

doi: 10.11799/ce202010037

煤矿安全管理制度的执行特征对制度有效性的影响研究

祁 慧¹, 李泽荃¹, 陈 红²

(1. 华北科技学院 经济管理学院, 北京 东燕郊 101601; 2. 中国矿业大学 经济管理学院, 江苏 徐州 221116)

摘 要: 为了加强煤矿企业员工的安全管理制度遵从行为, 提高企业安全管理制度有效性, 基于心理与行为学科的态度理论和强化理论, 采用机器学习方法探寻煤矿安全管理制度执行特征对员工制度行为涌现的作用。结果表明, 遵从意愿不能准确预测遵从行为, 提高制度执行强度将有利于制度遵从行为涌现, 但群体制度遵从行为随着制度执行强度的上升边际增幅递减, 奖励是比惩罚更能促进制度遵从行为涌现的激励措施, 据此给出采取适度水平的制度执行强度避免反生产行为, 实行以“激励”为主的制度执行方式营造积极安全管理的氛围, 提高制度执行刚性以及关注员工制度遵从意愿等管理建议。

关键词: 煤矿安全; 安全管理制度; 制度执行特征; 机器学习; 多主体建模仿真

中图分类号: TD79 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-0959(2020)10-0192-05

Influence of implementation characteristics on the effectiveness of coal mine safety management system

QI Hui¹, LI Ze-quan¹, CHEN Hong²

(1. School of Management, North China Institute of Science and Technology, Beijing 101601, China;

2. School of Management, China University of Mining and Technology, Xuzhou 221116, China)

Abstract: In order to increase the compliance behavior of coal mine enterprise employees and improve the effectiveness of enterprise safety management system, based on the attitude theory and reinforcement theory of psychological and behavioral disciplines, the machine learning method is used to explore the role of coal mine safety management system execution characteristics on the emergence of employee system behavior. The results show that compliance can't be used to accurately predict compliance behavior, increasing the intensity of system implementation is conducive to the emergence of system compliance behavior, but the group system compliance behavior with the increase in the intensity of system execution marginal decrease, reward is an incentive measure to promote the emergence of system compliance behavior more than punishment. According to this, some management suggestions is proposed, such as taking a moderate level of system execution intensity to avoid anti-productive behavior, carrying out "incentive" to create positive safety management atmosphere, improving the rigidity of system implementation, and paying attention to employee's willingness to comply with the system.

Keywords: coal mine safety; safety management system; characteristics of system implementation; machine learning; agent-based modeling and simulation

煤矿安全管理制度通过制定行动规则与激励措施对煤矿生产经营活动中的各类主体的行为加以规

范, 从而帮助企业实现安全生产目标。基于行为视角的分析认为, 当制度相关人选择导向安全生产目

收稿日期: 2020-01-02

基金项目: 中央高校基本科研业务费资助(3142018008, 3142017105); 国家自然科学基金资助项目(71303233, 71673271); 国家重点研发计划资助项目(2018YFC0808306); 江苏省“333 高层次人才培养工程”(2016)

作者简介: 祁 慧(1983—), 女, 江苏盐城人, 博士, 教授、硕士生导师, 研究方向为: 煤矿安全管理、应急管理, E-mail: msqihui@126.com。

引用格式: 祁 慧, 李泽荃, 陈 红. 煤矿安全管理制度的执行特征对制度有效性的影响研究 [J]. 煤炭工程, 2020, 52(10): 192-196.

标的制度遵从行为,制度有效,反之则无效^[1]。理论研究表明,个体行为遵循“认知—情感—意愿—行为”的过程,即意愿是行为重要的前置变量。煤矿企业员工基于对制度的方针目标、内容规则、收益—成本、与其他制度之间的协调等方面的认知,形成对制度是否具有科学性、合理性、适用性及有效性的评价,产生一定水平的遵从意愿。已有研究表明制度的方针、规则与程序、与其他制度之间的协调、组织和个人层面的成本—收益等对员工制度遵从行为或组织安全绩效有显著的影响^[2-4]。尽管遵从意愿影响个体的遵从行为选择,但从现实中制度运行的过程观察,制度执行对于个体行为选择也有很大的影响,如制度执行过程中相关人所采取的一系列行动,比如“执行方式上采取的是过程监督抑或结果考核、激励措施采取奖励还是惩罚、执行过程是否刚性”等等。研究表明“好的规则系统结合工作监督能够提高安全绩效”^[5],但是制度的执行需要大量的组织资源,因而探究制度执行特征对员工制度行为选择的作用可以帮助确定恰当的执行方式和资源约束下较为合理的制度执行成本。

