

松嫩平原耕地等别空间分异特征研究

陈建龙¹, 狄春¹, 马龙泉¹, 邸延顺²

(1. 黑龙江省国土资源勘测规划院, 哈尔滨 150090; 2. 东北农业大学 资源与环境学院, 哈尔滨 150030)

摘要: 总体把握松嫩平原耕地质量及等别空间分异特征, 对于科学的耕地质量保护及建设具有重要的意义。以黑龙江省农用地分等国家级汇总成果为基础, 运用 ArcGIS 9.3 空间分析功能综合分析松嫩平原耕地等别在空间上的分异特征。研究结果表明: 松嫩平原耕地等别范围为 8~13 等, 平均等别为 10.8 等, 与全国平均等别 9.8 等相比可以看出, 耕地质量总体偏低, 优质耕地仅占总耕地面积的 8.62%, 一般耕地占 70.88%, 较差耕地占 20.50%; 各市县之间耕地等别差异明显, 东部地区的哈尔滨市、五常市、双城市等市县耕地质量较好, 等别集中在 8~10 等, 西北部地区的讷河、甘南等市县耕地质量较差, 等别集中在 11~13 等。耕地等别总体呈现由北向南、由西向东增加的趋势, 未来耕地建设过程中应因地制宜, 根据各区域不同条件及存在问题提出切实有效的治理措施。该研究为松嫩平原耕地空间优化、质量提升、基本农田划定及高标准农田建设提供科学合理的依据。

关键词: 耕地; 分等; 土地评价; 空间分异; 松嫩平原

中图分类号: F301.21

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2015)03-0225-05

Research for the Characteristics of Spatial Differentiation of Cultivated Land Grades in Songnen Plain

CHEN Jianlong¹, DI Chun¹, MA Longquan¹, DI Yanshun²

(1. Institute of Surveying and Planning on Land and Resources in Heilongjiang Province, Harbin 150090, China; 2. School of Resources and Environmental Sciences, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China)

Abstract: Understanding the characteristics of cultivated land grades and space differentiation of quality in Songnen Plain is of great importance for the scientific quality of cultivated land protection and construction. The characteristics of spatial differentiation of cultivated land grades in Songnen Plain were comprehensively analyzed using the national summary of farmland classification results of Heilongjiang Province and ArcGIS 9.3 spatial analysis functions. The results showed that the cultivated land grades ranged between 8 and 13, and the average grade was 10.8. Compared with the national average grade 9.8, it could be seen that the cultivated land quality overall was low. The high quality cultivated land accounted for only 8.62% of the total cultivated land area, the average land accounted for 70.88%, poor arable land accounted for 20.50%; the cultivated land showed the significant difference among all cities and countries, and the quality was better in eastern region like Harbin, Wuchang and Shuangcheng, the grades focused on 8 to 10; the low quality of cultivated land distributed in the northwest region like Nehe and Gannan, the grades focused on 11 to 13. On the whole, the cultivated grade presented the increase trend from the north to the south, and from the west to the east. The cultivated land construction measures should be adjusted according to local conditions in the future, and effective measures should be put forward according to the condition of different regions and existing problems. The research can provide the scientific and reasonable basis for spatial optimization of cultivated land, quality improvement, basic farmland demarcation and high standard farmland construction in Songnen Plain.

Keywords: cultivated land; grade; land assessment; spatial differentiation; Songnen Plain

1998 年国土部门根据以往的工作经验初步确定了《农用地分等定级规程》^[1-2], 各级相关部门也经过了长时间的探索, 最终用时 10 年, 于 2009 年将农

