

利用 TM 监测中国西部沙漠化进程

卫亚星², 王莉雯², 王一谋³

(1. 中国科学院 地理科学与资源研究所, 北京 100101; 2. 辽宁师范大学 城市与环境学院, 辽宁 大连 116029; 3. 中国科学院 寒区旱区环境与工程研究所, 甘肃 兰州 730000)

摘要: 利用陕西省、甘肃省、宁夏回族自治区、青海省、新疆维吾尔自治区和内蒙古自治区西部 1986 年和 2000 年的 TM 数据, 通过全数字化解译, 得出了土地利用/覆盖在 14 a 内的变化情况。研究工具采用了遥感图像处理软件和地理信息系统软件, 通过图像的增强、假彩色合成、几何精纠正、镶嵌、分幅, 以及图形数据库和属性数据库的建立, 分县统计出了 6 省的 TM 目视解释结果。土地利用/覆盖采用了 3 级分类体系, 第 1 级分为耕地、林地、草地、水域、建设用地和未利用土地 6 大类。2000 年, 这 6 省沙漠、沙地和沙漠化土地面积为 85 425 467 hm², 占该地区总面积的 26%, 大多数位于新疆、内蒙古西部、青海和甘肃, 新疆最多, 为 52 035 232 hm², 占全自治区总面积的 32%。14 a 来, 6 省新增沙漠化土地面积 1 610 062 hm², 已沙漠化土地重新被利用面积为 291 776 hm², 净增 1 318 286 hm², 占总面积的 0.40%。6 类土地类型中, 草地沙漠化最严重, 达到 797 081 hm², 占到了新增沙漠化土地的 50%。

关键词: 土地利用/覆盖; 遥感; 地理信息系统; TM; 中国西部; 沙漠化

文献标识码: A

文章编号: 1000—288X(2004) 04—0047—04

中图分类号: P237

Using TM to Monitor the Desertification in West China

WEI Ya-xing¹, WANG Li-wen¹, WANG Yi-mou²

(1. Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China;

2. College of City and Environment, Liaoning Normal University, Dalian 116029, Liaoning Province, China;

3. Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, CAS, Lanzhou 730000, Gansu Province, China)

Abstract: TM data from 1986 to 2000 covering Shaanxi Province, Gansu Province, Ningxia Hui Autonomous Region, Qinghai Province, Xinjiang Wei Autonomous Region and western Inner Mongolia Autonomous Region were digitally interpreted to determine land use/cover modification. Remote sensing image processing software and Geographic Information System software were used in the research. Analysis methods included image enhancement, pseudo color composite, geometric rectification, mosaic and subset, and graphic database and attribute database establishment. The TM interpretation results for each county in the six regions were added. Three classification levels were adopted for land use/land cover. At the first level, six classes were used including cultivated field, forest, grassland, water body, urban and unused land. In 1986, the area of desert, sand field and desertified land across the six regions was 85 425 467 hm² (26% of the total area), which was found mostly in Xinjiang, western Inner Mongolia, Qinghai and Gansu. Xinjiang was most severely affected, with 52 035 232 hm² (32% of the region) affected. In 2000, the area of newly desertified land across the six regions had increased by 1 610 062 hm² and redesertified land covered 291 776 hm², resulting in a net increase of 1 318 286 hm² (0.4% of the total region). Of the six land cover classes, grassland was most severely affected (797 081 hm²) comprising 50% of the newly desertified land.

