

煤矿安全事故博弈 分析与政府管制政策选择

刘穷志

摘要: 中国煤矿安全管制是一种典型的监管博弈。现实煤矿安全管制体制必然导致当前煤矿安全事故频发的结局。政府管制机构的责任心和对煤矿不安全行为的惩罚有效地遏制了煤矿安全风险,加上煤矿企业安全培训与安全投资加大,有力地保障了大多数煤矿的生产安全。但是,地方政府利益保护和管制官员与矿主的合谋,导致了安全事故的频繁发生。

关键词: 煤矿 安全管制 监管博弈 纳什均衡

一、引言

煤矿中的生命价值与健康安全在现代市场经济中越来越显得十分重要。它不仅是经济问题,而且是社会问题。Smith(1937)分析了市场经济中的职业安全问题,他观察到:工人要求可观察到的风险或不愉快的工作应该实行级差工资报酬。但是,事实上,市场中很多安全风险是工人观察不到的。Viscusi(1979)指出,产业危险水平与工人是否意识到他们的工作在某些方面处在危险中有很强的相关性。可见,由于信息不对称,市场机制不一定能规避职业安全风险,即市场在这里失灵。Schelling(1968)较早地观察到了工作场所中安全风险属于政府干预的范围。于是,工作场所安全就进入了政府管制的视野。美国就此成立了职业安全与健康委员会(OSHA),专门负责职业安全管制。

管制机构对职业安全的管制显著地降低了职业安全风险。Cooke和 Gautschi(1981)提供了关于管制功效的最强有力的证据,他们发现:在1970-1976年间缅因州的制造业厂商事故损失的工作日有明显下降。在政府方面,Scholz和 Gray(1990)考察了美国1979-1985年间的政府管制绩效后认为,政府管制机构的工作是卓有成效的;Ruser和 Smith(1991)对政府管制行为效果进行了具体估计,他们认为,20世纪80年代早期政府检查降低了将近5%~14%的伤害。在企业方面,Bartel和 Lacy(1995)的总体统计

分析表明,企业充分遵守管制机构的管制标准,工作场所的事故发生率将下降至10%以下。Hughes、Magat和 Ricks(1986)深入考察了厂商遵守管制标准而进行的安全投资行为,他认为,1978-1982年间厂商对控制棉花粉尘的安全投资每年降低了6000起由于棉纤维吸入引起的肺病。

但是,政府管制可能不是高效率的。Lewis-Beck和 Alford(1980)以煤矿为例,对政府是否能保证职业安全表示怀疑;Ruser和 Smith(1991)从数据分析上重新估计了政府管制机构的效率,并认为政府管制机构是低效的;Kniesner和 Leeth(2004)指出,虽然政府管制机构在煤矿管制中支出成本巨大,但是检查次数极少。Viscusi(1992)则认为不如意的管制效果除了政府负有责任以外,厂商在管制体制中对安全风险也负有责任。Viscusi(1985)估计,厂商每年控制棉花粉尘的安全投资无力阻止安全风险的案例价值在120万美元左右。

显然,真实的工作场所安全风险管制绩效状态可能是上述二种观点的折衷,因而,也就吸引人们探究工作场所(特别是煤矿)职业安全风险的影响因素与治理机制。Viscusi(1986)对1973-1983年间的管制绩效的研究表明:虽然效果不是很明显,但是作为管制机构执行的结果,事故的比率还是有适度的下降。Boal(2003)认为,煤矿安全决不是参与人哪一方的事,而是各方行为共同造成的结果。在政府管制机构方面,Tengs和 Graham(1996)指出政府干预付

出了巨大成本,但是,Kniesner 和 Leeth(2004)认为,在巨大的成本支付下,政府对安全的检查次数极少。Gray和 Scholz(1993)发现管制机构的罚款是安全的重要影响因素,罚款减少导致 22% 的伤害增加。在厂商方面,Neumann 和 Nelson(1982)指出了煤矿公司行为与安全风险之间的密切关系。在工人方面,Viscusi(1992)认为,工人的教育培训是保障职业安全的重要因素。因此,煤矿安全是各方共同行为的结果。但是,从社会整体福利考虑,要使各方达到合意的效果是困难的。

