

# R307 焊条焊接调质状态下的 40Cr 钢

南京炼油厂工程公司 隋永盛

**摘要** 在合理制定焊接工艺的基础上,把 R307 珠光体耐热钢焊条成功地用于调质状态下 40Cr 钢的焊接,解决了通常采用的 25-13 型奥氏体焊条焊接的焊缝强度低、焊接接头性能差的问题。

## WELDING FOR 40Cr Q, T, STEEL WITH R307 COVERED ELECTRODE

Sui Yongsheng

**Abstract** On the basis of well controlled procedure, the 40Cr Q, T steel is successfully welded by using R307 pearlite heat resistance electrode in stead of using with 25-13 type austenite electrode that gives low strength and poor properties of welded joint.

**主题词** 焊接 40Cr 钢//调质状态

我厂进口设备上使用的一种部件,所需配件需要从国外购进。为了节省外汇,实现进口配件国产化,进行了研制工作。在研制过程中,涉及到 40Cr 合金结构钢调质状态下的焊接问题。

合金钢在调质状态下,传统的焊接工艺是采用 25-13 或 25-20 型奥氏体不锈钢焊条手弧焊。但是由于 25-13 型焊条焊缝的强度比较低,不能满足产品对承载能力提出的要求,此外,还由于焊缝的硬度和母材相差太大,给机加工带来困难,为此应寻求新的焊接材料和工艺。在大量工艺分析和试验基础上,笔者把用于焊接 15CrMo 钢的 R307 珠光体耐热钢焊条成功地用于 40Cr 钢在调质状态下的焊接。焊接的接头,不仅承载能力超过 25-13 型接头,而且综合机械性能也较好,满足了产品设计要求。

### 1. 焊接工艺

40Cr 钢和 R307 焊条焊缝金属的碳当量都比较高,调质状态下焊接的主要问题是焊缝和

近缝区的硬化以及热影响区的软化问题。针对 40Cr 钢调质状态下焊接硬度高、刚性大、淬硬倾向大以及焊后不允许高温回火处理等特点,采取了焊前高温预热、焊接过程中严格控制层间温度和焊后进行后热处理的工艺措施,有效地控制了焊接热循环,避免出现淬硬组织,使焊缝中的氢充分逸出,降低了焊接接头残余应力峰值,从而避免了冷裂纹。

焊接工艺如下:

①焊前仔细清除单 Y 形坡口附近的油、锈等杂物,焊条经 400℃ 烘烤 2h 后放入保温筒内,随用随取。

②焊件经整体预热 300~350℃,保温 2h 后,进行定位焊。焊件为厚壁管,沿圆周对称点固。

③焊接时采用短弧、快速施焊。电源极性为反极性,多层多道焊。焊第一层时,焊条直径为 2.5mm,焊接电流 75~95A;其余各层施焊时,焊条直径为 3.2mm,电流 95~115A。严格控制层间温度,使其达到焊件预热温度。

④连续完成整条焊缝的焊接，中间清渣过程要迅速。

⑤焊接过程中应避免焊缝局部打磨过多，以防止焊件变形过大，影响结构尺寸。

⑥焊后检查焊缝，不允许存在咬边等缺陷，若发现缺陷应立即补焊。

⑦焊缝外观检查合格后，立即把焊件放入400℃加热炉内，保温2h，进行后热处理。

⑧后热处理毕，放置24h后，进行X射线探伤，按GB3323—87标准，Ⅰ级片以上（包括Ⅰ级片）为合格。

## 2. 焊接接头的机械性能

对在相同条件下，用R307焊条和A302焊条焊接的接头的机械性能进行了对比，试验结果列于表1~4。

表1 焊接接头拉伸试验结果

使用焊条	$\sigma_s$ (MPa)	$\sigma_b$ (MPa)	拉断部位
R307	602	784	焊缝
A302	341	642	焊缝

注：表中数值均为平均值，下同。

表2 焊接接头冲击试验结果

使用焊条	缺口位置	$\sigma_k$ (J/cm <sup>2</sup> )
R307	焊缝中心	93.0
	熔合线	80.0
	热影响区	63.0
A302	焊缝中心	104
	熔合线	70.5
	热影响区	67.0

表3 焊接接头冷弯试验结果

使用焊条	弯轴直径 (mm)	弯曲角度 (°)	弯曲面	缺陷情况
R307	30	50	背弯	无裂
	30	50	面弯	无裂
A302	30	50	背弯	熔合线处开裂
	30	50	面弯	无裂

表4 焊接接头硬度(HV10)试验结果

使用焊条	焊缝区	熔合线	热影响区		母材
			硬化区	软化区	
R307	238	246	264	212	350
A302	167	253	270	207	349

