

危险化工工艺安全评价技术及工程实践

刘国乐

江苏中泰检测检验有限公司

摘要: 本文围绕危险化工工艺的安全评价技术及实际应用展开探讨。首先对危险化工工艺进行基本介绍,包括这类工艺的具体含义、不同类型划分,以及它们自身的特性和可能存在的安全隐患。接着说明安全评价技术的相关基础内容,比如安全评价具体指什么、为什么这项工作很关键,还有目前行业里常用的评价手段和辅助工具。随后详细讲风险识别与分析的过程,涉及到怎么找出工艺中可能引发危险的源头,以及分析这些风险的具体技术和步骤。之后讨论安全评价模型的类型和使用情况,分别解释定量评价模型和定性评价模型的特点,再深入分析工程实践里安全评价的应用场景。

关键词: 危险化工工艺;安全评价技术;风险识别;评价模型;工程实践

一、危险化工工艺概述

1.1 化工工艺的定义与分类

在危险化工工艺的安全评估与实际应用研究中,先把化工工艺的基本概念和类别搞清楚,是后续工作能顺利开展的基础。简单来说,化工工艺就是把原材料通过一系列化学反应变成成品的具体流程,从最开始的原料处理、中间的化学反应,到最后的产物提纯,每一步都包含在内。

化工工艺的分类方式有很多种。比如按化学反应的类型分,可以分成氧化、还原、硝化、磺化这些不同的工艺;要是按产品的用途来分,又能划分为石油化工、煤化工、精细化工等不同类别。另外,从操作的方式来看,还能分成间歇式、连续式和半间歇式三种。间歇式工艺是一批一批地生产,每一批产品的质量和数量都差不多,但生产速度比较慢,适合那种规模小、产品种类多的生产场景。连续式工艺则是原料和产品一直不停地通过反应设备,生产过程大多是自动进行的,生产效率高,产品质量也稳定,一般用在大规模生产同一种产品的情况里。半间歇式工艺就结合了前两种的特点,有些原料是连续加进去的,有些是分批加的,这样既能保持一定的生产灵活性,也能保证一定的效率。

1.2 危险化工工艺的特点与风险

在危险化工工艺的安全评估和实际应用研究中,搞清楚这类工艺的具体特点和潜在风险是很关键的一步。化工生产本身就是把原材料变成成品的一系列化学操作,而危险化工工艺因为自身的特殊性,藏着比普通工艺更高的风险。从工艺的类型划分来看,化工领域里常见的工艺有氧化、硝化、加氢等好几种。这些工艺在日常生产中用得很多,但每种工艺都有自己独特的危险点。比如氧化工艺,一般会用到氧化性很强的物质,反应起来又快又容易放出大量热量,如果没控制好,很可能一下子就引发爆炸或者火灾。硝化工艺的问

题则出在反应产物上——生成的硝基化合物本身就容易爆炸,而且反应过程中还会不断放热,对温度和压力的控制必须特别严格才行。加氢工艺虽然能让产品质量更好、更值钱,但氢气本身一点就着,加氢反应也大多会放热,要是操作上出点错,后果真的不敢想。除了这些直接的安全隐患,危险化工工艺在生产时还可能产生或者排出有毒有害的物质,对周围环境和工人的身体健康都有很大威胁。所以在这类工艺的生产过程中,得把它们的特点和风险时刻放在心上,用有效的安全办法来保障生产能顺利进行。

二、安全评价技术基础

2.1 安全评价技术的定义与重要性

安全评价技术,简单来说就是用定量或定性的方法,对化工生产里的工艺、设备、作业环境等可能存在的危险有害因素进行识别、分析和评估。通过这些步骤,能确定这些因素可能带来的风险大小,再提出科学合理的安全对策措施。这样做的目的是预防事故发生,保障生产安全。

从化工企业的角度看,这项技术是安全生产管理的重要依据。企业可以借助它及时发现并消除安全隐患,降低事故发生的概率。像一些化工园区里的企业,会定期开展安全评价,对生产线上的反应釜、管道等设备进行全面检查,提前处理可能存在的泄漏风险。

从政府监管层面来说,安全评价技术也能提供决策支持。监管部门可以根据企业提交的安全评价报告,了解行业内的安全状况,制定更有针对性的监管措施。这对促进化工行业的安全健康发展有积极作用。

2.2 常用的安全评价方法与工具

在化工领域开展安全评估时,有不少常用的方法可以选择。比如说安全检查表法,就是提前把需要检查的内容列成清单,然后对着化工生产的流程、用到的设备一项一项核对,

看看有没有容易引发危险的地方。预先危险性分析则是在项目还没正式启动的时候, 就先把系统里可能存在的危险类型、什么情况下会出现这些危险, 以及一旦出事会造成什么后果都理清楚。故障模式和影响分析更关注设备或系统里每个部件可能出的问题, 还有这些问题会给整个系统带来什么影响。

