

石油化工企业静设备完整性管理技术研究

王刚强, 陈江

(浙江工业大学机械工程学院, 浙江 杭州 310014)

摘要:为保障石化装置长周期安全稳定运行,深入分析和探讨了静设备完整性管理的内涵和特征,提出了静设备完整性管理的基本方法流程,简要介绍了其中RBI技术、完整性评价、腐蚀防护等关键技术及它们在完整性管理中的定位、作用。从文件、标准、数据库和管理平台4个方面构建了静设备完整性管理体系框架。

关键词:静设备;完整性管理;RBI;完整性评价;腐蚀防护;基本流程;体系框架

中图分类号:TE687

文献标志码:A

文章编号:0253-4320(2014)06-0010-03

Integrity management technology about static equipment in petrochemical industry

WANG Gang-qiang, CHEN Jiang

(College of Mechanical Engineering, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310032, China)

Abstract: To ensure the safe, long-cycle and stable operation of the facilities, a static equipment integrity management method is proposed by analyzing connotation and characteristics of static equipment integrity management. The key technologies involving RBI, integrity assessment and corrosion management and their roles in integrity management are briefly introduced. The integrity management system framework of static equipment is established by building up system of document, criterion, database and platform of management. Some suggestions on realization of integrity management of static equipment are put forward.

Key words: static equipment; integrity management; RBI; integrity assessment; corrosion prevention; general procedure; system framework

作为国民经济支柱的石油化工行业已经跨越了粗放式发展阶段,提升设备本质安全,通过降本增效提高企业竞争力已是当务之急。如何保证安全前提下使生产装置长周期稳定运行已经成为世界各大跨国石油公司加以研究和解决的技术和管理问题^[1]。

静设备是石油化工企业的主体设备,静设备的有效管理是装置长周期安全稳定运行的基础。石化企业的静设备种类繁多,且多在高温、高压、高真空、低温、强腐蚀条件下操作,工艺条件苛刻和恶劣,安全性要求极高。随着石化企业的发展,生产规模的不断扩大,静设备的数量迅速增加,复杂程度也在上升。为提高静设备管理水平,近些年来我国对基于风险的检验(RBI)进行了试点和推广^[2-4],并取得了不错的效果。但是,目前运用RBI进行静设备管理仍然存在很多问题^[5],首先RBI分析结果仅仅被用来延长静设备检验周期,未能与企业生产管理相结合;其次是RBI技术自身的局限性,它的任务是通过风险分析与评估对设备制定相应的检测计划并对设备进行检测,而对于设备后续的维护管理即风险控制却没有涉及。因此,引入完整性管理思想,以RBI技术为核心,结合其他风险控制手段,建立一套静设备完整性管理策略和体系对于提高静设备本质

安全和实现石化装置长周期安全稳定运行都是很有价值的。

1 静设备完整性管理的内涵及特征

静设备一般包括塔、反应器、换热器等各类压力容器以及附属安全阀和工艺管道等。静设备作为设备的一种重要分类,其完整性在资产完整性概念范畴内,是资产完整性的一部分。根据对资产完整性的定义^[6],静设备完整性可以定义为一种机能状态,其在物理上是完整的,功能上能满足生产要求,始终处于安全、可靠、受控的状态。

静设备完整性管理是指通过建立静设备管理体系,采用各种有效的技术手段对影响静设备完整性的所有因素进行综合的、一体化管理,保持静设备的持续完整性。静设备完整性管理是设备完整性管理的深入和细化,因而具有一般完整性管理的基本特点^[7],也具有自己的一些特征,可以概括为如下几点:①满足法律规范对静设备管理的要求;②基于风险,运用风险分析技术对静设备风险进行识别、评估以及排序,并针对性地采取相关控险措施;③实现静设备从设计、制造、安装、运行、维护一直到报废的全寿命管理;④管理综合化,管理和技术的整合,在保

证静设备本质安全的前提下,以整合的观点处理维护管理工作,确保各项措施的实施品质;⑤管理工程密切结合实际生产过程;⑥运用计算机技术实现静设备信息化管理;⑦管理技术水平持续改善,不断提升。

实施静设备完整性管理不仅仅是计算机技术、RBI 风险评估技术等先进技术的简单应用,同时还需要建立并完善与完整性管理技术相配套的管理体系和平台。

2 静设备完整性管理方法

2.1 静设备完整性管理的技术路线

静设备完整性管理是一个循环往复不断提升管理水平的过程。本文中根据完整性管理的一般性原则,基于 RBI 技术,结合完整性评价和腐蚀防护技术,提出了静设备完整性管理的基本流程,如图 1 所示。一般可分为:全面腐蚀调查、数据收集整理、RBI 风险评估(再评估)、腐蚀评估(再评估)、检验策略和防腐策略的制定以及实施、完整性评价、维修策略制定和实施。其中 RBI 风险评估、腐蚀评估和完整性评价是整个流程的关键。

