

基于寻租理论的核电安全监管三方博弈分析

刘文君,杨蕾绮^①

(南华大学 经济与法学学院,湖南 衡阳 421001)

[摘要] 核电作为一种高效清洁能源在全球性的能源危机以及环境问题中得到重视。几次大型核电安全事故,告诫当追求核电经济效益时一定要注重核电的安全发展,走核电安全经济发展道路。中国核电行业安全监管中存在寻租行为,文章运用博弈模型对公众、政府安全监管部门及核电企业三方寻租机制进行分析研究。结果表明,公众监督受到罚款金额和行贿的影响,与惩罚金额呈反比关系,与行贿呈正比关系;政府安全监管部门选择行动概率受到工资、行贿、惩罚金额及监督成本的影响;核电企业行动概率与政府监管部门的工资及惩罚金额相关。

[关键词] 核安全;博弈;不完全信息;寻租行为

[中图分类号] F426.23 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-0755(2018)03-0012-05

我国作为世界能源的生产和消费大国,目前主要还是以碳基能源为主,但传统化石能源对生态环境造成严重破坏。核电作为一种清洁、安全、技术成熟、供应能力强、目前唯一可大规模发展的清洁能源,对于确保能源供应,节能减排、应对温室效应意义重大。核电作为一种新型高效清洁能源在提倡低碳理念及可持续性发展中得到重视,核电将成为“十三五”期间能源结构的重要组成部分。

核电历史上曾出现三起重大核事故——美国三里岛、前苏联切尔诺贝利、日本福岛。事故的发生,引发人们对核电安全性的担忧,核电公众接受度大幅下降,制约核电产业的发展。因此,核电安全问题是影响核电发展的关键因素。

福岛核事故的发生原因主要是安全监管缺失,引人深思。根据福岛核事故调查委员会做出的报告,可以看出核电站曾处于无法保证可抵御地震或海啸的脆弱状态。日本核安全监管机构和东电公司为了追求自身经济效益,抱着侥幸心理,触及了核电安全的底线,没有做好必要的防灾准备,一味追求自身经济利益。甚至在近段时间日本负责推进日本福岛第一核电站除污工程的环境省官员及行贿者日本富山县某土木建筑公司董事长进行权力寻租,被福岛警方逮捕。

寻租活动是指“直接的非生产性寻求利益活

动”^[1],通常情况下是一种不正当地获取利益及好处的行为。随着经济的高速发展,寻租现象充斥着各行各业,其中最为明显的是煤矿及建筑行业,导致这两大行业事故频繁发生。在我国核电安全监管体系发展中,中国核能行业政府管理部门设置较为复杂,存在碎片化现象,职责划分不清,职能交叉重叠等问题。同时目前国家核安全局仍挂牌在国家环境保护部下。因此,核电安全监管部门缺乏独立性及权威性^[2]。近年来,频频曝出以权谋私的新闻。能源局核电司原司长郝卫平在项目审评时谋取私利,贪污1240万元;原中核总经理在核工业项目招标中受贿且出卖中国核材料情报给外国被捕;原泰山核电站应急办公室主任庞乐明贪污公款185万多元,挪用公款300多万元。在核电产业中,安全责任主要由核电企业承担,政府安全监管机构发挥监督作用。因此政府安全监管部门若以权力作为寻租的资本,与核电企业共谋,安全监管就沦为一种形式,同时公众对寻租行为的监督作用也要考虑在内。本文最终以公众、政府安全监管部门和核电企业为研究对象,建立基于寻租理论的三方不完全信息博弈模型,研究三方利益主体的寻租行为机制和相应措施。

一 文献综述

Achury Caroli^[3]运用动态博弈模型,研究选择

[收稿日期] 2017-11-30

[基金项目] 国家社会科学基金项目“我国核电产业技术效率测度研究”资助(编号:12CJY013);湖南省研究生科研创新项目“基于寻租理论的核电安全监管模式及实证研究”资助(编号:CX2017B512)。

[作者简介] 刘文君(1978-),男,陕西山阳人,南华大学经济与法学院副教授,博士。

^①南华大学经济与法学院硕士研究生。

不同的寻租团体来合作提供公共物品通过国际市场发行的赤字债券。Neamtu Mihaela^[4]运用静态博弈,寻租动态博弈模型。对双重垄断及逃税固定状态的局部稳定性进行研究。Dalibor S. Eterovic^[5]运用动态博弈模型发现在政治改革及政治制度确定时,寻租对其造成的影响。

