

文章编号:1003-207(2016)06-0078-12

DOI:10.16381/j.cnki.issn1003-207x.2016.06.010

# 基于博弈的“外包内做”型制造 外包违规控制研究

陈占夺,秦学志

(大连理工大学管理与经济学部,辽宁 大连 116024)

**摘要:**在管理实践中发现,“外包内做”型外包模式已经成为了制造企业的重要生产方式之一,但生产质量问题却日渐突出。本文研究了“外包内做”型制造企业外包中承包方的违规行为控制问题。运用博弈分析方法,分三种情形:违规与罚款、罚款前提下违规与巡检、奖励与罚款前提下违规与巡检,分析了制造企业与劳务承包方关于制造质量的博弈,为解决制造企业生产阶段外包业务的质量控制问题提供了一种新的思路。研究表明:(1)除了以往研究者已证明的对违规罚款外,对履约奖励也一样可以有效地减少违规行为,但两者都有一定的适用条件,两者共同运用时,只要  $V - (1 - a)(R + F + I) < 0$ ,承包方就会选择履约;(2)巡检仅能减少承包方的违规收益,但并不能改变承包方的违规行为,因此对控制违规意义不大;(3)提高违规被发现的概率,对减少劳务承包方的违规行为具有重要作用。根据研究结果,企业可采取罚款与奖励并用、提高违规被发现的概率、降低违规收益等方法达到对施工质量进行控制的目的。本文的研究将对采取“外包内做”型制造企业的质量管理提供一定的理论基础和实践指导。

**关键词:**制造企业;“外包内做”型制造外包;质量控制;博弈

**中图分类号:**F224.32;F273.2;F273.7 **文献标识码:**A

## 1 引言

为快速响应顾客需求,提高企业运营柔性,降低企业成本,增强企业核心竞争力,自 20 世纪 90 年代以来,将非核心业务外包(Outsourcing),专注于能创造核心价值的关键业务,成为众多企业的战略选择之一。除了将整个零部件外包之外,将制造过程中的加工业务外包给外包队,由外包队组织人员在制造企业场地上进行施工已经成为了我国制造企业重要生产组织形式之一,这种模式在本文中被定义为“外包内做”型制造外包。

制造外包在给企业带来制造成本降低、柔性增加的同时,也带来了质量控制问题<sup>[1]</sup>。这种生产模式下,生产人员的流动性非常强,劳务承包方的进入壁垒和退出壁垒非常小,承担质量损失的能力有限,

对自己的质量信誉关注度不高。另外由于生产人员不是本企业员工,技能培训和生产人员的行为约束效果较差,加之劳务人员流动性大,这些使企业对生产过程的可控性变差,增加了对制造质量的控制难度。

目前学术界对“外包内做”型生产组织形式的研究极少,对外包的研究多集中于“采购”型造外包业务中违规与控制的研究。

对外包中质量的研究中,Lu Yi 等<sup>[1]</sup>使用数学模型深入研究了外包对产品质量的影响,认为尽管外包可以带来显著的低成本,但潜在的成本(质量成本)也在显著增加;同时该研究还发现尽管研究问题很重要,但深入的研究却极少;该研究用数学模型论证了外包与产品质量的关系,然后将契约强制约束引入模型,证实了契约强制约束对提高产品质量的有效性。Nagurney 等<sup>[2]</sup>构建了一个同时考虑成本和质量的分包商博弈模型,分包商旨在达到总成本最低(总成本包括采购价格和质量成本)。沙颖等<sup>[3]</sup>重点研究了物流外包中的关系质量,通过对 492 家中国制造企业为研究样本进行实证检验,得出感知的机会主义行为对关系行为具有显著的负向影响。

收稿日期:2014-09-16; 修订日期:2015-06-19

基金项目:辽宁省教育厅 2014 年度科学研究一般项目(W2014275)

通讯作者简介:陈占夺(1974-),男(汉族),辽宁建昌人,大连理工大学管理与经济学部,博士,副教授,研究方向:战略管理、风险管理,E-mail:tony-chanzd@163.com.

但斌等<sup>[4]</sup>对合作创新下接发包双边道德风险下的研发外包合同参数选择与优化问题进行了探讨。宋砚秋等<sup>[5]</sup>通过对复杂系统研发外包的研究发现,联合研制模式可以将利益外部性内部化,从而有效的解决道德风险问题。

对于承包方违规的原因,很多学者都强调了信息不对称的影响,认为制造业务外包中存在着典型的质量风险及其控制问题,该问题属于经典的“道德风险”<sup>[6-8]</sup>。刘克宁和宋华明<sup>[9]</sup>研究了创新产品研发过程中,由于接包方能力水平和成本信息的不对称,会给发包方带来收益风险问题,将接包方分为高成本系数和低成本系数两类,设计了固定支付和收益共享系数两个参数的外包甄别契约。姚靠华和蒋艳辉<sup>[10]</sup>在分析服务外包合作伙伴懈怠风险时,提到了合作伙伴偷懒行为的被发现和不被发现两种可能性,也说明了信息不对称是违规的重要原因。

对如何提高制造外包的产品质量,许多学者都强调了对违规进行处罚的作用<sup>[7,11]</sup>。如田厚平等<sup>[12]</sup>研究了信息不对称条件下,发包人如何激励承包人同时提高产品质量与准时交货率的联合决策问题;Hwang<sup>[13]</sup>等有针对性的分析了在质量评价机制与质量认证体系机制下,制造商采用怎样的策略或方法可以激励供应商,提高其在质量改进方面投入水平的问题。还有一些学者强调了检验并不能发现所有的违规行为<sup>[7-8,14-15]</sup>。

现有研究均是以“采购”型制造外包为对象所做的研究。而“外包内做”型的制造外包,因承担质量责任的能力很小、人员流动性大、质量缺陷责任追究不易落实,这些都使得对施工质量的控制手段有别于“采购”型外包。另外,虽然一些研究中提到了以抽检的方式验收使得违规行为不可能被百分之百发现,但很多研究所构建的模型中并没有考虑到这一点,这使得模型假设存在少许不足。

本文旨在从事中控制、事后控制两个角度,研究中巡检、事后罚款、事后奖励三种不同的管理方法对承包方机会主义行为的影响,寻求最优的解决方案,以达到施工质量可控、供应链整体收益最优的目的。

## 2 研究方法 with 博弈模型的基本假设

本文的研究问题是如何控制“外包内做”型制造外包中承包方的违规行为。由于研究对象为承包方和制造企业的决策行为,而在决策过程中双方均以自己的利益最大化为决策目标,因此使用博弈的方

法加以研究是适合的。相对而言,案例研究方法并不太适合本文的研究,因为“外包内做”型外包中,承包方的数量很多,某个或某几个承包方违规虽具有案例研究所要求的独特性,但代表性会受到影响,而且案例一定是发生于某些特定的情境,对研究结果会产生干扰;另外统计实证的研究方法也不如博弈方法,统计实证虽然可以解决样本代表性问题,但由于本文研究的是违规问题,违规方在回答问题或填写量表时必然会有所隐瞒,因此统计问卷的数据准确性和真实性会受到影响。

由于以下原因,劳务承包方(以下简称“承包方”)倾向于缩短生产周期。原因之一是避免罚款并争取奖励。在“外包内做”型制造外包模式下,是否能够按制造企业(以下简称“企业”)的生产计划完成制造工作,对整个产品的生产周期影响较大。为此,许多企业对承包方的生产计划完成率从严从重考核:超期将对承包方进行严厉罚款,而提前完成将予以奖励。倾向于缩短生产周期的原因之二是如果承包方能够提前完成生产,可以将人力资源投入到新的任务中去,从而获取更多的收益。

