



政府管制评论

REGULATION REVIEW

2015年第2期（总第9期）

王俊豪 主编

中国社会科学出版社



政府管制评论

REGULATION REVIEW

2015年第2期 (总第9期)

王俊豪 主编



中国社会科学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

政府管制评论. 2015 年. 第 2 期: 总第 9 期/王俊豪主编.

—北京: 中国社会科学出版社, 2015. 12

ISBN 978 - 7 - 5161 - 7769 - 3

I. ①政… II. ①王… III. ①政府管制—研究 IV. ①F20

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 051463 号

出 版 人 赵剑英
责任编辑 卢小生
特约编辑 林 木
责任校对 周晓东
责任印制 王 超

出 版 中国社会科学出版社
社 址 北京鼓楼西大街甲 158 号
邮 编 100720
网 址 <http://www.csspw.cn>
发 行 部 010 - 84083685
门 市 部 010 - 84029450
经 销 新华书店及其他书店

印 刷 北京君升印刷有限公司
装 订 廊坊市广阳区广增装订厂
版 次 2015 年 12 月第 1 版
印 次 2015 年 12 月第 1 次印刷

开 本 787 × 1092 1/16
印 张 6.75
插 页 2
字 数 140 千字
定 价 29.00 元

凡购买中国社会科学出版社图书, 如有质量问题请与本社营销中心联系调换

电话: 010 - 84083683

版权所有 侵权必究

本期论文是“第四届政府管制论坛”入选参会论文，由浙江财经大学中国政府管制研究院和《中国工业经济》杂志社共同选入编辑

《政府管制评论》主编、学术委员会及编辑部人员名单

主 编

王俊豪 浙江财经大学

学术委员会 (按拼音排序)

陈富良 江西财经大学

陈勇民 美国科罗拉多大学

迈克尔·赖尔登 (Michael Riordan)

美国哥伦比亚大学

秦 虹 住房和城乡建设部

戚聿东 首都经济贸易大学

荣朝和 北京交通大学

肖兴志 东北财经大学

夏大慰 上海国家会计学院

薛 澜 清华大学

余 晖 中国社会科学院

于 立 天津财经大学

于良春 山东大学

张成福 中国人民大学

张昕竹 中国社会科学院

周志忍 北京大学

编辑部主任

唐要家 浙江财经大学

主办单位

浙江财经大学中国政府管制研究院

浙江省政府管制与公共政策研究中心

目 录

以可追溯与可追责激励企业进行食品安全控制的作用机制	张肇中 (1)
食品安全规制中消费者信息分享行为探析	
——基于复杂社会网络的视角	齐文浩 (15)
京津冀城市群居民生活用水量的影响因素研究	张秀智 陈 新 (28)
对我国流域管理中饮用水安全问题的思考	
..... 段慧敏 林剑远 张胜雷 张圣望 朱世云 陈海群	(40)
我国饮用水水源地流域协同管理研究初探 ...	张圣望 魏桂琴 张胜雷 (46)
水污染密集型行业的污染现状及其密集度识别	王 瑾 (55)
环境污染损失的测算、外溢效应及治理对策	殷宝庆 (61)
FDI、环境规制与企业创新绩效	陈 岩 艾宝林 李宏兵 (75)
环境规制影响产业结构调整的双重效应	孙玉栋 孟凡述 郑加梅 (89)

以可追溯与可追责激励企业进行 食品安全控制的作用机制

张肇中

摘 要 本文通过构建包括消费者与上下游企业的食品供应链模型研究发现,对违法企业进行追责的事后管制需要与可追溯体系相互配合,共同发挥作用,提高对上游企业追溯的成功率、加大对违法企业惩处力度,有助于激励企业进行食品安全控制,但对下游企业的追溯须以能继续向上追溯作为前提,否则将对企业形成负面激励。

关键词 可追溯 可追责 食品安全 事后管制

一 问题的提出

我国的食品安全管制经历了一系列改革,从20世纪90年代的以卫生部门为主的管制,到2004年开始的分段监管,再到2008年后逐步启动的大部制改革,2013年十八大提出建立最严格的食品安全全过程监管。可以看出,我国对于食品安全管制基本遵循了管制体制调整和监管力度加强两种思路。2014年7月《食品安全法》修订草案出台,在提出“预防为主、风险管理、全程控制、社会共治”几大原则并再次强调建立最严格的监督管理制度的同时,对2009年《食品安全法》中违法行为的罚则进行了全面修订,大幅提高了对企业违法行为的处罚力度。结合十八届四中全会提出的全面推进依法治国,建设中国特色社会主义法治体系的整体背景,可以看出我国政府对食品安全问题的解决思路,正逐步向强化企业法律责任,以完善立法、司法、执法约束企业行为的方向转变。这也引发了进一步思考,即对于解决食品安全问题而言,加强和完善相关立法的重要意义已经在政府、学界、媒体范围内达成共识,但在完善相关立法的过程当中,仅限于强调对惩罚力度的加大是否一定能够收到理想的效果。通过法律法规的制定提高对违法行为的惩处力度,本质目的是对潜在的具有通过牺牲食品安全以换取成本降低动机的企业形成威慑,然而单纯地

