

基于 RS 和 GIS 的松辽平原黑土信息提取

邢宇, 姜琦刚^{*}, 李远华, 崔瀚文, 林楠

(吉林大学地球探测科学与技术学院, 长春 130026)

摘要: 为保护黑土资源并使其可持续利用, 基于 ASTER 数据采用多元逐步回归方法估算了黑土有机质含量, 利用决策二叉树方法和 DEM 数据等提取了黑土信息。结果表明: 基于 ASTER 数据可快速有效地提取黑土信息; 当土壤有机质质量分数低于 2% 时, 估算有机质的模型精度受到土壤反射特性的制约而误差较大; 在 GIS 支持下充分利用辅助信息可提高黑土的提取精度, 使提取的黑土信息更准确可靠; 根据研究得到松辽平原黑土带北起黑河市, 南至昌图县, 现有黑土总面积 51 360.15 km², 其中黑龙江、吉林、辽宁省的黑土面积依次递减, 分别是 35 377.43、12 511.71 和 2 775.46 km², 而且黑土有机质含量随经度或纬度的增加呈现出逐渐升高的趋势。该研究对黑土信息的快速提取、黑土资源的保护和可持续利用、区域农业可持续发展均具有重要意义。

关键词: 边界条件, 遥感, 地理信息系统, 黑土, 有机质, 定量分析, 松辽平原

doi: 10.3969/j.issn.1002-6819.2010.10.036

中图分类号: TP79

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2010)-10-0212-06

邢宇, 姜琦刚, 李远华, 等. 基于 RS 和 GIS 的松辽平原黑土信息提取[J]. 农业工程学报, 2010, 26(10): 212—217.
Xing Yu, Jiang Qigang, Li Yuanhua, et al. Extracting phaeozem information in Songliao Plain based on remote sensing and GIS[J]. Transactions of the CSAE, 2010, 26(10): 212—217. (in Chinese with English abstract)

0 引言

黑土是地球上最为宝贵的不可再生的稀有资源之一, 目前世界上仅存有 3 个黑土带, 分别是乌克兰、密西西比河流域和中国东北地区。土壤有机质多少是衡量土壤肥力的重要指标之一^[1]。与其他土壤相比, 黑土土壤有机质含量高, 养分供给能力强, 非常适合作物生长, 是粮食产量的重要保障, 这对于一个人均耕地只占世界 43% 的人口大国来说, 无疑是极其重要的战略资源。中国自 20 世纪 60 年代大规模开荒垦植黑土以来, 人类活动不断加强, 同时黑土受自然环境地质因素的影响, 该区农业生态环境受到破坏^[2], 黑土资源的质量和数量逐年下降, 严重威胁到当地农业生产和粮食安全, 所以全面掌握黑土带分布状况已迫在眉睫。一部分学者以传统土壤调查的方法确定黑土分布, 其黑土边界较为笼统, 而且工作周期长。遥感技术具有高时间分辨率和宏观监测能力, 大大减轻了传统土壤调查的工作量。中国科学院采用光谱角度匹配方法提取了黑龙江省黑土边界^[3], 但由于精度的限制, 很难同时满足整个黑土带边界的提取。国内外对土壤有机质含量的估算进行了大量研究^[4-6], 主要方法概括有利用植被指数、基于地面非成像光谱仪和直接利用遥感影像估算有机质含量。但他们大多针对某一地区建立模型, 主要反映土壤有机质的分布规律, 其方法应用在黑土中还较少。只有个别学者利

用高光谱反射率模型估算了黑龙江省黑土有机质含量^[7-8], 但不适合宏观上对黑土边界的快速提取。本文基于 RS 与 GIS 技术, 利用 ASTER 遥感影像, 结合 DEM 等信息, 运用多元逐步回归、决策二叉树等方法进行黑土信息提取研究, 可快速得到可靠详尽的黑土带信息, 为黑土资源的保护和可持续利用提供数据支持。

1 研究区与黑土定义

1.1 研究区概况

松辽平原位于中国东北地区, 西临大兴安岭, 北依小兴安岭, 东至张广才岭、千山, 南濒辽东湾, 平原边缘集中分布有连片黑土。松辽平原黑土带年平均气温 0.5~6℃, 夏季温暖湿润, 冬季漫长而寒冷。年平均降水量 450~650 mm, 季节分布不均, 其中 7—9 月占全年降水量 50% 以上, 冬季雪量很少, 季节性冻层普遍。土壤冻结深度达 1.5~2.0 m, 延续时间长达 120~200 d。自然植被为林间杂类草甸, 当地称为“五花草甸”。松辽平原黑土耕种指数高, 是该区主要的耕作土壤, 每年向国家交售 150 亿 kg 的商品粮, 黑土区同时又是甜菜、亚麻、向日葵、大豆等经济作物的主要产区。

