

科技部专项课题:

当前技术经济社会发展中重大问题  
的系统模拟与综合集成研究

分报告

国际金融危机背景下  
我国四万亿财政投资效应分析  
与 SED 模型的应用

四万亿财政投资效应分析课题组

主笔人：吴杰

课题组成员<sup>[1]</sup>：吴杰、罗海健、覃永安、张巍、石裕娜

# 目 录

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 内容摘要.....                            | 4  |
| 引言.....                              | 8  |
| 第一章、相关模型情况综述.....                    | 9  |
| 一、各种模型的概况.....                       | 9  |
| 1、EM 与 CGE 模型.....                   | 9  |
| 2、ASPEN(阿斯彭)模型.....                  | 9  |
| 3、系统动力学模型.....                       | 10 |
| 4、GTAP 模型.....                       | 11 |
| 5、微观经济类型的模型.....                     | 11 |
| 二、综合评价.....                          | 12 |
| 三、几个基本结论.....                        | 12 |
| 1、建立宏观与微观统一的模型是当前理论研究的首要任务.....      | 12 |
| 2、现有的模型均有明显缺陷，难以简单地继承发展.....         | 13 |
| 3、在大胆创新的基础上，取长补短，重组发展，是现阶段研究的捷径..... | 14 |
| 第二章 SED 模型的概况.....                   | 14 |
| 一、硬件系统.....                          | 15 |
| 二、软件系统.....                          | 15 |
| 三、数据搜集和信息处理系统.....                   | 16 |
| 四、数据内容.....                          | 16 |
| 五、主要功能.....                          | 17 |
| 六、检测标准和方法.....                       | 17 |
| 第三章 SED 模型的产生背景.....                 | 18 |
| 第四章、SED 模型的基本公理假设和数学模型.....          | 19 |
| 一、基本公理假定.....                        | 19 |
| 二、模型运行的目标.....                       | 20 |
| 三、主要数学模型和公式.....                     | 20 |
| 1、商品的数量与价值的关系式.....                  | 20 |
| 2、价格公式.....                          | 21 |
| 3、生活资料产品最优生产计划公式.....                | 22 |
| 4、生活资料商品交换模型.....                    | 24 |
| 5、生产资料生产规划模型.....                    | 27 |
| 6、利润公式.....                          | 28 |
| 7、宏观与微观统一的调控机理模型.....                | 33 |
| 第五章、SED 模型的结构.....                   | 35 |
| 一、总体结构.....                          | 35 |
| 二、行业划分.....                          | 36 |
| 三、主要子模块结构示意图.....                    | 36 |

|                                                     |           |
|-----------------------------------------------------|-----------|
| 1、企业子模块.....                                        | 36        |
| 2、居民子模块.....                                        | 37        |
| 3、市场子模块.....                                        | 38        |
| 4、银行子模块.....                                        | 39        |
| 5、证券子模块.....                                        | 40        |
| 6、政府子模块.....                                        | 41        |
| <b>第六章、SED 模型的应用.....</b>                           | <b>43</b> |
| 一、应用项目的基本情况.....                                    | 43        |
| 1、本项研究的目的.....                                      | 43        |
| 2、本项研究的质量要求.....                                    | 43        |
| 3、具体模拟方案.....                                       | 43        |
| 二、模拟结果.....                                         | 43        |
| 1、金融危机下，实施财政刺激政策的情景模拟.....                          | 43        |
| 2、金融危机下，不实施财政刺激政策的情景模拟.....                         | 44        |
| 3、不发生金融危机情形下的情景模拟.....                              | 46        |
| 4、当前财政刺激政策与 SED 模型内在调节机制两种情形 10 年后的宏观运行结果的模拟对比..... | 47        |
| 5、微观经济主体的偏好对社会经济总量的影响关系.....                        | 48        |
| 6、理论验证模拟.....                                       | 53        |
| <b>第七章、SED 模型的创新.....</b>                           | <b>55</b> |
| 一、补充和完善了古典经济学和马克思主义经济学的基本公理假设体系.....                | 55        |
| 二、实现了马克思主义经济学的数学化.....                              | 55        |
| 三、建立了宏观与微观统一的社会经济计算机动态系统仿真模型.....                   | 56        |
| <b>第八章、未来发展.....</b>                                | <b>56</b> |
| 一、需要进一步改善的问题.....                                   | 56        |
| 二、发展前景.....                                         | 57        |
| 三、本项目进一步研究的意义.....                                  | 57        |
| 附件 1：马克思主义经济学的数学形式化及其意义.....                        | 61        |
| 附件 2：SED 模型输入数据综合说明.....                            | 66        |
| 附件 3：SED 模型调试基础方案输入变量.....                          | 84        |
| 附件 4：SED 模型 2010-8-12-2 方案输入变量.....                 | 101       |
| 附件 5：SED 模型 2010-8-13-1 方案输入变量.....                 | 154       |
| 附件 6：SED 模型 2010-8-13-2 方案输入变量.....                 | 205       |
| 附件 7：SED 模型 2010-8-30 方案输入变量.....                   | 257       |
| 附件 8：投入产出表行业部门分类说明.....                             | 300       |
| 附件 9：投入产出表数据说明.....                                 | 301       |
| 附件 10：模型的数据结构和编码信息.....                             | 316       |
| 附件 11：企业子模块的输入变量.....                               | 320—329   |

(1) 吴杰、罗海健、石裕娜的工作单位是广州市长程软件有限公司，张巍是广东省水利水电科学研究所高级工程师，覃永安是华南理工大学数学科学院讲师。

## 内容摘要

本报告是中国社会科学院数量经济与技术经济研究所主持的科技部专项课题《当前技术经济社会发展中重大问题的系统模拟与系统集成研究》（国科发财（2009）411号）的一项子课题成果。根据课题分工，我们进行了在社会经济领域应用现代计算机动态系统仿真技术的研究工作，并形成了这份《国际金融危机背景下我国四万亿财政投资效应分析与 SED 模型的应用》（以下简称《四万亿财政投资效应分析》）报告。

### 1、本项目研究的意义

建立宏观与微观统一的社会经济动态系统计算机仿真模型是人类经济学期以来追求的重要目标。高质量的模拟仿真系统能够更加深刻、形象地刻画经济社会复杂巨系统，能够帮助人类有效地处理现代全球化经济活动产生的高速和海量的动态经济信息，有着极其重要的战略意义和商业价值。形象地说，计算机数字仿真技术在现代社会经济研究中，可以发挥一种类似人的大脑中的中枢神经系统的思维功能的作用<sup>(2)</sup>。美国诺贝尔经济学奖获得者克莱因在评价这类模型系统的重要代表“ASPEN 模型”时说：“这可能是长期以来出现的最好的东西”<sup>(3)</sup>。我国著名系统理论专家钱学森、于景元、戴汝为也曾说过：构建‘人一机’协作“系统集成”的智能决策系统，……“其意义远远超出科学技术的发展与进步，这是关系到社会主义建设以至实现共产主义理想的大事。”<sup>(4)</sup>

### 2、科学的经济系统仿真模型的标准

从系统工程的角度看，一个科学的系统工程软件必须有合理的理论模型、完善的数学模型、功能齐备的计算机软件模型、以及使用该模型对相关原理和定理进行充分验证的实验案例。联系经济学问题，一个以描述整体的社会经济动态系统为对象的计算机仿真模型是否符合以上标准，关键在于可否满足如下六点要求：（1）微观系统的离散性。有一个以离散方式存在，具有独立行为能力，可继承、可进化和发展，与现实存在逼近，种类齐全、功能齐备和数量足够的微观经济主体人群体。（2）中观系统的规范性。在不同种类的微观经济主体人之间存在一个通过市场连接的商品交换系统，不同经济主体人在商品交换过程中，每一次交换的双方都在效用需求必须得到满足和等价交换的约束条件下，追求效用等级最高的目标，特别地，整个交换过程的商品数量和价值都满足投入产出理论的规定。（3）宏观与微观系统的互动性和可控性。政府与每个经济主体人之间存在必然的，具有强制性的关系。经济主体人有义务向政府交税，并有权享受政府的福利和物价补贴等政策，而政府则有权征收税赋，并通过财政、货币、税收、福利、物价政策对整个社会经济系统进行有效的宏观调节和控制，以期实现整个社会经济系统的财富价值增长最大化的目标。（4）模型运行的稳定性。模型能够实现多级闭环控制，并具有李雅普诺夫多级系统稳定性<sup>(5)</sup>。（5）模型仿真

---

(2) 人的大脑可分为物质构成和精神构成两个部分：物质部分由中枢神经系统中的脑神经节、脑神经索、脊髓，以及它们之间的连接成分，即由大量的神经细胞有机连接起来的神经网络构成。精神部分由中枢神经系统的活动能力，即思维功能构成。这种思维功能是指人的中枢神经系统的物质构成接受全身各处的传入信息，经它整合加工后成为协调的运动性传出，或者储存在中枢神经系统内成为学习、记忆的神经基础。显然，这种功能是后天训练和培养产生的。因此，我们可以大致地说，人的大脑的物质部分类似于电脑的硬件，精神部分类似电脑的软件部分。

(3) 美国《商业周刊》1997年3月31日，转引自《参考消息》1997年4月29日专题报道。

(4) 《自然杂志》1990年第1期，钱学森、于景元、戴汝为：《一个科学新领域：开放的复杂巨系统及其方法论》。

(5) 李雅普诺夫稳定性理论主要指李雅普诺夫第二方法。这种稳定性方法可用于任意阶的系统，运用这一方法可以不必求解系统状态方程而直接判定稳定性。由于对非线性系统和时变系统的状态方程的求解通常是很困难的，因此李雅普诺夫第二方法有着很大的优越性。与第二方法相对应的是李雅

的可靠性。能够实现对社会经济历史过程的计算机数字仿真，使得模拟结果逼近现实状况。

(6) 模型对环境的适应性。能够对计算机数字仿真过程实施扰动性影响，并使得模拟结果的变化趋势符合经济学原理或定理的规定。

### 3、现有经济系统计算机仿真模型简评

在现代经济学的理论与实证研究中，先后出现过不少以模拟经济社会系统为目标的大型模型。这些模型在经济政策效果模拟中发挥了一定的作用。但是，由于各种不同的原因，这些模型在宏微观链接、模拟仿真功能方面都存在不同程度的问题，与具有实用性的系统工程软件相比，还有较大的距离。概括起来：(1) EM 与 CGE 模型是一些基于机理建模的模型，这些模型的理论基础是新古典经济学。由于新古典经济学在基本公理假设的相容性、完备性等方面存在着一些不足之处，造成 EM 与 CGE 模型始终无法与微观经济模型连为一体，模型的计算结果无法与微观场景一一对应，通常存在一解多义的情形，影响了模型在实际应用中的效果。(2) ASPEN(阿斯彭)模型是一种以微观主体为基础，基于规则由下至上建模的计算机仿真模型。ASPEN 模型系统能够实现宏观与微观一体化。然而，由于缺乏系统科学的经济学理论模型和数学模型作为建模依据，ASPEN 模型无法建成一个能够模拟一般经济运动规律的计算机动态系统模型。在某些简单的场景环境中，ASPEN 模型中被描述的经济主体人的行为较符合现实经济系统，但是，一旦处于复杂和多变的场景环境中，就会出现许多无法解释的行为。(3) 系统动力学模型吸收了控制论、信息论的建模方法，并将其应用于经济学领域。系统动力学模型的不足主要体现在四个方面。一是没有系统和科学的经济学理论模型和数学模型作为建模依据，模型运行的经济逻辑关系不清楚，在描述复杂关系时无法系统和深入地解释各种描述对象和具体运算结果的经济涵义；二是没有建立全局性的闭环控制机制，容易出现模型发散，缺乏稳定性；三是片面地注重系统整体行为的描述，没有明确的以离散方式存在微观经济主体人；四是没有在整个模型的系统中建立总体的动态非线性规划计算机模型，并在宏观与微观统一的系统动力学模型中考察经济系统的最优化问题。

(4) GTAP 模型是基于新古典经济学理论的 CGE 模型在各国多部门应用的延伸模型。其代表是加拿大一个大学建立了一个 GTAP 模型与 10000 个家庭模型连接在一起模型。GTAP 模型的宏观与微观统一模型是一种由上而下，单向递推运行的模型。这种模型缺乏微观主体与宏观主体之间的互动性的循环反馈机制，未能真正反映现实经济中微观主体与宏观主体之间的动态交互状况。(5) MRP、ERP 和 BI 等模型属于企业管理软件范畴，较为成熟，在现实的微观经济领域中已有广泛的应用。但是，由于当代主流经济理论发展的局限性，目前还没有一种微观经济领域的企业管理软件能够与宏观经济学软件连为一体，发展成为完整的经济系统软件。

### 4、SED 模型的概况和创新点

SED 模型的产生是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和稍后的马克思主义经济学的理论范畴中，进行的一次科学探索的成果。在这个科学探索的过程中，我们吸取了当代的新古典经济学的各种建模的经验教训，补充和完善了古典经济学和马克思主义经济学的基本公理假设体系，建立了基于马克思主义经济学的数学模型，与此同时，还进一步应用现代的计算机动态仿真技术，构造了一个在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。

具体地说，SED 模型由微观子系统、中观子系统和宏观子系统构成。其中微观系统拥有完整、系统和丰富的异质经济主体，包括几百个制造业企业、几十个不同的银行、商店、

---

(紧接上页注 5) 普诺夫第一方法，又称李雅普诺夫间接法，它是通过研究非线性系统的线性化状态方程的特征值的分布来判定系统稳定性的。李雅普诺夫第一方法的影响远不及第二方法。

证券公司、一千多个不同偏好属性的居民单位、几十种产品，每一种产品有几十个档次，近十种不同功能的政府部门。每一个不同的异质经济主体都有与现实描述对象逼近的全面的经济功能，能够在各种不同的经济环境中做出既有个性化特征，同时又符合经济规律的反映。中观子系统由 33 个不同的行业和六种不同的商品和金融市场构成，不同行业的企业之间通过相应的市场进行商品交换，商品交换符合投入产出理论的规定，即不同经济主体人在商品交换的过程中，每一次交换的双方都在效用需求必须得到满足和等价交换的约束条件下，追求效用等级最高的目标。宏观子系统通过宏观经济政策对中观子系统、微观子系统产生影响，与每一个微观经济主体都有互动关系。只要宏观子系统实施的宏观经济政策是合理的，那么，SED 模型模拟的社会经济系统就具有稳定性、可靠性和适应性。能够在每一仿真步长的物理意义为一天的情况下，使得模型迭代运行 20 年。

SED 模型的创新点可归纳如下：

- (1) 补充和完善了古典经济学和马克思主义经济学的基本公理假定体系；
- (2) 建立了基于古典经济学和马克思主义经济学的数学模型；
- (3) 建立了基于古典经济学和马克思主义经济学的宏观与微观统一的系统动态仿真软件模型。

## 5、应用效果

在科技部专项课题项下，我们使用自主开发，具有原创性的 SED 模型进行了《四万亿财政投资方案研究》的项目。本项目的研究目的：①根据我国公开的经济统计数据中的微观数据和相关要求，使用 SED 模型，模拟我国国民经济宏观和微观系统近年运行规律；②进行多种可能的经济预案模拟分析；③对已实施的国家宏观政策进行后果评估。本项目的质量要求：使用 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，使得输出的宏观数据与现实逼近，其中（GDP）连续三年与国家统计年鉴的 2007 至 2009 年的统计结果误差在百分之五以内。从我们研究的成果看，SED 模型不仅满足了本项目的质量要求，同时也满足科学的经济学系统仿真软件的系统性、稳定性和控制精度的各项标准，即具有微观系统的离散性；中观系统的规范性；宏观与微观系统的互动性和可控性；模型运行的稳定性；模型仿真的可靠性；模型在环境变化条件下的适应性。此外，我们在《四万亿财政投资方案研究》项目的相关政策和其他问题的模拟分析中也取得了很有价值的研究结论，提出了许多具有实用价值的解决方案和意见。

## 6、基本评价

SED 模型是人类经济学说史上第一个以古典经济学和马克思主义经济学为理论模型的社会经济复杂系统的计算机动态系统仿真模型。该模型由微观子系统、中观子系统和宏观子系统构成，是一个宏观与微观统一的社会经济动态系统模型。从系统工程的角度上看，该模型满足科学的经济学系统仿真软件的各项标准。与目前世界上各种类型的经济学模型比较，包括 EM、CGE、ASPEN、SD、ERP、BI 等模型，SED 模型都有很大的创新性。其中与 EM、CGE 比较，它具有 EM、CGE 所没有的微观经济子系统；与 GTAP 模型比较，它具有该模型所没有的宏观与微观子系统之间的互动性和可控性；与 ASPEN、SD 模型比较，它具有 ASPEN、SD 模型所没有的完善的理论模型和数学模型；与 ERP、BI 等微观模型比较，它有这些模型所没有的中观经济和宏观经济子系统。特别是，SED 模型能够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。这一点是以上所有模型都没有实现的指标。此外，SED 模型具有的稳定性、可靠性和适应性也是以上所述的各种模型在实际应用中难以全面达到的指标。

目前，尽管 SED 模型已完成的实际应用的案例还不多，还是一个处于试用期的新软件。但是，由于它有科学的理论模型和完善的数学模型，因此，它具有进一步完善和发展的扎实基础。我们相信，如果能够有足够的时间和资源，SED 模型的实用性将大大加强。届时，

SED 模型将对优化现实社会经济的运行，消除周期性经济危机的影响，促使我国乃至全球性的社会经济持续发展产生重要的作用。

我们对 SED 模型的基本评价可归纳如下：

(1) 建立宏微一体化模型是一个公认的世界性难题。据我们已查阅的文献看，目前只有“ASPEN”模型和“GTAP”模型说自己是一个宏微一体化模型。因此，能够建立一个宏微一体化模型是十分不容易的事情。目前国内除了 SED 模型以外，还没有其他的宏微一体化的模型。特别是，在本次案例应用中，SED 模型能够在输入近两万个微观统计数据的情况下，通过系统模拟使得输出的宏观数据大致符合现状，其中 GDP 连续三年误差不超过 5%。在相关资料中，我们看不到 ASPEN 模型和 GTAP 模型能够做到这一点。SED 模型是一个有 33 个行业、上百个企业、上千个居民单位、微观经济主体分别独立运行，微观经济主体之间，以及微观主体与政府之间存在相互作用，每天迭代运行一次的复杂性大系统模型，能够在实际应用中达到以上系统性、稳定性和控制精度的指标不是偶然的事情。这里的关键在于，我们正确地使用了古典经济学和马克思主义经济学的理论模型和与之相适应数学模型，而这正是现在国外的采用新古典经济学理论建模的各种模型始终无法实现以上指标的根本原因。所以，SED 模型作为一个基于异质微观经济主体方式建模的宏观与微观结合的一体化的社会经济动态系统模型能够做到如上的一点，不仅很难，而且也很有意义。这在世界范围内是一个重要的创新。

(2) SED 模型是一个刚刚产生了几年（2006）的新软件，目前还仅仅处于初步的试用阶段，实际应用的案例还不够充分，距离能够真正实用的系统工程软件仍然存在一定的距离，今后还需要进行更多的应用，并在这一过程中不断地修改和完善，只有这样才可能真正转化为产成品，在实际经济领域中创造经济效益；

(3) 人类无数次的实践经验告诉我们，凡是在实验室中获得成功的项目，只要具备充分的条件，就一定可以转化为具有实用价值的产成品。SED 模型是一种现代全球化经济迫切需要的动态信息处理技术，发展这种技术具有重要的战略意义一和商业价值。因此，从经济发展的需要和我国目前具备的条件上看，我们不仅应该，同时也有可能加快提供 SED 模型转化为产成品所需要的条件。从这一意义上说，SED 模型不仅为科技部专项课题《综合集成》项目提供了重要的理论、技术和人才的准备，同时也充分说明我国目前已具备进行大规模的《综合集成》项目所需要的各种必备条件。

## 引言

2010年3月以来，我们在科技部专项课题（国科发财（2009）411号）项下，展开了《综合集成》课题的研究。本报告是《综合集成》课题的子课题《四万亿财政投资效应分析》的理论简述和技术应用报告。

当前，随着经济全球化的快速进展，科学技术日新月异，世界经济社会变化呈现出系统性、整体性、复杂性、突发性、可变性和随机性六大特性。面对社会复杂巨系统，单独依靠社会科学或自然科学的研究、定性的研究、传统手段的研究、分门别类的研究、各部门或个人单独的研究，都难以做出客观准确的判断和决策。要运用系统的、集合的、过程的、综合的、宏观的方法，进行综合集成的系统分析、动态分析、过程分析，更好地用现代科学技术和新型的认识工具来延长人的感觉器官和思维器官。综合集成方法就是要实现自然科学与社会科学相结合，以社会科学为主；定性分析与定量分析结合，实现定性分析指导下的定量分析，定量分析基础上的定性分析；个人创造性与集体创造性相结合，以集体创造性为主；人·机结合，人脑与电脑结合，以人为主。为了实现以上的目标，我们首先要解决的问题就是要掌握建立综合集成项目的技术手段。从系统工程的角度看，建立综合集成项目的基本技术手段之一就是提供合理的适用于复杂社会经济系统的计算机动态仿真模型。由于现实经济社会是一个宏观与我国统一的系统，因此，适用于复杂社会经济系统的计算机动态仿真模型实际上就是一个宏观与微观统一的社会经济系统的计算机动态仿真模型。

建立一个科学的宏观与微观统一的计算机动态仿真模型，既是我们拟构建的《综合集成》项目的核心子项目之一，也是当前世界经济学领域急需解决的问题。在过去几十年以来，世界各国的经济学家都在向这一个目标努力。原因在于：（1）经济系统本来就是一个统一的整体，微观经济是宏观经济的基础，同时，微观经济又受到宏观经济的制约。但是，到目前为止世界各国研制的微观经济模型，不考虑宏观经济的制约；反之，宏观经济模型只研究总量之间的关系，没有微观经济基础，两者处于脱节的状态，这种状况严重妨碍了经济理论和经济实践的发展。（2）目前计算机技术分别在微观经济领域或宏观经济领域中应用，都已经取得了较大的进步。但是，微观和宏观统一的经济学模型的研究却相对滞后。因此，人们已经开始将原来分别投入微观经济领域和宏观经济领域的资源转移到微观和宏观统一的研究方向；（3）21世纪以来，随着社会生产力的迅速发展，社会分工的程度越来越细，生产规模越来越大，使得政府进行宏观经济管理和企业进行微观经济管理的难度都日益加大，对微观和宏观统一的计算机经济模型的需求更为迫切。美国诺贝尔经济学奖获得者克莱因在ASPEN模型产生初期时曾说：“这可能是长期以来出现的最好的东西”。我国著名系统理论专家，戴汝为院士和于景元研究员也曾说过：在“高速信息网络设施支持下，构建‘人一机’协作的智能决策系统”，对我国21世纪的科技领域来说是“是一项亟需发展、巨大而复杂的系统工程，其重要性与复杂性不亚于两弹一星。”

根据以上指导思想，我们最近在科技部《综合集成》专项课题项下，使用广州市长程软件有限公司自主开发，具有原创性的国民经济系统计算机动态仿真模型（简称SED模型）进行了《四万亿财政投资效应分析》项目的动态仿真模拟分析。本项目的研究目的是：①使用SED模型，在输入我国公开的经济统计数据中的微观数据的基础上，模拟我国国民经济宏观和微观系统近年运行规律；②进行多种可能的经济预案模拟分析；③对已实施的国家宏观政策进行后果评估；④根据模拟结果，验证SED模型的理论模型、数学模型和计算机模型的合理性；⑤根据模拟结果验证输入的国家统计数据的合理性。本项目的质量标准是：使用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。在以上项目中，我们使用SED模型进行了实际应用结果，不仅完全满足了质量标准，同时，在进行相关的政策和其他问题的模拟分析中也取得了很多有价值的研究结论。

## 第一章、相关模型情况综述

从上世纪 70 年代开始，以美国为首的发达国家集中了大量的资金和人力资源，朝建立微观与宏观统一的软件模型的方向进行了研究。其中最有代表性的研究项目有三个：一是美国洛杉矶大学的国家经济试验室研制的基于规则建模的 ASPEN 模型；二是以美国麻省理工学院（MIT）的福瑞斯特（J. W. Forrester）教授为领导人的基于系统动力学技术的 SD 模型；三是美国普渡大学的基于机理建模的 GTAP 模型。此外，也有一些学者和企业从传统的宏观经济学模型，即 EM 与 CGE 模型，或者从传统的微观经济应用软件 ERP 出发，分别从宏观经济系统向微观经济系统出发或微观经济系统向宏观经济系统出发进行了一体化模型的研究和开发。尽管这些努力的成果尚不能令人满意，目前的已经开发出来的宏观与微观经济统一的软件距离真正的能够实际应用的产品还有很大的距离，但是，这种理论研究的方向是十分正确的。同时，这些理论探索也为我们提供了许多有益的经验教训。

### 一、各种模型的概况

#### 1、EM 与 CGE 模型

目前，在宏观经济领域中有以宏观计量经济学模型（EM）和一般均衡模型（CGE）为代表的经济学模型体系。EM（Econometric Mod）模型是一种将数理逻辑分析和经济统计技术结合在一起计算机模型。EM 模型建立的历史最为悠久，应用最为广泛。该模型起源于凯恩斯的货币理论和宏观经济理论。后来经过克莱茵等数量经济学家的研究和发展，已经成为一种具有严格的数学模型体系，可精确计量结果，容易调试的宏观经济学计量软件。CGE 模型是一种建立在新古典经济学理论的基本公理假设基础上的，可计算的一般均衡

