华南农业大学学报(社会科学版)
2013年第2期 JOURNAL OF SOUTH CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY No. 2 2013
(第12卷) (SOCIAL SCIENCE EDITION) (Vol. 12)

农业机械化与区域经济发展的协调性评价

李泽华[a,b], 马 旭[a,c], 吴露露[a]

(华南农业大学 a. 工程学院; b. 理学院; c. 南方农业机械与装备关键技术省部共建教育部重点实验室,广东 广州 510642)

摘 要: 农业机械化与区域经济发展互促共进,但两者的关系在不同阶段、区域表现出不同的模式与特点。应用改进了的隶属度函数协调度模型和耦合协调度模型,对1995年以来中国农业机械化与区域经济发展协调性的时空分布进行了分析。结果显示:从时间上看,1995—2010年中国农业机械化与经济发展的整体协调性较好,但波动性明显,表现为4个明显的阶段,即1996—1997年为基本不协调发展时期,1998—2001年为基本协调发展时期,2002—2004年又处于基本不协调发展时期,2005—2010年再次处于基本协调发展时期。两系统发展不协调的主要原因是农业机械化的发展速度慢于经济的发展速度。从空间上看,中国各省区农业机械化与区域经济发展的协调性存在明显的地带性差异。2010年,东部沿海地区的协调发展度高于中部地区,中部地区又明显高于西部地区,呈现出东、中、西递减的态势。

关键词: 农业机械化; 区域经济; 协调度

中图分类号: F323.0 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-0202(2013)02-0001-10

一、问题的提出

农业机械化是农业现代化的重要标志,是实现农业现代化的必由之路。2011年,中国农业机械总动力达9.77亿千瓦,是2002年的1.69倍;全国农作物耕种收综合机械化水平达到54.8%,比2002年增加了22.5个百分点,增幅相当于之前35年总和。总体而言,中国农业机械化正处在加快发展、结构改善、质量提高、领域拓宽的重要阶段[1]。农业机械化跨越式发展,为实现中国粮食产量"九连增"、农民增收"九连快"提供了有力支撑,为推进中国农业现代化和社会主义新农村建设做出了重要贡献。

科学发展观的基本要求是全面协调可持续,农业机械化的发展也要遵循科学发展、协调发展的原则。国际国内经验表明,一个国家农业机械化发展的速度、规模与质量,必然受到各种社会经济条件的影响,必须与社会经济发展相协调,才能成为发展现代农业的推进器[2]。农业机械化与农业经济增长是相伴而生的,农业机械化既是农业经济增长的条件,也是农业经济发展的结果。因此,作为促进农业经济增长的重要途径,农业机械化的发展必须与区域农业经济发展相协调,更广一点,必须与区域经济发展相协调,才能有效地促进农业经济增长和科学合理地推进农业机械化。

从协同论的角度看,协调是指两个或两个以上子系统间配合得当、和谐一致、良性循环的关系,以达到减少系统运行的负效应、提高系统的整体输出功能和协调效应[3]。协调度,是度量这种

收稿日期: 2013-01-06

基金项目: 现代农业产业技术体系建设专项资金资助(CARS-01-33);广东省高等学校引进人才资助(粤教师[2008]86号);公益性行业(农业)科研专项(201203059)

作者简介: 李泽华(1977—),男,湖南衡阳人,华南农业大学工程学院博士研究生,主要研究方向为农业可持续发展及技术经济分析.

效应的测度,是系统之间或系统内部各子系统之间和谐一致的程度,它是一个定量指标,具有相对性[4]600。

农业机械化系统与区域经济系统是社会经济大系统中的两个子系统,两者之间的协调发展就是两系统间的相互协作、相互配合和相互促进而形成的良性循环态势,是在一定的资源约束条件下,农业机械化促进区域经济增长的能力和区域经济发展对农业机械需求满足程度的一种综合体现。从协同论的角度看,农业机械化与区域经济发展的协调度测度的是在一定的社会经济发展阶段,区域农业机械化与区域经济发展之间的耦合强度与和谐程度,其具有时空特性[4]600。

目前,有关系统协调发展及其评价的研究已十分广泛[3-12],形成了多种定量测度系统协调发展的方法。国外的研究主要是在可持续性分析框架下讨论系统的协调性,多采用综合指数法,其一般步骤是,首先建立指标体系,然后采用参照对比、加权平均、综合核算等数理统计方法,得出反映系统协调状态的指数,再进行相关评价。2006 年,Dewan[13] 阐述了评价可持续性的两类重要方法,即货币总量方法(monetary aggregation method)和实物指标(physical indicators)方法,指出经济学家常采用前者,自然科学家和研究人员则主要使用后者。2007 年,Ness[14] 等人建立了系统可持续性评估方法的一个整体框架,给出了各类方法的结构关系图,同时 Bebbington[15] 等人将这些方法分为三类,即:(1)指标和指数类方法(indicators and indices);(2)与产品有关的评估方法(product-related assessment tools);(3)综合评估方法(integrated assessment)。国内的研究则主要是通过协调度模型进行分析。

