

# 锅炉压力容器裂纹的原因及预防措施

姜 浩 倪忠良

哈尔滨电气集团海洋智能装备有限公司 黑龙江 哈尔滨 150028

**【摘 要】** 锅炉压力容器若发生严重裂纹, 将会给机械设备的正常运行使用带来很大的安全隐患, 甚至会引发大量的安全生产事件。因此, 锅炉压力容器的生产厂和质量检验检测机构, 都应该严格地依据有关技术标准和国家标准, 认真负责地做好每项工作, 并建立健全质量监督机制, 使锅炉压力容器在出厂及使用周期内出现的严重问题及其裂纹等状况减至最低, 从而最大限度地保证锅炉压力容器安全生产工作顺利进行, 为人们的生命安全以及财产安全提供保障。

**【关键词】** 锅炉; 压力容器; 裂纹预防

## 引言

压力容器广泛应用于石油、化工行业的生产过程, 作为一种承压类特种设备, 一旦发生事故会严重威胁人们的生命财产安全, 为提高压力容器的安全运行效率, 最大程度降低事故发生的概率, 《中华人民共和国特种设备安全法》规定压力容器产品制造应进行监督检验。而锅炉压力容器压力管道中的裂纹有多种类型, 裂纹问题的出现很容易影响设备的正常运行, 所以, 应提高对裂纹检测的重视程度, 采取有效的措施进行检测与处理, 防止裂纹的发生。在裂纹检测中, 通过采取超声波检测技术、红外成像检测技术、渗透检测技术、射线检测技术等, 对裂纹问题进行有效检测, 并且通过加强生产质量管理、增强锅炉设备的检验力度等, 有效预防与处理裂纹问题, 防止安全事故的发生, 促进工业企业的稳定发展。

## 1. 锅炉压力容器压力管道检验中的裂纹原因

### 1.1. 应力腐蚀裂纹

钢材通常没有明显的塑性变形现象, 断口具有一定的隐蔽性。在锅炉压力容器和压力管道的检验中, 应注意压力环境的检测, 及时发现应力腐蚀裂纹, 并加以预防, 避免安全事故的发生。而应力腐蚀裂纹是受到双重作用产生的, 即应力、腐蚀, 其中, 高浓度碱水具有一定的腐蚀性, 裂纹问题一般出现在管道、管座上面。在锅炉生产过程中, 当构件受碱水腐蚀时, 金属会发生化学反应, 晶体和边界之间的电位差导致弱电流发生, 从而使得金属内发生裂纹问题。经观察发现, 应力腐蚀裂纹可分为原生裂纹和次生裂纹。主裂纹将穿过晶体, 次裂纹将沿晶体辐射。奥氏体不锈钢材料容易产生这种裂纹, 一旦在水蒸气状态下受力, 就会形成这种裂纹。在显微镜下面, “之”字形状的裂纹便是应力腐蚀裂纹, 比如, 钢材在没有经过脱硫与脱水等介质下, 很容易产生这样的裂纹, 这很难利用技术解决。在湿硫化氢环境

中, 不仅会产生应力腐蚀裂纹, 还有可能出现氢诱导裂纹, 并且在常温状态下也有可能出现因硫化氢反应引发的应力腐蚀裂纹, 通常发生在焊缝周边。

### 1.2. 过热过冷裂纹

锅炉压力容器压力管道的制造材料主要为金属片, 金属片在生产过程中要进行焊接、热轧、淬火等工艺流程, 各道工序的温度控制会有所变化, 温度过冷或者是太热都容易导致金属钢板出现裂纹。加热温度过高则会引起金属晶体氧化物或熔融产生过烧裂纹, 而当加热温度超过了金属材料的临界温度时, 也会产生过热探测裂纹, 而当受热后随进行长时间冷却则会产生过太冷裂纹<sup>[1]</sup>。形成时间较长的冷却裂纹具有一定隐蔽性, 一般无法被检测到, 但因为过热探测的裂纹在金属氧化物或熔融晶体内部迅速传播, 过烧的金属材料也无法经受加热变化, 所以这些裂纹对锅炉等承压装置带来了很大风险。

### 1.3. 疲劳裂纹

在锅炉压力容器压力管道的检验过程中, 疲劳裂纹的出现概率较大, 一般来说, 这种裂缝在应力相对集中的设备中较为常见, 刚开始的时候, 疲劳裂纹呈细小形状, 在中后期的时候会逐渐延伸。疲劳裂纹主要有三种类型。(1) 机械疲劳裂纹, 经常在叶轮与叶片上出现, 且大多数是来自设备的表层, 其形状一般为直线, 初期裂缝较短, 随后慢慢向内延伸, 慢慢形成一条长长的裂纹, 这种裂纹大多是在一些有缺陷的位置出现<sup>[2]</sup>。机械疲劳裂纹一般呈线形, 开始时面积较小, 随着时间的推移逐渐向内发展, 与其他裂缝相比, 开口较大, 会出现黏着点和粘接坑, 末端非常尖锐。机械疲劳裂纹刚出现的时候特征不够明显, 很难被人发现, 当运行时间越长, 裂纹就会变得越来越明显, 因此, 此类裂缝应及时检查, 并采取相应措施加以解决。(2) 热疲劳裂纹, 主要发生在金属材料在较低抗拉强度条件下应力作用时, 逐渐形成裂纹。(3) 腐蚀疲劳裂纹, 主要是在疲劳裂纹的基础

