

# 仿真技术在战略性新兴产业政策模拟中的 应用研究报告

2017年12月15日



摘要.....	5
第一章 国内外政策仿真分析的原理、工具与应用研究.....	13
一、政策仿真的基本原理.....	13
二、政策仿真的方法论.....	14
二、国内外政策仿真的典型技术.....	17
三、典型仿真技术的对比分析.....	33
第二章 战略性新兴产业政策研究.....	37
一、战新产业的内涵与特征.....	37
(一) 战新产业的内涵.....	37
(二) 战新产业的特性.....	39
(三) 战新产业在不同阶段的发展特征及其政策需求、.....	40
二、战新产业政策的作用机理.....	42
(一) 战新产业政策.....	42
(二) 战新政策的本质.....	43
三、战新产业政策扶持发展方向.....	44
(一) 战新产业扶持政策实践.....	44
四、战新产业在政策仿真分析中的定义与内涵.....	48
(一) 战新产业划分及其内涵.....	48
(二) SED 行业划分及其内涵.....	49
(三) 战略性新兴产业与 SED 行业的对应.....	52
第三章 战略性新兴产业政策仿真分析的理论与技术基础研究.....	54
一、战略性新兴产业的系统结构与运行机理.....	54
(一) 战新产业发展的动力机制.....	54
(二) 战新产业的系统构成与关键机理.....	56
二、战略性新兴产业政策仿真的理论基础.....	59
(一) 经济学理论.....	59
(二) 复杂自适应系统理论.....	63
三、战略性新兴产业政策仿真的技术论证.....	64
(一) 系统动力学建模技术.....	64
(二) 多主体建模技术.....	73
第四章 基于系统动力学的战略性新兴产业政策仿真模型研究.....	78
一、北斗导航产业介绍.....	78
二、北斗导航产业研究现状.....	78
三、北斗导航产业周期性特点.....	79
四、北斗导航产业系统动力学模型.....	81
五、北斗导航产业建议结论.....	93
第五章 基于 SED 模型的战略新兴产业政策仿真模型研究.....	96
一、建模机理.....	96
二、建模方式.....	96
三、模型结构.....	98
四、数据真实性.....	104

五、模型可靠性.....	105
六、仿真流程.....	106
七、系统功能.....	108
八、基准校验.....	109
九、研究结果及分析.....	114
十、结论和建议.....	122

## 摘要

### 一、研究背景

任何政策的研究、制定与实施都需要回答一个关键问题：**政策实施的效果是否能够符合预期？**这就需要对政策的实施对象、运行机制以及预期效果开展模拟仿真研究，确保该政策会产生预期的作用。

战略性新兴产业以重大技术突破和重大发展需求为基础，对经济社会全局和长远发展具有重大的引领带动作用，代表未来科技和产业发展新方向，是国家经济社会发展的主导力量。“十三五”时期，国家进一步明确了战略性新兴产业的发展目标，即战新产业增加值占国内生产总值比重达到 15%，预示着战新产业将进入快速发展阶段，一系列政策措施将相继出台，以支撑战新产业发展。因此，开展战新产业政策仿真的技术和应用研究，总结可参考的政策量化理论方法，探索可使用的政策仿真工具，对于提升战新产业政策研究与制定能力、强化产业政策引导作用、完善产业发展环境具有重要的现实意义。

此外，加强中国特色新型智库建设，是以习近平总书记为总书记的党中央作出的重大战略决策。2015 年 1 月，中共中央办公厅、国务院办公厅联合发布了《关于加强中国特色新型智库建设的意见》，提出“重视决策理论和跨学科研究，推进研究方法、政策分析工具和技术创新手段，搭建互联互通的信息共享平台，为决策咨询提供学理支撑和方法论支持”。进一步加强决策支持理论、方法和工具研究，服

务于创新驱动发展战略的顶层设计，已经成为建设中国特色新型智库的重要任务。2014年，中国工程院开展了《“十三五”战略性新兴产业培育与发展规划咨询研究》，尝试运用量化的模型和方法，测算战略性新兴产业对宏观经济的影响，在决策辅助工具设计上作了有益探索。深入开展战新产业政策仿真应用研究，将为战新产业咨询研究提供决策参考依据。

本项目旨在围绕“战略性新兴产业培育与发展研究咨询项目”需要，参考借鉴国内外政策仿真分析理论、方法与工具，设计一套对战略性新兴产业发展和政策运行进行建模仿真的方法和系统，为评估、预测相关政策对战略性新兴产业发展的影响作用提供技术支持手段。

## 二、研究目标

借鉴国内外政策仿真典型理论、技术、工具，结合战略性新兴产业政策运行特点，运用系统工程、宏微观经济等理论方法，搭建“战略性新兴产业政策运行建模仿真模型”，并开展案例研究，为评估、预测战略性新兴产业的相关政策运行效果提供辅助手段。

## 三、研究内容

根据研究背景和目的，本项目的主要研究内容如下：

### 1、国内外政策仿真分析的原理、工具与应用研究

研究梳理国内外政府部门、研究机构、智库等开展政策分析所采用的技术手段与工具，着重对政策模拟仿真工具进行调研、分析和归纳。

### 2、“十二五”战略性新兴产业重点政策分析

系统梳理“十二五”以来战新产业的主要政策，研究分析政策类型、应用领域、运行特点等内容，为后续开展建模仿真奠定研究基础。

### **3、战略性新兴产业政策仿真分析的理论与技术基础研究**

基于战略性新兴产业的系统界面识别工作，研究提出适用于战新产业政策仿真的理论与工具技术。

#### **3.1 战略性新兴产业的系统界面识别**

在宏观层面上，研究分析战新产业系统构成，划分产业子系统以及与产业相关的技术、经济、社会等外部系统，分析战新产业的系统特点以及从政策输入到效果涌现的机理与过程。

#### **3.2 战略性新兴产业政策仿真的理论研究**

基于国内外政策仿真方法研究工作，结合战新产业系统特点与运行机理，开展战新产业政策仿真相关理论的适用性分析，深入分析和确定内部子系统之间、内外部系统之间的建模理论，构建战新产业政策仿真实论域。

#### **3.3 战略性新兴产业政策仿真的技术论证**

根据战新产业政策仿真实论域，研究提出适用于仿真模型构建的相关技术并构建技术集，确定各类技术的实现手段，为建模仿真明确技术路径。

### **4、基于系统动力学的战略性新兴产业政策仿真模型研究**

拟采用系统动力学理论方法，剖析战新产业系统、子系统，以及经济、社会等外部系统的主要构成要素；识别战新产业的利益相关者，明确系统输出的主要作用对象及其作用方式；明确“政策输入-系统

运行-效果涌现”主要路径与作用机制，开展系统运行机理分析；开展指标搜集与处理工作，采用直接采集、参数估计等方法，设定各系统模型的主要参数；开展模型仿真验证分析，确保模型稳定可靠。

#### 5、基于 SED 的战略性新兴产业政策仿真案例研究

基于战略性新兴产业政策仿真模型，通过设定多种政策情景，推演政策实施对战新产业发展的影响作用。

### 四、研究方法与技术路线

本项目将以系统工程思想和方法为技术，通过文献分析、专家研讨、调研访谈等手段，采用以专家智慧资源为支撑、以综合集成为基础的开放式研究模式，坚持理论与实证研究相结合、定性与定量分析相结合的原则，开展本项目的研究工作。需重点指出的是，为提高本研究的科学性与有效性，一方面是对模型仿真结果与实际客观数据进行对比分析，另一方面是借助外部专家评审工作，验证仿真模型与结果的合理性。

因此，本项目研究总体上分为**方法层**、**应用层**两大部分。方法层主要以“战新产业政策仿真理论与技术基础研究”为主，重点研究提出适用于战新产业政策仿真的理论与技术工具；应用层主要以“战略性新兴产业政策仿真模型研究”、“战略性新兴产业政策仿真案例研究”为主，是方法层的具体应用和可行性验证。

在战新产业政策仿真模型研究中，拟采取基于方程、基于主体（Agent）的双技术路线开展建模工作，通过案例分析，研究比较不同建模思路、不同仿真模型的优势特点和适用性，为战新产业政策仿

真提供多维度的决策参考依据。

本研究项目的技术路线图如下：

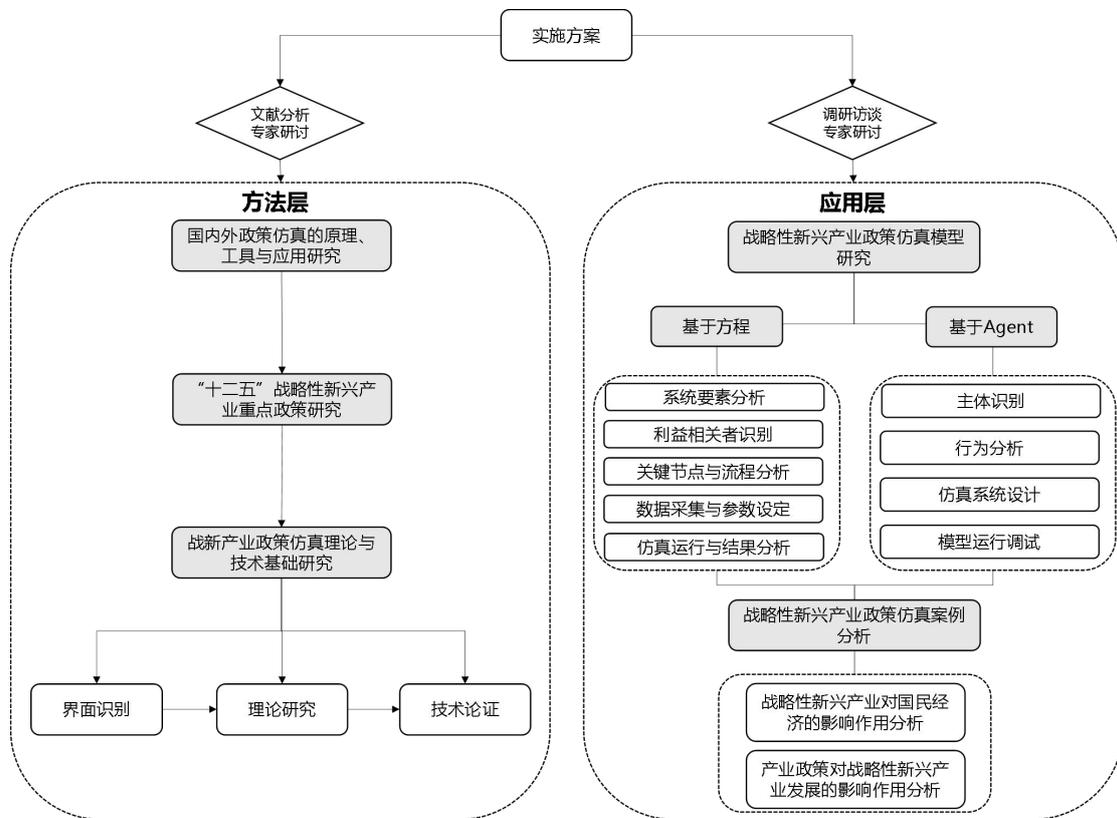


图 1 技术路线图

## 五、预期成果、进度与组织形式

### (一) 预期成果

本项目的研究成果将为国家发改委、中国工程院以及战略性新兴产业知识中心主要用户开展相关研究与管理工作的提供决策参考依据，主要产出包括：

- 1、《仿真技术在战略性新兴产业政策模拟中的应用研究》总报告
- 2、战略性新兴产业政策仿真模型，报“战略性新兴产业培育与发展研究”项目组参考
- 3、在有关刊物上发表相关论文 1 篇（含）以上
- 4、工作总结报告

## （二）进度安排

研究周期：2年

起止时间：2016年2月-2017年12月

表 1 进度安排

时间	主要任务
2016年2月-2016年4月	优化实施方案，细化研究大纲
2016年5月-2016年9月	开展资料搜集与调研访谈工作，梳理分析国内外政策仿真的原理、工具及其应用案例，以及“十二五”战新产业主要政策，完成第1、2章节的研究内容
2016年10月-2016年12月	通过课题组内外部研讨交流，重点开展战略性新兴产业政策仿真分析的理论与技术基础研究，完成第3章节的研究内容
2017年1月-2017年3月	总结归纳相关学术研究成果，并邀请内外部专家深入研讨，研究建立战略性新兴产业政策仿真模型，完成第4章节的研究内容
2017年3月-2017年10月	开展数据搜集与仿真测算分析工作，进行案例分析与评估，完成第5章节的研究内容
2017年11月-2017年12月	完成课题总报告，按计划开展专家评审工作

## （三）组织形式

本项目是工程院的重点咨询研究项目，项目总负责人为王礼恒院士。在组织形式上，将按照系统工程运行要求，建立专家组和工作组，主要成员及任务分工如下：

### 1、专家组

专家组由来自不同领域的专家组成，负责在课题的重大里程碑节点对课题研究内容、进度、质量等方面进行评审、把关，负责课题研究过程中节点性的指导和把关，不定期听取工作组汇报并提出意见建议。

项目负责人：王礼恒

项目专家组：栾恩杰、殷瑞钰、李伯虎、汪应珞、许庆瑞、王众托、  
李京文、吕薇、汪同三、于景元、高占军、于泽华

项目工作组：王崑声、侯俊杰、赵滢、刘立民、王红、常青、包彦明、  
张璋、李涛、吴杰、张琪、王馨慧、陈佳玉



## 第一章 国内外政策仿真分析的原理、工具与应用研究

研究梳理国内外政府部门、研究机构、智库等开展政策分析所采用的技术手段与工具，着重对政策模拟仿真工具进行调研、分析和归纳。

### 一、政策仿真的基本原理

政策实施的本质是异质智能体在复杂的社会技术系统中高度复杂的演进过程。政策仿真对现实世界的抽象反映，将仿真结果用于指导现实世界的工作。因此，政策仿真的实质，是构建一个和真实政策系统及其所作用的现实世界具有高相似度的仿真系统及其作用的虚拟世界，实现对异质智能体的仿真推演。这种映射关系如下：

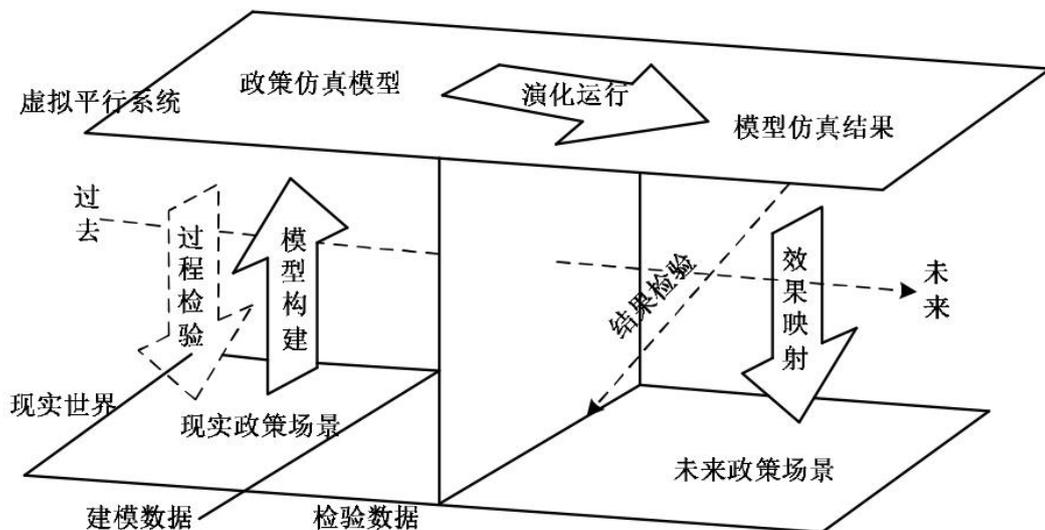


图 1.1：政策仿真原理图

从政策涉及的主体、到主体所处的环境、再到政策实施的过程，各个环节都因高度不确定性而引致复杂性，决定了政策的分析、制定和实施都处于复杂性之中。其中，政策主体是异质的智能体，无论是同类主体还是不同主体类型之间，都会因资源禀赋和信息差异而表现出迥异的行为特征，涉及的主体越多、主体的行为方式就越趋于多样

化、主体间的相互作用就越复杂，政策的演化过程也就更趋于复杂。政策环境是复杂的社会-技术系统，以往的政策研究只局限于社会系统或技术系统内部，传统的统计计量方法在各自系统内可以发挥一定的作用。但在当今的信息时代，社会系统和技术系统已趋于融合，使得政策的实施环境更加复杂。政策演进具有高度的复杂性，主体在政策环境中呈现“反应-行动”的过程，系统中每一个节点的涌现状态都决定了政策的演进路径，涌现的过程往往是非线性复杂过程。因此，政策实施的本质是异质智能体在复杂的社会技术系统中高度复杂的演进过程。

## 二、政策仿真的方法论

### （一）还原论、整体论与系统论

纵观科学研究的方法论演化，经历了整体论、还原论和系统论的变迁。古代科学的方法论本质上是整体论(holism)。强调整体地把握对象。近400年来科学遵循的方法论是还原论(reductionism)，主张把整体分解为部分去研究。还原论科学并非完全不考虑对象的整体性问题。作为还原论方法的奠基者之，笛卡尔(R.Descartes) 主要是从如何研究整体才算是科学方法的角度论证还原论的必要性。还原论的一个基本信念是，相信客观世界是既定的，存在一个由所谓"宇宙之砖"构成的基本层次，只要把研究对象还原到那个层次，搞清楚最小组分即"宇宙之砖"的性质，一切高层次的问题就迎刃而解。由此强调，为了认识整体必须认识部分，只有把部分弄清楚才可能真正把握整体，认识了部分的特性，总可以据之把握整体的特性。在这个意义上，还原

论方法也是一种把握整体的方法，即所谓“分析重构”方法。但居于主导地位的是分析、分解、还原首先把系统从环境中分离出来，孤立起来进行研究，然后把系统分解为部分，把高层次还原到低层次，用部分说明整体，用低层次说明高层次。

系统科学的早期发展在很大程度上使用的仍然是这种方法，不同的是强调为了把握整体而还原和分析，在整体性观点指导下进行还原和分析，通过整合有关部分的认识以获得整体的认识。对于比较简单的系统，这样处理还是有效的。但是，当现代科学把简单系统问题基本研究清楚，逐步向复杂系统问题进军时，仅仅靠“分析—重构”方法日益显得不够用了。把部分的认识累加起来的方法，本质上不适宜描述整体涌现性。愈是复杂的系统，这种方法对于把握整体涌现性愈加无效。系统科学是通过揭露和克服还原论的片面性和局限性而发展起来的。

现代科学表明，许多宇宙奥秘来源于整体的涌现性。还原论揭示这类奥秘，因为真正的整体涌现性在整体被分解为部分时已不复存在。而社会实践越来越大型化、复杂化，特别是与一系列全球问题的形成，也突出强调要从整体上认识和处理问题。

总之，研究系统不要还原论不行，只要还原论也不行；不要整体论不行，只有整体论也不行。不还原到元素层次，不了解局部的精细结构，我们对系统整体的认识只能是直观的、猜测性的、笼统的，缺乏科学性。没有整体观点，我们对事物的认识只能是零碎的，只见树木，不见森林，不能从整体上把握事物、解决问题。科学的态度是把还原

论与整体论结合起来。按钱学森的说法“系统论是还原论和整体论的辩证统一”。

## （二）综合集成方法论

从70年代末开始，钱学森努力把系统方法推广应用于社会生活各方面，提出建立和发展社会系统工程。但组织管理社会系统的社会工程技术要比工程系统工程复杂得多，前者绝不是后者的简单推广，需要在应用中坚持把复杂性当作复杂性来处理的原则，反对那种为建立漂亮数学模型而对实际问题作强制性简化的主观主义做法。

为了更为清晰深刻地理解复杂性，进而解决复杂性问题，有别于以往关注系统具体内涵的系统划分方式，钱学森、于景元和戴汝为等提出着眼于子系统种类和相互联系程度的系统分类。根据组成系统的子系统以子系统种类的多少和它们之间关联关系的复杂程度，把系统分为简单系统和巨系统两大类，简单系统是指组成系统的子系统数量比较少，它们之间关系自然、比较单纯，如某些非生命系统，象一台测量仪器；当子系统数量非常大(如成千上万、上百亿、万亿)则称作巨系统。如果巨系统中子系统种类不太多(几种、几十种)且它们之间关联关系又比较简单，这类系统称作简单巨系统，如激光系统。如果子系统种类很多并有层次结构，它们之间关联关系又很复杂，这就是复杂巨系统。当这个系统又是开放的，就称作开放的复杂巨系统。例如：生物体系统、地理系统(包括生态系统)、社会系统、星系系统等。针对开放复杂巨系统的研究问题，钱学森提出了综合集成方法。

概括来说，综合集成方法是通过定性综合集成到定性、定量相结

合综合集成再到从定性到定量综合成这样三个步骤来实现的。这个过程不是截然分开，而是循环往复、逐次逼近的。复杂巨系统问题，通常是非结构化问题。通过上述综合集成过程可以看出，在逐次逼近过程中，综合集成方法实际上是用结构化序列去逼近非结构化问题。

政策仿真的本质上是对复杂系统的仿真模拟，仿真技术的方法论应该综合采取了从上而下和由下而上的研究路线，从整体到部分再由部分到整体，把宏观和微观研究统一起来，最终是从整体上研究和解决问题。

## 二、国内外政策仿真的典型技术

主要包括每种方法的简介、理论、原理、应用案例等

### （一）可计算的一般均衡模型（CGE 模型）

一般均衡理论始于瓦尔拉斯 1874 年的论著《纯粹经济学要义》，是经济学基本理论之一。他将经济系统看作一个整体，研究其中各要素之间复杂的相互作用和相互依存关系。考察在经济系统中的市场均衡和总量均衡，考察在一定条件下因供求关系的不均衡导致价格变动，进而又使供求关系趋向平衡的经济变量的运动过程。他的重要贡献之一在于考察经济整体时，并未牺牲其中的细节——微观经济。一般均衡理论的特点是把整个经济系统作为一个整体，市场中的各种商品、各种源、各个消费者和生产者是相互作用、相互影响和相互依存，综合考虑各市场各要素间的联系，各不同市场同时达到均衡的状态。一般均衡状态是在经济系统中各种力量作用下共同形成的经济达到理想状态的均衡，以各市场的均衡为基础达到的一种和谐态。

一般均衡理论由于 Arrow 在 1953 年和 Debreu 在 1957 年的具有开拓性和影响力的工作而得到了推动和发展。他们考察了均衡的存在性，均衡的最优性，生产和消费的最优选择是相对于资源分配的一种均衡等问题。

可计算一般均衡模型是描述整个经济系统供求关系的一个方程组，可归纳为供给、需求、对外贸易和供需均衡关系四个部分，可根据具体的问题引入相关的主体进行分析。

首先是供给，产品供给的行为主要是由生产者的行为方程刻画的，刻画生产行为方程主要有两类：描述性方程和优化方程。描述性方程主要是反映各种生产要素的投入与产出之间关系，以及各种中间投入和产出之间的关系。生产函数是描述生产行为的一个重要的函数，根据不同的需要可以选用 Cobb—Douglas 生产函数、常替代弹性生产函数（CES）等，也可采用两要素生产函数（劳动力和资本）和多要素生产函数（加入能源土地等要素），中间投入可用里昂惕夫矩阵来描述，根据不同的问题采用不同的生产函数，以更好的达到所研究问题的目标。生产者的优化方程是在生产者约束的条件下，使其达到成本最小或利润最大，以决定生产者对生产要素的需求量和产品的供应量。

其次是消费行为，描述消费行为的方程主要是指在一定的预算约束下，如何实现效用最大化，也分为描述性方程和优化方程。描述性方程是以消费者的收入为消费者的预算约束条件，来对消费者的消费行为进行约束的。优化方程是通过求解消费者的效用最大化来完成对消费者行为的描述，根据不同的需要可选择不同的效用函数。

第三是对外贸易，在现实经济中，完全封闭的经济非常罕见，大多数都是开放的经济，在经济全球化的今天，对外经济是一国经济发展的重要组成部分，在可计算一般均衡模型中，对外贸易模块也是其中一个重要的组成部分。在这里通常采用小国假设，认为一国出口商品的数量有限，不会影响世界市场价格的剧烈变化，是市场价格的接受者，因此国际市场价格外生变量。对外贸易要区分进口行为和出口行为，现在比较普遍的做法是采用 Armington 假设，认为国内产品和国外产品不完全替代，用常弹性替代函数描述进口型为，用常弹性转换方程描述和出口行为。

