

基于 GIS 的土地适宜性评价 ——以四川省马尔康县为例

陈颖¹, 吴柏清¹, 邹卓阳¹, 王广杰²

(1. 成都理工大学 地球科学学院, 成都 610059; 2. 四川师范大学 西南土地资源评价与监测教育部重点实验室, 成都 610066)

摘要:以四川省马尔康县为研究区域,运用地理信息系统(GIS)技术,将遥感技术和 GIS 技术相结合。阐述了土地适宜性评价的概念和内涵,依据土地适宜性的评价原则和主要影响因素选取评价因子。运用层次分析法(AHP)计算评价因子的权重值,并采用 DTM 模型分析确定耕地、林地和草地的坡度值,依此建立土地适宜性评价模型,进行叠加分析,得出耕地、林地和草地适宜性等级图,进而为确定最佳的土地利用方案提供科学依据。

关键词:GIS; 土地适宜性评价; DTM 模型分析; 马尔康县

中图分类号: F323. 211

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2010)04-0100-04

Land Suitability Assessment of Maerkang County Based on GIS ——Take the Sichuan Maerkang County as the Example

CHEN Ying¹, WU Bo-qing¹, ZOU Zhuo-yang¹, WANG Guang-jie²

(1. College of Earth Science, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China; 2. Sichuan Normal University, Key Laboratory of land Resources Rvaluation and Monitoring of Southwest, Ministry of Education, Chengdu 610066, China)

Abstract: The combination of the remote sensing and GIS technologies was applied to study the land in Maerkang County. The notion and meaning of land suitability assessment, and land suitability evaluation based on the principles and the main factors evaluation factor selection were explained. Based on analytic hierarchy process (AHP) calculating and evaluating the value of the weight factor, and DTM model analysis calculating farmland, woodland and grassland slopes, a land suitability evaluation modelr overlay analysis was established to make farmland, woodland and grassland suitability class map, and to determine the best land-use programs for providing a scientific basis.

Key words: GIS; land suitability assessment; spatial analysis model; Maerkang county

土地适宜性评价是指某种土地类型对特定土地用途或作物的适应状况,通过对土地的自然、经济属性的综合鉴定,阐明土地属性所具有的生产潜力,以及对农、林、草等各业的适宜性、限制性及其程度差异的评定^[1]。因此,土地适宜性和限制性及其程度是土地适宜性评价的主要依据。以四川省马尔康县为研究区域,利用航片影像进行数据处理获得土地相关空间数据包括地形、坡度、土壤、水源、光照强度等专题数据,根据土地适宜性的评价原则和主要影响因素选取水源保证、有机质含量、盐碱度、土壤质地和土层厚度作为评价因子,运用层次分析法(AHP)计算评价因子的权重值,并采用 DTM 模型分析确定耕地、林

地和草地的坡度值,依此建立土地适宜性评价模型,进行叠加分析,得出耕地、林地和草地适宜性等级图,为定位、定量、定时安排各项用地,确定最佳的土地利用方案,进行土地利用分区提供科学依据。

1 研究区域概况

马尔康县位于四川省北部,阿坝藏族羌族自治州中部,东与红原、理县交界,南与金川、小金相邻,西与壤塘接壤,北与红原、阿坝相连,距省会成都市 395 km。地理坐标为北纬 30°35′—32°24′、东经 101°17′—102°41′。县域东西长 134 km,南北宽 90 km,幅员面积 6 639. 33 km²。境内属高原大陆季风气候,主要

收稿日期: 2010-01-21

资助项目: 四川省杰出青年学科带头人培养计划项目(06ZQ026-014); 四川省教育厅自然科学重点项目(2006A116); 首都师范大学资源环境与地理信息系统北京市重点实验室项目

作者简介: 陈颖(1986—), 男, 海南文昌人, 在读硕士, 研究方向: 国土资源信息系统。E-mail: cy76800892@foxmail.com

通信作者: 吴柏清, (1969—), 男, 重庆开县人, 教授, 主要从事资源环境与城乡规划、土地利用规划与国土整治、国土资源信息系统等方面的研究。E-mail: wbq335@yahoo.com.cn

