

清华大学

综合论文训练

题目：政府基础设施建设投资的乘数
效应研究

系 别：经济管理学院经济系

专 业：经济与金融

姓 名：吴沛凡

指导教师：刘庆 助理教授

2013年6月3日

关于学位论文使用授权的说明

本人完全了解清华大学有关保留、使用学位论文的规定，即：学校有权保留学位论文的复印件，允许该论文被查阅和借阅；学校可以公布该论文的全部或部分内容，可以采用影印、缩印或其他复制手段保存该论文。

(涉密的学位论文在解密后应遵守此规定)

签 名：_____ 导师签名：_____ 日 期：_____

中文摘要

本文建立新古典动态随机一般均衡模型用于解释政府投资的乘数效应。“乘数效应”是用于衡量政府投资对总产出刺激作用的通用方式，但研究者对于乘数效应的大小有较大争论。2008年次贷危机爆发后，全球各主要经济体都出台了大规模政府支出计划，而衡量政府支出效率的研究也就此开始热门。本文在构建基准模型及其推广，在模型校准参数后，基于模型均衡解并使用脉冲响应方法分析政府投资的乘数效应。

中国政府在政府支出的刺激计划上

- 偏重投资，直接购买较少
- 偏重国有和集体企业优于私有企业
- 偏重投资资本品生产部门而非投资最终产品生产

的三个特点是本文模型想要刻画的。本文首先构建了基准模型用于计算稳态和对比，然后建立了两个在生产部门体现相异性的模型。第一个模型将生产部门划分为平行的两个部分，但政府投资的偏重不同，用于刻画国有企业和私有企业的不同性质；第二个模型进一步让两类生产部门成为上下游的关系，用于刻画政府偏重中间产品生产部门的性质。政府投资的乘数效应在基准模型中在 0.9 左右，而在投资中间产品时显著上升至 1.2 左右。可见纵然国有企业可能 TFP 不高，政府部门的偏好投资以及中间产品的正外部性使得这是有效率的选择。

本文的贡献在于使用了多生产部门的架构，以及对中国投资特点的一般均衡模型刻画，这两点在过往文献中涉及都较少。

关键词：动态随机一般均衡 乘数效应 政府支出

ABSTRACT

This paper employed dynamic stochastic general equilibrium (DSGE hereafter) models to depict the multiplier effect of government investment. “Multiplier effect” is a common way to measure the effect of government spending to total output. However, how large the multiplier is has always been on controversy. Since 2008 subprime mortgage crisis, main economic entities carried out economic stimulation plans which ignited the trend of research of multiplier effect. This paper built benchmark model and two variations. Then this paper analyzed multiplier effect using impulse response around steady state.

This paper caught three properties of government spending in China:

- more weight on investment than direct purchase
- more weight on state-owned enterprises (SOEs hereafter) than private firms
- more weight on intermediate good production than final good production

This paper built the benchmark model for steady state calculation. Then this paper built two models with heterogeneous production sectors. The first one split production into two parallel sectors with different government investment weights to show the difference between SOEs and private firms. The second one renders upstream and downstream production sectors to show the effect of invest on intermediate good production. The multiplier in benchmark is around 0.9 and it increased to 1.2 in the second variation. Therefore, it is still efficient for government to invest in intermediate goods even TFP for SOEs is not as high as private firms.

The contribution of this paper is using heterogeneous production sector and analysis of Chinese policies. Both of these two are rare in previous literature.

Key words: DSGE multiplier effect government spending

目 录

第 1 章 引言	1
1.1 选题背景和选题意义	1
1.2 研究目的及论文主要内容	1
第 2 章 文献综述	3
2.1 乘数效应相关研究	3
2.2 中国的经济刺激计划	4
2.3 多个生产部门的模型和资源错配问题	5
第 3 章 基准模型	6
3.1 模型设定	6
3.1.1 家庭	6
3.1.2 企业	7
3.1.3 政府	7
3.1.4 时间设定	7
3.2 均衡解、稳态、对数线性化	8
3.2.1 均衡解与稳态	8
3.2.2 对数线性化	8
3.3 参数设定与模型分析	9
3.3.1 参数设定	9
3.3.2 模型分析	10
第 4 章 多个生产部门	12
4.1 平行生产部门	12
4.1.1 模型设定	12
4.1.2 稳态和对数线性化	13
4.1.2.1 稳态	13
4.1.2.2 对数线性化	14

4.1.3	参数设定和模型分析	15
4.2	上下游生产部门	15
4.2.1	模型设定	15
4.2.1.1	家庭	15
4.2.1.2	企业	17
4.2.1.3	政府	17
4.2.2	均衡解、稳态、对数线性化	18
4.2.2.1	均衡解与稳态	18
4.2.2.2	对数线性化	18
4.2.3	参数设定与模型分析	19
第 5 章	结论	21
5.1	本文所做工作	21
5.2	不足之处以及改进方向	21
5.2.1	模型设定的变化	21
5.2.2	参数校准	22
5.2.3	上下游生产模型中的问题	22
插图索引	.....	23
表格索引	.....	24
公式索引	.....	25
参考文献	.....	28
致 谢	.....	29
声 明	.....	30
附录 A	论文英文概要	31
附录 B	模型中的一些技术细节解释	34
B.1	关于基准模型时间设定的一些解释	34
B.2	关于平行生产部门模型生产方程设定的解释	35
B.3	上下游生产模型的更好的设定	35

B.3.1	模型设定	36
B.3.1.1	家庭	36
B.3.1.2	企业	36
B.3.1.3	政府	36
B.3.1.4	产品市场出清	37
B.3.2	稳态及对数线性化	37
B.3.2.1	稳态	37
B.3.2.2	对数线性化	37
附录 C	解模型所用 Matlab 代码	39
C.1	基准模型	39
C.2	上下游生产部门模型	41

第 1 章 引言

1.1 选题背景和选题意义

政府在宏观经济学中的作用一直是本领域内被广泛关注的话题。近几十年间，“新凯恩斯主义”和“新古典主义”在这个问题上有比较显著的不同见解。前者一般认为政府投资刺激了市场需求从而促进了总产出，后者则认为政府的投资会扭曲消费者和生产者的激励，从而对总产出的影响是不能被很乐观地估计。根据以往文献，本文衡量政府支出对经济总产出的影响的标准是“乘数效应”（Multiplier effect）。

在近年间，尤其是 2008 年全球金融危机发生之后，政府投资的作用更加受到广泛的关注。为了刺激经济复苏，美国于 2009 年开展了“美国复苏投资计划”（American Recovery and Reinvestment Act, ARRA）^[1]。面对经济危机的冲击，中国也有著名的“四万亿投资计划”，旨在以政府支出促进需求和复苏（一个详细的理论描述可以参见 Naughton（2009）^[2]）。鉴于用理论方法分析投资计划影响的中文文献甚少，而国外文献大多关注 OECD 国家的经济复苏情形。衡量政府投资作用的需求，以及现有理论文献的空缺，正是本文研究的动机以及可能提供解决方法的意义所在。

此外，中国政府投资往往有一些特殊性质。国有企业和集体企业相比私有企业而言，更容易得到政府的投资。在“四万亿”经济刺激计划中，基础设施建设也占有了很大部分，而基础设施建设的性质和普通消费品的性质不同。这些异质性都要求一般均衡模型的生产部门不能用统一的形式来描述。为了刻画这种相异性，本文在模型扩展时会引入不同的生产部门，而这也是在以往的文献中较少涉及到的领域。

1.2 研究目的及论文主要内容

本文主要采用理论研究方式讨论政府投资的乘数效应，尤其是基础设施建设投资方面对经济产出的影响。

本文的主要内容分为以下部分：

第 1 章，导论。简单介绍本文的选题背景意义和研究目的。

第 2 章，文献综述。主要阐述乘数效应的研究进路，前人的研究成果、方法论以及中国投资计划的简要介绍。

第 3 章，基准模型设定。阐述本文所用的基准模型。

第 4 章，模型扩展引入不同生产部门。本章分为两个模型，分别把生产部门拆分成平行和上下游产业的形式。

第 5 章，结论，总结本文理论推导的结果，指出局限性以及后续研究方向和内容。

第 2 章 文献综述

总体而言，乘数效应的相关研究有较为成熟的进路，理论和实证都有大量文献，也反映了这一衡量标准的重要性的普遍性。而 2008 年以来对于美国政府经济政策的评价也已有大量研究，与中国的理论研究匮乏形成鲜明对比。中国的研究大多是实证研究，缺少相关的理论分析。中国政府投资偏向公共设施建设的性质也没有在前人的文章中体现，而与之相关的是资源错配问题 (misallocation problem) 和多个生产部门模型两支文献。本章将分别详细阐述以上内容。

2.1 乘数效应相关研究

乘数效应的相关研究分为实证和理论两个方面，不管是何种方法学界对于乘数值的大小都有争议。

实证的方法是取一期或者多期政府支出的数据，并在控制其他变量后与同时期的总产出增长进行比较。比较有代表性的文章是 Barro (1981)^[3] 估计美国上世纪 70 年代的政府投资乘数在 0.8 左右。Ramey (2008)^[4] 的研究认为乘数大约为 1.2。Hall (2009)^[5] 对于乘数效应的实证研究有较为详尽的总结和归纳。

理论方法主流是采用一般均衡模型。建立模型之后，根据实际的经济数据校准模型相关参数或者做贝叶斯估计。如果模型在稳态有显式解，那么分析 $\frac{dy}{dg}$ ；在显式解难以写出时，可以作一阶对数近似或者高阶近似，构建动态随机一般均衡模型 (DSGE) 做脉冲响应分析，计算一期或者多期的 $\frac{\Delta y}{\Delta g}$ 。传统上，有价格粘性的新凯恩斯主义模型和无价格摩擦的新古典模型会估计出不同的乘数值。新凯恩斯主义代表性的文章有 Galí, López-Salido and Valles (2007)^[6]，设定一类特殊的消费者“rule-of-thumb”没有存款或者借贷的习惯，从而在政府支出上升时消费也会上升。另一些文章基于交错制定工资和价格的 CEE 模型或者 ACEL 模型 (Atig, Christiano, Eichenbaum and Linde (2005)^[7])，论证利率有下界时政府投资的乘数效应会更加显著，符合美国现在名义利率为 0 的实际情形。而新古典模型有代表性的文章可以追溯到 Aiyagari (1992)^[8] 的文章。Woodford (2010) 认为政府支出相对于扩张需求，更容易对私人消费和投资有挤出效应，

