

电子束焊接在阀门阀体制造中的应用

李宜男

(哈尔滨锅炉厂有限责任公司,黑龙江 哈尔滨 150046)

摘要:通过分析锻焊闸阀阀体环缝焊接产品模拟件的工艺特点,采用真空电子束焊接,选用SA106B,规格为 $\phi 404\text{ mm}\times 73\text{ mm}$ 的大口径钢管来模拟锻焊闸阀的产品试样,确定合理的焊接工艺参数,试验获得了高质量的焊接接头,为阀门阀体以及大厚度产品电子束焊接积累了经验。

关键词: 阀门阀体;电子束焊接;焊前准备与调试

中图分类号: TG456.3 文献标识码: B 文章编号: 1001-2303(2007)11-0026-02

Application of EBW in the valve manufacturing

LI Yi-nan

(Harbin Boiler Company, Harbin 150046, China)

Abstract: This paper analyzes the technology characteristics of forge-welding valve girth welding product simulating parts, uses the vacuum electron-beam welding and selects big calibre steel pipe SA106B, whose specification is 404 mm \times 73 mm to simulate the forge-welding valve sample and determine the reasonable welding technology parameters. The experiment has obtained the high quality weld joint and accumulated the experience for electron-beam welding of valve and rich thickness products.

Key words: valve; EBW; prepare and test

0 前言

目前我国大型阀门阀体的生产一般采用铸件结构,不但工艺复杂,材料浪费,而且往往在铸件内部产生疏松、缩孔等缺陷,无法满足质量要求。为了解决上述问题,一些厂家已逐渐将阀门阀体的铸造结构改为锻焊结构,在焊接工艺上主要采用氩弧焊、焊条电弧焊、埋弧焊,但是劳动生产率低,接头质量受人为因素影响较大。锻焊结构阀体如图1所示。

1 阀门阀体适用于电子束焊接的结构特点

锻焊结构阀门阀体的壁厚一般为40~140 mm,外形尺寸较小,直径 $\phi 450\sim 750\text{ mm}$,因而选用电子束焊接具有如下优点:

(1)产品本身尺寸并不大,因而不需要体积很大的真空室,从而降低真空室本身的制造成本,并缩短抽真空的时间。

(2)产品结构要求环缝中间位置有一开孔,安装法兰。就电子束焊而言,在始焊点和焊接结束点处

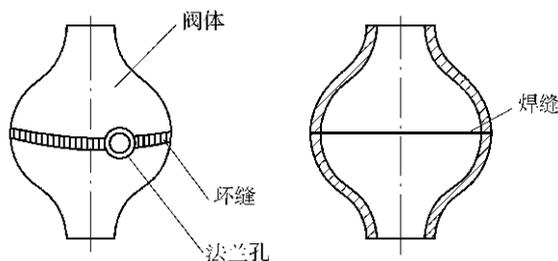


图1 锻焊结构阀门阀体结构示意图

最易产生焊接缺陷。而针对该产品的特点,可以把环缝的搭接点作为开孔位置,简化了焊接工艺。

2 试验材料及设备

2.1 材料的化学成分和力学性能

采用材质SA106B,规格 $\phi 404\text{ mm}\times 73\text{ mm}$ 的大口径钢管模拟锻焊闸阀的产品试样进行工艺评定。试验材料的力学性能和化学成分如表1、表2所示。

表1 电子束焊试验用材料的力学性能

项目	σ_s/MPa	σ_b/MPa	$\delta_5/\%$	冲击 A_{kv}/J
标准	≥ 240	≥ 415	≥ 30	≥ 18
试验钢管	254	472	35	159, 173, 189

2.2 试验设备

采用乌克兰巴顿焊接研究所研制的KL105真空电子束焊机,其设备的主要性能参数如表3所示。

收稿日期:2007-02-28;修回日期:2007-08-03

作者简介:李宜男(1974—),女,黑龙江哈尔滨人,工程师,主要从事锅炉及压力容器的焊接技术工作。

表 2 电子束焊试验用材料的化学成分 %

成分	$\omega(\text{C})$	$\omega(\text{Si})$	$\omega(\text{Mn})$	$\omega(\text{S})$	$\omega(\text{P})$
标准	≤ 0.30	≤ 0.35	0.29~1.06	≤ 0.350	≤ 0.350
试验钢管	0.18	0.27	0.06	0.007	0.008
成分	$\omega(\text{Cr})$	$\omega(\text{Mo})$	$\omega(\text{V})$	$\omega(\text{Ni})$	$\omega(\text{Cu})$
标准	≤ 0.40	≤ 0.15	≤ 0.08	≤ 0.40	≤ 0.400
试验钢管	—	—	—	—	0.008

