

李纪人 黄诗峰 等编著



# “3S” 技术水利应用指南



中国水利水电出版社  
[www.waterpub.com.cn](http://www.waterpub.com.cn)

# “3S”技术水利 应用指南

---

李纪人 黄诗峰 等编著

江苏工业学院图书馆  
藏书章



中国水利水电出版社  
[www.waterpub.com.cn](http://www.waterpub.com.cn)

## 内 容 提 要

本书主要介绍遥感、地理信息系统和全球定位系统技术(简称“3S”技术)在水利行业的应用,内容具体翔实,并有设计内容、操作步骤和应用实例。包括的领域有:防洪减灾、水资源管理、水土保持、旱情监测、灌溉面积调查,河道与河口动态变化监测,水环境、水库与湖泊蓄量监测。此外,还介绍了信息管理系统和决策支持系统的设计以及常用的软、硬件等。

这是国内第一本结合水利行业实际工作介绍“3S”应用的著作,其特点是可以指导读者利用这些高新技术具体开展实际应用工作。不但适用于水利技术人员,也适用于研究人员。对其他行业也同样有指导作用。

## 图书在版编目(CIP)数据

“3S”技术水利应用指南/李纪人等编著. - 北京:中国水利水电出版社, 2002

ISBN 7-5084-1354-7

I. 3… II. 李… III. ①遥感技术-应用-水利工程②地理信息系统-应用-水利工程③全球定位系统(GPS)-应用-水利工程 IV. TV-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第105395号

|       |                                                                                                                                  |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 书 名   | “3S”技术水利应用指南                                                                                                                     |
| 作 者   | 李纪人 黄诗峰 等 编著                                                                                                                     |
| 出版、发行 | 中国水利水电出版社(北京市三里河路6号 100044)<br>网址: www.waterpub.com.cn<br>E-mail: sale@waterpub.com.cn<br>电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (发行部) |
| 经 售   | 全国各地新华书店                                                                                                                         |
| 排 版   | 中国水利水电出版社微机排版中心                                                                                                                  |
| 印 刷   | 北京市兴怀印刷厂                                                                                                                         |
| 规 格   | 787×1092 毫米 16 开本 23.25 印张 563 千字 4 插页                                                                                           |
| 版 次   | 2003 年 4 月第一版 2003 年 4 月第一次印刷                                                                                                    |
| 印 数   | 0001—3100 册                                                                                                                      |
| 定 价   | 59.00 元                                                                                                                          |

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

人类社会正在向信息社会迈进，21 世纪是信息时代。在过去几十年间，以遥感、地理信息系统和全球定位系统技术为代表的空间信息技术已发挥了重大作用。

目前，我国正在大力推进国民经济的信息化，水利行业也正在以信息化推动水利现代化。水利行业 85% 以上的信息是空间信息，水利行业涉及的范围又特别广，因此，“3S”技术能发挥的作用尤为突出。

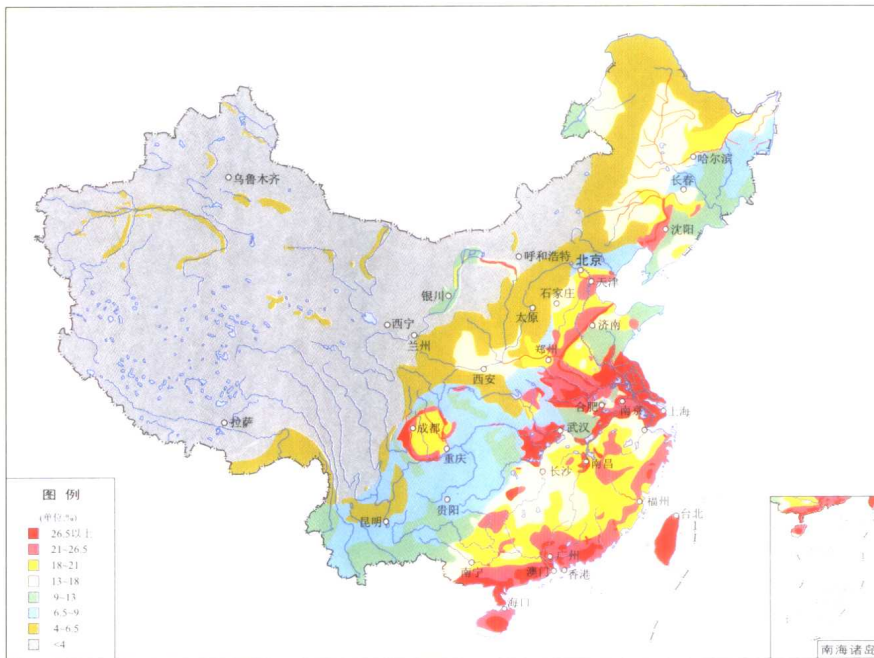
近年来“3S”技术的应用也不断提高。尤其是进入新世纪以来，在应用的广度与深度上都突飞猛进。但是，深度仍局限于少数科研院所和大专院校，可广度却在全行业上上下下都覆盖到了。在此形势下，很多水利工作者都希望能出版一部具有指南性质的“3S”技术的图书，以便看了就知道怎么去做。为此我们组织了水利界从事“3S”技术较早，有一定成果的同志编著了这部书，希望借此能促进水利信息化更快地发展，加速水利现代化的实现。