乘数也可能根据不同的政策和环境变化，但很难达到大于 1 的水平。

综上所述，学界对于政府投资乘数效应并无定论。

2.2 中国的经济刺激计划

继 2008 年爆发的次贷危机后，2008 年 12 月中国政府宣布会推行一系列经济刺激计划，以避免恐慌增强消费者信心。虽然在 2009 年的 3 月全国人民代表大会上经济刺激计划的详细划分并没有揭露，但通过媒体的报道可以把握一些端倪。由于发改委 2008 年 18 号文件的保密级别，以下信息来自媒体以及 Naughton (2009)^[2] 的记录。

整个中国经济刺激计划可以分为三个部分。第一部分是投资计划，可以看成是对于现有投资计划的未预期到的大量增加；第二部分是资金供应机制，政府也通过银行系统增加了货币的发行，从而为投资保障了资金；第三部分是工业发展政策。刺激计划号称“四万亿”人民币，相当于 2008 年 GDP 的 12.5%，持续投资时间是从 2008 年的第四季度到 2010 年年末。这“四万亿”中，除去地震重建包含的一万亿，中央政府会投资 1.18 万亿人民币。在投资分配的过程中，中央政府会提供地方政府两类补贴：投资限额（投资计划）和货币，但即使如此中央政府提供的资金还不足以满足项目建设需求，因此地方政府会提供“配套资金”。

在资金的分配上，由于 2008 年 11 月的资金分配方式遭到民众和学者的诟病，被认为并没有改变投资拉动经济的趋势，也没有体现在长期的经济均衡中，消费应该占总产出的主体。因此在 2009 年 3 月的两会期间，基础设施建设投资规模被缩减，但基础建设支出依然占据了较大比重。这也同时加重了中国的赤字负担。中国的赤字率从 2008 年 0.1% 的 GDP 上升至 2009 年的 2.9%。

表 2.1 四万亿投资计划

	初始计划	修订计划	第一部分	第二部分
交通电力基础设施建设	60%	50%	25%	21%
农村基础设施建设	12%	12%	34%	24%
环境保护	12%	7%	12%	8%
经济适用房建设	9%	13%	10%	22%
技术创新、结构调整	5%	12%	6%	12%
卫生、教育	1%	5%	13%	13%

2.3 多个生产部门的模型和资源错配问题

由上一节，中国经济刺激计划集中于基础设施建设，基础设施建设可以看成是一种中间产品。中国的投资也主要通过国有或者集体企业的投资来实现，而且往往并不按照最有效率的方式进行投资。这些特性使得研究异质性生产部门 and 不同生产部门之间的资源错配问题变得必要。鉴于国内没有相关方面的理论研究，此处会对于这两支文献分别阐述。

在一般均衡模型中把生产部门划分成多个行业是有传统的，最早可以追溯到真实经济周期的奠基性文献 Long and Plosser (1983)^[9]，以投入产出表作为联系分析不同商品生产部门对于经济整体周期的影响。Ramey and Shapiro (1998)^[10] 把生产部门划为政府和私有的两个平行的机制，分析了美国政府的战时国防投资的乘数效应。

由于生产时的资源错配问题对总产出有较大影响，该问题也在近年受到较多关注。Restuccia and Rogerson (2008)^[11] 给出了理论框架，而 Hsieh and Klenow (2009)^[12] 以实证方法分析了中国和印度的资源错配问题，并得出在投资恰当分配时总产出会有更大提升。

第 3 章 基准模型

基准模型参考了 Uhlig (2009)^[1] 和 Leeper et al. (2010)^[13] 的部分设定和参数。

3.1 模型设定

这是一个离散时间设定的，有家庭、生产者和政府三方的竞争均衡模型。

3.1.1 家庭

代表性消费者在消费和休闲中获得效用。消费者根据预算约束和效用方程，最优化消费量 c_t 和工作量 l_t 。

$$\max U = E \left(\sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left(\frac{c_t^{1-\gamma}}{1-\gamma} - \phi \frac{l_t^{1+\kappa}}{1+\kappa} \right) \right) \quad (3-1)$$

其中 $\beta < 1$ 为每一期的折现率， γ 为消费者的风险厌恶指数， κ 为 Frisch 劳动弹性系数， ϕ 为消费和劳动的效用替代率。消费者在消费中获得正效用，在劳动中获得负效用。

消费者面对的预算约束如下：

$$k_{t+1} = (1 - \delta)k_t + x_t \quad (3-2)$$

$$(1 + \tau^c)c_t + x_t + b_t = (1 - \tau^k)r_t^k k_t + (1 - \tau^l)w_t l_t + r_{t-1}^b b_{t-1} \quad (3-3)$$

第一个方程描述了资本形成过程。消费者在本期选择投资 x_t ，而本期的资本存量以 $1 - \delta$ 的固定比例折旧。本期的资本存量与投资之和为下一期的资本存量。第二个方程描述了消费者的决策，其中 τ^c 为消费税， τ^k 为资本市场交易税， τ^l 为个人工作所得税。每一期，消费者在三个竞争市场上做决策。在资本市场上，消费者向企业租出 k_t 的资本并在当期获得 r_t^k 的租金。在劳动市场上，消费者向企业提供劳动力 l_t ，并在当期获得 w_t 的工资。 b_t 表示政府发行的债券，消费者可以获得利息。获得这三部分收入之后，消费者将当期收入用于消费、投资和购买政府债券。

3.1.2 企业

企业处于完全竞争市场中，每期的生产总量为 y_t ，生产方程为

$$y_t = Ak_t^p l_t^{1-p} k_{G,t}^q \quad (3-4)$$

其中 A 为全要素生产率， $k_{G,t}$ 为政府投资的公共资本总和， q 为公共资本对于总产出的弹性。对于私人而言这个 Cobb-Douglas 生产方程是齐次的。由企业的最优条件，在市场均衡时

$$r_t^k = p \frac{y_t}{k_t} \quad (3-5)$$

$$w_t = (1-p) \frac{y_t}{l_t} \quad (3-6)$$

由于生产函数的齐次性， $y_t = r_t^k k_t + w_t l_t$ 。

3.1.3 政府

本文中假设政府在每期都保证流量的平衡。

假设每期的政府投资 g_t 满足 AR(1) 过程 $g_{t+1} = \rho g_t + (1-\rho)\bar{g} + \varepsilon_{t+1}$ ， ε_t 外生给定均值为 0。政府面对的预算约束为：

$$\tau^c c_t + \tau^k r_t^k k_t + \tau^l w_t l_t + b_t = g_t + r_{t-1}^b b_{t-1} \quad (3-7)$$

政府每期征收的消费税、资产交易税和个人所得税，加上当期销售债券所得，等于政府当期的支出以及偿还债券的总和。在均衡时，商品市场出清，从而有 $c_t + x_t + g_t = y_t$ 为方便讨论政府投资的效应，此处假设政府支出全部用于投资公共资本。公共资本的积累方程为：

$$k_{G,t+1} = (1-\delta)k_{G,t} + g_t \quad (3-8)$$

3.1.4 时间设定

在离散时间第 t 期，消费者有时间和资本 k_t ，把工资、资本利率看成外在给定，投入 l_t 的劳动和 k_t 的资本用于生产。然后企业购买劳动，租用资本进行生产，两个市场分别给政府纳入税收。企业所得全部以工资和租金的形式付到私人手中。政府偿还债券之后公布下一期债券利率 r_t^b ，此时消费者对本期的消费、

投资和债券购买 $\{c_t, x_t, b_t\}$ 做出选择^①。

3.2 均衡解、稳态、对数线性化

3.2.1 均衡解与稳态

令消费者预算约束（3-2式）的拉格朗日乘子为 $\beta^t \lambda_t$ ，对 $\{c_t, l_t, k_{t+1}, b_t\}$ 分别求导，得到

$$\begin{aligned} c_t^{-\gamma} &= (1 + \tau^c) \lambda_t \\ \phi l_t^K &= (1 - \tau^l) w_t \lambda_t \\ \lambda_t &= \beta E_t \lambda_{t+1} \left[(1 - \tau^k) r_{t+1}^k + (1 - \delta) \right] \\ \lambda_t &= \beta E_t \lambda_{t+1} r_t^b \end{aligned}$$

由以上各式以及上一节内各式，可以解出模型的稳态：

$$1 = \beta r^{\bar{b}} \quad (3-9)$$

$$r^{\bar{b}} = (1 - \tau^k) r^{\bar{k}} + (1 - \delta) \quad (3-10)$$

$$\bar{x} = \delta \bar{k} \quad (3-11)$$

$$\bar{g} = \delta \bar{k}_G \quad (3-12)$$

$$\frac{r^{\bar{k}} \bar{k}}{\bar{y}} = p \quad (3-13)$$

$$\frac{\bar{w} \bar{l}}{\bar{y}} = 1 - p \quad (3-14)$$

$$\frac{\bar{c}}{\bar{y}} + \frac{\bar{x}}{\bar{y}} + \frac{\bar{g}}{\bar{y}} = 1 \quad (3-15)$$

$$\tau^c \frac{\bar{c}}{\bar{y}} + \tau^k \frac{r^{\bar{k}} \bar{k}}{\bar{y}} + \tau^l \frac{\bar{w} \bar{l}}{\bar{y}} = \frac{\bar{g}}{\bar{y}} + r^{\bar{b}} \frac{\bar{b}}{\bar{y}} \quad (3-16)$$

3.2.2 对数线性化

对于刻画模型的各项方程两边取自然对数，在稳态点附近用泰勒公式一阶近似展开。以 c_t 为例，令 $\hat{c}_t = \ln c_t - \ln \bar{c} \approx \frac{c_t - \bar{c}}{\bar{c}}$ 。对数线性化的结果如下所示。

^① 关于债券价格和资本价格的定价时间讨论可见附录 B.1

劳动力市场均衡:

$$\hat{w}_t = \hat{y}_t - \hat{l}_t \quad (3-17)$$

$$\kappa \hat{l}_t = \hat{w}_t - \gamma \hat{c}_t \quad (3-18)$$

产品市场均衡:

$$\hat{y}_t = p \hat{k}_t + (1-p) \hat{l}_t + q k_{G,t} \quad (3-19)$$

$$\frac{\bar{c}}{\bar{y}} \hat{c}_t + \frac{\bar{x}}{\bar{y}} \hat{x}_t + \frac{\bar{g}}{\bar{y}} \hat{g}_t = \hat{y}_t \quad (3-20)$$

