问题解决过程中发现问题及解决问题的能力。因此，为了培养地理信息系统专业及相关专业的学生在 3S 技术综合应用方面的能力，需要开展 3S 野外综合实习，巩固课堂上所学习的 3S 综合技术的基本理论知识和基本实验技能，熟悉并熟练使用 3S 技术的主要支撑设备，培养学生野外观测和数据获取、处理数据的能力，以及能够应用 3S 技术解决实际问题的能力，增强学生理论与实际相结合的综合能力，为提高学生的自身素质打下坚实的基础。

本书以野鸭湖湿地为例，系统介绍了 3S 野外综合实习的方法、技术流程，以及实习内容和项目。全书共四章，第一章系统介绍了 3S 的基本概念、特点与应用概况。第二章系统介绍了 3S 综合实习的目的、内容、技术流程，以及需要的相关准备工作。第三章介绍了本书的野外综合实习区——野鸭湖湿地的概况。第四章按照 3S 的工作流程，分八个实习，分别详细介绍了从线路踏勘、遥感解译、数据库建库到地图输出、实验区生态水文时空演变分析的实习内容与具体操作流程。最后以附录的形式列出了实习报告撰写、数据记录格式、典型湿地植物及其光谱特征等方面的信息。希望本书的出版不仅能够帮助学生总结深化 3S 技术理论，让学生在实习过程中深入理解 3S 技术综合应用的方法与意义，更重要的是，使大多数学生通过对 3S 技术的灵活运用完成创新型想法从思维设计到具体实现的过程，基本掌握独立科研及承担 3S 项目的能力。

感谢陈云浩、刘志明、宫辉力、李小娟、杨灿坤、胡卓玮、段福洲、邓磊、李家存等老师对本书撰写所提出的宝贵意见和建议，感谢张翼然、阿多、刘秀、唐明、陈阳斯琪、周琦等同学参与本书素材的收集与整理。

由于作者水平有限和时间仓促，书中定有一些错误和不足之处，敬希读者批评指正。

# 目 录

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 第一章 绪论 .....              | 1  |
| 1.1 3S 概论 .....           | 1  |
| 1.1.1 全球定位系统概述 .....      | 1  |
| 1.1.2 遥感概述 .....          | 1  |
| 1.1.3 地理信息系统概述 .....      | 2  |
| 1.1.4 3S 集成概述 .....       | 2  |
| 1.2 3S 技术基础 .....         | 3  |
| 1.2.1 全球定位系统技术基础 .....    | 3  |
| 1.2.2 遥感技术基础 .....        | 4  |
| 1.2.3 地理信息系统技术基础 .....    | 5  |
| 1.3 3S 应用概况 .....         | 7  |
| 1.3.1 全球定位系统应用概况 .....    | 7  |
| 1.3.2 遥感应用概况 .....        | 7  |
| 1.3.3 地理信息系统应用概况 .....    | 9  |
| 1.3.4 3S 技术应用概况 .....     | 11 |
| 参考文献 .....                | 12 |
| 第二章 实习内容与准备 .....         | 14 |
| 2.1 实习目的和内容 .....         | 14 |
| 2.2 技术流程 .....            | 15 |
| 2.3 仪器准备 .....            | 16 |
| 2.3.1 GPS .....           | 16 |
| 2.3.2 光谱仪 .....           | 17 |
| 2.4 3S 软件介绍 .....         | 19 |
| 2.4.1 ENVI 软件简介 .....     | 19 |
| 2.4.2 PCI 软件简介 .....      | 20 |
| 2.4.3 ERDAS 软件简介 .....    | 20 |
| 2.4.4 ArcGIS 9 软件概述 ..... | 22 |
| 2.5 数据准备 .....            | 25 |
| 2.5.1 数据源及其特点 .....       | 25 |
| 2.5.2 数据与处理 .....         | 27 |
| 参考文献 .....                | 29 |

