

池建,闫志刚,方炫,等. 县域农用地自然资源质量空间差异研究——以宿迁市宿城区为例[J]. 江苏农业科学,2014,42(8):322-327.

# 县域农用地自然资源质量空间差异研究 ——以宿迁市宿城区为例

池建<sup>1,2</sup>, 闫志刚<sup>2</sup>, 方炫<sup>1</sup>, 侍非<sup>1</sup>

(1. 宿迁学院 5 系, 江苏宿迁 223800; 2. 中国矿业大学环境与测绘学院, 江苏徐州 221116)

**摘要:**立足于县域尺度,以江苏省宿迁市宿城区为研究区,通过构建农用地自然质量合理的评价指标与权重,结合 GIS 技术,对其进行基于空间差异的综合评判研究。结果表明,宿城区农用地自然质量优劣差异较大,整体上呈现出东北差而西南优的空间特征。本研究具有定性、定量、定位以及可视化的特点,填补了该地区的研究空白,对该区农业宏观管理与微观控制具有重要的参考价值。

**关键词:**县级区域;农用地;自然资源质量;空间差异性;宿迁市宿城区

**中图分类号:** F323.211 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)08-0322-05

土地质量评价研究是一个古老的研究课题,也是当前迫切需要解决的难题之一。早在 15 世纪,国外已开展了相关的土地质量评价研究<sup>[1]</sup>,随着资源调查与利用规划技术与方法不断发展,为了合理利用土地资源,方法、方式各异的土地质量研究与评价层出不穷,其中农用地质量研究一直是国内外研究的热点问题。目前,国内外针对农用地质量的研究与评价主要集中在指标选取、评价单元的划分、评价方法等方面<sup>[2-6]</sup>,这些研究推动了学科的发展,但仍存在一些不足,如农用地评价的科学性、实用性、可操作性等方面<sup>[7]</sup>,尤其缺少基于空间差异的相关研究<sup>[8-9]</sup>。本研究立足于县域尺度,以江苏省宿迁市宿城区为例,通过构建农用地自然质量合理的评价指标与权重,结合地理信息系统技术(GIS),对其进行基于空间差异的综合评判。此外,宿迁虽是江苏省农业大市,但目前尚无此类研究,本研究对当地农业宏观管理与微观控制乃至其可持续发展均具有重要的参考价值和现实意义。

## 1 研究区概况与方法

### 1.1 研究区概况

宿城区位于江苏省宿迁市境内,地理位置如图 1 所示。该区地势平坦,属黄、淮、沂、沭平原,河网发达。气候属暖温带季风性气候,年均气温 14.2℃,年均降水量 910 mm,年均日照总时数 2 291.6 h,无霜期平均 211 d,活动积温 5 189℃,全年作物生长期为 310.5 d。该区农业历史悠久,土地开发利用率高,自然植被已难见到,多为人工栽培,主要农作物有水稻、小麦、玉米、大麦、大豆、棉花等。

### 1.2 数据与研究方法

1.2.1 数据来源与处理 本研究使用的数据主要有宿迁市

宿城区行政区划数据、地形图、土地利用专题数据、土壤类型数据、土壤样品检测数据以及其他相关的图件、文献资料和实地调查数据等。其中,土壤样品检测数据的采样点采用随机布点(图 2),数据的分析化验方法参照农业部《全国耕地地力调查与质量评价技术规程》中规定的“测试分析方法”进行。为方便管理与使用,将上述数据作配准、数字化、裁切等处理,再统一存放在数据库中,在空间数据库的选择上本研究使用了 Geodatabase 数据模型,它是 ESRI 公司从多年研究发展和先前多次实施应用而发展进化来的,能够确保系统处理大量空间与非空间数据,同时保持数据的完整性,并提供许多高级管理功能。此外,因为最终评价结果是各面状要素叠加而成的,所以在数据处理上还将点数据作插值处理形成面数据,线数据缓冲为面数据后再存放在 Geodatabase 数据库中。



图1 宿迁市宿城区地理位置

1.2.2 评价体系构建 针对不同的土地利用目的,土地质量评价的理论与方法各异<sup>[10]</sup>,农用地质量一般通过农用地综合

收稿日期:2013-10-23

基金项目:宿迁学院科研基金(编号:711314010412);江苏省宿迁市科技计划(编号:Z201101、S201204);江苏省宿迁市社会科学应用研究规划项目(编号:12SHA001)。

