

# 出國報告（出國類別：開會）

## 參加「APEC 礦業週 2019 會議」

服務機關：經濟部礦務局

姓名職稱：周國棟 副局長

李正鴻 科長

鐘協候 主任

李秋賢 技士

派赴國家/地區：智利

出國期間：2019 年 8 月 3 日-2019 年 8 月 11 日

報告日期：2019 年 9 月 12 日

## 摘要

本(108)年亞太經濟合作會議(Asia-Pacific Economic Cooperation, APEC)於8月5日至8日在智利科皮亞波舉行礦業週(APEC Mining Week 2019)，我方由經濟部礦務局周副局長國棟率團代表出席。此外，我代表團於8月6日下午與智利礦業局代表進行礦業雙邊會談，另也於會議期間與泰國與會代表及巴布亞紐幾內亞與會代表，就明年度主辦國馬來西亞是否舉辦礦業會議，及礦業相關議題進行非正式意見交流。

本次礦業週重要討論主題為：礦業安全(Safety in the industry)、減少採礦時汞的使用(The reduction of the use of mercury)、永續礦業(Sustainable Mining)、礦業數位化、自動化最新趨勢(Digitalization, Automation)。我方前往參與礦業週，除了能夠掌握國際礦業相關最新動態趨勢之外，也可以與其他經濟體就礦業相關議題進行討論，更有利於我方強化與其他經濟體之互動關係，鞏固我方積極參與國際事務、國際組織之正面形象。

## 目次

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| <b>APEC 礦業週 2019 會議出國報告</b> | 4  |
| <b>壹、APEC 礦業週會議</b>         | 4  |
| 一、會議時間                      | 4  |
| 二、會議地點                      | 4  |
| 三、與會經濟體                     | 4  |
| 四、會議主席                      | 4  |
| 五、會議目的                      | 4  |
| 六、會議過程                      | 4  |
| 七、會議紀錄                      | 8  |
| <b>貳、心得及建議</b>              | 28 |

## APEC 礦業週 2019 會議出國報告

### 壹、 APEC 礦業週 2019 會議

#### 一、 會議時間：

2019 年 8 月 5 日至 8 月 8 日

#### 二、 會議地點：

智利科皮亞波

#### 三、 與會經濟體：

澳大利亞、加拿大、智利、中國大陸、日本、巴布亞紐幾內亞、泰國、美國、越南、我方等 10 個經濟體出席會議。

#### 四、 會議主席：

智利礦業部長 Baldo Prokurica

#### 五、 會議目的：

今(108)年亞太經濟合作會議(Asia-Pacific Economic Cooperation, APEC)於 8 月 5 日至 8 日在智利科皮亞波舉行礦業週(APEC Mining Week 2019)，我方由經濟部礦務局周副局長國棟率團代表出席。此外，我代表團於 8 月 6 日下午與智利礦業局代表進行礦業雙邊會談，另也於會議期間與泰國與會代表及巴布亞紐幾內亞與會代表，就明年度主辦國馬來西亞是否舉辦礦業會議，及礦業相關議題進行非正式意見交流。

本次礦業週重要討論主題為：礦業安全(Safety in the industry)、減少採礦時汞的使用(The reduction of the use of mercury)、永續礦業(Sustainable Mining)、礦業數位化、自動化最新趨勢(Digitalization, Automation)。我方前往參與礦業週，除了能夠掌握國際礦業相關最新動態趨勢之外，也可以與其他經濟體就礦業專業議題進行討論，更有利於我

方強化與其他經濟體之互動關係，鞏固我方積極參與國際事務、國際組織之正面形象。

#### 六、 會議過程：

本次會議由智利礦業部長 Baldo Prokurica 先生所主持，阿卡塔馬區代表 Patricio Urquieta 先生、APEC 智利 2019 資深官員會議主席 Mathias Franck 先生、各經濟體代表，及公、私部門專家共同與會參加。在主席致詞演說之後，會議邀請到若干專家及業界人士發表簡短演講。本屆礦業週會議議程聚焦於「礦場安全」、「永續採礦」、「礦業政策公私部門對話」、「礦業數位化高階政策對話」等四大議題，智利礦業部長強調會議之重要成果為：企業能夠更有效率地使用水資源及利用非傳統可再生能源資源的優勢。會後 APEC 礦業週主辦方智利 將發布會議報告，鼓勵 APEC 各會員體持續進行礦業相關議題之合作。此外，我方代表團於出席會議期間安排與部分 APEC 經濟體之雙邊會談，就彼此共同關切之礦業議題進行意見交流。

本次礦業週會議議程列示如下：

| 日期               | 時間          | 議程內容                                                                                                                                                                                                                                                               | 地點                   | 參與人員                           |
|------------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------|
| 8<br>月<br>5<br>日 | 10:00-10:40 | Opening<br>開幕式<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Opening Remarks by Baldo Prokurica, Chile Minister of Mining</li> </ul> 由智利礦業部長開幕致詞<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Remarks by Patricio Urquieta, Intendent of Atacama</li> </ul> 由智利阿卡特瑪區代表致詞。 | Antay Casino & Hotel | 出席：代表團所有團員<br>記錄、錄音、照相：台經院、李秋賢 |
|                  | 10:40-12:30 | Mining Safety Seminar<br>礦業安全研討會                                                                                                                                                                                                                                   | Antay Casino & Hotel | 出席：代表團所有團員<br>記錄、錄音、照相：台經院、李秋賢 |
|                  | 12:00-13:45 | Time for Lunch<br>午餐時間                                                                                                                                                                                                                                             |                      | 出席：代表團所有團員                     |
|                  | 14:00-15:00 | Transport to San José Mine<br>前往聖荷西礦區                                                                                                                                                                                                                              | San José Mine        | 出席：代表團所有團員                     |
|                  | 15:15-16:50 | Tour of accident and rescue site<br>礦災及搜救地點參訪                                                                                                                                                                                                                      |                      | 出席：代表團所有團員<br>記錄、錄音、照相：台經院、李秋賢 |
|                  | 17:00-18:00 | San José Mine Accident 9th Anniversary Ceremony<br>聖荷西礦區礦災 9 週年紀念典禮                                                                                                                                                                                                |                      | 出席：代表團所有團員<br>照相：台經院、李秋賢       |
|                  | 18:00-19:00 | Reception on the Mine Site<br>礦場招待會<br>Family Photo<br>團體照                                                                                                                                                                                                         |                      | 出席：代表團所有團員<br>記錄、錄音、照相：台經院、李秋賢 |
|                  | 19:00-20:00 | Transport to Hotels<br>返回飯店                                                                                                                                                                                                                                        | Antay Casino &       | 出席：代表團所有團員                     |

