

# 地理信息系统在典型区土地利用 适宜性评价中的应用

——以大洼县小三角洲为例

李 勇

(中国科学院南京土壤研究所 南京 210008)

苏文贵 肖笃宁

(中国科学院沈阳应用生态研究所)

## 摘 要

本文以稻田、油田、虾田和苇田(四个土地利用类型)开发存在着尖锐矛盾的特殊地块——辽宁省大洼县小三角洲为研究对象,以生态和经济综合发展为原则,应用地理信息系统(GIS)和三个评价模型进行四田的适宜性评价,较深入地研究了四个土地利用类型在空间上的配置。

结果表明,大洼小三角洲适于四田开发的地区是相当大的,稻田适宜区域占总面积29.65%,虾田25.04%,苇田42.66%,其中苇田面积较大,这主要反映了在评价时注重生态因素,使得区域的经济发展与环境保护相协调。

**关键词** 地理信息系统; 土地利用适宜性

## 1 研究区域概况

在辽河三角洲这块近来石油开采和农业综合开发迅猛的土地上,经济发展和破坏环境这两方面表现得较突出的地区是近海平原地带,其中最明显的是大洼县小三角洲。

大洼县小三角洲位于辽宁省双台子河入海口的东侧,为双台子河口自然保护区的一部分,土地面积为280.2km<sup>2</sup>,地面高程1.0—3.0m,是一片极平坦的荒凉退海滩涂。北部荒地主要生产芦苇、毛草等,南部主要生长盐吸、碱蓬等耐盐植物,土壤类型有盐土、沼泽、草甸土以及潮间盐土等。盐土分布于小三角洲中部,含盐量>10g/kg,地面高程2.4—2.7m;沼泽土分布于北部的广大地区,地势低洼,地面高程为1.3—2.0m,含盐量为8g/kg左右,植被为芦苇;草甸土分布于离海较远地区,含盐量为2—6g/kg;潮间盐土面积最大,分布于西南和南部,海拔在2.7m以下,有少量植被,含盐量达30g/kg左右。

由于淡水资源缺乏,小三角洲开发较晚且慢,至1988年底,才有王家、榆树、高家农场,赵圈河苇场,二界沟镇和部队、油田等单位的农场开发种植水稻1.28万亩,苇田10.5万亩,对虾养殖1.15万亩,淡水养殖0.3万亩,另有油田公路和油井位,土地利用状况见表1。但近年由于辽宁省对辽河三角洲综合开发计划的实施,以及辽河油田在本区石油开采的进行,使得本区的四田(稻田、虾田、苇田、油田)开发与生态环境保护出现了严重的冲突,主要表现在如下两个方面:1. 芦苇面积的减少使得自然保护区名存实亡,以及芦苇的土壤脱盐、净化水体、稳定区域环境功能因面积减少而减弱;2. 三角洲上石油开采和农业综合开发将大量的污染物、营养物流入该地面和附近海域,将使本区生态环境出现严重的失

衡, 另外, 四田之间有争地的现象。

表 1 1988 年大洼小三角洲土地利用现状

单位: 万亩

单位	小计	水田	苇田	虾田	渔塘	油田	盐碱荒地
王家	0.41	0.25	-	0.16	-	-	
榆树	0.39	0.16	-	0.23	-	-	
高家	0.24	-	-	0.24	-	-	
赵圈河	10.82	0.27	10.50	0.05	-	-	
二界沟	0.47	-	-	0.47	-	-	
部队	0.90	0.60	-	-	0.30	-	
油田	0.40	-	-	-	-	0.4	
合计 40.75	13.63	1.28	10.50	1.15	0.30	0.4	27.12

## 2 研究方法

为了解决上文所阐述的矛盾, 本文将从生态经济学角度出发, 以油田、稻田、虾田、苇田开发为四种土地利用类型, 对本区进行因地制宜的四田适宜区域的划分, 以求得生态和经济的综合发展, 为综合开发大洼小三角洲提供科学的发展规划依据。

四田适宜区域的划分, 即针对某一区域从某一目的出发, 选择评价因子和参数, 按照利用和保护、经济效益和社会效益相统一的原则, 通过系统的分析, 指出哪些地方不适宜及其原因, 以此指导区域的合理开发、发展和布局。本文拟采用土壤普查结果图件和其它专题图件, 在自编的微机地理信息系统(EIAIS)的支持下, 建立一整套评价数学模型, 在微机上完成各田的适宜性评价, 力图使之科学化 and 定量化。

