

15CrMoR 耐热钢压力容器的焊接修复

Repair of 15CrMoR High-temperature Steel Pressure Vessel by Welding

李大军

(秦皇岛职业技术学院 机电工程系, 河北 秦皇岛 066100)

摘要: 在分析 15CrMoR 钢焊接性的基础上, 制定了压力容器焊缝修复的焊接工艺和操作方法, 实践证明采用该工艺指导实际生产具有良好的效果。

关键词: 15CrMoR 钢; 焊补; 焊接工艺

中图分类号: TG457.5

文献标识码: B

文章编号: 1001-3814(2009)11-0160-02

15CrMoR 压力容器因搬迁受到冲击载荷而在其管程筒体环形焊缝的热影响区产生 330 mm 的裂纹。根据 15CrMoR 钢焊接性, 对焊缝的修复制定了相应的焊接修复工艺, 并进行了焊接实际操作, 生产实践证明制定的修复焊接工艺是可行的。

1 15CrMoR 钢的焊接性分析

15CrMoR 压力容器材质的化学成分(质量分数, %)为: 0.15C, 0.57Mn, 0.28Si, 0.51Mo, 0.95Cr, 0.015S, 0.01P。根据国际焊接学会推荐的碳当量计算公式

$$Ceq = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15 \quad (\%)$$

计算其 $Ceq = 0.537\%$ 。可见其易于淬硬, 焊接前需预热。根据 JB/T4709-2000《钢制压力容器焊接规程》常用钢号推荐的预热温度和施焊环境等因素综合考虑, 15CrMoR 的焊接预热温度设定为 $\geq 150^\circ\text{C}$, 选择 200°C 。

15CrMoR 低合金耐热钢中的主要合金元素 Cr 和 Mo 等都能显著提高钢的淬硬性。其中 Mo 的作用比 Cr 大 50 倍。这些合金元素推迟了钢在冷却过程中的转变, 提高了过冷奥氏体的稳定性, 从而在较高的冷却速度下可能形成全马氏体组织。由于 Cr-Mo 钢极易产生淬硬的显微组织, 再加上焊缝区足够高的扩散氢浓度和一定的焊接残余应力共同作用, 焊接接头易产生氢致延迟裂纹。这种裂纹在热影响区和焊缝金属中都易发生。在热影响区大多是表面裂纹, 在焊缝金属中通常表现为垂直于焊缝的横向裂纹, 也可能发生在多

层焊的焊道下或焊根部位。冷裂纹是 Cr-Mo 钢焊接中存在的主要危险。另外焊缝具有形成热裂纹的倾向, 这是因为窄而深的梨形焊道, 低熔点共晶聚集于焊道中心, 在焊接应力作用下, 导致焊道中心出现热裂纹。因此在焊接时要采取适当的工艺措施和选择合适的焊接材料, 才能避免焊接裂纹出现。

2 修复焊接工艺的确定

(1) 焊接材料的选用 按 JB/T4709-2000《钢制压力容器焊接规程》, 选择国产焊条牌号: R307, 低氢钠型药皮, 可全位置焊接, 焊前需预热 $160 \sim 200^\circ\text{C}$, 焊后要经过 $600 \sim 650^\circ\text{C}$ 回火处理。可用于焊接工作温度在 520°C 以下的 1%Cr-0.5%Mo 耐热钢, 如锅炉管道、高压容器、石油精练设备等。焊接方法使用便于操作、易于控制的焊条电弧焊。

(2) 坡口形式 坡口形式直接影响焊接质量及生产成本。根据设计及相关资料, 研究采用单面 V 形坡口, 其接头形式及坡口尺寸如图 1 所示。

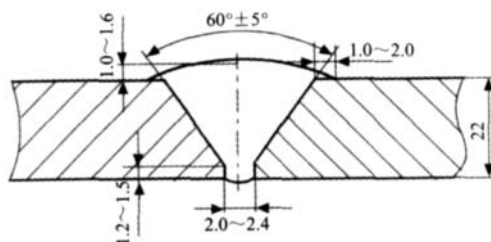


图 1 坡口形式及尺寸

(3) 焊前准备 在裂缝两端延长 8 mm 处钻 $\phi 2.3 \text{ mm}$ 止裂孔, 并在两端也要开 V 形坡口。为了保证焊接质量, 焊前将坡口两侧各约宽 20 mm 范围内清理干净, 直至呈现金属光泽, 不应残留油污、氧化皮、水分和灰尘等。焊前对焊条必须进行 $350^\circ\text{C} \times 2 \text{ h}$ 烘干, 烘干后装入保温筒内, 焊接时逐

