

## 压力容器焊接质量缺陷及控制措施

刘德亮

鲁西集团有限公司, 山东 聊城 252211

**[摘要]** 压力容器作为特种设备, 其自身及运行环境都具有特殊性, 如果压力容器质量差, 会造成严重的后果。基于此, 要想使压力容器能够安全可靠运行, 应当对其质量缺陷进行严格控制。压力容器焊接使压力容器制造的关键工序, 焊接质量直接与使用安全息息相关, 只有深入认识到压力容器焊接质量的重要性, 明确焊接质量缺陷并采取有效的控制措施, 才能确保压力容器使用的稳定性, 提高使用安全。

**[关键词]** 压力容器; 焊接; 质量

DOI: 10.33142/aem.v3i12.5150

中图分类号: TP2;TG4

文献标识码: A

## Welding Quality Defects and Control Measures of Pressure Vessels

LIU Deliang

Luxi Group Co., Ltd., Liaocheng, Shandong, 252211, China

**Abstract:** As a special equipment, pressure vessel has its own particularity and operating environment. If the quality of pressure vessel is poor, it will cause serious consequences. Based on this, in order to make the pressure vessel operate safely and reliably, its quality defects should be strictly controlled. Pressure vessel welding is the key process of pressure vessel manufacturing, and the welding quality is directly related to the use safety. Only by deeply understanding the importance of pressure vessel welding quality, clarifying the welding quality defects and taking effective control measures can we ensure the stability of pressure vessel use and improve the use safety.

**Keywords:** pressure vessel; welding; quality

### 1 压力容器焊接时经常呈现的缺陷问题

#### 1.1 咬边问题

咬边通常出现在焊缝边缘, 呈现一定的凹陷特征。出现咬边质量缺陷主要是由于焊接工艺参数设计不合理、焊接操作不规范等。例如, 焊丝偏移距离过大, 会导致熔池较长时间停止, 进而诱发咬边缺陷; 焊接速度把控不合理会造成收弧后无法充分填充弧坑, 出现咬边缺陷。

#### 1.2 气孔问题

气孔产生主要是因为焊接过程中受到人为、环境的影响有气泡进入到熔池中, 例如由于有铁锈痕迹、坡口边缘有残渣等而使气体进入熔池、焊接速度控制不到位而存留一些气体、潮湿或焊接压力较高的情况下气体进入熔池。而气泡没有在凝固前及时排出, 从而遗留在焊缝上, 最终出现空穴的现象。产生气孔缺陷会给焊缝金属的密闭性带来影响。

#### 1.3 夹渣问题

夹渣的产生主要是因为焊缝位置存在残留的熔渣, 夹渣会降低焊缝密实性和强度, 给压力容器运行带来很大隐患。诱发夹渣问题主要有: 焊接坡口选择不科学, 焊接过程的电流控制不合理; 当采用碱性焊条的情况下, 还会因为极性不合理或电弧过长而出现夹渣的缺陷。

#### 1.4 未熔合、未焊透问题

未熔合、焊透的缺陷在压力容器焊接质量问题中较为常见, 且危害严重。这一问题会使得压力容器的焊缝强度降低, 严重的话还会产生裂缝, 进而诱发安全事故。在压力容器焊接过程中, 接触部位焊接时不充分熔透会出现未焊透现象。而发生相应情况的相关因素有: 焊接坡口角度问题、焊接电流问题、焊条直径问题、电弧问题等。

#### 1.5 焊瘤问题

焊接过程中, 金属外溢流到加热不充分的前道焊缝或木材上, 再加上金属凝固及自身重力原因, 无法熔合于前道焊缝或者木材, 从而金属产生为小疙瘩, 被作为焊瘤缺陷。如果在内部产生焊瘤, 将降低有效截面积, 同时弱化工件强度, 也会影响到其美观性。焊接时, 操作不规范是产生焊瘤的重要原因, 例如, 熔池温度太高、焊接的电弧太长以及电流太大。

