

# 云南省耕地利用等别与生态环境空间分布特征

张耿杰<sup>1,2</sup>, 刘淑霞<sup>1,2</sup>, 曾维军<sup>1,2</sup>, 王东杰<sup>1,2</sup>, 余建新<sup>1,2</sup>

(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)

**摘要:**掌握云南省耕地利用的等别及其空间分布情况,对于制定适合该省耕地质量保护和土地利用决策有重大意义。以云南省129个县的农用地分等省级成果为基础,结合该省的生态环境现状分区成果,分析了全省耕地利用等别在空间上的分布特征。研究结果表明,云南省耕地利用等别范围为1—16等,平均等4.4等,总体来看,等别偏低。生态环境优区耕地利用等别范围是1—14等,平均等3.9等;良区耕地等别范围是1—16等,平均等4.8等;中区耕地等别范围是1—15等,平均等4.8等;差区耕地等别范围是1—13等,平均等4.4等;劣区耕地等别范围是1—15等,平均等3.4等。全省中、低等耕地的面积最多,集中在中区和差区,对全省耕地的平均利用等影响最大。对该研究为制定云南省耕地空间优化布局和质量提升,以及生态环境保护对策提供依据。

**关键词:**耕地; 利用等; 分布; 生态环境; 云南省

**中图分类号:**F323.211

**文献标识码:**A

**文章编号:**1005-3409(2016)02-0275-05

## The Spatial Distribution Characteristics of Arable Land Utilization Grade and Ecoenvironment in Yunnan Province

ZHANG Gengjie<sup>1,2</sup>, LIU Shuxia<sup>1,2</sup>, ZENG Weijun<sup>1,2</sup>, WANG Dongjie<sup>1,2</sup>, YU Jianxin<sup>1,2</sup>

(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, of Yunnan Province, Kunming 650201, China)

**Abstract:** Understanding the distribution characteristics of arable land in Yunnan Province is of great significance for making the scientific decision for using and improving the natural quality of arable land. The distribution characteristics of the arable land grade including 129 counties were analyzed based on the accomplishment of cultivated land classification in Yunnan Province. The results showed that the average natural grade was 4.4 and ranged from 1 to 16, which meant that the natural quality of arable land was relatively lower in Yunnan Province. In excellent zone, the grade ranged from 1 to 14, and the average grade was 3.9. In good zone, it ranged from 1 to 16, and the average grade was 4.8. In medium zone, it ranged from 1 to 15, and the average value was 4.8. In poor zone, it ranged from 1 to 15, and the average was 3.4. The middle and poor arable land had the largest area, and concentrated in the middle and poor zones, which had influenced the average grade the most in the whole province. This research can provide the reference for policy making about arrangement optimization, quality improvement and ecoenvironment protection for arable land in Yunnan Province.

**Keywords:** arable land; utilization grade; distribution; ecoenvironment; Yunnan Province

耕地是人类社会发展的重要载体之一,人类的生存与发展都离不开耕地。耕地的利用等别能在一定程度上体现人为因素对其影响,关系到社会的稳定与可持续发展<sup>[1]</sup>。为贯彻落实《中华人民共和国土地管理法》,对耕地资源进行科学、合理、统一、严格管理,提高耕地资源管理水平,为土地利用规划和土地利用管理提供科学依据,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<sup>[2-4]</sup>。云南省农用地分等是采用统一的技术规范,以县级行政区域为基础,对全省的耕地质量评价实施的调查工作,其成果能够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<sup>[5-8]</sup>。

