

出國報告（出國類別：開會）

出席世界核燃料市場組織 2010 年會議

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：吳心岳 核燃料組組長

派赴國家：美國

出國期間：99.06.05 ~ 99.06.10

報告日期：99 年 08 月 04 日

摘 要

今(2010)年第 37 屆 WNFМ 年會係於 6 月 6 日至 6 月 8 日在美國聖地牙哥召開，會議主題為「乘浪而起」(Riding the Waves)。

爲因應人爲二氧化碳排放造成之全球氣候異常變遷及暖化現象，核能發電已醞釀成爲一股各國莫不競相投入之風潮，並成爲未來電力來源之較佳選擇。但在這股浪潮之推擁下，核能發電相關產業是否能從過去長期的低迷不振中趁勢快速復甦，進而支撐隨之而來的巨大核燃料需求，卻是非常值得討論與研究。因爲原料鈾之生產有長達十年之前置期，加上前年的全球金融風暴，對眾多鈾礦投資者造成資金募集之困難，此等影響甚至波及鈾轉化、濃縮與製造設備之汰舊換新與產能擴充，且隨著次級供應來源逐漸遞減，此項課題將成爲未來的主要挑戰。因此縱使核能產業之展望多年來從未如此的樂觀，但我們目前在規劃新建核能機組時不能不謹慎以對，更必須瞭解及掌握未來生產狀況之趨勢及市場供需之變化，以確定核燃料市場能提供我國核能機組穩定及可預測之長期核燃料供應來源，以及規劃本公司之因應對策。本次會議除針對各項影響未來核燃料前端市場供需及貿易狀況進行資訊分享與討論外，會議也討論核能投資環境現況及新建機組相關之經濟因素。本公司預定今年下半年進行新轉化服務長期供應契約標案，故派員出席是項會議，除得以參與組織運作積極維持與其他會員之互動外，並藉此交流之機會，掌握核燃料市場之動向與發展，作爲本公司核燃料營運之參考。因原訂今年 4 月在德國舉辦之 WNFС 會議臨時取消，本公司參加本次會議更形重要。

本次會議參加人員共有約 250 位，除前述與核能相關之公司外，各國相關之管制機構亦派員參加；另由於目前核燃料市場價格上下急遽變化，具有誘人商機，故亦吸引許多金融投資公司及顧問與會。職除參加此次 WNFМ 會議外，並趁會議期間，就若干核燃料營運事宜，以及本公司預定今年下半年新轉化服務長期供應契約標案，與參加會議之相關廠商代表交換意見，尤其與中國及俄國代表之接觸收獲頗豐。

綜合而言，此次出國任務應已達成初步之目標與成果，爾後類似會議仍建議繼續參加。

目 錄

內 容	頁次
壹、出國任務	4
貳、出國行程紀要及會議議程	4
參、工作內容	9
一、出席世界核燃料市場組織 2010 年會議(World Nuclear Fuel Market).....	7
肆、心得與建議事項	22

壹、出國任務

出席世界核燃料市場組織 2010 年會議(World Nuclear Fuel Market)。

貳、出國行程紀要及會議議程

時間	工作行程
65(六)	往程：台北—洛杉磯—聖地牙哥
66(日)	<p>Welcome Reception</p> <p>Welcome – Ron Cocherell Chairman, Board of Governors World Nuclear Fuel Market Core Analysis Manager Southern Nuclear Operating Company, Inc.</p> <p>Keynote Speaker The Global Financial Crisis – How Did We Get Here? Dr. Scott Anderson, Director and Senior Economist at Wells Fargo</p>
67(一)	<p>Session 1 After the Wipeout: Surviving the Financial Crisis</p> <p>Session Chairman Frank Rives Director, Nuclear Fuels Entergy Services, Inc.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Financial Impacts on the Front End Tarik Choho, Senior Vice President, Mining and Front End Sales (Areva Business Group Mines & Business Group Front-End) ● Exploration: Where are the Future Uranium Supplies? Colin Macdonald, Vice President, Exploration (Cameco Corp.) ● Carbon Tax/Clean Energy Proposals and Projected Impacts in the US Mike Murray, Regional VP Legislative State Agency Relations (SempraUtilities) ● U.S. New Build Update Richard J. Myers, Vice President, Policy Development (NEI) <p>Ron Cocherell Chairman, Board of Governors World Nuclear Fuel Market</p>

時間	工作行程
	<p>Core Analysis Manager Southern Nuclear Operating Company, Inc.</p> <p>Special Speaker – (Dr. Iris Engstrand – “Settling of the Missions in Alta California”)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Introduction ● Election and Announcement of Results ● New Business Discussion
6/8(二)	<p>Session 2 <i>Surf’s Up: Back on the Boards (Emerging Markets and Evolving Supply)</i></p> <p>Session Chairman Scott Melbye President Cameco Inc.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Europe: Poised for a Nuclear Renaissance? Ralf Güldner, Vice Chairman, Management Board (E.ON KK) ● Navigating Navoi: New perspectives on Uzbekistan Supply Tim McGraw, Executive Vice President (NUKEM, Inc.) ● The Phenomenon of the Kazakhstan Uranium Industry Kalilallo Baitassov, Senior Manager, Science and Technology Department (JSC NAC Kazatomprom) ● Breakthroughs in Enrichment Technology Tammy Orr, President (GLE) ● Heap Leach – A New (Old) Way to Produce Uranium Greg Sinclair, General Manager Projects, (Energy Resources of Australia) ● Fuel Fabrication Response to New Nuclear Build Sumit Ray, Director, New Reactor Fuel Engineering (Westinghouse)
6/8(二)	<p>Session 3 <i>Rules of the Beach: Impact of Governments and Stakeholders</i></p> <p>Session Chairman Tony Williams Head, Nuclear Fuel Department Axpo AG Kernenergie</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Building a Sustainable Uranium Mining Industry Wotan Swiegers, Director, The Uranium Institute(Namibian Chamber of Mines) ● Regulatory Challenges to New and Increased Uranium Production Paul Goranson, President (Cameco Resources Inc.) ● Disposition of U.S. Government Excess Uranium Inventories –

