

經濟部暨所屬機關因公出國人員報告書
(出國類別：開會)

參加 2010 年 27th TSOP 年會出國報告

服務機關：台灣中油公司探探研究所

姓名職稱：莫慧偵 地化探勘師

派赴國家：美國

出國期間：99 年 9 月 11 日至 9 月 17 日

報告日期：99 年 12 月 6 日

摘要

TSOP (The Society for Organic Petrology)為國際間有名的有機岩石學會，每年皆舉辦之大型年會，邀請全球各地的專家學者共襄盛舉參與討論煤、油母質、地球化學等相關議題。第 27 屆 TSOP 年會在美國科羅拉多州的丹佛市舉辦，議題包括：(一)油頁岩與頁岩氣、(二)石油地質學與石油地球化學、(三)煤之蘊藏量與利用、(四)新技術與其之應用，與中油公司目前推動以及研究中的領域息息相關。此研討會提供了全球最新的有機岩石學相關之研究成果與非傳統能源議題的進展，幫助我們了解國際間對於能源發展的研究動向，提升本公司對於能源資源量評估、開發、生產等技術之能力，並尋求未來可發展之方向。

目次

摘要.....	1
目次.....	2
壹、目的.....	3
貳、與會過程.....	4
一、會議流程.....	4
二、與會人員.....	4
三、會議內容.....	5
(一) 油頁岩與頁岩氣.....	5
(二) 煤之蘊藏量與利用.....	9
(三) 石油地質學與石油地球化學.....	11
(四) 新技術與其之應用.....	12
參、心得與建議事項.....	15
附件一.....	16
附件二.....	17

圖目

圖一、EFFREY C. QUICK 為大家演說，右方為主席 MARK PAWLEWICZ.....	4
圖二、Dr. John Curtis 為大家帶來關於頁岩氣議題的演說.....	6
圖三、美國頁岩氣盆地位置.....	7
圖四、乙烷碳同位素在高成熟階段之反轉現象.....	7
圖五、Tim E. Ruble 以牛排作為油母質成熟的類比.....	9
圖六、Dr. Vinod Kumar Saxena 介紹所使用的實驗方法.....	10
圖七、Dr. Michael D. Lewan 闡述能產氣之源岩的 TOC 下限.....	12
圖八、Dr. Mao 所使用之 solid-state NMR 儀器.....	13
圖九、Dr. Mao 所介紹之 2D HETCOR 光譜圖與對應之 ^{13}C 化學位移.....	14

表目

表一、TSOP2010 年會之技術議題項目.....	5
----------------------------	---

壹、 目的

台灣中油公司為台灣石油業的龍頭老大，對於國際能源趨勢必須掌握最即時的資訊與具備最獨到的眼光，藉由國際間舉辦之大型年會，可提供我們在短時間內了解各國的研究動向與發展進度，拓展本公司之國際視野，從國際間研究之新議題與研發概念趨勢學習並蒐集最新之技術發展與應用，避免閉門造車之窘境。

TSOP (The Society for Organic Petrology)是由一群煤岩學、油母質岩石學、有機地球化學等相關領域之學者與工程師所組織的協會，成立於西元1984年，目前全球有來自三十多個國家超過二百三十多名會員加入。過去TSOP曾與其他組織合辦研討會，例如：AASP, 1988; Canadian Coal Petrographers Group(1990)、ICCP(1992, 2007, 2008, 2009)、Eastern AAPG(1997)、CSCOP(1998, 2002, 2007)等，也曾加入在其他年會中一同舉辦聯合專題會議，如1994年的Geochemistry and Petrography of Kerogen/Macerals, ACS、1995年的Appalachian Coal Geology, Southeastern GSA、1998年的Applied Topics in Coal Geology, Southeastern GSA、與2001年的ICCP。今年第27屆TSOP年會採獨自辦理，主要議題包括：Oil Shale and Gas Shale、Petroleum Geology and Geochemistry、Coal Resources and Utilization、New Techniques and Application 四大項，參加此次會議除了獲得有機岩石學的最新研究成果外，非傳統能源的議題也是目前本公司的計畫重點之一，與議期間可與全球各地聚集而來的專家學者互相切磋討論，從中汲取經驗。期望藉由參與本次年會能提升本公司非傳統能源的資源量評估、開發、生產等技術之能力，作為尋求國內外可探勘礦區時之應用，將有助於未來投資礦區之評估工作，降低投資風險，並期望能跟上國際的腳步。

貳、 與會過程

一、會議流程

2010 年 TSOP 年會於美國科羅拉多州的丹佛市舉辦，會期自 9 月 12 日至 16 日共計五日，其中 9 月 15 日至 16 日為科羅拉多州西部的 Piceance Basin 以及 Mahogany Oil Shale 野外實地調查。本出國案僅參加研討會議程，並無參加野外調查行程。會議行程請見附件一。

二、與會人員

TSOP 目前有來自全球三十多個國家超過二百三十多名會員，本次 TSOP 年會除了台灣中油公司，還包括加拿大、美國、哥倫比亞、巴西、丹麥、奈及利亞、中國、台灣、印度、澳洲等國的學生、教授、地質學會、油公司等等共五十七位學者參與盛會。下圖一為會議進行時的情況：



圖一、USGS 學者 Jeffrey C. Quick 為大家演說，右方為主席 Mark Pawlewicz。
(照片摘自 <http://www.tsop.org/news1/n1273pr.pdf>)

