

化工生产技术与化工安全

张瑛 魏延林

青海金川矿业有限责任公司 青海 格尔木 816099

摘要：本文阐述化工生产技术基础，涵盖技术概述、常见工艺及设备操作。探讨生产技术与安全的关系，包括技术对安全的影响及安全对技术的约束引导。提出化工安全管理体系建设要点，如制度规范、培训教育、检查排查治理。并介绍工艺、设备、物料储存运输等安全技术措施，为化工生产技术与安全保障提供参考。

关键词：化工生产技术；化工安全；安全管理体系；安全技术措施；工艺改进

引言：化工行业在国民经济中占据重要地位，其生产技术与安全紧密相连。化工生产技术不断发展，经历多个阶段，如今朝着绿色化、智能化迈进。与此同时，化工生产安全至关重要，生产过程中的各类风险不容忽视。研究化工生产技术与安全的关系，构建完善的安全管理体系，采取有效的安全技术措施，对保障化工生产稳定运行意义重大。

1 化工生产技术基础

1.1 化工生产技术概述

化工生产技术，是运用化学方法或物理化学方法，将原材料转化为产品的一系列手段与方法。从产品类型的角度出发，可将其划分为有机化工生产技术、无机化工生产技术以及高分子化工生产技术。有机化工生产技术主要聚焦于碳氢化合物及其衍生物的生产，通过复杂的化学反应和工艺流程，将简单的有机物转化为具有特定功能的复杂有机化合物，广泛应用于医药、农药、染料等多个行业。无机化工生产技术则围绕非碳氢化合物展开，其产品如化肥、无机盐等，在农业、工业等领域发挥重要作用。高分子化工生产技术专注于聚合物材料的制备，这些材料具有高强度、耐腐蚀等特性，被广泛应用于塑料、橡胶、纤维等领域^[1]。随着科学技术的进步，化工生产逐步进入机械化、自动化阶段，新的设备和工艺不断涌现，生产效率大幅提高。如今，化工生产技术正朝着绿色化、智能化方向发展，旨在降低能耗，减少污染，实现可持续发展，并借助先进的信息技术提高生产过程的精准度和可控性。

1.2 常见化工生产工艺

合成工艺是化工生产的核心环节。有机合成通过各类化学反应，将简单有机物转化为复杂有机化合物，反应条件涵盖温度、压力、催化剂等因素。无机合成则以无机物为原料，制备具有特定性能的无机材料。以酯化反应为例，酸与醇在特定条件下反应生成酯与水，此过

程对温度和催化剂活性要求严格。分离工艺承担着从混合物中提取目标产物的任务。蒸馏利用混合物各组分沸点差异实现分离，适用于沸点相差较大的液体混合物。萃取依据溶质在不同溶剂中溶解度不同进行分离，常用于分离水溶液中的有机物质。结晶则通过改变溶液条件，使溶质以晶体形式析出，适合分离溶解度随温度变化显著的物质。聚合工艺将小分子单体转化为高分子聚合物。加聚反应中，单体通过加成方式形成聚合物；缩聚反应除生成聚合物外，还伴随小分子副产物产生。聚合反应受温度、压力、引发剂等因素影响，不同调控方式可得到性能各异的聚合物产品。

1.3 化工生产设备与操作

反应设备是化工生产的关键装置。反应釜具有搅拌、传热等功能，可实现多种类型的化学反应，操作时需严格控制温度、压力和物料添加顺序。塔器常用于气-液或液-液反应，内部结构设计决定反应接触面积与效率。分离设备中，精馏塔通过多次部分汽化与部分冷凝实现高纯度分离，操作参数如回流比直接影响分离效果。吸收塔利用气体在液体中的溶解度差异，将混合气体中的目标组分吸收分离，设备性能与气液接触时间和面积密切相关。传热与传质设备在化工生产中不可或缺。传热设备利用热传导、对流、辐射原理实现热量传递，类型包括列管式换热器、板式换热器等。传质设备如填料塔、板式塔，通过强化气液两相接触，促进物质传递，设备选型需综合考虑物系性质与处理量。

2 化工生产技术与安全的关系

2.1 生产技术对安全的影响

化工生产中的工艺参数直接关联安全风险。温度过高可能引发反应失控，导致物料分解、爆炸；压力超出设备承受范围，会造成管道破裂、物料泄漏。物料配比失衡同样存在隐患，例如可燃气体与空气混合比例达到爆炸极限，遇火源即会引发剧烈燃烧。这些参数需严格

