

中文引用格式:于海森,徐泽鹏,张硕,等. 煤矿工人职业健康研究进展的知识图谱分析[J]. 中国安全科学学报, 2024, 34(3): 230-236.

英文引用格式:YU Haimiao, XU Zepeng, ZHANG Shuo, et al. Knowledge graph analysis of research progress in occupational health of coal miners[J]. China Safety Science Journal, 2024, 34(3):230-236.

# 煤矿工人职业健康研究进展的知识图谱分析\*

于海森<sup>1</sup>讲师, 徐泽鹏<sup>1</sup>, 张硕<sup>1</sup>, 祁慧<sup>2</sup>教授

(1 中国矿业大学 经济管理学院, 江苏 徐州 221116; 2 华北科技学院  
经济管理学院, 河北 廊坊 065201)

中图分类号: X936

文献标志码: A

DOI: 10.16265/j.cnki.issn1003-3033.2024.03.1619

基金项目: 国家社会科学基金资助(19BRK018)。

**【摘要】** 为研究煤矿工人职业健康的发展趋势, 促进煤炭企业实施职业健康防护工作, 基于知识图谱分析方法, 采用 CiteSpace 软件分析中国知网 (CNKI) 和 Web of Science (WoS) 核心数据库中收录的近 20 年煤矿工人职业健康文献的关键词聚类及突现。研究结果表明: 煤矿工人职业健康研究可分为职业健康危害因素、职业病及职业相关疾病三维度。职业相关疾病主要体现在行为和身心疾病、心脑血管疾病与代谢性疾病及慢性非特异性呼吸系统疾病 3 个层面; 与职业病相比, 职业相关疾病多呈现为“多因一果”特征, 确诊难度更大; 基于高频词突现特征, 尘肺、听力损失、心理压力、高血压等是煤矿工人健康的主要威胁, 此类健康问题与职业暴露有关, 风险评价与管控是应对危害的重要措施; 新兴研究热点为职业相关疾病的成因与防范, 及职业健康与脑科学、智能化等领域的交叉研究。

**【关键词】** 煤矿工人; 职业健康; 知识图谱; 职业病; 危害因素; 职业暴露

## Knowledge graph analysis of research progress in occupational health of coal miners

YU Haimiao<sup>1</sup>, XU Zepeng<sup>1</sup>, ZHANG Shuo<sup>1</sup>, QI Hui<sup>2</sup>

(1 School of Economics and Management, China University of Mining and Technology,  
Xuzhou Jiangsu 221116, China; 2 School of Economics and Management, North  
China University of Science and Technology, Langfang Hebei 065201, China)

**Abstract:** To investigate the development trend of occupational health of coal miners and promote the implementation of occupational health protection in coal mines. Based on the knowledge graph analysis method, CiteSpace software was used to conduct the keyword clustering and emergence of coal miners' occupational health literature included in the core databases of China National Knowledge Infrastructure (CNKI) and Web of Science (WoS) in the past 20 years. The results indicated that coal miners' occupational health research topics were divided into occupational health, occupational hazard factors, and career-related diseases. Occupational-related diseases focused on behavioral and physical diseases, cardiovascular and cerebrovascular diseases metabolic diseases, and chronic non-specific respiratory diseases. Compared with occupational diseases, occupational-related diseases had the characteristics of

multiple causes and one effect', causing much more difficulty in diagnosis. Pneumoconiosis, hearing loss, psychological stress, and hypertension were the main factors threatening coal miners' health. Moreover, such health issues were associated with occupational exposure, and risk analysis and control were important strategies to deal with hazard factors. The emerging research hotspots were the cause and prevention of occupational-related diseases, and the multi-discipline research of occupational health, brain science, and intelligence.

**Keywords:** coal miners; occupational health; knowledge graph; occupational disease; hazard factors; occupational exposure

## 0 引言

工作场所的健康管理与从业人员健康素质息息相关,《“健康中国 2030”规划纲要》将开展用人单位职业健康促进工作纳入健康中国建设任务。煤矿工人在工作过程中长期遭受粉尘、噪声、高工作负荷、不规律轮班等职业健康危害因素的侵扰,是职业健康管理的重点人群,也是国内外职业健康研究的热点职业。

目前,针对煤矿工人职业健康中危害因素<sup>[1]</sup>、职业病<sup>[2]</sup>、心理健康<sup>[3]</sup>等相关研究居多,现有综述研究大多是针对危害因素<sup>[4]</sup>、职业病患病情况<sup>[5]</sup>等方面,且大多仅聚焦于职业健康某一维度,缺乏对该领域研究进展的综合梳理。

