

DOW 分析法在石油库安全评价中的应用

张 晶 (山西省太原市泽泰安全技术咨询有限公司, 山西 太原 030000)

摘 要: 随着石油工业的快速发展, 石油库作为重要的能源储备基地, 是石油储存和转运的关键设施, 其安全性日益受到关注。而 DOW 分析法作为一种常用的安全评价方法, 在石油库的安全评价中具有重要的应用价值。本文首先介绍了 DOW 分析法的基本原理及其在石油库安全评价中的适用性, 随后详细阐述了 DOW 分析法的具体步骤, 并通过案例分析了 DOW 分析法在石油库安全评价中的实际运用。最后进行了总结, 并指出了未来可能的研究方向。

关键词: DOW 分析法; 石油库; 安全评价; 应用; 风险管理; 展望未来

石油库作为储存和供应石油产品的重要设施, 其安全性直接关系到国家能源安全和社会稳定。然而, 随着石油工业的快速发展, 其安全风险也随之增加。因此, 对石油库进行科学的安全评价, 及时发现并消除安全隐患, 对于保障石油库安全运行具有重要意义。DOW 分析法是一种基于危险源辨识和风险评估的安全评价方法, 具有系统性、全面性和可操作性强等特点, 已被广泛应用于化工、制药等行业的安全评价中。本文将 DOW 分析法应用于石油库的安全评价, 以期提高石油库的安全管理水平, 为石油工业的可持续发展提供有力保障。

1 DOW 分析法的基本原理

1.1 简介

DOW 分析法, 即道氏化学公司的火灾、爆炸危险指数评价法。其核心理念就是预防和控制重大事故, 通过对工艺装置中的物质、设备、操作等进行详细分析, 确定各种潜在危险因素, 并根据一定的规则进行计算和评价, 从而得出工艺装置的危险等级, 并提供针对性的安全对策措施。因此, 它被广泛应用于化工、石化和其他工业领域, 对于石油库这类涉及大量危险化学品存储和处理的设施来说, 具有重要的指导意义。

1.2 DOW 分析法的适用性

石油库作为一个复杂的系统工程, 涉及储罐、输油管道、泵站等多个环节, 任何一个环节的失误都可能导致严重的后果。因此, 对石油库进行安全评价时, 需要全面考虑各个环节可能存在的危险源。DOW 分析法正是基于这种系统性的思考方式, 通过对石油库各个环节的深入剖析, 找出可能存在的危险源, 评估其风险大小, 并制定相应的风险控制措施。因此, DOW 分析法在石油库安全评价中具有很高的适用性。

1.3 优点

DOW 分析法的优点主要体现在这几个方面: 首先, DOW 分析法具有综合性。它综合考虑了石油库的多种因素, 如物质特性、操作条件、安全措施等, 能全面评估石油库的安全风险。其次, 该方法采用量化指标对各项风险因素进行打分, 使得评估结果更加客观、具体, 有助于企业制定针对性的安全措施。此外, 它还强调预防措施的重要性。通过评估风险, 可提前做防护措施, 这样就能预防潜在的事故, 降低石油库火灾、爆炸的风险, 减少财产损失。

1.4 局限性

DOW 分析法的局限性主要体现在这些方面: 第一, 数据获取困难。由于石油库涉及大量的设备和操作, 因此要想获取准确、全面的数据, 需要大量的时间和资源。此外, DOW 分析法需要大量的数据支持, 包括设备的工艺参数、操作条件、物料特性等。数据不准确或不完整, 都会影响评估结果的准确性。第二, 可能会增加维护成本。随着设备老化、操作条件变化等, 要定期更新和维护评估结果, 这样就会会增加企业的成本。第三, 会忽略一些因素, 如人为错误、自然灾害等。因为 DOW 分析法主要关注设备和操作层面的安全风险, 对人为因素如操作人员失误、安全意识不足等考虑较少。

因此, 在使用 DOW 分析法进行石油库安全评价时, 需要充分考虑其优点和缺点, 结合实际情况进行选择和应用。

2 在石油库安全评价中的应用

2.1 前期准备

明确评价目标, 收集资料, 包括石油库区的布局、工艺流程、存储设备、操作规程等。同时, 成立专门的安全评价团队, 包括安全专家、工程师、操作人员等,

同时要为团队成员提供专业培训。

2.2 数据收集

数据的收集范围包括工艺设计资料、设备清单、储罐容量、安全设施配备情况、作业人员操作规范等。然后,对收集到的数据进行整理和分类,同时还要确保数据的准确性和完整性。

2.3 危险识别

通过对石油库的储存容量、储存介质、安全设施、作业人员素质等方面进行深入了解,识别出可能存在的危险源。这些危险源可能包括设备故障、操作失误、油品泄漏、火灾爆炸等多种情况。

