

赵志尚, 胡伟艳, 魏安奇. 湖北省耕地多功能变化及障碍因素诊断[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(5): 268–272.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.05.070

湖北省耕地多功能变化及障碍因素诊断

赵志尚, 胡伟艳, 魏安奇

(华中农业大学公共管理学院, 湖北武汉 430070)

摘要:考虑供给与需求因素, 构建耕地多功能评价指标体系, 采用改进的 TOPSIS 方法及障碍度模型对湖北省 1991—2013 年耕地多功能变化及主要障碍因素进行分析。结果表明, 研究区 1991—2001 年耕地多功能不断减弱, 从 0.519 7 下降至 0.327 7, 年均下降 3.36%; 2001—2013 年在波动中不断增强, 从 0.347 9 上升至 0.460 3, 年均上升 2.69%。其中, 耕地的社会功能明显减弱, 生产功能与生态功能明显增强; 影响耕地多功能的单项障碍因素主要有土壤保持、地均农业增加值、粮食品质保障、富余化肥强度、生活消费自给率等; 长远来看, 社会功能与生态功能是影响耕地多功能提高的主要功能。社会功能障碍度以年均 4.11% 的速度增加, 生态功能障碍度与生产功能障碍度分别以年均 0.82%、3.05% 的速度减小。本研究结果为合理利用耕地、提高耕地多功能管理水平提供了依据。

关键词:耕地多功能; 变化; 改进的 TOPSIS 方法; 障碍因素

中图分类号: F323.211 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)05-0268-04

耕地是人类赖以生存与发展的关键资源环境要素, 不仅具有提供粮食食物等生产功能, 还承担着区域粮食安全、生态环境服务以及乡村就业维持等非生产性功能^[1]。长期以来, 片面的耕地功能认知导致耕地保护主体与受益主体的高度不对称, 耕地非农化无序扩张。李效顺等研究表明, 我国耕地非农化存在严重的过渡性损失, 其中 44.73% 属于未纳入耕地生态效益的结果^[2]。同时, 过度集约化的耕地利用导致不断接近甚至突破耕地生态系统承载的极限, 耕地质量恶化成为不争的事实, 全国第二次土地调查显示, 全国中重度污染耕地超过 333.33 万 hm^2 ^[3]。中央政府于 2007 年、2013 年提出划定“耕地红线”和“生态红线”, 站在“五位一体”全局战略高度, 强力推进生态文明建设。耕地是农业经营最主要的元素和载体, 在新时期推动耕地从单功能利用转向多功能综合利用是贯彻生态文明建设的重要举措。

近年来, 土地科学研究已从土地利用/土地覆盖变化研究向土地功能变化研究转变^[4]。Verbarg 等认为, 土地功能评价关注土地产出的产品与服务, 强调了土地功能与人类福祉的联系^[5]。耕地与人类社会的密切联系使其功能研究受到了更多的关注。目前, 国内研究主要集中在耕地功能划分^[6]、耕地资源价值评价^[7]、耕地多功能内涵与特性^[8]、耕地功能时空演变^[9]、耕地多功能管理^[11]等方面。宋小青等对建国以来中国耕地多功能时间演变进行分析, 发现多功能间变化趋势不一^[10]。杨雪等通过对北京市耕地功能分析发现, 2004 年与 2011 年耕地多功能存在明显的时空差异^[9]。当前研究主要聚焦在耕地功能需求多元化的大都市郊区, 传统农业区

则涉及较少, 且耕地功能时间变化多以不同时间截面对比分析, 无法反映长期演变趋势与特征。本研究以粮食主产省湖北省为例, 通过构建耕地多功能评价指标体系, 揭示湖北省自 1991 年以来耕地多功能变化特征, 并对影响耕地多功能的障碍因素进行诊断, 以期为提高耕地多功能管理水平提供依据。

