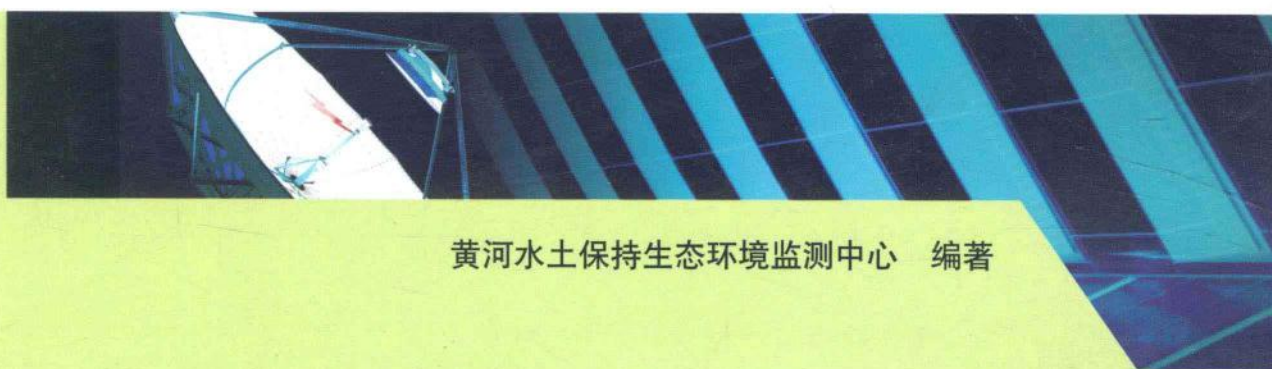


黄河流域

水土保持遥感监测理论与实践



黄河水土保持生态环境监测中心 编著



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

黄河流域

水土保持遥感监测理论与实践

黄河水土保持生态环境监测中心 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书是在黄土高原严重水土流失区生态农业动态监测技术引进、黄土高原水土保持遥感监测关键技术研究、黄河中游重点支流水土保持动态监测、黄土高原小流域坝系监测等项目成果基础上编写完成的。全书共分四篇十九章，在阐述水土保持遥感监测基础理论的同时，更加注重总结黄河流域水土保持遥感监测工作的实践与经验，对指导区域水土保持监测工作、研究遥感技术在水土保持监测中的应用具有较强的实用性。

本书适合水土保持、土地利用、地理信息、环境遥感等监测与管理专业人员阅读，也可作为高等院校、科研院所的教学、科研及应用的参考用书。

图书在版编目（C I P）数据

黄河流域水土保持遥感监测理论与实践 / 黄河水土保持生态环境监测中心编著. — 北京：中国水利水电出版社，2013.2

ISBN 978-7-5170-0673-2

I. ①黄… II. ①黄… III. ①遥感技术—应用—黄河流域—水土保持—监测 IV. ①S157-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第036608号

审图号：GS（2013）61号

书 名	黄河流域水土保持遥感监测理论与实践
作 者	黄河水土保持生态环境监测中心 编著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址：www.waterpub.com.cn E-mail：sales@waterpub.com.cn 电话：(010) 68367658（发行部）
经 售	北京科水图书销售中心（零售） 电话：(010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	三河市鑫金马印装有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 18印张 427千字 8插页
版 次	2013年2月第1版 2013年2月第1次印刷
印 数	0001—1800册
定 价	68.00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

编辑委员会

审 定 何兴照

主 编 喻权刚

编写人员	马安利	曹 炜	赵帮元	王富贵
	郭玉涛	马红斌	董亚维	马卫星
	马 宁	曹丽玫	殷宝库	宋锦霞

前言

黄河是世界上水土流失最严重的江河之一，水土流失成因复杂、面广量大、危害严重，对经济社会发展和区域生态安全以及群众生产、生活影响极大。黄河流域黄土高原地区是我国乃至世界上水土流失最为严重的地区，多年平均输入黄河的泥沙达 16 亿 t。黄河中游多沙粗沙区面积 7.86 万 km²，自然条件恶劣，生态环境脆弱，其年产沙量占到黄河年输沙量的 65.2%，尤其是黄河下游河道多年平均淤积的 4 亿 t 泥沙中，有近一半为粒径不小于 0.05mm 的粗泥沙，其中 73% 的粗泥沙来源于多沙粗沙区。

