

基于博弈论视角的煤炭企业实施绿色开采动力分析

常帅帅,刘金平

(中国矿业大学 管理学院,江苏 徐州 221116)

[摘要] 受资源禀赋和能源技术发展制约,当前乃至较长时期内煤炭依然是我国的主要能源,实施绿色开采是我国煤炭工业可持续发展的必然要求。本文从博弈论角度,分析了我国煤炭绿色开采中政府与企业的博弈过程,给出了三种纳什均衡结果,显示煤炭企业实施绿色开采的动力严重不足。基于增加企业效用和提高政府效率两个原则,提出了政策建议。

[关键词] 绿色开采;博弈分析;纳什均衡

[中图分类号] F124.5 **[文献标识码]** B **[文章编号]** 1672-9943(2010)06-0138-04

0 引言

煤炭在我国能源资源储量中占到90%以上,目前我国能源的生产和消费中煤炭达到70%的比例,无论是相对于石油、天然气等传统的化石能源,还是相对于风能、太阳能、生物能等新兴的可再生能源,煤炭在我国的能源体系中都占有绝对的主体地位^[1]。2003年,中国工程院院士钱鸣高在我国首次提出了煤炭绿色开采的概念,并对绿色开采的技术体系进行了阐述^[2]。绿色开采这一概念的提出,为我国如何实现煤炭资源开采和环境相协调指明了一个清晰的方向和可实施的技术方案,对我国煤炭开采产业实现可持续发展具有重要的意义。

1 煤炭绿色开采中存在的问题

2008年,黄庆享提出了绿色开采的内涵^[3]:改革开采技术减轻对地表的扰动和水资源的破坏,减少废弃物排放,矿山废弃物的资源化利用,实现循环经济。绿色开采的技术主要有煤与瓦斯共采、保水开采技术、减沉技术、矸石的处理、煤炭地下气化。

煤炭企业在实施绿色开采技术时并不是主动的,主要依赖的是政府的政策推动,因为在我国现行体制和经济运行背景下煤炭企业可以较容易实现超额生产利润,长期保护意识的缺乏导致企业在生产过程中忽视资源开发对环境造成的破坏;其次,由于路径依赖的存在,煤炭企业缺乏动力去改进开采技术,这是在技术发展和应用过程中任何企业都会遇到的问题,并非单单煤炭企业存在

这种现象;再次,在实施绿色开采技术的过程中,如果在短期中企业的边际收益小于由于绿色开采所引发的边际成本,企业从经济利益的角度出发是不会实行绿色开采的。

从政府的角度考虑,推行一项政策如果没有一定的约束和激励机制,这项政策的效果会大打折扣。首先,政府在推行绿色开采政策时,会对企业的实际生产情况进行考察,并依此来判定其实施绿色开采的效果。政府虽然在名义上是公共利益的代言人,但在现实中各个政府部门也会从自身的利益角度去考虑问题,在一定的法律、法规约束允许下,政府可能会从自身获得经济利益最大化的角度来处理问题^[4],具体到推行绿色开采技术这一问题,如果政府执行检查的成本超过了罚金所得,或有效执行的难度太大,政府很容易产生放弃执行检查的动机。其次,即使政府执行检查在经济上是有利可图的,但这种情况又可能导致另一个问题,政府为了获取更多的罚金所得去纵容污染企业的行径,并选择适当的时机“开出”这些罚金^[5]。

以上在分析煤炭开采企业与政府在执行绿色开采技术政策时,指出了这种技术在实施中所遇到的问题,由于经济或技术的原因,这种有利于资源可持续开发和人类生态环境的技术得不到有效的实施。这种问题的出现,源于个人理性和集体理性的冲突,在以价格理论为核心的古典主义经济学中,这种问题不可能产生,因为这一理论认为价格可以使个人理性和集体理性达到一致。正如信奉传统古典经济理论的经济学家所提出的,在这种不一致出现的时候可以借助于政府干预来避免

这一问题。但问题是政府在某种程度上也是一个有理想的、追求自身利益最大化的组织,在解决这种不一致时不能忽视这一客观事实的存在。如果一种制度安排不能满足个人理性的话,就不可能有有效的实现下去^[6]。所以解决个人理性与集体理性之间冲突的办法不是否认个人理性,而是设计一种机制,在满足个人理性的前提下达到集体理性。

针对煤炭企业和政府为了自身的利益导致对公众有益的绿色开采技术无法实施这一问题,国内的一些学者从博弈论的角度进行了阐释,并设计出相应的机制。在政府和煤炭企业的这场博弈中,更多实现的是混合战略纳什均衡,在已有的相关文献里,学者从混合战略纳什均衡角度进行透彻分析的还不多,本文拟从这一角度给这一现象一个更详细的分析。

