

· 方法与应用 ·

文章编号 :1671-1947(2003)03-0188-05

## 基于 3S 技术的西部石羊河流域土地利用 / 土地覆盖变化研究

焉 莉

(首都师范大学 环境与旅游学院,北京 100037)

**摘 要** :在 3S 技术支持下 ,通过利用土地利用 / 土地覆盖信息分析参数对 20 世纪 90 年代中期和 21 世纪初两个时期石羊河流域土地利用变化进行的定量分析结果表明 :7 年间 ,土地利用类型发生变化比较大的地区是石羊河流域的东部和北部 . 整个流域湿地、冰川、耕地、裸露地、草地、盐碱地等都发生了变化 . 研究实践表明 ,利用 3S 技术进行国土资源调查 ,建立国土资源环境数据平台 ,每 5~10 年进行一次数据更新 ,可以很好地反映土地利用 / 土地覆盖的变化情况 ,从而为更好地研究土地利用、土地覆盖变化规律 ,为政府的宏观决策提供依据 .

**关键词** :3S ;土地利用 / 土地覆盖变化 ;信息分析参数

**中图分类号** :TP391; TP392

**文献标识码** :A

目前 ,土地利用 / 土地覆盖变化已经成为影响全球环境变化的一个重要原因 ,同时也是全球环境变化的一个结果 ,引起了众多学者的关注 . 1995 年 ,“ 国际地圈与生物圈计划 ”(IGBP)和“ 全球环境变化的人文领域计划 ”(HDP)联合提出“ 土地利用 / 土地覆盖变化 ”研究计划 ,使土地利用变化研究成为全球变化的研究的前沿和热点课题 .

随着科学技术的不断发展 ,空间遥感(RS)、地理信息系统(GIS)及全球定位系统(GPS)技术(即 3S 技术)得到了飞速的发展 . 如今 ,3S 因其覆盖面积大、实时性和现势性强、速度快、周期短和准确可靠以及省时、省力、费用低等优点 ,已被广泛应用于国土资源和土地利用现状调查、土地利用变化监测等方面 . 利用航天遥感多元信息和地理信息系统相结合的方法 ,通过 GPS 精确定位 ,可编制详细的土地利用 / 土地覆盖类型的信息库 ,把与土地有关的地貌、土壤质地、土地利用状况、植被覆盖度等的分类和分布量化 ,并综合分析输入土地利用模型 .

在我国 ,许多专家利用 3S 技术 ,通过数学建模 ,对中国近 5 年的土地利用、土地覆盖的时空演变规律进行了探讨 ,并对土地利用程度变化和土地利用动态进行了分析 . 结果表明 3S 技术在土地利用 / 土地覆盖变化和分类研究中发挥着独特的作用 . 它可以对土地时空特征演变进行快速监测 ,从而从总体上把握土地利用、土地时空特征的演变和分布情况 ,为政府及时决策提供依据 . 因此 ,依靠高新技术更新土地监测评价技术手段已经成为国家经济建设的迫切需要 .

本文在 3S 技术支持下 ,了解石羊河流域 1994~2002 年的土地利用、土地覆盖的时空变化并进行了动态分析 .

## 1 石羊河流域的基本状况

### 1.1 地理位置及地形地貌

石羊河流域位于甘肃省河西走廊东部 ,祁连山北麓 ,地处黄土、青藏和蒙新三大高原的交汇过渡地带 . 地势由西向东 ,由南向北倾斜 . 平原区北部为民勤 - 潮水盆地 ,南部为武威盆地 . 盆地由戈壁、绿洲、沙漠组成 . 河流出山后在山前地带形成由三角洲(洪积扇)-砾卵石组成的戈壁滩 ,向北过渡为冲洪积细土平原 - 绿洲 ,在河流终端形成湖积平原 ,部分演变成沙漠 . 武威盆地和民勤 - 潮水盆地之间的龙首山为中低山 ,山地岩石裸露 ,构成岩漠景观 . 全流域大致可分为南部祁连山地区 ,中部走廊平原区 ,北部低山丘陵区及荒漠区四大地貌单元 .