2.4 风险评估

2.4.1 明确评价的目标和范围

收集相关的数据和资料,按照 DOW 分析法的步骤进行评价,包括工艺单元选择、物质系数确定、工艺单元危险系数计算、火灾爆炸指数计算、安全措施补偿系数计算等。

2.4.2 工艺单元选择

根据石油库的实际情况,选择适当的工艺单元进行评价。如,选取储罐区、泵站、装卸区等作为评价对象。

2.4.3 物质系数(MF)确定

根据石油库中存储的物质的性质,确定其物质系数。物质系数反映了物质的潜在能量和火灾爆炸危险性。对于石油库中的不同物质,根据其闪点、燃点、爆炸极限等参数来确定物质系数。

道化学公司火灾、爆炸危险指数评价法(第七版)给出了近 330 种常见化合物的 MF 值,可供直接查用。

对于表中没有的物质(称表外物质),可根据它的易燃危险性系数 N_F 和反应危险性系数 N_R 按 NFPA 325M 或 NFPA 49 确定,并依照温度修正后,确定其物质系数。

2.4.4 工艺单元危险系数(F_3)计算

根据选定的工艺单元和物质系数,计算工艺单元的危险系数。危险系数反映了工艺单元发生火灾或爆炸的可能性。计算时需要考虑工艺单元的操作条件、设备状况、安全措施等因素。

计算工艺单元的工艺危险系数 F_3 时,应选择物质在工艺单元中所处的最危险状态,而且应防止对过程中的危险进行重复计算。

$F_3 = F_1 \times F_2$ (F_3 值范围为: 1 ~ 8, 若 $F_3 > 8$ 则按 8 计)

F_1 ——般工艺危险系数;

F_2 ——特殊工艺危险系数。

2.4.5 火灾爆炸指数(F&EI)计算

根据工艺单元的危险系数和其他相关因素,计算火灾爆炸指数。火灾爆炸指数是一个综合指标,用于衡量石油库的火灾和爆炸危险性。一般来说,指数越高,表示其危险性越大。

$F\&EI = MF \times F_3$

MF——物质系数;

F_3 ——工艺单元危险系数。

表 1 F&EI 及危险等级

火灾、爆炸危险指数 F&EI	1 ~ 60	61 ~ 96	97 ~ 127	128 ~ 158	> 158
危险等级	最轻	较轻	中等	很大	非常大

2.4.6 安全措施补偿系数(C)计算

考虑石油库中采取的安全措施对火灾和爆炸危险性的影响,计算安全措施补偿系数。安全措施补偿系数反映了安全措施对危险性的降低程度。

$C = C_1 \times C_2 \times C_3$ (无安全补偿系数时,填入 1.00)

C_1 ——工艺控制补偿系数;

C_2 ——物质隔离补偿系数;

C_3 ——防火措施补偿系数。

2.4.7 影响区域半径、暴露面积的计算

暴露半径 $R = 0.256 \times F\&EI$ (R 单位为米)

这个暴露半径表明了生产单元危险区域的平面分布,它是一个以工艺设备的关键部位为中心,以暴露半径为半径的圆。

暴露面积 $S = \pi \times R^2$

2.4.8 工艺单元危险分析汇总

最后将各个工艺单元的危险分析结果进行汇总,得出整个石油库的火灾和爆炸危险性评估报告。

2.5 风险控制

根据计算结果对危险源的风险等级进行分析,确定危险源,然后制定相应的风险控制措施,包括加强设备维护和管理、提高作业人员的安全意识和操作技能、完善安全管理制度和应急预案等。通过实施这些措施,可以有效地降低石油库的安全风险并保障其稳定运行。