1 研究方法

1.1 耕地多功能分类及指标体系

耕地多功能是耕地复合系统与人类社会利益需求匹配下的结果。一方面, 耕地资源是土地系统中的精华, 其自身优越的水肥气热特性决定了在支持植物生长外, 还具有涵养水源、碳汇、净化污染物等外部效应, 即耕地利用具有联合生产属性^[8]。另一方面, 从耕地与社会的关系出发, 耕地存在的意义即满足特定的社会需求, 耕地多功能特性是不同利益相关者对耕地需求差异性的表现。笔者考虑耕地多功能的供给、需求层面, 参考前人及生态系统服务相关研究^[10-11], 结合湖北省实际特征, 构建耕地多功能评价指标体系(表 1)。

1.2 评价方法

1.2.1 改进的 TOPSIS 法 TOPSIS 法是一种多属性决策方法, Hwang 等首次提出, 现已被广泛用于多目标决策评价中^[16]。其基本原理是通过构造决策问题中各指标最优解和最劣解, 建立评价指标与最优解和最劣解之间距离的二维数据空间, 在此基础上对评价方案与最优解和最劣解作比较, 若最接近于最优解, 同时又最远离最劣解, 则该方案为最优方案。传统的 TOPSIS 方法没有考虑评价对象与最优解、最劣解的调整修正, 可能影响优劣排序的合理性, 笔者采用改进后的 TOPSIS 方法对具有多种属性特征的耕地多功能进行评价。基本步骤如下:

(1) 标准化指标数据。其计算公式为

$$Y_{ij} = \begin{cases} (X_{ij} - X_{j\min}) / (X_{j\max} - X_{j\min}), & \text{正向指标;} \\ (X_{j\max} - X_{ij}) / (X_{j\max} - X_{j\min}), & \text{负向指标;} \end{cases}$$

式中: X_{ij} 为第 i 年第 j 个指标的评价值, $X_{j\max}$ 和 $X_{j\min}$ 分别为第 j

收稿日期: 2016-10-28

基金项目: 中央高校基本科研业务费项目(编号: 2662016PY116); 国家自然科学基金(编号: 71303087)。

作者简介: 赵志尚(1991—), 男, 河北邢台人, 硕士研究生, 主要从事土地资源经济研究。E-mail: 18730213998@163.com。

通信作者: 胡伟艳, 博士, 副教授, 主要从事土地资源经济、土地政策分析与乡村发展管理研究。E-mail: hwywmake@163.com。

表 1 耕地多功能评价指标体系

目标层	准则层	指标层	性质	指标计算	权重
耕地多功能 A	生产功能 A ₁	旱涝保收面积比 A ₁₁ (%)	+	旱涝保收面积/耕地总面积	0.031 2
		有效灌溉率 A ₁₂ (%)	+	有效灌溉面积/耕地面积	0.035 7
		粮食总产量 A ₁₃ (10 kt)	+	年粮食总产量	0.026 7
		粮食单产 A ₁₄ (t/hm ²)	+	粮食总产量/粮食播种面积	0.017 6
		地均农业增加值 A ₁₅ (万元/hm ²)	+	农业增加值/耕地面积	0.076 7
		农业经营贡献 A ₁₆ (%)	+	农业增加值/农林牧渔增加值	0.028 8
	生态功能 A ₂	富余化肥强度 A ₂₁ (kg/hm ²)	-	[化肥施用量(折纯)×(1-利用率)]/耕地面积	0.080 1
		固碳释氧量 A ₂₂ (t/hm ²)	+	(CO ₂ 吸收量+O ₂ 释放量)/耕地面积	0.027 2
		污染物吸收 A ₂₃ (kg/hm ²)	+	(SO ₂ 、NOX、HF、滞尘吸收量)/耕地面积	0.076 5
		土壤保持 A ₂₄ (%)	+	坡改梯耕地面积/25°以上耕地面积	0.102 7
		作物丰富性指数 ^[12] A ₂₅	+	-∑b _i lnb _i , b _i 为各品种作物播种面积与农作物播种面积之比	0.032 6
		耕地破碎度 A ₂₆ (%)	-	(公路里程+铁路里程)/土地总面积	0.048 6
	社会功能 A ₃	生活消费自给率 A ₃₁ (%)	+	1-农村居民家庭人均生活消费现金支出/农村居民家庭人均生活消费支出	0.044 3
		生活消费支出满足度 A ₃₂ (%)	+	家庭经营纯收入/生活消费支出	0.066 7
		人均耕地经营面积 A ₃₃ (hm ² /人)	+	耕地面积/农业从业人员数量	0.069 1
		农业从业转移就业风险 ^[10] A ₃₄	+	城镇登记失业率×(消除价格因素的城镇居民人均可支配收入/消除价格因素的农民人均纯收入)×(农业从业人员/乡村从业人员)	0.028 4
		耕地压力指数 ^[10] A ₃₅ (%)	-	(粮食自给率×人均粮食需量)/(粮食播种面积单产×粮作比×复种指数×人均耕地面积)	0.020 7
		粮食品质保障 A ₃₆ (%)	+	农药施用安全标准/(农药施用量/耕地面积)	0.146 4
		城乡收入差距 A ₃₇ (%)	-	消除价格因素的城镇居民人均纯收入/消除价格因素的农村居民人均纯收入	0.039 9

