

基于Geoprocessing的油菜产地肥力自动分析方法

任艳 李慧 陈家赢 张海涛 李小坤 鲁剑巍

华中农业大学资源与环境学院, 武汉 430070

摘要 以湖北省油菜主产地肥力信息为例, 利用 Kriging 方法进行肥力分析的流程, 建立 Geoprocessing 模型。通过对土壤养分数据更新建模, 进一步阐明 Geoprocessing 模型的重构方法。结果表明, Geoprocessing 在进行油菜肥力分析时能提高效率。

关键词 地理处理; Kriging; 油菜; 肥力; GIS

中图分类号 S 14-3 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2013)02-0078-06

土壤养分是衡量作物生长环境的一个极其重要的指标^[1], 影响到作物品质和产量。预测土壤养分及其空间变化特征是土壤工作者的重要工作^[2], 传统方法为在空间上离散分布的采样点, 很难直观反映大范围的肥力变化。利用空间插值方法, 以空间离散数据为基础, 能建立连续的空间分布数据。地统计学方法是一种最优的空间插值方法, 广泛应用于土壤养分的肥力分析及空间变异分析^[3-5]。

克里金(Kriging)插值法又称空间自协方差最佳插值法, 该方法基于地学第一定律的假设, 建立在半变异函数理论及分析基础上, 提供了对研究对象的一种最佳线性无偏估计(某点处的确定值)方法。国内外均有研究采用 Kriging 方法来分析土壤养分的空间分布特征^[6-13]。Kriging 方法一般包括数据的预处理、设定半变异函数步长等参数、计算插值结果等 3 个步骤^[7, 14]。Kriging 计算受到距离的影响, 因此计算中得到的两两之间的半方差函数呈指数增加, 且 Kriging 模型参数较多, 每次对参数调整时需要重新计算; 其次, 在油菜产地肥力分析中, 随着速测设备的普及, 一些土壤养分的更新频率也不断加快。按传统方式进行 Kriging 插值需要较多的人机交互过程, 降低了预测的实时性和效率。

地理处理(Geoprocessing)是在已有空间数据和分析模型基础上, 对空间数据的分析和处理, 即通常意义上讲的空间建模^[15]。从空间数据预处理到数据分析, 建立空间模型和模型验证, 都可以运用 Geoprocessing 完成。Geoprocessing 能将分析过程进行共享和重用, 减少人机交互^[16-17]。对快速更新的油菜产地养分数据空间分析过程能够应用 Geoprocessing 完成, 减少人机交互过程, 并且能快速对分析模型进行修改和重构。

笔者以湖北省油菜主产地肥力信息为例, 采用 Kriging 插值方法获取整个区域油菜的肥力信息。通过 Geoprocessing 对上述过程建模, 并根据土壤养分数据的更新对模型进行重构和重用, 得到湖北省区域油菜的肥力信息。同时, 以有机质为例, 通过建模得到有机质变化图, 提取出有机质减少和增加较大的区域, 进一步阐明利用 Geoprocessing 在采样点数据更新中能够减少重复工作, 对模型的共享和重用能够充分利用现有的分析模型, 为土壤养分的空间分布研究提供一定的参考。

1 材料与方法

1.1 数据来源

用 GPS 确定湖北省油菜采样点的经纬度和海

收稿日期: 2012-03-08

基金项目: 国家自然科学基金项目(41101192)、现代农业产业技术体系建设专项(CARS-13)、中央高校基本科研业务费专项(2011PY156)、中央高校基本科研业务费专项(2011QC 041)、“十一五”国家科技支撑计划重点项目(2010BAD01B05)和公益性行业(农业)科研专项(201103003, 201003059-09)

任艳, 硕士研究生。研究方向: 地理信息系统与数字国土。E-mail: renyan105@163.com

通讯作者: 陈家赢, 博士, 讲师。研究方向: 土壤信息系统、网络地理信息系统、地理信息系统开发及应用。E-mail: chen.jiaying@mail.hzau.edu.cn

拔,结合室内理化分析试验,以及部分地区采用野外速测设备等得出油菜主产区肥力指标,形成油菜表格数据,共采集 628 个样点。主要采集的土壤肥力指标为有机质、全氮、碱解氮、有效磷、速效钾、缓效钾。用到的图例有湖北省区划图、湖北省县级行政界线和根据湖北省油菜主产区对县级行政界线图提取边界得到的湖北选区图。

