

浅谈锅炉压力容器压力管道检验的裂纹问题

阚广辉

辽阳市锅炉压力容器检验研究所 辽宁省 辽阳市 111000

【摘要】：裂纹作为锅炉压力容器、压力管道最常见的问题，在检验过程中及时发现并且展开处理，从根本上遏制裂纹扩大，能够确保这两个设备得到正常、安全、稳定的运行，继而提高工业生产经济效益。但根据过往经验来看，导致裂纹问题的因素有很多，防治难度较大，因此，文章从锅炉压力容器、压力管道常见的裂纹形式入手，针对导致裂纹产生的原因提出具体可行的检验措施，并且针对检验工作进行强化，尽可能降低裂纹对锅炉运行的负面影响。

【关键词】：锅炉检验；压力容器；压力管道；裂纹问题

引言

锅炉压力容器、压力管道是一种密闭性容器，在工业行业内都得到了广泛应用，直接关系到最终的生产效率和经济效益，但受到多方面因素影响，在实际应用过程安全性和稳定性较弱，发生故障的概率较高且危害性较大，必须要得到有关单位的重视。裂纹问题是锅炉压力容器、压力管道中最常见的也是危害最大的问题，必须要通过相应的检验，及时展开处理，避免引发重大事故，满足实际工业生产要求。

一、锅炉压力容器、压力管道中常见的裂纹类型

锅炉压力容器、压力管道中可能存在诸多缺陷，而裂纹是最常见，也是影响最大的。裂纹会根据锅炉压力容器、压力管道的应用方向产生不同的变化，如化学反应、换热反应、物理分离等情况下产生的裂纹不尽相同。根据锅炉压力容器、压力管道的实际应用情况来看，常见的裂纹包括以下几种：焊接裂纹、腐蚀裂纹、疲劳裂纹、蠕变裂纹。

第一，焊接裂纹。这种裂纹最为常见，也是现代工业加工中最常见的问题，在实际焊接过程中，受到多方面因素的影响，导致裂缝的出现，继而逐步扩大成裂纹。而最为主要的因素为加热温度，焊接加工过程中温度过高或者工地都会导致裂纹的产生，一旦温度超过临界温度的过程中，还会出现过热裂纹，冷却阶段的处理不当也会产生冷裂纹。这些裂纹很难通过常规检验手段发现，却会给锅炉压力容器、压力管道的正常运行带来负面影响。当裂纹扩大时，可以肉眼观察到缺陷，但有一部分裂纹也需要借助显微镜或者透射电子显微镜观察发现。

第二，腐蚀裂纹。在一些特殊的工业企业中，所使用的介质具有较大腐蚀性，随着使用时间的增加，对锅炉压力容器、压力管道内部造成腐蚀，同时受到内外压力作用下，导致腐蚀性裂纹的产生。需要注意的是，这种腐蚀裂纹大部分集中在一些特定部位，一旦腐蚀金属微观组织就会产生不可逆的变化。最关键的是，这种变化非常缓慢需要经过一段时间后才能发现，而且第一道裂纹形成后就会逐渐产生大量次生裂纹，给锅炉压力容器、压力管道安全运行带来了极大的威胁。

第三，疲劳裂纹。锅炉压力容器、压力管道大部分为金属材质，疲劳是这个材质无法规避的问题，而且设备本身应用的环境较为特殊，需要承受不均匀变化的应力作用。不仅是材质问题，在工业生产过程中，介质的流动速度、容量变化、重量变化等也会引发疲劳裂纹的产生。和前面两个裂纹形式不同，疲劳裂纹从外到内，从细微的直线发展成散射状的曲线，从缺陷部位发展到非缺陷部位，最终引发爆裂等危害。

第四，蠕变裂纹。锅炉压力容器、压力管道中应力集中或者温度过热的位置都会产生蠕变裂纹，和焊接裂纹不同，这种裂纹损伤区域会出现多个大小不同的穿孔，并且逐步扩大成裂纹带。蠕变裂纹会让金属组织相互分析，直接导致锅炉压力容器、压力管道出现形变问题，是上述四种裂纹中危害最大的一种，需要在日常检验中严格地进行防范。如：管道折弯处、容器接头焊接处、介质出入口处，都容易出现蠕变裂纹。

二、锅炉压力容器、压力管道中裂纹的检测方式

经过上文分析，对锅炉压力容器、压力管道中的裂纹问题有了一定的了解，但也认识到常规的检验方式无法完全排除裂纹，很容易给后续的工业生产造成隐患。而且焊接裂纹、腐蚀裂纹本身难以被发现，需要综合考量多方面内容。这也



图 1 焊接裂纹

意味着，必须要对现阶段的裂纹检测方式进行完善，以此保证检验工作得到真正的落实。

（一）超声波检测技术

超声波检测是目前锅炉压力容器、压力管道中最常见的检测技术，最初应用在油气管道、石化装置管道中。所谓超声波检测就是借助低频超声波完成，通过接收到的反射能量判断管道厚度，根据实际应用效果上看，这种检测技术可以实现对锅炉压力容器、压力管道的连续性检测，而且定位准确性较高。相比较而言，超声波检测技术本身的全面性较强、工作效率较快，目前最常见的是，声发射检验，一旦管道中存在裂纹，声传感器就会接收到相应的应力波。这种检测方式可以实现实时性、远距离监测，对裂纹的敏感性较强，在小空间管道中应用效果最优，目前，常见于大型电站锅炉管道监测中。需要注意的是，这种技术核心关键在于信号提取，阈值选择上限制较多，需要根据实际情况有针对性的应用，经验模态分解联合自相关差分 Duffing 振子法能够从一定程度上提高应力波声信号识别获取能力。

