·经济学研究·

DOI:10.20004/j.cnki.ujn.2023.05.009

基于系统动力学的产融结合提振高技术产业发展研究

梁 筱,王传荣

(山东财经大学 经济学院,山东 济南 250014)

[摘 要]在建设制造业强国和经济高质量发展的时代背景与目标要求下,高技术产业持续健康发展的作用日益凸显,更加需要产融结合为其提供有效支持。采用系统动力学的方法,对产融结合提振高技术产业的发展的影响路径和作用进行探究,划分出技术创新、企业经营、国际竞争三个子动力系统,并对系统内各影响要素进行因果关系分析;采用2010—2020年高技术产业年鉴数据,构建高技术产业发展指标评价体系和系统模型方程,并进行检验和模拟仿真。研究结果表明:产融结合将产业资本与金融资本有效结合并与产业发展的各要素环节紧密联系、互相渗透,通过技术创新、企业经营、国际竞争等途径为高技术企业发展提供长久持续动力,最终实现高技术产业发展。

[关键词]产融结合;高技术产业;系统动力学

[中图分类号]F062.9 [文献标识码]A [文章编号]1671-3842(2023)05-0081-12

一、引言

党的二十大报告对我国未来五年的国家建设目标提出了重要指示,要实现“经济高质量发展取得突破,科技自立自强能力显著提升”。高技术产业是当前各国经济发展的发动机,大力推动高技术产业发展,促进我国由制造业大国向制造业强国迈进,是我国经济高质量发展的必由之路。从现实层面来看,当前高技术产业的发展面临着许多制约因素,特别是与其发展特点、需求相适应的融资机制与体系尚未建立健全,导致高技术企业面临研发经费短缺、投资结构不合理等困境;另外,以银行信贷为主的间接融资体系,由于存在信贷风险、逆向选择、道德风险等因素,导致中小规模的高技术企业面临“融资难、融资贵”等难题,从“源”到“流”,均缺乏资本的系统支持。

作为解决这一难题的方法之一,产融结合受到越来越多学者的关注。关于产融结合内涵,源于谢杭生在《产融结合研究》一书中①,将其定义为“产业部门与金融部门的资本融合”。后又有学者对产融结合内涵做出解释并进一步延伸细化,除了主张产业部门和金融部门之间资本的相互结合外,也提出是工商产业和金融业通过股权关系相互渗透、相互转化的活动,更有学者进一步认为是产业资本与金融机构之间通过相互参股、持股、控股等方式进行的内在结合或融合②。对于金融

[作者简介]梁筱,山东财经大学经济学院博士研究生;王传荣,山东财经大学经济学院教授、博士生导师。

①谢杭生:《产融结合研究》,北京:中国金融出版社,2000年版,第1页。

②许天信,沈小波:《产融结合的原因、方式及效用》,《厦门大学学报》(哲学社会科学版),2003年第5期;杨莲娜,张庆亮:《产融企业集团:德国的实践及其对中国的启示》,《经济与管理》,2005年第7期;蔺元:《我国上市公司产融结合效果分析——基于参股非上市金融机构视角的实证研究》,《南开管理评论》,2010年第5期。

支持高技术产业发展的影响效果,许多学者都做出了探索,并给予充分肯定。彭建娟、陆菁和陈飞、李玉山等均指出,金融支持可以通过降低企业流动性风险、增加技术创新投入、降低融资成本等支持高技术产业技术创新的进步[①]。另外,在金融业不断发展过程中,通过新的金融模式和手段增加企业R&D经费来促进高技术企业创新[②]。李俊霞等发现,科技金融作为金融发展的新兴产物,对于创新型经济具有明显的推动作用[③]。此外,高技术产业的发展也为金融业的扩张提供了土壤。张桢和李露发现我国高技术产业的发展,一方面促进了银行信贷的扩张,另一方面,金融供给资源的丰富对高技术产业的发展产生明显的引导和促进作用[④]。

产融结合不同于传统金融支持,对于高技术产业而言,并不能凭借一次输血,而是需要构建起长期稳定的造血机制,与产业发展各环节要素紧密相连。鉴于此,本文利用系统动力学方法,将各类影响因素纳入同一复杂系统综合进行考量,考虑产业的发展特性和产业成长的基本路径,结合产业发展规律,实证检验产融结合提振高技术产业发展的动力作用机制和影响路径,为促进高技术产业的长久健康发展机制提供有益探索。

二、产融结合提振高技术产业发展的系统结构与动力分析

系统动力学(System Dynamics,SD)理论创立于1956年,由美国麻省理工学院教授Jay W. Forrester提出。该理论注重系统性,强调发展、联系、运动的观点,因此常被用来解释复杂系统结构和其动态变化行为。

产融结合对于高技术产业发展的提振作用,是一套复杂且富有逻辑的动力系统,并且具有明显的因果和相互作用关系。因此,利用系统动力学方法,对产融结合提振高技术产发展的动力作用进行分析,可以有效揭示高技术企业发展过程中,各因素的相互影响关系和作用效果,并清晰展示产业发展的路径。