時間	工作行程
	<p>Ripple or Tsunami? Jon Indall, Counsel (Uranium Producers of America)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Non-Proliferation Initiatives: Impact on Commercial Markets Jonathan Hinze, Vice President, International Operations(The Ux Consulting Company, LLC) ● Market Impact of Equity Owners: The Role of States and National Players Gene Clark, Chief Executive Officer (TradeTech Energy)
6/9~6/10(三~四)	<p>返程：聖地牙哥—洛杉磯—台北</p>

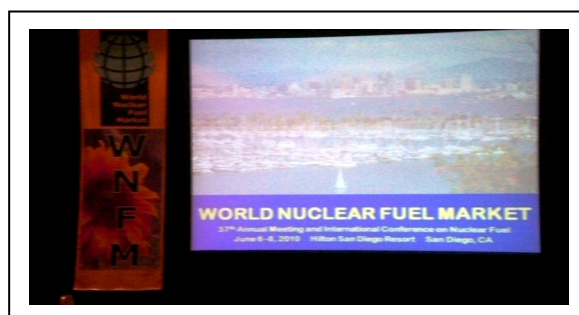
參、工作內容

世界核燃料市場組織 (WNFM)係由美國核能工業界聲譽卓著之顧問公司 NAC International 所經營之組織，成員包括全球電力公司、核燃料循環各階段供應商及代理商等，主要功能在提供各會員核燃料市場訊息及交易機會，以促進世界核燃料商務之進行，目前會員公司 88 家，遍佈 20 餘國，本公司亦為該組織成員。

今(2010)年第 37 屆 WNFM 年會係於 6 月 6 日至 6 月 8 日在美國聖地牙哥召開，會議主題為「乘浪而起」(Riding the Waves)。

為因應人為二氧化碳排放造成之全球氣候異常變遷及暖化現象，核能發電已醞釀成爲一股各國莫不競相投入之風潮，並成爲未來電力來源之較佳選擇。但在這股浪潮之推擁下，核能發電相關產業是否能從過去長期的低迷不振中趁勢快速復甦，進而支撐隨之而來的巨大核燃料需求，卻是非常值得討論與研究。因爲原料鈾之生產有長達十年之前置期，加上前年的全球金融風暴，對眾多鈾礦投資者造成資金募集之困難，此等影響甚至波及鈾轉化、濃縮與製造設備之汰舊換新與產能擴充，且隨著次級供應來源逐漸遞減，此項課題將成爲未來的主要挑戰。因此縱使核能產業之展望多年來從未如此的樂觀，但我們目前在規劃新建核能機組時不能不謹慎以對，更必須瞭解及掌握未來生產狀況之趨勢及市場供需之變化，以確定核燃料市場能提供我國核能機組穩定及可預測之長期核燃料供應來源，以及規劃本公司之因應對策。本次會議除針對各項影響未來核燃料前端市場供需及貿易狀況進行資訊分享與討論外，會議也討論核能投資環境現況及新建機組相關之經濟因素。本公司派員出席是項會議，除得以參與組織運作積極維持與其他會員之互動外，並藉此交流之機會，掌握核燃料市場之動向與發展，作爲本公司核燃料營運之參考。因原訂今年 4 月在德國舉辦之 WNFC 會議臨時取消，本公司參加本次會議將更形重要。

本次會議參加人員共有約 250 位，除前述與核能相關之公司外，各相關之管制機構亦派員參加；另由於目前核燃料市場價格上下急遽變化，具有



誘人商機，故亦吸引許多金融投資公司及顧問與會。職除參加此次 WNFM 會議外，並趁會議期間，就若干核燃料營運事宜與參加會議之相關廠商代表交換意見，茲將會議內容及討論之重點摘要如下：

一、世界核燃料市場組織 2010 年會議(World Nuclear Fuel Market)

本次大會先由 WNFM 理事會的主席，任職於 Southern Company 的核心分析經理 Mr. Ron Cocherell 致開幕辭。Mr. Ron Cocherell 將近年來在世界金融市場和在核工業發生的金融危機經驗，比喻為衝浪者被大浪從衝浪板上打落水中，並且激勵與會者，在這個行業裡，縱使被浪頭打落，還是要設法回到衝浪板上才行。

(註：由於本次大會是在衝浪者天堂聖地牙哥舉辦，因此主辦單位別出心裁，以衝浪活動術語作為各階段討論主題之標題，可謂用心良苦)。以下就部分主題做簡單摘要報告：

(一) *Financial Impacts on the Front End*

AREVA 公司採礦和前端銷售資深副總 Mr. Choho 就金融危機對核燃料前端循環的影響表達 AREVA 公司的看法。他提醒出席者，事情並不都是像表面上看起來那樣單純，特別是當今看似供過於求的鈾料市場。Choho 認為全球對核能的需求正在增加(圖 1-1)，而且核能發電的擴增不可避免，到 2030 年將加入 250-450 GWe 的新建核能機組，因此屆時核燃料前端循環將分別形成 3-6 萬噸原料鈾、3-5 萬噸轉化鈾、1-4 千萬濃縮功(SWU)，及 250 噸鈾/年之缺口。而且，要滿足未來對核能的上揚需求，需要核能工業多年的開發，並且現下就得對燃料前端循環進行大量的投資。