2 博弈过程的阐释

下文分析中英文字母代表的变量为: R 为企业的收入, C 为企业采用绿色开采技术的费用, Q 为企业的排污量, $A(Q)$ 为政府检查企业的罚金所得, K 为政府检查企业的成本, a 为政府检查企业的概率, b 为企业采用绿色开采技术的概率。

博弈参与者分别是政府和煤炭企业。假设二者都是以经济利益最大化为行动准则。政府检查企业的成本为 K ,如果企业存在问题则对其罚款,假定罚金同企业的排污量有关,用关于排污量 Q 的一个函数 $A(Q)$ 来表示。可以将罚金视为企业的一项支出,同时罚金所得视为政府执行检查的收益,政府可以选择检查或者不检查。企业的收入为 R ,如果采用绿色开采技术,需要承担一定的额外费用 C 。政府与企业的支付矩阵如图 1 所示。

		企业	
		采用技术	不采用技术
政府	检查	$-K, R-C$	$A(Q)-K, R-A(Q)$
	不检查	$0, R-C$	$0, R$

图 1 政府——企业博弈支付矩阵图

图 1 中有四个不同的支付战略,每一个支付战略代表政府和企业的收益状况,其中第一个元素代表政府的收益,第二个元素代表企业的收益。在企业选择采取绿色开采技术的情况下,其开采过程达到了政府的要求,企业无需缴纳罚金,但企业为采用技术承担了费用 C ,其收益为 $R-C$,如果此时政府选择执行检查,将支出检查费用 K ,其收

益为 $-K$,如果此时政府选择不执行检查,其收益为 0 ;在企业选择不采取绿色开采技术的情况下,其开采过程没有达到政府的要求,如果此时政府选择执行检查,企业需要缴纳罚金 $A(Q)$,由于企业无需承担因采用技术而带来的费用 C ,其收益为 $R-A(Q)$,政府在获得罚金的同时也付出了检查成本 K ,其收益为 $A(Q)-K$,如果此时政府选择不执行检查,企业无需缴纳罚金,其收益为 R ,政府的收益为 0 。

假设政府和企业对彼此的支付函数和战略空间有充分的了解,而且彼此在选择自己的行动时不知道其他参与人的选择,因此以下从完全信息静态博弈的角度来分析整个博弈过程。

2.1 当 $A(Q)-K \leq 0$ 时

在企业采取绿色技术时,政府的最优选择是不检查,在企业不采取绿色技术时,政府的最优选择还是不检查。剔除政府选择执行检查这一不理性的战略,理性的企业在面临政府不执行检查的情况下,最优的选择是不采取绿色开采技术,将获得最大收益 R 。

可见,当政府的罚金所得不足以弥补其检查成本时,博弈达到一个剔除劣战略的纳什均衡(不检查,不采用技术)。

2.2 当 $A(Q)-K > 0$ 时,博弈的进行将出现两种情况

2.2.1 当 $R-C \leq R-A(Q)$ 时

在政府选择执行检查时,企业的最优选择是不采取绿色开采技术,在政府选择不执行检查时,企业的最优选择还是不采取绿色开采技术。剔除企业选择采取绿色技术这一不理性的选择,理性的政府在面对不采用技术的企业的情况下,其最优选择是选择执行检查。

可见,当政府的罚金所得可以弥补其检查成本,并且企业不采取绿色开采技术的收益超过采取绿色开采技术的收益时,出现了前文所提到的政府相机“开出”:罚金这种情况,博弈达到了一个剔除劣战略的纳什均衡(检查,不采用技术)。

2.2.2 当 $R-C > R-A(Q)$ 时

在政府选择执行检查时,企业的最优选择是采取绿色开采技术,在政府选择不执行检查时,企业的最优选择是不采取绿色开采技术;当企业采取绿色开采技术时,政府的最优选择是不检查,当企业不采取绿色开采技术时,政府的最优选择是检查。

可以看出,在这种情况下,博弈无法达到一个纯战略纳什均衡,而是会达到一个混合战略纳什均衡。下面采用支付等值法来分析这一均衡。

(1) 假定政府检查的概率为 a , 在 a 给定的情况下:

企业采用绿色开采技术的收益为 $\pi(a, 1) = (R-C) \times a + (R-C) \times (1-a) = R-C$

不采用绿色开采技术的收益为 $\pi(a, 0) = (R-A(Q)) \times a + R \times (1-a) = R - A(Q) \times a$

