

支架千斤顶缸底旋转焊技术应用

安徽省矿业集团机电装备有限责任公司结构件分公司 (淮北 235000) 薛忠健 刘效春

支架千斤顶是液压支架的主要零部件,其加工质量的优劣直接决定了支架的安全性和使用寿命。支架千斤顶的缸筒、缸底均采用 27SiMn 材料。27SiMn 属于中碳合金结构钢,并通过淬火、回火获得较高的强度性能,同时为保证钢的淬透性及消除回火脆性,又加入了 Mn、Si 合金元素。钢中含有少量 P、S 等有害性合金元素,即使 P、S 含量控制在 0.02% 以下还会具有裂纹敏感性。S 增加了热裂纹敏感性, P 增加了硬度但降低了塑性和韧性,又提高了冷裂纹敏感性,这些因素均造成对缸体焊缝质量和强度的影响。由于支架缸体焊缝承受压力较大,焊缝质量应严格控制,避免焊缝冷、热裂纹及气孔的产生。同时由于工件为筒体结构,为保证焊缝的均匀性,减少组织偏析并提高生产效率,大都采取工件旋转焊接。为此,有必要对缸体焊接进行工艺分析,包括焊前准备、确定焊接工艺方法、焊接材料和焊接参数等,以保证支架千斤顶焊缝强度及使用寿命的要求。

1. 缸筒及缸底材料要求

立柱中缸采用 27SiMn 热轧管,原材料状态为钢厂提供的热轧或正火态,其主要技术指标应符合表 1 的规定,并严格控制磷、硫含量。

表 1 27SiMn 无缝管主要化学成分(质量分数)(%)

C	Si	Mn	P	S
0.24 ~ 0.32	1.1 ~ 1.4		<0.03	<0.03

支架千斤顶由于承受较大的载荷,煤矿井下工作环境恶劣,受力情况复杂,机械加工的缸筒表面硬度及力学性能要求较高(见表 2),焊接时应考虑强度匹配及焊接材料对焊缝可能造成的影响。

表 2 27SiMn 调质状态下的主要力学性能指标

屈服强度 σ_s /MPa	抗拉强度 σ_b /MPa	伸长率 δ_5 (%)	冲击韧度 a_k /J · m ⁻²	硬度 HBW
>800	>950	>12	>39	240 ~ 280

2. 焊接工艺技术分析

选择正确的焊接工艺是保证支架千斤顶缸体焊接质量的重要因素,千斤顶缸体如图 1 所示。技术要求为组焊前缸底与缸筒接口对严,焊缝抗拉强度 ≥ 600 MPa,焊缝应无裂纹、气孔和夹渣等缺陷,焊后去除焊渣和焊瘤等飞溅物,焊缝在盛装液体 84.6 MPa 压力下保压 5 min 不出现渗漏。

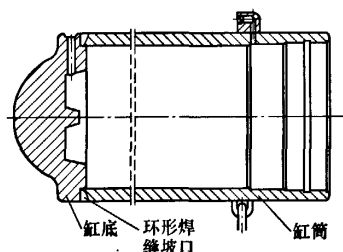


图 1 千斤顶缸体结构

评定焊缝裂纹倾向最早的办法是根据化学成分按公式计算碳当量,以此判别钢对各种裂纹的敏感性。

根据计算得出 27SiMn 结构钢的 $C_{eq} \geq 0.45\%$,焊接时有较明显的淬硬倾向,热影响区容易形成硬而脆的马氏体组织,使塑性和韧性下降,耐应力腐蚀性能降低,冷裂纹倾向增加。27SiMn 焊接具有热裂纹、冷裂纹、淬硬倾向以及氢致裂纹的敏感性强等主要特点,因此焊接时需要较小的热输入。焊接热输入过高,会导致热影响区性能降低。同时为防止产生裂纹,焊接过程中应严格保持低氢条件,因此焊接材料应严格脱脂。采用 CO_2 气体保护焊,如 CO_2 气体含有水分过多,则应进行干燥处理,以减少热影响区的韧性下降。

3. 焊接工艺

(1) 焊前准备 从上述分析可知,27SiMn 碳当量较高,焊接性不是太良好。为保证焊接质量,减少焊接时熔池金属中母材与母材表面的水、油、锈及脏物熔入,

缸筒、缸底共同组成的焊缝熔池各环形机械加工表面，应保证表面粗糙度值 $R_a \geq 6.3\mu\text{m}$ ，焊接前坡口两侧 30mm 范围内，应严格除去水、油及锈等脏物。

