

学科类别：经济学·应用经济学

项目编号：99CJY005

A Research Report

经济增长的混沌预测方法及其实证研究

Analyses of Economic Growth

研 究 报 告

任务来源：国家哲学·社会科学基金资助项目

完成单位：郑州航空工业管理学院

项目负责人：刘刚

完成人员：刘刚、张志宏、刘源、冉净斐、刘孝龙、陈宝杰、
王霖

March, 2003

二〇〇三年三月

A Research Report

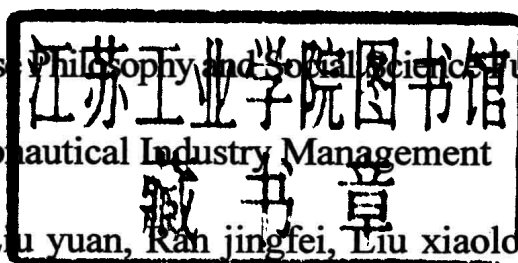
The Chaotic Forecast Approaches and their Application Analyses of Economic Growth

Source: The Project Supported by Chinese Philosophy and Social Science Fund

Corporate: Zhengzhou Institute of Aeronautical Industry Management

Author: Liu gang, Zhang zhihong, Liu yuan, Ran jingfei, Liu xiaolong,

Chen baojie, Wang lin



March, 2003

摘 要

经济增长是宏观经济学的的一个分支,自 40 年代开始,已成为一个专门的研究领域,该理论以国民生产总值(GNP)或以人均国民生产总值为衡量标准,分析和研究影响经济增长的各要素总量投入、单位要素产出及各要素之间的相互作用。从系统的角度去分析,经济增长是一个各生产要素不断投入、产品和劳务不断产出的循环、迭代过程,具有层次性、相关性、动态性、开放性和非线性,是一个在外部环境不断变化、内部结构不断调整的交互作用中,持续演化和发展的、复杂的系统,可以产生演化、混沌、分形等复杂的非线性现象,这使得基于线性、稳定、均衡等假设而建立起来的现代经济增长理论与模型,有着不可克服的局限性。

在国家哲学·社会科学基金项目(项目编号:99CJY005)“经济增长的混沌预测方法及其实证研究”的资助下,我们选择了经济增长作为研究对象,根据经济增长的系统特性和系统的投入、产出时序,从系统预测的角度出发,研究了经济增长的系统理论、预测方法、非均衡增长关系,并做出了预测方法的实证分析。

本报告完成的主要成果如下:

1、对现代经济增长理论及其发展动态进行了分析,研究了现代经济增长理论所面临的挑战与机遇,并对现代经济增长理论的未来发展作了展望。

2、对经济增长的系统理论进行了分析,研究了经济增长的系统模型,分析了经济增长的系统性、演化性、要素报酬递减和报酬递增性及要素报酬递减和报酬递增的交互作用对系统演化的影响,建立了基于经济增长时序的预测方法。

3、通过引入估计熵,并分段计算时序的估计熵,描述时序的非平稳性和复杂程度,进而将各时段的估计熵用于调节时序的滤波参数,建立了基于估计熵的增长时序滤波方法。

4、研究了基于经济增长时序的混沌时机诊断与条件判别的相空间重构技术、最大的 *Lyapunov* 指数方法等。

5、分析了基于人工神经网络、小波人工神经网络的非混沌时序预测方法和基于混沌吸引子的混沌时序预测方法,并做出预测方法的实证分析。

6、将经济增长系统简化为由资本品生产部门和消费品生产部门组成,采用一般的产业系统研究方法,建立了两部门经济增长的关系模型,并在一般系统理论的框架下,通过改变模型中的参数,研究了两部门经济增长的非均衡关系。

关键词:经济增长;混沌理论;预测技术;非均衡增长;复杂性系统;复杂性

ABSTRACT

Economic growth is a branch of macroeconomics and has become a special research field since 1940s. Economic growth theories are concerned with every factor total amount input, per every factor output and the interactions of factors by means of the standard of Gross National Product (GNP) or per capita GNP. Economic growth is a cycling process in which every production factor is constantly inputted, and products and services are continually outputted from a system viewpoint, and has hierarchy, relative, dynamic, open, and non-linear characteristics, and is a continual evolution and development, and complex system in the interactions of continual changes of external environments and continual adjustments of internal structures, and there are evolutionary, chaotic and fractal phenomena in the system. Therefore, there are inevitably limitations of theories and models of modern economic growth, which are established based on linear, steady, equilibrium hypotheses.

The research report is written after the project (No: 99CJY005) —“The Chaotic Forecast Approaches and their Application Analyses of Economic Growth”—is finished, which is supported by the Chinese national philosophy and social science fund. In the report, economic growth is considered as a research object. The system theories, forecast approaches and non-equilibrium growth relationships of economic growth are studied from a viewpoint of system forecast based on the system characteristics and system input and output time series, and the application analyses of their forecast approaches are made.