### 1.6 烧穿

焊接参数过大会造成焊件被烧透,出现孔洞。烧穿缺陷会减少焊件母材质量,焊缝质量无法达到规定标准。

### 1.7 裂纹问题

压力容器结构损伤通常是由裂纹发展而成的。裂纹质量缺陷是基于焊接应力及其他因素而造成的金属材料呈现损害,形成了裂纹,这一质量缺陷具有很强的危害性。压力容器裂纹一般包含两种类型,冷裂纹和热裂纹。

其一,热裂纹是在焊缝金属从液态转化成固态的过程中出现的,热裂纹常出现在焊缝位置,且焊接后立即呈现,而且较多地发生在焊接的核心区域。焊接熔池中存在低熔点杂质是造成出现热裂纹的主要原因,低熔点杂质的熔点低、凝固时间久、凝固后的强度低,在受到外界因素的作用后,其表面会呈现很大的约束力,焊接金属凝固过程中产生收缩力而被拉开,进而会形成裂纹。

其二,在焊接金属冷却过程中或冷却后一般会出现冷裂纹,呈现在焊缝与母材熔合线的交叉部位,或呈现在母线缝合线之外部分。冷裂纹较多地发生在应力聚集的位置,例如焊根部位和咬边位置上。冷裂纹的温度一般处于马氏体变化温度的范围之间,具有严重的危害。其产生主要受到如下几个方面的影响:①接触部位受到了很强的约束力;②受到焊接热循环的影响,热效应部位出现淬硬组织;③焊缝位置聚集了较多的扩散氢,且出现不停汇集。

裂纹一旦出现,需要尽快处理或清除,然后采取修补措施,否则,裂纹进一步恶化将给压力容器运行带来不可预估的安全隐患。

## 2 压力容器焊接质量控制与管理措施

### 2.1 深入了解分析各个影响因素

要想避免压力容器焊接存在质量缺陷,需要对相关问题进行明确,进而采取有效的控制措施加强制造质量。基于此,压力容器焊接人员需全面收集与压力容器焊接质量缺陷的相关影响因素的数据信息,分类总结与分析,再结合自身生产经验和实际的压力容器焊接质量要求,制定有针对性的焊接质量控制方案,实现有效控制各个干扰因素的基础上,提高压力容器焊接质量,减少质量缺陷。例如,压力容器焊接过程中热加工处理是重要环节,经过多次热加工后再进行压力容器工件组装,由于吊装力和压力容器自身重力的存在会出现一定的内应力,在这一过程中如果不能针对内应力问题进行有效处理或消除,将会给焊接施工带来相应的影响。就此,需要在压力容器焊接前,全面分析和研究与内应力产生的相关因素,对其可能带来的焊接影响进行科学评估和预测,再以此制定有针对性的消除和控制措施,从而有效规避压力容器焊接时不利因素给焊接质量造成的影响。

### 2.2 焊接材料控制措施

在选择焊接材料的过程中,需要确保焊接金属的机械性能高于基础材料的极限,如果有条件或要求的情况下,还需其他方面的性能也优越于基础材料。其次,所选择的焊接材料需要与焊接工艺相协调,从而保证焊接接头质量达到压力容器焊接的质量标准和要求。在材料进场时,相关人员要把控好焊接材料质量,其需要具备相应的产品质量证明,并组织严格的进场验收工作,确保焊接材料质量符合标准。焊接材料保存也要严格执行要求,相应的存储、干燥、领用、回收利用管理要到位。

### 2.3 保证焊接接口处于无应力状态

压力容器生产制造中,容易出现的由于腐蚀而导致的压力容器开裂情况大多都出现在焊缝位置。因此,需要焊接人员做好焊接接口处理工作,确保接触处于无应力状态。其次,焊接时应当关注焊缝呈现的未焊透和错口问题,降低形成积液的概率。为了避免外界环境对焊接位置形成腐蚀效应,在焊接时需要控制好焊缝间隙,通常控制焊接的焊缝间隙为3mm左右,误差为0.5mm,钝边控制为1mm左右,误差控制在0.5mm范围内,如此可以有效防范外界气体对焊缝的腐蚀。

