

# 火焰喷涂 Ni20 合金涂层耐酸性和 H<sub>2</sub>S 腐蚀性研究

陈茂军<sup>1</sup>, 李国明<sup>2</sup>

(1. 西安航空职业技术学院, 陕西 西安 710089; 2. 长庆石油勘探局建设工程总公司, 陕西 西安 710201)

**[摘要]** N80 钢在硫化氢和酸性介质中的腐蚀是非常严重的, 为了提高它的抗腐蚀性, 采用表面处理的方法。在本研究中, 主要利用氧-乙炔火焰喷涂技术, 在基体材料表面喷涂 Ni20 合金粉末制备涂层, 然后通过液相腐蚀试验的方法, 在相同的试验条件下, 比较低碳钢 N80 和 Ni20 火焰喷涂层的耐酸性和硫化氢腐蚀性能, 利用扫描电镜分析涂层的横断面组织结构, 利用 X 射线衍射分析涂层的腐蚀产物。腐蚀试验的结果表明: 氧-乙炔火焰喷涂 Ni20 合金涂层的耐腐蚀性能优于低碳钢 N80, 但是这种涂层孔隙率高, 防腐蚀效果差。

**[关键词]** 火焰喷涂; 合金涂层; 腐蚀; 硫化氢; 耐酸性

**[中图分类号]** TG174.442; U177.2

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1001-3660(2008)02-0050-02

## Study on Anticorrosion of Acid and Hydrogen Sulfide Corrosion of Flare Sprayed Ni20 Alloy Coating

CHEN Mao-jun<sup>1</sup>, LI Guo-ming<sup>2</sup>

(1. Xi'an Aeronautical Polytechnic Institute, Xi'an 710089, China; 2. Engineering Company of Construction, Changqing Petroleum Detection Department, Xi'an 710201, China)

**[Abstract]** N80 steel is eroded very seriously in the solution of hydrogen sulfide and acid. The surface treatment technology was used to improve its anticorrosion. Ni20 alloys coating was prepared on the N80 steel substrate by utilize oxygen acetylene flare sprayed, then use the way of solution corrosion, the anticorrosion of N80 mild steel and oxygen acetylene flare sprayed Ni20 alloy coating were compared under the same experiment condition. The structure of alloy coating was observed by scanning electron microscopy (SEM) and the effect of corrosion process was assessed by X-ray diffraction technique. The experiment result shows that the anticorrosion of coating is better than that of N80 mild steel, but Ni20 coating's anticorrosion effect is bad because of rate of core.

**[Key words]** Flare spraying; Alloy coating; Corrosion; Hydrogen sulfide; Anticorrosion of acid

## 0 引言

腐蚀是世界石油天然气工业中常见的失效形式,也是目前腐蚀与防腐蚀领域中的重要研究课题<sup>[1]</sup>。CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>S 对油气井钻采设备的腐蚀是非常严重的<sup>[2]</sup>,许多研究已经表明,在 CO<sub>2</sub> 和 H<sub>2</sub>S 共存条件下的腐蚀问题已显得相当突出,相应的腐蚀与防护研究已经迫在眉睫。K Masamura<sup>[3]</sup>、G Fierro<sup>[4]</sup>等人及我国的西安石油管材研究所和西北工业大学等单位都做了一定的研究工作,并取得了一定的理论成果。本文对油管 N80 和涂层在相同的试验条件下进行腐蚀,比较它们的失重,然后对涂层中的腐蚀情况进行分析研究,旨在为油田的选材及防腐实践提供理论依据,同时也为热喷涂方法选择和喷涂工艺参数的确定提供参考。

## 1 试验材料与方法

### 1.1 试验材料及涂层制备工艺

试验用 N80 钢管,成分为:0.24%C、0.22%Si、1.19%Mn、0.013%P、0.004%S、0.036%Cr、0.021%Mo、0.028%Ni、0.017%V、0.011%Ti、0.019%Cu、0.006%Nb 等。试验材料选用 Ni20 合金粉末,由上海司太立公司提供,其粒度为 43~105μm。合金的成分为:0.03%C、2.0%Si、0.7%B、4.5%Cr,其余为 Ni 元素。喷涂试样(N80)喷涂前经除油、除锈及喷砂粗化处理,火焰喷涂设备为 SH-2000 高能火焰喷涂枪,火焰喷涂的工艺参数:氧气压力为 0.5MPa,乙炔压力为 0.1MPa。

### 1.2 试验方法

本次腐蚀试验采用 2 种腐蚀液的成分配比,溶液的配制如下:

1) NACE 盐水溶液(5%氯化钠+除氧蒸馏水)和硫化氢、二氧化碳组成的饱和溶液,试验温度为 30℃,腐蚀时间为 72h,其组分的质量浓度和盐酸的体积分数见表 1。

**[收稿日期]** 2007-11-26

**[作者简介]** 陈茂军(1978-),男,湖南邵阳人,助教,硕士,主要从事工程材料和表面技术的教学和科研工作。

表 1 各组分的含量  
Table 1 Part density

NaCl/ (g · L <sup>-1</sup> )	H <sub>2</sub> S/ (g · L <sup>-1</sup> )	HCl/ (mL · L <sup>-1</sup> )	CO <sub>2</sub> / (g · L <sup>-1</sup> )
50	2.9	1.2	1.3

2) 溶液是由饱和硫化氢、二氧化碳和一定浓度的盐酸配制而成,试验温度为 30℃,腐蚀时间为 72h,其各组分的质量浓度和浓盐酸的体积分数见表 2。

表 2 各组分的含量  
Table 2 Part density

H <sub>2</sub> S/(g · L <sup>-1</sup> )	HCl/(mL · L <sup>-1</sup> )	CO <sub>2</sub> /(g · L <sup>-1</sup> )
2.9	12	1.3