（Computable General Equilibrium）模型，简称 CGE 模型。一般均衡模型理论始于 Walras, Leon (1834—1910)，他在 1874—1877 年出版的《政治经济学概论》中，发展了一般均衡理论。在该书中，他建立了统一模型的理论基础，包括交换、生产、资本形成及货币理论。他用较原始的数学工具开拓了模型。荷兰数学家 L.E.J. Brouwer 在 1912 年探索了不动点理论，这一数学成就证实了经济的一般均衡模型解的存在。Scarf 于 1967 年给出了一种整体收敛的算法计算不动点，从而在技术上使均衡价格的计算成为可能。以后又经历若干人的努力，在 CGE 模型的基础上增加了随机分析功能，使得该模型（DSGE 模型）成为了当代新古典经济学理论流派中最富有综合性代表性的成就。宏观计量经济学模型(EM)和宏观一般均衡模型（CGE 或 DSGE）为代表的经济学模型体系都是一些基于机理建模的模型，这些模型建模理论模型是新古典经济学。由于新古典经济学在经济理论与数学方面，它们仍然存在着一些非相容性和非完备性的缺陷，包括效用严格递减假定与规模效用递增假定的非相容性矛盾；瓦尔拉斯一般均衡的假设与普遍存在的非均衡现象的非相容性矛盾；以及效用价值集合是偏序集的假定，导致效用价值无法直接计量的非完备性矛盾；等。这些根本性的理论缺陷造成 EM 与 CGE 模型始终无法与微观经济实体统一为一体。因此，这导致 EM 与 CGE 这些宏观经济学模型的计算结果不仅无法与微观场景一一对应，产生一解多义的歧义性，影响了模型在实际应用中的效果。同时，也无法考察宏观经济与微观经济的相互作用的动态影响关系。但是尽管如此，这些模型仍然有着一定的实际应用价值。目前，EM 模型和 CGE 模型经常被经济学家和政策分析人员应用于政策模拟和分析，如国家的货币政策、财政政策、国际贸易、税收政策、收入分配和发展战略方面的问题。

#### 2、ASPEN（阿斯彭）模型

ASPEN 模型（a smart, agent – based economics model）建成于 1996 年 9 月。在它之前，美国研制了两个同类型的模型，一个是奥克特等人研制的微观分析模拟模型；另一个是伯涅特与伯格曼研制的微观经济交易模型。ASPEN 模型是一种参考和模仿自然科学的生物仿生学和机器人仿真中的遗传算法或神经网络算法建立起来的微观和宏观统一的经济模型。该种模型的建模方式是基于规则，由下而上建模。其中处于底层的微观经济子系统的描述对象是

经济代理人。由于在现实的经济系统中，微观单位数以亿万计，不可能将它们全部包括进来。在模型中只能将有代表性的单位（代理人）列入模型。模型中有 10000 个家庭，3 个食品生产公司，2 个其他非耐用品生产者，2 个汽车制造商，2 个房屋开发商，2 家银行，1 个其他代理人。ASPEN 模型的宏观经济的描述对象是政府。政府每天收集各种税收，支付养老金、失业救济金。如果收不抵支，政府可以发行国债，并相应调整利率。

ASPEN 模型建成以后，进行了多次实际应用。其中较重要的应用项目有两个：一是模拟美国 95 年的经济现实运行；二是模拟从上世纪 70 年代后计划经济向市场经济的过渡的社会经济变化状况。从公开的资料看，ASPEN 模型的运行结果能够在某些方面反映社会经济发展趋势。通过 ASPEN 模型的实际运行，我们可以在一定程度上了解社会经济的整体发展的运动规律。但是，在公开的资料中，我们没有发现有关 ASPEN 模型的技术性能，例如稳定性、可靠性、控制精度、适应性等方面的说明。

由于 ASPEN 模型是一种基于规则建模的计算机软件，没有充分经济理论和完善的数学模型作为建模的基础。因此，无法建成一个能够模拟一般经济运动规律的计算机动态系统模型。在某些特别设定的简单场景环境中，被描述的经济主体人的行为较符合现实经济系统，但是，一旦处于复杂和多变的场景环境中，就会出现许多无法解释的行为。所以，系统模拟难以系统地逼近现实。这种结果导致 ASPEN 模型难以得到推广。

### 3、系统动力学模型

系统动力学（简称 SD—system dynamics）的出现于 1956 年，创始人美国麻省理工学院（MIT）的福瑞斯特（J. W. Forrester）教授。从系统方法论来说：系统动力学是结构的方法、功能的方法和历史的方法的统一。它基于系统论，吸收了控制论、信息论的长处，是一门综合自然科学和社会科学的横向学科。系统动力学方法是通过分析社会经济系统内部各变量之间的反馈结构关系来研究整个系统整体行为的理论。系统动力学认为系统的行为是由系统的结构所决定的，这一点与结构主义分析方法一致。系统动力学进一步指出，系统的结构是动态反馈结构，可用控制论的方法来研究，所以系统动力学尤其注重各经济变量之间的动态反馈结构，而对变量的精确度要求不高，因此适合于类似产业经济这种许多方面难以定量的复杂系统的研究。国外已有许多学者运用系统动力学的方法来研究产业组织、产业结构等诸多产业经济对象，取得了一定程度的进步。

福瑞斯特在 20 世纪中期开始，对一系列社会经济问题进行系统动力学的创造性研究，取得了一些令人瞩目的成绩。1958 年，他发表的论文《工业动力学—决策的一个重要突破口》，首次把系统动力学运用于工业研究；1965 年，他又发表论文《企业的新设计》，进一步深化了系统动力学在工业中的运用；1968 年，他出版的《系统原理》一书，全面论述了系统动力学的基本原理和方法；1971 年，他又把研究的对象延伸到了世界范围，出版《世界动力学》一书，提出了研究全球发展问题的“世界模型”（World Model）。其中该模型的一个著名应用是在罗马俱乐部中探索了人类的“增长的极限”这一重要问题。结果他们发现问题太过复杂，根本无法思考。最后福瑞斯特运用他的系统动力学理论，以五个重要因素建立了系统动力模拟的“世界模型 II”。《增长的极限》这本探讨人类困境的未来学著作，就是福瑞斯特的弟子梅多斯（D.H. Meadows）等人完成的，其中进一步提出了更为细致的“世界模型 III”。这两个模型在世界范围内引起了较大的反响。

继“世界模型”之后，福瑞斯特等又开始进行历时十多年的美国“国家模型”研究，运用他的方法，在宏观经济学和微观经济学统一建模的方向进行尝试。但是，这种理论尝试仍然没有取得令人满意的结果。其中主要的原因在于：（1）现有系统动力学模型没有经济学的理论模型和数学模型作为建模依据，模型运行的经济逻辑关系不清楚，在描述复杂关系时无法解释各种描述对象和具体运算结果的经济涵义；（2）SD 模型采取简单的迭代运算，积分（差分）运算很多，在没有经济学理论模型和数学模型给出的表现经济规律的约束条件进行有效控制的情况下，难以在宏观与微观统一的模型中建立全局性的闭环控制机制，容易

出现模型发散，缺乏稳定性；（3）SD 模型是一种动态系统，在没有经济学理论和数学模型的情况下，难以在整个模型的系统中建立总体的动态非线性规划计算机模型，并在宏观与微观统一的系统动力学模型中考察经济系统的最优化问题；（4）没有建立可继承、可进化和可发展的微观经济主体，导致模型建立的宏观经济子系统无法建立在扎实的微观经济子系统的基础上；（5）因此，无法充分和全面地考察宏观经济子系统与微观经济子系统之间互动关系。

#### 4、GTAP 模型

全球贸易分析模型（GTAP）是根据新古典经济学的一般均衡理论理论设计的多国多部门的可计算一般均衡模型。由美国普渡大学教授 Thomas W. Hertel 为首的全球贸易分析计划研究小组（Global Trade Analysis Project, GTAP）首先创建。目前已被广泛应用于贸易政策分析。在 GTAP 模型架构中，首先建立可详细描述对每个国家（或地区）生产、消费、政府支出等行为的一般均衡模型（CGE）子模型，然后通过国际间商品贸易之关系，将各子模型连结成一个多国多部门的一般均衡模型。在此模型架构中进行政策仿真时，可以同时探讨该政策对各国各部门生产、进出口、商品价格、要素供需、要素报酬、国内生产总值及社会福利水平变化等。

一般地说，GTAP 模型是一个宏观经济学模型。在 GTAP 模型的基本结构中，模型的输入和输出仅仅讨论宏观经济总量之间的关系问题。但是，也有一些经济学者将 GTAP 模型与微观经济学模型联系在一起，试图建立宏观与微观统一的经济学模型。其中加拿大一个大学建立了一个 GTAP 模型与 10000 个家庭模型连接在一起模型。这种基于 GTAP 模型的宏观与微观统一模型是一种采用综合性模型体系的技术方法的模型，即是一种由 CGE 模型和微观的个体经济模型——企业或家庭模型——的混合构成的模型。其中运行机理是将 CGE 模型运行的结果作为微观的个体经济模型的输入，并以微观经济的输出数据为基础，在计算机外部，结合专家的经验 and 研究、判断，进行宏观和微观统一的经济计量分析。

由于单纯宏观经济学的 GTAP 模型对政策定量分析具有一定的效果，能够对政策选择和决策提供具体并且比较准确的建议，当今世界主要经济组织，如世界贸易组织，国际货币基金组织，世界银行等都曾经采用 GTAP 模型对国际经济进行分析，并且获得了较好的结果。随着我国与国际社会关系的不断紧密，各项政策，措施，以及分析工具与世界接轨显得尤为必要。通过运用 GTAP 模型模拟中国对外经贸发展及其政策变化，及相关影响，从而对政策选择提供定量的评价和建议，并结合社会经济发展提供对策，具有一定的理论价值和现实指导意义。

基于 GTAP 模型的宏观与微观统一模型是一种由上而下，单向递推运行的模型。这种模型缺乏微观主体与宏观主体之间的互动性的循环反馈机制，无法使宏观与微观经济系统有机地结合为一体，通常被经济学家批评为是一种“两张皮”的模型。因此，GTAP 模型也是一种不成熟的模型，仍然未得到普遍的应用。

#### 5、微观经济类型的模型

当前，随着生产社会化进程的发展，在规模效益的驱动下，社会分工日益细化，专业化生产规模越来越大。与此同时，也并发产生了许多大型企业集团无法处理内部和外部的海量动态经济信息的难题。为此，从 50 年代以来，许多企业管理软件，包括 MRP1、MRP2、ERP 和一般的商业智能（BI）等软件应运而生。目前，这些企业管理软件在处理静态和内部的企业信息已经比较成熟。但是，由于企业外部的经济信息是动态和不断更新的，因此，这需要企业管理软件能够灵活地处理各种外来的复杂的动态海量经济信息问题。例如在现在的许多大型企业的企业管理软件中的成本预算、规划、生产计划制定等功能都是采用静态、实时、在有限资源优化配置原则下进行规划的方式实现的。这些企业管理软件都没有处理动态信息的管理功能，包括无法实现随机的人机对话功能；随机的财务预算、规划、生产计划修改功能；各种事件模拟功能；多目标全局最优规划功能等。因此，这严重的影响了企业管

理软件有效地处理外部的动态经济信息的能力。具体地说,一个计算机信息管理系统要有各种动态信息的管理能力,就必须有动态仿真运行支撑平台环境,能够超实时地处理各种输入、输出变量,解决模型中各个子模块或不同变量的信息交换过程中的时序、时间延迟等问题的动态信息管理功能。有了这些功能,企业的信息管理系统才能在外部信息经常变化的动态环境下进行信息管理。目前大部分企业(包括国际和国内的企业)在企业管理过程中都不能运用计算机动态仿真技术进行各种动态信息管理。所以,这些企业管理软件均无法有效地处理外部的动态经济信息。可见,在微观经济系统中,经济应用软件也应该充分应用计算机动态仿真技术,并与中观和宏观经济学动态仿真软件建立联系,即向宏观经济层面发展。尽管目前的企业软件距离真正的与宏观经济模型建立有机的联系还有很大的距离。但是,这种发展方向是十分正确的。

## 二、综合评价

从系统工程的角度看,一个科学的系统工程软件必须有合理的理论模型、完善的数学模型、功能齐备和符合质量标准的计算机软件模型、以及使用该模型对经济学原理和定理进行验证的充分实验案例。联系经济学系统动态仿真模型,从严格的科学标准上看,一个以描述整体的社会经济动态系统为对象的计算机仿真模型能否实现这个目标,关键在于能否满足如下六点要求:(1)微观系统的离散性:有一个以离散方式存在的,与现实存在逼近的,功能齐备和种类齐全的,数量足够的微观经济主体人群体;(2)中观系统的规范性:在不同的种类的微观经济主体人之间存在一个通过市场连接的商品交换系统,不同经济主体人进行商品交换的过程中,每一次交换的双方都追求在满足等价交换、效用需求满足的约束条件下,实现效用等级最高的目标,特别地,整个交换过程的商品数量和价值都满足投入产出理论的规定;(3)宏观与微观系统的互动性和可控性:政府与每个经济主体人之间存在必然的,具有强制性的关系,经济主体人有义务向政府交税,并有权享受政府的福利政策和物价补贴政策,而政府则有权征收税赋,以及通过财政、货币、税收、福利、物价政策,对整个社会经济系统进行调节和控制,以期实现整个社会经济系统的财富价值增长最大化的目标;(4)系统运行的稳定性:模型能够实现多级闭环控制,并具有李雅普诺夫多级稳定性;(5)系统仿真的可靠性:能够实现对社会经济历史过程的计算机数字仿真,使得模拟结果逼近现实状况;(6)系统在环境变化条件下的适应性:能够对计算机数字仿真过程实施扰动性影响,并使得模拟结果的变化趋势符合经济学原理或定理的规定。分析以上五种具有代表性的相关模型,我们可以看到,现代经济学领域存在的各种经济系统仿真软件仍然存在不同程度的严重缺陷,与科学和成熟的系统工程软件相比,还有较大的距离。

## 三、几个基本结论

### 1、建立宏观与微观统一的模型是当前理论研究的首要任务

目前,在宏观经济领域中,EM模型和CGE模型已被经济学家和政策分析人员广泛应用于宏观经济政策模拟和分析,如国家的货币政策、财政政策、国际贸易、税收政策、收入分配和发展战略方面的问题。在微观经济理论研究领域中,有ERP为代表的企业信息管理软件。这种企业管理软件以整体规划,分步实施为原则,对描述对象的所有资源进行计划、组织、管理和监控,目标是达到项目实施后的预期成果和为实现目标而采取内部和外部的持续性的工作程序。ERP的管理对时间、成本,以及产品、服务细节的需求相互间可能发生矛盾进行动态平衡,建立起一整套行之有效的项目和风险管理机制,对提高企业内部管理的效率和降低生产成本有着重要的作用。因此,ERP软件在微观经济领域中得到了广泛的应用。据统计,当前世界500强的企业绝大部分都应用了ERP软件。

但是,在宏观和微观统一的经济学模型方面,无论是ASPEN、SD和GTAP模型都存在明显的缺陷,这导致至今为止还没有任何一种软件模型被广泛应用。由于现代经济系统的管理急需宏观与微观统一的模型,而经济理论界又无法提供这种功能的软件。因此,建立宏观和微观统一的计算机模型是现代经济学领域理论研究的首要任务。

## 2、现有的模型均有明显缺陷，难以简单地继承发展

现有的宏观与微观统一的经济模型都是有着长期研究和较大投入的经济学模型，均有较高的学术价值和实际应用价值。但是，由于建模难度很大，这些模型也有明显的优点和缺点。其中，ASPEN 模型的优点主要有：a、在理论上进行了创新。在现代西方经济学中，主流的经济理论是一般均衡理论。在 ASPEN 模型之前，各种经济学模型都是建立在该理论的基础上的。但是，在 ASPEN 模型中，模型的设计者明确地放弃了一般均衡论，在非均衡的基础上将微观经济学与宏观经济学统一起来。此外，ASPEN 模型以进化论作为模型设计的指导思想之一，例如在分析过渡经济时，私营企业是进化而来的；它将激励机制作为模型设计的重要依据，例如如果一家公司的工资高于另一家公司，职工将从后者流向前者，一家银行的存款利率高于另一家银行，住户在 90 天后可将存款从后者转入前者；在消费函数中，放弃了效用最大化的假设；以前经济模型都十分重视最优化，它要求经济主体人的行为在给定的环境下是最好的，他知道所有的信息，这些假设越来越受到怀疑，ASPEN 模型放弃了这些假设，代理人使用遗传算法做出更加现实的决策；等等。b、在技术方法上进行了创新。与经济计量模型相比，ASPEN 是非线性的；与可计算的一般均衡模型（CGE）相比，ASPEN 不仅理论基础是非均衡论，而且它是随机的。虽然在经济计量模型、系统动力学模型、灰色系统模型、CGE 上都可以开展模拟工作，但 ASPEN 模型从设计到模拟原理与上述模型不同。在上述模型中，模拟前先将外生变量值输入模型，通过联立方程计算，确定“外生冲击”对内变量的影响。ASPEN 不是一个联立方程组，模拟是依靠“迷信”（Message）方式进行的。相对于现有的难预测经济周期及其变化的 EM 模型和 CGE 模型，ASPEN 模型在私营企业改变价格与库存的基础上，能够很好地模拟出经济周期及其变化，模拟出宏观与微观统一的经济运动趋势。c、模型的硬件和计算技术上创新。在上述初始值和参数的基础上，ASPEN 使用都是世界上运算速度最快的 Paragon 计算机，采用 Monte Carlo 方法，使用学习算法（包括神经网络算法、人工智能算法、遗传算法等），在 ASPEN 模型上对美国经济进行模拟分析。

但是，ASPEN 模型也存在许多明显的不足。主要有：a、基础理论尚未完善。从实际应用的结果和现有的资料来看，模型设计与运行机制都是在非均衡论的指导下进行的，可是至今还没有在理论上进行深入的总结，形成系统和可阅读的资料。因此，影响了模型的推广和发展。特别地，由于没有系统和可阅读的资料，人们无法深入和准确地了解模型的运行机制，难以发现其中可能存在的错误，使得模型的进一步发展存在很大的不确定性因素引起的风险。b、缺少合理的公理假定。人们在应用模型的时候只能凭经验判断模型运行的结果的正确性，可是人的经验往往是不正确的。这影响了预测经济发展的合理性。例如，模型采用经济代理人的方式进行经济的模拟仿真，存在现实生活的经济主体人行为复杂，计算机模拟与实际对象难以统一，仿真精度不高。c、ASPEN 模型是一种采用对策论建立起来的模型体系，该种模型的特征是可以模拟经济运行的大趋势，同时，由于采用经济代理人的方式，进行仿真模拟，对输入数据的要求较为简单，数据成本也较低。但是模拟的精度不够，当被模拟的对象行为复杂的时候，模型的代理人样本将很难描述。d、模型的输入数据结构还存在不少缺陷。例如每个部门每天的工资 100 美元是一个常量，生产函数的输入是固定的数字，与实际经济情况不一致。目前模型没有包括国防部门、服务行业、股票市场，每个部门包含的公司较少，还需要增加。等等。

基于 GTAP 模型的宏观与微观统一的模型将成熟的宏观经济模型与微观经济模型组合为一个一体化的模型体系。这种模型的优点是宏观的 CGE 经济模型和微观的个体经济模型在某种意义上都是比较成熟的模型。它们分别运行的时候，都有比较可靠的计量经济学的结果。缺点是 CGE 宏观经济模型和微观的个体经济模型是两种运行机制不同的模型，在没有进行有机的连接之前就将它们组成一个模型来进行整体分析，无法考察两个模型，以及相应

的宏观经济与微观经济之间的互动影响。因此,从严格的意义上说还不是一种完整和系统的宏观与微观统一的经济学模型。

统动力学是在总结运筹学的基础上,为适应现代社会系统的管理需要而发展起来的。它不是依据抽象的假设,而是以现实世界的存在为前提,不追求“最佳解”,而是从整体出发寻求改善系统行为的方法和途径。从技巧上说,它不是依据数学逻辑的推演而获得答案,而是依据对系统的实际观测信息建立动态的仿真模型,并通过计算机试验来获得对系统未来行为的描述。现有系统动力学模型的主要缺陷是没有经济学的数学模型作为建模依据,模型运行的经济逻辑关系不清楚;难以在宏观与微观统一的模型中建立全局性的闭环控制机制,容易出现模型发散,缺乏稳定性;未能在整个模型的系统中建立总体的动态非线性规划模型,并在宏观与微观统一的系统动力学模型中考察经济系统的最优化问题。

总而言之,目前经济学领域中存在的各种宏观与微观统一的计算机软件模型,均存在许多明显的缺陷,我们要建立一个科学的宏观与微观统一的计算机软件模型,无法简单地在以上任何一种类型的模型的基础上进行发展。

### 3、在大胆创新的基础上,取长补短,重组发展,是现阶段研究的捷径

如何大胆创新,在新的科学理论的基础上,将不同类型的优点保留,克服其缺陷,将其重新组合为一个新的有机整体,从而实现建立科学的宏观与微观统一的模型,这是我们应该认真研究的问题。首先,我们必须看到,经过长期的实践,以上五种类型的模型都被证明是无法进一步直接利用的软件。新的宏观与微观统一的模型软件的建立,必须大胆创新,另辟蹊径。否则我们就无法走出目前世界经济理论发展长期徘徊无法前进的困境。其次,我们认为,在以上五种类型的模型中,EM模型和CGE模型是一种基于机理建模的模型,这种建模方法是一种科学的方法,具有计算精度高、结论可靠的优势。ASPEN模型基于规则的建模思想对描述异质微观主体有较好的效果,GTAP模型建立综合性模型体系的方法,进行由上而下建模,对宏观系统影响微观系统的关系的描述,具有一定的参考价值;SD模型建立不同描述对象的存量和流量之间的反馈关系具有优势,有利于进行全局性的系统模拟;ERP企业信息系统和管理软件建模思想,虽然是一种以静态、离散、实时、系统的企业经济数据统计功能与某些企业局部行为规划功能结合的软件,没有与其他行业和宏观系统相互联系和反馈的功能,但是,它在描述企业的微观系统方面是十分全面、细致和精确的。因此,我们应该珍惜现有的理论研究成果,并加以利用和发展。只有这样,我们才能实现使用最少的资源,在最短的时间内建成一个具有实用性的宏观与微观统一的经济模型的目标。

## 第二章 SED模型的概况

SED模型作为一个以社会经济系统为描述对象的计算机动态系统仿真模型,它是计算机为主要工具,通过运行真实系统或预研系统的仿真模型,对计算机输入和输出信息的关系进行分析与研究,从而实现对实际系统运行状态和演化规律的综合评估与预测。从一般的意义上说,计算机动态系统仿真模型是分析评价现有系统运行状态或设计优化未来系统性能与功能的一种技术手段,它在工程设计、航空航天、交通运输、军事战争、生态环境、通讯网络和计算机集成等领域中有着广泛的应用。至于我们现在开发的SED模型,则是将计算机动态系统仿真技术应用于模拟一个国家的社会经济系统的研究成果。

SED模型作为一个动态系统计算机仿真模型,它是系统科学、计算机科学、控制论、随机网络理论、随机过程理论、概率论、数理统计和时间序列分析等多个学科理论为基础的、以工程系统和各类社会经济系统为主要处理对象的、以数学模型和数字计算机为主要研究工具的新兴的边缘学科,具有很强的综合性质。

SED模型应用动态系统计算机仿真技术的目的,是通过对动态系统仿真模型运行过程的观察和统计,获得系统仿真输出和掌握模型基本特性,推断被仿真对象的真实参

数（或设计最佳参数），以期获得对仿真对象实际性能的评估或预测，进而实现对真实系统设计与结构的改善或优化。

一般地说，根据仿真过程中所采用计算机的类型不同，动态系统计算机仿真可分为模拟机仿真、数字机仿真和模拟-数字混合机仿真。50年代，计算机仿真主要采用模拟计算机，它主要是根据仿真系统的数学模型将一系列运算器（如放大器、加法器、乘法器、积分器、函数发生器等）和无源器件（如电阻器件、电位器等）相互连接形成仿真电路，利用仿真电路进行实验性研究；60年代后，随着数字计算机迅速发展和广泛普及，系统仿真的主要工具逐步由模拟机转向数字机。但是，传统的 Von Neumann 型数字机对信息进行串行处理，难以满足航天、化工等各类大规模复杂系统对仿真时限的要求。70年代，以数字机与模拟机混合而成的模拟-数字混合机曾一度出现在飞行仿真、卫星仿真和核反应堆仿真等众多高技术研究领域。近20年来，随着计算机技术的快速发展，特别是并行处理机和并行处理技术的研究与发展，数字仿真已经成为计算机仿真的主流。无论是模拟机仿真、数字机仿真、还是模拟-数字混合机仿真，都是以系统数学模型为基础、在一定假设条件下进行的信息处理过程，是在仿真模型上进行实验研究的过程。SED模型作为一个大型和复杂的国家社会经济系统的仿真模型，是一个数字仿真模型。

从大致上说，SED模型由六个部分构成：

### 一、硬件系统

由于资源短缺，目前SED模型采用微机单机运行的方式进行模拟运算，效率较低。例如，模拟一个国家20年的经济运行过程，需要计算机运行将近2小时。但是，在目前我们拥有的技术条件下，如果进行适当的投入，SED模型可以在一年的时间内改造成并行运行的方式，在大型计算机上运行。在这种情况下，计算机硬件运行的效率可以大大提高。

