

常山县安全生产监督管理局文件

常安监〔2017〕8号

常山县安全生产监督管理局 转发关于加强精细化工反应安全风险评估 工作指导意见的通知

各乡（镇）人民政府、街道办事处安监站，开发区管委会社会综治科：

现将浙江省安全生产监督管理局浙安监管危化〔2017〕10号及其转发的《国家安全监管总局关于加强精细化工反应安全风险评估工作的指导意见》（安监总管三〔2017〕1号，以下简称《意见》）转发给你们，请认真学习贯彻落实《意见》精神和要求，对辖区内现有精细化工企业进行一次全面的排查，摸清列入《意见》评估范围的在役装置情况，建立相应档案，登记造册，并填写《精细化工企业基本情况表》

(见附件), 于 2017 年 4 月 10 日前, 将本辖区《精细化工企业基本情况表》以正式文本及电子版至县安监局矿山危化监管科。县安监局根据排查情况, 并按照省、市统一部署, 制订实施工作方案, 确保 2018 年年底前, 全部完成反应安全风险评估及相应的安全技术措施完善工作。

各乡镇、街道和开发区要以问题导向为原则, 深刻吸取同类事故教训, 对列入《意见》评估范围的新、改、扩建精细化工装置, 应督促企业在编制可行性研究报告或项目建议书前, 完成反应安全风险评估, 结合反应安全风险评估结果, 开展工艺设计及安全设施设计。《意见》印发前, 已经完成安全条件审查的建设项目, 应在安全设施设计审查前补充开展反应安全风险评估; 已完成安全设施设计审查的建设项目, 应在试生产前或试生产期间开展反应安全风险评估, 保证安全设施竣工验收前安全技术措施落实到位。

附件: 精细化工企业基本情况表



抄 送: 市安监局, 县委办、县府办, 姜苏州副县长。

常山县安全生产监督管理局办公室 2017年3月15日印发

浙江省安全生产监督管理局文件

浙安监管危化〔2017〕10号

浙江省安全生产监督管理局转发 《国家安全监管总局关于加强精细化工反应 安全风险评估工作的指导意见》的通知

各市安全生产监督管理局：

现将《国家安全监管总局关于加强精细化工反应安全风险评估工作的指导意见》（安监总管三〔2017〕1号，以下简称《意见》）转发给你们，并结合我省实际，提出以下要求，请一并贯彻执行。

一、强化问题意识，突出问题导向

我省是精细化工大省，随着产业的快速发展和企业自主创新能力的不断增强，生产工艺呈现出多样化的趋势，新工艺、新装置和新产品大量涌现。由于部分企业和研发单位对这些新变化可能引发的新风险认识不足，对安全风险形成机理和核心安全参数研究不系统、不透彻，极易造成配套的安全技术和工程措施缺乏针对性和有效性，并由此引发灾难性的生产安全事

故。2015年10月5日，浙江洪翔化工有限公司未经工艺危害分析和反应风险评估，因釜内温度超过体系内混合物料的热分解温度，迅速引发硝化釜爆炸，事故造成7人受伤，硝化车间整体摧毁。2017年1月3日，浙江华邦医药化工有限公司发生因设计缺陷和人为失误导致的较大爆燃事故，事故的主要成因是由于研发过程未开展反应风险研究，不掌握产品乳酸酸的分解温度数据，设计采用了极易超温的蒸汽加热方式。此外，据调查，目前国内大多数设计院对化工装置反应失控的两相流紧急泄放系统设计，由于缺少实验性安全核心数据的支撑，均按照单相流进行估算或仅凭经验判断，致使失控化工装置的最后一道防线形同虚设。上述问题反映出当前我省精细化工领域安全研发能力薄弱，本质安全研究不深、不透、不强，已成为严重制约产业创新发展的安全技术瓶颈。各市安监部门在贯彻落实《意见》的过程中要以问题导向为原则，深刻吸取同类事故教训，牢牢把住行政审批关，要严格督促企业通过开展反应安全风险评估，准确识别和掌握反应系统存在的各种危害，有效降低物质和反应风险的不确定性，系统编制工艺物质、工艺技术、工艺设备等安全信息，为建设项目的安全评价、安全设施设计及投产后的安全管理提供科学的依据。

