

# 定西地区农业系统协调度测评

赵 莉,王生林

(甘肃农业大学 经济管理学院,甘肃 兰州 730070)

**摘要:**在参考现阶段国内外众多农业相关评价指标体系的基础上,针对定西市自然和经济状况,建立了该区域农业系统协调度评价指标体系。构建了农业系统协调度模型,包括功效函数、协调函数,计算出定西市农业系统以及子系统的协调度,并确定各系统在不同年份的协调等级。定西市农业系统协调度主要是受人口系统、经济系统、社会系统和环境系统协调度变化的影响。系统内部要素协调度低,严重影响农业系统的整体协调性,在农业发展过程中,应实施有效协调控制,实现良性与稳定发展。

**关键词:**农业系统;协调度;协调等级;定西地区

**中图分类号:**S-0

**文献标识码:**A

**文章编号:**1002-2767(2010)05-0115-04

定西市位于甘肃省中部,辖安定、通渭、陇西、临洮、渭源、漳县、岷县共1区6县,119个乡镇,总面积2.03万km<sup>2</sup>,总人口293.51万人,其中乡村人口266.37万人。耕地面积51.34万hm<sup>2</sup>,其中山坡地占87%。定西地处黄土高原西部边陲地带和西秦岭末端,全区分北部黄土丘陵沟壑和南部高寒阴湿两个自然类型区。地势南高北低,境内海拔1640~3900m,大陆性气候明显,年平均气温5.7~7.7℃,年总降水量400~600mm。

定西曾是全国著名的贫困地区之一。改革开放以来,定西借助国家扶持,发扬领导苦抓、部门苦帮、群众苦干的“三苦”精神,积极与恶劣的自然条件做斗争,努力改善生产条件,大力发展粮食生产,于20世纪末实现了整体基本解决温饱的奋斗目标。进入新世纪后,定西地区顺应市场,遵循经济规律,不断调整农业发展步伐,充分挖掘资源优势,大力发展农业产业化经营,推进农业科技创新,初步形成特色农业发展新格局,全市农业和农村经济呈现良好发展势头。地区农业总产值从1999年的31.06亿元增加到2008年的63.19亿元,增长速度非常快。2008年共完成农作物播种面积51.81万hm<sup>2</sup>,粮食总产量达到98.15t,创历史最高。农民人均纯收入2136元,比1999年增长了81.19%,年均增长率8.12%<sup>[1-3]</sup>。

## 1 农业系统协调度评价指标体系的构建

系统协调度的确立必须通过综合的、科学的和体系化的指标来反映和评价。建立指标体系时应该坚持科学性、整体性、可控性、动态性和简单

性等原则,确保指标具有较好的代表性和评价性,能够反映经济水平和社会状况,能够指导和监督系统的发展,促进社会、经济协调发展<sup>[4]</sup>。

依据指标体系设计的目标和原则,通过查阅大量相关文献,在参考现阶段国内外众多农业相关评价指标体系的基础上,经过严格的分层筛选,针对定西地区的自然资源和社会经济状况,确定了该区域农业系统协调度评价指标体系。整个指标体系分为人口系统、经济系统、社会系统、资源系统和环境系统5个子系统,包括24个二级评价指标(见表1)。

表1 定西地区农业系统协调度评价指标体系

| 子系统  | 编号  | 指标  | 功效类型 |
|------|-----|---|------|
| 人口系统 | C11 | 区域人口密度/人·hm <sup>-2</sup>                 | +    |
|      | C12 | 农村劳动力人口比重/%                               | +    |
|      | C13 | 农业劳动力素质/%                                 | +    |
| 经济系统 | C21 | 人均农业总产值/元                                 | +    |
|      | C22 | 农业劳动生产率/%                                 | +    |
|      | C23 | 农业中间消耗生产率/%                               | +    |
|      | C24 | 单位耕地面积粮食产量/kg·hm <sup>-2</sup>            | +    |
|      | C25 | 农村居民人均纯收入/元                               | +    |
|      | C26 | 单位耕地面积农机总动力/kW·hm <sup>-2</sup>           | +    |
| 社会系统 | C31 | 农村人均居住面积/m <sup>2</sup> ·人 <sup>-1</sup>  | +    |
|      | C32 | 劳均用电量/kW·人 <sup>-1</sup>                  | +    |
|      | C33 | 每千个农业劳动力拥有农业技术人员/人                        | +    |
|      | C34 | 每百个农户电话机拥有量/部                             | +    |
|      | C35 | 城镇化水平                                     | +    |
| 资源系统 | C41 | 区域人均耕地面积/hm <sup>2</sup> ·人 <sup>-1</sup> | +    |
|      | C42 | 有效灌溉率/%                                   | +    |
|      | C43 | 人均水资源量/m <sup>3</sup> ·人 <sup>-1</sup>    | +    |
|      | C44 | 土地复种指数                                    | -    |
| 环境系统 | C51 | 农药使用强度/kg·hm <sup>-2</sup>                | -    |
|      | C52 | 化肥使用强度/kg·hm <sup>-2</sup>                | -    |
|      | C53 | 农用薄膜使用强度/kg·hm <sup>-2</sup>              | -    |
|      | C54 | 森林覆盖率/%                                   | +    |
|      | C55 | 农业成灾率/%                                   | -    |
|      | C56 | 抗灾率/%                                     | +    |