危险与可操作性研究主要是分析生产过程中出现的偏差——比如温度突然升高、压力异常波动这些情况是怎么来的, 又会导致什么后果, 通过这种方式找出潜在的危险点。事件树分析是从最初的一个原因事件开始, 一步步看每个环节正常运行或者出故障时, 整个过程会怎么发展, 能预测出各种可能的结果。事故树分析则是反过来, 从已经发生或者可能发生的事故结果入手, 一步步推导出到底是哪些原因导致了事故。随着科技不断进步, 现在也出现了一些专门用于安全评价的软件和工具, 这些工具让安全评价工作变得更方便、效率也更高了。

三、风险识别与分析

3.1 危险源的识别方法

识别危险源的办法有很多种, 不同办法各自适合不同场景, 也有不一样的好处。比如说经验判断法, 这种方法是靠过去积累的实践经验和专业知识, 先对化工生产流程里可能存在的危险点做个初步判断。安全检查表法也是常用的一种, 具体操作是先列出详细的检查项目清单, 然后对着生产流程里的每一步、每台设备挨个检查, 这样就能找出藏着的危险点。预先危险性分析、故障模式和影响分析这些方法也能用, 它们可以对整个生产系统或者单台设备做更深入的分析, 把可能导致事故的危险因素找出来。实际用的时候, 得看具体情况选合适的办法, 有时候也可以把几种办法结合起来用。像有的化工企业在检查反应釜安全时, 既用了经验判断法看操作流程有没有问题, 又用安全检查表核对设备的防护装置, 这样能让危险点的识别更全面、更准确。

3.2 风险分析技术与流程

风险分析的核心是对已经找出来的危险源做深入分析, 看看这些危险源可能造成什么后果、发生的可能性有多大, 这样才能为后续制定有效的风险控制办法提供参考。风险分析的方法主要有三种类型。比如说定性分析, 这种方法主要靠专家的经验 and 判断来做主观评估, 像安全检查表法、预先危险性分析都属于这一类; 另外还有定量分析, 它会通过建立数学模型, 用概率论、数理统计这些工具来做客观的量化评估, 故障树分析、事件树分析就是常见的定量分析方法; 半定量分析则在两者之间, 会用一些量化指标来做相对评估。

从分析流程来看, 一般会先确定要分析的对象, 再收集相关的资料, 接着选择合适的分析方法, 然后开展具体的风险分析工作, 得出分析结果后, 再根据结果制定对应的风险控制措施。

四、安全评价模型与应用

4.1 定量风险评价模型

在危险化工工艺的安全评估与实际应用研究里, 定量风险评估模型是很关键的一环。这类模型会用数学计算和统计数据, 把化工生产里可能存在的风险用具体数值表示出来, 能帮企业在安全管理上做出更合理的决定。常用的定量风险评估模型有好几种, 比如蒙特卡洛模拟法、故障树分析法、事件树分析法。蒙特卡洛模拟法会通过随机选数据和统计测试来分析系统风险, 能解决一些复杂的不确定问题; 故障树分析法则把故障树当作分析模型, 通过看系统里每个部件出问题的概率, 算出整个系统故障的可能性, 进而判断风险大小; 事件树分析是从最开始的事件入手, 分析后面每个步骤的发展方向和概率, 最后得到系统可能出现的结果和对应的概率情况。不同模型各有各的优势, 在实际使用的时候, 要结合具体的生产情况来挑选合适的模型, 有时候还需要把几种模型结合起来用。

4.2 定性风险评价模型

在危险化工工艺的安全评估与实际应用研究里, 定性风险评估模型是很关键的一部分。这类模型主要靠评估人员的专业知识、工作经验和判断能力, 对危险化工工艺里的风险做主观分析和评估。它不用精准的数字计算, 更看重描述和分析风险的性质、类型以及可能造成的后果。常见的定性风险评估模型有安全检查表法、预先危险性分析法、危险与可操作性研究法等。比如安全检查表法, 就是先做好安全检查表, 再对系统一项一项检查, 找出可能存在的危险因素。另外预先危险性分析法则是在项目开始前, 大致分析系统可能有的危险类别、出现条件和事故后果, 以此评估系统的危险程度。危险与可操作性研究法则是分析系统的工艺过程和操作参数, 找出可能出现的偏差, 再分析这些偏差可能导致的后果和原因, 进而评估系统的风险。这些模型各有不同的侧重点, 在实际使用的时候, 也需要结合具体的情况来选择合适的模型。

