



**3DEXPERIENCE**

# SIMULIA PowerFLOW

流體、熱傳導和風噪聲軟體



## PowerFLOW 5.5

### 通過模擬提升產品設計和研發流程

獨特的、天然瞬態的、基於格子波爾茲曼(Lattice Boltzmann Method)的物理模型使得SIMULIA PowerFLOW運行的模擬計算能夠精確預測真實世界的狀態。使用PowerFLOW工具套件，工程師在開發流程初期，早於樣車製造前就能夠評估產品性能。此時改型能夠最顯著地影響設計和預算。

#### 為交通運輸行業提供可靠的解決方案

PowerFLOW能夠精確計算眾多交通運輸行業中，和流體流動相關的設計問題，這些行業包括：汽車、商用車、工程機械/農用機械、列車、摩托車、賽車、軍用車、客車、航空航太等等。

SIMULIA提供以下領域內廣為驗證的應用解決方案和最佳實踐方法：

**外流場：**氣動效率、車輛操控性、除塵和水管理、面板變形、駕駛動力學

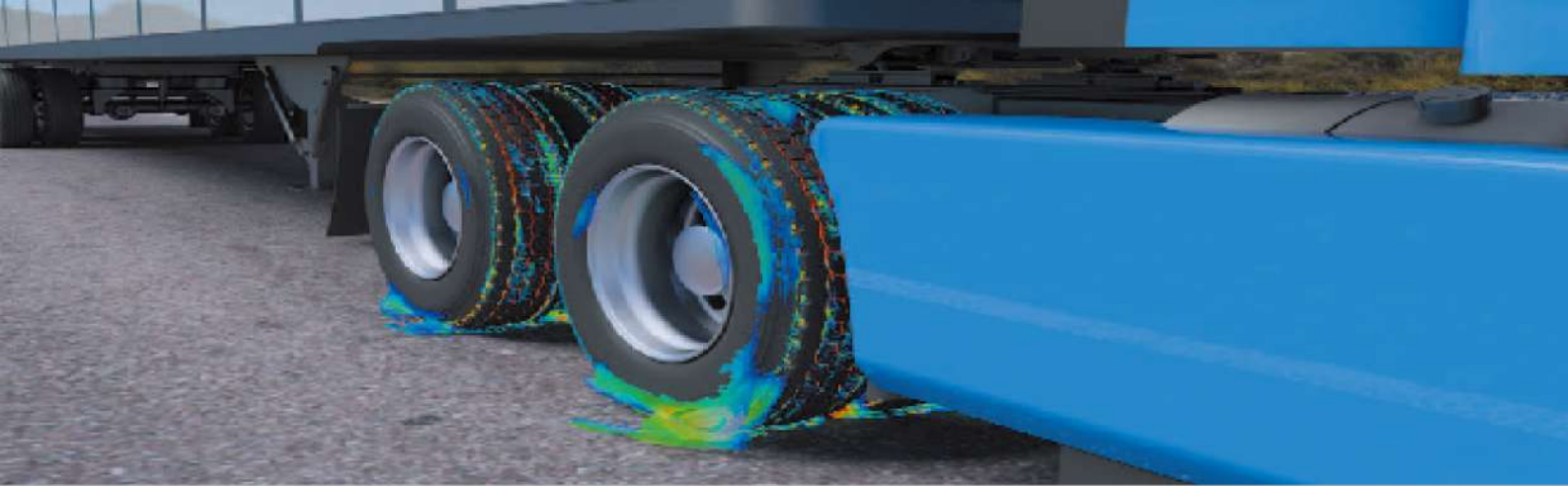
**風噪聲：**乘客艙風噪聲、底盤風噪聲、縫隙密封風噪聲、後視鏡、嘯叫和單一頻率的噪聲、天窗和側窗顫振、路過/遠場噪聲、冷卻風扇噪聲

