

# GF-05 高效反射隔热防腐涂料的研制

许铁群<sup>1</sup>, 孙乔<sup>2</sup>, 刘宏伟<sup>1</sup>

1. 中国科学院金属研究所 金属腐蚀与防护国家重点实验室, 沈阳 110016;
2. 中国石油天然气股份有限公司 辽阳石化分公司, 辽阳 111003

**摘要:**开发了适用于石油化工行业储罐、输油管道等防护用的 GF-05 高效反射隔热防腐涂料. 该产品以有机高分子树脂为基料, 通过添加功能性颜、填料, 制得对太阳热反射率、热辐射率高、导热系数低的防腐涂料.

**关键词:**隔热; 防腐涂料; 有机高分子树脂

**中图分类号:** TG174.45 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-6495(2008)04-0301-03

## PREPARATION OF GF-05 A KIND OF EFFICIENT PAINT OF THERMAL-INSULATION AND CORROSION-PROTECTION

XU Tie-qun<sup>1</sup>, SUN Qiao<sup>2</sup>, LIU Hong-wei<sup>1</sup>

1. State Key Lab. for Corrosion and Protection, Institute of Metal Research, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110016;
2. Liaoyang Branch Company, Natural Gas Limited Company, PetroChina, Liaoyang 111003

**Abstract:** The thermal-insulating coating is an effective technology for heat preservation in petrol and its relative chemical industry. So, in this article, a thermal-insulating paint of GF-05 was prepared, which showed a high heat reflection and anti-corrosion performance in the studied conditions. In this paint, a special organic polymer was used as matrix, while several specific pigments as functional fillings. In addition, the GF-05 showed a higher reflection ratio of sun light and external heat, as well as a lower heat-conducting coefficient. The GF-05 showed a promising potential of application for protection of tank and pipeline in petrol industry.

**Keywords:** thermal-insulating; protective coating; organic polymer resin

目前, 石油化工等行业储罐外壁涂装油性或树脂类银粉漆. 对于低沸点化工产品储罐, 在高温季节只能以水喷淋降温来减少产品的损耗, 喷淋带出水管中的锈蚀物和循环水的沉淀污垢, 使罐壁长藻、长霉, 造成外壁涂层破坏和罐体锈蚀, 腐蚀破坏储罐主体. 为了节省能源、降低成本, 反射隔热涂料成为石油储罐、输油管线等必需的防护产品. 本文研制的 GF-05 高效反射隔热防腐涂料能最大限度的反射掉太阳光的辐射能, 尽可能使基体吸收到的辐射能发射到大气层, 并对残留的辐射能进行有效的阻断. 涂刷该涂料可使罐壁降温 5℃ ~ 8℃, 达到免去水喷淋的效能, 节水节能. 同时, 该产品具有优良的耐候性能、力学性能和防腐蚀性性能.

## 1 国内外发展状况

随着涂料技术的发展, 保温涂料技术日臻成熟, 完全由涂刷涂料代替做保温层的技术已经开始进入实用阶段<sup>[1]</sup>. 隔

热保温涂料按功能区分大致有以下几类:

1. 热反射隔热涂料<sup>[2]</sup>. 这是一种以反射太阳光近红外部分为主的被动式降温涂料. 借助反射涂层对可见光和近红外线的高反射率来降低太阳辐射的积累热. 可用于成品油罐及低温容器的隔热保温.

2. 辐射隔热涂料. 通过辐射的形式, 把建筑物吸收的日照光线和热量以一定的波长反射到空气中, 从而达到良好的隔热降温效果的涂料称为辐射隔热涂料<sup>[3]</sup>. 此类涂料的关键技术是制备具有高热发射率的涂料组分<sup>[4,5]</sup>. 研究表明<sup>[6,7]</sup>, 多种金属氧化物如 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MnO<sub>2</sub>、CoO<sub>3</sub>、CuO 等掺杂形成的具有反型尖晶石结构的物质, 具有热发射高的特点, 因而用作隔热节能涂料的填料.

3. 真空绝热保温涂料<sup>[1]</sup>. 采用真空填料制备性能优良的保温涂料, 成为当前研究的另一个热点. 德国盾牌陶瓷隔热涂料, 是由极微小的真空陶瓷微珠和与环保乳液组成的水性涂料. 它与墙体、金属、木制品等基体有着较强的附着力, 直接在基体表面涂抹约 0.3mm, 即可达到隔热保温的目的. 其核心技术是真空陶瓷微珠, 由于它的特殊结构, 因此有很强的延展性, 可有效避免因基体吸水后热胀冷缩产生裂缝以及因强阳光照射引起基体内张力变化而产生裂缝. 这种涂料

收稿日期: 2006-10-20 初稿; 2007-03-12 修改稿

作者简介: 许铁群 (1971 -), 女, 学士, 工程师, 从事重防腐涂料研究与开发应用.

