

經濟部幕僚單位及行政機關人員從事兩岸交流活動報告書

參加第 8 屆國際礦業永續發展會議

研提人單位：經濟部礦務局

職稱：科長

姓名：許慶源

參訪期間：106 年 6 月 24 日至 106 年 6 月 30 日

報告日期：106 年 7 月 17 日

政府機關（構）人員從事兩岸交流活動（參加會議）報告

壹、交流活動基本資料

一、活動名稱：參加第 8 屆國際礦業永續發展會議

二、活動日期：106 年 6 月 24 日至 106 年 6 月 30 日

三、主辦（或接待）單位：北京科技大學

四、報告撰寫人服務單位：經濟部礦務局

貳、活動（會議）重點

一、活動性質：出席會議

二、活動內容

（一）目的及緣起

國際礦業永續發展會議（SDIMI）係一個在國際礦業領域頗具影響力之系列性國際學術會議，其目標為促進全球礦業朝向永續發展型態。自 2003 年在希臘米洛斯發起首屆 SDIMI 會議以來，每兩年舉行 1 次，已先後在希臘、德國、澳大利亞、加拿大等國家舉辦 7 次。

第 8 屆國際礦業永續發展會議今年首次在亞洲及中國大陸舉行。該地區新經濟發展迅速，礦產資源開發利用規模大、增速高，相關與安全、健康、環境、礦區治理等永續發展議題廣受關注。為響應這些狀況與挑戰，SDIMI 2017 主題確定為：適應永續發展之

礦產資源開發利用—關注安全、健康、環境與礦城。通過對相關問題之研討、交流與傳播，促進學術、產業、政府等單位採取協同行動並付諸實踐，使礦產資源開發利用不斷適應全球經濟社會永續發展轉型之需求。鑑於國內礦業開發亦面臨上述議題之挑戰，為瞭解目前國際發展趨勢，爰參加此次會議。

本次會議行程如下：

6/24 台北至北京

6/25~28 參加第 8 屆國際礦業永續發展會議

6/29 原訂技術考察行程取消

6/30 北京至台北

(二) 會議內容

研討會開幕由大陸國家煤礦安全監察局副局長楊富發表本次大會基調報告，渠表示，隨著工業革命及工程技術的突飛猛進，使得人類干預自然及人工創造的能力顯著增強。相應地，經濟社會活動時空迅速擴大，導致人們產生對這些活動超越地球承載能力與極限的擔憂。譬如資源耗竭、環境污染、生態退化、氣候變化、地區爭端等區域及全球性問題長期存在，對人類的生存發展及福祉構成了巨大的威脅。這些都是經濟社會發展所必需面對的問題，尤其亞洲及中國大陸地區礦產資源開發利用及相關經濟活動範圍廣、規

模大，相關的職業安全與健康、生態環境、礦城轉型等可持續發展問題備受關注，為了積極響應這些客觀需求，本屆會議主題確定為：適應可持續發展的礦產資源開發利用-關注安全、健康、環境與礦城。

本次會議就採礦與永續（可持續）發展、環境維護、礦區及礦城治理、採礦生命週期與永續發展、原材料供需與綠色採礦、新能源（非傳統能源）與永續發展、礦山災害防控、礦山風險管理與安全、企業社會責任等議題進行研討與交流，並發表相關報告及論文，茲摘要如下：

1.北京科技大學蔡美峰進行「金屬礦產資源可持續開發戰略研究」報告：

- (1) 金屬礦產資源開發現況所面臨的問題：主要來自環境保護的壓力，露天開採造成的裸露面影響景觀，為人所嫌惡，未來趨勢會朝向地下開採，降低裸露面，且開採將趨於深部化，以有效利用資源。
- (2) 預測和防止深挖掘期間的岩爆：地下開採深部化首先需面對壓力增加所產生的岩層擾動及岩石突出問題，故岩石力學分析與支撐設計顯得格外重要。
- (3) 高溫度降低在深層次環境的技術：深部採礦面臨地溫梯度逐

漸攀高，不利於人工作業，故深井高溫控制極為重要，主要需考量有效通風系統的建立與降溫處理。

- (4) 改造傳統挖掘模式和技術：傳統地下開採以爆破方式進行，如進入深部開採，面對的地壓與地溫環境將更形險峻，故挖掘模式及技術應予改變及提升，機械連續切割採礦較爆破開採更容易控制，如地質條件適合，應可逐漸取代之。
- (5) 遠端控制的智能和無人挖掘技術：採礦深部化將使作業環境更為惡劣，人員身處其中危險性亦相對增加，如能引進遠端遙控之智能機器人代替人工作業，將可避免人員工安事件產生，達成採礦無人化目標，惟智能採礦之困難點在於複雜的系統工程建置開發，就目前技術而言，尚需時日才能達成。