The achievements are finished in the report:

1 The development and change trends of modern economic growth theories are studied and the challenges and opportunities that modern economic growth theories face are analyzed. The futures of modern economic growth theories are expected.

2 Economic growth system theories are studied, and system characteristics and evolutionary characteristics are analyzed, and the system model is established. The factors diminishing returns and increasing returns and the alternating effects of factors diminishing returns and increasing returns to economic evolution influences are discussed in economic growth. The forecast approaches based on economic growth time series are established.

3 The filtering approaches of economic growth time series based on Approximate Entropy are presented by means of the introduction of Approximate Entropy and partly computing Approximate Entropy of time series and the application of the time series Approximate Entropy to the adjustment of filtering parameters.

4 The determining approaches of chaotic occasions and conditions are researched

based on economic growth time series, for example, the technology of phase space reconstruction and maximal *Lyapunov* index approach.

5 The non-chaotic time series forecast approaches of economic growth based on artificial neural network, wavelet artificial neural network are established. The chaotic time series forecast approaches are analyzed based on the strange attractors of time series. The applications of the forecast approaches are made.

6 It is supposed that an economic growth system is composed of a capital product department and a consumer goods department. Then, the general industrial system research approaches are used to establish two-sector economic growth relationship models, and the non-equilibrium relationships on two-sector economic growth are studied based on the general system theories by means of changing the parameters of the models.

Keywords: Economic Growth; Chaotic Theory; Forecasting Technology; Non-equilibrium Growth; Complex System; Complexity

目 录

第一章 前 言	1
1.1 现代经济增长理论与模型回顾.....	1
1.1.1 新古典增长理论与模型.....	1
1.1.2 内生增长理论与模型.....	2
1.1.3 两部门增长理论与模型.....	3
1.2 现代经济增长理论与模型的局限性.....	4
1.2.1 新古典增长理论与模型的局限性.....	4
1.2.2 内生增长理论与模型的局限性.....	5
1.2.3 两部门增长理论与模型的局限性.....	5
1.3 经济增长混沌预测方法研究的国内外现状及其存在的不足.....	6
1.3.1 经济增长混沌预测方法研究的国内外现状.....	6
1.3.2 研究现状存在的不足.....	8
1.4 本报告所做的研究工作及本报告的组织.....	8
1.4.1 本报告所做的研究工作.....	8
1.4.2 本报告的组织.....	11
第二章 经济演化的一般性问题	13
2.1 经济系统与复杂性系统理论.....	13
2.1.1 经济系统及其特性.....	13
2.1.2 复杂性系统理论简介.....	13
2.2 复杂性系统理论对经济预测的影响.....	15
2.2.1 复杂性系统理论对经济学的冲击.....	15
2.2.2 复杂性系统理论对经济预测的影响.....	15
2.3 经济演化的一般性问题.....	16
2.3.1 演化经济学与新古典经济学的不同点.....	16
2.3.2 经济演化模型的一般特征.....	18
第三章 经济增长的系统理论研究及混沌预测方法分析	19
3.1 经济增长的系统理论研究.....	19
3.1.1 经济增长系统的含义.....	19
3.1.2 经济增长系统的特性.....	20

3.1.3 经济增长系统的演化性.....	21
3.2 经济增长演化中的报酬递减与报酬递增效应.....	23
3.2.1 报酬递减与报酬递增.....	23
3.2.2 报酬递减与报酬递增的交互效应.....	24
3.2.3 一个例子.....	25
3.3 经济增长的混沌预测方法分析.....	27
3.3.1 经济增长时序及其特性.....	27
3.3.2 经济增长时序的混沌时机诊断与条件判别.....	27
3.3.3 基于经济增长时序的混沌预测方法.....	28
3.3.4 预测方法的实证分析.....	28
第四章 基于估计熵的经济增长时序滤波方法.....	29
4.1 基于估计熵的经济增长时序滤波方法.....	29
4.1.1 估计熵及其物理含义.....	29
4.1.2 基于估计熵的滤波方法.....	30
4.2 案例分析.....	30
4.2.1 案例说明.....	30
4.2.2 滤波效果的模拟分析.....	31
第五章 经济增长时序的混沌时机诊断与条件判别.....	33
5.1 概述.....	33
5.1.1 时序混沌的判别方法.....	33
5.1.2 相空间重构技术和最大的 Lyapunov 指数方法.....	33
5.2 基于相空间重构技术的时序混沌性诊断.....	34
5.2.1 构造 n 维的相空间向量 $X(t)$	34
5.2.2 计算相空间向量的关联积分.....	34
5.2.3 增加相空间维数 n	34
5.3 基于最大 Lyapunov 指数方法的时序混沌性诊断.....	35
5.3.1 最大的 Lyapunov 指数计算公式.....	35
5.3.2 最大的 Lyapunov 指数诊断方法.....	35
第六章 经济增长的混沌预测方法及其实证研究.....	37
6.1 经济增长的非混沌预测方法研究.....	37
6.1.1 基于人工神经网络的预测方法.....	37
6.1.2 基于小波人工神经网络的预测方法.....	40