Tel: 024 - 23915901 E-mail: yctqjg@163.com

过去仅限于在航天产品上使用,近年来,发达国家先后将该项技术应用到了民用建筑和工业设施上,而且在化工行业的液体储罐、罐车隔热以及各种生产设备的表面防腐等方面该项技术也具有巨大潜力。

## 2 产品设计依据

热传递是通过对流、辐射及分子振动热传导三种途径来实现的<sup>[1]</sup>。要获得良好的隔热保温效果,一要在保持足够机械强度的同时,材料的孔隙率足够大;二要将空气的对流减弱到极限;三要通过近于无穷多的界面和通过材料的改性使热辐射经反射、散射和吸收而降到最低。

在借鉴国内外隔热保温涂料的技术思路基础上,结合石油化工行业的实际应用环境,开发了 GF-05 高效反射隔热防腐涂料。产品设计依据<sup>[8]</sup>:1) 产品制得的涂膜反射率越大越好,以便尽可能把太阳光中绝大部分热量反射掉。2) 产品设计为发射率越大越好,以便尽可能把涂层及基体吸收的可见光、红外光及紫外光,以红外线辐射方式,通过大气窗口,发射至大气外层的绝对零度区,达到令目标降温的目的。3) 涂料导热系数应尽可能低,以有效阻隔太阳热能传递。4) 涂料应具备优良的防腐功能。

## 3 产品研制

### 3.1 成膜物

成膜物是研究复合型热反射隔热防腐涂料的关键技术之一,直接关系到涂料的质量。成膜物<sup>[1]</sup>以透明度高、对太阳能吸收率低的高分子树脂为主,在树脂结构中尽量少含 C=O, C-O-C, -OH 等吸热基团。根据室外气候多变、温差大及工业大气环境的特点,产品设计为集防水、隔热降温、防腐、装饰于一体的复合型涂料。经过实验筛选,双组分产品选择改性丙烯酸聚氨酯树脂为成膜物,单组分选择改性高氯化聚乙烯树脂为成膜物,后者施工方便,成本较低。配套底漆成膜物选择为改性环氧树脂和改性高氯化聚乙烯树脂。

### 3.2 功能颜料

为了使涂料达到高反射率,应选用折光指数高的材料。在涂料中的成膜基料的折光指数差异不大,所以重点考虑颜、填料的选择。

颜料中折光指数大的材料为二氧化钛、氧化铁红、氧化锌、云母、铝粉等。产品选择钛白粉为主要功能颜料。根据实际配色需要,可采用金红石型钛白粉或金红石型钛白粉与氧化铁红、钛青蓝、钛菁绿等其它颜料混用。

### 3.3 功能填料

为使涂料具有优越的隔热保温性能,必须选择质轻、低导热、球型率高和较高强度及良好化学稳定性的中空材料,而且材料表面要经过特殊改性处理,以有利于在基料中的分散<sup>[9]</sup>。反射填料的筛选研究主要是选择具有良好反射性与辐射性的填料,折光系数高、表面光洁度高、热反射率及辐射率高的超级细粉料适合用于反射填料<sup>[10]</sup>,与成膜基料一起构成低辐射传热层,可有效地隔断热量的传递。有些填料具有双重功能,故填料需进行复配试验。产品中选用以陶瓷微珠

为主的复合型填料。

### 3.4 助剂

助剂是涂料不可缺少的组成部分,对涂料或涂膜的某些特定方面的性能起重要改进作用。通过对分散剂、消泡剂、防沉剂、偶联剂等多种助剂的类型、配方用量等进行正交试验,确定了基础配方助剂的类型及用量,以确保涂料体系的匹配性、施工性及贮存稳定性。

### 3.5 产品

面漆。1<sup>#</sup>基础配方为(mass%):25 改性丙烯酸树脂,8 异氰酸酯,20 钛白粉(金红不型),20 复合型功能填料,0.6 分散剂,0.2 消泡剂,2 防沉剂,1,0.2 偶联剂,1 其它助剂,23 溶剂。2<sup>#</sup>基础配方为(mass%):15 高氯化聚乙烯树脂,0.5 增韧剂(环氧树脂),5 改性树脂,3 增塑剂(氯化石蜡),15 钛白粉(金红石型),20 复合型功能填料,0.5 分散剂,0.2 消泡剂,0.8 防沉剂,40 溶剂。

底漆。1<sup>#</sup>基础配方为(mass%):20 环氧树脂,5 改性树脂,28 防锈颜料,10 陶瓷微珠,5 其它填料,2 助剂,30 溶剂。2<sup>#</sup>基础配方为(mass%):5 改性树脂,10 高氯化聚乙烯树脂,3 增韧剂(环氧树脂),25 防锈颜料,10 陶瓷微珠,5 其它填料,2 助剂,40 溶剂。

## 4 产品性能

所用试样材质为常规性能、耐酸碱性、耐温试验:120 mm×6 mm×0.3 mm 的马口铁板;耐人工加速老化试验用试样为 75 mm×150 mm×1 mm 的碳钢板。

将上述两种试样喷涂,自干 24 h 后用 600<sup>#</sup>水砂纸打磨,喷第 2 道,喷完面漆后在(23±2)℃下养护 7 天。常规性能试验条件:温度(23±2)℃;湿度 60%。实验结果见表 1。

