

doi: 10.6046/gtzyyg.2012.04.15

水蚀荒漠化信息自动提取方法研究

葛佳¹, 张子鸣², 吴成³, 詹骞³, 孙永军⁴

(1. 中国地质大学, 武汉 430074; 2. 中国冶金地质总局西北局, 西安 710119;
3. 中国地质大学, 北京 100083; 4. 中国国土资源航空物探遥感中心, 北京 100083)

摘要: 针对黄土高原地区水蚀荒漠化较为严重这一问题, 建立了一套基于 ETM⁺ 遥感数据和地理信息系统的水蚀荒漠化信息自动提取的技术方法体系, 并对其信息提取精度进行了评价。该方法以 NDVI(归一化植被指数)、KT3(KT 变换后的湿度信息)、slope(坡度)、DEM(高程)及典型地物光谱数据作为水蚀荒漠化分类的特征波段, 构建了决策树分类规则, 有效剔除了研究区非水蚀荒漠化信息; 引入面向对象多尺度分割技术, 以坡度(slope)、沟谷密度(gully density)和植被覆盖度(vegetation coverage)等作为水蚀荒漠化程度分级的特征波段, 通过层次分析法(analytic hierarchy process)确定特征波段的分割权重, 实现了水蚀荒漠化程度的分级。该方法提取结果与目视解译结果的总体一致性为 82.8%。

关键词: 水蚀荒漠化; 信息提取; 面向对象; 层次分析法

中图分类号: TP 79 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-070X(2012)04-0088-07

0 引言

荒漠化概念的提出距今已有半个世纪。半个世纪以来, 众多学者对此问题进行了大量的研究, 主要集中在对干旱、半干旱区水蚀荒漠化的发生原因^[1]、影响因素^[2]、动态监测^[3]、危害评估和防治措施^[4]等方面, 而针对水蚀荒漠化的研究则相对较少。《联合国关于在发生严重干旱和/或沙漠化的国家特别是在非洲沙漠化的公约》^[5]对水蚀荒漠化的定义为: 流水作用下的荒漠化土地, 由于人为活动、气候等因素造成地表植被破坏从而导致严重的流水侵蚀, 使土地生产力严重下降直至丧失, 出现以劣地或石质坡地为标志的土地严重退化。目前水蚀荒漠化的研究多注重侵蚀预测预报模型^[6]、侵蚀机理和原因以及小流域综合治理模式^[7]等方面, 而应用遥感和 GIS 手段自动提取水蚀荒漠化信息^[8-9]进而研究区域水蚀荒漠化空间格局^[10-11]并对其进行动态监测^[12]的成果则较少。

王香鸽等^[9]探讨了“3S”技术在水蚀荒漠化研究中的具体应用方法, 完成了黄土高原水蚀荒漠化现状图的制作; 周忠学等^[11]基于 MapGIS 平台和遥感图像资料, 通过对黄土高原水蚀荒漠化特点、成因和产生机制的探讨, 提出了针对典型区域的防治模式。本次研究以黄土高原地区为例, 结合水蚀荒漠化定义和与非水蚀荒漠化提取要素的对比, 加入湿度因子(KT 变换后的湿度变量 KT3), 并系统探讨了水蚀荒漠化信息自动提取的技术方法。

1 研究区概况与数据源

1.1 研究区概况

研究区介于 N38°15'00"~39°15'00" E110°40'00"~112°13'30"之间, 包括了吕梁山西北、毛乌素沙漠以东的区域, 西部为黄土高原丘陵沟壑区(图 1)所示。

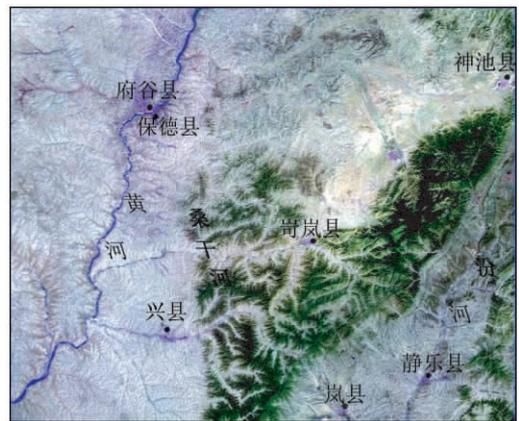


图 1 研究区 ETM⁺ 7(R) 4(G) 3(B) 假彩色合成图像
Fig.1 ETM⁺ 7(R) 4(G) 3(B) false color composite image of study area

受新生代喜山运动抬升的影响, 上覆第四系形成了现代黄土丘陵与山地地貌。由于其岩性软弱, 侵蚀切割严重, 沟谷系统非常发育。在现代沟谷下切强烈的地方, 受地下水的浸泡和润滑, 水蚀荒漠化程度严重。区内平均海拔约 1 370 m; 发育的一二级河流主要有黄河、汾河。经过漫长的自然侵蚀和

