

# 南山终端防辐射油漆的应用及效果评价

陶亮 中海石油(中国)有限公司湛江分公司崖城作业公司

**摘要:**南山终端地处三亚,白天太阳照射强烈,终端凝析油罐和LPG球罐等生产设备受太阳辐射影响温度变化大,给生产控制带来影响。为减少太阳辐射影响,利用防辐射油漆的隔热功效,将防辐射油漆应用于凝析油储罐和LPG球罐。该油漆适合用于轻质油罐外壁的涂装,可对太阳光热起到良好的反射和隔热保温作用,同时具有优良的防腐蚀性能。通过对防辐射油漆应用前后效果对比、数据分析和成本计算,对其经济效益进行了分析测算、效果评价,结果表明,防辐射油漆在南山终端应用效果显著,可广泛推广。

**关键词:**凝析油储罐;LPG球罐;防辐射;隔热油漆;效果分析

doi:10.3969/j.issn.1006-6896.2015.12.001

南山终端轻质油储罐共有4个,2个 $1 \times 10^4 \text{ m}^3$ 的凝析油储罐和2个 $400 \text{ m}^3$ 的LPG球罐,凝析油储罐受太阳辐射影响昼夜温差大。南山终端地处三亚,白天太阳照射强烈,罐内气体温度升高,压力升高,凝析油储罐排气阀门打开排气;夜晚温度降低,压力降低,低压燃料气通过补气阀向大罐补充天然气来保持罐内压力,如此反复循环,造成大量天然气浪费。而LPG储罐里的LPG受温度影响,温度升高会导致LPG气化,影响LPG储罐压力,设计时采用的是在储罐表面安装保温层;但是安装保温层一方面成本费用较高,另一方面保温层里面的球罐表面腐蚀情况无法直观监测,存在安全风险。因此应用防辐射油漆对于凝析油罐可以减少燃料气消耗,实现节能减排;对于LPG球罐既可以减少保温层建造、安装费用,又可以消除安全隐患。

## 1 终端防辐射油漆的应用

### 1.1 防辐射油漆应用原理

防辐射油漆基本原理是通过涂膜的反射作用将日光中的红外辐射反射到外部空间,从而避免物体自身因吸收辐射导致的温度升高。太阳能绝大部分处于可见光和近红外区。按波长可分为3部分,其中在 $200 \sim 300 \text{ nm}$ 的紫外线区的热辐射能量仅占5%;在 $400 \sim 720 \text{ nm}$ 的可见光区占45%;在 $720 \sim 2500 \text{ nm}$ 的近红外区占50%。可见,太阳辐射热绝大部分处于 $400 \sim 1800 \text{ nm}$ 范围内。在该波长范围内,反射率越高,隔热效果越好<sup>[1-3]</sup>。

传热方式有辐射、对流和传导3种。太阳辐射热在涂层中的传递主要通过传导进行,基本上没有辐射和对流,原因为:①固化后的涂层为不透明

的,避免了热量通过辐射方式向内部传递;②对流传热需要有液体或气体介质,固化后的涂层内部可以认为不存在液体介质,气体介质主要是残存于涂层气泡内的空气,通过合理的配方和正确的施工工艺,可以使气泡完全消除或基本无气泡,至少不会形成对流通路,因此,气体对流传热也可以认为不能发生。

理想的防辐射油漆形成的涂层应具有以下特点:①不透明;②对太阳光全波段,至少是可见光和红外光波段具有高反射率;③能够将所吸收的辐射能全部转化为 $2.5 \sim 5 \mu\text{m}$ 和 $8 \sim 13.5 \mu\text{m}$ 波长范围内的红外光辐射到外层空间去;④成膜物质具有尽可能低的传热系数;⑤具有较好的耐候性和涂层应具备的其他综合性能。