| 日期   | 時間          | 議程內容                                                                                                                                                                | 地點                                   | 參與人員                                                           |
|------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
|      |             |                                                                                                                                                                     | Hotel                                |                                                                |
| 8月6日 | 09:00-09:20 | Welcome<br>歡迎致詞                                                                                                                                                     | Antay Casino & Hotel                 | 出席：代表團所有團員<br>記錄、錄音、照相：台經院、李秋賢                                 |
|      | 09:20-10:50 | Towards More Sustainable Operations<br>邁向永續經營                                                                                                                       |                                      |                                                                |
|      | 10:50-11:00 | Coffee Break<br>茶敘                                                                                                                                                  |                                      |                                                                |
|      | 11:00-12:30 | Mining for a cleaner future: EV & Renewable Energies<br>礦業的潔淨未來：電動車&可再生能源                                                                                           |                                      |                                                                |
|      | 12:30-14:00 | Time for Lunch<br>午餐時間                                                                                                                                              |                                      | 出席：代表團所有團員                                                     |
|      | 14:00-17:30 | Workshop: Developing Training Materials to Promote the Reduction of Mercury Use in Artisanal and Small-scale Gold Mining. (APEC-US Project)<br>工作坊：推廣手工及小規模採礦中減少使用汞 | Antay Casino & Hotel                 | 出席：代表團所有團員<br>(本日下午2時代表團所有團員先與智利礦業部代表進行雙邊會談，會談後再返回會議室參與工作坊之進行) |
|      | 18:00-19:00 | Transport to Tierra Amarilla Mineralogical Museum<br>前往 Tierra Amarilla 礦物博物館                                                                                       | Tierra Amarilla Mineralogical Museum | 出席：代表團所有團員<br>照相：台經院、李秋賢                                       |
|      | 19:00-20:30 | Reception at Tierra Amarilla Mineralogical Museum<br>Tierra Amarilla 礦物博物館招待會                                                                                       |                                      |                                                                |

| 日期   | 時間          | 議程內容                                                                                   | 地點                                                         | 參與人員                                                          |
|------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 8月7日 | 09:00-09:10 | Welcome<br>歡迎致詞                                                                        | Antay Casino & Hotel                                       | 出席：代表團所有團員<br>記錄、錄音、照相：台經院、李秋賢                                |
|      | 09:10-12:30 | Mining Policy<br>Public-Private Dialogue<br>礦業政策公私部門對話                                 |                                                            |                                                               |
|      | 12:30-14:00 | Time for Lunch<br>午餐時間                                                                 |                                                            | 出席：代表團所有團員                                                    |
|      | 14:00-15:00 | Transport to Technical<br>Visit of choice<br>前往所選之礦場參訪                                 |                                                            | 出席：代表團所有團員                                                    |
|      | 15:00-18:00 | Technical Visits<br>礦場參訪<br>• Open-pit Site<br>露天礦場<br>• Underground Mine Site<br>地下礦場 | Open-pit Site :<br>COEMIN<br><br>Underground Site : CAROLA | 出席及拍照<br>露天礦場：李科長正鴻、鐘主任協候、何處長振生<br>地下礦場：周副局長國棟、李技士秋賢、程助理研究員明彥 |
|      | 18:00-19:00 | Transport from mine sites<br>to Hotels<br>由礦場返回飯店                                      |                                                            | 出席：代表團所有團員                                                    |
|      | 20:00-22:00 | Official Reception, Antay<br>Hotel                                                     | Antay Casino & Hotel                                       | 出席：代表團所有團員                                                    |
| 8月8日 | 09:00-09:10 | Welcome<br>歡迎致詞                                                                        | Antay Casino & Hotel                                       | 出席：代表團所有團員<br>記錄、錄音、照相：台經院、李秋賢                                |
|      | 09:10-13:00 | High-Level Policy<br>Dialogue on Mining<br>Digitalization<br>礦業數位化高階政策對話               |                                                            |                                                               |
|      | 13:00-13:10 | Mining Week Closing<br>Ceremony<br>礦業週閉幕式                                              |                                                            |                                                               |



## 七、 會議紀錄

### 第一天－開幕會議－礦業安全研討會

智利礦業部長 Baldo Prokurica 先生為本次大會致歡迎詞，並歡迎所有代表蒞臨科皮亞波，阿塔卡馬區域負責人 Patricio Urquieta 先生亦同樣歡迎所有代表與會。

