

甘肃省土地资源可持续利用定量评价

毛笑文

(西北师范大学旅游学院, 甘肃 兰州 730070)

摘 要: 从资源、环境、经济和社会 4 方面构建土地资源可持续利用评价指标模型, 并选择 23 个参评因子, 对甘肃省土地资源可持续利用空间差异进行定量分析, 发现甘肃省土地资源可持续利用水平有明显的空间差异, 认为各地在资源开发、经济发展、社会进步和环境保护方面有待进一步协调。

关键词: 土地资源; 可持续利用; 空间差异评价; 甘肃省

中图分类号: F301 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2006)03-0115-06

土地持续利用是指能够满足当前和未来人们粮食需求和社会协调、平衡发展的土地利用结构和利用措施^[1]。陈志刚、黄贤金^[2]对土地资源可持续利用的目标进行了界定, 认为该目标应包括 4 个方面: ①土地资源在数量上不减少, 在质量上不退化。②环境良好。③经济可行。④社会接受。实现土地资源可持续利用是区域可持续发展的前提和保证, 只有定量判断区域土地资源利用的可持续性, 才能为制订土地资源可持续利用政策、措施提供科学的依据。本文以甘肃省为例对甘肃土地资源可持续利用特征的空间差异进行定量分析, 试图为干旱半干旱地区土地可持续利用提供可供借鉴的评价模型。

1 指标体系的建立

土地资源利用涉及资源、环境、经济和社会等方面, 它们的有机组合, 形成了一个系统, 即土地资源利用系统, 这一系统包含资源、环境、经济和社会四大子系统。要实现土地资源利用的可持续, 就必须在四大子系统可持续的基础上达到系统整体的可持续。因此, 土地资源利用系统可持续性综合评价, 应该反映出土地资源利用系统中资源、环境、经济和社会等四个方面的协调程度及其产生的整体效应。

1.1 资源评价

资源评价是通过对土地资源质量和利用状况的综合评定来评价土地资源的可持续利用性。反映资源指标 B_1 特征的对象层指标主要包括反映土地资源集约利用水平的公顷农机总动力 $C_1(\text{kW}/\text{hm}^2)$ 、公顷化肥用量 $C_2(\text{kg}/\text{hm}^2)$ 、有效灌溉面积比例 $C_3(\%)$ 、反映土地资源持续利用水平的人均耕地量 C_4

$(\text{hm}^2/\text{人})$, 反映土地资源利用趋势的耕地年减少率 $C_5(\%)$, 反映土地资源构成的耕地占国土面积的比重 $C_6(\%)$, 反映土壤肥力特征的年日照时数 $C_7(\text{h})$ 、年降水量 $C_8(\text{mm})$ 、 $\geq 10^\circ\text{C}$ 活动积温 $C_9(^\circ\text{C})$ 。

1.2 环境评价

环境评价是在评价生态和自然资源的基础上评价土地资源的可持续利用状况。反映环境指标 B_2 特征的指标主要包括反映生态状况的森林覆盖率 $C_{10}(\%)$ 、反映环境污染的单位面积工业废水排放量 $C_{11}(\text{kg}/\text{km}^2)$ 、工业废气排放量 $C_{12}(\text{m}^3/\text{km}^2)$ 、单位面积固体废物排放量 $C_{13}(\text{kg}/\text{km}^2)$ 。

1.3 经济评价

经济评价是从人口、粮食、土地三者关系及经济投入与产出等方面评价土地资源的可持续利用。反映经济指标 B_3 特征的指标包括反映土地资源生产力状况的土地生产率 $C_{14}(\text{元}/\text{hm}^2)$ 、反映耕地资源粮食生产力的单位耕地粮食产量 $C_{15}(\text{kg}/\text{hm}^2)$ 、反映地区经济发展水平的人均 GDP $C_{16}(\text{元}/\text{人})$ 、反映农村富裕程度的农民人均纯收入 $C_{17}(\text{元}/\text{人})$ 、反映地区产业结构的非农产业产值比重 $C_{18}(\%)$ 、农业产值在 GDP 中的比重 $C_{19}(\%)$ 。