最后是供需均衡关系，供需均衡关系是可计算一般均衡模型的重要部分，它包含的均衡主要包括产品市场均衡和要素市场均衡。产品市场均衡要求各部门的总供给等于总需求，这要求在数量上和质量上都要达到均衡，如果出现不均衡的情况，则表现为库存，这是可计算一般均衡模型中所描述的广义均衡。要素市场的均衡主要包括资本市场的均衡和劳动力市场的均衡，资本市场的均衡主要是指总投资等于总储蓄，如果出现投资和储蓄的规模不等的情况，则通过债券的买卖、外资的引入、调节政府储备来使之达到均衡。劳动力市场的均衡是指劳动力的总供给等于总需求，由于劳动力市场上失业状态是常态，所以在可计算一般均衡模型中的劳动力市场均衡是包括失业在内的更为普遍意义的均衡。

可计算一般均衡模型以一般均衡理论为基础，从理论模型出发，进而对其进行数字设定，寻找符合理论结构的数据，把瓦尔拉斯一般

均衡理论变化为一个能够计算的现实经济模型。一般认为可计算一般均衡模型综合全面的考虑资源结构、外贸政策、税收政策等内容和方式的变化对各个不同的国民经济主体造成的影响，进而为制定合理的政府政策提供参考依据和决策依据。可计算一般均衡模型的研究对象涉及多个领域，主要是因为该模型能够模拟价格、结构以及其它重要的影响因素发生变化时的结果，它的政策分析能力非常强大。

### **典型案例：多种税收返还模式下碳税对中国的经济影响**

基于中国工业化和城市化加速发展中碳排放快速增长给可持续发展带来严峻挑战的背景，在无税收返还、减免消费税和减免生产税三种情景下运用动态 CAS-GE 模型，模拟了中国 2015 年开征 100 元/吨碳税的经济影响。

CAS-GE 模型是一个基于动态可计算一般均衡模型的中国动态 CGE 模型。该模型是中国科学院科技政策与管理科学院研究所与澳大利亚 MONASH 大学共同研制开发的。模型数据是以国家统计局公布的中国 2007 年投入产出表为基础，该模型包含 137 个产业部门、3 种投入要素（劳动力、资本和土地）和 6 个经济主体（生产、投资、家庭、政府、国外和库存），模型同时还考虑了 8 类流通投入，分别为海运、空运、铁路、公路、管道运输、保险、贸易和仓库贮存。模型对 2007 到 2012 年的宏观变量进行了校准。模型根据中国经济有关特征和数据建立，文章通过碳税政策对消耗化石能源的间接税税率的影响来进行研究。

研究发现：宏观经济层面，征收碳税使 GDP 增速大致下降 1%并在

税收返还时这一影响会得到显著缓解;碳减排效果层面,碳税使全国碳排放总量下降 8.15%,减免消费税情形下更是达到了 8.49%;物价和内需层面,碳税不但没有推高 CPI,相反还有利于抑制通货膨胀和改善内需结构;行业产出层面,征收碳税对大多数行业来说是负面影响,冲击的幅度与行业排放强度成正比——其中减免消费税使私人消费品行业受益但对出口份额较大的行业有负面冲击,而减免生产税则可以大幅抵消各行业的负面影响。文章最后还对上述影响机理进行了详细分析,并据此提出了相关政策建议。

### 文献调研列表

序号	建模仿真方法	文献来源	主要研究内容	主要研究结论
1	CGE	张兴平 (2015)	对能源部门进行细分,划分六个模块,并编制社会核算矩阵。构建可计算一般均衡(cge)模型模拟碳税政策对北京市社会经济的影响	实证结果显示:碳税政策具有显著的节能减排效果,对于化石能源密集型产业产出具有明显的抑制作用,但对于清洁能源、服务业等行业产出具有促进作用。因此严格限制煤炭、石油等高碳化石能源的使用、开发高碳能源低碳化利用技术是减排的重要措施。由于碳税会使产品价格上升,从而导致消费需求减少,碳税对国内生产总值和社会福利具有一定的负面影响,虽然影响程度的相对量有限,但影响的绝对效果较大,应该避免较高的碳税税率。
2	CGE	李志刚 (2006)	针对目前政策模拟分析系统缺乏的问题,提出利用计算机技术将 CGE 模型、DSS、数据仓库、数据转换等集成在一个模拟系统中:采用 Visual C++、.net 开发模拟分析系统的人机交互界面和问题处理系统;GAMS IDE 完成 CGE 模型生成和求解系统;数据库为 SQL Server 2000,构造了政策模拟原型系统。在所设计的	模拟集成系统初步实现了 CGE 建模、模拟计算、系统维护及人机交互的功能。针对我国农业补贴政策问题,利用所设计的集成模拟计算系统,模拟了补贴政策变量的变化对国民经济的影响。该模拟系统能够解决实际政策模拟问题,辅助决策者进行政策制定。

			模拟系统上,以农业补贴政策模拟为例,通过情景分析法进行实证模拟分析。	
3	CGE	李昌彦王慧敏佟金萍刘尚 (2014)	基于水资源同时以水要素和水商品形式存在的特点和我国水资源报酬征收的实际情况,建立了包含水生产与供应业、水资源要素报酬、生产用水补贴的水资源可计算一般均衡模型(CGE);建立了提高水资源要素价格、调整生产用水补贴和技术进步3种情景;以江西省为例,编制SAM表并利用CGE模型模拟各情景对经济和社会的影响,并且对同一节水目标下3种情景的模拟结果进行比较分析。	研究结果表明:提高水资源要素价格、削减生产用水补贴和技术进步都能促进用水效率提高,减少总用水需求量;但无论从总产出、GDP、就业、物价水平还是居民及企业收入等指标看,前两种情景会对经济产生负面影响,且削减生产用水补贴的负面影响更大,技术进步则在达到节水目标的同时能够促进经济发展;3种情景变化对农业的产出和用水量影响显著,说明农业节水潜力巨大。进行政策选择时应该慎重考虑各种政策的影响和政策的可操作性,将农业作为重点节水行业,并长期大力推广节水技术。
4	CGE	刘宇肖宏伟吕郢康 (2015)	基于中国工业化和城市化加速发展中碳排放快速增长给可持续发展带来严峻挑战的背景,在无税收返还、减免消费税和减免生产税三种情景下运用动态CAS-GE模型,模拟了中国2015年开征100元/吨碳税的经济影响	研究发现:宏观经济层面,征收碳税使GDP增速大致下降1%并在税收返还时这一影响会得到显著缓解;碳减排效果层面,碳税使全国碳排放总量下降8.15%,减免消费税情形下更是达到了8.49%;物价和内需层面,碳税不但没有推高CPI,相反还有利于抑制通货膨胀和改善内需结构;行业产出层面,征收碳税对大多数行业来说是负面影响,冲击的幅度与行业排放强度成正比——其中减免消费税使私人消费品行业受益但对出口份额较大的行业有负面冲击,而减免生产税则可以大幅抵消各行业的负面影响。文章最后还对上述影响机理进行了详细分析,并据此提出了相关政策建议。

## (二) 基于系统动力学的建模仿真方法

系统动力学模型是以反馈控制论为理论基础,以计算机仿真技术为手段,研究复杂社会经济系统见长的定量方法,1956年由麻省理工学院福雷斯特(J. W. Forrester)教授创立。SD模型成功应用于地

区、城市、国家乃至世界规模的诸多战略与决策分析中。SD 建模就是从区域系统内部要素和结构入手，建立数学模型。这样不但能够将系统因果逻辑关系与反馈控制原理相结合，并充分发挥人机对话优势，能够动态跟踪和非线性约束。通过改变系统的参数和结构来测试各种战略方法、经济模式、技术和政策的效应，主要寻求完善系统行为机会和方式。根据 SD 模型的这一特点，建立城市群发展优化模拟方案。

利用系统动力学分析问题的优势主要是能够通过将复杂系统进行抽象，构建规范性的数理模型。构建模型的切入点是系统自身的内部结构，在此基础上通过计算机仿真方法刻画其结构功能与动态行为之间的复杂关联，最终得到解决具体问题的措施。从上述模型构建的大致过程可看出，立足因果关系和系统结构得到外在行为表现，可视为系统动力学模型最为显著的特点。

详细来讲，系统动力学总体特征能够包括了七个方面：（1）研究问题注重从因果机制出发从复杂现象的因果关系这一基本关系出发，层层剖析不同因素所形成的因果反馈环，从多种纷繁复杂的外在表象中探寻其内在关系和运行机制，了解复杂问题产生的根源。（2）从观察系统结构入手系统动力学提出系统结构是其自身运行的动力之源，通过掌握系统结构和运行机制来实现对系统未来行为发展趋势的预判。因此，系统动力学模型也可以被视为结构依存型模型。（3）内生化处理系统动力学模型不会停留在外在表象，而是深入到内部探究系统行为中所蕴含的复杂规律特征，而这一过程中系统内部结构成为问题分析的重点。（4）非线性行为通常情况下，系统动力学模型的应用

对象都是具备显著复杂性特征的非线性系统，所以能够对社会经济系统等复杂系统进行较为深入的分析研究。(5) 延迟特性延迟机制的引入使得系统动力学模型能够更加准确地反映现实复杂系统的关键特性，因而在对现实条件下的多种复杂系统分析过程中表现出明显的普适性。

### **典型案例：互联网产业金融政策和人才政策分析**

罗文（2014）针对互联网产业创新开展了系统动力学仿真研究。首先，开展系统界定，划分出互联网企业、中介机构、创新、科研院所、政府五个子系统，并提出相应假设。在此基础上，确定了6个状态变量，包括科研院所累计专利、企业累计专利、GDP、财政收入、累计毕业生数、企业收入，同时还将新增科研院所专利、新增企业年专利、新增GDP、新增财政收入作为速率变量，构建系统流图和方程式组。



				足保障下，人才对于互联网产业创新的影响逐渐增大，而且越来越明显，特别是在 2026 年以后，人才不足时，互联网产业创新能力受到严重阻值，单纯的研发投入增加已经无法满足创新要求。
2	EBM	刘朝凤， 马荣康 (2012)	构建公共科技政策影响创新产出的系统动力学模型，利用印度 1991-2008 年数据实证分析了不同科技政策对创新产出的影响效果。	印度研发人员及其结构调整、中央科技支出、税率、邦政府教育支出是对创新产出影响程度较大的政策因子，而金融机构企业贷款、邦政府科技支出、中央教育支出对创新产出的影响程度较小。因此，印度政府应该从增加研发人员、调整研发人员结构、加大中央科技支出和邦政府教育支出以及加强企业创新税收激励这几个方面着手制定和实施科技政策，从而增加印度总体的专利申请数，提高创新产出。
3	EBM	郭亮 (2007)	基于系统动力学的研究对象和产业经济系统的基本特点，分析了产业经济系统结构演进的一般模式，构建了产业经济系统结构演进仿真模型，并开展中国产业经济系统结构演进仿真分析。	利用仿真模型预测了中国 2005--2020 年产业经济系统结构的演进路径，表明第三产业将是未来产业结构扩张的主要方向，其中交通运输邮政业是未来带动经济发展的龙头产业。设计出 5 种优化产业结构调整的产业政策情景，基于仿真结果得到了优化调整方案。
4	EBM	徐甜友 (2014)	通过梳理城市交通系统结构，描述城市交通运行与供需关系，定性分析投资政策、环境政策、限行政策、限号政策等政策对城市交通系统的影响作用，并从社会、经济、环境、交通供给、交通需求五个方面，构建了北京市交通政策影响的系统动力学模型，通过仿真比较不同政策情景下的北京市交通运行状况及环境变化。	如果维持现有交通政策不变，北京市交通拥挤水平会在 2020 年前维持在一个较高的水平，随着城市道路供给能力提高与公共交通系统的完善，城市交通建设投资效果将逐步显现，交通拥挤水平得到缓慢下降。 若加大城市交通建设的投资，交通拥挤程度将有所改善，公共交通投资比重或道路建设投资比重增加，将缓解城市交通拥挤问题。 现有的限行、限号政策在短期内无法从根本上解决交通拥挤与环境污染问题，实施限行 50% 机动车尾号后，城市交通拥挤水平将下降近 45%。
5	EBM	谷丽，陈 树文，丁 堃(2012)	采用系统动力学方法探讨了新产品税收政策对我国科技创新的影响机制，并运用模型进行仿真。	新产品税收政策的调整对创新投入、创新绩效产出、全国科技研发人员总数等因素均具有正向的促进作用，但受制于新产品税收政策的调整幅度，其反应的显著程度尚且有限。

### (三) 基于主体的建模仿真方法

基于主体建模借鉴了非线性动力学和人工智能领域的技术，主体

具有自主行动，并且主体间也可以发生相互作用。与系统动力学或离散事件模型相比，基于主体建模无法定义全局系统行为（动力学），但是，建模人员可以对不同层级的主体单独界定其行为，全局行为的涌现只是几十个甚至几百亿个拥有各自行为规则的，生活在相同环境中并能彼此交流（个体之间以及个体与环境之间）的主体互动的结果，微观层次的作用涌现出了宏观现象，因此，基于主体建模也叫作自下而上的建模。

### 典型案例：伊春国有林权政策分析

采用 ABM 方法，结合系统动力学方法，在 AnyLogic 平台上进行了“伊春国有林权制度改革多范式政策仿真”，在系统分析阶段，构建了伊春国有林区的林权制度改革宏观路线。模型在仿真林木生长时使用了系统动力学模型，每个树木都有如树种、高度、生长率等属性，采用林木生长的经验公式模拟树木的生长；在林户行为仿真时使用了 ABM 方法，采取自下而上的建模路径，通过统计调查和入户访谈定义了林户的属性及其行为规则，林户的行为规则包括林户与系统之间的规则（如林户进行采伐以增加其财富、进行生活消费并减少财富）和林户之间的交互规则（如林户之间可以进行林地经营权的流转）。仿真模型以是否发放林权证作为主要政策选择，同时将是否发放贷款及贷款利率、是否发放国家保险及保险费率作为辅助政策，构成政策集合。通过三个政策的不同组合，研究林户 Agent 在不同政策场景下的行为，并观察在不同政策场景下的林区经济和生态指标的变化。

结论：通过对东北地区林木生长以及林户行为的多范式政策仿真，

观测到了不同林权政策组合下林户的反应及对生态环境的影响，尽管这只是公共政策仿真在我国现有体制下的一个初步尝试，特别是仿真的粒度分析还比较粗糙，在验证阶段还存在一些缺陷，但通过仿真得到了不同政策组合下的经济效益和环境效益的直观效果，并基于此演进了未来 50 年的生态和经济发展状况，为地方政府的政策选择和群决策提供了某种科学性。

### 文献调研列表

序号	建模仿真方法	文献来源	主要研究内容	主要研究结论
1	ABM	赵剑东，黄战 (2012)	采用 ABM 方法针对广州软件产业集群进行建模，应用于分析政府税率、创新回报率、研发周期、社会网络和研发投入比例等因素对整个产业集群技术创新的影响。	在税收政策 I 情景下（创新型企业享受 4% 的优惠税率，非创新型企业依然采用 8% 的税收政策），创新型企业的实力将明显优于非创新型企业。在税收政策 II 情景下（对创新型企业前 3 年不征税），产业集群整体实力明显提升，创新型企业低于政策 I 情景的状态，但依然优于非创新型企业，差距不如 I 情景大。因此，实行优惠税率比阶段性免税对于创新型企业的发展更为有利。
2	ABM	Mateus calado (2014)	开展了关于紧急救助公共政策服务的最优化社会系统仿真研究，基于多 agent 的仿真方法构建社会复杂系统动态模型。开展了关于紧急救助公共政策服务的最优化社会系统仿真研究，基于多 agent 的仿真方法构建社会复杂系统动态模型。	建立了分布式人工智能的规则，设定紧急救助公共政策的多种场景，创建了一组自主的 agent 集合，并将运行逻辑嵌入到虚拟对象和角色当中，使整个场景中可以知识共享，相当于构建出了一个人工社会，并且不同涉众能够被合理表示、其行为能够被观察。通过不断改变系统中关于涉众的输出参数，多 agent 系统模型能够仿真系统动态行为并产生交互行为，进而评估出是否需要做出某种改变以使模型更加有效。医院和医疗体系的相关政策起到了较好决策支持作用
3	ABM	Johan Holmgren	开展了基于多 agent 的交通政策与相关措施的分析仿真研究，使用基于多 agent 方法进行交通政策与相关措施定量效应评估。	该研究建立了双层模型，分别是决策仿真模型和物理仿真模型。物理仿真模型中包括全部涉及到的实体，比如载具、产品及其活动；决策仿真模型中包括客户、交通消费者、交通计划者等决策的个体，这些个体以 agent 的形式建模。最终输出的结果能够被分类为经济、统计、环境的形式，使得该方法能够进行多准则分析，考察交通政策措施造成的多方面的变化。

4	ABM	严云峰 (2010)	在小世界网络下构建了一个具有记忆功能的基于 Agent 的创新扩散模型, 设计了创新的扩散环境, 并对单一创新扩散和两种竞争性创新同时扩散的情形进行了仿真研究。	在单一创新扩散的情形下, 采用分散式扩散策略比采用集中式扩散策略的效果好, 通过增加网络中节点的“创新感知”能够有效减少扩散的 Lock-In 状态。 两种竞争性创新同时扩散的情形下, 初始市场占有率较低的创新在扩散的前期和后期采用口碑策略, 而在中期采用广告投放策略能够使创新扩散达到最优的效果。
---	-----	---------------	--	--

#### (四) 元胞自动机

元胞自动机方法：是一种时间和空间都为离散状态的动力系统。散布在规则格网中的每一元胞取有限的离散状态，遵循同样的作用规则，根据自身和相邻节点状态，按照确定的局部规则作同步更新。因此元胞自动机模型基于大量元胞通过简单的相互作用而构成动态系统的演化。元胞自动机的威力在于概念虽然简单，却能对很多的复杂现象进行分析。

元胞自动机 (Cellular Automata) 是 20 世纪 50 年代初由计算机之父冯·诺依曼为了模拟生命系统所具有的自复制功能而提出来的。此后，史蒂芬·沃尔夫勒姆 (Stephen Wolfram) 对元胞自动机理论进行了深入的研究，例如，他对一维初等元胞机全部 256 种规则所产生的模型进行了深入研究，并将元胞自动机分为平稳型、周期型、混沌型和复杂型 4 种类型。元胞自动机采用离散的空间布局和离散的时间间隔，将元胞分成有限种状态，元胞个体状态的演变仅与其当前状态以及其某个局部邻域的状态有关。

元胞自动机以计算机建模和仿真的方法，研究由类似于生物细胞 (Cell) 的大量并行单元个体组成的复杂系统的宏观行为与规律。

L-系统、有限凝聚扩散、格子气自动机、格子 Boltzmann 方法、交通流模型等都是元胞自动机的具体化，它们都有着重要的理论意义和实际应用价值。元胞自动机方法是研究复杂系统的有力工具，是新方法、新学科的重要生长点。

元胞自动机方法是一个框架模型，这个框架不必是刚性的，而是一个从实用主义出发考虑的模拟思想体系。元胞自动机模拟的要点是捕捉所研究现象的基本特性。在实际应用过程中，有的元胞自动机模型对其中的某些特征进行了扩展，有的在规则设计中引入随机因素，如：森林火灾模型。又如，在交通、通讯发达的今天，研究流行病或计算机病毒的传播问题时，我们还可以将空间背景换成复杂网络的结点，用网络邻接点作为邻居。这样的调整显然比仍旧使用二维欧氏空间、采用欧氏距离的模型更加符合实际情况。在大型场所人群紧急疏散问题模拟研究中，可以考虑年龄、性别等因素，即元胞不是同质的，更加有利于使模拟系统接近真实系统。元胞自动机将简单与复杂、微观与宏观、局部与整体、有限与无穷、离散与连续等一对对哲学范畴紧密联系在一起，可望成为探索复杂科学的利器。

### **典型案例：基于元胞自动机的个税政策影响研究**

2013 年 4 月李丁等人使用元胞自动机方法对个人所得税的政策影响进行了研究。关于个税政策影响因素的研究，可有效调节社会上收入差距。但在公共政策研究领域研究较少，特别是在社会整体意识与决策过程方面几乎没有涉足。为解决上述问题，使用元胞自动机建模方法，提出元胞的状态转移算法，构建出相应的动态演化模型，仿真

税收政策对剥夺感演化的影响。其基本原理为：宏观政策因素通过经济模型简介作用和影响社会个体的收入；每个个体将其收入与邻居的收入相比较而感到其剥夺感状况；如果剥夺感大于其心理容忍度，那么他就遭受到剥夺；个体的剥夺感同时收到邻居剥夺感的影响，影响程度用 Ising 模型确定；而个体当前时刻的剥夺状况以及宏观政策因素进一步决定下一时刻个体的收入状况。

结果表明，个体容忍度的提高可以有效降低被剥夺个体的比例，仿真结果也显示个税政策能够实现相对剥夺感的迅速降低，调高个税起征点能起到降低收入差距的作用，但是现实中的个税政策没有发挥好的效果，原因在于未将资产收益课以累进个税。上述研究结果对于公共政策的决策和执行过程具有一定的参考价值，有效地实践了计算机仿真与公共政策学的交叉研究的结合。

本文通过从元胞自动机的角度研究个税政策影响的产生原因，仿真由于个税政策影响效应所产生的微观机理，评估社会剥夺感的宏观态势。在利用元胞自动机方法构建情感计算模型的基础上，利用元胞自动机的思想和建模方法，借鉴统计物理学的 Ising 模型表征个体间情感交互的轻度，根据社会调查的结果和经验总结，确定了元胞的演化规则，并提出了元胞的状态转移算法，从而构建了相对剥夺感的动态演化模型。针对政策因素进行分析，进一步仿真个税政策作用的影响，有效地解决了社会科学研究中普遍样本不足的问题，也弥补了国内外个税政策相对社会普遍影响仿真研究的不足。

文献调研列表

1	元胞自动机	夏畅王海军 张安琪邓羽 (2017)	将城市扩展数量管控、土地差别化管控及土地利用分区管控等多个政策方案,嵌入元胞自动机的转换规则中,进行耦合管控效应的城市空间多情景模拟与政策分析。	研究表明:(1)在城市扩展过程中,伴随着生态用地面积锐减、建设用地利用效率低下及土地利用结构不合理等风险,政策管控有利于缓解上述问题;(2)土地政策不能扭转景观破碎化及复杂化加剧的现象,但可以抑制其趋势;(3)多政策同时使用可以在保护优势斑块方面产生协同效应,其效果优于单独使用三种政策,但在遏制景观破碎化和复杂化方面不能发挥单一政策所具有的最大生态效应;(4)土地政策的优先级为:数量管控→分区管控→差别化管控。
2	元胞自动机	吴伟莹 (2017)	针对中小投资者的投资行为特征,考虑主观和客观两方面的因素,设立自信度和从众度两个指标,在现有的元胞自动机模型基础上进行拓展,并采用适用于数学建模和可视化科学运算的计算机应用软件 Matlab 进行可视化模拟中小投资者的投资行为,描绘复杂的股市价格和交易量波动现象,分析中小投资者的自信度与对应股价时间序列之间的关系。	研究的主要结论:(1)同一从众度下,交易者之间的自信度随机时,股价波动和相对交易量变化比自信度保持一致时大;(2)从众度高的情况下,自信度的提升带来更强的从众行为,导致股价波动变大;从众度低的情况下,自信度的提升减弱从众行为,使得股价波动变小;从众度适中的情况下,自信度的改变对股价的影响很小,不同自信度下股价变动幅度很小;(3)股票价格的时间序列的H指数的检验结果还未呈现出一定的规律,对股票价格短时间内的定性预测不太可靠。基于以上研究结果可以得出,中小投资者自信度的提升以及从众度的减弱都有利于股市长期稳定健康发展。
3	元胞自动机	曾瑜 (2016)	定义了基于制度变迁企业战略重构的内涵,根据制度变迁下企业间竞争与合作的状况,分析企业战略重构的动因,并对制度变迁下企业反复进行战略重构的过程进行完整推演。然后分析了将元胞自动机用于制度变迁下企业战略重构机制研究的可行性,将制度变迁下的企业战略重构看作是一个复杂适应系统。在此基	结论:(1)制度变迁下的企业战略重构演化是一个典型的复杂适应系统,系统中的企业是具备独立自适应能力的主体,与其它主体及环境之间持续不断进行交互作用,最终促进整个体系的进化。在体系进化过程中,企业间是竞争与合作关系,(2)制度经由制度压力对企业战略重构产生作用,主要是受到了制度压力期望与组织战略目标的一致性程度以及制度压力强度两大因素的影响,其中,制度压力强度是企业战略

