

丙烯腈装置应急控制技术研究与应用

王 强 (万华化学集团股份有限公司, 山东 烟台 264000)

摘 要: 丙烯腈在生产过程中, 会有比较高的安全风险, 一些非正常工况会严重影响正常的生产, 因此必须要使用应急控制技术。本文对如何进行应急控制进行研究, 总结丙烯腈装置的生产工艺及反应机理, 分析生产过程中的主要安全问题, 然后研究如何开展监测和控制, 分析应急控制技术使用。通过研究, 帮助解决丙烯腈装置应急控制问题, 保证丙烯腈生产的安全控制。

关键词: 丙烯腈; 应急控制; 研究; 应用

丙烯腈装置是生产有机化工原料的设备, 而且随着技术水平提升, 工业需求增大, 丙烯腈装置的规模也在不断扩大, 设备的集成度极高。但是丙烯腈生产过程中会存在一定的安全风险, 因此如何进行应急控制成为了丙烯腈装置管理的关键, 必须合理使用技术加强应急控制, 保证生产各个环节的安全。

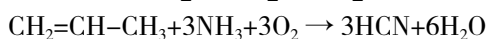
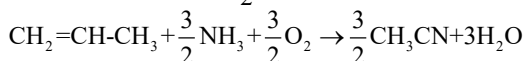
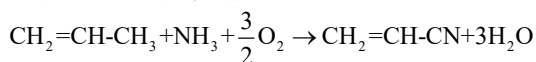
1 丙烯腈生产装置反应机理

1.1 丙烯腈概述

丙烯腈是多种聚合物的原料, 比如可以生产腈纶这一纤维产品, 和丁二烯、苯乙烯可以生产出 ABS 树脂, 是一种无色液体, 可溶于水, 也溶于乙醇、乙醚等有机溶剂。目前丙烯腈制备大多采用氨氧化法, 以磷、钼等作为催化剂, 在氨存在的情况下氧化丙烯获得。

1.2 反应机理

以丙烯、氨、空气为原料的丙烯氨氧化法制备丙烯腈, 会经过反应、回收、精制、制冷、废水、废气处理等几个过程^[1]。反应是整个过程的核心部分, 丙烯和氨会根据一定比例送入混合氧化反应器, 并分散在催化剂床层中, 然后空气以一定比例进入, 和丙烯、氨混合, 并使催化剂床层流化, 在特定工艺条件下, 反应生成主产物丙烯腈和乙腈、氢氰酸、丙烯酸、丙烯醛、一氧化碳、二氧化碳、水等副产物。主要发生如下反应:



副产物氢氰酸主要用于制造氰化物、船舱烟熏灭鼠和有机玻璃、合成橡胶、制药、染料以及合成纤维的原料。副产物乙腈主要用于制维生素 B₁ 药物, 及香料、脂肪、酸萃取等。

2 丙烯腈装置安全风险和措施

2.1 重大危险源

单元内存在的危险物质为单一品种, 如果危险物质质量等于或者超过相应临界量时, 就被定义为重大危险源; 如果单位内危险物质为很多品种, 则计算各种危险物质实际存在量和临界值比值的总和, 等于或者超过 1 则说明存在危险。结合丙烯腈装置情况, 反应器、中间罐、原料、成品罐区都构成重大危险源, 各个储罐的物

料量比较大, 如果出现泄露或者遭遇点火源, 会导致比较严重的损失^[2]。在生产区的单元中, 存在丙烯氨氧化反应, 该反应属于放热反应, 正常情况下相对稳定, 但如果没做好对反应过程的控制, 一旦反应失控就会有严重的火灾, 并且出现爆炸危险。如果反应温度超过物料闪点, 如果各塔器及反应器内的物料紧急排放到地沟中, 将会导致物料暴露于空气, 也会有爆炸的可能。

2.2 安全管理措施

2.2.1 整改检查中发现的问题

检查中发现问题后, 应该针对问题制定整改计划, 并进行明确、具体分工, 保证不同人员责任明确, 快速完成整改工作。在反应单元、成品罐区的安全隐患很高, 一旦发现问题必须在第一时间整改。由于丙烯腈装置比较密集, 所以任意一个单元出现火灾都会对其他单元造成影响, 因此必须严格控制单元操作参数, 合理进行反应容器中的丙烯、氨气、空气配比, 设置合理的氢氰酸液位。

2.2.2 做好各方面准备

由于安全对生产过程的影响很大, 为了有效控制危险系数, 在完成安全风险评价的同时, 也要做好相应的防护准备。包括注重防护装置、监测仪器、有毒气体的检查监测, 保证各种设备的完好, 对于出现损毁问题的装置, 应该及时更换。消防设备的设置需要符合现场需求, 并根据工艺改进改现场消防设施。工厂内的急救站、急救车应该随时待命, 并补充急救用品、药品。

2.2.3 制定应急预案

为了及时处理安全风险问题, 应该制定应急预案, 并通过定期组织安全教育、演习, 保证人员在出现安全问题后迅速做出反应。工厂应该针对每次演习的情况制定档案, 并不断优化预案, 分析解决安全问题过程中可能出现的情况, 提升现场指挥水平, 并优化处理方法^[3]。

2.2.4 防泄漏

丙烯腈生产过程中的副产品氢氰酸是剧毒物质, 对人体危害极大, 也会严重腐蚀设备。为此, 需要加强设备密封点管理, 控制设备的泄露问题。为保证安全, 氢氰酸泵房储存区应分为罐区和泵区, 使用不容易渗透的建筑材料砌成围堰, 阀门和管道都要进行特殊处理, 避免有害物质泄露。