1 “制度—行为”作用过程理论模型

在行为科学领域,态度理论认为个体的认知到行为经过了“认知—情感—行为意向—行为”的过程,行为意向最终是否能够转化为意向所指的行为受到多种情境因素的调节^[6];强化理论认为对员工采取正强化、负强化、忽略等激励措施将有助于管理者获得趋向管理目标的员工行为。基于态度理论和

强化理论,结合质性研究,构建煤矿安全管理制度行为选择的作用机制模型,如图1所示,探明煤矿企业安全管理制度的执行特征对员工制度行为的影响。

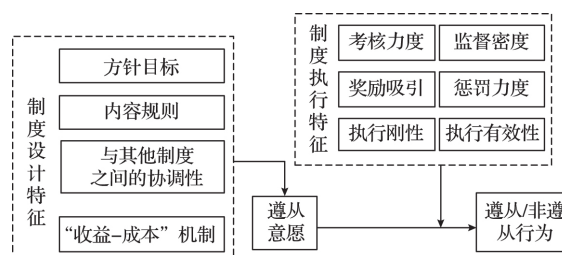


图1 “制度—行为”作用过程理论模型

煤矿企业员工基于对企业安全管理制度规则系统的认知产生特定倾向的制度遵从意愿,制度执行系统调节遵从意愿对遵从行为选择的影响。制度执行系统是为确保制度相关人遵守制度的规则程序所设计的控制措施,已有研究表明制度执行方式(采取结果考核的力度,过程监督的严密程度)、激励措施(遵从行为奖励、非遵从行为惩罚)、执行刚性以及执行有效性形成的组织气氛等要素影响组织安全绩效^[7-10]。

2 仿真研究设计

2.1 研究数据获取

仿真数据通过对煤矿企业员工的访谈获得。首先根据研究设计,开发了结构化的访谈问卷,问卷题项设计见表1。随后对煤矿企业员工进行逐一访谈,按照问卷题项的指导,请被访者任选一项其所熟知的企业安全管理制度进行评价,获得有效数据173份。

表1 安全管理制度遵从意愿及执行特征量

| 序号 | 题项 | 评分 |
|----|-----------------|----------------------------------------------------------|
| 1 | 该项制度结果考核的严格程度 | 考核非常严格(5 4 3 2 1) 不严格,就是走过场 |
| 2 | 该项制度过程监督的严密程度 | 非常严密,只要违反就被发现(5 4 3 2 1) 不严密,很难发现谁违反了制度 |
| 3 | 遵从该项制度的奖励对你的吸引力 | 吸引力很大(5 4 3 2 1) 完全没有吸引力 |
| 4 | 违反该项制度的处罚力度 | 罚得太多,难以承受(5 4 3 2 1) 罚得很少,我不在乎 |
| 5 | 该项制度的执行刚性 | 任何时候、任何人违反了这项制度,都会受罚(5 4 3 2 1) 这项制度的执行很随意,领导说罚就罚,说不罚就不罚 |
| 6 | 你遵从该项制度的意愿 | 我觉得制度设计合理,很愿意遵守(5 4 3 2 1) 我觉得制度设计不合理,遵守这项制度完全是被迫的 |
| 7 | 你遵从该项制度的比例 | 100%~80%, 80%~60%, 60%~40%, 40%~20%, 20%~0 |
| 8 | 你观察其他人遵从该项制度的比例 | 100%~80%, 80%~60%, 60%~40%, 40%~20%, 20%~0 |

