重庆大学学报(社会科学版) 2016 年第 22 卷第 6 期
JOURNAL OF CHONGQING UNIVERSITY(Social Science Edition) Vol. 22 No. 6 2016

doi:10.11835/j.issn.1008-5831.2016.06.013

欢迎按以下格式引用:吴鹏,丁洁. 排放水平信息不对称下低碳认证影响研究[J]. 重庆大学学报(社会科学版),2016(6):112-119.

Citation Format: WU Peng, DING Jie. Impact of low-carbon certifications under asymmetric information on emission levels [J]. Journal of Chongqing University(Social Science Edition),2016(6):112-119.

排放水平信息不对称下低碳认证影响研究

吴 鹏,丁 洁

(四川大学 商学院,四川 成都 610064)

摘要:文章研究了碳排放信息不对称时低碳认证在绿色消费者市场中的作用和影响。在传统的消费者效用函数中增加了碳排放的负效用,推导出不同认证条件下的市场需求,给出利润最大化的企业参与认证的条件及定价的最优决策。在此基础上分析比较了无低碳认证、低碳达标认证和低碳精确认证三种情形下企业的价格、销量、利润以及期望排放量的差异。结果表明,低碳认证能够有效传递碳排放信息,从而增加消费者剩余和企业利润;在影响力和覆盖面占优的强认证效果情形下,低碳认证能够有效降低期望排放水平,否则低碳认证会增加期望排放水平;达标认证具有更大的灵活度,为了减少期望排放,认证机构在设置认证标准时应当在考虑低碳认证参与约束的前提下选择较宽的认证标准。

关键词:碳排放;认证;效用;定价;信息不对称

中图分类号:F272 **文献标志码:**A **文章编号:**1008-5831(2016)06-0112-08

一、文献回顾

随着气候问题日益严重,节能减排受到越来越多的重视。控制二氧化碳的排放逐渐成为全球共识。Victor 和 Kennel 指出为实现将全球气温升高控制在 2°C 的总目标,必须将碳排放分解为企业层面可量化可控制的测量指标[1]。Stern 强调减排需要技术研发和管理改进两方面的共同努力,必须结合自然科学和社会科学的研究成果[2]。Pacala 和 Socolow 则从现有的技术和数据出发,提出依靠管理优化的力量,能够实现近 50 年内的减排目标[3]。

从管理视角研究碳排放的文献非常丰富。陈剑就低碳供应链的管理进行了系统全面的综述[4]。Benjaafar 等[5]以及 Chen 等[6]的研究通过定量的运营管理模型证明,在给定技术条件下,管理的优化使碳排放减少存在很大的空间。大量的研究如 Chen[7],Amacher 等[8]均将碳排放作为企业决策之一,研究企业如何通过减排努力,支付适当减排成本,从而使排放达到特定的水平并保证利润。这类研究考虑的碳排放管理措施包括碳税、碳交易等,对低碳认证的信息传递作用及相关影响考虑相对较少。赵泽洪和尤强林则指出低碳经济中信息不对称的重要影响,并且对垄断企业的减排态度进行了初步的定性分析[9]。

低碳认证是一种重要且常见的与碳排放信息相关的管理手段。理论上,第三方低碳认证机制具有很强的必要性。和大部分与质量相关的技术参数指标不一样,消费者无法直接感知特定产品是否低碳。例如某

修回日期:2016-09-26

基金项目:国家自然科学基金项目(71401117)

作者简介:吴鹏(1982-),江苏盐城人,四川大学商学院副教授,主要从事供应链管理研究,E-amil: pengwu@scu.edu.cn。

产品比其他产品使用更节能,这是产品的传统质量属性,能够直接得到消费者验证,但它可能在生产或流通领域造成了比其他产品更大的碳排放,这一属性消费者无法观测,但是又得到社会和政府的关注,此时第三方低碳认证的必要性就很突出。为了促进低碳经济的发展,鼓励企业生产低碳产品和提供低碳服务,越来越多的国家在相关机构的支持和倡导下,引导企业评估和披露产品生命周期内的碳排放行为,向产品授予碳标志,开展低碳产品认证。刘清芝等总结比较了国际上多个国家低碳认证的实践情况[10]。在中国,《节能低碳产品认证管理办法》于 2015 年 9 月由国家质量监督检验检疫总局、中华人民共和国国家发展和改革委员会令(第 168 号)公布,自 2015 年 11 月 1 日起施行。这标志着中国已经基本建立起较为规范的低碳产品认证制度。从现有的低碳认证实践看,低碳认证主要分为两类,一类认证设置特定标准,若企业达到该标准,则授予认证,如德国的蓝天使标志认证、瑞士的 The Climatop Label 标志认证,在本文的讨论中将统称合格性认证;另一类认证则具体标明单个产品的碳排放水平,又称为碳足迹认证,如英国的 Carbon Trust 认证、日本的碳足迹产品标志认证等,在本文的讨论中将统称为精确认证。

