

doi : 10. 6046/gtzyyg. 2016. 03. 25
引用格式: 刘军,詹然,孙蔚. 基于 GIS 的天津市滨海新区耕地适宜性评价[J]. 国土资源遥感,2016,28(3):160 – 165. (Liu J, Zhan R, Sun W. Evaluation of cultivated land suitability for Binhai New Area of Tianjin based on GIS [J]. Remote Sensing for Land and Resources ,2016,28(3):160 – 165.)

基于 GIS 的天津市滨海新区耕地适宜性评价

刘 军,詹 然,孙 蔚

(天津市渤海城市规划设计研究院,天津 300451)

摘要: 耕地是人类赖以生存的基本资源和条件,耕地适宜性评价是耕地合理利用的重要基础,可为耕地的利用和管理提供科学依据。以天津市滨海新区为研究对象,以耕地适宜性评价理论为基础,运用遥感和 GIS 确定评价单元,结合滨海新区具体情况和数据的可获取性,选取土壤、地质及灌溉等 3 类共 5 个评价因子,构建指标评价体系,借助 GIS 和加权指数求和评价模型进行综合评价,将耕地适宜性评价结果划分了 4 个等级。评价结果表明: 1—4 级分别占评价单元总面积的 5. 65% ,27. 25% ,44. 42% 和 22. 68% ,全区耕地质量不容乐观; 全区高度适宜耕种地区分布在太平镇、小王庄镇、中塘镇、空港经济区南部、胡家园街、新城镇、茶淀镇、大田镇、河西街和杨家泊镇一带; 根据评价结果,对各级用地分别提出建议,对提高滨海新区整体耕地质量,实现耕地合理有效利用具有实用意义。

关键词: GIS; 适宜性评价; 耕地; 天津滨海新区

中图法分类号: P 208 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001 – 070X(2016)03 – 0160 – 06

0 引言

随着我国城市化进程加速,建设用地占用了大量耕地。我国人均耕地较少,且存在耕地污染严重,耕地后备资源严重不足,耕地利用率低等问题^[1]。我国耕地仅占世界 10% ,人口却占世界的 22% ,面对日益严峻的气候危机、环境污染、土地退化而带来的粮食减产,粮食安全一直是国家的头等大事。

土地适宜性评价是针对土地在一定的用途条件下,鉴定土地对该用途的适宜性的过程^[2]。为了提高高效、科学、合理地利用耕地,国内对耕地适宜性评价方法做了大量的科学研究,近年来基于 GIS 的耕地适宜性评价受到了广泛的关注。杨子生应用已建立的土壤流失方程进行了滇东北山区基于可持续发展的耕地适宜性评价,将山区耕地适宜性分为 5 个等级^[3]; 周慧娟等利用 GIS 技术对北京密云进行了耕地适宜性评价,深入分析了 4 种主要农作物在空间位置的配比^[4]; 赵在友对重庆市云阳县进行耕地适宜性评价,根据研究结果提出了提高全县耕地利用率的合理建议^[5]; 柯新利等采用层次分析法(analytic hierarchy process ,AHP)确定指标权重,在栅格尺度上对湖北省开展了耕地适宜性评价^[6]。虽然基于 GIS 耕地适宜性评价的研究已经持续了很

多年,并取得了很大的进展,但是有的研究将城镇和 水体等都列入了评价范围,用土地指标如土壤质地等去评价城镇、水体不太妥当。

本文以天津滨海新区为研究对象,剔除水体和城镇、村落及大型工矿企业占用地等建设用地后确定评价单元,选取影响耕地适宜性的评价因子,通过层次分析法确定权重并构建指标评价体系。最后基于 GIS 通过指标加权求和将各个指标进行叠加分析,得出耕地适宜性评价结果。

1 研究区概况及数据源

天津市滨海新区地处华北平原北部,海河流域下游,市中心区东部的环渤海湾中心地段,东临渤海,西与东丽区接壤,北与天津市宁河县、河北省丰南县为邻,距北京 140 km,下辖 27 个街镇,地理坐标为 W38°40′ ~ 39°00′ ,E117°20′ ~ 118°00′ ,区境南北长,东西窄,呈弯弓状,天津港坐落其间。该区地处东北亚经济中心地带,辐射中国“三北”(东北、华北、西北)地区^[7],是亚欧大陆桥的东起点之一。