|                             |           |
|-----------------------------|-----------|
| <b>第三章 野外综合实习区——野鸭湖湿地概况</b> | <b>31</b> |
| 3.1 自然地理特征                  | 31        |
| 3.1.1 实习区概况                 | 31        |
| 3.1.2 自然地理位置                | 32        |
| 3.1.3 地质地貌                  | 32        |
| 3.1.4 气候                    | 32        |
| 3.1.5 水文特征                  | 35        |
| 3.1.6 土壤特征                  | 36        |
| 3.2 典型湿地植物群落                | 36        |
| 3.2.1 湿地群落区系的基本组成           | 36        |
| 3.2.2 沉水植物群落类型及其组成          | 37        |
| 3.2.3 浮水物群落类型及其组成           | 38        |
| 3.2.4 挺水植物群落类型及其组成          | 39        |
| 3.2.5 湿生植物群落类型及其组成          | 41        |
| 3.2.6 中生植物群落类型及其组成          | 42        |
| 3.2.7 盐生植物群落类型及其组成          | 44        |
| 3.3 土地利用及其格局                | 45        |
| 3.3.1 土地利用概况                | 45        |
| 3.3.2 土地利用格局                | 47        |
| 参考文献                        | 48        |
| <b>第四章 野鸭湖湿地 3S 综合实习</b>    | <b>50</b> |
| 实习一 控制点的选择与路线踏勘             | 50        |
| 4.1.1 实习目的                  | 50        |
| 4.1.2 实习原理与内容               | 50        |
| 4.1.3 实习操作流程                | 50        |
| 实习二 典型地物光谱反射率的野外测定          | 62        |
| 4.2.1 实习目的                  | 62        |
| 4.2.2 实习原理与内容               | 62        |
| 4.2.3 实习操作流程                | 63        |
| 实习三 不同地物遥感解译标志的建立           | 79        |
| 4.3.1 实习目的                  | 79        |
| 4.3.2 实习内容和流程               | 80        |
| 4.3.3 技能目标                  | 87        |
| 4.3.4 注意事项                  | 87        |
| 实习四 湿地植被群落遥感解译              | 88        |
| 4.4.1 实习目的                  | 88        |
| 4.4.2 实习原理及内容               | 88        |

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 4.4.3 实习操作流程 .....          | 98  |
| 实习五 土地利用类型遥感解译 .....        | 99  |
| 4.5.1 实习目的 .....            | 99  |
| 4.5.2 实习步骤 .....            | 99  |
| 4.5.3 实习内容 .....            | 100 |
| 实习六 影像矢量化与数据库建库 .....       | 108 |
| 4.6.1 实习目的 .....            | 108 |
| 4.6.2 实习原理及其内容 .....        | 108 |
| 4.6.3 实习操作流程 .....          | 109 |
| 实习七 地图编制与输出 .....           | 123 |
| 4.7.1 实习目的 .....            | 123 |
| 4.7.2 实习原理与内容 .....         | 123 |
| 4.7.3 实习操作流程 .....          | 124 |
| 实习八 湿地环境变化分析 .....          | 139 |
| 4.8.1 实习目的 .....            | 139 |
| 4.8.2 实习原理与内容 .....         | 140 |
| 参考文献 .....                  | 144 |
| 附 录 .....                   | 146 |
| 附录1 实习报告格式与要求 .....         | 146 |
| 附录2 数据记录表格 .....            | 149 |
| 附录3 土地利用现状分类和编码 .....       | 151 |
| 附录4 建库字段设计 .....            | 156 |
| 附录5 实习区主要土地利用类型遥感判读标志 ..... | 157 |
| 附录6 优秀实习成果图 .....           | 159 |
| 附录7 典型湿地植物及其光谱特征 .....      | 161 |

# 第一章 绪 论

## 1.1 3S 概论

全球定位系统 (Global Position System, GPS)、遥感 (Remote Sensing, RS)、地理信息系统 (Geographical Information System, GIS), 简称“3S”技术。3S 技术是从 20 世纪六七十年代逐渐发展起来、现已日渐成熟的空间信息处理技术。

### 1.1.1 全球定位系统概述

#### 1.1.1.1 全球定位系统定义

全球定位系统是新一代的卫星导航系统, 是由美国国防部于 20 世纪 70 年代研制的, 用于提供高精度的定位和导航服务。最初用于军事的情报收集和导航等方面, 随着现代科技的发展, GPS 逐渐应用到了摄影测量、资源管理、灾害防治等社会发展的各个方面。

#### 1.1.1.2 全球定位系统的主要特征

自第一颗 GPS 卫星升空以来, GPS 技术已经得到了长足的发展。与传统的测量技术相比, GPS 定位、测量技术有诸多优点, 这也决定了 GPS 技术有了越来越广泛的应用。GPS 的主要特点包括:

- (1) 全球连续覆盖;
- (2) 导航定位精度高、速度快;
- (3) 导航自动化、效益高;
- (4) 抗干扰性强;
- (5) 提供三维坐标;
- (6) 全天候作业;
- (7) 功能多, 用途广。

### 1.1.2 遥感概述

#### 1.1.2.1 遥感定义

遥感 (Remote Sensing), 即“遥远的感知”, 它的广义理解, 泛指一切无接触的远距离探测, 包括对电磁场、力场、机械波等的探测; 狭义理解, 不直接接触目标物, 在距离地物几千米到几百千米, 甚至上千千米的飞机、飞船、卫星上, 使用光学或电子光学仪器接受地面物体反射或发射的电磁波信号, 并以图像胶片或数据磁带形式记录下来, 传送到地面, 经过信息处理、判读分析和野外实地验证, 最终服务于资源勘探、环

境动态监测和有关部门的规划决策。信息获取、传输、处理、分析判读和应用遥感信息全过程称为遥感过程或遥感技术。遥感技术兴起于 20 世纪 60 年代，是一门综合性的探测技术，随着该技术的迅速发展，目前已应用于资源清查、环境保护、地质勘探、城市规划、农业生产和军事等诸多领域。

#### 1.1.2.2 遥感的主要特征

遥感探测具有以下四个特点：

- (1) 观测范围大，宏观观测，获取数据范围大；
- (2) 信息量大，技术手段多样，技术先进；
- (3) 信息获取速度快，更新周期短，动态监测；
- (4) 有广泛的应用领域，收益高。

### 1.1.3 地理信息系统概述

#### 1.1.3.1 地理信息系统定义

地理信息系统是由计算机硬件、软件和方法组成的系统，该系统设计支持空间数据的采集、管理、处理、分析、建模和显示，以便解决复杂的规划和管理问题。地理信息系统的研究始于 20 世纪 60 年代，北美最先开始了 GIS 的应用和研究。我国 GIS 的起步相对较晚，但发展十分迅速，自 70 年代末起，GIS 在我国现代化建设的各个领域得到了越来越广泛的应用，GIS 已经应用到测绘、资源清查、环境保护、城市规划、灾害监测和人口统计等许多领域。

#### 1.1.3.2 地理信息系统的主要特征

地理信息系统是以地理空间数据库为基础，采用地理模型分析方法，适时提供多种空间的和动态的地理信息，为地理研究和地理决策服务的计算机技术系统。它具有以下三个方面的特征：

- (1) 具有采集、管理、分析和输出多种地理信息的能力，具有空间性和动态性；
- (2) 由计算机系统支持进行空间地理数据管理，并由计算机程序模拟常规的或专门的地理分析方法，作用于空间数据，产生有用信息，完成人类难以完成的任务；
- (3) 计算机系统的支持是地理信息系统的重要特征，因而使得地理信息系统能以快速、精确、综合地对复杂的地理系统进行空间定位和过程动态分析。

### 1.1.4 3S 集成概述

“3S”系统是 GIS、GPS、RS，即地理信息系统、遥感和全球定位系统的总称。“3S”集成是根据不同的应用需求，将 GIS 技术、GPS 技术和 RS 技术有机结合，形成功能更加强大的新型系统的技术。其中，GPS 用于获取目标点的空间信息，RS 用于获取大面积地物的空间信息及其变化，GIS 用于空间数据的存储、分析和处理。将 GPS 获取的数据运用到 RS 中，使 RS 对地监测的质量大幅提高，从而使 GIS 的数据存储、分析和管理能力增强。

3S 技术的集成有 4 种形式：

### (1) GIS 与 RS 的集成

RS 在空间数据的获取方面快捷、高效, GIS 是空间数据处理与分析的有效工具。GIS 与 RS 相结合,一方面, RS 为 GIS 提供大量、实时、准确的空间数据,使 GIS 的空间分析功能可以充分发挥,提高数据处理效率;另一方面,通过 RS 获取的大量空间数据,需要 GIS 的科学管理,使用户方便、高效地对空间数据进行利用和管理。GIS 与 RS 相结合既能提高 RS 的监测精度,又能提高 GIS 的利用效率,在全球变化监测、国土资源调查和监测、生态环境监测、空间数据自动更新等方面有重要应用。