地分等成果正式公布于众^[3]。随着分等成果的公开, 一股提升耕地综合生产能力的浪潮在全国各地席卷开来。黑龙江省立足于全国发展科学转型的背景下,

针对农业发展潜力的释放,耕地综合生产能力的提升以及对农业现代化与工业化、信息化、城镇化协调发展的探索,提出了《黑龙江省“两大平原”现代农业综合配套改革试验总体方案》,并在 2013 年 4 月正式获得国务院批准实施。从该方案可以总结,提升耕地质量、进行适度规模经营、农业现代化产业转型将是带动耕地综合生产能力提升和实现农业现代化的三驾马车。其中提升耕地质量的工作将主要依据 2009 年农用地分等定级成果进行开展,“两大平原”建设方案的阶段性目标也指出:第一阶段(2013—2015 年)耕地质量平均提高 1 个等级以上,第二阶段(2016—2020 年)耕地质量平均提高 1.5 个等级以上^[4]。这就需要我们根据已有的农用地分等定级成果对区域差异进行多层次、多角度的分析,为提升耕地质量及其他工作提供理论基础。

经过多年努力,农用地分等在技术层面上促进了地理信息系统、系统分析、数据挖掘分类、空间聚类模型、空间插值等多学科方法手段在土地管理工作中的应用与创新^[5-7]。从指标区分等单元的确定、评价因素的定量分析、土地利用系数和土地经济系数计算的过程等各方面推进了土地评价理论的研究进程^[8-10]。在农用地分等成果的基础上,各学者相继开展了土地整理、复垦整治、占补平衡、耕地生产潜力的开发、农田规模与相关地类的空间配置、基本农田划定和保护等相关研究^[11-15]。在耕地质量的分析方面,各学者在传统耕地质量评价的基础上充分利用空间信息技术^[16],对耕地质量的重要性和波动性、耕地质量改良的滞后性与艰难性进行了分析,并对耕地质量的动态监测和预警机制进行了研究^[17-18]。这些研究成果都对我国农业现代化发展、保障粮食安全、落实耕地保护以及土地可持续利用等开辟了新思维,也使得全国农用地管理体系基本成型,初步实现了数量、质量、权属、价格“四位一体”的管理。黑龙江省于 2012 年在农用地分等成果的基础上,对各市县的耕地质量等级成果进行了补充和完善。这一工作成果更新了各地土地利用的动态,特别是对耕地开发、占补、整治以及基本农田建设等相关工作的开展提供了数据基础,并具有指导意义。

松嫩平原是东北平原的组成部分,由松花江和嫩江冲击形成,地势平坦、土壤肥沃,是黑龙江省和国家的重要商品粮基地^[13]。本文选取松嫩平原作为研究区,以黑龙江省农用地分等国家级汇总成果为基础数据,以研究区内各市(县)为研究单元,运用空间分析、图层数据叠加分析、统计分析及综合分析等手段,研究松嫩平原耕地质量等别在空间上的分布特征及规律。

旨在宏观和中观角度探析研究区内耕地质量差异的影响因素,并因地制宜地根据区域不同问题提出应对措施,为松嫩平原耕地空间优化、质量提升、基本农田划定及高标准农田建设提供科学依据和现实基础。

1 研究区概况与数据来源

1.1 研究区概况

松嫩平原区属于东北松辽平原的一部分,位于黑龙江省西南部,南部为冲积平原,以松辽分水岭为界,北部属于小兴安岭向松嫩平原过渡地带,地势平坦,海拔 100~300 m。研究区包括齐齐哈尔、大庆、绥化市所辖各市县,哈尔滨市所属呼兰、双城、宾县、五常、巴彦、木兰等市县。由于黑河市所属的嫩江县、北安县、五大连池市地处黑龙江省标准耕作制度分区中的大小兴安岭山麓冷凉半湿润区,所以本研究区不包含以上 3 个市县。松嫩平原耕地面积 701.09 万 hm^2 , 占全省耕地面积的 43.99%。该区土壤类型以黑土、黑钙土、草甸土为主,黑土层厚,土壤有机质含量高,土质肥沃,自然质量条件在全省各指标区中最高。同时松嫩平原人口多,城镇化水平高,交通便利,农田基础设施比较完善,粮食单产水平高,是黑龙江省主要的农牧业生产基地和国家重要的商品粮基地。