天津滨海新区耕地资源相对丰富,耕地面积占 496 km² (基本农田 390 km² ,一般耕地 106 km²)^[8]。然而土壤盐碱化严重,盐渍化土壤面积约占滨海新区总面积的 86. 3%^[9]。加之近年来城镇化发展迅

速,建设用地占用了大量耕地以及土壤污染加剧,导致耕地面积减少,耕地质量降低,耕地资源受到严重威胁。

选用的遥感影像为天津市滨海新区 2009 年 8 月 30 日获取的 TM 影像。图 1 是经 TM 影像 R(3) G(2)B(1) 波段合成的模拟真彩色图像,空间分辨率为 30 m。

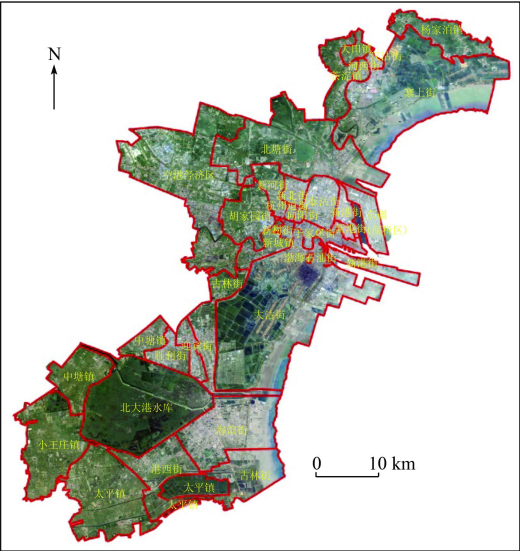


图 1 研究区位置
Fig. 1 Location of study area

2 研究方法

2.1 技术路线

本文具体的技术路线如图2所示。首先,将城

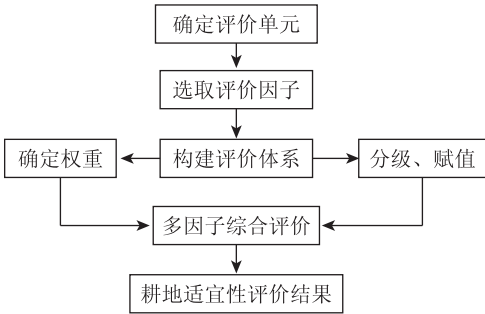


图 2 耕地适宜性评价技术路线
Fig. 2 Technical route of cultivated land suitability evaluation

镇、村落、大型工矿企业等建筑用地和水体、沿海滩涂等剔除,确定评价单元;之后,结合研究区的具体情况和数据的可获取性选取影响耕地适宜性的评价因子,确定等级和分值,并运用层次分析法确定各个评价因子的权重;最后,基于 GIS 技术将各个参评因子进行叠加运算,并根据得到的总分值进行重分类,得到耕地适宜性评价结果。

2.2 确定评价单元

本文通过 TM 影像,基于归一化建筑指数 (nor-

malized difference build - up index, NDBI)^[10], 自动判别出城镇、村落及大新工矿企业等建设用地,结合模拟真彩色图像目视解译,将自动判别的结果进行规整。剔除得到的建设用地和现有的水体、沿海滩涂等,得到的评价单元(均为耕地分布区),如图 3 所示;建设用地、滩涂、水体及评价单元等各类地块的面积统计见表 1。

