

饲料结构变动下的生猪市场调控指标比较： 猪粮比还是猪料比

陈一铭 李贝贝 毛学峰

摘要：一直以来，猪粮比是衡量生猪产业盈利能力与生猪市场宏观调控的重要参考指标，也是生猪价格指数保险的赔付指标。但是，猪粮比能否真实反映生猪与饲料市场的关系受到较多质疑。考虑到豆粕是玉米之外的又一重要饲料来源，在豆粕饲料占比逐渐升高的背景下，本文分析了玉米和豆粕与生猪市场的价格联系，发现玉米价格、豆粕价格与生猪价格之间存在长期稳定的均衡关系，豆粕价格在饲料成本中的作用不可忽视。本文进一步讨论了将玉米价格和豆粕价格考虑在内的猪料比替代猪粮比的可行性，发现猪料比能够更准确地反映养殖利润的盈亏平衡点；通过利用时变协整模型估计盈亏平衡点的猪粮比和猪料比，发现衡量生猪养殖盈亏平衡点的猪粮比和猪料比均随时间动态变化，而猪料比波动更小、适用性更强，这进一步印证了猪料比指标的优势。本文结果表明，以猪料比为依据能够更准确地识别养殖亏损期，从而有效地进行生猪产能调控。并且，以猪料比为标的设计生猪价格指数保险，能够更有效地避免农民亏损。

关键词：猪粮比 猪料比 生猪市场 时变协整模型

中图分类号：F323.7 **文献标识码：**A

一、引言

2025年中央“一号文件”强调，要做好生猪产能监测和调控，促进平稳发展。在经历了非洲猪瘟疫情引发产能剧烈震荡和价格超常波动之后，国家高度重视畜牧业高质量发展问题（王明利等，2022；张利庠和罗千峰，2023）。国家对生猪产业调控的政策重心转向更为根本的生猪产能管理，当下需要建立更精准的监测和调控体系。这意味着，传统依赖猪粮比进行调控的低分辨率指标迫切需要更新。自1985年国家放开生猪和猪肉购销价格管制以来，生猪价格波动十分频繁，历经数次飙涨、暴跌以及二者交替出现的过程，对消费者价格指数（CPI）产生了极大影响。改革开放以来，中国发生过几次

[资助项目] 国家社会科学基金重大项目“新发展格局下我国粮食安全风险防范研究”（编号：23&ZD117）。

[作者信息] 陈一铭、李贝贝、毛学峰（通讯作者），中国人民大学农业与农村发展学院，电子邮箱：maoxf@ruc.edu.cn。

感谢匿名审稿专家的宝贵意见，文责自负。

较为严重的通货膨胀，每次都伴随着食品价格大幅上涨。往往通货膨胀率高时，农产品价格的增长率更高；通货膨胀率低时，农产品价格的增长率更低^①。2004年以来，受最低收购价和竞价交易制度的影响，粮食价格波动较小，在食品中占有重要份额的猪肉的价格与CPI运行趋势基本保持协同，猪肉价格的波动基本“绑架”了CPI波动，甚至出现了CPI成为“中国猪肉价格指数（China pork index）”的说法。因此，政府有足够动力平抑生猪价格波动，为宏观调控营造良好的物价环境。

猪粮比是中国政府对生猪市场进行宏观调控时依据的一个重要指标。猪粮比指标在生猪价格调控工作中具有重要作用，主要原因在于饲料成本是生猪养殖的主要开支，其中，玉米是饲料配方中的关键原料。同时，该指标数据获取和计算方法非常简单，容易被广大生猪养殖户接受。为了稳定生猪生产，维护生猪养殖户利益，政府部门多次联合发文为猪粮比价设定预警区间。2009年，《防止生猪价格过度下跌调控预案（暂行）》提出价格调控的目标是猪粮比价不低于5.5:1^②。2012年，《缓解生猪市场价格周期性波动调控预案》设定6:1~8.5:1的猪粮比为绿色正常区域^③；2015年，该预案被重新修订，将蓝色预警区域（价格轻度上涨或轻度下跌）的猪粮比价调整为8.5:1~9:1或5:1~5.5:1^④。2021年，《完善政府猪肉储备调节机制 做好猪肉市场保供稳价工作预案》将生猪生产盈亏平衡点的猪粮比价调整为7:1^⑤。此外，学者往往也使用猪粮比指标分析市场波动规律，并对生猪产业发展做出判断。一般来说，若该比值为5.5:1以上，则养猪盈利多于亏损，养殖户的积极性就会被调动，从而使补栏、出栏陆续增加（廖朴等，2022）。由此可见，猪粮比指标在生猪价格宏观调控工作中扮演着重要角色。

此外，猪粮比作为生猪产业保险设计的重要参照指标，对于降低养殖户风险具有重要作用。生猪价格指数保险在生猪价格指数低于保险责任约定价格指数时，认定为保险事故发生，保险公司按保险合同进行赔付。张峭等（2015）研究发现，生猪价格指数保险相较传统方式具有优势，并认为保险方案设计的关键是保险赔付指标和保障价格。在实际应用中，保险公司通常将猪粮比（生猪价格与玉米价格的比值）作为保险赔付指标。当实际猪粮比低于约定的赔付标准时（一般为5.5:1~6:1的猪粮比），保险公司对差额进行补偿。这一保险被认为是一种“看跌期权”，意味着养殖户能够得到最低的价格保障，因而不会在市场价格下跌时减少生猪养殖，因此，生猪价格指数保险能够有效抑制“猪周期”

^①资料来源：《CCER“中国经济观察”第14次报告会简报之三》，<https://www.bimba.pku.edu.cn/wm/xwzx/xwlx/xxxw/410139.htm>。

^②参见《防止生猪价格过度下跌调控预案（暂行）》（2009年第1号公告），<https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/gg/200901/W020190905487898459089.pdf>。

^③参见《缓解生猪市场价格周期性波动调控预案》（2012年第9号公告），<https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/gg/201205/W020190905485030813375.pdf>。

^④参见《缓解生猪市场价格周期性波动调控预案》（2015年第24号公告），<https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/gg/201510/W020190905485530722623.pdf>。

^⑤参见《完善政府猪肉储备调节机制 做好猪肉市场保供稳价工作预案》（发改价格〔2021〕770号），<https://www.ndrc.gov.cn/xwdt/tzgg/202106/P020210609372102070747.pdf>。

（廖朴等，2022）。

中国生猪产业规模化正在经历翻天覆地的变化，生猪养殖的饲料结构和成本结构也在不断改变。根据《中国畜牧兽医年鉴》数据，2002—2022年，生猪年出栏数在1万~5万头的养殖企业从862家增加到5247家，年出栏数在5万头以上的养殖企业则从28家增加到993家。规模化养殖企业与散养户的生猪饲料结构存在较大差异。从饲料的成分比例来看，1997年中国的生猪养殖专业户豆粕使用比例仅为2.5%（Fuller，1997），而2011年中国生猪养殖饲料中豆粕的比例平均达到15%（Gale et al.，2012），规模化企业使用量要更高（Tian and Chudleigh，1999）。2007年后，中国生猪产业规模化迅速发展，豆粕在饲料中的占比也迅速提高，大连商品交易所制定的猪饲料成本价格指数中已经将豆粕比例定为20%。除此之外，规模化养殖和农户散养生猪的成本结构也发生了较大变化，唐莉和王明利（2020）对生猪产业发展的研究结果表明，人力成本、防疫成本和环保成本在养猪成本中所占的比例逐渐升高。根据《全国农产品成本收益资料汇编》数据，规模化生猪养殖的精饲料费在“每头物质与服务费用”中的占比从2006年的64%下降到2021年的51%，散养生猪的精饲料费和青粗饲料费在“每头物质与服务费用”中占比同期从69%下降到49%，而不论是规模化养殖还是散养，医疗防疫费、死亡损失费、技术服务费以及间接费用均有较大幅度提高。由此可见，生猪养殖的饲料结构和成本结构均发生了明显变化。

生猪养殖方式和饲料成本的结构变化导致以猪粮比为参照目标的实践遇到了很多挑战。例如，张林和温涛（2019）梳理了生猪目标价格保险试点的经验和问题，发现猪粮比保险方案运行中出现猪粮比滞后、理赔结果不易理解等突出问题。这主要是由于农民购买猪粮比保险的目的是防止亏损，而猪粮比对盈亏的衡量太模糊，导致农民亏损时也拿不到保险赔付，产生了一系列矛盾。此外，政府以猪粮比为目标进行调控可能出现失误。2019年初，生猪养殖已经亏损，而猪粮比并没有下降到预警区间，造成政府收储滞后3个月。亏损叠加非洲猪瘟导致的恐慌，使养殖户迅速退出生猪养殖，生猪数量大量减少，这可能是后续猪价暴涨的重要原因之一。学术界也有学者怀疑用猪粮比来反映生猪市场盈利水平的有效性。例如：王平和宋青（1990）认为，猪粮比应当根据生猪生产成本和市场供求关系适时适度地调整。李丹和马彪（2016）也认为，以6:1的“猪粮比”作为生猪价格指数保险定价的标的已经不再合适，应将“猪粮比”标的设定为一个区间范围。郑苏晋等（2022）表示，2012年以来猪粮比已经明显上升，6:1的保险赔付标准无法满足养殖户的赔付需求，保险公司需要制定动态的标准。鉴于此，本文将检验猪粮比是否发生了结构断点，并分析豆粕作为玉米之外的又一重要饲料成分，其成本是否对猪粮比与生猪养殖盈亏平衡点的关系有影响，最后讨论是否有比猪粮比更加合适的指标。

