

DOI: 10.11830/ISSN.1000-5013.201911016



管理安全干预对建筑工人 不安全行为的影响及对策

姚明亮, 祁神军, 张云波, 郭义海

(华侨大学 土木工程学院, 福建 厦门 361021)

摘要: 首先, 界定管理安全的定义和基本指标, 并进一步界定建筑工人不安全行为的影响因素; 其次, 通过文献梳理提出管理安全干预对建筑工人不安全行为的影响机理的假设模型. 基于调研数据, 通过 SPSS 与 AMOS 软件对模型进行拟合分析. 研究表明: 管理安全干预对建筑工人安全能力的提升具有显著影响; 通过管理安全干预, 安全能力的提升对安全动机的端正的影响显著增强, 安全动机及安全态度的端正对不安全行为的减少产生显著影响.

关键词: 管理安全干预; 建筑工人; 安全能力; 安全预防; 不安全行为

中图分类号: TU 714 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-5013(2020)05-0605-07

Research on Influence of Management Safety Intervention on Unsafe Behavior of Construction Workers and Countermeasures

YAO Mingliang, QI Shenjun, ZHANG Yunbo, GUO Yihai

(School of Civil Engineering, Huaqiao University, Xiamen 361021, China)

Abstract: The definition and basic indicators of management safety were presented, and the influence factors of unsafe behavior of construction workers were further defined. Through the literature review, a hypothetical model of is proposed, indicating the mechanism of management safety intervention on unsafe behavior of construction workers. Based on the survey data, the model was fitted and analyzed by SPSS and AMOS software. The results show that: management safety intervention has a significant impact on the safety of construction workers; and through the management of safety interventions, the improvement of safety capabilities enhances significantly the upright of safety motivation; the safety motivation and safety attitude impact significantly the reduction of unsafe behavior.

Keywords: management safety intervention; construction workers; safety capabilities; safety prevention; unsafe behavior

建筑施工安全问题仍然是建筑业亟待解决的重要问题. 根据住建部统计数据显示, 自 2012 年 1 月至 2019 年 7 月, 我国房屋建筑及市政工程领域的安全事故总次数为 4 387 次, 死亡人数达到 5 290 人, 年均建筑安全事故数达到 579 次, 年均死亡人数 698 人. 通过文献的总结和梳理, 事故致因主要有以下两方面: 一是受限于自身较低的文化水平, 建筑工人对不安全行为的判断不敏锐, 缺乏有效的引导, 更少有对建筑工人的不安全行为进行及时的安全干预^[1]; 二是由于建筑企业安全管理的粗放和低效, 自上而

收稿日期: 2019-11-05

通信作者: 祁神军(1982-), 男, 副教授, 博士, 主要从事建筑安全的研究. E-mail: qisj972@163.com.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71303082); 福建省软科学科技计划项目(2019R0056); 华侨大学研究生科研创新能力培育计划资助项目(17013086048)

下导致班组和项目部对建筑工人及其不安全行为的不当管理^[2]. 因此,应对建筑工人进行及时的管理安全干预,从源头治理建筑工人不安全行为,减少安全事故的发生.

目前关于安全干预的研究主要集中在煤矿业与航运领域^[3-5]. 在建筑领域,Mullan 等^[6]通过文献回顾及整理分析的方法,从主动安全干预视角提出了建筑工人和管理层的有效干预措施;Stiles 等^[7]通过深入访谈,分析来自铁路建设部门的安全领导干预实例,确定出干预的成功受工人的专业背景、安全准备、沟通交流等 3 个方面的影响;韩豫等^[8]以脆弱性为切入点,提出建筑工人不安全行为早期干预的策略、方法和实施路径;Chen 等^[9]通过案例研究,采用结构方程模型构建安全干预机理,得出安全能力与氛围对建筑工人不安全行为的影响.

上述研究尽管构建了建筑工人安全干预机理,但以模拟仿真为主. 虽然有学者开展了建筑工人不安全行为的干预措施的对比试验,但尚未考虑安全动机、安全知识、安全态度等中介变量. 本文以管理安全干预效果为目标,考虑安全能力、安全动机、安全态度等中介变量,构建管理安全干预对建筑工人不安全行为减少的机理模型;进一步通过问卷调研和管理安全干预对比试验,对比分析管理安全干预前后建筑工人不安全行为发生机理的路径系数和荷载系数,提出预防和减少不安全行为的相关措施.

