

五项化工安全管控工程技术的应用

李 娜

河南开祥精细化工有限公司 河南 三门峡 472300

【摘 要】：针对特殊化工工艺在危险品生产中的安全控制要求，开展五项安全控制工程技术的研究和应用。主要内容有：化学品安全技术资料规范（MADS）及其管理软件的开发、DOW 化学接触指标的计算及其评估软件开发、DOW 火灾爆炸指标的计算与评估软件开发、基于人工免疫诊断的化学工艺动态预警技术及其软件开发、基于预定义树和故障树的安全事故调查与管理软件开发等。通过对特殊化学品全生命周期的全过程的安全控制，建立起一套完整的安全控制体系。本文将对五项化工安全管控工程技术的应用进行探究。

【关键词】：五项；化工安全管理工程技术；安全风险

Application of Five Chemical Industry Safety Control Engineering Technologies

Na Li

Henan Kaixiang Fine Chemical Co., Ltd. Henan Sanmenxia 472300

Abstract: According to the safety control requirements of the special chemical process in the production of dangerous goods, the research and application of five safety control engineering technologies were carried out. The main contents are: Chemical safety technical specification (by MADS) and its management software development, DOW chemical exposure index calculation and evaluation of software development, and the calculation of DOW fire explosion index and the evaluation software development, based on artificial immune diagnosis of chemical process dynamic early warning technology and software development, based on predefined tree and fault tree of safety accident investigation and management software development, etc. Through the safety control of the whole life cycle of special chemicals, a set of complete safety control system is established. This paper will explore the application of five chemical safety control engineering technologies.

Keywords: Five items; Engineering technology of chemical safety management; Security risks

引言

在特殊的化工工艺中，安全管理是第一要务。传统的安全生产技术完全依靠个人的经验，在工艺介质危险性大，工艺过程日趋复杂的情况下，已经无法适应特殊工艺过程中的安全控制要求。随着安全技术和工程技术的不断发展和应用，安全技术的发展和应用日趋完善，对危险化学品的安全控制已经逐渐成为国际上普遍采用的做法。

针对特殊化学品的安全要求，介绍五项安全技术的研究和应用，其中包括 MSDS 及其管理软件开发、DOW 化学品化学接触指标 CEI 的开发、DOW 火灾爆炸指标 F&EI（Fire&explosionindex）的计算及其评估软件开发、基于人工免疫算法的化工过程动态预警技术及其软件开发、安全事故分析管理技术及其软件开发。通过对特殊化学品生产的事前、中、后三个环节的全面的安全控制。

1 危险化学品安全技术数据说明及其管理软件开发

化学品安全信息系统的统一名称是化学品安全信息卡片，一般包括化学品名称、成分信息、急救措施、泄漏应急处理、理化特性、生态数据、运输信息等。MSDS 的主要功能是反应化学物质的酸碱度、易燃性等理化性质，以及对人体的危害，其中包含各种化学物质的易燃性、毒性、安全使用、理化指标

等。在传递危险化学品的过程中，主要介绍化学物质对人体和生活环境的影响，以及如何合理地运输、储存和使用。MSDS 可以让使用者了解化学品的危害，并根据实际情况制定相应的安全规程，筛选出最好的防腐设备，并对安全管理以及技术人员进行培训，以实现化学工艺品的最佳防护，从而降低化学事故发生的概率。而 MSDS 的编制水平是评价化学品生产能力、开发效果和管理能力的重要参考。

MSDS 的编写主要有 16 个方面，不能随意修改。同时，每一项应该怎样填写，需要严格按照“填写规定”的要求执行。需要 16 个选项，每一个选项都包含 3 个选项，其中标注 A 代表是必填项；标注 B 的，如果此项没有数据，要解释具体的情况，例如没有收集到有关资料等；而标注 C 的，如果没有数据，那么可以省略此项。

在完成 MSDS 收集后，通过 PSMSuite 过程安全管理的智能软件，将新的化学原料输入到过程安全信息模块中，这时就会生成 MSDS 接口，将 16 条安全控制信息发送到 MSDS 中，并将其存储起来。根据生产规程，对 MSDS 的具体信息进行详细的管理，主要的化学物质包括三乙胺和石油醚，二乙氨基乙硫醇等，而 MSDS 库是在 PSMSuite 中建立的。然后又设计一张安全卡片，供工人在生产的时候参考，这样才能确保其运行