对农业机械化系统协调发展问题的研究,国内也有一些讨论,但还不够深入。祝华军[16] 研究了农业机械化与农业劳动力转移的协调性。孙立群[17] 等研究了农业机械化与新型农业的协调关系,分别就农业机械化与有机农业、生态农业、可持续农业、设施农业和精细农业等关系进行了讨论。罗小锋[18] 等对促进农业机械化与农业现代化的协调发展提出了若干条建设性建议。杨敏丽[19] 从中国各省区农业机械化的发展阶段和发展速度的差异角度,分析了中国农业机械化发展的区域协调性问题,并从完善国家农业机械化支持政策体系等方面提出了促进区域农业机械化协调发展的对策措施。卢秉福[20] 等从农业机械化与农村经济、农村社会和农村资源之间的关系出发,指出农业机械化必须与农村经济、社会发展以及生态环境建设相协调,才能实现农村可持续发展。

纵观已有的文献发现,现有的研究主要是从定性的层面讨论农业机械化与其他系统的关系,指出农业机械化的发展必须与相关系统的发展协调,才是科学的发展方式。但目前各地区及全国的农业机械化发展是否与区域经济系统的发展协调,如何评价其协调性,尚未见讨论。为此,本文以系统协调发展理论[3-12] 为基础,将农业机械化与区域经济发展的关系视为两系统之间的相互作用,应用改进了的隶属度函数协调度模型和耦合协调度模型,对 1995 年以来中国及各省级区域农业机械化与经济发展的协调状况进行了测算和评价,研究结果对指导各地区农业机械化发展及促进农业可持续发展具有参考价值。

二、模型与方法

根据系统协调性的时空特征,对于农业机械化与区域经济发展之间协调状况的评价,本文主要考察两个问题:一是全国整体上农业机械化与经济发展的协调状况及其变动趋势;二是各省级区域农业机械化与经济发展之间的协调状况及其分类。

(一)隶属度函数协调度模型及其改进

隶属度函数协调度模型[3-7] 是基于模糊数学中隶属度函数的一种协调度模型。该模型利用隶属度函数,构建各子系统对其他子系统的相对协调度,在此基础上,再计算系统协调度。在由两个子系统组成的模型中,一个子系统对另一个子系统的相对协调度为

$$U_t(i|j)=\exp\left\{-\frac{(x_{it}-x_{it}^*)^2}{s_i^2}\right\},$$

$$U_t(j|i)=\exp\left\{-\frac{(x_{jt}-x_{jt}^*)^2}{s_j^2}\right\} \tag{1}$$

整个系统的协调度为

$$U_t(i,j)=\frac{\min\{U_t(i|j),U_t(j|i)\}}{\max\{U_t(i|j),U_t(j|i)\}} \tag{2}$$

其中，i，j 代表两个子系统 i 和 j，t 表示时间。x_{it}，x_{jt} 分别是 t 时期子系统 i 和子系统 j 的发展度（反映系统的发展水平），x_{it}^* 为 t 时期子系统 j 对子系统 i 要求的发展协调值，x_{jt}^* 为 t 时期子系统 i 对子系统 j 要求的发展协调值，这些发展协调值通常可用回归拟合的方法求得[5]；s_i，s_j 分别是子系统 i 和 j 发展度的标准差。

由上述算法可知，系统 i 对系统 j 的相对协调度 $U_t(i|j)$ 的含义是：系统 i 的发展水平偏离系统 j 对系统 i 要求的发展协调值的程度。偏离越大，则相对协调度的值越小，表征系统 i 的发展水平相对于系统 j 的要求越不协调。整个系统的协调度 $U_t(i,j)$ 是两子系统分别对另一子系统的相对协调度的最小值与最大值之比，反映两者的发展是否同步，越同步，则协调度越高。但该算法存在如下两点不足：

（1）$(x_{it}-x_{it}^*)^2$ 对偏差 $x_{it}-x_{it}^*$ 具有夸张的作用。当 $|x_{it}-x_{it}^*|>1$ 时，$(x_{it}-x_{it}^*)^2$ 具有扩大偏差的效应；当 $0<|x_{it}-x_{it}^*|<1$ 时，$(x_{it}-x_{it}^*)^2$ 具有缩小偏差的效应。

（2）整个系统协调度 $U_t(i,j)$ 的算法只能反映两子系统的发展是否趋于同步，而无法区别这种同步是何种发展水平下的同步。一般地，发展水平较高状态下的协调度反映更高程度的协调状态，更能被人们接受，而原有的算法无法区别这一点。例如，设有两个时期 $t=1,2$，两子系统间的相对协调度分别为 $U_1(i|j)=0.2$，$U_1(j|i)=0.2$，$U_2(i|j)=0.9$，$U_2(j|i)=0.9$，显然时期 2 的协调状况要优于时期 1 的协调状况，但两个时期的协调度 $U_1=U_2=1$。