收稿日期: 2009-02-17

作者简介: 李大军(1957-), 男, 河北乐亭人, 副教授;

电话: 0335-3050503; E-mail: ldjsir@126.com

根取出使用。定位施焊前要进行预热,预热范围为坡口两侧 80mm,预热温度 200℃。定位焊后立即清除熔渣,测量温度符合层间温度要求(200~250℃)后立即施焊,要保证焊件内外表面均达到规定的预热温度。焊接时如冷却速度过快,则易形成淬硬组织,热影响区和焊缝金属中都易导致冷裂纹的产生。

(4)焊接工艺参数 打底焊及二层焊道采用 $\phi 2.0\text{mm}$,三层以上采用 $\phi 2.5\text{mm}$ 的 R307 低氢钠型药皮焊条焊接,直流反接。为了减少焊接应力,焊接电流要小,层间要进行锤击。焊接过程中每层都要进行检查,以避免产生裂纹和夹渣等缺陷。焊接工艺参数见表 1。

表 1 焊接工艺参数

焊层	焊接电流 / A	电弧电压 / V	焊接速度 / (cm·min ⁻¹)
1~2	80	20	5
其余	90	22	6

(5)焊后回火处理 Cr-Mo 钢冷裂倾向大,导致生产裂纹的影响因素中,氢的影响居首位,因此,焊后(或中间停焊)必须立即消氢。一般说来,Cr-Mo 钢容器的壁厚、刚性大,制造周期长,焊后不能很快进行热处理,为防裂并稳定焊件尺寸,最终热处理温度为 $(620\sim 640)\pm 15\text{℃}$ 。用火焰加热,

用石棉毡覆盖焊缝保温并缓冷,冷却到 200℃后去掉石棉毡在空气中冷却到室温。

3 检验

焊接完成后按 JB4730 进行超声波及渗透探伤,I 级合格。

焊接接头力学性能检验:用试样焊接接头按照 JB/T4708-2000《钢制压力容器焊接工艺评定》进行力学性能检验,拉伸、弯曲、冲击试验结果(见表 2)均合格。

表 2 力学性能检验

抗拉强度 σ_b / MPa		弯曲试件 180°	冲击吸收功 A_{KV} / J		评定 结果
试件 1	试件 2		焊缝	影响区	
521	532	合格	187,191,190	198,195,198	合格

4 结语

根据材料焊接性分析及有关技术标准,并通过试验论证,制定了切合实际的焊接工艺,采用此工艺成功修复了 15CrMoR 耐热钢压力容器,经过近两年的使用运行正常,没有发生任何问题,解决了修复难题,同时为同行在遇到类似问题时提供参考。

超超临界汽轮机喷嘴室铸造工艺设计及其生产

Casting Process Design and Manufacture for Nozzle Chest Casting of
Super-critical Pressure Turbine

于 洋,徐春杰,伊 野

(哈尔滨汽轮机有限责任公司 热工公司,黑龙江 哈尔滨 150046)

摘 要:根据汽轮机高压喷嘴室设计及其制造的难点——内腔行线复杂且壁厚不均,采用了强制制冷与多面补缩等有效措施,并在在工艺设计和技术准备期间使用了先进铸造模拟软件。经实践表明,工艺设计满足了生产的需求,尤其是多面补缩所采取的工艺设计是合理的,收到了预期的效果,为今后此类型铸钢件的生产探索出了一条新思路。

关键词:喷嘴室;铸造工艺;强制制冷;多面补缩

中图分类号:TG269

文献标识码:B

文章编号:1001-3814(2009)11-0161-03

超超临界汽轮机是哈尔滨汽轮机厂目前主流

的生产机组,其中 600MW 汽轮机更是国产机组中单机装机容量最大的。超超临界技术最早是向日本某企业购买的,随国家电力事业的发展,对大容量机组的需求日益增加,机组国产化的要求越来越高。作为高压部套的关键件,喷嘴室的国产化制造具有极为重要的意义。

收稿日期:2008-12-05

作者简介:于洋(1980-),男,吉林人,助理工程师,主要从事铸造材料、工艺研究及铸件补焊方面的工作;
电话:0451-82953507;E-mail:kiss_lei@sohu.com