鉴于此,笔者拟通过分析中英文文献中煤矿工人职业健康前沿热点,识别出职业健康促进的重点领域,厘清职业健康理论的主要发展脉络,以中国知网(China National Knowledge Infrastructure, CNKI)数据库、Web of Science(WoS)核心数据库中煤矿工人职业健康领域的相关文献为研究对象,运用CiteSpace 6.1.5 知识图谱分析工具,分析煤矿工人职业健康领域影响因素、研究进展等,以期提供研究文献基础,为煤炭企业做好职业健康促进提供数据支撑。

## 1 知识图谱方法介绍及数据处理

### 1.1 基于 CiteSpace 的知识图谱分析方法

科学知识图谱是一种显示知识单元或知识群之间网络、结构、互动、交叉、演化或衍生等诸多隐含复杂关系的图像,可将某领域的知识演进历程以引文网络图谱的形式集中展现<sup>[6]</sup>。本文采用 CiteSpace 进行关键词共现、聚类及突变分析,了解煤矿工人职业健康领域研究进展及热点内容,梳理该领域近 20 年的演进趋势,挖掘展示未来的研究方向。

### 1.2 知识图谱分析数据的收集

以 CNKI 及 WoS 数据库的“核心集合”作为检

索范围,在 2 数据库中分别以检索式“SU=(矿工+煤矿+煤矿工人+煤工)\*健康-染色体-基因-轴矿-非煤矿-技术-工艺-设备”及“TS=((Coal Miner or Colliery) and (Health or Occupational health)) not TS=(Biont or Molecule or Gene or Enzyme or Equipment or Machine or Cellular or Plasma)”进行检索,发表时间设定为 2003 年 1 月 1 日-2022 年 12 月 31 日。得到 CNKI、WoS 核心数据库的文献分别 1 846 和 440 篇;剔除无关研究及会议资料、书评、报道等条目后,筛选获得与主题相关的 CNKI 有效文献 731 篇, WoS 有效文献 428 篇作为研究样本,导入后,采用 CiteSpace 软件进行分析。

### 1.3 知识图谱分析数据的处理

以年为单位进行时间切片,节点类型选择功能中的关键词,基于关键词共现知识图谱,采用对数似然比算法对关键词进行聚类;提取聚类标签词,结合用户自定义聚类优化聚类结果,得到关键词聚类时间线知识图谱,由此总结该领域研究的主题范围。此外,在关键词聚类基础上利用软件的关键词凸显功能,得出关键词突现知识图谱。

## 2 关键词聚类图谱可视化分析

中英文关键词聚类时间线知识图谱如图 1、图 2 所示,当聚类模块的值  $Q > 0.5$  时,表示聚类结构显著;平均轮廓值  $S > 0.7$  则表明聚类结果的可靠性<sup>[7]</sup>,运行结果显示中文图谱( $Q = 0.8409 > 0.5, S = 0.9639 > 0.7$ )、英文图谱( $Q = 0.7965 > 0.5, S = 0.9123 > 0.7$ ),由此可知:中英文关键词聚类结果显著可靠。

分析图 1 和图 2 中的中英文各聚类块包含关键词信息发现,中英文文献中煤矿工人职业健康研究关键重点具有较高趋同性。中英文关于煤矿工人“职业健康”的研究主要聚焦为:①职业健康危害,关键词包括:2 职业危害、3 危害辨识、11 健康风险、0 coal dust、1 cumulative exposure、7 occupational

