



移动扫码阅读

引用格式: 林俊, 朱凤山. 煤矿智能化设备安全标志管理及应用研究 [J]. 中国煤炭, 2022, 48 (6) : 14-18. doi: 10.19880/j.cnki.ccm.2022.06.003
LIN Jun, ZHU Fengshan. Study on safety certification and application of intelligent equipment in coal mine [J]. China Coal, 2022, 48 (6) : 14-18. doi: 10.19880/j.cnki.ccm.2022.06.003

煤矿智能化设备安全标志管理及应用研究

林俊, 朱凤山

(安标国家矿用产品安全标志中心有限公司, 北京市朝阳区, 100013)

摘要 矿用产品安全标志是我国行之有效的煤矿安全生产基本制度, 是从源头上防止煤矿灾害事故发生的重要管理措施。当前, 煤矿智能化建设推动煤矿新技术新设备蓬勃发展, 但安全基础技术研究相对滞后, 对新技术新设备安全标志的管理带来了新的挑战。通过分析安全标志申办数据, 煤矿新技术新设备存在的安全问题, 提出应针对新技术新设备安全标志管理中的防爆安全技术、井下新能源安全技术、井下多网通信安全技术 3 个重点研究方向, 从优化新技术新设备安全标志管理程序、强化安全标志科技创新、加大技术标准引领作用方面, 探索建立推动行业科技进步的安全标志工作机制, 以调整优化安全标志管理, 支撑矿用设备科技发展和煤矿智能化建设。

关键词 矿用设备; 安全标志管理; 煤矿安全技术; 新技术新设备; 煤矿智能化

中图分类号 TD213; TD-9 **文献标志码** A

Study on safety certification and application of intelligent equipment in coal mine

LIN Jun, ZHU Fengshan

(China Mining Products Safety Approval and Certification Center Co., Ltd.,
Chaoyang, Beijing 100013, China)

Abstract Mining products safety certification is an effective basic system of coal mine safety production in China, and an important management measure to prevent coal mine disasters and accidents from the source. At present, the intelligent construction of coal mines promotes the vigorous development of new technologies and equipment in coal mines, while the safety certification of new technologies and equipment has faced new challenges due to the lag of basic safety technology research. By analyzing the data of safety approval and certification and the safety problems of new technologies and equipment, the paper puts forward that aiming at the three key research directions of explosion-proof safety technology, underground new energy safety technology and underground multi-network communication safety technology in the safety certification of new technologies and equipment, a safety certification working mechanism should be explored and established to promote the scientific and technological progress of the industry in terms of optimizing the procedures of safety certification of new technologies and new equipment, strengthening the scientific and technological innovation of safety certification, increasing the leading role of technical standards, so as to adjust and optimize the safety certification and support the scientific and technological development of mining equipment and the intelligent construction of coal mines.

Key words mining equipment; safety certification; coal mine safety technology; new technology and equipment; coal mine intellectualization

作者简介: 林俊 (1988-), 男, 浙江温州人, 硕士, 现任安标国家矿用产品安全标志中心企业发展部主任, 主要从事矿用产品安全技术标准规范和安标政策等研究工作。E-mail: 1596382817@qq.com

煤炭是我国的能源基石，也是国家安全生产需要关注的重点领域^[1]。基于煤矿井下高危的特殊工作环境，对进入井下的产品实施强制性的安全准入管理是世界主要采矿国家的通行做法^[2]。我国在1990年建立了安全标志制度^[3]，对涉及人身安全、危险性较大的矿用产品实施安全准入管理，有效防止了可能危及生产安全的产品进入煤矿生产过程，从源头上防止煤矿灾害事故，为煤矿高质量发展奠定了设备安全基础^[4]。

煤矿智能化是我国煤炭工业高质量发展的核心技术支撑^[5]，矿用设备科技发展和成果的安全应用是煤矿智能化建设的重要基础^[6]。当前，煤矿井下机器人、新能源技术、矿山5G等智能化的新技术新设备正大量涌现，推动着煤矿安全绿色智能发展。但安全基础技术研究相对滞后，缺乏相应国家标准、行业标准和安全管理要求，煤矿新技术新设备安全问题成为社会重要关注点^[7]。因此，对安全共性问题开展研究，建立推动行业科技进步的安全标志工作机制，鼓励安全科技成果转化，并在井下安全应用，对支撑矿用设备科技发展，推动我国煤矿智能化建设具有重要的现实意义。