1.2 基于 Kriging 插值法的肥力分析过程

为实现油菜肥力自动化分析,需要对油菜产地的肥力情况用 Kriging 方法进行处理,找出整个油菜肥力处理流程。油菜数据详细处理流程见图 1,其主要过程为:将采集的油菜表格数据在 ArcGIS 中通过设置 XY 坐标转化为 shp 点数据;用直方图、趋势分析等对数据进行预处理;在 ArcGIS 中用地统计向导进行 Kriging 插值,设置各参数构建 Kriging 插值模型,通过交叉验证找出适合的模型参数,生成 Kriging 插值图。将 Kriging 插值图转化为栅格图层保存,利用油菜主产地区划图对栅格图进行提取得到油菜主产区指标分布图,以实现油菜主产区各指标肥力分析。根据 Kriging 插值方法,完成

油菜指标的 Kriging 插值建模,最终得到油菜的肥力分布图。

1.3 Geoprocessing 建模方法

Geoprocessing 的模型编辑器是一种可视化的建立地理处理流程工具,可以将一系列复杂的地理处理过程进行流程化的表示。用户只需在模型编辑器中新建 1 个模型,将用到的数据和工具拖到该模型中,通过连接线有序地连接起来并设置各工具的输入、输出等参数,就能形成新的地理处理模型。运行该模型能实现数据的自动分析,从而简化了用户操作。同时,该模型也可以作为子模型存在于其他模型中,这样模型可以被重复使用,也使复杂的模型更加简单化。从图 1 的数据处理详细步骤可知,在进行 Kriging 插值时,如果数据量大或对数据更新就必须重新进行人工建模,这样将大大降低工作效率。如果将油菜的数据处理流程用 Geoprocessing 模型工具表示,能实现油菜肥力的自动分析并提高处理数据效率。

2 结果与分析

根据 Geoprocessing 的模型构建原理,将 Kriging 插值进行肥力分析的流程建模,实现油菜肥力的自动分析。如果数据更新或改变时,通过对原模型进行修改也能很好被重用,从而提高数据处理的效率。

2.1 空间插值建模

1)对油菜数据通过 Kriging 插值得到油菜肥力指标分布图的过程建模。在 ARCGIS10 中,使用 Geoprocessing 的建模工具构建模型,但建模之前需完成 2 个准备工作,一是新建文件夹为后面保存过程图及最终成果图做准备,新建文件夹命名为模型文件夹;二是按传统 Kriging 方法完成 1 个指标的插值并保存其 Kriging 图层,为建模提供模型数据源。完成 2 个准备工作后,使用 Geoprocessing 的模型构建功能完成模型构建,图 2 为构建的空间插值模型。

2)模型构建步骤及参数设置。构建模型需要添加的工具及工具作用见表 1。根据图 2 中编号步骤建模。首先添加创建 XY 事件图层将油菜表格转为点要素图层,输入要素为油菜表格数据,设置 X、Y 坐标值及空间参考,生成的油菜点要素图层作为要素类转 Shapefile 的输入要素。其次添加要素类转 Shapefile 工具将点要素图层转为 shp 图层,得到的

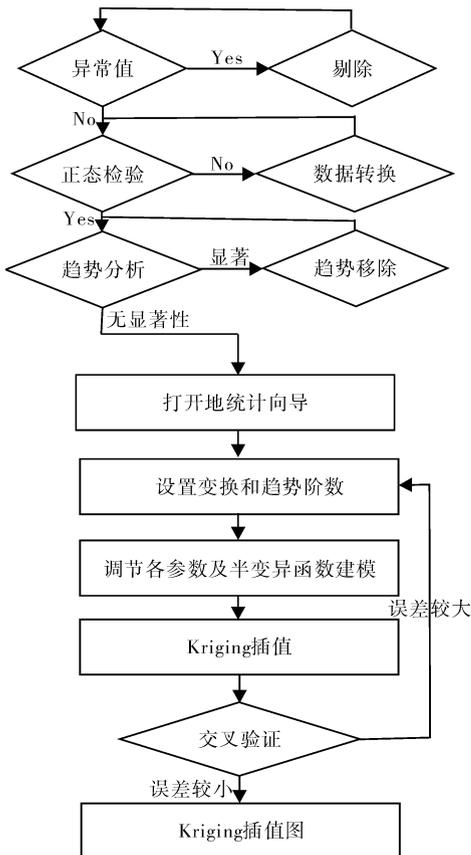


图 1 数据处理详细步骤

Fig. 1 Detailed steps of data processing

表 1 添加工具表
Table 1 Tools adding table

工具名 Tool names	输入要素 Input feature class	作用 Function
创建 XY 事件图层	油菜表格数据	根据 XY 坐标创建点要素图层
要素类转 Shapefile	点要素图层	点要素图层转成 shp 图层并保存到新建文件夹中
创建地统计图层	Kriging 及 shp 图层	根据地统计模型源进行插值得相应油菜指标 GA 图
GA 图层转栅格	地统计 GA 图层	将地统计 GA 图层转换为栅格图
按掩膜提取	栅格图	根据油菜主产区将栅格图提取成油菜肥力分布图

