

# 锅炉压力容器管道检验中的 裂纹问题及其解决方法框架思路构建

赵 洵（南京三方化工设备监理有限公司，江苏 南京 210003）

**摘要：**本文主要简单介绍了锅炉压力容器和压力管道的基本概念，阐述了锅炉压力容器管道检验的内容和方法，通过分析锅炉压力容器管道检验中的裂纹类型和产生的原因，来探讨锅炉压力容器管道检验技术的应用，提出了预防和解决锅炉压力容器管道检验中裂纹问题的有效措施，并针对锅炉压力容器管道检验进行了理论性分析，旨在加强对锅炉压力容器管道检验的研究，解决锅炉压力容器管道中的裂纹问题，保障锅炉压力容器管道质量，确保锅炉压力容器管道的稳定运行，提高锅炉压力容器管道检验水平，从而演唱锅炉压力容器管道的使用年限。

**关键词：**锅炉；压力容器；压力管道；检验；裂纹问题

近年来，随着我国社会经济的高速发展，工业也随之蓬勃发展，取得了不错的成绩，受到人们的广泛关注。锅炉压力容器管道在工业生产中有着广泛的应用，其运行状态将会直接影响工业生产安全，如若未对其进行有效检验和管理，则容易引发严重的安全事故，给工业生产带来巨大损失，同时也可能造成人员伤亡。

基于此，应当重视锅炉压力容器管道检验工作，以提高工业生产效率，维护工业生产安全。由于锅炉压力容器管道受诸多因素影响，为使之能够保持稳定的运行状态，需要做好锅炉压力容器管道检测工作，需采取正确的方式来进行检测，尤其不可忽略裂纹问题。在面对锅炉压力容器管道检验中的裂纹问题时，要明确裂纹类型，分析裂纹产生的原因，应用先进的检验技术，实施有效的预防和解决措施来防止裂纹的发生，从而保障锅炉压力容器管道质量，提高其运行安全。

## 1 锅炉压力容器和压力管道的基本概念

### 1.1 压力容器

就目前而言，在国家产业政策的支持下，压力容器生产制作已经取得了不错的发展，金属压力容器行业也迎来了良好的发展环境，有着不错的创新空间。近年来，我国压力容器生产研发技术说平逐步提升，达到了世界级水平，有着较好的发展前景，社会各界也十分关注。压力容器具有较好的密闭性，能够承受一定程度的压力，其不仅能够运用于民用领域，还可适用于军工领域中。压力容器的使用范围广泛，其中

石油化工是使用压力容器最多的领域。压力容器一般是大型罐状，可承装气体、液体，是能源供给载体<sup>[1]</sup>。在制作压力容器的时候，需要利用到焊接材料、螺栓螺母材料、反应堆压力容器母材。

### 1.2 压力管道

压力管道是压力锅炉的重要组成部分，同压力容器有着相同性质。在锅炉运行过程中，压力管道需要负责气体、液体的运输，是运输管道中的关键环节，其具有制止流体的无定向流动作用，同时还兼具运输分配、混合分离、排放、控制等功能。锅炉中的压力管道由多个构件组成，主要由管体、管件、螺栓连接、阀门、垫片等，还包括了其他受压件以及支撑件。至今为止，在压力管道的研发过程中已经有了成熟的生产工艺，在装配方式方面也有心得，能够提高锅炉运行效率，保障锅炉运行安全<sup>[2]</sup>。