为了克服上述两个不足，将偏差 $x_{it}-x_{it}^*$ 的度量用绝对值进行改进，并用两子系统的相对协调度的加权平均改进原有的协调度的算法。即定义：

在由两个子系统组成的模型中，一个子系统对另一个子系统的相对协调度为

$$U_t(i|j)=\exp\left\{-\frac{|x_{it}-x_{it}^*|}{s_i}\right\},$$

$$U_t(j|i)=\exp\left\{-\frac{|x_{jt}-x_{jt}^*|}{s_j}\right\} \tag{3}$$

整个系统的协调度为

$$U_t(i,j)=p\cdot U_t(i|j)+q\cdot U_t(j|i) \tag{4}$$

其中，p、q 是权重系数，满足 $p+q=1$。p、q 的确定可以根据两子系统 i 和 j 的相对重要性确定，通常可以取 $p=q=0.5$。

该模型规定，系统协调度 U_t 越大，则判定系统越协调。实践中，由于协调性具有相对性，因此，如何根据系统协调度 U_t 的数值判定系统所处的协调状况带有一定的主观性。为此，本文参考已有的分类标准[7]156约定：（1）当 $U_t(i,j)<0.6$ 时，系统为不协调；（2）当 $0.6\leqslant U_t(i,j)<0.85$ 时，系统为基本不协调；（3）当 $0.85\leqslant U_t(i,j)<0.95$ 时，系统为基本协调；（4）当 $0.95\leqslant U_t(i,j)\leqslant 1$ 时，系统为协调。

（二）耦合协调度模型

设变量 $x_i(i=1,\cdots,m)$ 是描述农业机械化发展的 m 个指标，$y_i(i=1,\cdots,n)$ 为描述区域经济发展

的 n 个指标。首先将两个系统的各个指标分别整合成一个综合指标,即系统发展度 $f(x)$ 和 $g(y)$,具体过程如下:

首先,将原始数据进行一致无量纲化处理,即

$$x'_i = \begin{cases} (x_i - \alpha_i)/(\beta_i - \alpha_i), \text{当 } x_i \text{ 为越大越好时} \\ (\beta_i - x_i)/(\beta_i - \alpha_i), \text{当 } x_i \text{ 为越小越好时} \end{cases} \tag{5}$$

其中 β_i、α_i 分别是 x_i 的上、下限值。

$$y'_j = \begin{cases} (y_j - \gamma_j)/(\delta_j - \gamma_j), \text{当 } y_j \text{ 为越大越好时} \\ (\delta_j - y_j)/(\delta_j - \gamma_j), \text{当 } y_j \text{ 为越小越好时} \end{cases} \tag{6}$$

其中 δ_j、γ_j 分别是 y_j 的上、下限值。

则有

$$f(x) = \sum_{i=1}^{m} a_i x_i', \ g(y) = \sum_{j=1}^{n} b_j y_j' \tag{7}$$

其中 a_i、b_j 为各指标的权重,满足 $\sum_{i=1}^{m} a_i = 1$, $\sum_{j=1}^{n} b_j = 1$,后文中用因子分析法确定。

然后,计算两子系统间的耦合度

$$C = \frac{2\sqrt{f(x) \cdot g(y)}}{|f(x) + g(y)|} \tag{8}$$

显然,耦合度 $C \in [0,1]$。耦合度对判别农业机械化与区域经济发展的耦合作用和预警两者之间的发展秩序等具有重要意义。然而,耦合度在有些情况下很难反映出两子系统发展的整体"功效"与"协同效应"[8]88。为此,借用程开明[8]87-88的方法,进一步构造农业机械化与区域经济发展的耦合协调度模型,即计算协调发展度,其目的在于评判不同区域农业机械化与经济发展交互耦合的协调程度和发展水平,即系统是处于较高发展水平下的协调还是处于较低发展水平下的协调。计算方法为

$$D = \sqrt{C \times T}, T = pf(x) + qg(y) \tag{9}$$

其中 D 为耦合协调度,也称协调发展度;T 为农业机械化与经济系统综合发展度,反映农业机械化与经济发展的整体协调效应或水平。p、q 为权重,满足 $p + q = 1$。实践中,通常要求 $T \in (0,1)$,以保证 $D \in (0,1)$。

可以根据协调发展度 D 对系统的协调状况进行大致划分,一般认为[8]88:(1)当 $0 < D < 0.4$ 时,系统为不协调;(2)当 $0.4 \leqslant D < 0.6$ 时,系统为基本不协调;(3)当 $0.6 \leqslant D < 0.8$ 时,系统为基本协调;(4)当 $0.8 \leqslant D \leqslant 1$ 时,系统为协调。