云南省是我国人地矛盾最为尖锐的地区,也是典型的生态脆弱区和欠发达地区。随着新城镇化的发

展,区域耕地资源面临更大的保护压力。从省内空间格局出发,认识耕地分布特征对于确定科学的耕地质量提升与保护对策提供依据。目前对于耕地利用分布的研究多基于耕地自然状况或经济等别、产能等方面进行研究,而较少将利用等与生态环境现状结合进行分析<sup>[9-14]</sup>。本文依据云南省农用地分等成果,结合云南省生态环境评价结果,对全省耕地自然利用等别的空间分布特征进行分析,以期为指导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,北依亚洲大陆,南连东南亚半岛,处在东南季风和西南季风控制之下,同时受西藏高原区的影响,从而形成了复杂多样的自然地理环境。云南省行政区域内现设 16 个州(市),共有 129 个县(市、区),国土总面积 39.4 万 km<sup>2</sup>。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%。

云南省属山地高原地形,是一个以山地为主的高原山区省份。全省地势西北高,西南和东南低,境内地形起伏不平,山地、高原、盆地、河谷相间分布,形成了复杂多样的地貌类型,主要类型有山地、丘陵和坝子三种,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<sup>[15]</sup>。

### 1.2 数据来源

以云南省 129 个县(市、区)的农用地分等省级汇总成果和云南省国土资源遥感综合调查项目中的生态环境现状评价结果为本研究的基础资料。按照全省分等成果,耕地利用等别随数字增大趋好。

## 2 数据处理与分析方法

### 2.1 数据处理方法

以全省 129 个县(市、区)的农用地分等省级汇总数据库为分析的基础数据,采用 ArcGIS 的空间分析方法,结合云南省国土资源遥感综合调查资料进行空间叠加分析,分析省级等别在空间上的分异特征。

本研究在需要进行计算区域内的平均利用等别时,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<sup>[16-19]</sup>。

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

式中:Y——区域平均利用等;*i*——耕地利用等别;

*i*<sub>min</sub>——等别最小值;*i*<sub>max</sub>——等别最大值;*S<sub>i</sub>*——*i* 等耕地面积(hm<sup>2</sup>);*S<sub>总</sub>*——区域耕地总面积(hm<sup>2</sup>)。

### 2.2 空间分析方法

将 129 个县(市、区)的农用地分等成果作为分析的基础数据,采用 ArcGIS 软件的空间分析功能,对其成果进行转化。采用空间叠加分析、统计分析和综合分析等相关分析方法,分析耕地利用别在生态环境现状评价分区尺度上的分布特征。

## 3 结果与分析

### 3.1 耕地利用等别数量分布特征

根据云南省农用地分等结果,耕地共 13 868 个省级评价单元,总面积 611.95 万 hm<sup>2</sup>。耕地利用等分为 16 个等别,等别范围为 1—16 等,其中 1 等地利用水平最低,16 等地利用水平最高,面积加权平均等为 4.4 等。从图 1 可看出,云南省耕地利用等呈典型的偏态分布,利用等别普遍较低。等别在第 4 的耕地的数量最多,所占比例为 22.26%;第 16 等的耕地数量最少,比例接近 0。全省耕地利用等以 2—6 等为主,总面积 5 036 355.76 hm<sup>2</sup>,所占比例高达 82.30%;利用等为 1 等的耕地总面积 216 925.75 hm<sup>2</sup>,所占比例为 3.54%;7—16 等耕地的总面积 866 269.77 hm<sup>2</sup>,占 14.16%。

根据全省耕地利用等的范围,按照 1—4 等、5—8 等、9—12 等、13—16 等划分为低等、中等、高等和优等 4 个档次。云南省低等地有 3 585 487.35 hm<sup>2</sup>,占全省耕地总面积的 58.59%;中等地 2 204 476.57 hm<sup>2</sup>,占 36.02%;高等地 292 795.82 hm<sup>2</sup>,占 4.78%;优等地 36 791.54 hm<sup>2</sup>,仅占 0.60%。