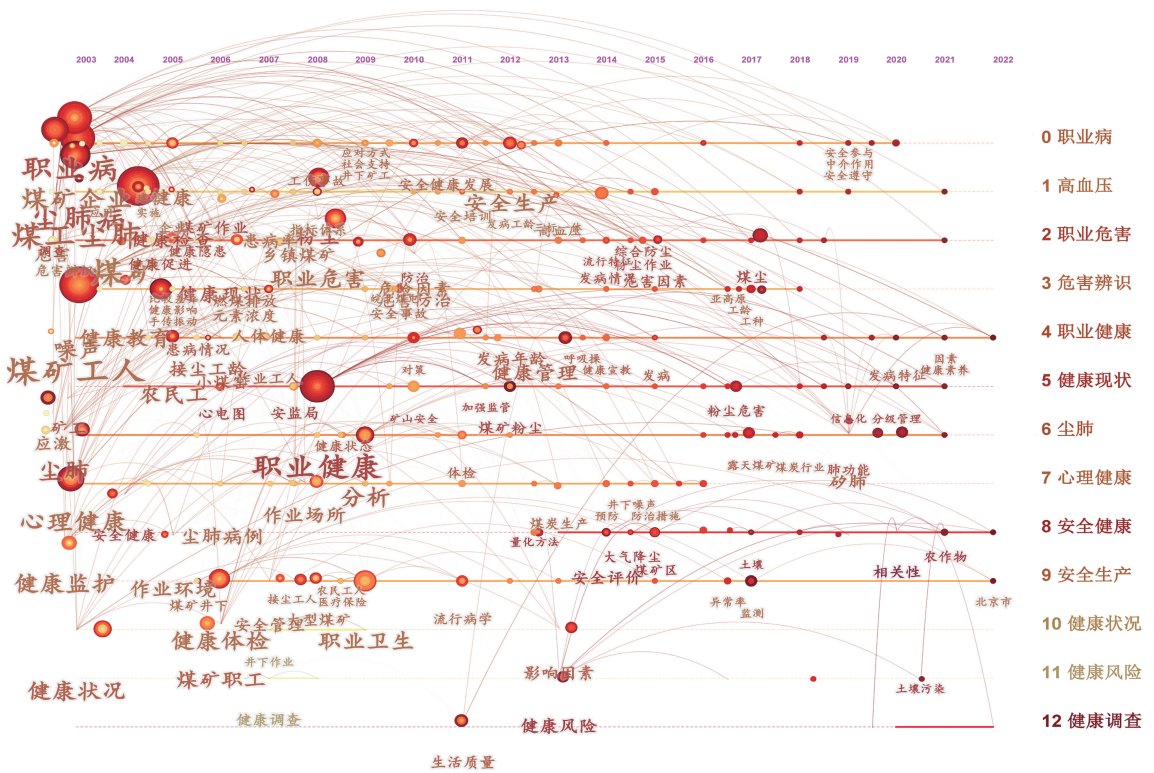


图 1 中文文献“年份—关键词”时间线聚类图

Fig. 1 "year - keyword" timeline cluster graph of literature in Chinese

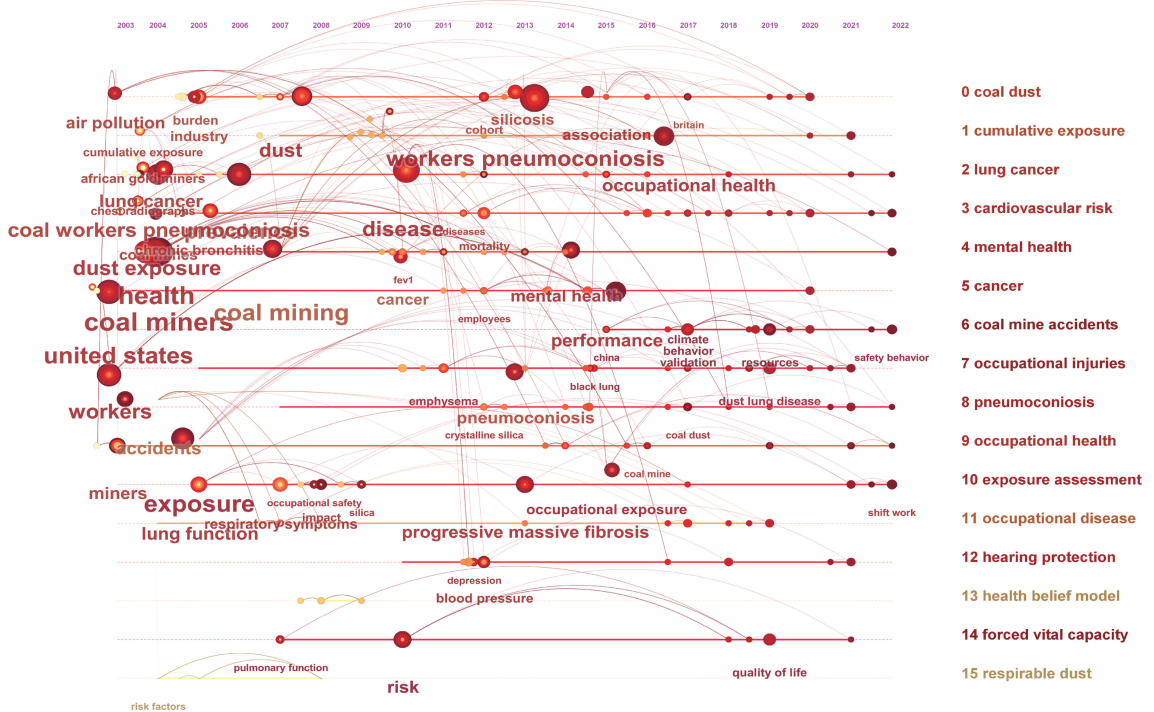


图 2 英文文献“年份—关键词”时间线聚类图

Fig. 2 "year - keyword" timeline cluster graph of literature in English

injuries、10exposure assessment、15respirable dust。  
 ②职业病, 关键词包括: 0 职业病、6 尘肺、  
 8pneumoconiosis、12hearing protection、11occupational

disease。③职业相关疾病, 关键词包括: 1 高血压、  
 7 心理健康、2lung cancer、3cardiovascular risk、  
 4 mental health、5cancer。

## 2.1 职业健康危害因素

在煤矿工人职业健康研究中,职业健康危害因素是健康问题前因,关键词聚类显示职业暴露、健康风险等是煤矿工人职业健康领域的研究重点。尽管当前国内外煤矿开采已经基本实现了自动化和机械化<sup>[8]</sup>,但短期内粉尘、高温热害、噪声、振动、有毒有害气体、照明等职业健康危害因素,仍对煤矿工人身心健康产生着巨大威胁<sup>[9]</sup>。根据关键词聚类知识图谱的结果可知:煤尘(粉尘)频繁出现,说明粉尘对煤矿工人的健康最具威胁性<sup>[10]</sup>,且研究表明:煤矿工人粉尘暴露情况(煤尘浓度、成分、接触时长等)会影响其蓄积肺内粉尘量,易发生尘肺<sup>[11]</sup>,还会引起呼吸系统疾病、传染性疾病(肺结核等)、肺癌等疾病<sup>[12]</sup>,影响煤矿工人生命质量与生活幸福;分析关键词聚类时间线,噪声是诸多学者研究的焦点,为煤矿工人健康的独立