1.4 社会评价

社会评价是评价土地资源的利用能否满足人们不断增长的物质、文化需求及其对人们生活的影响。反映社会指标 B_4 特征的指标主要包括反映社会发展以及与经济发展间关系的城市化水平 $C_{20}(\%)$ 、反映人们物质消费水平的人均肉产量 $C_{21}(\text{kg}/\text{人})$ 、人均粮产量 $C_{22}(\text{kg}/\text{人})$ 、反映可持续发展协调度的非农就业劳力比重 $C_{23}(\%)$ 。评价模型见图 1。

收稿日期: 2005-11-12

作者简介: 毛笑文(1968—), 女, 硕士, 讲师, 研究方向为区域规划。E-mail: maoxw@nwnu.edu.cn。

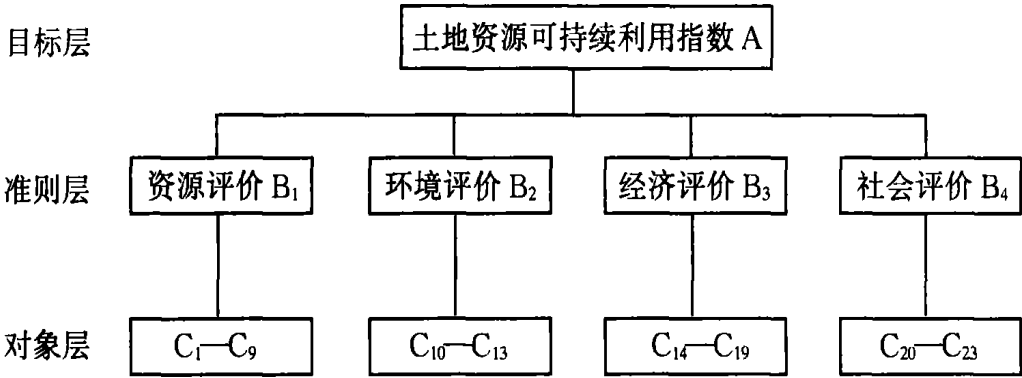


图 1 土地资源可持续利用评价模型

Fig 1 The evaluation model of sustainable land resource use

2 权重确定与指标计算

2.1 权重的确定及其熵化处理

确定指标权重的实质就是衡量各项指标和各领域层对其目标层贡献程度的大小,指标权重的合理与否直接影响着评价结果的科学性与准确性。本文采用 AHP 模型求算各级指标的权系数,然后采用熵技术对求算的各级指标权系数进行修正,以便更好地把握标度,提高判断的可信度和信息量^[3]。具体修正公式为:

(1)对已构造的判断矩阵 $R = \{r_{ij}\}_{n \times n}$ 作归一化处理。公式为:

$$\bar{r}_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{i=1}^n r_{ij}} \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n) \\ (j = 1, 2, 3, \dots, n)$$

得到标准矩阵 $R = \{\bar{r}_{ij}\}_{n \times n}$,定义指标 f_j 输出的熵 e_j 为:

$$e_j = -(\ln n)^{-1} \sum_{i=1}^n \bar{r}_{ij} \ln \bar{r}_{ij}, \\ (0 \leq e_j \leq 1, j = 1, 2, 3, \dots, n);$$

(2) 求指标 f_j 的偏差度 d_j 和信息权重 μ_j :

$$d_j = 1 - e_j; \quad \mu_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j}$$

