

# GIS与土地适宜性评价研究综述

陈 涛, 陈施越

西南民族大学, 四川 成都

收稿日期: 2022年6月7日; 录用日期: 2022年9月21日; 发布日期: 2022年10月8日

## 摘 要

研究目的: 通过对文献的梳理和分析, 了解GIS在土地适宜性评价中的应用情况, 从已有的研究中得到启发, 寻找撰写论文的切入点和突破点。研究方法: 对比研究法、文献分析法。研究结论: 基于GIS的土地适宜性评价可以为国土空间规划和土地的可持续发展提供参考。

## 关键词

GIS, 土地适宜性评价, 文献综述

# Review of GIS and Land Suitability Evaluation Studies

Tao Chen, Shiyue Chen

Southwest Minzu University, Chengdu Sichuan

Received: Jun. 7<sup>th</sup>, 2022; accepted: Sep. 21<sup>st</sup>, 2022; published: Oct. 8<sup>th</sup>, 2022

## Abstract

**Research purpose:** To understand the application of GIS in the evaluation of land suitability through the literature combing and analysis, get inspiration from the existing research, and find the entry point and breakthrough point for writing the paper. **Research method:** comparative research method, literature analysis method. **Conclusion:** Land suitability evaluation based on GIS can provide a reference for territorial spatial planning and land sustainable development.

## Keywords

GIS, Land Suitability Evaluation, Literature Review



## 1. 文献分析

本文以 CNKI 的中国知网全文数据库为数据源, 通过检索关键词“基于 GIS 的土地适宜性评价”, 共检索到 732 篇文献, 其中期刊 560 篇, 学位论文 128 篇, 还包括一部分的国际会议和成果。时间跨度, 从最早的 1982 年至 2022 年。根据文献检索结果, 基于 GIS 的土地适宜性评价可分为以下几个阶段, 文献萌芽阶段 1982 年至 1992 年; 缓慢发展阶段 1993 年至 2005 年; 快速发展阶段 2006 年至 2021 年。文献的主要主题分布前五名是: 土地适宜性评价、适宜性评价、GIS、土地复垦、土地适宜性; 根据检索结果分析表明 GIS 在土地适宜性评价中的应用越来越广泛。

## 2. GIS 和土地适宜性评价

GIS 拥有强大的空间分析和数据处理的能力, 在土地适宜性评价中得到了广泛应用, 比如 GIS 常用的方法有叠加分析法、多指标模型和神经网络模型等, 还会运用到数字化制图, 矢量化处理, 缓冲区分析等功能。

### 2.1. GIS

GIS (Geographic Information System) 地理信息系统最早源于上个世纪六十年代, 它的定义在计算机软硬件系统和硬系统的支持下, 对整个或部分地球表层的地理信息进行采集、存储、管理、运算、分析和可视化的计算机系统[1]。经过几十年的发展, 如今有许多强大的 GIS 软件可以供我们使用和学习, 比如说 Arc GIS、Map GIS 和 Geo Star 等。

### 2.2. 土地适宜性评价

国外的土地适宜性评价最早源于美国, 但是德国、前苏联、加拿大和日本等国家对土地评价研究也比较早。上个世纪六十年代, 美国的农业部土壤保持局首次提出了系统的评价方法“土地潜力分级”, 经过二十多年的不断发展后, 美国农业部土壤保持局在 1981 年提出了“土地评价和立地评价”, 这也标志着土地适宜性评价正式诞生[2]。土地适宜性评价对于土地资源的规划和可持续利用有着重要作用[3]。

我国的土地适宜性评价发展比较缓慢, 最早源于上个世纪五十年代, 对华南地区橡胶地的土地适宜性评价, 而系统的土地适宜性评价主要在八十年代开始兴起, 九十年代逐渐将地理信息系统引入到了土地适宜性评价体系。国外的土地适宜性评价对于生态环境的影响考虑比较多, 我国的土地适宜性评价对经济效益和社会效益评价比较多。