(一)产融结合与高技术产业发展的动力系统分析

结合高技术企业生产经营的现实情况,本文将高技术产业的发展这一复杂系统,划分为技术创新、企业经营、国际竞争三个子动力系统,如图1所示。

1. 技术创新动力

技术创新动力是指能够促进高技术产业发展的,由各类技术创新要素构成的动力系统。高技术产业的性质及其产业化的过程实践充分说明,科学技术的创新和发展对高技术产业的成长壮大具有不可替代的重要作用,是高技术产业发展的重要内在动力。高技术产业产生、成长的整个生命过程中,始终伴随技术创新。高技术企业创新能力的强弱决定了企业发展的长久水平。通过技术创新活动,企业进入并占据市场,获得利润,为延续这一地位,企业增加创新的要素投入,对技术

①彭建娟:《金融发展对中国高技术产业技术创新模式的影响》,《技术经济》,2014年第9期;陆菁,陈飞:《金融创新对我国高技术产业出口复杂度的影响分析》,《国际经贸探索》,2015年第5期;李玉山,陆远权,王拓:《金融支持与技术创新如何影响出口复杂度?——基于中国高技术产业的经验研究》,《外国经济与管理》,2019年第8期。

②米展:《金融发展对企业技术创新模式影响研究——基于中国高技术产业的实证分析》,《审计与经济研究》,2016年第6期。

③李俊霞,张哲,温小霓:《科技金融支持高新技术产业发展的实证研究——基于系统动力学方法》,《中国管理科学》,2016年第11期。

④张桢:《我国高技术产业发展、金融结构优化与产业升级——基于最优金融结构理论的实证分析》,《工业技术经济》,2016年第2期;李露:《高技术产业与金融供给侧协同发展关系研究》,《科学管理研究》,2019年第2期。

进行再创新，促进新产品的研发和问世，进一步提高市场的占有率，随后进行规模化生产经营来降低企业成本。这一过程中，原有的市场均衡被打破，产业内的众多企业纷纷通过不间断创新活动来获取更大利润，进而带动整个产业技术水平的提高。

技术创新动力可以分解为创新投入和创新产出两个方面的要素。创新投入反映出企业的研发投入水平，是科技创新活动的起点，直接影响了企业的创新产出能力；创新产出体现企业当前的科技发展水平和技术创新成果的经济价值。创新投入包括资金投入和人才投入，由于高技术产业是知识、技术和资金密集型产业，因此企业对研发人才和研发资金需求极高。有了人才聚集才能有新技术的诞生；具备研发资金，企业才能加大新产品开发经费和设备投入。在创新资金投入下，企业可以完成技术转移，引进获得新技术，并对新技术加以消化、吸收和创新，逐步实现与企业自有研发创新的融合，加速实现将专利、知识、技术转化为现实生产力。通过创新投入和技术转移，高技术企业的创新产出不断提高，技术再创新的步伐提速，企业规模和产业规模不断扩大，进而促进了高技术产业的发展。因此，产融结合活动为高技术企业提供充足的资本支持，一方面提高资本的配置效率，另一方面也为R&D活动、吸引人才、购买技术设备等提供强有力的保障，促进高技术产业发展。在技术创新子动力系统内，创新投入使用R&D人员、有R&D活动的企业数两个指标衡量；创新产出使用新产品开发数、专利申请数两个指标衡量。

2. 企业经营动力

企业经营动力是指能够促进高技术产业发展的，由企业内部各类经营要素构成的动力系统。企业是高技术产业中的经营与创新主体，出于利润最大化和提高市场占有率的需要，企业间会产生竞争行为，竞争能力强的企业可以占据更多的市场份额，进而扩大经营规模。企业规模的扩大会带动产业规模的扩张，进而推动上下游产业的发展，使得市场规模和需求进一步增加。扩大的新市场，会吸引更多的企业加入，产业内企业间的竞争会更加激烈，从而形成良性循环。

企业经营动力可以分解为行业规模和企业效益两个方面的要素。行业规模可以体现出高技术产业在从业人员、企业数量等产业经济存量方面的情况。行业规模主要由行业内的企业数和从业人数来反映；企业数量越多，从业人数越多，行业发展的规模越大、成熟度越高。企业效益是企业创造的经济效益和社会效益的综合体现，表现为企业的自身盈利能力，可以由营业收入和利润额来反映。产融结合的实施可以引导社会各类资本更加高效地投向高技术领域，催化高技术企业在国内主板和中小企业板上市，也可以有效拓宽金融资本进入产业的渠道，实现资本内部化，缓解高技术企业发展的融资约束，助力企业有效竞争和规模扩张，促进高技术产业的发展。在企业经营动力子系统内，行业规模使用高技术企业数和从业人员平均数两个指标衡量；企业效益使用营业收入和利润总额两个指标衡量。

3. 国际竞争动力

R&D活动与其他经济活动一样，受市场需求的引导。随着经济发展水平的提高，市场中对于高技术产品的需求也在不断扩大，高技术企业的生产经营以市场为导向，市场需求越大，企业的收益空间就越大。在开放的国际市场中，中国的高技术企业面临广阔的国际市场需求和激烈的国外竞争，产品的科技含量越高，质量越好，就越能满足国际市场的需求，国际竞争力就越强。为应对激烈残酷的国际竞争，高技术企业需要持续稳定的资金投入技术研发当中。产融结合可以为高技术产业引来源源不断的金融“活”水，帮助企业优化资源配置，提高R&D投入，进而提升产品的国际竞争力和产业链价值，实现整个高技术产业的发展。在国际竞争动力子系统内，国际竞争力由总出口额、新产品出口额、新产品销售收入三个指标来衡量。

