

# 常减压蒸馏装置基于风险的检验实践

## Risk-based inspection practices

### for atmospheric and vacuum distillation units

周学强 (新疆中国石油乌鲁木齐石化公司, 新疆 乌鲁木齐 830019)

Zhou Xueqiang (Xinjiang CNPC Urumqi Petrochemical Company, Xinjiang Urumqi 830019)

**摘要:** 基于风险的检验 (RBI) 技术开展运用于常减压蒸馏装置的检验过程中, 可以有效地识别设备或管道的损伤机理, 确定装置中压力容器、压力管道风险等级和风险范围, 制定针对性的基于风险的检验策略, 增加检验检测的有限性, 提高企业的管理水平, 实现常减压装置的长周期安全运行。

**关键词:** 基于风险的检验; 风险分布; 检验策略

**Abstract:** Risk-based inspection (RBI) technique to carry out the applied to atmospheric and vacuum distillation unit of the inspection process, can effectively identify the damage mechanism of equipment or pipeline, determine the device of pressure vessel, pressure pipeline risk level and risk range, formulate corresponding inspection strategy based on risk, increase the inspection of the limit of detection, improve the management level of enterprises, Realize the long cycle safe operation of atmospheric and vacuum device.

**Key words:** Risk-based test; Risk distribution; Inspection strategy

随着我国炼油技术的发展, 装置大型化及规模化越来越密集, 装置中压力容器及压力管道的数量越来越多, 常规检验所花费的时间跨度比较长, 而且存在过度检验和检验不足问题。采用基于风险的检验 (RBI) 则是对系统中固有的或潜在的危险及其程度进行定量分析和评估, 找出薄弱环节, 优化检验的效率和频率<sup>[1-2]</sup>。文中根据我国压力容器检验的现状及对设备安全的要求, 以某厂常减压蒸馏装置的压力容器及压力管道为评估对象, 运用基于风险的检验技术, 确定装置中压力容器、压力管道风险等级和风险范围, 并对高风险原因进行分析, 制定有效的基于风险的检验策略, 指导装置检维修及安全生产管理, 提高企业风险管理水平。

#### 1 基于风险的检验评估过程

装置评估开始的过程中, 需要收集装置工艺参数、设备参数、管道参数、检维修数据以及检验报告等, 分析潜在的损伤机理, 计算腐蚀速率及损伤敏感性等, 并计算失效可能性与失效后果, 形成最终的风险, 根据失效可能性大小、风险高低等制定优化的检验策略<sup>[1-2]</sup>。

#### 2 常减压蒸馏装置的腐蚀分析

##### 2.1 常顶 / 减顶冷凝系统

常顶/减顶冷凝系统介质达到水露点后发生盐酸腐蚀, 其中硫化氢起了腐蚀促进作用。HCl 的来源有氯化盐的水解与原油带来的有机氯高温分解, 起始水解温度  $\text{CaCl}_2$  为  $120^\circ\text{C}$ 、 $\text{MgCl}_2$  为  $175^\circ\text{C}$ 、 $\text{NaCl}$  水解温度最高  $540^\circ\text{C}$ ,  $\text{NaCl}$  一般在蒸馏装置不会水解, 但当原油含有环烷酸或某些金属时 (如铁、镍、钒等),  $\text{NaCl}$  可在  $300^\circ\text{C}$  以下就开始水解<sup>[3]</sup>。

常顶 / 减顶冷凝系统的  $\text{HCl}+\text{H}_2\text{S}+\text{H}_2\text{O}$  腐蚀部位主要包括塔顶换热器、空冷器、水冷器及其管道。其中处于相变部位 (初凝区) 的换热器或空冷器入口腐蚀最为严重。常压塔顶系统腐蚀比闪蒸塔与减压塔更为严重。

塔顶部位也有氯化铵结晶与吸潮后的垢下腐蚀, 出现的部位在顶回流及顶循系统, 造成换热器管束、管路、泵、塔盘的腐蚀。氯化铵腐蚀性极强, 会造成双相钢、钛的点蚀。原油中的氮化物一般不在蒸馏加热炉管中分解成氨。氨的来源可能有: 原油中混入含氨的原料, 比如污油, 中和剂采用氨水, 注水采用含氨的净化水等。塔内和顶回流系统的氨盐腐蚀与电脱盐注含氨水有关<sup>[4]</sup>。

##### 2.2 温度超过 $240^\circ\text{C}$ 的含硫含酸高温部位

含硫含酸高温部位存在高温硫腐蚀和高温环烷酸腐蚀, 尤其是常渣、减渣、转油线部分, 硫含量、酸值、操作温度均较高, 腐蚀环境苛刻, 其中转油线由于流速较高, 腐蚀较其他高温部位更为严重。在减压过程中最严重的腐蚀通常发生在  $288^\circ\text{C}$  左右, 原因是环烷酸在实沸点  $370\sim 425^\circ\text{C}$  范围内的物流中容易浓缩, 而减压的作用是降低沸点  $110\sim 160^\circ\text{C}$ 。主要包含闪底油系统、常底油系统、减二线 / 减一中系统、减三线 / 减二中系统、减压塔底系统等。

