

耕地整治质量潜力测算方法

张瑞娟^{1,2}, 姜广辉^{1,2*}, 周丁扬^{1,2}, 孙富国³, 王新盼^{1,2}

(1. 北京师范大学地表过程与资源生态国家重点实验室, 北京 100875; 2. 北京师范大学资源学院, 北京 100875;
3. 蓬莱市国土资源局, 烟台 265600)

摘 要: 现有耕地整治质量潜力测算大都直接利用农用地分等成果进行, 忽略了耕地整治工程措施可改造的耕地质量限制因素与农用地分等因素的非衔接关系, 掩盖了土地整治对耕地限制因素可改造程度差异。该文基于耕地整治可改造因素修正, 以沈阳市为例, 建立了服务于土地整治的耕地质量评价指标体系及质量潜力计算模型(修正法)。结果表明: 该方法评价整治前沈阳市耕地质量利用等为 5.6 等, 整治后耕地质量可提高 1.2 个利用等; 得到的耕地利用等指数与基准作物实际产量相关系数 R^2 为 0.8517, 精度高于农用地分等结果。修正法测算的耕地整治质量潜力增强了耕地整治工程措施与耕地质量限制因素的结合程度, 避免了某些限制因子难以改造或难以达到最优值而导致的整治潜力结果偏差, 提高了潜力测算结果的科学性和应用性, 可为市级土地整治规划提供方法参考。

关键词: 土地利用, 整治, 等, 质量潜力, 限制因素, 农用地, 修正法, 沈阳

doi: 10.3969/j.issn.1002-6819.2013.14.030

中图分类号: F301.21

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2013)-14-0238-07

张瑞娟, 姜广辉, 周丁扬, 等. 耕地整治质量潜力测算方法[J]. 农业工程学报, 2013, 29(14): 238—244.

Zhang Ruijuan, Jiang Guanghui, Zhou Dingyang, et al. Calculation method of qualitative potential of farmland consolidation[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2013, 29(14): 238—244. (in Chinese with English abstract)

0 引 言

耕地整治是当前土地整治工作的主体内容, 对提高耕地质量, 增加有效耕地面积, 改善农业生产条件具有重要意义。耕地整治潜力研究是土地整治规划的基础, 是划定耕地整治重点区域、确定耕地整治项目和整治时序的基本依据^[1]。然而, 以往对耕地整治潜力的研究多集中于补充耕地数量潜力^[2-4], 而对耕地质量提升潜力考虑略显不足。随着中国耕地保护工作由数量保护转向数量、质量、生态并重, 对土地整治提高耕地质量方面提出了更高要求。2011 年国务院发布的《全国土地整治规划(2011~2015 年)》提出了全国耕地经整治后等级提高 1 等的规划目标^[5], 耕地整治质量潜力测算成为了土地整治规划编制的必须内容。

国外主要研究了农地整治项目影响评价中农地整治活动对耕地生产能力影响^[6-11]。而国内关于耕地整治质量潜力的研究则多针对土地整治项目

开展^[12-13], 大多直接利用农用地分等成果中的自然质量等指数和利用等指数进行的耕地质量提升潜力的测算^[14-16], 也有依据农用地分等成果, 使用区域内耕地等别的最大值为整治目标的质量潜力测算^[17]。然而, 由于农用地分等评价因素主要从土壤条件、立地条件以及灌排基础设施等方面选取指标^[18], 而耕地整治工程措施则更侧重对耕地生产条件的改善, 体现为平整田块、提高耕地集中度, 完善田间道路、灌排基础设施及农田防护体系等^[12,19], 两者侧重点不同; 因此, 基于农用地分等评价成果测算耕地整治质量潜力的方法, 体现的是区域耕地质量与最优耕地质量间的差别, 忽略了耕地整治工程措施可改造的耕地质量限制因素与分等因素的非衔接关系, 不能完全体现其在改造田间道路、农田防护体系、田块形态等生产环境条件的过程中对耕地质量潜力提升的作用; 且假定整治后耕地均可达到指标区内最高耕地质量, 掩盖了土地整治活动对耕地限制因素可改造程度的差异, 测算结果将夸大耕地整治措施对潜力提升的能力。因此, 应从土地整治工程措施的角度修正农用地分等评价体系与成果, 提高耕地整治质量潜力测算精度和可实现程度。

因此, 本文以沈阳市为例, 从土地整治措施可消除或改善耕地质量限制因素的角度出发, 厘清土地整治工程措施对耕地质量的影响因素与农用地

收稿日期: 2012-12-10 修订日期: 2013-06-03

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(41271535, 40801221); 公益性行业(农业)科研专项(200903009)

作者简介: 张瑞娟(1987—), 女, 山东莱芜人, 研究方向为土地评价与规划。北京 北京师范大学资源学院, 100875。

※通信作者: 姜广辉(1980—), 男, 山东东阿人, 副教授, 博士, 博士生导师, 研究方向为土地评价、规划与可持续利用。北京 北京师范大学资源学院, 100875。Email: macrophage@126.com

