

經濟部暨所屬機關因公出國人員報告書  
(出國類別：實習)

油氣層分析模擬管理系統整合技術  
研習報告

出國人：服務機關：中油公司探採事業部  
職務：石油開採工程師  
姓名：王俊鈞

出國地點：美國休士頓

出國期間：105年10月22日至10月30日

報告日期：105年12月20日

## 摘 要

油氣層分析模擬管理系統是一項結合現代電腦技術與地質、鑽井、生產、油氣層測試等相關資料之現代化科技，該系統將各種資料經由分析、解釋與模擬軟體整合成有系統的資料庫，透過應用軟體工具將相關訊息建立為油氣層電腦模型，作為油氣生產開發之預測，並以文字、數字、圖表或搭配地圖的形式，提供油氣田開發之規劃與決策依據。

配合台灣中油公司積極參與國外油氣田探勘及開發，油氣層分析模擬管理系統之重要性日趨增加，為提升使用油氣層分析模擬管理系統操作技巧及相關專業能力，並引進國外最新技術。選派石油開採工程師王俊鈞君於 2016 年 10 月 22 日至 10 月 30 日赴美國休士頓 KAPPA 公司參加『油氣層分析模擬管理系統整合技術』研習。

本次研習前往目前全球石油工程主流之軟體製造商及服務商 KAPPA Engineering 公司，使用其最新版石油工程分析軟體工作站進行油氣層分析模擬研習，重於整合油氣層測試數據及油氣井生產資料，可增加油氣層模型準確性，提升油氣層分析模擬管理系統效能，降低國內外礦區評估與生產技術風險，並使用實際資料進行案例分析。此外，藉由此次參與研習與國外專家學者進行技術交流以及經驗交換，成果可應用於本公司現有或未來油氣田之生產開發工作，有助於擴充本公司對於油氣田開發所需之專業知識及國內外油氣田開發設計之能力。

# 目 次

壹、目的.....	2
貳、過程.....	3
參、心得與建議.....	22
肆、致謝.....	22
伍、附件清單.....	23

## 壹、目的

台灣中油公司近年來積極參與國外油氣田探勘及開發，油氣層分析模擬管理系統之重要性日趨增加，透過參加技術研討有助於提升探勘人員使用油氣層分析模擬管理系統操作技巧、提升之專業能力，同使可藉此引進國外最新技術。

油氣層分析模擬管理系統是一項結合現代電腦技術與地質、鑽井、生產、油氣層測試等相關資料之現代化科技，該系統將各種資料經由分析、解釋與模擬軟體整合成有系統的資料庫，透過應用軟體工具將相關訊息建立為油氣層電腦模型，作為油氣生產開發之預測，並以文字、數字、圖表或搭配地圖的形式，提供油氣田開發之規劃與決策依據。

本次研習前往目前全球石油工程主流之軟體製造商及服務商 KAPPA Engineering 公司(以下簡稱 KAPPA 公司)，藉由使用其最新版石油工程分析軟體工作站進行油氣層分析模擬研習，KAPPA 公司現階段最新版石油工程分析軟體工作站(以下 KAPPA Workstation G5)包含：油氣層壓力測試分析軟體(Saphir)、油氣井生產分析軟體(Topaze)、油氣層數值模擬分析軟體(Rubis)、油氣井生產節點分析軟體(Amethyste)、油氣層生產電測 Production Logging 分析軟體(Emeraude)、非傳統油氣井生產分析軟體(Citrine)、油氣層動態壓力電測 Formation Testing 分析軟體(Azurite)及數據整合資料庫(KAPPA Server)。

考量本公司現有資料狀況，本研習著重於利用 Saphir 軟體、Topaze 軟體及 Rubis 軟體整合油氣層測試數據及油氣井生產資料，增加油氣層模型準確性，提升油氣層分析模擬管理系統效能，降低國內外礦區評估與生產技術風險，並使用實際資料進行案例分析。此外，藉由此次參與研習與國外專家學者進行技術交流以及經驗交換，成果可應用於本公司現有或未來油氣田之生產開發工作，有助於擴充本公司對於油氣田開發所需之專業知識及國內外油氣田開發設計之能力。

## 貳、過程

本次出國為期 8 天（105 年 10 月 22 日至 10 月 30 日），目的為前往 KAPPA 公司進行油氣層分析模擬管理系統研習，本次出國行程如下：

10 月 22 日：啟程（台北－休士頓, Houston）

10 月 23 日：第一天的研習內容包含：KAPPA 公司簡介、現有及新版軟體概況簡介、新版 Saphir 軟體案例介紹與實作、新版 Topaze 軟體案例介紹與實作。

10 月 24 日至 26 日：第二天至第四天的研習內容主要為新版 Rubis 軟體詳細操作介紹與案例實作。操作案例包含基本軟體操作、簡易地層數值模擬、數值模型網格設計對水錐現象之影響、複雜地層數值模擬、數值模型水體設計、多相態地層流體數值模擬、以 Saphir 軟體輔助數值模擬數據擬合範例等。

10 月 27 日：最後一天的研習(第五天)為實際資料案例分析。

10 月 28~29 日：返程(休士頓－台北)

以下為研討重點摘錄及敘述：

### Day 1

08:00 - 09:30	What's New Presentation
09:30 - 10:30	Saphir G5 – Tutorial, Structure and Workflow
10:30 - 10:45	Break
10:45 - 12:00	Saphir G5 – Numerical Model
12:00 - 13:00	Lunch

13:00 - 14:00	Topaze G5 – Tutorial, Structure and Workflow
14:00 - 14:45	Topaze G5 – Numerical Model
14:45 - 15:00	Break
15:00 - 16:30	Rubis G5 -Introduction