作者简介:池建(1980—),男,江苏宿迁人,博士,讲师,主要从事“3S”技术在资源环境中的应用研究。E-mail:jschijian@163.com。

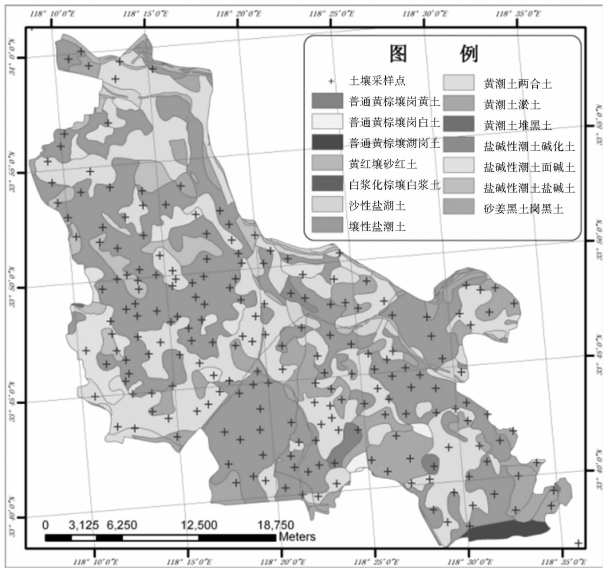


图2 土壤采样点与土壤类型

生产能力来反映<sup>[11]</sup>,农用地生产能力是指在特定的研究区域下,在社会、经济条件和科技水平综合作用下所形成的农用地可持续发展的生产能力,可以划分为自然生产能力和经济生产能力<sup>[12]</sup>。在没有人为因素影响下,农用地本身的自然质量影响其生产能力,且是最根本的基础性影响因素。

在农用地自然质量评价因素的选取上,本研究遵循了 3 个原则:(1)对土地自然生产力有较大的影响;(2)选取区域内变异较大的因素作为评价因素;(3)评价因素不宜过多。在具体的评价指标选取上,本研究主要考虑了土壤养分、理化性状、立地条件三大因素,在评价指标的权重选择上主要是通过查找相关文献并采用专家打分的方法,具体指标及权重见表 1。

1.2.3 评价方法 农用地自然质量评价方法可分为定性评价方法和定量评价方法。为避免不精确性与主观定性评价,本研究采用量化指标评定农用地自然资源质量。在量化指标量纲的统一上,全部采用无量纲处理,并分等级赋予相应的分值。

表 1 农用地适宜性评价指标的权重

评价准则	评价准则权重	具体指标	指标权重
土壤养分	0.45	全氮含量	0.15
		速效钾含量	0.10
		有效磷含量	0.15
		有效硼含量	0.05
		耕层质地	0.10
理化性状	0.40	含水量	0.10
		有机质含量	0.10
		pH 值	0.10
		灌溉条件	0.10
立地条件	0.15	交通条件	0.05

具体的评价结果计算方法如下:

$$P = \sum_{i=1}^n W_i G_i;$$
 (1)

式中:P 为评价单元的评价值,G<sub>i</sub> 为第 i 个评价指标的相对应的得分,W<sub>i</sub> 为指标 i 的权重值,n = 10。

在评价技术上,由于 GIS 具有空间分析能力和图形属性一体化管理能力,因而在农地质量评价中得到广泛应用,因此本研究选择基于 GIS 技术来构建评价模型,并予以实现。

2 结果与分析

2.1 单要素分析

2.1.1 点状要素插值分析 本研究使用的点状要素图层数据只有土壤检测点数据,在处理的过程上主要是根据各个土壤样品检测点的分析化验结果,在 GIS 支持下进行由点数据到面数据的克里金插值计算,将计算后的栅格图形重编码赋予分值,然后转换为矢量图层,各指标得分结果分布如图 3 所示。

从图 3 可以看出,在 pH 值和有机质含量 2 个指标上,宿城区各地区空间差异不大,分值分布在 10 ~ 60 分之间;而在含水量、全氮含量、有效磷含量、速效钾含量、有效硼含量等指标上,各地空间差异较大。其中,含水量、全氮含量、速效钾含量等指标表现出西北部差而东南部优的总体空间格局,有效磷含量指标则显示出北部优西南部差的格局,有效硼含量指

