

出國報告（出國類別：開會）

2024 年台加氫能訪問團暨參加加拿大氫能大會

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：吳浩平 綜研所能源研究室機械工程專員

派赴國家/地區：加拿大

出國期間：113 年 4 月 17 日至 114 年 4 月 28 日

報告日期：113 年 6 月 13 日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：

2024 年台加氫能訪問團暨參加加拿大氫能大會

頁數 58 含附件：是 否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

台灣電力公司人力資源處/翁玉靜/ 2366-7865

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：

吳浩平/台灣電力公司/綜合研究所/能源室機械研究專員/ 8078-2295

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 開會 6 其他

出國期間：113 年 4 月 17- 28 日

派赴國家/地區：加拿大/渥太華、多倫多、艾德蒙頓、溫哥華

報告日期：113 年 6 月 13 日

關鍵詞：氫能

內容摘要：(二百至三百字)

- (一) 與加拿大政府部門交流：包含與加拿大自然資源部、加拿大國家研究單位針對氫能發展與政策進行意見交換與交流；拜會環境及氣候變化部了解加拿大對於碳稅的相關政策；拜會 BC 省政府吸取 BC 省對於氫能樞紐的發展策略與規劃。
- (二) 參加加拿大氫能大會，透過技術會議了解加拿大氫能產業目前針對氫能議題作的相關研究與未來方向；透過氫能應用展覽了解目前加拿大產業概況與產業發展，並尋求可能的合作機會與方法；參加探索台加雙邊貿易商機座談會，針對台加目前貿易情形交流與交換意見。
- (三) 拜訪加拿大氫能產業界與相關設備，包括 Northland Power、Next Hydrogen、Shell、Blackjack 加氫站、Ballard、Svante、Powertech 與 HTEC，了解氫能重要夥伴目前相關業務及現況，做為未來氫能推動與發展之參考。

本文電子檔已傳至公務出國報告資訊網 (<https://report.nat.gov.tw/reportwork>)

目錄

壹、出國任務與行程	1
1.1 出國任務	1
1.2 出國行程	2
貳、工作內容	7
2.1 台加氫能圓桌會議	7
2.2 拜會加拿大環境及氣候變化部	9
2.3 拜會北陸能源公司	11
2.4 NEXT HYDROGEN	12
2.5 拜會 SHELL 公司	14
2.6 加拿大氫能大會	15
2.6.1 技術講座	16
2.6.2 氫能應用展覽	24
2.7 BLACKJACK 加氫站	32
2.8 巴拉德動力公司 BALLARD POWER SYSTEMS	34
2.9 SVANTE TECHNOLOGIES INC.	36
2.10 英屬哥倫比亞省政府 GOVERNMENT OF BRITISH COLUMBIA	40
2.11 探索臺加雙邊貿易商機座談會	42
2.12 POWERTECH LABS INC.	46
2.13 HTEC (HYDROGEN TECHNOLOGY & ENERGY CORPORATION)	48
參、心得與建議	53

圖目錄

圖 1 台加氫能圓桌會議合影	8
圖 2 訪團與環境及氣候變化部代表合影.....	10
圖 3 與北陸能源公司進行討論	12
圖 4 與 Next Hydrogen 討論其技術發展.....	13
圖 5 進入 Next Hydrogen 產線前之注意事項說明.....	14
圖 6 與 Shell 討論 CCS 技術.....	15
圖 7 於加拿大氫能大會合影	16
圖 8 氫氣應用相關規範	20
圖 9 安大略省宣示其氫能發展策略與 Atura Power 各場域位置.....	22
圖 10 參訪亞伯達大學氫能車隊	25
圖 11 氫能大會展覽會場.....	29
圖 12 氫能載具(氫動力巴士).....	29
圖 13 氫能大會展場介紹氫能產業鏈與淨零的海報.....	30
圖 14 氫能大會參展廠商	31
圖 15 Blackjack 加氫站外觀	33
圖 16 Blackjack 加氫站氫氣加壓模組與控制盤.....	33
圖 17 Blackjack 加氫站加氫模組外觀.....	34
圖 18 參訪 Ballard 動力公司.....	36
圖 19 Svante 公司環形吸附塔技術介紹.....	39
圖 20 參訪 Svante 公司	39
圖 21 拜訪英屬哥倫比亞省政府	41
圖 22 與 BC 省政府專家討論有關低碳倡議相關議題	42
圖 23 英屬哥倫比亞省貿易省務廳長 Jagrup Brar 開場致詞.....	43
圖 24 中經院顏副執行長分享臺加雙邊貿易的變化和潛在合作機會	44
圖 25 專家學者分享臺加在能源及其他產業方面的合作潛力.....	44
圖 26 Powertech 簡介公司相關業務.....	47
圖 27 Powertech 公司之高壓試驗設備.....	47
圖 28 參訪 Powertech 公司總部.....	48
圖 29 HTEC 氫能價值鏈.....	50
圖 30 HTEC 在 BC 省加氫站設置位置.....	51
圖 31 Powertech 與 HTEC 合作開發之加氫站模型	51
圖 32 實際位於加油站內的加氫站(左圖)；當日氫氣價格(右圖).....	52
圖 33 加氫設備與加油設備的相對位置(近側為加氫設備).....	52

表目錄

表 1 出國行程	2
表 2 台加氫能圓桌會議議程	9
表 3 探索臺加雙邊貿易商機座談會議程.....	45

壹、出國任務與行程

1.1 出國任務

- 一、 台加氫能圓桌會議由本次台加氫能訪團與 NRcan、NRC 共同舉行，探討議題包括氫能發展、氫能研發應用與台加雙邊合作等主題，由台方和加方針對各自不同主題提出相對應的討論議題，如台灣淨零轉型與氫能發展等議題進行探討，針對每個不同議題會有相關單位進行分享，本公司也會針對目前和中研院合作之去碳燃氫技術與加方進行交流，並汲取加方相關的經驗做為未來研究發展的參考；Canmet ENERGY Research Centre 隸屬於加拿大自然資源部(NRCan)，位於渥太華的研究中心聚焦在潔淨能源技術研發，包含再生能源、建築、工業製程、運輸、潔淨化石燃料及 CCUS 研究。透過了解該研究中心的運作方式及研究概況對於本所未來部論是在氫能或其他相關的研究方面可以提供相關建議與參照。
- 二、 北陸能源公司(Northland Power)是一家致力於在亞洲、歐洲、拉丁美洲和北美開發、建造、擁有和營運清潔綠色全球電力基礎設施資產的電力生產商，利用清潔燃燒的天然氣以及風能和太陽能等再生能源發電。在國內的業務主要以 1022MW 的海龍離岸風電為主，本次將與北陸能源公司進行雙邊交流，就再生能源的未來規畫及與氫能的相關結合進行進一步的討論，並從北陸能過去電力開發的經驗審視在氫能這一塊全新的領域可能的發展。
- 三、 加拿大氫能大會作為加拿大規模最大的活動，展示氫能是到 2050 年實現淨零碳排的關鍵推動力，加拿大氫能大會是個大能源公司與產官學研聚集在一起共建加拿大低碳能源未來的唯一年度會議場所。這場會議除了為整個加拿大供應鏈提供獨特的視角，討論低碳氫化合物生產、儲存、利用以及氫作為關鍵燃料的未來的創新和解決方案，同時也提供各大機構交流的平台分享請能相關的技術與知識，本公司將參與「用於製氫的脈衝甲烷熱解反應器的開發」及「甲烷裂解清潔氫氣工業規模示範」汲取其他公司之產氫與製氫的經驗應用到公司內未來氫能源之發展。
- 四、 Ballard 的公司總部位於加拿大溫哥華，其加拿大工廠專注於核心燃料

電池組建的生產與運維，包括膜電極組件的生產、燃料電池堆的整合和測試、動力模組的組裝和測試，並透過其工程服務合約提供所需的其他產品的支援。**Ballard** 持續對製造能力和工藝進行投資，旨在支持大批量生產和自動化加工。對於未來公司內產氫應用方面可參考 **Ballard** 公司的實績進行氫能開發方向的建議，並對於未來公司內氫能示範場域的設置與改善提供建設性的建議。

五、 **Powertech** 是北美最大的測試和研究實驗室之一，擁有來自世界各地的眾多科學家、工程師和技術專家，其跨部門團隊以高度專業化的技術和卓越的標準調查、診斷和解決各種市場中的複雜問題。**Powertech** 在開發氫燃料汽車和加氫站新技術和測試系統方面擁有悠久的歷史，亦開發了世界上第一個 **700 bar** 快速加氫氣站。本次參訪主要以 **Powertech** 之氫能測試場域與其相關之氫能關鍵設備，如加氫站等為主；**Fortis BC** 是加拿大哥倫比亞省的電力公司，主要營運範圍為天然氣與水力發電，透過其關鍵基礎設施的瞭解可對於公司未來有關的設備之營運方向提供建設性的建議。

六、 行程中同時安排其他與氫能應用相關單位的拜會與設備的實際查訪，包括 **Next Hydrogen**、**Svante** 與 **HTEC** 等

1.2 出國行程

表 1 出國行程

日期	加方單位	內容
4/17(三)~ 4/18(四)	往程	台北→溫哥華→渥太華
4/19(五)	加拿大自然资源部 Natural Resources Canada	加拿大自然资源部 (Natural Resources Canada, NRCan)，負責制定與實施加拿大能源、礦產資源與森林政策，通過支持綠色與

		<p>創新技術發展以實現其目標。2020 年發表加拿大氫能發展戰略，為 NRCan 重要措施，以支持加拿大能源轉型，實現碳中和目標，促進加拿大氫能與燃料電池產業之發展。</p>
	<p>加拿大國家研究委員會 National Research Council</p>	<p>加拿大國家研究委員會（National Research Council Canada, NRC），為加國最大技術研究開發組織，協助國家重要科學與工業研究，提供研究測量標準與方法，及儀器設備標準化認證等，透過計畫補助支持產業提升量能與競爭力。2021 年提出「先進潔淨能源計畫（Advance Clean Energy Program）」，以加速「電池儲能」、「低碳燃料」與「氫能」之發展。</p>
	<p>加拿大環境及氣候變化部 Environnement et Changement climatique Canada</p>	<p>加拿大環境及氣候變化部（Environment and Climate Change Canada, ECCC）負責環境政策與措施，保護與提升自然環境及再生資源。2024 年 2 月提出「加拿大科學戰略 2024 至 2029」，闡述加拿大環境與氣候變遷部未來願景及前瞻性科學方向等。</p>
4/22(一)	北陸能源公司	<ul style="list-style-type: none"> 北陸能源(Northland Power, NPI)為全球再

	<p>Northland Power, NPI</p>	<p>生能源發電商，業務範圍包含陸上可再生能源、天然氣與公用事業能源供應。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 擁有歐洲 3 座離岸風場，裝置容量達 1,184MW，並擁有 3.4GW (淨 2.9GW) 裝置發電容量。 • 規劃利用該公司既有太陽能發電、離岸風力發電之量能(主要位於加拿大東岸 Nova Scotia 的離岸風電專區)，生產綠氫，供應加國應用需求與出口。
	<p>Next Hydrogen</p>	<p>Next Hydrogen 公司為一氫能生產之解決方案開發公司，主要業務在於進行質子交換設備之開發，該公司已開發到第三代之質子交換膜設備，同時該公司也具有相關的測試設備針對開發中之產品進行測試與改善。同時該公司亦具有自己的生產線以供應營運商之需求。</p>
<p>4/23(二)~ 4/24(三)</p>	<p>加拿大氫能大會 Canadian Hydrogen Convention (CHC) 2024</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 加拿大氫能大會 (Canadian Hydrogen Convention) 為北美最大氫能展覽與會議，吸引全球來自氫能產業鏈之領導者、創新者與決策者參與，促進氫能技術之

