

第一章 序論

諾貝爾物理獎得主費曼 (Richard Feynman) 曾說：「當人們能對細微尺度的物質材料加以操控，將可以大幅擴充我們能得到的性質。」二十世紀，人們開始了解奈米科技，發現材料的微小化將會帶來許多特殊性質。二十一世紀就是奈米技術蓬勃發展的世紀，世界各國無不投入大量人力、物力進入奈米研究領域，更在學術界引起不同研究領域對於「奈米」的研究熱潮，包括其製程、物性、化性與應用性等等。奈米製造技術可分為兩種：一種是Top-down方式，將較大的物質利用各種方法製成奈米等級 (10^{-9} 公尺)，像是微影、蝕刻等方法；另一種是Bottom-up方式，將原子或分子級物質利用堆積、組合等方式製成奈米尺寸大小的物質。從構造單元的觀點來說，奈米材料在三維空間中至少有一維處於奈米範疇，依其維度可分成：零維 (0-D: 0-dimension)、一維 (1-D)、二維 (2-D)、三維 (3-D)，所謂「零維」是指空間三維尺度均在奈米尺寸，例如奈米微粒 (nano-particles)、量子點 (quantum dots)；「一維」是指三維空間中有兩維在奈米尺度，例如奈米線 (nanowire)、奈米管 (nanotube)、奈米棒 (nanorod)；「二維」是三維空間中有一維在奈米尺寸，例如：奈米孔洞分離膜¹。

從 1991 年，日本科學家飯島澄男 (Dr. Sumio Iijima) 以電弧放電法發現了奈米碳管²並發表於Nature雜誌之後，將奈米碳材研究推向一個嶄新的

世界。碳族因為碳六十³與奈米碳管而受到廣泛的研究熱潮與眾人的注目。過去的幾年，碳的各種性質也已經被大量的研究報導出來，包括碳的結構、物理特性、化學性質和電學性質。以奈米碳管 (Carbon nanotube) 為例，奈米碳管被視為二十一世紀尖端材料之一，其有獨特的機械強度、導電性、吸附性及熱穩定性⁴⁻¹⁰，其應用包括場發射顯示器 (FED) 的場發射體¹¹、儲氫材料¹²、二次電池¹³、燃料電池¹⁴、場效電晶體的閘極¹⁵、吸附劑¹⁶等。

製備碳的一維奈米材料，除了早期的電弧放電法 (Arc Discharge)²之外，還有雷射消融法 (Laser Ablation)¹⁷ 及化學氣相沉積法 (CVD, Chemical Vapor Deposition)¹⁸。上述方法製備出奈米碳管，若要大量生產，又要高純度則所費不貲，因為除了高純度外，管徑大小的均一性也是量產的瓶頸。本實驗室於 2004 年利用氫化鈉熱裂解成熔融態的鈉，流入 AAO 模板之後與乙炔進行反應，可成功製備出奈米碳管，此方法可利用水洗或昇華來移去鈉，不會殘留金屬顆粒。此外，利用 AAO 與乙炔反應以及加熱瀝青，軟化流入 AAO，都是不用金屬催化劑就可以得到奈米碳管的方法¹⁹。

此外，孔洞性材料於科技上已經有許多卓越的應用²⁰⁻²¹，其中又以孔洞性碳材 (porous carbon) 研究的最為廣泛，不但可以當作催化劑、吸附劑、感測器還有燃料電池材料等等²²⁻²⁵。一般而言，我們將高孔洞密度的碳材稱之為活性碳。活性碳的製程包含碳化 (carbonization) 和活化 (activation) 兩個步驟。碳化的目的是為了去除其中的水份，使有機物碳化；活化的目的

則是為了產生基本孔隙的碳化物。活化又可分為化學法和物理法²⁶⁻²⁸：物理法一般以氣體活化為主，有水蒸氣活化、二氧化碳活化、氧氣活化；化學法一般有氯化鋅活化、磷酸活化、硫酸活化等等。化學活化用來製備活性碳的方式近年來較常被使用，因為其具備以下優點：一、化學活化法相較於物理活化法能在較低溫度下進行反應（所需要能量較低）。二、通常只需要一個步驟。三、產率較高。四、可以獲得較高表面積的活性碳。五、產生的微孔洞比較容易被控制且維持形貌²⁹。然而，所有的活化過程都無法很精準的控制孔洞的尺寸與結構，因此，許多無機的模板被設計出來，用來做控制碳材孔洞的大小。大多數孔洞性碳材是使用不同孔徑的沸石或是二氧化矽作為模板³⁰⁻³²，利用複製的方法製成孔洞性的碳。孔洞尺寸依照 IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) 分類可分成三種：小於2 nm的稱為微孔 (micropore)、2~50 nm 稱為中孔 (mesopore) 以及大於50 nm的巨孔 (macropore)³³。

本篇研究利用氫氧化鈉與乙炔氣體反應，產生鈉金屬當催化劑，乙炔提供碳源，在 523 K~ 873 K 的反應溫度下，在沒有使用任何外加之輔助模板，利用自生成的水氣當做模板，製造出孔洞性碳材料，孔徑大小多為巨孔 (Macropore)。