1 安全标志管理工作现状

我国安全标志制度是依法对涉及矿山安全生产及职工安全健康产品采取的强制性管理制度。自1990年正式实施以来，在科学分析总结煤矿安全生产现实需求和客观规律、吸取重特大事故教训、吸纳借鉴国外成功经验的基础上，逐步建立起了健全的安标法律法规体系和管理机制^[8]。根据《安全生产法》等规定，纳入安全标志管理目录的矿用产品须按照相关技术标准和安全管理要求，经检测检验合格，取得安全标志后才能由专业生产单位生产、销售，煤矿才能采购、使用。

安全标志管理经过30余年的发展，已有机融入煤矿安全风险分级管控和隐患排查治理“双重预防”机制，成为煤矿安全生产监管监察体系的重要组成部分、煤矿设备安全的基本制度、安全生产源头管理的重要前置手段、安全监管监察的重要“抓手”，在防范煤矿重大灾害事故、提高煤矿安全保障水平、促进煤矿安全生产形势持续稳定好转发挥了不可替代的基础性保障作用，得到了国内外相关方的广泛认可和遵守^[9]。

2017—2021年，我国安全标志工作服务于煤

矿安全监管监察，通过提质增效，申办周期大幅下降45%；安全标志申办数量和发证数量呈现逐年上升态势，年均增长率10%。其中，首次申办安全标志的产品数量和首次取得安全标志的产品数量持续增加、占比也不断增大；尚无国家标准、行业标准或突破现行国家标准、行业标准的新技术新设备申办安全标志的数量增加幅度明显，煤矿智能化建设有效推动了矿用产品领域科技创新，推进了矿用产品迭代更新；同期，进口矿用产品申办安全标志的数量大幅下降。

2 煤矿新技术新设备安全标志管理现状及面临的新挑战

2020年2月，国家发改委、国家能源局等八部委联合印发了《关于加快煤矿智能化发展的指导意见》，对加快推进煤炭行业供给侧结构性改革和高质量发展具有里程碑的意义^[10]。在政策鼓励下，煤矿企业全面启动了智能化建设和绿色开采。根据国家能源局2022年2月的统计，全国有近400座煤矿正在开展智能化建设，总投资规模超过1000亿元；国家能源局、国家煤矿安全监察局遴选的71处国家首批智能化示范建设煤矿，总产能近6亿t/a^[11]。智能化煤矿建设科技支撑同步取得积极进展，已建立了煤矿智能化基础理论体系、初步形成了煤矿智能化标准体系框架、提出和实施分类分级智能化煤矿建设路径，开采技术和矿用设备正在持续升级^[5]。

2.1 新技术新设备安全标志管理情况

安全标志管理与煤矿智能化发展同向发力，陆续出台了《煤矿井下机器人安全标志管理方案》《煤矿井下机器人基本安全要求（试行）》《煤矿井下人员定位系统安全标志管理方案（试行）》《煤矿井下人员定位系统安全技术要求（试行）》《矿用锂离子蓄电池安全技术要求（试行）》《矿用防爆锂离子蓄电池电源安全技术要求（试行）》《矿用防爆锂离子蓄电池电源充电机安全技术要求（试行）》《矿用防爆锂离子蓄电池无轨胶轮车安全标志管理方案》《矿用防爆锂离子蓄电池无轨胶轮车安全技术要求》等管理要求，以安全保障支撑科技创新，相应的新技术新设备大量涌现并积极申办安全标志。

对2020年2月以来安全标志申办情况进行了分析，发现新技术新设备主要集中在多网融合、电

动化、机器人、无人驾驶、智能通风、智能采掘及井下5G通信等方面。新技术新设备的创新研发安全有效地支撑了煤矿智能化发展。

2.2 煤矿设备安全标志管理面临的新挑战

在智能化新技术新设备安全标志申办中,由于安全技术基础共性问题尚未解决,现有国家标准、行业标准不能满足对新技术新设备的安全评判、检测验证等要求,部分标准滞后于技术设备发展,引起了社会对煤矿新技术新设备的安全关切。安全标志管理在安全技术和工作机制上正面临新的挑战,集中表现在以下几个方面。