分等因素之间的关系，构建耕地质量潜力测算模型，为科学量化耕地整治质量潜力，提高土地整治规划编制的科学性提供依据。

1 研究区概况

沈阳市位于辽宁省中部，地处 $122^{\circ}25'9''\sim 123^{\circ}48'24''\text{E}$ 、 $41^{\circ}11'51''\sim 43^{\circ}2'13''\text{N}$ 。地貌以平原为主，有部分丘陵，地势由东北向西南依次倾斜，平均海拔 50 m，土壤资源丰富，以棕壤、草甸土、水稻土为主。全市现辖 9 区、1 市、3 县，据 2010 年统计数据，全市土地总面积 $12\,859.9\text{ km}^2$ ，耕地面积 $7\,718.9\text{ km}^2$ ，占土地面积的 60.0%，其中平耕地、坡耕地分别占 90.63%、9.37%。当前，土壤沙化、盐碱化、水蚀等土地退化及田间基础设施落后是沈阳市耕地质量的重要限制因素。

2 研究方案

2.1 研究思路

耕地质量潜力表现为整治前后耕地质量等别差，可通过整治前后土地要素的定性、定量研究，确定其改变幅度和影响，从而测算耕地质量提升的程度^[13,20]。鉴于此，本文基于农用地分等成果，建立服务于土地整治的耕地质量评价指标体系，以整治前后耕地质量等别的变化确定耕地整治潜力。

首先，分析土地整治可改造耕地质量限制因素和农用地分等因子差异，确定土地整治可改造因素。其次，参考沈阳市农用地分等成果，针对平耕地 ($0\sim 6^{\circ}$) 和坡耕地 ($>6^{\circ}\sim 25^{\circ}$) 2 种耕地类型^[21]，在分等因素基础上补充耕地整治可改造耕地生产环境条件因素，建立耕地整治质量潜力评价指标体系，得到基于耕地整治的耕地质量等级；并与基准作物实际产量做相关分析进行精度验证。然后，根据研究区耕地质量限制因素可改造程度，重新量化因素得分，获取整治后的耕地质量。最后，基于所建立耕地整治质量潜力测算模型得到沈阳市耕地整治质量潜力。

2.2 研究方法

2.2.1 基于可改造因素修正的耕地质量评价

耕地质量受气候、地形、土壤、农田基础设施等众多自然社会经济因素的影响^[18]。现阶段，农地整治工程实施内容包括土地平整工程、灌溉与排水工程、田间道路工程、农田防护和生态环境保持工程等^[22]，可在灌排、田间道路、农田防护体系、田块形态等生产环境方面改善限制因素，达到提质增效的目的。

当前，耕地质量评价大都参考农用地分等成果，但其参评因素尚未完全体现土地整治工程在田块平整、田间道路、农田林网兴建等改善农田生产

环境作用。采用理论分析和专家咨询相结合的方法，以耕地图斑为评价单元，以农用地分等因素为基础，补充“田块规模、形状、平整度，田间道路通达度、农田防护林占地比率”等耕地整治可改造的生产环境条件因素，修订已有分等评价指标体系，构建基于耕地整治可改造限制因素的耕地质量评价指标体系（表 1）。进而，基于已有研究^[13,23-26]，采用专家咨询法确定指标分级标准、得分及权重，加权修正得到整治前耕地质量自然质量分。

表 1 基于耕地整治可改造因素修正的耕地质量评价指标及权重

| 因素 Factors | 权重 Weight | 平耕地 Flat farmland | 坡耕地 Slope farmland |
|---|--------------|--|--|
| | | 质量评价 指标 Quality evaluation index | 质量评价指标 Quality evaluation index |
| 分等因素 Farmland classification factors | 0.82 | *表层土壤 质地 | *表层土壤 质地 |
| | | 0.11 | 0.1 |
| | | *土壤有机质 含量 | *土壤有机质 含量 |
| | | 0.06 | 0.08 |
| | | *盐渍化 程度 | *有效土层 厚度 |
| | | 0.13 | 0.3 |
| | | 障碍层距地表 深度 | 地形坡度 |
| | | 0.04 | 0.23 |
| | | *土壤 酸碱度 | *土壤 酸碱度 |
| | | 0.06 | 0.05 |
| 补充因素 Supplementary factors | 0.18 | 剖面构型 | 地表岩石露头 状况 |
| | | 0.06 | 0.12 |
| | | *灌溉 保证率 | *灌溉 保证率 |
| | | 0.23 | 0.12 |
| | | *灌溉水源 | —— |
| | | 0.04 | —— |
| | | *排水条件 | —— |
| | | 0.27 | —— |
| | | *田块 平整度 | *田块 平整度 |
| | | 0.22 | 0.2 |
| | | *田块规模 | *田块规模 |
| | | 0.2 | 0.12 |
| | | *田块形状 | *田块形状 |
| | | 0.18 | 0.15 |
| | | *田间道路 通达度 | *田间道路 通达度 |
| | | 0.25 | 0.25 |
| | | *农田防护林 比率 | *农田防护林 比率 |
| | | 0.15 | 0.28 |

注：*表示为耕地整治可改造限制因素，整治后其分值发生变化。

Note: *indexes were reformed in land consolidation and scores of indexes were changed after land consolidation.