政府政策:

$$\tau^c \frac{\bar{c}}{\bar{y}} \hat{c}_t + \tau^k p (\hat{r}_t^k + \hat{k}_t) + \tau^l (1-p) (\hat{w}_t + \hat{l}_t) + \frac{\bar{b}}{\bar{y}} \hat{b}_t = \frac{\bar{g}}{\bar{y}} \hat{g}_t + \bar{r}_b \frac{\bar{b}}{\bar{y}} (b_{t-1} + r_{t-1}^b) \quad (3-21)$$

$$g_{t+1} = \rho \hat{g}_t + \varepsilon_{t+1} \quad (3-22)$$

资本形成:

$$k_{t+1} = (1-\delta) \hat{k}_t + \delta \hat{x}_t \quad (3-23)$$

$$k_{G,t+1} = (1-\delta) k_{G,t} + \delta \hat{g}_t \quad (3-24)$$

$$\hat{r}_t^k = \hat{y}_t - \hat{k}_t \quad (3-25)$$

$$\bar{r}^b \hat{r}_t^b = (1-\tau^k) \bar{r}^k E_t r_{t+1}^k \quad (3-26)$$

$$-\gamma \hat{c}_t = \hat{r}_t^b - \gamma E_t c_{t+1} \quad (3-27)$$

3.3 参数设定与模型分析

3.3.1 参数设定

一些参数设定参考了 Uhlig^[1] 和 Leeper et al.^[13] 的相关文章:

$$p = 0.38$$

$$q = 0.05$$

$$\beta = 0.99$$

$$\gamma = 2$$

$$\delta = 0.1$$

$$\kappa = 2$$

$$\begin{aligned}
\rho &= 0.9 \\
\frac{\bar{c}}{\bar{y}} &= 0.59 \\
\frac{\bar{x}}{\bar{y}} &= 0.27 \\
\frac{\bar{g}}{\bar{y}} &= 0.14 \\
\frac{\bar{b}}{\bar{y}} &= 2.52 \\
\tau^c &= 0.05 \\
\tau^k &= 0.36 \\
\tau^l &= 0.28
\end{aligned}$$

另一些参数设定由稳态值解出：

$$\begin{aligned}
\bar{r}^b &= \frac{1}{\beta} \\
\bar{r}^k &= \frac{\bar{r}^b + \delta - 1}{1 - \tau^k} \\
\frac{\bar{k}}{\bar{y}} &= \frac{1}{\delta} \frac{\bar{x}}{\bar{y}}
\end{aligned}$$

3.3.2 模型分析

DSGE 模型的解利用 Sims (2002)^[14] 的方法完成。

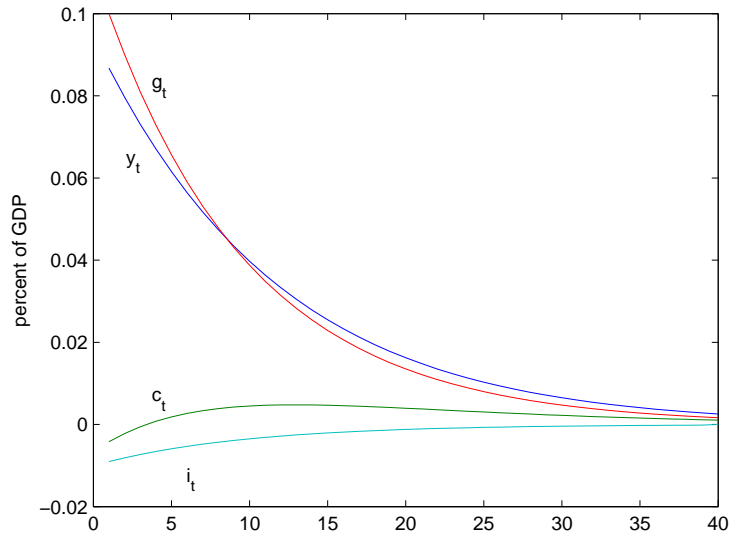


图 3.1 基准模型脉冲响应分析

如图 3.1 所示，程序模拟了政府投资冲击后 40 期时间内的效果（在选择参数和刻画稳态时使用的是季度数据，因此可以认为是 10 年内对单个冲击的影响）。纵轴的刻度表示占据总产出稳态值的比重。假设在第 1 期时， ε_1 取总产出的 10%，即政府在这一期想要加大投入。图 3.1 中的红色曲线表示 g_t 的值，呈现 $\rho = 0.9$ 的 AR(1) 过程。蓝色曲线表示 y_t 即总产出的值。在第一期时乘数达到 0.9 左右，而且随着时间的推移，政府投资对总产出的正向影响会更加明显。绿色曲线表示消费 c_t 的偏差值：政府加大初期投入时，由于模型中没有假定各项税率的变化，政府的加大投入会通过多发债来实现，对于消费者而言，初期的替代效应大于总产出上升的收入效应，因此初期会有消费的挤出但在后期逐渐恢复。蓝色曲线表示私人投资 x_t 的偏差值：由于生产函数的设定，相对于消费而言，私人投资更有可能直接被挤出。

第 4 章 多个生产部门

为了比较政府在不同生产部门之间投资的乘数效应影响，尤其是在中间产品生产上投资的影响，本章在基准模型的基础上构建了两个模型。第一个模型将企业分成两类，但这两类企业是可以互相替代的，用于刻画中国有国有企业和私有企业的性质。第二个模型进一步将这两类企业化为上下游的生产关系，用于刻画政府投资通过国有企业的渠道，并且投资在基础建设等中间产品的性质。正文中只会加入和基准模型不一样的部分，其他技术细节见附录 B。

4.1 平行生产部门

4.1.1 模型设定

家庭与政府部门的设定与基准模型相同，此处不再赘述。

企业分为平行的两种，且都处于完全竞争市场。假设两类企业有类似的生产技术，第一类企业虽然有较低的全要素生产率，但是有较大规模的政府投资偏向，如下所示^①：

$$y_{1t} = A_1 k_{1t}^p (\theta k_{G,t})^q l_{1t}^{1-p-q} \quad (4-1)$$

$$y_{2t} = A_2 k_{2t}^p ((1-\theta) k_{G,t})^q l_{2t}^{1-p-q} \quad (4-2)$$

其中 y_{1t} 表示国有部分产出， y_{2t} 表示私有部分产出。 A_1, A_2 分别为两类企业的全要素生产率， θ 和 $1-\theta$ 分别表示政府投资分配在国有和私有部分之间的比例。在完全竞争市场下，消费者可以自由选择两类企业中的就业和资本租赁投入。因此，由无套利条件，两类企业提供的租金和工资价格是相同的：

$$r_t^k = p \frac{y_{1t}}{k_{1t}} = p \frac{y_{2t}}{k_{2t}} \quad (4-3)$$

$$w_t = (1-p-q) \frac{y_{1t}}{l_{1t}} = (1-p-q) \frac{y_{2t}}{l_{2t}} \quad (4-4)$$

市场出清条件也和基准模型有些许区别：

$$c_t + x_t + g_t = y_t \quad (4-5)$$

^① 注意到生产方程对于消费者是非齐次的，这样设定的原因见附录 B.2

$$y_{1t} + y_{2t} = y_t \quad (4-6)$$

$$l_{1t} + l_{2t} = l_t \quad (4-7)$$

$$k_{1t} + k_{2t} = k_t \quad (4-8)$$

4.1.2 稳态和对数线性化

4.1.2.1 稳态

家庭决策和政府部门的稳态与基准模型相同。与基准模型的不同之处在于企业的稳态值。由于在稳态时， $\bar{r}_1^k = \bar{r}_2^k, \bar{w}_1 = \bar{w}_2$ ，由于 Cobb-Douglas 设定，消费者会在两类企业间等比例地投入资本和劳动，且与该类企业产出成正比。

$$\frac{\bar{l}_1}{\bar{l}_2} = \frac{\bar{y}_1}{\bar{y}_2} = \frac{\bar{k}_1}{\bar{k}_2} \quad (4-9)$$

为了解出两类生产企业的产出稳态 $\{y_{1t}, y_{2t}, k_{1t}, k_{2t}, l_{1t}, l_{2t}\}$ ，使用相关方程组：

$$\begin{aligned} y_{1t} &= A_1 k_{1t}^p (\theta k_{G,t})^q l_{1t}^{1-p-q} \\ y_{2t} &= A_2 k_{2t}^p ((1-\theta) k_{G,t})^q l_{2t}^{1-p-q} \\ \frac{k_{1t}}{y_{1t}} &= \frac{k_{2t}}{y_{2t}} \\ \frac{l_{1t}}{y_{1t}} &= \frac{l_{2t}}{y_{2t}} \\ k_{1t} + k_{2t} &= k_t \\ y_{1t} + y_{2t} &= y_t \end{aligned}$$

解得在消费者最优决策的稳态时，

$$\frac{\bar{y}_1}{\bar{y}} = \frac{1}{1 + \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^{\frac{1}{q}} \frac{1-\theta}{\theta}} \quad (4-10)$$

特别地，当 $A_1 = A_2$ 时， $\frac{\bar{y}_1}{\bar{y}} = \theta$ ，即两个生产部门分别产量占总产量的比例直接与政府投资的比例相关。当 $A_1 < A_2$ 时，两个生产部门分别的产量会有一些变化。