通过惩罚力度形成威慑仅是抑制食品安全市场中道德风险作用机制的一个中间环节,却无法结合确保追究违法企业责任的有效机制,终究难以收到全效。对于企业违法行为的惩处可以归属到事后管制的层面,然而对以确定违法企业的惩处力度仅为其中一个维度,通过建立食品安全可追溯体系等方式促进食品供应各环节之间有关食品质量安全信息的流动与传递,从而确保食品安全问题的出现可以回溯到问题发生的环节和源头,并通过相关法律确保产生食品安全问题的违法行为能够被依法追究,从而通过一种事后管制的方式对企业形成在事前有效正向激励(威慑),应是从追责角度解决食品安全问题的关键。基于此,本文试图通过构建一个包含上下游企业及消费者在内的食品供求模型,探索食品安全可追溯以及可追责对于抑制企业道德风险,促进信息有效传递从而控制企业违法行为的传导机制。

二 食品安全可追溯与可追责文献综述

Darby 和 Karni (1973) 在 Nelson (1970) 的基础之上,根据交易双方对于有关商品质量信息不对称程度,将商品的质量属性划分为三类:搜寻质量属性(search qualities)、经验质量属性(experience qualities)和信任质量属性(credence qualities)。食品的信任属性是食品市场中存在信息不对称以及由此导致的市场失灵问题的根源。Segerson (1999) 中指出如果企业和消费者对于食品本身的潜在风险危害完全无信息,那么无法单纯依赖市场机制和企业的自发安全控制行为,需要政府的干预,当然,这种干预并非一定要政府的真实参与,而是可以通过法律追责和惩罚制度的制定,形成政府干预的潜在威慑。

事前管制与事后管制本身是两种相互配合的食品风险控制方式,一般意义上事前管制被认为具有“防患于未然”的先天优势,但在现实实施过程中却存在诸多局限,而事后管制亦有相对特点与优势。包括抽样检测在内的事前管制一方面受人力财力所限,无法全面覆盖;另一方面受技术限制不能保证完全有效。此外,慢性食源性疾病等具有时滞性的风险会在较长时间后显示负面效应,需要事后管制发挥作用,避免社会成本的进一步扩大。事后机制并非完全是一种“补救”措施,例如食品安全可追溯体系往往也可以对企业形成潜在“威慑”,同样可以起到防范作用。最后,包括检验检测在内的事前管制与以追责惩罚为主的事后机制在激励被管制企业加强食品安全控制方面可以起到互补作用(Henson and Caswell, 1999)。

作为一种重要的事后管制机制,食品安全可追溯体系 20 世纪末在西方发达国家开始普遍实行。霍布斯(Hobbs, 2004, 2006)提出了食品安全可追溯体系的三大功能:(1)事前提供有关产品质量的信息,降低消费者进行食品

质量安全认定的信息成本^①；(2) 事后在整个食品供应链中通过搜寻找食品风险、危害的根源，并以产品召回等补救措施避免危害进一步扩大、挽回企业声誉，恢复消费者信息，将社会成本最小化；(3) 事后通过查明、确定食品安全危害的来源，便于责任的认定与归属，利用对违法企业的追责形成对企业的正向激励。基于此，我们将其定义为在食品供应链中，能够回溯整个供应过程，并定位到引发食品安全危害也即食品安全问题产生的源头。食品安全可追溯是一种可以通过其特有的机制形成对被管制企业的威慑与激励，从而达到事前管制的效果的事后管制机制。

霍布斯(2004)强调了以追溯危害源头配合向违法企业追究法律责任的重要意义。食品安全可追溯使得在食品安全危害发生时能够准确回溯到发生问题的环节和企业，而可追责(liability)则确保问题源头企业承担相应法律责任，二者相互配合形成了以可追溯、可追责控制食品安全风险与危害的作用机制。有关可追责方面的文献，早见于产品安全、交通事故以及医疗等方面的研究。Polisky(1980)和Shavell(1984)构建了关于可追责的经典理论模型，近年来国外有学者开始研究食品安全管制领域的追责问题(Loureiro, 2008)。

