

A Fast Evaluation Method of Land Quality Based on Multi-Band Remote Sensing Images

—Take the Example of Farmland Quality Evaluation in Qiyang County

Song Zhou^{1*}, Yijun Zhen²

¹Jiangsu Surveying and Mapping Engineering Institute, Nanjing Jiangsu

²Occupational Skill Testing and Guidance Center of Jiangsu Provincial Bureau of Surveying, Mapping and Geoinformation, Nanjing Jiangsu

Email: 286583903@qq.com

Received: May 25th, 2019; accepted: Jun. 11th, 2019; published: Jun. 24th, 2019

Abstract

Land is an important natural resource. It is of great research value and practical significance to carry out land quality evaluation and analysis. Traditional methods generally use soil sampling for quantitative and qualitative analysis. Although the results of analysis are accurate, this method is not suitable for large-scale and rapid indication analysis because of its high cost of manpower and material resources as well as long analysis cycle. Taking Zongyang County as an example, this paper proposes a method of rapid evaluation of cultivated land quality based on multi-band remote sensing images. Firstly, this method establishes the evaluation index system of cultivated land quality, carries out modelling and analysis of various indicators. Secondly, through multi-spectral remote sensing image interpretation and comparison evaluation system, spatial and temporal data analysis and deduction using GIS technology, the analysis results are obtained and thematic maps of quality evaluation results generated. Finally, it makes an overall evaluation of cultivated land quality in the target area and aims at the protection and development of cultivated land. Suggestions for rationalization are put forward. The main innovations of this paper are as follows: firstly, the acquisition of land information with multi-temporal and high precision in a wide range is realized based on multi-band remote sensing images; secondly, the rapid evaluation model of land quality is established through geographic analysis; thirdly, the data analysis and mining are carried out by making full use of geographic information technology and the analysis conclusions are drawn to guide the scientific and sustainable development and utilization of cultivated land.

Keywords

Multi-Band Image, Cultivated Land Quality, Evaluation Model, Index Analysis

*第一作者。

一种基于多波段遥感影像的土地质量快速评价方法

——以枞阳县耕地质量评价为例

周松^{1*}, 甄怡君²

¹江苏省测绘工程院, 江苏 南京

²江苏省测绘地理信息局职业技能鉴定指导中心, 江苏 南京

Email: 286583903@qq.com

收稿日期: 2019年5月25日; 录用日期: 2019年6月11日; 发布日期: 2019年6月24日

摘要

土地是重要的自然资源, 开展土地质量分析评价工作具有重要的研究价值和现实意义。传统方法一般采用土壤取样进行定量和定性分析。这种方法虽然分析结果较为准确, 但人力物力耗费大、分析周期长, 不适用于大范围、快速化的指征分析。本文以枞阳县为例, 提出一种基于多波段遥感影像进行耕地质量快速评价的方法。该方法首先建立耕地质量评价指标体系, 对各类指标进行建模分析, 然后通过多光谱遥感影像解译、对照评价体系, 利用GIS技术进行时空数据分析和统计, 得出结果并生成质量评价专题图, 最后对目标地区的耕地质量做出总体性评价并针对耕地保护与发展提出合理化建议。本文创新点主要有: 一是基于多波段遥感影像实现了较大范围内多时相、高精度的土地信息获取; 二是通过地学分析建立了土地质量快速评价模型; 三是充分利用地理信息技术来进行数据分析挖掘并得出分析结论, 指导耕地科学、可持续开发利用。

关键词

多波段影像, 耕地质量, 评价模型, 指标分析

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

土地是人类赖以生存的场所, 是农业生产的基本资料, 也是工业、城市建设、交通和旅游等不可或缺的物质条件, 是农业生产最主要的不可替代的生产资料, 土地质量的好坏直接影响到农业生产的效益, 关系到农业和社会的可持续发展[1]。耕地质量评价以利用方式为目的, 根据研究区域特定自然地理条件、气候特征以及地形地貌、耕地土质、农田基础设施等要素相互作用表现出来的综合特征, 估算耕地生产潜力和土地适宜性的过程, 揭示作物生产力的高低和潜在的生产力[2]。

传统土地评价方法主要是在选取大量指标样本的基础上, 建立评价模型, 借助计算机的超高运算能力进行质量评估。这种方法具有针对性强、准确度高等优点。但由于样本来源的和模型复杂性的限制,

往往评价周期较长, 耗费人力物力巨大, 不适用于较大范围内进行土地质量的快速评价和定性。

近年来, 国内外对于土地质量的评价方法正由传统的长周期取样定量分析转变为利用信息化手段进行快速、高频定性分析。如华中农业大学的张海涛、周勇等人研究了利用 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地力的方法; 内蒙古农业大学的张韬、王伟等人研究了遥感信息在土地资源等级划分与质量评价中的应用。遥感和测绘地理信息技术的高速发展为大范围、高频率获取和分析地表信息提供了重要手段, 不仅能够从更宏观的角度对土地质量进行评价, 也大大缩短了评价周期, 已成为土地质量评价方法的重要发展趋势。