注:化肥利用率参考曾希柏等的研究成果,将单位播种面积化肥施用量在 300 kg 以下年份采用中施肥区计算公式,300 kg 以上年份采用高施肥区计算公式^[13]。固碳释氧量计算依据为植物生产 1 g 干物质吸收固定 1.63 g CO₂,释放 1.2 g O₂ 与干物质量=经济产量×(1-作物含水量)/经济系数^[14]。污染物吸收参考马新辉等关于不同类型单位耕地吸收污染气体的研究成果,其中用水浇地近似代表水田吸收量^[15]。粮食自给率与人均粮食需求量参考粮食安全主流观点定为 95% 与 400 kg,农药施用安全标准采用发达国家农药施用安全标准上限 2.3 kg/hm²。

个指标的最大值和最小值;Y_{ij} 为标准化后的矩阵。i=1,2,⋯,m;j=1,2,⋯,n。

(2)确定指标权重,构建加权规范化矩阵。权重的确定方法主要有层次分析法、特尔斐法等,其中,熵值法是客观赋权法,根据指标数据变异性的确定权重,体现了较强的客观性和科学性^[10]。计算公式如下:

$$w_j = \frac{1 - E_j}{n - \sum_{i=1}^n E_j}; \text{其中 } E_j = -\frac{1}{\ln m} \sum (q_{ij} \times \ln q_{ij}); q_{ij} = \frac{Y_{ij}}{\sum_{i=1}^m Y_{ij}}。$$

式中:n 为评价指标,m 为 1991—2013 年的年数,E_j 为第 j 项指标的熵值,并假定,当 q_{ij}=0 时,令 q_{ij}×lnq_{ij}=0,为第 j 项指标下第 i 年指标的标准化值在整个评价年份序列中的比重,w_j 为第 j 项指标的权重值。

将熵值法确定的指标权重向量 w_j 考虑进决策矩阵中,建立加权规范化矩阵:

$$Z = |Z_{ij}|_{m \times n} = w_j \times Y_{ij}。$$

式中:Z_{ij} 为第 j 项指标第 i 年加权规范化值,w_j 与 Y_{ij} 含义同上。

(3)确定最优解与最劣解,令 z⁺ 表示最优解,z⁻ 表示最劣解,则有:
$$\begin{cases} z^+ = \max Z_{ij} \\ z^- = \min Z_{ij} \end{cases} (i=1,2,\cdots,m;j=1,2,\cdots,n)。$$

(4)分别计算各年份评价对象到最优解与最劣解的距离

D_i⁺ 与 D_i⁻:

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (Z_{ij} - z^+)^2} (i=1,2,\cdots,m);$$
$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (Z_{ij} - z^-)^2} (i=1,2,\cdots,m)。$$

