

压力容器制造的质量管理

闻涛 陈现征

杭州杭氧低温容器有限公司 浙江 杭州 311107

摘要: 压力容器制造具有种类多、安全性要求高、制造标准严格和制造工艺复杂等特点。在材料控制上,需严格遵循相关标准和规范,确保筒体、封头钢板、接管法兰、双头螺柱及焊接材料等的质量和性能。制造工艺方面,需严格控制装配、焊接、无损检测和耐压试验等环节,以确保容器的安全性和使用寿命。本文将从压力容器制造的特点、材料控制要点和制造工艺控制要点三个方面进行详细探讨,为压力容器制造提供理论和实践指导。

关键词: 压力容器; 制造特点; 材料控制要点; 制造工艺控制要点

引言: 压力容器作为一种重要的特种设备,广泛应用于制药、化工、石油、冶炼等行业。其制造质量和安全性直接关系到生产安全和人员生命财产安全。随着技术的不断进步和行业的发展,压力容器制造的要求也越来越高。本文将从压力容器制造的特点出发,探讨其材料控制和制造工艺控制的关键要点,以期压力容器制造提供有益的参考。

1 压力容器制造的特点

1.1 压力容器的种类较多

压力容器产品种类繁多,应用领域广泛,几乎涵盖了制药、化工、石油、冶炼、饮食等所有工业领域。这种广泛的应用范围导致了压力容器在设计 and 制造上的多样性。即使是同一类型的产品,由于客户需求的差异,也可能导致产品结构上的不同,进而引发制造工艺上的多样性。例如,在制药行业中,压力容器可能需要满足特定的温度、压力和介质要求,以确保药品的纯净度和安全性;而在石油行业中,压力容器则需要承受更高的压力和温度,以应对恶劣的井下环境。这种多样性要求制造商在设计 and 制造过程中具备高度的灵活性和定制化能力。

1.2 对安全性有较高的要求

压力容器通常在高温、高压、真空或腐蚀等极端环境条件下长期运行,这些环境条件对容器的材料和结构提出了极高的要求。此外,压力容器所盛装的介质常为易燃、易爆或剧毒物质,一旦容器发生泄漏或破裂,将可能导致严重的安全事故,甚至威胁到人员的生命财产安全。因此,容器的安全性被放在首位,从设计到制造,每一个环节都需要严格遵循强制性的标准和规范。这些标准和规范不仅规定了容器的设计、制造、检验和验收等方面的要求,还强调了容器的安全性能和可靠性。制造商必须确保每一台压力容器都经过严格的质

量控制和安全评估,以满足客户的安全需求。

1.3 制造有较为严格的标准

压力容器制造遵循大量的、强制性的标准和规范,这些标准和规范不仅涵盖了容器的设计、制造、检验和验收等方面,还涉及到了容器的材料、焊接、无损检测、耐压试验等多个环节。这些标准和规范具有时效性,随着技术的不断进步和新工艺、新材料以及新的管理手段的运用,标准和规范也在不断更新和完善。制造商必须密切关注这些标准和规范的变化,以确保其产品和服务始终符合最新的要求^[1]。同时,制造商还需要建立健全的质量管理体系和认证体系,以确保其生产过程和产品质量的可追溯性和可控性。

1.4 制造工艺比较复杂

具体制造工艺,还需要熟练的技术工人和严格的质量控制。同时,容器的结构复杂多样,不同的结构和材料对制造工艺的要求也不同。例如,对于高温高压容器,需要采用特殊的材料和焊接工艺以确保其强度和密封性;而对于腐蚀性介质容器,则需要采用耐腐蚀材料和特殊的表面处理技术以延长其使用寿命。这种复杂性要求制造商在制造过程中具备高度的技术实力和创新能力,以确保产品的质量和性能。

2 压力容器材料控制要点

2.1 筒体及封头钢板

筒体及封头是压力容器的主体部分,它们承受着容器内部介质的压力和温度,因此其材料的选择直接影响到容器的安全性和使用寿命。在选择筒体及封头钢板时,制造商需要严格遵循相关标准和规范,如GB/T 150《压力容器》、ASME VIII等,以确保所选材料的化学成分、力学性能等满足要求。具体来说,制造商需要关注钢板的强度、韧性、抗腐蚀性等性能指标。强度是确保容器能够承受内部压力而不发生塑性变形或破裂的关键

因素；韧性则决定了容器在受到冲击或振动时的抗破坏能力；抗腐蚀性则关系到容器的长期使用寿命。此外，制造商还需要对钢板进行严格的检验和测试，如拉伸试验、冲击试验、化学成分分析等，以确保其质量符合相关标准和规范。

