

云南省耕地经济等生态环境空间分布特征

曾维军^{1,2,3}, 付朝书⁴, 张耿杰^{1,3}, 张川^{2,3}, 廖丽君^{2,3},
刘淑霞^{1,3}, 陈镜宇^{1,3}, 樊凯^{1,3}, 余建新^{1,2,3}

(1. 云南农业大学 国土资源科学技术工程研究中心, 昆明 650201; 2. 云南省土地资源利用与保护工程实验室, 昆明 650201; 3. 云南农业大学 水利学院, 昆明 650201; 4. 昆明理工大学 建筑工程学院, 昆明 650500)

摘要:合理利用耕地资源的首要问题是明确耕地利用现状,掌握其数量、质量和空间分布。以云南省129个县的农用地分等省级数据为基础,结合该省生态环境现状分区成果,分析了全省耕地经济等在空间上的分布特征。结果表明:(1)云南省耕地经济等呈典型偏正态分布,以1~5等为主,占比高达92.39%;优区内耕地面积分布随经济等的提高呈现逐渐下降的趋势,其他生态环境分区耕地经济等均呈偏正态分布。(2)云南省耕地经济等总体水平偏低,其平均等为2.9等。中区耕地平均经济等最高,为3.2等;劣区最低,为2.2等;优等地平均经济等最高,为10.7等;低等地最低,为2.0等。各生态环境分区耕地质量等级平均等发展趋势与全省平均等一致。(3)云南省耕地以中、低等地为主,所占比例高达95.96%。其中劣区主要分布低等地,占比高达92.66%;优等地、高等地主要分布在中区及良区,占比分别为71.2%和74.9%;中等地在生态环境分区分布相对均匀。研究成果对优化耕地布局、提升耕地质量和保护耕地生态具有重要意义。

关键词:耕地; 经济等; 生态环境; 云南省

中图分类号: F301.21

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2017)02-0246-06

Spatial Ecoenvironment Distribution Characteristics of Arable Land Economy Grade in Yunnan Province

ZENG Weijun^{1,2,3}, FU Chaoshu⁴, ZHANG Gengjie^{1,3}, ZHANG Chuan^{2,3},
LIAO Lijun^{2,3}, LIU Shuxia^{1,3}, CHEN Jingyu^{1,3}, Fan Kai^{1,3}, YU Jianxin^{1,2,3}

(1. *Engineering Research Center of Science and Technology of Land and Resources, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China*; 2. *Engineering Laboratory of Utilization and Protection of Land Resources, Yunnan Province, Kunming 650201, China*; 3. *College of Water Conservancy, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China*; 4. *Faculty of Construction Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650500, China*)

Abstract: Understanding the quality, quantity and spatial distribution of arable land is the most important key problem in reasonably using arable land resources. In this study, the distribution characteristics of the arable land economy grade in 129 counties were analyzed based on the combination data of cultivated land classification and evaluation of ecological environment situation in Yunnan Province. The results showed that: (1) the average economy grade of the arable land for the whole province presented the positive skewed distribution, grades from 1 to 5 accounted for as high as 92.39%; the arable land distribution in the excellent zone showed a trend of gradual decline along with the increase of economy grade, it exhibited the positive skewed distribution in the other ecoenvironment zone; (2) the average economy grade, being grade 2.9, of the arable land for the whole province is at the lower level; the highest average economy grade of 3.2 occurs in the medium zone, while the lowest of 2.2 is in the poor zone; the average economy grade of the excellent-quality arable land is the highest as grade 10.7, and the low-quality arable land has the lowest average grade of 2.0; the development of the average quality of the arable land for ecoenvironment zone has little difference from the average economy grade of the whole province; (3) the cultivated land in Yunnan Province is mainly identified as the medium, or low-quality, accounting for 95.96% of the area. The poor zone is the low-quality, and accounted for as high as 92.66%. The excellent-quality, or good-quality arable land is mostly found in the

收稿日期: 2016-04-03

修回日期: 2016-05-04

资助项目: 云南省教育厅科学研究基金项目“九大高原湖泊流域土地利用空间分异水质响应及驱动机制研究”(2015Z104); 云南农业大学自然科学基金青年科研基金项目“非点源污染治理中湖泊流域上游种植生态区划研究”(2015ZR16)

第一作者: 曾维军(1979—), 男, 湖南邵阳人, 讲师, 博士, 主要研究方向为3S技术、土地评价、资源环境规划。E-mail: zengweijunde@163.com

通信作者: 余建新(1958—), 男, 云南普洱人, 教授, 主要研究方向为土地评价与水土保持。E-mail: yjxin58cn@yahoo.com.cn

medium zone, which is followed by the good zone, accounting for 71.2% and 74.9%, respectively; the medium-quality distribution in ecoenvironment zone is relatively uniform. These conclusions are significant to optimize arable land arrangement, improve arable land quality and protect ecological environment of arable land.

