江苏省沿海地区盐田土地整治为耕地的可行性评价

金志丰[1,2]，严长清[1,2]，陆效平[1,2]

（1.江苏省土地勘测规划院，江苏 南京 210024；2.国土资源部海岸带开发与保护重点实验室，江苏 南京 210024）

摘　要：通过对江苏省沿海地区盐田土地整治的可行性评价和限制性因子分析，在实地调查的基础上，以盐田整治为耕地作为评价目标，从自然条件适宜性、经济支撑可行性、工程实施可操作性、综合效益可增性和生态环境敏感性 5 个方面构建了评价指标体系。将研究区盐田土地整治分成 4 种适宜类型区，并确定了盐田整治为耕地的限制性因素。结果表明，江苏省近期适宜整治的盐田主要分布在连云区东南部及灌云县灌西盐场境内、灌河以南地区、射阳河南岸射阳盐场境内、东台市东部和如东县东南部，而财政收入、与海岸线距离、相对海拔高度则是影响江苏省盐田整治可行性的首要、次要和第 3 限制性因子中的重要影响因素。

关键词：盐田土地整治；可行性评价；限制性因子；江苏省沿海地区

文献标识码：A　　**文章编号**：1000-288X(2014)06-0167-05　　**中图分类号**：F301.1

DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2014.06.038

Feasibility Evaluation of Salt Field Reclamation for Arable Land in Coastal Areas of Jiangsu Province

JIN Zhi-feng[1,2], YAN Chang-qing[1,2], LU Xiao-ping[1,2]

(1. *Jiangsu Institute of Land Surveying and Planning, Nanjing, Jiangsu* 210024, *China*; 2. *Key Laboratory of the Coastal Zone Exploitation and Protection, Ministry of Land and Resource, Nanjing, Jiangsu* 210024, *China*)

Abstract: The purpose of this paper was to evaluate the salt field reclamation feasibility and analyze the limiting factors in coastal area in Jiangsu Province, and to provides support for spatial selection and technology design for salt field reclamation, and to increase the sources and the ways of arable land supplement and ensure the effective implementation of the coastal development strategy. On the basis of field survey, taking coastal waste salt field remediation for arable land as evaluation objective, the construction of the evaluation index system was based on natural conditions suitability, feasibility of economic support, implementation of the project operability addition of overall efficiency and ecological sensitivity. Meanwhile, the study area of salt field reclamation was divided into four suitablity types, and the limiting factors of salt field reclamation were determined. The results showed that, in the next few years, the areas of suitable remediation salt fields are mainly distributed in the southeastern of Lianyun district, Guanxi saltern of Guanyun County, the south of the Guanhe River, Sheyang saltern in the South Bank of Sheyang River, the eastern part of Dongtai City and the southeastern part of Rudong County. The main limiting factors of salt field reclamation feasibility in Jiangsu Province are government receipt, the distance from coastline and relative altitude.

Keywords: salt field reclamation; feasibility evaluation; limiting factors; coastal area in Jiangsu Province

随着 2009 年江苏省沿海开发上升为国家战略，江苏省沿海地区迎来了前所未有的发展机遇，但也将不可避免占用大量土地，开发需求与耕地保护矛盾日益突出[1-3]。为保障沿海区域发展的同时有效保护耕地资源，沿海地区开展了一系列土地开发、整理、复垦等工程，并建成大面积、连片的高标准农田[4]，通过对田、水、路、林、村进行综合整治，增加有效耕地面积，提高耕地质量。然而，江苏省沿海地区作为该省后备耕地开发的主力军，一般土地整理项目能为耕地占补平衡所做的贡献已较为有限，耕地占补平衡难度趋大，亟需寻找新的途径解决区域耕地占补平衡的问题。同时，江苏省拥有的大量盐田资源，随着海岸线

收稿日期：2013-12-13　　修回日期：2013-12-21

资助项目：国土资源部公益性行业专项“东南沿海地区废弃盐田土地整治技术研究与示范”(201011016-4)