上形成的, 疲劳裂纹通常是由腐蚀和应力共同作用形成的, 随着时间的增加, 裂纹开始变大变宽, 压力管道内侧出现小凹坑, 通常出现在汽鼓和底盘的管座上, 因为这些设备在长期应力作用下会接触到腐蚀性物体, 逐渐成为腐蚀疲劳裂纹。

#### 1.4.蠕变裂纹

通常情况下, 产生蠕变裂纹的损伤区域上有数量不等的小孔, 这些孔洞没有规律地连接起来, 而且形态一般表现出米粒状或椭圆形, 并且蠕变裂纹的延伸走向是沿着晶体边缘的。蠕变裂纹的产生来自环境温度的改变以及应力的影响。随着运行期限的增长, 锅炉压力容器压力管线会受到破坏而产生蠕变裂纹<sup>[3]</sup>。这些裂纹的产生部位有管线和集箱应力聚集的地方和过热发胀的管线外表等, 并且部件会发生变质、材料被破坏, 最终相互脱离。蠕变裂纹会发展形成一条裂纹带, 主裂纹处于中心位置, 而两边也会平行散布着大量裂纹。

### 2.锅炉压力容器裂纹的预防措施

#### 2.1.完善锅炉压力容器质检系统

锅炉压力容器属承压类特种设备领域, 因此可以建立完备的锅炉压力容器质检系统, 通过不断提高锅炉容器的质量和质检工作效率, 进一步搞好对锅炉压力容器的质检工作, 将锅炉压力容器裂纹的出现概率减至最低。同时, 在对锅炉压力容器的全部制造流程中, 也一直将质量监督检验工作放在了核心地位, 认真检验所制造商品的原材料质量以及最后的成型质量<sup>[4]</sup>。因为锅炉压力容器制造的主体要素为原材料, 所以锅炉容器的质量直接受原材料质量的影响, 因此, 为了遏制锅炉压力容器产品的裂纹问题, 就应当从严的把控原材料的质量, 为锅炉压力容器质量的改善做好了充足准备工作。

#### 2.2.合理控制锅炉压力容器质量

在制作锅炉压力容器的生产工艺中, 企业要采用最有效的预防措施保证原材料和生产工艺的产品质量, 从而提高锅炉压力容器的整体质量。在制造锅炉压力容器制品时, 生产企业的质量技术主管部门必须对设计资料进行严格审核、检查, 以保证所有的设计、制造工艺流程都符合国家有关生产规范的标准。同时, 有关技术人员也要仔细审核设计锅炉压力容器的资料, 并适时替换不满足生产要求的设计、制造资料, 以显著提高锅炉压力容器的质量<sup>[5]</sup>。在监督检查整个生产流程中, 监察人员要全面、仔细地审核每个环节, 严肃检查每个环节, 从细小之处入手把握整个生产流程, 保证每个环节的产

品质量能达到有关规范要求, 把锅炉压力容器在生产过程中由于技术问题产生的裂纹现象限制在最小限度内。当然, 制作人员也要严格遵循有关设计生产规范和管理程序, 保质保量地完成各种作业要求, 尽可能减少人为因素导致的质量风险。

#### 2.3.建立健全管理体系

在完善管理体系的时候, 企业应将人性化管理放在首位, 并制定奖励竞争制度, 对于表现优秀的员工, 给予合理的奖励, 激发员工的工作热情, 确保各方面工作的顺利开展, 实现管道裂纹预防的目的<sup>[6]</sup>。针对锅炉压力容器压力管道中的裂纹问题, 应做好预防工作, 结合实际情况, 采取有效的措施加以解决。任何工作都需要借助管理工作的帮助, 裂纹问题的处理也离不开管理工作, 为了预防锅炉管道中出现裂纹问题, 企业应充分利用先进的技术手段, 收集各种裂纹问题现象, 并全面分析相应的原因, 从根源上做好相应的规划工作, 从而提升裂纹预防效果。同时, 企业也可以收集其他企业遇到的比较典型的案例, 然后沟通网络沟通渠道, 加强企业之间的交流, 互相分享经验, 共同研究裂纹的预防措施, 从而保证管道裂纹问题预防工作的顺利进行<sup>[7]</sup>。在实际工作中, 企业还应明确各部门任务, 制定规范化的管理机制, 规范员工的行为, 从而避免人为因素造成管道裂纹的出现。

