

# 具有多重检验机制的农业机械总动力结构分析预测模型

刘超<sup>1</sup>, 谭冬梅<sup>2</sup>

(1. 江西师范大学计算机信息工程学院, 南昌 330027; 2. 江西省农业机械研究所, 南昌 330045)

**摘要:** 农业机械总动力结构是农业机械项目发展水平高低的具体体现, 合理配置农业机械总动力, 可有序地推动农业机械化的发展。从动力源和农业机械项目两方面划分农业机械总动力结构的基础上, 依据经济计量学理论, 以丘陵地区为背景, 构造了农业机械总动力及其结构配置影响关系, 建立了具有多重检验反馈机制的动力结构综合分析预测数学模型, 并在实际中加以应用, 可得到满意结果。

**关键词:** 农业机械; 经济计量; 分析预测; 多重检验

中图分类号: S23-0; F22

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X(2012)06-1024-05

## The prediction model for analysis of power structure of agricultural machinery based on multiple-testing feedback mechanism

LIU Chao<sup>1</sup>, TAN Dong-mei<sup>2</sup>

(1. College of Computer Information and Engineering, Jiangxi Normal University, Nanchang 330027;

2. Jiangxi Provincial Institute for Agricultural Machine Research, Nanchang 330045)

**Abstract:** Total dynamic structure of agricultural machinery is an embodiment of development in agricultural machinery items, so dispatching the total dynamics of agricultural machinery rationally can drive its development. On the basis of dividing dynamic structure of agricultural machinery from power source and agricultural machinery items, according to the theory of econometrics, taken the hilly area as the background, the interaction relationship between the total dynamics of agricultural machinery and its structure configuration was constructed, and a comprehensive prediction model for analysis of dynamic structure with multiple test feedback mechanism was established, which has been applied in practice and satisfying results were obtained.

**Key words:** agricultural machinery; economic evaluation; analysis forecasting; multiple test

农业机械化是推动农业产业升级、促进农业向规模化集约化经营、加快农村劳动力解放和转移的物质基础和技术条件<sup>[1]</sup>。农业机械总动力及其结构配置是农业机械化发展规划的基本要求, 是农业机械化发展水平评价的重要组成部分<sup>[2]</sup>。目前, 人们对农业机械总动力的分析预测进行了很多研究, 采用的方法主要有移动平滑、灰色理论、数据包络分析、回归拟合分析、神经网络、方法组合预测等<sup>[2-7]</sup>, 且均取得了满意的结果。但对于农业机械动力结构配置的研究则不多。在农业机械化发展重点的选择和各级政府确定购置农业机械的补贴项目中, 农业机械动力配置是重要依据。计量经济学在分析具有随机性变量关系的经济领域取得了许多成果<sup>[8-9]</sup>。因

此, 以计量经济学理论为指导, 将农业机械总动力、类项动力及相应的影响因素组合于一体, 建立农业机械总动力及其结构配置计量模型, 综合分析预测农业机械总动力及其结构配置<sup>[10]</sup>。

### 1 动力配置模型的方法原理

计量经济学是以经济理论和统计资料为基础, 运用数理统计方法与计算机技术, 以建立计量模型为主要手段, 定量分析具有随机性经济变量间的关系<sup>[11]</sup>。计量模型用一组联立方程描述变量间的作用关系, 通过方程组的联立或独立求解, 揭示错综复杂的变化规律<sup>[12]</sup>。计量模型的数学描述为<sup>[11]</sup>:

$$Ax + By = u \quad (1)$$

收稿日期: 2012-05-14

基金项目: 江西省软科学研究项目(20001975)资助。

作者简介: 刘超, 男, 教授。E-mail: l\_c\_1020@yahoo.com.cn

式中:  $x$  为内生变量向量,  $y$  为外生变量向量,  $A$  为内生变量系数矩阵,  $B$  为外生变量系数矩阵,  $u$  为误差向量。计量模型建立与应用的方法逻辑如图 1 所示。