(3) 利用信息权重 μ_j 修正由 AHP 法得出的指标权重系数 $w_i = (w_1, w_2, w_3 \dots w_n)$,得到修正后的

指标系数为 W_j , $W_j = \frac{\mu_j w_i}{\sum_{j=1}^n \mu_j w_i}$,从而得到指标比

较合理的权系数向量: $W = (W_1, W_2, W_3 \dots, W_n)$ 。修正过程在 EXCEL 中完成,因过程复杂,仅列出结果如下:

$$W_i = (0.259, 0.311, 0.302, 0.128)$$

$$W_{1-9} = (0.124, 0.037, 0.185, 0.064, 0.024, \\ 0.018, 0.121, 0.266, 0.160)$$

$$W_{10-13} = (0.320, 0.507, 0.137, 0.036)$$

$$W_{14-19} = (0.163, 0.101, 0.163, 0.205, 0.324, \\ 0.044)$$

$$W_{20-23} = (0.487, 0.185, 0.185, 0.143)$$

2.2 对象层指标的计算

对象层指标 C_i 是定量评价土地资源可持续利用空间差异的基础。对象层指标原始数据标准化的方法如下:

$$\text{当指标数值越大越好时, } C_i = \frac{C_i - C_{\min}}{C_{\max} - C_{\min}};$$

$$\text{当指标数值越小越好时, } C_i = \frac{C_{\max} - C_i}{C_{\max} - C_{\min}};$$

其中: C_i 为对象层指标的现状值; $C_{\max}$ 为对象层指标中最大值; $C_{\min}$ 为对象层指标中最小值。具体计算结果见表 1。

2.3 准则层指标的计算

准则层指标 B_i 主要包括资源指标 B_1 、环境指标 B_2 、经济指标 B_3 和社会指标 B_4 。准则层指标 B_i 的计算是按照其所属对象层各指标的数值乘以各自的权重后进行求和,公式为:

$$B_i = \sum_{i=1}^m C_i W_i$$

其中: C_i 为对象层某一指标值; W_i 为对象层某一指标的权重; m 为准则层指标所属对象层指标的项数,结果见表 2,排序情况见图 3~6。

2.4 土地资源可持续利用指数的计算

目标层土地资源可持续利用指数 A 的计算就是将准则层指标数值乘以各自的权重后进行求和,公式为

$$A = \sum_{i=1}^m B_i W_j$$

其中： B_i 为某一准则层指标值； W_j 为某一准则层指标的权重； n 为准则层指标的项数，具体结果见表 3，排序情况见图 2。

表 1 对象层原始数据标准化结果

Table 1 The Standardization results of the original data in object layer

指标 Index	兰州 Lanzhou	嘉峪关 Jiayuguan	金昌 Jinchang	白银 Baiyin	天水 Tianshui	武威 Wuwei	张掖 Zhangye	平凉 Pingliang	酒泉 Jiuquan	庆阳 Qingyang	定西 Dingxi	陇南 Longnan	临夏 Linxia	甘南 Gannan
C_1	0.21	1.00	0.51	0.12	0.02	0.28	0.24	0.00	0.70	0.02	0.01	0.04	0.10	0.07
C_2	0.26	0.96	1.00	0.19	0.23	0.88	0.75	0.27	0.92	0.26	0.18	0.31	0.21	0.00
C_3	0.30	1.00	0.91	0.21	0.01	0.72	0.69	0.03	0.98	0.00	0.04	0.10	0.31	0.03
C_4	0.57	0.42	0.83	1.00	0.33	0.55	0.98	0.90	0.90	0.84	0.82	0.26	0.00	0.31
C_5	0.86	1.00	0.00	0.99	0.96	0.75	0.75	0.75	0.95	0.92	0.95	0.93	0.93	0.95
C_6	0.46	0.01	0.13	0.40	0.77	0.21	0.13	1.00	0.00	0.03	0.72	0.29	0.50	0.03
C_7	0.63	0.96	0.84	0.58	0.75	0.89	1.00	0.73	0.96	0.51	0.50	0.00	0.57	0.43
C_8	0.44	0.00	0.18	0.22	0.85	0.13	0.08	0.77	0.01	0.86	0.62	1.00	0.74	0.96
C_9	0.84	0.75	0.76	0.74	0.87	0.76	0.73	0.72	0.75	0.69	0.52	1.00	0.83	0.00
C_{10}	0.27	0.00	0.16	0.12	0.75	0.33	0.25	0.49	0.02	0.45	0.09	1.00	0.57	0.57
C_{11}	0.52	0.00	0.76	0.91	0.95	0.97	0.98	0.89	0.99	0.99	0.99	0.98	0.97	1.00
C_{12}	0.31	0.00	0.79	0.83	0.96	0.99	0.99	0.90	0.99	1.00	0.99	0.99	0.97	0.99
C_{13}	0.61	0.09	0.88	0.95	0.98	0.20	0.00	0.73	0.96	0.99	0.78	0.99	0.96	1.00
C_{14}	1.00	0.27	0.16	0.14	0.23	0.07	0.05	0.21	0.01	0.00	0.08	0.05	0.13	0.01
C_{15}	0.10	0.92	0.70	0.10	0.02	0.54	0.74	0.09	1.00	0.09	0.00	0.07	0.26	0.01
C_{16}	0.90	1.00	0.65	0.29	0.86	0.18	0.34	0.12	0.65	0.11	0.01	0.00	0.01	0.06
C_{17}	0.46	0.93	0.76	0.24	0.07	0.41	0.77	0.17	1.00	0.14	0.14	0.00	0.03	0.08
C_{18}	0.97	1.00	0.79	0.71	0.61	0.26	0.15	0.39	0.55	0.52	0.00	0.18	0.22	0.08
C_{19}	0.03	0.00	0.21	0.29	0.39	0.74	0.85	0.61	0.45	0.48	1.00	0.82	0.78	0.92
C_{20}	0.61	1.00	0.49	0.17	0.13	0.08	0.17	0.04	0.35	0.04	0.00	0.01	0.03	0.12
C_{21}	0.08	0.00	0.55	0.37	0.13	0.65	1.00	0.26	0.70	0.22	0.33	0.30	0.30	0.82
C_{22}	0.16	0.00	0.68	0.48	0.29	0.69	1.00	0.61	0.53	0.65	0.38	0.43	0.35	0.20
C_{23}	1.00	0.44	0.52	0.40	0.51	0.61	0.77	0.75	0.50	0.50	0.80	0.01	0.69	0.00

注：①本表数据主要根据 2003 年甘肃省统计年鉴整理。 C_7 、 C_8 、 C_9 为甘肃省各州、市气象台站 30 a 平均数据， C_{11} 、 C_{12} 、 C_{13} 根据 2001 年度甘肃省环境统计内部资料整理。②限于篇幅，本文没有列出甘肃省 14 个州、市的原始数据。③数据计算过程中实际按三位小数进行，受表格位置限制结果只保留两位小数。

表 2 甘肃省土地可持续利用评价准则层指标得分

Table 2 Index scores of the rule layer about the sustainable land resource use in Gansu

指标 Index	兰州 Lanzhou	嘉峪关 Jiayuguan	金昌 Jinchang	白银 Baiyin	天水 Tianshui	武威 Wuwei	张掖 Zhangye	平凉 Pingliang	酒泉 Jiuquan	庆阳 Qingyang	定西 Dingxi	陇南 Longnan	临夏 Linxia	甘南 Gannan
B_1	0.48	0.63	0.60	0.40	0.53	0.52	0.53	0.52	0.58	0.49	0.41	0.51	0.51	0.36
B_2	0.42	0.01	0.58	0.65	0.89	0.74	0.71	0.82	0.68	0.82	0.69	0.99	0.84	0.86
B_3	0.73	0.82	0.63	0.37	0.41	0.30	0.38	0.25	0.61	0.25	0.09	0.11	0.16	0.10
B_4	0.48	0.55	0.54	0.30	0.21	0.37	0.56	0.29	0.47	0.25	0.25	0.14	0.23	0.25

表 3 甘肃省土地可持续利用评价目标层指标得分

Table 3 Index Scores of the Goal Layer about the Sustainable Land Resource Use in Gansu

