# 广西壮族自治区平果铝土矿区待复垦土地适宜性评价

覃事娅[1,2], 陈建宏[1], 唐常春[2]
(1. 中南大学 资源与安全工程学院, 湖南 长沙 410083; 2. 长沙理工大学 土木与建筑学院, 湖南 长沙 410004)

摘 要: 以广西壮族自治区平果铝土矿区为研究对象, 采用四层逐级分类指标划分待复垦土地评价单元类型, 运用权重指数和法对矿区待复垦土地的适宜性进行预测性评价。评价结果表明, (1) 无污染的 4∶1 厚层顶板土+地表土平台的最佳适宜性用途为Ⅲ等旱地; (2) 无污染的 3∶1 厚层底板土+粉煤灰平台的最佳适宜性用途为Ⅱ等旱地; (3) 无污染的 4∶1 薄层顶板土+地表土斜坡的的最佳适宜性用途为Ⅰ等园地; (4) 无污染的 3∶1 薄层底板土+粉煤灰斜坡的最佳适宜性用途为 3 等林地。该预测结果可为矿山企业制定复垦规划提供科学依据, 有利于矿山企业节约复垦成本及平果铝土矿区土地资源的可持续开发与利用。

关键词: 土地适宜性评价; 待复垦土地; 土地评价单元类型; 平果铝土矿区
文献标识码: A 文章编号: 1000-288X(2010)03-0211-05 中图分类号: F323.21

# Land Suitabilit Evaluation for Reclamation of Bauxite Region in Pingguo Count of Guangxi Zhuang Autonomous Region

QIN Shi-ya[1,2], CHEN Jian-hong[1], TANG Chang-chun[2]
(1. *School of Resources and Safety Engineering, Central South University, Changsha, Hunan* 410083, *China*; 2. *School of Civil Engineering and Architecture, Changsha University of Science & Technology, Changsha, Hunan* 410076, *China*)

**Abstract:** This paper classifies the types of land evaluation units using a four hierarchy of indexes step by step and evaluates the land suitability for reclamation of bauxite region in Pingguo County of Guangxi Zhuang Autonomous Region by the way of sum of weighing and indexes. Results are as follows: (1) The best suitability of the thick platform non-polluted, which is composed of top soil and surface soil and the ratio of top soil to surface soil is 4∶1, is the third-class dryland. (2) The best suitability of the thick platform non-polluted, which is composed of bottom soil and fly ash and the ratio of bottom soil to fly ash is 3∶1, is the second-class dryland. (3) The best suitability of the thin slop non-polluted, which is composed of top soil and surface soil and the ratio is 4∶1, is the first-class garden plot. (4) The best suitability of the thin slop non-polluted, which is composed of bottom soil and fly ash and the ratio is 3∶1, is the woodland of the third grade. The result may provide a scientific basis of reclamation planning for mining enterprises and it is beneficial for reducing cost and the sustainable development and utilization of land resources in bauxite region in Pingguo County.

**Ke words: land suitabilit evaluation; land for reclamation; t pe of land evaluation unit; bauxite region in Pingguo Count of Guang xi Zhuang Autonomous Region**

土地适宜性评价是对某地块在一定条件下对耕地、园地、林地、牧草地等不同用途的适宜与否及适宜程度的综合评定[1]。矿区土地适宜性评价可分为复垦后土地的适宜性评价和待复垦土地的适宜性评价。复垦后土地的适宜性评价是对采空区复垦完成后的土地单元对某种土地用途的适宜性及适宜程度的评定, 它可为用地者提供明确的土地利用方向, 并为矿区土地利用结构调整提供一定参考; 待复垦土地的适宜性评价是对采空区将要产生的土地单元对某种土地利用类型的适宜性及其适宜程度所做的一种预测性评价, 正确合理的评价可为复垦指明方向, 减少复垦的盲目性, 节约复垦成本, 使矿区有限的土地资源

收稿日期: 2009-09-21 修回日期: 2010-03-08
资助项目: 国家社科基金项目“主体功能区建设补偿机制研究: 长江流域主体功能区布局与管治研究”(09CJL045)
作者简介: 覃事娅(1974—), 女(土家族), 湖南省石门县人, 讲师, 博士研究生, 主要从事土地利用与管理方面的研究。E-mail: qsyteacher@163.com。