Kappa 公司簡介：Kapp 公司成立於 1987 年，目前約有 100 名員工。以銷售商用石油工程軟體為主要業務，占整體業績之 80%；亦有提供軟體訓練及石油工程顧問服務，占整體業績之 20%。截至 2016 年 9 月為止，該公司已銷售出 6728 個軟體使用權至 674 個客戶、147 個國家，主要客戶如下：

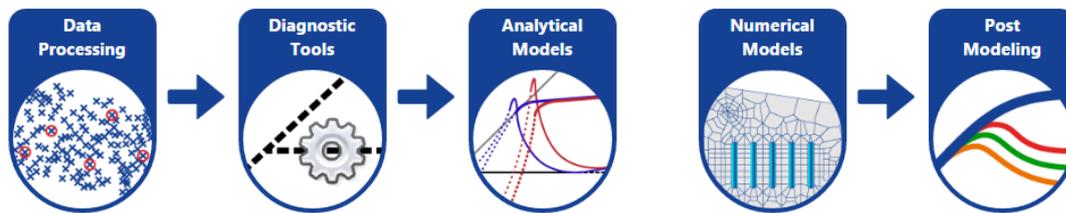
ADCO	GDF Suez	Perenco
Anadarko	Halliburton	Petrochina
Apache Corporation	Hess	Petronas
Baker	KazMunaiGas	QLGC (Qatargas)
BG	KOC	Repsol
BHP Billiton	Lukoil	Rosneft
BP	Maersk	Saudi Aramco
Vepsa	Marathon	Schlumberger
Chevron	Nexen	Shell
CNOOC	Occidental	Siam
CNPC	Origin	Sinopec
ConocoPhillips	OMV	Sonatrach
ENI	Pan American	Statoil
EP Energy	PDO	TNK-BP
Expro	PDVSA	TOTAL
ExxonMobil	Pemex	Tullow
GASTRA (Dong)	Pertamina	Weatherford
Gazprom	Petrobras	YPF

資料來源：Kapp 公司

Saphir 軟體簡介：Saphir 主要用於油氣井壓力動態分析(Pressure Transient Analysis)，可針對當油氣井進行地層測驗或井下固定式壓力儀採集之高頻率、高解析度之油氣井關井壓力數據進

行分析，用以推估該油氣井於偵測半徑(Radius of Investigation)內的地層型態(如：邊界模式、臨近斷層屬性、臨近水體屬性等)及地層特性(如：膚表因子、滲透率、井眼儲集指數等)。概略而言，Saphir 之操作流程大略可分為：測試數據處理→分析工具選擇→解析模型套用。另可進一步採用數值模式驗正解析模型的解釋結果，並可將數值模式輸出至 Rubis 軟體進行後續分析。圖形化之操作流程如下圖所示：

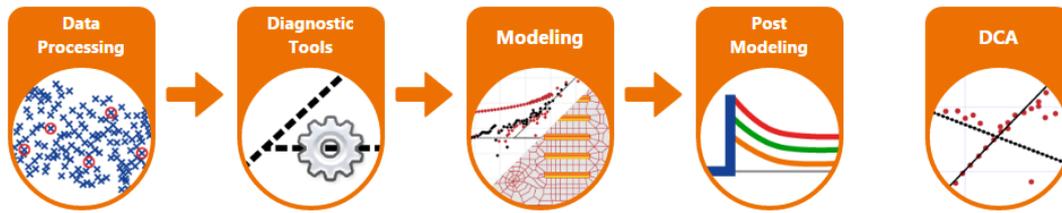
### Saphir NL Workflow



資料來源：<https://www.kappaeng.com>

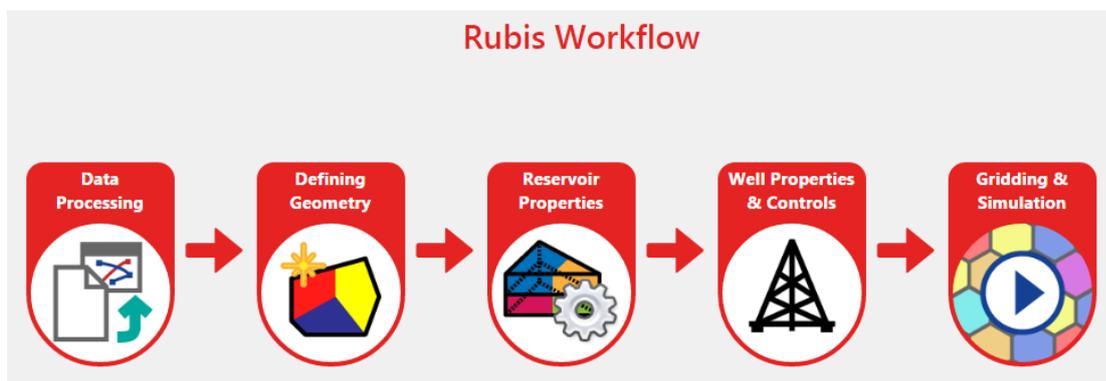
Topaze 軟體簡介：Topaze 主要用於油氣井產能動態分析(Rate Transient Analysis)，可針對當油氣井之產率及壓力數據進行分析，用以推估該油氣井的地層特性，並根據實際生產數據建立生產模型，進行未來產能預測。Topaze 之分析結果可與上述 Saphir 軟體分析所得之地層型態及地層特性進行相互比對，由於油氣井壓力動態分析係針對油氣井觀景時之數據進行分析，油田經營人往往因關井測試而減少生產收入，油氣井產能動態分析則改以生產時之數據進行分析，可大幅降低停產損失。概略而言，Topaze 之操作流程大略可分為：測試數據處理→分析工具選擇→建立生產模型→未來生產預測。另可採用油氣井生產壓力遞降曲線法(Decline Curve Method)進行生產模式之後續交叉比對分析；與 Saphir 相同，另可進一步採用數值模式驗正生產模型，並將數值模式輸出至 Rubis 軟體進行後續分析。Topaze 圖形化之操作流程如下圖所示：