本文以安徽省铜陵市枞阳县为例, 采用 MODIS16 天植被指数影像数据、研究区域自然地形数据为主要评价因素, 研究该地区基于 RS 的耕地质量评价方法, 再通过 GIS 技术进行定性和定量分析, 得出评价结论并对枞阳县的耕地质量情况进行专题制图。最终根据评价结果分析枞阳县耕地利用存在的问题, 并对合理利用耕地资源、切实落实可持续性发展战略提出建议措施。本文的主要创新点在于: 一是基于公开的遥感影像进行指标提取和分析, 解决了数据来源的问题, 且不涉及保密性要求; 二是根据目标区自然地理状况, 对传统模型进行了适当优化, 能够实现快速定量和定性; 三是以开源库来动态构建专题图, 直观反映分析结果, 充分发挥地理信息的技术优势。

2. 总体技术路线

本文的总体技术路线如图 1 所示。

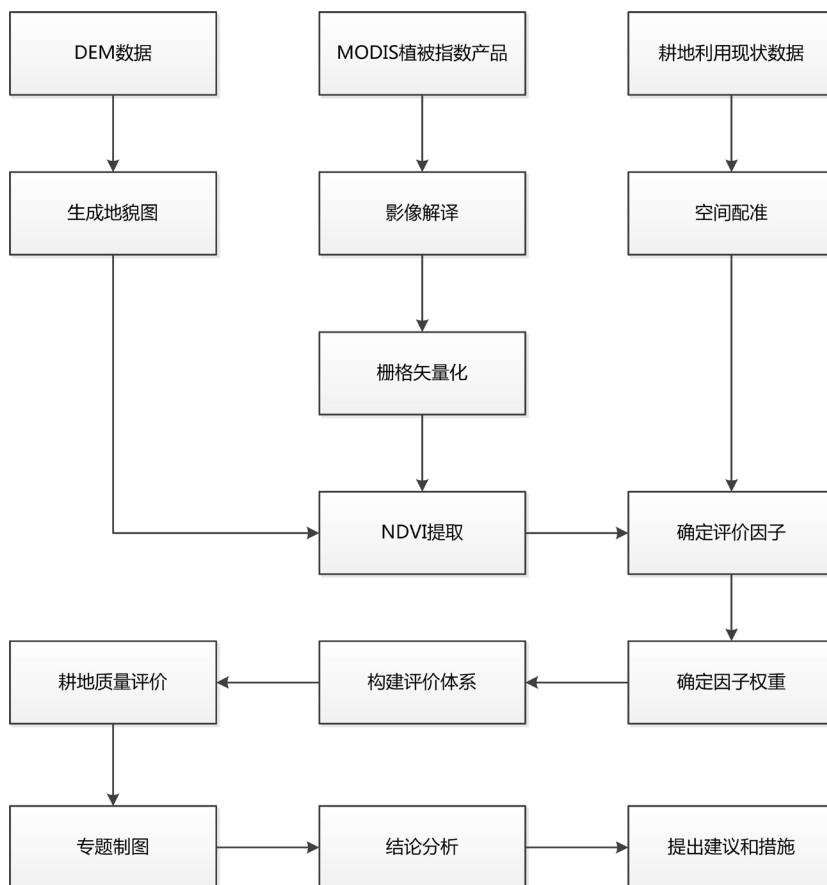


Figure 1. Overall technical route
图 1. 总体技术路线

2.1. 技术路线说明如下

1) 数据收集与整理

根据研究目的、任务、目标区域的行政区划范围, 收集与本文研究内容相关的各类资料, 建立枞阳县耕地信息基础地理信息数据库;

2) 遥感影像解译

基于 RS 技术, 从 MODIS 的植被指数产品中提取出需要的评价因素, 并建立 2012 年的时间序列数据影像, 以此为基准, 提取农作物的 NDVI 值。

3) 建立分析模型

综合各评价因子、确定各因素的权重, 以耕地地块为单元, 利用 GIS 技术得到每个地块的评价指数后再进行专题制图, 从而得到枞阳县耕地质量等级分布图。

4) 评价结果分析

根据枞阳县耕地质量分布情况, 分析目前该区域在耕地利用和保护方面存在的问题, 提出对耕地资源进行可持续性开发利用的建议和措施。

2.2. 影像本文评价效果的关键因素主要为数据基础和评价模型

1) 数据基础

本文采用的数据基础包括目标区域多波段遥感影像数据、土地利用数据和地形数据等。多波段遥感影像数据用于提取与植被紧密相关的指标; 土地利用数据用于区分地表耕地的分布和范围; 地形数据用于建立地形分析结果。根据技术路线, 数据的准确性是得出准确分析结论的前提。为最大程度真实体现目标区域地表状况, 本文选取了权威部门发布的多时相数据, 为本文研究奠定了良好的数据基础。

2) 评价模型

由于本文主要是基于遥感影像进行解译和分析, 不进行实地土壤采样, 故根据专家知识库和数据基础建立有效的模型是对耕地质量进行准确评价的关键。本文建立了一种层次模型, 对可能影响评价结果的各个因子综合考量并进行赋权, 最后通过加权计算得出分析结论, 以期尽可能得到准确的分析结果。

