



基于无人机的军民融合创新影响机制研究

姜 梁¹ 杨培培² 张庆普¹

(1. 哈尔滨工业大学 管理学院, 哈尔滨 150001; 2. 中国科学院大学 中丹学院, 北京 100049)

摘要:在军民融合背景下,国内民用无人机市场潜力庞大,而军用无人机产品技术积累雄厚,使得无人机产业在技术融合浪潮中极具代表性,是技术融合创新机制研究的典型实践样本。以扎根理论作为基础理论框架,运用系统动力学的定性和定量研究模型,构建并研究无人机领域技术融合创新的影响因素体系。从军民融合的视角出发,内涵、结构、仿真三个层面逐步递进,确定了技术融合创新的核心范畴以及对其有显著影响的因素,深入分析了政策支持、组织管理、人才建设和技术支持对无人机产业技术融合创新的影响机制。

关键词:无人机产业;技术融合创新;影响机制;系统动力学

中图分类号:F273.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-0241(2018)10-0096-16

0 引言

党的十八大以来,军民融合深度发展上升为国家战略,从党和国家事业发展全局出发进行总体设计,组织管理体系基本形成,战略规划引领不断强化,重点改革扎实推进,法治建设步伐加快,军民融合发展呈现整体推进、加速发展的良好势头。2018年3月2日,在十九届中央军民融合发展委员会第一次全体会议上,国家领导人强调要坚定实施军民融合发展战略,形成军民融合深度发展格局,构建一体化的国家战略体系和能力。要以制度创新为重点任务,以破解影响和制约军民融合发展的体制性障碍、结构性矛盾、政策性问题为主攻方向,探索新路径新模式,形成可复制可推广的经验做法。

技术作为军民融合协同创新最重要的要素之一,是军民融合深度发展的前提条件与基础,军民融合技术协同创新处在军地两大板块多领域、全要素深层次对接的前线,是实现军民深度融合发展的核心环节^[1]。同时,美、英、法、德、日等世界主

要发达国家发展信息化武器装备所需要的高新技术,80%~90%来自地方企业,10%~20%来自军方的科研院所^[2]。可见,军民技术融合也是反哺军事技术发展的可靠途径之一。目前对于军民技术融合创新的已有研究内容主要集中在对行业或地域的经验启示^[3-6],军民技术融合创新运行的内在机制要素^[7-8],实现军民技术融合的途径^[9-10],军民技术融合的模式选择^[11-13],影响军民技术融合有效实施的因素分析^[14],对军民技术融合水平的衡量评价标准等^[15]。多数以宏观理论和定性研究为主而缺乏深入的理论量化研究,尤其是缺乏针对性的行业领域的深层分析。

作为信息时代高技术含量的产物,无人机系统的建设和发展已经成为世界各国国防和信息化建设的重要标志。无人机系统是多学科的综合体,其技术水平发展,既依靠基础工业技术能力,也依靠先进技术的创新能力。随着国家军民融合战略的实施,无人机产业的军工企业和民营企业积极开展技术融合,以开放式创新为指导理念,推动不

收稿日期:2018-06-26

第一作者简介:姜梁(1976—),男,吉林长春人,哈尔滨工业大学,研究员,博士研究生,研究方向:无人机系统总体技术。

通信作者:张庆普,zzqp2000@126.com

同体制下企业间的技术交流和合作,为从实践层面上研究技术融合创新提供了良好的样本。

本文将基于扎根理论和系统动力学方法深入探讨无人机产业军民融合背景下技术融合创新的内涵、影响因素及内在机制,泛化和量化相结合从理论上揭示开放式创新的新内涵,丰富开放式创新理论,并从实践上为无人机产业的技术融合创新工作提供指导意义。研究结论对我国军民技术融合创新工作的开展具有借鉴意义。

1 文献综述

随着军民融合上升为国家战略,军民融合研究逐渐成为热点。国内外对于军民融合的创新进行了相关研究,主要可以分为以下几个方向:(1) 制度政策:郭永辉分别从市场制度、产权激励制度和企业制度分析了军民融合技术创新^[16];张姣芳、陈晓和认为应通过与军民融合相适应的竞争性市场制度和激励性产权制度变革推动技术创新^[17];管先祥从国防知识产权政策法规建设等方面进行了研究^[18];胡小国认为完善军事科研成果知识产权归属、利用与共享制度对提高军民产业国际竞争力至关重要^[19]。(2) 创新系统构成:Reppy等学者研究了国防工业在国家创新系统中的地位和作用^[20];Larédo等对大学和公共部门研究机构在创新系统中的地位进行了研究,指出欧洲科技创新主体间的界限正在消失,“科技共同体”正在显现^[21];Libaers研究了美国研究型大学在国防研发中的地位,以及大学研究人员与国防部及产业界的互动关系^[22];乔玉婷构建了GEMS模型,评价产业集群的竞争力,认为军民融合是集群在竞争性采购下一种重要的治理方式^[23];赵富洋从政府调控、风险决策、人才以及创新成果应用角度构建了国防科技工业军民结合创新的垂直一体化和水平一体化合作模式^[24]。(3) 区域创新:刘敏通过归纳军民融合高技术产业创新体系的基本情况,剖析了军民融合高技术产业创新体系^[25];Walsh等则认为中国

正在集成国防工业部门、产业部门和地方政府的力量,通过政府推动和市场牵引2种方式推动建立军民两用的国家科技创新系统^[26]。(4) 机制:安家康、陈晓和构建了军民结合技术创新合作机制的演化博弈模型,分析了军民结合技术创新的演化稳定策略^[27];董晓辉提出了军民融合产业集群协同创新的概念框架和理论模型^[28];郭尚芬基于军民融合协同创新机制,对其发挥的作用和产生的效能进行了研究^[29];王军、何伟胜分析了军民融合式发展技术创新体系及运行机制^[30];贺新闻、侯光明提出了科研计划与市场竞争相结合的国防科技创新组织协调机制^[31]。

基于以上分析,发现基于军民融合创新方面的研究有以下不足:一是开展全面系统分析的研究成果不足,多是对军民融合的政策、系统构成等的定性研究,缺乏定性定量相结合的探讨。二是在机制方面的研究,多为在合作、效能、运行方面的研究,缺乏对影响机制的研究。基于此,本文从技术融合的本质特征出发,将融合效果的差异运用到军民融合创新影响机制的研究中,具有一定的创新性。在军民融合上升为国家战略的客观背景下,探讨军民融合创新影响机制问题,对于军工和民用企业科学、高效地开展军民技术融合创新工作具有重要指导意义。

2 技术融合创新的内涵

随着技术、市场、资本的全球化趋势,组织层面的创新行为已经跨越了企业边界,企业间的技术交流合作愈加深入且不满足于旧有模式。在技术层面的创新中,本研究更多地聚焦在企业开放的广度和深度上,侧重开放程度对组织行为和绩效的影响。而对于开放式创新而言,除了“开放”的内涵之外,为了更好地促进技术的创新,技术的“融合”也是必不可少的。技术创新的融合将是开放式创新在技术层面的深层次内涵和延伸。

本研究认为技术融合创新是指企业在与外部

组织进行技术交流过程中,通过有效的融合机制来实现创新的组织活动。企业间的技术交流可以分为脱嵌、吸收和入嵌等阶段^[32-33],而在技术入嵌之后如何实施有效的技术融合是企业创新活动的关键。

技术融合的主体是企业的核心技术与外部获取的互补性技术的有机融合,不同的融合方式和类型将导致技术融合效果的差异。具体到军民融合背景下,如图1所示,无人机企业间的技术融合可以从军工技术和民用技术2个方面划分为4类,分别为:(1)研发团队融合:技术融合过程中军工技术和民用技术都将发生改变,彼此融合,协同发展,该类型是技术融合创新的最佳状态;在管理中可能遇到的问题有管理机制、体制建设、人才培养、薪酬体系等。(2)军工技术主导的融合创新:技术融合过程中军工技术作为主体,并未发生本质变化,而民用技术将发生大幅度的改进,以适应军工技术的需求。(3)民用技术主导的融合创新:技术融合过程中民用技术作为主体,并未发生本质变化,而军工技术将发生大幅度的改进,以适应民用技术的需求。(4)产品融合:军工技术和民营技术仍旧保持原有技术范式,只是开展单一的技术结合,并未对不同类型的技术进行系统整合,这属于低层次的技术融合;可能遇到产业规划、采购制度、标准规范等方面的问题。

