

铜冶炼过程中危险化学品安全管理与事故预防机制研究

张晓玲

河南中原黄金冶炼厂有限责任公司 河南 三门峡 472000

摘要: 本文深入探讨了铜冶炼过程中危险化学品的安全管理与事故预防机制,概述了铜冶炼中涉及的危险化学品种类及其应用,随后分析了安全管理存在的主要问题,构建了包括风险评估与分级管控、全过程安全管控、人员培训与管理在内的危险化学品安全管理体系。提出风险预警、隐患排查治理及应急处置等事故预防机制,旨在为铜冶炼企业的安全生产提供理论指导和实践参考。

关键词: 铜冶炼;危险化学品;安全管理;事故预防机制

1 铜冶炼过程中危险化学品概述

1.1 危险化学品分类

铜冶炼过程中涉及的危险化学品种类繁多,按照其危险特性可分为以下几类:易燃类危险化学品是铜冶炼中常见的一类,如柴油,作为燃料,它属于易燃液体,其蒸气与空气混合能形成爆炸性混合物,遇明火、高热极易燃烧爆炸;腐蚀类危险化学品在铜冶炼中应用广泛,硫酸是典型代表,具有强腐蚀性,能对金属、皮肤、黏膜等造成严重腐蚀;氢氧化钠常用于中和反应,同样具有强腐蚀性,接触皮肤会导致灼伤;有毒类危险化学品对人体和环境危害极大,我公司使用双氧水和硫酸提取铜离子,双氧水具有一定毒性,若泄漏可能对人体造成伤害;特别值得一提的是,公司产品三氧化二砷,虽在铜冶炼过程中非直接原料,但其作为副产品或处理物存在,具有极高毒性,对人体和环境构成严重威胁,需严格管理与处置。

1.2 危险化学品在铜冶炼中的应用

当前的铜冶炼工艺中,富氧底吹“造锍捕金”技术替代了传统的焙烧环节,其中铜精矿和金精矿成为关键原材料。通过这一技术,如反应 $\text{Cu}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Cu}_2\text{O} + \text{SO}_2$ 及 $\text{Cu}_2\text{S} + \text{Cu}_2\text{O} \rightarrow \text{Cu} + \text{SO}_2$ 所示,原料中的硫化铜在高温下与氧气反应,生成二氧化硫等产物。虽然不再直接使用硫磺和黄铁矿进行焙烧,但二氧化硫作为重要中间产物,在后续工艺中仍扮演着关键角色,它是制造硫酸的主要原料。

熔炼环节依然是危险化学品应用的重点,该过程不仅产生大量的热能,还释放出二氧化硫等有毒气体。这些气体通过精心设计的收集与处理系统,被转化为硫酸,部分用于电解工序,其余则经过进一步处理后对外销售^[2]。同时,熔炼过程中产生的烟尘含有多种重金属元素,虽非传统意义上的危险化学品,但其处理与处置需

严格遵守危险废物管理要求,以防环境污染;进入转炉吹炼阶段,硫酸的制备与应用达到高峰,它不仅作为产物之一对外销售,还在吹炼过程中起到调节反应环境的关键作用,确保铜的精炼过程顺利进行。在此阶段,硫酸铜溶液作为电解质,为铜离子的迁移与沉积提供必要的媒介;同时,硫酸用于调节电解液的导电性和酸度,保障电解过程的稳定与安全。电解过程中产生的氢气,需通过高效收集与处理系统加以管控,以防爆炸事故的发生。

2 铜冶炼过程中危险化学品安全管理存在的主要问题

2.1 风险评估不够精准

部分铜冶炼企业在进行危险化学品风险评估时,采用的评估方法较为简单,多依赖经验判断,缺乏科学的量化分析。评估过程中未能充分考虑铜冶炼工艺的特殊性,如高温、高压、多工序协同等因素对危险化学品风险的影响,导致风险评估结果与实际情况存在较大偏差。风险评估的范围也不够全面,往往只关注危险化学品的储存和使用环节,而忽视了采购、运输、废弃处置等环节的风险。对于危险化学品之间的相互作用以及可能引发的连锁反应风险评估不足,无法为企业的安全管理提供准确的依据。

2.2 设备设施老化

一些铜冶炼企业由于生产历史较长,部分危险化学品储存和输送设备设施出现老化现象。如硫酸储罐的防腐层脱落,导致罐体腐蚀变薄,存在泄漏风险;输送管道的阀门密封性能下降,出现滴漏现象;气体检测报警器等监测设备精度降低,无法及时准确报警。企业在设备设施维护保养方面投入不足,未能按照规定的周期进行检修和更换,导致设备设施的可靠性降低。特别是一些中小型企业,为了降低成本,对老化设备设施进行简单维修后继续使用,进一步增加了安全风险。