**熱管理：**冷卻氣流、熱保護、制動器冷卻、駕駛迴圈模擬、熄火浸置、電器和電池冷卻、進氣溫升/進氣口佈置

**環境控制：**乘客機艙舒適性、暖通空調及配電系統性能、風扇雜訊、除霜/除霧

**動力總成：**動力總成冷卻、排氣系統、冷卻水套、發動機缸體

**污水管理：**A柱溢水，灰塵堆積、輪胎噴霧



## 真實的旋轉幾何

PowerFLOW模擬真實旋轉幾何的能力，使它能夠準確有效地預測空調風機和冷卻風扇的噪音和性能；這是用標準的旋轉參考系模型是無法做到的。這也改進了對任意包含旋轉部件的應用的計算精確度而且是天然瞬態的。

應用包括：風扇雜訊和性能：模擬軸流式風扇、離心式風扇、混流式風扇和橫流式風扇；能夠計算流量、壓升

- 制動器冷卻
- 車輪空氣動力學
- 泵、風機、渦輪機、攪拌器等

## 耦合計算

PowerFLOW能夠和其他配套SIMULIA應用實現無縫耦合以擴展的模擬功能：

- **PowerTHERM®**：使用全耦合、世界領先的輻射和傳導求解器，預測表面溫度和產生的熱流量
- **PowerCOOL®**：使用全耦合的冷卻系統模擬模型預測熱交換器性能和水箱上座溫度
- **PowerACOUSTICS®**：氣動噪音預測和分析

## 數位風洞™

- 為何了實驗數據相驗證，模擬真實物理風洞的設置和模型是非常重要的。
- 對外流場分析，PowerFLOW內置了現成的參數化數位風洞模板用於外流場和風噪聲計算。
- 標準的數位風洞模板可以自定義設置成和您的風洞相一致
- 數位風洞模板包括：
  - 靜止和運動的地面平面模型，以更準確地反映真實世界情況
  - 邊界層抽吸點匹配實業風洞
  - 指定一個已知的實驗邊界入口分布

## 快速的模擬時間週期

- PowerFLOW的構架是基於在高性能計算環境下運行以實現最快的計算速度而設計的一其並行效率呈線性增長直到數百個核
- 一個模型多次計算：一旦準備好一套表面網格模型，同樣的模型可使用SIMULIA整合的一整套產品工具，執行其他的模擬計算（如熱或氣動聲學）





使用PowerFLOW和PowerTHERM耦合計算通過乘客艙的熱氣流，展示了空調出風口和人體模型上的溫度。

## 一套完整的熱管理解決方案

熱管理是車輛設計的一個關鍵方面，當採用密封包裝、熱敏電子設備、塑膠等設計以減輕重量時，元件可能超過安全許可的工作溫度限制，並且系統有可能會出現故障；此外，這些條件可能會降低附件元件的性能，從而導致嚴重的耐用性、安全性和質保問題。車輛系統（例如發動機、變速箱、暖通空調或動力轉向等）將消耗大量的能量，其相關的熱效率對燃油經濟性、性能和乘客舒適度具有直接影響。需要對冷卻氣流、元件位置和熱防護進行仔細分析，以避免昂貴的後期設計修復—或者在車輛操作中出現故障。

傳統的熱設計具有很大程度上依賴於原型測試，無論是在熱風洞中，還是在有自然風流的道路上，測試過程非常昂貴，耗時且不靈活。由於發動機艙和車身底部氣流的高湍流特性，使得熱電耦的物理測試非常困難，甚至無法預測。在風洞中，湍流的固有瞬態特性難以被視覺化，然而我們需要理解這些複雜的結構，並按需要放置到最佳的位置以保護車輛元件。

溫度是與周圍流體的傳導、輻射和對流之間複雜相互作用的函數，準確預測這種熱交換對模擬方法提出了重大挑戰。

## SIMULIA解決方案

PowerTHERM®和PowerFLOW®耦合：提供了一套完整的、廣泛驗證的數位化熱管理解決方案。PowerFLOW獨特的、天然瞬態的、基於LBM方法(Lattice Boltzmann Method)的演算法，使得它運行的模擬計算能夠準確預測最複雜的幾何模型，其在真實世界裡瞬態流場環境下的表現。PowerTHERM是一個全耦合、高精度 的熱傳導和熱輻射求解器。PowerFLOW和PowerTHERM的組合使得工程師能夠準確預測並看到整車內外的流場和溫度場。工程師們能夠辨別出問題區域並提出改型建議以解決問題；快速的建模和模擬週期使工程師能夠快速對基本模型做出設計改動，並評估改動後的熱性能提升。