作者简介：金志丰(1981—)，男(汉族)，浙江省绍兴市人，硕士，工程师，主要从事土地利用与评价、政策研究。E-mail:jinzhifeng118@163.com。

不断东移，进滩海水含盐量下降，含沙量上升，海盐的自然生产条件下降，加之盐田设备老化、工艺落后，与种植业、养殖业相比，盐田投资风险大、利润低，大部分处于废弃或闲置状态，利用水平较低。在这种形势下，将废弃盐田整治为耕地的需求日益增强，在土地资源日趋紧张的东部沿海地区具有现实性和紧迫性[5-6]。国内外对于盐田土地整治可行性评价的研究较少，相关研究主要集中于土地整理、复垦的可行性评价方面，尤以土地适宜性评价研究最多。许多学者[7-15]从土地整理的内涵、类型、适宜性评价、潜力测算、工程实施方案以及绩效等方面开展了丰富的研究，何书金、金晓斌等[16-17]先后通过建立指标体系评价了矿区、高铁建设临时用地等用地类型的复垦潜力和方向，傅伯杰等[18]定义并评价了土地利用的可持续性。

为促进江苏沿海地区废弃盐田土地整治为耕地，确保耕地占补平衡目标的实现，有必要在掌握盐田的分布、数量及特征的基础上，建立一套针对废弃盐田土地整治为耕地的可行性评价指标体系，甄选适宜整治盐田土地的数量和分布空间，并分析整治的限制因子。本研究以传统土地适宜性评价为基础，结合盐田整治的实际情况选取评价指标，运用层次分析法并辅以 GIS 技术对江苏沿海地区盐田土地整治为耕地进行可行性评价，确定盐田土地整治的适宜程度、空间分布和面积，分析盐田土地整治的限制因子，为土地整治技术选择和方案设计奠定基础。

1 研究区概况

江苏省地处中国东部沿海的中部地区，东濒黄海，江苏沿海地区包括南通、连云港和盐城市的 14 个市(县、区)，土地总面积约 28 497 km^2，2012 年该区总人口 1 764.8 万人，地区生产总值 8 096.4 亿元，固定资产投资 5 437.6 亿元，公共财政预算收入 829.4 亿元，人均耕地面积约 0.08 hm^2，低于全国平均水平。研究区具体范围为北起苏鲁交界的绣针河口，南抵长江口，2004 年底前已形成的最外一道海堤外的沿岸高潮区滩涂。根据 2011 年土地利用现状图和高分辨率遥感影像资料统计，该区共有盐田总面积 58 983 hm^2，主要位于灌河以北地区，面积约 33 177 hm^2，占总面积的 56.25%；射阳河以南地区盐田分布较少；大丰市、东台市和如东县只分布有少量盐田。根据访谈及实地调查显示，绝大部分盐田处于低效利用或荒废闲置状态，土地资源浪费严重，盐田土地整治需求迫切，因此，选择该区域开展盐田土地整治可行性研究，试图为土地整治工程的实施和设计奠定良好的基础。

2 研究方法

考虑到江苏省经济发达，建设用地开发强度高，人均耕地面积少，耕地占补平衡压力大的现实，结合其对增加耕地后备资源的强烈意愿，主要针对盐田土地整治为耕地这一目标开展其可行性评价，通过可行性评价确定沿海地区盐田土地整治的适宜程度、空间分布和面积，并通过限制性因子分析，寻找制约盐田土地整治可行性的因子，为盐田土地整治技术选择和方案设计奠定基础。

2.1 评价单元的确定

评价单元是评价工作开展的基础，单元划分方法及单元划分的精度直接关系到评价结果的准确性，是做好评价工作的基础和先决条件。根据因素差异性、边界完整性、相似性和针对性原则，研究选择网格法划分评价单元，考虑到单块盐田面积和计算的简单性，以 100 m×100 m 格网作为评价单元，将该区划分为 58 983 个格网单元。