1.2 黑土定义

黑土是湿润或半湿润地区草原化草甸植被下, 具有深厚腐殖质积累和淋溶过程的土壤, 其有机质含量较高, 全剖面无石灰反应, pH 值为 6.5~7.0 中性反应的土壤。自然土壤腐殖质质量分数 50~80 g/kg, 耕种化土壤腐殖质质量分数 20~40 g/kg, 向下呈舌状过渡, 盐基饱和度 >70%^[9]。根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190—1996), 以全国土壤侵蚀类型区划二级类型区划分中关于东北黑土区的定义和描述“以形态学原则(地质、地貌、土壤)为依据”, 将东北黑土区范围界定为“大小兴安岭和长白

收稿日期: 2009-12-14 修订日期: 2010-10-07

基金项目: 中国地质调查局资助项目(1212010510613)

作者简介: 邢宇(1982—), 女, 山西太原人, 博士生, 主要从事环境遥感与 GIS 应用研究。长春 吉林大学地球探测科学与技术学院, 130026。
Email: xingyurs@163.com

*通信作者: 姜琦刚(1964—), 男, 江苏江阴人, 所长, 博士生导师, 主要从事 GIS 与遥感地学环境研究。长春 吉林大学地球探测科学与技术学院, 130026。Email: jiangqigang@jlu.edu.cn

山以及其所围绕的地区、三江平原、松花江辽河冲积平原（不包括科尔沁沙地）”。

2 材料与方法

2.1 有机质定量反演方法

黑土的有机质含量远比其他土壤高，由于植被覆盖对土壤光谱特征影响较大，本文主要选取 2006 年 4 月末—5 月春耕前裸土的 ASTER 遥感影像进行土壤有机质含量的定量反演，以比较土壤有机质含量高低为主，辅助野外考察和相关资料，达到区别黑土和其他土壤的目的。

2.1.1 土壤样品采集

依据中国科学院南京土壤所提供的 1:500 000 黑土土壤分布图，制定黑土带的采样路线。由于采样区域较大，采取由南向北逐渐推移，从长春市到嫩江县贯穿黑土带；并且东西方向横跨黑土带，从依安县、林甸县到宾县（图 1）。采样时间是 2006 年和 2007 年 5 月，选择有代表性地段采取样品，用 GPS 记录样点的经纬度，并详细描述采样环境。将 80 个土样送往中国科学院东北地理与农业生态研究所检测，得到黑土有机质含量实测值，其数值分布情况如图 2，样品平均值为 4.33%。

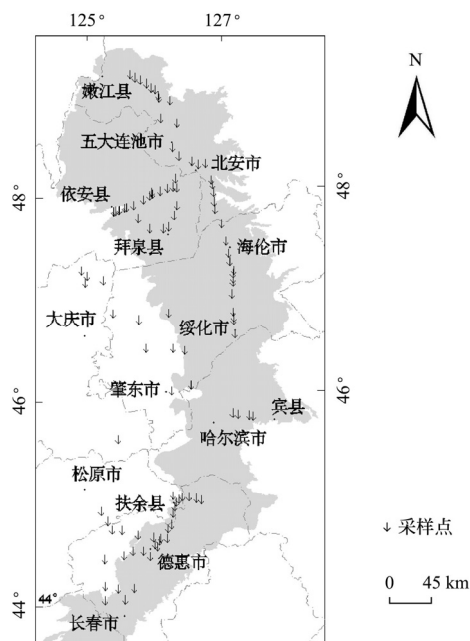


图 1 采样点分布

Fig.1 Distribution of sampling points

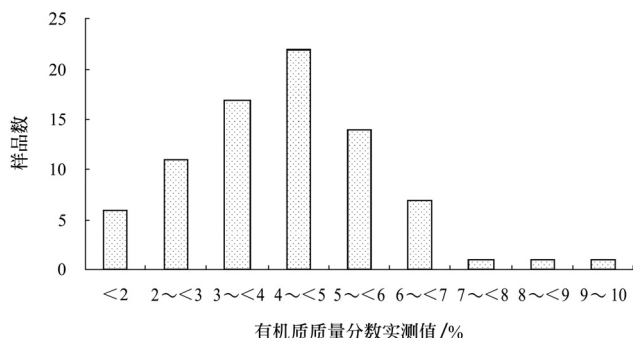


图 2 土样有机质质量分数统计

Fig.2 Statistics of soil organic matter content of soil samples

2.1.2 ASTER 数据预处理

首先由于 ASTER 数据的可见光、近红外波段与短波红外波段的空间分辨率不同，将 ASTER 短波红外的 6 个波段像元以最邻近像元的方式重采样为 15 m，与可见光和近红外 3 个波段数据配准，形成包含 9 层数据的数据集，然后计算辐射亮度值，公式为

