

# 承压特种设备裂纹检验及预防措施分析

孙俊

(江西省检验检测认证总院特种设备检验检测研究院新余检测分院 江西 新余 338000)

**摘要:** 承压特种设备在生活生产中应用较为广泛, 主要包括锅炉、压力容器以及压力管道等, 由于承压特种设备在运行环节的特殊性, 稳定安全运行是设备生产的基本标准。在针对承压特种设备检验的过程中, 需要对裂纹问题和产生的原因进行分析, 并采取有效的处理措施, 基于此, 本文通过对常见裂纹问题的原因分析, 提出预防承压特种设备裂纹问题的具体措施, 希望为特种设备的检验管理工作提供一些建议。

**关键词:** 承压特种设备; 检验管理; 裂纹; 措施

## 0 引言

承压特种设备生产与应用对于行业的发展与正常运转至关重要, 为保证设备的安全性, 降低设备在实际应用过程中的安全风险, 需要针对设备进行检验, 在该环节中, 需要的目的和工作内容就是针对承压部件中存在的问题进行分析, 并针对问题的产生的原因进行汇总, 在检验的过程中, 最常见的问题类型就是裂纹问题, 如果承压设备的部件上出现了裂纹, 会严重影响承压设备的正常运行, 导致设备的运行效率下降, 因此需要针对出现裂纹的原因进行深度分析, 结合裂纹的特征、性质制定有效的应对措施。

## 1 特种设备概述

特种设备特指人们生产和生活中广泛使用的, 一旦出现故障很有可能危及公共安全, 造成人身和财产损失的, 由政府强制监督管理的设备, 根据特种设备的特点, 可以分成承压类特种设备和机电类特种设备, 其中承压类特种设备主要包括锅炉、压力容器以及压力管道。

## 2 承压类特种设备检验的必要性

承压类特种设备在实际应用过程中对整个生产系统的稳定运行具有重要意义, 由于该类设备应用的特殊性, 例如, 需要在特殊介质的环境、密封的状态中以及合适的承压结构中才能正常运行, 如果在应用过程中未能针对设备的工作环境进行适当的调整, 很有可能出现安全事故, 为周边环境以及工作人员都带来了较大的安全威胁, 因此, 在对承压类特种设备进行检验时, 需要严格按照国家制定的相关检验标准, 并结合设备出现的实际性问题, 保证检测技术的有效落实, 从而保证承压类特种设备的应用质量以及应用安全, 保证承压类特种设备在后续的使用过程中减少故障问题的出现。

## 3 裂纹检验方法

裂纹检验方法的制定需要根据承压类特种设备的损伤情况以及设备运行的风险水平等级, 检验工作的主要内容包括外观检验、壁厚检测、无损检测以及附件检测等, 在特殊情况下还需要对材料进行分析, 检验其他的项目内容, 尤其是针对应力较为集中、腐蚀严重以及弯管接头, 这些部位最容易出现裂纹问题, 针对不同位置的裂纹需要采取不同的无损检测方法, 例如, 在近表面位置的裂纹可以使用磁粉渗透检测的方式, 而埋藏较深的裂纹可以使用射线检测和超声检测的方式, 承压类特种设备检验的重点是检测裂纹缺陷以及其他缺陷产生的原因, 并对是否开展有效的定期保养工作进行检查。常见的裂纹问题的解决方式包括以下几点: 第一, 如果裂纹属于表面裂纹, 不属于贯穿性的, 可以通过焊补的方式, 工作人员可以使用汽刨切割或用磨光机磨掉裂纹, 在完成修补工作之后还需要进行二次检测; 第二, 如果裂纹较过多需要及时更换相关承重部件, 避免设备的正常运行受到影响。

## 4 承压特种设备检验中常见的裂纹问题以及原因分析

### 4.1 冷、热裂纹

承压特种设备在实际的生产环节, 需要对设备进行过冷或过热的处理, 例如, 在设备焊接时, 焊接的区域可能出现热裂纹, 而设备的焊件在室温阶段产生开裂出现冷裂纹。根据对冷热裂纹的对比可以发现, 承压特种设备的热裂纹会呈现出蓝色或黑色, 而冷裂纹的形状较细, 可以穿透晶体, 对承压的设备也会造成一定的质量影响, 通常情况下, 冷热裂纹的出现位置主要集中在焊接的区域, 尤其是焊接点裂纹密集。

### 4.2 蠕变裂纹

蠕变裂纹形成的周期较长, 承压特种设备在运行

使用环节,由于逐渐积累的材质变化,导致设备出现蠕变裂纹,由于承压特种设备在使用时,往往需要承受同时来自内部和外部的压力,如果设备的材质存在不均匀的问题,局部位置的应力值会发生改变,从而导致承压特种设备出现裂纹。从微观的角度对承压特种设备进行观察和分析,承压特种设备出现蠕变裂纹的主要原因是设备的材质受热或局部的分子出现摩擦,导致设备出现物理形变,影响设备整体运行的安全性和稳定性。

