# 35CrMoⅡ锻件耐蚀层堆焊技术工艺研究

青海油田机械厂 （甘肃敦煌 736202） 胡定荣 张 钊 包东利 陈兴义

【摘要】 对35CrMoⅡ锻件试件堆焊不锈钢耐蚀层，通过超声波、渗透、理化、硬度及宏观金相检测检验和力学性能试验，来保证堆焊后母材以及堆焊耐蚀层达到工艺和使用要求。

采油（气）井口装置是油气生产的重要设备，其性能的优劣关系到油气井能否安全、高效地生产。而井口装置悬挂器是其中的重要部件，它的密封面由于防腐蚀的需要，需在其表面堆焊一层不锈钢耐蚀层。我厂通过研究分析井口装置悬挂器密封面材质的焊接性，制定了切实可行的不锈钢堆焊层技术工艺措施，并付诸实施，成功完成了在井口装置悬挂器密封面上堆焊防腐不锈钢的工作。

## 1. 材料

井口装置悬挂器材料为35CrMoⅡ锻件。我们取尺寸为152mm×152mm×25mm的35CrMoⅡ锻件做工艺评定。其化学成分见表1。

表1 35CrMoⅡ锻件化学成分（质量分数） （%）

| C | Si | Mn | P | S | Cr | Mo |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.33 | 0.24 | 0.46 | 0.011 | 0.007 | 1.02 | 0.16 |

## 2. 堆焊工艺

（1）焊接方法 由于生产实际需要，采用焊条电弧焊方法。

（2）焊材选用 由于井口装置悬挂器防腐蚀需要，需堆焊不锈钢耐蚀层，所以选用$\phi$3.2mm、$\phi$4.0mm的A307不锈钢焊条进行试验。A307不锈钢焊条化学成分见表2。

表2 A307不锈钢焊条化学成分（质量分数） （%）

| C | Si | Mn | P | S | Cr | Mo | Ni |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.08 | 0.07 | 1.57 | 0.026 | 0.012 | 23.17 | 0.14 | 12.05 |

（3）坡口加工 试板截面形式见图1，采用机加工方法进行加工。

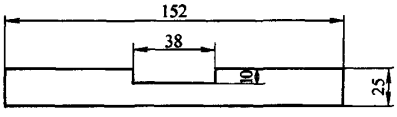



图1 试板截面形式

（4）焊工条件及焊接设备 选用有此类材质焊接合格证或焊接质量一贯优良的焊工担任堆焊工作。焊接设备选用ZX7—400S逆变焊机。

（5）施焊环境 在焊接过程中，为了保证环境温度在20℃以上，相对湿度<20%，风速<10m/s，所有焊接作业都在厂房内进行。

（6）焊前清理 清理坡口周围50mm范围内的油污、铁锈氧化物等杂质。

（7）焊条烘干 烘干温度350~400℃，在保温桶中随用随取。

（8）堆焊参数 经过多次堆焊工艺评定，确定最终合理的焊接参数见表3。堆焊时采用直流反接、横摆锯齿形多道焊接方法。打底焊道和中间焊道采用钢丝刷和磨光机清理。

表3 焊接参数

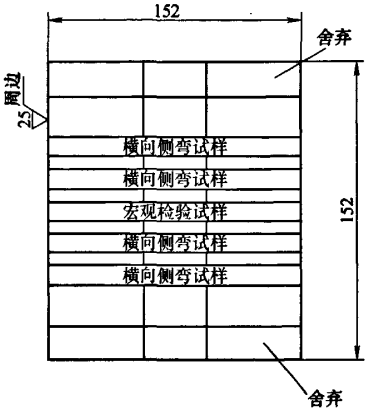
| 焊层 | 焊接方法 | 焊条直径/mm | 电流极性 |
|---|---|---|---|
| 1~3 | 焊条电弧焊 | 3.2 | 直流反接 |
| 4 | 焊条电弧焊 | 4.0 | 直流反接 |
| 焊层 | 焊接电流/A | 电弧电压/V | 焊接速度/cm·min$^{-1}$ |
| 1~3 | 100~120 | 19~21 | 7~10 |
| 4 | 100~120 | 19~21 | 7~10 |

（9）焊前预热及层间温度　由于35CrMo锻件是中碳钢，拘束度较大，所以焊前预热可以减少焊接裂纹，改善焊接应力。预热温度为300～450℃、采用火焰进行加热，预热范围以焊缝中心为基准，两侧各不小于3倍的试板壁厚，预热均匀，用测温仪测量，保证预热均匀。

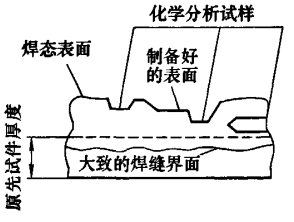
层间温度≤450℃，中间消除应力热处理温度为450～600℃，后热温度为300～450℃，时间为1h，焊后调质处理。

### 3. 焊接工艺评定

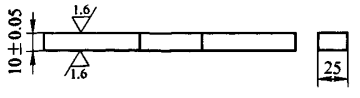
（1）堆焊试板取样　试板取样见图2。



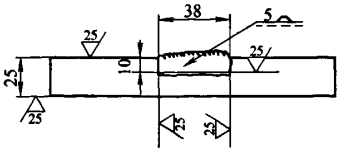

(a)



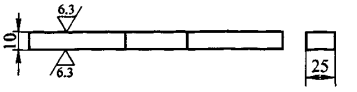

(b) 耐蚀层堆焊焊缝金属化学分析和硬度试验试样




(c) 耐蚀层堆焊宏观检验试样




(d) 耐蚀焊缝金属堆焊试件




(e) 耐蚀层堆焊横向侧弯试样

图2　堆焊试板

（2）UT检测　试件堆焊前和堆焊经调质处理后进行100% UT检测，Ⅱ级合格，符合SA—388/SA—388M.2标准要求。

（3）硬度测量　试件调质后硬度测量，197～235HBW，不少于3个测试点，见表4。

表4　硬度检测　（HBW）

| | 测点1 | 测点2 | 测点3 |
|---|---|---|---|
| 试件 | 203 | 207 | 205 |
| 耐蚀层 | 182 | 180 | 179 |

（4）PT检测　堆焊层表面100% PT检测，Ⅰ级合格，符合SE—165标准要求。

（5）力学性能试验　根据井口装置和采油树规范，只做弯曲试验，见表5。

表5　弯曲试验

| 条件 | 侧弯结果 | | |
|---|---|---|---|
| $D=52.4$mm | 裂纹2.3mm | 裂纹3.1mm | 裂纹1.8mm |
| $\alpha=180°$ | 合格 | 合格 | 合格 |
| $T=20℃$ | | | |

（6）宏观金相检验　经宏观金相检验，没有出现裂纹、未熔合、气孔及夹渣等缺陷。

（7）堆焊层化学成分分析　化学分析在距原母材金属表面3mm或更小的焊缝金属上进行。堆焊层化学成分见表6，分析结果应符合WPS规定范围。

表6　堆焊层化学成分（质量分数）　（%）

| C | Si | P | S | Mn | Cr | Ni |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.08 | 0.41 | 0.03 | 0.004 | 1.74 | 23.91 | 12.82 |

### 4. 结语

所有检测试验都符合标准要求，并付诸实施，成功完成了井口装置悬挂器密封面防腐不锈钢堆焊层技术工艺。**MW**　（20100620）