$$L = gain \times (DN - 1) \quad (1)$$

式中， L 为辐射亮度值，地物真实辐射信息； $gain$ 为传感器增益； DN 为图像亮度值。最后采用 ENVI 软件 FLAASH 模块实现对遥感数据的大气校正。

为了达到相邻景处理结果的可比性及拼图色调一致性目的，对 ASTER 进行归一化处理，将原始数据归一为同一比例尺的视反射率值，公式为

$$\rho = \pi \times L \times D^2 \times (E \times \sin\theta)^{-1} \quad (2)$$

式中， ρ 为地物反射率； E 为太阳辐照度； θ 为太阳高度角； D 为日地天文单位距离。

以 4 月 ASTER 影像数据为基础，利用地面“准”不变特征点，采用统计回归的方法^[10]，对 5 月份影像数据进行辐射校正。

2.1.3 光谱特征分析

在 ASTER 影像中提取不同地类反射光谱曲线，建筑用地、水体、林地等地类与土壤光谱特征差异较大。土壤在波段 4、6（1 600~1 700、2 185~2 225 nm）和波段 5、7（2 145~2 185、2 235~2 285 nm）处光谱反射率形成两两对称，可以作为区别其他地类的诊断波段；黑土由于有机质含量高，在波段 2、3（630~690、760~860 nm）有明显的吸收谷，可以作为区别其他土壤的诊断波段，这在相关研究中已经得到佐证^[8]。

2.1.4 模型建立与检验

已有研究表明，黑土有机质与光谱反射率之间具有很好的相关性^[7-8,11]，有机质含量与光谱反射率及其数学变换数据之间的关系用对数函数模拟最为理想，即二者之间为对数关系^[8,12-13]。通过光谱特征分析得知 ASTER 影像 9 个波段的相关性都在 -0.5 以上，最高的达到 -0.7。借鉴高光谱反射率模型建立的思路^[8]，选用 72 个样品数据，将土壤光谱反射率作为自变量，土壤有机质含量值作为因变量，在建立二者关系之前先对有机质含量进行对数变换，然后利用 SPSS 统计软件进行多元逐步回归分析，再利用决定系数检验模型的拟合程度，决定系数值越大表示拟合效果越好。在保证决定系数足够大的情况下，选择波段少的模型作为最终土壤有机质含量的反演模型

$$\ln(SOM) = -7.531 - 1.268 \times \ln\rho_3 - 9.806 \times \ln\rho_9 + 7.734 \times \ln\rho_8 + 0.653 \times ((\rho_4 - \rho_2) / 0.995) \quad (3)$$

式中， ρ_i 为 i 波段地物反射率（ $i=1, 2, \dots, 9$ ）； SOM 为土壤有机质含量。该模型决定系数达 0.851，总均方根差为 0.24。

为检验计算结果的精度，利用剩余 8 个样品的土壤有机质含量进行检验（表 1），结果显示该模型对 SOM 大于 2% 的拟合效果理想；当 SOM 小于 2% 时模型误差较大，该有机质含量只能作为参考值。主要原因是当有机质质

量分数小于 2% 时, 土壤反射特性受到其他土壤组成物质的控制, 有机质描述土壤反射特性的能力减弱^[14]; 其次由于本文是针对黑土进行样品采集, 样点的有机质质量分数普遍分布在 2%~6% 之间。

表 1 土壤有机质质量分数反演结果

Table 1 Retrieval results of soil organic matter content

样号	实测值	反演值	绝对误差	相对误差 %
1	0.96	1.230	0.270	28.125
2	1.25	1.400	0.150	12.000
3	1.49	1.850	0.360	24.161
4	2.11	1.996	-0.114	-5.403
5	2.52	2.750	0.230	9.127
6	2.67	3.100	0.430	16.105
7	3.32	3.292	-0.028	-0.843
8	4.62	4.638	0.018	0.390

