

中文引用格式:王乐瑶,李鑫,武琪,等. 行为风险画像的理论基础、构成要素与构建方法[J]. 中国安全科学学报,2026,36(2): 37-43.

英文引用格式:WANG Leyao, LI Xin, WU Qi, et al. Theoretical basis, constituent elements and construction methods of behavioral risk profiling[J]. China Safety Science Journal,2026,36(2):37-43.

行为风险画像的理论基础、构成要素 与构建方法^{*}

王乐瑶^{1,2}, 李鑫¹, 武琪¹, 佟瑞鹏^{**1}教授

(1 中国矿业大学(北京)应急管理与安全工程学院,北京 100083;

2 科廷大学 未来工作研究所,澳大利亚 珀斯,WA6000)

中图分类号:X923

文献标志码:A

DOI: 10.16265/j.cnki.issn1003-3033.2026.02.0902

【摘要】 针对煤矿、建筑等高危行业中不安全行为多因性、动态性引发的管控难题,以及信息化、智能化背景下传统行为安全管理存在的“一刀切”局限,基于行为安全发展脉络与风险画像理论,提出行为风险画像概念。运用文献综述法并融合跨学科视角,系统开展行为风险画像构成要素与构建方法研究。结果表明:面对传统行为安全管理日益凸显的发展瓶颈,行为风险画像为新时代行为安全管理提供了有效的分析和管理工具。通过作业场景、行为表征、风险因素和风险评估4层画像标签体系系统揭示不安全行为从现象到本质的映射关系。在此基础上,围绕分层、分群与个性化逻辑,形成行为风险画像的构建方法。

【关键词】 行为风险画像; 构成要素; 不安全行为; 标签体系; 个性化干预; 构建方法

Theoretical basis, constituent elements and construction methods of behavioral risk profiling

WANG Leyao^{1,2}, LI Xin¹, WU Qi¹, TONG Ruipeng¹

(1 School of Emergency Management and Safety Engineering, China University of Mining and Technology-Beijing, Beijing 100083, China; 2 Future of work institute, Curtin University, Perth WA 6000, Australia)

Abstract: In order to address the managerial complexities arising from the multi-causal and dynamic nature of unsafe behaviors in high-risk industries such as mining and construction, and to overcome the "one-size-fits-all" limitations of traditional behavior-based safety management in the era of informatization and intelligence, this paper introduces the concept of behavioral risk profiling based on the developmental trajectory of behavioral safety and risk profiling theory. By employing literature review methodology and integrating interdisciplinary perspectives, this study systematically examines the constituent elements and construction methods of behavioral risk profiling. The findings reveal that behavioral risk profiling effectively addresses the growing limitations of traditional behavior-based safety management, providing a

* 文章编号:1003-3033(2026)02-0037-07; 收稿日期:2025-08-10; 修稿日期:2025-11-10

** 通信作者:佟瑞鹏(1977—),男,黑龙江穆棱人,博士,教授,主要从事行为安全管理、职业心理健康、环境风险评估等方面的研究。
E-mail:tongrp@cumt.edu.cn.

powerful analytical and managerial tool for the new era. Through a four-layer labeling system comprising work scenarios, behavioral manifestations, risk factors, and risk assessment, it systematically reveals the mapping relationships of unsafe behaviors from phenomena to their underlying essence. On this basis, a construction methodology is developed following the logic of hierarchical data collection, risk-based group assessment, and personalized intervention.

Keywords: behavioral risk profiling; labeling system; unsafe behavior; constituent elements; personalized intervention; construction method

0 引言

国家总体安全观引领下,我国安全生产形势总体稳中向好,但煤矿、建筑等高危行业依旧复杂严峻^[1]。不安全行为作为事故发生的重要致因^[2],对其精准识别与有效干预是提升本质安全的关键。伴随《全国安全生产信息化总体建设方案》^[3]《“十四五”国家安全生产规划》^[4]等政策文件相继出台,推进了安全生产进入数据驱动的信息化建设时代^[5],为深度挖掘行为数据、提升风险感知与管理决策指明了方向。

