

# 冶金企业重大危险源辨识与风险控制策略研究

刘 帅 马玉泉 陈 宇

首钢京唐钢铁联合有限责任公司 河北 唐山 063200

**摘 要：**本文聚焦冶金企业重大危险源辨识与风险控制策略。先阐述冶金企业生产流程、危险源及重大危险源概念。介绍了基于危险物质与能量、FMEA、LEC的辨识方法及综合应用。随后构建风险评估指标体系，选择合适评估方法并建立模型应用。最后从工程技术、管理、个体防护、应急救援四方面提出风险控制策略，旨在为冶金企业重大危险源管理提供全面指导，保障生产安全。

**关键词：**冶金企业；重大危险源；辨识；风险控制；策略

## 1 冶金企业生产特点及危险源概述

### 1.1 冶金企业生产流程

冶金企业生产流程复杂且环节众多，以钢铁冶金为例，其主要包括原料准备、炼铁、炼钢、轧钢等主要阶段。在原料准备阶段，需要对铁矿石、焦炭、废钢等原料进行破碎、筛分、配料等预处理，确保原料符合后续生产要求。炼铁环节中，高炉是核心设备，通过将铁矿石、焦炭和熔剂等按一定比例装入高炉，在高温下进行还原反应，使铁矿石中的铁氧化物还原为液态生铁，并从高炉底部排出。炼钢过程则进一步对生铁进行精炼，去除其中的杂质元素，调整成分和温度，以获得满足不同性能要求的钢水，常见的炼钢方法有转炉炼钢和电炉炼钢<sup>[1]</sup>。轧钢是将炼好的钢水通过连铸机铸成钢坯，再经过加热炉加热后，在轧机上轧制成各种规格的钢材产品，如板材、型材、管材等。整个生产过程中，各环节紧密相连，且涉及高温、高压、有毒有害物质以及复杂的机械设备操作，任何一个环节出现问题都可能影响整个生产过程的稳定性和安全性。

### 1.2 危险源的定义

危险源是指可能导致人身伤害和（或）健康损害的根源、状态或行为，或其组合。在冶金企业中，危险源广泛存在于各个生产环节。根源类危险源如高温熔融金属（铁水、钢水、液渣等），其温度极高，一旦泄漏或喷溅，会对人员造成严重烫伤甚至危及生命；状态类危险源如设备老化、腐蚀等，可能导致设备故障，引发安全事故；行为类危险源如操作人员违规操作、误操作等，也可能直接导致事故发生。

### 1.3 重大危险源的概念

重大危险源是指长期地或者临时地生产、搬运、使用或者储存危险物品，且危险物品的数量等于或者超过临界量的单元（包括场所和设施）。在冶金企业中，

重大危险源主要包括储存大量易燃易爆、有毒有害物质的场所和设施，如煤气储柜、氧气站、乙炔站等。煤气储柜储存着大量的煤气，煤气具有易燃易爆、有毒的特性，一旦发生泄漏，遇到明火或电火花等点火源，极易引发爆炸事故，造成巨大的人员伤亡和财产损失；氧气站储存的氧气是助燃气体，若与可燃物混合达到一定比例，遇火源也会发生剧烈燃烧甚至爆炸；乙炔站储存的乙炔是易燃气体，其爆炸极限范围宽，危险性极高。这些重大危险源一旦失控，后果不堪设想，因此对其进行有效的辨识、评估和控制至关重要。

## 2 冶金企业重大危险源辨识方法

### 2.1 基于危险物质与能量的辨识方法

该方法主要是依据冶金企业中存在的危险物质和能量的特性及数量来进行重大危险源辨识。危险物质如煤气、氧气、乙炔、高温熔融金属等，每种物质都有其特定的危险特性，如易燃性、易爆性、毒性等。通过对企业内危险物质的种类、数量、储存方式以及能量的释放形式（如高温、高压等）进行详细调查和分析，确定其是否达到重大危险源的临界量标准。同时，要考虑危险物质和能量在生产过程中的流动和转化情况，分析其不同环节可能引发的危险。如在炼钢过程中，高温熔融金属在转炉、钢包等设备中转移时，若设备密封不良或操作不当，可能导致熔融金属泄漏，引发火灾、爆炸等事故，因此这些设备和操作环节也应作为重大危险源辨识的重点。

### 2.2 基于故障类型与影响分析（FMEA）的辨识方法

故障类型与影响分析（FMEA）是一种系统化的分析方法，用于识别设备或系统中可能发生的故障类型、故障原因以及故障对系统的影响。在冶金企业重大危险源辨识中，首先对企业的关键设备和系统进行划分，如高炉、转炉、煤气柜等。然后针对每个设备或系统，分

