

CBS 生产过程中缩合反应的安全控制技术应用及经济性

王少东 (优立邦化工 (宁夏) 有限公司, 宁夏 石嘴山市 753600)

摘要: CBS (N-环己基-2-苯并噻唑磺酰胺), 是一种促进剂, 通常情况下为乳白色或米色粉末, 主要应用于天然橡胶、合成橡胶及轮胎硫化工艺, 可以通过延迟硫化特性改善橡胶制品的物理性能。在 CBS 生产过程中, 以促进剂 M、环己胺和次氯酸钠 (8%-10% 双氧水) 为原料, 生产过程具有一定的危险性, 如果防护不当很容易对身体和环境造成负面影响。基于对 CBS 促进剂生产过程危险性的考虑, 本文围绕 CBS 生产过程中的缩合反应进行研究分析, 系统梳理过程中存在的主要安全风险, 确保按照具体风险类型采取有效的安全控制技术和对策, 综合考虑技术措施的应用效果和经济性, 加强对 CBS 生产过程的管控, 从而在保证安全的前提下提高企业的经济效益。

关键词: CBS; 生产过程; 缩合反应; 安全控制技术; 经济性

中图分类号: TQ330.38+5 文献标识码: B 文章编号: 1674-5167 (2025) 032-0067-03

Application and Economy of Safety Control Technology for Condensation Reaction in CBS Production Process

Wang Shaodong (Youlibang Chemical (Ningxia) Co., LTD, Shizuishan Ningxia 753600, China)

Abstract: CBS (N-cyclohexyl-2-benzothiazolsulfonamide) is a accelerator, typically presenting as a milky white or beige powder. It is mainly used in the vulcanization processes of natural rubber, synthetic rubber, and tires, and can improve the physical properties of rubber products through its delayed vulcanization characteristics. In the CBS production process, accelerator M, cyclohexylamine and sodium hypochlorite (8%-10% hydrogen peroxide) are used as raw materials. The production process is somewhat dangerous. If not properly protected, it can easily have negative impacts on the body and the environment. Based on the consideration of the dangers in the CBS accelerator production process, this paper studies and analyzes the condensation reaction in the CBS production process, systematically sorts out the main safety risks existing therein, ensures that effective safety control technologies and countermeasures are adopted according to specific risk types, comprehensively considers the application effect and economy of the technology, and strengthens the control of the CBS production process Improve the economic benefits of enterprises on the premise of ensuring safety.

Key words: CBS; Production process; Condensation reaction; Safety control technology; Economy

在我国工业生产水平不断提高的背景下, CBS 促进剂作为橡胶工业中一种重要材料受到较为广泛的重视, 对橡胶制品物理性能的影响显著。在 CBS 促进剂生产过程中, 要高度重视其价值, 也要明确其危险性, 保证在实际生产活动中能够针对其中具有关键作用的缩合反应做好管控, 采用安全控制技术有效降低生产过程中出现重大安全事故的概率。以免因为缺乏有效控制导致生产人员的生命财产安全受到威胁, 切实保障企业生产效益, 并主动防范 CBS 促进剂生产过程中可能存在的环境污染等其他方面风险问题。

1 CBS 促进剂及缩合反应过程

1.1 CBS 促进剂

CBS 促进剂是一种有机化合物, 在长期以来的生产、管理过程中发现, CBS 促进剂生产过程中使用到的环己胺容易刺激眼睛、皮肤和呼吸系统, 在与皮肤接触后可能出现致敏反应, 对水生生物有较高的毒性, 可能严重影响水体环境, 并且水体环境受到的影响具有显著的长期性特征。CBS 促进剂的生产活动中, 相

关操作人员需要做好个体安全防护, 避免吸入相关成分, 所有操作都需要严格按照操作规程执行。特别注意的是, CBS 促进剂在储存和运输过程中需要避免高温、潮湿和阳光直射^[1]。