为了达到缩短生产周期的目的,除了正常合规的方法外,在“外包内做”型制造外包的生产过程中,承包方还往往从自身利益出发,采取利己的机会主义行为,通过违反操作工艺规程等方式,加快生产进度,从而达到缩短生产周期的目的。比如在生产过程中,采取加大电流的方式,使焊接速度加快,以节省生产时间;或在外部温度和湿度超标准的情况下,强行进行涂装作业,以加快生产进度。这些利己的机会主义行为,重进度、轻质量,甚至是以牺牲质量换取进度,给企业带来了重大的产品质量隐患。这些恶意的机会主义行为是造成产品制造质量下降的直接原因。从企业的角度来看,确保产品质量是首要需要考虑的问题,为了最大程度地减少或避免产品制造质量缺陷的发生,必须采取必要的控制措施。所以制造质量的好坏实质是企业与承包方之间博弈的结果。

在管理实践中最常用的两种方法是罚款与巡检。其中罚款是属于事后控制,而在生产过程中进行巡检属于事中控制。但是实践的结果表明,两种方法并没有起到预想的效果。以巡检为例,一些企业专门成立了质量巡检部门,投入了大量的人力成本,对施工过程进行严格监控,但违规行为没有明显好转,施工质量没有得到根本性改善。还有很多企业都采取了对发现的质量缺陷采取重罚的措施,但

质量得到提高的同时,生产进度却无法保证,有的企业甚至出现了因重罚而导致外包劳务人员数量下降,出现了“用工荒”。

特别需要强调的是,即便承包方采取了违规行为,在中间产品质量验收时并不能被百分之百发现,也就是说,违规行为有“侥幸”逃过罚款的可能性,这一点非常重要。以焊接和油漆质量检查为例,检查采取“重点部分百分之百检验、其他部位抽检”的方式进行验收,而不是百分之百检验(百分之百检验不仅会大幅加大质量检验的成本,还会导致生产周期的延长,因为质量检验会造成生产流程的停顿)。如果质量缺陷未能在验收时发现,则质量缺陷就不会被修补,该缺陷将会被带入最终的产品之中,增加了引发较大质量事故的几率。如果质量缺陷在验收时被发现,则需要通过修补来消除,而此时该中间产品极可能已处于生产计划的关键路径上,对该中间产品的修补将导致整个工程进度的延期。在本文中,设质量缺陷在验收中未被发现的概率为  $a(0 \leq a \leq 1)$ ,则被发现的概率为  $1 - a$ 。

参与博弈的双方为企业和承包方。假设企业和承包方都符合“经济人”假设,即各自都追求自身利益最大化。为了达到这一目标,承包方将试图通过违反操作规程等违规手段来达到缩短生产周期的目的;而企业则会采取巡检、罚款、奖励等各种方法来达到质量控制的目的。

分三种情况讨论双方的博弈行为:第一种情况是承包方在生产过程中考虑违规还是不违规,企业考虑在验收时发现质量缺陷后进行罚款或是不罚款;第二种情况是承包方考虑违规还是不违规,而企业已经确定如果在验收时发现质量缺陷就进行罚款的前提下,考虑是否在施工过程中进行巡检;第三种情况是承包方考虑违规还是不违规,而企业已经确定如果在验收时发现质量缺陷就进行罚款、如果未发现质量缺陷就进行奖励的前提下,考虑是否在施工过程中进行巡检。

第一种情况属于序列博弈,将构建序列博弈模型。即先由承包方在生产过程中进行选择:违规和不违规。如果选择不违规,则博弈结束;如果选择违规,则会有两种可能,一种可能是在产品检验时不被发现,则承包方将获得违规收益,而企业将承受质量缺陷损失;另一种可能是在产品检验时被发现,此时轮到企业进行策略选择:罚款或不罚款,无论采取何种策略,都由承包方承担费用对缺陷进行修补。

第二种情况和第三种情况可以用演化博弈分析

(此时罚款和奖励已经是一个确定的结果,而非一个可选择的策略)。承包方群体中的每个承包方仍有两种策略可供选择:违规和不违规。企业群体中的每个企业则有两种策略可供选择:巡检和不巡检,如果巡检,将会增加巡检成本,减少违规的可能性。

### 3 违规与罚款的序列博弈模型

#### 3.1 博弈模型

博弈模型如图 1。

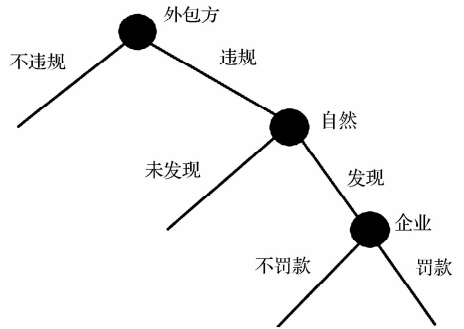


图 1 违规与罚款的序列博弈模型

该博弈首先由承包方在生产过程中进行选择:违规或不违规。如果选择不违规,则博弈结束,设此时双方均可获得正常收益。

如果承包方选择违规,则会有两种可能,一种是在产品验收时不被发现(概率为  $a$ ),另一种是在产品验收时被发现(概率为  $1 - a$ )。当未被发现时,则承包方将获得违规收益,而企业将承受质量缺陷损失。

当被发现时,则轮到企业进行策略选择:罚款或不罚款。

#### 3.2 期望收益计算

(1)当承包方选择不违规时

双方均获取正常收益,企业为  $\mu_1$ ,承包方为  $\mu_2$ 。此时双方收益之和为  $\mu_1 + \mu_2$ 。

(2)当承包方选择违规,并且在验收过程中未被发现时

此时承包方获取了违规收益(设为  $V$ ),承包方的收益为  $\mu_2 + V$ 。

由于缺陷已经发生且未被消除,所以企业承受了质量缺陷隐患带来的损失(设为  $Q$ ),则企业的收益为  $\mu_1 - Q$ 。不失一般性,设  $V < Q$ 。

此时双方收益之和为  $\mu_1 - Q + \mu_2 + V$ ,小于  $\mu_1 + \mu_2$ ,即从双方整体上看,该博弈结果劣于第一种博弈结果。

(3)当承包方选择违规且在验收时被发现,且企业未选择罚款时

由于违规行为已经发生,承包方已经获取了减少工作时间等的好处,但在发现之后,承包方要负责将缺陷修复,因此要承担修复费用  $R$ ,为不失一般性,设  $R > V$ 。承包方的收益为  $\mu_2 + V - R$ 。

对企业来说,缺陷得到修复,因此质量缺陷隐患得以消除,但当发现产品存在缺陷并由承包方进行修复时,很多情况下该中间产品已经处于整个产品生产的关键环节上,修复缺陷所需的时间将会对整个产品的生产进度造成不利的影 响,设因此给企业带来了损失为  $T$ ,不失一般性,设  $T < Q$ 。企业的收益为  $\mu_1 - T$ 。

此时双方收益之和为  $\mu_1 - T + \mu_2 + V - R$ ,小于  $\mu_1 + \mu_2$ ,说明该博弈结果在整体上劣于第一种博弈结果。