注:“+”表示正功效,“-”表示负功效。

收稿日期:2010-03-02

基金项目:甘肃省财政厅资助项目(0170799)

第一作者简介:赵莉(1983-),女,甘肃省民勤县人,在读硕士,从事农业可持续发展研究。E-mail:zhaoli4124980@163.com。

## 2 农业系统协调分析

### 2.1 功效函数

区域农业系统的协调发展是由其序参量决定的,序参量对系统有序性的贡献通常用功效系数  $EC$  (Efficacy Coefficient) 表示。要求  $EC$  介于 0 和 1 之间,当目标最满意时  $EC$  取 1,当目标最差时  $EC$  取 0。描述  $EC$  的关系式称为功效函数 (Efficacy Function),如果用序参量表示,则

$$EC(V_{ji}) = F(V_{ji})$$

其中,  $F$  代表关系式,  $j$  是子系统的下标 ( $j \in [1, m]$ ),  $i$  是子系统序参量的下标 ( $i \in [1, n]$ )。

序参量  $V_{ji}$  在系统实际表现值为  $X_{ji}$  ( $j=1, 2, \dots, m; i=1, 2, \dots, n$ ),  $\alpha_{ji}$ 、 $\beta_{ji}$  为系统稳定时指标量  $V_{ji}$  的临界点上、下限,即  $\beta_{ji} \leq V_{ji} \leq \alpha_{ji}$ 。根据协同论原理,当系统处于稳定状态时,状态函数应为线性关系,函数的极值点是系统稳定区域的临界点,当慢驰豫变量(慢驰豫变量是指系统在相变点处衰变变化速度较慢的内部变量)在系统稳定状态时发生量的变化对系统有序度有 2 种

功效:一种是正功效,即随着慢驰豫变量的增大,系统有序度增加;另一种是负功效,即慢驰豫变量的增大,系统有序度减少<sup>[5-8]</sup>。

因此,功效函数可以表示如下:

$$EC(V_{ji}) = \frac{X_{ji} - \beta_{ji}}{\alpha_{ji} - \beta_{ji}}, \beta_{ji} \leq V_{ji} \leq \alpha_{ji}$$

$EC(V_{ji})$  为具有正功效时的功效系数

$$EC(V_{ji}) = \frac{\alpha_{ji} - X_{ji}}{\alpha_{ji} - \beta_{ji}}, \beta_{ji} \leq V_{ji} \leq \alpha_{ji}$$

$EC(V_{ji})$  为具有负功效时的功效系数

区域农业系统协调发展是研究区域农业系统在某一阶段协调度随时间发展变化的状态,协调指标上下限区间是由该段时间内指标变化极值来确定的。在研究中为了避免指标的功效系数出现 0 和 1 的情况,应把极值做适当的调整,即将极值放大或缩小<sup>[4,8]</sup>,因此,将极值放大与缩小的幅度为 1%。运用公式计算后,得出定西地区农业评价指标功效系数(见表 2)。

