

# 基于灰色关联和 Cobb-Douglas 模型的滨州市农业机械化贡献率研究

耿雪松, 张爱民\* (滨城区农业机械管理局, 山东滨州 256600; 滨州市农业机械化科学研究所, 山东滨州 256600)

**摘要** 在利用灰色关联分析各农业生产要素影响基础上, 建立山东省滨州市 2002~2013 年农业生产 Cobb-Douglas 模型, 定量研究了农业机械化对农业产出的贡献率。结果表明, 在此期间, 农机总动力对农业总产值影响程度最大, 对农业产出的贡献率达到了 29%。  
**关键词** 农业机械化; 农业总产值; 灰色关联; Cobb-Douglas 模型; 滨州市  
**中图分类号** S23 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)29-355-02

**Research on Contribution Rate of Agricultural Mechanization by Gray Correlation Analysis and Cobb-Douglas Model in Binzhou City**  
**GENG Xue-song, ZHANG Ai-min\*** (Bincheng District Authority of Agricultural Machinery, Binzhou, Shandong 256600; Binzhou Institute of Agricultural Mechanization Sciences, Binzhou, Shandong 256600)  
**Abstract** Basing on the influence of agricultural production factors using Gray correlation analysis, the agricultural production Cobb-Douglas model was built from 2002 to 2013 for Binzhou City in Shandong Province. And the agricultural mechanization contribution rate was researched for agricultural output. The result showed that the gross agricultural machinery was maximum impact for agricultural output and the contribution rate was 29%.  
**Key words** Agricultural mechanization; Agricultural output; Gray correlation; Cobb-Douglas model; Binzhou City

农业总产值是指以货币表现的农、林、牧、渔及副业全部产品的总量, 反映一定时期内农业生产总的规模和总的成果。近年来, 随着国家支农惠农力度的不断加大, 农业生产的机械化程度越来越高, 有效地确保了粮食安全、提高了农业产值和竞争力、增加了农民收入。因此, 研究农业机械化发展程度对农业总产值的影响程度具有重要的理论意义和现实意义。

山东省滨州市是兵圣孙子故里、渤海革命老区, 地处黄河三角洲高效生态经济区、山东半岛蓝色经济区两大国家战略的叠加地带。多年来, 市委、市政府始终坚持把农业机械化作为发展现代农业、建设新农村的重要内容, 突出重点, 把握关键, 强力推进。2014 年, 全市农机总动力达 613.4 万 kW, 主要农作物综合机械化水平达到 88.8%, 呈现出“发展速度加快、装备结构优化、作业水平高、安全生产平稳”的良

好局面。定量研究农业机械化贡献率将对全市农业产值提高和农业机械化发展趋势提供有价值的理论参考依据。

## 1 影响因子选取

近年来, 一些学者选择农作物播种面积、化肥施用量、农业人均收入等影响因子研究了农业总产值的受影响程度<sup>[1-2]</sup>。随着中央和地方农机购置补贴资金的逐年增多, 农业机械化得到了迅猛发展, 农业的科技贡献率增强, 农业机械化在促进农业增产、农民增收和新农村建设中的作用日益突出。有鉴于此, 该文以 2002~2013 年山东省统计年鉴为基础<sup>[3]</sup>, 选取农业机械投入、农业劳动力投入、农业资本投入等因子, 简要探讨了农业机械化发展程度对农业总产值的影响, 其中农业总产值为因变量(分析因子) $X$ , 农机总动力、农业从业人数、农用柴油量、化肥施用量、农膜使用量为自变量(比较因子) $X_1-X_5$ 。