三、會議內容

今年 TSOP 會議之主題包括（一）油頁岩與頁岩氣、（二）煤之蘊藏量與利用、（三）石油地質學與石油地球化學、（四）新技術與其之應用，跟中油公司目前推動以及研究中的領域息息相關，表一列出此次會議中之各項技術議題，詳細之大會宣讀報告題目請見附件二。

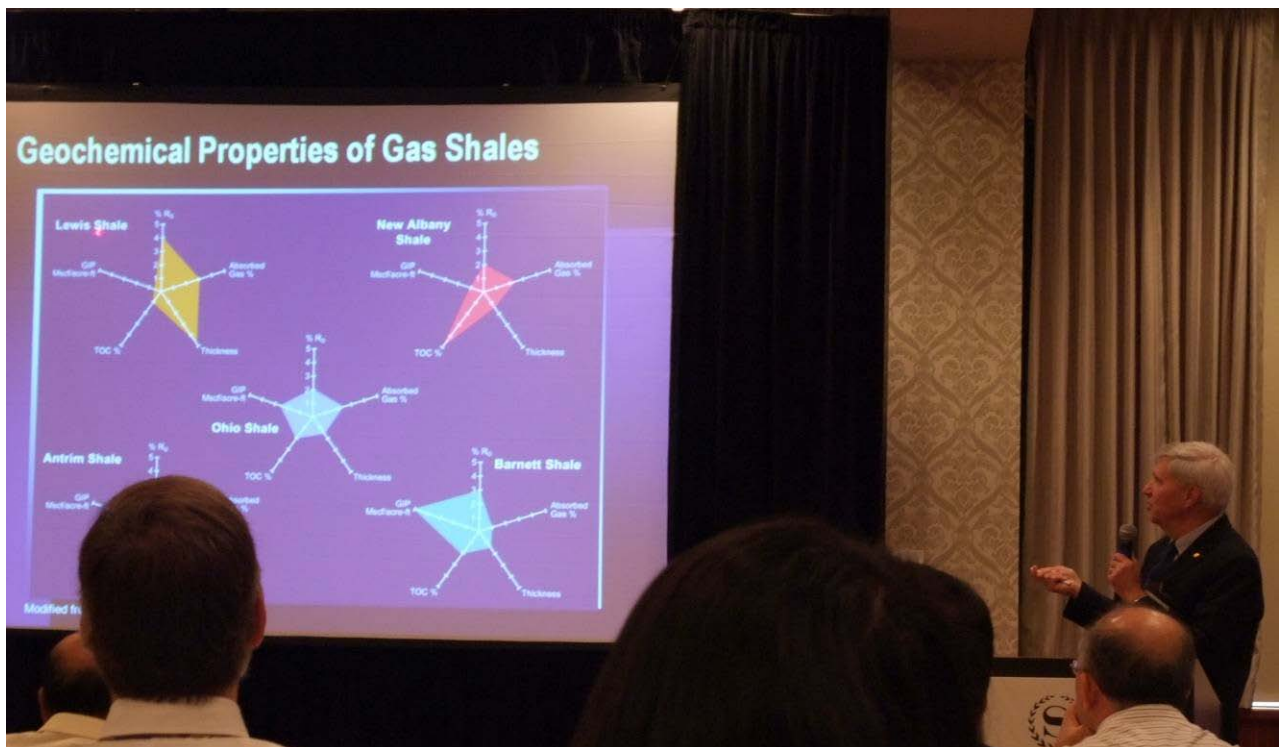
表一、TSOP2010 年會之技術議題項目：

Technical Sessions	
油頁岩:	地質、地球化學、與技術層面
天然氣:頁岩、煤:	技術與未來發展
石油與天然氣:	傳統油氣藏的開發到應用
煤:	技術與未來發展

（一）油頁岩與頁岩氣

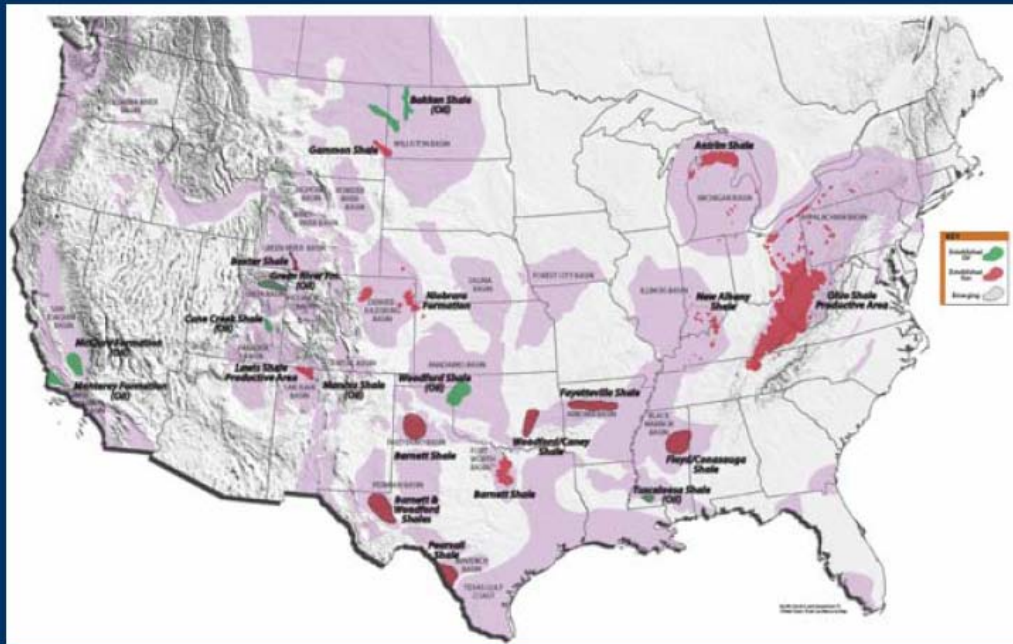
美國頁岩氣的鑽探歷史可追溯至 1821 年，目前已有將近 10% 的年產量，目前加拿大、歐洲和亞洲的頁岩氣也受到石油開發經營人與研究學者的關注。會議中 Colorado School of Mines 的教授 **Dr. John Curtis** 帶來關於頁岩氣議題的演說（圖二），他提到天然氣成分的穩定碳同位素分析技術可提供石油“親源關係”之鑑定、檢測封閉條件和超高壓、並提供熱成因氣藏移棲過的證據。因為頁岩同時作為源岩也是儲積岩，頁岩氣中的乙烷和丙烷的碳同位素是