1.2 缩合反应原理及工艺流程

CBS 促进剂的制备可以通过两步反应进行。先将促进剂 MBT 和环己胺依次投入反应釜中并搅拌均匀, 然后向釜中滴加 8%-10% 双氧水, 待反应 1.5h 后, 停止双氧水滴加, 改为滴加次氯酸钠 (有效氯 >12%), 待整个反应达到 2h, 取出 CBS 样液检测判断反应是否达到终点。(判断方法: 用测验棒蘸样液 → 取碘化钾淀粉试纸浸入硫酸试剂瓶并立即取出 → 放置测验棒上一蘸立即拿起观察显色情况)。为有效保证 CBS 促进剂制备过程的顺利, 在操作过程中每个过程应严格按照操作规程执行, 保证原料投加符合标准要求, 加强温度、压力控制, 按照 CBS 促进剂生产控制管控反应时间, 并在初步制备形成对应成果时做好后处理安排, 保证整个工艺流程的可控性。在对 CBS

促进剂生产活动进行原理分析的过程中,应当充分考虑到CBS促进剂的危险性,由于原材料涉及易燃易爆、有毒化学品,并且CBS促进剂本身也容易对环境造成恶劣的负面影响,导致CBS促进剂生产过程的危险性往往难以得到有效控制,必须对CBS促进剂生产流程进行全面梳理和风险排查,为后续安全风险分析和安全控制技术体系构建坚实基础。

2 CBS 生产过程中缩合反应的安全风险分析

在CBS促进剂的生产过程中,应当分别从原料储存和生产活动两方面做好考虑,保证能够全面收集、整理其中存在的安全风险,确保CBS促进剂生产过程的顺利性。

CBS促进剂的生产主要涉及环己胺、促进剂M、双氧水、次氯酸钠等具有一定危险性的化学原料,对操作人员的专业性有较高的要求。加上在CBS促进剂生产过程中的化学反应为放热反应,更要重视操作过程的严谨性。CBS促进剂半成品还需要进行水洗压滤、捏合干燥等重要步骤,并在每个步骤完成后做好检查,保证各个环节、步骤具体操作完全符合标准要求,最终获得的目标产物能够达到预期的纯度,顺利完成CBS促进剂制备作业。CBS促进剂原料储存中的安全风险主要来源于原料以及产品本身,操作人员和管理人员需要始终保持严谨的态度做好过程控制,全面分析上述原料和制成品可能存在的毒性、腐蚀性、易燃易爆性等危险特征^[2]。此外,在CBS促进剂生产活动中,环己胺的重要性较高,并且在生产过程中该材料具有挥发性、易燃性和刺激性,必须提前针对其中存在的风险问题做好预防处理。

针对CBS促进剂生产活动的具体生产流程来看,由于在生产阶段会涉及多种材料,导致在生产过程中需要承担来自多个环节、位置的安全风险。在CBS促进剂生产活动的氧化缩合反应中,缩合反应具有放热特性,如果未能针对缩合反应放热特性做好防范处理,在生产阶段往往容易出现反应失控的情况,导致生产过程中温度、压力难以得到有效控制,在短时间内急剧升高,进而引发冲料、爆炸或分解等类型的重大安全事故。同时,应当考虑到CBS促进剂生产活动对操作人员的专业能力水平有较高的要求,如果操作人员的专业能力未能达到标准要求,将会给生产过程带来较为显著的操作风险。在自动化控制尚未全面覆盖CBS促进剂生产活动的情况下,CBS促进剂的多个生产环节对操作人员专业能力依旧有较强的依赖性。如果操作人员未能意识到自身各项操作可能带来的后果,在原料投加、参数控制、流程安排等关键环节出现失误,将会引发严重的后果,导致无法按照计划完

