

全国农业机械行业经济效益因子分析和评价

马雁军 赵国杰

【摘要】 对农机行业经济效益的整体分析有助于认识农业产业政策对农机行业的影响和农机行业内在的潜质和管理水平,并发现农机行业现存的问题。传统的分析方法难以解决指标间的相关性难题,因子分析方法通过筛选公共因子可减少分析的指标数量,避免多重共线性问题,并为决策提供更有用的信息资源。

关键词: 农业机械 经济效益 因子分析

中图分类号: C29.522; F014.35 文献标识码: A

Factor Analysis of Performance of Agricultural Machinery Industry

Ma Yanjun Zhao Guojie
(Tianjin University)

Abstract

Analyzing the performance of agricultural machinery industry will contribute to find out the impact of policies to the agricultural industry and learn the potential and management level in this industry. But the traditional evaluation methods could not solve the correlation problems of indexes. By selecting the public factors with the method of factor analysis, the quantity of analyzing indexes could be reduced, and correlation problems could be avoided. With this method to evaluate the efficient level might get competition advantage and provide more effective information resources.

Key words Agricultural machinery, Economic benefits, Factor analysis

引言

目前评价农机行业经济效益的方法主要有两大类:一类是主观赋权的评价法,但是当评价指标较多,指标间相互关系复杂时,用人为的方法确定指标权重,容易给评价结果带来一定的主观影响;另一类评价方法主要为定量方法,如 AHP 方法,因为过多地依赖数量资料而忽略了指标综合体的相对重要性,当指标间的相关度较大且评价目标数量较多时,同样也容易导致评价失衡。因子分析法则是由各个观测指标提供的信息量相对大小来确定指标权重,并将多维数据降低为低维综合指标的多元统计分析方法。主旨在于浓缩信息,降低指标维度,简化指标结构,在尽可能少损失主要信息的前提下,避免变量间多重共线性问题,使指标体系的分

析更加简单有效。

1 因子分析方法的应用

利用全国农机年报资料,对农业机械工业经济效益综合指数位居前 10 位的行业进行因子分析和重新排名,主要步骤如下。

1.1 指标选择

选用 1998 年中国国家统计局制定的工业企业经济效益考核指标体系,该体系含有总资产贡献率、资本保值增值率、流动资产周转率、成本费用利润率、全员劳动生产率、产品销售率、资产负债率 7 个指标。7 项指标分别考核了企业在盈利、偿债、资本保值增值等多层次多方面的能力状况。该指标体系的指标设置比较科学,具有较强的可操作性。但是,该指标体系也存在一些问题,7 个指标并不能涵盖

收稿日期: 2004- 10- 20

马雁军 天津大学管理学院 博士生, 300072 天津市

赵国杰 天津大学管理学院 教授 博士生导师

一个企业的所有效益情况,特别是该指标体系忽视了职工的收益状况,比如职工的平均工资、职工的工资利税率。职工的收益情况体现了职工生产效率与效益的关系,工资计入成本不当,将歪曲成本费用利润关系,使企业效益评价失实。为了反映国家、集体和企业三方的投资收益关系及以民为本思想,在对农机行业效益分析时增加职工平均工资、职工工资利税率两个指标,从职工工资的绝对水平高低和对国家贡献大小两个方面对企业的总体效益予以调整。

下面分别用 X_1 、 X_3 、 X_3 、 X_4 、 X_5 、 X_6 、 X_7 、 X_8 、 X_9 来分别表示农机行业中的工业产品销售率、资本保值增值率、工业成本费用利润率、从业人员劳动生产率、流动资产周转次数、总资产贡献率、资产负债率、工资利税率和平均工资 9 项指标。设有 n 个行业,所设计的指标数目共有 m 个,观测数据形成 $n \times m$ 维观测矩阵 $X_{n \times m}$ (原始资料取自 2001 年农机行业经济效益表^[1],矩阵表因篇幅省略)。

1.2 数据处理

各个指标的单位量纲不统一且个别变量的数量级较大会对因子分析产生影响,为了避免计算结果受指标量纲和数量级的影响,首先对指标做同趋势化处理,因多数指标值是越大越好,故对资产负债率指标,取其倒数,使其和大多数指标同趋势化。然后采用计算标准分的方法对所有指标进行无量纲化的标准化处理,即为

$$y_{ij} = (x_{ij} - \bar{x}_j) / W \quad (i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m)$$