式中:Z_{ij}、z⁺、z⁻ 含义同上。

(5)计算历年评价对象与最优方案的贴近度 C_i:

$$C_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-}。$$

式中:C_i 介于 0 和 1 之间,其值越大,表明第 i 年耕地功能越强。

1.2.2 障碍因素诊断方法 分析耕地多功能变化既在于对耕地功能状态进行评判探查发展趋势,更重要的是厘清影响耕地功能的障碍因素,以便对耕地功能状态进行病理诊断。具体方法是引入因子贡献度 w_{ij}、指标偏离度 F_r、障碍度 O_j、U_i 3 个指标进行分析诊断。其中,因子贡献度 w_{ij} 为单因素对总目标的权重;指标偏离度 F_{ij} 为单项指标与耕地功能发展目标的差距,即单项指标值与 100% 的差距;障碍度 O_j、U_i 分别表示单项指标与分类指标对耕地功能状态的影响。计算公式如下:

$$F_{ij} = (1 - x_{ij});$$
$$O_j = F_{ij} \times w_{ij} \times 100\% / F_{ij} \times w_{ij}。$$

在分析各指标因素限制程度基础上,进一步诊断各功能

层面障碍度,用下式表示:

$$U_i = \sum O_{ij}。$$

X_{ij} 为第 i 个子系统第 j 个指标的标准化值, n 为指标个数。

1.3 研究区域概况与数据来源

湖北省位于长江中游,洞庭湖以北,108°21′~116°07′E, 29°05′~33°20′N。东西长约 740 km,南北宽约 470 km,总面积 18.59 万 km²。作为全国粮食主产省(区)和稻谷的主调出省,湖北省耕地保有量并不充裕,2013 年耕地面积 340.991 万 hm²,约占国土总面积 18.34%。2003 年之前,建设占用导致耕地面积不断减少,之后政府严控耕地非农占用,同时土地整理、复垦工作的开展使得耕地面积不断增加,2013 年已恢复到 1991 年水平。随着湖北省城镇化进程加快,耕地非农化压力不断增加。同时,湖北省耕地生态质量自 1995—2005 年期间下降了约 10 百分点^[12],因此,科学分析湖北省耕地多功能变化,凸显耕地资源多功能特性,对将耕地保护由单纯的面积保护上升到多功能保护层面,从而更好地符合城乡居民需求具有重要意义。

本研究数据均来源于 1992—2014 年《湖北统计年鉴》《湖北农村统计年鉴》《中国统计年鉴》。

2 结果与分析

2.1 耕地多功能变化特征

2.1.1 多功能 根据改进的 TOPSIS 方法步骤,利用熵值法测算湖北省耕地多功能指标权重(表 1),然后获得耕地多功能评价价值(图 1)。

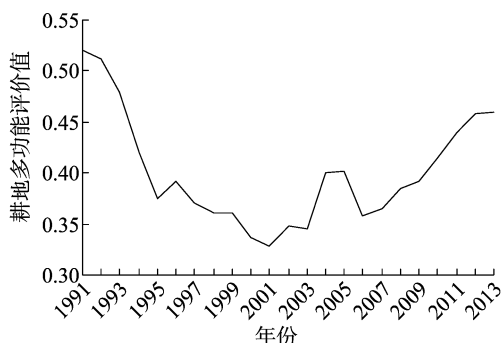


图1 湖北省耕地多功能变化

贴适度 C 值反映耕地功能强弱,该值越大,耕地功能越强。从图 1 可以看出,湖北省耕地多功能大致呈“U”形变化,2001 年之前,贴适度 C 值从 0.519 7 下降至 0.327 7,年均下降 3.36%,2001 年至今,贴适度 C 值从 0.347 9 上升至 0.460 3,年均上升 2.69%,耕地多功能在经过短期波动后快速上升。耕地多功能是各功能变化趋势叠加的表现,而人类需求强调耕地多功能最大化,因而未来应协调各功能发展态势,促使功能之间协同发展,强化耕地总效益。

2.1.2 生产功能 生产功能在 2010 年前总体保持在 0.28~0.46。1991—2005 年呈现“波峰一波谷”状变化趋势,1996 年达到局部最高点 0.464 5,2000—2002 年徘徊在最低点 0.282 9 上下,2002 年后则从 0.357 0 上升至 0.780 0(图 2)。1997 年前,粮食产量年均增加 65.05 万 t,同时农田灌溉等配套设施不断完善,1996 年达到局部顶点,1997 年后,粮食产量