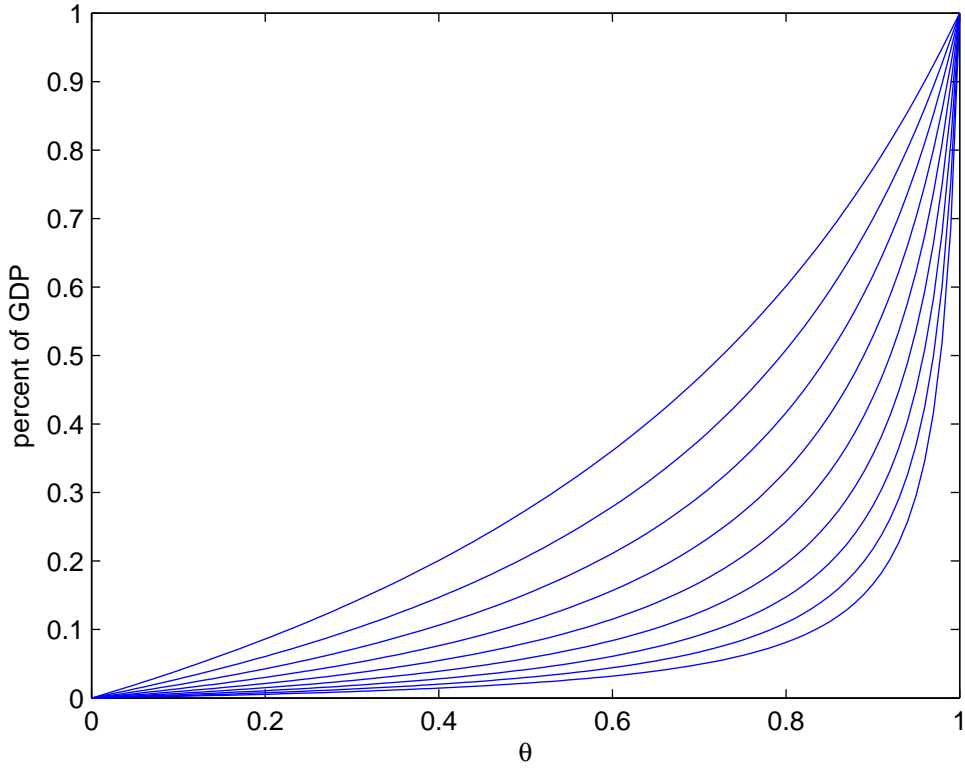


图 4.1 y_1 部门产出关于政府投资量的变化

图 4.1 中从上到下的曲线显示了 $\frac{A_2}{A_1}$ 不断上升的时候， y_1 的产量占总产出百分比随着 θ 的变化而变化的情形。从 4-10 式中也可以看出对于同一 θ ，两个生产部门的全要素生产率的差距会体现在产出量上。

4.1.2.2 对数线性化

从总体角度考虑的方程，其对数线性化结果与基准模型相同。在企业方面，除了加总的方程以外，还有以下结果：

$$\hat{w}_t = \hat{y}_{1t} - \hat{l}_{1t} \quad (4-11)$$

$$\hat{w}_t = \hat{y}_{2t} - \hat{l}_{2t} \quad (4-12)$$

$$\hat{y}_{1t} = p\hat{k}_{1t} + q\hat{k}_{G,t} + (1-p)\hat{l}_{1t} \quad (4-13)$$

$$\hat{y}_{2t} = p\hat{k}_{2t} + q\hat{k}_{G,t} + (1-p)\hat{l}_{2t} \quad (4-14)$$

$$\hat{y}_t = \frac{\bar{y}_1}{\bar{y}}\hat{y}_{1t} + \frac{\bar{y}_2}{\bar{y}}\hat{y}_{2t} \quad (4-15)$$

$$\hat{r}_t^k = y\hat{1}_t - \hat{k}_{1t} \quad (4-16)$$

$$\hat{r}_t^k = y\hat{2}_t - \hat{k}_{2t} \quad (4-17)$$

$$\hat{l}_t = \frac{\bar{l}_1}{\bar{l}}\hat{l}_{1t} + \frac{\bar{l}_2}{\bar{l}}\hat{l}_{2t} \quad (4-18)$$

$$\hat{k}_t = \frac{\bar{k}_1}{\bar{k}}\hat{k}_{1t} + \frac{\bar{k}_2}{\bar{k}}\hat{k}_{2t} \quad (4-19)$$

由以上条件可以得到 $y\hat{1}_t = y\hat{2}_t = y\hat{1}_t$, $\hat{k}_{1t} = \hat{k}_{2t} = \hat{k}_t$, $\hat{l}_{1t} = \hat{l}_{2t} = \hat{l}_t$ 。这个性质是有明晰直觉的：由于政府新增投资会同时发生在两个生产部门上，政府投资的冲击对两个生产部门的比例变化是相同的，而两个生产部门的同质性使得消费者也会按照比例改变劳动和资本租赁的决策。

4.1.3 参数设定和模型分析

参数设定与基准模型基本相同。在两个生产部门间的参数设定是为了体现国有企业和私有企业两个生产部门的特点。由于私有企业一般被认为有更高的全要素生产率，但政府会对国有和集体企业有更高的投入偏好，假设 $A_1 < A_2$ ，并且 $\theta > 0.5$ 。

图 4.2 中取 $\frac{A_2}{A_1} = 1.02$ ，蓝色表示国有企业，绿色表示私有企业，图 4.2(a) 中取 $\theta = 0.7$ ，图 4.2(b) 中取 $\theta = 0.9$ ，可以看出在相同的， $\varepsilon_1 = 0.1\bar{y}$ 政府投资冲击下，政府投资比例变化对于两个部门产出占据总产出的比例有决定性的影响。

4.2 上下游生产部门

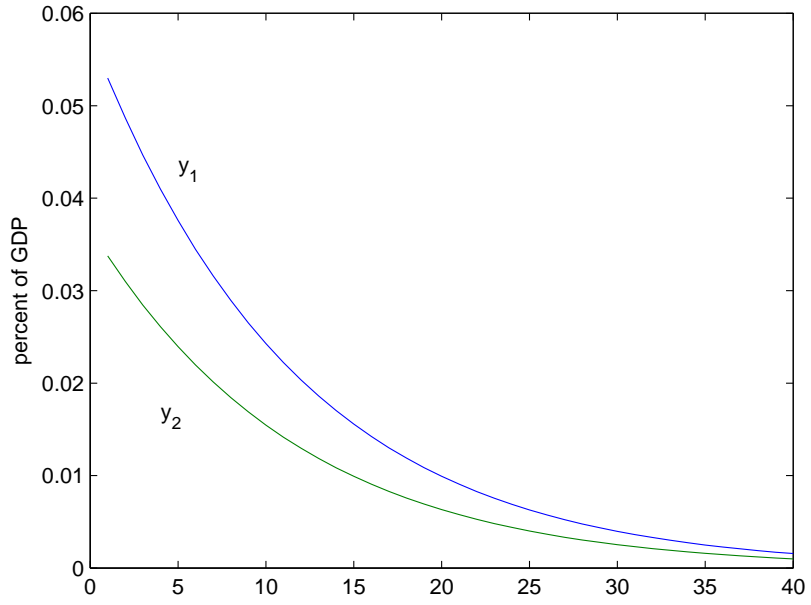
4.2.1 模型设定

如同平行生产部门的模型一样，此处引入两个不同的生产部门，第一类企业生产中间产品，其产出作为第二类企业的资产而存在。其他变量和参数的意义与基准模型相同。

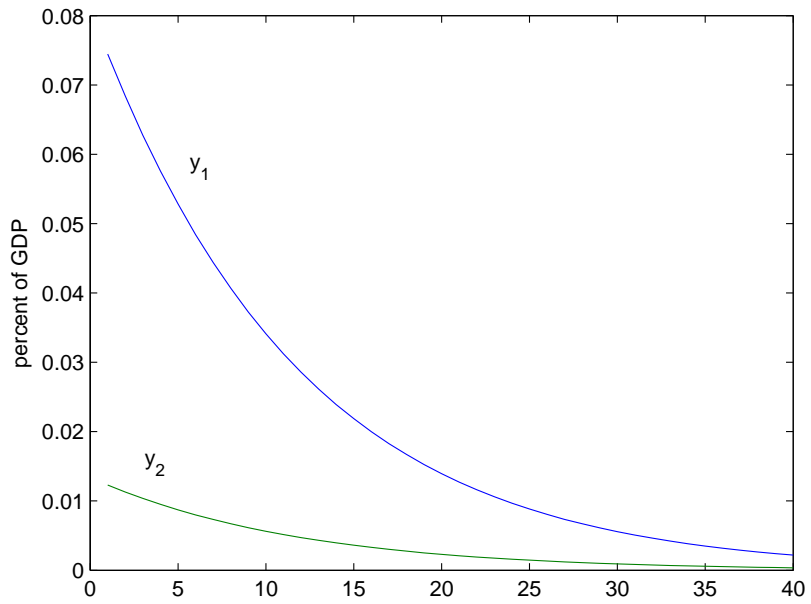
4.2.1.1 家庭

消费者最优化消费和在两类企业中的资本和劳动投入 $\{c_t, l_{1t}, l_{2t}, k_{1t}, k_{2t}\}$ ，每期的投资为 $(k_{1t+1} + k_{2t+1}) - (1 - \delta)(k_{1t} + k_{2t})$ 。

$$\max U = E \left(\sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left(\frac{c_t^{1-\gamma}}{1-\gamma} - \phi \frac{(l_{1t} + l_{2t})^{1+\kappa}}{1+\kappa} \right) \right) \quad (4-20)$$



(a) $\theta = 0.7$



(b) $\theta = 0.9$

图 4.2 两个生产部门分别的脉冲响应

消费者面对的预算约束如下所示。由于上游企业生产的是中间产品不能被直接消费，消费者的直接收入从下游企业获得。但通过在上游企业中的资本投入和劳动，消费者可以提高下游企业中劳动和资本的边际收益率，因此理性的消费者会在两个产业中都投入资本和劳动。

$$(1 + \tau^c) c_t + (k_{1t+1} + k_{2t+1}) - (1 - \delta)(k_{1t} + k_{2t}) + b_t = \left(1 - \tau^k\right) r_t^k k_{2t} + \left(1 - \tau^l\right) w_t l_{2t} + r_{t-1}^b b_{t-1} \quad (4-21)$$

4.2.1.2 企业

上下游企业都处于完全竞争市场中，设中间产品产量为 $k_{m,t}$ ，两类企业所使用的生产技术为：

$$k_{m,t} = A_1 k_{1t}^p k_{G,t}^q l_{1t}^{1-p} \quad (4-22)$$

$$y_t = A_2 k_{2t}^p k_{m,t}^q l_{2t}^{1-p} \quad (4-23)$$

模型中假设政府只对上游企业做投资，下游企业生产消费品。在下游企业处于完全竞争市场时，工资和资本租金由以下方程决定：

$$r_t^k = p \frac{y_t}{k_{2t}}$$

$$w_t = (1 - p) \frac{y_t}{l_{2t}}$$

4.2.1.3 政府

政府部门设定与基准模型相同。与基准模型一样，假设每期政府投资 g_t 外在决定且满足 AR(1) 过程。

$$k_{G,t+1} = (1 - \delta) k_{G,t} + g_t \quad (4-24)$$

$$\tau^c c_t + \tau^k r_t^k k_{2t} + \tau^l w_t l_{2t} + b_t = g_t + r_{t-1}^b b_{t-1} \quad (4-25)$$

$$g_{t+1} = \rho g_t + \varepsilon_{t+1} \quad (4-26)$$

在均衡时，由商品市场出清：

$$c_t + (k_{1t+1} + k_{2t+1}) - (1 - \delta)(k_{1t} + k_{2t}) + g_t = y_t \quad (4-27)$$

