1929970

浙江工业大学

学位论文原创性声明

本人郑重声明：所提交的学位论文是本人在导师的指导下，独立进行研究工作所取得的研究成果。除文中已经加以标注引用的内容外，本论文不包含其他个人或集体已经发表或撰写过的研究成果，也不含为获得浙江工业大学或其它教育机构的学位证书而使用过的材料。对本文的研究作出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本人承担本声明的法律责任。

作者签名：丁冉　　　　日期：2011年 1 月 5 日

学位论文版权使用授权书

本学位论文作者完全了解学校有关保留、使用学位论文的规定，同意学校保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子版，允许论文被查阅和借阅。本人授权浙江工业大学可以将本学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存和汇编本学位论文。

本学位论文属于

1、保密□，在______年解密后适用本授权书。

2、不保密☑。

（请在以上相应方框内打“√”）

作者签名：丁冉　　　　日期：2011年 1 月 5 日

导师签名：　　　　日期：2011年 1 月 6 日

Y1851074

核心企业在供应链绿色演化过程中的博弈研究

摘要

改革开放三十年以来．我国的经济建设突飞猛进，工业化程度大大提高，已初步建成了小康社会。但是，这些成绩的取得很大程度上是以牺牲我们赖以生存的环境为代价的。正是因为忽视环境问题，才造成了我们国家局部地区甚至全国范围内的环境恶化——越来越严重的沙尘暴问题，淮河、海河、黄河等大江大河的水污染问题。而太湖、巢湖的蓝藻现象无不在提醒着我们：日益严峻的环境危机已成为威胁我国全面建设小康社会的重要社会问题。

目前，以制造业为代表的我国企业资源利用效率低，生态破坏、环境污染现象普遍看的，经济活动与环境保护难以保持协调。所以这样的制造业所在的供应链，也必然是一条只追求利益最大化，而忽视环境保护问题的传统供应链。

与传统供应链不同的是，绿色供应链的运营的目标不仅仅包括企业收益的最大化，还包括资源最优配置、增进社会福利以及实现企业活动的环境相容性。而国外的实践又表明：成功的绿色供应链管理是在企业能力较强、供应链关系稳定的核心企业基础上发展而来的（所谓的核心企业是指在供应链上拥有特定产品或服务的具有核心市场资源与核心竞争力的企业，从而能够吸引相关节点企业加盟该供应链参与市场竞争）。在现实中，供应链上的核心企业大部分是提供具体

产品的制造商，也有少量销售商或提供某种服务的运营商，本文研究中所涉及到的核心企业，主要是指提供特定品牌产品的生产制造商。

然而从传统的供应链向绿色供应链的转变是需要时间和条件的，而这些条件又包括内外两部分。本文就以核心企业为视角，主要采用博弈的方法，建立了诸如核心企业与同行、核心企业与政府的演化博弈模型、核心企业与分销商、消费者三方博弈模型等。试图从内外两部分条件来分析核心企业对绿色供应链演化的影响，从而为供应链的绿色演化提供一定的参考。本文就此还分析分析了核心企业和整个供应链上下游企业之间的博弈对整个供应链绿色化的影响，使得与核心企业有密切联系的上下游企业以及消费者，能够采取行之有效的措施和方法，加快整条供应链向绿色化演变的速度；并给政府的一些关于环境法律法规的出台实施，提供一定的参考，使得政府能更加针对性的提出一些改善我们生存环境的措施和方案。

关键词：绿色供应链；核心企业；博弈论；演化博弈；绿色度

RESEARCH ON THE GAME OF CORE-ENTERPRISE IN THE PROCESS OF GREEN SUPPLY CHAIN EVOLUTION

ABSTRACT

In the three decades of reform and opening-up, Chinese economic has been developing rapidly, the level of industrialization has been greatly improving, and the well-off society has been initially built. However, these achievements were largely at the expense of the environment which we live by, as well as caused the deterioration of the environment in some areas even across the country. All issues, such as the increasingly serious sandstorms, the water pollution in the Huai River, Hai River, Yellow River and the blue algae phenomenon in Tai lake and Chao lake, remind us one thing: an increasingly serious environment crisis has become a threat to the goal of building a moderately prosperous society.

Currently, in our country, the utilization of enterprise resources is low, especially in manufacturing sector. Evermore, ecological destruction, widespread pollution can be found everywhere, the economic activity and environmental protection are difficult to maintain harmony. Therefore, the supply chain in manufacturing sector is bound to be a traditional supply chain, which lose sight of the environmental issues to only seek maximum benefits.

Different with the traditional supply chain, the goal of green supply chain includes not only the maximization of enterprise earnings, but also the optimal allocation of resources, the improvement of social welfare, the compatibility of the environment and business activities. The overseas practice shows that the successful green supply chain management is based on the core-enterprise which with the high ability and stable supply chain relationship. (The so-called core-enterprise are the enterprise which have specific product or service, complete with the core market resources and possess core competitiveness in the supply chain. Thereby they can

attract related businesses to join the supply chain to participate in market competition.) In reality, on the supply chain, most of core-enterprise is manufacturers providing specific products, but also a small amount of core-enterprise is dealers or service providing operator. The core-enterprise, we study in this paper, mainly refer to the manufacturer providing particular brand products.

However, it takes time and need conditions to transform the traditional supply chain to green supply chain, and these conditions includes two parts, both inside and outside. On the perspective of core-enterprise and with the with the game method, this paper build a series of game module, such as evolutionary module for core-enterprise and their same line, core-enterprise and government, and the game module among core-enterprise, distributors and consumers. From both inside and outside conditions, this paper analyze the influence of the core-enterprise to the green supply chain evolution, thus to provide a reference to the evolution of green supply chain, As well the paper analyze what the impact the game between the core-enterprise and the upstream and downstream enterprise in the supply chain has made to the greening of the supply chain. This analysis make the upstream & downstream enterprise closely linked with the core-enterprise, the consumers can take effective measures and methods to speed up the entire green supply chain evolution, and can provide some reference to the government about the implementation of environmental laws and regulations, so the government can well directly raise some measures and proposal to improve our living environment.

KEY WORDS: Green supply chain; Core-enterprise; Game theory; Evolution game; Green degree

目录

1 绪论……1

1.1 研究的背景及问题的提出……1
1.1.1 研究的背景……1
1.1.2 问题的提出……3

1.2 研究目标及意义……3

1.2.1 研究目标……3

1.2.2 研究意义……4

1.3 研究的内容与论文框架……4
1.3.1 研究内容……4
1.3.2 论文框架……4

1.4 论文的主要创新点……5

2 相关理论及文献回顾……6

2.1 绿色供应链管理基本概念……6

2.2 博弈论及其相关概念……9

2.3 国内外相关文献回顾……10
2.3.1 国外主要相关文献回顾……10
2.3.2 国内主要相关文献回顾……14

2.4 本章小结……15

3 核心企业与供应链成员间的博弈模型……16

3.1 核心企业与供应商关于绿色采购的激励机制研究……16

3.1.1 问题阐述……16

3.1.2 模型相关参数及基本假设……18

3.1.3 对称信息下的激励机制设计……19

3.1.4 不对称信息条件下的激励机制设计……19

3.1.5 模型分析与结论……20

3.2 供应链中有关绿色产品质量检验的博弈分析……22

3.2.1 问题阐述……22

3.2.2 模型相关参数及基本假设……23

3.2.3 模型的均衡分析……24

3.2.4 分销商检验概率的效果分析……26

3.2.5 结论……28

4 核心企业与供应链外部的博弈模型 ····29

4.1 核心企业与同行业间的演化博弈模型 ····29
4.1.1 问题阐述 ····30
4.1.2 模型相关参数及基本假设 ····31
4.1.3 核心企业之间的复制动态和演化稳定策略 ····32
4.1.4 结论 ····33

4.2 政府与核心企业之间的博弈模型 ····34
4.2.1 问题阐述 ····34
4.2.2 模型相关参数及基本假设 ····34
4.2.3 讨价还价模型相关参数及基本假设 ····37
4.2.4 模型求解 ····39
4.2.5 政企有关绿色度博弈的效果分析 ····40
4.2.6 结论 ····41

5 结论与展望 ····42

5.1 研究结论及现实指导意义 ····41

5.2 研究不足及未来研究方向 ····42

参考文献 ····44

致谢 ····48

攻读期间主要论文成果 ····49

1 绪论

本章首先简要介绍绿色供应链的产生背景以及国内外关于绿色供应链管理研究和实践现状的巨大差距，并由此得出本篇论文的研究意义；其次，阐述本文的主要内容，提出本文的研究框架；最后，给出本文的创新点。

1.1 研究的背景及问题的提出

1.1.1 研究的背景

工业经济的迅速发展导致自然环境破坏日趋严重，自然资源的枯竭和自然灾害的频繁发生，使得可持续发展的观念成为新世纪人类共同的呼声。虽然各国政府也陆续颁布了一些环境问题的法律法规，但是受眼前局部利益的诱惑，部分企业仍然抱有侥幸心理，造成如今出现单个企业对污染问题采取的“末端处理”的情形，那么其治污成效必然是局部的、有限的(Porter M& Linder C van der,1995)。与供应链结合了各个链上企业的优势，从而发挥了“1+1>2”的“协同效应”类似，在对待环境问题上，我们也应该把视野从单个企业独立面对环境问题转移到整个一条链上(Corbett C J& Wassen hove L N Van,1993)，绿色供应链管理的出现就顺理成章。

绿色供应链就是要尽量关注产品生命周期中的每一个环节，尽量减少在产品设计、原料采购、生产制造、包装运输，乃至使用和最后回收各个环节对环境的负面影响，以及提高在所有环节中对资源和能源的利用效率。供应链可以构架一个三赢的体系，首先毋庸置疑可以改善全球的环境，减少污染，提高资源和能源的利用效率；其次对于消费者来说可以买到更加物美价廉且质优的产品；此外消费者可以避免购买到有瑕疵的产品，避免危害到身心健康。对于大的国际买家或是国内采购商来说，通过建立绿色供应链项目可以提升自己的公众形象和知名度。

绿色供应链管理这一概念在欧美部分发达国家出现频率明显提高，并涌现了不少理论研究和实践发展的先驱。一些世界知名的跨国公司如沃尔玛（Wal-Mart）、保洁公司（Procter & Gamble）、IBM、惠普（HP）等都已陆续加入到绿色供应链管理的队伍中来。2004 年 2 月，中国物流与采购联合会对我国制造企业的供应链管理情况作了一次问卷调查(2001), 结果表明：(1)我国企业界还没有形成真正意义上的供应链。(2)我国企业关于供应链管理的计算机软件应用普及率较低。(3)我国第三方物流服务商的服务水平较低等。

与“供应链管理”相比，我国企业对“绿色供应链管理”的概念和理论更为陌生，无论是理论还是实践，都处于刚起步阶段。与西方一些发达国家相比，我国企业绿色管理意识相对淡薄，供应链上各种物流活动引起的环境污染十分严重。以包装物回收率为例，我国就存在很大差距：纸包装回收率，美国为47.8%，日本为37.1%，我国为20.4%；玻璃包装回收率，西欧国家平均为30.5%，日本为49%，我国为20%；对塑料包装，西方国家主要采用回收利用、焚烧和深埋处理三种方式，达到100%的回收率。其中，西欧国家平均回收利用率为15%，焚烧率30%，深埋率55%；日本回收利用率5%，焚烧率70%，深埋率25%；美国回收利用率为10%，焚烧率5%，深埋率85%；我国对于塑料包装的回收率仅为10%(2001)。联合国统计署的几组数字也是触目惊心：(1)我国人口总量占世界人口的21%，人均水资源拥有量只是世界水平的1/4，45种主要矿产资源人均占有量不足世界人均水平的1/2;(2)我国单位GDP所消耗的能量是日本的7.02倍、美国的3.52倍、德国的5.62倍，单位GDP的金属消耗量是世界平均水平的2～4倍。同时，与发达国家相比，我国每增加单位GDP，废水排放量要高出4倍，单位工业产值产生的固体废弃物要高出10倍以上(但斌等，2000a)。

由以上的分析可知，目前，我国在绿色供应链管理这一领域，无论是实践还是理论，都与西方发达国家存在着很大的差距。另外，自08全球金融危机以来，各国的贸易保护主义逐渐抬头。在国际贸易中，关税壁垒曾经是贸易保护的重要手段，美国、德国、日本等主要发达国家在发展的过程中都曾依靠关税壁垒保护本国产业的发展。但是，随着全球生态环境问题的日益严重，环境与贸易的冲突也越来越激烈，从而使贸易保护主义从传统的关税壁垒逐渐转向非关税壁垒，而绿色壁垒作为一种新型的非关税壁垒就应运而生了，并成为发达国家以保护环境为名限制发展中国家进出口贸易的一种工具。基于以上种种原因，在我国，研究和实施绿色供应链管理，就显得尤为重要。

1.1.2 问题的提出

然而，由传统的供应链向绿色供应链管理的转变并不是一蹴而就的。供应链的绿色演化需要过程和条件。而这些条件又可分为内部条件和外部条件两类，其中，内部条件包括行业/产品种类、系统成员（尤其是核心企业）能力、成员间的合作与协调关系等；外部条件包括环境规制、消费者需求、同行业情况等等(2007)。

王能民、汪应洛(2007)等学者结合目前国内外研究的现状得出，现有的对绿色供应链管理的研究具有以下几个特点：

1.研究方法和手段主要是依赖于案例研究、问卷调查等，定性的研究较多，

定量的研究较少；

2.研究成果大多集中在概念层于操作层两个层次，操作层次研究成果过多的集中在某一类产业中如何进行绿色供应链管理；

3.过分强调集成思想来研究环境管理问题；

并提出“成员间的合作机制”是一个尚待深入研究的方向之一。此外，从能够查到的资料中，采用博弈论进行对绿色供应链管理研究的文章并不多见，更缺乏对相关问题系统的理论研究。基于以上多种原因，本文正是站在核心企业的角度，来研究核心企业对整条供应链，实施绿色供应链管理的影响。具体分析它与上下游企业以及消费者、政府等（即内部条件和外部条件），就某些行为，对整条供应链实施绿色供应链管理的影响。

1.2 研究目标及意义

1.2.1 研究目标

国外的实践表明：成功的绿色供应链管理均是从企业能力较强、供应链关系较为稳定的核心企业基础上发展而来的(analysis 2008)，所以本文基于核心制造企业视角，讨论政府、同行业、上下游企业以及消费者与核心企业之间的关系，对整个供应链绿色演化的影响，期望能丰富绿色供应链管理的理论体系，并为我国由供应链管理向绿色供应链管理的转变，提供全新思路。

1.2.2 研究意义

探讨核心企业对整个供应链向绿色演化的影响，使得与核心企业有密切联系的上下游企业以及消费者，能够采取行之有效的措施和方法，加快整条供应链向绿色化演变的速度；并给政府的一些关于环境法律法规的出台实施，提供一定的参考，使得政府能更加针对性的提出一些改善我们生存环境的措施和方案。只有我们实行绿色供应链管理，我们才能做到：

1. 有利于我国“生态社会”的建立，并促进经济的可持续发展；
2. 将使得我国企业的绿色营销迈向更高的发展平台；
3. 极大地提升我国企业的“供应链竞争力”

1.3 研究的内容与论文框架

1.3.1 研究内容

本文主要采用演化博弈理论、激励机制对传统供应链向绿色供应链转变可能存在的某些情况加以研究讨论，试图为我国供应链的绿化提供一定的参考和建议。

第一章，绪论部分。简要地介绍了绿色供应链的产生背景和我国的绿色供应链开展的实际情况，得出了研究绿色供应链的意义，并阐述了本文的研究内容，提出本文的研究框架；最后，给出本文的创新点。

