

2001—2022 年我国非煤矿山行业重特大事故 发生规律及对策措施

李垚萱^{1,2}, 崔益源^{1,2}, 卢尧^{1,2}, 楚一帆^{1,2}, 谢旭阳^{1,2}, 李坤^{1,2*}

(1. 矿冶科技集团有限公司, 北京 100160;

2. 国家金属矿绿色开采国际联合研究中心, 北京 102628)

摘要:目的:我国非煤矿山行业安全已经成为影响我国国民经济社会发展的关键因素,为了有效遏制我国非煤矿山行业重特大事故发生,需对长周期下重特大事故发生规律及对策措施进行研究分析。方法:运用数据调研、统计分析及现行有效的政策法规适用性分析方法,对我国非煤矿山 2001—2022 年近 22 年的重特大事故规律展开研究,重点从开采方式、矿种、事故类型、生产状态、违法行为、发生时段等六个维度分析了我国非煤矿山重特大事故的基本特征。结果:经分析明确了防范遏制重特大事故应重点监管和管理的对象、重大灾害类型及时段。结论:从强化准入许可、源头管控、过程聚焦等 5 个方面提出了针对性的对策措施,对我国非煤矿山安全生产特别是有效遏制重特大事故的发生具有一定的指导作用。

关键词:非煤矿山;重特大事故;事故防控;安全监管;对策措施

中图分类号:X936, TD77

文献标志码:A

文章编号:1671-4172(2024)04-0001-06

Patterns and countermeasures of major and extraordinary accidents in non-coal mines from 2001 to 2022 year in China

LI Yaoyuan^{1,2}, CUI Yiyuan^{1,2}, LU Yao^{1,2}, CHU Yifan^{1,2}, XIE Xuyang^{1,2}, LI Kun^{1,2*}

(1. BGRIMM Technology Group, Beijing 100160, China;

2. National Center for International Research on Green Metal Mine, Beijing 102628, China)

Abstract: Purpose: The safety of China's non-coal mining industry has become a key factor affecting China's economic and social development. To effectively prevent major accidents in China's non-coal mining industry, it is necessary to research and analyze the occurrence patterns of major accidents and countermeasures over the long term. Method: Using data research, statistical analysis, and analysis of the applicability of currently effective policies and regulations, we studied the patterns of major accidents in China's non-coal mines over the past 22 years from 2001 to 2022. The basic characteristics of major accidents in China's non-coal mines were analyzed from six dimensions: mining methods, mineral types, accident types, production status, violations, and occurrence periods. Result: The analysis clarified the key objects, major disaster types, and time periods that should be focused on to prevent and contain major accidents. Conclusion: Targeted countermeasures are proposed from five aspects, including strengthening access permitting, source control, and process focus, which have a certain guiding role in the safe production of non-coal mines in China, especially in effectively preventing major accidents.

Key words: non-coal mines; major and extraordinary accidents; accident prevention; safety supervision; preventive measures

收稿日期: 2024-05-10

基金项目: 国家重点研发计划项目(2022YFC2903905)

作者简介: 李垚萱(1992—), 女, 硕士, 工程师, 安全科学与工程专业, 主要从事矿山安全管理及信息化研究工作, E-mail: liyaoyuan@bgrimm.com。

通信作者: 李坤(1982—), 男, 博士, 教授级高级工程师, 安全技术工程专业, 主要从事矿山安全监测及信息化研究工作, E-mail: likun@bgrimm.com。

非煤矿山共包含 167 种矿产, 其中铁、金等 18 种矿产被列入战略性矿产资源, 是我国国民经济和工业发展的重要基础原料, 非煤矿山行业安全直接影响我国国民经济高质量发展水平。非煤矿山行业安全生产形势和事故发生规律等方面已有学者开展相关研究。部分学者^[1-3]分别对湖南省、贵州省

及山东省非煤矿山安全生产事故进行了统计分析研究。部分学者^[4-8]对具体事故类型和事故案例进行分析研究,着重分析了近年来典型事故案例发生的原因和暴露出的问题,并对冒顶片帮、坍塌等典型事故进行原因剖析。部分学者^[9-10]对2001—2017年非煤矿山重特大事故进行了分析。通过对当前研究现状的分析,针对非煤矿山安全生产事故分析研究方面主要还是偏重于单个省份、典型事故案例等,对全国非煤矿山行业整体安全生产形势特别是重特大事故的分析研究未覆盖近五年情况,分析维度不一,缺少对长周期全国非煤矿山重特大事故的关键维度的分析研究。