尽管已有文献尚未对低碳认证的消费者反应形成全面统一的意见,目前已有大量证据表明,至少在特定行业和特定市场中,低碳认证能够对消费者效用和购买行为产生显著的影响。Upham 等通过实证数据验证了低碳认证能够对特定的消费者群体产生影响,使这类消费者更多地购买低碳产品[11]。Bjørner 通过丹麦的超市销售数据分析表明,低碳认证标志能够使消费者对特定产品的支付意愿上升 13% ~18%[12]。来自澳大利亚的实验数据则证实了对于特定的商品价格组合,低碳认证能够显著增加销量[13]。模型类文献如 Chen[7],Atasu 等[14],均认可并假设了绿色细分市场的存在。

本文主要讨论在碳排放信息不对称的情况下,低碳认证将如何发挥作用。聚焦于该问题,本文建立了一个简化的模型,抓住低碳认证最主要的特征和最主要的影响对象展开研究,从信息的视角分析合格性低碳认证和精确低碳认证对消费者、企业以及环境带来的影响。作为研究的开端,我们简化了一些实际中存在的复杂影响因素,仅考虑一家垄断企业,且仅考虑对碳排放敏感的绿色消费者群体;企业并不能够决定自身的排放水平,仅能通过低碳认证传递自身排放水平的信息。通过这一系列简化以剥离低碳认证的信息作用加以研究。研究从消费者效用出发,在传统的效用函数中增加了碳排放的负效用,通过消费者效用最大化推导出市场需求,随后企业决定是否参与认证并制定合适的销售价格以最大化自身的利润。在后续的章节中,我们首先阐明模型的基本假设和框架,随后求解消费者的购买决策以及企业的定价和认证决策,接着讨论认证对消费者、企业以及环境的影响,分析不同认证类型的优势、劣势以及适用环境,最后分析企业具有减排改造潜力时低碳认证的影响并总结全文。

二、模型符号与假设

根据研究问题和相关文献常用的方法,我们对模型的符号和假设作出如下设定。

消费者:消费者仅需要购买单件产品,获得效用为 $U = V - \theta \hat{e} - p$。其中 V 是消费者对以零排放方式生产的产品的保留价值。p 代表产品价格。消费者的绿色理念存在差异,模型用 θ 表示消费者对碳排放的敏感度。根据研究惯例,为了保证模型的可解性,假设 θ 在[0,1]区间内均匀分布。$\hat{e}$代表消费者感知的单位产品碳排放水平。综上,$V - \theta \hat{e}$代表该产品对消费者的综合价值。若该产品碳排放水平$\hat{e}$越高,则产品的综合价值越低;若消费者对碳排放越敏感,即 θ 越大,则产品的综合价值越低。碳排放的计量单位经过转化,与价值 V 和价格 p 处于同一量纲,能够相加减。对消费者效用的设置与 Kuksov 和 Lin[15]类似,但本模型显式刻画了碳排放对效用的影响。

企业:考虑一家追求利润最大化的垄断企业。企业决定市场售价 p 以及是否参与低碳认证。企业生产单位产品的排放水平为 e。受制于短期内的技术限制,企业无法改变 e 的大小。为了简化模型,企业的边际生产成本被规范化为 0,该简化对本文的主要结果没有根本性的影响。当企业决定参加低碳认证时,由于相关的检测、审查过程,边际成本增加 c。

低碳认证:由于利益导向以及信任问题,企业无法直接向消费者透露自身的排放水平 e,为第三方低碳认证提供了空间。低碳认证可由政府或者相关协会、非盈利组织提供。根据英国 Carbon Trust、中国环境保护产业协会等相关认证机构的实践过程,本研究中的第三方认证单位为非营利主体,只收取认证过程中发生的必要单位成本 c。根据实际认证的情况,讨论两种认证方式:达标认证与精确认证。达标认证授予排放水平达到特定标准 $s \in (\underline{e}, \bar{e})$ 的企业,即排放满足 $e \leqslant s$ 的企业获得认证,否则不能得到认证。精确认证无特定

