西部中小型冶金企业安全现状及对策研究

陈 钧, 尹元生, 于 超, 秦小宝, 魏善东

(山东钢铁股份有限公司日照公司, 山东省 日照 276805)

摘 要: 文章通过对西部某地区 15 家中小型冶金有色企业的现场安全检查隐患问题, 按照《工贸企业重大事故隐患判定标准》和《生产过程危险和有害因素分类与代码》进行分级分类, 汇总统计, 针对企业安全工作现状, 利用 Excel 的数据透视表功能, 综合数据分析, 进一步剖析中小型冶金有色企业自身问题和企业共性问题, 及其产生的根本原因, 为企业和地区行业安全发展"把脉问药", 给出一系列改进提升的措施建议。同时对于大型冶金有色企业和其他工贸企业, 安全管理和合规性改进工作, 同样具有借鉴意义。

关键词: 危险和有害因素; 隐患; 安全评价; 双重预防机制; 应急管理

中图分类号: TF088; X924 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009 - 5438(2025)06 - 0093 - 06

Study on Current Situation and Countermeasures of Safety in Western Small and Medium - sized Metallurgical Enterprises

Chen Jun, *Yin Yuansheng*, *Yu Chao*, *Qin Xiaobao*, *Wei Shandong*

(*Rizhao Co. of Shandong Iron and Steel Co., Ltd.*, *Rizhao* 276805, *Shandong*, *China*)

Abstract: In this article, it is introduced the hidden dangers found by on - site safety inspection of 15 small and medium - sized metallurgical non - ferrous enterprises in a west area are with classification and tabulate statistics in accordance with the *Judgment Criteria of Major Potential Accidents in Industrial and Trading Enterprises* and the *Classification and Codes of Hazardous and Harmful Factors in Production Process.* Moreover, the own problems of small and medium - sized metallurgical non - ferrous enterprises, mutual problems of enterprises as well as their causes are further analyzed with the function of pivot table of Excel combining with data analysis aiming at the current situations of safety work in enterprises. As a result, a series of measures and suggestions for improvement are proposed for safe development of enterprises and regional industries, which are with reference significances for improving safety management and compliance in large - scale metallurgical non - ferrous enterprises and other industrial and trading enterprises.

Key words: hazardous and harmful factors; hidden danger; safety evaluation; double prevention mechanism; emergency management

西部地区具有丰富的煤炭、油气、水电及光伏与风力发电等新能源和人力成本优势, 在国家西部大开发背景下, 吸引了众多制造业企业投资建厂, 而作为钢铁、锻造、建材、机加工等行业供应链中不可或缺的中小型冶金有色企业, 顺势而生。根据国家相关的行业准入条件, 冶金有色企业须符合全国主体功能区规划、区域规划、土地利用规划等要求, 布设在工业园区或工业集中区内; 矿热炉容量及能耗要