為此目的，AREVA 將在今後兩年裡投入 30 億美元於 2012-2014 開始生產之採礦和採礦計畫(圖 1-2)，並重新調整各相關部門組織，也將在 2010-2014 期間投資超過 60 億美元以提升它的前端燃料循環相關的工廠及設備。但在投資的同時，因應金融環境惡化而採取之成本降低作法也開始執行，而這些投資將需要客戶的長期採購承諾以獲得持續的支持。

至於預計在 2012-2014 開始生產之採礦和採礦計畫包括：

計畫名稱	Imouraren	Katco	Trekopje	Cigar lake
Location	NIGER	KAZAKHSTAN	NAMIBIA	CANADA
Mine operator	AREVA	KATCO	AREVA	Cameco
Shareholder	AREVA (57%), State of Niger (33%), KEPCO (10%)	AREVA (51%), Kazatomprom (49%)	AREVA (100%)	Cameco (50%), AREVA (37%), third parties
Resources	198,300 tU	54,400 tU	45,500 MTU	135,000 tU
Planned production	5,000 tU / yr	4,000 tU / yr	2500 tU/ yr	6,000 tU / yr
Status	2014: Nominal production	2012: Production capacity of 4,000 tU	2012: Start of commercial production	2013/ 2014: Expected start of production

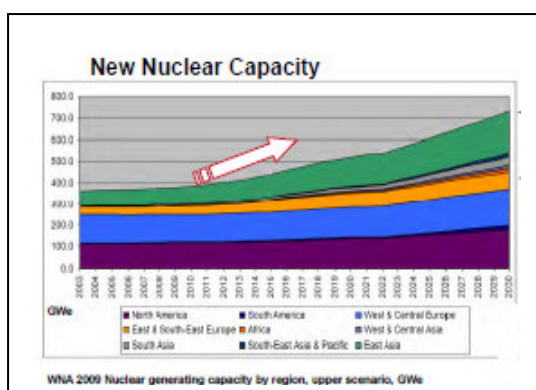


圖 1-1

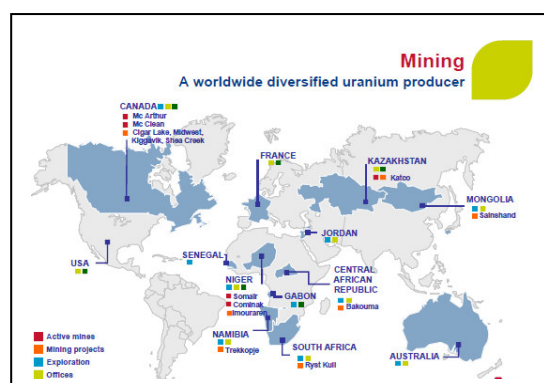


圖 1-2

(二) *Financial Impacts on the Front End*

在 Cameco Corp 探勘副總經理 Colin Macdonald 的簡報中，他的主題集中在：「未來原料鈾的供應來源究竟在何處？」Macdonald 表示，鈾的探勘和採礦工業隨著鈾價的波動已經經歷過兩次循環（圖 1-3），現下正處在第 3 次循環的中段（圖 1-4）。前兩次循環的特徵是以尚未經探勘過的處女地區為目標（Elephant Country strategy），而對比起來，第 3 次循環的特徵是大部分的資源都集中投注在開發中的國家，並且是以前就已發現，但品位較低而一直未開採的礦源上（Second Life strategy）。

他提出影響第 3 次循環的因素有：

1. 地區因素：開發中的國家、稅制，法律及政府的變動不確定性之風險高、這些風險都可能延後或/及減少生產量。
2. 成本結構因素：品位較低(0.02~0.1%)、生產成本約為\$35-95 / lb、以目前現貨市價無法開採。
3. 時間因素：在開發中的國家，開礦申請進度可能較快，但也可能毫無優勢；區域經濟或地緣政治的風險很高。
4. 資金因素：只有大公司比較容易取得資金、要已擁有礦脈或已在生產者；在探勘初期的計畫籌資困難。

從 2003 年起隨著鈾價緩步上揚，鈾的探勘和採礦進入第 3 次循環，投入的探勘資金也隨之增加，其中尤以新生產商投入最多，但自 2008 年金融風暴開始，探勘資金的投入快速減少，新生產商因籌資困難，無法繼續投資的情形也最明顯。(圖 1-5,1-6) 但即使近年來世界經濟處於下降趨勢，Macdonald 認為為了進一步找尋具價值的鈾礦資源，在這第 3 次循環中各鈾礦公司都會更強化原料鈾採礦部門。但他特別警告，不斷改變中的地緣政治，尤其是那些擁有鈾礦資源的開發中國家之政治不穩定性，很可能會衝擊未來的原料鈾供應鏈，最終亦將影響未來的原料鈾價格。