Keywords: arable land; economy grade; ecological environment; Yunnan Province

耕地作为人类生存必不可少的生产资料,对保证粮食安全、维持社会经济和谐可持续发展具有重要的现实意义^[1-3]。耕地受自然条件和人类社会、经济活动的影响,其质量、利用水平和投入—产出水平呈现出一定的自然地理和经济地理分布规律^[4]。经济等别是综合农用地自然质量、土地利用和土地经济系数3方面因素的基础上,采用等间距法对农用地进行划分的等别,反映了因农用地潜在的区域自然质量、平均利用水平和平均效益水平不同,而造成的农用地生产力水平差异。在耕地数量减少、质量退化的现象日益加剧的背景下,合理利用有限耕地资源的首要问题是明确耕地利用现状,掌握其数量、质量及空间分布。耕地经济等别空间分布研究有助于国土资源管理部门了解区域耕地利用特征、投入与产出现状,以及耕地效益的影响因素,为合理调整耕地利用方式提供支撑。

地处我国西南边陲的云南省是一个地域特征凸起的农业大省。全省地势地貌复杂,高原山地约占全省总面积的94%,坝区仅占6%,坡耕地比重大,人地矛盾突出,伴随着经济发展和城镇化进程的推进,区域耕地资源面临更大的保护压力。为贯彻落实《中华人民共和国土地管理法》,科学量化耕地质量及其分布,云南省于2004年起对全省范围内耕地进行了耕地质量评价,并在此基础上完成农用地分等工作^[5-7],其成果全面反映耕地自然状况,为国土资源管理提供准确的耕地质量信息。

在农用地分等成果的基础上,很多学者针对耕地做了大量研究,但主要集中于基本农田划分^[8-10]、动态变化及驱动因子^[11-12]、产能核算^[13-15]等方面;等别以自然质量等^[16-17]、利用等为主^[18-19];耕地分布研究大多基于海拔^[20-21]、流域^[22]等进行,较少将经济等与生态环境现状结合进行分析。在耕地土壤、湖泊水体污染严重的背景下,农业生产需采取生态化耕作方式,既要提高粮食产能,又要保护生态环境,研究耕地经济等与生态环境分区之间的关系,将为区域制定差异化的耕地利用与保护政策提供依据。

1 研究区概况与数据来源

1.1 研究区概况

云南省位于我国西南边陲,介于东经 $97^{\circ}31'39''$ — $106^{\circ}11'47''$,北纬 $21^{\circ}08'32''$ — $29^{\circ}15'8''$,属于低纬度的

内陆地区。受低纬度、高海拔地理条件的综合影响以及季风气候制约,形成了光能丰富、四季温差小和垂直变异显著的低纬山原季风气候。全省土地面积39.4万平方km,其中,耕地面积占全省的15.97%,园地占全省的2.12%,林地面积占全省的57.69%,草地占全省的2.05%。依据《云南土壤》对全省土壤的分类,云南土壤分属7个土纲、18个土类。

云南省地势西北高,西南和东南低,境内地形起伏不平,山地、高原、盆地和河谷相间分布,形成了复杂多样的地貌类型,其中山地约占全省总面积的84%,丘陵约占10%,坝子约占6%。云南省耕地主要分布于盆地和山丘区,坡耕地占耕地总面积的64%,且零星分散,水土流失严重,生产能力低。

云南省耕地经济等共划分为13个等别,等别范围为1~13等。南部边缘低山宽谷盆地经济等别范围为1~10等;滇中高原盆地经济等别范围为1~12等;滇南中山宽谷区经济等别范围为1~13等;滇东北山原区经济等别范围为1~11等;滇西北高山峡谷区经济等别范围为1~5等^[23]。