第二章，相关理论及文献部分。先是介绍了绿色供应链的概念，博弈论的相关知识，其次介绍了国内外对绿色供应链的研究现状，得出我国在绿色供应链这一方面，无论从理论还是实践，都与国外有明显的差距这一事实。

第三章，核心企业与供应链成员间的博弈模型。这一章主要是针对供应链向绿色转变的内部条件研究，具体又包括：核心企业与上游供应商，关于绿色采购的激励机制研究；核心企业与分销商、消费者三方，关于绿色产品质量问题的博弈两个方面。

第四章，核心企业与供应链外部的博弈模型。这一章主要是针对供应链向绿色转变的外部条件研究，具体包括：核心企业与同行业间的关于绿色制造问题的演化博弈；核心企业与政府间的博弈两个方面。

第五章，结论与展望。这一章主要综述前面的分析和结论，给出一些供应链绿色转变的建议和策略，同时也对本文中研究的不足给予说明和补充。

1.3.2 论文框架

论文的研究框架如图 1.1

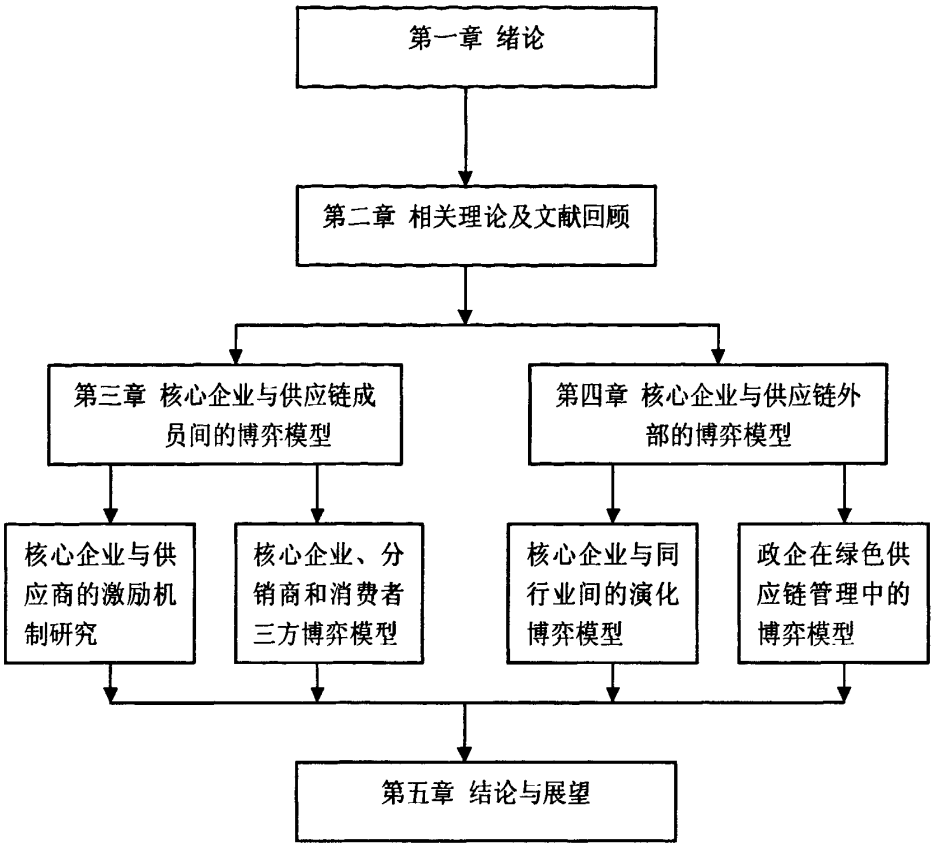

图 1.1 论文研究框架

1.4 论文的主要创新点

首先，针对核心企业由于这样或那样的原因，导致对供应链绿色演变，产生不利因素，政府可设一个以绿色度为标准的奖惩制度（即核心企业的绿色度高于政府制定的标准，会有相应的奖励；反之则会有相应的惩罚），来约束企业的某些行为，并创造性的运用了演化博弈，分析了政府和核心企业关于环境问题的动态演化过程，并紧接着就这个绿色度的确定，做了详细的探讨。这些分析为政府科学的制定，针对企业奖惩标准，提供了一定的依据。

其次，本文还分析了关于核心企业、分销商、消费者三者之间的三方博弈收益矩阵，试图解决消费者往往买不到质量有保证的的绿色产品这一困扰。这一小节引入一个消费者投诉环节，这一环节的导入将更加有效的促使分销商能够加大检验力度，从而减少一定的风险。

最后综合内、外两方面，分析核心企业对整个供应链的绿色演化重要影响，为核心企业在整个绿色供应链管理中的作用，有了个高度的概括。

2 相关理论及文献回顾

2.1 绿色供应链管理基本概念

首次提出绿色供应链概念的 Hand field 和 Nichols(1999)认为：绿色供应链是包括从原材料到最终用户的同商品及信息的流动和转移相关的所有活动，物流和信息流都是贯穿于整个供应链的上下游。

Zsidisin 和 Sifer(2001)提出绿色供应链管理的定义为：一个企业的绿色供应链管理是对供应链管理方针、采取的行动以及形成的各种关系的设定，所形成的各种关系是应对公司产品和服务有关设计、材料采购、生产、分发、使用、再使用以及处置方面的环境问题。

国内学者但斌(2000,b)在参照供应链和绿色制造的定义的基础上，将绿色供应链定义为："一种在整个供应链中综合考虑环境影响和资源利用率的现代管理模式，它以绿色制造理论和供应链管理技术为基础，涉及供应商，制造商、销售商和用户，其日的是使产品从原料获取、加工、包装、仓储、运输、使用到报废处理的整个过程中，对环境的影响(负作用)最小，资源效率最高。"

朱庆华(2003)对绿色供应链管理定义如下："绿色供应链管理就是在供应链管理中考虑和强化环境因素，具体说就是通过上下游企业的合作以及企业内部各部门的沟通，从产品的设计、材料的选择、产品的制造、产品的销售以及回收的全过程中考虑环境整体效益最优化，同时提高企业的环境绩效和经济绩效，从而实现企业和所在供应链的可持续发展。"

由此可见，绿色供应链中流动的已经不仅仅是传统的供应链、信息流和资金流，更重要的是将绿色的知识流贯穿始终。它把"绿色"的理念融人整个供应链，求得整个供应链的资源消耗和环境影响(负作用)最小。同时，绿色供应链中各种流的运动是循环式的运动，而不是以往供应链中的单向运动，能实现循环回收利用的效果。王能民博士(2001)的模型很好地形象化了这一概念，他将绿色供应链模型归纳成是由生产系统、消费系统、社会系统与环境系统等四个子系统组成：具体如下图2.1所示，

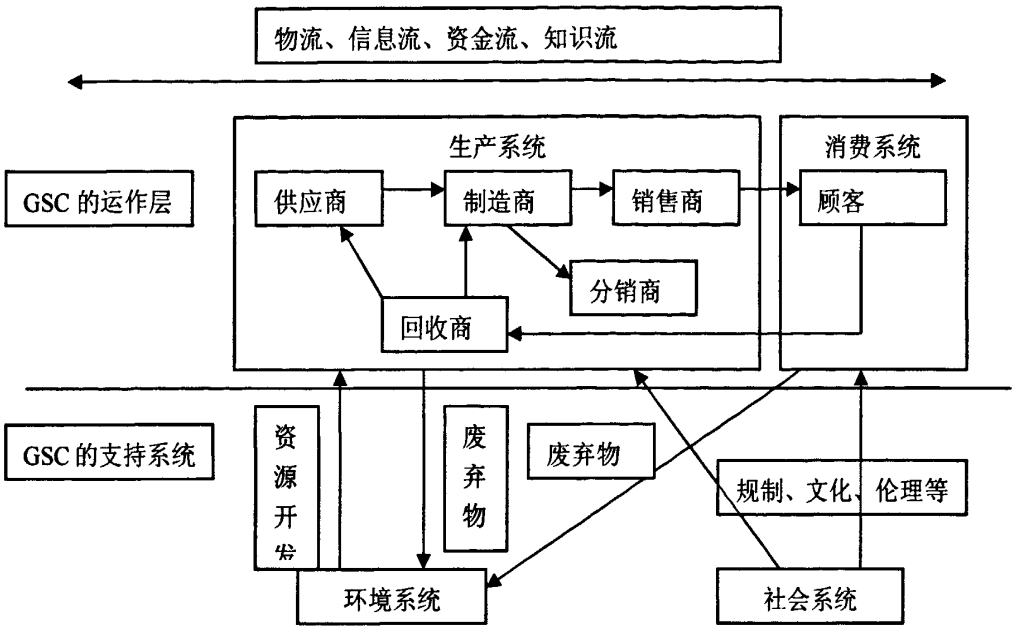

图2.1 绿色供应链模型

该模型显示了绿色供应链与传统供应链的差别，在以往的生产和消费系统外增加了环境和社会系统，模型中的各种流都是循环运动的，互相联系紧密，成为一个整体。另外：

绿色供应链管理的原则(徐团结等，2006)包括：

1. 必须以可持续发展观和和谐思想理论为指导
2. 必须把绿色供应链管理作为一种战略思想
3. 必须把生态保护作为企业的高度责任
4. 必须强调供应链中各实体之间紧密绿色合作
5. 必须使用同样的标准和规范对供应链中各实体实施绿色管理

绿色供应链管理的目标包括：

1. 对环境的负面影响小
2. 对资源的利用效率高
3. 实现经济效益和社会效益相协调使得人与自然和谐发展

绿色供应链管理的特征包括：

1. 管理目标呈现多元化特征和超常性质

绿色供应链管理既有时间、成本等经济方面的要求，也有空间环境方面的要求，这就使得绿色供应链管理的目标多元化。企业在对自身内部资源和企业外部资源集成使用的同时，又充分考虑环境问题。

2. 管理范围极大拓宽

在绿色供应链管理中，企业的管理范围是全方位、立体状的。它不仅为企业

管理提供了充分自由的运作空间，并且对整条供应链中的各个参与单位进行了绿色战略管理。在这里，企业管理的触角从一个部门伸到了另一个部门；从企业内部伸到了企业外部；从本行业伸到了其他相关的诸多行业。

3. 管理要素多样化，包容度大大增加

随着社会科技的不断进步，人类对环境问题的不断重视，管理要素的内容不断演化更新；同时各管理要素的重要性也相继发生了转换。从传统的人、财、物管理，到信息、知识、策略、绿色战略等管理，绿色供应链管理的要素无所不包，几乎涵盖了所有的软、硬资源要素。尤其应引起管理人员注意的是：软性要素在绿色供应链管理中的作用日渐重要。绿色信息、绿色科技和世界各国的环境政策等软性要素常常是决定绿色供应链管理成败的关键。

4. 管理系统的复杂度增加，系统边界日益模糊

绿色供应链管理的管理行为所涵盖的不只是企业内部的技术行为，而是涉及一系列广泛而又复杂的社会经济行为。 它融合了宏观与微观、纵向与横向、外部环境与内部要素的交互作用。并且彼此之间形成一个密切相关的、动态的、开放的有机整体。而且，其中的各项要素之间又交织成相互依赖、相互制约、相互促进的关系链，从而使得绿色供应链管理行为极其复杂、难以把握。另外，绿色供应链管理既要追求企业内外要素的优化整合，即企业内部资源、功能、优势与外部的相互转化、相互协调、相互利用，又要对供应链的上端和下端企业进行绿色战略管理，形成一种内外兼管的态势。从而使绿色供应链管理的系统边界越来越难以确定。因此，在绿色供应链管理中必须运用非常规的分析管理方法，才能较好地把握绿色供应链管理系统的内在本质。

绿色供应链管理内容的结构示意图，如下图2.2所示：

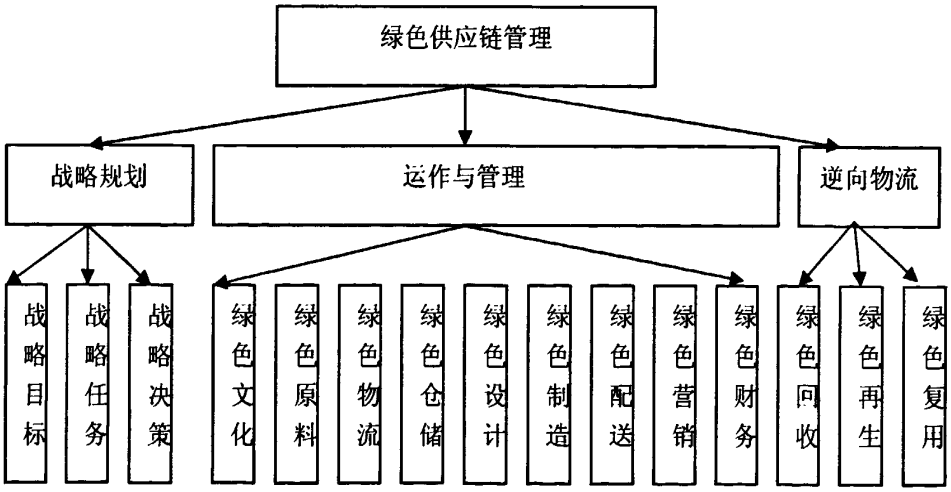

图2.2 绿色供应链管理的内容结构示意图

2.2 博弈论及其相关概念

博弈论是研究相互依赖、相互影响的决策主体的理性行为以及这些决策的均衡结果的理论。谢识予(2002)给博弈下过一个非技术性的定义：博弈即一些个人、队组或其他组织，面对一定的环境条件，在一定的规则下，同时或先后，一次或多次，从各自允许选择的行为或策略中进行选择并加以实施，各自取得相应结果的过程。由于在现实生活中人们的利益冲突与一致具有普遍性，因此，几乎所有的决策问题都可以认为是博弈。博弈论在政治学、经济学等许多领域都有着广泛的应用。在经济学中博弈论作为一种重要的分析方法已渗透到几乎所有的领域，每一领域的最新进展都应用了博弈论，博弈论已经成为主流经济学的一部分，对经济学理论与方法正产生越来越重要的影响。

完整的描述一个博弈行为需要明确以下几个问题:局中人、行动、信息、策略、支付函数、结果、均衡等。其中最基本的三个要素是:局中人、策略集合、支付函数。下面简单介绍一下这三个概念：

局中人，是指参加博弈的直接当事人，他们是博弈的主体和策略的制定者，在博弈中是“理性的”，即选择行为是以自己效用最大化为准则的决策主体。局中人在实际中可以是个人、也可以是团体或集团。

策略集合，是指局中人在博弈中的所有可能选择行为的集合。策略是局中人在博弈中具体选择行为规则。每个策略集合至少有两种不同策略。否则，只有一个策略，他的行动就是确定的，实际上他不参加博弈。

支付，是指局中人采取策略后，他们得到的相应“收益”。支付函数是局中人从博弈中获得的收益或效用水平。它是所有局中人策略或行动的函数，通常用收益的绝对值或相对值表示，也称支付矩阵等。

另外，博弈论还可以划分为合作博弈和非合作博弈，现在谈到的博弈论一般是指非合作博弈。合作博弈与非合作博弈的区别在于人们的行为相互作用时能否达成一个具有约束力的协议。如果有，那就是合作博弈，反之就是非合作博弈，如两个寡头企业，他们之间签订一个协议，联合起来实现最大化垄断利润，并且各自按照这个协议进行生产，就是合作博弈。但是如果这两个企业之间的协议不具有约束力，就是说，没有哪一方能够强制另一方遵守这个协议，每个企业都有自己的最优产量（货价格）的选择，那么这种情况就是非合作博弈。其中讨价还价模型就是属于合作博弈理论当中的一种。

