

# 考虑碳交易和信用评级的减排组合激励机制设计

——以盐化企业为例

郭 岚

(四川理工学院经济与管理学院 四川自贡 643000 西南交通大学经济管理学院 成都 610031)

**【摘要】** 本文以盐化企业为例,通过考虑碳交易和信用评级的减排组合激励机制设计认为:能力越强、成本越低的企业更倾向与在碳交易市场上获得报酬,愿意分担更多的风险;而给予积极减排企业相应的荣誉,并与碳金融信用等级挂钩,可以增加企业的风险分享系数,起到增加企业效用的目的,从而促使企业将外部的压力转化为企业低碳发展的内生动力。

**【关键词】** 低碳经济 组合激励 机制设计 盐化企业

## 一、研究背景与文献回顾

2006年《斯特恩回顾:气候变化的经济学》发表之后,低碳经济(LCE)无论是在国际还是国内开始受到广泛关注。低碳经济是在全球气候变化对人类生存和发展提出严峻挑战的背景下产生的,其实质是在市场机制的基础上,通过制度框架和政策创新,推动提高能效技术、节约能源技术、可再生能源技术和温室气体减排技术的开发和应用,促进整个社会经济朝向高效、低能耗和低碳排放的模式转化。然而,中国低碳仍然处于依靠中央政府和各级政府分解减排指标等行政手段为主的发展模式。在这种模式下,节能减排缺少长效机制,企业缺乏加大投入的内在动力和外在压力,无法将节能减排转化为企业的自觉行动。如何协调政府与市场的关系,充分发挥市场机制,促使企业积极参与低碳发展逐渐受到理论界和实务界关注。学者们围绕重点产业的低碳发展、各企业低碳发展、低碳发展的投融资和管制,及碳交易市场的构建与完善展开了热烈的讨论。

碳交易是金融资本与实体经济的融合,其目的是通过金融资本引导而推动实体经济的发展。由于碳交易中蕴含的巨大潜力和战略意义,在2008年8月5日,我国第一个集各类环境权益交易服务为一体的专业化市场平台——北京环境交易所挂牌成立。在碳排放交易市场体系的构建中,碳初始排放权的界定、碳排放权的市场分配、政府监管成为该体系的重要影响因素。

肖江文、罗云峰和赵勇等(2002)基于不完全信息斯坦格尔伯格动态博弈模型,讨论在确定免费发放排污许可证的情况下,政府管理机构如何设计一种合理的排污申报机制,使各排污企业如实报告其实际排污量,据此进行免费排污许可证的统筹发放工作。研究发现,管理当局若不能保证其政策的动态一致性,必然会导致排污企业对管理当局的不信任,而更多地隐瞒真实的排污水平,使社会利益受到损失。吴亚琼、岳超源和赵勇等(2006)对控制排污削减总量和控制允许排污总量两种方式进行了建模以及比较研究。他们认为,排污权应按比

例分配方法配合排污申报制度,当排污信息不对称时,在政策动态一致性方面,管理部门选择允许排污总量控制目标优于排污削减总量为控制目标。赵文全(2006)分别从考虑不对称跨区域污染存在,一个有大量受管制的排污者参与的排污权交易市场、计划机制和市场机制等三个方面,对初始排污权分配的有效性问题进行探讨。

本文认为,在一个参照基础上,对初始排污权进行免费发放是具有可操作性的。学者们的研究,主要集中在初始排放权的界定以及初始排放权分配两个方面,其研究视角主要是政策的动态一致性,以保障企业在初始排放申报中“讲真话”。遗憾的是,这些研究忽略了企业在减排中的追求多目标,也忽略了政策的监管和激励作用。也就是说,政府可以设计一种合理的激励机制来鼓励企业参与低碳经济发展,促使其将外部的压力转化为企业低碳发展的内生动力。

本文拟从政府与企业在碳减排中的博弈现状出发,以H-M模型为基础,借鉴陈爽英(2006)和郭岚(2009)的组合激励模型,以我国盐化企业的碳减排为例,建立一个考虑碳交易市场报酬和信用评价因素的企业碳减排组合激励模型。与以上两篇论文研究不同的是,本文增加了本期收益对下期合约重估的影响因素,减少了能力因素变量,同时将能力因素作为一个系数进行考虑,这种变化可能更贴合盐化企业碳交易市场建立的实际。

