

# 锅炉压力容器生产使用检验环节问题及解决措施分析

张梦生

(六安市特种设备监督检验中心 安徽 六安 237000)

**摘要:** 锅炉压力容器在生产、使用和检验环节中可能会面临一些问题。本文在分析材料选择和质量控制、制造工艺、设计缺陷等生产环节问题的基础上,关注了使用环节中的不当操作和维护、检验不及时、非破坏性检测不足等问题。并针对这些问题,提出了一系列解决对策,包括合理的材料选择、严格的质量控制、工艺优化、操作人员培训、检验计划管理等方面的措施。通过这些对策,可以提高锅炉压力容器的安全性、性能和可靠性,降低事故风险。

**关键词:** 锅炉压力容器; 生产; 使用; 检验; 问题; 对策

## 0 引言

锅炉压力容器在工业生产中扮演着至关重要的角色,它们用于存储和输送高温高压流体,因此其安全性和性能至关重要。然而,随着时间的推移和操作条件的变化,锅炉压力容器可能面临一系列的问题,包括材料选择不当、制造工艺缺陷、设计缺陷、不当操作和维护、检验不及时等,这些问题可能导致容器的性能下降、安全风险增加,甚至引发事故。因此,本文探讨这些问题并提出解决对策,以确保锅炉压力容器的安全性和可靠性。

## 1 锅炉压力容器生产环节存在的问题

### 1.1 材料选择和质量控制问题

#### 1.1.1 材料选择不当

锅炉压力容器的材料选择至关重要,直接关系到容器的性能和安全性。但问题在于,有时候制造商可能在材料选择上存在不当的决策。这可能包括选用了不耐腐蚀、不符合操作条件的材料,或者选择了质量不稳定的供应商提供的原材料。此外,制造商对材料缺乏详细测试和分析,也会导致材料的选择不当。在一些情况下,制造商可能依赖于经验,而不是依赖于科学数据,来确定材料的适用性。

#### 1.1.2 质量控制缺陷

质量控制缺陷问题出现在于缺乏严格的质量控制措施,导致生产中存在一系列缺陷,例如,焊缝中的气孔、裂纹,或者是材料表面的缺陷等。质量控

制缺陷还源于制造过程中的操作不当、监督不足或设备的维护问题,会影响到锅炉压力容器的可靠性和安全性。

### 1.2 制造工艺问题

#### 1.2.1 焊接质量问题

焊接是锅炉压力容器制造过程中的关键环节之一。然而,焊接环节常常会出现焊接质量问题,导致容器的强度和密封性受到威胁。这些问题可能包括焊缝处的裂纹、气孔、未熔合的区域等<sup>[1]</sup>。焊接质量问题通常源于不合格的焊工技能、不适当的焊接参数或设备问题。解决这些问题需要加强焊工培训,确保焊接过程得以正确执行。

#### 1.2.2 热处理不足

热处理在锅炉压力容器制造中也是一个至关重要的步骤。如果热处理不足,容器的材料可能会缺乏必要的强度和耐久性,使得材料的性能不符合要求。这可能导致在实际操作中容器的失效风险增加,从而影响容器的安全性。热处理问题通常涉及温度控制、保温时间、冷却速度等方面的不当操作。为确保热处理的有效性,需要实施严格的工艺控制和监督。

### 1.3 设计缺陷

#### 1.3.1 不符合标准规范

锅炉容器的设计必须符合国际和本地的标准规范。然而,一些容器可能存在设计不符合规范的问题,这可能是设计师缺乏对相关规范的了解,或者是为了降低成本而采取了不合规的设计。不符合标准规范的设计会导致容器在操作过程中无法承受预期的压力和温度,从而增加了发生事故的风险。

### 1.3.2 强度计算不当

强度计算是锅炉压力容器设计的核心。如果强度计算不当,容器可能会在实际使用中承受不了外部压力和温度的要求,从而导致事故。同时,强度计算不当问题会涉及对材料性质、操作条件、应力分布等方面的不合理估计。为避免这些问题,需要对容器的设计进行工程计算和模拟,确保容器在各种条件下都能够安全运行。