收稿日期: 2012-03-20; 修订日期: 2012-08-21

基金项目: 中国地质调查局“黄河流域基础地质环境遥感调查与监测”项目(编号: 1212010510512)资助。

人类扰动,其土壤贫瘠,水土流失严重,生态环境十分脆弱,为全球水蚀荒漠化最严重的地区之一。

1.2 数据源及数据处理

本研究所用数据包括: ETM+ 图像 1 景,数据接收日期为 2002 年 7 月; SRTM 高程数据(90 m 分辨率)6 幅; 1:5 万比例尺地形图 28 幅; 水蚀荒漠化人工目视解译成果 1 份。

对 ETM+ 图像进行高保真光谱融合处理; 采用 SRTM 数据对融合后的图像进行正射校正; 结合 1:5 万比例尺地形图和选取的地面控制点,运用二次线性内插法对图像进行几何纠正,最后得到的图像纠正精度为 20 m。

2 水蚀荒漠化信息自动提取

本研究所建立的水蚀荒漠化信息自动提取工作流程如图 2 所示。

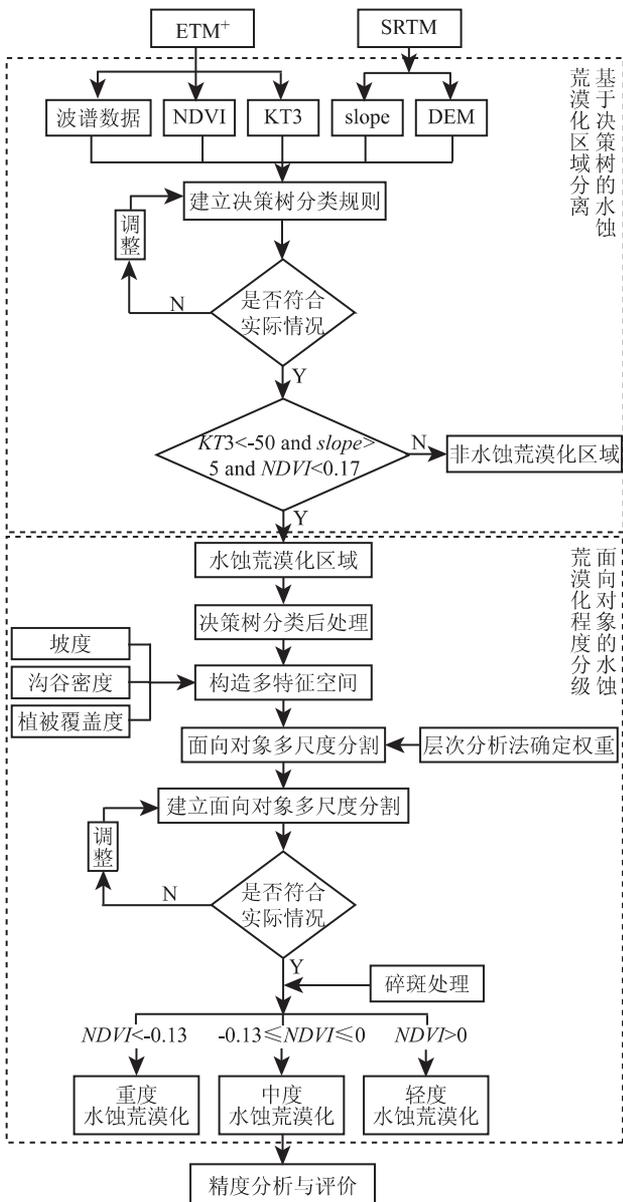


图 2 研究区工作流程
Fig.2 Flow chart of study area

该流程主要包括“基于决策树的水蚀荒漠化区域分离”和“面向对象的水蚀荒漠化程度分级”2 部分内容,辅以数据预处理、特征波段选择及多特征空间^[13]的建立、层次分析法、面向对象分类规则等多元数据处理方法。根据植被盖度、沟谷密度和坡度 3 个评价指标,构建一套较为完善的 1:25 万比例尺的水蚀荒漠化信息自动提取方法体系。

2.1 基于决策树的水蚀荒漠化区域分离

本研究在分析黄土高原研究区典型地物光谱特征的基础上,提出了一种全新的水蚀荒漠化信息决策树分离体系。即以 NDVI,KT3,slope,DEM 及典型地物光谱数据共同构成研究区的特征波段(如图 3 所示),进而构建决策树分类规则。