得到合理有效的利用。因此, 待复垦土地的适宜性评价比复垦后土地的适宜性评价显得更为重要, 更符合两型社会建设的要求。

目前常用的土地适宜性评价方法有指数和法[2-6]、模糊综合评判法[7]、模糊神经网络模型[8]、可变模糊集方法[9], 但用于矿区土地适宜性评价的还很少。郭青霞等[10]采用最小限制因素法对安太堡露天煤矿复垦后土地适宜性进行了评价, 但运用该方法评价土地适宜性不能充分发挥土地的生产潜能; 张彩霞等[11]运用指数和法对阜新矿区煤矸石山复垦后土地适宜性进行了评价, 但他们评价的是复垦后的土地; 焦志芳等[12]采用 5 级分类指标对露天煤矿待复垦土地适宜性评价单元类型进行了划分, 但未对划分出来的各种类型待复垦土地的适宜性进行评价; 潘元庆等[13]以河南省重点煤炭基地为例, 对矿区待复垦土地适宜性进行了评价, 但他们采用的是定性分析方法, 没有进行定量分析。从已有文献来看, 目前国内还没有学者对矿区待复垦土地适宜性进行预测性定量评价。

笔者认为待复垦土地的适宜性评价与常规土地适宜性评价不同, 其特殊之处就是对未来空间将要产生的土地单元及其土地质量进行预测性评价, 其关键在于土地评价单元类型的划分及各类型参评因素的选择及指标分级。鉴于此, 本文以广西壮族自治区平果铝土矿区为研究对象, 采用 4 层逐级分类指标划分土地评价单元类型, 运用权重指数和法对矿区待复垦土地的适宜性进行定量评价, 可为矿山企业制定复垦规划提供科学依据, 有利于矿山企业节约复垦成本及平果铝矿区土地资源的可持续开发与利用。

广西壮族自治区平果县是典型的喀斯特地貌区, 岩溶地貌极其发育。平果铝土矿位于平果县(108°18′—107°53′E, 23°12′—23°54′N) 县城西北, 矿区地貌为峰林及低山陡缓坡丘陵区, 属高温多雨的亚热带季风气候, 光照充足, 雨量充沛。平果铝土矿矿区分布范围广, 约 1 750 $hm^2$, 矿体面积 203 $hm^2$。矿体多, 厚度不大, 且埋藏浅, 矿床开采推进速度较快, 占地速率高, 平均每采出 $1.0\times10^4$ t 铝土矿石需占用土地 0.3 $hm^2$。随着一、二、三期工程的相继投产, 平均每年占用土地约 100 $hm^2$, 全部生产期内将占用土地达 6 666.7 $hm^2$, 这使得矿区本来就很少的人均耕地面积(0.05 $hm^2$) 越来越少。因此, 必须对开采后的采空区及时进行复垦。但平果铝土矿受矿床独特的地质特征以及其它多种因素限制, 其采空区复垦具有客观条件较差, 复垦规模大, 工程量大, 技术难度大等特征; 且复垦后的土地生态系统与开采前相比还存在一定差异。根据平果县的土地利用总方针 ——保持耕地面积稳定, 大力增加林业用地, 适当增加园地和牧草地, 严格控制非农建设用地, 所以复垦后的土地主要用于农业。

## 1 评价系统

该评价中采用土地适宜类 ——土地适宜等 2 个等级的评价系统[3]。

### 1.1 土地适宜类

土地适宜类反映土地对某种特定用途适宜或不适宜。土地适宜类分设: 宜耕地类(包括水田和旱地)、宜园地类、宜林地类、宜牧草地类。

### 1.2 土地适宜等

土地适宜等是在土地适宜类范围内细分的、反映土地对评价用途的适宜性等级。本评价中对每一种土地适宜类均分 4 等。

Ⅰ等地: 在利用上高度适宜, 基本无限制, 经济效益好, 能持续利用。

Ⅱ等地: 在利用上较为适宜, 限制因素少, 经济效益较好, 对限制因素稍加改进即可实现持续利用。

Ⅲ等地: 在利用上中等适宜, 有一定限制, 经济效益一般, 利用不当会引起土地退化。

Ⅳ等地: 在利用上有较大限制, 勉强适宜, 经济效益差, 易产生土地退化。

## 2 土地评价单元类型的划分

在常规的土地适宜性评价中, 首先要划分土地评价单元, 而对待复垦土地的适宜性评价, 重要的是划分土地评价单元类型。

### 2.1 划分原则

2.1.1 *综合分析原则* 平果铝土矿开采后待复垦土地单元的形成, 除受区域气候、地貌、土壤、水文、地质等自然成土因素的影响外, 还受到人为因素的强烈影响, 如土地破坏程度、重塑地形坡度、新耕层土壤来源、有效覆土厚度等。因此待复垦土地单元的质量状况是多种自然和人为因素综合作用的结果。这就要求在进行待复垦土地适宜性评价单元类型划分时, 要对各因素以及它们的组合方式、相互关系以及它们对土地质量的影响进行综合分析[13]。