析其可能出现的故障类型,如机械故障(设备损坏、传动部件失效等)、电气故障(短路、漏电等)、控制故障(仪表失灵、程序错误等)。接着评估每种故障类型对设备运行、生产安全以及人员健康的影响程度,确定是否会导致重大危险事故的发生<sup>[2]</sup>。例如,高炉的冷却系统出现故障,可能导致炉体温度过高,引发炉体烧穿事故,造成高温熔融金属泄漏,这是非常严重的重大危险源。通过FMEA分析,可以提前发现潜在的故障隐患,采取相应的预防措施,降低重大危险源的风险。

### 2.3 基于作业条件危险性评价法(LEC)的辨识方法

作业条件危险性评价法(LEC)是一种半定量的评价方法,通过对作业条件中的危险性进行量化评估,确定重大危险源。该方法主要考虑三个因素:事故发生的可能性(L)、人员暴露于危险环境的频繁程度(E)和一旦发生事故可能造成的后果(C)。将这三个因素分别赋予一定的分值,然后通过公式 $D = L \times E \times C$ 计算出危险性分值D,根据D值的大小来判断作业条件的危险程度。在冶金企业中,对各个作业岗位和作业环节进行LEC分析。例如,在炼钢车间进行钢水吊运作业,事故发生的可能性L可能较高,因为钢水吊运过程中存在多种不确定因素,如吊具故障、操作失误等;人员暴露于危险环境的频繁程度E也较高,吊运作业频繁进行;一旦发生事故,可能造成的后果C极其严重,会导致人员伤亡和重大财产损失。通过计算D值,若超过一定标准,则该作业环节可认定为重大危险源,需要采取相应的安全措施进行管控。

### 2.4 综合辨识方法的应用

在实际的冶金企业重大危险源辨识中,单一的方法往往难以全面准确地识别出所有重大危险源,因此需要综合运用多种方法。例如,可以先基于危险物质与能量的辨识方法确定企业内可能存在重大危险源的区域和物质,然后运用FMEA方法对这些区域和物质相关的设备、系统进行详细分析,找出潜在的故障模式和危险因素。同时结合LEC方法对各个作业环节的危险性进行评估,确保不遗漏任何可能构成重大危险源的环节。通过综合运用多种方法,可以充分发挥每种方法的优势,相互补充,提高重大危险源辨识的准确性和全面性,为后续的风险评估和控制提供可靠依据。

## 3 冶金企业重大危险源风险评估

### 3.1 风险评估指标体系的构建

构建科学合理的风评估指标体系是进行冶金企业重大危险源风险评估的基础。指标体系应涵盖多个方面,包括危险物质特性(如易燃性、毒性、爆炸性等)、设备设施状况(如设备老化程度、维护情况

等)、人员因素(如操作人员技能水平、安全意识等)、环境因素(如作业场所通风条件、照明情况等)以及安全管理水平(如安全制度执行情况、应急预案完善程度等)。每个方面又可以细分为多个具体指标,如危险物质特性方面可细分为物质的闪点、爆炸极限、毒性等级等指标;设备设施状况方面可细分为设备完好率、定期检修率等指标。通过对这些指标进行量化和综合分析,全面评估重大危险源的风险水平。

### 3.2 风险评估方法的选择

根据构建的风险评估指标体系,选择合适的风险评估方法。常用的风险评估方法有层次分析法(AHP)、模糊综合评价法、蒙特卡罗模拟法等。层次分析法可以将复杂的评估问题分解为多个层次,通过两两比较确定各指标的权重,然后进行综合评估。模糊综合评价法适用于处理具有模糊性的评估问题,能够充分考虑评估指标的不确定性。蒙特卡罗模拟法通过大量的随机模拟,对风险发生的概率和后果进行统计分析。在冶金企业重大危险源风险评估中,可根据实际情况选择一种或多种方法相结合。例如,对于一些指标较为明确、权重关系清晰的情况,可采用层次分析法确定指标权重,再结合模糊综合评价法进行综合评估,以得到较为准确的风险评估结果<sup>[3]</sup>。

### 3.3 风险评估模型的建立与应用

基于选定的风险评估方法和构建的指标体系,建立风险评估模型。该模型应根据输入的各指标数据,计算出重大危险源的风险值。在建立模型过程中,需要对各指标的量化方法和权重分配进行合理确定,确保模型的准确性和可靠性。模型建立完成后,将其应用于实际的冶金企业重大危险源风险评估中。通过收集企业内各重大危险源的相关指标数据,输入到模型中,计算出每个重大危险源的风险值,并根据风险值的大小进行分级管理。

## 4 冶金企业重大危险源风险控制策略

### 4.1 工程技术措施

工程技术措施在控制冶金企业重大危险源风险中扮演着至关重要的角色。在设备设施层面,积极引入先进的技术和设备是提升安全性和可靠性的关键举措。以高炉、转炉等核心设备为例,安装先进的监测系统。并且给应急管理部门外传数据。例如笔者所在钢厂的安全管理平台系统,以及接受外传数据的河北省工贸行业安全分析预警监测系统,该系统能够实时、精准地监测设备的运行状态,涵盖温度、压力、振动等关键参数。一旦这些参数出现异常波动,系统会立即发出警报,提醒操