危险因素,影响煤矿工人疲劳状态<sup>[13]</sup>、脑力负荷程度<sup>[14]</sup>,极易产生不安全行为,长期暴露于噪声环境中,煤矿工人的听觉系统、中枢神经系统、心血管系统、消化系统、呼吸系统等均会受到影响<sup>[13]</sup>,对井下煤矿工人的生理健康及心理健康产生极大危害。

此外,高温环境易使井下煤矿工人患急性职业性中暑,甚至使煤矿工人疲劳加重、烦恼增加、头晕目眩<sup>[11]</sup>;高气压矿井会影响到煤矿工人心肺功能<sup>[14]</sup>;不良体位也是导致煤矿工人患肌肉骨骼疾患的重要因素<sup>[15]</sup>;井下有毒气体会使矿工头痛、虚弱、昏昏欲睡,甚至中毒,使矿工思维迟钝,影响矿工的行为<sup>[16]</sup>;井下采掘等振动作业易给煤矿工人带来手指与手部末梢循环障碍、手臂神经功能障碍等健康损害<sup>[17]</sup>。

综合分析来看,煤矿工人职业健康影响因素是危害煤矿工人身心健康的根本因素。当前煤矿智能化不断推进<sup>[8]</sup>,新作业环境中危害因素对煤矿工人健康的影响将是新的研究问题。

## 2.2 职业病

从中英文关键词聚类知道图谱的结果来看,煤矿工人职业病中尘肺病、听力损伤最具代表性,此外,煤矿工人职业病还包括气体中毒病、类风湿性关节炎、骨关节炎、振动类疾病、高温高湿类疾病、皮肤病等。煤矿工人尘肺病会导致呼吸系统损害,早期尘肺病人身体可代偿,无明显自觉症状,随着病情发展,肺结核、慢性阻塞性肺疾病、肺心病、肺气肿等并发症极易出现<sup>[18]</sup>;同时,尘肺患者患肺结核、肺

癌、结节性甲状腺疾病的风险也会增加<sup>[13,19]</sup>;与关键词聚类结果相对应,井下煤矿工人听力损失明显,且相关学者研究表明煤矿工人听力损失与采矿类型、年龄和暴露年限等因素密切相关<sup>[20]</sup>。此外,研究表明受作业环境的影响,相比于其他职业,煤矿工人更易患刺激性接触性皮炎、粟粒疹和过敏性接触性皮炎等皮肤病<sup>[21]</sup>、关节炎及类风湿性关节炎等关节类疾病<sup>[22]</sup>。

