

基于 HAZOP 偏差分析方法对轮胎制造工厂炼胶工序的火灾隐患排查及对策研究

程建华, 顾建

(杭州朝阳橡胶有限公司, 浙江 杭州 310018)

摘要: 轮胎制造企业生产过程中, 炼胶工序是第一道生产工序。生产过程中, 涉及到的原材料为天然胶、合成胶、再生胶、炭黑、环保油及各类橡胶添加剂, 其种类多, 成分复杂, 火灾危险性大。为提高制造过程中炼胶工序火灾隐患排查的全面性、准确性和针对性。基于 HAZOP 偏差分析方法, 以引导词、对应单元和偏差为基础, 提出一种系统化的火灾隐患排查及对策。

关键词: HAZOP 评价法; 轮胎制造; 炼胶工序火灾; 隐患排查方法

中图分类号: TQ330.8

文献标识码: B

文章编号: 1009-797X(2025)04-0065-04

DOI: 10.13520/j.cnki.rpte.2025.04.014

0 引言

近几年, 随着国家基建工程的快速建设需求, 跟基建工程配套的工程机械发展也进入快车道。在国家提出“中国制造 2025”的大趋势下, 工程机械所需的全钢子午线轮胎和工程胎的需求也日益剧增。目前, 国内各大轮胎制造厂每年均以不同速度进行增产。中策橡胶作为国内轮胎第一品牌, 每年也都保持 10% 以上的增产。

中国轮胎制造产业正迎来智能化、自动化和信息化大变革, 设备的日均产能也随之增加, 但各类风险也随之而来。如果在日常生产过程中, 风险无法有效识别、隐患无法及时整改, 管控措施无法真正落实, 这些就会导致消防事故的发生。

2016 年 12 月 12 日, 位于浙江省杭州市下沙经济开发区一号大街 23 号的杭州朝阳橡胶有限公司炼胶工序车间发生火灾, 过火面积 1 800 m²。未造成人员伤亡, 直接经济损失约 9 万元。

2018 年 9 月 5 日凌晨 4 时, 银川佳通轮胎有限公司 A 区炼胶二号车间起火。因火势猛烈, 密炼车间连廊较低, 消防车无法进入, 消防部门紧急协调挖掘机、铲车拆除连廊, 便于消防车辆进入。火灾发生时该车间处于停产状态, 无人员伤亡。

2015 年 2 月 1 日晚, 泰国东部工业区中资企业玲珑轮胎厂发生大火, 火灾造成直接损失超过 4 000 万美元 (约 2.5 亿元人民币)。大火摧毁了轮胎厂 15 间

仓库中的 6 间。在这场重大火灾中没有人员伤亡报告。但该厂因为火灾被迫关闭两天。

2020 年 11 月 20 日晚, 固特异轮胎美国丹维尔工厂发生火灾。起火地点位于该工厂的炼胶工序的搅拌车间, 一台搅拌机受损严重。固特异负责人表示, 由于起火点轮胎原材料过多, 火情一度难以处理, 所幸没有造成人员伤亡。

轮胎世界网了解到, 2020 年 11 月 3 日, 优科豪马美国塞勒姆轮胎工厂, 也突发大火。这场火灾给这家工厂, 至少造成了 1 万美元的损失。

通过以上实际发生的事故案例, 我们意识到, 要想做好轮胎工厂消防安全管理工作, 前提是能够运用一些科学的方案识别出生产过程中的火灾隐患, 只有全面精准排查出隐患, 并对隐患进行及时整改, 才能预防火灾事故的发生。若仅仅靠车间主管或公司消防管理人员自身, 则存在专业知识不足、排查不全面等弊端; 若请个别专业人员或专家, 由于其对现场的不了解等原因, 会出现排查的结果不准确或难以改进。鉴于此, 本文基于危险与可操作 (HAZOP) 偏差分析方法, 利用火灾事故的三要素和“引导词、对应单元和偏差=隐患”, 建立一种系统性的火灾隐患排查方法, 再根据不同的隐患制定了相应的措施, 提高了炼胶车