2.1.2 *主导因素原则* 在影响待复垦土地单元质量的多种因素中, 有一种或两种因素对土地单元质量的影响起着决定性作用。因此, 在进行待复垦土地评价单元类型划分时, 要在综合分析的基础上, 正确地找出 1~2 种主导因素, 然后根据主导因素来划分单元类型。

2.1.3　最佳效益原则　采空区复垦后可能会形成若干种土地单元类型, 不同类型的土地复垦成本和效益是不一样的。我们在划分待复垦土地单元类型时, 要遵循最佳效益原则, 即以最小的复垦成本获取最大的综合效益( 包括经济效益、生态效益和社会效益) 。

2.1.4　农业用地( 尤其是耕地) 优先原则　世界人均耕地为 0.32 $hm^2$, 中国为 0.2 $hm^2$, 而平果县人均耕地面积只有 0.05 $hm^2$。因此, 保持耕地总量动态平衡是保障平果县粮食安全的重要前提, 而土地复垦是实现平果县耕地总量动态平衡的重要措施。因此, 在待复垦土地单元类型划分时应尽可能划分出农业用地( 尤其是耕地) 单元类型。

2.2　划分方法

平果铝土矿待复垦土地是还未出现的, 评价单元类型的划分只有根据矿山初步说明书中有关岩土特征、岩土比例、堆置形态以及水土保持、土地复垦和环境保护的要求来综合推断。

本研究中土地适宜性评价单元类型的划分采用“四级指标逐层推断法”, 即根据岩土污染程度、重塑地形坡度、新耕层土壤来源以及有效覆土厚度 4 级分类指标逐级推断, 最后确定可能出现的类型。

2.3　划分结果

2.3.1　以“岩土污染状况”为第一级指标　采空区复垦后土地的主要利用方向是农用地, 因此在划分土地单元类型时首先要考虑新造耕作层的岩土对复垦后的种植物有无污染。根据环境保护的要求, 若岩土对种植物有潜在污染必须采取压埋、包埋和填埋工艺, 而不能将其放在地表作为复垦耕作层[13] 。因此, 根据该指标及环境保护的要求就只能划分出一种待复垦土地单元类型, 即无污染类型。

2.3.2　以“重塑地形坡度”为第二级指标　根据矿区地形地貌及环境条件, 矿山企业规划复垦后地形坡度为 0°~ 35°。所以根据重塑地形坡度指标, 在第一级指标划分的基础上将待复垦土地单元划分为两种类型: 无污染的平台( 0°~ 5°) 和无污染的斜坡( 6°~ 35°) 。

2.3.3　以“新耕层土壤来源”为第三级指标　通过 2 次实验室新耕层土壤筛选盆栽试验和模拟小区的田间考核结果, 可进一步将待复垦土地单元划分为以下 4 种类型: 无污染的 4∶1 顶板土+ 地表土平台, 无污染的 3∶1 底板土+ 粉煤灰平台, 无污染的 4∶1 顶板土+ 地表土斜坡, 无污染的 3∶1 底板土+ 粉煤灰斜坡。

2.3.4　以“有效覆土厚度”为第四级指标　有效覆土厚度直接影响着种植物地下部分的水分和养分容量, 所以根据“有效覆土厚度”对前面划分的结果再次划分为: 无污染的 4∶1 厚层顶板土+ 地表土平台, 无污染的 3∶1 厚层底板土+ 粉煤灰平台, 无污染的4∶1 薄层顶板土+ 地表土斜坡, 无污染的 3∶1 薄层底板土+ 粉煤灰斜坡。