		<p>發展與商業化。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 活動包含主題演講、專題討論、技術展示等，範圍涵蓋氫產、輸儲與應用，參與者可深入了解氫能發展最新趨勢、挑戰與機遇，同時提供氫能相關業者交流合作平台。 • 活動目標對象為能源產業之企業家、投資者、政策制定者與研究人員，致力推動氫能於全球能源市場中之地位和應用。
4/25(四)	<p>巴拉德動力公司 Ballard Power Systems</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 溫哥華氫燃料電池公司、高能鋰電池開發製造商，核心技術為質子交換膜 (PEM)，該公司質子交換膜 (PEM) 燃料電池供商用重型與中型動力車輛應用，包含歐洲領先大客車製造商 Solaris，累計行駛里程超過 1.5 億公里。 • 參訪 Ballard 生產工廠、載具、示範場域、貨卡、氫氣巴士等。
	<p>Svante Technologies Inc.</p>	<p>Svante 為加拿大碳捕獲和利用技術之開發與商業化公司，主要技術為二氧化碳的過濾器 (filters) 與模組式旋轉接觸器(modular rotary</p>

		contactor machines), 可捕捉並移除工業排放物與空氣中之二氧化碳。
4/26(五)	英屬哥倫比亞省政府 Government of British Columbia	<ul style="list-style-type: none"> • 擁有豐富天然氣及強大之地質儲碳量能，其電力來源超過 98%來自於再生能源或潔淨能源，具電解產氫之潛力。 • 2021 年 7 月發布「氫能發展戰略」，為加國首位發布氫能政策之省份，發展氫氣應用於工業、運輸、住宅及商業用途等領域。 • 為加國氫能與燃料電池產業重鎮，約 51% 相關企業位於該省，燃料電池開發研究投資量能占加國 60%。 • 英屬哥倫比亞省具有氫能產業聚落，政府提供資金投資氫能基礎設施，並建立區域氫中心。
	Powertech Labs Inc.	為加國國營公司英屬哥倫比亞水電局(BC Hydro)之子公司，主要開發與測試氫燃料補給基礎設施及技術，包含加氫站設計與氫系統之測試及安全協議。
	HTEC (Hydrogen	為溫哥華氫能技術與能源公司，主要設計、

	Technology & Energy Corporation)	開發、建置及營運氫氣生產設施與加氫站，提供氫供給服務，並致力建構加氫站網絡， 2018 年 6 月啟用加拿大首座加氫站。
4/27(六)~ 4/28(日)	返程	溫哥華→台北

貳、工作內容

2.1 台加氫能圓桌會議

- 拜訪單位：加拿大自然資源部、加拿大國家研究委員會
- 加方參與人員：
 - Rachel McCormick, Director General, International and Intergovernmental Affairs, Natural Resources Canada
 - Katrina Marsh, Director, Bilateral Affairs, Strategic Policy and Innovation, Natural Resources Canada
 - Amandeep Garcha, Deputy Director, Natural Resources Canada
 - Chris Krasowski, Western Canada/Indo-Pacific Lead, Natural Resources Canada

加拿大圓桌會議主要由加拿大自然資源部長官與本次氫能代表團共同進行政策面與技術面的討論，台灣方面首先由工研院進行簡報，說明 2050 年淨零路徑與相關的配套，同時針對目前正在開發的技術，包括氫氣的產、輸、儲等方面進行分享；加拿大部分則先針對加拿大自然資源及能源方面的利用作介紹，其後針對產氫相關的技術做說明，由於加方有邀請技術部門的人員一同出席會議，會議上有分享到加方以甲烷裂解為題投稿氫能期刊的文章，該文章主要提到甲烷裂解技術應用與其經濟性分析，由於此項技術對於減碳具有相當效益，同時與其

他產氫技術相較之下具有成本上的優勢，因此在應用上具有相當之可應用性。除此之外，由於加拿大為全世界第二大的鈾礦生產國及出口國，故加方還有提及核能也是加拿大的電力來源之一，而核能的部分結合 SMR 也是作為氫氣生產的應用之一，目前執行中的專案包括安大略省的 SMR 計畫及 SaskPower 的 SMR 開發計畫，安大略的 SMR 計畫預計在 2028 年投入運轉，是北美的第一個 SMR 計畫，採用 300MW 的 GE Hitachi 機組，為一成功改造的大型核能機組。在氫能源的研發方面，加拿大聯邦政府預計每年投入五千萬加元，從產、輸、除三方面進行潔淨氫能源科技的開發，實際執行的單位依簡報提及包括分別分布在英屬哥倫比亞、亞伯達、安大略及魁北克等地的 NRC、Canmet Energy 及 ECCC 等單位。



圖 1 台加氫能圓桌會議合影

表 2 台加氫能圓桌會議議程

Time	Agenda
10:00 –10:10	Opening Remarks & Introducing the Delegation <ul style="list-style-type: none"> • CA: Rachel McCormick, IIA, NRCan • TW: Cheng-Wei Yu, EA, MOEA
10:10 –10:35	Topic 1. Net Zero Transition <ul style="list-style-type: none"> • TW: Taiwan’s Net Zero Policy (5 mins, EA) • TW: Renewable energy Investment: Off-shore wind power (5 mins, ITRI) • CA: Canada’s Net Zero Policy (10 mins, NRCan) • QA : (5 mins)
10:35 –11:00	Topic 2. Hydrogen Development and R&D <ul style="list-style-type: none"> • TW: Taiwan’s Hydrogen Development and R&D (10 mins, ITRI) • CA: Canada’s Hydrogen Development (10 mins, NRCan) • QA : (5 mins)
11:00 –11:10	Coffee Break (10 mins)
11:10 –11:20	Topic 3. Discussion on TW/CA Bilateral Cooperation <ul style="list-style-type: none"> • Discussion (10 mins)
11:20–11:30	Closing Remarks <ul style="list-style-type: none"> • TW: Cheng-Wei Yu, EA, MOEA • CA: Rachel McCormick, IIA, NRCan

2.2 拜會加拿大環境及氣候變化部

- 加方參與人員：
 - Paola Mellow, Executive Director, Low Carbon Fuels Division, ECCC
 - Bryan Luck, Manager, Europe, Asia, African, Oceania Division, International Affairs Branch, , ECCC
 - Mackenzie Wylie, ECCC

我方分享我國邁向淨零碳排之能源策略，包括介紹我國能源發展現況、能源轉型路徑、淨零發展策略、再生能源推動現況以及相關能源部門轉型之措施與法規。加方部分則分享加拿大為因應氣候變遷所制定的清潔燃料法規（Clean Fuel

Regulations, CFR)，該法規於 2022 年 6 月 21 日生效，並於 2022 年 7 月 6 日於《加拿大公報》發布，要求汽油和柴油供應商需降低在加拿大生產或進口燃料之排碳密度，促進清潔技術和低碳燃料的使用，預期於 2030 年，每年可降低約 26.6 百萬噸碳排放。而主要供應商每年需要創造或獲取減碳額度，建立額度之方式包括：減少在加拿大使用之液體化石燃料的排碳量、生產和進口低碳燃料、提供燃料或能源於先進技術車輛。額度乃由供應商和自願參與者建立，其獲取的額度可在市場上交易。

會中交流時，加方分享在推動此法案的相關資訊，ECCC 在清潔料法規上主要辦演第三方的角色，需要獲取額度的主要參與者包括煉油業者、油氣公司和部份的自願參與者，在自願參與的部份，則主要為電動車業者具有意願。



圖 2 訪團與環境及氣候變化部代表合影

2.3 拜會北陸能源公司

本次會談主要由北陸公司提供簡報，介紹北陸公司在全世界各地之離岸及陸域風電之設置狀況，北陸公司目前在北美、歐洲及亞太地區具有陸域與離岸風電的案場，陸域案場大部分位於美洲，離岸案場主要是在歐洲與台灣，台灣的部分主要是海龍離岸風電，共有三期，整體裝置容量有達到 1GW。海龍離岸風電第二期與第三期目前還在建造中的狀態，由於台灣氣候的特性，通常在冬天東北季風較強烈的時間帶不會有離岸風電的建造與出海維護的計畫，因此根據北陸公司的排程，預計海龍離岸二期會在 2026 年併網，海龍離岸三期會在 2027 年併網，這兩期的案場採用的是 SGRE 的風機，由台中的西門子組裝廠進行生產。目前北陸能源針對第三區段開發部分有計畫一個 0.5GW 裝置容量的 CanWind，但是由於市場條件及現有的政策限制沒有投標第三區段開發，未來北陸公司也將持續與台灣的經濟部與能源署持續溝通以開發更多的投資機會。



圖 3 與北陸能源公司進行討論

2.4 Next Hydrogen

Next Hydrogen 公司由 Dr. Jim Hinatsu 和 Dr. Michael Stemp 於 2007 年共同創立。主要業務為氫氣產製設備之供應商，特別是在質子交換膜的部分，作為綠氫生產的解決方案。公司地點位於多倫多郊外，唯一廠辦合一的氫能解決方案之設計與開發公司。該公司目前已有相當多業務上的實績，合作的對象包括韓國的現代與起亞公司等重工業或車廠；此外該公司也和 GE 簽訂 MOU，在未來氫能生產設備上有進一步的合作。

本次參訪主要由 Next Hydrogen 公司先介紹公司相關的背景於公司的主要產品以及與氫能上下游的相關合作方等，該公司的產品主要為電極與質子交換膜

模組，由於該公司使用傳統鹼性電解技術，也是目前電解技術中較成熟的，然而鹼性電解的隔膜以及系統在變動操作上均有其缺陷，較不易於作為再生能源調節之用。目前正在評估未來導入 OH 離子交換膜的發展機會與創新。



圖 4 與 Next Hydrogen 討論其技術發展



圖 5 進入 Next Hydrogen 產線前之注意事項說明

2.5 拜會 Shell 公司

本次 Shell 公司拜會安排於加拿大氫能大會前之一個鐘頭進行，主要是為了解 Shell 公司在 CCS 方面已部建的設施及與其討論 CCS 相關之議題。目前 Shell 的加拿大分公司在亞伯達省的 Scotford(位於艾德蒙頓東北 40 公里位置)具有一個能源與化學製品園區，未來也會利用這個園區進行建置低碳氫生產設施，透過蒸汽甲烷重組技術生產氫氣，初期目標年產約 16.5 萬噸氫氣，氫氣將轉換為低碳氨出口至日本及亞洲市場。

在 CCS 的設備部分，Shell 在 Quest 和 Polaris 這兩個地方都有設備可以進行 CCS 的操作應用，不過到封存的部分則是利用管線將高壓的 CO₂ 輸送到 Thorhild