考察生猪与饲料市场之间关系的文献并不多，且其中讨论得更多的是关于生猪价格与玉米价格之间关系，得到的结论也并不一致。例如，周金城和陈乐一（2014）基于门槛回归考察生猪与玉米市场价格之间的动态关系，发现生猪价格与玉米价格存在长期协整关系，且在规模化养殖（2007年）前后的传导效果是不同的。何蒲明和朱信凯（2011）的研究发现，生猪价格与玉米价格存在协整关系。但是，王烁和李铁铮（2015）的研究认为，生猪价格与玉米价格不存在协整关系。假如王烁和李铁铮（2015）的结论可以接受的话，猪粮比可能不是一个稳定指标，不足以作为政策调控依据。值得注意的是，国

外也有过类似的学术讨论。以美国为例，Blosser（1965）曾经指出，玉米成本在生猪生产投入中的重要性下降，且相同的猪粮比在不同的玉米和生猪价格水平下，所反映的养殖盈利能力也存在差异。在此背景下，仍旧广泛使用猪粮比的原因在于，猪粮比计算较为简单，长期的玉米价格（或饲料价格）较为稳定，并且，猪粮比、生猪价格和生猪行业盈利能力的变动是同向的（Meilke，1977）。除了研究生猪价格与玉米价格的关系，还有学者开始研究生猪价格与综合饲料价格之间的关系。谭莹和张俊艳（2021）发现，国际玉米期货和大豆期货价格对中国生猪价格具有单向波动溢出效应。田旭等（2016）基于EG两步法研究发现，生猪价格与饲料价格存在长期均衡关系，并且当二者任一价格发生偏离均衡的波动时，生猪价格会修正至均衡状态。此外，郭新宇等（2009）研究了配合饲料中两种主要原料（玉米和豆粕）价格的波动对育肥猪饲料、肉鸡配合饲料和蛋鸡配合饲料价格的影响，发现原料价格与饲料价格在长期中存在协整关系，但短期的影响较小。

不同于以往仅关注生猪价格与玉米价格的关系，本文关注生猪与饲料市场的关系，检验豆粕饲料占比逐渐升高背景下生猪价格与玉米价格以及豆粕价格之间的关系是否发生变化，反思猪粮比指标对于生猪市场宏观调控和生猪价格指数保险是否仍具有较强的指示意义。更重要的是，本文将基于生猪价格、玉米（或育肥猪饲料）价格和养殖利润的模型估计养殖盈亏平衡点的猪粮比和猪料比，并比较猪粮比和猪料比哪个指标对盈亏平衡点的判断更准确。由于难以观察到养殖过程中除饲料之外成本的变化，本文还采用Bierens and Martins（2010）提出的时变协整模型，对盈亏平衡点的时变猪粮比和猪料比进行估计。

本文主要创新之处在于：第一，本文在经济学意义和生物属性上探讨生猪价格与生猪饲料（玉米和豆粕）价格的关系，以及这种关系随生猪养殖规模化而发生的变化。第二，本文探讨生猪价格与育肥猪饲料价格的关系，拟构建估计生猪养殖盈亏平衡点的猪粮比或猪料比的理论模型。第三，本文首次将时变协整模型用于估计盈亏平衡点的猪粮比或猪料比。

二、饲料结构变动下生猪与饲料的联系

为了探讨饲料结构变动下生猪市场与饲料市场联系的变化，本文首先从生物学的角度阐述饲料与生猪养殖的关系，以及饲料配比结构的变动；其次，利用饲料市场的供给情况反映豆粕成分在饲料结构中的增长；最后，从生猪价格与玉米价格、豆粕价格的关系上分析在推行生猪养殖规模化前后，三者的价格关系是否发生变化。

（一）生物学联系

从动物营养角度来看，牲畜需要摄取不同食物，吸收各种营养，提供生长所需。不同饲料原料可能含有一种或者多种营养元素，同样，一种营养元素也可能来自一种或者多种原料。所以，畜牧科学家需要依据牲畜不同的生长阶段或营养需要，计算各种必需营养元素（蛋白质、糖类、各种矿物质、维生素等）的最佳摄取量，并由此配置出配合饲料。不同营养元素的功能差异很大。以糖类和蛋白质为例，糖类主要功能是提供细胞新陈代谢活动所需要的能源，而蛋白质则主要用于组成新细胞，或者修复旧细胞，二者功用不同，不能完全互相代替。但是，当机体的糖类和脂类均缺乏时，蛋白质也可

以分解以补充机体所需能量。因此，蛋白质与其他能量类营养元素存在一定的替代关系。在技术水平和原材料成本的双重约束下，养殖企业根据不同原材料（玉米、豆粕、鱼粉、菜粕等）中的营养元素，调配出符合营养标准并且成本最小的饲料产品。

具体到猪饲料，根据中华人民共和国国家标准《仔猪、生长育肥猪配合饲料》（GB/T 5915-2008），在猪的不同生长阶段，配合饲料中的主要营养成分（粗蛋白质、粗脂肪、粗纤维、钙、磷、盐、赖氨酸、蛋氨酸、苏氨酸等）含量应有所不同。养殖企业根据不同饲料产品的不同营养元素寻找合适的饲料粮。玉米的脂质含量高、纤维素低、淀粉消化率高，是较好的能量饲料，因而玉米在饲料配方中使用量最大。除了能量饲料，猪生长过程还需要蛋白质饲料来保证各种蛋白质的摄入。蛋白质饲料包括豆粕、棉籽粕、菜籽粕、玉米酒糟等饲料品种。其中，豆粕是适用范围最广、最优质的植物蛋白粕。如果不考虑成本，猪饲料中的蛋白质原料部分，可以全部使用豆粕。根据大连商品交易所提供的《豆粕期货交易手册》，豆粕在饲料行业中使用较为广泛，猪饲料中豆粕占粕类饲料总量的29%^①。对于现代化养殖企业，类似温氏集团、海大集团等企业的猪饲料中几乎不添加菜籽粕和棉籽粕。事实上，国内玉米60%~70%用于饲料消费，豆粕的饲料消费占到95%以上。在生猪养殖不同阶段中，依生长时期与功能的不同，可分为教槽料、保育料、中猪料、母前料、哺乳料和种猪料等，不同阶段配比也有一定差别。比如仔猪吃的教槽料中玉米占68%、豆粕占12%，而妊娠期母猪的饲料中玉米占68%、豆粕占17.5%（巩兴华和王永亮，2021）。

总之，育肥猪饲料主要由玉米和豆粕组成，分别作为能量饲料和蛋白质饲料，二者并非完全可替代的饲料粮。另外，在饲料市场上，养殖户会根据技术、原材料成本等约束条件选择合适的饲料粮配比，使用不同比例的玉米和豆粕。并且，随着养殖专业化和规模化程度的提高，生猪养殖所用饲料的配比结构也发生了变化，豆粕在中国猪饲料配比中的比例从1997年的2.5%左右上升到2011年的15%左右（Fuller, 1997; Gale et al., 2012）。

（二）市场联系

1. 玉米和豆粕饲料市场基本情况。玉米已经成为中国的第一大粮食作物，2024年中国玉米产量超过了2.9亿吨（见表1），按照每年有60%~65%的玉米用于饲料的比例^②，则有超过1.7亿吨玉米作为饲料玉米，加上进口的玉米和玉米替代品，作为饲料的玉米占比将更高。中国大豆产量在2016年后超过1500万吨，大豆进口量在2020年超过了1亿吨，假设所有国产大豆全部作为豆制品使用，那么进口大豆在压榨大豆油的同时提供了将近8000万吨的豆粕^③。玉米和豆粕构成中国饲料粮的主要来源，在中国

^①资料来源：《豆粕期货交易手册（图文版）-大商所》，https://wenku.baidu.com/view/3671bb24ccbff121dd3683d2.html?_wks_1745153743583。

^②资料来源：《玉米饲用需求探讨：强支撑还是弱反弹？》，<https://finance.sina.com.cn/money/future/fmnews/2023-11-06/doc-imztrmtty3809912.shtml>。

^③根据国泰君安期货研究所《否极泰来，有望好转——大豆压榨利润专题报告》，大豆的出粕率约为80%。<https://www.cfachina.org/servicesupport/analygarden/ncpl/dd/202301/P020230131315472108841.pdf>。