当前的压力管道具有以下特点：

一是具有系统化特征。指的是管道和管道之间具有一定的联系，相互影响、制约，一旦某一个管道出现问题，其他管道也会受到影响；

二是管道的长径相对于其他管道来说较大，管道内部受力情况更加复杂；

三是管道的组成件较多，支撑件类型比较多，而且对材料质量、技术要求非常高；

四是管道的泄漏点稍多，每处阀门会有五个泄漏点的产生；

五是管道的数量较多，种类丰富，整个制造环节较为复杂，和压力容器有所不同。

## 2 锅炉压力容器管道检验的内容和方法

### 2.1 锅炉压力容器管道检验内容

锅炉压力容器管道需要进行定期检验，不仅要由单位进行自我检查，还需要由专业机构来实施检验工作。检查内容包括了锅炉压力容器管道外观尺寸检验、壁厚测定等内容，同时还要进行无损检测、理化检测，实施有效的水压试验。同时，检验过程中还需要严格审查相关的基础技术资料，看设备位置是否有偏移，检查其外观质量是否达标，同时还要检验管道焊缝质量，测量管径的周长、外侧，对安全附件进行全面检查。其目的在于全面掌握锅炉压力容器管道设备的基本数据，了解安装施工的实际情况。锅炉外部检验需要于其正常运行状态下实施，主要以安全性能检测为主，这类检测可以每年进行一次锅炉的内部检测则要在锅炉停止运行状态下开始，一般两年检测一次，可根据实际情况来进行调整<sup>[3]</sup>。一些特殊状况如锅炉停止运行后恢复运行时要开展内外部检验工作，或是在移装锅炉后再次投入使用前要进行内外部检验。如若有必要，还要对锅炉压力容器管道进行水压试验。

### 2.2 锅炉压力容器管道检验方法

在对锅炉压力容器管道进行整体检查的时候，可采用以下检测方法：

一是在检查容器内部的时候，需要先将压力容器管道的内部进行彻底清理，充分铲除物料残渣和气体残留。在实施外部检测的时候，需要查看其裂纹情况，相关人员可全面了解锅炉压力容器管道的实际运行情况，了解其磨损、腐蚀等状况；

二是在进行整体检测的时候，相关人员除了肉眼观察之外，还需要使用辅助机械，以免影响检测的全面性，可使用专业设备来深入检查压力容器管道，可使用透视式检测压力容器管道内部，及时发现其中存在的细小裂纹<sup>[4]</sup>。另外，在检测压力容器管道的外部时，要查看外部表面是否出现裂纹或是磨损、腐蚀情况，必须做好相关记录，做好附带图片说明。在这个过程中，检查人员要认真负责，先根据实际情况制定完善的检测计划，并在实际检验中贯彻落实该项计划，以避免出现漏检、重复检查等问题，减少检验误差。同时还要关注压力容器管道中连接处、管道内外壁等细节部分，不可忽视任何一个细节。

在对锅炉压力容器管道进行质量检查的时候，需要由专人来执行作业，保持认真谨慎的检验态度，以确保锅炉压力容器管道安全运行。先要对锅炉压力容

器管道内部承载、运输的物质进行检验，查看其输出质量状况，然后按照相应的标准质量来判断压力容器管道的使用状况。同时还需要根据质检报告，来检查压力容器管道的运行状态，及时发现质量问题。要注重锅炉压力容器管道的安全检查工作，实施耐压测试，以确保焊缝质量<sup>[5]</sup>。

## 3 锅炉压力容器管道检验中的裂纹类型和产生的原因

### 3.1 疲劳裂纹及其产生原因

疲劳裂纹是锅炉压力容器管道检验中较为常见的裂纹类型，其常出现于应力较为集中的设备中，最初的时候是细小形状的疲劳裂纹，中后期的时候会慢慢延伸。

常见的疲劳裂纹类型有以下几种：

第一种是机械疲劳裂纹。该裂纹主要出现在设备表层位置，以叶轮、叶片为主，呈现出直线状，最开始的时候裂缝并不是很长，但时间久了之后会向内进行延伸，形成较长的条形裂纹。该裂纹所出现的位置大多都有一定的缺陷，一开始的时候面积并不大，如若未及时进行有效处理，便会形成较大开口，还会形成粘着点、粘接坑，末端较为尖锐。在刚出现机械疲劳裂纹的时候，并不太容易被发现，因为没有较为明显的特征，随着运行时间的累积，裂纹会愈发凸显<sup>[6]</sup>；

第二种是热疲劳裂纹。该裂纹的产生一般是因为金属材料的抗拉强度较低，并受到了应力作用，形成了裂纹；

第三种是腐蚀疲劳裂纹。锅炉压力容器管道疲劳裂纹的产生一般是受应力、腐蚀作用的影响，裂纹的面积会随着时间的变化而扩大，压力管道内部会形成小凹坑，管座上较为常见，接受到腐蚀作用后便会形成腐蚀疲劳裂纹。