## 二、盐化企业低碳发展研究的意义

盐是化学工业的基础原料,食盐是人类生活的必需品,工业盐有“化工之母”之称。传统观念认为,不包括海水淡化和水处理技术,以原盐为原料的化工和制盐后的苦卤工业称为盐化工,其产品主要是两碱行业的纯碱、烧碱、液氯、盐酸等大宗基础化工原料。盐化工作为经济发展的重要产业具有其特殊性:一是盐化工业生产原材料和产品种类繁多,且多为易燃、易爆、有毒、有害的物质;二是生产工艺流程复杂多变,生产设备和过程具有高风险性;三是生产过程具有高污染性、高能耗性和低利用率的特点。目前我国年均苦卤产出2500万立方米,

但利用率不足 10%；氯碱行业工业废水年排放量 7 200~8 000 万吨；废气排放 600~700 亿立方米；废渣 160~200 万吨。随着盐化工业的不断发展和生产规模的壮大，盐化企业的能耗和环境污染问题日益凸显。国家发改委和环保部分相继颁布了《清洁生产标准：氯碱工业（烧碱）》、《盐化工行业发展循环经济环境保护原则》、《烧碱、聚氯乙烯行业清洁生产评价指标体系（试行）》、《清洁生产标准：纯碱行业》、《纯碱行业清洁生产评价指标体系（试行）》等标准和部分规章。面对国际社会应对气候变化的要求以及日趋严格的政府环境政策，生态化、低碳化将成为盐化企业发展的目标，大力发展循环经济、开展清洁生产，以生态工业园区为载体，走新型工业化道路，为企业技术创新赢得国际国内的资金支持成为盐化企业低碳化发展的重要途径。

在国家扶持政策鼓励下，国内不少盐化企业，如中盐新干、四川久大等企业，通过引进新的盐硝联产技术、热电联产真空制盐技术，降低生产过程中的水蒸气耗用量；通过节能型循环流化床锅炉、盐硝系统离心机等降低生产过程中燃煤、水、电等消耗量；通过建立工业废水池和水泵站进行废水处理，提高中水回用率；通过产业链的整合和技术延伸，提高废渣利用率。尽管盐化企业发展循环经济，对实现清洁生产具有很大的社会价值，但是由于“信息外部性”和“非对称信息”的存在，盐化企业在发展低碳技术的过程中往往面临成本和收益不对称的问题。原因如下：一是政府提供的奖励过低，企业节能减排的收益并不能弥补改进技术所花费的成本；二是政府处罚和监管力度不够，甚至低于改进技术带来的净损失，盐化企业宁可缴纳罚款，也没有动力去改进技术。盐化企业在节能减排中过度依赖国家扶持优惠政策，或者仅将这种环保行为当成一种改善企业形象，落实政府政策，改善企业公共关系的手段。在没有完善的激励约束机制保障下，缺乏相应的经济利益驱动是盐化企业缺乏参与热情的根本原因。

本文主要探讨如何通过碳交易市场和信用评级，建立一个主要依托市场进行调节，政府负责公平信用评级的盐化企业减排的组合激励机制。本文对盐化企业减排的组合激励机制进行研究，不仅对盐化产业本身，乃至对其他高排放行业和高耗能产业的低碳转型均具有良好的示范作用，对我国在 2020 年单位国内生产总值二氧化碳排放比 2005 年下降 40% 至 45% 这一减排目标的实现具有积极的促进作用。

### 三、盐化企业组合激励机制的模型设计

#### 1. 模型的基本假设。

假设 1：因为国家在哥本哈根会议上对碳减排的承诺，故文章假定减排量为观察变量，那么我们可以假设盐化企业实际减少的碳排放量函数如此线性形式  $\pi = \lambda n + \theta$ ， $(0 < \lambda \leq 1)$ ，其中  $\pi$  是盐化企业实际碳减排量， $n$  是盐化企业降低碳排放量的实际努力程度，包括企业改善技术能力和经济实力。为简化变量，本文并不讨论盐化企业能力水平对减排的影响。 $\lambda$  表示企业努力对减排的改变量； $\theta$  是均值为 0，方差为  $\sigma^2$  的正态分布随机变量。因此， $E\pi = E(n + \theta) = n$ ， $\text{var}(\pi) = \sigma^2$ ，即盐化企业的努力水平和能力水平决定实际排放量的均值，但不影响排放