应用地理信息系统(GIS)进行四田评价工作的主要思路分为两部分(图 1):

### 2.1 各田的单方面适宜性评价

1. 根据影响各田用地的条件和研究区域的具体情况, 选择若干个用于评价的因素, 确定评价的精度, 据此收集有关的资料进行适当的整理和检核, 并建立各因素评分文件。

2. 按照 GIS 软件的要求将属性数据和空间信息(图件)输入计算机。

3. 根据影响各田用地的条件选择若干个评价的单因素图进行叠加, 这是 GIS 的重要功能之一, 其结果将含有若干个新类型。

4. 建立多因素覆盖分析的运算模型。考虑到综合开发大洼县小三角洲的原则及总体目标, 选择了三种模式:  $TS = \frac{1}{K-1} \sum_{i=1}^{K-1} MTM_i \cdot LM \cdot 0.01$ ,  $TS = \prod_{i=1}^K MTM_i \cdot 10^{-2(K-1)}$  和

$TS = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K MTM_i$ , 其中 TS 为总评分值, K 为因素数目, MTM 为某一因素图中某一类型的评分值, LM 为土地利用图中某一类型的评分值。其中后两种作为比较评价模式。

5. 应用上述模型进行覆盖分析, 将综合叠加图划分成若干评价等级, 产生一系列各田评价图。

### 2.2 综合评价

按照一定的总体原则将四田排出其重要性次序, 然后依次将单方面评价图复合成一个综合评价图。

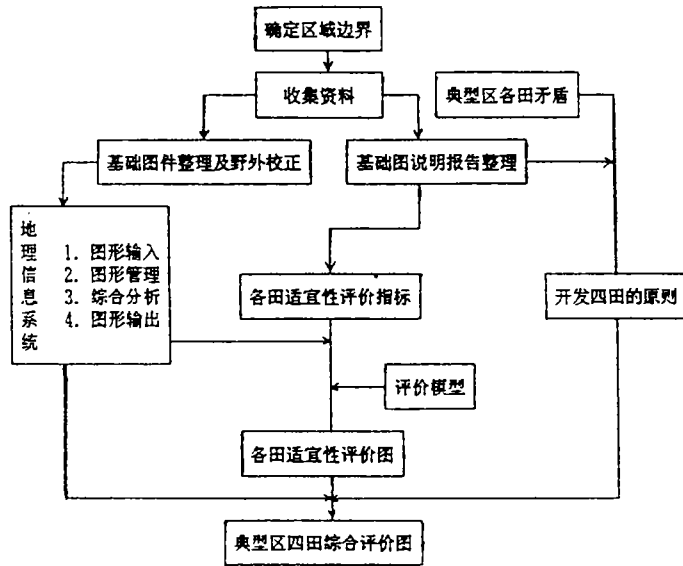


图 1 典型区四田适宜性评价流程图

### 3 划分结果与讨论

#### 3.1 评价因素的选择和因素评分

在大洼小三角洲的四田评价中，考虑了如下关于选择因素的原则：第一，评价因素不宜过多；第二，只选择那些对四田用地有直接影响的因素；第三，要考虑到当地的具体情况和当前的综合开发小三角洲的土地利用政策。

3.1.1 油田：在辽河三角洲中，油田开发是这个地区综合开发的一个重要方面，因为它为其它资源的开发提供交通、资金、电力等物质基础，同时实地调查也发现，油田开发不是本区生态环境恶化的主要原因。因此，只要油田工作人员严格遵守操作规程且与当地政府相互合作，油田与其他各田没有太大的矛盾。油田分布影响因素主要是油气埋藏状况。由于油田资料的缺乏，且油田位置是零星分布的，又根据国务院关于油田用地的有关政策(油田用地占有绝对的优先权)，故未进行油田的适宜区域评价，这不影响整个评价结果。

3.1.2 稻田：稻田开发的影响因素是：(1)地形；(2)土壤类型（质地和盐分含量）；(3)土壤肥力(有机质、全氮、速效磷等)；(4)淡水资源条件；(5)水利工程规划。根据能获得图件的可能性精选出如下 6 个影响因素：土地利用现状、土壤有机质、土壤全氮、土壤速效磷、土壤表层盐分含量和规划意见(参考)。