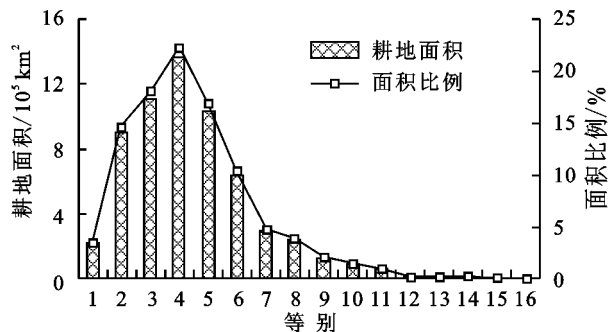


图 1 云南省耕地利用等别构成

### 3.2 耕地利用等别在生态环境评价分区上的分布特征

根据云南省国土资源遥感综合调查项目,以云南省卫星遥感数据为信息源,按主导因子、区域差异、统筹兼顾和可操作性为指标选择原则,选择森林覆盖率、土均水资源量、坡旱地比重、未利用地的比重、土壤侵蚀率、人口密度 6 个指标,将全省的生态环境分为 5 个等级区,分别为优区、良区、中区、差区和劣区<sup>[20,21]</sup>。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。

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,可知:优区的评价单元数量为3 622个,面积1 095 998.02 hm<sup>2</sup>,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3 552个,面积1 337 564 hm<sup>2</sup>,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3 599个,面积1 800 466.57 hm<sup>2</sup>,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2 749个,面积1 515 457.5 hm<sup>2</sup>,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370 065.41 hm<sup>2</sup>,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;劣区内平均单块耕地面积最大,为1 069.6 hm<sup>2</sup>/块,优区内平均单块耕地面积最小,为302.59 hm<sup>2</sup>/块。

(1) 优区耕地利用等别分布特征。生态环境现状为优区中的耕地利用等分布范围是1—14等。从图2可知,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3.9等。其中,第2等耕地面积最大,为246 190.26 hm<sup>2</sup>,占22.46%;第12等耕地面积最小,为867.98 hm<sup>2</sup>,占0.08%。优区内耕地利用等别分布主要集中在1—6等,总面积958 167.5 hm<sup>2</sup>,占87.42%。

(2) 良区耕地利用等别分布特征。生态环境现状为良区中的耕地利用等分布范围是1—16等。从图3可知,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4.8等。其中,第4等耕地面积最大,为335 804.12 hm<sup>2</sup>,占25.11%;第15等耕地面积最小,为1 194.71 hm<sup>2</sup>,占0.09%。良区内耕地利用等别分布与全省耕地利用等分布相似,主要集中在2—6等,总面积1 082 338.53 hm<sup>2</sup>,占80.92%。

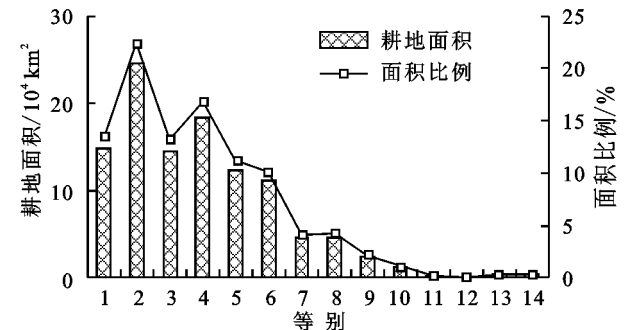


图2 优区耕地利用等别构成

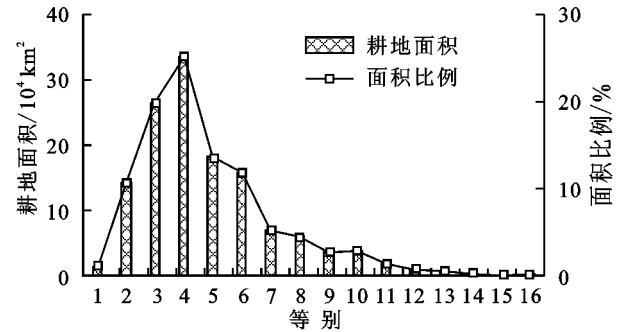


图3 良区耕地利用等别构成

(3) 中区耕地利用等别分布特征。生态环境现状为中区内的耕地利用等分布范围是1—15等。从图4可知,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4.8等。其中,第5等的耕地面积最大,为399 691.21 hm<sup>2</sup>,占22.20%;第12等耕地面积最小,为763.2 hm<sup>2</sup>,占0.04%。中区内耕地利用等别分布与全省耕地利用等分布相似,主要集中在2—6等,总面积1 475 319.13 hm<sup>2</sup>,占81.94%。