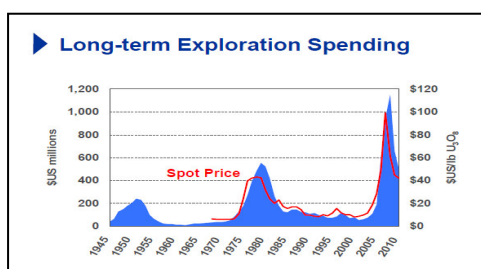


圖 1-3

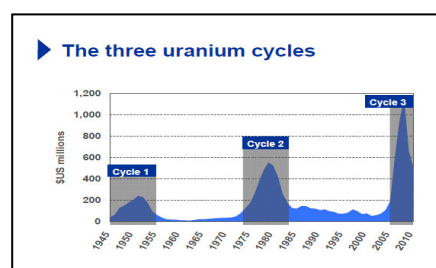


圖 1-4

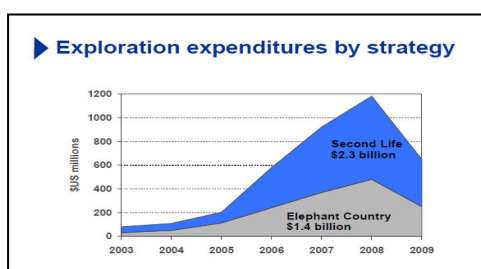


圖 1-5

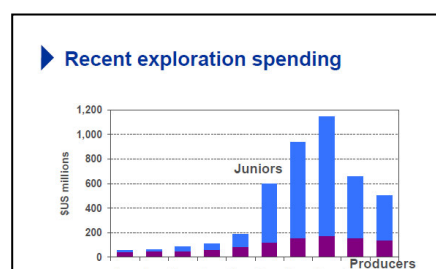


圖 1-6

(三) *Navigating Navoi: New perspectives on Uzbekistan Supply*

NUKEM的執行副總經理 Tim McGrawy 在簡報中提供關於烏茲別克 Navoi 礦的一些訊息，包括 NUKEM 與 Navoi 的歷史淵源，以及 Navoi 採礦和冶鍊的相關資訊。

NUKEM 與 Navoi 有悠久的合作歷史。從 1992 年 NUKEM 與 Navoi Mining and Metallurgical Combinat (NMMC^註) 簽訂第一筆長約起，現有合約可達 2022 年，是與 Navoi 維持最長久獨家銷售關係的西方公司。目前，NUKEM 每年購自烏茲別克的原料鈾約 2,000 噸 (520 萬磅)，佔了烏茲別克年生產量 2,300 噸的大多數 (註：自 2007 年起，烏茲別克每年賣給日本 Itochu 300 噸) (圖 1-7)。為了確保將來這種長期的關係，NUKEM 給予債款協助 NMMC 購買新的設備，並且已經開始著手舒解美國以及歐洲對烏茲別克的貿易障礙。

註：NMMC 是烏茲別克政府於 1958 年成立，目標是探勘及開發 Kyzylkum 省的鈾礦。除了鈾礦以外，NMMC 自 1964 年起也開始探勘及開發金礦，目前已是全球前 10 大產金公司。烏茲別克另在天然氣及銅礦的蘊藏及開採量也很驚人 (圖 1-8)。

◆ Navoi NMMC 營運中的鈾礦有：(圖 1-9)

- Northern Mining Unit (Uchkuduk)
- Southern Mining Unit (Nurabad)
- Mining Unit No. 5 (Zafarabad)

所有生產出含鈾的溶液都以鐵路運到 Hydrometallurgical Plant No.1 去 (HMZ-1) 處理。

◆ NMMC 鈾礦簡介：

1. Northern Mining Unit：

- 位於 Uchkuduk，Navoi 西北方 187 哩遠
- 從 1961 年開始開採 (原本是 open pit 礦，目前是 ISL 礦，生產流程如圖 1-10)
- 經營自有之硫酸廠
- 提供 NMMC 所有鈾礦生產所需之硫酸
- 開採中之礦區：

A. Kendyk-Tyube, Sugraly

B. 每年生產量：700-750 噸

- 計劃近期將開採之礦區：

A. Maylisay (2010),

B. S. Sugraly (2012)

- 生產量於2015年前可增加1倍
- 預估之開採年限：2045

2. Southern Mining Unit :

- 位於Nurabad，Navoi東北方及Samarkand 之西方
- 從1964年開始開採
- 大規模生產聚氯乙烯(PVC)及聚氯乙烯產品(塑膠管材供ISL採礦輸送酸溶液用)
- 提供NMMC所有鈾礦生產所需之PVC塑膠管材
- 開採中之礦區：Sabirsai; Yarkuduk (extension of Sabirsay); Ketmenchi
- 計劃中近期將開採之礦區：N. Mayzak and Agron (2010); Ketmenchi and Tutlinskaya (2012)
- 預估之近期生產量：600-650 噸
- 預估之開採年限：2025

3. Mining Unit No. 5

- 位於Bukhara 省之 Zafarabad，Navoi西北方
- 從1971年開始開採
- 開採中之礦區：N. Bukinai; S. Bukinai; Tokhumbet; Beshkak; Lavlykan; N. Kanimekh
- 計劃中近期將開採之礦區：N. Kanimekh expansion and Alendy (2010); Aulbek (2011); Varajan, Terikuduk; Aksaiskoe
- 每年生產量：1000-1200 噸
- 預估之生產前景：每年13%-15% 成長
- 預估之開採年限：2045

McGraw 表示，預期 Navoi 之生產量將可達到穩定，但目前低迷的鈾價將對預估之生產量有所影響，不過，McGraw 相信未來的產量仍將逐漸增加。

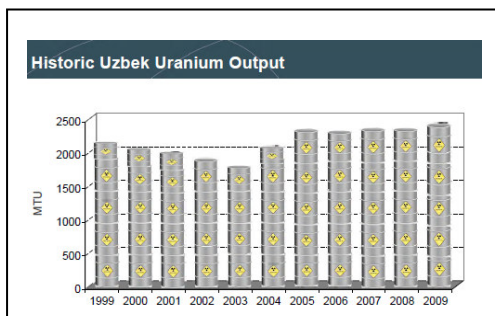


圖 1-7

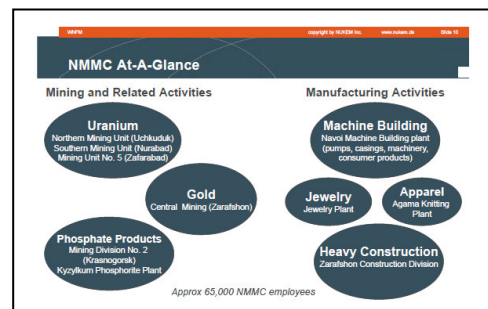


圖 1-8

- 2009 年 7 月完成測試迴路(Test Loop)建造
- Phase 1：2009 年 7 月測試迴路(Test Loop)開始運轉
- 2009 年 8 月美國核管會(NRC)接受 GLE 執照申請
- 進行商務合約簽訂
- Phase 2：2010 年 4 月開始進行設計最佳化
- 預期 2011 年 12 月可獲得美國核管會(NRC)核發執照