		<p>基础上,对制度影响企业战略的主要因素进行分析,构建基于制度压力企业战略重构演化的CA模型,对制度变迁下企业战略受到的影响因素进行分析,构建基于制度变迁企业战略重构演化的CA模型,对制度变迁各阶段影响企业战略的主要因素进行分析,构建基于制度变迁阶段企业战略重构演化的CA模型,最后得到各自相应模拟结果,对制度变迁下企业战略重构的内在机制进行探讨,并就促进我国企业在当今转型经济背景下的发展提出对策与建议。</p>	<p>构建的首要考虑因素,其次才是会为企业带来实际经济效益的目标一致性程度。(3)制度变迁过程中企业战略重构受到了利益驱动、企业制度安排、制度的发展状况及市场松散程度等多个制度与非制度因素的影响。其中,利益驱动是影响企业战略决策最大关键因素,其次是制度的发展状况。(4)制度变迁各阶段企业战略重构差异显著,这是由不同阶段外在制度环境状况的差异造成的,企业战略收益水平与预期收益水平上的差异,促使企业作出不同的战略决策。</p>
--	--	--	---

### 三、典型仿真技术的对比分析

从政策仿真分析方法来看,传统的定性方法主要使用“演绎-律则模型”或者“归纳-概率模型”来对政策过程进行解释,这类方法的假定了政策与实施结果之间由特定的因果关系“覆盖”,而现实中的因果关系并不是如此简单的解释。传统的以统计计量为主的定量方法也不再适用于复杂的政策研究,一系列统计上的相关因素并不能确切解释政策作用的真实因果链条,与复杂的政策实施本质相比,统计计量方法显得过于简约化。

课题组研究梳理了基于方程的建模方法、基于主体 (Agent) 的建模方法、可计算一般均衡模型、元胞自动机等仿真方法。

面向政策本身的复杂性,从分析政策运行的作用机制的角度来看,被学术界广泛应用的两种建模仿真方法是基于方程建模 (EBM, Equation-based Modeling) 和基于主体建模 (ABM, Agent-based

Modeling)。EBM 主要表现为一系列的数学方程，通过理论分析和建立假设，构建 EBM 模型。在设定模型初始条件或特定参数后，通过数值仿真来预测系统短期或长期的结果。常见的 EBM 模型如系统动力学模型在社会科学领域已得到广泛应用，能够实现对政策长期的、动态的战略仿真分析。ABM 是随着复杂系统理论而不断发展而来的，应用也较为广泛。主要是仿真 Agent（系统个体）的行为来描述和预测动态系统的演化，每个 Agent 在其数据和行为规则的基础上，通过 Agent 之间的交互引致系统的演化，系统的宏观行为被视为个体属性或行为的涌现。

EBM 通过确定系统变量和描述系统变量之间关系的方程式来描述整个系统的特点，尽管面临着 ABM 的挑战，仍被广泛应用。对于复杂系统来说，应用 EBM 来描述复杂系统，则必须确定一组系统的关键状态，并通过不同的常微分（偏微分）方程来描述系统的动态运行过程。其难点在于如何将自然现象通过一系列方程进行描述，完美地描述整个现象是不可能的，但可近似地用一系列方程式充分描述整个系统。在建立方程以后，将求解方程产生的数据与通过测量获得的数据进行比较，如果数据较为吻合，则认为这些方程式能够很好地描述实际系统，随后可用这些方程式来对系统的长期行为进行仿真推演。

ABM 认为系统由 Agent 组成，Agent 具有属性和数据等内部状态，给定 Agent 状态变量，其行为可以视为有限状态机，当与其他 Agent 进行交互时发生状态转换。Agent 之间存在的交互行为可分为全局交互、局部交互和具有一定全局性质的局部交互。使用 ABM 方法进行仿

真，其关键是确定 Agent 和控制 Agent 交互的过程（规则）。

总体上，EBM 方法更适用于具有集中处理特征的领域，例如通过迭代微分方程来模拟群体平均特征变化的交通系统的政策仿真等；ABM 方法更适用于具有高度局部性和分布式处理特征的领域，例如从微观行为导致宏观系统涌现的流仿真、组织仿真、市场仿真等领域。

	EBM	ABM
模型表现形式	一系列方程组成	多个自主的 Agent 构成，Agent 之间存在合作和竞争
建模观点	自上而下	自下而上
与现实的近似程度	抽象	近似
主要关注	随时间变化的系统属性的平均特征	随时间变化的个体属性和系统属性
学习机制	无	有
方法成熟度	通过系统动力学、博弈论等分析方法构建方程，然后求解，比较成熟	如何结合社科理论建立模型，尚缺乏统一的方法学流程
常用建模软件	Matlab、Vensim 等	Swarm、Repast 等
程序实现	面向过程	面向对象
模型验证	系统层次	系统层次和个体层次
计算资源	少	多

在模型的表现形式上，EBM 模型由方程式集合组成，这些方程式往往关联被多个个体行为影响的观察变量；ABM 模型由交互的 Agent 集合组成，有些变量在系统层次被定义为观察变量，有些变量在个体层次被定为对象属性。

在建模观点上，EBM 采用自上而下的建模思路，并不需要了解驱动观察变量变化的因素，更不需要追溯到个体行为的起源；ABM 采用自下而上的建模思路，通过对微观个体属性和行为的分析建立多

Agent 模型，系统层次观察变量的变化是自下而上涌现的结果。

在与现实的近似程度上，EBM 模型相对抽象，ABM 模型则更加接近现实现象。

在主要关注点上，EBM 用方程式集合表示观察变量之间的关系，反映的是随时间变化的群体平均特征；ABM 关注个体之间的交互行为，包括可能的多种的直接关系或间接关系，观察变量之间的关系是系统输出而不是输入。

在学习机制上，ABM 模型可以具有学习机制，通过应用神经网络、演化算法等技术，使 Agent 具有适应外部环境的能力，Agent 不但可以使用规则，还可以改变和定义新的规则，进而使 Agent 系统具有一定的复杂性、不确定性、不可预测性。

在方法成熟度上，EBM 方法被广泛应用，较为成熟，而 ABM 方法尚缺乏统一的方法和流程。

## 第二章 战略性新兴产业政策研究

以定性研究为主，深入分析战新产业、战新产业政策的内涵与特征，系统分析战新产业的作用机理，总结归纳战新产业政策的扶持方向与发展趋势。

### 一、战新产业的内涵与特征

#### （一）战新产业的内涵

战新产业是后金融危机时代出现在我国产业政策中的一个概念，2009年11月，国务院总理温家宝在《让科技引领中国可持续发展》中，重点强调了我国今后重点发展的七大战略性新兴产业领域，这是我国对于战略性新兴产业第一次明确界定。战略性新兴产业代表产业技术的创新能力，是反映一个国家发展中的经济增长能力和国际经济地位的重要标志。

关于战新产业较为全面和权威的定义，《国务院关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》（国发[2010]32号）明确指出：战略性新兴产业是以重大技术突破和重大发展需求为基础，对经济社会全局和长远发展具有重大引领带动作用，知识技术密集、物质资源消耗少、成长潜力大、综合效益好的产业。

石峰（2012）侧重分析战新产业与高技术产业的关系，战略性新兴产业是当代技术革命的范畴，是由当代技术革命的技术体系产业化而催生的新兴产业，其根本上应当归属于当代高新技术产业。

薛澜、林泽梁、梁正、陈玲、周源、王玺（2013）认为，战新产业是战略性与新兴性的交集，战略性强调主观性的发展重点，新兴性

强调客观性的全新图景。

郭钧（2015）强调技术核心意义，认为我国战新产业的发展关键在于技术核心，技术创新、技术突破和技术改革是战略性新兴产业发展的强大支撑和内在动力。

《战略性新兴产业重点产品和服务指导目录》（2016版）涵盖了5大领域8个产业，并进一步细化到40个重点方向下174个子方向，近4000项细分的产品和服务。



图 2.1 战略新兴产业分类

当前，国际经济贸易格局、产业分工格局、能源资源版图等正在发生重大变化，同时，全球新科技革命和产业变革不断取得新突破，战略性新兴产业面向经济社会发展需求，聚焦全球创新的“主赛场”，作为引领先进制造业和新兴服务业发展的主导力量，也是我国创新创业、形成创新型经济最为活跃的领域。“十三五”时期战略性新兴产业需要摆在经济社会发展更加突出的位置，快增长、上水平、促创新将是

“十三五”战略性新兴产业发展的总体目标，“十三五”末将是全球产业变革的一个重要时间节点，以新一代信息、生物、新能源等新兴产业为代表的新生产力发展格局将初步形成，战新产业将成为国际贸易的主导力量。

## （二）战新产业的特性

### 1、不确定性和高风险性

处于萌发阶段的战新产业，产品、技术、市场需求、用户购买行为等都具有很大的不确定性，因此带来的风险性很高。战新产业中的有效技术创新属于新兴和突破创新，为产业带来业绩的同时，也遇到了特有的风险，一方面是由于技术不稳定不成熟；另一方面是从市场监测来看，行业的主流技术发展方向仍未可知。从市场来看，新技术或新产品进入市场后，将会有一段时接受市场的检验，会产生市场认可度低的情形和市场秩序不完善和不正当竞争也会产生一定的风险，从社会风险来看，国家政策对战新产业技术创新也产生强烈影响，政府的宏观调控政策、区域和地方机构颁布的法律法规作为约束条件。

### 2、高成长性

战新产业具有高新技术产业的共性，发展的成熟前期，产业生命周期曲线呈“S”型，表明产业规模不仅呈不断增长趋势，而且增长率也不断扩大，产业的高成长性特点十分明显。战新产业的发展，离不开市场的需求，市场需求的大小为战新产业带来了发展的预测效应，快速扩大的市场需求对新产品的接受能力，促进战新产业快速成长。新兴产业代表现代科学技术产业化的新水平，对产业系统运行和发展

将起到重要的导向作用。

### 3、发展差异性

从产业生命周期看，无论什么产业，传统产业或高新技术产业，都会经历成长期、成熟期到衰退期的过渡，只是因地区、国家不同产生一定的差异性，另一方面，区域资源禀赋存在不同的差距，使得具有独特资源优势的产业发展轨迹尽不相同，不可一概而论，不能盲从。

### 4、关联带动性

战略性新兴产业在区域经济发展中具有较高的经济地位，战新兴产业的成长对区域经济增长的贡献率要达到较高水平，具有比其他产业较强的产业关联效应，能有效带动其他相关产业发展，还要带动其他产业共同创造就业机会、提高社会消费水平和提升产业高度、增强区域的总体经济实力。

#### （三）战新兴产业在不同阶段的发展特征及其政策需求、

根据产业的生命周期特点，在不同的生产周期，产业的发展状况也是不一样的，所需要的优惠政策也不同，这就要求政府灵活运用政策工具，促进战新兴产业发展。

**萌发期：**企业数目少，技术不成熟，市场需求增长缓慢，产业利润微薄。实质上并未形成产业，相关技术研发形成的产品尚未得到市场认可，市场需求甚微，存在较大的技术风险和市场风险，还没有或很少有企业进入，资源和政府不起作用，该阶段，产业成长的主要动力是技术进步。

**政策的主要任务**给予企业财政方面给予大力支持。在战新兴产业成

长初期，企业抗竞争能力较弱，需要较大的政策力度支持才能促进其快速成长，这时政府的支持力度相应就要偏重，配套的财税政策、科技政策等都要全面开展，使其能抵抗市场的竞争压力经济指标稳步增长，完善重大基础设施。增加在新兴产业的资金投入力度，完善财政支持政策，帮助企业解决融资难的问题，或者政府直接投资，设立专项基金，实行银行贷款优惠政策，鼓励投资机构向战新产业投资。

**成长期：**企业数目增多，技术日渐成熟，市政需求增长迅速，产业利润率较高。该阶段，相关产业已经得到市场认可，已有部分企业进入，只是产品品种有限，其用途并未充分挖掘。此时产业成长的关键动力是关键技术突破和市场需求的快速增长，资源、企业开始发挥作用，对于“移植型”产业来说，政府的引导和支持作用较大。

政策的主要任务是引导产业技术发展方向和领域，促进产业创新突破，完成优胜劣汰的选择。实行政府采购政策，对于有利于技术创新、环境保护、具有重大意义的战新产业产品，政府可以较多采购购买，对技术陈旧，需要整改的产品，实行少采购或者不采购，通过有目的的取舍，有效引导技术创新沿着政府鼓励的方向进行。

**成熟期：**企业数目稳定，技术趋于成熟，市场需求相对饱和，利润率很高。该阶段，产业特点和用户定位十分清晰，买方市场形成，竞争加剧，产业盈利能力下降，技术对产业成长的作用至关重要，资金不再是困扰企业的主要问题，如何开发新产品，拓展产品的新用途，如何实现技术上的突破是最大的瓶颈。

政策任务的重点是为企业发展创造一个良好的外部环境，维护市

场公平竞争，延缓进入衰退期时间，促进国民经济进一步增长。在该时期，针对特定产业的税收优惠政策副作用逐渐增加，税源大量流失，税制严肃性遇到挑战对某一个利益集团的税收优惠会产生分配不公平，对特定的税收优惠政策应该减少，但是激励技术创新的税收优惠政策不能减少，使产业在市场竞争中保持活力。

**衰退期：**进入衰退期之后，企业数目减少，技术落后，市场需求减少，产业利润降低，技术创新停滞，产品、技术、工艺逐步老化，一些企业逐步退出，产业逐步消亡，或在创新驱动下，产品、技术、工艺发生质的飞跃升华为一个新的产业部门。

政策的重点是采取积极措施对衰退企业进行调整与转化。在战新产业衰退期，政府需要审时度势，对不适应市场需要的企业进行改造重组，对自主创新效益良好的企业要继续扶持，把握新旧市场转化规律，对整个市场做好宏观引导作用。利用财税援助政策帮助企业退出，或者帮助企业转产和复苏。主要包括加大财政投入力度和制定税收优惠政策。

## 二、战新产业政策的作用机理

### （一）战新产业政策

产业财税政策：财税政策促进战新产业发展主要是以直接投资、财政补贴及购买性支出如政府采购等手段对相关产业提供财政支持。政府的财税政策渗透和作用在战新产业发展的各个阶段，在需要较高R&D投入的研发阶段，通过财税支出和专项资金予以支持，在试产和达产、生产制造和市场销售环节通过直接和间接税收优惠设计减轻企

业负担，使企业更多的资金投入到产业链升级和生产满足市场需求的产品上；在市场销售环节，通过政府采购支持和所得税、消费税优惠等引导消费需求，鼓励消费，扩大内需，配合基础设施保障，以满足市场的需求。消费需求信息不断传递的过程中，通过企业研发、生产、销售的循环，战新产业要素得以整合，产业得以成长和发展，社会技术环境、市场环境和生态环境得到优化，产业结构、就业结构和消费结构实现升级，进而促进经济增长。

**科技创新政策：**当前，我国自主创新能力较低，战新产业的发展已成为加快经济发展方式转变的重大举措，加大产业创新政策投入力度，政策的着力点应该建立在有效地促进创新与研发作用机智的基础上，从完善科研成果转化机制，人才服务与进口替代，关键技术成果转化四个方面构建战新产业，有针对性的向新兴产业倾斜，从而改进与提升整个战新产业的自主创新能力。

**产业融资政策：**政策性融资对战新产业的发展和升级培育主要方式包括通过国家政策性银行发放政策性贷款，政府通过政策性担保、财政贴息等方法引导商业性金融机构的信贷倾向于战新产业，以及国家设立的专项扶持基金等。我国政策性资金投放规模有限，在战新产业领域的投放增速低于整个产业的发展增速，同时不能仅仅依靠政策性资金在战新产业领域的投放规模增大，还应该考虑如何提高融资效率、创新融资模式、健全政策性融资体系。

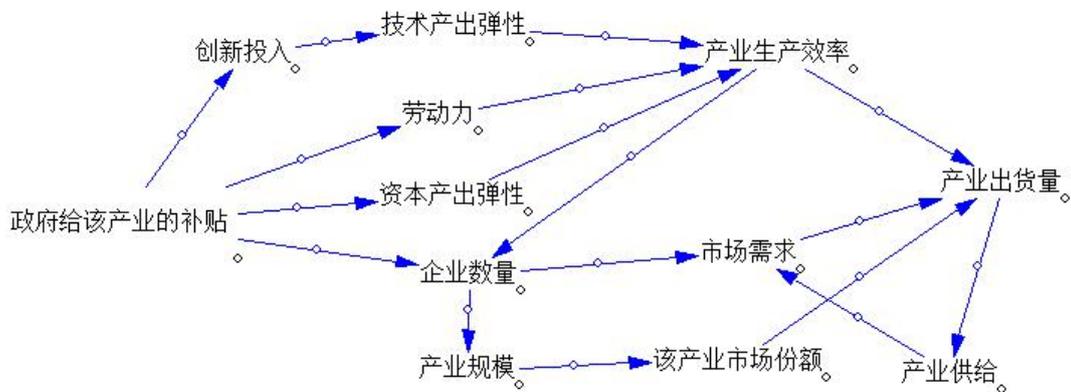
## **（二）战新政策的本质**

无论是产业财税政策、产业投融资政策、科技创新政策、这些产

业政策本质上都是广义的一种“补贴”：新兴产业发展从来就没有离开过政府的政策支持，很多国家都根据新兴产业发展轨迹和特点，注重政府扶植推动，采取一系列政策措施，培育发展新兴产业，并创造良好的发展环境。近年来，发达国家出台的新兴产业扶持政策具有明显的超常规和主动性，表现为政府扶持力度加大，宏观调控力度空前。

战新产业政策的形式多种多样，包括税收减免、研发补贴、贷款优惠、价格支持等，但从政策对行业内企业的作用来看，这些政策要么降低了企业的边际成本，要么增加了企业的边际收益，从而最终增加了企业的利润。

战新产业政策的实施，正是对经济系统内部各种不同因素相互耦合形成的因果关系链条进行控制与调节的过程，是一种“控制”行为。



### 三、战新产业政策扶持发展方向

#### (一) 战新产业扶持政策实践

从上个世纪五十年代初起步以来，特别是 1988 年火炬计划开始实施之后，高科技产业就不断得到中央到地方的各类政府基金和政策的支持，其中不乏

许多在 2010 年被划在战新产业阵营中的企业，特别是 2010 年出台国发（2010）32 号文件之后，政府在 2011 年正式设立了战新产业发展中央专项资金，初步统计，共有 24 个省市积极响应对战新产业的政策扶植精神，基本于 2011 年底之前陆续出台并实施了用于扶植战新产业的各类省、市级资金，其中，2012 年 5 月底中央专项资金的首批补助正式启动落实，新能源汽车、新材料和高端装备制造三个行业成为首批获助行业中的重点扶植对象，补助额度高达项目固定资产投资的 15%。在中央专项资金落实之前，国家发改委设立的国家产业振兴和技术改造专项资金已经开始对许多属于战新产业的企业进行补助支持，财政部 2011 年发布的《各地财政大力支持战略性新兴产业发展》一文总结了各地战新产业的资助情况，其中黑龙江 18.5 亿元转系那个资金助力新兴产业建设，北京新兴产业创投基金达 15 亿元，安徽“十二五”期间每年安排 5 亿新兴产业发展引导资金，广东设立战略性新兴产业核心技术攻关专项资金，浙江嘉兴年筹资 5 亿元扶持战新产业。可见，从中央到地方财政开始有针对性的大力扶植战新产业。

**北京市出台多项税收优惠政策，为战新产业发展保驾护航。**以中关村为例，2015 年北京市中关村经济开发区提出四项税收优惠政策，为园区内企业实施股权激励提供有效的税收制度安排，为全国创新创业创造更好的政策环境。政策一：高新技术人员表现突出，可获得公司股权激励，同时，个人所得税可在 5 个纳税年度内分期完成缴纳；政策二：对中小企业经营战略性新兴产业向个人股东转增股本所缴纳

的个人所得税，允许在 5 个纳税年度内分期完成缴纳；政策三：有限合伙制企业投资未上市的中小型战略性新兴产业满 2 年以上，应纳税所得额可以按照总投资额的 70% 抵扣；政策四：对转让技术所有权或许可使用权取得的收入，可免征或减征企业所得税。这四项税收试点优惠政策的实行，对于所有战略性新兴产业可谓期盼已久。在今后的税收优惠政策制定中会考虑支持设立适应科技企业特点和需求的保税仓库、拓宽科技企业融资渠道、引进海外高层次人才等税收优惠政策的试点工作。北京中关村税收优惠政策的出台，将会使股权激励更加具体化，在激发相关技术人员创新热情的基础上减轻其工作负担，为新兴企业创造出更多价值。税收优惠试点的实施在推动中关村校企合作、科技成果转化，促进创新创业发展，鼓励技术人员积极创新等方面发挥了重要作用。

**福建省围绕战略性新兴产业发展的重大需求，鼓励产业研发创新，**整合国内外创新资源，集中力量突破一批支撑战略性新兴产业发展的关键共性技术，推动建设以企业为主体的产学研合作（技术）联盟，加大实施产业化示范工程力度，加速科技成果转化为现实生产力。大力推进重点突出、资源集聚、服务专业、特色鲜明的创业创新载体建设，鼓励有条件的创业基地、企业和创投机构发展众创空间，拓展“开放技术平台+产业资源”等孵化模式创新，力争到 2020 年前建成 200 家以上众创空间，满足大众创业创新需求。

**甘肃省大力发展战新产业投融资政策。**2016 年 2 月 6 日印发《2016 年战略性新兴产业发展总体攻坚战工作要点》提出，2016 年，

甘肃战略性新兴产业增加值占生产总值的比重提高1个百分点。再培育一批骨干企业，争取国家批准设立3个国家地方联合创新平台、2个国家级企业技术中心、2个国家重点实验室。战略性新兴产业创业投资引导基金规模增加到5亿元，围绕新能源、信息产业等领域，再设立3-4只参股创业投资基金，使参股创业投资基金总规模达到25亿元。按照《甘肃省国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》，结合国家专项规划，甘肃提出要科学编制“十三五”战略性新兴产业发展专项规划，围绕重点领域规划优势产业链培育行动，着力培育发展100户骨干企业，打造50条百亿元产业链，到2020年，实现战略性新兴产业增加值占GDP的比重达到16%。

## （二）战新产业政策扶植方向和发展规律

目前，国家对战新产业的关注度逐渐攀升，不再盲目地加大政府的补贴力度，应当利用系统思维综合分析评估，确定战新产业未来的发展趋势。新时期，相对较为完善的相关市场基础设施建设对战略性新兴产业的帮助与推动具有极为重要的意义，一定程度上这将引导新兴产业的发展以及市场推动的需求。市场需求将推动产业发展从而辐射成为战略性新兴产业市场。新兴产业的发展需要大量资金的支持，政府除了在资金上的大力支持外，还需要对企业进行政策上的拓展研究，同时还要鼓励和激活民间资本，优化财税政策，进一步拓宽战略性新兴产业发展的资金来源。要从根本上加强对我国战略性新兴产业的扶持和保护，建立标准的市场准入制度，预防外来市场的干扰。要提高专业技术的知识产权保护体系以及建立完整的保护与自我保护

系统，推动关键核心技术的研发和产业化，增强同类产品的核心竞争优势。此外，国家要有针对性地对国有或民营企业进行重点扶持与帮助来推动各个企业之间资本和产业技术的联盟，达到强强联合的效果。

以福建省为例，“十三五”时期，发展战略性新兴产业必须坚持系统规划与重点推进、坚持体制创新与资源集成、坚持优化布局与集聚发展、坚持创新驱动与高端突破，走市场主导与政府引导相结合的路子。加强财政资金对战略性新兴产业发展的支持，整合并盘活现有财政有关专项资金，重点投向新一代信息技术、新材料、高端装备制造、生物与新医药、节能环保、新能源、海洋高新等战略性新兴产业。创新财政资金支持方式，通过设立产业股权投资基金等市场化模式，与金融资本紧密结合，引导带动社会资本增加投入，提高财政资金支持战略性新兴产业发展的杠杆作用。落实和完善固定资产加速折旧、设备投资按比例抵免税额、研发费用加计扣除等税收政策，加大对重大技术装备引进、消化的扶持政策。发挥政府创投引导基金和财税政策作用，引导社会资本更多投向初创期、早中期创新型、成长型企业。进一步对接国家先进制造产业投资基金，支持设立多币种产业股权投资基金，通过股权投资、风险投资等方式支持战略性新兴产业项目落地与成长。

#### 四、战新产业在政策仿真分析中的定义与内涵

##### （一）战新产业划分及其内涵

《国务院关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》（国发[2010]32号）明确指出：战略性新兴产业是以重大技术突破和重大

发展需求为基础，对经济社会全局和长远发展具有重大引领带动作用，知识技术密集、物质资源消耗少、成长潜力大、综合效益好的产业。

《战略性新兴产业重点产品和服务指导目录》（2016 版）涵盖了 5 大领域 8 个产业，并进一步细化到 40 个重点方向下 174 个子方向，近 4000 项细分的产品和服务。（详见附件 1：战略性新兴产业与国家行业分类、SED 行业分类的对应关系）