采取豆粕减量替代方案的背景下，2023年仍有7000万吨豆粕被作为饲料消耗^①（占饲料消耗量的13%）。2006—2023年，生猪出栏量从6.8亿头增长至7.3亿头，仅增长6%^②，而国家粮油信息中心的数据显示饲用豆粕消费量增加了超过1倍，说明随着2007年规模化养殖的推行，蛋白质饲料在饲料支出中的比例迅速上升，饲料结构发生了变动。

年份	玉米产量	玉米进口量	玉米替代品进口量	大豆产量	大豆进口量
2016	26361	318	2529	1360	8323
2017	25907	281	2498	1528	9556
2018	25717	353	1890	1597	8807
2019	26078	480	1340	1809	8859
2020	26067	1129	2786	1960	10032
2021	27255	2834	5606	1640	9653
2022	27720	2062	4372	2028	9100
2023	28884	2714	4941	2084	10172
2024	29492	1377	3926	2065	10503

资料来源：产量数据来源于国家统计局网站（<https://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01>）。玉米、大豆、玉米替代品进口量数据来源于海关总署网站（<http://stats.customs.gov.cn/>），其中，玉米替代品包括大麦、高粱、干酒糟及其可溶物和木薯干。

豆粕和玉米同是制作饲料的原料。在消费层面，当生猪价格上涨时，养殖利润提高，饲料需求上升，可能同时推高豆粕和玉米的价格，此时二者表现为同向变动的趋势；但是，由于豆粕和玉米在饲料配方中可部分替代，价格差异也会引导饲料企业在二者之间进行替换使用，从而使二者价格在某些阶段出现此消彼长的走势。此外，在生产层面，大豆与玉米的种植时间和产区分布存在重叠，农户在种植决策上会基于相对收益进行选择，二者在种植面积上也存在竞争关系。因此，豆粕和玉米的价格并不是简单的此消彼长或者同向变动的关系。

从1994年6月至2025年1月玉米和豆粕价格走势来看（见图1）^③，尽管1997年至2000年，豆粕和玉米价格在一定程度上呈现此消彼长的关系，但在2003年和2008年前后，二者又表现为同时上涨的趋势。这说明，二者的价格走势并不存在一个确定的规律。既然豆粕价格同样影响着生猪市场的盈利水平和发展状况，且与玉米价格呈现不同的波动特征，那么，仅用生猪与玉米的比价作为生猪市场的“靶子”，

^①资料来源：《2023 年中国饲料行业分析报告 饲料粮食消费量约占粮食消费总量 48%》，<https://www.chinainm.com/hyzz/20230716/151728891.shtml>。

^②资料来源：2006 年生猪出栏量数据来自《中国农业年鉴 2007》；2023 年生猪出栏量数据来自《王贵荣：2023 年农业经济形势总体良好》，https://www.stats.gov.cn/xxgk/jd/sjjd2020/202401/t20240118_1946723.html。

^③价格数据来源于农业农村部的统计调查监测，涵盖了 500 个县域中心集贸市场的固定监测数据（2016 年 3 月前为 480 个县域中心集贸市场）。

就容易忽略蛋白质原料价格波动带来的影响。此外，从生猪市场角度看，生猪供给具有明显的时滞性，在疫病、重大灾害、饲料价格等外部冲击下容易出现供求失衡，进而形成明显的周期性（毛学峰和曾寅初，2008）。从图1中生猪与玉米价格的变化趋势来看，玉米价格并没有表现明显的周期性特征，反而豆粕价格与生猪价格表现更强的相依性特征，这就暗示着，生猪价格变动会通过影响豆粕价格造成饲料价格的波动，而用被临储政策和储备投放干预的玉米价格来计算比值，则容易高估或低估养殖利润。由此可见，传统猪粮比价在生猪养殖平衡点判断上的设置确有不妥之处。

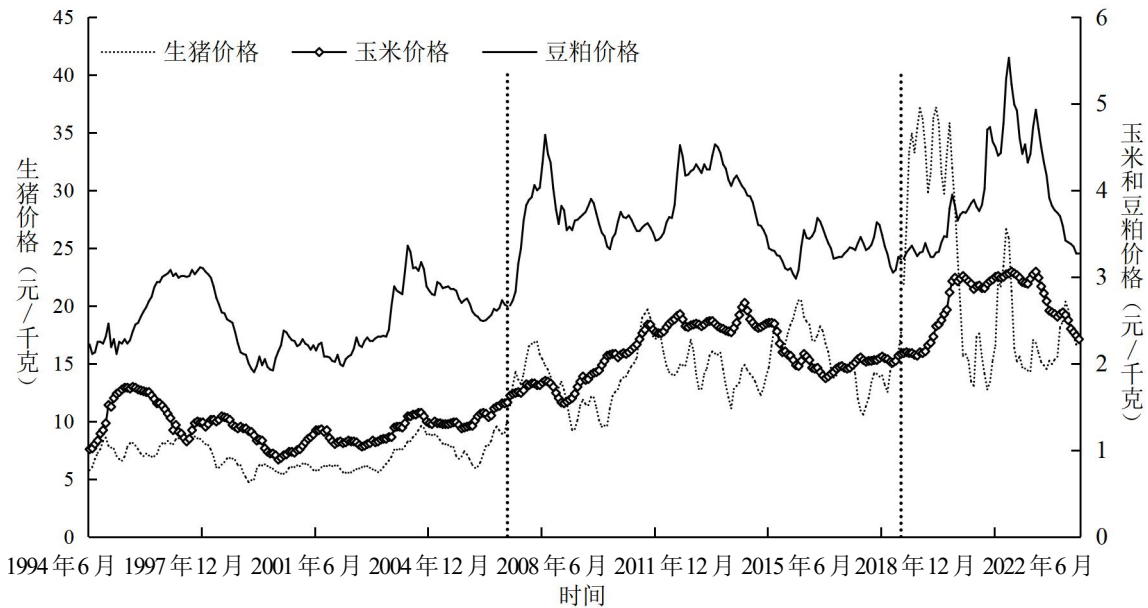


图1 1994年6月至2025年1月生猪价格、玉米价格与豆粕价格的变动趋势

注：图中竖线分别为2007年6月和2019年7月两个结构断点发生时间。

2. 生猪、玉米和豆粕的价格关系。从1994年到2022年，中国生猪养殖规模化程度发生了翻天覆地的变化，因此生猪、玉米和豆粕之间的价格关系也很可能发生了结构性改变。本文采用Bai-Perron结构断点检验^①（Bai and Perron, 1998; 2003）估计生猪、玉米和豆粕的价格关系是否发生变化（见表2）。

表2 生猪、玉米、豆粕价格 Bai-Perron 结构断点检验估计结果

断点个数	F 统计量	Scaled F 统计量	临界值
0 vs. 1 *	35.0	70.0	11.5
1 vs. 2 *	24.7	49.3	13.0
2 vs. 3	3.2	6.5	14.0
3 vs. 4	0.9	1.8	14.9
4 vs. 5	0.0	0.0	15.3

注：①*表示5%的显著性水平。②最后一列为Bai and Perron（2003）给出的临界值。

^①Bai-Perron 结构断点检验是一种广泛应用于检测时间序列结构性断点的统计方法，也称 BP 结构断点检验。

结果表明,生猪、玉米和豆粕价格关系存在两个结构性断点,断点发生时间分别为2007年6月和2019年7月(见图1)。2019年7月的断点很明显是非洲猪瘟后生猪价格暴涨导致的,2007年6月的断点则与中国提出推进生猪规模化养殖的时间吻合^①。生猪养殖标准化、规模化除了使医疗防疫费、死亡损失费、技术服务费等养殖成本提高外,还会使生猪饲料中所含豆粕的比例上升(Fuller, 1997; Tian and Chudleigh, 1999),所以,生猪、玉米和豆粕之间的价格关系在生猪养殖规模化进程加快后发生结构性改变是合理的。

Johansen 协整检验的结果发现,生猪价格、玉米价格和豆粕价格三者之间的确存在稳定的均衡关系(见表3)。2007年6月断点前估计的协整方程为“生猪价格 $-1.79 \times$ 玉米价格 $-1.89 \times$ 豆粕价格”,断点后2007年6月至2019年7月的协整方程为“生猪价格 $-5.25 \times$ 玉米价格 $-0.96 \times$ 豆粕价格”。这两个协整关系中的符号表明玉米价格和豆粕价格变动对于生猪价格产生同向影响,协整方程可以解释为生猪与饲料价格之间的价格联系方程。

表3 Johansen 协整关系检验结果

协整关系个数 r	迹统计值	迹检验临界值 (5%)	最大特征根	最大特征检验临界值 (5%)
1994年9月至2007年5月				
没有协整	27.23	24.31	22.21	17.89
至多1个*	5.01	12.53	4.63	11.44
至多2个	0.38	3.84	0.38	3.84
2007年6月至2019年7月				
没有协整	29.14	24.31	22.93	17.89
至多1个*	6.21	12.53	6.20	11.44
至多2个	0.01	3.84	0.01	3.84