1 基本理论

1.1 管理安全干预的定义

安全干预指通过特定的策略对行为主体的安全行为进行干预,提升行为主体的安全水平,如对行为主体的不安全行为的纠正或消除. 建筑工人的管理安全干预可定义为:施工企业、项目部与班组通过引导^[10]、组织、控制等管理手段^[11],对建筑工人的不安全行为及其致因进行及时的教育和针对性的安全干预,纠正甚至消除建筑工人的不安全行为^[12-13],提高项目的安全管理水平,降低安全事故发生率.

1.2 管理安全干预的基本指标

Mohammad 等^[14]对建筑工人进行调研及实地考察,得出项目部及班组对建筑工人的安全干预可从施工技艺的提升、加强工友之间的交流、制定安全生产计划等方面展开;Ayessaki 等^[15]研究得出,提高对建筑工人的安全干预效应,项目部及班组可以组织建筑工人学习及分析典型的建筑安全事故、安全操作竞赛. 因此,选取施工技艺的培训、施工工艺的模拟、同事间的安全交流、典型安全事故的学习、安全作业竞赛及项目部及班组进行安全生产计划的制定 6 个观测变量作为管理安全干预的观测指标.

1.3 不安全行为影响因素指标的界定

不安全行为主要包括:不利于减少已发生安全事故所造成损失的行为或具有较大可能导致安全事故发生的行为^[16];在建筑施工过程中造成或可能造成安全事故的一种过失. 相关研究得出,建筑安全事故基本是由建筑工人的不安全行为所导致^[17]. 不安全行为受自身态度、情绪,以及自我保护能力的影响^[18];而建筑工人属于特殊群体,具有文化水平偏低、自我控制能力不强、长期进行高强度作业,以及识别危险能力弱^[19]等特点,更容易受自身及外界因素的影响,导致不安全行为的发生. 基于此,选取安全态度、安全动机及安全能力作为建筑工人不安全行为的中介变量;同时基于课题组前期研究及专家访谈^[20-21],将不安全行为的观测变量指标界定为:操作不当、情绪不稳、安全知识缺乏、外界干扰及不利环境等因素. 综上,建筑工人管理安全干预观测变量指标及不安全行为观测变量指标,如表 1 所示.

表 1 建筑工人不安全行为影响因子的测量指标

Tab.1 Measurement indexes for unsafe behavior of construction workers

一级指标	二级指标	指标基本含义	一级指标	二级指标	指标基本含义
管理安全干预(msi)	msi1	施工技艺的培训	不安全行为(behavior)	behavior1	操作失控导致的不安全行为
	msi2	施工工艺的模拟		behavior2	情绪不稳导致的有意的不安全行为
	msi3	同事间的安全交流		behavior3	安全知识缺乏引起不安全行为
	msi4	典型安全事故的学习		behavior4	项目部及班组的干扰导致的不安全行为
	msi5	安全作业竞赛		behavior5	施工机械干扰导致的不安全行为
	msi6	项目部及班组进行安全生产计划的制定		behavior6	不利的施工与自然环境导致的不安全行为

续表
Continue table

一级指标	二级指标	指标基本含义	一级指标	二级指标	指标基本含义
安全能力 (psa)	psa1	安全知识的缺乏	安全动机 (psm)	psm1	从众动机
	psa2	安全经验的缺乏		psm2	投机动机
	psa3	工作技能的不足		psm3	习惯动机
	psa4	施工操作的规范		psm4	侥幸动机
安全态度 (sa)	sa1	安全意识缺乏			
	sa2	安全责任心缺乏			

1.4 理论假设

Bronkhorst 等^[22]研究提出，一定的安全干预可以提高个体对安全的认知，进一步提高个体的安全能力。基于此，文中将建筑工人的安全能力作为干预切入点，分析管理安全干预的实施效果，提出以下 5 个方面基本假设。

- H1) 班组级管理安全干预对建筑工人安全能力的提升具有显著的正向作用；
- H2) 安全能力的提升对建筑工人安全动机的端正具有显著的正向作用；
- H3) 安全动机的端正对建筑工人的不安全行为的减少具有显著的正向作用；
- H4) 正确的安全动机对安全态度的端正具有显著的正向作用；
- H5) 端正的安全态度对不安全行为的减少具有显著的正向作用。