(4)当承包方选择违规且在验收时被发现,且企业选择罚款时

承包方增加了罚款损失(设为  $F$ ),而企业增加了同等的罚款收入。

承包方收益为  $\mu_2 + V - R - F$ 。企业收益  $\mu_1 - T + F$ 。

此时双方收益之和为  $\mu_1 - T + \mu_2 + V - R$ ,同样小于  $\mu_1 + \mu_2$ ,说明该博弈结果在整体上劣于第一种博弈结果。

### 3.3 逆向归纳法博弈求解

逆向归纳法是指从博弈中最后一个决策节点入手,分析每一个参与者的策略选择,从而得出该参与者在该决策节点的最佳行动方案;接着继续分析直到博弈的第一个节点。

#### (1)企业在最后一个决策点的选择

最后一个节点是企业选择罚款还是不罚款,即“如果承包方选择违规,且被发现,那么企业选择罚款还是不罚款”。

选择罚款的收益为  $\mu_1 - T + F$ ,选择不罚款的收益为  $\mu_1 - T$ 。

由于  $\mu_1 - T + F > \mu_1 - T$ ,在该策略节点企业的最佳选择为罚款。

#### (2)承包方的选择

下一个要分析的节点是承包方的选择,即在生产过程中违规还是不违规。

承包方选择不违规的收益为  $\mu_2$ 。

选择违规时,其收益为  $a(\mu_2 + V) + (1 - a)(\mu_2 + V - R - F) = \mu_2 + V - (1 - a)(R + F)$ 。

当  $V > (1 - a)(R + F)$  时,即违规收益大于违规成本时,承包方的最佳选择为违规;反之,当  $V < (1 - a)(R + F)$  时,承包方的最佳选择为不违规。

#### (3)博弈的解

当  $V > (1 - a)(R + F)$  时,博弈的解为承包方违规,如果被发现则企业采取罚款。

当  $V < (1 - a)(R + F)$  时,博弈的解为承包方不违规。

影响该博弈解的因素共有四个,分别是违规收益  $V$ ,被发现的概率  $1 - a$ ,发现后的修补费用  $R$ ,以及发现后的罚款  $F$ 。

#### (4)结论及讨论

结论一:在违规与罚款的博弈模型中,博弈的解为(违规,罚款)或(不违规,不罚款),取决于承包方违规收益  $V$  与违规成本  $(1 - a)(R + F)$  的关系。当违规收益大于违规成本时,博弈的解为(违规,罚款);当违规收益小于违规成本时,博弈的解为(不违规,不罚款)。

结论二:如果承包方违规并在检验中被发现,则罚款是企业的最优策略,不存在不罚款的可能性,这也说明罚款是一个必然结果,而非企业的可选择策略之一。

结论三:罚款能够有效改善博弈的解,罚款加大到一定程度时,承包方将选择不违规。但罚款的使用是有局限的,如果过于依赖罚款策略,将会导致博弈模型的假设失效,更不利于企业与承包方的长期合作。

通常的观点认为,罚款策略可以有效地减少合作方的违规行为,许多学者都论证了加大罚款的作用,认为加大罚款是遏制合作伙伴违规行为的有效手段。上述博弈分析也证明了这一点,当加大  $F$  到一定范围,即  $F > [V/(1 - a)] - R$  时,则承包方将选择不违规行为。但罚款有多个缺点。

一是使用的局限性,仅当企业处于主导地位时,即劳动力供大于求时,企业才可能随意调节罚款数额。如果劳动力供不应求,而企业采取了重罚策略,必然会导致劳动力不倾向于选择该类企业。

二是造成质量缺陷的原因除了劳动者主观故意外,还可能是劳动者技术不熟练、施工机械质量存在缺陷(如计量器具不准确、焊机电流不稳定等,在外包实践中,很多时候是由企业提供施工机械给劳动者使用)。如果是由于劳动者主观故意以外的原因导致了质量缺陷,并在检验中被发现,此时对劳动者采取重罚会使劳动者感到不公平,从而引发对立情

绪,不利于企业与承包方良好合作关系的建立。

第三,当罚款金额很大时,由于违规行为并不是百分之百都被发现,承包方除了不违规这一选择外,还可能采取一些其他措施,去降低被发现的概率。具体包括一些违反道德甚至是违反法律的行为,如与验收人员处关系等等。对企业来说,对验收人员的监管难度要远远大于对承包方的监管难度,因此监管成本也是巨大的。

第四,由于在“外包内做”型制造外包的用工模式下,劳动者与企业之间没有紧密的劳动合同关系,人员的流动障碍很小,当企业的罚款较重时,劳动者会离开现有企业,选择行业内的其他企业、甚至是行业外其他企业,这会致使博弈模型的假设失效。这一点在2010~2014年左右的船舶建造行业中已经得到了验证,当时船舶行业用工量下降,业内人士都认为“用工荒”现象会得到彻底的缓解,劳动力成本也会有所下降,纷纷采取了降价等措施,但事实却恰恰相反,许多成熟的技术人工转移到了船舶制造以外的其他行业,“用工荒”现象不但没有缓解,关键技术人员的流失还加重了。

### 4 罚款前提下违规与巡检的演化博弈

#### 4.1 演化博弈模型

在管理实践中,为了减少违规发生的几率,很多企业都采取巡检措施,即在承包方施工过程中进行巡检,以对违规行为进行监督。

巡检策略对双方收益的影响:巡检需要由企业支付相应成本,设为  $c$ ; 如果承包方采取了违规行为,则巡检过程中可能会发现,也就是说,巡检策略能够增加承包方违规行为正在实施时被发现的可能性。设企业采取巡检策略、承包方采取违规策略时,未被巡检发现的概率为  $b(0 \leq b \leq 1)$ , 则被发现的概率为  $1 - b$ 。当违规且被巡检发现时,承包方不但得不到违规收益,还得对缺陷进行修复,并承担罚款; 由于缺陷被修复,所以企业并没有质量损失  $Q$ , 另外由于该缺陷发现较早,所以也不存在损失  $T$ 。

设企业采取巡检策略的概率为  $p(p \in [0, 1])$ , 不巡检的概率为  $1 - p$ 。承包方采取违规策略的概率为  $n(n \in [0, 1])$ , 不违规的概率为  $1 - n$ 。各种策略组合的收益如下。

(不违规,不巡检)时,企业收益为  $u_1$ , 承包方收益为  $u_2$ 。

(不违规,巡检)时,企业收益为  $u_1 - c$ , 承包方

收益为  $u_2$ 。

(违规,不巡检)时:①当质量缺陷在验收时未被发现时(概率为  $a$ ),企业收益为  $u_1 - Q$ ,承包方收益为  $u_2 + V$ ;②当质量缺陷在检验时被发现时(概率为  $(1 - a)$ ),企业收益为  $u_1 - T + F$ ,承包方收益为  $u_2 + V - R - F$ (如上文所分析,发现质量缺陷后企业将采取罚款策略)。因此(违规,不巡检)时企业期望收益为  $u_1 - [aQ + (1 - a)(T - F)]$ ,其中  $aQ + (1 - a)(T - F)$  为承包方的违规行为给企业带来的净损失;承包方期望收益为  $u_2 + [V - (1 - a)(R + F)]$ ,其中  $V - (1 - a)(R + F)$  为承包方通过违规行为而带来的净收益。