作者简介: 程建华 (1985-), 男, 本科, 主要从事设备安全技术管理工作, 曾获 2022 年度系统安全生产工作先进个人, 2024 年“杭实杯”安全职业技能竞赛优胜奖。

间的安全性。

1 HAZOP 偏差分析方法

危险与可操作 (HAZOP) 偏差分析方法是英国帝国化学工业公司 (ICI) 于 1974 年针对化工装置而开发的一种危险性评价方法。

HAZOP 的基本过程是以关键词为引导, 找出系统中工艺过程的状态参数 (如温度、压力、流量) 的变化, 然后再继续分析造成偏差的原因、后果及可以采取的对策。通过危险性和可操作性研究分析, 能够找出装置及其运行过程中存在的危险, 根据危险带来的后果, 明确系统中的主要危险。

2 分析步骤及制定对策

2.1 提出问题, 设定引导词

轮胎制造过程中, 炼胶工序主要是将各种原材料根据一定的比例通过密炼机进行混炼。混炼工艺是橡胶制品生产过程的第一步, 它的目的是将配方中的天然胶、合成胶与各种化学原料、添加剂进行均匀混合, 制成符合性能要求的混炼胶胶料。而实现这一过程的设备叫密炼机。密炼机挤出后的胶料由于温度高 (110~120℃), 烟气大, 因此需要通过冷却水和循环风进行冷却, 冷却后的胶片进行收取后送往下一道工序。

通过生产过程中火灾危险性分析, 再根据燃烧三要素, 我们可以设定如下引导词: 无、超温、超压、低压、多、少、部分、其它。具体定义如下表 1。

2.2 划分单元, 明确功能

表 1 引导词定义

引导词	定义	说明
无	设计与操作所要求的完全没有做到	机制化预防的措施未落实
超温	与正常温度比较, 超出范围	胶料温度异常
超压	与正常压力比较, 超出范围	流体管道压力过大
低压	与正常压力比较, 低于正常值	消防管道内压力未保证
多	数量增加	设备设施跑冒滴漏, 现场仓储数量超出、隐患数量多
少	数量减少	设备设施不完好, 消防器材数量是否达标
部分	只完成功能的一部分	部分功能缺失, 设备故障
其它	异常应急状况	日常应急演练

表 2 炼胶工序火灾危险性与可操作性研究

引导词	对应单元	偏差	可能原因	后果	改进措施
无	油料运输管道	除静电装置失效	① 设备故障装置失灵;	静电容易引发火灾	设备维护人员每日巡检, 并做好巡检记录。
	炭黑输送机构	炭黑外泄	① 管壁破损; ② 设备密封件失效	粉尘浓度超标引发爆燃	① 规范配料作业与卫生管理; ② 采用造粒方式; ③ 定期更换密封件;
	密炼室	超温未停机	① 员工监管不到位; ② 设备卡料; ③ 设备润滑不到位, 轴承干磨升温	超温引发胶料和原材料自燃	① 做好员工规范操作培训, 以及超温异常后的应急响应; ② 增加在线测温装置, 若有超温立即报警; ③ 设备润滑做好五定工作;
	下顶栓	卡料未清胶	① 胶料性能差, 无法正常排出; ② 设备卡料;	卡料后会导致密炼室内胶料堆积, 温度上升, 一旦下顶栓打开, 阻燃气体进入后会引发自燃	① 做好员工规范操作培训, 以及卡胶异常后的应急响应; ② 增加胶料下落检测装置, 若有排胶异常立即报警;
	油料运输管道	油料温度超出正常温度	设备故障	设备润滑不足, 导致轴承温度升高, 热传导至油料, 引起油料自燃	设备润滑做好五定工作
超温	炭黑输送机构	炭黑输送超温	炭黑输送异常, 管网堵塞	炭黑阴燃	① 做好员工规范操作培训, 以及异常报警后的应急响应; ② 增加在线测温装置, 若有超温立即报警; ③ 在管道上增加消防手动喷淋装置;
	密炼室	密炼室超温	① 密炼室冷却水缺失, 温控失效; ② 设备卡料;	超温后, 一旦室门打开, 阻燃气体进入, 就会导致胶料发生自燃	① 温控增加巡检报警功能; ② 通过程序控制, 监控进排料是否有异常, 并在操作台上显示;
超压	油料运输管道	管道内压力超出设定值	① 管道堵塞;	超压导致管道破损, 油料泄漏, 遇到明火或高温区域后自燃	① 在管道上安装自动测压装置, 并设定阈值, 超压报警;
	密炼室	密炼室超压	设备卡料	超压和超温同时发生, 导致胶料自燃	① 在密炼室上安装自动测压装置, 并设定阈值, 超压报警;