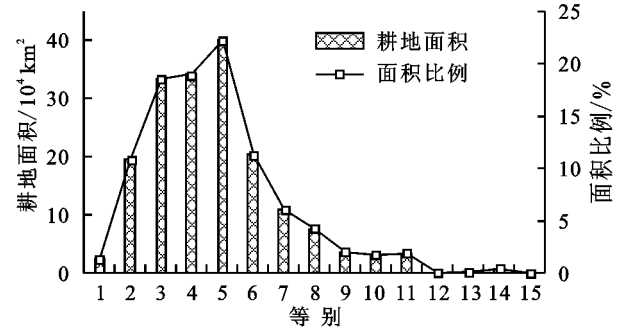


图4 中区耕地利用等别构成

(4) 差区中耕地利用等别分布特征。生态环境现状为差区中的耕地利用等分布范围是1—13等。从图5可知,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4.4等。其中,第4等耕地面积最大,为257 341.02 hm<sup>2</sup>,占16.98%;第13等耕地面积最小,为60.28 hm<sup>2</sup>,接近于0。差区内耕地利用等别分布主要集中在2—6等,总面积1 333 666.60 hm<sup>2</sup>,占88.00%。

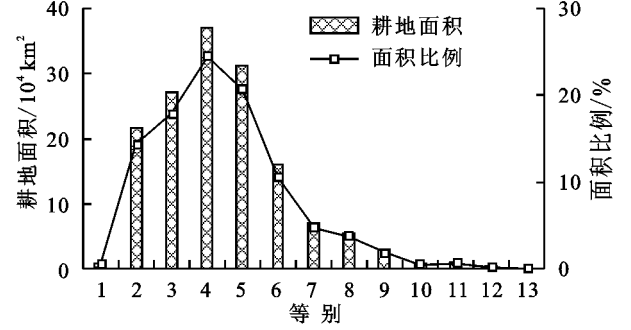


图5 差区耕地利用等别构成

(5) 劣区中耕地利用等别分布特征。生态环境现状为劣区中的耕地利用等分布范围是1—15等。从图6可知,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3.4等。其中,第4等耕地面积最大,为

129 106.53 hm<sup>2</sup>,占 34.89%;第 11 等耕地面积最小,为 6.34 hm<sup>2</sup>,接近于 0。劣区内耕地利用等别分布主要集中在 2—4 等,总面积 318 036.36 hm<sup>2</sup>,占 85.94%。

3.3 生态环境评价分区中耕地利用等别的关系

根据以上对云南省耕地利用等别在各个生态环境现状分区中的分析可知,每个生态分区中的耕地利用等别均呈偏正态分布,以中低等地为主。以耕地利用等别为研究重点,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,见表 1。