标准,只是将企业的实际排放水平 e 公布于众。

信息结构:生产单位产品的排放水平 e 为企业的私有信息。市场和消费者仅了解企业排放的概率分布,在获取进一步认证信息支持的情况下,消费者可对排放的分布进行更新。我们用随机变量 E 代表企业可能的排放水平,并假设 $E \sim U(\underline{e},\bar{e})$,服从均匀分布,$e$ 是其具体的实现值。生产商自身也了解这一分布。当市场中不存在低碳认证时,消费者采用期望值形成对产品排放水平的估计,即$\hat{e} = (\underline{e} + \bar{e})/2$。当市场中存在低碳认证时,若消费者观察到达标认证信号,则$\hat{e} = (\underline{e} + s)/2$;若消费者观察到精确认证信号,则$\hat{e} = e$。由于低碳认证并非强制实施,企业未参加认证与认证不通过两者并不一定等价。若认证本身具有广知名度和强影响力,能够促使企业尽可能参加认证,则未通过认证会成为排放不合格的信号。我们称此情况为强认证效果情况,达标低碳认证情形中消费者对未参加认证企业的排放估计为$(\bar{e} + s)/2$,精确认证情形中该估计为$(\bar{e} + e)/2$,为企业愿意开展精确低碳认证的最高排放水平。若认证本身知名度和影响力不足,则即使排放较低的企业也可能由于种种原因未参加认证,此时没有认证标志并不透露更多信息,消费者对排放水平的估计为$\hat{e} = (\underline{e} + \bar{e})/2$,我们称此情况为弱认证效果情况。此处对认证后信息更新的建模采用了与 Harbaugh 等[16]类似的方法。

模型中的事件发生顺序如下:企业决定是否参加认证,并决定产品价格。随后消费者形成对产品排放水平的估计,并作出购买决策。最后企业获得相关利润。

为了保证认证对市场需求产生有效影响,避免市场饱和情况下发生的边角解,模型对参数的关系进一步作出假设:$V < 2\underline{e}$。在此条件下,模型优化得出的价格均为内部解。

三、模型分析

本节首先分析无低碳认证机制存在时企业的价格决策和相关利润。随后以此作为比较基础,进一步分析在达标认证和精确认证情形下,企业的认证参与和价格决策,并且分析认证对期望排放量的影响。

(一)无低碳认证

首先分析消费者购买决策。不考虑低碳认证时,消费者对排放水平的估计 $\hat{e}$ 为 $(\underline{e} + \bar{e})/2$。为了便于计算和展示,令 $e_\mu = (\underline{e} + \bar{e})/2$。当消费者效用满足 $V - \theta e_\mu - p > 0$ 时,会选择购买该产品。经过简单的移项变换,可得 θ 满足 $\theta < (V - p)/e_\mu$ 时,即对碳排放敏感度低于一定阈值的消费者会购买产品。在对消费者总人数归一化后,可得市场需求为 $(V - p)/e_\mu$。

随后优化企业的价格决策。企业面临的利润优化问题可以表述为

$$\max_p p(V - p)/e_\mu \tag{1}$$

经过对一阶条件的简单分析,可以得到最优价格 $p*_0 = V/2$。相应地,此时的市场销量为 $Q_0 = V/(2e_\mu)$,企业的最优利润为 $\Pi_0 = V2/(4e_\mu)$。

政府更加关心最终的总排放水平。在未知企业单位排放水平 e 的情况下,期望企业排放水平为

$$\int_{\underline{e}}^{\bar{e}} e \frac{V}{2e_\mu} \frac{1}{\bar{e} - \underline{e}} \mathrm{d}e = \frac{V}{2} \tag{2}$$

(二)低碳达标认证

为了更全面地分析不同环境下低碳认证的实施效果,我们分强认证效果和弱认证效果两种情况展开讨论。认证的影响力主要有两方面,一方面是对已认证的产品感知价值的正面提升作用,另一方面是对未认证的产品感知价值的负面贬低作用。在强认证效果情形下,两方面影响力同时作用于消费者;在弱认证效果情形下,仅有对已认证产品的正面提升作用影响消费者。

1. 强认证效果情形

当观察到产品通过绿色认证,消费者对排放水平的估计为 $(\underline{e} + s)/2$。为便于计算和比较,令 $e_{-s} = (\underline{e} + s)/2$。当消费者效用满足 $V - \theta e_{-s} - p > 0$ 时,会选择购买该产品。据此可以得出市场需求为 $(V - p)/e_{-s}$。若未观察到产品通过绿色认证,消费者对排放水平的估计为 $(\bar{e} + s)/2$。令 $e_{+s} = (\bar{e} + s)/2$。当消费者效用满足 $V - \theta e_{+s} - p > 0$ 时,会选择购买该产品,此时市场需求为 $(V - p)/e_{+s}$。

企业在决定销售价格之外,还需要根据自身的实际排放水平 e,通过比较利润水平决定是否参与低碳认证。若不参加该低碳认证,与前述求解过程类似,可得企业最优价格为 $p*_1 = V/2$,最优利润为 $\Pi_1 = V2/(4e_{+s})$。若 $e \leqslant s$ 并且参加该低碳认证,则会产生认证成本 c。此时企业面临的利润优化问题为

$$\max_{p}(p-c)(V-p)/e_{-s} \tag{3}$$

通过求解一阶条件可得最优价格为 $p*_2=(V+c)/2$,相应的市场销量为 $Q_2=(V-c)/(2e_{-s})$,最优利润为 $\Pi_2=(V-c)2/(4e_{-s})$ 。与无认证的情形进行比较,参与认证后企业的定价提高,这是因为认证带来了额外的成本,并最终在产品价格中得到体现。

