

纯度的 CO₂ 副产品。这部分 CO₂ 源于生物质，属于生物源二氧化碳，其捕集实质上是近期从大气中固定的碳进行分离和富集。高浓度 CO₂ 可作为产品直接出售，用于驱油提高采收率、食品加工、或作为工业原料。更具前瞻性的是，它可以与可再生能源电解水制取的“绿氢”合成 e- 甲醇等化学品，从而将碳元素长期固化在产品中，形成“利用”环节的闭环，实现了 CCUS 中的“U”（利用）向“S”（封存）的延伸，提升了整个价值链的碳固定能力。^[3]

3.2 显著的减排效益

以 10 万吨/年甲醇消耗的生物天然气量计算，其能量相当于同等体积的化石天然气，可直接替代后者，实现上游开采、运输等环节的间接减排。仅计算厌氧发酵回收利用 CH₄（避免其直接散逸）和副产品 CO₂ 得到利用所避免的排放，年减排量即可达约 150 万吨 CO₂ 当量，减排效益显著。若进一步考虑其下游应用场景——例如，所产天然气或后续合成的 e- 甲醇用于替代目前以煤为原料生产的甲醇——由于完全避免了煤炭从开采到转化过程中的巨大碳排放，其全链条的减排效益将更为惊人，有望扩大一个数量级，成为颠覆传统高碳化工路径的绿色方案。

3.3 循环经济与 ESG 价值

生产生物天然气不仅产出绿色能源，还每年副产优质有机肥。这些有机肥回归农田，可部分替代化肥，有助于减少化肥生产过程中的能耗与排放，并改善土壤结构、增加土壤有机质、促进土壤碳汇，构建了“农业废弃物—工业转化—农业应用”的绿色闭合循环。这种循环经济模式全面提升了企业的 ESG（环境、社会和治理）表现：在环境（E）维度，实现了负碳能源、污染减排与资源循环；在社会（S）维度，促进了农村就业、改善了乡村环境；在治理（G）维度，展现了企业应对气候变化的战略与管理能力。这为企业主动应对欧盟碳边境调节机制（CBAM）等国际“碳关税”政策、满足全球供应链日益严格的低碳要求奠定了坚实基础，并将其转化为可持续的竞争优势与品牌价值。^[4]

4 案例实践：化工有限公司的产业化应用

化工有限公司开展本项目具备得天独厚的优势：

资源禀赋：黑龙江省年产秸秆超亿吨，大庆及周边地区玉米、水稻秸秆可获得量超 200 万吨/年，牛粪资源丰富，原料保障度高。

技术认证先行：公司已率先完成 ISCC EU 认证，熟悉国际绿色认证规则，具备了向欧盟等高溢价市场出口绿色甲醇的资质。

产业协同：产品绿色甲醇可作为公司现有装置的原料，提升整体绿色化水平；副产品 CO₂ 可就近用于大庆油田驱油，实现“就地利用”。

政策强力支持：项目符合《“十四五”可再生能源发展规划》、《产业结构调整指导目录》等多个国家级鼓励类政策，享受秸秆离田等补贴。^[5]

5 挑战与展望

尽管技术前景广阔，但仍面临挑战：原料收储运体系的成本控制、高可靠性装备的国产化、绿色产品市场溢价的不稳定性等。

未来展望：

技术迭代：通过基因编辑技术优化菌种效率，探索厌氧发酵直接制氢等前沿方向。

产业链延伸：利用绿色甲醇和 CO₂ 为原料，向下游拓展生产绿色航空燃油（SAF）、碳酸二甲酯（DMC）等更高附加值产品。

碳交易金融：积极参与国内碳市场交易，将显著的负碳效益转化为实实在在的经济收益，由于减碳效果显著，可助推“零碳工业园区”建设。

6 结语

以厌氧发酵生物天然气为核心原料生产绿色甲醇，并深度融合 CCUS 的技术路径，是一条被实践证明可行、减排效益极其显著的绿色化工发展道路。已有的产业化探索表明，该技术能够将丰富的生物质“废料”转化为高价值的绿色能源和化学品，完美契合“双碳”目标要求，兼具环境效益、社会效益与经济效益。对于拥有类似资源禀赋的传统炼化企业而言，此“大庆模式”提供了向绿色低碳转型的宝贵经验与成功范本，有望在我国现代煤化工与石油化工的深度脱碳进程中发挥重要作用。

参考文献

- [1] 汪丹峰, 陈新庆, 王健, 等. 通过自发电与可再生能源电力降低秸秆制甲醇全生命周期碳排放[J]. 能源转换与管理, 2024, 309: 118453.
- [2] 吴志聪, 刘志成, 张凯, 等. 一种基于生物质脱碳和 CO₂ 加氢的碳中和动力与甲醇多联产系统: 热力学与经济性分析[J]. 能源, 2024, 299: 131475.
- [3] 苏广灿, Zulkifli N W M, 刘丽, 等. 基于甘蔗渣热解、物理活化、化学链与甲醇合成的甲醇与活性炭负碳联产[J]. 能源转换与管理, 2023, 293: 117481.
- [4] 朱玉, 罗宇, 杨帅, 等. 碳排放限制下小麦秸秆制船用燃料甲醇的潜在解决方案: 能量、焓、经济与环境综合比较分析[J]. 应用能源, 2025, 378: 124691.
- [5] 许光文. 流态化两段气化技术破解生物质气化焦油难题及其在绿色甲醇合成中的应用前景[J]. 生物质化学工程, 2024, 58(3): 1-10.

