

2016 年全国研究生数学建模竞赛 E 题赛题点评

汪晓银, 万兵涛

(天津工业大学 理学院, 天津 300387)

摘 要: 首先阐明了 2016 年全国研究生数学建模竞赛 E 题“粮食最低收购价政策问题研究”的研究背景和问题研究的实际意义. 接着, 针对每一个问题, 从研究思路、研究方法、研究结论等方面均作了详细的叙述. 最后, 对学生论文中出现的问题、难点以及创新性等方面做了点评.

关键词: 数学建模; 赛题点评; 粮食最低收购价

“粮食最低收购价政策问题研究”这个题目来源于教育部人文社会科学基金项目“粮食最低收购价经济效应与优化机制研究”, 项目主要需要解决两个问题. 第一是粮食最低收购价经济效应的评价. 第二是粮食最低收购价的合理定价问题. 由于经济问题一般关联因素较多, 因素之间错综复杂. 为了解决这两个主要问题, 本题目设置了五问. 其中第一问和第二问是围绕经济效应评价展开. 第三、四、五问则是围绕合理定价问题展开.

自 2005 年以来, 中国陆续在河北、江苏、安徽、山东、河南、湖北等 6 个小麦主产省份以及辽宁、吉林、黑龙江、江苏、安徽、江西、河南、湖北、湖南、广西、四川等 11 个稻谷主产省(区)实行了最低收购价政策. 2016 年国家发展与改革委员会公布的小麦(三等)最低收购价格为每 50 公斤 118 元, 比首次实施小麦最低收购价的 2006 年提高了 66.2%; 早籼稻(三等)、中晚籼稻(三等)和粳稻(三等)最低收购价格分别为每 50 公斤 133 元、138 元和 155 元, 分别比首次实施水稻最低收购价的 2005 年提高了 84.72%、91.67%和 106.67%. 显而易见, 粮食最低收购价政策已经成为了国家保护粮食生产的最为重要的举措之一.

然而, 有学者并不认同粮食最低收购价政策. 他们认为, 粮食的实际收购价格(以后称为粮食市场收购价)应该由粮食供需双方通过市场调节来决定. 粮食最低收购价政策作为一种粮食种植保护政策, 扭曲了粮食市场的供需行为, 即该政策的实施很有可能抬高了市场收购价格, 导致粮食企业承担了很大的经营风险.

对于粮食最低收购价政策实施效果的评价, 学者们也是见解不一. 部分地区某些粮食品种种植面积、粮食总产量不增反降, 导致部分学者质疑粮食最低收购价政策的效果; 但也有学者高度肯定了粮食最低收购价政策, 认为如果不实施粮食最低收购价政策, 这些地区某些粮食品种的种植面积可能会下降得更快, 因而认为粮食最低收购价政策在稳定或增加粮食种植面积方面是有着积极的作用.

收稿日期: 2017-03-15

资助项目: 教育部人文社会科学基金(11YJC630197)

粮食最低收购价政策实施十多年来,其政策的效应到底如何呢?不同地区不同品种实施效果是否有所不同呢?为了回答这个问题,本题目设置了第一问和第二问.第一问是个铺垫,是想把研究者引导到粮食种植面积的影响因素探讨上来.因为粮食的种植面积是决定粮食供给的关键因素,也是粮农种植粮食意愿的集中体现.衡量粮食最低收购价政策实施的效果,主要是比较政策实施前后粮食种植面积是否有显著性变化.然而,可能影响粮食种植面积的因素有很多,除了粮食最低收购价政策外,还可能有很多其他的影响因素^[1],如农业劳动力人口、粮食进出口贸易、农民受教育程度、城乡收入差距、家庭负担等.因此要研究粮食最低收购价政策的实施效果,不能仅仅根据种植面积的变化来评定.因此第二问的研究需要研究者在消除其他因素对粮食种植面积的影响之后,集中凸显粮食最低收购价政策对种植面积的影响.