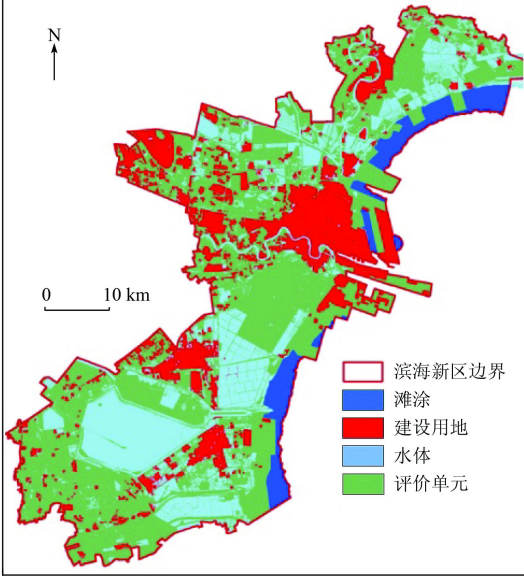


图 3 评价单元
Fig. 3 Evaluation unit

表 1 各类地表类型面积统计

Tab. 1	Area statistics for each type of surface				
地表类型	建设用地	水体	滩涂	评价单元	
面积/km ²	505.05	636.55	148.07	1 394.77	
面积比/%	18.81	23.71	5.52	51.96	

2.3 选取评价因子

选取评价因子需要根据影响耕地适宜性的各种自然因素和社会因素,综合土壤、地貌、灌溉条件等各个方面来确定。影响研究区耕地适宜性的因子很多,不可能也没有必要选取所有评价因子。根据研究区的具体情况,遵循评价因子的差异性、主导性、相互独立性以及综合性等原则^[9],经过比较分析,确定评价因子为坡度、土壤质地、土壤盐渍化程度、土壤有机质含量、土壤土体构成和灌溉条件等 6 个影响因子。由于滨海新区地处华北平原,地势平坦,坡度基本在 2°以内,因此可忽略坡度对耕地适宜性的影响。本文所采用的是研究区的土壤数据、地质数据和农田沟渠数据,其中土壤数据中的土壤质地和地质数据中的土体构成均来自联合国农组织 (Food and Agriculture Organization, FAO) 2003 年土壤更新数据,土壤有机质含量和土壤盐渍化数据均来自全国第二次土壤普查数据;沟渠数据来自天津市渤海城市规划设计研究院地名系统基础数据中的沟渠要素空间数据。以上数据均生成评价单元内连

续分布的栅格数据。

2.4 构建评价指标体系

根据 FAO 1976 年的《土地评价纲要》的规定,将耕地的适宜性级别划分为高度适宜(1 级)、中度适宜(2 级)、勉强适宜(3 级)和不适宜(4 级)等 4 个级别^[11],各个因子按照这 4 个等级分别打 4 分、3 分、2 分和 1 分。AHP 确定权重法是通过因子之间

的成对比较,生成一个比例矩阵,再依次计算出因子权重。其优点在于通过构建因子间的判断矩阵推断出各个因子间的相对重要性,充分考虑了因子间的相互关系,而不是孤立、主观地赋值^[12]。本文采用 AHP 法,通过确定指标相对重要性得出评价因子的判断矩阵,经过一致性检验后确定各个因子的权重。构建的评价指标体系如表 2。

表 2 耕地适宜性评价指标体系

Tab.2 Index system of cultivated land suitability evaluation

评价指标			分值	权重	评价指标			分值	权重
土壤质地	壤土	4	0.19	土体构成	通体壤	4	0.14		
	粘土	3			壤/粘/壤				
	砂土	2			壤/粘/粘	3			
	石砾	1			壤/砂/壤				
土壤有机质含量/%	[5,+∞)	4	0.22		砂/粘/粘	2			
	[3.5,5)	3			粘/砂/粘				
	[1.5,3.5)	2			通体粘	1			
	[0,1.5)	1			粘/砂/砂				
土壤盐渍化程度	无	4	0.17	沟渠密度/ (km•km ⁻²)	[0.03,+∞)	4	0.28		
	轻度	3			[0.02,0.03)	3			
	中度	2			[0.01,0.02)	2			
	重度	1			[0,0.01)	1			

2.5 建立适宜性评价模型

依据天津市滨海新区的实际情况,选取了土壤、地质及排灌等 3 个方面的土壤质地、土壤有机质含量、土壤盐渍化程度、土壤土体构成、沟渠密度共 5 个评价因子。同时,基于层次分析法确定了各个评价因子的权重,并分别分级、赋值,科学客观地构建了评价指标体系。在此基础上,为了将各个评价因子叠加分析,本文采用加权指数法构建了天津市滨海新区耕地适宜性评价模型,即

$$P = \sum_{i=1}^n w_i p_i \quad , \quad (1)$$

式中: P 为评价单元综合的分值; w_i 为评价因子权重; p_i 为评价因子分值; i 为评价因子编号; n 为评价因子总数,本文 $n=5$ 。按照上述方法计算所有评估因子的加权指数和,根据得到的总分值大小来确定各评价单元的适宜性等级。