本研究使用扎根理论的定性、系统动力学的定性和定量相结合的研究方法,从无人机行业调研

资料出发归纳系统性的概念,通过对资料进行逐级登录,在资料和概念间不断比较的基础上,系统地咨询与概念生成有关的理论问题,从而发展理论性概念并建立概念之间的联系,结合理论性抽样和多级编码进行理论构建,以获得高整合度的理论概念。然后,将概念体系引入到系统动力学的研究模型中进行具体量化,建立因果关系模型,并构建流模型以实现数学模型的建立,通过进一步仿真验证,以期得到更优的分析结果。

3 基于扎根理论的技术融合创新机制影响因素分析

3.1 研究设计

定性研究通过利用研究者与被访者之间的深入互动来对事物的本质取得较为全面的解释性认识,更为符合无人机军民技术融合发展的研究主题。扎根理论是定性研究中较科学的一种方法,最早由社会学者Strauss等人在1967年提出,是一种运用系统化的程序,针对某一现象来发展并归纳式地引导出扎根理论的定性研究方法。运用扎根理论进行研究时,针对研究问题扎根于现实资料,不断运用研究者的理论触觉进行连续的理论采样和比较分析,提炼反映社会现象的概念,进而发展类属或范畴及其之间的关联^[34]。扎根理论不是试图证实某一既定理论,而是以一个特定的研究领域为基点,将相关研究实体围绕着特定的领域逐一呈现,主要包括资料收集、资料的开放式编码、资料的主轴译码、资料的选择性编码等步骤。

本研究采用扎根理论研究方法的原因包含2点:(1)扎根理论是运用系统化的程序,针对某一现象归纳式地引导出理论的一种定性研究方法^[35],其核心是资料的收集和分析。适合于缺乏理论解释或现有理论解释力不足的研究。鉴于现存理论框架不够完善以及缺乏理论解释,本研究采用扎根理论的方法对此展开研究。(2)扎根理论是质性研究的杰出代表,具有科学规范的操作流程,理



图1 军民融合情境下技术融合创新分类图

论的产生扎根于现实数据,有助于产生贴近现实且稳健的理论^[36]。本研究按照扎根理论的一般流程,在严谨的数据收集和分析基础上,阐述军民融合创新影响因素。研究流程如图 2 所示。

根据研究主题,受访对象全部来源于无人机企业的技术员工,受访对象必须具备 2 年以上的无人机产业技术研发经验。根据理论饱和原则,样本数的确定以新抽取的样本不再提供新信息为标准^[37]。根据 Fassinger 的研究,样本数选取 20 人~30 人较为恰当^[38]。本研究借鉴扎根理论研究的经验^[39],选取 30 人为调查对象以保证样本的理论饱和性。样本涵盖无人机产业中的两个核心部门,其中生产部 8 人,研发部 22 人。其中总经理 2 人,研发部门主管 8 人,生产部门主管 7 人,技术研发人员 13 人。访谈时间为 2017 年 12 月 8 日,访谈地点为北京,如表 1 所示。

表 1 受访者统计资料一览表

项目	明细	人数/人	占比/%
性别	男	15	50.00
	女	15	50.00
年龄/岁	≤30 周岁以下	10	33.30
	31~35 周岁	15	50.00
	≥36 周岁以上	5	16.70
学历	本科	2	6.70
	研究生及以上	28	93.30
职业	生产人员	8	26.70
	技术人员	22	73.30
职务	总经理	2	6.70
	部门主管	15	50.00
	普通职工	13	43.30

研究者与被访者开展面对面的深度访谈,访谈内容以影响我国无人机产业军民技术融合创新的因素和促进军民技术融合的机制为主,例如“您认为影响我国无人机产业军民技术融合创新的关键因素有哪些?”、“您认为我国无人机产业在进行军民技术融合发展中存在哪些问题?”、“您对提高我国无人机产业军民技术融合的建议有哪些?”等。每人/次访谈时间均在 40 分钟以上,共 30 人次。对访谈资料进行整合,由此获得第一手资料数据。通过 3 次基于理论抽样的回访,对理论所需的人才建设以及创新激励等方面资料进行有针对性地补充。随机抽取了 25 份访谈记录进行编码分析,剩余的 5 份用于检验理论饱和度。最后,通过开放式编码、主轴式编码和选择式编码进行数据分析。

3.2 资料编码分析

3.2.1 开放式编码

开放式编码是将无人机军民技术融合创新的相关资料逐步进行分解、检验和比较,进而进行概念化和范畴化。按照相关原则将大量的访谈资料逐级分解,加以标签并用概念来正确反映资料内容。由于初始概念的层次相对较低,且数量繁多和存在交叉现象,需要对其进一步分解、剖析和提炼以将相关的概念聚集在一起,实现概念范畴化。开放式编码在于定义现象、界定概念、发掘范畴和范畴的性质与性质的维度,也就是处理概念的聚敛问题。本研究对无人机军民技术融合资料抽象出 31 个范畴及概念,获取的具体开放式编码

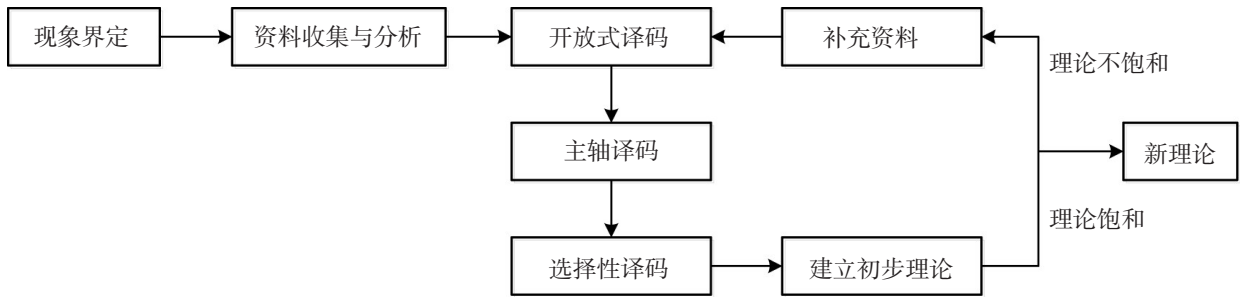


图 2 扎根理论研究流程图

如表2所示。表中的概念和范畴均来源于文献资料和实地访谈记录。

3.2.2 主轴编码

主轴式编码是通过运用“因果条件→现象→脉络→中介条件→行动/互动策略→结果”这一编码典范模型将开放式编码中所得到的各项范畴联系起来的过程^[40]。为了保障研究中编码的综合性、抽象性和概念化,本研究以开放式编码为基础进行主轴编码,将开放性编码中分割的资料,通过聚类分析,对范畴进行关联建立,形成更具概括性的范畴,进一步发展资料的性质与维度。根据不同范畴之间的相互关系归纳出13个主范畴。各主范畴对应的开放式编码范畴如表3所示。

3.2.3 选择性编码

选择性编码是在系统分析中已存在的概念、类属基础上选择核心范畴、建立联系的过程。通过验证核心范畴与其他范畴之间的关系,将概念化

中未发展完备的范畴补充完整。本研究确定了技术融合创新这一核心范畴以及对其有显著影响的融合政策、组织机制、人才建设和技术支持4个因素,其关系如图3所示。

4 无人机技术融合创新机制的系统动力学模型建立

4.1 系统动力学因果关系模型建立

系统动力学是将定性分析与定量分析有机结合的综合性研究方法^[41]。系统动力学借助计算机仿真方法,构建模型,多次调试系统设计中的结构与参数,不断进行动态反馈模拟实验,通过对各种方案的综合比较,最终得到相应的结论。

根据前文的理论分析,提出如下理论结构框架,如图4所示。

因此,本文提出以下假设:

H1:融合政策与技术融合创新正相关。

H2:管理机制阻碍与技术融合创新负相关。

表2 无人机军民技术融合创新的开放式编码

范畴	概念
军民标准统一	统一军品和民品的技术标准,提高创新技术研发效率
硬件设施共享	有条件地向民营企业开放军工实验室,促进军民融合研发硬件设施的使用
管理模式改革	原有的军品企业管理模式属于计划经济思维,应该对其管理模式进行相应地改革,引入市场化运作机制和管理理念
经济体制改革	由计划经济向市场经济转变,加快军品企业体制改革的步伐
规模化运营	转变理念,以市场为导向,加快国内外市场的开拓和培育,促进军民技术融合达到可观的规模效益
采购公开	原有的国防采购体系将民营企业排除在外,不利于军民技术融合创新,应该将国防采购工作向广大民品企业公开,增加采购透明度
市场化管理	引入市场化运作机制,提高军民企业技术创新管理效率
绩效改革	对军品和民品企业实施有针对性地绩效改革,促进员工积极参与到军民技术融合创新中
人才培养	加快培育军工企业和民品企业高精尖人才的培养工作,积极促进掌握军民两用技术人才的交流和沟通,实现人员深层次融合
资源共享	军工企业和民用企业之间共享各类资源,实现资源利用的最大化
市场化竞争	引入市场化运作机制,积极推动军工企业参与市场化竞争,提高军工企业市场运作的效率
法律法规规范	制定法律法规,规范军工企业和民企的市场行为,明确民企在军品生产中的权利、责任和义务
技术监督	国家严格管控关键的军用技术,在生产各个环节进行把控,严防技术泄露,提高军民技术融合创新的安全性
平等竞争	培育公平的竞争环境,在军工项目招标中避免出现歧视民企等现象的发生,提高民企参与军工项目建设的积极性,实现军民融合发展
税收优惠	对于参与军品项目研发和生产的民企实行一定的税收政策优惠,以激励民企参与军工产品研发的热情
信息共享	在军工企业和民企之间建议有效的信息渠道,实现双方技术融合创新信息共享,提高军民技术融合的深度
良好沟通	良好的沟通是确保军工企业和民企资源共享的关键,因而要在两者之间建立良好沟通联系
机构对接	引入第三方机构,将军工企业和民营企业的研发部门有效衔接,提高合作的效率
产业结构调整	军工企业应该对现有的以机械制造为主导的结构逐步转变为以信息产业为主导,顺应信息技术发展的要求,优化无人机产业的结构

表3 无人机军民技术融合创新的主轴式编码

主范畴	概念	范畴
产业规划	加快无人机产业的结构调整和市场开拓,促进军民技术融合创新发展	规模化运营、产业结构调整、市场开拓
资源共享	通过各种资源的共享,提高军民技术融合创新发展的效率和效果	硬件设施共享、资源共享、信息共享、技术共享
管理机制	变革军工企业现行的管理运作机制,引入市场化管理方式,与民品企业有效衔接	管理模式改革、市场化管理、良好沟通、机构对接
体制建设	加强相关法律法规建设,促进无人机产业技术创新的快速发展	法律法规规范
人才培养	通过提高相关人才待遇等方式促进军民两用人才的培养和技术创新	人才培养、人员变动、人才待遇
薪酬体系	设置合理的薪酬体系促进高精尖人才向军民融合项目的转移和倾斜	绩效改革
采购制度	改善现有军工项目的采购制度,吸引民营企业加入项目建设之中	采购公开
风险控制	控制技术创新过程中存在的各类潜在风险,保障军民技术融合创新发展的顺利实施	技术监督、空域法规制定
资本运作	通过相关金融支持和税收优惠等政策来促进民营企业参与军工产品的技术创新	金融支持、税收优惠
标准规范	规范军品产品的行业标准有助于吸引民营企业参与军工产品的技术创新	军民标准统一、行业标准统一
理念机制	变革军工企业的管理思维和理念,主动吸纳民品企业加入到军工企业的技术创新中	经济体制改革、经营理念转变、协同合作
市场竞争	取消计划经济,引入市场经济的经营模式,提高军工企业市场运作的效率,促进军民技术融合创新	市场化竞争、平等竞争、消除垄断
技术更新	军民融合过程中企业间加强技术研发,促进技术创新	技术研发、技术升级

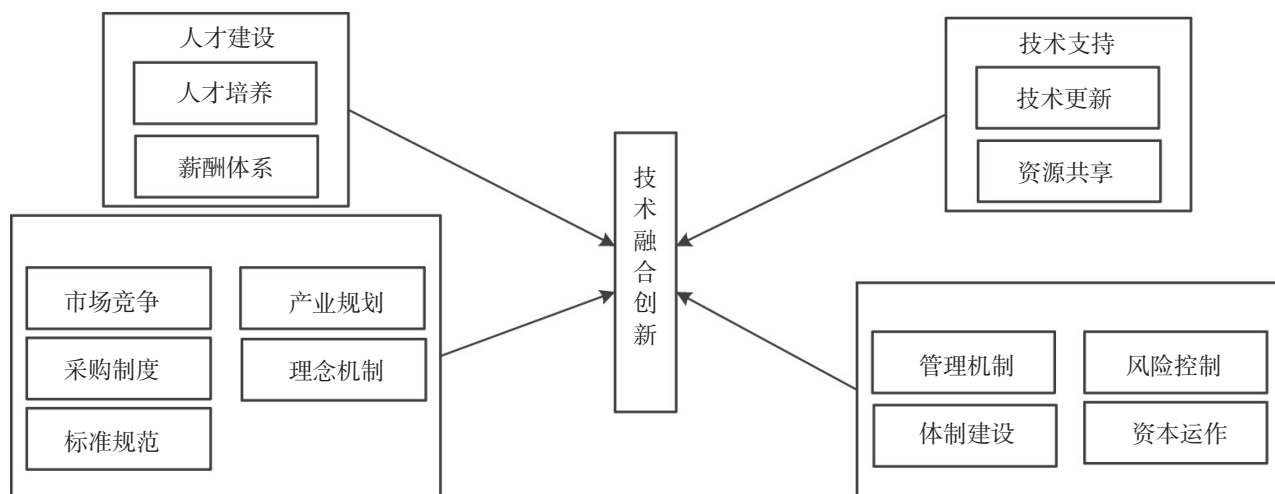


图3 无人机产业技术创新的影响因素

H3: 人才建设与技术融合创新正相关。

H4: 技术支持与技术融合创新正相关。

本文选取政策扶持、政策僵化、企业创新业绩作为模型的关系要素。

(1) 政策扶持。国家政策是无人机军工企业军民技术融合顺利实施的首要因素。目前的政策法规,大多是由职能部门根据实际工作需要各自制定的,缺乏统一规划和设计。在技术融合创新进程中,标准问题至关重要。只有军用标准与民

用标准相匹配、相协调,才能有效推进无人机产业技术体系的融合创新。

(2) 政策僵化。推动无人机军民技术融合创新发展,军工企业需要突破传统观念局限,强化全局思维、集成思维和跨界思维。国家政策层面要突出成本效益意识,从国家层面打破军企和民企之间有效交流的鸿沟。体制性障碍、结构性矛盾和政策性问题制约着技术融合的深度和广度,因此,政策的僵化程度将显著影响无人机行业技术

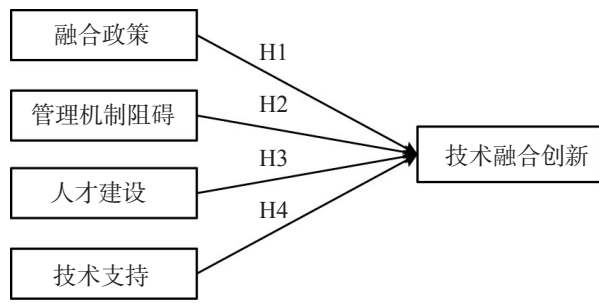


图4 理论结构框架图

融合创新的发展。

(3) 企业创新业绩。企业的创新业绩是促进国家进行政策扶持的重要因素。无人机军工企业通过与民营企业的有效融合,实现双方优势互补。军工企业将技术转移给民营企业,获得丰厚的技术转让收入。而民营企业依托军工企业的先进技术,借助良好的市场运作经验,助推了民营经济的飞速发展。实施技术融合创新带来巨大经济效益和社会效益后,国家将进一步提高政策的扶