本书第一章、第六章和第十一章由黄诗峰编著；第二章由李纪人、黄诗峰、张行南编著，参加者还有丁志雄、蒋云钟、闫继军；第三章由陈德清、王芳和蒋云钟编著；第四章和第七章由陈子丹编著；第五章由徐美编著，参加者还有庞治国、李纪人；第八章由许祥向和马浩录编著；第九章由陆家驹和李纪人编著；第十章由陈德清编著。李纪人、黄诗峰对全书作了通稿，丁志雄对全书的图、表进行了统一整理。

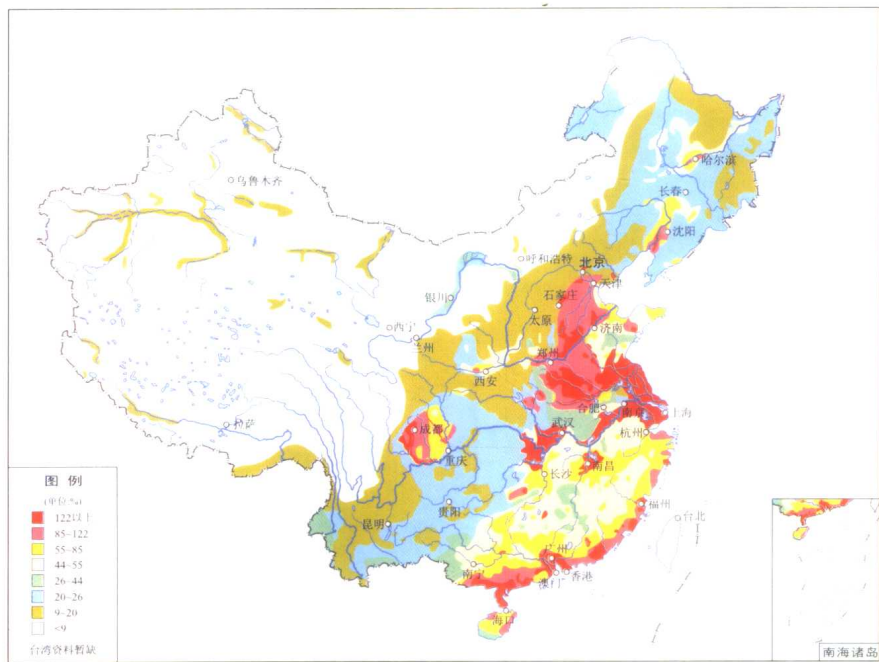
由于水利行业囊括的面太广，本书只能在应用技术比较成熟的方面作些介绍，欢迎广大读者批评指正。

