

出國報告（計畫類別：其他活動）

2023年美國大眾運輸協會（APTA） 軌道會議

服務機關：臺北大眾捷運股份有限公司

姓名職稱：陳忠助 處長

謝興盛 處長

派赴國家：美國

出國期間：112年6月9日至112年6月17日

報告日期：112年9月6日

摘要

美國大眾運輸協會(American Public Transportation Association, APTA)於1882年成立於美國首都華盛頓，協會會員包括地鐵、輕軌列車、巴士、通勤鐵路、船運、高速鐵路等大眾運輸經營業者，以及提供規劃、設計、建造、維修之系統服務供應商、政府機構組織、學術團體、訓練機構和商務出版業者等。協會以領導推動公共運輸為其願景，並致力於推動改善公共運輸，且透過各種會議、訓練、信息共享等方式，強化大眾運輸的發展應用以及永續經營。

2023年 APTA 軌道會議於2023年6月11日至6月14日共4日於美國匹茲堡舉行，本次會議內容豐富，涵蓋了鐵路交通行業的各個方面，涉及八大主題內容包含：

1. 技術和創新：信息技術、數據分析、智能交通、新材料、新能源等。
2. 運營管理：運輸計劃、運行安排、調度、人員管理、客服、票務等。
3. 設備維護：良好維修、資本項目和基礎設施維護等。
4. 安全與保安：公共安全、消防系統管理、車輛安全設計等。
5. 規劃政策：運輸規劃及項目開發等。
6. 財務和商業模式：專案投資/融資、財務規劃、收入管理、商業合作等。
7. 資本項目：資本投資計劃、資本投資應用鐵路安全等。
8. 勞動力發展：政策、管理及人力發展等。

年度軌道會議為美加地區的軌道業重大盛事，本次會議中探討之軌道營運實務，包括系統整合、創新科技及軌道營運等議題，瞭解各會員的新科技技術發展及管理，從中獲取軌道運輸新知，另透過技術參訪行程，增進與軌道業者之經驗交流，實地認識匹茲堡區域地鐵運輸之各項作業概況，並反觀臺北捷運系統，以獲得不同之經驗與調整精進之想法。

目次

壹、	計畫緣起.....	3
貳、	目標.....	3
參、	會議議程及參訪行程紀要	4
肆、	APTA 會議內容摘要	5
伍、	技術參訪.....	17
陸、	運輸系統介紹	25
柒、	心得與建議	38
捌、	參考文獻.....	40

壹、計畫緣起

美國大眾運輸協會是一個成立於 1882 年的非營利性組織，總部位於美國首都華盛頓特區，協會的主要任務是促進和支持美國的公共交通系統發展，包括公共汽車、地鐵、輕軌、纜車、渡輪和其他公共交通工具。該組織的會員包括公共交通局、城市和州政府、交通運輸顧問公司、車輛和設備製造商、運輸研究機構、學術機構及個人會員等。2023 年美國大眾運輸協會(APTA)軌道會議(Rail Conference)，於美國賓夕法尼亞州匹茲堡(Pittsburgh, PA)舉行，是北美地區最大的公共交通會議之一，吸引來自全球鐵路交通行業的專業人士和領袖參加。會議日期為 112 年 6 月 11 日至 112 年 6 月 14 日，本公司由行車處陳忠助處長及資訊處謝興盛處長代表出席。

貳、目標

一、汲取新知與瞭解趨勢

參加演講、研討會和專題討論，有助於了解關於軌道運輸的最佳實踐、創新技術、政策變化等重要訊息。並將這些知識應用於本公司相關業務中。

二、技術參訪與交流

參加技術參訪活動，與來自不同地區、不同機構的專家和從業人員交流意見、分享經驗和建立合作夥伴關係。

三、當地運輸系統與設備的發展演進

比較當地運輸系統及設備之發展，評估將新技術應用於本公司，以提升運輸系統的效能、安全性和未來發展性。

參、會議議程及參訪行程紀要

本次軌道會議，8大研討主題包括「科技」(Technology)、「營運」(Operations)、「設備維護」(Maintenance)、「安全與保安」(Safety & Security)、「規劃」(Planning)、「財務」(Finance)、「資本項目」(Capital projects)、「勞動力發展」(Workforce development)等各項議題，能深入瞭解美加地區運輸服務業管理作為。本次出國時間共計9天，會議議程與參訪行程內容，如表1。

