

压力容器焊接技术分析

曹磊

宁夏特种设备检验检测院 宁夏回族自治区 银川 750001

摘要: 随着工业化的进步,压力容器在许多领域的应用越来越广泛,如化工、能源、环保等。焊接技术作为制造压力容器的重要工艺,其技术水平直接影响到容器的质量和安全性。本文将详细分析压力容器焊接技术的特点和技术要点,以为实际操作提供理论基础和实践指导。

关键词: 压力容器; 焊接技术; 要点

引言

压力容器焊接技术因其特殊的应用环境和制造要求,具有一系列独特的特点。本文针对这些特点,探讨了压力容器焊接过程中应掌握的技术要点,包括焊接材料的选用、焊接工艺的制定、焊接缺陷的预防及焊接质量的检测等。通过深入分析这些要点,对于提高压力容器的制造水平和保证其质量具有重要意义。

1 压力容器焊接技术概述

压力容器焊接技术是指在压力容器制造中使用的一种焊接工艺和技术。压力容器是用于存储和运输气体或液体的设备,其承受着高压和温度的环境,因此对其焊接工艺有非常高的要求。压力容器焊接技术主要包括:预处理、焊接方法和焊接质量控制。

预处理是指在焊接前对材料进行准备,包括材料的清洁、去毛刺和去气体等。清洁是为了消除杂质和污染物,以保证焊接质量。去毛刺是为了消除材料表面的毛刺和锉痕,以提高焊接的可靠性。去气体是为了消除材料内部的气体,以防止焊接过程中产生气泡和夹杂物。

焊接方法是指在压力容器焊接过程中使用的具体技术和方法。常见的焊接方法有手工电弧焊、TIG焊、MIG焊和电阻焊等。手工电弧焊是最常用的焊接方法,它使用电弧熔化焊丝和母材,形成焊缝。TIG焊和MIG焊适用于焊接高质量要求的压力容器,它们在焊接过程中使用惰性气体保护焊接区域,以避免氧化和气孔的产生。电阻焊适用于焊接薄壁容器,它利用电流通过连接件,形成焊缝。

焊接质量控制是指在焊接过程中对焊接质量进行检测和控制。常见的焊接质量检测方法有射线检测、超声波检测和磁粉检测等。射线检测是最常用的方法,它可以检测焊缝内部的缺陷;超声波检测通过声波的传播来检测焊缝中的缺陷;磁粉检测则是使用磁粉涂覆在焊缝上,通过观察磁粉的颜色变化来检测缺陷^[1]。

在压力容器焊接过程中,还需要注意焊接参数的选择和控制在。焊接参数包括电流、电压、电弧长度和焊接速度等,这些参数对焊接质量有重要影响。例如,焊接速度过快会导致焊缝不充分、焊接质量下降;而焊接速度过慢会导致过热和变形等问题。

2 压力容器焊接的特点

压力容器焊接是指在制造和使用过程中对压力容器进行各种焊接工艺的应用。压力容器焊接具有以下特点:压力容器焊接对焊接材料、焊接工艺、焊接质量等方面都有严格的要求,以确保焊接接头的强度、密封性和耐腐蚀性等性能。压力容器焊接中常常需要采用多道焊接工艺来完成一个焊缝,包括填充焊、盖面焊和盖底焊等,需要掌握复杂的焊接技术和工艺参数。压力容器焊接接头通常采用多种形式,如搭接焊缝、对接焊缝、角焊缝等,根据压力容器的应用和工作条件的不同,焊接接头的设计也有所不同。于压力容器工作过程中承受的内压很大,因此焊接接头的焊缝必须能够承受较高的应力,焊接强度要求高,一般需要通过无损检测等手段来确保焊接接头的质量。压力容器焊接时需要合理选择焊接材料,以保证焊接接头的强度和耐腐蚀性能。一般情况下,焊接接头的材料应与压力容器本体的材料相近或相同,以保证焊接接头与容器本体的一体性。压力容器焊接过程中产生的烟尘、废气和废水等排放物质对环境造成污染,要求焊接工艺和设备具备环保性能,如采用烟尘净化设备、废气处理设备和废水处理设备等。由于压力容器焊接涉及到高温、高压等危险因素,焊接作业过程中需要注意安全措施,如配备专业的焊工、穿戴防护设备、设置警示标志等,以确保焊接作业的安全。

3 压力容器焊接技术要点

3.1 焊接材料

(1) 在选用焊接材料时,需充分考虑母材的各项性能指标,包括化学成分、机械性能、耐腐蚀性等,以确

保焊接材料与母材的适应性^[2]。同时,还需保证所选焊接材料符合相关标准要求,以确保压力容器的焊接质量和安全性。(2)为确保焊接材料的质量,应从材料的采购、验收、保管、使用等环节进行严格控制。在采购过程中,应选择具有资质的供应商,确保材料质量可靠;在验收环节,应对材料的外观、规格、型号等进行检查,并确保符合设计要求;在保管环节,应保持材料存放环境的整洁和干燥,以防止材料受潮或污染;在使用环节,应严格按照规范要求进行操作,以确保材料的正确使用和压力容器的焊接质量。