PowerTHERM已被驗證於解決很多的熱管理問題，包括：

- 發動機艙熱保護
- 制動器冷卻
- 電器和電池冷卻
- 空調系統性能
- 乘客艙舒適性
- 除霜/除霧

### 效益

#### 更快的產品開發

通過早期熱評估改進設計

#### 減少開發費用

在整個開發流程中，減少或消除對樣車測試的需求

#### 改善產品

全面的、早期的熱測試，提升產品的可靠性和壽命

#### 節省保修成本

改進的熱評估辦法，在早期設計階段辨別潛在的保修風險

#### 提升效率

通過保持在最優的熱運行工況，提升汽車的效率

#### 提高用戶滿意度

通過分析乘客室內流場和乘員舒適性提高用戶滿意度



使用PowerFLOW模擬和PowerTHERM耦合，發動機艙的熱管理可以在開發週期的早期進行評估和優化—評估零件壽命的關鍵

## 功能

PowerTHERM能夠計算表面溫度和由於傳導、對流和輻射引起的熱流量。對流由PowerFLOW計算，並通過一個一體化的、允許雙向資料傳輸的介面耦合到PowerTHERM0耦合計算模型作為常規PowerFLOW計算模型的一部分，很容易建立。這樣一個完整的流動和傳熱計算使得用戶能夠高效、準確地預測熱的結果。

## 先進的傳導、對流和輻射求解器

- 多重反射熱輻射
- 殼和實體熱傳導模型
- 通過和PowerFLOW耦合計算熱對流
- 一維水準對流和流體流動模型可用於耦合內部流場的建模，例如排氣系統內部
- 和溫度相關的屬性，如傳導率、比熱和發射率
- 處理多層結構的零件：固體、氣體、真空或混合物
- 高效、可靠的數值格式，帶有自我調整求解演算法

## 精確、高效地計算多重時間尺度

- 穩態或者瞬態
- 從幾秒鐘到幾小時

## 高性能並易用

- 快速、方便地產生和建立熱模型
- 和PowerFLOW流體計算無縫、一體化耦合
- 結果在PowerVIZ (SIMULIA強大計算視覺化和分析環境，用於分析流場結果) 中分析
- 可選擇平行計算以縮短計算時間

## 電池模型

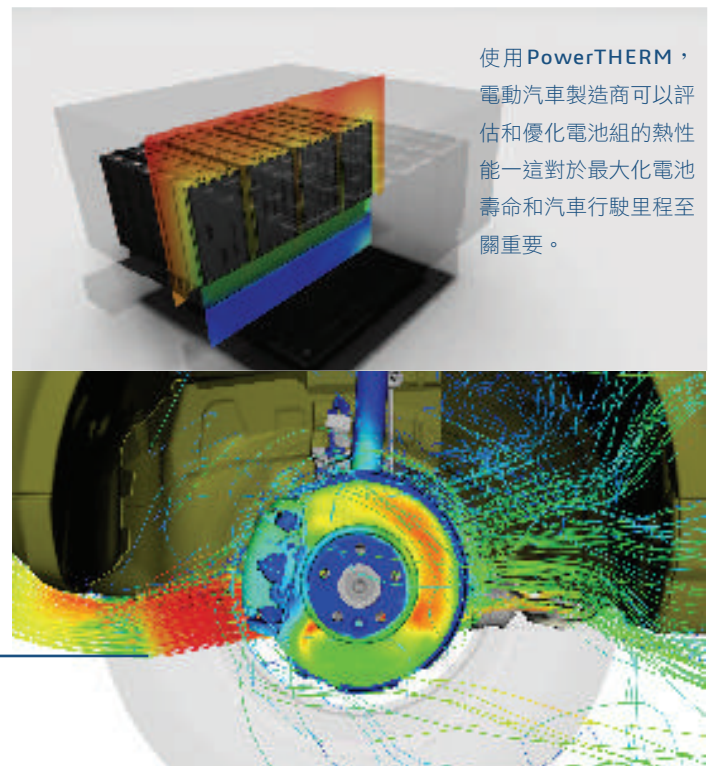
- 可選模組，用於電池或電池套件的熱-電耦合分析
- 支援充電和放電狀態
- 捕捉真實的、隨時間變化的載荷和充電