這個小鎮進行封存，Shell 在這邊有三個封存點，管路輸送距離大約 65 公里，封存的位置為砂岩層。



圖 6 與 Shell 討論 CCS 技術

2.6 加拿大氫能大會

本次加拿大氫能大會包括技術講座與氫能應用展覽兩部分，技術講座部分邀請相關的企業與學界進行技術分享，氫能應用展覽的部分邀集相當多企業的應用，包括產氫、氫動力汽車、公共運具及運輸相關應用，同時也有相當多的能源公司在做氫能相關的發展應用，並提供能源對話平台共同聚焦討論加拿大政府淨零政策及氫經濟發展等議題，及低碳氫生產、運輸、儲存、後續應用之創新技

術與解決方案交流，目的拓展產業多元合作機會，創建加拿大氫能產業鏈經濟競爭力，協助國家達落實能源政策達 2050 年淨零排放。在下面各章節將會針對技術講座與應用展覽兩部份分別進行說明。



圖 7 於加拿大氫能大會合影

2.6.1 技術講座

技術講座部分同一時間有四個場次同時進行，茲就選擇與業務相關之講座進行聆聽，並將講座要點紀錄如下。

1. Industrial Scale Demonstration of Clean Hydrogen Production from Methane Splitting

- 講者：Ville Klaavu
- 重點摘要：

本演講主要說明利用甲烷裂解產氫在工業上的應用，講者為 Hycamite 公司之副總 Ville 先生，演講一開始首先提到 Hycamite 公司之裂解產品的應用，包括航空、陶瓷、車輛及高分子等，接著比較在不同的產氫的來源下的成本比較，可以預期在 2030 之後藍氫的產製成本相較於灰氫會

漸漸降低，而綠氫在目前的產製成本最高，預期到了 2050 年可以降到與藍氫與灰氫相近的製造成本。其後開始介紹該公司之產品，該公司之裂解產氫設備自 2023 年開始投資，並於 2024 年 9 月開始投產。在能源消耗的方面，該公司的設備目前在甲烷裂解部分每產製 1 公斤的氫氣需要 5.16 度的電，相較於水分解產氫大約可以減少數倍的能耗。在其他技術應用方面這套系統可以做到即時的能源監測，包括各原料的耗用量，同時也導入數位孿生的技術，並能夠對於系統能耗的平衡進行計算與驗證。這套系統目前還沒到可商業大量生產的階段，Hycamite 公司也規劃了未來廠房擴建的藍圖，為未來大量的氫能源需求預先做規劃。

2. Highly Efficient Filtration and Separation Solutions to Optimize Green and Blue Hydrogen Production

- 講者：Maria Anez-lingerfelt
- 重點摘要：

本演講主要介紹 PALL 公司在產氫相關分離與過濾技術的應用，這間公司主要是做產品，在全世界 35 個國家超過 90 個據點，在氫能的應用從源頭的製造、運輸、儲存及終端應用有有相對應的產品，同時講者很強調在這整個氫氣的供應鏈中對於含氫流體的雜質控制將會是一個相當重要的課題，而在這些氫氣分離的過程中在設備面會有一些控制的因素需要注意，包括氫氣品質、流體流速、雜質的形式和量、操作成本、設備維護及廢棄物處理等。在設備投資方面，PALL 公司從 2015 年開始已經有示範設備進行實際的應用，在 2020 到 2025 這個階段開始進行小型

計畫進行相關的應用，在 2025 年開始會將整個規模放大，在這個進展的過程中，由於產氫的規模會逐漸增加，因此在規模增長的過程中要如何降低成本便會變得相當重要，舉綠氫的產製為例，該公司可以處理的部分為去離子水的水循環與氫氣產出的處理部分，這兩個部分在整體產氫的過程中會佔大部分的成本支出，相對地若在這一塊可以將成本降低下來對於產氫的成本降低將會有相當大的效益。另外講者針對產氫過程中電解液的循環利用也有提出解決方案，由於在電解液循環利用過程中會產生具有高度腐蝕性的物質，因此在 PALL 公司的解決方案中用來過濾電解液的含氟聚合物過濾材料可有效將電解液中的腐蝕物過濾出來，避免對電極造成傷害。

3. Development of a Pulsed Methane Pyrolysis Reactor for Hydrogen Production

- 講者：Donald Kendrick
- 重點摘要：

本演講主要在說明 Ekona 公司所發展之甲烷重組系統，將甲烷裂解成固體碳與氫氣，藉以產生氫，這種反應器利用脈衝燃燒與高速氣體動力學的理論將甲烷裂解，好處是在裂解過程不涉及二氧化碳的產生，因此在碳排方面比較不是太大的問題；另外 Ekona 公司在這個反應器的設計上可與工業標準整合以進行碳的分離與氫氣的純化，同時由於這個裝置產生固體碳，以及不需使用水，因此不需要考慮選址的問題，只要能夠介接天然氣的位置都可以進行這類系統的設置。目前 Ekona 在這套裝置已經進行了測試平台的認證與測試，後續將會分成三個階段進行技術開發，

首先將會建造一套每天可生產 200kg 氫氣的原型反應器，其後將進行系統整合並進行製程的評估，最後將對整套系統進行調試。整個系統可以分成幾個零部件，首先是甲烷裂解反應器，甲烷和氧氣由外界輸入這個系統並進行反應，反應後的合成氣會進入碳分離器將固態碳分離出來，其後進入乾燥器分離出水，最後由氫氣分離器將精氣分離出來進入下一步應用階段，氫氣分離之後的尾氣會再重新回到循環中進入甲烷裂解反應器持續進行再利用的過程。Ekona 公司在亞伯達省建立了一個具有 5 套反應器的先導計畫，並預定於 2024 年 Q3 開始進行甲烷裂解廠的建造，並預計在 2025 年 Q3 開始進行裂解廠的運轉及測試，到 2026 年完全投產。

4. Opportunities for Standards-Based Solutions for Hydrogen Production from Fossil Fuels

- 講者：Donald Kendrick
- 重點摘要：

這個講座講者首先從製氫方法進行回顧，其方法有些是我們比較常聽到的，例如蒸氣甲烷重組(SMR)、甲烷裂解及氣化，有些比較少提到的技術，像是部分氧化、自熱反應(ATR)、乾式甲烷重組(DMR)等也是產生氫氣的一個方法，這些方法雖然可以產生氫氣，然而目前在加拿大最多的應用還是 SMR 的方法，其他的方式應用較少，另外大部分的方法也會搭配 CCUS 做應用。在法規面的部份，回顧現有的法規，在氫氣生產設施、安全設施方面都已有相關的規範，而大部分的規範都比較強調氫氣產輸

儲過程中的安全事項，在加拿大的部分已經有 CAN/BNQ1784-000 規範，針對氫氣設施安裝的部分進行限制；另外像 ISO16110-2 就是針對氫氣的生產程序測試方面進行規範。其他規範如 CGAG-5.3、ISO14687:2019、SAEJ2719 也有對於氫氣相關應用做限制，如圖 8 所示。最後講者針對現行規範做了一些建議，除了對於現有產氫安全規範在最回顧之外，對於特殊的氫氣生產製程、大型產氫設施與流程的驗證、安全事項制定、產氫過程中排放溫室氣體的限制、甲烷重組技術中固氣相分離相關標準的制定及氣化產氫方法評估等也期望可以有一套標準辦法可以依循。

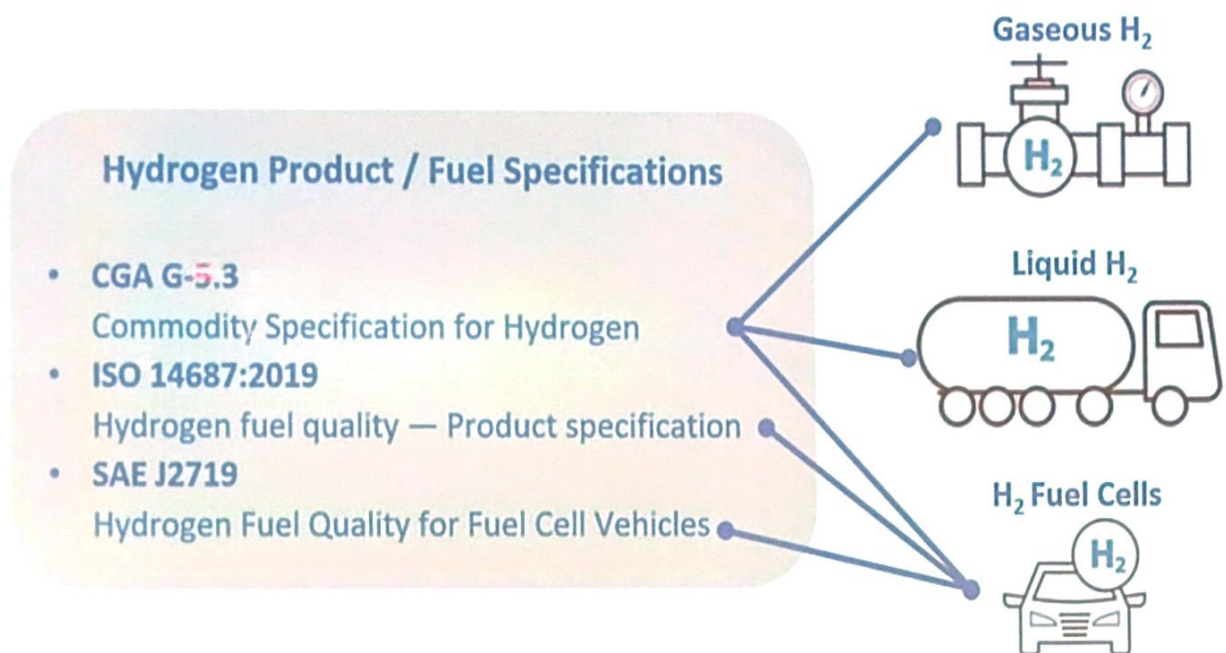


圖 8 氫氣應用相關規範

5. Ontario's First Hydrogen Cofiring in a Combined Cycle Gas Turbine Power Plant

- 講者：Christopher Penny
- 重點摘要：

在這個演講主要說明 **Atura Power** 在安大略省的氫氣應用及未來預期的

發展。Atura Power 是安大略電力公司(Ontario Power Generation, OPG)的全資子公司，其設備主要集中在安大略省南部，主要以複循環發電為主，同時也在 Negara 地區具有水力發電設備。Atura 旗下複循環電廠的總裝置容量有 2715MW，分別位於 Brighton Beach, Halton Hills, Portlands Energy Centre 及 Napanee 四處，並於 Oakville 設置其公司總部。在 Halton Hill 這個裝置容量 683MW 的電廠已有複循環混氫的計畫，機組設計可以混燒至 30%，目前計畫要做 5%、10%及 15%的混氫，並包含升載及出力的測試。設備的部分已經有初步的藍圖，使用槽車供氫，槽車停放的位置也已經有相關的規劃，從圖面上可看到大約同時可停放六部槽車，每部槽車最多可提供每小時 390kg 氫氣。從其系統流程圖上看，這個電廠以同一個氫氣來源混和天然氣後提供兩部機組進行混燒，預估在 5%混氫每小時氫氣需量約 150kg 左右，而在 15%混氫部分則會超過 1000kg。此外，在混燒過程中也有部分問題需要解決，包括氫氣混合過程的洩壓與降溫的問題，由於降溫會影響到設備運作與氫氣的流量，因此 Atura 也有統計在不同溫度下整個系統可操作的時間，另外也必需考慮到法規的問題；同時氫氣輸送過程中的過壓保護及通風問題也必須考慮到，特別是通風問題，為了避免氫氣聚積，因此在管線的長度會根據法規 CGA G-5.5 規範進行設計。期程的部分 Atura 預期在 2024 年完成設計和土建的部分，而在 2025 年預期完成最後的機組設置與測試。