## Topaze NL Workflow



資料來源：<https://www.kappaeng.com>

Rubis 軟體簡介：Rubis 之開發概念是建立一個三維三相的多功能油氣層數值模擬器，希望在單一網格的物質平衡法及全油田的複雜模擬系統中取得一個易於現場工程師操作的油氣層數值模擬平台。使用者可直接匯入已建立的地質模型，已可以自行利用 Rubis 內建功能快速建立地質模型。並於油氣井周為自動生成細分網格以真實重現油氣層壓力傳導特性，使軟體操作者於短時間內專注於生產瓶頸突破、生產模型更新、儲量評估、產能預測等生產現場例行性事件，並且可以 Saphir、Topaze 等軟體相互輔助使用。概略而言，Rubis 之操作流程大略可分為：數據處理→定義地質模式→油氣層屬性設定→佈井設計→網格化及數值模擬。Rubis 圖形化之操作流程如下圖所示：



資料來源：<https://www.kappaeng.com>

## Day 2

08:00 - 10:30	First Hands On Rubis
10:30 - 10:45	Break
10:45 - 12:15	Field Profiles P10, P50, P90
12:15 - 13:15	Lunch
13:15 - 14:45	Coning
14:45 - 15:00	Break
15:00 - 16:30	Commingled production

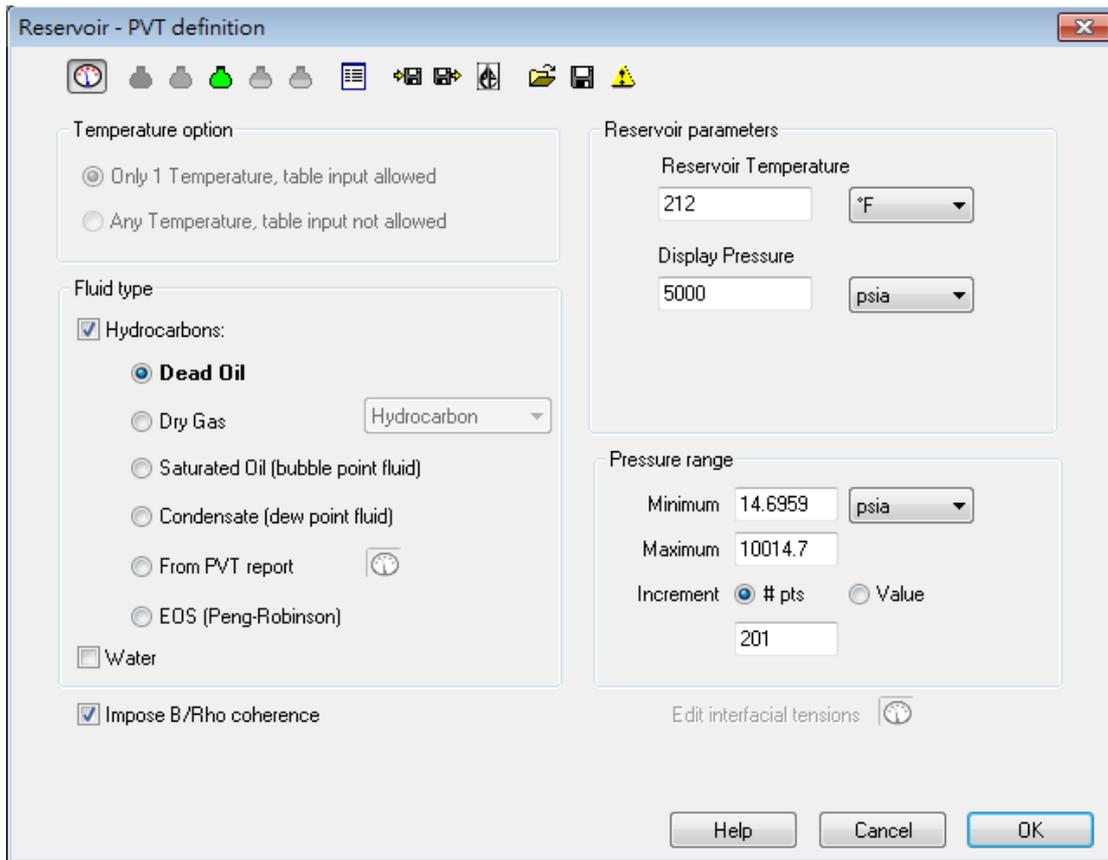
一、第二天訓練主要藉由練習例題使學員熟悉 Rubis 標準操作流程，主要操作步驟如下：