企业从利润最大化视角出发,必定要求 $\Pi_2>\Pi_1$ 才会自愿参加认证。代入两种情形下最优利润的表达式,可以得到参加认证的条件:

$$\frac{s+\underline{e}}{s+\bar{e}}<\frac{(V-c)2}{V2} \tag{4}$$

此时期望排放水平为

$$\int_{\underline{e}}^{s}e\frac{V-c}{2e_{-s}}\frac{1}{\bar{e}-\underline{e}}\mathrm{d}e+\int_{s}^{\bar{e}}e\frac{V}{2e_{+s}}\frac{1}{\bar{e}-\underline{e}}\mathrm{d}e=\frac{V}{2}-\frac{c(s-\underline{e})}{2(\bar{e}-\underline{e})}<\frac{V}{2} \tag{5}$$

2. 弱认证效果情形

弱认证效果情形下,企业参与认证的条件、最优价格决策的计算过程与强认证效果情形类似,差别仅在于将消费者未观察到认证信号时对排放水平的估计由 e_{+s} 替换为 e_{μ} 。

此时当认证标准和成本满足如下条件后,企业会主动参加认证。

$$\frac{s+\underline{e}}{\underline{e}+\bar{e}}<\frac{(V-c)2}{V2} \tag{6}$$

相应地,期望总排放量为

$$\int_{\underline{e}}^{s}e\frac{V-c}{2e_{-s}}\frac{1}{\bar{e}-\underline{e}}\mathrm{d}e+\int_{s}^{\bar{e}}e\frac{V}{2e_{\mu}}\frac{1}{\bar{e}-\underline{e}}\mathrm{d}e=\frac{V}{2}+\frac{s-e}{2(\bar{e}-\underline{e})}\left(V-c-\frac{V(s+\underline{e})}{\underline{e}+\bar{e}}\right)>\frac{V}{2} \tag{7}$$

总结对强认证效果和弱认证效果下的分析结果,得到如下命题。

命题 1:当企业生产排放水平合格时,即在满足 $e\leqslant s$ 的前提下,在强认证效果情形中,当低碳认证排放标准 s 与认证边际成本 c 满足式(4)所描述的不等关系时,企业会主动参与合格性低碳认证;在弱认证效果情形中,当低碳认证排放标准 s 与认证边际成本 c 满足式(6)所描述的不等关系时,企业会主动参与合格性低碳认证。

从企业参加认证的条件可看出,在企业排放水平满足认证标准 s 时,若标准越严格(即 s 越小),认证成本越低(即 c 越小),则企业越倾向选择参加认证。将两种情形相对比,强认证效果情形下企业参与认证的条件更宽松,认证标准制定方只需要设置比弱认证效果情形下更松的认证标准(更大的 s)或者收取更高的认证费用(更大的 c),就足以促使企业参与低碳认证。由此可见,扩大认证标准的知名度,提高认证推广的容易度之后,消费者的期望会发生改变,相应地,企业参与低碳认证的可能性将会显著增加。

命题 2:在达标低碳认证机制下,在强认证效果情形中,期望排放水平低于无低碳认证机制下期望排放水平;在弱认证效果情形中,期望排放水平高于无低碳认证机制下的期望排放水平。

命题 2 结论表明,达标认证最终的减排效果与认证本身的强弱具有直接关系。仅提升认证产品的感知价值以吸引绿色消费者并不足以推动总体排放水平的减少,因为弱认证效果情形下未认证的企业销量不受影响,这类型企业的排放拖累了总体期望排放水平的表现。只有当缺乏认证标签成为排放不合格信号时,即强认证效果情形下,达标认证才能带来社会总体排放水平的降低。

(三)低碳精确认证

在精确认证机制下,并不存在外生给定的认证标准 s,企业仅仅将自身单位产品排放水平通过第三方以可信方式公布于众。若企业排放水平较低,则参与认证能够带来更大的销量,从而提升利润。若企业排放水平较高,则参与认证并不能吸引更多消费者,却需要支付认证的相关成本,因此会选择不参加认证。此时会存在排放水平的阈值 e_c,若企业排放水平低于该阈值则会参加认证,若高于该阈值则不参加认证。当市场处于均衡状态时,消费者也会根据该阈值估计未参加认证企业的排放水平。以下针对强认证效果与弱认证效果情形分别分析并进行比较。

1. 强认证效果情形

若企业参与精确认证,消费者观察到单位产品排放水平为 e。当消费者效用满足 $V-\theta e-p>0$ 时,会选择购买该产品,故市场需求为 $(V-p)/e$。企业面临的利润优化问题为

$$\max_{p}(p-c)(V-p)/e \tag{8}$$

通过对一阶条件的分析,得到此时企业的最优定价 $p*_3=(V+c)/2$,相对应的销量为 $Q_3=(V-c)/(2e)$。企业获得的最优利润为 $\Pi_3=(V-c)2/(4e)$。