#### 3 常减压装置的风险分析

##### 3.1 风险分布

通过对工艺物流的分析, 损伤机理的识别, 计算这些设备的风险, 风险是失效可能性和后果的组合。风险计算是分别计算出每一个设备部件和每条管道的失效可能性和

失效后果的大小,并按一定的方法确定出它们的等级,然后在风险矩阵图中确定出风险等级,如图1和图2。

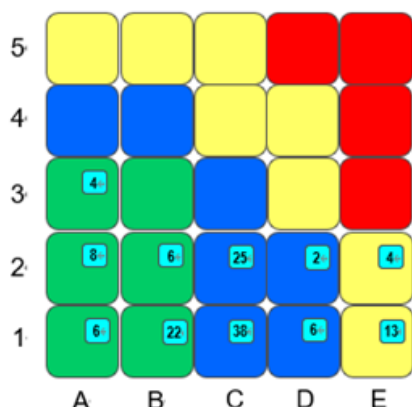


图1 设备风险矩阵图

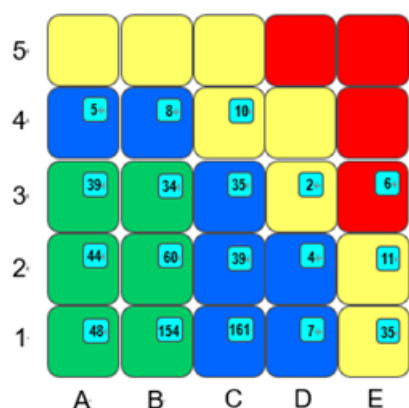


图2 管道风险矩阵图

通过风险矩阵图可知设备中无高风险设备,中高风险设备有17台,占12.69%;中风险设备有71台,占52.99%;低风险设备46台,占34.33%。管道中有高风险管道6条,占0.83%;中高风险管道58条,占8.01%;中风险管道259条,占35.77%;低风险管道401条,占55.39%。

### 3.2 重点关注设备及管道风险分析

重点关注的设备及管道是对风险评估中有较高或较高失效可能性的设备及管道的风险原因分析,主要从损伤机理、检验检测数据等方面给出的原因分析,检验检测并不能改变装置固有的损伤机理,基于风险的检验可以预测损伤机理及其损伤的程度,相同腐蚀回路只列出了减薄最严重的管线。这些重点区域的关注的管道主要在常顶、常顶循系统的低温部位,减二减三线的高温部位等,重点部位应加强定点测厚、物料采样风险、腐蚀探针等在线检测措施。

### 4 检验策略的制定

基于风险的检验策略目的是确定设备风险等级与检验比例之间的关系,将设备的风险与检验配比科学的结合起来,即在满足法律法规的前提下做到该检必检,采用有针对性的检测方法避免出现检验不足或过度检验。一般装置常规检验与基于风险的检验的检测比例(各种检测方法换算成费用来计算)、检验有效性及大修检验时间如图3,各种数据对比以常规检验为单位1,基于风险的检验比例、

检验有效性及检验时间是按照百分比一定来增减的,不同装置、首检装置的检验比例及有效性是不同的。

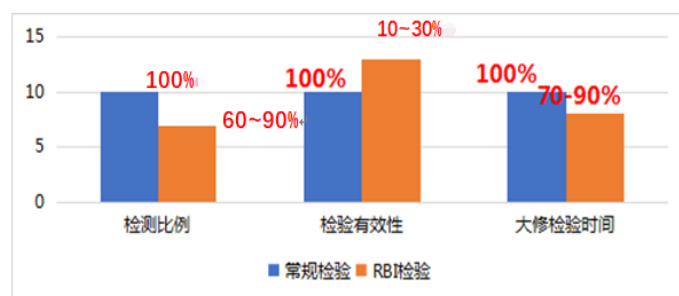


图3 常规检验与基于风险的检验相关数据对比

基于风险的检验手段的有效性均要达到高度有效,将检验的重心放在高风险的部件上面,如常压分馏塔顶部存在低温HCl腐蚀、湿H<sub>2</sub>S环境下可能发生HIC/SOHIC/SSC及酸性水腐蚀,增加MT、UT和测厚比例;中部温度在150~204℃,可能无腐蚀机理,仅需要宏观检查;中部高温部位存在高温硫/环烷酸腐蚀,应密集进行测厚。

RBI检验策略中仅需要进行外部宏观检查和测厚的设备及管道,如介质为水、气、风等设备及管道可以在大修之前进行检验,将检验工作前移以节约大修时间,为企业降本增效。

### 5 结论

通过腐蚀分析,低温部位的重点腐蚀部位在塔顶挥发线、注入点附近区域及其下游易冲刷部位和空冷器进出口的管道,常顶循系统的管道;高温部位为温度超过240℃的含硫含酸部位尤其是减二线、减三线、闪底油线、常底油线、减底油线及转油线等。

通过风险评估得出设备与管道整体的风险分布,其中设备整体风险水平不高,没有高风险的设备;整个管道系统中存在一些高风险与中高风险的管道,对于这些管道应进行追踪监测,制定针对性的降低风险的措施。

通过风险评估制定的具有针对性的检验策略,可以降低装置整体检测比例,增加检验有效性,节省大修期间的人力物力,缩短大修周期。

### 参考文献:

- [1] GB/T 26610.2-2014. 承压设备系统基于风险的检验 第1部分[S]. 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会,2014.
- [2] GB/T 26610.5-2014. 承压设备系统基于风险的检验 第2-5部分[S]. 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会,2014.
- [3] 顾望平. 炼油厂蒸馏装置塔顶腐蚀控制[A]. 第八届石化装置工程风险分析技术应用研讨及经验交流会论文集[C].177-188.
- [4] 黄卫强. 常减压蒸馏装置加工高硫原油的风险与对策[J]. 石油炼制与化工,2009,40(11):32-35.

### 作者简介:

周学强(1972-),男,汉族,甘肃兰州人,大学本科,工程师,研究方向:设备管理。