

# 农用土地环境质量的全要素整合评价

葛送来<sup>1</sup>, 任荣富<sup>1</sup>, 来红<sup>2</sup>, 王加恩<sup>1</sup>, 康占军<sup>1</sup>, 金炳华<sup>3</sup>

(1. 浙江省地质调查院, 浙江 杭州 311203; 2. 浙江省嘉善县国土资源局,  
浙江 嘉善 314100; 3. 浙江省嘉善县农业经济局, 浙江 嘉善 314100)

**摘要:** 把影响农用土地环境质量的<sup>所有</sup>环境要素综合起来, 分解量化指标, 重建评价体系, 提出宏观指标分等、微观指标定级的新观点, 并就县市级农用土地环境质量进行全要素整合评价和等级评定进行了探讨。结果表明, 保证评价精度和把握等级评定的关键步骤是正确选择和划分评价单元; 土地农业综合生产能力和清洁度指标是农用土地环境质量的综合反映和集中体现, 是所有被整合调查要素和评价因素中最重要的两个刚性指标, 在评价中必须加大权重; 全要素整合评价可以弥补农业或土地部门多指标评价的不足, 能够比较全面和客观地反映农用土地环境质量状况。农用土地环境质量的<sup>全要素整合评价</sup>为新一轮土地利用规划修编、基本农田保护区准确划定、农用土地分等定级和建设用地的区划调整以及土地基准定价能提供有力技术支持。

**关键词:** 农用土地; 全要素整合评价; 宏观指标; 微观指标; 分等定级

中图分类号: S158; S159 文献标志码: A 文章编号: 1672-6561(2010)03-0302-05

## All Factors Evaluation Integrated for Agricultural Land Environment Quality

GE Song-lai<sup>1</sup>, REN Rong-fu<sup>1</sup>, LAI Hong<sup>2</sup>, WANG Jia-en<sup>1</sup>, KANG Zhan-jun<sup>1</sup>, JIN Bing-hua<sup>3</sup>

(1. Zhejiang Institute of Geological Survey, Hangzhou 311203, Zhejiang, China; 2. Bureau of Land and Resources of Jiashan County, Jiashan 314100, Zhejiang, China; 3. Bureau of Agricultural Economics of Jiashan County, Jiashan 314100, Zhejiang, China)

**Abstract** All environmental factors influencing agricultural land environment quality were integrated, quantitative indicators were separated, evaluation system was reconstructed, and the viewpoint of macro index for classifying and micro index for grading was put forward. Agricultural land environment quality in county was graded and classified with all factors evaluation integrated. The results showed that the key steps for improving accuracy and ensuring grade estimation were to select and divide evaluation units, soil overall agricultural productivity and cleanliness embodied agricultural land environment quality, were the most important indexes in all the factors integrated, and the weighing of the two factors should be increased; all factors evaluation integrated could fill the shortcoming of agricultural multi-index evaluation and reveal agricultural land environment quality fully and objectively. All factors evaluation integrated for agricultural land environment quality could provide support for revising the plan of land use, dividing conservation zone of basic farmland correctly, classifying and grading agricultural land, adjusting construction land and putting a basing-point pricing.

**Key words:** agricultural land; all factors evaluation integrated; macro index; micro index; classifying and grading

## 0 引言

农用土地环境质量调查评价为土地的分等定级提供依据。农业和土地部门根据国家相关技术

规程已进行过系统的等级划分, 但都侧重宏观因素, 没有考虑土地的地球化学环境质量, 未把反映土地内在质量的地球化学指标列入评价体系之中<sup>[1-2]</sup>; 中国地质调查局多目标土壤地球化学调查

收稿日期: 2009-10-10

基金项目: 浙江省政府基本农田土地质量调查试点项目(2007592)

作者简介: 葛送来(1963-), 浙江东阳人, 高级工程师, 从事国土资源与农业生态环境地质调查研究。E-mail: gesonglai@163.com

填补了这一空白,为土地质量评价和农用土地分等定级创造了条件。

由于地球化学评估偏重于化学环境的微观指标(重金属含量等),而对土地的农业综合产能、耕作条件等关注较少,因而容易出现“平原多差地、好地在山中”的不合理评价<sup>[3]</sup>。笔者将县市级农用土地质量评价与分等定级研究综合起来,重建评价体系,进行全要素整合评价。该研究具有较强的探索性,其方法技术具有较好的借鉴和示范作用。