二、全面摸排底数，有序推进工作

各市安监部门要对辖区内现有精细化工企业进行一次全面的排查，摸清列入《意见》评估范围的在役装置情况，建立相应档案，登记造册，并填报《精细化工企业基本情况表》（见附件），根据排查情况，要科学制订工作方案，确保2018年年

底前，全部完成反应安全风险评估及相应的安全技术措施完善工作。

对列入《意见》评估范围的新、改、扩建精细化工装置，应督促企业在编制可行性研究报告或项目建议书前，完成反应安全风险评估，结合反应安全风险评估结果，开展工艺设计及安全设施设计，保证各项安全技术措施落实到位。《意见》印发前，已经完成安全条件审查的建设项目，应在安全设施设计审查前补充开展反应安全风险评估；已完成安全设施设计审查的建设项目，应在试生产前或试生产期间开展反应安全风险评估，保证安全设施竣工验收前安全技术措施落实到位。对存在相关在役装置的单位，要督促其对照《意见》评估范围进行自查，加强工艺变更辨识，自查及辨识结果属于《意见》评估范围要求的，要督促其主动向当地安监部门报告，并开展反应安全风险评估工作。

三、注重结果运用，强化本质安全

各市安监部门要充分把握全省推进精细化工反应安全风险评估工作的有利契机，督促企业进一步完善工艺路线和工艺控制，全面提升本质安全水平。要高度重视反应安全风险评估结果的运用，督促相关设计单位和评价单位切实履行安全责任，依据评估结果进一步识别和分析原设计和评价过程中可能存在的缺陷，改进和提高设计方案和评价报告的质量。对于能够量化的物质和反应风险应尽可能消除其不确定性；对于工艺过程能够避免和减少有害原料和中间体使用的应尽可能优化；对于能够减少危险操作步骤的应尽可能减少；对于间隙过程的工艺

应尽可能改为半间歇或连续过程。对目标反应失控后，首先会导致反应釜内压力高于最大允许压力，并引发物料分解的，必须设计紧急泄放装置。对两相流紧急泄放系统的设计，要避免按单相流进行估算或盲目凭经验设计。对目标反应失控后，首先会导致物料分解，然后引发反应釜超压的，必须直接考虑重新设计。对于重点监管危险工艺的车间内同时布置的非危险工艺装置要按照危险工艺的自动化要求进行设计。

各市安监部门要及时将本通知精神传达至本辖区各级安全监管部門及有关企业，并于2017年4月30日前，将本市《精细化工企业基本情况表》以正式文本及电子版报省安监局危化处。联系电话：0571-87055023，邮箱：zoup@zjsa.gov.cn。

附件：精细化工企业基本情况表

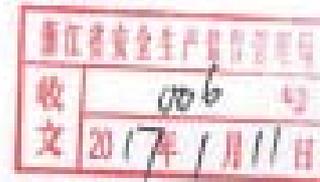
浙江省安全生产监督管理局

2017年2月17日



浙江省安全生产监督管理局办公室

2017年2月17日印发



国家安全生产监督管理总局文件

安监总管三〔2017〕1号

国家安全监管总局关于 加强精细化工反应安全风险评估 工作的指导意见

各省、自治区、直辖市及新疆生产建设兵团安全生产监督管理局，
有关中央企业：

为加强精细化工企业(以下简称企业)安全生产管理，进一步落实企业安全生产主体责任，强化安全风险辨识和管控，提升本质安全水平，提高企业安全生产保障能力，有效防范事故，现就加强精细化工反应安全风险评估工作提出如下指导意见：