表1、會議議程及參訪行程表

日期	行程紀要及會議議程
2023/6/9	自桃園機場搭機至美國舊金山轉機
2023/6/10	1. 由美國舊金山轉機前往匹茲堡 2. APTA 會議報到
2023/6/11	1. 【技術參訪】PRT 遺產之旅和賓夕法尼亞電車博物館 2. 【會議展覽】參觀產品及服務展示
2023/6/12	1. 【開幕大會】如何成為盟友，邀請主講人 Deanna Singh 2. 【研討會議】構思創新的公共交通安全與保安方法 3. 【研討會議】利用科技提高鐵路安全
2023/6/13	1. 【研討會議】提倡網路安全走上正軌 2. 【研討會議】應對常見營運挑戰的創新方法 3. 【技術參訪】蒙納格拉山(Monongahela Incline)纜車參訪
2023/6/14	1. 【技術參訪】PRT 技術參訪 2. 【閉幕大會】社區勞動力、促進公共交通乘客量
2023/6/15	1. 【技術參訪】匹茲堡公共運輸參訪 2. 【技術參訪】Duquesne Incline 纜車參訪
2023/6/16	自美國匹茲堡搭機至舊金山轉機
2023/6/17	抵達桃園機場

肆、APTA 會議內容摘要

本次參加 APTA 會議於美國賓夕法尼亞州匹茲堡 David L. Lawrence 會議中心舉行，與會人數約有1,700名運輸專業人士出席，參與人員先至會場報到，會議議程內容安排廣泛，涉及多種領域，共有37場論壇、179名演講者，展覽廳有75個攤位進行產品服務展示，以一天多場次同時進行，參加人員可自行選擇所需之相關專業項目，另主辦單位並安排了4項技術參訪行程。

APTA 軌道會議開幕式，由大會主席兼芝加哥交通局局长 Dorval Carter 先生進行歡迎致詞，另邀請主題演講嘉賓 Deanna Singh 發表一個重要且發人深省的演講。Deanna 以「如何成為盟友」主題進行演講，以多元性、公平性和包容性之方法，著重於領導和創建全組織範圍的包容性計畫，每個人都可以通過細微的包容性行動來做出貢獻，採取一般性的日常行動來促進歸屬感，在人與人之間行為相互結合時變得更有成效，透過研究旁觀者、會議提升技巧、同儕評審和非正式教練等各方面，探討個人如何在有益於所有人的方式上改善整個單位組織。Deanna Singh 是一位傑出的作者、教育家和社會企業家，藉由她的演講，在會議開幕演說中，引述如何成為有效的盟友。

另軌道會議之閉幕式，也讓人印象深刻，採座談會方式，為解決社區勞動力住房需求，促進公共交通乘客量增長為主題，解決社區勞動力住房需求的同時，建立公共交通乘客量，最重要的優先事項，為如何增加乘客量，並提供便捷的高品質交通，座談會嘉賓提供有關地點決策的舉例，以及提出其他更廣泛的社區環境目標等資訊，豐富整體會議行程。本次出國人員參與會議項目，以創新科技、設備安全等之會議研討主題為主，並參與軌道電車相關之技術參訪，以下就會議重要內容說明。



圖 1、臺北捷運公司參加 APTA 會議人員(資料來源：出國人員自行拍攝)



圖 2、與大會主席 Dorval Carter 合照(資料來源：出國人員自行拍攝)

一、確保未來軌道運輸的資訊安全

有關軌道運輸相關之網路安全，網路安全為軌道業的重要挑戰之一，會議提出網路安全實用的五項主要指南項目，包括：

1. 具備軌道交通網絡之安全意識觀念。
2. 區分營運技術(OT：operational technology)與資訊技術(IT：information technology)系統。
3. 參考適用之網路安全標準規範。
4. 需求者與供應商對於網路安全協調之共識及方向。
5. 透過模組提早識別風險程度。

