

# 优化设备制造工艺缩短压力容器制造工期的方案分析

黄家刚

航天长征化学工程股份有限公司, 北京 101111

[摘要]在大型化工装置建设过程中,设备能否按时到货是考核施工进度的关键节点,建设方都加大了设备的催交力度,只有打破制造厂固化的生产模式,优化设备制造工艺,重视制造过程质量控制才是缩短压力容器制造工期的出发点。

[关键词]优化工艺;制造工期;方案分析

DOI: 10.33142/aem.v2i10.3072

中图分类号: TH49

文献标识码: A

## Analysis on the Plan of Shortening the Manufacturing Period of Pressure Vessel by Optimizing Equipment Manufacturing Process

HUANG Jiagang

Changzheng Engineering Co., Ltd., Beijing, 101111, China

**Abstract:** In the process of large-scale chemical plant construction, whether the equipment can arrive on time is the key node to assess the construction progress and the construction party has increased the expediting force of the equipment. Only by breaking the solidified production mode of the manufacturer, optimizing the equipment manufacturing process and paying attention to the quality control of the manufacturing process is the starting point to shorten the manufacturing period of pressure vessels.

**Keywords:** process optimization; manufacturing period; scheme analysis

### 引言

压力容器是指能够承受压力的密闭容器,用途极为广泛,尤其在石油化工行业应用最多。随着国内合成氨、甲醇、乙二醇等产能的扩大化,应用在这些行业的压力容器的体积吨位也越来越大型化,加上制造材料的特殊性,其制造工期也相应延长。大型压力容器从原材料进厂复检到装车发运的生产周期动辄数月甚至超过一年,直接影响到化工装置的投运周期。为了缩短压力容器的制造工期,设备制造厂一般都是采用增加人力物力资源,加班加点等传统方式,收效甚微。只有对设备制造工艺的持续改进,控制好产品质量,对设备的制造进度推进才具有颠覆性和革命性的意义。笔者在某大型设备制造厂从事设备监造催交工作数年,积累了丰富的第一手资料,下文以某型号气化炉为实例,就优化设备制造工艺,缩短压力容器制造工期方案进行分析。

### 1 某型号气化炉概述

该气化炉由上段、中间过渡段和下段构成,壳体完工后需要进行内件套装工作,内件内壁预制耐火材料。壳体总长约20m,吨位230t,上段和过渡段材料为14Gr1MoR,下段材料为14Gr1MoR复合31254超级不锈钢。设计单位对该设备的冷作组对、焊接工艺、热处理、内件套装提出了严格的技术要求,制造难度大工期长。根据制造厂以往固定的模式,制造周期约为7个月。

### 2 冷工艺方面的改进

#### 2.1 更改分段合拢位置

##### 2.1.1 改进方案

根据该气化炉的特殊工艺要求,上下段分开热处理,下段复合板筒体热处理温度为 $600^{\circ}$ ,上段纯材段热处理温度为 $690^{\circ}$ 。原工艺分段位置为中间过渡段筒体与下段复合板筒体段环缝位置,此位置有两个弊端,过渡段筒体内壁需要带级堆焊,将导致筒体内径缩小,合拢位置错边量控制较困难,且此焊缝局部热处理非常难以控制温度,一旦出现超温情况,将影响复层S31254材料的耐腐蚀性能。为此更改合拢缝位置为过渡段筒体上口与上段筒体环缝处,由于为合拢焊缝为纯材,组对错边量和局部热处理温度控制比较好实现。

##### 2.1.2 改进后取得效果

六台设备合拢缝错边量控制在3mm以内,热处理温度控制良好,热处理后内外部硬度检查硬度值 $\leq 220\text{HB}$ 。间接缩

短了气化炉的制造工期。

## 2.2 下锥体短节组对顺序提前

### 2.2.1 改进方案

以往气化炉制作过程中,为确保设备总合拢后同心度尺寸符合工艺要求,气化炉下短节留待与合拢缝组对同步组对,用于设备同心度调节。合拢缝与下短节环缝不能同步焊接,延长了制作周期至少5天,针对此情况,经过设计院同意对同心度测量基准点,尺寸公差范围进行调整,下短节在下段热处理前组焊完成,不再等到总合拢时候再组焊。

### 2.2.2 改进后效果

通过改进方案,气化炉下短节先行组焊,较原工艺制作周期至少缩短5天。

## 2.3 内件套装及耐火材料施工工序改进

### 2.3.1 改进方案

最初耐火材料施工都是在内件落入设备内部以后进行,此工序持续时间需要7天-10天。经过与设计院、耐火材料厂家的会议对接,优化耐火材料组份,在保证隔热效果的前提下增加粘性,从原来的直立以后浇筑,烘炉固定,更改为在滚轮架上卧式浇筑,加热带烘炉固定。经过比对,卧式浇筑固定的方法,在运输、吊装过程中耐火材料没有脱落现象。