3.2 焊接工艺

(1)在选择焊接方法时,需要考虑母材的材质和厚度,以及焊接位置和坡口形式等因素。例如,对于不锈钢压力容器,通常采用氩弧焊、手工电弧焊等方法进行焊接;而对于碳钢和低合金钢制压力容器,则可以采用手工电弧焊、埋弧自动焊等方法进行焊接。此外,在选择焊接方法时,还应注意生产效率、焊接质量和经济效益等方面的问题。(2)焊接参数的确定需要综合考虑母材的材质、厚度、坡口形式等因素。例如,对于碳钢和低合金钢制压力容器,一般采用较低的焊接电流和较高的焊接速度;而对于不锈钢制压力容器,则应适当减小电流和焊接速度,并保持电弧电压稳定。此外,在确定焊接参数时,还应注意生产效率和焊接质量的要求。(3)制定合理的焊接顺序可以有效地减小焊接变形和应力。对于碳钢和低合金钢制压力容器,一般先进行对接焊缝的焊接,再进行角焊缝的焊接;而对于不锈钢制压力容器,则应先进行对接焊缝的焊接,再进行角焊缝的焊接。在焊接大型压力容器时,应采用对称焊法或分段退焊法等方法进行焊接,以减小焊接变形和应力。此外,在制定焊接顺序时,还应注意焊接质量和生产效率的要求^[3]。

3.3 焊接检验

(1)外观检验。外观检验是压力容器焊接质量检验的重要环节。其主要目的是在焊接完成后,通过观察焊缝的外观特征,发现焊接缺陷并及时进行处理。外观检验的主要内容包括检查焊缝表面平整度、焊缝宽度、余高、咬边等。对于不合格的焊缝,应及时进行返工或补焊。(2)无损检测。无损检测是指在不破坏压力容器的情况下,对焊缝内部质量进行检测。常用的无损检测方法有射线检测、超声波检测、磁粉检测等。这些检测方法可以对焊缝内部的结构和缺陷进行准确的检测和定位。无损检测应在外观检验合格后进行,发现问题应及时处理,以确保压力容器的安全性和可靠性。(3)压力

试验。压力试验是检验压力容器焊接质量的最终环节,其主要目的是通过施加一定压力,检测压力容器的强度、密封性和耐压性能等指标。压力试验应在无损检测合格后进行,以确保压力容器的安全性和可靠性。

3.4 焊接缺陷防止措施

(1)未熔合。未熔合是指焊接过程中,母材或焊缝没有完全熔化或结合在一起。这种缺陷可能会导致焊接接头的强度降低,甚至引起泄漏等问题。为防止未熔合的产生,应采取以下措施:选择适当的焊接电流和电弧电压,确保母材和焊缝能够充分熔化。保持焊接速度的稳定,避免过快或过慢,以确保充分熔合。注意清除坡口处的氧化物和锈蚀,以减小未熔合的可能性。采用合适的焊丝伸出长度和角度,确保电弧热量能够充分作用于母材和焊缝。(2)夹渣。夹渣是指残留在焊缝中的熔渣。这些熔渣可能会降低焊接接头的强度和致密性,甚至引起应力集中等问题。为防止夹渣的产生,应采取以下措施:选择适当的焊接电流和电弧电压,同时保持焊接速度的稳定。保持坡口边缘的清洁,避免有氧化物、锈蚀和杂质等存在。在多层多道焊时,应彻底清除上一层的熔渣,以确保下一层的焊接质量^[4]。采用合适的焊丝伸出长度和角度,避免熔渣被卷入焊缝中。(3)气孔。气孔是指焊接过程中,气体在熔融金属中未能及时逸出而形成的空穴。这些气孔可能会降低焊接接头的强度和致密性,甚至引起泄漏等问题。为防止气孔的产生,应采取以下措施:选择适当的焊接电流和电弧电压,同时保持干燥的坡口和焊接区。注意保护熔池不被氧化,以减小气孔的可能性。在焊接过程中保持适当的停顿时间,以使气体充分逸出。采用合适的焊丝伸出长度和角度,避免产生气孔。(4)裂纹。裂纹是指焊接过程中,由于热应力、材料缺陷、焊接缺陷等原因而在焊缝中产生的缝隙。这些裂纹可能会降低焊接接头的强度和致密性,甚至引起泄漏等问题。为防止裂纹的产生,应采取以下措施:选择适当的焊接方法和焊接参数,避免产生过大的热应力和残余应力。尽可能减小焊接应力和变形,采取适当的停顿时间、预热和后热等措施。注意检查母材和焊丝的质量,以减小裂纹的可能性。采用合适的焊丝伸出长度和角度,避免产生裂纹。(5)咬边。咬边是指焊接过程中,由于电弧热量不足或焊接速度过快等原因,导致母材边缘未能完全熔合而形成的凹陷。这些咬边可能会降低焊接接头的强度和致密性,甚至引起泄漏等问题。为防止咬边的产生,应采取以下措施:选择适当的焊接电流和电弧电压,同时保持焊接速度的稳定。注意在坡口边缘处多加一些焊丝,以减小咬边的