### 二、软件系统

#### 1、软件属性

在软件系统方面，SED模型是一个多输入变量（约2万个输入单变量）、高阶（一万阶以上，一个差分方程算一阶）、离散（描述的微观对象是单独运动的主体）、多级闭环或半闭环控制（例如每一个企业都有一个以资产与负债的适合比例为调控标准的控制模型，而国家有一个以每个行业产品供求平衡为标准的调控模型，同时，在模型运行过程中，我们可以随时插进外生变量，影响某些子系统或总系统的模拟结果，所以我们将这种控制方法称为是一种半闭环系统）决定复杂大系统动态的数字仿真模型。在实时性上，它是一个实时快系统，即计算机模拟运算的时间比实际对象的运动时间要短。目前SED模型的仿真步长为一天，即模型循环运算一次，模拟的物理过程是仿真对象一天的运动过程，软件程序的运行方式是串行运行。

#### 2、建模方法

目前国际上流行的经济学软件模型的建模方法有5大类：①基于机理的建模软件，如CGE、EM等宏观经济学模型；②基于规则的建模软件，如阿斯彭模型；③基于回归分析方法建模的各种计量经济学模型；④基于系统动力学方法建模的SD模型；⑤基于系统仿真技术建模的经济学模型。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，它对以上其余的四种类型的模型的建模方式实际上都有直接或间接地采用。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模型的全部函数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，与以上各种类型的模型

比较，SED 模型与系统动力学模型较为接近，也采用了许多基于规则建模方法，同时也得到经济学机理和统计规律的支持。

### 3、模型的构成

SED 模型运行的软件程序由宏观、中观、微观经济三个部分构成，包括企业、商品、居民、市场、证券、银行、政府等子模块。每一个子模块都模拟一种特定经济属性和功能的对象。这些经济对象一方面相互独立，各自按照独立的规则和控制方式运行；另一方面又存在相互联系和相互作用的关系，正如实际的经济对象在经济系统中活动一样。具体地说，这些子模块在输入动态和真实的经济原始数据后，能够像现实经济系统中发生的经济事件那样，在经济联系和相互作用的过程中近似地模拟出一个国家 20 年以内的所有经济运行过程。模型运行的最小单位时间是一天。模拟内容包括：（1）微观经济的具体运行状况。其中包括微观经济系统的全部模拟对象的物流、人流、资金流的每一天的变化情况。这些情况可以通过具有具体经济涵义的企业、行业、个人和政府的资产负债表来反映。微观经济系统的模拟对象包括生活资料生产、设备生产、原料生产、银行、证券、居民（劳动力、消费者、股东）等微观经济主体，共有 33 个行业，每个行业有  $n$  个企业（可根据需要设定），每个企业可生产  $n$  种产品（可根据需要设定），每种产品在 20 年的时间里有几十个档次，在同一时间内有 4 个档次（具体是什么档次可自行设定）。（2）中观经济系统共有十五个商品交换市场，包括易耗生活资料商品市场、耐用生活资料商品市场、各种不同的生产资料市场和劳动力就业市场等。在这些市场中，全部微观经济主体将他们拥有的购买资金，以及相应的 33 个行业，每个行业有  $n$  个企业，每个企业有  $n$  种产品，每种产品在同一时间内有 4 个档次的产品进行经常性的交易。（3）宏观经济的具体运行状况可以通过模型输出的各种变量来表示，其中包括国民生产总值、国民生产净值、通胀率、就业率、生产设备闲置率、商品库存率、货币存量、货币流通速度、货币流量、基尼系数、菲利普曲线，经济周期性波动、政府（中央银行、财政、税务、物价、政府投资）部门的收入、支出、财政盈余，货币投放、货币储存等。

### 三、数据搜集和信息处理系统

在数据需要方面，SED 模型是一个类似气象模型的动态仿真模型。它对模型的输入数据需求的特点是实时性、系统性、原生性强。其中实时性是指，同步、稳定、经常地获得真实的经济数据；系统性是指，需要模拟对象的全面的数据，包括物流、人流、资金流各方面的信息；原生性是指，输入经济数据是一些最基础的数据，包括生产新产品的技术更新状况、劳动生产率的变化、原材料的供应、人口增长率、货币存量、利率、税率等。因此，需要有一个类似气象观测站的经济信息收集系统，该系统可以在目前的国家统计局的统计网络基础上建立。此外，SED 模型需要的某些输入数据也可以通过专门设计的经济数据挖掘软件在互联网上收集。

### 四、数据内容

1、输入数据：目前模型共有 106 个输入变量或输入参数，包括：人口基数、出生率、死亡率；设备品种、数量、能力；实物型生产函数的相关系数、不同档次的商品与人的需求满足量的转换系数，以及各种基础经济变量的基期数据，例如企业的基期资金、生产能力等。这些数据可设为常量或变量，大部分数据的结构是矩阵。因此，如果将输入变量分解为单变量（单个标量），那么，在本次项目应用中的实际输入变量是 2 万多个。

#### 2、中间变量

SED 模型有大量中间变量。每一个中间变量都有具体的经济或物理涵义，它们是模型中的第一阶或第一次迭代运算中的数学公式在进行累计、变换、微分、积分、延迟、逻辑选择等运算方式产生的结果转化成新的变量。这些中间变量经过几千至几万次迭代

运算，变为最终输出变量。特别地，在每一次迭代运算过程中，变量转换的过程都具有时间属性，因此，需要耗费一定的时间（在迭代运算中表示的延时），例如企业购买的设备和原材料需要经过一定的延迟时间才会到指定的目的地。资金的支付和收取也有一个延迟时间。劳动力的流动也是一样，同样需要延迟过程。

### 3、输出数据

输出数据包括各种品种和档次的商品产量、销量、价格、股票价格、个人收入、企业资产负债表、商品效用等级（档次的水平）、国民生产总值、物价指数、财政收入、就业率、菲利普曲线、基尼系数等人们经常希望了解的绝大部分经济数据。由于 SED 模型的结构十分精细，所以输出变量十分丰富，大致上说，目前经济统计项目中已有的各类数据，都可以输出。模型输出的数据绝大多数为变量。

## 五、主要功能

SED 模型是一个闭环或半开环控制的计算机动态仿真系统。其中主要的功能是（1）经济的模拟仿真，包括经济历史事件回归模拟、经济现状模拟分析、经济发展的前景预测；（2）政府宏观经济政策模拟，即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、福利政策等，模拟政策推行后的效应。（3）经济运行的最优化分析，在某种给定的经济条件下，通过运行模型的优化分析模型，给出在外部条件不变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，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，分析导致经济危机发生的临界状况；（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，验证一些经济学定理的合理性，例如验证菲利普曲线的合理性等。

## 六、检测标准和方法

SED 模型的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、客观过程验证：本项目的质量要求是使用 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，使得输出的宏观数据与现实逼近，其中（GDP）连续三年与国家统计局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 85 个公理假定和 221 个数学定理，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。

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和稍后的马克思主义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和马克思主义经济学的基本公理假设体系的同时，建立了基于马克思主义经济学的数学模型，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。

### 第三章 SED 模型的产生背景

十八世纪工业革命和二十世纪计算机技术普及以来，人类社会进入了现代的工业社会和信息社会的时代。现代社会的特点是：社会经济的生产规模不断扩大；专业分工日益精细；市场范围趋向全球化；经济信息瞬息万变；新技术和产品不断加速涌现。在这种情况下，人类社会经济必须进行统一和整体性的管理。否则，人类社会就必然会经常发生周期性危机和动荡的状况。但是，长期以来，这个问题一直没有得到有效的解决。其中原因在于，要实现全球经济进行统一和整体性的管理的目标，首先要掌握处理高速变化的海量动态经济信息的技术手段，而现代各种不同流派的经济学家都存在着各自的不足之处，导致这个问题始终无法得到最终的解决。

具体地说：1、马克思主义经济学虽然是一个科学的理论体系，但是由于历史的局限性，它却未能实现数学化和计算机化；2、新古典经济学虽然进行了大量的数学和计算机应用方面的研究，却因为其基本的公理假设存在错误，因此无法解决宏观经济与微观经济统一、均衡与非均衡统一、静态与动态统一的理论难题；3、现代的技术经济流派，虽然解决了微观经济对象的信息收集和处理技术，建立了具有实际应用价值的 ERP 企业信息系统（世界 500 强的企业都有 ERP 系统），但是，却由于没有科学的社会经济理论的支持，而无法建立能够联系不同微观经济体的统一的社会经济系统模型。

针对以上问题，我们采取的解决方法是：从科学的马克思主义经济学的立场和观点出发，将马克思主义经济学的理论转化为数学和计算机语言，并进一步采用现代的计算机动态仿真技术，建立与现代商品经济社会逼近的经济计算机动态仿真软件模型，藉此为政府对人类社会进行统一和整体性的管理提供技术支持。具体地说，我们在成熟和科学的古典经济学和马克思主义经济学的基本公理假设下，将马克思主义经济学数学化，并在以马克思主义经济学的数学模型为理论模型为理论基础的前提下，进一步吸取新古典经济学的理论研究和分析方法的合理成分，采用机理建模、规则建模、系统动力学建模和计量经济学建模结合的方式，建立宏观与微观统一的社会经济动态仿真模型，即 SED 模型。

从系统理论的角度看，一个科学的系统软件必须有合理的理论模型，与理论模型保持一致的数学模型和计算机软件模型，以及与描述对象的客观存在符合的实验结果。因此，由于 SED 模型的理论模型与现代经济学流行的各种经济学软件是完全不同的，所以，这决定了 SED 模型的数学模型和计算机模型，包括应用效果也完全不同。值得高兴的是，在实际应用案例中，SED 模型取得了逼近现实经济系统客观存在的模拟效果。这个研究成果从技术角度证明了古典经济学的劳动价值理论和马克思主义经济学的科学性。对此，我们在以下报告中将详细说明。

## 第四章、SED 模型的基本公理假设和数学模型

任何一门科学和成熟的理论都必然具有基本的公理假设体系。公理假设体系是指人们在相应学科的研究范围的边界上给出的符合客观存在的，受到绝大多数人承认，同时又无法证明的各种理论假设。这些理论假设之间必须具有相容性、完备性和独立性。SED 模型的建模机理为经过补充和完善的古典经济学的劳动价值理论。理论依据主要包括两个方面：古典经济学的劳动价值论和唯物主义的效用论。

### 一、基本公理假定

#### 1、马克思主义经济学原有的基本公理假定。

马克思主义经济学的主要公理假定都来自于古典经济学。在古典经济学中，被斯密、李嘉图和马克思共同承认的经济学基本假设主要有如下几点：

- (1) 人对产品的需求具有多样性，在存在商品分工的社会中，任何一个商品生产者都必须进行商品交换，才可能生存<sup>(5)</sup>；
- (2) 商品的交换价值由其包含的平均、必要的社会抽象劳动时间决定<sup>(6)</sup>；
- (3) 商品的使用价值，即效用由商品在消费过程中满足人对自然物质需求的量决定，商品的使用价值对其交换价值不产生直接的影响作用<sup>(7)</sup>；
- (4) 人对任何一种商品的需求量都有一个合理的量，在市场上，当商品供应量超过该合理量时，其价格将向下偏离其价值<sup>(8)</sup>；
- (5) 商品生产成本函数是严格单调上升的<sup>(9)</sup>；
- (6) 在市场商品供过于求的时候，会同时出现商品过剩和企业亏损<sup>(10)</sup>；
- (7) 企业为了追求利润最大化，要增加商品的产量，但是，产量过大，企业就会亏损，这种规律称为价值规律，它是商品社会的基本经济规律<sup>(11)</sup>；
- (8) 任何一种商品的价值都可以通过充当一般等价物的商品的数量来表示它的价格<sup>(12)</sup>。

#### 2、经过补充和完善的基本公理假定。

古典经济学和马克思主义经济学的公理假设和理论结论基本上是正确的。但也需要进行一些补充和完善。我们的修改可归纳如下：

- (1) 财富的效用由有用物在消费过程中满足人的自然需求的量决定<sup>(13)</sup>，其中人的自然需求是由客观存在的人的物质躯体的自然运动过程决定的，它具有多样性、连续性、有限性的人的生理规定性<sup>(14)</sup>；
- (2) 财富的效用等级由人在消费过程中付出的消费行为能力的量决定，其中付出的消费行为能力的量越少，财富的效用等级越高<sup>(15)</sup>；

---

(5) 参看斯密，国民财富的性质和原因的研究，上册，北京：商务印书馆，1979：20。

(6) 参看斯密，国民财富的性质和原因的研究，上册，北京：商务印书馆，1979：26。马克思，资本论，第一卷，北京：人民出版社，1975：51-52。

(7) 参看斯密，国民财富的性质和原因的研究，上册，北京：商务印书馆，1979：25。李嘉图，政治经济学及赋税原理，北京：商务印书馆，1976：7-8。马克思，资本论，第一卷，北京：1975：61-101。

(8) 参看李嘉图，政治经济学及赋税原理，北京：商务印书馆，1976：327。

(9)(10)(11)(12) 分别参看马克思，资本论，第一卷，北京：人民出版社，1975：394。恩格斯，马克思和洛贝尔图斯、马克思恩格斯全集，第21卷，北京：人民出版社，1965：215。

(13) 参看马克思，资本论，第一卷，北京：人民出版社，1975：144-149。

(14) “任何物的自然 worth[价值]都在于它能满足必要的需要，或者给人类带来方便”（约翰·洛克，降低利息的后果，1691年）转引自马克思，资本论，第一卷，北京：人民出版社，1975，48。

(15) 参看吴杰，《财富论》第一卷的相关定理。

(3) 财富的劳动价值由生产有用物的过程中付出的平均、必要的社会劳动时间决定, 其中每一种商品的交换价值由该商品的劳动价值占全社会的商品的总劳动价值的比重决定<sup>(16)</sup>;

(4) 劳动资料(包括各种间接有用物)的价值由它在生产对人直接有用的财富的过程中替代的劳动力的价值决定<sup>(17)</sup>;

(5) 自然资源的价值由它在生产社会财富的过程中的供求差和为补足供求差而付出的劳动力的价值决定<sup>(18)</sup>;

(6) 财富的社会价值由它的效用等级、效用等级、劳动价值、劳动资料价值、自然资源价值在等级序的规定下共同决定<sup>(19)</sup>;

(7) 财富的社会价值可以通过货币符号表示<sup>(20)</sup>;

(8) 每个人都把追求更多的财富的价值作为自己经济行为的根本目标<sup>(21)</sup>。

以上 8 个公理假设的提出, 主要是为了古典经济学的公理假设更为合理和完善, 以便进行各种经济理论研究。显然, 我们提出的公理假定与古典经济学的公理体系是完全相容的。因为, 除了效用等级的公理假设是新提出以外, 其余的公理假设古典经济学是基本一致的, 而效用等级的公理假设并不会与原有的假设相互矛盾。此外, 根据马克思主义经济学和古典经济学的 8 个公理假定, 我们也可以推论出古典经济学的(4) — (8) 的理论结论<sup>(22)</sup>。因此, 我们的公理假定是古典经济学公理体系的进一步补充和完善。以下为了叙述方便, 我们将以上的观点统称为经过补充和完善的马克思主义经济学。

## 二、模型运行的目标

每一个经济对象都追求财富价值的最大化。

(1) 居民目标: 使用有限的劳动力实现效用量的满足需求, 以及消费的商品的效用等级最高;

(2) 企业目标: 实现每个股东的资本利润最大;

(3) 政府目标: 在保证全体人在对效用量的需求得到满足的前提下, 使得全部人消费的商品的效用等级不断地以最高的速度提高, 即保障每一个社会成员的生活高于贫困线以上, 并使得社会财富的价值持续和高速度地增长。

## 三、主要数学模型和公式

关于 SED 模型建模机理的数学模型共有公理 85 个, 定理 221 个。具体内容见吴杰著《财富论》第一、二卷, 以及吴杰在《数量经济与技术经济研究》杂志第 1999 年 7、8 期上连载发表的论文《论商品价格的成因和在价格临界点上的市场均衡》、2008 年 2 期上发表的《基于马克思主义经济学的商品交换模型》。有了这些数学模型, 我们就可以使用数学分析的方法更深入和合理地解释现实社会的经济运动规律, 其中包括重要的商品生产和交换过程的数学模型和价格公式等。同时, 还可以进一步利用计算机动态系统仿真技术和相关的自动控制理论建立相应的计算机软件模型, 进行科学的经济学理论研究。

### 1、商品的数量与价值的关系式

在 SED 模型中, 我们采用唯物主义的效用论和劳动价值论相结合的财富价值理论。该理论基本公理假设以上已经介绍。联系本问题可归纳为如下几点: (1) 财富的价值是由效用等级、效用等级、劳动价值、劳动资料价值和自然资源价值共同决定的; (2) 在财富价值的决定过程中, 存在等级序的结构, 即人们首先追求效用量的满足, 然后追求效用等级的提高, 再追求劳动价值的提高, 再追求劳动资料价值的增加, 最后才追求自然资源价值的增加; (3) 任何一种物的自然属性都与以上五个价值要素的量有着必然的关系, 因此, 当物的自然属性量确定以后, 其价值量就可以确定; (4) 由于人对效用量的需求量有限的, 所以在等级序的结构下, 财富的价值量也必然有其上界点, 当物的数量大于该价值上界点对应的数

---

(16)-(22) 参看吴杰, 《财富论》第一卷的相关定理。

量时，财富的单位数量具有的平均价值量就会下降；（5）生产财富的成本是单调上升的，所以，在财富的生产过程中，当产量大于需求之后，财富生产过程中的剩余价值就会减少，甚至成为负数。

在以上基本假定下，我们进一步给出如下具体假定：（1）在商品流通过程中，只有一种商品；（2）财富的效用等级是一个常量，即产品效用等级不变；（3）商品的单位价值不变；（4）货币总量  $m$  也不变；（5）社会商品的总价值与货币总流量成正比例，即  $m/v = k$  是一个常量， $m, v$  为变量，其中  $v$  表示商品的价值。

因此，商品的价值和价格可以作为同一的因素进行考察，则随着这一种商品的数量变化，它的价值总量与价格有如下关系：

（1）第  $\alpha$  种商品的数量与其价值的函数关系

$$v_{\alpha} = v_{\alpha}(b_{\alpha}) = \begin{cases} kb_{\alpha} \tilde{v}_{\alpha\alpha} & b_{\alpha} \leq b_{\alpha}^* \\ kb_{\alpha}^* \tilde{v}_{\alpha\alpha} & b_{\alpha} > b_{\alpha}^* \end{cases}$$

其中  $b_{\alpha}$  表示第  $\alpha$  种商品的产量， $M$  表示货币流量， $v_{\alpha}$  表示第  $\alpha$  种商品的价值， $\tilde{v}_{\alpha}$  表示

$0 \leq b_{\alpha} \leq b_{\alpha}^*$  时，第  $\alpha$  种单位商品对应的价值是一个正的常量。函数性态如下图 1。

（2）第  $\alpha$  种商品的单位价值函数，即该种商品的数量与其单位价值的函数关系为

$$v_{\alpha} = v_{\alpha}(b_{\alpha}) = \begin{cases} k\tilde{v}_{\alpha\alpha} & b_{\alpha} \leq b_{\alpha}^* \\ \frac{kb_{\alpha}^* \tilde{v}_{\alpha\alpha}}{b_{\alpha}} & b_{\alpha} > b_{\alpha}^* \end{cases}$$

函数性态如图 2。

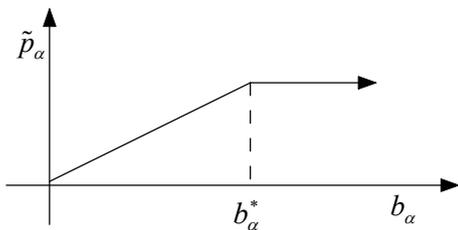


图.1

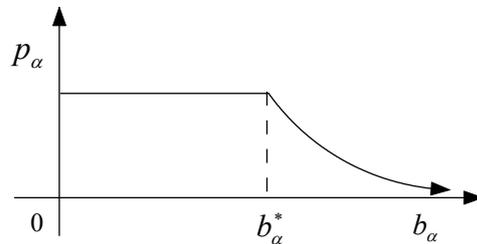


图.2

这就是说，商品的价值分段函数是以价值临界点为分点的分段函数。即在价值分段函数下，讨论任意一种商品的价值分段函数，假定货币供应量不变，且假设其他商品的价值量向量的每一个分量均是大于零的任意确定量，货币供应量是一个大于零的量。此时函数的性态有如下特点：（1）当某一种商品的效用量和效用等级量随着其数量的增加而增加的过程中达到最大点时，该种商品的总价值达到最大值，即达到商品价值临界点；（2）在价值临界点左侧，商品价值的总量是数量的单调上升函数，而商品单位价值则是常量函数；（3）在价值临界点右侧，商品价值的总量有最大值，且是一个常数，同时，商品的单位价值是商品的数量的单调下降函数，随着商品的数量以及相应的劳动价值量的增加而下降。

## 2、价格公式

在 SED 模型中，可由各个子模块产生内生变量包括各种商品的价值，需求量和供应量。因此，我们在构造价格模型时，仅需增加货币流量作为外生变量，就可以计量各种商品的价格。这就是说，在外生的货币流量和其他子模块生成的商品价值量、供应量

的作用下，商品价格子模块的商品的价格模型为

$$P_{\alpha} = \frac{\frac{b_{\alpha} \bar{v}_{\alpha}}{\sum_{\alpha=1}^n b_{\alpha} \bar{v}_{\alpha}} M}{b_{\alpha}} = \frac{\bar{v}_{\alpha} M}{\sum_{\alpha=1}^n b_{\alpha} \bar{v}_{\alpha}}$$

其中  $P_{\alpha}$  表示第  $\alpha$  种商品的价格， $\bar{v}_{\alpha}$  表示第  $\alpha$  种商品的单位价值， $b_{\alpha}$  表示第  $\alpha$  种商品的产量， $M$  表示货币流量。其中  $\bar{v}_{\alpha} = \frac{v_{\alpha}}{b_{\alpha}}$ ， $v_{\alpha} = v_{\alpha}(b_{\alpha})$  表示商品的价值函数， $v_{\alpha}$  表示第  $\alpha$  种商品的总价值。关于价值函数的详细定义见《财富论》第 9 章定理 9.3.1，我们通过定理 9.3.1 和其他一些相关的定理可知，价值函数  $v_{\alpha} = v_{\alpha}(b_{\alpha})$  是一个有上界点的函数，当市场商品供应超过上界点时，商品的价格会下降。因此，价格函数能够起到调节市场供求平衡的作用。

由《财富论》第一卷的定理 9.3.4 可知， $\frac{b_{\alpha} \bar{v}_{\alpha}}{\sum_{\alpha=1}^n b_{\alpha} \bar{v}_{\alpha}}$  表示第  $\alpha$  种商品的交换价值，因

此，市场商品的价格是由商品的交换价值、供应量和货币流量决定的。在这里，需要说明的是，在价格产生的过程中，消费者对商品的需求和购买力都是重要的影响因素，但是我们并没有将其列入价格模型的输入变量中。原因主要是人的需求因素和购买力因素已在价值产生过程中与效用、效用等级、劳动价值等因素一起发生作用，其中关系在财富论一书中已有说明，在这里我们不详细介绍。

### 3、生活资料产品最优生产计划公式

在经济学中，人们重点关心的问题通常是在有限的资源条件下，如何在生产过程中实现财富价值的极大值的问题。这个问题实际上就是财富的价值如何计算的问题。由于这个问题涉及效用、效用等级、劳动价值的计算，所以较为复杂。在 SED 模型中，我们采用唯物主义的效用论和劳动价值论相结合的财富价值理论。根据古典经济学相关的公理假定，如果考察的问题是在劳动生产率不变的情况下发生的，那么，从纯数学上看，这是一个在有界集中的有约束条件的极值计算问题。具体地说，假定劳动生产率不变，易知此时每一种商品的单位价值在生产过程中都是不变的。因此，我们可以将商品的价值理论问题设定为一个在  $n$  维线性空间中讨论的问题。在这种情况下，假设已知：(1) 全部人拥有的每一种生产要素，包括劳动力、劳动资料和劳动对象的种类和数量；(2) 使用这些生产要素进行生产时具有的劳动生产率；(3) 生产出来的生活资料产品<sup>(23)</sup>具有的效用；(4) 生产出来的生活资料产品具有的效用等级；(5) 假定每一个人都先追求效用的满足，然后才追求效用等级的提高。<sup>(24)</sup> 在这种情况下，怎样才能够使

(23)为了简化讨论，我们将商品分为生活资料和生产资料两类。在这里，我们仅考察第一类商品的价值计量问题，而第二类商品的价值计量问题暂不考察。这不仅因为生产资料的价值计算较为复杂，同时还因为它是通过可最终生产的生活资料产品的价值量间接计算的。

(24)根据我们在《财富论》一书中对商品的效用属性问题的分析。我们认为，在古典经济学的唯物主义的效用理论的假设下，商品数量空间上可以定义效用、效用等级和劳动价值函数。在这三个与商品价值

用有限的生产要素生产出既满足全体人的生活需求，同时又效用等级最高的生活资料产品？注意到，在以上的假设条件下，由于生产每一种商品的劳动生产率都是固定不变的，因此，每一种商品的单位价值量可以简单地通过生产商品时耗费的劳动时间进行计算。在这里，我们可以使用线性规划的方式求解最优生产方案的问题。