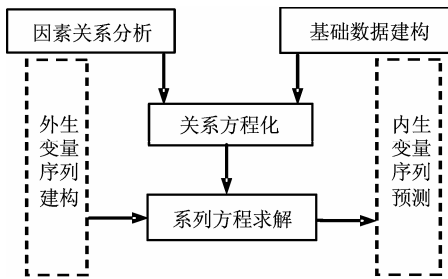


图 1 计量模型建立与应用的方法逻辑

Figure 1 Method logic for building and applying measurement model

因素关系分析是模型建立的基础,任务是明确描述问题对象的变量集合及其变量特性(外生的还是内生的),构建因素变量间的关系模型。基础数据构建是模型建立的关键,决定模型应用的可靠性,一般有横截面数据和时间序列数据之分<sup>[11]</sup>。关系方程化是模型建立的核心,任务是验证关系模型和建立变量间的量化方程;方程可以是移动平滑的或回归的,也可以是经验的或机理定义的<sup>[12-13]</sup>。系列方程求解是模型建立的目的,任务是把外生变量序列作已知数输入,求解输出未知的内生变量序列。外生变量是由问题对象外决定,其量值变化影响内生变量量值变化。内生变量量值变化,并不影响外生变量量值变化,但影响其它内生变量量值变化。所以,外生变量序列的准确性直接影响模型应用的可靠性,内生变量序列预测体现因素变量间的关联性和动态行为。

## 2 动力配置及其影响因素

### 2.1 动力配置的类型

农业机械总动力结构配置的类型可按动力源和项目 2 个方面来划分。按动力源划分是农业机械统计的常规,农业机械总动力(DS)可分为柴油机(DS<sub>1</sub>)、汽油机(DS<sub>2</sub>)、电动机(DS<sub>3</sub>)和其它(D<sub>4</sub>)等 4 种,其它是指太阳能、燃气机等近 10 年才出现的新能源动力。

从应用角度解释,农业机械化是通过各种动力与作业机械完成农产品生产的驱动作业、固定作业,用物化劳动代替活化劳动,实现工具革命的过程<sup>[1,14]</sup>。因此,农业机械化实质是农业生产作业的机械化,项目即是农业机械作业项目。由于农业生产

类别众多,生产过程与作业方式各不相同,农业机械作业项目具有多样性<sup>[14-15]</sup>。在动力配置模型中,项目不宜太多,否则基础数据难以准确搜集,应用的可靠性差。但作业项目应具体而不是概念性的,并覆盖所有农业产业。根据产业的生产过程和农业机械的统计规范,一个产业设置 4~7 个作业项目为宜。

农业产业可分为农田种植、多种经营(含畜牧业、水产业、林业)、农副产品粗加工运输 3 种,丘陵地区农业机械作业项目的层次结构如图 2 所示<sup>[15]</sup>。

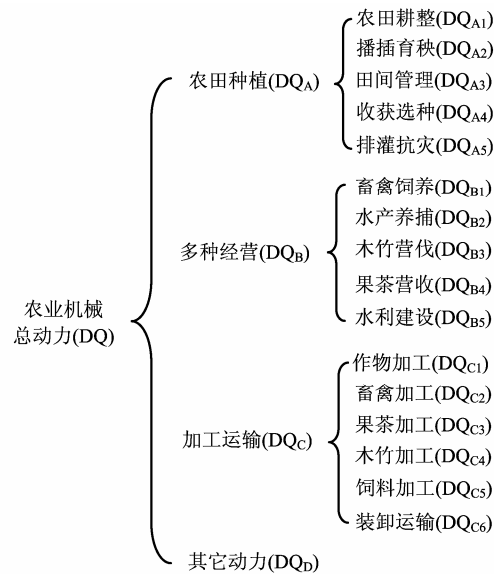


图 2 农业机械作业项目的层次结构

Figure 2 Hierarchical structure of agricultural machinery item

### 2.2 动力配置影响关系模型

从系统角度解释,农业机械化是以无生命的综合体——动力与机械(具),通过人机结合,为有生命的农业生产服务;服务手段属于机电工程措施,服务对象和使用环境属于经济范畴。可见,影响农业机械化发展的因素复杂多样<sup>[1,12]</sup>。经济因素的影响通常是直接的,且可以量化,则把它纳入动力配置模型中。技术、政策、自然条件等因素的影响一般是间接的,也难以量化;另外,这些因素对经济也有影响,通过经济因素影响方程的参系数可间接反映出对农业机械化发展的影响,因此在动力配置模型中不考虑。

经济因素也是复杂多样的,直观选取农业总产值、农村人均纯收入等 6 个为农业机械总动力的影响因素,农林水耗电量、粮食总产量、旱涝保收面积等 9 个为相关类项动力的影响因素<sup>[16]</sup>。动力配置影响关系模型如图 3 所示。特别地,在关系模型中