Keywords: land use/cover; remote sensing; GIS; TM; West China; desertification

利用遥感手段监测土地利用和土地覆盖状况, 能弥补常规调查手段的不足。常规调查费用高, 周期长, 需用人员多。由于这些原因, 常规调查一般间隔很长

的一段时间才能进行 1 次, 而遥感调查的特点是费用低, 需用人员少, 作业时间短, 能很快地获得全国的土地利用、土地覆盖现状的图件和数据, 为政府和科研

收稿日期: 2004-03-06 修回日期: 2004-06-18

基金项目: 国家自然科学基金项目(30100129); 中国科学院知识创新工程项目(KZCX1—Y—02)

作者简介: 卫亚星(1969—), 男(汉族), 青海湟源人, 博士, 副教授, 主要从事地理信息系统和遥感的教学与研究工作。已在国内外学术刊物上发表论文 10 余篇。电话(0411) 2159929, E-mail: wyx 9585@sina.com

服务。本文论述了利用 TM 数据进行全数字化解释的方法,以及在陕西省、甘肃省、宁夏回族自治区、青海省、新疆维吾尔自治区和内蒙古自治区西部 6 个地区遥感调查沙漠化面积的结果,以及讨论了 1986—2000 年,这 14 a 来沙漠化的状况,以及林地、草地、耕地变为沙地的数量,并分析了驱动土地利用覆盖变化的原因,提出了防治措施^[1-7]。

1 材料和方法

本次研究选用的 TM 资料是 1986 年和 2000 年的 TM 资料,覆盖陕西省、甘肃省、宁夏回族自治区、青海省、新疆维吾尔自治区和内蒙古自治区西部。

1.1 图像增强

从中国科学院地面卫星接收站购买的 TM 数据必须经过图像增强以后才能使用,常用的方法有线形拉伸、非线性拉伸、直方图均衡化等。拉伸的时候既可以凭借图像标准偏差拉伸,也可以用全景图像像元的最小值和最大值拉伸。

图像增强的目的是将反差很低的原始图像拉大反差,尽量在 0~255 灰度区间内充分展开,便于目视解释和其它分析。增强以后的图像上线形地物明显清晰,不同地物类型的分界线明确,水系和湖泊颜色与周围地物截然不同。

经过增强的 7 个 TM 波段可单个波段全色显示(黑白图像),也可以每 3 个波段随机组合,按红、绿、蓝 3 色合成彩色图像,为判读的需要,可组合成不同的假颜色图像,突出不同的地物信息。充分利用计算机程序灵活方便的优点,可将 TM 图像增强处理到最佳效果,便于分析研究。

遥感图像处理软件很多,常用的有 ERDAS, ERMAPPER, PCI, NV, IDRISI 等。这些软件有基于 Dos 的,也有基于 Windows 或 Unix 的。微型计算机的飞速发展,使原本只能在小型机(如 Vax)或工作站(如 Sun)上进行的遥感图像处理工作,可完全转移到微机上进行。本次研究采用的都是微型计算机。

1.2 几何精纠正

经过增强的图像不带地理坐标,必须进行几何精纠正。从 1:100 000 万的地形图上选取地面控制点(GCP 点),在一景 TM 图像上比较均匀地选取 8 个左右 GCP 点,这些点的地图坐标可用数字化仪输入,也可将地形图上读的坐标值(X, Y)从键盘输入。

图像文件的文件坐标与地图坐标之间建立转换矩阵,像元的 RMS(容许误差)取小于一个像元。因为 TM 像元的大小为 $30\text{ m} \times 30\text{ m}$,故几何精纠正以后的图像的精度在 30 m 以内。

1.3 图像镶嵌及分幅

将纠正过的图像镶嵌到一起,如果相邻两景图像颜色差异较大,可用程序进行修正,消除明显的接缝。这有助于后期判读人员准确地判读地物,在土地利用/覆盖状况的中等尺度分析中有一个统一的标准。根据全国 1:100 000 万地形图的分幅标准,将 TM 镶嵌以后的图像进行切割,文件分割以后文件小了许多,便于存储,同时将文件格式变为 TIF 格式,这便于众多的微机图像处理软件处理,分割以后的图像也便于分配给各个具体工作人员。

1.4 建立图形数据库和属性数据库

本次研究的图形数据库和属性数据库是用 ARC/INFO 建立的,操作系统是 Windows NT 或 2000。在标准分幅的 TM 图像上选取 4 个 TIC 点,用 Create 命令建立 Coverage。各个省和县的行政边界统一使用北京确定的标准 Coverage。