4.2.2 均衡解、稳态、对数线性化

4.2.2.1 均衡解与稳态

由消费者效用（4-20式）和消费者面对的预算约束（4-21式），代入企业生产（4-22式），对 $\{c_t, b_t, k_{1t+1}, k_{2t+1}, l_{1t}, l_{2t}\}$ 求导，得以下方程：

$$\begin{aligned} c_t^{-\gamma} &= (1 + \tau^c) \lambda_t \\ \lambda_t &= \beta E_t (\lambda_{t+1}) r_t^b \\ \lambda_t &= \beta E_t (\lambda_{t+1}) \left[(1 - \delta) + \left[(1 - \tau^k) p + (1 - \tau^l) (1 - p) \right] p q \frac{y_{t+1}}{k_{1t+1}} \right] \\ \lambda_t &= \beta E_t (\lambda_{t+1}) \left[(1 - \delta) + \left[(1 - \tau^k) p + (1 - \tau^l) (1 - p) \right] p \frac{y_{t+1}}{k_{2t+1}} \right] \\ \phi(l_{1t} + l_{2t})^\kappa &= \lambda_t \left[(1 - \tau^k) p + (1 - \tau^l) (1 - p) \right] (1 - p) q \frac{y_t}{l_{1t}} \\ \phi(l_{1t} + l_{2t})^\kappa &= \lambda_t \left[(1 - \tau^k) p + (1 - \tau^l) (1 - p) \right] (1 - p) \frac{y_t}{l_{2t}} \end{aligned}$$

从而在任何时候， $k_{1t} = qk_{2t}$ ， $l_{1t} = ql_{2t}$ 。所以在稳态时，

$$\begin{aligned} \frac{\bar{k}_1}{\bar{y}} &= \frac{1 \bar{x} q}{\delta \bar{y} q + 1} \\ \frac{\bar{k}_2}{\bar{y}} &= \frac{1 \bar{x} 1}{\delta \bar{y} q + 1} \end{aligned}$$

其他稳态值与均衡解与基准模型相同。

4.2.2.2 对数线性化

将劳动力市场均衡的结果代入其他方程。

产品市场均衡：

$$\hat{y}_t = q^2 \hat{k}_{G,t} + p(q+1) \hat{k}_{1t} + (1-p)(q+1) \hat{l}_t \quad (4-28)$$

$$\hat{y}_t = \frac{\bar{c}}{\bar{y}} \hat{c}_t + \frac{\bar{k}}{\bar{y}} (k_{1t+1}^\wedge - (1-\delta)k_{1t}^\wedge) + \frac{\bar{g}}{\bar{y}} \hat{g}_t \quad (4-29)$$

政府政策：

$$\tau^c \frac{\bar{c}}{\bar{y}} \hat{c}_t + \left[\tau^k p + \tau^l (1-p) \right] \hat{y}_t + \frac{\bar{b}}{\bar{y}} \hat{b}_t = \frac{\bar{g}}{\bar{y}} \hat{g}_t + r^{\bar{b}} \frac{\bar{b}}{\bar{y}} (r_{t-1}^{\hat{b}} + b_{t-1}^\wedge) \quad (4-30)$$

$$k_{G,t+1}^\wedge = (1-\delta)k_{G,t}^\wedge + \delta \hat{g}_t \quad (4-31)$$

$$g_{t+1}^\wedge = \rho \hat{g}_t + \varepsilon_{t+1} \quad (4-32)$$

资本形成：

$$-\gamma \hat{c}_t = \hat{r}_t^b - \gamma E_t(c_{t+1}) \quad (4-33)$$

$$(\kappa + 1) \hat{l}_{1t} = -\gamma \hat{c}_t + \hat{y}_t \quad (4-34)$$

$$\bar{r}^b \hat{r}_t^b = \left[(1 - \tau^k) p + (1 - \tau^l) (1 - p) \right] pq \frac{\bar{y}}{k} [E_t(y_{t+1}) - k_{t+1}] \quad (4-35)$$

4.2.3 参数设定与模型分析

参数设定与基准模型基本相同。

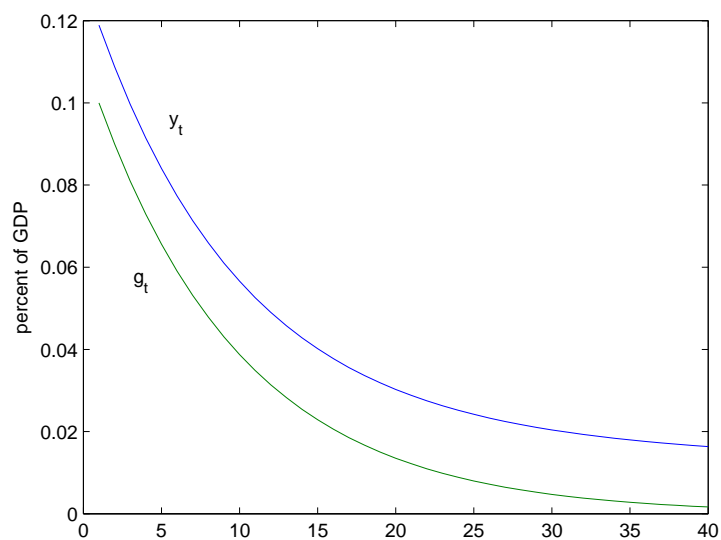


图 4.3 上下游生产部门的脉冲响应分析

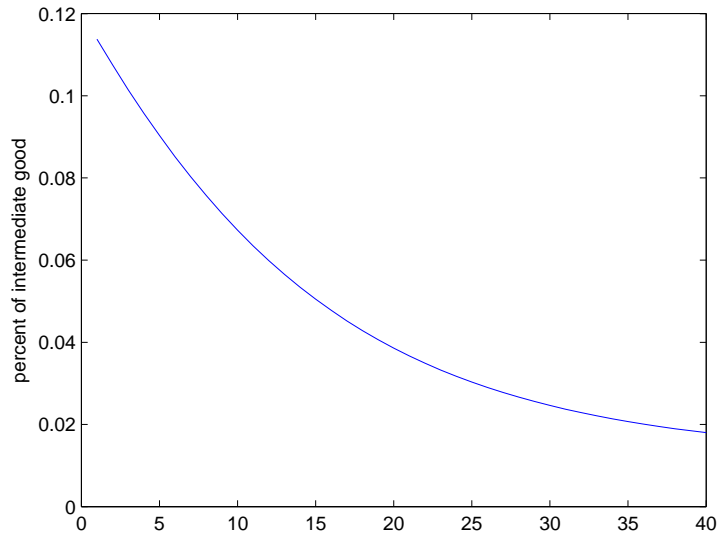


图 4.4 中间产品的产量变化

如图 4.3 所示，绿色曲线为假设政府投资在第一期有 $\varepsilon_1 = 0.1y$ 的冲击，蓝色曲线为总产出的影响，可见乘数效应是显著大于 1。并且在永久性的投资后，整个经济会达到新的，比原状态有更高福利和产出的稳态。

政府在中间产品投资上的刺激作用通过两个方面来体现。首先，政府在中间产品上的投资，刺激了中间产品的产出变化（如图 4.4 所示）。其次，政府在中间产品上的投资对于下游产品产出有正外部性，所以会有对于总产出的正向影响相对于基准模型而言更大。由于这个模型依然是新古典的设定，私人投入和消费由于政府部门支出上升依然有挤出效应，但此时总产出的收入效应大于挤出效应。

更大的乘数效应并非来自模型设定：在上下游产业的模型中，下游产品的产出方程可以化为

$$y_t = Ak_{G,t}^{q^2} k_{1t}^{pq} l_t^{(1-p)q} k_{2t}^p l_{2t}^{1-p} \quad (4-36)$$

从而政府资本占总产出的影响为 q^2 ，小于基准模型中的 q ，此时分上下游产业的模型依然有更大的乘数效应。

第 5 章 结论

本章概述本文所做工作，指出有待改进之处和以后可以做的方向。

5.1 本文所做工作

本文第 3 章中给出了一个用于分析政府投资乘数效应的基准模型。政府投资的影响在于改变公共资本积累，从而提高了生产中劳动和资本的边际产出，继而增加了总产出。同时，政府加大投资也使得消费者由于替代效应重新决策，降低私人的生产要素投入。在基准模型中，政府的乘数效应在 1 左右，也符合新古典模型的预期。

在本文的第 4 章中给出了基准模型的两个变化，共同点是都把生产部门分成两个相异的模块。第一个变化将生产部门分成平行的两个部门，其不同之处在于全要素生产率和政府投资比重，用于刻画政府往往在低效的国有企业投资更多的特征。第二个变化进一步将两个生产部门变成上下游的关系，用于刻画在经济刺激计划中政府对国有企业和中间产品投资更多的特征。通过脉冲响应分析，文中得到了国有企业相对于私有企业受益更多产出变化更大，且政府对于中间产品的投资可能有更高的乘数效应的结果。

5.2 不足之处以及改进方向

由于研究中国经济政策的理论文献不多，本文所做话题有很多发挥的空间。但因为能力的暂时不足，模型构建经验的缺乏以及时间的不充分，本文的模型构建还有很多的改进空间。

5.2.1 模型设定的变化

在本文中，政府用于调整支出政策的工具是政府债券 b_t ，通过调整利率改变资本市场的均衡值。但政府有更多的政策调整工具。例如，在模型中可以加入货币供给（政府通过改变货币供给来改变价格水平，从而在短期内拉动需求），也可以调整税收政策（文中的各项 τ 都可以改为依时间而变化的值，政府

通过减税政策减少人们的决策扭曲等等)。这些政策调整工具加入后可以更好地刻画政府增加支出的行为。

5.2.2 参数校准

本文用的方法是参数校准，即以真实经济的稳态值反解出模型设定的各项参数。这样做固然是文献中比较通用的方法，但因为模型设定较为简单，与现实的差距太大，即便校准了参数，也不能得到准确的定量结论，只能做一些定性的分析。