表 2 定西地区农业评价指标功效系数

| 指标  | 1999   | 2000   | 2001   | 2002   | 2003   | 2004   | 2005   | 2006   | 2007   | 2008   |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| C11 | 0.2046 | 0.3413 | 0.4710 | 0.6084 | 0.5981 | 0.5985 | 0.7895 | 0.3625 | 0.4055 | 0.4224 |
| C12 | 0.0812 | 0.2060 | 0.1239 | 0.4243 | 0.7420 | 0.5886 | 0.5603 | 0.6363 | 0.8284 | 0.9105 |
| C13 | 0.0199 | 0.0401 | 0.0684 | 0.3221 | 0.8162 | 0.4816 | 0.8094 | 0.9001 | 0.9367 | 0.9705 |
| C21 | 0.0094 | 0.0181 | 0.1087 | 0.1324 | 0.1766 | 0.2941 | 0.4338 | 0.5929 | 0.7908 | 0.9809 |
| C22 | 0.0313 | 0.0096 | 0.1230 | 0.1526 | 0.2024 | 0.3353 | 0.5143 | 0.6474 | 0.9643 | 0.9807 |
| C23 | 0.2495 | 0.0559 | 0.4799 | 0.7471 | 0.9353 | 0.1304 | 0.4271 | 0.4056 | 0.1962 | 0.3930 |
| C24 | 0.4963 | 0.0231 | 0.5287 | 0.1815 | 0.4735 | 0.6971 | 0.7169 | 0.5269 | 0.4644 | 0.9675 |
| C25 | 0.0119 | 0.1017 | 0.1907 | 0.2483 | 0.3291 | 0.4271 | 0.5078 | 0.6007 | 0.7027 | 0.9784 |
| C26 | 0.0052 | 0.1133 | 0.1780 | 0.2285 | 0.2844 | 0.4030 | 0.5078 | 0.5778 | 0.7227 | 0.9850 |
| C31 | 0.0173 | 0.0603 | 0.2324 | 0.2678 | 0.3170 | 0.3385 | 0.7580 | 0.7718 | 0.8517 | 0.9731 |
| C32 | 0.0154 | 0.1517 | 0.2437 | 0.3064 | 0.4293 | 0.4110 | 0.5933 | 0.7564 | 0.9750 | 0.8819 |
| C33 | 0.0070 | 0.0703 | 0.1047 | 0.1348 | 0.1521 | 0.1961 | 0.7730 | 0.8148 | 0.9832 | 0.9452 |
| C34 | 0.0078 | 0.0117 | 0.0191 | 0.0816 | 0.0887 | 0.1003 | 0.3182 | 0.1583 | 0.4740 | 0.9824 |
| C35 | 0.0201 | 0.0728 | 0.4033 | 0.5031 | 0.5121 | 0.4720 | 0.5868 | 0.0914 | 0.4204 | 0.9704 |
| C41 | 0.8502 | 0.5802 | 0.3991 | 0.2979 | 0.2826 | 0.2718 | 0.1427 | 0.4400 | 0.3994 | 0.3875 |
| C42 | 0.1276 | 0.3755 | 0.7914 | 0.8650 | 0.7577 | 0.8287 | 0.7617 | 0.7760 | 0.8410 | 0.7519 |
| C43 | 0.7895 | 0.6498 | 0.5191 | 0.3822 | 0.3925 | 0.3920 | 0.2046 | 0.6284 | 0.5849 | 0.5679 |
| C44 | 0.5287 | 0.5287 | 0.2417 | 0.4496 | 0.8336 | 0.5610 | 0.6346 | 0.7289 | 0.5440 | 0.6415 |
| C51 | 0.9468 | 0.9468 | 0.9450 | 0.9801 | 0.2011 | 0.1066 | 0.0903 | 0.0741 | 0.0565 | 0.0294 |
| C52 | 0.9779 | 0.9779 | 0.4633 | 0.3152 | 0.4338 | 0.3099 | 0.1265 | 0.1117 | 0.0887 | 0.0316 |
| C53 | 0.0267 | 0.0267 | 0.1902 | 0.1737 | 0.8190 | 0.9829 | 0.9197 | 0.8936 | 0.6128 | 0.3101 |
| C54 | 0.0178 | 0.0178 | 0.2088 | 0.3149 | 0.4846 | 0.6331 | 0.7392 | 0.8878 | 0.9514 | 0.9726 |
| C55 | 0.4208 | 0.0283 | 0.3447 | 0.9813 | 0.9813 | 0.4062 | 0.5702 | 0.0509 | 0.1023 | 9.1019 |
| C56 | 0.4090 | 0.0063 | 0.3309 | 0.2334 | 0.9839 | 0.3940 | 0.5622 | 0.0296 | 0.0823 | 0.4721 |

## 2.2 协调函数

单一的功效系数并不能很好地说明系统的协调发展状态,所以必须建立一个由全部序参量为自变量的函数模型,称为协调度函数(Function of Harmony Coefficient,简称 FHC),函数值称之为协调度(Harmony Coefficient,HC)协调函数模型如下:

$$HC=1-\frac{S}{EC(\bar{V})}$$

其中:

$$S=\sqrt{\frac{\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^m [EC(V_{ji})-EC(\bar{V})]^2}{n-1}}$$

式中: $EC(V_{ji})$ 为功效系数, $EC(\bar{V})$ 为功效系数的平均值, $n$ 为功效系数的个数, $k$ 为子系统的个数, $m$ 为子系统中功效系数的个数。

