

匡丽花,叶英聪,赵小敏. 南方水稻主产区土地整治区域耕地质量等级变化[J]. 江苏农业科学,2015,43(5):362-365.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.05.115

南方水稻主产区土地整治区域耕地质量等级变化

匡丽花,叶英聪,赵小敏

(江西农业大学国土资源与环境学院,江西南昌 330045)

摘要:以江西省上高县为例,运用实地采样调研、室内分析化验与 GIS 技术相结合的方法,对土地整治区域耕地质量评价指标体系、评价方法及等级变化进行研究,探讨南方水稻主产区的土地整治对耕地质量的影响。结果表明:整治后耕地等级整体提升,少了四级地,整治后耕地主要为一、二级地;土地整治项目对耕地自然条件改善不明显,对农田基本建设条件改善比较明显。耕地质量不同级别交换系数的估算,为产权调整提供了参考依据。

关键词:南方水稻主产区;土地整治;耕地质量;评价;上高县

中图分类号: S323.211 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)05-0362-04

耕地质量关乎国计民生,不同学者对耕地质量的内涵理解、侧重点不同。刘友兆等提出,耕地质量是构成耕地的各种自然因素和环境状况的总和,表现为耕地生产能力高低、耕地环境状况优劣以及耕地产品质量高低^[1]。陈印军等认为,耕地质量是耕地土壤质量、耕地环境质量、耕地管理质量、耕地经济质量的总和^[2]。近年来,对耕地质量的研究主要集中在耕地可持续利用评价^[3-4]、耕地自然生产力评价^[5-7]、耕地生态环境评价^[8]等方面。土地整治通过土地平整工程、灌溉与排水工程、田间道工程、农田防护与生态环境保护工程使整治后耕地理化性状、排灌条件、道路通达性、环境等重要因素发生变化,耕地有效面积、耕地质量随之发生变化,从而影响耕地综合生产能力。耕地整治后,对区域内耕地质量优劣进行科学合理全面的评价,是土地整治绩效评价、土地流转的重要依据。国外土地整治非常重视地产价值的评定,德国土地整理中评定土地交易价值系数,并以此作为土地交换、土地价值补偿的依据^[9-10]。余建新等在原农用地分等基础上增加两级修正,对土地整治项目区建设后耕地质量进行了评定^[11]。聂艳等利用 ArcGIS、模糊物元贴近度聚类分析模型评价耕地质量^[12]。牛海鹏等测算出了具有全省统一性、可比性的整治后耕地综合指数,为整治后耕地质量标准划分提供了依据^[13]。蔡海生等在耕地质量评价的基础上研究了鄱阳湖区耕地整理规划^[14]。郭晓楠等研究了华北平原区土地整理耕地经济潜力评价^[15]。吴克宁等以河南省嵩县田湖镇为例,研究了基本农田整理示范区的耕地质量评价^[16]。高明秀等研究了面向土地整理的耕地质量评价^[17]。王瑗玲等对山东省莱芜市土地整理耕地质量、经济潜力进行了研究^[18-19]。张献忠等对辽宁省庄河市土地开发整理项目的土地质量进行了研究^[20]。本研究以江西省上高县为研究对象,采用实地采样调

研、室内分析化验与 GIS 技术相结合,评价土地整治前后耕地质量变化,以期对土地整治绩效评价、土地流转提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

研究对象包括南江片、田心片、端溪片、罗家片、堆峰片、湾溪片等 6 个片区,项目区属亚热带北部季风湿润气候带,年平均气温为 17.5 ℃,年平均降水量 1 655.3 mm,涉及耕地面积 1 088.26 hm²,新增耕地 18.32 hm²。地势比较平缓,地貌以低丘为主。2012 年 11 月进行田间采样分析。

1.2 资料收集

采用走访有关部门、野外 GPS 定位采样、走访群众获取相关的资料。图件资料包括上高县 2011 年 1:10 000 土地利用现状图,上轮农用地分等更新数据库,上高县 2011 年耕地质量等级更新数据库,项目区土地利用现状图、规划图、竣工图、地形图等。文字资料包括上高县土地整治项目规划报告、竣工验收报告,2011 年耕地质量等级更新土壤化验报告等。根据上轮农用地分等成果的耕地等别,结合项目区土地利用特点、地形,征求相关部门及群众意见,布设 25 个土壤样点开展采样工作,每个采样点设置 5~20 个分点。根据地块所处位置及地形的复杂程度采用梅花点法、对角线法、蛇形法、棋盘法等方法进行采样。实地观测记录土壤厚度,采用采样电位法测定土壤 pH 值,采用重铬酸钾滴定法测定有机质含量。在采样的同时走访当地群众,获取田间排灌等资料。

