

# 压力容器制造过程中的防变形分析

马耀宏

南京天华化学工程有限公司 江苏南京 211178

**摘要:** 压力容器是指盛装气体或者液体的密闭设备,它承载一定压力,工作条件相对复杂。它作为特种设备,需要承担各种高温、高压载荷。设备内部介质特殊,使用环境也相对恶劣,因此在压力容器制造过程中,必须保证不因变形而影响它的整体质量。本文对压力容器制造过程中的防变形进行分析。

**关键词:** 压力容器;制造过程;变形问题;控制措施

## 引言:

从实际应用效果的角度来看,容器若发生变形,其内部常常会因为受力分布不均,而出现安全隐患。一旦发生事故,不仅会影响日常的工业生产,还会威胁操作人员的生命安全;从成本投入的角度来看,如果变形达到一定的程度,就会影响设备的运行效果,甚至导致设备不能正常工作,需重新购买设备的结果,增加用户的运营成本。因此,所以控制容器的变形具有很强的现实意义。本文针对压力容器在制造过程中容易出现的变形问题,进行原因分析,并提出控制措施,提高了压力容器的产品质量。

## 一、概述

根据相关研究数据表明,制造过程中压力容器的变形缺陷占到了生产总量的60%以上,倘若生产过程中,压力容器的变形难以得到有效解决,那么产生的变形对压力容器制造产品就会产生质量安全方面的问题,降低产品的可靠性能。为此,压力容器制造商在制造过程中需要对变形问题加强重视,对容器制造工艺技术不断严格优化,降低压力容器制造的变形率;除此之外,企业需要不断引进先进的制造手段,改善压力容器的生产性能,且需要严格依照现有的国际技术规准进行制造,以便满足市场准入规则。压力容器的变形预防措施具有极其重要的意义,不仅能促进制造厂、化工企业的生产效率,同样能够促进整个机械制造业的发展进步。

## 二、变形问题的根源分析

### 1. 加工误差变形

压力容器封头压制后,会出现封头曲率与标准封头的曲率超差,造成设备使用过程中,封头处的压力和设计预计值偏差较大,影响容器的安全性能。所以,加工及备料过程,是一种导致变形的因素。究其原因,大多是工人放置胚料的位置不正确或封头模具不标准等所致。

**作者简介:** 马耀宏、男、汉族、1978年12月23日、籍贯:陕西省凤翔县、学历:本科、职称:高级工程师、研究方向:化工装备制造、邮箱:myh98113@163.com。

备料误差所致的变形,一般是钢板方面。钢材在吊装、运输及存放过程中,经常承受各种外力的作用,导致弯曲、扭曲、翘曲等变形<sup>[1]</sup>。

### 2. 热切割变形

压力容器的制造过程中,经常采用热切割。当采用热切割的方法切割某些板材时,特别是条形板材,由于切割的一侧因受热膨胀变长,而未切割一侧将产生拉力,致使该板材出现侧弯变形或者翘曲变形。

### 3. 应力变形

压力容器在制造过程中需要经历多道工序,包括筒节组对。有些容器由于外形高度较大,组对过程中受到自身重力、支座支撑力和起重机的吊装力的共同作用。容器内部会出现一定的内部应力。这种应力会潜伏在容器的材料内部,当外界环境发生变化,或者承载力偏大时,内部应力得不到释放,就会导致容器变形<sup>[2]</sup>。

### 4. 焊接变形

常见的压力容器体积较大,结构复杂。在制造的过程中,需要通过焊接手段将各个部件进行组接。但从许多的制造过程中可以发现,经常出现如下几方面的问题:一是,焊接的程序缺乏科学性。不同的压力容器对于焊接技术的要求不同,因此需要结合实际进行选择。然而很多技术工人未选择有针对性的焊接方法;二是,焊接效果受焊接温度的影响较大,温度控制不均,就导致了焊接材料表面出现不均匀的现象,从而造成工件焊后变形;三是,焊接工艺方法繁多,一些焊接人员为了方便,常根据自己的习惯更换焊接顺序,未执行焊接工艺规程,导致部件变形<sup>[3]</sup>。

## 三、防止变形的控制措施

### 1. 加工误差控制

为防止加工及备料误差变形,首先应对操作人员进行培训,要求其按规范作业。相关工作人员应对加工误差过大问题高度重视;其次,通过各种科学方法,采取专门的、针对性的控制措施,严格控制工艺流程和检测模具的大小尺寸。及时更换老旧设备和不符合生产规范

的模具,严格控制模具的形状误差和尺寸;再次,在模具的设计过程中,要积累经验,预见施工过程可能出现的热胀冷缩量,提前预留一定的空间。另外,在下料前,还应纠正钢材的变形问题。为防止筒节卷制后的直径误差,杜绝钢板不平整、波浪形等现象。也能有效防止环缝对接接口的错边量超差。一旦在下料前出现问题,应提前采取矫正措施。