### 3.2 蠕变裂纹及其产生原因

在锅炉压力容器管道运行过程中，如若长时间处于过热状态，那么压力容器管道便会出现蠕变变形问题，这一问题将会损伤金属结构，导致压力管道内部发生变形，不利于保障压力容器管道的正常运行。导致蠕变裂纹的原因在于长期受到温度、应力作用影响，金属结构材料被破坏，材料出现分离情况。该裂纹类型一般出现于箱孔桥区域，有着明显的开裂特征，而且垂直于最大应力方向，中间位置一般是主要蠕变裂纹<sup>[7]</sup>。要注意的是，蠕变裂纹会形成不规则的蠕变孔洞，有的会呈晶体状分布，有的会呈椭圆形分布。裂

纹平行于焊缝方向,从外部向内部延伸,会逐步扩展。

### 3.3 应力腐蚀裂纹及其产生原因

锅炉压力容器管道在应力和腐蚀的双重作用下会形成应力腐蚀裂纹,这类裂纹一般出现于管座上、管道上。由于高浓度碱水具有较强的腐蚀性,锅炉运行过程中构件会受到高浓度碱水的腐蚀,金属便会产生相应的化学反应,晶体、边界会出现电位差,这会发生弱电流,致使金属内部产生裂纹。应力腐蚀裂纹有两种形式:一种是原生裂纹,另一种是次生裂纹<sup>[8]</sup>。

### 3.4 过热过冷裂纹

锅炉压力容器管道一般使用的都是金属材料,在生产制作过程中步骤较多,十分负责,涵盖了多项工艺。不同的工艺在实施中对温度的需求有所不同,如若出现过热或是过冷的情况,便会致使金属材料出现裂纹。当温度较高的时候,晶体会出现熔化、氧化问题,便会因为金属过度燃烧而产生裂纹。一旦温度超出金属温度极限,便会产生热裂纹。完成焊接之后,如若冷却时间超出了规定范围,那么金属材料可能出现冷裂纹<sup>[9]</sup>。这种裂纹相对来水较为隐蔽,不太容易被发现,但同样会对压力容器管道造成不利影响,威胁其运行的安全性。

## 4 锅炉压力容器管道检验技术的应用

### 4.1 超声波检测技术应用

在进行锅炉压力容器管道检验的时候,可以采用超声波检测技术,实际检验过程中可在压力管道的附近设置探头模块,使之处于环向布置形态,需注意的是要控制好探头和探头之间的距离。如若管道厚度出现变化,那么便会干扰低频超声波的传导,可通过探头接受的反射能量来评估锅炉压力容器管道的连续性,以确定管道裂纹位置。超声波检测技术的效果高于传统检验技术,其检验更加全面,而且工作效率更高一些。

超声波检验技术应用中,声发射检验技术较为常见,压力管道裂纹一旦产生便容易引发应力波,可利用声传感器来接受应力波信号,以便于对裂纹声信号进行科学分析<sup>[10]</sup>。使用该项技术的时候一定要满足检验条件,既要保证能够实施云距离监测,又要做到实时监测,这可在一定程度上提高裂纹检验敏感度,多被应用于一些空间较小的压力管道检验中,可取得不错的应用效果。

### 4.2 渗透检测技术应用

在进行锅炉压力容器管道检验的时候,可应用渗

透检测技术,需充分利用固体燃料的发光特点和液体毛细现象。渗透检测技术的操作较为简单,在检测表面开口的时候取得不错的效果。要注意的是该技术在实际应用过程中存在局限性,部分情况下或许会对压力管道造成污染。渗透技术应用中需要使用到显像剂,其能够通过渗透痕迹来确定裂纹位置,使检测人员能够了解管道缺陷分布情况,了解裂纹形状特点<sup>[11]</sup>。如若管道材料的表面有着较大的吸收性,则不可使用渗透检测技术,需要综合考虑压力管道的运行环境,实施表面质量检测,然后来分析管道裂纹情况。但可保证的是渗透技术并不会损伤压力管道,检出率较高。常见的渗透检测技术有溶剂去除型荧光渗透检测技术、后乳化型着色渗透检测技术等。