石羊河流域主要包括民勤县、阿拉善右旗、永昌县、金昌市、肃南裕固族自治县、武威市、古浪县、天祝藏族自治县 .

### 1.2 气候

流域深居大陆腹地 ,属于大陆性温带干旱气候 . 气候特点是 :太阳辐射强 ,日照充足 ,夏季短而炎热 ,冬季长而寒冷 ,温差大 ,降水少 ,蒸发强烈 ,空气干燥 . 石羊河流域可分为 2 个特点不一的气候区 :上游祁连山区属于高寒湿润、亚湿润、亚干旱区 ,年平均气温小于 6℃ ,年平均降水量 500~700 mm ,年平均蒸发量 800

mm左右,由于有大量的积雪和较丰富的降水,该区为石羊河流域的水资源补给区;中下游属于河西北部温带干旱区,年平均降水量150~250mm,年蒸发量800~1800mm,是石羊河流域水源径流区和排泄区。

## 2 3S技术在石羊河流域的应用

### 2.1 遥感技术的应用

利用遥感技术进行动态遥感图像分析,即通过不同时相遥感资料的对比,反映各个时期土地利用或覆盖的变化信息,对于西北地区而言,由于土地利用指标因季节、年份差异变化相对较小,土地环境变化周期相对较长,所以在选取图像资料时,应以5年左右间隔为宜。

### 2.2 地理信息系统技术应用

利用遥感图像,利用计算机自动分类与目视解译相结合,遵循从简单到复杂的原则,采用模板逐个去除已提取的信息,既避免重复分类,又能保证完全归类。使用地理信息系统ARCVIEW软件,根据解译标志库分别进行水体(河流、湖泊、水库、人工池塘沟渠)、冰川、植被、土地利用类型(林地、园地、耕地、居民点及工矿用地、交通用地,其他:沙漠、戈壁滩、裸露地、未利用土地等)等信息的提取,数字化各县(市)的行政边界,并将矢量转化成栅格,提取各行政区子图<sup>[1]</sup>。

### 2.3 全球定位系统技术应用

研究中采用全球定位系统技术(GPS),对综合解译结果,采样后到实地进行野外验证。验证时对不同层的数据,分别抽取25%以上的样品进行野外验证。对于与水资源环境关系密切的重点地区,如雪线出露部位、泉出露部位、植被覆盖变化较大的部位,逐个单元进行验证以保证其精度。

## 3 研究区与采用的数据集

本文所采用的数据集有1994年8月采集的反映石羊河流域20世纪90年代中期土地利用的1:25万土地利用数据和2001年8月采集的反映21世纪初土地利用的1:25万土地利用数据,从而反映两个时期土地利用变化的土地利用动态数据。土地利用数据是通过LANDSAT TM图像进行目视判读得到的,在判读过程中,利用了地形地貌图等辅助数据,并进行了实地勘察。根据土地的用途、经营特点、利用方式和覆盖特征等因素作为土地利用的分类依据,区分差异性,归纳共同性,从高级到低经逐级划分<sup>[1]</sup>,将土

地利用类型分为河流、海滩、裸露地、裸露岩石、田地、冰川、林地、草地、戈壁、沙地、湿地及盐碱地。土地利用动态数据是经过两个时期TM图像进行动态对比,经人工目视判读获得的。判读精度为6个像素,经实地抽样检查,正确率为90%以上。

从21世纪初石羊河流域土地利用特征空间分布图(图1)看出:沙地主要分布在石羊河流域的东部,占面积的21%,以民勤县、武威市、古浪县为主;冰川主要分布在南部;河流因发源于南部,所以以肃南裕固族自治县、天祝藏族自治县为主;草地、林地也主要集中在南部,其中草地占总面积的10%,林地占总面积的15.7%,耕地主要集中在石羊河流域的中部,占总面积的14.9%,以永昌县和武威市为主;裸露地主要分布在石羊河流域的北部,以民勤县为阿拉善右旗为主;戈壁滩主要集中于中总永昌县境内;盐碱地分布在流域的西北部及东南部,占总面积的10.6%;湿地则主要分布在东北部;裸露岩石以西部为主。