油菜 shp 图层保存到模型文件夹中并作为创建地统计图层的输入要素。然后添加创建地统计图层,选择相应油菜指标,设置环境中的范围与湖北选区相同,以准备好的 Kriging 图层为模型源将油菜 shp 图层进行插值得 GA 图,并使 GA 图作为 GA 图层至格网工具的输入要素。接着添加 GA 图层至格网工具使 GA 图转为栅格图,并将生成的栅格图作为按掩膜提取工具的输入要素。最后添加按掩膜提取工具对栅格图进行提取,设置湖北选区为提取要素,输出为最终的成果图。通过上述过程完成模型构建。对构建好的整个模型进行验证和运行出图。在 ArcMap 中添加成果图可查看最终效果(图 3)。

2.2 模型重用

由于油菜数据在时序上发生变化,某些油菜指标随年份更新时,不需要重新构建肥力分析模型,只需要在前面模型基础上进行重构得到更新模型,从而提高数据分析效率。以有机质为例,对有机质数据随年度变化进行更新建模,再通过建模检测出年份之间的有机质变化情况,提取出有机质减少区域和增加较大区域,从而为土壤养分研究提供参考。

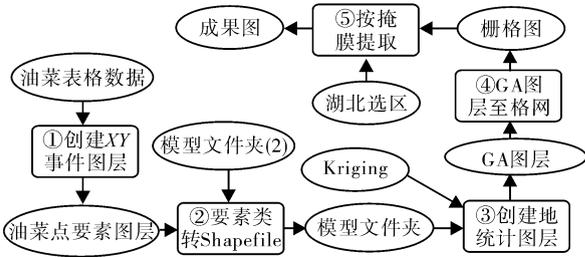


图 2 空间插值模型

Fig. 2 The spatial interpolation model

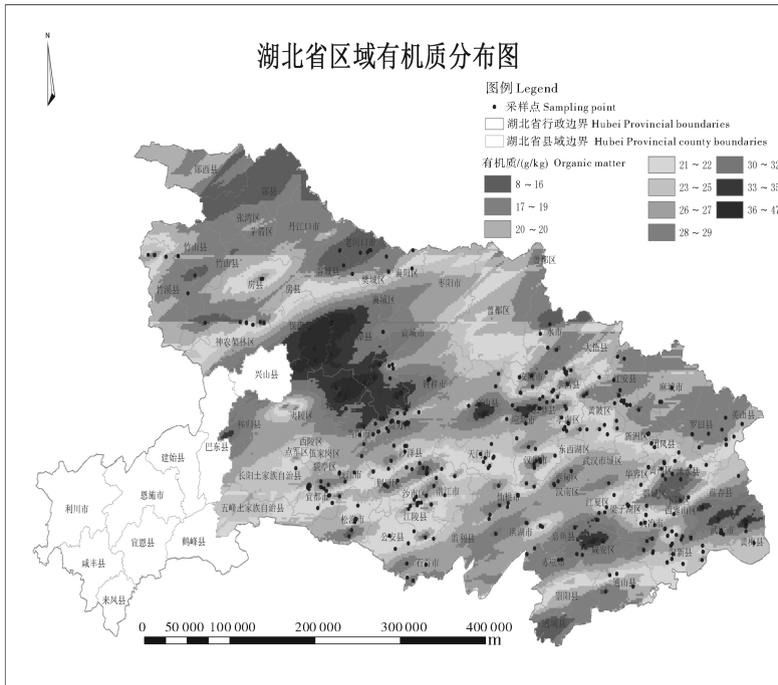


图 3 湖北省油菜主产区有机质分布图

Fig. 3 Distribution of organic matter in the main producing areas of rape

1)年度数据更新和模型重用步骤。某些油菜指标数据,因受各种因子影响,在年度上也会有变化,

当该区采集新一年指标数据时,需要使用新指标数据替换上年指标数据,从而得出现阶段较真实的油

菜指标数据分布情况。为方便模型重用,将图 2 空间插值模型分为 2 个模型保存,油菜表格数据转 shp 的步骤①、②保存为“表转 shp”模型,创建地统计图层到按掩膜提取的步骤③、④、⑤保存为“Kriging 模型”,在重用时用到连接字段和计算字段 2 个工具(图 4)。