李孝芳、严兵、张妙玲、倪绍祥等前辈为我国的土地适宜性评价的发展作出了重大贡献[4]; 张妙玲等(1985)首次在文中分析了农林作物的适宜性评价的内容和方法, 对评价单元进行了系统的分析, 为我国的土地适宜性评价提供了借鉴经验[5]; 严兵(1989)主要论述了土地适宜性评价的分类和实施步骤, 开启了我国土地适宜性评价的先河[6]。倪绍祥等(1992)将地理信息系统和土地适宜性评价结合应用, 以联合国粮农组织的《土地评价纲要》为基础, 结合我国的土地利用现状, 创新了评价方法, 对我国的土地适宜性评价的发展提供了新的思路[7]。胡小华等(1995)介绍了多目标的土地适宜性评价分析了主导因素和主导因子的选取, 首次引用了专家知识系统, 运用层次分析法将定量数据和定性的地理信息结合在一起, 提供了一个客观可靠的评价系统[8]。王桂芝(1996)应用了 GIS 技术, 以空间数据库为基础, 通过对经济

作物生长的主观因素和客观因素进行分析, 选取评价因子, 对土地适宜性进行分级, 为三亚市土地资源的利用和开发提供发展建议[9]。土地适宜性评价是对土壤、地形、气候等基本要素进行聚合和解释, 以确定最佳土地利用类型的过程[10]。

GIS 技术可以为土地适宜性评价提供更科学、更准确的评价结果, 但是土地系统是一个十分复杂的系统[11], 国内外的研究在进行土地适宜性评价的过程中, 很难考虑到所有的影响因素; 尤其是我国的土地适宜性评价基本上都是以现状数据为基础, 很少考虑将动态因素纳入评价体系。在数据采取和评价模型选用的过程中, 我们要考虑到评价对象的实际需求。

### 3. GIS 在土地适宜性评价中的应用分析

#### 3.1. 按行政单位划分

GIS 在各级行政单位中的应用都比较广泛, 从省市一级到县乡一级, 可大致分为两类。在省市级中, 由于范围比较大, 获取的数据有一定的局限性, 所以相对来说, 县级的土地适宜性评价文献较多一些。其中运用短板效应原理法、主成分分析法、阈值性加权指数和法、层次分析法、灰色关联法等方法与 GIS 技术的空间分析法相结合, 对研究区域进行土地适宜性评价。

##### 3.1.1. 省市尺度

严惠明使用强制因子分级和筛选, 构建评价指标体系, 综合运用短板效应原理法和 GIS 的空间分析法, 为福州市的建设用地开发和使用提供了参考依据, 但是未选取社会, 经济和自然条件等方面的因子, 评价指标还不够全面[12]。陆张维等采用主成分分析法和 GIS 的空间分析法, 从栅格尺度进行建设用地的适宜性评价, 把 GIS 技术和土地适宜性评价有机的结合在一起, 为杭州市的建设用地发展提供了科学的指导[13]。苟富刚等以地质问题防范(地震灾害、地质效应、工程地质条件和水文地质条件)和平面空间布局(城镇、农业、生态)构建建设用地评价体系, 并且基于 GIS 平台采用多目标线性加权函数模型和最坏情景理论进行建设用地适宜性评价, 为连云港市的城市工程建设和建设用地开发提供了参考依据[14]。

张成刚等采用德尔菲法确定各个因子的权重, 提出阈值性加权指数和法, 运用到了评价指标体系中, 确定农用地的适宜性评价等级, 对冀北地区的农用地进行分析, 提出了相关的对策, 为冀北地区的农用地空间分布提出理论优化建议[15]。

##### 3.1.2. 县域和乡域尺度

袁晓东以贵州省普安县的喀斯特地去的耕地为例, 应用 GIS 技术与加权指数法模型结合, 对喀斯特地区的耕地作适宜性评价。通过对耕地图形的迭加, 得到耕地的适宜性情况分布并进行结果分析。在基于 GIS 技术的土地适宜性评价方法与权重计算和图形分布, 对评价体系起到关键作用, 可以快速, 直接的得到评价结果, 为耕地的适宜性发展提供了参考[16]。李娅等将适宜性评价应用到农业生产活动中, 与土地利用结合, 分析农业如何实现优化空间布局, 基于农业生产活动构建评价指标体系, 结合 AHP(层次分析法)和 GIS 的空间叠置技术, 评估县域尺度对于农业的适宜性格局分布, 为原平市的乡村振兴战略发展和农业的优化布局提供理论支撑。该研究将社会、经济、管理水平等因素纳入评价指标体系中, 使得评价结果更有可靠性[17]。

