

# 压力容器设计制造中的热处理问题分析

庄 旭 赵开云

阿美远东(北京)商业服务有限公司 北京 100000

**摘要:** 压力容器设计制造中的热处理问题对于容器的性能和使用安全性具有重要影响。本文简要介绍了热处理技术以及压力容器热处理的重要性,对压力容器压力试验的类型进行了分析,并深入探讨了压力容器设计制造中的热处理问题。

**关键词:** 压力容器;设计制造;热处理问题

## 引言

压力容器是一种广泛应用于工业生产中的设备,其工作介质通常具有较高的压力和温度,因此对容器的性能和使用安全性要求较高。而热处理是压力容器设计制造中一个重要的环节,它可以改善材料的力学性能、提高容器的质量和使用安全性。因此,对于压力容器设计制造中的热处理问题进行分析和研究具有重要的现实意义。

### 1 热处理技术以及压力容器热处理的重要性

热处理技术是金属材料处理中一种重要的工艺方法,通过对金属材料的加热、保温和冷却过程的控制,改变金属的组织结构和性能,从而达到提高金属材料的机械性能、物理性能和化学性能的目的。热处理技术广泛应用于各种工业领域,其中压力容器热处理作为一项特殊的热处理技术更是具有重要的意义。第一,热处理技术可以改善金属材料的机械性能。通过调整加热温度和保温时间,可以对金属材料进行固溶处理和时效处理,使金属材料晶体变细、晶格变弥散或退火,从而提高金属材料的硬度、强度和塑性。在压力容器制造过程中,热处理可使金属材料的抗拉强度和抗压强度提高,从而使压力容器具有更高的安全性能,降低压力容器发生事故的概率。第二,热处理技术可以改善金属材料的物理性能。金属材料的物理性能主要包括热膨胀系数、导热系数和电导率等。通过热处理可使金属材料的晶体结构发生改变,从而使金属材料的热膨胀系数、导热系数和电导率等物理性能发生变化。在压力容器制造中,通过热处理可以使金属材料的热膨胀系数和导热系数等物理性能更适应压力容器的工作环境,避免由于温度变化引起的热应力,从而提高压力容器的耐热性和导热性能。第三,热处理技术还可以改善金属材料的化学性能。金属材料的化学性能主要包括耐腐蚀性、耐磨性和耐热性等。通过适当的热处理工艺,可以使金属材料中的有害元素得到除去或减少,从而提高金属材料的耐

腐蚀性和耐磨性。对于压力容器来说,其工作环境通常较为恶劣,容器内部会受到复杂的化学物质腐蚀,因此通过热处理可以有效提高压力容器的耐腐蚀性能。第四,压力容器作为一种用于贮存和输送气体和液体的装置,其安全性是至关重要的。热处理在压力容器制造过程中起到了至关重要的作用。通过对材料进行适当的加热和冷却处理,可以改善材料的力学性能、物理性能和化学性能,从而提高容器的安全性能。热处理技术不仅可以消除金属材料内部的缺陷,还可以提高金属材料的均匀性和稳定性,保证容器的安全性。

### 2 压力容器压力试验的类型

#### 2.1 液压试验

液压试验是一种广泛应用于压力容器检验的方法,它通过使用液体介质来对压力容器进行加压和泄压操作,以检验压力容器的强度、密封性和耐压性能。液压试验通常采用水、油或专门的液压介质作为加压介质。这些介质具有不同的物理和化学性质,因此在进行液压试验时,需要根据实际情况选择合适的介质。例如,水是一种廉价且易于获得的介质,但是它容易在低温下结冰,这在某些情况下可能会对压力容器造成损害。而油则具有较好的润滑性能和化学稳定性,因此在某些高压力和高温的场合下,可能会更合适。而液压试验的特点是操作简单、易于控制。通过使用液压泵和控制系统,可以精确地控制液体的压力和流量,从而实现压力容器的精确加压和泄压操作。此外,液压试验还可以在压力容器内部形成较高的压力,因此可以更准确地模拟实际工作条件下的压力峰值,从而更好地检验压力容器的性能。然而,液压试验也存在一些缺点。例如,液压试验需要使用大量的液体介质,因此需要准备足够的液体储备,这可能会增加试验的难度和成本。并且,液压试验需要使用专业的液压泵和控制系统,这些设备不仅价格昂贵,而且需要专业人员进行操作和维护。最后,液