杨瑚^[6]利用拓展的 Tullock 集体寻租博弈模型,对政府采购过程中参与要素的建模及对模型进行解构分析。黄予川^[7]从高新技术企业会计寻租的负面影响入手,运用博弈分析方法对企业寻租的动机及结果进行分析。高山^[8]通过溯源制度缺陷,研究引入寻租动态博弈模型,分析了公立医院的寻租活动,所得博弈均衡解证实了寻租之必然,其中惩罚和监督成本是影响寻租的重要要素。张新立^[9]通过对我国煤矿事故频繁发生的现状和特点,从经济学的角度运用寻租和博弈论理论,建立博弈模型探讨分析。叶亚飞^[10]引入互联网金融“寻租”及与地方监管部门“官商勾结”变量,建立中央监管部门、地方监管部门、互联网金融机构间的三方动态演化博弈模型,以找到各自利益最大化的纳什均衡策略。贾素苇^[11]构建完全信息博弈模型对租客不同行为选择和监管人不同工作态度博弈分析寻租行为的可能性,并对模型扩展进行了不完全信息博弈。袁丰鑫^[12]构建了公众与核电企业的完全信息静态博弈模型,分析出公众认识核电所花成本与公众接受性呈负相关关系,公众因核电企业发展所获收益、公众监督所获奖励和公众所承担社会责任与公众接受性呈正相关关系。提出应加强核电科普,建立公众参与机制等措施,使公众更加了解核电,进而推动我国核电又好又快发展。陈建光等^[13]利用多指标博弈理论构建了两个博弈模型分别讨论了竞争条件下和施工监管条件下核电企业安全投入的策略选择,研究结果表明合理的安全投入将会使核电企业在竞争中占据优势地位,同时在施工阶段企业需要根据监管方的策略变化选择与之适合的安全投入策略从而实现自身效用最大化的目的。

由于核电的安全程度以及有关安全信息,如设备完好程度、维护周期等信息是很难获取的。若核电企业隐瞒这些信息,会给政府以及公众的监管造成很大的阻碍。核电企业、政府安全监管部门及公众三者之间对相互的检查执行力度是不清楚的,寻租行为中存在信息不对称,因此建立了核电企业、政府安全监管部门及公众三者之间的不完全信息博弈模型,以期找到三者相对均衡的状态,促使核电产业健康发展,同时也为核电安全监管体系的完善提供

分析以及建议。

二 模型假设与建立

基于冯群^[14]的模型,结合核电事故的危险系数及核电安全要求之高,不考虑监管中存在合理的寻租范围。

(1)主体:公众、政府安全监管部门、核电企业。

(2)主体的行动次序:在核电安全监管中,公众首先选择监督或者不监督等行为;其次,是政府安全监管部门;最后,是核电企业。

(3)主体的行动空间:公众为监督或者不监督;政府安全监管部门为寻租或者不寻租;核电企业为共谋或者不共谋。

(4)主体的信息集:公众选择进行监督为(P_1),选择不监督为($1-P_1$);政府安全监管部门知道公众的选择后,对寻租进行选择。若政府安全监管部门采取寻租为(P_2),政府安全监管部门不进行寻租行为为($1-P_2$);核电企业在得知公众和政府安全监管部门的选择后可选择行贿、不行贿和权力不进行寻租行为三种情况,行贿为(P_3),不进行寻租行为为(KP_3),不行贿为($1-KP_3-P_3$) ($0 \leq 1-KP_3-P_3 \leq 1$)。

(5)在核电安全监管中,政府安全监管部门受国家的委托拥有对核电安全监督的权力,权力设 A 为权力委托变量, A 的市场价值由 V 表示。

(6)当在接下来的权力交换中,政府安全监管部门滥用权力寻租时, A 的市场价值将会损失 ΔV ,这部分收益将会转化成为政府安全监管部门的收益。政府安全监管部门接受核电企业的行贿时,收益继续转移,政府安全监管部门的收益为 $m\Delta V$,同时核电企业的收益为 $(1-m)\Delta V$ 。