张维迎(1996)对博弈论也有相关介绍：“一般认为博弈论开始于1944年由冯·诺伊曼(Von Neumann)和摩根斯坦(Morgenstern)合作的《博弈论与经济行为》(The Theory of Games and Economic Behavior)一书的出版。随后，在上世纪5 0年

代，美国数学家纳什(Nash)提出了博弈论中最重要、最基本的概念——纳什均衡，具体讲，纳什均衡的意思就是，假如有n个人参与博弈，给定其他人战略的条件下，每个人都有自己的最优战略（个人最优战略可能依赖于也可能不依赖于其他人的战略），所有参与人选择的策略一起构成一个策略组（strategy profile）。纳什均衡指的就是这样一种战略组合，这种战略组合由所有参与人的最优战略组成，也就是说，给定别人战略的情况下，没有任何单个参与人有积极性选择其他战略，从而没有任何人有积极性打破这种均衡。纳什均衡概念的产生，确立了现代博弈论学科体系的基础。目前，博弈论作为一种强有力的分析工具，已在经济、军事、政治、教育、社会科学领域广泛应用此外，也开始应用于生物学、机械工程学等自然科学领域问题的分析中。”

2.3 国内外相关文献回顾

2.3.1 国外主要相关文献回顾

国外对于绿色供应链的研究，最早开始于上世纪 90 年代，一直到今天为止，研究内容具体包括下面几类：

1. 供应链绿色化过程的影响因素分析研究

Mont(2007)基于产品生命周期的五个阶段分析了一些内外环境因素对供应链运营情况的影响，提出了系统成员为实现可持续资源管理和生产消费所面临的障碍、应付出的努力和可实施的行为。

Preuss(2005)考察了一些由制造企业为核心成员构成的供应链中的环境管理问题，指出除了环境政策因素外，物流管理、信息管理和成员间的管理、以及三者之间的有效协调也是供应链绿色化的关键要素，并通过建模采用博弈算法给出了协调三者关系的次优解。

Walker(2008)指出绿色演化的动力不仅仅包括组织因素、法规、消费者、竞争者以及社会机构，而且还包括供应商；供应链绿色化的内在障碍包括成本的提高和供应商的不合作，外在障碍主要包括社会调控的缺乏、行业的特殊性等。

Henriques(2007)通过实证分析内部行政压力对供应链实施绿色技术的影响有限，而外部利益相关者（包括消费者、监管机构、环境组织、民间团体等）的压力将增加企业实施绿色技术的可能性。

Naweocka(2008)指出企业实施与环境相容活动的主要驱动力是客户需求压力。

2. 从绿色供应链关系角度展开的综述

Jeremy Hall(2000)分析了环境型供应链动力学(environmental supply chain dynamics ,ESCD)产生的外部条件。认为运用系统研究方法可以使环境管理研究受益。研究指出，采购商和供应商的关系在很大程度上会对供应商的决策产生重要影响。所以当供应商处在特定的保护环境要求的压力下，同时下游企业对其又具有强制力(channel power)，此时环境型供应链产生的动力就出现了。作者对英国日本的食品零售业和英国的航空航天业的案例分析结果也支持了作者的研究结论。

Schot(1990)等人研究了13家荷兰化工企业生产系统的结构，包括内部因素(如研发、营销和质量控制)和外部因素(如银行、保险公司和贸易联盟)。通过深入的访谈，他们得出的结论企业对供应企业的环境要求不是很多而且不正式。但是，企业开始实施采购方针(如需要供应企业辅助预防污染)，公司开始对供应企业提供的产品成分设定限制，并尝试尽量减少库存以减少泄露和废物。他们认为，企业正处在建立绿色供应链关系的初始阶段，但这种关系正在不断发展。

1996 年，Green等人综合前人的研究成果，在6个工业行业通过案例进一步分析了采购一供应企业之间的绿色供应链关系的类型。他们发现客户对企业环境改进方面的影响大于供应企业，环境要求和信息互换是最常见的交互方式。但是，他们发现与客户或者供应企业之间清洁生产方面的合作还有待发展。

2001年，Theyel提出了3种类型的采购：供应企业之间环境关系，环境要求、共享环境信息和产品与过程环境改进的合作。环境要求可以包括采购要求、员工培训和IS014000系列认证等；环境信息共享包括新产品试用、法规更新和最好的实践；产品与过程环境改进的合作涵括很广的范围，从共享人力资源和设备到共同开发可再循环的产品和使用替代材料实现过程的更清洁化或者减少废物和能源的使用。

3. 绿色供应链管理中的战略决策

R. Carter等(2000)开创性地研究了环境意识采购与企业业绩的关系，利用历史数据与调查分析的方法对环境意识采购对企业财务绩效的影响关系进行了研究，得出的结论是“环境意识采购与净收入和销售产品的成本具有显著相关的关系”。

Anna Nagurne等(2003)研究了绿色供应链成员的决策行为；研究中考虑了制造商、一级分销商与顾客3个层次的行为主体，基于博弈论分析了各行为主体的特征，利用网络模型建立了相应的多目标决策模型，并就其求解问题给出了相应的算法。

Robert Hand field等(2005)指出合理处理环境问题可以提高供应链的竞争能力和绩效；基于对英美日等国的绿色供应链核心企业的战略决策问题的调查提出了一个战略决策模型，该模型对现有供应链向绿色供应链的转换具有一定的指导

意义。

Raffaella、 Manzini等(2006)认为实施环境产品声明(EPD)这一决策工具可以提高绿色供应链的竞争力，指出了EPD的特点以及实施EPD的要求和相关参数，并构建了评价EPD效用的运作模型。

Jose M. Cruz(2008)集成供应链运营过程中的环境因素建立了供应链网络的动态分析模型以及相应决策目标；提出了一种离散序列算法以实现对产品流、产品价格以及与环境相容的活动的动态评价过程，通过分析获得了三者之间的平衡模式，并基于对动态轨迹的分析得到了一些有益的定性结论。

Chia-Wei Hsu等(2009)提出基于网络分析法(ANP)将有害物质管理(HSM)的理念应用于供应链运营中的供应商选择过程；将HSM中的评价指标分为四类，并由此建立一个多指标决策模型；结合某电子企业的供应商选择过程，对决策模型中相关指标以及层次的关系进行解释，并具体阐述了基于ANP方法的供应商选择过程。

4. 绿色供应链运营过程中的成员协调问题

Diane Holt(2004)对英国149家处于供应链中核心地位的企业进行了研究，指出那些大型的具有高风险行业特点的企业已经开始关注并实施对绿色供应商的评价、指导、教育与监督活动，以实现企业的再扩张，提高企业的绩效水平。

Stephan Vachon等(2006)指出供应链运营过程中污染防治的有效性与供应链成员间的协作程度密切相关；结合5类绩效指标对北美的包装印刷行业进行实证分析，结果显示：核心制造企业与下游销售商的绿色合作伙伴关系取决于产品质量、生产灵活性以及环境绩效，而上游供应商的绿色合作伙伴关系则与交付绩效紧密相关。

Julia Koplin等(2007)基于社会责任的不同承担方式提出了两种实现供应链可持续发展的方法，构建了环境和社会相关准则以指导供应链采购环节的实际运作，并提出了一种由所有成员共同承担环境相关责任的方法，结合大众汽车公司的供应链运营情况验证了该方法的合理有效性。

Stephan Vachon等(2008)基于对北美一些制造企业的调查结果，指出目前已有一些供应链在系统内部建立环境协作制度。通过实证分析得到：与上游供应商的环境协作往往与运作绩效紧密结合，而与下游销售商的环境协作往往与产品绩效相联系；通常情况下，与上游供应商进行基于绿色环保方面的协作更易于获取收益。

5. 从供应链绩效角度展开的综述

绿色供应链管理的主要目的是提高企业的环境绩效和经济绩效，以适应日益严格的环境法规以及日益提高的公众环境意识的要求。多数研究者从定性角度研究了绿色供应链管理与企业绩效之间的关系。

1996年，Floridal认为采购一供应企业之伺不同类型的关系对提高绩效的影响。Florida认为采购和供应企业之间的紧密合作可以促进清洁生产的实施，也是未来发展的趋势，因为领先企业需要与上、下游企业紧密合作，以实现各种环境战略，如准时采购、持续改进和全面质量管理。与供应企业的紧密合作有助于环境管理创新方法的传播;采购和供应企业之间环境信息共享提高效率和减少废物的责任，可以促进企业的准时管理，提高企业的商业绩效。

2000年，Gefen和Rothenberg在Florida研究的基础上提出了与供应企业合作的环境收益。他们研究了美国3个装配企业与供应企业的关系，发现了与供应企业的紧密关系可以帮助创新性环境技术的采用和开发。另外，采购和供应企业员工之间的交流、合作协议和共同研究与开发可以提高双方的环境绩效。

Von Hippel以及其他作者认为，采购和供应企业之间的合作通过各种方式为提高环境绩效提供了正式和非正式的机制，如促进双方的信任、减少风险以及提高创新性和利润等。

2001年，Theyellol进一步证明了采购和供应企业之间的关系越紧密，就越可能共同提高双方企业的环境绩效。

部分研究者定量地研究了绿色供应链管理与企业绩效的问题:Taylor(1996)研究了环境影响与供应链的附加价值之间的关系。研究结论是:对资源依赖程度高的产业对环境损害更大，沿着供应链内的活动方向(从供应商到顾客)其比例值逐步减少，服务性产业与供应链的最后阶段(接近顾客的活动)其比值比资源性产业的比值小得多;产品与废弃物的回收等活动对整个供应链而言其增加的经济价值比较小，但对整个供应链降低其对环境的负影响作用是十分大的。

2.3.2 国内主要相关文献回顾

相比于国外对绿色供应链管理的研究较为深入(也有部分文献将绿色供应链称为环境意识供应链、可持续发展供应链、永续供应链等)。从整体上看，国内对绿色供应链管理的理论研究还处于起步阶段，主要内容包括下面两大类：

1. 绿色供应链运营中的战略规划和绩效评价

罗兵等(2005)分析了目前我国企业在供应链范围内实施绿色化战略的重要性，建立和完善了绿色供应链管理战略决策的要素及相互关系，结合实例阐述了采用网络分析法进行绿色供应链管理战略决策的过程住。

张敏顺等(2005)通过对绿色供应链内涵的分析，在传统基于成本、效益等指标的供应链绩效分析的基础上，根据绿色供应链的IS014000系列标准设计了绿色供应链绩效评价指标体系，并讨论了引入绿色水平评价后对其他传统绩效指标的

影响关系睢引。

孙波(2006)指出绿色供应链应应当成为中国企业面对国际绿色贸易壁垒的一种战略联盟生产方式，分析了当前我国绿色供应链管理发展状况及构建特点，并进而提出了构建企业绿色供应链关系的相关建议。

柳键等(2008)根据绿色供应链及其绩效的概念建立了相应的基于关键绩效指标(KPI)的绿色供应链绩效评价指标体系，通过数据包络分析法(DEA)对绿色供应链绩效进行评价，并结合实例说明了DEA法在绿色供应链绩效评价应用中的合理性。

2. 绿色供应链的协调机制和动力机制探讨

王能民等(2006)分析了绿色供应链区别于一般供应链运营的异质性，提出了绿色供应链运营目标的多元性；并从绿色供应链区别于一般供应链的特征出发，将绿色供应链成员的协调机制分为战略层协调、动机层协调和业务层协调共三个层次。

张涛等(2007)采用博弈论分析了单一制造商和单一供应商组成的绿色供应链的减量化生产效率问题，分别得到了纳什均衡和合作博弈下的均衡解，并比较了两种博弈情况下的双方努力水平和系统总收益的优劣。

赵一平等(2008)根据系统动力学的基本原理，提出了绿色供应链管理的简要动力机制模型；并从实证角度进一步论证了绿色供应链管理产生的动力因素和一般规律，讨论了现阶段我国绿色供应链管理发展缓慢的根本原因，并提出相应对策建议。

雷翔虎等(2008)通过分析我国企业实施绿色供应链管理的障碍，探讨基于核心企业和供应商角度实施绿色供应链管理的具体策略，以期解决供应链的纵向绿色化的动力机制问题，从而促进我国经济社会的可持续和协调发展，构建环境和谐型社会。

2.4 本章小结

绿色供应链管理是提升环境管理效率的重要手段，尽管其提出的问题的时间比较短，但已经得到了学术界与企业界在内各个领域的关注。从研究的现状来看，现有的研究具有以下特征："①研究方法与手段主要是依赖于案例研究、问卷调查等，定性的研究较多而定量的研究较少；更多的研究者关注的是某一产业中如何进行绿色供应链管理。②研究成果大多集中在概念层与操作层两个层次，在上述文献中大多数研究者均提出了自己对绿色供应链的理解，其所提出的概念更多强调的是将环境因素加入到供应链管理中，而绿色供应链与一般供应链在内涵与

运作上的区别并没有进行深入研究；操作层面上的成果是现有研究成果重要组成，众多的研究者关注了如何在某一类产业中进行绿色供应链管理。③强调集成的思想来研究环境管理问题，集成管理成为绿色供应链管理的重要支柱与手段之一是现有研究成果共识之一”。正是基于以上分析，以下的研究才具有一定的现实和理论意义。

3 核心企业与供应链成员间的博弈模型

3.1 核心企业与供应商关于绿色采购的激励机制研究

委托代理关系是一种契约关系，通过这一契约，一个人或者一批人授权给另一个人为委托人的利益从事某项活动。但这又不同于一般的雇佣关系，委托人授予代理人相当大的自主决策权，而委托人很难监控代理人的活动。在信息经济学中，常常将博弈中拥有私人信息的参与人称为“代理人”，不拥有私人信息的参与人称为“委托人”。委托代理理论正是基于委托代理关系而产生的，是现代企业理论的重要组成部分。它产生于20 世纪60年代末70年代初，当时的经济学家们不满于企业黑箱理论，开始深入研究关于企业内部信息不对称和激励问题，最终形成了现代企业理论。它包括交易成本理论和委托代理理论。委托代理关系的产生，是由社会经济发展的客观需要和条件所决定的，是随着企业所有权和控制权的逐步分离而产生的。

委托代理中广义的代理泛指承担风险的委托人授予代理人某些决策权与之订立或明或暗的合约，狭义的委托代理关系则是指公司的治理结构，即作为委托人的出资人授予代理人在合约中明确规定的权利。凡在合同中未明确规定的权利归属委托人。雇主和雇员、律师和当事人、医生和病人、保险公司和投保人、股东和经理等等就是代理关系的典型实例。

3.1.1 问题阐述

采购部门直接影响企业环境管理的绩效。随着采购部门战略地位的提高，以及采购企业与供应企业之间贸易伙伴关系的形成和完善，采购部门对企业环境管理的影响也进一步增加。有关采购中的环境问题还只是一个相对很新的研究领域，相关研究非常零散，通常只考虑供应链内某一局部任务或者领域的相关问题。研究绿色彩供所用的基本工具基本也还只是试验性的，目的是建立绿色采购的定义和明确绿色采购的范围。

Zsidisin 和 Siferd(2001)给绿色采购下的定义：一个公司的绿色采购是应对自然环境相关问题制定的一系列方针，采取的一系列行动和形成的相应关系，相关问题涉及原材料的获取，包括供应商的选择、评估和开发、供应商的运营、内向分发、包装、再循环、再使用、减少资源使用以及公司产品的最后处置。目前国内一些学者如夏春玉（2005）等提出所谓绿色采购，就是企业各个部门协商决策，在采购行为中考虑环境因素，通过减少材料使用成本、末端处理成本，保护资源