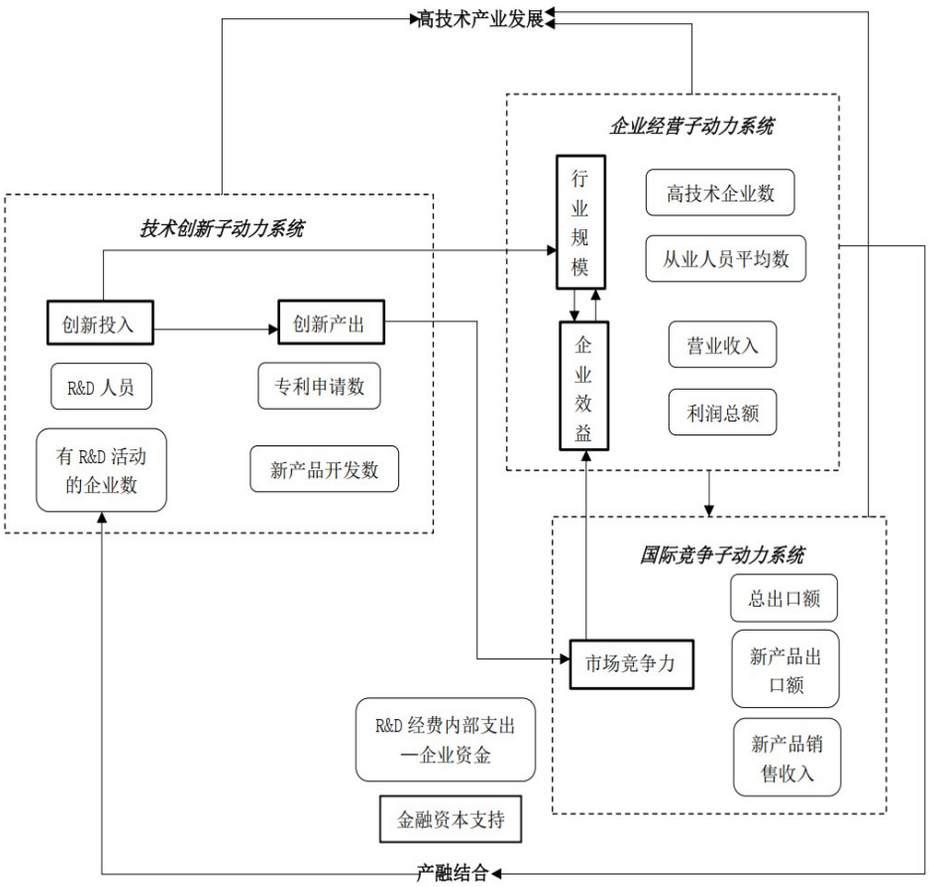


图1　产融结合与高技术产业发展的系统动力示意图

三、产融结合提振高技术产业发展的系统动力学模型

(一)模型假设与边界

1. 基本假设

本文的基本假设如下：

(1)高技术产业的发展是一个连续的、渐进的过程。

(2)不考虑战争、自然灾害、地区冲突等不可抗力因素对高技术产业发展的影响。

(3)高技术产业的研发投入来自于企业内部获得的资金和企业通过产融结合形式获得的资金支持。

(4)高技术产业虽然具备自主创新能力,但仍需要通过技术转移方式获得更多科技进步资源。

(5)市场对高技术产业产品的需求来源于全球消费者的购买。

2. 模型边界

影响高技术产业发展的因素众多,且各个因素间存在着相互作用。若将所有因素考虑其中,系统会非常复杂,因此确立系统的边界十分重要。根据将产融结合作为重要支持手段,将技术创新、企业经营、国际竞争作为全方位驱动力,促进高技术企业发展质的提升,最终推动高技术产业高质量发展,实现量变到质变,“质变再推动量变”的升级这一动力传导思路,本文将产融结合提振高技术产业发展的系统动力学模型边界设定为技术创新子动力系统、企业经营子动力系统和国际

竞争子动力系统三部分。

（二）因果关系分析

系统动力学的因果关系图，是从系统要素之间的因果关系出发，通过建立因果回路，反映要素之间的因果和反馈关系。在技术创新子动力系统中，以专利申请数和新产品开发数为代表的创新产出的增加，能够提升高技术企业创新效益，通过高技术产业效益整体提升，实现高技术产业的发展。伴随着高技术产业的发展，对金融资本需求更加旺盛，需要长期、稳定的金融资本投入产业。通过产融结合，更多资金流入高技术企业，增加企业在R&D经费、R&D人员和技术转移支付上的投入，进而提高创新产出。技术创新子动力系统的因果关系如图2所示。