### 2.3.2 改进后效果

改进配方后的耐火材料满足工艺要求,此工序从原来的持续10天左右缩短为一天时间。

## 2.4 气化炉炉壳和内件连接弯管之间的工艺改进

### 2.4.1 改进方案

壳体与内件连通管由于各台产品相对尺寸各异,每台都需要实配,实配的时间较长,且每根管组配难度较大,导致坡口间隙不均匀,既影响组配时间又影响焊接质量,由于无法室内探伤,焊口返修探伤需要清场,费时费力。针对此问题对内件管口弯制角度及预留长度以及实配连接管弯制角度和接口尺寸进行三维模拟,优化配管过程,使用自动焊丝模拟弯制上下连接管相对形状。这样所有连接管在外面预制完成,并对中间拼缝RT合格以后进行壳体与内件组配。

### 2.4.2 改进后效果

连通管焊接质量得到有效保证,经过对六台设备的跟踪,四台设备连通管焊接一次性合格,只有两台连通管出现少量返修,合格率达到97%以上。提高焊接质量,减少焊缝返修等同于间接缩短设备制造工期。

## 3 热工艺方面的改进

### 3.1 下段 S31254 复层材料堆焊的控制

#### 3.1.1 控制措施简介

气化炉下段复层材料为超级不锈钢 S31254,所有堆焊均需要使用 ERNiCrMo-3 焊条进行堆焊,镍基焊条对焊接要求较高,工艺参数控制一旦出现偏差,将导致大量裂纹的出现,只能返修消除裂纹,导致工期延长。因此对环缝堆焊、接管堆焊、内件附件焊接等各种焊接结构分别提出焊接控制措施及注意事项,实行固定人员制。对选调出的12名焊工进行专项考试,考试合格后上岗专门负责设备堆焊,期间工艺员不定期现场检查堆焊工艺执行情况。

#### 3.1.2 取得的效果

六台气化炉内壁镍基堆焊与相关附件的焊接的检测均一次性合格,没有出现裂纹返修的情况,且堆焊外观质量较好,内壁打磨量大大减轻,有效缩短了制造工期。

### 3.2 下段基层焊接的改进与控制

#### 3.2.1 管理控制措施及改进方案

由于气化炉下段复层材料的特殊性,下段需单独进炉热处理,且热处理温度为 $600^{\circ}$ ,较14Cr1MoR常规选取的 $690^{\circ}$ 的热处理温度大大降低,消应力效果不理想,下段基层的焊接对工艺执行的要求非常严苛。针对此问题,从基层AB类对接焊缝、D类角接焊缝的焊接工艺进行控制,车间下大力气狠抓工艺纪律的执行,从焊条保温桶、预热温度、焊接线能量输入、层间温度等工艺参数入手,对于气化炉基层的焊接进行重点控制,同时向制造班组灌输质量概念,焊接质量控制住了就是对工期最大的保障。

#### 3.2.2 达到的效果

生产车间的工艺纪律执行大大改善,气化炉焊接质量得到有效保证,排除了因为焊接质量返修造成的制造工期延长现场。

### 3.3 合拢缝局部热处理方案改进

#### 3.3.1 改进方案与措施

气化炉上下段需要分别进炉热处理, 再行合拢, 合拢缝再做局部热处理。关于局部热处理方案, 更改了以前的直接用陶瓷加热带包裹热处理的方式, 制作两哈呖局部热处理工装, 采用空间加热的方案, 保证热处理效果。

#### 3.3.2 改进后的效果

局部热处理效果明显, 从热处理前焊缝及热影响区硬度值为 280HB-320HB, 热处理后检测硬度值均小于 220HB, 热处理达到预期效果。有效保证了设备制造质量。

### 4 结语

经过对气化炉制作工艺的持续优化改进, 以及同步改进管理方法, 气化炉的质量控制得到了进一步提升, 制造工期有效缩短, 将之前固有的制作周期 6.5 个月-7 个月提前到 5.5 个月-6 个月, 缩短工期 30 天, 减少了因为设备延期交货造成施工工期延长的风险。

#### [参考文献]

[1] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 中国国家标准化管理委员会:GB150-1998[S]. 北京: 中国标准出版社, 2011: 11-21.

[2] 刘晓薇, 王延国. 论压力容器制造中常见的问题及分析[J]. 建筑工程技术与设计, 2015(36): 948.

作者简介: 黄家刚 (1973.3-) 男, 山东人, 汉族, 大学本科学历, 工程师, 高级采购经理。