2.3 人员安全意识薄弱

部分员工对危险化学品的危险性认识不足，安全意识淡薄，在操作过程中存在违规行为。如未按规定佩戴劳动防护用品、违规操作设备、随意堆放危险化学品等。新员工入职后，虽然进行了安全培训，但培训内容不够深入，针对性不强，导致员工对危险化学品的安全知识和操作技能掌握不够扎实。员工的应急处置能力也有待提高，在遇到危险化学品泄漏、爆炸等突发事件时，往往不知所措，不能及时采取有效的应对措施，导致事故扩大。

2.4 应急处置能力不足

企业的应急预案不够完善，缺乏针对性和可操作性。应急预案中对不同类型危险化学品事故的处置流程、救援措施规定不够详细，与企业的实际生产场景结合不够紧密。应急物资储备不足，如防毒面具、应急堵漏工具、中和药剂等数量不够或型号不符，无法满足应急处置的需求。应急救援队伍建设滞后，部分企业未组建专业的应急救援队伍，兼职救援人员缺乏系统的培训和演练，应急处置技能不足。与周边应急救援力量的联动机制不健全，在发生重大事故时，无法及时得到外部救援支持，延误事故处置时机。

2.5 管理制度执行不到位

虽然企业制定了较为完善的危险化学品安全管理制度，但在实际执行过程中存在打折扣的现象。制度执行缺乏有效的监督和考核机制，对违反制度的行为处罚力度不够，导致员工对制度的敬畏之心不足。在危险化学品的采购环节，存在未严格审查供应商资质的情况；储存环节，未按规定进行分类存放，不同性质的危险化学品混存现象时有发生；使用环节，未严格遵守安全操作规程，随意改变工艺参数等。这些制度执行不到位的情况，为危险化学品事故的发生埋下隐患^[2]。

3 铜冶炼过程中危险化学品安全管理体系构建

3.1 风险评估与分级管控

建立科学的风险评估体系是构建安全管理体系的基础。企业应采用定性与定量相结合的方法，如安全检查表法、风险矩阵法、故障树分析法等，对铜冶炼过程中涉及的危险化学品进行全面的风险评估。评估内容应包括危险化学品的种类、数量、分布、理化性质、可能发生的事故类型及后果等；在风险评估的基础上，按照风险等级进行分级管控。将风险分为红、橙、黄、蓝四个等级，针对不同等级的风险采取相应的管控措施。对于红色等级的重大风险，橙色较大风险应制定专项管控方案，明确管控责任人和管控措施，实时监控风险变化；

对于橙色等级的中高风险，应定期进行检查和评估，及时调整管控措施；对于黄、蓝等级的低风险，可采用常规的管控方法，确保风险处于可控状态；定期对风险评估结果进行更新，当工艺参数、设备设施、危险化学品种类和数量等发生变化时，应及时重新进行风险评估，调整风险等级和管控措施，确保风险评估的时效性和准确性。

3.2 全过程安全管控

3.2.1 采购与运输环节

严格审查危险化学品供应商的资质，选择具有相应生产许可证、经营许可证的供应商。在采购合同中明确危险化学品的质量标准、安全技术说明书（SDS）等要求。运输过程中，应选择符合安全要求的运输车辆和驾驶员，制定合理的运输路线，避开人员密集区域和重要设施。运输过程中要做好防火、防爆、防泄漏等安全措施，并配备必要的应急救援物资。

3.2.2 储存环节

按照危险化学品的性质进行分类储存，不同性质的危险化学品应分开存放，设置明显的安全警示标志。储存场所应符合安全要求，具有良好的通风、防火、防爆、防雷、防静电等设施。对于剧毒化学品和易制毒化学品，应实行“双人收发、双人保管”制度，建立严格的出入库登记制度。定期对储存设施进行检查和维护，确保其完好无损。

3.2.3 使用环节

制定详细的安全操作规程，明确危险化学品的使用方法、剂量、注意事项等。操作人员必须经过专业培训，考核合格后方可上岗作业。在使用过程中，要严格遵守操作规程，正确佩戴劳动防护用品，定期对设备设施进行检查和维护，确保其正常运行。对于可能产生有毒有害气体的作业场所，应安装通风设施和气体检测报警器，保持作业场所的空气质量符合安全标准^[3]。

3.2.4 废弃处置环节

按照国家有关规定，对危险化学品的废弃物进行分类收集和处理。委托具有相应资质的单位进行处置，签订处置合同，明确双方的责任。在废弃物的收集、运输和处置过程中，要采取有效的安全措施，防止发生泄漏、污染等事故。建立危险化学品废弃物处置台账，如实记录废弃物的种类、数量、处置时间和去向等信息。

