

文章编号:1673-9981(2011)01-0042-03

# 1Cr18Ni9 钢料浆法陶瓷涂层耐腐蚀性能的研究

刘瑞娟, 姚志英

(鹤壁职业技术学院机电工程学院, 河南 鹤壁 458030)

**摘要:**以  $MgO$ ,  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$  和钠长石粉为陶瓷骨料, 以磷酸二氢铝为粘结剂, 采用料浆涂法在 1Cr18Ni9 钢表面制备陶瓷涂层, 同时对该涂层的耐腐蚀性能进行了研究. 结果表明, 带有陶瓷涂层 1Cr18Ni9 钢的耐盐腐蚀性比没有涂层的提高了 1.5~2 倍、耐酸腐蚀性提高了 1 倍、耐海水腐蚀性提高了 1.7~2.8 倍.

**关键词:**料浆法; 陶瓷涂层; 耐腐蚀性

**中图分类号:** TG174.453 **文献标识码:** A

随着高新技术的不断发展, 要求工程机械、设备及构件的材料必须具备耐高温、耐腐蚀、抗震动、抗疲劳、抗温度急变以及耐冲刷等特性. 单纯的金属材料, 即使是高温合金也无法满足要求. 为了解决这些问题, 人们开始在金属及其它材料表面制备陶瓷涂层, 以满足使用要求. 金属基陶瓷涂层在航天、国防、化工、机械、电力及电子等工业中已得到广泛应用<sup>[1]</sup>.

料浆法又叫胶粘法, 该法简便, 所用的设备简单且容易获得, 适应性强, 不受场地和环境条件的限制, 在室温下操作, 不会使零件受热量的影响而产生变形<sup>[2]</sup>. 对于某些特殊工况及特殊部位的修复, 如燃气罐、贮油箱及井下设备的耐磨耐蚀防护, 采用该法

安全可靠.

本文以  $MgO$ ,  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$  和钠长石粉为主要陶瓷骨料, 磷酸二氢铝为粘接剂, 采用料浆法制备金属基陶瓷涂层, 通过浸泡实验及盐雾实验对所制备的陶瓷涂层进行了耐蚀性能测试.

## 1 实验部分

### 1.1 试样制备

本实验以 1Cr18Ni9 钢为实验基材, 其成分列于表 1<sup>[3]</sup>.

表 1 1Cr18Ni9 钢的基本成分  
Table 1 The basic composition of 1Cr18Ni9

元素	C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P
含量 $w/\%$	$\leq 0.15$	$\leq 1.00$	$\leq 2.00$	17~19	8~10	$\leq 0.030$	$\leq 0.035$

首先将 1Cr18Ni9 钢裁成 20 mm×20 mm 规格的小片, 并在其上打一个小孔, 以便实验时试样处理, 然后用砂纸对试样进行打磨, 以增加基体表面的

粗糙度, 最后用甲苯清洗试样.

将陶瓷骨料按  $w(MgO)=11.5\%$ ,  $w(SiO_2)=70.3\%$ ,  $w(Al_2O_3)=13.2\%$ ,  $w(\text{钠长石粉})=5\%$  进

收稿日期: 2010-08-27

作者简介: 刘瑞娟(1983—), 女, 河南安阳人, 助教, 学士.

行混合,然后与配制好的胶即磷酸二氢铝,其 $\rho=1.72\text{ g/mL}$ ,按 $m(\text{骨料}):m(\text{胶})=0.5:1$ 混合搅拌配制成料浆,将配制好的料浆用刷子均匀地涂刷在试样基体上,在涂刷涂层时要顺着一个方向涂刷,速度应均匀,并且尽量刷得薄些,这样能增强涂层与基体的结合强度,延长其使用寿命。将涂刷好的试样置于通风干燥处进行24 h阴干,以备固化用。

经实验确定,陶瓷涂层最佳的固化温度为 $400^\circ\text{C}$ ,在涂层固化过程中升温速率对涂层与基体之间的结合力有很大影响,升温速率过快,会导致热应力较大,严重影响涂层与基体之间的结合强度,故应控制升温速率约为 $3^\circ\text{C}/\text{min}$ 。