一、充分认识开展精细化工反应安全风险评估的意义

精细化工生产中反应失控是发生事故的重要原因，开展精细

化工反应安全风险评估、确定风险等级并采取有效管控措施,对于保障企业安全生产意义重大。开展反应安全风险评估也是企业获取安全生产信息,实施化工过程安全管理的基础工作,加强企业安全生产管理的必然要求。当前精细化工生产多以间歇和半间歇操作为主,工艺复杂多变,自动化控制水平低,现场操作人员多,部分企业对反应安全风险认识不足,对工艺控制要点不掌握或认识不科学,容易因反应失控导致火灾、爆炸、中毒事故,造成群死群伤。通过开展精细化工反应安全风险评估,确定反应工艺危险度,以此改进安全设施设计,完善风险控制措施,能提升企业本质安全水平,有效防范事故发生。

二、准确把握精细化工反应安全风险评估范围和内容

(一)企业中涉及重点监管危险化工工艺和金属有机物合成反应(包括格氏反应)的间歇和半间歇反应,有以下情形之一的,要开展反应安全风险评估:

1.国内首次使用的新工艺、新配方投入工业化生产的以及国外首次引进的新工艺且未进行过反应安全风险评估的;

2.现有的工艺路线、工艺参数或装置能力发生变更,且没有反应安全风险评估报告的;

3.因反应工艺问题,发生过生产安全事故的。

(二)精细化工生产的主要安全风险来自于工艺反应的热风险。开展精细化工反应安全风险评估,要根据《精细化工反应安全风险评估导则(试行)》(见附件)的要求,对反应中涉及的原料、中

同物料、产品等化学品进行热稳定测试,对化学反应过程开展热力学和动力学分析。根据反应热、绝热温升等参数评估反应的危险等级,根据最大反应速率到达时间等参数评估反应失控的可能性,结合相关反应温度参数进行多因素危险度评估,确定反应工艺危险度等级。根据反应工艺危险度等级,明确安全操作条件,从工艺设计、仪表控制、报警与紧急干预(安全仪表系统)、物料释放后的收集与保护,厂区和周边区域的应急响应等方面提出有关安全风险防控建议。

三、强化精细化工反应安全风险评估结果运用,完善风险管控措施

(一)涉及的反应工艺危险度被确定为2级及以上的,要根据危险度等级和评估建议,设置相应的安全设施和安全仪表系统;反应工艺危险度被确定为4级及以上的,在全面开展过程危险分析(如危险与可操作性分析)基础上,通过风险分析(如保护层分析)确定安全仪表的安全完整性等级,并依据要求配置安全仪表系统;对于反应工艺危险度被确定为5级的,相关装置应设置在由防爆墙隔离的独立空间中,并设计超压泄爆设施,反应过程中操作人员不应进入隔离区域。企业要优先通过开展工艺优化或改变工艺路线降低安全风险。

(二)企业要把反应安全风险评估作为安全管理的重要内容,新建项目要以反应安全风险评估结果为依据,开展工艺设计及安全设施设计,保证各项安全控制措施落实到位;相关在役装置要根

据反应安全风险评估结果,补充和完善安全管控措施,及时审查和修订操作规程。

(三)企业要保证设备设施满足反应工艺安全要求,根据反应安全风险评估情况,建立关键设备设施清单,定期开展检查、维护和维修,要确保泄放、冷却、降温等设施和安全仪表等系统的完好、可用。要开展有针对性的岗位操作培训,保证岗位操作人员熟练掌握本岗位反应安全风险,严格执行岗位操作规程,不断提升操作技能。要根据反应安全风险评估结果,制定岗位应急处置方案和事故专项应急预案,强化定期演练,提高应急处置能力。

四、工作要求

(一)反应安全风险评估工作专业性强,技术要求高,各有关企业要高度重视,聘请具备相关专业能力的机构组织开展评估。企业要加大对工艺反应测试分析条件的投入,培育专业工程技术人员,逐步形成自身开展反应安全风险评估工作的能力。