韩慧杰等也是使用 AHP (层次分析法), 但是作者将指标分为目标层、准则层和指标层, 定性和定量相结合, 构成指标体系; 再利用德尔菲法和文献研究法, 邀请专家对指标进行打分, 选取影响因素最大的指标, 通过利用 Arc GIS 软件对研究区的 DEM 数据进行处理, 得到海拔和坡度变量, 再通过田块大小得到研究区的图斑面积, 使用 MATLAB 数学软件进行数据分析, 计算指标的权重, 最终得到水稻种植的综合指数进行土地适宜性评价。该文章还将土壤环境污染指标纳入指标体系, 这种评价方法为我国土

地污染对水稻种植适宜性评价提供了新的角度, 为我国的粮食安全以及发展提供了理论依据, 也为了耕地的合理利用提供了参考。

王雪[18]等首次对高山峡谷区的耕地进行适宜性评价, 并且根据高山峡谷的特殊地理因素, 选取了具有代表性的五个评价因子: 坡度、坡向、海拔、土壤侵蚀、土壤有机质; 并且为了减少主观因素的影响, 文章使用灰色关联法确定权重, 结合单因子评价模型, 使用 GIS 的空间叠置技术, 对泸水县的耕地进行适宜性评价分级, 为我国的高山峡谷区的耕地发展提供了新思路[19]。张景华等通过无人机的航空测量数据, 得到研究区的高分辨率影像, 可以快速得到研究区的土地利用现状图以及各种土地类型的面积, 从地形条件, 农业生产和地质环境三个方面选取评价指标; 由于研究区的面积比较小, 不易确定主导因子, 所以采用等权叠加进行评价。小型无人机在村级尺度的土地适宜性评价中应用效果比较好, 可以快速获得研究区的土地利用现状, 并且提供的影像更清晰, 在小区域的土地适宜性评价中, 面临的问题更直观, 可以提供更具体、更实际的解决方案[20]。

### 3.2. 按种植作物分类

我国的种植作物可以分为两类: 一类是经济作物, 比较常见的是棉花、茶树、果树、烟草、甘蔗等; 另一类是粮食作物, 以水稻、玉米、小麦、豆类和薯类为主要作物。当前, 基于 GIS 的土地适宜性评价的粮食作物类的文献较少, 粮食作物是传统农业种植, 经济效益不高; 基于 GIS 土地适宜性评价经济作物的文献较多, 可能是因为经济发展和地方特色经济作物的影响。文献中运用了模糊数学理论和 AHP(层次分析法)、空间插值法、主成分分析法等方法, 利用 Arc GIS 软件对数据进行矢量化处理, 进行土地适宜性评价。

#### 3.2.1. 经济作物

目前, 土地适宜性评价模型的构建与不断完善以及 GIS 技术的运用, 使得土地适宜性评价可以有效指导区域种植业发展[21]。习文勇等以通山县为例, 依据柑橘的属性选取了 15 个指标, 并且使用 AHP(层次分析法)确立权重, 根据扎德教授的模糊集理论, 建立模糊隶属函数模型, 再通过栅格计算器计算各个指标, 得出适宜性结果。本文将 GIS 技术、模糊数学理论和 AHP(层次分析法)结合在一起, 可以有效建立土地适宜性评价, 减少客观因素的影响, 为土地适宜性评价和 GIS 技术的结合提供新的方向[22]。程振龙等以著名的苹果产区烟台栖霞市为研究区, 使用 GIS 技术, 运用层次分析和空间插值法对烟台栖霞市进行土地适宜性分析。利用 Arc GIS 软件提取烟台栖霞市的湖泊和河流等矢量数据, 再利用 DEM 数据和降水量等数据, 进行河流汇流的计算; 再做欧几里得分析, 获得距离水源的数据; 再对 DEM 数据进行镶嵌、投影转换等数据处理后得到了烟台栖霞市的高程变量, 经过 Arc GIS 的计算后得到研究区的海拔和坡度。文中利用 Arc GIS 软件本身的功能进行空间分析, 建立了烟台栖霞市的苹果生长适宜性评价模型, 了解到了苹果产区的适宜性分布, 为烟台栖霞市的苹果发展提供了调整方向。但是文中尚存在不足, 因为数据分辨率和 GIS 数据处理的过程中可能会存在误差, 会对评价结果产生一定的影响[23]。齐福佳等以海南省临高县为研究对象, 考虑到目前研究橡胶的文献较少, 文中主要是借鉴比较成熟的土地适宜性评价方法, 再利用 GIS 技术, 对临高县的橡胶进行土地适宜性评价。首先将临高县的纸质地形图和土壤类型图进行数字化和裁剪, 利用 Arc GIS 软件进行矢量化处理, 得到临高县土壤矢量数据以及坡度等要素, 作为土地评价的基础单元, 再对相关因子的图层叠加, 得到研究区的土地适宜性评价图。文中所采用的不是单一的评价方法, 而是将动态和静态评价相结合, 采用复合型的评价方法, 使得评价结果更科学、更准确[24]。赵银军等对横县的茉莉花种植进行土地适宜性评价, 运用主成分分析法选取评价因子, 再利用 Arc GIS 软件对横县的土地利用资料, 地形图等进行矢量化处理, 根据土地适宜性评价模型, 得到茉莉花的种植分布, 为横县的茉莉花种植规划提供指导依据[25]。