综上,煤矿工人职业健康危害因素最直接导致的健康问题是煤矿工人各类职业病,其产生的危害具有时间效应<sup>[23]</sup>。给煤矿工人带来病痛与苦楚,疾病治疗等费用还会给其家庭生活造成经济负担。当前研究大多聚焦在致病病因、患病情况等方面,未来可进一步关注职业病迟滞效应,给煤矿工人带来的经济损失、家庭负担等后延问题。

## 2.3 职业相关疾病

职业相关疾病包括与职业因素有关的多发病、慢性病、传染病以及综合征,其在某种特定工作环境的人群中呈显著高发。相比于职业病,职业相关疾病多呈现为多因一果<sup>[24]</sup>,由中英文关键词聚类知识图谱的结果可知:煤矿工人职业相关疾病主要表现在行为(精神)和身心疾病、心脑血管疾病与代谢性疾病及慢性非特异性呼吸系统疾病3个层面。

具体来看,井下特殊的工作环境极易引发负面心理反应,易诱发焦虑、抑郁、睡眠障碍、精神疲劳等症状<sup>[3]</sup>;受噪声、振动、高温等危害因素和高强度高压力的工作内容影响,煤矿工人心脑血管疾病、肌肉骨骼疾患、中枢神经系统和免疫系统疾病问题日益突出<sup>[25]</sup>;在煤矿工人群体中,慢性咽炎、慢性支气管炎、慢性胃炎、慢性鼻炎、高血压、腰肌劳损、血脂异常、总心血管风险、代谢综合征和抑郁症的诊断患病率较高<sup>[26-27]</sup>。

综合分析表明:当前关于煤矿工人职业相关疾病的研究,大多集中在患病原因及流行病学分析,部分学者采用事件相关电位法(Event-Related Potential, ERP)研究煤矿工人及其个体疲劳感、疼痛感与其行为情感的关系<sup>[28]</sup>。

## 3 矿工职业健康研究热点分析

### 3.1 高频关键词热点

关键词是论文的高度概括,可通过关键词频数、中心性确定本领域的研究热点。以高频关键词出现最低次数值为依据划分高、低频词,其中,高频关键

词出现最低次数的计算公式为<sup>[29]</sup>：

$$T = \frac{-1 + \sqrt{(1 + 8I)}}{2} \quad (1)$$

式中： $T$  为高频词出现的最低次数； $I$  为关键词的个数。

由式(1)可知：当某关键词出现频次 $>T$ 时，该关键词为高频关键词；反之，为低频关键词。

图 1 和图 2 中，中、英文关键词时间线聚类图谱中分别包含 433、414 个关键词， $T$  值分别为 28.93、28.27，表明中英文高频关键词最低词频数分别为 29、28 次。中英文高频关键词情况见表 1，表明尘肺等职业病、心理健康及职业暴露等是本领域研究热点。中介中心性超过 0.1 的节点为关键节点，中文、英文关键节点均为 6 个，见表 2，表明职业暴露、职业病(听力损失、煤工尘肺)等词作为连接各个研究分支领域的重要中介，在研究整体框架中占据重要地位。

表 1 中英文高频关键词统计

Tab. 1 Statistics of high-frequency keywords in Chinese and English

中文高频关键词	频次	英文高频关键词	频次
煤矿	91	health	64
煤矿工人	78	coal miner	59
尘肺病	67	exposure	44
职业健康	52	united states	44
煤工尘肺	51	coal mining	42
职业病	47	prevalence	32
煤矿企业	40	disease	31
心理健康	36	workers pneumoconiosis	28

表 3 中英文 10 个关键词突现统计

Tab. 3 Top 10 keywords statistics of literature in Chinese and English

序号	突现关键词 (中文)	突现强度	开始突现年份	结束突现年份	序号	突现关键词 (英文)	突现强度	开始突现年份	结束突现年份
1	煤矿	4.19	2006	2009	1	silicosis	2.77	2013	2018
2	作业场所	2.4	2008	2010	2	dust	2.41	2013	2018
3	职业卫生	4.61	2009	2013	3	health	2.63	2016	2019
4	煤矿职工	2.52	2009	2014	4	coal workers pneumoconiosis	2.25	2016	2018
5	高血压	3.25	2013	2014	5	workers pneumoconiosis	3.32	2017	2019
6	尘肺病	4.06	2014	2017	6	pneumoconiosis	2.59	2019	2022
7	煤矿企业	2.73	2014	2015	7	quality of life	2.1	2019	2020
8	职业健康	2.65	2016	2019	8	dust lung disease	2.1	2019	2020
9	煤尘	3.57	2017	2022	9	occupational health	4.26	2020	2022
10	矽肺	2.6	2019	2022	10	occupational exposure	2.83	2020	2022