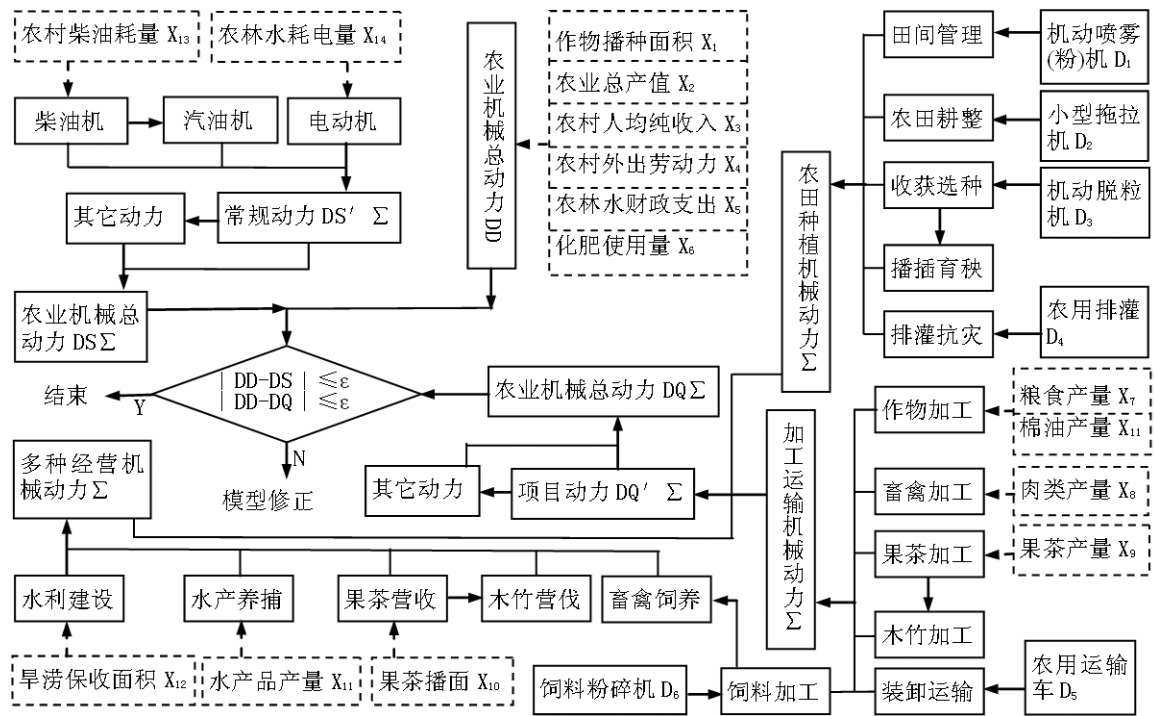


图 3 农业机械总动力及其结构配置影响关系模型

Figure 3 Rational model based on total dynamic structure of agricultural machinery and its configuration

设置了一个检验机制，农业机械总动力与分项动力和的差（称为平衡误差）应满足一定要求，否则应对模型加以修正。

### 3 动力配置影响关系的量化

#### 3.1 动力配置模型的变量及其关联性

关系模型中的因素，除按农业机械作业项目划分的分项动力没有统计数据外，其余均是统计年鉴的指标，则基础数据包含时序数据和横截面数据。

采用江西省 1990~2009 统计数据，对影响农业机械总动力的 6 个经济因素进行线性回归，相关系数前 3 个大于 0.90、后 3 个小于 0.82，因此剔除后 3 个因素。通过 2009、2010 横截面数据，对影响相关分项动力的 9 个经济因素进行线性回归，相关系数均大于 0.90，为简化又把影响作物加工动力的粮食产量剔除。由此，将经济影响因素作为外生变量，农业机械总动力及其分项动力定为内生变量，模型包含外生变量 11 个，内生变量 35 个。其中小型拖拉机动力等 6 个内生变量没有设置影响因素，可称之为自内生变量，其余为因内生变量。

