

# 基于风险的检验技术在安全阀定检中的应用

蔡琼珂（广东捷勋机电技术开发有限公司，广东 广州 510655）

**摘要：**安全阀是承压类设特种设备如压力管道、压力容器和锅炉等上面的一个重要的安全附件，其动作可靠性与性能优劣同设备及人身安全直接相关，但安全阀在长时间运行下，整定压力常会有偏差存在，产生原因主要有弹簧疲劳软化、部件卡涩等。既要保障企业安全生产又要防止安全阀失效而引发特种设备故障出现，需要识别安全阀校验中存在的风险，然后制定切实可行的控制措施，进而最大程度保证安全阀校验工作的质量与安全，从而规避非必要的责任风险。鉴于此，文章详细论述了基于风险检验技术在安全阀定检中的应用，旨在可以为行业人士提供有价值的参考和借鉴，进而更好的为行业的稳定繁荣发展贡献应有之力。

**关键词：**风险；检验技术；安全阀；定检；应用

作为压力容器和锅炉等承压设备上关键的一个安全附件，安全阀可防止设备因超压而引发安全的事故，大部分企业会依据相关法规要求将安全阀校验周期定为一。然而，因炼油、化工生产的危险性及连续性，部分高空安装、有毒有害介质的安全阀拆装工作存在巨大风险及拆装成本，在装置不断增加和人员持续精简条件下，为了降低运行成本，降低检验风险，有必要在保证装置安全水平和本质安全的基础上，进一步细化与分级安全阀的校验周期。所以，为了追求系统安全性和经济性的统一，将基于风险的检测技术引入到安全阀检验中，具有十分巨大的现实意义。

## 1 基于风险的安全阀检验技术（RBI）技术概述

风险表现为事故现象与损失事件，想要对风险的概念进行进一步了解，需要对事故的形成过程进行分析，详见图 1。

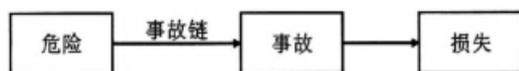


图 1 事故过程

以风险为基础的安全阀检验技术（RBI）是追求系统经济性与安全性统一的理念和方法，它以安全阀 3 年以上的检验记录数据结果为主要依据，对在役安全阀历年产生缺陷和严重程度进行判断，再科学分析及计算潜在危险的可能性和后果，继而给出风险排序。目的是保证设备安全和降低运行成本为目标，进而制定检验方法和周期，优化检验策略的一类管理方式。

## 2 安全阀的 RBI 评估风险数据

### 2.1 确定安全阀失效可能性

对于安全阀评估单元的失效可能性，通过四个指标，安全阀弹簧失效、安全阀运行状况、履历及管理水平来对安全阀的失效可能性进行评估。其中安全阀弹簧失效是基于大型石化企业不同类型安全阀的失效统计，通过整理分析从而获得的概率值；安全阀的操作条件中涵盖了一系列子因素，如操作介质的清洁度、黏度、腐蚀性以及操作温度和压力等；履历涵盖了校验情况和运行历史等子因素；管理水平因素的分级，应用 API 581 为各管理指标打分的方式进行综合管理。

### 2.2 安全阀检验

逐台现场校验评估范围内的安全阀进出口法兰连接、外腐蚀状况及密封面磨损状况、密封性能，并按照校验结果完善、补充及修正安全阀 RBI 评估结果，从而使 RBI 评估拥有相应的支撑，并通过图片的形式记录存档现场的检验结果。

安全阀运转原理：某个时点，一旦介质表现出压力超出了弹簧压紧力的偏大压力，则安全阀就会开启。安全阀能够将冗余的容器介质排除掉，系统使原来的压力降低，通过弹簧力，阀瓣对反向的介质压力进行了克服，进而保证了排出了介质后就可以及时关闭安全阀。安全阀正式开始检验前，需要预校验并记录保留检验数据，再解体清洗干净之后对宏观视野下的部件损伤进行检测。安全阀校验时，需要重视选定的各种参数，选用 2 个精度小于 0.3 的压力表；整定压力和密封压力必要时增加回座压力试验。基于运行状态下，安全阀开启对必备的开启压力进行设定。在进行密封试验后，需要将进口设备的密封压力实验，保压 90% 的整定压力，连续状态下保持密封完好。为避免在安全阀动作过程发生不回座、频跳需做回座实验来调节设计要求的回座压力。

### 2.3 识别安全阀校验风险因素

在对安全阀进行校验，应对各流程风险因素进行细分：如拆装过程面临高空作业风险，部分安全阀安装高空位置且无固定的平台拆装。运输过程、回装过程受到各种如违章操控和违规搬运等影响到安全阀密封性能，如车辆急转弯摔倒、剧烈颠簸；搬运时提拉安全阀手柄损伤到密封面。校验过程中的风险包括残留介质污染、大噪声、脏物和粉尘污染，造成人身伤害跟环境污染。如，安全阀起跳时附带了很大噪音，会造成短暂的失聪伤害人体耳膜、心脏。部分安全阀介质含有剧毒、剧烈腐蚀特性，如，氰化物、丙烯晴等少量吸入即致命伤害。芳烃、苯酚、甲醇等介质，则很容易造成人员身体慢性伤害。

## 3 石化装置安全阀 RBI

### 3.1 安全阀 RBI 执行过程

收集数据经 ORBIT ONSHORE 软件从安全性和经济

性两个方面对安全阀进行风险分析计算, 评定风险等级, 再经过现场验证, ①现场验证结果符合评定结果给予相应风险等级; ②现场验证结果不符合相应等级即下线重新校验, 再计算出风险等级; ③到了评估结果周期重新计算风险等级。