可追溯体系可以提高食品安全危害发生后被回溯到问题源头的准确度，通过可追溯能够提高食品安全危害和食品安全事件得到法律惩处和依法赔偿概率。可追责则确保能够对问题源头企业按照其违法行为所引致社会成本的一定比例进行惩处，通过对违法企业产生一个显著的惩罚成本，从而影响违法企业的生产决策，对其揭示食品质量安全水平相关信息形成有效激励，并促使其提高产品质量安全水平。近年来，开始有学者针对食品安全信息披露、可追溯体系对企业食品安全控制行为的激励机制展开研究。斯塔贝尔德(2006)将事前检测准确率和对违法企业追究责任比例同时纳入企业成本函数，发现只要两种监管手段相互配合，能够确保对违法企业进行追责且将检测偏误控制在最低水平，则可对企业生产安全食品提供足够的激励。Pouliot(2008)同样发现，以潜在的责任追溯对企业形成有效激励必须以可追溯体系的建立作为保障。Filho(2012)指出，为了激励上游企业提供安全无污染的原材料，可追溯体系和对违法企业的惩处必须配合使用，单独实施的可追溯体系并不能保证对企业形成激励。但在通过可追溯配合可追责影响企业决策的作用机制方面的研究较为缺乏，对于抑制企业道德风险的传导机制方面的研究深度不够。本文在Pouliot(2008)的基础上，通过构建一个包含上下游企业以及消费者的食品供应链模型，研究用以确保回溯到食品危害源头的可追溯体系与对危害源头企业

① 根据Daughety和Reinganum(2008)，食品安全信息披露的方式主要包括disclosure(直接披露信息，具有一定成本)和signaling(一般是因为质量与成本相关，所以通过价格现实质量信号)。从动机的角度对信息披露进行划分，可以分为两种：强制性披露和在惩罚机制威慑下的自愿披露。强制性信息披露更倾向于一种事前管制(signaling)，而可追溯与可追责则更倾向于依靠归责、惩罚进行威慑，激励企业自愿披露产品质量信息，控制食品安全风险。

进行惩处的可追责制度共同影响企业生产安全食品决策行为的作用机制,并进一步探索以可追溯配合可追责提升食品安全水平的管制政策。

三 模型假设

假设一个存在上下游企业的两阶段食品供应链,上游企业主要向下游企业提供粗加工初级产品(可以假设上游企业为农户,生产农产品),下游企业为将初级产品加工成产成品并向消费者销售的加工型企业。为了简化分析,假设上下游企业皆为同质的,也即将一个上下游市场抽象为单个上游企业与下游企业之间的交易,暂时不考虑企业之间的异质性与产品差异化问题。模型中所涉及的食品安全危害均来自上下游企业,并不考虑消费者在购买食物后由于处置不当等行为导致的食品安全危害。此外,假设企业与消费者均为风险中性。

对于上下游企业而言,首先假设其需要付出一定的努力,投入一定的成本来提高食品安全的安全程度。我们以食品本身存在危害的概率(也可称为食品污染率) p 来反向衡量食品安全程度。假设企业所生产加工的食品安全程度是企业努力程度也即投入相应的生产成本的单调递减函数,则企业在产品安全方面投入的成本亦为产品安全程度的反函数,假设企业的生产成本为 $c(p)$,且有 $c'(p) < 0$, $c''(p) > 0$,也即企业生产加工的食品安全程度越高则所需投入的生产成本也越高,且边际成本递增。^①

以 μ 表示食品安全事故发生的概率。企业所生产的食品安全程度(污染率)与食品安全事故发生率是不同的概念。对二者之间区别的一种解释是食品安全抽检的存在,斯塔贝尔德(2006)指出,上游企业的产品在供给下游企业前需要经过抽检的流程,而食品的抽检存在偏误。这种偏误可能来自于检验本身的偏误,即无法准确识别食品安全与否;也可能来自于抽样偏误,即从存在着不安全食品的一批样本中仅抽出安全食品进行检测。抽检偏误所带来的结果是可能将100%安全的食品检测为污染食品,也可能出现以次充好的情况。而不安全食品未被检测将会有一定概率导致食品安全事故的发生。根据斯塔贝尔德(2006),假设食品安全事故率是企业生产成本(企业在食品安全控制方面的努力程度)的单调递减函数,而前文中假设企业的生产成本是所生产食品污染率的单调递减函数且边际递减,相应地也可推知食品安全事故率可以表示为食品污染率的单调递增函数。^②

① 实际上企业所投入的生产成本不仅限于产品安全控制方面的成本,同样出于简化分析的目的,我们将企业用于食品安全控制的努力程度等同于生产成本。

② Poulriot 和 Sumner (2008) 中假设食品安全程度是企业努力程度的减函数,将努力程度作为企业的生产决策形式,根据本文假设企业主要通过调整产品安全程度(污染率)进行生产决策,并不对函数的具体形式进行设定,仅明确基本函数关系。