和提高企业声誉等方式提高企业绩效。具体就是说，企业内部加大采购部门与产品设计部门、生产部门和营销部门的沟通与合作，共同决定采用哪种材料和零部件以及选择哪些供应商，同时包括确定与供应商的合作方式，通过减少采购难以处理或对生态系统有害的材料，提高材料的再循环和再使用，减少不必要的包装和更多使用可降解或可回收的包装措施，控制材料和零部件的购买成本，降低末端治理环境成本，提高企业产品质量（如生产获得权威认证的绿色产品），改善企业内部环境状况，最终给提高企业绩效。绿色采购的决策模式如下图 3.1 所示，就是必须把绿色采购作为企业战略，在一定的外部和内部环境下，企业内部各个部门协同合作，实现绿色采购的效益。如今，绿色采购已被中国许多企业所接受，如一汽大连柴油机厂、大连美罗大药厂等等。

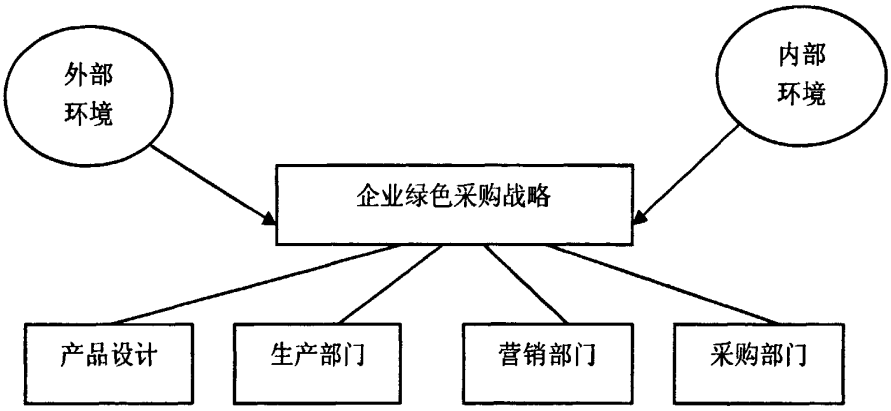

图 3.1 企业绿色采购决策模式

但是朱庆华教授(2003)指出；绿色采购研究尚处在萌芽阶段，并提出未来理论研究方向一个是采购/供应企业之间的博弈，另一个是供应链核心企业的群决策。目前国内仅陈杰，屠梅曾，孙大宁(2004,a)做过关于绿色采购的信号博弈，(2004,b)环境型采购博弈分析等为数不多的几篇文章研究。事实上，核心企业想要做到真正意义上的绿色采购，仍需要供应链上各个环节的大力配合。若供应商提供的原材料本身就是一个高污染、高耗能、难以分解的产品，而核心企业采购部门又缺乏一定的了解，那么核心企业采购完以后，再怎么积极向绿色化靠拢，也很难保证自己生产出来的产品就是绿色产品，这样无疑会极大地削弱了整个供应链的绿色化，最终受伤害的还是消费者和环境。

基于这样一个事件的可能发生，再结合前面叙述的委托代理理论，对于核心企业向上游企业的采购这样一个问题，我们完全可以把核心企业与供应商此时此刻这样一种关系，抽象成一个委托代理关系。即此时我们可以把核心企业看做是一个委托人，而把供应商看做是一个代理人，核心企业就是委托供应商提供的尽量是绿色原材料，从而能为自己接下来绿色生产，乃至绿色营销打下一个良好的

基础。这同样也为我们模型的构建找到理论依据，接下来就是从委托代理的角度来分析，对核心企业和供应商关于绿色原材料采购的这一问题，进行分析和探讨。

3.1.2 模型相关参数及基本假设

本节假设一个供应商和一个制造商之间的博弈。供应商要么提供绿色原材料，要么提供的不是绿色原材料，核心制造企业据自己的判断，相对应的出高价和低价。

相关符号说明：

E=1：供应商提供的是绿色原材料

E=0：供应商提供的不是绿色原材料

C_1：供应商提供绿色原材料时，供应商的成本

C_2：供应商提供的不是原材料时，供应商的成本

P_H：制造商出高价购买原材料

P_L：制造商出低价购买原材料

$Prob(P=P_H \mid E=0)=X_0$：供应商提供的不是绿色原材料，而制造商以高价购买的概率是 X_0

$Prob(P=P_H \mid E=1)=X_1$：供应商提供的是绿色原材料，而制造商也以高价购买的概率是 X_1

V= V(P)－C：记为供应商的效用函数（凹函数），V(P)其实就是制造商给供应商的转移支付，并假设$V'>0$

H：记为 V(P)的逆函数，其实质就是制造商购买原材料所支付的钱

U(P)：记为制造商的内心满意程度

根据一般常识，有 $C_1>C_2$，$P_H>P_L$，$X_1>X_0$

$U(P_H)>U(P_L)$（这一点也很好理解。虽然制造商出了高价格去买了原材料，但是制造商本身并不清楚自己所买的材料是否为绿色原材料。既然肯出高价，制造商肯定认为自己买的就是绿色原材料）

则风险中性的制造商的期望效用为：

当 E=1 时，$\prod_1=X_1(U_H-P_H)+(1-X_1)(U_L-P_L)$　　(3-1)

当 E=0 时，$\prod_2=X_0(U_H-P_H)+(1-X_0)(U_L-P_L)$　　(3-2)

供应商的道德风险激励约束(IC)为：

$X_1V(P_H)+(1-X_1)V(P_L)-C_1 \geq X_0V(P_H)+(1-X_0)V(P_L)-C_2$　　(3-3)

供应商的道德风险参与约束(IR)为：

$X_1V(P_H)+(1-X_1)V(P_L)-C_1 \geq \prod_{保留净收入}=0$　　(3-4)

3.1.3 对称信息下的激励机制设计

对称信息条件下，供应商提供的到底是不是绿色原材料，制造商是可以看到的，供应商必须提供的是绿色原材料，所以激励相容约束(IC)不起作用。

1. 制造商的最优规划问题课表示为：

$$(p)\quad \mathrm{Max}\ [X_1(U_H-P_H)+(1-X_1)(U_L-P_L)] \tag{3-5}$$

$$(st)\quad X1\ V(P_H)\ +(1-X_1)V(P_L)-C_1\geq \Pi_{保留净收入}=0 \tag{3-6}$$

2. 求解过程：

采用拉格朗日乘子法，有：

$$令\ L(P_H\ ,\ P_L)=\ X1(U_H-P_H)+\ (1-X_1)\ (U_L-P_L)-\lambda\ [\ X_1\ V(P_H)\ +\ (1-X_1)\ V(P_L)-C_1] \tag{3-7}$$

再令

$$\frac{\partial L(P_H\ ,P_L)}{\partial P_H}=0,$$

$$\frac{\partial L(P_H\ ,P_L)}{\partial P_L}=0,$$

得到 $\lambda=\frac{1}{V'(P_H)}=\frac{1}{V'(P_L)}$，$p^*=p_H^*=p_L^*$

$$p^*=H(C_1)$$

3.1.4 不对称信息条件下的激励机制设计

不对称信息下，供应商提供的原材料是不是绿色原材料，制造商并不清楚，往往制造商认为是绿色原材料，他就出一个高价将其买下，他认为不是，他就以一种低的价格将其买下，及激励相容约束（IC）也起作用。

1. 则此时制造商的最优规划问题就可以表示为：

$$(p)\mathrm{Min}\ -[X_1(V(P_H)-H_H)+(1-X_1)(U(P_L)-H_L)] \tag{3-8}$$

$$(st)X_1\ V(P_H)\ +\ (1-X_1)\ V(P_L)-C_1\geq X_0\ V(P_H)\ +\ (1-X_0)\ V(P_L)-C_2 \tag{3-9}$$

$$X_1\ V(P_H)\ +(1-X_1)V(P_L)-C_1\geq \Pi_{保留净收入}=0 \tag{3-10}$$

用这种表达式来描述此类问题，根据函数图形，易知它正好满足凸规划的要求，所以此问题可以用库恩-塔克条件进行模型的求解。

2. 求解过程：

令 $L(P_H, P_L)$= 目标函数－λ约束（IC）－μ约束（IR）

再令

$$\frac{\partial L(P_H,P_L)}{\partial V(P_H)}=0$$

$$\frac{\partial L(P_H,P_L)}{\partial V(P_L)}=0$$

得到：

$$X_1 H'_{V_H}-\lambda\Delta X-\mu X_1=0 \tag{3-11}$$

$$(1-X_1)H'_{V_L}+\lambda\Delta X-\mu(1-X_1)=0 \tag{3-12}$$

其中 $\Delta X=X_1-X_0>0$，由 $V'(P)\cdot H'(V)=1$，则(3-11)、(3-12)可转化为

$$\frac{X_1}{V'(P_H)}-\lambda\Delta X-\mu X_1=0 \tag{3-13}$$

$$\frac{(1-X_1)}{V'(P_L)}+\lambda\Delta X-\mu(1-X_1)=0 \tag{3-14}$$

简化(3-13)、(3-14)两式，可得

$$\lambda=\frac{X_1(1-X_1)}{\Delta X}\left(\frac{1}{V'(P_H)}-\frac{1}{V'(P_L)}\right) \tag{3-15}$$

$$\mu=\frac{X_1}{V'(P_H)}+\frac{1-X_1}{V'(P_L)} \tag{3-16}$$

根据 V（P）函数的图形性质，易知 $V'(P_H)<V'(P_L)$，可见 λ，μ 均大于 0

由库恩-塔克条件得到(IC)、(IR)是紧约束

即 $X_1 V(P_H)+(1-X_1)V(P_L)-C_1=X_0 V(P_H)+(1-X_0)V(P_L)-C_2$ (3-17)

$$X_1 V(P_H)+(1-X_1)V(P_L)-C_1=\Pi_{保留净收入}=0 \tag{3-18}$$

于是，我们根据(3-17)、(3-18)两式可以求出：

$$P_H=H\left(\frac{C_1-C_2}{\Delta X}+\frac{C_2X_1-C_1X_0}{\Delta X}\right)$$

$$P_L=H\left(\frac{C_2X_1-C_1X_0}{\Delta X}\right)$$

3.1.5 模型分析与结论

通过信息对称和信息不对称两种情行下，核心企业出的高低价格比较，我们可以得到以下相关结论。

结论 1：在信息不对称的情况下，制造商愿意付出的最低价格要比信息对称时付出的最低价格要低。

证明 1：

$$p^*=\mathrm{H}(C_1)=\mathrm{H}(\frac{C_1\Delta X}{\Delta X})=\mathrm{H}\left[\frac{C_1(X_1-X_0)}{\Delta X}\right]>H(\frac{C_2X_1-C_1X_0}{\Delta X})=P_L$$

结论 2：在信息不对称的情况下，制造商愿意付出的最高价格要比信息对称时付出的最高价格还要高。

证明 2：

因为，$C_1(1-X_1)>C_2(1-X_1)$

所以，$\mathrm{H}(\frac{C_1-C_2+C_2X_1}{\Delta X})>H\left(\frac{C_1X_1}{\Delta X}\right)$，即

$$P_H=\mathrm{H}(\frac{C_1-C_2}{\Delta X}+\frac{C_2X_1-C_1X_0}{\Delta X})=\mathrm{H}(\frac{C_1-C_1X_0-C_2+C_2X_1}{\Delta X})$$

$$=\mathrm{H}(\frac{C_1-C_1X_0-C_2+C_2X_1}{\Delta X})>H\left(\frac{C_1X_1-C_1X_0}{\Delta X}\right)=p^*$$

结论3：X_1与$P_H-\mathrm{P}^*$成反比，即X_1的值越大，$P_H-\mathrm{P}^*$的值就越小；C_1–C_2与$P_H-\mathrm{P}^*$成正比，即C_1–C_2的值越大，$P_H-\mathrm{P}^*$的值就越大；ΔX与$P_H-\mathrm{P}^*$成反比；即ΔX的值越大，$P_H-\mathrm{P}^*$的值就越小。

证明 ：因为$P_H-\mathrm{P}^*=(C_1-C_2)(1-X_1)/\Delta X$

所以从上式，我们容易得出结论 3

综上我们可以得出：①在信息不对称情况，委托人（核心企业）愿意付给代理人（供应商）的最低价格比信息对称情况给出的最低价格还要低。若供应商提供的真是绿色原材料，那么这无意于严重打击了供应商的积极性，对整个供应链的绿色演化无疑是一个不利的消息；②在信息不对称的情况下，核心企业愿意付给供应商的最高价格要高于信息对称时给出的最高价格。若供应商提供的不是绿色原材料，那么对供应商来说无疑增加了采购成本，而对供应商来说，大量赚取了本不应该属于它自己的利润，这有可能助长供应商提供的是非绿色原料的态

势，这同样对整个供应链的绿色演化构成一个严峻考验；③对于上述模型，基于核心企业的视角，为了防止以过高的价格采购到的反而不是绿色原材料的风险，我们就必须使得 X_1 的数值尽量大，即对我们的采购部门提出更高的要求，要能最大限度的判断出自己采购的到底是不是绿色原料；④基于供应商的视角，为了防止核心企业以过高价格采购的情况发生，应当尽量使得自己提供绿色原料时，企业的成本能够降低。只有这样，才能促进整个供应链向绿色化转变。

随着世界范围内可持续发展呼声的不断提高和人们意识的不断增强，我国企业必须通过绿色采购战略，获得和提升国际竞争力。这就要求我们：

首先，必须要提高企业员工，尤其是采购人员的环保意识，同时在此基础上，增强采购部门对原材料绿色与否的判断能力，只有这样才能在源头上防止犯错，为整个供应链的绿色化带来可能。

其次，还要呼吁整条链上的各个环节，顾全大局，以整体利益为重，以核心企业为示范，渐渐改善整个链上不利于生态保护的行为。

3.2 供应链中有关绿色产品质量检验的博弈分析

3.2.1 问题阐述

随着经济的快速发展和人们生活水平的日益提高,全球流行的绿色消费正在影响着每一个消费者,人们比以往更加关注自身的健康和生态环境问题。绿色产品是指在产品全生命周期中,采用先进的技术,经济地满足用户功能,消耗资源和能源最少,对环境危害最少或无害的产品(夏春玉，2005)。目前国内外主要有关绿色产品的研究主要集中在绿色产品的评价方法(刘英平等，2005)，绿色产品生命周期(徐剑等，2006)等几个方面。此外，谢家平、陈荣秋(2004)等学者还分析了关于绿色产品回收策略的问题,以及苗瑞(2002)等关于绿色产品质量保证体系的研究,但如何进行质量保证，至今还缺乏系统的研究。

现实的社会中，制造商生产出来的产品，分销商往往将其提供的产品直接销售给顾客，也就是消费者，导致现实的供应链运作过程中，存在众多分销商不执行检验的情形，主要原因是，由于制造商提供产品的科学技术含量较高或相对精密等原因，导致分销商无法对产品实施有效的检验活(苏秦，2006)。所以在这种情势下，就可能会出现分销商自己都无法判断其采购的产品，到底是不是绿色产品这样一个问题，更别说是否质量过硬。即分销商自己也无法准确判断它的上游供应商——核心制造企业，到底提供的是一个什么样性质的产品。但是消费者可能通过自己的亲自使用，可能会发现该核心制造企业生产出来的产品的质量状况。所以正是由于分销商检查力度的不够，一定原因造成了现在的绿色产品质量