基于上述 5 个理论假设，构建建筑工人不安全行为的安全干预机理模型，如图 1 所示。

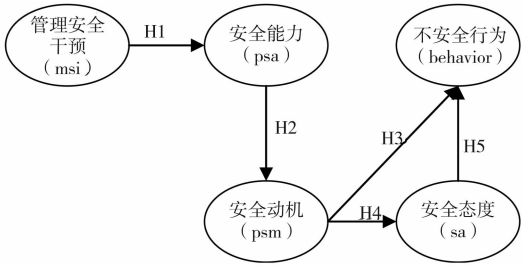


图 1 建筑工人不安全行为的干预机理
Fig. 1 Intervention mechanism of unsafe behavior of construction workers

2 干预试验和模型拟合

2.1 问卷调查

2.1.1 问卷设计 基于建筑工人不安全行为的理论假设和干预机理，采用 Likert5 级量表设计调研问卷。问卷分为 3 个部分：1) 建筑工人不安全行为的测量指标；2) 建筑工人的背景资料；3) 干预后的建筑工人不安全行为的效果测量指标。采用现场访谈法，对福建省的泉州、厦门、漳州等多个区域的建筑工人展开调研。

2.1.2 干预试验及调研过程 干预试验选取的项目主要有以下两个：1) 福建省泉州市惠安县的中骏珑景阁项目，建设单位是中骏集团控股有限公司，总承包单位是福建长兴建设有限公司；2) 福建省厦门市翔安区世茂国风长安项目，建设单位是世茂房地产，总承包单位是上海宝冶集团有限公司。

首先，在两个项目的施工现场对建筑工人的安全状况和不安全行为进行长达数日的观察和分析，并与现场的建筑工人和管理人员进行半结构化的访谈，结合现场实际情况制定出建筑工人不安全行为的干预措施。然后，对建筑工人按工种进行分类，分批次展开不同工种的建筑工人安全干预前“不安全行为的测量”和“基础背景”调研，并对建筑工人的问卷进行编号。

在调研过程中，安排调研工作人员及时解答填写过程中的疑问，进而获取最为真实的基准数据；然后，准备好安全培训和教育的相关资料，结合试验过程中的一些干预手段，分批次对建筑工人展开安全教育培训。干预前后，建筑工人需要保持一致，依据建筑工人的编号进行一致性的核查，筛选出一致的问卷。最终，获取建筑工人不安全行为的干预对比研究所需的数据。

安全培训与教育有如下 3 个主要流程。

- 1) 通过 PPT 及视频资料，讲解施工现场的安全操作技能的要求及施工工艺的原理；然后，通过施工现场实操操作的指导，通过理论与实际的结合提高建筑工人的施工工艺水平。
- 2) 将管理人员、老工人及新工人进行有序的分组，让每组均有这三类人群，以小组讨论交流的方式

组织各小组对施工经验、操作技巧及工作心得等进行交流和分享;然后,让各小组选取一名代表对本次讨论进行发言,增进彼此的情感.

3) 通过前期施工现场的观测,梳理出建筑工人不安全行为的主要问题;然后,基于这些问题对建筑工人展开安全知识竞赛及有奖互动提问.定期且持续数日地对建筑工人进行安全培训和教育,以及干预手段的实施,增强培训和教育的效果.最后,有序地组织建筑工人展开安全干预效果的问卷填写,获得对比数据,展开研究.

2.1.3 问卷统计及信效度分析 在干预前,发给建筑工人一个问卷号,并与问卷编号保持一致.干预试验时,核对建筑工人的问卷号和问卷的是否一致,确保干预前后答卷者与干预对象的一致性.调研共发放问卷 330 份,有效回收问卷 278 份,有效回收率为 84.24%.调研对象中,男性占比 83.8%,女性占比 16.2%;初中学历占比最多为 36%,高中以上学历占比 54.6%;工作经验超过 6 a 的建筑工人学历基本分布在高中学历以下,占比 28.1%;钢筋工、木工与泥水工总占比最多为 43.5%.通过上述数据可知,该样本中建筑工人的性别、学历、工作年限及工种涉及比较全面,比较符合施工现场的实际情况.因此,本次的调研对象有一定的代表性.