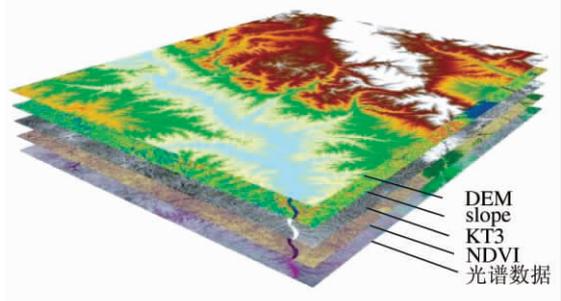


图 3 研究区特征波段组合
Fig.3 Characteristic bands in study area

具体做法是:通过典型地物的光谱特征确定研究区内所包含的典型地物类型;利用二维散点图和交互式分析功能确定各种地物类型在 NDVI,KT3,slope 以及 DEM 特征空间的分布阈值,进而确定用于区别水蚀荒漠化信息和非水蚀荒漠化信息的阈值。

研究区各特征波段的产生过程及其意义:①NDVI 为归一化植被指数,由 ETM+ 相关波段计算产生^[14] 主要为后续分类提供植被信息;②KT3 为 ETM+ 数据经过 KT 变换(缨帽变换)后的第 3 分量^[14] 主要为后续分类提供湿度信息;③slope 为通过 ENVI 软件中的 Topographic Modeling 模块对 DEM (本文所用数据为 3S 分辨率的 SRTM 高程数据)进行三维分析得到,主要为后续分类提供坡度信息;④DEM 为由收集到的 SRTM 数据经坐标转换后形成的数字高程数据,主要为后续分类提供高程信息。

本研究运用 ENVI 软件中的决策树分类工具实现了水蚀荒漠化区域的分离。分离过程主要包括以下 4 个步骤:

- 1) 数据处理及特征波段的确定;
- 2) 建立决策树分类规则;
- 3) 使用决策树规则提取水蚀荒漠化信息;
- 4) 分类后处理。

其中,“建立决策树分类规则”和“使用决策树规则提取水蚀荒漠化信息”2 个步骤组成了一个循环体,目的在于可以实时完善水蚀荒漠化信息提取的决

策树规则 从而达到最优效果。最终建立的分离水蚀

荒漠化区域决策树体系如图 4 所示。

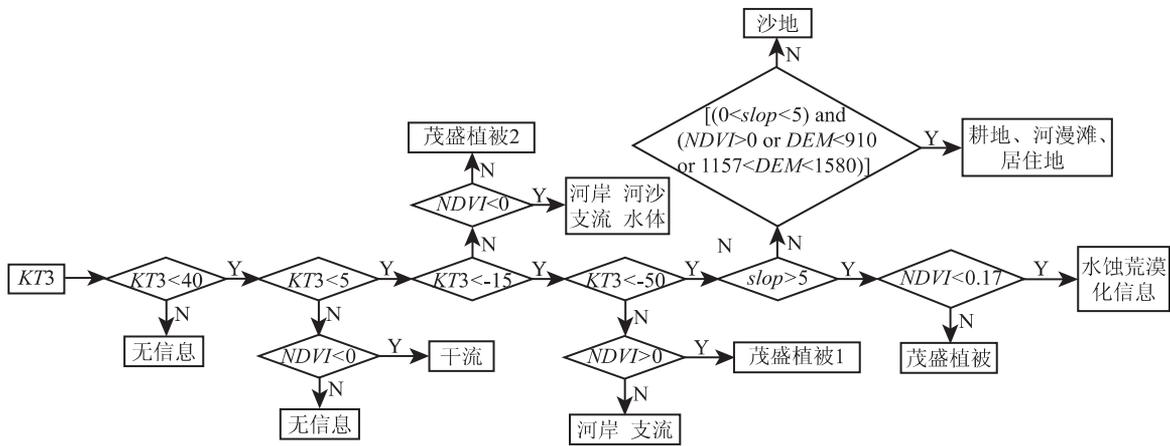


图 4 水蚀荒漠化区域分离决策树体系

Fig. 4 Separation decision - tree system of water - erosion desertification area

研究区内水蚀荒漠化信息提取过程如图 5 所示。

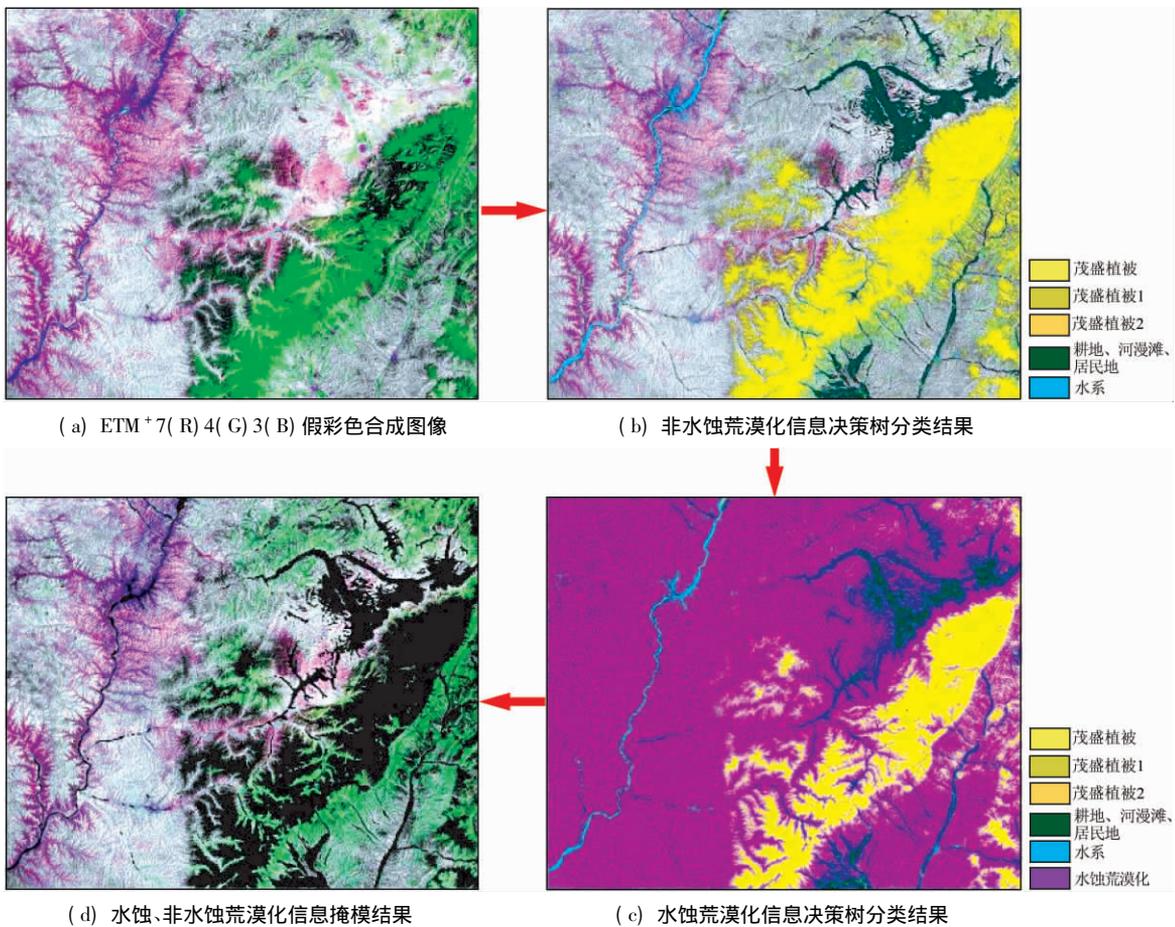


图 5 研究区水蚀荒漠化信息提取过程

Fig. 5 Water - ersion desertification information extraction process

该方法的优点在于：①此种分类规则体系对地物的分类具有很好的系统性，能让分析人员清楚地把握决策树的分类规则，而不用考虑波段的选择及多种地物的光谱曲线差别；②融合光谱、植被指数、湿度、高程及坡度等多种数据建立多特征波段，丰富了研究区信息；③以地物光谱特征为依据建立的这种方法具有可重复性。

2.2 面向对象的水蚀荒漠化程度分级

面向对象信息提取技术^[15-16]以相同特征上“同质均一”的图块对象为基本分析单元，并综合考虑了地物的光谱特征、纹理特征和空间关系等，在图像分割后对对象采用智能计算模型进行地物提取和分类，其信息提取精度更高。这对于具有丰富空间特征信息的水蚀荒漠化信息的提取具有很好的适用性。相

对于单个像素,研究区基于多种特征空间分割后的均质影像对象可生成大量的地物新信息。除光谱特征外,还具有形状、纹理、植被覆盖度、坡度、沟谷密度和尺度相关特征等语义信息。

本次研究采用 eCognition Developer 软件^[17]的面向对象分类功能实现了水蚀荒漠化程度的分级。该过程主要包括以下 5 个步骤:

1) 多特征波段的构建。本次研究水蚀荒漠化程度以植被覆盖度、坡度和沟谷密度作为分级指标。因此,在进行面向对象分类之前,需建立以植被覆盖度、坡度和沟谷密度构成的多特征空间。

植被覆盖度为影像分割对象的 NDVI 平均值。

坡度由经过面向对象多尺度分割后的各个影像对象的平均坡度值构成。

沟谷密度是指在一个特定的区域内,地表单位面积内沟谷的总长。数学表达式为: $D = \sum L/A$ (D 为沟谷密度 km/km^2 ; $\sum L$ 指特定区域面积内的沟谷总长度 km ; A 指特定区域面积 km^2)。研究区沟谷密度空间的建立是基于研究区的 DEM 数据,通过水文分析^[18]等多种分析技术实现。