的方差。

假设 2：假定政府是风险中性的，参与合约的盐化企业是风险厌恶的。企业减排的行动是一个多期的动态过程，则盐化企业参与减排的报酬可能是一个依据前期减排激励合约而连续变动的量，可以把这一合约用  $H_j$  来表示。

这个由政府（包括环保部门和财政、税收等部门联合参与合约）设计线性的企业减排激励合约： $H_j = \varepsilon I_1$ ，其中， $I_1$  是第一阶段企业减排获得的激励报酬， $\varepsilon$  是重估影响因子，因受企业前期实际减排量和企业声誉等的影响，盐化企业在第二阶段能得到的财政补贴或者税收减免需要根据其前一期的表现进行重估，而重估的依据是  $I_1$ ，也就是说政府提供给企业的激励是本期获得实际激励报酬和远期影响的线性组合； $\varepsilon > 0$ ，但并不限定  $\varepsilon > 1$ ，也就是说  $\varepsilon$  可能会放大本期的实际收益，也可能缩小本期收益。

$I_1 = w_1 + w_2$ ，其中  $w_1 = \alpha + \beta_1(\pi - p)$  为盐化企业在第一阶段获得的实际激励报酬， $\alpha$  表示政府实际支出的物质奖励，这部分可以为参与该碳减排激励合同的盐化企业减排的最低财政补贴和税收的减免； $\beta_1 (0 < \beta_1 < 1)$ ，表示企业在碳交易市场上获得的补偿部分；因为中国政府对碳排放的承诺，实际上构成了倒逼企业参与低碳经济的发展模式。对盐化企业来说，节能减排既是责任又是义务，而政府来所设计的减排激励合同是在盐化企业履行基本责任基础上，期望企业在履行责任的同时实现双赢，将这种外部责任内生为企业自身的动力。故本文设计最低减排量  $p$ ，且  $p > 0$ ；也就是说，企业积极参与碳减排后，如果企业减排的数量大于政府要求的最低减排量，企业在碳交易市场上售出多余的允许排放量而获得的收益率。

$w_2 = \beta_2(\pi - p)$ ， $\beta_2 (0 < \beta_2 < 1)$  为给予盐化企业良好社会声誉等精神激励强度，也是维系企业与政府关系的重要纽带。比如，目前政府会根据企业的减排量或者承担的环境责任等授予企业“最具社会责任感”企业。这样既可以提高企业的社会声誉，使得企业在产品市场上获利；又可以使企业在银行的碳金融信用评级中获得较高声誉。当盐化企业向银行申请贷款融资需要时，这些盐化企业以往经营状况、信用记录、声誉评级、企业和银行关系以及企业与政府关系等将影响银行对企业的信用评价。然而“社会责任企业”这一方式是维护政企关系的重要手段，“政企关系”是一种重要的声誉机制，政治关联将进一步影响“银企关系”，从而为企业的融资带来便利，以减少融资约束。

假设 3：根据风险态度与效用函数的关系，进一步假设政府和盐化企业的  $V-N-M$  效用函数形式。现设企业的效用函数具有不变的绝对风险规避特征，即  $u = -e^{-\rho\omega}$ ，其中  $\rho$  为企业的绝对风险规避度， $\omega$  为企业的实际货币收入。

假设 4：企业减排的努力和能力的效用函数是可以分离的，等价于货币成本函数  $C(n) = \frac{k}{2}n^2$ ，这里  $k > 0$  代表努力的成本系数； $k$  越大，同样的努力带来的负效用越大。成本函数  $C(n)$  满足凸性条件。

2. 物质与非物质组合激励模型构建与推导。因为政府是

风险中性的,给定报酬合约  $H_j = \varepsilon I_1 = \varepsilon(w_1 + w_2)$ ,委托人的期望效用等于期望收入:

$$EV(\pi - \varepsilon w_1) = -\varepsilon\alpha + \varepsilon\beta p + (1 - \varepsilon\beta_1)\lambda n \quad \text{式(1)}$$

盐化企业的实际货币收入为:

$$\omega = H_j - C(n) = \varepsilon\alpha + \varepsilon(\beta_1 + \beta_2)(\pi - p) - \frac{k}{2}n^2 \quad \text{式(2)}$$