### 4.3 红外成像检测技术应用

在锅炉压力容器管道检验过程中应用红外成像检测技术的时候,需要利用红外热成像仪,该设备能够全面分析锅炉压力容器管道的红外辐射能量,可利用电信号形式来了解压力管道的温度。压力管道温度的不同,所分布的红外辐射能量便会有所不同,据此可以判断出管道中的裂纹情况<sup>[12-13]</sup>。红外成像检测技术的优势在于具有较高的灵敏度,而且检测结果精确度有所保障,在一定程度上提升了锅炉压力容器管道检测效率。检测人员可利用该技术来完善管道结构、材料的相关信息,并全面分析管道不连续缺陷状况。要注意的是该技术的应用并不会受温度条件、时间因素的影响,有着较为广泛的适用性。红外成像检测技术对于检测锅炉压力容器管道的蠕变裂纹、疲劳裂纹、应力腐蚀裂纹有着较好的效果。

### 4.4 磁粉检测技术应用

磁粉检测技术是锅炉压力容器管道检测中的常用技术类型,其使用范围较为广泛,在操作上较为简单,而且有着较高的灵敏度,可有效发现压力容器管道中的缺陷。磁性材料磁化性能会对检测工作质量产生一定的影响,磁力线会发生变化,形成漏磁场,检测人员通过分析磁粉分布状况便能够找出压力容器管道中存在的问题。磁粉检测技术的应用可避免弓箭手尺寸、形状的影响,保证检测结果的准确性,精度级别较高,而且可全面分析压力管道表面的缺陷位置。磁粉检测技术虽然不需要较高的投入成本,但是难以检测出深度在1mm以下的压力容器管道缺陷,因此在实施该技术的时候需要保证压力管道表面质量,做好清洁工作,以免影响磁粉吸附效果<sup>[14]</sup>。

#### 4.5 射线检测技术应用

在锅炉压力容器管道检测过程中可应用射线检测技术,当射线穿过介质的时候,会在一定程度上削弱射线,受阻力系数、介质厚度影响。锅炉压力容器压力管道中若存在裂纹,那么所测量到阻力系数将与正常状态下的阻力系数有所不同,可通过对射线强度的分析来判断裂纹的位置,了解压力容器管道裂纹的实际情况。射线检测技术具有无损性,可充分利用X光感光胶片来快速获取射线穿过介质后的强度值,然后通过感光程度的分析来了解裂纹问题。检测人员要分析胶片黑度,以确定压力容器管道裂纹范围<sup>[15]</sup>。

#### 4.6 光纤传感检测技术应用

光纤传感检测技术是锅炉压力容器管道检测中的新技术,其具有较高的灵敏度,而且实时性较强,在应用过程中可避免电磁干扰的影响,保证检测结果的精确性。

常见的检测方式有两种:一种是分布式光纤检测技术,如光干涉技术、光反射技术、光散射技术;另一种是准分布式光纤检测技术,其裂纹检测精确度较高,可明确裂纹位置,但相较于前者来说损耗要大一些<sup>[16]</sup>。光纤传感检测技术的应用不仅可以在一定程度上扩大检测范围,而且能够降低损耗,即使是较长的压力管道也可以采用光纤传感技术来进行检测。

### 5 预防和解决锅炉压力容器管道检验中裂纹问题的有效措施

#### 5.1 加强质量管理

为解决锅炉压力容器管道裂纹问题,需要加强对锅炉压力容器管道施工质量的管理。这就要求锅炉压力容器管道生产人员加强对原材料的把控,确保所使用的原材料质量、规格达到标准要求,同时还要科学铺设管道,把控好每一个施工环节,严格把控锅炉内燃料的燃烧情况。

原材料的优化选择,可在一定程度上防止热疲劳裂纹的发生,要注意的是所有的原材料在投入使用之前都必须审核其质量,查看相关出场报告,看其是质量是否符合标准,同时还要二次复盘材料中的化学成分,进行科学的抽样调查<sup>[17]</sup>。绝不可使用质量不合格的原材料,同时也要不断地创新焊接工艺,提高焊接质量,减少应力腐蚀裂纹的发生率。生产厂商应当邀请专业的科研人员定期对技术人员进行指导、培训,提升技术人员的专业技能,同时还要丰富人员工作经验,制定应急方案,有效面对突发状况。