2022年,我国非煤矿山共发生2起重大事故,分别是河北省迁西县桃树峪铁矿有限公司“9·6”重大透水事故和新疆维吾尔自治区西部黄金伊犁有限责任公司“12·24”重大坍塌事故。为了揭示我国非煤矿山重特大事故的基本特征,本文将对近年来我国非煤矿山行业事故特别是重特大事故进行多维度统计分析,提出相应的对策措施,为实现我国非煤矿山行业安全生产形势根本好转提供指导。

1 我国非煤矿山安全生产整体形势

通过对近些年来非煤矿山事故统计分析可知,2001—2022年,我国非煤矿山行业事故呈现出先升高后降低的整体规律,如图1所示。非煤矿山行业事故起数和遇难人数在2003年达到峰值,分别为2 283起和2 890人。2003—2022年,非煤矿山行业事故起数和遇难人数呈现连续“双下降”的趋势,其

中2003—2014年,由于国家相关部门出台了一系列加强矿山安全监管和强化矿山整顿关闭等重大举措,非煤矿山事故起数和遇难人数大幅降低,年均降幅达到13%左右,因此,全国非煤矿山生产事故总量得到有效控制,整体安全生产形势呈现持续稳定好转的态势。

但是由图1进一步分析可知,我国当前非煤矿山行业的安全生产形势仍然十分严峻。2001—2022年,全国非煤矿山共发生事故22 421起,遇难28 050人,平均每起事故造成1.25人遇难,而2022年发生199起事故,造成273人遇难,平均每起事故造成1.37人遇难,非煤矿山行业的事故总量仍然偏大,并且单起事故造成遇难人数呈现出略有升高的趋势,对于非煤矿山较大事故(遇难3人及以上)的控制是当前一段时间及未来非煤矿山行业安全生产的重要控制点之一。同时,2015—2022年,虽然事故起数和遇难人数仍然呈现下降趋势,但下降的幅度减小,年均降幅约为7%,由此说明,非煤矿山行业安全生产事故的控制难度越来越大,必须要进一步分析事故规律,采取更加有效和针对性的政策措施。

非煤矿山行业安全发展面临的更为严重的问题是重特大事故仍然时有发生。2001—2022年,全国非煤矿山共发生重特大事故45起,造成1 154人遇难(不含石油天然气开采),如表1所示。其中,重大事故39起、遇难602人,特别重大事故6起、遇难552人。从根本上遏制重特大事故的发生是非煤矿山行业安全生产工作的重中之重。

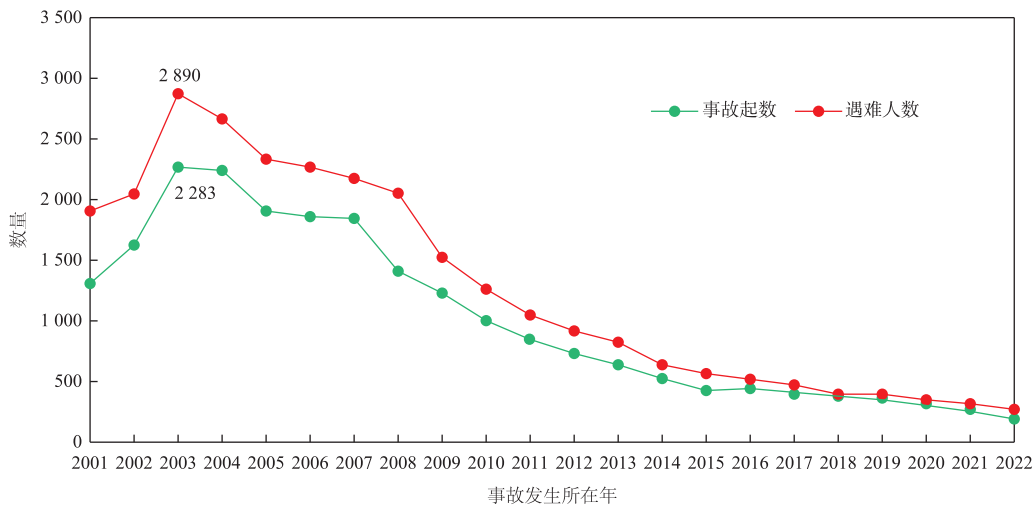


图1 2001—2022年我国非煤矿山事故起数及遇难人数

Fig. 1 Chart of the number of accidents and fatalities in China's non-coal mines from 2001 to 2022