压试验可能会对压力容器内部造成一定的污染和损伤,这可能会影响到压力容器的可靠性和使用寿命。

## 2.2 气压试验

气压试验也是一种在压力容器检验中常用的方法,它通过使用气体介质来对压力容器进行加压和泄压操作,以检验其强度、密封性和耐压性能。在气压试验中,将气体介质充入压力容器内,通过控制气体的压力,使压力逐渐升高至指定的压力值,然后保持一段时间,观察压力容器的表现,最后再将压力逐渐降低至原始值。其次,气压试验通常采用空气、氮气或其他惰性气体作为加压介质。这些气体介质在常温常压下比较常见,因此成本较低,获取方便。此外,与液压试验相比,气压试验更易于操作和控制,同时也更安全<sup>[1]</sup>。并且在气压试验中,气体的可压缩性使其能够适应更高的工作压力,因此可以检验压力容器的更高压力范围。然而,气压试验也存在一些需要注意的问题。第一,气体的安全性是一个需要考虑的重要因素。气压试验中的气体介质需要符合安全标准,不能含有有毒有害成分。第二,气压试验中气体的压缩性使得其压力控制精度要求较高,需要采用专业的控制系统和设备来精确控制压力的变化。第三,气压试验中的高温高压工作环境可能会对压力容器内部的结构和部件产生一定的影响,因此需要在试验过程中注意保护措施和控制参数。

## 3 压力容器设计制造中的热处理问题

### 3.1 不锈钢金属材料的热处理

在对不锈钢金属材料的热处理过程中,相变是非常重要的步骤。在材料科学中,相变是指材料从一种物态转变为另一种物态的过程。对于不锈钢金属材料,其相变通常发生在高温环境下。在高温加热时,不锈钢内部的结构发生变化,从一种晶体结构转变为另一种晶体结构,这种转变被称作奥氏体化。并且这种转变使得不锈钢的内部结构更加均匀,同时消减和除去了焊接结束后产生的残留物质,使得不锈钢的晶体结构变得更加稳定,对外界的腐蚀性物质的反应变得更弱。不锈钢金属材料的热处理通常包括以下几个步骤:其中,热处理的首要步骤就是将金属材料加热到适当的温度。不锈钢的加热温度通常在1000℃到1200℃之间<sup>[2]</sup>。加热的方式有很多种,包括炉火加热、电阻加热、感应加热等,选择哪种加热方式取决于具体的情况和需要达到的效果。同时,在加热过程中,要注意避免金属材料的氧化和脱碳,这会影响到热处理的效果和金属材料的最终质量。另外,在加热到适当的温度后,金属材料需要在该温度下保持一段时间,以便所有部位的温度均匀分布,这对

于最终热处理效果非常重要。不锈钢的保温时间通常在30分钟到1小时之间。在保温过程中,要尽量避免温度的波动,以免影响到金属材料内部的微观结构。而热处理的第三个步骤是冷却,不锈钢的冷却方式通常有三种:自然冷却、水冷和空冷。自然冷却是最常用的冷却方式,即让金属材料在空气中自然冷却。水冷则是指将金属材料放入水中进行冷却,这种方法可以大大缩短冷却时间,但可能会在金属材料表面留下残余应力,影响其机械性能。而空冷是指将金属材料放在空气中进行冷却,这种方式对于某些特殊用途的不锈钢来说是必要的。最后,热处理的最终步骤是回火,回火是将已经冷却的金属材料重新加热到低于临界点的某一温度,并保持一段时间,然后冷却下来。回火的目的是减少金属材料中的残余应力,调整其硬度分布,提高其韧性。对于不锈钢来说,回火的时间和温度取决于其种类和具体用途。

### 3.2 焊接后的热处理

焊接后的热处理是焊接过程中重要的一环,它对于提高焊接质量,保证焊接接头的性能,防止焊接变形和减少焊接应力的作用至关重要。同时,对于不同的材料和焊接方法,热处理的方式和效果也不同。首先,焊接后的热处理的主要目的是为了提高焊接接头的力学性能和改善焊缝金属的组织结构。通过加热到一定的温度并保持一段时间,可以促进焊缝金属的再结晶和晶粒的细化,减少焊接应力和变形,提高材料的强度、塑性和韧性等<sup>[3]</sup>。此外,热处理还可以消除焊接过程中产生的残余应力,防止材料的脆性断裂和提高容器的密封性能。然而,焊接后的热处理也存在一些不利的因素。例如,在热处理过程中,如果温度和时间控制不当,可能会导致焊接处出现碳化情况,使焊接接头的性能下降。同时,热处理还可能引起材料的变形和开裂,影响容器的安全性和使用寿命。因此,在进行热处理时,需要对材料和焊接接头进行仔细的分析和选择,制定合理的热处理工艺并进行严格的质量控制。详细来说,在进行热处理时,需要注意以下几点:(1)加热速度不宜过快,以免材料出现裂纹或变形。同时,温度不宜过高或过低,以免影响到热处理效果。(2)在达到适当的温度后,需要保持一段时间,以确保焊缝金属充分再结晶和细化晶粒。(3)对焊接接头进行均匀加热,以避免产生过大的温度梯度和变形。(4)选用适当的热处理设备,如电阻炉、油炉或燃气炉等,以确保加热均匀性和温度控制精度。

