

# φ3 800 mm 鲁奇式加压气化炉壳体的焊接\*

迟永军

(哈尔滨锅炉厂有限责任公司 哈尔滨 150040)

**摘要:** 介绍了先进的鲁奇炉代表型 MARK<sup>#</sup> IV/4 型 φ3 800 mm 鲁奇式加压气化炉壳体的焊接工艺及相关要求。根据产品的结构特点确定试验方案,在试验的基础上针对产品制造过程中的一些疑难问题进行方案论证和工艺攻关。制订了科学合理的焊接工艺方案,采取一系列措施保证产品质量和控制焊接变形,实现壳体纵环缝焊接采用窄间隙埋弧焊自动跟踪压道焊工艺。成功地解决了鲁奇式 φ3 800 mm 加压气化炉壳体焊接在质量性能、控制焊接变形等方面存在的难题,获得了满意的焊接效果。该项目的研制成功为承制大型疲劳容器和耐高温、高压的机械传动设备积累了宝贵的经验。

**关键词:** 气化炉 壳体 焊接工艺 质量控制 产品应用

**中图分类号:** TG441

## 0 前言

随着国民经济的快速发展和对外开放步伐的加快,特别是我国加入 WTO 后所面临的机遇和挑战,城市煤气化已显得越来越重要,目前呈加速发展阶段。德国鲁奇公司为代表的鲁奇式加压气化炉以适应煤种广、气化强度大、气化效率高、碳转化率高及可远距离输送等优点已成为国际上公认的先进的煤制气设备。“鲁奇式 φ3 800 mm 加压气化炉关键设备研制”是“九五”国家重大技术装备科研攻关项目,哈尔滨锅炉厂以河南义马煤气工程 2 台气化炉的制造为依托,承担了专题的攻关任务,并于 2001 年 8 月 26 日通过专家鉴定。φ3 800 mm 加压气化炉作为大型疲劳容器和耐高温、高压的机械传动设备,对质量、性能和尺寸精度都有极高要求。由于该产品是以焊接结构为主,且焊缝数量之多、要求之高、难度之大在容器制造中是极其少见的,一些容器焊接的常规方法和手段已经无法满足该产品的质量和性能要求。因此,对焊接工艺方案进行充分论证和对一些焊接难点进行工艺试验和技术攻关是十分必要的。

## 1 难点概述

① 气化炉壳体采用双层套筒式结构(见图 1),壳体组件以焊接结构为主,其中 BHW-35 材料组成的外部壳体,包括封头、锥体、膨胀节以及筒身

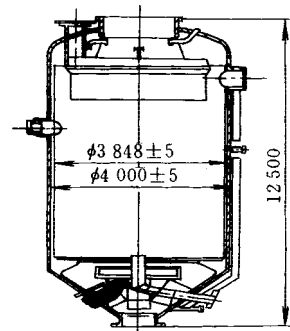


图 1 气化炉整体结构示意图

的纵、环缝近 20 条,均为焊透式结构,A、B 类焊缝总长度 110 m;焊缝质量要求高,需进行 100% X 射线探伤+100% 超声波探伤+100% 磁粉探伤检验,且性能(例如: $A_{KV} \geq 31 J$ )和尺寸精度( $\phi 4 204 mm \pm 5 mm$ )都有较高要求,加之气化炉壳体具有规格尺寸大( $\phi 4 204 mm \times 73 mm, 70 mm, 52 mm$ )及 BHW-35 材质焊接性差等特点,焊接难度是空前的。② 为了获得较高冲击韧度的焊接接头和小的焊接变形,应采用热输入量相对较低、冲击韧度相对较高并具有自回火作用的窄间隙埋弧焊方法,但欲成功应用窄间隙自动跟踪压道焊技术,还应进行大量工艺准备和试验工作。③ BHW-35 材料本身合金元素质量分数高、淬硬倾向大,加之筒体规格尺寸大、散热快,冷裂倾向十分严重。④ 气化炉外壳的 A、B 类焊缝除了进行正常的消除应力热处理之外,封头及锥体成形要进行热冲压,筒体由于纵缝焊接变形较大也要进行正火校圆。为保证母材性能,热冲压及热校圆的温度需参照钢板的正火温度,而焊缝化学成分与母材又有一定差别。因此这种正火热循环将导致接头力学性能的下降,必须选择合适的焊接材料来确保接头性能满足技术条件要求。⑤ 为保证环