3 评价结果与分析

基于上述评价方法,根据评价因子对耕地适宜性影响的程度,将单因子评价结果按照表 2 进行分级并赋值,每个因子的评价结果如图 4。

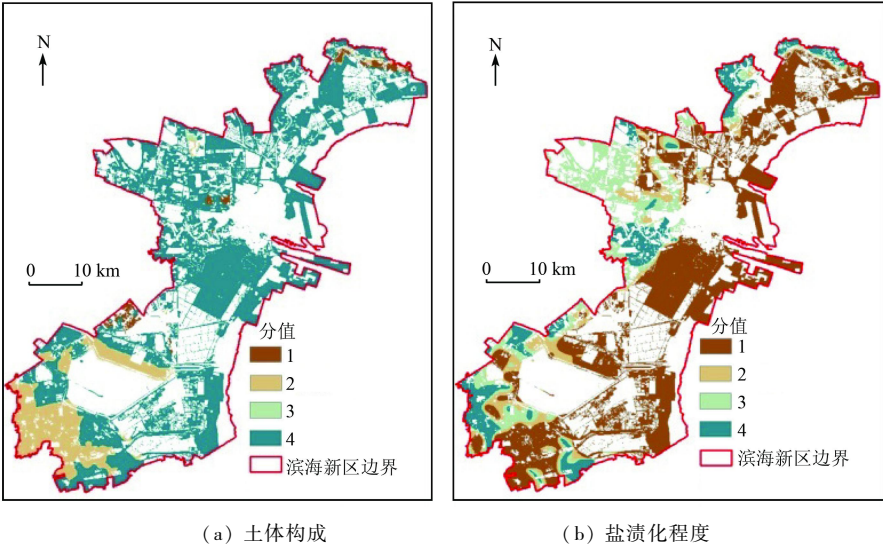


图 4-1 单因子分析结果
Fig.4-1 Results of the single index analysis

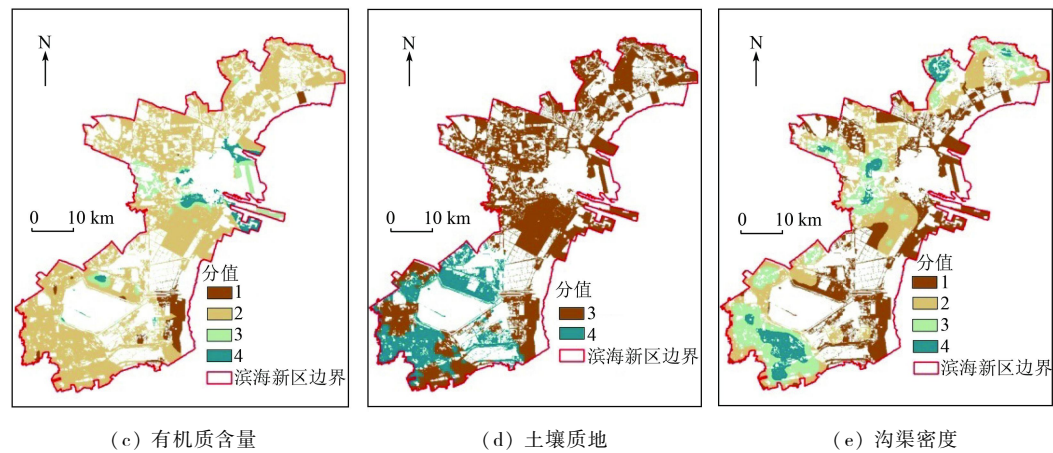


图 4-2 单因子分析结果

Fig. 4-2 Results of the single index analysis

将单因子评价结果依据评价模型进行叠加分析,得到评价单元耕地适宜性分值。对得到的耕地适宜性分值按照从低到高等间隔加上限制性阈值后进行重分类,并划分为高度适宜、中度适宜、勉强适宜和不适宜 4 个等级,最后得到研究区农用地适宜性评价结果如图 5,评价结果面积统计见表 3。