持力度,促进军民技术融合创新向更深层次发展。

本研究基于上述因果关系定义无人机产业技术融合创新形成机制的变量。设5个水平变量,分别为技术融合创新、政策支持、管理机制阻碍、人才建设和技术支持,10个速率变量以及1个辅助变量和8个常量。为了简化模型,将其中17个指标系数定为常量。主要变量集如表4所示。

4.2 系统动力学流图模型建立

根据系统动力学的建模原理,选取 Vensim PLE 系统动力学仿真软件,构建无人机产业技术融合创新机制的系统动力学模型,如图5所示。

4.3 系统动力学模型方程的建立

技术融合创新机制模型仿真构建是系统动力学仿真的基础。本研究设定仿真周期为12 Months,仿真步长为1 Month,即 $INITIALTIME=0$, $FINALTIME=12$, $TIMESTEP=1$ 。整个模型中的主要公式如下:

表4 系统动力学模型的变量集

参数名称	符号	说明
技术融合创新	T	单位: fraction, 表示技术融合创新的状态量, 取值: (0,100)
政策支持	Z	单位: fraction, 表示国家政策支持的状态量, 取值: (0,100)
管理机制阻碍	G	单位: fraction, 表示管理机制阻碍的状态量, 取值: (0,100)
人才建设	R	单位: fraction, 表示企业人才建设的状态量, 取值: (0,100)
技术支持	J	单位: fraction, 表示企业技术支持的状态量, 取值: (0,100)
水平提高率	α_1^T	单位: fraction/month, 表示每月技术融合创新提高的速率
水平降低率	α_2^T	单位: fraction/month, 表示每月技术融合创新降低的速率
支持提高率	β_1^Z	单位: fraction/month, 表示每月政策支持水平提高的速率
支持降低率	β_2^Z	单位: fraction/month, 表示每月政策支持水平降低的速率
阻碍提高率	γ_1^G	单位: fraction/month, 表示每月管理机制阻碍水平提高的速率
阻碍降低率	γ_2^G	单位: fraction/month, 表示每月管理机制阻碍水平降低的速率
人才水平提高率	μ_1^R	单位: fraction/month, 表示每月企业人才建设水平提高的速率
人才水平降低率	μ_2^R	单位: fraction/month, 表示每月企业人才建设水平降低的速率
技术支持提高率	ω_1^J	单位: fraction/month, 表示每月企业技术支持水平提高的速率
技术支持降低率	ω_2^J	单位: fraction/month, 表示每月企业技术支持水平降低的速率
企业创新业绩	Q	单位: fraction, 表示企业创新业绩的水平, 取值范围(0,100)
政策扶持	F	单位: fraction/month, 表示国家政策的扶持程度, 取值范围(0,100)
政策僵化	Y	单位: fraction/month, 表示国家政策的僵化程度, 取值范围(0,100)
创新表彰率	X_1^S	单位: %, 表示由于技术创新得到表彰的比率, 取值范围(0,1)
专利、论文增长率	X_2^S	单位: %, 表示表征技术创新的专利、论文的增长率, 取值范围(-1,1)
人才总量提升率	X_3^S	单位: %, 表示人才总数量的增长率, 取值范围(-1,1)
人才学历提升率	X_4^S	单位: %, 表示人才学历的提升率, 取值范围(-1,1)
人才离职增长率	X_5^S	单位: %, 表示人才离职的增长率, 取值范围(-1,1)
技术性投资增长率	X_6^S	单位: %, 表示技术投资的增长率, 取值范围(-1,1)

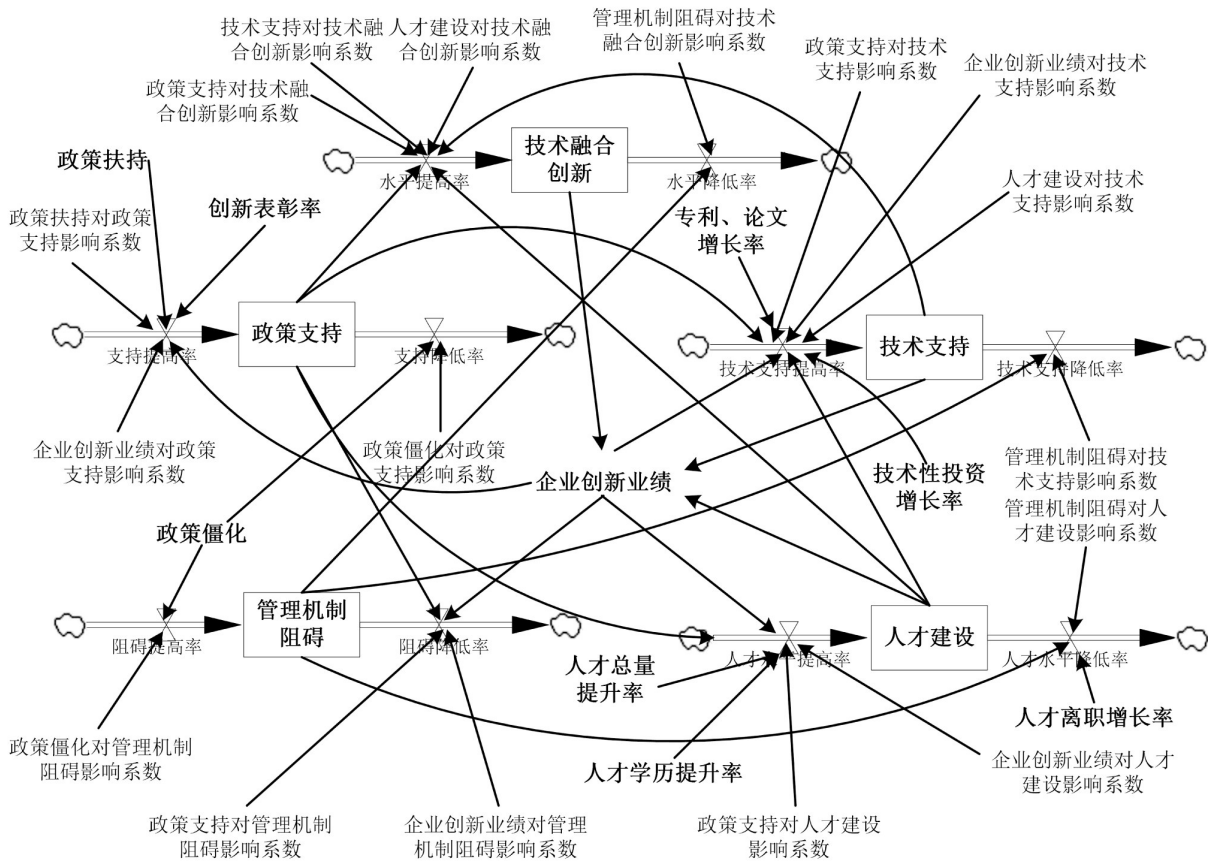


图5 系统动力学存量流量图模型

(1) 技术创新 $T = \text{INTEG}((\text{水平提高率 } \alpha_1^T - \text{水平降低率 } \alpha_2^T)/10, 10)$;

(2) 政策支持 $Z = \text{INTEG}((\text{支持提高率 } \beta_1^Z - \text{支持降低率 } \beta_2^Z)/10, 50)$;

(3) 管理机制阻碍 $G = \text{INTEG}((\text{阻碍提高率 } \gamma_1^G - \text{阻碍降低率 } \gamma_2^G)/10, 40)$;

(4) 人才建设 $R = \text{INTEG}((\text{人才水平提高率 } \mu_1^R - \text{人才水平降低率 } \mu_2^R)/10, 40)$;

(5) 技术支持 $J = \text{INTEG}((\text{技术支持提高率 } \omega_1^J - \text{技术支持降低率 } \omega_2^J)/10, 20)$;