设有  $l$  个人使用  $h$  种生产要素生产  $n$  种生活资料产品的生产函数为

$$b_{\alpha}^{(d)} = Fx_{\beta}^{(d)}$$

其中  $F = (f_{\alpha\beta})_{n \times h}$  为生产  $n$  种生活资料产品生产函数， $f_{\alpha\beta}$  表示生产单位数量的第  $\alpha$  种生活资料产品时需要耗费的  $h$  种生产要素中的第  $\beta$  种生产要素的数量系数，

$\alpha = 1, \dots, n$ ， $\beta = 1, \dots, h$ ， $b_{\alpha}^{(d)}$  表示总人数为  $l$  中的第  $d$  个人生产出来的属于他所拥有的第  $\alpha$  种生活资料产品的数量， $\mathbf{x}^{(d)} = (x_1^{(d)}, x_2^{(d)}, \dots, x_h^{(d)})$  表示  $h$  种生产要素的数量向量， $d = 1, \dots, l$ 。

设  $i_k^{(d)}$  表示第  $d$  个人拥有的  $n$  种产品在第  $k$  个用途上具有的效用，效用函数为  $A^{(d)} = (a_{\alpha k}^{(d)})_{n \times m}$ ，其中  $a_{\alpha k}^{(d)}$  表示第  $d$  个人使用第  $\alpha$  种商品在第  $k$  个用途上实现单位效用时需要耗费的系数，则  $d$  个人拥有的每一种产品  $b_{\alpha}^{(d)}$  的效用具有的相应的复合函数为

$$i_k^{(d)} = \sum_{\alpha=1}^n A^{(d)}(Fx_{\beta}^{(d)})$$

设  $g_{\alpha}$  为效用等级函数，则有相应的复合函数为

$$j_{\alpha}^{(d)} = g_{\alpha}(Fx_{\beta}^{(d)})$$

其中  $j_{\alpha}^{(d)}$  表示第  $d$  个人拥有的第  $\alpha$  种生活资料产品的数量具有的效用等级。

根据以上规定的生产目标和约束条件，我们要求生产的产品具有的效用能够满足全体人的全部  $m$  个用途的需求，同时，使得产品的总效用等级最大。于是我们有生活资料生产规划模型为：

1、目标函数： $\max j = \sum_{\alpha} j_{\alpha}^{(d)} = g_{\alpha}(Fx_{\beta}^{(d)})$

2、约束条件：

(1)  $i_k^{(d)} = \sum_{\alpha=1}^n A^{(d)}(Fx_{\beta}^{(d)}) = 1$ ， $k = 1, \dots, m$ ， $d = 1, 2, \dots, l$ ；

---

上接脚注(24)

相关的函数量之间，存在偏序结构，即我们假定每个人都首先追求效用量的满足，然后才追求效用等级的提高，最后才追求商品的劳动价值。关于财富的效用、效用等级和劳动价值之间的偏序结构问题的讨论，详见《财富论》第一卷第 3—5 章的相关论述。

$$(2) 0 < x_{\beta}^{(d)} < r^{(d)}, r^{(d)} \in R, \beta = 1, \dots, h, d = 1, \dots, l;$$

$$(3) h > m。$$

其中约束条件(1)表示生产出来的产品必须满足每一个生产者的需求；(2)表示生产要素资源是有限的；(3)表示生产要素必须是一个有限的非负数。

由于生活资料生产规划模型是一个线性规划模型，如果模型的各项函数是连续函数，同时均满足以上各项约束条件，则模型的未知数是 $h \times l$ 个，方程数是 $h \times l - m \times l$ 个，其中 $h > m$ ，即线性方程的未知数多于独立的方程。由相关定理可知，系数矩阵的秩等于增广矩阵的秩，是方程组存在解的前提条件。当这个前提条件得到满足时，则由克莱姆法则可知，此时线性方程的解是存在的，同时有无穷多个。

由此可见，在任何一个社会经济形态下，只要存在有限的生产要素资源，在全体社会成员将整个社会的生产要素作为一个统一的生产要素，同时又将全体社会成员的需求包括对财富的效用量和效用等级的追求看作一个统一的需求的情况下，人类总是可以在现有的生产要素的可行组合中找到一个最优组合，即最优解，使得生产出来的生活资料产品既能够满足全体人的需求，同时又效用等级最大。显然，对于经济学来说，在这种情况下，模型的解是否唯一并不重要。因为，在这种情况下，满足最优解的所有生产方案都是等价的，即它们实现的商品的价值量都是一样大的。这就是说，商品的价值是唯一决定的。

#### 4、生活资料商品交换模型

根据古典经济学的公理假设，在财富生产过程中，由于社会分工能够提高劳动效率，所以人们为了追求经济效益，必然要进行社会分工，而分工导致每个人拥有的劳动产品都只具有局部的效用属性。因此，为了使自己最终获得的产品具有全部所需的效用属性，每个人都必须在相互间进行商品交换。同时，为了保证商品交换的公平性，不同的人之间必须按照交换价值——即某个产品的劳动价值占社会总产品的劳动价值的比重——相等的原则进行商品交换。此外，在商品交换过程中，每个人除了要满足需求和保证公平之外，当然还要使得自己交换以后的商品具有的效用等级尽可能地大。这样一来，我们可以将古典经济学的商品交换过程归纳为如下的经济问题：假定有 $l$ 个人拥有 $n$ 种用途的商品，每一种用途的商品共有 $m$ 个品种。若已知每一种商品的效用量、效用等级和劳动价值，怎样才能使得人们在数量不变、劳动价值等价和保证每个人的需求得到满足的前提下，使得交换后的商品的效用等级达到最大？

具体地说，以上的经济理论问题可以归结如下：(1)商品按其用途、品种分类。其中“用途”指商品用于满足人的某一种需求；“品种”指与效用等级有关的一种商品分类。同用途、同品种的商品称为同一类商品。(2)根据古典经济学的基本公理假设和我们的研究需要，在商品交换过程中，商品交换者为了实现交换目的必须受到三个前提条件的约束。第一、商品在交换过程中无损耗，即交换前后每一类商品的总量不变；第二、等价交换，即每一个商品所有者用于交换的商品的劳动价值占社会全部商品的总价值的比重，在交换前后不变；第三、先追求效用量，再追求效用等级。这就是说，在商品交换过程中，每一个人都首先要求对每一用途的效用量得到满足且没有过剩，其次才追求效用等级的提高。通俗地说，追求商品的效用量的满足是人的第一经济动机，追求效用等级的最大化是人的第二经济动机。(3)模型所描述的是单位时间内的一种经济过程，我们把每个人在单位时间内对每种用途的商品的效用需求量称为这种用途商品的单位效用量。(4)假设同一类单位商品对不同的人可能有不同的效用等级。(5)假设每人交换前后拥有每一类商品的数量是非负实数。(6)商品交换的目标是在满足以上约束条件的前提下，使得全体人在商品交换后的实现总效用等级最大。

##### 1、目标函数：

$$\begin{aligned}
\max j &= J(\bar{b}_{111}, \bar{b}_{112}, \dots, \bar{b}_{11l}, \bar{b}_{121}, \bar{b}_{122}, \dots, \bar{b}_{12l}, \dots, \bar{b}_{nml}) \\
&= f_j(\tilde{B}^{(1)}, \tilde{B}^{(2)}, \dots, \tilde{B}^{(l)}) \\
&= \sum_{d=1}^l \text{tr} \tilde{B}^{(d)} (J^{(d)})^t
\end{aligned}$$

2、约束条件:

$$\left\{ \begin{array}{l}
\text{(A)} \quad \text{tr} \tilde{B}^{(d)} K^t = \text{tr} B^{(d)} K^t, d = 1, 2, \dots, l. \\
\text{(B)} \quad \sum_{d=1}^l \tilde{B}^{(d)} = \sum_{d=1}^l B^{(d)} \\
\text{(C)} \quad \tilde{B}^{(d)} I^t = \begin{pmatrix} 1 & * & \dots & * \\ * & 1 & \dots & * \\ * & * & \dots & * \\ * & * & \dots & 1 \end{pmatrix}^{(d)}, d = 1, 2, \dots, l, \\
\text{(D)} \quad \tilde{B}^{(d)} \text{非负}, d = 1, 2, \dots, l.
\end{array} \right.$$

其中(a)交换前第  $d$  个人的商品矩阵:  $B^{(d)} = (b_{\alpha\beta d})_{n \times m}$ , 其中  $b_{\alpha\beta d}$  表示第  $d$  个人拥有的第  $\alpha$  种用途第  $\beta$  品种商品的数量,  $1 \leq \alpha \leq n, 1 \leq \beta \leq m, 1 \leq d \leq l$ 。(b)交换后第  $d$  个人的商品矩阵:  $\tilde{B}^{(d)} = (\tilde{b}_{\alpha\beta d})_{n \times m}$ , 其中  $\tilde{b}_{\alpha\beta d}$  表示第  $d$  个人拥有的第  $\alpha$  种用途第  $\beta$  品种商品的数量,  $1 \leq \alpha \leq n, 1 \leq \beta \leq m, 1 \leq d \leq l$ 。(c)单位商品的劳动价值量矩阵:  $K = (k_{\alpha\beta})_{n \times m}$ , 其中  $k_{\alpha\beta}$  表示第  $\alpha$  种用途第  $\beta$  品种单位商品的劳动价值,  $1 \leq \alpha \leq n, 1 \leq \beta \leq m$ 。(d)单位商品的效用矩阵:  $I = (i_{\alpha\beta})_{n \times m}$ , 其中  $i_{\alpha\beta}$  表示第  $\alpha$  种用途第  $\beta$  品种单位商品的效用,  $1 \leq \alpha \leq n, 1 \leq \beta \leq m$ 。(e)对第  $d$  个人赋予的单位商品的效用等级矩阵:  $J^{(d)} = (j_{\alpha\beta d})_{n \times m}$ , 其中  $j_{\alpha\beta d}$  表示第  $\alpha$  种用途第  $\beta$  品种的单位商品对第  $d$  个人所具有的效用等级,  $1 \leq \alpha \leq n, 1 \leq \beta \leq m, 1 \leq d \leq l$ 。

根据以上的定义,我们可以进一步给出商品的效用、效用等级和劳动价值的概念:

(1)商品的效用。若第  $d$  个人拥有的第  $\alpha$  种用途的所有商品的效用总和为  $n \times m$  矩阵  $B^{(d)}$  的第  $\alpha$  行和  $n \times m$  矩阵  $I$  的第  $\alpha$  行对应元素的乘积之和, 这个和等于  $n$  阶方阵  $IB^{(d)t}$  的第  $\alpha$  行第  $\alpha$  列元素。本文中, 记号  $P^t$  表示矩阵  $P$  的转置矩阵,  $\text{tr}P$  表示方阵  $P$  的迹, 即  $P$  的对角线元素之和。

(2)商品的效用等级。第  $d$  个人所拥有的所有商品的效用等级总和为  $n \times m$  矩阵  $B^{(d)}$

和  $n \times m$  矩阵  $J^{(d)}$  的对应元素乘积之和, 这个和可以表示为  $tr J^{(d)} (B^{(d)})^t$ 。

(3) 商品的劳动价值。设第  $d$  个人的商品矩阵为  $B^{(d)} = (b_{\alpha\beta d})_{n \times m}$ , 其中  $b_{\alpha\beta d}$  表示第  $d$  个人拥有第  $\alpha$  种用途第  $\beta$  品种商品的数量,  $1 \leq \alpha \leq n, 1 \leq \beta \leq m, 1 \leq d \leq l$ , 则此人拥有的所有商品的劳动价值总和为  $n \times m$  矩阵  $B^{(d)}$  和  $n \times m$  矩阵  $K$  的对应元素乘积之和, 这个和可以表示为  $tr K B^{(d)t}$ 。

因此, 约束条件的经济涵义是:

(A) 等价交换。第  $d$  个人交换前后拥有的商品的劳动价值分别为  $tr B^{(d)} K^t, tr \tilde{B}^{(d)} K^t$ , 其中  $P^t$  表示矩阵  $P$  的转置矩阵,  $tr P$  表示矩阵  $P$  的迹。要求等价交换相当于要求每个人在商品交换前后其所拥有的商品的劳动价值不变, 故与等价交换相应的数量关系是

$$tr \tilde{B}^{(d)} K^t = tr B^{(d)} K^t, d = 1, 2, \dots, l$$

(B) 商品量不变。交换前后市场所有的商品数量构成的商品量矩阵分别是  $\sum_{d=1}^l B^{(d)}$  和  $\sum_{d=1}^l \tilde{B}^{(d)}$ , 所以要求交换前后市场所有的商品数量不变即要求两者相等, 故与商品量不

变相应的数量关系是  $\sum_{d=1}^l \tilde{B}^{(d)} = \sum_{d=1}^l B^{(d)}$

(C) 效用满足需求。要求交换后使得每个人所拥有的每一种用途的商品所含的效用既满足需求又无过剩, 这就是要求交换后每个人所拥有的每一种用途的  $n$  个品种商品的效用之和都等于 1, 故与这一要求相应的数量关系是

$$\tilde{B}^{(d)} I^t = \begin{pmatrix} 1 & * & \dots & * \\ * & 1 & \dots & * \\ * & * & \dots & * \\ * & * & \dots & 1 \end{pmatrix}^{(d)}$$

等式右端是一个对角线元素都等于 1, 其余元素不作要求的  $n$  阶方阵,  $d = 1, 2, \dots, l$ 。

我们把上式右端矩阵称为单位效用矩阵。

(D) 商品量非负。要求交换后每个人拥有的每种用途每一品种的商品数量均为非负实数。与这一要求相应的数量关系是

$$0 \leq \tilde{b}_{111} \leq \sum_{d=1}^l b_{11d}, 0 \leq \tilde{b}_{112} \leq \sum_{d=1}^l b_{11d}, \dots, 0 \leq \tilde{b}_{11l} \leq \sum_{d=1}^l b_{11d}, \dots,$$

$$0 \leq \tilde{b}_{nm1} \leq \sum_{d=1}^l b_{nmd}, \dots, 0 \leq \tilde{b}_{nml} \leq \sum_{d=1}^l b_{nmd}$$

求解问题：（1）满足以下约束条件的矩阵  $\tilde{B}^{(d)} = (\tilde{b}_{\alpha\beta d})_{n \times m}$ ， $d = 1, 2, \dots, l$ ；（2）

满足以下约束条件且使目标函数

$$J = J(\tilde{b}_{111}, \tilde{b}_{112}, \dots, \tilde{b}_{11l}, \tilde{b}_{121}, \tilde{b}_{122}, \dots, \tilde{b}_{12l}, \dots, \dots, \tilde{b}_{nml}) = \sum_{d=1}^l \text{tr} \tilde{B}^{(d)} (J^{(d)})^t$$

取得最大值的矩阵  $\tilde{B}^{(d)} = (\tilde{b}_{\alpha\beta d})_{n \times m}$ ， $d = 1, 2, \dots, l$ 。

根据以上讨论，我们可以看到，在古典经济学的公理体系下，商品的市场交换过程若要在无损耗、等价交换，效用需求满足的前提下，使得，交换后商品的效用等级最大的目标得到实现，必要条件是市场上每一种用途的商品的效用能够满足全体人的需求量，同时，商品交换前后的全部商品的效用等级不会发生变化。因此，实现约束条件(A)~(D)，是商品交换规划模型的最优解存在的关键性前提条件。

此外，根据相关讨论，我们可以得知，在现实经济生活中，能够实现这种商品交换的可能性是很大的。从严格的数学结论上看，只要满足  $l, n, m$  均大于 2，即参与商品交换的人数，商品用途的种类和商品品种的种类均大于 2，且各种商品的数量大于 0 即可。因此，在现实生活中，应用上述模型将具有很广的适用性。

### 5、生产资料生产规划模型

在实际的商品生产过程中，人们对生产资料的需求与人类的直接需求无关，而只是与生活资料的生产过程中需要的生产资料耗费和补偿有关。由于在生活资料生产过程中需要耗费的生产资料——也可以称为中间产品——可以通过投入产出法计算出来。因此，我们可以假定我们对生产资料的合理需求是已知的。同时，根据经济学常识，我们也可以假定生产生产资料的成本价格是已知的，而且生产生产资料的储备是足够的。

根据以上讨论，我们可以构造相应的生产资料生产的规划函数。该规划函数是一个在必须满足生产资料生产补偿和已知生产资料的合理需求量的前提下，在有限的生产资料集合中，寻找最小生产成本的生产配置。于是，我们设有  $l$  个人共拥有  $h$  种生产资料为  $X = (x_{\beta d})_{h \times l}$ ， $x_{sd} = x \in X_{h \times l}$  其中  $\beta = 1, 2, \dots, h$ ，表示第  $s$  种生产资料的种类，

$d = 1, 2, \dots, l$ ，表示第  $d$  个人。 $\bar{a} \in X_{h \times l}$  表示生产资料的合理储备量，在生产过程中，生产资料生产的生产函数，即消耗矩阵为  $E = (e_{d\beta})_{l \times h}$ ，生产资料的合理需求向量为

$c \in C, c = (c_1, c_2, \dots, c_h)$ ，生产资料生产的成本函数为  $P = \sum_{d=1}^l P(x_{\beta d})$ ，则生产资料规划给出如下：

1、目标函数：

$$\min P = P(x)$$

约束条件：

$$(1) \sum_{d=1}^l Ex = c$$

$$(2) \forall x_{\beta d} \in X, \bar{a} \leq x_{\beta d} \leq a$$

其中约束条件（1）表示生产出来的生产资料必须能够保证生产过程对生产资料补偿的需要；约束条件（2）表示用于生产的生产资料必须是有限和足够用于满足合理需求量的生产资料生产的。

## 6、利润公式

假如可以知道商品的价值、价格和生产出来的各种商品的数量，以及生产成本，那么，我们就不难知道企业生产的商品的利润。以下的利润公式给出了 SED 模型的利润公式。具体地说，如果我们有如下假定和已知条件：（1）假定货币资本可以在等价交换的原则下随意的转换为各种生产要素，因此，我们货币资本是唯一的资本要素；（2）已知货币资本的供应数量，以及货币资本生产不同商品的生产函数；（3）已知各种商品的生产成本函数；（4）已知各种商品的销售收入函数；（5）假定货币资本在不同行业的投资是自由的，不会受到任何约束。考察资本如何优化配置，才能获得最大的利润。在以上的假设条件下，资本投资的问题十分简单。这就是说，现在的问题变成简单的货币形态的资本在不同的生产领域投资，并取得最大利润率的问题。在这种情况下，只要我们知道资本的供应总量和资本在每一个行业的投资收益函数，那么，我们就不难确定最优的资本投资方案。

于是，设某个生产系统生产  $n$  种产品， $\alpha=1, 2, \dots, n$ ，已知该生产系统拥有的资本总额为  $c$ ，社会对第  $\alpha$  种产品的满足需求量为  $b_\alpha^*$ ，合理需求量为  $b_\alpha^0$ 。第  $\alpha$  种产品的成本与数量成正比，比例系数为  $\lambda_\alpha$ ，同时，加上一个与产品的数量无关的固定成本  $c_\alpha$ ，则生产第  $\alpha$  种产品的成本与产量的关系式是

$$\hat{p}_\alpha = \hat{p}_\alpha(b_\alpha) = \lambda_\alpha b_\alpha + c_\alpha, \quad 0 < b_\alpha < +\infty$$

表示生产第  $\alpha$  种产品的数量是  $b_\alpha$  时，第  $\alpha$  种产品生产时投入的资本的金额，即生产成本为  $\hat{p}_\alpha$ 。如果在生产过程中，资本全部消耗完，则生产成本等于资本总额，即有

$$c = \sum_{\alpha=1}^n \hat{p}_\alpha = \sum_{\alpha=1}^n \hat{p}_\alpha(b_\alpha) = \sum_{\alpha=1}^n (\lambda_\alpha b_\alpha + c_\alpha)$$

假定生产的第  $\alpha$  种产品在不超过合理需求量  $b_\alpha^0$  时的收入与数量成正比，比例系数分刚性需求和正常需求两阶段分别为  $\bar{\lambda}_\alpha$ ， $\bar{\lambda}_\alpha$ ，在超过合理需求量  $b_\alpha^0$  时，生产处于过剩生产阶段，此时商品的价值不增加从而收入不增加，<sup>[19]</sup> 则生产第  $\alpha$  种产品的收入与产品数量的关系式是

$$\bar{p}_\alpha = \bar{p}_\alpha(b_\alpha) = \begin{cases} \bar{\lambda}_\alpha b_\alpha^0, & 0 \leq b_\alpha \leq b_\alpha^0 \\ \bar{\lambda}_\alpha b_\alpha + (\bar{\lambda}_\alpha - \bar{\lambda}_\alpha) b_\alpha^0, & b_\alpha^0 \leq b_\alpha \leq b_\alpha^* \\ \bar{\lambda}_\alpha b_\alpha^0 + (\bar{\lambda}_\alpha - \bar{\lambda}_\alpha) b_\alpha^0, & b_\alpha > b_\alpha^* \end{cases}$$

其中  $\bar{\lambda}_\alpha$ ， $\bar{\lambda}_\alpha$  是正常数。

根据刚性需求的意义，对于收入而言，我们应假定每一种产品在刚性需求范围内的单价都高于任何一种在正常需求范围内的产品的单价，即应假定有

$$\bar{\lambda}_\alpha > \max \{ \bar{\lambda}_1, \bar{\lambda}_2, \dots, \bar{\lambda}_n \}$$

综合以上讨论，成本、收入与数量的关系式可表示为图 3。

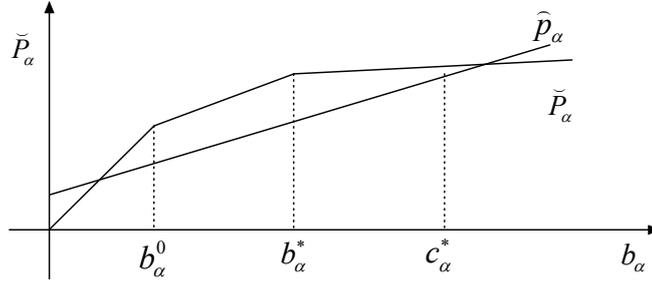


图 3 成本、收入与数量的关系曲线

利润与数量的关系式为

$$\pi_\alpha = \pi_\alpha(b_\alpha) = \tilde{p}_\alpha(b_\alpha) - \hat{p}_\alpha(b_\alpha) = \begin{cases} \bar{\lambda}_\alpha b_\alpha - (\bar{\lambda}_\alpha b_\alpha + c_\alpha), & 0 \leq b_\alpha \leq b_\alpha^0 \\ \bar{\lambda}_\alpha b_\alpha + (\bar{\lambda}_\alpha - \bar{\lambda}_\alpha) b_\alpha^0 - (\bar{\lambda}_\alpha b_\alpha + c_\alpha), & b_\alpha^0 \leq b_\alpha \leq b_\alpha^* \\ \bar{\lambda}_\alpha b_\alpha + (\bar{\lambda}_\alpha - \bar{\lambda}_\alpha) b_\alpha^0 - (\bar{\lambda}_\alpha b_\alpha + c_\alpha), & b_\alpha > b_\alpha^* \end{cases}$$

上式可表示为图 4。

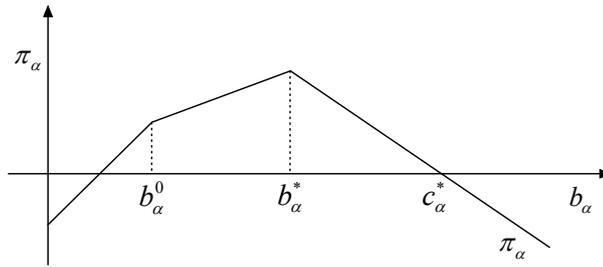


图 4 利润与数量的关系

利润率与数量的关系为

$$\kappa_\alpha = \kappa_\alpha(b_\alpha) = \frac{\pi_\alpha(b_\alpha)}{\hat{p}_\alpha(b_\alpha)} = \frac{\tilde{p}_\alpha(b_\alpha) - \hat{p}_\alpha(b_\alpha)}{\lambda_\alpha b_\alpha + c_\alpha} = \begin{cases} \frac{\bar{\lambda}_\alpha b_\alpha - \bar{\lambda}_\alpha b_\alpha}{\lambda_\alpha b_\alpha + c_\alpha}, & 0 < b_\alpha \leq b_\alpha^0 \\ \frac{\bar{\lambda}_\alpha b_\alpha + (\bar{\lambda}_\alpha - \bar{\lambda}_\alpha) b_\alpha^0 - (\bar{\lambda}_\alpha b_\alpha + c_\alpha)}{\lambda_\alpha b_\alpha + c_\alpha}, & b_\alpha^0 < b_\alpha \leq b_\alpha^* \\ \frac{\bar{\lambda}_\alpha b_\alpha + (\bar{\lambda}_\alpha - \bar{\lambda}_\alpha) b_\alpha^0 - (\bar{\lambda}_\alpha b_\alpha + c_\alpha)}{\bar{\lambda}_\alpha b_\alpha + c_\alpha}, & b_\alpha > b_\alpha^* \end{cases}$$

