

图2 堆焊层化学成分变化示意图

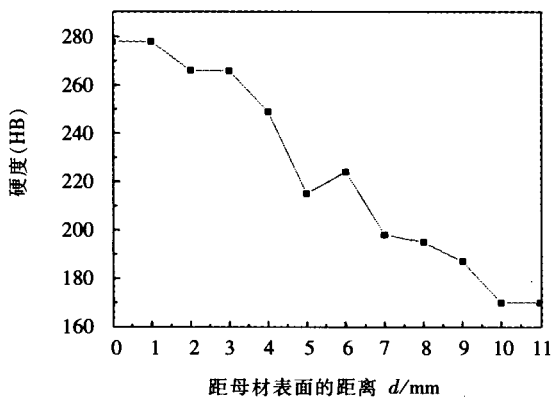


图3 堆焊层硬度分布曲线

图4为堆焊层显微硬度分布图,由图可见,由于熔覆金属合金元素含量降低,使堆焊层的显微硬度比母材显著降低。热影响区的显微硬度高于母材,这是由于堆焊时,热影响区冷却速度较快,形成的淬火组织引起热影响区的硬化。

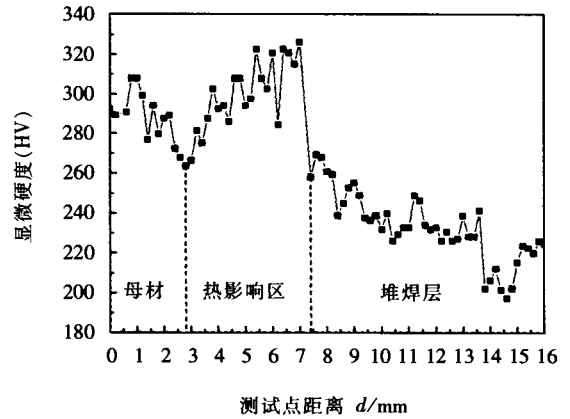


图4 堆焊层显微硬度分布图

2.3 堆焊层力学性能

2.3.1 拉伸试验

表2为母材和堆焊层的拉伸试验结果,由拉伸试验可见,母材的抗拉强度大大高于堆焊层,但母材的断后伸长率仅有5.69%;而堆焊层虽然强度降低,但是塑性非常好,断后伸长率达到了30.3%。

表2 拉伸试验结果

测试位置	规定非比例延伸强度 $R_{p0.2}$ /MPa	抗拉强度 R_m /MPa	断后伸长率 A (%)	断面收缩率 Z (%)
母材	743.85	862.56	5.69	15.83
堆焊层	408	549	30.3	63.9

2.3.2 冲击试验

表3为对母材及堆焊层的冲击试验结果。由冲击试验可见,堆焊层的冲击性能比母材显著提高,距离母材越远的堆焊金属,其冲击性能越好,这与母材对堆焊层的稀释率有关,距离母材越远,母材对熔覆金属的稀释率越低,合金元素含量越少,C当量越低,冲击性能越好。