战略性新兴产业主要强调两点，一是“战略性”，二是“新兴性”。具有“战略性”意义的产业主要是能提高科技自主创新能力、引领未来经济转型升级并发挥主导作用的产业；而“新兴性”产业是那些发展尚好却方兴未艾或产业链尚待完善的产业，并不是指那些刚刚“兴起”的产业，其中很大一部分是来自于传统产业的改造升级，而这些产业主要强调新技术的使用，是发展潜力巨大并有广阔市场空间的产业。

战略性新兴产业是战略性和新兴性的有机统一，是新兴科技和新兴产业的深度融合，既代表着科技创新的方向，也代表着产业发展的方向，完全可能推动新一轮产业革命。

## （二）SED 行业划分及其内涵

SED 行业根据其古典经济学的理论基础划分，侧重于行业本身的经济属性的区别，分别是原材料、设备、消费品、银行、证券、政府（包括中央政府和地方省级政府）、劳动力、商业批发和商业零售。其中，原材料、设备、消费品行业生产物质产品，其他行业则以提供服务的方式创造价值。在此，我们根据研究需要，重点阐述原材料、

设备和消费品行业的划分及其内涵。

### (1) 消费品

SED 模型中，消费品分为基本、一般、发展三个等级，每一个等级又细分为吃、日用、消耗、耐用四种用途。对消费品的等级及用途进行组合，SED 模型中包括以下组合：基本吃消费品、基本日用消费品、基本耐用消费品，一般消耗消费品、一般耐用消费品、发展消耗消费品、发展耐用消费品。

其中“基本”表示人类赖以生存的基础元素，如大米、衣服等；“一般”表示人类生存常用的元素，如洗衣粉、水杯等，其重要性稍次于基本；“发展”表示人类对生活质量有着更高追求的元素，如化妆品、奢侈品等。每一个等级又细分为“吃、日用、消耗、耐用”四种用途。其中“吃”表示人类活动中与食物有关的元素，如蔬菜、肉类；“日用”为人类日常生活中常用的物质元素，如牙膏、牙刷、手机、电脑等；“消耗”表示生活中容易消耗的物质元素，如办公耗材、纸张等；“耐用”表示可反复利用，经久耐用的物质元素，如房产、金属制品等。

比如说，基本吃消费品为人类赖以生存的最基本的食物类消费品。例如生活中的柴米油盐酱醋茶之类的食物。基本日用消费品为人类日常生活中最基本的日用类消费品。例如生活中的水杯、洗洁精等等。

SED 分类码	产品名称
111	基本吃消费品
112	基本日用消费品
114	基本耐用消费品
123	一般消耗消费品

124	一般耐用消费品
133	发展消耗消费品
134	发展耐用消费品

表 2.1: SED 消费品分类码及其名称

### (2) 原材料

SED 模型中的原材料有五种，分别为农业原材料、能源煤炭原材料、能源石油原材料、矿业金属原材料和矿业非金属原材料。

其中农业原材料是指国家经济行业分类中的农业大类，包括农业、林业、畜牧业、渔业、农林牧渔服务业；能源煤炭原材料包括煤炭开采和洗选业、能源生产及供应业；能源石油原材料包括能源和石油开采、加工及其供应业；矿业金属原材料指金属矿采选业及其冶炼、延加工业；矿业非金属原材料指矿业非金属采选及制造业。

SED 分类码	产品名称
211	原材料（农业）
212	原材料（能源煤炭）
213	原材料（能源石油）
214	原材料（矿业金属）
215	原材料（矿业非金属）

表 2.2: SED 原材料分类码及其名称

### (3) 设备

在 SED 模型中，设备泛指生产资料，不仅能够生产商品，还能提供服务。因此，SED 模型中的设备既有生产原材料、设备、消费品产品的设备，又有提供银行、证券、政府服务的设备。在此，根据研究需要，我们只阐述生产原材料、设备、消费品产品的设备。

设备与其生产的产品具有一一对应的关系，具体如下：

设备分类码	设备名称	产品分类码	产品名称
311	生产基本吃消费品的设备	111	基本吃消费品
312	生产基本日用消费品的设备	112	基本日用消费品
314	生产基本耐用消费品的设备	114	基本耐用消费品
323	生产一般消耗消费品的设备	123	一般消耗消费品
324	生产一般耐用消费品的设备	124	一般耐用消费品
333	生产的发展消耗消费品设备	133	发展消耗消费品
334	生产发展耐用消费品的设备	134	发展耐用消费品
411	生产原材料（农业）的设备	211	原材料（农业）
412	生产原材料（能源煤炭）的设备	212	原材料（能源煤炭）
413	生产原材料（能源石油）的设备	213	原材料（能源石油）
414	生产原材料（矿业金属）的设备	214	原材料（矿业金属）
415	生产原材料（矿业非金属）的设备	215	原材料（矿业非金属）
501	生产消费品设备的设备	311-334	消费品设备
502	生产其他设备的设备	411-415	原材料设备
503	生产【生产设备】的设备	501-503	设备的设备

表 2.3: SED 设备及其产品对应表

注：本表仅为 SED 行业编码表的一部分，为避免理解混乱，在此略去其他跟战略性新兴产业无直接相关的行业及其编码的说明。

### （三）战略性新兴产业与 SED 行业的对应

在 SED 模型中，每一个行业都有一种特定的商品、每一种商品在同一时刻有 4 种不同的档次，即低、中、高、新产品。每一个档次的产品，随着仿真过程的推演，行业会进行技术创新，政府会投资科技促进技术创新，从而推动市场中流通的产品的更新换代，淘汰掉低档产品，出现新产品，原来的中高档产品变成了中低档产品。其中，新产品的出现受到行业技术创新、政府科技投资和市场的影响，高档产品直接体现该行业的先进、顶尖技术水平，因此，在 SED 模型中，高档产品和新产品都是该行业高新技术的直接产品，也是该行业新兴产业的具体体现。

分析战略性新兴产业的产业特性，结合 SED 模型中的行业分类，

战略性新兴产业与 SED 行业的关系如下表所示：

比较 产业类别	战略性新兴产业与 SED 行业的区别		战略性新兴产业与 SED 行业的联系
	划分重点	产业范围	
战略性新兴产业	战略性、新兴性	信息技术、高端装备制造、新材料、生物、新能源汽车、新能源、节能环保、数字创意、其他服务	战略性新兴产业包含在 SED 行业的范畴内，体现为 SED 行业中的高新技术产品，由于两者的划分重点不同，同一战略性新兴产业可能属于多个 SED 行业
SED 新兴行业	经济属性	原材料、消费品、设备行业中相应的高新产品部分	

表 2.4：战略性新兴产业与 SED 行业的区别与联系

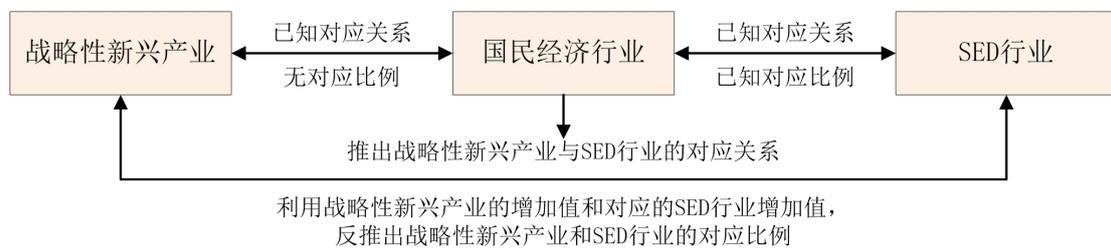


图 2.2 战略性新兴产业与 SED 行业的对应关系

上图中战略性新兴产业、国民经济行业和 SED 行业一一对应的转换关系请详见附件 1：战略性新兴产业与国家行业分类、SED 行业分类的对应关系。战略性新兴产业和 SED 行业的对应比例请详见下文数据处理的相关部分。

### 第三章 战略性新兴产业政策仿真分析的理论与技术基础研究

研究分析战新产业发展与产业政策的系统结构，深入剖析战新产业政策的实现途径，构建粗颗粒度的政策仿真模型。在此基础上，进一步研究论证适用于战新产业政策仿真的相关理论与关键技术。

#### 一、战略性新兴产业的系统结构与运行机理

##### （一）战新产业发展的动力机制

技术创新是战新产业发展的内在驱动力，利益主体的利益网络及其演化与高增值要素集聚是战新产业发展的持续动力，产业进入与退出是战新产业的空间“让渡”动力，区位优势决定了战新产业的资源禀赋与发展空间，政府政策扶持则是战新产业发展的关键外力。

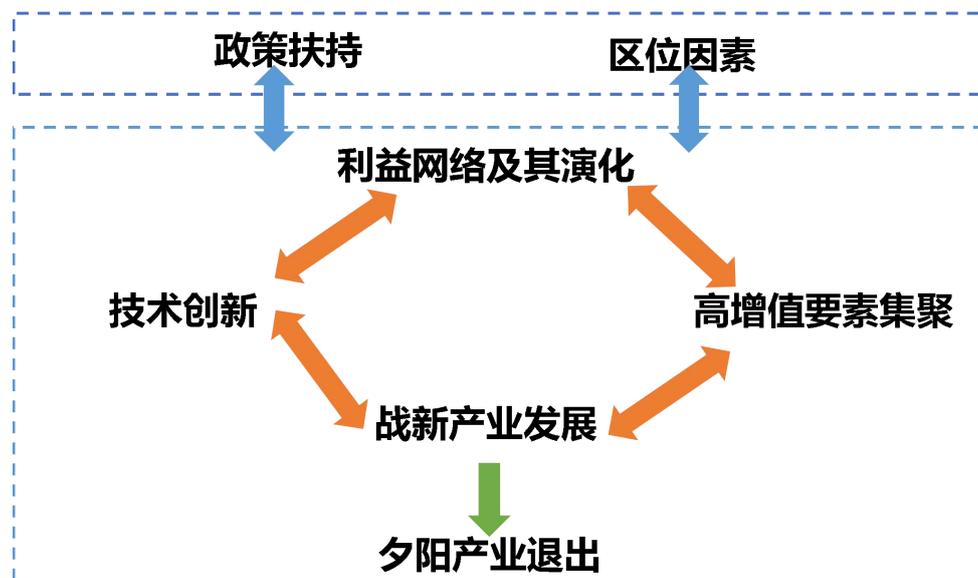


图 3.1 战新产业发展动力

##### 1、技术创新

战新产业最大的特点是，其形成与发展更加依赖于技术创新，无论是新技术的产生、推广、应用，还是与之相应的产业资本的形成、成长，都离不开技术创新。在战新产业中，技术创新既可以通过对原

有产业技术、分工、组织、管理生产过程进行创新，进而促使新兴产业从原有产业中分离出来；也可通过将各种生产要素进行新组合，包括技术创新、产品创新、管理创新、组织创新、市场创新等方面，进而直接促进战新兴产业的形成和发展。

## **2、利益网络及其演化与高增值要素集聚**

战新兴产业各主体之间构成了复杂的利益关系，是一种复杂的利益网络。为了追逐各自的利益最大化，在其他影响因素条件同等的情况下，生产要素会投向产出效益更高的地区或领域，并且利益差额越大，生产要素的投入量也越大。战新兴产业的最大特点是，集聚了更多的“高增值生产要素”，进而形成了广阔的市场前景和附加值高的产品，能够带来传统产业难以企及的高利润，因而吸引着风险投资不断投入到战新兴产业中，推动新兴产业形成与发展。

## **3、产业进入与退出**

根据产业生命周期理论，随着产业不断发展，其产品逐渐老化，产品成本升高，利润水平下降，从而使该产业竞争力下降，慢慢衰退被淘汰。产业衰退孕育着新技术、新产品的出现，新产业应运而生，新产业在竞争中替代了老产业，带来更高的生产效率和更强的竞争力，带来新的产出。退出产业的产品市场空间退让、资源退出、产业链条断裂与重组为战新兴产业发展让出了空间，释放了产业发展所必须的各种要素资源，形成一种空间上的让渡动力机制。这种机制使得产业体系不断推陈出新，保持旺盛活力。

## **4、区位优势**

对于任何一个产业来说，较好的区位条件，如交通便利、人员流动频繁、信息交流较快、基础设施好等条件可以有效降低产品成本，有利于战新产业取得竞争优势，加快战新产业的形成与发展。作为依靠创新驱动、高增值要素集聚的典型产业，战新产业更加注重技术、人才、研发能力等方面的优势资源、基础设施、体制机制和市场环境等综合因素。要素供给，特别是技术、知识、信息等高增值要素的供给、战新产业形成与发展的基础条件和平台，是战新产业重要的资源禀赋，决定了战新产业未来的发展空间。

## 5、政府政策扶持

战新产业政策体系具有协调政府行动、引导资源集聚的功能，政府政策扶持有利于形成和扩大新兴产业优势。产业政策是政府实行间接调控的重要手段，既与国家计划相联系，体现计划的宏观性，又能发挥市场机制的作用，保证企业的灵活性，因而是连接计划与市场两种机制的纽带。同时，产业政策着眼于国民经济总体的发展，直接影响宏观经济运行，它的作用还渗透到了社会生产过程中，影响产业资源配置，直接影响微观经济活动。因而政府政策能够实现宏观管理与微观活动的有机统一，从而有利于宏观调控目标的实现。作为一种重要的外部因素，政府政策对新兴产业的培育与发展有着重要影响：影响新兴产业的成长环境，影响新兴产业内企业的经济行为，从而影响新兴产业的形成与发展进程。

### （二）战新产业的系统构成与关键机理

战新产业由产业系统、技术系统、市场系统、政策系统构成，各

系统之间是存在相互协同演化机制。

## 1、产业系统

产业系统由众多从事战略性新兴产业的企业个体组成，整个产业的发展就是系统中所有企业行为的集合。企业是整个战新产业发展的最关键、最核心的主体，既是技术创新行为的主体，也是产品生产和销售的主体，还是政策实施的最终“受体”。

产业系统中的企业可分为两类，一类是**国内战新企业**，主要从事与战新产业相关的活动；另一类是**国内关联企业**，主要是与战新产业之间拥有复杂的关联关系的一系列企业，如战新产业发展过程中被逐渐替换掉的传统产业、从属于战新产业上下游的相关产业、特定区域里与战新产业存在关联的产业等。

无论是哪一类企业主体，其最核心的“目标”均是实现利益最大化（或成本最小化），并且存在进入退出机制，行业利润水平决定了企业的“生”和“死”。一旦整个行业的利润保持稳定水平，则越来越多的企业会进入到战新行业中；如果整个行业的利润持续亏损，则会有企业退出战新行业。任何一家企业都存在一个投入与产出的过程：投入要素包括技术、资产和劳动力等，投入方式包括自主投入、引进等；产出要素包括产品、服务以及需要转移的技术等。

## 2、技术系统

技术系统是战新产业最核心的子系统，主要负责技术资源的产生、流转和更替。该系统内主要包括**企业研发部门、大学及科研机构**等，也包括帮助衔接这些主体的**技术中介**等，促进技术资源在各主体之间

的流动。

企业研发部门、大学及科研机构均承担技术的研究与开发工作，但有所区别。其中，大学及科研机构主要以国家财政预算等稳定的经费支持下开展科研工作，技术创新活动几乎不受任何外界环境条件变化影响，技术创新活动不会消失，只会随着经费的增加而提高技术产出的效率，或者经过转移后，来提高整个产业中的技术对经济的拉动作用，大学及科研机构有时也会接受企业的技术研发经费，来直接为企业开展技术创新活动；而企业研发部门则主要依靠自主研发投入来开展技术创新活动，有时也会依靠外部经费（如公共科研经费等）进行技术创新，只有达到一个阈值，即研发投入占企业收入比重达到一定水平，技术要素才会对企业的发展产生作用，能够快速拉动收入增长，一旦无法达到该阈值，企业则大大降低投入产出效率，导致成本上涨、利润下降，最终将直接造成企业退出行业。

技术中介主要负责推动企业研发部门和大学及科研机构两者之间技术要素的供需平衡。在整个产业系统中，一旦企业研发部门的整体技术效率（在经济学上是指技术的投入产出弹性）达不到一定水平，则需要技术中介将大学及科研机构的技术进行转移；如果整体技术效率高于某一水平，就会进一步产生更多的技术需求，技术中介则会将企业研发部门的需求与大学及科研机构进行对接。

### 3、市场系统

市场系统是战新产业的关键系统，主要是负责各类要素的国内和国外市场交易。市场系统的主体主要包括：**资本市场、劳动力市场和**

**商品市场**。其中，**资本市场**主要具备为企业提供资金的功能，企业经营水平较好时，则更容易获得资金支持，企业经营水平较差时，则不易获得资金支持。**劳动力市场**主要具备为企业提供劳动力的功能，企业的经营水平决定了企业的收入，而企业的收入由直接决定了劳动者的工资收入，工资收入较高时，劳动力的可支配收入则越高，进而带动商品市场的交易；工资收入较低时，劳动力会逐渐退出企业，并且会影响商品市场的交易。**商品市场**主要具备产品交易的功能，根据商品（即产品和服务）的供需情况，确定市场价格，决定企业收入和整个产业的发展水平。

#### 4、政策系统

政策系统中的主体主要是政府机构，可分为国内政府和国外政府两类，主要负责政策的制定、实施与监督。任何一项政策的实施，都可视为是对产业、技术、市场系统中的相关主体和行为的调节与优化，政府机构则负责对产业、技术、市场系统中的各类主体和关键指标进行“监督管理”，在一定的自动调节机制下，对整个战新产业系统进行控制和调节。当然，整个战新系统也存在一个临界值，一旦达到这个临界值，整个系统将进入不可逆的衰退阶段，众多企业将退出战新产业，资金、劳动力、技术等要素将逐渐停止流动。

## 二、战略性新兴产业政策仿真的理论基础

### （一）经济学理论

要实现战新产业的政策仿真建模，既需要从微观经济学角度对企业的研发与生产活动进行建模，用模型描述单个企业的投入产出过程，

也需要从宏观经济学角度对整个产业、乃至整个“小社会”的运行发展进行全局性的建模，抽象反映各主体之间的复杂关系。无论是微观还是宏观层面，各类主体功能的实现都可视为是一种“决策”过程，每个个体都拥有一个决策单元，即以输入信息为依据，根据自身的判断规则，向下一个个体输出决策信息，下一个个体再以此信息为输入，并不断迭代下去。这样的决策过程可视为一种博弈行为，在每个个体自然理性的假设下，根据输入信息和自身损益进行判断和决策。

SED模型的建模机理就是古典经济学的基本公理假设体系。斯密在1776年出版《国民财富产生的性质和原因的研究》的时候，提出了五个基本理论假设：1) 生产同一产品的时间越长，劳动生产率越高(熟能生巧)；<sup>[1]</sup>2) 使用价值是商品交换价值存在的前提条件；<sup>[2]</sup>3) 人对财富的使用价值的具有合理需求量，即有限的有效需求量<sup>[3]</sup>。4) 只有需要经过人的劳动创造的财富才有交换价值，纯粹的自然财富有使用价值，但是没有交换价值；<sup>[4]</sup>5) 劳动耗费量的大小与商品的交

---

[1]基本理论假设1见斯密《国民财富的性质和原因的研究》上卷8页。

[2] 斯密说：“价值一词有两个不同的意义。它有时表示特定物品的效用，有时又表示由于占有某物而取得的对他种货物的购买力。前者可叫做使用价值，后者可叫做交换价值。”(斯密·国民财富的性质和原因的研究，北京：商务印书馆，1979：25，26。)马克思则进一步说明：“不论财富的社会形式如何，使用价值总是构成财富的物质内容。在我们所考察的社会形式中，使用价值同时又是交换价值的物质承担着。”(马克思·资本论，第一卷，北京：人民出版社，1975：48)

[3] 基本理论假设3见斯密《国民财富的性质和原因的研究》上卷51页。商务印书馆，1979。在经济学说史上，许多经济学家对斯密所说的有效需求量的涵义有不同的解释。对此，我们不一一加以评说。在我们看来，斯密所说的有限的有效需求量的涵义就是指合理需求量。这就是说，财富可以分为直接有用物和间接有用物。直接有用物有对人直接有用的生活资料构成。人对这种生活资料的需求是有合理和有限的需求量的。例如对吃、穿、用的生活资料的需求是有合理和有限的需求量的，多于合理需求量的生活资料是没有使用价值的。因此，存在过剩产品的可能性。而间接有用物是指生产资料、教育资料、文化资料、娱乐资料、贵金属货币、纸币等。这种间接有用物的使用价值必须最终转化为直接有用物来计算。如果不能转化为直接有用物，就没有使用价值。因此，既然人对直接有用物的需求是有限的，那么，人对间接有用物的需求也一定是有限的。

[4]斯密说：“使用价值很大的东西，往往具有极小的交换价值，甚或没有；……例如，水的用途最大，但我们不能以水购买任何物品，也不会拿任何物品与水交换。”(斯密·国民财富的性质和原因的研究，北京：商务印书馆，1979：25.)

换价值成正比例<sup>[5]</sup>。

根据以上的基本原理，古典经济学家对现实的商品经济进行了分析，并推论出了许多重要结论。主要有：1) 对生产分工和商品交换的原因进行了合理的说明，指出了熟能生巧是导致分工的根本原因，同时也指出了生产分工是导致商品市场交换的前提条件。2) 对商品的市场交换价值形成的原因进行了合理的解释，指出两种不同商品的市场交换比例，决定于生产它们时耗费的人的劳动量的比例。3) 推论出以贵金属货币表示的商品的价格决定于单位数量的贵金属货币的价值与单位数量的商品的价值比例的结论。4) 对商品的价格围绕价值上下波动并使得市场商品的供求关系趋于平衡的现象进行了合理的解释。市场在任何时候对任何一种商品都有一个合理的有效需求量。市场供应的商品低于这个合理需求量，商品就会因为供不应求导致价格高于价值，因此，商品生产者就会因为有超额利润而增加产量；反之，市场供应的商品高于这个合理需求量，商品就会因为供过于求导致价格低于价值，因此，商品生产者就会因为生产亏损而降低产量。以上的市场价格波动状况最终导致市场商品供应关系趋于平衡。<sup>[6]</sup>在这里，必须特别指出，根据古典经济学的理论结论，市场商品价格波动虽然可以导致商品价格趋于合理需求量，但是，并不能导致市场供求平衡关系永远存在。这就是说，市场调节过程可能出现生产过剩的现象。因此，周期性经济危机是可能发生的。

---

[5] 斯密说：“劳动是衡量一切商品交换价值的真实尺度。”（斯密·国民财富的性质和原因的研究，北京：商务印书馆，1979：26.）

[6] 参看斯密《国民财富的性质和原因的研究》第一卷，第七章：论商品的自然价格与市场价格。北京：商务印书馆，1979：49-58.

对于古典经济学的以上理论假定和进一步推论出来的理论结论，我们认为基本上都是正确的。但是，仍然存在不足之处。因为，它无法合理解释周期性经济危机产生的根本原因和解决办法。对此，我们要补充一个新的经济学概念和与此相关的理论假定。我们提出的新的经济学概念的定义：产品的效用等级指人在消费商品的过程中耗费的自然能力的大小。人在消费产品的过程中，耗费的自然能力越多，商品的效用等级越低；反之，耗费的自然能力越少，商品的效用等级越高。新的第6个基本公理假定是：产品的效用等级与劳动生产率成反比。<sup>[7]</sup>

根据补充和完善了的古典经济学的基本公理假设体系，我们可以对周期性经济危机产生的根本原因做出令人信服的解释，并提出解决周期性经济危机的根本方法。这个新的结论可以大致表述如下：1) 在假定1的作用下，生产过程必定存在熟能生巧的现象，因此，生产同一效用等级的产品时间越长，耗费相同的劳动成本所生产的产品的数量必定会越来越多；2) 在假定2的约束下，人对任何一种商品的需求量都是存在合理需求量的，因此，如果始终生产同一效用等级的产品，最终必定会导致这种产品的供应量大于人对这种产品的效用量的合理需求量，出现生产过剩或产能过剩的现象；3) 利用假定6，即产品的效用等级与劳动生产率成反比的规定，及时生产效用等级高的产品，就可以将过剩产能消耗掉，使得市场商品的供求关系在更高一个效用等级的水平上恢复平衡，从而消除周期性经济危机。

---

[7] 吴杰. 财富论（第一卷）. 北京：清华大学出版社. 2006：266-267.