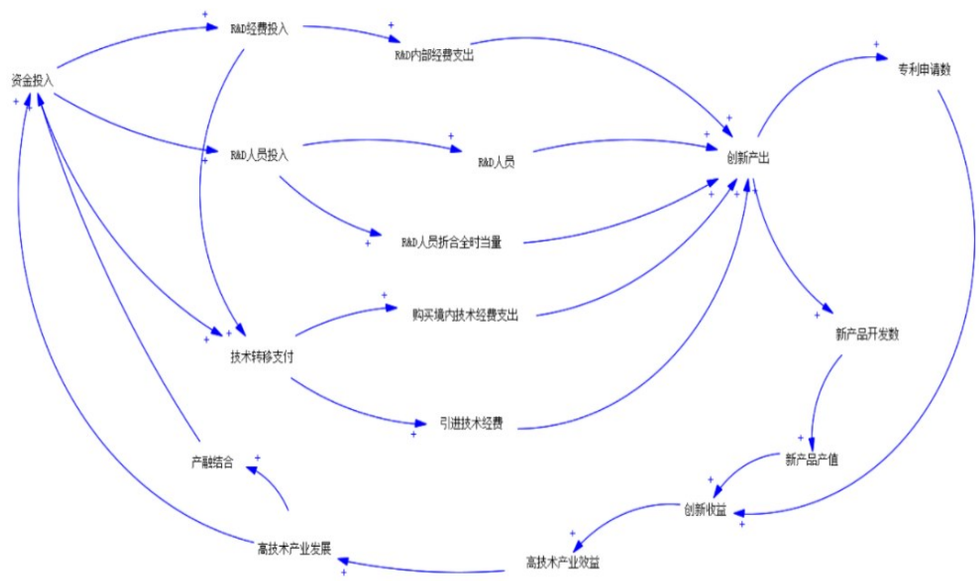


图2　技术创新子动力系统因果关系图

在企业经营子动力系统中，以专利申请数和新产品开发数为代表的创新产出的增加，能够令企业获得丰厚的收益，提高高技术企业营业收入和利润总额，提高高技术产业效益，实现高技术产业的发展。R&D经费投入和人员投入的增加，可以吸引更多人才和资源向高技术产业流动；也会直接促进高技术产业中企业的规模化经营，提高竞争效率，促进高技术产业发展。技术创新子动力系统的因果关系如图3所示。

在国际竞争子动力系统中，以专利申请数和新产品开发数为代表的创新产出的增加，有效提升了产品的国际竞争力，满足了国际市场的需求，企业的出口额不断增加，提高了高技术产业效益；同时，得益于产融结合的实施，产业规模不断扩大，催生出丰厚的市场需求，也为高技术产业的持续健康发展带来了更多机遇。国际竞争子动力系统的因果关系如图4所示。

产融结合提振高技术产业发展的三个子动力系统之间，内部要素互为因果、互相作用，并且不断进行着资金、知识、信息等的传递与交换，使得高技术产业成长动力系统成为一个复杂且健康运转的系统。基于此，本文将三个子动力系统结合起来，构建产融结合支持高技术产业发展动力系统因果关系模型，如图5所示。

该动力系统主要有以下闭合回路构成：

（1）产融结合→资金投入→R&D投入/技术转移支付→创新产出（专利申请数量/新产品开发数量）→企业收益（营业收入/利润总额）→高技术产业效益→高技术产业发展→产融结合。该条正反馈回路体现出，高技术企业出于自身收益进行的创新投入，带来的整体产业效益的提高是产业发展的重要动力。