以上数据均被转换到统一的坐标系中,在ARCVIEW软件环境下,都有数据被统一成栅格化的Grid数据。

## 4 土地利用结构时空变化

在ARCVIEW软件模块支持下,利用GIS在TM图像上解译以反映土地利用/土地覆盖变化的直接和间接信息,将两个时期土地利用数据进行空间叠加对比,可得石羊河流域7年来土地利用类型时空变化的空间分布图(图2)。图中颜色区代表两个时期土地利用类型发生变化的地区,空白区表示没有变化的地区。从图中可以看到,土地利用结构变化主要分布在石羊河流域的东部和北部,体现在湿地、冰川、耕地、裸露地、草地、盐碱地等土地利用类型。

从两个时期土地利用类型变化统计(表1)可看出,21世纪初期与20世纪90年代中期土地利用相比,冰川减少了28.22%,湿地面积减少了28.21%,耕地面积增加了10.19%,盐碱地减少了5.75%,沙漠地减少了4.25%,草地面积增加了3%,裸露地减少了1.67%,林地增加了0.3%。

## 5 土地利用/土地覆盖信息分析参数

参数分析法主要是充分利用GIS技术,直接构造一切简单的定量参数,来刻画区域土地利用/土地覆盖变化特征,从而得到较为清楚的土地利用/土地覆盖变化定量信息。该类方法计算简单,操作方便,适合



图1 石羊河流域土地利用空间分布图(2001年)

Fig.1 Spatial distribution map of land-use in Shiyanghe River Valley in 2001

14—耕地 (cultivated land) ;31—林地 (forest) ;41—草地 (grassland) ;52—河流 (river) ;76—海滩 (beach) ;79—冰川 (glacier) ;82—盐碱地 (salina) ;  
84—沙地 (sand) ;85—裸露地 (exposed land) ;86—裸露岩石 (exposed rock) ;88—戈壁 (gobi) ;89—湿地 (wetland)

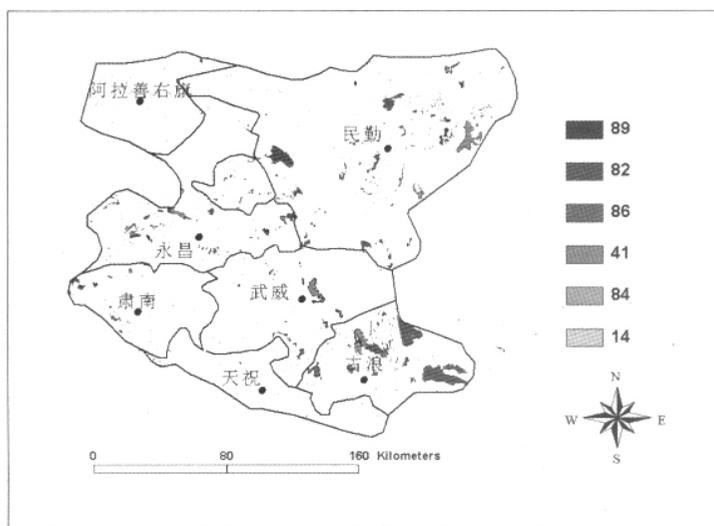


图2 石羊河流域土地利用类型时空变化(1994~2001)

Fig.2 Variation of land-use types in Shiyanghe River Valley from 1994 to 2001

14—耕地 (cultivated land) ;41—草地 (grassland) ;82—盐碱地 (salina) ;84—沙地 (sand) ;86—裸露岩石 (exposed rock) ;89—湿地 (wetland)

于大批量土地利用 / 土地覆盖变化信息的快速处理. 刘纪元等对全国土地资源进行调查时就充分利用这种方法<sup>[2]</sup>.

5.1 土地资源数量变化指数

综合土地利用动态度:

$$LC = \left( \sum_{i=1}^n \Delta Lu_{ij} / 2 \sum_{i=1}^n Lu_i \right) \times \frac{1}{T} \times 100\%$$

式中  $Lu_i$  为测量开始时第  $i$  类土地利用类型面积 ; $Lu_{ij}$  是测量时段内第  $i$  类土地利用类型转为非  $i$  类土地利用类型面积的绝对值 ; $T$  为监测时段长度. 该公式表达研究区一定时间范围内土地利用类型的数量变化情况.