2.2.2 耕地整治质量潜力计算

按照整治前后耕地利用等指数的变化来表示耕地整治质量潜力。即以沈阳市耕地的光温（气候）生产潜力指数 a_{ij} 为计算起点，在农用地分等加权平均法计算耕地自然质量分的基础上，对耕地整治质量评价得到的自然质量分，经作物产量比系数 β_j 、土地利用系数 k_L 的逐级修正，得到整治前耕地利用等指数。然后，结合研究区实际，分析耕地质量参评因素中可改造因素及其改造程度，对整治后耕地质量进行重新评价，得到整治后耕地利用等指数。最后根据整治前后利用等指数差值获取耕地整治质量潜力，如式（1）。

$$P_i = \alpha_{ij} \cdot \left(a \frac{\sum_{k=1}^n w_{k1} \cdot f'_{ijk1}}{100} + b \frac{\sum_{k=1}^m W_{k2} \cdot F'_{ijk2}}{100} \right) \cdot \beta_j \cdot k_l - \alpha_{ij} \cdot \left(a \frac{\sum_{k=1}^n w_{k1} \cdot f_{ijk1}}{100} + b \frac{\sum_{k=1}^m W_{k2} \cdot F_{ijk2}}{100} \right) \cdot \beta_j \cdot k_l \quad (1)$$

式中, P_i 为第 i 个评价单元的耕地质量提升潜力; α_{ij} 为光温(气候)生产潜力指数; a 为分等因素权重; w_{k1} 为分等指标权重; f_{ijk1} 、 f'_{ijk1} 分别为整治前、后第 i 个分等单元内第 j 种作物第 k_1 个因素得分; b 为指补充因素权重; W_{k2} 为补充指标权重; F_{ijk2} 、 F'_{ijk2} 分别为整治前后第 i 个分等单元内第 j 种作物第 k_2 个因素得分; β_j 为第 j 中作物的产量比系数; k_l 为土地利用系数。

2.3 数据来源与处理

2.3.1 数据来源

本文所用数据包括沈阳市 2010 年 1:1 万土地利用变更数据、土壤图、1:5 万数字高程图(DEM)、行政区划图、农用地分等数据库、林业部门统计数据等。其中, 耕地质量评价所需土壤属性由土壤图提取, 包括土壤质地、有效土层厚度、剖面构型、土壤有机质等; 地形坡度由 DEM 提取; 耕地图斑、田间(生产)路数据提取自土地利用现状图。由农用地分等数据获取 3 级指标区、光温(气候)生产潜力指数、作物产量比系数、土地利用系数和基准作物产量等。

2.3.2 数据处理

灌溉水源是指水源类型, 灌溉保证率是指灌溉条件^[25];

田块规模用耕地地块面积 A_i 表示; 田块形状用景观生态学中的斑块形状指数 PSI_i 表示, 公式为

$$PSI_i = 0.25P_i / \sqrt{A_i} \quad (2)$$

式中, PSI_i 为耕地地块 i 的形状指数; P_i 为耕地地块 i 的周长, m; A_i 为耕地地块 i 的面积, m^2 。其数值越接近 1, 说明耕地地块越规整。

田块平整度计算: 田块平整度用田块相对高程差^[25]表示, 基于 Dem 数据, 通过 arcgis9.3 的 3D analyst、spatial analyst 计算地面高程差。

田间道路通达度用评价单元内田间道路直接通达的田块数占田块总数的比率^[22]表示, 基于 2010 年变更数据, 通过 Arcgis9.3 获取田间路(4~6 m)和生产路(2 m)图层并进行空间分析, 以村庄为单位统计田间道路直接通达的田块数, 公式为: 田间道路通达度=田间道路直接通达的田块数/田块总数。

农田防护林比率用防护林面积占土地面积比率^[26]表示, 基于 2010 年林业部门的统计数据, 计算各行政村防护林面积比率, 公式为: 农田防护林比率=防护林面积/土地面积。