2.2 指标选择

已开展的土地适宜性评价研究中，大部分学者主要从生态、经济、社会等方面构建指标体系，地形坡度、土层厚度、土壤质地、土壤有机质含量作为重要的自然条件成为普遍选取的指标。根据综合性和主导性、可比性、针对性、代表性和可获性的原则，以盐田土地整治为耕地的可行性为目标，结合区域特征，从自然条件适宜性、经济支撑可行性、工程实施可操作性、综合效益可增性、生态环境敏感性 5 个方面构建评价指标体系。

自然条件适宜性选取降水、气温、与海岸线距离、土壤类型等 4 个指标进行衡量。(1) 降水和气温为区间值，用以反映土壤水分蒸发与水分补充之间此消彼长而引起的土壤返盐程度。(2) 与海岸线的距离反映盐田受海水盐度的影响程度，一般来说，在没有岸线防护工程的情况下，离海岸线越远，受海水的影响程度越低，土壤及地下水中的含盐量越少。江苏省沿海部分地区拥有较为完善的岸线防护工程，可以在一定程度上减轻但并不能完全消除海水对内陆地区的影响。因此，对于与海岸线距离这一指标需设置一个修正参数 ε，即在有防护工程的岸线地区利用参数 ε 修正海水对内陆的影响。(3) 土壤性质主要通过土壤质地、土壤有机质和土壤含盐量来描述和定量化。研究区内土壤类型由岸线到内陆依次为紧靠海的盐渍淤泥、滨海的盐土与强度盐化土、中度盐化潮土和轻度盐化与脱盐潮土，在一定程度上反映出较高的土壤含盐量、有机质含量以及土壤质地，利用模糊综合

评价方法计算得到土壤性质这一定性指标的指标值。

经济支撑可行性选取 GDP、财政收入、人均耕地面积进行衡量。(1) GDP 反映地区经济总体发展水平,即所处的经济发展阶段;财政收入反映投资或建设资金的投入能力,二者综合反映地区是否有足够的财力支持土地整治工程。财政收入与 GDP 的线性关联只存在于宏观层面,而在短期内、县域尺度上,GDP 和财政收入是两个不同的反映县域经济水平的指标,二者之间的相关性较小,需要二者结合起来才能反映区域经济的正常水平。(2) 人均耕地面积反映评价单元耕地紧张程度,人均耕地面积越小,耕地紧张程度越大,当地政府对盐田土地整治为耕地的愿望越迫切。

工程实施可操作性选取相对高差、微地形起伏程度、交通便利程度、与沟渠距离来表示。(1) 相对高差指盐田相对于最近淡水面的垂直高度,用以反映利用淡水的难易程度。(2) 微地形起伏用来反映将盐田土地整治为耕地进行地面平整需要进行的施工量大小,坡度越大,需要的施工工程量越大,反之越小。(3) 交通便利程度反映盐田整治区的区位优势,一方面盐田整治需要大量的人力物力,便利的交通是必要条件;另一方面盐田整治为耕地,便利的交通也是进行机械化耕作的基础。交通便利程度用评价单元离不同等级公路(国道或省道、县道、乡道、村道)的加权平均距离表示。(4) 与河流、沟渠的距离反映的是盐田利用淡水洗盐的难易程度。“盐随水来,盐随水走”,因此必须要有足够的淡水资源对盐田土壤进行持续不断的冲洗,并将产生的盐水排掉,才能降低土壤中的盐分含量,将盐田改良形成耕地。与沟渠距离越近,沟渠中的淡水对盐田的冲洗作用就越强,带走的盐分越多,洗盐效果越好。