采用软件 SPSS 21.0 对调研的数据进行分析可知,在建筑工人不安全行为的安全干预机理的观测变量中,管理安全干预、安全能力、安全动机、安全态度、不安全行为及总体信度的 Cronbach's α 值分别为 0.865,0.878,0.788,0.700,0.847 及 0.834.由上述数据可知,各观测变量的信度值均大于 0.7,部分大于 0.8,信度符合要求.观测变量管理安全干预、安全能力、安全动机、安全态度、不安全行为及总体效度的 KMO 值分别为 0.877,0.777,0.768,0.500,0.866 及 0.844.由此可知,效度值基本大于 0.8,调研样本的效度较好.

表 2 管理干预前的拟合模型运行结果

Tab. 2 Results of running fitted models

before management intervention

路径系数	标准化系数	P 值	原假设	支持假设
psm \leftarrow psa	0.900	0.048	H2	支持
behavior \leftarrow psm	0.796	* * *	H3	支持
sa \leftarrow psm	0.320	* * *	H4	支持
behavior \leftarrow sa	0.835	* * *	H5	支持

2.2 模型拟合

2.2.1 干预前的建筑工人不安全行为的机理模型 通过对假设的干预前建筑工人不安全行为的机理模型进行拟合,得到拟合度较好的模型,其主要变量间的运行结果和拟合模型,分别如表 2,图 2 所示.表 2 中: * * * 表示在 97.25% 的概率下显著.

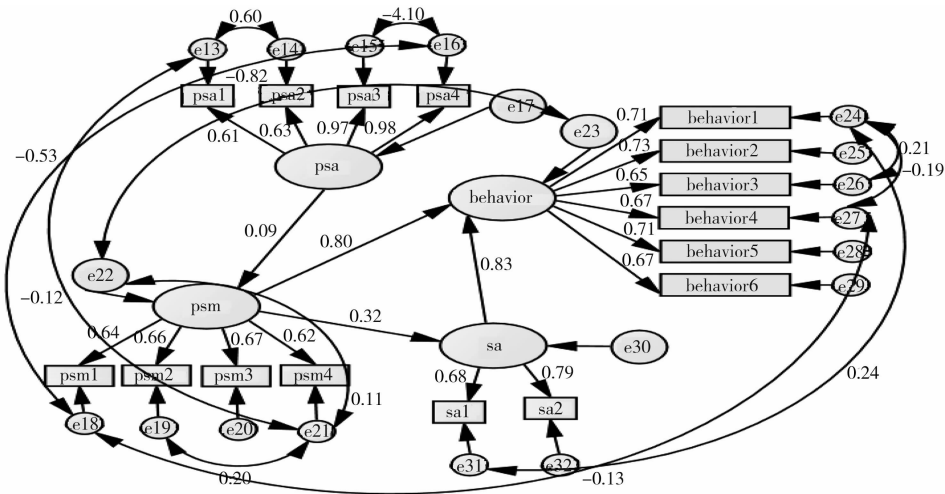


图 2 管理干预前建筑工人不安全行为的发生机理拟合模型

Fig. 2 Fitting model of construction workers' unsafe behaviors before management intervention

结果表明: χ^2/df 值为 1.052,介于 1~3,模型拟合度较好;简约优度拟合指数(PGFI)的值为 0.636,大于 0.5 的标准,符合要求;适配度指数(GFI)与调整后的拟合优度指数(AGFI)的值分别为 0.961 与 0.942,均大于 0.9,模型适配度较好;相对拟合指数中的 Tucker-Lewis 指数(TLI)、递增拟合指数(IFI)和比较拟合指数(CFI)的值均为 0.977,接近 1,说明模型拟合效果较好.综上,模型具有较好的拟合性.

2.2.2 干预后的建筑工人不安全行为的机理模型 通过对假设的干预后建筑工人不安全行为的机理

模型进行拟合,得到拟合度较好的模型,其主要变量之间的运行结果和拟合模型,分别如表 3,图 3 所示.

研究表明: χ^2/df 值为 1.027,介于 1~3,模型的拟合度良好;简约优度拟合指数(PGFI)的值为 0.708,远大于 0.5 的标准,符合要求;适配度指数(GFI)与调整后的拟合优度指数(AGFI)的值分别为 0.943 与 0.924,均大于 0.9,说明模型适配度较好;相对拟合指数中的 Tucker-Lewis 指数(TLI)和递增拟合指数(IFI)的值均为 0.977,接近 1,说明模型拟合效果好. 综上,干预机理模型具有较好的拟合性.