2. 中國安全生產科學研究院張興凱進行「安全風險的深度融合與礦業可持續發展」報告：

- (1) 安全隱患深層融合：安全隱患並不僅安全事件本身所造成的影響，已深層融合各項安全技術、風險評估及社會問題等，而安全工作的投入是隱性的，也就是平時默默的安全管理工作，如無事故發生，一般較難受到重視，但當事故發生後，引起後續效果可能極大，故對管理者而言，不應忽視安全管理的隱性特徵，並需注意各階段安全風險管理的特點。

(2) 可持續發展的安全隱患合併影響：包括安全事故、事件的頻率，不單是考量人體危害的巨大成本，並應通過事故/事件探討社會成本。

(3) 在安全可持續發展的策略上，包括鄰避效應 (NOT-IN-MY-BACK-YARD) 的關注及重視企業社會責任，以及創新思維支持可持續發展，並建構風險預知能力。

3. 中國國土資源經濟研究院張新安進行「中國礦業可持續發展的路徑選擇」報告：

(1) 中國大陸礦業目前情況：中國大陸礦業目前普遍缺乏規劃，過於重視生產端，對生產缺乏彈性，進而失去平衡。生產主要集中在環境敏感區，造成生態損失及不平衡讓利情形，加之低利用率和低效率，資源配置受到不良影響。

(2) 中國大陸礦業願景：中國大陸的礦業應朝著在 2030 年達成以下目標，包括能源獨立性，通過資源創新尋找轉折點降低消耗，零排放及產業升級。

(3) 中國大陸礦業可持續發展方向：包括供應方的結構性改革，產業升級和轉型，礦產資源的有效利用和節約，綠色礦山建設，採礦權及特許機制再檢討，資源利用率和效率的評估改

進策略等。

4.北京科技大學何學秋進行「中國經濟社會發展對安全生產影響規律研究」報告：

(1) 進入 21 世紀，工業災害頻繁發生，形勢日趨嚴峻。工業安全與經濟增長是密切相關的。經濟發展、工業安全及可持續發展已成為社會主要關注標的。目前中國大陸正處於經濟結構和經濟發展方式轉變的關鍵時期，安全理念已成為經濟和社會的一個重要組成部分，安全生產工作正在發生深刻變化，表現出特殊的規律性。

(2) 本項研究首先分析安全生產在中國大陸經濟增長產生影響的基本特徵。在此基礎上，提出安全發展的社會技術方法，並指出經濟結構和經濟週期影響工作安全，顯示有顯著的“結構效應”和“經濟週期驅動”的跡象。工業事故的預防和控制是依賴於技術進步，經濟體制的變化可能會破壞社會因素和技術因素的平衡，導致工作安全風險的增加。在經濟體制改革的過程中，企業應加強監測工作的安全風險，並有效地解決在工作場所安全的負面影響。工作安全的風險控制不僅是一個技術問題，也是一個社會和經濟問題。不可避免的，需要尋求一組技術，社會和經濟因素構成的綜合治療，亦即

安全生產與經濟增長的協調必須處理在宏觀層面大規模的公共政策。如今在中國大陸，經濟增長速度從高速降低到中高速，經濟發展模式從粗放型增長轉向集約型增長，經濟發展的動力變化轉向創新驅動，這些重大變化，增加了不穩定因素，形成工作安全的新型挑戰。

5.加拿大不列顛哥倫比亞大學 Dirk van ZYL 進行「貫穿採礦生命週期之可持續發展」報告：

(1) 生命週期與可持續發展：生命週期評估是指評估某一產品從原料開採、生產製造、運輸、消費使用及棄置處理各階段所產生之環境衝擊大小，亦即評估比較某種製程或產品之環境衝擊時，應考量該製程或產品之完整生命週期對環境的衝擊，而非僅考慮某一環節或階段對環境之衝擊。當評估完整生命週期對環境的衝擊後，則考量如何降低其衝擊或影響，以達致永續發展目的。

(2) 在整個採礦生命週期中，存在許多為永續發展做出貢獻的機會。重點是分析出採礦生命週期之各階段，包括勘探、開發（環境、社會、經濟評價等）、建設、運營、結束和結束後復整等。再運用生命週期評估方法，檢視各階段對環境的影響，例如二氧化碳排放、能源耗用、重金屬、廢棄物等，進而提