收稿日期: 2025 - 09 - 22

作者简介: 陈 钧(1972 -), 男, 山东省济南市人, 高级工程师, 现从事工业自动化、安全技术工作。

求,硅铁、工业硅矿热炉采用矮烟罩半封闭型,锰硅合金、高碳锰铁、高碳铬铁矿热炉采用全封闭型,容量≥25 000 千伏安(国家级及省定贫困县≥12 500 千伏安),并配套余热和煤气综合利用设施;企业能源消耗需满足单位产品能源消耗限额标准,主元素回收率有明确要求(如硅铁 Si≥92%、高碳锰铁 Mn≥78%等);水循环利用率≥95%,矿热炉煤气和烟气余热 100%回收利用。文章对西部某地区十五家中小型冶金有色企业进行调研,发现通常中小型冶金有色企业多具有投资大,建设周期长等特点,而调研的企业,创建伊始便联合股东,以技术、设备设施(厂房)、资金等参股入股的形式,共同投资设立有限责任公司,公司制运作。从业人员在数十到一千三百余人不等,年产值在一千余万元至数亿元,且以数家或数十家聚集或进入工业园区为主,便利了社会供电供水设施的统一实施和协调工作,亦有利于各企业同类设备设施专业维保、检验检测和社会消防、交通、医疗资源配置及其应急联动工作。企业或园区选址一般距城镇村庄等社会生活聚居区较远,为便于职工工作生活,大多企业在厂区或园区自建有职工宿舍楼。生产原料(硅石、石灰石、兰炭、废铁、镁矿、氧化铝粉等)多数就地取材或来自邻省,拖挂大卡汽运;铁合金产品销往中西部本区域,铝镁等有色金属或铸锭或合金轧制型材外销。因此,西部中小型冶金有色企业在区域制造业的供应链功能和解决当地劳动力就业及经济发展,功不可没。通过对调研企业生产现场安全检查,发现安全隐患问题总计 193 项,其中符合相关重大事故隐患判定标准的 20 项,一般隐患 173 项。根据现行的法律、行政法规、国家标准和行业标准等规范,结合调研企业生产经营实际,对其安全隐患问题进行统计整理。国家标准 GB/T 13861—2022《生产过程危险和有害因素分类与代码》适用于生产经营活动全过程中危险和有害因素的预测、预防,伤亡事故原因的辨识和分析[1]。按照生产过程危险和有害因素的性质四大分类和中小细四层分类及代码,编制汇总,数据透视分析,进一步研究中小型冶金企业隐患问题分布情况及其产生的深层次原因,进而给出针对性解决问题对策和建议。

1 企业安全现状问题概述

1.1 隐患大类统计情况

通过对 15 家受检冶金有色工贸企业的问题汇总统计,按照人物环管四大类别因素分析发现:

(1)物的因素占比最高,达到 56.48%(109 项),说明设备设施、防护装置等硬件问题是主要隐患来源;

(2)管理因素次之,占 34.72%(67 项),反映企业在制度执行、操作规程等方面存在较大改进空间;

(3)人的因素和环境因素所占比例较小,分别为 5.70%(11 项)和 3.11%(6 项)。人物环管四大类隐患统计情况详见图 1。

初步结论:当前企业安全风险主要集中在物的硬件缺陷和管理制度漏洞两个维度,建议优先针对这两大类隐患进行系统性整改。

1.2 隐患中各类问题统计情况分析

企业隐患问题(中类)具体占比分布如图 1 所示。

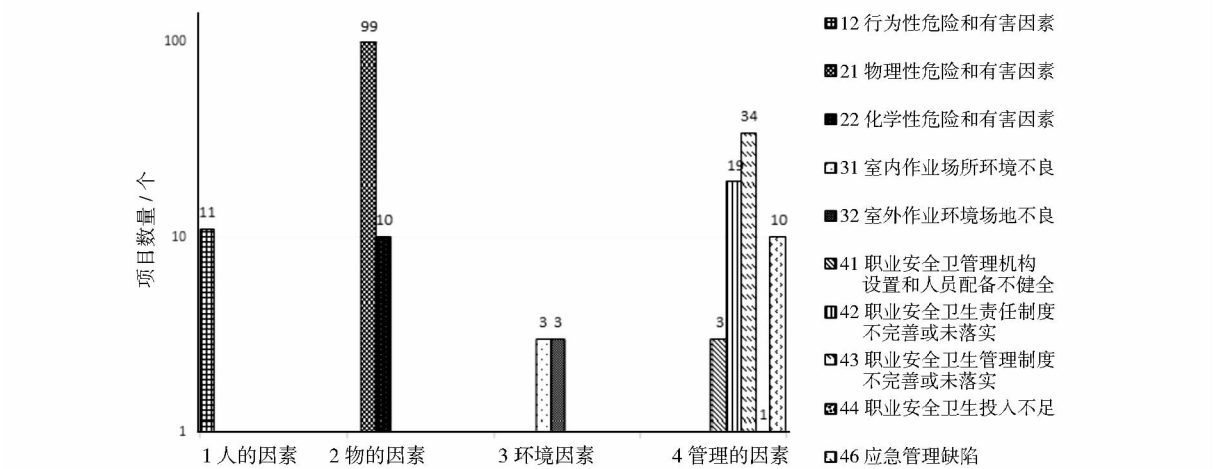


图 1 企业隐患问题分类情况

进一步对物管人环四大类隐患进行分析，发现以下问题：

（1）主要隐患类型：物理性的危险和有害因素（21 类）占比最高（51.3%），是主要隐患类型；职业安全卫生管理制度不完善或未落实（43 类）占比 17.62%，和职业安全卫生责任制度不完善（42 类）占比 9.84% 分列二三位。