Bowles和 Gintis(2004)发现了异质人群的高度合作。他们认为,尽管人类群体的遗传相关度很低,但是社会却能够保持高度合作。其原因在于,很多人都有这样的倾向:惩罚那些对族群有利的规范的人,即使惩罚者自己也要付出一定的成本。这种为维持高水平的合作而实行的利他主义的惩罚,无论在行为实验中,还是在现实社会中都是存在的。得出这些结论的研究工具是博弈论。

基于这些最新研究成果,我们以博弈论为工具,研究煤矿安全政府管制中各方的有效合作。我们根据寻求到的博弈工具,分析我国煤矿安全的现实最优解,以解释为什么我国煤矿安全事故如此频繁;然后分析导致这个最优解的影响因子,以便为我们今后的煤矿安全治理提供对策。

二、煤矿安全事故中各方行为的博弈分析

出于分析简化目的,我们将涉及煤矿安全事故行为者分为两方,即私人经济方和公共经济方。煤矿企业出于利润最大化动机并考虑政府的管制惩罚而在不同场合选择放弃安全设施建设或投资安全设施建设,政府管制机构则为了确保纳税人的生命价值与健康并考虑管制成本而选择管制与放弃管制。显然,这是一个混合战略的监督博弈。

我们将地方政府与管制机构区分开来,管制机构受地方政府制约,但又在履行检查职能时有一定的独立性。我们假定开采某煤矿地方政府可以获得利益为 r (比如扩大辖区居民就业,增加地方税收)。管制机构的监督成本为 $C(r)$,并且 $C'(r) > 0$, $C(0) > 0$,即是说,地方政府能从煤矿获得利益时,地方政府有动力为煤矿提供保护,阻止管制机构的检查,从而增加了对煤矿的检查成本,即 C 是 r 的正相关函数;地方政府从煤矿中获益越多,对煤矿的保护力度越大,检查成本越高,即 $C'(r) > 0$;

但成本增长率越来越低,即 $C''(r) < 0$;即使地方政府无法从煤矿获益,管制机构的检查成本仍然是存在的,即 $C(0) > 0$ 。假定管制机构从管制中获得收益为 L (比如,确保了纳税人的生命价值与健康)。这样,管制机构检查的正常净收益为 $L - C(r)$;当管制机构不去检查煤矿时,其净收益就是 L 。但是,这时的净收益的前提是煤矿企业安全设施完好。事实上,管制机构的收益还受到煤矿企业的不同安全行为影响:当检查到煤矿企业安全不合格时,管制机构将对煤矿企业给予惩罚,从而获得一笔额外收益,即罚款额 F ,此时的总的净收益就是 $L - C(r) + F$;当企业安全设施不合格而管制机构不去检查时,管制机构官员与煤矿企业经理串谋,管制机构支付 R , R 也就是煤矿企业的建立在工人生命与健康危险之上的超额利润,也包括管制官员从煤矿中谋取利益。

对于煤矿企业来说,要使安全设施合格,那么他们将支付安全投资额(包括工人培训费用)。如果安全设施不合格,并且受到了管制机构的检查,那么他们既要支付 r ,还得支付罚款额 F ,即共计支付 $r + F$;如果安全设施不合格,并且没有受到管制机构的检查,那么他们将什么也不支付,即支付额为零。

基于上述假定与分析,我们得到政府管制的监管博弈矩阵(见表 1):

		煤矿企业	
		设施安全	设施不安全
政府管制机构	检查	$L - C(r), -r - F$	$L - C(r) + F, -r - F$
	不检查	$L, -r$	$-R, 0$

在管制机构的收益与损失中,管制机构对煤矿安全检查的成本应该少于从煤矿中获得的收益、罚款额和串谋利益之和。否则,煤矿管制机构就会因为检查成本过高而放弃检查,煤矿也不会对安全投资。因此,我们得到 $C'(r) < L + F + R$ 。于是,我们可以求解 $C'(r) = L + F + R$ 条件下的纳什均衡。