控制在安全阈值内，一旦偏离，将打破生产系统的稳定状态，引发安全事故^[2]。设备选型与布局是保障安全的重要环节。不合适的设备无法满足工艺条件，例如耐压等级不足的反应釜难以承受高压反应，易发生爆裂。设备布局不合理，会造成危险区域集中、疏散通道不畅等问题。相邻设备间距过近，一旦一处发生泄漏或火灾，极易蔓延至周边区域，扩大事故影响范围。合理的设备选型与科学的布局设计，能够从物理层面降低安全风险。生产工艺改进可显著提升安全水平。传统工艺若存在高风险环节，通过技术革新可有效规避。采用连续化生产替代间歇式操作，能减少人工干预，降低物料暴露风险；优化工艺流程，减少易燃易爆中间产物的累积，可降低爆炸隐患。新工艺的引入，不仅提高生产效率，还能从源头上消除或减弱安全风险，实现生产与安全的双赢。

2.2 安全对生产技术的约束与引导

安全要求对生产技术参数设定形成刚性限制。在设计生产流程时，需根据物料特性、反应类型等因素，预先确定温度、压力、流量等参数的安全区间。任何超出该范围的参数设定，即便能提高生产效率，也会因存在安全隐患而被否决。这种限制促使技术人员在追求效益的同时，优先保障生产安全。安全理念深度融入生产技术创新。在研发新技术、新工艺时，需将安全作为核心考量因素。开发新型催化剂以降低反应温度和压力，既提升生产效率，又能减少因高温高压带来的安全风险；设计密闭化、自动化的生产系统，避免人员与危险物料直接接触，体现安全优先的创新导向。安全标准对生产技术发展发挥规范作用。从设备制造到工艺设计，都需遵循既定的安全标准。设备需满足特定的强度、密封性要求，以防止泄漏和爆炸；工艺流程需符合安全规范，确保各环节风险可控。这些标准为生产技术划定边界，推动行业朝着更安全、更可靠的方向发展，保障化工生产的稳定运行。

3 化工安全管理体系建设

3.1 安全管理制度与规范

安全管理制度是化工企业安全运行的基础框架，需涵盖生产全流程的责任划分与行为准则。制度制定需结合企业实际工艺特点，明确各岗位安全职责，例如反应操作岗位需严格监控温度压力，仓储岗位需规范危险化学品存放要求。制度完善是动态过程，需根据新技术应用、设备更新及法规变化及时修订，确保内容的科学性与可操作性。安全操作规程是制度落地的具体指引，需针对不同设备与工艺编制详细操作步骤。以反应釜操

作为例，规程需明确开机前的气密性检查、加料顺序控制、运行中的参数监测频率等细节，避免因人为操作偏差引发事故。执行层面需建立监督机制，通过岗位培训、操作考核等方式确保员工严格遵循规程，杜绝习惯性违规行为。安全标准化建设通过统一的评价指标推动企业安全管理系统化。企业需对照标准化要求，从工艺安全、设备管理、应急处置等维度逐项落实。例如在工艺安全方面，需建立危险工艺风险评估机制；在设备管理方面，需制定定期检修计划并留存记录。实施过程中可引入第三方评估，客观查找管理漏洞，推动企业安全管理水平持续提升。

3.2 安全培训与教育

安全培训内容需兼顾理论知识与实践技能。理论部分涵盖危险化学品特性、火灾爆炸原理、应急救援基础知识等，帮助员工理解安全风险本质；实践部分侧重现场操作技能，如灭火器使用、泄漏应急处理、防护装备穿戴等，通过模拟演练提升员工应急处置能力。培训方法可采用课堂讲授、案例分析、VR模拟等多样化形式，增强培训效果。员工安全意识培养需贯穿日常管理，通过定期安全会议、警示教育活动强化安全红线意识^[3]。例如分析行业典型事故案例，剖析违规操作导致的严重后果，促使员工从被动接受安全要求转向主动遵守安全规范。技能提升则需建立分层级培训体系，新员工需完成基础安全知识与岗位操作技能培训并通过考核方可上岗；老员工需定期参加新技术新设备应用培训，适应工艺更新带来的安全要求变化。安全文化建设通过营造全员参与的安全氛围，将安全理念融入企业价值观。企业可通过设立安全奖励机制，对合规操作、隐患排查等行为给予激励；开展安全主题活动，如安全月竞赛、安全标语征集等，增强员工的归属感与责任感。管理层以身作则遵守安全制度，能有效带动基层员工形成良好的安全习惯，构建长效安全管理机制。

3.3 安全检查与隐患排查治理

安全检查类型包括日常巡检、专项检查、季节性检查等。日常巡检由岗位员工负责，重点关注设备运行参数、物料泄漏迹象、安全设施完好性等；专项检查针对特定风险开展，如防雷防静电设施检测、危险工艺控制措施核查；季节性检查则根据不同季节特点，在夏季高温前排查降温系统，冬季寒潮前检查设备防冻措施。检查周期需根据风险等级确定，高风险区域需增加检查频次。隐患排查需遵循系统化方法，通过工艺安全分析（如HAZOP）、设备故障树分析等工具，识别潜在风险点。排查流程包括现场勘查、数据收集、风险评估等环