（2）次要隐患类型：行为性的危险和有害因素占比 5.7%；应急管理缺陷和化学性的危险各占 5.18%；其他类型（室内/室外作业环境问题、机构设置问题等）合计占比不足 5%。

（3）建议措施：应重点加强物理性的危险源防护措施；完善职业安全卫生管理制度体系；加强员工行为规范培训；提升应急管理能力建设。

该分布反映了企业安全生产管理中的典型问题结构，物理性的危险因素占比过半，说明设备设施防护是当前最突出的安全隐患领域。

1.3　企业安全隐患分级情况分析

按照《工贸企业重大事故隐患判定标准》对符合条件要求的问题项判定为重大事故隐患[2]，共计 20 项，其余 173 项为一般事故隐患。重大隐患和一般隐患均以隐患中类问题进行统计分析。

一般隐患的中类问题分布分析见图 2，发现以下关键特征：

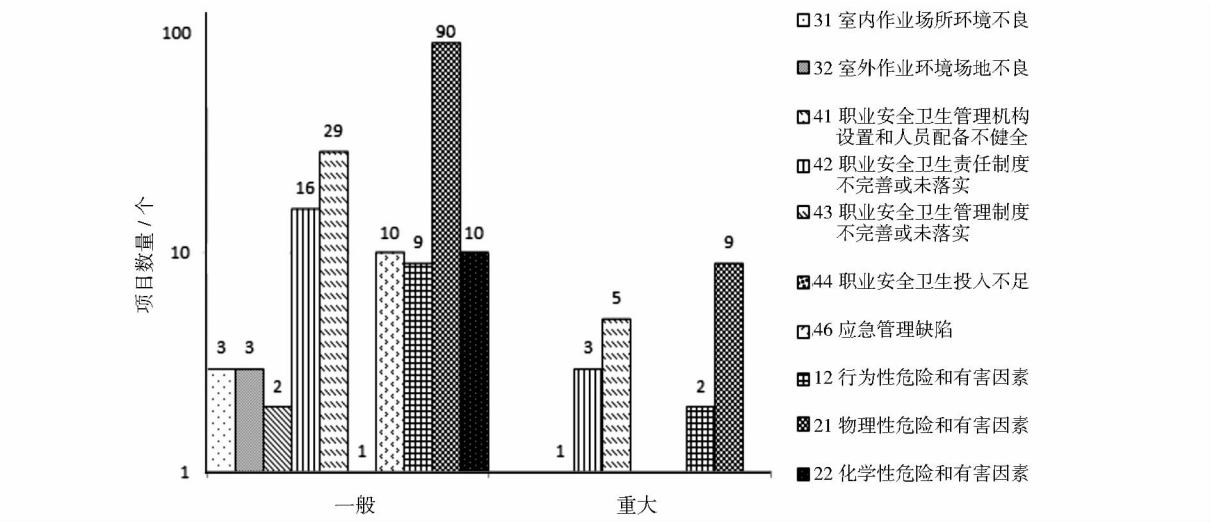


图 2　企业隐患问题分级分类情况

（1）核心风险构成：物理性危险（21 类）占比 52%（90 例），主要表现为设备防护缺陷、安全标识缺失等典型问题；职业卫生管理制度问题（43 类）占 16.8%（29 例）；职业卫生责任制度问题（42 类）占 9.3%（16 例）；前三大类合计占比达 78.1%。

