

# 压力容器管道裂纹检验中无损检测技术探究

吕显威 祖梦雪 陈一亮 张钊源

山东省特种设备检验研究院有限公司 山东 济南 250000

**【摘要】**：在我国工业化发展过程中，考虑到压力容器与管道在工业领域较为重要，必须加强对相关设备质量管控力度，让其可以完成气体运输与加工的工作。企业在相关设备应用时，应该定期检查，通过无损检测技术在不影响生产活动的前提下，掌握设备与管道的实际情况，快速判断其是否存在裂纹。在此整理压力容器管道常见的裂缝类型，提出设备质量管控策略，介绍容器与管道无损检测技术。

**【关键词】**：压力容器；管道裂纹；类型；无损检测技术；处理措施

## Research on Nondestructive Testing Technology in Pressure Vessel Pipeline Crack Inspection

Xianwei Lv, Mengxue Zu, Yiliang Chen, Zhaoyuan Zhang

Shandong Special Equipment Inspection and Research Institute Co. Ltd. Shandong Jinan 250000

**Abstract:** In the process of industrialization in China, considering the importance of pressure vessels and pipelines in the industrial field, we must strengthen the quality control of relevant equipment so that they can complete the work of gas transportation and processing. When applying relevant equipment, enterprises should check regularly, grasp the actual situation of equipment and pipeline through nondestructive testing technology without affecting production activities, and quickly judge whether there are cracks. This paper sorts out the common crack types of pressure vessel and pipeline, puts forward the equipment quality control strategy, and introduces the nondestructive testing technology of vessel and pipeline.

**Keywords:** Pressure vessel; Pipeline crack; Type; Nondestructive testing technology; Treatment measures

压力管道与容器在工业领域得到广泛的应用，如果设备出现状况，将会对生产活动形成不小的影响。目前，发现压力容器与管道运行一段时间后，受到生产环境影响，使其出现一定数量的裂纹。如果不能对裂纹进行合理管控，将会威胁到现场人员的人身安全。因此，需要做好压力容器与管道的管控工作，应该清楚压力容器与管道出现裂纹的因素，从安全维度出发进行合理的控制。借助无损检测技术，掌握设备运行阶段的情况，快速发现设备出现的裂纹并进行控制。

## 1 压力容器压力管道常见的裂纹

### 1.1 蠕变裂纹

压力容器与压力管道长时间受到周围环境与应力的影响，会改变管道材料的性能。在压力容器应用中，一旦材料出现质变并会改变结构，出现分离的情况，一般此种现象称为蠕变裂纹。该裂纹一般出现在管道应力较大的部位，也可能出现在管道温度较高的拐弯处。另外，裂纹与裂纹间并没有明显的规则关系<sup>[1]</sup>。

### 1.2 疲劳裂纹

如果持续使用压力容器，会在某一时段使其处于负荷状态。在此状态下，压力容器表面出现裂纹，一般将其称为疲劳裂纹。疲劳裂纹主要分为热度、机械、腐蚀性疲劳裂纹。压力容器中的压力管道，一旦出现疲劳裂纹，在初期不会对容器与管道造成较大影响，同时裂纹形状较小。如不能及时发现压力

容器压力管道的裂纹，让容器与管道处于高强度运行状态，使压力管道的疲劳裂纹逐渐扩张，对压力容器运行形成负面影响。在较为严重的情况下，甚至可能发生爆炸事故，严重威胁到现场人员安全，还会对企业造成不小的经济损失<sup>[2]</sup>。

### 1.3 应力腐蚀裂纹

化工企业在生产活动进行阶段，会频繁地使用化学类物质。压力容器接触化学物质，受到其酸性、碱性的影响，对压力容器结构造成一定的损害。压力容器压力管道由金属材料制成，生产阶段化学物质会腐蚀压力管道，使压力管道的晶体与晶体间出现电位差，产生化学反应，影响生产活动的进行。在化学反应出现后，还会进一步扩大压力容器腐蚀性，由此出现腐蚀裂纹。在腐蚀裂纹出现初期，主要为点状形态，随着压力容器使用时间增加，腐蚀范围会随之扩张，腐蚀裂纹也会变得更加明显<sup>[3]</sup>。