行为安全作为融合行为科学、安全科学及心理学等多学科理论的交叉领域,历经从行为控制到系统安全的理论演进,已形成涵盖行为观察、评估与干预的完整体系^[6]。然而,传统行为安全管理在应对高危作业场景中行为风险的多因性、个体差异与动态演化特征时仍显局限。与此同时,风险画像作为一种以真实数据为基础,提取关键特征并可视化表达的建模工具^[7],在金融风控^[8]、医疗预测^[9]及企业生产^[10]等多个领域展现出卓越的风险识别与沟通能力。尽管如此,行为安全领域基于风险画像技术的研究尚不多见,目前学者多聚焦于特征提取、指标构建及数据聚类^[10-11]技术层面,尚未形成系统化的方法体系。同时,对画像标签本质与行为安全研究内核的深入关联探讨仍较为有限。

鉴于此,笔者将在行为安全和风险画像的理论基础上,提出行为风险画像概念,系统解构不安全行为关键要素并构建多层次的画像标签体系,进而围绕数据收集、风险评估和干预策略形成结构化的行为风险画像构建方法,以期行为风险的精准防控与关口前移提供新的理论视角与实用方法。

1 行为风险画像理论基础

1.1 行为安全发展脉络

行为安全可追溯至 20 世纪初行为主义的兴起, GREENWOOD 与 WOODS 发现工业事故频次与个体

行为间存在概率分布关系,随后, HEINRICH 指出 88% 的事故都由不安全行为造成^[12]。20 世纪中叶, 2 次认知革命加深了个体认知、心理、生理状态与行为实践的交互探索,行为安全逐渐超越了纯粹的行为主义范式^[13]。20 世纪 70 年代末,以 GELLER 等学者推动的行为安全管理 (Behavior-Based Safety, BBS) 专业术语被广泛应用,标志着行为安全成为系统性方法。其后的管理实践经历了自上而下的监督指导以及以工人为核心的同伴监督。早期行为安全过分关注行为控制而忽略了外在影响因素,因而简单将过错归咎于工人^[14]。

20 世纪末,行为安全管理引入了安全文化与安全氛围。进入 21 世纪,安全文化变革及系统安全等思想批判了个体归因的传统观念,更加强调系统和组织等外部因素对行为的影响,并催生了安全 II、人因与组织绩效、公正文化等新兴安全范式,行为安全理论与实践取得一定成效^[14]。在煤矿、建筑等高危环境中,由于作业人员的认知偏差与行为不可靠性,以及管理层与作业人员间的风险认知差异及沟通障碍,共同削弱了传统行为安全管理的效率,导致行为风险在精准化识别、差异化评估、个性化干预方面仍显不足^[15],同时围绕多源异构行为数据的充分挖掘仍有进步空间。

1.2 风险画像研究概述

风险画像的概念源于 Cooper Alan 提出的用户画像。用户画像是一种基于大量真实数据构建虚拟用户模型的可视化技术。用户画像的英文翻译,根据侧重点的不同,通常有 2 种,一是翻译为侧重概括用户特征与需求的 User Persona,二是翻译为特定情境下围绕用户行为数据形成多维度标签体系的 User Profile^[16]。两者核心均在于通过数据处理与分析技术,对用户“打标签”,并实现信息的结构化与可视化表征,已在商业^[17]、健康管理^[18]、城市人群^[19]等领域广泛应用。在此基础上,风险画像应运而生,不仅继承了用户画像数据驱动和多维刻画的精髓,更将分析焦点明确转向潜在风险识别、发生原因揭示、

风险等级评估,并为制定风险应对策略提供决策支持。

风险画像的构建过程严格遵循数据驱动原则,强调以真实、全面的数据为依据,通过多维建模描摹目标主体,以获得对其风险状况的完整认知。其核心在于特征提取与标签化,即将复杂的风险相关信息转化为简洁、易懂、可操作的标签,以高度概括主体的核心风险特征。同时,风险画像运用模式识别与关联分析技术,以揭示不同风险特征间的复杂交互关系和典型模式,并以可视化方式直观、清晰地呈现^[20]。目前,风险画像已在多个关键领域展现出显著成效,充分证明了其在整合多源信息、深化风险理解和实现行为干预方面所具有的高价值。

1.3 行为风险画像概念提出

行为风险画像是在大安全理念下,为满足高危行业行为安全管理在精准化、差异化与个性化方面的迫切需求,并充分发挥行为数据可视化优势而提

出的新兴分析与管理工具,其概念架构如图 1 所示。其立足特定作业场景,系统收集并处理多源异构数据,进而运用特征提取与标签化等技术手段,结构化地描摹出个体或群体与安全相关行为模式及其潜在风险特征。行为风险画像依托数据驱动与目标导向,旨在洞察风险本质、支持管理决策,最终实现超越传统“一刀切”模式的个性化风险管控,有效应对不安全行为的复杂性与多因性,支持多主体间风险沟通,彰显行为安全管理技术的深刻变革。