注: *表示5%的显著性水平。

上述结论与Bessembinder et al. (1995) 和Liu (2005) 研究结论相似。这些结论都支持三者价格有回归到长期均衡的趋势。这意味着,以猪粮比为参考指标进行调控会忽视豆粕价格在生猪养殖中的成本作用,可能导致对饲料成本变动的反映不足。

生猪市场的调控过程不重视豆粕价格可能暗含着两个逻辑:第一,在猪饲料中,豆粕用量相对小,因而豆粕价格对于生猪价格的作用可以忽略。第二,豆粕价格与玉米价格具有一个稳定的比例关系,豆粕价格作为玉米价格的函数可以被猪粮比估计。生猪饲料中豆粕占比的上升与估计的豆粕价格系数结果明显与第一个逻辑冲突:从生猪饲料实际配比看,豆粕用量的平均比重约为15%,是除玉米之外占比最高的饲料成分;从价格关系来看,在2007年6月的断点前和断点后豆粕的价格系数分别为 -1.89 和 -0.96 ,在假定玉米价格不变的情况下,豆粕价格变动确实会影响生猪价格。对于第二个逻辑,玉米

^① 《关于促进生猪生产发展稳定市场供应的意见》(国发〔2007〕22号)下发后,各个部门推出一系列政策,包括能繁母猪补贴、能繁母猪保险、生猪良种繁育体系、生猪调出大县(农场)奖励等。

豆粕价格比值的的结果^①显示，在2007年6月断点前，豆粕价格平均为玉米价格的2倍；而2007年6月后，豆粕价格与玉米价格比值的均值下降为1.76，在2019年7月后豆粕价格与玉米价格的比值要更小一些，平均值为1.46。

然而，需要注意的是，尽管豆粕价格与玉米价格的比值在2007年6月断点前和断点后均有一个相对稳定的均值，但是二者比值的波动幅度较大（最高达到2.7，最低达到1.3），忽视这种波动会对养殖户的利润造成错误的判断。例如，尽管在1997年玉米价格大幅度下跌，但豆粕价格升高并维持在高位，因此，育肥猪配合饲料价格下跌幅度很小；2007—2008年，玉米价格仅小幅度上涨，但由于豆粕价格的巨大涨幅，育肥猪配合饲料价格也出现较高增长（见图2）。

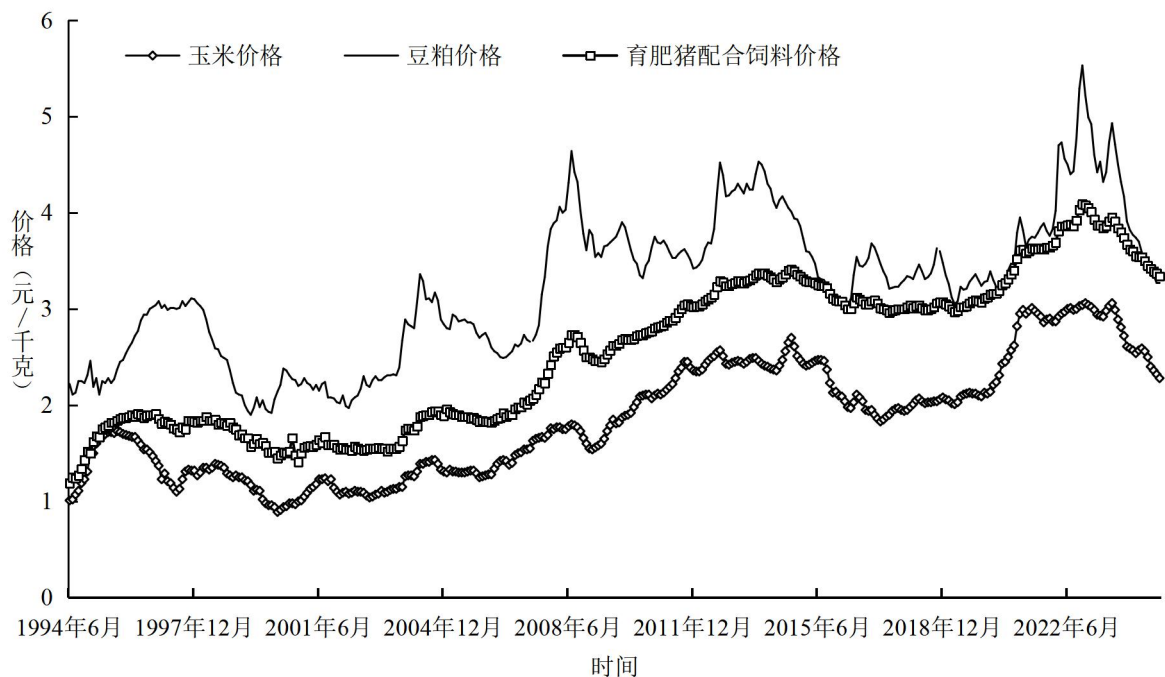


图2 1994年6月至2025年1月豆粕价格、玉米价格和育肥猪配合饲料价格的变动趋势

此时，如果仅用猪粮比来衡量养殖户的盈亏状况，就会低估养殖户的饲料成本进而高估养殖户的利润。并且，从生物学上来说，玉米属于能量饲料，豆粕属于蛋白质饲料，二者并不能完全替代。当豆粕价格相对于玉米价格较低时，养殖户也不能大幅度使用豆粕来替代玉米^②。

三、猪料比能更好地识别生猪养殖的盈亏平衡点吗？

根据上文论述可知，玉米和豆粕作为重要的饲料粮，其价格与生猪价格有密切联系。鉴于生猪和

^①相关结果见《中国农村经济》网站或中国知网本文附录中的附图1。

^②这主要因为豆粕中含有抗胰蛋白酶、皂素、血凝素等抗营养因子，其中的胰蛋白酶抑制因子能阻碍猪体内胰蛋白酶对豆类蛋白质的消化吸收，造成腹泻。

玉米价格的猪粮比忽略了豆粕价格在饲料成本中的作用，接下来本文将检验生猪价格与育肥猪饲料价格的比值（猪料比）是否可以作为代替猪粮比的一个更好的选择。使用猪料比这一指标的原因在于：首先，从统计数据上来看，计算育肥猪配合饲料价格并不困难。1994年起，农业农村部畜牧兽医局就已经开始统计育肥猪配合饲料价格^①，主要是通过采集全国500个县（市、区）集贸市场和采集点的饲料价格来获得数据。其次，育肥猪配合饲料价格与玉米价格和豆粕价格均具有很高的相关性，在1994年6月到2025年1月期间，育肥猪配合饲料价格与玉米价格和豆粕价格的相关系数分别高达0.70和0.57。

（一）识别盈亏平衡点的理论与实证模型

每单位生猪养殖利润可以写成生猪价格、玉米价格和其他成本的函数，函数形式如下：

$$profit_t = hog_t - \gamma_1 maize_t - \gamma_2 cost_t + e_t \quad (1)$$

（1）式中： $profit_t$ 表示第 t 期每单位生猪养殖利润； hog_t 表示每千克生猪价格、 $maize_t$ 表示每千克玉米价格（代表饲料成本）； $cost_t$ 表示其他成本； γ_1 和 γ_2 分别表示生产每千克生猪需要 γ_1 千克玉米（即料肉比）和生产每千克生猪需要付出 γ_2 单位的其他成本； e_t 表示随机误差项。

用猪粮比刻画生猪养殖的盈亏平衡点的关键在于，假设除饲料外的其他成本 $cost_t$ 可以被生猪价格和玉米价格的线性组合所拟合，进而得到养殖利润、生猪价格和玉米价格的一个长期均衡关系。在这一假设下，当养殖利润为0时，玉米价格的系数就是衡量盈亏平衡点的猪粮比。这个假设可以表示为：

$$cost_t = \eta_1 hog_t + \eta_2 maize_t + v_t \quad (2)$$

（2）式中： v_t 表示随机误差项，其他变量含义与（1）式相同， η_1 和 η_2 分别表示其他成本 $cost_t$ 与生猪价格和玉米价格的线性比例关系。因此，要计算能够代表盈亏平衡点的猪粮比，需要估计养殖利润、生猪价格和玉米价格的协整方程：

$$profit_t = (1 - \gamma_2 \eta_1) hog_t - (\gamma_1 + \gamma_2 \eta_2) maize_t + (e_t - \gamma_2 v_t) \quad (3)$$