### 1.4 焊接裂纹

工业生产单位在压力容器压力管道使用期间，需要明确工作环境对相关材质形成的影响。大部分压力容器安装的管道有特殊金属板，以焊接的方式制成，在高温环境下，加工压力管道可能在管道部位留下裂纹。金属材料受热后，工作人员会按照流程自然冷却。在管道焊接期间，冷却组织经过溶解，使不同元素在各环境中出现不同的溶解形式。如果材料焊接出现温度下降的情况，金属组织结构可能出现形变，在一些活跃元素的影响下，金属管道出现焊接裂纹概率增加<sup>[4]</sup>。

## 2 压力容器管道裂纹的处理措施

在工业生产活动运行中,为提高生产工作的开展速度,同时不会在生产阶段出现安全事故,企业需要合理的应用压力容器与相关设备,明确压力管道与压力容器的关系,做好相关装置的检查工作,查看压力管道与压力容器是否出现裂纹。企业应该定期进行裂纹检验,在压力容器与管道检验期间,通过一定的方式清楚装置的情况。压力容器与压力管道在生产活动中处于恶劣的环境,会对其结构造成影响。裂纹可能在设备长期应用或受到化学元素腐蚀的情况下出现,降低设备应用价值。在日常生产活动中,需要做好压力容器与相关管道的检验工作,保证相关设备不存在质量问题。检验压力容器与相关管道裂纹,对工作人员能力与职业素养均提出不小的要求。企业需要围绕压力容器与压力管道检验要求,制定科学健全的制度,按照工作需要灵活地选择无损检测技术,检查压力容器与压力管道,及时发现相关设备存在的裂纹或是裂纹隐患,快速进行处理。下面围绕大部分企业在压力容器与管道裂纹处理方面的方式,归纳有效的裂纹处理方法<sup>[5]</sup>。

### 2.1 保证容器管道质量

压力容器在工业生产中应用频繁且对生产活动的安全性影响巨大,如果不能保证容器的质量,会埋下安全隐患。生产活动所用的压力容器与压力管道,必须在使用年限中,由此可以降低压力容器或管道出现问题的概率。相关企业需要关注压力容器与压力管道,还需要做好相关设备安装管控工作,保证设备安装严格按照规定要求进行。工作人员需要按照规定,定期更换设备检查设备、保养设备,防止设备因使用超出寿命期间,引发安全事故。通过容器的管理工作,可以掌握压力容器压力管道的使用情况,快速更换设备,不会对生产工作形成不良影响<sup>[6]</sup>。

### 2.2 规范操作行为

压力容器压力管道的检查工作,需要在检查程序不存在问题的前提下进行。企业需要给出生产工序,严格检查生产活动运行情况并控制压力容器,使其达到规定要求,不存在质量问题。通过生产工具的严格控制,防止压力容器或压力管道在应用中,因裂纹破坏生产工作效果。在压力容器制作阶段,需要关注各环节工作情况,确保各环节工作严格按照流程进行。在压力容器与压力管道出厂前,需要反复核对设备各方面信息,检查设备表面,防止有问题的设备应用到工业生产中。企业在压力容器与管道质量控制中,加大设备质量控制力度,保证压力容器达到生产活动使用要求。在压力容器应用中,加工活动的工艺流程不可以存在问题,工作人员还需要严格按照工艺流程推进各环节工作,在加工环节清楚技术应用要求,调整技术应用方式,防止加工阶段出现失误或意外状况。在生产活动进行前,技术人员需要认真审核工艺图纸,明确图纸在技术中的