6.2 经济增长的混沌预测方法研究.....	42
6.3 预测方法的实证分析.....	44
6.3.1 人工神经网络预测方法的实证分析.....	44
6.3.2 小波神经网络预测方法的实证分析.....	45
6.3.3 混沌预测方法的实证分析.....	45
第七章 两部门经济增长的非均衡关系研究.....	47
7.1 引言.....	47
7.2 基本假设.....	47
7.3 建立模型.....	48
7.3.1 基于利润最大化和消费品部门产出的两部门增长关系模型.....	48
7.3.2 基于资本品部门产出的两部门增长关系模型.....	49
7.3.3 基于两部门产出的两部门增长关系模型.....	49
7.4 增长关系研究.....	50
7.4.1 资本分配比的作用.....	51
7.4.2 劳动分配比的作用.....	51
7.4.3 价格比的作用.....	51
7.4.4 资本折旧率的作用.....	51
7.4.5 人口增长率的作用.....	52
7.4.6 资本利润率的作用.....	52
7.5 结论.....	52
第八章 结束语.....	53
参考文献.....	54

第一章 前言

1.1 现代经济增长理论与模型回顾

1.1.1 新古典增长理论与模型

增长经济学是二次大战以后,西方经济学中的一个重要分支,是研究一个国家再生产和长期经济发展的理论。经济增长理论的思想渊源可以上溯到英国古典政治经济学的创建者亚当·斯密的理论。斯密在1776年出版的《国民财富的性质和原因的研究》一书中,提出了经济增长的基本概念。斯密认为,分工所引起的劳动生产率的提高和生产劳动在全部劳动中所占的比例,是决定国民财富增长的主要原因,增长的动力在于劳动分工、资本积累和技术进步。大卫·李嘉图在1817年出版的《政治经济学及赋税原理》一书中,有关国民财富增长问题的阐述,基本上沿袭了斯密的观点,但着重研究了资本主义发展中工资、利润、地租三者之间的相互关系和发展变化规律,并提出了认识经济增长的一个重要概念——报酬递减规律。他指出,在报酬递减规律的支配下,人口增长、资源消耗与资本积累、市场扩大之间的竞争,将使资本积累停止,人口保持稳定,经济进入稳定状态。19世纪初,庸俗经济学的剑桥学派创始人马歇尔提出,资本家延迟当前消费以及企业家对工商企业的组织管理活动,是导致生产率提高和社会财富增长的主要原因。熊彼特在他1912年出版的《经济发展理论》一书中,提出了创新理论。熊彼特认为,资本主义本质上是经济变化与运动的一种形式或方法,推动这种变化和运动的根本动力在于企业家的创新活动。从19世纪下半期到二次大战,由于西方经济学中边际效用学派成为主流,主要研究一定总量的生产资源如何用于生产、生产什么产品及产品数量与价格等资源配置问题,经济增长理论没有成为一个独立的、专门的研究领域。

新古典增长理论(Neoclassical Growth Theory)是直接从凯恩斯主义派生出来的。凯恩斯在他著名的论著《通论》中,建立了一套通过国家机器来调节经济、缓和危机与减少失业的就业理论和政策措施。《通论》一书的出版,被认为是西方经济史上的一次革命,同时也标志着凯恩斯主义的建立和现代宏观经济学的产生。但凯恩斯理论存在着两方面的缺陷:第一,凯恩斯理论是在人口数量、资本数量和技术进步不变的假设条件下建立的,从长期来看,这些因素都会变动。第二,凯恩斯理论的中心论点是一国就业决定于有效需求,进而决定于消费量和投资规模,由于人们的消费习惯短期内不会有太大变化,一国消费水平短期内是稳定的,就业量就取决于生产资料部门的生产,因而政府可以采用经济措施,刺激私人投资或扩大公共支出,获得就业量的增加。英国经济学家哈罗德(R.F.Harrod)等人认为,凯恩斯的理论有很大的局限性,需要进一步长期化、动态化。基于这种思想,哈罗德于1939年发表了《论动态理论》

一文，又于 1948 年出版了《动态经济导论》一书，在理论上进行了系统的论证与分析。在这一时期，美国经济学家多马(E.Domar)也进行了类似的研究，发表了《资本扩大、增长率和就业》与《扩张和就业》两篇论文。他们二人的成果，使凯恩斯主义得到了进一步发展和补充，并成为新古典增长理论的开端。