5.2 土地利用变化程度指数

表 1 基于 TM 与 GIS 技术的石羊河流域土地利用指标因子

Table 1 The land use index factors of the Shiyanghe River Valley

类型	1994 年 8 月	2001 年 8 月	1994~2001 增减 /km <sup>2</sup>
	土地面积 /km <sup>2</sup>	土地面积 /km <sup>2</sup>	
林地	6630.00	6649.66	+19.66
草地	4088.94	4211.41	+122.47
沙漠地	9288.15	8893.45	-394.70
裸岩	5698.21	5845.11	+146.90
湿地	914.91	656.81	-258.10
冰川	69.66	50.01	+19.65
耕地	5719.46	6302.14	+582.68
盐碱地	4732.44	4460.29	-272.15
戈壁滩	2048.22	1911.71	-136.51

土地利用程度变化参数:

$$L_j = 100 \times \sum_{i=1}^n A_i \times C_i$$

$$\Delta L_{b-a} = L_b - L_a$$

式中,  $L_j$  是某研究区域土地利用程度综合指数;  $A_i$  为研究区域内第  $i$  级土地利用程度分数指数;  $C_i$  为研究区域内第  $i$  级土地利用程度分级面积百分比;  $n$  为土地利用程度分级指数。  $L_b$  和  $L_a$  分别是  $b$  时间和  $a$  时间区域土地利用程度综合指数。该公式反映区域土地利用程度的变化。

### 5.3 土地利用变化区域差异指数

土地利用类型相对变化率:

$$R = (K_a / K_b) \times (C_a / C_b)$$

式中,  $K_a$ 、 $K_b$  分别代表某区域某一特定土地利用类型研究期初及研究期末的面积;  $C_a$ 、 $C_b$  分别代表全研究区某一特定土地利用类型研究期初及研究期末的面积。该公式反映土地利用变化 / 覆盖变化的区域差异。如果某区域某种土地利用类型的相对变化率  $R > 1$ , 则表示该区域这种土地利用类型变化较全区域大<sup>[3]</sup>。

利用土地利用 / 土地覆盖信息分析参数分析土

地利用类型的动态变化, 可以真实反应区域土地利用 / 土地覆盖中土地利用类型的变化剧烈程度。从以县作为分析单元计算的石羊河动态空间分布图 (图 2) 看出: 土地利用动态度较大的区域位于石羊河的东部和北部地区, 其中的民勤县动态度最大, 反映了这个地区土地类型变化比较剧烈, 而在石羊河的西部和南部地区, 土地动态度最小, 反映了 7 年来这些地区土地利用类型变化比较缓慢。利用土地利用变化区域差异指数得出民勤县的盐碱地变化较全区域大很多。

### 6 总结

在 3S 技术支持下, 通过利用土地利用 / 土地覆盖信息分析参数对 20 世纪 90 年代中期和 21 世纪初两个时期石羊河流域土地利用变化进行的定量分析结果表明: 7 年间, 土地利用类型发生变化比较大的地区是石羊河流域的东部和北部。整个流域湿地、冰川、耕地、裸露地、草地、盐碱地等都发生了变化, 冰川减少了 28.22%, 湿地面积减少了 28.21%, 耕地面积增加了 10.19%, 盐碱地减少了 5.75%。

研究实践表明, 利用 3S 技术进行国土资源调查, 建立国土资源环境数据平台, 每 5~10 年进行一次数据更新, 可以很好地反映土地利用 / 土地覆盖的变化情况, 从而为更好地研究土地利用、土地覆盖变化规律, 为政府的宏观决策提供依据<sup>[1]</sup>。

### 参考文献:

- [1] 王思远, 等. 中国土地利用时空特征分析[J]. 地理学报, 2001, 56(6): 631—639.
- [2] 刘纪元. 中国资源环境遥感宏观调查与动态研究[M]. 北京: 科学出版社, 1998.
- [3] 何春阳, 周海丽, 于章涛, 等. 区域土地利用 / 土地覆盖变化信息处理分析[J]. 资源科学, 2002, 24(2): 64—70.