兰州 Lanzhou	嘉峪关 Jiayuguan	金昌 Jinchang	白银 Baiyin	天水 Tianshui	武威 Wuwei	张掖 Zhangye	平凉 Pingliang	酒泉 Jiuquan	庆阳 Qingyang	定西 Dingxi	陇南 Longnan	临夏 Linxia	甘南 Gannan
0.537	0.484	0.595	0.456	0.565	0.503	0.545	0.502	0.606	0.489	0.380	0.491	0.471	0.423

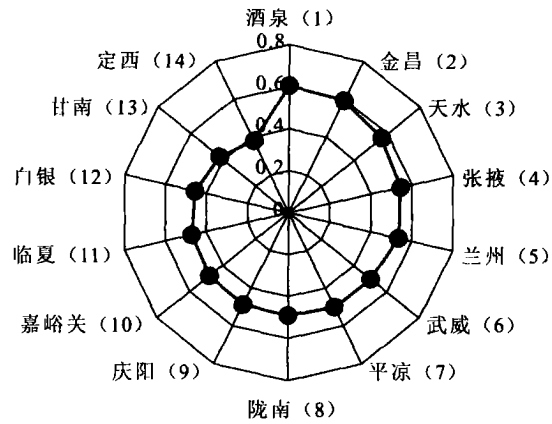


图 2 甘肃省土地资源可持续利用水平排序(位)
Fig.2 The Compositor of the Sustainable Land Resources
Use in Gansu Province

3 结果分析

3.1 总体评价

根据上述指标体系和计算方法,对选取的指标进行分级运算,最终得到了评价甘肃省土地资源可持续利用空间差异的计算结果(见表 3)。从得分看,酒泉得分最高,定西得分最低,从总体上看,除酒泉、金昌相对较高、定西、甘南相对较低外,其它州、市土地资源可持续利用水平比较接近,说明甘肃大多数地区的土地资源可持续利用水平差异不大,这与实际情况吻合较好。具体排序情况见图 2。

3.2 分类评价

1) 对照图 3 可见,各州、市在资源评价指标上的得分除定西、甘南、白银较低外,其它 11 个州、市相差较小,说明甘肃省各地在土地资源的禀赋上总体差异不大,也就是说各地农业可持续发展的基础条件大致相当,对照图 3 与图 4、图 5,我们还是可以发现资源禀赋好的地区其经济、社会发展水平相对要高一些,说明资源对社会经济发展的基础作用是

明显的。

2) 各州、市在环境、经济和社会评价指标上的得分相差较大,且有一定的内在关系。对照图 4 与图 5,从环境指标与经济指标得分的比较来看,嘉峪关、兰州和金昌三个在经济指标上得分较高的市在环境指标上的得分都较低,说明三地的经济发展是以牺牲环境为代价的,而环境指标得分较高的州、市,其经济发展水平都相对较低。对照图 5 与图 6,从经济指标与社会指标的得分来看,大部分地区经济发展与社会发展比较协调,表现为经济效益好则社会效益也好,经济效益不好社会效益也相对较差,只有张掖经济发展水平不高却有较高的社会评价得分,应引起重视。

3) 从总体上看,各地资源禀赋的好坏在一定程度上决定了各地经济、社会发展的水平,而各地社会、经济的发展则多以牺牲环境为代价,表现出强烈的社会效益、经济效益与环境效益严重不协调的特征。

3.3 分区评价

将表 3 的目标层得分数据运用 SPSS 11.0 for windows 统计软件^[4],以 K-均值聚类法(K-Means cluster)对原始数据经过 3 步迭代,以 4.100E-02 为聚类中心之间的最小距离,可以将甘肃省土地资源可持续利用水平分为四类,同类地区土地可持续利用水平较为接近。酒泉、金昌为一类地区,天水、张掖、兰州为二类地区,武威、平凉、陇南、庆阳、嘉峪关、临夏、白银为三类地区,甘南、定西为四类地区。