## 2.热切割变形控制

如何降低热切割钢板的变形,已经越来越受到各个领域技术人员的重视。热切割产生的变形,矫正难度很大,严重时会影响使用。防止热切割时产生变形,可采取在切割板材时跳留若干间断点段,使母材板与被切割工件的板材相连,抑制工件的上翘和冷缩现象。待完全冷却后,再将连接点断开;还可以使用工装将被切割工件夹好、固定,然后再进行切割操作,待工件完全冷却后,再松开。这两种方法都是实践证明,能有效的防止热切割变形的办法。

## 3.应力变形控制

压力容器的制造完成需经历多道工序。在组装、吊装和运输过程中,会因为许多因素产生相应的内应力。如果处理不当,就会在运行时出现问题。现阶段消除内部应力比较有效的方法是:做好热处理工作。遵循规定的规章,保证标准规定的热处理温度范围,尽量使炉内受热均匀。注意,炉内应设置大小合适的支座,用来安放压力容器,防止产生二次变形<sup>[4]</sup>。

## 4.焊接变形控制

规范焊接过程是控制变形的主要手段。主要应从以下几方面入手:一是,安排技术过硬的人员,严格按规范的焊接工艺焊接。在焊接过程中,结合具体工件选择最科学、合理的施焊方法;根据工件的材质选择焊条或焊丝;根据工件的厚度选择适合的坡口形式、焊接方法、焊道的层数和电焊机的参数等等。将焊接过程中变形的可能性降低到最小;二是,严格控制焊接温度。焊接温度越高,焊接的接合度会越好,但焊后变形也相应会加大。所以,既要保证焊接接合率,又要尽可能降低焊接温度,找到合理的参数最佳值,才能有效控制焊接的热膨胀/收缩量,防止焊接变形;三是,合理选择焊接顺序。由于焊接量大,应对各部件的焊接实施科学规划,防止出现较大变形<sup>[5]</sup>。

## 5.刚性不足的应对措施

通过合理计算保证容器承压件和承载件的刚性,零件加工过程中(半成品件)的防变形措施可按如下进行,薄壁大直径筒体提前组装支撑圈、加强圈或支撑工装,薄壁大直径筒体立式存放或组装等,薄壁大直径设备水压试验下方垫实等,热处理前设备(筒体)支撑工装。

## 6.原材料误差或制造误差导致的变形问题和措施

压力容器制造所需的主要原材料,在吊装、运输、存放等过程中,易受外压、内应力等作用,从而导致原材料发生形变,影响设备制造。因此,材料即使入厂检验合格,长期存放后正式下料之前,应再次确认原材料的关键尺寸,提前纠正,避免因原材料形变而降低零件的加工精度,保证制造顺利进行。如何减少压容制造过程中的不必要错误,保证生产顺利进行?首先要应选用合适的测量方法。不同零件,根据不同用途、不同的加工方案,选取合适的检测方法。检验人员如把握不准,应与相关设计和工艺人员沟通确认,确保零件能够按设计和工艺要求进行加工制造。不同零件应根据设备实际所需进行加工,加工之前准确把握关键尺寸,加工过程中,严格执行尺寸公差的要求。

## 7.消除内应力

对于压力容器制造过程中产生的内应力而言,如何对其进行有效预防是减小后续变形的关键。目前制造企业主要采取对压力容器结构进行热处理工艺,热处理能有效实现对容器内部热应力的消除,此时,技术人员需要注意控制热处理操作温度在一定范围内,以此维持容器的受热均匀性。热处理技术采取的主要设备是喷嘴式热处理炉,其中,喷嘴高温直接加热容易导致压力容器的局部位置发生温度过高,为此,技术人员需要在热处理前进行防护设施的设置,减少局部热集中。同样,为防止压力容器中的金属结构发生高温下理化性质的变化,就需要采取一定数量的支架加固手段,并且内部加强措施需要应用在大直径、小厚度的压力容器制作中<sup>[6]</sup>。

## 四、结束语

总而言之,压力容器制造过程中的变形控制对于其产品生产性能质量等都有着十分明显的影响,制造过程中的压力容器变形影响因素较多,技术人员需要对不同类别的诱发因素进行针对性预防措施应用,从根本上减少变形问题的发生,最终实现压力容器长周期稳定安全生产进度性较高的产品,促进化工企业的发展。

## 参考文献:

- [1]刘立鑫.浅析如何控制压力容器制造过程中的变形问题[J].科学技术创新,2015(16).
- [2]李永欣.压力容器制造过程中常见的变形问题及控制对策[J].现代制造技术与装备,2016(5):122-123.
- [3]刘明,苏莹.压力容器制造质量控制研究[J].科技风(3):224.
- [4]邵帅,滕翔宇.压力容器制造的质量控制[J].中小企业管理与科技,2020,(18):135-136.
- [5]叶林军.关于压力容器制造过程变形问题的探讨[J].现代工业经济和信息化,2016,6(11):49-50.
- [6]赵增.浅谈压力容器焊接缺陷及原因分析[J].科技视界,2014,(27):80-80.