令 $\pi(a, 1) = \pi(a, 0)$

$$\text{得 } a^* = \frac{C}{A(Q)}$$

(2) 假定企业采取绿色开采技术的概率为 b , 在 b 给定的情况下:

政府执行检查的收益为 $\pi(1, b) = (-K) \times b + (A(Q) - K) \times (1-b) = A(Q) - bA(Q) - K$

不执行检查的收益为 $\pi(0, b) = 0$

令 $\pi(1, b) = \pi(0, b)$

$$\text{得 } b^* = \frac{K}{A(Q)}$$

可以看出, 这一混合战略纳什均衡结果是:

$$a^* = \frac{C}{A(Q)}, b^* = 1 - \frac{K}{A(Q)}$$

对于这一以概率形式给出的纳什均衡结果, 可以从以下两方面来理解: ①当 $a < a^*$ 时, 企业不采取绿色开采技术的收益高于采取绿色开采技术时的收益, 企业将选择不采取绿色开采技术; 与之相反, 当 $a > a^*$ 时, 企业将选择采取绿色开采技术; 当 $a = a^*$ 时, 企业将选择混合战略, 即以一定的概率选择采取绿色开采技术。当 $b < b^*$ 时, 政府检查企业的收益高于不检查时的收益, 政府将选择检查企业; 与之相反, 当 $b > b^*$ 时, 政府将选择不检查企业; 当 $b = b^*$ 时, 政府将选择混合战略, 即以一定的概率选择检查企业。②在现实经济中, 有 b^* 比例的企业选择采取绿色开采技术, 有 $1 - b^*$ 比例的企业选择不采取绿色开采技术, 政府机关则随机检查 a^* 比例的煤炭企业。

3 结论

可以看出, 在这一博弈局面中可能出现三种纳什均衡结果, 如表 1 所示。

表 1 政府与企业博弈的纳什均衡结果

均衡结果	1	2	3
政府	不检查	检查	以一定概率检查
企业	不采用技术	不采用技术	以一定概率采用

前两种博弈结果达到了剔除劣战略的纳什均衡, 它们都是一种纯战略纳什均衡, 即在现实中一旦符合假设的博弈信息出现, 结果必然只有一种, 而且是确定的。遗憾的是, 前两种结果都是不符合可持续发展要求的, 在这两种纳什均衡的结果中, 企业都选择了不采用绿色开采技术, 其原因有两个: 一是政府的检查所得不足以弥补其检查成本, 政府放弃对企业监督的后果是企业放弃采用绿色开采技术; 二是即使政府的检查所得可以弥补其检查成本, 政府对企业进行检查, 但企业采取绿色开采技术的边际所得小于其边际成本, 企业宁愿接受处罚也不采取绿色开采技术。

第三种纳什均衡结果达到了混合战略纳什均衡, 它在现实中如果发生, 则局中人的行为方式是不确定的。对于政府与煤炭企业博弈这一混合战略纳什均衡结果而言, 我们希望的是煤炭企业以尽可能大的概率选择采取绿色开采技术, 一旦企业这样做了, 政府选择检查的意愿也会相应减弱, 因为政府检查企业不会获得罚金所得, 当然从另一方面来说这也符合政府部门的利益, 因为它可以将有限的资源用于别处来为公众谋取更大的福利。从均衡结果来看, b 的值越大, 企业选择采取绿色开采技术的可能性越高, 因此, 通过降低政府检查成本 K 或增大处罚力度 $A(Q)$, 可以使这一纳什均衡的结果符合可持续发展的要求, 促进企业采取绿色开采技术。

4 政策建议

通过上文的分析, 明确了煤炭企业与政府的博弈对推行绿色开采技术的影响过程和结果, 本着促进煤炭企业实现可持续发展的原则, 提出以下政策建议: ①增加煤炭企业采用绿色开采技术的效益。企业经营的主要目标是为了获取最大的利润, 只有从源头上给予企业以利益, 才能最直接、最大限度的提高企业推行某些政策或技术的动力。一方面, 政府可以给积极实施绿色开采技术的煤炭企业以财政补贴和奖励, 给企业带来实实在在的经济收入, 另一方面, 政府可以针对企业采取绿色开采技术的表现建立一个“绿色诚信体系”, 并根据企业具体的表现, 将其与企业的信用等级评级、社会责任评价挂钩, 在信贷政策、资金支持、荣誉授予等方面参考这些评级和评价, 从约束和激励的双重角度来促进企业实施绿色开采。②提高处罚力度。负激励也是实施某种政策或推