然而,行为风险画像作为诊断工具,更应秉持以人为本的人文关怀与见贤思齐的改进精神,引导组织探究不安全行为的系统性根源,避免简单归咎个体。立足于标签理论与自我实现预言的视角^[20],其标签化应用须审慎考量伦理与程序,需警惕标签固化、污名化等负面效应。因此,数据匿名化、知情沟通、支持性反馈等风险缓解措施至关重要,以确保画像服务于行为改进,同时恪守个体隐私与尊严。

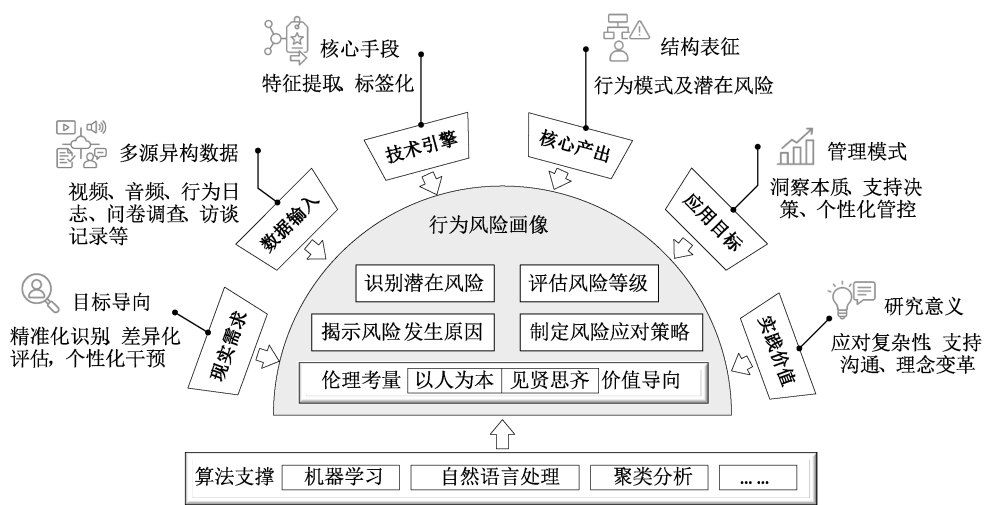


图 1 行为风险画像概念架构

Fig. 1 Conceptual framework of behavioral risk profiling

2 行为风险画像构成要素

行为风险画像研究对象理论上涵盖安全行为与不安全行为,鉴于不安全行为是导致事故的直接原因,故画像聚焦于不安全行为。为贴合实际的刻画行为风险画像的构成要素,以高危煤矿行业为例,基于六何分析法(何因 Why、何事 What、何地 Where、何时 When、何人 Who、何法 How, 5W+1H)深度剖析不安全行为的系统要素,并将其转化为结构化的画像多层标签体系,如图 2 所示,由外向内依次展现了从发生背景到行为表现,再到深层致因和核心

风险判断的完整路径,由表及里、由现象到本质地揭示不安全行为风险。

2.1 作业场景层

复杂作业场景是分析特定不安全行为风险的前提,由不安全行为的时空背景与行为主体构成,核心要素包括作业时间(When)、作业区域(Where)和行为个体(Who)。作业时间通过影响生理节律和疲劳状态,影响个体决策与操作的可靠性,该标签属性不仅刻画如三八制、四六制等宏观轮班制度,亦关注连续作业时长等微观时间维度。作业区域因其固有的物理环境,如地质条件、瓦斯浓度,以及生产系统配