表1 2001—2022年我国非煤矿山重特重大事故起数及遇难人数
Table 1 Major and extraordinary accidents and fatalities in China's non-coal mines from 2001 to 2022

重特重大事故时间	重特重大事故起数/起	重特重大事故遇难人数/人
2001	9	214
2002	2	50
2003	2	28
2004	4	106
2005	1	37
2006	1	17
2007	2	46
2008	3	345
2009	4	70
2010	2	26
2011	1	23
2012	1	13
2013	3	30
2014	0	0
2015	2	31
2016	1	12
2017	0	0
2018	1	14
2019	2	35
2020	0	0
2021	2	24
2022	2	33

2 非煤矿山重特重大事故规律及对策措施

2.1 重特重大事故分析

根据前文所述,2001—2022年,我国非煤矿山共发生45起重特重大事故,平均每年2.05起,其中2022年发生重大事故2起,遇难33人,重特重大事故时有发生,重特重大事故清零的工作任重道远。为了准确明晰非煤矿山行业重特重大事故发生规律,下文重点从开采方式、矿种、事故类型、生产状态、违法行为、发生时段等六个维度解析我国非煤矿山重特重大事故的基本特征。

按照矿山开采方式进行统计分析可知,如图2所示,地下矿山是重灾区,重特重大事故起数及遇难人数均占据第一位,分别占总数的75.6%和59.3%,同时特别需要注意的是,2008年以来,非煤矿山重大事故全部发生在地下矿山。主要原因在于我国非煤矿山矿产资源矿种繁多,达到167种,但赋存条件差、开采工艺复杂多变,“三低”(即安全保障水平低、本质安全水平低及安全管理水平低)的问题尤为突出,地下开采的风险相对较高,安全生产事故发生的概率相对较高。同时通过分析可知,尾矿库重特重大事故起数虽然只占总量的6.7%,但遇难人数却占总

遇难人数的比例高达27.3%,尾矿库一旦发生事故即会带来严重的群死群伤和极为恶劣的社会影响,应始终是我国非煤矿山行业安全生产监管和管控的重点对象。

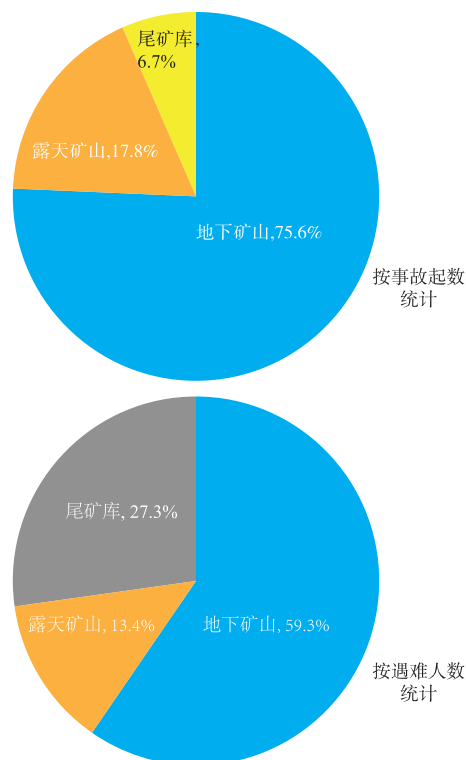


图2 2001—2022年我国非煤矿山重特重大事故按开采方式分类
Fig. 2 Classification of major and extraordinary accidents in China's non-coal mines by mining types from 2001 to 2022

非煤矿山重特重大事故遇难人数按照开采矿种进行分类统计分析可知,如图3所示,重特重大事故在金属矿山和非金属矿山均有发生。在16个统计矿种中,发生重特重大事故的金属矿山包含10个矿种,约占总量的62.5%,10个矿种的金属矿山企业重特重大事故遇难人数占总遇难人数的78.2%,由此可得,我国非煤矿山重特重大事故更易发生在金属矿山。同时由图3进一步分析可知,铁矿是我国非煤矿山发生重特重大事故造成遇难人数最多的矿种,铁矿、金矿、石膏矿、锡矿和采石场等五类矿种发生重特重大事故造成遇难人数均在70人以上,共占总遇难人数的82.1%。开采铁矿的非煤矿山企业往往生产规模较大,且当前随着浅部资源枯竭逐步进入1000 m以深的深井开采,在通风、提升、地压等方面的安全压力显著提高,而我国金矿资源禀赋相对较差,开采条件和环境较为恶劣,因此此两类矿种发生安全生产事故的可能性较大。同时,铁矿和金矿均为我国确立的战略性矿产资源,其开发利用力度会逐步加大,