节，例如在排查反应装置时，需分析工艺参数波动可能引发的后果，评估安全联锁装置的有效性。对排查出的隐患需建立台账，明确隐患等级、责任人和整改期限，实现闭环管理。隐患治理措施需根据风险等级制定，对于一般隐患可立即整改，如更换老化阀门、修复破损管道；重大隐患需制定专项整治方案，包括技术措施、资源保障和应急预案，整改期间需采取临时管控措施防止事故发生。整改完成后需进行验收评估，确保隐患彻底消除。同时建立隐患排查治理数据库，分析常见隐患类型与成因，为工艺优化、设备升级提供依据，从源头减少隐患产生。

4 化工生产过程中的安全技术措施

4.1 工艺安全控制技术

化工生产过程中，反应条件如温度、压力、流量等参数的波动可能引发严重的安全事故。在工艺设计和运行阶段必须采取有效的安全控制手段。针对反应过程的关键参数，应设置高精度的监测与调节系统，确保各项指标在设定范围内稳定运行。例如，通过自动调节阀和智能仪表实现对温度和压力的连续监控与反馈调节，避免因超温或超压导致的设备失效或化学反应失控。紧急停车系统作为关键安全设施，能够在异常状况发生时迅速切断物料流动和能量供应，防止事故扩大。该系统应具备快速响应能力，并与各类传感器联动，确保在第一时间启动保护机制。此外，安全联锁装置的设置是保障工艺过程稳定的重要环节，其作用是在检测到异常信号时自动触发相应的保护动作，如关闭阀门、停止泵机运转等。此类装置需定期进行功能测试，确保其在关键时刻能够正常发挥作用。

4.2 设备安全防护技术

设备是化工生产的核心载体，其安全性直接影响整个生产系统的稳定性。为了应对高温、高压、腐蚀性介质等复杂工况，设备需采用合适的防护措施^[4]。防爆设计是易燃易爆环境中不可忽视的内容，主要体现在选用符合标准的防爆结构和材料，以及合理布置通风和泄压装置。防火方面，除使用阻燃材料外，还需在关键部位设置火灾探测与灭火系统，提高应急响应能力。防腐蚀处理则包括涂层保护、阴极保护等多种方式，目的在于延长设备使用寿命并减少泄漏风险。密封性能对于防止

有毒或易燃物质外泄至关重要，应根据介质性质选择合适类型的密封结构，同时结合先进的检测技术，如红外成像、声发射检测等，及时发现潜在泄漏点。日常维护保养工作同样不可或缺，定期检查设备运行状态，清理内部沉积物，更换老化部件，有助于维持设备的安全性能，降低故障率。

4.3 物料储存与运输安全技术

危险化学品的储存与运输是化工生产中风险较高的环节之一，必须从环境控制、容器选型及操作管理等方面加强安全保障。储存区域应根据物料特性划分专用区域，配备必要的通风、降温、防潮设施，以维持适宜的储存条件。储存容器的选择需考虑耐压、耐腐蚀等性能，且应设有液位、压力监测装置，防止过量充装或泄漏。在运输过程中，罐车、管道等输送工具必须满足相关技术规范，运输路线应避开人口密集区，并制定详细的应急预案。管道输送系统需配置止回阀、紧急切断阀等安全附件，防止倒流或突发泄漏。运输前后应对装载设备进行严格检查，确保连接牢固、无渗漏现象。储存与运输设备的管理应建立完整的台账与巡检制度，定期评估设备完好情况，发现问题及时处理，确保全过程处于可控状态。

结束语

化工生产技术与化工安全相互关联、相互影响。生产技术发展需兼顾安全，安全要求又推动生产技术改进。化工企业应重视安全管理体系建设，加强安全培训与教育，做好安全检查与隐患排查治理，同时落实工艺、设备、物料储存运输等方面的安全技术措施。唯有如此，才能实现化工生产的安全稳定，促进化工行业可持续发展。

参考文献

- [1] 张汕,闫致霖.化工生产技术管理与化工安全生产的关系研究[J].清洗世界,2022(11):176-178.
- [2] 安思宇.化工安全生产优化策略分析[J].当代化工研究,2023(01):188-190.
- [3] 马士龙,邹浪,李宝强.化工安全生产管理对策[J].化工管理,2022(34):110-112.
- [4] 康红艳,于峰,王跃.化工工艺设计中应注意的安全问题[J].化工管理,2021(22):144-145.