

# 清大核工所材料組腐蝕與防蝕研究簡介

黃嘉宏 撰

## 一、核工所材料組簡介

本所自民國五十九年成立以來，一直對材料研究投注相當多的心力，早期有多位日籍客座教授為本所建立一些基本的真空與熱處理設備，主要是研究核燃料材料之行爲。民國七十年之後，由核工系培養之校友相繼學成歸國任教於本所，同時由於能源科技列為國家之重點科技，使得材料組能不斷充實設備，並提供由大學部到研究所的課程，為國家培養了相當多的能源材料人才。目前任職於台電公司，原能會核研所，工研院工材所，以及其他相關之民間顧問公司。

材料組現有專任教師五位，研究經費主要來自原能會與國科會，本組擁有相關工程材料腐蝕與防蝕研究方面之儀器包括：穿透式電子顯微鏡 (TEM) 附 X 光能譜分析儀 (EDAX)，掃描式電子顯微鏡 (SEM) 附 EDAX，X 光繞射分析儀 (XRD)，恆電位 / 恆電流腐蝕測試儀，交流阻抗腐蝕測試儀 (AC Impedance)，超微硬度儀，微硬度試驗機，高溫熱處理爐，紅外線高溫熱處理爐，高溫電動天秤，動態拉伸試驗機，慢速拉伸試驗機，定負荷應力腐蝕試驗機，金相顯微鏡，高溫高壓釜，水質循環系統，鹽霧試驗機，轉動電極腐蝕測試儀，電位降裂縫成長偵測儀，並有一套電漿離子鍍膜設備系統。此外在中研院與清大加速器均有專線提供離子照射設備，以研究材料輻射損傷之用。

材料方面相關之教學課程包括，材料科學導論、物理冶金、冶金熱力學、材料機械性質、腐

蝕工程、核能結構材料、核燃料、材料輻射損傷、晶體缺陷與高等物理冶金等。

## 二、本組近年來在工程材料腐蝕與防蝕研究簡介

### 1. 金屬材料顯微結構與機械性質、腐蝕、應力腐蝕、氫脆化、輻射抗性間之關係

由於核能材料之特性要求與環境特殊，本組乃針對其特性建立具有特色之研究方向。研究的金屬材料對象主要包括鋳合金（核燃料護套）、英高鎳合金（蒸汽產生器管及爐心內部組件）、沃斯田不銹鋼（管路及爐心結構材料）、鈦合金（熱交換器冷凝管）、和鉻鉬鋼（未來能源系統之結構材料）。使用電子顯微鏡觀察不同熱處理程序之合金顯微結構，或經輻射（中子或高能離子）照射後之顯微結構、局部偏析，並依各種合金之特性要求測量其機械性質、電化學特性、腐蝕 / 應力腐蝕抗性、氫脆化現象及高溫疲勞等性質，以了解各種材料特有的劣化機制。

### 2. 結構力學和破裂力學分析

結構力學分析以核融合反應器之第一面牆所承受熱應力及壽命預估為主；破裂力學研究則引用新發展之機率破裂力學觀念，研究核反應器壓力容器之運轉溫度—壓力之間的關係。

### 3. 用過核燃料中期貯存材料特性研究

探討中期貯存設計和使用時需考慮的用過核燃料材料特性，其中以可能影響到燃料護套完整性導致分裂產物外洩的現象為主。同時對其貯存鋼桶材料之耐久性、密封性等進行評估分析，另

外其結構應力分析評估亦進行中。

### 三、未來的展望

本組的實驗設備，經多年的經營，已頗具規模，在金屬的顯微結構、腐蝕／應力腐蝕、氫脆和輻射傷害的研究方面，也建立獨特的特色。未來研究重點將放在以下之方向。

1. 不銹鋼的輻射引發溶質偏析及輻射促進應力腐蝕破裂(IASCC)。
2. 英高鎳合金腐蝕及機械性質研究。
3. 應用陶瓷鍍膜改善核電廠管路鋼材腐蝕／沖蝕研究。
4. 反應器壓力容器材料輻射脆化研究。
5. 用過核燃料中期貯存材料特性研究。