的整体安全性。

2 DOW 化学暴露指数的计算机及其评估软件开发

CEI 是 1986 年研制出来的,与 F&EI 配合使用,可以了解到化学设备和相关设备的危害。CEI 的功能是在化学释放后,对人体的伤害进行评估。在计算 CEI 的过程中,需要获得以下的数据:设备图的精确、设备流程图、化学品的理论特性以及紧急情况下的指标要求。具体的运算过程为:

(1) 使用流程图,确定可能会泄露的危险化学品。(2) 计算 CEI,确定可能发生的化学物质的泄露,并确定 ERPG-2,并确定每一种环境下的空气泄露,并计算出 CEI 和安全距离。

(3) 将计算的结果进行汇总。CEI 的操作一般都是用 Java 来完成,它被设计成 WebWeb 程序,不需要安装,只需要在网络运行就可以,这极大地增强应用的灵活性,而且还可以让软件更加的智能化。一般采用 MVC 的架构建立软件程序,包括模型、视图和控制器。模型的功能是整理商业数据,而视图是用户接口;控制器的作用就是将所有的视图和模型连接起来,然后将这些数据传输到模型中,再将这些数据传输到视图上。通过适当的 CEI 计算软件,可以对分批蒸馏设备的流程进行风险评价,并获得相应的风险资料,从而可以为该设备的流程运行和流程设计提供参考。

3 DOW 火灾爆炸指数的计算和其评估软件开发

F&EI 主要用于评估化学过程的火灾、爆炸和安全措施,其已经在国内的化学工业中得到了较为广泛的应用。F&EI 主要以试验资料为依据,以工艺风险系数为指标,确定故障的严重程度,而特种工艺风险系数则是决定其发生概率的重要因素。通过对工艺风险系数和特殊工艺风险系数的乘积计算,得出的结论为:确定事故的影响范围,预测生产过程中可能造成的损失;根据材料系数和单位过程风险系数=过程风险系数与特殊过程风险系数的乘积,计算出单位可能造成的最大的财产损失,然后对项目的安全措施进行补偿,从而计算出最大的财产损失。

比如 O 型生产设备的合成结晶过程,就有大量的二氯甲烷和石油醚,这两种可燃性的东西,都是由 F&EI 计算软件进行的,主要成分是汽油,工作温度是 120 摄氏度,物质系数是 16。安全系数: F&EI1275.184,危险程度较高;安全系数为 0.528808;赔偿金额: 1145.52。工艺设备的危险度是: F&EI1275.184;安全系数为 0.528808;补偿后的风险程度是: F&EI1145.52;研究表明,该资料对于改进 O 装置的合成结晶过程的安全运行起着至关重要的作用。

4 基于人工免疫算法的化工过程动态预警技术及其软件开发

AIS 是一种借鉴和利用生物免疫系统中的信息处理机理而形成的一种综合性的智能系统。将免疫学和工程技术相结合,

运用数学、计算机等技术,建立免疫系统的数学模型,在工程设计和实施过程中,把人工免疫中的“我”和“非我”的判定方法引入到故障诊断的研究中。该系统根据生产流程的动力学特点,采用流程中的动态变量,以历史数据的时间序列矩阵作为抗体,以在线的时间序列矩阵为抗原,通过计算不同的抗原和抗体的差值,实现流程的在线故障诊断。通过对工艺过程异常状态的早期诊断,可以对工艺过程中的异常状态进行实时预警,从而使工艺操作人员能够及时地采取相应的措施,进而达到预防安全事故的目的。

本文所提出的人工免疫故障检测与早期预警的方法,第一,系统的初始化,其中包含常规抗体库和故障抗体库的初始化。第二,系统自动学习,包含常规抗体库和故障抗体库的升级。第二,故障识别和分类联机故障诊断。在联机诊断前,要先将一定数量的正常和不合格的样品进行初始化,然后才能进行线上的故障检测。

(1) 该系统会定时读取生产装置或模型所产生的线上资料,并判定该资料是否已经收集完毕,以及某一批产品是否已经完成。如果某一批的检测已经结束,没有出现任何问题,则对试验数据进行处理,然后添加到正常的抗体库中;将电脑上的数据与普通抗体库中的抗体进行比较,并根据计算的结果判定是否出现问题:没有问题,则继续读取数据进行测试;当差分超过预定的差分阈值时,就会被视为相应的程序出现问题,并进行故障分类的诊断。

(2) 在进行故障诊断后,分别对故障抗体的各个参数进行分析,并在各个参数的差异性低于设置阈值时,判断故障与抗体是一致的。若与故障抗体库中的抗体不符合上述标准,则判定为新的故障。

