

裂解炉对流段炉管爆裂分析

滕伟川¹, 张亚明², 董乃宏¹

1. 中国石油天然气股份有限公司辽阳石化分公司, 辽阳 111003; 2. 中国科学院金属研究所分析测试部, 沈阳 110016

摘要:针对辽阳石化分公司烯烃厂 F108 裂解炉对流段炉管爆裂破坏进行了分析. 结果表明, 爆裂原因是由于炉管在高温下长期运行, 管壁氧化腐蚀减薄并影响传热, 同时管壁金相组织发生变化, 使得炉管强度降低所致.

关键词:裂解炉; 对流段; 炉管; 爆裂

中图分类号: TG172.82 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-6495(2006)06-0446-02

ANALYSIS OF BURST OF CONVECTION TUBE OF A CRACKING FURNACE

TENG Wei-chuan¹, ZHANG Ya-ming², DONG Nai-hong¹

1. Liaoyang Petrochemical Company, PetroChina Company Limited, Liaoyang 111003;

2. Analyses and Testing Division, Institute of Metal Research, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110016

ABSTRACT: The burst part in convection section of a tube of F108 cracking furnace in alkene factory, Liaoyang Petrochemical Company, was analyzed. It was found that the burst of the tube was mainly caused by the long time oxidation of the tube at high temperature, which resulted in significant decrement of thickness of the tube. Another reason was that the microstructure of the tube changed and therewith, its strength decreased during service at high temperatures.

KEY WORDS: cracking furnace; convection section; furnace tube; burst

辽化烯烃厂 F108 裂解炉为荷兰 KTI 公司 GK-III 型, 于 1987 年投产, 可裂解石脑油/加氢尾油, 每年运行约 8000 h, 到发生对流段炉管爆裂而紧急停炉时, 已经累计运行达 144000(8000 h/年 × 18 年) h. 将该炉解体后检查, 发现在裂解炉对流段原料过热区(HTC)的一根炉管爆裂(下数第 6 层, 南侧数第 3 根), 将该炉管抽出, 可见该炉管上有长约 300 mm 的纵向裂口, 而且整个炉管的管壁可见氧化、脱皮、减薄等现象. 为查找爆管原因, 也将在爆管临近的一根(下数第 6 层, 南侧数第 4 根)取下一起检验分析.

F108 裂解炉对流段原料过热区(HTC)的工艺条件是原料油经二次配稀释水蒸汽后, 进入原料过热段. 该区出口温度为: 裂解加氢尾油时 530℃/裂解石脑油时 600℃; 出口压力: 0.27MPa; 由此出来的物料再进入裂解炉辐射段, 进行裂解反应. 爆裂炉管材质是 $2\frac{1}{4}$ Cr-1Mo(A335Gr. P22, ASTM) 钢的高温用无缝钢管(≤600℃).

1 检验与分析

1.1 炉管腐蚀、爆裂宏观分析

F108 裂解炉对流段的爆裂及氧化腐蚀炉管, 如图 1、2

所示. 爆裂炉管的破口粗糙, 管径胀粗不大, 外壁有较多的纵向裂纹; 爆口处炉管外、内壁的氧化皮已经剥落. 未爆管处炉管的内外表面均被严重氧化腐蚀, 在炉管外壁形成的氧化皮许多已经剥落, 在炉管内壁有致密厚实的氧化皮, 厚达 2 mm ~ 3 mm. 而炉管的壁厚仅剩 2 mm ~ 3 mm. 由此可见, 炉管在高温下长期运行, 受到了严重的氧化腐蚀, 管壁被严重减薄而降低了炉管的原始强度.

1.2 炉管金相分析

从图 1、2 中的炉管上取金相样品, 经预磨抛光后, 用 5% 硝酸酒精溶液腐蚀, 观察金相组织. 由图 3 炉管爆口处的横向金相组织可见, 在炉管的内表面有氧化腐蚀形成的较深



Fig. 1 Burst and oxidation part of tube in convection section of F108 cracking furnace

收稿日期: 2005-03-10 初稿; 2006-06-30 修改稿

作者简介: 滕伟川(1972-), 男, 学士, 工程师, 主要从事石油化工工程管理工作

Tel: 0419-5154133 E-mail: tengwech@petrochina.com.cn

150 mm

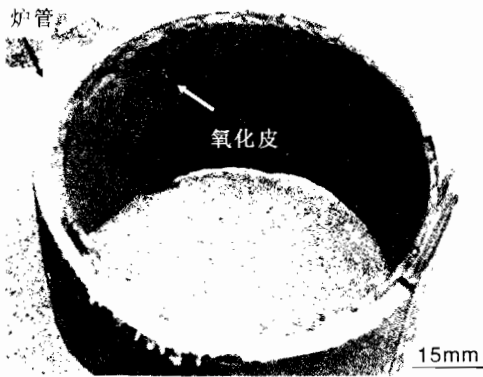


Fig. 2 Oxidation part of tube ($\Phi 86$ mm) in convection section of F108 cracking furnace