\* 国家科委计划编号(973190102)。20020114 收到初稿,20020422 收到修改稿

缝的焊接质量,使环缝坡口装配尺寸能够满足窄间隙埋弧自动焊工艺要求,对于大直径厚壁壳体来说是困难的。⑥ 气化炉作为大型耐高温、高压的机械传动设备,对壳体的公差尺寸要求极为严格,特别是锥体的中下部,分布有大小 26 个管接头,均为焊透式结构,采取必要措施严格控制焊接变形将显得尤为重要。

## 2 窄间隙埋弧焊的应用

一方面,窄间隙埋弧焊与普通埋弧焊相比,由于坡口角度变小,热输入量及线能量明显减小,母材稀释率低,热影响区变窄,有利于接头韧性的提高和减小焊接变形。另一方面,由于坡口尺寸特点,每层只焊两道,下一层对上一层具有明显的自回火作用,焊缝金属晶粒将得到细化,焊缝金属韧性也将进一步得到改善。这对于增加焊接接头抗疲劳能力和寿命具有十分重要的意义。因此,气化炉壳体的焊接,关键在于能否成功应用窄间隙埋弧焊工艺,并提高焊接一次合格率。对此,进行了大量的技术准备和工艺试验工作。

### 2.1 窄间隙埋弧焊工艺评定试验

焊接工艺评定试验是产品制造工艺的一种典型

实践,为确保试验结果真实、可靠和工艺正确,评定时应尽可能模拟产品的实际情况。

#### 2.1.1 试验条件及试验方案的确定

(1) 母材选择。根据气化炉壳体的规格尺寸,分别选定壁厚 50 mm 及 75 mm 两种典型规格的 BHW-35 材料做为试验材料,其规格及化学成分列于表 1。

(2) 焊材选择。窄间隙埋弧焊的难点之一是脱渣困难,焊剂是否具有好的工艺性能,特别是脱渣性如何,对能否获得稳定的焊接质量是至关重要的。国产 SJ101 烧结焊剂,不仅脱渣性良好,而且抗裂性强,回收容易。因此,决定采用 SJ101 焊剂。由于封头及锥体成形要进行正火温度下的热冲压,筒体纵缝焊后要进行正火校圆。按常规 BHW-35 材料窄间隙埋弧焊应选择 H08Mn2Mo 焊丝+ SJ101 焊剂,但焊缝经 920~940 °C/1.5 h 正火+610~630 °C/2.5 h 退火,抗拉强度只有 530~540 MPa,强度低于 575~735 MPa 的标准规定值。根据这一情况及以往的经验,对要进行正火+退火的焊缝应选用更高强度级别的 H08Mn2NiMoA 焊丝+ SJ101 焊剂,对只进行退火的焊缝,应选用 H08Mn2MoA 焊丝+ SJ101 焊剂。对手工焊打底焊缝选择 J707 和 J607 焊条。焊材化学成分分别列于表 2 和表 3。

表 1 试验用母材化学成分一览表

母材牌号	壁厚 $\delta/\text{mm}$	化学成分的质量分数 w/%								
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Mo	Nb	Cr
BHW-35	50	0.13	0.41	1.45	0.008	0.001	0.76	0.36	0.01	0.27
BHW-35	75	0.13	0.41	1.45	0.008	0.001	0.76	0.36	0.01	0.27
BHW-35	标准值	$\leq 0.15$	0.15~0.5	1.2~1.6	$< 0.02$	$< 0.02$	0.8~1.0	0.3~0.4	0.01~0.03	0.2~0.4