成化学反应,会消耗更多的原材料,还会因为不同材料间的相互作用引发多种安全事故。此外,在设备方面,由于多种原料存在腐蚀性,导致在生产过程中设备设施也容易因为腐蚀问题出现设备故障、物料泄漏等情况,原料之间的相互作用容易在发生泄漏问题后增加出现火灾和环境污染事故的概率,进而带来重大经济损失和较为恶劣的社会影响^[3]。

3 CBS 生产过程中缩合反应的安全控制技术应用

3.1 全面优化生产安全设计方案

在CBS促进剂生产活动中,生产安全设计方案是保证CBS促进剂生产过程缩合反应可控性的关键所在,必须结合缩合反应特点和CBS促进剂生产流程进行综合考虑,保证在生产安全设计方案中能够全面考虑其中存在的多种风险问题,从而顺利将风险影响控制到最小,从根源上实现对具体风险问题的科学管控。化工行业、工业生产等领域对我国社会经济的未来发展和工业体系的进一步完善都有较为显著的影响作用,CBS促进剂作为具有较强代表性的化工产品,在工业生产活动中对多个行业都存在一定的影响。为有效强化CBS促进剂生产活动的安全性,应当针对CBS促进剂生产情况建立健全生产安全设计方案,主动引入微通道反应器等先进设备、技术条件,配合新型生产工艺,采取减小反应器持液量、强化传质传热等多项措施,保证CBS促进剂生产活动出现失控情况后带来的安全事故及其影响能够处在相对可控的范围内。随着我国工业生产水平的不断提高和生产工艺的持续发展,在CBS促进剂生产活动中,可以尝试调整工艺参数,比如调整原料反应浓度、优化原料反应条件等方式,分析是否能够提高CBS促进剂过程缩合反应的安全性^[4]。

3.2 加强对生产过程的自动化控制

自动化控制是当前我国工业生产领域具有较强代表性的先进技术手段,可以通过自动化技术加强对生产活动的管控,保证人为因素对工业生产活动带来的影响能够得到合理化处理,从而显著提高工业生产活动的安全性。在CBS促进剂生产过程中,相关企业可以通过配置自动化控制系统,针对CBS促进剂生产活动中的反应温度、压力、液位等重要指标做好管控,实时监测对应指标数据的变化情况,并针对氧化剂、胺类关键物料流量做好控制,通过调整参数强化自动控制效果,保证整个生产活动推进过程都能在实时监测方案的支持下顺利落实。此外,考虑到CBS促进剂的特殊性和危险性,在应用自动化控制系统的路上,应当联合使用安全联锁系统,进一步强化对CBS促进剂生产活动的安全保障,确保在发生安全问题、事故

的第一时间能够立即告警，比如设备故障、反应温度过高、阀门故障等特殊情况。通过自动化控制系统与安全联锁系统的共同作用，将 CBS 促进剂生产活动的安全性提升到新的高度。

3.3 补充、完善安全风险控制措施

随着 CBS 促进剂生产工艺在应用实践过程中不断发展，相关工艺特征也得到了有效强化，并且能够全面梳理在生产活动中存在哪些风险点，从而在现有基础上补充、完善安全风险控制措施，顺利打造更加完善的安全风险控制技术体系，有效强化 CBS 促进剂生产过程的安全性。严格按照 CBS 促进剂生产流程的需求，配置爆破片、安全阀等紧急泄压装置，保证能够通过此类装置进一步强化对生产过程压力的控制效果，有效防范压力超标可能引发的安全风险，从而实现对整个生产过程安全性的针对性优化。CBS 促进剂的生产、制备需要在实践过程中尝试发现问题，主动探索问题的解决方法，才能有效保障生产安全。面对生产过程中存在的安全风险，可以将紧急冷却系统、事故收集槽等二次减缓措施作为重要补充，有效强化安全风险控制能力^[5]。