## 2 锅炉压力容器使用环节存在的问题

### 2.1 不当操作和维护

#### 2.1.1 温度和压力超限操作

在锅炉压力容器的使用环节,经常出现的问题之一是操作人员对温度和压力限制的不当管理,包括无视操作规程,故意或无意地将温度和压力超过容器的设计限制,这种行为可能导致容器内部存在过度应力,加速了设备的老化,甚至引发严重的事故。究其原因,是操作人员的操作不慎和缺乏必要的培训<sup>[2]</sup>。

#### 2.1.2 忽视腐蚀和磨损

锅炉压力容器使用环节的另一个常见问题是对腐蚀和磨损的忽视。锅炉压力容器在使用过程中会暴露在不同的环境条件下,导致可能出现腐蚀和磨损。如果不及时检测和维护,这些问题可能会逐渐累积,损害容器的完整性。

对腐蚀和磨损的忽视主要是由于维护计划的不足或不正确。因此,定期的检查和维护程序对于识别并及时修复腐蚀和磨损问题至关重要。此外,应使用适当的涂层和防护措施来减少这些问题的发生。

### 2.2 检验不及时

#### 2.2.1 定期检验延期

锅炉压力容器需要定期进行检验,以确保其安全性和性能。然而,一个常见的问题是定期检验的延期,制造商或用户缺乏对检验计划的认识,或者是生产工艺的压力都会导致检验延迟。延期的定期检验往往会导致容器潜在缺陷未被及时发现,增加了事故的风险。为解决这一问题,需要建立明确的检验计划,并确保执行计划,不因短期利益而延迟检验。

#### 2.2.2 非破坏性检测不足

锅炉压力容器的检验通常包括破坏性检测和非破坏性检测,其中后者包括超声波、射线检测等。然而,非破坏性检测存在的一个问题是非破坏性检测可能不够彻底或不够频繁。这可能导致容器内部的缺陷未被

及时检测到,从而增加了事故的风险。为确保容器的安全性,非破坏性检测应定期进行,并且使用适当的技术和设备。此外,应根据容器的使用情况和环境条件来调整检测频率,以提升发现问题的及时性。

比如,在某工厂中,锅炉压力容器的定期检验计划规定:每年进行一次超声波检测,以寻找潜在的焊接缺陷。然而,在实际操作中,工厂决定采用较为便宜的手持式超声波设备进行检测,而不是更精密的自动化扫描系统,这个决定导致了以下问题:

(1) 设备选择不当。手持式超声波设备通常需要操作人员拥有更多的技能和经验,而且容易受到操作人员的技术水平影响。这可能导致检测的不稳定性,以及难以发现小型或深层的焊接缺陷。

(2) 检测频率不足。工厂在实际操作中降低了超声波检测的频率,将其从每年一次减少到每两年一次。这意味着一些潜在问题可能在两年内未被发现,从而增加了锅炉压力容器的风险。

这个例子表明:非破坏性检测不足(包括设备选择不当和检测频率的降低)可能导致容器内的问题未被及时发现。为解决这一问题,工厂应重新评估其检测方法,考虑使用更高精度的自动化扫描系统,并确保检测频率符合标准和容器的使用情况。

## 3 锅炉压力容器检验环节存在的问题

### 3.1 检验方法不合理

在锅炉压力容器的检验过程中,首要问题之一是检验方法不合理。这包括检测设备选择的问题,有时候选择的设备可能不适用于容器的具体要求,或者设备可能已经过时,不能提供准确和可靠的检测结果。这种情况下,容器的检验可能无法充分反映其实际状态,从而可能导致问题未被及时发现。

### 3.2 数据分析和记录问题

另一个常见的问题是数据分析不当和记录不足。检验数据的不当分析可能导致容器的状态被误判,或者未能及时发现潜在问题。此外,不完整或不规范的检验记录也可能成为问题,使得容器的历史无法追踪,维护工作受到困扰。这些问题共同降低了检验环节的有效性和可靠性。

## 4 锅炉压力容器生产环节问题解决对策

### 4.1 材料选择和质量控制问题的解决对策

为解决锅炉压力容器生产过程中的材料选择和质

量控制问题,制定一系列综合性对策至关重要。首先,制造商要确保严格遵循相关国际和本地标准、规范,以明确定义材料的选择和使用要求,包括确定适用的材料标准、化学成分、机械性能和腐蚀抵抗等方面的技术要求。其次,制造商应建立与可信赖的供应商之间的密切合作关系,以确保原材料的来源可靠、质量稳定,并进行严格的质量控制。