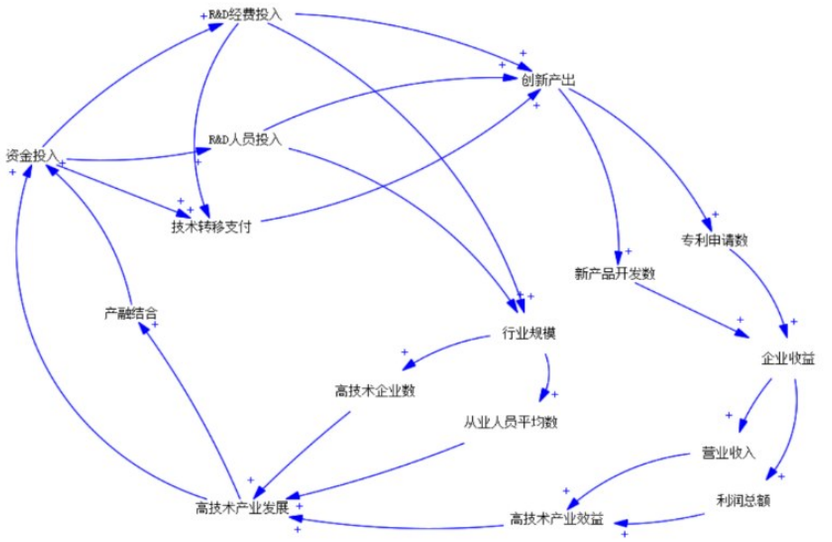


图3　企业经营子动力系统因果关系图

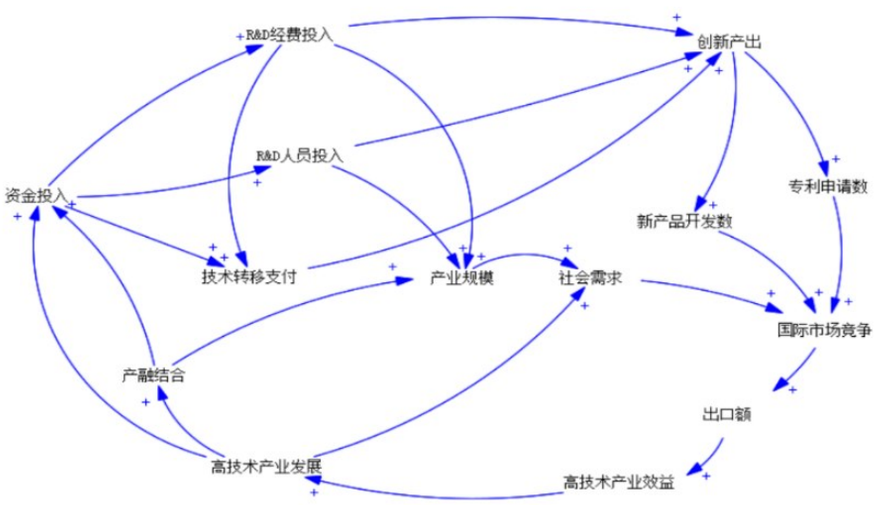


图4　国际竞争子动力系统因果关系图

(2)产融结合→资金投入→R&D投入/技术转移支付→创新产出(专利申请数量/新产品开发数量)→新产品产值→创新收益→高技术产业效益→高技术产业发展→产融结合。该条正反馈回路体现出,除了营业收入、利润总额等企业经营收益,创新收益也可以促进整体产业效益的提升。

(3)产融结合→资金投入→创新产出→国际市场竞争→出口额→高技术产业效益→高技术产业发展→产融结合。该条正反馈回路指出了高技术产业效益提升的另一重要途径,即高技术企业积极参与国际市场竞争,实现出口额的增加,带动产业整体发展。

(4)产融结合→资金投入→产业规模→市场需求→国际市场竞争→高技术产业效益→高技术产业发展→产融结合。该条正反馈回路不同于上述三条,它展现的是产业整体规模发展扩大后,高技术产业更加从容应对国际市场激烈竞争,进而促进产业发展的路径。

(5)产融结合→资金投入→产业规模(高技术企业数/从业人员平均数)→高技术产业发展→产融结合。该条正反馈回路环节较少,体现出我国高技术产业中企业数量和从业人员数量的增加对产业整体规模的壮大和产业发展的助力作用。