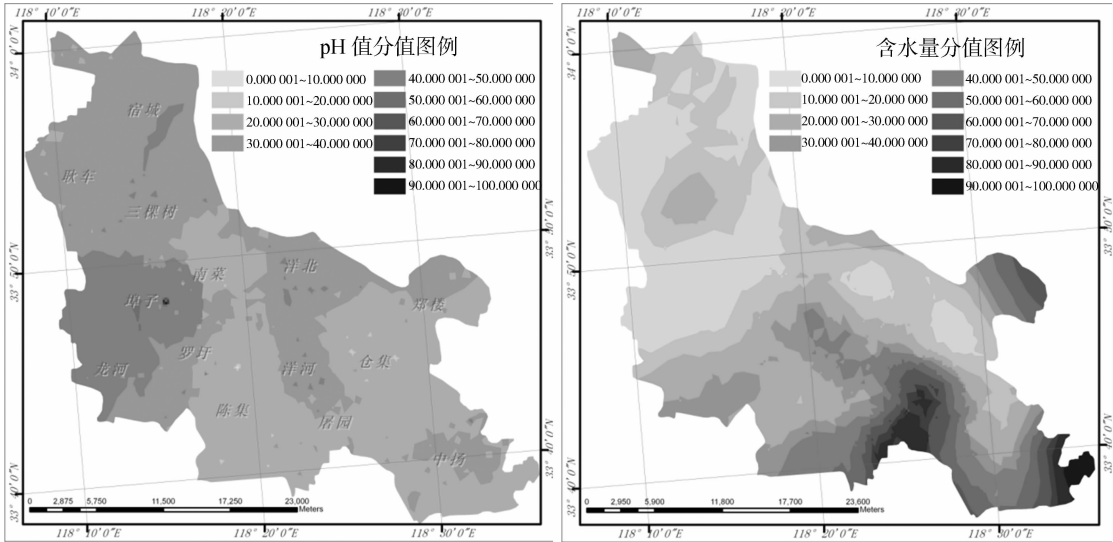
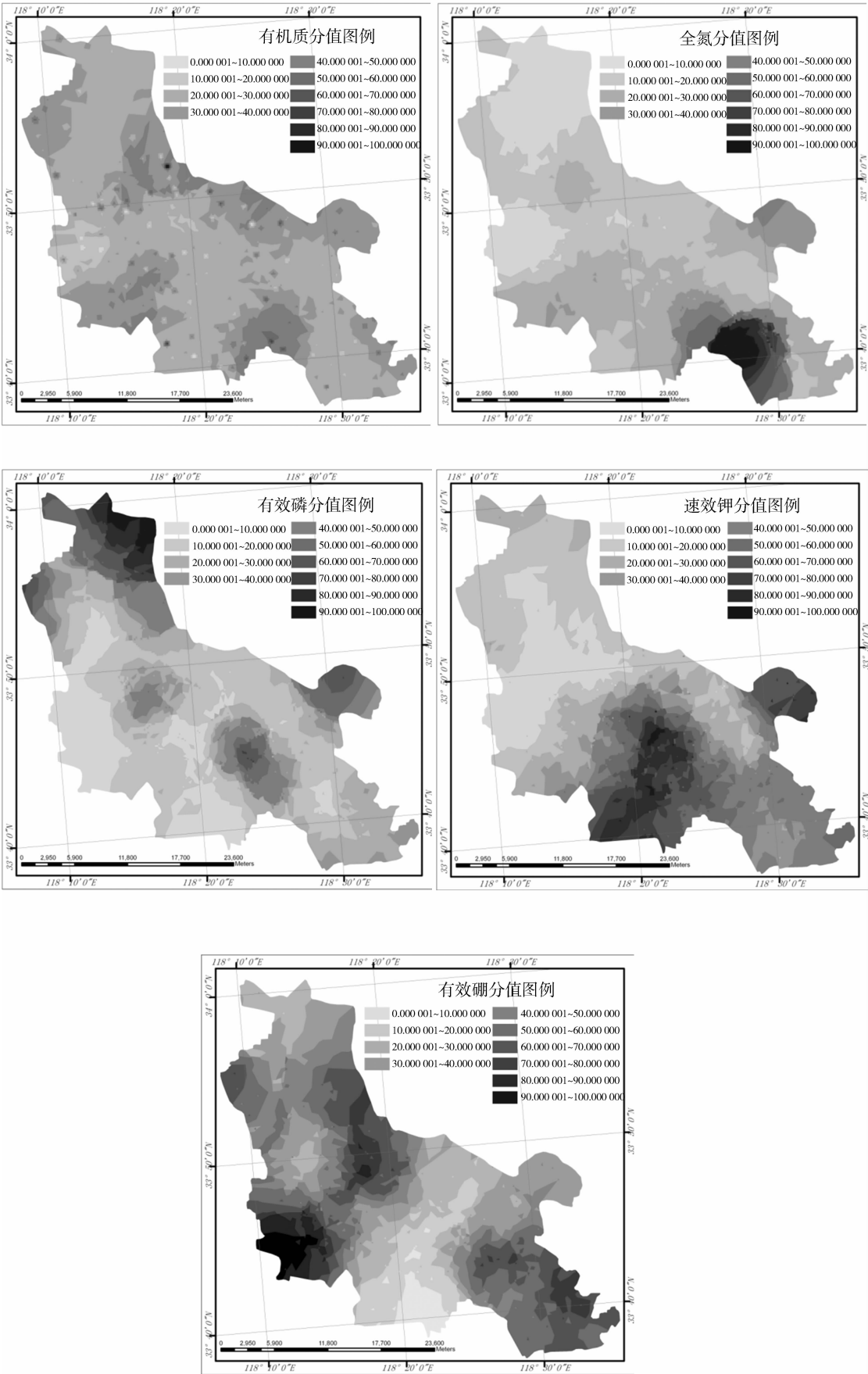


