

分类号 _____
U D C _____

密级 _____
编号 10741

兰州财经大学

LANZHOU UNIVERSITY OF FINANCE AND ECONOMICS

硕士学位论文

论文题目 生物农业产业发展的金融支持效率及其
影响因素研究

研究生姓名: 韩成思

指导教师姓名、职称: 史亚荣 教授

学科、专业名称: 应用经济学 金融硕士

研究方向: 金融理论与政策

提交日期: 2023年6月11日

独创性声明

本人声明所呈交的论文是我个人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。尽我所知，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示了谢意。

学位论文作者签名： 韩成恩 签字日期： 2023.6.8

导师签名： 史峰 签字日期： 2023.6.8

导师(校外)签名： _____ 签字日期： _____

关于论文使用授权的说明

本人完全了解学校关于保留、使用学位论文的各项规定， 同意（选择“同意”/“不同意”）以下事项：

1. 学校有权保留本论文的复印件和磁盘，允许论文被查阅和借阅，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编学位论文；

2. 学校有权将本人的学位论文提交至清华大学“中国学术期刊（光盘版）电子杂志社”用于出版和编入 CNKI《中国知识资源总库》或其他同类数据库，传播本学位论文的全部或部分内容。

学位论文作者签名： 韩成恩 签字日期： 2023.6.8

导师签名： 史峰 签字日期： 2023.6.8

导师(校外)签名： _____ 签字日期： _____

**Research on the financial support efficiency
and its influencing factors for the
development of biological agriculture
industry**

Candidate: Han Chengsi

Supervisor: Prof. Shi Yarong

摘 要

生物产业是世界战略性新兴产业，未来有望成为我国的支柱产业，而生物农业将在其中占有一席之地。现阶段生物农业产业正处于成长阶段，要想使其快速发展，就需要大量的金融支撑，但目前的金融支持体系仍存在一些缺陷，因此对生物农业产业的金融支持效率现状及其影响因素进行评价是十分重要的。

本文在对金融支持生物农业产业相关理论和发展现状进行分析的基础上，利用 DEA-Malmquist 模型测算我国生物农业产业 2012-2020 年金融支持效率及其动态变化，接着采用 Tobit 模型定量分析生物农业产业金融支持效率的影响因素。运用 DEA-Malmquist 模型进行分析发现，2012-2020 年我国生物农业产业整体金融支持效率存在波动，未达到 DEA 有效，主要原因是金融支持规模效率低，且我国生物农业的金融支持效率总体呈上升趋势，但金融创新仍有不足；Tobit 模型回归结果表明，金融市场发展状况、股权集中度和公司年龄对生物农业企业的金融支持效率呈显著正相关关系，而企业规模对金融支持效率的影响显著为负。最后，结合理论分析、产业发展现状和实证结果提出促进生物农业产业发展的政策建议。

关键词：生物农业 金融支持效率 DEA 模型 Malmquist 指数

Abstract

Biological industry is a strategic emerging industry in the world and will become the pillar industry of our country in the future, and biological agriculture will have a place in it. At present, the biological agriculture industry is in the growth stage, and a large amount of financial support is needed for its rapid development. However, there are still some defects in the current financial support system. Therefore, it is very important to evaluate the current situation of financial support efficiency of the biological agriculture industry and its influencing factors.

Based on the analysis of the theoretical basis and development status of the financial support bio-agriculture industry, this paper uses the DEA-Malmquist model method to measure the financial support efficiency and its dynamic changes of the bio-agriculture industry during 2012-2020. Then, Tobit model was used to select the influencing factors of financial support efficiency from the macro and micro levels as the independent variables of the model, and the influencing factors of financial support efficiency were quantitatively analyzed. Dea-malmquist model analysis found that during 2012-2020, the overall financial support efficiency of Chinese bio-agriculture industry fluctuated, but did not reach DEA effectiveness. The main reason was that the scale efficiency of financial support was low, and the financial support efficiency of Chinese bio-agriculture was on the rise, but the financial innovation was still

insufficient. The regression results of Tobit model showed that the development status of financial market, ownership concentration and company age had significant positive correlation with the financial support efficiency of bio-agricultural enterprises, while the influence of firm size on the financial support efficiency was significantly negative. Finally, combined with the theoretical analysis, industrial development status and empirical results, the policy suggestions to promote the development of biological agriculture industry were put forward.

Keywords: Biological agricultural industry; Financial support efficiency; DEA model; Malmquist index

目 录

1 引言	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究目的和意义	2
1.2.1 研究目的	2
1.2.2 研究意义	2
1.3 国内外文献综述	3
1.3.1 关于产业发展与金融支持关系的研究	3
1.3.2 关于生物农业产业发展的研究	4
1.3.3 关于金融支持效率评价方法的研究	6
1.3.4 文献述评	7
1.4 研究内容与研究方法	8
1.4.1 主要内容	8
1.4.2 研究方法	9
1.5 论文的创新点和不足	10
1.5.1 创新点	10
1.5.2 不足之处	10
2 金融支持生物农业产业发展的基本原理	11
2.1 相关概念	11
2.1.1 生物产业与生物经济	11
2.1.2 现代农业与生物农业	12
2.1.3 金融支持效率	13
2.2 理论基础	14
2.2.1 产业生命周期理论	14
2.2.2 产业金融理论	15
2.2.3 交互式金融支持理论	15
2.3 金融支持生物农业产业的特殊性和逻辑机理	16

2.3.1 生物农业产业金融需求的特殊性	16
2.3.2 金融支持生物农业产业的逻辑机理	17
3 我国生物农业产业发展的现状	20
3.1 我国生物农业发展的现状与特征	20
3.1.1 我国生物农业产业构成	20
3.1.2 我国生物农业产业的发展现状	22
3.2 我国生物农业产业的金融支持现状	25
3.2.1 银行信贷支持现状	25
3.2.2 股权支持现状	25
3.2.3 政策性金融支持现状	26
3.3 我国生物农业产业的金融支持困境	28
3.3.1 金融支持力度较弱	28
3.3.2 金融支持供需不匹配	28
3.3.3 金融支持体系不完善	29
4 金融支持生物农业产业发展效率评价	30
4.1 模型的构建	30
4.1.1 DEA 模型的选择	30
4.1.2 Malmquist 指数模型	31
4.2 研究设计	32
4.2.1 样本选择与数据来源	32
4.2.2 指数体系的构建	32
4.2.3 描述性统计	34
4.3 实证结果分析	35
4.3.1 数据标准化处理	35
4.3.2 DEA-BCC 模型结果分析	35
4.4 金融支持效率动态变化	37
5 金融支持生物农业产业发展效率影响因素分析	40
5.1 研究设计	40

5.1.1 变量的选取	40
5.1.2 模型的构建	41
5.2 研究假设	43
5.3 实证结果与分析	43
5.3.1 多重共线性检验	43
5.3.2 回归结果	44
5.3.3 稳健性检验	45
6 提高我国生物农业产业金融支持效率的对策建议	47
6.1 结论	47
6.2 政策建议	47
6.2.1 完善政策支持体系	47
6.2.2 优化银行信贷服务体系	48
6.2.3 完善股权支持体系	49
6.2.4 加强企业自身建设	49
参考文献	51
后记	55

1 引言

1.1 研究背景

生物技术引领了全球新一轮的科技变革,人类的生产生活方式正发生着前所未有的改变,2020年上榜《科学》杂志的十大科学突破中,与生物技术有关就占了一半。生物经济也随着生物技术的发展应运而生,越来越多的国家在这条赛道上展开了激烈地竞争,同时表现出了对技术和人才的渴求。在这样的大形势下,我国于2022年5月发布了第一部生物经济的五年规划——《“十四五”生物经济发展规划》,《规划》详细阐述了发展生物经济的主要任务,力争在2025年使其成为推动经济高质量发展的强大动力,这也体现了我国要做大做强生物经济的决心。

《规划》中提到要重点发展的四大生物经济领域中,就包括生物农业这一面向农业现代化的新兴产业,在生物育种等技术的赋能下,生物农业不只满足于“解决温饱”,而是向“营养多元”的方向转变。随着农业生物技术不断有新的突破,迅速渗透传统农业并产业化,生物农业产业受到国际农业的高度重视,世界各国政府均加大对生物农业产业的支持力度。相较于农业生物技术水平较为发达的国家,我国生物农业虽然起步较晚但近些年一直给予足够高的重视,被列为战略性新兴产业并提供了诸多政策性指导,如《国家中长期科学和技术发展规划纲要》和《中国生物产业发展报告》等,使传统农业加速向现代先进生物农业转变,为人类应对粮食安全等挑战提供多样化的解决方案。2015年,我国生物农业总产值达到3000亿元,《“十三五”生物产业发展规划》也强调要加速发展生物农业产业化,生物农业产业的发展势头正盛。

但是目前生物农业产业的可持续发展仍存在很多阻碍,在其快速成长的过程中需要大量且长期的资金投入,极易发生资金错配和使用不合理的情况,降低金融支持效率,制约生物农业产业的发展,如果能形成与之适配的金融支持体系,对生物农业产业进行精准的赋能,那么很多问题都会迎刃而解,从而实现产业的良性发展。这就需要对当前金融支持生物农业产业的效率现状进行分析,再找出影响金融支持生物农业产业效率的因素,从而提出合理的政策建议,完善生物农

业产业的金融支持体系，加快农业产业的升级，也对粮食安全性和我国农业在国际上竞争力的提升具有重要意义。

1.2 研究目的和意义

1.2.1 研究目的

本文的研究目的是基于理论分析和对生物农业产业现状分析的基础上，以2012-2020年生物农业上市公司的数据为样本，测算金融支持生物农业产业的效率，分析其金融支持效率现状及存在的问题。接着找出宏观和微观层面影响金融支持生物农业产业效率的因素，对金融支持效率进行回归分析。基于以上分析提出生物农业产业金融支持体系需要完善和改进的地方，为决策者们提供可以参考的建议，以期促进生物农业产业的发展。同时，在学术方面，弥补学界对金融支持生物农业产业效率文献较少的不足。

1.2.2 研究意义

生物农业产业发展前景十分广阔，近些年国家对生物农业产业也一直给予高度重视。生物农业产业的可持续发展离不开金融体系的支撑，对金融支持生物农业产业效率进行研究具有重要意义。

(1) 理论意义

学术界对生物农业的相关研究主要集中在生物农业本身的发展动态与趋势以及对生物农业的生产效率进行测度，较少有人关注生物农业产业与金融支持的关系。本文在归纳总结已有研究的基础上，首先从金融支持生物农业产业发展的概念辨析、相关理论、产业特殊性和作用机理等方面进行分析，为完善生物农业产业金融支持体系的理论研究提供参考。其次对金融支持生物农业产业的效率进行测度，分别运用 DEA-BCC 效率评价模型、Malmquist 指数模型和 Tobit 回归模型以生物农业产业上市公司的相关数据为基础进行实证研究，从而得出金融支持我国生物农业产业的静态与动态效率值及宏微观因素对效率的影响情况，有针对性地提出合理化建议，一方面丰富了生物农业产业发展理论，另一方面也拓宽了金融支持与具体产业发展的相关研究。

（2）现实意义

我国是全球农业大国但同时也是人口最多的发展中国家，解决粮食安全问题仍然迫在眉睫。长期大量化学肥料的使用对农用生态环境造成了严重的破坏，我国农业的健康发展受到了威胁。农业生物技术的一系列重大突破使生物农业产业成为未来现代农业发展的主要方向。这就需要作为经济血液的金融发挥支撑作用，与生物农业产业相互融合，助力生物农业产业和绿色农业发展，完善生物农业产业金融支持体系，促进我国经济发展。本文在研究金融支持我国生物农业产业效率和影响因素的基础上，得到了生物农业产业的金融支持现状并提出了相应对策。为决策者们提供了现实指导，对生物农业产业发展中可能遇到的问题提供了解决思路。

1.3 国内外文献综述

1.3.1 关于产业发展与金融支持关系的研究

金融支持是各个产业经济发展中最为重要的一环，产业发展也需要配套的金融支持体系。纵观学界对金融支持与产业发展关系的讨论从未停歇，可以从宏观和微观两个角度进行梳理。

从宏观产业的角度来看，学者们通过研究发现金融支持可以明显地促进产业发展。国内较早进行产业与金融之间关系研究的学者认为金融体系应优先给予产业发展和升级以资金支持，来自外部金融体系的支撑是产业调整与规模扩大成功的关键所在，同样金融改革与创新能否顺利进行主要看金融服务在其中是否发挥重要作用（刘世锦，1996）。国外也有学者较早对产业发展的金融支持效应进行了实证研究，他们均认为金融支持对产业发展具有显著的促进作用（Rajan 等，1999；Riportella 等，2005；Berardi，2007；David Gladstone，2008）。近些年也有学者进行了相关研究，在对产业和金融的关系进行了实证研究后，谢婷婷等（2017）最后得出金融发展水平的提高有利于产业结构升级的结论。同样，技术进步和金融发展也较大地影响着产业的转型升级（李潇颖，2018）。在金融资源稀缺的前提下，金融体系可以有针对性地进行资源配置，使资本流入更有发展前景的产业，从而加快传统产业的发展（Li Xu 等，2020）。而杨力等（2022）从

货币金融服务等对产业结构影响的角度进行研究,认为前者对后者有正向的支持作用。有学者进一步发现金融市场的发展程度对产业发展产生影响,其中包括产业的技术创新(Po-Hsuan, 2014),且完善的金融体系和产业发展之间的关系密不可分(Rioja 和 Valev, 2016),例如金融规模的扩张可以为产业结构优化提供源源不断的资金支持,反过来当产业结构成功升级后,又会促进金融规模的扩张(陈龙等, 2020)。

近些年研究金融支持宏观产业和金融支持生物农业产业的文献较少,且生物产业属于战略性新兴产业,所以本文着重梳理金融支持战略性新兴产业的研究。生物经济是 21 世纪最为活跃的新兴经济形态,正处于方兴未艾的新赛道,也是我国战略性新兴产业的主攻方向。我国已制定了诸多金融方面的扶持政策,接下来需要更详细的强化措施对战略性新兴产业中与农业相关的产业进行金融支持(刘维捷, 2017)。钱燕(2020)认为金融支持产业发展中的风投可以显著提升战略性新兴产业发展的速度。李萌、杨扬(2017)认为目前仍需重点关注金融对战略性新兴产业的支持效率,其发展需要直接融资和间接融资的支持,更需要政府的恰当引导。何继业(2016)提出了更具体的措施,包括提高金融服务质量、创新金融产品、提高政策性金融支持效率等,且金融支持战略性新兴产业的方式不同会产生不同的效果(王竞、胡立君, 2019)。胡吉亚(2021)认为在科技金融的支持下,应健全资本市场机制,控制信贷风险,重塑商业信用链条等,从而使战略性新兴产业得到升级。而熊正德、顾晓青(2022)认为要想改善战略性新兴产业外部融资环境,政府和金融业应重点关注区域性金融的发展。还应改善金融支持结构,扩大金融支持规模,提升金融支持效率(王蕙, 2019)。

1.3.2 关于生物农业产业发展的研究

生物农业产业是包含农业生物技术的研发、生产以及服务在内的经营活动的集合。近些年,有关生物农业产业发展的现状、趋势、问题及对策,国内学者的研究已有了较为丰富的成果。

基因育种技术和农业微生物工程等是未来我国农业领域需要重点关注的方向(高芸、赵芝俊, 2022),由此催生出的生物农业产业在生物经济中占有一席之地。宋春(2014)较早的对我国农业生物技术产业化的现状进行研究,分析了