哈罗德-多马模型从固定技术系数的生产函数等前提条件出发，得出资本与劳动供给要符合生产函数的固定技术系数比例是实现充分就业和均衡增长的条件，并且，决定于储蓄习惯和生产技术水平的有保证增长率，必须等于决定于劳动力增长的自然增长率等结论。但是由于储蓄率、资本系数和劳动力增长率都是独立决定的，是经济增长以外的变量，故充分就业的增长实际上很难实现和维持。因此，哈罗德-多马模型被称为“刃锋”模型。索罗(R.M.Solow)模型放弃了固定技术系数的生产函数，采用劳动与资本比可变的的生产函数，避免了“刀刃上的增长”问题，指出经济增长在大多数情况下都可以达到一个稳定状态，稳定状态取决于外生的储蓄率、资本折旧率、人口增长率和生产函数，并预言受资本报酬递减规律的作用，初始状态不同的国家，在可以控制储蓄率和人口增长率的情况下将趋向一致，穷国将最终赶上富国，这一时期，英国经济学家斯旺(T.W.Swan)也提出了与索罗基本相同的观点，称之为索罗—斯旺模型。新剑桥增长模型是英国新剑桥学派的琼·罗宾逊 (J.Robinson) 夫人、英国经济学家卡尔多(N.Kaldor)等人提出的，主要观点是把收入分配理论引进增长理论，通过改变国民收入的分配比例来改变社会储蓄率，以达到充分就业和稳定增长。

60 年代，丹尼森(E.F.Denison)从美国经济增长的历史资料入手，将经济增长的影响因素归纳为生产要素投入总量和单位生产要素产出两大类，并研究了增长因素和各种因素在经济增长中的重要性。丹尼森指出，知识进展是非常重要的因素，技术进步对经济增长的作用是明显的，其中管理知识进步的作用最大，并得出了要促进经济增长，就必须发展教育，推进科技知识和管理知识研究等重要结论。

70 年代初，以美国麻省理工学院的福瑞斯特(E.J.Forrester)教授及他的学生麦多斯(D.H.Meadow)教授为主的“罗马俱乐部”，提出了影响经济增长的 5 个主要因素：即人口增长、粮食供给、资本投资、环境污染和资源消耗，认为这 5 种因素的共同特点都是按指数规律增长的，并采用系统动力学的方法，得到了世界经济增长模型及经济增长极限论的悲观论点。

1.1.2 内生增长理论与模型

新古典增长理论虽然对现代经济增长理论的发展做出了巨大贡献，但是新古典增长理论也有其致命的弱点：缺乏微观基础，不是建立在个人理性及个人跨期最优化选择行为的基础之上。

针对新古典增长理论存在的不足，阿罗(K.J.Arrow)和谢辛斯基(E.Sheshinski)基于对知识(技术)是经历的产物的认识，以累积的总投资作为衡量经历的指数，将企业的生产效率视为企业所在行业总投资积累的递增函数，提出了干中学模

型,在这个模型中,技术进步被结合进增长理论,实现了技术进步的内生化。在阿罗和谢辛斯基工作的基础上,罗默^[1-2](P.H.Romer)、卢卡斯^[3](R.E.Lucas)和雷贝多(S.Rebelo)^[5]将 R&D 理论、不完全竞争理论整合进增长理论框架,认为技术进步是有目的的研发活动的结果,如果经济中不存在着想法、观念等的枯竭趋势,那么,经济增长可以长期保持为正,这在一个侧面解释了经济增长的长期递增现象。新古典增长模型中的一个基本假设是储蓄率外生不变,实际上,储蓄率受制于消费者的消费预期效用和跨期替代选择,是内生的、可变的。凯斯(D.Cass)和库普曼斯(T.C.Koopmans)在这方面做出了开创性研究,他们将拉姆齐(F.Ramsey)的消费者最优化分析引入到新古典增长理论,为储蓄率内生决定提供了一条有效的途径,也使增长状态有了更丰富的转移形式。新古典增长模型中的另一个外生变量人口增长率,实际上也是内生的,因为较高的人口增长率降低了人均资本和人均产出的稳态水平,因而减少了相对于给定初始水平的人均产出增长率,通过生育选择分析、人口迁移和移民倾向研究,人口增长率也可以实现内生。内生增长理论(Endogenous Growth Theory)摆脱了新古典增长理论的束缚,从要素内生化的角度,在引入若干经济理论和经济模型的基础上,建立了具有要素内生特点的增长模型,并取得了与实际经验和事实有较好一致性的研究结果,推动了经济增长理论的发展。

1.1.3 两部门增长理论与模型^[4]

为了强调教育、技术、科研、人力资本对经济增长的作用,大多数经济增长模型都假设经济是由两个部门组成的,资源需要在两个部门之间进行配置。辛凯(G.Shinkai)研究了技术系数不变条件下的两部门增长模型的均衡结构。宇泽弘文(H.Uzawa)建立了由专门生产投资品和专门生产消费品的两部门增长模型。在宇泽弘文的模型中,经济只有两类商品:消费品和投资品,资本家的收入只用于投资品,劳动者的收入只用于消费品,两部门的生产均采用规模报酬不变的生产函数,投资品部门只生产投资品,消费品部门只生产消费品,劳动和资本两要素之间的边际替代率为正且递减,经济中不存在着联合生产和外部性问题,所有的劳动和资本都用于生产,不存在着失业和资本闲置。在这些假设条件下,宇泽弘文证明了均衡增长时,人均资本是唯一的,增长的路径是稳定的,任何初始状态的人均资本最终都将收敛于一均衡值。