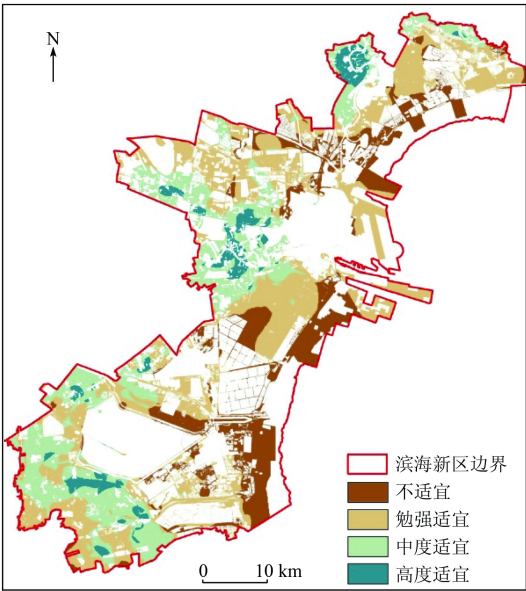


图 5 天津市滨海新区耕地适宜性评价结果

Fig. 5 Result of cultivated land suitability evaluation for Tianjin Binhai New Area

表 3 耕地适宜性评价结果面积统计

Tab. 3 Area statistics for the results of cultivated land suitability evaluation

适宜性等级	高度适宜	中度适宜	勉强适宜	不适宜
综合分值	≥3.09	[2.59,3.09)	[2.10,2.59)	[1.6,2.10)
面积/km ²	78.85	380.06	619.58	316.28
面积比/%	5.65	27.25	44.42	22.68

表 3 中的评价结果表明,滨海新区土地耕种适宜性比较差。

从评价结果分布格局(图 5)来看,最适宜耕种

的土地主要分布在滨海新区最南部地区的太平镇、小王庄镇和中塘镇,中西部地区的空港经济区南部、胡家园街和新城镇,西北部地区的括茶淀镇、大田镇、河西街和北部地区的杨家泊镇等地段。这些地区土体构成较好,盐渍化程度低,灌溉条件好,土壤质地较适宜农作物的生长。中度适宜区域分布和高度适宜区域相同,但是面积比高度适宜区域大。高度适宜区域零星分布在中度适宜区域内。勉强适宜区域主要分布在东北部地区的杨家泊镇、寨上街,中部地区的空港经济区、北塘镇、新河街、大沽街、吉林街、胜利街、北大港水库和西南部地区的中塘镇、小王庄镇、太平镇、港西街及海滨街等地段。这些地区虽然土体构成较好,但是土壤质地一般,盐渍化程度严重,有机质含量较低,灌溉条件较差,只能勉强适宜农作物的生长。不适宜区域主要分布在滨海新区沿海地区的吉林街、大沽街、北塘街和寨上街和中部地区的大沽街和北大港水库周围地段。这些地区虽然土体构成较好,但是土地限制的因素很多,如盐渍化程度严重、灌溉条件差、土壤质地适宜性一般、有机质含量较低等,这些都导致农作物很难在这些地区生长。

为了切实加强耕地保护和土地的合理利用,最大程度上改造中度适宜区域和勉强适宜区域,综合提高耕地的生产能力,结合以上的评价结果,分别对各个适宜等级地区的耕地利用和保护提出建议:

1)高度适宜区。切实加强保护耕地,避免建设用地占用耕地,防止土地污染。

2)中度适宜区。该区分布与高度适宜基本相同,但分布面积要更广泛,其适宜性下降主要是因为土壤盐渍化程度高以及排灌条件低。因此加强农田基本建设,通过兴修水利和其他配套设施,提高灌溉条件。采用物理和化学措施,改善土壤结构,加强土壤渗透性,减少盐渍化污染。