### (2) GIS 与 GPS 的集成

GIS 有强大的专题地图制作功能, GPS 能够快速地获取空间位置的信息。用 GPS 获取的空间信息结合 GIS 的电子地图,可以实时导航,在交通指挥调度、交通导航、渔业作业管理等方面发挥着重要作用。

### (3) RS 与 GPS 的集成

RS 与 GPS 都是数据获取的重要手段, RS 与 GPS 相结合,既能发挥各自特点,又能相互补充。GPS 接收机轻便快捷,可以快速获取精确的坐标位置, RS 可以快速获取大范围的空间信息, GPS 与 RS 的集成,提高了 RS 的监测精度,使遥感数据与地面同步监测数据能够得到配准,在环境监测、灾害预测等方面得到了广泛应用。

### (4) GIS、RS 与 GPS 的集成

3S 技术的集成,使 GIS、RS 和 GPS 可以发挥各自优点,互相补充,使功能更加强大。GPS 用于快速准确获取空间坐标, RS 快速获取、更新大范围的空间信息, GIS 对获取的空间数据进行管理和分析,使 3S 的功能最大限度地发挥。在车辆导航、交通管理等领域得到了广泛应用。

3S 集成技术正经历着从低级到高级,不断发展完善的过程。目前,在城市可持续发展、城乡规划与管理、灾害监测与防治、资源开发与管理、农作物监测等地学各个方面, 3S 技术都发挥着重要作用。

## 1.2 3S 技术基础

### 1.2.1 全球定位系统技术基础

#### 1.2.1.1 全球定位系统的组成

全球定位系统由三部分组成,分别是空间星座、地面控制系统和用户系统。

##### (1) 空间星座

空间星座部分由 24 颗卫星组成,其中 21 颗为工作卫星,3 颗为备用卫星,分布在六个轨道面上。卫星高度约为 20 000km,运行周期约为 11 小时 58 分,轨道倾角为  $55^{\circ}$ 。

##### (2) 地面控制系统

地面监控系统包括 5 个监测站、3 个注入站和 1 个主控站。获取卫星观测数据并传送到主控站是监控站的主要任务。主控站设在美国科罗拉多,它的主要任务是收集各监控站对 GPS 卫星的全部观测数据,利用这些数据计算卫星星历,提供 GPS 时间基准,

并调整、控制卫星。注入站的主要任务是将推算出的卫星星历和导航电文等控制指令注入相应的卫星。

### (3) 用户系统

用户系统由接收机、软件系统、计算设备及其终端机组成。用于接收 GPS 卫星发射信号的接收机是用户系统的核心部分。

#### 1.2.1.2 全球定位系统的技术流程

全球定位系统在定位、导航过程中，空间星座、地面监控部分和用户设备部分有机结合，形成统一的整体，使 GPS 定位精度高、速度快，使用方便。全球定位系统的技术流程可概括为以下几个步骤：

- (1) 向 GPS 卫星发射导航信息。
- (2) GPS 卫星接收、存储并处理接收的信息。
- (3) 地面监控系统对卫星进行监控和调整。
- (4) 卫星向用户发送定位信息。
- (5) 用户用 GPS 接收机接收并处理信号，获取导航和定位信息。

### 1.2.2 遥感技术基础

#### 1.2.2.1 遥感技术系统的组成

遥感技术系统主要由传感器、遥感平台、信息传输设备、接收装置和图像处理设备组成。

##### (1) 传感器

传感器是接收从目标反射或辐射来的电磁波的装置，包括扫描仪、照相机等。人们可以根据不同的需要，选择传感器对电磁波的接收范围，如可见光、短波红外、长波红外、微波等。

##### (2) 遥感平台

遥感平台是搭载传感器的载体，包括气球、航空飞机、航天飞机等。遥感平台可以根据飞行高度的不同划分为航天平台、航空平台和近地平台，可以根据不同的需求选择不同的遥感平台。

##### (3) 信息传输设备、接收装置

遥感信息的传输设备和接收装置主要负责传输、接收卫星数据，这些数据以数字信号的形式传送，抗噪声性强。

##### (4) 图像处理设备

由于电磁波在整个传输过程中受到卫星姿态、大气层等因素的影响，使遥感数据在显示成图像时发生几何畸变和辐射畸变，图像处理设备经过对图像的加工，消除这些畸变，使遥感图像达到可以应用的标准。图像处理过程也可以根据应用需要，选择不同的处理方案。

