

镍基喷焊材料的耐蚀性研究

石油大学(山东东营 257062) 赵卫民 王 勇 董立先
哈尔滨工业大学 郭绍庆

TG174.442

摘 要 研究了化学成分对喷焊材料综合耐蚀性能的影响规律,发现铁的掺入对喷焊层的耐蚀性有不利的影晌;铬含量在7%~10%内,材料的抗点蚀效果好,过高过低均不佳;铜、钼元素对改善材料抗点蚀性有一定的作用;材料晶间腐蚀敏感性与含碳量关系密切,碳量增加,铬碳化物在晶界析出较多,贫铬程度加重,晶间腐蚀敏感性增加。

主题词 热喷涂材料 耐蚀性 化学成分 镍, 喷焊, 喷镀, 金属,

低碳钢广泛应用于石油、化工和建筑等工业领域。焊接中由于热循环的影响,使接头区电化学性能与低碳钢母材有所不同。油田污水管道穿孔便多半发生在接头部位,特别是热影响区。为了解决接头区的腐蚀问题,我们对喷焊层进行了腐蚀保护,并对镍基喷焊层的耐蚀性及影响因素进行了系统的研究。

1 试 验

1.1 方 法

镍基喷焊层的材料最重要的腐蚀破坏形式为点蚀和晶间腐蚀,所以在研究和选材时,不仅要评价普遍存在的抗均匀腐蚀能力,而且还要确定其耐点蚀和晶间腐蚀的性能。因此,进行了如下试验^[1,2]。

(1) 均匀腐蚀 用失重法测定,腐蚀介质采用 NACE 标准水溶液(3.5%NaCl 溶液),试验温度为 50℃;

(2) 点蚀 按 GB 4334.7-84 进行,测出喷焊层在 6%FeCl₃ 溶液中的腐蚀速率,试验温度为 50℃;

(3) 晶间腐蚀 按 GB 4334.5-90 进行。试样于沸腾的 Cu-CuSO₄ 水溶液中腐蚀 24 h 后取出,弯曲,以弯曲 180°后的裂纹分布长度,评价其耐晶体腐蚀的敏感性。

1.2 试样制备

选择 8 种不同成分的镍基喷焊材料进行腐蚀试验。

以 Q235 钢作基体(各种腐蚀试验的试样尺寸见表 1),除锈后采用氧乙炔喷焊工艺获得约 0.5 mm 厚的喷焊层。

表 1 腐蚀试样尺寸

试验方法	挂片试验	点蚀	晶间腐蚀
试样尺寸(mm)	55×30×3	55×30×3	90×25×3

1.3 结 果

1.3.1 均匀腐蚀性

对在 3.5%NaCl 溶液中腐蚀 480 h 后的 8 种喷焊挂片,清洗、干燥、称重,以失重量计算其腐蚀速度,结果见表 2。

表 2 挂片实验结果(每种材料并行 3 个试块)

材料	PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7	PH8
平均腐蚀速度(g/m ² ·h)	0.144 1	0.159 4	0.157 3	0.223 5	0.125 6	0.137 5	0.126 6	0.151 5

结果表明:除 PH4 外,其他材料腐蚀速度差别不大;PH4 喷焊层耐均匀腐蚀性明显劣于其他材料。

从试样表面的腐蚀形态看,除 PH4 外,各材料大同小异,腐蚀特征多为小孔腐蚀,这可能是由于腐蚀介质中存在大量破坏钝化膜的 Cl⁻。PH4 粉末由于喷焊工艺性差,喷焊材料重熔不好,腐蚀过程中局部喷焊层剥离脱落。

1.3.2 点蚀性

将耐蚀性非常差的 PH4 剔除,余下的 7 种在 6%FeCl₃ 溶液中腐蚀 24 h 后取出,观察其表面腐蚀形态;再用自来水冲洗,毛刷清除腐蚀产物,洗净、干燥后称重,仍以失重量计算腐蚀速度,结果见表 3。

表 3 喷焊层点蚀试验结果 (每种材料并行 3 个试块)

材料	PH1	PH2	PH3	PH5	PH6	PH7	PH8
平均腐蚀速度(g/m ² ·h)	90.21	67.12	62.32	92.32	56.55	59.60	65.64

从表 3 可以看出,PH1、PH5 腐蚀速度显著大于其他材料,表明其耐点蚀性能较差。

观察试样表面的点蚀形态,发现 PH1、PH5 点蚀非常严重,表面麻坑密布,有肉眼可见的大蚀孔,而其他材料则既小又少。

1.3.3 晶间腐蚀性

试样从腐蚀介质中取出后按图 1 进行弯曲,弯至 180°后,裂纹分布长度越小,表明材料的晶间腐蚀越轻。试验结果见表 4。

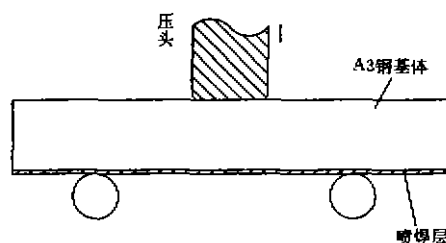


图 1 晶间腐蚀试样弯曲示意图

表4 晶间腐蚀试验结果

材料	PH1	PH2	PH3	PH5	PH6	PH7	PH8
裂纹分布 区长度 (mm)	11	41	37	8	20	37	45

由表4不难知道各材料抗晶间腐蚀敏感性的顺序。

2 分析讨论

对材料成分分析发现,PH4 喷焊层腐蚀速度明显高于其他材料,主要原因是喷粉中含有较多的铁($\leq 17\%$)。铁的存在,一方面增大喷焊层的化学活性,使其腐蚀电位降低,从而增大腐蚀倾向;另一方面,大量的铁加入喷粉中,会提高合金粉末的熔点,使其喷焊工艺性变差,喷焊材料重熔不充分,表层粉末颗粒间存在间隙,易被腐蚀介质侵入,导致腐蚀加速,而且随腐蚀的进行,机械附着的颗粒容易剥离脱落。