(违规,巡检)时:①当违规行为在巡检中被发现时(概率为  $(1 - b)$ ),企业的收益为  $(u_1 + F) - c$ ,承包方收益为  $u_2 - R - F$ ;②当违规行为在巡检中未被发现时(概率为  $b$ ),企业的收益为  $u_1 - [aQ + (1 - a)(T - F)] - c$ ,承包方收益为  $u_2 + [V - (1 - a)(R + F)]$ 。则(违规,巡检)时企业的期望收益为  $b\{u_1 - [aQ + (1 - a)(T - F)]\} + (1 - b)(u_1 + F) - c$ ,承包方的期望收益为  $b\{u_2 + [V - (1 - a)(R + F)]\} + (1 - b)(u_2 - R - F)$ 。

根据上述分析,确定博弈模型的收益矩阵如表1。

表1 罚款前提下违规与巡检博弈的收益矩阵

博弈行为		承包方	
		违规 $n$	不违规 $1 - n$
企业	巡检 $p$	$b\{u_1 - [aQ + (1 - a)(T - F)]\} + (1 - b)(u_1 + F) - c$ ,	$u_1 - c$ ,
	不巡检 $1 - p$	$b\{u_2 + [V - (1 - a)(R + F)]\} + (1 - b)(u_2 - R - F)$ ,	$u_2$
		$u_1 - [aQ + (1 - a)(T - F)]$ ,	$u_1$ ,
		$u_2 + [V - (1 - a)(R + F)]$	$u_2$

企业采取巡检策略的收益为

$$\pi_{\text{企业巡检}} = n\{b\{u_1 - [aQ + (1 - a)(T - F)]\} + (1 - b)(u_1 + F) - c\} + (1 - n)[u_1 - c]$$

$$\pi_{\text{企业不巡检}} = n\{u_1 - [aQ + (1 - a)(T - F)]\} + (1 - n)u_1$$

$$\text{总体期望收益为 } \pi_{\text{企业}} = p\pi_{\text{企业巡检}} + (1 - p)\pi_{\text{企业不巡检}}$$

#### 4.2 演化博弈模型的复制动态方程与均衡

##### 4.2.1 复制动态方程

国外学者 Friedman<sup>[16]</sup>对复制动态方程进行了分析,提出:一个策略的增长速度为  $\dot{p} = \frac{dp}{dt}$ , 则该策略的增长率为  $\dot{p}/p$ , Friedman<sup>[16]</sup>认证了一个策略

的增长率与它的适应度呈正相关,并论证了某一策略的增长率,等于该策略的适应度减去总体适应度。

以本文中采取巡检策略的群体为例, $\dot{p}/p = \pi_{\text{企业巡检}} - \pi_{\text{企业}}$ ,即采取巡检策略群体的增长率等于采取巡检策略的期望收益,减去总体期望收益,所以采取巡检策略企业的比例变化速度为:

$$\dot{p} = \frac{dp}{dt} = p(\pi_{\text{企业巡检}} - \pi_{\text{企业}}) \quad (1)$$

国内学者谢识予(2014)<sup>[17]</sup>从另一个角度论证了复制动态方程:博弈方采取某策略比例动态变化的速度取决于博弈方学习模仿的速度。并提出在通常情况下,博弈方学习模仿的速度取决于两个因素,一是模仿对象的数量大小(可用采取该策略博弈方的比例表示),因为这关系到观察和模仿的难易程度;二是模仿对象的成功程度(可用模仿对象策略期望收益超过总体期望收益的幅度表示),因为这关系到判断差异的难易程度和对模仿激励的大小。同样以本文的博弈模型为例,采取巡检策略企业的比例变化速度的动态微分方程与(1)相同。该动态微分方程的意义是:采取“巡检”策略的博弈方变化速度与采取该策略博弈方的比例成正比,与采取该策略博弈方的期望收益大于所有博弈方平均收益的幅度也成正比。

#### 4.2.2 演化博弈模型的均衡

根据演化博弈的复制动态方程,采取巡检策略企业的比例变化速度为:

$$\dot{p} = \frac{dp}{dt} = p(\pi_{\text{企业巡检}} - \pi_{\text{企业}}) = p(1-p)[n(1-b)[(1-a)T+a(Q+F)]-c] \quad (2)$$

同理,承包方采取违规策略的期望收益为:

$$\pi_{\text{承包方违规}} = p\{b\{u_2 + [V - (1-a)(R+F)]\} + (1-b)(u_2 - R - F)\} + (1-p)\{u_2 + [V - (1-a)(R+F)]\}$$

$$\pi_{\text{承包方不违规}} = pu_2 + (1-p)u_2 = u_2$$

$$\text{总体期望收益为 } \pi_{\text{承包方}} = n\pi_{\text{承包方违规}} + (1-n)\pi_{\text{承包方不违规}}$$

根据演化博弈的复制动态方程,采取违规策略承包方的比例变化速度为:

$$\dot{n} = \frac{dn}{dt} = n(\pi_{\text{承包方违规}} - \pi_{\text{承包方}}) = n(1-n)\{-p(1-b)[V+a(R+F)]+[V-(1-a)(R+F)]\} \quad (3)$$

令  $\dot{p} = 0$ , 得  $p = 0$ ,  $p = 1$ , 或  $n^* = c/\{(1-b)[(1-a)T+a(Q+F)]\}$ 。

令  $\dot{n} = 0$ , 得  $n = 0$ ,  $n = 1$ , 或  $p^* = [V - (1-a)(R+F)]/\{(1-b)[V+a(R+F)]\}$ 。

得到五个均衡点(0,0)、(0,1)、(1,0)、(1,1)、( $p^*, n^*$ )。

#### 4.3 演化博弈均衡点的稳定性分析

复制动态方程求出的平衡点不一定是系统的演化稳定策略(ESS),根据Friedman<sup>[16]</sup>提出的方法,微分系统中集群均衡点的稳定性可以从该系统的雅可比(Jacobian)矩阵(记为J)的局部稳定分析得出。对  $\dot{p}$  和  $\dot{n}$  分别关于  $p$  和  $n$  求偏导,可得到雅可比矩阵:

$$J = \begin{bmatrix} \dot{p}/\dot{p}, \dot{p}/\dot{n} \\ \dot{n}/\dot{p}, \dot{n}/\dot{n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11}, a_{12} \\ a_{21}, a_{22} \end{bmatrix} \quad (4)$$

如果下列条件得到满足,

(1)  $a_{11} + a_{22} < 0$ (迹条件,其值记为  $\text{tr}J$ );

(2)  $a_{11} * a_{22} - a_{12} * a_{21} > 0$ (雅可比行列式条件,其值记为  $\text{det}J$ );

则复制动态方程的平衡点就是(渐近)局稳定的,该平衡点就是演化稳定策略(ESS)。

在本博弈模型中,

$$a_{11} = (1-2p)[n(1-b)[(1-a)T+a(Q+F)]-c]$$

$$a_{12} = p(1-p)(1-b)[(1-a)T+a(Q+F)]$$

$$a_{21} = -n(1-n)(1-b)[V+a(R+F)]$$

$$a_{22} = (1-2n)\{-p(1-b)[V+a(R+F)]+[V-(1-a)(R+F)]\}$$

根据  $V - (1-a)(R+F)$ 、 $bV - (1-ab)(R+F)$  以及  $(1-b)[(1-a)T+a(Q+F)]-c$  的取值,以及  $\text{det}J$  和  $\text{tr}J$  的取值符号,得到上述五个均衡点的局部稳定性(注:“N”不确定。):