#### 1.2.2.2 遥感的技術流程

遥感技术系统的工作流程，是反映从获取遥感数据到处理、分析遥感数据，再到应用遥感数据解决问题的过程。可以将遥感过程简单描述为以下几个步骤（赵英时，

2003):

### (1) 能量在大气中的辐射传输

被动遥感的能量主要指太阳辐射能,波谱范围主要包括红外、可见光和紫外灯;主动遥感的能量主要是人为发射的电磁能量。太阳辐射能通过大气层时,大气中的分子、气溶胶等微粒对一部分能量进行吸收和散射,使能量衰减。随太阳辐射能波长的不同,衰减效果也不同,有的光谱范围透过率较高,而有的较低。衰减后的能量到达地表。

### (2) 能量到达地表

地表特征十分复杂,不同的地表特征会对到达地表的能量选择性地反射、折射、投射和吸收等,与不同波谱范围的能量相互作用。

### (3) 能量由地表进入大气

包含不同地表特征信息的能量,经地表反射和发射再次进入大气。此次能量衰减,不仅使传感器接收的地面辐射强度减弱,还由于散射的天空光影响,使图像产生辐射畸变、几何畸变等结果,直接影响图像的质量和清晰度。

### (4) 数据产品的产生

遥感系统接收到达的辐射能量,记录地表反射和发射的电磁波谱特征,转换为模拟图像或数字图像数据。

### (5) 遥感数据的处理

由于遥感图像获取的过程中,会产生误差,并丢失部分信息,因此在数据应用之前,需要借助辅助数据对遥感数据进行处理。辅助数据包括野外采集数据、调查数据和实验室数据等。消除遥感数据的误差后,才可以对遥感数据进行分析 and 应用。

## 1.2.3 地理信息系统技术基础

### 1.2.3.1 地理信息系统的组成

GIS 主要由计算机硬件系统、计算机软件系统、地理空间数据以及系统管理和使用人员 4 个部分组成。

#### (1) 计算机硬件系统

计算机硬件系统由 GIS 的主机、外部设备和网络设备组成。GIS 的主机用于数据的存储、处理和计算,是硬件的核心部分。外部设备包括数字化仪、扫描仪等输入设备,以及显示器、绘图仪、打印机等输出设备。网络设备包括路由器、交换机等。

#### (2) 计算机软件系统

计算机软件系统由地理信息系统专业软件、计算机系统软件和数据库软件组成。GIS 专业软件有 ARC/INFO、MapInfo、MapGIS 等,它们的主要功能有:数据的输入、存储、编辑、管理、处理、分析、显示与输出等。计算机系统软件主要指计算机操作系统,有 Unix、Windows、Windows NT 等。数据库软件为大量空间数据的管理提供服务,主要有 Oracle、Informix、SQL 等。

#### (3) 地理空间数据

地理空间数据主要用于描述地物的空间特征、时间特征和属性特征,形式可以是图形、图像、文字、数据等,空间数据以矢量和栅格两种组织形式存储于计算机中。

#### (4) 系统管理和使用人员

GIS 是一个动态的系统, 因此离不开人的参与。系统管理人员需要对系统进行维护、管理、数据更新、系统开发等操作, 以满足使用人员的需求。

#### 1.2.3.2 地理信息系统的技术流程

地理信息系统功能的应用需要一定的步骤来实现。根据应用领域的不同、应用需求不同, 实现 GIS 功能的技术也存在差别, 但多数 GIS 的应用过程中, GIS 功能的实现流程都可归纳为: 数据获取与编辑、数据处理、数据存储与管理、空间查询与分析、图形与交互显示。

##### (1) 数据获取与编辑

地理信息系统内部数据的数量和质量影响着地理信息系统作用与价值, 因此, 获取地理信息系统所需数据是建立 GIS 数据库的首要任务。GIS 数据源主要有两种形式, 一种是地图、规划图、遥感影像等形式的图形图像数据; 另一种是统计数据、实验数据、调查数据等形式的文字数据。地理信息系统的数据获取, 就是需要将这些数据源输入系统中。输入的 GIS 数据包括空间数据和属性数据, 输入方法主要有手工输入法、手扶跟踪数字化仪和自动扫描器。其中, 手扶跟踪数字化仪仅应用于地理信息系统的数据输入中。随着扫描技术的发展, GIS 的数据获取技术将越来越科学、快捷。