(2) 焊接材料 27SiMn 属于中碳调质钢, 由于碳含量及合金元素 Si 含量较高, 熔池凝固结晶时, 液-固相结晶区间大偏析倾向比较严重, 这就促使焊接时具有较大的热裂纹敏感性, 因此应该考虑可能出现的热裂纹问题。为提高焊缝金属的抗热裂纹能力, 焊接材料要求采用低碳合金系列, 并尽量降低焊缝金属的 S、P 含量。公司选用 TM58 焊丝和 CO₂ 气体保护焊丝, 以确保焊缝金属的韧性、塑性及强度, 提高焊缝金属的抗裂力。

(3) 焊接方法 为保证焊缝质量、降低成本和提高生产效率, 我公司采用 CO_2 气体保护焊。并利用数控旋转自动保护焊机床进行焊接, 将工件通过水平顶尖支撑, 利用机床主轴的旋转运动实现工件的旋转, 并根据工艺要求控制焊接速度。通过夹持喷嘴调节并实现焊接部位的纵、横向进给, 焊接采取多层多道焊, 在焊接的过程中要根据焊接道数位置的不同, 焊接喷嘴按图 2 左视图调节喷嘴的角度, 填充焊丝以往复运动方式间断的送入熔池, 成形美观, 并可实现焊接的半自动化, 生产效率较高。

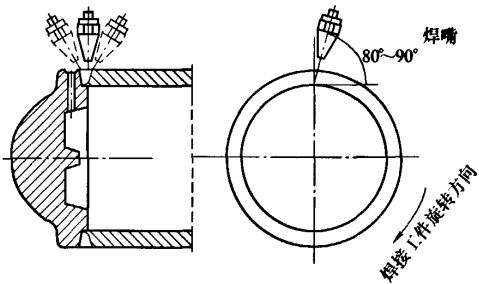


图2 焊接示意图

(4) 焊接工艺要点 由于热影响区容易产生低塑性淬硬组织, 并且淬硬倾向随着材料含碳量及厚度的增大而增大, 容易产生冷裂纹。从减少淬硬倾向出发, 采用大焊接热输入有利, 但由于 27SiMn 钢材的淬硬倾向较大, 仅通过加大热输入往往难以避免马氏体的形成, 反而增大了奥氏体的过热和稳定性, 促使粗大马氏体的形成, 使热影响区的脆化更为严重。因此防止热影响区脆化的工艺措施主要是采用小的热输入, 减少高温区停留

时间,避免奥氏体的过热,增加奥氏体成分的不均匀性,从而降低奥氏体的稳定性。同时采取冬季预热和缓冷措施,并采用多层多道焊,这对改善热影响区的性能是非常有利的。

为获得良好的堆焊质量，我公司采用 $\phi 1.2\text{mm}$ 的焊丝，电弧电压 $28 \sim 30\text{V}$ ，焊接电流 $280 \sim 300\text{A}$ ，焊丝干伸长 20mm 。焊丝干伸长过长，飞溅严重，气体保护效果较差；焊丝干伸长过短，飞溅物容易堵塞喷嘴，保护效果也不好，并且影响焊工视线。气体流量对焊接质量也有很大的影响，流量过大，会产生不规则湍流，保护效果反而变差。因此公司气流量采用 $20\text{L}/\text{min}$ ，气体纯度为 99.5% 。同时，应合理地控制堆焊速度在 $30\text{cm}/\text{min}$ 左右。

由于第一道堆焊敷层金属中母材金属溶入比例较大, 敷层金属中含碳量较高, 容易产生热裂纹, 熔池金属中含碳量高, 产生气孔的倾向性也大。因此, 第一道焊接时需选用较小的焊丝直径或小的热输入, 以减少母材在敷层中的比例。

4. 结语

从生产实践来看,在生产过程中只要能采取合理的工艺措施,正确地选择焊接材料、焊接方式和焊接参数,就可以保证缸体焊缝具有良好的综合力学性能,减少焊缝裂纹及气孔的产生,产生可观的经济效益。从该项技术实际使用效果的跟踪和信息反馈来看,焊缝质量取得了预期的效果。**MW** (20090318)

(上接第 34 页)

用拖轮拖管法，这种安装方法适应水深的范围较大，尤其是对浅水更加可行。海底管道的安装作业要求很专业的铺管船来完成，如中海油的蓝疆号。专业铺管船不但日租金昂贵，而且资源有限，也很紧张。目前中石油还没有自己的专业铺管船，如果采用集束管道，海上的安装可以采用拖驳来完成。

基于对出油管线的保护,对比开放式和封闭式管束管道的优缺点,建议采用封闭式集束管道。在截面结构布置上,应根据要求使管路具备输油、气、水以及电缆功能,综合考虑建造成本和工程需求后,建议选用无护套管的封闭式集束管截面结构形式。**MW** (20090318)