TM 图像显示在微机屏幕上,用鼠标直接进行屏幕数字化。目视解释的直接判读标志是地物的大小、形状、颜色和色调、位置、阴影、结构(图案)、纹理、分辨率、立体外观,间接判读标志是水系、地貌、土质、植被、气候和人文活动。判读人员同时也要依据地学知识和生态学知识对图像进行综合分析。

在目视解释之前,收集了研究区域的许多资料,包括地形图、土地利用现状图、土壤图、草地类型图、森林分布图等。

生物的垂直分布规律有助于解释耕地、林地和草地。例如陕西省秦岭地区林、草、耕地的分布规律,1 800~2 000 m 以下种庄稼,2 000 m 以上为草地,林地同草地在同一高度范围之内成片分布。

考虑各个要素的分布规律。西北地区,居民地有不同颜色,四合院周围有四旁树。在判读动态变化时,了解这一地区的发展快慢,如陇海线附近居民地增加位置在道路周围,在陕南,居民地沿河谷发展。平原地区的耕地、菜地分布在大城市周围,平地大面积的鲜红地块为粮食作物、油菜等。弃耕地与旱地之间难以区分,这主要看地块的高度以及离居民地的距离。沟里有阴影要素,根据沟的陡缓,沟头比较缓,阳光条件好,生长着灌木林。果园的颜色比林地差。

另外,要处理好判读和制图

关系,图斑不能太碎,要进行制图综合。1:100 000 万图的最小图斑面积为 3×3 个像元。另外居民地和耕地的轮廓线不宜弯曲,多为直线。为了便于 ARC/INFO 处理,线条结合处宁可过头也不要接不上,“悬点”处理起来费时费力。

屏幕数字化既可用 Arcedit,也可用 arctools。本

次研究中, 利用 ARC/INFO 的 AML 语言编制了个性化菜单界面, 可快速完成点线之间的切换, 并进行加线、删线、加 label 点、删 label 点等操作, 菜单的编制极大地提高了工作效率。

2 结果与讨论

2.1 土地利用/覆盖分类体系

本次研究采用了 2 级分类系统, 第 1 级按土地经济用途划分为耕地、林地、草地、水域、建设用地和未利用土地 6 大类; 第 2 级主要考虑土地资源的自然属性, 在 1 级地类下按利用方式、经营特点及覆盖特征等不同, 分为 25 个类型。

(1) 耕地: 11 水田, 12 旱地。(2) 林地: 21 有林地, 22 灌木林地, 23 疏林地, 24 其它林地。(3) 草地: 31 高覆盖度草地, 32 中覆盖度草地, 33 低覆盖度草地。(4) 水域: 41 河渠, 42 湖泊, 43 水库坑塘, 44 冰川及永久性积雪地, 45 滩涂, 46 滩地。(5) 建设用地: 51 城镇用地, 52 农村居民地, 53 工矿、交通等建设用地。(6) 未利用土地: 61 沙地, 62 戈壁, 63 盐碱地, 64 沼泽地, 65 裸土地, 66 裸岩石砾地, 67 其它。

将 1986 年和 2000 年甘肃、陕西、宁夏回族自治区、青海省、新疆维吾尔自治区和内蒙古自治区西部的 TM 图像全面解释, 套合各个县的行政边界, 以县为单位统计出 1986 年和 2000 年土地覆盖数据, 以耕地、林地、草地、水域、建设用地和未利用土地 6 大类汇总出陕、甘、宁、青、新、内蒙古西部 6 个地区的数据。未利用土地中沙漠化土地面积的变化, 反映了从 1986—2000 年这 6 个地区的土地沙漠化情况。

