谷秀兰,黄朝明,栾乔林,等. 基于熵值法的县域耕地利用效益定量评价[J]. 江苏农业科学,2015,43(10):533 - 537.
doi:10.15889/j.issn.1002 - 1302.2015.10.165

基于熵值法的县域耕地利用效益定量评价

谷秀兰,黄朝明,栾乔林,韦仕川
(海南大学政治与公共管理学院,海南海口 570228)

摘要:耕地利用效益需从综合和整体的角度进行定量评价。以海南省屯昌县为研究区域,构建包含 1 个目标层、3 个子目标层、21 个指标层的耕地利用效益评价指标体系,从经济、社会、生态方面对 1994—2011 年该区域的耕地利用效益进行评价。采用熵值法确定指标权重,并对指标进行标准化处理,在此基础上利用数量分析模型对研究区域耕地利用的经济效益、社会效益、生态效益、综合效益进行评价,并利用协同理论分析耕地利用系统的协调程度。评价结果表明,1994—2011 年研究区域的耕地利用综合效益整体呈波动上升趋势;系统协调度在 2005 年之前呈不协调状态,之后则呈协调状态,且协调度逐年上升。为实现耕地的可持续利用,需要提高农业生产力、调整人口结构、推动农业现代化等,从而使耕地利用综合效益、耕地利用系统的协调度得以提高。

关键词:耕地利用效益;指标体系;熵值法;定量评价;海南省屯昌县
中图分类号: F301.2　　**文献标志码:** A　　**文章编号:**1002 - 1302(2015)10 - 0533 - 05

耕地资源作为重要的基础性生产资料,对人类社会具有多方面的利用价值,是农业生产中不可替代的劳动对象、生产要素、空间场所[1],耕地资源的合理开发利用对于社会可持续发展具有积极意义。近年来,随着我国城市化进程的加速,以及农业生态环境问题的出现,耕地资源的利用与保护面临着严峻考验。对有限且不断减少的耕地实行内涵挖潜,提高耕地利用效益,对于人口众多、资源相对短缺的中国具有重要意义[2]。近年来,为科学评价区域耕地的利用状况,学者分别从空间尺度[3-5]、研究方法[6-10]、研究角度[11-15]等方面进行了分析,积累了较为丰富的耕地利用效益评价经验,并将定性与定量方法相结合,完整体现了耕地利用的综合效益。

海南省作为我国耕地资源最少的海岛省份,在国际旅游岛建设中面临着耕地保护的巨大压力,对省内市、县耕地资源利用状况的定量化评价也较为缺乏。以海南省屯昌县作为研究区域,分析影响耕地利用效益的因素,并结合区域耕地利用特点,构建耕地利用效益定量评价指标体系。以指标 - 子目标层 - 目标层的角度,从经济、社会、生态方面对 1994—2011 年研究区域的耕地利用状况进行分析,并基于区域耕地利用综合效益、系统协调度值分析研究时段内区域的耕地利用协调程度,以期为海南省内市、县耕地利用效益的提高,以及耕地资源的可持续开发利用提供依据。

1　研究区域概况

屯昌县位于海南省中部偏北,地处南渡江南岸、五指山北麓,19°08′ ~ 19°37′ N、109°45′ ~ 110°15′ E,属于热带季风气候区。屯昌县东北与定安县交界、东南与琼海市接壤、西北与澄迈县毗邻、西南与琼中县接连,是海南省中部内陆县,全县辖 8 个镇、119 个村(居)委会,平均人口密度为256 人/km^2。屯昌县土地总面积为 1 231.50 km^2,2011 年耕地资源为 125.05 km^2,年均气温 23 ℃。屯昌县地形地貌为丘陵半山区,丘陵、台地约占土地面积的 80%,素有“七丘二坡一分田”之称。屯昌县总户籍人口为 307 080 人,其中农业户籍人口为 200 983人,粮食总产量为 8.53 万 t,是海南省重要的农业县。