## 1.2 浸泡实验

将带有涂层和不带涂层的1Cr18Ni9钢分别放入预先配制好的腐蚀溶液中,经一定时间后称其失重量,再通过公式计算试样的单位面积腐蚀量 $n$ 。

$$n=\Delta m/S \quad (1)$$

式(1)中: $\Delta m$ 为试样的失重量,g; $S$ 为腐蚀面的面积, $\text{mm}^2$ 。

实验中用到的主要试剂为磷酸、硫酸、甲苯、氯化钠和氢氧化铝,它们均为分析纯。

## 2 结果与分析

### 2.1 盐浸泡实验

把带涂层的试样分别编号为T1、T2和T3,无涂层的试样编号为W1。试样在质量分数为10%的NaCl溶液中间断浸泡10 h后发现:无涂层试样的表面已明显没有腐蚀前的光泽,且基体表面颜色发暗;带涂层的试样,只有T2试样的涂层出现了小面积脱落,而另两个试样基本保持完好。这是由于试样刚刚接触腐蚀液时,腐蚀液首先通过涂层中的孔洞、微裂纹等,通过毛细作用向涂层中渗透,因此有的试样涂层会有小面积脱落。在热固化过程中涂层界面处会发生热化学反应,从而使涂层致密,所以带涂层试样的耐腐蚀性能比金属基体好。

图1为试样单位面积腐蚀量随腐蚀时间变化的曲线,带涂层试样的单位面积腐蚀量为三个试样的平均值。从图1可见,带涂层试样的耐盐腐蚀性能是无涂层试样的1.5~2倍。

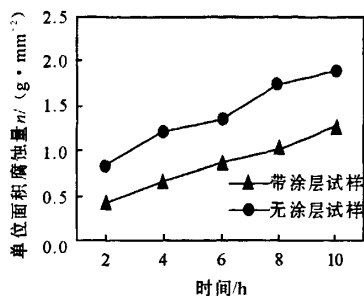


图1 试样在NaCl溶液中腐蚀量随腐蚀时间变化的曲线  
Fig. 1 Variation curve of the sample's corrosion over time in NaCl solution

### 2.2 酸浸泡实验

首先称量带涂层试样T4、T5、T6及无涂层试样W2的初始质量,然后将它们放置在质量分数为20%的 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 溶液中,间断浸泡18 h。经浸泡后发现:无涂层试样的表面已完全失去金属光泽,基体颜色严重发暗且呈黑色,而且黑色物质很难清洗掉,表明基体表面已经被硫酸溶液腐蚀,这层黑色物质应为钝化膜;而三个带涂层的试样表面基本完好无损,无涂层脱落现象,表明涂层的耐酸腐蚀性能比基体金属好。

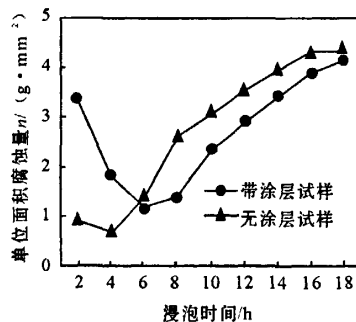


图2 试样在 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 溶液中腐蚀量变化的曲线  
Fig. 2 Corrosion variation curves of the sample in  $\text{H}_2\text{SO}_4$

图2为试样单位面积腐蚀量随时间变化的曲线,带涂层试样的单位面积腐蚀量为三个试样的平均值。从图2可见,当浸泡时间在6 h以内,带涂层试样的单位面积腐蚀量比无涂层试样的高很多,6 h后带涂层试样的单位面积腐蚀量比无涂层试样的小,耐酸腐蚀性比无涂层试样的提高了近1倍。无涂层试样的腐蚀变化曲线比较平缓,这是由于不锈钢