表 2 评定用焊材化学成分一览表

焊材牌号	直径 $D/\text{mm}$	化学成分的质量分数 w/%								
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Ti
J607	4	0.08	0.52	1.5	0.019	0.014	—	—	0.32	—
J607	5	0.10	0.39	1.44	0.020	0.015	—	—	0.34	—
J707	4	0.09	0.60	1.77	0.027	0.008	—	—	0.34	—
J707	5	0.07	0.40	1.65	0.03	0.026	—	—	0.34	—
H08Mn2MoA	4	0.09	0.21	1.65	0.019	0.009	0.12	—	0.61	0.08
H08Mn2NiMoA	4	0.10	0.19	1.68	0.015	0.012	0.10	1.08	0.49	—

表 3 SJ101 焊剂的化学成分的质量分数 w/%

成分	$\text{SiO}_2+\text{TiO}_2$	$\text{CaO}+\text{MgO}$	$\text{Al}_2\text{O}_3+\text{MnO}$	$\text{CaF}_2$
实际值	21.46	30.78	25.68	17.9
标准值	20~30	25~35	15~30	15~25

(3) 设备。从瑞典 ESAB 公司引进了 4×4MRS102A 型窄间隙埋弧焊设备,焊头带机械跟踪

系统和焊剂回收装置,从而为工艺试验及气化炉壳体焊接创造了必要条件。

(4) 坡口尺寸确定。坡口尺寸是窄间隙埋弧焊的重要参数,在借鉴大量国内外先进经验的基础上,结合实际和初步试验情况,确定坡口形式见图 2,接头形式见图 3。

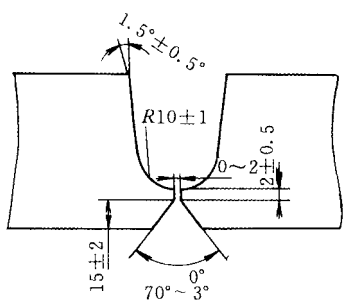


图 2 试验坡口

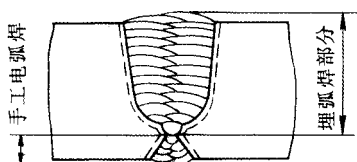


图 3 接头形式图

(5) 试验方案确定。BHW-35 材料本身合金元素质量分数高、淬硬倾向大，加之筒体规格尺寸大、散热快、冷裂倾向严重。根据这一情况，结合产品的来料进行了铁研试验，根据铁研试验结果并在借鉴国内外成熟经验的基础上，确定了预热、后热温度(见表 4)。综合各方面因素，最后确定了详细的试验方案列于表 4。

表 4 工艺试验方案

评定 编号	试样 编号	材质 规格 $\delta$ /mm	预热 温度 $\theta$ /°C	后热 温度* $\theta$ /°C	层间 温度 $\theta$ /°C	热处理时间 t/h 温度 $\theta$ /°C
1184	4	75 (BHW-35)	$\geq 150$	300~400	150~300	920~940 1.5
						620~640 2.5
						590~610 4.5
1185	5	50 (BHW-35)	$\geq 150$	200~250	150~300	590~610 5.0

注：\* 后热时间为 2 h

2.1.2 工艺评定试验及结果分析

按表 4 确定的工艺方案及选定的最佳工艺参数进行了工艺评定试验，试验结果见表 5 和表 6。图 4、图 5 是两项评定试验的弯曲试样及拉力试样照片，焊缝微观金相组织见图 6。

表 5 力学性能评定结果

试样 号	拉 力		弯 曲		冲 击			
	抗拉强度 $\sigma_b$ /MPa	断裂 位置	侧弯 $d=3a$	结果	缺口位置		冲击吸收功 $A_k$ /J	
4	685	焊 口 外	100° 4 个	合 格	焊缝	SMAW <sup>①</sup>	V	90, 80, 62
	NGSAW <sup>②</sup>					V	110, 56, 70	
	热影 响区				SMAW	V	86, 190, 220	
					NGSAW	V	78, 80, 76	
5	694	焊 口 外	100° 4 个	合 格	焊缝	SMAW	V	170, 174, 134
	NGSAW					V	138, 96, 98	
	热影 响区				SMAW	V	120, 224, 238	
					NGSAW	V	128, 138, 108	