气候特征为:属高原季风气候,具有“冬干夏湿、雨热同季、日照充足、昼夜温差大”的特点,年均气温 8~9℃,年降水量 753 mm,年均日照 2 000 h 以上,绝对无霜期 120 d,空气质量达到全国 I 级标准。土壤主要为山地棕壤土、山地灰褐土、山地褐色土和山地高山草甸土。境内森林茂密,林地面积约为 33.69 万 hm^2 ,有众多国家级保护动物和名贵藏药材。矿产资源十分丰富,目前已探明的矿苗有锂辉矿、钾长石等二十多个品种,为发展工矿企业提供了大量物质基础。

2 土地适宜性的评价原则、分类系统及选取评价因子

2.1 评价原则

以下 6 个原则作为评价基础^[1]:

(1) 针对性原则。土地适宜性评价要针对一定的土地用途或利用方式进行,不同的用途或利用方式对土地的性质有不同的要求,土地的适宜性只有针对某种具体的用途或利用方式才有其确切的意义。

(2) 持续利用原则。土地对某种用途或利用方式的适宜性是指长期、持续利用下的适宜性。在评价中应考虑土地用途改变引起的土地质量的变化,考虑土地退化和土地污染的危险,避免追求暂时经济效益的短期行为。

(3) 因地制宜原则。对于同一用途或土地利用方式,不同地区的适宜性会有很大差异,评价时要结合本地区自然条件与社会经济条件的实际进行评定。

(4) 效益原则。土地利用所取得的收益与其投入相比应是有利可图的。

(5) 综合性原则。土地适宜性评价涉及到农、林、牧等各行各业,以及土壤、气候等自然和经济多方面的知识,而且不同行业对土地有不同的要求。

(6) 当前适宜性与潜在适宜性兼顾原则。在进行土地适宜性评价时,既要进行土地当前适宜性的评定,也要对土地改良后的潜在适宜性进行评定,这样才能充分发挥土地的利用潜力。

2.2 分类系统

分类系统详见表 1。

2.3 评价因子的选取

影响土地适宜性的主要因素包括自然因素和社会经济因素两大类。这些因素相互联系与作用,共同影响和决定土地对所考虑用途的适宜性及其程度^[2]。其包括:气候条件、地形条件、土壤条件、水文与水文地质状况、环境质量状况、农业生产条件、区位条件。

选取评价因子是进行土地适宜性评价的关键,应遵循以下基本选取原则:

(1) 综合分析原则。土地适宜性评价涉及到多学科知识,包括地学、农学、工程、经济学和社会学等,进行土地适宜性评价时,要从多学科角度综合地考虑土地的适宜性。

表 1 联合国粮农组织《土地评价纲要》的分类系统

纲	级	亚级
表示适宜性的种类	表示在纲内的适宜程度	表示级内的限制性因素种类
	S_1 : 高度适宜	
		以 S_2 为例可能有
		S_{2m} 表示水分限制
		S_{2v} 表示通气性差
		S_{2N} 表示养分状况差
		S_{2c} 表示抗侵蚀差
		S_{2w} 表示土壤耕性差
		S_{2x} 表示扎根条件差
		S_3 : 勉强适宜
		N_1 : 暂时不适宜
N : 不适宜	N_2 : 永久不适宜	