因此在当前及未来很长一段时间,必须高度重视铁矿和金矿企业的安全生产事故预防工作。

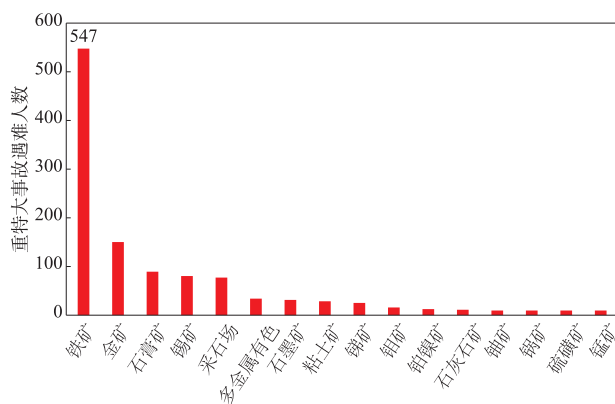


图3 2001—2022年我国非煤矿山重特重大事故按矿种分类
Fig. 3 Chart of major and extraordinary accidents in China's non-coal mines by ore types from 2001 to 2022

按照事故类型进行统计分析可知,如图4所示,非煤矿山重特重大事故发生主要集中在透水、火灾和坍塌,分别为11起、237人,8起、158人,8起、160人,上述三种事故类型的重特重大事故起数和遇难人数分别占总量的60.0%和48.1%,三类事故发生概率较高且易造成群死群伤,矿山企业必须要采取坚决措施切实防范这三类事故的发生。结合矿山开采方式和事故类型综合分析,地下矿山重特重大事故主要集中在透水、火灾、火药爆炸和冒顶片帮等四种事故类型,露天矿山重特重大事故主要为采场和排土场边坡坍塌;截至目前,尾矿库共发生3起重特重大事故,造成315人遇难,均为尾矿库溃坝事故,是极易引发人员大量伤亡和产生重大社会影响的重点领域。此外,尾矿库发生事故还会造成严重的生态环境污染,特别是近年来因为排洪系统质量问题导致的尾矿泄漏突发环境事件频发多发,如2022年山西道尔铝业有限公司低品位矿储存场“3·27”溃坝事

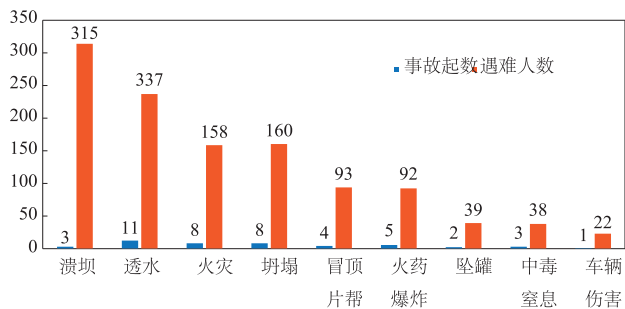


图4 2001—2022年我国非煤矿山重特重大事故按事故类型分类

Fig. 4 Chart of major and extraordinary accidents in China's non-coal mines by accident types from 2001 to 2022

故,致使0.5公顷乔木林地被掩埋、200余米长季节性沟渠和公路被堵塞;2020年黑龙江伊春鹿鸣矿业有限公司“3·28”尾矿库泄漏次生重大突发环境事件,造成依吉密河至呼兰河约340 km河道钼浓度超标,约6.8万人生活用水受到影响等。因此,尾矿库溃坝泄露事故是我国非煤矿山行业事故防范的重点。