熱成熟度指標，並可以準確地與鏡煤素反射率作校正。一般而言，穩定碳同位素隨成熟度增加會有變重(更正值)的趨勢，但某些頁岩氣(包括 Haynesville, Barnett, Fayetteville, Woodford, Marcellus 等美國著名之頁岩氣盆地樣品，圖三)皆出現乙烷和丙烷同位素在高成熟度的反轉現象(圖四)，同位素值變得比甲烷值更重(更負)。而且，有“同位素逆轉”現象存在的那些井似乎也是開發最有成效的井！另外，天然氣的碳同位素組成也被用來作為表示頁岩孔隙度和滲透率，當泥漿氣體(free gas)和鑽屑氣體(absorbed gas)之間的甲烷碳同位素出現大變化，從中子電測圖中可對比出同區段的岩層中孔隙率和滲透性大大增加，因此若把穩定碳同位素與傳統的電測記錄相互配合解讀，可用來指示水平鑽井和完井定位之決定。

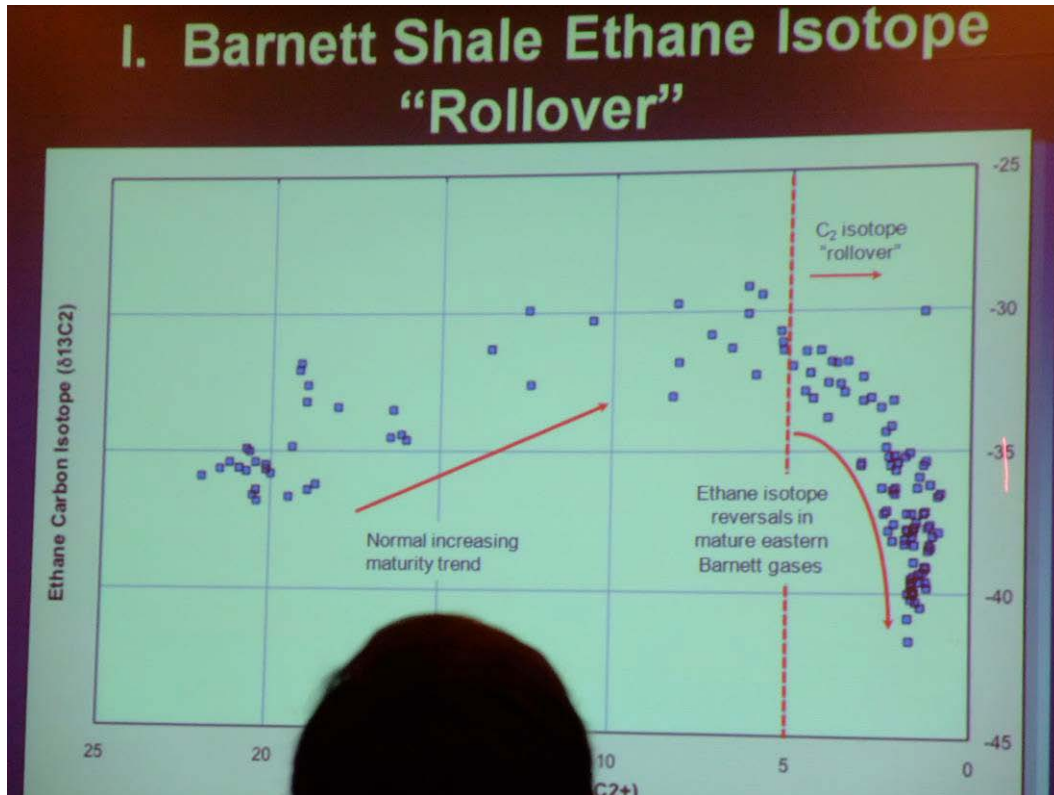


圖二、Dr. John Curtis 為大家帶來關於頁岩氣議題的演說。

Major U.S. Basins and Shale Plays c. 2007 (Where are the Haynesville and Marcellus???)