3.1.3 虾田：虾田开发的影响因素主要是：(1)土地利用现状，只有近海滩涂才有可能开发为虾田；(2)地势，由于对虾需用海水养殖，因此只有近海低洼地区适宜；(3)电力、道路条件。根据现有资料，只选用前二个因素。

3.1.4 苇田：影响苇田分布的因素基本同稻田。

综上所述，四田评价共需使用的因素图为七份，即土地利用现状图、土壤表层盐分含量图、土壤有机质图、土壤全氮图、土壤速效磷图、高程范围图、综合开发规划图(供参考)。根据实际情况，在完成 1:5 万以上各单因素图的编制后，在计算机和 GIS 软件的支持下，实现图形数字化，编码和输码，并自动产生属性数据库以备应用。

本文四田适宜评价是采用评分法来确定土地适宜程度的等级,对因素评分恰当与否,将直接关系到评价结果的质量。由于构成土地各个因素不是孤立地存在,除了各自本身的影响外,各因素在不同的组合状态下,各自所起作用的强弱不同,它们之间既有相互制约又可互补,即同一因素在不同的环境条件下,会有不同的作用,也就有不同的分值。从理论上应从这种综合的角度来确定各因素的评价分值,本文只循常规,从单因素的角度出发,以确定各因素在鉴定土地等级时评价分值段的划分。

因素评价分值的确定,除仍采用各单因素独立地决定其分值外,还考虑到如下几点:第一,分值从0—100,随着限制的增强,分值递减,一个因素分值段的多寡,依据原始资料的状况,不强求诸因素的一致,也不必与最终的土地评级的“级数”吻合。第二,力争评好关键分值。以土壤表层盐分含量为例,当盐分低于2g/kg时,对于水稻生长无限制,故评定最高分——100分。当盐分达到8—10g/kg时,种稻已有困难,但只要淡水充足仍可种稻,只能赋及格分——60分。第三,依据当前综合开发小三角洲的土地利用政策。由于要充分开发小三角洲的每一寸土地,于是关于土壤条件的评分中没有0分,而且在土地利用现状中,只要有可能就评定100分。

根据上述考虑,各因素的评价分值列表如下:

表2 土壤利用现状评价因素评价分值

类别码	土地利用类型	分 值		
		稻田评价	虾田评价	苇田评价
6	长势好的苇田	0	0	100
5	长势差的苇田	100	0	90
4	稻 田	100	0	100
3	虾 田	0	100	0
2	居 民 类	0	0	0
1	滩 涂	100	100	70

表3 高程评价因素评价分值(虾田)

类别码	4	3	2	1
高程(m)	2.4—1.0	2.0—1.3	2.4—2.7	2.7—3.0
分 值	100	100	50	0

表7 土壤表层含盐量评价因素评价分值

类别码	5	4	3	2	1
含量(g/kg)	<2	4—6	8—10	10—30	>30
土壤类型	水稻土	草甸土	沼泽土	滨海盐土	潮间盐土
分 值	100	80	60	40	20

将各评价因素图的各种类别码与相应评分值对应,输入计算机构成评分文件,供以后的根据类别码检索评分值之用。

表4 土壤有机质评价因素评价分值

类别码	5	4	3	2	1
含量(g/kg)	20—30	10—20	6—10	5—6	<5
分 值	100	80	60	40	30

表5 土壤全氮评价因素评价分值

类别码	6	5	4	3	2	1
含量(g/kg)	1.5—2	1—1.5	0.75—1	0.5—0.75	0.5—0.1	<0.1
分 值	100	80	60	40	20	20

表6 土壤速效磷评价因素评价分值

类别码	6	5	4	3	2	1
含量(mg/kg)	20—40	10—20	5—10	3—5	1—3	<1
分 值	100	80	60	40	20	20

### 3.2 四田适宜评价

在完成前述准备工序之后,就可在计算机和GIS系统以及设计的评价模式的支持下,自动完成全部评价,其评价程序大致可区分为如下几个步骤:

第一步,因素评分值的赋值。

第二步, 根据三田的各评价目的选择单因素图进行叠加。

多图叠加分析是将有关的地理要素按空间位置叠加, 按各要素之间不同类别的组成构成新的分类, 生成信息更丰富, 反映多种属性的更详细的分类地图。GIS 系统首先将有关要素空间配准, 将所有叠加组成情况构成新的包括所有要素的属性数据文件和分类图。

稻田: 应用前述的 5 个因素图叠加, 产生含有 149 个新类型的一个应用于稻田适宜评价的分类图; 苇田: 同稻田; 虾田: 用前述的二个单因素图叠加, 产生一个 16 个类型的分类图。

第三步, 计算各叠加图上新类型的总分值。

总分值的计算, 可应用不同的方式, 或称为评价模式。计算机法评价的最大优点在于可以应用不同的评价模式迅速得出几种评价方案进行比较分析, 从中选出最佳者。而传统的手工评价, 如若改变一种评价方案, 其工作量几乎等于重新评价。因此, GIS 法土地评价, 无疑将大大提高评价速度和质量。在进行大洼小三角洲四田适宜评价时, 应用了前述的三种

方案。第一方案应用的模式是  $TS = \frac{1}{K-1} \sum_{i=1}^{K-1} MTM_i \cdot LM \cdot 0.01$ , 这一模式的特点是对土地利用现状加权, 与其他因素和平均值相乘, 其意义在于突出土地利用现状在四田评价中的重要地位。

同时还应用了另外两个模式。通过上述三种评价模式, 即可对各个新类型的评价总分自动赋值。

第四步, 对 TS 值进行统计分析。

将各个新类型的总分值——TS 值, 自 0 至 100, 以 10 分为间隔分为 11 个分段值, 各田评价总分各分段值分布状况见下列各表(8—10)。

根据以下各田各新类型总分值分布状况的统计分析, 可将大洼小三角洲按各自的评价目的分为三个等级: 1 级: 凡属 1 级内的土地, 比较适宜, 71—100; 2 级: 凡属 2 级内的土地, 一般适宜, 31—70; 3 级: 凡属 3 级内的土地, 不适宜, 0—30。

表 8 稻田评价总分各分段值分布状况统计分析

$$公式 TS = \frac{1}{K-1} \sum_{i=1}^{K-1} MTM_i \cdot LM \cdot 0.01$$

“TS”值		0	1-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100
各“TS”值段的土地类型数		80	0	0	23	14	7	9	6	4	4	2
评 价 状 况	评定级别	不适宜			一般适宜				较适宜			
	分类类别码	15			3				4			
	土地单元数	103			36				10			
	各级别面积(km <sup>2</sup> )	174.75(70.38%)*			64.30(25.89%)				9.26(3.73%)			

\* 括号内为占总面积的百分比(下同)。

根据统计和分级结果, 将各田的叠加评价图进行分类, 产生各自的评价图。从评价结果中可看出, 第一种模式(即土地利用被加权)的评价结果明显优于第二、三方案。前者主要表现在与土地利用现状有较好的吻合, 而且与规划图也很相近, 而另外两方案的评价结果不是绝大部分土地适宜, 就是绝大部分土地不适宜, 而且与土地利用现状有很大的差异。最佳方

案为第一方案(因篇幅所限各田评价图略)。

表9 虾田评价总分各分值段分布状况统计分析

$$\text{公式 } TS = \frac{1}{K-1} \sum_{i=1}^{K-1} MTM_i \cdot LM \cdot 0.01$$

"TS"值		0	1-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100
各"TS"值段的土地类型数		11	0	0	0	0	2	0	0	0	0	3
评 价 状 况	评定级别	不适宜			一般适宜				较适宜			
	分类类别码	15			1				2			
	土地单元数	11			2				3			
	各级别面积(km <sup>2</sup> )	152.13(59.87%)			36.64(14.42%)				65.35(25.72%)			

表10 苇田评价总分各分值段分布状况统计分析

$$\text{公式 } TS = \frac{1}{K-1} \sum_{i=1}^{K-1} MTM_i \cdot LM \cdot 0.01$$

"TS"值		0	1-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100
各"TS"值段的土地类型数		38	0	6	24	15	17	25	15	6	2	1
评 价 状 况	评定级别	不适宜			一般适宜				较适宜			
	分类类别码	15			5				6			
	土地单元数	68			72				9			
	各级别面积(km <sup>2</sup> )	109.83(44.23%)			137.45(55.36%)				1.03(0.41%)			