由表中数据可知,博弈演化的结果取决于  $V - (1-a)(R+F)$ 、 $bV - (1-ab)(R+F)$  以及  $(1-b)[(1-a)T+a(Q+F)]-c$  的取值。其中  $V - (1-a)(R+F)$  是在企业不采取巡检策略时,承包方违规取得的净收益; $bV - (1-ab)(R+F)$  是在企业采取巡检策略时,承包方违规取得的净收益;而  $(1-b)[(1-a)T+a(Q+F)]-c$  是承包方违规时,企业采取巡检策略相对于不采取巡检策略取得的净收益。由于  $0 \leq b \leq 1$ , 所以  $V - (1-a)(R+F) > bV - (1-ab)(R+F)$ , 这说明企业采取巡检策略可以减少承包方的违规净收益。

表 2 罚款前提下违规与巡检均衡点的局部稳定性

均衡点 (p, n)	$bV - (1-ab)(R+F) > 0$ (此时 $V - (1-a)(R+F) > 0$ )			$V - (1-a)(R+F) > 0,$ and $bV - (1-ab)(R+F) < 0$			$V - (1-a)(R+F) < 0$ (此时 $bV - (1-ab)(R+F) < 0$ )								
	$(1-b)[(1-a)T + a(Q+F)] - c > 0$	$(1-b)[(1-a)T + a(Q+F)] - c < 0$	局部稳定性	$(1-b)[(1-a)T + a(Q+F)] - c > 0$	$(1-b)[(1-a)T + a(Q+F)] - c < 0$	局部稳定性	$(1-b)[(1-a)T + a(Q+F)] - c > 0$	$(1-b)[(1-a)T + a(Q+F)] - c < 0$	局部稳定性						
	detJ	trJ	局部稳定性	detJ	trJ	局部稳定性	detJ	trJ	局部稳定性						
(0,0)	-	N	鞍点	-	N	鞍点	-	N	鞍点	+	-	ESS	+	-	ESS
(0,1)	-	N	鞍点	+	-	ESS	-	N	鞍点	+	-	ESS	+	+	不稳定点
(1,0)	+	+	不稳定点	+	+	不稳定点	-	N	鞍点	-	N	鞍点	-	N	鞍点
(1,1)	+	-	ESS	-	N	鞍点	-	N	鞍点	+	+	不稳定点	-	N	鞍点
(p*, n*)	0		鞍点	0		鞍点	0		鞍点	0		鞍点	0		鞍点

当  $V - (1-a)(R+F) > 0$  时, 无论  $bV - (1-ab)(R+F)$  以及  $(1-b)[(1-a)T + a(Q+F)] - c$  如何取值, 承包方采取不违规的策略(巡检, 不违规)或(不巡检, 不违规)都不会成为进化稳定点。当  $(1-b)[(1-a)T + a(Q+F)] - c > 0$ , 同时  $bV - (1-ab)(R+F) > 0$  时, (巡检, 违规)将是进化的稳定点, 如图 2(a) 所示; 当  $(1-b)[(1-a)T + a(Q+F)] - c < 0$  时, 无论  $bV - (1-ab)(R+F)$  的取值如何, (不巡检, 违规)将是进化的稳定点, 如图 2(b), 2(c) 所示; 当  $(1-b)[(1-a)T + a(Q+F)] - c > 0$ , 同时  $bV - (1-ab)(R+F) < 0$  时, 则不存在进化稳定点, 如图 2d 所示。

当  $V - (1-a)(R+F) < 0$  时, 即当承包方违规取得的净收益为负时, 无论企业是否采取巡检策略, 承包方都会采取不违规, 而(不巡检, 不违规)是唯一的进化稳定点, 如图 2(e), 2(f) 所示。

上述博弈结果的现实含义为: 不违规是否会成为承包方进化的稳定点的唯一条件为  $V - (1-a)(R+F) < 0$  是否成立, 如果成立, 则不违规为进化稳定点, 否则无论如何不会达到不违规的结果, 这与企业是否采取巡检策略或是巡检的强度没有关系。也就是说, 巡检策略并不能够改善博弈的结果。

结论四: 企业采取巡检策略可以减少承包方的违规净收益, 但不能改变承包方的进化均衡。对罚款前提下违规与巡检博弈模型来说, 系统的演化均衡是(不巡检, 不违规)、(不巡检, 违规)或(巡检, 违规)。而承包方是否能够进化为不违规策略, 其唯一的条件是在企业采取不巡检策略时承包方的违规净收益  $V - (1-a)(R+F)$  的值, 仅当其小于零时, 才会进化为不违规策略, 否则违规策略是承包方的唯一进化结果, 这与企业是否巡检没有关系。

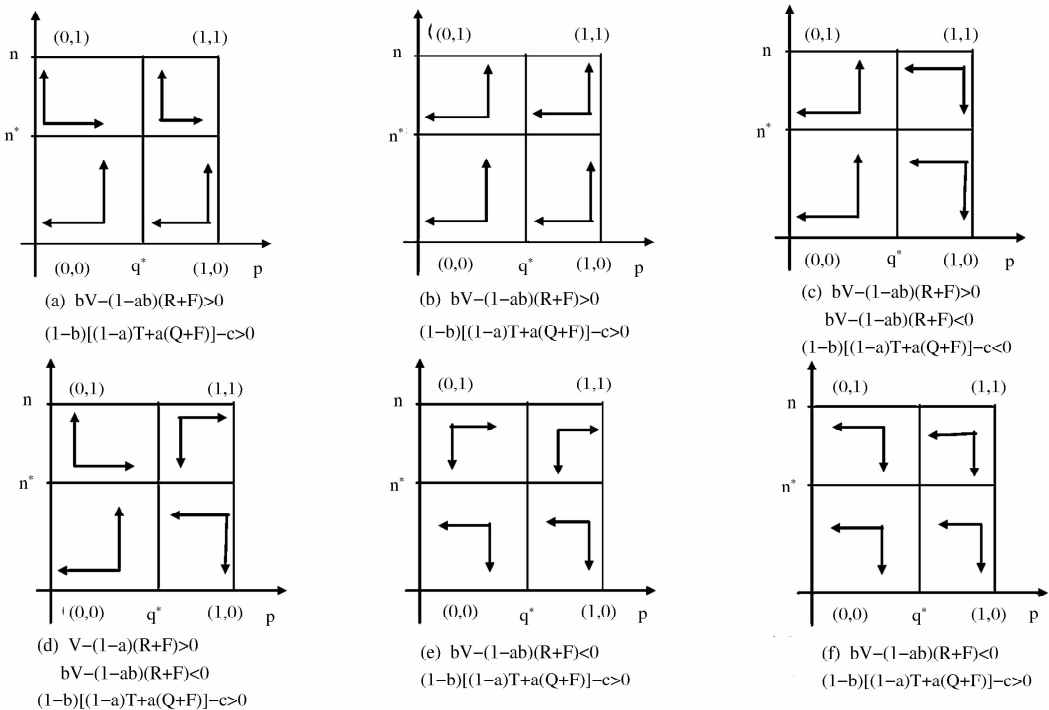


图 2 罚款前提下违规与巡检的演化路径

通常认为,事中控制的效果要优于事后控制,企业加大巡检的力度,可以有效地遏制合作伙伴(承包方)的机会主义行为,在管理实践中,许多企业都成立了专门的巡检机构,并在巡检工作上投入了大量的人力成本。但博弈的结果显示企业的巡检与承包方的违规行为没有直接的关联,巡检制度只是能够减少承包方的违规净收益,并不能够改变承包方的违规行为。与结论一进行对比发现,结论四显示出巡检策略仅减少了承包方的违规净收益,并没有改善承包方的进化结果。