图3 土壤样品检测点各要素指标插值得分分布



续图 3

标在由东北至西南方向显示出条带状优劣间隔的空间格局。

**2.1.2 线状要素缓冲分析** 本研究使用的线状数据主要是道路和灌溉渠(图4),按照交通和灌溉的影响分析,对道路和灌溉渠线数据分别作缓冲区分析。灌溉渠缓冲距离分别为10、50、100、200、500、1 000 m,并赋予相应的分值;道路缓冲距离分别为100、200、500、1 000、2 000、5 000 m,并赋予相应的分值。缓冲后的道路与灌溉渠矢量图分别如图5、图6所示。

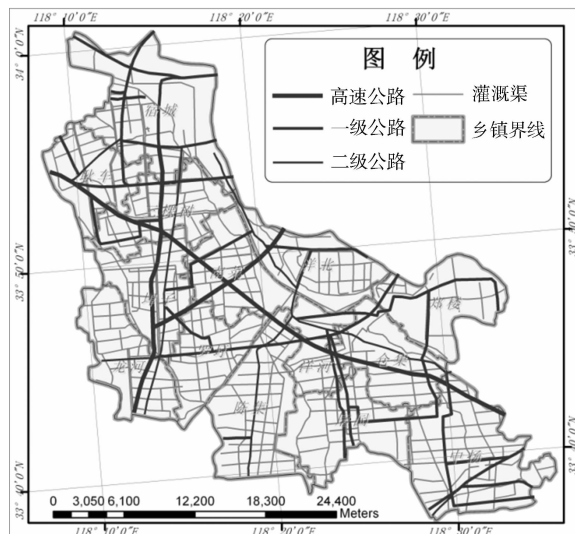


图4 道路、灌溉渠及行政边界

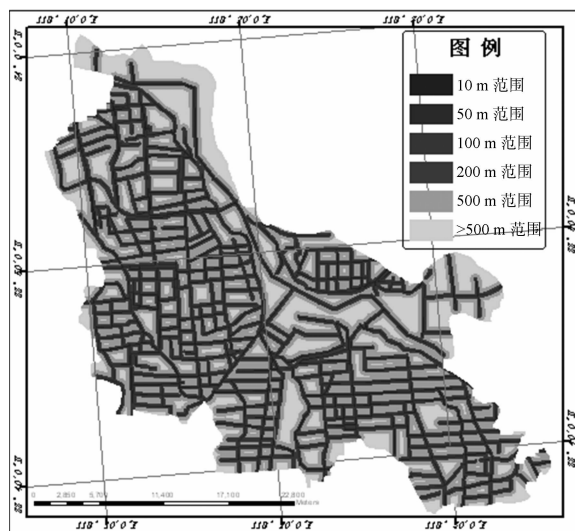


图5 灌溉渠缓冲矢量图示

从图5和图6中可以看出,宿城区灌溉渠密度大,区域农用地灌溉资源丰富,在空间上分布相对均匀。相对于灌溉渠而言,宿城区道路网密度小,区域交通条件一般,尤其是其中南部区域,道路较少,交通资源条件不足。