(1) 防爆安全挑战。防爆是新技术新设备井下推广应用的基础安全,但由于防爆机理和防爆技术目前缺乏基础性研究,致使防爆安全要求滞后于智能化设备发展需要,申办安全标志的部分新技术新设备出现需突破现行标准规定的防爆性能,轻型智能化设备材料难以满足现行标准要求,现有本安供电技术无法支持远距离、高传输能量的监控通信安全要求问题^[5]。

(2) 井下新能源安全挑战。煤矿井下新能源安全应用是实现煤矿智能化的关键技术之一,申办安全标志的井下机器人、辅助运输车辆等电动化设备和监控通信后备电源、移动设备动力电源、应急救援电源等均使用了以蓄电池为代表的新能源,但电池在煤矿井下受挤压、碰撞、过充过放、管理维护不到位的情况下,易造成内部高温高压,引发爆炸燃烧且不易扑灭,对电池容量、井下充电、使用地点形成了限制,成为安全标志管理、煤矿企业、设备研发生产面临的共同挑战^[12]。

(3) 井下多网通信安全挑战。由于煤矿井下5G、物联网建设中网络铺设量大、数据传输网络庞杂,新技术新设备安全标志管理中存在缺乏多网融合通信的安全性能评估和判定依据的现象,如缺乏机器人等智能化移动设备在井下应用所必须的井下定位及导航技术准确性及可靠性评估方法、无人驾驶通讯安全评估方法,以及智能化设备缺乏针对煤矿井下电磁环境电磁兼容全面系统的研究^[5]。

(4) 新技术新设备安全标志工作机制挑战。智能化新设备新技术的蓬勃发展,安全标志申办数量不断增加,行业外高新技术企业也首次进入煤矿领域,这些企业对煤矿安全要求和安全标志管理不太了解。这些现象均对原有安全标志管理工作机制带

来了冲击。具体表现为:研发生产仅注重功能不关注安全性能、新技术新设备缺乏对煤矿安全基本认知、研发设计方案反复多次修改论证、新技术新设备安全标志缺乏安全评估现有判定依据导致办理周期长等。

3 煤矿新技术新设备安全标志管理中重点安全技术研究方向

发挥安全标志管理作用,把好煤矿新技术新设备下井安全准入关,需从以下3个方向开展安全技术研究,以解决安全标志管理安全技术方面面临的挑战。

3.1 防爆安全技术研究

(1) 隔爆技术安全评估研究。从原理、模型、方法上深入研究设备大型化、功能组合化、智能化发展带来的隔爆技术安全评估方法。

(2) 本安、浇封技术安全评估研究。研究设备智能化、传输距离远带来的高能量、远距离传输本质安全能量评估技术,复杂设备结构带来的本安、浇封等多种防爆型式复合的防爆技术安全评估。

(3) 煤矿爆炸性环境安全评估技术研究。研究防爆设备的安装、使用、维护、大修与报废等方面的安全评估技术,围绕本安系统评定、光辐射安全、射频防爆安全等方面,现场评估煤矿井下爆炸性环境,研究煤矿井下场所防爆分区方式及相关管理措施。

(4) 新材料安全可靠研究。突破传统防爆电气设备隔爆外壳的铸铁、钢板或者铸钢材质,研究探索新型材料应用于隔爆外壳的相关要求,研究轻金属、非金属材料作为煤矿电气设备使用的隔爆外壳材质需要满足的安全使用、限用条件,研究由轻金属、非金属材料形成的隔爆外壳安全性、耐久性。

3.2 井下新能源安全技术研究

(1) 新型电池及使用安全性研究。研究电池安全保障技术,主要研究电池安全评价技术、防爆动力电池的全方位安全防护技术(电池管理、散热、功能安全)、爆炸性环境防止电池热失控引发瓦斯煤尘爆炸的安全措施、井下新能源自动降温灭火技术等。