2　数据来源与研究方法

2.1　数据来源

研究所用数据来源于《屯昌统计年鉴》(1994—2012 年)[16],以及屯昌县农业局的统计数据。

2.2　评价指标体系的建立

耕地在土地利用结构中具有特殊地位,不仅为人类提供生产和生活资料,产生经济效益,还具有调节气候、净化环境、维持生物多样性等生态效益,以及保障粮食安全、维护社会稳定等社会效益[10]。为对耕地利用综合效益进行全面、科学、客观的评价,必须基于不同指标对利用效益进行量化。耕地资源的利用具有明显区域性,因此指标的选择需综合考虑区域社会经济发展状况、耕地利用条件、生态环境背景等因素,构建科学的评价指标体系是进行耕地利用效益量化的基础。

结合屯昌县耕地利用的实际情况,基于需要评价耕地利用的经济效益、社会效益、生态效益 3 方面的量化值,构建包含 1 个目标层、3 个子目标层、21 个指标层的耕地利用效益评价指标体系(表 1),并根据指标值与耕地利用效益间的效用关系将指标分为正向指标、负向指标,指标值与利用效益正相关为正向指标,负相关则为负向指标。

2.3　指标权重的确定

评价指标体系涉及多个具有不同指征意义的指标,具有明显区域性,确定不同指标的区域权重需考虑其在区域耕地利用中的差异性。确定权重的方法有特尔斐法、贡献率法、熵

收稿日期:2015 - 05 - 05
基金项目:国家自然科学基金(编号:G031202);海南省自然科学基金(编号:20154186);海南大学青年基金(编号:qnjj1440)。
作者简介:谷秀兰(1978—),女,山东兖州人,硕士,讲师,主要从事土地资源管理的教学与研究。E - mail:guxiulan2009@qq.com。

值法[17-18]等，本研究采用熵值法确定指标权重。熵是物理学概念，根据熵值大小可判断系统有序或无序的状态。把耕地作为 1 个系统，评价指标值的大小即熵值影响系统利用的有序程度，熵值小则有序度高、对系统的影响大、重要性高，反之亦然。基于熵值理论，可利用不同指标的熵值确定其权重。指标比重 p_{ij} 的计算公式为：

$$p_{ij} = A_{ij} / \sum_{i=1}^{18} A_{ij}; \quad (1)$$

指标熵值 En_j 的计算公式为：

$$En_j = -\sum_{i=1}^{18} p_{ij} \ln(p_{ij}) / \ln(18); \quad (2)$$

指标权重 w_j 的计算公式为：

$$w_j = (1 - En_j) / \sum_{j=1}^{21} (1 - En_j)。 \quad (3)$$

式中，p_{ij} 为第 i 年第 j 个指标占该指标总值的比重，A_{ij} 为第 i 年第 j 个指标的实际值，En_j 为第 j 个指标的熵值，w_j 为第 j 个指标的权重。其中，$i = 1,2,\cdots,18$；$j = 1,2,\cdots,21$。权重分配结果见表 1。

2.4 耕地利用效益的计算

2.4.1　指标标准化　由于 21 个指标具有不同的指标特征，其统计量纲、数量级等具有较大差异，无法进行指标间的直接对比，因此需按照一定标准对不同指标值进行标准化处理，使指标之间具有可比性。不同指标对耕地利用效益分别具有正向效用和负向效用，因此采用不同的标准化公式。正向指标的标准化公式为：

$$S_{ij} = (A_{ij} - b_j) / (a_j - b_j); \quad (4)$$

负向指标的标准化公式为：

$$S_{ij} = (a_j - A_{ij}) / (a_j - b_j)。 \quad (5)$$

式中：S_{ij} 为指标标准值；A_{ij} 为指标实际值；a_j 为对应指标序列最大值；b_j 为对应指标序列最小值。其中，$i = 1,2,\cdots,18$；$j = 1,2,\cdots,21$。屯昌县 1994—2011 年耕地利用效益评价指标的标准化结果见表 2。