综合效益可增性从预期经济效益、预期社会效益和预期生态效益 3 个方面进行评价,这 3 个指标为预期值,即参考邻近土地近年来的效益情况。(1) 经济效益以盐田整治后土地上农作物经济产值与原盐田生产产值的差值来表示。(2) 社会效益以盐田整治后增加的粮食产量来表示。通过废弃盐田整治形成有效耕地,对于缓解土地与社会经济发展之间的矛盾、保障国家粮食安全具有重大意义。(3) 生态效益以盐田整治后单位土地面积上碳汇量和释氧量的生态价值来表示。一般地,以盐田方式利用的土地固碳能力非常低,且其上的生物多样性比较简单。盐田整治成为耕地,可有效增加生物多样性,增强土地的碳汇功能,从而提高生态系统的稳定性。

生态环境敏感性为限制性指标,以是否位于自然保护区内来表示。江苏省沿海地区拥有沿海滩涂珍禽国家级自然保护区、大丰麋鹿国家级自然保护区、云台山国家森林公园等多个自然保护区或国家森林公园。在自然保护区的辐射范围内,应尽量减少人类活动的影响和破坏。因此,位于沿海自然保护区内的盐田不宜开发为耕地,而是应因地制宜的进行改造,作为沿海自然保护区内的重要湿地资源加以保护和利用。该指标作为评价指标体系中唯一的限制性因子,并不参与指标体系的计算过程,而是对评价结果进行空间叠置分析,扣除位于自然保护区内的可开发盐田。

2.3　数据来源与处理

基础数据主要来源于遥感影像图、江苏沿海地区土地利用现状图、地形图,江苏省重要生态功能区规划、江苏省综合交通规划,江苏省(南通市、连云港市和盐城市)统计年鉴等相关资料。

降雨量、气温指标以近 20 a 来年平均降雨量、气温数据利用 ArcGIS 插值得到;GDP,人均耕地面积,财政收入由评价单元所在县(县级市、区)的经济社会数据直接计算得到,遇评价单元跨行政区时,根据其面积占比加权求和计算得到相应的数值;相对高差指标根据研究区的高分辨率遥感影像数据提取得到淡水面栅格图,利用 DEM 数据得到淡水面栅格图和评价单元的平均高程信息,计算出评价单元与距其最近距离的淡水面的平均高程差为相对高差;微地形起伏利用 DEM 数据计算得到研究区的坡度数据,再与评价单元进行叠置分析提取每个评价单元的平均坡度值;交通便利程度、与河流沟渠距离则根据交通路线规划,运用 ArcView 最短路径分析功能计算各格网到公路、河流沟渠的距离,加权平均作为指标值。预期经济效益、社会效益和生态效益根据相关统计资料、周边地块调查获得的单位产出等数据,利用 GIS 分析技术综合计算得到。

评价指标体系中各指标的量纲不同,因此需要对其进行标准化处理。同时,考虑到各指标的性质不同,既有正向指标,又有负向指标,因而对这两类指标的标准化处理方法就存在差异。各指标权重运用层次分析法确定,在此基础上,计算单指标分值和综合分值(表 1)。

(1) 正负向指标的标准化处理。

$$\overline{a_i}=100(a_i-\min)/(\max-\min)\quad(i=1,2,\cdots,n)$$

$$\overline{b_i}=100-100(b_i-\min)/(\max-\min)\quad(i=1,2,\cdots,n)$$

式中:$\overline{a_i}$——标准化后的正向指标值;$\overline{b_i}$——标准化后的负向指标值;min——该指标中的最小指标值;max——该指标中的最大指标值。

(2) 指标分值计算。

根据可行性评价指标体系中单指标权重系数与其标准化值,单指标分值的计算公式为:

$$\overline{p_{ij}'}=\overline{c_{ij}}\cdot w_i' \quad (i=1,2,\cdots,n;\quad j=1,2,\cdots,m)$$

根据可行性评价指标体系中的指标权重与指标标准化值,综合分值的计算公式为:

$$\overline{p_j}=\sum_{i=1}^{n}\overline{c_{ij}}\cdot w_i'\times k \quad (i=1,2,\cdots,n;\quad j=1,2,\cdots,m)$$

