

文章编号:1673-9981(2009)04-0284-03

## 裂解炉炉管焊缝泄漏失效分析

刘文智<sup>1</sup>, 刘丽双<sup>2</sup>, 贡学钢<sup>1</sup>, 张海涛<sup>1</sup>, 闫世平<sup>1</sup>

(1. 大庆石化公司, 黑龙江 大庆 163714; 2. 大庆石油学院, 黑龙江 大庆 163318)

**摘 要:**针对石化企业裂解炉炉管焊缝泄漏的问题,采用金相显微镜和能谱仪等仪器对焊缝的金相组织和成分进行检测。结果表明,该泄漏焊缝在焊接时应用镍基合金焊丝却误用了碳钢焊条,在长期高温作用下使碳钢焊缝发生严重氧化,最终导致焊缝泄露而失效。针对失效原因,提出了相应的修复和预防措施。

**关键词:**炉管焊缝; 泄露; 材质; 高温氧化

**中图分类号:** TQ050.3

**文献标识码:** A

2009年2月,某石化企业的化工裂解装置中的一台裂解炉在烧焦后,其对流段高温炉管的一条焊缝发生了穿孔泄漏,穿孔焊缝位于炉管变径接头(大小头)的下焊缝处。该裂解炉于2004年投入使用,对流段炉管处温度为850~910℃,设计压力为0.385 MPa,到穿孔泄漏时的使用寿命为4年多。一般情况下,高温炉管的穿孔泄漏多数由于应力腐蚀、局部过热超温或长期高温材质损伤造成的<sup>[1-5]</sup>。为了查明炉管焊缝发生穿孔泄漏的原因,消除其它焊缝可能存在的隐患,对该焊缝进行了检测和分析,并提出了相应的修补措施。

### 1 实验部分

#### 1.1 试样制备

切取穿孔泄漏处脱落的鼓包焊缝的里侧部分,然后经过研磨、抛光和浸蚀,制备成金相试样。为了进行对比,切取正常焊缝同样部位的一小块,也制备成金相试样。

#### 1.2 测试方法

采用SZM-B2型体式显微镜观察穿孔泄漏处脱落的焊肉形貌;采用Axiovert型金相显微镜观察分

析焊缝的微观组织;利用S-3400N型扫描电镜配置的INCA350型能谱仪分析焊缝材质的成分。

### 2 结果与讨论

#### 2.1 穿孔泄漏焊缝的外观形貌

经检查发现,泄漏处的焊缝类似于后期补焊的焊缝,如图1所示。该焊缝不同于其余焊缝,其颜色发灰,表面氧化起皮和鼓包,与原来焊缝结合不牢固。将这部分鼓包焊缝敲落后,露出焊缝里侧的穿孔泄漏形貌,如图2所示。其孔长约20 mm,宽约15 mm,无撕裂和变形痕迹,孔边缘逐渐减薄,焊缝周围无宏观裂纹,焊缝穿孔的两侧(图中白亮色)为焊肉脱落的痕迹。鼓包焊缝的宏观形态如图3所示。焊肉颜色发灰,无金属色泽,沿着厚度方向起皮分层,呈现金属严重氧化烧焦的形态。

#### 2.2 焊缝微观组织分析

图4为正常焊缝的金相组织图片。由图4可看出,其组织呈细小枝晶状,未发现明显的非金属夹杂物、异常组织以及高温造成的碳化物析出现象。图5为穿孔泄漏焊缝的金相组织图片。由图5可看出,微观组织中存在大量的灰黑色氧化物,看不出清晰的金属组织形态。