圖三、美國頁岩氣盆地位置。(摘自 Curtis, 2009)



圖四、乙烷碳同位素在高成熟階段之反轉現象。

焦瀝青 (pyrobitumen) 在非傳統頁岩氣系統中的作用是目前十分受到關注的話題，Weatherford International Ltd. 石油公司的 **Dr. Tim E. Ruble** 的演講指出焦瀝青的殘留有機基質或許有著吸附大量氣體的儲存潛力，而 mesopores 也能作為 free gas 的儲氣庫，此外，脆性的焦瀝青會在採收氣體時形成裂隙幫助開採。

Dr. Tim E. Ruble 曾任職於澳洲 Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization、Mobil Oil、美國地質調查所 (US Geological Survey) 等單位的地球化學研究工作，對於非傳統能源有很深入的研究，也已發表了多篇地球化學議題之期刊，其中包括湖相石油系統、含油液包裹體、瀝青研究、生物指標分析、生烴動力學研究等等。會議中他生動的以煎牛排的熟度來類比油母質的熟程度，未成熟有機物的瀝青質 (bitumen) 就相當於生牛肉流出的血水，成熟階段所產生的石油 (petroleum) 就相當於牛肉所流出的肉汁，而焦瀝青形成已進入了早期變質階段，就如同烤焦的牛肉部分，配合精彩的照片 (圖五)，此番類比之言論贏得全場的賞聲！在他的研究中是利用 XRD 定量石墨質的焦瀝青，利用伊利石結晶度與 Kübler 指數的評估成熟度，從顯微鏡與 3D-SEM 觀測下發現在 late catagenesis 和 metagenesis 階段時有機孔隙率常常是相互關聯的，而天然氣也不斷的存儲在焦瀝青－石墨基質中。這些發現，再結合天然氣的穩定同位素研究，將熱成熟頁岩氣生產潛能延伸至早期變質的階段。



圖五、Dr. Tim E. Ruble 以牛排作為油母質成熟的類比。

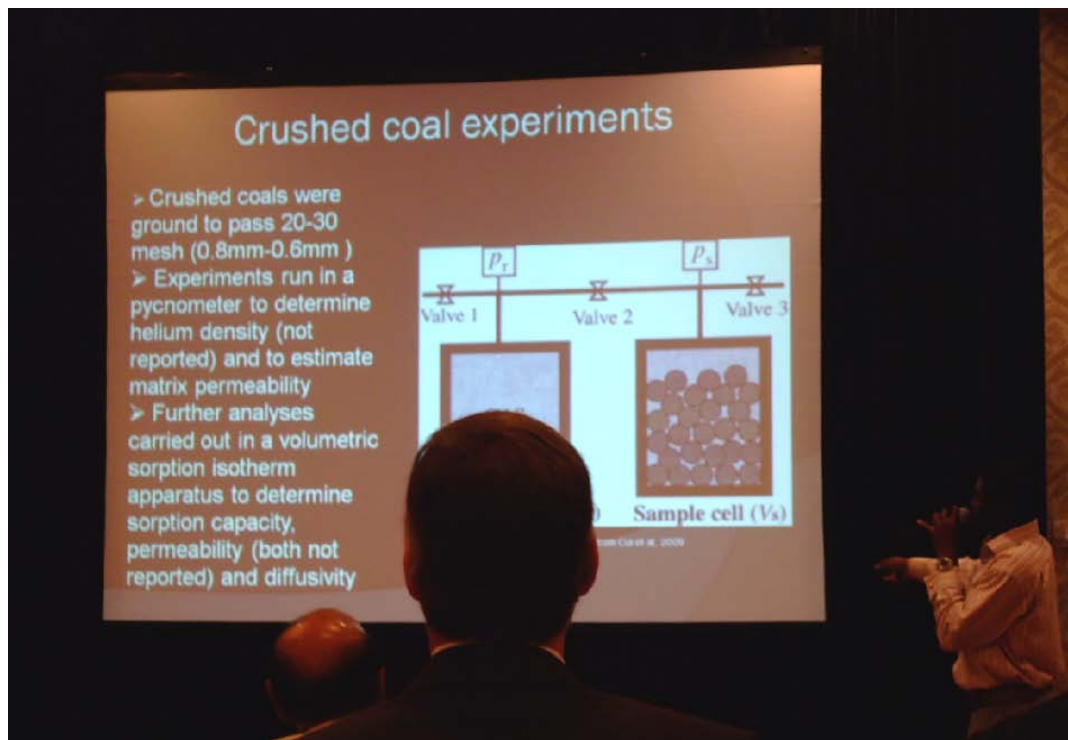
(照片摘自 <http://www.tsop.org/news1/n1273pr.pdf>)

(二) 煤之蘊藏量與利用

煤層氣 (Coal Bed Methane) 也是日益受到國際關注的議題，在美國大約佔國內天然氣市場的 7.5% 使用量。Dr. Thomas Gentzis 講述他們在加拿大鑽第一個煤層氣水平井時遇到的主要的挑戰，以及幾個鑽探階段的突發事件，這口井鑽在早白堊紀的 Mannville Formation in the central Alberta Plains，深度大於 1300 公尺的低滲透 (1-3 md) 煤層中，其結論指出，在深部地層和高壓層下的煤層要進行水平井鑽井作業，遇到任何需要修改與調整的時候都必須考慮三軸測試後得到之地質力學性質，否則很容易卡鑽或發生其他失敗。

Dr. Brian J. Cardott 發表奧克拉荷馬州東部的煤層 (奧克拉荷馬大陸棚東北部和 Arkoma 盆地) 之研究，至 1988 年，奧克拉荷馬一共有 2635 口煤層氣井完井，大多數的水平井水平長度為 14~4914 英尺，煤級為中揮發性煙煤。