#### 5.2 加大设备检查力度,定期检查锅炉

为保证锅炉压力容器管道的正常运行,一定要加大对相关设备的检查力度,检查人员要保持严谨态度和清醒头脑,要科学分析其中出现的问题,把控好设备质量和性能,做好维护和保养工作。所有的设备都需要符合国家规定的相关标准,一旦发现设备老旧或是出现破损,需要进行有效的更换,尤其是一些寿命到了零件,必须及时处理,以免影响到锅炉压力容器管道质量。同时,锅炉压力容器和各管道之间的连接装置要成套配合,如此才能提高锅炉压力容器管道运行的稳定性和安全性<sup>[18]</sup>。

要定期做好锅炉压力容器管道检验工作,积极开展巡检活动,要求检查人员根据使实际情况来制定适宜的检查方案,完善设备保养计划,并且还需要针对设备可能出现的问题编制相对应的应急处理措施。每一次检查相关人员都要做好记录,一定要详细记录检验时间、检验时压力容器管道的状态,并根据检查结果提出相应的建议,将所有的资料存档保存,这有利于避免锅炉压力容器管道出现裂纹问题。

#### 5.3 强化人员专业素质

锅炉压力容器管道检验效果与检验人员的专业素质密切相关,因此为了提高检验水平,则必须加强对检验人员的教育和培训。检验人员要严格按照相关要求来执行作业,时刻规范自己的操作,将安全放在第一位,学习新的检验方法、检验技术,积累更多的检验经验,从而保障锅炉压力容器管道检验工作的顺利开展。与此同时,还要重视对生产人员的培训。生产人员要学习新的锅炉生产知识,了解相关生产标准要求,同时还要熟悉设备的操作,强化生产人员的质量意识。可通过设立激励制度和考核制度,来督促生产人员进步,所有生产人员都要在考核合格后再上岗操作,对于表现优异的人员要予以奖励,激励生产人员的工作积极性<sup>[19]</sup>。

#### 5.4 健全质量检验体系,重视日常维护

在进行锅炉压力容器管道检验的时候,需要建立健全的质量检验体系,做好日常维护工作,可从以下几个方面着手:

一方面要按照要求来实施锅炉生产环节的质量检验工作,提高检验流程的规范性,应当通过制定完善的管理制度来约束检验行为,指导检验工作的开展。相关人员要具备强烈的预防意识,以便于有效规避锅炉压力容器管道裂纹问题。当锅炉压力容器管道运行

时,如若出现了裂纹问题,那么一定要吸取经验教训,及时处理应对;当锅炉压力容器管道处于停止运行状态的时候,可根据实际情况来适当释放应力,对其进行全面检查;

另一方面,在实施日常维护工作的时候,检验人员一定要根据锅炉压力容器管道的实际运行情况来制定相应的维护计划,需定期更换零件,不可忽视每一个细节。锅炉长期运行过程中内壁会积累残渣,这会导致锅炉出现受热不均的情况,因此要定期进行清理。还需要解决设备、零件老化问题,提高压力容器管道的耐用性。

除此之外,还需要增设备用系统,以便于有效控制锅炉停止运行的时间,可通过备用锅炉系统来代替运行,以免设备长期运行出现问题<sup>[20]</sup>。

### 5.5 严格审核管道结构

为预防和解决锅炉压力容器管道检验中的裂纹问题,需要严格审核压力容器管道结构,其目的在于发现管道结构缺陷,避免裂纹的出现。比如说,在焊接管道的时候,堆砌进行热处理时,需要有负责人来向焊接人员详细讲解所需要注意的内容,予以焊接人员科学指导,使之充分了解热处理相关知识。

热处理之前要先基于实况来绘制管道受热面曲线图,完成热处理工作后要进行质量验收。相关人员应当做好交接工作,记录好管道的数量、材质、规格等。同时还要有专人来指导焊接工作的开展,实施有效的监督和管理,一旦发现焊接人员在操作上存在问题要及时纠正。

## 6 锅炉压力容器管道检验中裂纹问题的理论性分析

### 6.1 断裂理论

在分析锅炉压力容器管道检验中的裂纹问题时,需要了解断裂理论,该理论对应力强度因子有着一定的界定,其界定依据是压力容器管道的裂纹端部力量,影响裂纹端部力量大小的是裂纹自身的尺寸大小。当应力强度因子逐步增大时,裂纹便会形成断裂。材料的抗断裂能力则由临界硬应力强度因子体现,从理论上来看,可以通过断裂韧性来进行界定。以应力腐蚀裂纹为例,当锅炉在运行的时候,如若其内部钢板接触到高浓度碱水,便会致使金属晶体和晶间产生电位差。