在材料选择方面,对不同操作条件和环境条件下的锅炉压力容器进行全面的材料评估是至关重要的。这可以通过材料工程师的专业知识和先进的材料测试技术来实现。选择材料应根据容器的用途、操作条件和材料性能来选择最合适的,确保其具备足够的强度、耐腐蚀性和耐热性。

质量控制方面的对策包括建立一套完善的质量管理体系,例如 ISO 9001 质量管理体系,以确保整个生产过程都受到监督和控制。该体系应包括质量计划、工艺控制、检验程序、记录保持和问题解决机制等<sup>[3]</sup>。更重要的是,应对所有生产环节进行全面的质量监督,包括原材料采购、材料测试、焊接、热处理、非破坏性检测等。质量管理团队需要接受培训和认证,以确保他们具备必要的技能和知识来有效监控和管理质量。

#### 4.2 制造工艺问题的解决对策

解决锅炉压力容器制造工艺问题,制造商需要采取全面的对策,以确保生产过程的质量、可靠性和安全性。首先,制造商必须确保工艺符合相关的标准和规范,包括焊接、热处理、装配和检验等方面的工艺。其次,制造商应建立清晰的工艺流程和标准操作程序,以确保每个生产步骤都得到准确、一致的执行,这不仅包括生产工艺本身,还包括工艺参数、设备校准和操作员的培训,以确保工艺的稳定性 and 可重复性。

针对焊接质量问题,制造商应采取多种措施,以确保焊接质量。首先,需要严格选择合格的焊工,他们必须具备适当的资质和经验。其次,应确保焊工得到持续的培训和认证,以了解最新的焊接技术和安全规定。此外,焊接过程中的参数,如电流、电压、焊丝速度等,必须得到准确的控制,以确保焊接接头的质量。最后,应实施焊缝的非破坏性检测,如超声波或射线检测,以检测焊缝中的潜在缺陷。

针对热处理问题,制造商应确保热处理工艺的温度和时间得到严格控制,并进行记录,这可以通过

监控热处理炉的温度、时间和冷却速度来实现。同时,应采用适当的温度传感器和控制系统,以确保热处理的一致性和可控性。

热处理过程中的温度和冷却速度数据表见表 1。

表 1 热处理过程中的温度和冷却速度数据表

时间点 /min	温度 /℃	冷却速度 / (℃ /min)
0	800	10
30	750	8
60	700	6

表 1 中数据表明了在不同时间点的温度控制和冷却速度。这样的详细记录有助于确保热处理的质量,提高材料性能,从而增强容器的整体安全性。

#### 4.3 设计缺陷的解决对策

首先,制造商和设计师必须确保容器的设计符合适用的国际和本地标准,包括确保容器的结构、材料、焊接和强度计算等方面都满足标准的要求。其次,为了防止设计缺陷,需要建立严格的设计审查流程,由多个工程师和领域专家组成审查团队,对设计进行详细审查和验证。审查团队应考虑容器的操作条件、环境条件、荷载情况和应力分析等因素,以确保设计的安全性和性能。此外,应建立设计修改和改进的反馈机制,以便根据审查结果对设计进行必要的修正。最后,强调工程师的专业培训和认证。设计锅炉压力容器需要高度的专业知识和经验,因此设计团队中的工程师必须具备相关资格和经过相关培训。培训应包括最新的设计技术、材料选择、强度计算和安全规范等方面的内容。只有提高设计团队的技能和知识水平,才能够避免设计缺陷的发生。

### 5 锅炉压力容器使用环节问题的解决对策

#### 5.1 不当操作和维护问题的解决对策

首先,建立明确的操作手册和维护程序手册至关重要,这些文件应该详细说明锅炉压力容器的正确操作方法、维护要求和安全注意事项。操作员必须严格遵循,确保容器在规定的操作条件下运行,避免超限操作和潜在的危险行为。其次,定期的操作员培训也是解决不当操作和维护问题的关键。培训课程应涵盖锅炉压力容器的操作原理、安全风险、应急处理措施等方面的知识。通过培训,操作员不仅能够更好地理解容器的特性、提高操作技能,学会如何正确应对不同的操作情况,还有助于保持操作员对安全性的关注,提醒他们时刻注意维护和安