## 1 研究区概况

### 1.1 自然地理与社会经济概况

浙江嘉兴地区是耕地资源分布最为集中、土地质量最好、综合生产能力最高的地区之一,在全省农业和农村现代化建设中占据十分重要的位置,是浙江最为典型的水网平原<sup>[4]</sup>,也是中国重点商品粮基地。20世纪80年代以来,本区生态农业、效益农业和绿色生产技术得到极大推广,瓜菜、蘑菇、畜禽、花卉、水产品五大特色产业颇具规模,给传统农业注入了新的活力,正在加快实现向现代农业的发展跨越。

### 1.2 土地利用概况

研究区国土总面积 506.8 km<sup>2</sup>,水田面积大,人均占有多,后备资源缺。其中农耕地 30 552.99 hm<sup>2</sup>,占国土总面积的 60.18%;园地 1 202.99 hm<sup>2</sup>,占 2.37%;林地 186.15 hm<sup>2</sup>,占 0.37%;建筑用地 6 622.10 hm<sup>2</sup>,占 13.04%;交通用地 1 706.27 hm<sup>2</sup>,占 3.36%;水域 10 212.98 hm<sup>2</sup>,占 20.12%。这里土地利用程度高,未利用土地少;农居沿河分布,村庄规模小而分散,道路交通用地量大;河湖密布,水域面积大<sup>[4]</sup>。

## 2 环境质量全要素整合评价

农用土地环境质量全要素整合评价是在农田土壤地球化学环境调查基础上进行的,既是土地环境质量评价必要的技术手段,也是农用土地分等定级研究的核心内容,更是全要素整合评价中最能体现土地内在质量的重要“微观指标”,它与宏观指标一起共同构成评价指标体系中至关重要的两大评价支柱。其评价可为农用土地分等定级研究提供参考,为土地制度改革和政府管理决策提供科学依据。

### 2.1 土地环境质量调查

土地环境质量调查包括农田水环境监测、大气

环境监测、土壤地球化学调查 3 大类 6 个方面:①水环境以地表水为主,以有效控制主要灌溉水源为原则;②大气环境监测,设置 10 个监测点,接收大气干湿尘降组分分析,时间为 12 个月,回收加工处理后分为液样(上层水)和干样(下层粉泥)两类送检,通过对大气干湿尘降组分及含量的计算(输入通量),研究大气环境对农田土壤环境的影响;③土壤地球化学调查,采集农田耕作层土壤化学样,用作农田土壤地球化学分类、元素组合分区和比较评价;④土壤养分指标分为元素全量和有效态含量两部分,分析 N、P、K、有效 B、Mo、Zn 等 18 项指标;⑤农田土壤重金属含量是土壤环境质量最重要的指标之一,依据《土壤环境质量标准》<sup>[5]</sup>所列元素进行土地化学环境评价;⑥土壤特种元素专指生命健康元素,分析全量 Se 和有效态 Se,做 Se 的背景分布及丰缺程度评价和圈定富 Se 土地。

### 2.2 土地环境质量评价

评价因目的和精度要求不同,其方法也各不相同<sup>[6]</sup>。农用土地环境质量评价采用全要素整合评价方法,即把所有影响环境质量的指标因素整合起来,先做土壤地球化学背景、养分水平、主要微量元素含量、土壤主要重金属含量和土壤硒元素含量等 5 个方面单类指标评估,再做农灌水环境、大气环境对土壤影响、农产品生物安全性等单项评价<sup>[7]</sup>,为全要素整合评价的正确赋权作准备。

### 2.3 农用土地分等定级

农用土地分等定级是在一个县市范围内,整合影响土地质量的所有环境要素,按标准的耕作制度,依据规定的方法和程序,对农耕地质量优劣等级进行综合评定的应用性研究工作<sup>[8]</sup>。

#### 2.3.1 全要素整合与评价体系重建

研究区农用土地评价指标体系由宏观指标体系(表 1)和微观指标体系(表 2)构成。

归纳分析和多次试评价认为,微观指标中土地化学安全性(或称土地清洁度指标,主要是土壤重金属的 4 个严控指标)和宏观指标中土地农业综合产能及农产品品质(大气、水环境、农业地貌类型、耕作条件、同品种等条件下的平均产量,可称为土地农业综合产能;农产品品质直接表征如土壤重金属含量等土地化学环境质量的优劣)综合反映和集中体现了土地环境质量,是所有反映土地环境要素和众多参评因子中最为重要的 2 个刚性指标,故评价时应加重赋权。