1. 輸入礦區資本資料 (Defining field general information)：

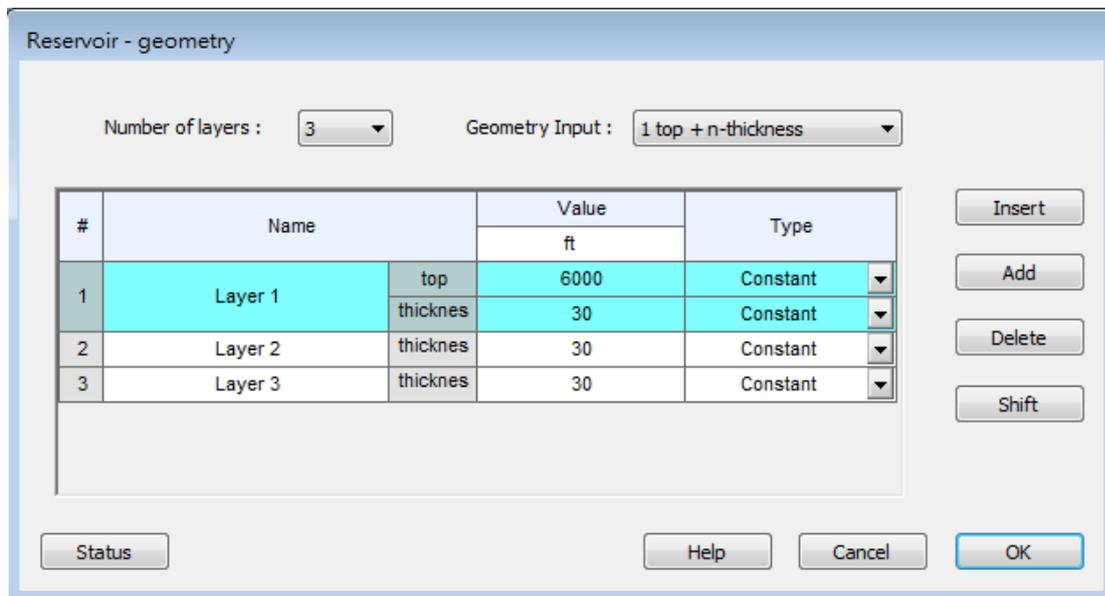
使用者可輸入礦區名稱、礦區經營人名稱、礦區所在國、數值模擬預設起始日期及結束日期。

2. 定義地層流體 PVT 模式及參數 (Defining the PVT)：

使用者可自行選擇 PVT 模式，Rubis 軟體提供黑油(Dead Oil)、乾氣、飽和油層、凝結油油層等內建模式，使用者亦可自行輸入 PVT 報告或油氣樣品狀態方程式，操作視窗如下圖所示。

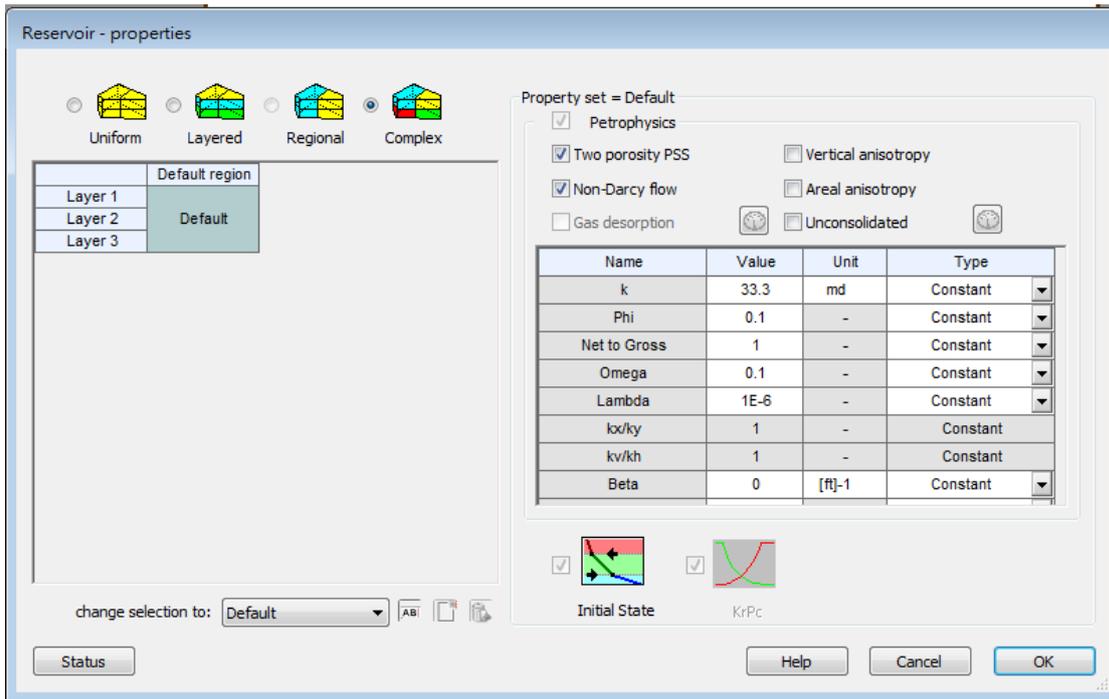


3. 設定地質幾何參數 (Defining the reservoir geometry)：給定構造邊界、斷層、縱向地層數、深度、地層厚度等，操作視窗如下圖所示。



4. 給訂油氣層參數 (Defining the reservoir properties)：使用者可輸入孔係率、橫向滲透率、縱向滲透率、氣水介面/油水介面、初始壓力、油氣飽和度、毛細壓力等，操作視窗如下

圖所示。



5. 佈井及井內設計 (Defining the well geometry)：使用者可輸入井程、井口位置、井深、穿孔位置、，操作視窗、完井條件等參數，操作視窗如下圖所示。

**Reservoir - wells**

Well name	Type	X	Y	Date of first operation
Well#1	Vertical	X		2016/1/1 上午 12:00:00
Well#2	Wiggly	X		2016/1/1 上午 12:00:00

Geometry    Perforations    Wellbore    Data    Controls

Help    Cancel    OK

**Well#1 - Wellbore definition**

Usage

All trajectory

Only above reservoir

Only hydrostatic gradient

Wellbore storage

bb/psi

Annular

Annular flow

Lift Curves

Use Lift Curves    Load

From Amethyste case

Load

Name	Value	Unit	Type
Deviation	0	°	Constant
ID	3.6	in	Constant
Tubing roughness	0.0012	in	Constant
Thermal gradient	0.0149999	"R/ft	Constant
Pressure drop model	1-phase	-	Constant