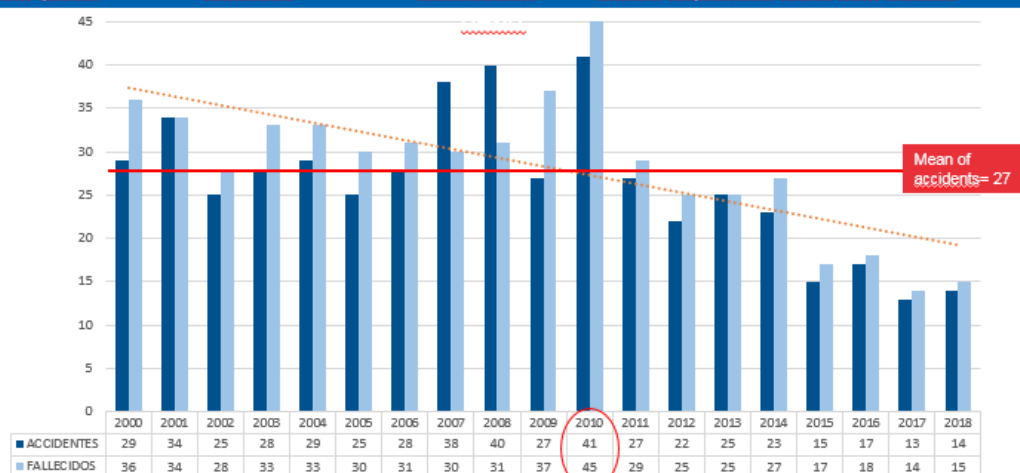
藉由本日的礦業安全研討會，各經濟體代表及貴賓皆理解礦業安全的重要性，對礦業部門而言，礦工即是最重要的資產。本日的研討會中，國家地質與礦業調查局（National Geology and Mining Survey）、必和必拓（BHP）、金羅斯黃金公司（Kinross Gold）皆於會議中針對操作安全、風險管理、救援等最新趨勢進行成果及經驗分享。

#### （一）國家地質與礦業調查局（National Geology and Mining Survey）

的局長 Alfonso Domeyko 先生分享「智利的礦業安全意外事件－過去、現在、未來的挑戰」。從 2000 年至 2018 年以來，通報的 500 起意外事件中共有 538 位工作人員喪生，平均每年發生約 27 起意外事件，在意外事件持續逐年降低的同時，喪生人數也逐年下降，至今已減少 68%。簡報指出即使礦業相關工作時數逐年上升，意外事件喪生人數卻逐年下降，目前的挑戰是 2019-2022 年 0 喪生人數。隨著技術的進步與創新，智利使用雲端分析意外事件相關數據，配合即時線上監控系統等，致力於降低意外事件的發生、減少喪生人數。

## ACCIDENTS WITH RESULTS OF DEAD IN CHILE

From year 2000 to current date 500 accidents has been reported with the result of 538



Fuente: Servicio Nacional de Geología y Minería (Chile), 2018

During the period 2010 – 2018 the accidents with results of dead has been reduced in 68%.

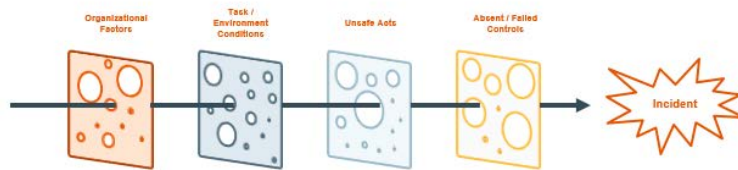
智利意外事件、傷亡人數統計圖

(二) 必和必拓 (BHP) 的 Ricardo Checura 先生分享了科技如何促使價值鏈轉型。對必和必拓而言，科技是創新的核心驅動因素，藉由組織內部專業職能，以實現更長遠的目標。必和必拓的願景為橫跨價值鏈達到高度自動化、完全整合的狀態，而整體價值鏈包含：探勘、計畫、挖掘、開採、運輸至將產品送抵消費者手上。

透過設備自動化，必和必拓於澳洲的開採作業顯示卡車操作意外事件有大幅減少的趨勢，與無自動化活動相比之下，PL2 意外事件降低 65%、PL3 意外事件降低 64%、PL4 意外事件降低 83%。必和必拓相信藉由其他型態的全自動及半自動設備，將有可能大幅提高開採過程中的安全性。

安全預測模型為一個數學模型，藉由串連不同來源供應的數

據，產生一個預測路徑，以辨明潛在致命事件發生的可能性。以意外事件原因分析方法為基礎，輔以 James Reason 的瑞士奶酪理論（Swiss Cheese Model），使用數據分析技術、人工智慧等技術，藉由分析過去所發生的事件（意外、不遵守規定行為、不安全行為）、現在發生的事件（生產力指標、風險登記冊）、未來將發生的事件（工作計畫、維護管理）所產生的數據，模擬出一系列的可能發生危險情境，以作為避免意外發生時的參考資訊。截至目前為止，100%的意外傷亡事件（致命可能性）皆可由模型所警示（預測）出，未來必和必拓會將此模型應用於所有在智利境內的礦業活動。

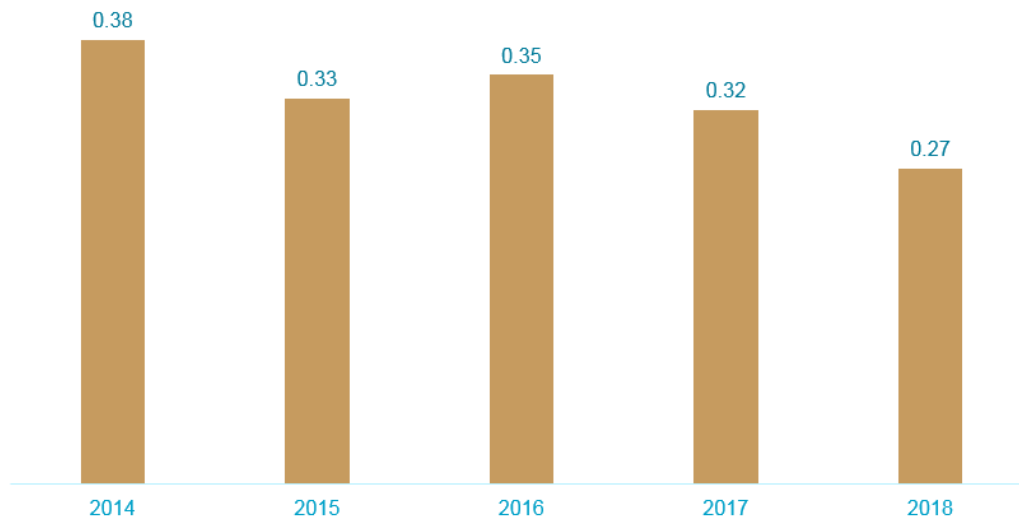


必和必拓應用礦業版瑞士奶酪理論

（三）金羅斯黃金公司（Kinross Gold）公司代表分享「人與致命風險管理」。對金羅斯而言，職員是最重要的資產，健康和 safety 絕對是公司首要重視的項目，在 2014 至 2018 年金羅斯公司在礦業安全比率中，20 萬小時的工作時數內，所有已通報傷害的發生率（包含所有員工、契約僱傭人員）保持了礦業界最佳安全紀錄之一。