也有一些学者对粮食最低收购价制定的合理范围进行了探讨^[2].最低收购价并不是实际的市场收购价格,而是一种心理安慰价,是收购粮食的底价.粮农决定是否种植粮食,取决于很多因素,但最主要的还是看种植粮食所获得的纯收益的大小.粮食最低收购价的公布,使得粮农能清楚地算出这笔经济账.因此粮食最低收购价的高低直接影响着当年的粮食生产.中国是一个“以粮为纲”的国家,存储的粮食一般要能够满足全国人民三年的吃饭和需求.同时国家对于粮食的补贴金额也是有限制的,在保持合理库存的前提下,一般不会超出各地粮食市场价格的10%.因此,过高的粮食最低收购价不仅会提高粮食市场价格从而加重消费者负担,同时也会增加粮食的库存压力和国家财政的支出风险.另一方面,过低的粮食最低收购价会打压粮农种植粮食的积极性,造成粮食种植面积的萎缩,这更不是国家所愿意看到的.

为了研究这个问题,本题目通过第三问将研究者引入到正确的研究轨道上来.要想研究合理定价,就必须先要弄清楚粮食市场价和最低收购价等价格的动态关系,也就是题目中所讲的运用数据分析或建立数学模型探讨我国粮食价格所具有的特殊规律性.

第四问本赛题的重点.要求结合前面的研究和国家制定粮食最低收购价政策的初衷,建立粮食最低收购价的合理定价模型,进而对“十二五”期间国家发展与改革委员会公布的粮食最低收购价价格的合理性做出评价.为了检验模型的实用性,题目中要求运用所建立的模型对2017年的粮食最低收购价的合理范围进行预测.第五问也是为了检验模型稳定性和实用性而设立的一个问题.

1 影响种植面积的指标体系的建立

本问题的研究思路为,通过经济学理论、他人研究成果等选取可能对粮食种植面积的所有因素.再将这些因素通过数学模型进行筛选.筛选后的变量再进行重要性排序.

1.1 指标的选取

根据相关研究和经济学理论,可能影响小麦和水稻种植面积的指标.一般会选取农业劳动力人口、农民受教育程度、城乡收入差距、家庭负担、粮食的市场收购价、粮食的生产成本、粮食的相对收益竞争力、农作物播种面积、受灾情况、粮食的净出口、城市化水平、最低收购价政策等,论文中要求至少8个以上的因素,每个因素要做简要的经济学理论探讨.这里要求小麦和水稻要分开做,各地区要分开做.但是由于地区较多,每个品种每个地区都要做太复杂,因此鼓励学生进行分类,每类找个代表省份进行研究就可以了.例如有获奖论文中分

别对小麦的 6 个主产省份和水稻的 11 个主产省份进行了聚类分析, 在小麦主产区选出了两个有代表性的省份, 即代表华北地区的山东省和代表华中地区的安徽省. 在水稻主产区选出了三个具有代表性的省份, 即分别代表华中、东北和华南区域的江苏省、吉林省和湖南省.

1.2 指标的筛选与重要性排序

分水稻和小麦, 分别选择代表性的省份做粮食种植面积的影响因素分析. 搜集相应数据, 部分展示搜集的数据并表明数据来源, 运用统计方法通过相关性验证, 建立指标体系并研究影响指标的重要性.

有获奖论文运用 spearman 等级相关系数等方法进行筛选显然是可以的. 小麦代表省份、水稻代表省份影响种植面积的影响因素指标体系是有区别的. 如果论文还能比较分析这些区别就更能显示学生思维的周密.

小麦和水稻代表省份种植面积影响因素重要性排序的方法比较多, 有灰色关联、通径分析、主成分回归等.

第一问要注意以下几个关键点: 1) 水稻和小麦要分开做, 选取代表省份即可. 2) 指标选取需要有经济学方面的讨论. 3) 数据收集要标明出处. 4) 定量研究要做显著性检验. 5) 要研究指标影响程度.

2 评价粮食最低收购执行的效果

本问题的研究思路为: 分水稻和小麦, 分代表省份, 建立评价模型, 对各省份各品种评价粮食最低收购价政策执行的效果. 由于很多因素都对种植面积有影响, 评价模型中一定要消除其他因素的影响, 凸显粮食最低收购价政策对种植面积是否有影响, 这是本问题的关键.

本问题常用的方法有混合线性模型、协方差 (也称统计控制)、多因素方差分析等. 执行效果的评价不仅仅是 2005 年前后的对比, 而且还是实施和未实施粮食最低收购价政策省份之间的对比.