## （二）复杂自适应系统理论

复杂适应系统(Complex Adaptive System CAS)理论认为系统演化的动力本质上来源于系统内部,微观主体的相互作用生成宏观的复杂性现象,其研究思路着眼于系统内在要素的相互作用,所以它采取“自下而上”的研究路线;其研究深度不限于对客观事物的描述,而是更着重于揭示客观事物构成的原因及其演化的历程。与复杂适应系统思考问题的独特思路相对应,其研究问题的方法与传统方法也有不同之处,是定性判断与定量计算相结合,微观分析与宏观综合相结合,还原论与整体论相结合,科学推理与哲学思辨相结合。复杂适应系统建模方法的核心是通过在局部细节模型与全局模型间的循环反馈和校正,来研究局部细节变化如何突现出整体的全局行为,其模型组成一般是基于大量参数的适应性主体,其主要手段和思路是正反馈和适应,其认为环境是演化的,主体应主动从环境中学习。正是由于以上这些特点,CAS理论具有了其它理论所没有的、更具特色的新功能,提供了模拟生态、社会、经济、管理、军事等复杂系统的巨大潜力。

复杂适应系统(CAS)理论的基本思想可以概述如下:

我们把系统中的成员称为具有适应性的主体(Adaptive Agent),简称为主体。所谓具有适应性,就是指它能够与环境以及其它主体进行交互作用。主体在这种持续不断的交互作用的过程中,不断地“学习”或“积累经验”,并且根据学到的经验改变自身的结构和行为方式。整个宏观系统的演变或进化,包括新层次的产生,分化和多样性

的出现，新的、聚合而成的、更大的主体的出现等等，都是在这个基础上逐步派生出来的。

复杂适应系统(CAS)理论把系统的成员看作是自身具有目的与主动性的、积极的主体。更重要的是，CAS理论认为，正是这种主动性以及它与环境的反复的、相互的作用，才是系统发展和进化的基本动因。宏观的变化和个体分化都可以从个体的行为规律中找到根源。霍兰把个体与环境之间这种主动的、反复的交互作用用“适应”一词加以概括。这就是CAS理论的基本思想——适应产生复杂性。

在战新产业中的每一类主体及其个体，因其“关系”和“流”的存在，构成了一种复杂的集群网络，该网络是一种具有生命力和“生命周期”的有机生态体。技术创新是战新产业集群网络发展演化的重要“基因”，新技术实现应用后，将立即带动相关行业或企业形成更大范围的集群网络。伴随着新技术在同行业内的普及和广泛应用，会有更多的企业主体加入到该网络中，企业数量不断增加，个体之间的联系不断强化，网络规模逐渐扩大，战新产业的规模也随之增大。此外，企业之间的竞争效应也同样存在，一旦某些企业个体难以通过技术创新来降低成本、提高效率，则将立即退出集群网络。当整个集群的“剩余价值”非常小时，整个集群都将逐渐消失。

### 三、战略性新兴产业政策仿真的技术论证

#### (一) 系统动力学建模技术

系统动力学基于数学推理，以系统运行的历史数据为基础，依据实际观测数据建立动态的数学模型，通过计算机模拟试验，预测系统

运行规律和未来发展趋势。系统动力学建模技术的主要思路是：首先，将整个研究对象（系统）视为各因素相互影响的综合体，确立系统中各个因素之间的因果关系和信息反馈联系，以控制论理论为基础，将系统运行的行为视为各个因素间因果关系和信息反馈的结果；其次，把整个系统划分为若干个由要素间因果关系构成的子系统，并且建立各个子系统内部的因果关系结构，将整个系统运行视为各子系统间的相互行为的结合；再次，以历史经验数据为基础，建立计算机仿真模型，绘制流图并构造数学方程，验证模型的有效性；最后，实施计算机仿真模拟试验，计算系统运行仿真技术，预测系统运行规律和发展形势，为系统的优化和决策制定提供依据。

系统动力学建模技术是以现实系统运行为依据，并不以精确计算为目的，而是从系统整体出发研究系统运行规律，从而寻求系统运行机制优化路径。运用系统动力学建模技术研究战新产业发展政策，是一种系统与分析、理论与实证、历史与仿真、定性与定量相结合的科学研究方法，能够将战新产业发展过程视为动态系统运行分析的过程，识别战新产业发展的内在动因和外部影响，刻画战新产业的发展轨迹，预测发展趋势，从而为战新产业发展路径选择和政策设计提供科学依据。但需指出的是，战新产业发展具有长期性和动态性等特征，且发展时间较短，数据基础并不足以完全支撑政策仿真研究，因此需要找到另一种方法或技术，来填补数据基础不足、预测精度有限等缺陷。

### 1、系统动力学应用

许多国际知名的经济模型(如经济周期模型)的建立都依靠系统

动力学来完成，以及许多其他经典的模型，如石油枯竭模型、军备竞赛模型、玛雅文明消失模土壤侵蚀模型等。可以看到，与经济系统类似的过大的模型都可以通过采用系统动力学的方法来进行研究。

在国内方面，中国科学技术大学的陈坤在产业技术路线图制定过程中引入系统动力学，实施系统动态仿真，在界定系统边界的同时构建了产业技术创新系统动力学模型，并给出模拟运行系统所需的主要系统动力学方程，使系统动力学定量、动态预测的功能在产业技术路线图的制定和更新中提供有利的参考和支持。

2003 年谷国锋发表的《系统动力学在区域创新系统中的应用》，该文在总结系统区域创新特点的基础上，利用系统动力学和工具的基本原理，研究了区域创新系统的优势，对区域创新系统的特点进行了完整的分析，同时以系统动力学原理为依据对其进行系统划分及分析，并理清各个回路的反馈关系。2007 年王波发表的一篇《基于系统动力学方法的区域循环经济系统分析》的文章中，依据系统动力学基本原理，以循环经济系统为研究对象，建立了相应的模型，在进行系统模拟后，又对过程末端治理发展模式、传统经济发展模式和循环经济发展模式分别进行了系统仿真模拟，结合系统仿真实验结果，给出了积极发展循环经济的政策建议。林学明 2006 年发表的题为《区域创新系统的动态模型设计及实证研究》一文中，从福建的实际背景出发，构建了区域创新系统的非静态模型，以模型的敏感性和组织实施学习为视角对该模型进行模拟分析，给出了建立和健全开发的技术市场、加大创新资本投入、改善人力资源水平、鼓励政府采购与居民消费等

政策建议。2008 年李文超、赵玉林在《基于系统动力学的产业结构演变规律仿真模拟实验研究》一文中对产业结构演变进行了系统的设计，分析了产业系统和分类，以及产业组织结构的演进规则，并构建了劳动力和产业的系统因果关系图及流程图，依据中国产业进行系统动力学动态实验仿真模拟的结果，不仅给出了中国产业体系发展中存在的问题，还给出了精确的分析，以及探讨了可行的政策建议。

系统动力学(System Dynamics, SD)由美国麻省理工斯隆管理学院福瑞斯特(Jay W. Forrester)教授于 1956 年创立，是系统科学理论与计算机仿真紧密结合，研究系统反馈结构与行为的一门科学。系统动力学创立后在系统的分析、决策和预测中发挥着重要作用，广泛地应用解决各类系统问题。

系统动力学运用系统结构决定系统功能的原理，将系统构成为结构、功能的因果关系模型，利用反馈、调节和控制原理进一步设计反映系统行为的反馈回路，最终通过建立计算机仿真模型并借助于计算机仿真定量研究高阶次、非线性、多重反馈复杂时变系统的系统分析技术，实现结构、功能、历史相结合。所以系统动力学解决问题的过程实质是寻优过程，其最终目的是寻找系统的较优结构，以求较优的系统功能。与其它模型方法(如计量经济模型、线性规划模型等)相比，系统动力学具有下列优点：

(1) 适用于处理长期性和周期性的问题；

(2) 适用于对数据不足的问题进行研究。建模中常常遇到数据不足或某些数据难于量化的问题，SD 借助各要素间的因果关系及有

限的数据及一定的结构仍可进行推算分析；

(3) 适用于处理精度要求不高的复杂的社会经济问题。上述问题常因描述方程是高阶非线性动态的，应用一般数学方法很难求解。

SD 则借助于计算机及仿真技术仍能获得主要信息；

(4) 强调有条件预测。本方法强调产生结果的条件，采用“如果...则”的形式，对预测未来供了新的手段；

(5) 能方便地处理非线性和时变现象，能作长期的、动态的、战略性的仿真分析与研究。较适用于分析研究系统的结构与动态行为。

## 2、系统动力学基本概念

### (1) 系统

一般认为，系统是为完成某一目的具有特定功能的，由相互作用、相互依存的单元或要素有机联结在一起的有机整体。在自然界和人类社会，几乎所有的事物都可以看作是一个系统。对于给定的系统，它可以是其他系统的一个子系统，也可以按照一定的标准分解为诸多层次的子系统。因此，系统是相对于所研究问题的实质和建模的目的而言的。

### (2) 反馈与反馈回路

反馈是指系统输出与来自外部环境的输入关系，即信息的传输与回授。系统动力学认为反馈是系统最基本的属性，在每一个系统(研究对象)之中都存在着信息反馈机制。反馈回路就是由信息与动作构成的闭合路径或者说是由一系列的因果与相互作用链组成的闭合回路。

### (3) 因果关系与因果关系图

因果关系是对系统内部结构关系的一种定性描述，是系统动力学建模的基础。通常因果关系是用箭头线表示，即  $A \rightarrow B$ ，变量 A 表示原因，变量 B 表示结果，箭头线称为因果链，表示 A 至 B 的作用。当 A 和 B 的变化方向相同，则称 A 到 B 具有正因果关系，反之则具有负因果关系。

### (4) 存量与流量

因果反馈关系回路的交互连结与作用构成了整个系统，而决策反馈回路又是因果反馈关系环路的基础，为使构建的系统模式能够进行操作，我们必须分析决策反馈回路的内容及组成。一个决策反馈回路一定要包含两种基本的变量，第一种类型的变量称为存量变量 (Level Variables)，第二种类型则称为流量变量 (Rate Variables)。这两种类型的变量是构成决策反馈回路的必须与充分要素。

存量变量的数值大小是表示某一系统变量在某一个特定时刻的状况，而流量变量则表示某个存量变化的快慢。存量变量本身不可能自我产生瞬间变化，它可说是系统过去累积的结果，它是累加了流入率 (Inflow Rate) 与流出率 (Outflow Rate) 的净差额所获得的结果。因此，它必须经由流量变量的作用才能由某一数值状态改变至另一数值状态。或者我们可以说，存量变量的大小就是系统内各种行动或活动结果的累积。我们(系统行为的观察者)之所以能够在不同的时点之间感觉到系统的连续性，是因为存量变量本身不能自我产生变化。存量变量的数值固然是受流量变量的影响，但流量变量只是决定存量变

量的斜率，并不直接决定存量变量现时数值的大小，即单位时间内存量变量的变化量。因此，存量变量的数值可说是过去流经存量的流量变量的累积。

从以上阐述可以看出，存量变量的现时数值是由前一期(前一次观察系统的时间)的存量变量的数值，再加上由前一期以至现时这一时段内流经存量的流量变量的数值而决定。所以，存量变量的现时数值与任何其他存量变量的数值(不论是现时数值或以前数值)都没有直接的关系。因此可以得出任何两个存量变量如果彼此相互影响，则必然会有一个流量变量流经(或连结)这两个存量变量。

流量变量之间与存量变量之间相同，也不能直接相互影响。我们这里所指的流量或流率 (Flow Rate)，是指在系统行动管道上的瞬间变化(即为瞬间速率)，并不是指某些时隙内存量变化的平均数值。因此，流速之间就不会也不能相互影响。理论上来看，流量变量的数值由存量变量及常数而决定，是因为流量变量的数值大小与其他速率量变量没有直接的关系。事实上，流量变量可用流量方程式加以表示，这种流量方程式不仅表现了决定流量变量的主要因素以及流量变量的基本意义，还显示如何计算流量变量的数值。综上所述，流量方程式就是一种政策说明来描述系统行动，也就是说，在进行决策时所依据的原则(考虑了系统现时的状况、系统的目标、以及某些环境因素)若以方程式进行表示时就成为流量方程式，而决策所采取的行动就是流量变量的数值。而系统现时的状况就是系统存量变量的数值；若以计量方式表示系统的目标或环境的因素，一般都是以常数为代表。因

此，我们说存量变量及常数决定流量变量的数值。

如前所述，流量方程式表示流量变量的内涵，系统行动的政策说明则是流量方程式。简单来讲，说明一连串的决定或是一连串的行动是如何产生的就是流量方程式。因此，决定或决策与行动也是同义的，流量方程式与政策是同义的。流量方程式虽然在形态上是属于代数性方程式，然而在概念上它是不会受到决策迟滞或任何其他与时间有关的影响，如果必须将时间对流量的影响加以考虑时，则必须引入存量方程式。如果以流量方程式的方式表示，在一个决策反馈回路中的流量变量，不管方程式所述的对象是什么都必须包含下述四个概念，否则其政策的陈述或说明为不完备，将不能发挥政策的功能，也就不能表现决策的意义。这四个概念为：一个明确的目标；系统目标与显示状况间所存差距的表达式；系统现况的观测结果；根据所存差距而准备如何采取行动的说明。

### 3、系统动力学的建模原则及流程

#### (1) 整体化原则

系统动力学模型应该以系统分析为原则，在将系统的各个因素放在系统中作为一个整体进行分析研究的基础上，的目标系统中各组成部分及其相互作用关系和环境对系统的影响进行分析，不能孤立地研究一个或几个因素。

#### (2) 相关性原则

为了保证构建的模型具有科学性和说服力，各变量之间必须有一定的相关性。

### (3) 重点性原则

模型的设计要力求简洁，特别是影响因素非常多的复杂大系统，应该选择相关度大的有代表性的特征变量来表达系统的结构和功能；对那些与系统相关性不大或无关的变量应该忽略。

### (4) 层次性原则

系统动力学应采用结构层次分析的方法来研究系统的结构，因为其研究对象一般都是因素比较多、比较复杂的系统。

### (5) 一致性原则

模型中的所有常量和变量与实际系统中的因素在数量和概念上，以及各变量的度量单位和表达形式都必须保持一致。

### (6) 通用性原则

建立的系统动力学模型应具有较好的适用性和一定的适用范围。

系统动力学是一种螺旋上升逐步深化地解决问题的方法论，因为它以定性分析为先导，定量分析为支撑，两者相辅相成。以系统动力学的原理、理论和方法为依据来分析实际系统，就可以建立起概念模型与定量模型一体化的系统动力学模型。具体的建模流程图

:

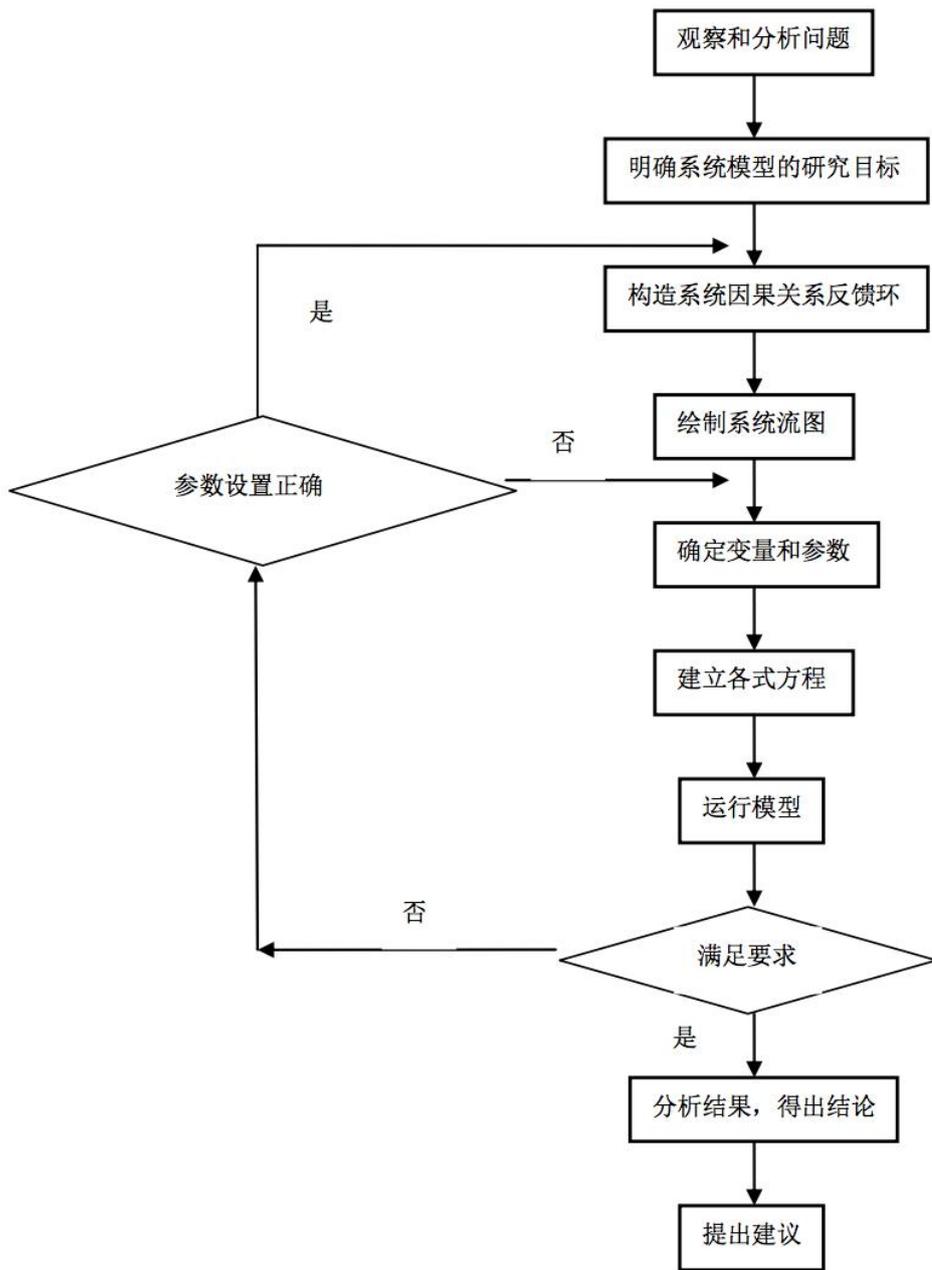


图 3.2 系统动力学建模流程图

## (二) 多主体建模技术

多主体建模技术为复杂系统研究开辟了新的思路。所谓的主体，即 Agent 的基本功能就是与外界环境进行交互，获取信息，并对信息按照某种技术处理，之后作用于环境。因此，每一类 Agent 都可视为一个黑箱，通过传感器感知环境，通过效应器作用于环境。基于各种

具有不同功能的 Agent 可以组建成为一个复杂系统,用于刻画现实世界的研究对象,进而提高处理复杂系统问题的能力,提高整个系统的智能化水平。

要使用多主体建模技术,首先要对仿真系统进行需求分析,获得针对某一类问题的求解模式;其次,要对任务进行分解,对仿真系统功能进行划分,并将分解后的任务分成相应的 Agent,确定所需的 Agent 种类、功能和数量;最后,对每一类 Agent 进行分析、设计和建模,明确 Agent 与外界交流的渠道、Agent 内在决策机制、Agent 对外界的动态反应行为。但是,多主体建模技术也存在一定的缺陷,即不能及时将系统整体的运行状态反馈给个体单元,而现实世界中,经济系统中的个体决策是依赖于外部宏观环境信息的,因此,多主体建模技术更加需要宏观层面的建模技术来弥补这些不足。

一些学者尝试使用新型优化算法来优化模型运行,如遗传算法、神经网络、退火算法等。在传统的仿真中,使用运筹学算法(如各种规划问题)较为困难,易于出错,而一些新型算法的代价则相对较小。例如,在使用系统动力学建模时,可以使用一些优化算法,来获得最优或接近最优的参数,从而更好的研究宏观系统。

多主体仿真的流程包括确定问题边界、模型运行机理和主体确定、微观主体决策行为分析、模型假设定义、主体属性定义、主体行为定义、仿真模型实现参数调试和仿真结果分析。

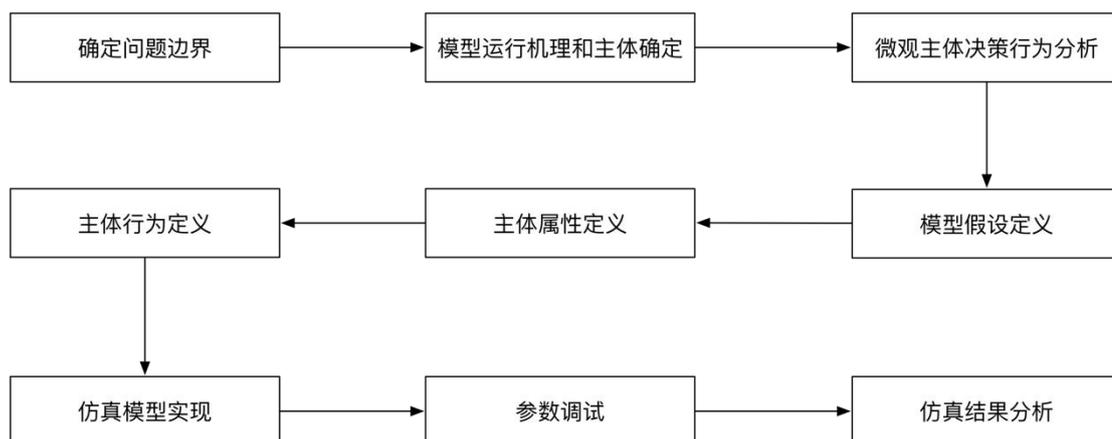


图 3.3 多主体建模流程图

(1) 确定问题边界：首先确定需要解决的问题和建模仿真的对象，针对不同的问题和对象提出仿真模型的边界，包括涉及的主体和考虑的问题等。

(2) 模型运行机理和主体确定：在确定了问题边界之后，本文针对北斗导航产业进行多主体仿真，考虑到北斗导航产业在整个经济运行过程中所涉及到的利益主体和不同主体对整个产业的影响，确定模型的主体。

(3) 微观主体决策行为分析：确定了仿真模型的主体之后，对每个主体在微观层面上的行为机制进行分析，例如政府主体负责财税政策的制定，同时可能给予企业资金和其他方面的支持，这些行为可以通过后续的主体行为定义和主体属性定义进行规范化的设计，从而使模型中的各个主体之间进行相互作用，进而对涌现出宏观层面的表现。

(4) 模型假设定义：整个经济社会是一个非常复杂的系统，为了能够对产业进行仿真分析，我们需要做出一系列的假设。

(5) 主体属性定义：确定每个主体拥有哪些属性，从而存储后面主体不同行为所产生的数据。

(6) 主体行为定义：对不同类型的主体之间的相互作用进行模型化设计，通过不同的数学模型或逻辑模型定义不同主体的行为规则。

(7) 仿真模型实现：通过仿真平台实现仿真模型。

(8) 参数调试：根据实际数据对模型里的参数进行调试，使模型仿真结果逼近现实，对模型的可靠性和准确性进行评估。

(9) 仿真结果分析：确定了仿真模型机理的正确性之后，可以通过改变参数对仿真模型进行分析，分析不同参数情况下对产业所造成的不同影响。具体可以分析政策改变对整个北斗导航产业的发展，为政府决策提供数据支持。



## 第四章 基于系统动力学的战略性新兴产业政策仿真模型研究

基于战略性新兴产业政策仿真模型，通过设定多种政策情景，推演政策实施对战新产业发展的影响作用。

### 一、北斗导航产业介绍

北斗导航产业作为高科技新兴产业，它的健康发展不仅能促进经济结构的调整，也有助于促进经济的快速发展，提高经济增长质量。这一产业的发展不仅关系到我国的信息安全，而且关系到我国的国防安全和国家安全。因此，它不仅是战略性新兴产业，而且是战略性国防工业。应当规范北斗导航产业发展道路，制定正确的政策发展路线，圆满实现“十三五”时期，北斗导航产业的发展任务和规划。

我国及国外典型发达国家经济发展的经验表明，新兴产业的发展从来都离不开政府的政策支持，特别是新兴产业的培育和成长阶段，更需要正确的政策指引产业发展，因此，制定正确的产业政策是促进北斗导航产业发展的关键。当前国家出台的北斗导航产业政策多以方向性为主，具有很强的指导意义，宏观层面的建议居多，对政策如何影响产业发展，传导路径和机制，政策的协同作用方面研究较少。分析北斗导航产业政策作用机理，梳理北斗导航产业政策发展的周期性特征，研究不同政策作用对北斗导航产业发展的影响，针对北斗导航产业发展的政策建议，对新时期北斗产业发展政策进行优化和完善，并提出建议。