表 1　耕地利用效益评价指标体系

目标层	子目标层	指标层	测度方法	指标效用	权重
耕地利用综合效益	经济效益(E)	播面单产(E_1)	粮食总产量/播种面积	正向	0.002 75
		机械化程度(E_2)	农机总动力/耕地面积	正向	0.018 66
		土地生产力(E_3)	种植业总产值/耕地面积	正向	0.091 16
		农业增加值比重(E_4)	农业增加值/农业总产值	正向	0.000 61
		财政投资效益(E_5)	农业增加值/财政农业投资	正向	0.298 77
		技术效率(E_6)	农业增加值/农业机械总动力	正向	0.031 99
	社会效益(H)	人均产量(H_1)	粮食总产量/总人口	正向	0.003 44
		需求满足程度(H_2)	人均粮食/联合国规定水平(255 kg)	正向	0.003 44
		人均农业总产值(H_3)	农业总产值/总人口	正向	0.071 18
		人均耕地(H_4)	耕地面积/总人口	正向	0.002 69
		劳动力转移指数(H_5)	非农人口/农业人口	正向	0.092 83
		农民人均纯收入(H_6)	历年统计年鉴	正向	0.120 52
		劳动力素质(H_7)	高中以上学历人数占比	正向	0.016 18
	生态效益(X)	保收指数(X_1)	旱涝保收面积/耕地面积	正向	0.008 82
		复种指数(X_2)	农作物播种面积/耕地面积	正向	0.003 33
		森林覆盖率(X_3)	林地面积/土地总面积	正向	0.000 00
		有效灌溉面积占比(X_4)	有效灌溉农田面积/耕地面积	正向	0.039 63
		单位耕地用肥量(X_5)	总用肥量/耕地面积	负向	0.006 60
		万元产值能耗(X_6)	农业用电量/农业总产值	负向	0.017 39
		单位耕地农药施用量(X_7)	农药施用量/耕地总面积	负向	0.020 42
		灾害指数(X_8)	成灾面积/播种面积	负向	0.149 60

2.4.2　耕地利用效益评价模型　按照评价指标体系，耕地利用综合效益目标层是在耕地利用经济效益、社会效益、生态效益等子目标层评价的基础上作出的；目标层、子目标层则通过线性加权的方法计算得到，计算公式为：

$$E_i = \sum_{j=1}^{n} S_{ij} \times w_j。 \quad (6)$$

式中：$E(H、X)_i$ 为利用效益；S_{ij} 为第 i 年第 j 项指标的标准化值；w_j 为第 j 项指标的权重值；n 为计算子目标层时对应的指标数量，经济效益(E)、社会效益(H)、生态效益(X)对应的 n 值分别为 6、7、8。

综合效益的计算公式为：

$$L_i = E_i + H_i + X_i。 \quad (7)$$

式中：L_i 为第 i 年耕地利用综合效益；E_i、H_i、X_i 分别为第 i 年的经济效益、社会效益、生态效益。指标计算结果见表 3。

2.5 耕地利用效益协调度

耕地利用效益评价体系中的子目标层，是分别从经济、社会、生态角度对耕地利用效益进行的量化评价。目标层则是基于子目标层的线性加权，虽可从整体上反映耕地利用效益的状况，但因为子目标层评价结果是基于各层下指标分别量化统计的，无法完整、客观地反映 3 个子目标层间相互关系对耕地利用效益的影响。耕地利用效益系统协调度可以判断经济、社会、生态 3 个子目标层的均衡状态，及其所反映出的耕地利用系统协调程度。耕地利用效益的协调度是指综合效益系统的各分系统在区域耕地利用过程中彼此和谐一致的程度[5]，协调度高的系统应与社会经济发展同步，并能保持耕地利用综合效益持续提高。