我们用 α 代表政府管制机构对煤矿安全的检查概率, β 代表煤矿企业安全设施合格概率,求解上述博弈的混合战略纳什均衡。

给定 β ,对政府管制机构而言,我们有:

$$[L - C(r)\alpha] + (1 - \alpha)[L - C(r) + F] = L + (1 - \alpha)(-R)$$

$$\text{于是得到: } \alpha = 1 - \frac{C(r)}{L + F + R}$$

给定 α ,对于煤矿企业而言,我们有:

$$(-) + (1-)(-) = (- -F) + (1-)0$$

于是得到: $\rho = \frac{C(r)}{L+F+R}$

因此,混合战略的纳什均衡是:

$$\rho = 1 - \frac{C(r)}{L+F+R}, \quad \rho = \frac{C(r)}{L+F+R}$$

据此,我们首先解释为什么我国煤矿企业疏于安全投资,政府管制机构惰于检查,从而矿难频发的原因,然后解析导致这种状态的动态机理。

首先,我们分析与 ρ 的取值。在前面,我们假定 $C(r) = \frac{1}{L+F+R}$ 。在我国,随着中央与地方分权的深入,地方政府的权力扩大, r 随之膨胀,因而 $C(r)$ 相对增大,此时,等式两边有相等的趋势。特别地,在理论上,随着市场经济体制在我国的确立,根据 Samuelson(1954)理论,公共品边际成本应该等于私人经济愿意支付的价格,因此, $C(r) = \frac{1}{L+F+R}$,这样, $\rho = 1 - \frac{1}{L+F+R} = 0$ 。此即意味着,煤矿企业安全设施的最优选择是不合格。取值的模拟趋势见图1。

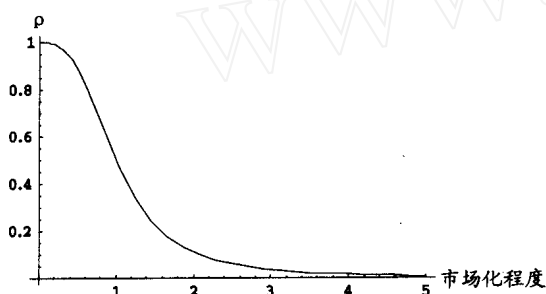


图1 值模拟趋势

现在来观察 ρ 的取值。考虑我国近年矿难频繁,各级管制机构遵循中央精神,加大打击力度,直至关闭煤矿。这样, F 值相对于 ρ 来说,更大,假定 $F = n$,当 $n \rightarrow \infty$ 时,我们得到:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \rho = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{1+n} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} = 0$$

即是说,随着打击力度的增大, ρ 的取值趋近于零。这就意味着,管制机构的现实最优选择是不检查。取值的模拟趋势见图2。

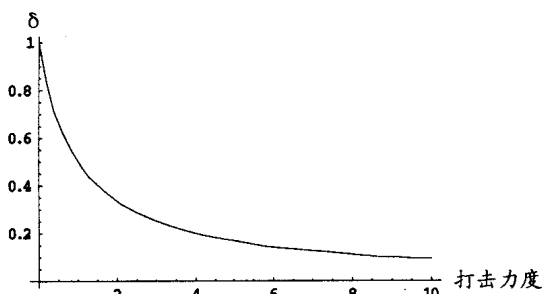


图2 值模拟趋势

于是,我们得到以下结论:随着中央与地方分权

的扩大以及市场经济体制在我国的确立,煤矿企业安全设施的最优选择是不合格;随着对煤矿安全设施不合格打击力度的加大,管制机构行为的现实最优选择是不检查。

下面,我们分析出现这一结论的原因,并揭示蕴含在结论中的运行机理。

(1)在上述混合战略纳什均衡中,用 ρ 对 C 求偏导,我们得到, $\frac{\partial \rho}{\partial C} = -\frac{1}{L+F+R} < 0$,即 C 越大, ρ 越小,反之亦然。而 C 与 r 正相关,这样, r 越大, C 越大, ρ 越小,反之亦然。于是,我们有:

推论1: 地方政府在煤矿中利益越多,政府管制机构检查煤矿安全的阻力越大,煤矿安全设施合格率越小,煤矿事故发生的概率越大。反之亦然。

(2)在上述混合战略纳什均衡中,用 ρ 对 L 求偏导,我们得到, $\frac{\partial \rho}{\partial L} = \frac{C(r)}{(L+F+R)^2} > 0$,即 L 越大, ρ 越大,反之亦然。于是,我们有:

推论2: 当政府管制机构越是重视矿工的身心健康及其生命安全,煤矿安全设施合格率越大,煤矿事故发生的概率越小。反之亦然。

(3)在上述混合战略纳什均衡中,用 ρ 对 F 求偏导,我们得到, $\frac{\partial \rho}{\partial F} = \frac{C(r)}{(L+F+R)^2} > 0$,即是说, F 越大, ρ 越大,反之亦然。于是,我们有:

推论3: 当管制机构对煤矿不安全行为打击越大,煤矿安全设施合格率越大,煤矿事故发生的概率越小。反之亦然。

(4)在上述混合战略纳什均衡中,用 ρ 对 R 求偏导,我们得到, $\frac{\partial \rho}{\partial R} = \frac{C(r)}{(L+F+R)^2} > 0$,即是说, R 越大, ρ 越大,反之亦然。于是,我们有:

推论4: 当管制机构官员与煤矿企业主串谋,政府管制机构损失必然越大,但是,官员与矿主为了长期共同“繁荣”,使煤矿安全设施“合格”(虚报)率增大,所以煤矿事故“发生”概率越小。反之亦然。

(5)在上述混合战略纳什均衡中,用 ρ 对 F 求偏导,我们得到, $\frac{\partial \rho}{\partial F} = \frac{F}{(L+F)^2} > 0$,即是说, F 越大, ρ 越大,反之亦然。于是,我们有:

推论5: 当煤矿企业安全投资越大,对矿工的安全培训越多,管制机构的检查必要性越大,检查概率也就越大,反之亦然。

(6)在上述混合战略纳什均衡中,用 ρ 对 F 求偏导,我们得到, $\frac{\partial \rho}{\partial F} = -\frac{1}{(L+F)^2} < 0$,即是说, F 越大,

越小,反之亦然。于是,我们有:

推论 6: 当对煤矿企业不安全设施罚款越多,煤矿企业因震慑作用而越是谨慎于安全设施建设,管制机构检查的必要性越小,检查的概率越小。反之亦然。

以上路径与传导机制共同演绎了政府管制机构不检查和煤矿设施不安全的结局。政府管制机构重视矿工的身心健康及其生命安全,不断对煤矿进行检查,同时,对煤矿安全设施不合格给予罚款,有力地遏止了煤矿安全隐患。在这种情况下,煤矿企业安全投资越大,对矿工的安全培训越多,煤矿设施就越安全。但是,地方政府在煤矿中存在利益,形成政府管制机构对煤矿进行安全检查的阻力,煤矿安全出现风险增大。当管制机构官员与煤矿企业经理串谋时,必然导致煤矿安全事故频繁发生。

三、我国煤矿事故特征与政府管制对策

我国矿业总的说来有四个主要特征:一是地下煤矿占多数,地表煤矿只有小部分。显然,地下煤矿工作环境比地表煤矿安全风险大。二是煤矿矿井普遍较深,现在的平均深度为 400 米左右,而且每年要向下增加 10 米。许多较老的国有煤矿已经钻到地下 1000 多米了,那里的温度较高。三是大部分开采地缝非常狭窄。最后,有超过 1/3 的煤矿为“高含气”类型,1/3 的地缝有自燃的可能,有 1/2 面临着粉尘爆炸的高风险。这些特点表明,我国煤矿面临的职业危害和风险高(国家煤矿安全监察局,2003)。这些安全风险在煤矿各方当事人行为面前变得更加严重了。

