



身為全球創新波浪能的設備供應商，Pelamis Wave Power Ltd 需要達梭系統 SIMULIA 的 Abaqus 解決方案，對其產品進行全面的分析，以確保更安全、高效、環保，且更低成本的產品設備。

1998 年成立於愛丁堡的 Pelamis Wave Power Ltd ( 前身為 Ocean Power Delivery Ltd ) 公司，目前正專心致力於開發一種名為 Pelamis 的海洋波浪能量轉換設備。Pelamis 採用半潛式設計，結構精巧，由通過鉸接節頭連接在一起的圓筒狀構件組成。這些節頭隨波浪一起運動並將波浪的動能傳遞給水力夯錘，後者通過平滑的蓄能器將高壓油(high-pressure oil)輸送給液壓馬達，液壓馬達驅動發電機產生電力。

Pelamis Wave Power (PWP) 的技術團隊由 75 人組成，專業覆蓋機械、結構、海洋、液壓工程、控制系統和造船學等。該公司主要負責 Pelamis 技術產品的生產和組裝，並向 EDF 或蘇格蘭電力公司等公用事業公司和能源公司提供設備。由大量相互連接的 Pelamis 設備組成的電力專案被稱之為“波浪發電場(wave farm)”。

### 潛力無限的低成本能源

世界能源理事會預測波浪發電在全球擁有廣闊的市場前景，每年的發電量可達 2000 TWh，相當於現有的核電或水電的規模。與以前的技術相比，PWP 技術的“啟始成本 (opening cost)”是最低的。在大規模部署的情況下，波浪是目前最有希望能成為最具成本效益的發電選項之一。目前，該公司面臨的主要挑戰不僅僅在於生產優質、可靠的產品，更是極需要得到政府方面的支持，以創造出第一件專案所必要的“需求市場”。

### 所使用的流體均可生物降解，而且都是無毒的。

另一項挑戰則是在於找到適宜部署波浪發電場的海區。PWP 與專案開發人員通力合作，所選定的區域需要符合一些特定的標準，如波浪能藉以產生最大電力的柵極電容可用性、所選場址不得受商船、漁船船隊和休閒旅遊人員等其他水面使用者的干擾等。此外，環境問題也很重要，因此專案實施前，往往需要進行環境影響評估，以取得在相關區域安裝和運營專案的許可。PWP 業務開發總監 Max Carcas 表示：「我們相信我們的技術是最能成為最環保的發電方式之一。我們可確保我們的油脂或流體不會與海水直接接觸。我們設備中的所有部件都密封良好，所使用的流體均可生物降解，而且都是無毒的。」

在開發 Pelamis 設備的過程中，PWP 首先根據樣品測試回饋回來的資訊形成初步構思，或者根據具體的氣候條件，對現有的設計進行性能提升。初步設計完成後，先進行計算檢驗，然後製作等比例樣機進行大浪模擬水池試驗並觀察非線性性能。一旦整體設計完成後，PWP 的工程師即著手設計機器的關鍵部件。在此階段內將完成大多數的有限元分析，並整合液壓系統、電氣佈局和生產組裝要求等不同部門的回饋資訊。由於產品的生命週期可長達 20 年，PWP 對部分元件進行了大量的設計反覆運算，針對疲勞性能和壓力分析進行了測試。整體設計完成後，PWP 將開始進行詳細設計。目前這部分工作已由協力廠商 WS Atkins 完成了獨立驗證。最後，Pelamis 產品的組裝和安裝將由 PWP 的海洋與安裝小組完成，該小組還負責所有的維護保養工作。



### 使用 Abaqus 進行數位建模與類比

PWP 的建模方式通過大量使用試驗性模型，將先進的數位工作與電腦類比結合在一起。數位建模是程式的關鍵部分，其可實現快速的設計評估和優化。PWP 之所以使用達梭系統 SIMULIA 解決方案，原因在於 PWP 的產品在生產之前，需要做大量的測試，以確保其安全性、高效性、和可靠性，而這些測試主要是圍繞非線性分析而展開的。PWP 高級工程師 Jon Benzie 表示：「我們需要拓展自身的有限元素分析能力，而達梭系統 SIMULIA 產品線的 Abaqus 是迄今最優秀的可用解決方案。借助於該軟體，我們可以對無法測試的非線性行為的假定場景進行分析，例如對於船隻誤駛入發電設備場的分析等。雖然發生這種情況的可能性很低，但這畢竟可能會發生，所以出於安全考慮，我們需要對產品進行相關設計，以盡可能地降低此類事件所造成的影響。」

PWP 選擇 SIMULIA Abaqus 的原因還在於其具有子建模功能。這種功能可以實現對設備的不同子級部件進行廣泛深入的研究，並據此提高資料的精確度和可靠性。該軟體全面的物料建模能力對 PWP 而言也非常重要，他們需要在設備設計中試驗多種原材料，瞭解新材料的性能狀況，以使產品盡可能高效、成本更低且更加環保。

Jon Benzie 總結道：「達梭系統 SIMULIA 的 Abaqus 已經成為 PWP 最倚賴的有限元分析工具，我們



用 Abaqus 進行所有的實際分析，如初始構思分析、總體設計、詳細設計和“假定”場景分析等。為擴大可以進行分析的類型，我們將該軟體與我們專用的內部分析程式捆綁在一起使用，以期直接模擬設備在海洋中的性能。透過結合使用 Abaqus，我們可以精準且直接獲得設備結構元件級的性能結果，進而進行更加深入的壓力和疲勞分析。」