### 3.3 代用材料的热处理

在压力容器设计过程中,选择合适的材料是一个关键的环节。然而,由于各种原因,如材料供应短缺、成

本增加等,我们经常需要考虑使用代用材料。这种做法越来越受欢迎,因为通过使用代用材料,可以在不影响性能的情况下,降低成本和解决供应问题。在选择代用材料时,我们需要考虑以下因素:第一,代用材料的性能需要满足设计要求。这包括强度、韧性、耐腐蚀性、耐磨性等。在某些情况下,可能需要通过实验来验证代用材料的性能。第二,一些代用材料可能需要进行特殊的热处理以满足设计要求。这可能涉及到不同的温度、时间、介质等。对于压力容器而言,材料的热处理可以显著影响其性能和使用寿命。第三,代用材料需要能够与其它部件和系统兼容,这包括物理兼容性(如尺寸和形状)和化学兼容性(如抵抗腐蚀和高温的能力)。第四,代用材料的选择必须考虑到其使用过程中的安全性。某些材料在高温或高压条件下可能会释放有毒物质,因此在选择代用材料时,需要考虑其对环境 and 操作人员健康的影响。第五,在选择代用材料时,需要考虑其可持续性。这包括材料的可回收性、可重复使用性以及对环境的影响。在压力容器设计中,可持续性是一个重要的考虑因素,因为它不仅有助于保护环境,也有助于降低成本。

### 3.4 以液态氨为介质的压力容器的热处理问题

以液态氨为介质的压力容器在设计 and 制造过程中,热处理是一个关键的环节。因此,在考虑是否进行热处理以及如何进行热处理时,需要充分考虑到液态氨的特殊性质以及使用环境的影响<sup>[4]</sup>。首先,我们需要了解液态氨的物理和化学特性。液态氨是一种极性分子,具有较低的沸点和较高的蒸汽压力。在常温常压下,液态氨是稳定的,但在高压或低温条件下,液态氨可能会分解为氨和氢,这是一种放热反应。因此,压力容器在使用液态氨作为介质时,必须能够承受一定的压力和温度。其次,关于是否需要热处理,这要根据具体的应用情况而定。一般来说,如果压力容器内部使用的液态氨纯度高、压力稳定且温度控制得当,那么发生应力腐蚀的风险就相对较低,此时可以不需要进行热处理。然而,如

果液态氨中混有杂质、压力波动较大或温度控制不稳定,那么就可能增加应力腐蚀的风险,此时可能需要进行热处理来消除潜在的应力腐蚀。同时,对于需要进行热处理的压力容器,具体的热处理方案需要根据实际情况来制定。一般来说,热处理可以包括以下步骤:要先进行一次全面的预热,以使压力容器内外受热均匀;然后进行一定时间的保温,以使材料内部的应力得到松弛;最后进行缓慢的冷却,以避免因急剧冷却而产生新的应力。在整个过程中,需要严格控制温度和冷却速度,以确保热处理的效果和质量。最后,对于使用液态氨为介质的压力容器,除了热处理问题外,还需要注意以下几点:一方面,在选择压力容器材料时,需要考虑液态氨的腐蚀性和压力容器的使用条件。一般来说,不锈钢是常用的材料之一,因为它具有较好的耐腐蚀性和高强度。另一方面,在压力容器的结构设计中,应尽可能减少局部应力的集中,以降低应力腐蚀的风险。同时,结构设计还需要考虑到液态氨的充装、排放和搅拌等问题。

### 结语

综上所述,压力容器设计制造中的热处理问题是一个复杂而又重要的领域。在实际工作中,需要综合考虑材料的性质、热处理工艺参数以及容器的工作条件等各种因素。通过深入研究和不断实践,可以不断完善热处理工艺,提高压力容器的质量和使用安全性,为工业生产的安全稳定运行提供有力保障。

### 参考文献

- [1]程京山,夏德富.不锈钢复合板在井矿盐蒸发设备上的应用[J].盐科学与化工,2020,49(4):43-45.
- [2]刘亚楠.低温压力容器设计探究[J].盐科学与化工,2020,49(12):46-48.
- [3]孙明英.分析压力容器设计中的热处理问题[J].科技创新导报,2019,16(35):90-91.
- [4]刘文庆.压力容器设计中热处理问题分析[J].中国设备工程,2019,(11):152-153.