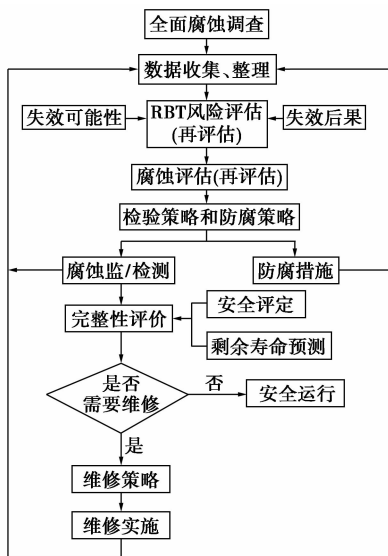


图 1 静设备完整性管理流程图

2.2 静设备完整性管理的关键技术

(1) 基于风险的检验技术

基于风险的检验(RBI)^[8]是静设备完整性管理的核心支撑技术,是一种最求系统安全性与经济性相统一的理念和方法,以确保设备本质安全的同时减少运行费用为目标,通过对设备潜在或固有的危险发生可能性与后果进行科学分析,给出风险排序

并找出薄弱环节,优化检验策略的一种管理方式^[9]。其基本流程如图 2 所示。

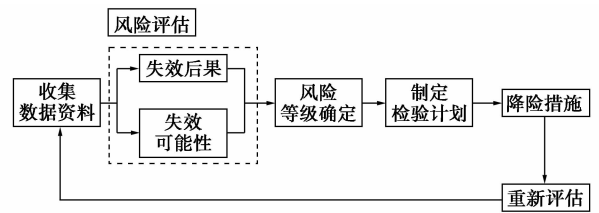


图 2 RBI 技术基本流程

基于风险的检验技术的关键是风险评估,即掌握设备风险分布。RBI 技术将风险定义为失效概率与失效后果的乘积,通常用 5×5 风险矩阵来表示风险等级,如图 3 所示。

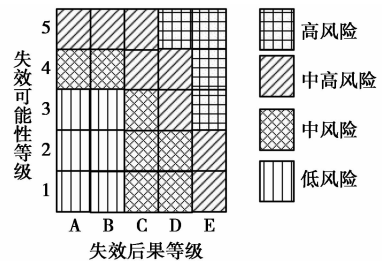


图 3 风险矩阵

(2) 完整性评价技术

完整性评价技术是 RBI 技术的后续延伸,负责对检验后发现的缺陷进行安全评定以及静设备剩余寿命预测。国标 GB/T 19624—2004《在用含缺陷压力容器安全评定》^[9]是安全评定的主要依据,该标准立足于国内实际情况,同时充分吸收了国内外先进的安全评定理论、技术和实践,采用三级评定的技术路线,即平面缺陷的简化评定、平面缺陷的常规评定、平面缺陷的分析评定,分别对应一、二、三级评定。实际操作中可根据资料完善程度等选取相应的评定级别。剩余寿命预测^[10]主要针对时间依赖性损伤机理,例如均匀腐蚀、高温氢侵蚀、疲劳等,依据国内外强度理论、材料损伤理论、无损检测技术以及材料性能数据建立相关损伤机理剩余寿命预测模型是进行寿命预测的关键。

(3) 静设备腐蚀防护技术

腐蚀防护技术是降低静设备风险,提高本质安全的切实手段。静设备腐蚀防护技术^[11]包含以下 4 方面的内容:腐蚀监/检测、设备防腐、工艺防腐以及腐蚀评估。腐蚀监/检测可及时掌握设备的腐蚀状态,分为在线和离线 2 种形式,针对静设备一般采用大量离线定点测厚为主,关键典型部位在线腐蚀

检测系统和腐蚀检测旁路系统为辅的监/检测思路。设备防腐是通过材料升级、结构改造、涂料以及阴极保护手段实现的,而工艺防腐则是应用调节工艺的手段例如一脱三注、各种注剂、注水、注缓蚀剂和原料调和等实现的。腐蚀评估是腐蚀防护的关键,能根据腐蚀调查以及监/检测反馈的数据判定腐蚀程度以及防腐措施实施的效果,进而对腐蚀防护策略提出改进。