为了查清黄河流域水土流失的情况，及时监测水土流失及水土保持措施的变化情况，实现黄河流域水土保持管理工作的信息化，以便合理决策、科学管理，20 世纪 90 年代，黄河上中游管理局引进国内外先进的“3S”技术设备，依托人才、设备和技术优势，利用遥感、地理信息系统、全球定位系统等技术，完成了“黄土高原严重水土流失区生态农业动态监测系统技术引进项目”和黄河流域水土保持遥感普查项目，开展了黄土高原水土保持遥感监测关键技术研究等项目，取得了一批实用成果，建立了黄河流域影像、图形及水土流失数据库，开发了黄土高原淤地坝信息管理、水土保持预防监督信息管理、黄河中游粗泥沙集中来源区电子地图等多个水土保持应用系统。通过黄河流域水土保持遥感普查项目的实施，不仅为黄河流域水土保持规划、治理、监督、科研提供了宝贵的基础数据，同时总结出了一套遥感监测技术和方法，培养了一批科技人才，为今后黄河流域的水土保持生态环境监测工作打下了坚实的基础。

本书以“黄土高原严重水土流失区生态农业动态监测系统技术引进项目”为基础，总结与归纳了黄河流域水土保持遥感普查及相关技术研究、黄土高原水土保持遥感监测关键技术研究、黄河中游重点支流皇甫川流域水土保持动态监测项目，同时，参考了有关“3S”方面的论文著作。

本书各章节编写人员：第 1 章，由马安利、董亚维编写；第 2 章，由赵帮元、马安利编写；第 3 章，由殷宝库、董亚维编写；第 4 章，由赵帮元、马宁

编写；第5章，由喻权刚、曹炜、马安利编写；第6章，由马卫星、王富贵编写；第7章，由马安利、赵帮元、董亚维编写；第8章，由曹炜、赵帮元、马卫星编写；第9章，由喻权刚、马安利、马卫星编写；第10章，由赵帮元、马宁编写；第11章，由郭玉涛、宋锦霞编写；第12章，由曹炜、曹丽玫编写；第13章，由王富贵、曹丽玫编写；第14章，由王富贵、殷宝库编写；第15章，由曹炜、郭玉涛、宋锦霞编写；第16章，由马红斌、郭玉涛编写；第17章，由郭玉涛、马红斌编写。全书由喻权刚主编，喻权刚、马安利、曹炜统稿。黄河上中游管理局教授级高级工程师何兴照对该书进行了系统审查，参加该项目资料整理的还有王略、王娜、陈桂荣、刘乐融、荆小峰、王庆、李志华、曹雪峰、王秦湘、陈培。在此，编写组对参与项目实施的单位及其所有人员，对为本书作出贡献的领导、专家和技术人员表示衷心的感谢，并欢迎读者对书中的错误与纰漏批评指正。

编 者

2013年2月

目 录

前言

第 1 篇 水土保持遥感监测理论概述

第 1 章 遥感概念与分类	1
1.1 遥感概念	1
1.2 遥感分类	1
1.3 遥感影像类型	2
1.4 遥感影像分辨率与多尺度	4
1.5 遥感地图	6
第 2 章 GIS、GPS 技术与“3S”集成	7
2.1 GIS 技术	7
2.2 GPS 技术	7
2.3 RS、GIS、GPS (“3S”) 集成	9
第 3 章 常用的卫星遥感影像	11
3.1 TM 卫星影像	11
3.2 IKONOS 卫星影像	11
3.3 QuickBird 卫星影像	11
3.4 资源二号卫星影像	12
3.5 SPOT5 卫星影像	12
3.6 P5 卫星影像	12
3.7 CBERS-02B 卫星影像	15
3.8 GeoEye-1 卫星影像	15
3.9 其他卫星影像	15
第 4 章 水土保持遥感监测信息源选择	16
4.1 水土保持措施监测	16
4.2 土壤侵蚀监测	21
4.3 人为水土流失状况监测	22
参考文献	22