可改造因素整治目标依据评价单元所在 3 级指标区内各参评指标最高得分, 并结合专家咨询法和典型项目调查修正后确定各指标整治目标得分。

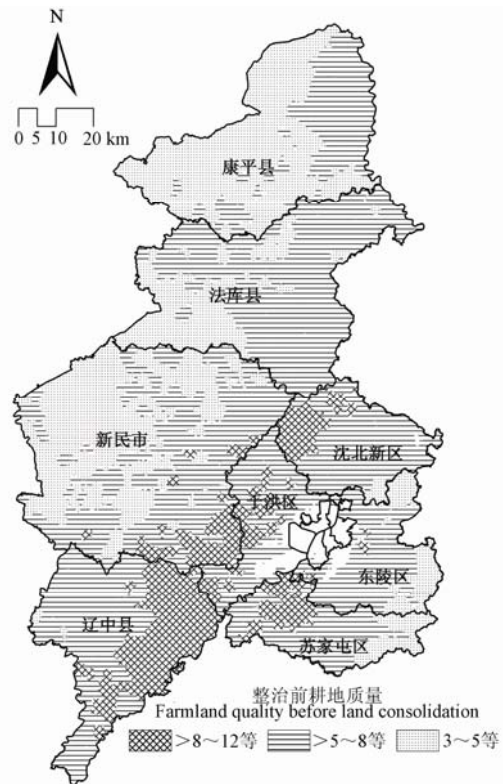
最后按照质量潜力测算式(1)计算整治前后耕地质量利用等指数及耕地整治质量潜力, 参照农用地分等的等间距法, 以利用等指数分值 200 为间距, 转换为利用等, 得到图斑尺度上耕地整治质量潜力, 考虑不同等别面积比例情况, 使用加权平均的方法获取行政村尺度上耕地整治质量提升潜力图, 并用自然断裂点法进行潜力分级。

3 结果与分析

3.1 基于可改造限制因素修正的耕地质量评价

3.1.1 整治前耕地质量评价及验证

按照耕地整治可改造因素修正的耕地质量评价指标权重及整治前分值, 得到耕地图斑尺度上的利用等, 并考虑不同等别耕地面积比例, 使用加权平均的方法获得行政村尺度上的等别结果, 如图 1a 所示, 整治前全市耕地质量最高利用等别为 12 等, 最低利用等别为 3 等, 平均利用等别为 5.6 等, 耕地质量空间呈现为东高西低、南高北低、东南高西北低的分布规律。



a. 整治前
a. Before land consolidation

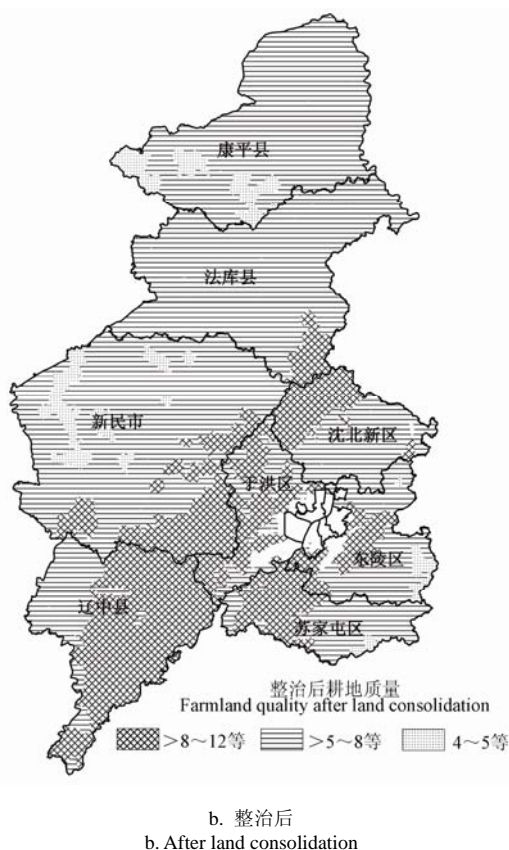
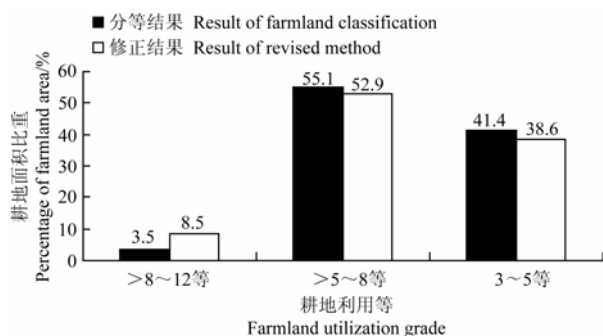


图 1 整治前后耕地质量评价结果

Fig.1 Results of farmland quality evaluation before and after land consolidation

与分等结果相比, 优等耕地 (8~12 等) 面积共 28 390.8 hm^2 , 占耕地总面积 3.5%, 比分等结果减少 5%; 中等耕地 (5~8 等) 面积共 444 897.5 hm^2 , 占耕地总面积 55.1%, 比分等结果增加 2.2%; 低等耕地 (3~5 等) 面积共 334 511.4 hm^2 , 占耕地总面积 41.4%, 比分等结果增加 2.8%, 如图 2 所示。修正后的全市耕地利用等别整体有所降低, 说明沈阳在田间道路通达度、农田林网完善程度等方面存在整治空间。

图 2 基于修正法和分等法的不同利用等别耕地面积比例
Fig.2 Percentage of farmland area of utilization degree based on revised method and farmland classification

此外, 采用抽样方法验证了基于可改造限制因素修正的耕地质量评价结果。从耕地质量评价单元

中采用 SPSS 随机抽取样点 450 个, 将修正后耕地利用等指数、农用地分等利用等指数分别与基准作物的实际产量做相关分析 (图 3), 修正法 R^2 值为 0.8517, 分等 R^2 值为 0.7991, 说明修正后的耕地质量和粮食实际产量拟合趋势较好, 质量评价结果更加符合客观实际。

