

承压类特种设备检验的裂纹问题分析

卢清龙

江苏省特种设备安全监督检验研究院(扬州分院) 江苏 扬州 225008

摘要:随着我国市场经济的蓬勃发展,以及石化类工业公司的蒸蒸日上,承压类特种设备的数量也在日益增多。随着科学技术的蓬勃发展,承压类特种设备也趋于大型化、多参数运行,不过在具体的技术测试上也出现若干难题,其中最值得重视的问题就是裂纹现象。它的出现为承压特种设备的应用带来了很大风险,急需解决。所以我们从一些试验中出现的情况入手,对承压特种设备试验中的裂纹现象加以研究探索。

关键词:承压类特种设备;裂纹;策略

引言:在承压类特种设备工作的过程中,往往会受设计、材质、装置构造、操作参数等各种因素影响,而造成装置质量存在问题,设备运行状况也受影响,从而危害公共安全、经济效益降低,因此一定要做好对特种设备的检测。因为在承压装置的缺陷中裂纹影响特别大,同时对整个装置的安全运行会产生特别重大的影响,一定要做好对裂纹问题的研究防止装置安全运营受到破坏。通过针对装置裂缝问题进行剖析研究,以便更好的提高特种设备的工作品质。

1 特种设备的概念

根据《中华人民共和国特种设备安全法》,特种设备是指对人身和财产安全有较大危险性的锅炉、压力容器(含气瓶)、压力管道、电梯、起重机械、客运索道、大型游乐设施、场(厂)内专用机动车辆^[1]。其中压力管道、压力容器、锅炉等属承压类特种设备,其定义范围依照《特种设备目录》;而大型游乐设备、客运索道、起重机械、场(厂)内专用机动车辆、电梯等属于机电特种设备。目前,我国特种设备安全检验检测机构和部门,包括企业自检机构、行业检验机构等。检验的种类分使用单位的自行检查、第三方检验机构的制造和安装监督检验、型式试验、设备使用中的定期检验。特种设备有如下基本特征:其一,面广量大。影响了人类生产活动、国民经济发展的许多专业和领域;其二,具有社会危害性很大,由于承压类和机电类的特种设备,一旦出现重大事故和安全事故,就容易造成人员伤亡,以至造成集体群亡的重大事故,给社会的安定和发展造成很大的危害;其三,由于高龄老旧机器不断增加,长期服役老旧设备故障率明显增加,特种设备形势长期处于严峻状态。

2 承压特种设备检验检测的必要性

就目前情况来说,承压类特种设备包括了压力管道、压力容器、锅炉等,这些装置在工业生产运行中都

担负着十分关键的功用,也同时经常承受相应的高温、高压气体介质。在实际使用的过程中,一旦承压机械设备的密封度受到干扰,则很容易发生机械渗漏的故障,甚至会造成大爆炸而对人员的生命安全带来严重威胁,同时还可能带来很大的经济损失,所以一定要做好对承压特种设备的每日巡查、年度检查、定期检验,因为只有经过检查检验才可以及时发现在承压特种设备工作中出现的问题和缺陷,从而及时的加以维修,以提高承压特种设备的正常工作品质。

承压特种设备因为内部的高温、高压、腐蚀介质等原因,极易产生安全隐患。而一旦在使用过程中出现安全隐患的承压特种设备,不但会影响到使用效果和安全生产,更严重的时候甚至还可能出现巨大的人员伤亡,严重危害作业人员的生命安全。比如压力管道系统在日常生产运行时传输路径较长、偏僻角落无法识别,易于锈蚀变形等。使用单位对压力管道装置的总体质量往往并不了解,一旦装置出现腐蚀、变形等问题,则非常容易产生渗漏问题,给现场的使用人员产生严重危害,所以要求生产单位从严把好承压特种设备的品质。使用企业必须结合实际状况选用合格的承压特种设备进行日常检测,并严格按照有关要求 and 国家的有关规定标准对承压特种设备实施定期检验,以保证承压特种设备的安全使用。

3 常见的承压特种设备裂纹问题

3.1 机械疲劳裂纹现象

机械疲劳裂纹是承压特种设备在实际应用中最常出现的断裂情况之一,是因为某些承压特种设备在运行时受到系统设备压力影响,结构,零部件的结构中一个或几个的部分永久性累积破坏而形成断裂的情况,经历特定循环时间后,裂缝继续延伸,可以出现突然完全破坏^[2]。机械疲劳裂缝的发生部位通常处于承压特种设备