盐化企业的期望收入为:

$$E\omega = \varepsilon\alpha + \varepsilon(\beta_1 + \beta_2)(\lambda n - p) - \frac{k}{2}n^2 \quad \text{式(3)}$$

盐化收入方差为:

$$\text{var}\omega = D(\varepsilon\beta_1 + \varepsilon\beta_2)\pi = \varepsilon^2(\beta_1^2 + \beta_2^2)\sigma^2 \quad \text{式(4)}$$

盐化企业的确定性等价收入为:

$$\begin{aligned} E\omega - C(f) &= \varepsilon\alpha + \varepsilon(\beta_1 + \beta_2)(\lambda n - p) - \frac{k}{2}n^2 - \frac{1}{2}\rho\text{var}\omega \\ &= \varepsilon\alpha - \varepsilon(\beta_1 + \beta_2)p + \varepsilon(\beta_1 + \beta_2)\lambda n - \frac{k}{2}n^2 - \frac{1}{2}\rho\varepsilon^2(\beta_1^2 + \beta_2^2)\sigma^2 \end{aligned} \quad \text{式(5)}$$

设  $\bar{\omega}$  为盐化企业的保留收入水平,这里可以理解为企业如果不积极减排而受到最大惩罚量和企业将有效资金和能力用于扩大产品市场而获得收入的机会成本,则当确定性等价收入  $x < \bar{\omega}$ ,盐化企业将不接受合约。故参与约束可用确定性收入表示为:

$$x = \varepsilon\alpha - \varepsilon(\beta_1 + \beta_2)p + \varepsilon(\beta_1 + \beta_2)\lambda n - \frac{k}{2}n^2 - \frac{1}{2}\rho\varepsilon^2(\beta_1^2 + \beta_2^2)\sigma^2$$

$$\sigma^2 \geq \bar{\omega} \quad \text{式(6)}$$

当  $n$  是不可观测时,企业的激励相容约束为最大化其确定性等价收入  $x$ :

$$n = \frac{\varepsilon\lambda(\beta_1 + \beta_2)}{k} \quad \text{式(7)}$$

因此,盐化企业实现激励的最优化问题可以表述为:

$$\begin{aligned} \max_{\beta} & -\varepsilon\alpha + \varepsilon\beta_1 p + (1 - \varepsilon\beta_1)\lambda n \\ \text{s.t. (IR)} & \varepsilon\alpha - \varepsilon(\beta_1 + \beta_2)p + \varepsilon(\beta_1 + \beta_2)\lambda n - \frac{k}{2}n^2 - \end{aligned}$$

$$\frac{1}{2}\rho\varepsilon^2(\beta_1^2 + \beta_2^2)\sigma^2 \geq \bar{\omega}$$

$$(IC) \quad n = \frac{\varepsilon\lambda(\beta_1 + \beta_2)}{k} \quad \text{式(8)}$$

将约束条件代入目标函数,运用 K-T 条件求解得到经营者报酬强度系数:

$$\beta_1^* = \frac{\lambda^2}{\varepsilon(\lambda^2 + k\rho\sigma^2)} > 0 \quad \text{式(9)}$$

$$\beta_2^* = \frac{k\rho - \lambda^2}{\varepsilon(\lambda^2 - k\rho\sigma^2)} > 0$$

这说明企业必须承担一定的风险。

#### 四、分析与讨论

1. 对风险因素  $\rho$  的讨论。 $\partial\beta_1^* / \partial\rho < 0$  说明最优的碳交易市场激励系数  $\beta_1$  随着盐化企业风险规避度量  $\rho$  的增大而减少。由于  $\rho$  反映了盐化企业对风险的态度,因此,风险规避度

越小的企业,更倾向于在碳交易市场上获得收益;风险规避度越大的企业,激励的强度应该越小,因为他们更倾向于获得固定的财政补贴和税收减免;有意思的是, $\partial\beta_2^* / \partial\rho > 0$ ,说明随着盐化企业风险规避度  $\rho$  的增大,声誉等非物质激励风险分享系数增大。