## 3　参评因素的选择、因子权重的确定

3.1　参评因素的选择

在选择参评因素时, 应根据以下原则来进行[14] : (1) 不同土地用途对土地属性的要求是不同的, 因而应针对不同的土地用途选择相应的参评因素; (2) 选择对特定土地用途有明显影响和在该区域内有明显差异的因素作参评因素; (3) 选择那些持续影响土地用途的较为稳定的因素作为参评因素; (4) 考虑获得资料数据的可能性, 尽量选择基础资料较完整, 可进行计量或估量的因素作参评因素。根据以上原则分别对耕地( 分水田和旱地) 、园地、林地、牧草地这 5 种不同的土地用途有区别性地选择了相应的参评因子( 见表 1) 。

3.2　因子权重的确定

由于不同的因子对某种土地用途适宜性的影响是不一样的, 因此我们要根据不同因子对土地适宜性的影响大小分别赋于一定的权系数, 即确定各因子的权重。我们采用 Delphy 法来测定各参评因子的权重, 结果见表 1。

3.3　参评因素指标分级

参评因子确定后, 根据各参评因子对土地适宜性的影响程度进行指标分级, 即划分为不同级别的定量或定性的评判指标或标准。各参评因子的指标分级见表 1。

## 4　待复垦土地适宜性评价方法

为了预测出待复垦土地复垦后的最佳适宜性, 本研究中对每一种待复垦土地评价单元类型将进行水田、旱地、园地、林地、牧草地 5 种土地利用类型的适宜性定量评价, 即对每一评价单元类型进行多宜性评价。

4.1　评价单元类型的因子取值及得分

对于待复垦土地的适宜性评价, 虽不能象常规土地适宜性评价那样划分出一定的土地评价单元, 但我们已根据环境保护的要求及其它依据划分出了 4 种不同的评价单元类型。对于这 4 种不同的评价单元类型, 根据矿区的地形地貌及环境特征, 矿山企业制定的复垦规划以及不同的采空区拟采用的复垦土源等情况, 可以实测出不同评价单元类型各个因子的数值。因子实测值得出后对照参评因子分级指数表, 就可以得知该评价单元类型该因子的得分。如无污染的 4∶1 厚层顶板土+ 地表土平台类型, 若测得该类

型土壤有机质含量为 2.0, 则该类型用于水田、旱地、园地、林地、牧草地时, 该因子的得分分别为 60, 100, 80, 80, 80 分(本研究中对不同因子 1, 2, 3, 4 等级分别赋于 100, 80, 60 和 40 分)。

表 1 平果铝矿区待复垦土地适宜性评价参评因子、因子权重、分级指标及指数

| 用地方式 | 参评因子 | 因子权重 | 分级 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Ⅰ(100) | Ⅱ(80) | Ⅲ(60) | Ⅳ(40) |
| 水田 | 有机质含量/% | 0.15 | ≥4 | 4~2.5 | 2.5~1.5 | <1.5 |
| | 土壤 pH 值 | 0.20 | 6.5~7.0 | 7.0~7.5 6.0~6.5 | 7.5~8.0 5.5~6.0 | >8.0 5.0~5.5 |
| | 排灌条件 | 0.25 | 充分保证 | 一般 | 差 | 很差 |
| | 地形坡度/(°) | 0.12 | ≤3 | 3~5 | 5~15 | 15~25 |
| | 耕层厚度/cm | 0.10 | ≥16 | 16~13 | 13~10 | <10 |
| | 土壤质地 | 0.18 | 轻壤、中壤 | 重壤、砂壤 | 黏土、砂质土 | 砾质土 |
| 旱地 | 有机质含量/% | 0.12 | ≥2 | 2.0~1.5 | 1.5~1.0 | <1 |
| | 土壤 pH 值 | 0.15 | 6.5~7.5 | 7.5~8.0 | 6.0~6.5 | 8.0~8.5 5.5~6.0 |
| | 地形坡度/(°) | 0.25 | ≤6 | 6~10 | 10~15 | 15~25 |
| | 海拔高度/m | 0.18 | ≤300 | 300~500 | 500~700 | >700 |
| | 耕层厚度 | 0.10 | ≥21 | 21~17 | 17~14 | <14 |
| | 土壤质地 | 0.20 | 轻壤、中壤 | 重壤、砂壤 | 砂质土 | 黏土、砾质土 |
| 园地 | 有机质含量/% | 0.14 | ≥3 | 3~2 | 2~1 | <1 |
| | 土壤 pH 值 | 0.15 | 5~6 | 6~6.5 5~4.5 | 6.5~7 4.5~4 | >7 <4 |
| | 海拔高度/m | 0.20 | ≤300 | 300~500 | 500~700 | >700 |
| | 地形坡度/(°) | 0.22 | ≤10 | 10~25 | 25~35 | >35 |
| | 土壤质地 | 0.11 | 轻壤、中壤 | 重壤、砂壤 | 砂质土 | 黏土、砾质土 |
| | 交通条件 | 0.18 | 好 | 一般 | 差 | 很差 |
| 林地 | 有机质含量/% | 0.16 | ≥3 | 3~2 | 2~1 | <1 |
| | 海拔高度/m | 0.18 | ≤500 | 500~700 | 700~800 | >800 |
| | 土壤质地 | 0.18 | 砂壤、中壤 | 重壤、砂质土 | 轻黏 | 黏土、砾质土 |
| | 地形坡度/(°) | 0.26 | ≤25 | 25~40 | 40~50 | >50 |
| | 交通条件 | 0.22 | 好 | 一般 | 差 | 很差 |
| 牧草地 | 有机质含量/% | 0.17 | ≥2.5 | 2.5~2.0 | 2~1 | <1 |
| | 地形坡度/(°) | 0.26 | ≤30 | 30~40 | 40~50 | >50 |
| | 土壤质地 | 0.18 | 砂壤、中壤 | 重壤、砂质土 | 轻黏 | 黏土、砾质土 |
| | 牧畜水源 | 0.17 | 好 | 一般 | 差 | 很差 |
| | 交通条件 | 0.22 | 好 | 一般 | 差 | 很差 |