(二)有关企业要确保列入评估范围的新建装置在编制可行性研究报告或项目建议书前,完成反应安全风险评估。对相关在役装置要制定计划逐步开展,根据评估结果完善风险控制措施,努力降低安全风险。从2020年开始,凡列入评估范围,但未进行反应安全风险评估的精细化工生产装置,不得投入运行。

(三)地方各级安全监管部门要结合本地区实际,指导和督促相关企业开展反应安全风险评估,积极跟踪评估结论,掌握并研判本地区有关企业的风险情况。积极培育具备条件的反应安全风险

评估机构,鼓励具备条件的有关科研单位提供技术服务支持,加强技术人才队伍培养,配备完善实验测试设施,规范服务工作,提高反应安全风险评能能力和质量。

请各省级安全监管局及时将本指导意见精神传达至本辖区各级安全监管部们及有关企业。

附件:精细化工反应安全风险评能导则(试行)



精细化工反应安全风险评估导则(试行)

1 范围

本导则给出了精细化工反应安全风险的评价方法、评估流程、评估标准指南,并给出了反应安全风险评估示例。

本导则适用于精细化工反应安全风险的评价。精细化工生产的主要安全风险来自工艺反应的热风险。开展反应安全风险评估,就是对反应的热风险进行评估。

2 术语和定义

2.1 失控反应最大反应速率到达时间 $TMR_{d,0}$

失控反应体系的最坏情形为绝热条件。在绝热条件下,失控反应到达最大反应速率所需要的时间,称为失控反应最大反应速率到达时间,可以通俗地理解为致爆时间。 $TMR_{d,0}$ 是温度的函数,是一个时间衡量尺度,用于评估失控反应最坏情形发生的可能性,是人为控制最坏情形发生所拥有的时间长短。

2.2 绝热温升 ΔT_{ad}

在冷却失效等失控条件下,体系不能进行能量交换,放热反应放出的热量,全部用来升高反应体系的温度,是反应失控可能达到的最坏情形。

对于失控体系,反应物完全转化时所放出的热量与重物料温度的升高,称为绝热温升。绝热温升与反应的放热量成正比,对于放热反应来说,反应的放热量越大,绝热温升越高,导致的后果越严重。绝热温升是反应安全风险评估的重要参数,是评估体系失

控的极限情况,可以评估失控体系可能导致的严重程度。

2.3 工艺温度 T_r

目标工艺操作温度,也是反应过程中冷却失效时的初始温度。

冷却失效时,如果反应体系同时存在物料最大量累积和物料具有最差稳定性的情况,在考虑控制措施和解决方案时,必须充分考虑反应过程中冷却失效时的初始温度,安全地确定工艺操作温度。

2.4 技术最高温度 MTT

技术最高温度可以按照常压体系和密闭体系两种方式考虑。

对于常压反应体系来说,技术最高温度为反应体系溶剂或混合物料的沸点;对于密封体系而言,技术最高温度为反应容器最大允许压力时所对应的温度。

2.5 失控体系能达到的最高温度 MTSR

当放热化学反应处于冷却失效、热交换失控的情况下,由于反应体系存在热量累积,整个体系在一个近似绝热的情况下发生温度升高。在物料累积最大时,体系能够达到的最高温度称为失控体系能达到的最高温度。MTSR 与反应物料的累积程度相关,反应物料的累积程度越大,反应发生失控后,体系能达到的最高温度 MTSR 越高。

2.6 精细化工产品

原化学工业部对精细化工产品分为:农药、染料、涂料(包括油漆和油墨)、颜料、试剂和高纯物、信息用化学品(包括感光材料、磁性材料等能接受电磁波的化学品)、食品和饲料添加剂、黏合剂、催化剂和各种助剂、化工系统生产的化学药品(原料药)和日用化学

品、高分子聚合物中的功能高分子材料(包括功能膜、偏光材料等)等 11 个大类。

根据《国民经济行业分类》(GB/T 4754-2011),生产精细化工产品的企业中反应安全风险较大的有:化学农药、化学制药、有机合成染料、化学品试剂、催化剂以及其他专业化学品制造企业。