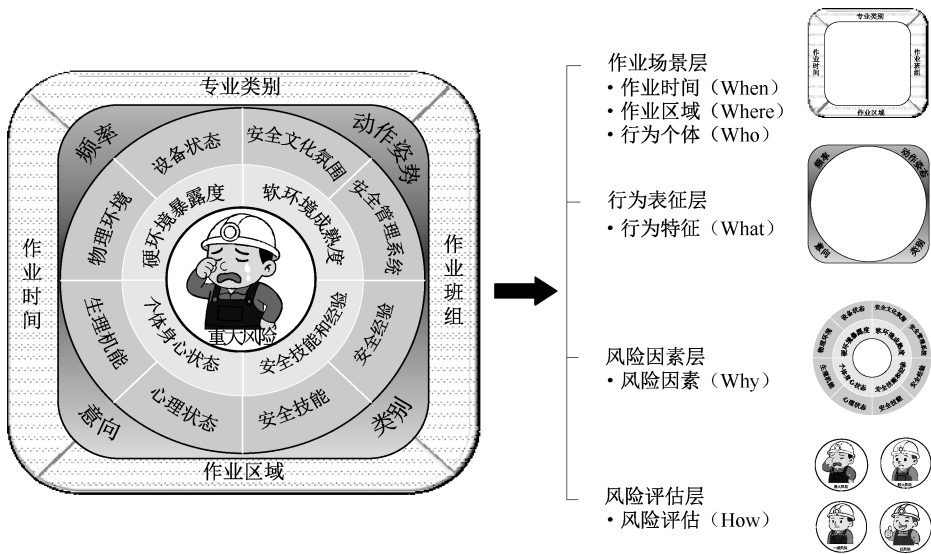


图 2 行为风险画像多层次标签体系

Fig. 2 Multi-layer labeling system of behavioral risk profiling

置,决定客观风险源及潜在危害程度,应依据生产系统将其划分至如采煤工作面、主运输巷道、辅助运输巷道等具体作业地点。行为个体作为风险行为的直接执行者,其专业类别所固有的作业风险、所属作业班组的协作氛围等共同影响其行为选择,作业班组也由此构成行为主体的基层作业单元。上述要素构成结构化的场景标签体系,构建出定位与理解风险事件的时空罗盘,为不安全行为风险画像提供关键上下文支撑。

2.2 行为表征层

不安全行为特征(What)直观呈现风险画像的特征形态,行为表征层通过行为描述、频率、意向及类别等标签,系统描述了不安全行为的关键特征。其中,行为描述涵盖动作规范性与姿势合规性,前者根据操作顺序、力度、幅度与工具使用等与标准的符合程度,分为严重失范、一般失误和基本规范;后者依据身体姿态的稳定性与安全性,判定为极度危险、存在不当或安全合规。行为频率用于量化不安全行为在特定时间段内的出现频次,判定为高频或低频,指示其累积风险程度。行为意向则区分为明知故犯的有意行为与由非主观因素引发的无意行为,揭示风险的驱动机制。参考人为因素分析和分类系统(Human Factors Analysis and Classification System, HFACS),将不安全行为归为技能性、决策性、感知性失误与常规性、异常性违章,勾勒出风险的典型路径。上述要素共同描摹了风险画像的细节,为画像构建提供了关键支撑。

2.3 风险因素层

不安全行为的风险因素(Why)揭示了行为风险的根源,是构建风险画像诊断与干预能力的关键。基于刺激—机体—反应模型,个体行为选择受外部环境刺激与个体内部因素共同影响。风险因素层通过结构化标签系统刻画这2类因素。外部环境方面,物理环境与设备状态反映为硬环境暴露度,可划分为高、中、低暴露级别;组织制度、管理执行力与安全文化构成软环境成熟度,评估为保障有力、存在短板或严重不足。个体内部因素包括身心状态与安全技能经验:前者描述个体的生理与心理状态,如状态极佳、偶有波动、显著失调;后者衡量其操作能力与风险应对经验,分为经验丰富且技能娴熟、技能尚可但经验不足、技能与经验均匮乏等。上述致因要素不仅揭示了不安全行为的致因机制,也为后续的靶向干预措施提供了理论支撑与现实路径。

2.4 风险评估层

不安全行为的风险评估(How)是行为风险画像的核心输出,决定了风险等级的判定与应对策略的制定。风险评估层作为画像最内圈,可视化地呈现了行为风险的结果。依据风险评估公式,风险值 R 由行为导致不良后果的可能性 P 与严重性 C 相乘计算得出($R=P\times C$),并与标准阈值对比,据此划分为重大风险、较大风险、一般风险和低风险,辅以红、橙、黄、蓝4色风险分级背景可视化表达,以直观呈现风险的最终研判结果。每一风险对象均以行为主体为标识,贯穿以人为本的理念,辅以卡通化形