表 2　耕地利用效益评价指标的标准化值

指标	标准化值																	
	1994 年	1995 年	1996 年	1997 年	1998 年	1999 年	2000 年	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年
E_1	0.569	0.611	0.605	0.555	0.533	0.620	0.446	0.540	0.331	0.386	0.499	0.000	0.626	0.911	0.960	0.745	0.734	1.000
E_2	0.174	0.103	0.130	0.000	0.130	0.094	0.102	0.175	0.276	0.360	0.410	0.362	0.362	0.460	0.698	0.738	0.754	1.000
E_3	0.000	0.055	0.137	0.071	0.123	0.140	0.153	0.178	0.216	0.183	0.228	0.263	0.347	0.394	0.514	0.560	0.720	1.000
E_4	0.974	1.000	0.750	0.559	0.609	0.679	0.796	0.770	0.730	0.000	0.171	0.281	0.301	0.446	0.440	0.466	0.465	0.567
E_5	0.266	0.251	0.470	0.261	0.216	0.332	0.445	0.233	1.000	0.156	0.081	0.070	0.104	0.068	0.032	0.008	0.005	0.000
E_6	0.000	0.168	0.264	0.310	0.269	0.328	0.379	0.394	0.401	0.266	0.368	0.443	0.580	0.598	0.636	0.658	0.856	1.000
H_1	0.631	0.743	0.756	0.861	0.905	1.000	0.692	0.755	0.764	0.803	0.890	0.000	0.647	0.552	0.583	0.442	0.409	0.565
H_2	0.631	0.743	0.756	0.861	0.905	1.000	0.692	0.755	0.764	0.803	0.890	0.000	0.647	0.552	0.583	0.442	0.409	0.565
H_3	0.000	0.079	0.155	0.130	0.153	0.167	0.168	0.206	0.254	0.248	0.323	0.341	0.416	0.453	0.595	0.614	0.759	1.000
H_4	1.000	0.998	0.957	0.848	0.818	0.802	0.577	0.552	0.534	0.497	0.451	0.426	0.320	0.262	0.212	0.143	0.057	0.000
H_5	0.000	0.034	0.030	0.029	0.031	0.033	0.017	0.019	0.020	0.018	0.140	1.000	0.954	0.940	0.863	0.870	0.881	0.874
H_6	0.000	0.015	0.096	0.090	0.084	0.090	0.125	0.164	0.116	0.135	0.192	0.342	0.339	0.489	0.674	0.590	0.829	1.000
H_7	0.793	0.803	0.000	0.119	0.105	0.075	0.619	0.619	0.610	0.482	0.355	0.741	0.983	0.717	0.724	0.817	1.000	0.190
X_1	0.122	0.333	0.269	0.024	0.339	0.396	0.391	1.000	0.523	0.483	0.108	0.000	0.000	0.131	0.132	0.153	0.166	0.332
X_2	0.000	0.177	0.306	0.394	0.577	0.639	0.657	0.669	0.956	1.000	0.993	0.682	0.836	0.330	0.618	0.629	0.774	0.837
X_3	0.000	0.014	0.024	0.052	0.088	0.133	0.138	0.212	0.263	0.476	0.577	0.671	0.718	0.747	0.838	0.934	0.968	1.000
X_4	0.590	0.609	0.563	0.491	0.584	0.613	0.647	1.000	0.000	0.659	0.566	0.566	0.609	0.600	0.600	0.602	0.603	0.662
X_5	1.000	0.944	0.771	0.860	0.945	0.898	0.615	0.639	0.590	0.495	0.482	0.642	0.602	0.590	0.380	0.356	0.346	0.000
X_6	0.000	0.524	0.690	0.678	0.645	0.589	0.708	0.763	0.824	0.764	0.754	0.761	0.868	0.845	0.890	0.795	0.896	1.000
X_7	1.000	0.979	0.542	0.000	0.659	0.504	0.618	0.558	0.608	0.654	0.615	0.803	0.803	0.660	0.647	0.637	0.633	0.591
X_8	0.789	0.684	0.885	0.585	0.741	0.792	0.192	0.821	0.683	0.685	0.912	0.000	1.000	0.627	0.488	0.886	0.656	0.806

表 3　耕地利用效益定量评价结果

年份	E_i	H_i	X_i	L_i
1994	0.085	0.020	0.170	0.274
1995	0.090	0.031	0.165	0.286
1996	0.166	0.033	0.186	0.385
1997	0.096	0.033	0.126	0.255
1998	0.089	0.034	0.170	0.293
1999	0.126	0.036	0.175	0.337
2000	0.163	0.045	0.089	0.297
2001	0.104	0.053	0.202	0.359
2002	0.338	0.050	0.141	0.529
2003	0.080	0.050	0.166	0.296
2004	0.066	0.072	0.192	0.33
2005	0.066	0.171	0.059	0.296
2006	0.090	0.180	0.212	0.482
2007	0.087	0.195	0.152	0.433
2008	0.093	0.220	0.131	0.444
2009	0.091	0.212	0.189	0.492
2010	0.111	0.255	0.157	0.523
2011	0.145	0.280	0.182	0.607

