

文章编号 :1002- 025X(2008)03- 0062- 02

# 13MnNiMoNbR 高强钢的焊接

王淑华<sup>1</sup>, 邱国洪<sup>1</sup>, 邢育新<sup>2</sup>

(1.中集圣达因低温装备有限公司, 江苏 张家港 215632; 2.圣汇气体化工装备有限公司, 江苏 张家港 215632)

摘要: 13MnNiMoNbR钢强度级别较高, 且产品母材较厚, 焊接性能较差。通过焊接性能试验及焊接工艺评定, 确定了合理的焊接工艺及热处理工艺, 不仅为客户提供了优良的产品, 还为此类产品的焊接积累了宝贵的经验。

关键词: 13MnNiMoNbR; 裂纹; 热处理

中图分类号: TG457.11 文献标识码: B

13MnNiMoNbR钢强度级别较高, 且产品母材较厚, 焊接性能较差, 焊接时容易产生缺陷。为保证产品的顺利制造, 避免焊接裂纹的产生, 制定合理的焊接工艺就显得格外重要。

## 1 材料分析

### 1.1 材料性能

该材质的主要化学成分及力学性能分别见表1、表2。

表1 13MnNiMoNbR钢的化学成分 (质量分数) (%)

C	Si	Mn	P	S	Ni	Mo	Cr	Nb
0.17	0.05~0.56	0.95~1.70	0.025	0.004	0.55~1.05	0.15~0.44	0.15~0.45	0.025

表2 室温下13MnNiMoNbR钢的力学性能

板材规格/mm	屈服强度/MPa	抗拉强度/MPa	伸长率 (%)
50~100	390	570~740	18

### 1.2 材料焊接性能分析

#### (1) 焊接冷裂纹

产生焊接冷裂纹的三大主要因素是: 焊缝热影响区有一定的淬硬倾向、较大的焊接应力或拘束度、焊缝中含有一定量的扩散氢。

根据IIW推荐的碳当量计算公式计算得出该钢CE=0.631% (按最大值考虑), 淬硬性较大, 母材厚度为92 mm, 焊接层数比较多, 根据拘束度公式 $R=Eh/L$  ( $h$ 为板厚) 可知, 焊接应力较大。

所有数据都反映该产品产生焊接冷裂纹的敏感性较大, 需采取一定的预防措施:

采用优质的低氢焊接材料, 并严格控制氢的来源, 焊前烘干焊条和焊剂, 仔细清除焊接区的油污、水、铁锈等。

焊前进行预热, 焊接过程中控制层间温度不低于预热温度。焊后进行消氢或立即进行焊后热处理,

使扩散氢能充分从焊缝中逸出。

确定合理的焊接热输入。热输入越大, 焊接接头冷却时间越长, 热影响区就可以减轻淬火, 同时, 有利于氢的逸出, 降低了冷裂纹倾向。但若焊接热输入过大, 热影响区可能产生过热组织, 使晶粒粗大, 反而会降低焊接接头的抗裂性能。

#### (2) 焊接热裂纹

熔池结晶时受到的拉应力是焊缝产生热裂纹的必要条件。母材厚度为92 mm, 拉应力较大, 容易产生热裂纹, 需采取预防措施:

采用碱性焊条和焊剂提高脱硫能力, 控制焊缝中S, P等有害杂质的含量。

焊前预热可减慢焊缝冷却速度, 减小焊接应力。

## 2 焊接工艺方案设计

### 2.1 焊材选择

根据强度匹配原则, 焊条选用J607低氢型焊条, 焊丝选用H08Mn2MoA, 焊剂则选用碱性焊剂HJ350。要求焊条在使用前经300~400℃, 1 h烘干, 然后将其放置在100~150℃保温筒中, 4 h内用完, 焊剂需