注:题项1~6的评分表述中,文字描述分别对应两个极端值,在两个极值之间设计了5级梯度,实际在访谈过程中被访者可根据自身感知在极值之间(包括极值)进行评估与选择。

2.2 系统设计

当前利用基于多主体建模仿真方法(Agent-Based Modeling and Simulation,简称ABMS)模拟人

的认知决策已经在众多领域开展了相关研究与应用^[11]。采用该方法可动态模拟煤矿企业员工在不同的制度执行特征下行为选择,进而识别煤矿安全管

理制度有效的执行情境。

煤矿安全管理制度约束对象是在仿真系统中的重要主体(Agent),该 Agent 同时具备“刺激-响应”和“感知-判断”功能,通过感知制度的规则系统并进行计算产生制度遵从意愿,通过感知制度执行系统调节行为意愿与行为选择的关系,同时该 Agent 还将根据群体中其他 Agent 的行为调整自身的行为策略。仿真系统中 Agent 的“感知-判断”功能基于机器学习方法进行设计。样本测试中,为获得较高的准确率,采用了线性回归模型、朴素贝叶斯和支持向量机进行对比,最终支持向量机模型获得较高的准确率,作为备选方法。另外,机器学习模型基于 Python 语言进行编写。

在 Agent 进行“感知-判断”时,其计算规则如下:建构 Agent 的制度行为选择(Z)与其制度遵从意愿(Y)和制度执行系统(X_1-X_6)之间的关系函数,可写为 $Z=f(Y, X_1, \dots, X_6)$,其中, X_1 表示制度执行结果考核力度; X_2 表示制度执行过程监督力度; X_3 表示遵守制度获得奖励的吸引力; X_4 表示违反制度

遭到处罚的力度; X_5 表示制度执行刚性程度; X_6 表示制度执行有效性程度,用当前系统中选择制度遵从行为的 Agent 的占比来测量。

3 仿真模拟结果

实验之初首先设置仿真系统的初始值,在系统中设定 100 个主体,根据调研获得的数据,遵从意愿服从数学期望为 3.631、方差为 0.142 的正态分布,其他制度执行参数在系统中服从以中值为数学期望,方差为 1 的正态分布。在此初始状态下,逐一调整各个制度执行系统的参数,分别输入参数的均值为 1.5、2.5、3.5。考核力度、监督力度、遵从奖励、非遵从惩罚、制度执行刚性对群体遵从行为选择的影响分别如图 2—图 6 所示,为了更清晰地描述不同执行强度下群体遵从行为的涌现,将不同均值下的遵从行为输出进行可视化,如图 2(c)—图 6(c) 所示,三条曲线分别表示该制度执行参数取 1.5、2.5、3.5 三个均值时群体遵从行为涌现的演化曲线。