(7)当政府安全监管部门滥用职权寻租被公众发现时将被罚款 $n\Delta V$ ($n>1$)。当政府安全监管部门接受核电企业行贿被公众发现时,政府监管部门将被罚款 $nm\Delta V$,核电企业将被罚款 $n(1-m)\Delta V$ 。当政府安全监管部门的滥用权力寻租与接受贿赂被揭发时,工资收入及津贴(S)将失去。

(8)公众进行监督的成本为 C 。当公众行使了监督的权力并发现政府安全监管部门与核电企业的滥用权力寻租或者收取贿赂时,公众的收益为 $2n\Delta V$ 或者 $n\Delta V$ 。若公众选择不监督那么必然不会发现两者之间的寻租或行贿现象,如图 1 和表 1 所示。

三 博弈结果

通过树形图及收益表,运用逆推法对核电安全中公众、政府安全监管部门、核电企业三者利益主体的相位图进行逐步分析。首先从核电企业的期望收

益开始分析,逐步往上逆推,政府安全监管部门的期望收益,最后分析公众层面的期望收益。从博弈结

果中分析出企业三者利益主体的行为选择以及影响机制。

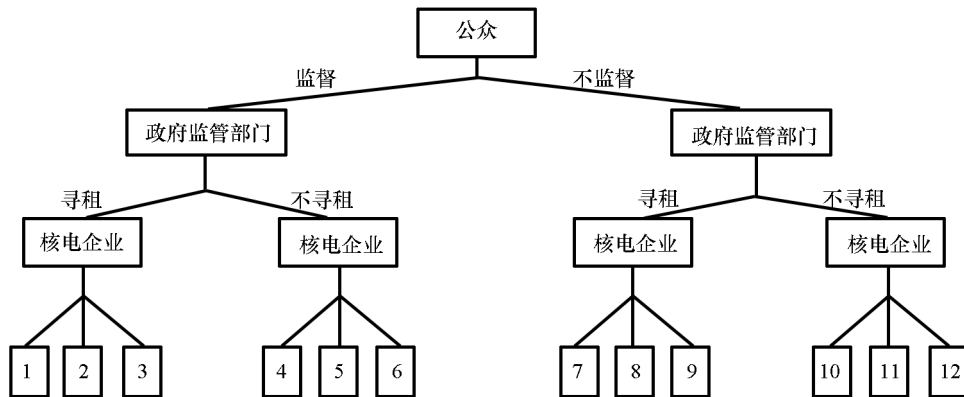


图1 树形图

表1 收益表

序号	公众	政府安全监管部门	核电企业
1	$2n\Delta V - C + S$	$-n(1+m)\Delta V$	$-n(1-m)\Delta V$
2	$n\Delta V - C + S$	$-n\Delta V$	0
3	$n\Delta V - C + S$	$-n\Delta V$	0
4	$n\Delta V - C + S$	$-nm\Delta V$	$-n(1-m)\Delta V$
5	$-C$	S	0
6	$-C$	S	0
7	$-2\Delta V$	$S + (1+m)\Delta V$	$(1-m)\Delta V$
8	$-\Delta V$	$S + \Delta V$	$m\Delta V$
9	$-\Delta V$	$S + \Delta V$	0
10	$-\Delta V$	$S + m\Delta V$	$(1-m)\Delta V$
11	0	S	$m\Delta V$
12	0	S	0

(1) 核电企业的期望收益

$$\pi_3 = -n(1-m)\Delta V \times P_1 P_2 P_3 - n(1-m)\Delta V \times P_1(1-P_2)P_3 + (1-m)\Delta V \times (1-P_1)P_2 P_3 + m\Delta V \times (1-P_1)P_2 K P_3 + (1-m)\Delta V \times (1-P_1)(1-P_2)P_3 + m\Delta V \times (1-P_1)(1-P_2)K P_3 \quad (1)$$

简化上式:

$$\pi_3 = -n(1-m)\Delta V \times P_1 P_3 + (1-m)\Delta V \times (1-P_1)P_3 + m\Delta V \times (1-P_1)K P_3 \quad (2)$$