应用要求,严格按照工艺流程与图纸要求落实工作。技术人员需要清楚工艺要求,意识到材料对装置质量的影响,严把材料质量关,快速对工作进行监督与管控,及时发现不符合操作要求的材料并进行替换(图1为裂纹应对策略)。由此可以提高压力容器在生产活动中应用的可靠性,防止生产活动对压力容器造成伤害<sup>[7]</sup>。

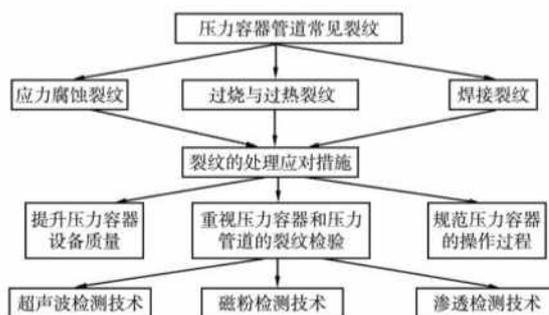


图1 应对策略

### 2.3 落实检测任务

压力容器与压力管道在生产活动中较为重要,关系到生产活动运行效果,也是生产活动能否安全进行的关键要素。因此,企业必须加强对压力容器的管控力度,需要明确压力容器与管道质量达标的重要性,落实相关设备的检查任务。压力容器管道运行环境极为恶劣,如果设备出现裂纹仍继续使用,会在后期引发安全事故。因此,需要在压力中出现裂纹的第一时间,快速发现该情况并进行处理,由此可以消除生产活动的隐患,降低安全事故出现的概率。在压力容器压力管道应用中,为了更好地完成生产任务,确保所用的设备不存在裂纹。企业需要规范操作人员的行为,防止其做出损害设备的行为。在压力容器与压力管道检查中,还需要采用科学的方式进行检测,将无损检测技术应用到压力容器裂纹检测中,可以提高检测工作的合规性与合理性,得到的结果反映较为真实的情况,快速发现压力容器与压力管道的裂纹。企业可以通过检测结果,快速开展容器的管理工作,不会对生产活动造成威胁。相关人员需要了解无损检测技术的应用流程、工作要点以及相关设备的使用方法,可以严格按照操作要求,检测设备与管道是否存在裂纹。无损检测技术不会与设备直接接触,依托设备掌握设备的使用情况,及时发现设备管道存在的裂纹并进行处理,为生产活动运行提供保障<sup>[8]</sup>。

## 3 压力容器管道裂纹检测应用的无损检测技术

无损检测技术应用到压力容器与管道裂纹检测中,可以在不损害设备的前提下,确认设备是否存在裂纹,下面介绍工业领域检测压力容器与管道常用的技术。

### 3.1 磁粉检测技术

该检测以磁粉作为显示介质,由此通过观察的方式,找到检测对象的缺陷。磁粉检测技术应用到压力容器与管道裂纹检

测活动中,不存在操作方面的障碍,方式易于理解且较为便捷,检测工作花费的成本也比较低。在检测活动中可以通过近表面缺陷检测与铁磁性材料表面检测,快速锁定压力容器管道的裂纹。该方法检测灵敏度高,在压力容器与压力管道裂纹检测中,通过该方法快速确定压力容器与压力管道的情况。然而,该技术对检测对象有一定要求,被检测的压力容器与压力管道表面光滑度必须达到规定值,同时检测人员需要拥有丰富的经验与较强的观察能力,能够根据过往工作经验进行判断,使用磁粉检测技术,可能无法全面检查压力容器各处角落,同时该技术无法保证检测工作在短时间内结束。因此,如果对压力容器与管道缺陷有速度要求,不建议使用该技术<sup>[9]</sup>。