式中 y_{ij} ——经标准化处理后的数据
 $\bar{x}_j$ ——第 j 个指标的平均值
 W ——指标标准差

1.3 计算相关矩阵

在评价指标体系中,观测数据很多,指标之间不可避免地存在多重共线性问题。因此有必要先计算观测数据的相关矩阵与共同度(以下计算均采用 SPSS11 统计软件^[2]),计算出的相关矩阵,因为篇幅有限,在此不再一一列出。从相关矩阵可知,矩阵的非对角元素数值较大,多数超过 0.3,说明变量之间具有较高的相关性,存在共线性问题,基本上满足进行因子分析的前提,可以依此关系找到各指标内部的主要关联和结构关系。

1.4 计算特征根和特征向量

利用相关系数矩阵 R , 求特征方程 $|R - \lambda E| = 0$ 的 m 个非负特征根 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m$ ($\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \lambda_3 \dots \lambda_m > 0$), 由特征值可以计算出相应的 $m \times 1$ 维单位特征向量 $(C_1, C_2, \dots, C_m)$ 。 f 称为综合因子,是标准化数据 y 的线性组合,且 f_i 与 f_j 不相关 ($i \neq j$), 即任

两个因子反映的信息不重复。 C 中的元素构成该线性组合的权数。

1.5 提取因子

进行初始因子分析采取的是主成分分析法。主成分是 p 个变量的一些特殊线性组合。各个主成分间不相关,即第 1 主成分因子是变量线性组合中具有最大方差的 p 个变量的线性组合,第 2 个主成分因子是与第 1 个不相关且具有第二大方差的 p 个变量的线性组合,依次类推。前 p 个因子的累计贡献率为 V_p ,表示前 p 个综合因子包含信息量占总信息量的比重 ($p < m$, 一般取为 $V_p > 85\%$), 可以用前 p 个综合因子代替原来的 m 个指标,降低指标的维度。综合因子是不相关的线性组合,使得方差尽可能的大。从表 1 中结果可见,前 3 个综合因子包涵了 9 个指标中的 85% 的信息。因此可用 3 个综合因子代替原来的 9 个指标进行各行业的效益水平评价。

表 1 综合因子特征值和贡献率
Tab. 1 Eigenvalues and rate of contributions of components

综合因子	特征值	贡献率 %	累积贡献率 %
1	3.799	42.216	42.216
2	2.466	27.397	69.613
3	1.388	15.428	85.041

1.6 因子载荷矩阵的旋转

由综合因子 f 的线性组合中的系数构成因子载荷矩阵,用因子载荷矩阵对综合因子进行解释。由于因子载荷不是惟一的,这些系数的大小相差不大,且难以给出具有实际意义的解释,需要进一步按照一定的规则使矩阵按行或列向 0 或 1 两极方向分化,通过坐标旋转(通常用方差极大旋转法),调整信息量在不同因子上的分布,从而获得明确的公共因子,使每一个主因子能够代表具有现实意义的指标。旋转后的因子载荷矩阵 $B = AT$, A 为规格化(即每行的元素用每行的共同度来除之)后的矩阵, T 为正交阵,使方差

$$V = \sum_{j=1}^p \left[n \sum_{i=1}^n b_{ij}^4 - \left(\sum_{i=1}^n b_{ij}^2 \right)^2 \right] / m^2$$

最大,其中 n 为变量数, b_{ij} 为旋转后的因子载荷。计算 $f_1, f_2, \dots, f_p$ 的旋转后的因子载荷矩阵见表 2。

1.7 旋转后的因子载荷矩阵

经过旋转的因子载荷矩阵中各个因子变量的具体含义明显突出,易于进行专业解释。从表 2 可见,综合因子 F_1 主要由指标 X_4 、 X_3 、 X_5 和 X_9 构成,分别代表从业人员劳动生产率、资本保值增值率、流动

资产周转次数和平均工资,反映企业人财物的利用

表 2 旋转后因子载荷矩阵

Tab. 2 Matrix of factor loadings after rotation			
因子	F_1	F_2	F_3
X_1	0. 168	0. 045	- 0. 922
X_2	0. 850	0. 037	- 0. 156
X_3	- 0. 253	0. 808	0. 510
X_4	0. 892	- 0. 306	- 0. 046
X_5	0. 819	0. 032	0. 451
X_6	0. 174	0. 371	0. 904
X_7	- 0. 251	0. 852	- 0. 056
X_8	0. 099	0. 914	0. 119
X_9	0. 582	- 0. 420	- 0. 359