卢卡斯^[3]针对新古典增长模型中没有考虑经济多样性这一致命弱点,沿着舒尔茨(T.P.Schultz)、贝克尔(G.S.Becker)的研究思路,率先在新古典经济增长模型中引入了人力资本(Human Capital)。卢卡斯首先采用类似阿罗、罗默的单部门经济增长模型,将所有的人力资本积累都归结于通过干中学方式获得,并基于丹尼森的工作,估计了经济增长模型中有关参数的数值,在此基础上,模拟了有关经济变量的增长率。

在拉姆齐、凯斯、库普曼斯的新古典增长理论的分析框架中,工资率、人均资本最终都会趋于相同,初始条件以及当前的扰动不具有长期效应。如果不考虑技术的变

化，人均产出最终会趋于一个稳定的均衡值，因而存在着增长极限。罗默针对这一问题，提出了内生技术创新模型，该模型具有三个明显的特点：即具有外部性、生产中的规模报酬递增、新知识创新中的规模报酬递减^[1]。在完全竞争的市场中，由于知识这一投入要素的积累是没有边界的，所以，经济增长也就相应地没有边界，不存在着增长极限。

新古典增长模型将增长归因于外生的技术变化，得出经济增长率等同于外生技术变化率这一明显异于现实的结论。同罗默的分析一样，雷贝多也认为不能用外生的技术变化率来解释经济增长率，但与罗默采用的生产函数规模报酬递增假设不同，雷贝洛采用的是规模报酬不变的生产函数，生产中有可再生性和不可再生性两类生产要素，有资本品和消费品两个部门。雷贝多沿着三个方向对模型进行了扩展：（1）将资本分为实物资本和人力资本，消费品和投资品在同一部门中生产；（2）使用不可再生性生产要素生产资本品；（3）引入多种消费品。雷贝多在三个方向的扩展，得出了几乎相一致的结论^[5]。

1.2 现代经济增长理论与模型的局限性

1.2.1 新古典增长理论与模型的局限性

新古典增长理论从 40 年代末到 70 年代，经过了 30 多年的发展，这一时期增长理论大致可以分为三个阶段。第一个阶段是从 40 年代末到 60 年代初，以哈罗德、多马建立的哈罗德-多马模型，索罗、斯旺提出的新古典增长模型和琼·罗宾逊夫人、卡尔多等人提出的新剑桥模型为代表；第二个阶段是在 60 年代，主要是丹尼森等人在西蒙·库兹涅茨(S.Kuznets)国民收入核算和分析的基础上所进行的经济增长因素研究；第三个阶段是在 70 年代，由米山(E.J.Mishan)等人的经济增长代价论和麦多斯(D.H.Meadows)等人的经济增长极限论组成。

首先，哈罗德-多马模型由于受固定技术系数生产函数的限制，陷入了尴尬的“刀刃上的增长”境地。索罗认识到哈罗德-多马模型的这一缺陷，在他的模型中引入了要素之间可以彼此平滑替代的、具有报酬递减特征的新古典生产函数，得出在资本报酬递减规律的作用下，资本存量增长时，经济增长会减慢，穷国应该比富国增长得更快，并最终赶上富国等结论，但这个结论显然与经济增长的现实不符。在过去的一个多世纪里，许多国家的人均产出保持了正的增长率，较穷的国家也并没有赶上发达国家，而是出现了富国更富、穷国更穷，两极分化不断加剧的现象。60 年代初期，新古典增长理论家也认识到模型中存在的这一问题，并以外生的技术进步来弥补，但这不能使新古典增长理论摆脱困境，因为外生技术进步推动经济增长意味着增长的动力在经济增长理论研究的范围之外，经济增长理论本身不能解释经济增长现象。其次，新古典增长理论与模型的研究，大都致力于分析稳定增长的性质，试图发现在初始状态非稳定的经济可否遵循特定的规则，最终进入稳定状态。由于受传统科学理论和研

究手段的限制,在研究过程中,一般都假定经济增长的影响因素、因素之间及它们与外部环境之间的关系是线性的或可线性化的、确定的、可解析表达的,经济增长过程是趋于均衡的、稳定的,即使有一些非线性描述,也只考虑平衡的、周期的简单状况,将不稳定性状态归结于环境条件的改变或外界突发事件的冲击,把获得稳定平衡作为研究的主要目标。在这种思维定势下得到的结论虽然在推动经济增长理论的发展,预测经济增长行为方面起到了重要作用,但一百多年来,世界各国经济增长的现实与增长理论与模型的预测并不符合。

早在 60 年代,诺贝尔经济学奖获得者索罗就曾预言^[9]:“稳定状态对于增长理论并非是一个坏的开端,但可能会成为增长理论的一个危险的结局”;琼·罗宾逊夫人则称^[10]:“这种平衡增长只代表一种在任何现实经济中都不可能达到的神话般的境界”;斯蒂格利茨(J.E.Stiglitz)在比较和分析了 60 至 90 年代美国经济的变化之后认为:已有的理论很难令人满意地解释美国经济增长的运动^[11]。新古典增长理论已不能圆满地解释和解决增长过程中出现的许多复杂的现象和问题。在这种情况下,许多卓有远见的经济学家开始重新思考和探索,并试图寻找新的解决途径。