收稿日期:2009-05-06

作者简介:刘文智(1972-),男,黑龙江省大庆人,高级工程师,硕士。

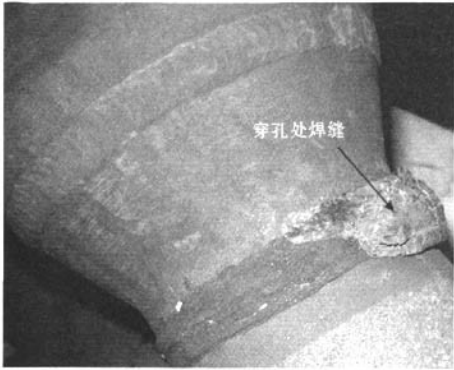


图1 穿孔泄漏处的鼓包焊缝形态

Fig.1 Macro-morphology of convex weld on leakage position

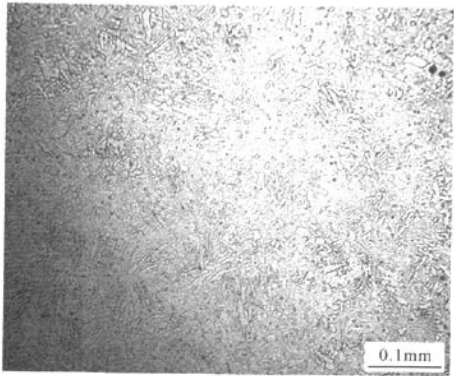


图4 正常焊缝的微观金相组织

Fig.4 Microstructure of normal weld

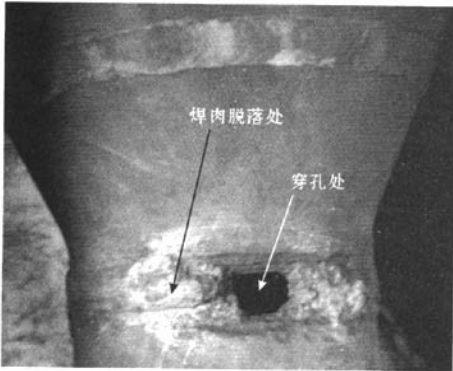


图2 取下鼓包焊缝的穿孔形态

Fig.2 Macro-morphology of punching position after taking away convex weld

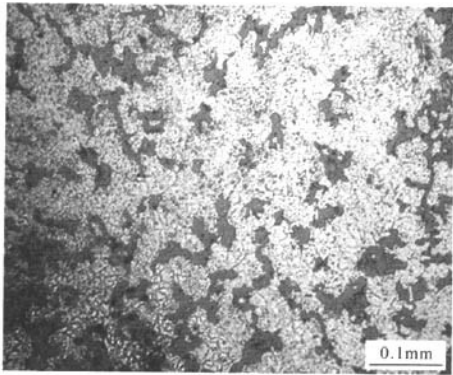


图5 鼓包焊缝的微观金相组织

Fig.5 Microstructure of convex weld



图3 鼓包焊缝的宏观形态

Fig.3 Macro-morphology of convex weld

2.3 焊缝成分

裂解炉炉管材质为日本进口 353MA(S35315; 25Cr-35Ni)奥氏体耐热钢,按照炉管的焊接工艺规范,焊缝应为钨极亚弧焊接打底,然后手工焊接,焊丝材质为镍基高温合金(ErNiCrCoMo-1).由以上焊缝宏观检查和微观组织分析推测,穿孔泄漏处的鼓包焊缝可能是普通碳钢或低合金钢发生高温氧化,而不是镍基合金发生高温氧化.因此,需要对鼓包焊缝和正常焊缝的材质成分进行对比分析.

正常焊缝材质的 EDS 成分谱图如图 6 所示.由图 6 可知,正常焊缝材质的主要成分为 Ni,Cr,Co,Mo 等元素,属于镍基合金(与焊丝牌号 ErNiCrCoMo-1 相对应).泄漏焊缝材质的 EDS 成分谱图如图

7所示。由图7可知,泄漏焊缝的主要成分为Fe和O,与正常焊缝材质的成分完全不同。由此可推断,焊缝原始材质为普通碳钢,并在工作中经历了高温氧化。

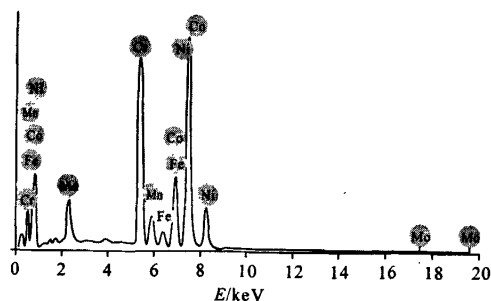


图6 正常焊缝的EDS成分谱图

Fig.6 EDS spectrum of normal weld

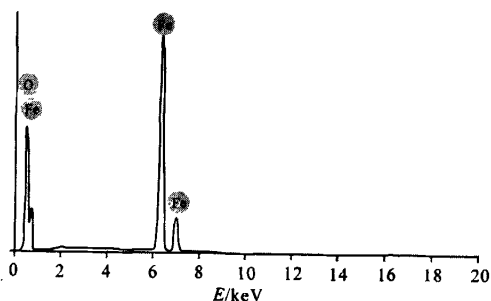


图7 鼓包焊缝的EDS成分谱图

Fig.7 EDS spectrum of convex weld

### 3 结论

裂解炉对流段炉管穿孔泄漏焊缝为普通碳钢,而不是焊接工艺规定的镍基合金;虽然该泄漏焊缝为钨极亚弧焊接打底,但打底较薄,后期手工焊接时又误用了碳钢焊条;该焊缝初期可以承受内部压力,经过长期高温后,焊缝发生高温氧化,最后开裂和脱落,造成穿孔泄漏。为避免类似事故的发生,可采取以下措施:(1)将穿孔泄漏焊缝处清除干净,按照设计规定的焊接工艺重新进行补焊;(2)对所有裂解炉炉管的焊缝进行拆除保温检查,确保焊缝的材质没有问题。

#### 参考文献:

- [1] 赵振荣.原油加热炉炉管腐蚀与预防[J].管道技术与设备,2004(5):41-43.
- [2] 王荣,李晋,杨力.蒸汽管爆裂原因分析[J].理化检验-物理分册,2008,44(2):90-93.
- [3] 董雷云,刘长军.长期高温服役主蒸汽管道材质损伤分析[J].压力容器,2005,22(1):45-48.
- [4] 郝丽丽,侯淑娥.HP40裂解炉管组织及裂纹产生原因分析[J].失效分析与预防,2007,2(4):45-49.
- [5] 滕伟川,张亚明,董乃宏.裂解炉对流段炉管爆裂分析[J].腐蚀科学与防护技术,2006,18(6):446-447.

### Failure analysis on weld leakage of fissile furnace pipe

LIU Wen-zhi<sup>1</sup>, LIU Li-shuang<sup>2</sup>, GONG Xue-gang<sup>1</sup>, ZHANG Hai-tao<sup>1</sup>, YAN Shi-ping<sup>1</sup>

(1. Daqing Petrochemical Company, Daqing 163714, China; 2. Daqing Petroleum Institute, Daqing 163318, China)

**Abstract:** The microstructure and chemical composition of the pipe weld were analysed using a metalloscope and an EDS instruments regarding to the weld leakage of fissile furnace pipe in a petrochemical company in this paper. It was found that a carbon steel rod was mistakenly used in stead of Ni-base alloy welding wire when welding the pipe. And the carbon steel weld was seriously oxidized being used for long time at high temperature, which led to leakage of the pipe weld. The repairing and preventive measures were proposed for the weld leakage.

**Key words:** weld of furnace pipe; leakage; material; high temperature oxidation