1.2 数据来源

本研究数据包括:2012 年黑龙江省农用地分等国家级汇总成果数据、黑龙江省 1:5 万地形图、黑龙江省统计年鉴、黑龙江省土地利用总体规划(2006—2020 年)、最新土壤资料等。

2 研究思路与方法

从松嫩平原区域总体出发,综合运用农用地分等国家级汇总成果,同时考虑扣除规划期内建设用地占用耕地,分析研究区内耕地在数量、质量及空间分布差异性等方面的特点。在等别分析过程中,以市(县)为研究单元,采用面积加权方法计算各市(县)等别的平均值,从而进行整个研究区内各市(县)之间耕地质量的比较,见式(1)。

$$X = \frac{\sum_{i=\min}^{i=\max} i \times S_i}{S_{\text{总}}} \quad (1)$$

式中: X ——市(县)等别平均值; i ——耕地自然等别; i_{\min} ——等别最小值; i_{\max} ——等别最大值; S_i —— i 等耕地的面积; $S_{\text{总}}$ ——该市(县)耕地总面积。

本文以黑龙江省农用地分等国家级汇总成果为基础数据,采用农用地分等确定的分等因素以及各类分等参数,依据最新《农用地质量分等规程》,同时利用最新土地利用总体规划相关资料,对未来建设用地占用耕地引起耕地数量减少的区域补充完善有关数

据,运用 ArcGIS 9.3 软件的空间分析功能,对数据进行转化分析。采用图层数据叠加分析、比较分析、统计分析及相关分析等相关分析功能,研究松嫩平原耕地等别在空间上的分布特征及规律。

3 结果与分析

3.1 耕地质量与数量分析

根据全省农用地分等汇总成果,松嫩平原耕地总面积为 701.09 万 hm^2 , 占全省耕地总面积的 43.99%, 水田面积 775 971.18 hm^2 , 占 11.07%; 旱田面积 6 234 905.39 hm^2 , 占 88.93%。耕地质量共划分为 6 个等别, 等别范围为 8—13 等地, 其中 8 等地质量最优, 13 等地质量最差, 整个研究区以 10 等地、11 等地、12 等地为主, 平均等别为 10.8 等, 与全国平均等别 9.8 等相比低 1 个等别。其中, 8 等地面积 46 450.72 hm^2 , 占松嫩平原总面积的 0.66%; 9 等地面积 557 979.43 hm^2 , 占 7.96%; 10 等地面积 1 789 900.53 hm^2 , 占 25.53%; 11 等地面积 3 179 204.88 hm^2 , 占 45.35%; 12 等地面积 1 435 606.73 hm^2 , 占 20.48%; 13 等地面积 1 734.28 hm^2 , 占 0.02%。

将 8—13 等 6 个等别划分为 3 个档次, 其中 8, 9 等地高于全国平均等别 9.8 等, 将其划为优质耕地,

10, 11 等地划分为一般耕地, 12, 13 等地划分为较差耕地。松嫩平原优质耕地面积仅有 60.44 万 hm^2 , 占总面积的 8.62%; 一般耕地面积为 496.91 万 hm^2 , 占 70.88%; 较差耕地面积为 143.74 万 hm^2 , 占 20.50%。

分别以国家 1 等地和国家平均等别 9.8 等地为基础核算松嫩平原标准耕地总量, 黑龙江省面积折算系数分别为 0.25, 0.68。研究区内参与分等的耕地面积为 701.09 万 hm^2 , 经核算后, 松嫩平原相当于国家 1 等地的耕地仅 175.272 5 万 hm^2 , 相当于国家平均等别 9.8 等地的有 476.741 2 万 hm^2 , 由以上所得数据可知, 松嫩平原区耕地质量总体偏低。