## Kinross has maintained one of the best safety records in the mining industry

Total reportable injury frequency rate includes all employees and contractors for 200,000 hours worked



金羅斯公司傷亡發生率

金羅斯公司希望能引導大眾以 Heinrich 的三角理論方式來思考，降低傷亡次數並不等於降低嚴重傷亡次數。為預防嚴重傷亡，須關注於特定類型的事件。風險管理係以「擋風玻璃」的概念、而非透過「後視鏡」，關注較嚴重之致死風險，觀察可能之深層潛在觸發因素，並於觸發因素演變成致命因子前，先行發覺並掌握情勢。

另該代表說明意外事件通報的流程應包含 4 點：1. 傳統通報－已通報意外事件的發生；2. 高可能性顯示通報－通報意外事件可能會導致嚴重傷亡或致命；3. 學習及生存通報－分享從意外事件發生可能造成的嚴重傷亡或致命的經驗；4. 一月兩次檢視－其他操作場所了解過去經驗所習得之內容，並採取行動預防類似的事件發生，從第 1 點到第 4 點，即是從通報轉為學習的路徑，藉由經驗學習及傳承，從事礦業活動的安全性也將有所提升。

(四) 礦災紀念式：於 8 月 5 日下午舉行，紀念 2010 年 8 月 5 日受困於聖荷西礦場 (San Jose Mine) 的 33 名礦工，於 69 天後奇蹟似的救援成功，且全員生還。各經濟體代表及來賓受邀前往礦場參訪，並與當年獲救的礦工、救援小組成員進行互動交流，除了為紀念聖荷西礦災事件，亦凸顯礦業安全為礦業部門不可或缺的核心價值。於參訪中我方代表請教礦災發生時礦下的礦場安全負責人關如何調配人員及緊急應變等相關經驗。回應方表示當時受困礦工具有堅定的求生意志及信念，由經驗豐富的資深礦工進行調度及糧食配給等應變措施，透過所有人員團隊合作一同度過該次艱難挑戰。

## 第二天－永續採礦

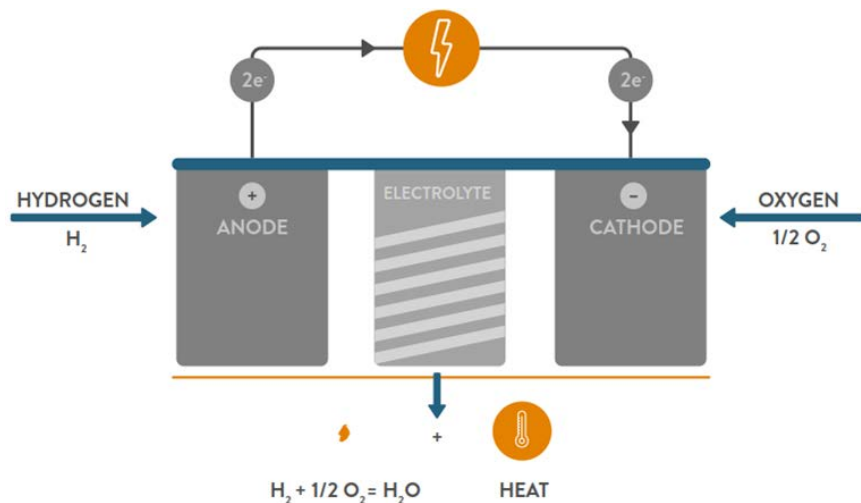
### (一) 往永續採礦目標邁進

永續採礦活動是本日議程討論重點，上午議程之第一階段主要討論如何使用新技術降低碳足跡。該公司 (Pacific Hydro) 報告關於氫的應用，Aqua Advise 公司則報告關於海水淡化的應用，安托法加斯塔採礦公司 (Antofagasta Minerals) 則分享關於永續採礦的計畫，最後則由智利礦業部次長 Ricardo Irarrazabal 先生，與各經濟體代表分享智利當地的尾礦政策。

A. 太平洋能源公司 (Pacific Hydro) 分享「氫的發展－綠色礦業，再生和乾淨的能源」。太平洋能源公司是一間全球可再生能源公司，並在智利、澳洲、巴西等國家具有超過 1GW 的裝置容量，具備了高品質、多樣化的投資組合。該公司於 2016 年 1 月被中國大陸國家電力投資集團 (State Power Investment Corporation, SPIC) 併購，而 SPIC 為中國大陸前五大電力生

產集團，資產估計約 160 億美元，並具有超越 140GW 的裝置容量。

該公司代表強調氫的應用方面，氫不只是一種能量來源，也可貯存能源，在利用氫貯能之前，氫必須先被產出，再以氣體分子形式來貯存能量，並透過兩種形式釋出能量，分別為直接燃燒或是燃料電池。直接燃燒時燃燒一單位的氫氣可產生三單位的瓦斯所產生的能量，且只產出潔淨的水，並無其他產物。燃料電池則為電化電池，只要不間斷供應氧、氫，則可持續轉換氫、氧的化學能量而產生電力。