Perforations    Completion    Cross-section view

TVD=6094.27 ft

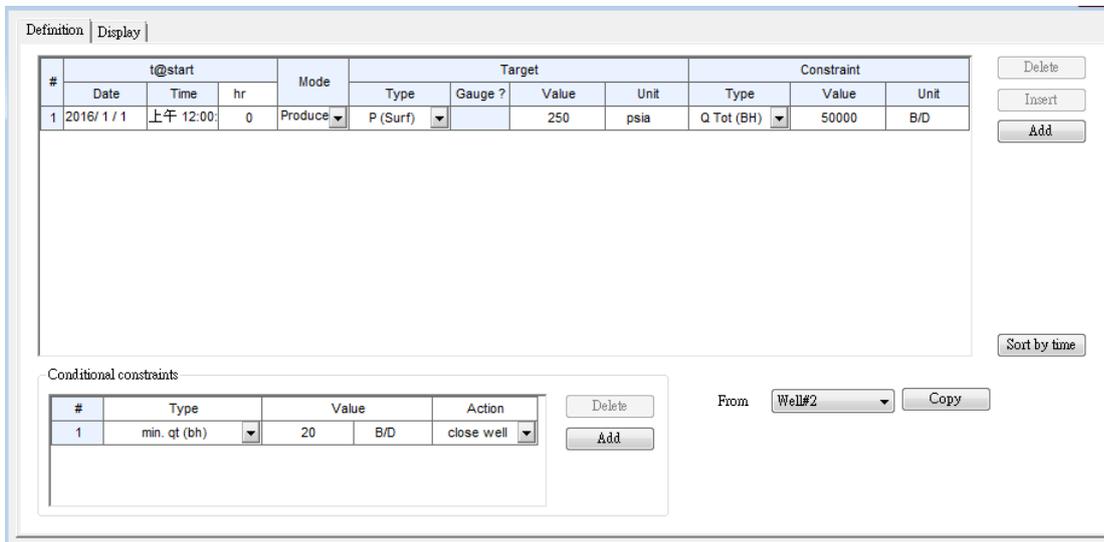
Information    Cross-section view

Well geometrical parameters		
X	-3650.13	ft
Y	-1284.6	ft
rw	0.3	ft
MSL TVD min	6000	ft
MSL TVD max	6090	ft
Ref. Elevation (MSL)	0	ft
MD (Gauge Depth)	6000	ft
MD (3D Well Start)	6000	ft

Reference elevation

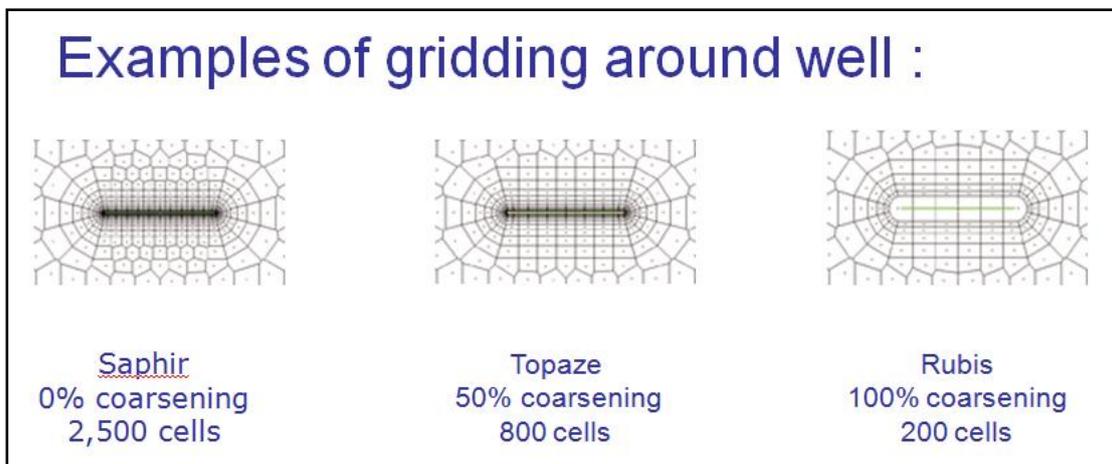
6. 生產條件設定 (Well data input) :

使用者可依需求設定數值模擬時生產井/注水井的操作壓力、單日產量/注入量等操作條件，操作視窗如下圖所示。



7. 網格初始化 (Grid initialization) :