3.2 耕地等别空间分布特征

松嫩平原各市县耕地等别及加权等别情况如表 1 所示, 平均等别最高的市县为哈尔滨市和五常市, 平均等别为 9.4 等; 平均等别最低的为木兰县、泰来县、林甸县和讷河市, 其平均等别分别为 11.7, 11.9, 12.0, 12.0 等。各市县之间等别差别较大, 东部地区的哈尔滨市、五常市、双城市、绥化市、肇东市、海伦市等市县耕地等别相对较高, 等别主要集中在 9, 10 等地; 西北部地区的讷河市、甘南县、林甸县、泰来县、拜泉县、杜尔伯特蒙古自治县和东部地区的木兰县等市县等别较低, 主要集中在 11, 12 等地。

表 1 松嫩平原各市县耕地等别构成

市县	8 等地/ km ²	比例/ %	9 等地/ km ²	比例/ %	10 等地/ km ²	比例/ %	11 等地/ km ²	比例/ %	12 等地/ km ²	比例/ %	13 等地/ km ²	比例/ %	平均 等别
哈尔滨市	211.21	5.50	2099.39	54.66	1234.85	32.15	295.38	7.69	0.00	0.00	0.00	0.00	9.4
双城市	2.68	0.11	526.98	22.55	1369.27	58.60	437.72	18.73	0.00	0.00	0.00	0.00	10.0
宾县	0.00	0.00	27.95	1.36	756.28	36.72	1275.43	61.92	0.00	0.00	0.00	0.00	10.6
五常市	250.62	8.15	1297.02	42.16	1426.84	46.38	101.69	3.31	0.00	0.00	0.00	0.00	9.4
巴彦县	0.00	0.00	57.90	2.55	1027.78	45.27	1184.66	52.18	0.00	0.00	0.00	0.00	10.5
木兰县	0.00	0.00	0.00	0.00	7.26	0.58	369.35	29.75	864.90	69.67	0.00	0.00	11.7
大庆市	0.00	0.00	0.00	0.00	7.70	0.60	950.25	74.11	324.34	25.29	0.00	0.00	11.2
肇源县	0.00	0.00	0.54	0.03	533.48	31.37	1166.60	68.60	0.00	0.00	0.00	0.00	10.7
肇州县	0.00	0.00	1.25	0.08	1114.55	75.11	368.00	24.80	0.00	0.00	0.00	0.00	10.2
杜蒙县	0.00	0.00	0.00	0.00	96.27	5.91	1168.45	71.74	363.96	22.35	0.00	0.00	11.2
林甸县	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	59.63	3.55	1621.35	96.45	0.00	0.00	12.0
齐齐哈尔市	0.00	0.00	0.00	0.00	52.32	2.65	1679.33	84.97	244.76	12.38	0.00	0.00	11.1
龙江县	0.00	0.00	93.50	2.57	354.88	9.75	2890.04	79.36	303.10	8.32	0.00	0.00	10.9
泰来县	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	320.31	14.03	1962.63	85.97	0.00	0.00	11.9
富裕县	0.00	0.00	0.00	0.00	34.95	1.65	1944.29	91.62	142.87	6.73	0.00	0.00	11.1
讷河市	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	71.13	1.50	4639.19	98.13	17.34	0.37	12.0
克山县	0.00	0.00	0.00	0.00	302.60	12.77	2062.80	87.08	3.57	0.15	0.00	0.00	10.9
克东县	0.00	0.00	0.00	0.00	141.31	9.12	1399.69	90.32	8.76	0.57	0.00	0.00	10.9
依安县	0.00	0.00	0.00	0.00	102.55	3.66	2255.73	80.51	443.61	15.83	0.00	0.00	11.1
拜泉县	0.00	0.00	0.00	0.00	42.12	1.61	1497.79	57.19	1078.94	41.20	0.00	0.00	11.4
甘南县	0.00	0.00	0.00	0.00	304.18	8.84	1002.56	29.14	2133.35	62.01	0.00	0.00	11.5
绥化市	0.00	0.00	636.13	29.44	1522.95	70.47	1.95	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	9.7
兰西县	0.00	0.00	0.00	0.00	902.83	49.30	926.37	50.58	2.12	0.12	0.00	0.00	10.5
肇东市	0.00	0.00	450.95	16.61	1531.71	56.42	732.06	26.97	0.00	0.00	0.00	0.00	10.1
安达市	0.00	0.00	0.00	0.00	43.32	3.09	1357.43	96.91	0.00	0.00	0.00	0.00	11.0
望奎县	0.00	0.00	0.00	0.00	817.81	47.37	830.77	48.12	77.93	4.51	0.00	0.00	10.6
明水县	0.00	0.00	0.00	0.00	75.83	5.25	1336.02	92.52	32.17	2.23	0.00	0.00	11.0
青冈县	0.00	0.00	0.00	0.00	575.10	33.22	1131.79	65.37	24.49	1.41	0.00	0.00	10.7
庆安县	0.00	0.00	15.16	0.76	804.20	40.32	1175.12	58.92	0.00	0.00	0.00	0.00	10.6
海伦市	0.00	0.00	373.02	11.08	2209.07	65.60	785.29	23.32	0.00	0.00	0.00	0.00	10.1
绥棱县	0.00	0.00	0.00	0.00	506.99	31.58	1014.42	63.19	84.03	5.23	0.00	0.00	10.7
总面积	464.51	0.66	5579.79	7.96	17899.00	25.53	31792.05	45.35	14356.07	20.48	17.34	0.02	