2.2 沙漠化土地面积增减情况

从 1986—2000 年这 14 a 来, 西部 6 省区的新增沙漠化土地面积, 以及已沙漠化的土地重新被利用的土地面积如表 1 所示。陕西省新增沙漠化土地面积为 30 837 hm², 已沙漠化土地重新被利用面积为 106 732 hm², 全省 14 a 来沙漠化土地面积减少 75 895 hm², 占全省总面积的 0.40%; 甘肃省新增沙漠化土地面积为 22 103 hm², 已沙漠化土地重新被利用面积为 81 841 hm², 全省 14 a 来沙漠化土地面积减少 59 738 hm², 占全省总面积的 0.10%; 宁夏回族自治区新增沙漠化土地面积为 37 004 hm², 已沙漠化土地重新被利用面积为 38 986 hm², 沙漠化土地面积减少 1 982 hm², 占全自治区总面积的 0.04%; 青海省新增沙漠化土地面积为 130 539 hm², 已沙漠化土地重新被利用面积为 10 138 hm², 全省 14 a 来沙漠化土地面积增加 120 401 hm², 占全省总面积的 0.20%; 新疆维吾尔自治区新增沙漠化土地面积为 974 804 hm², 已沙漠化土地重新被利用面积为 53 959 hm², 全自治区 14 a 来沙漠化土地面积增加 920 845 hm², 占全自治区总面积的 0.60%; 内蒙古自治区西部新增沙漠化土地面积为 414 775 hm², 已沙漠化土地重新被利用面积为 120 hm², 内蒙古 14 a 来沙漠化土地面积增加 414 655 hm², 占内蒙古西部总面积的 2%。以上所述 6 个省自治区总新增沙漠化土地面积为 1 610 062 hm², 已沙漠化土地重新被利用面积为 291 776 hm², 6 省自治区 14 a 来沙漠化土地面积增加 1 318 286 hm², 占这 6 地区总面积的 0.40%。

表 1 从 1986—2000 年中国西部沙漠化土地面积变化

项 目	陕西	甘肃	宁夏	青海	新疆	内蒙古	合计
新增沙漠化土地面积	30 837	22 103	37 004	130 539	974 804	414 775	1 610 062
再利用沙漠化土地面积	106 732	81 841	38 986	10 138	53 959	120	291 776
沙漠化土地面积净变化	- 75 895	- 59 738	- 1 982	120 401	920 845	414 655	1 318 286
净变化面积占该省总土地面积的比例	0.40%	0.10%	0.04%	0.20%	0.60%	2.00%	0.40%

新疆维吾尔自治区新增沙漠化土地面积最大, 主分布在准葛尔盆地南部及塔克拉玛干沙漠周围。

2.3 6 省新增沙漠化土地的来源

澄清新增沙漠化土地的来源有助于帮助我们制定具体的治理生态环境的措施。在该地区 14 a 的土地利用过程中, 驱动土地覆盖发生变化的主要因素是人类活动对环境造成的影响。耕地的废弃, 林地的砍

伐, 荒地的开垦, 把优良草地开垦为农田, 居民地大量侵占城乡周围的高品质农田, 水库及水渠的大量兴建占据了耕地、草地和林地, 交通的飞速发展加快了西部地区物资和人口的流动, 带来了该地区的经济繁荣, 同时侵占了大量的绿色植被。

陕西省新增沙漠化土地面积中, 耕地沙漠化面积最大, 占该省新增沙漠化土地总面积的 63%; 甘肃省

新增沙漠化土地面积中,未利用土地沙漠化面积最大,占该省新增沙漠化土地总面积的 37%;宁夏回族自治区、青海省和新疆维吾尔自治区新增沙漠化土地面积中,草地沙漠化面积最大,占各个省新增沙漠化土地总面积的 64%,70% 和 51%;内蒙古自治区西部新增沙漠化土地面积中,未利用土地沙漠化面积最大,占该地区新增沙漠化土地总面积的 47%。