### 3.2.2. 粮食作物

卜坤等依据 FAO/IIASA 发布的 GAEZ 研究框架(1977 年 Kassam 为联合国粮农组织(FAO)的农业生态区划研究项目制定的计算作物光温生产潜力的一种方法),对三江平原的大豆种植进行适宜性评价。文中首先对纸质的三江平原的土壤图进行数字化和土壤图斑矢量化,得到了三江平原的土壤图。再通过收集三江平原的各类土壤资料和查阅相关的土地分类标准,得到三江平原的土壤类型矢量数据;使用 Arc GIS 软件对 DEM 数据进行处理,得到研究区的坡度变量。最后利用 GIS 技术对所得的数据进行图层叠加,按照适宜性进行分类,得到三江平原大豆种植的土地适宜性评价[26]。王珊等从玉米种植的角度对高县进行土地适宜性评价,利用 Arc GIS 的空间插值法和层次分析法对高县的玉米种植进行土地的适宜性评价[27]。叶延琼等对广东省的水稻种植进行生态适宜性评价,文中作者先用德尔菲法和专家打分法确定大致权重再结合运用了层次分析法确定具体的权重,再使用 GIS 软件的进行叠加分析,获得研究区的水稻适宜分布,为广东省的水稻种植分布提供了科学依据,为我国农业的可持续发展提供了有利保障[28]。

### 3.3. 按土地用途分类

根据我国的《土地管理法》规定,按土地用途分类,可分为建设用地、农用地等。

#### 3.3.1. 建设用地

建设用地适宜性评价可以为城镇发展和土地利用规划提供科学依据。[29]朱康文、周梦甜以中国山地城镇重庆市武隆县为研究区,利用 GIS 和 RS 技术支持,综合选取评价指标,构建建设用地适宜性评价体系。首先利用重庆市武隆县 DEM 数据,进行矢量化处理,得到研究区的道路等变量;再利用 Arc GIS 软件中的功能计算距离城镇的距离、坡度、土地利用现状等;结合层次分析法(AHP)确定指标权重,利用空间分析叠加得到建设用地适宜性评价效果图。文中首次将层次分析法(AHP)和空间分析叠加结合运用到中国山地城镇的建设用地适宜性评价[30]。

#### 3.3.2. 农用地

基于 GIS 技术的农用地适宜性评价可以为我国的现代农业发展提供参考。韦玲霞以甘肃天水市的农用地为例,进行农用地适宜性评价。文中利用了 Arc GIS 软件的功能处理所需要的 DEM 高程图像,对坡度进行分级,得到坡度、海拔高度等评价因子;再通过海拔、地形复杂度、地表破碎复杂度等确定权重[31],最后得出结论地形复杂度对农用地评价有重要作用。李茂森等对延安市安塞县县南沟流域农用地进行适宜性评价,文中采用多因子分级加权指数和法作为适宜性评价模型,以层次分析法(AHP)和专家打分法确定指标权重,再利用 Arc GIS 软件的功能得到矢量流域图,利用叠加功能得到评价结果,对结果进行分级,得到农用地适宜性分布,为延安市安塞县县南沟流域农用地发展提供了参考。