（二）渗透检测技术

渗透检测技术操作简单、方便快捷，在一些肉眼不可察，但表面开口的裂纹检测中效果最优。该技术借助固体染料发光以及液体本身的毛细特点，实现对裂纹检测，虽然该技术无损性、高检出率等特点较为突出，但是该技术存在的缺陷问题也较为突出，很有可能会给锅炉压力容器、压力管道造成污染。从过往的应用经验来看，主要是借助显像剂、渗透剂这两种试剂完成工作，但需要注意的是，如果锅炉压力容器、压力管道材料吸收性较强，那么不能够使用这项技术。因此，工作人员在检测过程中，要对锅炉压力容器、压力管道进行综合性分析，合理地选择检测方式。目前较为常见的渗透检测技术，包括：后乳化型着色渗透检测、水洗型荧光渗透检测和溶剂去除型荧光渗透检测等。

（三）红外成像检测技术

红外成像检测技术目前在多个行业中均得到广泛应用，也是未来主要检测技术之一，这种技术灵敏性、精确性，都对压力管道裂纹检测工作的落实带来了便捷。从实际应用情况来看，这种检测技术也不会受到时间、温度等外界因素的影响，适用性较强。红外成像检测技术常用于疲劳裂纹、蠕变裂纹、腐蚀裂纹，尤其是在热疲劳裂纹、机械疲劳裂纹、蠕变破坏裂纹和应力腐蚀裂纹，这四个裂纹形式中，结果最为准确。另外，需要注意的是，这种检测技术的灵敏度会受到裂纹缺陷面积的影响，因此也需要根据具体的情况选择性应用，确保裂纹可以在第一时间被发现，并且得到妥善处理。

（四）其他检测技术

除了上述三点检测技术之外，磁粉检测技术、射线检测技术、光纤传感检测技术也在锅炉压力容器、压力管道裂纹检测中有所应用，但优缺点各不相同，需要进行具体分析。以射线检测技术为例，该技术直观性较强，借助 X 光感光胶片，能够帮助工作人员快速分析裂纹构造。而光纤检测技术实时性、灵敏性、抗干扰性特点突出，而且根据精准度不同可以选择不同的光纤传感检测技术。但是前者很容易受到外界环境因素的影响，准确性较低，需要配合其他检测技术使用，后者会产生较大损耗、成本较高。

三、锅炉压力容器、压力管道中裂纹的检测措施

由上可知，锅炉压力容器、压力管道在实际运行过程中，长期处于高温、高压状态，因此非常容易出现裂纹问题，严重的情况下，还会出现设备故障停机等问题，在这样的情况下，就要强化锅炉压力容器、压力管道的裂纹检测维护工作。除了要保证检测方式合理之外，还要全面落实高质量的检测工作，确保裂纹问题能够及时发现，确保锅炉压力容器、压力管道稳定运行。

（一）日常检测维护

在锅炉压力容器、压力管道运行过程中，日常检测维护工作十分重要。很多裂纹都很难被发现，借助日常检测维护可以有效预防运行过程中存在的风险，保证电厂发电工作进行，并且达到预期目标。首先要对锅炉压力容器、压力管、进行日常维护保养。日常保养过程中要对管道、容器的特定区域进行全面得到检测保养，如发现容器、管道出现裂纹，要在第一时间展开相应的处理工作。其次，还要制定形成科学合理的检测计划，规范化设备操作人员的检测操作。上文中提出的检测方式各具优缺点，工业企业可以根据锅炉压力容器、压力管道的实际情况，制定出综合性、混合式的检测体系，从根本上规避裂纹问题的产生。比如：某工业企业定期对锅炉压力容器、压力管道的运行数据进行健康评估，及时发现可能存在的故障点和风险点。

（二）定期检测维护

在锅炉压力容器、压力管道工作过程中，一些裂纹问题难以避免，会随着使用时间的推移出现。因此，除了要落实日常检测维护之外，还要定期对锅炉压力容器、压力管道进行维护。比如，在实际工作的过程中，锅炉压力容器、压力管道内温度如果处于临界值，那么可以根据实际生产要求暂停运行，留出释放应力的时间，以此有效降低裂纹产生概率、延长使用寿命、提高锅炉燃烧效率。除此之外，在日常应用

过程中,也不能够忽视其他零部件,定期对锅炉压力容器、压力管道内部进行清扫,减少杂质,及时更换老化的压力管道。比如,某工业企业要求检测人员定期对锅炉压力容器、压力管道的使用情况进行评估,根据具体的数据,判断剩余使用寿命。在此基础上,结合企业经济情况,在不影响正常生产的情况下,更换压力管道,确保生产稳定高效地进行。

总结

综上所述,工业企业必须认识到锅炉压力容器、压力管

道的重要性,加强对设备的管理和检验,尽可能避免裂纹出现,切实提高生产效率,让工业企业的生产经济效益得到发展。在实际检测过程中,要对每一个环节进行控制、强化检测力度、提高检测效率,尽可能避免裂纹出现,切实延长锅炉压力容器、压力管道的使用寿命。裂纹问题的解决能够有效规避锅炉压力容器、压力管道安全事故问题的产生,真正实现安全稳定的生产。

参考文献:

- [1] 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,No.359(001):71-72.
- [2] 耿广威.浅谈锅炉压力容器压力管道检验的裂纹问题[J].科学与财富,2019,000(027):34.
- [3] 陆源.锅炉压力容器压力管道检验的裂纹问题探讨[J].内燃机与配件,2018,000(004):P.120-120.
- [4] 赵丽亚,张健,崔蒙.浅析锅炉压力容器压力管道检验的裂纹问题[J].建筑工程技术与设计,2018,000(027):1674.