的表层,一般在刚刚形成前十分微小,通过肉眼无法有效观察到。所以针对机械疲劳断裂产生的萌生状态检测工作难度比较大,而当机械断裂形成的后期,又因为大量细小裂缝在机械盈利作用下逐步延伸,产生的裂缝不断扩大,在承压特种设备表面上继续不断地扩展,当宏观裂缝扩展到使设备残存截面无法正常承载外负荷时,就会在某一个循环负荷作用下突然破裂。最后导致承压特种设备完全破裂、无法正常使用。

3.2 热疲劳裂纹现象

热疲劳指环境温度改变致循环应力作用造成的损害。高温变形引起的零件断面上出现了温度梯度,以厚壁部件最为突出,在温度梯度的最高部位可出现应力集中,在应变最大处出现局部裂纹,由高温变形所产生的长周期应力影响将进一步扩大。高温范围内材料的组织结构改变,削弱了的热耐疲劳强度,从而导致了材料表层的裂纹尖端氧化,或者局部熔融,从而增加热疲劳损伤速度^[2]。热疲劳断裂始发在受热表面热应力的最大区域,通常有若干个疲劳断裂源,裂隙垂直于热应力方向或由表面向壁厚变化深度方向发展,在受热表面上形成了特种的热龟裂裂纹,以单一或多种断裂形态存在,分支较少,以穿晶形为主,裂缝中多具有高温氧化物;在截面厚度变化处多有热应力集中,裂纹易在此类部位及角焊缝根部发生。

3.3 应力腐蚀裂纹现象

金属材料受应力与腐蚀性材料联合影响所产生的裂缝叫做应力腐蚀裂纹(SCC)^[3]。各个承压特种设备形成的应力断裂现象也有所不同,比较常用的有奥氏体、双相不锈钢耐酸钢在氯化物应力下腐蚀断裂、碳钢的氨应力腐蚀断裂、碳钢的湿硫化氢应力下腐蚀断裂等,而在承压特种设备中产生细小断裂之后,因为设备本身受到的震动、介质长期侵蚀等因素,断裂程度会逐步增加,在原来断裂的基础上逐步扩大,最后造成了整个承压特种设备的严重损坏,而无法继续正常生产应用。

4 承压特种设备裂纹问题的处理措施

4.1 提高承压特种设备的制造质量

在承压特种设备设计中,首先应该了解设备在将来的运行条件,及其可能的故障方式。当出现了设备疲劳的情况后,就将防止结构的不连,由于结构的不连会产生应力集中。出现了应力腐蚀现象之后,就需要减少所产生的系统残余应力,并且能够通过整体热处理的方式减少应力。此外从特种设备生产角度考虑,在特种设备生产的过程中,一定要严格地依据相应的规章制度和相应的生产技术要求进行规定,确保每个的生产过程中都

可以达到标准,比如棱角度、错线、焊缝余高等。

4.2 建立特种设备管理制度和档案

特种设备的使用单位,必须制定特种设备安全管理体系、设施操作规程、设施档案。使用单位必须要购买、使用已取得生产许可证产品和经检测合格的特种设备,但严禁购买已超出设计使用期限的特种设备。使用单位应当设置特种设备安全管理制度,并设置相应的安全管理人员和技术作业人员,设立人员管理台帐,进行有关安全和节能的技术培训教学,并保存有关技术培训笔录。对特种设备的操作人员工作状态进行全面检测,及时改正违规的操作情况。对在用特种设备实行经常性维修保养和定期进行试验检测,及时进行调查和消除重大事故隐患,对在用特种设备的主要安全配件、基本安全保护装置,以及附属仪器仪表实行定期校验、检修,及时提出定期检验和能效测试申请,接受定期检验和能效测试,并且做好相关配合工作^[4]。

4.3 确保运行稳定性

首先,必须严格保证承压装置运行稳定性,为更好保证运行的稳定性与安全可靠,必须严格地把好控制装置的启动、运行和停机三个阶段,以保证在这三个阶段中承压装置一直稳定的工作状态,以防止出现太大的起伏而影响到承压装置的工作性能,尤其是对环境温度变动也必须进行严格把控,否则若环境温度变动过大,在短时间内很有可能会对器件造成巨大破坏,若需要进行高温操作或降温工作时必须遵守循序渐进的原理,防止瞬间的波动,在进行加热工作时,人员一定要着重注意,保证加热工作准确无误,避免违规操作而产生的裂纹现象^[5]。其次,一定要进行保养操作,电气设备由于运行期限的增长势必会出现相应的损坏,而做好保养操作,可以有效延长电气设备使用寿命,保证电气设备的工作能力,及时发现故障并进行处理。所以一定要设置专业的保养人员,要求他们应该掌握承压装置的原理裂纹产生类型维护的理论知识,在维护过程中要严格按照相应规范进行,将承压设备的维护情况进行定期记录,在维护过程中如果发现异常情况,必须及时与相关技术人员进行沟通,仔细分析原因并且进行解决。