(2) 主导因素原则。从影响土地质量的众多因素中选择制约土地用途的主要因素,增强土地评价的科学性和简洁性。

(3) 稳定性原则。选择那些持续影响土地用途的较稳定的因素,尽量不选择短期内可能发生变化的因素,使土地评价成果资料在较长一段时间内具有应用价值。

(4) 差异性原则。选择对特定土地用途或土地利用方式有明显影响,并且在本区内有明显差异,并能出现临界值的因素作为参评因素。

(5) 独立性原则。尽量选择那些相对独立的因素,或从几个紧密相关因素中选择其中一个。

(6) 现实性原则。土地适宜性评价所涉及的因素较多,应尽量选择基础资料较完整,可进行计量或估量的因素,便于定量分析。

3 确定评价因子、权重值和 DTM 模型分析

3.1 评价因子和分级指标的确定

评价因子的合理选择对评价起主导限制作用,选择比较稳定可用量比表示的评价因子,是评价工作的关键^[3]。依据四川省马尔康县土地利用总体规划和广泛征求有经验的专家 and 实际工作者的意见,遵循选取评价因子的基本原则,认真分析有关资料,初步拟定以宜耕、宜林、宜草土地为评价对象,优选水源保证、有机质含量、盐碱度、土壤质地、土层厚度为评价因子,如表 2。

表 2 四川省马尔康县土地适宜性评价因子、分级指标

土地适宜性 性地类	等次	水源 保证	有机质量/ %	盐碱度	土壤质地	土层厚度/ cm
宜耕地	S ₁	稳定保证	>0.8	无	山地棕壤土	>70
	S ₂	基本保证	0.6~0.8	轻	山地灰褐土和褐色土	>60
	S ₃	保证较差	<0.6	中	山地灰褐土	>30
	N	无保证	—	重	—	—
宜林地	S ₁	稳定保证	1.5~2	轻	山地棕壤土	100~75
	S ₂	基本保证	<1.5	中	山地灰褐土和褐色土	75~50
	S ₃	保证较差	<0.8	重	—	—
	N	无保证	—	—	—	—
宜草地	S ₁	稳定保证	0.15~0.2	轻	山地棕壤土	100~75
	S ₂	基本保证	<0.15	中	山地高山草甸土	75~50
	S ₃	保证较差	—	重	—	—
	N	无保证	—	—	—	—

3.2 计算权重值

权重表示评价因子对评价对象的影响程度或贡献率^[4]。不同的因素对土地质量的影响千差万别,也关系到评价结果是否符合实际情况。因此因素权重的确定是整个评价过程中必不可少的环节。采用层次分析法来确定评价因子的权重。层次分析法(Ancalytical Hierarchy Process,简称 AHP),其基本思想是根据问题的性质和要求达到的目标,将问题按层次分析成各个组成因素,通过两两比较的方式确定诸因素之间的相对重要性、下一层次因素的重要性,即同时考虑本层次和上一层次的权重因素,这样层层计算下去,直至最后一层^[5]。比较最后一层各个因素相对于最高层的相对重要性权重值,进行排序、决策,是目前确定因素权重最常用、有效的方法。采用层次分析法确定各评价因子的权重值,如表 3。

表 3 四川省马尔康县土地适宜性评价因子权重值

土地适宜性 地类	水源 保证	有机质 含量	盐碱度	土地壤 质地	土层 厚度
宜耕地	0.43	0.30	0.12	0.18	—
宜林地	0.15	0.32	0.12	0.14	0.35
宜草地	0.15	0.32	0.12	0.14	0.35

3.3 DTM 模型分析

运用 MAPGIS6.7 的 DTM 模型分析,对马尔康县的土地利用现状图和地形图进行分析,分别生成耕地、林地和草地土地适宜性地类的坡度值,将坡度值导入 Excel 生成马尔康县坡度柱形图^[7],如图 1 所示。本研究区的土地适宜性评价类型主要分布在小于 25°的范围,特别是 0°~15°的区域,该区域面积占据马尔康县总面积的 62.3%。并且随着坡度的变化,各种土地利用类型分布变化也具有相应规律性。耕地主要分布在坡度 25°以下,占全部耕地面积 68.8%,25°~35°的耕地仍有少量分布,面积占全部耕地面积 16.1%。根据该现状,我们提倡退耕还林、还