印度礦冶學校的 Dr. Vinod Kumar Saxena 從煤岩心樣品的工業分析、元素組成、煤素質顯微組份等等參數去估計 Bokaro 煤田中之煤層氣潛力(圖六)，從儲集層中測量到的參數，包括：溶解氣 (DG^{daf})，殘留氣 (RG^{daf})，逸失氣 (LG^{daf}) 和總氣體含量 (TC^{daf})， DG^{daf} 含量和 RG^{daf} 含量分別與 TG^{daf} 有相關性，而 TG^{daf} 與深度的相關性普通，Dr. Vinod Kumar Saxena 遂提出經驗方程式—Petrographic Seam Gas Estimate (PSGE)，可與總氣體含量表現出良好的相關性。

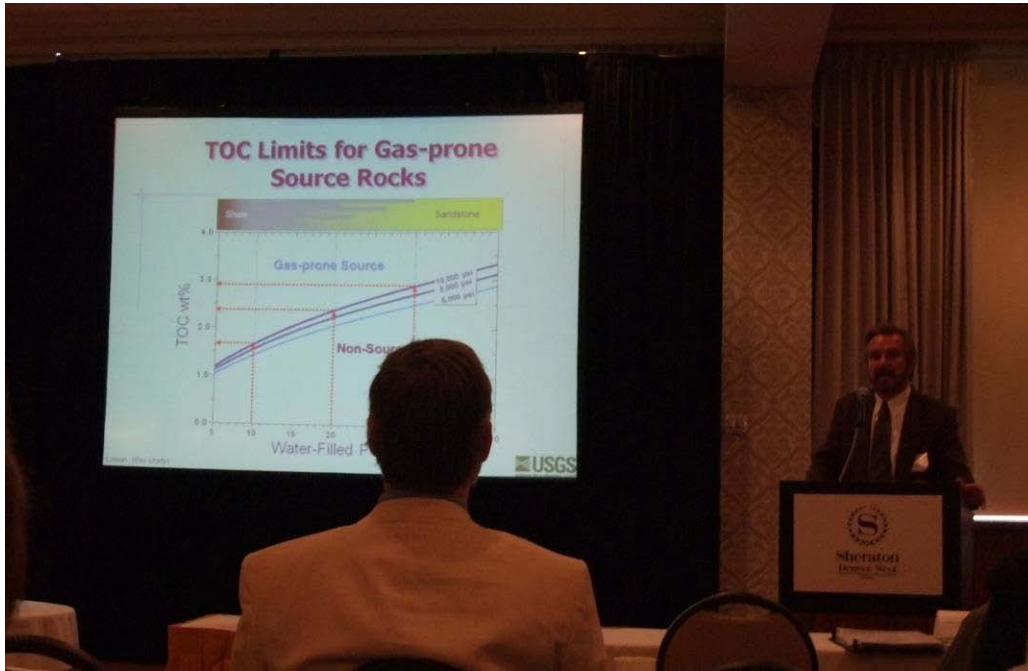


圖六、Dr. Vinod Kumar Saxena 介紹所使用的實驗方法。

(三) 石油地質學與石油地球化學

USGS 的 Dr. Michael D. Lewan 講述 Type III 的油母質的化學和熱裂解研究議題，利用來自波蘭，德國、烏克蘭和美國的煤進行兩個系列的水合熱裂實驗，以定出能夠大量經濟產生的甲烷的 Type III 的油母質之總有機碳 (TOC) 與熱成熟度 (%R_r) 上下界門檻 (圖七)。Dr. Lewan 的研究指出，Type III 的油母質所產生之甲烷大約 80% 是在成熟度 1.5 %R_r 之前生成，而到了 2.0 %R_r 就停止產氣，這與動力學模型中預測 Type III 的油母質在高達 2.0 %R_r 時仍 50% 以上的產氣潛能，即便到了 3.0 %R_r 時仍有產氣潛能之推論是不一致。

USGS 的 Dr. Justin E. Birdwell 的報告是採用 FTIR 去計算油頁岩或熱裂後的殘餘物中的成熟度、生油氣潛能與礦物組成。過去三十年來，大量研究證明紅外光譜 (IR) 解決了許多源岩有關的問題，油頁岩的紅外光特性提供油母質類型、生油潛能、與組成之礦物基質等訊息，是一個有用又快速的篩選工具。報告中所使用的樣品為 Eocene Green River Formation 中 Mahogany zone 的油頁岩，樣品以 380°C 加熱 18 小時後產生較輕的液態油，以及使用高溫 500 °C 加熱 1 小時的 Fischer Assay，最後將所有 FTIR 的結果對比在一起，可看出其組成成分資訊與油頁岩的岩石學特性。