注：① 手工电弧焊 ② 窄间隙埋弧焊

表 6 接头硬度评定结果

试样 号	硬度(HV10) SMAW <sup>①</sup>			硬度(HV10) NGSAW <sup>②</sup>			微观组织 SMAW			微观组织 NGSAW		
	焊缝	热影 响区	母材	焊缝	热影 响区	母材	焊缝	热影 响区	母材	焊缝	热影 响区	母材
4	259	276	254	264	286	254	贝氏 体+	贝氏 体+	贝氏 体+	贝氏 体+	贝氏 体+	贝氏 体+
	262	286	245	269	279	245	铁素 体	铁素 体	铁素 体	铁素 体	铁素 体	铁素 体
5	279	306	298	286	296	298	贝氏 体+	贝氏 体+	贝氏 体+	贝氏 体+	贝氏 体+	贝氏 体+
	282	306	279	288	296	279	铁素 体	铁素 体	铁素 体	铁素 体	铁素 体	铁素 体

注：① 手工电弧焊 ② 窄间隙埋弧焊

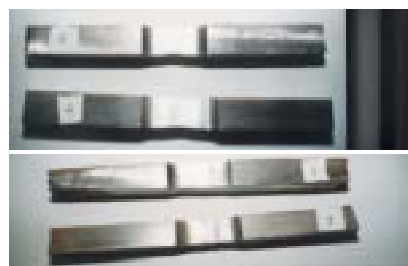
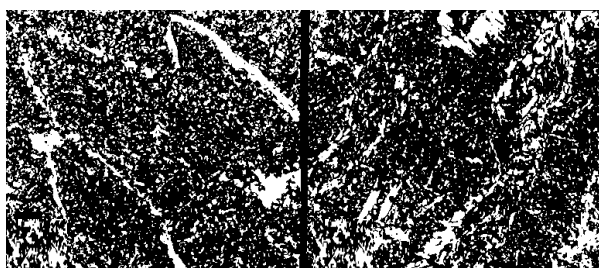


图 4 拉力试样图



图 5 弯曲试样图



(a) 试样 4 (b) 试样 5  
图 6 焊缝金相组织图  $\times 250$

从以上试验数据可以看出，焊接工艺评定的各项性能指标均符合或超过设计要求及相关标准的规定，同时也说明为产品制订的工艺参数，包括焊材选用、预热、热处理及焊接工艺参数等是科学的、合理的。例如，焊接接头通过模拟产品的各种热循环过程，焊接接头各区的硬度仍然分布比较均匀，无明显变化，并且与母材相当，说明未出现近缝区

硬化倾向,冲击韧度和冷弯性能得到明显改善。从探伤结果看,焊接接头未出现裂纹、夹渣等缺陷,说明焊缝中氢质量分数得到了有效控制。

## 2.2 窄间隙埋弧焊在气化炉壳体上的应用

### 2.3.1 提高产品焊接质量的措施

最佳的工艺方案及设备工装等只能为产品施焊提供必要条件,但欲获得较高的焊接一次合格率,还须进一步采取一些严格的质量控制措施,才能确保产品的焊接质量,从而获得性能优良、质量可靠的产品。

(1) 确保窄间隙坡口尺寸和装配尺寸是保证焊接质量的关键。由于焊接工作是多层多道连续进行,上一层质量及成形对下一层有较大影响。如果坡口尺寸出现宽窄不均等情况,会给控制焊接规范带来难以适从的后果,增大了产生焊接缺陷的机率。特别是环缝坡口的组对和加工,对纵缝焊接时出现的角变形必须采取特殊的校正措施,来确保产品的焊接质量。

(2) 采取严格的预热、层间、后热及消氢等温度控制措施(详见 3.1 条),防止冷裂纹的产生。

(3) 在窄间隙埋弧焊焊接时,为获得优质无缺陷的焊缝,正确的选择规范参数是至关重要的,除按焊接工艺规程规定的范围选定各项参数外,操作过程中还应注意焊接电流、电弧电压与焊接速度的适当匹配,对于保证焊缝质量也是十分重要的,最直观的评定准则是焊缝表面呈弯月形,焊道平整光滑无咬边现象。此外,在环缝焊接时,为保证焊接线能量一致,随着焊层的增加,工件转速应相应地自动降低,从而保证焊接速度不变。