2.1.5 提取分类

构造基于决策二叉树的黑土信息提取模型, 为了提高土壤分类精度, 首先将影像中存在的水体、建筑用地等地物识别并且剔除, 然后在此基础上研究黑土有机质含量。具体方法是对每一种地物选取样本, 分析它们在遥感影像中反射光谱曲线, 找出各种地物的典型光谱特征和区分其他地物的诊断波段, 将诊断波段的光谱值作为判断条件输入到二叉树中。以此方法进行的图像分类, 由于受光谱内在的易变性影响, 分类后的数据出现所谓的盐与胡椒面现象, 因此分类后采用聚类分析处理, 进行类别删除和类别合并。

2.1.6 几何校正

遥感影像处理破坏了原始光谱信息, 从而对黑土有机质反演结果造成影响, 因此本文采用原始数据进行反演计算, 最后对反演结果土壤有机质含量图进行几何校正。首先以 1:100 000 地形图作为参考图像, 将 ASTER 影像为配准图进行校正, 得到 ASTER 的校正控制点; 然后利用该控制点对反演结果进行校正, 误差 1 像素之内。

2.1.7 黑土判定

由黑土定义可知自然黑土土壤腐殖质质量分数 50~80 g/kg, 耕种化黑土土壤腐殖质质量分数 20~40 g/kg^[9]; 并且根据全国第二次土壤普查得到开垦耕种后的黑土有机质质量分数多已下降至 20~40 g/kg, 因此本文将土壤有机质质量分数大于 20 g/kg (即 2%) 作为提取黑土信息的标准, 与相关资料对比后得出有机质含量控制下的黑土边界。利用 1:500 000 黑土分布图计算该黑土提取的总体精度。

2.2 黑土信息定量判别方法

为了提高黑土提取精度, 本文引入地形信息。通过 1:50 000 地形图数字等高线内插方式生成 DEM, 然后在 Arcgis 环境下基于 DEM 提取高程、坡度等数据。

为保证黑土边界的完整性和可靠性, 从遥感技术特点出发以 ASTER 影像为主, 无 ASTER 数据的空白区域采用 2000 年 ETM 数据添补 (ASTER 空白区是由于时相

限制造成的)。经过多波段合成、几何精校正、图像拼接、噪音云层消除等图像预处理, 得到研究区假彩色图像。依据 ASTER 和 ETM 图像的波段特征, 结合地物光谱特性, 建立解译标志, 即初春时相的 ASTER 影像黑土表现为裸露的土壤, 深灰、黑色调, 分布有规则的田间道路; ETM 时相是 7—9 月, 随季节和植被差异, 颜色有所差别, 绿色、草绿色、酱红色、亮红色、粉红色调, 分布有规则的田间道路, 典型格子状, 耕种迹象明显。在相关资料的对比辅助下以 MAPGIS 为软件平台, 采用人机交互目视解译方式少量修补有机质含量和 DEM 控制下的黑土边界, 并对结果进行野外验证。野外调查的观测点共 66 个, 采集样本 23 个, 主要任务是判定该区土壤是否是黑土, 并描述土壤环境和 GPS 定点等, 对不确定的区域二次采集土样并检测土壤有机质、Ca、N、P、K 等含量, 根据检测值和实际资料判定该区土壤是否是黑土。

3 结果与分析

3.1 基于 ASTER 的黑土有机质估算结果

通过 ASTER 图像预处理、多元线性回归分析和决策二叉树提取, 得到土壤有机质含量的定量反演结果 (图 3), 研究表明黑土有机质含量向下呈舌状过渡, 黑龙江省境内的五大连池市土壤有机质含量最高, 北安市次之, 二者土壤有机质质量分数都高达 6% 以上。由海伦市到绥棱县、由拜泉县到明水县土壤有机质含量都显现出逐渐下降的趋势。由拜泉县到海伦县、由明水县到绥棱县土壤有机质含量显现出逐渐升高的趋势。拜泉县、明水县、青冈县和兰西县的黑土有机质含量依次降低。绥化市有机质质量分数在 4% 左右, 绥化市到哈尔滨市土壤有机质含量逐渐降低, 双城市有机质含量明显高于周围地区。吉林省黑土有机质含量整体比黑龙江省低, 平均有机质质量分数 3% 左右。辽宁省境内黑土是松辽平原黑土带最南部, 也是目前最不典型的黑土, 有机质含量已低于黑土有机质平均含量, 在遥感图像上颜色和色调明显浅于北部黑龙江省和吉林省境内的黑土。