其发展遇到的问题，并提出建议。王宇、沈文星（2014）认为我国转基因作物产业的发展仍存在很多亟待解决的问题，应加快技术创新和产业化推广。韩志慧等（2015）较早的对地方性生物农业产业发展状况做了分析，他们认为生物农业产业存在资金匮乏、规模较小和科研技术不达标等问题，并提出了相应的发展策略。王淑荣（2018）在对辽宁生物农业进行分析后认为，其发展需要大型企业带动、创新商业模式和国家政策引导并进行扶持等措施。季凯文、钟静婧（2017）认为我国生物农业发展趋势较好，但仍有很大提升空间。杨婧、宋微（2020）对生物农业的四大板块生物育种、生物农药、生物肥料、生物饲料的现状进行了阐述。生物农业产业遇到的问题主要有资金匮乏、研发成果应用率不高和知识产权保护力度不够等（濮振宇等，2021）。蒲阿庆等（2022）认为要想使生物经济带动农业产业发展，应在提供适当的政策支持下鼓励生物技术的创新，实现生物技术与农业融合发展。又有学者总结了生物农业产业发展存在的问题并提出了相应的建议。李婧雯（2021）认为创新主体竞争力弱、资金供给匮乏、知识产权保护不足是制约生物农业产业发展的主要问题，并提出了相应的建议。周杨等（2022）认为应加强微生物种业创新、完善相关法律法规和产业政策体系，孵化培养出龙头企业，提升国际竞争力。在生物农业产业投融资方面，吴晓燕等（2021）通过研究包括生物农业在内的生物产业主要领域的投融资数据，分析了生物产业的前景，并有针对性地提出合理化建议。

具体到生物农业产业下的生物育种、生物农药和生物肥料等产业，学者们又进行了以下研究。刘熙东等（2017）认为生物农药的产业框架会被生物制药等企业影响，这些企业的地位不容小觑。周蒙（2021）认为我国生物农药产业应从实际出发，重点关注行业研发趋势，增强农业环境保护的意识，克服生物农药产业链上存在的各部门之间配合度较低，产业化进度较慢等问题。在生物农药企业融资方面，要根据产业生命周期理论进行不同的融资方式，初创企业就需要风险投资等金融支持，成熟期后的资金来源可能是银行等金融机构或直接进行资金融通等方式（张辉娟，2020）。李俊等（2020）在对我国微生物肥料产业的现状及发展的特殊性进行了分析后，从产业内部角度和外部角度找出了其发展的弊端，对我国微生物肥料产业良好发展有一定的指导意义。有关生物育种产业方面的文献则较为丰富。冷燕等（2021）认为欧美国家已经成功建立了从研发到育种应用落

地等完整的产业链，并对我国基因编辑监管提出了建议。林敏（2021）认为我国生物育种的发展仍存在很多问题，给出了加速我国生物育种产业化的意见及建议。应顺应我国加快建立高标准市场体系的大形势，依靠大型企业带动，各个主体良好融合，让研发成果精准落地，消除我国种业创新体系中阻碍产业发展的因素（裴瑞敏等，2022）。黄季焜、胡瑞法（2023）也认为我国种业的创新体系仍存在问题，未能适应生物育种产业的发展，并提出了改进的建议。张文（2022）在阐述了我国生物育种的现状和发展趋势后，认为应合理解决研发落地的问题，并分析了加速生物育种产业化进程的路径。生物育种的产业化是需要多方面配合的复杂过程，要想其健康发展就需要龙头企业先发力，产学研政相结合（张健，2022）。解伟、刘春明（2023）认为我国生物育种产业化应牢牢抓住两个关键时机，并给出了合理的建议，为加速其发展提供了参考。

1.3.3 关于金融支持效率评价方法的研究

在评价金融支持某产业的效率的文献中使用较为频繁的是数据包络模型（Data envelopment analysis，简称 DEA），或将其与计量模型进行结合全面地解读产业金融支持效率的现状。

国外学者对测算决策单元的生产效率的方法研究较早。R.Fare（1992）首次将 Charnes 和 Cooper（1978）提出的数据包络分析法与 Malmquist 模型结合在一起使用，从静态和动态两种角度分析，增加了效率测算结果的完整度。Rajiv D.Banker（2010）分析发现 DEA 模型无需设定生产函数的形式，运用十分方便，但缺少环境因素对效率影响的测算，因此本文在第五章运用 Tobit 回归加入对影响因素的分析。金融支持和产业发展的关系很早就有学者进行探讨，Po-Hsuan Hsu（2014）以 32 个国家产业的数据为基础运用 DEA 模型进行金融支持效率的测度，发现金融支持的效率越高，产业发展进程越快，尤其在研发创新方面效果更明显。

国内学者在对产业的金融支持效率进行研究时也较多地运用了 DEA 模型。王朝晖（2015）运用 DEA 模型对我国海洋产业的金融支持效率进行测算后发现效率值有上升趋势但数值较低，建议丰富集资形式，优化资源配置，提高金融服务质量。唐倩倩等（2015）以我国生物产业的数据为基础，同样应用 DEA 模型

测度金融支持效率，发现资源配置效率较低，应着重关注纯技术效率的提升。马军伟、王剑华（2019）运用 DEA 模型分析了长三角地区战略性新兴产业上市公司的金融支持效率，结果发现有较大的地区差异。潘海峰、程文、张定胜（2022）也运用 DEA 方法分析我国 2008-2018 年各省实体经济发展的金融支持效率。有学者在运用 DEA 模型的基础上，添加计量模型使用，如 Tobit 回归可以在评价金融效率的基础上测算出各因素对其的影响，熊正德、林雪（2010）就通过这种方法研究战略性新兴产业的金融支持效率，发现整体的效率值不高。同样，黄颖（2020）也应用 DEA-Tobit 二阶段模型分析我国金融支持新能源汽车产业的效率，并提出了合理的政策建议。黄海霞、张治河等（2015）运用 DEA 模型和 Malmquist 指数分解方法，测算了 2005-2012 年战略性新兴产业技术创新效率。廖继胜等（2019）也运用 DEA-Malmquist 指数模型分析了 2012-2017 年长江经济所覆盖省份科技金融支持文化制造产业的效率。曹程、张目（2021）在测算我国 2015-2019 年高新技术产业的金融支持动态和静态效率时也使用了 DEA 模型和 Malmquist 模型。

1.3.4 文献述评

纵观以上研究发现，金融支持产业的研究在国内外仍是较为频繁被分析的主题，虽然产业不同，角度也有所差异，但各个产业之间金融支持模式也有值得互相借鉴的地方。总体来看金融支持对产业发展具有显著的正向作用，且金融市场发展程度不同也会产生不同的影响，尤其是对我国战略性新兴产业的金融支持还有很大的进步空间。生物农业产业虽属于战略性新兴产业，但现有的研究大部分只是分析了整体产业和分支产业的发展现状、未来趋势、存在问题及建议等，鲜少有学者以我国生物农业产业上市公司为研究对象对金融支持生物农业产业的效率及其影响因素进行研究，本文将主要针对这两方面进行补充。在对金融支持产业效率评价方法的选择上，大部分学者采用了适用性较强的经典 DEA 模型或 DEA 模型与计量模型相结合的方法，后者可以更全面地测算结果，使实证分析更具完整性。

基于以上文献梳理的结果，本文突破已有研究的局限，在进行系统理论分析的基础上，选取 2012-2020 年我国生物农业产业上市公司数据为研究样本，首先

选取合适的投入产出指标，运用 DEA-Malmquist 模型进行静态效率与动态效率的测度，再结合 Tobit 回归模型对影响其金融支持效率的因素进行分析。以期在理论和实证方面为相关研究进行补充，也为政策制定者和公司管理者们提供加速发展生物农业产业的思路，使金融精准赋能我国生物农业产业，从而提升其国际竞争力。

1.4 研究内容与研究方法

1.4.1 主要内容

本文的研究内容主要分为以下六个部分：

第一章为引言。首先介绍了选题背景，由此引出研究金融支持生物农业产业效率的目的和意义。接着对相关的国内外文献进行梳理，确定本文的研究内容和研究方法。最后对文章的创新点和存在的问题进行说明。

第二章主要论述了金融支持生物农业产业发展的相关原理。首先对生物经济与生物产业、生物农业与现代农业进行概念辨析，并对金融支持效率概念进行界定。其次介绍了产业生命周期理论、产业金融理论和交互式金融支持理论等基本理论。最后对金融支持生物农业产业发展的特殊性作简要分析，并在理论的基础上深入分析金融支持生物农业产业的逻辑机理。

第三章为我国生物农业产业的发展现状。在分别从我国生物农业的产业构成、发展现状和金融支持现状三个方面进行阐述后，介绍了我国生物农业产业的金融支持困境。

第四章为金融支持生物农业产业发展效率评价。首先选择 DEA-BCC 模型和 Malmquist 模型并进行研究设计，主要包括指标体系的构建等，最后对测算出的静态和动态效率值进行分析，得出金融支持生物农业产业的效率现状。

第五章主要分析金融支持生物农业产业发展效率的影响因素。在 DEA-BCC 模型测算结果的基础上，运用 Tobit 模型选取合适的宏微观变量进行回归分析，最后得出各因素对金融支持效率的影响情况。

第六章为结论和政策建议。将结论进行汇总后，对我国生物农业产业金融支持效率水平的提高提出有针对性的建议。

论文的技术路线图如图 1.1 所示：

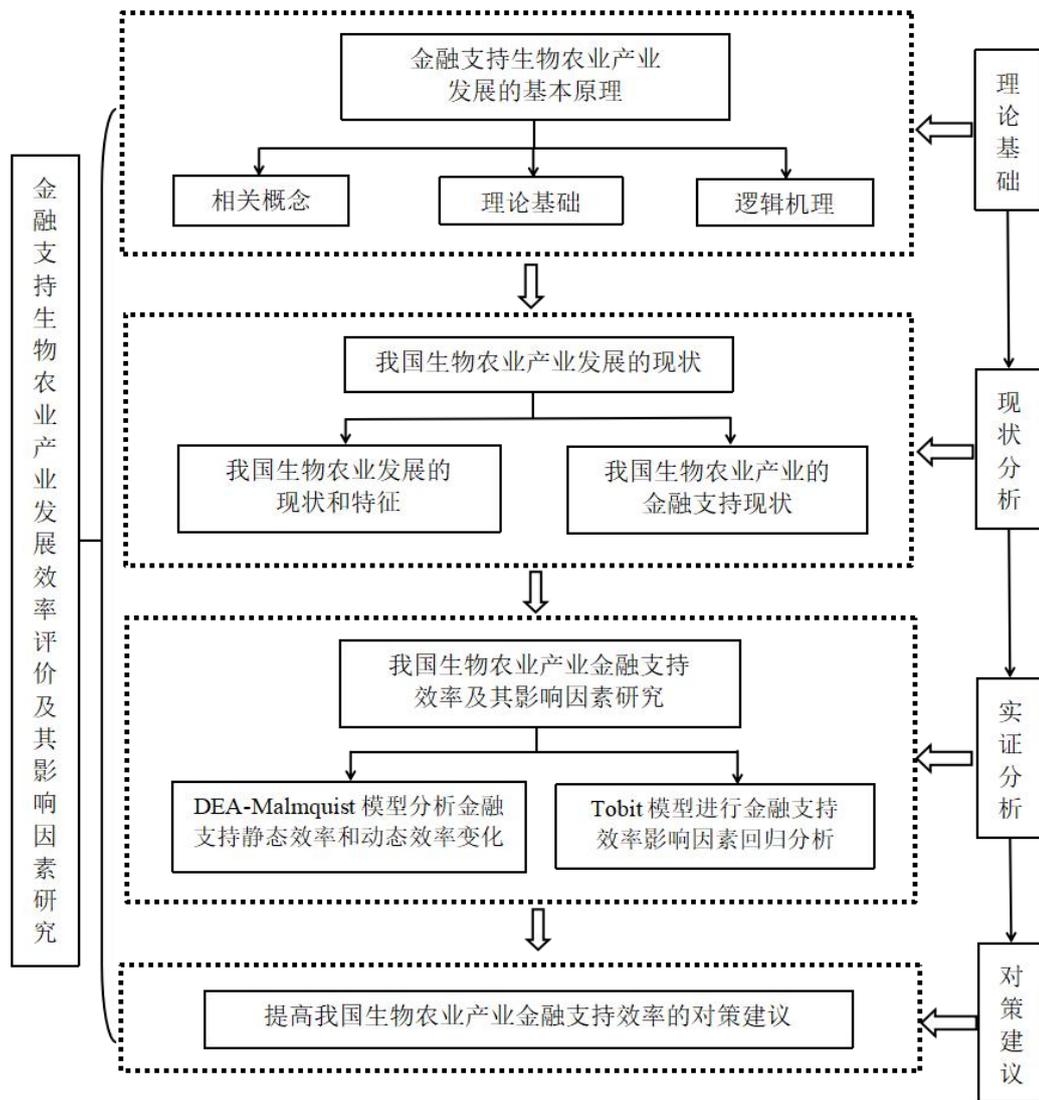


图 1.1 技术路线图

1.4.2 研究方法

(1) 文献分析法

查阅整理了国内外关于金融与产业发展关系、生物农业产业和金融支持效率测算方法的相关研究资料，对已有研究进行分析总结，从而确定了本文的研究方向和实证模型。

(2) 逻辑分析法

在对文献进行分析的基础上,从逻辑上定性分析金融支持生物农业产业的逻辑机理,为后续生物农业产业的金融支持效率的测算奠定了理论基础。

(3) 实证研究法

本文在实证研究部分,首先运用 DEA-Malmquist 两阶段模型定量考察了我国生物农业产业的金融支持效率,再根据 Tobit 回归模型检验环境因素对生物农业产业效率的影响情况,使文章实证分析部分更加完整。

1.5 论文的创新点和不足

1.5.1 创新点

(1) 目前已有的研究多为生物农业产业本身或其子产业的发展情况,较少有人从金融支持该产业的角度出发进行实证分析。本选题以 2012-2020 年我国生物农业产业上市公司的数据为基础,对我国生物农业产业的金融支持效率进行测算,并分析其影响因素;

(2) 大多文献只从企业自身出发对企业融资这一方面进行效率评价或仅从微观视角进行影响因素分析,本文选择了金融业增加值增长率、生物农业企业的年龄、研发投入占比、前十大股东持股比例和企业规模等宏微观因素相结合的方式进行实证分析,使结果更具完整性。

1.5.2 不足之处

(1) 目前学术界还没有形成一个统一的评价金融支持效率的指标体系,所以在实证分析的指标选取中未能做到十分全面;

(2) 由于上市公司的数据披露更加公开和完整,且上市公司可以代表一个国家某一产业的发展情况,所以本文的研究对象为我国生物农业产业的上市公司,但未将没有上市的中小企业考虑在内,还是会影响结论的完整性。

2 金融支持生物农业产业发展的基本原理

2.1 相关概念

2.1.1 生物产业与生物经济

生物产业是依据生命科学与生物技术，且与系统科学、工程控制学、信息技术、纳米技术、新材料等多种学科息息相关的一种可以为社会提供生物产品及服务的行业统称。生物产品的制造主要来源于对生物体及其细胞、亚细胞和分子的组分、结构、功能与作用机理的研究，对动植物和微生物等的特质进行有目的性的改造，从而能更好地服务于人类社会的生产生活。因此生物技术产业所运用的生物技术起源于大学实验室和优秀研发机构。生物产业主要包括生物医药、生物农业、生物能源、生物制造和生物环保等产业，为人类粮食、健康和环境三大基本问题提供解决方案，是实现经济可持续发展的绿色产业。