## 5 奖励/罚款前提下违规与巡检的演化博弈

### 5.1 演化博弈模型及均衡

除了罚款外,企业还可以采取奖励的方法,本部分将检验奖励的效果。

在考虑不违规奖励、违规罚款的前提下,即在外包产品质量验收时,如果质量合格,则奖励(设为  $I$ ),发现质量缺陷,则罚款(设为  $F$ ),探讨企业采取巡检策略的动力和效果。

仍设企业采取巡检策略的概率为  $p$  ( $p \in [0, 1]$ ),承包方采取违规策略的概率为  $n$  ( $n \in [0, 1]$ )。

(不巡检,不违规)时,企业的收益为  $u_1 - I$ ,承包方的收益为  $u_2 + I$ 。

(巡检,不违规)时,企业的收益为  $u_1 - I - c$ ,承包方的收益为  $u_2 + I$ 。

(不巡检,违规)时:①当质量缺陷在验收时未被发现时(概率为  $a$ ),企业收益为  $u_1 - Q - I$ ,承包方收益为  $u_2 + V + I$ ;②当质量缺陷在检验时被发现时(概率为  $(1-a)$ ),企业收益为  $u_1 - T + F$ ,承包方收益为  $u_2 + V - R - F$ 。因此(违规,不巡检)时企业期望收益为  $u_1 - [a(Q+I) + (1-a)(T-F)]$ ,承包方的期望收益为  $u_2 + [V - (1-a)(R+F) + aI]$ 。

(巡检,违规)时:①当违规行为在巡检中被发现时(概率为  $(1-b)$ ),企业的收益为  $(u_1 + F) - c$ ,承包方收益为  $u_2 - R - F$ ;②当违规行为在巡检中未被发现时(概率为  $b$ ),企业的收益为  $u_1 - [a(Q+I) + (1-a)(T-F)] - c$ ,承包方收益为  $u_2 + [V - (1-a)(R+F) + aI]$ 。则(违规,巡检)时企业的期望收益为  $b\{u_1 - [a(Q+I) + (1-a)(T-F)]\} + (1-b)(u_1 + F) - c$ ,承包方的期望收益为  $b\{u_2 + [V - (1-a)(R+F) + aI]\} + (1-b)(u_2 - R - F)$ 。

根据上述分析,确定博弈模型的收益矩阵如表 3。

表 3 奖励与处罚前提下违规与巡检博弈的收益矩阵

制造外包 博弈行为	承包方	
	违规 $n$	不违规 $1-n$
企业 巡检 $p$	$b\{u_1 - [a(Q+I) + (1-a)(T-F)]\} + (1-b)(u_1 + F) - c$	$u_1 - I - c$
	$b\{u_2 + [V - (1-a)(R+F) + aI]\} + (1-b)(u_2 - R - F)$	$u_2 + I$
不巡检 $1-p$	$u_1 - [a(Q+I) + (1-a)(T-F)]$	$u_1 - I$
	$u_2 + [V - (1-a)(R+F) + aI]$	$u_2 + I$

企业采取巡检策略的收益为:

$$\pi_{\text{企业巡检}} = n\{b\{u_1 - [a(Q+I) + (1-a)(T-F)]\} + (1-b)(u_1 + F) - c\} + (1-n)[u_1 - I - c]$$

$$\pi_{\text{企业不巡检}} = n\{u_1 - [a(Q+I) + (1-a)(T-F)]\} + (1-n)(u_1 - I)$$

$$\text{总体期望收益为 } \pi_{\text{企业}} = p\pi_{\text{企业巡检}} + (1-p)\pi_{\text{企业不巡检}}$$

根据演化博弈的复制动态方程,采取巡检策略企业的比例变化速度为:

$$\dot{p} = \frac{dp}{dt} = p(\pi_{\text{企业巡检}} - \pi_{\text{企业}}) = p(1-p)[n \times (1-b)[a(Q+I+F) + (1-a)T] - c] \quad (5)$$

同理,承包方采取违规策略的期望收益为:

$$\pi_{\text{承包方违规}} = p\{b\{u_2 + [V - (1-a)(R+F) + aI]\} + (1-b)(u_2 - R - F)\} + (1-p)\{u_2 + [V - (1-a)(R+F) + aI]\}$$

$$\pi_{\text{承包方不违规}} = p(u_2 + I) + (1-p)(u_2 + I) = u_2 + I$$

$$\text{总体期望收益为 } \pi_{\text{承包方}} = n\pi_{\text{承包方违规}} + (1-n)\pi_{\text{承包方不违规}}$$

根据演化博弈的复制动态方程,采取违规策略承包方的比例变化速度为:

$$\dot{n} = \frac{dn}{dt} = n(\pi_{\text{承包方违规}} - \pi_{\text{承包方}}) = n(1-n)\{-p(1-b)[(V+aI) + (R+F)a] + [V - (1-a)(R+F+I)]\} \quad (6)$$

$$\text{令 } \dot{p} = 0, \text{ 得 } p = 0, p = 1, \text{ 或 } n^* = c / \{(1-b)[a(Q+I+F) + (1-a)T]\}$$

$$\text{令 } \dot{n} = 0, \text{ 得 } n = 0, n = 1, \text{ 或 } p^* = [V - (1-a)(R+F+I)] / \{(1-b)[(V+aI) + (R+F)a]\}$$

得到五个均衡点  $(0,0)$ 、 $(0,1)$ 、 $(1,0)$ 、 $(1,1)$ 、 $(p^*, n^*)$ 。



表 4 奖励/处罚前提下违规与巡检均衡点的局部稳定性

均衡点 (p, n)	$bV - (1-ab)(R+F+I) > 0$ (此时 $V - (1-a)(R+F+I) > 0$ )			$V - (1-a)(R+F+I) > 0,$ $bV - (1-ab)(R+F+I) < 0$			$V - (1-a)(R+F+I) < 0$ (此时 $bV - (1-ab)(R+F+I) < 0$ )								
	$(1-b)[a(Q+I+F) + (1-b)[a(Q+I+F) + (1-a)T] - c > 0$			$(1-b)[a(Q+I+F) + (1-b)[a(Q+I+F) + (1-a)T] - c < 0$			$(1-b)[a(Q+I+F) + (1-b)[a(Q+I+F) + (1-a)T] - c > 0$			$(1-b)[a(Q+I+F) + (1-b)[a(Q+I+F) + (1-a)T] - c < 0$					
	detJ	trJ	局部稳定性	detJ	trJ	局部稳定性	detJ	trJ	局部稳定性	detJ	trJ	局部稳定性	detJ	trJ	局部稳定性
	(0,0)	-	N	鞍点	-	N	鞍点	-	N	鞍点	-	N	鞍点	+	-
(0,1)	-	N	鞍点	+	-	ESS	-	N	鞍点	+	-	ESS	+	+	不稳定点
(1,0)	+	+	不稳定点	+	+	不稳定点	-	N	鞍点	-	N	鞍点	-	N	鞍点
(1,1)	+	-	ESS	-	N	鞍点	-	N	鞍点	+	+	不稳定点	-	N	鞍点
(p*, n*)	0		鞍点	0		鞍点	0		鞍点	0		鞍点	0		鞍点