##### (2) 数据处理

GIS 获取的数据格式不一、差异较大, 为使数据规范统一、满足应用的需求, 需要对 GIS 数据进行处理。数据处理主要包括数据转换和数据重构。数据转换主要指数据格式之间的转换、比例尺的转换、投影转换等。其中, 在矢量与栅格数据的格式转换中, 矢量转换为栅格的运算较为简单、快捷, 栅格转为矢量相对复杂一些; 比例尺的缩放、平移等都属于比例尺的转换。数据重构主要包括数据的压缩、拼接等。其中, 数据的拼接可以将分幅的地图合并在一起, 满足应用的需求。

##### (3) 数据存储与管理

数据的存储是将空间数据与属性数据以一定的组织方式存储在 GIS 数据库中。数据库中数据以栅格和矢量的组织形式存储, 称为栅格数据结构和矢量数据结构。由于空间数据与属性数据具有不可分割的联系, 因此如何将它们融为一体十分关键。目前, 空间数据与属性数据在大多数系统中都是被分开存储的, 由公共项来连接它们。

##### (4) 空间查询与分析

空间查询是地理信息系统的一项基本的分析功能, 许多其他地理数据处理系统也具备这一功能; 空间分析功能是地理信息系统区别于其他计算机系统的核心功能, 它用来挖掘各地理要素之间新的空间关系。空间分析包括空间检索、拓扑叠加、缓冲区建立等不同方法。目前, 空间分析已经成为帮助用户解决各种实际问题的有效工具。

①空间检索: 通过空间位置检索物体及其属性信息, 以及通过属性信息检索物体及其空间位置, 都属于空间检索的方法。

②空间拓扑叠加: 空间拓扑叠合是为了将属性特征合并, 或在空间上连接, 而将同一地区的不同图层叠加到一起。这样就产生了新的空间特征, 而且可以进行多条件的空间检索等操作。

③缓冲区建立: 为分析空间地物之间的拓扑关系, 以数据库中的点、线、面建立缓

冲区,并设定缓冲区的范围,以满足应用需求。

### (5) 图形与交互显示

地理信息系统表现地理数据的方式主要有两种,一种是直接输出可供使用的报告、地图、图像、表格等;另一种是以计算机显示器显示。地图的制作和输出功能对 GIS 来说十分重要,好的地图输出功能可以使输出 GIS 产品更符合应用需求。

## 1.3 3S 应用概况

### 1.3.1 全球定位系统应用概况

GPS 是一种速度快、精度高、费用低的全天候定位系统。GPS 最初建立的目的是为军方提供精确的定位,为军事运输、军舰和飞机的导航提供服务。随着现代经济的发展,GPS 的应用已经渗透到了现代化建设的各个领域,如测量、航空遥感、土地资源、以及其他各个领域。

#### (1) GPS 在测量领域的应用

GPS 定位精度高、速度快、费用低,因此它被运用到了测量领域的各种工作上,主要包括:①控制测量,包括在地面建立控制网等。②工程变形监测,包括监测地面沉降情况、水库或水电站的大坝变形情况等。

#### (2) GPS 在土地资源调查中的应用

GPS 测量技术在土地资源调查中的应用,使土地资源类型、数量和质量等的调查工作更加科学、快捷。随着 GPS 技术的发展,传统的土地资源调查方法越来越离不开 GPS 测量技术的辅助。

#### (3) GPS 在森林火灾中的应用

对森林火灾的预防与控制需要大量的位置信息,GPS 在森林火灾中的应用主要有:①着火点的确定,为查明起火原因,控制火势提供重要帮助。②火灾面积确定,通过 GPS 测量森林火灾的面积,为救援决策和损失评估提供帮助。③救灾路线规划,合理选择救灾路线。

