

管子管板焊接接头坡口形式 确定工艺试验

文明

【摘要】在管壳式换热器中换热管和管板是换热器管程和壳程之间的惟一屏障，换热管与管板之间的连接结构和连接质量决定了换热器的质量优劣和使用寿命，是换热器制造过程中至关重要的一个环节。此次试验根据客户严格要求，通过改变焊接坡口形式、焊接参数，得到了合格的焊接接头。

关键词：焊接接头；坡口形式；工艺试验

1. 概述

在化工、石油、核能和热力装置中，热交换器是重要的热力设备。换热器有多种结构形式，其中管壳式热交换器应用最广泛。壳体部分的焊接接头形式可按常规压力容器设计原则，而管束与管板的连接因结构特殊性需要单独加以考虑。

换热器管子/管板接头的焊接方法可按接头的形式、焊接位置、管子的规格和对接头的质量要求来选择。在实际的制造中最常见的焊接方法有：焊条电弧焊、钨极氩弧焊和熔化极气体保护焊。对于管壁在2mm以下的外伸式可以采用填丝和不填丝的钨极氩弧焊，>2mm可以采用焊条电弧焊、熔化极气体保护焊和钨极氩弧焊。

2015年1月，我公司准备为某合资公司进行换热器产品试验，此次试验要求十分严格，并

且在管板焊接后进行射线检测。

为保证换热器管板焊接接头质量，我们进行了换热器管子/管板工艺试验。

工艺试验换热器管子/管板接头形式的选择原则：热交换器管子/管板接头按其工况条件，不仅具有密封性，而且还具有承受内压和热应力的能力，在某些情况下应还有较高的耐蚀性。

目前，在换热器中常用的管子/管板有外伸角接、管子内缩角接、管子和管孔平齐端接和无间隙式接头。

外伸式管子/管板接头由于便于装配和焊接，可见度好，检测方便，所以应用较为普遍。对于内压较高的换热器，可以通过加大焊缝的厚度来提高承载能力。其缺点是介质流动阻力较大，管桥间容易积存污垢。

此次换热器的制造要求管板坡口形式采用外伸式，根据GB/

T151—2014选择焊接管板坡口。

但是通过多次焊接试验，改变工艺参数，发现此种坡口存在焊缝根部不易焊透的缺点。因此根据以前制造换热器管板经验，采用尿素管板坡口形式，将坡口加工成U形，这种坡口形式更加容易焊透，然后重新进行试验，再检测试验结果是否符合要求。

此外，焊接管板的焊接接头根部是否焊透是此次试验检测的重点，为检测焊缝的接头熔合情况，进行射线检测，射线II级检测合格后，再将管头切开，检查管焊缝接头的熔合情况并测量焊脚尺寸。之后根据NB/T 47014—2011判断是否能满足试验要求。

2. 焊接工艺分析

(1) 试验材料的选择 此次焊接材料有碳钢、不锈钢、镍基材料。为了保证换热器管头焊接质量，对坡口的选择很重要，其中，最重要是要保证坡口的根

部焊透。此次试验采用的管板材料为12Cr2Mo1R,并在其表面堆焊镍基材料,管子材料为SB—423UNS NO8825,选用的焊材为HS690M。开始制定工艺为第一遍:自熔,第二遍:加丝焊接。

(2) 镍基材料的裂纹简析 由于镍基材料具有较高的热裂纹倾向,所以防止热裂纹也是本次试验的重点,同时焊接前对焊件的清理也是重点。焊件表面的污染物质主要是表面氧化皮和引起脆化的元素。此外,还有高的热输入对焊接镍基合金也会产生不利的影响因素。高的热输入可能产生过渡的偏析、碳化物的衬垫或其他的有害冶金现象,这就可能引起热裂纹或降低腐蚀性。

(3) 工艺方法简析 镍基合金焊缝金属不像钢那样容易润湿展开,即使增大焊接电流也不能改进焊缝金属的流动性,反而起到有害的作用,这是镍基合金的固有特性。因此,此次焊接管板难度系数增大。焊接电流超过推荐范围,不仅使熔池过热、增大热裂纹的敏感性,而且使焊缝金属中的脱氧剂蒸发,出现气孔。

另外,由于焊缝金属的流动性差,不易流到焊缝两边,所以为获得良好的焊缝成形,有时采用摆动工艺。但是这种摆动是小摆动,摆动的距离不超过焊丝直径的三倍。最后确定两遍都填丝焊接,这样可以有效减少热裂纹的产生。

3. 试验操作

(1) 45° 坡口形式 首先,按照GB/T151—2014 设计

坡口,采用45° 坡口形式(见图1)进行试验。焊接参数如表1所示。

焊接完进行射线检测,根据射线结果中有一个焊接接头出现未熔合现象。结果分析:按GB/T151—2014设计的坡口电弧不易到达,根部的尖角不易熔化;并且自熔容易产生热裂纹,所以两遍焊接尽量都采用填丝焊接。