### 1.2 防辐射油漆选择

通过市场调研和评估,终端防辐射油漆涂料采用三防隔热油漆,运用高科技工艺,将经改性的高分子聚合物、改性超细的鳞片状功能材料和耐热防油、防锈颜料、助剂调配成浆状双组分液膜。该隔热膜涂敷在器材物面上成膜后,分散在膜层的功能材料对太阳辐射起到90%的反射作用,在太阳强烈的辐射下起到反射太阳热能而产生隔热效果。它具有防锈、耐油、隔热和保温的性能,经过户外实际应用,物体涂上三防隔热油漆后表面温度可降低 $10 \sim 20 \text{ }^\circ\text{F}$ ,内部温度可降低 $8 \sim 10 \text{ }^\circ\text{F}$ 左右。图1为隔热油漆日光反射率。

### 1.3 三防隔热油漆施工

为增加油漆的防腐隔热功能,涂敷工序采取人工涂刷,其中三防隔热膜底漆一遍,干膜 $60 \mu\text{m}$ ,用量 $0.20 \text{ kg/m}^2$ ;三防隔热膜中间漆一遍,干膜



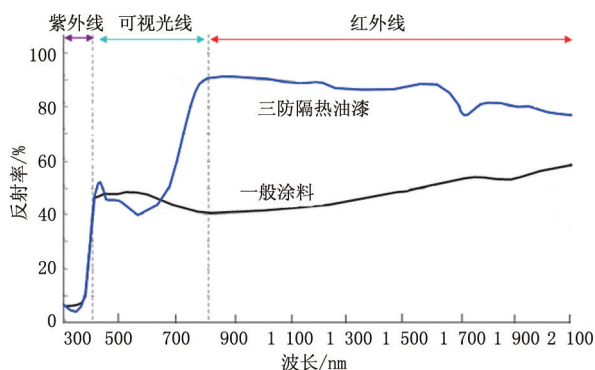


图1 隔热油漆日光反射率

60  $\mu\text{m}$ , 用量 0.22  $\text{kg}/\text{m}^2$ ; 三防隔热膜面漆三遍, 每遍干膜 50  $\mu\text{m}$ , 用量 0.20  $\text{kg}/\text{m}^2$ 。

干膜总厚度应保证不小于 270  $\mu\text{m}$ , 施工时应保证气温不低于 50  $^{\circ}\text{F}$ , 相对湿度小于 85%。

## 2 应用效果分析与评价

### 2.1 LPG球罐

#### 2.1.1 成本节约分析

(1) LPG球罐三防隔热油漆项目费用。根据球罐表面积计算, 按照LPG球罐隔热油漆项目合同上的费用清单, 整个项目油漆费用和人工工时费共计约 29.1 万元。

(2) LPG球罐保温层安装费用估算。根据近年来作业公司保温维修工作费用估算, LPG球罐安装保温层的费用约 800 元/ $\text{m}^2$ , 两个LPG球罐表面安装保温层费用约 42.6 万元。

(3) 常规防腐油漆作业费用估算。常规的管线与容器防腐, 一般底漆采用低表面处理环氧树脂漆, 中间漆和面漆采用脂肪族聚氨脂面漆, 涂敷时各涂一层。按照油漆协议价和涂敷的面积估算。两个LPG球罐采用常规防腐油漆作业, 油漆材料费用约 2.7 万元。由于一般油漆作业只刷三遍漆, 而隔热油漆共需要刷五遍, 总费用相对减少, 作业工时费用约 15.6 万元, 加上油漆材料费, 共计 18.3 万元。

常规防腐油漆涂敷作业和隔热油漆涂敷所包括的搭建脚手架、除锈等费用不需参与对比计算。通过以上费用分析, LPG球罐采用传统防腐油漆并安装保温层所需费用和采用隔热油漆所需费用对比, 后者可以节省费用约 31.8 万元。

#### 2.1.2 隔热保温效果分析

通过对涂敷上隔热油漆后的LPG球罐B和装有保温层的球罐A做对比, 发现LPG球罐B隔热效果显著, 球罐在一天里温度、压力变化很小, 温度上下浮动不超过 3  $^{\circ}\text{F}$ , 同装有保温层的球罐B的情况

基本一致, 具有相同的隔热保温效果。

#### 2.1.3 应用效果评价

LPG球罐采用三防隔热油漆后, 一方面隔热效果显著, 满足生产需求, 同时实现防腐功能, 可以节约成本 31.8 万元。另一方面球罐没有保温层后可以直接观察球罐表面的腐蚀情况, 能及时发现锈蚀处, 及时安排防腐作业, 消除安全隐患, 从而保证设备的完整性。