表 4　耕地利用效益协调度

年份	D_i	M_i	C_i
1994	0.075	0.091	0.179
1995	0.067	0.095	0.297
1996	0.083	0.128	0.353
1997	0.048	0.085	0.441
1998	0.068	0.098	0.300
1999	0.070	0.112	0.373
2000	0.060	0.099	0.398
2001	0.076	0.120	0.365
2002	0.147	0.176	0.166
2003	0.060	0.099	0.390
2004	0.071	0.110	0.355
2005	0.063	0.099	0.360
2006	0.063	0.161	0.605
2007	0.054	0.144	0.624
2008	0.065	0.148	0.559
2009	0.065	0.164	0.606
2010	0.074	0.174	0.578
2011	0.070	0.202	0.655

耕地利用效益协调度评价由 3 个子目标层评价值的标准差和平均值计算得到，计算公式为：

$$C_i = 1 - D_i / M_i。\quad (8)$$

式中，C_i 为第 i 年的协调度值，D_i、M_i 分别为第 i 年 3 个子目标层评价值的标准差、均值，计算结果见表 4。

3　研究区域耕地利用效益定量评价结果分析

3.1 经济效益评价结果分析

在耕地利用效益评价指标体系的 3 个子目标层中，经济效益子目标是耕地利用的核心层，在一定程度上是实现社会效益、生态效益的前提，并是影响耕地利用综合效益的基础型因子。由 1994—2011 年耕地利用经济效益的变化趋势（图 1）可知，研究区域耕地利用经济效益可分为 1994—2002 年、2003—2011 年 2 个阶段。第 1 个阶段的耕地利用经济效益变动起伏较大，分别于 1996 年、2002 年形成 2 个明显峰值，该年份的财政投资效益指标（E_5）分别为 99.82、204.85，而此阶段内其他年份的该指标值均低于 95.00，最低值仅为 49.47，差异较大，从而形成波峰。第 2 个阶段的指标值变化幅度较小，呈逐年上升的趋势，此阶段的各项指标值并无较大变动，个别指标的小幅变动也因指标间的共同变化而消减，使

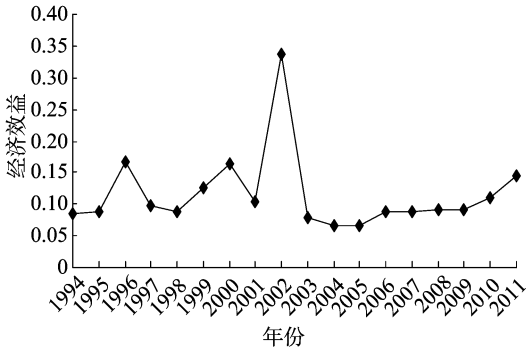

图1　1994—2011年屯昌县耕地利用经济效益评价值

经济效益子目标层评价结果呈平稳上升的趋势。

3.2 社会效益评价结果分析

1991—2011 年研究区域耕地利用社会效益呈上升趋势，根据上升幅度可划分为 1991—2003 年、2004—2011 年 2 个阶段(图 2)。第 1 阶段耕地利用社会效益虽每年呈上升趋势，但变化幅度相对较小，且整体处于较低水平，评价值除 2001 年外均低于 0.050。第 2 阶段耕地利用社会效益的上升幅度较大，评价值由 2003 年的 0.050 上升至 2011 年的 0.280，相差近 5 倍。

从社会效益子目标层对应的指标值来看，人均农业总产值指标、农民人均纯收入指标是各指标中 2 个阶段变化幅度最大的。第 1 阶段人均农业总产值指标、农民人均纯收入指标的最大值分别为 3 505.38 元/人、2 717 元，而此指标在第 2 阶段的最小值分别为 3 981.11 元/人、3 163 元，最大值则分别达到 8 610.13 元/人、9 422 元。1991—2011 年，研究区域人均耕地、人均粮食产量、需求满足程度等指标虽有变动，但总体变化幅度不大，如人均耕地仅从 0.05 hm^2/人下降至 0.04 hm^2/人，加权后对整个社会效益评价值影响不大；因此，整个时间段内耕地利用社会效益呈逐年上升的趋势。