式中:$\overline{p_{ij}'}$——第 j 个评价单元的可行性评价综合分值;$\overline{p_j}$——第 i 个指标的权重系数;n——指标个数;m——评价单元个数;k——限制性因子系数,即若评价单元位于自然保护区内,则 $k=0$,反之,$k=1$。

表 1 盐田土地整治可行性评价指标体系与权重分配

目标层	一级指标	二级指标	指标解释	权重系数
自然条件适宜性	气 候	年降水量	近 20 a 年均降水量	0.058
		气 温	近 20 a 年平均温度	0.049
	受海水影响程度	与海岸线距离	评价单元到海岸线距离	0.125
	土 壤	土壤类型	评价单元内的主要土壤类型	0.118
经济支撑可行性	经济状况	人均 GDP	评价单元所在行政区(县级)人均 GDP	0.086
		财政收入	评价单元所在行政区(县级)财政总收入	0.083
	耕地紧张程度	人均耕地面积	评价单元所在行政区(县级)人均耕地面积	0.043
工程实施可操作性	地 形	相对海拔	评价单元到最近淡水面的垂直高度	0.025
		微地形起伏程度	评价单元平均坡度	0.025
	交通便利度	与最近公路距离	评价单元到国(省)道、县道、乡道等主要道路加权距离	0.049
	水源保证度	与沟渠距离	评价单元到主要河流、干渠、支渠等的加权距离	0.07
综合效益可增性	预期经济效益	产值增加	单位面积土地上农业种植纯收入与原盐生产纯收入差值	0.043
	预期社会效益	粮食产量增加值	单位面土地积上粮食作物产量	0.134
	预期生态效益	固碳、释氧价值	单位面积土地上农作物固碳量和释氧量的生态价格	0.092
生态环境敏感性	对自然保护区的影响	是否在自然保护区内	限制性,所有位于自然保护区内的盐田均为不可整治盐田	限制性

3 评价结果

根据可行性评价指标体系中各指标的权重系数、指标数值,运用上述单指标和综合评价方法,综合计算得到江苏省盐田土地整治可行性指数,在 58 983 个评价单元中综合分值最小的为 0,最大的为 72.458。通过聚类分析方法,将评价单元划分为 1 到 4 级适宜类型区。4 级适宜类型区整治盐田可行性指数为 0,是指属自然保护区内并在可预见未来不允许开发的部分,主要位于临海地区和江苏北部地区,如赣榆县北部海州湾沿岸地区、滨海县东北部临海地区,面积约 2 401 hm^2,占 5.61%。3 级适宜类型区是指在目前的技术水平和经济条件下,开发难度较大或经济投入较高而超过地方经济承受能力的部分盐田,但随着经济发展和盐田治理技术的提高,这部分盐田将在未来一段时间内被逐步开发和整治形成耕地,主要位于赣榆南部地区、连云区大部分地区、响水县东北部及滨海县大部分地区,面积约 22 081.39 hm^2,占 35.90%。2 级适宜类型区是指在目前整治技术水平和经济条件下,通过改变或改善其整治的限制性因子,能够开发成为耕地的盐田,但这种类型盐田的限制性因子较多,需要较大的投入力度,主要位于连云区东南部地区、灌云县大部、射阳盐场东部以及大丰、东台和如东境内,面积约 27 531.9 hm^2,占 46.68%。1 级适宜类型区是指在目前整治技术水平和经济条件下,通过实施一定的措施即可将盐田开发为耕地,这种类型盐田的限制性因子较少,经济投入也较小,最适宜进行整治,主要位于灌云灌西盐场南部地区、响水盐场西南部及射阳盐场西部地区,面积约 6 968.71 hm^2,所占面积比例为 11.81%。