## 用於準確分析環境控制的自然環境模型

- 陽光載荷一直射、散射和反射
- 風載荷

## 人體舒適性模型

- 可選模組，用於計算在複雜環境中人體的熱舒適性
- 將模擬測試的、穿著衣服的假人放置在模擬環境下，算舒適度指標
- 考慮全部的傳導、對流和輻射傳熱
- 計算局部的熱調節響應，如流汗、呼吸和血液流動的變化
- 穩態/瞬態的整體/局部熱感覺及舒適性分析



使用SIMULIA PowerFLOW和PowerTHERM評估和優化制動器的冷卻氣流。

# PowerACOUSTICS

## 數位原型

PoweTHERM和PowerACOUSTICS相結合能夠高效的分析產品的氣動噪音性能。這一解決方案通過對流場細節的可視化分析，有助於更好的理解設計特徵和設計更改對於噪音性能的影響。

## 評估噪音性能

通過音訊信號對比設計方案的差異，噪音可以通過聽覺直觀的分析，而不是僅僅通過對圖表的觀察；這能夠幫助噪音工程師及非專業人士更好的感知噪音的水準並評估設計改型的影響。

## 滿足噪音要求

針對法規的要求評估轎車、工程機械、火車及飛機的噪音性能，有助於產品儘快的通過實際測試。

## 觀察噪音源

找出噪聲問題的根源是一項艱巨的任務，需要時間和經驗。PowerACOUSTICS的FIND模組能夠識別系統內部和外部的噪音源，驅動設計優化。

## 營造舒適安靜的汽車駕駛環境

### 並滿足噪聲設計目標

PowerFLOW模擬的外流場和噪音載荷可以無縫的導入PowerACOUSTICS0噪音傳播模組(NTM)，用於研究駕駛室內駕駛員或乘客頭部空間的風噪貢獻。PowerACOUSTICS可用於研究車身外形設計的缺陷，評價整車設計的雜訊水準，評估風速、偏航角及不同聲學套件設計對噪音的影響。

對於不同行業的地面交通運輸設備製造商，如何達到設定的乘員艙內部噪音目標值，獲取準確的噪音信號，並滿足政府設定的環境噪音法規已變得越來越重要。例如，相關報告顯示：駕駛室風噪音，暖通空調及風扇雜訊仍然是汽車消費者主要關心和投訴的問題。

在產品開發過程中，聲學工程師總是面臨諸多挑戰。例如，昂貴的風洞實驗，且該實驗測試僅當物理樣機搭建完成後才可能實施。由於風洞測試只能在產品設計後期才能進行，從而導致無法實施較大的設計更改。通常，由於雜訊問題在設計過程中沒有儘早被發現，後期需要進行設計返工或增加吸聲和隔聲材料，這些都會顯著增加設計成本和車身重量。

通過模擬可實現雜訊視覺化，然而通過實驗找出噪音問題的根源是非常困難的，因為噪音的產生與幾何細節及不可見的湍流旋渦緊密相關。在產品設計初期，模擬可能是最佳，甚至是唯一的噪音評估手段；在產品開發的後期，模擬是實驗有效的補充，甚至可以替代實驗獲得解決方案，從而發現可能的雜訊問題，為最終設計提供有效優化方案。

現有大部分CFD/CAA求解工具對於瞬態湍流的預測無法達到足夠的精度，也無法滿足目前產品研發要求的時間週期。PowerFLOW是一款獨特的、瞬態可壓縮的流體軟體。PowerFLOW經過了大量工業和學術上的驗證，並公開發表於諸多技術文獻中。它為大部分氣動噪音問題提供完整和快速的解決方案。

