

# 压力容器焊接过程中常见的问题及质量控制方法探究

苏海涛

山东华鲁恒升化工股份有限公司 山东 德州 253005

**摘要:** 压力容器是一个承受压强载荷的密封容器,里面存在的化学反应物质主要为气体或液体,压力容器包括反应器、隔离容器、储存容器和换热容器等种类,这种容器不同于常压容器,其工作需要的要求比较严格。在生产这种器皿的过程中,最关键的环节就是焊接,这一环节直接关系到器皿的使用寿命和其性质。

**关键词:** 压力容器; 焊接; 质量; 监控

引言: 压力容器是指一种盛放气体或液体,并受到相应压力时,其压力值与容积都满足有关规定的密闭装置,它所接触的介质一般是高压、高温、毒性或有腐蚀性、可燃垃圾或易爆的气体或液体。钢质压力容器的破裂可能引起爆裂、高温及有毒气体或液体的产生等恶性事件,给有关人员的安全带来危险,并可能带来重大的经济损失和污染。压力容器失效事件时有发生,大多是焊缝接头质量问题引起的。

## 1 压力容器

### 1.1 压力容器基本要求

钢制压力容器的使用特点,主要是为了保证它以安全工作为前提的有效的、持续的运行,主要体现在如下一些方面:(1)内压的作用下要保证强度符合标准,不被损坏和不会失效。(2)如果遇到了外力作用时,就需要保持它的特性并保持原态。(3)封闭性能必须可靠,尤其是搅拌(反应)能力。(4)使用寿命要充足,一般需要维持在10~15年之间。(5)材质良好的产品,应便于维护、检验、生产和应用。

### 1.2 压力容器使用特点

压力容器必须在有规定的压强下才能工作,此压强会使钢制压力容器的外壳中产生一定的应力,此应力通常仅会产生一次,但如果在外壳中不能承受一次应力的话,就会导致钢制压力容器内部开裂,进而形成重大的安全事故。所以,在对压力容器的选型中,水压是非常关键的参数。压力容器内的材料也会产生相应的高温,这也是高压容易选择中最重要的参数之一,也就必须是以高温为基础,并对压力容器外壳以及其它的承压部件做出了适当的考虑<sup>[1]</sup>。为了在一定程度上避免安全事故的发生,必须重视的下列一些因素:(1)高温和压强与材料有关的几个重要物理化学特性。(2)金属材料所受溶剂的侵蚀能力。(3)钢材的易燃、毒性和易爆性特点。从这些都可以说明,有专门机构正在对钢制压力容器所

进行的安全性能研究的重点问题,也就是将它列入为特种设备的问题。对压力容器在生产过程中的焊接过程加以严格控制,才能够保证所生产出来的钢制压力容器都能够安全工作。

## 2 压力容器焊接过程中存在的问题

### 2.1 压力容器焊缝内部存在缺陷

焊接内部如出现点状或条状的夹渣,将造成在焊接时出现气孔,又或者造成容器内部出现裂缝,进而对产品的稳定性产生负面影响。夹渣即焊接过程中残留在焊接的熔渣,分为金属和非金属二类。如果生产工作人员未能及时清理斜坡处边沿,则可能造成水分、油污及金属锈斑的残留;如果生产工作人员在烤成焊条和接剂时没有按照工艺标准进行,则可能出现焊芯生锈、药品剥落等现象,这都是渣块的形成因素。熔渣会造成焊缝熔池中堆积大量的泡沫,从而在熔质凝结后形成气孔。另外,如果焊缝温度和压力不够,也可能出现不焊透、不熔和等事故。前者的产生根源在于焊缝压力低、转速高或是钝面过厚<sup>[2]</sup>。

### 2.2 压力容器焊缝表面存在缺陷

焊缝裂纹是压力容器焊接过程中不容忽视的现象,因为,此类缺陷可能造成压力容器工作性能的降低,甚至出现安全事故。焊接裂纹的主要形式分为高热裂纹和低温裂纹二类。而引起焊接裂纹产生的主要始动原因为低熔点物质在焊缝熔池内的存在。这些物质很容易在外部焊接金属凝固收缩和拘束应力的共同影响下形成热结晶中心,但由于它们自身存在着硬度较小、凝固速度缓慢的特性,所以,极易在凝结过程中破裂,从而使得焊接金属表面在凝固的过程中产生裂缝,这也正是热裂缝形成的根源。

### 2.3 焊接裂纹

常用的焊接断裂问题还有热断裂、冷裂纹和再加热断裂等,为了防止断裂问题的发生,必须从以下方面着

手：一是降低母材和补充金属材料中的有害物质，控制硫、磷等元素的浓度。二是针对焊缝环境合理选用焊接材质，尽可能选用低硫碱性焊接，并进行焊条的烘烤、保温等安全措施。三是必须合理减小焊接应力，在组装后，尽量避免强力组对。此外，还必须进行焊前预热时间短，焊后而处理，有效减少焊接残余应力，从而避免了裂纹的形成<sup>[3]</sup>。