1.2 数据来源

数据来源于云南省农用地分等省级汇总数据,包括129个县(市、区),1353个乡镇和100391个村委会,总计13868个省级评价单元,结合云南省国土资源遥感综合调查项目生态环境现状分区成果,对经济等别在生态环境分区分布特征进行分析。根据全省农用地分等成果,耕地经济等别总共分为13等,在不同生态环境中分布呈现明显差异。

2 数据处理及分析方法

2.1 云南省生态环境分区

应用徐旌等^[24]、孟广涛等^[25]云南省生态环境现状分区成果,全省共分为优区、良区、中区、差区和劣区5个生态环境等级区。云南省生态环境优区主要分布在滇中高原湖盆区、滇西北高山峡谷区和滇西南中山宽谷区,良区和中区在全省均有分布,差区主要集中在滇中高原湖盆区、滇东南岩溶丘原区和滇东北山原区,劣区主要在滇东北山原区有分布。

2.2 数据处理方法

本研究在需要进行计算区域内的平均经济等别时,采用面积加权平均法,即在统计出各等别总面积

前提下,进行各等别面积加权^[26-28]。

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

式中:Y为区域平均经济等;i为耕地经济等别; i_{\min} 为等别最小值; i_{\max} 为等别最大值; S_i 为i等耕地面积(hm^2); $S_{\text{总}}$ 为区域耕地总面积(hm^2)。

2.3 空间分析方法

以全省129个县(市、区)的农用地分等省级汇总数据为基础,结合云南省生态环境分区成果,利用ArcGIS软件空间分析功能,采用空间叠加分析、网络分析、邻域分析、统计分析等方法,研究耕地经济等别在生态环境分区尺度上的分布特征。

2.4 耕地等级划分

云南省范围内各评价单元经济等指数介于20~2537,全省耕地利用评价经济等的划分采用等间距法,根据评价单元的经济等指数值,采用200个等别的等别间距对耕地经济等进行初步划分。经过计算,全省耕地经济等别范围为1~13等。为了分析不同等级耕地在各生态环境分区的分布状况,根据全省不同经济等别耕地面积分布阶段性差异显著的特征,与自然质量等、利用等划分一致,采用等间距法,按照1~3等、4~6等、7~9等、10~13等划分为低等、中等、高等和优等4个档次。其中13等耕地面积为0.06万 hm^2 ,仅占全省总耕地面积的0.01%,因此将13等归并到优等档次。

3 结果与分析

3.1 耕地经济等数量分布特征

根据云南省农用地分等结果,耕地总面积611.95万 hm^2 ,耕地经济等别范围为1~13等,其中1等地经济水平最低,13等地经济水平最高,面积加权平均等为2.9等。从图1可看出,云南省耕地经济等呈典型的偏态分布,经济等别普遍较低。等别在第2的耕地的数量最多,所占比例为28.63%;第13等的耕地数量最少,比例接近0。全省耕地经济等以1~5等为主,总面积565.40万 hm^2 ,所占比例高达92.39%;8~13等耕地的总面积13.80万 hm^2 ,仅占2.26%。

从耕地等级来看,云南省低等地有433.49万 hm^2 ,占全省耕地总面积的70.83%;中等地153.79万 hm^2 ,占25.13%;高等地22.21万 hm^2 ,占3.63%;优等地2.47万 hm^2 ,仅占0.40%。

3.2 耕地生态环境分区分布特征

将云南省农用地分等结果与全省生态环境现状分区相叠加,分别统计不同生态环境云南省耕地面积分布

(图2)。优区的评价单元数量为3622个,面积109.60万 hm^2 ,占有评价单元数量和耕地总面积的比例分别为26.12%和17.91%;良区的评价单元数量为3552个,面积133.76万 hm^2 ,占有评价单元数量和耕地总面积的比例分别为25.61%和21.86%;中区的评价单元数量为3599个,面积180.05万 hm^2 ,占有评价单元数量和耕地总面积的比例分别为25.92%和29.42%;差区的评价单元数量为2749个,面积151.55万 hm^2 ,占有评价单元数量和耕地总面积的比例分别为19.82%和24.76%;劣区的评价单元数量为346个,面积37.00万 hm^2 ,占有评价单元数量和耕地总面积的比例分别为2.49%和6.05%。由此可知,除劣区外,其他各类区的评价单元数量相差不大,中区内耕地的总面积最大,劣区耕地总面积最小。

