

风险评价技术在化工设备安全评估中的应用

刘宝堂 隗 芝 (山东海化股份有限公司纯碱厂, 山东 潍坊 262737)

摘要: 压力容器、换热器、蒸馏塔等化工设备是工业领域常用的设备。是易发生重大事故的特种设备。任何环节出现问题都有可能造成人员伤亡和财产损失。同时,使用中的化工设备必须长时间运行,维护检查费用高。为了保证其安全性和经济性,有必要采用各种风险评价技术对其安全状况进行评价。随着工业的不断发展,定量风险评估技术在化工设备安全领域得到了越来越多的重视和应用。

关键词: 风险评价技术; 化工设备; 安全评估; 应用

1 风险评价概述

风险评估是为了达到系统安全的目的,通过一系列安全标准和评估工具,识别、判断和分析过程中存在的潜在风险,并采取一系列措施来避免或减少事故发生的可能性。风险评估方法有定性、定量和半定量三种。每种评价方法都有各自的特点和适用范围。不同行业需要采用不同的风险评估方法。

2 化工设备风险评价方法

2.1 定性风险评估方法

根据化工设备的特点,常用的定性风险评价方法有安全检查表(SCL)、危险前分析(PHA)、失效类型与影响分析(FMEA)、危险与可操作性研究(HAZOP)。安全检查表的目的是分析危险有害因素和安全水平。其特点是询问或现场观察,以确定每个检查项目的状态。其优点是易于掌握,缺点是只能得到定性的评价结果;PHA的目的是评价风险水平。其特点是对系统中的危险有害因素、触发原因、事故类型和等级进行分析和讨论。其优点是方法简单易行,缺点是分析和评价人为因素的影响;故障类型与影响分析(FMEA)的目的是分析故障的影响程度。其特点是通过分析系统中的故障类型、原因和影响来评价系统的影响程度。优点是分析详细,缺点是分析过于复杂;HAZOP旨在分析偏差及其原因和后果。优点是方法简单易用,缺点是容易受主观因素的影响。

2.2 半定量风险评估方法

半定量风险评价方法主要用于化工设备的安全评价。

①事件树分析(ETA)主要分析事故原因、导致事故的条件和事故发生的可能性。主要采用归纳法。用这种计算方法计算事故发生的可能性很容易,但缺点是只有失败和成功两种表达状态,受人为因素的影响很大;FTA和事件树分析(ETA)是最有效的树状评价方法,不同的是它采用演绎法判断事故发生概率,优点是准确,主要用于寻找故障事件之间的关系,缺点是过于复杂,需要大量的计算;②工况风险分析(LEC)主要用于评价风险水平。其特点是根据一定的方法对风险等级进行评分,从而对风险等级进行评价。LEC的优点是方法简单,缺点是易受人为因素的影响;③人因失误和可靠性分析主要用于评价人为因素的影响。显然,该方法简单实用,但受人为因素的影响。日本的六阶段评价法主要通过查表的定性和定量方法来评价风险水平。它的优点是综合运用定性和定量的方法,精度高,缺点是工作量大;④最后一种方法是易燃易爆、有毒物品重大危险源评价方法,从源头上分析

物质的危险性,评价准确,但缺点是评价工作量大。

2.3 定量风险评价方法

在化工设备安全评价中,常用的定量风险评价方法有陶氏化学指数法、ICI-mengde法、风险评价法、基于风险检测的定量RBI法、基于可拓学的风险评价法和模糊风险评价法。陶氏化学指数法主要用于评价事故等级和造成的损失,其特点是从材料、工艺、工艺等方面分析事故等级和造成的损失。优点简单明了,缺点是参数范围广,易受人为因素影响;ICI-Mond法与陶氏化学指数法一样,用于评价火灾、爆炸、有毒物质及整体的危险程度,因此其优点是相同的;该风险评价方法对风险等级进行评价,通过材料、工艺、毒性和布置风险来计算火灾、爆炸、毒性和布置风险,该方法的优点是易于操作,缺点是易受人为因素影响;基于风险的检测方法(QuantitativeRBI)识别风险和风险等级,其特点是以风险识别为基础,量化事故发生的可能性和严重程度,评价各种风险等级数据,定量风险易于使用,但在定量计算时需要大量的基础数据和历史数据,采用基于可拓学的风险评价方法对风险水平进行评价。风险水平是通过综合和量化各种风险信息来确定的。