### 4.2 评价模型

当确定了评价因子的权重, 并得出某评价单元类型的因子得分后, 即可根据以下模型得出某评价单元类型对某种土地用途的适宜性总分值。

$$F_{mn} = \sum_{i=1}^{N_n} W_{ni} P_{ni} \quad (1)$$

式中: $F_{mn}$ ——第 $m$ 种评价单元类型对第 $n$ 种土地用途的适宜性总分值; $m$= 1, 2, 3, 4; $n$= 1, 2, 3, 4, 5; $W_{ni}$, $P_{ni}$ ——第 $n$ 种土地用途第 $i$ 个因子的权重和得分; $N_n$ ——第 $n$ 种土地用途的因子个数。

### 4.3 土地适宜等的划分

当不同的待复垦土地评价单元类型对不同土地用途的适宜性评价总分值计算出来之后, 再根据不同土地类的土地适宜等的划分标准划分土地适宜等, 划分标准见表 2。

表 2 平果铝矿区土地适宜等的分值标准

| 土地类型 | 土地适应等 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Ⅰ | Ⅱ | Ⅲ | Ⅳ | 不适宜 |
| 水田 | ≥90 | 90~80 | 80~65 | 65~50 | <50 |
| 旱地 | ≥80 | 80~75 | 75~70 | 70~65 | <65 |
| 园地 | ≥78 | 78~70 | 70~63 | 63~56 | <56 |
| 林地 | ≥82 | 82~70 | 70~60 | 60~50 | <50 |
| 牧草地 | ≥90 | 90~80 | 8070 | 70~60 | <60 |

## 5 平果铝矿区待复垦土地适宜性评价

### 5.1 数据处理

根据平果铝矿区 4 种不同的待复垦土地评价单元类型及公式(1), 可计算出 4 种不同评价单元类型分别对 5 种土地类的适宜性总分值(见表 3)。

表 **3**　平果铝矿区不同土地评价单元类型的总分值

| 土地类型 | 土地单元类型 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | D |
| 水 田 | 54.4 | 58.4 | 47.6 | 49.6 |
| 旱 地 | 72.2 | 75.8 | 53.2 | 56.8 |
| 园 地 | 84.2 | 81.4 | 79.8 | 77.8 |
| 林 地 | 78.4 | 75.2 | 69.6 | 66.4 |
| 牧草地 | 74.6 | 71.2 | 59 | 55.6 |

注: A 为无污染的 4∶ 1 厚层顶板土+ 地表土平台; B 为无污染的 3∶ 1 厚层底板土+ 粉煤灰平台; C 为无污染的 4∶ 1 薄层顶板土+ 地表土斜坡; D 为无污染的 3∶ 1 薄层底板土+ 粉煤灰斜坡。下同。

