

## 綠色化學 12 原則實踐案例

公司：國家中山科學研究院化學研究所

案名：微膠囊環保型防汗塗料

符合綠色化學 12 原則：設計更安全的化學品及產品/設計使用後可降解的化學品和產品

內容：

### 一、前言

船艦行駛於海洋環境中，船殼因海洋生物附著而造成嚴重的生物汙損問題，導致油耗增加並加速船體表面腐蝕，嚴重影響船舶正常航行。國際海事組織於 2008 年後，全面禁止使用含有有機錫類的防汗塗料。之後水下防汗塗料多改用低毒性氧化亞銅，相關研究指出銅離子濃度過高，將造成牡蠣變成青綠色的重金屬汙染，且因此類塗料對藻類生物防汗效果較差，通常需另添加除草劑以達到整體防汗要求，因此發展新型環保防汗塗料技術已成為國際海事技術主要發展方向。

### 二、技術簡介

本案採用微膠囊環保型防汗塗料之技術，取代傳統含有有機錫類和氧化亞銅之防汗塗料。採用之抗菌劑具有生物可降解能力，使其不會造成長期環境中生物毒性之累積，且採用微膠囊包覆技術，可減少抗菌劑的使用量，而透過微膠囊具有長效釋放優點，可維持長期抑制生物汙損所需的抗菌劑極限濃度。

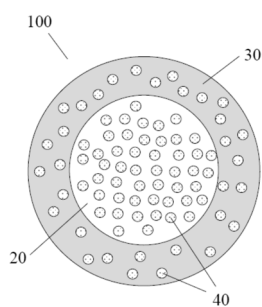
### 三、技術特色

本技術為一種可用於塗料使用之含抗菌劑微膠囊結構，其微膠囊結構設計概念包含：

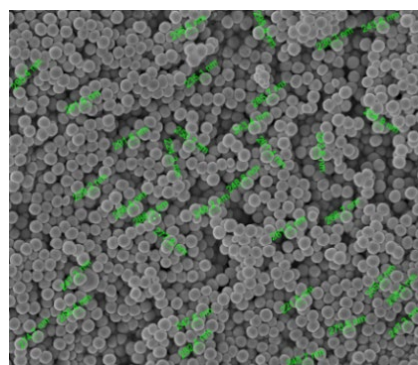
- 採用單階段或多階段高分子聚合交聯，達成高單位之抗菌劑包覆於微膠囊核內。
- 採用疏水性抗菌劑，可使抗菌劑不致因水溶液溶解而快速大量地釋放於環境中。
- 微膠囊之核心(core)為由疏水性單體所聚合成疏水性高分子，或是具有疏水端官能基(例如:長碳氫鏈)的高分子化合物，可穩定和大量儲存疏水性的抗菌劑。
- 微膠囊之殼壁(shell)為親水性單體所聚合成親水性高分子，可使疏水性的抗

菌劑不致太快就釋放於漆料中，親水性高分子的外殼可形成類似屏蔽作用，隔離疏水性抗菌劑直接與漆料溶劑接觸。

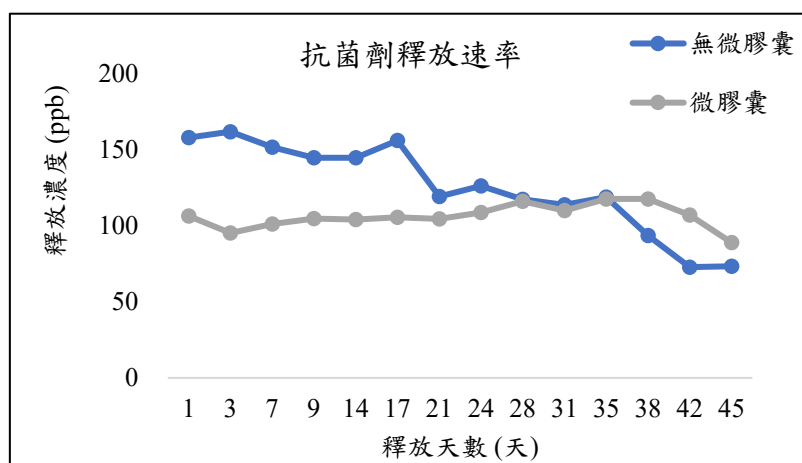
- 視使用需求，適當的加入交聯劑進行微膠囊高分子核心或殼壁進行高分子交聯，使提升微膠囊高分子核心或殼壁結構的穩定定型，以及增加漆料內溶劑的耐溶性。
- 可藉由調整交聯劑含量，進行微膠囊高分子核心或殼壁交聯程度調控，進而可控制微膠囊包覆抗菌劑其釋放量控制。



微膠囊結構示意圖



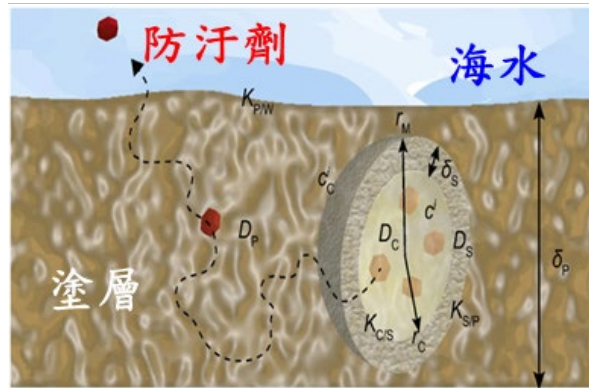
微膠囊形貌



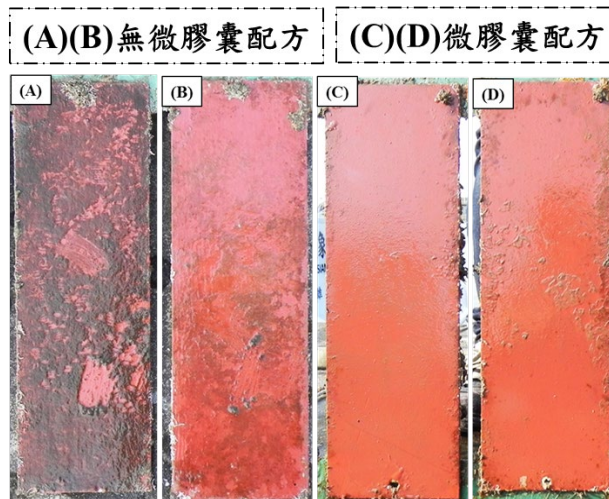
有/無微膠囊之抗菌劑釋放速率

#### 四、產業應用

海洋船舶防汗塗料。



微膠囊防污劑/抗菌劑釋放示意圖形貌



有/無微膠囊防汗塗料海洋曝露試驗