

基于 GIS 的河南省黄河流域土地质量地球化学评价

蔡春楠^{1,2,3}

(1. 武汉大学测绘学院, 湖北武汉 430079; 2. 河南省地质调查院, 河南郑州 450001; 3. 河南省地矿局区域地质调查队, 河南郑州 450001)

摘要 根据研究区地球化学现状, 以地形图、土壤类型图和其他参评图件为基础, 应用 GIS 技术经过叠加分析所获得的封闭单元作为评价单元。选择 13 个评价指标, 应用隶属度函数等方法, 对河南省黄河流域进行土地质量地球化学评价, 得到流域内土地质量综合评价分级图。

关键词 GIS; 土地质量; 地球化学评价; 河南省黄河流域

中图分类号 S127 **文献标识码** A **文章编号** 0517 - 6611 (2009) 11 - 05283 - 03

河南省黄河流域是我国重要的商品粮生产基地, 区内土地质量的好坏直接关系到国家食品安全, 所以有必要对区内土地质量进行评价, 全面了解土地质量现状。而空间信息技术的发展, 特别是地理信息系统技术的发展, 为目前正广泛开展的土地质量评价工作提供了大量的分析评价手段^[1-2]。笔者以河南省黄河流域为例, 借助 GIS 空间分析技术对其进行土地质量地球化学评价, 对维护该地区粮食安全和平衡耕地总量与生态环境建设之间的矛盾具有重要的现实意义。

1 研究区概况

研究区西起河南省三门峡市灵宝市, 东至濮阳市台前县, 北以焦作市、新乡市一线为界, 南至洛阳市伊川县南岳庙, 涉及三门峡、济源、焦作、新乡、安阳、濮阳、洛阳、郑州等市。地理坐标为: E110°21' ~ 113°30', N34°46' ~ 35°00', 面积约 23 000 km²。区内有京广、京九、陇海、焦柳等铁路纵横交错, 洛阳北部还有洛宜铁路。京珠、连霍、地方高速公路及国道、省道等高级公路共同构成四通八达的交通网, 区内交通非常便利。

2 土地质量地球化学评价

2.1 评价技术方法 按照图 1 所示的技术路线和方法, 运用多种手段对研究区的土地质量进行评价, 其方法为: ①野外调查与室内分析相结合, 把野外调查获得的各方面的信息与样品分析数据相互印证, 确保所获得的数据准确可靠; ②充分运用 GIS 技术, 对不同类型的底图进行叠加, 建立土地质量的空间分布属性数据库; ③合理选择多种数学分析方法, 利用层次分析法确定权重系数, 聚类分析及隶属度计算划分质量等级等, 使评价结果能准确反映当地的土地质量。

2.2 评价单元的划分 GIS 技术认为土地质量评价的基本工作单元是评价图件的图斑, 图斑包含了该区域内大量的评价信息。因此首先需要确定图斑的划分, 亦即确定评价单元。目前主要是以土壤类型、地球化学图以及地形图为基础确定土地评价单元; 或者采用网格方法划分土地评价单元。除上述方法外, 还可以采用综合方法划分土地评价单元。笔者采用综合方法划分土地评价单元, 以中地公司的 GIS 软件 MAPGIS6.7 为平台, 在所选取的地形图的基础上把生成的土壤类型图和地球化学图进行叠加分析形成综合评价单元图,

最终确定评价单元。

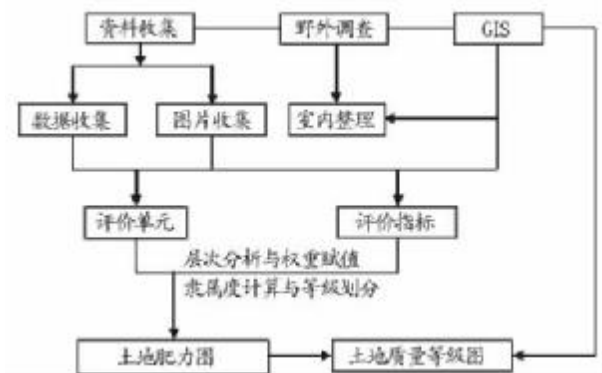


图 1 土地质量评价线路

2.3 评价体系的建立 土地是一个复杂的生态系统, 影响该系统的因素很多, 而这些因素之间往往存在一定的相关性, 为防止各因素之间发生交叉与重叠, 需要在全面研究影响土地质量的地球化学方面的内部因素和外部因素的基础上, 进行评价指标的筛选。土地质量地球化学评价指标筛选应遵循主导性、系统性、独立性、稳定性和区域性原则等。在以上原则及相关研究的基础上结合黄河流域现状, 对评价指标进行层次划分, 结果见图 2。