3. 主要技术流程

3.1. 资料收集与数据预处理

3.1.1. 资料内容

1) MODIS 植被指数产品数

本文选取 2012 年的 MODIS 植被指数 16 天合成的产品, 空间分辨率为 250 米, 共不同日期的 4 景影像, 分别是 2012 年 3 月 13 日、2012 年 6 月 17 日、2012 年 8 月 20 日、2012 年 10 月 23 日。数据编号分别为: MYD13Q1.A2012073.h28v05.005, MYD13Q1.A2012169.h28v05.005, MYD13Q1.A2012233.h28v05.005, MYD13Q1.A2012297.h28v05.005。之所以选择这四景的 MODIS 数据, 是因为考虑到枞阳县所处的区域, 农作物通常为一年两熟的生长模式, 春夏季种植水稻、秋冬季种植小麦。选择的这四景数据的时间, 分别能代表农作物生长的典型代表时期, 如图 2 所示。

2) 数字高程模型数据

本文选取了 GDEMDEM 数字高程模型数据, 数据共两幅, 数据编号分别为: ASTGTM_N30E117F 和 ASTGTM_N31E117F, 数据现势性 2009 年, 空间分辨率 30 m, 如图 3 所示。

3) 研究区土地利用现状数据, 如图 4 所示, 其中黄色区域表示旱地, 深红色区域表示水浇地, 绿色部分表示水田。

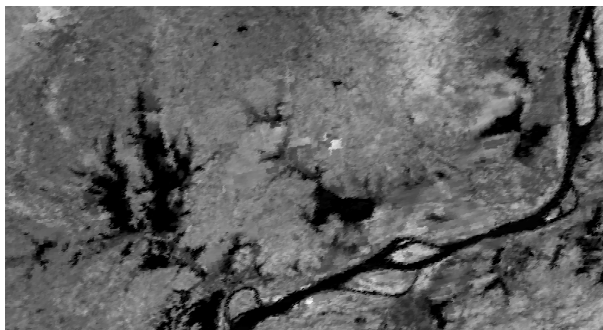


Figure 2. Synthetic products of MODIS vegetation index in study area for 16 days

图 2. 研究区域 MODIS 植被指数 16 天合成产品

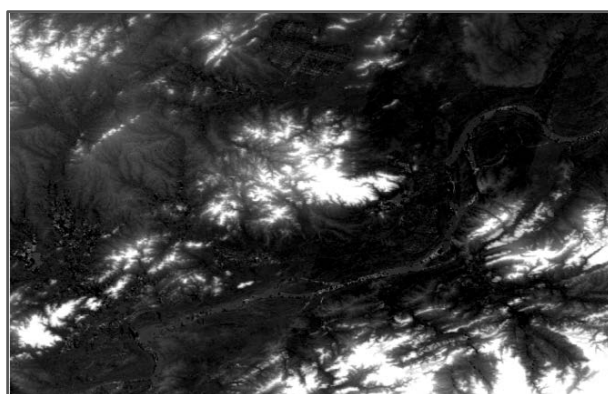


Figure 3. DEM data of study area

图 3. 研究区域 DEM 数据

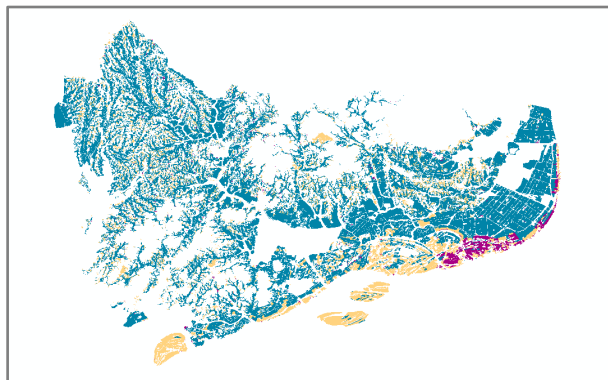


Figure 4. Map of regional land use status

图 4. 研究区域土地利用现状图

3.1.2. MODIS 植被指数遥感数据处理

MODIS 的归一化植被指数 NDVI 是基于植物叶绿素在 690 nm 波段附近的强吸收特征, 对多光谱遥感数据的红外与近红外波段经过分析运算, 通过加、减、乘、除等线性或非线性组合, 而建立的用于描述植被数量和质量、对植被长势、生物量等有一定指示意义的参数[3]。植被的信息在遥感影像上, 是通过植物叶片和植被冠层的光谱特征及其差异、变化而反映的, 因此用植被指数来诊断植被数量、质量、植被长势和生物量等指标的指示参数, 成为连接遥感影像与地面植被研究的桥梁[4] [5] [6]同时还能用来

分析植被生长过程、净初级生产力和蒸散等[7][8]。

本文使用的 MODIS 植被指数 16 天合成产品为公开版的遥感影像数据, 数据格式为 HDF, 投影方式为等面积正弦曲线投影。为减少冗余数据量, 提高数据处理和影像解译的效率, 首先需要对影像进行裁切, 按照研究区域的范围选取部分影像数据。

3.1.3. 建立坡度和坡向数据集

坡度和坡向是描述地表单元的地学指标坡度和坡向与耕地质量评价模型具有密切的关系。本文利用 GIS 软件的空间分析功能根据 DEM 数据生成坡度和坡向数据集并可视化, 如图 5 所示。