第 2 篇 黄河流域水土保持遥感普查及典型区域动态监测

第 5 章 遥感普查内容与技术路线	23
-------------------	----

5.1 普查内容	23
5.2 技术路线	23
5.3 土壤侵蚀分类及强度分级标准	24
5.4 信息源收集与处理	26
第6章 外业调查	30
6.1 样区选择与调查准备	30
6.2 样区外业调查技术方法	34
6.3 样区调查成果及评价	47
第7章 内业解译	50
7.1 内业解译的主要任务与技术路线	50
7.2 土壤侵蚀的遥感解译与评价制图	54
7.3 数据集成	60
7.4 统计与查询系统	62
7.5 成果提交与验收	63
第8章 遥感普查成果	64
8.1 土壤侵蚀成果	64
8.2 植被	69
8.3 坡度	72
8.4 土壤侵蚀	73
8.5 成果验证	74
第9章 典型区域水土流失动态监测	77
9.1 典型区域范围及概况	77
9.2 监测内容及精度要求	80
9.3 技术路线	80
9.4 信息源选择与利用模式	81
9.5 GPS控制网建立	86
9.6 航摄监测样区调查及解译标志建立	91
9.7 航空摄影	92
9.8 遥感解译	94
9.9 监测成果	95

第3篇 黄河流域水土保持遥感监测技术研究

第10章 遥感图像处理应用研究	101
10.1 概述	101
10.2 TM专题制图仪工作特性及遥感图像特征	103
10.3 用于黄河流域水土保持遥感监测及几何纠正的地图投影设计	105

10.4	TM 卫星遥感影像几何纠正技术研究	108
10.5	黄河流域 TM 卫星遥感影像几何纠正示例	111
10.6	SPOT-5 和 IKONOS 图像处理	120
10.7	SAR 图像处理的关键技术	123
第 11 章	黄土丘陵沟壑区土壤侵蚀 GIS 应用模型研究	126
11.1	GIS 应用模型研究概述	126
11.2	GIS 应用模型研究方法	127
11.3	GIS 应用模型变量选择与提取	127
11.4	GIS 应用模型的建立	133
11.5	GIS 模型实例验证与应用	136
第 12 章	基于中低分辨率遥感数据的土地利用和水土保持措施信息提取研究	140
12.1	基于 TM 图像土地利用和植被信息提取	140
12.2	基于 SPOT VEGETATION 的黄土高原土地利用信息提取	147
第 13 章	基于高分辨率遥感数据的水土保持措施信息提取研究	153
13.1	提取原理	153
13.2	梯田和果园分类方法实验	153
13.3	提取过程及结果	156
13.4	基于 IKONOS 影像提取水土保持措施信息	161
13.5	高分辨率影像提取结果精度评价	163
第 14 章	基于 SAR 数据的水土保持信息提取研究	167
14.1	环境因子提取	167
14.2	应用软件开发	173

第 4 篇 水土保持数据库建设及应用系统开发

第 15 章	黄河流域水土保持数据库	179
15.1	系统建设背景	179
15.2	系统总体概况	179
15.3	系统数据库	181
15.4	系统功能	183
15.5	数据库现状	184
15.6	数据库优化	186
15.7	系统创新	188
15.8	系统应用	189
第 16 章	粗泥沙集中来源区电子地图	190
16.1	项目区概况	190
16.2	建设必要性	190