(6) 水平提高率 $\alpha_1^T = \text{人才建设 } R \times \text{人才建设对技术创新影响系数 } f_3 + \text{技术支持 } J \times \text{技术支持对技术创新影响系数 } f_4 + \text{政策支持 } Z \times \text{政策支持对技术创新影响系数 } f_1$;

(7) 水平降低率 $\alpha_2^T = \text{管理机制阻碍 } G \times \text{管理机制阻碍对技术创新影响系数 } f_2$;

(8) 支持提高率 $\beta_1^Z = \text{企业创新业绩 } Q \times \exp$

$(X_1^S) \times \text{企业创新业绩对政策支持影响系数 } f_7 + \text{政策扶持 } F \times \text{政策扶持对政策支持影响系数 } f_5$;

(9) 支持降低率 $\beta_2^Z = \text{政策僵化 } Y \times \text{政策僵化对政策支持影响系数 } f_6$;

(10) 阻碍提高率 $\gamma_1^G = \text{政策僵化 } Y \times \text{政策僵化对管理机制阻碍影响系数 } f_9$;

(11) 阻碍降低率 $\gamma_2^G = \text{企业创新业绩 } Q \times \text{企业创新业绩对管理机制阻碍影响系数 } f_{10} + \text{政策支持 } Z \times \text{政策支持对管理机制阻碍影响系数 } f_8$;

(12) 人才水平提高率 $\mu_1^R = \text{企业创新业绩 } Q \times \exp(1.82 X_3^S + X_4^S) \times \text{企业创新业绩对人才建设影响系数 } f_{13} + \text{政策支持 } Z \times \text{政策支持对人才建设影响系数 } f_{11}$;

(13) 人才水平降低率 $\mu_2^R = \text{管理机制阻碍 } G \times \exp(X_5^S) \times \text{管理机制阻碍对人才建设影响系数 } f_{12}$;

(14) 技术支持提高率 $\omega_1^J = \text{人才建设 } R \times \exp(X_2^S) \times \text{人才建设对技术支持影响系数 } f_{16} + \text{企业}$

创新业绩 $\times \exp(X_6^s) \times$ 企业创新业绩对技术支持影响系数 f_{17} + 政策支持 $Z \times$ 政策支持对技术支持影响系数 f_{14} ;

(15) 技术支持降低率 $\omega_2^j =$ 管理机制阻碍 $G \times$ 管理机制阻碍对技术支持影响系数 f_{15} ;

(16) 企业创新业绩 $Q =$ 技术融合创新 $T \times 0.4 +$ 技术支持 $J \times 0.3 +$ 人才建设 $R \times 0.3$ 。

4.4 模型参数确定

本文采用专家主观赋权法和AHP层次分析法对指标系数进行量化处理。对无人机产业技术融合创新的4个方面的重要程度进行两两比较后,确定评分值,形成比较矩阵,以确定各项指标的重要性权重,构造出一级指标的判断矩阵,如表5所示。同理,构造对应的二级指标的比较矩阵(见表6~表9)。

当采用层次分析法进行评价时,容易产生循环

表5 一级指标比较矩阵

一级指标	A1	A2	A3	A4	权重 W_i
A1	1	2	3	3	0.4457
A2	1/2	1	2	3	0.2848
A3	1/3	1/2	1	2	0.1644
A4	1/3	1/3	1/2	1	0.1051

表6 一级指标A1的比较矩阵

二级指标	A11	A12	A13	权重 W_i
A11	1	2	4	0.5714
A12	1/2	1	2	0.2857
A13	1/4	1/2	1	0.1429

表7 一级指标A2的比较矩阵

二级指标	A21	A22	A23	权重 W_i
A21	1	2	5	0.5816
A22	1/2	1	3	0.3090
A23	1/5	1/3	1	0.1094

表8 一级指标A3的比较矩阵

二级指标	A31	A32	A33	权重 W_i
A31	1	1/2	3	0.3196
A32	2	1	4	0.5584
A33	1/3	1/4	1	0.1220

表9 一级指标A4的比较矩阵

二级指标	A41	A42	A43	A44	权重 W_i
A41	1	1/3	1/2	2	0.1569
A42	3	1	2	5	0.4832
A43	2	1/2	1	3	0.2717
A44	1/2	1/5	1/3	1	0.0882

而导致不满足传递性公理,从而把握不准标度并丢失部分重要信息^[42]。熵技术可以对由层次分析法得到的权重向量进行修正,有效解决这一问题,其步骤如下:

(1) 对判断矩阵的各项进行归一化,得到标准矩阵 $P = (p_{ij})_{n \times n}$,其中:

$$p_{ij} = \frac{b_{ij}}{\sum_{i=1}^n b_{ij}} (i = 1, 2, \dots, n)$$

(2) 计算第 j 个指标的输出熵。

$$E_j = -\frac{1}{\ln n} \sum_{i=1}^n p_{ij} \ln p_{ij} (j = 1, 2, \dots, n) 0 \leq E_j \leq 1$$

(3) 求指标的偏差度 d_j 。

$$d_j = 1 - E_j (j = 1, 2, \dots, n)$$

(4) 计算指标的信息权重 μ_j 。

$$\mu_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j} (j = 1, 2, \dots, n)$$

(5) 利用 μ_j 修正由AHP法得到的权重向量 W_j ,修正后的权重向量。

$$\lambda_j = \frac{\mu_j W_j}{\sum_{j=1}^n \mu_j W_j} (j = 1, 2, \dots, n)$$

运用上述方法,根据表5~表9中的数据,对AHP法得到的权重进行修正,计算结果如表10所示。

综合计算得到的各指标权重系数赋值如下表11所示。

4.5 模型验证

(1) 量纲一致性验证。使用Vensim的Synthesim工具对所建立的无人机技术融合创新系统动力学模型进行一致性检验,结果表明模型和单位量纲具有一致性。

(2) 历史数据验证。根据历年我国某军用无人机研究所年度总结报告中有关政策、管理制度、人才和技术的量化统计参数和军民融合创新量化统计结果,将技术融合创新、政策支持、管理机制阻碍、人才建设、技术支持等数据的量纲按照表3进行统一化。为准确量化政策、技术、人才、管理等政策和评价概念,并具有一致性和可比较性,报告数据的产生均采用文本挖掘和PMC指数(policy modeling consistency index)模型构建评价模型从而有效避免主观性,提高准确度,同时PMC的一贯性特性特别适用于连续的趋势比较。

模型以2013年12月第一次统计量化参数为基准年,2014—2017年为历史检验年,表12中列出了技术融合创新机制模型2016年12月、2017年12月的一些主要参数模拟结果。与实际系统的历史数据进行比较,结果显示:大部分参数的相对误差都小于15%,最大误差为-27.11%。由此可见,所构建的系统动力学模型所反映的系统行为与实际系统基本相符,可用于未来系统的模拟预测。

5 仿真方案、结果与分析

5.1 初始设定

根据2017年的年度报告量化统计结果,确定模拟方案以其数据作为初始参数值。

5.2 灵敏度分析

灵敏度分析(sensitivity analysis)用于研究参数变化对无人机技术融合创新的影响程度,分析时每次只改变一个参数,其他所有参数保持不变。以2013年为计算基准年,定义参数的敏感性公式为:

$$S_i = \frac{\Delta Q_i}{\Delta C_i}$$

式中: S_i 为参数*i*的灵敏度; ΔQ_i 是参数*i*的企业创新业绩变化量; ΔC_i 是参数*i*的变化量。

到2018年时,选取的各变量参数的取值范围及其灵敏性如表13所示。

通过对不同影响因子的分析发现,各统计参数都会对企业创新业绩产生不同水平的影响。其中,人才总量提升率最为敏感,为 0.9567×10^{-2} ,分析原因可知,人才总量提升率高,直接增加了投入无人机军民融合技术创新事业的人力,可以对技术