## 4. 结论与展望

### 4.1. 结论

土地适宜性评价可以为国土空间规划和土地的可持续发展提供参考,也可以为城市和乡村的土地发展提供指导依据。土地适宜性评价的核心就是精确、全面的对评价区域的土地资源进行合理的规划和布局。[32]在基于 GIS 的技术支持上,可以为土地适宜性评价提供更准确、更全面、更系统的数据基础。

### 4.2. 展望

但是 GIS 技术也不是万能的,我们在做土地适宜性评价的过程中,一定会使用到地形、坡度、土壤、气候等方面的数据,这些数据十分的复杂,可能会出现数据短缺或者是定性数据;另外,由于不同的 GIS

软件的数据处理会有差异, 在数据的转换中会导致大量数据的缺少, 让 GIS 的运用大打折扣。由于土地系统的复杂性, 单一的评价方法不能完全反应土地适宜性评价的准确性, 而且大尺度空间的评价过程需要结合多种评价方法, 来提高土地适宜性评价科学依据。

为了让基于 GIS 的土地适宜性评价更加完善和准确, 可以从以下几个方面进行优化。

#### 4.2.1. 建立数据标准体系

数据是进行土地适宜性评价的基础[33], 我们在获得数据时一定要保证数据的准确性; 然后根据这些数据建立数据标准体系。虽然数据的格式存在差异, 但是我们可以通过官方或者权威部门的标准对这些数据进行标准化处理, 为了利用 GIS 技术支持的土地适宜性评价提供良好的基础。

#### 4.2.2. 完善评价模型

我们不仅要保证数据的准确性, 更要保证使用评价模型的正确性。尤其在对大尺度空间领域进行土地适宜性评价过程中, 需要合理利用 GIS 技术, 再结合多种评价模型, 这样可以有效弥补土地适宜性评价中存在的缺陷。

总之, 在未来的研究趋势中, GIS 技术和土地适宜性评价会联系越来越紧密。我们既要不断 GIS 技术的新方法, 也要不断完善土地适宜性评价体系。

### 参考文献

- [1] 王家耀. 关于地理信息系统未来发展的思考[J/OL]. 武汉大学学报(信息科学版), 1-12. <https://kns.cnki.net/kcms/detail/detail.aspx?doi=10.13203/j.whugis20210679>, 2022-05-16.
- [2] 傅伯杰. 美国土地适宜性评价的新进展[J]. 自然资源学报, 1987, 2(1): 92-95.
- [3] Partoyo and Lukito, H. (2022) Integrating GIS and Remote Sensing for Land Suitability Evaluation for Rice in Sleman Regency, Yogyakarta, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, **1018**, Article ID: 012037. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1018/1/012037>
- [4] 钱海滨, 薛永森, 田彦军. 土地资源合理利用评价研究综述[J]. 中国土地科学, 2001(2): 14-19.
- [5] 张妙玲, 俞纯绅, 林增杰, 胡大源, 张玉竹, 黄东山, 刘和元. 农林作物土地适宜性评价初探[C]//中国土地学会第二次代表大会暨学术讨论会论文选编. 1985: 304-312.
- [6] 严兵. 土地适宜性评价[J]. 农业区划, 1989(4): 60-63.
- [7] 倪绍祥, 黄杏元, 胡友元, 徐寿成, 高文. 地理信息系统在土地适宜性评价中的应用[J]. 科学通报, 1992(15): 1403-1404.
- [8] 胡小华, 陆诗雷, 骆昌鑫, 郑定. GIS 支持的多目标土地适宜性评价[J]. 中国土地科学, 1995(5): 33-37.
- [9] 王桂芝. 基于 GIS 的土地适宜性评价模型研究——以三亚市热作土地为例[J]. 中国土地科学, 1996(5): 40-44.
- [10] Karam, A., et al. (2022) Land Suitability Evaluation for Citrus Cultivation (Citrus spp.) in the Southwestern Egyptian Delta: A GIS Technique-Based Geospatial MCE-AHP Framework. *Arabian Journal of Geosciences*, **15**, 307. <https://doi.org/10.1007/s12517-022-09592-4>
- [11] 林坚, 张叶笑, 周琳, 叶子君. 土地利用学 30 年发展综述——兼论土地利用学的二级学科可能性和中国土地利用研究的原创性[J]. 中国土地科学, 2017, 31(10): 15-22+97.
- [12] 严惠明. 市域土地资源建设开发适宜性评价研究——以福州市为例[J]. 国土资源导刊, 2018, 15(4): 6-11+81.
- [13] 陆张维, 徐丽华. 基于 GIS 的中心城区建设用地适宜性评价——以浙江省杭州市为例[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(6): 488-492.
- [14] 苟富刚, 李明亮, 陆华, 瞿婧晶, 蔡田露, 李明. 基于负面清单的连云港市区建设用地适宜性评价[J]. 城市地质, 2022, 17(1): 56-64.
- [15] 张成刚, 王卫. 基于 GIS/RS 的冀北地区农用地适宜性评价[J]. 安徽农业科学, 2006(16): 3911-3913.
- [16] 袁晓冬, 安裕伦. 基于 GIS 的喀斯特地区耕地适宜性评价与可持续发展: 以贵州省普安县石古河小流域为例[J]. 贵州农业科学, 2011, 39(9): 96-99.