出改善方法，降低對環境衝擊，達到採礦與環保兼顧的永續發展目標。

6.美國科羅拉多礦業學院王逢旦進行「現代礦產、能源與環境」報告：

- (1) 轉廢為寶：現代礦產除傳統開採方式取得外，應更擴大資源取得範圍，研究將廢棄物轉化為有價值的資產，例如都市採礦（Urban Mining），應用選礦技術，從原本廢棄的家庭及工業物品，提煉出具經濟價值的物料，使礦物循環再利用，減少不必要的開採造成環境負擔。
- (2) 先進技術及自動化：先進的技術可以用來幫助滿足環境和衛生條件，提高資源利用效率，例如油氣井工程，改進了水平鑽井的距離，促使生產量大增等。未來趨勢是加強採礦智能化及機械化，以自動化和遠程控制安全地提高經濟性和可操作性，避免人為因素產生的風險，強化礦場安全。
- (3) 新能源開發：目前有項新能源（或稱非傳統能源）值得關注，即可燃冰，或稱為甲烷水合物、天然氣水合物。可燃冰被封存在於低溫高壓的環境，一般常被發現在海域，以固體型態的水包覆大量甲烷，燃燒後僅會生成二氧化碳和水，污染比煤、石油、天然氣小，但能量更高。開採方式則以天然氣鑽

井開採法為基礎，目前有美國、日本及大陸等進行開採研究，惟尚未達到商業規模，在安全及技術上亦面臨挑戰，如擾動封閉狀態造成甲烷洩漏、出砂控制等，如能成功開採，會成為乾淨能源的希望。

7. 德國 Clausthal University of Technology 的 Oliver Langefeld 進行「藍色採礦-規劃未來礦場」報告：

- (1) 礦業的未來將不僅通過現代技術的應用，同時也受到經濟、環境和社會問題的影響。舉個例子，對於關鍵原材料複雜礦體進行採礦，除需要考慮技術高、成本高的問題外，另常見大量尾礦，不僅需要儲存的空間，亦增加礦石的開採量，對環境和社會帶來負面的影響，進而開採行為帶給經濟、環境和社會三方面昂貴代價。
- (2) 藍色採礦著重於礦場未來的規劃，關鍵點在於能源使用效率、能量轉換、能量儲存及分配等各方面問題。按照國際慣例，要求再生能源的普及可促進可持續發展，依聯合國目標，要求達到負擔得起的、可靠的、可持續的現代能源對。其中再生能源這一目標，在許多方面必需考慮技術發展，由於太陽能和風能的不可靠性，存儲是實現這一目標的重要關鍵。在礦山規劃方面，能源存儲的領域，跨學科的研究正在進行，

例如使用未來廢棄礦山規劃作為風力發電廠儲存能量，亦是朝向永續發展的方向。

8. 日本 Akita University 的 Wenhua Li 進行「資源民族主義的宏觀經濟和政治因素」報告：

- (1) 資源民族主義基本上是通過政治和經濟手段，對自然資源企業強制性的政府干預，以使國家和人民受益。進入二十一世紀後，採礦業受到越來越強的攻擊。對資源拉抬經濟增長的窮國而言，通常發現自己陷入“資源的詛咒”。資源民族主義對投資者的風險是單一事件可以迅速升級並導致危害，使作業無法繼續進行。
- (2) 這項研究的目的是找到支配資源民族主義的出現對生產國重要的金屬和能源資源顯著因素和量化其邊際效應。該研究結果顯示，高科技出口、礦石和金屬出口、法治、貿易，以及自然資源租金佔主導地位，適用於高、中收入國家的資源民族主義，政府效率、政策認知指數、高科技出口及礦物租金主導中、低收入國家。根據研究模型，對 90 個國家的資源民族主義發生可能性進行預測，2012 年排名前 10 位的國家風險估計是北朝鮮、印度、洪都拉斯、印尼、哈薩克、布吉納法索、蒙古、古巴、玻利維亞和秘魯。

9. 美國 Department of Mining and Minerals Engineering, Virginia

Tech 的 Ellen Gilliland 進行「公眾參與和能源可持續發展」報告：

- (1) 公眾參與能確保能源的有關發展，特別是在環境保護、公共衛生和社會經濟影響等議題，越來越受到關注。這是受到當代民主政治及公共行為發展趨勢的影響，包括在公共利益與經濟活動的衝突，並牽動技術層次上升，而使業界需投入更多資源，以及增加與社會公眾溝通。近年來，多次高強度的衝突事件已證明，當公眾的關注被忽略或遭到業界被動應付，能迅速成長為有組織的反對力量，造成負面影響或完全脫離掌控。從而在早期的規劃和開發階段，與利益相關者溝通，贏得信譽和信任至關重要，進而才能獲得接受與支持，確保可持續的發展。
- (2) 以頁岩油氣為例，就需求面而言，許多美國公眾支持能源生產，因為使用天然氣從環境的角度，相對於其他化石燃料，如煤或石油，是比較清潔的選項。然而，就頁岩氣的開發，必需應用到水力壓裂（Hydraulic Fracturing）的技術，會造成地層破壞、水污染等疑慮。2016 蓋洛普民意調查顯示，大多數美國人 51%反對水力壓裂，比上年增長 40%，已漸漸成為公眾爭議的問題，頁岩氣產業如未有效的回應，依然會增長反