此外,在模型中仅考虑存在一个上游企业和下游企业的情况,为了简化分析并不将模型推广到多家企业,因此也不考虑企业竞争、企业数量对于企业生产安全食品决策的影响。

用 c_i 、 c_j 分别表示单个下游企业和上游企业投入的生产成本,用 p_i 、 p_j 分别表示单个下游、上游企业产品的安全程度(污染率);以 c_i^* 、 c_j^* 分别表示下游企业和上游企业的最优投入生产成本, p_i^* 、 p_j^* 则相应表示企业生产食品的最优安全程度。由于我们同时考虑了上下游企业发生食品安全问题的可能性,因此最终发生食品安全事故的概率可表示为 $\mu(p_i, p_j)$, 并进一步假设上下游企业通过调整生产成本(污染率)来控制食品安全事故率的行为相互独立,即 $\frac{\partial^2 \mu(p_i, p_j)}{\partial p_i \partial p_j} = 0$ 。并将最终发生食品安全事故的概率进行分拆:

$$1 - \mu(p_i, p_j) = [1 - \mu(p_i)][1 - \mu(p_j)] \quad (1)$$

$\mu(p_i)$ 和 $\mu(p_j)$ 分别表示下游企业提供不安全食品给消费者的概率和上游企业提供不安全的食品原料或初级产品给下游企业的概率,二者相互独立,且 $\mu'(p_i) > 0$, $\mu'(p_j) > 0$ 。(1)式的含义在于,如果上下游企业生产的食品均为安全的,则最终食品安全事故率为0,否则只要上下游企业当中任一个环节存在食品安全问题,则最终食品安全事故率不为0。同样,最终食品安全事故率随食品污染率递增。

模型中的食品安全问题的追溯是指从供应链终端消费者开始的反向问题溯源,即首先向下游企业追溯,继而由下游企业向上游企业追溯。在仅存在上下游两个层次的市场中,一般会认为,仅当食品安全问题出自上游企业时才存在追溯问题(因为如果问题来自下游企业,消费者可根据直觉认定直接销售给自己食品的企业即是问题所在)。但本文中仍然对可追溯进行这样的定义,原因有二:一是这里假设当出现食品安全问题时,消费者仅关心能否向企业追溯和追责,并不考虑问题来自上游或者下游,对应消费者的直接责任人是下游企业,向上游企业追溯是下游企业所面临的问题;二是现实中食品本身经验品和信任品属性导致的企业与消费者双方的信息不对称,消费者未必能够将安全危害准确归因于食品的消费,因此必须考虑消费者向下游企业追溯的问题。

成功的追溯是指能够识别上游或者下游企业何者为食品污染的真正来源,并对问题来源企业追责惩罚。分别用 Q_i 、 Q_j 表示食品安全事故发生时能够成功由消费者追溯到下游企业或由下游企业追溯到上游企业的概率。假设 Q_i 、 Q_j 相互独立,则食品安全问题可以由消费者成功追溯至上游企业的概率则可表示为 $Q_i Q_j$ 。

假设在能够成功向企业进行追溯情况下,企业生产不安全食品导致的社会成本由企业和消费者共同分担,对于企业追责所产生的惩罚成本仅为社会成本

的一定比例。^① 假设由企业承担的比例为 θ , $\theta \in [0, 1]$, 其余 $1 - \theta$ 的比例由消费者承担。本文所提及的社会成本分配比例仅限于消费者与上下游企业之间分配, 该比例是由法律制度所外生决定的。企业之间追责惩罚成本的分配取决于企业自身提供不安全食品的概率 $\mu(p_i)$ 、 $\mu(p_j)$, 以及成功追溯的概率 Q_i 、 Q_j , 只要能够成功追溯, 则该企业一定会承担相应的社会成本。

四 食品安全问题的社会成本

在一个包含上下游企业与消费者的食品供应链当中, 消费者的支付意愿直接影响企业的利润水平, 因此在展开企业决策行为分析之前, 有必要对消费者效用及支付意愿进行分析。消费者需要承担一定比例社会成本的假设使其考虑效用问题成为可能, 同时可以通过消费者的效用考虑消费者支付意愿的问题, 尽管假设对于消费者而言食品企业之间并不存在差异, 但由于可成功追溯会令消费者得到赔偿, 进而影响消费者的消费决策。此外, 我们对于能够成功追溯问题源头并对发生问题企业进行追责的机制进行进一步假设, 消费者不仅能从下游企业处获得赔偿, 如果问题来自上游企业, 则下游企业也可以向上游企业追责索赔。假设消费者为安全食品愿意支付的金额为 W , 消费者的支付意愿取决于食品本身价格 P 和由于无法追溯到问题源头所承担的损失:

$$P = W - (1 - Q_i)\mu(p_i, p_j)D \quad (2)$$

其中, D 表示发生一次食品安全事故所造成的总的损失或者总的社会成本; $\mu(p_i, p_j)D$ 表示期望社会成本; $(1 - Q_i)\mu(p_i, p_j)D$ 表示最终发生食品安全事故但无法追溯到下游企业导致消费者承受的损失。根据 Oi (1973), P 表示一个期望完全价格, W 则相当于一个担保价格。在本文的分析中, 我们可以认为价格 P 才是消费者真实的支付意愿, 是产品质量安全水平的函数, 而 W 则是消费者对于安全食品的一个保底的支付意愿, 是不随产品质量而变化的。不同情况下企业和消费者由于食品安全事故所承担的社会成本如表 1 所示。