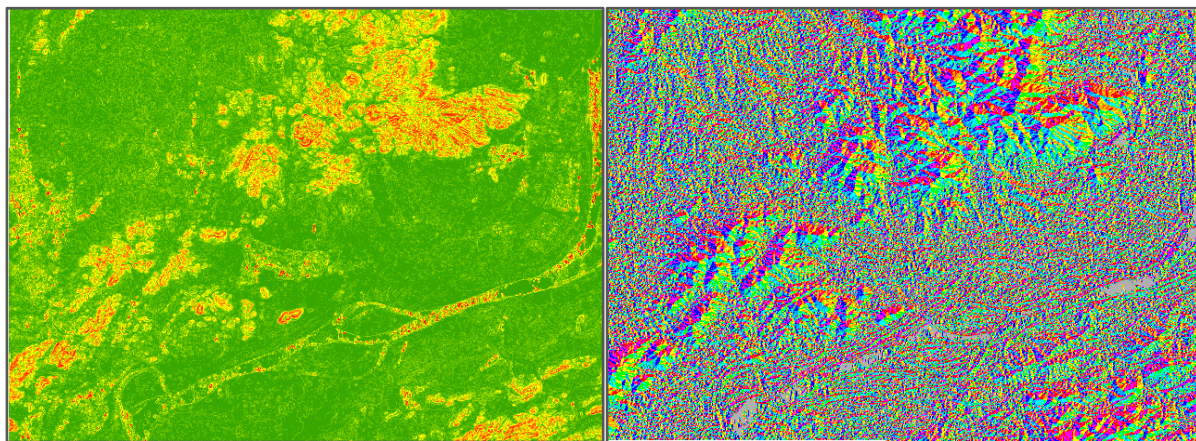


Figure 5. Data set of slope and direction in research area

图 5. 研究区坡度与坡向数据集

3.2. 土地质量评价模型

3.2.1. 评价单元

评价单元即进行耕地质量评定的基本单位, 本文的评价单元就是所有的栅格目标。基于栅格数据进行耕地质量评价, 是对数字地形模型(DTM)的典型应用之一, 通过栅格数据建模, 可以较为容易地进行空间分析获取评价结果。通过式方程将栅格图层的不同数据层面进行叠加运算, 实际上是所有被叠置网格图上同名网格数据的比较和综合, 基于这种数学运算的叠加运算, 在地理信息系统中称为地图代数[9]。

3.2.2. 评价指标体系的选取

对于耕地质量的评价指标, 可分为两大类: 一是目标区域的自然地理状况及土壤理化性质、二是遥感影像间接反映出的适宜性特征, 在本文中即 NDVI 指数。NDVI 指数能够有效反映农作物绿度长势, 综合了传感器对植被敏感的可见光和近红外波段的反射光谱信息, 是区域地表植被覆盖度和植物长势的函数[10][11]。由于本文主要基于遥感影像进行分析, 不进行土壤采样, 以 NDVI 指标结合研究区域耕地分布情况作为主要的评价因子。

3.2.3. 评价因子的权重

本文采用层次分析法来确定各评价因子的权重。其基本思想是: 将复杂的问题简单化、将模糊的问题具体化、将耦合的问题层次化, 形成层次结构模型, 然后根据专家知识库, 对每一个层次的各个因子进行逐对比较和打分, 再根据数学方法确定每一层各个因子的相对重要性顺序, 最后通过排序得到最终结果。本文的层次分析模型如图 6 所示。

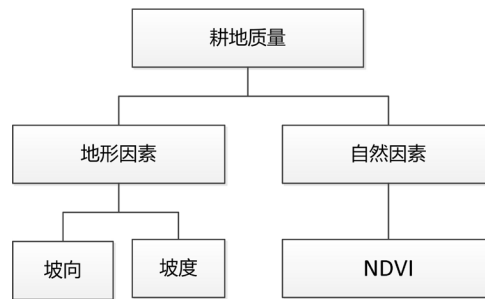


Figure 6. Hierarchical analysis model
图 6. 层次分析模型

根据专家知识经验的打分, 对这三个层次分别赋值, 形成判别矩阵后再经过一致性检验, 得到的枞阳县耕地质量评价指标权重如表 1 所示:

Table 1. Weight table of cultivated land quality evaluation index in research area
表 1. 研究区域耕地质量评价指标权重表

基本因素	权重	评价因子	权重
地形因素	0.55	坡向	0.18
		坡度	0.37
自然因素	0.45	NDVI	0.45

3.3. 指标提取

3.3.1. 指标标准化

由于评价体系的各个因子的量纲都是不同的, 无法直接进行对比, 只有将待评价因子置于一个统一的量度上方可进行评价, 因此必须首先对参与评价的因子进行标准化处理。评价因子中又分为正因子和逆因子, 正因子即耕地质量与因子评分呈现正相关的关系, 逆因子则相反。本文采用百分制进行评价指标的标准化, 即将参与评价的各个因子分别按照等级赋予不同的分数, 最后根据分数和权重做出综合评价, 如表 2 所示。

Table 2. Score table of evaluation indicators
表 2. 评价指标分值表

坡向	-1	112.5~247.5	247.5~292.5	67.5~112.5	22.5~67.5	292.5~337.5	337.5~360 0~22.5
分值	100	95	88	88	80	80	75
坡度	<2	2~5	5~7	7~10	10~15	15~25	>25
分值	100	97	92	88	82	75	68
NDVI	<0.47	0.47~0.52	0.52~0.56	0.56~0.58	0.58~0.6	0.6~0.63	>0.63
分值	70	75	80	88	95	98	100