整体来看，中英文中关于矿工职业健康热点突现情况略有不同，但整体研究由浅到深，从健康问题

表 2 中英文关键节点统计

Tab. 2 Statistics of key nodes in Chinese and English

中文关键节点	中介中心性	英文关键节点	中介中心性
安全生产	0.29	coal miner	0.47
职业病	0.27	disease	0.29
健康状况	0.27	coal mining	0.18
煤工尘肺	0.19	dust	0.13
安全评价	0.14	cumulative exposure	0.11
噪声	0.12	hearing protection	0.1

### 3.2 关键词突现热点

突现词指在一定时间内突然出现，且其热度呈急剧上升趋势的关键词。CiteSpace 的关键词突现分析表明了该领域近期的前沿研究趋势，为展示方便，将软件分析得到的中英文文献的关键词突现情况统计于表 3 中。由表 3 可知：中文文献中关于煤矿工人职业健康研究发展分为 3 个阶段：2006—2012 年主要关注煤矿作业场所环境情况及职业卫生状况；2013—2016 年广泛开展煤矿工人高血压、尘肺病等为主的煤矿工人职业患病情况研究；2017—2022 年间，煤尘、矽肺相关研究热度不减，近来研究热点仍聚焦在煤尘等职业健康危害因素及其所致职业病等方面

英文文献中煤矿工人职业健康领域的研究发展分为 2 个阶段：2013—2018 年以粉尘引起的尘肺病(如矽肺病)相关研究为热点领域，比中文相关研究提前约 4 年；2019—2022 年英文的研究热点扩展到职业暴露与职业健康状况，对煤矿工人的生活质量的影响，研究热点更为前沿。

表征，到健康问题成因再到健康问题影响，该领域研究热点逐步深入，并且相关研究已经扩展到职业场

所外的生活质量等更广泛的研究领域。

## 4 结 论

1) 通过关键词聚类及高频词突现特性分析,表明煤矿工人职业健康研究方向的热点为职业病、心理健康、职业暴露等问题,其中,煤矿工人心理健康及职业相关疾病是新的研究热点。

2) 中英文文献分析发现,煤矿工人职业健康研究形成职业健康危害→职业病及职业相关疾病→职业健康的链条,加强职业健康危害的分级管控,减少

职业暴露是预防和促进职业健康的重要措施。

3) 综合比较中英文关键词的突现特征,表明中英文文献均主要聚焦于尘肺病与粉尘危害的治理,中文文献关注的职业危害类型更为多样,关键词突现年份较早,突现强度较高;英文文献更多关注于煤矿工人健康问题对其生活质量的影响。