3) 勉强适宜区。勉强适宜区域面积最大, 占评价单元的 44.42%, 且分布广泛。这些地区适宜性的限制性因素包括: 盐渍化程度高、有机质含量低、灌溉条件差等。因此需要长期坚持并加大土壤整治力度: 合理施肥, 改善土壤结构, 提高土壤肥力, 改良盐渍化土地。兴修水利, 建立完善的农田灌溉排水系统。除此之外, 还应加大土地整理复垦力度, 通过农村居民点整理复耕和归并零散农田。

4) 不适宜区。对于土壤污染严重以及其他因素限制而不适宜耕种的土地应实施退耕还林还草, 防止水土流失, 改善生态环境, 提高土地的生态服务价值。

4 结论和讨论

1) 耕地是人类赖以生存的基本资源和条件, 耕地适宜性评价是耕地合理利用的重要基础, 为耕地的利用和管理提供科学依据。本文运用 GIS 手段评价天津滨海新区耕地适宜性, 通过确定评价单元、选取评价因子、构建评价指标体系并运用评价模型对各个因子进行叠加分析, 得到了天津市滨海新区耕地适宜性综合评价结果。

2) 本文在前人的基础上, 通过遥感方法, 剔除了水体和建设用地后确定评价单元。尤其对于像天津滨海新区这种比较发达且水体分布广泛的城市, 评价单元的确定显得尤为重要。结果表明: 评价单元中仅有 5.65% 的土地高度适宜耕种。天津滨海新区位于环渤海地区的中心位置, 内陆广阔, 土地资源相对丰富。但是, 由于土地盐渍化严重, 在加上因工业发展带来的有机污染和重金属污染, 耕地质量下降, 农作物减产问题突出。

3) 本文采用 AHP 方法确定指标权重, 而 AHP 方法需要依靠专家对各个指标的相对重要性进行打分, 具有一定主观性。在今后工作中需要优化指标权重确定的方法, 使指标权重的确定更加科学客观。

参考文献 (References):

- [1] 莫福华. 如何加强我国耕地资源保护的有效对策[J]. 大科技, 2014(24): 373-374.
Mo F H. The effective countermeasures of how to strengthen cultivated land protection in China[J]. Super Science, 2014(24): 373-374.
- [2] 李颖, 施昆, 罗文生, 等. 基于 GIS 的琼海市胡椒土地适宜性评价[J]. 江西农业学报, 2014, 26(7): 124-127.
Li Y, Shi K, Luo W S, et al. Evaluation of soil suitability for pepper planting in Qionghai City based on GIS[J]. Acta Agriculturae Jiangxi, 2014, 26(7): 124-127.
- [3] 杨子生. 土壤流失方程在山区耕地可持续利用适宜性评价与土地利用规划中的应用[J]. 山地学报, 1999, 17(s1): 36-44.