#### 2.4.增强锅炉设备的检验力度

首先, 在锅炉设备制造完成之后, 应根据标准进行验收, 并且在投入使用之间再次进行质检, 在使用过程中做好监督管理工作, 详细记录锅炉压力容器压力管道的变化过程, 从源头上防止裂纹的发生。在设备使用过程中还应提升操作人员的操作水平, 并且要建立检验制度, 约束工作人员的行为, 保证规范使用, 增加设备的使用寿命<sup>[8]</sup>。其次, 在设备的运行过程中, 安全事故的发生概率非常大, 所以, 应提高对裂纹问题的重视程度, 加强设备以及管道的维修, 应定期进行巡检与维修, 及时发现以及处理问题, 尽量避免裂纹的出现, 防止各种安全事故的发生。在具体检验过程中, 根据裂纹形态判断其性质、类型以及影响等, 然后由技术人员根据这些特征采取相应的处理措施, 解决裂纹问题, 提升设备的运行质量。

#### 2.5.提升工作人员的综合素质

对锅炉压力容器实施检测的过程中, 质检人员、监督人员等工作人员扮演着关键而无法取代的角色, 因此, 需要所有工作人员具有过硬的专业技术与行业整体素

养。检测锅炉压力容器前,工作人员必须按照所测技术的有关标准和规范,对每项必检工作和锅炉压力容器上的必检部位进行认真检查,出现问题的时候,应按照有关规范的要求采用切实可行的解决方法排除故障,确保锅炉压力容器整个寿命周期内的安全使用。首先,检测单位必须公平的录用工作人员,并按照国家标准的有关规定和一定的硬性要求录用人员,每个工作人员都必须具有较强的安全操作技能,并需要达到一定程度的理论知识程度<sup>[9]</sup>。其次,进一步增强工作者的使命感,在检测锅炉压力容器之前,必须严格按照有关规定和标准开展检测工作,认真仔细完成有关标准要求的每一必检事项,不放过每一可能危及装置安全的小问题,把有关的检测资料全部录入完整,以确保检验项目达到了良好的实际效果。

### 2.6.强化检验检测机构的安全管理

为了进一步提高锅炉压力容器在生产中的质量安全,检验检测机构必须全面落实对锅炉压力容器的质量监督检查制度与定期检验工作责任制,使人们的生命财产安全有所保证。首先,提高检验工作人员的自身责任意识,在检验工作组织系统内更多进行检查业务活动,让每个人参与检查锅炉压力容器的工作人员都可以深切体会到工作职责的重要性,从而高度重视检测工作,为安全管理工作提供有利条件<sup>[10]</sup>。其次,检验检测机构需建立健全产品质量监督系统,如及时给使用方下发检查意见的通知单,对设备瑕疵如能及时修复,责成或督促其在限期内进行修复工作,从而提高锅炉温度及压力容器的安全与稳定性。最后,检验检测人员在检查锅炉压力容器中遇到的问题,应及时把问题情况详实记录下来,把情况分享到检测人员的公众平台上进行沟通,将责任落实到个人,促使全体检测人员积极参与交流,更加精准地对问题认定,帮助全体检测人员尤其是青年检测人员提高知识储备,加深其对问题情况的认识,为今

后进一步确保锅炉压力容器的检测品质打好基础。

### 3.结束语

总之,锅炉压力容器在日常工作的流程中,其内、外工况影响都比较复杂,易产生裂纹等隐患现象。在锅炉生产中,当压力容器内出现裂纹的时候,可能发生危险介质泄漏的情形,并且在高压的影响下会发生爆炸的恶性事故。因此,必须定时对其进行检验、维修等工作,以防止给我国工业资源带来经济损失,给周围人的生命财产安全和大气环境带来无法挽回的重大破坏。

### 【参考文献】

- [1]胡冀轩.锅炉压力容器裂纹的形成原因及预防措施[J].智能城市,2021,7(24):96-97.
- [2]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):78-79.
- [3]武磊.锅炉压力容器压力管道检验中的裂纹分析[J].化学工程与装备,2021,(10):229-231.
- [4]阳佳莉.锅炉压力容器压力管道检验中的裂纹问题探讨[J].科技创新与应用,2021,(05):112-114.
- [5]杨秋萍,黄亚男.锅炉压力容器压力管道检验中的裂纹问题研究[J].中国金属通报,2020,(12):167-168.
- [6]潘绍祥.漫谈锅炉压力容器压力管道检验中裂纹问题及对策[J].中国设备工程,2020,(21):179-180.
- [7]李其伟.锅炉压力容器压力管道检验中的裂纹问题分析[J].南方农机,2020,51(13):120-121.
- [8]胡龙年.锅炉压力容器压力管道检验中的裂纹问题分析[J].石化技术,2020,27(06):33+37.
- [9]王守学.锅炉压力容器压力管道检验中裂纹问题及预防措施[J].建材与装饰,2020,(17):203+206.
- [10]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.