16.3	建设目标、任务与原则	192
16.4	系统需求分析	194
16.5	系统用户角色分析	204
16.6	系统总体设计	208
16.7	粗泥沙集中来源区水保数据库	215
第 17 章	生产建设项目信息管理系统	223
17.1	系统研发背景	223
17.2	系统总体概况	223
17.3	系统附表	228
17.4	系统创新点	233
第 18 章	黄土高原淤地坝数据管理系统	234
18.1	项目背景	234
18.2	需求分析	234
18.3	系统总体设计	238
18.4	系统创新	245
18.5	系统应用	245
第 19 章	小流域原型观测数据管理系统	247
19.1	基本情况	247
19.2	系统构架	249
19.3	功能模块	251
19.4	整编方法	253
19.5	数据库表结构	270
附图		279

第 1 篇 水土保持遥感监测理论概述

第 1 章 遥感概念与分类

1.1 遥感概念

遥感 (Remote Sensing, 简称 RS), 顾名思义就是遥远地感知。其特征是不直接接触被研究的目标, 感测目标的特征信息 (一般是电磁波的反射、辐射或者发射), 经过传输、处理, 从中提取人们感兴趣的信息, 完成远距离识别物体, 这个过程叫遥感。遥感技术则是实现这种过程所采取的各种技术手段的总称, 包括传感器技术、信息传输技术、信息处理、提取和应用技术、目标信息特征的分析与测量技术等。近年来, 遥感技术获得了迅猛的发展, 它作为一种空间探测技术, 至今已经历了航天遥感、航空遥感和地面遥感。

电磁波有不同的波长, 按照它的波长、频率、能量和物理特征的顺序排列成表, 称为电磁波谱。目前遥感技术应用的波段主要是紫外至微波波段。来自太阳的电磁波能达到地面的波长主要在 $0.17 \sim 3.0 \mu\text{m}$ 之间, 最强波段在 $0.38 \sim 0.76 \mu\text{m}$ 之间, 即可见部分。

太阳的电磁波照射到地物表面时, 它就和地物表面产生相互作用, 发生再发射、吸收、反射或透射现象, 由于这些现象才被传感器所控测、所感知。

由于遥感手段先进、客观、准确, 可在同一时间获得较大范围的信息, 近年在水土保持领域内得到广泛的应用。

1.2 遥感分类

遥感的实现需要遥感平台, 遥感平台是从遥远的天空探测地面物体的装置。它们的作用就是稳定地运载传感器。针对不同的应用和波段范围, 选择传感器, 探测和接收物体在可见光、红外线和微波范围内的电磁辐射。传感器会把这些电磁辐射按照一定的规律转换为原始图像, 原始图像被地面站接收后, 要经过一系列复杂的处理, 提供给不同的用户使用。

遥感平台主要有航天和航空两种: 航天的有宇宙飞船、卫星、火箭; 航空的有飞机、气球。此外, 地面还有遥感车等, 产生多源遥感数据。

1.2.1 航天遥感

航天遥感又称太空遥感 (space remote sensing), 指在大气层以外的宇宙空间, 以人造卫星、宇宙飞船、航天飞机、火箭等航天飞行器为平台, 利用遥感仪器对地球和太空星



球进行观测的一门应用科学。顾名思义,航天遥感包括“航天”和“遥感”两门技术。在航天遥感平台上采集信息的方式有四种:一是宇航员操作,如在“阿波罗”飞船上宇航员利用组合相机拍摄地球照片;二是卫星舱体回收,如中国的科学实验卫星回收的卫星相片;三是通过扫描将图像转换成数字编码,传输到地面接收站;四是卫星数据采集系统收集地球或其他行星、卫星上定位观测站发送的探测信号,中继传输到地面接收站。

航天遥感与航空遥感相比,探测的地域要大得多,美国“陆地卫星”的一幅多光谱图像覆盖地面的面积达 34000km^2 , 相当于我国台湾岛的面积,而赤道上空的气象卫星可以覆盖南北纬 40° 以内、东西经相距 70° 左右的区域。因此,航天遥感能够以空前广阔的视野时刻监测着地球。