续表

引导词	对应单元	偏差	可能原因	后果	改进措施
多	各部位	灰尘积多	未定期清理	粉尘浓度超标引发爆燃	制定责任制, 定期定人清理
	设备润滑部位	油污过多	加油过多	油污泄露, 遇到异常引发火灾	制定责任制, 定期定人清理
	胶片冷却机构	挂链风机灰尘多	未定期清理	风机异常发热会引燃附着在风机上的可燃物	制定责任制, 定期定人清理
	废气风管	风管积灰过多	未定期清理	异常发热或电焊作业时引燃风管内的可燃物	制定责任制, 定期定人清理
	现场物料	存放过多	未按规定数量和规定位置存放	①存放过多容易引发火灾; ②堵塞通道, 影响应急救援	①现场画定置定位线; ②张贴最大存储量; ③建立相应的管控制度
少	消防水管	水压小	①未及时补水; ②水泵异常	无法满足应急救援需求	①屋顶消防水箱增加液位计; ②消防水管增加压力表, 每日安排专人巡查点检
	灭火器材	配备数量不达标	①器材过期失效; ②被挪用	无法满足应急救援需求	每月安排专人扫码点检
部分	各部位的转动部分	轴承故障或缺乏保养; 传送带跑偏	①传送带故障; ②轴承卡死	轴承异常导致温度升高, 跑偏的传送带与设备摩擦产生大量可燃毛絮	①传送带每日安排点检; ②设备润滑做好五定工作
	各部位的液压站	蓄能器充气错误	人为操作失误	未按规定充装正确的气体, 引发爆燃	①氦气、氧气规范管理; ②充气时, 分级管控
其它	应急响应	①操作人员消防意识不足, 无应对经验; ②应急物资不齐全	培训少, 演练少	应对初期火灾时, 无法从容面对, 积极采用有效措施	①建立微型消防站; ②通过定期培训, 提高员工的消防意识; ③每月进行一次专项演练, 提高实战能力

根据图 1 的生产工艺流程, 我们将炼胶工序车间划分为如下几个单元: 油料运输管道、炭黑输送机构、上辅机喂料传输带、上顶栓、密炼室、下顶栓、胶片冷却机构, 胶片收取装置。

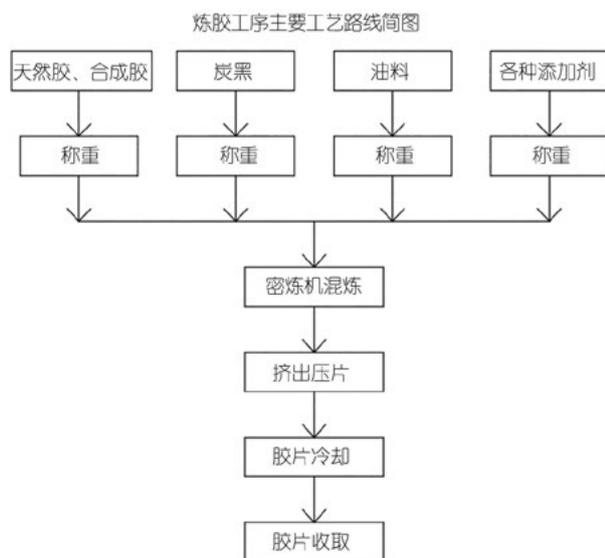


图 1 炼胶工序主要工艺流程路线

2.3 分析原因, 制定对策

通过统计十几年轮胎制造企业生产过程中积累的消防安全数据经验来分析, 结合人、机、化工原料、规章制度、环境五大要素, 利用 HAZOP 全面考察分析每一个生产节点, 对比其工艺参数与设计要求不一致的地方, 进一步分析偏差出现的原因及其产生的后果, 并提出相应的对策, 具体内容见表 2。