表 3 管理干预后的拟合模型运行结果

Tab. 3 Results of running fitted models after management intervention

路径系数	标准化系数	P 值	原假设	支持假设
psa←msi	0.429	* * *	H1	支持
psm←psa	0.111	0.043	H2	支持
behavior←psm	0.729	* * *	H3	支持
sa←psm	0.317	* * *	H4	支持
behavior←sa	0.822	* * *	H5	支持

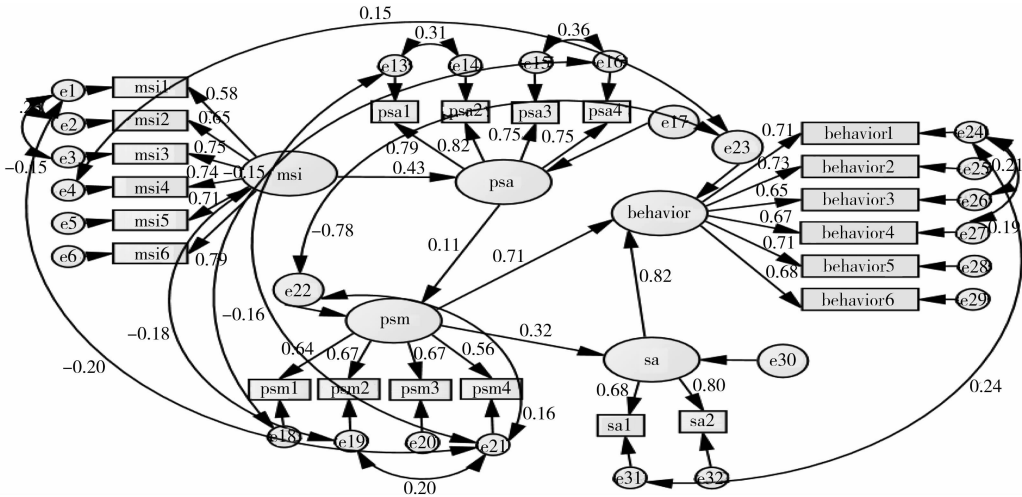


图 3 管理干预后建筑工人不安全行为的发生机理拟合模型

Fig. 3 Fitting model of construction workers' unsafe behaviors after management intervention

3 模型结果对比分析

3.1 管理安全干预前后建筑工人不安全行为发生机理的对比分析

将管理安全干预前后的结果进行对比,如表 4 所示. 表 4 中:差值为干预前后的路径系数之差.

表 4 管理安全干预对工人不安全行为干预的对比结果

Tab. 4 Comparison of management safety intervention on workers' unsafe behavioral interventions

路径系数	建筑工人不安全行为发生机理			管理安全干预对建筑工人不安全行为发生机理		
	标准化系数	原假设	支持假设	标准化系数	差值	支持假设
psa←msi	—	H1	—	0.429	0.429	支持
psm←psa	0.090	H2	支持	0.111	0.021	支持
behavior←psm	0.796	H3	支持	0.729	−0.067	支持
sa←psm	0.320	H4	支持	0.317	−0.030	支持
behavior←sa	0.835	H5	支持	0.822	−0.013	支持

3.2 管理安全干预对建筑工人不安全行为干预效果

- 对建筑工人展开管理安全干预后,产生了如下 5 点干预效果.
- 1) 管理安全干预对建筑工人安全能力的提升的路径系数为 0.429. 这说明对安全能力的提升产生 0.429 的正向影响,能够有效地提升建筑工人的安全能力.
 - 2) 安全能力的提升对建筑工人安全动机的端正的路径系数增大,差值为 0.021. 说明管理安全干预措施对建筑工人安全动机的端正产生较大的正向作用,可减少建筑工人不安全行为的产生.
 - 3) 正确的安全动机对不安全行为的發生的路径系数减少,差值为 −0.067. 说明管理安全干预实施后,安全动机的进一步端正,减少了建筑工人不安全行为产生的可能性.

4) 正确的安全动机对不端正的安全态度的路径系数减少,差值为-0.030.说明进行管理安全干预后,安全动机的端正,使建筑工人的安全态度进一步端正.

5) 不端正的安全态度的减少对不安全行为产生的路径系数减少,差值为-0.013.说明管理安全干预实施后,安全态度的进一步端正,可以减少建筑工人不安全行为的发生率.

管理安全干预使建筑工人不安全行为的各影响因素指标的影响效果进一步增强,管理安全干预直接影响安全能力,进而对安全动机、安全态度及不安全行为产生影响.