### 1.3 试验数据

在每一种腐蚀液中,涂层和基体材料分别测 3 个试样,最后结果取它们的平均值。涂层和 N80 钢在第 1 种腐蚀介质中的腐蚀速率分别为 0.03mg/(cm<sup>2</sup> · h) 和 0.9mg/(cm<sup>2</sup> · h);涂层和 N80 钢在第 2 种腐蚀液中的平均腐蚀速率为 0.01mg/(cm<sup>2</sup> · h) 和 0.9mg/(cm<sup>2</sup> · h)。

## 2 试验结果分析

涂层材料的耐腐蚀性能与材料的组织结构和涂层中的孔隙率有关,为了更清楚地观察涂层的内部结构,把火焰喷涂 Ni20 合金涂层的试样用水砂轮切割成小块,并镶嵌成试样,打磨抛光,通过扫描电镜观察涂层断面显微结构,如图 1 所示。

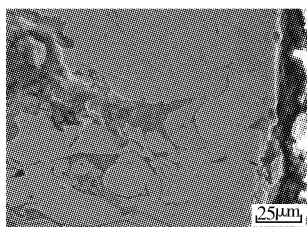
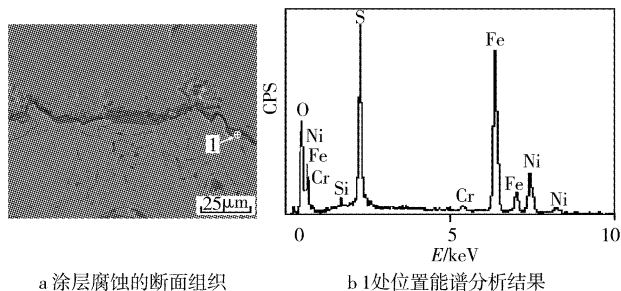


图 1 火焰喷涂 Ni20 涂层腐蚀后的断面

Figure 1 Flare sprayed Ni20 coating corrosion structure

涂层中存在大量的气孔和裂纹,能谱分析其成分(点分析位置如图 2 中的箭头所示),在图像中出现 S 元素的峰值,S 元素的含量大约为 20.34%,这说明 S 元素进入了涂层的内部,并



a 涂层腐蚀的断面组织

b 1 处位置能谱分析结果

图 2 火焰喷涂 Ni20 涂层腐蚀断面组织和  
标 1 处的能谱分析结果

Figure 2 Result of flare sprayed Ni20 coating position one energy analysis

且涂层金属的腐蚀机理与致密金属的腐蚀机理不同,致密金属的腐蚀仅仅发生在金属的表面,而涂层的腐蚀可以发生在涂层的内部。涂层和基体材料的结合处更为严重,随着时间的延长,会造成涂层整体脱落。

## 3 结 论

Ni 基金金具有很好的耐腐蚀性能,但由于氧-乙炔火焰喷涂 Ni20 涂层中的粉末粒子未完全熔化形成涂层,涂层中存在较多的气孔和裂纹,腐蚀也能够通过气孔和裂纹进入到涂层和基体材料相接触的地方,从而对基体材料进行腐蚀。为了使基体材料免遭腐蚀,可以在喷涂的方法和工艺上进行改进,减少涂层中孔隙率和裂纹的出现。另外,还可以在涂层的表面涂覆一层有机涂料,进一步减少通孔的数目,降低腐蚀速率。

### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 张清,李全安,文九巴,等. H<sub>2</sub>S 分压对油管钢 CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S 腐蚀的影响[J]. 腐蚀科学与防护技术,2004,16(6):395-397
- [2] 陈茂军,罗兴. 高含 H<sub>2</sub>S 和 CO<sub>2</sub> 天然气井中的钻采设备防腐措施[J]. 表面技术,2006,35(1):80-81
- [3] Masamura K, Hashizume S, Sakai J. Polarization behavior of high-alloy OCTG in CO<sub>2</sub> environment as affected by chlorides and sulfides[J]. Corrosion, 1987, (6):359
- [4] Fierro G, Ingo G M, Mancla F. XPS-investigation on the corrosion behavior of 13Cr-matensite stainless steel in CO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>S-Cl<sup>-</sup> environment[J]. Corrosion, 1989, (10):814

专利名称:薄膜形成装置的洗净方法

专利申请号:02815512.2 公开号:CN1539159

申请日:2002-02-20 公开日:2004-10-20

申请人:日本东京毅力科创株式会社

热处理装置的洗净处理包括将反应室内加热到 300℃ 的加热工序和去除附着在热处理装置内部的氮化硅的洗净工序。在洗净工序中,将含有氟气和氯气及氮气的清洗气体供给加热到 300℃ 的反应管内,去除氮化硅而洗净热处理装置的内部。

专利名称:喷镀线材进送装置以及电弧喷镀装置

专利申请号:200410031621.2 公开号:CN1534108

申请日:2004-03-31 公开日:2004-10-06

申请人:日本株式会社大亨

本发明的牵引侧送给机构构成,在喷镀作业中将牵引侧送给力  $F_{pull}$  保持在  $F_{x_{max}} - F_{x_0} < F_{pull} < F_w$  的范围内,同时进行所述牵引侧发动机的定速控制,保持牵引侧送给机构的喷镀线材送进速度在设定值上,推送侧送给机构 11 构成,在喷镀作业中将推送侧送给力  $F_{push}$  保持在所设的  $F_{x_{max}} - F_{pull_{max}} + C1 + C2 < F_{push} < F_{pull_{max}} + F_{x_{max}} + C1 + C2$  范围内的固定值,将向所述引导管内送进的喷镀线材的量控制在总是可以进行所述牵引侧发动机的定速控制的范围内。