生物经济是在生物技术和生命科学以生物资源为基础不断发展的推动下，产生生物技术产品和生物产业后形成的一种以生物产品的研发、生产、流通和贸易为主的经济运行的聚合体，也是人类社会产生的一种全新的经济形态，掀起了人类经济社会发展的第四次浪潮，其影响力远远超过前三次科技革命，将极大推动人类文明进步。

生物经济运行良好的社会，不再过度依赖被开采殆尽且威胁全球生态的化石能源，无论是从能源的需求方面还是工业生产所需的原料方面，都因为生物经济的存在而有了新的获取途径。人类对生物技术产品中农产品、医药、环境和能源的需求不断增加使技术得到突破，科技和产业得到革命。生物经济发展到成熟期后催生出生物经济时代，一个时代的产生必然会带来人类生产生活方式的重大变革。生物经济下的生物农业、生物医药、生物能源等都将通过生物产品等为国家获得新的经济增长点和多种福利。我国领跑于农业经济，欧洲引领了工业经济，如今信息技术使美国成为超级大国，世界的中心随着经济时代的改变发生转移。目前，世界经济格局进入了严重的经济衰退，各国都在寻找新的经济发展方向，发展生物经济成为许多国家的共识。目前，世界已有超过 60 个国家和地区发布

了加快生物经济发展的宏观战略和实施方案,生物经济赛道上的激烈竞争将加速生物经济时代的到来。

2.1.2 现代农业与生物农业

农业是国民经济中最为重要的产业之一,其产业形式有五种,分别为种植业、林业、畜牧业、渔业和副业。20世纪初,传统农业以现代工业和现代科学技术为基础,结合植物学、动物学等理论,逐步由凭借传统经验、顺应自然,发展成为依靠科学利用和改造自然的现代农业。现代农业的生产过程更加专业,会针对不同区域差异化、精准化发展,使生产效率更高,也更具规模,是现代产业体系的基础,也是“三农”现代化的统一,更是发展中国家经济赶超的重要抓手。

在农业长时间的发展过程中,化学农药和化学肥料等的使用逐渐使农业的发展与用地加养地的原则相背离,这自然催生出了有绿色环保特点的生物农业。生物农业既属于现代农业,也是生物经济中重要的生物产业之一,同时拥有双重属性。生物农业是建立在生物学理论上的农业生产体系,利用现代生物技术,如转基因、分子设计、组织培养技术等,开发新的生物资源,并与传统技术相结合,按照科学的生物学过程进行农业管理,即适当投入能量和资源,维护自然生物循环,利用生物学过程保持土地的最佳生产力,在农业环境生态平衡的基础上培育生物农业新品种,生物农业中主要的四大分类,包括生物育种、生物肥料、生物农药、生物饲料等,如表 2.1 所示。

表 2.1 生物农业四大产业

产业名称	行业名称
生物育种	林木育种和育苗、种子种苗培育活动、 畜牧良种繁殖活动、鱼苗及鱼种场活动
生物农药制造	生物化学农药及微生物农药制造
生物肥料制造	有机肥料及微生物肥料制造
生物饲料制造	宠物饲料加工、其他饲料加工、食品及饲料添加剂制造

资料来源:国家统计局《战略性新兴产业分类(2018)》

生物农业遵循生物学理论一方面可以修复和保护土壤肥力,另一方面能有效防治杂草和病虫害,最终培育出的动植物品种的产量和抗病性都得到大幅提高,作物营养更加充足,充分满足现代社会人类营养的摄入需求。另外,农业生产效率也得到提升,减少了资源的浪费和化学农用品对生态环境的破坏,形成良性循环,突破了传统农业的发展瓶颈,使农业得到绿色可持续发展,为目前资源匮乏和粮食安全等问题提供解决办法。

2.1.3 金融支持效率

金融是现代经济发展的核心和基础,更是实体经济的血液。学者们对于金融支持产业的研究有宏观的金融与产业关系的层面,也有微观的具体产业发展或对企业融资问题的研究。本文主要从金融支持产业的角度,以企业为研究对象对金融支持生物农业产业效率进行分析。

对金融支持效率的概念进行阐述前,首先要了解何为金融支持。目前为止,学术界对金融支持的概念没有一个明确且统一的界定。本文认为金融支持是金融体系通过政策性金融支持、银行等信贷支持和股权支持等,以直接金融支持和间接金融支持两种方式促进产业发展,是现代社会经济发展中必不可少的一个环节。其中政策性金融支持是政府发布的相关产业政策和优惠措施,主要通过调节银行信贷、特殊化贷款利率和政府补贴等方式有偏向性地分配金融资源到需要重点扶持的产业。企业可通过发行股票和债券等直接获取金融支持,也可以向银行及其他金融机构借款,间接地获取金融支持,两种方式相辅相成,给予企业成长所需的资本力量。企业只有根据自身特点选择合理的金融支持方式进行资金集聚才能使内部运行更加高效,得到长足的发展和进步。

生物农业产业是典型的集知识、技术和人才于一体注重研发的行业,特点是需要大量资金投入,且投资周期较长,并伴随着投资环节复杂易失败的高风险,使其融资较为困难,但后期效益高。另一方面,由于生物农业与人民健康息息相关,政府给予的金融支持关注度较高,使生物农业产业处于一个战略性的位置,这些特点决定了生物农业产业需要健全的金融支持体系为其提供多路径的金融支持。

金融支持效率本质上是金融资源投入和产出之间的关系，即评价金融资源对某一产业经济增长的贡献值，具有一定的综合性。具体到本文的研究即运用 DEA-BCC 模型，从政策性金融支持、股权支持和银行信贷三方面选取投入指标，评价生物农业企业将所获得的资本运用到企业生产发展的综合技术效率、纯技术效率和规模效率值，从而分析我国生物农业产业整体的金融支持现状。

2.2 理论基础

2.2.1 产业生命周期理论

产业生命周期理论的含义是每个产业均需经历的从形成开始逐渐成长，直至衰退到完全停止社会经济活动的一整个历程，主要包括初创阶段、成长阶段、成熟阶段和衰退阶段。Gort 和 Klepper 于 1982 年在产品生命周期的基础上建立了首个产业生命理论周期模型，后逐步发展出产业生命周期理论。学者们后续也深入考察了包括产业生命周期曲线形状、对企业进入退出的影响、推动产业生命周期进程的因素和产业政策制定等问题。

一个产业的发展会经历四个阶段：初创、成长、成熟、衰退。初创期产业进入市场，发展和投资刚刚开始，规模不大但较有活力，会对技术和产品创新做出贡献。成长期是产业发展的重要时期，市场需求明显增加，产业内部需要大量资金供给，投资规模也逐步扩大，利润也有所上升。随后产业发展达到巅峰阶段即成熟期，处于成熟期的产业市场需求增加到峰值，利润也十分可观，但随之而来的是进入市场的企业过多，竞争压力逐步显现。产业进入衰退期后，市场需求明显下降，利润也开始走下坡路，企业开始裁员，不再有新企业进入市场，但处理得当的企业不一定会退出市场，反而是发展的新机遇。

具体到生物农业产业的业态演进过程也一定是遵循产业生命周期理论的。生物农业产业是注重研发型产业，在初创阶段对研发经费的需求非常巨大，虽然需要大量资金投入但研发成功与否不能得到保证，在这一阶段企业纷纷进入市场。发展到成熟期后产业规模迅速扩张，新专利被发明出来，随之研发落地开发出多种多样的生物农业产品，成为战略性新兴产业。不能紧跟行业发展的企业逐步被淘汰。生物农业产业发展到成熟期后产业规模达到顶峰，成为国家支柱型产业，

仍然保持对生物技术的革新，但研发可能开始遇到瓶颈。进入到衰退阶段后，生物农业产业需要及时开辟新的发展路径，使其重新进入成长期开始新一轮的演变。由此可以看出，产业生命周期理论的提出对企业乃至产业的发展都提供了重要参考，助其及时把握市场动态，实现长期健康地存续。

2.2.2 产业金融理论

产业金融是主要以银行为中介，在政策鼓励下促进对国民经济有重大影响的产业发展的金融活动总称。针对银行、证券、保险、信托等金融业来说，产业金融表现为产业在不同生命周期对金融服务的需求，也是生产者对融资的需求，且与国家政策密切相关。

金融是经济的重要组成部分，对产业发展来说金融犹如人体的血液一样，为其提供大量的资金来源，并进行资金的融通，从而创造经济价值。尤其是对于我国重点发展的产业来说，更是离不开金融的支持。产业金融就是以产业为服务主体，让金融手段起到催化剂的作用，使产业得到可持续发展，而不是一味地追求效益。其形式较为丰富，适用性强，如果企业能找到适合自己的金融支持路径就会产生可观的利润。当规模扩张到一定程度时，产业需借助金融的力量进行更进一步的发展，而金融在这过程中也能得到升级。产业金融通过前期的资金融通，中期核心能力的提升和后期的价值创造，加速企业资本累积，为产业的发展提供长久全面的资金解决方案。

产业金融属于现代金融系统中的一部分，产业发展与金融体系的结合会产生加成效果，可以推动产业的进步，同时产业金融的发展也在不断带动金融自身的发展，是评价金融体系是否有效的一个重要方面，也为金融相关的理论研究提供了独特的视角。

2.2.3 交互式金融支持理论

金融支持种类的基础划分有以下两种：按照资金供给方的差异来划分，可分为市场性金融支持和政策性金融支持；按照是否通过中介获取金融资源的差异来划分，可以划分为直接金融支持和间接金融支持。交互式金融支持就是对上述两

种分类方式进行组合搭配,构成交互式动态金融支持体系。新的金融支持方式共有四种,分别为政策性-直接金融支持、政策性-间接金融支持、市场性-直接金融支持以及市场性-间接金融支持。金融支持组合方式越多,生物农业产业在发展中的选择就越多。市场性-直接金融支持是指在满足企业权益性的基础上,通过主板、中小板、创业板、风险投资等市场进行资金融通。市场性-间接金融支持指通过有中介性质的商业性金融机构对生物农业产业进行金融支持,促进生物农业产业的优化升级。政策性-直接金融支持是指国家以财政补贴、产业基金、创投基金等方式鼓励生物农业产业的发展,将金融资源有倾向性地投入到重点发展的产业中去。政策性-间接金融支持是指通过中国农业发展银行等政策性金融机构,为生物农业产业提供政策性贷款等丰富的融资渠道。

2.3 金融支持生物农业产业的特殊性和逻辑机理

2.3.1 生物农业产业金融需求的特殊性

生物农业产业发展潜力巨大,未来将成为新的社会经济增长点,是我国乃至全世界重点关注的产业,具有十分广阔的市场前景。结合实际分析出生物农业产业发展的三大特性决定了其金融需求具有一定的特殊性。

(1) 战略性

生物农业产业是世界战略性新兴产业,同时也是我国立足于当前、着眼长远实现经济赶超的战略选择。生物农业产业是生物技术和农业产业的深度融合,不仅代表着生物科技的前沿,在引领未来我国农业产业升级的同时,还能带动相关产业的发展,对经济社会可持续发展具有十分重要的意义。但另一方面生物农业产业研发周期长,所需资金十分巨大,并伴随一定的不确定性,这就要求其融资方式必须是多层次的,不仅需要市场参与,还需要政府充分发挥引领作用,提供政策性金融支持,使资本有倾向性地流入生物农业产业。

(2) 高投入性

生物农业产业的发展需要经历十分复杂的阶段,首先有可能面临在投入高成本研发经费后最终仍然失败的风险。其次,即使研发成功,在成果落地投入使用并产业化之前,仍需要大量的时间沉淀,可能会有市场接受度差的情况发生。这

就需要拓宽生物农业产业的融资渠道，分散风险，同时完善金融体系，依据生物农业产业的发展阶段进行有针对性的、全方位的金融支持。

(3) 成长性

目前生物农业企业多以中小规模为主，产业整体发展仍未达到成熟期，生物技术的开发和产品创新都有很大的提升空间。由于产业发展还存在很多的不确定性，金融机构等的信贷支持较少关注生物农业产业，其高风险、高回报、潜力大的特征会吸引如风投等资本市场的金融支持。另一方面，在生物农业产业成长的同时，金融体系也应随之持续调整、动态发展，不断完善和创新金融服务，保证当前融资机制与生物农业产业所处的生命周期相匹配，激发生物农业产业的发展潜力，使其朝着成为支柱产业的方向逐步迈进。

2.3.2 金融支持生物农业产业的逻辑机理

生物农业产业的特性决定了其金融支持的特殊性，不仅需要内部融资进行资金供给，还需要由政府、银行和资本市场等组成的多元化的金融支持路径配合生物农业产业的发展。在这过程中，金融系统发挥信息披露、资金集聚、分散风险、交易监督等功能，同时对生物农业产业提供政策性金融支持、股权支持和银行信贷支持等，本文实证部分中金融支持生物农业产业效率评价的投入变量也是依据这三方面选取的。金融支持生物农业产业的逻辑机理如图 2.1 所示。

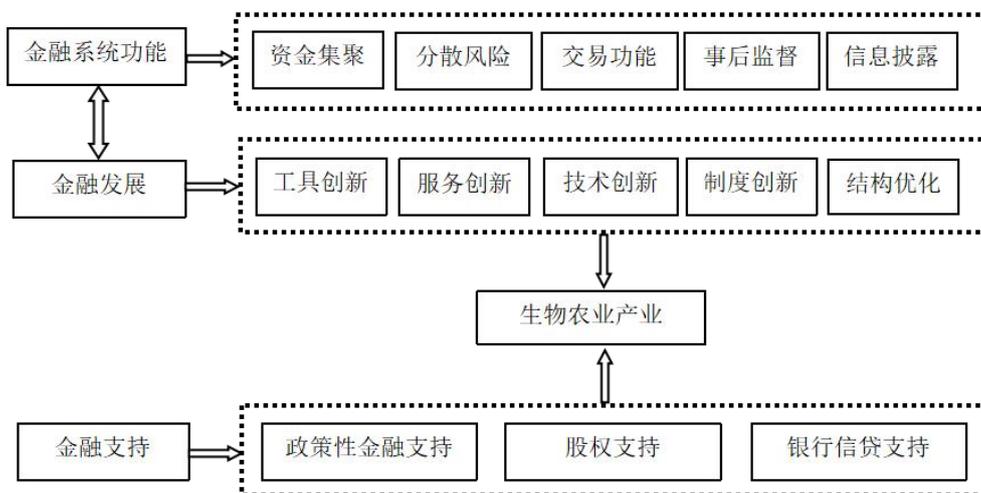


图 2.1 金融支持生物农业产业发展的逻辑机理

（1）政策性金融支持

政策性金融支持是指政府针对生物农业产业进行政策上的优惠，调控金融资源快速流入需要帮助的企业或国家重点扶持的企业，通常分为直接支持和间接支持。直接的政策性金融支持是国家直接对生物农业企业提供研发补助或对其直接进行投资。间接的政策性金融支持是国家依托政策性金融机构间接对生物农业产业进行信贷方面的帮助或在税收方面给予生物农业企业优惠政策。另一方面，政策性金融支持也会向市场释放积极的引导信号，使其他金融机构等加大对生物农业产业的关注，增加生物农业产业融资的便利性，使其快速发展。