4 限制性因子判定

限制性因子最开始是生物学概念,是指限制生物生长、发育和分布的因素。任何生物体总是同时受多种因子影响,每一种因子都不是孤立地对生物体起作用,而是多种因子共同作用,因此任何生物总是生活在多种生态因子交织成的复杂的网络之中。但在具体生态关系中,一定情况下某个因子可能起的作用最大,这时,生物体的生存和发展主要受这一因子的限制,这就是限制因子,限制性因子又称之为主导因子或短板效应因素。根据限制性因子的生物学解释,盐田土地整治为耕地的限制性因子可以理解为在盐田开发转为耕地过程中,存在众多限制因素,且这些限制因素有大有小,如在淡水短缺地区,淡水资源为最大的限制因素;在坡度较大地区,土地平整程度就成为最大的限制因素。因此,对盐田开发转为耕地的最

大限制因素称之为限制性因子,也是短板效应中的主导因素。在盐田土地整治可行性评价结果的基础上,确定各评价单元进行土地整治为耕地的限制性因子,可为下一步的盐田土地整治技术的研究与方案的确定提供参考指导。为顺利实现盐田土地整治目标,本研究重点分析判定 3 个影响盐田整治可行性的限制因素,分别作为首要限制性因子、次要限制性因子和第三限制性因子。

4.1　限制性因子判定方法

根据单指标分值结果,选择每个评价单元中分值最小的 3 个指标,分别作为首要限制性因子(LF_1)、次要限制性因子(LF_2)和第三限制性因子(LF_3),即:

$$LF_{1i}=\min(P_{im}) \quad (m=1,2,\cdots,15)$$

式中:LF_{1i}——第 i 个评价单元的首要限制性因子;P_{im}——第 i 个评价单元的第 m 个评价指标因子。假设 $m=a$,$a\in[1,15]$时,$\min(P_{im})$成立。

$$LF_{2i}=\min(P_{in}) \quad (n=1,2,\cdots,15;\ n\neq a)$$

式中:LF_{2i}——第 i 个评价单元的次要限制性因子;P_{in}——第 i 个评价单元的第 n 个评价指标因子。假设 $n=b$, $b\in[1,15]$时,$\min(P_{in})$成立。

$$LF_{3i}=\min(P_{is}) \quad (n=1,2,\cdots,15;\ s\neq a \text{ 且 } s\neq b)$$

式中:LF_{3i}——第 i 个评价单元的第三限制性因子;P_{is}——第 i 个评价单元的第 s 个评价指标因子。

4.2　限制性因子结果分析

计算得到各评价单元的首要限制性因子、次要限制性因子和第三限制性因子。首要限制性因子中,财政收入是限制盐田整治的最重要的因素,表明区县经济发展水平与政府可投入资金规模,直接影响着是沿海区县整治盐田的力度和进度。次要限制性因素中,与海岸线距离指标则为限制盐田整治的重要因素,离海岸线越近,盐田返盐的可能越大、淡水的获取相对更难,盐田整治的难度也就增大。第三限制性因子中,相对海拔高度为重要的影因素,说明大部分盐田整治需要进行一定的土地平整,便于灌排水系统的设计与使用,也直接影响盐田整治的难度。

5　结 论

(1) 从自然条件适宜性、经济支撑可行性、综合效益可增性、工程实施可操作性和生态安全敏感性 5 个方面建立盐田土地整治为耕地的可行性评价指标体系,以网格法划分评价单元,运用层次分析法对江苏省沿海地区盐田土地整治进行可行性评价,评价指标体系方法可行。

(2) 根据评价结果,近期适宜整治的 1—2 级适宜类型区盐田面积为 34 500.61 hm^2,占盐田总面积的 58.49%,适宜整治的盐田分布由北向南依次为:灌河北岸适宜整治区,主要分布于连云区东南部及灌云县灌西盐场境内,灌河以北的地区;灌河南岸适宜整治区,主要分布于灌河以南地区,跨越响水、滨海两县;射阳河沿岸适宜整治区,主要位于射阳河南岸射阳盐场境内;大丰适宜整治区,位于大丰市境内,麋鹿自然保护区以北;东台适宜整治区,位于东台市东部;如东适宜整治区,位于如东县东南部。