作 者

2002 年 8 月

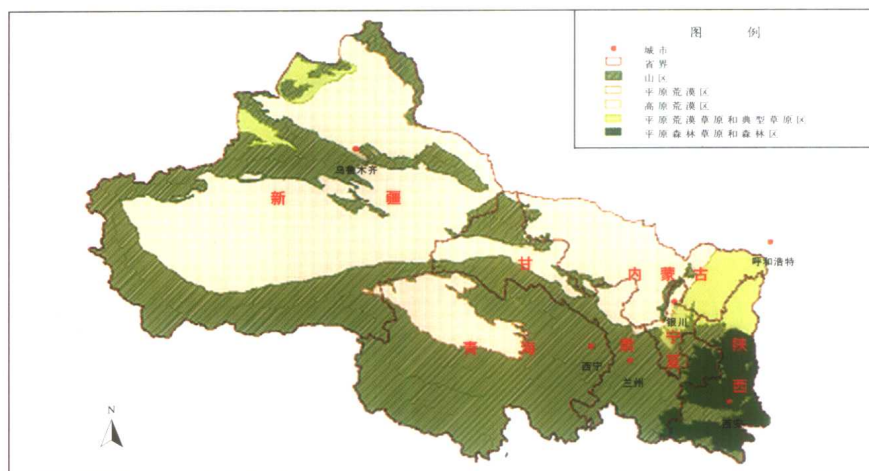


彩图1 全国洪水危险程度区划图

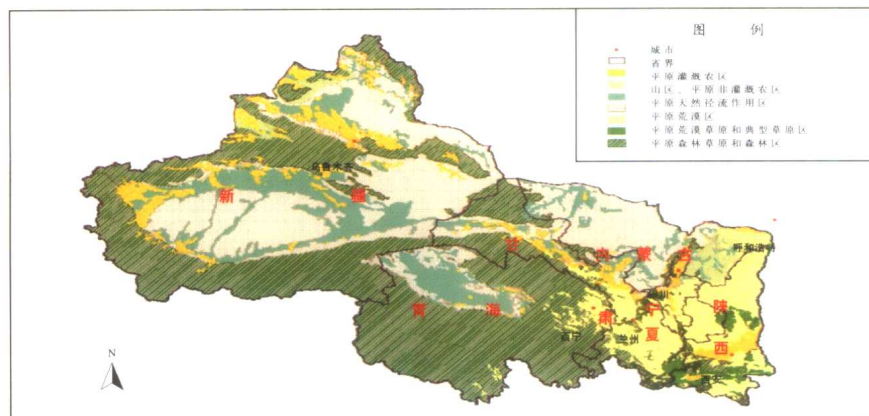


彩图2 全国洪灾危险程度区划图

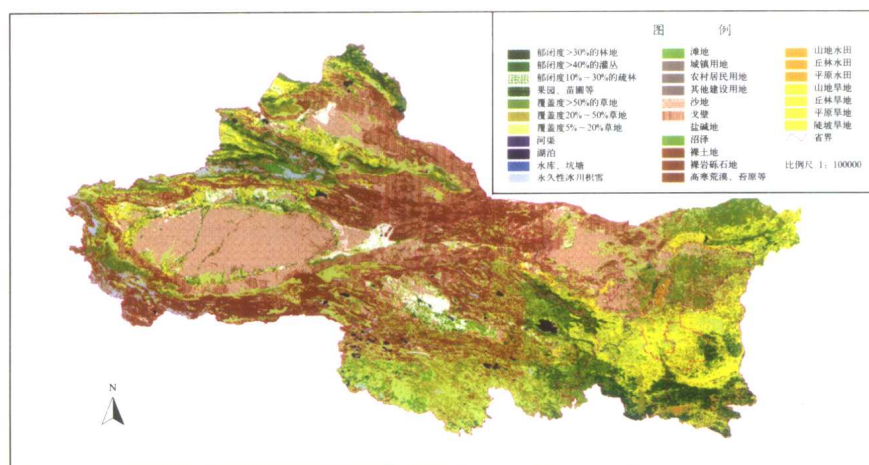




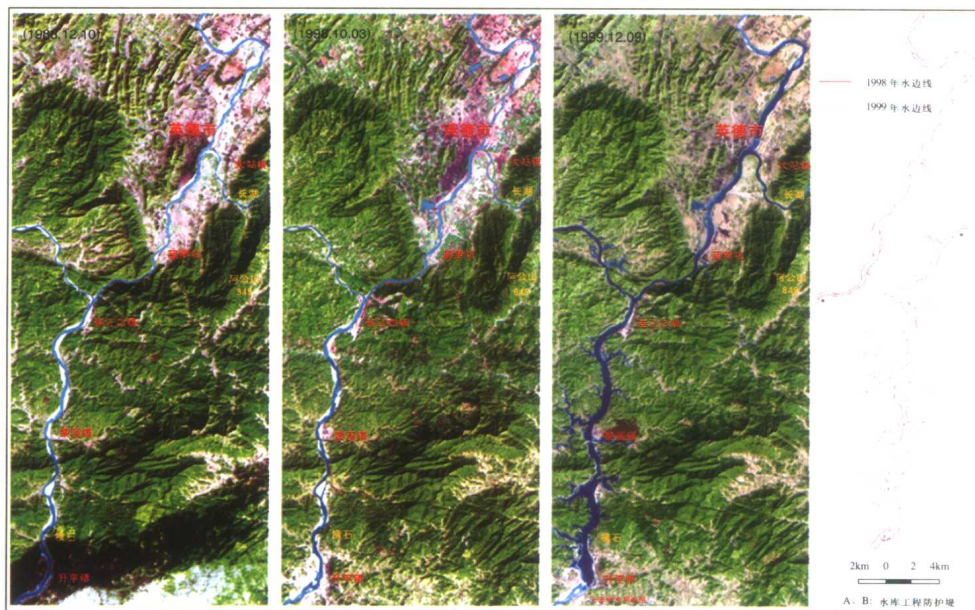
彩图3 西北地区一级生态分区图



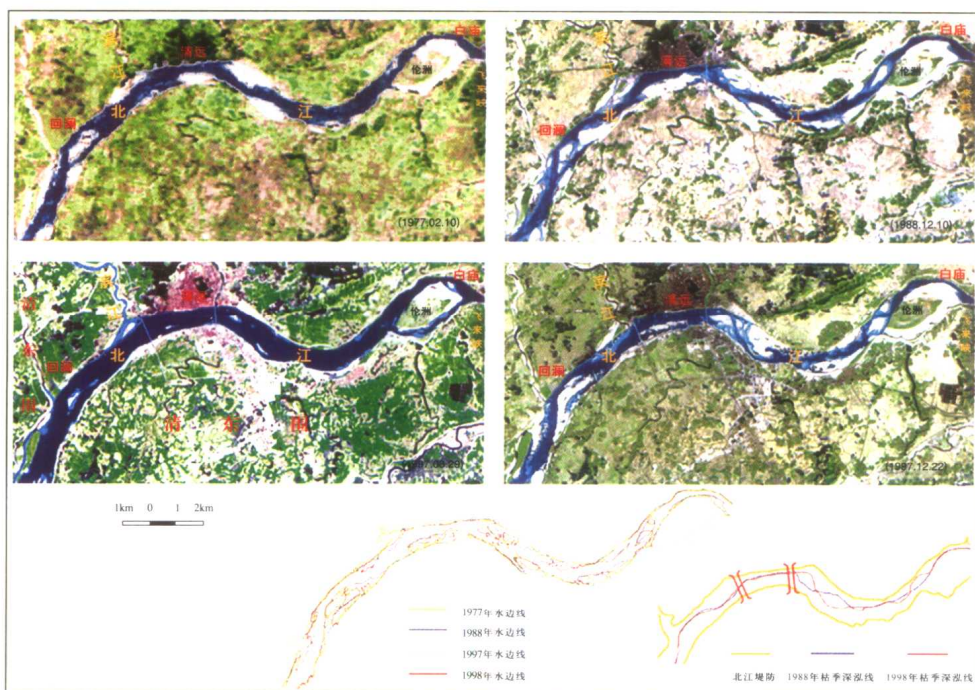
彩图4 西北地区二级生态分区图



彩图5 西北地区三级生态分区图



彩图6 北江中游水利水电工程对河势发展遥感监测图



彩图7 北江下游（飞来峡出口—清远）河势变化遥感监测图

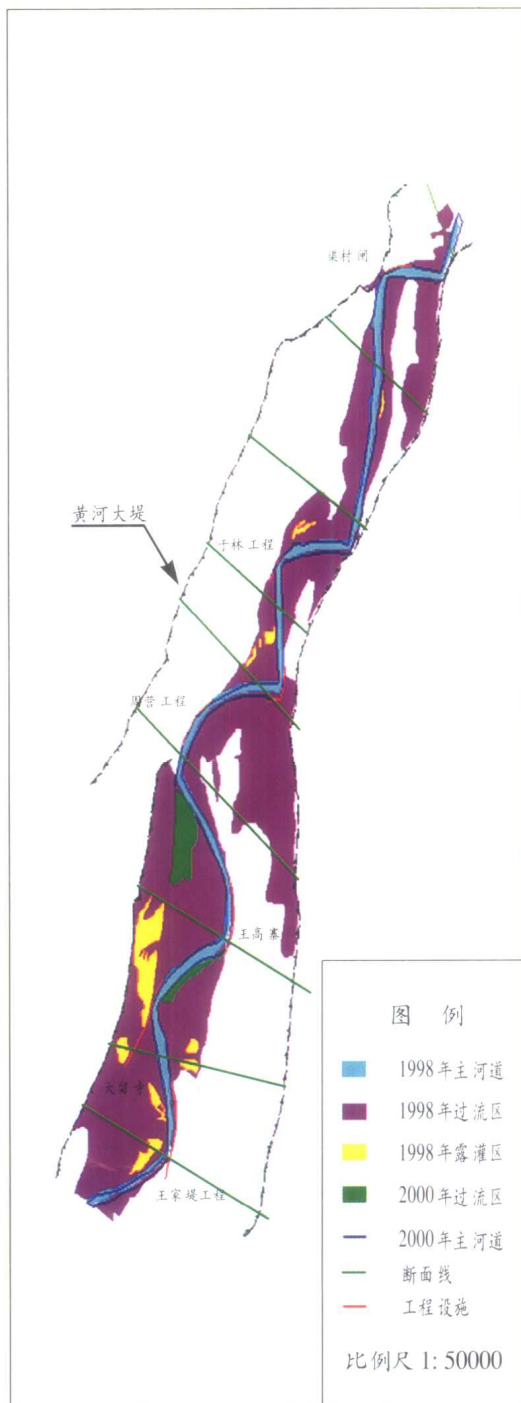




彩图8 伶仃洋遥感影像与治导线复合图



彩图9 黄茅海遥感影像与治导线复合图



彩图10 黄河下游河道1998年8月23日与2000年8月20日两次河势对比分析图



# 目 录

## 前 言

|                        |    |
|------------------------|----|
| 第一章 “3S”技术及其在水利信息化中的作用 | 1  |
| 第一节 “3S”技术基础           | 1  |
| 一、地理信息系统               | 1  |
| 二、遥感                   | 9  |
| 三、全球定位系统               | 19 |
| 第二节 从数字地球到数字流域         | 24 |