3.3 建筑工人不安全行为预防措施分析

由上述对比分析可知,管理安全干预对安全能力的路径系数为 0.429,应持续对建筑工人进行管理安全干预,提升其安全能力;安全态度的端正对不安全行为的减少的路径系数为 0.822,应积极引导建筑工人形成端正的安全态度,进一步减少不安全行为的发生;正确的安全动机对不安全行为的减少的路径系数为 0.729,应加强建筑工人形成正确的安全动机,提高建筑工人安全水平.鉴于此,提出以下 3 个方面的预防措施.

1) 加强对建筑工人进行管理安全干预.① 加强对安全生产计划的制定.在管理安全干预的观测变量中,制定安全生产计划的路径系数最大为 0.790.项目部及班组应根据施工现场的实际情况制定相应的安全生产计划,并且根据每天施工作业不同,有针对性地进行制定,提高建筑工人的安全生产水平.② 促使建筑工人进行安全交流与讨论.在管理安全干预的观测变量中,与同事进行安全交流的路径系数为 0.750.班组长应协调好各自班组成员之间的关系,促进工人们进行安全经验以及施工技艺的交流和讨论,进一步提高工人的安全能力与水平.

2) 进一步端正建筑工人的安全态度.① 注重建筑工人安全责任心的培养.在安全态度的观测变量中,安全责任心的缺乏的路径系数最大为 0.800.项目部及班组应积极努力做好三级安全教育并配合使用安全事故视频,让建筑工人对不安全行为的危害有更深刻的认知,对自我安全足够重视,提高安全责任心;② 建立健全建筑工人的安全知识体系.在安全态度的观测变量中,安全知识的缺乏的路径系数为 0.680.项目部应配合各班组长针对不同工种的建筑工人进行相应的安全知识及安全经验的培训,同时对不同工种之间的关键知识进行讲解,让工人形成比较完整的知识体系.

3) 引导建筑工人形成正确的安全动机.① 改善建筑工人不良的安全习惯.在安全动机的观测变量中,习惯动机的路径系数为 0.670.项目部及班组应加强日常施工作业中对建筑工人的不良安全动机的矫正,讲解不良安全习惯对自身的危害,对建筑工人造成潜移默化的影响,进一步改善建筑工人的不良安全习惯.② 让建筑工人摒弃施工作业的投机行为.在安全动机的观测变量中,投机动机的路径系数为 0.670.项目部及班组应在安全培训中强调投机行为所带来的危害,选取由投机行为造成的安全事故的教育视频进行讲解,加深工人对投机行为带来危害的认识,减少建筑工人的投机行为.

4 结 论

建立建筑工人不安全行为的发生及干预模型.对建筑工人进行管理安全干预试验前后的路径系数进行对比分析,可以得出以下 5 点结论:1) 管理安全干预的介入对建筑工人不安全行为的减少产生正向影响;2) 管理安全干预对建筑工人安全能力提升的路径系数为 0.429,具有显著的正向影响;3) 安全能力的提升对安全动机的端正产生显著的正向影响;4) 正确的安全动机对不安全行为及不端正的安全态度的减小产生正向影响;5) 安全态度的端正对不安全行为的减少产生显著影响.

但仍需在以下两方面进行改进:1) 本研究所展开的干预试验是一次性的短周期干预试验,在后续的研究中应增加干预周期;2) 干预试验可进一步优化,在后续研究中应加强干预试验的设计和实施.

参考文献:

[1] WANG Bing, WU Chao. Safety culture development, research, and implementation in China: An overview[J]. Progress in Nuclear Energy, 2019, 110(1): 289-300.

[2] 张伟, 曹春香, 王亚敏, 等. 施工安全管理体系构建及失效致因[J]. 土木工程与管理学报, 2016, 33(6): 67-73. DOI: 10.3969/j.issn.2095-0985.2016.06.013.