該代表敘及目前氫的發展狀態時表示，氫是一個多用途的基礎化學品，預計到了 2040 年，氫將會被應用於下列五大面向，分別是貯存（18.3%）、能源（13%）、熱能（12.5%）、工業用途（9.3%）、交通運輸（46.9%）。在貯存項目中又可細分為：季節性能源貯存（9.3%）、間歇性可再生能源整合（7%）、提升系統適應性的緩衝劑（2%）；能源之中又可以分為：居住、建築物汽電共生系統（7%）、移動式能源（4.6%）、固定能源（1.6%）；熱能又可以細分為：脫碳工業熱能（6.5%）、建築物

熱能(6%);工業用途又可細分為:綠氨(7%)、低碳鋼(2.3%);  
交通運輸項又可細分為:車用(21.6%)、航空用(4.9%)、重  
工業運輸(9.5%)、火車(4.9%)、物料搬運(2.3%)、航海應  
用(2.3%)、公車(1.4%)。

- B. Aqua Advise 公司的企業發展執行長分享「海水淡化技術的狀態」,其簡報中預估到了 2025 年,居住在缺水區域的居民會從 2008 年的 1.5 億人,增加到 2.8 億人。水資源計畫中,產業客戶的主要需求為價格合理化、可依賴的穩定來源及友善環境(永續性)。目前海水淡化的發展趨勢共有下列七項,包含使用 UF 膜前處理、平行 PD 泵、數位化、新式膜/原料、改變採購模式、在製程中加入可再生能源及多端客戶海水淡化廠。海水淡化在技術持續發展下,是一個可穩定供應的來源水,其關鍵因素是能源及價格,例如全新採購模式,以及在海水淡化計畫中使用可再生能源。智利礦業部門已預期海水淡化技術於礦業生產之使用將有所增加的趨勢,據此智利已成為世界上最主要的海水淡化市場之一,供應給礦業部門的淡化海水已佔總使用量的 59%。未來發展將應用於工業及市政計畫、大型開發案、BOT 案(Build-Operate-Transfer)、多端客戶海水淡化廠等計畫。現今智利向各經濟體展示了如何將替代性水資源應用於個別產業及市政的計畫中,樹立了相當重要的國際典範。

- C. 智利礦業部 Ricardo Irarrazabal 副部長分享「尾礦存放國家政策」。智利現今尾礦存放點使用情形為:使用中的有 106 個(14%)、停止使用的有 463 個(63%)、廢棄的則有 173 個(23%),

總計 742 個。尾礦現今面臨問題包括廢棄的尾礦存放點鄰近社區、國內外投資人要求尾礦資訊公開、社會衝突增加、礦品位下降及全球暖化等影響。

智利政府對於尾礦存放點的處理原則為慎重考慮居民安全、環境責任及循環經濟與創新，以邁向更具永續性的礦業發展，同時針對尾礦問題研擬解決辦法。居民安全的部分是藉由強化線上中央監控運作存放點（公私合作），配備標準監視系統，輔以即時數據分析，且實施緊急事件應變準則；環境責任部分則針對廢棄尾礦存放點，設計及實行補救計畫，以實踐礦業環境責任；循環經濟與創新部分則是推廣重複使用尾礦存放點，創造新型態經濟機會，以促進新科技的研究和執行。

智利尾礦存放國家政策預期的正面影響包括提高居住於尾礦周邊社區之安全性、廢棄尾礦存放點再生補救計畫、制定尾礦再利用的相關法規、鼓勵創新科技研究、創造礦業廢棄物的新興產業、公私合作機會、重拾社會大眾的信任與正當性及促進綠色礦業。

## （二）電動車與可再生能源

此為上午舉辦研討會之第二階段，著重於討論在電動車及其他可再生非傳統能源生產技術的相關金屬與礦物供應上，礦業所需扮演的角色究竟為何。

生產發展公司（The Production Development Corporation, CORFO）報告智利的鋰附加價值政策，智利銅業委員會（Chilean Copper Commission, COCHILCO）報告關於現今電動車供應市場趨



勢，國際銅業協會（International Copper Association）則分享關於礦業部門中的循環經濟，Associated Universities, Inc 則引入延伸礦業中研發部門技術移轉的相關概念。

- A. 生產發展公司（The Production Development Corporation, CORFO）策略與永續執行長 Victoria Paz 女士分享「鋰的挑戰－智利經濟中更高的附加價值」的簡報內容。我方詢問智利提供何種特定誘因予企業，以吸引至智利設廠。P 女士表示智利將提供低於市場價格的原料予企業，並確保於 2030 年前穩定供應原料來源。
- B. 智利銅業委員會（Chilean Copper Commission, COCHILCO）分享「電動車對礦物需求（鋰、銅、鈷）之影響」。

該委員會代表說明目前電動車類型主要有下列四種：電池電動車（Battery Electric Vehicle, BEV）、充電式混合動力汽車（Plug-in Hybrid Electric Vehicle, PHEV）、全混合動力電動車（Full Hybrid Electric Vehicle, FHEV）、輕度混和電動車（Mild Hybrid Electric Vehicle, MHEV）。該委員會代表強調電動車需符合下列幾項聯合國永續發展目標，包含可負擔之潔淨能源、產業創新及基礎建設、永續城市及社群、負責任消費及生產、氣候行動。而電動車的增加，連帶電力網、儲存、充電基礎設施等，皆會擴大對原物料的需求，特別是鈷、銅、鋰及其他金屬。因此礦物原料的供給對經濟發展來說是相當關鍵的問題，而廢棄礦產品問題正隨著循環經濟議題的同時而產生。

以銅、礦、鈷的生產來說，電動車產業是挑戰也是機會，

智利在各金屬礦產上都具有地緣、經濟優勢條件，而成為主要金屬礦產供應者，而 APEC 各經濟體在銅、鋰礦之供應，以及電動車需求之中亦扮演非常重要的角色，因此各經濟體未來應持續在 APEC 礦業平台探討礦業及原物料相關議題。

C. 國際銅業協會（International Copper Association）代表分享「礦業在循環經濟及電動車所扮演的角色」，講述透過循環經濟確保礦業資源所面臨的機會與挑戰。礦業的機會為長期對金屬礦的大量需求、創新科技技術於礦業之應用以及廢棄物可回收再利用；對礦業的挑戰則是更加艱困的營運環境、大眾對垃圾掩埋場比尾礦存放場更加關注及過去大量未處理的廢棄礦產品。