第五步, 综合评价。

从国民经济的需要来考虑开发大洼小三角洲的原则是:(1)油田开发优先, 但地面建设应尽可能节约土地, 道路网的设计应兼顾农田、苇田的灌排;(2)根据水资源的条件, 结合改良土壤尽可能多种水稻, 提供商品粮;(3)利用海水资源和二界沟的有利条件, 发展收效快的对虾养殖业;(4)发展芦苇生产, 一是为造纸厂提供原料, 其次是自然保护区。

根据以上原则, 四田开发的权重是油田 > 稻田 > 虾田 > 苇田。将稻田评价图、虾田评价图、苇田评价图按以上次序复合在一起, 产生大洼小三角洲的四田适宜评价综合图(图2)。下表列出了各田的适宜面积。

表11 大洼小三角洲四田适宜区域的面积情况

用地类型	面积(km <sup>2</sup> )	占总面积的百分比(%)
稻田适宜区域	74.20	29.65
虾田适宜区域	62.66	25.04
苇田适宜区域	106.76	42.66
三田皆不适宜地	6.63	2.65

从图2和表11可看出, 大洼小三角洲适于四田开发的地区是相当大的, 与规划图很相似, 只有 6.63km<sup>2</sup>(占总面积和 2.65%)的不适宜土地, 可能这些地区地势较高, 不适于对虾养殖或者肥力状况及盐碱条件等均不利于种稻、芦苇生长。但这只是理论上的观点, 在规划时可能被划进稻田或虾田, 开发它比相邻地区要多化一些人力、物力和财力。



1. 虾田适宜区域 2. 稻田适宜区域  
3. 苇田适宜区域 4. 不宜区域

图2 大洼小三角洲四田适宜综合评价图

虾田的适宜区在地势较低的混江沟周围，位于小三角洲的最南端，在位置和面积上与规划图是比较一致的。

#### 4 结 论

1. 大洼县小三角洲的四田空间配置结果与综合开发规划图略同，其中稻田占总面积的29.65%，比规划图要少；虾田占25.04%；苇田为42.66%，明显高于规划图，这是由于本文所运用的评价方法注重现状和生态因素的结果。

2. 运用GIS和评价模型进行大洼县小三角洲四田适宜评价是可行的，能够得到较满意的结果。

#### 参 考 文 献

[1] 辽宁省土地开发建立基金管理领导小组办公室, 辽河三角洲农业开发总体规划设想, 农业区划与农业资源, 1989, 4.  
 [2] 孟凡震, 浅谈盘锦市芦苇资源的合理开发利用, 农业区划与农业资源, 1987, 1.  
 [3] 刘闯, 在地理信息系统中土地评价模型的建模研究——以大洼郊区农业土地评价为例, 地域研究与开发, 1990, 9(3).

(下转第29页)

苇田的适宜地区主要位于接官厅沟以北地区，符合现状，与规划图相比，面积较大，这主要反映了本文在评价时注重生态的因素。芦苇沼泽是辽东湾北岸湿地的重要组成部分，是湿地自然生态演替过程中的生产力最高的一个阶段，在小三角洲内保留较大的芦苇面积，发展芦苇生产，是符合生态规律的。芦苇是耐盐植物，可改良土壤，提高土壤肥力，也是丹顶鹤等珍稀水禽筑巢隐蔽的良好场所。苇田内可养蟹养鱼，建立苇—鱼湿地生态系统或发展多种经济，既可增加经济收入，又能净化水体，为河口湾输送净水和丰富的饵料，同时芦苇又是良好的造纸原料，因此发展芦苇生产具有重大的生态效益、经济效益和社会效益。在小三角洲内保留较大的芦苇面积是十分重要的。

稻田的适宜地区主要在油田与公路的周围，位于接官厅沟以南地区，本区在小三角洲的滩涂中，是地势较高的区域，与规划图相比，其位置是相同的，只是面积明显减少了，这是由于本区土壤含盐量高，种植水稻需要大量的淡水洗盐和改良土壤，费用极高，因此应当在条件比较适宜的地区先开发稻田，随着湿地的生态演替或脱盐化进程，逐渐扩大稻田面积。