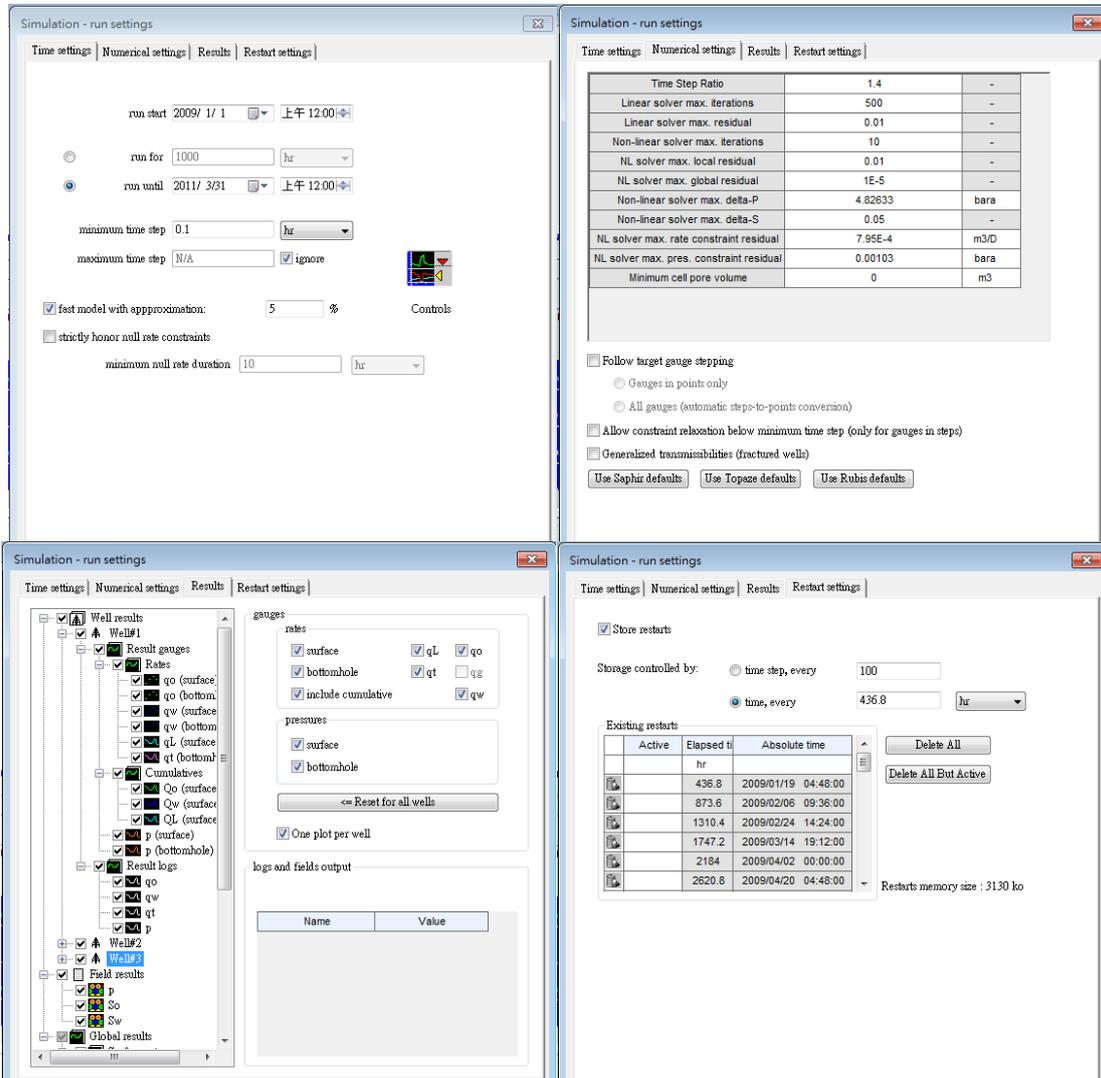
使用者可依照工作需求選擇井眼周圍之網格大小，網格數量可分為 100%粗化 (網格數量最多，礦區油氣層電腦模擬用)、50%粗化 (網格數量中等，油氣井產能動態分析用)、0%粗化 (網格數量最少，油氣井壓力動態分析用)，井眼周圍網格粗化示意圖如下。



資料來源：Kapp 公司

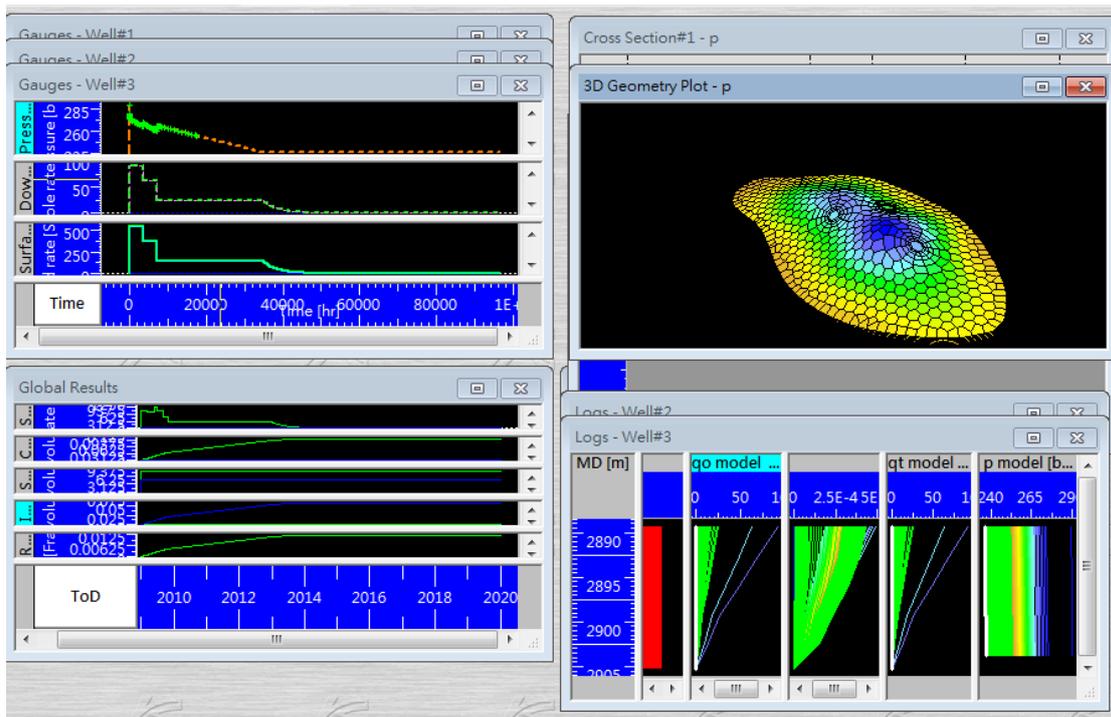
### 8. 執行數值模擬 (Executing the simulation) :

使用者可設定數值模擬時的啟始及結束時間、間距、數值計算方法參數、預計輸出的模擬結果及模擬數據儲存格式，操作視窗如下圖所示。



## 9. 成果檢視 (Viewing)

當數值模擬結束時，使用者可將模擬計算結果依需求進行圖形化輸出，Rubis 內建之圖形格式包含：三維網格參數分佈、二維平面網格參數分佈、二維剖面網格參數分佈、單井生產歷史曲線、礦區整體生產歷史曲線、單井生產剖面曲線等，操作視窗如下圖所示。