3 反应安全风险评估

3.1 工艺信息

工艺信息包括特定工艺路线的工艺技术信息,例如:物料特性、物料配比、反应温度控制范围、压力控制范围、反应时间、加料方式与加料速度等工艺操作条件,并包含必要的定性和定量控制分析方法。

3.2 实验测试仪器

反应安全风险评估需要的设备种类较多,除了闪点测试仪、爆炸极限测试仪等常规测试仪以外,必要的设备还包括差热扫描量热仪、热稳定性筛选量热仪、绝热加速度量热仪、高性能绝热加速度量热仪、微量热仪、常压反应量热仪、高压反应量热仪、最小点火能测试仪等;配备水分测试仪、液相色谱仪、气相色谱仪等分析仪器设备;具备动力学研究手段和技术能力。反应安全风险评估包括但不限于上述设备。

3.3 实验能力

反应安全风险评估单位需要具备必要的工艺技术、工程技术、热安全和热动力学技术团队和实验能力,具备中国合格评定国家认可实验室(CNAS 认可实验室)资质,保证相关设备和测试方法及时得到校验和比对,保证测试数据的准确性。

4 反应安全风险评估方法

4.1 单因素反应安全风险评估

依据反应热、失控体系绝热温升、最大反应速率到达时间进行单因素反应安全风险评估。

4.2 混合叠加因素反应安全风险评估

以最大反应速率到达时间作为风险发生的可能性,失控体系绝热温升作为风险导致的严重程度,进行混合叠加因素反应安全风险评估。

4.3 反应工艺危险度评估

依据四个温度参数(即工艺温度、技术最高温度、最大反应速率到达时间为 24 小时对应的温度,以及失控体系能达到的最高温度)进行反应工艺危险度评估。

对精细化工反应安全风险进行定性或半定量的评估,针对存在的风险,要建立相应的控制措施。反应安全风险评估具有多目标、多属性的特点,单一的评估方法不能全面反映化学工艺的特征和危险程度,因此,应根据不同的评估对象,进行多样化的评估。

5 反应安全风险评估流程

5.1 物料热稳定性风险评估

对所需评估的物料进行热稳定性测试,获取热稳定性评估所需要的技术数据。主要数据包括物料热分解起始分解温度、分解热、绝热条件下最大反应速率到达时间为 24 小时对应的温度。对比工艺温度和物料稳定性温度,如果工艺温度大于绝热条件下最大反应速率到达时间为 24 小时对应的温度,物料在工艺条件下不稳定,需要优化已有工艺条件,或者采取一定的技术控制措施,保

证物料在工艺过程中的安全和稳定。根据物质分解放出的热量大小,对物料潜在的燃爆危险性进行评估,分析分解导致的危险性情况,对物料在使用过程中需要避免受热或超温,引发危险事故的发生提出要求。

5.2 目标反应安全风险发生可能性和导致的严重程度评估

实验测试获取反应过程绝热温升、体系热失控情况下工艺反应可能达到的最高温度,以及失控体系达到最高温度对应的最大反应速率到达时间等数据。考虑工艺过程的热累积度为100%,利用失控体系绝热温升,按照分级标准,对失控反应可能导致的严重程度进行反应安全风险评估;利用最大反应速率到达时间,对失控反应触发二次分解反应的可能性进行反应安全风险评估。综合失控体系绝热温升和最大反应速率到达时间,对失控反应进行复合叠加因素的矩阵评估,判定失控过程风险可接受程度。如果为可接受风险,说明工艺潜在的热危险性是可以接受的;如果为有条件接受风险,则需要采取一定的技术控制措施,降低反应安全风险等级;如果为不可接受风险,说明常规的技术控制措施不能奏效,已有工艺不具备工程放大条件,需要重新进行工艺研究、工艺优化或工艺设计,保障化工过程的安全。