3 典型风险评价方法应用:基于RBI方法的压力容器安全评估

3.1 RBI的程序

典型的RBI过程一般包括以下三个阶段:①沟通阶段:确定RBI的实施范围、项目内容和进度;②准备阶段:收集所需基本信息;流程细分;RBI评估;③实施阶段:通过RBI分析得到初步风险评估报告;制定检查计划;实施检查计划。

3.2 基于半定量RBI方法的压力容器安全评估

通过对生产企业和压力容器设备的实际情况进行调查、答疑、评分和评估,量化了压力容器的失效概率和失效后果。风险和风险可接受准则用风险矩阵法表示。在此基础上,确定了压力容器的风险等级和检测周期。

3.3 基于定量RBI方法对压力容器的安全评估

3.3.1 压力容器失效可能性量化

具体步骤如下:①确定通用事故频率。根据压力容器设备的类型,从通用事故频率数据库中确定所预计的通用事故频率;②确定设备修正因子。根据设备的实际情况,确定技术模型子因子、环境子因子、机械子因子和工艺子因子,按下式确定设备修正因子:设备修正因子=技术模型子因子+环境子因子+机械子因子+工艺子因子;③确定管理修正因子。根据压力容器设备所在车间的实际情

况, 确定管理系统评估方面的得分, 并将得分换算为管理修正因子; ④确定实际事故频率。实际事故频率 = 通用事故频率 × 设备修正因子 × 管理修正因子。

3.3.2 压力容器失效后果量化

考虑火灾爆炸、中毒、环境破坏、停产损失四个方面事故后果, 量化压力容器失效后果。其定量的计算方法可依据美国石油协会 (API) 制定的规范 RP580 中的计算模型。

3.4 分析

通过比较可知, 半定量 RBI 评价方法所需要的原始数据较少, 评价的成本较低, 同时操作比较简单, 在一般情况下可以满足工程实践的精度需要, 因此在压力容器设备的风险评估方面获得了广泛的应用。定量 RBI 方法需要大量的原始数据和前期技术资料, 不能在短时期内完成, 成本较高, 计算复杂, 但能进行更精确和详尽的评定, 是 RBI 方法的发展趋势。

4 应用展望

4.1 国外先进风险评价技术与我国实际情况相结合

目前化工设备的风险评估技术基本采用美国或英国的风险评估技术和方法。在工程实践中, 往往需要结合具体的实际情况。在我国先进的评价技术中, 应结合我国法规、生产企业和标准的具体情况, 制定化工设备的风险评价方法。通过在企业中的推广应用, 逐步形成了我国独立、实用的统一标准。

(上接第 134 页)

①检验设备安装在末煤胶带中部采样机的给料胶带上, 采集的煤样经破碎、缩分后, 进入到快速工业分析仪进行检测。初步试验结果表明: 检验设备经静态测试和动态测试的对比分析发现误差值较大, 故不采用; ②检验设备安装在装车胶带的端部采样机上, 经破碎及二次采样后进行检测。动态测试结果分析表明误差较大, 故不采用; ③检验设备安装在装车胶带采样机弃样端进行取样及检测试验。动态监测结果发现测量值与化验值间误差小。