1) 得分最高的一类地区为酒泉、金昌两市,酒泉在各项评价指标上的得分都比较高。金昌在资源、经济与社会三项指标上的得分都高于酒泉,但环境指标上的得分较低。从土地资源可持续利用的角度看,金昌是一个资源型城市,其市域相对较小,其经济增长主要来源于工业经济,而酒泉则是工农业都比较发达的地区,其综合水平应在金昌之上。

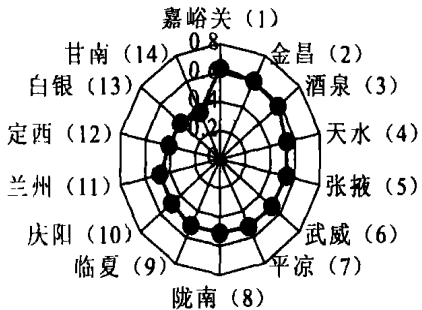


图 3 资源评价指标得分排序(位)
Fig.3 The Compositor of the index scores of
resource evaluation (rank)

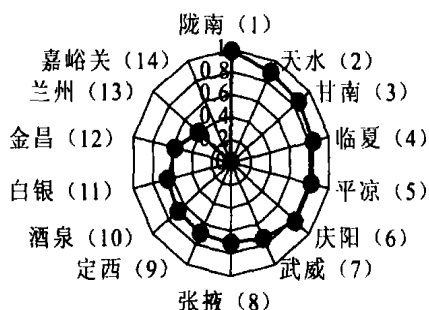


图 4 环境评价指标得分排序(位)
Fig.4 The Compositor of the index scores of
environment evaluation (rank)

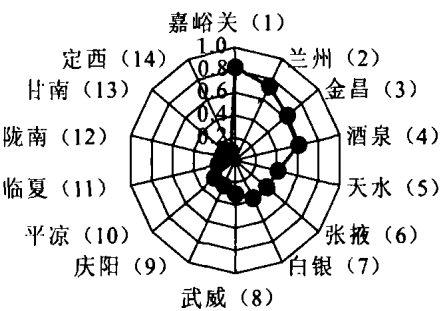


图 5 经济评价指标得分排序(位)

Fig.5 The Compositor of the index scores of economy evaluation (rank)

2) 二类地区包括天水、张掖和兰州市,天水、张掖在资源、环境上的得分远高于兰州,张掖在社会指标上的得分为全省最高。作为省会城市所在地的兰州市域,因其在环境上的得分较低而排名于天水、张掖之后。从农业发展的条件来看,天水的水热资源条件比较好,但人多地少,而地处黑河流域的张掖,绿洲灌溉农业的条件较好。兰州在经济指标上的得分主要来源于省会城市发达的工业和第三产业,从土地资源可持续利用的角度看,兰州不及天水、张掖两市。

3) 三类地区包括武威、平凉、陇南、庆阳、嘉峪关、临夏、白银七个州、市。嘉峪关市在资源、经济与社会三项指标上的得分都很高,但在环境上的得分排名全省最后,说明其经济发展、社会进步、资源开发利用和环境污染之间的矛盾已经十分突出,环境问题已经成为社会、经济与生态协调发展的主要障碍,应引起高度的重视。白银是甘肃第二大城市,因其规模尚小,在经济与社会指标上的得分均居中游,白银在资源、环境上的得分都比较低,可见白银并不发达的经济、社会水平也是以破坏环境为代价的。三类地区的其它州、市在资源评价、环境评价方面得分均居中等水平,但在经济与社会评价上的得分都比较低。

4) 四类地区的甘南在资源、经济与社会评价方面得分都比较低,因其以农牧业为主,污染较小,只在环境方面得分相对较高。定西是全国有名的贫困地区,虽经多年的扶贫开发,但受到资源条件的限制,其经济、社会方面的指标都比较低,故在全省排名为最后。