二、「First Hands On Rubis」例題摘要，課程講義如附件一：

本例題提供地圖、地層頂部深度、頁岩層厚度、砂層滲透率、砂層孔係率資料，要求學員依照講義內之參數設定操作 Rubis，操作流程如下：

1. 建立新 Rubis 文件
2. 設定 PVT 數據
3. 建立地質模式
  - 3.1. 定義水平向儲集層參數，包含邊界及內部斷層
  - 3.2. 定義垂直向儲集層參數，包含層數、各層砂頁岩屬性、設定頂部深度、各層厚度。
4. 設定地層參數
  - 4.1. 設定各層孔係率及滲透率
  - 4.2. 定義儲集層初始條件，包含初始地層壓力、地層溫度、氣水介面、油水介面
  - 4.3. 定義毛細壓力
5. 生產井/注入井配置
  - 5.1. 點選井位並設定井名
  - 5.2. 設定 01 號生產井穿孔位置及生產操作條件
  - 5.3. 設定 01 號注入井穿孔位置及生產操作條件
6. 建立數值網格並檢查網格內各項參數
7. 執行數值模擬
8. 成果檢視

三、「Field Profiles P10, P50, P90」例題摘要，課程講義如附件二：

1. 本例題教學目的包含：

1.1.學習如何使用 Rubis 快速評估不同探勘標的之潛能

1.2.學習複製及修改現有之評估結果

1.3.比較不同評估結果之差異，操作流程如下：

2. 依例題所提供之地圖及相關參數建立此礦區 P90 之數值模擬評估檔案，並依講義內容建立不同之生產井配置。
3. 檢視各種生產井配置的礦區整體採收率、總產量、單日產率即可生產時間。
4. 以 P90 之數值模擬評估檔案為基本範例，依講義內容將其複製並修改為 P50 之數值模擬評估檔案及 P10 之數值模擬評估檔案。
5. 比較各結果之採收率，並探討何種因素影響採收率最大。
6. 改變地層滲透率，檢視滲透率對於採收率的影響。

#### 四、「Coning」例題摘要，課程講義如附件三：

本例題分為三部分，針對進階網格參數設定進行教學，並將成果套用至實際數值模擬案例，操作流程如下：

1. 最佳化網格：本例題已建立一個基礎數值模擬檔案，檔案內容敘述某底水油層之生產情況，使用者依下列條件進行網格參數修改，使數值模擬得到最佳之生產行為描述。
  - 1.1.更改井眼附近之網格粗化程度。
  - 1.2.更改垂直方向分層數量。
  - 1.3.更改水平方向分層數量。
2. 使用者依下列條件進行地層參數修改，比較各參數對於模擬結果之影響。
  - 2.1.更改水平方向滲透率。
  - 2.2.更改垂直方向滲透率。
  - 2.3.更改油水介面位置。
  - 2.4.更改毛係壓力。
3. 使用者依下列條件進行生產策略修改，比較各參數對於模擬結果之影響。
  - 3.1.依講義內容建立基本生產方案。
  - 3.2.將基本方案複製，增加穿孔段長度。
  - 3.3.將基本方案複製，修改穿孔段所在層次。
  - 3.4.將基本方案複製，減少穿孔段長度。

## 五、「Commingled production」例題摘要，課程講義如附件四：

本例題目的為訓練使用者藉由 Rubis 將現有礦區資訊快速建立數值模型，定義相鄰水體及兩口位於不同區塊的生產井，進行生產模擬並利用單井生產剖面圖比較各井間之生產差異，操作流程如下：

### 1. 建立數值模型。

#### 1.1. 新建一個 Rubis 檔案

#### 1.2. 將 PVT 特性設定為含水層的黑油模式

#### 1.3. 建立地質模型並給定地質參數

##### 1.3.1. 匯入地質圖及給定礦區邊界

##### 1.3.2. 輸入講義提供之地質參數

#### 1.4. 給定初始條件

#### 1.5. 設定外圍水體參數

#### 1.6. 設定完井方式

#### 1.7. 模型初始化設定

#### 1.8. 執行無生產之數值模擬，確認此地質模型無洩漏之虞

### 2. 進行數值模擬

#### 2.1. 匯入生產歷史

#### 2.2. 以建議之儲集層滲透率進行數值模擬

#### 2.3. 將模擬結果以圖形方式展示

#### 2.4. 藉由改變儲集層滲透率進行敏感度分析

## Day 3

08:00 - 10:30	Water drive oil reservoir
10:30 - 10:45	Break
10:45 - 12:15	Water drive oil reservoir
12:15 - 13:15	Lunch
13:15 - 14:45	Connected gas tanks reservoirs
14:45 - 15:00	Break
15:00 - 16:30	Connected gas tanks reservoirs

六、「Water drive oil reservoir」例題摘要，課程講義如附件五：

本例題針對 Rubis 定義水體參數進行教學，內容包含：

1. 設定水體與儲集層連接
2. 匯入現有井之壓力歷史資料
3. 藉由修正水體參數進行生產井壓力歷史調協

操作流程如下：

1. 建立數值模型。
  - 1.1. 新建一個 Rubis 檔案
  - 1.2. 將 PVT 特性設定為含水層的黑油模式
  - 1.3. 建立地質模型並給定地質參數