中国西部新增沙漠化土地主要来自于草地沙漠化,6 省区在 14_a 期间,草地沙漠化面积达到 797 081 hm²,占 6 大类土地类型沙漠化面积的 50%。

大力治理草地沙漠化问题,在西部更显示出其迫切性。我国现在正处于经济腾飞阶段,粮食生产现在已经过剩,利用这大好时机治理生态环境已成众识。包兰铁路沿线的治沙成功,创造了世界奇迹,退耕还林还草已在西部各省全面展开,封山育林,各种节水灌溉措施的实施,能够保水保墒的地膜覆盖种植技术的全面推广,以及耕地承包到户后,农民大规模人工造林的成功,以及现在已经实施的草场承包到户等措施,都对防止西部土地进一步沙漠化起到了积极的作用。西部 6 省区现在呈现出局部地区生态环境得到改善,但整体上土地沙漠化还在加剧。开展长期不懈的

防治措施是保护土地,造福子孙后代的千秋伟业。

[参 考 文 献]

- [1] Wei Yaxing, Chen Quangong. Grassland classification and evaluation of grazing capacity in Naqu Prefecture, Tibet Autonomous Region, China [J]. New Zealand Journal of Agricultural Research, 2001, 44(4): 253—258.
- [2] 董光荣,吴波,慈龙骏,等.我国荒漠化现状、成因与防治对策[J].中国沙漠,1999,19(4):320—332.
- [3] 刘纪远主编.中国资源环境遥感宏观调查与动态研究[M].北京:中国科学技术出版社,1996.296—324.
- [4] 李秀彬.全球环境变化研究的核心领域—土地利用/土地覆被变化的国际研究动向[J].地理学报,1996,51(6):553—558.
- [5] 史培军,等著.土地利用/土地覆盖变化的方法与实践[M].北京:科学出版社,2000.99—110.
- [6] Skole D, Tucker C. Tropical deforestation and habitat fragmentation in the Amazon: satellite data from 1978 - 1988. Science, 1993, 260: 1905—1910.
- [7] 杨新建,刘纪远,张增祥,等.遥感和 GIS 支持下的中国退耕还林还草决策分析[J].遥感学报,2002,6(3):205—211.

(上接第 39 页)

在混交林和大叶相思纯林两大植物群落的植物种类分布最广,均超过 44 科 72 属 83 种,稀树草坡植物群落的植物种类最少,仅有 17 科 19 属 21 种,各林型植物群落植物多样性关系为:稀树草坡植物群落 < 果园植物群落 < 台湾相思纯林植物群落 < 大叶相思纯林植物群落 < 混交林植物群落。各林型植物群落的演替发育水平以混交林植物群落最高,稀树草坡植物群落最低,其优劣次序依次为:混交林植物群落 > 大叶相思纯林植物群落 > 台湾相思纯林植物群落 > 果园植物群落 > 稀树草坡植物群落。

3 问题与建议

在东江流域上杨水土保持试验区通过人工生态林建设进行生态修复,很好地治理了区域内的水土流失,取得了极其显著的水土流失治理成效,研究区内植物群落的变化有利于总结利用生态修复措施来治理水土流失,建设美好山川的成功经验,也有利于推动生态修复成功经验的相互交流与借鉴。

各林型植物群落是典型的次生演替植物群落,人

为因素对生态修复的成林速度起着很大的作用。在试验区早期的生态修复过程中,由于立地条件较差,山体坡面土层薄,土壤贫瘠,早期的植树成活率比较低,成林速度慢;到 20 世纪 90 年代后,随着科学技术的进步,植物栽培(组培)等技术的大力发展和广泛应用,特别是营养袋带土培植技术的应用,使得植树的成活率大大提高,生态修复进程大大加快。因此,在生态修复环境建设过程中,一方面,既要充分研究和利用当地有利的土壤、气候等自然资源条件(比如南方地区的雨量资源等等),适时开展人工生态修复工作,另一方面,要依靠科技进步,运用新技术新方法来治理水土流失,科学地运用各种水土保持措施进行综合防治,以期取得事半功倍的水土流失治理效果。

[参 考 文 献]

- [1] 廖安中,等.东江流域水土流失区水土资源评价[J].水土保持研究,1997,4(3):78—89.
- [2] 周利民,邓岚,等.东江流域上杨水土保持试验区植被调查报告[R].1995.
- [3] 广东省植物研究所编著.广东植被[M].北京:科学技术出版社,1976.11.