4) 目前,中国煤矿正在实施智能化转型,如智能化情境下职业健康风险的识别与评价、煤矿工人技能更新带来的紧张与焦虑等,这些都将是煤矿工人职业健康研究的新方向。

## 参 考 文 献

- [1] SUNKPAL M, ROGHANCI P, KOCSIS K C. A method to protect mine workers in hot and humid environments[J]. *Safety and Health at Work*, 2018, 9(2): 149-158.
- [2] 曲双翼, 黄文丽, 厉金洪. 煤矿职业病现状研究及对策分析[J]. *中国煤炭工业医学杂志*, 2012, 15(4): 568-570.  
QU Shuangyi, HUANG Wenli, LI Jinhong. Research for the actuality and analysis of countermeasures of the occupation-related disease in coal mine[J]. *Chinese Journal of Coal Industry Medicine*, 2012, 15(4): 568-570.
- [3] MATAMALA PIZARRO J, AGUAYO FUENZALIDA F. Mental health in mine workers: a literature review[J]. *Industrial Health*, 2021, 59(6): 343-370.
- [4] 杨明, 贾改妮, 刘毛毛, 等. 我国煤矿噪声研究进展科学知识图谱分析[J]. *中国安全科学学报*, 2022, 32(5): 177-184.  
YANG Ming, JIA Gaini, LIU Maomao, et al. Scientific knowledge map analysis of coal mine noise research progress in China[J]. *China Safety Science Journal*, 2022, 32(5): 177-184.
- [5] 别凤赛, 李晓光, 郭金玉, 等. 煤矿工人工作相关肌肉骨骼疾患研究进展[J]. *中国职业医学*, 2021, 48(4): 468-471.  
BIE Fengsai, LI Xiaoguang, GUO Jinyu, et al. Research progress on work-related musculoskeletal disorders of coal miners[J]. *China Occupational Medicine*, 2021, 48(4): 468-471.
- [6] 陈悦, 陈超美, 刘则渊, 等. CiteSpace 知识图谱的方法论功能[J]. *科学学研究*, 2015, 33(2): 242-253.  
CHEN Yue, CHEN Chaomei, LIU Zeyuan, et al. The methodology function of CiteSpace mapping knowledge domains[J]. *Studies in Science of Science*, 2015, 33(2): 242-253.
- [7] 岳经纶, 王桢钰. “将健康融入所有政策”的研究进展与展望: 基于热点可视化的探析[J]. *社会保障研究*, 2023(1): 96-111.  
YUE Jinglun, WANG Zhenyu. Progress and prospects of research on "health in all policies": analysis based on visualization of hot spots[J]. *Social Security Studies*, 2023(1): 96-111.
- [8] 刘峰, 曹文君, 张建明, 等. 我国煤炭工业科技创新进展及“十四五”发展方向[J]. *煤炭学报*, 2021, 46(1): 1-15.  
LIU Feng, CAO Wenjun, ZHANG Jianming, et al. Current technological innovation and development direction of the 14<sup>th</sup> Five-Year Plan period in China coal industry[J]. *Journal of China Coal Society*, 2021, 46(1): 1-15.
- [9] STRZEMECKA J, GOZDZIEWSKA M, SKRODZIUK J, et al. Factors of work environment hazardous for health in opinions of employees working underground in the 'Bogdanka' coal mine[J]. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 2019, 26(3): 409-414.
- [10] 孟庆颖, 成连华. 煤矿工人对职业危害因素防控行为的量化研究[J]. *煤矿安全*, 2021, 52(10): 261-264.  
MENG Qinghao, CHENG Lianhua. Quantitative research on prevention and control behaviors of coal mine workers on occupational hazards[J]. *Safety in Coal Mines*, 2021, 52(10): 261-264.
- [11] 李丽. 煤矿尘肺 30 例生存质量调查与分析[J]. *中国继续医学教育*, 2015, 7(4): 22-23.
- [12] 肖淑玉, 齐慧生, 张群, 等. 山西某煤矿集团不同工种尘肺患者发病特征[J]. *环境与职业医学*, 2016, 33(7): 661-664.  
XIAO Shuyu, QI Huisheng, ZHANG Qun, et al. Incidence characteristics of pneumoconiosis patients of different occupational categories in a coal mine group in shanxi province[J]. *Journal of Environmental & Occupational Medicine*, 2016, 33(7): 661-664.
- [13] 程根银, 陈绍杰, 魏志勇, 等. 井下噪声对人心理生理影响分析[J]. *西安科技大学学报*, 2011, 31(6): 850-853.  
CHENG Genyin, CHEN Shaolie, WEI Zhiyong, et al. Impact of underground noise on human physiology and psychology[J]. *Journal of Xi'an University of Science and Technology*, 2011, 31(6): 850-853.
- [14] 杨三军, 耿端苑, 刘春燕. 高原低氧环境对作业矿工心肺功能的影响研究[J]. *矿业科学学报*, 2021, 6(3): 364-370.

