

第五章 結論與建議

5.1 結論

本研究利用 CFDRC-ACE+ 計算流體程式模擬 PEM 燃料電池三維流場分佈，探討在入口氣體濃度、溼度、操作溫度及壓力的影響。本研究模擬出之 PEM 燃料電池極化性能曲線與實驗結果及相關文獻中的模擬結果以非常接近，CFDRC-ACE+可以適當的模擬 PEM 燃料電池的性能。本研究亦針對各操作參數進行靈敏度分析，了解各參數對電池性能的影響，做為提昇燃料電池功能的參考。以下依模擬結果所歸納的結果：

- (1)當使用乾空氣及純氧時，陽極入口處附近之薄膜會有乾化現象發生，所以陽極入口氣體必須作增濕處理以提高電池的電流密度；使用純氧為氧化劑時，可以提高極限電流密度至 1.81 A/cm^2 ；當陽極與陰極流道的流體為反向流時，其極限電流密度較同向流時為高，當純氧為氧化劑時，反向流的極限電流密度可提高至 1.85 A/cm^2 。
- (2)一般增濕反應氣體，主要用來保持薄膜內含水量維持在飽和濕潤情形，以降低歐姆阻抗。模擬結果顯示，陽極相對溼度越高，性能曲線越佳；但陰極相對溼度降低，會減少低電流密度區的電流密度，但會增加高電流密度區的電流密度，前者與薄膜水含量降低有關，後者與氣體濃度的提升有關。
- (3)提高操作溫度有利於提高電化學反應速率，但高分子薄膜的耐溫程度有限，且要考慮水含量問題。結果顯示以操作溫度在 353K 性能最佳，溫度提高到 373K 性能反而會降低。模擬結果亦顯示以強制對流進行散熱，可明顯降低電池的溫度。
- (4)提高流道流體的壓力，可明顯提升電池性能，陰極側加壓的效果會比陽極加壓的效果好，加壓氣體會使得觸媒層界面濃度提高，會使得薄膜內水含量更為均勻，也不易出現氧氣過早被反應消耗完。因此，提高氣體壓力能夠減少活性與濃度極化損失。

5.2 建議

在某些操作條件下，本研究模擬的結果與實際物理現象有些差異，CFDRC-ACD+ 用於 PEM 燃料電池模擬時尚有改進的空間。對未來的研究方向有以下建議：

- (1) 本文尚未將水的相變化模式納入考量，因此未來可針對水的相變化模式進行測試，以了解實際的電池效能的影響。
- (2) 可藉由做實驗方式，量出所要的數據，來與數值模擬結果相比，找出更適當的操作參數，使 PEM 燃料電池性能達到最佳化之目的。
- (3) 針對特定的需求，使用子程式(User Subroutine)，能允許你修改 CFD-ACE 的解。