航天遥感源表现形式是卫星影像,卫星影像由于受太阳高度、视场角及光谱反身率在图像反差较弱的影响,需要进行数据处理;另外卫星影响存在滚动、俯仰和航偏等畸变,因而需经过几何纠正后方可作为影像地图使用。

航天遥感信息源的商品化程度高,时效性好,可随时获得最新的遥感资料,与航片相比,十分经济可靠;另外,卫星遥感信息源可以进行波段组合,包含的信息量比航空遥感更丰富。所以,目前在水土保持监测中,大部分应用的是卫星遥感信息源。

1.2.2 航空遥感

航空遥感指以空中的飞机、飞艇、气球等航空飞行器为平台的遥感。按飞行高度,分为低空($600\sim 3000\text{m}$)、中空($3000\sim 10000\text{m}$)、高空(10000m 以上)三级,此外还有超高空(U-2 侦察机)和超低空的航空遥感。

航空遥感源表现形式就是航空相片,航空相片如实记录了地表瞬时影像,它是由中心投影产生,存在相片倾斜、地面起伏引起的像点位移及摄站点之间由于航高差引起的各张相片间的比例尺与由于受地面起伏的影响,产生的相片变形,不能将此作为地图使用。航空相片必须经过正射纠正,使相片由中心投影转换为垂直投影,实质就是将相片的中心投影变为成图比例尺的正射投影。

1.2.3 地面遥感

地面遥感指遥感器位于地面的遥感。以高塔、车、船为平台的遥感技术系统,地物波谱仪或传感器安装在这些地面平台上,可进行各种地物波谱测量、探测和采集地物目标信息等。

1.3 遥感影像类型

1.3.1 航天遥感影像

航天遥感影像按波段量可分为单波段、彩色或多波段数字图像。

遥感数字图像以二维数组表示。在数组中,每一个元素代表一个像素,像素的坐标位置隐含,由这个元素所在数组中的行列位置所决定。元素的值表示传感器探测到像素对应地面面积上目标物的电磁辐射强度。

(1) 单波段遥感影像。单波段遥感影像是指在某一波段范围内工作的传感器获得的遥

感数字图像。例如 SPOT 卫星提供的 5m 分辨率全色波段图像, 每景图像为 12000 行 $\times$ 12000 列的数组, 每个像素采用 1 字节记录地物亮度值。

(2) 彩色图像。彩色图像指由红、绿、蓝三个数字层构成的图像。在每一个数字层中, 每一个像素用 1 字节记录地物的亮度值, 数值范围一般介于 0~255。每个数字层的行、列数取决于图像尺寸和数字化过程中采用的光学分辨率。

(3) 多波段数字图像。多波段数字图像是指用多波段传感器对同一地区、同一时间获得的不同波段范围的数字图像。如 MODIS 传感器的光谱分辨率为 0.42~14.24 μm , 包含 36 个波段的图像数据。

1.3.2 航空遥感摄影相片

根据感光材料对光谱感受能力不同, 常用的航空相片有:

1. 全色相片

胶片的感光乳剂主要为卤化银, 产生黑白胶片能感受全部可见光 0.38~0.76 μm , 但在绿光部分感光度有降低。

2. 真彩色相片

一种是三层乳剂的天然彩色负片, 一种是两层乳剂的假彩色, 能以不同色彩区分地物, 较真实地还原出被摄物体的自然色彩。

3. 红外相片

由对可见光和红外光都能感光的溴化银乳剂生成, 但增感剂不同又分为多种红外负片, 随增感峰值增大而保存期越短。红外负片对热辐射敏感, 可用于夜间摄影。

4. 彩色红外片

三层乳剂负片, 其中一层对红外敏感, 它的色彩效果是假彩色, 以红色显示红外敏感区, 植被被显示为红色。

彩色红外片吸收了黑白、红外和彩色片的优点, 将光谱扩大到 0.9 μm , 这样不仅能记录地物近红外光谱的反射差异, 而且还可以通过不同颜色(假彩色)来突出显示其差异, 从而极大地提高了遥感图像的信息量和可解译程度。彩色红外航片的这些特性对土地资源调查, 尤其是林草和农作物等植被调查非常有利。并且在 0.7~1.3 μm 的近红外波段间, 植物叶子有一反射峰值, 其反射率主要来自植物叶子的内部结构, 因此不同属的植物之间, 这种内部结构差异极大, 根据不同反射率, 即可鉴别不同属的植物或生长好、生长不好的植物。这些特点符合水土保持生态环境监测的要求, 因此, 水土保持监测一般采用彩色红外航片为遥感信息源。