(三)模型选择的说明

隶属度函数协调度模型和耦合协调度模型都是依据协调度的测算值对系统的协调状况进行分类和评价,但两个模型都存在一定的适应性,且分类标准存在一定的主观性,究竟多小的协调度为协调性弱,多大的协调度为协调性强,目前尚无一致的意见。

隶属度函数协调度模型是通过隶属度函数计算子系统的相对协调度来反映一个子系统对其余子系统的满足程度,并进一步得到彼此之间的协调度。该方法是在一定的时间维上计算系统的协调度,适合考察系统与系统之间协调性的动态分析,属动态协调度模型。因此,本文应用它来考察全国整体上农业机械化与经济发展的协调性及其变动趋势。

耦合协调度模型是根据系统之间的耦合协同效应对系统的协调度进行计算。在利用极大极小功效系数法对指标值进行一致无量纲化处理时,需要选择下限值和上限值,而农业机械化发展与区域经济发展的各项指标值都基本上随着时间的推移呈上升趋势,不同时期,指标值的下限值

和上限值也不同。因此，该模型适合分析同一时点上不同区域的系统协调发展状况，属静态协调度模型。本文应用它考察各省级区域农业机械化与经济发展之间的协调度。

三、评价指标、数据来源与实证结果分析

（一）评价指标选择与数据来源

反映区域经济发展的指标有很多且无定论，本文遵循科学性、系统性、代表性和可操作性等原则，参考已有研究成果[4-6]，选取表 1 所列 16 种指标。农业机械化发展水平的评价参照中华人民共和国农业行业标准 NY/T1408．1－2007《农业机械化水平评价 第 1 部分：种植业》，指标完全依据行业标准选取。具体见表 1。

表 1　农业机械化与区域经济发展评价指标体系

目标层	一级指标	二级指标
农业机械化发展水平	耕种收综合机械化水平/%	耕整地机械化程度/%
		播栽机械化程度/%
		收获机械化程度/%
	农业机械化综合保障能力/%	农业劳均农机原值/（元/人）
		单位播种面积农机动力/（千瓦/公顷）
		受专业培训的农机人员比例/%
	农业机械化综合效益/%	农业劳动生产率/（元/人）
		农业劳均播种面积/（公顷/人）
		农机原值利润率/%
		农业劳动力占全社会从业人员比例/%
区域经济发展水平	综合经济实力	人均 GDP/（元/人）
		人均固定资产投资/（元/人）
		人均地方财政收入/（元/人）
		人均第二产业产值/（元/人）
		人均第三产业产值/（元/人）
	产业结构	第二产业产值占 GDP 比例/%
		第二产业就业比例/%
		第三产业产值占 GDP 比例/%
		第三产业就业比例/%
	对外开放程度	人均进出口额/（美元/人）
		人均实际利用外资/（美元/人）
		外贸依存度/%
	居民收入消费水平	人均社会消费品零售额/（元/人）
		人均年末储蓄余额/（元/人）
		城镇居民家庭人均可支配收入/（元/人）
		农村居民家庭人均纯收入/（元/人）

本文所使用的数据全部来源于历年《中国统计年鉴》、《中国农村统计年鉴》、《中国农业机械工业年鉴》和《全国农业机械化统计年报》。其中上海 2010 年农业机械原值经线性预测估算得到。

（二）全国农业机械化与经济发展的协调度

应用改进了的隶属度函数协调度模型考察全国整体上农业机械化与经济发展的协调性，时间为 1995—2010 年。对农业机械化系统，首先根据农业行业标准 NY/T1408．1－2007 计算耕种收综

合机械化水平、农业机械化综合保障能力和农业机械化综合效益3个指标,然后将这3个指标的数值经中心标准化处理,运用主成分分析计算各年的农业机械化发展水平综合指数(A)。对经济系统,直接将所选16个指标的数值经中心标准化处理,运用主成分分析进行计算,得到经济发展水平综合指数(E)。发展水平综合指数是一个相对值,大于0意味着发展水平高于平均水平,小于0则相反,数值越大发展水平越高。在此基础上,根据隶属度函数协调度的算法,即式(3)和(4),计算各年的系统协调度,结果见表2。