圖 9 安大略省宣示其氫能發展策略與 Atura Power 各場域位置

6. Challenges with Hydrogen Storage: Comparison of Design Options to Manage Intermittent Supply

- 講者：Randy Dinata (DNV)
- 重點摘要：

對於將間歇性再生能源（如風能及太陽能）之電解產氫整合至後端氨/甲醇合成之化工廠製程，氫之儲存是一重要關鍵，考量相關技術及經濟因素，本演講提出三種操作模式作為潛在解決方案。

第一種操作模式：涉及管線儲氫，從產氫現場運輸至化工廠（化學加工處理現場），期間暫時將氫氣儲存於過大尺寸管線中，為有效利用管線之填充/卸載量能。

第二種操作模式：涉及產氫現場地上儲氫，於氫氣生產現地施作。

第三種操作模式：於產氫前使用電池儲能系統 (BESS, Battery Energy Storage System) 先儲存間歇性再生能源電力。

第一種操作模式利用過大尺寸管線，基本上需使用額外管線包裝以提供供應緩衝能力，其須考量操作周期性質、瞬間液壓反應、適當管線尺寸及額定值，並確保管線可承受氫對於材料（如碳鋼）的潛在不良影響，包括加速疲勞裂紋增長率及降低斷裂韌性。此外，為使管線儲存氫氣量有其效益，須基於瞬間液壓建模以建構一個尺寸過大管線，其會增加相關計畫之資本支出。

第二種操作模式則著墨於現場地上儲氫，其需要大量高壓儲氫設備及高容量、高壓力評級之壓縮機，將提高資本支出及營運支出，並可能增加更多操作風險（風險來自高壓力之大量儲存設備、連接點及大量氫氣壓縮機），而壓縮機之高壓評級及對多個壓縮機之要求亦可能導致可靠性問題產生。此操作模式仍需以管線運輸氫氣至化工廠，但相較第一種操作模式，其運輸可使用較小管線，且管線運作屬於穩定狀態。此外，假設氫氣生產現地距離化工廠 20 公里，比較兩種操作模式的資本支出，以第二種操作模式較第一種操作模式為低（分別為 1 億 3 千 4 百萬美元及 1 億 5 千 7 百萬美元）。

第三種操作模式則與第二種操作模式的優點相似，但資本支出（10 億美元）不具競爭力。

總結，考量技術及經濟因素，以第一種及第二種操作模式較具有實施可行性。

2.6.2 氫能應用展覽

氫能應用展覽部分有相當多的公司行號、機構、政府單位與學校參展，本次參訪也有安排拜會部分公司與機構，進行業務的了解與交流，由訪團安排拜會的公司與機構包括 Invest in Canada、Westport Fuel Systems、Aurora Hydrogen、CHFC、University of Alberta 以及 Ekona Power，這幾間公司或機構除了 Invest in Canada 為加拿大政府因應招商所設置的攤位之外，其他的攤位主要針對公司與氫能相關的業務做介紹，部分公司與機構介紹如下：

- **Ekona Power**

Ekona Power 專注在與天然氣有關的產氫事業，主要的業務之一是做有關甲烷裂解的相關設備與氫氣產出的應用，設備位在溫哥華的 **Bunaby**，這部分除了透過甲烷裂解產氫以外，裂解後的產物也有其他相關的應用，目前在 2023 年期甲烷裂解以達到其預定的效能，未來這項技術會持續走向商業化的應用。

- **University of Alberta**

亞伯達大學的部分是由其氫能車隊代表參展，氫能車的應用在這次的展場也是很重要的一環，亞伯達大學的氫能車隊是由學生團隊自行設計與開發氫能應用的載具參加澳洲的競賽，除了在競賽的過程通常會考量到車輛加駕駛的重量外，通常在氫氣供應的部分也會加以考慮，這個車隊的氫氣供應來源是應用儲氫鋼瓶進行氫能供應，也因此動力輸出的設計上團隊也需要特別注意，避免在參賽的途中產生不可預期的意外。



圖 10 參訪亞伯達大學氫能車隊

- Ballard

Ballard 是一家世界領先的技術公司，為備用電源、設備製造商、海事系統以及公共汽車、卡車和鐵路的重型模塊提供燃料電池堆。戰略股東包括 Weichai, Broad-Ocean, Anglo American and Nisshinbo。Ballard 已經投資超過 10 億美元進行燃料電池技術的研發，並生產了超過 560 兆瓦的 PEM 燃料電池產品。其後於溫哥華也有過去該公司總部進行參訪。

- Deloitte

Deloitte(德勤)為跨越多重行業的公共和私人客戶提供審計與保證、諮詢、財務諮詢、風險諮詢、稅務和相關服務。德勤通過遍及 150 多個國家和地區的成員公司全球聯繫的網絡，為五大財富全球 500 強公司中的四家提供服務，

以應對客戶面臨的最複雜的業務挑戰，提供世界級的能力、見解和服務。雖然這間公司與氫能技術比較沒有關聯性，但是在會場上看到這間公司，顯然這間公司對於氫能公司未來相關的的需求可能也相當看好。

- 加拿大氫能協會

加拿大氫能協會（CHFCA）是一個支援工業界、學術界、政府機構、金融組織和其他利益相關者的全國性協會，其專注於氫能和燃料電池技術和產品。

作為加拿大世界領先的氫能和燃料電池行業的領導中心，CHFCA 的使命是加強加拿大的領導地位，提高國際上對氫能相關技術的好處的認識，並加速其成員產品和服務在加拿大及國際上的採用。CHFCA 目前在加拿大境內擁有近 200 名會員，並在不列顛哥倫比亞省、亞伯達省和安大略省設有地區聯盟。

- HTEC

- HTEC 是加拿大氫供應解決方案的領先開發商和供應商。HTEC 建立、擁有並運維氫生產設施、分配系統和加氫站，作為其氫基礎設施平台的一部分。

在不列顛哥倫比亞省，HTEC 於 2019 年開設了加拿大第一家零售加氫站，並持續建設其中央電解製氫生產設施。此基礎設施與該公司的 PowerCube 氫分配操作結合，將使超過 1,000 輛燃料電池電動車在加拿大不列顛哥倫比亞省得以持續獲得氫燃料來源。在其氫技術解決方案下，該公司提供豐富的行業經驗和技術，為其基礎設施平台和其他客戶提供定制的氫生產、加工、分配和加氫解決方案。公司的技術服務包括設計和開發服務、壓縮和加工氫純化

設備、安全培訓、風險分析、以及市場開發支援等。後續訪團也有到該公司的總部了解其相關製程設備與氫能發展策略。

- **Hycamite**

Hycamite 是一家在無排放甲烷熱解技術方面的領先企業，透過其低碳氫氣、氫存儲和運輸的新型解決方案，以及提供可持續的碳產品，為需求嚴格的工業進行減碳應用。Hycamite 技術將大量甲烷分解為其組成要素：氫氣和碳。

Hycamite 對甲烷的熱催化分解技術（TCD）不會將排放物釋放到大氣中。此外，其催化劑是可持續利用的，Hycamite 的技術僅需電解法生產氫氣所需能量的 13%。Hycamite 技術是一種尖端的碳捕獲、利用和儲存（CCUS）技術。

Hycamite 的碳奈米產品可用於各種要求嚴格的應用中，包括鋰離子電池、混凝土、複合材料和過濾器淨化器。公司的技術服務包括設計和開發、氫氣淨化的壓縮和加工設備、安全培訓、風險分析以及市場開發支援等。

- **Nothern BC Hydrogen Hub**

在不列顛哥倫比亞省的喬治王子島和魯珀特王子島，正在努力推動該地區的氫能樞紐(Hydrogen Hub)建設，包括建立供應鏈間彼此的夥伴關係、簡化氫能相關辦事流程和投資者開發等。不列顛哥倫比亞省北部地區被認為是開發中央氫能樞紐的理想地區，且已從不列顛哥倫比亞省政府獲得了 15 萬美元的資助，用於推動氫能樞紐中心的建置。喬治王子島是不列顛哥倫比亞省北部地區最大的中心，已經有一些氫能專案正在進行，其中包括 Hydra Energy 的一個專案，同時計劃於 2024 年在該市建立第一個加氫站。

- **西門子**

西門子在加拿大的分公司是一家專注於工業、基礎設施、交通和醫療保健的科技公司。其設立的宗旨為建立更節能的工廠、靈活的供應鏈、更智能的建築和電網，進一步到更清潔、更舒適的交通以及先進的醫療保健。自 1912 年以來，該公司一直致力於創造具有目的的技術，為客戶創造真正的價值。通過結合現實世界和數位的世界，西門子賦予客戶改變其行業和市場的能力，改變數十億人民的日常生活。西門子還擁有公開上市公司西門子健康器材的大部分股份，該公司是全球領先的醫療技術提供商，塑造著醫療保健的未來。此外，西門子集團旗下的西門子能源是電力傳輸和發電領域的全球領先者。截至 2021 年 9 月 30 日，該公司在加拿大各地擁有大約 2500 名員工，並在全加拿大擁有 24 個辦事處和生產設施。憑藉西門子的程序控制、程控儀表、SINAMICS DCM 直流轉換器以及防爆 SIMOTICS XP 馬達組合，潛在客戶可以從西門子獲得所需的氫電解器設備解決方案。

- **Triple Point Resources Ltd.**

Triple Point Resources Ltd. 是一家加拿大公司，專注於為不斷發展的氫能經濟開發清潔能源儲存解決方案。該公司旨在為可再生能源提供安全、高效和具有成本效益的儲存解決方案。Triple Point 同時致力於與當地社區和利益相關者合作，促進符合氫能與可再生能源的持續發展與實踐。



圖 11 氫能大會展覽會場



圖 12 氫能載具(氫動力巴士)

除此之外，氫能載具(如圖 12 所示)也是展場的重點之一，在現場亦可以看到相當多的重型載具，如拖車、貨車及堆高機的氫能應用；在家用轎車方面，豐田公司也有針對其氫能概念車 Mirai 進行展覽，在這個會場可說是針對氫能具有相當多元及廣泛的主題及其應用。