一个可能的变化是用贝叶斯后验估计 (Bayesian estimation)，这样可以更好地估计参数，并且给出参数范围可以做稳健性检验。但因为时间以及能力所限，本文没有做这一部分。

5.2.3 上下游生产模型中的问题

在上下游生产模型中，本文假定了上游生产的产品直接投入到下游生产中，但这样做就没有把上游生产部门放在市场竞争中，与需要刻画的国有企业和中间产品的性质不同。现实中，人们在上游企业中工作或者对上游企业投资也是会获得工资和利润的。在附录 B.3中给出了一种更好的模型构建方式以及中间结果，作者正在做相关模型求解工作。附录 B.3中的模型能够刻画国有企业与私有企业都在竞争市场中的性质，因此会比 4.2中的模型更有说服力。

总而言之，本文是使用动态随机一般均衡模型并作出推广的一个尝试，也有捉襟见肘之处，这也是作者将来改进的方向和前进的动力。



图 5.1 论文完成

插图索引

图 3.1	基准模型脉冲响应分析	11
图 4.1	y_1 部门产出关于政府投资量的变化	14
图 4.2	两个生产部门分别的脉冲响应	16
图 4.3	上下游生产部门的脉冲响应分析	19
图 4.4	中间产品的产量变化	20
图 5.1	论文完成	22

表格索引

表 2.1 四万亿投资计划	4
---------------------	---

公式索引

公式 3-1	6
公式 3-2	6
公式 3-3	6
公式 3-4	7
公式 3-5	7
公式 3-6	7
公式 3-7	7
公式 3-8	7
公式 3-9	8
公式 3-10	8
公式 3-11	8
公式 3-12	8
公式 3-13	8
公式 3-14	8
公式 3-15	8
公式 3-16	8
公式 3-17	9
公式 3-18	9
公式 3-19	9
公式 3-20	9
公式 3-21	9
公式 3-22	9
公式 3-23	9
公式 3-24	9
公式 3-25	9
公式 3-26	9
公式 3-27	9
公式 4-1	12

公式 4-2	12
公式 4-3	12
公式 4-4	12
公式 4-5	12
公式 4-6	13
公式 4-7	13
公式 4-8	13
公式 4-9	13
公式 4-10.....	13
公式 4-11.....	14
公式 4-12.....	14
公式 4-13.....	14
公式 4-14.....	14
公式 4-15.....	14
公式 4-16.....	15
公式 4-17.....	15
公式 4-18.....	15
公式 4-19.....	15
公式 4-20.....	15
公式 4-21.....	17
公式 4-22.....	17
公式 4-23.....	17
公式 4-24.....	17
公式 4-25.....	17
公式 4-26.....	17
公式 4-27.....	17
公式 4-28.....	18
公式 4-29.....	18
公式 4-30.....	18
公式 4-31.....	18
公式 4-32.....	18

公式 4-33.....	19
公式 4-34.....	19
公式 4-35.....	19
公式 4-36.....	20
公式 B-1	35
公式 B-2	36
公式 B-3	36
公式 B-4	36
公式 B-5	36
公式 B-6	36
公式 B-7	36
公式 B-8	36
公式 B-9	36
公式 B-10.....	37
公式 B-11.....	37
公式 B-12.....	37
公式 B-13.....	37
公式 B-14.....	37
公式 B-15.....	37
公式 B-16.....	37

参考文献

- [1] Uhlig H. Some fiscal calculus. *The American Economic Review*, 2010, 100(2):30–34
- [2] Naughton B. Understanding the Chinese stimulus package. *China Leadership Monitor*, 2009, 28:4
- [3] Barro R. Output Effects of Government Purchases. *The Journal of Political Economy*, 1981, 89:1086–1121
- [4] Ramey V. Identifying Government Spending Shocks: It's all in the Timing. *The Quarterly Journal of Economics*, 2011, 126(1):1–50
- [5] Hall R. By How Much Does GDP Rise If the Government Buys More Output? *Brookings Papers on Economic Activity*, 2009, 2009:183–231
- [6] Galí J, López-Salido J, Vallés J. Understanding the effects of government spending on consumption. *Journal of the European Economic Association*, 2007, 5(1):227–270
- [7] Altig D, Christiano L, Eichenbaum M, et al. Firm-specific capital, nominal rigidities and the business cycle. Technical report, National Bureau of Economic Research, 2005
- [8] Aiyagari S, Christiano L, Eichenbaum M. The output, employment, and interest rate effects of government consumption. *Journal of Monetary Economics*, 1992, 30(1):73–86
- [9] Long Jr J B, Plosser C I. Real business cycles. *The Journal of Political Economy*, 1983, 91:39–69
- [10] Ramey V, Shapiro M. Costly capital reallocation and the effects of government spending. *Proceedings of Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, volume 48. Elsevier, 1998. 145–194
- [11] Restuccia D, Rogerson R. Policy distortions and aggregate productivity with heterogeneous establishments. *Review of Economic Dynamics*, 2008, 11(4):707–720
- [12] Hsieh C, Klenow P. Misallocation and manufacturing TFP in China and India. *The Quarterly Journal of Economics*, 2009, 124(4):1403–1448
- [13] Leeper E M, Walker T B, Yang S C S. Government investment and fiscal stimulus. *Journal of Monetary Economics*, 2010, 57(8):1000–1012
- [14] Sims C A. Solving linear rational expectations models. *Computational Economics*, 2002, 20(1):1–20

致 谢

衷心感谢经管学院经济系导师刘庆助理教授对本人论文的精心指导，纵然论文七易其稿，导师始终耐心指点。他的言传身教将使我受益终身。这篇论文还有很大的进步空间，还远没有达到导师的期望，令我诚惶诚恐。我也会在将来掌握更多知识，扎实学习，继续完成这个项目。

感谢经济系宏观组的各位老师：欧阳敏副教授，乔雪助理教授，李冰助理教授，姚雯助理教授，文一教授，他们为我打开了宏观经济学的大门，并让我意识到自己的浅薄和不足。他们中有的指导过我研究，有的担任授课老师，有的担任该论文的开题和中期答辩指导，相同的是都对我经济学认识的萌芽有着深远的影响。他们严谨的态度，犀利的研究兴趣以及对于经济学孜孜不倦的追求永远值得我效仿。

在 University of Minnesota 的一学期交换经历，让我坚定了将来从事宏观经济学研究的信心，感谢清华大学经管学院提供的相关机会，并且感谢 University of Minnesota 的 Kehoe, Chari, Rahman 和 Perri 四位教授。

感谢本科导师李宏彬教授四年来对我的指导和鼓励，他也是最早把我引上学术方向的老师，更是我仰望的对象和学习的榜样。

最后感谢帮助过我的各位本科、硕士、博士同学师兄师姐，以及父母的爱和支持。他们让我意识到，把“为爱我的人谋幸福”作为生活的意义，是一件满足而幸运的事情。

引王安石的《游褒禅山记》部分与所有人共勉：“夫夷以近，则游者众；险以远，则至者少。而世之奇伟、瑰怪、非常之观，常在于险远，而人之所罕至焉，故非有志者不能至也。有志矣，不随以止也，然力不足者亦不能至也。有志与力，而又不随以怠，至于幽暗昏惑而无物以相之，亦不能至也。然力足以至焉而不至，於人为可讥，而在己为有悔；尽吾志也，而不能至者，可以无悔矣，其孰能讥之乎？”

声 明

本人郑重声明：所提交的学位论文，是本人在导师指导下，独立进行研究工作所取得的成果。尽我所知，除文中已经注明引用的内容外，本学位论文的研究成果不包含任何他人享有著作权的内容。对本论文所涉及的研究工作做出贡献的其他个人和集体，均已在文中以明确方式标明。

签 名：_____ 日 期：_____

附录 A 论文英文概要

This paper is a theoretical one which builds a series of dynamic stochastic general equilibrium models (DSGE models hereafter) to measure the multiplier effect of government spending on infrastructure construction. It provides a benchmark model at first and expands the model into two models with heterogeneous firm settings. The first variation provides a model with parallel production sectors in order to depict the difference between state-owned enterprises (SOEs hereafter) and private firms. Furthermore, the second variation provides a model with two layers of production sectors. The first layer of production sector produces intermediate good which is regarded as capital in the second layer of production sector. Since the analytical solutions of the models are implicitly given, the analysis of multiplier effect is done in impulse response of DSGE models. DSGE models are first-order approximation by log-linearization around the steady state. This paper shows all the analysis, graphs and numerical results in body text while the implement details are shown in following appendix.

The multiplier effect is a common way for researchers in economics and it is a topic with a long history. The neoclassical school and new-Keynesian school have different view on it. Neoclassical people believe that government spending is a distortion to frictionless market and the multiplier effect will not exceed one. However, new-Keynesian school regard government spending as one way to expand market demand and the multiplier effect is significant. This topic becomes hot in recent years because of the great recession since year 2008. As subprime mortgage bubble exploded, the main economic entities around the world started economic stimulation plans. Multiplier effect provides the tool to analyze the policy result of these plans. Among them the most famous two are ARRA plan in U.S. and “four trillion RMB” plan in China. Till now there is plenty of literature analyzing the policy effect of U.S., but theoretical analysis is rare for Chinese economy. Hence this paper makes a contribution to analyze Chinese policy results.

Moreover, the stimulus package of Chinese government has specific patterns. The investments implemented by Chinese government are usually through the channel of

SOEs rather than private firms. Hence this will invoke a misallocation problem between these two categories of enterprises. Literatures show that SOEs are not that efficient in production as private firms. The total factor of productivity (TFP hereafter) of SOEs is usually lower than that of private firms. In sharp contrast, SOEs usually have more production factors in hand. Therefore, the question rises whether it is still appropriate to continue investing on these SOEs even the marginal return is not as high as private firms.

In addition, the stimulus package leans to infrastructure rather than good production. According to media report, about 50% of total investment is put in infrastructure construction industry. Hence there is a tradeoff. Infrastructure construction, on one hand, can improve the TFP of final good industry and increase the marginal revenue. On the other hand, government may overestimate the importance of infrastructure construction and the newly built infrastructure might be inefficient. Whether it is worthwhile investing on infrastructure is still under controversy and this paper try to provide some results by numerical analysis of DSGE models.