按照矿山生产状态进行统计分析可知,生产矿山和基建矿山重特重大事故较多,分别发生35起和9起,占重特重大事故总数的77.8%和20.0%,停产矿山共发生重特重大事故1起,占总数的2.2%。生产矿山发生重特重大事故的占比较高,主要原因在于两个方面:一是矿山企业对采空区、不良地质、含水层或突水风险区域及井下可燃物质等相关隐蔽致灾因素普查治理不到位,诱发坍塌、透水、火灾等重特重大事故的发生;二是安全管理存在严重缺陷,如隐患排查整改不及时、不到位和人员冒险蛮干等情况普遍存在,致使事故发生并扩大。此外随着各级安全监管部门审查批复的基建矿山数量大幅提升,据统计,2022年已通过国家矿山安全监察局审查的建设项目是2021年的3倍,基建矿山特别是改、扩建矿山未来可能成为诱发事故发生的高风险点:一是以采代建、以采代探导致事故风险很高。部分基建矿山和探矿项目为尽快形成效益,建设过程中极易出现违法采矿行为,因生产系统和安全设施不完善诱发事故的风险很高。二是冒险蛮干、盲目缩短工期带来的风险。有的基建矿山为尽快投产,强行缩短建设周期,极易出现施工安全措施不到位、不按设计施工、通过设计变更减少安全设施等违法行为,产生重大事故隐患。三是改、扩建矿山高强度基建和满负荷生产交织重叠,导致矿山系统复杂,安全管理难度大幅增加。四是有的基建矿山为尽快产生利润,安全设施未经验收便投入生产使用,给人员及设备安全带来很大安全风险。五是基建矿山正处于建设阶段,短期内难以配齐安全和技术管理人员,安全管理力量不足,安全管理可能存在漏洞。

按照重特重大事故原因进行统计分析可知,2001—2022年,非煤矿山企业违法违规生产经营建设导致的重特重大事故多发,共发生30起、死亡914人,分别占总数的66.7%和79.2%。违法违规行为主要表现在:一是违反安全设施“三同时”。无安全设施设计、基建期间擅自投入采矿生产、不按批准的安全设施设计开采,乱采滥挖。30起因违法违规生产经营建设导致的重特重大事故,均存在违反安全设

施“三同时”的情况。二是非法盗采、超层越界开采、以采代探。共导致发生重特重大事故15起,造成378人遇难。特别是在矿业秩序混乱的地区,一个矿体多个开采主体相互争抢资源,井下矿矿相通,一矿出事故影响周边矿山,导致事故扩大,此种情形共导致发生重特重大事故10起,造成298人遇难。三是非法转让采矿权。共造成重特重大事故5起,造成151人遇难。一个采矿权多个采矿主体,各自独立生产经营,各自为政,安全管理混乱,极易导致重特重大事故发生。因此,保持打非治违的高压态势,是必须长期坚持的重要举措。

按照重特重大事故发生时段进行统计分析可知,如图5所示,发生重特重大事故最多的月份为7月,发生8起、死亡197人;其他高发月份主要集中在11月、8月和6月,分别发生重特重大事故5起;9月、

12月分别发生重特重大事故4起;10月、4月和1月均发生重特重大事故3起;3月和5月均发生重特重大事故2起;2月份发生重特重大事故1起。重特重大事故起数从季度周期上分析,第二季度发生重特重大事故10起,第三季度发生重特重大事故17起,共计占重特重大事故总数量的60.0%,由此可知,重特重大事故的高发时期与汛期基本重合,每年的4~9月的主汛期是非煤矿山安全生产的重点时段,这一时段地下矿山发生透水,露天矿山发生边坡坍塌以及尾矿库发生溃坝泄漏的风险较高。因此,各级矿山安全监管监察部门和非煤矿山企业必须加大汛期的安全监管和管理力度,矿山企业必须加强汛期前隐患排查整改、汛期中加强值班巡查,发现隐患和险情必须及时处理等,多管齐下,从根本上遏制汛期重特重大事故高发的趋势。