### 2.4 对焊接部位进行热处理

压力容器焊接中,容易出现冷却不均匀的情况,从而造成压力容器焊接部位呈现应力。在此应力的作用下,焊缝位置容易出现腐蚀现象,管道材料如果具有较高的硬度,则所出现的应力更强。因此,结束焊接操作和无损检测后,对相应位置开展焊接热处理。针对热处理工作,普遍采用的时电加热方式,电加热处理快捷,容易实现控制,并且不会污染环境,另外还可以大大降低焊接应力给焊缝质量带来影响。具体进行热处理过程中,控制室温在400℃左右的情况下,不明显限制升温的速度;但是室温达到了400~600℃时,要控制升温速度在200℃/h左右;当温度为600℃,维持此状态1小时,然后逐渐进行降温;温度处于600~400℃的降温速度为100℃/h,不超过400℃时,可以借助自然条件进行冷却降温。有效进行热处理,有利于氢的排出,以及防范焊接施工出现裂纹,因此,热处理工作务必严格执行规定操作,确保相关问题得到有效解决。

## 2.5 焊工资格和管理措施

焊接人员的操作水平关系到焊接质量和焊接效率,与压力容器焊接制造成本也紧密相关。所以,需要保证焊工资格符合要求,提升焊接技术水平。压力容器正式焊接前,需要对焊接工人进行考虑,使其符合特种设备焊接操作的相关规定,要求焊接人员具备特种设备操作资格证书。压力容器生产制造企业需要制定关于焊接工人的相关管理制度和条例,同时完善焊接工人的档案资料,实现焊接工人科学管理。

压力容器生产制造企业还需定期组织焊接工人培训,具体培训开展着手专业技术能力、安全管理意识、质量控制意识等方面,促进提升焊接人员的专业性和责任心,进而确保能够具备更高的综合素养。另外,还需加强焊接工人操作考核工作,企业可以制定完善的奖惩机制和考核制度,严格考察焊接人员的技术应用,激发焊接人员的主动性和积极性,促进压力容器焊接质量控制工作有序开展。

## 2.6 应用先进的焊接质量检测技术

压力容器焊接是一项综合性、复杂性的工作,特别是需要进行多道工序的压力容器焊接施工,单纯地借助目测方式进行质量把关是不够全面的。实际进行质量控制中,需要采用先进的焊接质量检测技术,例如无损检测技术。无损检测,顾名思义,在不对焊接工件损伤的前提下利用一定的设备或技术进行焊接质量进行检测的一种方式。目前,无损检测技术是对压力容器焊接结构、质量状态进行检测的可靠方式之一,能够有效确保焊接缺陷及时、精准地发现,特别是对于焊接缺陷的形状、位置和大小能够准确识别。超声检测技术、射线检测技术、渗透检测技术、磁粉检测技术、热像红外检测技术、脉冲涡流检测技术等都是常用的无损检测技术,对焊接质量检测与控制有重要意义。各检测技术具有各自的应用价值和优势,实际检测中,应根据压力容器焊接的实际情况和质量要求,选择最适宜的检测方法,并确保检测数据精准、有效,这样才能更有利于压力容器焊接质量评价和改进。

## 3 结语

综上所述,压力容器制造具有复杂性和特殊性,压力容器的应用对其焊接质量的要求较为严格。当前,压力容器焊接中常出现一些质量缺陷,采用科学控制措施,有利于防范焊接问题,提高压力容器制造质量和效益。基于此,压力容器生产制造企业应当结合实际,明确相关影响因素,以施工质量提升为核心,从多方面加大质量控制力度,有效确保焊接技术水平,提高质量管理效果,为压力容器安全可靠使用提供保障。

### [参考文献]

- [1] 赵旭东,赵静宜,孔琳.压力容器生产中焊接技术的应用与完善实践思考[J].机械工业标准化与质量,2021(10):31-33.
- [2] 张海龙.压力容器制造的质量控制策略研究[J].中国设备工程,2021(18):203-204.
- [3] 范静.压力容器焊接缺陷问题及对策探讨[J].中国金属通报,2021(9):239-240.

作者简介:刘德亮(1986-)男,山东省聊城市人,汉族,专科学历,高级技师,研究压力容器制造工艺。