表2 1995—2010年中国农业机械化与经济发展的协调度

年份	A	E	$\triangle A$	$\triangle E$	$U(A\|E)$	$U(E\|A)$	$U(A,E)$
1995	-1.624	-3.652	0.195	-0.504	0.883	0.849	0.866
1996	-1.115	-3.302	0.530	-1.142	0.713	0.691	0.702
1997	-1.134	-2.862	0.292	-0.664	0.830	0.807	0.818
1998	-1.114	-2.621	0.192	-0.463	0.885	0.861	0.873
1999	-1.084	-2.407	0.115	-0.307	0.929	0.905	0.917
2000	-1.010	-1.958	-0.035	-0.001	0.978	1.000	0.989
2001	-1.122	-1.708	-0.271	0.467	0.841	0.860	0.850
2002	-1.013	-1.171	-0.430	0.793	0.760	0.774	0.767
2003	-0.798	-0.655	-0.472	0.892	0.740	0.749	0.744
2004	-0.232	0.073	-0.268	0.523	0.842	0.844	0.843
2005	0.165	0.769	-0.218	0.449	0.870	0.865	0.867
2006	0.632	1.653	-0.191	0.427	0.885	0.871	0.878
2007	1.295	2.835	-0.117	0.324	0.928	0.900	0.914
2008	2.037	3.830	0.129	-0.118	0.921	0.963	0.942
2009	2.705	4.884	0.272	-0.359	0.840	0.890	0.865
2010	3.411	6.293	0.277	-0.319	0.838	0.902	0.870

注:A表示农业机械化发展水平综合指数,E表示经济发展水平综合指数,$\triangle A$表示农业机械化发展水平实际值与系统协调值的差,$\triangle E$表示经济发展水平实际值与系统协调值的差,$U(A|E)$表示农业机械化系统对经济系统的相对协调度,$U(E|A)$表示经济系统对农业机械化系统的相对协调度,$U(A,E)$表示两系统间的协调度。

为便于直观分析,将各年农业机械化发展水平综合指数(A)、经济发展水平综合指数(E)和系统协调度绘成图形,见图1和图2。

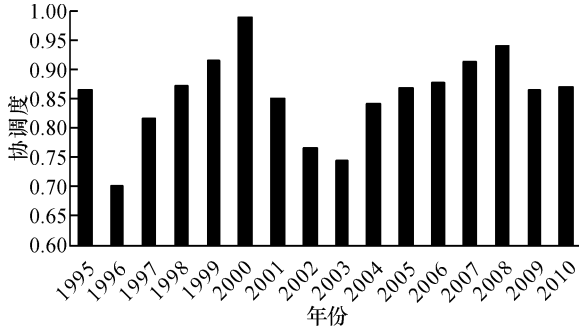


图1 1995—2010年中国农业机械化与经济发展的协调度

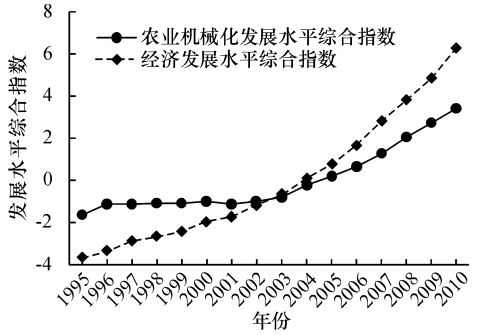


图2 1995—2010年中国农业机械化与经济系统发展水平综合指数

由表2可知,1995—2010年间,中国农业机械化与经济发展总体上协调性较好,协调度都在0.7以上,平均为0.857,为基本协调,但协调度的波动性显著,且没有明显的上升趋势。16年中,处于基本协调状况以上的有11年,基本不协调的有5年,没有不协调的年份。

在此期间，从图 1 可以看出，中国农业机械化与经济发展的协调度大致经历了 4 个明显的阶段，即 1996—1997 年为基本不协调发展时期，1998—2001 年是基本协调发展时期，2002—2004 年又处于基本不协调发展时期，2005—2010 年再次处于基本协调发展时期。从趋势上看，1996—2000 年和 2003—2008 年两个时期，两系统间的协调性呈上升态势，2000 年达到顶峰，协调度为 0.989。2000—2003 年，系统的协调性呈下降趋势，2008—2010 年，系统的协调性又出现一定程度的下滑。

分析其原因，结合图2可知，1995—2010年，中国农业机械化与经济系统的综合发展水平指数都呈稳步上升态势，但经济发展的增长速度远远快于农业机械化发展的增长速度。这期间，经济增长速度相对平稳且处于一个适度的区间，但农业机械化的发展速度明显分为两段，1996—2003 年，增长速度十分缓慢，2003—2010 年增长速度明显加快，但慢于经济的增长速度。在两子系统的发展速度不一致的条件下，形成了系统协调性波动显著的特征。这就说明，要进一步改善中国农业机械化与经济发展的协调性，需要加快农业机械化的发展步伐，以便与经济发展同步共进。

（三）各省区农业机械化与经济发展的协调发展度

应用耦合协调度模型考察各省区农业机械化与经济发展的协调性，时间为 2010 年。首先，由式（5）、（6）对原始数据进行一致无量纲化处理。然后，利用因子分析法确定各指标的权重，计算出各省区农业机械化与经济发展水平的综合得分，即农业机械化发展度和经济发展度。