表 3 各因子得分及排序和因子综合得分及排序

Tab. 3 Sorted by factor scores and factor synthesis scores										
行业	F_1	排名	F_2	排名	F_3	排名	综合得分	排名	原排名	7项指标排名
1. 农用运输机械制造业	2. 218 42	1	0. 783 68	2	0. 210 11	2	1. 17	1	1	1
2. 饲料工业专用设备制造业	- 0. 037 93	5	0. 121 90	5	2. 633 56	1	0. 41	2	2	2
3. 拖拉机、内燃机配件制造业	0. 272 83	4	0. 283 15	4	- 0. 246 76	5	0. 15	3	3	3
4. 排灌机械制造业	- 0. 949 09	9	2. 220 24	1	- 0. 696 46	9	0. 10	4	4	5
5. 水利机械制造业	- 0. 255 62	7	0. 441 88	3	- 0. 476 00	7	- 0. 06	5	5	4
6. 农业泵制造业	- 0. 751 78	8	- 0. 521 87	6	- 0. 018 95	3	- 0. 46	9	6	9
7. 内燃机制造业	0. 425 90	3	- 0. 734 52	8	- 0. 820 38	10	- 0. 14	6	7	8
8. 其他农林牧渔业制造业	- 0. 081 57	6	- 0. 890 86	9	- 0. 155 14	4	- 0. 30	8	8	7
9. 农副产品加工机械制造业	- 1. 402 83	10	- 0. 617 82	7	- 0. 263 46	6	- 0. 72	10	9	10
10. 机动植保机械制造业	0. 561 68	2	- 1. 085 78	10	- 0. 693 44	8	- 0. 16	7	10	6

注:原排名是指 2002 中国农业机械年鉴中的农业机械工业经济效益综合指数排名。

2 讨论和分析

2.1 不同评估方法对行业排名的影响分析

从各行业的排名顺序变化来看,不同评估的方法和评价指标体系会对评价的结果产生或大或小的影响。从表 3 可以看到以下两个变化:一是无论 7 项指标排名还是 9 项指标排名与原排名都有了较大变化,农业泵制造行业的排名下调和机动植保机械制造行业的相应上升;二是 9 项指标体系对 7 项指标体系产生了微调作用。

F_1 综合因子中,工资水平和劳动生产率、流动资产周转次数、资本保值增值率存在内在变化的一致性,在保证 9 项指标和 7 项指标因子分析结果的相似总体结构的同时,不仅使 F_1 综合因子的作用更为突出,而且使工资水平较高的行业排名有不同程度的调整。第一个变化的主要原因,除了在引言中作过的分析,企业的资本运作能力和发展潜力的强调

效率和可持续发展基础,代表企业的资本运作能力和发展潜力,体现一个企业内部的战略管理水平;综合因子 F_2 主要由指标 X_8 、 X_7 和 X_3 构成,分别代表工资利税率、资产负债率、工业成本费用利润率,反映企业职工和财物的获利能力、企业资本结构和偿债能力,代表企业经营管理能力,侧重体现企业内部精细化管理水平;综合因子 F_3 由指标 X_6 ,即总资产贡献率构成,反映企业全部资产的使用效果。

1.8 计算因子的得分

在了解各个综合因子的具体含义后,采用回归法计算样本的因子得分系数矩阵,再由得分系数乘以相应变量标准化值,求出综合因子得分;采用相应综合因子的贡献率为权重计算出各个样本的综合效益得分,最终结果进行排序(见表 3)。

起了重要作用,而不是将主要权重放在当前的利润总额之上(单从利润指标看,2001 年农业泵制造行业 2 023. 0 万元的利润要好于机动植保机械制造行业 312. 6 万元的亏损,但因外部市场变化而导致机动植保机械制造行业遭受价格下降和成本上升的双重夹击所产生的利润下降,并不能简单地说明该行业存在管理低效、缺乏发展潜力和良好的发展势头),这类似于对上市公司会计报表中现金流量表而非利润表的更加重视,资本运作的最终和长远结果取决于运作过程和发展潜力。而且,工资发放额的不良减少不仅会降低行业相关的成本费用(包括管理费用、生产成本、车间费用等),相应提高行业利润,直接提升工资利税率、工业成本费用利润率的指标水平,用更多利润偿还债务,还间接降低了行业资产负债率。同样,用当期减少的资本更新和技术创新资金充增利润,在降低资本保值增值率的同时,也会提高总资产贡献率(利润总额+税金总额+利息支

出) 平均资产总额 $\times 100\%$)。但这些使行业短期绩效明显的管理行为会影响行业长远发展 因此,因子分析结果将传统利润相关指标构成的综合因子 F_3 F_3 分别放在第二位和第三位符合实际和增设指标的初衷。 F_3 反映行业效益较为粗泛, F_3 的大小除取决于 F_2 和 F_1 ,还受行业诸多内外因素制约。