(3) 基于限制性因子分析方法,发现江苏沿海地区废弃盐田土地整治为耕地的首要限制性因子,财政收入为重要因子,说明在废弃盐田土地整治过程中要重点考虑整治措施或技术的经济成本,尽可能采取低成本的措施或技术;次要限制性因子,与海岸线距离为重要因子,说明整治对象应尽量远离海岸地区,减少海水对土壤的影响;第三限制性因子,相对海拔高度为重要因子,说明盐田整治过程中土地平整在大部分地区是一项必须进行的工程。针对不同限制因子,如何科学选择不同的整治技术,也是未来研究的重点方向和需要进一步突破的地方。

(4) 江苏沿海地区盐田作为一种特殊的耕地后备资源,具有很大的开发利用潜力,可为人地矛盾突出的江苏地区的耕地占补平衡工作做出较大贡献。同时,盐田通过综合整治形成耕地,对于保障国家粮食安全、改善生态环境具有重要意义。

[参 考 文 献]

[1] 郭腾云,陆大道,甘国辉. 近 20 a 来我国区域发展政策及其效果的对比研究[J]. 地理研究,2002,21(4):504-510.

[2] 樊杰,千庆兰. 我国东部沿海重点地区经济发展与资源环境相互作用关系的比较研究[J]. 自然资源学报,2004,19(1):96-105.

[3] 顾芗,周生路,张红富. 江苏沿海耕地压力分区分析[J]. 中国农业资源与区划,2009(5):32-38.

[4] 赵其国. 解决我国东南沿海经济快速发展地区资源与环境质量问题刻不容缓:关于该区资源与环境质量问题研究的建议[J]. 土壤,2001(3):113-118.

[5] 王文,程德宝. 盐城市盐田整治的实践与探索[J]. 中国土地,2011(10):56-57.

[6] 陶晓丽,杨红伟. 合理开发利用辽宁省沿海荒滩和废弃盐田对策[J]. 管理科学,2011,24(1):48-50.

[7] 朱蕾,黄敬峰,王秀珍. 基于 GIS 的县级耕地开发整理潜力分析及评价:以浙江省仙居县为例[J]. 地理与地理信息科学,2003,19(5):55-60.

[8] 江一波,胡守庚,刘越岩,等. 基于 GIS 的丘陵山区可持续耕地整理潜力综合评价[J]. 中国土地科学,2012,26(6):42-48.

(下转第 183 页)

versity of Wageningen,1993.

[5] Richards J A, Richards J A. Remote Sensing Digital Image Analysis[M]. Berlin: Springer, 1999.

[6] Dehaan R L, Taylor G R. Field-derived spectra of salinized soils and vegetation as indicators of irrigation-induced soil salinization[J]. Remote Sensing of Environment, 2002,80(3):406-417.

[7] 邱宏烈, 武红旗, 范燕敏, 等. 新疆盐渍土壤和盐生植被高光谱遥感数据库[J]. 新疆农业大学学报, 2003, 26(2): 6-8.

[8] Metternicht G I, Zinck J A. Modelling salinity-alkalinity classes for mapping salt-affected topsoils in the semi-arid valleys of Cochabamba(Bolivia)[J]. Information Technology Journal, 1996,2:125-135.

[9] 刘焕军, 张柏, 刘志明, 等. 松嫩平原主要土壤光谱特征分析[J]. 中国科学院研究生院学报, 2007, 24(4): 440-445.

[10] Verma K, Saxena A, Barthwal A, et al. Remote sensing technique for mapping salt affected soils[J]. International Journal of Remote Sensing, 1994,15(9):1901-1914.

[11] Metternicht G I. Fuzzy classification of JERS-1SAR data: An evaluation of its performance for soil salinity mapping[J]. Ecological Modelling, 1998,111(1):6-74.