在生物农业产业开始发展直到成长成熟的过程中，政策性金融支持都扮演着极其重要的角色。生物农业产业处于初创期和成长期时需要大量资金投入，但同时伴随的高风险、规模小和盈利慢等特性使其很难获得银行等金融机构的信贷支持，这时政策性金融就发挥着十分重要的作用，政府可以建立产业基金对企业的生物科技研发进行金融性扶持，促进其科技成果的转化。也可以通过农业发展银行等政策性金融机构对生物农业产业有关企业提供低息信贷等优惠政策或越过金融中介直接对生物农业企业进行信贷贴息。当生物农业产业处于成熟期时，政府会为其顺利上市提供便利，同时政策性金融的引导向市场放出利好信息，给生物农业产业自行发展的空间，使其快速健康地发展。

（2）股权支持

股权支持是指生物农业企业无需金融机构发挥中介作用，直接在资本市场内依托金融工具等进行融资的活动，这种便捷方式使其获得资金的效率更高。其中，发行股票可以使生物农业企业以较低成本快速获得大量资金。

我国资本市场自 1990 年上海和深圳证券交易所成立，一直在不断地发展和完善中，直至目前已形成了主板、中小板、创业板、科创板等多种交易市场。主板市场开办时间较早且规模大，对公司上市的标准较为严苛，对其盈利能力、发展阶段和潜力都有要求；而中小板市场开办时间较晚，上市标准较为宽松，主要对处于初创期的中小企业予以金融支持，助其做大做强；创业板面向创新型和成长型企业；科创板对战略性和科技型企业提供金融服务。

在生物农业产业不同阶段的演进过程中均可得到股权支持，处于初创期的生物农业产业，企业规模有限且存在一定的投资风险，难以获得稳定的现金流，产

业的发展中始终有不确定性因素,此时可以利用其战略性地位和发展潜力在创业板和科创板中寻求金融支持。同时,生物农业产业在初创期的高成长性和强劲的发展势头会吸引风险投资的关注,为生物农业产业注入资本,分散风险,是生物农业产业快速成长壮大的催化剂。处于成长期的生物农业,企业规模逐步扩张,资金需求量大,此时在中小板上市会是较为合适的选择。当生物农业产业进入成熟阶段,规模扩张到顶点,市场份额大,企业效益高,产业链上的各个环节都发展得较为成熟,可通过在主板上市为企业筹集资金,甚至有可能成为龙头企业,带动产业发展。由此可见,丰富资本市场层次,开辟融资路径对生物农业产业的发展十分重要。

(3) 银行信贷等金融支持

生物农业产业的债权融资方式有银行信贷和发行债券等,对生物农业产业来说获得金融支持的途径主要以银行信贷为主。以银行为中介将社会闲置资金集聚后重新配置,提供给有需求的生物农业企业。由于在我国发行股票的要求较为严格,而银行的操作流程和制度都较为规范,所以商业银行信贷等的金融支持更受生物农业企业的青睐。但银行在发放贷款时也会十分严格,目前生物农业企业规模大多处于中小水平,属于成长阶段,信用水平不高,生物农业企业的特质也导致其缺少有效的抵押担保。因此银行会进行有选择性地放贷,对生物农业企业的盈利能力和发展潜力等进行严格的评估,通常会倾向于规模较大的生物农业企业,大型企业获取资金的渠道会更丰富,易赢得投资者的信任。而过硬的生物技术研发成果是规模较小的企业获取信贷支持的最大优势,同时也可避免被兼并的风险。因此,商业银行也应该加紧自身的改革,进行金融服务的创新,减少金融抑制,以适应生物农业产业的发展。

3 我国生物农业产业发展的现状

农业发展是关乎民生的大事，国家一直将农业发展摆在非常重要的位置。目前的研究热点“三农”问题中就包括农业发展这一方面。虽然我国引领了农业经济时代，但由于人口基数大，化学农药和肥料污染严重等问题，粮食安全仍是头等大事。以生物技术为基础的生物农业产业的发展为这些困难的解决提供了多样化的方案。虽然起步较晚，但在经历“十二五”和“十三五”后，我国生物农业产业的发展速度明显加快。

3.1 我国生物农业发展的现状与特征

3.1.1 我国生物农业产业构成

目前，生物农业的种类划分目前还没有一个统一的规范，所以本文的理论部分和实证部分着重介绍 2022 年发布的《“十四五”生物经济发展规划》中提到的生物农业重点领域，主要包括生物育种、生物肥料、生物农药和生物饲料四个方面。

(1) 生物育种

生物育种产业是结合遗传学、细胞生物学等方法，基于培养优良生物性状的生物学技术进行经济活动的企业集合。具体的育种方法有较为普遍的杂交育种和单倍体育种，而诱变育种和多倍体育种可以提供特殊生物性状，基因工程和细胞工程育种则可以将特殊性状进行有目的地融合。《“十四五”推进农业农村现代化规划》提出，加快实施农业生物育种重大科技项目，有序推进生物育种产业化应用。国家从鼓励研发创新到推进产业化，对生物育种长期支持的基调十分明确。目前我国的研发成果如抗虫棉和高效植酸酶玉米等，极大地提升了我国生物农业在国际中的地位。其中转基因抗虫棉的广泛应用，对农业增产增收起到了积极作用。生物育种企业的竞争力也显著提升，《2021 年中国农作物种业发展报告》显示，2020 年我国种子企业数量高达 6118 家，资产总额近 2425.21 亿元，销售收入达 777.10 亿元，利润 69.57 亿元。我国生物育种龙头企业隆平高科等在全球种业上也占有一席之地。

（2）生物肥料

生物肥料又称微生物肥料或菌肥等，是指利用活的微生物对农作物产生肥料效应的肥料制品，常见的生物肥料有固氮菌剂、硅酸盐菌剂和溶磷菌剂等。丰富的微生物资源使生物肥料的用途更加广泛，人工选育并不断升级的微生物菌株活力逐步提升，并且随着生物技术的发展，基因拼接技术和 DNA 重组技术也将运用到生物肥料的制造中去。近些年由于我国土地连年施用化肥，造成土壤板结，单位化肥增产量下降，硝酸盐污染地下水问题严重，生物肥料的优点使其受到市场青睐。生物肥料是通过改善土壤肥力和结构，间接地使作物吸收营养同时从根源抑制作物发病并产生持久稳定的肥料效用，生产成本低廉，降低农民生产成本，不仅对环境污染小，使用效果好，经过生物肥料培育出的无公害绿色食品也使消费者放心。目前生产、应用和推广生物肥料的国家多达 70 多个，我国的生物肥料企业约有 250 家，生物肥料年产量可达到数十万吨。据农业农村部统计显示，我国生物肥料产品累计登记数已由 2015 年的 928 个增长到了 2021 年 12 月 7 日的 9414 个；其市场规模也自 2015 年的 316.3 亿元增长至 2021 年的 429.2 亿元，年均复合增长率为 5.22%；2021 年我国生物肥料产量约为 1568 万吨，需求量约为 1536 万吨，供需较为平衡。虽然和化肥产业比还有一定的差距，但生物肥料的广泛应用是未来农业发展的必然趋势，未来市场需求还将继续增加，发展生物肥料产业是提升经济、社会和生态效益的有效途径。

（3）生物农药

生物农药是指利用生物活体及其代谢产物或仿生合成天然化合物制成的用于杀虫、防病和促生等的农药制剂。与化学农药相比，生物农药应用范围更广，主要利用天然可再生资源，原材料获取便捷，生产成本低；可诱发害虫患病，且只针对病虫害起作用，对人、畜等来说较为安全，源于自然归于自然的循环方式也使其更加环保。我国生物农药在人造赤眼蜂技术和植物线虫的生防制剂等研发成果已达到世界先进水平。目前，我国生物农药种类繁多，登记的生物农药产品包括农用抗生素和植物源农药等在内近 4300 个，井冈霉素等生物农药产品已开始大量应用，使用效果反应良好。据统计直到 2020 年，我国有 30 多家生物农药研究机构和 260 多家生物农药企业，约占全国农药企业的 10%；生物农药制剂年

产量近 13 万吨，年产值约 30 亿元人民币，均占农药总产量和总产值约 9%，生物农药产业发展势头良好。

(4) 生物饲料

生物饲料是指以饲料和添加剂为主体，利用有益微生物活动对其进行酶工程、基因工程、蛋白质工程和发酵工程等新一代生物技术的开发，从而产生的营养价值高且无毒无害的饲料产品的总称。生物饲料特殊的发酵处理过程可以降低药物类添加剂的使用，减少毒素残留，原料取材较广且低廉，降低养殖成本，还能提高动物吸收效果和营养价值促进动物健康，从源头提升食品安全性；大方向来看，也能减少环境污染，缓解人畜争粮的问题。《中国生物饲料行业市场调研及“十四五”发展趋势研究报告》指出，发展健康、环保、高效的无抗替代品成为饲料行业未来的发展趋势。截至 2020 年我国的生物饲料企业有 1000 多家，年产量超 400 万吨，年总产值约 500 亿元，并在以年均 20% 的速度递增。预计到 2025 年，生物饲料市场份额将达到每年 2000 亿元。目前，其发酵产品的应用态势良好，植酸酶等产品在国际中十分有竞争力。生物饲料产业生产规模不断壮大，市场接受度日益提升，使生物饲料产业健康发展是未来提高农业发展水平的重要抓手。

3.1.2 我国生物农业产业的发展现状

生物农业产业规模持续扩大，整个产业链从上游的生物技术和原材料，到中游的生物产品制造，直至下游的应用领域，都体现出了多方面发展的趋势，如图 3.1 所示，是生物农业产业四大分支产业的产业链运作情况，主要包括生物农药、生物育种、生物肥料和生物饲料等产业。生物农业产业的发展不断带动着相关领域产业的进步。生物制品的出现对各自的传统行业都带来了一定的影响，在新一代生物技术广泛应用的育种 3.0 时代，我国的主要农作物育种已实现五次到六次新品种的迭代，更加环保、安全的生物农药和生物肥料产品正逐步被市场所接受，替代了化学农药和化学肥料的使用。生物饲料也从源头大大提升了食品的安全性，同时营养价值更高。这些都在一定程度上促进了下游领域包括种植业、渔业、林业、畜牧业和微生物发酵工程产业的发展。

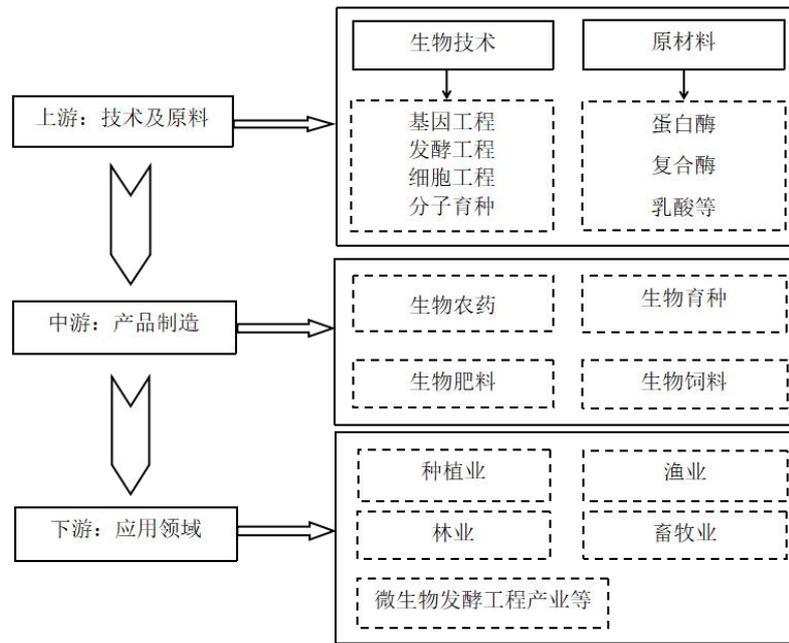


图 3.1 生物农业四大行业产业链

生物农业产业在国家政策的指引下，行业规范有序地发展，生物产品的应用效果也被不断认可，各地都在发展有当地特色的生物农业产业。生物农业产业的发展并不是一蹴而就的，需要经历从混乱到有序的成长过程。如生物肥料直到 2006 年行业才进入创新发展阶段，开始研发具有肥料和药效兼顾的复合微生物肥料。目前，我国已初步构建了生物肥料标准体系框架，为行业发展提供参考。2020 年发布的《果菜茶有机肥替代化肥技术指导意见》对农作物的施肥模式给出了指导意见，生物肥料的市场需求在意见的指导下得到增加。生物饲料的概念于 2018 年在国家工程研究中心发布的《生物饲料产品分类》中得到明确界定，使长期混乱的分类得到了统一。2021 年 2 月中央一号文件对生物育种相关生物技术的研发和重点育种项目给予长期稳定支持，助力生物育种产业发展。国家的这些规定和政策适时地发布，使生物农业产业得以快速成长。目前，国内的生物农业产业发展势头强劲，先后建立了 23 个国家级现代生物产业基地，如武汉南湖生物农业园、深圳国家生物产业基地、沈阳辉山国家农业科技园和南京生物农业谷等，江苏省也已建立了多个生物农业创新与产业孵化区，进行区域性创新。这些生物产业基地因地制宜，充分发挥当地特色，为生物农业产业的发展制定了合理的规划。

生物农业企业规模以中小水平为主，由于正处于成长期，自主研发能力还有很大提升空间，需要龙头企业带动发展的同时，近些年在生物育种、生物农药、生物肥料和生物饲料等领域发展出了一些领军企业，如表 3.1 所示。虽然我国在生物农业领域的一些研发成果居世界领先地位，但生物农业企业在国际农业上仍缺乏一定的竞争力，且我国生物育种等企业研发创新较弱，导致同质化问题较为突出，根据《2020 年中国农作物种业发展报告》显示，截至 2019 年末我国近 6400 家种子企业中，自主研发能力达标的不到 100 家。我国生物农业目前仍处于产业生命周期的成长阶段，资产规模较小，生物技术人才亟待培养，不能研发出过硬的、有自己专利的生物产品，有些企业甚至克扣研发经费，技术跟不上行业发展，导致产品在市场缺乏竞争力。另外，资本多流向大企业，无法吸引银行等金融机构的信贷支持等，这些方面都在一定程度上抑制了生物农业产业的发展进度。

表 3.1 生物农业主要企业

产业	主要企业
生物育种	隆平高科、大北农集团、江苏大华种业、中农发种业、 九圣禾种业、山东圣丰种业
生物农药	德强生物、安道麦 A、睿智医药、扬农化工、武汉科诺生物
生物肥料	梅花集团、阜丰肥业、中化化肥、海大生物、福邦
生物饲料	大北农集团、海大集团、正邦科技、禾丰、新希望六和、通威

资料来源：公开资料整理

我国对生物农业产业从生物技术研发到成果落地应用之间的过程存在很多不确定性因素，成功率较低，且目前我国对生物农业产业的知识产权保护力度还需进一步加强，创新驱动动力不足。我国每年新登记的农业科技成果高达 3000 多个，但转化率只有 40%，最终能形成规模的不到 30%，许多优秀研究不能高效地投入到企业中应用。主要是因为缺乏中试平台和基地，导致早已获得的研发专利被束之高阁，再加上资金获取过程较为坎坷，金融机构服务能力也有待提升。此外，生物农业产业的高额利润完全依赖知识产权的保护，但我国生物农业产业发展得较晚，知识产权制度对政府政策依赖度较高，还处于不断完善的阶段，仍存在很多缺陷，未能全方位保护生物农业产业的发展，企业研发创新意愿较弱。

国家也意识到了这个问题，新修订的《中华人民共和国种子法》自 2022 年 3 月 1 日开始实施，重点关注种业知识产权保护，提升企业创新的积极性。但政策的落地到实施还需要一段过程，未来相关制度还需进一步完善，可成立专利申请和交易服务机构，构建生物技术专利市场，促进成果转化，让知识产权保护体系更新尽快跟上生物农业产业发展的步伐，为其保驾护航。