4.4 做好承压特种设备的维护保养工作

承压特种设备工作的环境特点,必须在运行环境中进行经常的检查、维修与保养工作。安装机构要设置专用运维工,操作工应经常对承压特种设备进行检查,及时发现裂缝问题并做好技术分析,以便提出有针对性的裂缝解决工艺措施,同时要根据保养计划做好裂缝修复工作,并进行详实记载。同时进行日常的维护、检测排

查作业,进行裂缝隐患防控,把裂缝危害限制在最低程度内,从而保证承压特种设备的安全。对存在的断裂缺陷也可以进行焊缝修复处理,如对常见的表面不贯穿性的断裂,可以通过汽刨切割或磨光机磨制的方式进行焊缝修复处理,而对断裂多的设备,出于安全起见,也可以进行报废处理,或者替换为新设备。

4.5 提高对承压特种设备的自行检查

譬如钢制压力容器的自行检验,分为每月检验、月度检查。使用单位在每月内对其所使用的钢制压力容器必须进行一次月度检验,同时也必须记载检验情况;当年度检验内容与当月检测日期重叠时,则可不再开展当月检查。每月检验项目一般包括钢制压力容器自然本体及安装配件、装卸附件、安全保护装置、检测控制设备、附属仪器仪表是否齐全,各密封面有无泄漏,以及其他异常现象等。年度检验工作完成后,还必须开展压力容器使用单位安全情况分析,并对年度检验中出现的隐患进行消除。

4.6 采用多种检测检验技术

确保可以有效检查出由承压特种设备所产生的裂纹的情况,例如使用了下列一种无损测试方法:第一种,磁粉检测。磁粉探伤检查的工作机理主要是由于地磁通过物体表面时,利用物体的基体材质以及所产生的缺陷可以使地磁产生逸出基体近表面并产生扭曲的现象,而利用物质逸出地磁产生或扭曲磁场的强度就可以吸收磁性粒子,因此就可以诊断出设备表层及近表面所产生的断裂问题。第二种,渗透测试。在机器设备表面的开口缺陷因为毛细作用会吸附在荧光或着色的染料上,在除去染色后,在机器设备表面使用显像剂,就可以开口缺陷被染料吸收起来,这样就可以显示开口缺陷的情况。第三种,辐射检测。射线探伤检测的工作原理主要是利用中子、 γ 、X射线随介质扩散的过程中,产生衰减的特点,向被测试的物质中,注入均匀的辐射,被测试物质的辐射强度将出现不一致的现场,利用荧光屏或底片摄影可以直接观测到物质辐射的程度,以便确定物质是否具有缺陷。第四种,硬度测试和金相测试。经常对焊接部位的金属进行硬度测试和金相测试,这样可以掌握高

温情况下的设备材料有没有出现劣化,防止扩展产生裂缝,导致严重损坏。

4.7 承压设备定期检验

承压装置定期检验,是指具有国家相关部门认可资格的特种设备检测机构,根据国家有关特种设备标准而做出的定期检验。以钢制压力容器为例,检测机构根据规定的时间期限,在钢制压力容器停止使用之时,按照本规程的规定对在用钢制压力容器的安全状态所实施的合格性能检验活动。金属钢制的压力容器,一般在投入使用后三年完成一次定期检查。一般使用单位必须在试验合格有效期前一个月,向国家特种设备检测机构提交了定期检验要求。同时使用单位也要仔细查看检测中所出现的问题情况,以及提供的应用意见。譬如在检查时出现了质量劣化,严重影响使用效果,则使用单位就必须加强日常巡查,以及时发现的问题。

结束语

通过本文针对承压特种设备检验过程中发现的常见几种裂纹问题进行简要分析,希望能够提高对承压设备的检验的认识水平,并且可以更进一步的提高对承压设备的安全管理,以防止承压装置在工作过程中,由于裂纹问题而发生的漏电爆炸,从而造成重大安全事故。在对承压类机械设备使用的过程中,首先既要确保对承压类特种设备的安全运转,并且又要在根据对承压特种设备的不同的工作要求方面做好全面的品质管理,才可以提高对承压类特种设备实际的运行管理水平,也只有做好对承压类机械设备的全面品质管理,才能够减少对工业生产的安全隐患,从而避免特种设备安全事故。

参考文献

- [1]《中华人民共和国特种设备安全法》(2013 主席令 第四号)
- [2]《承压设备损伤模式识别》(GB/T 30579-2022)
- [3]强天鹏《压力容器检验》2008
- [4]《特种设备使用管理规则》(TSG 08-2017)
- [5]邵彩元.承压特种设备检验的裂纹问题分析[J].石化技术,2017,24(08):182+65.