1.2.2 内生增长理论与模型的局限性

80 年代中期,以罗默、卢卡斯为代表的经济学家意识到经济增长依赖外生因素推动结论的不正确性,提出了技术进步内生于经济增长体系的内生经济增长(Endogenous Economic Growth)理论。内生增长理论认为,经济增长并不依赖于经济增长外部力量的推动,而是受经济增长内在力量的驱使。罗默^[1]、阿格海恩(P.Aghion)和霍韦特(P.Howitt)^[6]、格罗斯曼(G.M.Grossman)和赫尔普曼(E.Helpman)^[7]及布瑞斯(P.E.Brezis)和丹尼尔(T.Daniel)^[8]等人先后将研究与开发理论(R&D)、不完全竞争理论、技术扩散模型等应用于技术进步内生分析,指出经济增长的驱动力在于技术进步,而技术进步来源于有目的的研发活动,通过连续不断的创新与开发活动,可以使经济长期保持正值增长。对于储蓄率和人口增长率等新古典增长模型中的外生变量,通过消费效用研究、生育选择和人口迁移研究,储蓄率、人口增长率也可以被结合进增长理论框架,并实现内生。内生增长理论的研究结果与经验和事实取得了较好的一致性,从而在一个侧面解决了新古典增长理论所无法解决的一些增长问题。

内生经济增长理论的诞生,标志着经济增长理论研究进入了一个新的时期,并成为 90 年代经济增长理论研究的一个热点。最近的国内外研究主要集中于 R&D 的储存与溢出及其对技术进步的作用研究方面,包括 R&D 投资回报率、R&D 溢出渠道和储存差异等。

内生增长理论虽然从内生的角度解释了基于外生假设而建立的新古典增长理论所不能解释的许多问题。然而,内生增长理论也关注增长过程中出现的稳定平衡增长路径,没有解释增长过程中出现的不稳定性现象和非均衡增长问题。

1.2.3 两部门增长理论与模型的局限性

西方经济增长理论认为,经济主体的行为目标是实现自身利益的最大化,并为实现自身利益的最大化而相互作用、相互协调,最终趋于达到一个各方面力量都平衡的特殊状态——均衡,进而通过研究均衡的存在性、唯一性及稳定性,大致可以预测经济增长的长期趋势,确定各部门之间的均衡增长关系。因而,自米德(Meade, J. E.)最早应用新古典生产函数,分析两部门经济增长的均衡关系以来,采用新古典生产函数,研究两部门经济增长的均衡模型逐渐增多,如宇泽(Uzawa, H.)、竹山(Takayama, A.)和库兹涅茨(S. Kuznets)等的两部门增长模型。其实,经济系统的运动早就超出了一般均衡的范围,如同其它系统一样,在大多数情况下,经济系统都处于一种远离均衡的、非稳定的增长状态,均衡增长只是系统的一种暂时现象,基于均衡而确立的两部门之间的均衡增长关系,也只是系统的一种理想特征。

实际上,经济增长是一个生产要素不断投入、产品和劳务不断产出的循环、迭代过程,是一个由各部门为子系统组成的、具有动态反馈特性的非线性开放系统。非线性反馈机制所具有的复杂性、混沌性,使系统会产生不稳定的、非均衡的增长现象。这一方面说明建立在线性、稳态、均衡基础之上的现代经济增长理论,有着不可克服的局限性,另一方面又为应用混沌等复杂性系统理论,解释经济增长中的不稳定性复杂问题,探索并建立经济增长的系统理论、预测方法及非均衡增长关系等,提供了前提保证。

1.3 经济增长混沌预测方法研究的国内外现状及其存在的不足

1.3.1 经济增长混沌预测方法研究的国内外现状

混沌理论对于预测的影响从一开始就受到了科学家们的关注, Crutchfield 等人指出^[12],混沌一方面揭示了原本认为不可预测的复杂事物的可预测性,另一方面又说明了对原本认为可预测的简单事物的预测具有局限性; Gordon 认为^[13],混沌理论开辟了预测研究的新领域;英国皇家科学院 1994 年 3 月专门举行“混沌与预测”研讨会,并出版了会议论文集(Chaos and Forecasting),来自不同领域的专家和学者们一致认为,混沌学在经济预测中的应用研究前景十分广阔^[14]; Presti 强调^[15]:包括混沌理论在内的复杂性系统理论对于预测的影响将是革命性的,它不是对现有理论与模式的简单修正,而是具有根本性的变革。经济增长系统本质上是一类非线性系统,将混沌等复杂性系统理论应用于经济增长过程,研究经济增长的不稳定性及预测问题,在 80 年代之后受到了国内外经济学家们的重视。