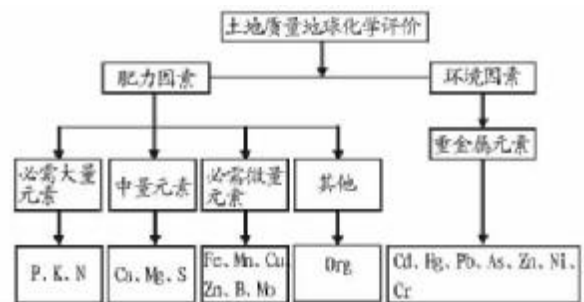


图 2 土地地球化学评价指标

2.4 评价指标的定量化 肥力评价标准的制定依据在河南省内可比的原则, 对不同评价指标进行描述性统计分析, 作出正态分布曲线图和数据统计表, 运用等距法划分分级标准。然后依据河南省第二次土壤普查总结出的土壤微量元素有效量分级标准^[3], 结合河南省不同指标的分布状况, 参照《1:50 万平顶山—漯河—一带区域土壤地球化学背景调查报告》中对养分所做的分级, 同时还参考中国地质调查局地质调查技术标准《土地质量地球化学评价技术要求》(DD2008-06), 对标准进行适当的调整和修订。调整和修订后的分级标准见表 1。土壤环境质量评价选用国家环保局 1995 年

基金项目 国土资源部河南省人民政府农业地质大调查项目 (200414 200006)。

作者简介 蔡春楠 (1981 -), 男, 河南驻马店人, 助理工程师, 从事农业地质与地理信息系统应用工作。

收稿日期 2009-03-13

表 1 土地肥力和营养元素含量分级

项目	I级	II级	III级	IV级	V级
有机质	>2.5	2.0~2.5	1.5~2.0	1.0~1.5	<1.0
全氮	>1.2	1.0~1.2	0.8~1.0	0.6~0.8	<0.6
全磷	>1.0	0.8~1.0	0.6~0.8	0.4~0.6	<0.4
全钾	>2.2	2.0~2.2	1.8~2.0	1.6~1.8	<1.6
钙	>5.5	4.0~5.5	2.5~4.0	1.0~2.5	<1.0
镁	>1.5	1.2~1.5	0.9~1.2	0.6~0.9	<0.6
硫	>0.4	0.3~0.4	0.2~0.3	0.1~0.2	<0.1
铁	>4.5	3.5~4.5	2.5~3.5	1.5~2.5	<1.5
锰	>0.8	0.65~0.80	0.50~0.65	0.35~0.50	<0.35
铜	>30	25~30	20~25	15~20	<15
锌	>100	80~100	60~80	40~60	<40
硼	>70	60~70	50~60	40~50	<40
钼	>0.9	0.7~0.9	0.5~0.7	0.3~0.5	<0.3
肥力描述	肥沃	较肥沃	适中	较差	差

注:有机质、全氮、全磷、硫、锰单位为 g/kg;全钾、钙、镁、铁单位为%;铜、锌、钼单位为 mg/kg。

颁布的《土壤环境质量标准》(GB15618-1995)(表 2)。

表 2 土壤环境质量标准值 mg/kg

项目	一级		二级		三级
	自然背景	pH<6.5	pH6.5~7.5	pH>7.5	pH>6.5
	C _I	C _{II}	C _{III}	C _{IV}	C _V
镉	≤ 0.20	0.30	0.30	0.60	1.0
汞	≤ 0.15	0.30	0.50	1.00	1.5
砷 水田	≤ 15	30	25	20	30
旱地	≤ 15	40	30	25	40
铜 农田等	≤ 35	50	100	100	400
果园	≤ -	150	200	200	400
铅	≤ 35	250	300	350	500
铬 水田	≤ 90	250	300	350	400
旱地	≤ 90	150	200	250	300
锌	≤ 100	200	250	300	500
镍	≤ 40	40	50	60	200
六六六	≤ 0.05		0.50		1.0
滴滴涕	≤ 0.05		0.50		1.0