1.3.3 数码航摄

数码航摄技术是近年来新兴的一项遥感技术, 主要用于较大比例尺的测图、城市规划、遥感调查等。目前国内应用的数码航摄技术主要包括 DMC、ADS40、UCX 和 LI-DAR。DMC (Digital Mapping Camera) 相机焦距为 120mm, 影像幅面为 9cm $\times$ 16cm, 可同时获得彩色红外、真彩色、黑白立体像对产品。

ADS40 (Airborne Digital Sensor40) 数字航摄仪采用高分辨率线阵 CCD 传感器成像器件, 一次飞行可获得 RGB 和近红外影像, 集成了 GPS 和惯性测量装置 (IMU)。UCX

(UltraCamx) 为威克胜公司在 UCD 相机基础上推出的超大幅面数码航摄相机, 配备 4 个全色镜头和红色、蓝色、绿色、近红外镜头各 1 个, 可获得 4 通道 RGB 和 NIR 多光谱影像, 全色镜头焦距为 100mm, 彩色镜头系统焦距为 33mm, 影像幅面为 $23\text{cm} \times 15\text{cm}$, 采用同地点延时曝光原理 (即共主点成像原理), 与差分 GPS、IMU 系统兼容。LIDAR (Light Detection and Ranging, 激光探测和量距系统) 通过激光发射装置采用主动遥感的方式获得地面的三维坐标信息, 系统配备的数码相机可同时获得地面数码航摄影像, 主要用于高精度地形数据的获得, 一般只能同时获得真彩色影像, 但其后处理自动化程度高。

数码航摄与传统的胶片航摄相比有以下优点: 一是数码航摄产品直接为数据, 省去了扫描等工作流程, 节省了部分工作时间和经费; 二是产品多, 可提供彩色等多光谱数据, 更有利于图像解译, 有助于提高解译精度; 三是相机焦距短, 获得影像质量较好, 且分辨率较高。

1.4 遥感影像分辨率与多尺度

1.4.1 分辨率

影像分辨率就是从该幅影像上分辨细节的能力, 它是对影像所表示的景物的细节程度进行度量的一项指标, 表明了影像中目标景物与影像信息的细微程度。

遥感影像共有四种分辨率, 可以用光谱分辨率、空间分辨率、辐射分辨率、时间分辨率表示。

(1) 光谱分辨率。把对影像光谱细节的分辨能力称为光谱分辨率。它是由遥感探测仪器装置决定, 一般分为全色光谱 (黑白光谱)、多光谱和高光谱。多光谱一般只有几个、十几个光谱通道。高光谱有多达几十个甚至上百个通道。一般来说光谱通道越多, 其分辨物体的能力越强。

(2) 空间分辨率。把影像中可分辨的最小空间细节尺寸称为影像的空间分辨率。指地面上多大的地物在图像上反映为一个像元点。反之, 也可以说图像上的一个像元代表地面上多大的一块面积, 一般以一个像素代表地面的大小来表示。通常所讲的 2m 分辨率就是指 1 个像素表示地面大约 $2\text{m} \times 2\text{m}$ 的面积。

(3) 辐射分辨率。把影像成像过程中对光辐射的最小可分辨差异称为辐射分辨率, 即遥感器能分辨的目标反射或辐射的电磁辐射强度。在可见、近红外波段用噪声等效反射率表示, 在热红外波段用噪声等效温差、最小可探测温差和最小可分辨温差表示。