一个可能的解释是:我国主要的盐化工企业除四川九大盐业公司为民营企业外,其他盐化企业几乎都有一定的国有背景,那么这些企业就更加偏好于获得良好的社会声誉和信用评级,从而获得良好且稳定的信贷资金支持;一个极端的情形,若盐化是风险中性的( $\rho=0$ ),最优合约就要求承担的风险分别为: $\beta_1^* = \frac{1}{\varepsilon} > 0, \beta_2^* = \frac{k\rho - \lambda^2}{\varepsilon\lambda^2} > 0$ 。这就是说明,未来重估的

影响因素可能放大或者缩小企业在碳交易市场上风险,但是风险中性的企业可以根据其信用来分散在碳交易市场上的风险。另一个极端的情形,若盐化企业是风险极度厌恶者( $\rho \rightarrow \infty$ ),最优合约就要求企业不承担任何的风险,仅领取固定的财政补贴( $\beta_1^* \rightarrow 0$ )。

2. 对努力成本  $k$  的讨论。 $\partial\beta_1^* / \partial k < 0$  这说明最优的碳交易风险激励强度系数  $\beta_1^*$  随着盐化企业减排努力的成本系数  $k$  的增大而减少。从某种意义上说,反映企业愿意参与减排的程度, $k$  越小说明盐化企业越愿意努力工作, $k$  越大说明盐化企业越不愿意努力工作。因此,对于减排成本越低,越愿意努力承担碳减排任务的盐化企业,其获得碳交易激励的强度系数就应越大,政府越应该保障平等交易机制的建立,使盐化企业获得交易利益;对越有能力的减排的优势企业,其获得物质激励强度系数也应该越大,激励的强度越大越能显示企业的实力,对于健全的碳金融市场来说越能显示具有良好的声誉的企业价格,增加下一期谈判的能力。而与之对应的是  $\partial\beta_2^* / \partial k$ ,当  $p > \rho\sigma^2$  时,  $\partial\beta_2^* / \partial k > 0$ ,我们可以理解为管理部门如果给予较高的最低减排量,企业努力减排的成本越大,超过企业努力和风险承受的心理估值,那么企业可能更倾向于获得一种稳定的声誉补偿;而当  $p < \rho\sigma^2$  时,  $\partial\beta_2^* / \partial k < 0$ ,那么我们可以理解为企业更可能放弃荣誉等的补偿,而追逐更高的物质风险回报,从而最大化企业的收益。

3. 对于重估系数  $\varepsilon$  的讨论。 $\partial\beta^* / \partial\varepsilon < 0$ ,说明重估系数  $\varepsilon$  增大时,当期分享系数减少;当  $\varepsilon$  减少,当期风险的风险系数增大。该变化趋势对实践的指导意义为:当公司内部经营环境愈稳定,有稳定的外部市场(比如政府良好的信誉,良好的碳交易市场)时,企业更看重长期的激励合同,而对本期的利益分享将减少;当公司内部经营环境愈不稳定,外部风险越大,比如企业估计政府可能会违约,并不按前期良好信誉给予激励时,重估系统的影响就减小,企业更注重短期的收益。这个结论也说明了如果政府不能保证其政策的动态一致性,必然会导致参与合约企业对政府的不信任,可能会更注重短期的利益,甚至是真实的排污水平,使社会利益受损。

4. 对于努力转化系数  $\lambda$  的讨论。 $\partial\beta^* / \partial\lambda > 0$ ,表明能力转化系数  $\lambda$  与风险分享实现是同增同减关系。这说明转化效率越高的企业越容易降低碳的减排量,其组织和管理能力可能

# 指数基金增强策略创新研究

朱 臻

(广东省科技干部学院经济管理学院 珠海 519090)

**【摘要】** 指数基金增强策略的本意是将被动式投资和主动式投资两方面的优势结合起来,从而实现超越指数本身表现的目的。国内现有的增强型指数基金大多采用“择股”增强策略,但其实际业绩并没有达到预期目标。本文以2006年1月至2011年12月沪深300指数、深100指数和中小板指数为样本,引入盯住指数的量化趋势交易,从“择时”角度对指数基金的量化投资进行了研究。实证结果表明,在单向做多交易机制下采用MA交易系统对指数基金进行操作的结果要远优于“一直持有”策略,同时也优于同期增强型指数基金的表现。