3.2 我国生物农业产业的金融支持现状

3.2.1 银行信贷支持现状

我国的银行体系已较为完善，行内规章制度也十分严格，信贷安全性更高，资金来源有保障，融通起来较为灵活，社会信贷活动占总融资的比例也很大。目前，有政策性银行 3 家，国有银行 6 家，农商行数千家，还有农信社、农合行等等形式多样，功能不同，且规模庞大。对生物农业企业的金融支持方式主要有抵押担保贷款等。据银保监会统计，截至 2021 年末，我国涉农贷款余额 43.21 万亿元，较年初增长 11.83%。2021 年 7 月 9 日发布的《种业振兴行动方案》，使大型生物育种企业及银行等金融机构等部门进行深度交流和融合。部分金融机构也对种业授信方式如质押物范围等进行了创新，并在一定程度上加强了信贷支持力度。虽然信贷支持规模有所增加，但由于我国生物农业中小企业多，产业有明显的生物技术主导的特征，研发创新活跃的同时带来了研发周期长和经费高的问题，在其发展初期，主要拥有的是专利等无形资产，而这些无形资产在估值、确权和监管等方面的问题，导致其很难顺利成为银行贷款的抵押物。同时，银行等金融机构需慎重对信贷风险进行评估，生物农业企业进行信贷活动的门槛较高，因此目前其信贷支持主要以国有银行为主，或采取龙头企业为整个产业供应链提供信用担保的模式。中国社会科学院发布的《中国“三农”互联网金融发展报告》显示，中国“三农”金融缺口高达 3.05 万亿元，如何满足生物农业产业对金融支持的需求，是急需解决的问题，目前生物农业企业若想获取长期资金，还离不开股权等的金融支持。

3.2.2 股权支持现状

生物农业企业在资本市场上获取资金来源,效率更高,成本比信贷支持低,主要包括发行股票或债券和风险投资等方式。截至 2022 年末,我国生物农业企业大型 A 股上市公司较少,通过国内深、沪主板上市的企业约 81 家。在新三板中挂牌的农、林、牧、渔业企业有 130 家,其中生物农业企业数量也不多,整体行业还处于发展阶段。在风险投资方面,据观研报告网统计数据显示,2018 年资本市场对我国生物农业产业的投资事件仅有 19 起,到了 2021 年已增加到了 39 起,整体来看投资情况较为积极且有上升态势。如图 3.2 所示是 2021 年我国生物农业产业具体投资情况,其中 9 月和 12 月投资较为频繁,但 7 月份投资金额最高,达到了 26.1 亿元。截至 2022 年 6 月 2 日,我国生物农业产业的投资事件包括早期投资在内共 212 起,其中种子天使发生投资最多,共 64 起,占总投资数 30.19%,其次是 A 轮投资,共 59 起,占投资总数的 27.83%。

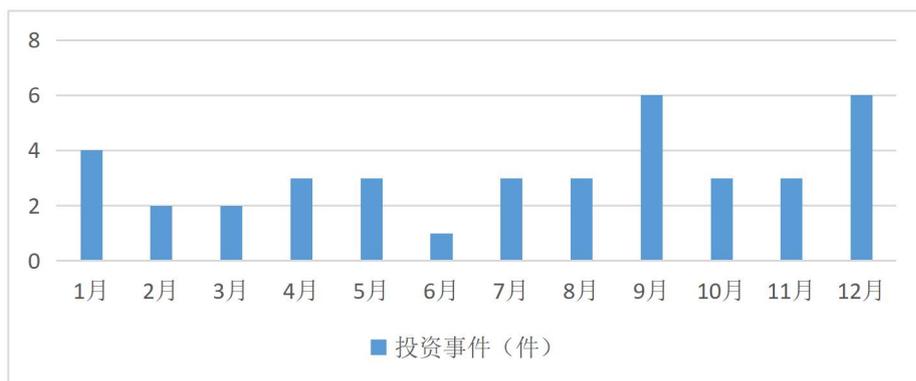


图 3.2 2021 年我国生物农业产业投资事件数统计

3.2.3 政策性金融支持现状

生物农业产业从研发和开发,到进入市场并产业化,对政策性金融的需求一直很大,尤其是政策性金融机构为我国生物农业产业的优化升级提供了有力的支撑。截至 2021 年末,国家开发银行设立的科技创新和基础研究专项贷款已累计向种业发放贷款 88 亿元,其中包括生物育种和研发贷款 17 亿元,重点支持作物及畜禽、水产育种、种业基地建设等,起到了良好的引领带动作用,为隆平高科、大北农和新希望集团等生物育种企业的发展作出了积极的贡献。2022 年,国开

行全年发放科技创新贷款 2619 亿元，重点支持包括生物育种科技创新在内的企业。表 3.3 为生物农业产业相关金融支持政策，政策发布主体从国家宏观调控部门到地方政府，均对生物农业产业进行大力的金融扶持，为未来生物农业产业成为我国国民经济的支柱产业贡献力量。此外，政府还设立了生物农业产业发展基金，引导社会资本进入生物农业产业，但是生物农业产业获得的支持仍然较弱，要想使其健康可持续地发展，还需加强产业宏观管理，持续加大产业投入。

表 3.2 生物农业产业相关政策

政策发布主体	生物农业产业相关内容
中国人民银行	《关于做好 2022 年金融支持全面推进乡村振兴重点工作的意见》加强种源等农业关键核心技术攻关金融保障，加大对符合条件的农业生物育种重大项目中长期信贷投入，支持育种联合攻关、种业基地建设和优势种业企业发展。
国家开发银行	2021 年共发放 700 亿元科技创新和基础研究专项贷款，该专项贷款于 2021 年 3 月设立，“十四五”期间总体规模为 3000 亿元。其中包括生物育种等领域一批前瞻性、战略性国家重大科技项目。
国务院	2008 年 5 月决定实施转基因生物新品种培育科技重大专项，投资总额约 200 亿元。
北京市	微藻生物农业获得 880 万研发项目资助。
福建省	福建省农科院等机构共同投资 15 亿元人民币，致力于农业生物科技产业化。
湖北省	东湖新技术开发区设立 1 亿元专项资金支持。
江苏省	设立了生物农业科技创投基金，由市农委联合 3 家企业共同出资 3000 万元，帮助生物农业创业企业解决种子期和创业早中期的融资难问题。
无锡市	制定了《生物农业领军型创业人才计划》给予数额不等的创业启动扶持资金，区科技风险投资资金给予不高于 300 万元的风险投资，并对生物农业企业三年内免除土地和厂房租金。

资料来源：公开资料整理

3.3 我国生物农业产业的金融支持困境

3.3.1 金融支持力度较弱

我国目前对生物农业产业的金融支持规模较小。虽然国家十分重视生物农业产业的发展，也不断发布金融优惠政策，但由于生物农业产业自身发展的高技术性，其对长期资金支持的需求较大，且在产品成功进入市场前的各个环节都存在一定的不确定性，导致现有的金融支持模式对生物农业产业的供给仍然是杯水车薪，存在较大的金融缺口。

一味地依赖政策性金融支持，企业自身的融资能力和风险承受能力也会减弱，所以还应该在股权支持和信贷支持上寻求解决方案。

目前，我国商业银行的信贷支持资金来源主要是社会零散的居民存款，因此对企业贷款的风险审查极为严格，而生物农业多以中小企业为主，产业整体风险等级较高，属于轻资产运营，再加上专利权等知识产权评估难等问题，导致生物农业产业信贷门槛较高，信贷支持明显不足。此外，我国资本市场以散户为主，资金来源稳定性较差，且追求短期收益，对生物农业产业的投资额较少。

3.3.2 金融支持供需不匹配

在为企业发放政府补贴，进行政策性金融支持前，主要考察企业业绩和科技研发情况，如果企业与政府沟通合作较多，也会对政府补贴产生影响，因此生物农业产业中的大型龙头企业获得的政府补贴较为丰厚，但这些企业本身筹资能力就强，真正需要政府扶持的中小企业很少能够得到资金补贴。

另一方面，金融机构和投资者在投资时是带有营利目的的，也更愿意为有政府信用背书的生物农业科研项目或其他企业活动提供资金支持，同上述情况类似，往往这种企业资金缺口较小，而创新非常活跃的中小企业会受到金融支持的忽视，科技研发受到抑制。

此外，金融服务在地域上也不均衡，我国生物农业产业上市公司多集中于东部地区，有时金融支持覆盖不到欠发达地区的未上市中小企业，更倾向于支持发达地区的大型龙头企业，导致供需不平衡。而金融政策的引导也存在与市场需求

不匹配的情况,有时会和区域性政策相冲突,有关部门应有针对性地对金融政策、市场、机构和产品等方面进行创新,使我国生物农业产业得以均衡发展。

3.3.3 金融支持体系不完善

我国金融支持生物农业产业的力度小,且供需不匹配的主要原因不仅是生物农业产业自身特性问题,金融支持体系也存在缺陷,有一定程度的金融抑制现象,在轻资产抵押担保、信用评估和风险控制等方面亟待创新。

首先,生物农业产业属于轻资产运营,其核心资产主要为技术、知识和专利等具有时效性的无形资产,在知识产权保护等方面的需求非常大。但目前我国的知识产权保护机制尚不健全,不仅操作起来步骤复杂,还缺少相关人才和专业的评估机构,交易市场小,因此在评估、抵押担保和交易上都存在一定的困难,同时评估结果可信度不高。这些原因使生物农业产业的无形资产流动性和变现能力弱,企业缺乏良好的信用环境,较难开展抵押贷款等进行融资。

其次,生物农业企业的特性导致其通常会受到风险投资的关注,投资事件数也在连年攀升,但目前我国风险投资进入和退出机制还有缺陷,风险投资本身在规模和专业人才等方面就有较大缺口。而股票市场上市标准也不适合生物农业初创企业进行融资活动,目前上市公司数量仍然较少。同时,在债券市场上主要以政府债券为主,生物农业企业发行债券成本高。

最后,金融机构基于稳健性原则,若只针对生物农业产业提供适配的金融工具难度较大,严格且较为相似的金融监管指标和制度导致中小银行创新金融产品的动力不足。同时,由于我国经济金融发展的现状,金融业需要在分业经营和分业监管的架构下活动,缺点是在进行政策协调时会存在一定的阻碍,不利于金融业务的开展,对生物农业产业的金融支持就会大打折扣。

4 金融支持生物农业产业发展效率评价

4.1 模型的构建

4.1.1 DEA 模型的选择

在对金融支持产业发展的效率评价方法进行总结后,发现在现有效率评价方法中,非参数法无需事先确定指标权重、假定具体函数形式,可使用同样的生产函数,利用线性规划进行效率评价,得出的结果较为准确,能满足对生物农业产业多投入、多产出的特征,因此确定在评价金融支持生物农业产业效率时运用数据包络分析法(Data Envelopment analysis, 简称 DEA)。DEA 模型属于非参数法,用于测算相同部门的各决策单元间的偏离程度,从而评价多投入且多产出的相对有效性,决策单元无需遵循同一个生产函数,所以在进行不同产业间的比较时不适用于这种方法。同时,DEA 的结果可以清晰地展示出具体指标的状态,可明确决策单元的改善方向。

DEA 模型可分为两种类型, Banker、Charnes 和 Cooper 于 1984 年提出的 DEA-BCC 模型是基于规模报酬可以改变的情况下,以产出为导向,评价在投入水平一定的情况下,决策单元多产出的综合效率,寻求的是产出的最大化,并将综合效率分解为纯技术效率和规模效率;而 DEA-CCR 模型是假设规模报酬不改变,以投入为导向时使用的,将 CCR 模型扩展后便可得到 BCC 模型。在选择模型时,考虑到金融属于稀有资源,所以选择以产出为导向的 DEA-BCC 模型,衡量生物农业产业在有限的金融资源供给下产出的效率水平。DEA-BCC 模型如式 4.1 所示。

$$\begin{aligned}
 \text{Max} Z_m &= \frac{\sum_{k=1}^q u_k Y_{km} - U_0}{\sum_{i=1}^p v_i X_{im}}, i = 1, 2, 3 \dots p, k = 1, 2, 3 \dots q \\
 \text{s.t.} & \frac{\sum_{k=1}^q u_k Y_{kj}}{\sum_{i=1}^p v_i X_{ij}} \leq 1, j = 1, 2, 3 \dots n
 \end{aligned} \tag{4.1}$$

式 4.1 的含义为，共有 n 个决策单元， p 种投入 X_{ij} ， q 种产出 Y_{kj} ，则第 m 个决策单元的效率值为 Z_m ，值越大，说明第 m 个决策单元在投入既定的情况下产出越多。 Z_m 的最优解若为 1，则该决策单元 DEA 达到有效状态。其中 u_k 和 v_i 是权系数，均大于等于 0。

4.1.2 Malmquist 指数模型

在运用 DEA-BCC 模型进行生物农业产业金融支持静态效率测算后，第二步测算生物农业产业在一个时间段内的动态效率变化值运用的是 Malmquist 指数模型。Malmquist 指数模型由 Sten Malmquist 于 1953 年提出，用来判断效率动态趋势，其公式如式 4.2 所示。

$$M_{k,t+1}(x_k^t, y_k^t, x_k^{t+1}, y_k^{t+1}) = \sqrt{\frac{D_k^t(x_k^{t+1}, y_k^{t+1})D_k^{t+1}(x_k^t, y_k^t)}{D_k^t(x_k^t, y_k^t)D_k^{t+1}(x_k^t, y_k^t)}} \quad (4.2)$$

其中， $x_k^t, y_k^t, x_k^{t+1}, y_k^{t+1}$ 分别表示第 k 个决策单元在 t 时期和 $t+1$ 时期的投入和产出， $D_k^t(x_k^{t+1}, y_k^{t+1})D_k^{t+1}(x_k^t, y_k^t)$ 表示第 k 个决策单元的技术效率值。M 值大于 1，说明决策单元从 t 到 $t+1$ 时期的生产效率有所提高。式 4.2 又可以变换形式分解为式 4.3：

$$M_{k,t+1}(x_k^t, y_k^t, x_k^{t+1}, y_k^{t+1}) = \frac{D_k^t(x_k^{t+1}, y_k^{t+1})}{D_k^t(x_k^t, y_k^t)} \sqrt{\frac{D_k^t(x_k^t, y_k^t)D_k^t(x_k^t, y_k^t)}{D_k^{t+1}(x_k^t, y_k^t)D_k^{t+1}(x_k^t, y_k^t)}} \quad (4.3)$$

其中，等式右边的 $\frac{D_k^t(x_k^{t+1}, y_k^{t+1})}{D_k^t(x_k^t, y_k^t)}$ 代表技术效率变化值 (ef)，其余部分表示技术进步值 (tc)。技术效率变化含义为从 t 时期和 $t+1$ 时期决策单元到前沿生产面的差距，即生物农业产业金融支持效率值的动态变化情况，若其大于 1，则表明技术效率和上一时期比有所进步，小于 1 则表明有所退步；技术进步指数表明金融支持生物农业产业体系的技术水平和创新情况，若其大于 1，表明和上一期相比有所进步，小于 1 表明发生退步。