基于此,若晶粒电位较高为阴极,晶间是阳极,则会形成微电流,这便会对锅炉结构造成腐蚀,致使

压力容器管道出现裂纹,这一裂纹会随着时间的变化而扩展,直至应力最大位置出现裂纹。应力腐蚀裂纹的形成时间并不长,晶体结构的变化会对裂纹的变化产生一定的影响,受微电流影响裂纹面积会扩大,如若不及时解决,便会出现较为严重的裂纹问题。断裂理论中界定了裂纹产生的断裂现象,其通过对应力强度因子、裂纹材料断裂韧性的研究,能够通过一定的公式来进行相应的计算,以了解裂纹的变化情况,分析锅炉内部裂纹产生的结构特性。裂纹会直接影响锅炉压力容器管道的整体构造,形成断裂现象。锅炉压力容器管道中裂纹有三种不同的存在形式:

第一种是张开型裂纹,其是向上拉应力致使裂纹上下张开;

第二种是撕开型裂纹,这种裂纹是以应力为基准形成的左右撕开裂纹,目前对于其的研究并不多;

第三种是滑移型裂纹,这类裂纹是应力致使裂纹前后滑移。其中危害性最大的是张开型裂纹,一旦发现这类裂纹,未发现或是处理,则容易致使材料脆断。

### 6.2 数值模拟

在进行锅炉压力容器管道检验的时候,可发现大多数的裂纹都是表面裂纹,尺寸小雨自身结构曲率半径。分析李文的的时候要考虑半椭圆裂纹平板受拉问题,以某锅炉为例。该锅炉的压力容器轴向应力和还向应力分别为83MPa和145MPa,结构表层出现了班头元裂纹,其中椭圆的长半轴为10mm,短半轴为4mm。根据应力学理论,可通过公式来进行锅炉压力容器管道的应力计算。在计算过程中需要掌握锅炉压力容器所承受的压力数据、锅炉压力容器直径数据、锅炉压力容器壁厚数据。在获取相关数据之后,还可以利用模型来对裂纹应力强度因子进行科学分析。

首先,要根据实际情况来创建相应的几何模型,模型中要含裂纹,遵循对称性原则来创建四分之一的几何模型,其表面含半桶元裂纹;

其次,要构建有限元模型。分析裂纹问题的时候,需要寻找裂纹的变化过滤,同时还要明确压力容器管道中多蚀坑的作用。可利用专业软件来进行构建,内径设置在600-800mm之间,壁厚设置为60-80mm。这一模型具有连续性,是对称的均匀实体。应当通过分隔压力容器,来减少有限元计算量,可以中心点来对称分隔,取其中的四分之一来计算有限元。蚀坑模型建立过程中需要调整蚀坑底部曲率和椭球重心垂直位置。有限元计算具有重要作用,其能够通过科学软

件计算不同长度、深度的裂纹有限元,并和相关理论计算结果对比,如若两者之间的误差在5%以下,则表面有限元模型计算结果有效;

最后,还要合理设置边界条件和载荷。

### 6.3 结果分析

锅炉压力容器管道检验中裂纹对应力有一定的影响。为深入了解这一影响,需要给予不同的裂纹长深比、蚀坑参数来进一步分析,以全面了解应力强度因子受不同指标的影响情况。因此可固定蚀坑深度,调整蚀坑半径尺寸、参数;固定裂纹深度,调整裂纹长度、长深比。为提高模型的完整性,还需要调整双蚀坑和裂纹间距,间距要在5mm以上,这就有利于了解 $\alpha$ 痛参数值下应力强度因子的情况,有利于充分了解不同状况下,裂纹在锅炉压力容器管道中的应力分布状况。该方式的优势在于全面分析了裂纹对锅炉压力容器管道的影响,寻找到了变化规律,能够为预防措施的制定提供参考依据。一般情况下,如若锅炉压力容器底部出现了裂纹,那么便会产生较大的应力值,其扩展方向是蚀坑危险方向。

