

# 超过设计使用年限的压力容器检验问题探讨

马林朋

(云南省石油化工锅炉压力容器检测中心站, 云南 昆明 650233)

**摘要:**为解决超过设计使用年限的压力容器检验问题,本文以压力容器运行中出现的问题为例,对压力容器产生裂纹的原因进行研究,提出对相关问题进行科学预判与妥善处理,并且严格按照规定对压力容器定期检查等解决措施。

**关键词:**压力容器;超设计使用年限;检验

**中图分类号:** TQ51

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1004-7344(2021)15-0230-02

## 0 引言

定期对压力容器进行检验检测至关重要,是实现压力容器正常运行的关键保障。结合近年数据报告显示来看,现阶段,我国工业运行过程中,发生安全事故的频率正逐年下降,得到有效控制。定期对压力容器进行安全性能检验,为企业安全运行奠定了坚实的基础。

## 1 超过设计使用年限压力容器的检验

超过设计使用年限的压力容器,长时间处于高频率超负荷状态下其设备材料性能已趋于老化,只有通过全面检验确定其失效风险、预测设备剩余使用寿命。压力容器达到设计使用年限,经检验可以继续使用时,在继续使用期间内加强监控措施,以保证压力容器的剩余使用年限不受影响。

## 2 压力容器检验方法

### 2.1 审查资料

压力容器原始资料,包括竣工图、强度计算书、产品质量证明书、产品合格证、产品性能监督检验证书、安装质量证明书、重大维修与改造证明资料等;压力容器使用资料,包括使用登记证书、定期检验报告、年度检查报告、安全阀校验报告及日常巡检与维保记录等<sup>[1]</sup>。

### 2.2 确定检验的项目、内容和方法

根据设备具体工作参数,结合损伤模式机理,运用有针对性的检验方法,发现可能存在的缺陷。压力容器检验时,详细划分检验重点环节与相关内容,制定对应检验方案,为检验工作的有效开展提供保障,既能及时发现缺陷并予以消除,也能对压力容器运行管理提供技术支撑,保证其安全性与稳定性。压力容器焊缝质量控制,焊工智能系统的推广应用已成为国内外焊工智能发展的重要方向,今后的焊缝跟踪技术将采用智能模糊控制、神经网络等智能技术对焊缝进行跟踪控制<sup>[2]</sup>。

### 2.3 检验重点

压力容器材料通常采用合金钢高强度材料,此类材料含有元

素较多,焊接过程中部分元素会导致焊接钢板硬度过高,焊后处理要求严格,且焊接热处理效果难于实现预期目标。压力容器用材料如果含有过量硫、磷元素,使用过程中会导致设备产生裂纹,且焊接过程中无法析出该类元素,对设备使用寿命带来一定影响,易发生变形、泄漏、腐蚀、磨损、结垢等缺陷,不及时发现并加以消除,则会严重影响压力容器的正常使用。在对压力容器检验时,根据检验方案,对照检验重点环节与相关内容,有效开展各项检验工作内容,发现缺陷及时消除,对压力容器的安全性与稳定性提供保障,同时为运行管理提供科学依据<sup>[3]</sup>。

### 2.4 确定检验周期

按照压力容器具体使用情况来分析,做出符合规范要求的结论。在压力容器符合要求的基础上,根据相应规范,科学制定压力容器检验周期,如果压力容器安全状况等级达到5级,则不可再继续使用。压力容器安全以定期检验结论为依据,检验周期与检测数据应符合相应安全技术规定要求,设定的期限是对设备的安全运行周期进行科学预估。超过设计使用年限的压力容器需继续使用,应加大巡查与定期检验力度,还要坚持对压力容器进行维修与保养<sup>[4]</sup>。

## 3 压力容器常见的失效模式

压力容器在一定时间段内,处于特定环境中,由于载荷或高温作用,导致材料性能变化,降低或丧失正常功能,从而危及安全,大致可分强度失效、刚度失效、失稳失效或泄漏失效几大类,失效最终表现为变形、断裂和泄漏。压力容器长期服役后,必然使强度失效,压力容器材料组织晶体发生屈服或者出现断裂,此裂纹只是其中一种表现形式。在产生裂纹时,其复杂程度、危险程度和后期修复的难易程度都是极高的,对设备安全性能造成较大损伤,所以对裂纹产生的原因进行分析。

## 4 压力容器产生裂纹的原因(见图1)

### 4.1 腐蚀原因

腐蚀是压力容器一种常见现象,压力容器金属材料受周围空

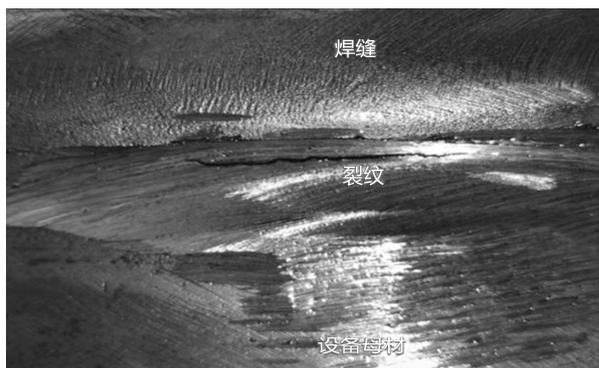


图1 压力容器裂纹样子

气、烟气、灰渣、介质水、水蒸气等环境介质的化学与电化学反应,使受热面产生外部腐蚀<sup>[9]</sup>。受热面容器内中含有氧化性气体和杂质,这些气体和杂质在高温条件下与压力容器内表面的金属发生化学反应,而且压力容器在长期运行过程中,容器内部的水及水蒸气对受热面容器表层造成腐蚀和结垢,在容器内发生内部腐蚀和垢下腐蚀。腐蚀是致使压力容器出现裂纹的关键因素之一,压力容器处于工作或非工作状态下,始终存在腐蚀物质,由此引发腐蚀造成受热面逐步减薄等,最后导致压力容器发生裂纹,影响其使用年限<sup>[9]</sup>。