农业泵制造业虽然资产使用效果较好,利润总额较高, F_3 F_3 优于机动植保行业,但最终没有反映到企业资产和职工工资的增加上,影响了企业人、财、物质量的提升,制约了企业的稳定和进一步发展;而机动植保机械制造业则刚好相反,该行业的资产保值增值率和工资水平远高于前者,在整个行业中也是首屈一指的,这有助于扩大融资,稳定职工队伍、吸引人才,提升企业核心竞争力,增加产品销售量,所以该行业的效益排名应该有所提高 两个行业 2001 年基本建设和设备更新改造规模,相对于 2000 年的变化情况能说明上述情况,机动植保行业的两个指标分别增加了 89. 4% 和 41. 4% ,产销量同时增长,其中产量增加了 67. 76% ,大量新技术、新材料、新工艺在该行业得到推广和应用,相关企业取得了较好的经济效益;而农业泵制造业分别下降了 11. 60% 和 12. 05% ,导致该行业 2001 年的销售收入下降了 27. 14% ,仅为 14. 15 亿元 而且,在以投入资本、员工人数和主营成本为输入指标,利润总额、单位职工创利税额、单位职工平均工资和主营收入为输出指标^[1],运用 CCR 评价模型进行的 10 个行业数据包络分析 (data envelopment analysis,简称 DEA)结果 (见表 4)也显示,农业泵制造业规模技术相对无效且规模效益递减,而机动植保机械制造行业相对有效;表中 θ^0 为规模技术相对有效性指标, $\theta^0 = 1$ 表示相对有效; $\theta^0 < 1$ 表示相对无效 $\sum_{j=1}^{10} \lambda_j^0 \theta^0 = 1 (j= 1, 2, \cdots, 10; \lambda_j^0 \geq 0, 0 \leq \theta^0 \leq 1; \lambda_j^0, \theta^0$ 是 CCR 规划问题决策单元的最优解;下同)表示决策单元具有恰当投入规模,为规模收益不变; $\sum_{j=1}^{10} \lambda_j^0 \theta^0 < 1$,决策单元为规模收益递增; $\sum_{j=1}^{10} \lambda_j^0 \theta^0 > 1$,决策单元为规模收益递减。

表 4 10 个行业数据包络分析结果

Tab. 4 Result of analysis of ten industries with DEA										
行业序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
θ^0	1	1	1	1	1	0. 999 6	1	0. 944 8	0. 887 1	1
$\sum_{j=1}^{10} \lambda_j^0 \theta^0$	1	1	1	1	1	> 1	1	> 1	> 1	1

2. 2 对典型行业的分析和讨论

农用运输车制造行业效益最好,综合因子 F_1 排

名第一,其他两个综合因子都排名第二,工业产品销售率、资本保值增值率、从业人员劳动生产率、流动资产周转次数 4 个单项指标位居第一,体现其具有极好的发展潜力和良好的经营管理水平。该行业经过 10 年的发展积累了大量的资本和经验,2001 年和 2002 年前 10 位发展稳健的优势企业生产了整个行业 95% 以上的产品,农用运输车行业处于生产集中度保持高位的状态使规模生产和管理效益较为突出 但该行业的成本费用、利润率在前 5 名中靠后,影响了 F_3 F_3 排序,反映出行业在利润和成本费用两个方面存在以下问题: 农用运输车行业产品价格的下降削减了赢利的空间,2001 年农用运输车价格在上年基础上又平均下降了 5% ~ 8% ,其中三轮运输车行业利润不足 1. 5% ;大企业通过价格战挤垮小企业的整合过程中,不仅在技术创新和产品结构调整方面长期没有大的进展,难以形成持续消费的热点,而且使产品的性能和可靠性下降,导致农用运输车的产销量下降,使得规模生产带来的成本降低幅度减少。因此,农用运输车制造业在做好企业内部战略管理、资源整合的基础上,还需要从农用运输车内 (单缸和多缸柴油机) 外 (三轮与四轮设计) 两部分适时调整产品入手,进一步细化管理 适时推进 ERP 和 PDM (产品数据管理系统) 系统,自主研发或引进先进技术,使积累的发展潜力更有效地转化为现实的生产力和效益。