上式可图示如图 5。

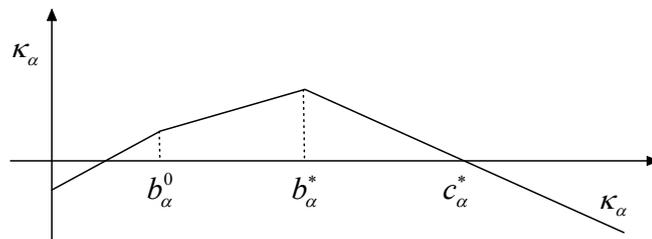


图 5 利润率与数量的关系曲线

于是，如果全部行业的资本利润率是相同的，则有

$$\kappa_1 = \kappa_2 = \dots = \kappa_n = \frac{\pi_1(b_1)}{\bar{p}_1(b_1)} = \frac{\pi_2(b_2)}{\bar{p}_2(b_2)} = \dots = \frac{\pi_n(b_n)}{\bar{p}_n(b_n)}$$

进一步，将以上图 3-5 合并，则有

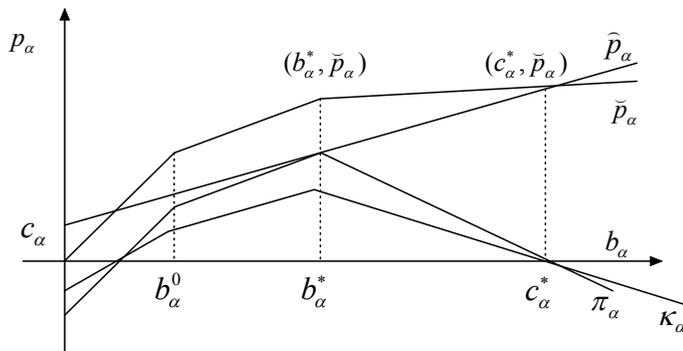


图 6  $\tilde{p}_\alpha, \hat{p}_\alpha, \pi_\alpha, \kappa_\alpha$ ，在同一坐标下的关系图

其中  $\tilde{p}_\alpha(b) = b_\alpha^* p_\alpha$ ,  $\hat{p}_\alpha(b) = b_\alpha \hat{p}_\alpha$  分别表示资本的收益函数和成本函数， $p_\alpha$  表示第  $\alpha$  种资本的生产的产品的价格， $b_\alpha^*$  表示合理需求点， $(b_\alpha^*, \tilde{p}_\alpha)$  表示供求平衡点， $c_\alpha^*$  表示利润亏损临界点， $(c_\alpha^*, \tilde{p}_\alpha)$  表示利润极大值点。

归纳以上讨论，我们可以给出如下模型：

设  $\pi_\alpha = \pi_\alpha(b_\alpha)$  是定义于区间  $0 < b_\alpha < +\infty$  上的光滑实函数，表示资本利润函数，

$a_\alpha, b_\alpha^0, b_\alpha^*, c_\alpha$  是正的实常数，分别表示第  $\alpha$  种商品的固定成本、需求下界点、需求饱和点和、利润亏损点。在  $(0, b_\alpha^0)$  上， $\pi'_\alpha(b_\alpha) > 0$ ；在  $(b_\alpha^*, +\infty)$  上， $\pi'_\alpha(b_\alpha) < 0$ ， $\pi_\alpha(b_\alpha^0) > 0$ ， $\pi_\alpha(0^+) < 0$ ， $\lim_{b_\alpha \rightarrow +\infty} \pi_\alpha(b_\alpha) = \hat{p}_\alpha - \tilde{p}_\alpha = b_\alpha^* p_\alpha - b_\alpha p_\alpha = -\infty$ ，表示资本亏损额可以趋于无穷大。

于是有关系

$$\pi(b) = \pi(b_1, b_2, \dots, b_n) = \sum_{\alpha=1}^n p_\alpha (b_\alpha H(b_\alpha^* - b_\alpha) + b_\alpha^* H(b_\alpha - b_\alpha^*)) - (b_\beta p_\beta + c_\beta)$$

我们称上式为资本总利润函数，其中  $H(x)$  为单位阶跃函数，即

$$H(x) = \begin{cases} 1 & x \geq 0 \\ 0 & x < 0 \end{cases}$$

在资本总利润函数下，我们可以讨论  $\pi$  在

$$\Pi = \{(b_1, b_2, \dots, b_n) | b_\alpha > 0, \alpha = 1, 2, \dots, n\}$$

上的极大值，最大值的存在性及唯一性。

根据以上讨论，在这里，我们可以从设定的利润函数  $\pi$  出发来导出最优生产函数，

即对于给定的价格  $p \gg 0$  和二次连续可微严格凸利润函数  $\pi: \mathbb{R}_+^n \rightarrow \mathbb{R}$ ，求规划问题

$$\begin{cases} \max & \pi(b) \\ \text{s.t.} & \sum_{\alpha=1}^n \lambda_{\alpha} b_{\alpha} + c_{\alpha} = \kappa, \quad b \in \mathbb{R}_+^n \end{cases}$$

的最优解

$$b^{**} = \varphi(p, b)$$

作拉格朗日函数

$$L(b, \lambda) = \pi - \lambda(p^T b - \kappa)$$

于是最优解满足一阶必要条件是

$$\begin{cases} \frac{\partial \pi}{\partial b} - \lambda p = 0 \\ p^T b - \kappa = 0 \end{cases}$$

其中  $\lambda$  为拉格朗日乘子。上式写为

$$\frac{\frac{\partial \pi}{\partial b_1}}{p_1} = \frac{\frac{\partial \pi}{\partial b_2}}{p_2} = \dots = \frac{\frac{\partial \pi}{\partial b_n}}{p_n} = \lambda$$

这意味着最优资本投资配置中每种资本的边际投资支出收益  $\frac{\partial \pi / \partial b_{\alpha}}{p_{\alpha}}$  都相等, 且等于

乘子  $\lambda$ , 因此  $\lambda$  就是资本的边际收益。由此式与预算约束方程联立的方程组

$$\begin{cases} \frac{\partial \pi}{\partial b} - \lambda p = 0 \\ \left( \sum_{\alpha=1}^n \lambda_{\alpha} b_{\alpha} + c_{\alpha} \right) - \kappa = 0 \end{cases}$$

可解出最优资本配置  $b^{**}$ , 将它看成是价格  $p$  与资本  $b$  的函数, 就成为古典经济学的资本投资收益函数。

这就是说, 假定资本总利润函数存在全部的连续偏导数, 则在资本总额有限的条件约束下, 构造拉格朗日函数, 使得资本总利润函数的全部极值点都找到, 并从中确定资本总利润的最大点。具体地说, 假定  $n=3$ , 则资本总利润函数极值问题可表示为在给定的约束条件

$$\begin{aligned} G &= \widehat{P}(b) - \kappa \\ &= \widehat{P}(b_1, b_2, b_3) - \kappa \\ &= \lambda_1 b_1 + \lambda_2 b_2 + \lambda_3 b_3 + c_1 + c_2 + c_3 - \kappa \\ &= 0 \end{aligned} \tag{1}$$

下, 求目标函数:

$$\pi = \pi(b) = \pi(b_1, b_2, b_3) \tag{2}$$

设  $\pi$  和  $G$  具有连续的偏导数, 且  $G_{b_3} \neq 0$ 。由隐函数存在定理, 方程 (1) 确定一个隐函数  $b_3 = b_3(b_1, b_2)$ , 且它的偏导数为

$$\frac{\partial b_3}{\partial b_1} = -\frac{G_{b_1}}{G_{b_3}}, \quad \frac{\partial b_3}{\partial b_2} = -\frac{G_{b_2}}{G_{b_3}} \quad (3)$$

于是所求条件极值问题可以化为求函数

$$\pi = \pi[b_1, b_2, b_3(b_1, b_2)] \quad (4)$$

的无条件极值问题。我们知道, 要从 (2) 解出  $b_3$  来, 往往是困难的, 因此, 我们可以使用拉格朗日乘数法求解该问题。

设  $(b_1^0, b_2^0)$  为  $\pi = \pi(b)$  的极值点, 于是, 若要使得  $b_3^0 = (b_1^0, b_2^0)$ , 由隐函数定理的必要条件知, 极值点  $(b_1^0, b_2^0)$  必须满足条件:

$$\frac{\partial \pi}{\partial b_1} = 0, \quad \frac{\partial \pi}{\partial b_2} = 0 \quad (5)$$

应用复合函数求导法则以及式 (1), 得

$$\begin{cases} \frac{\partial \pi}{\partial b_1} = \pi_{b_1} + \pi'_{b_3} \frac{\partial b_3}{\partial b_1} = \pi_{b_1} - \frac{G_{b_1}}{G_{b_3}} \pi_{b_3} = 0 \\ \frac{\partial \pi}{\partial b_2} = \pi_{b_2} + \pi'_{b_3} \frac{\partial b_3}{\partial b_2} = \pi_{b_2} - \frac{G_{b_2}}{G_{b_3}} \pi_{b_3} = 0 \end{cases}$$

即所求问题的解  $(b_1^0, b_2^0, b_3^0)$  必须满足关系式

$$\frac{\pi_{b_1}(b_1^0, b_2^0, b_3^0)}{G_{b_1}(b_1^0, b_2^0, b_3^0)} = \frac{\pi_{b_2}(b_1^0, b_2^0, b_3^0)}{G_{b_2}(b_1^0, b_2^0, b_3^0)} = \frac{\pi_{b_3}(b_1^0, b_2^0, b_3^0)}{G_{b_3}(b_1^0, b_2^0, b_3^0)}$$

若将上式的公共比值记为  $-\lambda$ , 则  $(b_1^0, b_2^0, b_3^0)$  必须满足:

$$\begin{cases} \pi_{b_1} + \lambda G_{b_1} = 0 \\ \pi_{b_2} + \lambda G_{b_2} = 0 \\ \pi_{b_3} + \lambda G_{b_3} = 0 \end{cases} \quad (6)$$

因此,  $(b_1^0, b_2^0, b_3^0)$  除了应满足约束条件外, 还应满足方程组 (6)。换句话说, 函数  $\pi = \pi(b) = \pi(b_1, b_2, b_3)$  在约束条件  $G(b_1, b_2, b_3) = 0$  下的极值点  $(b_1, b_2, b_3)$  是下列方程组

$$\begin{cases} \pi_{b_1} + \lambda G_{b_1} = 0 \\ \pi_{b_2} + \lambda G_{b_2} = 0 \\ \pi_{b_3} + \lambda G_{b_3} = 0 \\ G(b_1, b_2, b_3) = 0 \end{cases} \quad (7)$$

的解。容易看到，（7）式恰好是四个独立变量 $b_1, b_2, b_3, \lambda$ 的函数

$$L(b_1, b_2, b_3, \lambda) = \pi(b_1, b_2, b_3) + \lambda G(b_1, b_2, b_3) \quad (8)$$

取到极值的必要条件。在这里，我们引进了拉格朗日函数 $L(b_1, b_2, b_3, \lambda)$ ，它将有约束条件的极值求解问题化为一般的无条件的极值求解问题。通过解方程组（7），得 $b_1, b_2, b_3, \lambda$ ，然后，我们可以进一步判断相应的 $(b_1, b_2, b_3)$ 是否真是函数的极值点。

### 7、宏观与微观统一的调控机理模型

在实际的商品生产过程中，由于资本是属于私人所有，在自由竞争的环境中，社会生产过程是自地进行的。因此，尽管存在客观的经济规律，社会生产的实际状况也未必能够在每一个时刻都与合理和最优的生产计划保持一致。这种情况下，政府和居民都应该进行适当的宏观和微观结合的调控。该调控的基本经济关系就是尽可能地促使社会生产的产品种类数量与合理需求量趋于一致。根据以上的讨论我们已知，可以知道每一时刻的每一种商品的合理需求量，同时，我们假定可知每一时刻的每一种商品的实际产量，则我们可以将调控公式归纳如下：

（1）居民收支调控方程

$$f_q(b-b^*) + \bar{k}_1(C_1) = \bar{k}_2(C_m) + k_3(C_b)$$

其中， $f_q$ 是供求偏离平衡状态的程度函数， $b$ 是一个向量，表示各种商品的产量， $b^*$ 为市场对商品需求的上界点。 $k_1, k_2, k_3$ 为权重系数，为正常数， $C_1$ 为居民投资比重， $C_m$ 为居民存款比重， $C_b$ 为居民消费比重， $C_1 + C_m + C_b = d$ ， $d=1$ 表示居民净收入的全部。

（2）政府宏观调控均衡方程

$$f_q(b-b^*) + k_4(T_e + T_g) + k_3(M^{(G)}) = k_6(T_\pi) + k_7(T_I) + k_8(i)$$

其中 $T_e$ 为政府基建投资比重， $T_g$ 为政府福利支出比重， $T_I$ 政府科技投资比重， $T_e + T_g + T_I = U$ ， $U=1$ 表示可以用于模型调节的政府财政总支出； $M^{(G)}$ 为货币发行增长率， $T_\pi$ 为税率， $i$ 为银行利率。 $k_\alpha$ 为权重系数，为正常数， $\alpha = 4, \dots, 8$ 。

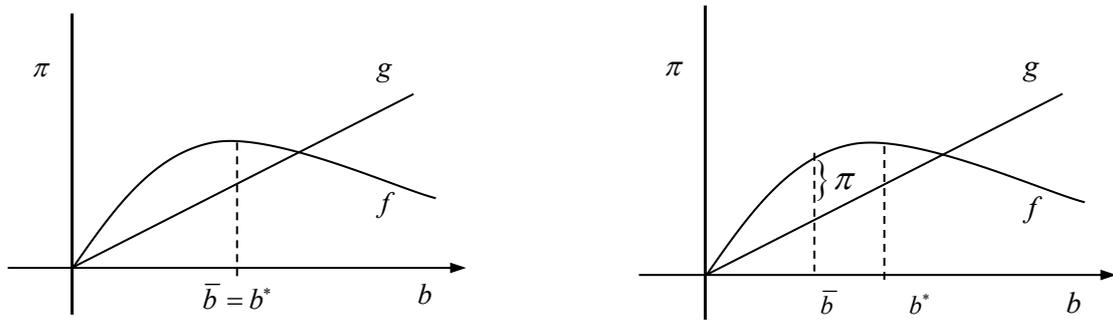
将私人投资、消费行为和政府宏观调控行为方程合并，有

$$\begin{cases} f_q(b-b^*) + \bar{k}_1(C_1) = \bar{k}_2(C_m) + k_3(C_b) \\ f_q(b-b^*) + k_4(T_e + T_g) + k_3(M^{(G)}) = k_6(T_\pi) + k_7(T_I) + k_8(i) \end{cases}$$

宏观和微观统一的经济自动控制模型的控制机理是，在市场商品供过于求的时候加大居民模型等式右边的居民存款和居民消费的比重，降低等式左边的居民投资的比重；或者加大政府模型等式右边的政府支出的比重和提高税率、利率，降低等式左边的政府支出的比重和减少货币发行量。相应地，在市场商品供不应求的时候进行相反的操作。这种控制方式的目标是，通过微观和宏观经济行为中的简单可控行为，在不对社会商品生产过程直接干预的情况下，对社会产品的产量进行调控，使得实际产量不断逼近合理需求量。显然，这种宏观和微观统一的经济自动控制模型具有操作简单，效果明显，满足价值规律的规定，以及符合日常经验的特点，是 SED 模型具有强大实用性的最明显的例子。其中，我们在 SED 模型的调试过程中，通过多组基础数据的环境模拟，均证明系统自动控制产生的经济效果明显高于自发运行的经济效果。

注意到，在微观和宏观经济行为中，商品供求平衡系数、居民资金使用、政府的资金支出、政府税率、利率的调整，均是不同量纲的对象，因此，无法直接相加。在此，我们将各种宏观与微观的经济调控行为定义为相应的调控行为的函数，并没有将这些变量直接相加，而是转换为权重系数以后再相加。这种处理方法，从严格的数学上看，是不会导致计算公式中变量的量纲不统一的矛盾问题的。因此，我们在理解本模型的时候，应注意与宏观经济模型中的变量直接相加的情况加以区分。

以上两种情况图示如下：



$\bar{b}$  = 收入最大时对应的数量

对任意国民收入函数的极大值  $\pi$ ，当且仅当  $\pi$  在  $\sum_{\delta} \bar{b}_{\alpha\delta u} = b_{\alpha u}^*$  成立时取得，社会财富的价值取得最大值。

由以上关系图可知，对于任意第  $\alpha$  种产品，当产品的供应量未达到需求上界点之前，即  $\bar{b} < b^*$  时，第  $\alpha$  种产品的总价值  $f_v(b_\alpha) = v_\alpha$  是严格单调升函数，因此在这种情况下，

财富的总价值仍然未达到极大值，增加产量  $b$ ，可以使得  $v$  的值增加，即  $\frac{\partial v}{\partial b} > 0$ 。但是，

当  $\bar{b} \geq b^*$  时，总价值将是一个常量，单位商品的价值则是一个严格单调下降的函数，即

有  $\frac{\partial v}{\partial b} = 0$ ， $\frac{\partial v}{\partial b} \leq 0$ ，其中  $v$  表示总价值量， $\bar{v}$  表示单位商品的价值量。在这种情况下，

商品的数量再增加，在  $\frac{\partial v}{\partial b} \leq 0$  时， $b$  的数量增加将导致商品的成本严格单调升，由于收入是总价值减去成本的差，所以必将减少国民收入。因此，国民收入最大的时候并不等于社会财富价值的最大值，只有在国民收入的最大值在社会供应量与需求量相等的时候取得，社会财富的价值才可能实现最大值。

## 第五章、SED 模型的结构

SED 模型是一个多输入变量（约 2 万个输入变量）、高阶、离散、闭环控制的复杂大系统动态仿真模型。根据 SED 模型的基本公理假设和相应的数学模型，我们可以建立相应的控制模型。由于 SED 模型是一个复杂大系统动态仿真模型。具体模型十分复杂，我们在这里只能选择其中最重要的控制结构和机理进行扼要的说明。

### 一、总体结构

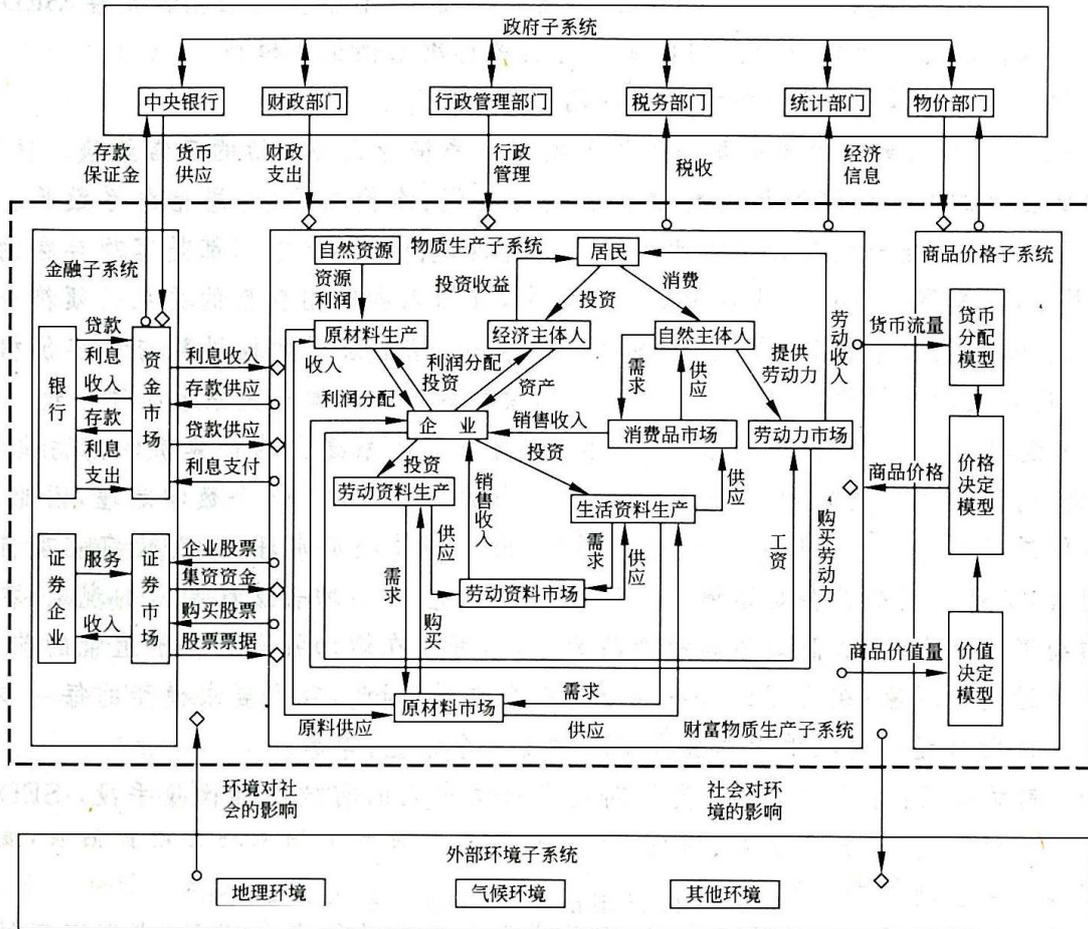


图 1 现代财富系统流程简图

①以上流程图中的方框表示仿真模型描述的经济对象。这些对象包括现实社会的主要经济实体、政府实体，以及各种财富形态，主要有各类企业、居民、市场、银行、证券、货币、商品、价格、政府各部门、外部环境等。从具体的产品分类，共有 33 个行业。关于行业分类的具体情况以下再详细介绍。

②方框之间的箭头表示经济对象的行为和方向，即仿真系统的流程和流量。具体表现为现实经济社会系统中的物流、资金流、人流。其中部分初始的箭头，即该方框只有出，没有入的箭头，表示外生变量产生的起始点。方框只有入，没有出的箭头，表示变量的终止点。其余的变量表示内生变量。所有终止点的变量和内生变量均可作为系统输出变量。

③方框之间的箭头经过若干方框后返回本方框的相关方框和箭头，构成一个经济内部循环（LOOP）。在经济系统仿真过程中，每一个经济内部循环都至少相差一个时间步长的间隔。多个经济内部循环可以构成经济仿真系统中的一个子系统。全部子系统构成整个经济仿真系统中的每个经济对象之间的时间序关系。

## 二、行业划分

国家统计局公布的投入产出表中 42 个行业分别是 01 农林牧渔业、02 煤炭开采和洗选业、03 石油和天然气开采业、04 金属矿采选业、05 非金属矿及其他矿采选业、06 食品制造及烟草加工业、07 纺织业、08 纺织服装鞋帽皮革羽绒及其制品业、09 木材加工及家具制造业、10 造纸印刷及文教体育用品制造业、11 石油加工、炼焦及核燃料加工业、12 化学工业、13 非金属矿物制品业、14 金属冶炼及压延加工业、15 金属制品业、16 通用、专用设备制造业、17 交通运输设备制造业、18 电气机械及器材制造业、19 通信设备、计算机及其他电子设备制造业、20 仪器仪表及文化办公用机械制造业、21 工艺品及其他制造业、22 废品废料、23 电力、热力的生产和供应业、24 燃气生产和供应业、25 水的生产和供应业、26 建筑业、27 交通运输及仓储业、28 邮政业、29 信息传输、计算机服务和软件业、30 批发和零售业、31 住宿和餐饮业、32 金融业、33 房地产业、34 租赁和商务服务业、35 研究与试验发展业、36 综合技术服务业、37 水利、环境和公共设施管理业、38 居民服务和其他服务业、39 教育、40 卫生、社会保障和社会福利业、41 文化、体育和娱乐业、42 公共管理和社会组织。

由于我们构造的 SED 模型的特殊性，SED 模型的行业分类共有 33 个行业，分别为 111 生活资料（基本食用）、112 生活资料（基本日用）、114 生活资料（基本耐用）、123 生活资料（一般消耗）、124 生活资料（一般耐用）、133 生活资料（发展消耗）、134 生活资料（发展耐用）、211 原材料（农业）、212 原材料（能源）、213 原材料（金属非金属矿产）、311 生产资料（消费品：基本食用）、312 生产资料（消费品：基本日用）、314 生产资料（消费品：基本耐用）、323 生产资料（消费品：一般消耗）、324 生产资料（消费品：一般耐用）、333 生产资料（消费品：发展消耗）、334 生产资料（消费品：发展耐用）、411 生产资料（农业原材料）、412 生产资料（能源原材料）、413 生产资料（金属非金属原材料）、501 生产资料（消费设备）、502 生产资料（其他设备）、503 生产资料（生产设备的设备）、610 生产资料（银行）、620 生产资料（证券）、630 生产资料（政府：职能）、640 生产资料（政府：基建）、650 生产资料（政府：科技）、71 银行、72 证券、73 政府（职能）、74 政府（基建）、75 政府（科技）。因此，国家统计局公布的投入产出表中的行业结构与 SED 模型的行业分类结构是有所区别的。

## 三、主要子模块结构示意图

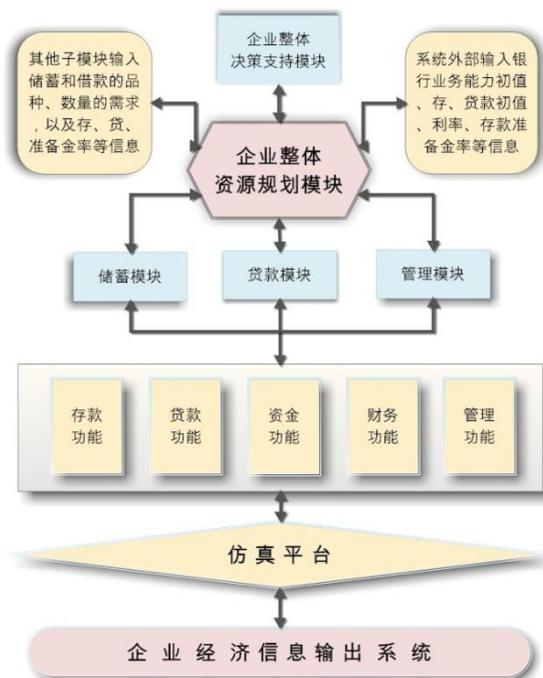
根据 SED 模型描述的主要经济对象分类，SED 模型可以划分为居民、企业、市场、银行、证券、政府六类子模块。除了政府子模块以外，其余的居民、企业、市场、银行、证券公司子模块都有多个子子模块。例如居民类子模块有几百个居民子子模块、上百个企业子模块生产 33 种产品、6 个市场（原材料、设备、生活资料、银行、证券、劳动力）。为了讨论简便，我们对某一类经济对象选择其中任意一个子模块作为代表，说明它们的结构图。