5.3 目标反应工艺危险度评估

实验测试获取包括目标工艺温度、失控后体系能够达到的最高温度、失控体系最大反应速率到达时间为24小时对应的温度、技术最高温度等数据。在反应冷却失效后,四个温度数值大小排序不同,根据分级原则,对失控反应进行反应工艺危险度评估,形成不同的危险度等级;根据危险度等级,有针对性地采取控制措

施。应急冷却、减压等安全措施均可以作为系统安全的有效保护措施。对于反应工艺危险度较高的反应,需要对工艺进行优化或者采取有效的控制措施,降低危险度等级。常规控制措施不能奏效时,需要重新进行工艺研究或工艺优化,改变工艺路线或优化反应条件,减少反应失控后物料的累积程度,实现化工过程安全。

6 评估标准

6.1 物质分解热评估

对物质进行测试,获得物质的分解放热情况,开展风险评估,评估准则参见表 1。

表 1 分解热评估

等级	分解热(J/g)	说明
1	分解热<400	潜在爆炸危险性。
2	400<分解热<1200	分解放热量较大,潜在爆炸危险性较高。
3	1200<分解热<3000	分解放热量大,潜在爆炸危险性高。
4	分解热>3000	分解放热量很大,潜在爆炸危险性很高。

分解放热量是物质分解释放的能量,分解放热量大的物质,绝热温升高,潜在较高的燃爆危险性。实际应用过程中,要通过风险研究和风险评估,界定物料的安全操作温度,避免超过规定温度,引发爆炸事故的发生。

6.2 严重度评估

严重度是指失控反应在不受控的情况下能量释放可能造成破

达时间小于等于 8 小时,人为处置失控反应的时间不足,导致事故发生的概率升高。采用上述的时间尺度进行评估,还取决于其他许多因素,例如化工生产自动化程度的高低、操作人员的操作水平和培训情况、生产保障系统的故障频率等,工艺安全管理也非常重要。

利用失控反应最大反应速率到达时间 TMR_{d1} 为时间尺度,对反应失控发生的可能性进行评估,评估准则参见表 3。

表 3 失控反应发生可能性评估

等级	$TMR_{d1}(h)$	后果
1	$TMR_{d1} > 24$	很少发生
2	$8 < TMR_{d1} < 24$	偶尔发生
3	$1 < TMR_{d1} < 8$	很可能发生
4	$TMR_{d1} \leq 1$	频繁发生

6.4 矩阵评估

风险矩阵是以失控反应发生后果严重度和相应的发生概率进行组合,得到不同的风险类型,从而对失控反应的反应安全风险进行评估,并按照可接受风险、有条件接受风险和不可接受风险,分别用不同的区域表示,具有良好的辨识性。

以最大反应速率到达时间作为风险发生的可能性,失控体系绝热温升作为风险导致的严重程度,通过组合不同的严重程度和可

能性等级,对化工反应失控风险进行评估。风险评估矩阵参见图1。

图1 风险评估矩阵

失控反应安全风险的危险程度由风险发生的可能性和风险带来后果的严重度两个方面决定,风险分级原则如下:

I级风险为可接受风险;可以采取常规的控制措施,并适当提高安全管理和装备水平。

II级风险为有条件接受风险;在控制措施落实的条件下,可以通过工艺优化、工程、管理上的控制措施,降低风险等级。

III级风险为不可接受风险;应当通过工艺优化、技术路线的改变,工程、管理上的控制措施,降低风险等级,或者采取必要的隔离方式,全面实现自动控制。

6.5 反应工艺危险度评估

反应工艺危险度评估是精细化工反应安全风险评估的重要评估内容。反应工艺危险度指的是工艺反应本身的危险程度，危险度越大的反应，反应失控后造成事故的严重程度就越大。

温度作为评价基准是工艺危险度评估的重要原则。考虑四个重要的温度参数，分别是工艺操作温度 T_p 、技术最高温度 MTT、失控体系最大反应速率到达时间 TMR_{01} 为 24 小时对应的温度 TD_{24} ，以及失控体系可能达到的最高温度 MTSR，评估准则参见表 4。

