

压力容器压力管道检验中裂纹问题的处理分析

袁焯 李九龙

山东省特种设备检验研究院有限公司 山东 济南 250101

【摘要】：本文主要对压力管道和压力容器在运行期间对裂纹的检验分析，首先介绍裂纹类型及形成的原因，然后提出针对裂纹问题的预防和处理策略，以供相关企业的参考。

【关键词】：压力容器；压力管道；裂纹；处理

1. 前言

压力容器和压力管道在实际运行期间自身受到较大的压力，而长时间处于这种状态，就会使得特种设备的压力值超限，进而引发安全事故。因此相关企业在使用压力容器和压力管道的过程中，务必要重视设备的使用情况，对容器和管道的质量及性能进行定期检查和控制，利用检验技术对容器和管道设备进行详细检查，判断其是否存在裂纹，如果发现裂纹，一定要在第一时间解决，避免产生较大的影响和损失。

2. 压力容器和压力管道中裂纹的类型及产生原因

2.1 裂纹类型

(1) 机械疲劳裂纹。这种裂纹主要体现在受到应力集中的位置，大部分都在设备的表面，这种裂纹具备的宏观特征具体表现为：裂纹形成初期，与应力方向呈 45° 逐渐蔓延，发展阶段与应力呈垂直方向。裂纹通常是线状，由小变大。这种裂纹还具有一定的微观特征，如：从微观的角度出发，发现机械疲劳裂纹发生部位的设备材料结构及显微组织形态都发生了变化。如果发生裂纹位置的附近没有明显的塑性变形，那么其裂纹的发展方向与主应力呈垂直状态，开口较大，在开口附近存在较为明显的粘斑坑，但坑的深度不大。

(2) 应力腐蚀裂纹。这是由于管道和容器受到较大的应力，并且设备内部存在的介质有腐蚀性，在拉应力与腐蚀作用下，应力腐蚀裂纹就会在设备上出现，这种裂纹比较常见。在运送汽、水等介质时，管道或者容器设备在腐蚀作用下，受到很小的应力就会造成应力腐蚀裂纹。还有可能是管道和容器设备受到震动，并且震动无法释放，也会造成应力腐蚀裂纹。这种裂纹的形状一般与应力的方向垂直，裂纹整体呈现分支状，分支的尾部比较尖锐。这种裂纹主要容易出现在设备的弯管内壁的中性层区，属于是应力导向性腐蚀裂纹。

(3) 蠕变裂纹。由于设备长期受到高温及应力的作用，金属材料组织就会发生形变，或者发生损伤进而出现裂纹。

其宏观特征表现为：管道及容器受到的最大应力方向与裂纹呈现垂直的状态，沿设备轴线分布，为曲折形式的较宽裂纹带，在主裂纹两次还存在大量的副裂纹。微观特征主要表现为：管道和容器材料中形成大量的米粒孔状洞，形成蠕变裂纹。

(4) 碱脆裂纹。这种裂纹是一种受腐蚀的特殊裂纹形式，主要是由于设备内部运送的介质中有苛性钠的成分，进而使得受到腐蚀的金属管道及容器材料发生催化。此外还有可能运输的介质是高浓度氢氧化钠溶液，在较高的温度小，受到加大的应力，也会造成这种裂纹。

2.2 形成裂纹的原因

(1) 压力管道及容器设计不合理。在对这些设备进行设计的过程中，忽略了柔性因素。如某工厂在生产4#压力容器和压力管道中为了尽快完成生产任务，在对相关设备进行设计的过程中没有充分考虑管道和容器的尺寸、支架结构、关键及阀门等的合理性，这就会造成管道的柔性在很大程度上降低。在管道和容器投入使用的两个月后，管道和容器设备就出现异常振动，各个焊缝开裂，形成机械疲劳裂纹，最终造成管道破裂。