核电企业期望收益最大化,设一阶导数等于零:

$$-n(1-m) \times P_1 + (1-m+km) - (1-m+km)P_1 = 0 \quad (3)$$

可知:

$$P_1 = (1-m+km)/[1-m+km+n(1-m)] \quad (4)$$

根据 P_1 所计算出来的式子表示公众对政府安全监管部门及核电企业的监管概率与罚款金额呈反

比例关系,即如果增加罚款会削弱公众的监督力度。当罚款力度逐渐增强,政府安全监管部门与核电企业之间相互约束、相互监督也会随之增强,从而形成相对规范的局面,公众的监督力度因此会逐渐削弱。公众监督概率与行贿呈正比例关系,当核电企业行贿金额越多那么公众的责任则会越大,公众监督概率也就会随之上升。

(2) 政府安全监管部门的期望收益

$$\begin{aligned} \pi_2 = & -n(1+m)\Delta V \times P_1 P_2 P_3 - n\Delta V \times P_1 P_2 K P_3 \\ & - n\Delta V \times P_1 P_2(1-K P_3 - P_3) - nm\Delta V \times P_1(1-P_2)P_3(5) + S \times P_1(1-P_2)K P_3 + S \times P_1(1-P_2)(1-K P_3 - P_3) + [S + (1+m)\Delta V] \times (1-P_1)P_2 P_3 + (S + \Delta V) \times (1-P_1)P_2 K P_3 + (S + \Delta V) \times (1-P_1)P_2(1-K P_3 - P_3) + (S + m\Delta V) \times (1-P_1)(1-P_2)P_3 + S \times (1-P_1)(1-P_2)K P_3 + S \times (1-P_1)(1-P_2)(1-K P_3 - P_3) \end{aligned}$$

化简:

$$\begin{aligned} \pi_2 = & P_1 \{ P_2 \{ P_3 [-n(1+m)\Delta V] + (-n\Delta V)K P_3 + (-n\Delta V)(1-K P_3 - P_3) \} + (1-P_2) \{ (-nm\Delta V)P_3 + K P_3 S + (1-K P_3 - P_3)S \} \} + \\ & (1-P_1) \{ P_2 \{ P_3 [S + (1+m)\Delta V] + (S + \Delta V)K P_3 + (S + \Delta V)(1-K P_3 - P_3) \} + (1-P_2) \{ (S + m\Delta V)P_3 + K P_3 S + S(1-K P_3 - P_3) \} \} \quad (6) \end{aligned}$$

政府安全监管部门期望收益最大化,设一阶导数等于零:

$$P_1(P_3 S - n\Delta V - S) + (1-P_1)\Delta V = 0 \quad (7)$$

代入 P_1 可知 P_3 为:

$$P_3 = 1 + (nmk\Delta V)/[S(1-m+km)] \quad (8)$$

通过对政府安全监管部门的期望收益最大化的博弈结果分析,可知核电企业行动选择概率主要与

政府安全监管部门的基本工资和当行贿被发现时的惩罚金额数量有关。

假设政府选择对核电企业采取想寻租行为,那么核电企业面临着两种选择:行贿或者不行贿。可以根据上表发现此时只存在1、3、4、6、7、9、10、12这8种情况。通过计算可以发现,如果当政府安全监管部门采取选择寻租行为,那么 P_3 将会为1,核电企业一定会选择行贿政府安全监管部门。因此,我们可以根据这个结果得知政府安全监管部门选择不选择权力寻租,可以有效地减少了核电企业行贿现象的出现。当政府安全监管部门对于行贿金额的要求过高的时候,核电企业会为了自身利益最大化和损失最小化会选择不进行寻租行为。

(3) 公众的期望收益

$$\begin{aligned} \pi_1 = & (2n\Delta V - C + S) \times P_1 P_2 P_3 + (n\Delta V - C + S) \\ & \times P_1 P_2 k P_3 + (n\Delta V - C + S) \times P_1 P_2 (1 - k P_3 - P_3) \\ & + (n\Delta V - C + S) \times P_1 (1 - P_2) P_3 - C \times \\ & P_1 (1 - P_2) k P_3 - C \times P_1 (1 - P_2) (1 - k P_3 - P_3) - \\ & 2\Delta V \times (1 - P_1) P_2 P_3 - \Delta V \times (1 - P_1) P_2 k P_3 - \Delta V \times \\ & (1 - P_1) P_2 (1 - k P_3 - P_3) - \Delta V (1 - P_1) (1 - P_2) P_3 \end{aligned} \quad (9)$$