### 3.2 超声波检测技术

超声波检测技术应用到压力容器与管道缺陷检测中,可以检测相关对象各个角落,确定其是否存在裂纹。应用该技术无论被检测的压力容器或管道内部结构如何,设备形状多么复杂,均可以快速了解压力容器与管道各部位的情况,在短时间内准确锁定压力容器表面的裂纹。超声波检测技术需要依靠设备,从而可以对检测对象进行裂纹检查,同时检测结果较为可靠,能够反映压力容器与管道的真实情况。如果压力容器与管道存在裂纹,无论裂纹形状多少,均可以通过超声成像快速找到异常波动部位,确定缺陷位置。在压力容器与压力管道裂纹检测环节,使用该技术可以多方位的检测压力容器裂纹,保证检测工作高效进行,在较短时间便能获得检测结果。使用超声波检测技术查看压力容器与相关管道的状况,需要在设备检查后快速清理探头,随后才能进行下项操作。检查压力容器压力管道时,在条件允许下根据检测对象,使用不同的仪器设备,由此可以进一步提高检测结果的可靠性<sup>[10]</sup>。

### 参考文献:

- [1] 单会娜.压力容器管道裂纹检验中无损检测技术应用分析[J].设备管理与维修,2021(14):3.
- [2] 沈强,袁红.金属压力容器压力管道裂纹无损检测技术研究[J].中国金属通报,2020(7):2.
- [3] 罗丽勤,陈鹏.压力管道及压力容器无损检测技术的应用探讨[J].消防界,2020,006(006):63-64.
- [4] 程康.压力容器检验常用无损检测技术分析[J].中国化工贸易,2020,012(004):68-69.
- [5] 杨舸.压力容器检验中无损检测技术的应用[J].建筑工程与管理,2020,2(10):4.
- [6] 孙文生,李庆男,杨旭,等.金属压力容器压力管道裂纹无损检测技术分析[J].科学与信息化,2021(11):1.
- [7] 王建中,王继新.压力容器检验中无损检测技术的应用研究[J].科教导刊:电子版,2021(13):2.
- [8] 代云峰.压力容器无损检测渗透检测技术综述[J].冶金与材料,2021,41(4):2.
- [9] 张伟成.分析锅炉压力容器压力管道检验中的裂纹问题[J].清洗世界,2021,37(11):2.
- [10] 许德斌.压力管道检验中裂纹出现的原因和预防处理[J].经济技术协作信息,2021(17):1.

### 3.3 渗透检测技术

该技术应用到压力容器与压力管道裂纹检测中,会使用特殊的化学物质,辅助检测活动。化工厂使用的压力容器与压力管道,在裂纹检查时可以选择该方法,能够掌握压力容器与相关管道的使用情况。渗透检测应用在压力容器缺陷检查中可以发现裂纹在压力容器与压力管道表面的分布情况,但是该技术存在局限性,只能检测出是否存在裂纹以及裂纹的分布情况,无法了解裂纹实际深度,同时对于较为微小的裂纹,难以保证渗透检测技术可以发现相关质量问题。在压力容器管道裂纹检测中,如果使用渗透检测技术,难以对其做出准确的评价。检测压力容器使用特殊化学物质,可能对压力容器与压力管道造成伤害。因此,工作人员需要合理地使用化学物质,还需要在检测活动后,查看检测活动是否破坏压力容器。在检测前进行全面的防护,防止检测活动影响压力容器与压力管道后期使用情况。

### 4 结语

压力容器压力管道在我国工业领域的应用范围较广,相关设备所处的环境条件较为恶劣,在高温高压的作用下,难以保障压力容器与压力管道不会出现质量问题。根据目前得到的信息,很多压力容器与压力管道使用一段时间,便会因外部因素作用出现裂纹,如果裂纹得不到及时处理,可能会使压力容器与压力管道在相关瑕疵影响下,破坏生产活动的开展进度,更为严重时可能会出现爆炸事故,威胁到现场人员。因此,企业需要定期检查压力容器,选择无损检测方法,确认容器与管道是否存在裂纹。企业选择定期检查的方式,通过无损检测技术,在不破坏设备的情况下,可以快速发现设备存在的裂纹并进行处理,使生产活动安全、可靠地开展。