Exploration on Chemical Safety Production Management and Accident Emergency Management Measures

Honggen Ma

Jiaozuo Coal Industry (Group) Kaiyuan Chemical Co., Ltd., Jiaozuo, Henan, 454191, China

Abstract

The chemical industry is a crucial basic industry for the economic and social development of a country. Due to the complexity of production processes and stringent process conditions, there are numerous issues in production, such as high temperature and pressure, flammability, explosiveness, toxicity, and harmfulness. Therefore, it is necessary and important to carry out effective safety management in chemical production. Strengthening safety management in chemical production and improving the emergency management system are of great significance for preventing major accidents, protecting people's lives and property, and maintaining social harmony and stability. Based on this, this paper combines the actual needs of safety management in chemical production, studies the relationship between production management and emergency management, and explores effective ways to link the two. It mainly formulates reasonable suggestions for risk identification, process control, emergency response, and accident handling, aiming to provide some reference for relevant enterprises and promote the healthy development of the entire industry.

Keywords

chemical safety; production management; emergency response to accidents; management measures

化工安全生产管理与事故应急管理措施探析

马红根

焦作煤业(集团)开元化工有限责任公司, 中国·河南焦作 454191

摘要

化工行业是国家经济社会发展的重要基础产业,由于生产工艺复杂,工艺条件苛刻,在生产中存在高温高压、易燃易爆以及有毒有害等诸多问题,因此做好化工安全生产管理工作十分必要且重要。加强化工安全生产管理,完善事故应急管理体系,对防止发生重特大事故,保护人民群众生命财产安全,维护社会和谐稳定具有重要意义。基于此,本文结合化工安全生产管理工作实际需求,研究生产管理和应急管理之间的关系及二者有效衔接方式,主要针对风险辨识、过程控制、应急响应、事故处理等方面制定合理建议,旨在为相关企业提供一定借鉴,促进整个行业良好健康发展。

关键词

化工安全; 生产管理; 事故应急; 管理措施

1 引言

近年来,我国化工行业发展迅速,在促进经济发展的同时也暴露出当前安全生产管理工作的不足之处。一些企业在生产经营过程中存在忽视安全而注重利益、忽视管理而追求效益的现象,从而引发火灾、爆炸、中毒等事故,造成大量人员伤亡以及巨大经济损失。而事故应急救援是整个安全生产工作的一部分,它对能否在事故发生之后把损失降到最低起着决定性作用。因此,探讨化工安全生产管理和事故应急管理对策很有必要也很重要。

2 化工安全生产管理的重要意义

2.1 保障从业人员生命安全与健康的基本要求

化工生产中使用大量危险化学品以及采用具有较高危险性的生产工艺,工人每天都要在一定的危险环境中工作。加强安全管理可以有效识别并管理各种风险,降低事故的发生率,保障一线工人的生命安全和身体健康^[1]。这是企业的责任和义务,更是以人为本的思想在工业领域中的体现。

2.2 促进化工企业可持续发展的内在支撑

安全生产与企业经济效益不是对立的关系,而是一种相辅相成的关系。合理有效的安全管理可以减少事故发生所带来的停业损失、赔付费用以及罚款等不利影响,保证企业正常生产经营活动顺利进行。另外,一个良好的安全状况也是对企业的肯定,有利于树立企业社会上的良好形象,增强客户的信赖感,使投资者对其更有信心,从而在竞

【作者简介】马红根(1982-),男,中国河南焦作人,本科,工程师,从事化工安全研究。

争中占得先机，实现可持续发展的目标。

2.3 维护区域公共安全与社会稳定的重要防线

化工企业一旦发生重大事故，其影响绝非仅限于厂区内，还可能会给周围群众、环境以及公共财产带来巨大损失。提高企业自身安全管理能力和应对突发事件能力可以减少事故发生后的影响范围，避免次生灾害的发生，这也是对企业的基本要求，也是为了保障当地的安全稳定。

3 化工安全生产管理的核心内容

3.1 风险辨识与分级管控机制的建立

化工生产的危险源多种多样，如反应失控、设备故障、人为失误等。建立健全风险辨识机制，定期对生产设备、储存场所、运输等方面进行检查，并根据其严重程度实行分类管理，是防止事故发生的基本要求。企业要编制风险台账，明确不同风险的责任部门以及应对策略，做到闭环管理。在此基础上，还要有动态更新机制，当生产工艺发生变化、设备更新或法律法规发生改变时，要及时更新风险台账，并借助信息化手段实现风险信息的在线监控及报警提醒，使高危部位时刻处于监管之下，把风险控制落到实处，而非仅仅停留在文件上。