在企业方面,我国矿业厂商主要有国有煤矿企业和乡镇煤矿企业。20 世纪 80 年代前,国有煤矿受“软预算约束”而得到保护,此后,被迫推向市场,参与国内和国际竞争。90 年代许多国有煤矿开始关闭或低效率运行。通行的经营方法是,以短期利润为基础,由煤矿经理签署分包协议。国有煤矿与私营煤矿的实际运营没有什么异样。不同的是,分包人仅享有暂时的控制权,并不是直接拥有煤矿。在安全方面,1988 年前大部分投资来自于预算划拨。这使得 80 年代的 10 年里国有煤矿的报告死亡率持续下降。此后,这种划拨被取消了,取而代之的是“维护费”,放进特殊基金。1993 年后,煤炭价格放开,国有煤矿自主权扩张,国家不能控制基金的使用了。这样,当利润成为国有煤矿最关注的事情时,

国有煤矿的安全就成为服从利润最大化的次要的问题了。至于乡镇煤矿,其安全风险就更大。它们的决策是出于理性的考虑:第一,降低安全风险需要固定资本和规模经济,因而,相对于大型国有煤矿来说,其代价更高。第二,针对近年政府对小煤矿的打击,它们会尽力追求利润,削减安全投资。第三,煤矿的劳动力流动性高,使得它们不愿对工人进行培训。而且煤矿经理大部分是农民,安全知识与意识较少。这些原因促使我国许多乡镇煤矿连最基本的安全程序都没有采用,安全风险更大。

在煤矿工人方面,在煤矿企业制度与安全风险行为变迁的同时,煤矿工人安全行为特征也随之发生变化。进入 20 世纪 90 年代后,大多数国有煤矿由于国家补贴的取消与竞争压力的加剧而出现严重亏损,于是,大约有两百万煤矿工人被解雇,替代他们的主要是没有经验的年轻农民。与此同时,原来许多熟练工人和技术人员由于工资下降而离开该行业,低工资也阻止了受过良好教育的人才的进入。在乡镇煤矿,大多数工人是只受过基础教育的附近村民,其他的是来自其他偏远贫困地区的农民。这些煤矿工人显然没有接受过正规的安全培训。贫困使他们接受艰苦而危险的工作环境,并且很难被检查人员发现。总之,大量没有接受过培训的季节性工人和移民工人、短期合同工人,以及不稳定的雇佣关系,共同增大了国有煤矿与乡镇煤矿工人的安全风险行为。

在政府及政府管制机构方面,理论上对煤矿安全风险实施管制的是县乡政府,但实际上,他们都通常还是自己辖区煤矿的经营者。煤矿是许多地区的经济命脉,它不仅创造了就业机会,还创造了地方税收。鉴于国家预算约束硬化、维持政府机器运行以及政绩冲动,工作与税收的重要性通常超过了政府对安全的重视。不仅如此,负责监管煤矿的政府官员与经营煤矿的企业主之间互相勾结,地方官员常成为煤矿的董事,接受与索要煤矿经营者贿赂。

当然,各方主体行为的变迁不得脱离法律的约束。我国对煤矿安全风险监管的法律法令依据是:《矿山安全监察条例》(1982 年通过并实施、生效)、《中华人民共和国矿山安全法》(1992 年通过,1993 年实施、生效)、《中华人民共和国煤炭法》(1996 年通过并实施、生效)以及《中华人民共和国安全生产法》(2002 年通过并实施、生效)。安全生产监督管理部门依照有关法律、法规的规定,对涉及安全生产

的事项进行审查批准(包括批准、核准、许可、注册、认证、颁发证照等)与验收;审查验收时,不得收取费用或其他好处;对检查中发现的安全生产违法行为,应要求限期改正或依法给予行政处罚,对重大事故隐患应责令暂时停产停业。监督管理部门在监督检查中,各方应当互相配合。

本文在分析了我国煤矿安全管制博弈行为特征后,认为,我国煤矿安全管制是一种典型的监管博弈。寻求并分析博弈的纳什均衡解,本文得出了非常有意义的结论:

(1)现实煤矿安全管制体制必然导致当前煤矿安全事故频发的结局。这就是本文的纳什均衡最优解。

(2)当前煤矿安全管制主要构架是有效的。政府管制机构的责任心和对煤矿不安全行为的惩罚有效地遏制了煤矿安全风险。在这种情况下,煤矿企业安全培训增多,安全投资加大,从而有力地保障了大多数煤矿的生产安全。