3.4 打造系统化应急安全处理预案

任何规模的事故问题在发生后都需要投入一定的成本才能做好处理。应对安全风险的最好办法是在事前阶段采取完善的风险防范措施，能够提前处理好安全隐患，并通过应急安全处理预案，在安全风险出现后的第一时间立即做好应对，从而将风险影响控制到最小。基于上述现实情况的思考，在 CBS 促进剂生产活动中，可以根据生产规模，在生产现场合理布设可燃有毒气体泄漏报警器并将其声光报警信号远传至中控室，保证在出现事故前兆能够及时发出报警信号。同时，针对上述提到的泄漏问题，可以采取配置自动喷淋吸收装置，或提前准备吸附棉、沙土，在发现问题后立即作出反应，开展有效的应急安全处理，进而实现对 CBS 促进剂生产活动风险的有效控制。

4 技术应用取得的经济效益

在 CBS 促进剂生产过程中，应当始终明确现阶段橡胶制品在我国多个行业领域的重要价值，梳理 CBS 促进剂生产经济效益的多维度特点。通过在 CBS 促进剂生产活动中应用安全风险控制技术，可以有效提升生产活动运行稳定性，以减少风险问题的形式实现对生产效率的有效保障。在安全风险控制技术的支持下，可以通过配置自动化控制系统，切实做好对 CBS 促进剂氧化缩合反应的精准控制，减少人为因素对生产过程带来的影响，提高产品合格率，合理规避不必要的材料浪费。同时，能对生产流程推进情况和设备运转

情况实施有效监管，防范设备、流程问题可能带来的安全风险。

在安全风险控制技术体系下，可以对 CBS 促进剂生产活动历史数据进行全面整理，并针对橡胶工业中的经典案例进行分析，明确 CBS 促进剂生产过程中的具体风险点，有效强化安全风险控制工作的针对性，从而帮助企业规避安全事故带来的直接经济损失而提高经济效益。此外，在安全风险控制技术体系下，CBS 促进剂生产活动对操作人员的依赖性明显下降，生产活动自动化程度显著提高，可以尽量保证生产人员的生命财产安全不会受到影响，减少企业在覆盖方面需要投入的成本。采用安全风险控制技术体系，可以在生产工艺优化、机械设备维保和生产安全管理决策等方面提供大量具有较强参考价值的数据资料，实现对多种安全风险的主动预防，有效强化安全风险控制技术体系的战略性投资属性，促进企业长期健康发展。

5 结语

CBS 促进剂的生产过程具有显著的高风险特性，其中的氧化缩合反应风险尤为显著，为实现对 CBS 促进剂生产过程的有效管控，保证其中存在的安全风险能够得到充分控制，需要采用优化安全设计、加强自动化控制、完善安全风险控制措施和提前准备应急安全处理预案等一系列方法，形成完整的安全控制技术体系，有效强化 CBS 促进剂生产活动的安全性。通过构建完善的安全控制技术体系，可以有效保障生产人员和生产环境的安全性，并在一定程度上提高生产效率，切实提高企业生产经济效益。结合现阶段我国现代信息技术的发展情况来看，在未来的安全控制工作中，可以考虑引入大数据、人工智能等现代信息技术成果，推动实现预测性安全风险控制和智能化安全风险控制的目标，进一步提高 CBS 促进剂生产活动的安全性和效益性。

参考文献：

- [1] 孟祥超, 吴振华, 邵利利. 化工安全生产中自动化控制技术的运用 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2025, 45(10):50-52.
- [2] 黄天柱, 王瑞瑞. 化工安全技术与安全控制策略 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2025, 45(10):96-98.
- [3] 刘德明, 马跃彬, 张辉, 等. 复配混凝土预处理促进剂 CBS 生产废水工艺的研究 [J]. 橡胶科技, 2024, 22(07):406-409.
- [4] 宋健. 高性能橡胶添加剂 CBS 绿色清洁化生产工艺技术 [J]. 山东化工, 2023, 52(16):124-126.
- [5] 朱亚飞, 李文达, 杨伟纳, 等. 橡胶助剂 CBS 生产废水处理工程实例 [J]. 工业用水与废水, 2023, 54(05):84-87.