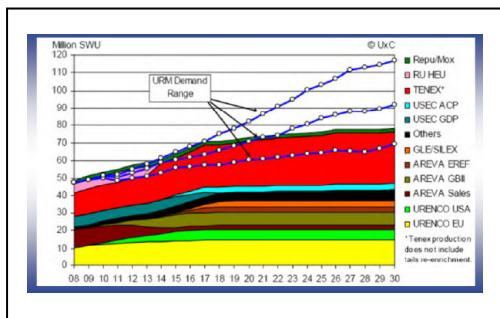


圖 1-11

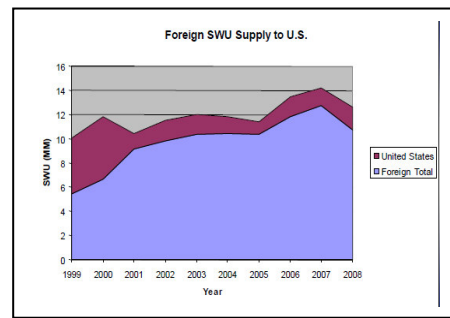


圖 1-12

(五) *Heap Leach - A New (Old) Way to Produce Uranium*

澳洲 Energy Resources Australia (ERA)公司技術計畫副總經理 Mr. Greg Sinclair，先介紹 ERA 的世界第二大鈾礦”Ranger”礦。Ranger 礦生產全世界 10% 的原料鈾，因此全球約有 1%的電力是從 Ranger 礦生產的原料鈾所提供。在 2009 年生產 5,240 噸原料鈾，迄今已生產十萬噸的原料鈾。Ranger 礦四周被 Kakadu 國家公園環繞，僱用的原住民員工約佔 20%，68.4%的股權為 ERA 擁有，2009 年的淨利有 2 億 7 千 3 百萬元

ERA 正計劃藉由 heap leaching (堆浸法)提煉品位很低的 U₃O₈ 礦石，以增加產量。堆浸法是將壓碎的礦石在堆浸場長寬達數公里的過濾墊上堆積成一座小山後，以酸性溶液浸出所含之 U₃O₈，再以封閉式迴路加以回收（圖 1-13 ~ 1-16）。因為堆浸法的處理速度快、效率高及對環境破壞少，因此是很受業界歡迎的提煉方式。

ERA 的目標是處理共 15,000 到 20,000 噸的礦石，董事會已於 2009 年 10 月核准投入 3600 萬元進入可行性研究階段，可行性研究並自 2009 年 11 月開始，預計可於 2010 年第 4 季完成。目前亦正進行環境影響報告(EIS)部分，如果進展

順利，預期可於 2013 年開始生產，滿載生產量可達每年 660 萬磅 U3O8。

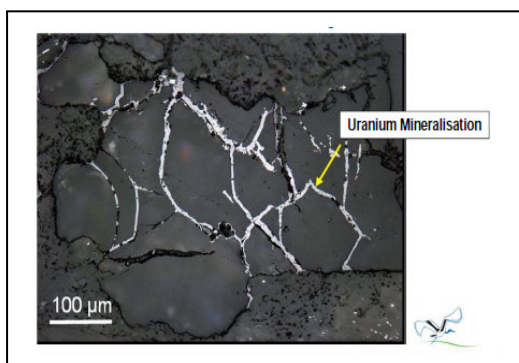


圖 1-13

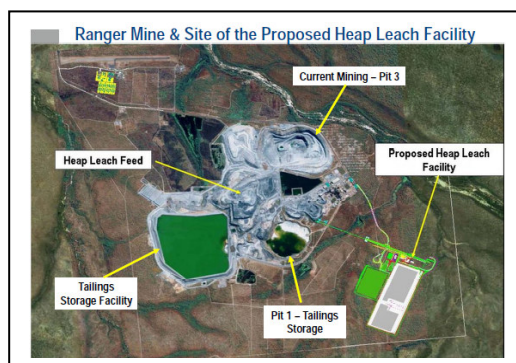


圖 1-14

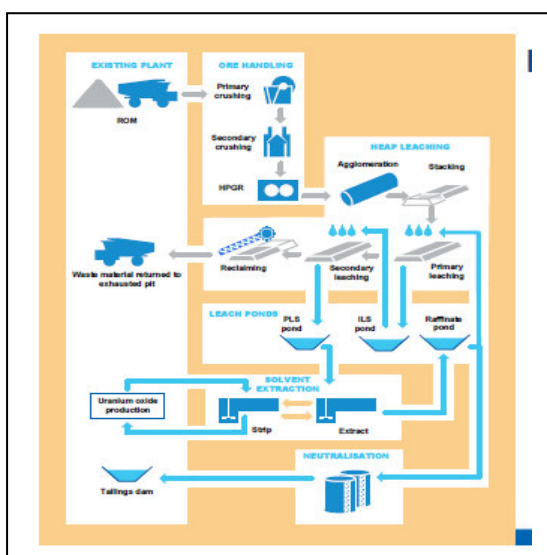


圖 1-15



圖 1-16

(六) Regulatory Challenges to New and Increased Uranium Production

Cameco Resources Inc. 的總裁，Paul Goranson 首先描述美國鈾礦業相關法規的歷史沿革：

- 1950 年代美國鈾礦業開始鈾的商業生產，為因應政府對鈾源強烈需求而蓬勃發展，因而面對相關法規的挑戰。
 1. 以供應政府的需要（核武）為特點
 2. 在西部各州廣泛的發展
- 到了 60 及 70 年代，美國支配西方國家的鈾源，相關法規也隨之增加。
 1. 鈾的生產主要是為提供成長中的民用核能發電工業使用