将 (2) 式分别对 Q_i 、 Q_j 求偏导, 可以进一步观察消费者支付意愿分别受消费者追溯到下游企业和下游企业追溯到上游企业成功概率的影响情况:

$$\frac{\partial P}{\partial Q_i} = \mu(p_i, p_j)D - (1 - Q_i)\frac{\partial \mu(p_i, p_j)}{\partial Q_i}D \quad (3)$$

$$\frac{\partial P}{\partial Q_j} = -(1 - Q_i)\frac{\partial \mu(p_i, p_j)}{\partial Q_j}D \quad (4)$$

^① 由于不安全食品所导致的消费者健康问题的时滞性, 通常在消费者发现食品安全问题时已经承受了一部分损失。而且即使消费者能够通过可追溯和可追责体系的建立追索一部分赔偿, 仍然假定企业不会完全承受所有消费者的损失, 因为这种损失本身难以界定全部由企业造成。

表 1 上下游企业、消费者因食品安全事故所承担的社会成本^①

	上游企业	下游企业	消费者
无法向上追溯	0	0	$(1 - Q_i)\mu(p_i, p_j)D$
消费者能够追溯到下游企业，但不能追溯到上游企业	0	$Q_i(1 - Q_j)\mu(p_i, p_j)\theta D$	$Q_i(1 - Q_j)\mu(p_i, p_j)(1 - \theta)D$
能够由消费者追溯到上游企业	$Q_iQ_j\mu(p_j)\theta D$	$Q_iQ_j\mu(p_i)[1 - \mu(p_j)]\theta D$	$Q_iQ_j\mu(p_i, p_j)(1 - \theta)D$

由（3）式与（4）式也可以看到，消费者向上追溯的底线是向下游企业追溯，但同时在一个包含上下游企业的食品供应链中，对上游企业追溯的成功率将与对下游企业追溯的成功率共同影响消费者的支付意愿，形成连锁效应。

五 可追溯与可追责对企业决策的影响

下面考虑下游企业利润最大化问题，食品污染率通过影响企业成本和利润进而影响企业决策，单个下游企业通过调节自身所生产食品的污染率控制成本以实现自身利润最大化，下游企业利润可以表示为：

$$\pi_i = P - c(p_i) - Q_i\{\mu(p_i)[1 - \mu(p_j)] + (1 - Q_j)\mu(p_j)\}\theta D - \rho \tag{5}$$

其中， $Q_i\{\mu(p_i)[1 - \mu(p_j)] + (1 - Q_j)\mu(p_j)\}\theta D$ 表示下游企业因为食品安全问题被追责所承担的成本^②，其中包括自身产品存在问题导致的成本 $\{Q_i\mu(p_i)[1 - Q_j\mu(p_j)]\theta D\}$ 和源自上游企业的问题因为无法向上追溯所引致的成本 $\{Q_i(1 - Q_j)\mu(p_j)[1 - \mu(p_i)]\theta D\}$ ，也即“背黑锅”的部分)两部分。需要注意的是，广义的追责成本不仅包含对企业违法行为的直接惩罚，同时也包含因为企业声誉损失所带来的潜在损失，在这里我们仅考虑直接的惩罚给企业带来的成本。 ρ 表示下游企业向上游企业购买原材料、初级产品的支付。下游企业无法观测到每一个上游企业所提供的原材料和初级产品的安全程度，其购买决策

① 当消费者无法向上追溯时，无论食品安全问题来自于哪个企业，所有成本均由消费者承担；当消费者仅能追溯到下游企业时，无论问题来自哪个企业，上游企业均无须承担追责惩罚，下游企业可能是为自己的过失负责也可能是替上游企业背了“黑锅”。当能够向上游企业追溯时，上下游企业分别承担的惩罚成本取决于问题究竟来源于哪个企业。根据对最终食品安全事故率 $\mu(p_i, p_j)$ 的定义，上下游企业所承担的追责惩罚成本之和为 $Q_iQ_j\mu(p_i, p_j)\theta D$ 。关于向上游企业追溯的问题还有另一种思路，认为如果安全问题源自上游企业，因为上游企业向下游企业提供进一步加工的原材料，则可认为下游企业提供食品的安全问题完全来自上游企业，下游企业无须负责。由于这种认定涉及食品供应链的技术流程，并不在我们的分析范围之内，本书中认定最终食品安全事故的发生，上下游企业均负有责任。如果下游企业环节不存在安全问题则， $\mu(p_i)$ 为 0，也可推得相应结果。