松辽平原黑土带西部地区有机质含量明显低于东部地区, 有机质含量随经度的增加呈现出逐渐升高之趋势; 黑土有机质含量由南向北逐渐升高, 有机质含量随纬度的增加呈现出逐渐升高的趋势。黑土土壤有机质含量以东北角的五大连池市最高, 西南角的铁岭市昌图县最低。绥化市以北的黑土土壤有机质质量分数较高, 大多在 4% 以上, 绥化市以南的黑土土壤有机质质量分数较低, 基本在 4% 以下。以上规律与第二次土壤普查结果相同, 也与中国科学院应用地统计学分析得到的黑土土壤有机质分布规律一致^[15]。

在此基础上提取有机质质量分数大于 2% 的土壤信息, 利用 1:500 000 黑土分布图计算该黑土提取总体精度为 78.7%。在某些区域的差异主要是由于该区域土壤有机质含量较高, 但它不属于黑土, 例如在明水县西北部、依安县南部的依龙镇到中心镇一带、依安县西北部的新屯地区的土壤有机质含量高, 但是根据野外调查与样品情况, 这些有机质含量高值区属于黑钙土。还有一些有

差异的区域是由于有植被覆盖而被决策二叉树提取时作为林地剔除。

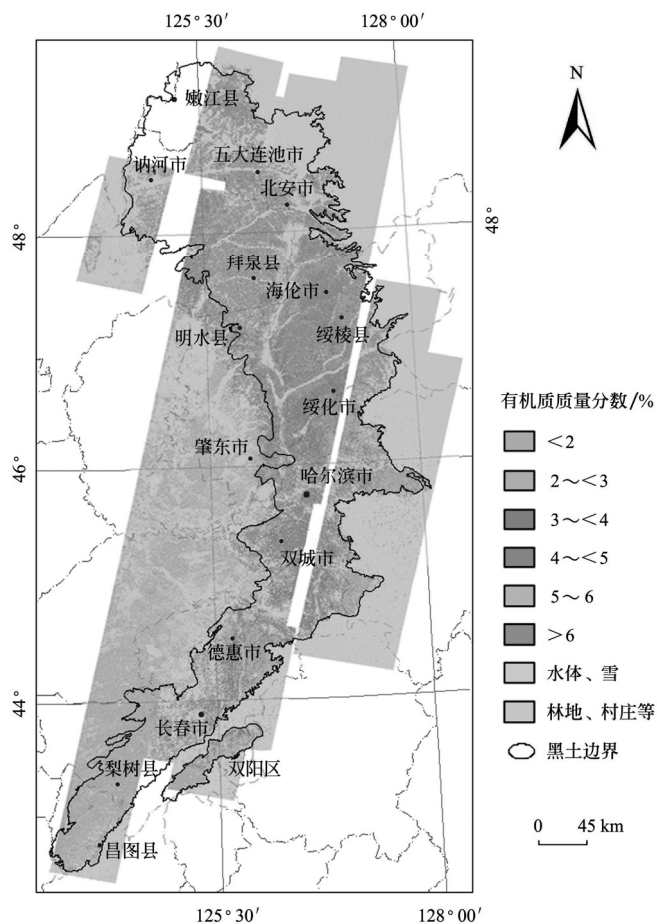


图 3 松辽平原土壤有机质质量分数空间分布

Fig.3 Spatial distribution of soil organic matter content in Songliao Plain

3.2 黑土信息定量判别

尽管多元线性回归分析与决策二叉树提取黑土信息效果较好,然而由于地域和土壤属性的差异,不同土壤类型表现出相似的光谱特征。例如黑土与草甸土、黑钙土、暗棕壤的反射光谱特征相似,而且有些地域黑钙土的有机质含量也较高,甚至大于某些区域的黑土有机质含量,因而,需要引入其他辅助信息进行黑土判别。黑土区的地形主要是高平原、台地和阶地地貌,多为波状起伏的漫川漫岗,有其自身独特的地形特点。因此引入高程、坡度、坡向、坡长等数据,加强黑土信息提取。基于 ASTER 和 ETM 数据对有机质质量分数大于 2% 并且经过 DEM 分析得到的土壤信息进行人机交互解译。在解译过程中,利用野外采样点与土壤资料,对比该定位点的遥感图像,分析光谱特征后判定有机质含量高值区的土壤类型,以明显的遥感特征建立解译标志,根据地形地貌和遥感图像修改有机质含量高值区的黑土边界。经过少量修补后得到详细的黑土信息(图 4),野外调查验证精度达到 98% 以上。