4.2 研究设计

4.2.1 样本选择与数据来源

上市公司是国民经济的血液，能代表一个国家的某一产业，所以本文实证样本选择在深主板和沪主板中上市的公司，主营业务为生物农业产业链。目前，生物农业的种类划分目前还没有一个统一的结论，所以本文的理论部分和实证部分着重介绍 2022 年发布的《“十四五”生物经济发展规划》中提到的生物农业重点领域，包括生物育种、生物农药、生物肥料、生物饲料这四个主要领域。由于生物农业的产业目前在各大数据库还没有一个系统的、规范分类，所以生物饲料、生物农药和生物肥料指数是从同花顺数据库中筛选而来，而生物育种公司的选择依据中证生物育种主题指数从沪深市场中选取业务涉及生物育种领域的代表性上市公司作为指数样本，以反映生物育种主题上市公司的整体表现。初步选取 64 支股票作为研究对象，接着考虑到实证过程中所需数据的完整性和适用性，筛选掉主营业务不相符的样本、上市时间和成立时间较晚导致数据严重缺失的样本和存在投资风险的 ST 类公司样本，最终选择 40 家生物农业上市公司为样本公司。考虑到十八大以来我国农业科技取得了一系列重大突破，所以选取 2012-2020 年的面板数据进行实证分析。样本数据来源于 Wind 数据库和上市公司年报。40 家生物农业产业上市公司在这四个子行业的分布情况如表 4.1 所示。

表 4.1 生物农业产业四大行业样本分布

产业类型	公司数量
生物育种	13
生物农药	11
生物肥料	9
生物饲料	7
合计	40

4.2.2 指数体系的构建

在对金融支持生物农业产业的效率进行测度时,首先要选择合适的指标才能使模型运行出的结果科学有效。但由于在产业发展效率评价方面学者们有各自不同的理解,所以还没有一套非常完备且为大家所接受的指标体系。但不同产业的金融支持效率评价指标还是有很多共通的地方可以借鉴,因此在阅读了大量相关文献后选取出了本文所研究的金融支持生物农业产业的投入和产出指标。

投入指标的建立在参考了熊正德、林雪(2010)的基础上,结合了黄颖(2018)对金融支持产业投入指标的选取,以资产负债率(TDR)、流通股占总股本比例(PTS)和政府补助(GS)作为金融支持生物农业产业效率评价模型的投入变量。且三个投入变量的选取也分别对应本文逻辑机理中的银行信贷支持、股权支持和政策性金融支持。其中,资产负债率代表生物农业上市公司从银行信贷等获取金融支持的情况,与企业偿还长期债务能力呈正相关关系;流通股占总股本比例代表生物农业企业股票的市场价格代表的公司真实价值,用以表示股权支持的投入力度;政府补助表示政策性金融支持对生物农业企业的支持情况。

产出变量的选取为净资产收益率(ROE)、营业收入增长率(IR)和总资产周转率(TAT)。其中,净资产收益率表示生物农业企业盈利能力和企业对现有资产的利用效率;总资产周转率代表生物农业企业成长能力,即企业资产营运效率水平,其值越大,企业资本的有效使用率就越高;营业收入增长率代表生物农业企业的盈利能力和成长能力,其值越高表示企业市场开拓能力越强。

各变量的具体计算方法如表 4.2 所示。

表 4.2 测算生物农业金融支持效率的指标

变量类型	名称	符号	定义
投入变量	资产负债率	TDR	负债总额/资产总额
	流通股比例	PTS	流通股数量/总股数量
	政府补助	GS	“其他收益”科目中的“政府补助”
产出变量	净资产收益率	ROE	净利润/平均净资产
	营业收入增长率	IR	(当期营业收入-上期营业收入)/ 上期营业收入
	总资产周转率	TAT	营业收入/平均资产总额

4.2.3 描述性统计

实证开始前首先要进行描述性统计，检查是否有异常数据。变量的描述性统计如表 4.3 所示，样本为 2012-2020 年 9 年间 40 家生物农业上市公司的数据，共计 360 个样本。总体来看，生物农业上市公司各项指标差异较大。

从产出指标来看，净资产收益率有负数，表明有些公司处于利润负增长状态，营业收入增长率为负则有可能是上年的营业收入增长超正常水平。营业收入增长率标准差较大为 0.323，表示生物农业企业在持续发展态势和市场扩张能力方面有一定的差距。此外总资产周转率最小值和最大值也相差甚远，表示各公司经营能力水平也有很大差距。

从投入指标来看，资产负债率最小值为 0.060，最大值为 0.979，数值相差较大，但资产负债率的标准差数值较小，说明多数企业举债经营比率差异较小，资本结构较为合理，仅在个别企业间有较大差异。流通股比例最小值为 0.104，最大值为 1.000，表明在某些个体间流通股比例差异较大，标准差为 0.205，数值较大，说明股权支持差异明显。政府补助数额较大，表明国家对生物农业产业一直都很重视，但不同生物农业企业的政策性金融支持存在一定差距。

表 4.3 变量的描述性统计

变量	样本量	平均值	标准差	最小值	最大值
净资产收益率 ROE	360	0.053	0.182	-0.916	0.838
营业收入增长率 IR	360	0.105	0.323	-0.619	2.710
总资产周转率 TAT	360	0.908	0.658	0.086	1.956
资产负债率 TDR	360	0.456	0.165	0.060	0.979
流通股比例 PTS	360	0.822	0.205	0.104	1.000
政府补助 GS	360	2.946e+07	3.554e+07	1.230e+06	2.247e+08

4.3 实证结果分析

4.3.1 数据标准化处理

DEA 模型的使用要求投入和产出指标不能存在负数，但描述性统计结果显示原始数据中有两个指标存在负值，分别为营业收入增长率和净资产收益率。所以，需要采用极值化标准化的方法对原始数据进行标准化处理，如式 4.4 所示：设 y_{ij} 为第 i 个指标在第 j 年的标准值， x_{ij} 为第 i 个指标在第 j 年的原始值。

$$y_{ij} = 0.1 + 0.9 \times \frac{x_{ij} - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \quad (4.4)$$

其中，

$$y_{ij} \in [0, 1]; X_{\max} = \text{Max}_{ij}; X_{\min} = \text{Min}_{ij}; i = 1, 2, 3, \dots, n$$

4.3.2 DEA-BCC 模型结果分析

运用 DEAP 2.1 软件在规模报酬可变的前提下，以产出为导向的 BCC 模型测算出了 40 家生物农业上市企业在 2012-2020 年期间的综合技术效率、纯技术效率和规模效率值，以及 DEA 有效数量情况，将运行的结果整理后得到表 4.4。

表 4.4 2012-2020 生物农业产业金融支持效率情况

时间	综合技术效率	纯技术效率	规模效率	综合技术有效	综合技术有效
				企业数	企业占比
2012	0.692	0.892	0.764	9	22.50%
2013	0.676	0.860	0.771	6	15.00%
2014	0.770	0.872	0.867	12	30.00%
2015	0.861	0.950	0.900	17	42.50%
2016	0.581	0.723	0.775	6	15.00%
2017	0.726	0.867	0.831	7	17.50%
2018	0.667	0.822	0.806	5	12.50%

续表 4.4

时间	综合技术效率	纯技术效率	规模效率	综合技术有效 企业数	综合技术有效 企业占比
2019	0.498	0.623	0.787	5	12.50%
2020	0.796	0.920	0.857	12	30.00%
均值	0.696	0.837	0.818	8.778	21.94%

从表 4.4 的各项均值中可以看出，2012-2020 年内我国金融支持生物农业产业的效率处于一个较低的水平。综合技术效率最大值为 0.861，最小值为 0.498，平均值为 0.696，从整体看存在一定的波动且距离实现 DEA 有效有一定差距。从达到综合技术有效的生物农业企业数量上看，每年效率较高的生物农业企业少之又少，综合技术有效企业占比除 2015 年达到 42.5%外，其余均在 30%及以下，表示在 2012-2020 年期间，金融体系与我国生物农业产业的匹配度较低，有较大的提升空间。

将测算出的三个效率值绘成折线图 4.1，可更直观地看到 2012-2020 年金融支持生物农业产业的效率变化趋势较为波动。综合技术效率在 2013 年有小幅下降后，2014 年和 2015 年开始上升，到 2015 年达到峰值 0.861，2015-2020 这几年来波动较大，先后经历了大幅下降，小幅上升再连续两年下降再上升的阶段。总体看金融支持生物农业产业效率并不稳定。

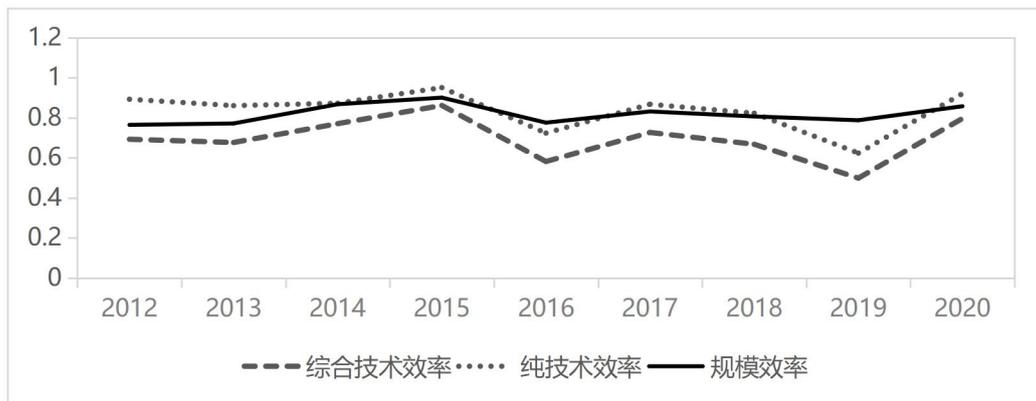


图 4.1 2012-2020 年效率值变化趋势

主要原因可能是，2012-2014 年存在金融危机、自然灾害和疫情等负面影响，

但生物农业企业仍获得了财政补贴减少了损失。到了 2015 年, 据《前瞻产业研究院生物技术行业报告》显示, 生物农业市场规模达到 1874 亿元, 占中国生物技术产业的 27.2%, 生物农业产业达到了发展的小高峰, 吸引了大批资本进入, 产业规模得到扩大。但 2016 年股市低迷, 且气象灾害较重, 多种原因作用在一起导致金融支持效率降低。2017 年初《“十三五”生物产业发展规划》发布, 由此产生的一系列国家政策号召吸引资本进入生物农业企业, 金融支持效率有所提升。2018-2019 年的下降可能是因为生物技术创新进入瓶颈期, 生物农业产业发展减缓, 抑制了资本进入, 金融支持减弱。2020 年中央一号文件指出, 加强农业生物技术研发, 增加绿色优质农产品供给。低质、低效的化学农业和石油农业被逐渐挤出, 高效、高质量的生物农业产业逐渐显现。同时, 育种、转基因作物等生物农业模式获奖, 吸引资本进入, 生物农业产业发展重新焕发活力, 为新时代全面推进乡村振兴奠定了基础。

综合技术效率是规模效率和纯技术效率的乘积, 纯技术效率表示投入指标的利用效率, 数值越大, 表明生物农业企业在金融支持体系下对金融投入的使用效率越高。由表 4.4 可知, 2012-2020 年生物农业样本企业纯技术效率的平均值为 0.837, 数值在 0.623-0.950 之间波动, 虽没有实现纯技术有效, 但高于综合技术效率, 从图 4.1 中可以看出, 二者波动情况非常相似。整体来看, 纯技术效率值略高于规模效率值, 表明生物农业产业金融支持体系的规模有待增强。另一方面, 由表 4.4 可知, 2012-2020 年金融支持生物农业产业的规模效率平均值为 0.818, 说明金融支持生物农业产业的规模效率没有达到最优, 最小值为 0.764, 最大值为 0.900, 波动幅度较小, 结合图 4.1 可以看到, 规模效率值在 2015 年达到最高点后又在 2017 和 2020 年达到小高峰, 和其他两个指标相比, 较为平稳。由以上分析可得出未达到 DEA 有效的主要原因是规模效率低, 扩大支持规模是目前使我国生物农业产业与金融更好结合的重要抓手。

4.4 金融支持效率动态变化

本节利用 DEAP 2.1 软件运算生物农业产业的 Malmquist 指数、技术进步值、综合效率变动值及其分解指数, 从而评价 2012-2020 年生物农业产业金融支持效率的动态变化情况, 将运行结果整理后如表 4.5 所示:

表 4.5 2012-2020 年金融支持生物农业产业效率动态变化情况

时间	综合技术效率 变动	技术进步	纯技术效率变动	规模效率变动	M 指数
2012-2013	0.984	1.061	0.963	1.022	1.044
2013-2014	1.156	0.787	1.007	1.149	0.911
2014-2015	1.164	1.036	1.116	1.044	1.206
2015-2016	0.628	1.281	0.743	0.845	0.804
2016-2017	1.314	0.771	1.217	1.079	1.013
2017-2018	0.916	1.019	0.932	0.983	0.934
2018-2019	0.715	1.079	0.738	0.968	0.771
2019-2020	1.705	0.913	1.550	1.100	1.557
均值	1.073	0.993	1.033	1.024	1.030

由表 4.5 可知，2012-2020 年我国金融支持生物农业产业效率的 Malmquist 指数均值为 1.030，M 指数是一个动态变化指数，数值大于 1 意味着 2012-2020 年我国生物农业产业的金融支持效率有所进步，整体来看，金融支持下的生物农业产业在规模效率和资源配置等方面有一定的提升。

M 指数又可分解为综合技术效率变动指数和技术进步指数两个指标。综合技术效率变动指数表示决策单元到金融支持体系前沿生产面的距离，技术进步指数表示前沿生产面移动情况。其中，综合技术效率变动在 0.628-1.705 之间浮动，虽然波动幅度较大，但平均上升了 7.3%，有上升趋势。而技术进步指数在 0.771-1.281 之间波动，波动幅度较小，平均值却下降了 0.7%。由此可见，金融支持生物农业产业的技术水平有待提升。从样本区间来看，8 个样本区间内有 4 个 M 指数小于 1，其中只有 2013-2014 年的技术变动指数小于 1，其余 3 个区间是综合技术效率变动指数小于 1。因此，2012-2020 年间部分 M 指数下降的主要是因为综合技术效率变动指数呈下降态势。综合技术效率变动指数可以表示为反映经营管理效率的纯技术效率变动指数和反映金融支持规模的规模效率变动指数的乘积。在综合技术效率变动指数下降的三个区间中，纯技术效率变动均低于规模效率变动，这表示应重点关注公司在管理水平等方面的提升。

将表 4.5 的五种指数绘成图 4.2，可直观地发现 2012-2020 年 M 指数因为综合技术效率变动指数的波动有一定的起伏，而综合技术效率变动指数的波动与纯技术效率的波动密切相关。生物农业产业金融支持的 M 指数有上升的态势，但技术进步指数有下降的趋势，可能的原因是生物农业产业在研发创新方面进展较慢，金融对生物农业产业的支持体系还需进一步完善，还需要创新出更为匹配生物农业产业的金融工具，以满足当前生物农业产业发展的金融需求。