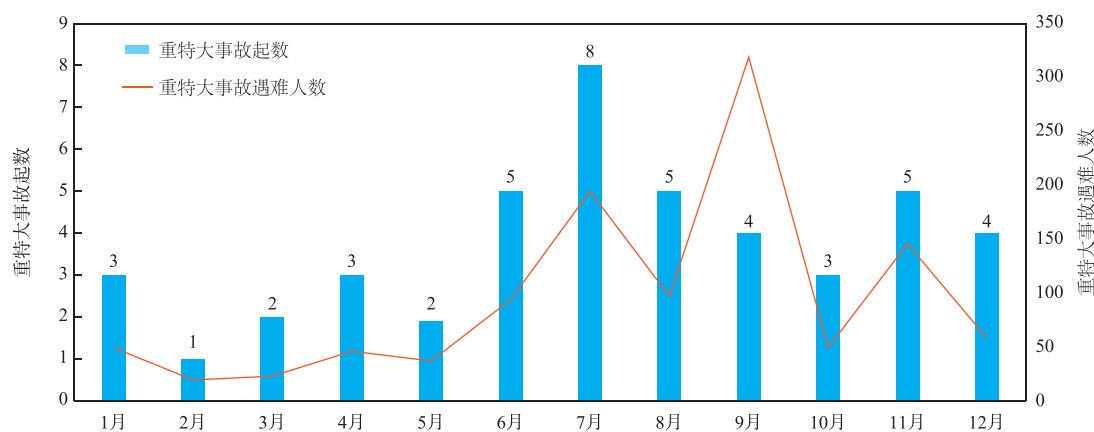


图5 2001—2022年我国非煤矿山重特重大事故按发生时段分类

Fig. 5 Chart of major and extraordinary accidents in China's non-coal mines by accident occurrence time from 2001 to 2022

2.2 重特重大事故防控对策措施

重特重大事故的清理和根本性遏制已经成为我国非煤矿山安全生产形势实现根本性好转的风向标和重要抓手。各级矿山安全监管监察部门和非煤矿山企业应切实贯彻落实《关于防范遏制矿山领域重特大生产安全事故的硬措施》(安委〔2024〕1号)的相关要求,政企同向发力,采取强有力的措施从根本上改变非煤矿山“三多三低”(即矿山总量多、小矿山数量多、高风险矿山数量多、安全保障水平低、本质安全水平低、安全管理水平低)的不利局面,以此实现非煤矿山重特重大事故的有效防控。

1)要严格非煤矿山源头管控。严格贯彻落实《中共中央办公厅 国务院办公厅关于进一步加强矿山安全生产工作的意见》(厅字〔2023〕21号)的相关要求,新设采矿权与已设采矿权在纵投影上不得重叠,一个采矿证下原则设立一个独立生产系统、矿山

开发应一次性总体设计等,从源头上管控因采矿证和生产系统设置不合理等造成的相邻矿山互联互通、越界开采、大矿小开等易导致重特重大事故发生的风险。

2)要持续深入推进矿山“三个一批”工程,即淘汰关闭一批、改造升级一批、整合重组一批。对于安全生产条件较好的矿山企业进行改造升级,提高其机械化、自动化等的水平,使其具有更高的本质安全生产水平;对于资源枯竭、不具备基本安全生产条件、安全生产水平低下的矿山建议关闭退出,控制非煤矿山总量实现稳步下降;对于具备整合条件的相邻矿山或实质上互联互通的矿山等应强力推动整合重组,逐步改变大矿小开、互联互通的混乱局面。

3)强化安全教育培训,配齐专职安全管理人员和专业技术人员。实行对企业主要负责人、安全生产管理人员和一线岗位作业人员(包括特种作业人员等)分类分级培训,强调培训的针对性,切实提高

企业主要负责人和安全生产管理人员的法规标准掌握程度和安全管理水平,着力提升一线岗位作业人员的岗位操作技能和安全风险意识等。

4)增大投入提高企业的机械化、自动化和智能化水平,推动实现矿山企业本质安全水平和安全保障水平提升。地下矿山企业应着力实现高风险作业环节如凿岩、爆破等的机械化、远程自动化,露天矿山企业应进一步推动无人铲装、无人运输等技术应用,实现高风险作业的本质安全。同时还应实现非煤矿山安全风险监测预警系统的全覆盖,实现生产全过程的安全风险预控,超前预防事故发生。

5)聚焦重大灾害防控治理,坚决防止易导致群死群伤和重大财产损失的重特大事故的发生。地下矿山应着力采取相关技术和管理等措施,防控透水、火灾、冒顶坍塌和坠罐等四类事故;露天矿山应着力防控边坡坍塌事故;尾矿库企业应着力防控尾矿溃坝泄漏事故。

3 结论与展望

近 20 多年来,我国非煤矿山行业整体安全生产形势呈现出持续稳定好转的趋势,但事故总量仍然较大,重特大事故仍时有发生,非煤矿山安全生产形势仍然十分严峻。本文对 2001—2022 年非煤矿山 45 起重特大事故进行了统计分析,重点从开采方式、矿种、事故类型、生产状态、违法行为、发生时段等六个维度分析了重特大事故的发生规律和基本特征,并提出了防范重特大事故的对策措施,主要结论如下:

1)非煤矿山重特大事故从事故类型上主要集中在透水、火灾、坍塌、溃坝等四类事故,从事故发生原因上主要是由于矿山企业非法违法生产建设造成,从发生时段上主要集中在 4~9 月份,与汛期相重合。综合开采方式和矿种分析,地下开采的铁矿和金矿企业是我国遏制非煤矿山重特大事故的重点对象,并应加大对新建、改扩建基建矿山的安全监管和管理力度。

2)为有效遏制非煤矿山重特大事故的发生,应从非煤矿山行业准入和安全生产许可等方面提高门槛、加强监管,源头管控,并通过持续推进矿山“三个一批”工程加大非煤矿山的动态调控,并从强化安全教育培训、提升本质安全水平和聚焦重大灾害防控等方面采取针对性措施,从而实现非煤矿山行业整体安全生产形势的根本性好转。

参 考 文 献

[1] 胡善志,廖文景,戴军,等.湖南省非煤矿山安全事故统计分析

与预防措施[J]. 矿业研究与开发,2023,43(12):138-143.

HU Shanzhi, LIAO Wenjing, DAI Jun, et al. Statistical analysis and preventive measures of safety accidents in non-coal mines in Hunan province [J]. Mining Research and Development, 2023,43(12):138-143.

[2] 席政,席德美.贵州省非煤矿山事故统计分析与对策措施[J]. 采矿技术,2021,21(6):51-55.

XI Zheng, XI Demei. Statistical analysis and preventive measures of accidents in non-coal mines in Hunan province[J]. Mining Technology, 2021,21(6):51-55.

[3] 吕丽华.非煤矿山事故原因分析及安全防范建议[J]. 现代矿业,2021,37(6):235-237.

LYU Lihua. Cause analysis of accidents in non coal mines and suggestions on safety precautions[J]. Modern Mining, 2021, 37(6):235-237.

[4] 李明海,常通,杨一帆.基于 24Model 的非煤矿山事故分析[J]. 工业安全与环保,2022,48(9):69-73.

LI Minghai, CHANG Tong, YANG Yifan. Analysis of non-coal mine accidents based on 24 Model and grey correlation degree[J]. Industrial Safety and Environmental Protection, 2022,48(9):69-73.

[5] 李文琳,马汉鹏,李雪冰,等.基于 STAMP 模型对某金矿爆炸事故致因分析[J]. 华北科技学院学报,2021,18(2):47-52.

LI Wenlin, MA Hanpeng, LI Xuebing, et al. Cause analysis of explosion accident in a gold mine based on STAMP model[J]. Journal of North China Institute of Science and Technology, 2021,18(2):47-52.

[6] 侯东毅.基于行为安全“2-4”模型的某非煤矿山火药爆炸事故分析与研究[J]. 有色矿冶,2019,35(6):46-52.

HOU Dongyi. Research on gunpowder explosion accident in non-coal mine based on behavior safety “2-4” model[J]. Non-Ferrous Mining and Metallurgy, 2019,35(6):46-52.

[7] 裴文田.非煤矿山边坡坍塌事故分析[J]. 劳动保护,2016(7):98-99.

PEI Wentian. Analysis of slope collapse accidents in non-coal mines[J]. Labour Protection, 2016(7):98-99.

[8] 李广平,陈一洲.非煤矿山冒顶片帮事故分析[J]. 中国矿山工程,2007(4):36-38.

LI Guangping, CHEN Yizhou. Analysis of the roof fall and rib fall accident in non-coal mine [J], China Mine Engineering, 2007(4):36-38.

[9] 罗志雄,时宝,李培良.2001—2016 年中国非煤矿山重特大事故规律分析[J]. 黄金,2019,40(1):67-70.

LUO Zhixiong, SHI Bao, LI Peiliang. Analysis of the law of serious and extra serious accidents in non-coal mines in China during 2001—2016[J]. Gold, 2019,40(1):67-70.

[10] 韩浩亮,裴绍铭.我国非煤矿山重特大事故规律分析与对策[J]. 中国安全生产,2018,13(7):52-53.

HAN Haoliang, PEI Shaoming. Analysis of patterns and countermeasures for major and serious accidents in non-coal mine in China [J]. China Occupational Safety and Health, 2018,13(7):52-53.