1.3 数据处理

利用 ArcGIS 软件,根据研究区土地利用现状图、竣工图,绘制整治前后农村道路图,根据项目规划设计及实地调研情况确定排水条件及灌溉保证率图,根据 DEM 数据确定坡度图。根据实地调研及样点化验结果绘制有效土层厚、土壤质地、土壤有机质含量、土壤 pH 值分布图。

1.4 上高县土地整治项目耕地质量评价方法

1.4.1 划分评价单元 评价单元是土地评价的最小空间单位,是性状特点基本一致的独立土地单位。评价单元划分应充分体现耕地质量的差异性,目前主要有 3 种方法:一是以土

收稿日期:2014-06-15

基金项目:国土资源部公益性行业科研专项(编号:201011006)。

作者简介:匡丽花(1989—),女,江西吉安人,硕士研究生,主要从事土地利用规划研究。E-mail:kuanglihua.1228@163.com。

通信作者:赵小敏,教授,主要从事农业资源利用和“3S”技术应用研究。E-mail:zhaoxm889@126.com。

壤发生学分类系统为基础确定评价单元;二是以土地类型系统为基础确定评价单元;三是以土地利用现状为基础确定评价单元^[21]。本研究中,评价单元须便于耕地质量评价。根据实际情况及数据的可获取性,采用2011年上高县土地利用现状图中提取的耕地斑与上高县土地整治项目范围界线图叠加后形成的封闭单元作为土地整治项目耕地质量等级更新评价工作单元,共有875个评价单元。

1.4.2 评价指标体系选取 进行土地整治项目耕地质量评价须建立科学合理的评价指标体系。影响耕地质量的因素很多,必须选取对耕地质量影响较大、稳定性强、可操作性强并能确切反映耕地质量差异的因子。上高县农用地分等指标未能反映土地整治项目特征。本研究运用理论分析、咨询专家、征求农户意见相结合的方法,在《农用地分等规程》的基础上,分析项目区土地整治特征,确定评价指标体系。《农用地分等规程》中推荐的因素包括有效土层厚度、土壤质地、剖面构型、盐渍化程度、土壤污染状况、有机质含量、土壤酸碱性、障碍层距地表深度、灌溉保证率、排水条件、田块平整度、地表岩石露头度、灌溉水源。土壤条件对耕地质量起主导作用,有效土层厚度、土壤质地与耕地质量关系密切;土壤有机质在提供植物营养、促进植物生长发育、改善土壤物理性状方面发挥重要作用,土壤酸碱性对土壤肥力及植物生长影响很大,有机质含量、土壤酸碱性在土壤整治前后均有变化,因此土壤有效土层厚度、土壤质地、有机质含量、土壤酸碱性应作为评价指标。剖面构型在土壤整治前后变化不大,研究区耕地海拔相对较高,不存在盐渍化状况,耕地在整治前后均未受污染,灌溉水源均为地表水,障碍层、地表岩石在南方水稻主产区均对耕地质量影响不明显,因此均不选为评价指标。土地整治项

目灌溉与排水工程对灌溉保证率、排水条件改善较明显,土地平整工程对田块平整度、田块规整度改善明显;路网密度、农田防护林覆盖率分别反映田间道工程、农田防护与生态环境保护工程。最终确定2个因素10个指标,选取的指标包括:自然条件因素(有效土层厚度、土壤质地、有机质含量、土壤酸碱性)和农田基本建设条件因素(坡度、排水条件、灌溉保证率、路网密度、田块规整度、农田防护林覆盖率)(表1)。

表1 评价指标体系及各指标权重

| 一级指标 | 名称 | 权重 | 二级指标 | 权重 |
|---------------|-----|----|--|---------|
| | | | | |
| 自然条件因素(A) | 0.5 | | 有效土层厚度(A ₁) | 0.170 0 |
| | | | 土壤质地(A ₂) | 0.202 2 |
| | | | 有机质含量(A ₃) | 0.069 4 |
| | | | 土壤酸碱性(A ₄) | 0.058 4 |
| 农田基本建设条件因素(B) | 0.5 | | 灌溉保证率(B ₁) | 0.204 3 |
| | | | 排水条件(B ₂) | 0.146 1 |
| | | | 田块平整度(B ₃) | 0.078 0 |
| | | | 田块规整度 ^[22] (B ₄) | 0.034 4 |
| | | | 路网密度 ^[23] (B ₅) | 0.025 2 |
| | | | 农田防护林覆盖率 ^[17] (B ₆) | 0.012 0 |