2.2 接管法兰

接管法兰是连接压力容器与其他设备的部件，其质量和性能对容器的安全运行至关重要。在选择接管法兰时，制造商需要考虑其材质、尺寸、压力等级等因素，并确保其符合相关标准和规范。材质方面，接管法兰通常采用与筒体及封头钢板相同的材料，以确保连接的可靠性和密封性。尺寸方面，制造商需要根据容器的设计要求和接管法兰的规格进行选择。压力等级方面，则需要根据容器的工作压力和温度进行确定。此外，制造商还需要对接管法兰进行严格的检验和测试，如外观检查、尺寸测量、压力试验等，以确保其质量符合相关标准和规范。

2.3 双头螺柱属外购件

双头螺柱作为连接件，在压力容器起到固定和连接的作用。在选择双头螺柱时，制造商需要关注其材质、螺纹规格、长度等因素，并确保其质量可靠。材质方面，双头螺柱通常采用高强度合金钢或不锈钢等材料，以确保其能够承受容器的内部压力和温度。螺纹规格方面，则需要根据接管法兰的规格进行选择^[2]。长度方面，则需要根据容器的结构和连接要求进行确定。此外，制造商还需要对双头螺柱进行严格的检验和测试，如螺纹检查、硬度测试、拉力试验等，以确保其质量符合相关标准和规范。

2.4 焊接材料

焊接是压力容器制造过程中的重要环节，焊接材料的质量直接影响到焊缝的质量和容器的安全性。在选择焊接材料时，制造商需要严格遵循相关标准和规范，如GB/T 5117《碳钢焊条》、GB/T 5118《低合金钢焊条》等，以确保其化学成分、力学性能等满足要求。具体来说，制造商需要关注焊接材料的强度、韧性、抗裂性等性能指标。强度是确保焊缝能够承受内部压力而不发生断裂的关键因素；韧性则决定了焊缝在受到冲击或振动时的抗破坏能力；抗裂性则关系到焊缝的可靠性和耐久性。此外，制造商还需要对焊接材料进行严格的检验和测试，如化学成分分析、力学性能试验、焊接工艺评定等，以确保其质量符合相关标准和规范。

2.5 其他材料

除了上述主要材料外，压力容器制造过程中还需要

使用其他辅助材料，如密封件、紧固件等。这些材料的选择也需要遵循相关标准和规范，确保其质量和性能满足要求。密封件方面，制造商需要选择具有良好密封性能和耐腐蚀性的材料，如聚四氟乙烯、橡胶等。紧固件方面，则需要选择高强度、耐腐蚀的合金钢或不锈钢等材料。此外，制造商还需要对这些辅助材料进行严格的检验和测试，如外观检查、尺寸测量、压力试验等，以确保其质量符合相关标准和规范。

3 压力容器制造工艺控制要点

3.1 装配工艺控制要点

在装配过程中，制造商需要严格控制各部件的尺寸精度和位置精度，以避免装配误差导致的质量问题。在装配前，制造商需要对各部件进行严格的尺寸测量和检查，确保其符合设计要求。这包括筒体、封头、接管法兰等关键部件的直径、厚度、高度等尺寸参数。同时，还需要对部件的圆度、平面度等形状精度进行检验，以确保装配后的容器具有良好的整体性能。在装配过程中，制造商需要确保各部件之间的相对位置精度，如接管法兰与筒体的垂直度、封头与筒体的同轴度等。这些位置精度要求对于容器的密封性能和运行稳定性至关重要。因此，制造商需要采用合适的定位方法和工具，如定位销、定位块等，以确保装配的准确性和可靠性。装配顺序和方法的选择对于装配过程的顺利进行和容器的整体质量具有重要影响。制造商需要根据容器的结构和设计要求，制定合理的装配顺序和方法。例如，对于大型压力容器，可以采用分段装配和整体焊接的方法，以减小装配难度和提高生产效率。同时，制造商还需要注意装配过程中的变形控制，如采用预变形、反变形等方法，以减小装配过程中的变形量。在装配过程中，制造商需要保持工作环境的清洁和整洁，避免杂物和污染物进入容器内部。同时，还需要对部件进行必要的防护处理，如涂防锈油、包覆保护膜等，以防止部件在装配过程中受到损坏或污染。