为了更好地表示生猪价格与玉米价格的比值，（3）式可以改写为：

$$hog_t = \beta_1 profit_t + \beta_2 maize_t + \varepsilon_t \quad (4)$$

（4）式中： ε_t 表示随机误差项，其他变量含义与（1）式相同。值得注意的是，在估计这个协整系统时，不应包含任何位移项或趋势项，因为在政府调控和保险定标准的过程中，就是直接使用生猪价格与玉米价格的比值，而不会在生猪价格上根据位移项或趋势项加减一个数值然后再计算比值。同样，估计生猪价格、养殖利润和饲料价格的协整关系的方程为：

$$hog_t = \beta_1 profit_t + \beta_2 feed_t + \varepsilon_t \quad (5)$$

^①育肥猪配合饲料包括玉米、豆粕和氨基酸等。

(5) 式中： $feed_t$ 表示育肥猪饲料价格，其他变量含义与 (1) 式相同。本文采用Johansen协整检验方法分析三者是否存在长期均衡关系。如果长期均衡关系存在，再基于误差修正模型的调整系数来判断当三者价格偏离长期均衡关系时是否能回到均衡状态。向量误差修正模型 (vector error correction model, 简称VECM) 设定如下^①：

$$\Delta Y_t = a + \Pi' Y_{t-1} + \sum_{i=1}^{k-1} \Gamma_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t, \quad t = 1, \dots, T, \quad \varepsilon_t \sim IN(0, \Omega) \quad (6)$$

(6) 式中： Δ 表示一阶差分； $Y_t \in \mathbb{R}^n$ 是一个内生变量向量，由第 t 期的生猪价格、玉米（或饲料）价格和养殖利润三个序列组成； a 是截距项； $\Pi' Y_t = \theta(\beta' Y_t)$ 表示误差修正项，其中， θ 是误差修正系数，估计了长期均衡如何调整， β' 是协整方程的系数矩阵； Γ_i 表示变量之间的短期影响； k 为滞后期； ε_t 为误差项，是无序列自相关的向量，均值为零，方差-协方差矩阵为 Ω 。在Johansen方法下，检验变量之间的协整关系，本质上是对 Π_0 秩的个数进行检验。

传统的协整分析，如Engle and Granger (1987) 提出的两步法或Johansen (1988) 协整检验，通常基于一个关键假设：变量之间的协整关系在整个样本期内是稳定不变的。然而，在现实中，受政策调整、技术进步、市场结构变化等因素影响，不同经济变量之间的长期关系往往会发生结构性变动，传统静态协整方法在此情境下可能导致误判或遗漏重要的动态特征。考虑中国的生猪养殖产业在2007年后开始迅速规模化，养殖成本中技术成本、防疫成本等的占比逐渐提高，而此时养殖成本投入会根据生猪价格变化，例如在生猪价格较高时养殖主体会给予更高的防疫成本以减少疫病的发生。因此，(2) 式中衡量除饲料外的成本参数 η_1 和 η_2 很可能是时变的，进而导致衡量生猪养殖盈亏平衡点的猪粮比或猪料比是随时间变化的。

时变协整方法被开发出来用以捕捉系数的动态变化从而对经济变量之间的长期关系变动进行刻画 (Park and Hahn, 1999)，不同时变协整方法假设的时变系数不同，包括时变协整向量方法、时变调整速度方法和时变误差修正模型系数方法。为了验证时变的猪粮比或猪料比在衡量生猪养殖盈亏平衡点时是否更精准，本文采用时变协整向量方法估计 (4) 式和 (5) 式的时变系数。

根据 Park and Hahn (1999) 和 Bierens and Martins (2010)，时变协整的模型^②可以写为：

$$\Delta Y_t = a + \Pi_t' Y_{t-1} + \sum_{i=1}^{k-1} \Gamma_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (7)$$

(7) 式中： Π_t' 表示时变的系数矩阵，捕捉随时间变化的影响； i 表示滞后期；其他设定与非时变协整模型一致。 $\Pi_t' Y_{t-1}$ 表示为 $\theta(\beta_t' Y_{t-1})$ ， θ 与非时变模型一致，代表偏离均衡后的长期调整，而协整系数 β_t' 则是与时期 t 相关的有 $1 \leq r < 3$ 个秩的时变矩阵，对 β_t' 进行估计可以得到时变的猪粮比和猪料比。在对协整系数 β_t' 进行估计的同时，需要利用LR检验证明生猪价格、玉米价格（饲料价格）

^①向量误差修正模型是一种用于分析多个时间序列变量之间长期均衡关系及其短期动态调整过程的计量经济模型。

^②详细的模型建构和推导过程可以参考 Bierens and Martins (2010)。

和养殖利润是否具有时变协整关系，这一检验的原假设为三者是非时变协整关系，即 $\Pi_t' = \Pi'$ ，备择假设为三者是时变协整关系。

为了估计时变系数矩阵 β_t ，Bierens and Martins (2010) 假设 β_t 的函数是光滑的，那么 β_t 可以利用切比雪夫时间多项式近似表示为：

$$\beta_t = \beta_m(t/T) = \sum_{i=0}^m \xi_{i,T} P_{i,T}(t) \quad (8)$$

(8) 式中： $P_{i,T}(t)$ 表示正交切比雪夫时间多项式； T 表示序列的时间跨度； m 表示小于 $T-1$ 的具有较好近似效果的固定的自然数，在估计时 m 是预先选择的。 $\xi_{i,T}$ 和 $P_{0,T}(t)$ 分别表示为：

$$\xi_{i,T} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T g(t) P_{i,T}(t) \quad , \quad g(t) = \sum_{i=0}^{T-1} \xi_{i,T} P_{i,T}(t) \quad (9)$$

$$P_{0,T}(t)=1, \quad P_{i,T}(t)=\sqrt{2} \cos[i\pi(t-0.5)/T], \quad t=1,2,\dots,T, \quad i=1,2,\dots,m \quad (10)$$

将切比雪夫时间多项式表示的 β_t 代入 (7) 式得到：

$$\Delta Y_t = a + \theta \left(\sum_{i=0}^m \xi_{i,T} P_{i,T}(t) \right)' Y_{t-1} + \sum_{i=1}^{k-1} \Gamma_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (11)$$

更简洁的形式可以写为：

$$\Delta Y_t = a + \theta \xi' Y_{t-1}^{(m)} + \Gamma X_t + \varepsilon_t \quad (12)$$

(12) 式中： $\xi' = (\xi_0', \xi_1', \dots, \xi_m')$ 是秩为 r 的 $r \times (m+1)k$ 的矩阵。本文将 $Y_{t-1}^{(m)}$ 和 X_t 分别定义为：

$$Y_{t-1}^{(m)} = [Y_{t-1}', P_{1,T}(t)Y_{t-1}', \dots, P_{m,T}(t)Y_{t-1}']' \quad (13)$$

$$X_t = (\Delta Y_{t-1}', \dots, \Delta Y_{t-p+1}')' \quad (14)$$

在此基础上，为了对协整是否存在进行检验，将时变协整的零假设定义为 $\xi' = (\beta', O_{r,n-m})$ ，进而得到 $\xi' Y_{t-1}^{(m)} = \beta' Y_{t-1}^{(0)}$ 。其中， $Y_{t-1}^{(0)} = Y_{t-1}$ ， β' 是非时变协整向量的转置。利用 LR 似然比来检验时变协整的零假设，似然比统计量可以表示为：

$$LR^{loc} = -2 \left[\hat{l}_T(r, 0) - \hat{l}_T(r, m) \right] \quad (15)$$

(15) 式中： $\hat{l}_T(r, 0)$ 是 (12) 式 $m=0$ 时的对数似然函数值， $\hat{l}_T(r, m)$ 是 $m \neq 0$ 时的对数似然函数值。

(二) 数据来源及单位根检验

本文研究的数据来源于 Wind 数据库。生猪养殖利润数据是从 2010 年 4 月 25 日至 2025 年 3 月 2 日的周数据。为了不损失生猪养殖利润的周数据变化，生猪、玉米和饲料价格也同样选用了周数据，

数据来源于 Wind 数据库收录的由农业农村部统计的价格数据,数据时间范围为2008年8月3日至2025年3月2日^①。

在进行 Johansen 协整检验和时变协整检验之前,本文对养殖利润、玉米价格、饲料价格和生猪价格进行了单位根检验(见表4)。在养殖利润的单位根检验上,ADF 检验、PP 检验和 KPSS 检验存在不一致^②,但 PP 检验和 KPSS 检验均认为原始序列是非平稳的。在价格序列上,三种检验方法一致表明可以在 5%的显著性水平上拒绝原始序列平稳的假设。对于差分后的序列,ADF 检验和 PP 检验对所有序列均拒绝了非平稳的假设,可以认为四个序列都是一阶单整的。

表4 单位根检验结果

变量	单位	检验类型 (C, T, L)	ADF 统计量	PP 统计量	KPSS 统计量
养殖利润	元/头	(0, 0, 1)	-2.37**	-1.63*	29.64***
D.养殖利润			-14.27***	-15.63***	0.10
玉米价格	元/千克	(C, 0, 2)	-1.70	-1.24	79.22***
D.玉米价格			-8.29***	-10.57***	0.93
饲料价格	元/千克	(C, 0, 3)	-1.75	-1.79	80.35***
D.饲料价格			-8.05***	-13.96***	2.51**
生猪价格	元/千克	(C, 0, 2)	-2.75*	-2.05	71.11***
D.生猪价格			-11.34***	-12.04***	0.20