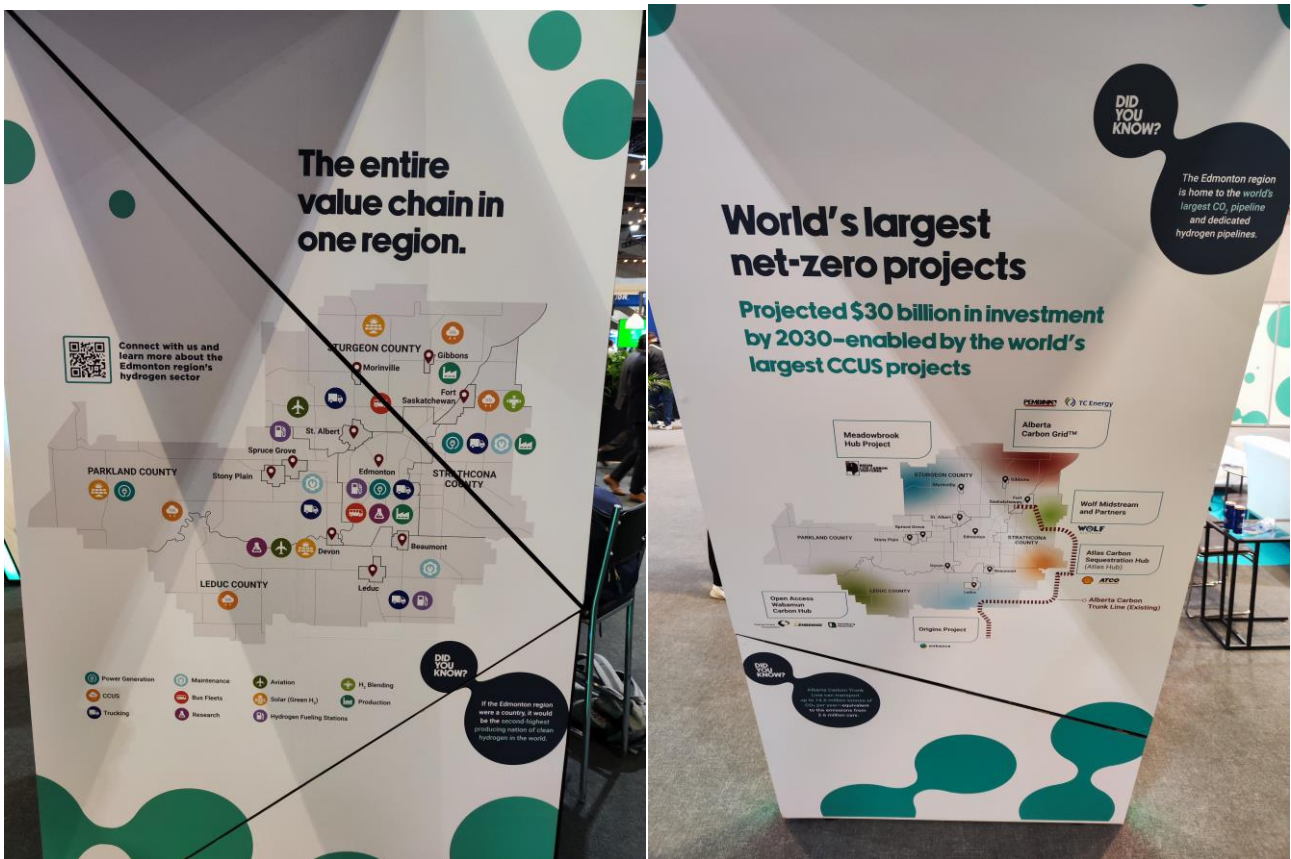


圖 13 氫能大會展場介紹氫能產業鏈與淨零的海報

從可以圖 13 看到在會場也有一些海報展出讓參觀的潛在買家可以很輕易地知道在艾德蒙頓這個地去有關氫能和探捕捉相關的設施與設備。圖 14 則顯示了這次氫能大會參展的相關廠商。



圖 14 氫能大會參展廠商

2.7 Blackjack 加氫站

Blackjacks Roadhouse 為亞伯達省首個商業加氫站，該計畫得到 PrairiesCan 的支持，目標於 2028 年前讓 5,000 輛氫動力或雙燃料氫汽車行駛在加拿大西部的道路上，特別是在重型卡車運輸等難以脫碳的行業實現淨零排放目標。參與的單位包括 Alberta Motor Transport Association、Nikola Motor Canada Inc.、Suncor、Leduc County、Emissions Reduction Alberta 和 Blackjacks Roadhouse。Nikola 公司是一家綜合卡車和能源公司，生產氫燃料電池卡車和電動卡車，並投入 HYL A 加氫站的供應，Blackjack 加氫站即是其中之一，由當地的 Clarence Shields 公司營運。

Blackjack 加氫站採用移動式 HYL A 模組化加氫機，內含壓縮機、冷凍系統（可達零下 40 度）、700 bar 加氫機、電控系統及緊急排放系統等設備。氫氣由 Suncor 公司以 450 bar 的氫氣槽車供應，加氫操作由專業人員執行。目前該系統壓縮機的能力為 2 kg H₂/min，而 Nikola 的氫燃料電池卡車儲氫量為 75 kg，加滿氫氣的時間約為 40~60 分鐘；氫燃料電池巴士儲氫量約為 35 kg，加氫時間約為 20 分鐘，與傳統加油時間相當。



圖 15 Blackjack 加氫站外觀



圖 16 Blackjack 加氫站氫氣加壓模組與控制盤



圖 17 Blackjack 加氫站加氫模組外觀

2.8 巴拉德動力公司 Ballard Power Systems

Ballard 成立於 1979 年，1983 年起專精於質子交換膜(PEM)燃料電池的開發，投入超過 50 億美金，成為全球領導企業。其產品聚焦於動力應用，包括船用和定置型發電的 FCwave™燃料電池模組、重型商用車用的 FCmove™燃料電池模組，以及氣冷/液冷電堆平台系列，並與多家知名汽車公司合作。Ballard 在臺灣市場已有 15 年歷史，目前主要推廣定置型應用。

Ballard Power Systems 在雙極板的研發方面具有優異的能量，該公司專注於開發薄而靈活的石墨雙極板，這些雙極板能顯著減少材料使用，同時實現高功率密度的燃料電池堆，這對於重型移動市場尤為重要；Ballard 規劃將透過引入創新製造技術和新的低成本材料供應商，來大幅降低雙極板的成本並擴大生產能

力。預計到 2025 年底，這一計劃將使雙極板的生產成本降低多達 70%。

此外，Ballard 將使雙極板的製造產能增加約十倍，並縮短生產週期時間，亦投入生產自動化技術研發，進而大大提高生產效率，降低能耗，並消除製造過程中的水資源消耗。這些創新不僅能減少產品成本，還能提高整體經濟效益，並且在環保方面具有重要意義。Ballard 預計在 2023 年至 2025 年間，將在雙極板製造方面投資約 1,800 萬美元，以支持這些研發和擴產計劃。這些努力顯示了 Ballard 在製造技術創新和燃料電池技術創新方面的卓越能力，並且表明了他們對環境、社會和治理（ESG）目標的承諾。

Ballard 正在開發第十代燃料電池，預計 2026、2027 年量產，核心技術包括材料、設計、整合和驗證。輔機系統的關鍵零組件將持續尋求供應鏈合作伙伴，特別是臺灣的零組件業者，但強調車用系統零組件需要長時間驗證和高度配合系統廠整合。

技術交流方面，Ballard 指出燃料電池模組外形因應不同平台需求而異，大型商用車應用著重於石墨材料，而非金屬電堆。Pozzi VP 強調金屬雙極板的耐久性不如石墨，因保護層無法完全阻擋金屬腐蝕，對觸媒有破壞性。Ballard 在 BC Bunaby 總部的驗證實驗室涵蓋全面的性能和環境驗證，投資 1.7 億美金。



圖 18 參訪 Ballard 動力公司

2.9 Svante Technologies Inc.

Svante 為專注於碳捕獲和利用技術的開發和商業化的加拿大公司。該公司成立於 2007 年，前身為 Inventys, SvanteSolutions，總部位於加拿大英屬哥倫比亞省的溫哥華。其開發之二氧化碳捕捉系統主要可分為前處理(去除 NO_x 、 SO_x 及固體顆粒)、旋轉吸附：以金屬有機框架材料 (Metal Organic Framework；MOF)為吸附劑，以及蒸汽-TSA 脫附再生(temperature swing adsorption with direct steam regeneration)三個次系統。

Svante 公司開發之系統屬固定床吸附系統，藉由 MOF 固定床與旋轉機構之

結合，實現連續捕集 CO₂之功能。此外，該系統利用低壓蒸氣(110 °C-140 °C)直接加熱進行脫附，其公司表示該系統可在 15 秒內完成。

Svante 核心技術為吸附劑的碳捕獲技術，該技術將二氧化碳通過吸附劑進行吸附，然後在真空環境以低壓蒸汽將其從吸附劑中脫附出來，再進行後續處理或封存。基於吸附劑的系統（即二氧化碳吸附在固體表面），在碳捕捉和其他工業氣體分離應用中已經使用多年。吸附劑固體一般被製成顆粒狀，而吸附過程發生在安裝有吸附床的容器中。

Svante 公司所開發的固態吸附劑為金屬有機框架材料（MOF），具有一定結構的晶體化合物，具有高度可調吸附性能，在以吸附劑為基理的碳捕捉技術中，並將其吸附在碳纖維板上，製成多孔的多層過濾器，以增強低流阻設計。雖然其脫附溫度為 140°C，相較於醇胺或其他固態氨較高，對捕捉能耗的控制較差，但 **Svante** 宣稱其 MOF 材料具有較好的耐水性，並且耐受 NO_x 和 SO_x，可以用於煙道氣的碳捕捉。

目前大部分 MOF 都屬於實驗室級或小型試驗工場級的生產，如何大規模製造用於工業應用是面臨的挑戰。**Svante** 公司的碳捕捉技術發展算是處於技術領先的階段，已宣告商業化之系統包括 URSA 1000 (500 t-CO₂/day)及 URSA 2000(2000 t-CO₂/day)，可應用於水泥製造設備、藍氫生產設備和天然氣燃燒設備如鍋爐等管末二氧化碳捕捉，也號稱適用於 DAC。

Svante 採用直徑 14 米的環狀可旋轉結構，在其中放入充填過濾器的箱子，通過圓盤轉動實現吸附、升溫脫附、降溫的程序，進行規模化吸附和脫附工作。

原型機較大，正在進行驗證。Svante 仍在進行試點建設，140°C 的脫附溫度以及實際煙道氣中的水分依然面臨許多挑戰。

Svante 目前與多家大型企業和投資者合作，以推動其技術的商業化。這些合作夥伴包括通用電氣 (GE)、雪佛龍 (Chevron)、三星創投 (Samsung Ventures)、聯合航空 (United Airlines Ventures) 等。這些合作不僅提供資源，還通過實際應用和測試來推動技術進步。例如，Svante 與 GE 合作開發針對天然氣發電應用的碳捕集技術，並且與雪佛龍合作在美國加州進行技術示範。除碳捕捉技術外，Svante 還致力於推動碳利用技術的發展，將捕獲的二氧化碳轉化為有價值的產品和化學物質，並應用於工業製造、建築材料和燃料等領域的創新應用，目標是實現工業領域的碳中和，並為全球減排作出貢獻。



圖 19 Svante 公司環形吸附塔技術介紹



圖 20 參訪 Svante 公司

2.10 英屬哥倫比亞省政府 Government of British Columbia

英屬哥倫比亞省是加拿大科技行業 GDP 增長率最高的省份之一，擁有多家世界級潔淨技術公司，涵蓋潔淨能源、潔淨運輸、能源效率提升、水處理和廢棄資源管理等領域。該省擁有全國最大的氫能及燃料電池行業，51%的相關公司位於此地，在全球氫能發展及燃料電池技術上處於領先地位。英屬哥倫比亞省是加拿大首個公布氫能戰略的省份，目標是到 2050 年建構領先世界的氫經濟，專注於低碳氫生產。發展策略包括促進氫能創新技術及相關投資、大規模推動氫氣生產、完善氫能輸儲設備、積極的氫能出口戰略以及擁有技術熟練的潔淨技術工作人力。