化简:

$$\begin{aligned} \pi_1 = & P_1 \{ P_2 \{ P_3 (2n\Delta V - C + S) P_3 + (n\Delta V - C + S) k P_3 + \\ & (n\Delta V - C + S) (1 - k P_3 - P_3) \} + \\ & (1 - P_2) [(n\Delta V - C + S) P_3 + (-C) k P_3 + (-C) (1 - k P_3 - P_3)] \} + (1 - P_1) \{ P_2 \{ P_3 (-2\Delta V) + \\ & (-\Delta V) k P_3 + (-\Delta V) (1 - k P_3 - P_3) \} + \\ & (1 - P_2) (-\Delta V) P_3 \} \end{aligned} \quad (10)$$

公众期望收益最大化,设一阶导数等于零:

$$(P_2 + P_3)(n\Delta V - C + S + 1) - P_2 P_3(-C + S) - (1 - P_2)(1 - P_3)C = 0 \quad (11)$$

代入 P_3 可知

$$\begin{aligned} P_2 = & [(-nmkC\Delta V) - S(n\Delta V - C + S + 1)(1 - m + km) - \\ & nmk\Delta V(n\Delta V - C + S + 1)] / [S(n\Delta V - C + 1)(1 - m + km) - nmkS\Delta V] \end{aligned} \quad (12)$$

通过对公众的期望收益最大化的博弈结果分析,政府安全监管部门选择行动概率主要是与以下四种因素有关:政府安全监管部门的基本工资、行贿和惩罚的金额数量、监督成本。考虑到其他因素可能增加监督成本,如果增加监督成本会限制监督活动和减少效率,政府安全监管部门在这个情况下会更倾向于选择寻租行为。

如果核电企业选择寻租行为,那么我们根据表1可知这时 k 为0,即 $P_2 = -(n\Delta V - C + S + 1) / (n\Delta V - C + 1)$ 。从 P_2 式子中可以看出,若核电企业选择进

行寻租行为,政府安全监管部门选择行动概率与行贿没有关系。因为这时政府安全监管部门相信核电企业一定会选择行贿,无论这个行贿金额的大小。根据在(2)中分析出 P_3 为1,也可证明这点。当政府安全监管部门拥有更多的权力或存在广泛的合理寻租范围时政府安全监管部门选择寻租的概率会进一步提升。

四 分析与建议

(一)基于公众对政府安全监管部门及核电企业的监管概率与罚款金额呈反比,与行贿金额成正比例关系,我们可以得出一个结论即国家可以适当增加对于寻租行贿的罚款力度,从而有效地节约国家的监督成本。公众监督概率越小,核电企业越倾向于选择行贿。根据以上结论可以看出公众的监督可以有效地减少行贿行为的出现,应加强公众监督,公众充分利用网络,电话等信息渠道鼓励公众举报此类行为。这样,公众即有效地起到了监督作用,又节约了国家的监督成本。一个强有力的公众监督可以通过严格的控制安全监管程序达到减少非法情况甚至消除行贿情况的出现。

在宏观层面上,应该健全相关政策以及完善核电安全监督系统。一个完善的核电安全监督系统中,应该各部门拥有平等权力,相互制约监督,从而抑制寻租行为的发生。国家应该规定政府执行政策的程序,保证信息透明化,以减少信息的不对称程度,防止寻租行为的出现的同时也能够在一定程度上节约国家监督成本。

(二)公众选择监督能够达到有限理想均衡,核电企业选择低行贿率,则政府监管部门趋于不寻租。由此,可知抑制行贿寻租行为发生的有效手段:国家及公民的监督。若此时公众的监督力度不够,则应从核电企业入手,鼓励核电企业靠自身的优势获取利润。

从核电企业的角度看,核电企业应该拥有长远战略的眼光,应抱着可持续发展战略以及安全生产的心态,不能一味的追求经济效益和眼前的利益,而采取行贿的手段。核电企业的管理阶层需认识到安全投入是一种特殊的投资,意义重大。不能因为安全投入所产生的效益具有不确定性,而不重视或者减少安全投入的比例。核电企业也应建立健全企业的规章制度。建立安全投入账本,明确每一笔安全投入费用的来源与支出,确保专款专用。