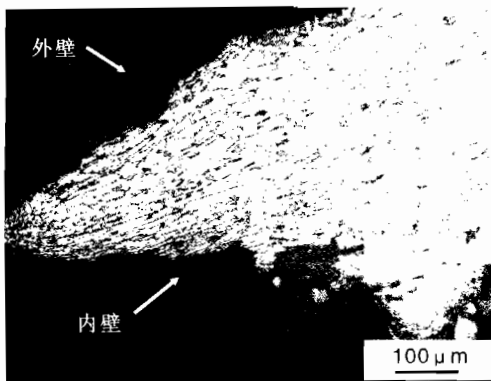


Fig. 3 Microstructure of burst part of furnace tube

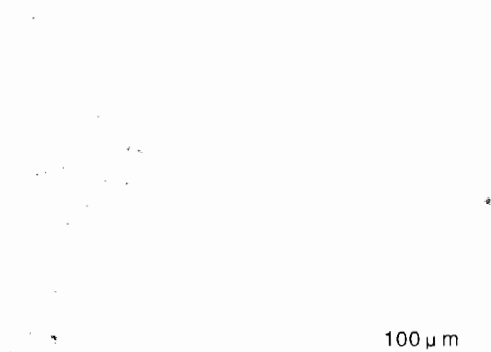


Fig. 4 Microstructure of furnace tube

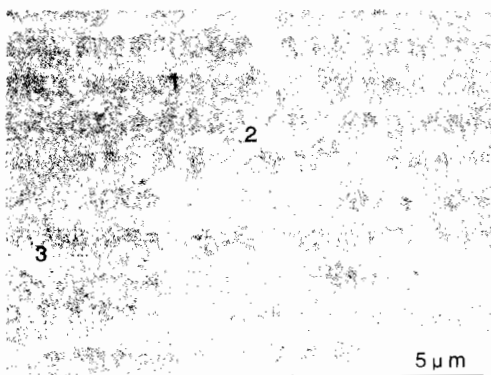


Fig. 5 SEM morphology of cross section of furnace tube

Table 1 Element composition of different location in cross section of furnace tube determined by EDAX analysis

位置	Cr	Mn	Fe	Mo
1	1.59	0.85	97.35	0.21
2	18.13	1.97	72.81	7.08
3	23.30	2.40	58.85	15.45

凹坑;炉管的外表面仅存少量氧化物,腐蚀程度较轻.管壁金相组织因为爆管时力的作用而发生了严重的畸变,晶粒被拉成细长状,晶界存在大量碳化物,并有蠕变裂纹存在.图 4 是炉管横向金相组织.基体为铁素体和碳化物,原珠光体已经完全球化,碳化物聚集长大,更多的碳化物颗粒沿晶界分布.

1.3 扫描电镜微观分析

从图 5 炉管的微观形貌中可见,管壁金相组织中球状碳化物颗粒主要是沿晶界分布,少量的存在于晶内.对图 5 中 1、2、3 处进行元素成分能谱分析,结果见表 1:在晶内(1 处)Cr、Mo 含量很低;而在晶内聚集球化和晶界处(2、3 处)Cr、Mo 含量很高.说明随着炉管在高温下的长期运行,管壁金相组织中的珠光体全部球化,碳化物在晶界处聚集,晶内的合金元素严重贫化,使得炉管的高温强度大幅度地降低.

1.4 爆管原因分析

1. 炉管在高温下长期运行,其金相组织已发生了珠光体的球化和碳化物的聚集;碳化物不仅在晶内聚集成球而长大,更多地是在晶界处析出.碳化物的球化会使低合金热强钢的高温及常温机械性能变化,常温的 HB 等都下降^[1].球化会加速材料的蠕变过程.同时,由于高温长期作用,钢中合金元素由固溶体转入到碳化物中,使钢由于固溶体中强化元素的极度贫化而产生软化^[1].这造成炉管强度大幅度降低.

2. 炉管在高温下长期运行,其外、内壁均受到环境的氧化腐蚀作用.在炉管外表面形成的氧化皮不断地剥落和产生,使炉管不断地减薄;炉管内表面形成的氧化皮厚而致密,在减薄炉管壁的同时也影响着管壁的传热,极易造成炉管的局部过热.这会加剧其氧化腐蚀,并使其强度进一步大幅度降低.

可见,炉管在高温下长期运行,其金相组织的变化和内外表面氧化腐蚀的发生,使其强度大幅度降低,当管内压力超过炉管局部最薄弱处的强度时,导致炉管局部爆裂发生.

2 结论与建议

炉管在高温下长期运行,受到环境的氧化腐蚀,其组织发生变化,使其强度降低而发生爆管.若要延长裂解炉对流段炉管的使用寿命,可选择耐热性能更好的材料,如 0Cr18Ni9Ti 类的耐热钢;也可对现用材料表面处理,如渗铝等.

参考文献:

- [1]《金相图谱》编写组.金相图谱[M].北京:电力工业出版社,1980.133