(3)导致煤矿安全事故频繁发生的主要原因是管制体制被侵蚀。地方政府利益保护、管制官员与矿主的合谋导致了煤矿安全事故发生,必须予以制止。

(4)煤矿安全行为主体行为博弈及其纳什均衡解表明,煤矿安全涉及多方利益,必须全盘考虑,不能顾及一方而不考虑另一方。否则,煤矿安全事故悲剧必将重演。

参考文献:

1. Bartel, A. and Lacy, T., 1995. "Direct and Indirect Effects of Regulation." *Journal of Law and Economics*, 28: 21-26.
2. Boal, William M., 2003. "The Effect of Unionism on Accidents in Coal Mining, 1897-1929." Working Paper, Des Moines, IA: College of Business and Public Administration, Drake University.
3. Bowles S. and Gintis, H., 2004. "The Evolution of Strong Reciprocity: Cooperation in Heterogeneous Population." *Theoretical Population Biology*, 65 (1): 17-28.
4. Cooke, W. and Gautschi, F., 1981. "OSHA, Plant Safety Programs, and Injury Reduction." *Industry Relations*, 20 (3): 245- 257.
5. Gray, Wayne B. and Scholz, John T., 1993. "Does Regulatory Enforcement Work? A Panel Analysis of OSHA Enforcement." *Law and Society Review*, 27: 177-213.
6. Hughes, J. S.; Magat, W. A. and Ricks, W. E., 1986.

"The Economic Consequences of the OSHA Cotton Dust Standards: An Analysis of Stock Price Behavior." *Journal of Law and Economics*, 29: 29-60.

7. Kniesner, T. J. and Leeth, J. D., 2004. "Data Mining Mining Data: MSHA Enforcement Efforts, Underground Coal Mine Safety, and New Health Policy Implications." *The Journal of Risk and Uncertainty*, 29 (2): 83-111.

8. Lewis-Beck, M. S. and Alford, J. R., 1980. "Can Government Regulate Safety? The Coal Mine Example." *American Political Science Review*, 1980, 74: 745-756.

9. Neumann, George R. and Nelson, Jon P., 1982. "Safety Regulation and Firm Size: Effects of the Coal Mine Health and Safety Act of 1969." *Journal of Law and Economics*, XXV: 183-199.

10. Ruser, J. W. and Smith, R. S., 1991. "Reestimating OSHA's Effects - Have the Data Changed?" *Journal of Human Resources*, 1991, 26: 212-235.

11. Samuelson, P. A., 1954. "The Pure Theory of Public Expenditure." *Review of Economics and Statistics*, 36: 387-89.

12. Scholz, J. T. and Gray, W. B., 1990. "OSHA Enforcement and Workplace Injuries: A Behavioral Approach to Risk Assessment." *Journal of Risk and Uncertainty*, 3 (3): 283-305.

13. Schelling, T., 1968. "The Life You Save May Be Your Own." in S. Chase (ed.), *Problems in Public Expenditure Analysis*, Washington, D. C.: Brookings Institution. pp. 127-162.

14. Smith, A., 1937. *The Wealth of Nations*, New York: Modern Library.

15. Tengs, Tammy O. and Graham, John D., 1996. "The Opportunity Costs of Haphazard Social Investments." In Robert W. Hahn (ed.), *Risks, Costs, and Lives Saved: Getting Better Results from Regulation*. New York: Oxford University Press.

16. Viscusi, W. K., 1979. *Employment Hazards: An Investigation of Market Performance*, Cambridge, Mass.: Harvard University Press.

17. Viscusi, W. K., 1985. "Cotton Dust Regulation: An OSHA Success Story?" *Journal of Policy Analysis and Management*, 3: 325- 343.

18. Viscusi, W. K., 1986. "The Impact of Occupational Safety and Health Regulation, 1973-1983." *RAND Journal of Economics*, 29: 29-60.

19. Viscusi, W. K., 1992. *Fatal Tradeoffs: Public and Private Responsibilities for Risk*. New York: Oxford University Press.

20. 国家煤矿安全监察局:《煤矿领域研究报告:2004-2010》,2003-12-22。

(作者单位:武汉大学经济与管理学院 武汉 430072
(责任编辑:Q)