

# 碳钢冷换设备涂层防护情况总结

(中石化沧州炼油厂)

## 一、序言

碳钢冷换设备是石油化工企业中必不可少的重要设备之一。碳钢冷换设备的腐蚀、结垢及由此引起的传热效率下降、管束穿孔泄漏等现象严重影响着企业的正常生产和效益。我厂是一个主要生产燃料油的炼油厂，有冷换设备 168 台，其中水冷器 72 台，换热器 96 台。我厂地处沧州盐碱地区，地下水含盐量高，水质较差，因此我厂每年因腐蚀、结垢需更新二十多台管束，合计人民币约 70 万元。

## 二、碳钢水冷器的防腐涂层的作用、原理

碳钢水冷器的腐蚀、结垢一直是石化企业难以解决的问题。防止腐蚀的方法很多，如正确选材、合理设计、电化学保护、表面覆盖层、改善使用环境条件、使用缓蚀剂及科学管理等。使用不锈钢管束，造价太高，而且介质中的  $Cl^-$  会破坏钝化膜，使用效果也不好。采用电化学保护在炼油厂换热设备上的应用技术不成熟。综合保护效果与经济效益，我们认为采用非金属覆盖层（涂料）的方法是可行的，因此立项并进行了工业试验与应用。

非金属覆盖层（涂层）的防腐原理是使金属设备与腐蚀介质隔离开来，它不仅能提高耐蚀性，而且能节省大量的贵重金属和合金，涂层应满足以下几个要求：

- (1) 涂层本身在介质中耐蚀。
- (2) 结构紧密、完整无孔、不被介质透过。
- (3) 与基体金属有很强的粘结力。
- (4) 均匀分布在整個保护面上，有一定的厚度。
- (5) 对换热器芯子而言，还要基本不影响传热效率及有阻垢性能。

1987 年经调研得知国家海洋局中海防腐技术开发公司研制的 TH - 847 涂料有很强的耐炼厂腐蚀介质能力，结构致密无孔，附着力达一级，且基本不影响传热效率，有良好阻垢性能可以满足我厂碳钢水冷器的防腐、阻垢需要。1988 年大力推广，至 1992 年全厂常减压、催化、气分等主要生产装置的 72 台水冷器全部采用 TH - 847 涂层防护，涂层面积约达 20000m<sup>2</sup>。

## 三、我厂碳钢冷换设备涂层防护使用情况

我厂碳钢水冷器芯子全部送中海公司实验基地施工，涂装过程严格执行中石化总公司的《碳钢水冷器防腐涂料技术暂行规定》和《碳钢水冷器防腐涂层质量检验暂行规定》两

个标准。由于严把涂料生产与涂装工艺质量关，水冷器芯子平均使用寿命由过去的两年提高到四年以上，效果良好，几年来运行平稳。

碳钢水冷器 TH-847 涂层防护与未加涂层防护使用情况作以下对比：

1、未加防护的水冷器芯子，使用一个生产周期后，管内壁腐蚀、结垢严重，垢层在 3mm 以上，经检修，也只能再使用一周期。

碳钢水冷器的腐蚀、结垢给生产、检修带来一系列困难，同时也影响企业经济效益。

(1) 腐蚀导致穿孔泄漏，一台管束只能使用两周期（22 个月），设备使用寿命较短。

(2) 腐蚀泄漏影响生产的稳定及产品质量。

(3) 结垢影响介质的冷却效果，产品收率下降。

(4) 结垢严重时，因冷却水不通而使介质不能冷却下来，常有使用冷却水喷淋冷却器壳体冷却的应急措施。不但造成壳体的腐蚀，也影响设备现场环境。结垢特别严重时，甚至影响生产的正常进行。

(5) 严重结垢给检修带来困难，人力通孔不但又脏又累，而且常常影响检修进度、检修质量。

2、使用 TH-847 涂层防护的水冷器芯子，使用一个生产周期后，涂层完好、无垢、无腐蚀、效果很好。

TH-847 涂层防护带来如下好处：

(1) 冷却效果好，工艺操作平稳，提高了企业经济效益。

(2) 管内壁结垢轻微，用  $6\text{kg}/\text{cm}^2$  压力的水即可冲洗掉。检修省时省力，且检修质量好。

(3) 延长了设备使用寿命。涂层防护的管束至少可使用四年以上。

以一台 900 冷却器为例：管束价格为  $7000\text{元}/\text{吨} \times 4.7\text{吨} = 32900\text{元}$ ，使用两年，则每年均摊 16450 元。涂层防护费用  $85\text{元}/\text{m}^2 \times 240\text{m}^2 = 20400\text{元}$ ，防护后按使用四年计算，年均 13325 元。两相比较，涂一台 900 冷却器平均每年为企业节省 3135 元，折合  $14\text{元}/\text{m}^2$  年计算，我厂自 1987 年至 1992 年水冷器 TH-847 涂层防护面积达  $29080\text{m}^2$ ，一年可增直接效益 280000 元。

(4) 每年因采用此项技术节能在 10% 以上。

(5) 因减少停产抢修、缩短检修时间、提高产品质量、提高产品收率等而取得的间接经济效益也很可观。

四、我厂碳钢换热管束油侧的防护情况

近年来，原油品质逐渐变坏，加工过程中对设备腐蚀严重。1989年后我厂主要加工中原原油，硫含量达 0.62%，盐含量达 248mgNaCl/g，酸值达 0.35mgNaOH/g，品质不好。原油加工过程中钙、镁盐水解生成的+Ice 及硫化物分解生成的 H<sub>2</sub>S 在设备的初冷区溶于水便对设备产生 HCl - H<sub>2</sub>S - H<sub>2</sub>O 介质腐蚀。换热器管束油侧管壁是腐蚀最严重的部位之一，以往缺乏有效的防护手段，芯子平均使用寿命仅两年左右，而且还因穿孔泄漏造成产品污染及影响生产稳定，多年来一直是石化企业急待解决的问题。

同碳钢水冷器防护一样，找到一种耐腐蚀的涂料是综合效益最好的方法。以前石化企业中也曾用过一些耐油涂料，但由于高温与强腐蚀介质，效果并不好。1990年我厂在常减压装置减顶冷却器管束外侧试验性涂装了中海公司（天津）的 TH - 901 涂料。经一个生产周期（11个月）使用，1991年装置检修时观察到，涂膜完整无鼓泡，光亮如初，起到了良好的防腐效果。1990年至1992年，TH - 901 涂层面积达 4700m<sup>2</sup>。

涂装 TH - 901 涂料最大的好处是有效减缓了管束的腐蚀，延长了设备的使用寿命（由未防护的使用两年延长到涂装 TH - 901 防护后的约四年），而且，减少了停产抢修，提高了检修质量和进度，还为企业节约了可观的资金。

以一台 900 管束为例：管束价格为 7000 元 / 吨 × 4.7 吨 = 32900 元，使用两年，则 16450 元 / 年。涂层防护费用 100 元 / m<sup>2</sup> × 240m<sup>2</sup> = 24000 元，防护后按使用四年计算，则 14225 元 / 年。由此可看出，涂一台 900 换热器芯子平均每年为企业节省 2225 元。折合 9.3 元 / m<sup>2</sup> 年计算，1990 年至 1992 年共涂装 TH - 901 涂料 4700m<sup>2</sup>，一年可增直接效益 43710 元。

1993 年 3 月