| 一、数字地球                 | 24 |
| 二、数字流域                 | 28 |
| 第三节 水利信息化              | 32 |
| 一、信息化及水利信息化            | 32 |
| 二、水利信息化建设的主要内容         | 32 |
| 三、我国水利信息化建设现状          | 33 |
| 四、“3S”技术与水利信息化         | 35 |
| 参考文献                   | 36 |
| 第二章 “3S”技术在防洪减灾中的应用    | 38 |
| 第一节 防洪减灾及需要的主要信息       | 38 |
| 一、雨情监测                 | 41 |
| 二、水情                   | 43 |
| 三、工情信息及基于GIS的管理        | 45 |
| 四、洪涝灾害灾情监测评估           | 46 |
| 第二节 基础空间数据库的建设和维护      | 51 |
| 一、数据库的设计               | 51 |
| 二、基于GIS的空间数据库的功能       | 60 |
| 三、数据库维护系统设计            | 66 |
| 第三节 防洪减灾决策支持系统         | 67 |
| 一、防洪减灾决策支持系统总体设计       | 68 |
| 二、系统总体功能层次划分           | 73 |
| 三、子系统划分及功能             | 74 |
| 四、各子系统之间的关系            | 77 |
| 五、系统性能要求和安全性设计         | 78 |
| 六、系统网络、硬件、软件环境和开发工具    | 80 |

