

压力容器制造检验过程中存在的问题及控制措施

赵红

传特板式换热器（北京）有限公司 101318

【摘要】压力容器制造是一个复杂而严谨的过程，其质量直接关系到系统的安全性和可靠性。本文分析了压力容器制造过程中常见的检验问题，主要涉及焊接技术、材料选择、划线开孔精度及设备管理等方面，并提出了相应的控制措施，包括优化焊接规程、加强材料质量检验、改进开孔检验方法以及落实安全环保措施等。这些措施可有效提升压力容器制造的质量，为确保设备的长期稳定运行提供有力保障。

【关键词】压力容器制造；焊接检验；开孔精度；质量控制

Problems and control measures in the manufacturing and inspection process of pressure vessels

Zhao Hong

Chuant Plate Heat Exchanger (Beijing) Co., Ltd. 101318

【Abstract】 The manufacturing of pressure vessels is a complex and rigorous process, and its quality directly affects the safety and reliability of the system. This article analyzes common inspection issues in the manufacturing process of pressure vessels, mainly involving welding technology, material selection, marking and hole accuracy, and equipment management. Corresponding control measures are proposed, including optimizing welding procedures, strengthening material quality inspection, improving hole inspection methods, and implementing safety and environmental protection measures. These measures can effectively improve the quality of pressure vessel manufacturing and provide strong guarantees for ensuring the long-term stable operation of equipment.

【Key words】 pressure vessel manufacturing; Welding inspection; Drilling accuracy; Quality Control

引言

压力容器广泛应用于石油、化工、能源和食品等领域，其设计和制造需要满足高强度、密封性和耐腐蚀性的要求。由于压力容器在高温、高压和复杂介质条件下运行，其制造质量直接影响设备的使用寿命和运行安全。然而，在实际生产中，焊接质量、材料选择、划线开孔等关键环节常出现问题，对产品质量和运行可靠性造成隐患。

一、压力容器的基本特点

压力容器是一种用于承受压力载荷的封闭容器，广泛应用于石油、化工、能源和食品等领域。其主要特点在于必须同时满足高强度、密封性和耐腐蚀性的要求，以确保在高温、高压和复杂介质条件下的安全性和可靠性。压力容器通常由壳体、封头、法兰、密封件和接管等组成，其设计和制造需严格遵守相关标准和法规，如《压力容器安全技术监察规程》（GB/T 150 系列标准）。此外，由于压力容器在工作过程中直接影响系统安全，其制造和检验需要高精度和高质量控制。制造过程中涉及的焊接、材料选择和无损检测技术都对最终产品的性能至关重要。然而，在实际生产和检验过程中，仍然存在一些问题亟待解决，这些问题不仅影响产品质量，

还可能对设备的长期安全运行埋下隐患。

二、压力容器制造检验过程出现的常见问题和解决措施

2.1 焊接的人为因素

焊接是压力容器制造过程中的关键工序，其质量直接影响压力容器的使用寿命和安全性能。首先，焊工的技术水平参差不齐是影响焊接质量的重要因素。部分焊工由于缺乏足够的培训和实践经验，可能在焊接过程中出现焊缝偏离、咬边、未焊透或焊缝气孔等缺陷。其次，焊工的疲劳状态和责任心也会导致焊接质量不稳定。例如，在长时间高强度焊接任务中，焊工因疲劳而降低操作精度，从而增加焊缝缺陷的发生概率。此外，焊接环境也会对焊接质量产生显著影响。例如，在高湿度或低温环境下进行焊接，容易导致材料变形或焊接质量不达标。针对这些问题，需从加强焊工培训、优化焊接工艺规范和改善工作环境等方面进行控制。例如，通过建立严格的焊工资格认证体系，确保所有焊工具备足够的技能水平；同时，制定合理的焊接工序计划，减少焊工的疲劳工作。

2.2 焊接的评定因素

焊接评定是压力容器制造过程中检验焊接工艺和质量的重要环节，直接关系到焊接接头的力学性能和容器整体的

安全性。然而,当前焊接评定过程中存在一些不容忽视的问题,主要体现在评定方法的选择和执行过程的规范性上。首先,焊接评定方法不完善会导致评定结果的可靠性降低。例如,一些企业在焊接工艺评定时未能充分考虑材料的物理特性和实际工作环境,可能导致焊接工艺参数选择不合理。其次,评定试验的执行过程可能存在操作不规范的现象,如试样制备不符合标准、力学性能测试不准确等,这会直接影响评定结果的有效性。此外,在评定过程中,缺乏对焊接接头长期性能的考量,尤其是对高温、高压和腐蚀环境下的焊缝性能缺乏足够的试验数据支持。

为解决这些问题,应强化焊接评定的科学性和规范性。一方面,严格按照国家和行业标准进行焊接评定,并根据压力容器的具体应用环境选择合理的评定方法;另一方面,建立质量监督机制,对评定过程进行全过程监控,确保试验数据的准确性和真实性。此外,可以引入先进的评定技术,如计算机模拟和数字化检测技术,提高评定工作的效率和精度,从而为压力容器的制造质量提供更有力的保障。