3.2 焊接工艺控制要点

在焊接过程中，制造商需要选择合适的焊接方法和参数，并严格控制焊接过程，以确保焊缝的质量和强度^[3]。根据容器的材料、厚度和结构特点，制造商需要选择合适的焊接方法和参数。例如，对于低碳钢和低合金钢容器，可以采用手工电弧焊、气体保护焊等方法；对于不锈钢容器，则需要采用氩弧焊等惰性气体保护焊方法。同时，制造商还需要根据焊接材料的化学成分和力学性能，确定合适的焊接电流、电压、焊接速度等参数，以确保焊缝的质量和强度。在焊接过程中，制造商

需要严格控制焊接温度、焊接速度和焊接层数等参数,以避免焊接缺陷和裂纹等问题。同时,还需要对焊缝进行必要的预热和后热处理,以减小焊接应力和提高焊缝的韧性。此外,制造商还需要注意焊接接头的坡口形状和尺寸选择,以确保焊缝的充分熔合和良好的密封性能。在焊接完成后,制造商需要对焊缝进行严格的检验和测试,如外观检查、无损检测和力学性能试验等。对于发现的焊接缺陷和裂纹等问题,需要及时进行处理。修复方法包括补焊、打磨等,但需要注意修复后的焊缝质量和强度应满足设计要求。

3.3 无损检测控制要点

无损检测是压力容器制造过程中必不可少的一环,其目的是检测焊缝和容器内部是否存在缺陷和裂纹等问题。无损检测的方法包括射线检测、超声检测、磁粉检测等。根据容器的材料、结构和焊接方法等因素,制造商需要选择合适的无损检测方法。例如,对于厚度较大的容器壁和焊缝,可以采用射线检测;对于厚度较薄的容器壁和焊缝,则需要采用超声检测。同时,制造商还需要考虑检测方法的灵敏度和可靠性等因素,以确保检测结果的准确性和可靠性。无损检测需要使用专业的检测设备和工具,如X射线机、超声波探伤仪等。制造商需要确保这些设备和工具的性能良好且符合相关标准和规范。同时,无损检测还需要由经过培训和考核的专业人员进行操作,以确保检测过程的规范性和准确性。在无损检测完成后,制造商需要对检测结果进行严格的记录和分析。对于发现的缺陷和裂纹等问题,需要及时进行处理,并制定相应的修复和处理方案。同时,制造商还需要对检测结果进行统计和分析,以评估容器的整体质量和性能。

3.4 耐压试验控制要点

在进行耐压试验时,制造商需要选择合适的试验方法和设备,并严格按照相关标准和规范进行操作。根据容器的材料和结构特点,制造商需要选择合适的耐压试验方法和设备。例如,对于金属压力容器,可以采用液压试验或气压试验等方法;对于非金属压力容器,则

需要采用其他合适的试验方法。同时,制造商还需要确保试验设备的性能良好且符合相关标准和规范。在进行耐压试验时,制造商需要根据容器的设计压力和试验要求,确定合适的试验压力和持续时间^[4]。试验压力应略高于容器的设计压力,以确保容器的强度和密封性能得到充分的检验。同时,试验持续时间也需要根据容器的材料和结构特点进行确定,以确保试验结果的准确性和可靠性。在进行耐压试验时,制造商需要注意试验过程中的安全问题和防护措施。例如,需要设置安全阀、压力表等安全装置以监测试验过程中的压力和温度等参数;同时还需要对试验区域进行隔离和警示,以防止人员误入试验区域造成危险。此外,在试验过程中还需要注意人员的安全防护措施,如穿戴防护服、佩戴安全帽等。在耐压试验完成后,制造商需要对试验结果进行严格的评估和分析。对于出现的泄漏、变形等问题需要及时进行处理和修复;同时还需要对试验数据进行统计和分析以评估容器的整体质量和性能是否符合设计要求。

结束语

综上所述,压力容器制造的材料控制和制造工艺控制是确保容器安全性和使用寿命的重要环节。通过严格遵循相关标准和规范,选择合适的材料和制造工艺,并严格控制各个环节的质量,可以生产出高质量的压力容器产品。未来,随着技术的不断进步和行业的发展,压力容器制造将更加注重安全性和环保性,为各行各业提供更加安全、可靠的产品和服务。

参考文献

- [1]宋静华.压力容器制造的质量管理[J].价值工程,2020,39(12):44-45.
- [2]梁立军.压力容器制造的质量管理[J].建筑工程技术与设计,2020(28):1765.
- [3]姚卫红.压力容器制造的质量控制探讨[J].绿色环保建材,2019(10):8-9.
- [4]王丹丹,周金秀.压力容器设计制造中的常见问题探析[J].石化技术,2019,26(10):350-351.