注: 坡向-1 表示平坦区域。

3.3.2. MODIS 植被指数提取

本文所采用 MODIS 16 天植被指数数据是 MODIS 的 L3 级成果产品, 可以直接用于提取地表植被的 NDVI 指数。由于单个 NDVI 指数仅反映短时间内地表的植被覆盖情况, 不足以描述整个作物生长周期内的地表植被覆盖情况, 故本文采用 4 个时相的 NDVI 进行综合分析, 以实现对于枞阳县地表植被覆盖

情况的动态监测。步骤如下:

1) 对土地利用现状数据选取采样点。本文选取的是每个地块的几何中心点, 因为考虑到通常一个地块内的农作物种类和农作物覆盖情况大致相同, 所以采用该地块的几何中心点作为采样点。

2) 进行空间分析, 得到像元的 NDVI 值, 并将值赋给采样点的属性。

3) 分别对 MODIS 16 天植被指数四景数据重复以上操作, 得到目标区域耕地多时相 NDVI 属性值。为便于计算, 对 NDVI 指标进行取整, 将原始值乘以 10,000。

3.3.3. 坡度坡向数据提取

本文利用 DEM 数据生成的坡度坡向图, 可用来提取耕地地块的坡度坡向, 作为评价指标之一。其方法与提取 NDVI 指标大致相同, 此处不再赘述。

3.4. 指标统计分析

根据以上指标提取结果指标的分类汇总, 结果如下:

1) 各类耕地数量分布情况

目标区域共有地块图斑 25,889 个, 其中旱地有 7905 个图斑, 水浇地有 1529 个图斑, 水田有 16,465 个图斑。按数量分类, 旱地占 30.53%, 水浇地占 5.91%, 水田占 63.60%。

2) 各类耕地面积分布情况

目标区域耕地总面积为 723.45 平方千米, 其中旱地面积 136.44 平方千米, 占 18.86%; 水浇地面积 18.91 平方千米, 占 2.61%; 水田面积 568.1 平方千米, 占 78.53%。如图 4 所示。

3) 耕地坡度分布情况

坡度统计结果见表 3。

Table 3. Statistical table of average slope of cultivated land in target areas

表 3. 目标区域耕地平均坡度统计表

序号	耕地类型	平均坡度(°)
1	总体	2.93
2	旱地	3.02
3	水浇地	2.77
4	水田	2.90

4) 耕地坡向分布情况

坡向统计结果见表 4。

Table 4. Statistical table of slope direction of cultivated land in target areas

表 4. 目标区域耕地坡向统计表

序号	坡向范围(°)	数量
1	-1 (平坦)	552
2	112.5~247.5	10354
3	247.5~292.5	2738
4	67.5~112.5	3729
5	22.5~67.5	3235
6	292.5~337.5	2611
7	337.5~360 及 0~22.5	2675

5) NDVI 植被指数分布情况

本区域 2012 年度 NDVI 均值为 0.5833, 详情见表 5。

Table 5. NDVI statistical table of cultivated land in target area in 2012
表 5. 目标区域 2012 年耕地地块 NDVI 统计表

序号	NDVI	数量
1	<0.47	809
2	0.47~0.52	1726
3	0.52~0.56	5078
4	0.56~0.58	3842
5	0.58~0.60	4421
6	0.60~0.63	5584
7	>0.63	4439

本区域 2012 年度 NDVI 平均变化趋势(四个时相), 见图 7。

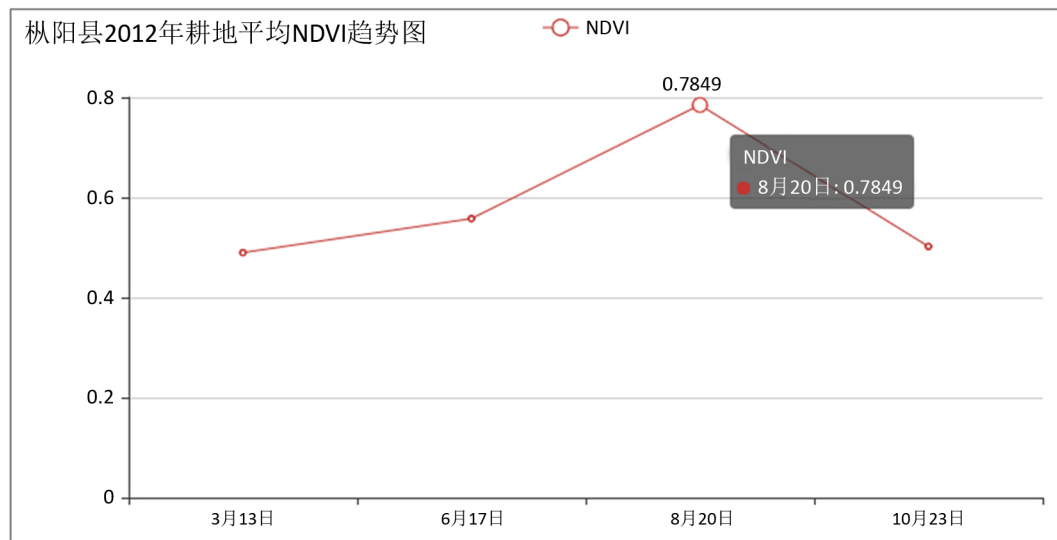


Figure 7. Changes of average NDVI of cultivated land in target area in 2012
图 7. 目标区域 2012 耕地平均 NDVI 变化情况