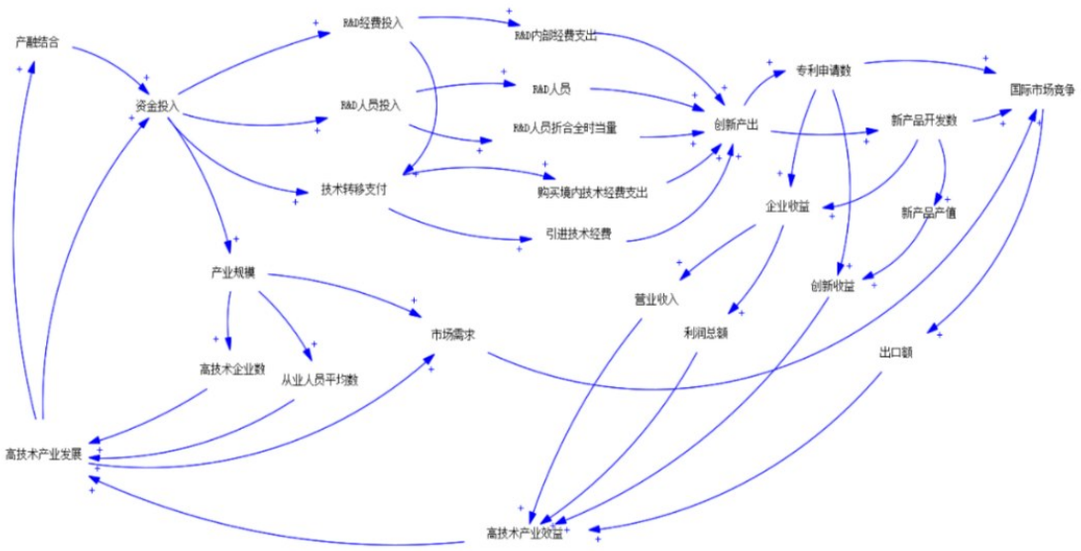


图5　产融结合支持高技术产业发展动力系统因果关系图

(三)模型构建与方程设计

1. 系统流图

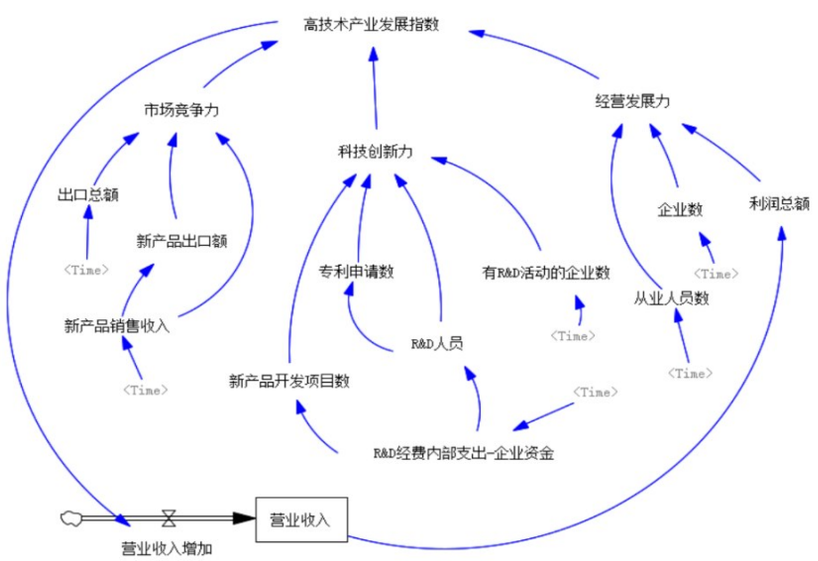


图6　产融结合支持高技术产业发展流图

根据系统动力学的理论,若要对高技术产业发展动力进行更加有效精准的分析,清晰地反映资本、技术等创新要素资源在整个系统内的变化过程,以及各系统变量动态变化的累积作用和逻辑关系,需要建立系统流图,对系统进行定量描述分析。需要说明的是,系统流图重在体现可操作性和验证性,考虑到数据的清晰性和可获得性,系统流图以因果关系图的逻辑关系为基础,经过对变量数据的调整与筛选,进行了简化与调整,具体如图6所示。

2. 主要变量与指标

系统动力学模型中,常见的变量有状态变量、速率变量、辅助变量和常量。产融结合提振高技术产业发展动力系统中,状态变量只有一个,为高技术企业营业收入,该状态变量可以有效地反映

高技术产业的发展规模和效益。与状态变量相对应,速率变量为营业收入增加额,状态变量会对速率变量数值产生影响。其余变量均为辅助变量或者常量,详见表1。需要特别说明的是,R&D经费内部支出是高技术产业企业实施R&D活动实际发生的经费支出,按来源可分为政府资金与企业资金,本文考察产融结合为高技术企业带来的资金资本供给效果,因此选取企业资金来源部分。

表1　模型变量

序号	变量名称	变量简称
1	新增营业收入(Revenue)	R
2	营业总收入(Total Revenue)	TR
3	新产品开发项目数(New Products)	NP
4	专利申请数(Patent Applications)	PA
5	R&D人员(R&D Personnel)	RDP
6	新产品销售收入(Sales Revenue of New Products)	SRNP
7	新产品出口额(Exports of New Products)	ENP
8	出口总额(Exports)	TE
9	企业数(Number of Enterprises)	NE
10	从业人员数(Number of Employed Personnel)	NEP
11	R&D经费内部支出—企业资金(Self-raised Funds by Enterprises)	SFE
12	有R&D活动的企业数(Number of Enterprises Having R&D Activities)	NREDA
13	利润总额(Total Profit)	TP

本研究采用2010—2020年的中国高技术产业的相关数据,数据来源于《中国高技术产业年鉴》。由于2018年未发布高技术产业统计年鉴,因此2017年部分数据源于《中国科技统计年鉴》,剩余部分缺失数据采用插值法补齐,具体数据如表2所示。

参考其他学者研究成果以及前述因果关系图①,本文将高技术产业发展指标体系分为国际竞争力、科技创新力、经营发展力三个方面,共计10个指标,如表3所示。

3. 指标权重确定

在分析各个指标间相互关系及各指标在高技术产业发展系统中所占比重时,本文借鉴杨丽和郭芸的做法②,采取熵权法来确定指标权重。具体计算结果如表4所示。

4. 数据无量纲处理

高技术产业发展系统中,由于指标的性质、量纲、数量级等特征均存在一定的差异,10个变量的单位并不一致,因此变量间无法进行直接比较。基于此,本文采用均值法对各个指标数据进行无量纲化处理,消除不同指标之间因属性不同而带来的影响,但同时又能保留各个变量数据的特征,从而使结果更具有可比性。

①赵玉林,李文超:《主导性高技术产业成长的系统动力学研究》,《经济问题探索》,2009年第5期;胡军燕,朱桂龙,马莹莹:《开放式创新下产学研合作影响因素的系统动力学分析》,《科学学与科学技术管理》,2011年第8期;温小霓,张哲:《基于系统动力学的科技金融支持科技发展研究》,《科学管理研究》,2017年第5期;吴中志:《高新技术产业化的综合评价方法》,http://www.stats.gov.cn/ztjc/tjzdgg/hsyjh1/yjhxsjlh/hsff/200912/t20091203_69152.html,2022.10.08.