3.3 人员培训与管理

制定完善的人员培训计划，根据不同岗位的特点和需求，开展针对性的安全培训。培训内容应包括危险化学品的理化性质、安全操作规程、应急处置方法、劳

动防护用品的使用等。新员工入职后必须进行三级安全教育培训,考核合格后方可上岗;在岗员工应定期进行复训和再培训,不断更新安全知识和技能;加强人员管理,建立健全员工岗位责任制,明确各岗位的安全职责。加强对员工操作行为的监督和考核,对违反安全操作规程的行为进行严肃处理。鼓励员工参与安全管理,建立安全建议奖励制度,调动员工的积极性和主动性;定期开展应急演练,提高员工的应急处置能力。演练内容应包括危险化学品泄漏、爆炸、中毒等事故的应急处置流程,如报警、疏散、急救、现场处置等。通过演练,使员工熟悉应急处置程序,掌握应急处置技能,提高应对突发事件的能力。

4 铜冶炼过程中危险化学品事故预防机制

4.1 风险预警机制

建立健全风险预警系统,对铜冶炼过程中危险化学品的关键参数进行实时监测。在危险化学品储存区域、使用场所等关键位置安装传感器,如气体浓度传感器、液位传感器、温度传感器、压力传感器等,实时采集危险化学品的状态信息。将传感器采集的数据传输至中控室,通过数据处理和分析,实现对危险化学品风险的实时评估。当监测到参数超过预警阈值时,系统自动发出声光报警信号,并通过短信、微信等方式通知相关管理人员,及时采取措施进行处理。根据风险预警级别,制定相应的预警响应措施。对于一般预警,可通过加强巡检、调整工艺参数等方式进行处理;对于严重预警,应立即停止相关作业,组织人员疏散,并启动应急救援预案。定期对风险预警系统进行维护和校准,确保其正常运行和数据的准确性^[4]。

4.2 隐患排查治理机制

建立常态化的隐患排查机制,明确排查范围、排查周期和排查人员。排查范围应包括危险化学品的采购、运输、储存、使用、废弃处置等各个环节,以及设备设施、安全管理制度、人员操作行为等方面。排查周期可根据风险等级确定,高风险区域应增加排查频次。对排查出的隐患进行分类登记,建立隐患台账,详细记录隐患的名称、位置、性质、严重程度、整改措施、责任人和整改期限等信息。按照隐患的严重程度,实行分级治理。对于一般隐患,应责令相关责任人限期整改;对于重大隐患,应立即停产整改,制定专项整改方案,明确整改责任和整改措施,确保隐患及时消除。建立隐患整

改验收制度,对隐患整改情况进行跟踪检查和验收。整改完成后,由验收人员进行现场核实,确认隐患已消除后方可验收合格。对未按规定整改或整改不到位的,要严肃追究相关责任人的责任。定期对隐患排查治理情况进行统计分析,总结经验教训,不断完善隐患排查治理机制

4.3 应急处置机制

为有效应对铜冶炼过程中的危险化学品事故,需构建全面的应急预案体系,涵盖综合预案、专项预案及现场处置方案。预案应结合企业实际,明确应急组织、响应流程、救援措施及物资储备,确保其针对性和可操作性,并适时评审修订以保持适应性;加强应急物资管理,根据预案需求配备防毒面具、防护服、应急照明等设备,并定期维护,确保其完好可用。同时,组建专业救援队伍,强化培训与演练,提升救援能力和协同作战水平;与周边救援机构、医疗机构等建立联动机制,签订救援协议,明确协同配合方式。一旦发生事故,立即启动预案,迅速疏散人员、抢救伤员、控制现场,防止事态扩大,并及时向政府报告,请求外部支援。事故处置后,需进行善后处理和事故调查,深入剖析事故原因,总结经验教训,防止类似事故重演。通过上述措施,构建高效、有序的应急处置机制,为铜冶炼企业的安全生产提供坚实保障。

结束语

综上所述,铜冶炼过程中危险化学品的安全管理与事故预防机制是保障企业安全生产的关键,通过构建科学的安全管理体系和事故预防机制,可以有效降低危险化学品事故发生的概率,减少人员伤亡和财产损失。未来,铜冶炼企业应持续关注安全管理领域的新技术和新方法,不断提升安全管理水平,为行业的可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1]刘序砖.智能化提升铜冶炼本质安全水平的应用实践[J].铜业工程,2021,(02):7-9+29.
- [2]王宝兵,赵众,阮云松,等.浅谈铜冶炼设备设施本质化安全管理[J].云南冶金,2021,50(01):95-99.
- [3]施志勇,杨俊涛.安全管理虚拟团队在冶金安全风险防范中的应用[J].工业安全与环保,2023,49(4):59-62.
- [4]臧运鹏.冶金工业易燃易爆危险化学品安全生产监管研究[J].中国金属通报,2023(8):107-109.