由图 7 可知, 本区域内耕地平均 NDVI 指标在 8 月 20 日左右达到最大值, 与农作物生长周期规律基本一致, 说明经由 MODIS 植被指数 16 天合成产品获取的数据可信度较高。

3.5. 耕地质量评分

根据 3.2 小节中确定的指标, 在所有的评价指标数据准备就绪后, 利用代数表达式分别计算研究区域内每个耕地地块的综合评分结果, 从而将耕地质量进行量化。耕地质量评分的代数表达式为: $S = \text{坡向得分} \times 0.18 + \text{坡度得分} \times 0.37 + \text{NDVI 得分} \times 0.45$ 。

3.6. 耕地质量等级的确定

3.6.1. 分级标准

根据上述指标统计结果, 对目标区域耕地质量进行分级, 标准如下:

综合评分 95 (含)~100 分的为一等地;
综合评分 88 (含)~95 分的为二等地;
综合评分 80 (含)~88 分的为三等地;
综合评分 70 (含)~80 分的为四等地;
综合评分小于 70 分的为五等地。

3.6.2. 耕地质量等级情况

依据 3.6.1 小节的分级标准, 对目标区域耕地进行分级, 结果如表 6 所示:

Table 6. Statistical table of cultivated land grade in target area

表 6. 目标区域耕地等级统计表

序号	等级	地块数量	总面积(km ²)
1	一等地	10,815	332.2
2	二等地	11,107	286.99
3	三等地	3904	101.91
4	四等地	73	2.34
5	五等地	0	0