表10 指标权重修正计算

指标	输出熵 (E_i)	偏差度 (d_i)	信息权重 (μ_i)	AHP法权重	修正权重 (λ_i)
A1	0.9170	0.0830	0.1950	0.4457	0.3392
A2	0.8426	0.1574	0.3697	0.2848	0.4110
A3	0.8691	0.1309	0.3074	0.1644	0.1973
A4	0.9455	0.0545	0.1279	0.1051	0.0525
A11	0.8699	0.1301	0.3333	0.5714	0.5714
A12	0.8699	0.1301	0.3333	0.2857	0.2857
A13	0.8699	0.1301	0.3333	0.1429	0.1429
A21	0.8409	0.1591	0.3253	0.5816	0.5605
A22	0.8174	0.1827	0.3736	0.3090	0.3419
A23	0.8528	0.1472	0.3011	0.1094	0.0976
A31	0.8174	0.1827	0.4289	0.3196	0.4031
A32	0.8699	0.1311	0.3054	0.5584	0.5016
A33	0.8869	0.1131	0.2657	0.1220	0.0953
A41	0.8691	0.1309	0.2545	0.1569	0.1567
A42	0.8790	0.1210	0.2352	0.4832	0.4462
A43	0.8426	0.1574	0.3061	0.2717	0.3264
A44	0.8950	0.1050	0.2042	0.0882	0.0707

融合创新产生立竿见影的效果;技术性投资增长率和人才学历提升率对技术融合创新较为敏感,分别为 0.6943×10^{-2} 和 0.5264×10^{-2} ,技术性投资增长率反映了直接在技术创新方面的资金投入,因而可以产生直接的作用,而人才学历提升是提升技术融合创新水平的另一有效途径,因为人才学历

的提升正好符合国家培养新型创新型人才的理念,高学历的人才带来的技术创新能力恰好有助于技术融合创新工作的进行;灵敏度较小的参数是专利、论文增长率、人才离职增长率、创新表彰率,分别是 0.0572×10^{-2} 、 -0.0009×10^{-2} 、 0.2186×10^{-2} ,其中创新表彰率还是可以起到一定的积极影响,反

表11 指标系数表

变量	变量名称	变量说明	赋值
f_1	政策支持对技术融合创新影响系数	政策支持对技术融合创新的影响力	0.3392
f_2	管理机制阻碍对技术融合创新影响系数	管理机制阻碍对技术融合创新的影响力	0.4110
f_3	人才建设对技术融合创新影响系数	人才建设对技术融合创新的影响力	0.1973
f_4	技术支持对技术融合创新影响系数	技术支持对技术融合创新的影响力	0.0525
f_5	政策扶持对政策支持影响系数	政策扶持对政策支持影响力	0.5714
f_6	政策僵化对政策支持影响系数	政策僵化对政策支持影响力	0.2857
f_7	企业创新业绩对政策支持影响系数	企业创新业绩对政策支持影响力	0.1429
f_8	政策支持对管理机制阻碍影响系数	政策支持对管理机制阻碍影响力	0.5605
f_9	政策僵化对管理机制阻碍影响系数	政策僵化对管理机制阻碍影响力	0.3419
f_{10}	企业创新业绩对管理机制阻碍影响系数	创新业绩对管理机制阻碍影响力	0.0976
f_{11}	政策支持对人才建设影响系数	政策支持对人才建设影响力	0.4031
f_{12}	管理机制阻碍对人才建设影响系数	管理机制阻碍对人才建设影响力	0.5016
f_{13}	企业创新业绩对人才建设影响系数	企业创新业绩对人才建设影响力	0.0953
f_{14}	政策支持对技术支持影响系数	政策支持对技术支持影响力	0.1567
f_{15}	管理机制阻碍对技术支持影响系数	管理机制阻碍对技术支持影响力	0.4462
f_{16}	人才建设对技术支持影响系数	人才建设对技术支持影响力	0.3264
f_{17}	企业创新业绩对技术支持影响系数	企业创新业绩对技术支持影响力	0.0707

表12 2016—2017年技术融合创新机制模型模拟结果

日期	政策支持			技术支持			人才建设		
	统计值	模拟值	误差/%	统计值	模拟值	误差/%	统计值	模拟值	误差/%
2016.12	49.77	44.64	-10.31	64.45	69.23	7.42	78.24	85.30	9.02
2017.12	68.12	49.65	-27.11	71.33	70.10	-1.72	81.11	85.70	5.66
日期	管理机制阻碍			技术创新			企业创新业绩		
	统计值	模拟值	误差/%	统计值	模拟值	误差/%	统计值	模拟值	误差/%
2016.12	51.25	45.70	-10.83	32.07	27.13	-15.40	55.64	59.37	6.70
2017.12	37.92	45.10	18.93	39.84	32.25	-19.05	61.67	68.20	10.59

表13 取值范围及灵敏性

变量参数	取值变化范围	企业创新业绩变化范围	灵敏性(10 ⁻²)
创新表彰率	0.0172~0.0507	0.7324	0.2186
专利、论文增长率	-0.0215~0.0330	0.3116	0.0572
人才总量提升率	0.1340~0.2565	11.7200	0.9567
人才学历提升率	0.0751~0.1270	2.7320	0.5264
人才离职增长率	-0.1250~0.2500	0.0334	-0.0009
技术性投资增长率	0.0590~0.3076	17.2600	0.6943

映了资金激励对员工的作用。灵敏度为正说明增大该影响因素的参数值会使技术融合创新水平提升,灵敏度为负说明增大该影响因素的参数值会使技术融合水平降低。因此,灵敏度分析有助于总体的技术融合创新方案的制定。

5.3 仿真方案介绍

结合该研究所的实际发展情况、经济能力、业务内容和短/中/长期发展规划,参考国家宏观政策环境的变化,通过调整几种变量的组合形式,按照综合建设成本设计出提高无人机技术融合创新水平的 4 种路线,如表 14 所示。

5.4 仿真结果分析

在 4 种设计路线,及每种路线三种方案的总体模拟方案下,模拟人才主导、技术和政策辅助,人才主导、政策辅助的路线,技术主导、人才和政策辅助的路线和技术主导、政策辅助的路线对技术融合创新的影响,结果如图 6 所示。

由图 6(a)可知,通过模拟高速发展的企业,人员总量快速膨胀、学历水平迅速提升,配合稳定的技术投入和政策环境,可以保证技术融合创新工作开展,但是政策的变动依旧会造成巨大的负面伤害。由图 6(b)可知,缺少技术支持方面辅助措施的同时,在剧烈的政策变动下,足以抵消人

才建设的正面作用。由图 6(c)可知,技术支持对于无人机技术军民融合创新的促进程度没有人才建设直接与显著,能够一定程度削弱政策的负面影响。由图 6(d)可知,对于成熟的企业,人员规模已经稳定,除非在内部组织机构间进行调整,否则人才方面无法有大的动作,因此依靠技术手段是比较合理的途径,但是可能容易受到政策和管理机制不稳定的影响。

作为企业,技术方面手段具有较强的主观可控性,人才建设方面受限于行业发展态势和人才市场供需平衡,主观可控性较差,在政策和管理机制方面涉及因素较多,企业主观可控性低且迟滞问题突出。因此,在考虑成本代价、实际操作可行性、企业发展需要、时间要素等情况下,人才为主导的路线,配合一定的技术支持并辅以稳定的政策保证,将是提高该企业技术融合创新发展的最有效路线。

6 结论与启示

本研究通过扎根理论和系统动力学方法对无人机产业技术融合创新的形成机制进行了系统地研究,探讨了政策支持、组织管理、人才建设和技术支持对技术融合创新的影响机理,对各要素进行了深度分析,从而扩展了无人机军民技术融合