3 丙烯腈装置实时监控系统

3.1 集散控制系统

集散控制系统能以反映单元为核心监测温度和流量的状况,保证反映器的安全操作,通过控制大部分回路的定值控制和串级控制,提升装置的稳定性。在 0.3MPa 蒸汽压力调节、丙烯腈生产中间罐、成品罐、不合格产品罐等等,都设置压力分程控制。在非正常工况下,如果生产装置出现应急状况,集散控制系统对大量监测数据的反应比较慢,可以直接由紧急刹车系统发出连锁保护信号,保护现场的设备,避免出现危险扩散的情况,防止造成损失。而为了避免紧急刹车系统勿动,可以使用 DCS 实时监测数据进行预测,加快集散控制系统的反应速度,并在出现问题时通知控制人员,及时作出应急响应。

3.2 可燃有毒气体报警系统

3.2.1 有毒气体报警系统

丙烯腈装置的有毒气体报警系统必须为连续测量有毒有害气体进行特殊设计,保证可以随时显示有毒气体的测量结果,并根据报警系统控制其他外围设备。系统需要配置电子显示屏,并设置输入模块和输出模块,不同输入模块连接有毒气体的抗毒催化燃烧式传感器,附加继电器模块可以附加报警输出。系统可以根据安装输入、输出模块的类型和数量,设置对应的通道。为了保证报警装置的正常运行,报警仪需要设置 IP65 防护级外壳,保护整个系统安装在危险区外的任何位置。

3.2.2 可燃气体报警

可燃气体报警使用光柱式多通道报警系统,可以探测工作点的工况。在出现突发事件或者事故时,操作人员需要查看 DCS、有毒气体报警系统和可燃气体报警系统。但是这种方式效率比较低,影响了应急反应效率,容易造成损失。

3.3 实时监控系统优化

对于突发情况,实时监控装置可能存在反应速度慢的问题,会影响装置操作人员对系统实时数据的获取,也很难做出响应。为了提升反应速度,需要专门针对丙烯腈装置的应急预案设计预警软件,完成对不同系统的整合和系统实时数据传输,满足非正常工况下快速报警的需求,方便工作人员迅速制定以及控制方案。通过软件系统能缩短操作人员对情况的反应时间,并快速制定和执行相关方案。

4 丙烯腈装置应急预案系统

4.1 设计原则

丙烯腈装置应急软件系统设计时应该根据生产区和罐区消防安全监测要求进行设计,使用计算机辅助方法设计系统,满足对各个区域安全参数和实时状态的分析需求,保证对安全状态分析效果,根据监测数据完成对可能出现的事故后果预测。所以,应急预案系统的设计需要使用两种方式,根据实际情况并结合现有预警防范制定安全管理规则和事故处理方式,其次需要根据安全

处理要求结合现有应急元,制定科学的管理规则和事故处理方法,保证装备的可靠性,提升不同装备的联动性,保证系统运行效率。运行过程中应该和生产实时监测工作和安全监控结合,充分运用 DCS 阈值预警、联锁控制预警和其他参数预警措施,保证进出料生产过程数据可以得到全方位监控,以及保证静态安全参数协调互补,达到安全生产目的。

4.2 系统构成

设计系统时需要根据丙烯腈生产原料成品储存特点,以及丙烯腈生产的工艺参数、对火灾参数的监控需求,针对区域内各个生产单元进行生产工艺监测工作。监测工作中,可以对工艺监测和有毒气体浓度监测,满足应急救援联动工作要求。丙烯腈装置的监测点包括生产区和储罐区工艺参数监控、火灾赌气报警系统,在进行工艺参数的实时监控时,系统能够对异常情况作出判断,并及时针对预测事故采取有效处理措施,及时启动应急预案。

4.3 应急处置装置

丙烯腈装置可能会出现原料、成品、副产品泄露的情况,所以在预警工作同时,也要结合生产情况对危险区域进行分级,完成对重大危险源的监控工作,有效控制现场的泄漏源,及时关闭阀门,完成对在线数据的连续监测。在制定应急处理措施的同时,也要建立事故数据库,保证在事故得到控制之后能够做好总结工作,分析事故出现的原因。

4.4 可燃有毒监测点数据采集

可燃有毒其次的监测系统使用 PLC 进行控制,满足在恶劣工业条件下运行的要求,也能依靠 PLC 的功能满足监控、通讯等问题,快速完成数据处理工作。PLC 控制数据采集系统中,模拟输入通信均包含在模拟输入模块中,通过直接读取模拟量连接和输入模块的地址,就可以实现模拟量的采样工作。数据处理过程中,需要对数据进行线性化处理、数字滤波、模拟量输出等工作,现场采集的模拟的可燃气体浓度通过 PLC 采集之后,能完成数模转换工作。

5 结束语

丙烯腈装置生产过程中有比较大的安全风险,因此需要做好对生产现场的监测工作,了解有毒、有害、可燃气体的浓度,为了保证信号的传输速度,应该加强软件开发工作,加快信号的传输。同时,也要专门开发预警系统,加快在突发情况下的反应和处置能力,保证生产安全。

参考文献:

- [1] 杨志刚. 丙烯腈装置系统高效清理方法浅析 [J]. 中国新技术新产品, 2013(12):35.
- [2] 王兰芝. 丙烯腈装置监测预警及控制技术的研究 [D]. 青岛: 青岛理工大学, 2010.
- [3] 张启波, 王兰芝. 丙烯腈装置安全预警及控制技术研究 [J]. 中国安全生产科学技术, 2010, 6(04):114-118.