结果表明松辽平原黑土带北起黑龙江省黑河市,南至辽宁省昌图县,西到齐齐哈尔市甘南县,西界与松辽

平原的黑钙土和盐碱土接壤,东界延伸到哈尔滨市中部的宾县。松辽平原黑土区总面积为 85 698.82 km²,其中黑土面积为 51 360.15 km²,占黑土区总面积的 59.93%。

黑龙江省典型黑土区总面积 62 587.02 km²,其中黑土 35 377.43 km²,占黑土区总面积的 56.53%。主要覆盖嫩江县、五大连池市、北安市、讷河市、克山县、克东县、依安县、拜泉县、海门市、明水县、绥化县、青冈县、望奎县、庆安县、北林区、兰西县、哈尔滨市松北区、呼兰区、巴彦县、阿城市、双城市、宾县、五常市。吉林省典型黑土区总面积 19 021.09 km²,其中黑土 12 511.71 km²,占黑土区总面积的 65.78%。主要覆盖长春市朝阳区、双阳区、榆树市、德惠市、九台市、农安县、公主岭市、伊通县、梨树县、铁东县。辽宁省典型黑土区总面积 3 171.90 km²,其中黑土 2 775.46 km²,占黑土区总面积的 87.50%,主要分布在昌图县京哈铁路以西地区。内蒙古境内有少量黑土,分布在大兴安岭东坡、松辽黑土区北部,与黑龙江省嫩江县相邻,面积为 918.81 km² (695.55 km² 分布于松辽平原研究区内)。

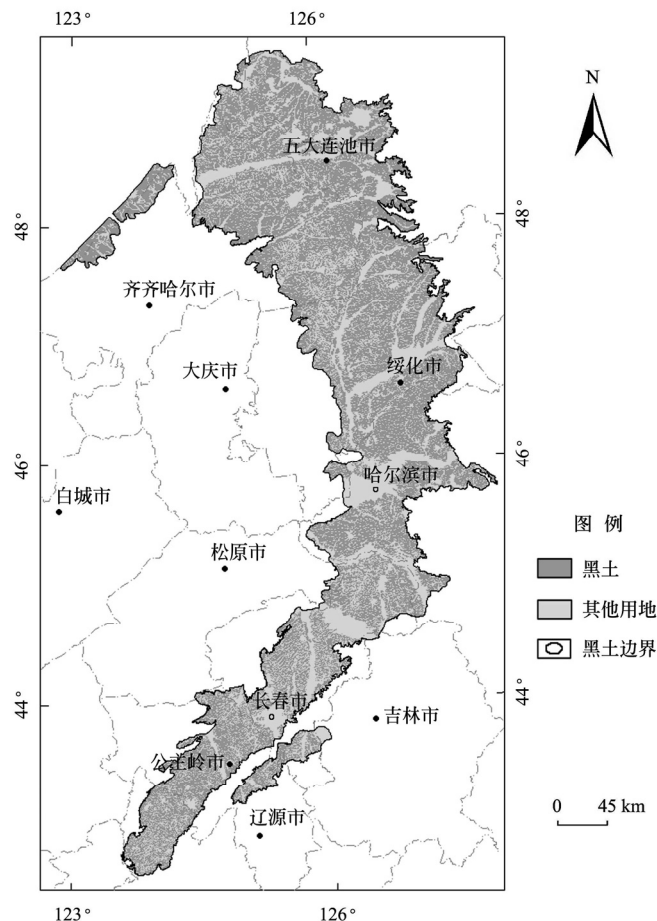


图 4 松辽平原黑土分布

Fig.4 Phaeozem distribution in Songliao Plain

4 结 论

与传统方法相比,本文的黑土信息获取方法具有高效、便捷、准确的特点。本次研究通过卫星遥感建立的黑土快速提取模型取得了较好的效果,其中对土壤有机

质质量分数大于 2% 的模拟效果理想, 这很大程度上是因为选取的数据时相恰当, 如 4—5 月份黑土区的植被覆盖较少有利于对裸土有机质的研究。小于 2% 的土壤有机质质量分数还不能很好模拟, 只能作为参考值, 模拟精度有待提高。结果表明, 松辽平原现有黑土面积达 51 360.15 km², 其中黑龙江、吉林、辽宁省的黑土面积与有机质含量都依次减少。黑土带北起黑河市, 南至昌图县, 呈弯月形分布在哈尔滨至四平、哈尔滨至北安铁路沿线的两侧。黑土有机质含量随经度或纬度的增加呈现出逐渐升高的趋势。该研究对中国黑土资源管理、区域农业可持续发展及农业环境评价均有科学价值和重要意义。

[参 考 文 献]