从松嫩平原耕地等别总体分布来看,耕地质量较低,高等别耕地分布范围较小,低等别耕地在整个研究区分布范围较大。从各等别耕地在各市县的分布来看,质量最高的8等地只在哈尔滨市、双城市、五常市3个市县有所分布,其中哈尔滨市8等地面积211.21 km²,双城市2.68 km²,五常市250.62 km²;优质耕地中哈尔滨市和五常市所占比重最大,面积为3 858.24 km²,占优质耕地面积的63.84%,而木兰县、大庆市、杜尔伯特蒙古族自治县、林甸县、齐齐哈尔市、泰来县、富裕县、讷河市、克山县、克东县、依安县、拜泉县、甘南县均无优质耕地分布;一般耕地在各市县分布相差不大,主要分布在宾县、巴彦县、龙江县、克山县、依安县、肇东市和海伦市,占一般耕地面积的35.16%;较差耕地分布最多的是讷河市、甘南县和林甸县,占较差耕地面积的58.52%,哈尔滨市、双城市等市县无较差耕地分布。

3.3 耕地质量差异分析

松嫩平原属于中温带大陆性季风气候,耕地质量较差的讷河市和甘南县因地处高纬度地区,气温低,全年 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 有效积温仅为1 800~2 000 $^{\circ}\text{C}$,无霜期为100~110 d,热量少,光热条件差,该气候条件只能种植低产早熟的旱地作物;质量一般的耕地主要分布在齐齐哈尔、大庆、绥化等各县市,全年 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 有效积温为2 000~2 400 $^{\circ}\text{C}$,年降水量为400~500 mm,土壤类型以黑土、黑钙土、草甸土为主,光、热、水、土条件总体较好,但西部地区风沙、干旱灾害严重,同时大庆等市县由于石油的开采,造成土壤盐渍化加剧,北部的克山、拜泉等市县是全省水土流失最严重的地区,这些都一定程度上影响了耕地的自然质量,所以耕地类型以旱地为主;而优质耕地所在的哈尔滨市、五常市、双城市等地区全年 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 有效积温大于2 400 $^{\circ}\text{C}$,海拔小于300 m,无霜期130 d以上,年降水量达550~600 mm,土壤以黑土、草甸土为主,土质肥沃,自然肥力高,周边水资源丰富,水田、水浇地分布较多,质量等别明显优于旱地,是我省高标准农田建设的重点区域。

松嫩平原地域辽阔,土地面积大,由于各区域自然、社会、经济条件及土地利用程度不同,耕地质量空间分布存在较大差异。由图1可以看出,松嫩平原区耕地等别区域分布总体呈由北向南、由西向东增加的趋势;由于各地光、热、水、土条件不均,造成各地等别差异较大。松嫩平原自然等别产生区域分布差异的原因主要是热量、降水和土壤条件不协调,西部地区虽然有效积温高,无霜期长,但由于干旱、风沙、盐碱灾害严重,土壤比较贫瘠,粮食生产水平较低,耕地质量差;而北部地区虽然土壤、降水条件好,但所处纬度