### 1、企业子模块

SED 模型的企业子系统有市场部门、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。同时，每一个部门的功能也十分齐备。

在产品生产上，每一个企业可以生产多种产品，每一种产品在任意一个时间段中有 4 个档次。产品的档次随企业的生产能力、市场需求的变化可以相应提高，产品档次提高以后，旧档次的产品将淘汰。企业的生产计划制定根据市场需求和利润的原则进行安排。有市场需求，同时有利润的产品安排生产。其中利润大的产品增加产量，利润小的产品保持或减小产量，连续没有利润的产品则淘汰，改为生产新的高档次的产品。每一种设备都是专用设备，这些设备都有固定的生产函数，在输入一定的数量比例的原材料

企业系统流程与结构概图



之后，延迟一定的时间单位之后，可以生产出相应品种、档次和数量的产品。不同行业的企业生产不同品种的产品。这些产品的品种共有 33 种。其中生活资料包括：基本食用、基本日用、基本耐用、一般消耗、一般耐用、发展消耗、发展耐用共 7 种；生产资料包括生产各种不同生活资料的设备、生产原材料的设备，为银行、证券、政府专用的设备、生产设备的设备等 26 种产品。它们分别由不同行业的企业生产。

在企业的劳动力的聘请和工资上，人事部门根据企业的设备的配置和聘请固定的高、中、低级劳动力和临时的低级劳动力。工作任务大的时候，可以加班。因此，工人的就业和收入是根据企业经营状况变化的。

在企业资金上，资金部门根据生产任务将资金分配给采购部门。采购部门和人事部门根据生产任务购买设备、原材料，聘请劳动力。资金不足，企业可以向银行申请借钱。企业的资金来源于股东资本金、销售收入、银行借款，资金支出用于购买设备、原材料、聘请劳动力、利润分配、依法缴税等项目。企业资金充足可以扩大生产，资金不足将减产或停产。企业如果长期亏损，就无法进行正常经营。如果这种状况不能改善，就会导致系统无法运行下去。这意味着整个国家的社会经济系统出现了动乱。

财务部门负责管理资金，编制财务报表。SED 模型的财务报表的科目与现实使用的财务报表基本一一对应。

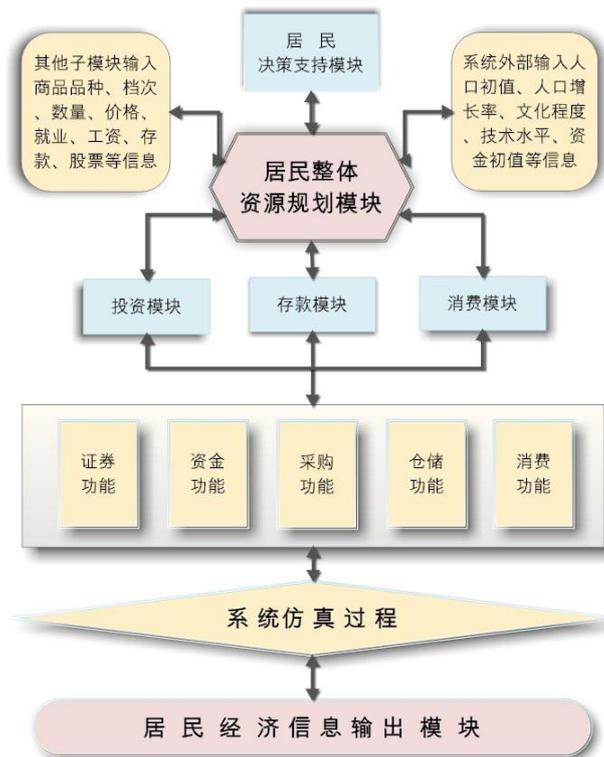
SED 模型的企业子系统的其他部门包括市场部门、计划部门、质检部门、采购部门、仓储部门、销售部门、新产品开发部门的功能与现实逼近。每一个部门的业务属性都由人数、货币量、价格、设备数量、产品数量等要素构成。这些量作为流量，在一个时间段的不同时刻上都是经常变化的。

## 2、居民子模块

SED 模型的居民子模块有人口模块、就业模块、收入模块、资金分配模块、采购、消费、仓储模块。每一个模块的功能十分齐备。

在人口模块上，每一个居民模块都有外部输入的人口初值、人口增长率、文化程度、专业技术水平、资金储备初值等常量数据。同时，也有其他模块输入的就业、工资收入、市场商品销售、价格、银行存款余额、银行利息、股票价格、股票市盈率等方面的变量信息。SED 模型的每一个居民模块都模拟一个特定的居民对象。该居民对象根据

居民系统流程与结构概图



个人的拥有财产初值加上以后的收入，通过支配这些资金，在股票投资、储蓄和消费之间进行选择。居民使用资金的目的是为了在以后的时间段中可以获得更多的资金收入，以期在满足自己对消费品的效用量的需求的同时，消费更高效用等级的商品。注意到，由于企业可以生产多种产品，每一种产品在任意一个时间段中有 4 个档次。产品的档次随企业的生产能力、市场需求的变化可以相应提高，产品档次提高以后，旧档次的产品将淘汰。因此，居民的消费和市场购买计划要根据企业的生产计划进行安排。居民随着年龄的增长会死亡，居民死后，他的财产将被后人继承。

在居民就业的问题上，SED 模型的居民等于劳动力。每一个居民模块都模拟一个劳动力对象。劳动力选择工作的原则是看企业工资是否能够满足劳动力基本生活需求。能够满足就就业，否则，就不就业。在有多项工作可选择的情况下，劳动力选择工资高的企业的工作。同时，劳动力自身拥有学习劳动技能的能力，因此，每一个劳动力只要能够持续工作，他的劳动能力级别就会提高。相应地，劳动力的工资水平也要提高。居民如果长期失业，政府将发放失业救济金。

在市场购买上，居民在资金分配到消费方向以后，便将资金使用到市场采购上。在居民采购的过程中，居民在已知的市场商品品种、数量、档次和价格的基础上，在尽可能完采购资金和满足效用量的需求的前提下，购买档次最高的商品。每一个居民的采购允许有个人偏好。居民从市场购买的商品根据需要有一部分要作为储备，存入仓库。以备市场没有商品供应的时候的需求。

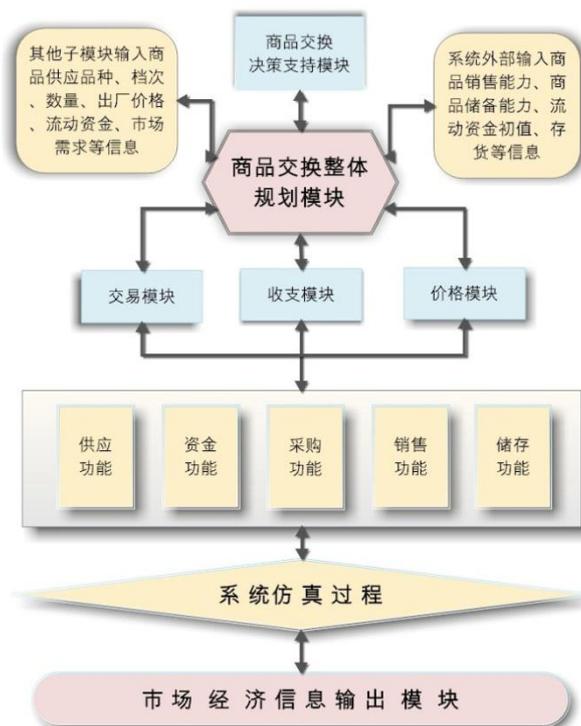
SED 模型的居民统计构成编制财务报表，该财务报表的科目与现实使用的财务报表基本一一对应。

SED 模型的居民子系统的每一个模块的业务属性都由人数、货币量、价格、设备数量、产品数量等要素构成。这些量作为流量，在一个时间段的不同时刻上都是经常变化的。SED 模型的居民统计构成定期将这些变量输出。

### 3、市场子模块

SED 模型的市场子模块有购买者模块、销售者模块、商品流通模块、市场流通资金

市场系统流程与结构概图



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。

SED 模型的市场模块有生活资料、生产资料、原材料、劳动力、证券、银行的存贷款市场六个子模块，每一种市场子模块都有外部输入的商品销售能力、商品储备能力、流动资金初值、存货品种、数量、成本等等信息。同时，也有其他模块输入的商品供应品种、数量、出厂价格、流动资金、市场需求等信息等方面的变量信息。SED 模型的每一种市场子模块都模拟一种特定的商品交易对象。该种商品的交易过程根据消费者的需求、商品的市场供应状况、生产成本、购买资金各方面的情况，通过商品价格模型，决定每一种商品的价格。然后，每一个商品交易者在等价交换的原则下，按照满足需求、档次最高的方式进行商品交换。显然，在这种情况下，商品交易过程可能存在过剩商品。因此，并不是每一个商人都有可以通过商品交易过程获得利润。有的商品交易可以产生利润，而有的商品则不会产生利润。

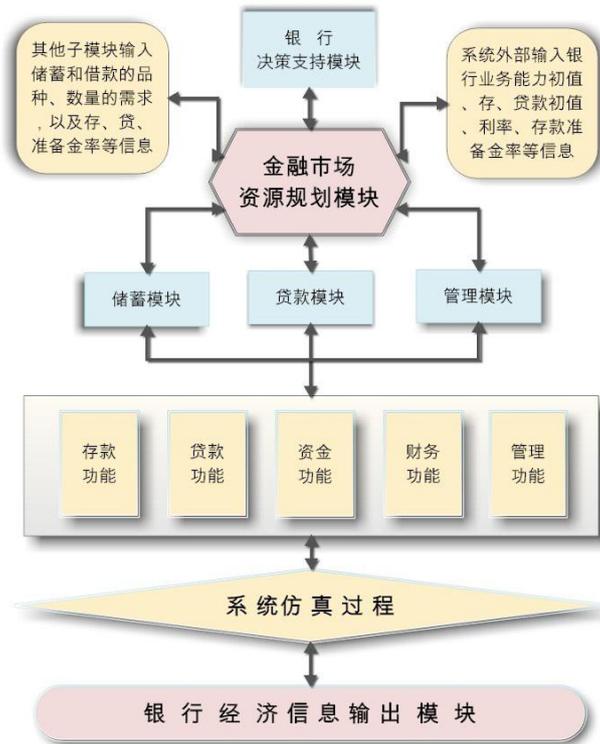
SED 模型有多种不同的商品市场子模块，按照以上规定的规则模拟商品的市场交易过程。通过模拟每一笔交易，可以获得每一时刻每一种市场交易的商品的品种、数量、档次、价格。并进而得知每一个商品交易者经营和盈利的状况。同时，模型还可以因此计算出商品价格的通胀率、供求状况等方面的信息。这些信息都成为 SED 模型有多种不同的商品市场子模块的输出信息。

#### 4、银行子模块

SED 模型的银行子模块主要以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的计算机仿真模块。该子模块有储蓄部门、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。

在银行子模块上，每一个银行模块都有外部输入的银行业务能力初值、自有资金初值、技术水平、存、贷款余额初值等信等常量数据。同时，也有其他模块输入的储蓄和借款的品种、数量的需求，以及存款、贷款、存款准备金率等信息等方面的变量信息。SED 模型的每一个银行模块都模拟一个特定的商业银行企业对象。SED 模型目前的型号 (SED2) 共模拟 3 个银行企业。每一个银行企业对象根据银行的拥有自有资金初值加上以后的收入，以及存款，通过支配这些资金，在金融市场上进行贷款业务。银行使

## 银行系统流程与结构概图



用资金的直接目的是为了在保证资金安全的前提下，获得利息收入。但是，银行的存、贷款业务可以通过充分利用存款客户的闲置资金，转贷给需要资金扩张业务的借款客户，提高了资金利用率，以及平衡了不同商品生产和流通市场的货币价值，也可以间接的创造社会财富的价值。

在金融市场的储蓄上，银行子模块的客户是企业、居民、证券、政府、银行同业。在银行获得存款资金以后，便可以转贷给其他银行或企业（目前 SED 模型还没有居民贷款子模块）。银行在贷款前，对每一个企业的信用进行评估。只有在信用度达到一定的级别以后，银行才会进行贷款。银行的存贷款利息率执行中央银行的规定。银行还有按规定缴纳存款准备金。

SED 模型的银行业务统计构成编制财务报表，该财务报表的科目与现实使用的财务报表基本一一对应。

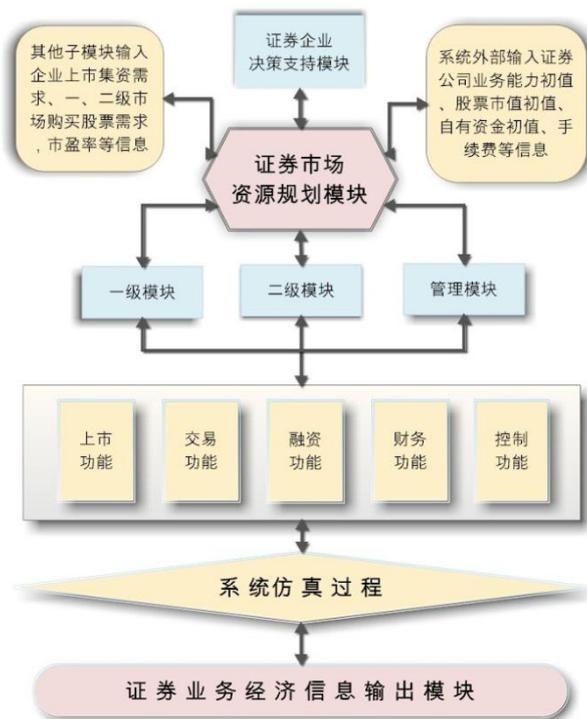
SED 模型的银行子系统的每一个模块的业务属性都由人数、货币量、手续费、利率、设备数量、存贷款余额等要素构成。这些量作为流量，在一个时间段的不同时刻上都是经常变化的。SED 模型的银行统计部门定期将这些变量输出。

### 5、证券子模块

SED 模型的证券子模块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。

在证券子模块上，每一个证券模块都有外部输入的证券业务能力初值、自有资金初值、技术水平、市场营业额初值等信等常量数据。同时，也有其他模块输入的上市集资和购买股票的品种、数量的需求，以及中央银行规定的与证券业务相关的政策规定等方面的变量信息。SED 模型的每一个证券模块都模拟一个特定的证券企业对象。SED 模型目前的型号（SED2）共模拟 3 个证券企业。每一个证券企业对象根据公司的拥有自有资金初值加上以后的收入，以及借款，通过支配这些资金，在证券股票市场上进行

证券系统流程与结构概图



证券业务。证券公司使用资金的直接目的是为了在保证股票市场稳定的前提下，获得手续费收入。同时，证券公司的证券业务还可以通过充分利用参与股票交易的客户手中的闲置资金，使得资金在不同的资本市场上自由流动，提高了资金利用率，以及平衡了不同商品生产和流通市场的货币价值，间接地创造社会财富的价值。

在一级证券市场上，证券子模块的客户是全部企业，即 SED 模型模拟的每一个企业都是上市公司。在实际模拟过程中，我们假定每一个企业在连续盈利和符合上市条件的情况下，便可以通过证券公司上市。企业在获得上市集资资金以后，便可以将资金用于本企业的业务扩展。证券公司在企业申请上市以后，对每一个企业的上市资格进行评估。只有在上市资格符合标准，证券公司才会安排该企业上市。企业上市以后，它的股票便在二级股票市场流通。于是，居民便可以在证券公司建立股票买卖账户，并根据自己的判断买卖股票。股票市场的价格由股票市盈率和居民投资需求决定。SED 模型有一个股票买卖模型。其中买卖规则基本符合股票市场的现状。同时，每一个上市企业都可以发行新股票，扩大生产规模。

证券公司的手续费标准执行中央银行的规定。SED 模型的证券业务统计构成编制财务报表，该财务报表的科目与现实使用的财务报表基本一一对应。

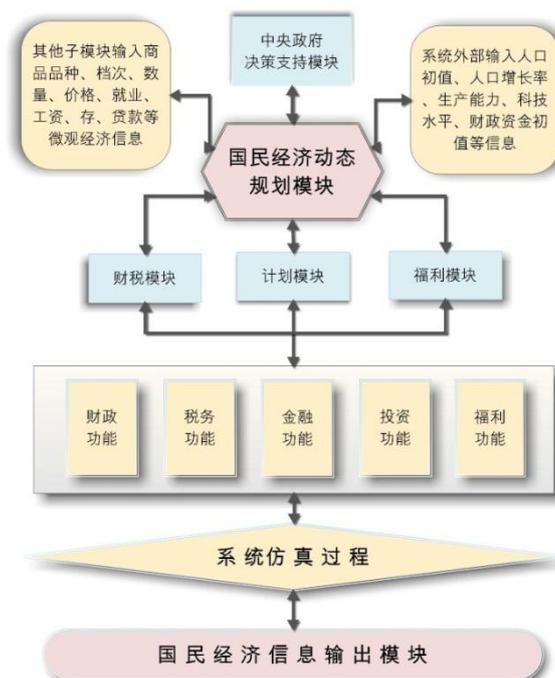
SED 模型的证券子系统的每一个模块的业务属性都由人数、货币量、手续费、设备数量、购销股票的余额等要素构成。这些量作为流量，在一个时间段的不同时刻上都是经常变化的。SED 模型的证券模块的统计部门定期将这些变量输出。

### 6、政府子模块

SED 模型政府子模块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。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。

SED 模型政府子模块只有一个模拟对象。在该政府子模块上，每一个部门子模块都有外部输入的人口、生产能力、自然资源、资金等方面的信息初值。同时，也有其他模块输入的就业、工资收入、市场商品销售、价格、银行存款余额、银行利息、股票价

政府子模块流程与结构概图



格、股票市盈率等微观经济方面的变量信息。SED 模型的政府子模块模拟一个特定的政府对象。该政府对象根据本届的拥有国家财富初值，加上以后的国民收入，通过支配这些货币资金、生产能力和自然资源，在投资、储备和消费之间进行选择。政府管理的目的是为了在以后的时间段中可以获得更多的财富价值，以期在满足国民对消费品的效用量的需求的同时，消费更高效用等级的商品。因此，在 SED 模型中，政府根据古典经济学的理论，并不是在片面的追求 GDP 的增长，或就业率的提高等个别经济指标的改善，而是追求增加社会财富的价值的增加。

政府管理社会经济，主要通过宏观经济政策和相应的行政手段实施。根据古典经济学的理论，政府的宏观经济政策主要有两类：紧缩政策和扩张政策。因此，SED 模型在模拟政府进行宏观经济管理的过程中，建立了一个自动控制模型。该模型的具体数学公式见以上的“宏观与微观统一的调控机理模型”。该自动控制模型根据模型运行过程中各个行业的生产能力过剩状况采取不同程度的紧缩政策和扩张政策。当整个社会的生产能力出现过剩现象时，政府采取紧缩的宏观调控政策，当整个社会的生产能力出现不足现象时，政府采取扩张的宏观调控政策。目的是尽可能使得各个行业的生产能力供求水平保持平衡。为了能够更充分地模拟现实的社会经济运动过程。我们设计的在 SED 模型在具体使用过程中，可以选择不同的控制方式，既可以在外部输入宏观管理政策措施，也可以利用 SED 模型的自动控制模型进行模拟运行。值得注意的问题是，我们在进行具体的社会经济仿真模拟的过程中，通常是根据斯密的熟能生巧的假定，总是设定社会生产每一种产品的过程中，劳动生产率总是时间的严格单调升函数。因此，如果各个行业生产的产品不能适时地提高产品的效用等级，进行产品更新换代，那么，该种产品的生产在持续一段时间以后便会出现产能过剩的现象。所以，政府进行宏观调控的政策还要考虑经济持续发展的因素，适时地进行科技投资，促进新技术和产品的出现。

此外，政府管理社会经济还有一个重要的职能。这就是保障每一个公民的生存权利。SED 模型有一个专门的福利模块，当居民的收入低于政府规定的贫困线时，该模块就会根据相关规定，从政府社会福利基金中拨款救济该居民。当然，政府在每一期财政资金分配时都会适当地给社会福利基金拨款。在政府的各项基本功能模块中，还有财政模块、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。这些职能模

块的运行方式全都符合现实状况。在此，我们不一一说明。

SED 模型的政府统计模块编制财务报表，该财务报表的科目与现实使用的财务报表基本一一对应。SED 模型的政府子系统的每一个模块的业务属性都由人数、货币量、价格、设备数量、服务数量等要素构成。这些量作为流量，在一个时间段的不同时刻上都是经常变化的。SED 模型的政府统计模块定期将这些变量输出。

## 第六章、SED 模型的应用

根据以上的介绍，SED 模型可以进行各种复杂的社会经济系统运行模拟。此次，在科技部专项课题项下，我们使用 SED 模型进行了《四万亿财政投资效应分析》项目的研究，具体情况如下。

### 一、应用项目的基本情况

**1、本项研究的目的：**（1）根据我国公开的经济统计数据，使用 SED 模型，模拟我国宏观财政政策实施后，对国民经济宏观和微观系统产生的影响结果；（2）进行多预案模拟分析；（3）对已实施的国家宏观政策进行效果评估；（4）对 SED 模型进行全面和客观的评价；（5）通过考察 SED 模型应用的效果，佐证《综合集成》项目的可行性。

**2、本项研究的质量要求：**使用 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，使得输出的宏观数据（GDP）连续三年与国家统计年鉴的 2007 至 2009 年的统计结果误差在百分之五以内。

**3、具体模拟方案：**具体实施了以下几种不同情形下的模拟：①金融危机下，实施财政刺激政策的情景模拟；②金融危机下，不实施财政刺激政策的情景模拟；③不发生金融危机情形下的情景模拟；④当前财政刺激政策与 SED 模型内在调节机制 10 年后的模拟对比；⑤根据模拟结果，根据不同的经济学流派的观点进行经济理论分析，并给出合理的可行方案的建议；⑥对假定的实行方案，进行风险分析，即给出可能发生多种扰动因子，进行模型的模拟运行。

### 二、模拟结果

在以上要求下，我们使用 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，得到如下研究结果：

#### 1、金融危机下，实施财政刺激政策的情景模拟

在输入国家统计局公布的微观经济数据（包括 2009 年新增贷款 9 万亿、国际贸易顺差减少、我国财政投资增加等因素）进行模拟运算后，我国 2007 至 2009 年的 GDP 分别是 24.73、29.56、32.75 万亿元人民币。国家统计局公布的数据则分别是 25.73、31.40、33.53。误差率分别是 3.76%、5.58%、2.32%，SED 模型仿真模拟的数据与国家统计局公布的数据相比，平均误差率为 3.88%。



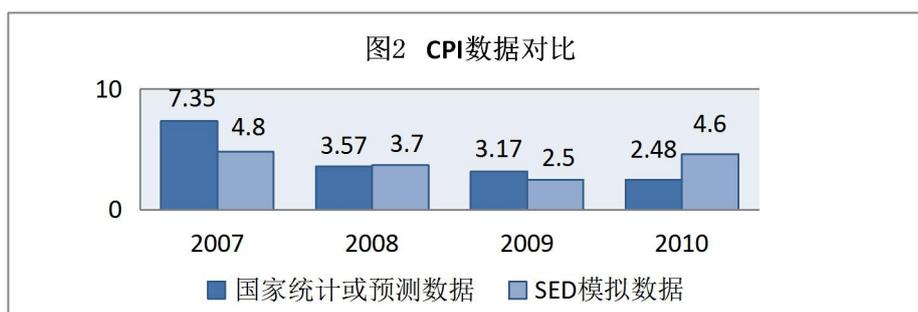
与此同时，SED 模型模拟我国 2007 至 2009 年的通胀率是 7.35%、3.33%、2.98%；失业率是 3%—5% 之间浮动；我国 2007 至 2009 年国内贸易总额（除央企以外）为 29.05、26.87、36.97 万亿元；我国 2007 至 2009 年每个月的平均贷款发生额约 2—3 万亿元；财政收入是 4.34、3.48、4.61 万亿元。以上数据说明，除个别项目，例如我们没有国际模型和没有统计央企的营业额，因此国内贸易规模较小，其余的指标基本与实际统计数据接近。**本项研究结**

果表明，使用 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，使得输出的宏观数据（GDP）连续三年与国家统计局年鉴的 2007 至 2009 年的统计结果误差在百分之五以内，符合本项研究的质量要求。同时，其余的主要经济指标与实际统计数据接近。对比国际上已知的各种宏微观一体化经济学模型的模拟运行效果，我们认为 SED 模型在模拟精度上具有较为明显的优势。