### 二、北斗导航产业研究现状

国内学术界，对北斗导航产业政策的研究，多以定性分析为主，

总结国外 GPS 发展的经验，借鉴先进成熟的政策经验，主要研究单一政策对北斗导航产业发展的影响作用为主，提出宏观性的政策建议。

吕冠静总结了 GPS 的发展经验，认为我国政府应该为北斗导航提供政策支持和财政支持，并出台相关政策促进北斗导航终端消费。

王森从系统建设、应用、管理、政策等方面，总结和分析了导航系统建设与发展的历程，在国外导航工业先进国家采取的政策性措施，为中国卫星导航系统发展提出了建设性意见。

张代平等认为应从科学思想出发，按照新时期国务院和中央军委关于我国卫星导航系统建设的计划方针，遵循立足当下、着眼长远、先急后缓、分步实施的发展思路，借鉴国内外导航产业发展的经验，总结出适用于我国北斗导航产业发展的相关政策。

研究若采取综合的政策组合作用下，对北斗导航产业的发展趋势进行分析。梳理北斗导航产业的政策作用机理，归纳影响产业发展的主要政策类型，对北斗导航产业政策进行相关研究，分析多种政策协同作用下北斗导航产业的发展趋势，并对北斗导航产业政策的发展提出建设性意见。

### 三、北斗导航产业周期性特点

根据新兴产业发展的周期性规律，梳理北斗导航产业政策类型及政策运行机理，提出北斗导航产业的发展周期，总结不同发展阶段的周期性特征及在不同阶段政策扶持与发展方向。

萌发期阶段，产业内企业数目较少，技术发展不成熟，市场规模较小，产业利润增长较缓。实际上并没有形成真正的产业，新技术新

产品还没有得到市场的认可，市场消费需求薄弱，存在较大的技术风险和市场风险，进入产业内的企业较少或者还没有企业进入，资源不能发挥作用，产业发展的主要动力是技术创新，增强产业自主创新能力。在该阶段，政策的主要任务给予产业在财政方面的大力支持。在北斗导航产业成长初期，产业竞争能力较弱，需要较大的政策扶持力度促进产业快速成长。政府的支持力度应当相应偏重配套的财税政策、科技创新政策等，完善重大基础设施建设。增加北斗导航产业的资金投入力度，完善财政支持政策，帮助企业解决融资难的问题，实行银行贷款优惠政策，提高北斗导航产业竞争力，促进产业各项经济指标增长。

成长期阶段，产业内企业数目增加，技术产品日趋成熟，市政需求增长较快，产业利润大幅提升。在该阶段，相关企业已经得到市场认可，吸引部分企业进入北斗导航产业。此时北斗导航产业成长的关键动力是关键技术突破与市场需求的快速增长。资源、企业开始发挥作用，政府的支持与引导作用明显。在该阶段，政策的主要任务是引导产业确定研究领域与技术发展方向，促进产业自主创新，完成优胜劣汰的选择。实行政府采购政策，多采购有利于产业技术创新、环境保护、具有发展前景的产品，对技术落后，需要改进的产品，实行少采购或者不采购，通过有目的的采购，有效引导产业技术创新发展方向。

成熟期阶段，产业内企业数目相对稳定，技术趋于成熟，市场购买需求相对饱和，产业利润很高。在该阶段，产品特点与用户范围十

分清晰，市场已经形成，竞争加剧，产业盈利能力有所下降，资金不再是困扰产业发展的主要问题，如何研发新产品，拓展产品的新用途，如何实现技术上的突破是困扰北斗导航产业发展的最大瓶颈。在该阶段，政策的主要任务是为北斗导航产业发展创造良好的外部环境，保持市场公平竞争，延缓产业衰退周期，促进经济稳步增长。在该阶段，针对特定企业制定的税收优惠政策副作用凸显，税源流失较大，应当减少对特定企业的税收优惠政策，但是促进技术研发创新的税收优惠政策不能减少，使产业在市场竞争中保持活力。

衰退期阶段，产业内企业数目减少，技术比较落后，市场需求较少，产业利润降低，技术研发创新停滞不前，产品、技术逐步落后，一些企业逐渐退出，产业趋于衰退，或者在创新驱动下，一些产品、技术、发生质的飞跃成为一个新的产业行列。在该阶段，政策的主要任务是采取积极措施对衰退企业进行调整与变革。需要审时度势，对不适应市场发展的企业改造重组，继续扶持自主创新能力较高的企业，把握新旧市场演化规律，做好整个市场的宏观调控作用。通过制定正确的产业税收优惠政策，支持企业退出，或者扶持优势企业，维护市场平稳有序发展。

#### 四、北斗导航产业系统动力学模型

##### 1、北斗导航产业系统因果关系图

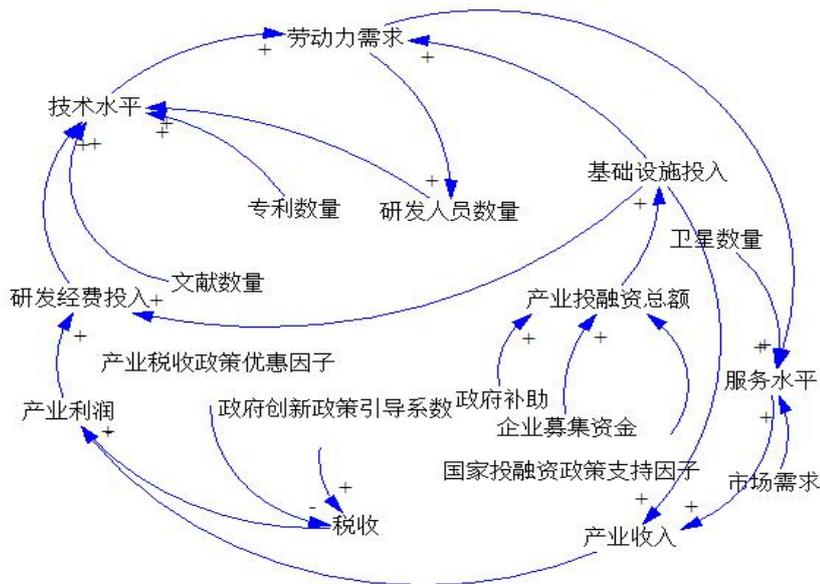


图 4.1 模型因果关系图

(1) 文献数量、专利数、研发经费投入→技术水平→劳动力需求→研发人员数量→技术水平

战略性新兴产业中科学技术的影响较大，其中产业相关的文献数量和专利数代表了整个产业科学技术研究的水平，文献数量和专利数越多表示产业的科技投入力度越大，技术水平越高，相应的技术水平的提高会影响劳动力需求，劳动力需求的变化会影响研发人员数量，研发人员的数量和产业研发投入的程度又会影响到技术水平，研发人员数量越多、产业投入越大，技术水平越高。

(2) 产业税收政策优惠因子、政府创新政策引导系数→税收→产业利润

产业税收政策优惠因子、政府创新政策引导系数表示政府在税收政策和创新政策上对企业的支持力度，力度越大，企业的缴纳的税收降低，产业利润会增加。

(3) 基础设施投入→劳动力需求→服务水平

基础设施投入的增加会使产业的劳动力需求增加，需要更多人力进行基础设施的建设，基础设施的建设会增加产业的服务水平。

(4) 产业投融资总额→基础设施投入→产业收入

产业投融资总额的增加会使产业的基础设施投入增加，基础设施的投入增加会影响到产业各个环节，包括生产、使用等，投入的增加最后会导致产业收入的增加。

(5) 卫星数量→服务水平→产业收入→产业利润→研发经费投入→技术水平；市场需求→服务水平→市场需求

卫星数量表示的是整个卫星导航产业的基本设施，卫星数量越大相应的服务水平应该有所提高，服务水平是整个行业又一个非常重要的因素，服务水平的提高可以用户使用服务的时候影响用户体验，从而增加市场需求，市场需求增加会使产业的收入增加，产业收入的增加会使产业利润增加，产业利润增加可以促进产业在研发经费方面的投入，最后反映到技术水平的提高。

(6) 国家投融资政策支持因子、政府补助、企业募集资金→产业投融资总额→研发经费投入

国家投融资政策支持因子、政府的补助和企业募集资金会影响产业投融资总额，而研发经费投入受到的影响因素较多，包括政府的创新引导程度，企业的利润等等，当然也包括产业的投融资总额，总额越高，研发经费的投入会相应的增加。

## 2、系统流图

模型战略性新兴产业发展系统中，产业是企业的集合。在技术创

新阶段(孕育期), 研发新技术, 提高整个产业技术水平和服务水平, 实现产品营收是产业发展的主要任务, 企业既可以通过技术引进(购买)获得新技术, 也可以通过自主创新研发获得新技术, 而技术研发需要资金投入和知识投入(高素质人才), 资金投入来源不仅限于企业自身, 政府为鼓励创新加强创新投入, 其他金融机构也会有资金投入, 因此, 企业和政府以及金融机构都是产业创新的主体, 创新投入、高素质人才(雇用)、技术引进、新技术研发是系统发展中的主体行为。在产业成长阶段, 企业数量(增长)、产业规模(扩大)、获取相关政策支持、缴税都是产业发展过程中的系统主体行为。而政府在产业成长阶段成为政策干预主体, 通过实施产业政策、财税政策, 金融政策干预系统发展。主体和主体间的行为关系构成了整个战略性新兴产业发展的动态系统, 系统中的主体行为相互影响, 推动系统运行。

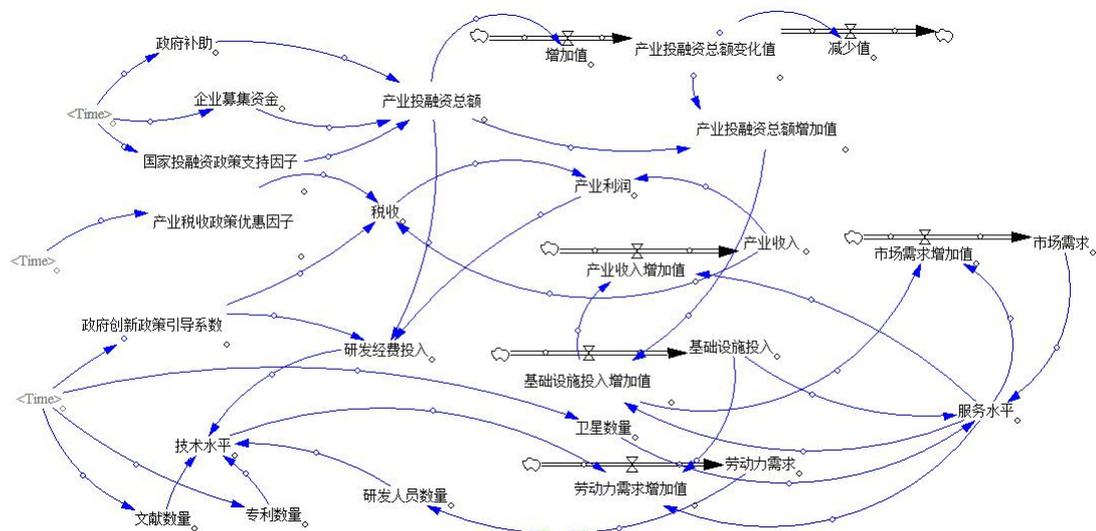


图 4.2 系统流图

模型共有变量 19 个, 具体如表 4.1 所示:

表 4.1 系统变量列表

序号	变量	单位	类型	说明
1	政府补助	万元	输入变量	

2	企业募集资金	万元	输入变量	以产业募集资金投入总额说明
3	产业投融资总额	万元	输入变量	
4	研发经费投入	万元	输入变量	
5	劳动力需求	人	积累变量	
6	研发人员数量	人	输入变量	以本科以上学历人数说明
7	税收	万元	输入变量	
8	产业利润	万元	输入变量	
9	产业收入	万元	积累变量	
10	国家投资政策支持因子	无	输入变量	
11	产业税收优惠因子	无	输入变量	
12	政府创新引导因子	无	输入变量	
13	技术水平	无	输入变量	以文献、专利数量说明
14	基础设施投入	无	积累变量	
15	服务水平	无	输入变量	以基础设施投入等因素说明
16	市场需求	万元	输入变量	
17	文献数量	篇	外生变量	
18	专利数量	个	外生变量	
19	卫星数量	个	外生变量	

系统动力学模型在进行模拟之前，需要对模型中涉及到的所有变量的初始值进行赋值。北斗导航产业系统动力学模型检验样本区间为2008-2016年，模拟运行区间为2017-2020年，模型的仿真步长设为1，模型变量数据主要源于北斗导航产业下A股15家上市公司年报数据，上市公司包括北斗星通、超图软件、国腾电子、海格通信、航天晨光、航天电器、航天电子、合众思壮、华力创通、江苏三友、启明信息、四川九洲、四维图新、中国卫通、中海达。主要变量的初始值根据搜集到的指标2008年的数据而定。其他参数的确定，通过回归

分析、表函数等方法，方便有效地处理了众多的非线性问题和不确定因素。

### 3、历史检验

本文选择产业成本、产业利润、产业收入、劳动力需求和研发人员数量五项指标进行历史检验，计算吻合度。检验时间为 2008-2016 年，结果如表 4.2 所示。模型的仿真模拟值与历史值的误差的平均值不超过 10%，说明运行结果与实际数据高度拟合，建立的北斗导航产业政策系统动力学模型能有效代表实际系统，进行的仿真模拟和政策分析具有可靠性和准确性。

表 4.2 历史数据验证表

时间	产业利润/万元			劳动力需求/人		
	实际值	模拟值	误差	实际值	模拟值	误差
2008	116230.2	112169.3	3.49383%	16753.78	16754	0.001343%
2009	151873.9	151709.1	0.108456%	18422.74	18153.7	1.481814%
2010	178436	166073.8	6.928088%	23700.42	20448.7	15.90186%
2011	199785	188482.5	5.657347%	24475.4	24258.7	0.893169%
2012	172591	184843	7.098864%	29329	29585	0.865539%
2013	186960	223301.5	19.43812%	34468.4	36797	6.328422%
2014	241602.5	305120	26.29007%	37720	47461	20.52422%
2015	301944	333187.6	10.34747%	58626	64794	9.519449%
2016	360438	368470.6	2.228556%	76331	86309	11.56082%

时间	产业收入/万元			研发投入/人		
	实际值	模拟值	误差	实际值	模拟值	误差
2008	1095044	1095040	0%	78456.07	84554.44	7.772968%
2009	1355094	1481043	9.294506%	95560.49	114286.4	19.59583%
2010	1803190	1621276	10.08845%	107040.2	125143.4	16.91245%
2011	1973307	1840038	6.75358%	134759.6	141977.7	5.356228%

2012	2200257	1925722	12.47742%	152990.9	140045.1	8.461802%
2013	2399537	2257039	5.938583%	174275.6	170196.7	2.340509%
2014	2643392	3116510	17.89813%	204314.2	233681.1	14.3734%
2015	3217014	3403194	5.787339%	254374.6	254902.4	0.207497%
2016	3475839	3597151	3.490141%	300085	285448.1	4.877589%

时间	研发人员数量/人		
	实际值	模拟值	误差
2008	6243.367	6450.29	3.314292%
2009	6832.667	6919.901	1.276723%
2010	8668	7691.658	11.26376%
2011	10274	8936.552	13.01779%
2012	11615	10689.49	7.968229%
2013	12538	12751.93	1.706235%
2014	13656	15558.21	13.92951%
2015	27219.6	20002.48	26.51444%
2016	32022	25515.49	20.31887%

统计产业利润、劳动力需求、产业收入、研发投入、税收和研发人员数量六个变量与历史数据的误差，结果如下：

年份 / 误差 (%)	产业收入	劳动力需求	研发投入	利润	研发人员数量	税收
2008	0	0	7.772968	3.49383	3.314292	12.08737
2009	9.294506	1.460177	19.59583	0.108456	1.276723	50.1222
2010	10.08845	13.72011	16.91245	6.928088	11.26376	1.253714
2011	6.75358	0.885262	5.356228	5.657347	13.01779	19.78771
2012	12.47742	0.873096	8.461802	7.098864	7.968229	17.446
2013	5.938583	6.755968	2.340509	19.43812	1.706235	35.73685
2014	17.89813	25.8245	14.3734	26.29007	13.92951	71.58194
2015	5.787339	10.52099	0.207497	10.34747	26.51444	49.91325
2016	3.490141	13.07206	4.877589	2.228556	20.31887	14.04278
平均误差	7.969794333	8.123573667	8.877585889	9.065644556	11.03442767	30.21909044

从表中可以看出，产业收入、劳动力需求、研发投入、利润和研发人员数量等变量和历史数据的平均误差较小，我们认为模型基本可靠。

模型运行的仿真结果如下：



图 4.3 产业利润试验仿真结果

#### 4、系统模型主要变量的仿真结果及分析

针对我国北斗导航产业政策发展现状，设计了三个政策方案，在此基础上对各种方案进行参数设置，通过修改政策参数进行模拟仿真

比较分析，观察不同政策作用下，产业发展趋势的变化，制定出了合理的政策建议，设计了三个政策方案。

其中三种方案的仿真结果和没有进行政策调整前的仿真结果对比如下：

产业利润	方案 1	方案 2	方案 3	初始值
2008	112169	112169	112169	112169
2009	151709	151709	151709	151709
2010	166074	166074	166074	166074
2011	188482	188482	188482	188482
2012	184843	184843	184843	184843
2013	223302	223302	223302	223302
2014	305120	305120	305120	305120
2015	333188	333188	333188	333188
2016	368471	368471	368471	368471
2017	466978	462954	458687	462954
2018	522111	533167	504650	513868
2019	584678	613755	556886	571886
2020	649495	699637	610295	631875

### 方案 1：北斗导航产业税收政策调整

财税政策优惠一直是国家扶持产业发展的重点，以税收减免、免税期等方式，调整产业的税收。本方案将 17 年到 20 年的产业税收政

策因子线性增加到 1.5，创新与投融资政策保持当前扶持不变，观察仿真输出情况的变化。

#### 方案 2：北斗导航产业投融资政策调整

产业投融资政策分为两个方面，产业内部融资和产业外部融资，调整国家投融资政策支持因子，本方案将该因子从 17 年到 20 年线性增加到 1.5，税收与创新政策保持当前投入力度不变，使更多的资金用于投产与投入到研发产品当中，观察产业规模的变化趋势。

#### 方案 3：北斗导航产业科技创新政策调整

产业的发展离不开自主创新能力的提高，尤其是北斗导航这类战略性新兴产业，更需要增强自主创新能力，才能在竞争激烈的市场环境下处于优势地位，提高政府创新政策引导系数，本方案同样将该因子从 17 年到 20 年线性增加到 1.5，保持税收与投融资政策支持力度不变，观察对北斗导航产业发展的影响。

### 5、政策方案模拟

方案一的模拟结果如图所示：



图 4.4 方案 1 产业利润试验仿真结果

通过将产业税收优惠因子线性增加到 1.5，单纯提高产业税收政策因子后，根据仿真结果可以得出产业利润与调整前相比，发展趋势基本趋于平稳，产业利润提高，有利于促进北斗导航产业发展。

方案二的模拟结果如图所示：

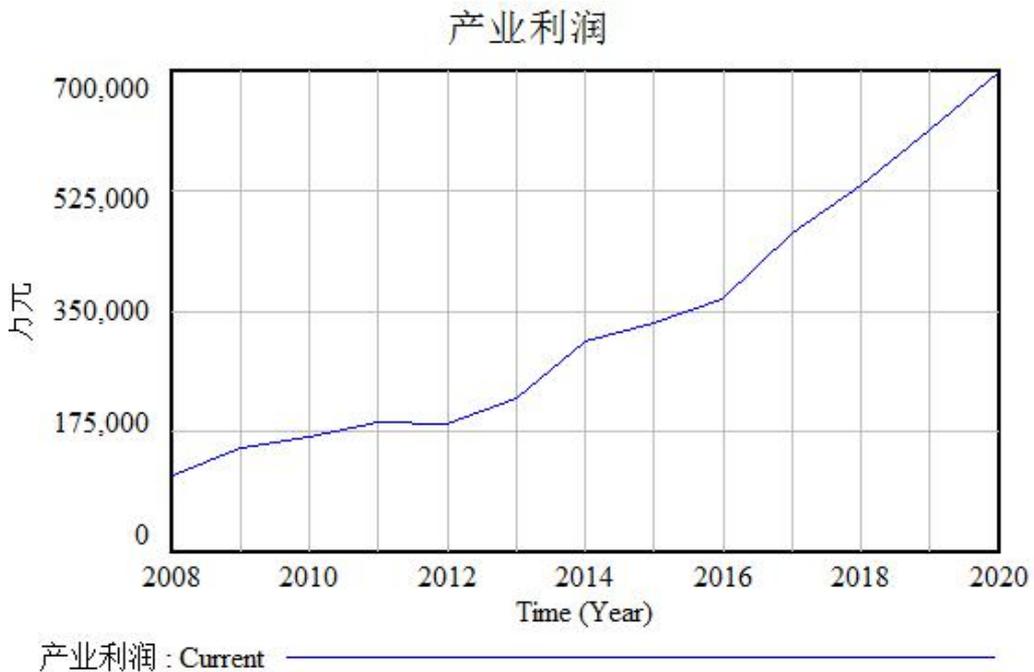


图 4.5 方案 3 产业利润试验仿真结果

通过将国家投融资政策支持因子提高到 1.5，根据仿真结果可以

得出，提高国家投融资政策因子后，产业利润增长较快，说明投融资类的政策支持能够促进北斗导航产业蓬勃发展。

方案三的模拟结果如图所示：



图 4.6 方案 3 产业利润试验仿真结果

通过提高政府创新政策引导系数，将 2017 年到 2020 年的政府创新引导系数线性增加到 1.5，提高产业科技创新政策因子后，根据仿真结果可以得出产业利润与调整前相比，增长趋势反而略有下降，可能是由于企业过多投入到研发经费中，导致产业的利润下降。

总的来说产业税收优惠因子、国家投融资政策支持因子和政府创新引导因子中国家投融资政策支持因子的增加对整个卫星产业导航利润的增加值最高，应该重点加强国家投融资政策的规划。

政府创新引导因子的增加反而导致了整个卫星导航产业利润的下降，我们这里考虑到政府创新因子的增加会使企业的研发投入增加，进而影响产业利润，所以对于政府创新引导的规划要合理，不能盲目加大创新引导

## 五、北斗导航产业建议结论

总结北斗导航产业政策研究现状，提出北斗导航产业主要政策类型及政策作用机理，分析不同政策对北斗导航产业的影响作用，总结北斗导航产业政策的周期性发展特征，对北斗导航产业政策发展提出如下建议：

### 1)、完善税收扶持政策，扩大北斗导航产业规模

通过政策支持，建立持续稳定的财政投入机制，降低产业税收，减小企业资金负担，保证企业有更多的资金投入到新产品的研发与培育中，提高企业的自主创新能力，鼓励更多的企业加入北斗导航产业中，不断提高产业利润，促进北斗导航产业健康发展。

### 2)、加大产业投融资资金投入，创新投融资发展模式

投融资政策对于产业的发展至关重要，是产业流动资金组成的重要部分，得到产业内外部融资资金支持，才能确保生产与研发顺利进行。适当加大产业投融资政策扶持是目前阶段北斗导航产业发展的关键，应当完善政府与金融机构的融资机制，拓宽产业融资渠道，鼓励产业内外部融资创新，开创金融服务的新模式，动员更多社会资本参与北斗导航产业发展，激发社会资本投资活力，有效利用债权、股权及资产投资支持计划等融资工具，发挥政策性融资的关键作用，鼓励关键技术研发，重点培育核心企业，吸引金融资本与民间资本、风险投资加入到北斗导航产业发展中。

### 3)、理性增加北斗导航产业研发投入和扶持力度，提高产品的竞争力与性价比

理性加大科技创新投入力度，在大力支持关键基础设施行业的建设与典型示范应用发展的关键技术研究，提高关键技术和核心产品的创新和开发能力的同时。企业也应该注意合理安排技术上的研发投入，加强人才队伍培养与建设，引导优势企业不断发展壮大，鼓励开展北斗导航系统核心关键技术研发，提高产业竞争力，开拓应用新领域，促进产业利润增加，促使北斗导航产业发展处于优势地位。



## 第五章 基于 SED 模型的战略新兴产业政策仿真模型研究

### 一、建模机理

SED 模型系统是基于宏观经济与微观经济一体化的虚拟社会经济系统计算机仿真模型的创新技术建立的一个与现实经济社会逼近的政府宏观经济决策支持系统。该模型建立在古典经济学的基本公理假设体系，结合经济力学的理论，以及《财富论》第一、二卷的数学模型的基础上，具有经济的理性人的模拟功能、政府的宏观经济政策模拟功能、经济运行的最优化分析功能、经济临界条件分析模拟功能、理论正确性验证模拟功能等，是一个具有国际先进水平的智能化政府宏观经济决策支持系统。可以仿真全球 200 多个国家，每一个国家的中央、省、市、县政府所管辖的，每个行政区域有 42 行业，每个行业可以有 1 万个企业，几十万个居民，生产上万种产品的几十年中的每一天的经济运动过程。