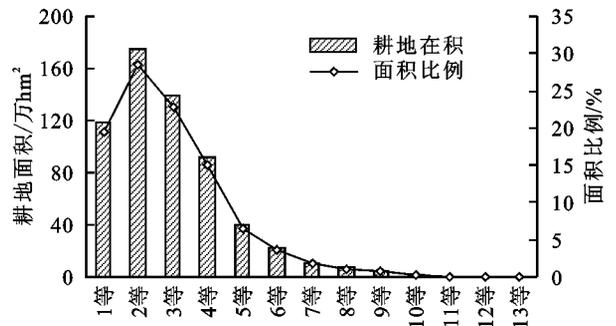


图1 云南省耕地经济等别构成

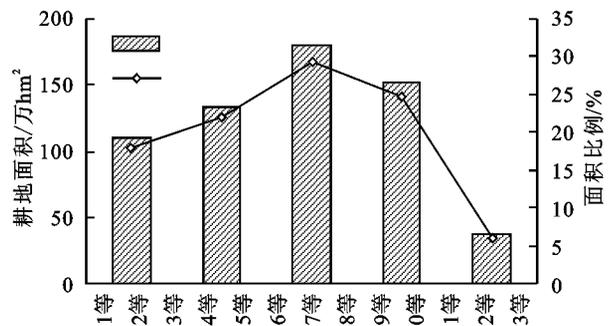


图2 耕地面积在云南省生态环境分区分布

从图2可知,云南省耕地面积在不同生态环境分区中差异较大,为进一步研究耕地不同经济等别在各生态环境分区分布特征,将不同经济等别耕地在各生态环境分区分布面积及比例分别统计(图3)。

(1) 优区耕地经济等别分布特征。优区主要包括滇西南西双版纳州、普洱市,滇西北怒江州、丽江市等,耕地经济等分布范围是1~10等。该区域内耕地的面积分布随经济等的提高呈现逐渐下降的趋势,面积加权平均等为2.4等。其中,第1等耕地面积最大,为41.91万 hm^2 ,占38.23%;10等耕地面积最小,为0.55万 hm^2 ,占0.50%;而11~13等耕地则没有分布。优区内耕地经济等别分布与全省耕地经济等分布相似,主要集中在1~4等,总面积97.61万 hm^2 ,占89.06%。

从耕地等级来看,低等地占 77.90%,中等地占 19.65%,二者比例高达 97.55%;而优等地分布仅为 0.50%。

(2) 良区耕地经济等别分布特征。良区在全省范围内分布较为分散,主要包括滇中玉溪市、滇西南普洱市和滇西德宏州等,耕地经济等分布范围是 1~13 等。该区域内耕地等别的分布为偏正态分布,面积加权平均等为 3.1 等。其中,第 2 等耕地面积最大,为 42.92 万 hm^2 ,占 32.09%;第 13 等耕地面积最小,为 0.06 万 hm^2 ,占 0.04%。良区内耕地经济等别分布主要集中在 1~5 等,总面积 121.50 万 hm^2 ,占 90.83%。从耕地等级来看,低等地占 68.70%,中等地占 25.34%,二者比例高达 94.04%;而优等地分布仅为 0.46%。

(3) 中区耕地经济等别分布特征。中区主要集中在昆明市、文山州与大理州等,耕地经济等分布范围是 1~12 等。该区域内耕地等别的分布为偏正态分布,面积加权平均等为 3.2 等。其中,第 2 等的耕地面积最大,为 50.08 万 hm^2 ,占 27.82%;第 11 等耕地面积最小,为 0.21 万 hm^2 ,占 0.12%。中区内耕地经济等别分布主要集中在 1~5 等,总面积 162.29 万 hm^2 ,占 90.14%。从耕地等级来看,低等地占 64.44%,中等地占 29.87%,二者比例高达 94.31%;而优等地分布仅为 0.63%。

(4) 差区中耕地经济等别分布特征。差区主要集中在滇东北昭通市、滇东南文山州等,耕地经济等分布范围是 1~11 等。该区域内耕地等别的分布为偏正态分布,面积加权平均等为 3.0 等。其中,第 2 等耕地面积最大,为 43.51 万 hm^2 ,占 28.71%;第 11 等耕地面积最小,为 6.09 hm^2 ,接近于 0。差区内耕地经济等别分布主要集中在 1~4 等,总面积 132.32 万 hm^2 ,占 87.31%;7~11 等耕地面积为 3.27 万 hm^2 ,仅占 2.16%。从耕地等级来看,低等地占 69.87%,中等地占 27.97%,二者比例高达 97.84%;而优等地分布仅为 0.09%,趋向于 0。

