

热偶贴片及保温在乙烯裂解炉废热锅炉上的应用

The Application of Thermocouple Patch and Heat Preservation in Waste Heat Boiler of Ethylene Cracking Furnace

吴振坤

中国石油吉林石化公司 乙烯厂, 吉林 吉林 132022

WU Zhen-kun

Petro China Jilin Petrochemical Company, Jilin 132022, China

【摘要】裂解炉是乙烯装置生产产品和消耗能源的重要工序之一, 裂解炉控制系统对控制指标中的目标产品收率和调整产品结构起到了决定性作用。论文在总结多年的炉管出口温度使用经验后, 提出多项改进措施, 以对裂解炉炉管出口温度(废热锅炉温度)控制指标进行优化和改进。

【Abstract】Cracking furnace is one of the important processes for producing and consuming energy in ethylene plant. The control system of cracking furnace plays a decisive role in the target product yield and the adjustment of product structure in the control index. After summing up many years' experience in the use of the tube outlet temperature, this paper puts forward a number of improvement measures to optimize and improve the control index of the outlet temperature of the cracking furnace tube (waste heat boiler temperature).

【关键词】乙烯裂解炉; 废热锅炉热偶贴片; 保温

【Keywords】ethylene cracking furnace; waste heat boiler thermocouple patch; heat preservation

1 概述

某公司乙烯厂于1996年9月开车。是一家主要以石脑油、化工轻油和烷烃为原料, 经高温裂解生产乙烯、丙烯及其他附属产品的单位, 乙烯厂在1996年投产时包括乙烯和聚乙烯两套主装置, 乙烯装置原有6台6万t/a PyroCrack 1-1型裂解炉。因调整了原料结构于2000年改造增加1台6万t/a PyroCrack 1-1 SR单侧型裂解炉。在2002年挖潜增效

改造时将6台6万t/a PyroCrack 1-1型裂解炉单台生产产品能力提高到8万t/a。又因为要降低能耗, 增加生产装置的竞争能力于2005年对乙烯装置进行了扩建改造, 增加了3台12万t/a PyroCrack 1-1 SR型裂解炉。使乙烯装置生产能力由原来的30万t/a提高到了70万t/a。即目前乙烯厂乙烯装置现有6台8万t/a PyroCrack 1-1型裂解炉, 1台6万t/a PyroCrack 1-1 SR单侧型裂解炉。3台12万t/a PyroCrack