SED 模型的数学模型由 6 个基本公理假定，200 多定义、300 多定理的数学模型体系构成，形成一个以财富价值理论为基础的数学模型体系。此外，SED 模型还具有反映经济规律性的自动收敛和优化控制模型，既有基于经济理论构造的数学模型，又有基于系统理论的自动控制模型，因此，本模型不仅可以反映经济运行的短期波动，而且可以反映经济运行的长期均衡状况。

### 二、建模方式

SED 模型是一个基于系统仿真技术的经济动态系统模型。这种模型的建模方法的兼容性比较强，采用了基于机理建模、基于规则建模

和基于数据建模三合一的集成创新方式。这就是说，SED 模型是一个以闭环或半开环控制方式为主，增加了计算机仿真技术，即对模拟对象设定一定的行为规则，使得它的运行方式与模拟对象逼近的系统仿真模型。同时，SED 模型的生产函数等关系都是建立在相应的经济学机理和统计规律的基础上的，而且 SED 模型是一个有大量积分（实际上是差分方程）方程的可考察各种存量之间的循环影响关系的模型。

具体地说，SED 模型与系统动力学模型较为接近，基于经济学机理建模为主，同时采用基于规则的建模方法，也有统计数据的支持。

8

由此可见，SED 模型是一个在传统经济学采用现代主流经济学——新古典经济学——的理论进行了长达半个多世纪的尝试，而始终无法取得根本性的突破的情况下，另辟蹊径，回到 200 多年前的古典经济学的理论体系的范畴中，进行的一次理论探索的成果。在这个理论探索的过程中，我们在补充和完善了古典经济学的基本公理假设体系的同时，建立了数学模型，并以此为理论依据，采用现代的计算机动态仿真技术和吸取新古典经济学的机理建模、规则建模、系统动力学建模和计量经济学建模的经验，进一步建立的在一个经济学说史上全新的宏观与微观统一的经济学动态系统软件模型。

---

8 机理建模是采用演绎法的方式建模，在工程仿真中普通应用，包括公理假定、定理推理和案例证明。在 SED 模型中，公理假定是劳动决定价值。这个劳动相当于牛顿力学中的“力”，因此公理假定相当于牛顿第一和第三定律，同时，“熟能生巧”为第三定律，可以理解为加速度的加速度，决定价值势能。每一个 Agent 生产产品，都有劳动成本。劳动成本的大小和熟能生巧程度的大小，决定了产品价值量的大小，进一步决定了价格高低。整个系统中，每一时刻每一个产品都有价格，从而可以知道在经营某种产品时是否有利润。某一产品生产多了，价格低于价值，即供过于求，企业亏损；反之，供不应求，企业就有超额利润。当所有企业都追求利润的时候，市场就会趋于平衡。

规则建模，即模型中的每一个 Agent 都会受到社会制度、法律规则、行业规则对其行为的约束，每一个 Agent 都只能在规则限定的范围内活动。

数据建模，这是数量经济学的惯用建模方式。

这三种建模方式对模型的影响占比分别是机理建模 70%，规则建模 20%，数据建模 10%。

### 三、模型结构

SED 模型是一个国际经济仿真系统，可以模拟 100 多个国家的全球化经济的运行状况，包括国际贸易、信贷、资本和外汇市场的交易情况。其中每个国家系统可以模拟一个国家的政府（包括一个中央政府和多个地方政府），管理着一个有 42 个行业<sup>9</sup>，六种市场<sup>10</sup>的商品经济系统。每个行业生产一种商品。行业的生产者是成千上万的企业、股东和受雇佣者。不同行业的生产者拥有自己生产的产品的所有权。为了满足自己对多种不同效用属性的产品的需求。他们按照价值相等的原则在市场上进行商品交换，互通有无。在 SED 模型中，不同行业和政府中的 Agent 共有 10 万个以上，包括不同年龄、技术水平的居民、不同行业和规模的企业、批发和零售商店、银行、中央银行、多种职能的政府部门。SED 模型可以模拟这些 Agents 几十年中的每一天中的原材料、设备、劳动力、产量、效用等级、资金、价格、成本、利润、GDP、失业率、通胀率等的变化情况。

根据 SED 模型描述的主要经济对象（Agent）分类，包括：

（1）居民：不同年龄层的具有劳动能力的人员，既是劳动者也是消费者，劳动者具有不同的技能水平，随着工龄的增长，技能水平得到提高；消费者根据不同的收入水平具有不同的消费偏好，以及储蓄和投资偏好。居民子模块有人口模块、就业模块、收入模块、资金

---

<sup>9</sup>42 个行业是中国的国家统计局的行业划分标准之一。根据中国的国家统计标准，最少是六个行业，最多是 1000 多个行业。

<sup>10</sup>六种市场：劳动力市场、原材料市场、生产资料市场、生活资料市场、银行信贷市场、股票和国债的证券交易市场。

分配模块、采购、消费、仓储模块。每一个模块的功能十分齐备。

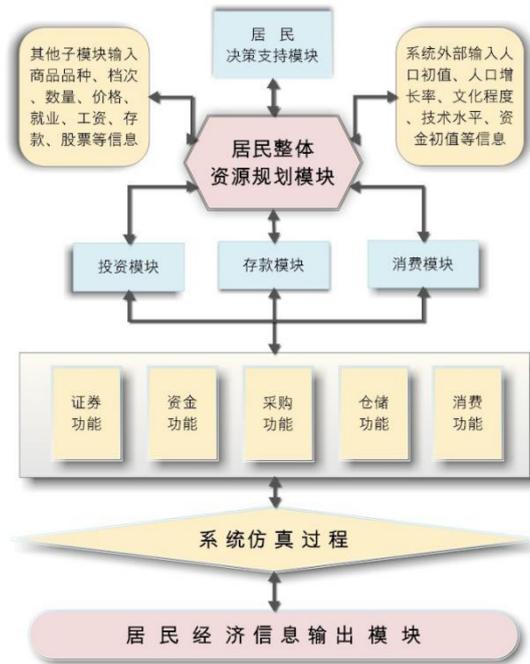


图 5.1 居民模块结构图

(2) 企业：消费品（7种生活资料）、原料和设备（生产资料，5种原材料和30种生产设备）生产商，以及商业批发和商业零售企业。不同类型的企业具有不同的生产、运营决策，根据市场需求提供产品或服务，招聘人员，进行财务管理、市场营销和资金运作，根据营业收入向政府纳税等，模拟现实企业的日常运营。企业子模块有市场部门、计划部门、生产部门、质检部门、采购部门、仓储部门、销售部门、资金部门、财务部门、人事部门、新产品开发部门，每一个部门的功能也十分齐备。

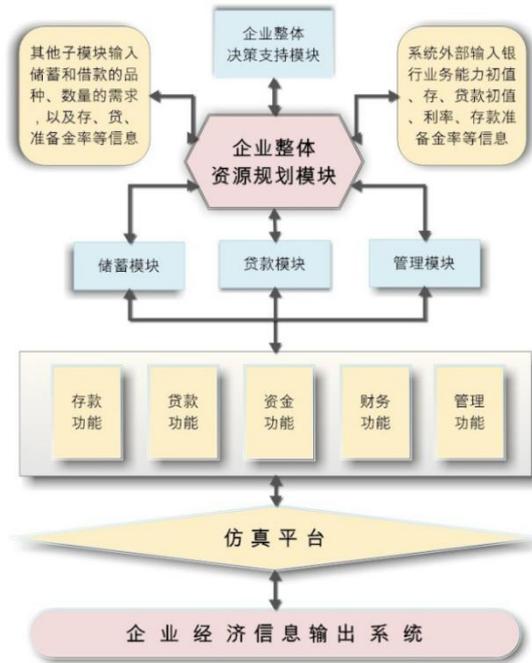


图 5.2 企业模块结构图

(3) 市场：模拟市场上的每一笔交易，获得每一时刻每一种市场交易的商品的品种、数量、档次、价格，进而得知每一个商品交易者经营和盈利的状况，并计算出商品价格的通胀率、供求状况等方面的信息。市场包括劳动力市场、原材料市场、生产资料市场、生活资料市场、银行信贷市场、股票和国债的证券交易市场六种市场，具有购买者模块、销售者模块、商品流通模块、市场流通资金模块、商品价格模块、商品仓储模块。每一个模块的功能十分齐备。

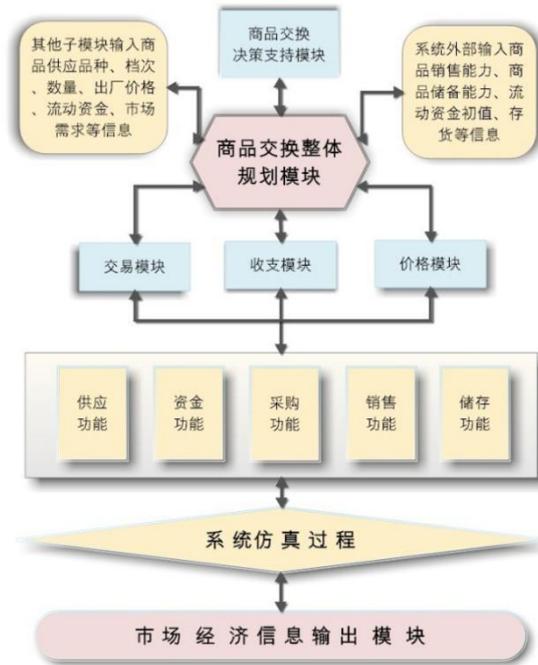


图 5.3 市场模块结构图

(4) 银行：模拟银行与客户在资金周转市场的需求与供应过程中产生的各种金融业务行为，提供信贷、获得储蓄或者投资，管理客户账户，包括企业、居民、证券、政府和银行同业。银行子模块有储蓄部门、信贷部门、资金部门、财务部门、经营决策部门。每一个部门的仿真模块的功能都较为齐备。

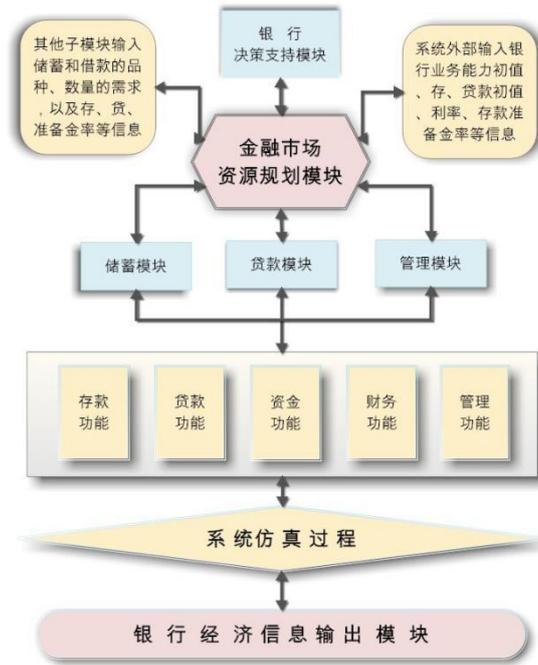


图 5.4 银行模块结构图

(5) 证券：模拟证券公司在资本市场上的开展一级市场的股票发行、二级市场的股票买卖业务的经营过程。证券子模块有股票发行模块、股票买卖模块、客户账户管理模块、资金分配模块、财务模块、管理模块。每一个模块的功能十分齐备。

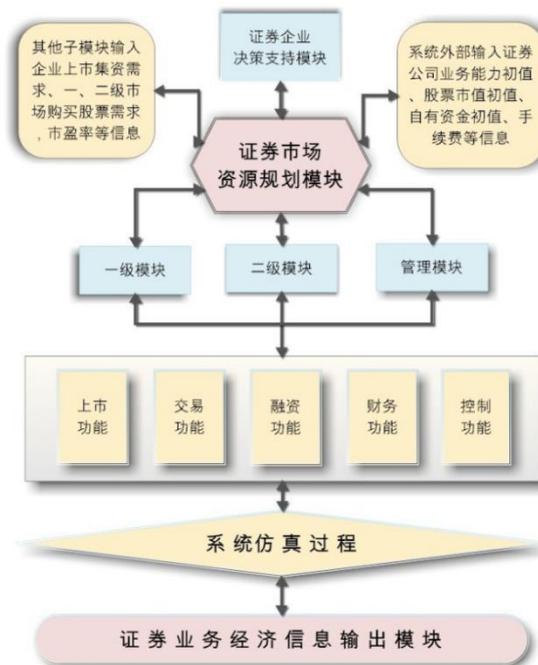
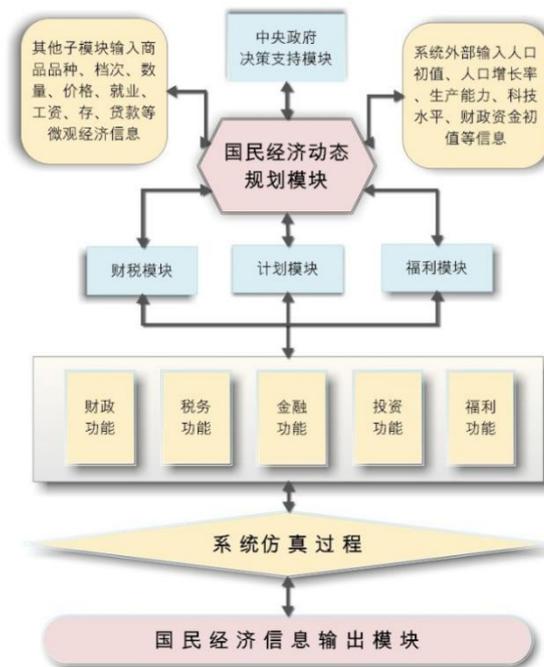


图 5.5 证券模块结构图

(6) 政府：包括一个中央和多个地方政府，模拟一个独立国家的政府通过各种宏观经济政策和行政手段管理社会经济运动的过程。中央政府制定财政、劳动力及其他政策，收税，提供补贴等，地方政府执行中央政府的宏观政策，向中央政府交税。政府子模块有财政模块、税务模块、中央银行模块、计划模块、物价管理模块、基础建设投资模块、科技投资模块、福利模块。每一个模块的功能十分齐备。



中央银行：是中央政府的主要功能模块之一，通过相应的货币、利率、存贷款等参数进行调控，履行其职能，包括：1) 发行银行：发行信用货币；2) 政府的银行：执行金融政策，代理国家财政；3) 银行的银行：集中存款准备金，充当最终贷款人；4) 管理金融活动的银行：制定、执行货币政策；对金融机构活动进行领导、管理和监督。

每种类型的 Agent 活跃于上述六个不同的市场，这些 Agent 彼此关联，如下图所示。

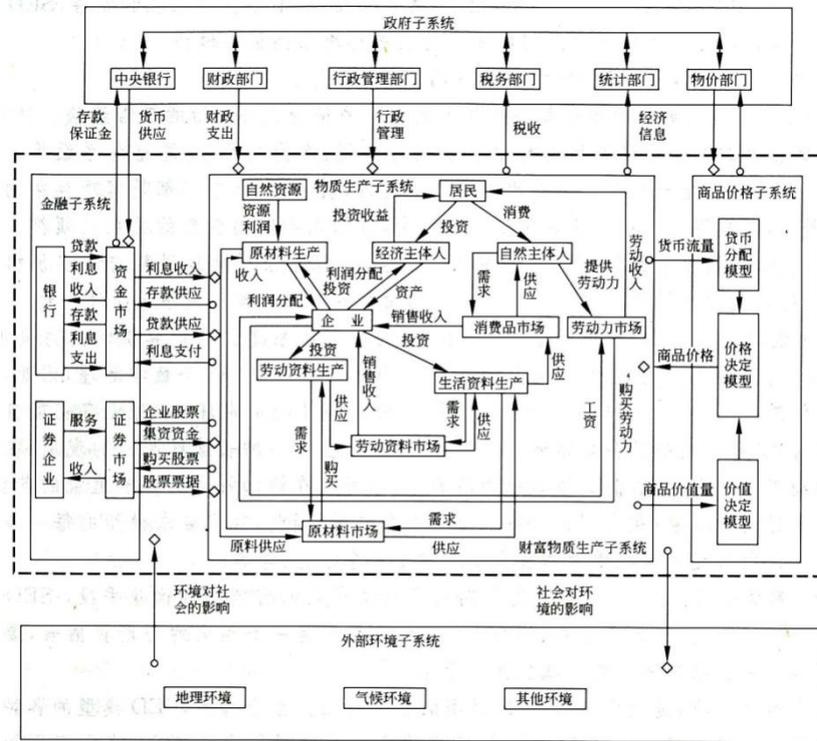


图 5.7: SED 模型国家系统流程图

#### 四、数据真实性

为保证仿真结果的科学性、专业性和准确性，数据来源必须具有权威性、稳定性和可靠性。SED 模型的数量来源主要有以下三类途径：

(1) 官方数据：国际著名经济组织、国家统计局、中国人民银行、海关总署、税务局、各部委等官方发布的国际、国家、行业、地区数据。

(2) 专业数据：行业协会、行业研究组织、行业领域专家、数据统计机构、高等院校等获得社会高度认可的研究机构的报告数据。

(3) 经验数据：行业领域的权威专家通过对以上两类数据的综

合分析，得出的符合经济规律、人类经济社会发展规律的数据参考建议。（详见附件 2：SED 模型数据来源及预处理算法）

## 五、模型可靠性

SED 模型的可靠性测试有一套科学和严格标准。根据这些标准，我们可以客观地验证模型的科学性和合理性。SED 模型目前的测试方法如下：

1、基准校验：在输入国家统计局公布的微观经济数据进行模拟运算后，使得输出的宏观数据与现实逼近，其中（GDP）连续三年与国家统计年鉴的统计结果误差在百分之五以内。这个标准是要求模型的模拟过程与实际存在社会经济运行过程保持基本一致。

2、经验验证：要求模型的每一个输入输出关系符合经济生活的日常经验。目前，经济学领域主要的，基于经济统计的标准有“菲利普曲线”、“洛伦兹曲线”、“恩格尔系数”等。这些统计的经济规律，是与我们日常生活的经验一致的，换句话说，它们都是客观存在的经济规律，因此，在模型稳定运行的各种复杂过程中，其输入和输出变量的关系必须符合以上规律。此外，我们日常经验中还有许多合理的经验，包括宏观调控措施与股票价格的关系，经济周期波动的规律，等等。对这些规律，模型的输入和输出关系也必须一致。

3、逻辑验证：SED 模型是根据《财富论》的数学模型建立的计算机动态仿真模型，《财富论》的数学模型共有 6 个基本公理假定，200 多定义、300 多定理，因此，模型的运行结果必须符合该理论体系的逻辑。例如，根据相关经济定理，应用政府宏观自动调控模型后，

必然会提高社会财富增长速度，而不会发生财富增长速度减慢的现象；在生产过剩的经济状态下，增加高效用等级产品的生产，可以在增加社会财富价值量的前提下，消除生产过剩的现象；在公理体系中现金是一个常量，因此，我们要求模型的每一步运算结果都保证所有经济对象手中的现金量求和是一个常量，等等。此外，会计学是人类长期实践总结出来的有效的微观经济理论，SED模型中的每一个经济对象，包括企业、居民、政府部门等都有一个相应的资产负债表，要求仿真运算的每一步结果都是资产减负债等于零，符合会计学的理论逻辑。

以上检测手段，是我们检验 SED 模型的基本标准。至今为止，我们进行过的各种模拟实验都通过了以上标准的检测。当然，由于模型设计的行业规模，微观主体的数量和数据条件等客观条件所限，我们还不能进行准确的现实经济预测。但是，从理论逻辑上说，能够通过以上标准测试的模型，在扩大模拟规模和具备数据条件的情况下，是必定可以进行准确的现实经济预测的。

## 六、仿真流程

### （1）选取数据

根据本课题的研究内容和目标，SED 仿真系统的基期为 2010 年，运行至 2015 年。选取的数据包括 2010-2013 年全国主要宏观经济指标，包括 GDP、通胀率、失业率、税收等，2010-2013 年全国战略性新兴产业的增加值，2015 年全国战略性新兴产业的预期目标等。

### （2）设定方案

根据本课题研究全国战略性新兴产业的需要，将战略性新兴产业

的行业分类与 SED 模型的行业分类进行对应转换，按照战略性新兴产业增加值占全国 GDP 的比重，以及预期目标设定具体的仿真方案。

### (3) 输入数据

根据以上设定的仿真方案，进行相关数据的输入。

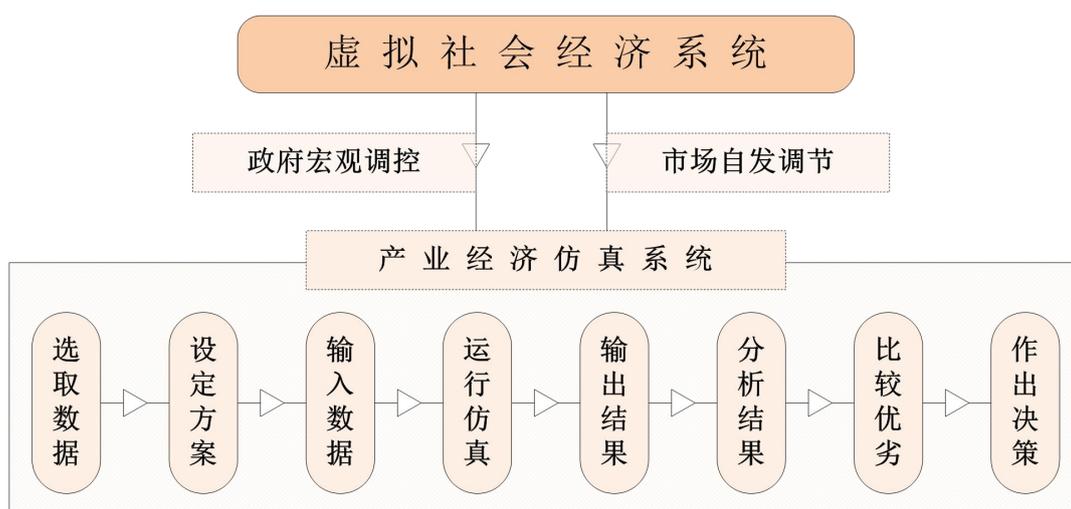


图 5.8: 产业经济仿真系统流程图

### (4) 运行方案

完成以上操作之后，SED 仿真系统根据以上的设定运行方案。在运行方案的过程中，允许暂停程序，修改外生变量的调控参数。例如，政府为实现“十二五”规划的目标在 2014 年将加大科技投资，加快战略性新兴产业的发展，则可在 2013 年时中断仿真程序，加大政府科技投资的相关参数，保存后继续进行仿真。

### (5) 输出结果

根据需要，选取课题相关的仿真结果进行输出，其显示和保存方式，包括表格、文本、图形等形式。

### (6) 分析结果

得到以上仿真结果后，模型提供一套相关的现实统计数据作为参考，在确定系统方案与现实逼近的情况下，利用 SED 自带的分析工具，使用描述性统计、多变量统计、概率分布、方差分析、回归分析、预测分析等方法对仿真结果，如 GDP、战略性新兴产业、通胀率与失业率等主要经济指标进行分析。

#### (7) 比较优劣

前后进行多个方案的模拟，则可以根据仿真结果对这些方案进行比较分析。比如说，在全国经济环境已知的情况下，假设政治、自然、外贸环境是稳定的，区域经济能够很好顺延过往几年的发展趋势，为方案 A，仿真结果为 A，包括 GDP、战略性新兴产业等主要经济指标。比如说，由于政府加大科技投资，在方案 A 的基础上，将政府财政投资调控方案的参数进行了调整，生成方案 B，此时再进行仿真，得出结果 B。然后只要将结果 A 和 B 进行比较，便可以直观地看到政府加大科技投资对 GDP 和相关产业经济的影响。同时，还可以调整其他参数，生成方案 C、D 甚至其他方案，通过比较分析，考察其他因素的影响。

#### (8) 作出决策

通过对不同方案的仿真、比较、分析，得出客观的决策参考依据。

### 七、系统功能

#### (1) 经济系统的过程仿真

通过对整个虚拟社会经济系统的仿真，对政府宏观经济指标，如国民生产总值、国民生产净值、财政收支等进行历史事件回归模拟、

经济现状模拟分析，以及经济发展的前景预测。

#### (2) 政府的宏观经济政策模拟

在某种给定的经济条件下，通过修改某些外生的输入数据或参数，制定的货币政策、财政政策、福利政策、产业结构调整政策等，模拟政策推行后的效果。

#### (3) 经济运行的最优化分析

在某种给定的经济条件下，通过运行模型的线性规划和非线性规划优化分析模型，给出在外部条件不同的情况下的优化政策，为政府制定合理的经济政策提供依据。

#### (4) 经济临界条件分析模拟

在某种给定的经济条件下，给出经济运行的扰动因子，然后通过运行模型的模拟运行，分析导致社会经济问题发生的临界状况，及时进行科学的经济预警。

#### (5) 理论正确性验证模拟

通过模型的运行，模拟各种有代表性的经济运行状况，验证政府宏观经济调控决策的理论依据的合理性。

### 八、基准校验

以 2010 年作为 SED 模型运行的初始年，其中 2010-2012 年为基准年份。我们将这三年的仿真结果与国民经济指标，包括国民生产总值（GDP）、税收收入，以及通胀率、失业率等其他宏观经济指标的现实数据作对比分析，以验证模型仿真效果的合理性和准确性。