PowerFLOW可以模擬流場及固體壁面附近的瞬態流動，同時精確捕捉產生於流動區域內外的湍流噪音源，並模擬其傳播過程。PowerFLOW能夠模擬風扇和鼓風機的真實旋轉，且該旋轉動網格技術已申請相關專利。另外PowerFLOW還能夠準確模擬材料的吸聲特性，稱之為聲學多孔介質模組(APM)。

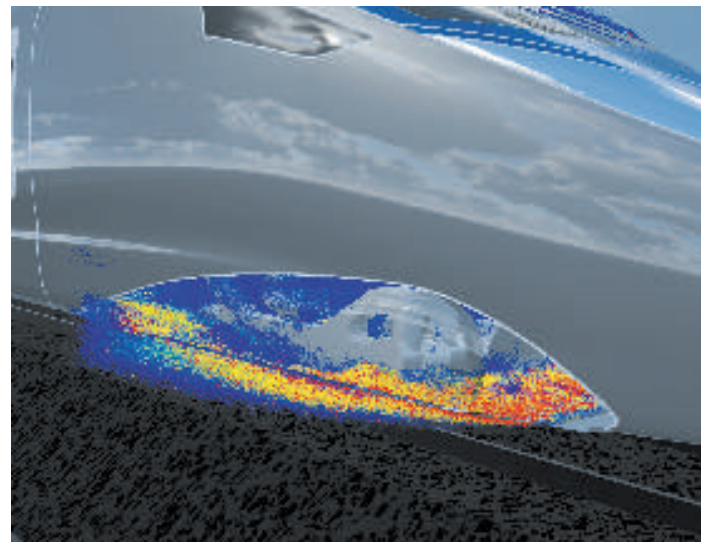
PowerFLOW本身可以用於純聲場的模擬，在高頻段準確的捕捉雜訊的傳播及衍射效應。PowerFLOW的結果包括瞬態的壓力和速度場，可以通過SIMULJA優異的氣動噪音後處理軟體PowerACOUSTICS®準確識別噪音源。PowerACOUSTICS為不同的氣動噪音應用提供出色的解決方案。

### PowerACOUSTICS包含以下四個模組

- 信號處理模組(SPM)用於在頻域和時域中分析PowerFLOW的聲壓信號，並產生音訊檔，以便於通過聽覺直接評估噪音水準。這一模組是建立在PowerACOUSTICS基礎上使用。
- 噪音傳播模組(NTM)可用於評估轎車、卡車及工程機械的內部風噪音水平，包括通過駕駛座和底盤的面板及密封部份傳入的噪音。這一模組可選購。
- 遠場噪音模組(FFN)用於評估高速列車、飛一及重型機械設備在移動或停車狀態時產生的環境噪音。這一模組為可選購。
- 流動噪音識別模組(FIND)夠簡單直觀的指出任何幾何結構的流動噪音問題根源，並定量的評估噪音輻射聲功率。這一模組為可選購。

### 可靠並經過廣泛驗證的解決方案

SIMULIA的氣動雜訊技術已經得到行業內部專家、學術合作夥伴及客戶的認可，並通過合作的項目得到廣泛驗證。實驗驗證在很多先進的風洞和聲學設備上進行，包括不同車型在不同測試工況(流速，偏航角)下的流場細節對比和內部噪音評估，以及近場和遠場的麥克風噪音對比。針對不同的工程應用，開發完成了一系列融入最佳實踐的計算範本，具有較高易用性和良好的計算精度。



PowerACOUSTICS FIND 模組顯示了高速列車轉向架附近的噪音源



## 噪音傳播

### 通過駕駛室和底盤的面板及密封結構傳入駕駛室內部的風噪聲預測

- 預測外部風噪聲觸發通過汽車結構傳到乘員頭部空間的噪音頻譜
- 預測外部風噪聲觸發中湍流和聲波的貢獻
- 應用統計能量分析法(SEA)及經過驗證的駕駛室聲學模擬樣板為噪聲分析提供完整的解決方案
- 能夠將面板貢獻度導出到第三方的SEA求解器，有助於將輸出結果應用到客戶已有的振動噪聲分析流程當中