- [1] 汪景宽, 张旭东, 王铁宇, 等. 黑土土壤质量演变初探 II: 不同地区黑土中有机质、氮、硫和磷现状及变化规律[J]. 沈阳农业大学学报, 2002, 33(4): 270—273.
Wang Jingkuan, Zhang Xudong, Wang Tieyu, et al. An approach to the changes of black soil quality (II): The status and changes of organic matter, total N, total S and total P in black soils in different areas[J]. Journal of Shenyang Agricultural University, 2002, 33(4): 270—273. (in Chinese with English abstract)
- [2] 雷国平, 代路, 宋戈. 黑龙江省典型黑土区土壤生态环境质量评价[J]. 农业工程学报, 2009, 25(7): 243—248.
Lei Guoping, Dai Lu, Song Ge. Evaluation of soil ecological environment quality of typical black soils in Heilongjiang Province[J]. Transactions of the CSAE, 2009, 25(7): 243—248. (in Chinese with English abstract)
- [3] 张新乐, 张树文, 李颖, 等. 基于光谱角度匹配方法提取黑土边界[J]. 光谱学与光谱分析, 2009, 29(4): 1056—1059.
Zhang Xinle, Zhang Shuwen, Li Ying, et al. Extracting black soil border in Heilongjiang Province based on spectra angle match method[J]. Spectroscopy and Spectral Analysis, 2009, 29(4): 1056—1059. (in Chinese with English abstract)
- [4] Levine E R, Ranson K J, Smith J A, et al. Forest ecosystem dynamics: linking forest succession, soil process and radiation models[J]. Ecological Modelling, 1993, 65(3/4): 199—219.
- [5] Viscarra R R A, Walvoort D J J, Mcbratney A B, et al. Visible, near infrared, mid infrared or combined diffuse reflectance spectroscopy for simultaneous assessment of various soil properties[J]. Geoderma, 2006, 131(1/2): 59—75.
- [6] Fox G A, Sabbagh G J, Searcy S W, et al. An automated soil line identification routine for remotely sensed images[J]. Soil Science Society of America Journal, 2004, 68(4): 1326—1331.
- [7] 刘焕军, 张柏, 刘殿伟, 等. 基于反射率模拟模型的黑土有机质含量估测[J]. 光谱学与光谱分析, 2008, 28(12): 2947—2950.
Liu Huanjun, Zhang Bai, Liu Dianwei, et al. Black soil organic matter content prediction based on reflectance simulation models[J]. Spectroscopy and Spectral Analysis, 2008, 28(12): 2947—2950. (in Chinese with English abstract)
- [8] 刘焕军, 张柏, 赵军, 等. 黑土有机质含量高光谱模型研究[J]. 土壤学报, 2007, 44(1): 27—32.
Liu Huanjun, Zhang Bai, Zhao Jun, et al. Spectral models for prediction of organic matter in black soil[J]. Acta Pedologica Sinica, 2007, 44(1): 27—32. (in Chinese with English abstract)
- [9] 张凤荣. 土壤地理学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002: 142—148.
- [10] Guo Jianning, Yu Jin, Zeng Yong, et al. Study on the relative radiometric correction of CBERS satellite CCD image[J]. Science in China Series E: Technological Sciences, 2005, 48(1): 12—28.
- [11] 何挺, 王静, 林宗坚, 等. 土壤有机质光谱特征研究[J]. 武汉大学学报: 信息科学版, 2006, 31(11): 975—979.
He Ting, Wang Jing, Lin Zongjian, et al. Spectral features of soil organic matter[J]. Geomatics and Information Science of Wuhan University, 2006, 31(11): 975—979. (in Chinese with English abstract)
- [12] 程彬, 姜琦刚. 遥感影像在土壤属性估算中的应用[J]. 中国农学通报, 2008, 24(1): 467—470.
Cheng Bin, Jiang Qigang. Estimation of soil properties using remotely sensed imagery[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2008, 24(1): 467—470. (in Chinese with English abstract)
- [13] 程彬. 松辽平原黑土有机质及相关元素遥感定量反演研究[D]. 长春: 吉林大学地球探测科学与技术学院, 2007.
Cheng Bin. Study on Quantitative Retrieval of Soil Organic Matter and Related Elements in the Black Soil in Songliao Plain Based on RS Data[D]. Changchun: College of GeoExploration Science and Technology, Jilin University, 2007. (in Chinese with English abstract)
- [14] Krishnan P, Alexander J D, Butler B J, et al. Reflectance technique for predicting soil organic matter[J]. Soil Science Society of America Journal, 1980, 44(6): 1282—1285.
- [15] 隋跃宇, 张兴义, 张少良, 等. 黑龙江典型县域农田黑土土壤有机质现状分析[J]. 土壤通报, 2008, 39(1): 186—188.
Sui Yueyu, Zhang Xingyi, Zhang Shaoliang, et al. Soil organic matter actuality of the black soil farmland in Heilongjiang Counties[J]. Chinese Journal of Soil Science, 2008, 39(1): 186—188. (in Chinese with English abstract)