注:①***、**和*分别表示 1%、5%和 10%的显著性水平。②检验类型及滞后期是根据滞后 4 阶 ADF 回归系数中的显著性选取的,检验类型中 (C, T, L) 分别表示截距项、趋势项和滞后项,如果 C 或 T 为 0 表示不添加截距项或趋势项。③“D.”表示变量的一阶差分。

(三) 估计结果

Johansen 协整检验的结果如表 5 所示。检验结果在 5%的显著性水平上拒绝了没有协整的假设,认为生猪价格、玉米价格和养殖利润,以及生猪价格、饲料价格和养殖利润都具有协整关系。这意味着当养殖利润为 0 时,生猪玉米价格比和生猪饲料价格比都存在一个稳定的长期关系。

表5 生猪价格、玉米价格(饲料价格)与养殖利润的 Johansen 协整检验结果

协整关系个数 r	迹检验临界值 (5%)	临界值 (95%)	最大特征根	临界值 (95%)
生猪价格、玉米价格和养殖利润				
没有协整	34.40	24.31	21.96	17.89
至多 1 个*	12.44	12.53	12.44	11.44
至多 2 个	0.00	3.84	0.00	3.84

^①由于饲料价格统计在 2010 年 2 月和 3 月都缺失,本文最后选取的数据时间范围为 2010 年 4 月 25 日至 2025 年 3 月 2 日,共 776 个观测值。

^②ADF 检验、PP 检验和 KPSS 检验是常用的时间序列平稳性检验方法,ADF 检验和 PP 检验的原假设为序列非平稳,KPSS 检验的原假设为序列平稳。

表 5 (续)

没有协整	28.85	24.31	17.51	17.89
至多 1 个*	11.34	12.53	11.02	11.44
至多 2 个	0.32	3.84	0.32	3.84

注：①*表示 5% 的显著性水平。②Johansen 协整检验的滞后期均选择了滞后 12 期。滞后期的选择是通过估计 VAR 模型，基于 AIC 准则、BIC 准则和 LR 准则来选择的（AIC 准则、BIC 准则和 LR 准则用于模型滞后期选择的统计标准，其中，AIC 和 BIC 通过权衡模型拟合优度与复杂度来选择最优模型，LR 准则则通过比较嵌套模型之间的似然函数比来选择最优模型）。在生猪价格、玉米价格和养殖利润方程中，AIC、BIC 和 LR 分别选择了滞后 5 期、滞后 3 期和滞后 12 期；在生猪价格、饲料价格和养殖利润方程中，AIC、BIC 和 LR 分别选择了滞后 4 期、滞后 3 期和滞后 12 期。考虑生猪价格、玉米价格和豆粕价格都存在明显的季节性周期，本文采用了基于 LR 准则确定的滞后期 12 周，以控制季节性周期的影响。

Johansen 协整检验中估计的两个协整方程如下：

$$\beta_t' Y_t = hog_t - 1.01 \times profit_t - 5.81 \times corn_t \quad (16)$$

$$\beta_t' Y_t = hog_t - 0.87 \times profit_t - 4.37 \times feed_t \quad (17)$$

(16) 式和 (17) 式中的符号含义与前文相同。VECM 模型的结果^①表明，两个协整系统在长期中都会向均衡调整（见表 6）。生猪价格、玉米价格和养殖利润受到冲击后，养殖利润将随之变动，使三者关系向长期均衡调整。其中，起主要调整作用的是生猪价格。此外，结果还发现，养殖利润与生猪价格具有相互的短期正向影响。

表 6 生猪价格、玉米价格（饲料价格）与养殖利润的 VECM 估计结果

变量	生猪价格、玉米价格和养殖利润			生猪价格、饲料价格和养殖利润		
	D.生猪价格	D.养殖利润	D.玉米价格	D.生猪价格	D.养殖利润	D.饲料价格
L.误差修正项	0.0012 (0.0139)	0.0459** (0.0223)	-0.0003 (0.0003)	-0.0471** (0.0191)	-0.0291 (0.0309)	0.0006 (0.0004)
L.D.生猪价格	0.5869*** (0.0831)	1.0144*** (0.1331)	-0.0000 (0.0019)	0.6229*** (0.0826)	1.0732*** (0.1336)	0.0008 (0.0018)
L.D.养殖利润	0.1395*** (0.0520)	-0.0108 (0.0833)	0.0009 (0.0012)	0.1067** (0.0522)	-0.0650 (0.0845)	0.0011 (0.0011)
L.D.玉米价格	1.6045 (1.6132)	1.9147 (2.5835)	0.5964*** (0.0371)			
L.D.饲料价格				0.4929 (1.7384)	-0.4340 (2.8124)	0.4089*** (0.0369)

^①表 6 中省略了滞后 2~12 期的估计结果，完整估计结果见《中国农村经济》网站或中国知网本文附录中的附表 1。

表 6 (续)

滞后 2~12 期的短期影响	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
观测值数	764	764	764	764	764	764

注：①***和**分别表示 1%和 5%的显著性水平。②滞后期的选择与 Johansen 协整检验相同。③“D.”表示变量的一阶差分，“L.”表示使用一阶滞后变量进行回归。④括号内为标准误。⑤因为引入 12 期滞后项，各列回归观测值数相应减少 12 个观测值。

本文对从协整方程 (14) 式和 (15) 式中得到的猪粮比和猪料比进行比较，分析哪个指标衡量盈亏平衡点的准确性更高。首先，定义盈亏平衡点判断的正确性：如果养殖利润小于 0，猪粮比和猪料比分别小于估计的 5.81 : 1 和 4.37 : 1，则认为判断正确。其次，定义盈亏平衡点判断的第一类错误（“拒真错误”）和第二类错误（“纳伪错误”）：如果养殖利润小于 0，而猪粮比（猪料比）仍然大于 5.81 : 1 (4.37 : 1)，那么认为发生了第一类错误；如果养殖利润大于 0，而猪粮比（猪料比）小于 5.81 : 1 (4.37 : 1)，那么认为发生了第二类错误。最后，本文也将政府设定的生猪价格过度下跌的预警猪粮比与生猪养殖利润盈亏平衡点进行了比较。政府预警生猪价格处于过度下跌状态的猪粮比在 2009 年 1 月 9 日至 2012 年 5 月 10 日为 5.5 : 1；在 2012 年 5 月 11 日至 2015 年 10 月 29 日为 6 : 1；之后到 2021 年 6 月 8 日，猪粮比区间为 5.5 : 1~5.8 : 1；2021 年 6 月 9 日，猪粮比调整为 7 : 1。

相较于猪粮比，猪料比指标对生猪养殖盈亏平衡点的判断发生第一类错误和第二类错误的时间区间要明显更少^①。2012—2013 年，无论是 5.81 : 1 的猪粮比还是政府调控用的猪粮比，都在长时间内发生第二类错误。也就是说，养殖户仍在盈利的情况下，实际猪粮比已经小于衡量标准，这不仅会造成以猪粮比为标的的生猪价格指数保险更多的赔付，而且会使政府过早干预市场，导致生猪价格波动。此外，在 2019 年初，猪粮比指标对生猪养殖盈亏平衡点的判断在整个亏损周期全部发生了第一类错误，也就是说，养殖户已经在亏损，而猪粮比仍然高于标准，这会造成政府调控的缺失，这种缺失很可能是造成非洲猪瘟后生猪价格暴涨的另一个重要原因。形成鲜明对比的是，猪料比的判断在这段时期完全正确。基于猪料比指标对盈亏平衡点的错误判断发生在 2021 年末、2022 年初的价格暴涨之后，在养殖亏损初期，基于猪料比指标并没有判断正确，出现了第一类错误。但是，随着亏损周期的持续，猪料比指标正确判断出生猪养殖进入了亏损期。也就是说，猪料比并没有出现在整段亏损时期均判断错误的情况，它有可能造成政府调控短期滞后，但不会造成政府调控在整段亏损周期完全缺失。

本文对错误发生的主要时间段进行分析^②。第一类错误发生的时间段大多是在亏损周期的早期，说明养殖户利润下降的速度要快于猪粮比或猪料比下降的速度。这可能是养殖过程中的防疫、人力和环保成本具有黏性所导致的。2019 年 1—3 月猪粮比对生猪养殖是否亏损的判断完全错误。在这一时期，生猪价格因非洲猪瘟前期的恐慌抛售和地区间流动限制而快速下跌，此时，玉米和饲料价格的比值处于稳定状态，但基于生猪玉米价格比的判断错误，而基于生猪饲料价格比的判断正确，反映此时