英屬哥倫比亞省為加拿大氫能與燃料電池產業重鎮，約 51%相關企業坐落於該省，占全加國 60%燃料電池開發研究投資量能。此外，該省擁有豐富天然氣料源，及強大地質碳儲存能力，可提供全球低碳氫供應所需外，其全省電力來源超過 98%來自於潔淨或再生能源，有利於電解生產潔淨氫氣。

該省推出 Clean BC 計畫，該計畫為建立地方政府、產業與當地原住民合作夥伴關係，針對農業、建築、能源、工業、運輸、廢棄物等領域採取氣候變遷應對行動措施，目標協助英屬哥倫比亞省 2030 年溫室氣體排放量相較於 2007 年減少 40%，其中氫能應用部分，提升氫氣供應量能、加氫網絡建置、發展潔淨電力，逐步淘汰燃氣電廠，2030 年達 100%潔淨電力。

英屬哥倫比亞省氫能發展戰略（B.C. Hydrogen Strategy）於 2021 年 7 月發布，為加國首位發布氫能政策之省份。該戰略為 Clean BC 計畫項下行動策略，

規劃氫氣應用於工業、運輸、住宅及商業用途等領域，並提出短期（2020-2025年）、中期（2025-2030年）、長期（2030年後）行動方向共計 63 項，重點行動包含：

- 刺激再生與低碳氫生產
- 建立區域氫能中心
- 財政支持燃料電池電動車與基礎設施部署
- 擴大氫能於工業之應用範圍
- 具減排成本效益之領域優先推動氫氣
- 建立創新與潔淨能源中心推動新興氫能技術商業化
- 制定碳強度目標及碳捕捉與封存監管框架。

此次會談在溫哥華會議中心的 BC 省辦公室舉行，討論低碳倡議及相關法規，介紹管理單位和企業，並探討氫氨的利用與輸送計劃，以及氫動力於運輸上的示範計劃。BC 省推出了低碳燃料法案，旨在降低燃料的碳強度並提高再生能源和低碳燃料的使用，自 2010 年以來已減排 18.8 萬噸。



圖 21 拜訪英屬哥倫比亞省政府

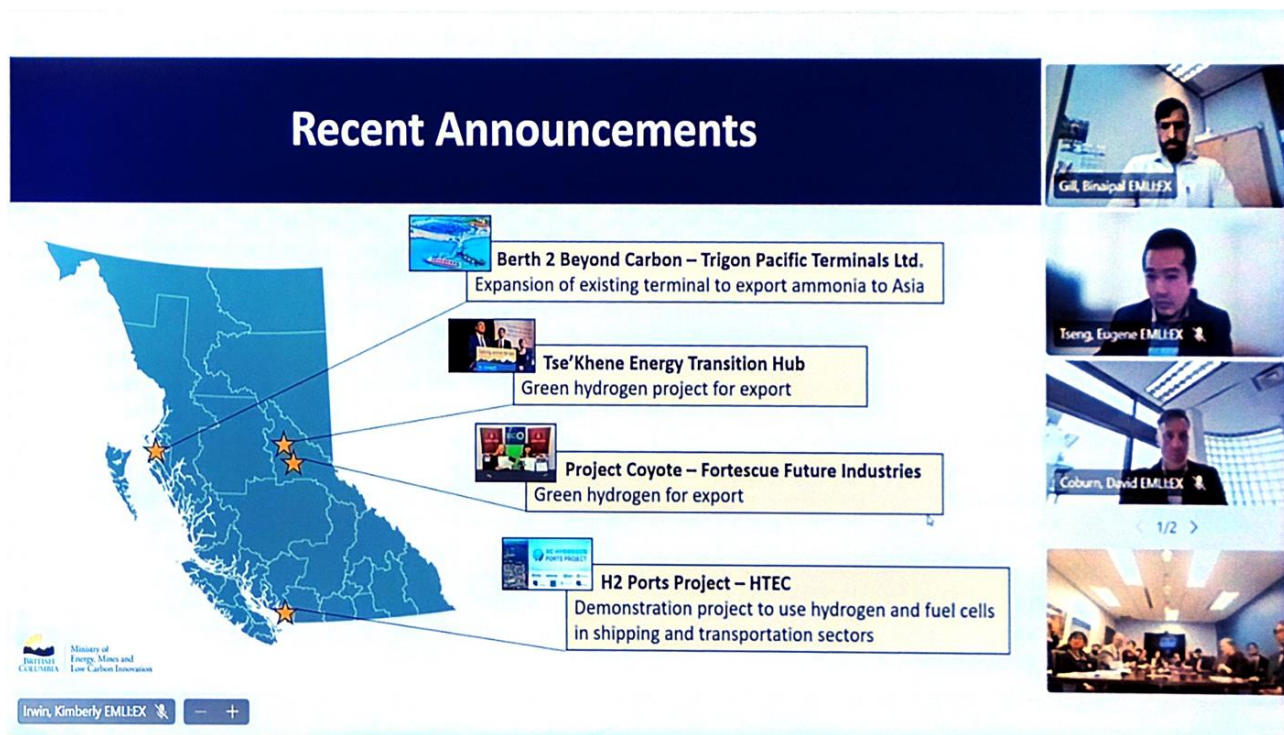


圖 22 與 BC 省政府專家討論有關低碳倡議相關議題

2.11 探索臺加雙邊貿易商機座談會

本次座談會在溫哥華的國際會議中心召開，由溫哥華辦事處與大溫哥華商會共同主辦，邀請能源署游署長、中經院顏副執行長及加拿大相關單位進行分享。游署長分享的部分從台灣的能源占比出發，提到台灣在 2023 年的能源占比仍然以石化燃料為大宗，到 2025 前的能源占比在天然氣與綠能的占比會大幅提升，煤與核能的使用將會大幅降低，並持續致力於能源轉型提出 12 項策略以呼應 2050 年的淨零路徑；中經院顏執行長的分享則以台灣與加拿大雙邊的貿易開場，首先提及近幾年來的雙邊貿易變化趨勢，其後提到在雙邊貿易有幾個潛能，其一是加拿大英屬哥倫比亞的農產品輸出台灣、其二是台灣關鍵礦產的需求持續增加，加方可做為台灣礦產的出口來源國、其三是有關資通訊的雙邊交流，由於台

灣的 ICT 設備主要為中國製造，受限於兩岸的政治與政策條件，對於促進台加的 ICT 相關合作正是一個不錯的機會；加方的分享首先由加拿大亞太基金會的 Anastasia 博士對於台加雙邊的協議與相互貿易策略做說明，主要說明加方與台方相互投資指進出口的相關內容和未來的成長性。其後邀請各單位學者專家與談，與談人員包括工研院萬副所長在內，對於會議上的人員提出的相關議題做出回應，回應內容主要對於台灣與加拿大未來能合作的議題，不論是在能源或是其他產業方面都有進一步深化合作的可能性，這方面就有來政府官方單位與民間業者的密切合作，共同創造雙贏。



圖 23 英屬哥倫比亞省貿易省務廳長 Jagrup Brar 開場致詞



圖 24 中經院顏副執行長分享臺加雙邊貿易的變化和潛在合作機會



圖 25 專家學者分享臺加在能源及其他產業方面的合作潛力

表 3 探索臺加雙邊貿易商機座談會議程

Schedule:

10.00 – 10.30 am | Registration

10.30 – 11.25 pm | Welcome remarks, Keynote + Speaker presentations

11.25 – 12.25 pm | Panel discussion + Q&A

12.25 – 01.00 pm | Networking and Reception

TIME: 10:30 – 10:35 a.m. (5 mins)

- **OPENING REMARKS:**
Joyce Tang – Director, World Trade Centre - Vancouver
Joyce introduces Minister Brar's video or in-person introduction.

TIME: 10:35 – 10:40 a.m. (5 mins)

- **WELCOME REMARKS:**
Jagrup Brar, Minister of State for Trade
Joyce thanks the Minister and introduces Angel Lihsin Liu - Director General of Taipei Economic and Cultural Office, Vancouver.

TIME: 10:40 – 10:45 a.m. (5 mins)

- **WELCOME REMARKS:**
Angel Lihsin Liu – Director General of Taipei Economic and Cultural Office.
Joyce thanks DG and introduces Dr. Yu

TIME: 10:45 – 10:55 a.m. (10 mins)

- Mr. Cheng-Wei Yu,
Director General - Energy Administration, Ministry of Economic Affairs
Joyce thanks Dr. Yu and introduces Dr. Yen

TIME: 10:55 – 11:05 a.m. (10 mins)

- Dr. Huai-Shing Yen
Chung-Hua Institution for Economic Research
Joyce thanks Dr. Yen and introduces Anastasia.

TIME: 11:05 – 11:15 a.m. (10 mins)

- Dr. Anastasia Ufimtseva, Program manager, Asia Pacific Foundation of Canada
Joyce thanks Anastasia and introduces Joslyn.

TIME: 11:15 – 11:25 a.m. (10 mins)

- Joslyn Young, Manager, External Relations – Gateway Strategy, Port of Vancouver
Joyce thanks Joslyn and introduces panel.

TIME: 11:25 – 11:35 a.m. (10 mins)

- Hassan Kamalinejad, Senior Manager, Ministry of Jobs, Economic Development and Innovation, Government of British Columbia
Joyce thanks Hassan and introduces panel.

PANEL DISCUSSION

TIME: 11:35 – 12:10 p.m. (35MINS)

PANELISTS

1. Shaheem Ali, Chief Financial Officer, Director - Recyclico Battery Materials
2. Jeff Chiang, Chief Operating Officer & Chief Marketing Officer, Lastic Canada
3. Brian Park, Director of Mountain Bike, Outside Interactive Inc
4. Dr. Hou-Peng Wan, Deputy General Director, Green Energy & Environment Lab, Industrial Technology Research Institute
5. Dr. Tony Yang, Professor of Structural and Earthquake Engineering, Department of Civil Engineering, The University of British Columbia

Moderator:

Hugh Stephens, Principal, Trans-Pacific Connections, Asia Pacific Foundation of Canada

2.12 Powertech Labs Inc.

Powertech Labs 為英屬哥倫比亞省水力電力公司(BC Hydro)全資的子公司，為一家獨立的第三方測試機構，也是北美最大的測試與研究實驗室之一。它主要為電力公共事業、汽車設備製造商、工業、能源及電信業者提供性能檢測、模擬測試及研究、產品檢驗、評估及諮詢服務。在氫能相關業務方面，Powertech Labs 提供高壓氫燃料儲存組件和系統的測試與認證、連續氫氣濃度監測及氫脆測試，並在載具及加氫站所需的高壓氫技術開發方面處於領先地位。

自 2001 年起，Powertech Labs 設計並建置模組化加氫站，包含發展模組化設計、高壓測試與驗證、移動加氫設備與系統整合與安全性分析，日供 700 bar 燃料電池車最高 500 公斤，為北美提供 15 座加氫站設計建置服務，並確保加氫站的安全性和合規性。該公司設計製造移動式氫氣運輸裝置，並擁有先進的運輸組件測試實驗室。2022 年，Powertech Labs 獲得約 40 萬加幣的補助，用於開發中型及重型載具加氫器。該年還與 HTEC 合作，供應加氫站設備。2023 年，Powertech Labs 收購 LIFTE H2，成立美國子公司 Powertech USA，推出整合氫基礎設施建置及工程解決方案，提供高效率且經濟性的加氫站整合服務。