2. 聯邦和州政府的關鍵官員大量退休
3. 政府預算集中於其他資源

Paul Goranson 接著再介紹美國相關法規的概況：

- 鈾工業受到原子能法和各種的環境法律管制
- 在 70 年代，美國國會通過一些環境相關的法律：
 - Clean Water Act
 - Safe Drinking Water
 - Clean Air Act
 - Uranium Mill Tailings Recovery and Control Act
 - 以及對上述的法律的其他法律和修正案

- 根據這些法律，國會授予各州審核鈾礦探勘及開採之權力
- 鈾礦確定後，則由聯邦和州政府加以監督

美國主要的管制單位有：

- 聯邦政府
 - Nuclear Regulatory Commission (NRC)
 - Environmental Protection Agency (EPA)
 - Bureau of Land Management (BLM)
- Wyoming 州政府
 - Wyoming Department of Environmental Quality (WDEQ)
- Texas 州政府
 - Railroad Commission of Texas (RCT)
 - Texas Commission on Environmental Quality (TCEQ)
- Nebraska 州政府
 - Nebraska Department of Environmental Quality (NDEQ)
- Utah 州政府
 - Utah Department of Natural Resources (UDNR)
 - Utah Department of Environmental Quality (UDEQ)

法規沿革及挑戰：

- 直到 2006 年，不論是聯邦和州政府的法規主管機構，都假設核能是衰退中的工業：
 - 主管機構透過退休以及調整工作進行裁員
 - 規章和政策的制定及更新都集中於機組退役及新建方面
- 從 2007 年開始，主管機構才真正意識到核能工業的成長是真的

- 開始有新的採礦公司出現。
 - 聯邦和州政府的法規主管機構開始增加人員
 - 但相關的知識及實務經驗傳承出現嚴重的斷層
- 新法規的環境及結果：
- 核能工業的運轉甚至建造需要多重的許可證及輻射執照
 - 對以前已接受的政策進行重新規定及重新解釋
 - 新進的管制人員，需要非常快速的學習
 - 因此，美國核能工業已經意識到：
 - 執照申請審查過程將更為緩慢（過去要花費6個月的，現在要2到3年）
 - 申請所需的文件更多，審查的標準更高
 - 需要來自各層級主管機構之核准
 - 公眾的介入更多，導致增加法規面的審查和延遲核准的時間

▶ Regulatory Environment - 2010

State	Mining/ Exploration	Underground Injection	Radioactive materials	Federal Lands?	Air Emissions
Arizona	State	Federal	Federal	Yes	Federal
Colorado	State	Federal	State	Yes	State
Nebraska	State	State	Federal	Minimal	State
Texas	State	State	State	None	State
Utah	State	Federal	State	Yes	State
Wyoming	State	State	Federal	Yes	State

表 1-2

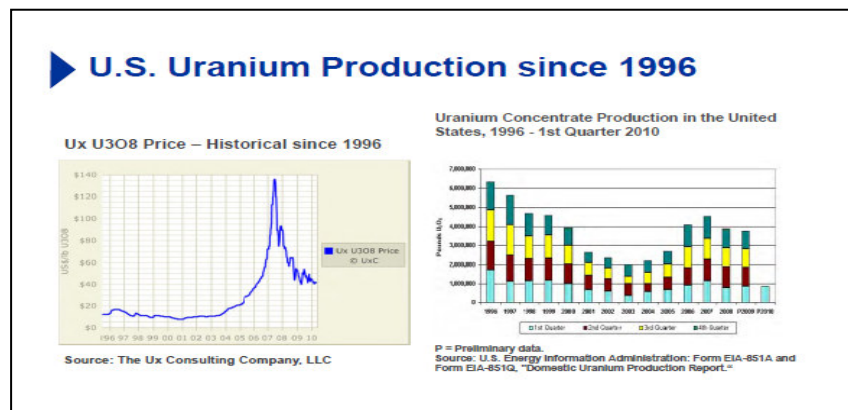


圖 1-18

(七) *Disposition of U.S. Government Excess Uranium Inventories*

來自 Uranium Producers of America 的 Mr. Jon Indall 帶來美國能源部(DOE)「過剩庫存鈾管理政策」之最新資訊。

DOE 目前手上有相當於 153 百萬磅天然鈾之不同形式鈾料 (如表 1-3)，包括：耗乏鈾、天然鈾、低濃縮鈾(LEU)及高濃縮鈾(HEU)，其中只有天然鈾是商業等級可隨時交易的形式。這些鈾料是過去多年來透過國防計畫、高濃縮鈾(HEU)採購計畫、DOE 自己的濃縮事業、以及其他管道取得。而 DOE 每年要花費大筆納稅人的錢去執行這些鈾料的維護及保安工作。因此 DOE 在鈾料價格大漲之際，正嘗試利用各種方法從這些庫存中取得價值，以支持 DOE 各項活動及鼓勵並維持核能燃料工業之基礎建設。

Excess Uranium Inventories (Beginning FY 2008)				
Inventory	MTU	Enrichment Level	NU Equivalent Million lbs. U ₃ O ₈	
			U ₃ O ₈	MTU
Unallocated US Highly Enriched Uranium	67.6	HEU	32.5	12,485
U.S.-Origin Natural Uranium as UF ₆	5,156	NU	13.4	5,156
Russian-Origin Natural Uranium as UF ₆	12,440	NU	32.3	12,440
Off-Spec Non-UF ₆ *	4,461	DU/NU/LEU	7.5	2,900
Depleted Uranium as UF ₆ **	75,300	DU	67.5	25,950
Total DOE Excess Uranium Inventory			153.2	58,931

* NU equivalent corresponds to NU and LEU material only.
 ** DU as UF₆ having an assay equal to or greater than 0.35% 235U but less than 0.711% 235U.
 NU equivalent is based on 0.20% tails assay.