由于自内生变量表示的动力是某一因内生变量表示的动力的一部份，它们间的相关性是显然的。分项动力间的影响关系比较直观，为减少横截面数据的调查，不进行相关性检验。

#### 3.2 动力配置模型的量化方程

外生变量对农业机械总动力及部份分项动力影响关系，采用时序数据建立线性回归量化方程，共 9 个，其中农业机械总动力与电动机动力为：

$$DD = \delta + 0.03X_1 + 1.44X_2 + 0.95X_3 \quad (2)$$

$$DS_3 = 12.77 + kX_{14} \quad (3)$$

式中： $\delta$  为预测期技术政策因子（考虑近期农机补贴影响）， $k$  为发展速度控制参数，参考值为回归系数（分别为 174.52、0.34）。

自内生变量采用时序数据建立线性外推或移动平滑量化方程，共 6 个，其中农用排灌动力为：

$$D_4 = 14.53 + kt \quad (4)$$

式中： $t$  为年份， $t_{1990}=0, \dots, t_{2003}=13$ ； $k$  为发展速度控制参数，参考值为回归系数(0.62)。

自内生变量对因内生变量影响关系，采用横截面数据建立线性回归量化方程，共 6 个，其中农田耕整机械动力为：

$$DQ_{A1} = \alpha D_2 - 8.85 \quad (5)$$

式中： $\alpha$  为分项动力内部结构比例控制参数，参考值为回归系数(4.03)。

因内生变量之间的影响关系，一是采用比例经验量化方程，共 7 个，其中汽油机动力为：

$$DS_2 = \beta \times DS_1 \quad (6)$$

式中： $\beta$  为分项动力间结构比例控制参数，参考值

为横截面数据的平均值 (0.16)。二是机理定义 (即分项累加) 量化方程, 共 7 个, 其中农业机械作业项目动力为:

$$DQ' = DQ_A + DQ_B + DQ_C \quad (7)$$

由此, 建立的 35 个量化方程构成了农业机械总动力结构配置量化模型。

### 4 动力配置量化模型的应用

#### 4.1 量化模型应用的算法

动力配置量化模型应用的功能在于递推预测动力结构, 以认识动力配置的变化过程。递推预测包括模拟与预测两个阶段, 模拟是利用量化模型计算出历史时期的内生变量, 与实际数据相比较 (其差称为对比误差), 一方面检验量化模型的可靠性, 另一方面明确控制参数的变化规律。模型应用的递推算算法为:

- Step1: 建构历史与预测年份外生变量  $X$ 。
- Step2: 确定历史模拟年份初值  $T_{史0}$ 、终值  $T_{史Z}$  和预测年份初值  $T_{测0}$ 、终值  $T_{测Z}$ ,  $t = T_{史0}$ 。
- Step3: 量化方程的求解。
- Step4: 可比内生变量 (有历史数据的内生变量) 值分别与对应的实际数据求差。

Step5: 满足对比误差要求,  $t = t + \Delta t$ ,  $t \leq T_{史Z}$ , 返回 Step3, 否则转 Step6; 不满足误差要求, 调整  $\delta_t$ 、 $\alpha_t$ 、 $\beta_t$  和  $k_t$ , 返回 Step3。

- Step6:  $t = T_{测0}$ 。
- Step7: 量化方程的求解。
- Step8: 解出的内生变量值可行,  $t = t + \Delta t$ ,  $t \leq T_{测Z}$ , 返回 Step7, 否则转 Step9; 解出的内生变量值不可行, 调整  $\delta_t$ 、 $\alpha_t$ 、 $\beta_t$  和  $k_t$ , 返回 Step7。

Step9: 结束。  
其中:  $\Delta t$  为递推年份跨度。  
量化方程求解包含两个环节, 一是依据关系模型中因素间的依赖关系, 决定内生变量的计算顺序; 二是依据平衡误差检验机制, 决定是否微调发展速度与结构比例两种控制参数, 重新计算内生变量。量化方程的求解算法为:

- Step1: 输入外生变量  $X_t$ 。
- Step2: 输入控制参数  $\alpha_t$ 、 $\beta_t$  和  $k_t$ 。
- Step3: 计算自内生变量  $D_t$ 。
- Step4: 计算因内生变量  $DS_t$  和  $DQ_t$ 。
- Step5: 计算  $|DD_t - DS_t|$  和  $|DD_t - DQ_t|$ 。
- Step6: 满足平衡误差要求结束, 否则调整  $\alpha_t$ 、 $\beta_t$  和  $k_t$ , 返回 Step2。

表 1 1995 年、2000 年和 2005 年的模拟结果  
Table 1 Simulation results of 1995, 2000 and 2005

变量名 variable name	1995			2000			2005		
	模拟 Simulation value	实际 Actual value	对比误差 Contrast value	模拟 Simulation value	实际 Actual value	对比误差 Contrast value	模拟 Simulation value	实际 Actual value	对比误差 Contrast value
DD( $10^8$ W)	78.93	76.31	0.034/2.62	93.52	90.23	0.037/3.29	170.97	178.13	0.040/-7.16
DQ( $10^8$ W)	74.30	76.31	0.026/-2.01	93.67	90.23	0.038/3.44	173.81	178.13	0.024/-4.32
DS( $10^8$ W)	75.50	76.31	0.011/-0.81	92.03	90.23	0.013/1.20	172.37	178.13	0.032/-5.76
DS <sub>1</sub> ( $10^8$ W)	50.50	49.61	0.018/0.89	63.41	62.02	0.022/1.39	128.86	133.31	0.033/-4.45
D <sub>4</sub> ( $10^8$ W)	17.63	16.54	0.066/1.09	20.73	21.32	0.028/-0.59	41.83	43.52	0.039/-1.69