(5) 劣区中耕地经济等别分布特征。劣区面积最少,且高度集中在滇东北昭通市,其他地州几乎没有分布,耕地经济等分布范围是 1~10 等。该区域内耕地等别的分布呈现两极分化的局势,1~3 等耕地面积大,5~10 等耕地面积小,面积加权平均等为 2.2 等。其中,第 1 等耕地面积最大,为 12.65 万 hm^2 ,占 34.18%;第 10 等耕地面积最小,为 0.02 万 hm^2 ,仅占 0.06%。劣区内耕地经济等别分布主要集中在 1~3 等,总面积 34.29 万 hm^2 ,占 92.65%;5~10 等耕地面积 1.09 万 hm^2 ,仅占 2.95%。从耕地等级来看,低等地高占 92.66%,居于绝对优势,而优等地分布仅为 0.06%,趋向于 0,两极分化极其明显。

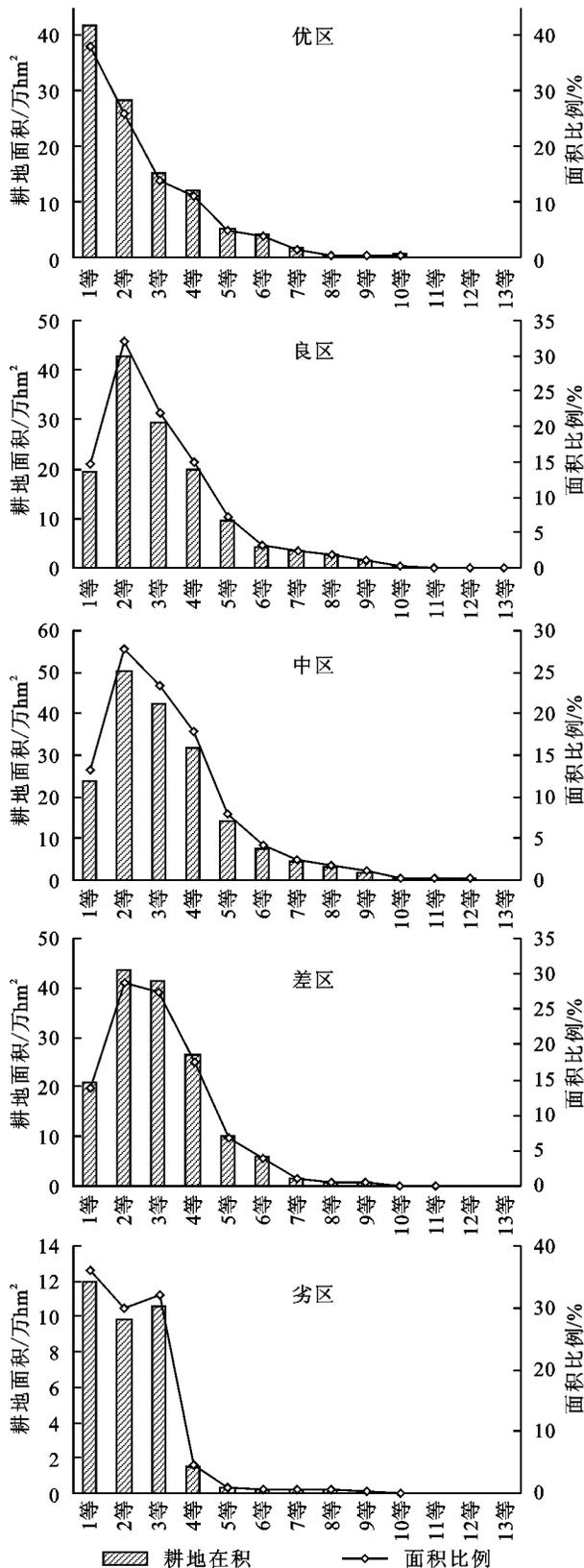


图3 耕地经济等别在云南省生态环境分区分布

从各生态环境分区耕地质量等级分布来看,云南省耕地以低等地为主,占比高达 70.84%;中等地为辅,占比 25.13%;优等地不足 1.00%;耕地经济产出水平普遍较低。各生态环境分区低等地、中等地分布比例在 94.04%~98.59%,劣区最高,良区最低;而