2.5 评价指标权重的确定 确定各参评因子权重的依据为:有机质和大量元素氮、磷、钾等的供给水平是影响作物生长和产量的关键制约因子,起主导作用;而微量元素只有在大量、中量元素供应量达到适量、处于平衡状态时,才能发挥其对农作物生长、结籽的作用^[4]。根据各肥力和养分因子对生长、产量的作用和影响,确定各参评因子处于不同含水量水平的得分值以及综合评价时的权重(表3)。各项指标的权

表 3 河南省土地肥力和营养元素综合评分与各因子权重

项目	I级	II级	III级	IV级	V级	权重//%
主要养分 有机质	10	8	7	6	4	15
全氮	10	8	7	6	4	10
全磷	10	8	7	6	4	15
全钾	10	8	7	6	4	15
中量元素 钙	10	8	7	6	4	10
镁	10	8	7	6	4	10
硫	10	8	7	6	4	10
微量元素 铁	10	8	7	6	4	2.5
锰	10	8	7	6	4	2.5
铜	10	8	7	6	4	2.5
锌	10	8	7	6	4	2.5
硼	10	8	7	6	4	2.5
钼	10	8	7	6	4	2.5
肥力综合等级	>8	7~8	6~7	5~6	<5	

重根据专家打分法确定。由于有机质和全氮相关性较好,故在此降低了全氮的权重。

2.6 土地质量评价

2.6.1 土地肥力等级。根据各参评因子的权重,利用以下公式计算土壤综合肥力指数。

$$\text{综合肥力指数} = \text{有机质} \times 15\% + \text{全氮} \times 10\% + \text{全磷} \times 15\% + \text{全钾} \times 15\% + (\text{钙} + \text{镁} + \text{硫}) \times 10\% + (\text{铁} + \text{锰} + \text{铜} + \text{锌} + \text{硼} + \text{钼}) \times 2.5\%$$

根据计算出的肥力指数,依据表 1 中综合等级的分级指数标准将土壤综合肥力也划分为 5 级,依次为肥沃、较肥沃、适中、较差、差。依据土壤综合肥力等级,利用 MAPGIS 成图技术生成河南省黄河流域土地综合肥力质量分级图(图 3)。

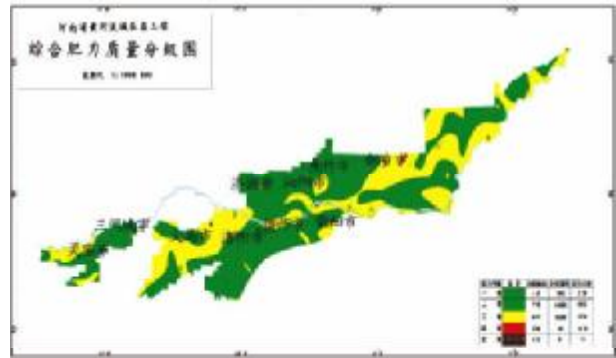


图 3 河南省黄河流域土地综合肥力质量分级

2.6.2 环境质量等级。按表 2 所示土壤环境质量标准值计算单指标土壤环境质量指数(Z_i)。其计算公式^[5]为:

$$\begin{aligned} &\text{当 } X_i \leq C_{I}, Z_i = X_i / C_{I} \\ &\text{当 } C_{I} < X_i \leq C_{II} \text{ 且 } \text{pH} \leq 6.5, Z_i = 1 + X_i / C_{II} \\ &\text{当 } C_{I} < X_i \leq C_{III} \text{ 且 } 6.5 < \text{pH} \leq 7.5, Z_i = 1 + X_i / C_{III} \\ &\text{当 } C_{I} < X_i \leq C_{II} \text{ 且 } \text{pH} > 7.5, Z_i = 1 + X_i / C_{II} \\ &\text{当 } C_{II} < X_i \leq C_{III} \text{ 且 } \text{pH} \leq 6.5, Z_i = 2 + X_i / C_{III} \\ &\text{当 } C_{II} < X_i \leq C_{III} \text{ 且 } 6.5 < \text{pH} \leq 7.5, Z_i = 2 + X_i / C_{III} \\ &\text{当 } C_{II} < X_i \leq C_{III} \text{ 且 } \text{pH} > 7.5, Z_i = 2 + X_i / C_{III} \\ &\text{当 } X_i > C_{III}, Z_i = 2 + X_i / C_{III} \end{aligned}$$

式中,Z_i为某指标土壤环境质量指数;X_i为该指标实测数据;C_I为该指标土壤一级(一类)临界值上限;C_{II}为土壤 pH<6.5 时二级(二类)临界值上限;C_{III}为土壤 6.5≤pH≤7.5 时二级临界值上限;C_{IV}为土壤 pH>7.5 时二级临界值上限;C_V为土壤三级(三类)临界值上限。

在单一元素土壤环境质量指数的基础上,依据土壤环境多元素综合质量指数求得土壤环境质量综合指数。综合指数(Z_Z)以单一元素土壤环境质量指数(Z_j)为基本值,采用内梅罗法^[5]求得:Z_Z=(1/2((1/n∑Z_j)²+(Z_{jmax})²))^{1/2}。

依据环境质量综合指数对全区土壤环境质量进行综合评价,土壤环境质量综合指数参照单一指数分级分类和用色标准(表 4)。利用河南省黄河流域土壤样品分析数据,依据

表 4 土壤环境质量分类及用色标准表

环境质量指数分级标准	土壤分类	污染程度分级	用色标准
Z _i ≤0.7	一类土壤	清洁	浅绿
0.7 < Z _i ≤ 1		警戒	浅黄
1 < Z _i ≤ 2	二类土壤	轻度污染	浅红
2 < Z _i ≤ 3	三类土壤	中度污染	中红
Z _i > 3	超三类土壤	严重污染	大红

上述评价方法,采用 MAPGIS 成图技术生成评价区综合土地环境质量分级图(图 4)。

2.6.3 土地质量地球化学分级。土地质量地球化学综合评价是在土地肥力分级和土壤环境质量分级的基础上进行的更高层次的综合性评价,采用表 5 所示的分级方案确定土地

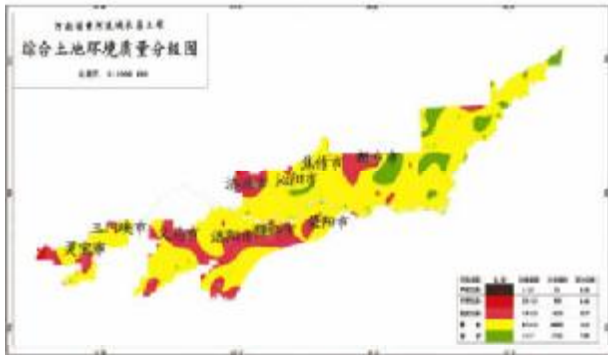


图 4 河南省黄河流域土壤环境质量分级

综合质量等级。土壤质量地球化学等级用不同的颜色表示,即优质为深绿色,优良为绿色,良好为黄绿色,中等为黄色,一般为浅红色,差等为红色,劣等为深红色。土壤质量地球化学分级共分为 5 级:优质和优良为一级,良好为二级,中等为三级,一般为四级,差等和劣等为五级。

表 5 土壤质量综合评价地球化学分级

环境	肥力				
	一级	二级	三级	四级	五级
一级	优质	优良	良好	良好	中等
二级	优良	优良	良好	良好	一般
三级	中等	中等	中等	一般	差等
四级	一般	一般	差等	差等	劣等