### RBI 执行过程

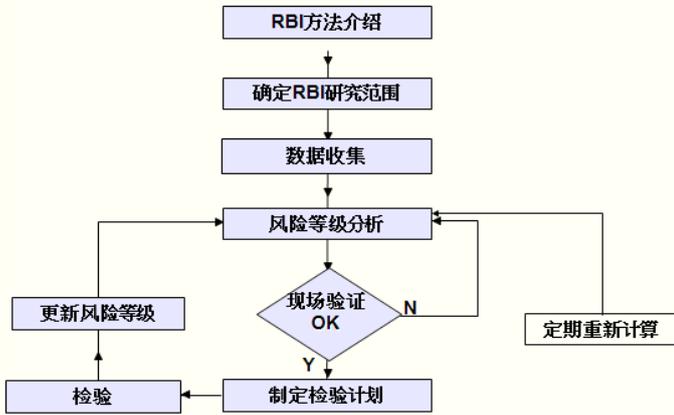


图2 安全阀 RBI 执行过程图

### 3.2 失效可能性的确定

根据石化企业在役安全阀的运行性能分析和失效案例统计, 安全阀失效涉及诸多复杂因素, 它的可靠度指标对装置稳定运行有重要的影响。对于安全阀评价单元的失效可能性, 以安全阀的操作条件、履历、管理水平等指标来评价安全阀的失效可能性。

### 3.3 失效后果的确定

在失效后果方面主要考虑操作介质的特性及泄流量和泄放速率等参数, 以与其相连的压力容器或压力管道周围的破坏影响面积为指标来确定后果。

### 3.4 安全阀失效风险等级

在失效后果方面, 主要考虑了工作介质特性、泄流量和速率等相关参数, 以所连接的压力容器或压力管道周围的破坏影响面积为指标来对后果加以确定。基于风险定义, 风险主要由失效可能性及失效后果构成, 通过风险矩阵能够表征安全阀的风险等级。在风险矩阵图中, 纵坐标表示从低到高的五个失效概率等级, 横坐标表示从低到高的五个失效后果等级。

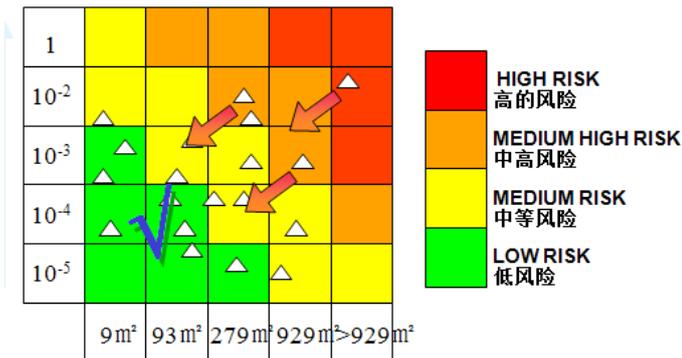


图3 安全阀失效风险等级图

### 3.5 安全阀延期校验原则确定

企业为了适应现代生产的需要, 要求压力容器长期稳定运行, 为保证企业安全快速的发展。在符合《安全阀安全技术监察规程》B6.3.2 规定的内容, 提出基于 RBI 方法开展在役安全阀的风险评价, 根据风险的大小, 对安全阀进行合理分类, 按照风险等级确定其校验周期: 对于风险高的重点检查, 校验期短; 风险小的安全阀采取适当延长长期停机校验周期的校验策略。

表1 安全阀风险等级对应检验周期表

风险等级	风险区	安全阀检验周期
1	低风险区	可延长 3 年
2	中等风险区	可延长 2 年
3	次高风险区	一年一检
4	高风险区	一年一检, 有必要时增加检验次数

### 4 结束语

通过上文分析可知, 风险管理为企业发展应对风险提供了全面的科学依据, 有利于对风险的全面识别、衡量和规避, 以最小的成本将风险损失控制到最低, 从而最大程度对企业效益进行维护, 继而可以充分保证企业的发展, RBI 技术的应用为风险管理的一类方式, 主要目的是确保设备的安全性, 提升企业管理水平, 实现技术人员技术水平的提升, 并降低维护成本等等, 所以通过 RBI 评估可将企业风险管理水平进行有效提升。

### 参考文献:

- [1] 林桥, 张胜军, 肖超波等. 高智能化、自动化和网络化的安全阀校验管理系统 [J]. 化工自动化及仪表, 2014 (08):935-938+962.
- [2] 孙仁凡, 陈中荣, 陈翠梅. 智能型安全阀校验操作与管理系统的应 [J]. 工业安全与环保, 2012(10):35-37.
- [3] 魏海. 锅炉安全阀使用问题的探讨 [J]. 城市建设理论研究, 2013(50).
- [4] 苑艳芳, 杨晓霞. 锅炉安全阀的使用与校验 [J]. 黑龙江科技信息, 2013(06).
- [5] 王大军. 精馏塔安全阀泄放量计算取值基准分析 [J]. 广东化工, 2015(07):145-146.
- [6] 张学辉, 朱海清, 凯爱民. 基于 ANSYS 的安全阀工况条件温度场的数值模拟 [J]. 轻工机械, 2015(02):85-88.
- [7] 孙红波. 大流量安全阀特性参数分析与试验方法研究 [J]. 煤矿机械, 2015(04):107-110.
- [8] 刘波雷, 叶华钢, 聂道政. 安全阀校验风险识别与控制分析 [J]. 化工管理, 2018,506(35):64.