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| 七、图形/图像库                        | 82  |
| 八、模型库、方法库和超文本库                  | 83  |
| 第四节 防洪规划和风险管理                   | 83  |
| 一、洪水和洪灾区划                       | 83  |
| 二、中国洪灾状况和洪灾孕育环境                 | 86  |
| 三、致洪因子分析                        | 91  |
| 四、致洪因子图层制作和隶属度指标的确定             | 95  |
| 五、叠置分析和洪水洪灾危险程度区划               | 103 |
| 六、洪水洪灾危险程度区划空间分布分析              | 106 |
| 七、洪灾风险管理                        | 110 |
| 参考文献                            | 119 |
| 第三章 “3S”技术在水资源与生态环境管理中的应用       | 120 |
| 第一节 概述                          | 120 |
| 一、遥感技术在水资源与生态环境评价中的应用           | 120 |
| 二、GIS技术在水资源与生态环境评价中的应用与发展       | 121 |
| 第二节 基于遥感与GIS技术生态需水计算及分析         | 122 |
| 一、国内外关于生态需水计算方法研究概况             | 122 |
| 二、基于遥感与GIS技术的区域生态需水计算方法         | 122 |
| 三、西北重点地区现状生态耗水                  | 127 |
| 四、西北重点地区生态保护目标与生态需水             | 129 |
| 第三节 基于遥感和GIS技术的水资源与生态环境评价管理信息系统 | 130 |
| 一、系统总体结构                        | 130 |
| 二、系统建设内容                        | 131 |
| 三、系统功能设计                        | 132 |
| 四、系统设计框架                        | 134 |
| 五、系统开发流程                        | 134 |
| 第四节 “3S”技术在区域水资源实时监控管理系统中的应用    | 137 |
| 一、水资源实时监控的目标                    | 137 |
| 二、水资源实时监控系统功能概要                 | 137 |
| 三、“3S”技术在水资源实时监控系统应用            | 138 |
| 参考文献                            | 139 |
| 第四章 旱情监测                        | 141 |
| 第一节 概述                          | 141 |
| 一、干旱的基本概念                       | 142 |
| 二、常规干旱指标                        | 143 |
| 三、常用的干旱分等定级方法                   | 143 |
| 四、干旱特征                          | 145 |
| 五、旱灾形成条件、影响及其对策                 | 145 |

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 第二节 旱情的遥感监测原理及其方法           | 146 |
| 一、旱情的热惯量监测方法                | 146 |
| 二、旱情的归一化植被指数距平方法与植被状态指数监测方法 | 149 |
| 三、旱情的缺水指数与供水指数监测方法          | 151 |
| 四、旱情的微波遥感监测方法               | 152 |
| 五、旱情遥感监测数据源                 | 153 |
| 六、旱情监测的技术流程                 | 155 |
| 七、旱情遥感监测有待解决的共性技术问题         | 156 |
| 八、干旱遥感监测区域针对性、手段有效性和可行性     | 157 |
| 第三节 旱情信息管理系统                | 158 |
| 一、农情、墒情和简单气象要素信息的采集         | 158 |
| 二、旱情观测数据的传输与管理              | 158 |
| 三、旱情监测与墒情预报信息系统研究进展         | 158 |
| 第四节 旱情预警、动态监测及抗旱决策支持系统      | 159 |
| 一、旱情的中长期预警                  | 159 |
| 二、旱情的短临预警                   | 159 |
| 三、与地面墒情观测信息系统同步的旱情遥感动态监测    | 159 |
| 四、抗旱决策支持与抗旱效果评估             | 160 |
| 参考文献                        | 160 |
| 第五章 水环境监测、评价与管理             | 161 |
| 第一节 水质指标                    | 161 |
| 一、水质标准的制定                   | 161 |
| 二、我国地面水质标准                  | 162 |
| 三、水质指标标准                    | 163 |
| 第二节 水质监测                    | 164 |
| 一、水质监测规范                    | 164 |
| 二、水质监测手段                    | 165 |
| 第三节 水质评价                    | 170 |
| 一、水质评价的作用及分类                | 170 |
| 二、水质评价的内容与方法                | 171 |
| 三、水质评价步骤                    | 172 |
| 第四节 水环境信息管理系统               | 173 |
| 一、系统中的水环境信息                 | 173 |
| 二、水环境信息数据库的设计与建设            | 174 |
| 三、水环境信息系统维护                 | 175 |
| 四、水环境信息系统的 WEB 发布           | 176 |
| 五、全国水环境信息管理系统               | 176 |
| 第五节 水环境遥感监测                 | 188 |