(2) 电池管理系统功能及安全完整性(SIL)安全评估研究。围绕避免锂离子蓄电池等在使用中发生过充、过放、短路、超温等情况导致燃

爆、泄压等安全事故，研究适用于煤矿井下的专用电池管理系统安全要求，对锂离子蓄电池基本参数进行有效监测，根据出现故障的不同等级提出不同保护控制措施；研究电池管理系统的 SIL 安全评估，评估当电池管理系统出现非正常工况能否瞬间准确动作，并把设备引入安全状态的技术方法及评估要求。

(3) 井下充换电与锂电池灭火研究。研究井下半封闭空间安全充电（自主有线充电、无线感应谐振充电）、换电技术，研究锂电池井下充电的安全保护控制策略及相关技术要求；研究锂电池发生起火燃爆后瞬间产生高温高热时的有效灭火措施。

(4) 新能源车辆安全标准研究。借鉴电动汽车行业做法，研究煤矿井下新能源设备远程联网监控和安全预警技术，实时采集监控运行的矿用新能源车辆运行数据，对新能源车辆电源等重要安全要素实现远程自动预警与安全评估，保障应用安全。

3.3 井下多网通信安全技术研究

(1) 多系统联动的安全技术研究。研究煤矿井下多系统环境的高速率、大容量数字化信息传输和低时延的设备智能化监控技术；研究井下通信网络与各大煤矿安全生产系统融合对接中的信息融合安全，提出融合组网的技术方案和检验方法。

(2) 井下定位与导航技术研究。研究井下封闭空间、无卫星导航信号覆盖复杂电磁环境下的定位与导航技术，基于地下定位技术和位置估计算法，研究定位准确性的界定、判别与评估技术方法，研究井下导航策略的有效性和准确性。

(3) 无人驾驶通信安全技术。研究无人驾驶安全原则与流程，从设计流程、测试、自主性验证、数据完整性以及人机交互等多方面进行评估分析。

(4) 矿井电磁兼容安全技术研究。研究在煤矿井下恶劣电磁环境下矿井电气设备的电磁兼容安全性；研究井下复杂电磁环境特征及规律，井下电磁干扰测试方法；研究电磁污染等级现场评价技术方法；研究变频、监控、通信、煤矿机器人等智能装备电磁干扰抑制和防护技术方法；研究煤矿专用的设备电磁兼容技术标准及标准体系。

4 建立推动行业科技进步的安全标志工作机制

4.1 优化新技术新设备安全标志管理程序

(1) 注重安全性能要求，推进科技成果转化。对尚未制定国家标准、行业标准的矿用新技术新设备，按照通用安全标准和国家有关规定对新产品进行必要的安全自评估；安全标志侧重考核安全性能，放宽其他性能要求，对满足矿山安全要求的发放新产品安全标志，积极推动新产品下井应用；对首次用于矿山井下且按现行标准规范无法全面考核安全性能的新技术新设备及时组织开展安全技术论证，与煤矿企业建立联动机制，实施工业性试验安全标志管理，推动安全性能试验验证。

(2) 安全标志服务前移，联合开展安全论证。积极营造安全标志促进智能化设备科技成果转化的良好环境，主动服务新技术新设备生产企业，使安全标志管理专家提前介入新技术新设备研究设计阶段，规范、引导企业向符合煤矿安全生产要求的方向进行科技创新；联合生产企业、安全标志检测检验机构、行业专家为生产企业提供安全技术支持，形成科技创新和安全论证并行推进的安全标志管理机制，促进有效科技创新和成果转化。

(3) 加快出台安全要求，建立常态长效机制。通过大数据技术，引导和激励设备研发制造企业提供更多智能化优质设备，及时总结新技术新设备共同特征和共性原理，编制新技术新设备安全标志管理方案和安全技术要求，统一同类新技术新设备安全要求，形成科技创新安全技术指引，制度化、长效化推进安全标志审核发放工作。

4.2 强化安全标志科技创新工作

(1) 建立安全标志专门研究机构。依托安全标志管理工作中长期积累形成的资源、人才、技术等优势，建立行业公益性的安全标志专职研发机构，聚焦新技术新设备安全技术基础性问题，联合煤矿企业、新技术新设备研发企业、安全标志检测检验机构、科研院所等，全力突破制约新技术新设备井下安全共性问题，解决因标准滞后对设备发展和安全使用的负面影响，打造成为集理论研究、安全分析、成果转化、标准制定和国际技术交流等于一体的国内领先、国际一流的矿用设备安全技术研究平台。