部分优秀论文里, 在做混合线性模型之前, 现将因素做主成分分析. 这是因为影响因素之间具有高度的相关性, 这种相关性在混合线性模型 (或协方差) 计算中会对因变量的影响有严重的干扰. 而将多因素转化成主成分能有效解决这个问题. 只是注意, 做主成分时, 粮食最低收购价政策不能放在变量里面.

本问题需要注意几个关键点: 1) 评价模型一定要体现出排除其他因素的干扰从而集中凸显粮食最低收购价政策对种植面积的影响. 2) 一定要分省份分品种分别作出粮食最低收购价政策评价. 3) 有些省份没有执行粮食最低收购价政策, 评价已经实施粮食最低收购价的省份的执行效果需要和他们进行对比分析.

3 粮食价格形成机制的探讨

本问题的研究思路为: 研究粮食最低收购价对市场收购价的影响是本问题的核心. 但是两者之间的关系不能孤立的进行探讨, 因为市场收购价格是受到供给和需求双方的影响^[3], 他们之间的关系是一个多方程模型才能诠释. 因此本问题需要建立包含市场价、粮食最低收购价在内多方程动态模型^[4-5].

建立多方程模型是个较为困难的事情. 目前在国内外还没有人研究包含粮食最低收购价在内的多方程模型. 因此需要研究者具有比较好的经济学知识, 特别是价格理论、供需平衡理论等. 一些优秀论文建立了供给模型、需求模型和价格模型, 并进行了理论上的推导, 这是相当不错的.

接着分品种分代表省区进行模型拟合、检验并进行分析,

本问题注意几个关键点: 1) 不能只是建立两个价格之间关系的简单模型. 2) 建立多方程模型的, 一定要将粮食市场收购价格和最低收购价格体现在模型里面. 3) 需要分品种进行模型计算. 4) 模型拟合后需要进行检验.

有一篇优秀论文建立的模型值得借鉴. 粮食市场预警模型包括以下 3 个子模型:

供给量模型:

$$GQ_t = \delta a_0 + (1 - \delta) GQ_{t-1} + \delta a_1 SP_t + \delta a_2 Q_t \delta e_t$$

消费量模型:

$$CQ_t = (1 - \delta + \lambda) CQ_{t-1} - \lambda(1 - \delta) CQ_{t-2} + \delta(1 - \lambda) a_0 + \delta(1 - \lambda) a_1 SP_t + \delta(1 - \lambda) a_2 Q_t + \delta b_0 I_t + \delta(1 - \lambda) \mu_{t-1}$$

销售价格模型:

$$SP_t = \delta a_0 + a_1 \delta GQ_t + (1 - \delta) SP_{t-1} + a_2 Q_t - (1 - \delta) a_2 Q_{t-1} + e_t - (1 - \delta) e_{t-1}$$

其中, GQ_t 表示粮食供应量, SP_t 表示粮食的收购价格 (生产者价格), CQ_t 表示粮食国内消费量, Q_t 表示最低收购价, P_t 表示粮食的市场销售价格, I_t 表示居民的可支配收入.

这 3 个模型相互联系, 模型拟合是整体完成且共同组成一个系统, 有别于单方程的单个拟合. 3 个模型 e_t 或 e_{t-1} , 包含了未知因素对模型的被解释变量的影响. 消费量模型的构建既用到了局部调整模型, 又用到了分布滞后模型转化为自回归模型的理论, 而且在供需平衡价格模型的基础上加入了粮食最低收购价指标, 模型的构建具有创新性.

4 最低收购价的合理确定

本文的研究思路是建立优化模型. 模型的目标函数一般设置为总种植面积达到最大, 即所有代表省份的种植面积总和最大为目标函数. 决策变量是全国统一的粮食最低收购价. 约束条件主要是第三问的动态模型以及一些资源的限制, 如耕地面积的限制、库存的限制等.

4.1 粮食最低收购加合理确定模型的建立

分小麦和水稻两个品种各自独立的建立优化模型或者博弈论等方法建立模型. 模型需要考虑财政支出限制、土地限制、库存限制等因素.