(三)电力能源是社会经济发展的保障,应确保政府安全监管部门不受商业利益以及经济效益的诱

惑干扰。所以,国家以及公民的监督应该更多的放在政府安全监管部门上,更加注重政府安全监管部门的寻租行为。需建立一个完整的政府安全监管体系,并在这种体系下形成良好的自我约束意识,这样既减少了行贿现象和部门个人风险,又能达到节约国家监督成本的效果。因此减少政府安全监管部门权力寻租的现象可以从这三个方面着手努力:公众监督、政府安全监管部门的内部和外部约束以及核电企业抵制权力寻租。

五 结 语

综上所述,在高速发展核电产业的同时,公众监督及政府安全监管部门一定要充分发挥本身的职能作用,核电企业也应坚持安全生产的理念,杜绝权力寻租现象的出现,坚定不移地走核电安全经济发展道路。

然而,本文仅从公众、政府安全监管部门及核电企业三方静态博弈进行分析研究。对于基于寻租行为的三方动态博弈是值得进一步分析研究的问题。

[参考文献]

- [1] BHAGWATI J N. Directly Unproductive Profit-Seeking (DUP) Activities [J]. *Journal of Political Economy*, 1982, 90(5):988-1002.
- [2] 国际原子能机构. 中华人民共和国核与辐射安全监管综合评估报告[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2012.
- [3] ACHURY C, KOULOVATIANOS C, TSOUKALAS J D. Political Economics of External Sovereign Defaults [J]. *Social Science Electronic Publishing*, 2013, 72(4):123-136.
- [4] NEAMTU M. Plenary lecture 2: the deterministic, stochastic and fuzzy economic games[C]// *Wseas International Conference on Mathematics and Computers in Business and Economics and, Wseas International Conference on Biology and Chemistry*, 2010:15.
- [5] ETEROVIC D S. Institutional Bias Towards The Status Quo [J]. *Social Science Electronic Publishing*, 2011, 167(3):489-514.
- [6] 杨 翔. 政府采购中企业合谋行为分析——基于拓展的Tullock 集体寻租博弈视角[J]. *西北师大学报(社会科学版)*, 2015(5):137-144.
- [7] 黄予川. 高新技术企业会计寻租行为研究——基于博弈理论的视角[J]. *财会通讯*, 2015(23):40-43.
- [8] 高 山, 石建伟. 基于动态博弈模型的我国公立医院寻租行为治理研究[J]. *扬州大学学报(人文社会科学版)*, 2013(6):34-38;45.
- [9] 张新立, 张 晗, 王 欣. 煤矿事故中寻租行为的博弈分析[J]. *数学的实践与认识*, 2013(17):143-148.
- [10] 叶亚飞. 金融腐败、互联网金融“寻租”与监管的动态博弈研究[J]. *武汉金融*, 2016(6):16-19;26.
- [11] 贾素苇. 公租房寻租行为可能性分析——基于租客与监管人的博弈分析[J]. *特区经济*, 2016(5):135-136.
- [12] 袁丰鑫. 基于博弈模型的核电的公众接受性研究[D]. 衡阳: 南华大学, 2014.
- [13] 陈建光, 吕本富, 宁一伟. 基于多指标博弈的核电施工企业安全投入研究[J]. *数学的实践与认识*, 2014, 44(6):97-106.
- [14] 冯 群, 陈 红. 基于动态博弈的煤矿安全管理制度有效性研究[J]. *中国安全科学学报*, 2013(2):15-19.

Triangular Game Analysis of Nuclear Safety Supervision Based on Rent-seeking Theory

LIU Wen-jun, YANG Lei-qi

(University of South China, Hengyang 421001, China)

Abstract: Nuclear power, as an efficient and clean energy, has attracted close attention in the global energy crisis and environmental problems. Several large-scale nuclear safety accidents warned people that during the pursuit of economic efficiency of nuclear power, people must lay emphasis on the safety of nuclear power development and nuclear power safety is necessary for the economic development. There is rent seeking behavior in the safety supervision of China's nuclear power industry. In this paper, the game model is applied to analyze the three parties: rent seeking mechanism of the public, the government safety supervision department and the nuclear power enterprise. The results show that the public supervision is affected by fines and bribery. The public supervision is inversely proportional to the amount of punishment, and is proportional to the bribery. Government action selection probability of Safety Supervision Department is influenced by wages, bribery, the amount of punishment and the cost of supervision. The operation probability of the nuclear power enterprise is related to the salary and penalty amount of the government supervision department.

Keywords: nuclear safety; game; incomplete information; rent-seeking