工艺解决方法:通过增大电流改变焊缝的熔合情况,然后第二次进行试验,得到比较理想的结果,但是管子有过烧现象。可以借鉴尿素工程标准8—A13S—95不锈钢高压尿素设备管子与管板连接焊的焊接工艺评定。采用U形坡口就可以很好地解决不熔透的问题。

(2) U形坡口 改变后焊缝坡口形式如图2所示,重新制定工艺参数进行试验。焊接参数如表2所示。

焊接完进行射线检测,全都符合工艺试验要求,且焊接缝熔合较好。

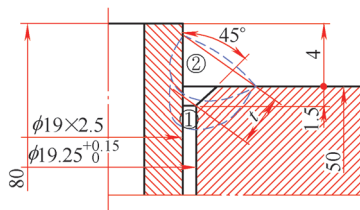


图1 45° 坡口

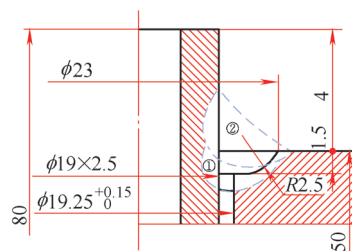


图2 U形坡口

表1 焊接参数

焊道	焊接电流/A	电弧电压/V	焊接速度/mm·min ⁻¹
1层/1道	80	9~11	100~110
2层/1道	90	9~11	90~100

表2 焊接参数

焊道	焊接电流/A	电弧电压/V	焊接速度/mm·min ⁻¹
1层/1道	100	9~11	80~90
2层/1道	110	9~11	70~80

理化试验后,45° 坡口形式与U形坡口形式对比,为了此次制造需要,将焊接管板的接头设定为U形坡口。

试验后进行理化试验,焊接接头合格的要求:测量角焊缝厚度,检查角焊缝熔合情况。

检验项目:渗透检测、金相检测、角焊缝厚度,角焊缝尺寸。

45° 坡口焊缝平均厚度为2.9mm,U形坡口平均厚度为3.15mm。可以看出,U形坡口的焊缝厚度要大于45° 坡口的厚度。

焊后将试样进行射线检测,管子的角焊缝处均未发现未焊透、裂纹、未熔合的缺陷,符合试验要求。

此外,取两种坡口形式的管板,做拉脱试验,U形坡口的拉脱力为127kN,45° 坡口的拉脱力为120kN。说明U形坡口的焊缝熔合好于45° 坡口的熔合。

4. 结语

(1) 通过此次试验,可以



35CrMo钢制超高压水泥头 焊接工艺

尹垒 周保德 陈立平

【摘要】探讨了调质热处理后的35CrMo低合金高强钢管材作为筒体，承插由壬组焊成为水泥头产品的焊接工艺，并对焊接措施及操作注意事项进行了总结，尤其是对引弧和熄弧处理、层间处理及道间温度以及焊接次序及时间做了详细介绍。通过合适的焊后热处理工艺措施消除应力。最后通过试压检测，证明此工艺能够满足105MPa压力要求，该工艺可以为超高压容器焊接提供参考经验。

关键词：5CrMo；超高压；焊接工艺；焊后热处理

日前公司承担焊制页岩气固井用超高压水泥头一件，现场使用工作压力达到70MPa，试验压力要求达到105MPa，属超高压压力容器。经讨论确定选用调质热处理后的35CrMo低合金高强钢管材作为焊接筒体，将5个由壬（材质35CrMo）承插于筒体上焊接完成此产品。

35CrMo钢的化学成分以及力学性能如表1和表2所示。

35CrMo无缝管有很高静力强度、冲击韧性及较高疲劳极限，高温下有高的蠕变强度与持久强度，冷变形时塑性中等。

35CrMo钢的碳当量值为0.72%，可知此钢种焊接性不良，焊接时其淬硬倾向较大，尤其在调质状态下焊接，由于热影响区热裂纹

表1 化学成分（质量分数） (%)

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu	Mo
0.32~0.40	0.17~0.37	0.40~0.70	≤0.035	≤0.035	0.8~1.10	≤0.030	≤0.030	0.15~0.25

表2 常温下力学性能

抗拉强度/MPa	屈服强度/MPa	伸长率 (%)	断面收缩率 (%)
≥985 (100)	≥835 (85)	≥12	≥45

看出电流电压对焊缝的熔合影响比较大，U形坡口得到理想的角焊缝尺寸。由此工艺试验确定了管子管板焊接接头的形式，采用U形坡口来代替常用的45°坡口。此种坡口焊缝成形好，尖角处不易产生未熔合的现象，焊脚尺寸可以达到工程标准的要求。

(2) 第一遍采用自熔容易产生热裂纹，热量不容易到达焊

缝的根部，通过增大根部的间隙，两遍都填丝，并且采用U形坡口就能很好地解决不熔透的问题。

(3) 设计焊接的管头伸出量也很重要，如果管头伸出太短，容易产生咬倒结构，不利于产品的耐腐蚀性。

参考文献：

[1] 宋天虎.焊接手册[M].第2

版.北京：机械工业出版社，2001.

[4] 周浩森.焊接结构设计手册[M].北京：机械工业出版社，1990.

作者简介：文明，大连金州重型机器集团有限公司。

MW 20170828