行某项技术的一个手段。煤炭不合理开采带来的负外部性日益严重,不合理开采所产生的过大的社会成本必须要让实施这种不合理开采的企业来承担,通过对其进行处罚,一方面可以让其认识到破坏环境和浪费资源的后果,从而提高其可持续发展意识,推行绿色开采,一方面政府可以将这些处罚所得用于治理环境问题,造福民众。需要提出的是,政府处罚的力度一定要加重,否则企业宁愿选择接受处罚也不会采取先进的开采技术。在处罚的具体方式选择上,除了必要的资金处罚外,在公众日益关注企业社会责任的今天,还可以辅以通告批评,定期向社会公众公布某些不良企业的行为,从道德上来约束这些企业的行为。③积极倡导企业开展绿色开采技术创新。由于绿色技术创新需要投入较多的资金,而企业直接经济收入相对偏低,导致项目社会效益、环境效益大于经济效益,技术创新动力明显不足,国家应加大对煤炭科技进步的资金扶持力度,尽可能多地推广应用或引进吸收国内外先进适用的采煤方法,加大煤炭绿色开采技术的科技含量。通过矿产资源税费调节、企业重大技术改造项目所得税减免等手段,对在环境保护方面进行技术研究开发的矿山,给予一定的税收优惠和费用支持。④提高政府的监督能力。作为公众利益的代言人,政府有责任、有义

务提高自己的执法效率。一方面,相关政府监督部门要积极学习,提高业务能力,熟悉煤炭行业和绿色开采技术,提高检查煤炭企业实施绿色开采的效率,降低检查成本,另一方面,需要完善政府考核制度,将政府部门对排污企业的治理、督导情况与工作业绩挂钩,并进行考核,防止政府部门为了自身的一些经济利益纵容企业的不正当行为、进而相机收取罚金的结果出现,最大限度的为公众利益服务。

[参考文献]

- [1] 韩景程. 过渡期替代能源的选择[J]. 中外能源,2008(8)
- [2] 钱鸣高. 绿色开采的概念与技术体系 [J]. 煤炭科技 2003(4)
- [3] 黄庆享. 煤炭资源绿色开采[J]. 陕西煤炭,2008(1)
- [4] 徐水太, 朱国平. 矿山企业与政府发展循环经济的博弈分析[J]. 中国矿业,2008(8)
- [5] 苏时鹏, 张春霞, 翟光红. 绿色政策执行的博弈分析 [J]. 中国环境管理,2003(12)
- [6] 张维迎. 博弈论与信息经济学[M]. 上海:上海人民出版社,2006

[作者简介]

常帅帅(1986-),男,中国矿业大学管理学院技术经济及管理专业硕士研究生,研究方向为技术创新管理。

[收稿日期:2010-06-12]

(上接第 126 页)

5 仿真结果

图 5 为液压缸有杆腔油压的阶跃响应情况。可以看出,压力在 1s 内有轻微震荡,1s 后压力基本稳定。说明此液压张紧系统有较好的压力跟随特性,完全满足带式输送机张紧的要求。

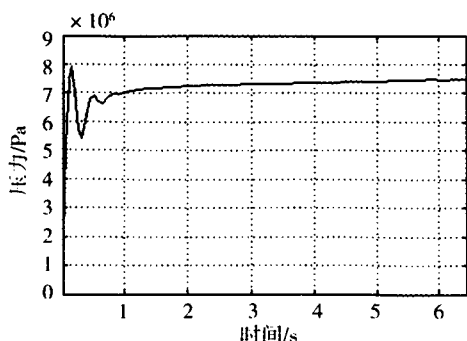


图 5 仿真结果图

6 结语

利用功率键合图建立数学模型,并采用计算机进行仿真,能够在一定程度上反映出液压张紧装置的动态特性,并具有一定的参照性,这对于研究各参数对系统特性的影响,改善系统性能、提高液压张紧装置的工作质量具有重要的指导意义。

[参考文献]

- [1] 侯友夫,刘肖健,张永忠. 胶带自控液压张紧装置的动态特性的研究[J]. 中国矿业大学学报,1999(7)
- [2] 于睿坤. 工程起重机伸缩臂控制回路动态模型与仿真 [J]. 中国工程机械,2006(12)
- [3] 李永堂,等. 液压系统建模与仿真[M]. 北京:冶金工业出版社,2003

[作者简介]

吴宏志,男,高级工程师,现在中国矿业大学机电工程学院从事实验教学和科研工作。

[收稿日期:2010-07-02]