耐腐蚀试验条件为温度(23±2)℃;湿度 60%,硫酸 10%,氢氧化钠 10%。实验结果见表 2。

Table 1 Performance comparisons

项目	产品	国内同类产品
容器中状态	无硬块,搅拌后呈均匀状态	无硬块,搅拌后呈均匀状态
涂膜外观	白色,外观正常	白色,外观正常
施工性	涂刷 2 道无障碍	涂刷 2 道无障碍
固体含量,%	≥50	≥50
干燥时间(表干),h	1	≤2
附着力,级	1~2	2
耐温度性	10 次循环涂层完好	5 次循环涂层完好
反射率,%	≥85	≥83
辐射率,%	≥75	≥71
导热系数,W/m·K	≤0.28	≤0.30

Table 2 Experimental results of anti-corrosion performance

产品类别	介质	
	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (10%)	NaOH(10%)
产品	30 d 无变化	20 d 无变化
国内同类产品	4 d 开始起小泡	10 d 开始起泡

**Table 3 Experimental results of artificially accelerated aging test**

试验 时间 h	产品				国内同类产品			
	失光 程度	变色 程度	起泡 级	粉化 级	失光 程度	变色 程度	起泡 级	粉化 级
600	无	无	0	0	明显	轻微	0	0
1000	很轻微	不明显	0	0	明显	较大	0	1
1400	很轻微	不明显	0	0	严重	较大	0	1
2000	很轻微	不明显	0	0	完全	严重	0	2

**Table 4 Experimental results of heat insulation performance**

时间	环境温度	产品	国内同类产品
10:00	29	24	24
11:00	31	24	25
12:00	32	25	26
13:00	34	26	25
14:00	34	26	26

人工加速老化试验仪器型号为:Quv;生产厂为 USA. Q-panel. Lab Products,辐照度:0.6 W/m<sup>2</sup> · Sr 60° 紫外 4 h, 50℃ 冷凝 4 h 为一个循环,连续进行. 实验结果见表 3.

隔热降温性能试验方法为将涂料分别涂于基板上制成试板,涂膜厚度约 0.3 mm,待涂膜干燥后,置于夏季的阳光下,测试板下表面的温度. 检测仪器:温度测试仪. 实验结果见表 4.

### 5 施工工艺

该产品的施工工艺与普通涂料的施工工艺相同. 施工前表面处理除锈达到 Sa2.5 级,除锈后 6 小时之内必须涂装底漆. 涂料使用前必须搅拌均匀,双组分涂料按规定比例配制,配好的涂料在 4 小时内用完. 施工采用喷涂、滚涂或刷涂均可. 双组分涂料要求施工环境温度大于 5℃,环境湿度小于 80%,基材表面不得有水、醇、胺及酸碱性溶剂. 施工方案

通常底漆两道,面漆两道,膜厚为 260 μm ~ 300 μm.

### 6 结语

1. 产品涂层的反射率、辐射率和导热系数均达到国内同类产品的技术指标,而耐腐蚀性能、耐老化性能超出国内同类产品的性能指标. 该产品的耐腐蚀性好,用于化工大气环境中储罐、输油管道等的防护年限在 10 年以上.

2. 产品通过添加功能性颜、填料能有效隔绝太阳热源. 在同等环境条件下,涂刷该涂料金属表面壁温比环境温度降低 5℃ ~ 8℃ 以上.

3. 产品施工方便,降低成本.

4. 市场范围相当广泛. 产品具有反射太阳光、隔热、降温、防腐及节能等特点,可广泛应用于石油化工等行业的储罐及输送管道等.

### 参考文献:

- [1] 李东光,翟怀凤,李桂芝. 功能性涂料生产与应用 [M]. 南京:江苏科学技术出版社,2006. 627.
- [2] 周健,王健,陈军. YFJ332 型热反射隔热防腐涂料的特点和应用[J]. 石油化工腐蚀与防护,2006,3:42.
- [3] 夏正斌,涂伟萍,杨卓如. 建筑隔热涂料的研究进展[J]. 精细化工,2001(18):599.
- [4] 靳新,李国珍. 高发射率远红外涂料作用的探讨[J]. 红外技术,1994(2):34.
- [5] 马乐平,张斗. 新型红外辐射陶瓷涂层技术的研究与发展[J]. 节能技术,1998,14(4):15.
- [6] 屠平亮,陈建康. 节能红外涂料及炉窑的若干进展[J]. 现代节能,1993,9(3):33.
- [7] 陈建康,朱小平. 高温节能涂料及其在大型罩式炉上的应用[J]. 节能技术,1997(5):7.
- [8] 胡传火,孟辉,胡家晖. 热反射隔热防腐涂层的现状及应用[J]. 石油化工腐蚀与防护,2005,22(3):20.
- [9] 洪晓. 太空反射绝热涂料的研制[J]. 新型建筑材料,2005,5:56.
- [10] 郑其俊,王伟. 薄层隔热保温涂料的研制[J]. 油田节能,2003,2:11.