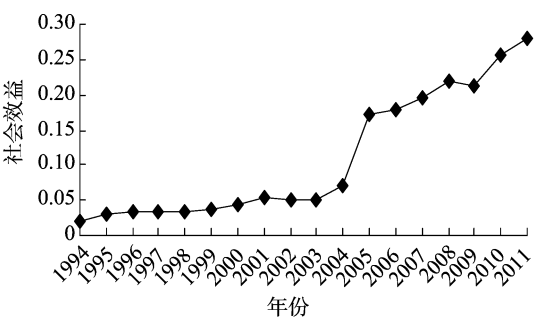

图2　1994—2011年屯昌县耕地利用社会效益评价值

3.3 生态效益评价结果分析

研究时段内区域的生态效益评价值没有明显的上升或下降趋势，各年间起伏明显，阶段性不突出，但仍可划分为 1994—2006 年、2007—2011 年 2 个阶段(图 3)。第 1 阶段起伏相对明显，年度间最大变化幅度为 3.62，有明显的波峰和波谷，其中 2000 年、2005 年出现 2 个明显的波谷，评价值仅为0.089、0.059。第 2 阶段起伏相对较小，年度间最大变化幅度仅为 1.40，且呈略微上升的趋势。

保收指数、复种指数、森林覆盖率、有效灌溉面积占比等正向效用指标的变化趋势基本一致，但最大值出现的年份各不相同；耕地用肥量、万元产值能耗、单位耕地农药施用量、灾害指数等负向效用指标也有变化，其中耕地用肥量指标值增加较为明显，而万元产值能耗指标则呈下降趋势。

研究区域作为重要的农业县，需在保收指数、有效灌溉面积比、化肥施用量等方面加以改善，从而实现生态农业、绿色农业，为耕地可持续利用和耕地生态奠定良好基础。

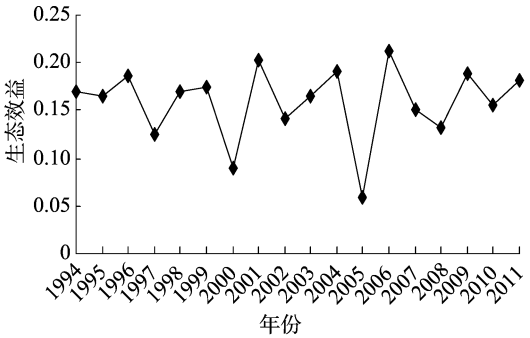

图3　1994—2011 年屯昌县耕地利用社会效益评价值

3.4 综合效益评价结果分析

1994—2011 年研究区域耕地利用综合效益总体呈波动上升趋势，具体可分为 1994—2001 年、2002—2006 年、2007—2011 年 3 个阶段(图 4)。第 1 阶段呈缓慢上升趋势，评价值由 1994 年的 0.274 上升至 2001 年的 0.359，期间内升降幅度较小。第 2 阶段呈波动下降趋势，评价值由 2002 年的 0.529 下降至 2006 年的 0.482，最小值一度达到 0.296，下降幅度较大。第 3 阶段呈稳定上升趋势，变化幅度较小但趋势明显。

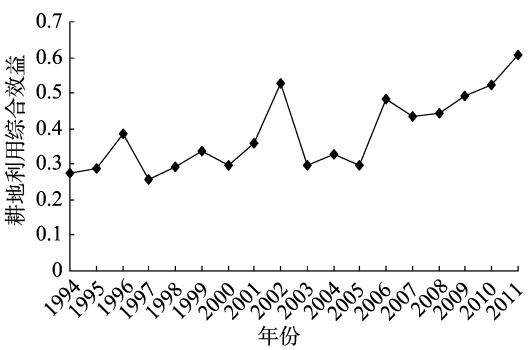

图4　1994—2011年屯昌县耕地利用综合效益评价值

从综合效益的构成来看，经济效益、社会效益、生态效益的重要性变动趋势差异明显。经济效益比重呈先升高后降低的趋势，于 2002 年达到峰值，占综合效益的 64.0%。社会效益比重呈明显的波动上升趋势，于 2002 年达到峰值 57.9%，随后几年基本维持在 45.0% 以上。生态效益比重整体呈波动下降趋势，于 2005 年出现最低值 19.8%，并于 2006 年回升至 44.0%，但随后几年呈逐步下降的趋势，于 2011 年降至 30.0%。可见，研究区域在耕地利用中对经济效益、社会效益的实现程度大于生态效益，且耕地生态环境有明显下降趋势。