(4) 焊接过程中要认真监控焊头距坡口侧壁的距离及焊接电流的变化,确保焊头自动跟踪及滚轮架防偏移功能的有效性。

(5) 焊接中途,如发现缺陷,应及时去除缺陷并修补平整。此外焊剂应按规定温度严格烘干,重复使用的焊剂必须严格过筛。

### 2.3.2 施焊结果

对气化炉主壳体纵环缝进行了 100%射线探伤检验一次焊接合格率达 99.7%,经进行 100%磁粉探伤检验一次合格率达 100%。

## 3 防止冷裂纹的措施

### 3.1 温度控制

预热方式及效果对大直径厚壁容器的焊接至关重要。由于气化炉壳体直径大,环缝焊接时间长,故应整体进炉加热。考虑到出炉、吊运及焊前准备

等过程的温度损失,在炉中加热至  $230\sim 250\ ^\circ\text{C}$ /均热 1 h,焊接过程中用煤气管道加热维持最低层间温度  $\geq 150\ ^\circ\text{C}$ 。焊接中断或焊接结束后,对壁厚小于 70 mm 的工件时应立即吊进加热炉中进行  $200\sim 250\ ^\circ\text{C}/2\ \text{h}$  后热,对壁厚大于或等于 70 mm 的工件应立即吊进加热炉中进行  $300\sim 400\ ^\circ\text{C}/2\ \text{h}$  消氢处理。事实表明,在气化炉壳体焊接过程中由于采取上述温度控制措施,有效地防止焊接裂纹的产生。

### 3.2 中间热处理

下部组件的管接头数量较多,焊接内应力和收缩力很大,严重时会发生裂缝现象。在部分管接头焊缝焊受后,应作一次中间热处理,以防在应力集中处产生裂纹,同时也有利于稳定形状,控制加工尺寸。实践证明,对于密集管接头结构壳体的焊接,中间热处理是缓解或降低焊接残余应力的一种有效措施。

## 4 焊接变形控制措施

气化炉作为大型焊接结构的耐高温、高压的机械传动设备,不但对焊缝的内在质量及力学性能要求很高,而且对壳体的公差尺寸及加工精度要求也极为严格。能否满足图样的公差尺寸及加工精度要求,关键在于装配精度及焊接变形的控制。根据气化炉壳体的结构特点及焊缝分布情况,采取以下措施来控制焊接变形。

(1) 严格控制装配精度,对一些关键件采用激光测准仪测量的方法,确认各项尺寸符合要求后方可进行定位焊接。

(2) 确保刚性固定措施及定位焊牢靠,以防预热和焊接过程中由于定位不牢或刚性小而产生变形。

(3) 管接头焊接变形控制,在锥体中下部分布有大小 26 个管接头,均为焊透式结构。一方面应保证管接头的焊接质量,另一方面要保证焊接后机械加工的尺寸公差,难度很大。

(4) 管接头角焊缝焊接前先根据装配检测的公差趋势和可能变形方向,决定开始起焊部位和焊接次序,通过焊接收缩量调整装配公差尺寸。如轴套的上端组装时趋向正公差,焊接时应先焊接轴套上部外侧坡口,下部外侧坡口只作打底焊,不得一次焊满。

(5) 采用对称焊技术,减少焊接变形量,以保证机械加工余量。

(6) 采用多道、多层和分道焊技术,减少焊接内应力,改善接头性能。

(7) 锥体上管接头数量多, 数量分布不均匀, 焊接收缩量并不相同, 内外坡口焊接时应注意保持焊接收缩量相对平衡。

(8) 焊至一半时进行中间热处理以利于稳定形状, 控制尺寸。

## 5 应用效果与经济效益

(1) 鲁奇式 $\phi 3800$  mm 加压气化炉研制成功后, 经实际运行和机械工业联合会组织的专家鉴定, 整机性能达到 20 世纪 90 年代初国际先进水平, 造价大大低于进口气化炉。这势必加快鲁奇式气化炉在我国的推广步伐, 并节约大量外汇, 同时对我国的大中城市减少燃煤污染、净化城市空气质量将起到举足轻重的作用, 其社会效益和环保效益是不言而喻的。