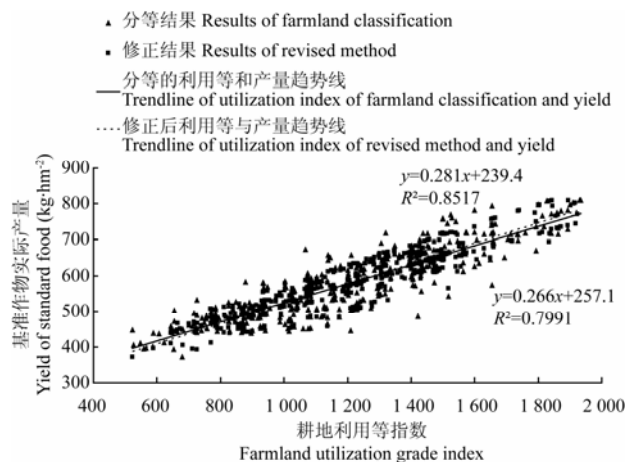


图 3 基准作物实际产量与修正法和分等法耕地利用等指数相关性分析

Fig.3 Correlation between yield of standard food and farmland utilization grade index of revised methods and farmland classification methods

3.1.2 整治后耕地质量评价

按照耕地整治可改造因素修正的耕地质量评价指标权重及整治后得分, 得到耕地图斑尺度上的利用等, 并考虑不同等别耕地面积比例, 使用加权平均的方法获得行政村尺度上的等别结果, 如图 1b 所示, 整治后最高利用等为 12 等, 最低利用等为 4 等, 平均利用等为 6.8 等。其中, 优等地 (8~12 等) 面积共 140 192.1 hm^2 , 占耕地总面积 17.4%, 比整治前增加 13.8%, 主要分布在辽中县东南部、辽河下游辽浑平原地区、浑蒲平原地区、苏家屯西南平原区。中等地 (5~8 等) 面积 618 640.2 hm^2 , 占耕地总面积 76.6%, 比整治前增加 21.5%。低等地 (4~5 等) 耕地面积共 48 967.5 hm^2 , 占耕地总面积 6.1%, 比整治前减少 35.3%。

3.2 基于可改造限制因素修正的整治质量潜力

3.2.1 修正法整治质量潜力结果分析

根据式 (1) 计算整治前后的耕地图斑尺度上的利用等别差值, 并考虑不同等别耕地面积比例, 使用加权平均方法得到行政村尺度上的耕地整治质量潜力, 如图 4a 所示, 可以看到, 沈阳市耕地质量提升潜力处于 0.3~2.7 利用等, 平均可提高 1.2 个利用等。耕地质量潜力较大的区域主要分布在于洪区、新民市南部及辽中县东部和西北部, 该区域因土壤多为粘质草甸土和水稻土, 地下水位较高,