深度。在多层多道焊时,应先填充焊丝再引弧焊接。采用合适的焊丝伸出长度和角度,避免产生咬边^[5]。(6)焊瘤。焊瘤是指焊接过程中,由于焊接电流过大或焊接速度过慢等原因,导致焊缝中产生多余的金属瘤。这些焊瘤可能会影响焊接接头的美观度和质量稳定性。为防止焊瘤的产生,应采取以下措施:选择适当的焊接电流和电弧电压,同时保持焊接速度的稳定。注意在焊接过程中保持焊丝的适当伸出长度,以减小焊瘤的可能性。在多层多道焊时,应先填充焊丝再引弧焊接。采用合适的起弧和收弧技巧,避免产生焊瘤。(7)凹坑。凹坑是指焊接过程中,由于电弧热量不足或焊接速度过快等原因,导致焊缝中产生的小面积凹陷。这些凹坑可能会降低焊接接头的强度和致密性,甚至引起泄漏等问题。为防止凹坑的产生应采取以下措施:选择适当的焊接电流和电弧电压同时保持焊接速度的稳定。注意在焊接过程中保持焊丝的适当伸出长度以减小凹坑的可能性。在多层多道焊时应用电流较小的电弧进行填充焊丝再引弧焊接采用合适的起弧和收弧技巧避免产生凹坑。(8)烧穿。烧穿是指焊接过程中,由于焊接电流过大或焊接速度过慢等原因,导致母材被熔透而形成的穿孔。这些烧穿可能会降低焊接接头的强度和致密性,甚至引起泄漏等问题。为防止烧穿的产生,应采取以下措施:选择适当的焊接电流和电弧电压,同时保持焊接速度的稳定。注意在焊接过程中保持焊丝的适当伸出长度,以减小烧穿的可能性。在多层多道焊时,应先填充焊丝再引弧焊接。采用合适的起弧和收弧技巧,避免产生烧穿。(9)未熔合和熔合不良。未熔合和熔合不良是指焊接过程中,母材或焊缝未能完全熔合在一起,或者熔合不良,导致焊接接头的强度和致密性下降。为防止未熔合和熔合不良的产生,应采取以下措施:选择适当的焊接电流和电弧电压,同时保持焊接速度的稳定。注意清除坡口处的氧化物和锈蚀,以保证熔合良好。在多层多道焊时,应

彻底清除上一层的熔渣,以确保下一层的焊接质量。采用合适的焊丝伸出长度和角度,避免产生未熔合和熔合不良。(10)夹钨。夹钨是指焊接过程中,钨极与工件之间未能保持适当的距离,导致钨极与工件接触并夹在一起。为防止夹钨的产生,应采取以下措施:选择适当的钨极直径和伸出长度,并使用专用的钨极夹具固定钨极。在焊接过程中保持钨极与工件之间适当的距离,并根据需要调整钨极的位置。注意观察焊接过程,发现夹钨迹象时立即停止焊接并采取相应措施。

结束语

焊接技术作为压力容器制造中的关键环节,对于确保压力容器的质量和安全性具有举足轻重的作用。通过本文对压力容器焊接技术的特点和技术要点的简要分析,我们不难发现,为了提高压力容器的制造水平和保证其质量,掌握并运用先进的焊接技术至关重要。同时,不断探索和研发更为先进的焊接技术,对于提升压力容器制造业的发展和满足日益增长的市场需求具有重要的现实意义。

参考文献

- [1]戴雪华,王海强,王荣.压力容器焊接技术的应用研究[J].金属材料与冶金工程,2020,48(4):76-79.
- [2]吕锡东,高振峰,王继红.基于数值模拟的压力容器焊接变形研究[J].中国石油和化工标准与质量,2021,41(7):132-136.
- [3]马军,张岩,孟庆刚.基于工艺优化的压力容器焊接质量控制研究[J].中国石油和化工标准与质量,2020,41(15):98-101.
- [4]李东,朱华,王新华.压力容器焊接技术及缺陷控制[J].石油化工设备,2021,50(1):79-82.
- [5]张志强,李会丽,王继红.基于机器学习的压力容器焊接缺陷分类研究[J].中国石油和化工标准与质量,2022,42(4):76-79.