计算中，取各指标的最小值为下限值，最大值为上限值，由式（8）计算农业机械化与经济发展之间的耦合度 C，数据列于表3。由表3 可知，全国大部分省区的经济发展度明显小于农业机械化发展度，这说明反映经济发展水平的各指标的极差远大于反映农业机械化发展水平的各指标的极差，即全国区域经济发展水平的不平衡性远远超过区域农业机械化发展水平的不平衡性，事实上，这两者的变异系数分别为 0.788 和 0.368。为了平衡两系统的协同效应，在计算综合发展度 T 时，取对方的变异系数占总变异系数的比例作为自己的权重，即变异系数较大的经济发展度取较小的权重 $p = 0.319$，变异系数较小的农业机械化发展度取较大的权重 $q = 0.681$。根据式（9）计算出两系统间的协调发展度 D，结果见表3。

表 3　2010 年中国各省区农业机械化与经济发展的协调发展度

	地区	经济发展度	农业机械化发展度	耦合度	综合发展度	协调发展度
东部地区	北京	0.705	0.790	0.998	0.763	0.873
	天津	0.668	0.863	0.992	0.801	0.891
	河北	0.197	0.692	0.831	0.534	0.666
	辽宁	0.347	0.745	0.931	0.618	0.759
	上海	0.844	0.733	0.998	0.768	0.875
	江苏	0.468	0.827	0.961	0.712	0.827
	浙江	0.476	0.710	0.980	0.635	0.789
	福建	0.325	0.475	0.982	0.427	0.648
	山东	0.303	0.767	0.901	0.619	0.747
	广东	0.437	0.406	0.999	0.416	0.645
	海南	0.163	0.427	0.894	0.343	0.554
中部地区	山西	0.176	0.632	0.826	0.487	0.634
	内蒙古	0.330	0.769	0.917	0.629	0.759
	吉林	0.230	0.782	0.838	0.606	0.713
	黑龙江	0.177	0.877	0.748	0.654	0.699
	安徽	0.126	0.647	0.739	0.481	0.596
	江西	0.139	0.615	0.775	0.463	0.599
	河南	0.126	0.617	0.751	0.460	0.588
	湖北	0.183	0.561	0.861	0.440	0.616
	湖南	0.136	0.472	0.833	0.365	0.552
	广西	0.108	0.294	0.887	0.235	0.456
西部地区	重庆	0.190	0.222	0.997	0.212	0.460
	四川	0.122	0.226	0.954	0.193	0.429
	贵州	0.040	0.082	0.939	0.069	0.255
	云南	0.071	0.274	0.809	0.209	0.411
	西藏	0.089	0.530	0.702	0.389	0.522
	陕西	0.165	0.464	0.880	0.369	0.570
	甘肃	0.053	0.303	0.712	0.223	0.398
	青海	0.117	0.497	0.785	0.376	0.543
	宁夏	0.169	0.657	0.807	0.501	0.636
	新疆	0.156	0.799	0.739	0.594	0.663

由表3可知,2010年,全国31个省级区域的农业机械化与区域经济发展的协调发展度平均值为0.625,处于“基本协调”状态,与前文隶属度函数协调度模型的判断一致。其中,协调发展度最高的是天津,最低的是贵州。处于“协调”状态的省区包括天津、上海、北京和江苏;处于“基本协调”状态的区域有河北、辽宁、浙江、福建、山东、广东、山西、内蒙古、吉林、黑龙江、湖北宁夏和新疆;处于“基本不协调”状态的区域有海南、安徽、江西、河南、湖南、广西、重庆、四川、云南、西藏、陕西和青海;甘肃和贵州处于“不协调”状态。

分区域看,东部地区,除了海南外,都处于“基本协调”或“协调”状态,平均协调发展度为0.752,为基本协调。中部地区,“基本协调”和“基本不协调”的省区各占一半,都为5个,平均协调发展度为0.621,为基本不协调。西部地区,除宁夏和新疆外,都处于“基本不协调”或“不协调”状态,平均协调发展度为0.489,为基本不协调。整体上,东部沿海地区的协调发展度高于中部地区,中部地区又明显高于西部地区,呈现出东、中、西递减的态势。

总体上,全国各省区农业机械化与经济发展的耦合度相对较高,其耦合度分布在[0.702,0.999]区间上,仅相差0.297,但综合发展度不高且差距明显,综合发展度分布在[0.069,0.801]区间上,相差0.732。这表明区域农业机械化发展的不协调性比各区域内农业机械化与经济发展的不协调性更加突出。因此,统筹城乡经济社会发展,按照科学发展观的要求,实现区域间农业机械化的协调发展是缩小区域间经济发展差距的一个方面,也是实现中国农业可持续发展所必须解决的问题。