3 总结

本文根据轮胎制造企业实际情况, 利用 HAZOP 法识别出炼胶工序存在的各类消防隐患, 并提出对应的有效的安全控制管理措施, 提高了轮胎制造过程中炼胶工序的安全性, 为轮胎制造企业炼胶工序的消防安全管理提供了依据和借鉴。当然, 在实际过程中, 该方法还无法全部识别出各类隐患, 各企业应结合自身的实际情况, 做到查漏补缺, 尽可能的完善企业自身的消防管控系统。

参考文献:

[1] 尤燕妮, 董国强, 魏培, 等. 基于 HAZOP 分析的煤制甲醇气

- 化系统隐患排查管理 [J]. 工程技术研究, 2017(05). [3] 王秋颖, 周峰, 李贵君. 炼胶车间粉尘和烟气的危害及防治措施 [J]. 橡塑技术与装备, 2013,39(06).
- [2] 贺国民, 甄文博, 郝广雷. CFB 锅炉称重给煤机煤量偏差分析及解决方法 [J]. 化工管理, 2021(27).

Research on fire hazard investigation and countermeasures of rubber mixing process in tire factory based on hazop deviation analysis method

Cheng Jianhua, Gu Jian

(Hangzhou Chaoyang Rubber Co. LTD., Hangzhou 310018, Zhejiang, China)

Abstract: In the production process of tire manufacturing enterprises, the rubber mixing process is the primary production link. This process involves various raw materials, including natural rubber, synthetic rubber, recycled rubber, carbon black, environmentally friendly oil, and various rubber additives. These raw materials have a wide variety of types and complex compositions, and have a high risk of fire. In order to improve the comprehensiveness, accuracy and pertinence of fire hazard investigation in rubber mixing process, based on HAZOP (Hazard and Operability Analysis) deviation analysis method, this paper proposes a systematic fire hazard investigation method and corresponding countermeasures. This method focuses on guiding words, related units, and deviations as core elements, aiming to effectively identify and prevent potential fire risks.

Key words: HAZOP evaluation method; tire manufacturing; fire in the rubber mixing process; hazard investigation methods

(R-03)

小米 SU7 Ultra 上市同期 赛轮 PT01 上线

Xiaomi SU7 Ultra was launched at the same time as Sailun PT01

2025年2月27日,备受业界关注的小米SU7 Ultra,正式上市。同期,由小米汽车与赛轮合作开发的PT01赛道高性能轮胎,上线小米有品商城。

据介绍,小米SU7 Ultra是一款超高性能的电动跑车。这款“新豪车”对轮胎的性能,要求极为严苛。PT01赛道高性能轮胎,精准聚焦小米SU7 Ultra用户需求。

依托赛事专研胎面配方、宽大行驶面设计和高强度胎体结构,实现强悍抓地性和精准操控性。该轮胎可助力小米SU7 Ultra更好释放赛道性能,让用户体验到赛道巅峰竞速。这是中国轮胎品牌在赛道高性能轮胎领域的重要突破。

赛轮依托强大的研发实力和产业链协同优势,持续拓展多元化产品矩阵。推出液体黄金轮胎、越野胎、液体黄金冰雪轮胎等,满足市场和用户的多元化需求。

同时,赛轮是唯一获得国际汽联FIA认证的中国轮胎品牌。其凭借深厚的赛道基因和丰富的赛道经验,不断书写新的赛道纪录。将赛事胎技术应用于民用胎的研制,实现民用胎与赛事胎的共同进阶。

赛轮表示,将坚持科技创新,让更多用户感受中国轮胎品牌的科技力量。

摘编自“轮胎世界网”

(R-03)