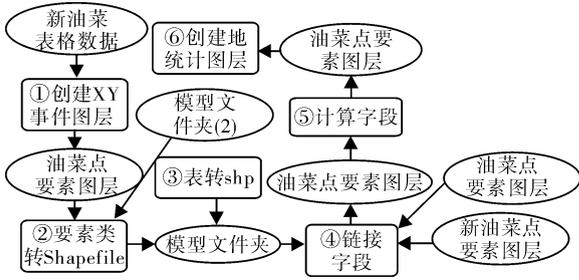


图 4 数据更新模型

Fig. 4 Model based on data update

根据图 4 中的编号步骤重用,与前面模型构建类似,首先添加创建 XY 事件图层和要素类转 Shapefile 工具,不同之处是将油菜表格数据换成新油菜表格数据,完成新油菜表格数据到 shp 图层转换,并将其保存到模型文件夹中。其次添加“表转 shp”模型,将油菜数据转为 shp 图层保存到模型文件夹中,并将前面生成的 2 个油菜 shp 图层作为连接字段的输入要素。然后添加连接字段,将新油菜点要素 shp 图层连接到油菜点要素 shp 图层中,连接后的油菜点要素 shp 图层作为计算字段的输入要素。接着添加计算字段,在计算字段的字段计算器中用新的油菜数据字段替换需更新的油菜字段,更新后的 shp 图层作为“Kriging 模型”的输入要素。最后添加“Kriging 模型”,在“Kriging 模型”的创建地统计出图中选择相应指标进行提取出图,通过以上过程实现油菜年度数据更新的出图(图 5)。

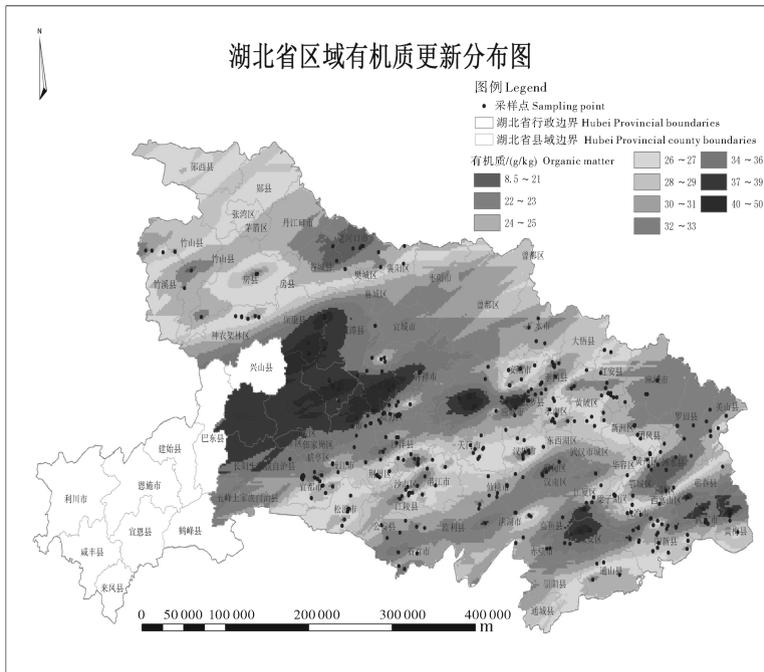


图 5 湖北省油菜主产区有机质更新分布图

Fig. 5 Distribution of update organic matter in the main producing areas of rape

2) 有机质变化检测。由于有机质随时间也会发生变化,为检测油菜主产区有机质变化情况,将当年有机质数据与前一年数据进行栅格相减,得出有机质变化图,提取出有机质减少和增加较大区域,从而分辨出有机质在区域中的年度变化情况。先直接添加栅格计算器工具,在该工具中用有机质更新图与

有机质图做相减,得出有机质年度变化图;再添加 2 个栅格计算器工具,在栅格计算器中输入相应函数提取出栅格小于 0 和大于 15 的区域。小于 0 的区域为有机质减少区;大于 0 的区域表示有机质增加区,而大于 15 的区域为有机质增加较大区域(图 6,图 7)。