3.5 耕地利用系统协调度分析

上述分析是针对耕地利用经济效益、社会效益、生态效益 3 个子目标层，以及三者线性加权所得综合效益目标层的分析评价，虽能在某层面上反映耕地利用的效益变化，但要分析子目标层间的关联性、耕地系统的协调程度，还需进行协调度分析。按照协同理论的观点[19-20]，协调度 C_i 值反映了耕地

利用系统的协调程度，$C_i \geqslant 0.8$ 为高度协调、C_i 在 0.5～0.8 为协调、$C_i \leqslant 0.4$ 为不协调、$C_i \leqslant 0.2$ 为极不协调。

由公式(8)计算得到 1994—2011 年研究区域的耕地利用协调度值(图 5)。耕地利用协调度值整体呈上升趋势，可按照协调程度划分为 1994—2005 年、2006—2011 年 2 个阶段。第 1 阶段 C_i 值呈上升趋势，但 C_i 值小于 0.4，耕地利用系统处于不协调状态。虽然 1997 年 C_i 值超过 0.4，但此阶段中 1994 年、2002 年的 C_i 值均低于 0.2，耕地利用系统处于极不协调状态。1994 年的 3 个子目标层评价值均较低，社会效益、经济效益分别只有 0.020、0.085，耕地利用综合效益不高；2002 年的 C_i 值是整个评价期间最低值，只有 0.166 4，虽然该年份 E_5 值较高，但 S_1、S_6 的结果值均低于相邻年份，导致社会效益较低。第 2 阶段 C_i 值呈波动上升趋势，C_i 值均超过 0.550，最低值为 2008 年的 0.559，最高值为 2011 年的 0.655 4，此阶段内经济效益、社会效益均逐年上升，生态效益则先降后升，3 个子目标层的协调度逐年增加，耕地利用系统也趋于协调。

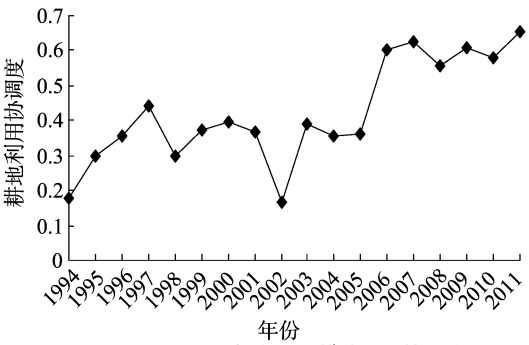

图5　1994—2011年屯昌县耕地利用协调度值

4　结论与讨论

通过构架指标体系，对 1994—2011 年研究区域耕地利用效益进行定量评价。指标体系框架的目标层－子目标层－指标层能够充分反映研究区域的耕地利用状况及利用效益，从经济、社会、生态方面进行评价符合对耕地利用系统可持续发展的目标要求，能够全面反映耕地利用整体效益。

在研究方法上将定性与定量相结合。通过定量评价模型对各层指标因子进行定量化分析，分别得到指标值、子目标值、目标值，并通过标准化处理实现各层指标间的可比分析。在此基础上，分别对耕地利用的经济效益、社会效益、生态效益、综合效益、协调度进行分析评价，最后对研究时段内该区域耕地利用的系统协调度进行定性分析，研究结果符合区域耕地利用的实际情况。

研究结果表明，研究区域耕地利用综合效益、协调程度均呈波动上升趋势，表现出明显的阶段性特征。在 3 个子目标层中，经济效益、社会效益具有一定同步性，生态效益则与前两者不同，虽波动明显，但整体趋势性变化不明显，个别年份形成明显的波谷。研究区域耕地利用的生态效益较低，在综合效益中所占比重呈下降趋势。近年来，研究区域协调程度有逐渐升高的趋势，并有耕地利用系统协调向高度协调发展的趋势。耕地利用经济效益、社会效益之间基本协调，若生态效益也能趋于平稳上升，耕地利用总体效益高度协调的目标将有望实现。