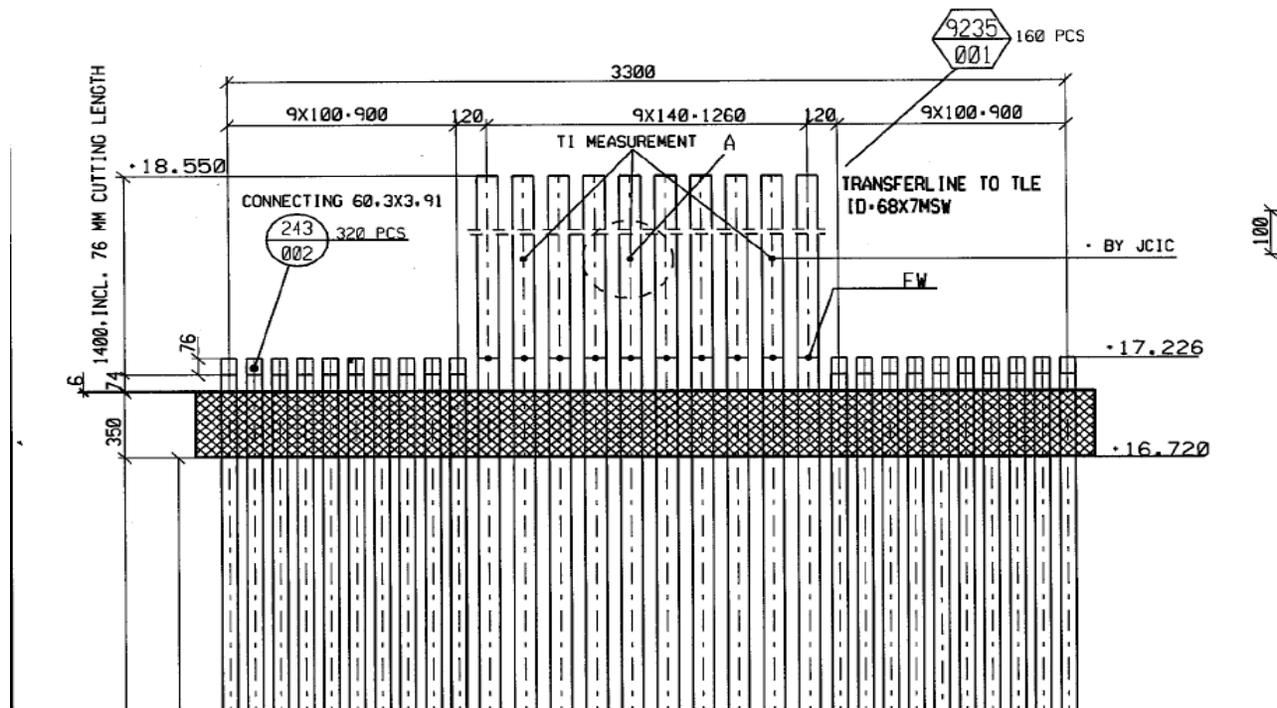


图1 温度测量点安装位置

1-1 SR型裂解炉。

以上裂解炉均采用德国林德公司专利技术，石脑油是其中一种裂解原料，得到主要产品乙烯和丙烯的裂解反应在辐射段进行，对流段用于加热原料、稀释蒸汽、锅炉给水 and 高压蒸汽。

自1996年装置筹建和生产运行到现在，乙烯装置裂解炉包括三次建设（第一次6台，第二次1台，第三次3台）。共经历了2次大型改造（增加模块），小型改造不计其数，在生产运行中积累了丰富的经验。在各种控制指标中尤其以炉管出口温度即（炉管出口）温度的测量最为困难，其测量的精度直接影响生产运行和目标产品即三烯收率。

2 裂解炉（炉管出口）温度控制指标（见图1）

2.1 PyroCrack 1-1 型

8万t/aPyroCrack 1-1型裂解炉主要控制指标为炉管出口温度（炉管出口），温度测量点的安装为单只45度角插入式安装如图1所示。温度控制位置在提升炉管后部的集管处。裂解气由提升管经过集管后进入列管式废热锅炉。

2.2 PyroCrack 1-1 SR 型

12万t/aPyroCrack 1-1 SR型裂解炉的主要控制指标为炉管出口温度（炉管出口），温度测量点的安装位置如图1所示，即温度测量指示位置。具体安装形式如图3所示的贴片式。

它是经过急冷锅炉前的温度参数，急冷锅炉用于结束裂解反应并避免二次反应引起的产品损失，同时回收裂解气中的热量用于产生饱和高压蒸汽，高压蒸汽用汽包收集。

裂解炉每根辐射段炉管均与一个双管线性急冷锅炉相连。一个炉管系统的10根PyroCrack 1-1 SR型炉管与一组由10个双管换热器组成的急冷锅炉模块相连，即每台裂解炉有8组急冷锅炉模块安装在辐射段顶部。裂解气离开辐射段后在急冷锅炉内快速冷却，同时产生高压蒸汽。

2.3 温度控制

在裂解炉控制系统中，主要依据炉管出口温度（炉管出口温度）显示值，调整燃料量和空气的配比，组成一个热值控制系统，最终表现为燃料气的压力控制阀门的开或关。以保证裂解炉目标产品收率的控制指标，同时温度测量的准确度也影响了裂解炉的运行周期（清焦周期），根据原料组成和市场需求设定炉管出口控制温度，用以调高相应高效益的目标产品收率，即三烯收率。再者炉管温度控制过低，裂解深度不足，目标产品生产量不足；炉管温度控制过高，裂解炉炉管容易结焦，严重时可能造成炉管堵塞，缩短炉管使用寿命，需要更换炉管才能投用，影响裂解炉的使用周期和装置的生产能力。

3 炉管出口温度测量优缺点

3.1 PyroCrack 1-1 使用的热偶型号及照片

某公司乙烯PyroCrack 1-1型裂解炉TLE温度测量根据裂解炉结构，设计为单只插入式测量如图2所示。

MODEL NO: WEL/A/F18A/U571.6MM/T1200MM/3D0/26-NUE/TCKU/LH2NS, 厂家: MOORE INDUSTRIES, 每台裂解炉安装8支，每测安装4支。采用这种安装形式，测量准确，安