|                                          |            |
|------------------------------------------|------------|
| 一、水体光谱特征 .....                           | 188        |
| 二、水质高光谱遥感 .....                          | 189        |
| 三、海洋水色遥感 .....                           | 191        |
| 四、水污染遥感 .....                            | 194        |
| 参考文献 .....                               | 202        |
| <b>第六章 “3S” 技术在水土保持中的应用 .....</b>        | <b>203</b> |
| <b>第一节 水土流失概述 .....</b>                  | <b>203</b> |
| 一、水土流失的定义 .....                          | 203        |
| 二、水土流失的危害 .....                          | 203        |
| 三、我国水土流失现状 .....                         | 204        |
| 四、我国水土流失调查及结果分析 .....                    | 205        |
| <b>第二节 土壤侵蚀的定量研究 .....</b>               | <b>206</b> |
| <b>第三节 GIS 支持下的土壤侵蚀的遥感调查方法 .....</b>     | <b>207</b> |
| 一、土壤侵蚀遥感监测分类分级系统 .....                   | 207        |
| 二、土壤侵蚀影响因子指标体系 .....                     | 209        |
| 三、土壤侵蚀遥感定量监测模型 .....                     | 210        |
| <b>第四节 实例分析——嘉陵江上游西汉水流域土壤侵蚀量估算 .....</b> | <b>212</b> |
| 一、研究区概况 .....                            | 212        |
| 二、土壤侵蚀影响因子信息提取与分级定标 .....                | 212        |
| 三、土壤侵蚀量估算 .....                          | 215        |
| 参考文献 .....                               | 216        |
| <b>第七章 灌溉面积监测与规划 .....</b>               | <b>217</b> |
| <b>第一节 灌溉的相关问题 .....</b>                 | <b>217</b> |
| 一、农牧业灌溉水资源条件 .....                       | 217        |
| 二、作物各生长阶段需水与地域分异特征 .....                 | 218        |
| 三、我国灌溉面积发展过程 .....                       | 220        |
| 四、我国现阶段的主要灌溉模式及存在问题 .....                | 221        |
| 五、灌溉面积的统计学意义及其对生产实践的指导 .....             | 223        |
| 六、几种灌溉面积概念的讨论 .....                      | 224        |
| <b>第二节 有效灌溉面积遥感监测方法 .....</b>            | <b>224</b> |
| 一、现阶段可供运用的遥感资源及其特点 .....                 | 225        |
| 二、有效灌溉面积主要参数的确定 .....                    | 226        |
| 三、水平年历史分析方法 .....                        | 228        |
| 四、有效灌溉面积变化的遥感动态监测流程 .....                | 228        |
| <b>第三节 实际灌溉面积遥感监测方法 .....</b>            | <b>233</b> |
| 一、现阶段可供运用的高时间分辨率遥感手段及其特点 .....           | 233        |
| 二、实际灌溉特征的遥感认定方法 .....                    | 235        |
| 三、地面同步观测实施组织方法 .....                     | 238        |

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| 四、实际灌溉面积的时序统计方法·····             | 238 |
| 第四节 灌区发展规划与灌溉动态管理信息系统·····       | 240 |
| 一、灌区发展自然条件的综合分析·····             | 240 |
| 二、灌区发展规划的系统实现·····               | 241 |
| 三、灌溉动态管理的基本内容及形式·····            | 241 |
| 四、灌溉动态管理的系统实现·····               | 242 |
| 参考文献·····                        | 243 |
| 第八章 “3S”技术在河道、河口、河势动态监测中的作用····· | 244 |
| 第一节 河道和河势变化及阻水建筑物的动态监测·····      | 244 |
| 一、河道动态变化监测·····                  | 244 |
| 二、河道中阻水建筑物的动态监测·····             | 248 |
| 第二节 河口变化的动态监测·····               | 250 |
| 一、河口变化及其影响·····                  | 250 |
| 二、河口变化的动态监测·····                 | 251 |
| 第三节 河口和海岸带悬移质泥沙及冲淤变化的动态监测·····   | 258 |
| 一、河口和海岸带悬移质泥沙的遥感监测·····          | 258 |
| 二、河口和海岸带的冲淤变化的遥感监测·····          | 263 |
| 第四节 遥感信息在河口综合治理规划中的应用·····       | 267 |
| 一、河口治导线规划·····                   | 267 |
| 二、河口航道整治规划·····                  | 268 |
| 第五节 河势遥感监测·····                  | 270 |
| 一、河势及其监测的基本内容·····               | 270 |
| 二、河势监测常用方法·····                  | 272 |
| 三、遥感监测河势的方法·····                 | 273 |
| 四、监测成果的分析应用·····                 | 276 |
| 五、结语·····                        | 278 |
| 参考文献·····                        | 278 |
| 第九章 遥感在水库库容和湖泊动态变化监测中的应用·····    | 279 |
| 第一节 水库库容动态变化监测·····              | 279 |
| 一、水库库容动态变化监测方法·····              | 279 |
| 二、应用实例1——古田流域及一级水库·····          | 282 |
| 三、应用实例2——丰满水库·····               | 299 |
| 第二节 湖泊面积及蓄水量的动态监测·····           | 315 |
| 一、湖泊面积与蓄水容量的变化及其影响·····          | 315 |
| 二、湖泊面积的遥感监测·····                 | 316 |
| 参考文献·····                        | 320 |
| 第十章 运行系统设计及数据标准与共享·····          | 321 |
| 第一节 运行系统设计·····                  | 321 |