#### (4) GPS 在其他领域的应用

除上述领域外,GPS 测量技术凭借其定位精度高、速度快等特点,还应用于社会发展的其他很多领域中:①航空遥感,GPS 测量技术的加入,使航空遥感中的测量工作效率与精度大大提高,GPS 测量技术逐渐取代了航空遥感的传统测量技术。②城市规划,GPS 技术的应用,使城市规划中控制点测量的工作效率大大提高,便于获得城市的现状图,为城市规划服务。③车船导航,GPS 技术在车辆和船只定位、导航方面,提供了快速、实时的服务,使出行、航海等更加方便。

### 1.3.2 遥感应用概况

遥感自 20 世纪 60 年代兴起以来,得到了迅速的发展。作为一门综合性的交叉学科,遥感以其监测范围广、信息量大、更新速度快等特点,在农业生产、资源调查、环境监测、自然灾害监测与防治、地图绘制、国防军事等诸多领域得到了广泛应用。

### (1) RS 在农业生产中的应用

遥感技术在农业生产中的应用有：①土地资源普查分类：利用遥感监测范围广、信息量大的优点，使土地普查和土地分类等工作既降低了人力物力的消耗，同时提高了工作的效率，提高了土地资源制图的精度。②土壤监测：土壤是农作物生长离不开的生存环境。通过对与农业生产关系密切的土壤水分、土壤盐分等信息进行监测，掌握农作物的生长环境。③农作物估产：对遥感影像进行解译提取有用信息，对农作物的长势进行监测，并进行产量估算。④农作物病虫害监测、评估：农作物病虫害对农业生产的危害十分巨大，如果不及时监测、防治，可能会造成农作物减产，甚至颗粒无收的后果。利用遥感影像监测农作物病虫害的区域和面积，预测病虫害的发展趋势，还可以对病虫害造成的损失进行评估。

### (2) RS 在土地资源领域的应用

土地资源十分宝贵，然而许多自然和人为的因素可能会导致土地资源的损失，遥感技术在土地资源领域的应用，极大地提高了该领域的工作效率和质量。遥感技术在土地资源方面的应用有：①土地资源动态监测：无法预知的自然灾害和人们不合理地开发利用，都会使土地资源受到土地荒漠化、土壤盐碱化、水土流失等灾害的威胁。遥感技术监测范围广、数据更新快，可以对土地资源进行动态的监测，人们利用遥感图像的解译结果，可以从宏观上把握土地资源的动态变化，对保护土地资源有很大帮助。②土地利用调查：原始的土地利用调查工作周期长、工作量大，遥感技术在土地利用调查中的应用，为这项工作节省了大量的人力和物力，并大大提高了工作效率和调查结果的精确度。利用遥感图像进行处理、解译，很快得出各土地利用类型的分布情况，对面积、长度信息等的统计快速、准确，而且可以利用不同时相的遥感数据对土地利用进行动态监测，实时监测土地利用的动态变化。

### (3) RS 在湿地资源监测中的应用

湿地被誉为“地球之肾”、“物种的基因库”、“生命的摇篮”等，在整个生态系统的物质生产和能量交换中，发挥着重要作用。随着城市化进程的加快，一些人类活动对湿地造成了破坏，对湿地资源的监测和保护刻不容缓。遥感技术在湿地资源的监测中得到了越来越多的应用，主要应用有：①湿地水资源监测：湿地水资源是湿地动植物生存繁衍不可缺少的因素，是湿地存在的保障。利用遥感数据监测湿地水资源的水量变化、水污染情况，获取湿地水资源的相关信息，同时监督非法占用湿地的情况。②湿地土壤监测：湿地土壤为湿地植被提供着生存环境，为野生动物提供了栖息地。野外数据结合遥感数据，监测湿地土壤的湿度、酸性、营养成分等，掌握湿地土壤的特征。③湿地植被监测：利用遥感影像监测湿地植被的分布特征，并利用多时相数据研究湿地植被的演替规律，分布特征变化，为湿地的保护提供决策支持。

### (4) RS 在林业中的应用

森林资源分布面积大、范围广，因此遥感技术在林业方面的应用十分广泛：①林业资源清查：林业资源是生态环境和经济发展不可或缺的资源。利用遥感数据对森林的面积、物种等信息进行清查，提高了工作效率和质量，而且林业专题地图的制作方便、快捷，显示直观。②森林火灾监测：森林火灾对林业资源的危害很大，威胁着生态系统和人类的生存发展。利用遥感技术监测火灾的范围、面积，并预测火灾的发展趋势，为控