②杨丽,孙之淳:《基于熵值法的西部新型城镇化发展水平测评》,《经济问题》,2015年第3期;郭芸,范柏乃,龙剑:《我国区域高质量发展的实际测度与时空演变特征研究》,《数量经济技术经济研究》,2020年第10期。

表2　原始数据

年份	新产品出口额(亿元)	出口总额（亿元）	新产品销售收入(亿元)	新产品开发项目数（个）	专利申请数（个）	R&D人员数(人)	有R&D活动的企业数(个)	从业人员数(人)	企业数（个）	利润总额（亿元）	R&D经费内部支出—企业资金(亿元)	营业收入（亿元）
2010	74345.12	31033.74	163647.6	42820	59683	463392	2460	10922252	28189	4879.7	8511.872	74482.8
2011	101667	35328.75	224733.5	66606	101267	618354	6787	11469153	21682	5244.9	12805.61	87527.2
2012	113878.1	38840.67	255710.4	83228	127821	774054	8498	12686722	24636	6186	15543.58	102284
2013	122333.4	42902.07	312296.1	97230	143005	840824	9519	12936870	26894	7234	18284.65	116049
2014	148485	42763.1	354941.7	94872	166709	893959	10774	13250267	27939	8095	20565.51	127368
2015	167575.5	42658.65	414134.9	77167	158463	923455	12373	13543225	29631	8986	23693.77	139969
2016	181663.6	38883.7	479242.4	93141	185913	730681.4	14830	13418185	30798	10302	26606.44	153796
2017	195150.3	42783.9	535471.1	113889	223932	938554	16039	13297415	32027	11295.88	29921.51	159375.8
2018	193320.5	47865.67	569841.5	131634	264736	1146426	17248	13176645	33573	10293	33236.59	157001
2019	200640.5	46816.13	591642.2	156744	302459	1147724	20465	12880355	35833	10504	35452.27	158849
2020	248802.8	49555.15	685491.4	184487	348522	1291478	23635	13866556	40194	12394	43598.14	174613

数据来源为《中国高技术产业年鉴》、《中国科技统计年鉴》

表3　高技术产业发展指标评价体系

一级指标	二级指标
国际竞争力	出口总额
	新产品出口额
	新产品销售收入
科技创新力	新产品开发项目数
	有R&D活动的企业数
	专利申请数
	R&D人员数
经营发展力	从业人员数
	企业数
	利润总额

表4　高技术产业发展一级指标权重表

指标	国际竞争力	科技创新力	经营发展力
权重	0.3	0.41	0.29

5. 变量方程

基于前文通过熵值法计算出的影响高技术产业发展各因素的权重大小，以及通过均值法对各变量进行的无量纲化处理的结果，可以得到如下变量方程：

(1)高技术产业发展指数=0.3*市场竞争力+0.41*科技创新力+0.29*发展经营力

(2)市场竞争力=0.1035*新产品出口额+0.0588*总出口额+0.1342*新产品销售收入

(3)科技创新力=0.116*新产品开发项目数+0.1251*专利申请数+0.0891*R&D人员数+0.0884*有R&D活动的企业数

(4)发展经营力=0.049*从业人员数+0.0967*企业数+0.1485*利润总额

对于高技术产业发展指数与营业收入增加、新产品销售收入与新产品出口额、企业资金与新产品项目开发数、企业资金与R&D人员、R&D人员与专利申请数、营业收入与利润总额之间的关系,本文采用Stata17.0进行线性回归,根据回归结果确定了上述各变量间的数量关系,验证了各变量之间的相关性均显著,得出相关方程如下:

(5)营业收入增加=2.106706*高技术产业发展指数+0.2788049

(6)新产品出口额=0.7945253*新产品销售收入+0.2054747

(7)新产品开发项目数=0.8558042*企业资金+0.1441958

(8)R&D人员=0.5861636*企业资金+0.4138364

(9)专利申请数=1.59681*R&D人员-0.5968104

(10)利润总额=0.0782682*营业收入+0.5829696

(四)模型检验

本文采取模型结构检验、稳定性检验和历史性检验,三种检验方式分别对前文构建的系统动力学模型进行检验。

1. 模型结构检验

针对模型结构的检验,是通过检验模型中每条因果回路的关系和各个变量的定义与方程式,来明确系统模型的逻辑是否正确。本文在基于对过往研究深入分析的前提下,针对模型进行过多轮修改,并且多次调整变量参数,完善模型结构。

此外,本文列出主要变量的因果决策图,逐个分解并检查每个局部结构,结果表明各个因果决策结构与行为都符合实际情况,通过模型结构的检验。

2. 稳定性检验

产融结合支持高技术产业发展的模型是一个复杂系统。在复杂系统中,可以通过调节参数使得模型方程具有更好的拟合度,但会导致模型的不稳定,因此需要对模型通过变更仿真步长的方式进行稳定性检验。选取不同的仿真步长如步长一年、半年、一季度,即DT=1,DT=0.5,DT=0.25进行仿真分析,选取营业收入增加额这一指标的模拟结果进行查看,如图7所示,在三种不同步长的模拟仿真下,营业收入的变化趋势一致,说明符合实际,系统通过稳定性检验。



图7 模型稳定性检验模拟比较结果图

3. 历史性检验

如果模型仿真的结果和真实历史数据差距过大，说明模型存在缺陷，不适用于该问题的研究。一般认为，系统动力学模型的仿真结果误差范围在10%以内是有效的。本文选取模型系统中的营业收入增加额和新产品出口额两个重要指标，将模型模拟运行值与实际值进行比较，进行历史数据检验，结果如表5所示。在选取指标与历史数据的对比中，仅有个别年份的数据，相对误差在10%以上，且集中于模型开始的年份，绝大部分年份的模拟值与实际值的误差极小。基于以上历史性检验的结果，说明所构建的模型能够达到理想状态，结果有效可信。