不断下滑,2003 年时为 23 年最低值,为 1 921.02 万 t,同时其他因素的下降导致在 2000—2002 年生产功能滑落到 23 年间波谷位置。宋小青等研究表明,1998—2003 年全国粮食产量同样出现了下滑趋势,主要原因为种粮效益的降低。而 2003 年正式实施的惠农政策扭转了粮食产量的下跌趋势^[17],种粮补贴政策以现金方式直接补贴了种粮收益,刺激了粮食产量的提高。2010 年后,地均农业增加值年均增加 0.6 万元,这之前年均增加 0.12 万元有了较大提高,因而生产功能快速增强。

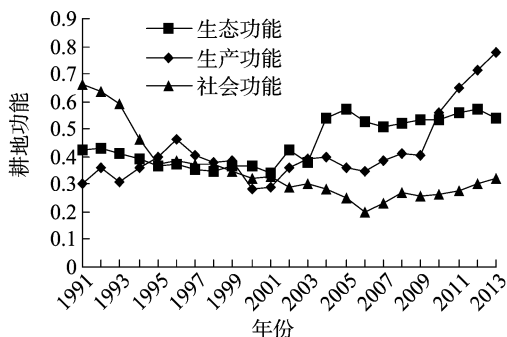


图2 湖北省耕地各功能变化

2.1.3 生态功能 生态功能在 2001 年前微弱下降,经过 2001—2003 年波动上升后逐渐稳定,23 年间从 0.425 8 上升至 0.537 4(图 2)。富余化肥强度在 23 年间增加了 150.4%,表明增产性投入受到农户青睐,这也与中国自 20 世纪 50 年代后期逐渐步入以生物化学技术创新为特点的耕地开发模式相对应^[18]。2000 年后,生态退耕政策的实施以及农户优化的生产决策使得低产出耕地被弃耕,25°以上耕地面积减少了 187.19 hm²,土壤保持功能逐渐增强。2003 年后得益于水田与耕地总面积的增加,污染物吸收功能不断增强,因而在趋势上 2003 年成为变化的转折点。

2.1.4 社会功能 社会功能从 0.659 0 下降至 0.319 4,在 2007 年前持续下降,2007 年以来缓慢上升(图 2)。粮食安全保障功能中,自 2003 年后,耕地压力指数逐渐下降并与 20 世纪 90 年代初齐平,表现出良好态势,但粮食品质保障一路下滑,数据显示,自 1999 年起农药施用强度就已超过太湖流域农业高度集约化施用强度 34.5 kg/hm²,近 5 年逐渐稳定,但仍在 39 kg/hm² 左右。1994 年以来,生活消费自给率、生活消费支出满足度分别下降了 72.2%、36.90%,导致社会功能逐渐减弱。2007 年以来,随着城乡收入差距与耕地压力指数不断下降,社会功能转而增强,但仍处在较弱状态。

2.2 障碍因素诊断

2.2.1 单项障碍因素诊断 考虑耕地多功能变化特征,根据障碍因素诊断方法,选取 1991 年、2001 年、2013 年计算湖北省耕地多功能障碍度,分析影响耕地多功能的单项障碍因素,不同年份耕地多功能障碍因素排序见表 2。

从表 2 可以看出,1991 年,单项障碍因素主要有土壤保持、地均农业增加值、人均耕地经营面积、污染物吸收等。2001 年则是粮食品质保障、土壤保持、污染物吸收、地均农业增加值、人均耕地经营面积等,2013 年则转化为粮食品质保障、富余化肥强度、生活消费支出满足度、耕地破碎度等。

从单项指标变化趋势看,1991—2013 年间,粮食品质保

表 2 不同年份耕地多功能障碍因素排序

位序	1991 年		2001 年		2013 年	
	障碍因素	障碍度 (%)	障碍因素	障碍度 (%)	障碍因素	障碍度 (%)
1	A ₂₄	19.53	A ₃₆	20.12	A ₃₆	26.37
2	A ₁₅	14.58	A ₂₄	15.00	A ₂₁	14.86
3	A ₃₃	13.14	A ₂₃	10.60	A ₃₂	12.54
4	A ₂₃	11.94	A ₁₅	10.11	A ₂₆	9.42
5	A ₂₅	6.19	A ₃₃	7.34	A ₃₁	8.46
6	A ₃₂	5.88	A ₂₁	6.00	A ₃₄	5.50
7	A ₂₂	5.17	A ₁₂	5.66	A ₁₆	3.46