D. Associated Universities, Inc 的 Adam Cohen 執行長分享「延伸礦業中研發部門技術移轉－AUI PLUS 模型」。AUI 的根源可追溯至二戰時期，美國政府於 1940 年代大量投資跨領域科學，而 AUI 於 1946 年由多所知名大學所共同聯合組成，該機構素以對科學具有新形態系統而聞名，其機構特性包含形式彈性的部門、具規模經濟、免於組織利益衝突、包容且開放的平臺、可信任的經紀管理者。國家實驗室的創新發想有：雪弗蘭進階陰極技術、潔淨之水（移除砷、微生物、細菌）、裂解技術－頁岩油革新、風力、太陽能發電主流化、宇宙地圖（天空 3D 地圖）、核能等，此外每年產出 1500 項發明及 700 項專利，相同專利的成本在此國家實驗室內約為 16 美金，在其他機構則為 6400 萬美元。而現今 AUI 有意將該創新系統應用於智利的礦業，以實現潔淨礦業之目標。

### （三）減少使用汞於手工、小規模採金礦活動

下午工作坊主要為研擬訓練手冊，以促進減少汞用於手工、小規模採金礦活動，該 APEC 計畫由美國、手工採金礦協會（Artisanal Gold Council）共同執行。與會者也瞭解到美國勞工部於全球範圍內，努力找出並強行制止童工從事手工、小規模採金礦活動工作。

千年以來，小型的黃金製程皆仰賴汞（水銀）以生成汞合金，後將雜質從純礦物中分離出來。人們對黃金的需求是無止盡的，如：作為電子產品的良好導體、貨幣存備、奢華時尚飾品、作為貴金屬以表真誠或愛情的象徵等。如此對黃金的需求，對提取、精鍊黃金已漸漸過度失控，其所產出之副產品、汙染數量日益上升，而政府部門也正積極尋求此狀況的解決途徑。

汞合金是產出黃金最低廉的方法，然而此法卻會對礦工（生產者）的健康有所危害，且會汙染水源、土壤、大氣，汞（水銀）透過接觸、吸入、攝取等方式皆已被證實會致命，並危害人體免疫、消化、神經系統。

代表們藉由此工作坊瞭解到促進中小型礦業減少使用汞（水銀）方法並移轉至其他潔淨科技的同時，可能具有哪些挑戰及經驗，亦藉由報告者的範例更深入探討此方法，且其與汞水俣公約（the Minamata Convention on Mercury）內容一致。智利國家礦業公司的副總裁 Robert Mayne-Nicholls 先生則分享該公司的社會企業模型，該模型主要目標為透過信用、價格穩定化，來促進小型礦業發展及其合法化。

### 第三天—礦業政策公私對話

此場會議由 2019 年資深官員主席 Mathias Francke 先生作為會議主席，於會場上致歡迎詞、並歡迎各經濟體代表及私部門代表一同參與礦業政策公私對話。Francke 先生強調今年 APEC 優先領域與礦業部門現狀的關聯性。隨後邀請智利礦業部的 Antonio Canale-Mayet 先生介紹此次公私對話的議題及選擇這些議題進行探討之原因。

#### （一）礦業設備、技術、服務(Mining Equipment Technology and Services, METS) 的狀態

日本石油天然氣金屬礦物資源機構（Japan Oil, Gas and Metals National Corporation, JOGMEC）的 Hideya Metsugi 先生，分享了該機構扮演日本與智利之間關於 METS 資訊橋樑的角色；澳洲資源部的 Kate Boston 女士則分享了澳洲對於 METS 議題所遇到的機會與挑戰。代表們總結本場會議重點為如各經濟體要共同發展、出口 METS，則需要促進亞太區域內自由的貨物及服務貿易環境。

#### （二）礦業可追溯性、負責任採購原則

智利國家採礦公司（Corporación Nacional del Cobre，CODELCO）的 Jaime Rivera 先生說明該公司所做出的改變—遵守新法規，以及最終消費者/利益關係人對於社會、經濟、環境所要求的無衝突、永續認證的礦物，上述改變將使企業著手處理社區及兼顧友善環境，開始尊重人權、負責任的採購資源及服務，所有行動皆須符合聯合國永續發展目標。

國家地質與礦業局（Servicio Nacional de Geología y Minería）的 Jorge Cantallopsts 先生報告智利正著手於可追溯性

之解決方案，並強調設立國際標準的重要性。

經濟體代表們分享對礦物及金屬需求的改變，主要是為了藉由潔淨能源科技，生產可回收的礦產品，而部分代表則表示提供礦物原料，並不足以使礦業成為永續的部門，應更致力於礦產品的可追溯性。

### （三）尾礦

尾礦安全性為第三天會議公私對話的最後一個議題，由於最近發生的尾礦壩意外事件，以及礦業廢棄設施等因素，經濟體代表們及私部門代表們針對部分典型案例來進行討論。來自加拿大礦業協會（Mining Association of Canada）主席 Pierre Gratton 先生，報告了關於永續採礦的倡議，內容則包含尾礦管理標準及指引；國家地質與礦業局（Servicio Nacional de Geología y Minería）的 Jorge Vargas 先生則報告智利的尾礦壩計畫，提出一份公開透明尾礦倡議，該倡議提供智利對礦業風險的監督機制、標準線上監控系統、早期預警系統，給予政府當局與社會掌控尾礦壩狀態的一個管道，且於緊急狀態時可及時通知並疏散人群。該倡議可由不同的參與者共同發展實行，因此為公私部門合作下極富意義的成果之一。

結束早上的會議之後，下午為技術參訪行程，代表們可以選擇前往露天採礦場（Cerro Negro Norte）參觀實際開採鐵礦砂的情形；或選擇地下採礦場（Mina Carola）參觀開採銅礦的實況。