此外，这里还有一个问题值得注意：根据同一输入数据，SED 模型的输出结果还表明，我国 2007 至 2009 年的国民纯收入（企业利润加国家税收）是 7.05、9.97、11.51(万亿)，扣除 2007 至 2009 年国家税收 3.91、4.28、3.95(万亿)，企业的利润收入 3.14、5.69、7.56(万亿)。相对于我国 33 万亿 GDP 来说，利润收入所占的比例较低。因此，我国很多行业的利润率相当低，是在盈亏临界点上徘徊。从马克思主义经济学的观点看，这是生产过剩的一种特定的表现形式。这项研究结果与我们在广东等地了解到的实际情况相符合。

## 2、金融危机下，不实施财政刺激政策的情景模拟

在国际金融危机发生的背景下，如果我国没有实现扩张的财政政策，将出现怎样的结果，这是我们关心的主要问题之一。为此，我们在以上这一组输入数据的基础上，进一步采用 SED 模型中的政府自动控制功能模块，模拟了我国在国际金融危机发生的前后 4 年中没有实现扩张的财政政策，将出现的经济发展状况。模拟结果表明：在这 4 年期间 SED 模型模拟的通涨率分别为 7.35%，3.57%，3.17%，2.48%，其中后三年平均通涨率为 3.07%。而国家统计局的统计数据分别是 4.8%，3.7%，2.5%，4.6%，后三年平均通胀率为 3.6%。平均通胀率后者比前者高了 14.72%。



因此，从模拟结果看，在国际金融危机发生的背景下，如果我国政府没有实现扩张的财政政策，那么，我国的通胀率将明显低于国家统计局的统计数据。SED 模型模拟的经济发展趋势说明在 2008 年发生的国际金融危机后，我国政府采取的扩张性财政政策是导致我国通货膨胀原因之一。

对此，我们在以上输入数据的基础上，修改相应的初始输入数据，模拟扩张的财政和货币政策，考察可能发生的经济现象。首先，我们将 2007 年的银行贷款额度 26.16909 万亿元人民币增加百分之二十，修改为 31.402908 万元人民币，则我国这 4 年期间的 GDP 改变为



与修改数据之前比较,在这4年期间的GDP增长速度为79.24%,比原方案快了22.54%。同时,在这4年期间的通胀率分别为7.35%,3.57%,3.36%,2.49%,累计通胀率为18.4%,比原来的通胀率高了12%。以上模拟方案说明,在当前的国际金融危机发生前后的环境下,采取扩张的信贷政策,会导致GDP增长加速,以及通胀加快的现象。

其次,我们将2007年的财政预算由原来的4.35万亿元增加1万亿元,增加幅度为百分之二十。则我国这4年期间的GDP发生了很大的改变。与修改数据前比较,在这4年期间的GDP增长速度为79.24%,比原方案快了22.54%。同时,在这4年期间的通胀率分别为7.35%,3.57%,3.36%,2.49%,累计通胀率为18.4%,比原来的通胀率高了12%。以上这些模拟方案从各个不同方面说明,在当前的国际金融危机发生前后的环境下,采取扩张的财政政策,必然会导致GDP增长加速,以及通胀加快的现象。以上模拟结果如图4所示:



此外,我们在以上数据的基础上,采用SED模型的外生动态输入数据功能,即对某些变量加入外生变量设置,使得该变量可以在模型运行过程中可以通过外生变量进行修改。根据本项研究的需要,我们现在假设其他数据不变,假设我国在2007年以后第3年对商业银行的贷款减少,即4年中央银行对商业银行的贷款额度分别为26169、30339、3992、3992亿元人民币,则我国这4年期间的GDP在这4年期间的GDP增长速度为91.14%。同时,在这4年期间的通胀率分别为7.5%,2.237%,3.36%,1.49%,累计通胀率为12.2%。以上模拟结果如图5所示:



以上模拟方案说明,在当前的国际金融危机发生前后的环境下,我国由于连年新增固定资产投资较大,即使采取扩张的财政政策,也会出现GDP增长加速,以及通胀加快的现象。

进一步，我们现在假设我国自从 2007 年以后 4 年中央银行对商业银行的贷款额度分别为 261690、303390、399295、399295 亿元人民币，则我国这 4 年期间的 GDP 为与修改数据之前比较，在这 4 年期间的 GDP 增长速度为 176.91%，比原方案快了 89.23%。同时，在这 4 年期间的通胀率分别为 7.64%、3.15%、2.6%、1.3%，累计通胀率为 15.1%，比原来的通胀率高了 2.9%。以上模拟方案说明，在当前的国际金融危机发生前后的环境下，进一步采取持续和强度较大的扩张的财政政策，会导致 GDP 增长更为加速，以及通胀速度更为加快的趋势。以上模拟结果如图 6 所示：



在这里，关于以上案例有一个问题需要说明：采用 SED 模型的外生动态输入数据功能模拟多年以后的经济发展情况不容易实现精确。例如，在本案例中，我们模拟的 GDP 数据在前三年与实际情况较为接近，但是，第四年，即 2010 年为 71.25 万亿元人民币，这显然与实际情况相差较大。分析其中原因，我们认为主要是因为 SED 模型在采用外生动态输入数据功能进行经济模拟的时候，涉及的外生变量较多。在现有的条件下，我们很难获得这些数据。因此，由于基础数据存在误差，在模型迭代运算 1460 步（SED 模型每天迭代运算一次）以后，误差就会积累为较大的值，导致模型模拟的结果与实际不符的情况出现。但是，我们采用 SED 模型中的政府自动控制功能模块，模拟了多年以后的经济发展状况，则没有出现这种现象。其中原因在于 SED 模型中的政府自动控制功能模块采用了符合马克思主义经济学的价值观念的闭环控制方案，使得模型每一次迭代运行的结果与实际的经济运行情况较为一致。以上的案例说明，如果我们需要使用 SED 模型的外生动态输入数据功能进行经济模拟的时候，要更为谨慎，要有较强的数据条件才可能使得模拟结果符合实际情况。当然，在这种情况下，如果我们仅仅考察经济发展的趋势，则仍然是有一定的效果的。

### 3、不发生金融危机情形下的情景模拟

显然，如果没有国际金融危机发生，我国的经济发展状况如何，这也是人们关心的问题。为此，我们在输入国家统计局公布的微观经济数据，扣除“2009 年新增贷款 9 万亿、我国财政投资增加两万亿、国际贸易顺差减少 2.82 万亿”等三项外部因素进行模拟运算后，有如下结果：

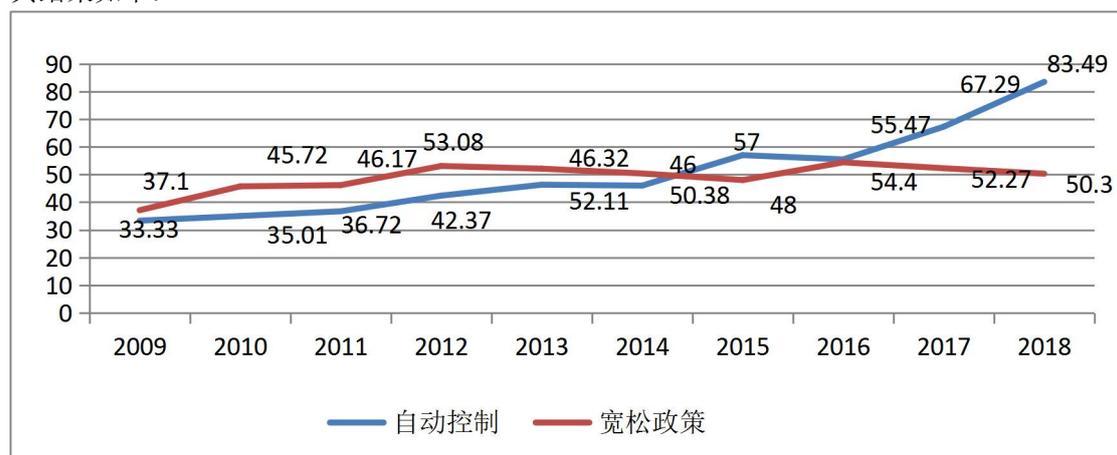


以上结果显示：我国 2007 至 2009 年的 GDP 分别是 25.23、30.67、36.04 万亿元人民币。其中 2009 年的 GDP 是在扣除 2009 年新增贷款 9 万亿，财政投资增加两万亿的情况下进行仿真模拟得出我国当年 GDP34.08 加当年国际贸易顺差减少 2.93 万亿元的基础上得到。与此同时，SED 模型模拟的我国 2007 至 2009 年的通胀率是 7.21%、3.2%、2.8%；失业率是 3%—5% 之间浮动；我国 2007 至 2009 年国内贸易累计总额 74.38(万亿)；信贷余额约 30 (万亿)；基尼系数 0.31、0.18、0.25；财政收入是 3.91、4.25、3.89 万亿元。以上数据说明，如果没有国际金融危机的影响，同时，我国也没有采取宽松的财政措施，那么我国的经济仍将保持较快的增长速度。从这个结论，我们可以推论得知，国际金融危机，以及我国的宏观调控政策不仅使得我国的经济增长速度减慢，同时也使得通胀率和基尼系数提高了。

#### 4、当前财政刺激政策与 SED 模型内在调节机制两种情形 10 年后的宏观运行结果的模拟对比

综合以上第 1、2、3 点的分析，我们可以对国际金融危机背景下我国政府四万亿财政投资方案作一个总体性的评价：（1）在国际金融危机发生的背景下，我国政府采取积极的态度对社会经济进行较大力度的干预是必要和及时的，以后发生类似的情况时，我们的政府也还要采取积极的干预政策；（2）但是，从理论分析、SED 模型模拟的结果、以及实际统计结果来看，我国政府的四万亿财政投资方案也带来了包括通货膨胀等在内的一些负面效应。另外，扩张性财政政策本意是扩大内需、消除产能过剩。这种效果更多地体现在短期内，从长期来看未必能够奏效。（3）未来合理的宏观经济政策方向应定位于，有序地进行科学的产业结构调整，逐步淘汰效用等级低的产品，生产高效用等级的产品；充分利用现有产能，适当增加基础和科技研究投资；着力提高产业转型时期的社会保障和福利水平。

为此，我国的宏观调控措施由如下具体政策构成：（1）在 2—3 年内逐步提高人民币汇率 20—30%（不要采取自由汇率政策），提高我国政府和企业在世界范围的购买力，为我国产业升级换代提供资金准备；（2）全面进行国内产业升级，消化国内过剩产能；（3）扩大国内基础建设投资，充分利用现有产能，解决劳动力就业问题；（4）提高环保标准，增加现有过剩产能的利用率，改善我国的生态环境；（5）在严厉打击房地产私人投机行为，防止私人资本通过垄断稀有土地资源谋取暴利的前提下，建立以改善居民居住环境为基本目标的房地产发展制度，以此作为我国房地产业长期发展规划的基础，同时，也为我国现有的过剩产能提供出路。根据以上观点，我们设定一个 SED 模型的自动控制方案。经过模拟，其结果如下：



以上模拟结果表明，假设国际贸易基本恢复正常水平，在我国财政投资四万亿实施以后 10 年，如果没有国际金融危机的影响，同时，我国也没有采取扩张性财政措施，即采用 SED 模型中闭环控制模型的宏观财政政策，则由 2009 年至 2018 年我国 GDP 模拟结果分别为 33.33、35.01、36.72、42.37、46.32、46.57、55.47、67.29、83.49。相比之下，如果没有国际金融危机的影响，同时，前三年我国政府采取较宽松的财政政策，即每年新增贷款 5 万亿

元，则由 2009 年至 2018 年我国 GDP 模拟结果分别为 37.10、45.72、46.17、53.80、53.57、48.20、50.41、50.98、49.32、55.40、59.13。比较以上两种政策方案，在宽松的财政政策下，前 5 年 GDP 较高，但是，后 5 年的 GDP 则较低。这不仅说明，国民经济的健康发展不可能长期依赖于宽松财政刺激政策。从长期来看，采取收支大体均衡的财政政策，将有利于我国国民经济的健康发展。

由此可见，在当前的国际金融危机的背景下，如果我们以马克思主义经济学的理论为基本的理论指导思想，并据此制定我国未来 20—30 年的宏观经济政策。通过模拟结果证明，假如这样，我们可以达到如下结果：（1）我国在国际经济长期萧条的环境中能够保持长期的高速增长的趋势；（2）能够使得我国就业充分、物价较为稳定、居民贫富分化现象保持在可控的范围；（3）使得我国的国际贸易平衡，改善国际经济关系。这就是说，从整体上看，当前的国际经济危机对我国来说是一个历史上少有的高速发展，实现强国目标的机遇。但是，这也是一个高风险的历史时期。因为在这个时期，国际经济关系必然异常紧张，各种矛盾会趋于激化。历史的经验告诉我们，两次世界大战都是在世界经济危机的背景下发生的。因此，在机遇和风险同在的时候，我们更应该科学和谨慎地制定我国当前的宏观经济政策，使我国在未来的历史发展中取得更好的经济效益。

### 5、微观经济主体的偏好对社会经济总量的影响关系

恩格尔系数（Engel's Coefficient）是微观经济学的一个基于统计规律的著名定律。该定律指出：食品支出总额占个人消费支出总额的比重，对消费结构的变化有一个规律：一个家庭收入越少，家庭收入中（或总支出中）用来购买食物的支出所占的比例就越大，随着家庭收入的增加，家庭收入中（或总支出中）用来购买食物的支出比例则会下降。推而广之，一个国家越穷，每个国民的平均收入中（或平均支出中）用于购买食物的支出所占比例就越大，随着国家的富裕，这个比例呈下降趋势。恩格斯的理论研究成果，对现代西方经济学中的微观经济学产生了重要的影响作用。

参考恩格尔系数的研究方法，我们使用 SED 模型进行相关的研究，考察了在相同收入水平，不同的异质微观主体存在偏好，即不同的人消费支出的构成是可能存在差异的情况下，微观居民主体的偏好差异对某些社会经济总量会产生的影响的状况。其中我们重点考察了异质微观主体的偏好对居民的财富结构、资产总量和就业状况等经济总量产生的影响。

具体模拟方案和模拟结果如下：

#### （1）假设的异质微观主体——居民——的偏好方案

第一方案：基本消费比例：0.5，一般消费比例：0.3，发展消费比例：0.2；

第二方案：基本消费比例：0.2，一般消费比例：0.2，发展消费比例：0.6；

第三方案：基本消费比例：0.3，一般消费比例：0.3，发展消费比例：0.4；

#### （2）模拟 5 年或 10 以后，居民财富结构和资产总额

在以下图表的数字表格中，1、2 列分别表示第一方案中第 10 年和第 5 年的居民财富结构和资产总额。3、4 列分别表示第二方案中第 10 年和第 5 年的居民财富结构和资产总额。5、6 列分别表示第三方案中第 10 年和第 5 年的居民财富结构和资产总额。数据单位：万元。其中财富结构指居民用于：现金、投资、消费品库存、耐用品库存的资产比例。

| 现金总额       | 用于投资资金    | 消费品库存      | 耐用品库存     | 资产总计       | 模拟时间 |
|------------|-----------|------------|-----------|------------|------|
| 808293276  | 710057239 | 3230100155 | 62794420  | 4811245091 | 10年  |
| 1233572323 | 640729811 | 136931190  | 77282595  | 2088515919 | 5年   |
| 5107827303 | 884485276 | 445699849  | 242951300 | 6680963728 | 10年  |
| 1758898169 | 724264545 | 264217630  | 136208734 | 2883589078 | 5年   |
| 3083603973 | 659104743 | 784415116  | 182345050 | 4709468882 | 10年  |
| 1864990906 | 639383853 | 110091129  | 158604902 | 2773070790 | 5年   |

将以上数据转换为百分比：

| 现金总额   | 用于投资资金 | 消费品库存  | 耐用品库存 | 资产总计 | 模拟时间 |
|--------|--------|--------|-------|------|------|
| 16.80% | 14.76% | 67.14% | 1.30% |      | 10年  |
| 59.06% | 30.68% | 6.56%  | 3.70% |      | 5年   |
| 76.45% | 13.24% | 6.67%  | 3.64% |      | 10年  |
| 61%    | 25.12% | 9.16%  | 4.72% |      | 5年   |
| 65.48% | 14%    | 16.65% | 3.87% |      | 10年  |
| 67.25% | 23.06% | 3.97%  | 5.72% |      | 5年   |

归纳以上数据的权重数。

第一方案：

10年方案的权重： $4811245091/(4811245091+2088515919)=0.6973$

5年方案的权重： $2088515919/(4811245091+2088515919)=0.3027$

第二方案：

10年方案的权重： $6680963728/(6680963728+2883589078)=0.6985$

5年方案的权重： $2883589078/(6680963728+2883589078)=0.3015$

第三方案：

10年方案的权重： $47094688820/(47094688820+2773070790)=0.6294$

5年方案的权重： $2773070790/(47094688820+2773070790)=0.3706$

归纳以上数据的百分比的加权平均数：

现金总额

第一方案： $0.168 \times 0.6973 + 0.5906 \times 0.3027 = 0.2959$

第二方案： $0.7645 \times 0.6985 + 0.61 \times 0.3015 = 0.7179$

第三方案： $0.6548 \times 0.6294 + 0.6725 \times 0.3706 = 0.6613$

用于投资资金

第一方案： $0.1476 \times 0.6973 + 0.3068 \times 0.3027 = 0.1958$

第二方案： $0.1324 \times 0.6985 + 0.2512 \times 0.3015 = 0.1682$

第三方案： $0.14 \times 0.6294 + 0.2306 \times 0.3706 = 0.1846$

消费品库存

第一方案： $0.6714 \times 0.6973 + 0.0656 \times 0.3027 = 0.4881$

第二方案： $0.0667 \times 0.6985 + 0.0916 \times 0.3015 = 0.0276$

第三方案： $0.1665 \times 0.6294 + 0.0397 \times 0.3706 = 0.1195$

耐用品库存

第一方案： $0.013 \times 0.6973 + 0.037 \times 0.3027 = 0.0203$

第二方案： $0.0364 \times 0.6985 + 0.0472 \times 0.3015 = 0.0396$

第三方案： $0.0387 \times 0.6294 + 0.0572 \times 0.3706 = 0.0456$

分析以上数据，我们可以看到如下规律：

第一、在第一方案中，居民用于现金、投资、消费品库存、耐用品库存的资产比例为：0.2959：0.1958：0.4881：0.0203；在第二方案中，居民用于现金、投资、消费品库存、耐用品库存的资产比例为：0.7179：0.1682：0.0276：0.0396；在第三方案中，居民用于现金、投资、消费品库存、耐用品库存的资产比例为：0.6613：0.1846：0.1195：0.0456。居民资产的现金比例为第二方案大于第三方案，第三方案大于第一方案。由于投入于发展资料的消费比例的次序是第二方案、第三方案、第一方案。因此，居民财富的流动性与居民消费偏好中投入于发展资料的消费比例的大小成正比。

第二、居民资产的投资比例为第二方案小于第三方案，第三方案小于第一方案。由于投入于发展资料的消费比例的次序是第二方案、第三方案、第一方案。因此，居民财富的流动性与居民消费偏好中投入于发展资料的消费比例的大小成反比。

第三、生活资料商品的库存（包括消费品和耐用品）占总资产的比例为第二方案小于第三方案，第三方案小于第一方案。由于投入于发展资料的消费比例的次序是第二方案、第三方案、第一方案。因此，居民财富中的生活资料商品库存与居民消费偏好中投入于发展资料的消费比例的大小成反比。

投入于发展资料的消费比例的大小与居民财富的流动性、投资倾向和库存比例存在一定的规律性的关系。因此，如果居民能够理性地根据经济发展的特点，适当地调整自己的需求偏好，将社会经济发展的总量变化产生积极的影响作用。例如，在社会经济处于流动性过剩，因此出现资本投机过度，物价通胀压力过大的时期，居民增加发展资料的消费比例，将导致社会经济发展趋于平衡状态。相反，如果社会经济处于流动性不足，物价通缩时期，居民在消费偏好的比例中增加基本消费和一般消费的比例，将有利于促使社会经济发展的平衡状态。

以上案例说明：居民的消费偏好对社会经济的总量变化是有影响关系的。在不同的时期，居民投入基本消费、一般消费和发展消费的比例，可以根据当时的社会经济发展状况进行调节。对社会经济的发展来说，这种微观经济调节与政府的宏观调节是同样有效的。在以往的经济理论研究中，人们常常注重对政府宏观政策的研究，而忽略了对微观经济调控的作用的研究，这种理论研究方法存在片面性。对此，我们在今后的理论研究中要加以纠正。

(3) 模拟 5 年或 10 以后，居民人口、不同级别的劳动者的就业状况。

在以下图表中，1、2 列分别表示第一方案中第 10 年和第 5 年的居民就业结构和劳动力总数。3、4 列分别表示第二方案中第 10 年和第 5 年的居民就业结构和劳动力总数。5、6 列分别表示第三方案中第 10 年和第 5 年的居民就业结构和劳动力总数。

单位：1 百万人

| 劳动人口总数 | 高级劳动力 | 中级劳动力 | 低级劳动力 | 就业人数 | 失业人数 |
|--------|-------|-------|-------|------|------|
| 790    | 188   | 345   | 257   | 771  | 19   |
| 772    | 197   | 356   | 219   | 726  | 46   |
| 787    | 189   | 409   | 189   | 781  | 6    |
| 772    | 195   | 326   | 251   | 735  | 37   |
| 788    | 206   | 419   | 163   | 783  | 5    |
| 772    | 185   | 352   | 235   | 706  | 66   |

将以上数据换算为百分比

| 劳动人口总数 | 高级劳动力  | 中级劳动力  | 低级劳动力  | 就业人数   | 失业人数  |
|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| 790    | 23.70% | 43.60% | 32.50% | 97.00% | 2.40% |
| 772    | 25.51% | 46.11% | 28.36% | 94.04% | 5.95% |
| 787    | 24.01% | 51.96% | 24.01% | 99.23% | 0.77% |
| 772    | 25.25% | 42.22% | 32.51% | 95.20% | 4.79% |
| 788    | 26.14% | 53.17% | 20.68% | 99.36% | 0.63% |
| 772    | 23.96% | 45.59% | 30.44% | 91.45% | 8.54% |

归纳以上数据的权重数。

第一方案：

10 年方案的权重： $790/(790+772)=0.5057$

5 年方案的权重： $772/(790+772)=0.4943$

第二方案：

10 年方案的权重： $787/(787+772)=0.5048$

5 年方案的权重： $772/(787+772)=0.4952$

第三方案：

10 年方案的权重： $788/(788+772)=0.5051$

5年方案的权重： $772/(788+772)=0.4949$

归纳以上数据的百分比的加权平均数：

高级劳动力的就业百分比的加权平均数

第一方案： $0.2370 \times 0.5057 + 0.2551 \times 0.4943 = 0.2459$

第二方案： $0.2401 \times 0.5048 + 0.2525 \times 0.4952 = 0.2462$

第三方案： $0.2614 \times 0.5051 + 0.2396 \times 0.4949 = 0.2506$

中级劳动力的就业百分比的加权平均数

第一方案： $0.4360 \times 0.5057 + 0.4611 \times 0.4943 = 0.4484$

第二方案： $0.5196 \times 0.5048 + 0.4222 \times 0.4952 = 0.4714$

第三方案： $0.5317 \times 0.5051 + 0.4559 \times 0.4949 = 0.4942$

低级劳动力的就业百分比的加权平均数

第一方案： $0.3250 \times 0.5057 + 0.2836 \times 0.4943 = 0.3046$

第二方案： $0.2401 \times 0.5048 + 0.3251 \times 0.4952 = 0.2822$

第三方案： $0.2068 \times 0.5051 + 0.3044 \times 0.4949 = 0.2551$

就业人数的百分比的加权平均数

第一方案： $0.97 \times 0.5057 + 0.9404 \times 0.4943 = 0.9553$

第二方案： $0.9923 \times 0.5048 + 0.9520 \times 0.4952 = 0.9577$

第三方案： $0.9936 \times 0.5051 + 0.9145 \times 0.4949 = 0.9549$

失业人数的百分比的加权平均数

第一方案： $0.0240 \times 0.5057 + 0.0595 \times 0.4943 = 0.0416$

第二方案： $0.0077 \times 0.5048 + 0.0479 \times 0.4952 = 0.0272$

第三方案： $0.0063 \times 0.5051 + 0.0854 \times 0.4949 = 0.0455$

分析以上数据，我们可以看到如下规律：

第一、投入于发展资料的消费比例的次序是第二方案、第三方案、第一方案。第二方案的投入比例高于一、三方案。第三方案投入比第一方案高，比第二方案低。结果是第三方案的高级劳动力的就业比例比第一方案、第二方案要高。说明在2007年，我国的居民消费偏好如果处于第三方案的结构，那么，5—10年以后，高级劳动力的就业比例比第一和第二方案要高。

这一案例说明：居民的消费偏好对未来劳动力等级的就业结构是有影响关系的。这种关系是一种适度的关系，即投入发展消费的比例过高或过低，高级劳动力就业水平都会偏低。其中原因与劳动力的需求结构相关，关于这个问题的分析，详见以下案例。

#### (4) 劳动力的需求结构案例分析：

单位：100万人

| 高级劳动力需求 | 中级劳动力需求 | 低级劳动力需求 |
|---------|---------|---------|
| 200     | 342     | 250     |
| 232     | 387     | 153     |
| 230     | 359     | 198     |
| 213     | 359     | 200     |
| 218     | 368     | 204     |
| 221     | 378     | 173     |