Extracting phaeozem information in Songliao Plain based on remote sensing and GIS

Xing Yu, Jiang Qigang^{*}, Li Yuanhua, Cui Hanwen, Lin Nan

(College of GeoExploration Science and Technology, Jilin University, Changchun 130026, China)

Abstract: In order to protect and make sustainable use of phaeozem resources, based on ASTER data, the organic matter content information of phaeozem was quantitatively obtained by using multiple stepwise regression method and meanwhile, decision-binary tree method and DEM data were adopted to extract the phaeozem information in Songliao Plain. The results showed that ASTER data could be used to extract related information about phaeozem quickly and efficiently. When the soil organic matter content was less than 2%, the model estimation accuracy could not meet the need because of the soil reflective properties. With the help of GIS, auxiliary information could improve the precision of phaeozem extraction and make the phaeozem information more accurate and reliable. The phaeozem primarily lied in the area from Heihe City in the north to Changtu Country in the south and covered an area about 51 360.15 km² in Songliao Plain. The area of phaeozem in Heilongjiang, Jilin, Liaoning Province were decreasing correspondingly with the size of 35 377.43, 12 511.71 and 2 775.46 km², respectively. And the phaeozem organic matter content is gradually increasing along with latitude and longitude becoming high. The study is of great significance for rapid extraction of phaeozem information, protection and sustainable use of phaeozem resources as well as sustainable development of regional agriculture.

Key words: boundary conditions, remote sensing, geographic information system, phaeozem, organic matter, quantitative analysis, Songliao Plain

Xing Yu, et al. Extracting phaeozem information in Songliao Plain based on remote sensing and GIS (Figure 3, 4)

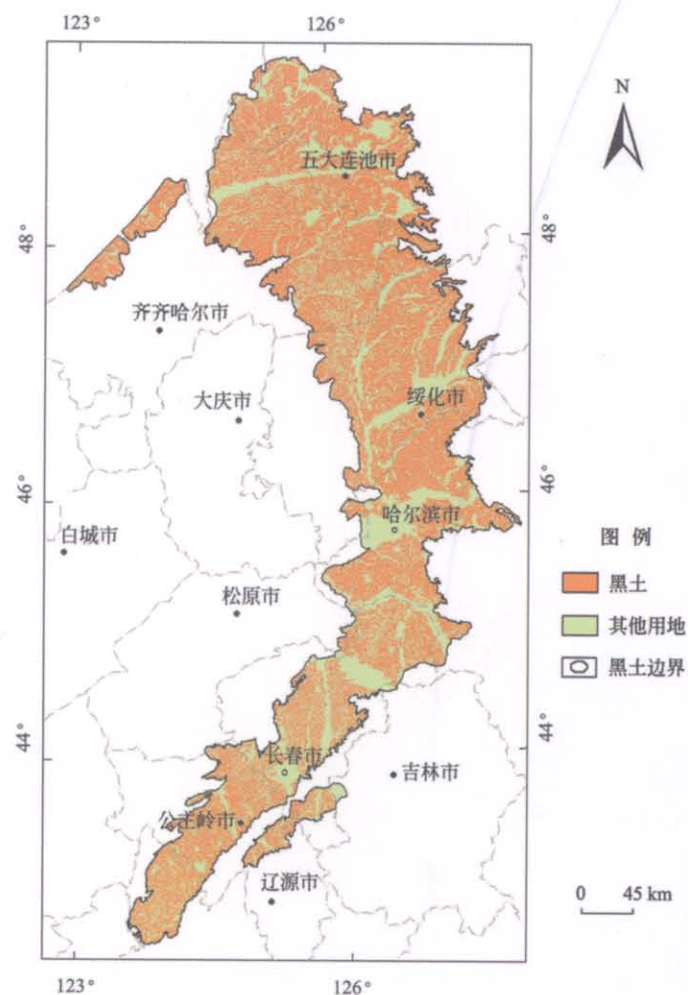


Fig.3 Spatial distribution of soil organic matter content in Songliao Plain

Fig.4 Phaeozem distribution in Songliao Plain