## 第四天—高階政策對話—礦業數位化

智利由礦業部長 Baldo Prokurica 先生擔任本日高階政策對話主席，

歡迎所有代表前來參與本日的礦業數位化會議。在正式討論之前，主席邀請加拿大、巴布亞紐幾內亞、美國等代表報告先前已公佈之主題內容。

### （一）加拿大礦物、金屬計畫

加拿大自然資源部助理副部長 Glenn Mason 先生報告加拿大的礦物與金屬計畫。該計畫透過應用領先科技、技術、創新的管理，以提升礦業更加的績效，內容包括優化決策過程、節省生產成本、強化礦業安全性、提升勞動生產力等，計畫目標為預期礦業能夠成為世界上首屈一指應用潔淨能源產業的先驅。由加拿大代表報告的計畫，將會在智利舉辦的 2019 年聯合國氣候變遷綱要公約第 25 屆締約國會議（2019 United Nations Framework Convention on Climate Change, COP25）<sup>1</sup>有更進一步的說明。

### （二）巴布亞紐幾內亞礦場關閉

來自巴布亞紐幾內亞(Papua New Guinea, PNG)礦產資源管理局的代表，報告 APEC-IGF 礦場關閉倡議於該國應用之進展。依據 2017 年 5 月 7 日於越南河內發佈的 APEC-IGF 聯合聲明，APEC 礦業任務小組（MTF）及 IGF（The Intergovernmental Forum）同意 IGF 將會執行一個完全的先驅施行計畫，將加拿大礦場關閉清單至少應用於一個 APEC 經濟體中，而 PNG 被選作為計畫的實行先驅。

該代表說明 PNG 開始執行計畫時，首先檢視政府與礦場關閉相關政策架構，使用清單確認需要被處理的主要問題，並以國際範例及 PNG 自身經驗為基礎發展策略以處理主要面臨的問題。

渠指出巴布亞紐幾內亞礦場為改善該國礦業法規體系，故積極參與 IGF 礦場關閉及應用倡議。目前該國礦業法規所面臨的三項挑

---

<sup>1</sup> 該會議將於 2019 年 12 月 2 日至 13 日在智利聖地亞哥舉行。

戰為 1.PNG 1992 年礦業法案沒有礦場關閉相關規定，唯一例外是奧克泰迪礦場（Ok Tedi）於 2001 年關閉的礦場關閉準則；2.PNG 2000 年環境法案（限制條款）要求礦場所有人必須提供為期五年的礦場關閉計畫，以取得環境許可證；3.不同的礦業公司基於自身對國際範例的見解，可使用不同的指導手冊。該簡報說明 PNG 曾經處理的礦場關閉項目包含 2004-2010 年一處 Misima 礦場關閉、2014 年一處 Sinivit 遺棄礦場及 2017 年一處 Tolukuma 清算礦場等。該代表說明指導方針即將完成、應用方針也正在進行中。其他經濟體的代表亦肯定巴布亞紐幾內亞的進展，並希望能汲取巴布亞紐幾內亞的經驗。

### （三）能源治理

來自美國國家能源局的代表 Helaina Matza 女士報告能源治理的主題內容。全球能源部門需求及投資現況如下：亞太區域約為 4.85 兆美元、美洲區域約為 1.5 兆美元、歐洲約為 1.2 兆美元、中東土耳其非洲區預約為 1.5 兆美元、其餘世界各地約為 1.3 兆美元。近期能源生產主要來自於可再生能源及化石燃料核能兩種，可再生能源產能由高至低依序為太陽能、風能及氫能，此外風力及太陽能的成本在過去十年內持續下降，而化石燃料核能產能由高至低依序為煤、天然氣、核能及石油。潔淨能源科技的發展，正連帶影響礦物的供給需求，預計於 2050 年能源科技的計畫年度需求礦物排名由高至低為：鋰、鈷、石墨、鈆及鎳，而到了 2030 年，鋰電池的應用排名由高至低為：普通大眾電動車、商用電動車、穩定儲存設備、消費性電子商品及電動公車。Matza 女士分享確保用於生產電動車及其他潔淨科技礦物供給之重要性，並表示經濟體們應合

作發展彈性的礦物供應鏈，以因應潔淨能源科技的需求。

#### **（四）礦業數位化**

主席歡迎跨政府礦業論壇(IGF)－拉丁美洲、加勒比海區協調人 Marina Ruete 女士，分享「新技術－新協議」(New Tech, New Deal) 的草稿版本報告，該報告預計於 2020 年 3 月正式公佈。

該份報告聚焦於礦業部門的快速數位化促使生產力及效率大幅度提升，如：在每一生產階段釋出更多價值、減少產能浪費；尋找減少操作成本；改善礦工的健康與安全。礦業數位化依各經濟體之發展程度不同，呈現出不同的發展速度及成果。

R 女士就創新應用對勞工及技術影響提出警示，並指出工作性質的改變及自動化將降低許多企業對人力需求的轉變。

代表們表示新科技對改變礦業現狀的顧慮，希望各會員體一起努力幫助礦工克服礦業數位時代下所帶來的困難與挑戰，並認同當負面影響愈加明顯時，愈應藉由 APEC 平台分享此議題。

#### **閉幕式**

主席感謝所有代表參與並支持本次 APEC 2019 智利礦業週，希望在科皮亞波 (Copiapó) 所討論的內容會為 APEC 經濟體間礦業部門帶來新發想、新進展。

#### **雙邊會談**

於 8 月 6 日下午，周副局長率領礦務局同仁及台經院在智利科皮亞波的 Antay Casino & Hotel 會議室與智利礦業部代表進行礦業雙邊會談。另於礦業週會議期間，周副局長亦率團員向泰國及巴布亞紐幾內亞代表，就明年度於馬來西亞舉辦之礦業會議及礦業相關議題進行非正式意見交流，謹就上開會談及交流說明如下：