通过土地质量综合评价地球化学分级结果与 GIS 技术相结合,得到河南省黄河流域综合土地质量地球化学分级图(图 5)。由图 5 可知,河南省黄河流域优质优良土地面积为 609.96 km²,占总面积的 2.63%;良好土地面积为 12 482.88 km²,占总面积的 53.86%;中等土地面积为 2 867.75 km²,占总面积的 12.37%;一般土地面积为 5 445.32 km²,占总面积的 23.49%;差等和劣等土地面积为 1 771.36 km²,占总面积的 7.64%。河南省黄河流域的优质优良土地和中等一般土地的所占比例接近 93%,说明河南省黄河流域的土地绝大部分为绿色土地和安全土地,该评价结果与野外调查结果基本

吻合。

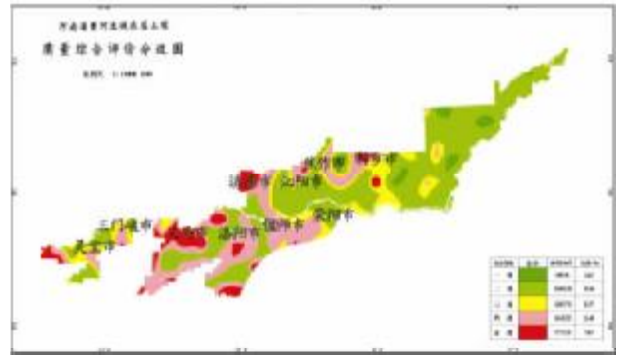


图 5 河南省黄河流域土地质量地球化学综合评价分级

3 结论与讨论

利用 GIS 技术对河南省黄河流域进行土地质量地球化学评价的结果,较好地反应了地球化学、土壤类型等多因素对土地质量的综合影响。该方法切实可行,且具有传统评价方法不可比拟的优越性。

(1)以土壤肥力为基础,充分考虑环境因素,利用 MAPGIS 为平台与参与评价的指标专题图进行叠加形成了最终的评价单元图,从而使评价单元信息更丰富完整。

(2)该研究将 GIS 技术与 SPSS 等统计分析技术结合应用,可以消除传统土地相关评价中存在的误差较大、精度低、工作量大以及评价结果易受主观因素影响等问题,为评价结果的现实性、合理性提供了重要保障。而且节省时间,缩短工作周期,极大地提高了工作效率。

(3)海量的土壤地球化学元素含量测试数据是土壤的基因库,运用科学方法所形成的土地肥力质量分级图、土壤环境质量分级图、土地质量综合评价分级图浅显易懂,能很好的为农业和环境领域服务。

参考文献

[1] 胡业翠,赵庚星,方玉东. GIS 支持下山东省土地自然质量评价研究[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2003,29(S1):39-42.

[2] 田淑敏,周颖,宇振荣. 基于 GIS 的土地质量评价——以河北省曲周县为例[J]. 中国农业资源与区划,2002,23(3):16-20.

[3] 魏克循,朱长训,陈万勋,等. 河南土壤[M]. 北京:中国农业出版社,2004:397-555.

[4] 陆景陵,张福锁,曹一平,等. 植物营养学(上册)[M]. 2 版. 北京:中国农业出版社,2003:13-228.

[5] 陆雍森. 环境评价[M]. 2 版. 上海:同济大学出版社,1999:140-143.

(上接第 5275 页)

再次,花卉引种与繁育、栽培技术相结合。花卉繁育技术包括分株、扦插、嫁接、组织培养及种子繁殖等。在野生花卉的引种驯化过程中,针对不同植物种类,选择相应的繁殖方式进行扩繁。

最后,对于已引种成功的植物种类,应加强其栽培管理技术的研究,迅速扩繁,以便更好地推广应用。

参考文献

[1] 杨远庆. 贵州野生植物资源的多样性及园林应用评价[J]. 中国园林,2003(8):75-77.

[2] 王德艺,李东义,冯学全. 暖温带森林生态系统[M]. 北京:中国林业出版社,2003:1-5,30-33.

[3] 阎文虎,张涛. 河北省野生花卉种类资源调查初报[J]. 河北林学院学报,1991(3):226-238.

[4] 张涛,肖建忠. 河北省珍稀濒危植物资源保护与利用之我见[J]. 河北林学院学报,1992(4):327-331.

[5] 董建新. 雾灵山野生观赏植物资源及园林应用[J]. 承德民族师专学报,2006,26(2):32-34.