(四)各省区农业机械化与经济发展协调状况的分类

为进一步分析各子系统对整个系统协调性的影响,并对各省区的发展现状提供一个基本判断,借鉴廖重斌[9]和汤铃[3]的思想,根据综合发展度将区域农机化—经济系统分为高水平、中水平和低水平3类;根据耦合度将系统分为高度耦合、中度耦合和低度耦合3类;根据经济发展度和农业机械化发展度分别将各子系统的发展水平分为Ⅰ~Ⅴ5个等级。各类型的等级划分依据自然分级方法[21](natural breaks)确定。自然分级方法是地理属性归类的基本方法,它是用某种算法来确定组间的划分,使得每个组内的所有数据与其平均值之差为最小,从而达到准确分类数据的目的[4]。根据经济发展度与农业机械化发展度的等级比较可以大致判断该区域两子系统发展水平的相对快慢。例如,当区域经济发展度的等级高于农业机械化发展度的等级时,判为“农机滞后型”,相反则判为“经济滞后型”,当两者相等时,则判为“两者同步型”。综合这些分类给出最终分类判断。具体分类标准见表4,分类结果见表5。

根据表5的分类结果和前文协调状况的判断,可以对全国各省区农业机械化与区域经济发展的现状有个基本的认识,也可以为各个地区发展经济和农业机械化提供决策参考。例如,广东省属“中水平高耦合农机滞后型”,这表明整体上广东省农业机械化—区域经济系统的发展水平不高,落后于北京、天津、上海和江苏;相对而言,广东省农业机械化的发展落后于其经济发展。

表4 农业机械化与区域经济发展系统的分类标准

经济发展度	类型	农业机械化发展度	类型	综合发展度	类型	耦合度	类型
[0,0.1)	Ⅰ	[0,0.4)	Ⅰ	[0,0.4)	低水平	[0,0.8)	低耦合
[0.1,0.15)	Ⅱ	[0.4,0.6)	Ⅱ	[0.4,0.7)	中水平	[0.8,0.95)	中耦合
[0.15,0.2)	Ⅲ	[0.6,0.7)	Ⅲ	[0.7,1]	高水平	[0.95,1]	高耦合
[0.2,0.4)	Ⅳ	[0.7,0.8)	Ⅳ				
[0.4,1]	Ⅴ	[0.8,1]	Ⅴ				

表 5　2010 年各省区农业机械化与经济发展协调状况的分类结果

地区	类型	地区	类型
北京	高水平高耦合农机滞后型	江西	中水平低耦合经济滞后型
天津	高水平高耦合两者同步型	河南	中水平低耦合经济滞后型
河北	中水平中耦合两者同步型	湖北	中水平中耦合农机滞后型
辽宁	中水平中耦合两者同步型	湖南	低水平中耦合两者同步型
上海	高水平高耦合农机滞后型	广西	低水平中耦合农机滞后型
江苏	高水平高耦合两者同步型	重庆	低水平高耦合农机滞后型
浙江	中水平高耦合农机滞后型	四川	低水平高耦合农机滞后型
福建	中水平高耦合农机滞后型	贵州	低水平中耦合两者同步型
山东	中水平中耦合两者同步型	云南	低水平中耦合两者同步型
广东	中水平高耦合农机滞后型	西藏	中水平低耦合经济滞后型
海南	低水平中耦合农机滞后型	陕西	低水平中耦合农机滞后型
山西	中水平中耦合两者同步型	甘肃	低水平低耦合两者同步型
内蒙古	中水平中耦合两者同步型	青海	低水平低耦合两者同步型
吉林	中水平中耦合两者同步型	宁夏	中水平中耦合两者同步型
黑龙江	中水平低耦合经济滞后型	新疆	中水平低耦合经济滞后型
安徽	中水平低耦合经济滞后型		

四、结论及建议

文章利用改进了的隶属度函数协调度模型和耦合协调度模型，对 1995—2010 年中国农业机械化与区域经济发展的协调性进行了实证分析，并对 2010 年各省区的协调状况进行了考察和分类。得到了以下结果：

（1）1995—2010 年，全国农业机械化与经济发展的协调性较好，处于“基本协调”状态，但波动性显著，且没有明显变好的迹象。两系统发展不协调的主要原因是农业机械化的发展速度慢于经济的发展速度。因此，要促进中国农业机械化与经济发展更协调，需要加快农业机械化的发展步伐，使两者同步共进。

（2）2010 年，中国 31 个省级区域农业机械化与区域经济发展的协调发展度平均值为 0.625，整体上处于“基本协调”状态。其中，处于“协调”状态的省区有 4 个，处于“基本协调”状态的有 13 个，处于“基本不协调”状态的有 12 个，处于“不协调”状态的有 2 个，协调发展度最高的是天津，最低的是贵州。总体上，全国各地区农业机械化与区域经济发展的耦合度相对较高，但综合发展度不高且差距明显，表明区域之间农业机械化发展的不协调性比各区域内农业机械化与经济发展的不协调性更加突出。从区域上看，东部沿海地区的协调发展度高于中部地区，中部地区又明显高于西部地区，呈现出东、中、西递减的态势，这一态势与各区域经济发展水平的分布基本一致。

因此，为了改善中国农业机械化与区域经济发展的协调性，重点在于改善各省区之间的不平衡性，通过政策倾斜，加速促进中、西部省区的经济发展以带动农业机械化的发展；通过完善农业机械化支持政策体系，实施农业机械购置区域性差别补贴措施，以满足经济欠发达地区的需求，由农业机械化的发展进而促进农业经济增长，从而促进区域经济发展。

参考文献：

[1] 宗锦耀. 宗锦耀作学习贯彻十八大精神辅导报告——认真学习贯彻十八大精神，努力推动农机化科学发展[R/OL]. (2012 - 12 - 01). http://www.amic.agri.gov.cn/nxtwebfreamwork/detail.jsp?articleId=4affaa3f3b50bd51013b5f6bda3055db&lanmu_id=.