锅炉压力容器管道检验中裂纹对强度因子有一定的影响。基于所构建的模型,在应用过程中使用了不同的蚀坑参数、裂纹长深比,并通过整合归纳数据定义了名义应力强度因子。在有限元计算过程中,可发现裂纹发生变化的时候,蚀坑参数会产生一定的差异性,裂纹名义应力强度也会随之而变化,表明了检验锅炉压力容器管道的时候裂纹、蚀坑之间具有相互作用,间距越大的时候,影响力会慢慢降低,逐步稳定。

### 7 结束语

总而言之,为保障锅炉的正常运行,相关人员要重视对锅炉压力容器管道的检验,应当有效解决其裂纹问题。在实施锅炉压力容器管道检验的时候,要严格按照相关要求来执行作业,充分发挥现代检验技术作用,全面了解和析不同类型的裂纹特点和产生原因,以实施针对性措施来预防和解决裂纹问题。不仅要规范技术人员的行为,保障原材料质量,把控好每一个细节,及时更换有问题的零件,还需要加大设备检查力度,建立健全的检验体系,做好日常维护工作。

### 参考文献:

[1] 魏延鹏. 锅炉压力容器压力管道检验中裂纹问题及预防措施[J]. 科学技术创新, 2020(11):195-196.  
[2] 韩忠美. 锅炉压力容器压力管道检验中裂纹问题及

预防处理方法[J]. 中国设备工程, 2020(06):124-126.  
[3] 王成. 锅炉压力容器与管道检验中的裂纹问题处理分析[J]. 化工设计通讯, 2020,46(02):92-93.  
[4] 马良帮, 王海宝. 关于锅炉压力容器压力管道检验中裂纹问题的探讨[J]. 科技风, 2020(05):173.  
[5] 李淳. 锅炉压力容器压力管道检验中裂纹问题及预防措施[J]. 科技创新与应用, 2020(05):117-118.  
[6] 王国威. 锅炉压力容器压力管道检验中的裂纹问题分析[J]. 世界有色金属, 2019(24):290+292.  
[7] 陈立晖. 锅炉压力容器压力管道检验中的裂纹问题分析[J]. 绿色环保建材, 2019(11):182+184.  
[8] 佟军. 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]. 南方农机, 2019,50(20):183.  
[9] 马玉茹. 锅炉压力容器管道检验中的裂纹问题研究[J]. 中国标准化, 2019(20):186-187.  
[10] 王志美. 锅炉压力容器压力管道检验的裂纹问题[J]. 科技风, 2019(26):114.  
[11] 朱文英. 锅炉压力容器压力管道检验中的裂纹问题[J]. 科学技术创新, 2019(05):191-192.  
[12] 尤佳. 锅炉压力容器压力管道检验的裂纹问题及其处理[J]. 化工管理, 2019(03):30-31.  
[13] 隋韧锋. 锅炉压力容器压力管道检验中的裂纹问题研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2019(01):181.  
[14] 郑鑫垚. 锅炉压力容器压力管道检验中的裂纹问题分析[J]. 科技创新导报, 2018,15(32):52+54.  
[15] 易志刚. 锅炉压力容器压力管道检验中的裂纹问题[J]. 当代化工研究, 2018(09):158-159.  
[16] 王文娜, 刘超, 刘晓旭. 锅炉压力容器压力管道检验中的裂纹问题[J]. 南方农机, 2018,49(12):55.  
[17] 崔黎阳. 锅炉压力容器压力管道检验中的裂纹问题研究[J]. 山东工业技术, 2018(05):5.  
[18] 王贵谦, 王起亮. 浅谈锅炉压力容器压力管道检验的裂纹问题[J]. 中国新技术新产品, 2018(01):71-72.  
[19] 魏喜俊. 锅炉压力容器压力管道检验中的裂纹问题分析[J]. 数字通信世界, 2017(12):93.  
[20] 张吉. 锅炉压力容器压力管道检验中的裂纹问题探究[J]. 中国设备工程, 2017(22):67-68.

### 作者简介:

赵洵(1990-), 男, 汉族, 黑龙江齐齐哈尔人, 工程师, 大学本科, 南京三方化工设备监理有限公司, 研究方向: 设备监理。