#### 4.3 热疲劳裂纹

设备的金属材料在反复拉伸的过程中,会在金属的内部产生应力,如果应力值超过金属的极限,就会产生较为严重的裂纹,由于承压特种设备运行过程中的特殊性,热疲劳裂纹主要出现在喷水设备上以及排气管设备工作,对于设备正常运行的负面影响较大。例如,如果设备使用的材料晶体较大且存在分布不均匀的情况,随着外界温度的不断变化,会导致设备出现热疲劳裂纹,如果材料的塑性较差,也会出现热疲劳裂纹,裂纹的内部主要呈现为灰色,在裂纹的表面也会存在一定的氧化物。

#### 4.4 腐蚀疲劳裂纹

腐蚀疲劳裂纹是多数承压特种设备都会出现的问题,该类裂纹问题会受到环境介质的影响,也会受到震动的作用,这些裂纹的宽度会逐步地拓展,随着时间的推移,裂纹问题会越来越显著,直到裂纹充斥到整个物体为止。从微观的角度来看,腐蚀疲劳裂纹的腐蚀问题会逐渐严重,裂纹的尾部位置较宽,当设备出现主裂纹之后,还会不断出现次裂纹,这些裂纹会随着主裂纹的增加而拓展,同时也会因主裂纹的限制而随之变小,总体数量也会相应地减少。

#### 4.5 机械疲劳裂纹

疲劳裂纹出现的根本原因是设备受到了应力和外围介质的反复作用,但是机械疲劳裂纹的类型较为多样,可以分成弯曲疲劳、冲击疲劳以及复合疲劳等。机械疲劳裂纹的形状呈现出直线的特点,随着时间的延长,裂纹也会产生一定的变化,例如,裂纹形成的初期,长度较短、裂纹不明显,在裂纹产生的中后期,会由直线状态不断扩张,最后裂纹进入发展后期裂纹变化速度快且出现切向扩张的现象,承压特种设备会因机械疲劳裂纹,逐渐形成腐蚀性疲劳裂纹。

#### 4.6 过烧裂纹

承压特种设备多数情况下会长期处于高温的运行状态下,导致设备会出现过热或过烧裂纹,裂纹的出现会严重影响承压特种设备的运行安全,该种裂纹可以通过肉眼直接观察,过烧裂纹的表面会存在一定的碎裂痕迹,工作人员使用专业的显微镜就行观察时,可

以看到裂纹区域的内部晶粒会出现一定的变化,会形成较为明显的魏氏组织,此时承压特种设备的金属结构的强度会出现下降。例如,锅炉设备在使用的过程中,需要工作人员对锅炉的局部进行轧制处理和弯制处理。当工作人员对锅炉设备进行电焊操作时,需要保证热处理达到一定的阈值,但是承压特种设备在使用的过程中,会受到高温的影响,从而出现过烧裂纹,导致承压特种设备的安全系数降低。

#### 4.7 应力腐蚀裂纹

由于承压特种设备受到应力以及腐蚀介质的影响,容易产生腐蚀裂纹,尤其是锅炉设备,在正常的工作环境中极易出现应力腐蚀的现象,导致集箱管座和汽水管道的位置出现应力腐蚀裂纹。通常情况下,应力腐蚀的裂纹会呈现垂直的状态。

### 5 承压特种设备裂纹的预防措施

#### 5.1 强化专业操作

承压特种设备在加工生产环节,需要强化对专业操作技术的管控,技术工艺水平会直接影响承压特种设备加工环节的质量和安全性,为避免设备加工中的安全风险,需要采取专业化的控制手段,对承压特种设备的工艺流程和操作技术就行规范,通过流程化的管理模式,保证承压特种设备的加工质量。专业技术工艺的有效应用,可以对承压特种设备的裂纹问题产生抑制作用,在承压特种设备正式出厂之前,需要针对设备各方面的性能以及质量进行全方位的检验检测,将设备可能出现裂纹的概率控制在合理的范围之内,从而提升承压特种设备的整体性能。

#### 5.2 原材料、焊接工艺质量控制

首先,在生产制造承压特种设备之前,需要做好原材料的管控工作,需要在通过质监部门的质量检测之后才可以投入使用,生产企业在选择材料供应商时,需要以材料的质量作为第一原则,根据生产工作的实际需求以及材料市场的情况变化,合理制定材料采购方案,作为原材料的供应商,需要为材料的质量负责,需要为需求方提供符合国家规定标准的原材料,同时需要提供原材料的质保书,质保书中需要包括原材料的验收标准和化学元素的检查报告,如果发现材料的质量可能存在问题,需要进行抽样检测,只有合格之后才可以用于承压特种设备的制造生产;其次,在进行承压特种设备生产设计的过程中,需要保证设计图纸中利用的材料与实际市场环节的材料一致,在进行焊接操作时,需要由专业人员负责,焊工需要获取相应的资格证书,由于每个焊工进行的项目操作有所不同,使用的施焊的材料也会有所差异,因此需要针对焊接施工工艺进行严格控制,焊接环节需要严格按照操作流程进行;最