反之,若企业不参与精确认证,则消费者估计的排放水平为 $(\bar{e}+\alpha)/2$。类似地,可求出企业的最优定价 $p*_4=V/2$,相对应的销量为 $Q_4=V/(\bar{e}+\alpha)$。企业获得的最优利润为 $\Pi_4=V2/(2\bar{e}+2\alpha)$。

当 $\Pi_3>\Pi_4$ 时,企业参与精确认证有利可图。对该不等式进行简化,可得企业参加精确认证的条件

$$e<\frac{(V-c)2(\alpha+\bar{e})}{2V2} \tag{9}$$

当市场实现均衡时,有 $\alpha=(V-c)2(\alpha+\bar{e})/2V2$,求解后可得 $\alpha=\bar{e}(V-c)2/(V2-c2+2Vc)$。

从政府和社会视角出发,在未知企业单位排放水平 e 的实现情况时,期望总排放量为

$$\int_{\underline{e}}^{\bar{e}(V-c)2/(V2-c2+2Vc)} e\frac{V-c}{2e}\frac{1}{\bar{e}-\underline{e}}\mathrm{d}e+\int_{\bar{e}(V-c)2/(V2-c2+2Vc)}^{\bar{e}} e\frac{V}{(\alpha+\bar{e})}\frac{1}{\bar{e}-\underline{e}}\mathrm{d}e=$$

$$\frac{V}{2}-\frac{c(\bar{e}(V-c)2/(V2-c2+2Vc)-\underline{e})}{2(\bar{e}-\underline{e})}<\frac{V}{2} \tag{10}$$

2. 弱认证效果情形

我们采用类似的方法计算弱认证效果情形下参与认证的条件、最优价格决策、利润以及期望总排放。当消费者未观察到企业参与认证时,对排放水平的估计与无认证机制存在时相同,为 $(\bar{e}+\underline{e})/2$。

企业若不参加该低碳认证,相关结论与上节相同,最优利润为 $\Pi_0=V2/(4e_\mu)$。若参加该低碳认证,则产生认证成本 c。认证后企业面临的利润优化问题如式(8)所述,相应得出企业的最优利润为 $\Pi_3=(V-c)2/(4e)$。

当 $\Pi_3>\Pi_0$ 时,企业参与精确认证有利可图。求解该不等式,可以得到企业参加精确认证的条件

$$e<\frac{(V-c)2(\underline{e}+\bar{e})}{2V2} \tag{11}$$

从政府和社会视角出发,在未知企业单位排放水平 e 的实现情况时,期望总排放量为

$$\int_{\underline{e}}^{\frac{(V-c)2e_\mu}{V2}} e\frac{V-c}{2e}\frac{1}{\bar{e}-\underline{e}}\mathrm{d}e+\int_{\frac{(V-c)2e_\mu}{V2}}^{\bar{e}} e\frac{V}{2e_\mu}\frac{1}{\bar{e}-\underline{e}}\mathrm{d}e=$$

$$\frac{V}{2}+\frac{1}{2(\bar{e}-\underline{e})}\left(\left(\frac{V-c}{V}\right)2e_\mu-\underline{e}\right)\left(V-c-V\left(\frac{1}{2}\left(\frac{V-c}{V}\right)2+\frac{e}{2e_\mu}\right)\right)>\frac{V}{2} \tag{12}$$

综合上述分析,我们得到如下命题。

命题 3:在强认证效果情形下,若排放水平满足 $e<\bar{e}(V-c)2/(V2-c2+2Vc)$,企业会主动参与精确认证;在弱认证效果情形下,若排放水平满足 $e<(V-c)2(\underline{e}+\bar{e})/(2V2)$,企业会主动参与精确认证。

命题 3 的结果表明,企业自身的排放水平是决定其是否参与精确低碳认证的主要依据,排放水平较低企业会主动参与精确认证。容易验证,$(V-c)2(\underline{e}+\bar{e})/(2V2)<\bar{e}(V-c)2/(V2-c2+2Vc)<e_\mu$,即参加精确认证企业的排放水平均优于平均水平,并且强认证效果情形下企业参与精确认证的阈值高于弱认证效果下相应的阈值。主要原因在于强认证效果情形下,消费者认为未通过低碳认证的产品排放超过平均水平,导致需求量下降,从负面激励企业参与认证,从而推动排放较高的企业也参与认证。

命题 4:在精确低碳认证机制下,在强认证效果情形中,期望排放水平低于无低碳认证机制下期望排放水平;在弱认证效果情形中,期望排放水平高于无低碳认证机制下的期望排放水平。