表 1-3

除此之外，DOE 計畫降低過剩庫存量，每年將向美國以外的政府機構出售不超過相當於美國目前國內每年 10% 需求量(約 500 萬磅)之多餘庫存 (如圖 1-19) 以免對美國國內市場造成衝擊，每筆賣出交易都將以競標且透明的方式執行，並且評估對核能工業的衝擊。而且也考慮建立貯存量，以備供應急遽變更致危及核能營運時調節之用。

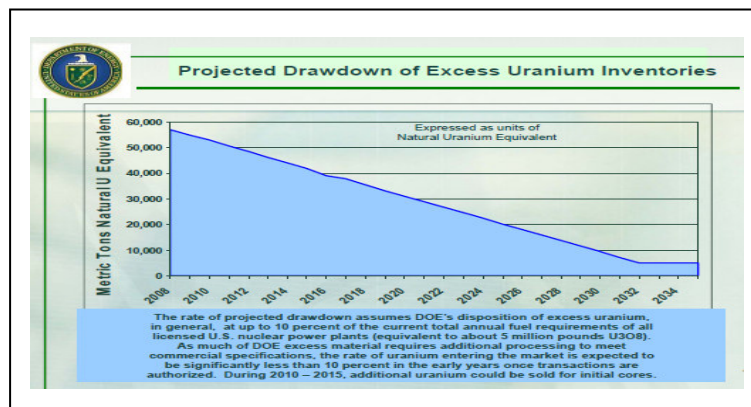


圖 1-19

DOE 同時亦考量使用部分過剩庫存鈾充當新機組之初始核心燃料。DOE 未來的計畫之一包括分析將現有的庫存鈾料中的大部分，轉化成低濃縮鈾的成本與效益，對於此項分析，DOE 已經開始進行必要之環境評估，以便做成決定。

美國能源部(DOE)過剩庫存鈾銷售管理年表

- 2006 年 1 月美國能源部(DOE)宣佈成為聯邦鈾庫存好管理者的意圖，並承認鈾庫存的適當管理對燃料循環參與者是非常的重要。
- 2006 年 8 月美國能源部(DOE)在燃料循環參與者會議中，初次提出「10%計畫」。
- 2006 年 10 月 UX 研究建議：(1) 以長期合約銷售鈾庫存；(2) 銷售給初始核心使用；並且(3) 逐漸增加銷售量—減輕對國內供應商的影響。
- 2007 年 7 月能源部請供應商和電力公司提供可接受的參數，以避免此銷售影響物料。
- 2007 年 12 月核能工業形成共識：(1) 逐漸增加銷售量；(2) 建立策略性庫存；並且(3) 銷售給初始核心使用。
- 2008 年 3 月國務院發布政策聲明：銷售必須(1) 合法；(2) 透明；並且(3) 繼續維持一個強大的國內核工業。
- 2008 年 12 月美國能源部提出「過剩庫存鈾管理計畫」。
- 2008 年 12 月提出庫存鈾處理之環境評估草稿：
 - 確定銷售方式包括實物交易
 - 以國內需求量的10%為銷售上限，評估所造成的影響
 - 適當管理銷售以避免或者使影響減到最小
 - 現貨市場填補大約年度需要量的15%
 - 如果以長期合約銷售，影響將會降低
- 2009 年 7 月能源部拒絕 USEC 債款擔保申請
- 2009 7 月能源部宣佈加速在 Portsmouth 廠的清理，以補償 USEC 失去的工作機會
- 2009 年 8 月為加速 Portsmouth 廠的清理，在 2011~2014 年間提供 4.5 億美元
- 2009 年 10 月 6 位 參議員和 11 眾議員要求能源部朱部長重新考慮為清理 Portsmouth 廠而出售庫存鈾之作法

- 2009 年 10 月能源和水資源撥款委員會提高 Portsmouth 廠的清理預算，並審查能源部之政策，以確保符合 USEC 私營化法案 §3112 之要求
- 2009 年 12 月能源部轉移第一批 200 公噸 UF6 到 USEC
- 2010 年 2 月能源部朱部長在參議院能源委員會作證，能源部不會持續銷售庫存鈾
- 2010 年 4 月提出過剩庫存鈾管理處理法案

肆、感想與心得

- 一、 由於本公司與俄國在鈾料和鈾加工服務上向無直接貿易往來，雙方對商務及法律層面的限制均感陌生，雖經以往零星的一些接觸，但都仍有不知如何開始著手之疑慮。自 2008 年為與 USEC 重新談判 2014/2015 年濃縮服務合約價格，本公司嘗試詢問俄國 Tenex 供貨的可能性，之後，Tenex 就不時向本公司表達建立貿易關係之意願。雖然睽諸全世界的核燃料前端循環市場趨勢及供應面變化，俄國是最具實力同時也是本公司尚未開拓的處女地，且在俄國改革開放後，俄國與西方國家及東北亞日、韓等國在核燃料前端循環的經貿關係快速加溫，此時與俄國開展鈾料貿易關係確為適當時機，但經本次洽談後了解，目前本公司若欲與俄國進行核燃料前端循環之貿易往來，尚有以下之障礙：