注:田块规整度根据文献[22];路网密度根据文献[23];农田防护林覆盖率指防护林对田间道路的覆盖程度^[17]。

1.4.3 土地整治项目耕地质量评价因子量化分级 为使评价工作规范化且便于数据处理,对各评价因子进行标准量化分级,并根据不同等级赋分,分值为0~100分,参考《农用地分等规程》及相关资料^[17,22-23],将各评价指标进行标准量化分级,从高到低依次分成一级、二级、三级、四级、五级、六级,并依次赋分100、80、60、40、20、0分(表2)。

表2 评价指标量化分级

| 评价指标得分 | 100分 | 80分 | 60分 | 40分 | 20分 | 0分 |
|-----------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------|
| 有效土层厚度(A ₁) | A ₁ ≥ 100 | 80 ≤ A ₁ < 100 | 60 ≤ A ₁ < 80 | 40 ≤ A ₁ < 60 | 20 ≤ A ₁ < 40 | A ₁ < 20 |
| 土壤质地(A ₂) | 壤土 | 黏土 | 沙土 | 砾质土 | | |
| 有机质含量(A ₃) | A ₃ ≥ 4.0% | 3.0% ≤ A ₃ < 4.0% | 2.0% ≤ A ₃ < 3.0% | 1.0% ≤ A ₃ < 2.0% | 0.6% ≤ A ₃ < 1.0% | A ₃ < 0.6 |
| 土壤酸碱性(A ₄) | 6.0 ≤ A ₄ < 7.9 | 5.5 ≤ A ₄ < 6.0 | 5.0 ≤ A ₄ < 5.5 | 4.5 ≤ A ₄ < 5.0 | A ₄ < 4.5 | |
| 灌溉条件(B ₁) | 充分满足 | 基本满足 | 一般满足 | 无 | | |
| 排水条件(B ₂) | 无洪涝灾害 | 丰水年暴雨后有短期洪涝灾害 | 丰水年大雨后有洪涝 | 一般年大雨后有洪涝 | | |
| 田块平整度(B ₃) | B ₃ < 2 | 2 ≤ B ₃ < 5 | 5 ≤ B ₃ < 8 | 8 ≤ B ₃ < 15 | B ₃ ≥ 15 | |
| 田块规整度(B ₄) | 1.0 < B ₄ ≤ 1.1 | 1.1 < B ₄ ≤ 1.2 | 1.2 < B ₄ ≤ 1.3 | 1.3 < B ₄ ≤ 1.4 | 1.4 < B ₄ ≤ 1.5 | B ₄ > 1.5 |
| 路网密度(B ₅) | B ₅ ≥ 0.35 | 0.30 ≤ B ₅ < 0.35 | 0.25 ≤ B ₅ < 0.30 | 0.20 ≤ B ₅ < 0.25 | 0.15 ≤ B ₅ < 0.20 | B ₅ < 0.15 |
| 农田防护林覆盖率(B ₆ ,%) | B ₆ ≥ 80% | 60% ≤ B ₆ < 80% | 40% ≤ B ₆ < 60% | 20% ≤ B ₆ < 40% | 10% ≤ B ₆ < 20% | B ₆ < 10% |

1.4.4 评价指标权重的确定 评价指标权重大小反映各指标对耕地质量的影响程度。本研究采用特尔斐法(Delphi)、层次分析法(AHP)确定各指标权重。一级指标自然条件因素、农田基本建设条件因素权重均为0.5,二级指标判断矩阵见表3、表4。求出各因子的权重,再乘以相应一级指标权重,得到各因子的综合权重。

1.4.5 评价模型 土地整治项目耕地质量是多因素综合作用的结果,采用综合指数评价法,根据各评价指标不同分级的分值(S_i)及权重(W_i),建立综合评价模型:

$$Q = \sum_{i=1}^n S_i \times W_i \quad (1)$$

式中:Q为单元综合分值;S_i为第i个指标得分;W_i为第i个指标权重;n为评价指标数。

2 结果与分析

2.1 评价结果

根据各评价指标的分值及权重,在ArcGIS软件中利用Field Calculator求得各单元的综合分值。土地整治前后耕地质量等级划分须按照相同的标准,且以整治前的划分为标准,将整治前评价单元图在ArcGIS软件中转为栅格图,利用自然断点法(natural breaks)将耕地质量综合分值从高到低分成4级,且以相同标准对整治后耕地质量进行分级,对整治前后研