表 1 全要素整合评价宏观指标体系

Tab. 1 Macro Index System of All Factors Evaluation Integrated

指标分类	环境要素	指标类型	指标权重	指标状态	指标等级	指标含义	指标变量		
宏观指标 (总权重为 55)	大气环境	二氧化硫	3	全达标	I 级	好	$X_1$		
		总碳氮		半数达标	II 级	中等	$X_2$		
		重金属		多数不达标	III 级	差	$X_3$		
	水环境	三氮	7	全达标	I 级	好	$X_4$		
		氟化物		半数达标	II 级	中等	$X_5$		
		重金属		多数不达标	III 级	差	$X_6$		
		农业地貌		海拔	2	$> 4.5 \text{ m}$	I 级	好	$X_7$
				高程		$1.6 \sim 4.5 \text{ m}$	II 级	中等	$X_8$
						$< 1.50 \text{ m}$	III 级	差	$X_9$
	每 $666 \text{ m}^2$ 产量	潜水位	3	$> 50 \text{ cm}$	I 级	好	$X_{10}$		
				$36 \sim 50 \text{ cm}$	II 级	中等	$X_{11}$		
				$< 35 \text{ cm}$	III 级	差	$X_{12}$		
		耕作条件	5	大型机耕	I 级	好	$X_{13}$		
				小型机耕	II 级	中等	$X_{14}$		
				(人力)牛耕	III 级	差	$X_{15}$		
		单季稻	35	$> 500 \text{ kg}$	I 级	好	$X_{16}$		
				$400 \sim 500 \text{ kg}$	II 级	中等	$X_{17}$		
				$< 400 \text{ kg}$	III 级	差	$X_{18}$		

2.3.2 选定和划分评价单元

评价单元与调查和采样单元不同,它是影响土地质量诸多因素构成的一个空间实体,是土地质量评价的最小单位。评价单元的选定以调查比例尺和评价的精度而定,通常根据土地利用类型、评价目的及要求确定;按农业地貌类型和开垦利用要求来确定;依据土壤类型属性和农用耕作需要划分确定;以土壤类型图、土地类型图、土地利用现状图经叠加综合获得新的评价单元;或按一定网度(如  $200 \text{ m} \times 200 \text{ m}$  或  $400 \text{ m} \times 400 \text{ m}$ )以图上网格作为评价单元<sup>[9]</sup>。

实践证明,在平原地区,一般以土地利用现状的实际田块(地块)作评价单元较为适用,并应遵循宏观可操作性、代表性、差异性、综合性、系统性原则。宏观可操作性指土地分等定级首先从权重指标的差异性入手,判定大的等差,具有简便有效和可操作性;代表性指能客观反映该等地的现状和变化特征,具典型意义,在一定区域范围内同等地有可比性;差异性指不同等级土地之间的质量状况应存在十分明显的差异;综合性指农用土地分等定级因素应该是综合性的,能全面反映土地的主要属性;系统性指土地分等定级是一个系统,是有目标、范围和层次的,要用系统论观点,融合相关的评价指标串成一个完整的指标体系<sup>[10]</sup>。研究区采用以镇乡为单位,