保证不够。

然而，绿色产品的质量问题，是绿色供应链运营中需要考虑的核心问题之一(曹柬，2009)。绿色产品的质量存在问题，将破坏产品在消费市场上的来之不易的口碑，大大削弱与同质普通产品的竞争力，从而导致绿色供应链中分裂点的形成，严重损害链内成员的关系和彼此的利益。因此，产品质量问题往往是绿色供应链协调关系中需要首先考虑的问题。

本节主要应用博弈论的方法来研究绿色产品的检验问题，建立一个基于制造商、分销商、消费者三者之间的博弈模型，从而给出一个解决上述困扰的方法，即引入消费者这一重要因素。在一定程度上，让消费者向分销商反馈意见，从而达到分销商监督核心企业的绿色化生产，进而促进核心企业的绿色化，为整个供应链的绿色演化创造良好条件。

3.2.2 模型相关参数及基本假设

对于市场经济的微观主体—企业来说，其主要的目标是谋求其收益的最大化，无论这种收益体现在利润还是对市场的控制力上。在市场竞争与自利行为的作用下，绿色供应链的核心企业的行为未必能够达到一些环保上的要求，作为最终产品的使用者—消费者，我们完全有条件也有一定的能力来监督核心企业这种行为。

假设1：分销商，作为联系核心企业和消费者之间的桥梁，对市场上绿色水平不同的制造企业，它有两种策略可供选择：检验或不检验。并认为分销商进行检验后，就一定能知道核心企业提供的产品质量好坏问题。

假设2：绿色供应链中核心企业生产出来的产品质量等级不再详细区分，只考虑是否存在非常显而易见的质量问题，即消费者能明显察觉到的质量问题，无论是通过肉眼观察还是通过自己的亲身使用。这样核心企业也有两种选择，一种是提供质量过硬的绿色产品，另一种是提供的质量难以保证的产品，在此我们统一假设为非绿色产品。

假设 3：分销商从效率的角度上来说，并不可能完全彻底的监督到每一个上游企业，再加上有可能某些产品的复杂性等原因，存在如前所述的执行不利的情况发生，或者是压根不进行检验的行为。在本模型中，我们引入消费者监督机制，也就是消费者可以投诉和不投诉两种策略

假设 4：消费者若发现质量问题，他可以向分销商进行投诉或或者不投诉；那么消费者的投诉显然只有在分销商不检验之后才会有出现的可能。并且我们认为消费者如若发现自己购买的产品质量有问题，只可能是因为制造商的过失而引

起的，与分销商无关。

这样，此模型就共有 8 中策略组合。第一种策略就是（检验，提供绿色）。即分销商对核心企业实施检验策略，核心企业也提供的是质量过硬的是过硬的绿色产品。第二种策略组合是（检验，提供非绿）。即分销商对核心企业实施检验策略，核心企业提供的是产品质量有问题的非绿色产品。第三种策略组合是（不检验、投诉、检验、提供绿色）。即刚开始分销商选择不检验，但是消费者投诉后分销商又选择检验，核心企业的策略是提供质量过硬的绿色产品。第四种策略就是（不检验、投诉、不检验、提供绿色）。即分销商刚开始不检验，后来消费者投诉后还是不检验，但核心企业提供的是质量过硬的绿色产品。以及第五种策略组合（不检验、投诉、检验、提供非绿），第六种策略组合（不检验、投诉、不检验、提供非绿）。即分销商刚开始并不检验，当消费者投诉时，分销商依旧选择不检验，而核心企业提供的是质量过硬的绿色原材料。第七种策略组合是（不检验、不投诉、提供绿色）。即分销商不检验，消费者也不投诉，但核心企业提供的是绿色产品以。第八种策略组合（不检验、不投诉、提供非绿）。我们再进一步假设一些符号：

C_J：分销商检验制造商提供的产品是绿色还是质量难以保证的非绿色产品的成本；

C_G：制造商由于提供绿色产品而花费的成本；

U_a：制造商由于提供质量有保证的绿色产品而带来的收益；

U_b：由于检验，发现制造商提供的是绿色产品，这一结果间接给制造商带来的潜在收益。（我们可以认为是分销商正是基于知道这一信息，从而有可能长时间与这一制造商保持采购关系，这对制造商无疑是一种利好消息）；

U_c：由于分销商检验，发现制造商提供的不是绿色产品，那么分销商向制造商提出索赔，得到的索赔金额

则该博弈过程的收益矩阵如下表 3.1 所示：

表 3.1　制造商、分销商以及消费者三方博弈的收益矩阵

				制造商（核心企业）	
				提供的是绿色产品	提供的是非绿色产品
分销商	检验			$-C_J;-C_G+U_a+U_b$	$-C_J+U_c;-U_c$
	不检验	投诉	检验	$-C_J;-C_G+U_a+U_b$	$-C_J+U_c;-U_c$
			不检验	$0;-C_G+U_a$	0；0
		不投诉		$0;-C_G+U_a$	0；0

3.2.3 模型的均衡分析

根据表 3.1 三方的收益矩阵，我们可以进行如下分析：

1. 若$-C_G+U_a>0$，及制造商采取提供绿色产品带来的收益大于采用绿色产品所产生的成本。在这种情况下，无论分销商是选择检验还是不检验，制造商都会选择提供绿色产品，所以此时存在的纳什均衡为：

（不检验，提供绿色）和（不检验、投诉、不检查，提供绿色）。

2. 若$-C_G+U_a<0$，即制造商由于采取的是提供绿色产品策略，导致自己的生产成本大于所带来的收益，那么：

(1) $-C_J+U_c<0$，也就是分销商检验的成本大于得到信息的利益，那么无论制造商选择的是提供绿色产品还是提供的是非绿色产品，分销商都会选择不检验，此时的纳什均衡为：（不检验，提供非绿）、（不检验，投诉、不检验，提供非绿）、和（不检验、不投诉，提供非绿）共三个。

(2) 若$-C_J+U_c>0$，

① 如果$-U_c>-C_G+U_a+U_b$，那么存在唯一纳什均衡解：（检验，不提供）。

② 如果$-U_c<-C_G+U_a+U_b$，则此时无纯策略纳什均衡的稳定解。分销和制造商应该考虑混合策略。

我们此时再设分销商选择检验的概率为α，不检验的概率为$1-\alpha$；制造商提供的是绿色产品的概率为β；消费者投诉的概率是δ；消费者投诉，分销商选择检验的概率为ω。根据以上假设，我们可以得到三方博弈过程如下图 3.2 所示

则我们可以得出制造商的期望收益为：

$$\begin{aligned}U_{制}=&\alpha\beta(-C_G+U_a+U_b)+\alpha(1-\beta)(-U_c)+(1-\alpha)\delta\omega\beta(-C_G+U_a+U_b)\\&+(1-\alpha)\delta\omega(1-\beta)(-U_c)+(1-\alpha)\delta(1-\omega)\beta(-C_G+U_a)+(1-\alpha)(1-\delta)\beta(-C_G+U_a)\end{aligned}\tag{3-19}$$

同理我们也可以得到分销商的期望收益为：

$$U_{分}=\alpha\beta(-C_J)+\alpha(1-\beta)(-C_J+U_c)+(1-\alpha)\delta\omega\beta(-C_J)+(1-\alpha)\delta\omega(1-\beta)(-C_J+U_c)\tag{3-20}$$

分别对(3-19)、(3-20)关于β、α求导，可得

$$\alpha=\left[C_G-U_a-\delta\omega(U_c+U_b)\right]/(1-\delta\omega)(U_c+U_b)\tag{3-21}$$

$$\beta=1-C_J/U_c\tag{3-22}$$

根据(3-21)、(3-22)两式，我们可以得到如下结论：

结论 1：分销商检验的可能性与U_a成反比。即制造商由于提供的是质量过硬

的绿色产品带来的收益越大，分销商检验的概率越小，反之亦然。这很好理解，正是由于制造商提供质量过硬的绿色产品给自己带来的经济效益越大，使得制造商更倾向于选择提供质量过硬的绿色产品，所以导致分销商没有必要选择检验，及分销商此时更加倾向于选择不检验。

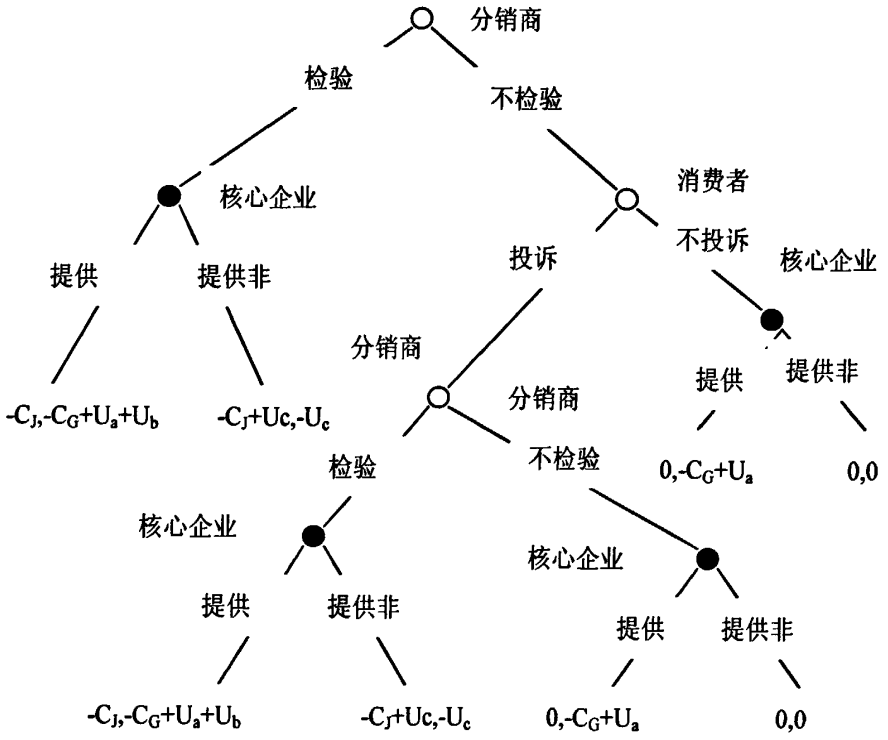

图 3.2　分销商、核心企业与消费者三方博弈过程

结论 2：分销商检验的可能性与C_G成正比，即制造商提供质量过硬的绿色产品所产生的成本越大，分销商检验的可能性就越大。这是由于制造商制造自己如果提供质量过硬的绿色产品所产生的成本过高，从而使其失去价格上的竞争优势，那么这使得制造商更愿意倾向于选择提供质量不是特别好的产品，从而也使得分销商检验的可能性也随之增大。

结论 3：分销商检验的可能性与δ成正比，即消费者投诉的可能性越大，那么分销商检验的可能性就越大。这真是消费者监督，所产生的积极影响。

结论 4：制造商提供绿色产品的可能性与分销商对产品质量进行检验的成本有关。若分销商检验的成本过大，那么制造商提供质量过硬的绿色产品的可能性就越小。原因很好解释，正是由于分销商检验力度不够，所以导致制造商更倾向于提供的是非绿色产品。

3.2.4 分销商检验概率的效果分析

本节用 MATLAB 7.0 软件对上述模型进行仿真计算。MATLAB 名称是由英文词 Matrix 和 Laboratory 的前三个字母组成，它是美国 Mathworks 公司研发出品的商业数学软件，是一个可以完成各种精确计算和数据处理的、可视化的、强大的计算工具，一般用于算法开发、数据可视化、数据分析以及数值计算的高级技术计算机语言和交互式环境，主要包括 MATLAB 和 Simulink 两大部分。MATL 的应用范围非常广泛，包括信号和图像处理、通讯、控制系统设计、测试和测量、财务建模和分析以及计算机生物学等众多应用领域。目前，MATLAB 已经成为国际控制界的标准计算软件。

MATLAB 具有丰富的函数资源和工具箱资源，软件的基本数据单位是矩阵，最大的特点是简洁开放的程序代码和直接使用的开发环境。它的特点包括：

1. 函数及运算符资源丰富。MATLAB 是一种高级语言，库函数资源极其丰富，运算符号多而灵活，可以用于各种技术计算，而且众多运算符和数百种库函数大大减轻了用户的工作量。

2. 语言精练，代码灵活。MATLAB 程序语言符合人们的思维习惯，书写形式自由，用户甚至可以不对矩阵进行预定义就使用，因此编写十分简单，程序冗余度非常小。

3. 图形功能强大。很多程序语言的绘图难度都较大，但在 MATLAB 中，数据的可视化非常简单，只需要调用相应的绘图函数即可，既方便又快速。既方便又快速。它还具有较强的编辑图形界面的能力，

4. 源代码开放。源代码的开放性是 MATLAB 最重要的特点，也是最受人们欢迎的特点。除了内部函数外，其所有的核心文件和工具箱文件都完全开放，可读可改，用户经过对源文件的修改就可以生成适合自己的源代码。

假设 $C_G=100$，$U_a=60$，$\delta=1$，$\omega=0.5$，则我们根据公式(3-19)可以得到，当 U_c、U_b 取不同数值时，如表 3.2 所示的分销商进行检验的概率。

表 3.2 不同参数的变化对 α

参数的变化		分销商检验的概率
U_c	U_b	α
30	40	14.3%
25	40	23.1%
20	40	33.3%
30	20	60.0%
25	20	77.8%
20	20	100%

从表 3.2 我们可以看出，当 U_b 一定时，U_c 越小，分销商检验的可能性就越小，；当 U_c 一定时，U_b 越小，分销商检验的可能性就越大。从图 3.3 我们可以更加清楚的看出，U_b、U_c 在不同条件下，分销商选择检验的概率。即分销商选择检验的概率大小与分销商可能获得的索赔大小成正比，也就是说分销商发现核心企业制造出的是质量不好的产品，那么分销商得到的索赔金额越大，分销商越倾向于选择检验，反之亦然。同理，若分销商检验的时候，发现核心企业生产的的确是质量过硬的绿色产品，这一结果给制造商带来的潜在利益越大，那么分销商更倾向于选择不进行检验。

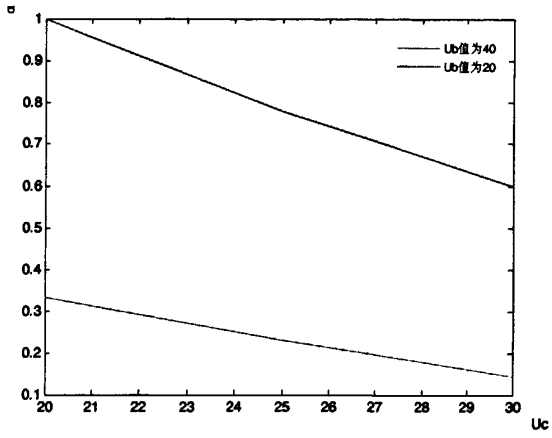

图 3.3 U_b、U_c 在不同条件下，分销商选择检验的概率

3.2.5 结论

综述：①消费者投诉概率的增多，会导致分销商选择检验的概率变大，这一结果的出现会导致制造商提供绿色产品质量过硬的可能性也随之增大，这也再次证明，引入消费者监督这一环节，可以很好的引导分销商更倾向于选择检验，而分销商越倾向于检验，那么核心企业提供的是质量过硬的绿色产品的可能性就越大。②若分销商和制造商签订的质量协议里面关于索赔金额越大，那么制造商越倾向于向分销商提供的是质量过硬的绿色产品③制造商的潜在收益 U_b 越大，那么它也倾向于提供质量过硬的绿色产品。