2) 特征波段权重的确定。采用 Saaty^[19]提出的比较标度法,对去除了非水蚀荒漠化信息的特征波段进行两两比较,得出特征波段重要性标度(表 1)。

表 1 特征波段重要性标度

Tab. 1 Importance scale of characteristic bands

特征波段	植被覆盖度	坡度	沟谷密度
植被覆盖度	1	4	6
坡度	0.25	1	2
沟谷密度	0.167	0.5	1

由表 1 构建的判断矩阵为

$$B = \begin{pmatrix} 1 & 4 & 6 \\ 0.25 & 1 & 2 \\ 0.167 & 0.5 & 1 \end{pmatrix}, \quad (1)$$

进而,采用和积法计算准则层各元素的排序权重,并通过一致性检验,最终得出植被覆盖度、坡度及沟谷密度等特征波段的权重依次为 0.70、0.19 和 0.11。

3) 面向对象的多尺度分割。面向对象应用的一个前提条件是保证影像多尺度分割后产生的对象在绝大部分区域内由一种地物占主要地位。由于遥感图像上丰富的空间结构信息和地理特征信息提取需要在多种不同的尺度下进行,因此面向对象应用成功与否的关键在于对图像分割的合理性。因此,在分割程序执行中,除设置尺度参数控制的阈值外,还需通过设置每个图像层的权值、光谱(颜色)、形状异质性计算的权值、紧密度和平滑度的权值等参

数来控制分割算法的分割结果。

对参与水蚀荒漠化程度分级的特征波段分别进行分割尺度为 100、60、30、15 等 4 次分割实验。相比较而言,100 分割尺度下的分割对象过于粗略,15 分割尺度下的分割对象过于细碎。这 2 种分割尺度都不利于影像特征的分割和影像对象的进一步分类。经过综合分析后认为,采用 30 作为分割尺度得到的影像对象不仅能很好地集合各种特征,而且有利于下一步的对象分类。相对而言,颜色指数(color)和形状指数(shape)略为次要,赋值 0.3;表面复杂度指数(compactness)采用默认阈值 0.5。

因此,在面向对象多尺度分割技术中,各特征波段权重值(image layer weight)分别为:植被覆盖度为 0.70,坡度为 0.19,沟谷密度为 0.11;分割尺度为 30;形状指数为 0.3;表面复杂度指数为 0.5。研究区去除了非水蚀荒漠化信息的面向对象多尺度分割结果如图 6 所示。

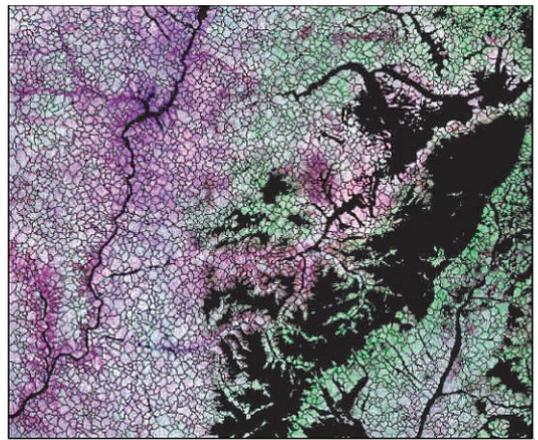


图 6 研究区面向对象的多尺度分割结果

Fig. 6 Object-oriented multi-scale segmentation result of study area

4) 水蚀荒漠化程度分级。通过分析各特征波段直方图的连续统去除曲线,有助于把握研究区的特征分布,便于水蚀荒漠化程度分级中的各项阈值设定。

从特征波段直方图的连续统去除曲线得知,植被覆盖度特征波段(NDVI)的阈值集中在(-0.5, 0.5)之间,在-0.125 阈值附近具有最大频率;坡度特征波段的阈值在(10, 20)之间具有最高的频率;沟谷密度特征波段的阈值集中在(1, 3)之间。在进行多次实验后得知,NDVI > 0 的影像对象水蚀荒漠化程度低,NDVI < -0.13 的影像对象水蚀荒漠化程度高,-0.13 ≤ NDVI ≤ 0 的影像对象则具有中等水蚀荒漠化程度。

基于此,通过循环试验,逐步确定面向对象的分类规则,最终实现水蚀荒漠化程度的分级,如图 7 所示。

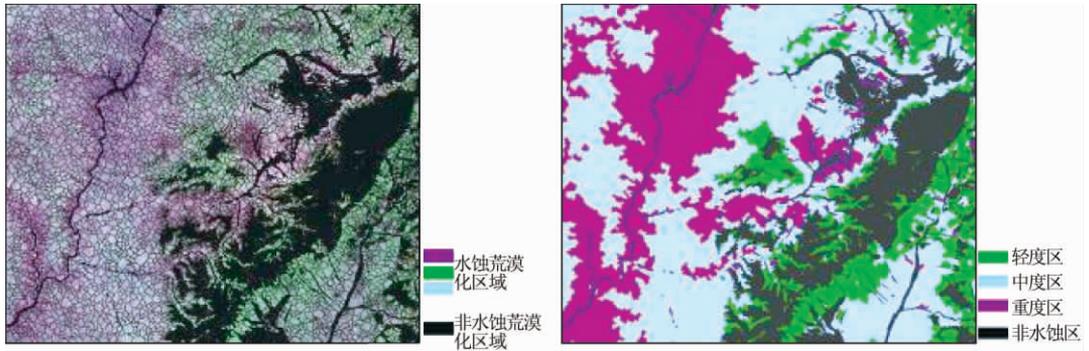


图 7 研究区水蚀荒漠化区域(左)及程度分级(右)