#### (1) GDP 的基准校验

在输入国家统计局公布的微观经济数据（详见附件 1：SED 模型数据来源及预处理算法）进行仿真运算后，2010 至 2012 年全国 GDP 仿真结果如下：

年份	全国 GDP		误差率
	现实数据	仿真数据	
2010	401512.8	410039	2.12%
2011	473104.0	480458	1.55%
2012	518942.1	518770	0.03%

表 5.1：全国 GDP 数据对比（单位：亿元）

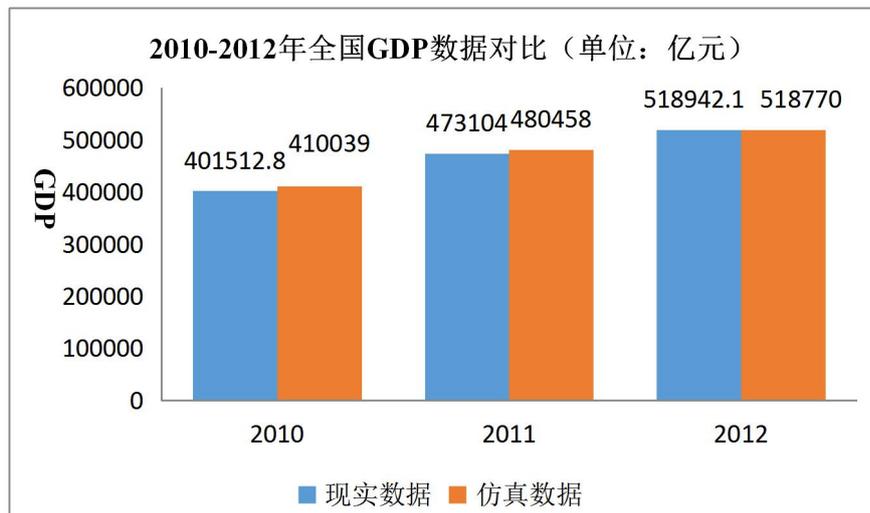


图 5.9：全国 GDP 数据对比（单位：亿元）

由以上图表可知，我国 2010 至 2012 年的 GDP 仿真结果与国家统计局公布的 GDP 数据 401512.8、473104.0、518942.1（亿元）的误差率分别是 2.12%、1.55%、0.03%。SED 模型仿真的数据与国家统计局公布的数据相比，平均误差率为 1.23%。

## （2）税收收入的基准校验

在输入国家统计局公布的微观经济数据进行仿真运算后，2010 至 2012 年全国税收收入的仿真结果如下：

年份	全国税收		误差率
	现实数据	仿真数据	
2010	77390	86409	11.65%
2011	95729	124008	29.54%
2012	110740	145880	31.73%

表 5.2: 全国税收收入数据对比 (单位: 亿元)



图 5.10: 全国税收收入数据对比 (单位: 亿元)

由于 SED 模型现有税种的局限, 在现有的营业税、所得税和印花税的税种之外, 未补充其他税种和费用收入, 税费结构和税收系统较现实简单, 由此仿真结果按照逻辑来讲应该比现实数据小。但结果确是, 2010-2012 年全国税收收入的仿真数据要比现实数据的略高, 差额在 3 万亿左右, 不排除现实中存在偷税漏税想象。未来将进一步完善税收模块, 增加税种、完善税费结构和税收系统、细化税收宏观调控参数, 使税收仿真更逼近现实。

### (3) 其他宏观经济指标的基准校验

其他的宏观经济指标的模拟情况如下:

- 通胀率



图 5.11: 全国通胀率数据对比 (%)

SED 模型仿真我国 2010 至 2012 年的通胀率分别是 14.2%、6.7%、12.6%。仿真结果显示，2010 年全国仍处于严重的通货膨胀，而 2011 年全国的通胀程度有所下降，但仍比现实数据大，2012 年全国的通货膨胀程度仍是比较严重的。

### ● 失业率



图 5.12: 全国失业率数据对比 (%)

此外,SED 模型模拟我国 2010 至 2012 年的失业率分别是 4%、11%、8%。由于 2010 年是基期年份，模型仿真的失业率与现实数据基本一致，但 SED 模型的失业率统计是失业人口占全国人口的比重，即包括城镇居民也包括农村居民，而实际统计数据只是城镇失业率，故 2011 年之后的仿真数据比现实数据要大。

## ● 基尼系数

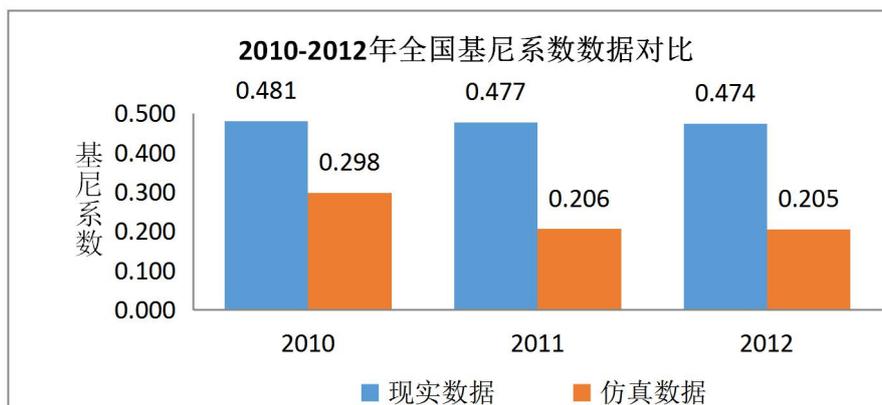


图 5.13: 全国基尼系数数据对比

由上图所示，SED 模型仿真 2010-2012 年的全国基尼系数保持在 0.2-0.3 之间，说明在模型中，居民的收入分配是较为平等的。而现实中，中国从 2000 年开始，全国基尼系数就已经超过 0.4 的警戒线，近年来仍在这个范围内。

仿真数据比现实数据小的原因有两个方面，一是 SED 模型的经济仿真遵循整体最优的原则运行，而并不是单纯追求个人利益的最大化，可以有效地避免收入分配不均的问题；二是 SED 仿真的居民单位较大，一个单位居民相当于现实中的 50 万人，相对缩小了贫富悬殊。这个问题在未来 SED 模型从现有的微机串行版升级到大型机并行化，甚至到超级计算平台的时候可以得到解决。

## ● 恩格尔系数



图 5.14: 全国恩格尔系数数据对比

恩格尔系数反映的是食品支出总额占个人消费支出总额的比例。联合国根据恩格尔系数的大小，对世界各国的生活水平有一个划分标准，即一个国家平均家庭恩格尔系数大于 60%为贫穷；50%-60%为温饱；40%-50%为小康；30%-40%属于相对富裕；20%-30%为富足；20%以下为极其富裕。由上图所示，仿真数据比现实数据小，说明 SED 模型仿真的居民生活水平更高，原因是 SED 模型的经济仿真遵循整体最优的原则运行，经济对象能更好地支配现有收入。

综上所述，使用 SED 模型在输入国家统计局公布的微观经济数据对现实经济社会进行仿真运算后，使得输出的宏观数据（GDP）连续三年与国家统计年鉴的 2010 至 2012 年的统计结果误差在百分之五以内，具有较好的仿真精度。同时，其余的主要经济指标与实际统计数据对比，在合理的范围内，但具有更优的社会经济效益。这说明 SED 模型的仿真结果是符合客观经济规律的，基本刻画了现实的社会经济情况，而且能更好地利用现有资源，实现比现实经济自发运行更好的目标。

## 九、研究结果及分析

在基准校验符合要求的情况下，即 SED 模型在输入国家统计局公布的微观经济数据进行模拟运算后，使得输出的主要宏观经济指标如 GDP 等连续三年与国家统计局的 2010 至 2012 年的统计结果误差在百分之五以内的情况下，我们进一步测算和分析 2010-2015 年战略性新兴产业对我国经济的影响问题，通过将仿真结果与战略性新兴产业的现实数据以及预期目标进行对比分析，研究我国加快“十三五”战略性新兴产业发展需要采取的政策措施。

### (1) 2010-2015 年战略性新兴产业发展的仿真和分析

年份	增加值（亿元）	增加值占 GDP 的份额（%）	贡献率（%）
2010	25875.6	6.2%	/
2011	29466.4	6.0%	5.0%
2012	32047.5	6.1%	7.5%
2013	38589.9	6.3%	7.5%
2014	44587.5	6.7%	11.2%
2015	54662.6	7.2%	14.1%

表 5.3 2010-2015 年战略性新兴产业的仿真与测算

（注：1. SED 模型中，新兴产业增加值的算法为：新兴产业增加值=（新档次产品生产设备折旧额分摊+新档次产品企业销售利润+新档次产品设备劳动报酬分摊+新档次产品销售税收分摊）\*新产品占新兴产业比例

2. SED 模型中，新兴产业贡献率的算法为：新兴产业贡献率（%）=新兴产业当年增量/国民生产总值当年增量×100%，增量=本期数值-前期数值

由上表可知，2010-2015 年我国战略性新兴产业呈平稳的增长趋势，在 2010-2012 年的基础之上，2013 年开始战略性新兴产业的发展速度逐年增快，对 GDP 的贡献率也在逐年提升中。2015 年战略性新兴产业的增加值占生产总值的 7.2%，未能完成预期的“到 2015 年，战略性新兴产业增加值占国内生产总值比重达到 8%左右”的目标。

其中，因战略性新兴产业对 GDP 增长的贡献率是产业产值当年增量对 GDP 当年增量的比率，2010 年为仿真初始年，不做测算。

基于上述仿真结果，结合现实我国战略性新兴产业的发展情况，并与战略性新兴产业预期目标进行对比分析，目前战略性新兴产业发展存在的问题有：虽然我国战略性新兴产业有持续稳定发展，但仍存在产业之间发展不均衡的情形，技术成果产业化程度较低、发展动力不足的问题。

## （2）战略性新兴产业对其他国民经济宏观指标的统计分析

由战略性新兴产业与全国 GDP、居民收入、税收收入、基尼系数、城镇失业率、通货膨胀率、恩格尔系数等数据的统计分析，我们得出的结论是：战略性新兴产业与全国 GDP、居民收入、税收收入均有很强的相关性，其中不乏战略性新兴产业对全国 GDP 的推动作用，更重要的是居民生活水平的提高与战略性新兴产业产生良好的循环推进作用，以及政府对战略性新兴产业的重视在某种程度上对其发展产生了很好的成效。在其它经济指标方面，战略性新兴产业并没有与基尼系数、城镇失业率、通货膨胀率、恩格尔系数有太大的相关性。（具体分析过程详见附件 3：战略性新兴产业与全国经济发展的统计分析）

由全国 GDP 与七大新兴产业的统计分析，我们得出的结论是：SED 模型能够很好地体现七大战略性新兴产业与全国经济发展的强相关关系，是极具科学性的，能得到很好的仿真效果。同时，SED 模型也很好地体现了战略性新兴产业与行业经济的关系。（具体分析过程详见附件 3：战略性新兴产业与全国经济发展的统计分析）

由政府科技投资额与经济发展、物价补贴与宏观经济指标的统计分析，我们得到的结论是：SED 模型很好地体现了政府科技投资额与物价补贴在现实经济社会中的经济规律，能够体现政府科技投资、物价补贴与宏观经济指标先升后降的倒 U 形关系。（具体分析过程详见附件 4：政府科技投资额与物价补贴对经济发展影响的统计分析）

### （3）政府政策对战略性新兴产业的影响

在以上的仿真基础上，即 SED 模型通过了 2010-2012 年的基准校验，并较好地仿真了 2010-2013 年战略性新兴产业的情况下，我们进一步研究政府政策对战略性新兴产业的影响。

根据古典经济学的公理假设，以及我们对行业产能的研究发现，除消费品、政府、劳动力行业外，原料、设备、银行、证券行业均存在比较严重的产能过剩，全国经济处于不景气的经济危机的中期阶段，结合现实我国战略性新兴产业的发展情况，战略性新兴产业的发展收到政府政策的影响较大，特别是政府科技投资和物价补贴。因此，我们假定在其他条件不变的前提下，政府投资政策对社会生产力的影响不变，通过分别调整政府科技投资和物价补贴的调控参数，得出两套不同的政策影响下的仿真结果，再与之前的仿真结果做对比分析，由此得出有关政府政策对战略性新兴产业的影响。

根据 SED 模型的测算，政府科技投资加大 15%，2011-2012 年国民生产总值和战略性新兴产业增加值的增长是最优的，国民生产总值增长超过 1.5 万亿，战略性新兴产业增加值增长超 200 亿；政府财政补贴加大 15%，2011-2012 年国民生产总值和战略性新兴产业增加值

的增长是最优的，国民生产总值两年总增长近 1 万亿，战略性新兴产业增加值两年总增长近 800 亿。由此可见，政府加大科技投资和物价补贴，对国民生产总值和战略性新兴产业增加值的增长均有显著的促进作用，其中，加大科技投资对整体国民经济的增长作用更优，若针对战略性新兴产业而言，则物价补贴有更直接的影响。（具体政策依据和相应的仿真情况请详见附件 5：战略性新兴产业项目建议的理论依据）

#### （4）实现 2015 年预期目标的必要条件和影响因素

在 SED 模型中，政府对科技投资和科技建设方面的影响从政府预算支出体现。在此，我们加大政府预算支出中科技投资的比例，仿真 2010-2015 年社会经济情况的变化，主要考察战略性新兴产业的发展达标情况。

达标建议方案从科技投资和物价补贴两个方面进行模拟，同时考察这两个方案的长期和短期效果。长期效果从 2010 年开始进行建议方案的模拟，考察 2015 年年底战略性新兴产业的达标情况；短期效果也是以 2010 年为初始年，但 2015 年年初才开始施加政策影响，运行至 2015 年年底考察战略性新兴产业的发展情况。

#### ● 达标所需的科技投资条件

在 SED 模型中，政府对科技投资和科技建设方面的影响从政府预算支出体现。在此，我们加大政府预算支出中科技投资的比例，仿真 2010-2015 年社会经济情况的变化，主要考察全国 GDP，以及战略性新兴产业的增长。

(1) 假设政府科技投资预算支出在原计划的 21%比例上，2015 年增加 5%、10%、15%、20%、25%的情况下得到相应的仿真结果：

比例	全国新兴产业占全国 GDP	全国新兴产业增加值增量（亿元）
原计划	7.82%	0
5%	7.83%	32.3
10%	7.81%	-107.1
15%	7.82%	-14.0
20%	7.80%	-153.3
25%	7.81%	-100.9

由上面的数据可以看出来 2015 年增加科技投资的影响并不是非常的有效，GDP，新兴产业都呈现不规则的波动而且增加的并不多也不能达到目标的新兴产业产值增加值占 GDP15%的这个目标。这个也不难理解，因为科技投资是一个长期才能见效的政策，他需要一个过程才能对 GDP 和新兴产业产值增加值带来巨大的影响所以单单增加科技投资并不能为当年带来立竿见影的效果，由 SED 模型模拟科技投资得出的结论是加大投资并不一定能迅速的加快新兴产业的发展，他需要长期的一个投资过程。

(2) 科技投资是一个长期投资才能看到效果的政策，我们下面模拟了 2010-2015 年的数据，分别加大每年的科技投资额 5%，10%，15%，20%，25%得到的数据如下。

比例	全国新兴产业占全国 GDP	全国新兴产业增加值增量（亿元）
原计划	7.82%	0

5%	8.11%	1978.60
10%	7.64%	-1270.04
15%	8.45%	4369.20
20%	7.67%	-1044.67
25%	8.27%	3067.24

由上图可以看出在长期科技投资的情况下新兴产业是有非常大的变化的。由此可得出结论，科技投资作为一个长期的政策是可行的，能给新兴产业带来很大的提升，当科技投资达到 15% 的时候全国可以达到 8% 的目标，且效果最好，全国新兴产业产值增加值可以提升 4369.2 亿元。科技投资是一个长期的结果短期内不能见效甚至会有反效果，但是如果坚持长期进行科技投资效果会越来越明显，且是朝好的方向发展，投资的力度也会影响到其他经济指标也并不是说越大越好，他存在拐点加大投资 15% 就是拐点在大就反而会下降。

### ● 达标所需的物价补贴条件

(1) 在 SED 模型中，政府对各种产品实行物价补贴政策。在此，我们加大政府对企业生产新档次产品的价格补贴，在其他条件不变的前提下，分别对生产一单位产品以价格的 5%、10%、15%、20%、25% 进行补贴，仿真 2010-2015 年社会经济情况的变化，主要考察全国 GDP，以及战略性新兴产业的增长。相应的仿真结果如下：

比例	全国新兴产业占全国 GDP	全国新兴产业增加值增量（亿元）
原计划	7.82%	0

5%	7.89%	473.4
10%	7.91%	623.8
15%	7.97%	1044.43
20%	7.97%	1027.47
25%	7.87%	306.06

由上面的数据可以很直观的看出随着加大物价补贴 GDP 和新兴产业都有一个曲线上升的趋势，当到达一个临界点时再加大物价补贴得到的结果反而会下降。由 SED 模型模拟物价补贴得到的结论是加大物价补贴对 GDP 和新兴产业都有很直接且见效快的特点，建议政府可以选择物价补贴在 15%到 20%之间对 GDP 和新兴产业有较大且较优的影响。距离新兴产业占 GDP8%的这个目标非常接近。

(2) 我们下面模拟了 2010-2015 年的数据，分别加大每年的物价补贴 5%，10%，15%，20%，25%得到的数据如下。

比例	全国新兴产业占全国 GDP	全国新兴产业增加值增量（亿元）
原计划	7.82%	0
5%	8.34%	4113.91
10%	8.43%	9701.305
15%	8.03%	8422.453
20%	6.89%	5340.554
25%	7.61%	-2337.44

由上图可知，从 2010 年开始进行物价补贴的话，到 2015 年，补贴幅度在 5-15%直接均可以达到目标，且 10%的补贴效果最好。但物价补贴有及时性，长期下来会对社会带来不好的影响，物价补贴对当

年的新兴产业都会有很大的影响但是长期下来却是不如科技投资带来的效果好，物价补贴是一个治标不治本的办法。

综上所述，短期的科技投资对新兴产业的发展有一点效果但是并不明显，甚至会起到反效果。但是长期的科技投资却是可以带来不错的效果的，科技投资是具有延时性的。物价补贴能起到及时的良好效果，但是长期加大物价补贴带来的后果却是不理想的。

## 十、结论和建议

### (1) 结论

根据以上的仿真结果和分析可知，在输入国家统计局公布的微观经济数据对现实经济社会进行仿真运算后，SED 模型输出的宏观数据（GDP）连续三年与国家统计局的 2010 至 2012 年的统计结果误差在百分之五以内，具有较好的仿真精度。同时，其余的主要经济指标与实际统计数据与实际统计数据对比，在合理的范围内，但具有更优的社会经济效益。这说明 SED 模型的仿真结果是符合客观经济规律的，基本刻画了现实的社会经济情况，而且能更好地利用现有资源，实现比现实经济自发运行更好的目标。在此基准校验的基础上，进一步仿真 2010-2013 年我国战略性新兴产业的发展现状，并测算和分析 2010-2015 年战略性新兴产业对我国经济的影响问题，通过将仿真结果与战略性新兴产业的实际数据以及预期目标进行对比分析，也都基本刻画了现实的社会经济情况。由此可见，利用 SED 模型研究战略性新兴产业对国民经济的影响问题是可行的。

2010-2015 年我国战略性新兴产业呈平稳的增长趋势，在

2010-2012 年的基础之上, 2013 年开始战略性新兴产业的发展速度逐年增快, 对 GDP 的贡献率也在逐年提升中。2015 年战略性新兴产业的增加值占生产总值的 7.2%, 未能完成预期的“到 2015 年, 战略性新兴产业增加值占国内生产总值比重达到 8%左右” 的目标。要加快战略性新兴产业的培育和发展, 使之能更好地完成 “十二五” 的规划目标, 政府需要加大相应的政策激励:

(1) 因科技投资具有延时性, 由仿真结果可知, 当科技投资加大 15%的时候, 且至少连续三到五年的一个投资计划, 即从 2010 开始加大科技投资, 战略性新兴产业有较好的发展, 到 2015 年的时候, 全国可以达到 8%的目标。

(2) 物价补贴政策具有直接且见效快的特点, 由仿真结果可知, 在 2014 年年底或 2015 年年初进行物价补贴, 补贴幅度在 15%到 20%之间对 GDP 和新兴产业有较大且较优的影响, 到 2015 年年底, 战略性新兴产业占广东生产总值达 7.97%, 基本完成预期 8%的目标。若从 2010 年开始进行物价补贴的话, 到 2015 年, 补贴幅度在 5-15%直接均可以达到目标, 且 10%的补贴效果最好。但物价补贴有及时性, 长期下来会对社会带来不好的影响, 物价补贴对当年的新兴产业都会有很大的影响但是长期下来却是不如科技投资带来的效果好, 物价补贴是一个治标不治本的办法。

战略性新兴产业的发展, 将极大地推动我国 GDP 的增长, 也为税收收入做出一定的贡献, 此外, 居民生活水平的提高与战略性新兴产业产生良好的循环推进作用, 以及政府对战略性新兴产业的重视, 在

政策上的倾斜和支持在某种程度上对其发展产生了很好的效益。

## (2) 建议

1、优化资源配置，加速战略新兴产业中的重点产业的发展，有利于提高我国经济发展的国际竞争力。

根据仿真结果，结合现实我国战略性新兴产业的发展情况，并与战略性新兴产业预期目标进行对比分析，目前战略性新兴产业之间发展不均衡，产业结构趋同，低水平重复建设，缺乏真正创新的并具有前瞻性的技术。由于缺乏全国的总体区域布局和相应的宏观指导，各地方和企业无法根据自身的特点和优势，合理配置资源，出现了“齐抓共上”的混乱局面，导致在国家和区域层面都难以集中优势资源，在关键技术和重点领域取得重大突破。

提高我国经济发展的国际竞争力，需要利用科学的技术手段对战略性新兴产业进行定量分析，科学判断全球战略性新兴产业的发展趋势，根据我国现有的产业基础和比较优势，进一步突出重点产业的发展，特别是新一代信息技术、节能环保、新能源和生物产业的发展，集中优势资源，着力突破。

2、加大政府科技投资和科技补贴，鼓励企业技术创新，消除过剩产能。

根据 SED 模型的测算，政府科技投资加大 15%，2011-2012 年国民生产总值和战略性新兴产业增加值的增长是最优的，国民生产总值增长超过 1.5 万亿，战略性新兴产业增加值增长超 200 亿；政府财政补贴加大 15%，2011-2012 年国民生产总值和战略性新兴产业增加值

的增长是最优的，国民生产总值两年总增长近 1 万亿，战略性新兴产业增加值两年总增长近 800 亿。政府通过科技投资，并对企业生产高新产品实行一定的物价补贴，鼓励企业加大高新产品的生产，消耗过剩产能，淘汰低档产品和旧产品，提高产品质量标准，促进产品和技术的更新换代，企业的升级转型。

3、建立经济快车道管理制度，保证我国战略新兴产业与国民经济发展的协调性。

具体的实现方法：要国家统计局对各个行业产品更新换代的相关信息经常性的统计，我们可以利用这些信息输入 SED 模型进行动态仿真分析，采取科学研究和经济学研究结合（要结合产品生命周期和经济周期），定性分析与定量分析结合，长期策略研究与当前的阶段性政策研究结合的分析研究的具体研究方法，计算出国民经济快车道，从中获得有价值的政府宏观调控的政策建议，包括技术进步奖励政策和产业质量标准制定规定两个方面。

总的来说，就是要通过对战略新兴产业的研究，建立我国经济发展的快车道，推动我国经济快速发展。战略新兴产业课题的研究是为了获得有价值的政府宏观调控政策建议，为我国各级政府提供有实际参考价值的政策方案。效果衡量方式，要用政策采用率和政策实施后经济效益进行定量评价。

建立合理的政策研究成果评价体系很重要。它可以为科研提供研究方向和目标。可以建立相应的激励机制，提高科研人员的科研积极性。