优等地分布比例在 0.06%~0.63%，均未超过 1.00%，劣区最低，中区最高。

3.3 生态环境评价分区中耕地经济等别的关系

根据以上对云南省耕地经济等别在各个生态环境现状分区中的分析可知，优区耕地分布随经济等的

提高呈现逐渐下降的趋势，劣区耕地分布呈现两极分化局势，其他生态分区耕地经济等别均呈偏正态分布，以中低等地为主，低等地所占比重极大。以耕地经济等别为研究重点，在不同生态环境分区中分别进行横向、纵向分析与综合分析(表 1)。

表 1 云南省不同生态环境分区下耕地平均经济等别

耕地等级	优区		良区		中区		差区		劣区		汇总
	耕地面积/hm ²	平均等别	平均等								
优等地	5499.7	10.0	6230.8	10.9	11331.6	10.9	1431.7	10.0	235.4	10.0	10.7
高等地	21321.2	7.3	73391.2	7.8	91125.2	7.7	31222.4	7.8	5002.3	7.8	7.7
中等地	215306.1	4.6	339005.7	4.5	537737.0	4.5	423881.5	4.5	21938.5	4.4	4.5
低等地	853871.1	1.7	918936.1	2.1	1160272.8	2.2	1058921.9	2.2	342889.2	2.0	2.0
总计	1095998.0	2.4	1337563.8	3.1	1800466.6	3.2	1515457.5	3.0	370065.4	2.2	2.9

(1) 各生态环境分区内耕地经济等别横向分析。横向分析是针对相同耕地等级范围、不同生态环境分区中耕地的经济等别的分析。在优等地范围内，优区、良区、中区、差区和劣区内耕地面积比例分别为 22.24%，25.20%，45.82%，5.79%和 0.95%；从优等地的平均经济等来看，各生态环境分区比较接近，中区和良区的平均等为 10.9，其他生态分区中的平均等均为 10，其汇总平均等为 10.7；虽然优等地汇总平均经济等远远高于低等地的 2.0，但由于优等地仅占耕地总面积 0.50%，对耕地质量等级提升有限，耕地最终汇总平均等仅为 2.9 等。在高等地范围内，优区、良区、中区、差区和劣区内耕地面积比例分别为 9.60%，33.05%，41.04%，14.06%和 2.25%，高等地在中区、良区的分布面积显著高于劣区、优区，说明中区、良区耕地投入—产出水平较高，而生态环境的两极对耕地效益产生一定的负面影响；从平均经济等来看，各生态环境分区非常接近，良区、中区和劣区平均等最高，而优区的平均等最低，其汇总平均等为 7.7。在中等地范围内，优区、良区、中区、差区和劣区内耕地面积比例分别为 14.00%，22.04%，34.97%，27.56%和 1.43%；从平均经济等来看，除优区的平均等稍高、劣区的平均等稍低外，其余生态分区的平均等相同，均为 4.5，其汇总平均等为 4.5。在低等地范围内，优区、良区、中区、差区和劣区内耕地面积比例分别为 19.70%，21.20%，26.77%，24.43%和 7.91%，除劣区外，分布相对比较均匀；从平均经济等来看，中区和差区最高，优区最低，其汇总平均等为 2.0。

(2) 各生态环境分区内耕地经济等别纵向分析。纵向分析是针对不同耕地等级范围、相同生态环境分区中耕地的经济等别的分析。优区内，优等地、高等地、中等地和低等地的面积比例依次为 0.50%，1.95%，19.64%和 77.91%，因为低等地的面积所占比例较大，所以整个优区耕地的经济平均等趋于低等，为 2.4 等。良区内，优等地、高等地、中等地和低

等地的面积比例依次为 0.47%，5.49%，25.35%和 68.70%，其中，以中等地和低等地面积为主，良区耕地平均经济等为 3.1 等。中区内，优等地、高等地、中等地和低等地的面积比例依次为 0.63%，5.06%，29.87%和 64.44%，跟良区一样，中等地和低等地所占比例最高，该区耕地的平均经济等趋于中等偏低，为 3.2 等。差区内，优等地、高等地、中等地和低等地的面积比例依次为 0.09%，2.06%，27.97%和 69.87%，影响该区域耕地平均经济等的依然为中等地和低等地，因此整体平均经济等趋于低等，为 3.0 等。劣区内，优等地、高等地、中等地和低等地的面积比例依次为 0.06%，1.35%，5.93%和 92.66%，影响该区域耕地平均经济等最大的是低等地，因此其平均等为低等地，即 2.2 等。从以上分析可知，各区平均经济等从小到大排序与该区低等地面积占比成反比，反映了依据经济等划分耕地等级的可行性。

