

# 聚苯乙烯/黏土奈米複合材料熱性質之研究

學生：傅懷廣

指導教授：張豐志教授

國立交通大學應用化學研究所

## 中文摘要

蒙托土應用於高分子奈米複合材料上，改善了高分子的物理性質，例如：熱穩定性、機械性質、阻氣性，尺寸安定性等。這些物理性質改善的程度取決於蒙托土在高分子基材中分散的程度，分散的程度愈好性質提升愈顯著，反之則不然。本篇論文分成三部份，主要探討不同插層劑對於奈米複合材料熱性質的影響。

1. 我們使用乳化聚合的方法製備聚苯乙烯/黏土奈米複合材料，奈米複合材料在 3wt% 的黏土含量下達到脫層結構。我們使用兩種不同的插層劑改質黏土：POSS ( Polyhedral Oligomeric Silsesquioxane ) 與 CPC ( Cetylpyridinium chloride )。插層劑預先插層到分散於水中的黏土後再進行乳化聚合反應，雖然 POSS 插層後黏土的層間距離較 CPC 插層後的層間距離小，但聚苯乙烯與 POSS 互容性較佳，所以易使黏土達到脫層結構，而 CPC 則反之。紅外線光譜儀分析進一步確認 POSS 成功插層進入黏土層間，X 光繞射儀 ( XRD ) 與穿透式電子顯微鏡 ( TEM ) 觀察黏土在高分子基材中分散的程度，POSS 改質黏土之奈米複合材料達到脫層結

構 (exfoliated)，CPC 改質黏土之奈米複合材料達到插層結構 (intercalated)。在相同的聚合條件下奈米複合材料之聚苯乙烯分子量較純的聚苯乙烯分子量小，有添加黏土的聚苯乙烯之玻璃轉移溫度 ( $T_g$ ) 較純的聚苯乙烯高  $8^\circ\text{C}$  且熱裂解溫度高  $21^\circ\text{C}$ 。POSS 分子的存在於黏土中增加其高分子的熱穩定性。

2. 我們合成 APB 插層劑並且使用乳化聚合的方法製備聚聚苯乙烯/黏土奈米複合材料。我們使用兩種不同的插層劑改質黏土：磷鹽 (APP) 與胺鹽 (APB)。將黏土預先在水中分散後再用插層劑進行插層。我們預期 APB 插層劑具有金剛烷官能基會比具有磷官能基有較佳的熱穩定性，我們使用 X 光繞射儀與穿透式電子顯微鏡觀察奈米複合材料的結構與分散情形。APB 與 APP 改質黏土之奈米複合材料其結構均達到脫層。在相同的聚合條件下奈米複合材料的分子量比純的聚苯乙烯些微低。使用熱機械分析儀所測之熱膨脹係數 (CTE)，APB 與 APP 改質黏土之奈米複合材料之熱膨脹係數較純的聚苯乙烯低 44~45%。在奈米複合材料中之聚苯乙烯的玻璃轉移溫度較純的聚苯乙烯高並且熱裂解溫度也有提升的趨勢。所以，黏土存在於聚苯乙烯中增加其聚苯乙烯之熱穩定性。
3. 我們使用乳化聚合的方法製備聚聚苯乙烯/黏土奈米複合材料。奈米複合材料在 3wt% 的黏土含量下達到脫層的結構，我們使用兩種

插層劑來改質黏土：CPC (cetylpyridinium chloride) 與 CPC 套上環糊精錯合物，聚合反應前將每種插層劑預先在水中進行插層於黏土層間。使用 X 光繞射儀、<sup>13</sup>C 核磁共振光譜儀、<sup>1</sup>H 核磁共振光譜儀與熱重量損失儀來描述其 CPC 套上  $\alpha$ -環糊精錯合物結構與性質。CPC 套上  $\alpha$ -環糊精錯合物用 X 光繞射光譜指出  $\alpha$ -環糊精存在於黏土層間。錯合物之 <sup>13</sup>C 核磁共振光譜儀指出 CPC 鏈段藉由  $\alpha$ -環糊精在黏土間形成通道，錯合物之 <sup>1</sup>H 共振光譜儀測得之光譜指出錯合物之化學計量比為 1:2 (一個 CPC 分子套兩個  $\alpha$ -環糊精)。熱重量損失儀所測得之結果指出 CPC 套上  $\alpha$ -環糊精相較於 CPC 具有較高的熱穩定性，我們使用 X 光繞射光譜儀 (X-ray diffraction) 與穿透式電子顯微鏡 (transmission electron microscopy) 觀察奈米複合材料的結構與分佈情形。在奈米複合材料中的聚苯乙烯之玻璃轉化溫度較純的聚苯乙烯高 6°C，其熱裂解溫度高 33°C。CPC 套上  $\alpha$ -環糊精改質黏土其增加聚苯乙烯之熱穩定性之效率比 CPC 改質黏土高。