(一) 核物料進出口及再移轉安排限制多

- (1) 核物料進出口安排：由於俄國與加拿大、澳洲所簽訂之核子協定下之下腳退運行政安排(administration management)尚未完成，加拿大及澳洲的鈾料目前尚不能出口到俄國濃縮；而俄國與美國所簽署之核子協定刻正在美國國會審查尚未生效，依美國原子能法 123 條要求，美國的鈾料亦暫不能出口到俄國。此三國生產的原料鈾合計達到全世界產量的近一半，若俄國 Rosatom 為本公司供應廠商，會對本公司鈾料採購及調度造成極大的限制。
- (2) 核物料再移轉安排：為使各國核物料可於移轉到美國進行加工後再移轉到我國，俄國以外之主要轉化廠所在國均與美國簽有涉台核子保防協定，允許該等物料不需事前同意就可直接再移轉至我國。但因台灣特殊國際地位之關係，目前俄國與美國尚未進一步協商安排涉台保防協定，未來美俄核子協定生效後，若未有涉台保防協定之安排，由俄國提供或在俄國加工之核物料，於美國製成核燃料後將難以順利再出口至我國。

(二) 原料鈾及轉化鈾庫存之安全尚有疑慮

轉化廠為本公司原料鈾及轉化鈾庫存場所，俄國基於「一個中國」之政策，向來將本公司視為由中國政府所管轄之公司，故未來若中國主張本公司之物料屬於中國所有，除恐將危及本公司庫存於俄國原料鈾及轉化鈾之財產所有權，進而亦將影響核燃料供應安全。

- 二、 由於本公司核燃料製造廠都在美國，因此若購買俄國鈾料或濃縮服務，難以避免必須都要送往美國製造，故在俄國與美國之核子合作協定(123 agreement)生效後若台灣未進入俄國之 retransfer 許可名單(list)，則每次自美出口都要向俄國政

府申請許可，在俄國政府「一個中國」之政策下是不可行的。而美俄 123 agreement 刻正在美國國會審查，可能很快就會在 11 月國會期中大選前簽署生效。美俄 123 Agreement 下另訂之 retransfer 許可名單(list)將是未來本公司是否採購俄國鈾料之關鍵，因此本公司目前應積極加速與 Tenex 之互動關係，以爭取 Tenex 向俄國政府申請把台灣列入 retransfer 許可名單(list)中，否則俄國的鈾資源本公司將無法使用。

- 三、 以往由於受到兩岸政治因素之影響，本公司與中國核能相關公司之鈾料商業貿易行為並未積極往來與開展，惟因中國核能相關公司之前對外販售鈾料之規模不大，因此對本公司之鈾料購用需求亦無重大影響。由於本公司在洽商購買哈薩克之原料鈾（哈薩克之 2009 年原料鈾生產量為全球第 1，蘊藏量為全球第 2 大）及向俄羅斯洽商購買濃縮服務時，本公司之洽商對象皆表示受到中國（以中國原子能工業公司（CNEIC）為對外窗口）之反對而無法販賣物料予本公司。因此若欲突破此等鈾料採購來源之限制，本公司應積極與中國原子能工業公司溝通，並保持良好關係，以期解除若干國家對販賣鈾料予本公司之疑慮。並且中國原子能工業公司目前已掌握可觀之海外鈾礦來源，並積極參與鈾料買賣，本公司亦可向中國原子能工業公司採購鈾料，更進一步擴大鈾料之來源。
- 四、 另根據 Tenex 的講法，在俄國政府「一個中國」之政策下，若透過 CNEIC 賣給台灣，則俄國政府將視為賣給中國（註：export license 是發給中國，不是台灣），至於 CNEIC 如何轉給台灣是中國內部問題，俄國政府不會干涉，而 CNEIC 也向本公司傳達相同的訊息。因此 CNEIC 與 Tenex 訴求方向一致，似乎要打通本公司與俄國及中國的通商管道，中國原子能工業公司同時成為影響大陸與俄國之鈾料來台的關鍵，因此本公司與中國原子能工業公司在核燃料相關領域之交流，應予以積極加強。比較可惜的是，在本公司甫進行之原料鈾(Uranium concentrates)現貨採購案中，CNEIC 向本公司表示，由於一直沒接到主管機關正式的書面批復，因此仍不便向本公司報價，故本公司與 CNEIC 之關係還在原地踏步中，必須設法加以突破。
- 五、 由於以往採取之封閉政策及作法，俄國與中國在國際核子保防和核子合作的相關條約、法律及規定等資料蒐集不易，本公司尚不能充分了解與完全掌握，有必要委請國外專業之法律顧問協助進行蒐集和分析、建議，方能知己知彼研擬最佳之對策。
- 六、 本公司目前與 Cameco、ConverDyn 兩家轉化廠訂有長期轉化服務契約，價格非常優惠，只有目前轉化長約市價的一半左右，契約本應於 2010 年到期，因 Cameco、ConverDyn 兩家轉化廠各自理由，在一些互惠條件下允許本公司延至

2012 年，因此暫時舒緩本公司簽訂 2011 年起轉化新約之時間壓力。不過因近年來轉化服務市價（尤其現貨）低迷，影響廠家擴廠及建廠之意願，經與 Cameco、ConverDyn 等廠家討論新長期轉化服務契約方向時，發現廠家所持之態度都比以往強硬，允許之彈性及優惠也大幅縮水，因此本公司須研擬妥善對策，並儘速進行成案及招標作業，以期在本年內完成招簽約，以免市場對買方愈趨不利下恐遭遇更大之困難。