排水渠系功能不强,易造成洪涝灾害,田间排水工程建设较容易实现,故耕地整治质量提升潜力最高。而康平县东部、法库县平原区、新民市柳绕地

区以及低山丘陵地区,可改造限制因子幅度受到本身水土条件及地形条件的限制,耕地整治工程实施难度较大,耕地质量提升潜力不高。

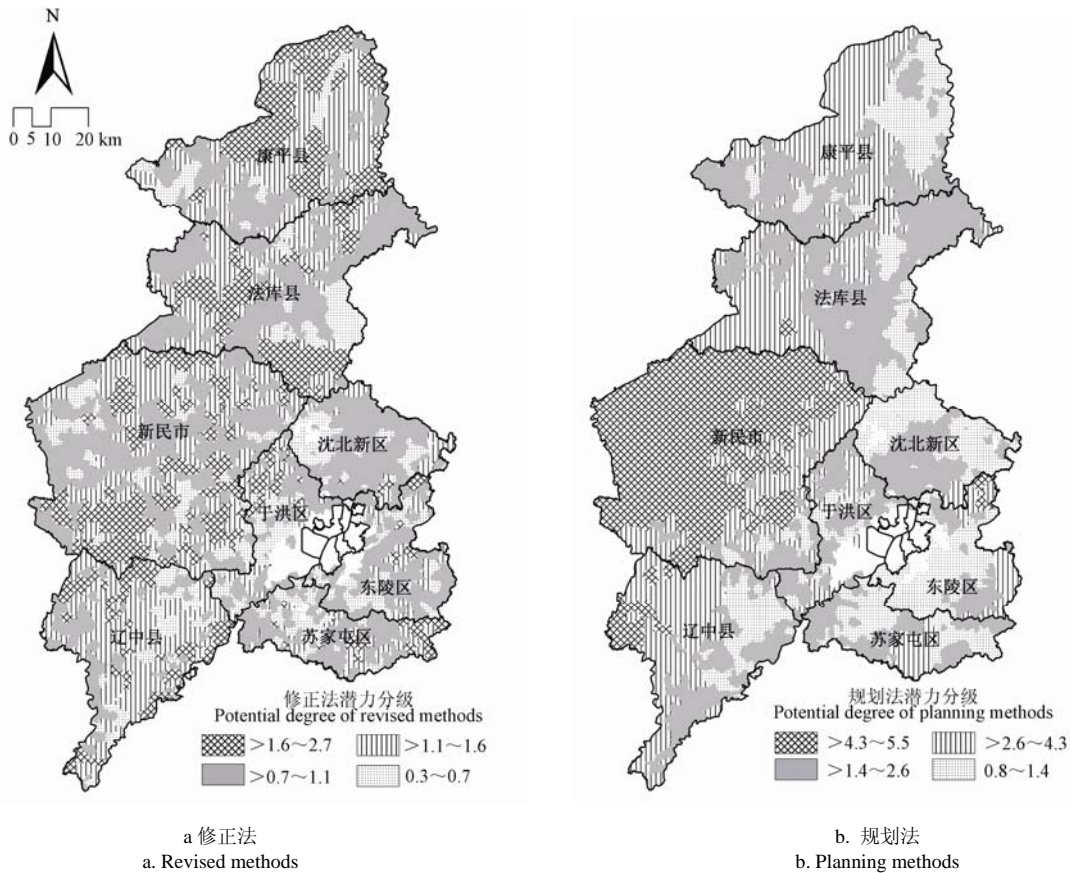


图4 修正法与规划法整治质量潜力对比

Fig.4 Comparison of farmland qualitative potential degree of land consolidation in revised methods and planning methods

3.2.2 修正法与规划法计算结果对比

将耕地整治可改造限制因素修正方法(修正法)与整治规划中常见方法(规划法,即测算评价单元所在3级指标区最高利用等别与测算单元平均利用等别差值)进行了对比。规划法测算耕地整治质量潜力结果见图4b。规划法测得耕地质量提升潜力在0.8~5.5利用等之间,平均可提高2.6个利用等,高于修正法1.2个利用等潜力。修正法测算潜力值在1~2等居多,而规划法测算潜力值大于2等的耕地已超过半数。

规划法呈现出“现状质量低,整治潜力大,现状质量高,整治潜力小”的格局。与规划法相比,修正法获取的质量潜力测算结果总体有所降低,获取的潜力结果呈现出更多的空间异质性。

4 结论

本文从土地整治措施可消除或改善耕地质量限制因素的角度出发,构建了服务于土地整治的耕地质量评价指标体系与质量潜力测算模型,得到以下结论:

1) 修正的耕地质量评价指标体系反映了耕地在田块形态、田间道路状况及农田防护体系等生产环境条件建设现状,并显化了耕地整治工程措施对耕地质量构成因素的可改造性及其程度差异。该方法所评价的耕地质量结果与基准作物实际产量相关系数 R^2 达0.8517,相关性高于农用地分等评价结果,提高了耕地质量评价精度。

2) 根据研究区耕地质量限制因素的可改造程度,重新量化可改造因素得分,获取整治后耕地质量,并以整治前后耕地利用等指数的变化建立潜力测算模型。沈阳市耕地整治质量潜力为1.2个利用等。以等为结果体现的耕地整治质量潜力保证了其与农用地分等结果的可比性。

3) 与规划法相比,修正法测算潜力结果总体有所降低,剔除了难以改造的限制因素对耕地整治质量潜力的影响,也避免了直接采用最优值替代某些限制因素整治目标值所导致的整治潜力偏大情况,保证了结果的真实与可实现性;修正法结果呈现出更多的空间异质性,体现了区域耕地质量限制因素及其改造难易程度的多样。

[参 考 文 献]