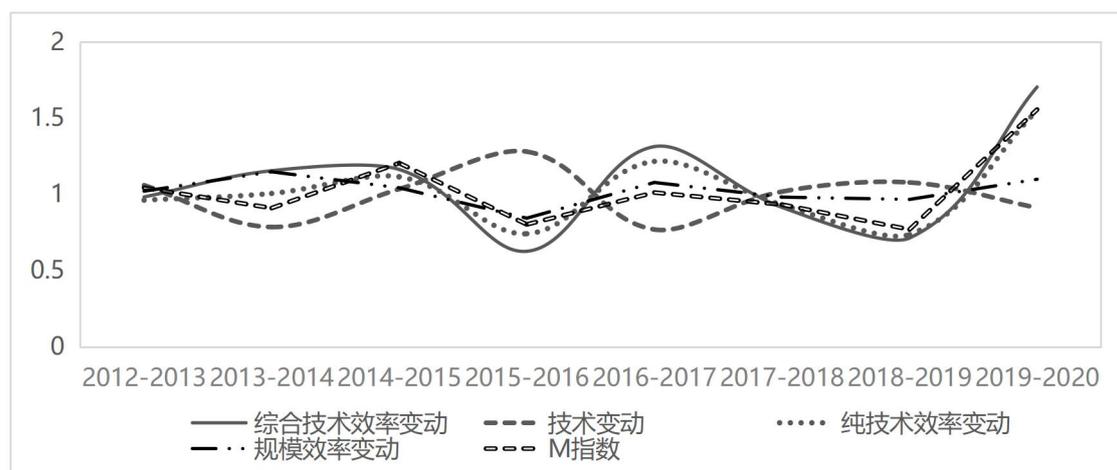


图 4.2 2012-2020 年生物农业产业金融支持的 M 指数分解图

5 金融支持生物农业产业发展效率影响因素分析

在对金融支持生物农业产业的静态和动态效率进行评价后,仅能得到产业金融支持的现状,要想寻求提升生物农业产业金融支持效率的办法,还需要找出影响生物农业产业金融支持效率的因素。因此本章将基于 DEA-BCC 模型测算出的金融支持效率值,继续分析金融支持生物农业产业效率的影响因素。

5.1 研究设计

5.1.1 变量的选取

生物农业产业的金融支持效率由投入指标和产出指标所决定,但对其产生影响的还有一些重要的环境因素,如金融市场发展程度和企业自身情况等方面。在阅读大量文献后结合生物农业产业特性,选择以下变量分析金融支持生物农业产业效率的影响因素。

(1) 金融业增加值增长率

金融市场发达与否体现了一国金融的发达程度,金融市场的发展程度也决定了产业获取资金的难易程度,金融市场越发达越能为生物农业产业的成长和壮大提供多种多样的金融支持,更有利于提高生物农业产业的金融支持效率。

(2) 研发投入占比

生物农业产业的发展依赖于生物技术的研发,研发投入的比值越大说明企业研发投入越强,公司管理者越重视研发活动,优秀的研发成果能够增强生物农业企业核心竞争力,吸引银行信贷等金融支持,进而开拓市场。

(3) 前十大股东持股比例

股权结构体现了大股东对上市公司控制权,在一定程度上反映了公司治理结构。股权集中在少数股东的手里,决策效率高公司的决策权较为集中,决议的效率也会得到提高,从而提高经营效率;当股权较为分散时,股东们可以起到相互监督和制约的作用,避免引发较为严重的利益侵占问题,使企业稳健经营。

(4) 公司年龄

在金融体系进行资源配置时，会倾向于将资源投入到存续时间更长的企业，因为其经验更丰富，同时也已有一定的品牌效益。本文采用生物农业企业的公司年龄这一变量来分析其对金融支持效率的影响。

(5) 企业资产规模

企业的资产规模可以直观地反映上市公司的发展程度，规模不同的公司管理水平和资源配置效率也会有差异，因此企业的资产规模是投资者们重点关注的指标之一。

表 5.1 金融支持生物农业产业效率影响因素变量

类型	名称	符号	定义
因变量	综合技术效率	OTE	生物农业的金融支持效率
	金融业增加值增长率	FGR	$FGR(t+1) - FGR/FGR$
	股权集中度	OC	前十大股东持股比例
自变量	研发投入占比	RD	研发支出/营业收入
	企业规模	ES	资产总额
	公司年龄	CA	观测年度-成立年度

5.1.2 模型的构建

在进行影响效率因素分析时，学术界通常采用 Tobit 模型或 Logit 模型进行回归，但 DEA 测度的结果均在 0 到 1 之间，且最大值为 1，若直接使用 Logit 模型回归，容易导致参数估计不准确。因此本文接下来选择 Tobit 模型分析我国生物农业产业金融支持效率的影响因素。Tobit 模型属于受限回归模型，因变量受到限制，而自变量则能够任意取值，可以对 DEA 模型测算效率时忽略的环境因素进行补充，使实证分析更为全面。Tobit 回归模型如式 5.1 所示：

$$y_i = \begin{cases} c_1, y_i^* \leq c_1 \\ x_i \beta + \varepsilon_i, c_1 \leq y_i^* \leq c_2 \\ c_2, y_i^* \geq c_2 \end{cases} \quad (5.1)$$

其中 i 为样本， y_i 表示因变量， x_i 表示自变量向量， β 表示相关系数， ε_i 表示扰动项。

本文构建面板 Tobit 模型，被解释变量为 DEA 模型测算出的综合技术效率值，分析所选的宏微观因素对生物农业金融支持效率的影响。将已选取的解释变量代入式 5.1 中，得到式 5.2:

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_1 FGR_{it} + \beta_2 OC_{it} + \beta_3 RD_{it} + \beta_4 ES_{it} + \beta_5 CA_{it} + \varepsilon_{it} \quad (5.2)$$

$$\varepsilon_{it} \sim N(0, \sigma^2), i = 1, 2, \dots, N, t = 1, 2, \dots, T$$

(1) 数据来源

本章的实证分析是基于第四章对金融支持生物农业产业效率测算的基础上进行的，因此实证样本仍为 2012-2020 年 40 家生物农业上市公司，部分数据来源于国家统计局官网。

(2) 描述性统计

2012-2020 年样本数据的描述性统计结果如表 5.2 所示，可以看出，标准差最大的是企业年龄这一指标，值为 4.727，说明样本生物农业企业虽均为上市公司，但成立时间差距较大。平均年龄约为 19 年，表明样本生物农业上市企业存续时间普遍较长。从各个指标的最大值和最小值可以看出，个别变量之间差异较为明显。

表 5.2 金融支持效率影响因素指标描述性统计

变量符号	变量名称	样本量	平均值	标准差	最小值	最大值
OTE	综合技术效率	360	0.696	0.245	0.158	1.000
OC	股权集中度	360	0.554	0.145	0.207	0.897
RD	研发投入占比	360	0.027	0.041	0.003	0.550
CA	公司年龄	360	19.070	4.727	6.000	33.000
FGR	金融业增加值增长率	360	0.118	0.045	0.065	0.202
ES	企业规模	360	22.270	1.018	20.260	25.420

5.2 研究假设

假设 1：生物农业企业的股权结构与金融支持效率正相关

股权结构反映公司治理结构，股权集中的企业，管理者协调企业内部各部门关系容易，决策效率高，减少了股权分散引发的代理问题，企业经营面对突发状况时也能迅速反应，因此得到假设 1。

假设 2：生物农业企业的研发投入比与金融支持效率正相关

生物农业产业的研发投入越多，证明决策者越重视研发能力的提升。优秀的研发是生物农业企业核心竞争力，可以吸引资本进入，所以得到假设 2。

假设 3：生物农业企业年龄与金融支持效率正相关

公司存续时间越长，越能积攒良好声誉，更易受到投资者信赖，从而提高金融支持效率，所以得到假设 3。

假设 4：生物农业公司规模与金融支持效率正相关

能够上市的企业大多资产规模较大，经营也越趋于多元化，风险控制能力和抗压能力随之增强，容易获得融资，所以假设公司规模越大，金融支持生物农业企业的效率越高。

假设 5：金融业的发展与我国生物农业产业的金融支持效率正相关

金融市场发展越好，外部融资环境对企业越有益，企业融资渠道得以拓宽，资源配置效率高，因此得到假设 5。

5.3 实证结果与分析

5.3.1 多重共线性检验

在进行回归前，需要确保解释变量之间不存在明显的多重共线性关系，因为这种关系会对 Tobit 模型结果产生误差，因此运用方差膨胀因子（VIF）参数对解释变量进行检验，结果如表 5.3 所示，VIF 均值为 1.180，且变量的 VIF 值处于 1.080-1.250 之间，数值均小于 10，说明解释变量之间不存在明显的多重共线性关系，为下一步 Tobit 回归结果的准确性提供了有力支持。

表 5.3 方差膨胀因子检验

变量名称	VIF	1/VIF
CA	1.250	0.797
ES	1.210	0.829
RD	1.080	0.928
FGR	1.190	0.843
OC	1.160	0.861
Mean VIF	1.180	

5.3.2 回归结果

对 40 家生物农业上市公司 2012-2020 年的面板数据进行 Tobit 回归，利用 Stata17.0 软件运行的结果如下表 5.4 所示：

表 5.4 金融支持生物农业产业效率影响因素的回归结果

变量名称	系数	标准差	Z 值	P 值
OC	0.452***	0.148	3.060	0.002
RD	0.417	0.459	0.910	0.364
ES	-0.043*	0.024	-1.780	0.076
CA	0.016***	0.006	2.950	0.003
FGR	2.091***	0.357	5.860	0.000
_cons	0.875	0.532	1.640	0.100

注：*P<0.1，**P<0.05，***P<0.01

由回归结果可以得出：

(1) 前十大股东持股比例（OC）的系数为 0.452，通过了显著性水平检验。假设 1 成立，说明生物农业企业股权越是集中在少数股东手里，金融支持效率就会越高。提高股权集中度能增强决策者控制力，公司运营效率更高。

(2) 研发投入占比 (RD) 的系数为 0.417, 没有通过显著性水平检验, 意味着重视研发给生物农业企业带来的金融支持有限, 假设 2 不成立。目前, 我国生物农业企业自主研发能力较弱, 成果转化慢, 资金占用时间长, 再加上知识产权保护机制有待完善, 导致增加研发投入对我国生物农业产业的金融支持效率的影响不明显。

(3) 公司年龄 (CA) 的系数为 0.016, 通过了显著性水平检验。假设 3 成立, 企业存续时间越久越易获得金融支持。本文选取的样本均为深主板和沪主板的上市公司, 描述性统计中可得出企业年龄均值约为 19 年, 经验积累丰富, 盈利能力、管理水平和市场运作能力等较强, 更易获得金融支持。

(4) 企业资产规模 (ES) 的系数为-0.043, 且在 10%的置信水平上显著, 假设 4 不成立, 说明公司规模越大, 生物农业产业金融支持效率越低, 可能是因为资产规模较大的生物农业上市公司可能在一定程度上会忽视资金管理, 更关注规模的扩张, 导致效益水平有所降低和资金利用效率低的情况。且生物农业企业规模过大也不利于快速转型, 从而降低了金融支持效率。

(5) 金融业增加值增长率 (FGR) 的系数为 2.091, 在 1%的置信水平上显著, 说明生物农业产业的金融支持效率受金融业发展水平影响较大, 假设 5 成立。金融市场发展得越好表明大环境越适合生物农业产业进行经济活动, 金融支持的效率也会得到提高。

5.3.3 稳健性检验

在进行 Tobit 回归后, 需对回归结果进行稳健性检验, 确证实证的稳定性。将第一次回归中的被解释变量换为第四章 DEA-BCC 模型测算出的规模效率值, 建立如式 5.3 的模型, 重新进行回归。

$$y_{it}^* = \beta_0 + \beta_1 FGR_{it} + \beta_2 OC_{it} + \beta_3 RD_{it} + \beta_4 ES_{it} + \beta_5 CA_{it} + \varepsilon_{it} \quad (5.3)$$

$$\varepsilon_{it} \sim N(0, \sigma^2), i = 1, 2, \dots, N, t = 1, 2, \dots, T$$

回归结果如表 5.5 所示, 除了企业规模的显著性有些许上升和股权集中度显著性有些许下降以外, 公司年龄、研发投入、金融业增加值增长率的显著性结果和之前保持一致, 证明第一次 Tobit 回归结果是稳健的。

表 5.5 稳健性检验回归结果

变量名称	系数	标准差	Z 值	P 值
OC	0.228**	0.111	2.050	0.041
RD	0.445	0.340	1.310	0.190
ES	-0.038**	0.018	-2.100	0.035
CA	0.014***	0.004	3.410	0.001
FGR	0.890***	0.270	3.320	0.001
_cons	1.190***	0.399	2.980	0.003

注：*P<0.1，**P<0.05，***P<0.01

6 提高我国生物农业产业金融支持效率的对策建议

6.1 结论

本文主要讨论生物农业产业金融支持效率情况和其影响因素,进行实证分析后得到以下结论:

DEA-BCC 模型测算的静态金融支持效率结果显示,2012-2020 年我国生物农业产业综合技术效率在 0.498-0.861 之间波动,纯技术效率值在 0.623-0.950 之间波动,均未实现有效。但在大多数年份纯技术效率值都略高于规模效率值,因此,提升我国生物农业产业金融支持效率应重点关注金融支持规模效率的提升。

Malmquist 指数测算的动态金融支持效率结果显示,2012-2020 年生物农业产业金融支持效率的 M 指数均值是 1.030,大于 1 表明总体趋势是有所上升的,但技术变动指数平均值未达到 1,下降了 0.7%,表明技术有所退步,可能的原因是生物农业产业在研发创新方面进展缓慢且与生物技术先进的国家仍有一定的差距,金融对生物农业产业的支持体系有待进一步完善,还需要创新出更为匹配生物农业产业的金融工具,以满足当前生物农业产业发展的金融需求。此外,在 3 个综合技术效率变动指数下降的时间段内,纯技术效率变动均低于规模效率变动,说明应着重提升生物农业公司的资金管理水平和加强资源配置能力。

Tobit 回归结果显示,金融支持生物农业产业效率受金融市场发展程度、企业经营年限和股权结构等指标的显著正向影响,而企业规模扩大对其有一定程度的负向影响;研发投入对金融支持生物农业产业的影响不显著,但有一定的正向作用。

6.2 政策建议

提升生物农业产业金融支持效率需要政府、金融机构、资本市场和生物农业产业共同发力,相互配合,完善金融支持体系,加强金融体系创新,使生物农业产业健康可持续地发展。结合前文的分析,本文将从以下几个方面提出政策建议。

6.2.1 完善政策支持体系

从 DEA 测算的金融支持生物农业产业效率结果的波动情况，可以分析出其金融支持效率在很大程度上会随着国家政策支持的变化产生起伏，因此政府应与市场协同合作，适度引导才能对生物农业产业金融支持效率的提升起到积极作用。

我国的生物农业起步较晚，在政策制定方面可以先借鉴国外的经验，结合我国生物农业产业的实际情况，因地制宜，走出一条有我国特色的生物农业产业政策性金融支持道路。宏观调控产业发展总体规划，加强知识产权保护力度，完善相关法律法规，建立生物农业行业标准，各地政府严格落实产业发展规划实施进度，使政策连续、精准地覆盖有需要的生物农业企业，为其提供稳定的发展环境。另一方面，要把握好政策性金融支持的力度，逐步减轻企业对政策的依赖，保留适当的引导和调节作用，让金融资源流入有需要的中小企业，保证金融支持的供需平衡的同时给生物农业产业自行发展的空间。

还应增加生物农业科技基地的数量，加强已有园区的建设。让生物技术研发、成果转化和政策支持等融为一体，为大型生物农业企业、优秀科研院所和政府有效的沟通和交流提供合适的平台，使生物技术、人才、金融和政策合力构建生物农业产业集群，从而更高效地促进生物农业产业发展。尤其要关注欠发达地区的生物农业产业发展，根据其区域特性，有针对性地进行扶持，增加生物农业科技园区建设，从而起到带动和辐射周边经济发展作用。

6.2.2 优化银行信贷服务体系

我国的银行体系制度严谨，流程较为规范，资金来源安全性高，我国金融体系也偏向于以银行为主导，银行信贷的支持是企业融资的重要方式之一，但目前对生物农业企业来说，还存在信贷门槛较高等问题，因此，银行应完善和创新信贷服务体系。