對的勢力。

10. 納米比亞 Department of Mineral and Process Engineering, Namibia University of Science and Technology 的 Harmony K. Musiyarira¹ 進行「可持續水管理：礦業在環境敏感地區」報告：

(1) 作為用水緊張的國家，淡水有限的納米比亞是眾所周知的。

因此，水的使用在該國是一個重要課題。水是一種共享及有限的資源，具有高度社會、文化、環境及經濟價值。然而，淡水資源受到採礦業、工業、城市和人口增長影響，需求壓力極大，尤其採礦活動必須使用到水，如何調和至為重要。

(2) 在過去十年期間，每噸鈾礦碎解洗選的淡水消耗減少了 55%，達成實質性的效果，通過海水淡化亦增加對飲用水消耗的延遲。納米比亞礦業公司採用的策略包括利益相關者的參與、回收再利用，以及水的損失最小化等。面對水挑戰，不是單獨行動或任何一方可以解決實現問題，在確保納米比亞礦業符合環保要求下，共同參與面對水資源的使用，而減少採礦活動的水足跡是管理的關鍵性指標之一。

三、 遭遇之問題：無

四、 我方因應方法及效果：

本次參加會議進行順利，未做任何因應措施。

五、 心得及建議：

(一) 中國大陸乃至全球資源開發目前所面臨的問題，主要來自環境保護的壓力，在台灣亦是如此。露天開採不論從安全、成本、作業難易度而言，雖是較佳的選擇，然會造成廣大裸露面，破壞環境景觀，為大眾所嫌惡。面對日益高漲的環保要求，未來趨勢應朝向地下開採，以減少地表裸露，且開採將趨於深部化，以使資源作最有效利用。惟地下開採涉及較高技術層次，最主要係支撐及通風設計，另尚有防火、防水、岩石突出、爆破控制、地表沈降等問題，面臨此一發展趨勢，應提早因應規劃，以達致礦業永續發展目的。

(二) 生命週期評估是評估某一產品從原料開採、生產製造、運輸、消費使用及棄置處理各階段所產生之環境衝擊大小，考量如何降低其衝擊或影響，以維護環境及生態。在整個採礦生命週期中，存在許多為永續發展做出貢獻的機會，包括勘探、開發、建設、運營、結束和結束後復整等。重點是分析出採礦生命週期之各階段，再運用生命週期評估方法，檢視各階

段對環境的影響，例如二氧化碳排放、能源耗用、重金屬、廢棄物等，進而提出改善方法，降低對環境衝擊，並尋求土地二次利用的可行途徑，使採礦與環保能兼籌並顧。

(三) 礦山安全隱患並不僅安全事件本身所造成的影響，已深層融合各項安全技術、風險評估及社會問題，安全事故的產生不單是考量人體危害的巨大成本，亦需接受社會的嚴格檢視。而安全工作的投入是隱性的，也就是平時默默的安全管理工作，如無事故發生，一般較難受到重視，但當事故發生後，引起後續效果可能極大，故對管理者而言，不應忽視安全管理的隱性特徵。

(四) 可燃冰（或稱為甲烷水合物、天然氣水合物）是一種被封存在於低溫高壓環境，以固體型態存在的天然氣（甲烷），一般常被發現在海域，燃燒後僅會生成二氧化碳和水，污染比煤、石油小，但能量更高，係潔淨的新能源。開採方式則以天然氣鑽井開採法為基礎，目前有美國、日本及大陸等進行開採研究，惟尚未達到商業規模，在安全及技術上亦面臨挑戰，如擾動封閉狀態造成甲烷洩漏、出砂控制等，如能成功開採，會成為乾淨能源的希望。而台灣西南海域亦蘊藏豐富的可燃冰，依中央地質調查所調查，甲烷總資源量在 5,000

億立方公尺以上，若能全部開發生產，以國內天然氣年使用量 100 億立方公尺估算，此天然氣資源可供國內使用 50 年以上，對能源高度仰賴進口的我國，極具助益，故先進國家開採技術的發展，應持續保持關注。

參、謹檢附參加本次活動（會議）之相關資料如附件，報請
備查。

職 許慶源

106年7月17日

附件：活動照片