图2 老裂解炉设计的热偶安装形式
装简单，热偶老化慢。但是也有缺点，即：保护套管冲刷严重。外部接线在高温环境下故障率高。

3.2 PyroCrack 1-1 SR 使用的热偶型号及照片

新上的3台裂解炉采用贴片式热偶测量，随设备附带的热偶厂家为：鲁格，型号为：S80（附带贴片）。如图3所示。

贴片材质为316，铠装热偶的直径为 $\Phi 3\text{mm}$ 。

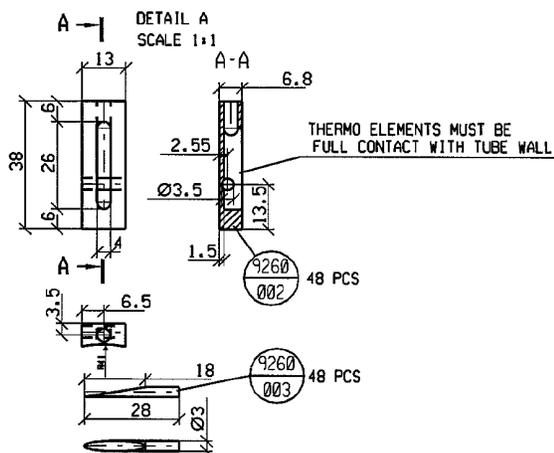


图3 原裂解炉设计的贴片尺寸及贴片形式

设计保温材料为山东鲁阳生产的含锆陶纤毡，厚度为25mm。安装方式为单根绑扎后整体多层覆盖。这种安装方式测量较准确，但是存在如下问题：

(1) 捆扎的镀锌铁丝腐蚀严重，致使单根绑扎的保温材料松开后脱离炉管，测量指示值偏低，使实际炉管温度偏高，出现炉管出口温度和燃料气控制过高的损失，裂解炉运行周期缩短，增加了生产成本。

(2) 铠装热偶直径太细，不耐腐蚀，Inconel600的铠

装体在工作环境下出现碳化现象，在炉管维修拆除时断裂后就不能重复使用，造成资源浪费。

(3) 关于贴片：在炉管维修同时贴片也出现和铠装体相同的碳化现象，且与炉管焊接部位脱落，固定销子不能取出。

(4) 温度点的故障率为30%。

4 改进的措施

4.1 PyroCrack 1-1 使用的热偶

针对生产中出现的问题，采取了更换热偶保护套管（共更换一次），热偶使用加长型号，将接线端子引到相对温度低的位置，挠性管采用耐高温型号。

4.2 PyroCrack 1-1 SR 使用的热偶

由于采用的热偶故障率高，且不能满足精确控制，经过分析，对热偶和贴片进行了更换和改造：

4.2.1 更换热偶

选用直径为 $\Phi 8\text{mm}$ 的热偶，同时选用耐腐蚀性的材质 Inconel600。厂家：鲁格，型号：S70。描述INPUT: 1XTC N CL 1 IEC584 O/A: A7677 DATE: 11/20

4.2.2 更换贴片

对贴片进行改造，图4为改款贴片，为了防止腐蚀，加大了贴片尺寸，增加了接触面积，能够更加真实地反应出炉管温度，增加隔热层以便填充保温材料，防止外部空气对流影响温度测量，目前设备使用保温材料为山东鲁阳生产的含锆陶纤毡，厚度为25mm。贴片使用焊接的方式，使测量接近炉管的真实温度。



图4 改进后的贴片形式

此型号热偶及贴片现场使用情况与最初设计的仪表比较效果良好，贴片提高了抗腐蚀性能，虽然依旧存在保温效果不好的问题，但是贴片本身的保温起到了一定的效果。

4.2.3 加强保温措施

在保温工作时，向施工人员强调保温的重要性，致使保温的紧密型和牢固性得到提高，同时加强了放雨水的工作，增加隔板以降低腐蚀的发生。

5 总结

5.1 PyroCrack 1-1 使用的热偶

经过两个检修周期，改进后的热偶克服了外部接线的问题，减少了故障的发生概率，效果良好。

5.2 PyroCrack 1-1 SR 使用的热偶

5.2.1 测量偏差

使用新式的贴片和采用新的安装形式之后，测量精度大大提高，热偶的测量精度由原来的 $\pm 30^\circ\text{C}$ 到提高到现在的 $\pm 3^\circ\text{C}$ ，同时减少了热偶的故障率，原热偶年故障率达到30%，更新后的故障率为3%。

5.2.2 提高裂解炉的使用周期

在未进行热偶改造之前，裂解炉只能运行40-50天就需要进行清理操作，改造后由于测量准确，能够运行60-70天，延长了使用的周期，间接提高了工厂的经济效益，调高了工厂的市场竞争力。

5.2.3 减少工作量

在未进行改造之前，平均每年损坏的热偶有18支，故障情况大多数是因失碳腐蚀造成的。改造后由于增加了热偶的直径同时改进了材质，使目前的年故障率减少到2只，这样就能每年节省备件费约30万元。

5.2.4 效益

使目标产品收率得到很大提高，根据工厂提供的报表数据来看，由于温度测量精准，达到了 $\pm 3^\circ\text{C}$ ，给工艺操作带来了极大的帮助，工艺根据温度指示情况进行调整参数，使双烯收率提高了0.5%以上。

6 结论

乙烯裂解炉控制指标炉管出口温度（废热锅炉温度）控制由于高温腐蚀和保温情况，致使裂解炉三烯收率和平稳运行受到影响，经过改造后，取得很好的效果，克服了失碳腐蚀致使的测量失败。而不足之处在于保温情况依旧影响温度测量，需要在后续的生产工作中逐步改进。

作者简介：吴振坤（1972-），男，吉林省吉林市人，中国石油吉林石化分公司乙烯厂仪表车间，工程师。