五、工程实践中的安全评价

5.1 安全评价在设计阶段的应用

在危险化工工艺的安全评估与实际应用里, 设计环节的安全评估工作起着关键作用, 它能从一开始就减少危险化工

工艺带来的风险,让化工项目更安全、更可靠。从化工工艺的基本概念和分类来看,不同类型的危险化工工艺各有各的特点和风险点,在设计阶段做安全评估,可以针对这些特点采取精准的防控措施。设计阶段的安全评估,首先得把化工工艺流程从头到尾梳理清楚,找出每个环节里可能存在的危险和有害因素。比如化学反应时可能出现的反应失控、温度压力突然升高,还有物料储存时可能发生的泄漏、火灾爆炸等情况。

基于这些危险有害因素的识别结果,用预先危险性分析法这类合适的评估方法,对工艺系统的整体危险程度做初步判断,明确系统可能存在的危险类型、触发条件以及可能造成的严重后果。另外,结合安全检查表法,对照相关的安全标准和规范,对设计里的各项安全设施、防护措施逐一检查,确保这些设施和措施都齐全有效。

通过在设计阶段开展全面深入的安全评估,能及时发现设计里的安全隐患和不足之处,为后续优化和改进设计提供科学依据,进而减少化工项目在建设和运行时的安全风险,保障人员的生命安全和财产安全。设计阶段的安全评估还得充分考虑工艺设备的选择和布局。选对设备能让工艺过程在稳定可靠的状态下运行,减少因设备故障引发的安全事故。比如说,涉及高温高压的工艺环节,要选能承受相应温度和压力的设备,还要配上完善的安全附件。

在设备布局方面,要遵守安全间距、通风散热等原则,避免设备之间相互干扰,防止危险因素积聚。同时,要考虑应急救援是否方便,确保发生事故时能快速疏散人员、开展救援。综合考虑设备选型和布局,能进一步提高化工项目的安全性,为化工工艺的稳定运行打下好基础。

5.2 安全评价在运行阶段的应用

在化工项目正式运转起来后,安全评价的作用一点也不能忽视。它要一直盯着实际运行时产生的数据,仔细分析这些数据里藏着的信息,这样才能在第一时间发现可能引发危险的苗头,帮企业把生产安全的防线筑牢。具体做的事有不少,比如看看设备有没有正常工作、盯着工艺里的各项参数变化,还有组织大家演练遇到紧急情况该怎么处理。拿设备检查来说,关键设备得定期测试性能、做维护,保证它们一直处在能好好干活的状态,别因为设备坏了就闹出安全事故。工艺参数这块也不能放松,得先定好哪些数值是安全的,要是参数超出了这个范围,警报就得马上响起来,好让工作人员赶紧调整。

另外,应急演练也得常搞,模拟真的出事场景,看看之

前准备的应急方案管不管用,哪里需要改,这样企业的安全管理办法才能越来越完善。化工项目要运转,离不开一线操作人员动手干活,他们的操作对安全的影响很大。所以企业得经常给操作人员做安全培训,让他们更有安全意识,也能把操作技能练得更熟练,确保他们严格按照规定步骤来干活。

同时,还可以装监控设备、让操作人员记录自己的操作过程,这样就能实时看着他们怎么干活,发现操作不规范的地方就马上指出来让他们改,避免因为人的失误引发事故。企业也得有个好的反馈渠道,鼓励操作人员发现安全隐患或者不对劲的情况就赶紧上报,这样企业才能及时处理,让化工项目一直安全稳定地运行下去。

结语

在危险化工工艺领域,安全评价技术及工程实践的重要性是不言而喻的。企业借助科学合理的安全评价工作,能够对潜在的危险源和风险展开全面排查与分析,进而采取针对性的防控手段,保障化工项目的安全稳定运行。设计阶段的安全评价可以为项目的安全设计提供可靠支撑,让工艺流程的合理性与安全性得到保障;运行阶段的安全评价则通过持续的监督检查和人员培训,帮助操作人员提升安全意识与操作技能,对不规范的操作行为进行及时纠正,避免安全事故的出现。随着科技的不断发展以及安全评价技术的逐步成熟,危险化工工艺的安全管理水平有望得到进一步提高,这将为化工行业的持续发展筑牢根基。

参考文献

- [1]刘坤.精细化工企业安全管理中安全技术的应用策略[J].中国石油和化工标准与质量,2024(14):84-86.
- [2]朱瑞孝.精细化工工艺技术提升及安全管理对策[J].化工管理,2024(08):90-92.
- [3]邹昌镨.化工工艺的风险识别与安全评价研究[J].山西化工,2023(11):194-196.
- [4]朱振尧;朱红玉;朱亚光.化工工艺风险识别与安全评价[J].化工管理,2023(05):152-154.
- [5]史斌斌;罗东澜.化工工艺风险辨识的安全评价实践[J].劳动保护,2024(09):118-120.