(一) 各國會談及交流內容摘要：

智利：由國家地質與礦業部（Servicio Nacional de Geología y Minería）局長 Alfonso Ignacio Domeyko Letelier 及副局長 Jorge Marcelo Vargas Villar 與會，本次會談由智方簡報該國關於尾礦壩及監測系統相關內容，表示該國尾礦壩體因地震、海嘯、土石流等天然災害而產生裂隙，致使衍生結構安全、尾礦存放等問題。

智利自 1960 年至今年為止，共發生 10 次尾礦壩坍塌事件，大部分因素是由地震所造成。今年於巴西發生布魯馬迪紐尾礦壩潰堤，導致該國經濟、社會各層面皆面臨極大損害。因此智方欲發展一套具標準化線上監控及事先預警之系統，以提供智方當局、礦業公司及社會大眾獲知高可信度之即時資訊，該系統主要目標為強化預防管理能力，當面臨不可預期的緊急情況發生時，能夠作為促進上述三方有效預警、溝通、反應之渠道。

智方同時強調由於氣候變遷因素，許多乾燥地區開始降雨，為尾礦壩結構增添不穩定因素，綜合地震、地震引發之海嘯、大量降雨等危險因素，智利重視該系統之發展，而該系統組成要素其中一環為資訊蒐集，其需要感測器針對環境進行監測。談及感測器議題，我方代表與智方分享我方土石流防災資訊整合版 APP，該 APP 由行政院農業委員會水土保持局提供防災應變等相關資訊，並說明我方因水情特殊，故應用感應器等科技來輔佐防災應變。

智方說明該國以礦業活動為主，並瞭解科技發展為我方的強項，故詢問我方是否有與智利技術合作的可能性，我方向智方說明我方尚無尾礦壩，但是理解智方所需元件之製造需求相關內容，將

於雙邊會議結束後協助智方與駐智利代表處（駐智利台北經濟文化辦事處）取得聯繫，以進行後續接洽事宜。我方代表何振生處長與本次 APEC Mining Week 會議負責人 Fernando Schmidt 先生相識，Fernando 先生亦曾赴我方政治大學求學，同時與駐智利代表處人員相識，故我方代表何振生處長於場邊將 Fernando 先生與 Alfonso 局長介紹相互認識，並表示智利雙方可與駐智利代表處進行後續聯繫，智利雙方也當場交換名片並取得聯繫方式，以利後續可能之合作。

#### 雙邊會議情形





我方與智利雙方代表於雙邊會議室前留影紀念

巴布亞紐幾內亞及泰國：

本次非正式雙邊會議主要討論項目為：「明年 APEC 主辦經濟體馬來西亞續辦礦業週與否」。我方代表與 PNG 礦業資源局代表討論本屆礦業週結束後明年可能安排方向。泰國主要產業與礦業部礦物資源管理局代表隨後加入談話之中，並表示泰國作為東南亞國協（The Association of Southeast Asian Nations, ASEAN）2019 年之主辦國，將於 11 月 1 日於泰國曼谷舉行礦業部長會議（ASEAN Ministerial Meeting on Minerals, AMMin）。

因本次礦業週馬來西亞並未派代表出席，無法了解其意向，然泰國代表表示將於年底東協礦業部長會議時，詢問馬來西亞代表礦業週明年是否會續辦，或是將舉行礦業相關會議、活動與否。PNG 代表表示礦業任務小組已落日，然礦業部門又為 APEC 部分經濟體的主要經濟支柱、重要產業，礦業相關議題討論有其必要性，關於

礦業論壇的存續是個需要正視的問題。我方代表也表示如果明年 APEC 主辦國馬來西亞舉行礦業週或礦業相關會議、活動，我方樂見其成，並已與 PNG 代表、泰國代表相互留下聯繫方式，以建立溝通管道、確保資訊流通，三方希望共同促成下次礦業週、相關活動能夠順利舉行。



我方代表（正中）、泰國代表（左）、PNG 代表(右)場邊會談

## 貳、心得及建議

就會議內容而言，部份議題延續過去 APEC 10 項礦業政策原則脈絡，本次會議強調加強公私部門對話、減少汞使用、預防非法採礦活動、礦場關閉治理等多項議題。今年智利優先領域及主題強調以人為本，礦業週的主題之一更與之呼應，礦業安全即是對人重視之一大體現，聖荷西礦場礦災的發生與代表團實際造訪，皆使得與會經濟體特別關注與人相關的礦業安全領域，或可作為我方礦場安全相關法律之借鏡。除此之外，本次礦業週更帶入新科技應用於永續礦業、礦業數位化、自動化最新趨勢等新議題。除了使用可再生能源與資源（氫、海水淡化）於礦業之外，礦物也是各類科技產品所不可或缺的原物料（電動車），展望未來

科技發展的同時，也不忘著手關注於新科技（數位化、自動化）所帶來無可避免的延伸問題。我方出席本次礦業週除了可掌握最新國際礦業動態，瞭解最新科技如何應用於礦業部門，亦可與各經濟體於會議中交流意見，保持互動良好關係。

由於礦業任務小組已落日，然礦業部門又為 APEC 部分經濟體的主要經濟支柱、重要產業，礦業相關議題討論有其必要性，關於礦業論壇的存續是各經濟體應積極討論並處理問題之一，如日後 APEC 礦業週相關會議有繼續舉行，我方應持續展現正面態度，積極參與礦業相關會議並出席各項礦業活動，一方面汲取礦業新知、二方面持續提升我方能見度與其他經濟體之連結。本次智利方主動與我方提出雙邊會談之意願，並表達就尾礦壩監測相關技術合作意願之可能性，為本次我方參與礦業週重要成果之一；與泰國、巴布紐亞幾內亞之非正式三邊會談，也顯現我方積極欲與其他經濟體共同參與礦業論壇，三方皆積極呼籲應持續舉辦礦業週及相關活動，促使各經濟體於礦業相關議題有更多交流及合作之可能機會。