② 这里下游企业因食品安全问题被追责所承担的成本，等于表 1 中下游企业所承受的追责成本的总和。

以平均安全水平作为参照,因此下游企业向上游企业的支付可以进一步表示为:

$$\rho = V - Q_i(1 - Q_j)\mu(p_j)[1 - \mu(p_i)]\theta D \quad (6)$$

其中, V 定义为下游企业为了购买安全无污染的原材料和初级产品愿意向上游企业提供的支付,不随上游企业生产的食品安全水平变化。^①

接下来考虑上游企业的利润最大化,上游企业利润可以表示为:

$$\pi_j = \rho - c(p_j) - Q_i Q_j \mu(p_j) \theta D \quad (7)$$

上游企业的利润取决于从下游企业获得的支付、生产成本以及产品出现问题被成功追溯所付出的追责惩罚成本。实际上,下游企业向上游企业的支付意愿也可以认为是下游企业通过向上游企业追溯索取的追责惩罚,因为在上游企业所提供的原材料和初级产品也存在安全问题的情况下一旦下游企业通过向上游企业追溯,明确问题的来源在于上游企业,则可以通过减少向上游企业的支付 ρ 来减少自身损失,这本质上是一种变相的追责惩罚成本分担。

接下来考虑外生的可追溯成功概率的改变对于企业决策的影响。根据前文假设,企业通过调整自身所生产食品的安全程度(污染率) μ 进而改变其成本分布进行生产决策,目标是利润最大化。首先关注下游企业和上游企业利润最大化的内点解,讨论当企业一定会生产一定比率的不安全食品时,可追溯成功率如何影响企业的决策。结合(1)式、(2)式求解(5)式的最大化一阶条件,结合(6)式求解(7)式的最大化一阶条件分别得到(8)式和(9)式:

$$c'(p_i^*) + Q_i \mu'(p_i^*) [1 - \mu(p_j)] \theta D = - (1 - Q_i) \mu'(p_i^*) [1 - \mu(p_j)] D \quad (8)$$

$$c'(p_j^*) + Q_i Q_j \mu'(p_j^*) \theta D = - Q_i (1 - Q_j) \mu'(p_j^*) [1 - \mu(p_i)] \theta D \quad (9)$$

(8)式、(9)式可以看作上下游企业供给安全食品的生产成本和供给不安全食品的追责惩罚成本,等式右侧则可以看作消费者和下游企业对可追溯的安全食品的支付意愿。(8)式、(9)式可以进一步整理为:

$$c'(p_i^*) = [(1 - \theta) Q_i - 1] \mu'(p_i^*) [1 - \mu(p_j)] D \quad (10)$$

$$c'(p_j^*) = Q_i [\mu(p_i) (1 - Q_j) - 1] \mu'(p_j^*) \theta D \quad (11)$$

根据隐函数求导法则将(10)式对 Q_i 求导,则有:

$$\frac{\partial p_i^*}{\partial Q_i} = - \frac{(1 - \theta) \mu'(p_i^*) [1 - \mu(p_j)] D}{[(1 - \theta) Q_i - 1] \mu''(p_i^*) [1 - \mu(p_j)] D - c''(p_i^*)} \quad (12)$$

$$\frac{\partial p_j^*}{\partial \theta} = \frac{Q_i \mu'(p_i^*) [1 - \mu(p_j)] D}{[(1 - \theta) Q_i - 1] \mu''(p_i^*) [1 - \mu(p_j)] D - c''(p_i^*)} \quad (13)$$

① 由于对上下游企业所进行的追责惩罚是外生的,由法律制度所施加的,而消费者对安全食品的支付意愿和下游企业对安全原材料、初级产品的支付意愿均与食品安全程度(污染率)无关,因此假设可追溯的模式为消费者分别向上下游企业追溯,或者消费者向下游企业追溯,下游企业再向下游企业追溯,本质并无区别。

对下游企业而言, 实现利润最大化的二阶条件为:

$$[(1-\theta)Q_i - 1]\mu''(p_i^*)[1-\mu(p_j)]D - c''(p_i^*) < 0 \quad (14)$$

由此可知, (12) 式的分母小于零, 根据前文假设可知 $1-\theta > 0$, $1-\mu(p_j) > 0$, 且由下游企业导致发生食品安全事故的概率为下游企业生产食品污染率的增函数, 即 $\mu'(p_i^*) > 0$, 故可知 $\frac{\partial p_i^*}{\partial Q_i} > 0$ 。同理可以推得, $\frac{\partial p_i^*}{\partial \theta} < 0$ 。

将 (11) 式分别对 $Q_i Q_j$ 、 θ 求导, 则有:

$$\frac{\partial p_j^*}{\partial Q_i} = -\frac{[\mu(p_i)(1-Q_j) - 1]\mu'(p_j^*)\theta D}{Q_i[\mu(p_i)(1-Q_j) - 1]\mu''(p_j^*)\theta D - c''(p_j^*)} \quad (15)$$

$$\frac{\partial p_j^*}{\partial Q_j} = \frac{Q_i\mu(p_i)\mu'(p_j^*)\theta D}{Q_i[\mu(p_i)(1-Q_j) - 1]\mu''(p_j^*)\theta D - c''(p_j^*)} \quad (16)$$

$$\frac{\partial p_j^*}{\partial \theta} = -\frac{Q_i[\mu(p_i)(1-Q_j) - 1]\mu'(p_j^*)D}{Q_i[\mu(p_i)(1-Q_j) - 1]\mu''(p_j^*)\theta D - c''(p_j^*)} \quad (17)$$