为此我们一定要让制造业努力减少由于生产绿色产品所带来的成本；同时也要呼吁分销商也要适当加强检查的力度，加大其与上游企业的质量赔偿额度，这些做法也会在一定程度上加快制造企业向绿色化的转型；还有作为我们消费者也要积极投入到监督的环节中，对于那些产品质量有问题的情况，一定要及时向有关部门反映，不能因为无所谓的态度，而导致我们整个赖以生存的环境的破坏。

4 核心企业与供应链外部的博弈模型

4.1 核心企业与同行业间的演化博弈模型

演化博弈理论（evolutionary game theory）最早源于 Fisher，Hamilton，Tfive 等遗传生态学家对动物和植物的冲突与合作行为的博弈分析。他们研究发现动植物演化结果在多数情况下都可以在不依赖任何理性假设的前提下用博弈论方法来解释。但直到 Smith 和 Price 在他们发表的创造性论文中首次提出演化稳定策略(evolutionary stable strategy)概念以后，才标志着演化博弈理论的正式诞生。生态学家 Taylor 和 Jonker 在考察生态演化现象时首次提出了演化博弈理论的基本动态概念——模仿者动态(replicatordy—namic)，这是演化博弈理论的又一次突破性发展。模仿者动态与演化稳定策略(RD&ESS)一起构成了演化博弈理论最核心的一对基本概念，它们分别表征演化博弈的稳定状态和向这种稳定状态的动态收敛过程，ESS 概念的拓展和动态化构成了演化博弈论发展的主要内容。

演化博弈论（evolutionary game theory）整合了理性经济学与演化生物学的思想，不再将人模型化为超级理性的博弈方，认为人类通常是通过试错的方法达到博弈均衡的，与生物演化具有共性，所选择的均衡是达到均衡的均衡过程的函数，因而历史、制度因素以及均衡过程的某些细节均会对博弈的多重均衡的选择产生影响。在理论应符合现实意义上，该理论对于生物学以及各种社会科学尤其是经济学，均大有用场。

传统的博弈理论中的行为主体是完全理性的，通常，在完全理性的假设下，如果纳什均衡存在，那么博弈双方博弈一次就可直接达到纳什均衡。这个结果不依赖于市场的初始状态，所以不需要任何的动态调整过程。而演化博弈论认为，纳什均衡的达到应当是在多次博弈后才能达到的，需要有一个动态的调整过程，均衡的达到依赖于初始状态，是路径依赖的。

另外，在有多个纳什均衡的情况下，若某个纳什均衡一定会被采用时，必须存在有某种能够导致每个博弈方都预期到的某个均衡出现的机制。然而，博弈论中的纳什均衡概念本身却不具有这种机制。因此，当博弈存在多个纳什均衡时，即使假设博弈方都是完全理性的，也无法预测博弈的结果是什么，如果博弈方只有有限理性，就更难预测博弈的结果了。当然，在博弈论中，当存在多个纳什均衡时，可以利用后向归纳法来实现对纳什均衡的精炼，但这种方法的前提条件是参与人需要满足一个比完全理性更强的理性假定——序贯理性。这在现实中是无法达到的。而在演化博弈理论中，均衡的精炼通过前向归纳法来实现，即参与人根据博弈的历史来选择其未来的行为策略，是一个动态的选择及调整过程。因此，

尽管参与人都是有限理性的，但动态的选择机制将使得在有多个纳什均衡存在的情形下达到其中的某一个纳什均衡，实现纳什均衡的精练。

最常见的选择机制动态方程有三类：第一类为正支付动态方程，在这类动态方程中，所有获得的支付大于群体的平均支付的纯策略都有正增长率，所有获得的支付小于群体的平均支付的纯策略都有负增长率；第二类为单调动态方程，在这类动态方程中，若一个纯策略或混合策略获得的支付大于另一个纯策略所获得的支付，则前者的增长率大于后者；第三类为弱正支付动态方程，在这类动态方程中，至少有某些获得支付比群体的平均支付高的纯策略（若存在）有正的增长率。显然，弱正支付动态方程包含了正支付动态方程和单调动态方程。

在演化博弈理论中运用最为广泛的选择机制动态方程是泰勒和朱克提出的复制者动态方程，当时他们仅仅研究了对称的两人博弈。随后，泰勒把对称情形推广到不对称情形。在复制者动态方程中，纯策略的增长率与相对支付或适应度（纯策略所获得的支付与群体的平均支付之差）成正比。显然，复制者动态方程包括在前三类选择机制动态方程中。复制者动态方程在经济领域的应用最为广泛，学者们运用复制者动态方程对社会习俗、制度、行为规范等一系列社会经济问题进行了成功的研究。

那么，怎样把演化博弈论的基本概念——演化稳定策略与选择机制动态方程联系起来呢？是否通过选择机制所获得的均衡的精练就是演化稳定策略？从直观看来，演化稳定策略似乎可以保证均衡是稳定的。但正式的稳定性的定义针对的是动态系统，而不是博弈的支付或适应度函数，并且演化稳定策略只能描述系统的局部动态性质，它不能够表现均衡与动态的选择过程之间的关系。因此，演化稳定策略与选择机制动态方程所达到的动态均衡并不一定是同一个概念。因此，为了更好地描述动态的演化过程，把演化博弈理论中的静态概念与动态过程统一起来，荷什勒佛提出了演化均衡的概念。按照荷什勒佛的概念，若从使得动态系统的某平衡点的任意小邻域内出发的轨线最终都演化趋向于该平衡点，则称该平衡点是局部渐近稳定的，这样的动态稳定平衡点就是演化均衡（Evolutionary Equilibrium）。

4.1.1 问题阐述

在过去的一个世纪里传统制造模式低下的资源利用效率创造了前所未有的物质财富，与此同时产生了大量的废弃物、加剧了资源的短缺，环境与人类的矛盾要求制造业遵循“与环境相容”的原则；以“代际公平”为理论约束的绿色制造模式已经为越来越多的学者与企业所重视。

绿色制造，又称环境意识制造（Environmentally Conscious Manufacturing）、

面向环境的制造（Manufacturing For Environment）等。它是一个综合考虑环境影响和资源效益的现代化制造模式，其目标是使产品从设计、制造、包装、运输、使用到报废处理的整个产品生命周期中，对环境的影响（负作用）最小，资源利用率最高，并使企业经济效益和社会效益协调优化。绿色制造这种现代化制造模式，是人类可持续发展战略在现代制造业中的体现。

4.1.2 模型相关参数及基本假设

通过上述分析，我们知道若制造企业都绿色制造模式，这无疑对我们脆弱的生态环境是极其有利的。但是，在现阶段来看，制造商实施绿色制造模式的动机不足，即存在部分不重视绿色制造的核心企业。所以，各个不同供应链中的核心企业，在关于绿色制造模式的态度问题上，就会有两种态度，一种是选择绿色制造模式，对绿色制造模式抱有一种积极的态度，另一种就是仍然以牺牲环境来赚取利润，即对绿色制造模式持有的是一种消极的态度。

假设 1：现有一种产品，生产该类似性质的产品的制造商分别在其各自的供应链上均为核心企业，并且他们的生产规模都是一致的，生产成本都是相同的。

假设 2：作为产品最终用户的消费者，他们在购买商品时，以尽可能低的价格获得最大的效用，是他们最理性的选择。

假设 3：当整个市场上，核心企业全都是一而再，再而三的以牺牲环境来换取经济利润，那么作为宏观经济的调控者——政府，迟早会强行介入，进行诸如停业整改、罚款等措施，导致大家都会在利润上有所损失。

根据以上分析，我们可以得到，生产同种类型产品的不同的核心制造企业，彼此就会有两种策略选择：要么消极应对绿色制造模式，就么积极投入到绿色制造模式当中去。所以就产生了下列三种情况。

第一种情况：每一个核心企业都是以积极的态度去面对，即大家都积极参与到绿色制造模式的道路上，那么每个核心企业各得π_0的利润；第二种情况：如果一部分核心企业积极，另一部分消极的话，则积极的核心企业，因为开展绿色制造模式，而使自己的制造成本相比于消极的一方要略高一点，从而卖出的产品价格也要高于同行，导致他们在整个市场中每个都失去了$\theta\pi_0$的利润；第三种情况，如果双方都消极地对待绿色制造模式这样一个理念的提出，那么整个个市场上都充斥着对环境有破坏的企业，这样就可能提高政府监督的概率，若政府发现该企业有污染环境的重大问题，可能各个核心企业都面临政府的处罚，在此我们假设他们都会损失 L 的利润。由此，我们也可以得到他们的收益矩阵，如下表

4.1 所示：

表 4.1 收益矩阵

	核心制造商 B		
	积极		消极
核心制造商 A	积极	π_0；π_0	$\pi_0(1-\theta)$；$\pi_0(1+\theta)$
	消极	$\pi_0(1+\theta)$；$\pi_0(1-\theta)$	π_0-L；π_0-L

4.1.3 核心企业之间的复制动态和演化稳定策略

设有比例 X 的核心制造商积极对待绿色制造，则有 1-X 的核心制造商就会选择消极地对待绿色制造这个理念的提出。X 通常是时间 t 的函数，当消极对待绿色制造这个理念的企业的学习速度比较慢时，采用积极策略的核心制造企业的比例动态变化速度可以用下面的复制动态方程来表示：

$$\frac{dx}{dt}=x(1-x)(U_T-U_F) \tag{4-1}$$

其中U_T为采用积极策略的核心制造企业的期望收益，U_F为采用消息策略的核心制造企业的期望收益

将$U_T=x\pi_0[1-(1+\theta)]$，$U_F=(1-x)[(1-\theta)\pi_0-(\pi_0-L)]$代入(4-1)式中，即可得到：

$$\frac{dx}{dt}=x(1-x)\{x\pi_0[1-(1+\theta)]+(1-x)[(1-\theta)\pi_0-(\pi_0-L)]\} \tag{4-2}$$

令$\frac{dx}{dt}=0$，得(4-2)式的可能稳定状态为：

$$x_1^*=0,x_2^*=1,x_3^*=1-\frac{\theta\pi_0}{L}\left(\text{仅当}0\le1-\frac{\theta\pi_0}{L}\le1\text{成立}\right) \tag{4-3}$$

令$F(x)=\frac{dx}{dt}$，根据微分方程的稳定性定理及演化稳定策略的性质，当$F(x^*)<0$时，x^*为演化稳定策略（ESS）。

1. 若$(1-\theta)\pi_0<\pi_0-L$，即$\theta\pi_0>L$，也就是说由于有了部分核心制造企业选择积极处理，导致成本、价格偏高，使得那些保持传统制造模式的企业得到的额外利润要大于政府可能的处罚，那么$F'(x_1^*)>0,F'(x_2^*)<0,F'(x_3^*)<0$，所以$x_2^*$、$x_3^*$是不稳定状态，$x_1^*$是唯一演化策略。博弈的结果为：有限理性的核心企业

在长期反复博弈均衡趋向于采用消极的态度来对待绿色制造模式。

2. 若$(1-\theta)\pi_0 > \pi_0 - L$，即$\theta\pi_0 < L$，也就是说部分核心企业由于同行业采取积极态度对待制造模式的转变，自己保留传统模式得到的利润要低于政府可能的处罚，此时$F'(x_1^*)>0, F'(x_2^*)>0, F'(x_3^*)<0, x_3^* = 1-\frac{\theta\pi_0}{L}$是唯一演化策略。博弈的结果为：在有限理性的核心企业群体中，经过长期反复博弈，有$1-\frac{\theta\pi_0}{L}$的核心企业趋向于采用积极态度，而有$\frac{\theta\pi_0}{L}$的核心企业趋向于消极态度。

图 4.1 给出了核心企业群体两种情况下的动态趋势及稳定性。

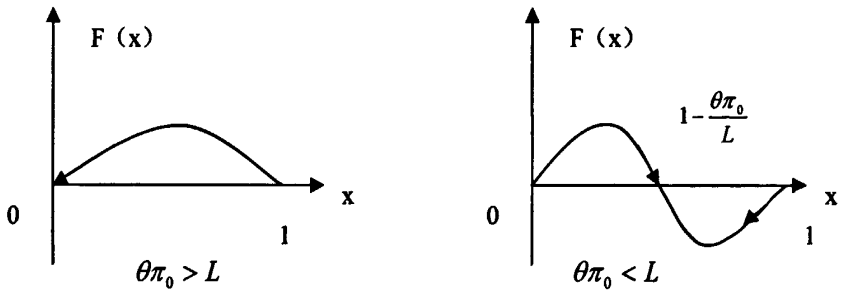

图 4.1 核心企业群体复制动态相位图

从上图中，我们就可以清楚看出，核心企业群体的演化趋势。

4.1.4 结论

从上述叙述中，我们可以看到：由于有部分核心制造企业选择积极处理，导致成本、价格偏高，使得那些保持传统制造模式的企业得到巨大的额外利润，或者额外利润要大于可能面临的处罚，那么有限理性的核心制造企业大群体中，经反复博弈，会使大家都会用消极的态度来面对绿色制造这一崭新环保模式，即还是沿用以前的传统制造模式，这对环境保护和可持续发展无疑是个沉重打击。这一方面要求我们政府能加大环保宣传力度、使那些对环境问题比较漠视的核心制造商能意识到环境问题的重要性，同时也要在适当条件下，加大对那些一直视环境问题为儿戏的制造商的惩罚力度，但我们还是可以看到：就算我们政府加大惩罚，仍然会有$\frac{\theta\pi_0}{L}$比例的核心企业仍然保持传统的制造模式，可见政府加大惩罚力度只能治标，并不治本，所以这也要求我们采用绿色制造模式的核心企业群能努力降低成本，使得自己生产出的产品具有价格上的竞争力，这才能从根本上解除问题。也就是说，只有采用绿色制造模式，比传统的制造模式能够创造出更大

的经济利益，才会导致整个行业向绿色模式的转变，当然我们的消费者也要积极投入到绿色消费的环节中来。

4.2 政府与核心企业之间的博弈模型

4.2.1 问题阐述

通过上节分析，我们知道，政府加大处罚力度对核心企业向绿色供应链转变是有很大帮助的，但是这对我们政府来说，又会面临一个新的问题，那就是我们的处罚依据是什么，我们的处罚标准在哪？

我们知道，核心企业主要还是以加工、制造出产品换回自己的利润的。所以产品对核心企业来说，无疑是它的核心价值。我们消费者了解一个企业，也是通过它的产品才会慢慢认识这个企业，并大致做出好与坏的判断。所以，我认为，通过衡量产品的绿色程度，来衡量企业的绿色化程度是比较合理的。而为了方便量化和评价产品对环境的“绿色程度”，很多学者在评价绿色产品时采用了绿色度的概念。

绿色度指的是产品在其整个生命周期中对资源和能源的输入量、对环境的输出量及这些输入输出对环境的友好程度的综合评价指标，即衡量产品满足绿色特性的程度。绿色度有狭义和广义之分。狭义的绿色度是指产品对环境的友好程度；广义的绿色度是指产品的绿色性、经济性和技术先进性的综合评价。在本段我们就采用狭义的绿色度的定义。

至此，我们就可以根据这样一个量化的标准——绿色度，来衡量核心企业的绿色化水平，从而为政府对企业实施惩罚和奖励找到了一个依据。

4.2.2 模型相关参数及基本假设

通过以上分析，我们现在假设市场上有一群生产某种产品的制造商，并认为各个制造商处于它们所在供应链的核心地位，即它们都是核心企业。政府就可能与这些制造商群体产生博弈过程。