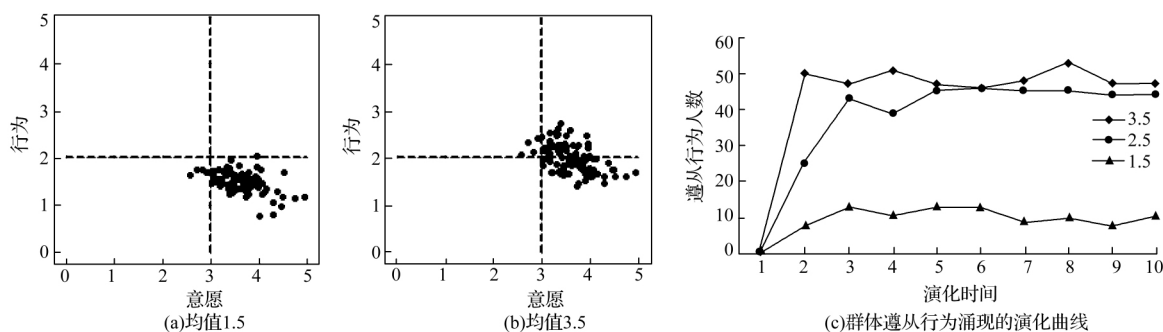


图2 考核力度对群体遵从行为选择的影响

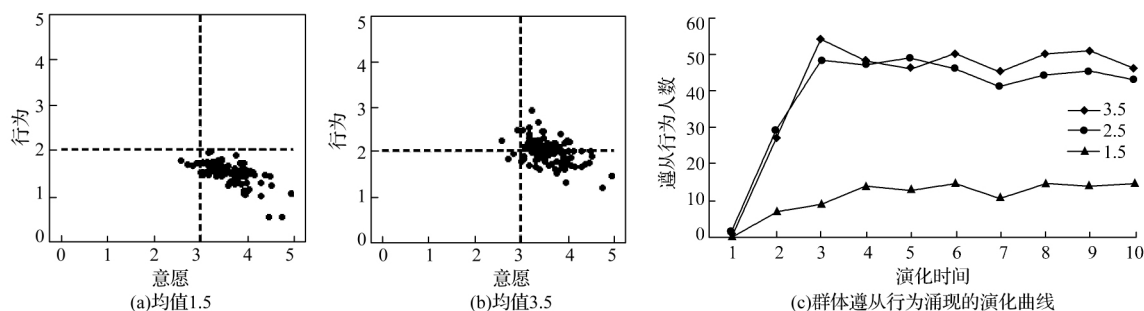


图3 监督力度对群体遵从行为选择的影响

综合图 2—图 6 所展示的系统输出结果,可得到如下研究结论^[12-15]:

1) 遵从意愿不能预测遵从行为的选择。散点图显示在较低的制度执行水平下,高遵从意愿并不一定产生遵从行为。

2) 制度执行强度增加可增加各意愿水平下的人群的遵从行为选择。散点图和折线图均显示出 5 个制度执行特征的参数值增大均可使选择遵从行为的人数增加。

3) 制度执行强度对遵从行为的影响呈现边际递

减效应。上述图中的折线图显示当制度执行参数均值从 1.5 调整到 2.5 时,选择遵从行为的人数显著

增加,从 2.5 调整到 3.5 时,则选择遵从行为的人数小幅度增加。

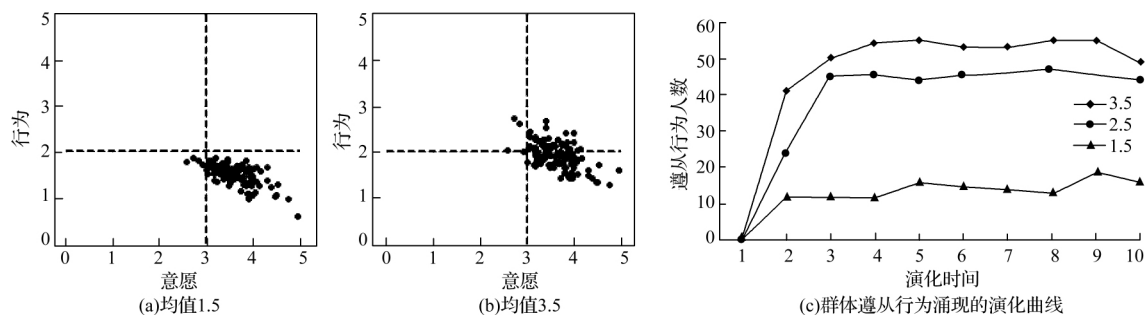


图 4 遵从奖励的吸引力对群体遵从行为选择的影响

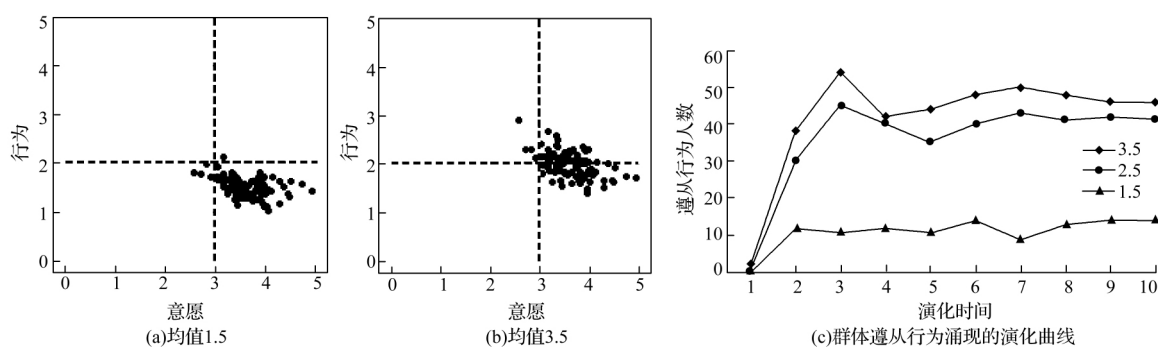


图 5 非遵从惩罚力度对群体遵从行为选择的影响

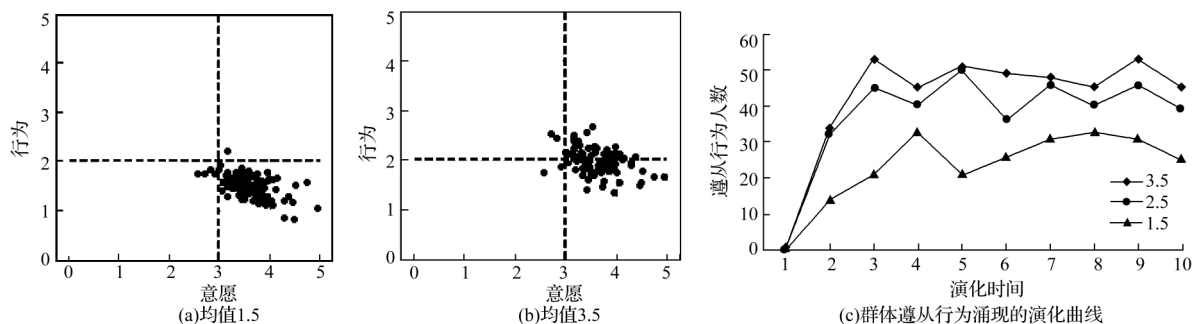


图 6 制度执行刚性对群体遵从行为选择的影响

4) 实施奖励对增加遵从行为选择的影响更显著。对比五个参数对应的折线图可知,对遵从行为实施奖励能够较为稳定地增加遵从行为,对非遵从行为实施处罚,则出现了一个短期的大幅度增加,长期的效果比其他制度执行参数的影响更弱。

4 管理建议

制度执行系统是确保制度在现实情境中得以实施运行的工具和手段,要不断强化制度的执行意识。每一项制度的产生由于认知惯性、心智成本节约或其他利害关系需要制度对象付出一定的成本,执行系统是激励个体去付出成本做出符合制度约束指向

的行为。由此,从提高制度执行科学性、关注制度遵从意愿以及企业的支持资源等方面提出管理建议。

1) 适度水平的制度执行强度。实证研究结果表明,制度执行对于促进制度遵从行为涌现具有非常重要的作用,在较低的执行强度水平下,高的遵从意愿并不会一定产生遵从行为选择,提示在安全管理实践中采取放任管理一定是低效的。同时,制度执行强度对遵从行为涌现的影响效应呈现边际递减,即极端的执行并不会产生极端的正向的安全绩效。这一结果也提示在煤矿安全管理实践中需考虑制度执行是一个多要素系统性的工作,采取巨大投入改善其某一项执行功能,例如全程监控,更加繁琐的

结果考核等等,都不能带来安全绩效的大幅度提升,需系统设计制度执行采取的方式和方法。

2) “激励”为主的制度执行方式。多数制度在执行初期对罚则的依赖较重,需要通过实施直接针对行为的刺激才能够在有限的时效内实现对行为的改变。制度激励的依据是制度遵从或非遵从行为有痕或可察,同时系统输出也表明采取奖励作为激励措施比惩罚的效果更佳,提升在煤矿安全管理实践中,采用积极安全管理理念,识别并鼓励对组织安全绩效有贡献的主动行为,形成积极的安全文化将有助于促进遵从行为选择,提高组织安全绩效。

3) 提高制度执行刚性。制度的执行刚性对制度遵从行为涌现有显著的作用。制度执行的刚性体现公平原则,执行过程中任何的认为制度缺口都会降低遵从行为的频次。建议煤矿企业加强安全信息化建设,既可使生产过程可察可控,又可实现制度执行信息即时上传,系统留痕,使制度执行公开可察,可有效避免人情和关系给制度执行带来的困扰。当前通过监察人员和监控设备的实时监控实现行为可察,在可察的基础上制度的罚则(制度奖励与处罚等激励措施)才能够发挥作用。