草,以防止水土流失;林地在该区域分布广泛,覆盖率达到 50%以上,主要集中在 0°~15°范围中,25°以下的范围中,有林地的面积占全部有林地面积的 91.5%;草地主要分布在 25°以下,0°~15°带上分布最多;研究区内的 0°~15°带上,土地利用的多样性最高。坡度越小,土地利用受人类活动的影响越大^[7]。

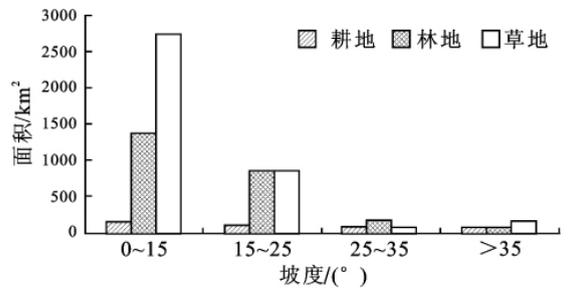


图 1 坡度柱形图

4 建立土地适宜性评价模型

根据所选取评价因子及其权重值,以及耕地、林地和草地的坡度值,按一定的约束条件,各限制因子对土地适宜性的影响(即已确定的评价因子和它们的权重值),建立反映各评价指标间数量关系的数学表达式即土地适宜性评价模型^[8]如式(1)。

$$P = \sum_{i=1}^m P_i W_i \quad (i=1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

式中: P ——评价单元中参评因子的指数和,即总分值; P_i ——第 i 各评价因子的权重; A_i ——第 i 各评价因子的评价指数(即得分); n ——评价因子数。

由式(1)计算出土地对农林牧不同适宜程度的总分标准,以及各评价因子不同限制程度的数值标准。按 A 值的大小、规定等级的总分区间,进行土地适宜性的评定——划分土地适宜性类别(宜耕、宜林、宜草地)、以及各种类别的土地等级:一等地(S_1)、二等地(S_2)、三等地(S_3)、四等地(N_1 和 N_2)。

5 评价结果

将土地利用现状图与坡度图、地形图进行叠加分析,生成的马尔康县耕地适宜性等级图、林地适宜性等级图和草地适宜性等级图,如附图10-12所示:

5.1 耕地适宜性评价结果分析

数量少,质量差,生产效率较低,一般都遵循地域差异的分布规律,即优等地主要分布在居民集中的场所^[9]。高度适宜(S_1)主要分布松岗镇、卓克基镇和马尔康镇的部分地区,总面积约为160 km²,是马尔康县质量最好的土地,基本无物理性限制因素。地势平缓,坡度小于3°,土层深厚,大于70 cm,质地为山地棕壤土,无不良层次,有良好的保肥供肥能力,水浇条件好,无旱涝和盐碱威胁,一年两作,适种作物广泛,是马尔康县高产稳产的基本农田,这些地区一直是马尔康县的主要粮食生产基地。一般适宜(S_2)主要分布在党坝乡、康山乡等边缘区域,总面积约为2 096 km²,是马尔康县面积最大、分布最广泛的宜耕土地。其特点是对农业利用稍有限制,对作物稍有选择性,水肥性能较好、土壤质地多为山地褐色土,坡度小于6°,有侵蚀威胁或轻度侵蚀;土层较厚,大于60 cm,60 cm以下可能有障碍层次,短期内水分状况不佳;一年两作或两年三作。勉强适宜(S_3)主要分布在在梭磨乡、木尔宗乡部分地区,大藏乡的北部地区,总面积约为561 km²。其特点是土壤结构不佳,通常有较厚的土层,但有较多的障碍因子和较深的障碍层次,土地无灌溉设施,土壤肥力较差。从目前社会、经济和生态三方面的效益来看,勉强适宜(S_3)地属于暂不宜开垦利用的农用地后备资源,但它又是该市长远发展的主要宜耕地后备资源。不适宜(N)地主要是指零星分布于各乡镇的土壤贫瘠的地区和水域。