表 4 反应工艺危险度等级评估

等级	温度	后果
1	$T_p < MTSR < MTT < T_{max}$	反应危险性较低
2	$T_p < MTSR < T_{max} < MTT$	存在分解风险
3	$T_p < MTT < MTSR < T_{max}$	存在冲料和分解风险
4	$T_p < MTT < T_{max} < MTSR$	冲料和分解风险较高， 存在爆炸风险
5	$T_p < T_{max} < MTSR < MTT$	爆炸风险较高

针对不同的反应工艺危险度等级，需要建立不同的风险控制措施。对于危险度等级在 3 级及以上的工艺，需要进一步获取失控反应温度、失控反应体系温度与压力的关系、失控过程最高温度、最大压力、最大温度升高速率、最大压力升高速率及绝热温升等参数，确定相应的风险控制措施。

6.6 措施建议

综合反应安全风险评估结果,考虑不同的工艺危险程度,建立相应的控制措施,在设计中体现,并同时考虑厂区和周边区域的应急响应。

对于反应工艺危险度为1级的工艺过程,应配置常规的自动控制系统,对主要反应参数进行集中监控及自动调节(DCS或PLC)。

对于反应工艺危险度为2级的工艺过程,在配置常规自动控制系统,对主要反应参数进行集中监控及自动调节(DCS或PLC)的基础上,要设置偏离正常值的报警和联锁控制,在非正常条件下有可能超压的反应系统,应设置爆破片和安全阀等泄放设施。根据评估建议,设置相应的安全仪表系统。

对于反应工艺危险度为3级的工艺过程,在配置常规自动控制系统,对主要反应参数进行集中监控及自动调节,设置偏离正常值的报警和联锁控制,以及设置爆破片和安全阀等泄放设施的基础上,还要设置紧急切断、紧急终止反应、紧急冷却降温等控制设施。根据评估建议,设置相应的安全仪表系统。

对于反应工艺危险度为4级和5级的工艺过程,尤其是风险高但必须实施产业化的项目,要努力优先开展工艺优化或改变工艺方法降低风险,例如通过微反应、连续流完成反应;要配置常规自动控制系统,对主要反应参数进行集中监控及自动调节;要设置偏离正常值的报警和联锁控制,设置爆破片和安全阀等泄放设施,设置紧急切断、紧急终止反应、紧急冷却等控制设施;还需要进行保护层分析,配置独立的安全仪表系统。对于反应工艺危险度达到5级并必须实施产业化的项目,在设计时,应设置在防爆墙隔离

的独立空间中,并设置完善的超压泄爆设施,实现全面自控,除装置安全技术规程和岗位操作规程中对于进入隔离区有明确规定的,反应过程中操作人员不应进入所限制的空间内。

7 反应安全风险评估过程示例

7.1 工艺描述

标准大气压下,向反应釜中加入物料 A 和 B,升温至 60℃,滴加物料 C,体系在 75℃ 时沸腾。滴完后 60℃ 保温反应 1 小时。此反应对水敏感,要求体系含水量不超过 0.2%。

7.2 研究及评估内容

根据工艺描述,采用联合测试技术进行热特性和热动力学研究,获得安全性数据,开展反应安全风险评估,同时还考虑了反应体系水分偏离为 1% 时的安全性研究。

7.3 研究结果

(1) 反应放热,最大放热速率为 89.9 W/kg,物料 C 滴加完毕后,反应热转化率为 75.2%,摩尔反应热为 $-58.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,反应物料的比热容为 $2.5 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$,绝热温升为 78.2 K。

(2) 目标反应料液起始放热分解温度为 118℃,分解放热量为 130 J/g。放热分解过程中,最大温升速率为 5.1 ℃/min,最大压升速率为 6.7 bar/min。

含水达到 1% 时,目标反应料液起始放热分解温度为 105℃,分解放热量为 206 J/g。放热分解过程最大温升速率为 9.8 ℃/min,最大压升速率为 12.6 bar/min。