象增强识别与教育功能,共同构成风险画像的最终研判输出。

3 行为风险画像构建方法

基于行为风险画像的 4 层构成要素,贯彻分层、

分群和个性化的 3 层逻辑,将构成要素转构建为实际可操作的行为风险画像。先以构成要素为目标指引,通过数据分层收集奠定基础,然后运用风险分群评估识别典型群体画像,最后制定并实施个性化干预策略,以提升安全绩效。整体构建方法如图 3 所示。

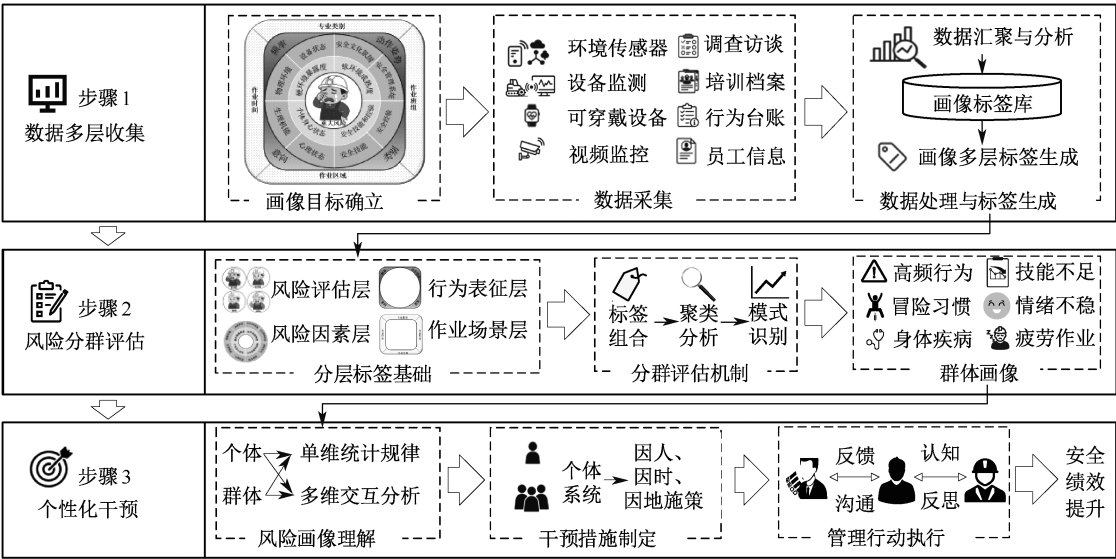


图 3 行为风险画像构建方法

Fig. 3 Construction method of behavioral risk profiling

3.1 数据分层收集

行为风险画像的细粒度与有效性依赖于全面、高质量的数据输入与整合。围绕多层标签的构建目标,首先通过环境传感器网络与设备监测系统,采集包括瓦斯浓度、粉尘密度、温湿度、照度、噪声等在内的物理环境参数,以及设备运行状态与维护记录等客观数据;其次,基于企业安全培训档案与员工信息系统,获取作业人员的工龄、岗位类别、培训经历等个体基础信息;同时,结合视频监控智能识别与行为管理台账,捕捉作业过程中不安全行为的具体表现;此外,依托可穿戴设备、结构化问卷与定向访谈等手段,收集个体生理心理状态与班组安全氛围等主观数据。

在完成多源数据采集基础上,开展系统化的数据处理与标签生成工作。首先,通过数据清洗、融合与归一化等预处理操作,实现物理环境、设备状态、人员属性与行为表现等异构数据的结构统一。随后,运用特征工程技术,从原始数据中提取用于表征不安全行为风险的关键变量,并构建涵盖作业场景、行为特征、风险因素与风险等级的多维画像标签库。进一步结合语义转化与层次聚类方法,生成面向个体的多层级、可扩展标签体系,并按照风险相关性有序组织,为后续风险识别与干预策略提供支撑。

3.2 风险分群评估

基于分层数据收集,风险分群评估对行为风险画像多层标签筛选、组合与权重分配,通过聚类分析与模式识别划分具有相似风险模式的群体,实现从个体风险认知到群体风险治理。

风险分群评估识别并排查出若干需要重点关注的高风险人群画像,如不安全行为高频次人群,呈现习惯性冒险作业倾向的作业人群,安全知识或经验匮乏的技能不足人群,不良心理状态的情绪不稳定人群,以及经专业评估确认的身患特定疾病可能影响其安全行为的人群。进一步揭示其共性的风险驱动因素,洞察不同群体间不安全行为模式的差异性,从宏观层面把握组织整体的行为风险态势,为后续制定针对性和有效性的干预策略奠定基础。