图 6 变化检测模型

Fig. 6 Model based on change detection

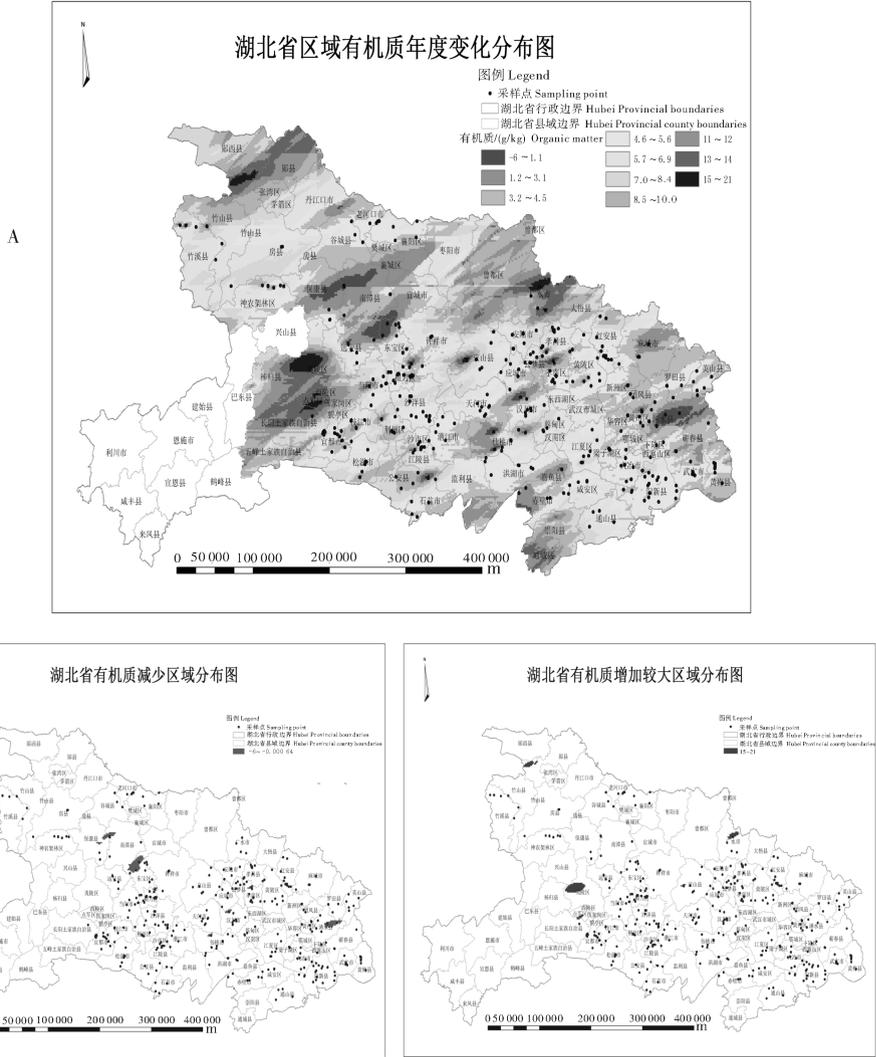


图 7 湖北省油菜主产区有机质变化(A)、减少(B)和增加较大(C)区域分布图

Fig. 7 Distribution of organic matter changes(A), decreases(B) and increases(C) in the main producing areas of rape

3 讨论

利用空间统计方法来分析土壤肥力已经有较多的研究,Kriging 方法作为一种通用的地理空间统计插值方法得到广泛应用。Kriging 模型涉及的输入参数较多,因此在分析大范围空间数据时,频繁修改参数影响了分析的效率,增加了成本。基于此,建立

自动化或半自动化的分析方法尤为必要,而目前鲜见此方面的研究报道。分析基于 Kriging 的产地肥力评价的主要过程,提取其中的变量和稳定过程,在逻辑上建立了一个评价的概念流程。本研究以 ArcGIS 的 Geoprocessing 为基础,构建油菜肥力分析模型,实现了油菜主产区肥力的自动分析,其结果比传统分析方法更加高效。同时借助工作流的

方法和理念对流程进行快速重构,适用于新的分析过程。

本文研究结果表明,通过分析模型中的稳定量和不变量,提取并建立稳定的分析流程,可以降低变量对分析效率的影响。以通用分析工具为基础来实现具体的分析方法,采用 workflow 来整合这些分析方法,可以快速地将概念流程转换为可执行程序,是一种可行性地模型构建方法。利用工作流的松散组织方式,能快速地重构模型以满足新型的模型要求。因此,用 Geoprocessing 对土壤肥力分析过程建模是一种高效的土壤肥力分析工具,同时能快速适应各类不同的分析建模,能节约大量的人力、物力和时间,为土壤肥力分析提供有效工具。