- Yang Z S. The application of soil loss equation in cultivated land suitability evaluation based on sustainable use and land use planning in the northeast mountain region of Yunnan Province[J]. Journal of Mountain Science, 1999, 17(s1): 36-44.
- [4] 周慧娟, 刘慧平. GIS 支持下的密云县耕地适宜性评价[C]//中国地理信息系统协会. 中国地理信息系统协会 2001 年年会论文集. 北京: 科学出版社, 2001: 337-342.
Zhou H J, Liu H P. Cultivated land suitability evaluation in Miyun county supported by GIS[C]//Geographic Information System Association. Proceedings of Geographic Information System Association Annual Conference. Beijing: Science Press, 2001: 337-342.
- [5] 赵在友, 涂建军, 柳蛟, 等. 基于 GIS 的喀斯特地区耕地适宜性评价——以重庆市云阳县为例[J]. 农机化研究, 2010, 32(1): 10-12, 17.
Zhao Z Y, Tu J J, Liu J, et al. GIS based on the Karst area of cultivated land suitability evaluation in order to Yunyang County of Chongqing as an example[J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2010, 32(1): 10-12, 17.
- [6] 柯新利, 荣庚午, 韩冰华. 基于 AHP 和 GIS 的湖北省耕地适宜性评价[J]. 国土与自然资源研究, 2011(4): 35-38.
Ke X L, Rong G W, Han B H. Suitable evaluation on cultivated land based on AHP and GIS in Hubei Province[J]. Territory & Natural Resources Study, 2011(4): 35-38.
- [7] 天津市地方志编修委员会办公室. 天津区县年鉴 2012[M]. 天津: 天津社会科学院出版社, 2012: 105-106.
Tianjin Local Chronicles Editing Committee Office. Tianjin Area County Annals 2012[M]. Tianjin: Tianjin Academy of Social Sciences Publishing House, 2012: 105-106.
- [8] 毛建华, 沈伟然. 天津滨海新区土壤盐碱与污染状况及土地利用的思考[J]. 天津农业科学, 2005, 11(4): 15-17.
Mao J H, Shen W R. Reflection of soil salination pollution research and land use of Binhai Area in Tianjin[J]. Tianjin Agricultural Sciences, 2005, 11(4): 15-17.
- [9] 崔静. 天津市滨海新区土壤污染状况及防治措施初探[C]//2011 中国环境科学学会学术年会论文集(第二卷). 北京: 中国环境科学出版社, 2011: 1589-1592.
Cui J. Soil pollution situation and initially search of preventive measures in Tianjin Binhai New Area[C]//In proceedings of Chinese Society for Environment Sciences Academic Annual Conference. Beijing: China Environmental Science Press, 2011: 1589-1592.
- [10] 查勇, 倪绍祥, 杨山. 一种利用 TM 图像自动提取城镇用地信息的有效方法[J]. 遥感学报, 2003, 7(1): 37-40.
Zha Y, Ni S X, Yang S. An effective approach to automatically extract urban land-use from TM imagery[J]. Journal of Remote Sensing, 2003, 7(1): 37-40.
- [11] 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, 34(16): 3911-3913.
Zhang C G, Wang W. Evaluation of the suitability of agricultural land - using based on the method of GIS/RS[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2006, 34(16): 3911-3913.
- [12] 冯乃琦, 刘超, 朱立杰. 应用层次分析法确定土地复垦适宜性评价指标权重——以登封市某铝土矿矿山土地复垦为例[J]. 资源导刊: 地球科技版, 2014(10): 29-31.
Feng N Q, Liu C, Zhu L J. Application research of AHP in the weights of land suitability evaluation index: A case study on a bauxite mine - land reclamation in Dengfeng City[J]. Resources Guide: Earth Science and Technology, 2014(10): 29-31.

Evaluation of cultivated land suitability for Binhai New Area of Tianjin based on GIS

LIU Jun, ZHAN Ran, SUN Wei
(Tianjin Bohai Urban Planning & Desingn Institute, Tianjin 300451, China)

Abstract: Cultivated land is an essential resource and condition for the survival of human beings . Evaluation of cultivated land suitability is the basis of the land reasonable utilization and can provide the scientific basis for utilization and management of cultivated land . Taking Tianjin Binhai New Area as the study object and based on the theory of cultivated land suitability , the authors confirmed the evaluation unit with combinations of GIS and RS . 5 evaluation factors were selected including soil geology and irrigation to build up the evaluation system with combinations of specific situations of Binhai Xin Area and the availability of data . Then the results of cultivated land suitability were divided into four levels based on GIS and weighted index summation model . The result showed that each level accounted for 5.65% , 27.25% , 44.42% , 22.68% of the total evaluation unit area respectively from level I to level IV. The whole quality of cultivated land is not very good . The highly suitable regions are mainly distributed in Taiping Town , Xiaowangzhuang Town , Zhongtang Town , north of Airport Economic Zone , Hujiayuan Street , Xincheng Town , Chadian Town , Datian Town , Hexin Street and Yangjiabo Town. The authors put forward some advices for each level land of evaluation result based on the results of each index evaluation , which are very important for improving cultivated land quality of the whole Binhai New Area and using land reasonably and availably .

Keywords: GIS; suitability evaluation ; cultivated land ; Tianjin Binhai New Area

第一作者简介: 刘 军(1987 -),男,硕士,研究方向为微波遥感和土地利用。Email: liujun198707@126.com。
(责任编辑: 李 瑜)