表 14 模拟路线

路线	方案	内容
人才主导 技术和政策为辅	原方案	保持研究所在 2018 年工作计划和方案中制定的各项指标目标,人才总量提升率↑5%
	方案一	人才总量提升率↑20%,人才学历提升率↑10%,技术性投资增长率↑2%,创新表彰率↑2%,政策扶持↑2%
	方案二	人才总量提升率↑10%,人才学历提升率↑3%,技术性投资增长率↑2%,创新表彰率↓2%,政策僵化↑5%
人才主导 政策为辅	原方案	保持研究所在 2018 年工作计划和方案中制定的各项指标目标,人才学历提升率↑5%
	方案一	人才总量提升率↑2%,人才学历提升率↑1%,创新表彰率↑1%,政策扶持↑1%,政策僵化↑5%
	方案二	人才总量提升率↑10%,人才学历提升率↑5%,人才离职率↑10%,创新表彰率↑1%,政策扶持↑1%
技术主导 人才和政策为辅	原方案	保持研究所在 2018 年工作计划和方案中制定的各项指标目标,技术性投资增长率↑10%
	方案一	技术性投资增长率↑10%,人才总量提升率↑2%,人才学历提升率↑2%,创新表彰率↑1%,政策扶持↑1%
	方案二	技术性投资增长率↑5%,人才总量提升率↑1%,人才学历提升率↑1%,创新表彰率↓1%,政策扶持↓1%,政策僵化↑5%
技术主导 政策为辅	原方案	保持研究所在 2018 年工作计划和方案中制定的各项指标目标,技术性投资增长率↑3%
	方案一	技术性投资增长率↑5%,创新表彰率↑1%,政策扶持↑1%
	方案二	技术性投资增长率↑5%,政策扶持↑2%,政策僵化↑2%

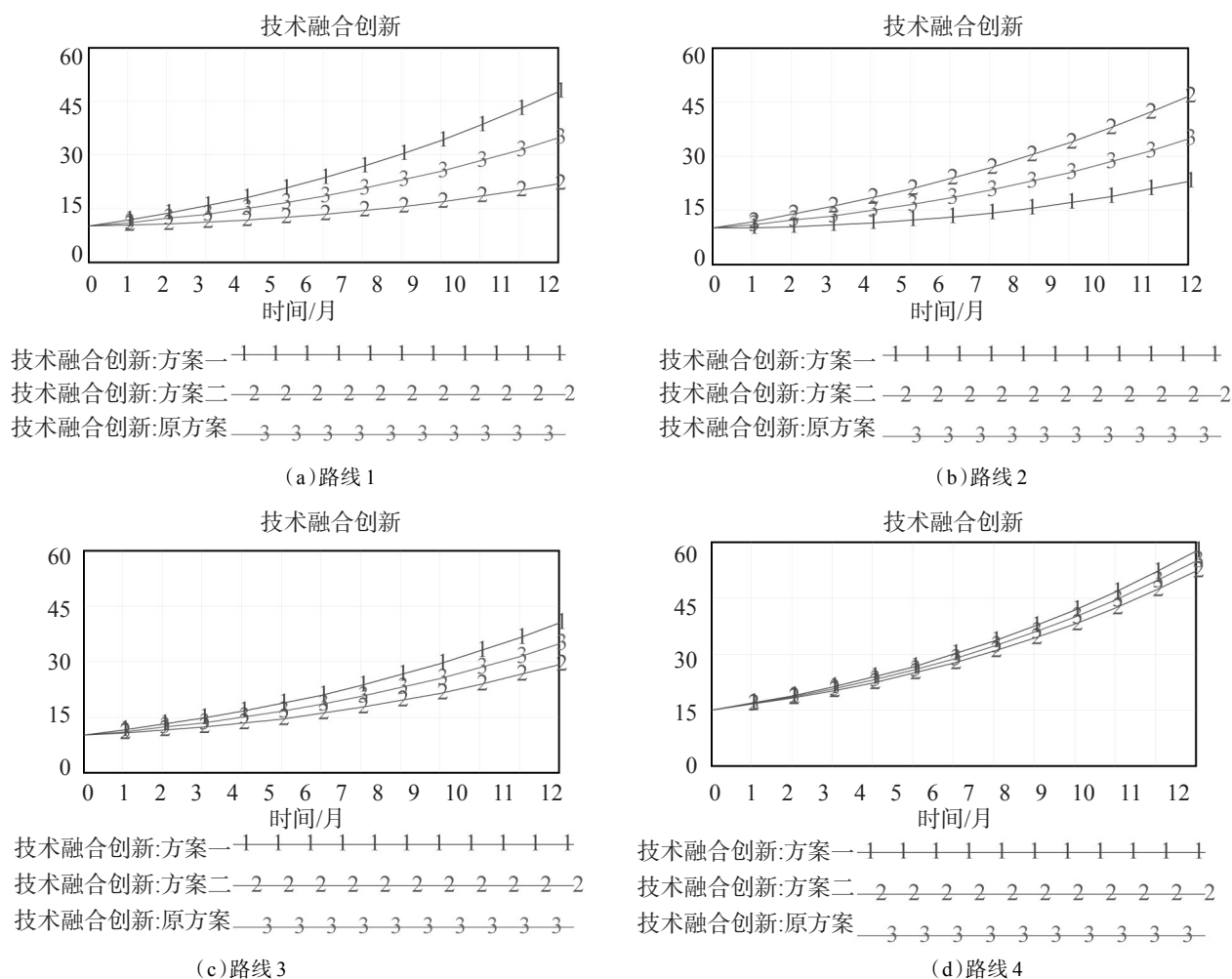


图6 基于影响因素的技术融合创新情境图

创新的研究情境,对军民融合背景下技术融合创新机制的研究具有一定的指导和借鉴意义。

6.1 理论贡献

本研究对于更深刻地理解人力、物力、财力、管理和政策对军民技术融合创新的作用,揭示企业内部措施和外部环境政策对技术融合创新的影响机制有重要的理论贡献。

第一,进一步完善了企业内部措施对技术融合创新的影响研究。随着军民技术融合研究的兴起,企业内部措施对技术融合创新影响的研究受到学者们的一定关注,但现有研究结果基本处于浅层表面化状态,且在关注企业内部措施对军民技术融合创新影响的同时,忽略了其相对影响效果的研究。尽管军民技术融合创新为无人机行业带来了新的发展契机,也为企业带来巨大的潜在

收益,但内部措施的效果研究也可以帮助企业规划决策、节省成本,两者均具有重要作用。

第二,从系统动力学理论视角识别了多种内外因素对无人机军民技术融合创新的影响。已有研究更多地以定性分析为主,且研究视角较为单一。本文采用我国某军用无人机企业实证样本,结合扎根理论和系统动力学理论,发现部分统计参量和概念型参量均对无人机军民技术融合创新有显著影响,且相对概念型参量,统计型参量对军民技术融合创新的影响的可操作性更强。这一研究结果为无人机企业针对技术融合创新选取并制定发展规划和措施提供了理论支持。

第三,丰富了无人机军民技术创新融合的理论研究。本研究提出无人机军民技术融合创新的模型,在传统的模型理论上增加了量化的新方

向,使得技术融合创新的研究向深层次、实用化方向发展,对技术融合创新理论的研究是一个良好的补充,进一步扩展了军民技术融合创新的理论视角。现有的研究较多地集中于市场化运作的企业情境下,而对于军工企业的创新探讨较为匮乏。研究向军工企业延伸,丰富了研究情境,并提供了有益的探索。

6.2 应用启示

基于上述研究成果,本文对军用无人机企业在军民技术融合创新背景下发展路线的确立以及融合模式的选择具有一定的实际参考作用。实践中,企业创新会受到政策、市场、资源等的限制,而通过建立企业军民技术融合创新模型能明确重点、显著弥补企业外部资源不足的问题。技术融合创新模型总体来讲对企业创新是有促进作用的,因此在实践中,即使建立和维护需要一定的成本,企业仍需要重视维护与投入。

同时,不同的参量对技术融合创新的影响存在差异,这一研究结果说明在实施军民技术融合创新的具体措施时,应更具针对性,结合企业自身创新需要选择融合实施的侧重点,在一定程度上既可以节约创新成本,又提高了企业创新效率。

而且,相比依赖政策的被动模式,主动融合创新更有利于无人机企业军民技术融合创新的实现。研究结果显示在从事技术融合创新时,从人才、技术等角度主动投入更有利于创新结果的实现。企业在选择融合创新模式时需要适当地考虑企业的状况,选择与自身资源状况相匹配的创新模式,主动与被动模式相互补充,有利于发挥优势,更有效地实现企业创新。