表3 冲击试验数据

冲击位置	冲击吸收功(室温) A_k /J
母材	26
距熔合线 5 mm	162
距熔合线 8 mm	167
距熔合线 10 mm	171

2.4 显微组织

图5为9CrMoV钢母材及其堆焊层的金相显微组

织。由图 5a 母材的金相显微组织可以看出,母材组织由细小的铁素体和碳化物组成,由于母材含有较多的合金元素,因此形成了细小的显微组织。

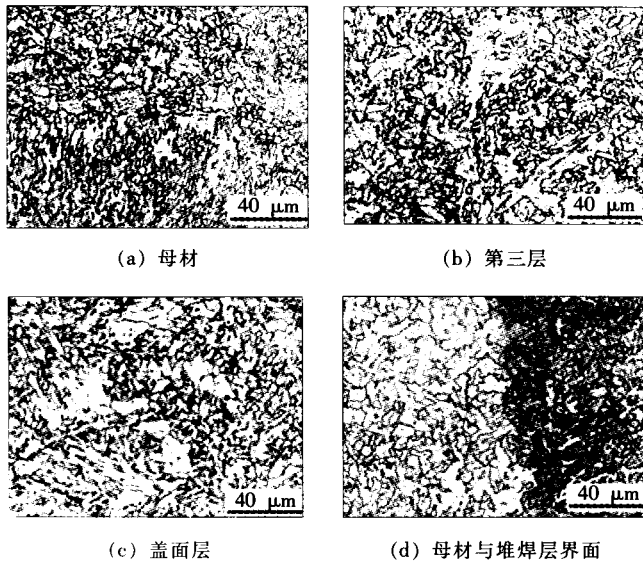


图 5 金相组织

图 5b 为堆焊层第三层的显微组织,该层组织也由铁素体和碳化物组成,铁素体形貌由片状和块状两种形态构成。由于堆焊层含有的合金元素比母材低,其结晶形成的晶粒比母材大,合金元素和含碳量降低,使析出的碳化物密度减少,从而降低了堆焊层的强度,提高了堆焊层的塑韧性。

图 5c 为堆焊层最上层熔覆金属显微组织,可以看

[上接第 56 页]

能力,同时酸液对基体的腐蚀较弱。具体配方如表 1 所示。

表 1 酸洗液配方(体积分数,%)

盐酸	磷酸	六次甲基四胺	OP-10	三乙醇胺
10	20	1.0	0.2	0.15

4 结 论

该配方在用于钢材及焊接接头表面热浸镀锌实际生产试用后,效果良好,具有很大的发展前景。与国内其他同类产品相比,本产品具有如下特点:

- (1) 常温条件下酸洗时,去锈能力和酸洗后抗锈蚀效果较好。
- (2) 不含易挥发有毒物质,具有良好的环境友好性。
- (3) 生产工艺简单,不需要特殊的设备投入。
- (4) 投资费用少,生产成本低。

出铁素体形貌以片状和块状两种形态构成。由于合金元素含量进一步降低,因此形成的显微组织比第三层稍微增大,合金元素的降低使得熔覆金属的强度降低,进一步改善了堆焊层的塑韧性。

图 5d 为母材与堆焊层界面的显微组织。由图可见,界面熔合良好,没有产生分离现象,也没有产生裂纹、气孔、夹渣等显微缺陷,使堆焊层与母材结合性能良好,在承受磨损的过程中,提高了界面抗剥离性能。

3 结 论

(1) 随着堆焊层数的增加,Cr 含量随着堆焊层数的增加显著降低,C、V 含量也是逐渐降低的。

(2) 距离母材越远,母材对熔覆金属的稀释率越低,合金元素含量越少,C 当量越低,塑韧性越好。

(3) 随着堆焊层数的增加,合金元素含量降低,显微组织中铁素体增大,碳化物减少,使熔覆金属强度降低,塑韧性增强。并且母材与堆焊层熔合良好,没有产生界面分离现象,也没有产生裂纹、气孔、夹渣等显微缺陷,界面抗剥离性能良好。

参 考 文 献

- [1] 刘 凯. 超临界汽轮机组的发展及关键技术[J]. 江苏电机工程,2005,24(1-4)
- [2] 黄 瓯, 阳 虹, 彭泽瑛. 我国超超临界汽轮机的发展方向[J]. 热力透平,2004,33(1):2-6.

作者简介: 刘 霞,1970 年出生,工程硕士,高级工程师。

参 考 文 献

- [1] 陈建秋,汪 东. 钢铁氧化层酸洗液配方研制[J]. 表面技术,2005(4):69-70.
- [2] 王丰万,周永璋. 常温快速去除氧化皮酸洗工艺[J]. 材料保护,2004(4):18-19.
- [3] 钱苗根,姚寿山. 材料表面技术[M]. 北京:机械工业出版社,2004. 151-154.
- [4] 董 允,张廷森. 现代表面工程技术[M]. 北京:机械工业出版社,2005. 320-326.
- [5] 胡传昕. 表面技术手册[M]. 北京:北京工业大学出版社,2001. 42-51.
- [6] 叶人龙. 镀覆前表面处理[M]. 北京:化学工业出版社,2006. 32-38.

作者简介: 于久灏,1971 年出生,讲师,在职硕士,研究方向为金属材料表面技术。