高,有效积温低,热量少,无霜期短,同时加之地处山区,自然条件差,经济相对不够发达,土地利用效益低,在整个区域内耕地等别最低;东部地区降水、积温、土壤条件都较好,地势平坦,土壤条件优越,加之便利的交通条件、丰富的水资源和完善的农业基础设施,耕地等别在整个区域内处在较高水平。

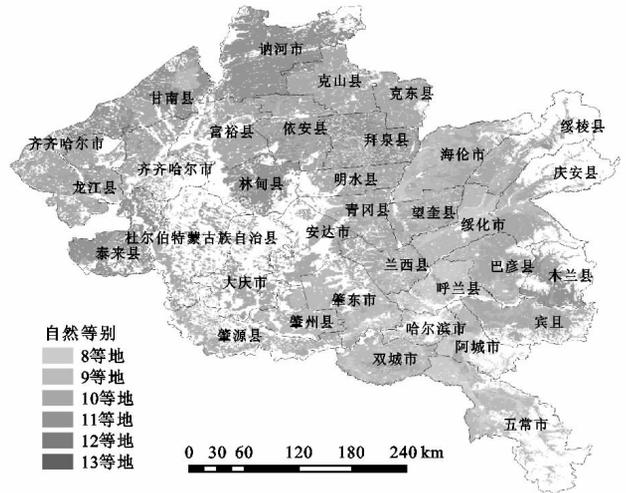


图1 松嫩平原耕地自然等别分布

3.4 不同类型区农田建设对策

总体来看,整个研究区内耕地质量等别总体较低,中低产田所占比重较大,同时土地利用粗放,农业基础设施薄弱。未来应加大中低产田改造工程,增加对耕地的投入,对田、水、路、林的综合治理,改善耕地的生产条件和生态条件,提高粮食生产能力。重点搞好高标准农田的土地整理工作,不仅要因地制宜的建设高标准农田,同时根据各区域不同条件及土地利用存在的问题,采取有效的治理措施。西部地区风沙、干旱、盐碱灾害十分严重,未来农田应加大抗旱和灌溉水源的建设,提高其抗旱和灌溉能力。同时应考虑植被保土保水能力,尝试选用抗灾抗害的新型品种。加强生态环境建设,退耕还林、退耕还草,从根本上治理风沙、盐碱等灾害;北部地区受自然因素限制较大,应加强对水土流失的治理,加强对农业基础设施的建设,特别是防护林栽种与护坡工程的建设。同时应根据其具体情况发展适合该区域的作物生产,将主要粮食作物与各经济作物相结合,打造各具特色的优势产业;东南地区耕地是整个松嫩平原最优区域,面积大,基础设施比较完善,经济发达,对外交通便利,水资源丰富。未来应继续灌溉设施建设,大力发展以水田为主的高标准农田,充分发挥并继续挖掘水田的经济效益。同时,避免城市建设用地的扩张对耕地数量与质量的影响,避免生产建设过程中对生态环境的影响,避免种植单一作物、过度施肥导致的土壤肥力失衡与下降。通过以上建设,真正将松嫩