[12] Dwivedi R, Ramana K, Thammappa S, et al. The utility of IRS-1C, LISS-Ⅲ and PAN-merged data for mapping saltaffected soils[J]. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 2001,67(10):1167-1175.

[13] 张飞,丁建丽,赵睿,等.干旱区典型绿洲盐渍化土壤空间信息研究[J].干旱区地理,2007,30(4):544-551.

[14] 丁建丽.塔里木盆地南缘绿洲荒漠化动态变化遥感研究:以策勒县为例[J].遥感学报,2002,6(1):56-62.

[15] 张飞,丁建丽.渭干河—库车河三角洲绿洲盐渍化土壤特征研究[J].干旱地区农业研究,2007,25(2):146-150.

[16] 王宏卫.干旱区盐渍地遥感动态监测及其驱动力研究:以渭干河—库车河三角洲绿洲为例[J].干旱区地理,2009,32(3):445-453.

[17] 布和敖斯.基于知识发现和决策规则的盐碱地遥感分类方法研究[J].中国图象图形学报:A 辑,1999,4(11):965-968.

[18] 谢经荣,贾文.山东寿光县盐渍土壤近 20 年变化规律及其原因分析[J].北京农业大学学报,1993(1):83-90.

[19] 屈永华,段小亮,高鸿永,等.内蒙古河套灌区土壤盐分光谱定量分析研究[J].光谱学与光谱分析,2009,29(5):1362-1366.

[20] 李百红,赵庚星,董超,等.基于遥感和 GIS 的黄河三角洲盐化土地动态及其驱动力分析[J].自然资源学报,2011,26(2):310-318.

[21] 李静,赵庚星,杨佩国.基于知识的垦利县土地利用/覆被遥感信息提取技术研究[J].科学通报,2006(7):183-188.

[22] 孟岩,赵庚星,王静.基于遥感图像的垦利县盐碱退化土地信息提取及其演化规律研究[J].地域研究与开发,2009,28(5):135-139.

[23] Sommerfeldt T G, Thompson M D, Pront N A. Delineation and Mapping of Soil Salinity in Southern Alberta from Landsat Data [J]. Canadian Journal of Remote Sensing, 1985,10(2):104-118

[24] 高义.我国大陆海岸线 30 a 时空变化研究[D].山东 烟台:中国科学院 烟台海岸带所,2011.

(上接第 171 页)

[9] 张正峰,陈百明,郭战胜.耕地整理潜力评价指标体系研究[J].中国土地科学,2004,18(5):38-43.

[10] 张凤荣,郭力娜,关小克,等.生态安全观下耕地后备资源评价指标体系探讨[J].中国土地科学,2009,23(9):4-9.

[11] 叶艳妹.可持续农地整理的理论与方法研究[D],浙江杭州:浙江大学,2002.

[12] 吴九兴,杨钢桥.农地整理项目的绩效评价及其空间特征研究:基于湖北省 2001,2009 年 322 个省级项目[J].长江流域资源与环境,2012,21(9):1046-1051.

[13] 罗文斌,吴次芳,吴一洲,等.基于物元模型的土地整理项目绩效评价方法与案例研究[J].长江流域资源与环境,2011,20(11):1321-1326.

[14] 王瑗玲,赵庚星,李占军.土地整理效益项目后综合评价方法[J].农业工程学报,2006,22(4):58-61.

[15] 曲衍波,张凤荣,蒋广辉,等.基于生态位的农村居民点用地适宜性评价与分区调控[J].农业工程学报,2010,26(11):290-295.

[16] 何书金,苏光全.矿区废弃土地复垦潜力评价方法与应用实例[J].地理研究,2000,19(2):165-171.

[17] 金晓斌,周寅康,汤小橹,等.高速铁路建设临时用地土地破坏特征与复垦利用决策研究:以京沪高速铁路常州段为例[J].自然资源学报,2010,25(7):1070-1078.

[18] 傅伯杰,陈利顶,马诚.土地可持续利用评价的指标体系与方法[J].自然资源学报,1997,12(2):113-118.