

理學院

106 學年度第二學期模組化課程

地下能源資源開發模擬

Development and Simulation of Geo-energy Resources

授課教師：

楊耿明-地球科學系

謝秉志-資源工程系

課程類別	學分數	選必修	修課人數	開課日期及上課時間	上課地點
實驗	1	選修	20	2018/1/29(一)-2018/2/2(五) 9:00-18:00 (實驗上課時間視實驗進度而定)	成功校區 地科系館 1 樓 3017 教室

先修課程或先備能力：

無（但有地質學背景為佳）

建議修課年級：

大三、大四、碩士班

建議修課學生背景：

理學院、工學院、管理學院

教學方法：

講授 30 %、實作(電腦模擬.實驗) 60 %、報告/討論/測驗 10 %

評量方式：

實驗操作 70 %、實作產品/作品 30%

補充說明：本課程之評量方式主要為上機操作，總共佔 70%。依課程規劃，學生於學習後需自行創作出地質模型、狀態方程式模組、岩石-流體特性模組、初始條件模組、計算參數模組、完井設計模組、及生產規劃模組等七項核心單元。每項單元設計皆佔評量成績之 10%，總計為 70%。

學習規範：

學生需準時上課、當日完成模組訓練。

課程概述：

能源議題對於世界及台灣而言是相當重要的議題，而台灣的能源政策目前正進入一個轉換點。根據目前的能源規劃，核能已預期將會停止使用，綠能的比重則會以最大速度增加，而煤炭的角色會逐年降低，天然氣（被視為乾淨能源的一種）的角色則會逐年增加。由於大部分的能源提供都是由地下資源而來，因此，此課程的重要性就是提供學生擁有評估地下地質能源的跨領域能力。

此課程為跨領域課程，歡迎所有對於地下地質及能源相關領域有興趣的學生進行選修。本課程可以與地質學、地球物理、及儲集層工程等課程相互配合。若透過此課程產生學習興趣，建議學生可以研修地質學，對於地下地質有更深入了解，也可以繼續選修地球物理相關課程，對於地下能源的儲集地層特性建立更深的知識背景。這樣更能夠靈活應用地下地質能源的相關地質及地物的知識。

本課程將著重於模擬軟體實作，使學生學習正確的建立及運用資源開發模擬程式。本課程使用之模擬器為石油工業商用級的 CMG 系列模擬器，包含 BUILDER、IMEX、WINPROP、及 RESULTS。學生評量方式主要為上機操作，且依課程規劃，學生需自行創作出地質模型、狀態方程式模組、岩石-流體特

理 學 院

106 學年度第二學期模組化課程

性模組、初始條件模組、計算參數模組、完井設計模組、及生產規劃模組等七項核心單元。本課程選修學生之實作產品需於授課當週完成，但實作報告需於課程結束後的一週內繳交。本課程開放有興趣學習的全校學生旁聽。

課程進度：

堂次	時數	進 度 說 明
1	9	<p>課堂講授(早上 3 小時課程)：</p> <p>(1) 課程開課說明及必要知識介紹</p> <p>(2) 進行地質學及地下能源資源介紹 (本學期開課將聚焦於天然氣資源)</p> <p>上機實作(下午 6 小時實作)：</p> <p>(1) 熟悉油氣層數值模擬器之基本操作</p> <p>(2) 本課程使用之模擬器為石油工業商用級的 CMG 系列模擬器，包含 BUILDER (前處理器)、IMEX (黑油模式模擬器)、WINPROP (流體特性分析模擬器)、RESULTS (後處理器)</p> <p>本日實作課程皆為如實操作，無程式自動執行時間</p>
2	9	<p>課堂講授(早上 3 小時課程)：</p> <p>(1) 地下資源之地質構造與石油系統介紹</p> <p>(2) 操作案例 (永和山天然氣層) 之區域地質及地下構造介紹</p> <p>上機實作(下午 6 小時實作)：</p> <p>(1) 地質構造數位化，數位化過程將使用 Diger4 軟體進行操作</p> <p>(2) 地質構造模型建模，將永和山儲氣構造之數位化資料輸入到 BUILDER 軟體內，進行網格設計 (Gridding)</p> <p>(3) 學習在 BUILDER 軟體內，進行各網格地層參數律定工作 (包含規劃地層厚度、輸入地層孔隙率及地層滲透率等資料)</p> <p>本日實作課程皆為如實操作，無程式自動執行時間</p>
3	9	<p>課堂講授(早上 3 小時課程)：</p> <p>(1) 油氣基本相態特性 (PVT) 介紹</p> <p>(2) 多相流體流動特性 (相對滲透率) 介紹</p> <p>上機實作(下午 6 小時實作)：</p> <p>(1) 練習使用 WinProp 軟體，進行油氣流體狀態方程式模組建立工作。實作操作將以永和山凝結油天然氣之 PVT 實驗結果進行資料輸入。</p> <p>(2) 使用 BUILDER 軟體，進行岩石-流體特性 (多相流體之相對滲透率曲線) 模組建立工作。實作操作將以永和山儲氣層之相對滲透率實驗結果進行資料輸入。另外，也將練習進行毛細壓力曲線資料輸入。</p> <p>本日實作課程皆為如實操作，無程式自動執行時間</p>
4	9	<p>課堂講授(早上 3 小時課程)：</p> <p>(1) 油氣層流體地下流動數值模擬介紹 (黑油模式介紹及 IMEX 模擬器介紹)</p> <p>(2) 永和山儲氣層之完井及生產設計介紹</p> <p>上機實作(下午 6 小時實作)：</p> <p>(1) 了解 IMEX 模擬器操作原理，並設定合適之數值模擬操作參數、收斂條件</p>