（2）专项风险领域：应急管理缺陷（46 类）和化学性危险（22 类）占 5.8%（各 10 例）；行为性危险（12 类）占 5.2%（9 例）；

（3）风险管控建议：优先解决物理性危险（设备防护、安全标识等）；完善职业卫生管理（43 类）和责任制度（42 类）；开展应急管理（46 类）和化学品管理（22 类）专项整改；加强员工行为规范（12 类）培训。

1.4　重大隐患的中类问题分布分析

如图 2 所示，根据重大隐患的中类分布分析，发现以下关键特征：

（1）风险分布特征：物理性危险（21 类）占比 45%（9 例），主要表现为设备防护失效等严重缺陷；职业卫生管理制度问题（43 类）占 25%（5 例）；职业卫生责任制度问题（42 类）占 15%（3 例）；前三大类合计占比达 85%。

（2）重大隐患与一般隐患中类各自占比对比如下：

物理性的危险因素（21 类）：45% vs. 52%

管理制度（43 类）：25% vs. 16.8%

责任制度（42 类）：15% vs. 9.3%

行为性的危险因素（12 类）：10% vs. 5.2%

（3）处置建议：立即整改：物理性的危险因素中高危设备（如压力容器、防爆装置）；管理制度缺失导致的系统性风险。及时整改的专项治理：完善职

业卫生三级责任体系(公司－部门－班组);建立重大风险源双控机制。长期改进措施:将管理类问题(43/42 类)纳入领导 KPI 考核;每月开展行为规范(12 类)专项培训。

(4)需特别注意:重大隐患中的管理制度问题占比(25%)远高于一般隐患(16.8%),反映管理体系缺陷是导致重大隐患的重要因素。

1.5 隐患共性问题情况概述

(1)有限空间风险辨识不全面,管理台账不完善[3],现场有限空间安全管控措施部分缺失(警示标志或安全风险告知牌缺失;封闭、隔离防护设施不完善等)。

(2)企业消防验收报备手续不完善。安全设施,必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用[4]。企业在工程验收后应当报住房和城乡建设主管部门备案。

(3)危险作业管理控制不到位(作业人员、监护人员等安全专项培训缺失;票证办理签署不规范,存在流于形式的情况;现场气瓶安全管理控制不到位)。

(4)如图 3 所示,企业中类隐患问题分析柏拉图,安全风险主要集中表现在物的硬件缺陷和管理制度漏洞两个方面。尤其是物理性的危险因素占比过半说明设备设施防护是企业最突出的安全隐患领域。