Another contribution in this paper is the setting of heterogeneous production sectors. Though the setting of heterogeneous production sectors starts from the fundamental articles of real business cycle theory, scholars usually only take one representative firm in general equilibrium models. One common pattern in new-Keynesian models is Dixit-Stiglitz wrap-up technology in intermediate goods, but it is only a shortcut and lack of microeconomic foundation. For neoclassical economists there are some who employ heterogeneous production sectors in parallel to analyze different industry categories and government spending. The rareness in previous literature is also an impetus for me to focus on this topic.

In this paper three models are presented. The benchmark model is shown in chapter 3. There are three sectors in the model: household, firms and government. These three sectors are put in a competitive equilibrium and markets are complete. Household optimize their choice in labor, capital supply and government bond purchasing according to utility function and household budget constraint. The representative firm decides labor and capital demand by maximizing firm profit. Then in equilibrium these two markets clear while wage and capital rent are pinned down. Government gains

from taxation in consumption, labor, capital market and government also issue bond to compensate for their spending flow constraint. Money is not included in the model because in a frictionless model money is not necessary and people take good as numeraire. After parameter calibration, the impulse response shows an immediate multiplier about 0.9 but increase to 1 afterwards. Hence in this benchmark model, government spending is almost neutral to the economy.

Two variations of benchmark model are shown in chapter 4. The first variation splits the production sector into two parallel sectors, trying to depict a key difference between SOEs and private firms: SOEs enjoy more government investment and private firms have higher TFP. The form of production function for two sectors are almost the same and household can choose any of them to provide labor and capital as both sectors are on the same factor market. This split doesn't change the aggregate level when doing impulse response. However, this split alters the level of two different sectors, showing that government spending have more impact on SOEs rather than private firms. The second variation also has two production sectors. One sector produces intermediate good (like infrastructure) and the other sector use the intermediate one as capital to produce final good. Households can choose to put labor and capital in both sectors although they can only gain from the final good production sector. Government only invests in the intermediate production sector. However, the impulse response shows that spending multiplier will be significantly larger than one. It is because investing in intermediate production sector has positive externality.

This research still has a long way to go as the model setting is still ad hoc. The Cobb-Douglas production setting is a shortcut and more detailed analysis should include IO table. Moreover, to calibrate the parameters more precisely, I should employ Bayesian estimation based on data. I will continue focusing on this project in my future PhD study.

附录 B 模型中的一些技术细节解释

B.1 关于基准模型时间设定的一些解释

基准模型中对政府债券 b_t 和私人投资 k_t 两类资本收益率的决定时间不同。过往文献中对此问题有多种定义方式，而在本文的两篇较主要的参考文献中，Uhlig (2010)^[1] 中设定第 t 期时消费者决定 b_t 和 k_{t+1} 的数量，而收益率都在 $t+1$ 期的均衡中被决定，分别记为 r_{t+1}^b 和 r_{t+1}^k 。Leeper et al. (2010)^[13] 中设定第 t 期是消费者决定 b_t 和 k_{t+1} 的数量，但政府会在第 t 期中声明债券的价格 r_t^k ，而资本的回报 r_{t+1}^k 会在第 $t+1$ 期被决定。

这两种设定的区别主要在于跨期选择方程（欧拉方程，Euler equation）。在前一种设定中，人们在第 t 期做决策时都需要对未来两种资产的收益作期望，并且在每一期时这两种资产的回报率是相同的，无套利方程成立：

$$\begin{aligned}c_t^{-\gamma} &= \beta E_t \left(c_{t+1}^{-\gamma} r_{t+1}^b \right) \\r_t^b &= \left(1 - \tau^k \right) r_t^k + (1 - \delta)\end{aligned}$$

在后一种设定中，人们在第 t 期做决策时知晓债券的收益率，跨期选择方程不用对债券取期望，并且在每一期时，债券的回报率与资本回报的期望值相等，无套利方程在期望下成立：

$$\begin{aligned}c_t^{-\gamma} &= \beta E_t \left(c_{t+1}^{-\gamma} \right) r_t^b \\r_t^b &= \left(1 - \tau^k \right) E_t \left(r_{t+1}^k \right) + (1 - \delta)\end{aligned}$$

这两种设定的区别比较细微（显然有相同的均衡点和稳态值），后一种设定的区别是在政府投资有外在冲击的时候，由于时间设定原因人们一开始会对利率有较小的反应，从而在初期受到更小的替代效应的影响，使得总产出稍微大一些。

本文的模型用的是后一种设定，但无论哪一种设定都不会影响模型的基本结论。

B.2 关于平行生产部门模型生产方程设定的解释

一般而言，文献中带有公共资本的生产方程会设定为对于消费者齐次。

本文中，对于平行的生产部门，设定为

$$\begin{aligned} y_{1t} &= A_1 k_{1t}^p (\theta k_{G,t})^q l_{1t}^{1-p-q} \\ y_{2t} &= A_2 k_{2t}^p ((1-\theta) k_{G,t})^q l_{2t}^{1-p-q} \end{aligned}$$

这里的设定是不齐次的，因此消费者并不能得到所有企业利润。

这样假设的原因是如果生产中不带任何摩擦，那么平行的生产部门会互相替代。分析如下：假设生产部门满足对消费者的齐次设定。

$$\begin{aligned} y_{1t} &= A_1 k_{1t}^p (\theta k_{G,t})^q l_{1t}^{1-p} \\ y_{2t} &= A_2 k_{2t}^p ((1-\theta) k_{G,t})^q l_{2t}^{1-p} \end{aligned}$$

那么在稳态时， $\frac{\bar{l}_1}{\bar{l}_2} = \frac{\bar{y}_1}{\bar{y}_2} = \frac{\bar{k}_1}{\bar{k}_2}$ 依然成立。将以上稳态值代入生产方程尝试去解 $\frac{\bar{y}_1}{\bar{y}}$ 的稳态值 ($y \equiv y_1 + y_2$)，则

$$\left(\frac{\frac{\bar{y}_1}{\bar{y}}}{1 - \frac{\bar{y}_1}{\bar{y}}} \right)^{1-p} = \frac{A_1}{A_2} \left(\frac{\theta}{1-\theta} \right)^q \left(\frac{\frac{\bar{y}_1}{\bar{y}}}{1 - \frac{\bar{y}_1}{\bar{y}}} \right)^{1-p}$$

即

$$1 = \frac{A_1}{A_2} \left(\frac{\theta}{1-\theta} \right)^q \quad (\text{B-1})$$

也就是说 y_1 和 y_2 只有在 B-1 成立时才会同时生产。否则消费者会选择两个生产部门中全要素生产率更高的那一个。因此在无摩擦，且 A_1, A_2, θ 都外生给定时，两个生产部门只会有一个工作。

解决这个问题有多种方式。文献中的方式是引入资本在不同生产部门间的调整成本，或者在消费者行为中引入摩擦。本文中不齐次的设定相当于引入了消费者的摩擦，从而使得两个生产部门不能完全互相替代。这种设定并不会影响模型的基本结论。

B.3 上下游生产模型的更好的设定

此处给出一个将生产部门分成上下游的模型，这个模型优于文中模型的地方在于上游生产部门和下游生产部门都处在竞争市场中，可以更好地刻画现实

情形。

模型中假定两种产品 y_1 和 y_2 ，其中 y_1 由上游部门生产，是一种资本品，被消费者用作投资。 y_2 由下游部门生产，是最终产品，家庭用来消费，政府用来积累公共资本。具体的模型设定、稳态以及对数线性化如下。

B.3.1 模型设定

B.3.1.1 家庭

家庭最优化在消费和在两个生产部门中的劳动和资本投入：

$$\max U = E \left(\sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left(\frac{c_t^{1-\gamma}}{1-\gamma} - \phi \frac{(l_{1t} + l_{2t})^{1+\kappa}}{1+\kappa} \right) \right) \quad (\text{B-2})$$

其面对的预算约束为：

$$\begin{aligned} (1 + \tau^c) c_t + b_t + p_t^r [(k_{1t+1} + k_{2t+1}) - (1 - \delta)(k_{1t} + k_{2t})] \\ = (1 - \tau^k) r_t^k (k_{1t} + k_{2t}) + (1 - \tau^l) w_t (l_{1t} + l_{2t}) + r_{t-1}^b b_{t-1} \end{aligned} \quad (\text{B-3})$$

B.3.1.2 企业

上游企业生产 y_1 ，下游企业生产 y_2 ，其生产技术分别为：

$$y_{1t} = A k_{1t}^p (\theta k_{G,t})^q l_{1t}^{1-p} \quad (\text{B-4})$$

$$y_{2t} = A k_{2t}^p [(1 - \theta) k_{G,t}]^q l_{2t}^{1-p} \quad (\text{B-5})$$

取最终产品 y_2 为计价物，设 y_1 的相对价格为 p^r 。在两类企业都处于竞争市场中时，工资和资本租金在均衡时满足以下条件：

$$w_t = p_t^r (1 - p) \frac{y_{1t}}{l_{1t}} = (1 - p) \frac{y_{2t}}{l_{2t}} \quad (\text{B-6})$$

$$r_t^k = p_t^r p \frac{y_{1t}}{k_{1t}} = p \frac{y_{2t}}{k_{2t}} \quad (\text{B-7})$$

B.3.1.3 政府

政府在生产要素市场、中间产品市场和最终产品市场中收税，并发行债券来平衡收支。其面对的预算约束和公共资本积累方程如下：

$$\tau^c c_t + \tau^k r_t^k (k_{1t} + k_{2t}) + \tau^l w_t (l_{1t} + l_{2t}) + b_t = g_t + r_{t-1}^b b_{t-1} \quad (\text{B-8})$$

$$k_{G,t+1} = (1 - \delta) k_{G,t} + g_t \quad (\text{B-9})$$

B.3.1.4 产品市场出清

通过各种要素价格，以及两种产品相对价格 p^r 的市场调整，在均衡中中间产品和最终产品市场分别出清：

$$c_t + g_t = y_{2t} \quad (\text{B-10})$$

$$(k_{1t+1} + k_{2t+1}) - (1 - \delta)(k_{1t} + k_{2t}) = y_{1t} \quad (\text{B-11})$$