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 一、基于软件工程的设计方法 .....           | 321 |
| 二、基于地理信息系统工程的设计方法 .....       | 322 |
| 三、系统体系结构设计 .....              | 326 |
| 第二节 数据标准化和数据共享 .....          | 327 |
| 一、数据标准化及其意义 .....             | 327 |
| 二、元数据与数据标准 .....              | 328 |
| 三、数据元素与数据标准 .....             | 328 |
| 四、空间数据标准 .....                | 329 |
| 五、非空间数据标准 .....               | 329 |
| 六、数据标准化与数据共享 .....            | 330 |
| 第三节 数据安全 .....                | 330 |
| 一、数据安全 .....                  | 330 |
| 二、数据安全机制 .....                | 330 |
| 参考文献 .....                    | 331 |
| 第十一章 国内外常见地理信息系统和遥感软件介绍 ..... | 332 |
| 第一节 GIS 软件介绍 .....            | 332 |
| 一、ESRI 产品系列 .....             | 332 |
| 二、Intergraph 产品系列 .....       | 334 |
| 三、Mapinfo 产品系列 .....          | 335 |
| 四、MapGIS 系列产品 .....           | 338 |
| 五、SuperMap GIS .....          | 341 |
| 六、GeoStar .....               | 346 |
| 七、VRMap .....                 | 347 |
| 第二节 遥感软件介绍 .....              | 350 |
| 一、ERDAS .....                 | 350 |
| 二、PCI .....                   | 354 |
| 三、ER Mapper .....             | 362 |
| 四、ENVI .....                  | 364 |

地理信息系统 (Geographical Information System, 简称 GIS)、遥感 (Remote Sensing, 简称 RS)、全球定位系统 (Global Position System, 简称 GPS), 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。由于 “3S” 技术的日渐成熟, 美国提出了以 “3S” 技术为支撑的 “数字地球” 战略。数字地球战略一经提出, 即引起包括中国在内的广大科学家的极大重视。水利部在 “十五” 期间水利信息化建设的主要任务中明确指出: “到 2010 年, 全国各大流域机构都将全面建成以 “3S” 技术为基础、以大型数据库为支撑的 ‘数字化流域’, 进而形成全行业的水利信息公用平台和覆盖全国的水利信息网络, 规划的 9 个大型应用系统全面建成并投入运行, 全行业实现水利信息化。”

本章主要介绍 “3S” 技术以及数字地球、数字流域, 同时对当前水利行业正在开展的水利信息化工作主要研究内容以及 “3S” 技术在水利信息化中的作用作了详细的论述。

## 第一节 “3S” 技术基础

### 一、地理信息系统

#### (一) 定义

地理信息系统 (简称 GIS) 是一种采集、存储、管理、分析、显示与应用地理信息的计算机系统, 是分析和处理海量地理数据的通用技术。它在最近 30 多年内取得了惊人的发展, 并广泛地应用于资源调查、环境评估、区域发展规划、公共设施管理、交通安全等领域, 成为一个跨学科多方向的研究领域。在水利行业, GIS 可以发挥非常重要的作用, 已引起人们越来越多的重视。

#### (二) 组成与功能

##### 1. 组成

从系统论和应用的角度出发, 地理信息系统可分为四个子系统, 即计算机硬件和系统软件, 数据库系统, 数据库管理系统, 应用人员和组织机构。

(1) 计算机硬件和系统软件。这是开发、应用地理信息系统的基础。其中, 硬件主要包括计算机、打印机、绘图仪、数字化仪; 系统软件主要指操作系统。

(2) 数据库系统。系统的功能是完成对数据的存储, 它又包括几何 (图形) 数据和属性数据库。事实上, 几何和属性数据库可以合二为一, 即属性数据存在于几何数据中, 这也是目前地理信息系统研究的主要内容之一。



(3) 数据库管理系统。这是地理信息系统的核心。通过数据库管理系统, 可以完成对地理数据的输入、处理、管理、分析和输出。

(4) 应用人员和组织机构。专业人员, 特别是复合人才(既懂专业又熟悉地理信息系统)是地理信息系统成功应用的关键, 而强有力的组织是系统运行的保障。由于地理信息系统的应用往往具有专业背景, 所以, 无论是需求分析、总体设计, 还是专业功能的开发和应用, 都离不开专业人员的参与。

## 2. 功能

(1) 空间数据的输入与编辑。将地理数据有效地输入到 GIS 中, 是一项琐碎、费时、代价昂贵的任务, 大多数的地理数据是从纸质地图输入 GIS。常用的方法是数字化和扫描。数字化的主要问题是低效率和高代价; 扫描输入则面临另一个问题: 扫描得到的栅格数据如何转换成 GIS 数据库通常要求的点、线、面、拓扑关系、属性等形式。就这一领域目前的研究进展而言, 全自动的智能地图识别短期内没有实现的可能, 因而, 交互式的地图识别是矢量化方法的一种较为现实的途径。市场上已有多种交互式矢量化软件出售。

目前 GIS 的输入正在越来越多地借助非地图形式, 遥感就是其中的一种形式。遥感数据已经成为 GIS 的重要数据来源。与地图数据不同的是, 遥感数据输入到 GIS 较为容易, 但如果通过对遥感图像的解释来采集和编译地理信息则是一件较为困难的事情; 因此, GIS 中开始大量融入图像处理技术, 许多成熟的 GIS 产品都具有功能齐全的图像处理子系统。