理 學 院

106 學年度第二學期模組化課程

		<p>(2) 使用 BUILDER 軟體輸入永和山儲氣層之所有生產井、設定各井完井方式（穿孔區間）、設定各井生產條件（產氣率及壓力設計）</p> <p>(3) 利用 BUILDER 軟體完成永和山儲氣層之數值模擬模式，並進行 First Run，並完成模擬模式偵錯工作</p> <p>(4) 學習使用 RESULTS 後處理器進行模擬計算結果之展示與分析工作</p> <p>本日實作課程皆為如實操作，預計程式自動執行時間約在 1 小時內</p>
5	9	<p>課堂講授(早上 3 小時課程)：</p> <p>(1) 歷史調諧與敏感度分析介紹</p> <p>(2) 生產預測介紹</p> <p>上機實作(下午 6 小時實作)：</p> <p>(1) 利用 IMEX 模擬器進行計算，並學習進行敏感度分析與完成歷史調諧工作</p> <p>(2) 學習使用 RESULTS 後處理器展示歷史調諧結果</p> <p>(3) 綜合運用 BUILDER 軟體、IMEX 模擬器、及 RESULTS 後處理器，進行未來生產預測工作</p> <p>(4) 完成實作報告</p>

課程學習目標：

1. 教導學生瞭解地下能源資源對於世界及台灣之重要性及未來性，提升學生的學習動機。
2. 藉由基本的講課與大量的上機實作，訓練學生擁有建構地下能源資源儲集構造的基本能力，以及訓練學生擁有地下能源資源儲集層生產模擬的操作能力。
3. 訓練學生將所建立的邏輯思考能力應用至各種地下能源資源標的（包括：石油、天然氣、地熱、甲烷氣水合物、頁岩油、頁岩氣等）。
4. 建立學生對於地下能源資源有基本的全面性的探討能力；結合地質調查、地球物理判識、及資源工程開發評估的跨域綜合知識，提升學生對於此領域議題的學習興趣。
5. 本課程選修學生之實作產品需於授課當週完成，實作報告需於課程結束後的一週內經由線上（moodle）繳交。

依模組化課程特質(完整性.聚焦性.跨域性.當代性)四方向，描述此課程之安排與重要性：

1. **獨立與完整性：**本課程針對地下能源資源主題，建立一個獨立單元。目前規劃針對台灣某一重要的地下天然氣儲氣層進行完整的地質、地物、工程評估介紹。本課程的設計將利用重點的串連，提昇學生的學習興趣，並利用大量的實作並輔以足夠的協助，降低學生的學習門檻。
2. **聚焦性：**本課程集中於一個星期內進行緊密的主題教學，並聚焦於地下能源資源的探勘、評估與開採。本課程規劃以天然氣儲氣層為聚焦主題，因為天然氣資源將是台灣未來重要且相當依賴的燃料能源。本課程將以簡單清楚的授課方式進行主題概念教導，避免以複雜課程方式降低學生學習興趣。利用上機實作方式，可以使學生作中學，並加深記憶。
3. **跨域性：**本課程由理學院地科系與工學院資源系合開。學生透過此課程所介紹的地下能源資源主題，可以在不同的領域（地質、地物及工程領域）中了解各領域之間的合作關係，此合作關係是互動而非單純的上下游關聯。學生透過此課程將了解，工程分析上所遇到的問題將與地質調查及

理 學 院

106 學 年 度 第 二 學 期 模 組 化 課 程

地物分析息息相關。學生透過此課程可以培養很好的跨域能力，並對畢業後從事能源調查與開發工作有相當大的助益。

4. 當代性：台灣新能源政策所引發的地下能源資源調查與開發議題是非常重要且熱門的題目。現在正值能源轉型的時代，評估地下地質能源的跨領域能力將是對此議題有興趣的學生最需要的能力。本課程設計的目的即是與現代地質能源發展的知識為基礎，利用最新的數值計算軟體進行實作與訓練。預期學生透過此課程可以擁有靈活應用地質、地物及開發工程的基礎能力，畢業後可以透過此能力進入相關產業界發展所長。

其他備註：

上課教室：將使用地科系教室與資源系教室進行課程教授

上機實作教室：將於資源系數值模擬教室進行上機實作