在腐蚀过程中发生了钝化,在表面形成了一层均匀的钝化膜,从而使腐蚀变得缓慢。同时,在实验过程中还发现:在装有无涂层试样烧杯中的硫酸溶液由无色透明变成浅绿色,这是因为硫酸与不锈钢基体发生了反应,生成了  $\text{Fe}^{2+}$ ;而在装有带涂层试样的烧杯中并无此现象产生,说明基体表面的涂层起到了保护作用,使基体未受到硫酸溶液的腐蚀。

### 2.3 盐雾实验

首先在喷雾前用环氧树脂封住试样的五个面,并对试样进行编号,带涂层的分别为 T7, T8 和 T9,无涂层的为 W3,然后称量它们的初始质量。用质量分数为 3.5% 的 NaCl 溶液进行盐雾实验,喷雾时间设定为 48 h,每 8 h 为一个周期,每个周期喷雾结束后称试样质量,将每次称的质量与初始质量相比较,计算试样的单位面积腐蚀量,通过比较两种试样单位面积腐蚀量的大小来判断它们耐蚀性能的强弱。

经盐雾实验后发现,不带涂层的不锈钢基体表面没有腐蚀前富有光泽且稍微发暗,可推断基体已被部分腐蚀;带涂层试样,除一个试样的涂层有部分脱落外,另两个试样的涂层几乎没有脱落,说明涂层对基体起了保护作用,使基体不受外界环境所侵蚀。

将三个带涂层试样的单位面积腐蚀量取平均值,然后与无涂层试样的相比较,作出单位面积腐蚀量随腐蚀时间变化的曲线(图 3)。从图 3 可见,无涂层试样的单位面积腐蚀量随着时间的延长而不断变大,带涂层试样的单位面积腐蚀量随着时间的延长变化不大。这表明陶瓷涂层在海洋环境中耐腐蚀性比普通金属好,带涂层试样比无涂层试样的耐海水腐蚀性能提高了近 1.7~2.8 倍。

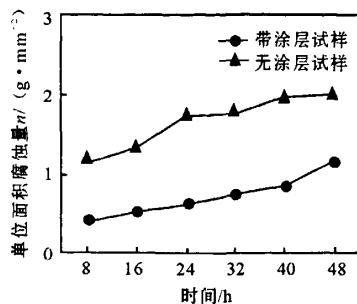


图 3 单位面积腐蚀量随时间变化的曲线

Fig. 3 Variation curve of sample's per-unit-area corrosion over time

## 3 结论

采用料浆法在金属基体上涂覆陶瓷涂层可以改善金属材料的抗腐蚀性能,带有陶瓷涂层的 1Cr18Ni9 钢的耐盐腐蚀性比没有涂层的提高了近 1.5~2 倍、耐酸腐蚀性提高了近 1 倍、耐海水腐蚀性提高了 1.7~2.8 倍。

### 参考文献:

- [1] 高大志, 马学虎, 彭乔, 等. 铝基硅酸盐陶瓷涂层耐蚀性能研究[J]. 2003, 17(4): 9-12.
- [2] 徐滨士, 刘世参. 表面工程[M]. 第 1 版. 北京: 机械工业出版社, 2000: 86-87.
- [3] 肖纪美. 不锈钢金属学问题[M]. 第 1 版. 北京: 冶金工业出版社, 2000: 6-7.

## The corrosion resistance of ceramic coating on 1Cr18Ni9 by slurry concentration process

LIU Rui-juan, YAO Zhi-ying

(School of Mechanical and Electrical Engineering, Hebi Vocational Technical College, Hebi 458030, China)

**Abstract:** The paper studied the corrosion resistance of ceramic coating on 1Cr18Ni9 by slurry concentration process with albite,  $\text{MgO}$ ,  $\text{SiO}_2$  and  $\text{Al}_2\text{O}_3$  as aggregates, and  $\text{Al}(\text{H}_2\text{PO}_4)_3$  as the binder. The results showed that with the ceramic coating, salt corrosion resistance of 1Cr18Ni9 increased by 1.5—2 times, acid corrosion resistance by 1 time, and seawater corrosion resistance by 1.7—2.8 times.

**Key words:** slurry concentration process; ceramic coating; corrosion resistance