假设 1：以核心企业的核心产品的绿色度为依据，来衡量核心企业的绿色化程度，并认为它们之间的数值是等值的，即产品的绿色度就象征着企业的绿色化程度。

假设 2：我们认为，若某核心企业采取绿色供应链管理时，该企业的绿色度就肯定会高于其不采取绿色供应链管理时的绿色度。

假设 3：由于核心企业群体各自采用不同的绿色化措施，每个核心企业的绿色化程度肯定会有不同，政府根据自己设定的标准，来决定是否要对该核心制造企业进行奖惩。高于政府设定的标准的核心企业，都会得到奖励；同样地，低于政府制定的标准的核心企业，也都会面临相应的惩罚。

另外，我们继续假设一些符号：

C_J：政府监督部门监督的成本；

θ_g：核心企业采取绿色供应链管理时它的绿色度；

θ_n：核心企业不采取绿色供应链管理时它的绿色度；

θ：政府监督部门拟定的标准绿色度；

U_G：企业由于没有采用绿色供应链管理，政府对环境治理的费用

$b\theta_g$：核心企业由于采取绿色供应链管理带来的收益；

$a\theta_g$：核心企业由于采取绿色供应链管理所产生的成本；

$(\theta_g-\theta)P$：采取绿色供应链管理的核心企业在政府监督时获得的奖励；

$(\theta-\theta_n)P$：核心企业没有采取绿色供应链管理时，政府监督到时对其的惩罚；

其中：$\theta_g>\theta>\theta_n$

则此时的博弈支付矩阵如表 4.2 所示。

表 4.2　政企博弈的支付矩阵

		核心企业	
		采取	不采取
政府	监督	$-C_J-(\theta_g-\theta)P;(\theta_g-\theta)P+(b-a)\theta_g$	$-C_J+(\theta-\theta_n)P-U_G;\ -(\theta-\theta_n)P$
	不监督	$0;(b-a)\theta_g$	$-U_G;\ \ 0$

在博弈的初始阶段，假设政府群体中选择“监督”的比例为 x,选择“不监督”的比例为 1-x；核心企业群体选择“采取”的比例为 y,选择“不采取”的比例为

1-y。

则政府群体“监督”比例的复制动态方程为和核心企业群体选择“采取”比例的复制动态方程分别为：

$$F(x)=\frac{dx}{dt}=x(1-x)\left[(\theta-\theta_n)P-C_J-yp(\theta_g-\theta_n)\right] \tag{4-4}$$

$$G(y)=\frac{dy}{dt}=y(1-y)\left[Px(\theta_g-\theta_n)+(b-a)\theta_g\right] \tag{4-5}$$

1. 对于政府部门来说：

当$y=\frac{(\theta-\theta_n)P-C_J}{p(\theta_g-\theta_n)}$时，$F(x)$始终为0，所有的x都是稳定状态

当$y\neq\frac{(\theta-\theta_n)P-C_J}{p(\theta_g-\theta_n)}$时，$x_1^*=0,x_2^*=1$是两个稳定状态

(1) 若$(\theta-\theta_n)P-C_J$大于0

I 当$y>\frac{(\theta-\theta_n)P-C_J}{p(\theta_g-\theta_n)}$时，$x_1^*=0$是演化稳定策略

II 当$y<\frac{(\theta-\theta_n)P-C_J}{p(\theta_g-\theta_n)}$时，$x_2^*=1$是演化稳定策略

(2) 若$(\theta-\theta_n)P-C_J$小于0，

对于任意$y\in[0,1]$，$x_1^*=0$是演化稳定策略

2. 对于核心企业来说：

当$x=\frac{(a-b)\theta_g}{P(\theta_g-\theta_n)}$时，所有的y都是稳定状态

当$x\neq\frac{(a-b)\theta_g}{P(\theta_g-\theta_n)}$时，$y_1^*=0,y_2^*=1$是两个稳定状态

(1) 若$a>b$

I 当$x>\frac{(a-b)\theta_g}{P(\theta_g-\theta_n)}$时，$y_2^*=1$是演化稳定策略

II 当$x<\frac{(a-b)\theta_g}{P(\theta_g-\theta_n)}$时，$y_1^*=0$是演化稳定策略

(2) 若$a<b$

对任意$x\in[0,1]$，$y_2^*=1$是演化稳定策略

图 4.2 给出了政府与核心企业群体的动态趋势及稳定性

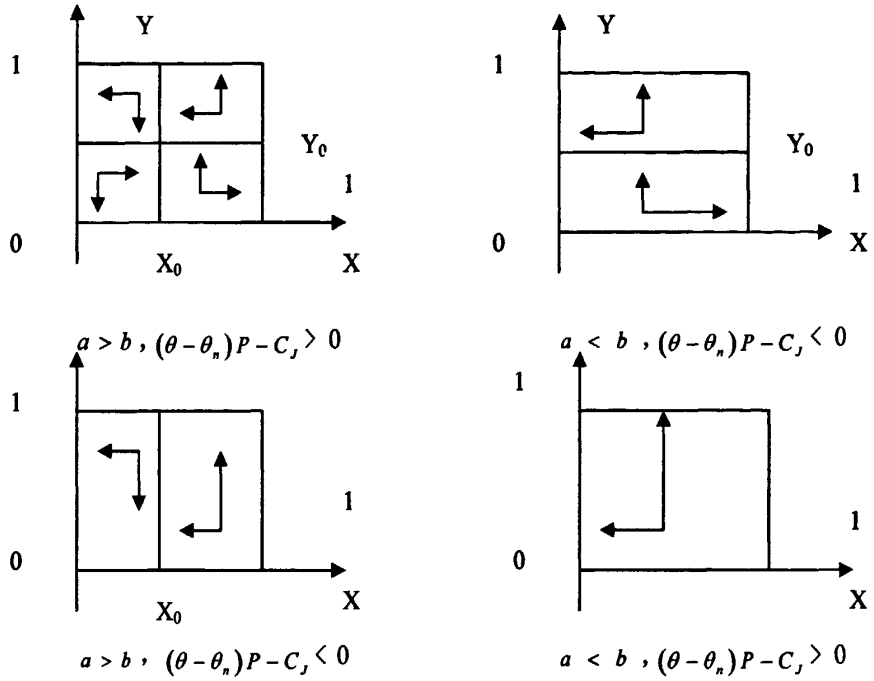

图 4.2　政府与核心企业群体的动态趋势及稳定性

其中，$y_0=\dfrac{(\theta-\theta_n)P-C_J}{p(\theta_g-\theta_n)}$

$x_0=\dfrac{(a-b)\theta_g}{P(\theta_g-\theta_n)}$

4.2.3　讨价还价模型相关参数及基本假设

正如前面所分析出来的结果，我们可知：①当 a<b 时，即核心企业采取供应链管理的收益大于成本，那么只存在一个演化稳定策略，那就是所有的核心企业都会选择采取；②当 a>b 时，即核心企业采取绿色供应链管理的成本要大于其所得到的收益，那么会存在演化的不确定性；③另外政府的动态演化结果取决于自己订立的标准绿色度值的大小；订的值太高就会趋向于监督，订的太低就倾向于不监督策略；④政府的演化稳定策略又同时影响到核心企业的演化稳定策略，那么在 a>b 的情况下，就会出现下列可能，即如果政府订立的值太高，由于核心企业的生产成本增加，导致该企业宁愿放弃生产该种产品，也不会认同政府订立的

绿色度，这就会使政企双方的利益都受到损失（由于企业的停产，政府失去了大量企业所带来的好处，如税收、提供就业机会等），那么该问题就类似于一个买卖双方关于一个商品的讨价还价模型。

讨价还价模型，也称为鲁宾斯坦模型。1982 年，马克•鲁宾斯坦（Mark Rubinstein）用完全信息动态博弈的方法，对基本的、无限期的完全信息讨价还价过程进行了模拟，并据此建立了完全信息轮流出价讨价还价模型，讨价还价过程也被视为合作博弈的过程。讨价还价是谈判中一项重要的内容，熟练地运用讨价还价的策略与技巧，是促成谈判成功的保证，企业完全可以利用讨价还价模型进行并购价格的谈判活动。

鲁宾斯坦把讨价还价过程视为合作博弈过程，他以两个参与人分割一块蛋糕为例，是这一过程模型化。

在这个模型中，两个参与人分割一块蛋糕，参与人 1 先出价，参与人 2 可以选择接受或者是拒绝。如果参与人 2 接受，则博弈结束，蛋糕按参与人 1 的方案分配；如果参与人 2 拒绝，他将还价，参与人同样可以接受或拒绝；如果参与人 1 接受，博弈结束，蛋糕按参与人 2 的方案分配；如果参与人 1 拒绝，他再出价；如此一直重复下去，直到一个人的出价被另一个人接受为止。因此，这又是属于一个无限期完美信息博弈，参与人 1 在过程 1,3,5… 出价，参与人 2 在时期 2，4，6，… 出价。

在确定标准绿色度值的大小前，假设政企双方都对未来某一段时期内的绿色度值有一个心理预期，分别用 U_g, U_m 来表示政府和核心企业对该段时间的绿色度值的预期。如果 $U_g<U_m$，即核心企业对某一段时期内的绿色度值预期要大于政府的预期值，那么该谈判能最终达成协议，若 $U_g>U_m$，即政府设定的绿色度的最低值的标准都要比核心企业心理最大接受值都要大，那么该谈判不能达成共识。在此，我们只研究 $U_g<U_m$ 的情形下，双方关于标准绿色度值的确定问题。下面运用鲁宾斯坦的思想构造不完全信息下，政企轮流确定绿色度的讨价还价模型。

所谓不完全信息，即 U_g、U_m 都是私人信息，双方都不知道对方的准确大小。但政府估计的 U_g 服从[0,1]区间上的均匀分布，U_m 也服从[0,1]区间上的均匀分布是已知条件。并且假设政企在讨价还价博弈中都具有学习能力，他们根据对方给出的值的大小不断修改对彼此预期绿色度值的估计，即政府在第一阶段给出的值是 S_1^g 时，企业修正它对 U_g 的估计，就会认为 U_g 服从[0, S_1^g]区间上的均匀分布。

并继续假设，政企分别轮流确定值的大小，而且先由政府出值 S_1^g，核心企业接受或拒绝。若接受，博弈结束，那么政府的得益我们认为是 $S_1^g-U_g$，核心企业的得益即为 $U_m-S_1^g$；若拒绝，那么博弈进行下一轮。在第二阶段，核心企业给出的值是 S_1^m，同理政府部门可以接受也可以拒绝。若接受，博弈结束，考虑到

时间的耽搁，我们设折算系数为$\sigma(0<\sigma<1)$，这表示对双方晚达成共识的惩罚，此时政府的得益即为$\sigma\left(S_1^m-U_g\right)$，核心企业的得益为$\sigma\left(U_m-S_1^m\right)$；若拒绝，谈判进入下一轮，在第三阶段政府再次给一个新的标准S_2^g，核心企业继续有接受或拒绝的权利，接受即博弈结束，拒绝则进入第四轮，这样双方轮流给值，直到第 n 轮。若 n 为偶数，那么第 n 轮由核心企业给值$S_{n/2}^m$，不管政府部门接受或者拒绝，博弈都结束，那么若政府部门接受，则政府的得益为$\sigma^{n-1}\left(S_{n/2}^m-U_g\right)$，核心企业的得益为$\sigma^{n-1}\left(U_m-S_{n/2}^m\right)$。若政府拒绝，那么双方的得益均为 0；若 n 为奇数，那么第 n 轮由政府部门给值$S_{(n+1)/2}^g$，不管核心企业接受或拒绝，博弈都将结束。若接受，则核心企业得益为$\sigma^{n-1}\left(U_m-S_{(n+1)/2}^g\right)$，政府部门得益为$\sigma^{n-1}\left(S_{(n+1)/2}^g-U_g\right)$；若拒绝，则双方的得益均为 0。

4.2.4 模型求解

先看第二阶段(第一阶段核心企业已经拒绝政府给出的值)政府的选择。因为这是政府部门最后一次机会，若再拒绝，则它的得益为 0，因此只要$\sigma\left(S_1^m-U_g\right)\geq 0$，即$S_1^m\geq U_g$，政府一定会选择接受，不管第一阶段$S_1^g$是多少，此时政府的得益为$\sigma\left(S_1^m-U_g\right)$。

企业已经知道政府在这一阶段的选择方式，即政府以$S_1^m\geq U_g$为判断标准；其次，核心企业判断政府的标准绿色度值大小服从[0, S_1^g]区间上的均匀分布。因此，核心企业选择S_1^m要使自己的期望得益最大化，即

$$\max_{S_1^m}\left[\sigma\left(U_m-S_1^m\right)P_{ga}+0P_{gd}\right] \tag{4-6}$$

其中P_{ga}和P_{gd}分别是政府接受和拒绝的概率，那么显然：

$$P_{ga}=p\left\{S_1^m\geq U_g\right\}=S_1^m/S_1^g,\quad P_{gd}=\left(S_1^g-S_1^m\right)/S_1^g$$

将上述两式带入到(4-6)式中，那么(4-6)式中的最大化问题就变成了

$$\max_{S_1^m}\left[\sigma\left(U_m-S_1^m\right)S_1^m/S_1^g\right] \tag{4-7}$$

解(4-7)式得$S_1^m = U_m/2$，即这是核心企业最佳选择，此时政府的得益为：

$\sigma(U_m - 2U_g)/2$，核心企业的得益为$\sigma U_m/2$。

再回到第一阶段，对于核心企业他已经知道如果谈判进入到第二阶段，它的最大得益为$\sigma U_m/2$。因此在第一回合谈判时，如果满足$(U_m - S_1^g) \geq \sigma U_m/2$，即$U_m \geq 2S_1^g/(2-\sigma)$。

政府知道核心企业在第二阶段和第一阶段的策略后，就会在第一轮出值S_1^g使得自己的期望得益最大化，即满足：

$$\max_{S_1^g}\left[(S_1^g - U_g)P_{ma} + \sigma P_{mda}(U_m - 2U_g)/2\right] \tag{4-8}$$

其中P_{ma}，P_{mda}分别表示第一轮核心企业接受、第一轮核心企业拒绝，第二轮政府接受的概率，那么显然有：

$$P_{ma} = p\{U_m \geq 2S_1^g/(2-\sigma)\} = (2-\sigma-2S_1^g)/(2-\sigma) \tag{4-9}$$

$$P_{mda} = P_{md}P_{ga} = p\{U_m < 2S_1^g/(2-\sigma)\} \times S_1^m/S_1^g = 2S_1^m/(2-\sigma) \tag{4-10}$$

将(4-9)、(4-10)两式代入(4-8)式中，得(4-11)式如下：

$$\max_{S_1^g}\left[(S_1^g - U_g)(2-\sigma-2S_1^g)/(2-\sigma) + \sigma\, 2S_1^m/(2-\sigma) \times (U_m - 2U_g)/2\right] \tag{4-11}$$

对(4-11)式求解可得：

$$S_1^g = (2-\sigma+2U_g)/4 \tag{4-12}$$

4.2.5 政企有关绿色度博弈的效果分析

通过上述推导可知：

若首回合政府给出的标准是$S_1^g = (2-\sigma+2U_g)/4$，当满足$U_m \geq 2S_1^g/(2-\sigma)$时，核心企业就会接受，否则就会拒绝；若拒绝，核心企业会提供一个绿色度为$S_1^m = U_m/2$,，政府只要$S_1^m \geq U_g$，便会接受，否则就会拒绝。