后,承压特种设备的生产企业以及使用企业都需要严格把控质量,避免承压特种设备因原材料质量问题或焊接工艺问题导致出现裂纹,影响设备的正常使用。

### 5.3 设备生产之后的严格检查

在完成承压特种设备的生产工作之后,需要利用专业的检查手段,对容易产生裂纹的位置进行观察检查,例如,在光线充足的环境中,可以使用肉眼直接观察或使用放大镜判断承压特种设备的表面是否存在裂纹。也可以使用渗透检测(PT)、磁粉检测(MT)无损检测手段对设备表面裂纹进行检查,针对一些小型的表面裂纹,可以使用打磨的方式进行处理,工作人员需要保证打磨形成的凹坑需要小于设备壁的厚度,表面影响设备的定级,如果凹坑已经大于壁厚余量,则需要将凹坑处理为规范要求的外接矩形长轴长度、短轴长度、深度分别为2A、2B、C的椭圆形凹坑,并按照既定公式进行计算,判断其是否会影响产品的定级,如果检测结果证明该设备属于缺陷产品,将不能投入使用。对于埋藏较深的裂纹可以使用渗透检测技术和磁粉检测技术,还可以使用声发射技术检测裂纹活性,该技术的原理是固体材料在出现断裂时,会将存储的能量释放出来,从而产生弹性波,此时利用接收声发射信号可以实现对动态变化的完整性评估,通过该技术可以对承压特种设备的劣质品进行有效检查。工作人员在检测的过程中,需要将准确的数据信息记录下来,为后续的生产环节奠定基础,从而抑制承压特种设备裂纹的出现。同时,在检测的过程中,需要保证承压特种设备表面和内部的清洁,避免一些细小的裂纹不被发现。

### 5.4 加强加工监管

承压特种设备的设计环节和生产过程都需要严格按照国家规定的标准要求,在完成承压特种设备的设计工作之后,企业需要组织专业的技术团队对设计方案,加工技术的选择以及各种性能参数的设计需要进行全方位的审核和监管,可以由第三方的单位对承压特种设备设计方案做出可行性的评估,从而保证承压特种设备的设计与生产可以满足实际的使用要求,减少裂纹等质量问题的出现,保证设备的运行质量和安全。

### 5.5 定期开展检修养护

由于承压特种设备的工作环境较为特殊,需要做好

日常的维护保养工作,使用企业需要针对承压特种设备的种类配备具有专业资格的操作人员,操作人员需要定期针对承压特种设备进行质量检测和维护保养,在检测的过程中需要做出详细的数据信息记录,操作人员需要严格按照承压特种设备的操作流程和维护方法,禁止私自拆卸设备零件。为在承压特种设备使用环节可以控制设备裂纹的出现,需要进行有效的养护措施,及时发现设备出现的裂纹隐患,并对其进行专业分析,选择针对性的裂纹处理技术方案,对承压特种设备裂纹进行合理处理,将裂纹风险控制一定范围内,从而保证承压特种设备的稳定运行。

## 6 结语

对于承压特种设备而言,裂纹是影响设备正常运转的主要因素之一,因此,在承压特种设备设计、制造、使用的各个环节都需要针对出现的裂纹问题进行分析,采取有效的应对措施,做好维护管理工作,降低裂纹出现的概率,从而保证承压特种设备的安全、稳定运行。

### 参考文献:

- [1] 李伟阳. 承压特种设备检验的裂纹问题分析[J]. 缔客世界, 2020, 6(3): 122.
- [2] 宋晓亚, 王家文, 张震宇, 等. 金相检验如何服务于承压类特种设备的定期检验[J]. 设备监理, 2021(3): 40-43+51.
- [3] 余诚. 承压特种设备检验检测中的裂纹问题探究[J]. 城市周刊, 2021(37): 62+64.
- [4] 张丽亚, 承红. 浅谈锅炉压力容器压力管道检验的裂纹问题[J]. 化工管理, 2020(18): 45-46.
- [5] 孙涛. 锅炉压力容器压力管道检验中裂纹问题分析[J]. 数码设计(上), 2020, 9(11): 63-64.
- [6] 丁千能. 特种设备的裂纹问题探究[J]. 数字化用户, 2018, 24(44): 101.
- [7] 黎添妍. 锅炉压力容器压力管道检验中的裂纹问题及预防处理方法[J]. 商品与质量, 2021(12): 239.
- [8] 胡佳桢. 锅炉压力容器压力管道检验中裂纹的出现和分析[J]. 中国化工贸易, 2021(11): 141-142.