全操作的重要性。

## 5.2 检验不及时问题的解决对策

(1) 制定严格的定期检验计划。建立明确的检验计划，确保按照标准规定的频率对锅炉压力容器进行检验。检验计划应考虑容器的使用情况、环境因素和潜在的风险，以确定最合适的检验周期。

(2) 使用提醒系统和计划管理工具。利用现代技术，如计算机化维护管理系统，以设置提醒和警示，确保检验不会被忽视或延期。

(3) 建立监督和审查机制。引入监督和审查程序，确保检验计划的执行，包括定期的内部审核或由第三方机构进行的独立审查，以确保检验不会被忽略或延期。

(4) 记录和归档。建立完善的记录体系，记录每次检验的结果和细节。这样不仅有助于跟踪检验的历史，还有助于及时发现问题和采取纠正措施。

## 5.3 非破坏性检测不足问题的解决对策

首先，应该加强非破坏性检测方法的标准化和质量要求。这包括确保使用的检测方法和设备符合国际和行业标准，并对检测操作员进行培训，以确保他们熟练掌握检测技术<sup>[4]</sup>。其次，建议引入先进的检测技术，如数字射线检测和红外热像技术，以提高检测的准确性和可靠性。此外，应根据容器的使用情况和潜在风险，增加非破坏性检测的频率。特别是对于老化容器，在高腐蚀环境运行以及存在高风险操作的容器，需要更加频繁的检测，并制定详细的检测计划，确保按照计划进行检测，及时更新计划以反映实际情况。

其中，设备可靠性  $R$  的计算公式如下：

$$R=e^{-\lambda t}$$

式中： $\lambda$  — 设备失效率；

$t$  — 运行时间。

该公式可用于评估非破坏性检测的有效性，从而指导检测频率的制定。

## 6 锅炉压力容器检验环节问题的解决对策

(1) 制定一系列有针对性的对策来确保容器的安全性和性能。首先，合理选择检测方法是关键，要确保根据容器的特点和用途选择适当的检测方法，包括超声波、射线检测、磁粉探伤等多种非破坏性检测方法，以及视觉检查等传统方法。通过选择正

确的方法，可以确保容器的各个方面都得到充分的检查，从而降低漏检的风险。其次，增加检测频率也是解决检验环节问题的重要一步。对于老化容器或在高腐蚀环境下运行的容器，定期的检验计划至关重要，需要考虑容器的使用情况、环境条件和操作历史，以确定最佳的检测频率。通过增加检测的频率，可以及时发现潜在的问题，降低事故的风险。

(2) 建立一个合格的检测团队。这意味着确保检测工作由受过专业培训和认证的人员执行，这些人员应具备必要的技能和经验，以正确执行检测并解释结果。只有拥有合格的检测团队，才能够保证检测的准确性和可靠性，减少误诊的可能性。

(3) 定期设备维护和校准。这也是确保检测环节有效进行的重要措施。检测设备的性能和准确性直接关系到检测的质量。因此，需要定期对检测设备进行维护和校准，确保其在良好的工作状态，可以通过定期的校准程序、维护记录和设备交换策略来实现，以保持检测设备的可靠性和准确性。

## 7 结语

综上所述，锅炉压力容器的生产、使用和检验环节面临的问题是需要认真对待的挑战。然而，通过合理的材料选择、质量控制、工艺优化、操作员培训、定期检验和非破坏性检测等一系列对策，可以有效地提高容器的安全性和性能。这不仅有助于降低事故风险，还能够保护人员和环境的安全。

## 参考文献：

- [1] 张伟杰. 锅炉压力容器检验的常见问题及解决措施 [J]. 造纸装备及材料, 2023, 52(05):64-66.
- [2] 刘亚君. 锅炉压力容器监督检验中光谱检查的应用实践探微 [J]. 中国设备工程, 2022(17):152-154.
- [3] 郭金国. 基于声发射技术的锅炉压力容器检测分析 [J]. 化工管理, 2022(17):115-118.
- [4] 刘宇. 锅炉压力容器生产使用检验环节问题及解决措施浅析 [J]. 新型工业化, 2022, 12(04):233-235+240.

作者简介：张梦生（1985.11-），男，汉族，安徽六安人，硕士研究生，高级工程师，研究方向：特种设备检验和机械制造。