表 1 滨州市 2002~2013 年农业总产值及各因子投入量

| 年份   | 农业产出( $X$ ) | 农机投入( $X_1$ ) | 劳动力投入( $X_2$ ) | 农业物质消耗资本投入( $X_3-X_5$ ) |            |            |
|------|-------------|---------------|----------------|-------------------------|------------|------------|
|      | 农业产值<br>万元  | 农机总动力//kW     | 农业从业人数//万人     | 农用柴油量<br>t              | 化肥施用量<br>t | 农膜使用量<br>t |
| 2002 | 680 578     | 5 816 251     | 98.33          | 35 935                  | 833 624    | 11 152     |
| 2003 | 803 220     | 4 606 786     | 92.90          | 38 819                  | 763 437    | 10 483     |
| 2004 | 883 313     | 4 667 979     | 90.54          | 38 154                  | 747 589    | 10 572     |
| 2005 | 982 738     | 4 828 181     | 87.11          | 44 607                  | 735 489    | 10 322     |
| 2006 | 1 076 124   | 4 980 627     | 80.23          | 56 230                  | 835 369    | 13 487     |
| 2007 | 1 196 821   | 4 797 062     | 76.13          | 39 027                  | 760 188    | 9 094      |
| 2008 | 1 317 414   | 4 864 511     | 76.86          | 52 487                  | 754 687    | 8 810      |
| 2009 | 1 467 908   | 5 202 608     | 75.54          | 45 238                  | 690 833    | 7 279      |
| 2010 | 1 686 684   | 5 462 079     | 75.06          | 45 183                  | 689 163    | 6 829      |
| 2011 | 1 864 036   | 5 679 089     | 75.56          | 35 439                  | 670 004    | 7 054      |
| 2012 | 1 922 669   | 5 794 964     | 74.08          | 34 855                  | 684 533    | 6 850      |
| 2013 | 2 134 104   | 5 915 386     | 71.06          | 33 678                  | 665 969    | 7 265      |

## 2 农业总产值影响因子灰色关联分析

传统的定量分析农业总产值影响数理统计方法, 如方

差分析、回归分析和主成分分析法等, 往往要求大样本, 且要求具有典型的概率分布, 这在实际运用中很不方便, 因此很难实现<sup>[4]</sup>。灰色关联度分析是根据因素之间发展态势的相似程度或相异程度来衡量因素之间的关联大小。灰色关联分析法能够弥补数理统计方法在系统分析时所带来的不足, 能够较好地

**作者简介** 耿雪松(1970-), 男, 山东邹平人, 助理工程师, 从事农业机械化技术推广工作。\*通讯作者, 山东惠民人, 高级工程师, 从事农业机械化研究。  
**收稿日期** 2015-08-26

适应不同大小的样本和无规律样本,且计算量小<sup>[4-5]</sup>。

假设在  $t$  个时刻内分析因子  $X$  构成的序列为:

$$\{X(t) = [X(1), X(2), \dots, X(n)]\}$$
 (1)

式中:  $n$  为  $X$  序列长度;  $t = 1, 2, \dots, n$ 。

所有与分析因子相关的比较因子  $X_i$  构成的序列为:

$$\{X_i(t) = [X_i(1), X_i(2), \dots, X_i(n)]\}$$
 (2)

$t = 1, 2, \dots, n; i = 1, 2, \dots, m; m$  为比较因子的总个数。

考虑到多个因子的量纲不同需要进行初值化处理,把所有的数据除以序列的平均值,得到一个新序列,这样既可以使序列无量纲,又可以得到共交点。

$t$  时刻各比较因子关联系数  $\xi_i(t)$ :

$$\xi_i(t) = \frac{\min_i [\min_t |X'(t) - X'_i(t)|] + 0.5 \max_i |\max_t |X'(t) - X'_i(t)|}{|\max_t |X'(t) - X'_i(t)| + 0.5 \max_i [\max_t |X'(t) - X'_i(t)|]}$$
 (3)

式中:  $X'(t)$ 、 $X'_i(t)$  分别为分析因子和比较因子无量纲化处理后的新序列。可以用  $t$  个时刻关联系数的平均值作为比较因子与分析因子的整个度量,即关联度。关联度越大,说明比较因子和分析因子之间的关联程度越大。

通过计算结果可以看出,农机总动力与农业总产值的灰色关联度最高(表2)。

表2 各影响因子关联度及关联序统计

| 项目  | $X_1$ | $X_2$ | $X_3$ | $X_4$ | $X_5$ |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
| 关联度 | 0.68  | 0.59  | 0.60  | 0.58  | 0.51  |
| 关联序 | 1     | 3     | 2     | 4     | 5     |