(4) 时间分辨率。把对同一目标的序列影像成像的时间间隔, 也就是遥感器能够重复获得同一地区影像的最短时间间隔称为时间分辨率, 它对分析地物动态变化、监测环境具有重要的作用。

1.4.2 多尺度

多尺度, 是随数字制图的出现而产生的新概念。在数字制图中, 尺度被理解为: 空间信息被观察、表示、分析和传输的详细程度。由于信息—数据可被概括, 相同的数据源就可以形成不同尺度规律 (或称不同分辨率) 的数据, 即多尺度数据。

不同尺度可对应不同分辨率的遥感影像, 微观尺度一般对应于高分辨率遥感影像, 高



分辨遥感影像的空间分辨率一般不大于 10m, 卫星一般在距地面 600km 左右的太阳同步轨道上运行, 重复覆盖同一地区的时间间隔为几天。常见的高分辨率影像有 SPOT 系列、资源二号、CBERS-02B、P5、IKONOS、QuickBird、GeoEye 等。

中观尺度一般对应于中分辨率遥感影像, 中分辨率遥感卫星影像的空间分辨率一般为 10~80m, 卫星一般在 700~900km 的近极地太阳同步轨道上运行, 重复覆盖同一地区的时间间隔为几天至几十天。MSS、TM、ASTER、北京一号多光谱影像等是常用的中分辨率影像。如 MSS 影像的空间分辨率为 80m, 幅宽为 185km, 重返周期为 17 天; TM 影像的空间分辨率为 30m, 幅宽为 185km; ASTER 影像的第一至第三波段位于可见光/近红外部分, 空间分辨率为 15m, 第四至第九波段位于短波红外部分, 空间分辨率为 30m, 第十至第十四波段位于热红外部分, 空间分辨率为 90m。

宏观尺度一般对应于中低分辨率遥感影像, 如中国的风云一号气象卫星是空间分辨率相对较低的卫星采集系统, 空间分辨率有 1.1km 和 4km, NOAA 气象卫星的 AVHRR 影像空间分辨率约为 1km, TERRA、AQUA、卫星可提供 250m、500m、1000m 等多个分辨率 MODIS 影像。

黄河流域沟壑纵横, 地形破碎, 其水土流失及水土保持措施监测, 为了满足小流域、支流、重点地区以及全流域不同尺度的监测需要, 应采用不同分辨率、不同监测周期、不同监测尺度进行监测, 从而获取不同的监测信息。

1.4.3 中低分辨率影像优缺点及应用特点

1. 中低分辨率遥感影像

中低分辨率遥感卫星的轨道高度相对较高, 图像的覆盖范围大, 重复覆盖同一地区的周期较短, 此类型影像的波段数较多, 即光谱分辨率较高, 故图像的色调和颜色是中低分辨率图像的重要标志。在中低分辨率遥感图像上, 地物的形状特征是经过自然综合概括的外部轮廓, 它忽略了地物外形的细节信息, 表现了目标地物宏观几何形状特征, 如山脉的走向、水系的形态特征等。此外, 在该类遥感影像上, 地物的纹理特征反映了自然景观中的内部结构, 如沙漠中流动沙丘的分布特点和排列方式。中低分辨率遥感图像由于其覆盖范围大, 时间分辨率高等特点, 在水土保持领域, 广泛应用于土壤侵蚀强度、植被覆盖面积及分布、林缘线变化、土地资源调查等监测工作中。

2. 高分辨率遥感影像

与中低分辨率遥感影像相比, 高分辨率影像有如下特点:

(1) 单幅影像的数据量增加显著。如一幅地面覆盖面积为 $11.7\text{m} \times 11.7\text{m}$ 的全色波段的 IKONOS 影像可达 80MB, 而一幅多波段彩色影像高达 250MB。

(2) 高分辨率遥感影像的空间分辨率很高, 影像上地物目标的结构、形状、纹理和细节信息更加突出。在高分辨率遥感影像上, 纹理信息提示了目标地物的细部结构或物体内部成分, 可以分辨地物形态的更多细节, 如小块梯田、淤地坝坝体、露天矿、弃渣场、河堤等信息。