^①相关结果见《中国农村经济》网站或中国知网本文附录中的附图 2~附图 4。

^②相关结果见《中国农村经济》网站或中国知网本文附录中的附表 2。

猪粮比预警区间过低，已经无法适应当时的生猪养殖成本。这说明了及时调整猪粮比的重要性，同时也表明，判断盈亏平衡点的猪料比能够更好地适应生猪养殖成本的长期变化。猪粮比判断出现第二类错误的时期要更多更长。一个有趣的发现是，猪粮比和猪料比出现第二类错误的时期大多位于5—9月的夏季，正是玉米临近收获的季节。玉米收获前正是玉米价格相对高的时期，而养殖主体此时可能有一定的饲料库存，因而此时的猪粮比会低估养殖户的盈利水平。

时变协整检验的 LR 统计量^①表明，在不同滞后期和不同 m 阶数下，生猪价格、玉米价格（饲料价格）和养殖利润的关系均显著拒绝了 Johansen 非时变协整的原假设，接受了三者为时变协整的备择假设。这表明，衡量养殖盈亏平衡点的猪粮比和猪料比是存在时间变化的。这解释了为什么基于猪粮比或猪料比对盈亏平衡点的判断经常会出现失误。

图3展示了时变协整的系数变化，这一系数就是盈亏平衡点的猪粮比和猪料比。猪粮比的均值为6.86，猪料比的均值为4.61，与 Johansen 非时变协整估计的结果十分接近。从波动来看，猪粮比的波动要明显比猪料比大得多，变异系数为24%，波动区间为5~13；猪料比的变异系数为11%，波动区间为3.5~6。如果要用一个长期不变的猪粮比或猪料比来判断市场盈亏平衡点，猪料比会是更好的选择，因为它随时间的波动幅度更小。不过，非洲猪瘟时期生猪价格-玉米价格时变系数的大幅波动可能是模型估计造成的。Miller et al.（2017）发现时变协整系数的估计结果会因数据短期较大的波动而出现极端值，但是还没有方法可以解决这一问题。但是，由生猪价格暴涨造成的较高的猪粮比系数并不影响对盈亏平衡点的识别，识别盈亏平衡点关注的是生猪价格较低时的猪粮比和猪料比是否稳定。从图3可以看出，时变系数的底部是稳定的。

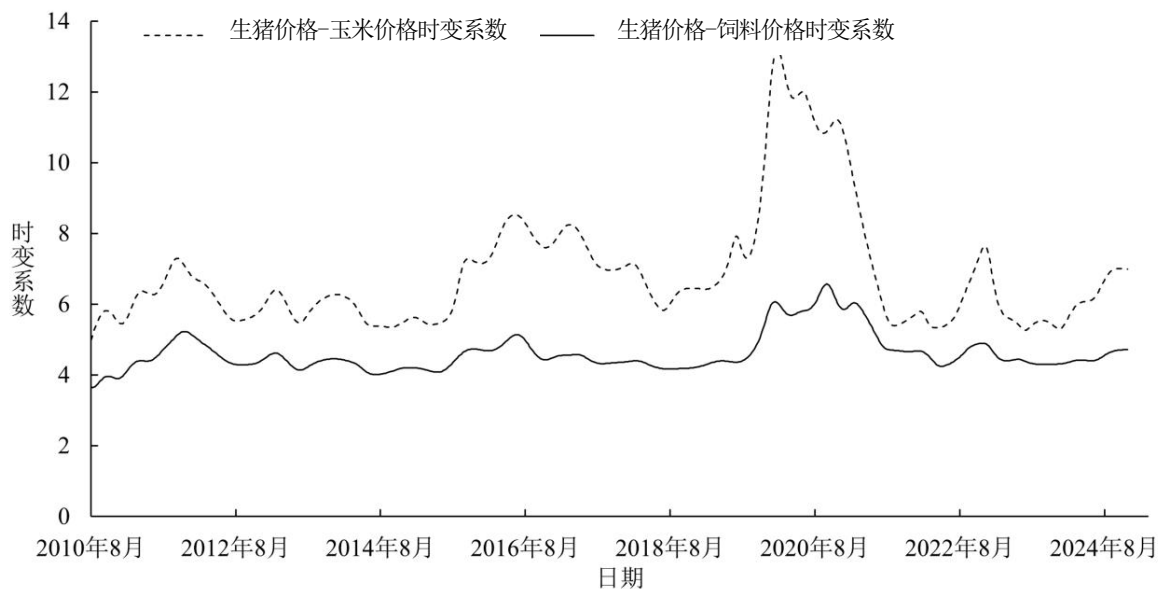


图3 2010年8月至2025年3月时变协整系数估计结果

^①相关结果见《中国农村经济》网站或中国知网本文附录中的附表3。

同样，本文基于时变的猪粮比和猪料比指标对盈亏平衡点进行判断。结果^①表明，时变的猪粮比相较于固定猪粮比发生第二类错误的时间区间要明显少很多，而时变猪料比则几乎不存在判断错误的情况。二者的第一类错误全部发生在每个亏损周期的开始，时变猪粮比发生第一类错误的时间比时变猪料比的这一时间长。但是，二者在2019年初开始的亏损周期都判断正确了，效果要明显好于稳定不变的固定猪粮比^②。总的来说，时变猪料比的判断几乎杜绝了第二类错误的发生，而在第一类错误上，虽然不能完全杜绝错误的发生，但是，错误只发生在亏损周期的开始几周，只会造成调控的短期滞后，而不会造成调控的缺失。

四、结论与讨论

生猪玉米价格比是生猪市场调控过程中的一个重要参照指标，然而，豆粕是生猪饲料中的另一主要成分，长期以来利用猪粮比来调控生猪市场都忽略了豆粕饲料成本。本文认为，对生猪市场的调控不重视豆粕价格暗含两个逻辑：第一，在猪饲料中，豆粕用量相对少；第二，豆粕价格是玉米价格的函数。本文采用协整检验与误差修正模型分析了生猪价格与饲料价格之间的关系，研究发现，生猪价格、玉米价格和豆粕价格之间存在长期稳定均衡关系，并且这种关系存在结构断点，若不考虑非洲猪瘟的冲击，这一结构断点为2007年6月，与政府推进生猪市场规模化建设的时间相吻合。本文估计的结果明显与第一个逻辑冲突，在2007年6月断点前后豆粕的价格系数绝对值分别为1.89和0.96，在假定玉米价格不变的情况下，豆粕价格变动确实会影响生猪价格。对于第二个逻辑，虽然玉米价格与豆粕价格的短期比值的均值稳定，但其短期有较大方差，而且比值均值在长期也会发生改变。这暗示着，以猪粮比来进行生猪市场调控，容易在玉米价格降低而豆粕价格升高时高估养殖户的利润，在玉米价格升高而豆粕价格降低时低估养殖户的利润。本文所估计的盈亏平衡点的猪粮比以及政府调控所用的猪粮比，会发生整个时期的“拒真错误”和“纳伪错误”。尤其是在非洲猪瘟发生后的2019年初，在这整个亏损时期，实际猪粮比都高于制定的盈亏平衡点标准，导致政府调控效果大幅延迟和保险缺失，这可能是造成2020—2021年生猪价格暴涨的一个重要原因。

鉴于将豆粕价格纳入很难形成像猪粮比一样简易直观的指标，本文估计了生猪价格与育肥猪饲料价格的关系。结果表明，相较于猪粮比，4.37:1的猪料比对盈亏平衡点的判断更加准确，而且不会出现在整个亏损时期全部发生错误的情况，这可能造成政府调控的短期滞后，但绝不会造成政府调控的缺失。此外，本文第一次将时变协整方法用于估计盈亏平衡点的猪粮比和猪料比，结果表明，盈亏平衡点的猪粮比和猪料比的确是随时间波动的，本文估计的时变猪粮比和时变猪料比大量减少了盈亏平衡点的判断错误，这暗示着稳定的猪粮比或猪料比难以长时间衡量盈亏平衡点。不过，对于政府和市场来说，一个稳定的指标的确面临更小的信息成本。如果要用一个长期稳定的指标来判断市场盈亏平衡点，猪料比也是更好的选择，因为其衡量的盈亏平衡点相对稳定，随时间的波动更小。

^①相关结果见《中国农村经济》网站或中国知网本文附录中的附图5和附图6。

^②相关结果见《中国农村经济》网站或中国知网本文附录中的附图2。

本文研究结果对中国生猪市场亏损期调控具有如下启示。第一，政府应当避免简单用猪粮比作为政府调控的判断指标，而应在生猪饲料统计信息进一步完善的基础上，考虑参照猪料比来识别生猪产业的亏损期，进而实行宏观调控。第二，逐步推动以猪料比作为行业盈利标准。以猪粮比作为生猪市场行业盈利率的判断依据和生猪价格保险市场的理赔依据存在较大偏差。在2015年玉米价格大幅下跌后的三年内，玉米价格持续维持在低位，生猪价格基本处于一个相对平稳的水平，猪粮比一直处于高位，尽管养殖户面临着较低水平的玉米价格，但是仍面临较高的豆粕价格和其他营养元素价格。尤其是2019年初，随着生猪价格的下降，虽然猪粮比仍高于6:1的保险赔付标准，但由于饲料成本维持在高位，生猪散养户面临极大的负利润，规模化养殖户的利润也迅速缩小。而此时不仅政府没有进行调控，保险公司也依旧按照之前约定的猪粮比价作为理赔依据，并有足够理由拒绝给予养殖户赔偿，养殖户的利益得不到有效保障。