3 滨州市农业机械化贡献率计算

农业机械的贡献率是指农业机械所创造的农业利润占农业利润总额的比重。农机化贡献率的测算方法包括:多元回归法、Cobb-Douglas 函数法、索洛余值法、有无项目比较法、综合评价法、特尔斐法等。在农业生产中,常用 Cobb-Douglas 生产函数来测算农业机械化贡献率<sup>[6-7]</sup>。

$$X = A(t) \cdot X_1^{\alpha_1} X_2^{\alpha_2} \dots X_m^{\alpha_m}$$
 (4)

其中:  $X$  为农业产出(农业总产值);  $A(t)$  是不同时期技术进步对农业投入带来的影响所引入的时间函数;  $X_m$  为农业生产各投入要素;  $\alpha_m$  为各生产要素的年均产出弹性。

为便于求解,可两边同时取对数,将其转化为线性方程,通过最小二乘法计算,即:

$$\ln X = \ln(A(t)) + \alpha_1 \ln X_1 + \alpha_2 \ln X_2 + \dots + \alpha_m \ln X_m$$

令  $X' = \ln X, C = \ln(A(t)), X'_1 = \ln X_1, X'_2 = \ln X_2, X'_m = \ln X_m$ , 线性模型为:

$$X' = C + X'_1 \alpha_1 + X'_2 \alpha_2 + \dots + X'_m \alpha_m$$
 (5)

农业机械化贡献率测算公式为:

$$\delta = \alpha_1 \frac{\Delta X_1}{X_1} \frac{X}{\Delta X} \times 100\% = \frac{\alpha_1 x_1}{x} \times 100\%$$
 (6)

其中:  $\Delta X_1$  为农业机械投入增量(农机总动力增量);  $\Delta X$  为农业产出增量;  $x_1$  为农业机械投入增长速度;  $x$  为农业产出增长速度。

平均增长速度是指各期环比增长速度的平均数,即:

平均增长速度 = 平均发展速度 - 1 (7)

采用 SPSS16.0 统计软件中提供的多元逐步回归分析方法求解最优线性模型,其中当  $Sig > 0.05$  时,模型剔除该因子。最优模型求解结果见表3。

表3 2002~2013 年滨州市农业生产总值多元回归分析结果

| 模型     | 标准值    | 标准误   | 标准系数 $\alpha$ | $t$     | $Sig.$ |
|--------|--------|-------|---------------|---------|--------|
| 常数     | 33.031 | 5.347 |               | 6.178   | 0.000  |
| 农机总动力  | -1.476 | 0.299 | -0.310        | -4.937  | 0.001  |
| 农业从业人数 | 0.725  | 0.197 | 0.182         | 3.690   | 0.006  |
| 化肥使用量  | -2.338 | 0.217 | -0.661        | -10.792 | 0.000  |

注: a. Dependent Variable: 农业总产值。

得回归方程为:

$$X' = 33.031 + 0.725X_1 - 2.338X_2 - 1.476X_4$$
 (8)

线性回归方程的  $F$  检验:  $F = 166.911$ , 回归方程呈极显著水平。

回归系数的  $P$  检验: 各参数  $Sig < 0.05$  均成立, 所以各参数均呈显著水平。

将上式转化为非线性方程, 即滨州市 2002~2013 年农业生产函数的回归模型:

$$X = 2.21 \times 10^{14} X_1^{0.725} X_2^{-2.338} X_4^{-1.476}$$
 (9)

由表1及式(7)可计算得到 2002~2013 年滨州市农业总产值和农业机械投入的年均增长率分别为 11%、0.44%。根据农业机械投入产出弹性  $\alpha_1 = 0.725$  及式(6)可以计算出滨州市在 2002~2013 年间的农业机械化对农业产出的年均贡献率为 29%。