增加材料耐点蚀能力最有效的元素是铬、钼、铜等^[2],本试验也充分说明了这一点,正是由于各种材料中3种元素含量的不同,才使它们具有不同的抗点蚀能力。各喷焊材料的铬、钼、铜含量见表5。

表5 各喷焊材料的铬、钼、铜含量

材料	PH1	PH2	PH3	PH5	PH6	PH7	PH8
Cr(%)	—	9~13	7.2~10.4	—	7~10	14~17	15~18
Mo(%)	—	—	—	—	—	2~4	—
Cu(%)	1.8~2.0	—	3.8~4.2	—	—	2~4	—

对材料抗点蚀能力影响最大的是铬含量。材料不含铬时(如PH1、PH5)抗点蚀能力很差;随着铬的适量加入(如PH3、PH6),材料表现出较好的抗点蚀能力;进一步提高铬含量(如PH2、PH8),材料的抗点蚀能力又有所下降。相对铜、钼而言,铬含量对材料抗点蚀性有如此显著的影响,其原因是铬为构成钝化膜的主要元素,材料中不含铬或含量过低,其表面无法形成稳定致密的钝化膜,故不耐点蚀;适量加入铬能形成稳定的钝化膜,使耐点蚀性显著提高;铬含量过高,则又会在晶界上析出大量铬的碳化化合物如 Cr_3C_2 、 Cr_7C_3 ,析出相的存在使表面结构化学不均匀性突出,反而降低材料的抗点蚀性。

铜、钼的加入在一定程度上也可以提高材料的抗点蚀性。与PH2相比,PH3含铬量有所降低,同时由于加入了一些铜,因而抗点蚀能力明显优于不含铬的PH1,又略高于PH2。至于PH7,尽管铬含量偏高,但由于加入钼、铜,因而其耐蚀性得到了很大的改善。

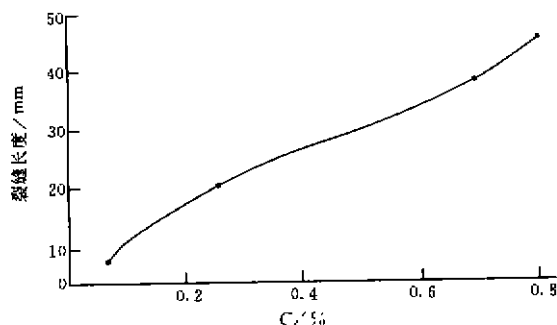


图2 喷焊材料晶间腐蚀倾向与含碳量的关系

喷焊材料中碳含量及铬行为对晶间腐蚀的发展具有决定性的影响。随材料中含碳量的提高,晶间腐蚀倾向增大(见图2)。另外,含铬量可以忽略不计的PH1、PH5,其晶间腐蚀倾向明显小于其他材料,而含有一定量的铬和较高含碳量的其他材料则表现出较强的晶间腐蚀敏感性。

上述现象表明,喷焊材料的晶间腐蚀敏感性可能与不锈钢一样,是由富铬相析出致使晶界贫铬而引起的。由图3可以看出,喷焊层的晶间确实存在着不连续的点串状析出物,这些析出物本身并不腐蚀,只是晶粒上靠近晶界的贫铬带腐蚀严重,形成了一腐蚀环。

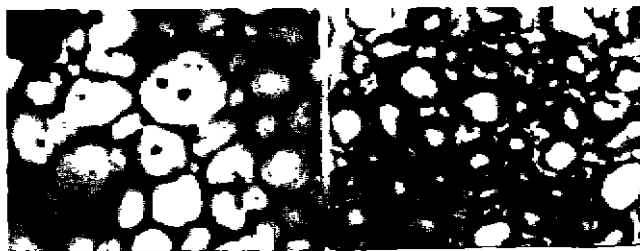


图3 PH6 喷焊层晶间腐蚀前后的形貌

3 结论

喷焊材料耐蚀性在很大程度上取决于其化学成分,Ni、Cr、Fe、C、Mo、Cu等都对其耐蚀性好坏有显著的影响。

(1) 铁的化学活性大,会提高粉末熔点,使喷焊工艺性和喷焊层表面质量变差,因而降低了喷焊层的耐蚀性。

(2) 铬含量对材料的抗点蚀性影响很大,当它处于7%~10%时,抗点蚀性较好。

(3) 在喷焊材料中加入一定量的钼、铜等元素,有利于提高材料的抗点蚀性。

(4) 材料中碳含量高,晶间腐蚀敏感性上升。喷焊层的晶间腐蚀与不锈钢一样,是由碳化铬沿晶界析出、晶界附近铬浓度剧烈降低、使晶界附近形成贫铬带而引起的。

参考文献

- 1 中国腐蚀与防护学会《金属腐蚀手册》编辑委员会主编,金属腐蚀手册,上海:上海科学技术出版社,1987.
- 2 冈毅民主编,中国不锈钢腐蚀手册,北京:冶金工业出版社,1992.

(收稿日期 1997 12 30 责任编辑 徐 军)

Sb 型抽酸泵——您理想的选择

靖江市飞达特种设备厂生产的Sb型立式抽酸泵具有耐腐蚀性强、自动吸液、体积小、使用维修方便等特点,是表面处理厂家溶液抽排机具的最佳选择,欢迎使用,产品说明书函索即寄。

联系人:顾继勋 电话:(0523)4351178

电挂:7140 邮编:214535

厂址:江苏省靖江市红光镇南首(江平公路72 km处)。