## 3. 焊接接头的金相组织

用R307焊条焊接调质状态下的40Cr钢，因焊后未进行高温热处理，使得焊缝组织与常规下R307施焊的焊缝不同，焊缝区组织为粒状贝氏体+网状铁素体，热影响区有两个比较典型的区域：一是靠近焊缝的硬化区（其硬化程度不明显），组织为粒状贝氏体+珠光体，另一为焊接热循环最高温度在 $A_{c1}$ 以下，母材调质处理时回火温度以上的软化区，组织为珠光体+铁素体。母材组织为索氏体。

用A302焊条施焊的焊缝组织为奥氏体+铁素体，由于焊接热循环与采用R307焊条施焊时类似，因此，热影响区的组织也基本相同。

## 4. 试验结果对比分析

从表1可以看出，两种试样拉断的部位都在焊缝，这说明焊缝的强度低于母材，但R307焊缝的强度高于25-13型奥氏体焊缝，尤其是屈服强度相差很多。取一定的安全系数，经焊接接头强度计算可以得出这样的结果：R307接头的强度符合设计要求，而A302接头的强度在大功率下不能满足设计要求。

采用R307焊条后，不仅焊接接头强度得以提高，而且韧性和塑性也比较好。表2给出的冲击值表明，两种接头的冲击值较接近。GB3077—82标准给出40Cr钢调质后的冲击值不低于58.8J/cm<sup>2</sup>，表2给出的冲击值（平均值）都超过标准值的下限。表3给出的试验结果表明，冷弯试验只有R307接头能够全部通过50°的冷弯角，可见接头的塑性优于A302接头。

硬度试验结果表明, R 307 焊缝的硬度和热影响区的硬度比较接近, 而奥氏体焊缝的硬度比热影响区低得多, 这与表 1 给出的强度指标是吻合的。由于 R 307 焊缝的硬度、组织性能与热影响区接近, 给机械加工带来了方便, 保证了焊接接头部位所要求的几何尺寸和表面粗糙度。

由于焊接过程中采取了高温预热, 保持较高的层间温度和后热处理等工艺措施, 使得焊接接头各区域没有出现明显的淬硬组织。不过焊缝不是常规的珠光体组织, 而是粒状贝氏体组织, 这当然与焊后热处理温度有关。但是, 从机械性能试验结果和产品实际使用情况来

看, 这种粒状贝氏体组织的性能是令人满意的。在保证焊接接头塑性和韧性的前提下, 适当提高接头的强度正是产品所需要的。

## 5. 结 语

采用 R 307 焊条, 按上述工艺已经焊接了几十个产品, 且已有部分产品投入使用。这些产品在使用过程中, 没有出现焊接接头失效破坏情况, 这说明在合理制定焊接工艺的基础上, 采用 R 307 焊条焊接调质状态下的 40Cr 钢是可行的, 特别是对焊接接头的强度、硬度要求较高时更有实用价值。

# 30CrMn2MoB 法 兰 轴 的 焊 接

唐山冶金矿山机械厂 王文君

**摘要** 根据材料的焊接性并结合产品的结构特点, 介绍了法兰轴的焊接工艺及施焊顺序, 并成功地焊接了产品。

## WELDING FOR 30CrMn2MoB FLANGE SHAFT

Wang Wenjun

**Abstract** From the weldability of 30CrMn2MoB steel and in combination with the feature of concrete structure, the process and procedure for welding flange shaft is presented in the paper. The products have been welded with good quality by the way indicated.

**主题词** 焊接 法兰轴 // 低合金结构钢

## 1. 前 言

我厂为重庆钢铁公司生产的 120m<sup>3</sup> 鼓风带式冷却机中的两个重要部件链轮轴是由两个法兰轴与圆筒焊接而成 (图 1)。其中长轴长 2635mm, 短轴长 1425mm, 两轴材质均为 30CrMn2MoB 中碳合金钢; 80mm 和 40mm 厚的两法兰盘及五块筋板的

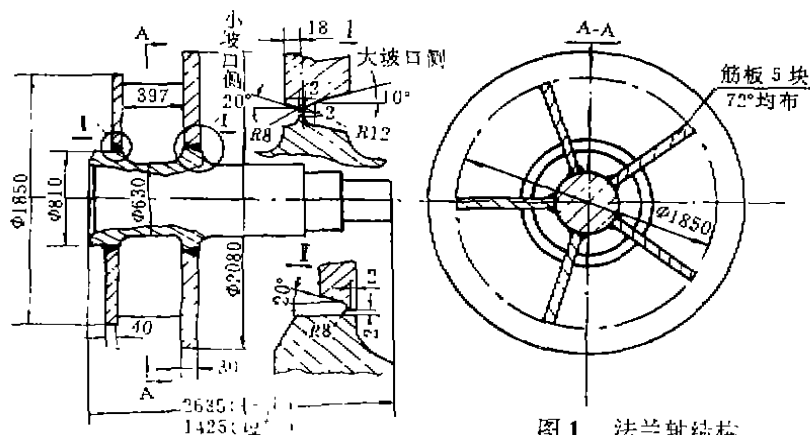


图 1 法兰轴结构