表 2 全要素整合评价微观指标体系

Tab. 2 Micro Index System of All Factors Evaluation Integrated

指标分类	环境要素	指标类型	指标权重	指标状态	指标等级	指标含义	指标变量	
微观指标 (总权重为 45)	土壤质地	壤土	3	壤土	I 级	好	$X_{19}$	
				壤黏土	II 级	中等	$X_{20}$	
				重(硬)黏土	III 级	差	$X_{21}$	
		土壤性状	耕层厚度	2	$> 120 \text{ mm}$	I 级	好	$X_{22}$
					$80 \sim 120 \text{ mm}$	II 级	中等	$X_{23}$
			全氮	2	$< 80 \text{ mm}$	III 级	差	$X_{24}$
					$> 0.2 \times 10^{-6}$	I 级	好	$X_{25}$
		养分	速磷	2	$(0.2 \sim 0.1) \times 10^{-6}$	II 级	中等	$X_{26}$
					$0.1 \times 10^{-6}$	III 级	差	$X_{27}$
					$> 20 \times 10^{-6}$	I 级	好	$X_{28}$
			速钾	2	$(20 \sim 10) \times 10^{-6}$	II 级	中等	$X_{29}$
					$< 10 \times 10^{-6}$	III 级	差	$X_{30}$
	$> 200 \times 10^{-6}$				I 级	好	$X_{31}$	
	有机质		4	$(200 \sim 100) \times 10^{-6}$	II 级	中等	$X_{32}$	
				$< 100 \times 10^{-6}$	III 级	差	$X_{33}$	
				$> 4\%$	I 级	好	$X_{34}$	
	微量元素		有效锌	1	$4\% \sim 2\%$	II 级	中等	$X_{35}$
					$< 1\%$	III 级	差	$X_{36}$
					$> 3 \times 10^{-6}$	I 级	好	$X_{37}$
		有效钼	1	$(3 \sim 0.5) \times 10^{-6}$	II 级	中等	$X_{38}$	
				$< 0.5 \times 10^{-6}$	III 级	差	$X_{39}$	
				$> 0.3 \times 10^{-6}$	I 级	好	$X_{40}$	
		有效硼	3	$(0.3 \sim 0.15) \times 10^{-6}$	II 级	中等	$X_{41}$	
				$< 0.15 \times 10^{-6}$	III 级	差	$X_{42}$	
				$> 2 \times 10^{-6}$	I 级	好	$X_{43}$	
		土地清洁度	镉	8	$(2 \sim 0.5) \times 10^{-6}$	II 级	中等	$X_{44}$
					$< 0.5 \times 10^{-6}$	III 级	差	$X_{45}$
					$< 0.2 \times 10^{-6}$	I 级	好	$X_{46}$
	汞		7	$(0.6 \sim 0.3) \times 10^{-6}$	II 级	中等	$X_{47}$	
				$> 1.0 \times 10^{-6}$	III 级	差	$X_{48}$	
				$< 0.15 \times 10^{-6}$	I 级	好	$X_{49}$	
	砷		5	$(1.0 \sim 0.3) \times 10^{-6}$	II 级	中等	$X_{50}$	
				$> 1.5 \times 10^{-6}$	III 级	差	$X_{51}$	
				$< 15 \times 10^{-6}$	I 级	好	$X_{52}$	
	铅		5	$(30 \sim 15) \times 10^{-6}$	II 级	中等	$X_{53}$	
				$> 30 \times 10^{-6}$	III 级	差	$X_{54}$	
$< 250 \times 10^{-6}$				I 级	好	$X_{55}$		
生命健康元素	10	$(250 \sim 350) \times 10^{-6}$	II 级	中等	$X_{56}$			
		$> 500 \times 10^{-6}$	III 级	差	$X_{57}$			
		$> 0.4 \times 10^{-6}$	I 级	好	$X_{58}$			
硒	10	$(0.4 \sim 0.2) \times 10^{-6}$	II 级	中等	$X_{59}$			
		$< 0.2 \times 10^{-6}$	III 级	差	$X_{60}$			

以基本田块(图斑)为依据划分基本评价单元,每个单元内可含有若干自然田块,并编制评价单元图。

2.3.3 等级评判原则

根据区域分等原则,结合本区土地资源类型和

空间分布特点, 遵循宏观可操作性、代表性, 进行等级评判。

### 2.3.4 指标的权重赋值

土地质量不同要素的评价指标权重赋值有以下原则: ①土壤营养元素、有益元素的丰缺度划分等级, 含量越小, 权重越大, 反之则权重越小; ②生命健康元素含量按大小划分, 含量越低, 权重越大, 反之则权重越小; ③土壤环境(有害元素或有害有机物)指标越高, 污染越严重, 权重越大, 反之则越小; ④评价指标含量特征相近时, 其变异性越大, 权重赋值越大; ⑤综合评价中各要素(或因子)的权重, 采用经验法、专家咨询法、层次分析法予以赋值, 其中土地农业综合产能和清洁度指标赋权高, 各要素的权重之和为 100。

### 2.3.5 隶属函数计算

各类评价指标依据其与土地环境质量的关系, 可分为戒上型、戒下型和峰型3种基本函数类型。一般情况下, 肥力、有益微量元素等指标(正向指标)采用戒上型函数, 有毒有害的环境指标(负向指