**【关键词】** 指数基金 增强策略 趋势分析 量化交易

## 一、引言

增强型指数基金结合了被动式投资和主动式投资两种策略,其在投资时具有较大的灵活性,除了瞄准指数外,还引入增强型的积极投资手段,对投资组合进行适当调整,力求在控制风险的同时获取超额的市场收益,以期超过同期标的指数的表现。增强型指数基金常用的增强方法有两种:一是“择股”增强法,即在按目标指数结构进行部分资产分配(例如90%)的基础上,将剩余资产(例如10%)投向有升值潜力的个股、行

业、板块,另外,还可以在不同风格的股票上增减仓位。二是进行金融衍生产品的投资,例如买入看多的股票指数期货,由于股票指数期货的杠杆作用,只需要较少的资金就可以复制股票指数的表现,剩余的资金投资于固定收益证券或者货币市场工具,只要这部分投资的收益超过购买股票指数期货的成本,就达到了增强指数投资的效果。

目前,国内大多数增强型指数基金采用的是第一种增强方法,但实际效果却不尽如人意。另外,由于国内基金在金融

面,对盐化企业实行碳交易和声誉的组合激励有利于提高政府和盐化企业双方的期望收入。因此,在盐化企业节能减排呼声增高的情况下,越应该重视对盐化企业的非物质激励的作用,积极发展碳金融市场,以较低的成本达到更好的激励效果。值得注意的是,考虑到盐化工行业企业特殊的行业背景和企业所有权结构,对盐化企业制定最低减排量P将是企业激励机制设计的一个关键点。

也越强,这种企业的市场竞争能力越强,越倾向于在交易市场上和声誉市场上获利。

5. 精神激励的价值分析。根据式(1)~式(8)可重新计算仅进行物质激励的分享系数:

$$\hat{\beta} = \frac{\lambda^2}{\varepsilon(\lambda^2 + k\rho\sigma^2)} = \beta_1^*$$

$\hat{\beta} = \beta_1^*$ 说明只有在一定的物质激励基础上,非物质激励才能发挥激励的替代作用;并且在建立和健全碳金融市场过程中,我们一方面需要建立公平合理的交易市场规模,保障企业交易的收益,另一方面也需要建立完善的信用评价体系,增强非物质激励因素的促进作用。由于 $\beta_1^* + \beta_2^* > \hat{\beta}$ ,说明良好的碳金融市场体系将增加企业的风险分担系数,起到积极的促进作用。

## 五、结束语

文章在进行一定的假设之后建立对盐化企业碳减排的物质与非物质组合激励模型,求解了在考虑碳金融市场化因素条件下,物质与非物质激励报酬的最优风险分担系数 $\beta_1^*$ 和 $\beta_2^*$ 的参数表达式,并结合各参数的具体涵义探讨了参数变化对最优的物质与非物质组合激励的影响。本文通过分析还指出:在考虑碳金融市场化因素,即贴现因子 $\varepsilon$ 情况下,一方面,通过碳交易市场的风险分担和良好声誉体系组合激励机制增加了盐化企业的风险分担系数,增大了激励的强度;另一方

面,对盐化企业实行碳交易和声誉的组合激励有利于提高政府和盐化企业双方的期望收入。因此,在盐化企业节能减排呼声增高的情况下,越应该重视对盐化企业的非物质激励的作用,积极发展碳金融市场,以较低的成本达到更好的激励效果。值得注意的是,考虑到盐化工行业企业特殊的行业背景和企业所有权结构,对盐化企业制定最低减排量P将是企业激励机制设计的一个关键点。

**【注】** 本文系四川省哲学社会科学研究规划项目(编号:SC10E025)的阶段性研究成果。

## 主要参考文献

1. 刘再起,陈春.低碳经济与产业结构调整研究.国外社会科学,2010;3
2. 郑伟.低碳经济背景的排放权交易体系走向评估.改革,2010;4
3. 周晓唯,张金灿.关于中国碳交易市场发展路径的思考.经济与管理,2011;3
4. 肖江文,罗云峰,赵勇等.排污申报机制设计的博弈分析.系统工程理论与实践,2002;11
5. 吴亚琼,岳起源,赵勇等.排污申报控制方式的博弈分析.系统工程理论与实践,2006;8
6. 赵文会.初始排污权分配的若干问题研究.上海:上海理工大学博士学位论文,2006