2.3 焊接的规程因素

焊接规程是压力容器制造过程中确保焊接质量的重要技术规范,其内容涉及焊接工艺参数的设定、操作方法的规范以及质量检验的要求。然而,在实际操作中,焊接规程的执行往往存在不严谨的问题。首先,部分制造企业在编制焊接规程时未充分考虑压力容器的特殊性,规程内容过于笼统,缺乏针对性,尤其是在不同材料组合或复杂结构焊接时,规程未能提供具体指导。其次,在规程执行过程中,一些焊接操作人员由于经验不足或技术水平有限,对规程内容理解不透彻,导致实际操作偏离设计要求。此外,焊接规程的动态调整也存在不足,尤其是在生产中遇到工况变化或材料更新时,未能及时修订规程以适应新的生产需求。这些问题直接影响了焊接质量,可能导致焊缝内部缺陷如气孔、夹渣和未熔合等问题的产生。

为解决这些问题,应从以下几方面入手:第一,制定详细、可操作性强的焊接规程,并严格依据国际或行业标准。第二,加强对焊接人员的规程培训,确保其能准确理解并严格执行规程要求。第三,建立动态管理机制,针对生产中的特殊情况及时调整和完善焊接规程,以适应不同的工艺条件和材料需求。通过规范焊接规程的制定与执行,可以显著提升压力容器的焊接质量。

2.4 焊接的设备因素

焊接设备是压力容器制造过程中不可或缺的重要工具,其性能直接影响焊接操作的稳定性和焊缝质量。然而,焊接设备在使用过程中往往面临设备选型不当、维护不足和技术陈旧等问题。首先,部分制造企业为了降低成本,选用设备时未充分考虑压力容器生产的高要求,导致设备性能无法满足焊接精度和效率的需要。例如,低性能设备可能在焊接过程中产生电流波动,从而导致焊缝熔深不均或焊接强度不

足。其次,设备的日常维护和定期保养不足也是常见问题。一些企业缺乏有效的设备管理制度,未能及时对焊接设备进行检测和校准,导致设备在运行中出现异常,如送丝不稳定或焊枪偏移,最终影响焊接质量。第三,随着压力容器材料和结构复杂度的提升,传统焊接设备的技术已经无法完全适应新的生产需求,亟需引入先进设备如自动焊接机器人或激光焊接设备。

为解决设备因素引发的问题,企业应采取以下措施:第一,根据压力容器的具体需求,合理选用适配的高性能焊接设备,确保设备参数满足焊接要求。第二,建立设备管理制度,定期对设备进行校准、检测和维护,减少因设备故障导致的焊接缺陷。第三,引进先进焊接技术和设备,提高焊接效率和质量,同时加强操作人员对新设备的培训,以充分发挥设备性能。通过改善设备管理与升级,可以为压力容器制造的焊接质量提供坚实保障。

2.5 焊接的材料因素

焊接材料是压力容器制造中影响焊接质量的核心要素之一,其性能直接关系到焊缝的机械性能和整体容器的安全性。然而,焊接材料在实际使用过程中可能出现多个问题,主要包括材料质量不达标、材料匹配性不足以及材料存储与处理不当等。首先,部分焊接材料的质量存在隐患,例如填充材料的化学成分不符合设计要求,或材料中含有过多杂质,这会降低焊缝的强度和耐腐蚀性。其次,焊接材料的匹配性不足是另一个常见问题,特别是在异种金属焊接时,未能合理选择焊材,导致焊缝区域出现应力集中或热裂纹问题。此外,焊接材料的存储与处理也可能存在问题,如未按规定存放焊条或焊丝,导致材料受潮或氧化,这些问题均可能对焊接质量造成不良影响。

为控制焊接材料因素导致的问题,应从以下几个方面入手:第一,严格执行材料入厂检验制度,对焊接材料的化学成分、力学性能等进行全面检测,确保其质量满足设计要求。第二,根据焊接工艺需求,合理选择焊材,特别是在异种金属焊接中,通过分析焊接接头的物理化学特性,选择合适的焊接填充材料。第三,规范材料存储与使用管理,确保焊材在干燥、清洁的环境中保存,并在使用前对材料进行必要的处理,如烘干或清理氧化层。通过加强焊接材料的质量控制和管理,可以有效提高焊缝质量,从而保证压力容器的制造可靠性和安全性。

三、压力容器制造划线开孔过程检验措施及注意事项

3.1 压力容器制造划线开孔过程检验措施

划线是压力容器制造中的首道工序,其精度直接关系到后续开孔和焊接的质量。然而,在实际制造过程中,划线往往受到测量工具精度不足、操作人员技术水平参差不齐以及环境影响等因素的干扰,可能导致尺寸偏差或位置误差。

首先,应选用高精度的测量工具,如经校准的钢卷尺、激光测距仪或电子水平仪,确保划线过程的测量精度满足设计要求。其次,在划线前,应详细核对设计图纸,明确每个开孔位置的尺寸、形状及公差要求,避免误解设计意图。操作时,建议由两人配合,一人负责划线,一人进行复核,确保尺寸的准确性。