标)采用戒下型函数, 地貌、气候、水文、土壤特性等宏观指标采用峰型函数<sup>[11]</sup>。

### 2.3.6 综合指数取值

采用加法模型, 对评价单元各参评指标的实测数据进行权重赋值和隶属度的计算, 然后进行累加, 获得综合指数  $I_p$  的公式

$$I_p = \sum_{i=1}^n f_i C_i$$

式中:  $f_i$  为第  $i$  个评价指标的隶属函数值;  $C_i$  为第  $i$  个评价指标的权重。

## 2.4 土地质量等级划分

根据综合指数  $I_p$  进行分布模型检验。服从正态分布的按等距法进行土地质量等和级的划分, 服从非正态分布(偏正态分布或对数正态分布)的按累积频率曲线法进行划分<sup>[12]</sup>。方法和程序上遵循先分等后定级原则, 分等后在等内再分解定出级别。研究区整个分等定级系统共划分为 3 等 9 级, 简洁明快, 易于操作和利用。农用土地等级划分的标准如表 3。

表 3 嘉善县农用土地分等定级划分标准

Tab. 3 Standard of Agricultural Land Classifying and Grading in Jiashan County

类型	$I_p$ 值正态分布型						$I_p$ 值非正态分布型								
	一		二		三		一		二		三				
等别	—		—		—		—		—		—				
含义	优等		中等		劣等		优等		中等		劣等				
$I_p$ 值	$\geq 0.7$		0.7~0.3		$\leq 0.3$		$\geq 0.8$		0.8~0.6		$\leq 0.6$				
级别	1	2	3	1	2	3	3	1	2	3	1	2	3		
含义	优	中	差	优	中	差	优	中	差	优	中	差	优	中	差
$I_p$ 值	$\geq 75$	75~25	$\leq 25$	$\geq 75$	75~25	$\leq 25$	$\geq 75$	75~25	$\leq 25$	$\geq 75$	75~25	$\leq 25$	$\geq 75$	75~25	$\leq 25$

### 2.4.1 土地质量等的定义

一等地: 地势平坦, 田块方正, 耕层深厚; 土壤质地适中, 基础肥力好; 温光水热条件好, 基础设施完善, 利于大型机耕; 耕作土壤洁净; 农业利用没有明显的限制性因素。二等地: 田块规模中等, 平整度中等; 耕作层厚度变化大, 土壤沙性明显或过于黏重, 肥力中等, 温光水热条件较好, 设施基本完善, 具中小型机耕条件; 耕作土壤层较清洁; 农业利用有一定限制, 或需改造方能建成基本农田或标准农田。三等地: 分布于河湾港汊或湖荡塘浜地带, 海拔低于 1.5 m, 潜水位小于 35 cm; 耕层浅化明显, 40 cm 土层内可见明显障碍层, 土壤过于黏重或为重黏土、硬黏土, 水气通透性差; 基础设施不完善, 排灌不通畅, 不利机耕; 大多为“冷浸田、渍害田、腐泥田”, 旱涝保收比率低, 这等地一般都为低产田。

### 2.4.2 土地质量级的定义

除要满足相应等别土地宏观指标条件外, 还应具备定级的微观指标要求。一级地: 土壤酸碱度适当, 养分元素(N、P、K、有机质)协调充足; 微量元素(Na、Ca、Mg、Fe、B、Zn、Si、Mo)丰富; 土壤洁净无污染, 灌溉水质良好, 正常条件下, 优质高产稳产的保证率在 90% 以上。二级地: 土壤微酸性或偏碱性, 养分水平高但不协调, 如常见的缺磷少钾, 微量元素有缺有丰, 最常见的缺硼等; 个别重金属元素超标, 但其有效度较低, 生物危害性不大, 农田灌溉水质符合地面水环境要求; 有选择的种植或采取适当的技术措施, 仍能保持土地较高的生产能力; 优质高产稳产的保证率在 70% 以上。三级地: 土壤酸性强或偏碱性高, 养分元素大部缺乏; 常见氮高有机质低, 缺磷少钾普遍, 肥力低下, 微量元素含量不足; 土壤某些重金属含量超标, 土壤污染明显。

### 2.4.3 土地质量等级表示方法

土地质量等级采用色块和数字 2 种方法表达, 本区 2 种方法同时使用: ①色块法: 用于表示图面上土地环境质量等级的优劣, 适用于制作各类图件, 直观鲜明, 易于判读; ②数字法: 适合于各类文本表格中使用, 如地籍档案或面积汇总表。数字由代号、编号、质量等级号和序号(单元号)构成。

### 2.5 土地等级评定结果

根据《农用地分等规程》<sup>[13]</sup>, 运用以上方法和评价程序, 研究区农用地共划分为 3 等 9 级(表 4), 每一个等别内再细分出 3 个级别, 与等别序号联合组成农用地等级编号。计算汇总获知, 研究区一、二、三等农用地分别依次占农用地总面积比例的 67.3%、30.6%和 2.1%, 没有人为污染造成的三等二、三级农用地。等级划分显示, 高等级土地均分布于远离城市的农村地区, 城市工业区及其周边地区, 土地环境质量等级相对明显较低, 与实际情况相符合。