表3 自然条件因素二级指标判断矩阵

| 自然条件因素(A) | A ₁ | A ₂ | A ₃ | A ₄ |
|-------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 有效土层厚度(A ₁) | 1 | 1 | 2 | 3 |
| 土壤质地(A ₂) | 1 | 1 | 3 | 4 |
| 有机质含量(A ₃) | 1/2 | 1/3 | 1 | 1 |
| 土壤酸碱度(A ₄) | 1/3 | 1/4 | 1 | 1 |

注: $\lambda_{\max} = 4.03, CI = 0.01; RI = 0.9; CR = 0.011 < 0.10$ 。

表4 农田基本建设条件因素二级指标判断矩阵

| 农田基本建设条件因素(B) | B ₁ | B ₂ | B ₃ | B ₄ | B ₅ | B ₆ |
|---------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 灌溉条件(B ₁) | 1 | 2 | 3 | 8 | 7 | 9 |
| 排水条件(B ₂) | 1/2 | 1 | 3 | 6 | 5 | 9 |
| 田块平整度(B ₃) | 1/3 | 1/3 | 1 | 3 | 4 | 7 |
| 田块规整度(B ₄) | 1/8 | 1/6 | 1/3 | 1 | 2 | 5 |
| 路网密度(B ₅) | 1/7 | 1/5 | 1/4 | 1/2 | 1 | 3 |
| 农田防护林覆盖率(B ₆) | 1/9 | 1/9 | 1/7 | 1/5 | 1/3 | 1 |

注: $\lambda_{\max} = 6.32, CI = 0.06479; RI = 1.24; CR = 0.05 < 0.10$ 。

究区耕地质量等级及面积进行统计。由表5可知,整治后耕地质量等级较整治前耕地质量等级有所提升,整治后少了四级耕地,以一级耕地为主,一级耕地占总耕地面积的

表5 土地整治前后耕地质量等级面积

| 耕地质量等级 | 一级 | 二级 | 三级 | 四级 | 总计 |
|-------------------------|--------|--------------------|--------------------|---------|----------|
| 分值(分) | ≤75.10 | 75.10 < 分值 ≤ 80.71 | 80.71 < 分值 ≤ 87.85 | > 87.85 | |
| 整治前面积(hm ²) | 154.90 | 598.64 | 246.05 | 88.67 | 1 088.26 |
| 整治前面积百分比(%) | 14.23 | 55.01 | 22.61 | 8.15 | 100.00 |
| 整治后面积(hm ²) | 759.44 | 332.72 | 14.42 | | 1 106.58 |
| 整治后面积百分比(%) | 68.63 | 30.07 | 1.30 | | 100.00 |

表6 土壤整治前后分值变化

| 类别 | 整治前 Q _b | 整治后 Q _a | 变化分值 ΔQ | 变化幅度 P _Q (%) |
|---------------------------|-----------------------|-----------------------|------------|----------------------------|
| 耕地质量总分 Q _Z | 82.42 | 90.24 | 7.82 | 9.49 |
| 自然条件因素总分 Q _A | 47.49 | 47.48 | -0.01 | -0.02 |
| 农田基本建设因素总分 Q _B | 34.93 | 42.76 | 7.83 | 22.42 |

注: $\Delta Q = Q_a - Q_b; P_Q = \Delta Q / Q_b$ 。

2.3 耕地质量总体水平变化及应用

2.3.1 耕地质量总体水平 耕地质量总体水平是耕地质量与耕地有效面积综合作用的结果。以单元耕地质量与单元有效耕地面积乘积之和表示,计算公式如下:

$$V = \sum H_n \times S_n \quad (2)$$

式中:V为耕地质量总体水平;H_n为单元耕地综合质量分值;S_n为单元面积,m²。

在 ArcGIS 中利用 Field Calculator 分别对整治前后的评价单元进行计算,得到各个评价单元的总水平值,再统计整治前后区域内耕地质量总体水平, V_前 = 89 746. 100 6; V_后 = 99 553. 430 5。