4) 关注制度遵从意愿。尽管仿真表明,高意愿水平下缺乏执行依然会存在一定的非遵从行为,但是在极低意愿的情况下,依靠提高制度执行强度增加遵从行为,将极大增加制度执行的成本,同时,高强度的制度执行在带来短期效用的同时,可能会促使低意愿者产生故意违反和报复破坏行为。因此,在制度设计与制度执行过程中应始终关注员工的制度遵从意愿。个体基于自身认知形成稳定的意愿更利于其形成制度信任机制,促进内源遵从行为选择频次,而基于对他人行动的观察产生的制度行为选择情况下,个体的遵从意愿较为不稳定。因此在制度执行过程中应充分重视制度的宣贯和教育培训的作用,尽量使更多的个体能够通过学习与实践全面了解和掌握制度的内容规则,提高个体认知水平。

综上,群体制度遵从行为涌现必然会带来煤矿生产系统的秩序感和安全感,秩序和安全又将进一步提升个体的制度遵从意愿,强化遵从行为。煤矿企业首先做好制度建设,加强制度宣贯,使个体尽可能获得制度的直接认知,提高制度遵从意愿;同时重视科学的制度执行,获得良好的生产秩序,使

遵从行为获益,形成从外源遵从向内源遵从转变的良性循环。另一方面,制度执行需要足够的支持资源,企业应对各项制度予以相应的资源配置,关键制度的执行需要领导的重视,以及充分的组织、人力、经济等方面的支持资源。

参考文献:

- [1] Hui Lu, Hong Chen. Does a people-oriented safety culture strengthen miners' rule-following behavior? The role of mine supplies-miners' needs congruence [J]. Safety Science, 2015, 76: 121-132.
- [2] Mearns, K., Whitaker, S. M., Flin, R. Safety climate, safety management practice and safety performance in offshore environments [J]. Safety Science, 2003, 41: 641-680.
- [3] Donald, I., Canter, D., Employee attitudes and safety in the Chemical Industry [J]. Journal of Loss Prevention and Process Industrial, 1994, 7: 203-208.
- [4] Cox, S. J., Cheyne, A. J. T. Assessing safety culture in offshore environments [J]. Safety Science, 2000, 34: 111-129.
- [5] Vredenburg, A. G. Organizational safety - which management practices are most effective in reducing employee injury rates [J]. Journal of Safety Research, 2002, 33: 259-276.
- [6] Crites SL, Fabrigar LR, Petty RE. Measuring the affective and cognitive properties of attitudes: conceptual and methodological issues [J]. Journal of Personality and Social Psychology B, 1994, 34: 619.
- [7] Rebelo, M., Santos, G., Silva, R. A generic model for integration of quality, environment and safety management systems [J]. TQM J, 2014, 26 (2): 143-159.
- [8] Guo, B. H., Yiu, T. W., Gonzalez, V. A. Predicting safety behavior in the construction industry: Development and test of an integrative model [J]. Safety Science, 2016, 84: 1-11.
- [9] Lingard, H., Cooke, T., Blismas, N. Do perceptions of supervisors' safety responses mediate the relationship between perceptions of the organizational safety climate and incident rates in the construction supply chain [J]. Journal of Construction Engineering and Management, 2012, 138 (2), 234-241.
- [10] Hadjimanolis, A., Boustras, G. Health and safety policies and work attitudes in Cypriot companies [J]. Safety Science, 2013, 52: 50-56.
- [11] 张 硕. 大规模协同设计的多主体仿真模型及进化过程研究 [D]. 北京: 北京科技大学, 2015.
- [12] 陈 红, 祁 慧. 积极安全管理视域下煤矿安全管理制度有效性研究 [M]. 北京: 科学出版社, 2013.
- [13] 张 涵, 王 峰. 基于矿工不安全行为的煤矿生产事故分析及对策 [J]. 煤炭工程, 2019, 51(8): 177-180.
- [14] 王盛铭. 煤矿安全风险预控管理体系与煤矿岗位标准作业流程融合研究 [J]. 煤炭工程, 2019, 51(4): 152-156.
- [15] 熊亚超, 祁 慧. 基于网络特征的煤矿职工不安全行为扩散研究 [J]. 煤炭工程, 2019, 51(9): 187-191.

(责任编辑 张宝优)