平原建成高产稳产农田区域,保持粮食的可持续生产能力,为黑龙江乃至全国粮食安全提供重要保障。

4 结论与讨论

本文综合运用黑龙江省农用地分等国家级汇总成果,采用 ArcGIS 空间分析功能综合分析松嫩平原耕地等别特点,并揭示耕地等别空间分布特征及差异。从整个研究区看,耕地等别总体水平较低,其平均等别与全国平均等别相比低 1 个等别,相当于国家 1 等地的耕地面积仅 175.272 5 万 hm^2 ,相当于国家平均等别 9.8 等地的耕地面积为 476.741 2 万 hm^2 。优质耕地面积仅占总面积的 8.62%,主要分布在松嫩平原东部地形平坦、土壤肥沃、水资源丰富、经济发达的哈尔滨市、五常市、双城市等市县;一般耕地面积占 70.88%,其耕地质量受干旱、风沙、盐碱等自然灾害的影响较大,其主要分布在龙江、杜蒙、泰来等市县;较差耕地面积占 20.50%,主要分布在东部纬度较高、地形坡度较大、经济欠发达的讷河、甘南等市县。总体上耕地等别东部地区最高,西部地区次之,北部地区最低。

耕地等别空间分布及差异分析是基本农田划定及高标准农田建设的前提,本文从宏观方面对松嫩平原区耕地等别数量、质量及空间差异进行分析,同时针对不同区域提出因地制宜的建设对策,切实有效地治理和保护耕地。然而在基本农田划定评价指标体系、不同质量等别的耕地针对性管理、改造措施及等别提升方面还需进一步深入研究。

参考文献:

- [1] 王洪波,程锋,张中帆,等.中国耕地等别分异特性及其对耕地保护的影响[J].农业工程学报,2011,27(11):1-8.
- [2] 高向军,马仁会.中国农用地等级评价研究进展[J].农业工程学报,2002,18(1):165-168.
- [3] 中华人民共和国国土资源部.TD/T1004-2003 农用地分等规程[S].北京:中国标准出版社,2003.
- [4] 国务院.关于黑龙江省“两大平原”现代农业综合配套改革试验总体方案的批复[EB/OL].(2013-06-18)[2014-06-13].http://www.gov.cn/zwggk/2013-06/18/content_2428295.htm.
- [5] 王璐,田剑,刘建敏.基于数据挖掘分类法的农用地分等[J].农业工程学报,2009,25(8):262-267.
- [6] 严会超,杨海东,肖莉,等.模糊 SOFM-GIS 空间聚类模型在农用地分等中的应用[J].农业工程学报,2006,22(6):82-86.
- [7] 王令超,王国强,杨建波,等.农用地分等中作物生产潜力空间插值方法研究[J].农业工程学报,2006,22(2):89-93.
- [8] 李如海,周生路,宋佳波,等.农用地分等指标区与参评因素定量确定[J].土壤学报,2004,41(4):517-522.
- [9] 张凤荣,郎文聚,孔祥斌,等.对《农用地分等定级规程》土地利用系数的探讨[J].中国土地科学,2002,16(1):16-19.
- [10] 马仁会,李强,崔俊辉,等.土地经济系数宏观分区计算方法比较研究[J].农业工程学报,2005,21(S1):159-163.
- [11] 宇向东,郝晋珉,鲍文东.基于耕地分等的基本农田空间配置的方法[J].农业工程学报,2008,24(1):185-189.
- [12] 钱凤魁,王秋兵,董婷婷,等.农用地等级折算成果在耕地占补平衡中的应用[J].农业工程学报,2008,24(8):100-103.
- [13] 宋戈,崔晓伟,雷国平,等.松嫩平原北部典型地域耕地利用安全评价研究:以齐齐哈尔市为例[J].水土保持研究,2011,18(5):267-270,274.
- [14] 王媛玲,胡继连,赵庚星,等.莱芜里辛土地整理耕地质量级别变化研究[J].中国土地科学,2010,24(10):52-57.
- [15] 王静,黄晓宇,郑振源,等.提高耕地质量对保障粮食安全更为重要[J].中国土地科学,2011,25(5):35-38.
- [16] 胡科,石培基.甘肃省耕地质量评价研究[J].中国土地科学,2008,22(11):38-43.
- [17] 刘友兆,马欣,徐茂.耕地质量预警[J].中国土地科学,2003,17(6):9-12.
- [18] 伍育鹏,郎文聚,李武艳.用标准样地进行耕地质量动态监测与预警探讨[J].中国土地科学,2006,20(4):40-45.