

利用可见光/近红外-短波红外光谱预测土壤总氮含量的研究

程彬 姜琦刚 湛邵斌 (吉林大学地球探测科学与技术学院, 吉林长春130026)

摘要 利用航天遥感影像, 分析了影像光谱值与土壤总氮含量之间的关系。利用多元统计方法, 建立了总氮含量预测模型, 并制作了总氮含量分布图。

关键词 土壤总氮含量; 遥感影像; 光谱值

中图分类号 S153.6 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)10-03009-01

Study on Estimation Soil Total Nitrogen Content by VNIR-SWR Reflectance

CHENG Bin et al (College of Geo-Exploration Science and Technology, Jilin University, Changchun, Jilin 130026)

Abstract The relationship between soil total N content and soil reflectance was analysed. The model of estimating soil total N content was established using multiple statistic analysis. And the N content map was made.

Key words Soil total N content; Remote sensing image; Reflectance

在农业环境评价中, 对土壤营养元素的监测评价是一个长期的任务。遥感技术凭借其高光谱分辨率, 具备定量获取土壤化学组分的潜力, 对利用土壤反射光谱估算土壤氮元素含量具有重要意义。Krishnan 等研究表明, 可见光波段的光谱预测有机质含量的精度高于近红外波段^[1]。Ben 通过对土壤近红外波段光谱的分析, 估算了粘土含量、表面积、阳离子交换量、湿度、总氮和碳酸盐6种土壤指标^[2]。Galvao 分析了AMRIS数据的表面反射光谱和巴西3个主要土壤类型的样品成分之间的关系^[3]。我国在这方面研究的起步相对较晚。彭玉魁等采用近红外光谱分析法, 通过寻找最佳脉冲点组合, 对我国黄土区土壤水分、有机质和总氮含量进行评价。刘伟东等研究了土壤孟赛尔颜色属性、土壤含水量与土壤反射率之间的相关关系。目前国内利用航天遥感影像进行土壤属性定量预测的研究较少。为此, 笔者利用航天影像的光谱值进行表土总氮含量预测。

1 材料与方 法

1.1 研究区概况 研究区位于中国东北部德惠市附近, 气候介于东部山地湿润与西部平原半干旱区之间的过渡带, 属温带大陆性半湿润季风气候类型, 年平均气温为4.8℃, 平均降雨为567.0 mm。

1.2 数据获取方法 在666.7 m²地内0~15 cm深度处任意取4份土, 充分混合后按照四分法取0.5 kg左右的土样, 装入特制的布袋中, 同时记下GPS点。将取回的土壤样品在阴凉处风干2~3 d后送实验室化验。氮元素采用凯氏定氮法测定。

遥感影像获取时间是2002年5月。这个时期土壤处于裸露干燥状态, 地表残留一些作物残茬, 所以从遥感图像中获取的光谱值是裸土信息。该研究中使用的是ASTER遥感影像中的可见光近红外波段(VNIR)的3个波段和短波红外(SWR)的6个波段。

2 结果与分析

根据记录的GPS点, 对应取图像中土壤的反射光谱值。以总氮含量为因变量, 分别以土壤光谱反射率、光谱反射率的对数形式和光谱反射率的一阶、二阶导数为自变量, 进行多元逐步回归分析。分析过程中, 将F显著水平值作为逐步

回归方法的准则, 选取和剔除自变量的概率参数, 分别设置为0.05和0.10。由于各光谱数据、光谱值的对数形式和一阶、二阶导数形式与土壤总氮含量显著相关, 所以要根据决定系数R²和均方根误差RMSE值来选择模型。在保证决定系数R²足够大的情况下, 根据模型检验结果选择波段少的模型作为最终总氮含量预测模型。

$$N = \ln^{0.978 - 0.044 \times (\ln R_1)^3 - 0.025 \times (\ln R_3)^3 + 0.025 \times (\ln R_9)^3} \quad (1)$$

式中, $\ln R_1$, $\ln R_3$ 和 $\ln R_9$ 分别为光谱值 R_1 , R_3 和 R_9 对数形式。

从模型的稳定性和预报能力2个方面对模型进行检验。模型的稳定性用调整的判定系数R²检验, R²越大, 则模型越稳定; 模型的预报能力用总均方根误差RMSE来检验, RMSE越小, 则模型精度越高, 预测能力越好。

$$RMSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\mu_i - \mu)^2 \quad (2)$$

式中, μ_i 为总氮含量传统方法测量值; μ 为模型预测值; n 为建模样本数。该研究中土壤总氮含量预测模型的调整的判定系数R²为0.771, 均方根误差RMSE为0.56。

将式(1)应用于遥感影像中进行土壤总氮含量定量预测。先将水体、村庄等非土地的地物类型分出来, 再进行土壤总氮含量的分类(图1), 从而提高土壤定量分类的效果。

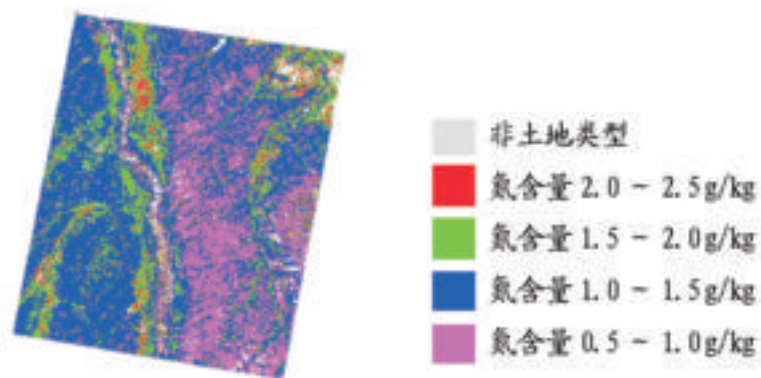


图1 土壤总氮含量分布

3 结论

与传统方法相比, 遥感影像简便、准确, 可以用于土壤总氮含量制图、化肥施用量调查以及农业环境评价等方面。

参考文献

- [1] KRISHNAN P, ALEXANDER DJ, BUILEBJ, et al. Reflectance technique for predicting soil organic matter[J]. Soil Sci Soc Am, 1980, 44:1282-1285.
- [2] BEN D E, BANIN A. Near-infrared analysis as a rapid method to simultaneously evaluate several soil properties[J]. SSSAJ, 1995, 59:364-372.
- [3] GALV OLS, HZARRO MA. Variations in reflectance of tropical soils: spectral-chemical composition relationships from AMRIS data[J]. REMOTE SENS ENVIRON, 2001, 75: 245-255.