(2) 由于窄间隙埋弧焊具有高精度自动跟踪控制系统, 能使焊丝与坡口对中良好, 精确地控制焊丝与侧壁的距离, 无偏移, 从而为获得高致密性的焊缝奠定了基础。与宽坡口埋弧焊相比, 由于窄间隙埋弧焊坡口窄、焊材消耗量小、热输入量低、焊接时间短, 获得了较小的焊接变形, 降低了应力开裂倾向, 实现了优质、高效、低成本焊接。

(3) 由于工艺参数选用合理及采取一系列提高质量措施, 大大提高了焊接一次合格率, RT 检验一次焊接合格率达 99.7%。

(4) 由于焊接工艺方案制订科学合理及采取一系列防变形措施, 使焊接变形得到了有效控制。

(5) 由于采取的预热、层间、后热及消氢等温度控制措施合理, 有效地防止了冷裂纹的产生。

### (6) 窄间隙埋弧焊效益估算

计算基础: 宽坡口以  $9^\circ$  计算, 窄间隙坡口平均以  $2^\circ$  计算, 宽坡口埋弧焊电流为 650 A, 熔敷效率为 7.5 kg/h, 窄间隙电流为 600 A, 熔敷效率按 7 kg/h 计算。

材料: 窄间隙焊缝节约焊材质量见表 7。由表 8 可以看出焊丝与焊剂可节约 28%~32% 左右。

坡口加工: 由于窄间隙坡口变窄, 加工金属量减少, 效率提高 30%~40%。

焊接效率: 由表 7 可以看出, 在节约焊材的同时, 焊接效率也将相应提高 28%~32%, 但由于窄间隙埋弧焊规范小, 实际熔敷效率下降 6%, 同时考虑焊丝、焊剂的辅助时间, 总的焊接时间可缩短 30%~40% 左右。

表 7 1 m 窄间隙焊缝节约焊材质量

壁厚 $\delta$ /mm	焊丝质量 $m$ /kg				焊剂质量 $m$ /kg			
	宽坡口	窄间隙	节约焊 丝质量	节约百 分比 $c$ /%	宽坡口	窄间隙	节约焊 剂质量	节约百 分比 $c$ /%
52	8.6	6.9	2.7	28.1	13.44	9.66	3.78	28.1
70	12.8	9.6	4.5	32.1	19.6	13.3	6.3	32.1

## 6 结论

(1) 通过制订科学合理的焊接工艺方案, 对一些关键的焊接工序实行严格的质量控制、温度控制及变形控制, 对保证大型疲劳容器鲁奇式 $\phi 3800$  mm 加压气化炉的质量和性能是十分重要的。

(2) 通过确定合理的坡口形式、选择合适的焊剂、配备高灵敏度的自动防偏移功能的焊接滚轮架及采用具有自动跟踪控制系统的窄间隙埋弧焊机, 可以实现大直径厚壁容器窄间隙埋弧焊自动跟踪压道焊工艺。为获得满意的接头质量, 必须严格控制坡口的加工质量、保证焊头跟踪精度及规范参数的合理匹配。

(3) 对 BHW-35 钢的焊接, 只要预热、层间、后热及消氢等温度控制措施合理, 焊接材料、工艺参数及焊后热处理参数选择得当, 可以有效地防止冷裂倾向并获得综合性能良好的焊接接头。