5.2 演化博弈均衡点的稳定性分析

在本博弈模型中,

$$a_{11} = (1 - 2p)[n(1 - b)[a(Q + I + F) + (1 - a)T] - c]$$

$$a_{12} = p(1 - p)(1 - b)[a(Q + I + F) + (1 - a)T]$$

$$a_{21} = -n(1 - n)(1 - b)[(V + aI) + (R + F)a]$$

$$a_{22} = (1 - 2n) \{-p(1 - b)[(V + aI) + (R + F)a] + [V - (1 - a)(R + F + I)]\}$$

根据  $V - (1 - a)(R + F + I)$ 、 $bV - (1 - ab)(R + F + I)$  以及  $(1 - b)[a(Q + I + F) + (1 - a)T] - c$  的取值, 以及  $\det J$  和  $\text{tr} J$  的取值符号, 得到上述五个均衡点的局部稳定性(注: “N”代表取值符号不确定)。

由表中数据可知, 博弈演化的结果取决于  $V - (1 - a)(R + F + I)$ 、 $bV - (1 - ab)(R + F + I)$  以及  $(1 - b)[(1 - a)T + a(Q + F + I)] - c$  的取值。

其中  $V - (1 - a)(R + F + I)$  是在企业不采取巡检策略时, 承包方违规取得的净收益;  $bV - (1 - ab)(R + F + I)$  是在企业采取巡检策略时, 承包方违规取得的净收益; 而  $(1 - b)[(1 - a)T + a(Q + F + I)] - c$  是承包方违规时, 企业采取巡检策略相对于不采取巡检策略取得的净收益。

当  $V - (1 - a)(R + F + I) > 0$  时, 无论  $bV - (1 - ab)(R + F + I)$  以及  $(1 - b)[(1 - a)T + a(Q + F + I)] - c$  如何取值, 承包方采取不违规的策略((巡检, 不违规) 或(不巡检, 不违规)) 都不会成为进化稳定点, 当  $(1 - b)[(1 - a)T + a(Q + F + I)] - c > 0$ , 同时  $bV - (1 - ab)(R + F + I) > 0$  时, (巡检, 违规) 将是进化的稳定点, 如图 3(a) 所示; 当  $(1 - b)[(1 - a)T + a(Q + F + I)] - c < 0$  时, 无论  $bV - (1 - ab)(R + F + I)$  的取值如何, (不巡检, 违规) 将

是进化的稳定点, 如图 3(b), 3(c) 所示; 当  $(1 - b)[(1 - a)T + a(Q + F + I)] - c > 0$ , 同时  $bV - (1 - ab)(R + F + I) < 0$  时, 则不存在进化稳定点, 如图 3d 所示。

当  $V - (1 - a)(R + F + I) < 0$  时, 即当承包方违规取得的净收益为负时, 无论企业是否采取巡检策略, 承包方都会采取不违规, 而(不巡检, 不违规) 是唯一的进化稳定点, 如图 3(e), 3(f) 所示。

上述博弈结果的现实含义为: 不违规是否会成为承包方进化的稳定点的唯一条件为  $V - (1 - a)(R + F + I) < 0$  是否成立, 如果成立, 则不违规为进化稳定点。

结论五: 在奖励和罚款共用的前提下, 巡检与违规博弈系统的演化均衡是(不巡检, 不违规)、(不保护, 违规)或(保护, 违规)。承包方的演化结果与其自身的违规收益与违规成本  $V - (1 - a)(R + F + I)$  有关。

结论六: 奖励与罚款具有相同的作用, 都可以改变承包方的进化均衡。通常认为, 奖励的作用不如罚款, 因为罚款除了具有警示作用之外, 还会增加企业的收益, 而奖励会减少企业的收入。因此多数企业更愿意使用罚款, 而不是奖励。

与结论一、结论二、结论三进行对比发现, 结论五、结论六显示出奖励与罚款一样, 可以改善承包方的进化结果。因此, 当罚款不宜采用或单独采用效果不佳时, 可以使用奖励和罚款共用的策略。

通过分析可以看出, 采取奖励和处罚并用的方法, 可以有效提高劳务承包方的履约概率, 从而促使其关注自己的质量信誉, 以期增加奖励收益、减少罚款损失, 最终达到双方共赢、产品制造质量得以保证的目的。

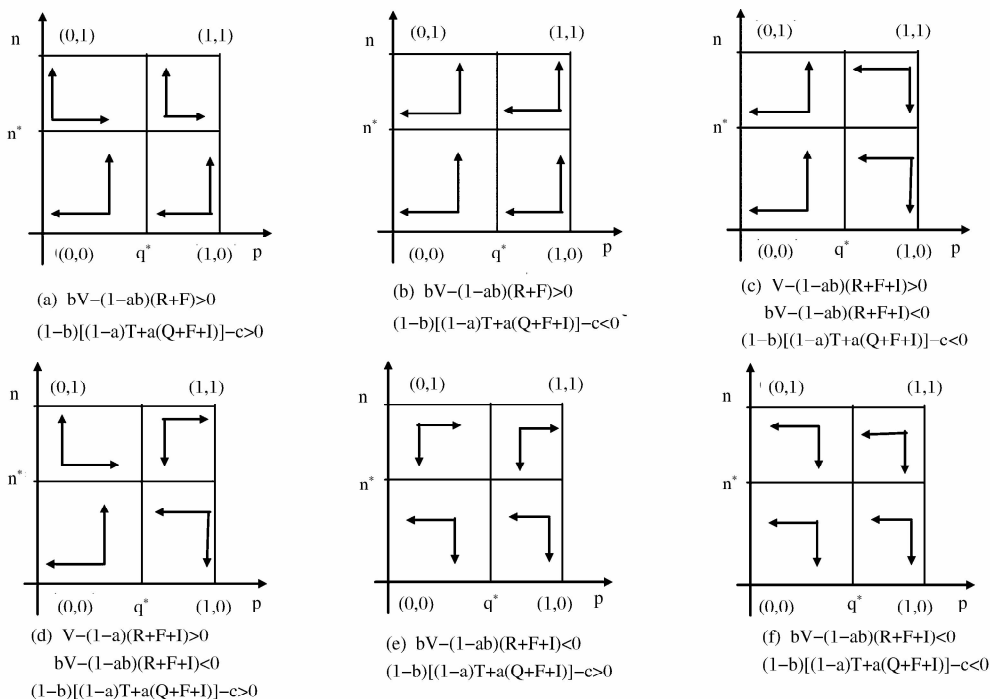


图 3 罚款/奖励前提下违规与巡检的演化路径

## 6 结语

本文对违规与处罚、处罚前提下违规与巡检、奖励/处罚前提下违规与巡检三种情形下的施工过程违规与控制行为进行了博弈分析,探讨了在不同条件下博弈的解以及系统进化均衡及其相关因素。研究得出了以下结论:

(1)在一定的条件下,罚款策略可以有效地遏制违规行为,但要注意限制条件,且过分依赖于罚款不利于企业与承包方的长期合作。

(2)在一定的条件下,奖励也可以有效地遏制违规行为,但同样要注意限制条件,并最好与罚款一同使用。

(3)在生产过程中巡检仅能减少企业的损失,但并不能影响承包方的违规行为。

(4)提高违规被发现的概率,对减少劳务承包方的机会主义行为具有重要作用。根据研究结果,企业可采取罚款与奖励并用、提高违规被发现的概率、降低违规收益等方法达到对施工质量进行控制的目的。

承包方如果不违规,其结果不仅是企业的收益最优,也是整条供应链的收益最优。为了达到承包方不违规的结果,根据博弈模型的分析,承包方是否选择不违规与  $V-(1-a)(R+F+I)$  有关,因此企业可以从五个方面来采取措施。