3.3 行为个性化干预

行为风险画像的最终价值在于驱动安全管理实践,其核心在于实现行为个性化干预。将画像揭示的个体与群体风险特征及驱动因素,转化为针对性的风险预警、行为改进与安全培训策略,达成因人、因时、因地施策的靶向干预措施。

个性化干预策略的制定,首先依赖于对画像所

展现的个体统计规律、群体交互分析的深刻理解,针对个体和群体的关键风险行为与驱动因素设计干预措施。其次,画像的可操作性与指导性是关键,其分析结论须能直接转化为具体的管理行动,不仅指向个体行为改进,亦指导作业环境、设备设施及组织管理等系统层面的优化。风险画像的可视化呈现作为重要的信息反馈与沟通机制,面向各级管理人员与一线员工,促进个体对自身风险的认知与反思,激发主动改进意愿。将画像分析结果融入日常安全管理,以实现个性化风险管理的常态化,最终驱动安全绩效的持续提升。

4 结 论

1) 界定了大安全理念下的行为风险画像概念,

通过多源异构数据的标签化与可视化,构建从数据驱动到管理决策的概念架构,为克服高危行业风险识别局限提供了新型诊断工具。

2) 基于5W+1H构建的四层画像标签体系,实现了对不安全行为从作业场景到风险评估的由表及里全景扫描,系统揭示了行为风险的内在本质与致因机制。

3) 遵循数据分层收集、风险分群评估、行为个性化干预的构建逻辑,将风险特征精准转化为靶向干预策略,有效克服了传统管理“一刀切”的弊端,驱动了安全绩效的精准提升。

4) 行为风险画像作为融合多学科理论与数据可视化技术的新兴工具,未来需通过实践研究充分释放其在构建本质安全与提升组织韧性方面的潜力。

参 考 文 献

- [1] 刘雪莉,王茜,栗继祖. 风险感知对不安全行为的影响机制研究[J]. 应用心理学, 2024,30(4):365-372.
LIU Xueli, WANG Qian, LI Jizu. Study on influence mechanism of risk perception on safety behavior[J]. Chinese Journal of Applied Psychology, 2024,30(4):365-372.
- [2] 傅贵,杨春,殷文韬,等. 行为安全“2-4”模型的扩充版[J]. 煤炭学报, 2014,39(6):994-999.
FU Gui, YANG Chun, YIN Wentao, et al. Extended version of behavior-based accident causation “2-4” model[J]. Journal of China Coal Society, 2014,39(6):994-999.
- [3] 中华人民共和国应急管理部. 国家安全监管总局关于印发安全生产信息化总体建设方案及相关技术文件的通知[EB/OL]. (2017-01-13). https://www.mem.gov.cn/gk/gwgg/201701/t20170113_241640.shtml.
- [4] 国务院安全生产委员会关于印发《“十四五”国家安全生产规划》的通知[EB/OL]. (2022-04-06). https://www.mem.gov.cn/gk/zfxgkpt/fdzdgknr/202204/t20220412_411518.shtml.
- [5] MIAO Dejun, LYU Yueying, YU Kai, et al. Research on coal mine hidden danger analysis and risk early warning technology based on data mining in China[J]. Process Safety and Environmental Protection, 2023, 171:1-17.
- [6] 佟瑞鹏,王露露,许素睿,等. 本质安全、行为安全、过程安全与功能安全的比较研究:基于安全管理范式转换[J]. 中国安全科学学报, 2025,35(1):7-15.
TONG Ruipeng, WANG Lulu, XU Surui, et al. Comparative study of inherent safety, behavior? based safety, process safety and functional safety based on safety management paradigm shift[J]. China Safety Science Journal, 2025,35(1):7-15.
- [7] 汪磊,蒋引,谭维. 航线飞行员风险画像指标体系构建[J]. 中国安全科学学报, 2020,30(11):13-21.
WANG Lei, JIANG Yin, TAN Wei. Study on construction of risk portrait index system for airline pilots[J]. China Safety Science Journal, 2020,30(11):13-21.
- [8] 张晓磊,胡孙阳,赵海涵,等. 股票市场行业风险画像方法与应用研究[J]. 价格理论与实践, 2018(9):107-110, 138.
ZHANG Xiaolei, HU Sunyang, ZHAO Haihan, et al. Research on the method and application of industry risk portrait in stock market[J]. Price: Theory and Practice, 2018(9):107-110,138.
- [9] 王皎贝,李钢,王建坡,等. 陕西省 COVID-19 疫情时空演化与风险画像[J]. 热带地理, 2020,40(3):432-445.
WANG Jiaobei, LI Gang, WANG Jianpo, et al. Spatiotemporal evolution and risk profiling of the COVID-19 epidemic in Shaanxi province[J]. Tropical Geography, 2020,40(3):432-445.
- [10] 李鑫. 化工企业生产安全风险画像技术应用与研究[D]. 青岛:青岛科技大学, 2020.
LI Xin. Application and research of production safety risk portrait technology in chemical enterprises[D]. Qingdao:

Qingdao University of Science and Technology, 2020.

- [11] 胡飞翔. 基于用户画像的建筑工人不安全行为心理态势感知与评估研究[D]. 徐州:中国矿业大学, 2023.
HU Feixiang. Research on perception and evaluation of psychological situation of unsafe behavior of construction workers based on user portraits[D]. Xuzhou: China University of Mining and Technology, 2023.
- [12] 佟瑞鹏,杨校毅. 行为安全损耗和激励双路径管理理论研究[J]. 中国安全科学学报, 2020,30(9):8-14.
TONG Ruipeng, YANG Xiaoyi. Dual path management theory of behavior? based safety impairment and motivation[J]. China Safety Science Journal, 2020,30(9):8-14.
- [13] 王露露,曾欣,韩吉祥,等. 国际比较视域下职业健康政策的量化分析及政策建议[J]. 中国安全科学学报, 2024, 34(2):239-246.
WANG Lulu, ZENG Xin, HAN Jixiang, et al. International comparison of quantitative analysis of occupational health policies and recommendations[J]. China Safety Science Journal, 2024,34(2):239-246.
- [14] WANG Leyao, GRIFFIN M, HE Jiehua, et al. Revealing the components of the risk profile of miners' unsafe behaviors: an integration of data-driven and theory-driven approaches[J]. Safety Science, 2025,192: DOI: 10. 1016/j. ssci. 2025. 107004.
- [15] 张舒,余亚琦,李洁,等. 金属矿山员工风险认知与安全行为的关系[J]. 中国安全生产科学技术, 2020,16(9): 180-186.
ZHANG Shu, YU Yaqi, LI Jie, et al. Relationship between risk perception and safety behavior of employees in metal mines[J]. Journal of Safety Science and Technology, 2020,16(9):180-186.
- [16] 李婉睿,文庭孝. 国内外用户画像研究综述[J]. 情报探索, 2024(1):119-126.
LI Wanrui, WEN Tingxiao. A review of user profile research at home and abroad[J]. Information Research, 2024(1): 119-126.
- [17] 吴亮. 商业机构用户画像应用的政府治理责任研究[J]. 中南大学学报:社会科学版, 2024,30(1):63-75.
WU Liang. On the government governance responsibility of the application of user portrait in commercial organizations[J]. Journal of Central South University:Social Sciences, 2024,30(1):63-75.
- [18] 张馨月,牟冬梅,王长聪,等. 面向健康管理的个体健康画像概念模型构建[J]. 现代情报, 2025,45(5):152-166.
ZHANG Xinyue, MU Dongmei, WANG Changcong, et al. Research on the construction of individual health portrait conceptual model for health management[J]. Journal of Modern Information, 2025,45(5):152-166.
- [19] 杨俊宴,张珣,史宜. 基于人本视角的城市人群数字画像建构:理论与方法[J]. 城市规划, 2025,49(1):36-47.
YANG Junyan, ZHANG Xun, SHI Yi. Constructing digital profiles of urban population from a human-centered perspective: theory and method[J]. City Planning Review, 2025,49(1):36-47.
- [20] 聂帆飞,马元驹. 企业财务风险偏好画像构建[J]. 山西财经大学学报, 2022,44(11):94-107.
NIE Fanfei, MA Yuanju. Portrait building of enterprise financial risk appetite[J]. Journal of Shanxi University of Finance and Economics, 2022,44(11):94-107.

作者简介: 王乐瑶 (1999—),女,安徽合肥人,博士研究生,主要研究方向为行为安全管理、职业心理健康等。E-mail:wangle Yao0501@163.com。