命题 4 的结论与命题 2 一致,说明在精确认证机制下,期望总排放量与认证本身效果强弱有直接关系。

四、讨论与数值分析

通过对无低碳认证、低碳达标认证与低碳精确认证情形下的价格、销量以及期望排放水平进行综合比较,可以得出一些有意义的管理启示。

在消费者效用与碳排放水平直接相关的前提下,若企业参与了低碳认证,则能够提升消费者剩余和社会福利。当市场中不存在低碳认证时,低排放企业的价值无法被消费者认识到,消费者只愿意以期望排放水平支付相应价格以获得产品。引入低碳认证之后,更多的消费者发现企业的低碳产品能够满足自身对碳排放的偏好,从而有更多的消费者得到满足。整体而言,消费者更加满意。结合企业利润增加的结论,可以得出

整体社会福利由于低碳认证而上升了。

在市场中引入低碳认证后,若认证的成本不高,且企业排放较低,则企业能够增加销量和利润。认证对企业带来两方面影响:一方面,认证的成本带来了销售价格增加,会负面地影响产品的销量;另一方面,认证向消费者传递了更多的排放信息,从而吸引更多的消费者,会正面地影响产品的销量。两方面的影响综合,低碳排放吸引消费者的影响更加显著,总销量上升。由于企业以利润增加为前提决策是否参与认证,故利润水平也不会降低。本研究中,企业面临碳排放信息的不对称,故可以借助低碳认证作为信号来改善自身的利润。与传统的信息不对称模型相比,本研究仅考虑单个垄断企业,故不存在企业退出市场的逆向选择问题,模型更加简化,以便于更加突出认证这一特殊形式信号的基本作用,分析不同类型认证的成本与收益,考察认证对碳排放量的主要影响。

低碳认证的影响力涉及对已认证产品感知价值的正面提升作用和对未认证产品感知价值的负面贬低作用。前者要求所有通过认证的企业排放均达到要求,与实际情况较为吻合;而后者则要求未通过认证的企业排放均未达到要求。在实际情况中,企业未参加低碳认证的原因很多,如成本约束、信息不全、认证过程时间过长、缺乏相应的人力资源等,排放不达标仅仅是未参与认证的可能原因之一,因此会出现弱认证效果情形,此时低碳认证的减排作用不容乐观。若政府或认证机构希望通过低碳认证降低期望总排放,则需要努力降低认证成本,并采取宣传或者其他激励措施,推动排放达标的企业均参与认证,使得未通过低碳认证产品的负面影响发生作用。

将达标认证和精确认证相比较,达标认证提供的排放信息精度低,但也为标准 s 的灵活度提供了空间。第三方认证机构可以通过调整认证通过的标准 s ,实现不同的期望排放水平。我们更加关心认证机制的减排效果,因此通过数值实验分析强认证效果背景下,期望排放随认证标准 s 变化的情况,并与精确认证机制下的期望排放进行比较。计算参数设置为 $V=5$, $\underline{e}=3$, $\bar{e}=4$, $c=0.35$,相应的计算结果如图 1 所示。精确认证情形下,期望总排放量相比无排放机制时降低一固定值。在达标认证情形下,期望总排放量随着合格标准的增加降低。这是因为当 s 增大时,一方面未通过认证的企业期望排放水平变高,需求下降显著,从而带来排放水平的下降;另一方面,标准变松使企业参与的可能性变大,而认证费用导致的价格提升亦会对总排放水平的降低作出贡献。当认证标准 s 较严格时,企业参与可能性低,达标认证情形下的减排效果不如精确认证情形。当认证标准 s 相对宽松时,达标认证情形下的减排效果要优于精确认证情形。

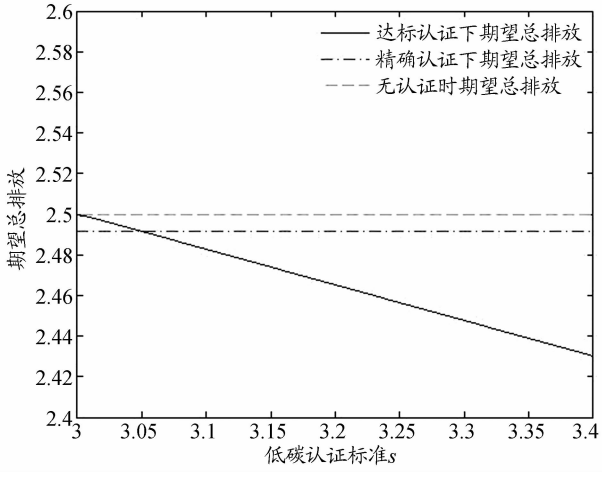

图 1　期望总排放量与认证标准的关系

总体而言,合格性认证比精确认证更加灵活,适用面广,对企业的吸引力更大,实施的过程也相对容易。为了实现较低的排放目标,认证机构应当将认证标准设置为满足条件(4)可行域范围内较高水平。McKinnon 对精确认证的精度和可行性进行了更加深入的评论,亦认为精确认证存在诸多不足之处[17]。