該公司開發不同的高效移動加氫解決方案，如輕量化碳纖維複合罐和高容量氫氣拖車，另外，Powertech Labs 與多家國際和本地公司合作，推動氫能技術的發展，包含：LIFTE H2、GE、雪佛龍 Chevron 與聯合航空 United Airlines Ventures。另一方面，Powertech 擁有先進的高壓電測試設施，能夠對多種電器設備進行測試和評估。服務項目包括高電壓、高電流和高功率測試，測試服務適用於電力設

備、電纜、變壓器等，以確保其在實際運行中的可靠性和安全性。此外，Powertech 提供絕緣體和電纜的老化和耐用性測試，以及系統的耐震性測試，因此透過這些綜合測試能力和與各行業的合作，Powertech 在氫能和電力測試領域展現了其優異技術實力，亦是加拿大發展氫能領域關鍵的推手。

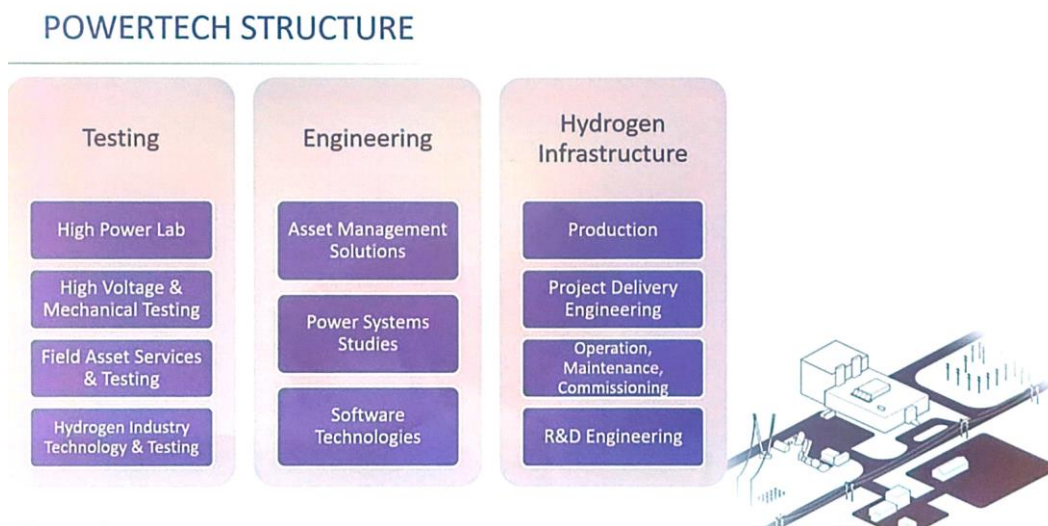


圖 26 Powertech 簡介公司相關業務



圖 27 Powertech 公司之高壓試驗設備



圖 28 參訪 Powertech 公司總部

2.13 HTEC (Hydrogen Technology & Energy Corporation)

HTEC 公司成立於 2005 年，總部位於溫哥華，專注於提供氢能解決方案，主要業務包括氫氣生產及液化設施、加氫站及供氣系統、氫燃料車輛的技術支援等。HTEC 是加拿大首家設立加氫站的公司，首座加氫站於 2018 年 6 月啟用，目前在英屬哥倫比亞省已設立 5 座加氫站，並擁有 6 年以上的加氫站運維經驗。公司以北美市場為優先，主要目標是自營加氫站，現有加氫站均屬非現地產氫設計，氫氣供應使用自家的 PowerCube 輸送系統，主要為市區輕型氢能車輛提供服務。

HTEC 的主要業務分為三部分：氫氣生產及液化設施（與美國夥伴合作）、加氫站及供氣系統、以及運輸方案（針對以氫氣為燃料的車輛載具及採用支援）。該公

司計劃未來設置可服務重型氫能卡車的加氫站，使用液態氫輸送系統以提升氫氣供應能力。

該公司為加拿大第一個設立加氫站的公司，於 2018 年 6 月對外提供服務。目前在加拿大境內有 5 座加氫站，3 座在 Mainland、一座在 Vancouver Island、最新的一座位於英屬哥倫比亞省 Kelowna 的高速公路休息站與 7-ELEVEN/ESSO 共同設置。

HTEC 的市場策略以北美為主，並朝向自營加氫站為目標。因應加拿大的 iZEV 計劃，針對符合條件的新車輛提供最高 5000 加幣的補助，促進氫能載具及淨零碳排放的運輸模式發展。該公司的加氫站研發製造與 Powertech 公司合作，此外，HTEC 亦與多家知名企業合作，包括現代汽車(Hyundai)、殼牌(Shell)、液化空氣(Air Liquide)、哈諾斯(Harnois)、FortisBC、豐田(Toyota)等，共同推動氫能源技術的發展和普及。

至 2050 年，氫能相關減碳效益(根據英屬哥倫比亞省政府評估資料)將可協助該省年減 7.2 兆噸二氧化碳排放；然而，英屬哥倫比亞省於氫能供應推動有所窒礙，致相關車商觀望不前，其將牽連有關輕型、中型、重型氫燃料電池載具推動之發展部署。其氫能發展近期資訊包括：

- BC 氫港口計畫 (2023 年): 獲英屬哥倫比亞省政府 400 萬加幣補助，採 HTEC 高容量加氫站，提供港口重型氫能載具加氫服務，示範計畫預計於今年執行。
- 2023 年 11 月：與澳洲能礦公司 Fortescue 簽署合作備忘錄，該公司於喬治王子島建置綠氫/綠氨生產設施，HTEC 則透過氫氣承購以提供加氫站氫氣來

源。

- 2022 年 12 月：宣布建造英屬哥倫比亞省境內最大綠氫生產工廠，料源來自 ERCO 氯酸鈉工廠之副產物氫氣（電解生產製程），搭配捕捉及氫氣純化，提供加氫站使用。預估產能日產 15 噸氫氣，預計於 2026 年正式投入營運。

本次行程也安排自行參觀 HTEC 首座加氫站(如圖 32)，該站是與加油站共構的形式建置，且加氫機與加油機建在同一個泵島上，加氫機設備由 Powertech 提供，採單槍 700Bar 設計，加氫服務則是由駕駛自行操作，當日氫氣售價為 14.7 加幣/Kg H₂，相當於 353 台幣。泵島上設有偵測器、攝影機、緊急按鈕等設施，氫氣供應、壓縮機僅以簡單的金屬柵欄隔離，且與鄰近商家僅維持約 5 公尺的距離，經詢問主要是依循美國消防法規 NFPA 建置。

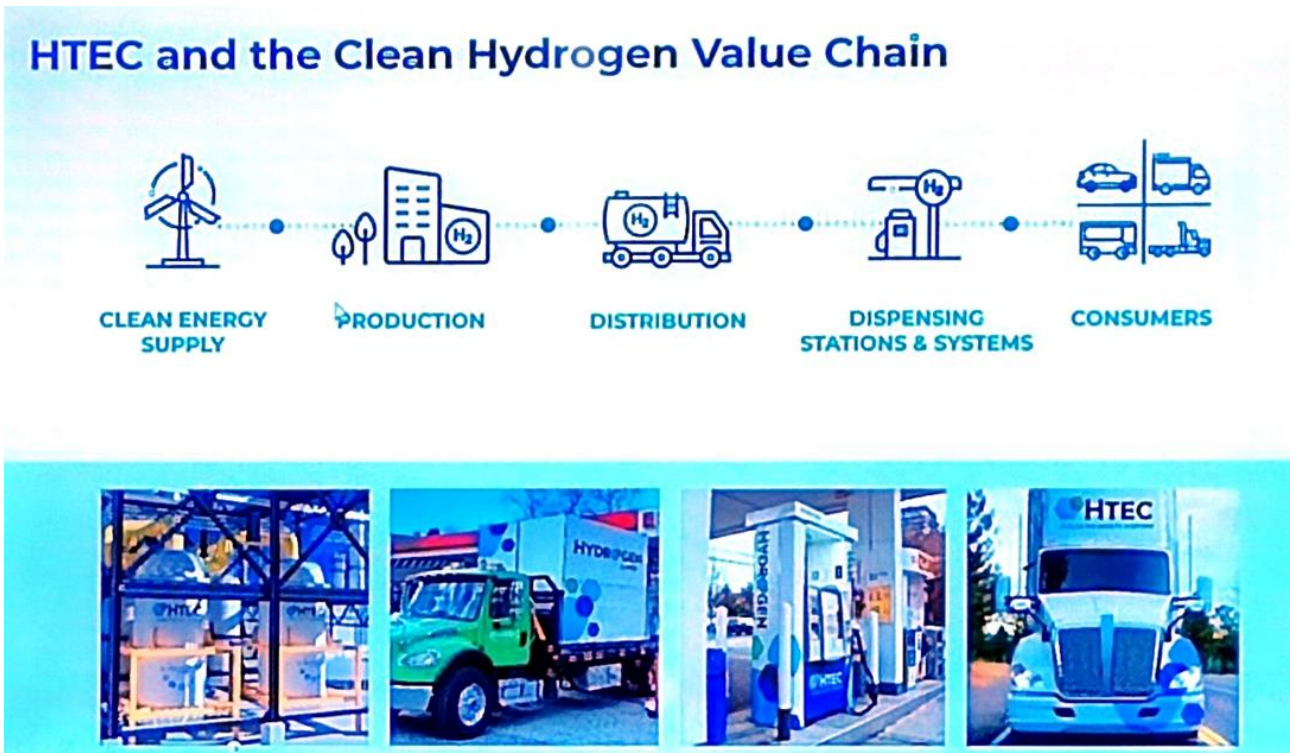


圖 29 HTEC 氫能價值鏈

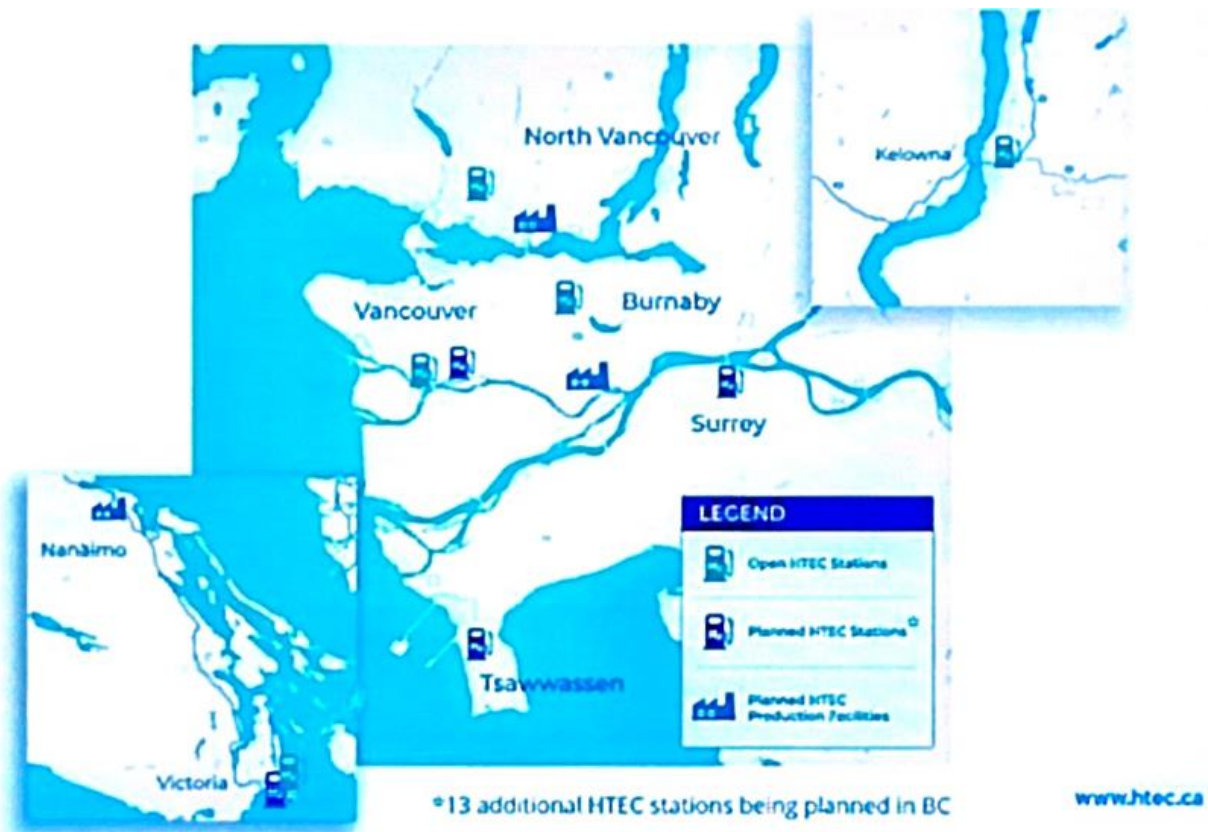


圖 30 HTEC 在 BC 省加氫站設置位置



圖 31 Powertech 與 HTEC 合作開發之加氫站模型



圖 32 實際位於加油站內的加氫站(左圖)；當日氫氣價格(右圖)