必须说明的是，以猪料比为参照指标仍存在一定的局限性：生猪价格和饲料价格的线性变换不能完全拟合除饲料外的成本，因此，在防疫、人力和环保成本逐步上升的背景下，使用猪料比来参照盈亏平衡点仍然有出错的概率。然而，在防疫、人力和环保成本没有充分透明的统计数据的现实情况下，猪料比是替代猪粮比的一个更为优秀的指标。

参考文献

1. 巩兴华、王永亮，2021：《北方地区的香猪饲料配制、管理技术及效果研究》，《当代畜禽养殖业》第6期，第15-18页。
2. 郭新宇、李德发、司伟，2009：《玉米、豆粕与饲料市场的价格联系》，《农业技术经济》第1期，第38-42页。
3. 何蒲明、朱信凯，2011：《玉米价格与生猪价格波动关系的实证研究》，《经济问题探索》第12期，第87-90页。
4. 李丹、马彪，2016：《基于“猪粮比”区间优化模型的生猪价格指数保险探究——以黑龙江省生猪市场价格为例》，《价格理论与实践》第6期，第129-132页。
5. 廖朴、贺晔平、何溯源、刘翔宇，2022：《生猪价格指数保险能否抑制“猪周期”？》，《管理评论》第3期，第31-40页。
6. 毛学峰、曾寅初，2008：《基于时间序列分解的生猪价格周期识别》，《中国农村经济》第12期，第4-13页。
7. 谭莹、张俊艳，2021：《国际饲料粮期货市场与国内猪价动态传递效应研究》，《金融经济研究》第3期，第142-160页。
8. 唐莉、王明利，2020：《中国生猪产业发展、政策评价与现实约束——基于政策与环境视角》，《世界农业》第11期，第112-124页。
9. 田旭、钞贺森、王善高，2016：《我国生猪与饲料市场价格传导的非对称效应研究——破解猪肉价格快涨慢跌与只涨不跌现象》，《价格理论与实践》第11期，第102-105页。
10. 王明利、李鹏程、马晓萍，2022：《规模化选择对畜牧业高质量发展的影响及其路径优化——基于生猪养殖规模化视角》，《中国农村经济》第3期，第12-35页。
11. 王平、宋青，1990：《试论理顺猪粮比价的必要性与可行性》，《经济研究》第5期，第78-80页。

- 12.王烁、李铁铮, 2015:《生猪价格与玉米价格动态影响关系研究——基于 Geweke 因果分解检验》,《价格理论与实践》第 11 期,第 85-87 页。
- 13.张利庠、罗千峰, 2023:《中国生猪种业高质量发展的理论阐释、现实困境与路径探析——基于产业生态系统视角》,《中国农村经济》第 3 期,第 66-80 页。
- 14.张林、温涛, 2019:《农产品目标价格保险试点经验、问题及对策——基于 3 个试点地区的调查》,《经济纵横》第 7 期,第 74-82 页。
- 15.张峭、汪必旺、王克, 2015:《我国生猪价格保险可行性分析与方案设计要点》,《保险研究》第 1 期,第 54-61 页。
- 16.郑苏晋、陈畅、左明慧, 2022:《猪粮比价变化特征的混合分析模型及实证研究》,《保险研究》第 5 期,第 87-101 页。
- 17.周金城、陈乐一, 2014:《我国生猪价格与玉米价格的动态传导关系研究》,《价格理论与实践》第 1 期,第 82-83 页。
- 18.Bai, J., and P. Perron, 1998, "Estimating and Testing Linear Models with Multiple Structural Changes", *Econometrica*, 66(1): 47-78.
- 19.Bai, J., and P. Perron, 2003, "Computation and Analysis of Multiple Structural Change Models", *Journal of Applied Econometrics*, 18(1): 1-22.
- 20.Bessembinder, H., J. F. Coughenour, P. J. Seguin, and M. M. Smoller, 1995, "Mean Reversion in Equilibrium Asset Prices - Evidence From the Futures Term Structure", *Journal of Finance*, 50(1): 361-375.
- 21.Bierens, H. J., and L. F. Martins, 2010, "Time-Varying Cointegration", *Econometric Theory*, 26(5): 1453-1490.
- 22.Blosser, R. H., 1965, "Corn-Hog Ratio is Poor Indicator of Hog Profits", *Journal of Farm Economics*, Vol.47: 467-468.
- 23.Engle, R. F., and C. W. J. Granger, 1987, "Cointegration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing", *Econometrica*, Vol.55: 251-276.
- 24.Fuller, F. H., 1997, "Policy and Projection Model for the Meat Sector in the People's Republic of China", <https://ideas.repec.org/p/ias/cpaper/97-tr36.html>.
- 25.Gale, F., D. Marti, and H. Hu, 2012, "China's Volatile Pork Industry", <https://www.ers.usda.gov/publications/pub-details/?pubid=37434>.
- 26.Johansen, S., 1988, "Statistical Analysis of Cointegrating Vectors", *Journal of Economic Dynamics and Control*, Vol.12: 231-254.
- 27.Liu, Q. W., 2005, "Price Relations Among Hog, Corn, and Soybean Meal Futures", *Journal of Futures Markets*, 25(5): 491-514.
- 28.Meilke, K. D., 1977, "Another Look at the Hog-Corn Ratio", *American Journal of Agricultural Economics*, 59(1): 216-219.
- 29.Miller, S. M., L. F. Martins, and R. Gupta, 2017, "A Time-Varying Approach of the US Welfare Cost of Inflation", *Macroeconomic Dynamics*, 23(2): 775-797.
- 30.Park, J. Y., and S. B. Hahn, 1999, "Cointegrating Regressions with Time Varying Coefficients", *Econometric Theory*, Vol.15: 664-703.
- 31.Tian, W. M., and J. Chudleigh, 1999, "China's Feed Grain Market: Development and Prospects", *Agribusiness*, 15(3): 393-409.

Comparison of Market Regulation Indicators for the Hog Industry Under Changes in Feed Composition: Hog-Corn Ratio or Hog-Feed Ratio?

CHEN Yiming LI Beibei MAO Xuefeng

(School of Agricultural Economics and Rural Development, Renmin University of China)

Summary: The hog industry is crucial to China's economy and price stability, with hog prices significantly affecting the consumer price index. Traditionally, the government has used the hog-corn ratio for market regulation and price index insurance, but as large-scale farming has increased and feed formulations rely more on soybean meal, the accuracy of this ratio is in question. This study investigates whether the hog-corn ratio still effectively reflects hog farming profitability amid changing feed compositions, and assesses the hog-feed ratio as a potentially better alternative. Using weekly data from 2008 to 2025, the study applies Bai-Perron structural break and Johansen cointegration tests to analyze long-term relationships and structural changes among hog, corn, and soybean meal prices, and estimates breakeven points with cointegration models, aiming to improve market regulation and insurance frameworks.

Empirical findings reveal a long-term cointegration relationship among hog, corn, and soybean meal prices, with structural breaks identified in 2007 and 2019, corresponding to the large-scale hog farming and the African swine fever outbreak, respectively. The hog-corn ratio, which excludes soybean meal prices, exhibits biases in assessing farming profits during certain periods, whereas the hog-feed ratio provides a more accurate reflection of the breakeven point, notably outperforming the hog-corn ratio during the loss period in early 2019. Results from the time-varying cointegration model indicate that the breakeven points of both ratios fluctuate over time, but the hog-feed ratio demonstrates lower volatility and greater applicability.

This study concludes that the hog-feed ratio outperforms the hog-corn ratio in accurately capturing hog farming profitability, particularly under evolving feed compositions. It recommends that the government adopt the hog-feed ratio as a new regulatory indicator to more precisely identify periods of loss and implement effective macroeconomic controls. Furthermore, incorporating the hog-feed ratio into hog price index insurance as a compensation metric can better safeguard farmers' interests and enhance policy efficacy.

This study introduces several innovations. First, this paper integrates soybean meal prices into the analysis of hog market regulation indicators, exposing the limitations of the hog-corn ratio. Second, this paper pioneers the use of a time-varying cointegration model to estimate the dynamic breakeven points of the hog-corn and hog-feed ratios. Third, this paper establishes the superiority of the hog-feed ratio by comparing the accuracy of both indicators. The findings offer a scientific foundation for improving the precision and effectiveness of hog market regulation and insurance design.

Keywords: Hog-Corn Ratio; Hog-Feed Ratio; Hog Market; Time-Varying Cointegration

JEL Classification: Q11; Q13; E31

(责任编辑：柳 荻)