目标区域各等级耕地(按面积)占比情况如图 8 所示。

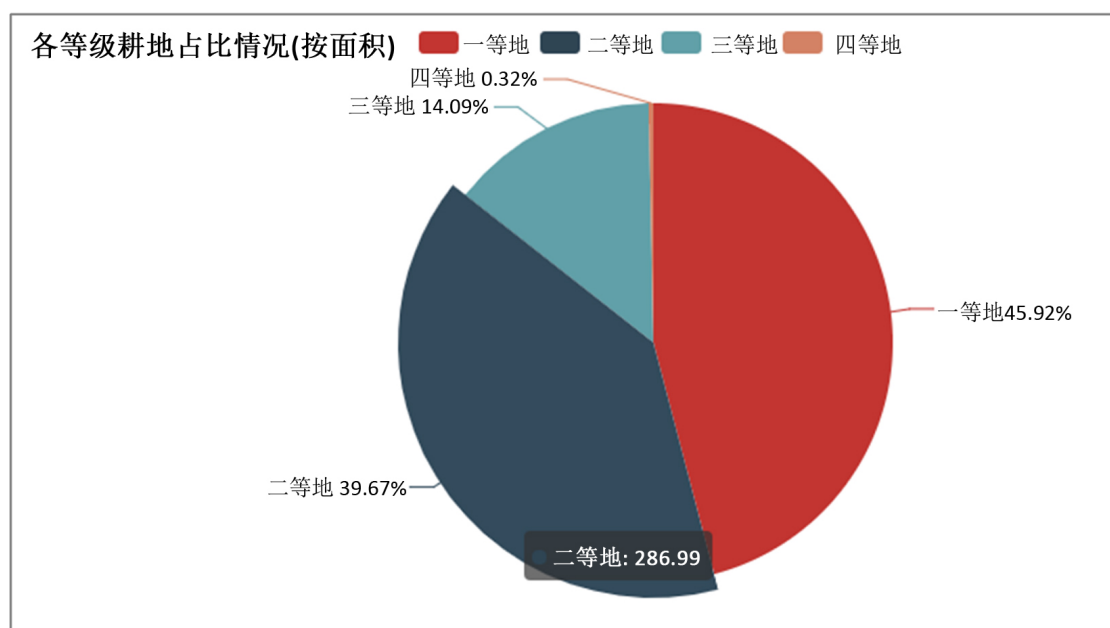


Figure 8. Overall situation of cultivated land quality in target area

图 8. 目标区域耕地质量总体情况

各等级耕地空间分布情况如图 9 所示。

3.6.3. 各类耕地质量情况

按耕地类型分类, 各类耕地的分级情况如表 7 所示。

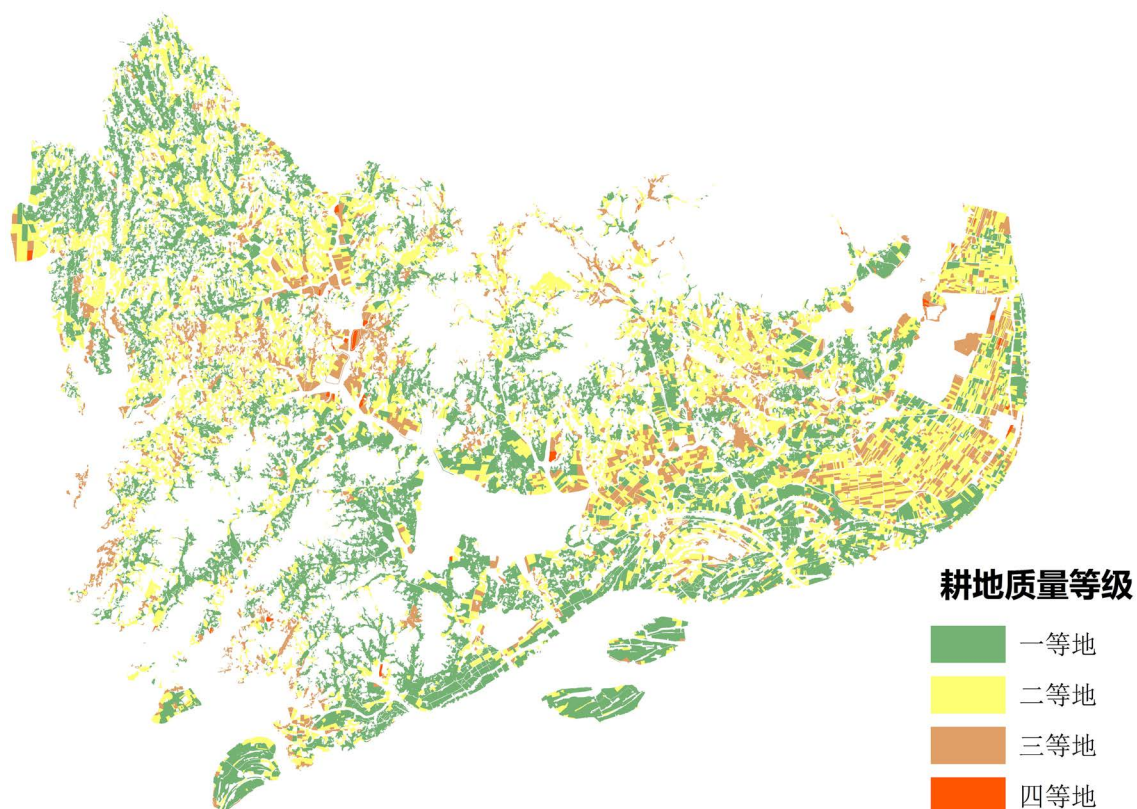


Figure 9. Spatial distribution of cultivated land at different levels in the target area
图 9. 目标区域各等级耕地空间分布情况

Table 7. Statistical tables of cultivated land grades in target areas (area unit: km²)
表 7. 目标区域各类耕地等级统计表(面积单位: km²)

序号	等级	旱地		水浇地		水田	
		数量	面积	数量	面积	数量	面积
1	一等地	3761	76.4	663	9.8	6391	246
2	二等地	3178	46.98	659	7.37	7270	232.65
3	三等地	956	12.95	205	1.74	2743	87.22
4	四等地	10	0.11	2	0.01	61	2.22
5	五等地	0	0	0	0	0	0

4. 耕地质量分析及建议

4.1. 耕地质量情况综述

本地区耕地总面积 723.45 平方千米, 其中一等地面积 332.2 平方千米, 占比为 45.92%; 二等地 286.99 平方千米, 占比为 39.67%; 三等地面积 101.91 平方千米, 占比为 14.09%; 四等地面积 2.34 平方千米, 占比为 0.32%。耕地平均评分达到 92 分, 耕地质量总体情况良好。

从各等级耕地面积来看, 一等地占比最高, 其次为二等地, 两者之和超过本地区耕地总面积的 80%。一等地、二等地区的地势以平底、缓平坡地、槽状洼地、缓岗为主, 绝大多数处于坡度小于 5° 的地

区, 坡向以南、西南及东南向为主, 符合枞阳县所在区域的日照特征, 是最适合农作物生长的区域。从 NDVI 指标来看, 一等地、二等地区域 NDVI 指标也相对较高, 符合农作物对日照、地势的生长要求。

在一等地、二等地中, 水田面积为 478.65 平方千米, 占比 77.3%; 旱地面积为 123.38 平方千米, 占比为 19.9%; 水浇地面积为 17.17 平方千米, 占比为 2.78%。说明本地区最优质的耕地种植的农作物以水稻为主, 符合枞阳县地理区位的农作物种类特征。

三等地、四等地区域所占面积较小, 不足本地区耕地总面积的 20%。三等地、四等地所处区域坡度相对较大, 坡度 5°以上的耕地占比为 35.4%, 少部分区域出现 15°以上的陡坡, 已不适合种植水稻, 故三等地、四等地区域的主要耕地类型为旱地、水浇地, 符合本地区实际情况。

本地区无五等地。

从空间分布来看, 本地区最优质的耕地即一等地分布最密集的区域为南部、东南部长江北岸冲击平原区以及西北部的低丘岗地平原区, 这两个区域地势平缓、日照充足, 特别适合农作物生长, 故 NDVI 指标较高。作物类型主要为水稻及商品棉。特别是沿江地区, 除具有地形地貌优势外, 还拥有丰富的水资源, 是本地区耕地质量最佳的区域。本地区东北部为低山区, 三公山最高峰为海拔 674.9 米, 其他高于 400 米的低山有拔茅山、龙王尖、黄梅尖几个山峰, 其外围多为 400 米左右的丘陵, 故坡度对耕地质量的影响较大, 优质耕地相对其他区域较少。

4.2. 对枞阳县耕地开发利用的建议

本文基于遥感影像, 综合使用 RS 和 GIS 手段, 对枞阳县的耕地质量从地形地貌、植被指数两个方面进行了较为全面的分析。分析结果显示, 枞阳县耕地总体质量情况较好, 但少部分区域受限于自然条件和经济发展的因素, 耕地质量尚不够理想。因此需因地制宜、采取相应的措施, 提高本地区的耕地质量, 确保耕地可持续性的开发和利用。本文提出如下建议。