(3) 在故障判定结束后,对故障诊断结果进行确认。如果是正确的,就会读取下一组的数据,然后进行后续的检测,如果是错误的,则会将在线的数据进行处理,并添加到对应的故障抗体库中,以备出现新的抗体。将 G 生产设备的蒸馏过程作为应用目标,并给出精馏过程的工艺流程。利用 m 语言在 Matlab 平台上进行上述的故障诊断和动态预警。利用以往的蒸馏釜内温 TI04、顶温 TI05、夹套温度 TRC03 的历史数据,利用 PLC 和工控设备状态监测 TI04, TI05, TRC03,经过动态数据交换(DDE)传输至 Matlab 的 AIS 诊断预警软件,对蒸馏浓度是否超标等情况进行实时动态预警,并将预警结果发送至 PLC 及控制阀控制工艺流程。

5 安全事故调查分析管理技术研究及其软件开发

事故调查对于吸取教训、预防类似事故的重要手段,在化工生产中具有举足轻重的地位。事故调查需要找出问题根源,吸取经验教训,并提出预防和纠正的对策。然而,我国对化学安全事故的调查方法普遍缺乏系统、科学、连贯的方法,造成

对事故调查的根源分析不够透彻、不清楚,无法从事调查报告有效吸取教训,致使类似事件一再发生。预定义的方法主要有:时间序列图、原因因素定义、预义树或检查表格。时间顺序图是用来组织资料,为调查者提供清楚的资料。原因因子是指在事故发生时,如果能够排除,则可以防止事故的发生,或削弱事故产生的后果。预先确定的树木会把事故的各种可能的原因归类成一棵树,在使用时,根据最初定义的原因因子,沿着原因树的各个分支,逐渐地向下寻找,直至最终的结果。

该方法采用时序图和简单的故障树,能够将其他有效的、可靠的方法结合起来,从而使调查者深入了解事故,避免在表面上明显的原因。构造故障树时,先选取顶点事件,再找出顶点事件的先决条件或事件,例如火灾,其先决条件是点火源、可燃物、助燃物三者同时存在,其逻辑关系为“门”。接着对这些事件进行分析,并从逻辑上推演,直至找到基本的事件,而基础事件则是事件的根源。

利用 MySQL 作为数据库,根据 MVC 软件体系结构,采用 Java 技术设计一种基于网络的网络应用——iTAIM,它的功能结构如下:iTAIM 的两大职能是处理意外和协助事故调查。事故处理以收集、储存、依托事故资料库为基础;事故调查功能可以帮助调查者实时地将所获得的数据进行记录,并以可视的方式显示出来;在进行原因分析时,可以构建故障树,对事

故发生的逻辑过程进行分析,并给出简单的预定义树和类似的实例;将与安全管理因素相结合,并跟进建议的措施,并追踪主管;通过使用鱼骨图,对事故发生的各种原因进行直观的评价。

通过 iTAIM 作为检测平台,对 H 装置脱酸装置的真空缓冲罐误报警等故障进行调查和分析,得出故障报警的主要原因是:真空缓冲罐使用的电触式液位控制器在开动之前没有按照仪器校准程序对假货进行调校,造成长时间的误报警,造成工艺过程的暂时停机。

6 结语

针对特殊危险化学品的生产工艺要求,结合国内外有关化学安全的理论与方法,对五项先进的化工安全技术进行深入的探讨,并研制相应的安全控制软件,经实践检验。实践证明,该安全技术和安全管理软件能够实现安全设计、运行、运行和控制,能够实现前、中、后三个环节的安全管理。在此基础上,编制 MSDS、DOWCEI、F&EI 的计算与评价,能够更全面地理解并做好相应的处理;而采用人工免疫诊断方法建立的化工过程动态预警软件,能够在工艺生产试验和运行中发现异常状态,并能及时发现故障的苗头;运用预先定义的故障树进行安全事故调查与分析管理,能够深刻地总结出事故的教训,及时发现事故的根源,从而有效地防止事故的发生。

参考文献:

- [1] 周美玲.优化化工安全设计在预防化工安全事故中的重要性[J].化工设计通讯,2019,45(02):164+178.
- [2] 路念明.加强精细化工反应安全评估切实提高企业本质安全水平[J].精细与专用化学品,2019,27(08):1-10.
- [3] 赵磊.化工生产技术管理与化工安全生产的关联性[J].化工管理,2020(16):119-120.
- [4] 朱纯龙.精细化工安全生产与环境保护管理对策[J].化纤与纺织技术,2020,49(12):36-38.
- [5] 刘兵.反应安全风险评估在精细化工安全生产中的重要性[J].化工安全与环境,2022,35(22):8-11.