圖 33 加氫設備與加油設備的相對位置(近側為加氫設備)

參、心得與建議

加拿大在氫能的發展已經有多年的經驗，很多氫能相關的議題在加拿大也已經行之有年，相關的發展也漸漸具有相關的雛型。這次加拿大氫能訪團拜會的單位非常多，從公部門的政府單位，到民間相關領域的企業，每個單位都各有各的任務，不論是政策上的任務，或是企業為了達到不論是獲利上，抑或社會責任的要求而執行的任務，從我們的角度來看很多都是我們值得去了解，去學習的。同時由於加拿大自然資源豐富，自然而然地便成為自然資源出口導向的國家，因此在氫能的相關產業鏈方面便有很多相關的應用，在產、輸、儲方面都有相當多的企業針對這幾項進行很多的開發與研究。

在拜會政府單位的部分，本次拜會單位包括聯邦單位的加拿大自然環境與資源部、加拿大國家研究機構、加拿大環境與氣候變化部，以及地方的單位如英屬哥倫比亞省政府，在前兩個單位拜會的部分主要以交流的形式進行，除了針對氫能的發展進行意見交換之外，還有針對環境的議題，如碳排放等進行意見交換，主要還是為了瞭解加拿大在潔淨能源發展這塊在公部門扮演的角色，一般來說針對能源的發展公部門這塊還是需要擬定合適的政策以推動相關的業界與學界往適合的道路去發展，因此其他國家對於潔淨能源的推動方式與政策配合上就可以有一些可以參考的政策方向，而這些政策方向推動的結果就會值得我們去檢視是否能夠符合我們的需要，進而參考他們的經驗而形成決策讓相關的單位能夠遵行。除了能源政策外，環境議題也是一個非常重要的討論點，由於近年來氣候變遷造成相當多的影響，大部分國家對

於氣候變遷的因應策略的一大解決方向為針對碳排進行限制，因此近年來相當多國家，尤其是歐洲國家針對碳稅或碳費的開徵變成了相當明確的方向；加拿大在這方面做為以自然資源與環境保護為導向的國家，對於這塊也已經研議相關的計畫，包括針對高碳排企業進行碳稅的收取，或是針對低碳排或零碳排的企業提供租稅優惠等，另外有個比較特別的是碳排的交換機制，也就是政策上給予每個企業碳排的點值，若碳排量低於點值可負擔的範圍，剩下的點值就可和其他的企業進行交換，也因此除了政府單位能夠有效的控制碳排外，企業與機構之間對點值的應用也會有相對應的彈性。而在英屬哥倫比亞省政府拜會的部分，在這個部分對議題比較深刻的印象之一是碳費，可見碳費的部分從中央政府到地方政府都有相當的共識，尤其在英屬哥倫比亞地區有相當多自然資源，因此可以想見地方政府對於環境保護英也會投入相當多的心力，另一個英屬哥倫比亞省政府提出的主題是氫能樞紐的概念，氫能樞紐從加方提供的資料看來在英屬哥倫比亞這個地方已經有相當的設計與規劃，在產氫這塊有企業可以配合，不論是電解產氫，或甲烷裂解，或蒸氣重組等方法都已經有企業在進行；儲運的部分也已經指定幾個位置，像是喬治王子島，或西岸的相關港口，都可以作為氫能儲運的轉運站，內陸轉運站可透過管線將氫氣運輸到北美其他內陸位置，或界接東岸的轉運站往歐洲進行儲運，西岸的部分則能夠透過港口運輸至亞洲地區，滿足亞洲地區的氫能需求，在內需方面也有企業配合氫氣填充站的建立，也有針對未來氫動力載具進行補助與推動，整體來說在氫能樞紐的概念上英屬哥倫比亞省政府已

經建立了算完整的輪廓，執行的細節也可以看到具體的執行方案，雖然比較我們未來的能源樞紐概念規模比較小，但是整個設備與產業鏈的建立個人認為非常具有參考價值，原因在於英屬哥倫比亞省在產業鏈建立的過程很具體，在氫能的產輸儲部分分工也相當明確，對於未來台灣能源樞紐的建置極具參考性。

本次任務第二個重點是加拿大氫能大會，加拿大氫能大會是北美氫能相關產業的盛會，這邊可以看到加拿大在氫能各個方面的技術發展與應用。有部分的應用和公司目前在推的業務有相關的部分，像機組混氫應用，加拿大部分也有選定機組進行混氫燃燒，在大會上看到的是位在安大略的電力公司在做這塊，目前機組是和西門子合作，但未來相信應該會有更多的機組投入應用，而對於我們而言在混燒這塊目前進度和加拿大差不多，但是後續的開發進程加方沒有特別指出混燒部分是否會有更進一步深化的發展，像是燃燒系統的改良以符合更高的氫氣混和比例，或是完全的純氫氣燃燒，在這次的大話比較看不到機拿大更長遠的發展規劃；而在甲烷裂解這塊加拿大的企業感覺上投入了相當的資源進行開發，主要的目的應是為了提出氫氣，同時具有減碳的功能性在，然而這個技術由於產氫的氫氣純度可能會特別需要關注，因此可能產氫之後的氫氣應用端就需要特別考量，針對不同純度氫氣得要求進一步開發，然而反過來看台灣這邊的應用目前看起來好像沒有太多產業界在做這塊，因此與加方可比較的內容有限，未來是否會有相關的發展目前還是未知數，但這樣的技術仍然值得我們參考；另外一個產氫的重點是電解產

氫，加拿大在這個技術的應用其實算是比較完整的，大會上看起來相當多的廠商從整套的材料供應到實際上線運轉都有相對應的供應鏈在做，技術上後續也有看到一些廠商在這塊的技術算是相當成熟，顯示出加拿大在這部份投入了相當多的心力在做這塊，未來電解產氫在台灣應該也會有相當多需求，也可以參考加方的供應鏈進行相關的合作。

而在企業展覽的部分就比較類似我們的國際能源展，展覽部分主要還是回到氫能的相關應用，除了在前面所提到的與公司內比較相關的發電應用之外，還有很多其他像是氫能車、巴士、堆高機與拖車等，以氫能車為例，已經商業化的應用像豐田的 Mirai 就在這次展場展出氫能的概念車與相關的周邊，另外像是亞伯達大學的學生展出他們為了競賽所設計的氫能概念車；此外像是氫能巴士與堆高機的部分主要就是實車展出，讓參觀者較能夠實際看到實際應用的狀況。在輸儲的部分有幾家廠商有針對氫氣的運輸與計量有推出相關的產品，像 Parker 公司在會場上有展出其氫氣運輸的解決方案，特別是在輸送管路的部分可能會有氫脆的狀況，這部分 Parker 公司也有持續的進行開方讓材料有更合適氫氣運輸的環境，而在計量的部分也有流量計相關的展出。加拿大政府單位也有在現場設置攤位，如投資加拿大的部份其主要還是以探求可能的外部投資加拿大機會為主，而印象比較深刻的還是前面有提到的英屬哥倫比亞地區的北方氫能樞紐計畫，由於這個計畫和我們未來要推的能源樞紐計畫有雷同之處，因此趁著參加展覽的機會了解一下加拿大在推動氫能樞紐的過程相關的細節，對於未來建置我們的能源樞紐案場應該會有

所幫助。

而在拜會企業與設備參訪的部分，這次的訪團拜會了將近 10 間的企業，企業組成從氫能應用、石油公司、風能公司、電網供應商等都有，這個部分可能單位不同看到的東西可能就會有不一樣的地方，以公司技術面的角度來看，主要還是會看公司相關的技術和我們的相關性，以及公司的技術是否是我們比較欠缺的，未來可能會機會開發交流或進一步合作的機會；首先是有關北路能源公司的部分，北路能源一職以來專注在風力發電，包括陸域和離岸的部分，雖然跟氫能沒有太直接的相關，但因應未來大量再生能源併網，多餘電力也可用來做產氫的相關應用，同時可以看到未來北陸能源在台灣地區的開發計畫，探求未來更多合作的可能。其次是 Shell 公司，在這邊討論的議題主要是 Shell 在艾德蒙頓的碳捕捉計畫，由於加拿大地廣人稀，部分管路的設計與封存位置可以設置在較少有人煙的地方，Shell 在這邊已經有幾個計畫執行中，未來本公司執行台中碳捕捉封存計畫也可以作為一個參考；其他公司比較多是坐和氫能的生產和應用比較有關，包括電解設備的生產改良，且加拿大在英屬哥倫比亞省也已經有在加油站內的加氫站的示範場域，表示在安全問題可以解決的狀況下加油站和加氫站是可以並存的，同時也已經可以實際上供應氫能源車的使用，然而由於加氫站屬於高壓加氫設備，操作人員需具證照才能夠操作，因此未來要能夠普及可能還需進行操作程序的簡化，另外在艾德蒙頓地區也有移動式的加氫設備，主要是提供往來的貨車進行氫燃料的添加，優點是機動性很高，但是有需要加燃料就必須先預約加

氫時間，可能對於臨時有燃料需求的車輛就不是那麼友善。從廠商端的拜會可以看到加拿大在氫能源的布局相當廣泛，已有相當多的廠商在氫能的推動扮演重要的角色，未來若本公司，甚至台灣本島要發展氫能相關供應鏈，也可以參考加拿大的共應鏈移植到我們這邊來。

這次參訪看到相當多不管是氫能或是周邊的配套，有些東西可能需要從政策面的配合，有些東西可能需要下游供應商的合作，相信加拿大的經驗在未來我們推動氫能源的應用上，不論是大規模或小規模的都有相當可以借鏡之處，相信本次訪團應該就是個敲門磚，未來在與相關的合作方面應該會有更深化的合作，本次同時也給我們一些可行的方向，避免在未來開發相關技術時會有走彎路的狀況。