## 2.2 凝析油储罐

### 2.2.1 节能减排分析

通过对比凝析油罐涂敷三防隔热油漆前后温度、压力变化, 发现隔热油漆涂敷前, 温度昼夜相差较大, 白天储罐温度随着阳光辐射强度的增加而上升, 压力明显上涨, 超过设定压力, 排放阀打开排气维持压力, 晚上随着环境温度降低, 压力下降到设定压力, 补气阀打开补充压力。隔热油漆涂上后, 温度昼夜变化幅度变小, 压力上下波动幅度明显减小, 在控制范围内, 排放阀动作频率明显下降, 图2为凝析油罐一天内温度-压力(单位为英寸水柱)变化曲线。图3、图4分别是截取的凝析油罐涂上三防隔热油漆前后的排放阀和补气阀动作历史曲线图(蓝色为凝析油罐压力变化曲线, 紫色为排放阀动作曲线, 红色为补气阀动作曲线, 绿色是压力设点)。

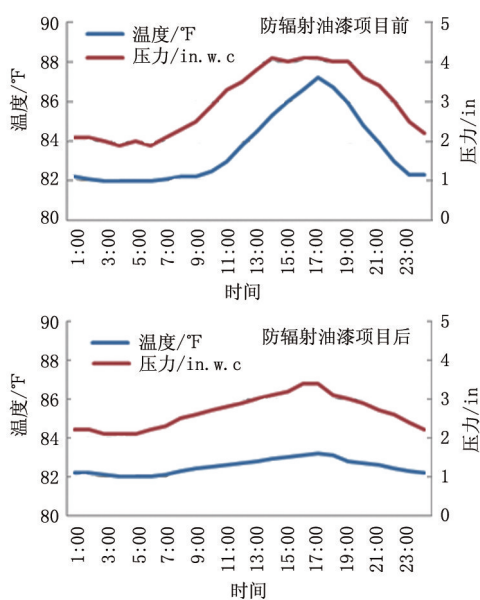


图2 凝析油罐一天温度压力变化曲线

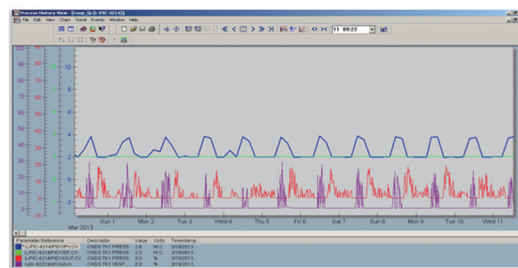


图3 凝析油罐隔热油漆涂敷前排放阀和补气阀动作曲线



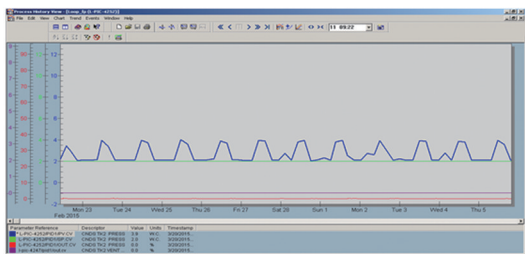


图4 凝析油罐隔热油漆涂敷后排放阀和补气阀动作曲线

表1为凝析油罐顶隔热油漆应用前后燃料气消耗对比数据；表2为凝析油罐到低压火炬排放量对比数据。对比凝析油罐顶涂敷防辐射油漆前后低压燃料气消耗和凝析油大罐到低压火炬排放量，罐顶涂上防辐射油漆后低压燃料气消耗和大罐到低压火炬排放的气量均明显下降。

表1 凝析油罐顶隔热油漆应用前后燃料气消耗对比数据

日期	2014年应用前 燃料气消耗/m <sup>3</sup>	2015年应用后 燃料气消耗/m <sup>3</sup>
2月11日	7 152.308 8	6 496.740 4
2月12日	7 304.987 2	6 666.670 6
2月13日	7 443.289 1	6 919.984 5
2月14日	7 340.640 9	7 461.403 5
2月15日	7 056.848 8	7 706.379 1
2月16日	7 282.847 4	7 649.735 7
2月17日	7 597.980 3	7 721.043 1
2月18日	7 619.832 5	7 114.642 3
2月19日	8 073.842 4	6 586.449 7
2月20日	7 596.830 1	6 610.314 7
平均	7 446.940 7	7 093.336 3