## 2.3 协调度和协调等级

协调函数计算得出的值表示协调度(Harmo

ny Coefficient),协调度是判断系统协调性的重要依据。为了对系统状态进行把握,协调度的变化范围很重要,所以应将协调函数协调度的取值限定范围 $[1-\sqrt{n},1]$ ,其中  $n$  表示指标个数,表示变异系数。上限取值确定为 1,下限的范围是不确定的,随着指标个数的增加,变异系数增大,协调度的取值趋于减小。

协调等级是指把协调度范围划分成若干连续区间,每个区间代表一个协调度等级,每一个区间代表一种协调状态,形成连续的协调等级阶梯。可以看出协调等级实质上是把某一区间段上的全部协调度赋予一种协调度,即把此区间上全部的协调状态赋予一种协调状态<sup>[8]</sup>。

协调度和协调等级对于建立和完善协调理论具有非常重要的作用。协调等级划分见表 3。

表 3 协调等级(RHC)划分

| 项目  | 协调度              |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
|-----|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|     | 0.000<br>~0.1000 | 0.1001<br>~0.2000 | 0.2001<br>~0.3000 | 0.3001<br>~0.4000 | 0.4001<br>~0.5000 | 0.5001<br>~0.6000 | 0.6001<br>~0.7000 | 0.7001<br>~0.8000 | 0.8001<br>~0.9000 | 0.9001<br>~1.0000 |
| RHC | 1                | 2                 | 3                 | 4                 | 5                 | 6                 | 7                 | 8                 | 9                 | 10                |
| 含义  | 极度<br>失调         | 高度<br>失调          | 中度<br>失调          | 低度<br>失调          | 弱度<br>失调          | 弱度<br>协调          | 低度<br>协调          | 中度<br>协调          | 高度<br>协调          | 极度<br>协调          |

表 4 定西地区农业系统协调度与协调等级

| 项目   |      | 年 份   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|      |      | 1999  | 2000  | 2001  | 2002  | 2003  | 2004  | 2005  | 2006  | 2007  | 2008  |
| 农业系统 | 协调度  | 0.065 | 0.215 | 0.311 | 0.32  | 0.443 | 0.496 | 0.574 | 0.436 | 0.461 | 0.562 |
|      | 协调等级 | (1)   | (3)   | (4)   | (4)   | (5)   | (5)   | (6)   | (5)   | (5)   | (6)   |
| 人口系统 | 协调度  | 0.077 | 0.229 | 0.306 | 0.679 | 0.848 | 0.598 | 0.576 | 0.575 | 0.612 | 0.608 |
|      | 协调等级 | (1)   | (3)   | (4)   | (7)   | (9)   | (6)   | (6)   | (6)   | (7)   | (7)   |
| 经济系统 | 协调度  | 0.155 | 0.165 | 0.013 | 0.176 | 0.294 | 0.509 | 0.797 | 0.516 | 0.577 | 0.728 |
|      | 协调等级 | (2)   | (2)   | (1)   | (2)   | (3)   | (6)   | (8)   | (6)   | (6)   | (8)   |
| 社会系统 | 协调度  | 0.242 | 0.315 | 0.269 | 0.363 | 0.402 | 0.495 | 0.698 | 0.304 | 0.630 | 0.76  |
|      | 协调等级 | (3)   | (4)   | (3)   | (4)   | (5)   | (5)   | (7)   | (4)   | (7)   | (8)   |
| 资源系统 | 协调度  | 0.427 | 0.782 | 0.524 | 0.495 | 0.523 | 0.53  | 0.293 | 0.769 | 0.689 | 0.739 |
|      | 协调等级 | (5)   | (8)   | (6)   | (5)   | (6)   | (6)   | (3)   | (8)   | (7)   | (8)   |
| 环境系统 | 协调度  | 0.094 | 0.176 | 0.326 | 0.147 | 0.27  | 0.36  | 0.339 | 0.512 | 0.552 | 0.402 |
|      | 协调等级 | (1)   | (2)   | (4)   | (2)   | (3)   | (4)   | (4)   | B(6)  | (6)   | (5)   |

运用协调函数计算公式,计算得出定西地区农业系统以及人口、社会、经济、资源、环境子系统从 1999~2008 年的协调度,并参照协调等级划分表确定各系统在不同年份的协调等级(见表 4 和图 1)。

由表 4 和图 1 可知:定西地区农业系统协调

度从 1999~2005 年处于上升发展趋势,1999 年和 2000 年协调度很低,处于极度失调和中度失调状态,2005 年达到协调状态,而且是弱度协调,2006 年和 2007 年又开始出现失调,到 2008 年上升到弱度协调状态。农业系统协调变化主要受制于子系统,1999 年和 2000 年协调度低的主要原