在以上图表中，1、2列分别表示第一方案中第10年和第5年的劳动力市场中对劳动力的需求结构。3、4列分别表示第二方案中第10年和第5年的劳动力市场中对劳动力的需求结构。5、6列分别表示第三方案中第10年和第5年的劳动力市场中对劳动力的需求结构。

其中劳动力需求的百分比：

| 高级劳动力需求 | 中级劳动力需求 | 低级劳动力需求 |
|---------|---------|---------|
| 46.30%  | 46.91%  | 62.03%  |
| 53.70%  | 53.09%  | 37.97%  |
| 51.92%  | 50.00%  | 49.75%  |
| 48.08%  | 50.00%  | 50.25%  |
| 49.66%  | 49.33%  | 54.11%  |
| 50.34%  | 50.67%  | 45.89%  |

劳动力供求差:

| 高级劳动力供求差 | 中级劳动力供求差 | 低级劳动力供求差 |
|----------|----------|----------|
| 2        | -3       | -7       |
| 35       | 31       | -66      |
| 11       | 50       | 9        |
| 18       | 33       | -51      |
| 12       | 49       | 41       |
| 36       | 16       | -62      |

劳动力供求差的百分比:

| 劳动力总数 | 高级劳动力供求差 | 中级劳动力供求差 | 低级劳动力供求差 |
|-------|----------|----------|----------|
| 790   | 0.25%    | -0.38%   | -0.89%   |
| 772   | 4.53%    | 4.02%    | -8.55%   |
| 787   | 1.40%    | 6.35%    | 1.14%    |
| 772   | 2.33%    | 4.27%    | -6.61%   |
| 788   | 1.52%    | 6.22%    | 5.20%    |
| 772   | 4.66%    | 2.07%    | -8.03%   |

归纳以上数据的权重数。

第一方案:

10年方案的权重:  $790/(790+772)=0.5057$

5年方案的权重:  $772/(790+772)=0.4943$

第二方案:

10年方案的权重:  $787/(787+772)=0.5048$

5年方案的权重:  $772/(787+772)=0.4952$

第三方案:

10年方案的权重:  $788/(788+772)=0.5051$

5年方案的权重:  $772/(788+772)=0.4949$

计算劳动力需求的百分比的加权平均数:

高级劳动力需求加权平均数

第一方案:  $0.463 \times 0.5057 + 0.537 \times 0.4943 = 0.4995$

第二方案:  $0.5192 \times 0.5048 + 0.4808 \times 0.4952 = 0.5002$

第三方案:  $0.4966 \times 0.5051 + 0.5034 \times 0.4949 = 0.4999$

中级劳动力需求加权平均数

第一方案:  $0.4691 \times 0.5057 + 0.5309 \times 0.4943 = 0.4996$

第二方案:  $0.5 \times 0.5048 + 0.5 \times 0.4952 = 0.5$

第三方案:  $0.4933 \times 0.5051 + 0.5067 \times 0.4949 = 0.5$

低级劳动力需求加权平均数

第一方案:  $0.6203 \times 0.5057 + 0.3797 \times 0.4943 = 0.5014$

第二方案:  $0.4975 \times 0.5048 + 0.5025 \times 0.4952 = 0.4999$

第三方案： $0.5411 \times 0.5051 + 0.4589 \times 0.4949 = 0.5004$

高级劳动力供求差加权平均数

第一方案： $0.0025 \times 0.5057 + 0.0453 \times 0.4943 = 0.0237$

第二方案： $0.0140 \times 0.5048 + 0.0233 \times 0.4952 = 0.0186$

第三方案： $0.0152 \times 0.5051 + 0.0466 \times 0.4949 = 0.0308$

中级劳动力供求差加权平均数

第一方案： $-0.0038 \times 0.5057 + 0.0453 \times 0.4943 = 0.0205$

第二方案： $0.0635 \times 0.5048 + 0.0427 \times 0.4952 = 0.0532$

第三方案： $0.0622 \times 0.5051 + 0.0207 \times 0.4949 = 0.0416$

低级劳动力供求差加权平均数

第一方案： $(-0.0089) \times 0.5057 + (-0.0855) \times 0.4943 = (-0.0468)$

第二方案： $0.0114 \times 0.5048 + (-0.0661) \times 0.4952 = (-0.0269)$

第三方案： $0.052 \times 0.5051 + (-0.0803) \times 0.4949 = (-0.0134)$

分析以上数据，我们可以看到如下规律：

第一、就业率的高低并不是由劳动力供不应求这个单一因素决定的，相反，劳动力需求结构的合理程度才是决定就业率高低的全面因素。在这里，一般的规律是除非失业率为零，否则当存在失业情况时，总是存在高级或中级劳动力供不应求，而低级劳动力则供过于求的可能性。因为在本案例中，我们总是假设，在同一工种的情况下，当低级劳动力供不应求，而高级、或中级劳动力过剩时，高、中级劳动力是可以转为低级劳动力投入就业市场的。

第二、在以上这种劳动力需求结构不合理导致存在失业率的情况下，降低失业率至少有两种方法，一是增加就业市场对低级劳动力的需求，二是通过培训的方法减少低级劳动力的人数，增加中高级劳动力的人数。显然，采用第二种方法才是一种积极的方法。

第三、比较以上三种消费偏好方案，在目前的初始数据的基础上，采用第三种方案，对减少低级劳动力的失业率和降低中、高级劳动力的需求过剩率最优，其次是采用第二种方案，最次是第一种方案。这个案例说明，由于居民的消费偏好对未来劳动力等级的就业结构是一种正相关的关系，即投入发展消费的比例越高，高级劳动力产生的数量越多。同时在本案例中，投入发展资料的消费比例的大小的次序是第二方案、第三方案、第一方案。第二方案的投入比例高于一、三方案。因此，结果是第二方案的高级劳动力的供应的数量比第一方案、第三方案要高。在这种情况下，我国的居民消费偏好如果处于第二方案的结构，那么，5—10年以后，高级劳动力的比例比第一和第三方案要高，这就会导致高级和低级劳动力供求结构不平衡的程度加大。而第三方案是一个适中的方案，能够较合理地解决劳动力供求结构失衡的现象。其中要解决劳动力供求结构失衡现象的关键在于居民适当地调整消费偏好倾向，从而影响未来劳动力的供应结构，使之与劳动力的市场需求结构匹配，降低失业率。

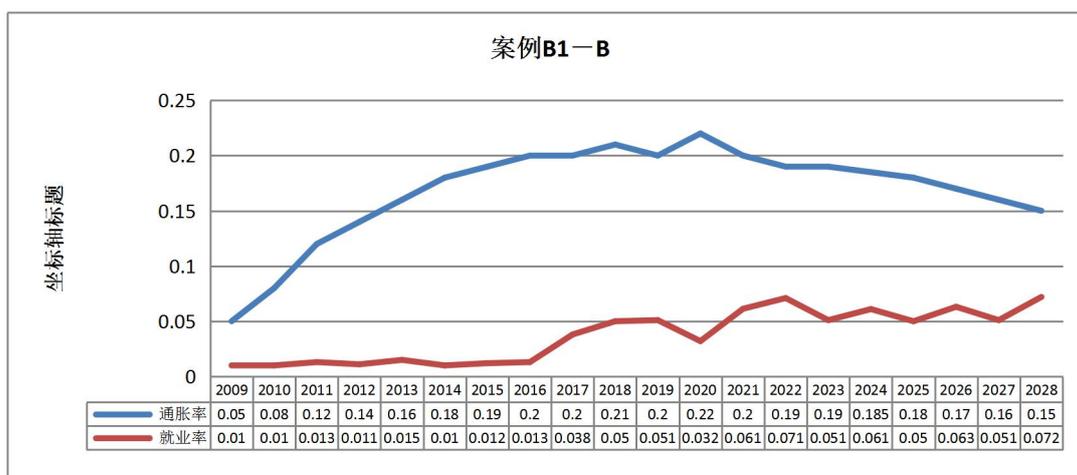
综上所述，本案例说明：居民的消费偏好对未来劳动力的就业结构是有影响关系的。我们在考察就业率问题的时候，不仅要注意劳动力就业率的绝对提高，同时还要注意劳动力就业的结构平衡问题。否则，在存在劳动力结构失衡矛盾的情况下，如果将重点仅放在增加低级劳动力的就业，而不是通过提高低级劳动力素质的方式提高劳动就业率，那么，这样的劳动就业率即使提高了，也无法在保证整个社会经济系统的劳动力供求处于一种积极平衡的状态。因为这样的劳动力市场的供求平衡，只是一种消极的劳动力市场供求平衡。在存在劳动力结构失衡矛盾的情况下，通过提高低级劳动力素质的方式提高劳动就业率，才可能从根本上解决劳动力市场的供求平衡问题。

## 6、理论验证模拟

SED模型还有验证经济学定理和统计规律的功能，例如可以通过具体案例验证菲利普曲线（案例A1）、洛伦兹曲线（案例A2）、古典经济学的宏观控制模型（案例A3）、以及通胀时期企业容易盈利，银行容易亏损；通缩时期企业容易亏损，银行容易盈利的定理（案

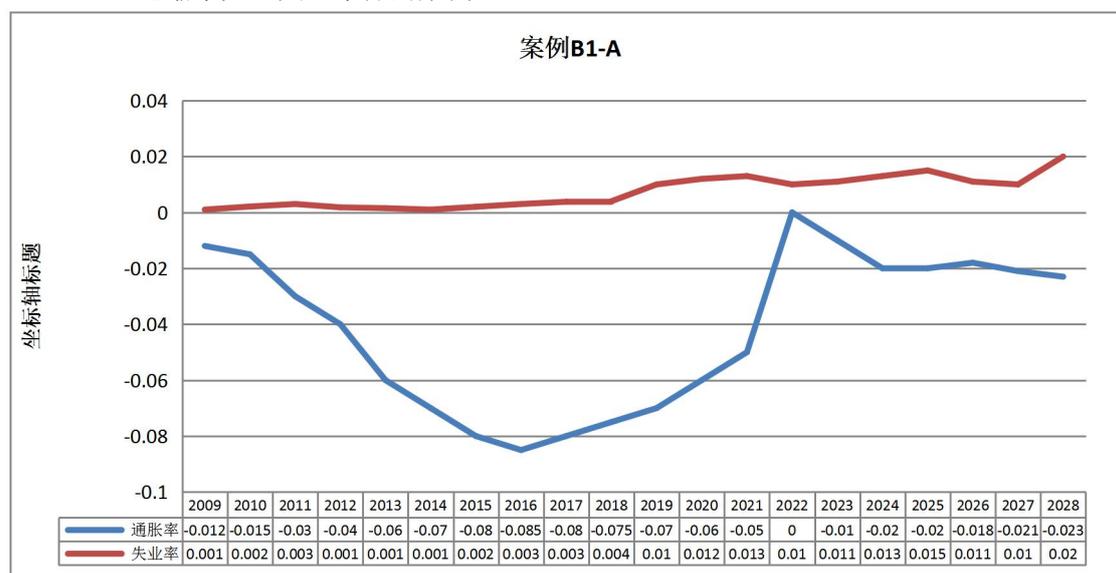
例 B1、B2）、平均利润率难以实现的定理（案例 B3）、人口增长率与 GDP 存在正相关的关系（案例 C1）等经济学定理或统计规律。以上这些案例的分析可以说明，现实的商品经济系统不仅是一个十分复杂的社会经济动态系统，这里存在许多我们尚未认识的经济规律，同时，它也不是一个不可知和不可控的社会经济系统。相反，只要我们能够采用科学的计算机动态仿真的研究方法，我们就可以去伪存真，认识其中复杂的经济规律。例如，我们在模拟案例 A1 中通过分析菲利普曲线在不同经济环境中的变化规律，得出社会经济系统处于稳定状态，即各种产品基本供求平衡，各行业的平均利润率处于正数的情况下，菲利普曲线符合一般统计规律；但是，如果社会经济系统如果处于经济危机状态，或较严重的非平衡状态，则菲利普曲线将不符合一般统计规律。专门研究菲利普曲线的变化规律，对我们进行经济预警有较好的效果。

(1) 通胀率大，失业率低的案例 B1-B



分析以上案例 B1-B，我们可以看到，在本案例中，通胀率与就业率的交替关系分为两个阶段：（1）从 2009 年至 2016 年期间，我们模拟的国家的经济处于通胀加重时期，通胀率由 5% 降至 22%，与此同时，失业率处于 1% 至 2% 之间的低位徘徊；（2）从 2016 年至 2028 年期间，我们模拟的国家的经济处于通胀减轻时期，通胀率由 22% 降至 15%，与此同时，失业率处于较高的 4% 至 7% 之间徘徊。由此可见，在这个两个阶段中，模型运行的一般规律是通胀率高，就业率就较低；通胀率稍低，失业率就升高。这符合菲利普曲线的基本特征。

(2) 通缩率大，失业率低的案例 B1-A



分析以上案例 B1-A，我们可以看到，在本案例中，通胀率与就业率的交替关系分为三个阶段：（1）从 2009 年至 2016 年期间，我们模拟的国家的经济处于通缩加重时期，通胀率由 -2% 降至 -8%，与此同时，失业率处于 0.1% 至 0.01% 之间的低位徘徊；（2）从 2016 年至 2021 年期间，我们模拟的国家的经济处于通缩减轻时期，通胀率由 -8% 升至 0，与此同时，失业率由 0.01% 回升至 0.04%；（3）从 2022 年至 2028 年期间，我们模拟的国家的经济处于通缩的徘徊时期，通胀率处于 0.1% 至 0.01% 之间的低位徘徊，与此同时，失业率也处于 1% 至 2% 之间的低位徘徊。由此可见，在这个三个阶段中，模型运行的一般规律是通胀率低，失业率就较高；通胀率稍高，失业率就降低。这符合菲利普曲线的基本特征。

综上所述，SED 模型具有验证经济学定理和统计规律的功能，即可以通过具体案例验证菲利普曲线。除此以外我们还可以进一步验证洛伦兹曲线（案例 A2）、古典经济学的宏观控制模型（案例 A3）、以及通胀时期企业容易盈利，银行容易亏损；通缩时期企业容易亏损，银行容易盈利的定理（案例 B1、B2）、平均利润率难以实现的定理（案例 B3）、人口增长率与 GDP 存在正相关的关系（案例 C1）等经济学定理或统计规律。在这里，由于篇幅的关系，我们不一一说明。

## 第七章、SED 模型的创新

SED 模型是世界上第一个基于马克思主义经济学的宏观与微观统一的社会经济系统计算机动态仿真模型，本模型的理论模型、数学模型、计算机模型，以及实际应用方式都有许多创新之处。这些创新之处主要有如下几点：

### 一、补充和完善了古典经济学和马克思主义经济学的基本公理假设体系

任何一种理论的数学化首先要做的工作就是建立公理假设体系。这个基本公理假设体系都必须具有完备性、相容性和独立性。古典经济学和马克思主义经济学的基本公理假设体系的大部分内容在斯密的《原富论》和马克思的《资本论》中已经提出，但是仍然存在一些非完备性和相容性的缺陷。这就是说，在经济学研究的范围内，有一些重要的问题无法利用已有的公理假设进行合理的解释。为了解决这个问题，我们对马克思主义经济学的原公理假设体系进行了补充和完善。我们的补充的内容在本报告第四章第二点的内容中有详细说明，这里不再重复。

对此，我们需要说明的是，在建立基于古典经济学和马克思主义经济学的基本公理假设过程中，我们根据理论的相容性和完备性的要求，对经济学说史上的财富效用量的概念重新进行了唯物主义的定义，同时还在经济学说史上第一次提出了效用等级（近似于档次或质量）的新概念，给出了效用量、效用等级、劳动价值三个量之间存在等价序（近似于字典序）的假定，合理地解决了财富价值计量的理论难题。这些基础性的理论研究工作具有重要的意义，对科学的马克思主义经济学的公理体系的建立作出了贡献，都是较为重要的理论创新。

### 二、实现了马克思主义经济学的数学化

当我们有了最初的公理体系以后，如果要进一步实现马克思主义经济学的数学化，我们还需要在已确定的研究范围内，对确定的研究对象，进行科学的分类、整理，将经济学中使用文字语言定义的概念转换为相应的数学定义，建立数学理论的概念体系。在该工作中，我们要以精确的数学语言定义产品的种类、产量、劳动生产率、效用量、效用等级、劳动价值、价格、资本、利润、剩余价值、等成千上万的经济学概念。这就是说，在《财富论》一书中，我们不仅用数学语言定义了马克思《资本论》中几乎所有的概念，同时，还根据研究的需要定义了许多与唯物主义的效用理论相关的概念。在这以后，我们才可能进一步进行深入的分析、抽象、演绎、推理、概括等，并最终揭示研究对象内在的结构和各种基本要素在各种不同外部和内部条件下发生变化的运动规律，即进一步获得各种一级、二级、或更高层次的定理。在理论经济学中，我们研究的对象是财富，研究的目的是为了揭示各种不同社会经济形

态中，财富在生产、流通、分配、消费过程中的经济运动规律，而实现这种目的分析方法则是一般的形式逻辑的分析方法。特别地，由于资本论的理论结构十分复杂，而与之相适应的数学理论结构是微分几何。因此，我们构建一个与微分几何为基本理论结构的马克思主义经济学数学理论体系。该项工作的完成在经济学说史上还是第一次。它的实现大大地推动了人类经济学成为一门科学的理论体系的进程，具有重要的理论意义。

### 三、建立了宏观与微观统一的社会经济计算机动态系统仿真模型

建立宏观与微观统一的社会经济计算机动态系统仿真模型是现代经济学期长期追求的目标。根据我们研究的结果，从严格的科学标准上看，一个以描述整体的社会经济动态系统为对象的计算机仿真模型能否实现这个目标，关键在于能够做到如下六点：（1）有一个以离散方式存在的，与现实存在逼近的，功能齐备和种类齐全的，数量足够的微观经济主体人群体；（2）在不同的种类的微观经济主体人之间存在一个通过市场连接的商品交换系统，不同经济主体人进行商品交换的过程中，每一次交换的双方都追求在满足等价交换、效用需求满足的约束条件下，实现效用等级最高的目标；（3）政府与每个经济主体人之间存在必然的，具有强制性的关系，经济主体人有义务向政府交税，并有权享受政府的福利政策和物价补贴政策，而政府则有权征收税赋，以及通过财政、货币、税收、福利、物价政策，对整个社会经济系统进行调节和控制，以期实现整个社会经济系统的财富价值增长最大化的目标；（4）模型能够实现多级闭环控制，并具有李雅普诺夫多级稳定性；（5）能够实现对社会经济历史过程的计算机数字仿真，使得模拟结果逼近现实状况；（6）能够对计算机数字仿真过程实施扰动性影响，并使得模拟结果的变化趋势符合经济学原理或定理的规定。根据我们在本项目下进行的实验结果，SED模型已经初步满足了以上六点标准。因此，我们建立了以古典经济学和马克思主义经济学的理论模型和数学模型为基础的计算机软件模型，这在经济学领域也是一项重要的创新。

相比之下，现代西方经济学的各种类型的系统仿真软件模型包括EM、CGE、ASPEN、GTAP、SD、ERP、BI模型均无法全面实现以上要求。SED模型达到了以上六点标准，这在经济学理论研究领域是一个重大的技术进步。这个技术进步意味着，在人类社会进入21世纪的今天，我们已经初步取得了本世纪的最迫切需要的重大科技成果，即初步掌握了处理全球化经济信息的核心技术。该技术它将使人类告别折磨了人类近5个世纪的周期性经济危机的魔咒时代，是人类社会由必然王国走向自由王国的技术基础。

## 第八章、未来发展

SED模型与其他模型相比虽然已有很大的进步，但是，作为一种新生的经济系统模型，它仍然存在许多缺陷和不足之处。对此，我们认为，SED模型还需要进行大量的改进。只有这样，现有的SED模型才可能具有真正的实用性。

### 一、需要进一步改善的问题

1、SED模型目前是第二期模型，该模型仅是一个具有核心理论结构的模型，虽然现在已经可以进行理论逻辑模拟，验证建模机理，以及进行一些特定的、精确度较低的宏观或微观经济行为模拟，但要进行与现实逼近的精细的动态仿真和准确的经济预测，暂时还不能做到。SED模型要实现以上功能，还需要细化和扩展。例如需要增加与现有模型的行业结构没有的商业（批发、零售）、房地产、交通、通讯、保险、福利、教育、科研、医疗、文娱、体育、等行业，以及相应的商品交换市场。此外，对结构相同的模块中的行业还需要进一步进行细分，增加行业的数量，其中每一个行业的企业数量也要大量增加。最后，还要在以上的基础上，建立具有空间距离属性的区域模型和多个国家的国际模型。我们认为，在完成了以上改进工作以后，SED模型将可以进行与现实逼近的动态仿真和准确的经济预测。

2、目前，由于资源所限，SED模型是在微机上运行的串行软件，在增加了模型的行业

和企业的数量以后，计算机的硬件将会出现配置严重不足的情况。为此，SED 模型需要进行软件并行化处理和增加硬件配置。

3、数据收集的常态解决方案尚未确定。目前 SED 模型的输入变量共 106 个。变量的个数不多，但每个都是矩阵，当模型描述的内容逼近现实的时候，输入的数据量将十分庞大。因此，对真正的经济系统动态仿真运算来说，数据的收集需要一定的成本。此外，从数据收集的难度上看，SED 模型需要的输入数据大部分是模型基础变量的初值，这些数据可以从日常经济统计中获得，比较容易解决。其余的数据主要是系统外部的环境参数或人的经济行为参数。这一部分参数的收集有一定的难度，因为环境参数往往存在许多不可预测的因素，而人的经济行为参数则有人主观因素，容易产生误差。因此，需要有一个科学的解决方案。目前，由于条件所限，我们还没有确定一个详细的数据收集方案。但是，我们认为只有投入相应的资源，这一问题的解决还是不难的。

关于这个问题的解决方案的初步设想是：（1）利用国家现有的经济信息统计网络进行经常性的数据收集；（2）编写专项数据挖掘软件利用互联网进行数据信息收集；（3）建立数据专家队伍，对政府统计和网络数据挖掘收集的数据进行分析筛选，最终确定输入模型进行实际运行的数据。

## 二、发展前景

SED 模型的未来应用前景主要有：

- 1、建立社会经济实验室，验证理论观点的合理性；
- 2、进行宏观或微观经济方案模拟，为政府或企业提供决策支持；
- 3、建立随动性社会经济仿真系统进行经常性的短期、中期和长期的经济预测。

除此以外，SED 模型还有许多可能的应用，包括历史回归分析、经济预警报告等。随着 SED 模型在社会经济实践中的应用，我们认为人们还会发现 SED 模型的各种形式的功能，使得它可以得到更为广泛的应用。

## 三、本项目进一步研究的意义

SED 模型应用的意义很大，主要有如下几点：

1、有利于提高政府宏观调控政策的合理性，提高社会经济发展速度，加速我国社会主义经济现代化的发展。其中 SED 模型的模拟结果证明，使用自动控制模型制定政府的宏观调控政策，可以在 20 年内提高经济发展速度 25% 以上。

2、有利于进行具有我国特色的社会主义的建设。我国是当前世界经济体系中为数不多的采取中央集权方式对商品经济系统进行管理的具有历史创新特色的国家。由于商品经济是一种具有自发运行倾向的社会经济系统。如何采用一种合理的中央集权方式管理具有自发运行倾向的社会经济系统是一个新的历史课题。其中关键的问题是要解决好有效利用社会中具有自主经营权的社会经济实体的自发调节的功能的同时，又能够防止独立的社会经济实体为追求个体利益最大化而产生的对这个社会整体利益的破坏力。有效地使用 SED 模型的政策模拟和经济预测功能，将能为政府提供一种相对合理的政策和管理方法，对独立的经济个体进行有效和优化的管理。例如可以加快制定和合理调节税收政策，减少贫富差距；

3、有利于提供全面、系统而准确的经济信息，加强不同利益集团之间的信息交流，建立和谐社会。目前我国的社会矛盾绝大部分是人民内部矛盾。这些矛盾是可以通过充分的信息交流、磋商的方法解决的。因此，SED 模型的经济模拟仿真功能可以为社会提供全面、系统而准确的经济信息，促进社会不同利益集团的和谐程度。

4、有利于加强国际经济竞争力，提高我国的国际政治经济地位。SED 模型很容易发展为国际模型。因此我们可以利用模型的仿真模拟功能，对国际经济的竞争策略进行模拟，提高我国的国际经济竞争力，以及相应政治经济地位。

5、有利于为我国未来的共产主义经济建设提供技术准备、丰富实践经验和培养管理人才。我国是共产党领导的社会主义国家，最终的发展目标是实现共产主义。但是，共产主义

并不是空中楼阁，它必须在公有经济和计划经济的基础上产生。我国过去的公有经济和计划经济的失败，原因很多。其中最重要的原因是没有制定科学的公有经济的社会经济计划的技术手段。SED 模型不仅可以模拟现实的商品经济的运行过程，同时也可以模拟共产主义经济体系的运行。因此，在未来进行共产主义经济实验的时候，我们可以利用 SED 模型优化规划的功能，对整个社会经济进行有效和统一的最优化管理。

总的来说，SED 模型具有强大的仿真功能，无论在理论上，还是实践上都具有很大的价值。目前，虽然距离模型的最终完善还有很大的差距。但是，由于模型所依据的理论基本是正确的，同时模型的建立方法也基本正确，因此，模型具有的功能已大大超过了相应的其他经济计算机模型。我们相信，如果能够获得足够的资源，SED 模型将能够在较短的时间内成为一种成熟和具有实用性的经济计算机软件。

**2011-3-16**