3 静设备完整性管理体系框架

完整性管理体系架构分为管理和技术2个层面,包括文件体系、标准体系、数据库、管理平台等,是一个完整的系统。单纯的RBI技术、完整性评价技术是无法构成这样的完整性管理体系的。对应于提出的静设备完整性管理方法,静设备完整性管理体系架构如图4。

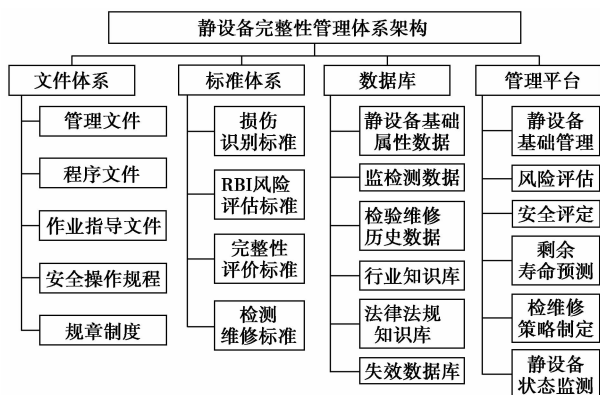


图4 静设备完整性管理体系架构

图4中,文件体系包括管理文件、程序文件、作业指导文件、安全操作规程等,规定了管理的范围、流程以及相关职责;标准体系是完整性管理的专业理论依据,具体描述了损伤识别、风险评估、完整性评价等技术的方法流程;数据库则是完整性管理的基础,完整性管理中的各个环节都需要大量数据进行分析决策,主要包括静设备属性数据、监/检测数据、检验维护历史数据、行业经验知识库、失效数据库、法律法规知识库等;管理平台是实现静设备完整性管理的有效工具,在管理平台上可以实现风险评估、安全评定、剩余寿命预测等功能,然后根据相关结论制定静设备的检测以及维护策略,并对实施过程进行管理。

4 结语

静设备完整性管理是石油化工装置长周期安全

稳定运行的有力保障。基于对静设备完整性管理的概念和特征的深刻认识,提出的完整性管理方法结合了RBI技术、完整性评价技术、防腐技术等静设备管理的先进技术,克服了这些技术单独使用的局限性,相互协同构成了一个完整的系统。同时,搭建静设备完整性管理体系框架使完整性管理方法与实际生产过程紧密结合。

为实现静设备完整性管理及其体系建设,提出以下建议:

(1)应加强静设备管理相关数据库建设,包括静设备基础属性数据、检验维修记录、失效记录、失效机理等,这是静设备完整性管理的基础工作。

(2)应加强风险评估、寿命预测、安全评定等静设备完整性管理的技术研究,并建立与我国国情相适应的技术规范和标准。

(3)应加快完整性管理平台的建设,将通用企业资产管理系统与专业化应用系统有机结合,用通用资产管理系统解决完整性管理中涉及的台账管理、检修工单等事务处理问题,而风险评估、安全评定等则通过专业化应用系统处理。

参考文献

- [1] 胡浩.长生命周期生产设备维修状态管理关键技术研究[D].杭州:浙江大学,2011.
- [2] 姜海一,张晓熙,贾国栋,等.基于风险的检验(RBI)在国内合成氨装置中得应用[J].中国安全科学学报,2007,11(17):119-123.
- [3] 刘波.基于风险的检验(RBI)在抚顺石化聚乙烯装置的应用[J].当代化工,2008,37(3):253-260.
- [4] 艾志斌,陈炼,周扬,等.基于风险的检验(RBI)技术在合成氨装置的应用[J].压力容器,2007,24(11):35-39.
- [5] 陈庆娟,王三明.RBI技术在我国企业的应用研究与改进思考[J].中国安全生产科学技术,2012,6(8):191-196.
- [6] Yousif Rahim, Inghjn Refsdal. The 5C model: A new approach to asset integrity management[J]. International Journal of Pressure Vessels and Piping, 2010, 87(2/3): 88-93.
- [7] 牟善军.建立设备完整性管理体系的必要性[J].中国石化,2006,(7):30-32.
- [8] GB/T 26610.1—2011.承压设备系统基于风险的检验实施导则[S].北京:中国国家标准化管理委员会,2011.
- [9] GB/T 19624—2004.在用含缺陷压力容器安全评定[S].北京:全国锅炉压力容器标准化技术委员会,2004.
- [10] 林思建,龙伟,田大庆,等.在役压力容器安全评估与剩余寿命预测的研究[J].机械,2012,39(1):6-10.
- [11] 于凤昌.炼油厂腐蚀的保运技术与腐蚀监控系统[J].石油化工腐蚀与防护,2011,28(4):39-45. ■