表2 凝析油罐到低压火炬排放量对比数据

日期	2014年应用前 火炬排放量/m <sup>3</sup>	2015年应用后 火炬排放量/m <sup>3</sup>
3月10日	811.697 19	743.552 6
3月11日	960.350 2	764.542 3
3月12日	884.154 75	681.158 6
3月13日	781.219 01	724.863 1
3月14日	830.386 64	730.326 2
3月15日	782.081 6	762.242
3月16日	974.151 64	751.603 4
3月17日	957.187 37	730.326 2
平均	872.653 55	736.076 8

根据图2~4、表1~2可以看出，大罐涂敷3防隔热油漆后，低压燃料气消耗明显减少，隔热油漆涂敷前平均每天低压燃料气消耗约7 447 m<sup>3</sup>，隔热油漆涂敷后平均每天低压燃料气消耗约7 093 m<sup>3</sup>，平均每天减少354 m<sup>3</sup>；凝析油罐到低压火炬排放的气量也相应减少，隔热油漆涂敷前平均每天873 m<sup>3</sup>，隔热油漆涂敷后平均每天736 m<sup>3</sup>，每天减少137 m<sup>3</sup>。

### 2.2.2 成本节约分析

凝析油大罐防辐射油漆涂敷后，每天的低压燃料气消耗和大罐到低压火炬排放的天然气体量都明

显减少，但相差较大，考虑到燃料气消耗受生产控制的影响因素较多，因此按每天减少的天然气体量137 m<sup>3</sup>来保守计算，按使用寿命5年估算，可以减少燃料气消耗251 × 10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>，节约费用约25万元。根据凝析油储罐罐顶表面积估算，采用隔热油漆比采用传统防腐油漆可以节约成本约9.6万元，同时减少天然气排放25 × 10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>。

### 2.2.3 应用效果评价

凝析油大罐防辐射油漆涂敷后隔热效果明显，有效地防止了因昼夜温差变化而造成的白天凝析油罐补气、晚上排气现象，减少了燃料气消耗和天然气排放，实现了节能减排，节约费用约9.6万元，达到了降本增效的目的；同时很好地实现了防腐功能，有效地保证了设备的完整性。

## 3 结语

(1) 南山终端隔热涂料在凝析油储罐和LPG球罐上的推广使用，一方面有效地降低了生产成本，增加了企业效益（节约成本费用共计44.1万元）；另一方面完成了对设备的防腐维护，提高了设备完整性，为安全生产提供保障。

(2) 隔热涂料在凝析油储罐上的应用，有效地防止了因昼夜温度变化而造成的储罐压力波动，从而减少了储罐的呼吸次数，减少了油品损耗，减轻了对大气环境的污染。

(3) 对于太阳辐射较强、昼夜温差变化较大的地区，储罐、设备的防腐蚀工程，尤其在易燃易爆的轻质油储罐防腐蚀方面，防辐射隔热油漆的应用具有广泛推广的价值，选用合适的防辐射隔热油漆是今后一段时期内的发展趋势<sup>[4]</sup>。

### 参考文献

- [1] 郭年华, 陈先, 陈绍平, 等. 太阳能反射涂料[J]. 涂料工业, 1999 (4): 37.
- [2] 李树. 新型隔热涂料在储油罐上的应用与评价[J]. 石油化工腐蚀与防护, 2004 (5): 36-37, 51.
- [3] 安邦, 和田进. 太阳热反射涂料在建筑节能中的研究[J]. 上海涂料, 2010 (6): 48.
- [4] 何睿. 太阳热反射涂料的现状和发展[J]. 上海涂料, 2004 (3): 25-29.

[作者简介] 陶亮: 工程师, 2006年毕业于西安石油大学, 在中海石油(中国)有限公司湛江分公司崖城作业公司南山终端从事生产工作。

18523928241、wuming1984129@163.com

收稿日期 2015-04-23

(栏目主持 李艳秋)