此外,划线过程中的环境因素也需要特别注意,例如温度变化可能引起材料的热膨胀或收缩,从而影响划线精度。为此,可在划线前对材料进行适应性预处理,并尽量在恒温环境中完成操作。最后,划线完成后,应通过独立检验人员使用专用检验工具进行复测,对不符合要求的划线进行修正并记录偏差原因,为后续工序提供可靠的基准。

3.2 压力容器制造划线开孔检验措施

开孔是压力容器制造中的关键步骤,其质量不仅影响焊接的准确性和结构强度,还直接关系到压力容器的整体密封性能和安全性。在实际生产中,开孔过程中常见的问题包括孔径尺寸偏差、孔位错位、切割表面粗糙等。因此,需要制定严格的检验措施以保证开孔质量。首先,应在正式开孔前进行试切割,通过试样检测刀具性能和切割工艺参数,确保切割设备的稳定性和可靠性。其次,开孔过程中需要全程监控切割参数,如切割速度、压力和角度,以保证切割精度符合设计要求。对于复杂形状的开孔,可采用数控切割设备进行操作,并配合三维激光测量系统实时监测孔径和形状的偏差。此外,切割完成后,应立即对开孔进行质量检验。检验内容包括孔径尺寸测量、孔壁垂直度检查及表面光洁度评估,必要时可使用无损检测手段(如超声波检测)检查切割边缘是否存在微裂纹或缺陷。最后,应对所有开孔的实际尺寸和偏差进行记录,并与设计要求进行对比分析,对存在问题的开孔及时采取补救措施,如修整或重新加工。

3.3 划线开孔后的余量控制与检验

划线开孔后对余量的控制是保证焊接质量和后续加工顺利进行的重要环节。如果余量控制不当,可能导致焊缝不均匀或加工难度增加,从而影响压力容器的整体质量。因此,必须在划线开孔完成后进行严格的余量检验。

首先,应根据设计图纸要求,明确每个开孔的加工余量范围,并结合实际加工情况进行复核。对于开孔后的边缘,应确保预留的余量既能满足后续焊接填充需求,又不会因过

多而增加加工负担。其次,在余量控制过程中,需要对孔口边缘进行表面质量检查,确保其光滑无毛刺,避免后续加工中出现材料应力集中现象。此外,可通过数控测量仪器对余量进行精确测量,并对超出公差范围的孔口边缘进行修整。最后,应将余量控制的结果记录存档,以便在后续生产中追溯分析,提高整个制造流程的可控性。

3.4 划线开孔过程的工具管理与维护

在划线开孔过程中,工具的性能直接影响操作精度和质量,因此工具的管理与维护是不可忽视的重要环节。一方面,必须定期对划线工具(如钢尺、划针)和开孔设备(如等离子切割机、数控切割机)进行校准和维护,确保其测量精度和切割性能始终处于最佳状态。另一方面,对于常用工具,应建立专门的管理制度,明确工具的使用规范和存储条件,避免因不当使用或存放造成工具损坏。此外,还需建立设备的维护记录制度,及时记录工具的维护和修理情况,确保操作过程中设备的稳定性和可靠性。

3.5 划线开孔中的安全防护与环保措施

划线开孔过程中会涉及高温切割、粉尘产生和机械运动等操作,对人员和环境都有一定的风险。为了保障操作安全和环境友好,应制定严格的防护与环保措施。例如,在高温切割过程中,应要求操作人员穿戴防护服、手套和护目镜,避免灼伤和飞溅物伤害。同时,工作区域应设置防护屏障,防止非操作人员进入危险区域。此外,针对切割过程中产生的粉尘和烟雾,应安装高效的通风和除尘系统,以减少对环境的污染和对人员健康的威胁。

四、结束语

压力容器制造检验过程中的问题多样且复杂,从焊接技术到材料管理再到划线开孔的精度控制,每个环节都对整体质量至关重要。通过优化焊接规程、引入先进设备、严格控制材料质量以及强化安全和环保措施,可以显著提升压力容器制造的整体水平。本研究为解决实际生产中的问题提供了系统的解决思路,有助于推动行业的技术进步,为压力容器的安全高效运行奠定基础。未来,随着智能化和数字化技术的应用,压力容器制造将更加精细化和高效化。

参考文献

- [1]卢长安.压力容器用封头制造工艺设计分析[J].机械管理开发, 2024, 39(12): 292-294.
- [2]欧阳白胜.压力容器在特殊工况下的设计、制造与检验[J].造纸装备及材料, 2024, 53(12): 45-47.
- [3]范磊,李亚坤,郝胜,等.压力容器汽提塔回流罐的设计思路与制造要点[J].机械管理开发, 2024, 39(11): 241-242.
- [4]苏向平.压力容器制造中的焊接技术与质量控制[J].中国石油和化工标准与质量, 2024, 44(20): 31-33.