障、富余化肥强度、耕地破碎度、生活消费支出满足度、生活消费自给率等指标障碍度上升幅度较大,障碍度分别提高了 26.37%、14.86%、9.42%、6.66%、6.62%。近年来,生活保障与农药、化肥投入成为主要的障碍因素。随着土地制度改革的不断深入,农户拥有了要素配置决策权,非农务工机会成本不断攀升使得省工性与增产性投入对劳动力的替代程度放大,因而农户可以优化配置土地投入要素的配比,从而表现为生活保障功能的持续减弱,农药、化肥投入带来的生态负效应不断增强。

2.2.2 多功能障碍因素诊断 在单项指标障碍度计算的基础上,进一步计算耕地多功能分类指标障碍度,考察功能层面的障碍程度,耕地多功能障碍度变化趋势见图 3。

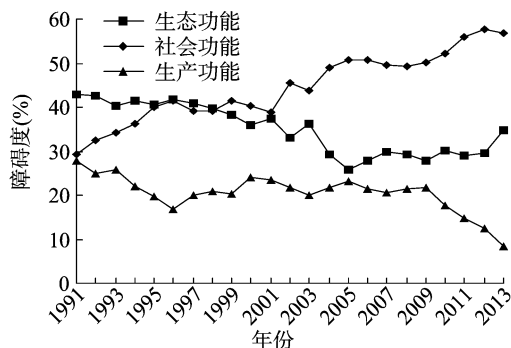


图 3 耕地各功能障碍度变化趋势

从图 3 可以看出,生产与生态功能障碍度逐渐下降,而社会功能障碍度不断上升。1999 年前,生态功能障碍度最大,其次是社会功能与生产功能,1999 年后,社会功能障碍度超过生态功能上升至第 1 位,生产功能仍处在第 3 位。从各功能障碍度年变化率看,1991—2013 年,社会功能障碍度以年均 4.11% 的速度增加,生态功能与生产功能障碍度分别以年均 0.82%、3.05% 的速度减小。

生态功能障碍度总体保持在较大幅度,且下降幅度微弱。近年来,三农政策已逐渐涉及到农业资源保育议题,2016 年中央一号文件着重提出加快农业环境突出问题治理,因而政府未来应加大对农田生态环境的保护力度。从农业产业层面讲,耕地社会功能的适度降低是农业现代化发展与规模化经营的要求,但功能的过度弱化也导致了耕地抛荒等现象的发生。城镇经济的发展尤其是第二产业容纳了大量农村劳动力,未来随着我国经济结构的调整,部分非农劳动力将逐渐回流,因而政府应结合实际情况,合理控制耕地就业功能,提高务农农户的实质保障力度。

3 结论与讨论

考虑耕地多功能的供需因素,构建了耕地多功能评价指标体系,并在时间维度上分析了湖北耕地多功能的变化特征及影响因素。结果表明,湖北省耕地多功能处于动态变化中。其中 1991—2001 年耕地多功能不断减弱,贴适度 C 值从 0.519 7 下降至 0.327 7;2001—2013 年间在波动中不断增强,贴适度 C 值从 0.347 9 上升至 0.460 3;生产功能与生态功能在 2003 年后不断增强,生产功能在 2010 年后快速上升,生态功能则在经过 2003—2005 年快速上升后逐渐稳定,社会功能则明显减弱,但 2007 年后已表现出微弱上升趋势。障碍因素诊断结果表明,2013 年粮食品质保障、生活消费支出满足度、生活消费自给率、富余化肥强度等成为主要障碍因素。在功能层面,社会功能与生态功能对耕地多功能影响较大。研究结果表明,未来应加大耕地保护力度,鼓励农民减少农药、化学品投入;加大支农力度,推动农业高附加值产业的发展,同时兼顾新型职业农民的培育,从而拓宽农户增收渠道。