- [1] 郭洪泉, 王磊, 范金梅, 等. 北京延庆县耕地整理潜力多因素综合评价数据模型[J]. 农业工程学报, 2006, 22(8): 83—86.
Guo Hongquan, Wang Lei, Fan Jinmei, et al. Multi-factor comprehensive evaluation model for the potential of arable land consolidation for Yanqing District in Beijing[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering(Transactions of the CSAE), 2006, 22(8): 83—86. (in Chinese with English abstract)
- [2] 陈茜, 段建南, 孔祥斌, 等. 北京市基本农田保护区内耕地数量提升潜力研究[J]. 水土保持研究, 2012, 19(3): 200—203.
Chen Qian, Duan Jiannan, Kong Xiangbin, et al. Study on quantity promotion potential of Beijing basic farmland protection area[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2012, 19(3): 200—203. (in Chinese with English abstract)
- [3] 黄艳丽. 县域土地开发整理潜力评价研究: 以偃师市为例[D]. 郑州: 河南农业大学, 2004.
Huang Yanli. Evaluation of Land Exploitation and Adjustment Potentiality for County Level: A Case Study of Yanshi City[D]. Zhengzhou: Henan Agricultural University, 2004. (in Chinese with English abstract)
- [4] 孙静, 魏忠义, 宇德良, 等. 县域土地开发整理潜力评价研究: 以辽宁省桓仁县为例[J]. 国土与自然资源研究, 2011(3): 34—36.
Sun Jing, Wei Shouyi, Yu Deliang, et al. Evaluation of land development and consolidation potentiality for county level: A case study of Huanren county in Liaoning province[J]. Territory and Natural Resources Study, 2011(3): 34—36. (in Chinese with English abstract)
- [5] 吴海洋. “十二五”时期中国土地整治工作思考[J]. 中国土地科学, 2013, 27(3): 4—9.
Wu Haiyang. Pondering land consolidation and readjustment during the period of 12th five-year plan[J]. China Land Science, 2013, 27(3): 4—9. (in Chinese with English abstract)
- [6] Crecente R, Alvarez C, Fra U. Economic, social and environmental impact of land consolidation in Galicia[J]. Land Use Policy, 2002, 19(2): 135—147.
- [7] Wu Ziping, Liu Minquan, DAVIS John. Land consolidation and productivity in Chinese household crop production[J]. China Economic Review, 2005, 16(1): 28—49.
- [8] Sklenicka P. Applying Evaluation criteria for the land consolidation effect to three contrasting study Areas in the Czech Republic[J]. Land Use Policy, 2006, 23(4): 502—510.
- [9] Go'nzalez X P, Marey M F, A'lvarez C J. Evaluation of productive rural land patterns with joint regard to the size, shape and dispersion of plots[J]. Agricultural Systems, 2007, 92(1/3): 52—62.
- [10] Cay T, Ayten T, Iscan F. Effects of different land reallocation models on the success of land consolidation projects: Social and economic approaches[J]. Land Use Policy, 2010, 27(2): 262—269.
- [11] Pasakarnis G, Maliene V. Towards sustainable rural development in Central and Eastern Europe: Applying land consolidation[J]. Land Use Policy, 2010, 27(2): 545—549.
- [12] 边振兴, 于淼, 王秋兵, 等. 基于土地开发整理修订农用地分等结果的一种方法[J]. 农业工程学报, 2009, 25(1): 232—236.
Bian Zhenxing, Yu Miao, Wang Qiubing, et al. Revised method for grading agricultural land based on land consolidation[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2009, 25(1): 232—236. (in Chinese with English abstract)
- [13] 张一飞, 黄劲松, 沈秀峰, 等. 以定级为基础的农用地整理潜力测算方法研究[J]. 地域研究与开发, 2005, 24(2): 96—100.
Zhang Yifei, Huang Jinsong, Shen Xiufeng, et al. Research on estimation of farmland rearrangement potential based on farmland classification[J]. Areal Research and Development, 2005, 24(2): 96—100. (in Chinese with English abstract)
- [14] 赵玉领, 苏强, 吴克宁, 等. 河南嵩县土地整理的数量质量潜力[J]. 农业工程学报, 2008, 24(9): 73—78.
Zhao Yuling, Su Qiang, Wu Kening, et al. Quantitative and qualitative potential of land consolidation in Song County, Henan Province[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2008, 24(9): 73—78. (in Chinese with English abstract)
- [15] 鄢文聚. 农用地分等及其应用研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2005.
Yun Wenju. Agricultural Land Classification and Its Application[D]. Beijing: China Agricultural University, 2005. (in Chinese with English abstract)
- [16] 刘文智, 陈亚恒, 李新旺, 等. 基于产能的耕地整理数量质量潜力测算方法研究: 以河北省卢龙县为例[J]. 水土保持研究, 2010, 17(3): 227—231.
Liu Wenzhi, Chen Yaheng, Li Xinwang, et al. Study on the quantitative and qualitative potential of farmland consolidation on production capacity: A case study on Lulong county[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2010, 17(3): 227—231. (in Chinese with English abstract)
- [17] 陈茜. 北京市基本农田保护区内耕地数量和质量提升潜力评价研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2012.
Chen Qian. Study on Evaluation of Quality and Quantity Potential Promotion in Basic Farmland Protection Areas in Beijing[D]. Changsha: Hunan Agricultural University, 2012. (in Chinese with English abstract)
- [18] 张凤荣, 安萍莉, 王军艳, 等. 耕地分等中土壤质量指标体系与分等方法[J]. 资源科学, 2002, 24(2): 71—75.
Zhang Fengrong, An Pingli, Wang Junyan, et al. Soil quality criteria and methodologies of farmland grading[J]. Resources Science, 2002, 24(2): 71—75. (in Chinese with English abstract)
- [19] 赵蕾, 谭荣建. 基于农用地分等的土地整理耕地质量评定方法[J]. 科学技术与工程, 2012, 12(17): 4266—4270.
Zhao Lei, Tan Rongjian. The method of assessing land quality of the implementation of land consolidation project based on agricultural land classification[J]. Science Technology and Engineering, 2012, 12(17): 4266—4270. (in Chinese with English abstract)
- [20] 张正峰, 陈百明. 土地整理潜力分析[J]. 自然资源学报, 2002, 17(6): 664—669.
Zhang Zhengfeng, Chen Baiming. Primary analysis on land readjustment potentiality[J]. Journal of Natural Resources, 2002, 17(6): 664—669. (in Chinese with English abstract)
- [21] 闫东浩, 侯森兴, 朱德举, 等. 耕地整理潜力测算[J]. 农业工程学报, 2004, 20(3): 257—261.
Yan Donghao, Hou Senxing, Zhu Deju, et al. Estimation of cultivated land consolidation potential[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2004, 20(3): 257—261. (in Chinese with English abstract)
- [22] TD/T1033-2012, 高标准基本农田建设标准[S].