Fig. 7 Water – erosion desertification area(left) and classification degree (right) of study area

5) 分类后处理。分类后处理主要遵循“相同地物具有空间分布的连续性特征”这一基本规律,建立相应的计算规则,对信息自动提取结果中存在的碎屑多边形进行消除,使得分类结果更贴近实际情况。

3 精度评价

3.1 一致性评价

将计算机自动提取结果与目视解译分级结果进行叠加分析,构建二者之间关系(表 2、表 3)。

表 2 研究区水蚀荒漠化自动提取与目视解译面积一致性分析

Tab.2 Water – erosion desertification area consistency analysis between automatic extraction and visual interpretation of study area (km²)

目视解译	自动提取			
	非水蚀	轻度	中度	重度
非水蚀	4 533	205	216	117
轻度	76	796	208	92
中度	83	416	4 862	471
重度	18	170	653	2 937

表 3 研究区水蚀荒漠化自动提取与目视解译百分比一致性分析

Tab.3 Water – erosion desertification percentage consistency analysis between automatic extraction and visual interpretation of study area (%)

目视解译	自动提取			
	非水蚀	轻度	中度	重度
非水蚀	89.4	4.0	4.3	2.3
轻度	6.5	67.9	17.8	7.8
中度	1.4	7.1	83.4	8.1
重度	0.5	4.5	17.3	77.7

从表 2、表 3 可见,对于非水蚀荒漠化区域,计算机自动提取结果与目视解译结果的一致性最高,达到 89.4%; 中度水蚀荒漠化与重度水蚀荒漠化一致性次之,分别为 83.4%和 77.7%; 轻度水蚀荒漠化一致性最低,为 67.9%。计算机自动提取结果与目视解译结果相比的一致性达到了 82.8%,且二者之间保持了良好的线性关系,分级结果也基本能够反映研究区内水蚀荒漠化的真实情况。

3.2 精度评价分区图及差异分析

将黄土高原实验区内目视解译分级结果与计算机自动提取结果进行叠加和属性归并;对叠加结果进行赋色,形成精度评价分区图(图 8)。使用该图可对两者之间的差异进行精细分析。

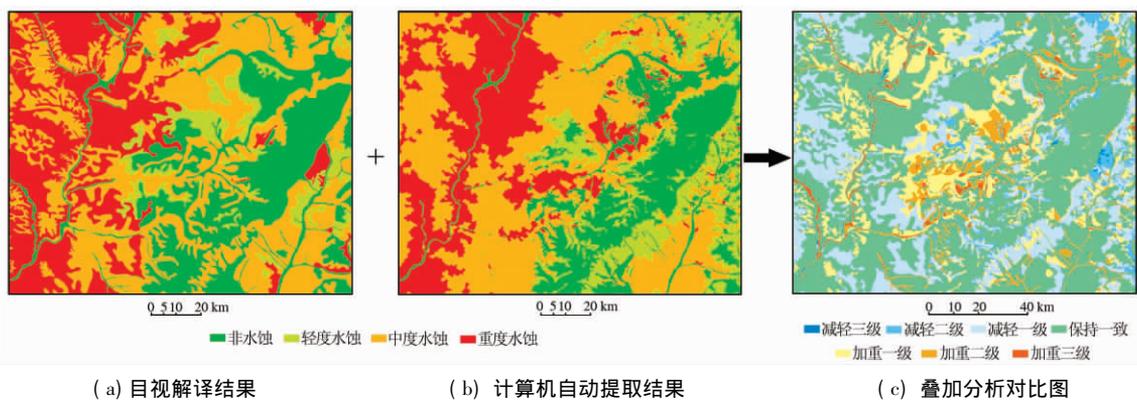


图 8 研究区水蚀荒漠化精度评价分区

Fig. 8 Experimental zone of study area automatic extraction of water – erosion desertification classification

从图8可知,目视解译和计算机自动提取结果存在一定的差别,主要表现在对水蚀荒漠化程度分级的不同:目视解译受解译人员经验以及遥感影像本身质量的影响会存在误差;计算机自动提取受分类指标和算法等因素的影响也会使结果发生偏差。

4 结论

本文在国内外荒漠化信息提取研究的基础上,通过实验研究,取得了以下主要认识和成果:

1) 创建了一种全新的水蚀荒漠化信息提取决策树分类体系。该体系通过建立研究区的多个特征波段,构建了决策树分类规则,较好地剔除了非水蚀荒漠化信息。

2) 将层次分析法引入面向对象多尺度分割工作,以层次化、数量化、模型化的数学手段代替人的决策思维,使得分割依据更加可靠。

3) 建立起一套新的水蚀荒漠化信息提取工作流程:通过决策树方法剔除非水蚀荒漠化信息;使用面向对象分类技术对水蚀荒漠化程度进行分级。

参考文献(References):

- [1] 王效科, 欧阳志云, 肖寒, 等. 中国水土流失敏感性分布规律及其区划研究[J]. 生态学报, 2001, 21(1): 14-19.
Wang X K, Ouyang Z Y, Xiao H, et al. Distribution and Division of Sensitivity to Water-caused Soil Loss in China[J]. Acta Ecologica Sinica, 2001, 21(1): 14-19 (in Chinese with English Abstract).
- [2] 张宏, 林先成, 李世强. 荒漠化评价指标体系的等级系统研究[J]. 四川师范大学学报: 自然科学版, 2005, 28(3): 358-361.
Zhang H, Lin X C, Li S Q. Studies on Hierarchical System of Desertification Assessment Index System[J]. Journal of Sichuan Normal University: Natural Science Edition, 2005, 28(3): 358-361 (in Chinese with English Abstract).
- [3] 吴波, 苏志珠, 杨晓晖, 等. 荒漠化监测与评价指标体系框架[J]. 林业科学研究, 2005, 18(4): 490-496.
Wu B, Su Z Z, Yang X H, et al. A Framework of Indicator System for Desertification Monitoring and Evaluation[J]. Forest Research, 2005, 18(4): 490-496 (in Chinese with English Abstract).
- [4] 李秀彬, 马志尊, 姚孝友, 等. 北方土石山区水土流失现状与综合治理对策[J]. 中国水土保持科学, 2008, 6: 9-15.
Li X B, Ma Z Z, Yao X Y, et al. Current Status and Comprehensive Control Strategies of Soil Erosion for Rocky Mountain Areas in the Northern China[J]. Science of Soil and Water Conservation, 2008, 6(1): 9-15 (in Chinese with English Abstract).
- [5] 中华人民共和国林业部防治沙漠化办公室. 联合国关于在发生严重干旱和/或沙漠化的国家特别是在非洲防治沙漠化的公约[M]. 北京: 中国林业出版社, 1994.
Combating Desertification of the People's Republic of China Ministry of Forestry Office. Elaboration of an International Convention to Combat Desertification in Experiencing Serious Drought and or Desertification Particularly in Africa[M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 1994 (in Chinese).
- [6] 傅伯杰, 汪西林. DEM在研究黄土丘陵沟壑区土壤侵蚀类型和过程中的应用[J]. 水土保持学报, 1994, 8(3): 17-21.
Fu B J, Wang X L. The Application of DEM in Studying Soil Erosion Type and Process in the Loess Hilly and Gully Area[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 1994, 8(3): 17-21 (in Chinese with English Abstract).
- [7] 陈志清. 福建省长汀县河田镇的水蚀荒漠化及其治理[J]. 地理科学进展, 1998, 17(2): 65-70.
Chen Z Q. Desertification Induced by Water Erosion and its Combat of Hetian Town in Changding County, Fujian Province[J]. Journal of Progress in Geography, 1998, 17(2): 65-70 (in Chinese with English Abstract).
- [8] 王建, 董光荣, 李文君, 等. 利用遥感信息决策树方法分层提取荒漠化土地类型的研究探讨[J]. 中国沙漠, 2000, 20(3): 243-247.
Wang J, Dong G R, Li W J, et al. Primary Study on the Multi-layer Remote Sensing Information Extraction of Desertification Land Types by Using Decision Tree Technology[J]. Journal of Desert Research, 2000, 20(3): 243-247 (in Chinese with English Abstract).
- [9] 王香鸽, 孙虎, 李智佩, 等. “3S”技术在水蚀荒漠化研究中的应用[J]. 水土保持学报, 2003, 17(4): 82-85.
Wang X G, Sun H, Li Z P, et al. Waterpower Desertification in Loess Plateau Region by Using 3S Technology[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2003, 17(4): 82-85 (in Chinese with English Abstract).
- [10] 黄土高原地区资源与环境遥感系列图编委会. 黄土高原地区资源与环境遥感调查和系列制图研究[M]. 北京: 地震出版社, 1992.
Resources and Environment Remote Sensing Series of Figure Editorial Board in Loess Plateau. Resources and Environmental Remote Sensing Investigation and a Series of Mapping Studies in the Loess Plateau[M]. Beijing: Seismological Press, 1992 (in Chinese).
- [11] 周忠学, 孙虎, 李智佩. 黄土高原水蚀荒漠化发生特点及其防治模式[J]. 干旱区研究, 2005, 22(1): 29-34.
Zhou Z X, Sun H, Li Z P. Study on Mechanism of Water-eroded Desertification and its Control in the Loess Plateau[J]. Arid Zone Research, 2005, 22(1): 29-34 (in Chinese with English Abstract).
- [12] 高志海, 魏怀东, 丁峰. 基于3S技术的荒漠化监测技术系统研究[J]. 遥感技术与应用, 2002, 17(6): 330-336.
Gao Z H, Wei H D, Ding F. Study on Desertification Monitoring System Based on Remote Sensing, GIS and GPS[J]. Remote Sensing Technology and Application, 2002, 17(6): 330-336 (in Chinese with English Abstract).
- [13] 杨桃, 刘湘南, 张柏, 等. 基于多特征空间的遥感信息自动提取方法[J]. 吉林大学学报: 地球科学版, 2005, 35(2): 257-260.
Yang G, Liu X N, Zhang B, et al. An Automatic Extraction Method of Remote Sensing Information Based on Multi-characters Space[J]. Journal of Jilin University: Earth Science Edition,