4 结论

农业机械化对农业贡献率研究有助于从总体上把握农业机械化的发展水平、发展潜力和趋势,对农业机械化事业的决策具有重要的参考价值。该文通过灰色关联分析和 Cobb-Douglas 生产函数模型,定量研究了 2002~2013 年滨州市各农业生产要素投入对农业生产产出的影响。结果表明,在此期间农机总动力对农业总产值影响最大,对农业生产贡献率达到 29%。

从滨州市发展高效生态现代农业的实际情况来看,农业机械化对农业发展的显著作用不仅显示了它对农业产出的直接作用,也体现了技术进步的变化,表现了它与农业经济结构优化调整相互适应、相互促进的过程。因此,应对全市农民老龄化状况日益突出、土地流转规模经营步伐不断加快、生态环境约束日趋紧张等农业农村突出问题,在解决“谁来种地”及实现绿色增产、促进农业可持续发展方面,必须继续以落实农机购置补贴政策为主线,以实施农机化推广项目为重点,进一步优化农机装备结构,推动农机作业领域向全程、全面发展提速,不断提高农业生产效益。

参考文献

[1] 王瑞杰,孙鹤. 云南省农业机械化对农业产值影响的比较分析[J]. 农机化研究,2004(3):57-60.  
[2] 代海涛. 吉林省农业机械化对农业生产贡献率及发展对策研究[J]. 中国农机化学报,2014,35(6):300-303.

硫不易移动,缺素症状表现部位不同,氮由老叶转移到新叶,缺氮症状在老叶表现明显,缺硫症状首先出现在新叶。利用多媒体进行比较讲解,一目了然,不必过多语言描述,使学生记忆深刻,效果较好。在讲授肥料部分时,为了使学生更好地了解各种肥料的外观、颜色、性状等特性,尽可能搜集各种肥料样本,让学生认真观察、比较,说明不同肥料的性质,根据性质总结肥料的合理施用方法。为使学生更好地掌握植物营养缺素症的内容,采用搜集、整理、制作等方法,将一些植物的营养缺素症分门别类地制成电子图谱,发布在网上,便于随时查阅。把教师授课课件、教学大纲、有关植物缺素症状和科学施肥录像等电子材料提供给学生,便于学生课下自主学习。在网络教学的情况下,可加强学生和老师的交流,学生不懂的问题随时可以向教师请教解答,以激发学生对植物营养学的学习兴趣,开拓学生的视野,提高专业水平。

### 3 改革教学模式,提高教学质量

探索有效的教学方法是提高课堂教学质量的关键。在植物营养学教学中采用启发式教学模式,即在教师的启发下,能有效发挥学生的主观能动性,培养学生探索、思考和创新能力。在教学过程中针对一些抽象难懂的重要知识点,向学生提出问题,引发学生的求知欲。如讲解影响作物吸收养分的酸碱因素时,结合大庆地区土壤盐碱化的特性,让学生细心观察大庆的土壤,地面植被生长情况,了解土壤的性质,启发学生思考,进而让学生展开讨论,最后教师对学生讨论得到的结果进行评价与讲解,这样可以调动学生的学习兴趣与积极性,从而牢固掌握知识,印象深刻。

采用互动式课堂讨论的教学方法,改变了课堂讲授过于单一的局面,活跃了课堂气氛,提高了学生的学习兴趣,获得了良好的学习效果。在教学中提出植物营养学所涉及的实际生产问题,师生一起讨论解决问题的方案。在植物必需的营养元素中,氮、磷、钾是植物生长的重要元素,称为植物营养三要素。在讲授了植物氮、磷、钾的营养功能、缺素症状及其吸收利用后,再讲授氮、磷、钾的合理利用问题,根据学生前面教学内容的基础,教师提出了氮、磷、钾在农业生态系统中如何循环的问题,让学生展开讨论,首先进行组内讨论,再进行组间交流。在讨论过程中,教师给予提示引导,从氮、磷、钾肥料利用率、肥料损失途径探讨养分的循环问题。通过交流讨论,明确了植物的营养循环是农业生态系统中的基本环节,氮磷钾肥料施入土壤后,一部分被植物利用,同时还存在着土壤固定、进入大气、淋失下渗等过程,其中植物对氮磷钾的利用率有不同,其他去向也有所不同,就如何通过合理的施肥技术提高肥料的有效循环的问题,最后由师生共同进行归纳、总结。通过师生互动式课堂教学模式,使学生真正参与到教学中,教师可以了解到学生在学习过程中遇到的