对上游企业而言, 实现利润最大化的二阶条件为:

$$Q_i[\mu(p_i)(1-Q_j) - 1]\mu''(p_j^*)\theta D - c''(p_j^*) < 0 \quad (18)$$

可知 (15) 式分母小于零, 由 $0 < \mu(p_i) < 1$ 且 $0 < Q_j < 1$ 可知 $\mu(p_i)(1-Q_j) - 1 < 0$, 且由上游企业导致发生食品安全事故的概率为上游企业生产食品污染率的增函数即 $\mu'(p_j^*) > 0$, 可知 $\frac{\partial p_j^*}{\partial Q_i} < 0$, 同理可知 $\frac{\partial p_j^*}{\partial \theta} < 0$ 。由 $Q_i > 0$ 且

$\mu(p_i) > 0$, 可知 $\frac{\partial p_j^*}{\partial Q_j} < 0$ 。

同样, 可以求得企业最优化问题的角点解, 即企业生产完全安全无污染食品的情况。对下游企业而言, 代入 (1) 式、(2) 式到 (5) 式并对下游企业生产的食品安全程度 (污染率) p_i 求偏导, 以 $\mu(p_i^*)$ 表示企业选择的最优食品安全程度, 则一阶条件为:

$$-(1-Q_i)\mu'(p_i^*)[1-\mu(p_j)]D - c'(p_i^*) - Q_i\mu'(p_i^*)[1-\mu(p_j)]\theta D < 0$$

也即:

$$[(1-\theta)Q_i - 1]\mu'(p_i^*)[1-\mu(p_j)]D - c'(p_i^*) < 0 \quad (19)$$

由于在存在角点解的情况下 $p_i^* = 0$, 此时通过角点解成立的条件可以推算出:

$$Q_i < \frac{1}{1-\theta} \left\{ 1 + \frac{c'(p_i^*)}{[1-\mu(p_j)]\mu'(p_i^*)D} \right\} \quad (20)$$

$$\theta > 1 - \frac{1}{Q_i} \left\{ 1 + \frac{c'(p_i^*)}{[1-\mu(p_j)]\mu'(p_i^*)D} \right\} \quad (21)$$

(20) 式说明, 在可能无法向上游企业进行追溯的情况下, 为了使下游企业生产完全安全无污染的食品, 对向下游企业的追溯不宜过于严格。因为下游企业可能承担一部分上游企业本应承担的赔偿责任, 对其追溯过于严格可能造成

成不当的激励。(21)式提出了保证下游企业生产安全食品的最低追责惩罚成本比例。

同理,可以推得上游企业利润最大化角点解的存在条件,将(6)式代入(7)式中并对 p_j 求偏导数,得到一阶条件为:

$$-Q_i(1-Q_j)\mu'(p_j^*)[1-\mu(p_i)]\theta D - c'(p_j^*) - Q_i Q_j \mu'(p_j^*)\theta D < 0 \quad (22)$$

通过整理(22)式则可以得到角点解存在的条件分别为:

$$Q_i > \frac{c'(p_j^*)}{\mu'(p_j^*)[\mu(p_i)(1-Q_j)-1]\theta D} \quad (23)$$

$$Q_j > 1 - \left[\frac{c'(p_j^*)}{Q_i \mu'(p_j^*)\theta D} + 1 \right] \frac{1}{\mu(p_i)} \quad (24)$$

$$\theta > \frac{c'(p_j^*)}{Q_i \mu'(p_j^*)[\mu(p_i)(1-Q_j)-1]D} \quad (25)$$

由(22)式可以发现,令上游企业做出生产完全安全无污染食品的决策同时取决于向下游和上游企业追溯的成功率。(23)式给出了令上游企业生产安全无污染食品所要求的向下游企业追溯的最低成功率。(24)式则给出了令上游企业生产安全无污染食品所要求的向上游企业追溯的最低成功率。(25)式给出了令上游企业生产安全无污染食品所要求的最低追责惩罚比例。通过对角点解成立条件的分析可以看出,对上游企业而言,因为处于食品供应链的顶端,与消费者之间以下游企业作为其责任的“缓冲地带”。如果要使其生产完全安全无污染的食品,必须保证一定的追溯成功率。对于下游企业而言,如果要保证其尽可能少地生产不安全食品虽然可以通过可追溯、可追责进行威慑,但如果不能再向下游企业追责的同时保证能够向引发安全问题的上游企业追责,过于严厉的追溯与追责制度可能对下游企业形成负向激励。也即,如果无法保证可以对上游企业进行追溯,则对下游企业的追溯与追责不宜过于严厉;如果可以同时对上下游企业进行追溯,则应保证可追溯成功率不低于一定的限度。