#### 4.2 金属疲劳原因

由于压力容器长期处于运行状态,使得容器表面所承受的应力加强,在应力高度集中处,因负荷和压力波动,频繁启动导致应力呈周期变化,引起大应力低周期疲劳裂纹产生,在低周期大应力疲劳和腐蚀介质同时作用下,裂纹不断闭合、打开,造成金属疲劳,金属疲劳现象常有发生。压力容器设备在使用初期不易发生裂纹,但随着使用时间的不断延长,裂纹数量也会增多,裂纹长度不断延长,深度不断加深,从而影响压力容器安全运行。

#### 4.3 高温原因

当压力容器处于超温状态时,金属材料发生碳化、球化,会在最薄弱部位开裂,使压力容器裂纹范围不断延展,从而缩短压力容器使用寿命,情节严重时,可能发生超温爆炸现象。

### 5 预防压力容器发生裂纹的措施

#### 5.1 提升压力容器设计质量水平

设计人员充分考虑压力容器所受介质、载荷、温度、腐蚀及使用周期等因素条件,选取符合规范要求材质,通过优化设备结构型式,减少应力集中部位,加强防腐设计要求,控制和减轻腐蚀速率,合理配置安全附件设施,使载荷、应力、温度在设定正常工作范围内,从源头把控压力容器运行质量要求。

#### 5.2 提高压力容器制造工艺

相关工作人员需要对设备原材料质量进行严格把控,实现设备生产全过程的信息化管理。采用视觉传感器和电弧传感器对焊接过程中的电弧形状、熔池形状、焊接电流、电弧电压、焊道数、焊料消耗及工时等进行测量,采用大数据分析,对这些数据进行综合分析,对设备整体质量进行监测、评估,以提高产品生产效率与合格率。

#### 5.3 科学应用摩擦焊接技术

利用摩擦热能,摩擦焊接技术可以使材料达到塑性状态,在

顶锻力的作用下实现固相连接材料的焊接方法。焊缝质量高且稳定,焊缝的可焊性较广,适用性较强,焊缝尺寸精度、焊缝组合精度高,焊接效率高,在可持续发展下,其成本低,环保,无弧光,无烟尘等特点得到了广泛的应用。

现阶段,新型蛇形摩擦焊工艺,取代了传统闪光焊接工艺,使焊接接头及产品质量有了明显提高,对提高生产工序质量起到了积极作用。但是,从严格意义上讲,摩擦焊接技术在我国目前还处于发展阶段,也没有得到普及,主要原因是摩擦焊接适合大批量标准件的车间生产,压力容器生产环节都是近现场制作,摩擦焊接技术的潜力不能充分发挥。但是,随着我国不断发展和工业化的双重推进,人们对摩擦焊接技术的特点有了更深刻的认识,大量生产出有规格尺寸的固定结构件,推动了摩擦焊接技术的全面发展。

#### 5.4 保证压力容器运行的规范性

通过实时系统监测、连锁装置控制,将压力、温度及流量严格控制在规定范围内,根本上规避超压超温运行的可能。操作压力容器时,应使其满足运行的规范性,设备管理人员制定详细的操作步骤,工作人员严格按照规范操作,避免压力容器在使用过程中出现失误,预防设备损伤及裂纹的产生。

### 6 压力容器剩余寿命评价方法

在介质稳定、维保管理和其他运行条件正常的情况下,可根据腐蚀速率,预测压力容器的剩余使用寿命。对发生应力腐蚀或材质劣化的压力容器进行及时检测。压力容器存在缺陷,则会危害压力容器的安全运行,因此,需要定期检修或更换部件,以延长压力容器的使用寿命。

### 7 结语

虽然压力容器作为推动我国经济社会发展的关键组成部分,但是具体运行与发展过程中依旧存在诸多问题,所以要想保证压力容器安全运行,需要对相关问题进行科学预判与妥善处理。因此,相关行业应该对压力容器检验加以重视,对压力容器存在的问题及时解决,严格按照规定对压力容器定期检查,以此实现企业的可持续发展。

#### 参考文献

- [1] 宋岳潭,韩作金.超过设计使用年限的压力容器检验问题研究[J].中国设备工程,2020(19):148-150.
- [2] 刘新高.超过设计使用年限的压力容器检验问题探讨[J].化工机械,2019,46(5):481-484.
- [3] 沈志刚.压力容器无损检测技术的应用及相关问题研究[J].化工管理,2017(36):98.
- [4] 王融.锅炉压力容器检测常见问题分析及相应的预防策略研究[J].科技经济市场,2016(6):38-39.
- [5] 李培中,于丛娟,孙晓靖.压力容器制造监检中发现的射线检测问题综述[J].中国特种设备安全,2016,32(1):37-41.
- [6] 李松涛.浅谈锅炉压力容器制造单位无损检测工作中存在的问题[J].内蒙古石油化工,2011,37(1):75-76.

收稿日期:2021-03-04

作者简介:马林朋(1983—),男,汉族,云南陆良人,本科,工程师,主要从事特种设备检验检测工作。