我们设$Um^* = 2S_1^g/(2-\sigma) = 0.5 + Ug/(2-\sigma)$，又知道$Ug$、$\sigma$是在 0 到 1 之间均匀分布，所以我们就可以仿真出如下图 4.3 所示的，Um^*与Ug、σ三者之间的关系图。即$U_m \geq Um^*$时，核心企业就会选择接受，否则就会拒绝。并且我们可以从图中看出，Um^*与Ug成正比，与σ也成正比。即Ug、σ的数值越接近

1，那么Um^*的数值就越大，所以$U_m \geq Um^*$的可能性就越小，也就是双方很有可能导致讨价还价会向第二回合过度。若第二回合谈好还好，若仍不能达成一致，那么无论对政企双方来说，都是个不好的结果。

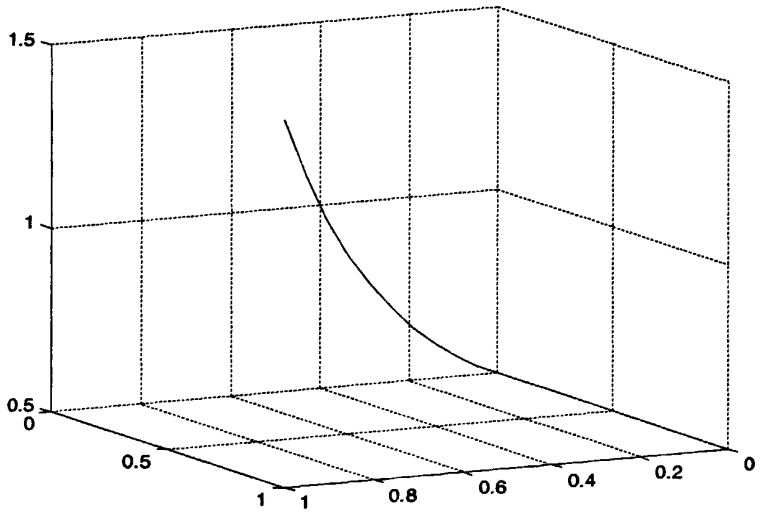

图 4.3 Um^*与Ug、σ三者关系

4.2.6 结论

综上所述，核心企业不采取绿色供应链标准的主要原因有：①核心企业不采取绿色供应链管理的收益（或期望收益）大于采取的收益（或期望收益），这是最主要的一个因素；②政府对不采取绿色供应链管理的核心企业监督力度不够，这主要涉及到绿色度标准的确立的问题；③关于标准绿色度的制定，既要充分考虑环境因素，也要考虑核心企业自身制造水平；④若要减少讨价还价的回合（对于本节就是尽量避免第二回合的出现），那么就一定要注意 σ、U_g的大小。若这两者数值都过于接近 1，那么第二回合的谈判将在所难免。

5 结论与展望

5.1 研究结论及现实指导意义

本文通过建立一些博弈模型，具体研究了核心企业与上下游企业，以及政府之间的某些行为，可能对整条供应链绿色化演变的影响，得出以下相关结论：

① 核心企业与供应商之间就绿色采购问题，一定要大力提高核心企业采购人员的素质，使其能辨别出原材料绿色还是非绿色的区别；同时对供应商而言，也要努力克服由于提供绿色原材料所产生的成本，只有这样，才能在生产的第一步中做到供应链的绿色化。

② 核心企业与分销商、消费者三者之间，就能否提供质量过硬的绿色产品问题，我们一定要让最终产品使用者——消费者参与到某些质量差的绿色产品的投诉中来，这样才能使分销商能在还没有卖给消费者的时候，就能自己检验自己从核心企业采购的产品中来；同时分销商也要加大自己的检验力度，尽量能让消费者买到质量过硬的产品；若发现核心企业提供的是质量有严重问题的产品，那么一定要加大对核心企业的处罚力度，才能使核心企业提供质量有保证的产品的概率增大。

③ 核心企业与同行之间，就选择绿色制造模式还是传统制造模式的问题，一定要使采用绿色制造模式的企业能够创造出比不采用绿色制造模式的企业更多的经济利润，这样才能从根本上促进整个供应链都朝着绿色化的演变方向发展，同时政府的惩罚措施也相当有效。

④ 核心企业与政府之间就惩罚的标准的设定，一定要科学，既不能设定的太高，更不能设定的太低。当然，双方都能互相沟通，相互理解，则对整个环境、整个社会都是大有好处的

根据以上结论，我们知道绿色供应链的演化不是核心企业一家企业的事情，该核心企业所涉及到的上下游企业都要为整个供应链的绿化，做出自己的贡献。当然作为核心企业的制造商，更是要严格要求自己，同时政府的介入、消费者的协助监督，同样对整个供应链的绿化有着积极的影响。只有整条供应链各个成员的一起努力，才能加快整条供应链向绿色化的转变速度，达到一个多赢的局面。

5.2 研究不足及未来研究方向

本文的研究得到一些对实际有指导意义的结论，但也存在着不足：

① 本文研究是建立在一定的假设条件下的博弈模型，未把其他一些重要因

素加入到模型中区，可能与实际情况有所偏差；

② 本文只探讨了核心企业与其上下游企业以及政府之间的某些行为，可能对供应链绿色化的影响，但是并没有研究协调机制，来约束大家都能朝着绿色供应链演变做出努力；

③ 有关绿色度的讨价还价，本文只分析了两阶段的，若出现多回合的，并没有深入讨论。

鉴于以上不足，未来的研究可以从如下方面着手：

① 考虑将诸如偏好等因素加入到一些模型中来；

② 研究核心企业与供应商，以及与消费者、分销商之间的协调机制问题；

③ 继续分析多回合的讨价还价模型，直到 n 阶段。

参考文献

[1] A TFN-Based AHP method for solving multi-alternative decision-making problems in the green supply chain. Dynamics of Continuous, Discrete and Impulsive Systems, Series B:Applications & Algorithms,2007,14(S1):190-197.

[2] AL TING L , L EGARTH J B. Life cycle engineering and design[J] . CIRP Annals : Manufacturing Technology , 1995 , 44 (2) :569 - 580.

[3] Burritt R L. Environmental management accounting: roadblocks on the way to the green and pleasant land. Business Strategy and the Environment, 2004, 1 3(1): 13-32.

[4] Carter C R Rahul K, Curtis M. Environmental purchasing and firm performance: an empirical investigation Transportation Research Part E,2000, 36(2): 219-228.

[5] Chung C J, Wee H M. Green·component life-cycle value on design and reverse manufacturing in semi—closed supply chain. hatemational Journal of Production Economics, 2008, 113(2): 528-545

[6] Corbett C J,Wassenhove L N Van.The green fee: Internalizing and operationlizing environmental issues [J].California Management Review,1993,36(1):116-135

[7] Cruz J M. Dynamics of supply chain networks with corporate social responsibility through integrated environmental decision—making. European Journal of Operational Research, 2008, 184(3): 1005-1031.

[8] Evaluating the comparative efficiency of Chinese third-party logistics providers using data envelopment analysis. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management,2008,38(4):262-279

[9] Hand field,R.B,E.L.Jr Nichols. Introduction to Supply Chain Management[M]. New jersey, U.S.A,Prentice Hall,1999.

[10] GILBERT S.Greening Supply Chain: Enhancing Competitiveness through Green Productivity[M]. Taiwan: Asian Productivity Organization, 2001: 36.

[11] Green K et al. purchasing and environmental management: interaction, policies and opportunities. Business Strategy and the Environment.1996,5:188-1997

[12] Green K, Morton B. Greening organizations Organization Environment. California: Thousand Oaks, 2000.

[13] Handfield R Sroufe R Walton S. Integrating environmental management and supply chain strategies. Business Strategy and the Environment, 2005, 14(1): 1-19.

[14] Henriques I, Sadorsky E Environmental technical and administrative innovmions in the Canadian manufacturing industry. Business Strategy and the

Environment，2007，16(2)：119-132.

[15] Holt D. Managing the interface between suppliers and organizations for environmental responsibility—an exploration of current practices in the UK. Corporate Social Responsibility and Environmental Management，2004，11(2)：71-84.

[16] Hsu C W Hu A H. Applying hazardous substance management to supplier selection using analytic network process. Journal of Cleaner Production，2009，17(2)：255-264.

[17] Jeremy Hall. Environmental supply chain dynamics. Journal of cleaner production 2000,8:455-471.

[18] Kainuma Y Tawara N. A multiple attribute utility theory approach to lean and green supply chain management. International Journal of Production Economics，2006，101(1)：99—108.

[19] Legarth J B. Internet assisted environmental purchasing. Corporate Environmental Strategy,2001. 8(3)：269-274.

[20] Manzini R，Noci G Ostinelli M. Assessing environmental product declaration opportunities：a reference framework. Business Strategy and the Environment，2006，15(2)：118-134.

[21] Mont O,Bleischwitz R.Sustainable consumption and resource management in the light of lifecycle thinking.European Environment,2007,17(1):59-76

[22] Nagel M H. Environmental Supply Chain Management Versus Green Procurement in the Scope of Business and Leadership Perspective [J].Electronics and the Environment，2001（3)：219-224.

[22] Nagumey A Toyasaki F Supply chain supemetworks and environmental criteria. Transportation Research Part D，2003，39(8)：185-213.

[23] Nawrocka D.Inter-organizational use of EMSs insupply chain management:some experiences from Poland and Sweden.Corporate Social Responsibility and Environmental Management,2008,15(5):260-269

[24] Porter M,Linder C van der.Green and competitive[J].Haravard Business Review,1995,73(5);120-134

[25] Sarkis J A strategic decision framework for green supply chain Management[J]. Journal of Cleaner Production，2003,11(4)：297-409.

[26] Schot J et al. Care for the Environment: Environmental Behavior of Chemical Firms The Hague: Organization of Technology Assessment,1990

[27] Seuring S. Industrial ecology, life cycles，supply chains：differences and interrelations. Business Strategy and the Environment. 2004，13(3)：306-319.

[28] Preuss L.Rhetoric and reality of corporate greening:a view from the supply chain management funvtion.Business Strategy and the Enviroment,2005,14(2):123-129

[29] Walker H,Sisto L D ,McBain D.Drivers and barriers to environmental supply chain management practices:Lessons from the public and private sectors.Journal of Purchasing and Supply Management,2008,14(1):69-85

[30] Walton S et al. The green supply chain: integrating suppliers into environmental management process. International Journal of Purchasing and Materials Management.1998.

[31] Vachon S，Klassen R D．Environmental management and manufacturing performance：the role of collaboration in the supply chain．International

[32] Zsidisin GA ,Siferd SP.Environmental purchasing:a framework for theory development. European Journal of Purchasing & Supply Management .2001, 7:61-73.

[33] 曹柬.绿色供应链核心企业决策机制研究[[M].浙江大学博士论文，2009:33

[34] 陈杰，屠梅曾，孙大宁.生态供应链下绿色采购的信号博弈[J].系统工程学报,2004,19(2):202-206

[35] 陈杰，屠梅曾，孙大宁．生态供应链下环境型采购的博弈分析[J]．系统工程理论方法应用,2004, 13(3):268-271

[36] 但斌等，绿色供应链及其体系结构研究[J].中国机械程,2000(11):1232-1234

[37] 但斌, 刘飞. 绿色供应链及其体系结构研究[J]. 中国机械工程, 2000，11(11): 961-964.

[38] 雷翔虎，孙公苗．基于核心企业和供应商视角的绿色供应链管理策略探讨[J]．商品储运与养护，2008．30(5)：34-37.

[39] 刘华，陈维平，赵海东，朱权利，李元元. 基于效用函数逼近的绿色产品评价方法[J].机械工程学报. 2005.10(10):17-22.

[40] 刘强，苏秦.讨价还价下供应商和分销商质量合同设计[J].工业工程.2009.10(5):7-10

[41] 刘英平，林志贵，沈祖诒.基于改进的数据包络分析模型的绿色产品评价研究[J].中国机械工程.200510(20):1809-1813.

[42] 柳键，叶影霞．DEA方法在绿色供应链绩效中的应用[J]．工业技术经济 2008，27(1)：63-66.

[43] 罗兵，赵丽娟，卢娜. 绿色供应链管理的战略决策模型[J]. 重庆大学学报(自然科学版)，2005，28(1)：105-109.

[44] 苗瑞,王东鹏,姚英学.基于ISO9000 、ISO14000绿色产品质量保证体系研究[J]. 计算机集成制造系统—CIMS.2002.2(2):166-168.

[45] 苏秦.质量管理与可靠性[M].北京：机械工业出版社，2006.

[46] 孙波．绿色贸易壁垒下中国企业绿色供应链管理战略选择[J]．科技管理研究，2006，(9)：116-119.

[47] 王能民, 杨彤. 基于绿色制造的供应链设计[J]. 制造业自动化.2001 23(4):10-12.

[48] 王能民，汪应洛，杨彤. 绿色供应链管理的研究进展及趋势[J].管理工程学报，2007,12;118-112.

[49] 吴迪冲.关于绿色供应链的研究[J].成组技术与生产现代化.2002，19(2)：15-17.

[50] 夏春玉，李健生．绿色物流[M]．北京：中国物资出版社，2005

[51] 谢家平,陈荣秋.绿色产品回收策略的优化模型及应用[J].系统工程理论方法用.2004.2(1):69-74

[52] 谢识予. 经济博弈论[M]. 第二版. 上海：复旦大学出版社. 2002.

[53] 徐剑, 温馨. 制造业绿色产品生命周期结构模型研究[J].工业工程, 2006,(9):87- 91.

[54] 徐团结等，绿色供应链管理及其绿色度评价[J].巢湖学院院报，2006,8(2) 61-65.

[55] 张敏顺，吴洪波．模糊评价方法对绿色供应链绩效的评价[J]．科技与管理，2005，7(3)：23-26.

[56] 张涛，季建华，朱瑛琪．两种博弈模式的绿色供应链减量化效率比较[J]．佳木斯大学学报(自然科学版)，2007，25(1)：137-140.

[57] 张维迎. 博弈论与信息经济学[M]. 上海：上海人民出版社，1996.

[58] 赵一平，朱庆华，谢英弟．绿色供应链管理的系统动力机制研究[J]．科技管理研究，2008，(2)：152-155.

[59] 朱庆华. 绿色供应链管理[M]北京:化学工业出版社，2003.

致 谢

两年半的硕士研究生生活即将结束，在我人生的这一重要阶段中，得到了许多老师和朋友的热情帮助和关怀。在此我向所有支持、关心和帮助过我的人表示最诚挚的谢意。

首先，衷心感谢我的导师周根贵教授!周老师严谨细致的工作作风，一丝不苟的学术态度，渊博的学识，广阔的学术视野，都使我深受教诲。在这两年半的硕士研究生学习期间，周老师不仅在学术上给予我无私的帮助和热情的鼓励，而且在生活中更给予了亲切的关怀和细心的指导。硕士论文的完稿离不开周老师的悉心指导和帮助。在此对周老师表示由衷的感谢和崇高的敬意!

感谢曹柬老师老师以及各位专业课和基础课的老师，感谢他们近几年来对我的指导和热情帮助，他们将渊博的专业基础知识无私地传授给我，使我终身受益。

我还要感谢硕士研究生学习期间的各位师兄师姐以及各位同学，他们在学习和生活上给予我的帮助我将铭记于心。

深深感谢我的父母，他们一直给与我支持、关心和爱护，让我在爱的包围中安心学习。

最后，真心感谢所有曾给予我鼓励、支持和关心的亲人、朋友和同学!也真心地祝福他们!

攻读学位期间主要科研成果

[1]丁冉. 供应链中有关绿色产品质量保证的博弈分析[J]. 现代经济,2010.9,(08):79-80