- [17] 李娅, 谭秋, 王丽双, 张帆. 县域农业土地利用适宜性评价与优化研究——以山西省原平市为例[J]. 中国农业资源与区划, 2022, 43(1): 91-99.
- [18] 王雪, 李益敏, 赵筱青. 基于 GIS 的高山峡谷区耕地适宜性评价——以怒江州泸水县为例[J]. 西南农业学报, 2014, 27(3): 1222-1227.
- [19] 韩慧杰, 夏学齐, 吴海东, 汤明, 姜明亮. 基于 GIS 和土地质量地球化学数据的水稻种植适宜性评价——以安徽省青阳县为例[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2019, 27(4): 591-600.
- [20] 张景华, 欧阳渊, 陈远智, 李富, 刘小霞, 刘洪, 赵银兵. 基于无人机遥感的四川省昭觉县农业产业园土地适宜性评价[J]. 中国地质, 2021, 48(6): 1710-1719.
- [21] 唐磊, 贾树海, 张安, 刘秀娟. 基于 GIS 的特色经济作物土地适宜性评价及布局研究——以沈阳市东陵区为例[J]. 沈阳农业大学学报, 2013, 44(1): 63-68.
- [22] 习文勇, 傅佩红. 基于模糊数学的柑橘种植土地适宜性评价[J]. 浙江农业学报, 2022, 34(1): 141-152.
- [23] 程振龙, 吴孟泉, 曾业隆, 陆灯盛, 曹利, 吕婷, 王学进, 张炜. 基于 GIS 的栖霞市苹果种植区土地适宜性评价[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2018, 49(1): 82-89.
- [24] 齐福佳, 邱彭华, 吴晓涛, 刘友兆. 基于 GIS 的临高县橡胶种植土地适宜性评价[J]. 林业资源管理, 2014(1): 114-119.
- [25] 赵银军, 辛晓卫, 曹秋娥. 茉莉花种植土地适宜性评价[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(32): 20228-20230.
- [26] 卜坤, 王治良, 张树文, 杨久春. 三江平原大豆种植的土地适宜性评价[J]. 中国生态农业学报, 2017, 25(3): 419-428.
- [27] 王珊, 廖桂堂, 邓勇刚, 涂俊誉, 许晓康, 何刚, 李琳玲, 代林佳. GIS 支持下的玉米种植区土地生态适宜性评价[J]. 中国农业资源与区划, 2020, 41(11): 174-182.
- [28] 叶延琼, 李韵, 章家恩, 秦钟, 李逸勉. GIS 支持下的广东省水稻种植生态适宜性评价[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2013, 39(2): 131-136+221.
- [29] 刘壮, 李远耀, 张为, 谭建民, 刘月, 付圣. 基于改进斜坡单元法的山区城镇建设用地适宜性评价[J]. 安全与环境工程, 2019, 26(6): 42-49+55.
- [30] 朱康文, 周梦甜. 中国山地城镇的土地适宜性评价研究——以重庆市武隆县为例[J]. 水土保持研究, 2015, 22(2): 178-183+345.
- [31] 韦玲霞. 基于地形复杂度的农用地整治项目选址适宜性评价——以甘肃省天水市为例[J]. 中国农业资源与区划, 2020, 41(1): 250-258.
- [32] 张博航. GIS 技术在土地适宜性评价中的应用[J]. 中国科技信息, 2022(4): 125-126.
- [33] 曹文彬, 代启亮, 李玉华, 高贵全. 土地适宜性评价方法研究进展[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(21): 9084-9086.