#### 2.4 气孔

焊缝气孔大致包括三类，即氢气孔、一氧化碳气孔、氮气孔。氢孔：在高热环境下，氢在液体中有较大的溶解度，大量氢气溶入焊接熔池内部，电阻热离开后，焊接熔池会迅速冷却，氢溶解度迅速减少，产生氢气，从而形成氢孔。一氧化碳气孔：在熔池内氧化严重的地方，熔池中便会产生大量氧化亚铁，当熔池温度迅速下降时，便会出现反应，一旦熔池内部发生了结晶过程，气体中一氧化碳不能有效溢出，便会产生大量一氧化碳气孔，熔池氧化过程越是剧烈，碳浓度也就越大，一氧化碳气孔的出现可能性也就更大。氮孔：在熔池保温条件不良的地方，空气中的氮气很容易溶入熔池中，而形成了氮孔。由于气孔缺陷的存在不但会降低金属焊接的面积，而且还会降低硬度、塑性等，而产生气孔缺陷的主要原因是处理操作不彻底，导致金属在高温条件下吸收过多空气，在冷却中由于温度太快，空气也无法迅速浮出。

### 3 压力容器制造过程中焊接工艺

#### 3.1 底层焊工艺

在锅炉的压力容器焊缝时，我们一般都用氩弧焊的具体焊缝。焊缝前，按自上而下的次序进行焊接作业处理，可以很有效的改善焊接的均匀度，从而提高了锅炉的焊缝效率<sup>[4]</sup>。而对底层氩弧焊接的工艺，要注意如下工艺要求：其一，在焊缝前，要进行氩弧底部检验，以此来确定氩气的纯净度；其二，为防止自然风影响焊缝品质，还应进行焊点防护；其三，在焊缝完成后要做好底部检验，以避免开裂。

#### 3.2 中层焊工艺

进行基础焊缝时，首先要做好焊缝杂质的处理和底层焊质量检验，确定基层焊缝没有质量问题后，进行中层焊缝施工。中层焊缝应注重连接距离的控制，要求中间和底部的焊缝接头错开间距不低于10mm；另外在中层焊缝中，根据对焊条的选用，可优先选择长3.2mm的焊条；并且，进行焊缝后，应该尽量地保证焊接后厚度保持在焊接直径的8倍~12倍。

#### 3.3 表层焊工艺

锅炉压力容器表面焊对焊接的平整度、美观程度有着较高要求，这需要在焊缝中注意焊接工序的管理。一方面，在选择焊接时，应当充分考虑焊接的已焊厚度；针对具体焊接流程的工序管理，应该考虑焊缝接头错开要求，做好起弧与收弧部位的合理控制，同时应该尽量保持焊缝表面的均匀性。另外，进行表面焊接后，需要检测和处理裂纹、熔渣等问题，然后使用钢丝刷清洗焊接表面，并实施压力容器的保温及防腐处理<sup>[5]</sup>。

#### 3.4 焊后热处理工艺

作为锅炉温度钢制压力容器焊缝中至关重要的一环，焊后热处理的及时性、有效性直接关系到锅炉结构整体的品质和后期的应用安全。具体来说，在进行焊接时，钢制的压力容器自身也会受焊接残余应力，因此很容易形成冷裂；基于锅炉温度及钢制压力容器的安全性考虑，应正确选用热处理方法，以提高焊接的总体品质。需注意的是，在焊接后热处理技术选型时，不仅应考虑与锅炉及钢制压力容器钢筋连接的尺寸、构造，同时也要兼顾容器本身的结构特点和性能要求；这样才能保证热处理操作工艺的可行性，从而提高了钢制压力容器的使用寿命。

### 4 压力容器制造过程中焊接的质量控制系统

#### 4.1 对焊工的控制与管理

首先，焊接人员都需要经过由我国的国家质量技术监督局举办的考核，在拿到了《特种设备作业人员证》以后才可以在国家规定的期限内，从事建筑施工中的焊接作业。焊缝是压力容器生产的基础，焊缝人员的技能与思想觉悟直接关系到钢制压力容器焊缝品质的优劣。而在焊接的整个处理过程中，国家还要求对焊接检验员和检测工程师实施严密的监察和考核<sup>[1]</sup>。另外，压力容器生产公司必须对企业内的焊接技术人员做好的技术培训、档案管理工作。

#### 4.2 对焊接设备的管理

联接装置的好坏与钢制压力容器的性能密切相关，一旦联接装置出现了破损，就会妨碍钢制压力容器的正常使用。检测装置的各项技术指标，包括设备的电压、空气流速的改变，等都直接影响到钢制压力容器的焊缝质量。所以，焊接设备上必须有设备台账和卡片，而检测装置及配套设备也必须保护齐全，为了正常运行、维修和养护，还必须配备齐全的，在检定有效期内的安培计、电压表。