(2) 加大重点安全技术科技攻关及支撑能力建设。围绕防爆技术安全试验、井下新能源安全应用

技术、智能化基础共性研究,加大科技攻关力度,基于安全研究成果率先出台煤矿新型防爆技术、锂离子蓄电池、井下5G通信、机器人、高端节能提运设备、新型环保高分子材料、煤矿精确定位技术、多系统融合技术、无线控制技术、煤矿图像识别与处理技术、智能化采掘技术、快速应急救援装备、智能通风技术等的安全标志管理方案和安全技术要求,引导发展安全标志检测检验能力建设,提升安全标志分析验证手段,支撑技术创新。

(3)完善安全标志科技创新体系。建立开放合作的新技术新设备安全标志协同创新机制,强化与政府、社会及学术团体沟通交流,建立形成基础与前沿技术研究、应用研究与安全标志管理有序衔接的多级研发体系,强化与社会优势科技资源的合作创新,形成安全标志各方合力。

4.3 强化技术标准引领作用

大力推进新技术新设备标准研究和制修订工作,重点加大矿山智能化领域标准体系建设投入,联合技术创新优势企业推进急需标准制修订工作,建立新技术新设备安全技术标准化与安全标志管理的协同工作机制,重点突破标准在新技术发展和安全使用方面的制约,积极推进矿山智能化设备标准的国际化工作,抢占全球标准话语权和制高点,逐步建立安全标志管理与新技术新设备标准化相互联动的集成式服务平台。

5 结语

我国煤矿智能化建设和绿色发展推动了矿用设备科技发展,近年来,通过安全标志准入把关,多类新技术新设备在井下安全应用,为煤矿高质量发展提供了重要支撑。但是,智能化矿用设备尚处于初级阶段,尚不成熟的安全技术引发社会关切,针对新技术新设备安全标志管理还需不断调整优化,

只有通过持续健全工作机制,系统、协同、高效、科学地推进行业科技进步,才能全面支撑矿用设备科技创新,全面推动煤矿智能化建设。

参考文献:

- [1] 孙继平. 煤矿安全生产理念研究 [J]. 煤炭学报, 2011, 36 (2): 313-316.
- [2] 王显政. 美国煤矿安全监察体系 [M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2001.
- [3] 林俊. 中国矿用设备安全准入制度改革创新研究 [J]. 煤矿安全, 2021, 52 (8): 248-252.
- [4] 马守业, 沃磊. 新形势下矿用产品安全标志管理工作的思考和建议 [J]. 中国煤炭, 2019, 45 (6): 53-55.
- [5] 王国法. 煤矿智能化最新技术进展与问题探讨 [J]. 煤炭科学技术, 2022, 50 (1): 1-27.
- [6] 秦志刚. 煤矿智能化开采技术现状及展望 [J]. 矿业装备, 2022 (2): 190-191.
- [7] 符如康, 段建涛, 刘助民, 等. 构建树型生态系统助力智能化煤矿安全高效发展 [J]. 智能矿山, 2022, 3 (4): 12-17.
- [8] 林俊, 康迎春. 印度采矿设备发展情况及安全认证研究分析 [J]. 煤炭经济研究, 2019, 39 (9): 75-78.
- [9] 陈杰, 王磊, 姚源. 我国矿用产品安全标志管理制度现状分析及建议 [J]. 煤矿安全, 2010, 41 (2): 126-128.
- [10] 方良才. 加快煤炭产业数字化转型 为煤炭企业高质量发展提供新动能 [J]. 中国煤炭工业, 2021 (11): 10-13.
- [11] 仲蕊. 煤矿智能化支撑煤炭工业高质量发展 [N]. 中国能源报, 2022-02-21 (15).
- [12] 刘见中, 王运鹏, 谢斌, 等. 矿用锂离子电池电源防爆保护技术及标准分析 [J]. 煤炭科学技术, 2020, 48 (9): 203-208.

(责任编辑 张艳华)