在国外,美国经济学家 M.J.Stutzer 在 1980 年首次将混沌理论应用于 Havvelmo 增长模型的研究,揭示了模型中存在的混沌,使人们第一次认识到传统的经济增长模型也存在着内在的随机性,政府虽可以采取宏观调控的若干手段干预经济,但干预效果十分有限^[16]; Benhabib 和 Day 研究了消费倾向函数,认为不同收入阶层的消费行为是有差异的,穷人的消费行为是稳定的,而富人的消费行为可能是周期的或混沌的

[17]; 1982 和 1983 年, Day 应用 Logistic 方程的经典性结论, 对索罗模型进行改造, 模拟出系统的不规则周期、非均衡增长及混沌状态, 这说明即使是标准的新古典增长模型, 系统的演化也是丰富多彩的, 充满了不确定性^[18-19]; 1986 年, Boldrin 证明了最优经济增长轨迹在一定条件下也是混沌的, 并给出在许多情形下, 经济增长行为难以实现最优的重要结论, 1990 年他的进一步研究又说明, 宏观经济现象的不规则波动是市场力、技术创新和消费者三者相互作用下系统内生决定的必然结果^[20-21]; 1988 年, Gordon 和 Greenspan 研究了有限增长曲线发展过程中的混沌与分形现象, 分析了混沌系统产生伪信息导致相关性分析失败的机理^[22]; Rosser 从两阶段乘数加速度计量经济模型(Multiplier Two Stage Accelerator)和长波投资模型(Long Investment Waves)出发, 揭示了市场经济存在波动的必然性, 认为中央计划的社会主义经济既会出现长期波动, 也会出现混沌^[23]; Baumol 和 Quandt 根据一维迭代函数产生混沌和分形的情形以及社会经济系统的反馈特性, 讨论了社会经济系统的可预测性^[24]; Modis 应用混沌理论的内随机性原理, 研究了事物增长前期和后期存在波动的必然性, 提出了事物整体增长过程中的分形概念^[25]; Joseph 提倡应用混沌理论, 研究“后现代主义的未來学”, 并将混沌理论中的复杂性增长、分叉等概念与预测进行了联系, 阐述了事物预测的演化观^[26]; Morrison 尝试采用混沌学中的数学分析、统计技术、相空间变换等方法, 将“复杂的、不可预测的系统转化为一个简单的、可预测的系统”, 并讨论了各种方法的适用性和局限性^[27]; Sanders 研究了处于快速变化环境中的经济系统应用混沌等系统理论来理解和影响其未来发展的途径^[28]。

在国内, 李京文等人研究了混沌在经济学中的应用, 并结合我国经济运行体制发生的深刻变化, 认为中国经济中的混沌现象是普遍存在的^[29]; 黄小原应用混沌理论, 得出了一般动态经济增长方程在增长速度单边受限和双边受限情况下产生混沌的条件^[30]; 葛新权研究了生产函数模型的稳定性、混沌性^[31]; 李军从数学的角度证明了产出能力和供需变化对经济增长的作用, 认为供需变化主要影响短期增长, 长期增长则取决于产出的变动^[32]; 庄福民、刘金全等探讨了经济增长收敛性假设, 指出条件收敛具有一定的理论基础和实践指导意义, 并认为资本存量和技术水平, 特别是人力资本的积累是实现收敛的重要条件^[33]; 赵军应用 Lyapunov 的稳定性概念, 研究了固定资产投资系统的稳定性, 得到了固定资产存量变化过程稳定、渐近稳定和不稳定的充分条件^[34]; 贾建国、王其藩应用系统动力学理论, 在假设经济可简化为新兴和传统产业两部门的基础上, 建立了一个三投入的非线性生产函数模型, 并模拟了模型的增长路径及其稳定性^[35]; 梁三龙等将社会经济系统划分为若干生产单元, 并以影响经济增长的两个重要因素——人均资本为指标, 建立了经济增长的偏微分动力方程^[36]; 华民、杨桓兴在指出中国经济增长的现实与新古典增长模型的结论不符之后, 探讨了中国经济增长的方式^[37]; 孙德民、杨燕青分析了社会价值观(SV-Social Value)形成中的协同性, 讨论了 SV 对经济发展和经济增长途径的作用^[38]; 冯利华针对经济增长中的多因子影响, 提出用趋势项、周期项、随机项的方法, 来综合描述经济增长的长期波动^[39];

黄登仕、李后强将 R/S 分析、分布式布朗运动应用于经济预测^[40]；盛昭瀚等研究了经济时序动力系统混沌时间序列的相空间重构技术，分析了嵌入维与拟合阶数之间的关系^[41]；张世英、高仁祥、刘豹认为：将非线性变结构模型应用于经济预测，是解决现有预测困难的有效途径^[42]。

1.3.2 研究现状存在的不足

综上所述，可以看出，应用混沌等复杂性系统理论，研究经济增长的不稳定性、混沌性及预测方法，目前国内外已有了一些研究成果，但总体上是零星、分散的，且大多数成果局限于应用混沌理论研究传统经济增长模型，或局限于对经济增长个别问题的描述与分析及对经济预测方法本身的技巧处理。从系统的角度、演化的角度，研究经济增长混沌预测方法的成果并不多见，关于经济增长的系统理论、混沌预测方法及非均衡增长关系等，还没有得到应有的研究，需要深入研究的问题很多，在理论深度和体系广度上都有待于进一步拓展。