(4) 通过选择比母材强度级别高的焊接材料可以克服由于正火导致接头强度的下降, 并获得致密性及力学性能良好的焊接接头。

(5) 由于窄间隙埋弧焊焊道间的自回火作用及选择合适的工艺参数, 与普通埋弧焊相比焊接接头的冲击韧性得到大大提高。

(6) 严格控制焊接变形, 是保证气化炉壳体机械加工尺寸及精度要求的重要措施。

(7) 窄间隙埋弧焊是一种高效优质的焊接方法, 焊接总效率与普通埋弧焊 (壁厚: 50~70 mm) 相比可提高 30%~40%, 节约焊材 28%~32%。

## 参 考 文 献

- 1 陈剑虹. 焊接手册(第 2 版). 北京: 机械工业出版社, 2001
- 2 张富巨, 罗传红. 窄间隙焊及其新进展. 焊接技术, 2000, 29(6): 33~36
- 3 钱百年. 14Cr1Mo 钢埋弧焊缝韧性研究. 见: 第八次全国焊接会议论文集第 2 册, 1997: 123~125
- 4 刘家发. 低合金高强度钢 13MnNiMoNbR 钢板窄坡口埋弧焊工艺. 见: 第十次全国焊接会议论文集第 2 册, 2001: 158~161
- 5 张建强. 埋弧窄间隙焊接接头断裂特性研究. 见: 第十次全国焊接会议论文集第 2 册, 2001: 247~252

- 6 潘卫星. 厚板埋弧自动焊的焊接控制. 焊接技术, 2000, 29(4): 34~35

## WELDING FOR THE SHELL OF $\phi 3800$ LURGI PRESSURIZED GASIFIER

Chi Yongjun

(Harbin Boiler Works Company Ltd)

**Abstract:** The welding procedure specification and the concerned requirement for the shell of  $\phi 3\ 800$  mm pressurized gasifier with the advanced —MARK# IV/4 type is introduced. The test plan is to be determined based on the construction characters. On the basis of test the plan is proven according to the difficulty points in the producing process and find the suitable technology in the manufacturing. While the scientific reasonable welding procedure plan, assure quality of the product and control

the deformation caused by the welding by means of a series of technology, narrow gap automatic tracing bead welding is adopted for the longitudinal and girth welding of the shell. The most difficult points are solved for welding the shell of large pressurized gasifier such as assuring the welding quality and controlling the deformation caused by welding, the welding result is satisfied. The success for this term study, valuable experience is accumulated for manufacturing large fatigue vessel and high temperature high pressure mechanical driving equipment.

**Key words:** Gasifier Shell

Welding procedure specification

Quality control Product application

作者简介: 迟永军, 男, 1964 年出生, 哈尔滨锅炉厂有限责任公司工艺处工艺员, 高级工程师。主要从事锅炉及压力容器产品焊接工艺的研究、开发和应用, 并获得 5 项省级工艺成果奖。



### 《机械工程学报》创刊 50 周年

## “机械工程技术的历史、进展与展望”主题征文

50 年前, 我国机械工程科技领域的一批著名专家创办了《机械工程学报》。50 年来, 《机械工程学报》始终站在中国机械工程科技发展的最前沿, 忠实地记载了中国一代代机械工程专家、学者们的呕心沥血之作, 紧密地跟踪与展示了中国机械工程界的发展。《机械工程学报》为纪念创刊 50 周年, 拟就“机械工程技术的历史、进展与展望”的主题, 向广大读者、作者征文, 征文将发表在 2003 年中国机械工程学会年会论文集上, 其中的优秀论文将在《机械工程学报》上陆续发表。欢迎广大读者、作者踊跃投稿, 真诚地期待广大读者、作者与我们共同庆祝《机械工程学报》创刊 50 周年。

征文范围 (下列专业领域的历史、进展与展望):

- (1) 先进制造技术与机械工程科学技术前沿。
- (2) 数控和并行机床、刀具、精密、超精密和高速加工、特种加工和纳米技术。
- (3) 机械传动与流体传动、机器人与机构学、机械设计与动力学。
- (4) 材料、热处理、铸造、焊接、压力加工、润滑和摩擦学。
- (5) 振动、冲击、噪声、状态监测与故障诊断。
- (6) 精密仪器与自动化测试技术、过程控制与误差补偿。
- (7) 其他机械工程技术。

征文截止日期: 2003 年 6 月 30 日

征文联系人: 杨绍臣 王淑芹

电话: 010-88379011

邮编: 100037

征文具体要求, 请登陆《机械工程学报》网站查询。网址: [www.cjme.com.cn](http://www.cjme.com.cn)