为使研究进一步完善,将来可以开展耕地多功能的空间差异性和相互关系研究。区域间耕地功能供给的异质性与耕地功能需求的差异性导致在不同地域空间上耕地多功能的表现形态不同,而揭示耕地多功能的空间分异特征将有利于制定差别化的耕地利用政策。另外,耕地的联合生产属性以及人类对耕地多功能的权衡使得多功能间存在密切的关联,因而如何以较小的成本权衡耕地多功能之间的关系,最大化多功能综合水平,将成为将来主要的研究方向。

参考文献:

- [1] 宋小青,欧阳竹. 中国耕地多功能管理的实践路径探讨[J]. 自然资源学报,2012,27(4):540-551.
- [2] 李效顺,曲福田,姜海,等. 基于过度性损失计量与消减的中国耕地资源保护目标研究[J]. 中国土地科学,2008,22(10):4-11.
- [3] 中国约 5 000 万亩耕地受到中重度污染[J]. 青海国土经略,2014(3):79.
- [4] 陈睿山,蔡运龙,严祥,等. 土地系统功能及其可持续性评价[J]. 中国土地科学,2011,25(1):8-15.
- [5] Verburg P H, van de Steeg J, Veldkamp A, et al. From land cover change to land function dynamics: a major challenge to improve land characterization[J]. Journal of Environmental Management, 2009, 90(3):1327-1335.
- [6] 赵华甫,张凤荣,许月卿,等. 北京城市居民需要导向下的耕地功能保护[J]. 资源科学,2007,29(1):56-62.
- [7] 蔡运龙,霍雅勤. 中国耕地价值重建方法与案例研究[J]. 地理学报,2006,61(10):1084-1092.
- [8] 宋小青,欧阳竹. 耕地多功能内涵及其对耕地保护的启示[J]. 地理科学进展,2012,31(7):859-868.
- [9] 杨雪,谈明洪. 北京市耕地功能空间差异及其演变[J]. 地理研究,2014,33(6):1106-1118.
- [10] 宋小青,吴志峰,欧阳竹. 1949 年以来中国耕地功能变化[J]. 地理学报,2014,69(4):435-447.
- [11] 谢高地,肖玉,甄霖,等. 我国粮食生产的生态服务价值研究[J]. 中国生态农业学报,2005,13(3):10-13.
- [12] 陈朝,吕昌河. 基于综合指数的湖北省耕地质量变化分析[J]. 自然资源学报,2010,25(12):2018-2029.

梅林林, 朱大威. 江苏省苏南地区地下水环境质量评价及污染指标分析——以江苏省太仓市为例[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(5): 272–274. doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.05.071

江苏省苏南地区地下水环境质量评价及污染指标分析 ——以江苏省太仓市为例

梅林林², 朱大威¹

(1. 江苏省农业科学院, 江苏南京 210014; 2. 江苏省太仓市环境保护局, 江苏太仓 215400)

摘要:以江苏省太仓市为例, 对苏南地区地下水环境质量进行评价, 并分析其污染指标、超标原因及其空间分布。结果显示, 太仓市地下水水质达标率为 41.2%, 水质为Ⅳ类的点位比例为 37.2%, 水质为Ⅴ类的点位比例为 20.6%, 主要超标项目有总硬度、氨氮、硝酸盐和细菌总数, 主要受到生活污水、畜禽粪便、农业面源污染等人为活动的影响; 太仓市地下水水质评价结果达到“良好”级别的占 41.2%, “较差”级别的占 55.9%, “极差”级别的占 2.9%, 为垃圾填埋场监测井点位; 太仓市地下水综合评价分值 F 为 3.99, 整体水质情况“较好”。