圖七、Dr. Michael D. Lewan 闡述能產氣之源岩的 TOC 下限。

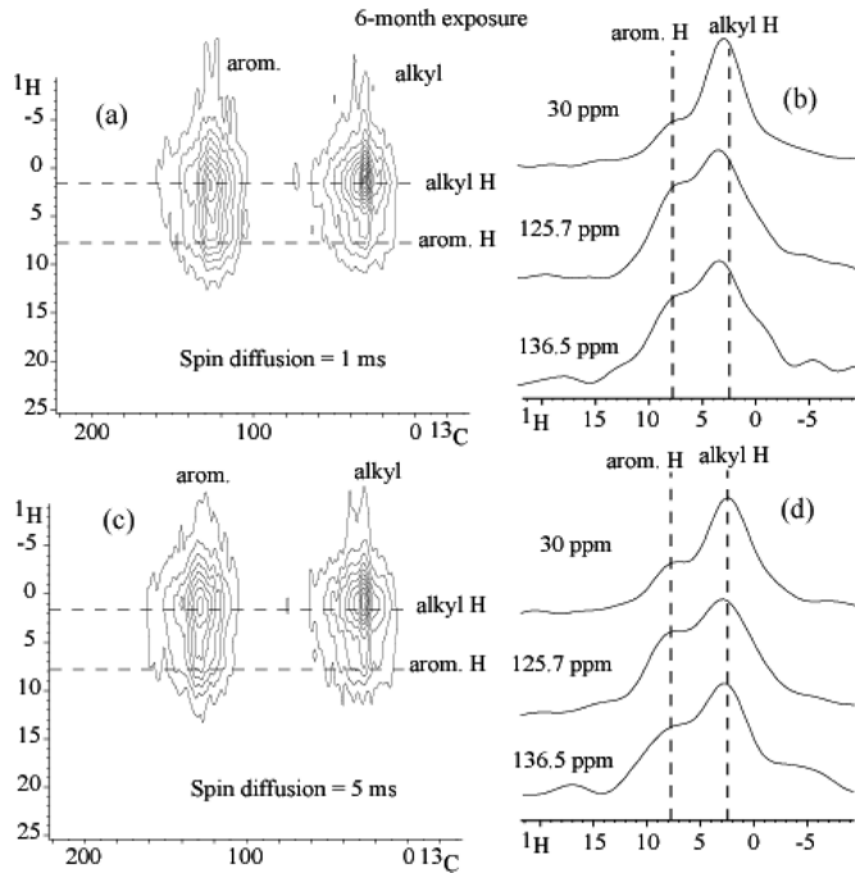
(四) 新技術與其之應用

另外，任教於 Old Dominion University 化學與生化系的中國學者 Dr. Jingdong Mao 在此次議程中為我們介紹固態碳 13 核磁共振 (Solid-state ^{13}C NMR, 圖八) 在煤研究上的發展成果，核磁共振分析可幫助我們辨別出化合物的分子結構，就如同醫學上做的核磁影像掃描可以看出人體的組織器官一樣，在學術上應用於石油系統的文獻有限，尤其是固態核磁共振因為有向異性的緣故，解析度不如液態核磁共振來的精細，定量使用上存在著很大的進步空間。

毛博士化學原理的背景以及對 NMR 儀器的深度了解，加上波蘭學者 Dr. Maria Mastalerz 對於煤的認識，目前合作分析已經從常規的 CP/MAS、DD、DP/MAS 進展到 2D 的程度（圖九），也改善了常規分析的解析度，成果著實令人相當敬佩！固態碳 13 核磁共振儀在台灣歸類於貴重儀器，常為化學系或材料系所管轄，常規的一台，如毛教授任教之大學所使用之 solid-state NMR 儀器為 400MHz 的磁場強度，要價就要 50 萬美金，而高解析度（高磁場）的核磁共振儀更是高達 450 萬美元，加上參數設定的複雜性及專門性，往往不是我們研究人員想嘗試儀器管理單位就願意配合我們任意調整參數或儀器分析方法的，因而此項技術在地球科學界一直不甚普及。這次會議中，毛博士表達對於固態油母質或煤材料的高度興趣，非常樂於挑戰國際期刊中還未進行的 ^{13}C NMR 相關分析，若有單位擁有具代表性的樣品可與他洽談合作事宜，以利在國際文獻上有所貢獻。



圖八、Dr. Mao 所使用之 solid-state NMR 儀器。
(摘自 Old Dominion University)



圖九、Dr. Mao 所介紹之 2D HETCOR 光譜圖與對應之 ^{13}C 化學位移。

(Mao *et al.*, Energy Fuels 2010, 24, p2536 - 2544)

參、心得與建議事項

美國地質協會（USGS）有計畫地舉辦年度國際會議，每年選在不同的城市舉辦，此次 TSOP 研討會在美國柯羅拉州的丹佛市郊區（Lakewood）舉行，正好鄰近美國地質協會的所在地，西臨匯集北美許多油氣盆地分布之洛磯山脈，研討會期間一方面讓全球各地的專家學者互相交流最新之研究成果，另一方面藉地利之便安排野外油頁岩盆地之實地考察。

今年之 TSOP 會議無與其他會議合辦，加上會議日期正巧與南加州地震中心（SCEC）年會撞期，因此與會學者並無往年多，USGS 的專家參與的也不夠熱絡，稍感遺憾。儘管如此，會議的內容依舊精采，許多成果非凡的圖表展現出各國學者在傳統以及非傳統能源特性上之觀察與開發技術上之心得和改進，值得本公司學習與借鏡。

藉由此類國際地球學會議，提高了專業上的能見度，同時也是一種國際行銷的機會。參加過三次的國外研討會，相比之下，發現台灣之大型會議中心在地點上稍嫌不夠完善，建議台灣可考慮興建地點方便之國際會議中心，並爭取舉辦各類的交流活動，可將台灣作有效的宣傳。另外，針對能源之地質、地物、地化、開採等相關議題的國際年會，建議多鼓勵相關單位前往參訪，對於各別的专业領域進行較為深入的交流，以吸取相關經驗，並尋求可合作之機會，以避免閉門造車之窘境。