- [23] 郭丽娜, 张凤荣, 曲衍波, 等. 基于农用地分等组合的农用地整理类型分区[J]. 农业工程学报, 2010, 26(9): 308—314.
Guo Lina, Zhang Fengrong, Qu Yanbo, et al. Farmland consolidation type zoning based on combination of grading factors[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2010, 26(9): 308—314. (in Chinese with English abstract)
- [24] TD/T1004-2003, 农用地分等规程[S].
- [25] 叶艳妹, 吴次芳, 蒋悦悦. 基于精细化分区的农地整理田块规划设计研究[J]. 中国土地科学, 2011, 25(2): 54—60.
Ye Yanmei, Wu Cifang, Jiang Yueyue. Farmland reconsolidation panning based on detailed zoning approach[J]. China Land Science, 2011, 25(2): 54—60. (in Chinese with English abstract)
- [26] 张正峰, 赵伟. 北京市大兴区耕地整理潜力模糊评价研究[J]. 农业工程学报, 2006, 22(2): 83—88.
Zhang Zhengfeng, Zhao Wei. Arableland consolidation potentiality evaluation based on fuzzy evaluation theory in Daxing District in Beijing[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2006, 22(2): 83—88. (in Chinese with English abstract)

Calculation method of qualitative potential of farmland consolidation

Zhang Ruijuan^{1,2}, Jiang Guanghui^{1,2*}, Zhou Dingyang^{1,2}, Sun Fuguo³, Wang Xinpan^{1,2}

(1. State Key Laboratory of Earth Surface Process and Resource Ecology, Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 2. College of Resources Science and Technology, Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 3. Penglai Bureau of Land and Resources, Yantai 265600, China)

Abstract: Currently in many studies, farmland qualitative potential in land consolidation is calculated based on farmland classification grades. However, factors of farmland classification cannot completely reflect the effects that land consolidation projects produce in increasing farmland quality by building infrastructure such as farmland roads, farmland shelterbelts, and irrigation and drainage systems. No considering the ability of farmland limiting factors reformed by land consolidation, the results of farmland qualitative potential are questionable. The purpose of this paper was to extend the method of calculation of farmland qualitative potential in land consolidation in a case of Shenyang City. First, the paper analyzed the limiting factors for farmland that can be reformed by land consolidation in comparing with factors included in farmland classification. Then, the revised method of evaluating farmland quality was put forward, the method as follow: weight values was supplied and scores of land consolidation reformed factors to the index system of farmland nature quality evaluation in farmland classification was graded, and the revised method was verified by testing the correlation analysis of yield of standard food with farmland utilization grade index. Second, scores of farmland limiting factors were adjusted according to the level of typical land consolidation projects or the maximum value of factors in the third farmland gradation index areas. Third, the formula to calculate farmland qualitative potential was formed based on the D-value of farmland utilization grades before and after land consolidation, and potential zones were identified for the possibility of increase. The potential results of revised methods were compared with those of the planning methods in land consolidation. The study area is Shenyang City of Liaoning Province, and data were obtained from 2007 farmland classification results, 2010 land use change survey and data updates, and 2010 soil maps, DEM data, and forest departmental statistics.

Results showed that, based on the revised method, the average farmland quality utilization grade is 5.6, and after land consolidation, the average level of total farmland qualitative potential increased 1.2 utilization grades. Further, the correlation coefficient $R^2 = 0.8517$ of farmland utilization grade index based on revised methods with yield of standard food was calculated in correlation analysis test, which revealed that the precision of farmland quality evaluation on revised methods is better than farmland classification ($R^2 = 0.7991$). High potential areas are mainly distributed in the middle Hun River, the Liao River alluvial plain, and the Northwest plain; low potential areas are mainly distributed in the area of low hills and suburban plain. The measure of farmland quality improvement in land consolidation will focus on soil salinization, irrigation and drainage, roads and other infrastructure. The results of farmland quality potential calculated by the revised method enhance the relationship with farmland qualitative limiting factors, which can prevent farmland quality potential increasing to high value caused by overrating the changeability of some limiting factors. The revised method also can contribute more precision and practicability to farmland qualitative potential in practice of land consolidation projects, providing a method reference for land consolidation planning at the city level.

Key words: land use, consolidation, grading, quality potential, limiting factors, farmland, revised method, Shenyang city

(责任编辑: 张俊芳)