- 2005, 35(2): 257–260(in Chinese with English Abstract) .
- [14] 汤国安, 张友顺, 刘咏梅, 等. 遥感数字图像处理[M]. 北京: 科学出版社, 2003.
Tang G A, Zhang Y S, Liu Y M, et al. Remote Sensing Digital Image Processing [M]. Beijing: Science Press, 2003 (in Chinese) .
- [15] 陈云浩, 冯通, 史培军. 基于面向对象和规则的遥感影像分类研究[J]. 武汉大学学报: 信息科学版, 2006, 31(4): 316–320.
Chen Y H, Feng T, Shi P J, et al. Classification of Remote Sensing Image Based on Object Oriented and Class Rules[J]. Geomatics and Information Science of Wuhan University, 2006, 31(4): 316–320(in Chinese with English Abstract) .
- [16] 孙永军, 童庆禧, 秦其明. 利用面向对象方法提取湿地信息[J]. 国土资源遥感, 2008(1): 79–82.
Sun Y J, Tong Q X, Qin Q M. The Object-oriented Method for Wetland Information Extraction[J]. Remote Sensing for Land and Resources, 2008, 19(1): 79–82(in Chinese with English Abstract) .
- [17] 牛春盈, 江万寿, 黄先锋, 等. 面向对象影像信息提取软件 Feature Analyst 和 eCognition 的比较[J]. 遥感应用, 2007, 2: 66–70.
Niu C Y, Jiang W S, Huang X F, et al. Analysis and Comparison Between two Object-oriented Information Extraction Software of Feature Analyst and eCognition[J]. Remote Sensing Information, 2007(2): 66–70(in Chinese with English Abstract) .
- [18] 汤国安, 杨昕. ArcGIS 地理信息系统空间分析实验教程[M]. 北京: 科学出版社, 2006.
Tang G, Yang X. The Spatial Analysis Experimental Tutorial of a Geographic Information System Called ArcGIS [M]. Beijing: Science Press, 2006(in Chinese) .
- [19] Saaty T L. The Analytical Hierarchy Process [M]. New York: McGraw-hill Company, 1980.

A Study of Automatical Information Extraction Method of Water – erosion Desertification

GE Jia¹, ZHANG Zi-ming², WU Cheng³, ZHAN Qian³, SUN Yong-jun⁴

(1. China University of Geosciences, Wuhan 430074, China; 2. Northwest Bureau of China Metallurgical Geology Bureau, Xi'an 710119, China; 3. China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 4. China Aero Geophysical Survey and Remote Sensing for Land and Resources, Beijing 100083, China)

Abstract: In this paper, part of the loess plateau was chosen as the study area. A set of automatic information extraction methods for water – erosion desertification was proposed by using the ETM⁺ images obtained in this area and on the basis of remote sensing data and geographic information system. NDVI (normalized difference vegetation index), KT3 (KT transform, humidity), slope, DEM (elevation) and typical feature spectral data were used to establish the characteristic bands of the study area, and then a decision tree classification rule could be constructed, which could exclude the non – water erosion desertification information effectively in the study area. The object-oriented multi-scale segmentation technology was adopted, and the slope, gully density and vegetation coverage were taken as the characteristic bands of the water – erosion desertification classification. With the building of the multi-features space, the weight value was determined by the analytic hierarchy process, which also served as the classification index of the water – erosion desertification. The consistency of the evaluation between the automatic extraction results and the visual interpretation results shows a good linear relationship, with the overall consistency reaching 82.8%.

Key words: water – erosion desertification; information extraction; object-oriented segmentation; analytic hierarchy process

第一作者简介: 葛佳(1991–),女,本科生,就读于中国地质大学(武汉)地质学专业。E-mail: hughfurydemon@126.com。

(责任编辑: 刁淑娟)