关键词:太仓市; 地下水环境质量; 评价; 污染; 单项组分评价; 综合评价

中图分类号: X824 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)05-0272-03

我国是最早开采地下水的国家之一, 也是世界范围内地下水环境质量评价工作起步较晚的国家之一。我国水资源总量丰富, 但是人均水资源量却不足世界人均水量的 $1/4$ ^[1], 随着国民经济的发展, 以及人类对地下水需求的增多, 人类生产生活对地下水环境造成影响, 产生了一系列的环境问题。党的十八大提出将生态文明建设放在突出地位, 形成“五位一体”的中国特色社会主义事业总体布局, 把“美丽中国”作为生态文明建设的宏伟目标^[2]。江苏省苏南地区社会经济发展迅猛, 人口增长快, 由此引发的环境污染问题日益突出, 水质型缺水和水环境恶化已经制约了流域经济和社会的可持续性发展^[3]; 与此同时, 该地区水资源开发利用、水环境综合整治等方面均有较大投入, 对苏南地区开展地下水水质情况评价, 对于实现水资源可持续利用, 保障社会、经济与环境可持续发展具有十分重要的意义。

有关地下水的研究热点, 已从早期的地下水资源寻找与勘察、地下水资源量评价以及局限于水的用途和功能评价的水质评价, 转向环境影响、水质综合评价、污染机制等方面^[4]。地下水环境质量评价工作从单项指标到综合指数的计算, 从简单到复杂, 从数理统计到数学模型的建立, 从现状评价到趋势分析, 从室内模拟试验到现场大型试验逐步发展

起来。近年来, 国内外学者提出了多种水质评价方法, 如模糊综合评价法^[5]、灰色聚类法^[6]、神经网络法^[7-8]、内梅罗指数法^[9]、物元可拓法、主成分分析法以及投影寻踪法等, 它们各有优缺点, 均有待进一步考证和完善。本研究以江苏省太仓市为例, 开展地下水环境调查, 掌握地下水水质情况及区域特征分布, 科学合理地进行地下水环境质量评价, 以期政府地下水环境管理提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 研究区域概况

太仓市隶属江苏省苏州市, 位于江苏省东南部, 长江口南岸 ($31^{\circ}20' \sim 31^{\circ}45'N$, $120^{\circ}58' \sim 121^{\circ}20'E$)。近年来太仓市水环境问题日益突出, 除长江外地表水受工业废水、生活污水、农业面源等污染严重, 已不能作为生活饮用水水源。目前, 该市城镇居民基本都饮用某大型水厂的自来水, 农村居民部分饮用自来水, 部分饮用地下水^[10]。太仓地区浅层地下水埋藏较浅, 水位埋深不超过 3 m。地表各种劣质水体的垂直渗透以及表层土壤的淋滤作用, 导致污染物容易进入地下水水体, 易造成浅层地下水被污染。

1.2 监测点位布设

根据太仓市域面积, 以 $5\text{ km} \times 5\text{ km}$ 的正方格作为 1 个基本网格单位划分网格, 以网格中心为原点, 就近选取常年使用的民井或生产井作为监测井, 均匀设置 26 个地下水环境质量监测点位。为重点了解涉及重金属污染排放企业、固废处置企业等重点污染区域对周边地下水质的影响, 在重点污染区

收稿日期: 2017-07-24

作者简介: 梅林林 (1980—), 男, 辽宁大连人, 硕士, 工程师, 研究方向为环境监测。E-mail: 20870187@qq.com。

通信作者: 朱大威, 硕士, 副研究员, 研究方向为农业政策与农业科技管理。E-mail: judeway@163.com。

[13] 曾希柏, 李菊梅. 中国不同地区化肥施用及其对粮食生产的影响[J]. 中国农业科学, 2004, 37(3): 387–392.

[14] 张智全, 黄高宝, 李广. 陇东耕地净第一性生产力与生态服务价值分析[J]. 中国沙漠, 2011, 31(6): 1516–1520.

[15] 马新辉, 孙根年, 任志远. 西安市植被净化大气物质质量的测定及其价值评价[J]. 干旱区资源与环境, 2002, 16(4): 83–86.

[16] Hwang S L, Yoon K S. Multiple attribute decision making[M]. Berlin: Springer-Verlag, 1992.

[17] 宋小青, 欧阳竹. 1999—2007 年中国粮食安全的关键影响因素[J]. 地理学报, 2012, 67(6): 793–803.

[18] 宋小青, 欧阳竹, 柏林川. 中国耕地资源开发强度及其演化阶段[J]. 地理科学, 2013, 33(2): 135–142.