地理数据采集的另一项主要进展是 GPS 技术。GPS 可以准确、快速地定位在地球表面的任何地点, 因而除了作为原始地理信息的来源外, GPS 在飞行器跟踪、紧急事件处理、环境和资源监测、管理等方面有着很大的潜力。

(2) 空间数据的存储与管理。GIS 中的数据分为栅格数据和矢量数据两大类, 如何在计算机中有效存储和管理这两类数据是 GIS 的基本问题。在计算机高速发展的今天, 尽管微机的硬盘容量已达到 GB 级, 但对于灵活、高效地处理地图这类对象来说仍是不够的。GIS 的数据存储却有其独特之处。大多数的 GIS 系统中采用了分层技术, 即根据地图的某些特征, 把它分成若干层, 整张地图是所有层叠加的结果。在与用户的交换过程中只处理涉及的层, 而不是整幅地图, 因而能够对用户的要求做出快速反应。

地理数据存储是 GIS 中最低层和最基本的技术, 它直接影响到其他高层功能的实现效率, 从而影响整个 GIS 的性能。

(3) 地理数据的操作和分析。GIS 中对数据的操作提供了对地理数据有效管理的手段。对图形数据(点、线、面)和属性数据的增加、删除、修改等基本操作大多可借鉴 CAD 和通用数据库中的成熟技术; 有所不同的是, GIS 中图形数据与属性数据紧密结合在一起, 形成对地物的描述, 对其中一类数据的操作势必影响到与之相关的另一类数据, 因而操作带来的数据一致性和操作效率问题是 GIS 数据操作的主要问题。

地理数据的分析功能, 即空间分析, 是 GIS 得以广泛应用的重要原因之一。通过 GIS 提供的空间分析功能, 用户可以从已知的地理数据中得出隐含的重要结论, 这对于许多应用领域是至关重要的。

GIS 的空间分析分为两大类: 矢量数据空间分析和栅格数据空间分析。矢量数据空间

分析通常包括：空间数据查询和属性分析，多边形的重新分类、边界消除与合并，点与线、点与多边形、线与多边形、多边形与多边形的叠加，缓冲区分析，网络分析，面运算，目标集统计分析。栅格数据空间分析功能通常包括：记录分析、叠加分析、滤波分析、扩展领域操作、区域操作、统计分析。

(4) 图像显示与输出。将用户查询的结果或者数据分析的结果以合适的形式输出，是GIS问题求解过程的最后一道工序。输出形式通常有两种：在计算机屏幕上显示或通过绘图仪输出，对于一些对输出精度要求较高的应用领域，高质量的输出功能对GIS是必不可少的，这方面的技术主要包括：数据校正、编辑、图形整饰、误差消除、坐标变换、出版印刷等。

### (三) GIS 与相关学科的关系

20 世纪六七十年代，随着资源开发与利用、环境保护等问题的日益突出，人类社会迫切需要一种能够有效地分析、处理空间信息的技术、方法和系统。与此同时，计算机软硬件技术也得到了飞速的发展，与此相关的计算机图形和数据库技术也开始走向成熟。这为地理信息系统理论和技术方法的创立提供了动力和技术支持。虽然计算机制图(Computer Cartography)、数据库管理(Database Management)、计算机辅助设计(Computer Aided Design, 简称 CAD)、管理信息系统(Management Information System, 简称 MIS)、遥感、应用数学和计量地理学等技术能够满足处理空间信息的部分需求，但无法全面地完成对地理空间信息的有效处理。

GIS 最初是从地图专业的机助制图发展而来，既借鉴了 CAD 的制图功能，同时，由于专业的特点，注重发展了坐标系投影关系的自动转换。更为重要的是，GIS 的空间分析的功能是 CAD 所不能替代的。空间分析功能包括拓扑关系的建立、DTM 分析、缓冲区分析、网络分析、遥感图像分析等，因此，GIS 的数据量比 CAD 大得多，结构更为复杂，数据间的联系更紧密，相互关系更复杂。

CAD 提供交互式的图形处理功能，以辅助象建筑、VLSI 等人造对象的设计，其主要特点是设计者与计算机模型的交互，目前许多 CAD 开始支持对象的非图形性质，而 GIS 处理的数据大多来自现实世界，较之 CAD 的人造对象更为复杂，数据量更大。另外，CAD 中的拓扑关系较为简单。更重要的是，GIS 强调对空间数据的分析，CAD 这方面的功能要弱得多。

数据库系统是各种类型信息系统的核心，通用数据库侧重非图形数据的优化存储与查询，其图形查询与显示功能极为有限，其数据分析功能也很有限，然而，数据库的一些基本技术，如数据模型、数据存储、数据检索等，都在 GIS 中广泛采用，成为 GIS 的核心技术。MIS 是管理信息系统的缩写，比如，公司的人事档案管理、图书馆的图书管理系统都属于 MIS。与 GIS 最大的区别在于，它们处理的数据没有或不包括空间特征。在这些系统中，您可以查到书籍的作者、出版社、书号等信息，但是体现不出直观的地理位置属性。不能进行空间查询、检索、相邻分析等，更不能进行复杂的空间分析。

### (四) GIS 的发展历史

#### 1. 国外

20 世纪 60 年代，计算机技术开始应用于地图量算，分析和制作。60 年代中后期，许