表5　变量模拟值与真实值比较

年份	营业收入增加额			新产品出口额		
	真实值	模拟值	相对误差	真实值	模拟值	相对误差
2010	0. 564530034	0. 654874	0. 16	0. 467883886	0. 517268	0. 11
2011	0. 663397902	0. 737552	0. 11	0. 639831468	0. 633653	0. 01
2012	0. 775244621	0. 800298	0. 033	0. 716680977	0. 692673	0. 033
2013	0. 879574156	0. 864824	0. 017	0. 769893445	0. 800484	0. 04
2014	0. 96536464	0. 916329	0. 05	0. 934475945	0. 881736	0. 056
2015	1. 060871831	0. 984841	0. 072	1. 054620083	0. 994515	0. 057
2016	1. 165671285	1. 05359	0. 096	1. 143282339	1. 11856	0. 021
2017	1. 207962535	1. 12329	0. 07	1. 228159617	1. 22569	0. 002
2018	1. 189963051	1. 18799	0. 002	1. 216643912	1. 29118	0. 061
2019	1. 203969661	1. 24611	0. 035	1. 262711994	1. 33272	0. 055
2020	1. 323450285	1. 39388	0. 053	1. 565816335	1. 51152	0. 035

4. 模型仿真

在通过模型检验之后，本文选择2021—2025年作为仿真预测的时间段，步长设置为1年，针对“实施产融结合的高技术企业，每年均能获得比上年增长一定程度的资金支持，且全部投入于企业研发活动”这一假设，对高技术产业发展的主要指标进行仿真预测和分析。依据假设中获得的资金支持较上年增长程度不同，设置三种情景，分别为：较低程度增长，比上年增长15%；中等程度增长，比上年增长30%；较高程度增长，比上年增长50%。不同情景下，高技术产业发展的主要指标仿真预测结果如表6、表7、表8所示。

表6　较低增长程度下2021—2025年高技术产业发展主要指标仿真预测值

年份	科技创新力	经营发展力	营业收入增加	利润总额
2021	0. 763368	0. 424267	1. 47976	1. 64767
2022	0. 8449	0. 441466	1. 56069	1. 76348
2023	0. 938673	0. 459605	1. 65277	1. 88564
2024	1. 04651	0. 478815	1. 75765	2. 015
2025	1. 17053	0. 499244	1. 87725	2. 15256

表7　中等增长程度下2021—2025年高技术产业发展主要指标仿真预测值

年份	科技创新力	经营发展力	营业收入增加	利润总额
2021	0.834273	0.424267	1.541	1.64767
2022	1.0186	0.442178	1.71118	1.76828
2023	1.25827	0.462066	1.93033	1.90221
2024	1.56984	0.484502	2.21315	2.05329
2025	1.97486	0.510225	2.5787	2.22651

表8　较高增长程度下2021—2025年高技术产业发展主要指标仿真预测值

年份	科技创新力	经营发展力	营业收入增加	利润总额
2021	0.928812	0.424267	1.62266	1.64767
2022	1.28334	0.443127	1.9404	1.77467
2023	1.81512	0.46568	2.41351	1.92654
2024	2.6128	0.493731	3.11965	2.11544
2025	3.80931	0.529991	4.17529	2.35961

通过仿真结果可以看出,由于高技术企业每年投入R&D活动的资金较前一年稳定增加,衡量高技术产业发展的两个指标科技创新力和经营发展力,也在稳步增长中,其中科技创新力的增长势头更加明显;与之而来的是衡量高技术产业效益的营业收入增加额这一指标的增长,说明足够足量的资金对R&D活动的投入,能够明显带来产业发展“量”的提升;在营业收入提高的同时,利润总额也获得了显著增长。

通过产融结合这一形式,高技术企业将外部资金内部化之后,其技术创新、企业经营、国际竞争三个子动力系统获得持续且充足的金融资本支持,并将这一动力传导至各个发展要素,为企业带来长久收益,也为后续生产经营所需成本的稳定供给打下坚实基础。无论是企业还是产业,都进入了良性发展的健康循环。

四、结论

本文按照“将产融结合作为重要支持手段,将技术创新、企业经营、国际竞争作为全方位驱动力,促进高技术企业发展质的提升,最终推动高技术产业高质量发展”这一动力传导思路,构建系统动力学模型研究产融结合提振高技术产业发展问题。研究结果表明,完善的产融结合支持机制是高技术企业开展R&D活动的保证,提升了产品的市场竞争力和企业的营业收益,促进了总利润的健康攀升,带动整个产业驶进良性发展的快车道。

基于研究结论,本文提出几点建议:一是金融行业要建立完善的资本市场,强化市场功能,丰富金融工具和产品,完善风险投资体系,为高技术产业的产融结合活动提供更多思路,提高产融结合的有效性。二是监管部门要建立健全监管体系,实现金融支持实体经济发展的目标,不仅需要深厚的金融资本,更需要完善的监督和引领机制,特别是对新型产融结合组织如高技术企业财务公司,要注意其资金流向,防范金融风险发生。三是高技术企业要坚守主责主业,避免利用金融资本短期逐利等短视行为,实现产融资本实质性深度性融合,切实促进企业发展。

[责任编辑:袁朋伟]