1.4 本报告所做的研究工作及本报告的组织

1.4.1 本报告所做的研究工作

当前，随着社会的发展和科学技术的进步，人们已经认识到，在自然系统和社会系统中，处处存在着相互作用，存在着复杂性问题。研究系统的复杂性、演化性，成为当前国内外科学发展的前沿，其理论与应用研究广及自然科学和社会科学的各个领域，是众多学科应用研究的热点之一。

复杂性科学与经济学结合是复杂性科学应用研究的一个重要方面，也是经济学发展的一个新的方向，已成为一个新的学科交叉领域，引起了越来越多的经济学家、管理学家、系统科学家和政府高层决策者的兴趣与关注。

众所周知，在经济学中，大多数经济理论都是基于传统科学的思想而建立起来的，这些思想主要包括还原论、机械论、均衡论和线性论。面对现实中一些复杂的经济问题和现象，基于传统科学而建立起来的经济理论和模型往往不能给予圆满的、合理的解决和解释，对宏观和微观经济系统的预测、决策、组织和控制等，也常常难以取得令人满意的效果，这就使得对于经济系统的复杂性研究不仅十分必要，而且具有十分重要的学术价值、理论意义和广阔的应用前景。

经济系统本质上是一类非线性的、开放的系统，具有复杂的动态反馈特性，有着异常丰富多彩的经济行为和经济现象。这一方面说明建立在还原论、机械论、均衡论和线性论基础上的经济理论，有着不可克服的局限性，另一方面又为应用复杂性系统理论，解释和解决许多复杂的经济现象和问题，探索并建立基于复杂性科学的新的经济理论与模型，提供了强有力的理论支持。

然而，经济系统是一个有人参与的、与自然系统有着很大差异的、极为复杂的动

态巨系统，具有多变量、高阶次、多回路和复杂的层次结构，这使得对经济系统的整体复杂性和整体演化行为研究，遇到了许多难以克服的困难。

经济增长是宏观经济学的一个分支，自凯恩斯主义产生以后的40年代开始，已成为一个专门的研究领域，该理论以国民生产总值(GNP)或以人均国民生产总值为衡量标准，分析和研究影响经济增长的各要素总量投入、单位要素产出及各要素之间的相互作用。从系统的角度去分析，经济增长是一个各生产要素不断投入、产品和劳务不断产出的循环、迭代过程。这些特征说明，如果选择结构相对简单、层次相对较少的经济增长系统进行复杂性和演化性研究，不仅可以克服复杂性系统理论和方法在经济系统应用研究上存在的许多障碍，拓展复杂性系统理论的应用研究领域，丰富经济增长理论的内涵与原理，为经济增长的预测和控制研究，创造必要条件，而且可以作为经济系统复杂性、演化性研究的一个突破口，其研究的思想、建模的方法与思路，必将对经济系统的复杂性、演化性问题研究，有着重要的参考价值。

根据上述分析，在国家哲学·社会科学基金(项目编号：99CJY005)的资助下，我们选择了经济增长作为研究对象，根据经济增长的系统特性和系统的投入、产出时序，从系统预测的角度出发，研究了经济增长的系统性、演化性、预测方法及非均衡增长行为，并形成了本研究报告。

在本项目研究中，课题组按照项目制定的研究目标、研究内容和进度安排，广泛阅读了大量经济增长演化及混沌预测方面的文献，对国内外经济增长理论研究的历史、现状、重点及存在的问题，做了系统深入的分析，开展了卓有成效的研究工作，并基于如下思想，建立了经济增长的系统理论、预测方法、非均衡增长关系，且对预测方法进行了实证分析：

1、经济增长是生产要素不断投入，产品和劳务不断产出的循环、迭代过程。经济增长是劳动、资本、技术、土地与自然资源等生产要素不断投入，产品和劳务不断产出的循环、迭代过程，在这个过程中，各要素既有总量的变化，投入产出比的变化，又有要素之间的相互替代与组合，有确定的要素、也有不确定的要素，有线性的、也有非线性的，而且各要素对经济增长的贡献也不同，是一个由各部门为子系统组成的、具有动态反馈特性的非线性开放系统。

2、经济增长系统具有复杂的动态行为特性。经济增长系统由各部门子系统组成，并在各部门增长的相互耦合和相互作用中，构成自然约束与彼此协调的关系而呈现为稳定有序的态——经济增长方式，且在系统内外涨落和干扰的影响及非线性机制的作用下，失去稳定性而产生新的有序或混沌的态，具有在非平衡状态下运动、发展和进化的重要动态行为特性。

3、经济增长系统的演化进程决定于它的动力结构。在每个特定时期，一国经济增长总有其主导部门(动力源泉)、辅助部门和服务部门，主导部门的增长通过连锁效应和乘数效应波及到其他部门，影响乃至带动其他部门的增长。在经济增长系统演化