五、模型扩展

当生产技术出现一定突破或者碳排放管理手段优化之后,企业有可能通过支付一定的单位成本 k 进行减排改造,从而使单位排放水平减少 δ 。当减排成为决策时,低碳认证除了传递信息之外,还将起到促进企业减排的作用。由于强认证效果下,即使不存在减排改造决策也能够取得较好的减排效果,故此处的扩展分析将针对弱认证效果情形展开,讨论低碳认证对减少排放的影响。

(一)达标认证

对于排放水平处于 $[\underline{e},s]$ 的企业而言,本已处于排放合格的区间,能够通过认证。因为减排改造既花费成本,又不能带来销量的进一步增加,所以无动力实施减排改造。而排放水平处于 $(s,s+\delta]$ 的企业在特定条件下将积极实施减排改造。

通过利润的比较对企业开展减排改造的条件进行分析。该企业若不进行减排改造,则无法获得达标认证,相应利润为 $\Pi_0 = V2/(4e_\mu)$;若进行减排改造,则可以通过达标认证,此时利润为 $\Pi_5 = (V-c-k)2/(2s+2\underline{e})$。当 $\Pi_5 > \Pi_0$ 时,该企业将会实施减排改造。带入利润的表达式,可以得到认证标准与相关成本的关系。

$$s < \frac{(V-c-k)2(\underline{e}+\bar{e})}{V2} - \underline{e} \tag{13}$$

将式(13)与式(6)进行比较,s 的上限更低,可见当企业存在节能改造空间时,低碳认证标准可以更加严格。

在满足式(13)条件的基础上,期望总排放量为

$$E(\delta,k) = \int_{\underline{e}}^{s} e\frac{V-c}{2e_s}\frac{1}{\bar{e}-\underline{e}}\mathrm{d}e + \int_{s}^{s+\delta}(e-\delta)\frac{V-c-k}{2e_s}\frac{1}{\bar{e}-\underline{e}}\mathrm{d}e + \int_{s+\delta}^{\bar{e}} e\frac{V}{2e_\mu}\frac{1}{\bar{e}-\underline{e}}\mathrm{d}e \tag{14}$$

容易验证,$E(\delta,k)$ 是关于 δ 的凹函数,关于 k 的减函数。当减排改造成效 δ 较大时,将直接导致期望总排放量的降低,有可能低于无认证机制时的排放水平。当减排改造成本 k 较大时,也会带来期望总排放量的降低,降低的主要原因是减排改造成本推高了售价,从而降低了市场销量。

(二)精确认证

精确认证机制下引入减排改造后,结果与达标认证相比更加复杂。即使企业排放水平较低,仍然有可能选择进行减排改造以获取更多的利润。我们通过利润比较初步分析企业开展减排改造的条件。若进行减排改造并认证,则最终利润为 $\Pi_6 = (V-c-k)2/(4e-4\delta)$;若仅参加认证,则利润为 $\Pi_3 = (V-c)2/(4e)$;若不参加认证也不进行减排改造,则利润为 $\Pi_0 = V2/(2\underline{e}+2\bar{e})$。不存在仅开展减排改造而不参加认证的情况,因为这样只会增加成本而不能带来收益。

通过比较 Π_6,Π_3 和 Π_0 的大小,可以得出企业实施减排改造和参与低碳认证的条件。当 $e < \min\{(V-c-k)2(\underline{e}+\bar{e})/(2V2)+\delta,(V-c)2\delta/(2kV-2kc-k2)\}$ 时,企业选择进行减排改造并认证;当 $(V-c)2\delta/(2kV-2kc-k2) < e < (V-c)2(\underline{e}+\bar{e})/(2V2)\}$ 时,企业选择仅参加认证;当 $e \geqslant \max\{(V-c-k)2(\underline{e}+\bar{e})/(2V2)+\delta,(V-c)2(\underline{e}+\bar{e})/(2V2)\}$ 时,企业选择不参加认证。对企业参加认证的条件展开分析,可见当存在减排改造的选择时,企业参与认证的可能性进一步提高。当减排改造成效 δ 较大时,期望总排放也进一步降低。

六、结论与未来研究

本文研究了碳排放信息不对称下低碳认证的效果和影响。研究以消费者效用为基础,以利润最大化为目标分析了企业参与低碳认证的决策,建模比较了无低碳认证、低碳达标认证和低碳精确认证三种机制下企业的价格、销量、利润以及期望排放水平。模型分析结果给出了企业参加低碳认证的条件,指出了低碳认证对销量与排放水平的多方面影响,并且提出在认证影响力大、覆盖面广的强认证效果情形下,低碳认证能够降低期望排放水平;在认证影响力和覆盖面不够的弱认证效果情形下,低碳认证可能会导致期望总排放量上升。分析结果的讨论对认证机构设置低碳认证标准以及推广低碳认证给出了建议,通过数值算例展现了达标认证的灵活度和变化范围。最后对模型进行了扩展,初步分析了企业具有减排改造选择时的最优决策,讨论了减排改造对认证标准以及排放水平的影响。