(5)重大隐患中的管理制度问题占比(25%)显著高于一般隐患(16.8%),反映管理体系缺陷是导致重大隐患的重要因素。

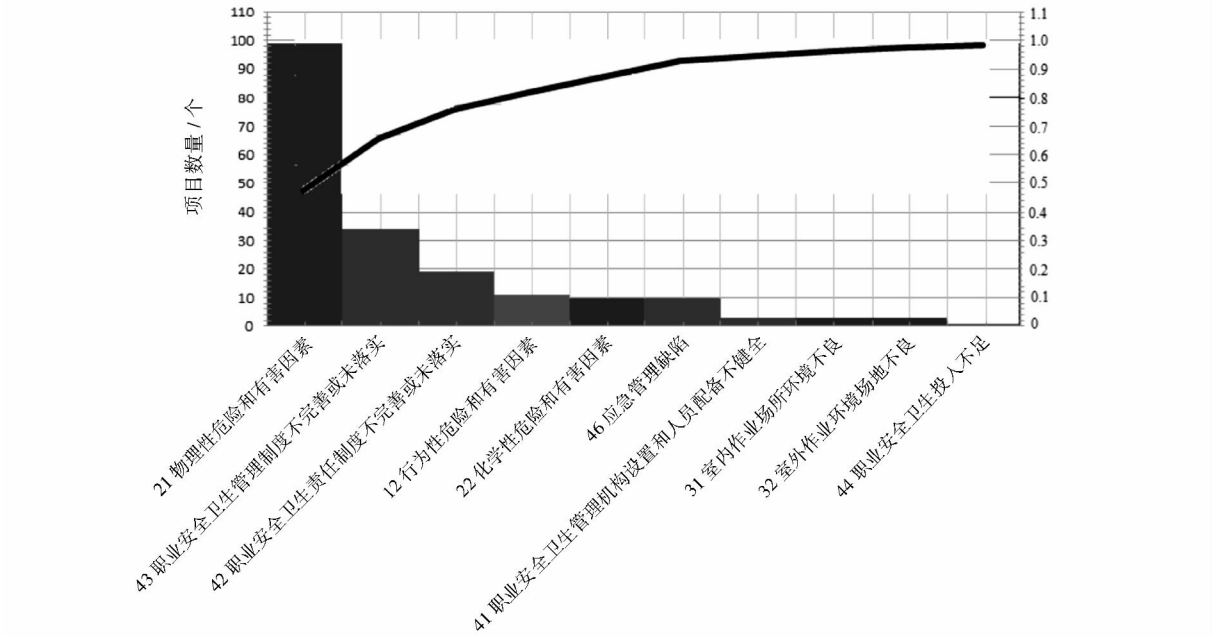


图 3 企业中类隐患问题分析柏拉图

企业安全管理制度不完善;承包商(相关方)安全管理短板问题突出;检维修作业安全风险管理控制不到位甚至违章作业问题多发。暴露的种种安全风险和隐患问题,均符合近年国家应急部门对冶金有色行业生产安全事故年度分析统计[5],亦侧面反映了西部地区冶金企业安全管理工作急需提升。

2 安全问题产生原因及应对措施

西部地区中小型冶金有色企业安全现状问题较为严峻,呈现“三高”特征——事故率高(比行业均值高 42%)、隐患率高(关键设备隐患率达 65%)、违规率高(“三违”行为发生率 43%)。该安全状况与企业的“三低”现状(安全投入强度 1.2%、自动化普及率 40%、培训达标率 51%)形成恶性循环[6]。其中管理缺陷(制度不完善或执行率不足)、员工安全作业能力较低(培训及考核通过率低)、管理层的安全意识薄弱(企业“重效益轻安全”)是根源性问题。

2.1 建设项目安全三同时及其衍生问题突出

(1)相关方管理缺失:企业创建时便是由联合

股东，以技术、设备设施（厂房、主变等）、资金等参股入股的形式，共同投资设立有限责任公司。同时形成了多支维保检验施工队伍对园区或附近数家中小型同类企业常年提供专项服务，例如：矿热炉炉衬的耐火材料砌筑队、铁水包耐火材料修砌施工队；矿热炉主变压器以租赁形式入股，变压器厂家提供故障抢修处理和检测检查服务人员；消防设施日常维护保养检查人员；煤气报警系统安装及维保单位等。该提供现场服务的相关方人员，少则两三人，多则十余人，多数受检中小型冶金企业未与这类承包单位签订专门的安全生产管理协议，或者未在承包合同中明确各自的安全生产管理职责，未对其进行统一协调、管理[7]，甚至没有对现场服务人员进行安全告知、安全技术交底，安全培训，未实施有效的协调管理和安全检查。

（2）安全验收手续不完备：部分受检企业在竣工验收安全评价缺失，安全防护设施不全，安全标志标识大量缺失的情况下，即投产运行，导致在后期每三年一次的安全现状评价缺失或回避问题。有企业消防设施未按照安全预估评价及设计审查的要求施工完成而是转入二期施工计划，后二期搁置，没有完备的消防备案手续[8]，但是已经投产运营多年，导致三年一度的安全现状评价缺失，以上安全管理工作存在制度缺失，难以有效落实执行，既是产生大量一般隐患的危险和有害因素隐患问题的根源，又是直接导致产生了多项重大事故隐患的因素。