表 3 试验设备的主要性能参数

项目	数值
焊接真空室体积	18 m ³
内部尺寸	3 000 mm×2 700 mm×2 500 mm
真空室焊接真空度	6.65×10 ⁻¹ ~6.65×10 ⁻² Pa
抽真空时间	20~30 min
焊接速度	3~30 m·h ⁻¹
可焊工件厚度	2~90 mm
焊接电子枪最大加速电压	60 kV
最大束流(在加速电压为 60 kV 时)	1 000 mA
最小束流	2 mA
焊接时电子枪的真空度	6.65×10 ⁻³ Pa

3 模拟件的焊接

电子束焊接设备分为高压电源、真空设备和控制系统等几部分,设备复杂,造价高,使用及维护技术要求高,因此对操作要求严格,必须按照操作程序进行。

3.1 焊前准备

(1)为防止钉尖缺陷的产生,电子束焊时往往要加衬垫,衬垫材料应与产品的材料相同。衬垫厚度应不小于被焊接工件厚度的 30%,规范参数的选择应保证熔深较实际接头要求的焊接深度大 20%。

(2)为了防止焊缝表面的金属外淌,在坡口外侧还需加挡圈。待焊接结束后采用机加工的方法去除。

(3)待焊工件的接缝区应精确加工并采用专用夹具装配和固定;焊接位置采用横焊;焊接时工件固定,焊枪运动。

(4)焊缝表面的清理。由于电子束焊接过程中将金属加热成金属蒸汽,与此同时焊缝表面的夹杂、油、锈水等也被加热蒸发形成蒸汽,在焊接过程中这些蒸汽与金属蒸汽将共同填满焊缝,形成气孔夹杂等缺陷,影响焊接质量。因此焊前要用酒精和丙酮擦洗焊接表面,防止留有铁锈、夹杂和水。对于真空电子束焊接设备,焊件表面的清理更加严格,否则不仅会导致焊缝缺陷和机械性能劣化,而且影响抽气时间与焊枪运行稳定性,同时加剧真空泵油的老化。

3.2 焊前调试

(1)首先安装工件,通过控制系统将电子枪调整至待焊位置,使电子枪与待焊件保持一定的距离。焊接过程中电子枪与工件之间的距离称为工作距离,在整个焊接过程中,这一距离保持不变。

(2)关闭真空室的大门,开始抽真空,当真空度达到规定数值 6.65×10⁻¹ Pa 时即可进行焊接。电子束焊机的工作环境应控制在 12℃~35℃,厂房应配有空气干燥系统,以降低环境湿度。

(3)调整焊枪使之对准铜棒,在铜棒上测试最大电流。在焊接过程中,电子束束流过小,会使发射电子束的阴极受损,通常在焊接前需测试电流。

(4)进行焊接起始点位置的调试。通过调整控制系统的 x 、 y 、 z 方向位移来确定焊缝的位置。

3.3 焊接规范参数

电子束焊接随着焊接参数的不同,所能焊接的壁厚也不同。通过大量的试验研究,确定的合理规范参数见表 4,焊接程序如图 2 所示。

表 4 电子束焊接规范

工作距离 d/mm	焊接电流 I/mA	聚焦电流 I/mA	焊接速度 $v/\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$
230	180~200	545~548	1

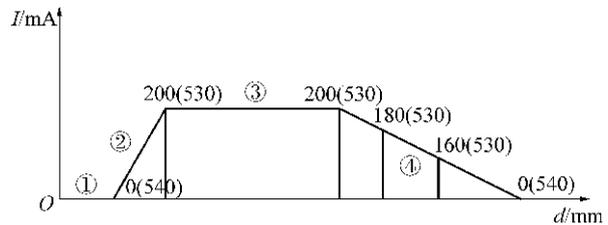


图 2 焊接程序图示

图 2 中,纵坐标是焊接电流和聚焦电流(括号中标出),横坐标是电子枪的移动距离。阶段①:将程序调整至正常状态;阶段②:将电流调整至工作状态;阶段③:保持工作状态;阶段④:电流逐步衰减并进行焊缝的搭接。

4 试验结果

焊接接头力学性能检验结果如表 5 所示。该试验结果完全满足 ASME 及国内相关法规的要求。

表 5 电子束焊接接头力学性能试验结果

拉力试验	σ_b/MPa	弯曲	180°	冲击	A_{kv}/J
1	602	面弯	合格	焊缝	84
2	617	面弯	合格	焊缝	34
3	605	背弯	合格	焊缝	44
4	581	背弯	合格	热影响区	210
5	592	—	—	热影响区	252
6	590	—	—	热影响区	234