本研究现阶段聚焦于低碳认证的信息作用,存在较广的扩展空间。在后续的研究中,我们将结合低碳认证的信息作用深入分析企业减排技术投入的相关决策,在此基础上考虑多个细分市场和多个认证等级,并且考虑多企业竞争的情形,以获得对低碳认证更加全面的认识。

参考文献:

[1]VICTOR D G,KENNEL C F. Climate policy: Ditch the 2℃ warming goal[J]. Nature, 2014, 514(7520):30-31.

[2]STERN P C, SOVACOOL B K, DIETZ T. Towards a science of climate and energychoices[J]. Nature Climate Change,2016, 6(6):547.

[3]PACALA S W, SOCOLOW R H. Stabilization wedges:Solving the climate problem for the next 50 years with current technologies[J]. Science,2004,305(5686):968-972.

[4]陈剑. 低碳供应链管理研究[J]. 系统管理学报,2012,21(6): 721-728.

[5]BENJAAFAR S,LI Y,DASKIN M. Carbon footprint and the management of supply chains:Insights from simple models[J]. IEEE Transactions on Automation Science and Engineering,2013(10): 99 – 116.
[6]CHEN X,BENJAAFAR S,ELOMRI A. The carbon-constrained EOQ[J]. Operations Research Letters, 2013, 41(2) :172 – 179.
[7]CHEN C. Design for the environment: A quality-based model for green product development[J]. Management Science, 2001,47 (2): 250 – 263.
[8]AMACHER G S,KOSKELA E,OLLIKAINEN M. Environmental quality competition and eco-labeling [J]. Journal of Environmental Economics and Management,2004,47:284 – 306.
[9]赵泽洪,尤强林.低碳经济发展困境:市场失灵、政府失灵与对策[J].重庆大学学报(社会科学版),2011,17(4):41 – 46.
[10]刘清芝,周才华,张小丹.国际低碳产品认证制度(上)[J].认证技术,2013(9): 66 – 67.
[11]UPHAM P,DENDLER L,BLEDA M. Carbon abeling of grocery products:Public perceptions and potential emissions reductions [J]. Journal of Cleaner Production,2011,19:348 – 355.
[12]BJØRNER T B,LARS GARN L H,RUSSELL C S. Environmental labeling and consumers' choice:An empirical analysis of the effect of the Nordic Swan[J]. Journal of Environmental Economics and Management,2004,47 (3):411 – 434.
[13]VANCLAY J K,SHORTISS J,AUSELBROOK S,et al. Customer response to carbon labeling of groceries[J]. Journal of Consumer Policy,2011,34:153 – 160.
[14]ATASU A,SARVARY M,Van WASSENHOVE L N. Remanufacturing as a marketing strategy[J]. Management Science,2008,54: 1731 – 1746.
[15]KUKSOV D,LIN Y. Information provision in a vertically differentiated competitive marketplace[J]. Marketing Science,2010,29: 122 – 138.
[16]HARBAUGH R,MAXWELL J W,ROUSSILLON B. Label confusion: The Groucho effect of uncertain standards[J]. Management Science, 2011, 57: 1512 – 1527.
[17]McKINNON A. Product-level carbon auditing of supply chains: Environmental imperative or wasteful distraction? [J]. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management,2010,40(1/2):42 – 60.

Impact of low-carbon certifications under asymmetric information on emission levels

WU Peng, DING Jie
(*School of Business*, *Sichuan University*, *Chengdu 610064*, *P. R. China*)

Abstract: This paper studies the impact of low-carbon certification in a market with green consumers when the information of carbon emissions is asymmetric. The study explicitly models the negative utility of carbon emissions in the conventional utility function, and derives the demand function under different certification scenarios, and then optimizes the pricing decision. The conditions for getting certification are also specified. We compare the price, quantity sold, profit and expected emissions in the three scenarios: no certification, qualification-based certification and precise carbon footprint certification. The results show that low-carbon certification can effectively convey the information of emission levels, thus increase the consumers' surplus and the firm's profit. If the certification has enough influence and coverage, then the expected carbon emissions may decrease in the strong certification scenario. The qualification-based low-carbon certification is more adaptive. The certification granting organizations should set a less restrictive emission standard within the participation constraint for the objective to reduce expected carbon emissions.

Key words: carbon emission; certification; utility; pricing; asymmetric information

(责任编辑　傅旭东)