（3）重大事故隐患分析：《工贸行业重大生产安全事故隐患判定标准》2017 版，2023 年 4 月由规范性文件上升为部门规章，突出事故导向，针对近年来因承包单位管理混乱，无证作业引发事故增多的趋势，新增的三项涉及管理方面的判定标准（未对承包单位进行统一协调管理或未定期进行安全检查；特种作业人员未按照规定经专门的安全作业培训并取得相应资格，上岗作业的；金属冶炼企业主要负责人、安全管理人员未按照规定经考核合格的），均有体现，其中管理的因素（包含管理制度不完善或未有效落实的）9 项，人的因素 2 项；其余物的因素 9 项，其中 7 项防护缺陷（2102 类）具体问题表现为矿热炉未设置进出水流量差监测报警装置。或者监测报警装置与电极自动断电和升起装置联锁功能缺失；2 项信号缺失（2112 类）具体问题表现为矿热炉加料平台固定式煤气报警仪未设置或未接入 24 小时有人值守的场所。表明企业投产运营后对金属冶炼区域安全风险辨识不到位，不充分，未及时识别获取新版《工贸行业重大生产安全事故隐患判定标准》，并按要求进行合规改进等。

不能主动学习落实相关法律、行政法规和国家标准、行业标准[9]，持续跟踪跟进其变动更新，是多数西部地区中小型冶金有色企业的共性问题，也是其安全管理水平难以提高，现场安全风险管控水平低下的根源所在。

2.2　关键工艺设备安全风险辨识及其防控措施

矿热炉、还原炉、熔炼炉是多数中小型冶金有色企业的核心工艺设备，生产过程危险有害因素辨识分析，存在的主要安全风险有：①矿热炉冷却循环水系统漏水导致水与高温熔融液体接触引发爆炸，将造成严重的喷炉事故。②因操作不当，造成炉内局部压力发生变化导致塌料亦可引发喷炉事故。③由于操作不当或电极糊质量问题造成电极“软断”或“硬断”等问题，违章压放电极、明弧操作可能会引发爆燃、喷炉事故[10]。④在封堵炉眼时，操作不规范，跑眼、泥球潮湿，易造成火灾、爆炸事故。⑤在炉体检修后烘炉时，若烘炉干燥不彻底，生产时有可能出现蒸汽凝结遇高温炉料引发爆炸。⑥原料水分过高或粒度不符合要求，导致料面层透气性差，易造成料面板结，从而出现“大塌料”事故形成喷炉，造成伤害。⑦出炉前没有对铁水包进行充分预热，铁水包内有潮气，熔融态的铁水遇到潮湿的环境会造成爆炸。⑧冶炼和浇铸区域地面潮湿积水，出铁处、冷却槽等处有积水，高温铁水遇水后发生爆炸[11]。⑨变压器油为可燃液体，其油蒸气如果与空气混合形成爆炸性混合物，遇明火可以发生爆炸。变压器运行时产生热量，绝缘层会老化，变压器一旦发生故障，产生的电弧使箱体内的绝缘油的温度、压力升高，超压时可使绝缘油喷出甚至爆裂喷出，发生火灾爆炸事故[12]。⑩生产过程中使用的还原剂兰炭不完全燃烧会产生一氧化碳，若除尘装置故障，导致一氧化碳在烟气管道、除尘器等地点聚集，遇到点火源可能引发爆炸事故[13]。⑪煤气泄漏、点火操作不当、设备缺乏适当的安全防护，或煤气设施切断分隔功能失效。

风险辨识后，还要采取相应防护措施，比如前述的设置矿热炉水冷元件进出水流量差监测报警装置及其联锁控制电极自动断电抬升功能，和设置煤气检测报警仪并将其信号接入 24 小时有人值守场所。还要有相对应的应急预案，应急处置措施及安全疏

