



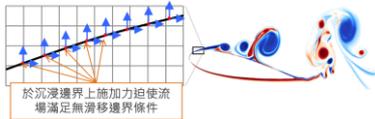
國立臺灣大學機械工程學士
國立臺灣大學機械工程所碩士
美國加州理工學院機械工程系博士

蔡協澄教授

研究專長：計算流體力學、流場控制、
流固耦合、再生能源(風力、地熱發電)

計算流體物理實驗室

流固耦合沉浸邊界法



於沉浸邊界上施加力迫使流場滿足無滑移邊界條件

$$\begin{bmatrix} C^T AC & 0 \\ 0 & M \end{bmatrix} \begin{pmatrix} U \\ \phi \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} F \\ G \end{pmatrix}$$

$$[Q^T M^{-1} Q + P_1] \bar{U} \Delta t = E_1 C^T \bar{U} - Q^T \bar{\phi} \Delta t$$

$$[P_2^T - P_2^T Q^T M^{-1} Q + P_1] \bar{\phi} \Delta t = E_2 C^T \bar{U} - P_2^T \bar{U} \Delta t$$

$$\bar{U}^{n+1} \Delta t = \bar{U}^n \Delta t - [Q^T M^{-1} Q + P_1]^{-1} P_2^T \bar{\phi}^n \Delta t$$

$$\begin{pmatrix} U^{n+1} \\ \phi^{n+1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} U^n \\ \phi^n \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} -C^T A C^{-1} C^T (E_1^T \bar{U}^n \Delta t + E_2^T \bar{\phi}^n \Delta t) \\ M^{-1} Q^T \bar{U}^n \Delta t \end{pmatrix}$$

where

$$P_1 = E_1 C^T C^T A C^{-1} C^T E_1^T$$

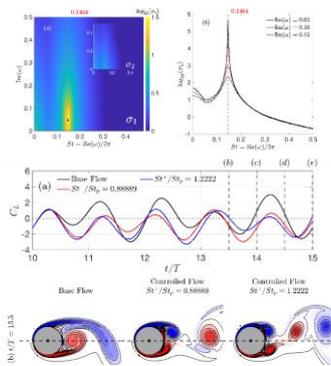
$$P_2^T = E_2 C^T C^T A C^{-1} C^T E_2^T$$

$$E_1^T = E_1^T C^T C^T A C^{-1} C^T E_1^T$$

$$E_2^T = E_2^T C^T C^T A C^{-1} C^T E_2^T$$

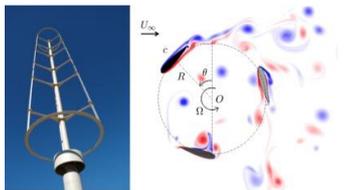
流固耦合(flow-structure interaction)是固體於流動流場中運動時，流體與固體兩者的運動相互影響的複雜現象。過往在處理流體與固體的運動方程式的耦合時，為了減少複雜性，在時進(time-marching)計算上多使用單向耦合並進行多次疊代以達成收斂。但使用單向耦合多半會有低穩定性、高計算量、需疊代等缺點。本研究團隊為解決上述缺點，以沉浸邊界法(immersed boundary method)的架構提出一使用雙向耦合且為高穩定性、低計算量、無需疊代的創新流固耦合數值方法。

基於 FLOQUET-預解分析之流場控制技術



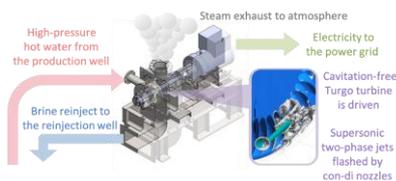
流場控制(flow control)是近年來新興的研究領域，旨在利用流場自身的非線性特性放大制動器輸入的微擾，進而達到改變局部的流場而提升動力性能，是屬於非線性控制的一種。本研究團隊結合了傳統的預解分析(resolvent analysis)技巧與適用週期性系統的 Floquet 理論，開發出能有效控制於流場中週期性運動物體的主動式 (active) 流場控制技術，能夠有效減低俯衝運動(plunging motion)中圓柱的升力振盪達 40%。

垂直軸風力發電機與全流式地熱發電機



垂直軸風力發電機與其二維模擬

垂直軸風力發電機(左圖上)近年來因俱有全向性、低面積需求、低噪音等眾多優點而受到矚目，但其仍有效率較水平軸風力發電機為低的重大缺點。本研究團隊將利用數值模擬探討垂直軸風力發電機的空气動力表現與設計參數之關連。



全流式地熱發電機及其工作原理

傳統於低熱源(<150°C)的地熱發電機多是使用有機朗肯循環(Organic Rankine Cycle)，有工作流體具毒性、易揮發爆炸、低熱傳效率等缺點。本研究團隊結合超音速雙相流噴嘴及 Turgo 渦輪，設計出全流式(total-flow)地熱發電機(左圖

下)，經實驗驗證有著高效率、低維修成本、低空間需求、易與其他系統結合混用等優點。