- [3] 田水承,李广利,李停军,等.基于SD的矿工不安全行为干预模型仿真[J].煤矿安全,2014,45(8):245-248. DOI:10.13347/j.cnki.mkaq.2014.08.073.
- [4] 李琰,杨森.行为经济学视角下矿工不安全行为仿真分析[J].中国安全生产科学技术,2018,14(1):18-23. DOI:10.11731/j.issn.1673-193x.2018.01.003.
- [5] 陈芳,郭娜,张新剑.管制员不安全行为干预策略研究[J].安全与环境学报,2018,18(1):193-198. DOI:10.13637/j.issn.1009-6094.2018.01.037.
- [6] MULLAN B,SMITH L,SAINSBURY K,*et al.* Active behaviour change safety interventions in the construction industry: A systematic review[J]. Safety Science,2015,79:139-148. DOI:10.1016/j.ssci.2015.06.004.
- [7] STILES S,RYAN B,GOLIGHTLY D. Evaluating attitudes to safety leadership within rail construction projects[J]. Safety Science,2018,110:134-144. DOI:10.1016/j.ssci.2017.12.030.
- [8] 韩豫,梅强,刘素霞,等.建筑工人不安全行为的早期干预策略与方法:基于脆弱性视角[J].工程管理学报,2015,29(5):97-102. DOI:10.13991/j.cnki.jem.2015.05.019.
- [9] CHEN Yuting,Mc CABE B,HYATT D. Impact of individual resilience and safety climate on safety performance and psychological stress of construction workers: A case study of the Ontario construction industry[J]. Journal of Safety Research,2017,61:167-176. DOI:10.1016/j.jsr.2017.02.014.
- [10] 姚明亮,祁神军,张云波,等.管理和人因的安全干预对建筑工人不安全行为的影响研究[J].安全与环境工程,2019,26(4):140-146. DOI:10.13578/j.cnki.issn.1671-1556.2019.04.022.
- [11] 王秉,吴超,黄浪.一种基于安全信息的安全行为干预新模型:S-IKPB模型[J].情报杂志,2018,37(12):140-146. DOI:10.3969/j.issn.1002-1965.2018.12.022.
- [12] GUO B H W,GOH Y M,KAREN L X W. A system dynamics view of a behavior-based safety program in the construction industry[J]. Safety Science,2018,104:202-215. DOI:10.1016/j.ssci.2018.01.014.
- [13] MANU P,MAHAMADU A,PHUNG V M,*et al.* Health and safety management practices of contractors in South East Asia: A multi country study of Cambodia, Vietnam, and Malaysia[J]. Safety Science,2018,107:188-201. DOI:10.1016/j.ssci.2017.07.007.
- [14] MAZLINA Z M,HADIKUSUMO B H W. Structural equation model of integrated safety intervention practices affecting the safety behaviour of workers in the construction industry[J]. Safety Science,2017,98:124-135. DOI:10.1016/j.ssci.2017.06.007.
- [15] AYESAKI W Y,SMALLWOOD J. Influencing workers' performance through health and safety interventions[J]. Procedia Engineering,2017,182:42-49. DOI:10.1016/j.proeng.2017.03.111.
- [16] FERNANDO A L,ACUNA D,DIETHELM S,*et al.* Strategies for improving safety performance in construction firms[J]. Accident Analysis & Prevention,2016,94:107-118. DOI:10.1016/j.aap.2016.05.021.
- [17] 叶贵,李静,段帅亮.建筑工人不安全行为发生机理研究[J].中国安全生产科学技术,2016,12(3):181-186. DOI:10.11731/j.issn.1673-193x.2016.03.033.
- [18] GOH Y M,UBEYNARAYANA C U,WONG K L X,*et al.* Factors influencing unsafe behaviors: A supervised learning approach[J]. Accident Analysis & Prevention,2018,118:77-85. DOI:10.1016/j.aap.2018.06.002.
- [19] 杨振宏,丁光灿,张涛,等.基于SEM的建筑工人不安全行为传播影响因素研究[J].安全与环境学报,2018,18(3):987-992. DOI:10.13637/j.issn.1009-6094.2018.03.030.
- [20] 祁神军,姚明亮,成家磊,等.安全激励对具从众动机的建筑工人不安全行为的干预作用[J].中国安全生产科学技术,2018,14(12):186-192. DOI:10.11731/j.issn.1673-193x.2018.12.031.
- [21] 姚明亮,祁神军,成家磊,等.工作负荷与建筑工人不安全行为的结构关系研究[J].建筑经济,2019,40(1):30-35. DOI:10.14181/j.cnki.1002-851x.201901030.
- [22] BRONKHORST B,TUMMERS L,STEIJN B. Improving safety climate and behavior through a multifaceted intervention: Results from a field experiment[J]. Safety Science,2018,103:293-304. DOI:10.1016/j.ssci.2017.12.009.

(责任编辑:黄仲一 英文审校:方德平)