#### 4.3 焊接材料控制

首先，要对入厂时材料质量指标做好充分的检查，当焊板进入厂房时，这些材料将会被一一进行质量检测

中,所以在焊板入厂时前,先进行其质量检查是非常有必要的,不过因为材料种类相当多,在总体中也占据的比重较大,造成了检查结果的不可控性,所以凡是要入厂时的材料,都应该进行质量检查,以确保其所有质量都符合要求,而对于检查完成后的焊板,则应该及时进行数据记录,以便于进行后期验证。在原料选择方面,尽可能选择品质好的原料,因为随着市场的发展,当前焊板生产厂家的数量比较多,而焊板的种类也比较丰富,在各种焊板中,如果要选用价格实惠的材料,其难度还是比较大的,不过直接选用高品质的原料可以节省很多费用,而且还可以显著提高产品焊缝质量。在选择厂家的同时,选择了信誉度好、知名度大、品牌好的厂家,这样才能在最小的费用内,选择到质量最佳的材料<sup>[2]</sup>。同时,还要做好对于资料的保管和存储管理工作,因为资料进场以后,并非是非一下子全段的,而是分段或一次性使用的,所以对于资料的存储管理工作要从多个方面着手,建立完整的管理体系,针对资料的进出和使用过程进行有关数据录入,在记录的同时做好分析,以保证对数据的合理利用,并计算出有关资料,做好整体管理工作。

#### 4.4 焊接人员管理

公司应对焊作业人员规范管理,建立焊工目录和持证项目台帐。焊接作业前应根据现场焊缝要求挑选具有一定资质的焊工开展焊接,并对焊接件开展现场焊工考核。同时必须定期的组织焊接作业人员技术人员进行专门的培训,并定期对焊接作业人员技术人员进行考核,不断提升焊接作业综合能力。此外,应设置专业的监理人员,对焊接工作实施全方位的监管与质量检查,并做好焊接工作的检验记录,建立和完善焊接工作的质量管理与监督制度。

#### 4.5 从焊接的角度进行质量控制

在焊接工程中,要求用到的机械设备相当多,企业必须对所有机械设备实施统一的监督管理,针对机械设备的运用、检查、维修等,都必须建立专业的规章制度加以严格管理,设立专门人员加以调配,采取责任体系落实不同部门工作人员的具体责任,并经常对机械设备加以检查和巡视,保证机器设备的正常工作,出现情况要第一时间报备,然后由技术人员进行管理和解决。焊接技术在焊接的同时,必须做好相关准备工作,特别是技术工作,因为焊接技术的重要性,对焊接工艺技术人员的要求更高,必须由专门技术人员完成工艺编制,以认真的态度编写焊接工艺技术文档,并遵守现场规程标

准,约束现场生产活动<sup>[3]</sup>。

#### 4.6 接头返修质量控制

在焊缝施工的环节中,焊缝连接的质量的重要性是不言而喻的,一旦焊缝的连接发生了质量问题,将会威胁到焊缝的顺利完成。在这个前提下,公司必须制订好街头反修的工艺规定,并对焊接的材料、工艺流程等进行严格管理,特别是要求技术人员对焊接的过程做好记录,记下其故障和具体表征,如果看到其产生了故障,就可以进行查找资料,找出故障的成因。接头的返修具有相当严格的条件,检测人员必须通过记录的信息准确发现故障,对其作出专业分类,之后方可进行返修。

#### 4.7 完善评价机制

为进一步提高焊接作业的效率,首先对焊接过程进行控制,正确的制定并选用最佳的焊接方法。根据压力容器的制造要求和现场状况,有针对性的完善焊缝技术流程,明确焊缝作业的具体步骤。三是完善焊缝过程的管理考核制度,在实施焊缝作业前,操作人员必须严格遵照焊缝作业标准进行操作。四是优化焊接工序的工艺规范,建立起合理且科学的焊接工序评估与监督机制,把焊接工序的管理与评估工作细化到具体的参数选择与操作步骤方面,使焊接工序越来越标准化与规范化<sup>[4]</sup>。

#### 结语

压力容器在制造的过程中,外界原因和内在因素都很容易造成焊缝品质问题,而钢制压力容器的焊缝品质发生了问题,将会给其整个密封性和产品质量带来很大影响,造成压力容器性能发生问题,影响生产。所以在我国压力容器的加工制造流程中,要求有关企业必须提高对焊缝管理的重要性,技术人员必须管理好影响焊缝品质的所有因素,管理好焊缝的所有过程,由此才能提高焊缝的品质。

#### 参考文献

- [1]宁秀娟.谈压力容器焊接与质量控制[J].化工管理, 2019(4): 143.
- [2]梁艳.浅谈压力容器焊接质量控制因素[J].中国新技术新产品, 2018(24): 54-55.
- [3]郎鄂.压力容器焊接质量缺陷及控制措施[J].山东工业技术, 2018(17): 16.
- [4]任获胜.浅谈锅炉压力容器焊接质量控制[J].轻工标准与质量, 2020(06):123-124.
- [5]扎西平措,次仁欧珠,阿旺顿珠.锅炉压力容器焊接质量控制[J].中国设备工程, 2020(20):123-124.