4 结论与建议

1) 通过选取资源、环境、经济和社会四个方面 23 个指标,对甘肃省土地资源可持续利用空间差异

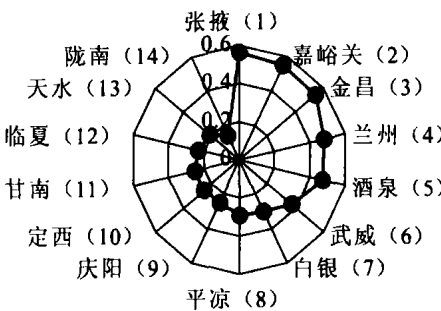


图 6 社会评价指标得分排序(位)

Fig.6 The Compositor of the index scores of society evaluation (rank)

进行定量分析,发现甘肃省土地资源可持续利用特征存在一定空间差异,但土地资源可持续利用水平相对较高和较低的地区都只有两个,其它 10 个州、市都处于中等上下水平,表现为“两头少、中间多”的特征,说明甘肃多数地区土地可持续利用水平相差不多。

2) 根据分类分析与分区分析,认为资源条件对各地经济与社会发展的基础作用明显,一般来说,资源条件好则经济、社会发展程度相对较高,而资源条件差的地区经济、社会发展程度较低。建议保护现有耕地资源,加强农田基本建设,全面开展小流域综合治理,因地制宜,合理利用土地资源,调整产业结构,发展生态农业,培植特色产业。

3) 在经济、社会发展水平较好的地区都存在着环境问题,经济、社会发展水平较差的地方则环境污染情况则相对较轻。建议重视社会、经济与环境的协调发展,经济发展水平相对较高的地区要加大对环境污染的治理力度,经济相对落后地区也要防止走先污染后治理的老路。

参考文献:

[1] 谢经荣,林培. 论土地持续利用[J]. 中国人口、资源与环境, 1996, 6(4): 13—18.

[2] 陈志刚,黄贤金. 经济发达地区土地资源可持续利用评价研究[J]. 资源科学, 2001, 23(3): 33—38.

[3] 徐建华. 现代地理学中的数学方法(第二版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2002, 224—250, 328—329.

[4] 郝黎仁,樊元,郝哲欧. SPSS 实用统计分析[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2002, 275—285.

The evaluation on the spatial difference of sustainable
land resource use in Gansu Province

MAO Xiao-wen

(College of Tourism, North West Normal University, Lanzhou, Gansu 730070, China)

Abstract: Based on establishing an indicator system for evaluating the spatial differences of the sustainable land resource use, which include 23 evaluation indicators about resources, environment, economy and society, the paper evaluated quantitatively the spatial differences of the sustainable land resource use in Gansu province. The results show that the spatial difference level of the sustainable land resource use in Gansu province is remarkable, and that the effective measures should be taken to harmonize the relationship of resource exploitation, economy development, society improvement and environment protection.

Keywords: land resource; sustainable use; spatial difference evaluation; Gansu province

(上接第 114 页)

Effects of stress on the indirubin content of Isatis indigotica Fort. seedlings

DUAN Fei, YANG Jian-xiong, ZHOU Xi-kun, MA Tian-li, YU Jia-ning

(College of Life Science, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China)

Abstract: The seedlings of Isatis indigotica Fort. cultivated for 30 days in aseptic environment were treated with 250 mmol/L NaCl, natural drought method, 20 mmol/L ABA, 4℃ low temperature, respectively. The content of indirubin was extracted from Isatis indigotica Fort. seedlings at the indicated times and analyzed using HPLC method, the results showed that the content of indirubin could increased up to 59.05%~161.67% in salt, drought and ABA treatment during 12 h. The content of indirubin increased up to 141.4% under low temperature stress for 24 h. These implied that the content of indirubin in the Isatis indigotica Fort. seedlings could accumulate by appropriate stress and ABA treatment efficiently. The 250 mmol/L NaCl stress treatment had the most effect.

Keywords: Isatis indigotica Fort. ; indirubin; stress; HPLC