1.3.1. 匯入地質圖及給定礦區邊界

1.3.2. 輸入講義提供之地質參數

1.4. 給定初始條件

1.5. 設定外圍水體參數

1.6. 設定完井方式，並匯入各井之壓力歷史資料

1.7. 生成數值網格

1.8. 模型初始化設定，確認原始地下埋藏量

2. 對於水體參數進行修正

2.1. 執行上述模型之數值模擬

2.2. 將數值模擬結果與實際生產歷史進行比對

2.3. 持續修改水體參數直到模擬結果與實際數據相互吻合。

七、「Connected gas tanks reservoirs」例題摘要，課程講義如附件六：

本例題之場景為某乾氣層礦區，礦區內共有三口生產井，且此礦區被一條斷層所穿越，使用者必須藉由調整斷層封阻係數，將數值模擬結果與實際生產歷史進行比對，操作流程如下：

〔此例題操作步驟雖不煩瑣，但數值模擬之計算時間較長〕

1. 使用例題所提供之地質模型進行生產數值模擬，並將模擬結果與實際生產歷史進行比對。
2. 調整斷層封阻係數，模擬結果與實際數據相互吻合。

## Day 4

08:00 - 10:30	Rubis Sector Demo
10:30 - 10:45	Break
10:45 - 12:15	Rubis Sector Demo
12:15 - 13:15	Lunch
13:15 - 14:45	From a Geomodeler to Rubis
14:45 - 15:00	Break
15:00 - 16:30	From a Geomodeler to Rubis

八、「Rubis Sector」例題摘要，課程講義如附件七：

本例題針對 Rubis 與 Saphir 間連結進行教學，於 Rubis 內選定特定區塊 (Sector)，藉由 Saphir 對於特定區塊之生產數據進行油氣井壓力動態分析，並將 Saphir 分析所得之地層生產參數回傳至 Rubis 改善生產壓力歷史調協結果，可增加生產數值模擬之可靠性。操作流程如下：

操作流程如下：

### 1. 建立 Rubis Sector

1.1. 匯入例題已創建之地質模型檔案

1.2. 觀察現有生產壓力數據之歷史調協情況，發現某井生產初期有部分資料不吻合的情況

1.3. 藉由 Rubis 內建之「Composite Limit」and「Composite Anchor」功能將目標井畫定為特定區塊

1.4. 點選 Rubis 內建之「Saphir sector」功能鍵，將特定區塊之生產數據匯出至 Saphir

2. 藉由 Saphir 對於特定區塊之生產數據進行油氣井壓力動態分析。
  - 2.1. 觀察生產數據，挑選出具有代表性之數據進行分析
  - 2.2. 觀察該井之微分壓力曲線，研判可能係地層膚表因子 (skin factor) 所影響
  - 2.3. 調整地層膚表因子，完成微分壓力曲線擬和
3. 回到 Rubis，修改地層參數為上述分析所獲得之膚表因子並重新進行生產數值模擬。
  - 3.1. 觀察生產數值模擬結果，確認生產壓力數據之歷史調協情況。
  - 3.2. 持續修改地層參數直到模擬結果與實際數據相互吻合。

九、「From a Geomodeler to Rubis」例題摘要，課程講義如附件八：

Rubis 提供使用者兩種建立地質模型的方法，除了上述介紹的逐層輸入之外，亦可由其他地質建模軟體匯入地質模型。本例題針對如何將地質模型匯入 Rubis 進行教學，但須特別注意的是，雖然 Rubis 讀取地質模型後可自動生成等高線及邊界，但地層參數仍須藉由使用者手動輸入或由外部軟體輸入，而 PVT、相對滲透率、初始條件等參數則只能由使用者自行建立。本例題提供一個他地質建模軟體所建立的地質模型，使用者可練習如何將其匯入 Rubis。

#### Day 5

08:00 - 10:30	Field Case Study
10:30 - 10:45	Break
10:45 - 12:15	Field Case Study
12:15 - 13:15	Lunch
13:15 - 16:30	綜合討論

十、「Field Case Study」例題摘要，課程講義如附件九：

本例題針對如何以 Rubis 對於實際礦區資料進行生產規劃，此礦區內目前有 4 口生產井，至資料結束日為止，此礦區於生產 1 年後隨即關井停產，使用者必須利用 Rubus 建立地質模型並進行生產數值模擬，並將其結果與實際資料進行生產歷史調協，最後提出其他開發生產模式（Field Development Scenarios）以將此礦區重新進行生產。

## 參、心得與建議

1. 藉由 Saphir 軟體、Topaze 軟體及 Rubis 軟體整合油氣層測試數據及油氣井生產資料，可增加油氣層模型準確性，提升油氣層分析模擬管理系統效能，降低國內外礦區評估與生產技術風險。
2. 參與本次課程機會有系統性的學習，並與國外數值模擬專家進行技術交流以及經驗交換，成果可應用於本公司現有或未來油氣田之生產開發工作，有助於擴充本公司對於油氣田開發所需之專業知識及國內外油氣田開發設計之能力。
3. 後續軟體採購時，建議編列後續軟體維護預算，以確保公司同仁可即時使用最新版工具進行油氣探勘分析。
4. 建議本公司經營中礦區所在國之分公司進行相關軟體採購，以加速後續各項開發生產工作之推動。
5. 為配合台灣中油公司近年來積極參與國外油氣田探勘及開發政策，因目前國內缺乏石油工程相關訓練課程，在預算可包容的情況下，建議多鼓勵同仁到國外參加訓練課程或相關研討會或工作坊，學習油氣的探勘新技術。

## 肆、致謝

感謝中油公司各級長官給予本次訓練機會，以及探採事業部人力資源室於訓練申請程序的協助，本次訓練對於未來工作將有極大助益。

## 伍、附件清單

- 附件一. 「First Hands On Rubis」課程講義
- 附件二. 「Field Profiles P10, P50, P90」課程講義
- 附件三. 「Coning」課程講義
- 附件四. 「Commingled production」課程講義
- 附件五. 「Water drive oil reservoir」課程講義
- 附件六. 「Connected gas tanks reservoirs」課程講義
- 附件七. 「Rubis Sector」課程講義
- 附件八. 「From a Geomodeler to Rubis」課程講義
- 附件九. 「Field Case Study」課程講義
- 附件一〇. 結訓證書