本文方法需要先建立概念模型,然后以 ArcGIS 的分析工具包和 workflow 建模工具为基础,建立可执行模型,因此需要深入研究概念模型和执行模型之间快速的转换方法。本研究是建立在单机平台,没有考虑基于网络的数据访问和处理过程调用,因此需要进一步研究在网络环境中的建模方法。目前本研究是以已知参数为基础进行研究,而许多模型存在多次迭代修正参数的过程,因此还需要基于人工智能方法研究模型运行时的自进化机制。

参 考 文 献

[1] 魏兆猛,杨莹莹,黄丽,等. 侵蚀修复措施对红壤团聚体组成及养分的影响[J]. 华中农业大学学报,2011,30(3):331-336.
 [2] 漆良华,孟勇,岳祥华,等. 湘中丘陵区不同经营目标对毛竹土壤养分库的影响[J]. 华中农业大学学报,2012,31(5):584-588.
 [3] 苏伟,聂宜民,于振文,等. 基于 GIS 的优质小麦变量施肥信息系统研究[J]. 农业工程学报,2005,21(7):94-98.

[4] 王炜明. 基于 GIS 的地统计学方法在土壤科学中的应用[J]. 中国农学通报,2007,23(5):404-408.
 [5] 夏斌,伍第政. 基于地统计学的广东省土壤铬空间变异分析[J]. 湖北农业科学,2011(21):4368-4370.
 [6] 郭旭东,傅伯杰,陈利顶,等. 河北省遵化平原土壤养分的时空变异特征—变异函数与 Kriging 插值分析[J]. 地理学报,2000,55(5):555-566.
 [7] 路鹏,彭佩钦,宋变兰,等. 洞庭湖平原区土壤全磷含量地统计学和 GIS 分析[J]. 中国农业科学,2005,38(6):1204-1212.
 [8] 于婧. 基于 GIS 和地统计学方法的土壤养分空间变异及应用研究[D]. 武汉:华中农业大学资源与环境学院,2007.
 [9] 张健,陈凤,濮润杰,等. 区域土壤质量对土地利用变化响应研究——以土壤氮元素为例[J]. 长江流域资源与环境,2008,17(1):36-42.
 [10] NEEDELMAN B A, GBUREK W J, SHARPLEY A N, et al. Environmental management of soil phosphorus: modeling spatial variability in small fields[J]. Soil Science Society of America Journal, 2001, 65(5):1516-1522.
 [11] LARK R, FERGUSON R. Mapping risk of soil nutrient deficiency or excess by disjunctive and indicator kriging[J]. Geoderma, 2004, 118(1/2):39-53.
 [12] 胡克林,陈德立. 农田土壤养分的空间变异性特征[J]. 农业工程学报,1999,15(3):33-38.
 [13] 张毅,蔡艳,张世熔,等. 震后土壤有效氮、磷、钾空间分布特征——以彭州市新黄村为例[J]. 湖北农业科学,2012(14):2948-2952.
 [14] 苑小勇,黄元仿,高如泰,等. 北京市平谷区农用地土壤有机质空间变异特征[J]. 农业工程学报,2008,24(2):70-76.
 [15] 阚媛珂,王绪本,高志勇,等. 基于地理处理建模的珍稀特有植物空间分布识别方法[J]. 地理与地理信息科学,2009,25(5):30-33.
 [16] 田兵伟,范建容,王道杰,等. 基于 Geoprocessing 方法的岷江上游流域数字水系建模[J]. 长江流域资源与环境,2008(S1):106-111.
 [17] 沈萍月. 基于 ArcGIS 9 Geoprocessing 的处理技术研究[D]. 杭州:浙江大学理学院,2006.

Geoprocessing-based automatic analysis of fertility in rape origin

REN Yan LI Hui CHEN Jia-ying ZHANG Hai-tao LI Xiao-kun LU Jian-wei

College of Resources and Environment, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China

Abstract Taking rape fertility information of Hubei Province as an example, the Geoprocessing model was established using fertility analysis process of Kriging method. With update modeling of the soil nutrients data, the method of reconstructing the Geoprocessing model will be further elucidated. Geoprocessing in rape fertility can improve efficiency of analysis.

Key words Geoprocessing; Kriging; rape; fertility; GIS

(责任编辑:陆文昌)