## RESEARCH ON LAND-USE AND LAND-COVER IN THE SHIYANGHE RIVER VALLEY SUPPORTED BY RS-GIS-GPS TECHNOLOGY

YAN Li

(College of Environment and Tourism, Capital Normal University, Beijing 100037, China)

**Abstract:** The RS-GIS-GPS technology has been broadly applied in the studies on both global and local changes of land-use and land-cover. Supported by such technology, the data on land-use and land-cover of Shiyanghe River, West China, in 1994 and 2002 are analyzed to understand the spatial-temporal features of land-use/ land-cover changes of land resources, the result shows that during the 7 years, the whole valley area has changed in wdtland, glacier, cultivated land, exposed land, grassland and salina. The areas with most variation in land-use types is in the east and north parts of

the Shiyanghe River Valley.

**Key word:** RS-GIS-GPS technology; land-use/ land-cover change ;informational analytic parameter

作者简介: 冯莉(1980—),女,1998年毕业于吉林大学环境工程专业,现为首都师范大学资源环境与旅游学院地理信息系统专业研究生, E-mail//yanli02002@163.com

· 研究动态 ·

## 俄罗斯天然气水合物研究现状

2003年1月27~29日在俄罗斯新西伯利亚市召开了“俄罗斯2003地球生态体系中的天然气水合物”会议。会议的组织者为俄罗斯科学院西伯利亚分院、A·B·尼古拉耶夫无机化学研究所、A·A·特罗菲姆克地质与地球物理矿物学综合研究所和俄罗斯基础研究基金会。到会代表100余人,分别来自莫斯科、圣彼得堡、新西伯利亚、海参崴等15个城市的40多家单位。

目前,世界上许多国家对天然气水合物的研究兴趣不断提高。与煤层气、无机成因气、深盆气等非常规油气资源一样,天然气(以甲烷为主)水合物亦为重要的潜在新能源,值得今后进行深入勘查、利用开发等方面研究。

未来天然气水合物可能成为真正意义上取之不尽的天然气来源,这是因为其具有储量巨大,埋藏不深,赋存集中等特点。此外,就目前掌握的资料表明,天然气水合物的形成和分解在全球自然界中起着重要作用。

今天对天然气水合物展开的基础科学研究的首要任务是查明天然气水合物对地球气候、环境及地球各圈层中正在发生的各种作用的影响机制,弄清天然气水合物在地球上的潜在储量、分布区域、矿体结构,测定天然气水合物的形成条件和稳定性,及其赋存的温度、压力、自身化学成分及地质条件,最终建立起统

一的天然气水合物形成和分解作用的地球化学、物理化学、数学模型,评价天然气水合物对岩石圈及生物圈可能产生的影响。现今我们对天然气水合物在不同领域的研究是彼此孤立的,在地质学、化学、生态学及工艺学研究者之间缺少沟通与合作。

俄罗斯国内在地质学、地球物理、生物学、物理化学、生态学和工艺学等学科领域对天然气水合物这一重大课题的研究取得了丰硕的成果,但各科研部门应加强协调,建立协调中心。为此会议达成如下共识:

1)来自俄罗斯国内天然气水合物研究主要单位的与会者,一致通过成立“俄罗斯天然气水合物协会”。该协会的任务是加强俄罗斯天然气水合物研究者之间的协作。

2)尽快制定“俄罗斯国家天然气水合物的研究规划”。

3)会议表彰了对贝加尔湖天然气水合物的发现和取得成就的俄科学院西伯利亚分院。

4)会议认为,给相关单位提出如下任务是必要的,它包括对天然气水合物勘探方法的研究、天然气水合物矿床的评价、取样、开采工艺等。划出4个远景区,并建立长期工作站:(1)贝加尔湖;(2)鄂霍茨克海;(3)黑海俄属部分;(4)西西伯利亚北部赛诺曼和上赛诺曼沉积层。

(张春晖 编译)