(3) 目标反应料液自分解反应初期活化能为 75 kJ/mol,中期活化能为 50 kJ/mol。

目标反应料液热分解最大反应速率到达时间为 2 小时对应的温度 T_{D2} 为 126.6℃, T_{D4} 为 109.1℃, T_{D8} 为 93.6℃, T_{D24} 为 75.6℃, T_{D168} 为 48.5℃。

7.4 反应安全风险评估

根据研究结果,目标反应安全风险评估结果如下:

(1)此反应的绝热温升 ΔT_{ad} 为 78.2 K,该反应失控的严重度为“2 级”。

(2)最大反应速率到达时间为 1.1 小时对应的温度为 138.2℃,失控反应发生的可能性等级为 3 级,一旦发生热失控,人为处置时间不足,极易引发事故。

(3)风险矩阵评估的结果:风险等级为 II 级,属于有条件接受风险,需要建立相应的控制措施。

(4)反应工艺危险度等级为 4 级($T_p < MTT < T_{D24} < MTSR$)。合成反应失控后体系最高温度高于体系沸点和反应物料的 T_{D24} ,意味着体系失控后将可能爆沸并引发二次分解反应,导致体系发生进一步的温升。需要从工程措施上考虑风险控制方法。

(5)自分解反应初期活化能大于反应中期活化能,样品一旦发生分解反应,很难被终止,分解反应的危险性较高。

该工艺需要配置自动控制系统,对主要反应参数进行集中监控及自动调节,主反应设备设计安装爆破片和安全阀,设计安装加料紧急切断、温控与加料联锁自控系统,并按要求配置独立的安全仪表保护系统。

建议:进一步开展风险控制措施研究,为紧急终止反应和泄爆

口尺寸设计提供技术参数。

8 参考文献

- [1]Stoessel Francis. Thermal Safety of Chemical Processes: Risk Assessment and Process Design[M]. 2008.
- [2]Guidelines for Chemical Reactivity Evaluation and Application to Process Design[M]. AIChE, 1995.
- [3]Lucerne. Loss of Containment[J]. ESCIS, 1996(12).
- [4]“Zurich” Hazard Analysis, A brief introduction to the “Zurich” method of Hazard Analysis[M]. Zurich Insurance, 1987.
- [5]Stoessel Francis. What is your thermal risk? [J]. ChemicalEngineering Progress, 1993:68 – 75.
- [6]Designing and Operating Safe Chemical Reaction Processes[M]. Health and Safety Executive, 2000.
- [7]Transport of Dangerous Good[M]. United Nations, 2009.
- [8]Lucerne. Thermal Process Safety, Data Assessment, Criteria, Measures[J]. ESCIS, 1993(8).

(信息公开形式:主动公开)

安全监管总局办公厅

2017年1月6日印发

经办人:陈 鸣

电话:64463240

共印 70 份

4	$TMR_{\text{eff}} < 1 \text{ h}$
3	$1 \text{ h} < TMR_{\text{eff}} < 8 \text{ h}$
2	$8 \text{ h} < TMR_{\text{eff}} < 24 \text{ h}$
1	$TMR_{\text{eff}} \geq 24 \text{ h}$

可能性

4	II	III	III	III
3	I	II	III	III
2	I	II	II	III
1	I	I	I	II
	I	I	I	I

严重度

I 低风险/可接受风险，可按照常规的方式进行管理，不必制定风险控制措施。

II 低风险/可接受风险，按照常规的方式进行管理，制定风险控制措施，并定期评审。

III 中风险/不可接受风险，应制定风险控制措施，并定期评审。如果风险控制措施不能有效降低风险，应制定风险控制措施，并定期评审。

I	II	III	IV
$\Delta TMR_{\text{eff}} < 0$	$0 < \Delta TMR_{\text{eff}} < 20$	$20 < \Delta TMR_{\text{eff}} < 40$	$\Delta TMR_{\text{eff}} > 40$
1	2	3	4