表 2 2010 年、2012 年和 2015 年的预测结果  
Table 2 Simulation results of 2010, 2012 and 2015

变量名 variable name	2010		2012		2015	
	预测 Predicted value	实际 Actual value	预测 Predicted value	实际 Actual value	预测 Predicted value	实际 Actual value
DD( $10^8$ W)	353.66	367.51	408.66	496.41	496.41	496.41
DQ( $10^8$ W)	360.52	367.51	419.52	514.33	514.33	514.33
DS( $10^8$ W)	358.71	367.51	412.71	508.57	508.57	508.57
DS <sub>1</sub> ( $10^8$ W)	261.29	274.31	291.29	362.86	362.86	362.86
D <sub>4</sub> ( $10^8$ W)	82.53	80.52	106.53	154.53	154.53	154.53

#### 4.2 模型应用结果及其分析

在江西省农业机械总动力及结构配置综合分析

预测中,  $T_{史0}=0$  (1995),  $T_{史Z}=10$  (2005),  $T_{测0}=11$  (2006),  $T_{测Z}=20$  (2015),  $\Delta t=1$ , 对比相对误差

和平衡相对误差分别控制在 4.0%和 6.0%以内。可比内生变量有农业机械总动力、柴油机动、农用车动力等,在模型应用过程中,可只选择部分进行对比。模型应用的模拟与预测结果如表 1 和表 2 所示,其中 1995、2000、2005 3 个模拟年度的平衡相对误差分别为 5.87%和 4.35%、1.23%和 0.17%、1.66%和 0.82%。

## 5 结论

以计量经济学原理为基础,结合检验反馈机制,建立的农业机械总动力及结构配置综合分析预测模型,不仅具有关联分析和动态预测功能,还具有辅助构造动态变化的控制机构和策略(控制参数)能力。但使得模型应用调试极其繁杂,特别是当对比和平衡相对误差要求较高时,比如平衡相对误差为 2.0%,利用人工修正控制参数几乎是不可能达到的,需要在相对误差与控制参数之间建立一个自动调节机制。通过实际应用,在相对误差要求较宽松时,模型应用能满足宏观问题研究的要求。

## 参考文献:

- [1] 刘超. 农业机械化的系统分析[J]. 江西农业大学学报: 自然科学版, 2002, 24(2): 707-710.
- [2] 鞠金艳, 王金武, 王金峰. 基于 BP 神经网络的农机总动力组合预测方法[J]. 农业机械学报, 2010, 41(6): 87-92.
- [3] 张海云. 农机总动力的预测及多种数学方法的应用比较[J]. 中国农机化, 2006(2): 50-52.
- [4] 朱荣胜, 王福林. 黑龙江省农机总动力趋势包络预测与分析[J]. 东北农业大学学报, 2006, 38(4): 512-515.
- [5] 赖庆辉, 米伯林, 杨志坚. 基于人工神经网络的黑龙江省农机总动力预测[J]. 农机化研究, 2005(4): 271-273.
- [6] 王黎明, 赵清华. 黑龙江省农机总动力灰色预测与分析[J]. 农机化研究, 2003(2): 48-49.
- [7] 张淑娟, 何勇, 荣亨, 等. 山西省农机总动力需求的灰色—马尔柯夫预测模型[J]. 山西农业大学学报, 2001, 21(3): 63-67.
- [8] 洪永淼. 计量经济学的地位、作用和局限[J]. 经济研究, 2007(5): 139-153.
- [9] 李子奈, 刘亚清. 现代计量经济学模型体系解析[J]. 经济动态, 2010(5): 22-31.
- [10] 刘超, 白玲. 科学发展农业机械化的模型体系研究[J]. 农机化研究, 2008(8): 42-45.
- [11] 赵卫亚, 彭寿康, 朱晋. 计量经济学[M]. 北京: 机械工业出版社, 2008.
- [12] 王毓基. 区域规划系统工程[M]. 长沙: 湖南大学出版社, 1989.
- [13] Kiers H A L, Smilde A K. A comparison of various methods for multivariate regression with highly collinear variables[J]. Statistical Methods & Applications, 2007, 16: 4-21.
- [14] 冯丹. 中国农业机械化技术发展研究[D]. 北京: 中国农业机械化科学研究院, 2007.
- [15] 刘超. 基于项目多样性农业机械化评价方法研究[J]. 农机化研究, 2010, 32(8): 24-27.
- [16] 何政道, 何瑞银. 农业机械总动力及其影响因素的时间序列分析[J]. 中国农机化, 2010(1): 20-24.