6.3 局限和展望

本研究存在几个方面的局限性,需要未来研究加以补充与拓展。首先,本文采用PMC指数模型对概念型参量进行量化,采用系统动力学进行建模,并没有研究量化模型在多大程度上适合于技

术融合创新研究,这使得研究结论在可靠性方面存在一定的局限。未来研究可以考虑加入案例分析或横向数据,结合现有的实证数据验证结果,增加结论的普适性。其次,本文没有对量化后各参量之间的耦合关系对企业军民技术融合创新的影响进行考察。而模型对技术融合创新的差异影响可能还需考虑企业内外部其他情境因素,未来研究可以加入其他调节变量,增加影响结论的环境因素,更好地了解边界条件。最后,本文调研数据来自于军工生产制造企业,没有调研民用制造企业,行业的特征及发展情况也会影响模型建立和对技术融合创新的表现,未来研究可以对民用制造业数据进行深入探析。

参考文献

- [1] 骆付婷. 基于知识转移的军民融合技术协同创新模式与评价研究[D]. 绵阳:西南科技大学,2017.
- [2] 寇伟. 美国构建军民技术融合系统的经验及启示[J]. 创新科技,2012(11):14-16.
- [3] 孙武斌,李正齐. 产业融合视角下军民技术融合问题研究[J]. 价值工程,2017,36(13):52-55.
- [4] 徐小奇,林学俊. 论军民融合技术协同创新及其基本要求[J]. 国防科技,2016,37(3):4-9.
- [5] 刘毅. 新兴产业军民两用技术融合研究及对广东的启示建议[J]. 科技管理研究,2015,35(16):136-139+156.
- [6] 彭春丽,黄朝峰. 战略性新兴产业军民融合式发展的产业融合分析:以核能产业为例[J]. 科技进步与对策,2014,31(22):97-101.
- [7] 杜人淮. 国防工业全要素军民融合深度发展及其实现机制[J]. 南京政治学院学报,2015,31(4):57-63.
- [8] 张明亲,谢立仁,张冬敏. 基于ANT的军民融合技术创新动力机制研究[J]. 西安交通大学学报(社会科学版),2015,35(5):48-53.
- [9] 陈明春. 国防技术体系中的军民融合创新路径选择研究[D]. 成都:西南交通大学,2013.
- [10] 张近乐,尚涛,蔡晨雨. 国防科技产业军民深度融合模式与路径研究[J]. 科技进步与对策,2017,34(23):133-137.

- [11] 王辉. 军民技术创新体系协同模式与评价研究[D]. 武汉:华中科技大学,2014.
- [12] 董晓辉. 我国军民科技深度融合发展基本态势与主要模式研究[J]. 科技进步与对策,2016,33(23):111-115.
- [13] 张勇,骆付婷,贾芳. 知识创造视角下军民融合深度发展技术融合模式及选择研究[J]. 科技进步与对策,2016,33(14):111-117.
- [14] 韩国元,孔令凯,武红玉,等. 基于SD的军民技术融合影响因素研究[J]. 科技进步与对策,2017,34(24):116-124.
- [15] 张翠芳,陈海涛,涂海燕. 战略性新兴产业军民技术融合研究[J]. 科技进步与对策,2015,32(11):93-97.
- [16] 郭永辉. 基于制度视角的军民融合技术创新分析[J]. 科技管理研究,2014,34(3):14-17.
- [17] 张姣芳,陈晓和. 军民结合技术创新的制度结构分析[J]. 学术交流,2011(6):89-92.
- [18] 管先祥. 我国国防科技成果军转民知识产权问题研究[D]. 武汉:华中科技大学,2010.
- [19] 胡小国. 军事科研成果的知识产权归属和利用研究[D]. 武汉:华中科技大学,2009.
- [20] Reppy J. The Place of the Defense Industry in National Systems of Innovation[D]. Ithaca: Cornell University, 2000.
- [21] Larédo P, Mustar P. Public sector research: A growing role in innovation systems[J]. Minerva, 2004,42(1): 11-27.
- [22] Libaers D. Industry relationships of DoD-funded academics and institutional changes in the US university system[J]. Journal of Technology Transfer, 2009,34(5): 474-489.
- [23] 乔玉婷. 武器装备竞争性采购的产业组织研究[D]. 长沙:国防科学技术大学,2012.
- [24] 赵富洋. 我国国防科技工业军民结合创新体系研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工程大学,2010.
- [25] 刘敏. 军民融合高技术产业创新体系建设研究:以陕西省为例[J]. 科技进步与对策,2011,28(23):73-77.
- [26] Walsh K A, Francis E. China 's defense innovation system: Making the wheels spin[J]. Institute on Global Conflict & Cooperation Working Paper, 2011(23):1-6.
- [27] 安家康,陈晓和. 技术创新合作机制的演化博弈分析及对策研究:基于军民结合视角[J]. 经济问题,2012(5):65-69.
- [28] 董晓辉. 军民融合产业集群协同创新的研究评述和理论框架[C]. 广州:中国科技政策与管理学术年会,2012.
- [29] 郭尚芬,杨波,沈全华. 军民融合式协同创新机制构建研究[J]. 科技进步与对策,2014,31(6):95-97.
- [30] 王军,何伟胜. 军民融合技术创新体系建设机制探索[C]. 北京:国防科技工业科学发展论坛论文集,2011.
- [31] 贺新闻,侯光明. 基于军民融合的国防科技创新组织系统的构建[J]. 中国软科学,2009(s1):332-337.
- [32] 蒋天颖,孙伟. 关系嵌入强度、知识吸收能力与集群企业技术创新扩散[J]. 情报杂志,2012,(10):201-206.
- [33] 陈建勋,刘黎. 嵌入、脱嵌与再嵌入:社会资本视角下中国企业“学习型FDI”的演化路径分析[J]. 世界经济研究, 2012(11):81-86.
- [34] Strauss A, Corbin J M. Basics of Qualitative Research: Grounded Theory Procedures and Techniques[M]. Newbury Park: Sage Publications, 1990.
- [35] Wakeford J. The discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research[J]. Nursing Research, 1968,17(4):377-380.
- [36] 贾旭东,谭新辉. 经典扎根理论及其精神对中国管理研究的现实价值[J]. 管理学报,2010,7(5):656.
- [37] 赵红丹,彭正龙. 基于扎根理论的强制性公民行为影响因素研究[J]. 管理评论,2012,24(3):132-139.
- [38] Fassinger R E. Paradigms, praxis, problems and promise: Grounded theory in counseling psychology research[J]. Journal of Counseling Psychology, 2005,52(2):156-166.
- [39] 朱荣. 基于扎根理论的产业集群风险问题研究[J]. 会计研究,2010(3):44-50.
- [40] 贾旭东,衡量. 基于“扎根精神”的中国本土管理理论构建范式初探[J]. 管理学报,2016,13(3):336-346.
- [41] 董志,李秀婷,董纪昌. 基于系统动力学的我国融资结构仿真研究[J]. 系统工程理论与实践,2016,36(5):1109-1117.
- [42] 范德成,杜明月. 中国工业技术创新资源配置时空分异格局研究:以经济新常态为视角[J]. 科学学研究,2017, 35(8):1167-1178.

Research on the Influence Mechanism of Civil – Military Fusion Innovation for UAV

JIANG Liang¹, YANG Peipei², ZHANG Qingpu¹

(1. Harbin Industry University, Harbin 150001, China;

2. Sino-Danish College, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: Under the background of civil-military integration, the potential of domestic civil unmanned aerial vehicle market is huge, and the technology of military UAV is abundant, which makes the UAV industry be very representative in the tide of technology fusion, and it is the typical practice sample of the research of technology fusion innovation mechanism. Taking the grounded theory as the basic theoretical framework, the qualitative and quantitative research model of system dynamics is used to construct and study the influencing factors system of technology fusion innovation in UAV field. From the perspective of civil-military integration, the connotation, structure and simulation of three levels gradually progressive, determined the core category of technology integration innovation and its significant impact on the factors, in-depth analysis of policy support, organizational management, talent building and technical support to the UAV industry Technology Integration Innovation impact mechanism.

Key words: UAV industry; technological integration innovation; influence mechanism; system dynamics