首先可以减小承包方的违规收益  $V$ 。承包方的违规收益主要来源于两个方面,其一是时间节省后可以承接更多的任务,从而得到更多的收益,此时收益值的大小取决于该类工作的平均利润水平,即  $\mu_2$ ;另一个收益的来源是违规导致提前完成工作而得到的奖励,或是违规使工作按期完成而避免被罚款(如果未按期完工,将因拖期而受到罚款)。因此违规收益  $V$  是与  $\mu_2$ 、生产计划完成率考核(奖励和罚款)正相关的函数。从分析可以看出,如果减少  $\mu_2$ ,导致承包方违规收益减少的同时,还会导致承包方的预期收益减少,根据供给与需求原理,长期上来看预期收益减少会导致承包方减少劳动力的供给,造成劳动力短缺并引起价格的上涨,所以减少  $\mu_2$  是不可取的;如果过分减少提前完工奖励或是拖期罚款的数额,则可能会使承包方不再有动力去按计划完成工作,反而造成轻视进度的不良后果。

第二可以通过提高检验标准从而增加质量缺陷被发现的概率。较为常用的办法是增加检验的标准,以船舶分段的焊缝检验为例,一般船舶企业的检验标准为按 40%的比例拍 X 光片,如果发现了质量缺陷或是疑似质量缺陷,则需要延伸拍片,必要时可采取更先进的检验手段。当然企业要注意成本与收益的平衡,因为增加拍片或采取更先进的检验手段固然可以增加质量缺陷被发现的概率,但付出的成本也是很大的,其成本包括两个主要方面,一是增加

检验的直接成本,包括人工成本的检验的材料成本;二是因增加检验而使生产线停止的时间损失(做为检验点,检验时加工活动是停止的)。

第三可以加大罚款  $F$ 。当罚款加大到一定程度时,则承包方将选择不违规。但企业要注意罚款的应用范围和副作用。在劳动力供过于求时,可以适当加大对违规行为的罚款,但当劳动力供不应求时,要注意不能使用重罚。另外要注意罚款对企业与承包方之间良好合作关系的不利影响,以及加大对企业自身质量检验人员的监管。

第四是可以使用奖励措施,并最好与罚款一同使用。奖励  $I$  的大小在任何时候企业都具有决定权,加大  $I$  到一定范围,即  $I > [V/(1-a)] - R - F$ , 则承包方将选择不违规。使用奖励的利处不仅于此,由于奖励是基于对施工者的信任而实施的,所以它能够促进施工者主动遵守工艺规程,而不是被“看管下的”被动行为,这对提高产品的质量、特别是促进企业与承包方之间信任关系的建立是非常重要的。因此,无论是在劳动力市供不应求还供大于求时,适当采取奖励措施对企业都是有利的。

第五还可以加大修补费用  $R$ ,但加大修补费用  $R$  仅是使承包方的违规收益减少,对企业来说并没有利得。另外修补费用基本是一个定值,进行调节的余地不大。

#### 参考文献:

- [1] Lu Yi, Ng T, Tao Zhigang. Outsourcing, product quality, and contract enforcement[J]. *Journal of Economics & Management Strategy*, 2012, 21(1):1-30.
- [2] Nagurney A, Dong Li, Nagurney L. Pharmaceutical supply chain networks with outsourcing under price and quality competition [J]. *International Transactions in Operational Research*. 2013, 20(6): 859-888.
- [3] 沙颖,陈圻,郝亚. 关系质量、关系行为与物流外包绩效——基于中国制造企业的实证研究[J]. *管理评论*, 2015,27(3):185-196.
- [4] 但斌,宋寒,张旭梅. 合作创新下考虑双边道德风险的研

- 发外包合同[J]. *研究与发展管理*,2010,22(2):89-95.
- [5] 宋砚秋,贾传亮,高天辉. 复杂产品系统合作创新契约模型有效性研究[J]. *中国管理科学*,2011,19(2):155-160.
- [6] Buchler K, Holcomb S. Modeling and analysis of information systems outsourcing based on agent systems[J]. *International Journal of Mathematics and Computers in Simulation*, 2011, 4(4): 154-161.
- [7] Baiman S, Fischer PE, Rajan MV. Information, contracting, and quality costs[J]. *Management Science*, 2000, 46(6): 776-789.
- [8] Baiman S, Fischer PE, Rajan MV. Performance measurement and design in supply chains[J]. *Management Science*, 2001, 47(1): 173-178.
- [9] 刘克宁,宋华明. 不对称信息下创新产品研发外包的甄别契约设计[J]. *中国管理科学*,2014,22(10):52-58.
- [10] 姚靠华,蒋艳辉. 战略性服务外包合作伙伴懈怠风险分析与控制[J]. *求索*,2011,(8):40-42.
- [11] 李丽君,黄小原,庄新田. 双边道德风险条件下供应链的质量控制策略[J]. *管理科学学报*,2005,8(1):42-47.
- [12] 田厚平,刘长贤,刘书款. 制造业业务外包中的质量与交货期联合决策问题研究[J]. *管理工程学报*,2010. 24(4):161-166.
- [13] Hwang I. Vendor certification and appraisal: Implications for supplier quality [J]. *Management Science*, 2006, 52(10):1472-1482.
- [14] Montgomery D C. Introduction to statistical quality control[M]. 5th ed. Hoboken, New Jersey: John Wiley Sons, 2005.
- [15] Reyniers D J, Tapiero C S. Consumers risk and quality control in a collaborative supply chain [J]. *European Journal of Operational Research*, 2007, 182(2):683-694.
- [16] Friedman D. Evolutionary Games in Economics [J]. *Econometric*, 1991, 59:637-666.
- [17] 谢识予. 经济博弈论[M]. 3版. 上海:复旦大学出版社, 2014.

### A Study on Violation Behavior Control of “Making in Own Factory by Others” Type Manufacturing Outsourcing Based on Game

CHEN Zhan-duo, QIN Xue-zhi

**Abstract:** The “Making in Own Factory by Others” type manufacturing outsourcing has become one of the important modes of manufacturers in practice. However, the problem of production quality is increasingly

serious. In this paper, the controlling question of the violation behavior in manufacturing outsourcing is studied. The game method is used in this study. More deeply, three kinds of game models are discussed: violation and penalty, violation and inspect with penalty, violation and inspect with both penalty and bonus. This provides a new way of thinking for manufacturer who outsourcing its production to others to solving the quality control matter. The results of the study indicate that: (1) In addition to the effectiveness effect of penalty to violation in reducing the violation actions which has been proven by other researchers, we find that reward to the contractor who complies with the rules also can effectively reduce the violation behavior. Of course, both penalty and reward must be applied in certain conditions. If  $V - (1 - a)(R + F + I) < 0$ , then the contractor will select comply with rules, when both reward and penalty are used together. (2) Inspect can reduce the violation benefit of the contractor, but it can not reduce the possibility of violation behavior. So inspect is no notable effect on reducing violation behavior. (3) It has great effect on reduce the violation behavior if the outsourcer can raise the probability to find the violation behavior. According to the study results, the outsourcer can use three methods to control the manufacture quality: to use penalty and bonus together, or raise the probability to find the violation behavior, or reduce the violation benefit. Theoretical basis and practical guidance can be provided to the manufacture quality management of the enterprise who adopts “Making in Own Factory by Others” Type Manufacturing Outsourcing.

**Key words:** manufacture; “Making in own factory by others” type manufacturing outsourcing; quality control; game