**2.1.3 面要素重新编码分析** 根据设定的模型,在理化性状评价准则中的耕层质地指标需要使用到土壤类型图(图2),本研究根据土壤类型对农作物的适宜程度重新编码赋值,赋值后如图7所示。

从图7中可以看出,除去少部分土壤类型(如盐碱性潮

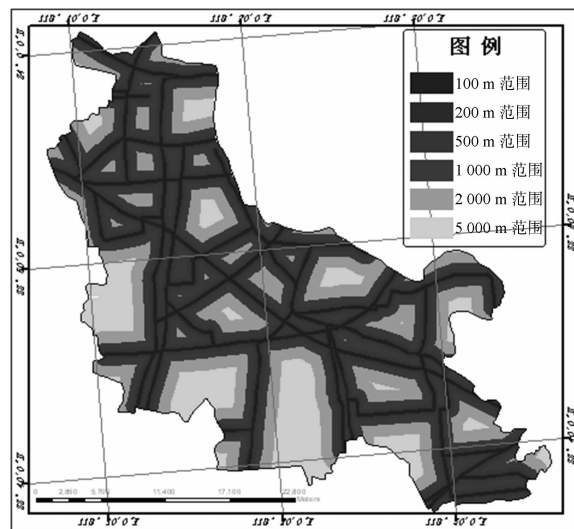


图6 道路缓冲矢量图示

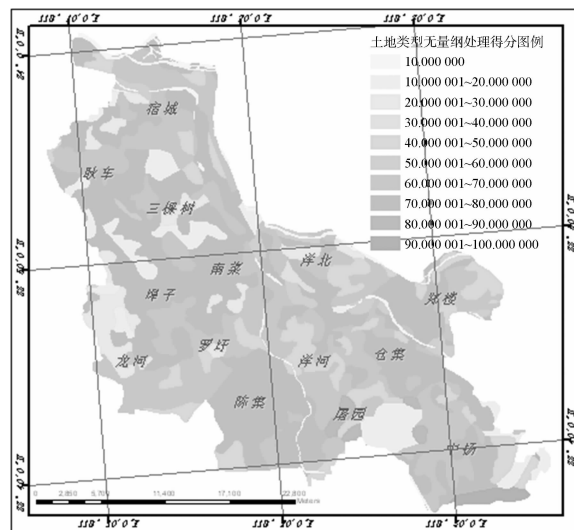


图7 耕层质地指标得分分布

土、砂姜黑土等类型)不适宜农作物种植外(图7中表现为灰度较亮区域),宿城区大部分地区土壤较适宜种植农作物,且在空间分布上表现出中南部较好的格局。

## 2.2 总体叠加分析

根据设定的评价模型,对相关影响数据图层作综合叠加操作,对于属性表中叠加分值的确定,采用无量纲处理后按照设定的权重按模型公式重新计算分值,对叠加的最终分值分10级显示,如图8所示,图中灰度越浅的地方作为农用地的自然质量越差,灰度越深的地方质量越好。

从图8中可以看出,宿城区农用地自然质量评价最终得分优劣相差较大,空间分布极不均衡,总体呈现出东北部差而西南部优的空间特征,尤其是在其西部的埭子、龙河一带,农用地自然质量评价得分较低,在南部洋河、屠园以及东南部的郑楼、中扬一带评价得分较高,中部大地区得分居中。