土地整治前后耕地质量总体水平变化系数计算公式如下:

$$K = V_{后} / V_{前} \quad (3)$$

式中:K为变化系数;V_后为整治后耕地质量总体水平;V_前为

68.63%,二、三、四级耕地均减少,整治后二级耕地面积占总耕地面积的30.07%,三级耕地面积占总耕地面积的1.30%。

2.2 耕地质量变化

本研究中耕地质量总分分为自然条件因素总分与农田基本建设因素总分,根据以上评价模型分别计算耕地质量总分(Q_Z)、自然条件因素总分(Q_A)、农田基本建设因素总分(Q_B),并进一步对整治前后变化分值(ΔQ)及变化幅度(P_Q)进行分析。

由表6可知,整治前耕地质量总分(Q_Z)、自然条件因素总分(Q_A)、农田基本建设因素总分(Q_B)分别为82.42、47.49、34.93,整治后3项总分分别90.24、47.48、42.76。自然条件因素总分略微降低,农田基本建设因素总分明显提高。土地整治项目对耕地质量有明显的提升效果,通过土地平整工程、灌溉排水工程、道路工程等使区域内田块的平整性、田块规整度、排灌条件、道路通达性、环境等各项条件得到改善,从而影响耕地质量。土地整治对耕地的自然质量影响不明显,土地平整工程对耕作层的破坏造成了耕地质量轻微降低。由于项目完成后到采样的时间段相对较短,农民对耕地进行的投入发挥的效用还不明显,说明土地整治难以对耕地自然质量进行改善,耕地自然质量与耕地本身有很大关系。

整治前耕地质量总体水平。

将以上求得的整治前后耕地质量总体水平代入公式(3),计算得到整治后耕地质量总体水平变化系数为1.1093。

2.3.2 土地整治耕地质量级别交换系数估算 整治前后耕地综合质量与总体水平均发生变化,整治后若进行产权调整,存在各级别间的调整数量关系,可根据整治前各级别耕地质量总分或平均分确定各级别耕地间的交换系数,计算公式如下:

$$K_i = H_i / H_j \quad (4)$$

式中:K_i为某级别耕地交换系数;H_i为i级耕地质量总分或平均分;H_j为j级耕地质量总分或平均分。

本研究中利用各级别平均分计算交换系数,K1、K2、K3、K4分别指以一级、二级、三级、四级耕地为基准计算的其他级别的交换系数(表7)。整治前后耕地质量总体水平变化系数是1.1093,若进行产权调整,如整治前承包三级地0.067 hm²,

整治后可得三级地 0.074 hm^2 , 或二级地 0.071 hm^2 , 或一级地 0.063 hm^2 。根据已知等级耕地的数量级相应的交换系数, 可以快速准确地算出与其他耕地交换的数量。

表7 各耕地质量级别耕地交换系数

| 交换系数 | 一级 | 二级 | 三级 | 四级 |
|-------|----------|----------|----------|----------|
| 平均分 | 93.050 0 | 82.680 0 | 78.910 0 | 72.140 0 |
| K_1 | 1.000 0 | 0.888 6 | 0.848 0 | 0.775 3 |
| K_2 | 1.125 4 | 1.000 0 | 0.954 4 | 0.872 5 |
| K_3 | 1.179 2 | 1.047 8 | 1.000 0 | 0.914 2 |
| K_4 | 1.289 9 | 1.146 1 | 1.093 8 | 1.000 0 |

3 结论

本研究以江西省上高县为例, 研究南方水稻主产区的土地整治耕地质量等级的评价方法、指标体系及变化, 运用实地采样调研、室内分析化验与 GIS 技术相结合, 对土地整治耕地质量进行评价。采用理论分析、咨询专家和征求农户意见相结合的方法确定了评价指标体系, 用特尔斐法 (Delphi) 和层次分析法 (AHP) 法确定各指标权重, 采用多指标综合评价法对土地整治耕地质量进行评价。评价指标的选取上, 综合考虑耕地自然条件因素、农田基本建设条件因素, 能较准确反映经过土地整治后耕地的质量水平, 结果表明, 整治后耕地等级整体提升, 少了四级地, 整治后耕地主要为一、二级地。土地整治项目对耕地自然条件改善不明显, 对农田基本建设条件改善比较明显。耕地质量不同级别交换系数的估算为产权调整提供了参考。不足之处是交换系数的确定只考虑了耕地的自然条件和农田基本建设条件因素, 没有考虑种植作物和人类投入产出等社会经济因素, 下一步可进行深入研究。

参考文献:

[1] 刘友兆, 马欣, 徐茂. 耕地质量预警[J]. 中国土地科学, 2003, 17(6): 9-12.