1) 严守基本农田红线, 加大基本农田保护力度。

基本农田保护事关粮食安全, 是不可逾越的底线。在划定基本农田保护区的工作中, 要杜绝从眼前经济利益出发, “划远不划近、划劣不划优”等现象, 严格执行“占一补一”原则, 确保基本农田保护区面积不减少、位置不迁移、质量不降低。

2) 坚持用养结合, 科学利用耕地

导致耕地质量降低的一个重要因素即过度开发和过度利用。土地是不可再生的宝贵资源, 长期的过度开发必然导致耕地质量下降, 进而导致农作物大幅度减产, 危害粮食安全。故建议本地区要将肥料使用科学化、合理化, 发展绿肥生产, 倡导有机肥的使用, 应通过示范带动和经济补偿等手段, 提高农户改良土壤的积极性, 培养养地护地的主动性。

3) 完善农业设施, 发展多种农业, 改良中低产耕地

本地区东北部由于地形地貌的原型, 存在非优质耕地, 不适合水稻等作物的生长。对于这部分地区, 应发展多种农业, 种植适合丘陵、山地生长的农作物。同时, 要加大农田水利设施建设力度, 完善农田排灌系统, 注重土壤改良, 为农作物生长创造稳定、事宜的土壤环境。

4) 制定总体规划, 加大政策和经济扶持力度

耕地的使用必须综合协调和统筹安排, 要有全局性、综合性和战略性的长期规划为指导, 如此才能避免耕地政策朝令夕改, 破坏耕地的总体布局。同时, 各级政府部门应制定相应的政策或采取经济刺激手段, 倡导本地区发展高效农业、绿色农业, 对于先行者应给予政策和经济方面的大力支持, 切实为农户带来更高收益, 为本地区耕地的可持续开发利用提供基础保障。

5. 结束语

本文以安徽省铜陵市枞阳县为研究区域,在广泛收集各类资料的基础上,综合使用遥感和GIS手段,建立评价指标体系和评价模型,对枞阳县耕地质量进行了全面分析并得出结论,在此基础上结合当地实地情况提出有利于耕地可持续发展的建议。

本文的研究虽然取得了一定成果,但由于作者时间、精力和技术有限,尚存在待进一步完善之处,主要包括:1)未建立耕地理化因素的评价体系,耕地质量评定模型体系和模型的构建不够全面,相对较简单;2)所使用的数据是2012年的MODIS成果,数据现势性不够理想,未能反映最新的研究区耕地质量情况;3)对于结果的分析不够全面,例如由于缺少乡镇级行政区划数据,未能对研究区各乡镇的耕地质量情况作出具体分析,故提出的建议可能适用性不够理想。但基于遥感和GIS进行耕地质量评价分析已被证明是高效可行的途径,本人将在此方面做进一步的深入研究,不断完善评价体系,提高数据质量,以期在该领域中取得更大突破。

参考文献

- [1] 陈百明,等. 土地资源学概论[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1996.
- [2] 方琳娜. 基于多光谱影像和的耕地质量评价研究——以山东省即墨市为例[D]: [硕士学位论文]. 北京: 北京师范大学, 2007.
- [3] 陈述彭, 童庆禧, 郭华东. 遥感信息机理研究[M]. 北京: 北京科学出版社, 1998: 177.
- [4] Brow, L., Chen, J.M., Leblne, S.G., et al. (2000) A Shortwave Infrared Modification to the Simple Ratio for LAI Retrieval in Boreal Forests: An Image and Model Analysis. *Remote Sensing of Environment*, **71**, 16-25. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(99\)00035-8](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(99)00035-8)
- [5] Shabanov, N.V., Wang, Y., Buermann, W., Dong, J., et al. (2003) Effect of Foliage Spatial Heterogeneity in the MODIS LAI and FAPAR Algorithm over Broadleaf Forests. *Remote Sensing of Environment*, **85**, 410-423. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(03\)00017-8](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(03)00017-8)
- [6] Stow, D.A., HoPe, A., McGuire, D., et al. (2004) Remote Sensing of Vegetation and Land Cover Change in Arctic Tundra Ecosystems. *Remote Sensing of Environment*, **89**, 281-308. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2003.10.018>
- [7] Zhao, M., Heinseh, F.A., Nani, R.R., et al. (2005) Improvements of the MODIS Terrestrial Gross and I Net Primary Production Global Data Set. *Remote Sensing of Environment*, **95**, 164-176. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2004.12.011>
- [8] Yang, W.-H., Peng, S., Huang, J., et al. (2003) Using Leaf Color Charts to Estimate Leaf Nitrogen Status of Rice. *Agronomy Journal*, **95**, 212-217.
- [9] 王瑞燕. 基于GIS和RS技术的耕地地力评价研究——以山东省青州市为例[D]: [硕士学位论文]. 泰安: 山东农业大学, 2004.
- [10] 唐秀美, 陈百明 等. 栅格数据支持下的滨海蔬菜主产区耕地质量评价研究——以山东省寿光市为例[J]. 北京大学学报(自然科学版), 2001, 47(2): 363-369.
- [11] 汤国安, 杨勤科, 张勇, 等. 不同比例尺提取地面坡度的精度研究——以在黄土丘陵沟壑区的试验为例[J]. 水土保持通报, 2001, 21(1): 53-56.

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2332-7901，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：ulu@hanspub.org