## 3.3 分乡镇比较分析

以乡镇为单位,对上述叠加后的结果进行分区统计,得到每个乡镇的板块数量、最低得分、最高得分、平均得分以及得

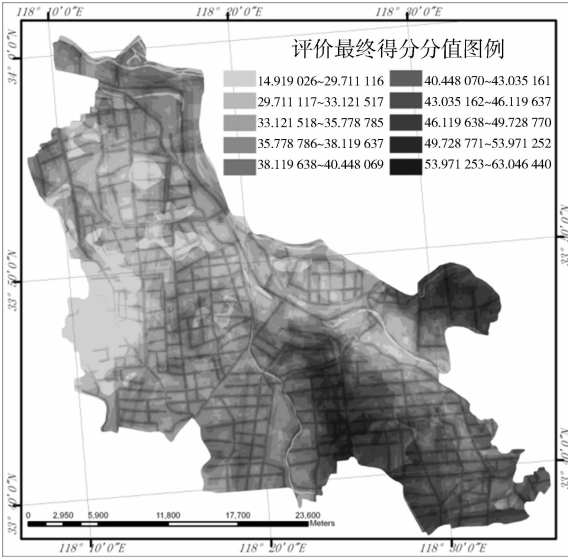


图8 质量最终评价得分分布

表 2 宿城区分乡镇农用地自然质量评比

地区	板块数	最低得分	最高得分	平均得分	标准差	总面积 (m <sup>2</sup> )	面积加权 平均分
宿城	4 663	24.222 394	49.213 622	37.638 316	4.081 7	105 298 944.057 6	36.875 964
耿车	2 475	23.940 439	46.963 622	35.765 086	4.172 1	47 546 359.182 4	34.980 678
三棵树	3 735	21.382 169	46.134 675	34.448 784	3.978 4	53 300 890.222 9	33.798 604
南菜	5 475	23.622 881	46.972 910	36.437 858	3.396 2	53 222 845.616 6	35.494 823
埠子	4 823	18.776 168	44.775 542	33.666 912	4.436 5	55 622 604.360 7	31.961 148
龙河	2 202	14.919 026	45.446 594	32.583 453	6.723 8	56 023 746.268 7	30.593 238
罗圩	3 993	31.254 460	47.726 780	38.986 238	2.765 2	47 961 852.041 3	38.111 846
洋北	4 637	25.850 214	44.099 587	34.983 671	3.137 9	57 519 002.814 6	34.181 699
洋河	3 947	26.250 074	58.625 903	44.937 083	6.315 7	32 004 916.848 8	43.283 949
陈集	5 231	29.293 933	48.809 598	40.494 612	3.014 3	76 913 107.639 5	39.399 264
郑楼	5 146	24.252 691	59.042 570	43.715 971	6.831 5	58 896 884.197 55	42.907 234
仓集	5 938	24.586 024	56.753 096	41.284 566	5.676 5	53 730 152.922 4	39.120 182
屠园	6 674	31.050 936	63.046 440	48.168 184	5.542 1	64 062 960.135 7	45.862 752
中扬	7 776	32.912 354	56.476 264	44.219 642	3.825 2	96 443 348.236 5	43.535 413

100 mg/kg,pH 值在 6.5 ~ 7.9 之间,均属中性土壤。农田基础设施完善,土地平整,能灌能排,地下水位在 1 m 以下,基本无障碍层次。该地区必须进一步搞好农田基础设施建设,增强抗涝能力;提高科学施肥水平,加强工业污染治理,改善农田生态环境。

质量中等的 5 个乡镇大概占全区总面积的 4/10,地貌类型有圩区和丘陵,土壤肥力较高,其平均有机质含量为 24 g/kg,全氮含量为 1.3 g/kg,有效磷含量为 14 mg/kg,速效钾含量为 90 mg/kg,pH 值在 6.5 ~ 8.0 之间,均属中性土壤。农田基础设施比较完善,土地平整,能灌能排,地下水位常年在 0.8 m 以下,障碍层次一般出现在 0.6 m 以下。土壤耕性尚佳,排涝能力强,保水保肥性较好。该类农用地应增加有机投入,培肥地力,降氮增磷补钾,合理调整施肥结构,减少面源污染。

质量较差的 5 个乡镇大概占全区总面积的 3/10,土壤有机质含量平均为 24 g/kg,全氮含量为 1.3 g/kg,有效磷含量为 13 mg/kg,速效钾含量为 85 mg/kg,pH 值在 6.8 ~ 8.1 之间。基础设施较完善,土地基本平整,能灌能排,地下水位常