5.2 林地适宜性评价结果分析

数量相对多,但普遍质量差,产出率较低。高度适宜(S_1)主要分布在马尔康镇、党坝乡、松岗镇等地区,这些地区光源和水源充足,土地质量优,一直以来是马尔康镇主要的林场所在地;一般适宜(S_2)主要分布在梭磨乡、木尔宗乡。该地区有充足的阳光,但是没有稳定的水源,土地质量良;勉强适宜(S_3)的少量分布在康山乡、脚木足乡的高山地带。该地区水源缺乏,土地质量差;不适宜(N)地主要是一些荒草地及难以利用的地区。

5.3 草地适宜性评价结果分析

草地在马尔康县广泛分布,总面积占土地总面积的48%,适口牧草少,有盐化、沙化迹象,作为临时草场或冬季草场较适合。高度适宜(S_1)主要分布在日

部乡、康山乡、马尔康镇等地区,其特点是水源充足、土壤肥沃、有机质含量高;一般适宜(S_2)主要分布在康山乡、脚木足乡等地区,其特点是土层较厚,有少量障碍因子;勉强适宜(S_3)在各乡都有少量分部,其特点是缺乏水源,有较多的障碍因子,土壤不够肥沃;不适宜(N)地主要分布于高山地带。

6 结语

土地适宜性评价涉及众多土地性状,即使所选因子相同,采用不同评价方法也将直接影响评价的结果。本着土地资源可持续利用的最佳效益目的,通过对四川省马尔康县这个研究区域进行土地适宜性评价作为例子,从土地资源适宜性的角度出发,分析各适宜等级土地的分布情况及其适宜程度,提出坚持节流与开源并举,节约集约利用土地的建议。为此,我们可以增加耕地面积、提高耕地质量,将坡度大于25°的耕地强制退耕还林还草。提高高度适宜(S_1)的耕地、林地和草地的利用率,并保持它们的整体质量;积极发展一般适宜(S_2)和勉强适宜(S_3)的地区,引进先进的科学技术和生产工具,来改善其灌溉条件、土壤条件和农村生态环境,增强土地生态系统调控能力,从而提高土地的产出率;因地制宜,大力开发不适宜(N)地区,提高后备用地的储量。以此确定最佳的土地利用方案,进行土地利用分区,进而创造出最大的经济、生态和社会效益。

参考文献:

- [1] 师学义,武雪萍.土地利用规划原理与方法[M].北京:中国农业科学出版社,2003.
- [2] 聂倩,闫利,蔡元波.基于遥感和GIS的土地适宜性评价[J].地理空间信息,2009,7(2):28-30.
- [3] 任小宁,郭新成.基于GIS的新疆克拉玛依市土地适宜性评价[J].安徽农业科学,2007,35(8):2395-2396,2427.
- [4] 汤国安,杨昕.ArcGIS地理信息系统空间分析实验教程[M].北京:科学出版社,2006.
- [5] 安国辉.土地利用规划[M].北京:科学出版社,2008.
- [6] 农肖肖,何政伟,吴柏清.ARCGIS空间分析建模在耕地质量评价中的应用[J].水土保持研究,2008,27(8):234-236.
- [7] 刘恩勤,杨武年,陈宁,等.基于RS与GIS的土地利用空间格局地形分异特征研究:以马尔康县为例[J].安徽农业科学,2009,37(5):2184-2186.
- [8] 赵英时.遥感应用分析原理与方法[M].北京:科学出版社,2003.
- [9] 吴燕辉,周勇.土地利用规划中的土地适宜性评价[J].农业系统科学,2008,24(2):232-235.
- [10] 刘耀林,何建华.土地信息学[M].北京:科学出版社,2007.
- [11] 周生路.土地评价学[M].南京:东南大学出版社,2006.
- [12] 刘明皓.基于GIS的土地适宜性评价方法研究:以重庆市城口县为例[J].重庆师范大学学报:自然科学版,2007,10(4):21-25.