由此可以看出,上下游企业利润最大化问题的内点解及相应的比较静态分析所得出的结果与推算角点解成立条件基本一致,从而对结论进行了进一步验证。

此外,针对上下游企业利润最大化决策的角点解,本书将由政策和技术水平外生决定的可追溯成功和追责惩罚力度取值范围进行组合,并指出各种情况下的对应管制政策取向。

$$(1) \text{ 当无法向上游企业追溯,即 } Q_j=0, Q_i < \frac{1}{1-\theta} \left\{ 1 + \frac{c'(p_i^*)}{[1-\mu(p_j)]\mu'(p_i^*)D} \right\},$$

且 $\theta < 1 - \frac{1}{Q_i} \left\{ 1 + \frac{c'(p_i^*)}{[1-\mu(p_j)]\mu'(p_i^*)D} \right\}$ 时,因为无法向上游企业进行追溯因此不能对上游企业生产安全食品形成激励,且此时可追责机制的处罚力度不足以

保证对下游企业的充分威慑,下游企业将不能保证生产完全安全无污染的食品。

(2) 当无法向上游企业追溯,即 $Q_j = 0$, 且 $Q_i < \frac{1}{1-\theta} \left\{ 1 + \frac{c'(p_i^*)}{[1-\mu(p_j)]\mu'(p_i^*)D} \right\}$, $\theta > 1 - \frac{1}{Q_i} \left\{ 1 + \frac{c'(p_i^*)}{[1-\mu(p_j)]\mu'(p_i^*)D} \right\}$ 时, 虽然因为无法向上游企业进行追溯不能对上游企业形成激励, 但可追溯与可追责机制双重机制的作用对下游企业形成充分的激励与威慑, 可以保证下游企业生产完全安全无污染食品。

(3) 当无法向上游企业追溯, 即 $Q_j = 0$, 且 $Q_i > \frac{1}{1-\theta} \left\{ 1 + \frac{c'(p_i^*)}{[1-\mu(p_j)]\mu'(p_i^*)D} \right\}$ 时, 由于完全无法向上游企业追究责任, 下游企业将不得不承担全部追责成本, 当向下游企业追溯成功率超过一定限度时, 此时下游企业因为“背黑锅”所导致的逆向激励超过了可追溯与可追责的威慑与正向激励作用, 下游企业仍然不会选择生产安全无污染食品。从而说明了可追溯必须是一个贯穿整个供应链的机制, 如果可追溯出现断裂, 则首先完全无法保证对上游企业行为的控制, 同时可追溯与可追责对下游企业的激励作用也会发生扭曲。

(4) 当 $0 < Q_j < 1 - \left[\frac{c'(p_j^*)}{Q_i\mu'(p_j^*)\theta D} + 1 \right] \frac{1}{\mu(p_i)}$, $Q_i < \frac{c'(p_j^*)}{\mu'(p_j^*)[\mu(p_i)(1-Q_j)-1]\theta D}$ 时, 对上游企业的激励仍然不足, 可追溯机制虽然对上游企业行为产生了一定约束作用, 但仍不足以保证上游企业生产完全安全无污染的食品, 此外, 对下游企业追溯也无法保证对其生产安全食品形成足够的约束。

(5) 当 $Q_j > 1 - \left[\frac{c'(p_j^*)}{Q_i\mu'(p_j^*)\theta D} + 1 \right] \frac{1}{\mu(p_i)}$, $Q_i < \frac{c'(p_j^*)}{\mu'(p_j^*)[\mu(p_i)(1-Q_j)-1]\theta D}$ 且 $\theta > \frac{c'(p_j^*)}{Q_i\mu'(p_j^*)[\mu(p_i)(1-Q_j)-1]D}$ 时, 对上游企业可追溯与可追责机制充分发挥作用, 可以保证上游企业生产安全食品, 但对下游企业可追溯激励不足, 下游企业仍然可能生产不安全食品。

(6) 当 $Q_j > 1 - \left[\frac{c'(p_j^*)}{Q_i\mu'(p_j^*)\theta D} + 1 \right] \frac{1}{\mu(p_i)}$, $Q_i > \frac{c'(p_j^*)}{\mu'(p_j^*)[\mu(p_i)(1-Q_j)-1]\theta D}$ 且 $\theta < \frac{c'(p_j^*)}{Q_i\mu'(p_j^*)[\mu(p_i)(1-Q_j)-1]D}$ 时, 虽然可追溯成功率足以对上、下游企业形成激励, 但追责惩罚机制的威慑作用不足, 仍然无法保证上、下游企业生产安全无污染食品。

(7) $Q_j > 1 - \left[\frac{c'(p_j^*)}{Q_i\mu'(p_j^*)\theta D} + 1 \right] \frac{1}{\mu(p_i)}$ 且 $\theta > \frac{c'(p_j^*)}{Q_i\mu'(p_j^*)[\mu(p_i)(1-Q_j)-1]D}$