### 5.2　土地适宜等级划分

根据表 3 中不同土地评价单元类型对不同土地类的适宜性总分值及表 2 中不同土地类的土地等的划分标准, 可得出平果铝矿区待复垦土地的适宜性结果如表 4。

表 **4**　平果铝矿区不同土地评价单元类型的土地适宜等级

| 土地类型 | 土地单元类型 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | D |
| 水 田 | Ⅳ等 | Ⅳ等 | 不适宜 | 不适宜 |
| 旱 地 | Ⅲ等 | Ⅱ等 | 不适宜 | 不适宜 |
| 园 地 | Ⅰ等 | Ⅰ等 | Ⅰ等 | Ⅱ等 |
| 林 地 | Ⅱ等 | Ⅱ等 | Ⅲ等 | Ⅲ等 |
| 牧草地 | Ⅲ等 | Ⅲ等 | 不适宜 | 不适宜 |

### 5.3　结果分析

从表 4 可以看出, 不同的土地评价单元类型对不同的土地类的适宜等级是不一样的。总体来看, 各种待复垦土地评价单元对各种土地类的适宜性等级都很低, 这主要是因为: (1) 复垦土源为含岩石碎屑的底板土和剥离的含岩石碎屑的顶板土, 土壤质地差, 均为酸性黏壤; (2) 有效土层较薄; (3) 土壤有轻度盐碱化; (4) 地形坡度较大。

## 6　结 论

根据表 4 中的结果以及平果县土地资源状况和其土地利用总方针, 可以确定矿区待复垦土地的最佳用途为: (1) 无污染的 4∶ 1 厚层顶板土+ 地表土平台的最佳适宜性用途为Ⅲ等旱地; (2) 无污染的 3∶ 1 厚层底板土+ 粉煤灰平台的最佳适宜性用途为Ⅱ等旱地; (3) 无污染的 4∶ 1 薄层顶板土+ 地表土斜坡的的最佳适宜性用途为一等园地; (4) 无污染的 3∶ 1 薄层底板土+ 粉煤灰斜坡的最佳适宜性用途为Ⅲ等林地。

[ 参 考 文 献 ]


[1] 王万茂. 土地资源管理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2003: 74-77.

[2] 王学雷, 李蓉蓉. 江汉平原农用土地适宜性评价的方法及其应用研究[J]. 世界科技研究与发展, 2002, 2(S): 84-87.

[3] 文正敏. 广西巴马县土地适宜性评价模式探讨[J]. 桂林工学院学报, 2001, 21(4): 376-380.

[4] 戴全厚, 刘明义, 王跃邦, 等. 东北低山丘陵区土地适宜性评价与潜力分析: 以吉林省西南部黑牛河流域为例[J]. 水土保持通报, 2003, 23(1): 27-31.

[5] 张友焱, 周泽福, 程金花. 黄土丘陵沟壑区土地适宜性评价研究: 以山西省中阳县圪针耳流域为例[J]. 水土保持学报, 2003, 17(1): 93-95.

[6] 方大春, 刘国林, 王芳, 等. 基于 GIS 的土地适宜性评价模型研究[J]. 测绘与空间地理信息, 2004, 27(1): 35-36.

[7] 陈健飞, 刘卫民. Fuzzy 综合评判在土地适宜性评价中的应用[J]. 资源科学, 1999, 21(4): 71-74.

[8] 焦利民, 刘耀林. 土地适宜性评价的模糊神经网络模型[J]. 武汉大学学报: 信息科学版, 2004, 29(6): 513-516.

[9] 陈守煜, 柴春岭, 苏艳娜. 可变模糊集方法及其在土地适宜性评价中的应用[J]. 农业工程学报, 2007, 27(3): 95-97.

[10] 郭青霞, 吉谦, 王改玲, 等. 安太堡露天煤矿复垦土地适宜性评价研究[J]. 山西农业大学学报, 2002, 2(1): 82-86.

[11] 张彩霞, 许丽, 周心澄. 阜新矿区煤矸石山植被恢复土地适宜性评价[J]. 水土保持研究, 2007, 14(3): 246-248.

[12] 焦志芳, 高建钰, 白中科. 露天煤矿待复垦土地适宜性评价单元类型划分[J]. 山西农业大学学报, 1999, 19(1): 18-20.

[13] 潘元庆, 刘晓丽, 谷志云, 等. 矿山土地适宜性评价及复垦模式研究: 以河南省重点煤炭基地土地复垦工程为例[J]. 国土资源科技管理, 2007, 24(4): 112-116.

[14] 蒙光丽. 广西都安县土地适宜性评价[J]. 广西师院学报: 自然科学版, 2000, 17(4): 46-51.