经300~350 烘干。

## 2.2 坡口形式

考虑到加工的可操作性、设备情况、焊接应力、焊接变形等方面,笔者决定用如图1所示的接头形式。

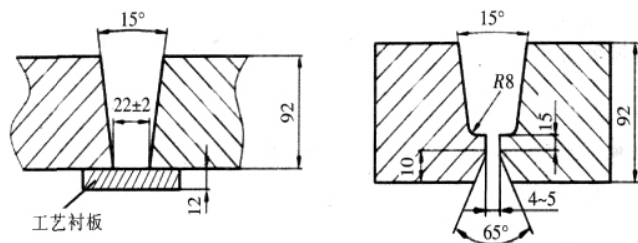


图1 坡口形式

## 2.3 预热

为防止产生裂纹及脆性组织必须预热。根据预热温度计算公式,确定焊前预热温度为180 。为获得均匀的预热温度,防止过大的温度梯度,采用电加热板加热且加热区及两侧各300 mm范围内包覆保温棉保温。

## 2.4 焊接过程及层间温度

应遵循预热减小焊接参数的原则,既能有效预防裂纹的产生,又能使焊缝具有最佳的性能。为此,笔者所采用的焊接参数为:进行埋弧焊时,焊接电流为550~600 A,电弧电压为30~32 V,焊接速度为40~45 cm/min;进行焊条电弧焊时,焊接电流为160~180 A,电弧电压为24~27 V。同时为了减小焊接变形,可两侧交替施焊。

合适的层间温度也是获得优质焊缝的必要条件。结合生产条件,选择层间温度为250 。

## 2.5 焊后消氢处理

因实际生产过程中不可能在焊后立即进行消应力热处理,因此,每条焊缝焊后应立即进行消氢处理,以防止产生氢致冷裂纹。

## 2.6 焊后热处理

全部焊接结束后进行消应力热处理,热处理后不得再在本体上焊接。热处理温度为600~640 ,保温2 h。焊后热处理可消除应力、改善组织,大大提高使用性能。

## 3 焊接工艺评定

焊接完成后,按如下方案进行工艺评定试验。

(a) 对焊条电弧焊及埋弧焊的焊缝分别做横向拉伸试验(包括整个焊缝厚度),试验结果表明接头的抗拉强度分别大于母材的要求值。

(b) 对焊条电弧焊及埋弧焊的焊缝分别做熔敷金属试验( $\phi 20$ , 350, 370 ),结果均大于母材在相应温度下的屈服强度和抗拉强度。

(c) 对焊缝作侧弯( $D=4d$ ,  $\alpha=180^\circ$ )试验,结果合格。

(d) 对焊条电弧焊及埋弧焊的焊缝分别做冲击试验(V形, 20 ),埋弧焊取样分别在距离表面2, 15~30及30~45 mm的焊缝中心和热影响区,测试合格。

(e) 对宏观断面检查:无裂纹、无疏松等缺陷,显微组织无过烧现象且无淬硬性马氏体组织。

综合上述试验结果,该焊缝满足工艺评定的要求。评定试验的试验结果见表3。

表3 评定试验的试验结果

拉伸试验		熔敷金属力学性能						冲击试验			
抗拉强度 /MPa	断裂部位	20		350		370		缺口位置	不同取样位置的冲击吸收功/J (Φ20 )		
		抗拉强度/MPa	屈服强度/MPa	抗拉强度/MPa	屈服强度/MPa	抗拉强度/MPa	屈服强度/MPa	焊缝中心	距表面2 mm	距表面15~30 mm	距表面30~45 mm
692.45	热影响区	745.2	620.37	696	569.5	677	545	热影响区	163.7	128	179

## 4 应用及结论

按上述的工艺方案及工艺评定结果编制的焊接工艺规程指导焊接生产,焊后焊缝拍片合格和焊接试板一次合格,所以对13MnNiMoNbR钢的产品按上述的工艺方案焊接是切实可行的,为此类钢种的焊接提供了依据。

### 参考文献:

- [1] 周振丰, 张文钺. 焊接冶金与金属焊接性 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1988.
- [2] 戈兆文, 张建荣, 李景辰, 等. 钢制压力容器焊接工艺评定 [M]. 云南 昆明: 云南科学技术出版社, 2000.

作者简介: 王淑华 (1975—), 女, 焊接工程师, 主要从事焊接工艺的研究, 新产品的开发。