[2] 陈印军, 王晋臣, 肖碧林, 等. 我国耕地质量变化态势分析[J]. 中国农业资源与区划, 2011, 32(2): 1-5.

[3] 张凤荣, 齐伟, 薛永森, 等. 盐渍土区耕地质量指标及其在持续土地利用管理评价中的应用[J]. 中国农业大学学报, 2001, 6(5): 42-48.

[4] 徐梦洁, 葛向东, 张永勤, 等. 耕地可持续利用评价指标体系及评价[J]. 土壤学报, 2001, 38(3): 275-284.

[5] 袁天凤, 张孝成, 邱道持, 等. 基于 GIS 的重庆市丘陵区耕地质量评价与比较[J]. 农业工程学报, 2007, 23(11): 101-107, 封4.

[6] 石常蕴, 周慧珍. GIS 技术在土地质量评价中的应用——以苏州市水田为例[J]. 土壤学报, 2001, 38(3): 248-255.

[7] 张海涛, 周勇, 汪善勤, 等. 利用 GIS 和 RS 资料及层次分析法综合评价江汉平原后湖地区耕地自然力[J]. 农业工程学报, 2003, 19(2): 219-223.

[8] 唐秀美, 赵庚星, 路庆斌. 基于 GIS 的滨海集约农区耕地生态环境评价研究[J]. 农业工程学报, 2007, 23(5): 69-74.

[9] 吕亮卿. 巴伐利亚州土地整理程序概述[M]. 德国: 德国巴伐利亚州食品农林部出版社, 1992.

[10] Wei E. 联邦德国的乡村土地整理[M]. 贾生华, 译. 北京: 中国农业出版社, 1999: 31-33.

[11] 余建新, 魏巍, 廖晓虹, 等. 土地整治项目区农用地质量分等方法的修正[J]. 农业工程学报, 2013(10): 234-240.

[12] 聂艳, 周勇, 于婧, 等. 基于 GIS 和模糊物元贴近度聚类分析模型的耕地质量评价[J]. 土壤学报, 2005, 42(4): 551-558.

[13] 牛海鹏, 张安录, 张合兵, 等. 整治后耕地质量标准建立及其应用——以河南省为例[J]. 资源科学, 2009, 31(1): 136-141.

[14] 蔡海生, 林建平, 朱德海. 基于耕地质量评价的鄱阳湖区耕地整理规划[J]. 农业工程学报, 2007, 23(5): 75-80.

[15] 郭晓楠, 王秀茹, 陈倩. 华北平原区土地整理耕地经济潜力评价研究[J]. 水土保持研究, 2013, 20(3): 92-97.

[16] 吴克宁, 赵玉领, 吕巧灵, 等. 基本农田整理示范区的土地质量评价——以河南省高县田湖镇为例[J]. 国土资源科技管理, 2007, 24(5): 27-31.

[17] 高明秀, 李占军, 赵庚星. 面向土地整理的项目尺度耕地质量评价[J]. 农业工程学报, 2008, 24(增刊): 128-132.

[18] 王瑗玲, 胡继连, 赵庚星, 等. 莱芜里辛土地整理耕地质量级别变化研究[J]. 中国土地科学, 2010, 24(10): 52-57.

[19] 王瑗玲, 胡继连, 刘文鹏, 等. 土地整理耕地质量评价和经济潜力评价比较研究——以莱芜里辛土地整理项目为例[J]. 山东农业大学学报: 自然科学版, 2011, 42(2): 269-274, 288.

[20] 张献忠, 底艳, 董棉安, 等. 土地开发整理项目的土地质量评价——以辽宁省庄河市土地复垦项目为例[J]. 资源科学, 2004, 26(2): 138-144.

[21] 赵小敏, 郭熙. 区域土地质量评价[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2005: 17-19.

[22] 张正峰, 陈百明, 郭战胜. 耕地整理潜力评价指标体系研究[J]. 中国土地科学, 2004(5): 37-43.

[23] 胡渝清, 罗卓. 西南丘陵地区新增耕地质量评价方法研究——以重庆市大足县雍溪镇为例[J]. 西南农业大学学报: 社会科学版, 2007, 5(3): 1-4.