附件一



THE SOCIETY FOR ORGANIC PETROLOGY

2010 ANNUAL MEETING, DENVER, COLORADO, USA

SEPTEMBER 12 - 16, 2010

TSOP meeting plan:

All events in Sheraton Ballrooms and Ballroom lobby area

- Sunday, 12 September 1300 to ~1600: Short course "Basics of Organic Petrography" and registration, posters displayed for entire meeting
1800 to ~2000: Ice Breaker reception
- Monday, 13 September 0800: Coffee Break; Posters displayed
0820: Welcome and Opening remarks
0830: Key Note speaker John Curtis
0900: Meet in Hotel lobby for Dinosaur Ridge half day trip
Transportation leaves at 0910
1000: Coffee Break
1020: Oral presentations
1200-1400: Business Luncheon, buffet in Sheraton ballroom
1400: Oral presentations
1520: Coffee Break
1540: Oral Presentations
1640: End of presentations
1830: TSOP council meeting in Red Rocks room
- Tuesday, 14 September 0800: Coffee Break
0820: Opening remarks
0830: Key note speaker Mike Lewan
0900: Oral presentations
1000: Coffee Break
1015: Meet in Hotel lobby for Museum half day trip
Transportation leaves at 1030
1020: Oral presentations
1120-1300: Lunch
1300: Oral presentations
1430: Coffee Break, meeting concludes
- Wednesday, 15 September 0745: Oil Shale field trip--
Meet in Hotel Lobby
0800: Transportation leaves for Rifle, Colorado
Box lunch provided

附件二

TSOP 2010 Annual Meeting *Monday, September 13*

- 0815 **Meeting opens: Welcome, Opening Words**
- 0825 **1. Shale Gas: From Resources and Reserves to Carbon Isotope Anomalies**
John Curtis
- 0900 **2. Characterization of Gas Composition Evolved from Different Source Rocks in Tight-Gas Reservoirs in the Rocky Mountain area: Examples from Piceance Basin, Colorado, and Jonah Field, Wyoming, USA**
Tingwei (Lucy) Ko, Michael D. Lewan, Nicholas B. Harris
- 0920 **3. Stability Analysis of two horizontal CBM Wells in the deep Mannville coals in the Alberta Basin, Canada**
Thomas Gentzis
- 0940 **4. Chemical Pre-treatment of Coal and its Influence on Extractable Organic Matter**
Lisa Gallagher, Steve Harris, Junko Muankata-Marr
- 1000 ***Coffee Break***
- 1020 **5. Review on the Origin of Oil and Hydrocarbon Gases within our Solar System - Biogenic and Abiogenic?**
Prasanta K. Mukhopadhyay, David J. Mossman, James M. Ehrman
- 1040 **6. Hartshorne coal rank applied to Oklahoma Arkoma Basin coalbed-methane activity**
Brian J. Cardott
- 1100 **7. Technological Characterization of Selected Coal Seams for Estimation of Potentiality of Coal Bed Methane - Case Studies from East and West Bokaro Coalfields, Jharkhand, India**
Vinod Kumar Saxena, Atul.Kumar Varma, Nilesh Ahirwar, Vinod Atmaram Mendhe
- 1120 **8. Chemical structural changes in bituminous coal in response to heating by dike intrusions as investigated by advanced solid-state nuclear magnetic resonance spectroscopy**
Jingdong Mao, Xiaoyan Cao, Mark Chappell, Arndt Schimmelmann, Maria

Mastalerz, Yuan Li

1200- ***Business Luncheon***

1400 **9. Middle Pennsylvanian Age (Atoka and Cherokee Group) Carbonaceous Shales in the Denver Basin**

Steven A. Tedesco, Neil Sharp

1420 **10. Estimating thermal maturity, generation potential and mineralogical composition of oil shale and post-pyrolysis residues using Fourier transform infrared spectroscopy**

Justin E. Birdwell

1440 **11. Paleozoic lacustrine shales of Northeast Greenland: characteristics and petroleum potential**

Jørgen A. Bojesen-Koefoed, Henrik I. Petersen, Stefan Piasecki, Lars Stemmerik

1500 **12. Custom kinetics and composition of a global set of lacustrine and marine oil shales: influence on petroleum generation characteristics**

Henrik I. Petersen, Jørgen A. Bojesen-Koefoed, Anders Mathiesen

1520 ***Coffee Break***

1540 **13. Variation of coal flow properties with probe gas, composition, and fabric in the Western Canada Sedimentary Basin (WCSB)**

Leye Adeboye, R. Marc Bustin

1600 **14. Mineralogical Changes in the High Rank Coals of the South Walker Creek Area, Northern Bowen Basin**

Asep K. Permana, Colin R. Ward

1620 **15. Locally Robust Fc-factors for Utah Coal**

Jeffrey C. Quick

1640 **16. Fuzzy Expert System Applied for the Color Reduction of Fluorescent Microscopic Coal Images**