在信贷服务机制方面，银行应加强与生物农业企业的沟通，深入了解生物农业产业发展现状和产业特性，区分传统农业与生物农业，分析生物农业产业信息数据，制定专项信贷支持政策，建立与之匹配的信用评价体系，将企业未来的发展潜力等转化成具体的指标，结合传统信贷标准创新信贷服务体系，适当放宽对生物农业产业信贷服务标准，不仅要为大型的生物农业提供支持，也要助力中小企业研发，加强信贷支持力度，促进生物农业产业发展。

银行等金融机构可有针对性地为生物农业产业建立风险控制机制，精准地服务于生物农业产业。生物农业产业从技术研发、成果转化再到产品投放市场，需要长时间占用资金，且期间风险较高。银行可根据生物农业产业这一特性，结合信息化数字化手段建立生物农业企业专属数据库，及时跟踪生物农业企业活动情况，进而可以有效地控制风险，将主动权把握在手上的同时，也可放心地对生物农业企业进行信贷支持。

6.2.3 完善股权支持体系

我国资本市场还处于完善和发展阶段，在支持生物农业产业方面还存在很多问题，导致金融资源不能充足地供给到产业的发展，金融支持效率低，因此对多层次资本市场的需求逐渐加大。应完善股权支持体系，改变单一的融资渠道，拓展融资方式，加强市场监管，规范产业经营，提高生物农业产业股权融资效率。

目前，生物农业多以中小企业为主，主板上市的公司较少，股权融资门槛较高。应针对生物农业中小企业，创新中小板和创业板等上市制度，包括信息披露制度等，明确自身定位，灵活引导生物农业企业进入，解决门槛高和流程繁琐等问题，满足中小企业的融资需求。同时，主板也要激励优秀的生物农业企业上市，可以有针对性地制定上市计划，给优秀的生物农业企业进一步发展的空间，吸引更多投资者的关注。

生物农业企业的特性会吸引风险投资的进入，风险投资在提供充足的金融支持的同时还能分散风险，帮助初创企业稳定存续下去，促进产业创新。但目前风险投资的退出机制仍不健全，应尽快建立相应规范，使风险资本有序退出，去助力其他生物农业企业，提升资本利用率。同时要完善法律法规和风险投资体系，推动天使投资等金融活动，充分发挥风险投资在产业初创阶段的重要作用。

6.2.4 加强企业自身建设

生物农业产业的研发是重中之重，总体的研发水平也决定了产业发展的速度，优秀的研发成果能吸引更多资本的进入。回归结果显示，加大生物农业企业的研发投入对金融支持效率的影响有限，原因是生物农业企业创新能力不足，技术成

果转化较慢，针对这一问题，生物农业企业应该首先意识到技术研发的重要性，尽可能加大生物技术的创新，加强企业之间和科研院所的沟通交流，时刻关注国际生物农业研发动态，激发企业内部创新意愿。也可以通过并购、收购、参股等方式获得优秀技术成果和专业人才，提升金融支持生物农业企业效率。同时还应重点关注研发成果转化问题，全程进行严格的流程把控，深入市场调研，使产品成功落地。

恰当的股权结构安排可以使企业运作更加高效，降低营运成本，从而提升经营绩效和生物农业企业的金融支持效率，股权结构分散可能会导致代理问题的出现，影响应对危机的反应速度，降低经营效率，抑制资本的进入。实证结果也表明，股权集中度对生物农业企业的金融支持效率有显著的正向影响。应根据企业发展阶段动态地调整持有大比例股权的人数，激发股东的积极性，确保决策者与企业发展目标的一致性。另外在融资方式上，生物农业企业应在不同的发展阶段选择不同的融资方式，当处于初创阶段时，存在较大的资金缺口，过多的债务融资会增加企业经营风险，因此应合理利用政策性金融支持，适度吸引股权融资。生物农业企业处于成熟期时，企业已初具规模，风险承受能力较强，不满足单一的融资渠道，可利用发放企业债券和信用贷款等方式获得金融支持，提升资本利用率。

生物农业企业还应加强公司治理水平，提高资源的利用效率。实证结果也表明，生物农业企业金融支持的纯技术效率变动指数低，需要关注企业的资源配置问题，培养生物技术和金融的复合型人才，加强经营管理能力，生物农业企业应根据自身情况，结合国家产业政策和国内外市场动向，制定和调整公司发展战略，积极开发生物农业产品，控制生产成本的同时适度地扩大企业规模，深入市场调研，提升产品质量，占据市场份额。另外，在企业发展过程中要时刻对内部财务等进行监督，完善审计制度，将风险控制到最低，确保生物农业健康发展。

参考文献

- [1] Berardi M. Credit Rationing in Market with Imperfect Information[J]. American Economic Review, 2007,71(03):393-410
- [2] David Gladstone. The Benefits of Lending Relationships:Evidence from Small Business Data[J]. The Journal of Finance,2008,49(01):3-37
- [3] Po-Hsuan Hsu, Xuan Tian, Yan Xu. Financial development and innovation: Cross-country evidence[J]. Journal of Financial Economics,2014,112(01)
- [4] Rajan R., Zingales L. Financial Systems, Industrial Structure, and Growth [R].Mimeo, University of Chicago.1999
- [5] Riportella C., Casasola M J, Samartín M. Do banking relationships improve credit conditions for Spanish smes? [J]. Business Economics Working Papers, 2005,8(04);445-462
- [6] Rioja,Valev. Finance and the Source of Growth at Various Stages of Economic Development[J]. Economic Inquiry,2016,42(01):127-140
- [7] Li Xu,Junlan Tan. Financial development, industrial structure and natural resource utilization efficiency in China[J]. Resources Policy,2020,66(C)
- [8] Charnes A.,Cooper W.W.,Rhodes E.. Measuring the efficiency of decision making units[J]. European Journal of Operational Research,1978,2(6):429-444
- [9] R.Fare,andS.Grosskopf. Malmquist Productivity Indexes and Fisher Productivity Indexes [J]. The Economic Journal, 1992, 102(410):158-160
- [10] Rajiv D. Banker,J. David Cummins. Performance measurement in the financial services sector: Frontier efficiency methodologies and other innovative techniques[J]. Journal of Banking and Finance,2010,34(7):1413-1416
- [11] 陈龙,王楠,冯丽丽. 金融发展、产业结构优化与农村经济增长关联性研究——基于面板VAR模型的实证分析[J]. 当代经济管理, 2020, 42 (03) :90-97
- [12] 曹程,张目. 中国新一代高新技术产业金融支持水平与效率评价研究——来自上市公司的证据[J]. 科技管理研究, 2021, 41 (21) :38-46
- [13] 高芸,赵芝俊. 我国农业颠覆性技术创新的可能方向与路径选择[J]. 改革,

2020(11):98-108

- [14] 韩志慧,唐柳,张巧利,张晓东,于金海. 促进天津市生物农业产业发展的对策探讨[J]. 农业科技管理, 2015, 34(03):87-90
- [15] 胡吉亚. 科技金融助力战略性新兴产业高端化的逻辑、绩效与着力点[J]. 北京社会科学, 2021(07):84-97
- [16] 黄海霞,张治河. 中国战略性新兴产业的技术创新效率——基于DEA-Malmquist指数模型[J]. 技术经济, 2015, 34(01):21-27+68
- [17] 黄季焜,胡瑞法. 中国种子产业:成就、挑战和发展思路[J]. 华南农业大学学报(社会科学版), 2023, 22(01):1-8
- [18] 黄颖. 金融支持新能源汽车产业发展效率评价与影响因素研究[D]. 山东大学, 2020
- [19] 何继业. 我国战略性新兴产业金融支持体系构建论略[J]. 山东社会科学, 2016(11):160-164
- [20] 季凯文,钟静婧. 我国生物农业发展的现实基础与路径选择[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(14):1-4
- [21] 刘世锦. 为产业升级和发展创造有利的金融环境[J]. 上海金融, 1996(4):3-4
- [22] 刘维捷,乌东峰. 我国涉农战略性新兴产业金融支撑现状及实施要务[J]. 湖南师范大学社会科学学报, 2017, 46(02):78-83
- [23] 刘熙东,陈铃诗,徐汉虹. 基于专利信息的生物农药发展现状及趋势分析[J]. 农药, 2017, 56(06):400-404
- [24] 冷燕,孙康泰,刘倩倩,蒲阿庆,李翔,万向元,魏珣. 全球基因编辑作物监管趋势研究[J]. 中国生物工程杂志, 2021, 41(12):24-29
- [25] 李萌,杨扬. 经济新常态下战略性新兴产业金融支持效率评价及影响因素研究[J]. 经济体制改革, 2017(01):129-135
- [26] 李潇颖. 金融发展、技术进步与产业结构升级关系的实证研究[J]. 特区经济, 2018(01):140-144
- [27] 李婧雯. 农业生物技术产业化发展问题研究[J]. 农业经济, 2021(07):12-14.

- [28] 李俊, 姜昕, 马鸣超. 新形势下微生物肥料产业运行状况及发展方向[J]. 植物营养与肥料学报, 2020, 26(12):2108-2114
- [29] 林敏. 农业生物育种技术的发展历程及产业化对策[J]. 生物技术进展, 2021, 11(04):405-417
- [30] 廖继胜, 刘志虹, 郑也夫. 文化制造业的科技金融支持效率及其影响因素研究——基于长江经济带省际面板数据[J]. 江西社会科学, 2019, 39(10):37-49+254
- [31] 马军伟, 王剑华. 战略性新兴产业发展的金融支持效率——基于长三角地区的比较分析[J]. 中国科技论坛, 2019(10):52-58
- [32] 裴瑞敏, 张超, 陈凯华, 魏雪梅. 完善我国农作物种业国家创新体系 促进创新链产业链深度融合[J]. 中国科学院院刊, 2022, 37(07):967-976
- [33] 潘海峰, 程文, 张定胜. 金融支持实体经济发展的效率测度及其空间效应分析[J]. 统计与决策, 2022, 38(08):139-143
- [34] 蒲阿庆, 罗洁, 冷燕, 郭松豪, 张宏翔, 吴锁伟, 万向元, 魏珣. 生物经济背景下我国农业高质量发展路径研究[J]. 世界科技研究与发展, 2022, 44(06):778-789
- [35] 濮振宇, 冉志平, 刘明, 朱银城, 彭霞, 谭珺隽, 邵中保, 鲍伯胜, 邓兵. 我国生物农业发展势态及推进策略[J]. 安徽农业科学, 2021, 49(06):244-246
- [36] 钱燕. 风险投资对新兴产业发展的影响研究——新三板生物医药企业的证据[J]. 经济问题, 2020(10):38-45
- [37] 宋春. 农业生物技术在我国相关的产业化发展现状及前景探讨[J]. 生物技术世界, 2014(10):46
- [38] 唐倩倩, 张目, 赖辉. 基于DEA的战略性新兴产业金融支持效率评价——以生物产业为例[J]. 贵州工程应用技术学院学报, 2015, 33(02):119-125
- [39] 王宇, 沈文星. 我国作物转基因技术创新与产业化推广[J]. 南京林业大学学报(人文社会科学版), 2014, 14(02):107-112
- [40] 王朝晖. 基于DEA的中国海洋产业金融支持效率研究[J]. 社会科学战线, 2015(05):254-258
- [41] 王竞, 胡立君. 金融支持对战略性新兴产业发展的影响研究——来自湖北省

- 上市公司的证据[J]. 湖北社会科学, 2019(01):56-61
- [42] 王蕙. 新时期金融支持战略性新兴产业发展困境及对策——基于政府推动视角[J]. 理论探讨, 2019, (05):123-128
- [43] 王淑荣. 农业与生物产业融合发展研究——以辽宁为例[J]. 牡丹江大学学报, 2018, 27(07):16-19
- [44] 吴晓燕, 陈方, 丁陈君, 孙裕彤. 全球生物经济现状、趋势与融资前景分析[J]. 中国生物工程杂志, 2021, 41(10):116-126
- [45] 熊正德, 林雪. 战略性新兴产业上市公司金融支持效率及其影响因素研究[J]. 经济管理, 2010, 32(11):26-33
- [46] 熊正德, 顾晓青. 财务柔性、投资效率与企业价值——基于数字创意产业上市公司的经验证据[J]. 中国流通经济, 2022, 36(01):80-91
- [47] 解伟, 刘春明. 生物育种产业化面临的机遇与政策保障[J]. 生物技术通报, 2023, 39(01):16-20
- [48] 谢婷婷, 赵莺. 科技创新、金融发展与产业结构升级——基于贝叶斯分位数回归的分析[J]. 科技管理研究, 2017, 37(05):1-8
- [49] 杨力, 杨凌霄, 张紫婷. 金融支持、科技创新与产业结构升级[J]. 会计与经济研究, 2022, 36(05):89-104
- [50] 杨婧, 宋微, 张舒逸. 生物农业产业国内外发展现状对比分析[J]. 现代农业科技, 2020, (14):227-228
- [51] 张辉娟. 生物农药企业融资策略思考[J]. 纳税, 2020, 14(02):190+193
- [52] 张文. 加快生物育种研发应用 推进农业科技自立自强[J]. 中国农业科技导报, 2022, 24(12):8-14
- [53] 张健. 中国重要农作物生物育种产业化应用的展望[J]. 中国农业科技导报, 2022, 24(12):15-24
- [54] 周蒙. 中国生物农药发展的现实挑战与对策分析[J]. 中国生物防治学报, 2021, 37(01):184-192
- [55] 周杨, 邓名荣, 杜娟, 宋仲骞, 吴清平, 朱红惠. 我国农业微生物产业发展研究[J]. 中国工程科学, 2022, 24(05):197-206

后 记

时间的车轮滚滚向前，不会为任何事物停留。这一刻所有的酸甜苦辣都被时光抛下，只留下记忆中的星星点点。三年前研究生线上复试的每个环节都还历历在目，感谢兰州财经大学给了我再次做学生的机会。谢谢学校领导及老师们三年来的教育和保护，让我们学有所得的同时成功挺过了疫情的考验。此刻的我是满足的，充满感恩的，因为在和兰财共同成长的时光里，我得到了更多的爱，师徒之爱、家人之爱、友情之爱……

感谢我的导师史亚荣教授，您是外在美与内在美的结合，天使般的脸庞下有一颗菩萨般的心肠，从不发脾气，温柔和善，有求必应，关心学生身心健康，疫情期间还会陪发烧的弟子去医院，是我们在兰财最坚实的保护伞。在学术上给予我清晰专业的指导，引领着只有数学专业背景的我领略金融的浩瀚世界。一日为师，终身为母，无论今后走向哪里，我永远是您孩子；

感谢我的家人。父母无微不至地关心，让我成为世界上最幸福也是最幸运的人；感谢哥哥韩成吉在我学习和求职上的指导，经常会感叹有哥哥在真好；感谢泡泡，见证了我考研，读研，找工作，这些年只要压力大时抱抱你，看着你，就会扫走我的大片阴霾，谢谢你的可爱；

感谢我的朋友们，尤其是我的舍友，给予我快乐和力量，让我成长；更感谢师兄师姐们，像灯塔指引我方向；

感谢所有努力生活，素未谋面的陌生人，是大家一起让这个世界变得美好。

感谢一切的一切。

最后感谢学术界的前辈们，让我的论文得以站在巨人的肩膀上完成，不求本文能为农业和金融发展贡献微尘般的力量，惟愿我国科研事业蒸蒸日上，硕果累累，祖国母亲繁荣昌盛，千秋万代，生生不息，万万年年。