3.2 安全操作规程的制定与执行

操作规程是规范员工操作的技术文件，其合理性和可行性对安全生产至关重要，企业应当根据工艺技术规程以及设备说明书的要求，在实际工作中进一步明确每个步骤的操作动作要求、参数范围以及出现的问题如何处理等^[1]。另外，还要加强监督检查工作，利用监控录像或者巡检等方式保证员工按规程操作，避免员工形成习惯性的违规操作行为。同时，还有必要建立操作规程执行奖惩制度以及反面案例库，定期开展操作规程符合性检查，对于不符合要求的行为要查清原因，然后改进操作规程内容，做到操作规程既“写得好”，又能“落实好”，这才是真正意义上的岗位作业指南。

3.3 全员安全教育培训体系的构建

安全教育不能仅仅停留在取得证书上，要建立健全多层次、多类别教育培训制度。对新入职人员进行岗前三级安全教育；对在职员工进行工艺安全、应急处置、事故案例等方面培训；对管理层进行风险管理和应急指挥培训。培训内容要贴近实际，采取仿真模拟、现场操作等形式增强培训针对性、有效性。还要有培训效果评估及复训制度，用考试、提问、应急演练等方式检查培训成果，把评估结果作为岗位资格评定依据，对不合格者重新培训或者转岗，使每个员工都具有相应工作所需的安全素质。

4 事故应急管理的主要措施

4.1 应急预案的编制、评审与动态更新

制定合理、有效的应急预案，必须建立在系统化风险辨识基础上。企业要成立跨部门小组，利用工作危害分析法、安全检查表或者危险与可操作性分析法等手段，对生产

过程、设备设施、物料储存以及作业场所中存在的危险源进行全面排查，并对各种风险事件发生概率及其可能造成的后果进行等级划分。在此基础上，形成三级应急预案体系：总体应急预案是企业的应急管理工作指导性文件，规定应急方针、组织机构、响应级别和保障措施等内容；专项应急预案是对火灾爆炸、危险化学品泄漏、机械伤害等不同类型的事故作出专门安排，包括监测预警、信息报送、应急响应和技术手段以及应急结束等环节；而现场处置方案则是面向高危工种或者重要部位制定，以卡片或图表的形式简明扼要地描述一线员工在最初的几分钟内应该采取的具体行动，例如立即切断电源、组织撤离以及进行初步灭火等，以便一线工作人员可以及时对照执行。

应急预案的可操作性强弱主要取决于应急组织结构以及应急响应流程是否合理、顺畅。在预案中要设置应急指挥部，确定总指挥、副总指挥及其下属各工作组人员名单以及替补人员，在预案中绘制组织结构图、通信联系方式等；应急响应流程应当按事故发生发展的时间顺序来编写，从第一个发现人的报警方式、现场初步处理措施开始，一直到应急指挥部成立后对情况进行分析判断、调配资源、扩大应急响应以及后期工作，每一步都要有具体的工作内容、负责人和成果要求。资源调配部分要列出应急物资装备清单，注明位置、数量、责任人及保管情况，还要写出对外部应急资源联系人及其联系方式和调用方法。处置措施要尽可能具体量化，不能含糊其词，比如“用消防沙覆盖漏油区域，筑起堤坝，沙子厚度至少5cm”。这样让实施人员不需要进一步理解就可以直接操作。

预案编制完成后对预案进行评估以及定期修订是保证预案有效的重要手段。企业应当组织由具备相应专业知识和丰富经验的应急管理人员、技术人员以及一线职工等组成的评估小组，从合法合规性、全面性、针对性、实用性、科学性和连贯性六个方面对预案进行评议并提出书面评估意见，根据这些建议进行逐项改进和完善。预案发布之后要制定常规性的管理工作机制，确定负责部门以及修订频率，在生产过程发生变化、重要设备更换、原材料改变、法律政策更新或者应急机构人员变动的情况下要及时开展预案复审及修编工作，演练结果也是很好的参考依据，在每一场演练结束之后都要召开总结会议，把预案中规定的事项与实际情况对照找出其中存在的问题以及不足之处，并将其作为预案修订的内容之一。新的版本需要标注编号并且做好发放登记，还要对相关人员进行再学习，使得新老版本顺利过渡，从而使应急预案始终处于最新状态以应对当前的风险情况。

4.2 应急设施、装备与物资的配置维护

应急资源有效与否直接影响到初期响应的效果，因此要合理配置，符合有关的技术要求和规定。火灾自动报警系统要覆盖所有的重点防火部位并且要与建筑物内的消防控制室相连通；气体检测报警仪要根据生产工艺中可能会出现