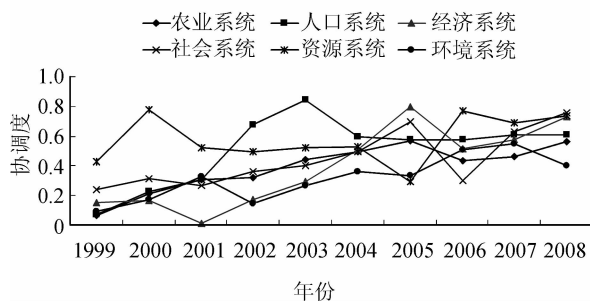


图1 定西地区农业系统及子系统协调度变化

因是人口系统、经济系统、社会系统、环境系统协调度太低。从整个发展过程看,定西市农业系统协调度主要受制于各子系统包括人口系统、经济系统、社会系统和环境系统的协调度变化的影响。其中,人口、经济和社会系统主要是提升协调度,起正作用,环境系统主要是降低协调度,起负作用。

从定西地区农业子系统协调度变化看,人口系统的协调度从1999~2003年呈现明显的上升趋势,从1999年的极度失调发展到2003年的高度协调,之后一直到2006年逐年下降,2005年和2006年为弱度协调,到2008年又上升为低度协调。经济系统的协调等级从1999~2003年一直处于3级以下,其中1999、2000和2002年为高度失调,2001年为极度失调,2004年协调性达到弱度协调,并呈现上升趋势,2005年和2008年达到中度协调。社会系统协调度表现为上升趋势,协调等级从3级变化到8级,1999年为中度失调,2008年达到中度协调,但变化的波动性较大,表明社会系统的协调性不是很稳定。

资源系统的协调度和社会系统一样表现波动变化,1999~2004年均处于弱度失调以上状态,其中,2000年达到中度协调,2004年以后出现下

降趋势,协调等级一直处于5级以下。环境系统的协调变化相对较差,从1999~2005年协调等级一直处于4级以下,其中1999年处于极度失调状态,2006~2008年协调度上升,2006和2007年达到弱度协调。

从以上分析可以看出,在过去的10a中定西地区农业系统内部要素发展极不平衡,系统协调度随着年份的增加并未表现出明显的上升状态,而是波动变化,甚至于很多年份系统内部要素处于极度失调或高度失调状态,严重影响农业系统的协调性,尤其是生态环境虽有一定程度的改善,但还是表现出较低的协调性。所以,定西地区在农业发展过程中,应实施有效协调控制,努力促进农业系统内部各要素处于和谐有机状态,相互促进,在追求经济利益的同时要特别注重资源和环境的保护,实现良性与稳定发展。

#### 参考文献:

- [1] 定西市统计局,国家统计局定西调查队.定西市统计年鉴2008[M].定西:定西市统计局,2008.
- [2] 定西市统计局,国家统计局定西调查队.定西市统计年鉴2009[M].定西:定西市统计局,2009.
- [3] 甘肃年鉴编委会.甘肃年鉴[M].甘肃:甘肃年鉴编委会,2008.
- [4] 李竹.陕西省农业可持续发展能力评价与对策研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2007.
- [5] 周国富.贵州喀斯特地区生态经济系统协调发展评价[J].中国岩溶,2004,23(1):14-19.
- [6] 黄润荣.耗散结构与协调学[M].贵阳:贵州人民出版社,1998:38-65.
- [7] 金菊良,张礼兵,魏一鸣.水资源可持续利用评价的改进层次分析法[J].水科学进展,2004(2):227-232.
- [8] 杨世琦,高旺盛.农业生态系统协调度理论及实证研究[J].中国农业大学学报,2006(2):7-12.

## Evaluation of Agricultural System Harmony Coefficient on Dingxi Area

ZHAO li, WANG Sheng-lin

(Economy and Management College of Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu 730070)

**Abstract:** On the basis of some relative agricultural appraised index, the agricultural system harmony coefficient was established according to the natural and economic condition of Dingxi area. Harmony coefficient (HC) model was constructed which consists of efficacy function, harmony coefficient function, the harmony coefficient of Dingxi agricultural system as well as subsystem was calculated to identify the range of harmony coefficient of each system in different years. HC of agricultural system mainly affected by the change of harmony coefficient of population system, economic system, social system and environmental system. HC of internal factors in agricultural system of Dingxi area was low, it was seriously affected the overall harmony of agricultural system. As a result, effective coordination and control should be implemented in the process to achieve healthy and stable development.

**Key words:** agricultural system; harmony coefficient; range of harmony coefficient; Dingxi area