(3) 高分辨率遥感影像的几何定位精度相对较高, 可以为 GIS 数据采集与更新提供更详细、更丰富的几何信息, 是生成正射影像 (DOM) 和数字高程模型 (DEM) 的重要数据源, 可用于绘制、更新大比例尺地图。



(4) 高分辨率卫星系统在保持较高空间分辨率的同时,也保持了较高的时间分辨率,它可以几天内重复获取同一地区的影像,使得利用遥感影像进行水土保持措施与水土流失动态监测成为可能。

1.5 遥感地图

利用卫星遥感数据编图,根据技术条件和地理要素符号详细程度的不同,分为卫星影像镶嵌图、卫星影像图和影像地图三种。

卫星影像镶嵌图:不进行数据的几何纠正,将多幅影像按幅边框显示的经纬度位置,镶嵌拼接而成的影像图。在图上只注记少量的地理要素名称,如主要河流、山峰、县市以上居民点、铁路和公路的名称。它的作用是提供空间位置的检索。

卫星影像图:进行了影像的几何纠正和影像增强,图上绘制较全面的地理要素。

影像地图:在卫星影像上,依据数字高程模型(DEM)进行正射纠正,有详细的符号化地理要素。地面分辨率大于2.5m的卫星影像与地形图配合,影像就成为地形图的一种要素,它增强了地形要素和其他地理信息的视觉效果。

第2章 GIS、GPS技术与“3S”集成

GIS (Geographic Information System, 地理信息系统)、GPS (Global Positioning System, 全球定位系统)、RS (Remote Sensing, 遥感) 是三种相互独立, 又相互依赖、相互渗透的现代空间信息技术, 简称为“3S”技术。这三者关系日趋紧密结合, 有机地组合成一体化的、功能更强大的新型系统。

2.1 GIS 技术

地理信息系统 (GIS) 是指与所研究对象的空间地理分布有关的信息。它是表示地表物体及环境固有的数量、质量、分布特征、属性和相互联系的数字、文字、音像和图形等的总称。它以地理空间数据库为基础, 在计算机软硬件的支持下, 对有关空间数据按地理坐标或空间位置进行预处理、输入、储存、查询、检索、运算、分析、显示等, 并处理各种空间实体及空间关系为主的技术系统。具有采集、管理、分析和输出多种空间信息的功能; 具有空间分析、多要素综合分析和预测预报的功能; 能实现快速、准确的空间分析和动态监测研究功能。

地理信息系统 (GIS) 通常以图形数据结构为特征分为两大类型: 基于矢量结构的 GIS 和基于栅格的 GIS。

矢量数据结构: 从几何上来说, 空间目标可划分为点、线、面、体四种基本类型。最突出的优点是完全显式地表达结点、弧段、面块之间所有关联关系。结构精度高, 容易表达拓扑关系, 存储量少, 但矢量数据需要通过矢量至栅格的转换, 才能与遥感数据集成使用。

栅格数据结构: 由于来自遥感、摄影测量和扫描的数据是栅格形式, 格网数字地面模型是栅格形式, 基于栅格结构的 GIS 容易与遥感数据结合, 建立 GIS 和 RS 集成化系统。另外栅格数据结构简单, 空间分析易于进行。

矢量栅格一体化结构: 栅格数据结构有很多优点, 但栅格数据结构精度低, 难以建立网络拓扑关系, 而用矢量数据结构可以克服这些缺点。现在许多 GIS 软件中, 既有栅格数据结构又保持矢量数据结构, 形成一种一体化数据结构, 是一种既有矢量特点又有栅格性质的数据结构。

2.2 GPS 技术

2.2.1 GPS 组成及功能

GPS 是全球定位系统的简称。GPS 包括三大部分: 空间部分——GPS 卫星星座、地面控制部分——地面监控系统、用户设备部分——GPS 信号接收机。