疑难问题,通过启发引导,使学生在讨论中解决问题,掌握知识。这种教学模式使学生学会了发现问题,从而去思考、分析、解决问题,培养了学生的创造性思维。

### 4 加强实践环节,巩固教学效果

教学中结合生产实际讲授理论知识,这种教学手段既可活跃课堂气氛,又能提高学生的学习兴趣,也可使知识活学活用。如讲解微量元素铁时,依据我国不同土壤有效铁含量状况,结合大庆地区土壤铁营养特性进行重点讲解,缺铁会造成果树叶片黄化,叶片脉间失绿,讲解时将学生带到葡萄种植大棚,结合一位葡萄种植户葡萄种植的实例,由于土壤铁营养不足,加之土壤盐碱化从而造成了葡萄缺铁症状,通过施用铁肥使葡萄缺铁的症状得到了缓解。通过实例结合现象进行讲解,让学生仔细观察葡萄缺铁的症状表现,结合土壤的特性,归纳总结植物缺铁的一般症状,导致缺铁的可能原因及其应对措施。通过这种方式的学习,使学生牢固掌握了植物缺铁的一般症状及其解决方法,收到了良好的效果。

结合课外生产实习活动,加强植物营养学知识的学习。在学生4年学习期间,一般要陆续安排4~6周的生产实习。学生下到农场,走进田间,在指导教师与生产单位技术人员的指导下,进行农业生产的认识与实践。通过生产实习,可将课堂上学到的各门理论知识与生产实际结合起来,加强对理论知识的理解。如春季开展的生产实习,通过采集土样,分析土壤养分状况,确定土壤合理施肥量,并了解生产中常用的肥料品种、特性及其合理施用的技术。秋季开展的生产实习使学生学到了田间试验的收获方法,同时也感受了大田生产机械化收获的壮观。对于作物收获后的秸秆处理问题,结合有机肥料章节,开展秸秆合理利用的讨论。由于秸秆数量较大,仍存在焚烧秸秆现象,既浪费资源又污染环境,联系实际,通过探讨,学生们总结出了诸如秸秆还田,制作有机肥,加工燃料,作为饲料,造纸原料等的利用方式。这种实习激发了学生从事农业科学研究的热情,拓宽了视野,全面掌握了知识,提高了学生理论联系实际,分析和解决问题的能力,以及科学研究的能力,也培养了学生吃苦耐劳,积极进取的精神。

教育的目的是为社会培养有用人才,学校是人才培养的重要基地,探索和采用研究性、创新性的教学方法和手段,培养学生的创新能力和实践能力,提高学生的综合素质和技能,才能促进社会的进步和发展。

### 参考文献

- [1] 周鑫斌,刘峰,赖凡,等.《植物营养学》课程教学改革的探讨和实践[J].安徽农业科学,2010,38(32):18504-18506.
- [2] 胡田庚.高校文科研究性教学的价值定位[J].高等函授学报(哲学社会科学版),2004(2):12-15.
- [3] 李江湛.“植物营养学”教学改革与实践[J].中国电力教育,2012(26):92-93.
- [5] 朱迎春,周志刚,王大鹏.江苏省农机化水平与影响因素灰色关联分析[J].中国农机化,2009(4):12-14.
- [6] 杨邦杰,洪仁彪,贾桂祥.农业机械化对农业贡献率测算方法研究[J].农业工程学报,2000,16(3):50-53.
- [7] 赵坤坤,袁华丽.南京市农业机械化对农业产出贡献率的研究[J].南方农业,2015,9(15):141-144.

(上接第356页)

- [3] 山东省统计局.山东统计年鉴:2002-2013年[M].北京:中国统计出版社,2002-2013.
- [4] 张丽琨.农业机械化绩效影响因素的灰色关联分析[J].中国农机化学报,2014,35(6):296-299.