研究区域是海南省重要的农业县，为提高耕地利用综合效益和系统协调度，需从耕地资源的合理利用出发。增大现代农业技术在农业生产及耕地开发利用中的应用范围，进行土地整理，适当提高机械化水平和生产力水平，从而提高耕地单产、提升经济效益。通过控制人口数量、提升人口素质，使人均耕地、人均产量、人均农业总产值、劳动力素质等指标水平值得以提高，为实现农业现代化奠定基础。减少农药、化肥在农作物种植中的施用量，改善农田基础设施条件，加强农业生产抗灾能力，发展集约农业，降低万元产值能耗，从而实现农业和耕地利用的可持续发展。

参考文献：

[1]杜国明，刘彦随. 黑龙江省耕地集约利用评价及分区研究[J]. 资源科学，2013，35(3)：554－560.

[2]张文雅，宋　戈. 哈尔滨市耕地利用效益特征分析[J]. 水土保持研究，2009，16(6)：79－83.

[3]相　慧，孔祥斌，武兆坤，等. 中国粮食主产区耕地生产能力空间分布特征[J]. 农业工程学报，2012，28(24)：235－244.

[4]鲁春阳，文　枫，杨庆媛，等. 地级以上城市土地利用结构特征及影响因素差异分析[J]. 地理科学，2011，31(5)：600－607.

[5]李　佳，雷国平，柳　杨，等. 河南省耕地利用效益评价研究[J]. 水土保持通报，2013，33(3)：318－324.

[6]王燕鹏，于鲁冀，卢　艳. 基于能值分析的河南省耕地生态足迹动态研究[J]. 环境科学与管理，2010，35(10)：144－148.

[7]蔡海生，林建平，朱德海. 基于耕地质量评价的鄱阳湖区耕地整理规划[J]. 农业工程学报，2007，23(5)：75－80.

[8]施开放，刁承泰，孙秀锋，等. 基于耕地生态足迹的重庆市耕地生态承载力供需平衡研究[J]. 生态学报，2013，33(6)：1872－1880.

[9]牛海鹏，张安录，李明秋. 耕地利用效益体系与耕地保护的经济补偿机制重构[J]. 农业现代化研究，2009，30(2)：164－167.

[10]牛海鹏，张安录. 耕地利用效益体系重构及其外部性分析[J]. 中国土地科学，2009，23(9)：25－29.

[11]庞　英，张绍江，陈志刚. 山东省耕地利用效益的时空差异[J]. 经济地理，2006，26(6)：1037－1041，1046.

[12]吴得文，毛汉英，张小雷，等. 中国城市土地利用效率评价[J]. 地理学报，2011，66(8)：1111－1121.

[13]郇红艳，孙　君. 中部地区耕地非农化及其驱动因子的灰色关联分析[J]. 水土保持通报，2012，32(1)：82－88.

[14]王海涛，娄成武，崔　伟. 辽宁城市化进程中土地利用结构效率测评分析[J]. 经济地理，2013，33(4)：132－138.

[15]奉　婷，张凤荣，李　灿，等. 基于耕地质量综合评价的县域基本农田空间布局[J]. 农业工程学报，2014，30(1)：200－210.

[16]屯昌统计年鉴：1994—2012[Z]. 屯昌县统计局，1994—2012.

[17]任桂镇，赵先贵，郝鸿忠. 基于熵值法的陕西省可持续发展能力动态研究[J]. 地域研究与开发，2008，27(2)：34－37.

[18]李景刚，张效军，高艳梅，等. 基于改进熵值模型的城市土地集约利用动态评价——以广州市为例[J]. 地域研究与开发，2012，31(4)：118－123.

[19]王雨晴，宋　戈. 城市土地利用综合效益评价与案例研究[J]. 地理科学，2006，26(6)：743－748.

[20]韩玉婷，王桂波，李世平. 基于多目标协同的榆林市土地利用结构优化[J]. 国土与自然资源研究，2012(2)：24－26.