分的标准差,并统计出每个乡镇的面积作面积加权平均得分,结果详见表 2。其中,乡镇面积加权平均得分的计算方法为:

$$S_a = \frac{\sum_{i=1}^n (S_i \times A_i)}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad (2)$$

式中: $S_a$  为乡镇面积加权平均分, $S_i$  为该乡镇第  $i$  个板块相对应的得分, $A_i$  为该乡镇第  $i$  个板块相对应的面积, $n$  为该乡镇总计板块数。

从表 2 中可以看出,在乡镇尺度上,宿城区农用地自然质量较好的依次为屠园、中扬、洋河、郑楼,其面积加权得分均超过 40;处于中等水平的有陈集、仓集、罗圩、宿城、南菜,其面积加权得分介于 35 ~ 40 之间;较差的有耿车、洋北、三棵树、埠子、龙河,其面积加权得分低于 35。平均得分标准差较大的有郑楼、洋河和龙河,而龙河的加权得分最低,所以全区农用地自然资源条件最差的当属龙河,最优的则为屠园。

质量较好的 4 个乡镇大概占全区总面积的 3/10,地貌类型为平原圩区,土壤养分含量较高,有机质平均含量 24 g/kg,全氮含量 1.4 g/kg,有效磷含量 15 mg/kg,速效钾含量

年在 0.8 m 以下,障碍层次一般出现在 0.4 m 以下,耕性稍差,保水保肥性尚可。该类农用地应改善农田基础设施,提高抗旱排涝能力,全面培肥地力,推广平衡施肥技术,平衡土壤养分。

3 结论

本研究利用 GIS 技术对宿迁市宿城区的农用地自然质量进行了分析评价研究,基于土壤养分、理化性状、立地条件这 3 个评价准则,对宿迁市宿城区的农用地自然质量进行了定量评价,并以乡镇为单位,采用赋值法进行分级评价。结果表明,宿迁市宿城区农用地自然质量空间分布特征为东北部差、西南部优。

本研究采用的方法克服了传统方法主观性大的缺点,使评价指标更加客观、量化,提高了评价的科学性和可操作性。但鉴于农用地自然资源质量的分析评价属于复杂系统问题,其评价指标及评价方法国内外尚未统一,还存在一定的不确定性,因此还需要进一步开展相关研究,为制定国际标准、国家标准或行业标准提供依据,使评价结果更加科学化、标准化。

邹烨燊,李 勇,赵志忠,等. 东寨港红树林沉积物重金属的垂向分异及污染评价[J]. 江苏农业科学,2014,42(8):327-330.

# 东寨港红树林沉积物重金属的垂向分异及污染评价

邹烨燊,李 勇,赵志忠,季一诺,吴 丹

(海南师范大学地理与旅游学院,海南海口 571100)

**摘要:**采用电感耦合等离子体质谱仪(ICP-MS)测定东寨港红树林 15 个表层沉积物样点中 8 种重金属元素(Cr、Co、Ni、Cu、Zn、As、Cd、Pb)的浓度,分析重金属元素的垂向分异规律及近几年东寨港红树林沉积物的重金属含量变化情况,并应用地质累积指数法对该区重金属的污染程度进行评价。结果表明:东寨港表层沉积物中 8 种重金属浓度由高到低依次是 $Cr > Zn > Ni > Cu > Pb > Co > As > Cd$ ;随着沉积物深度增加,Cu、Zn、As、Pb 的浓度逐渐减小,Cr 的表层浓度略低于中层和下层,Ni、Cd 的中层浓度略高于上层和下层。地质累积指数评价结果表明,QT-1-01、QT-1-02、QT-2、GN-1、GN-2、GN-3 这 6 个采样点污染程度较严重,产生污染的重金属是 Cd 和 As,污染程度分别为偏重度和轻度-偏中度污染。