### 內部風噪聲水平評估

- 研究駕駛室內部的風噪貢獻並評估人耳對噪聲的位置敏感度
- 輸出不同的噪音度量，如分貝，響度或語音清晰度(AI)來評估聲品質
- 分析不同傳播途徑的噪聲貢獻度，包括玻璃面板，底盤及密封
- 能夠導入非模擬的噪音源，如通過噪聲測試獲取的路/胎噪及發動機噪音

### 設計參數及聲學套件屬性研究

- 評估並對比不同的後視鏡、A柱、發艙蓋及附件設計對噪音性能的影響
- 評估不同噪音源的相對貢獻度以便明確噪音問題的主要根源
- 設置並改變面板和駕駛室聲學屬性，並評估其對內部噪音的影響
- 量化面板及內部吸聲屬性變化對噪音的影響

## 可靠且經過驗證的解決方案

- 外部風噪最佳實踐與內部噪音傳播模組相結合的整套解決方案已經得到廣泛的驗證
- 客戶完全可以對結果的準確性和穩定性放心，並基於此解決方案設計更安靜的汽車

## 信號處理

### 完整的時域和傅里葉空間信號處理

- 針對測點、測量靶、測量面及流場的瞬態結果，進行完整準確的時域和頻域信號分析
- 評估噪音水平、相關性、一致性等許多重要參數

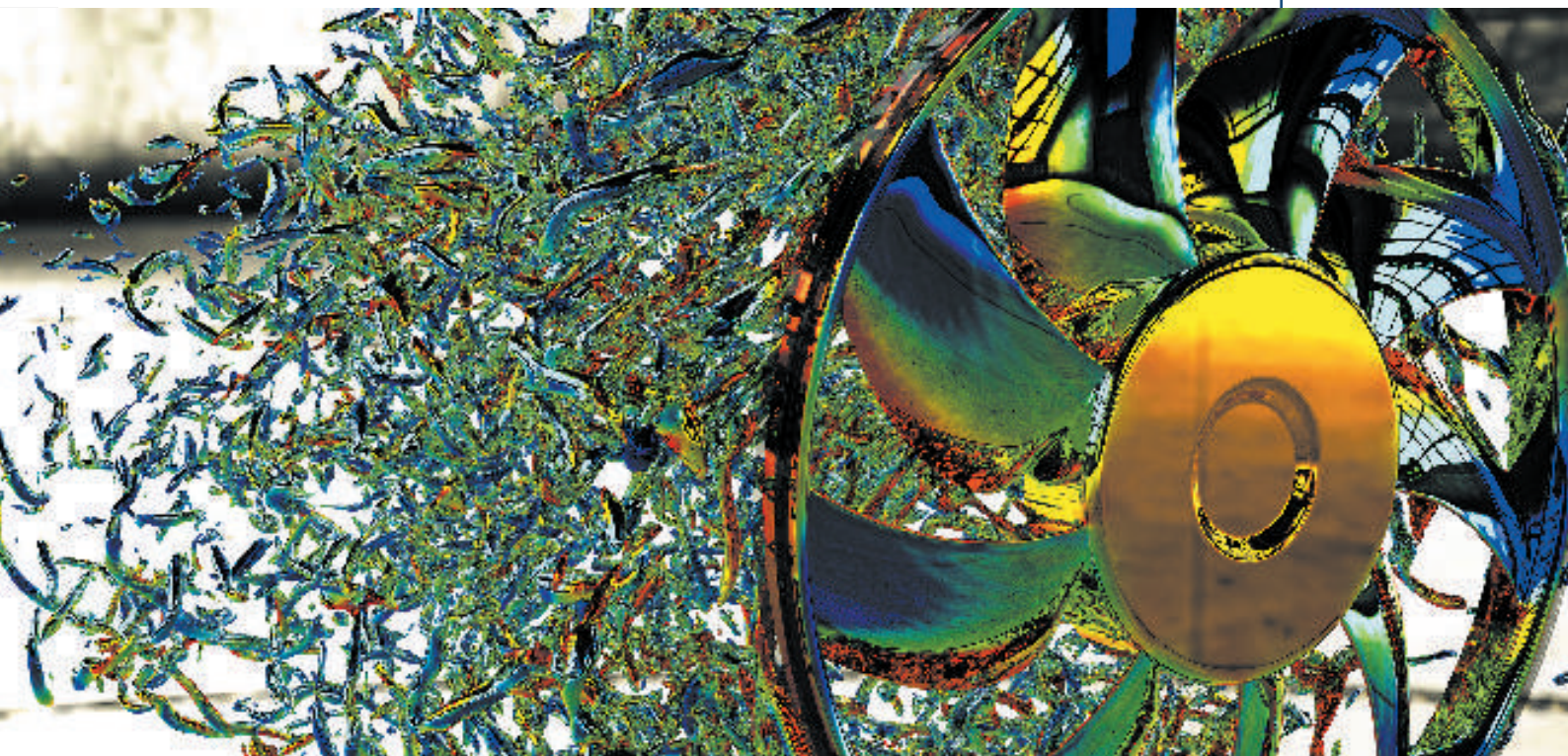
### 2-D和3-D濾波功能

- 通過頻帶過濾動畫，找出指定頻段的噪音問題
- 應用噪音濾波技術(AWF)從湍流中提取隱藏的聲場

## 結果展示

- 產生音訊信號以便於更好的評估設計結果
- PowerVIZ®生成真實場景渲染的視覺化3D圖片和動畫，有助於更有效地研究物理機理和相應幾何特徵的關係