Alejandro Restrepo-Martinez, Astrid Blandon Montes

- 0815 **Arrival: Opening Words**
- 0830 **1. Lower Organic Carbon Limits and Upper Thermal Maturity Limits for Methane Generation from Type-III Kerogen in Coals and Fine-grained Rocks**
Michael D. Lewan
- 0900 **2. Geochemical characterization of an oil seep from the Bagua Basin, north-central Peru**
Thomas Gentzis
- 0920 **3. Systematic characterization of kerogen using advanced solid-state nuclear magnetic resonance**
Jingdong Mao, Arndt Schimmelmann, Maria Mastalerz, Klaus Schmidt-Rohr
- 0940 **4. Assessing the Importance of Pyrobitumen in Unconventional Reservoirs**
Tim E. Ruble, Christopher D. Laughrey, Herman Lemmens, Greg Walker, Wayne R. Knowles
- 1000 ***Coffee Break***
- 1020 **5. Preliminary Evaluation of the Rhenium-Osmium Geochronology of Phosphoria Oils, Big Horn Basin, Wyoming**
Paul G. Lillis, David Selby
- 1040 **6. Sedimentary records of organic matter and Hg as influenced by change in depositional environment in recent sediments of thermokarst lakes from the Mackenzie River Delta, Canada**
Hamed Sanei, P.M. Outridge, A. Dallimore, P.B. Hamilton
- 1100 **7. The occurrence, distribution and influence of authigenic clays in reservoir rocks of Agbada Formation, Niger Delta**
Olugbenga A. Ehinola, Olusola R. Yussuf
- 1120 ***Lunch***
- 1300 **8. Mineralogy and geochemistry of individual coal seam subsections in the Sydney Basin, Australia**
Lei Zhao
- 1320 **9. Igneous Intrusions in the Sedimentary Basins of Eastern Australia-**

Implications for Hydrocarbon Exploration

Lila W. Gurba

- 1340 **10. An influence of crude oil on microscopically measured reflectance**
Neely Bostick
- 1400 **11. Petrographic applications in prediction of combustion behavior of inertinite rich coal and char and fly ash formation**
Atul Kumar Varma, Mrityunjay Kumar, Vinod Kumar Saxena, Ashish Sarkar

Poster Presentations:

1. **Comparison of Pennsylvanian age coalbed methane and shale gas resources in the Illinois and Cherokee Basins**
Steven A. Tedesco, Amanda Huffer
2. **Insights on biomarker parameters of the Tremembé Formation (Type I kerogen), Brazil, based on hydrous pyrolysis experiments**
Regina Binotto, Noelia Del Valle Franco Rondón, Michael D. Lewan, Eugenio Vaz dos Santos Neto, João Graciano Mendonça Filho, André L. D. Spigolon
3. **Geochemical and petrographic features of the organic matter through a simulated maturation series: An application in the Los Cuervos source rock-Llanos Foothills, Colombia**
Vladimir Blanco, Luisa Campiño, Carlos Parra, Angelo Plata
4. **Novel applications of pyrolysis to determine organic matter in environmental samples**
Jesse Carrie, Hamed Sanei
5. **Influence of CO₂ on organic-rich shale composition and pore structure; Example from the New Albany Shale**
R.W. Lahann, M. Mastalerz, J. R. Rupp
6. **Organic facies characterization of a sedimentary section from the Santa Catarina Coalfield**
Mendonça Filho, J.G., Guerra Sommer, M., Cazzulo Klepzig, M., Kern, M. L., Mendonça, J.O., Silva, T.F., Menezes, T.R., Bongiolo, D.E.

7. **Thermal maturity trends in the Mowry Shale in the Bighorn Basin, Wyoming and Montana**
Thomas M. Finn, Mark J. Pawlewicz
8. **Appalachian Basin Natural Gas Database: Distribution, composition, and origin of natural gases**
Yomayra A. Román-Colón, Leslie F. Ruppert, Linda J. Bragg
9. **Petrography of subbituminous Tertiary Colombian coals and their evaluation in pyrolysis, activation and petroleum source processes**
Oscar Javier Jaramillo Rua
10. **Partitioning of trace elements in feed coals and coal combustion products from a power plant in the Colorado Plateau, USA**
Sharon M. Swanson, Ronald H. Affolter, Mark A. Engle
11. **Spontaneous combustion possibilities from piles of subbituminous coals from Amaga Formation**
Astrid Blandón Montes
12. **CO₂ emissions from Illinois Basin coals and influence of their petrographic composition**
Agnieszka Drobniak, Maria Mastalerz
13. **Coalbed methane potential of carboniferous coal basins from onshore and offshore Nova Scotia and geochemistry of waters associated with coal beds**
P. K. Mukhopadhyay
14. **Evaluation of the hydrocarbon generation potential in coals of the Caballos Formation of Cretaceous age in the Upper Magdalena Valley Basin - Colombia**
Viviana María Bermúdez Cortés, Astrid Blandón Montes, Oscar Jaramillo Rúa
15. **Organic geochemistry and petrology of the Pearsall Formation as a potential shale gas resource, Maverick Basin, south Texas**
Paul C. Hackley, Kristin O. Dennen, Peter D. Warwick, Sharon M. Swanson
16. **Estimated shale gas resources in the Middle Magdalena Valley and Eastern Cordillera Basins of Colombia**
Maria Alexandra Aguja, Martha Liliana Sarmiento, Gustavo Navas Guzmán, Carlos Hernán Vargas
17. **The origin and the composition differences of coalbed methane and shale gas in**

the eastern part of the Illinois Basin

Ling Gao, Agnieszka Furmann, Maria Mastalerz, Arndt Schimmelmann

18. **Coalbed methane in Colombia: An overview**

Adriana Gómez Prada, Sandra Liliana Rodríguez, Romeo Flores, Jorge Roballo Fuentes, Gustavo Navas Guzmán