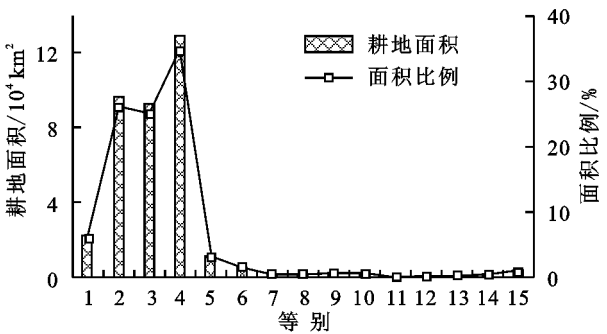


图 6 劣区耕地利用等别构成

表 1 云南省不同生态环境分区下耕地平均利用等别

类别	优区		良区		中区		差区		劣区		总体平均等别
	耕地面积/hm <sup>2</sup>	平均等别	耕地面积/hm <sup>2</sup>	平均等别	耕地面积/hm <sup>2</sup>	平均等别	耕地面积/hm <sup>2</sup>	平均等别	耕地面积/hm <sup>2</sup>	平均等别	
优等地	7058.56	14.5	13272.56	13.8	10826.76	13.9	60.28	13.0	5573.38	14.5	13.9
高等地	38809.47	9.8	98530.41	10.0	102358.00	10.0	48247.31	9.7	4850.58	9.8	9.9
中等地	326194.62	5.7	468961.50	6.0	790486.50	5.8	599184.80	5.8	19649.16	5.7	5.8
低等地	723935.39	3.0	756799.30	3.2	896795.30	3.1	867965.10	3.2	339992.30	3.0	3.1
汇总	1095998.02	3.9	1337563.77	4.8	1800466.57	4.8	1515457.51	4.4	370065.41	3.4	4.4

(1) 各生态环境分区内耕地利用等别横向分析。横向分析是针对相同等别范围、不同生态环境分区中耕地的利用等别的分析。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 19.19%, 36.08%, 29.43%, 0.16% 和 15.15%;从优等地的平均利用等来看,优区和劣区的平均等最高,其他生态分区中的平均等相差较小,其汇总平均等为 13.9。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 13.25%, 33.65%, 34.96%, 16.48% 和 1.66%;从平均利用等来看,良区和中区的平均等最高,而差区的平均等最低,其余生态分区的平均等相差不大,其汇总平均等为 9.9。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 14.80%, 21.27%, 35.86%, 27.18% 和 0.89%;从平均利用等来看,除良区的平均等稍高外,其余生态分区的平均等基本相同,其汇总平均等为 5.8。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 20.19%, 21.11%, 25.01%, 24.21% 和 9.48%;从平均利用等来看,各生态分区内低等地的平均等差别不大,其汇总平均等为 3。

(2) 各生态环境分区内耕地利用等别纵向分析。纵向分析是针对不同等别范围、相同生态环境分区中耕地的利用等别的分析。优区内,优等地、高等地、中等地和低等地的面积比例依次为 0.64%, 3.54%, 29.76% 和 66.05%,因为低等地的面积所占比例较大,所以对整个优区耕地的利用平均等的影响趋于低等,为 3.9 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 0.99%, 7.37%, 35.06% 和 56.58%,其中,以中等地和低等地面积为主,良区耕地平均利用等为 4.8 等,趋于中等偏低;中区内,优等地、高等地、中等地和低等地的面积比例依次为 0.60%, 5.69%, 43.90% 和 49.81%,跟良区一样,中等地和低等地所占比例最高,该区耕地的平均利用等趋于中等偏低,为 4.8 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 0.00%, 3.18%, 39.54% 和 57.27%,影响该区域耕地平均利用等的依然为中等地和低等地,因此整体平均利用等趋于中等偏低,为 4.4 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 1.51%, 1.31%, 5.31% 和 91.87%,影响该区域耕地平均利用等最大的是低等地,因此其平均等为低等地,即 3.4 等。

(3) 各生态环境分区内耕地利用等别综合分析。将各生态环境分区内耕地利用等别的纵向与横向分析结合,其之间的相关程度及其协调效应综合能够云南省耕地质量的总体分布情况。优区的自然生态环境虽然最好,但因其主要分布于峡谷地带,且多为少数民族集聚地,农业科技与生产投入较低,对耕地的利用影响更明显,所以整体平均利用等低于全省平均等<sup>[22]</sup>。良区和和中区在全省范围内均有分布,其中耕地多分布与光、热、水、土条件为最好及社会经济最为发达、种植水平最高的平坝区和河谷区,虽然中区内不同等别耕地的数量要稍高于良区,但从面积加权平均等来看,中区与良区的耕地整体质量相当,其平均利用等均高于全省平均等。差区和劣区主要集中