(2) 管道和容器制作材料不合格或者误用代材。在实际加工过程中，就会出现线性裂纹。在材料选购中要明确国家的相关规定和标准政策，确定压力管道和容器的相关参数及性能，如果运输有毒的物质或者腐蚀性较强的介质，那么就要事先对制作材料进行检测，符合检测结果及标准后才可投入制作和生产。此外材料不符合管道及容器的设计，或者存在误用材料的情况，都会造成裂纹。在对管道及容器进行焊接工作时，如果没有严格按照焊接规定进行操作，焊接质量不符合要求和标准，也会造成焊接裂纹、错位、烧穿等问题，最终都会演变成裂纹，对相关设备的质量造成一定的影响。

3. 裂纹的处理及预防策略

3.1 强化操作者的相关技能水平，严格按照相关要求进行操作

在运输过程中如果管道和容器出现裂纹，那么要考虑的因素不仅仅是压力因素，还有可能是由于操作人员操作不当导致的。为了能够降低裂纹发生的几率。操作者要切实提高自身操作水平和专业技术能力，确保锅炉自启动到停炉的全过程能够安全平稳的运行，对炉内的温度进行合理的控制，尽量不要出现大幅度的骤冷和骤热，这样就会避免由于温度变化较大造成管道和容器内压力不均衡造成的裂纹问题。故操作人员一定要严格按照相关的规定和技术标准进行才做，使得锅炉处在平衡运行的状态，这样不仅能够有效避免裂纹问题，还能在一定程度上延长锅炉的使用寿命。相关企业在聘请相关工作人员时，应提高应聘门槛，或者为员工提供相应的培训，将容易造成管道和容器裂纹的主要原因讲解清楚，让操作人员在实际操作过程中尽量避免操作失误，这样才能降低裂纹发生概率，减少对管道和容器的损坏。

3.2 控制容器和管道的生产材料及过程，监督每一道生产工序

在对相关压力设备进行生产之前，要对材料进行全面检查，确保材料的型号及性能符合产品的标准，如果存在不符合的材料一定要在第一时间将其更换。在对设备进行制作和生产的过程中，要根据图纸进行操作，还要确保制作原材料的比例。在制作过程中，还要专门指派人员对整个制作环节进行全面监督和检查，做到每一道工序完成后要经过专业的检验合格后才可进行下一步操作，这样才能提升生产质量，避免后期出现裂纹。

参考文献：

- [1] 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, No.1018(04):223-224.
- [2] 朱正宏. 关于压力容器压力管道形成裂纹的问题分析[J]. 辽宁化工, 2019, 048(007):667-668,675.
- [3] 杨坤. 锅炉压力容器压力管道检验的裂纹问题及其处理[J]. 商品与质量, 2020, 000(004):199.

3.3 制定完善的质量检验制度及检修体系，加强日常维护工作力度

日常维护能够确保压力管道及容器正常运行的重要措施，由此可见创建一套完善的检验标准和检修体系是非常必要的：（1）规范生产环节质量的检验过程，创建具有指导性的管理体系，优化管道和容器的生产流程，特别是预防压力管道和容器的裂纹问题。（2）当压力管道和容器处于运行状态时，很容易会发生裂纹问题，一旦出现裂纹问题，一定要及时上报和处理，避免事态严重，造成经济损失。在解决裂纹问题时，要形成书面记录，从维修实践中总结经验，锻炼工作人员的应变能力。当管道和容器处于停止运行的状态时，需要释放压力，并做好维修检查的工作。（3）日常维护工作中，需要制定相应的定期检修计划以及更换零件计划，在每一次的检修过程中，都要严格关注每个小零件，确保细小环节都被检查到。（4）压力管道和容器在长时间运行期间，设备内部很容易积累残渣，时间久了，残渣就会越积越多，最终造成设备内部受热不均，进而容易造成应力不平衡的问题。此外压力管道由于其自身的材料原因，容易出现老化的问题，并且耐用性会逐渐降低，在对这个设备的检查过程中，需要关注其力学性能及冲击韧性。

4. 结语

压力容器和压力管道主要就是用于储存及运输具有腐蚀性、高温的汽水等介质，这些设备长期处于运行状态，会由于应力和温度的作用，非常容易产生裂纹，一旦出现裂纹没有及时发现和处理，那么后果不堪设想。因此在压力管道和容器设备使用期间，要定期对其进行检验，判断是否存在裂纹，如果出现裂纹要及时处理，避免裂纹扩大，造成不必要的损失。