**关键词:**重金属;红树林;沉积物;垂向分异;地质累积指数

**中图分类号:** X825 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)08-0327-04

红树林是生长发育于热带及亚热带海岸潮间带、受周期性潮水淹没、由常绿乔木灌木组成的、具有抗盐性潮滩湿地木本植物群落<sup>[1-2]</sup>。它蕴含丰富的生物资源,具有重要的生态服务功能,可为林区微生物、动物提供食物、营养、保育栖息环境,支撑河口的重要食物链<sup>[1]</sup>。除此之外,红树林还具有防风防浪、保护和塑造海岸地貌沉积环境、净化水质等功能<sup>[3-4]</sup>,是地球上生产力最高、生物多样性最丰富、最具价值的湿地生态系统之一<sup>[5]</sup>。红树林沉积物主要由黏土矿物、活性金属氧化物、有机质组成,这种沉积物颗粒因其巨大的比表面积,使之比一般潮滩更易吸附具有生物毒性的重金属元素,成为水体各种污染的源和汇<sup>[6]</sup>。由于这种赋存并不是单向不变的,当水体环境改变或在生物作用下,沉积物中的重金属元素极有可能被再次释放到水体中,造成二次污染<sup>[7]</sup>。因此,对红树林沉积物重金属地球化学特征的研究,可为红树林

重金属污染的综合治理提供理论依据和方法指导,为红树林生态系统的管理、保护和恢复提供参考资料。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区域

海南岛东寨港红树林位于琼州海岸南岸、海口市琼山区东北部,东经 $110^{\circ}32' \sim 110^{\circ}37'$ 、北纬 $19^{\circ}51' \sim 20^{\circ}01'$ <sup>[8]</sup>,处于由近代地震沉降而形成的近南北向溺谷湾<sup>[8]</sup>。本区北端北港岛两侧有潮汐与琼州海峡相连,研究区内大量沉积物来源于此<sup>[9]</sup>。海岸线曲折多湾,泻湖滩面平缓。红树林分布于整个海岸浅滩,共有红树 16 科 32 种。红树林外边缘种类为白骨壤,往里以红海榄为主<sup>[10]</sup>,覆盖率达 80%。东寨港红树林沉积物中重金属的来源主要包括生活污水排放、自然径流、来往船只漏油、农药及养殖业饲料几个方面,这些重金属污染物极易积淀于红树林沉积物中,对整个生态系统都具有影响<sup>[11]</sup>。

近年来,东寨港红树林沉积物的研究已成为热点,一些研究者对沉积物元素的水平分布、迁移规律,赋存形态、相关性等进行研究和探讨,但这些研究成果缺乏对东寨港红树林重金属元素的垂向分异规律、近年来东寨港红树林重金属含量

收稿日期:2013-10-31

基金项目:国家自然科学基金(编号:41261062);教育部留学回国人员科研基金。

作者简介:邹烨燊(1988—),女,四川宜宾人,硕士研究生,从事热带地表海岛过程与环境评价的研究。E-mail:86060698@qq.com。

通信作者:赵志忠,教授,硕士生导师。E-mail:170829021@qq.com。

## 参考文献:

- [1]戴 旭. 农业土地评价的理论与方法[M]. 北京:科学出版社,1995:20-21.
- [2]张立亭,祝国瑞,周世健. 农用地质量的综合评价[J]. 华东地质学院学报,2002,25(1):47-49.
- [3]路 婕,李 玲,吴克宁,等. 基于农用地分等和土壤环境质量评价的耕地综合质量评价[J]. 农业工程学报,2011,27(2):323-329.
- [4]Pieri C, Dumanski J. Land quality indicators[R]. World Bank Discussion Papers,1996.
- [5]Dumanski J, Pieri C. Land quality indicators: research plan[J]. Agriculture, Ecosystems and Environment,2000,81:93-102.
- [6]王建国,陈凌静. 土地质量评价研究综述[J]. 河北农业科学,

2008,12(4):81-85.

- [7]王国强,郑文聚. 土地质量评价研究的简要回顾与展望[J]. 中国土地科学,2011,25(7):92-97.
- [8]任 奎,周生路,张红富,等. 江苏农用地资源质量空间格局及影响机制研究[J]. 农业工程学报,2008,24(4):127-134,封3.
- [9]贾树海,邱志伟,潘锦华,等. 辽宁省农用地质量空间分布及影响因素[J]. 土壤通报,2011,42(2):273-279.
- [10]蒋贵国. 四川省农用地类型区划分及综合生产能力评价研究[D]. 成都:成都理工大学,2012:2-8.
- [11]吴克宁,程先军,黄 勤,等. 基于分等成果的农用地综合生产能力[J]. 农业工程学报,2008,24(11):51-56.
- [12]郭 刚. 基于 GIS 的桦南县土地生产潜力研究[D]. 哈尔滨:东北农业大学,2012:1-3.