在滇东南与滇东北,一方面是该区域多岩溶地貌,以坡耕地和旱地为主,限制了对耕地的利用条件投入与管理,另一方面是该区域人口密度大,种植制度多为一年一熟,因此差区和劣区耕地的平均利用等都低于全省平均等,尤以劣区最为显著。

## 4 结论

(1) 从云南省整体出发,综合运用 129 个县(市)的农用地分等成果,分析了全省耕地利用等别特点,并解释了耕地利用等别等别的空间分布特征。

(2) 云南省耕地利用等别总体水平偏低,其平均利用等为 4.4,全省耕地利用等以 2—6 等为主,所占比例高达 82.30%。

(3) 低等地面积最多,占全省耕地面积的 58.59%;优等地面积最少,仅占 0.60%。

(4) 耕地等别在生态环境分区中的分布存在差异,总体上良区和中区耕地等别最高,为 4.8 等;劣区耕地等别最低,为 3.4 等。

本文从宏观方面对云南省耕地利用等别分布差异进行了分析,但是就研究云南省耕地利用等别分布与生态环境分区之间更深层次的联系,以及揭示影响耕地利用等别的影响因素和耕地利用等别差异原因及对如何指导将来土地的开发利用与保护还需进行深入的研究。

### 参考文献:

[1] 彭建,蒋一军,刘松,等.我国农用地分等定级研究进展与展望[J].中国生态农业学报,2005,13(4):167-170.  
[2] 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.  
[3] 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.  
[4] 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,2009,32(8):31-35.  
[5] 闫宁,郑宏刚,余建新,等.农用地分等和基本农田划分中的应用研究[J].国土与自然资源研究,2009,21(3):

28-30.

[6] 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有研究[J].云南农业大学学报,2009,24(1):100-103.  
[7] 彭尔瑞,王穗,郝丽莎,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.  
[8] 司振中,李貌,邱伟理,等.中国耕地资源的区域差异与保护问题[J].自然资源学报,2010,25(5):713-721.  
[9] 王洪波,程峰,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.  
[10] 刘语旺,王波.云南省农用地利用等区域分布规律研究[J].资源与产业,2008,10(5):83-87.  
[11] 张青璞,孔祥斌,鄢文聚,等.重庆市国家农用地分等汇总前后等别分布规律[J].农业工程学报,2010,26(10):297-303.  
[12] 任奎,周生路,张红富,等.江苏农用地资源质量空间格局及影响机制研究[J].农业工程学报,2008,24(4):127-134.  
[13] 许妍,吴克宁,程先军,等.东北地区耕地产能空间分异规律及产能提升主导因子分析[J].资源科学,2011,33(11):2030-2040.  
[14] 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.  
[15] 赵酉辰.农用地经济质量评价与空间分布研究:以安徽省为例[J].农村经济与科技,2014,20(8):19-21.  
[16] 王波.滇南中山宽谷区农用地利用等空间分布规律研究[D].昆明:云南农业大学,2008.  
[17] 中华人民共和国国土资源部.农用地分等规程[S].TD/T1004—2003.  
[18] 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.  
[19] 鄢文聚.中国耕地等级评定与监测研究[M].北京:中国大地出版社,2010.  
[20] 徐旌,付保红.云南生态环境评价[J].生态经济,2002,25(7):45-49.  
[21] 孟广涛,方向京,和丽萍,等.云南省生态环境现状及其防治对策[J].水土保持研究,2006,13(2):7-10.  
[22] 邹玥,樊毅,郑宏刚,等.海拔因子对农用地利用等指数影响研究[J].云南农业大学学报,2009,24(2):274-277.