作人员及时采取应对措施,避免设备故障进一步恶化引发重大事故。采用自动化控制系统可大幅减少人工操作环节。人工操作难免会受到疲劳、疏忽等因素影响,而自动化控制能够严格按照预设程序运行,降低人为失误带来的风险。在工艺设计方面,优化生产工艺流程是降低危险的有效途径。通过采用新型炼钢工艺,能够提高钢水的纯净度,减少杂质含量,使炼钢过程更加稳定,降低因杂质引发的危险性。在煤气回收利用过程中,运用先进的净化技术,可有效降低煤气中的有害成分含量,提升煤气的安全性,减少对环境和人员的潜在威胁。

#### 4.2 管理措施

加强管理是控制冶金企业重大危险源风险的核心关键。建立健全一套完善的安全生产管理制度是基础,要明确各部门和人员在安全管理中的具体职责,做到责任到人,避免出现管理盲区。加强对重大危险源的日常管理和监督检查至关重要,定期对重大危险源进行巡查、检测和评估,及时发现并消除潜在的安全隐患。制定完善的操作规程是规范操作人员行为的重要准则。对于煤气操作、高温熔融金属操作等危险作业,必须制定详细且严谨的操作步骤和安全注意事项,要求操作人员严格遵守。安全培训教育是提高员工安全意识和操作技能的有效手段。定期组织员工进行安全知识培训,内容涵盖重大危险源的危险特性、防范措施等方面。同时,开展应急演练,让员工在实践中熟悉应急处置流程和方法,提高应对突发事件的能力。另外,要加强对承包商和供应商的管理,严格审查其安全资质和能力,确保其遵守企业的安全规定,共同维护企业的安全生产环境。

#### 4.3 个体防护措施

个体防护措施是保障员工在接触冶金企业重大危险源时安全的重要防线。根据不同的危险源和作业环境,为员工配备合适的个体防护用品是关键。在高温作业场所,如炼钢炉前,为员工配备隔热防护服和防护手套,能够有效阻挡高温辐射,防止员工被烫伤。隔热防护服采用特殊的隔热材料制成,具有良好的隔热性能,而防护手套则能保护手部免受高温物体的直接接触。在有毒有害气体作业场所,如煤气区域,为员工配备防毒面具是必不可少的。防毒面具能够过滤空气中的有害气体,确保员工呼吸到安全的空气。要加强对个体防护用品的管理和维护。建立专门的台账,记录防护用品的采购、

发放、使用和更换情况。定期对防护用品进行检查,确保其性能良好,无损坏、老化等问题。对于达到使用期限或出现损坏的防护用品,要及时进行更换,保证员工在作业过程中始终能够得到有效的防护。

#### 4.4 应急救援措施

制定完善的应急救援预案是应对冶金企业重大危险源事故的重要保障。应急救援预案应全面涵盖事故应急组织机构、应急响应程序、应急救援措施以及应急物资储备等关键内容。针对不同类型的重大危险源事故,如煤气泄漏事故、高温熔融金属泄漏事故等,要制定相应的专项应急预案<sup>[4]</sup>。专项应急预案要结合事故的特点和可能造成的危害,制定具体的应对措施和处置流程。定期组织应急演练是检验和完善应急预案可行性和有效性的重要方式。通过模拟真实的事故场景,让应急救援人员熟悉应急响应程序和救援措施,提高他们的应急处置能力和协同配合能力。同时配备充足的应急救援物资和设备是确保应急救援工作顺利开展的基础。要储备足够的消防器材、急救药品、救援车辆等物资和设备,并定期进行检查和维护,确保其处于良好的备用状态。一旦事故发生,能够迅速投入使用,最大限度地减少事故损失,保障员工的生命安全和企业的财产安全。

#### 结束语

冶金企业重大危险源辨识与风险控制是一项复杂且至关重要的工作。通过本文的研究,明确了从辨识到评估再到控制的一系列策略。在实际生产中,企业应依据自身情况,综合运用多种辨识方法,科学评估风险,并切实落实各项控制措施。只有如此,才能有效降低重大危险源带来的风险,保障员工的生命安全,确保企业生产的稳定运行,推动冶金行业安全、可持续发展。

#### 参考文献

- [1]刘竞辉.起重机作业重大危险源辨识[J].设备管理与维修,2023,(08):16-18.
- [2]聂婉.联合站重大危险源辨识及防范措施研究[J].化工安全与环境,2023,36(01):82-85.
- [3]周俊晓,王磊,张军华.工贸企业危险源辨识与隐患排查方法探析[J].科技资讯,2021,19(23):85-87+90.
- [4]黄建东.工贸企业危险化学品中间仓库常见的问题与应对措施[J].化工管理,2021,(24):124-125.