散逃生,相关预案的培训和定期演练,以备不时之需。

2.3 双重预防机制

一图两表三卡作为企业落实安全双重预防机制的最主要的方式方法,应该成为企业安全管理,安全风险分级管控、隐患排查治理,进行全员安全责任履职的最好抓手。企业应该组织辨识、科学评定安全风险等级,有效管理控制区域安全风险。同时形成资料性的材料:即整个厂区的安全风险分布四色图,危险(有害)因素排查辨识清单,安全风险分级管控清单,制定岗位危害告知卡,安全职责任务卡,岗位应急处置卡片[14]。企业各级领导应对厂区和所辖区域的安全风险及其等级和相关操作检修管理责任人等具体情况,做到了然于胸。岗位职工应该对作业活动区域及周边安全风险和防范防护情况、应急响应措施等熟练掌握,对于火灾、安全问题的应对及时得当[15]。而不应在厂区安全风险分布图矗立,或一图两表三卡印制成册的情况下,安全管理人员却对主要的危险源点不甚清楚,一线职工对岗位存在的安全风险知之较少的情况,这种"迎检"、"备查"式与实际脱节的安全工作现状,说明企业没有发动全员进行安全风险辨识,组织评定等级,有效实施分级管控等工作。

3 结束语

西部地区地表地貌山脉蜿蜒,沟壑纵横,道路支离崎岖,环境承载能力较弱(水少地贫,植被稀疏,生态较脆弱),不适宜创建和运营总量污染大、能耗高的大型冶金有色企业,而产品为锰系、硅系铁合金及其他,或贵重金属的中小型冶金有色企业,在做好安全环保工作基础上,作为产业供应链的重要一环,必然会成为重要的生力军。已经有企业在工业硅提纯和炉况、能耗综合控制智能寻优等技术创新方面,取得了可喜的探索,有效应对着市场挑战。西部中小型冶金有色企业安全工作相较东部省份还有不小差距,安全技术和管理水平亟待提高。为企业减负,一刀切式地削减各级安监部门检查频次,并不符合西部地区企业发展实际(企业安全文化建设相当薄弱,远未形成自发、自主式安全管理体系和环境氛围)。而适当增加帮扶性、指导性的安全监督督导检查,发挥政府部门组织协调技术服务的优势,多举办远程有针对性的安全专项培训,加快推进信息技术应用和数字化建设,监管与指导相结合,服务于企业,切实提升企业职工安全风险辨识和防范能力,提高企业各层级管理、技术人员安全责任履职能力和水平。

参 考 文 献

[1] 张艳琦,张惠军,程越.《生产过程危险和有害因素分类与代码》国家标准解读[J]. 中国标准化,2022(21):185-188.

[2] 应急管理部. 工贸企业重大事故隐患判定标准解读[M]. 北京:应急管理出版社,2023.10.

[3] 应急管理部. 工贸企业有限空间作业安全规定[M]. 北京:应急管理出版社,2024.03.

[4] 尚勇,张勇. 中华人民共和国安全生产法释义[M]. 北京:中国法制出版社,2021.06.

[5] 中国安全生产科学研究院. 冶金行业事故统计分析与对策研究报告[R]. 北京:中国安科院,2023.

[6] 李志强,王建军. 西部地区冶金行业安全风险管控研究[J]. 中国安全生产科学技术,2021,17(5):156-161.

[7] 应急管理部. 冶金企业和有色金属安全生产规定[S]. 2018.03.

[8] 陈钧,乔松,郭警惕,等. 热轧企业火灾风险分级评价与预防[J]. 江西冶金,2021,41(04):44-49.

[9] 全国安全生产标准化技术委员会. 企业安全生产标准化基本规范[S]. 2017.04.

[10] 赵文广. 电弧炉炼钢生产技术[M]. 北京:化学工业出版社,2010.02.

[11] 石富,孙振斌,王晓丽矿热炉控制与操作(第2版)北京:冶金工业出版社,2018.05.

[12] 全国防爆电气设备标准化技术委员会. JB/T 6749—2013. 爆炸性环境用电气设备[S].

[13] 中国金属学会冶金安全与健康分会. T/CSM 12—2022 冶金企业高温熔融金属作业安全规程[S].

[14] 李爽. 生产经营单位安全双重预防机制理论与实施[M]. 北京:中国矿业大学出版社,2021.11.

[15] 全国安全生产标准化技术委员会. AQ/T 9004—2008. 企业安全文化建设导则[S]. 2008.11.