表 4 嘉善县农用地分等定级统计结果

Tab. 4 Result of Agricultural Land Classifying and Grading in Jiashan County

分等			定级		
等别	含义	面积/hm <sup>2</sup>	级别	含义	面积/hm <sup>2</sup>
一	优等	22 246.7	1	优	6 386.7
			2	中	8 226.7
			3	差	7 626.7
二	中等	10 100	1	优	4 226.7
			2	中	2 680
			3	差	3 200
三	差等	740	1	优	740
			2	中	
			3	差	

## 3 结语

(1) 农田土壤地球化学环境调查和单指标评价是农用地环境质量全要素整合评价的基础。只有在查明与土地环境质量相关的所有影响因素的前提下, 综合全部环境要素, 重建评价指标体系, 并正确赋权, 再进行农用地环境质量的全要素整合评价, 才能客观真实地反映土地的宏观环境、内在质量和利用价值。

(2) 正确选择和划分评价单元, 是保证评价精度和把握等级评定的关键步骤。选择或划分不当均会影响全要素整合评价结果的准确表达。县市

级的评价单元选择应以乡镇为单位, 以农用土地的自然区块为基础, 评价单元大小和数量则应以调查评价的比例尺精度要求来确定。

(3) 多次试评价表明, 在所有被整合的影响土地环境质量调查要素和评价因素中, 土地的农业综合生产能力和清洁度指标, 是农用地环境质量的综合反映和集中体现; 前者是宏观的, 后者则是微观的, 它们是全部参评要素中 2 个最为重要的刚性指标, 是全要素整合评价的支柱, 在评价中必须加大权重。

(4) 全要素整合评价弥补了传统农业和土地部门对农用地等级划分评定指标选择的片面和不足, 又发挥了多目标土壤地球化学调查评价能客观反映农用地内在质量状况的优势, 为农用地分等定级研究提供参考, 为政府管理决策提供科学依据。

(5) 全要素整合评价结果表明, 该研究方法克服了以往评价中长期存在的“评价要素几张皮”和“评价结果不合理”的难题。指标分解量化涵义明确, 方法和技术简便易行, 可操作性强, 评价结果准确可靠。

### 参考文献:

- [1] 齐伟, 张凤荣, 东野光亮. 区域可持续土地利用管理评价指标体系探讨[J]. 水土保持学报, 2003, 17(6): 41-43.
- [2] 刘光成, 董捷, 田心尉. 土地可持续利用评价初探[J]. 中国农业资源与区划, 2002, 23(2): 23-26.
- [3] 余涛, 冯海艳, 陈家玮. 四川省巴中市通江县广纳镇土地整理项目区农业地质调查报告[R]. 成都: 四川省地质调查院, 2006.
- [4] 《嘉善县土地志》编纂委员会. 嘉善县土地志[M]. 北京: 中华书局, 2001.
- [5] GB 15618-1995. 土壤环境质量标准[S].
- [6] 洪增林, 薛惠锋. 城市土地集约利用潜力评价指标体系[J]. 地球科学与环境学报, 2006, 28(1): 106-110.
- [7] 周国华, 董岩翔, 张建明, 等. 浙江省农业地质环境调查评价方法技术[M]. 北京: 地质出版社, 2007.
- [8] 唐勇, 刘妍, 刘娜. 光雾山国家地质公园地质环境敏感度评价[J]. 地球科学与环境学报, 2008, 30(1): 97-100.
- [9] 吴克宁, 郇文聚, 吕巧灵, 等. 农用地分等成果在土地利用总体规划修编中的应用[J]. 中国土地科学, 2005, 19(增刊): 133-136.
- [10] 吴克宁. 土地评价及在土地利用与管理中的应用[M]. 北京: 中国地质大学出版社, 2008.
- [11] 侯青叶, 岑静, 杨忠芳. 评估指标筛选与权重阈值[M]. 北京: 中国地质大学出版社, 2008.
- [12] 余涛, 杨忠芳, 王洪翠, 等. 隶属函数模型及其在土地质量地球化学评估中的应用[M]. 北京: 中国地质大学出版社, 2008.
- [13] T.D/T 1004-2003. 农用地分等规程[S].