在我国实行粮食最低收购价政策的 n 个省份中, 我们的目标是使得这些省份的粮食产量之和达到最大. 所以我们建立目标函数如下:

$$\text{Max} \sum_{j=1}^n GQ_{tij}$$

其中 i 代表品种, j 代表省份.

注意四个约束条件: 1) 要考虑, 一旦最低收购价高于市场收购价之后政府财政补贴金额的限制. 2) 要考虑土地的限制. 3) 要考虑库存的容量. 库存容量由于没有数据, 但可以通过假设确定. 4) 优化模型中要把第三问的价格模型放入优化模型中作为约束.

4.2 2017 年的粮食最低收购价的合理确定

运用模型对 2011-2015 年的粮食最低收购价进行评价并预测. 粮食最低收购价是决策变量. 可以用 2010 年的时序优化模型计算出 2011 年的最佳最低收购价, 然后再与 2011 年的最低收购价进行对比, 作出评价. 以此类推, 可对其他年份的最低收购价作出评价. 并用同样的方法预测 2017 年的最低收购价的合理值.

注意几个关键点: 1) 分品种做粮食最低收购价优化模型. 2) 对 2011-2015 年的每一年进行价格评价.

5 小麦种植面积增加的可行性分析

本问题是假想 2015 年的小麦种植面积较于 2000 年增加 5%, 调控最低收购价是否能够达到这一目标. 这一问是第四问模型的应用. 一般结论是可以通过调整最低收购价使得小麦的种植面积提高 5%.

6 其他说明

1) 最后一问就结合前面的研究结论, 给相关部门提供政策建议. 要求有的放矢, 结合前面的研究结论进行相应的政策建议. 大而空、放四海皆可用的政策建议一律不认可.

2) 从学生做的论文来看, 最主要问题是很多论文没有将小麦和水稻这两个品种分开来研究, 也没有分地区进行研究. 整篇论文第一问和第二问脱节, 第三、四、五问脱节. 也有一些论文研究了除水稻和小麦以外的品种, 甚至研究了根本没有实施粮食最低收购价的省份.

3) 第一问和第二问的主要问题是选择的方法不妥, 没有将除了粮食最低收购价政策以外的因素对粮食种植面积的影响消除掉. 很多论文甚至没有将政策实施前后种植面积的差异进行对比, 更没有将实施政策的省份与没有实施政策的省份进行对比.

4) 第三问的主要问题很多论文没有建立多方程动态模型, 只是简单地将市场价格和最低收购价继续关联分析或回归分析. 有些论文还仅仅是将市场价格和最低收购价进行时间序列分析, 根本就没有揭示二者之间的关系. 第四问的主要问题是建立四个约束的优化模型. 很多论文没有考虑库存约束和财政约束. 目标函数写得不是很明白. 当然这一问不用优化模型而用其他方法如博弈论也是可以的.

参考文献

- [1] 罗锋, 牛宝俊. 我国粮食价格波动的主要影响因素与影响程度 [J]. 华南农业大学学报 (社会科学版), 2010, 09(2): 51-58.
- [2] 方鸿. 中国粮食最低收购价合理确定机制研究 [J]. 经济与管理, 2009, 23(4): 20-25.
- [3] 史常亮, 金彦平. 中国粮食供给与需求状况变迁: 1978-2010 [J]. 经济研究参考, 2013(56): 51-60.
- [4] 龚芳. 全球化背景下中国粮食价格的波动机理和预警机制研究 [D]. 复旦大学, 2012.
- [5] 胡友. 水果价格形成、波动及调控政策研究 [D]. 华中农业大学, 2014.

The Review of 2016 China Graduate Mathematical Contest in Modeling Num. E Question

WANG Xiao-yin, WAN Bing-tao

(College of Science, Tianjin Polytechnic University, Tianjin 300387, China)

Abstract: At first, The paper illustrates the research background of 2016 China Graduate Mathematical modeling in Modeling Num. E Question which is “China grain minimum purchase price policy research the floor price policy for grain problem study” expounds the practical significance of the research view. Then, Base on each problem the author explains the research approach, research methods, research conclusion and so on were described in detail. Finally, make some reviews to point out what're the questions, difficulty and innovation of this article.

Keywords: mathematical modeling; contest review; the minimum grain purchase prices