(3) 各生态环境分区内耕地经济等别综合分析。将各生态环境分区内耕地经济等别的纵向与横向分析结合，其相关程度及其协调效应综合能够反映云南省耕地投入—产出效益的总体分布情况。从各区平均经济等排序来看，劣区<优区<差区<良区<中区。优区、良区、中区、差区主要分布低等地，其次为中等地，二者所占比例分别为 97.55%，94.05%，94.31%，97.84%；劣区内主要分布低等地，比例为 92.66%，可见，劣区的水土环境已经影响到耕地的综合投入—产出效益，同样的投入得不到与其他区域相匹配的回报。生态环境优区耕地经济等别范围是 1~10 等，平均等 2.4 等；良区耕地经济等别范围是 1~13 等，平均等 3.1 等；中区耕地经济等别范围是 1~12 等，平均等 3.2 等；差区耕地经济等别范围是 1~11 等，平均等 3.0 等；劣区耕地经济等别范围是 1~10 等，平均等 2.2 等。各耕地等级在优区、良区、中区、差区、劣区都有分布，中区分布比例最高，达到 29.42%；优区、良区、差区分布比例差别不大，分别约占 20%左右；劣区分布比例最低，只占 6.05%。

4 结论与讨论

(1) 云南省耕地经济等呈典型偏正态分布,以1~5等为主,占比高达92.39%。优区内耕地面积分布随经济等的提高呈现逐渐下降的趋势,其他生态环境分区耕地经济等均呈偏正态分布。

(2) 从全省耕地平均经济等来看,为2.9等,总体水平偏低。中区耕地平均自然质量等最高,为3.2等;劣区最低,为2.2等;优等地平均经济等最高,为10.7等;低等地最低,为2.0等。各生态环境分区耕地质量等级平均等发展趋势与全省平均等一致。

(3) 从全省耕地质量等级进行分析,云南省耕地以中、低等地为主,所占比例高达95.96%。其中劣区主要分布低等地,占比高达92.66%;优等地、高等地主要分布在中区及良区,占比分别为71.2%和74.9%;中等地在生态环境分区分布相对均匀。

劣区主要集中于滇东北,即昭通市。该区多岩溶地貌,以坡耕地和旱地为主,限制了耕地的利用条件;人口密度大,耕地开发利用过度;种植制度多为一年一熟;上述因素是劣区耕地平均经济等处于全省最低水平的主要原因,耕地投入—产出不匹配,效益极低。

差区主要分布在滇东南、滇东北和滇中地区。该区耕地分布在自然质量等和利用等相对较高地区,虽然自然环境较差,但其经济等远高于劣区与优区,稍低于中区与良区,平均经济等3.0,属中等水平。

中区和良区在全省范围内分布广泛。两区耕地多分布在光、热、水、土等自然条件好,社会经济发达,交通便利,利用水平高的平坝区和河谷区,如昆明、曲靖、玉溪等地。从面积加权平均经济等来看,中区与良区的耕地整体投入—产出相当,其平均经济等均高于全省平均等。

优区主要分布于怒江州、普洱市和西双版纳州。该区耕地多分布于高山峡谷地带,多为少数民族集聚地,虽然自然生态环境好,但生产投入较低,农业科技不发达,耕地平均经济等低于全省平均等。

参考文献:

[1] 封志明. 中国未来人口发展的粮食安全与耕地保障[J]. 人口研究, 2007, 31(2): 15-29.

[2] 李彬, 武恒. 安徽省耕地资源数量变化及其对粮食安全的影响[J]. 长江流域资源与环境, 2009, 18(12): 1115-1120.

[3] 黄广宇, 蔡云龙. 福建省耕地资源态势与粮食安全对策[J]. 资源科学, 2002, 24(1): 45-50.

[4] 贾树海, 邱志伟, 潘锦华, 等. 辽宁省农用地质量空间分布及影响因素[J]. 土壤通报, 2011, 42(2): 273-279.