由于前两种设计方案的测量值与化验值的误差大, 采样频率低, 故采用第三种设计方案。

3.2 装车站装车胶带采样机弃样端实践应用

采用皮带端部采样机采样, 有效提升了采样频率, 采样周期为 55s, 弃样量约 75kg, 安装溜槽弃样落入装车缓冲仓内。

3.2.1 新型煤质检测设备的安装

2019 年 5 月开始进行设备的改造和安装。皮带运输上增设一条小胶带和溜槽装置, 采样后的弃样顺利落入缓冲仓中; 在小胶带上设置煤流成形装置, 同时预留检验设备的安装空间, 并留出安装煤质检测设备空间; 小胶带采用变频驱动, 保障小胶带启动、停止、运行的稳定性, 符合快速工业分析仪检测测量要求。2019 年 6 月, TG800 快速工业分析仪安装并调整完毕, 开始在运销车间装车配煤使用。

3.2.2 检测数据分析

5E-TG800 快速工业分析仪检测结果与化验结果对比分析静态煤样的灰分对比测量数据, 静态煤样的灰分对比

4.2 风险评估基础数据库的建立和完善

通过对定性、半定量和定量风险评估方法的比较, 可以看出定量风险评估方法往往更具体、更准确, 但由于需要大量的基础数据库和前期技术研究工作, 其成本较高。在当前的化工设备风险评估中, 应在引用国外数据库的基础上, 根据我国的实际情况, 逐步建立和完善相关压力容器等化工设备的故障基础数据库, 促进定量风险评估的发展和应用中国的技术。

5 结论

将风险评价技术引入化工设备安全评价领域, 符合设备安全性与经济性相统一的趋势。通过对各种风险评估方法和基于半定量和定量 RBI 方法的压力容器安全评估方法的比较, 可以看出定性和半定量风险评估技术简单实用, 成本低, 应用范围广; 定量风险评估技术更为广泛而准确, 但需要大量的基础数据和高昂的成本。化工设备故障基础数据库的建立将促进定量风险评价方法在我国的发展和应

参考文献:

- [1] 景利娟. 化工工艺设计中风险的识别与控制策略 [J]. 化工管理, 2020(02):169-170.
- [2] 曾扩. 化工工艺和设备安全性评价 [J]. 化工管理, 2020(30):72-73.
- [3] 赵梁燕. 化工工艺的风险识别与安全评价 [J]. 化工管理, 2020(28):65-66.

测量数据拟合图如图 2 所示。

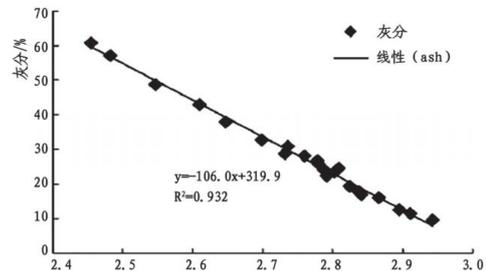


图 2 静态煤样的灰分对比测量数据拟合图

官地选煤厂运销车间针对采用 5E-TG800 快速工业分析仪检测煤质前后装车的合格率进行对比分析。TG800 快速工业分析仪应用后, 运销车间装车合格率从 65% 提高到了 90%, 相较使用前提高 25%, 洗选煤炭的热值共节约近 110kcal/kg。采用 5E-TG800 快速工业分析设备大幅提升运销车间的装车合格率效果显著。

4 结论

官地选煤厂采用 5E-TG800 快速工业分析仪检测设备运营以来, 检测效果良好, 大幅提升运销车间的装车合格率, 有效地控制好各煤种热值, 体现出显著的经济效益。

①快速煤质工业分析仪的应用有助于提高精煤质量和洗选效率; 同时还减轻煤质化验室职工的劳动强度, 达到降本增效目标; ②新型煤质检测设备还实现对选煤厂各洗选加工环节的监测, 实现数据的采集与集中处理, 加快官地选煤厂智能化的步伐。

参考文献:

- [1] 王振龙. 激光全元素煤质在线分析仪在神东选煤厂的应用 [J]. 洁净煤技术, 2019(S1):54-57.