排灌机械制造行业,在良好的外部市场环境和政策环境下 (我国十五届四中全会确立了普及节水灌溉 2010 年远景目标,自 2001 年以来政府不断加大机电灌溉的投资力度,机电灌溉面积扩大;我国目前灌溉面积占耕地面积的 42% ,灌区生产的粮食占全国粮食总量的 2/3 以上,扩大灌溉面积基本上采用机电提水灌溉的方式,将加大对排灌机械的需求量),有机会扩大规模生产并着力于细化管理内功、增收节支,故它的成本费用利润率和工资利税率最高, F_2 排序第一。 但反映资产使用效果和发展潜力的 F_1 、 F_3 较差,体现了管理细化的同时也存在管理保守倾向制约了企业进一步发展;从资产负债率和人均生产效率的关系来看,较低的资产负债率 (只有 30. 06% ,在行业中最低)虽降低了企业成本,减少了企业风险,但由于引入资本的数量和技术含量影响了要素资本 (人力资本和生产资本) 间的合理配置,从而降低了企业的人均生产效率和总的资产收益率 该行业从业人员劳动生产率仅为 11 101 元/人, 10 个行业中倒数第一,与农用运输机械制造业的 38 579 元/人相比,差距明显。

饲料工业专用设备制造业总的资产使用效果最

好, F_3 排序第一, 这和饲料加工企业大型化发展的现状紧密相关。产品需求的大型化客观要求供给企业的大型化, 这有助于作为产品供给方的饲料工业专用设备制造业进行有组织、有规模的专业化分工和协作, 并将新技术运用到规模生产中, 充分发挥各项资产的使用效益。同时, 由于饲料加工企业市场竞争激烈、饱和度较高、利润率较低 (为 0. 5%) 等原因导致的该行业生产能力利用严重不足 (2003 年平均利用率为 50% , 辽宁和贵州两省仅为 26% 和 25%), 使饲料工业专用设备制造业产品销售率只有 48. 6% , 制约了企业资本周转和效益提高 (利润指标 2001 年仅为第 7 位)。通过与农用运输车制造行业和排灌机械制造业的比较, 也应该看到, 该行业的发展潜力和管理水平并没有达到最优, 因此还需要转

换经营思想, 抓住当前机遇, 谋划资本运营, 提高资产负债率, 积极融资并引进人才和先进技术, 提高规模效益和技术含量, 降低生产成本, 研发新产品, 避开该行业现存的价格恶性竞争局面, 扩大市场占有率, 改变现状

3 结束语

农机行业的优劣状况基于行业企业内在发展潜力、管理水平、新技术采用及我国产业政策调整、市场环境和经营机制的转换等因素。农机行业效益的评价由因子分析法可以简化数据结构, 分析各行业的综合影响因素, 还可以根据计算的结果, 找出各行业相对竞争优势之所在, 取长补短, 发挥企业特长, 提高行业竞争力。

参 考 文 献

1 中国农业机械工业协会, 中国农业机械年鉴编辑委员会. 2002 中国农业机械年鉴 [J]. 北京: 中国农业机械年鉴编辑部, 2002.

2 Johnson R A, Wichern D W. 实用多元统计分析 [M]. 4 版. 陆璇, 译. 北京: 清华大学出版社, 2001.

3 刘建. 植保机械的研究现状与发展趋势 [J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2003, 4(1): 12~ 14.

4 杨敏丽, 白人朴, 刘敏, 等. 建设现代农业与农业机械化发展研究 [J]. 农业机械学报, 2005, 36(7): 68~ 72.

(上接第 47 页)

参 考 文 献

1 毛华永, 李国祥, 徐秀兰, 等. 摆线转子式油泵齿廓的形成与参数方程的建立 [J]. 山东大学学报: 工学版, 2002, 32(2): 172~ 175.

2 洛阳拖拉机研究所. 拖拉机设计手册 (上册) [M]. 北京: 机械工业出版社, 1994.

3 张标, 张蕊芳 译. 尼科斯 勃特兰公司的转子泵 [J]. 国外拖拉机, 1985(9): 25.

4 [法] 希林 A. 汽车发动机润滑 [M]. 殷丁, 曹永来 译. 北京: 人民交通出版社, 1990.

5 雷天觉. 液压工程手册 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1990.

6 菅野晃二. トロコイド形内接歯車ポンプの特性計算について [G]// 日本机械学会论文集 (第 3 部), 1969 1 381~ 1 388.

7 毛华永, 李国祥, 徐秀兰, 等. 摆线转子式齿轮泵的设计 [J]. 粉末冶金技术, 2003(5): 284.

8 严金坤, 张培生. 液压传动 [M]. 北京: 国防工业出版社, 1979.

9 张蕊芳. 机油泵粉末冶金转子系列型谱草案的介绍 [J]. 拖拉机, 1980(3): 17.

10 上海机械学院. 机械设计基础 (上册) [M]. 上海: 上海人民出版社, 1976.