B.3.2 稳态及对数线性化

B.3.2.1 稳态

在家庭方面，对 $\{c_t, b_t, k_{1t+1}, l_{1t}\}$ 分别求导，得到：

$$c_t^{-\gamma} = (1 + \tau^c) \lambda_t$$

$$\lambda_t = \beta E_t(\lambda_{t+1}) r_t^b$$

$$p_t^r \lambda_t = \beta E_t(\lambda_{t+1}) \left[p_{t+1}^r (1 - \delta) + (1 - \tau^k) r_{t+1}^k \right]$$

$$\phi(l_{1t} + l_{2t})^\kappa = \lambda_t (1 - \tau^l) w_t$$

结合以上各方程，此处列出一些较关键的稳态，从而相对价格稳态 \bar{p}^r 也可以被确定：

$$\bar{r}^b = \frac{1}{\beta} \quad (\text{B-12})$$

$$\bar{p}^r (\bar{r}^b + \delta - 1) = (1 - \tau^k) \bar{r}^k \quad (\text{B-13})$$

$$\frac{\bar{p}^r \bar{y}_1}{\bar{y}_2} = \frac{\bar{k}_1}{\bar{k}_2} = \frac{\bar{l}_1}{\bar{l}_2} \quad (\text{B-14})$$

$$\delta (\bar{k}_1 + \bar{k}_2) = \bar{y}_1 \quad (\text{B-15})$$

$$\tau^c \frac{\bar{c}}{\bar{y}_2} + [\tau^k p + \tau^l (1 - p)] \left(\frac{\bar{p}^r \bar{y}_1}{\bar{y}_2} + 1 \right) = \frac{\bar{g}}{\bar{y}_2} + (\bar{r}^b - 1) \frac{\bar{b}}{\bar{y}_2} \quad (\text{B-16})$$

B.3.2.2 对数线性化

劳动力市场均衡：

$$\kappa \left(\frac{\bar{l}_1}{\bar{l}_1 + \bar{l}_2} \hat{l}_{1t} + \frac{\bar{l}_2}{\bar{l}_1 + \bar{l}_2} \hat{l}_{2t} \right) = -\gamma \hat{c}_t + \hat{w}_t$$

$$\hat{w}_t = \hat{y}_{1t} - \hat{l}_{1t} = \hat{y}_{2t} - \hat{l}_{2t}$$

产品市场均衡:

$$\begin{aligned}
 y_{1t} &= p\hat{k}_{1t} + qk_{G,t} + (1-p)\hat{l}_{1t} \\
 y_{2t} &= p\hat{k}_{2t} + qk_{G,t} + (1-p)\hat{l}_{2t} \\
 \frac{\bar{c}}{\bar{y}_2}\hat{c}_t + \frac{\bar{g}}{\bar{y}_2}\hat{g}_t &= y_{2t} \\
 \frac{\bar{k}_1}{\bar{y}_1}[k_{1t+1} - (1-\delta)\hat{k}_{1t}] + \frac{\bar{k}_2}{\bar{y}_1}[k_{2t+1} - (1-\delta)\hat{k}_{2t}] &= y_{1t}
 \end{aligned}$$

政府政策:

$$\begin{aligned}
 \tau^c \frac{\bar{c}}{\bar{y}_2}\hat{c}_t + [\tau^k p + \tau^l (1-p)] \left[\frac{\bar{p}^r \bar{y}_1}{\bar{y}_2} (\hat{p}^r + y_{1t}) + y_{2t} \right] + \frac{\bar{b}}{\bar{y}_2}\hat{b}_t &= \frac{\bar{g}}{\bar{y}_2}\hat{g}_t + \bar{r}^b \frac{\bar{b}}{\bar{y}_2} (r_{t-1}^b + b_{t-1}) \\
 k_{G,t+1} &= (1-\delta)k_{G,t} + \delta\hat{g}_t \\
 g_{t+1} &= \rho\hat{g}_t + \varepsilon_{t+1}
 \end{aligned}$$

资本形成:

$$\begin{aligned}
 -\gamma\hat{c}_t &= \hat{r}_t^b - \gamma E_t c_{t+1} \\
 \bar{p}^r \bar{r}^b (\hat{p}^r + \hat{r}^b) &= (1-\delta)\bar{p}^r \hat{p}^r + (1-\tau^k) \bar{r}^k E_t r_{t+1}^k \\
 \hat{r}_t^k &= y_{1t} - \hat{k}_{1t} = y_{2t} - \hat{k}_{2t}
 \end{aligned}$$

附录 C 解模型所用 Matlab 代码

C.1 基准模型

```
%Benchmark Model
%Preset parameters
p = 0.38;
q = 0.05;
beta = 1/1.01;
gamma = 2;
delta = 0.1;
kappa = 2;
rho = 0.9;
tau_c = 0.05;
tau_k = 0.36;
tau_l = 0.28;
c_y = 0.59;
x_y = 0.27;
g_y = 0.14;
b_y = 2.52;
T = 40;
%Parameter values to be calculated
r_b = 1/beta;
r_k = (r_b + delta - 1)/(1 - tau_k);
k_y = x_y/delta;
%Matrices to be fed into the algorithm
M0 = zeros(9);
M1 = zeros(9);
Psi = zeros(9,1);
```

```

Pi = zeros(9,2);
M1(1,1) = 1; M1(1,2) = -gamma; M1(1,5) = -(kappa+1);
M1(2,1) = 1; M1(2,3) = -p; M1(2,5) = -(1-p); M1(2,4) = -q;
M0(3,3) = k_y; M1(3,1) = 1; M1(3,2) = -c_y; M1(3,3) = k_y*(1-delta); M1(3,9)
= -g_y;
M0(4,4) = 1; M1(4,4) = 1-delta; M1(4,9) = delta;
M1(5,1) = 1; M1(5,3) = -1; M0(5,7) = -1;
M0(6,2) = gamma; M1(6,2) = gamma; M1(6,8) = 1; Pi(6,1) = gamma;
M0(7,7) = (1-tau_k)*r_k; M1(7,8) = r_b; Pi(7,2) = (1-tau_k)*r_k;
M0(8,2) = tau_c*c_y; M0(8,1) = tau_k*p+tau_l*(1-p); M0(8,6) = b_y; M0(8,9) =
-g_y; M1(8,6) = r_b*b_y; M1(8,8) = r_b*b_y;
M0(9,9) = 1; M1(9,9) = rho; Psi(9,1) = 1;
[G1,C,impact,fmat,fwt,ywt,gev,eu,loose]=gensys(M0,M1,0,Psi,Pi);
eu %Displaying the indicators
eps = 1e-12;
[dim1,dim2] = size(G1);
[dim3,dim4] = size(impact);
for i = 1:dim1
for j = 1:dim2
if abs(G1(i,j))<eps
G1(i,j) = 0;
end
end
end
for i = 1:dim3
for j = 1:dim4
if abs(impact(i,j))<eps
impact(i,j) = 0;
end
end
end
end

```

```

impulse = 0.1 / g_y / impact(9,1);
z = zeros(9,T);
z(:,1) = impact*impulse;
for i = 2:T
z(:,i) = G1*z(:,i-1);
end
invest = zeros(1,T);
for i = 1:T-1
invest(i) = (z(3,i+1) - z(3,i)*(1-delta))/delta * x_y;
end
z(2,:) = z(2,:) * c_y;
z(9,:) = z(9,:) * g_y;
x = 1:1:T;
figure(1);
plot(x,z(1,:),x,z(2,:),x,z(9,:),x,invest);

```

C.2 上下游生产部门模型

```

%Two layers
%Preset parameters
p = 0.38;
q = 0.05;
beta = 1/1.01;
gamma = 2;
delta = 0.1;
kappa = 2;
theta = 0.8;
rho = 0.9;
tau_c = 0.05;
tau_k = 0.36;
tau_l = 0.28;
c_y = 0.59;

```



```

x_y = 0.27;
g_y = 0.14;
b_y = 2.52;
T = 40;
%Parameter values to be calculated
r_b = 1/beta;
k_y = x_y/delta;
%Matrices to be fed into the algorithm
M0 = zeros(8);
M1 = zeros(8);
Psi = zeros(8,1);
Pi = zeros(8,1);
M1(1,1) = 1; M1(1,4) = -q2; M1(1,3) = -p*(q+1); M1(1,5) = -(1-p)*(q+1);
M0(2,3) = k_y; M1(2,1) = 1; M1(2,2) = -c_y; M1(2,3) = (1-delta)*k_y; M1(2,8)
= -g_y;
M0(3,1) = tau_k*p+tau_l*(1-p); M0(3,2) = tau_c*c_y; M0(3,6) = b_y; M0(3,8) =
-g_y; M1(3,6) = r_b*b_y; M1(3,7) = r_b*b_y;
M0(4,2) = gamma; M1(4,7) = 1; M1(4,2) = gamma; Pi(4,1) = gamma;
M1(5,1) = 1; M1(5,2) = -gamma; M1(5,5) = -(kappa+1);
M0(6,1) = ((1-tau_k)*p+(1-tau_l)*(1-p))*p*q/k_y; M0(6,3) = -((1-tau_k)*p+(1-
tau_l)*(1-p))*p*q/k_y;
M1(6,7) = r_b; Pi(6,2) = ((1-tau_k)*p+(1-tau_l)*(1-p))*p*q/k_y; Pi(6,3) = -((1-
tau_k)*p+(1-tau_l)*(1-p))*p*q/k_y;
M0(7,4) = 1; M1(7,4) = 1-delta; M1(7,8) = delta;
M0(8,8) = 1; M1(8,8) = rho; Psi(8,1) = 1;
[G1,C,impact,fmat,fwt,ywt,gev,eu,loose]=gensys(M0,M1,0,Psi,Pi);
eu %Displaying the indicators
eps = 1e-12;
[dim1,dim2] = size(G1);
[dim3,dim4] = size(impact);
for i = 1:dim1

```

```

for j = 1:dim2
if abs(G1(i,j))<eps
G1(i,j) = 0;
end
end
end
for i = 1:dim3
for j = 1:dim4
if abs(impact(i,j))<eps
impact(i,j) = 0;
end
end
end
impulse = 0.1 / g_y / impact(8,1);
z = zeros(8,T);
z(:,1) = impact*impulse;
for i = 2:T
z(:,i) = G1*z(:,i-1);
end
invest = zeros(1,T);
for i = 1:T-1
invest(i) = (z(3,i+1) - z(3,i)*(1-delta))/delta * x_y;
end
invest(T) = 2 * invest(T-1) - invest(T-2);
z(2,:) = z(2,:) * c_y;
z(8,:) = z(8,:) * g_y;
x = 1:1:T;
figure(1);
plot(x,z(1,:),x,z(2,:),x,z(8,:),x,invest);
interm = zeros(1,T);
interm = p*z(3,:) + q*z(4,:) + (1-p)*z(5,:);

```

```
figure(2);  
plot(x,interm);
```