2.6 后续跟踪与改进

定期对石油库进行安全检查和评估,及时发现并处理新的危险源和安全隐患。同时,根据实际运行情况对风险控制措施进行持续改进和优化,提高石油库的安全管理水平。

3 案例分析

假设对某大型石油库进行安全评价。该石油库主

要存储原油、汽油、柴油等石油产品，总存储容量达到数十万立方米。石油库内设有多个储罐区、泵站、装卸区、输油管道等设施。应用步骤如下：

3.1 确定评价对象

明确评价对象为整个石油库，包括各个储罐区、泵站、装卸区等。然后进行收集基础数据收集，包括石油库的设计资料、运行记录、安全设施配置情况等基础数据。

3.2 划分评价单元

根据石油库的功能布局和工艺流程，将其划分为多个评价单元，如原油储罐区、汽油储罐区、柴油储罐区等。

3.3 确定物质系数

根据各评价单元内储存的石油产品的种类和数量，查阅相关标准，确定各物质的物质系数。物质系数反映了物质潜在的火灾、爆炸危险性。

3.4 确定一般工艺危险系数

根据石油库的工艺流程、设备状况、操作条件等因素，评估各评价单元的一般工艺危险系数。该系数考虑了工艺过程中可能出现的各种危险情况。

3.5 确定特殊工艺危险系数

针对石油库中可能存在的特殊危险情况，如高温、高压、毒性等，评估特殊工艺危险系数。

3.6 计算火灾、爆炸危险指数

根据物质系数、一般工艺危险系数和特殊工艺危险系数，计算各评价单元的火灾、爆炸危险指数。该指数反映了各评价单元的潜在火灾、爆炸危险性。

3.7 确定损害半径

根据火灾、爆炸危险指数和其他相关因素，计算潜在的损害半径。该半径用于评估火灾或爆炸可能影响的范围。

3.8 制定安全措施

根据 DOW 分析法的评价结果，我们发现该石油库在储罐类型与容量、物料性质以及操作条件等方面存在一定的安全风险。针对这些问题，提出以下安全措施建议：首先，对储罐进行定期检查和维修，确保其结构完整、防腐措施有效。同时，根据实际需要，可以考虑对部分储罐进行改造或升级，提高其安全性能。其次，加强对物料性质的管理和控制，特别是易燃易爆的石油产品。要严格控制储存温度和压力等参数，防止超温超压等事故的发生。提高操作人员安全意识、操作技能，加强日常培训和演练。建立安全管理制度、应急预案，确保在紧急情况下能够迅速响应

和处理。最后，我们还要完善消防设施和消防措施，确保消防设施的完备性和有效性。

4 展望未来

未来对于 DOW 分析法的研究和发展可能会有以下几个方向：

4.1 智能化、自动化

随着人工智能和大数据技术的发展，未来的 DOW 分析法可能会融入更多的智能化和自动化元素。如利用无人机、传感器等进行现场勘查和数据采集，减少人为操作的误差和安全风险。同时，通过大数据分析和机器学习技术，能更加精准地识别危险因素、预测潜在风险，并自动制定安全措施。

4.2 动态风险评估

传统的 DOW 分析法主要关注静态的风险评估，未来可以考虑将 DOW 分析法与实时监测技术相结合，实现动态的风险评估。这样我们就可以实时监测石油库的运行状态、环境因素等，更加精准地制定和调整安全措施。

4.3 多因素综合分析

由于石油库安全是一个复杂的系统工程，涉及多个因素和多个层面。未来可考虑将 DOW 分析法与其他安全评价方法相结合，如故障模式与影响分析（FMEA）、风险矩阵等，进行综合分析和评估。

5 结束语

总之，DOW 分析法作为一种成熟、有效的风险评估工具，在石油库安全评价中发挥着重要作用。然而，DOW 分析法也有局限性，需要不断地完善和改进以适应新的挑战和需求。未来，我们可以期待更多先进的技术手段和方法被引入到 DOW 分析法中，提高评价的准确性和效率。只有这样，才能确保石油库的安全始终得到有效保障。

参考文献：

- [1] 黄坤,朱洪杰,苏欣,等.油库安全评价方法现状[J].石油工程建设,2006,32(1):1-7.
- [2] 李海明.试论 DOW 分析法在石油库安全评价中的应用[J].中国石油和化工标准与质量,2013(21):240-240,243.
- [3] 陈学锋,于倩秀.DOW 分析法在石油库安全评价中的应用[J].天然气与石油,2006,24(1):24-28.
- [4] 赵承建.DOW 分析法在原油罐区安全评估中的应用浅谈[J].广东化工,2011,38(5):46-47.
- [5] 李桂亮,夏南宁.基于 DOW 分析法的某石化库安全评价[J].内蒙古石油化工,2013(12):98-101.