[5] 张耀武, 余建新. 中国耕地质量, 等级调查与评定(云南卷)[M]. 北京: 中国大地出版社, 2010.

[6] 孔祥斌, 张青璞. 中国西部区耕地, 等别空间分布特征[J]. 农业工程学报, 2012, 28(22): 1-7.

[7] 闫宁, 郑宏刚, 余建新, 等. 云南省农用地分, 等省级数据汇总方法研究[J]. 中国土地科学, 2009, 23(8): 31-35.

[8] 闫宁, 郑宏刚, 余建新, 等. 农用地分等在基本农田划分中的应用研究[J]. 国土与自然资源研究, 2009(3): 28-30.

[9] 王波, 郑宏刚, 刘淑霞, 等. 云南省农用地分, 等成果在基本农田保护中的应用研究[J]. 云南农业大学学报, 2009, 24(1): 99-103.

[10] 彭尔瑞, 王穗, 郝莉莎, 等. 云南耕地与基本农田保护现状分析及对策研究[J]. 资源与产业, 2009, 11(4): 59-63.

[11] 张川, 王穗, 张建生, 等. 云南省耕地数量动态变化及驱动因子研究[J]. 云南农业大学学报: 自然科学版, 2011, 26(1): 75-82.

[12] 王穗, 张建生, 彭尔瑞, 等. 云南省耕地需求量预测研究[J]. 云南农业大学学报: 自然科学版, 2010, 25(2): 256-263.

[13] 宋戈, 邹朝晖, 王越. 东北粮食主产区县域耕地产能核算及其影响因子分析[J]. 农业工程学报, 2014, 30(24): 308-317.

[14] 聂艳, 吴学敏, 何颖, 等. 基于产能核算和空间聚类的县级基本农田划定研究[J]. 长江流域资源与环境, 2014, 23(6): 809-814.

[15] 冯铭坤, 蒋贵国, 周介铭, 等. 基于产能核算成都市农用地利用效率评价[J]. 西南农业学报, 2012, 25(6): 2207-2211.

[16] 周波, 吴茗华, 程炯, 等. 耕地自然质量, 等级与土壤主要肥力指标的关系[J]. 华南农业大学学报, 2014, 35(6): 46-51.

[17] 李文璐, 赵庚星. 农用地自然质量分等与耕地地力评级结果的对比衔接[J]. 中国土地科学, 2011, 25(2): 4-10.

[18] 屈清, 田永中, 赵琳, 等. 基于多地理要素基本农田利用, 等指数空间数值模拟: 以重庆市涪陵区为例[J]. 西南大学学报: 自然科学版, 2014, 36(6): 149-154.

[19] 孔祥斌, 靳京, 刘怡, 等. 基于农用地利用, 等别的基本农田保护区划定[J]. 农业工程学报, 2008, 24(10): 46-51.

[20] 邹玥, 樊毅, 郑宏刚, 等. 海拔因子对农用地自然质量, 等指数影响研究[J]. 云南农业大学学报: 自然科学版, 2009, 24(2): 274-277.

[21] 余菊, 郑宏刚, 文杰, 等. 云南省不同海拔梯度耕地自然质量, 等特征分析[J]. 水土保持研究, 2014, 21(4): 224-228.

[22] 施冰臣, 文杰, 李建华, 等. 云南省澜沧江流域耕地自然质量, 等空间分布特征研究[J]. 西南农业学报, 2015, 28(2): 696-699.

[23] 余建新, 刘淑霞, 郑宏刚, 等. 云南省耕地利用评价与空间分布[M]. 北京: 中国大地出版社, 2015.

[24] 徐旌, 付保红. 云南生态环境评价[J]. 生态经济: 学术版, 2002(7): 45-49.

[25] 孟广涛, 方向京, 和丽萍, 等. 云南省生态环境现状及防治对策[J]. 水土保持研究, 2006, 13(2): 7-10.

[26] 中华人民共和国国土资源部. 农用地分, 等规程 TD/T1004-2003[S]. 北京: 2003.

[27] 张凤荣, 徐艳, 张晋科, 等. 农用地分, 等定级估价的理论、方法与实践[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2008.

[28] 郎文聚. 中国耕地, 等级评定与监测研究[M]. 北京: 中国大地出版社, 2010.