[2] 杨敏丽. 农业机械化技术经济学[M]. 北京：中国农业大学出版社，2011：16.

[3] 汤 铃,李建平,余乐安,等. 基于距离协调度模型的系统协调发展定量评价方法[J]. 系统工程理论与实践,2010,30(4):594-602.
[4] 刘耀彬,王启仿. 改革开放以来中国工业化与城市化协调发展分析[J]. 经济地理,2004,24(5):600-604.
[5] 曾珍香,顾培亮. 可持续发展的系统分析与评价[M]. 北京:科学出版社,2000:115-172.
[6] 王维国. 协调发展的理论与方法研究[M]. 北京:中国财政经济出版社,2000:205-244.
[7] 刘耀彬. 城市化与生态环境耦合机制及调控研究[M]. 北京:经济科学出版社,2007:134-163.
[8] 程开明. 中国城市化与经济增长的协调度研究[J]. 商业经济与管理,2010,227(9):85-91.
[9] 廖重斌. 环境与经济协调发展的定量评判及其分类体系——以珠江三角洲城市群为例[J]. 热带地理,1999,19(2):171-177.
[10] 韩兆洲,安 康,桂文林. 中国区域经济协调发展实证研究[J]. 统计研究,2012,29(1):38-42.
[11] 李秋峰,党耀国. 区域3E系统协调发展预警体系及其应用[J]. 现代经济探讨,2012,(9):70-74.
[12] 夏春萍,刘文清. 农业现代化与城镇化、工业化协调发展关系的实证研究[J]. 农业技术经济,2012,(5):79-85.
[13] DEWAN. Sustainability Index: An Economic Perspective [EB/OL]. (2006-05-09). http://economics.ca/2006/papers/0409.pdf.
[14] NESS B, URBEL-PIIRSALU E, ANDERBERG S, et al. Categorising Tools for Sustainability Assessment [J]. Ecological Economics, 2007, (60):498-508.
[15] BEBBINGTON J, BROWN J, FRAME B. Accounting Technologies and Sustainability Assessment Models [J]. Ecological Economics, 2007, (61): 224-236.
[16] 祝华军. 农业机械化与农业劳动力转移的协调性研究[J]. 农业现代化研究,2005,26(3):190-193.
[17] 孙立群,孙福田. 新型农业与农业机械化的协调关系研究[J]. 东北农业大学学报,2007,38(3):424-428.
[18] 罗小锋,刘清民. 我国农业机械化与农业现代化协调发展研究[J]. 中州学刊,2010,(2):55-56.
[19] 杨敏丽. 我国区域农业机械化协调发展问题研究[J]. 中国农机化,2009,(2):7-11,15.
[20] 卢秉福,韩卫平. 农业机械化与农村可持续发展研究[J]. 中国农机化,2009,(5):11-14.
[21] 吴秀琳,刘永革,王利军,等. MapInfo 9.5 中文版标准教程[M]. 北京:清华大学出版社,2009:186-188.

Evaluation of Coordination Development between Agricultural Mechanization and Regional Economy Development

LI Ze-hua[a,b], MA Xu[a,c], WU Lu-lu[a]

(*a. College of Engineering; b. College of Science; c. Key Laboratory of Key Technology on Agricultural Machine and Equipment, South China Agricultural University, Guangzhou* 501642, *China*)

Abstract: Agricultural mechanization and regional economic development interacts. The relationship between them shows different models and characteristics at different phases and regions. Modified membership function coordination degree model and coupling harmony model are applied to evaluate the coordination between agricultural mechanization and regional economic development from 1995 to 2010 in this paper. The results show that: firstly, the coordination degree between Chinese agricultural mechanization and economic development is at a high level, but it also fluctuates obviously. There exists four stages of the coordination from 1996 to 1997, from 1998 to 2001, from 2002 to 2004 and from 2005 to 2010, in which the first and the third are harmonious periods, while the second and the fourth are uncoordinated periods. The main reason for this relationship is that the speed of agricultural mechanization is slower than the speed of economic development. Next, there exists belt differences of the spatial distributions of the coordination degrees in 2010. The harmony of East China is better than that of Central China, and Central China is better than Western China.

Key Words: agricultural mechanization; regional economy development; coordination degree