- YANG Sanjun, GENG Ruiyuan, LIU Chunyan. Study on the effect of altitude hypoxia environment on cardiopulmonary function of working miners[J]. *Journal of Mining Science and Technology*, 2021, 6(3): 364-370.
- [15] 艾克拜尔·迪丽娜尔, 阿卜力米提·谢尔瓦妮古丽, 邓慧君, 等. 煤矿工人职业性肌肉骨骼疾患与工作组织因素的相关性研究[J]. *职业与健康*, 2022, 38(12): 1 615-1 619, 1623.  
DILINAER Aikebaier, XIEERWANIGULI Abulimiti, DENG Huijun, et al. Correlation between occupational musculoskeletal disorders and work organization factors in coal miners[J]. *Occupation and Health*, 2022, 38(12): 1 615-1 619, 1623.
- [16] WANG Fusheng, GUO Liwen, ZHANG Ying. The analysis and countermeasures of miners' unsafe behaviors in operating environment[C]. *Proceedings of The 2010 Chinese Seminar on The Principles of Safety Science and Technology*, 2010: 517-521.
- [17] 贾艳霞, 严茂胜, 郑滢君, 等. 手传振动对作业工人上肢影响的 meta 分析[J]. *环境与职业医学*, 2022, 39(4): 426-433.  
JIA Yanxia, YAN Maosheng, ZHENG Hanjun, et al. Effects of hand-transmitted vibration on upper limbs of workers: a meta-analysis[J]. *Journal of Environmental and Occupational Medicine*, 2022, 39(4): 426-433.
- [18] 中华预防医学会劳动卫生与职业病分会职业性肺部疾病学组. 尘肺病治疗中国专家共识(2018年版)[J]. *环境与职业医学*, 2018, 35(8): 677-689.  
Occupational Lung Disease Group of Labor Hygiene and Occupational Diseases Branch of Chinese Preventive Medicine Association. Consensus of Chinese experts on pneumoconiosis treatment (2018)[J]. *Journal of Environmental and Occupational Medicine*, 2018, 35(8): 677-689.
- [19] ZHAO Feng, ZHANG Hongzhen, REN Dingfei, et al. Association of coal mine dust lung disease with Nodular thyroid disease in coal miners: a retrospective observational study in China[J]. *Frontiers in Public Health*, 2022, 10: DOI: 10.3389/fpubh.2022.1005721.
- [20] LAWSON S M, MASTERSON E A, AZMAN A S. Prevalence of hearing loss among noise-exposed workers within the mining and oil and gas extraction sectors, 2006-2015[J]. *American Journal of Industrial Medicine*, 2019, 62(10): 826-837.
- [21] DEAR K, TOHOLKA R, NIXON R. Occupational skin disease in mining: an Australian case series[J]. *Archives of Environmental & Occupational Health*, 2021, 76(8): 504-510.
- [22] BLANC P D, TRUPIN L, YELIN E H, et al. Assessment of risk of rheumatoid arthritis among underground hard rock and other mining industry workers in Colorado, New Mexico, and Utah[J]. *Jama Network Open*, 2022, 5(10): DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2022.36738.
- [23] 贾改妮, 蒋方, 杨明, 等. 煤矿井下不同作业场所的职业健康损害研究[J]. *中国安全科学学报*, 2023, 33(4): 221-229.  
JIA Gaini, JIANG Fang, YANG Ming, et al. Research on occupational health damage in different working places in underground coal mine[J]. *China Safety Science Journal*, 2023, 33(4): 221-229.
- [24] 杨磊, 李卫东. 职业健康服务与管理[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2020: 16-17.
- [25] IJAZ M, AKRAM M, AHMAD S R, et al. Risk factors associated with the prevalence of upper and lower back pain in male underground coal miners in Punjab, Pakistan[J]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2020, 17(11): DOI:10.3390/ijerph17114102.
- [26] BECAREVIC M, BURGIC E. Cardiovascular risk factors in Banovici coal mine miners[J]. *Healthmed*, 2012, 6(3): 1 067-1 075.
- [27] FAN Ye, HUANG Jianjun, SUN Chenming, et al. Prevalence of dyslipidaemia and risk factors in Chinese coal miners: a cross-sectional survey study[J]. *Lipids in Health and Disease*, 2017, 16: DOI:10.1186/s12944-017-0548-9.
- [28] 李乃文, 刘孟潇, 牛莉霞. 疲劳对矿工心智游移影响的事件相关电位研究[J]. *中国安全科学学报*, 2019, 29(2): 1-6.  
LI Naiwen, LIU Mengxiao, NIU Lixia. An event-related potential study on influence of fatigue on miners' mind wandering[J]. *China Safety Science Journal*, 2019, 29(2): 1-6.
- [29] 朱素梅, 覃仕娜, 覃淼, 等. 基于 CiteSpace 的 2016—2021 年国内外中药质量标志物研究文献的计量学分析[J]. *中草药*, 2021, 52(9): 2 575-2 588.  
ZHU Sumei, QIN Shina, QIN Miao, et al. Bibliometric analysis of literatures on quality marker of Chinese medicine at domestic and abroad from 2016 to 2021 based on CiteSpace[J]. *Chinese Traditional and Herbal Drugs*, 2021, 52(9): 2 575-2 588.

作者简介: 于海森 (1982—), 男, 内蒙古呼伦贝尔人, 博士, 讲师, 主要从事职业健康方面的研究。E-mail: haimiaoyu@126.com。