Signal processing



## 遠場噪音

### 應用於環境噪音評估中的高精度遠場噪音模組

- 可以跨越PowerFLOW計算區域，對距離生源任意位置處實施噪声評估
- 基於FWH聲聲學演算法的遠場噪音求解器
- 基於聲音對稱面假設評估地面反射和吸收效果

### 預測飛越/通過及風洞結構對噪聲的影響

- 預測飛機和起落架，火車或工程作業車的通過噪音
- 可以導入實際或虛擬平面，用於設定固體或可滲透邊界條件

### 獲取噪音和數位認證指標

- FAA. ISO. DIN標準流程可應用的遠場噪音壓力信號

### 深入觀察噪音源位置

- 進行噪音源的貢獻度分析
- 輸出的遠場麥克風信號，可通過逆向求解算法定位噪音源

## 流動誘導噪音識別

### 直觀且易用的氣動噪音設計工具

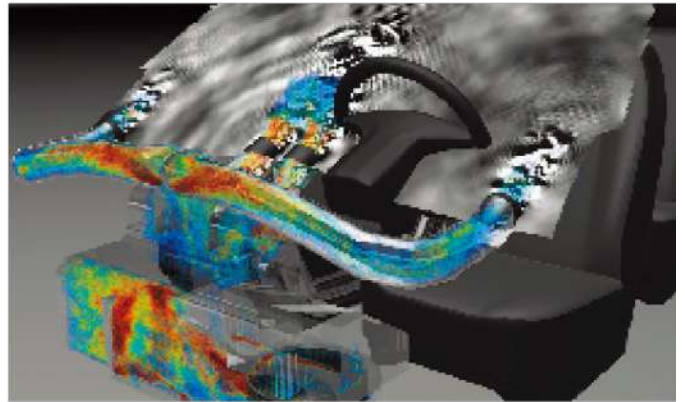
- 識別並量化任何幾何結構內部或附近的寬頻流動噪音源
- 幫助工程師識別重要的噪音源，並據此有效的降低噪音水平

### 3D噪音源的視覺化和分類

- 具有真實場景渲染功能的PowerVIZ®用於觀察空間噪音源的位置
- 噪音源的分類用於辨識特定聲源區域

### 確定幾何特征優化的優先級

- 識別引起噪音問題的幾何細節
- 聲源功率可以作為優化研究的目標函數



**SIMUTECH** 士盟科技股份有限公司

台北市南京東路二段 90 號 14 樓 | TEL: 02-25117600 | FAX: 02-25110036



士盟官網