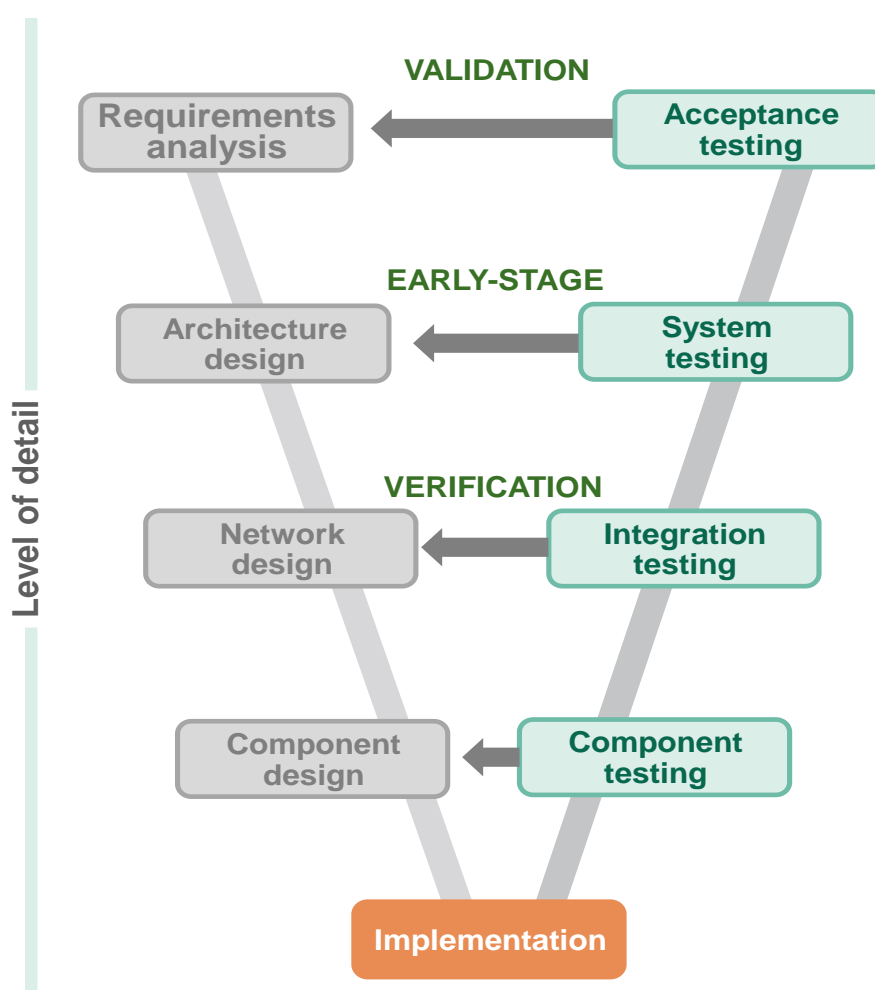


圖 3、模組檢視網路安全風險(資料來源：APTA 研討會資料)

二、號誌電腦系統升級專案比較

本次研討議題，伊利諾州芝加哥、麻州波士頓及伊利諾州芝加哥澳黑爾交通局，皆發表分享號誌電腦系統升級專案內容，針對各單位分享之簡報內容，包括系統升級之工作範圍、施工期間、所需契約金額及困難及挑戰問題，綜整專案內容，如表2。

表2、號誌電腦系統升級專案綜整表(1)

專案	RPM Phase One by Chicago Transit Authority
地點	伊利諾州芝加哥
合約金額	\$1.3B(約13億)
工作範圍	<p>軌道路線長度：22英里</p> <p>連鎖區：6 interlockings(new switches, signals, and trips)</p> <p>軌道電路：8 permanent signal houses (1 temporary house)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 388 (track circuits) 2. 286 (AF track circuits) 3. 42 (PF track circuits) 4. 60 (Receive-only Points) <p>工作內容：進行信號系統的全面更換，新的區塊佈局和控制線系統(New block layout and control lines)。</p>
施工期間	2021年至2025年
廠商	Hitachi Rail STS
困難和挑戰	<ol style="list-style-type: none"> 1. 信號項目的開始和結束都需要進行信號工程。 2. 複雜的調整工作。 3. 大量的臨時性工作。 4. 新的軌道電路，在北美市場上首次安裝。 5. 增加人員配置。 6. 經驗不足的團隊。

表2、號誌電腦系統升級專案綜整表(2)

專案	MBTA Red Line/Orange Line Signal Upgrade
地點	麻州波士頓
合約金額	\$190M(約1.9億)
工作範圍	<p>軌道路線長度：33英里</p> <p>連鎖區：26 Signal Locations (20 Interlocking, 6 inline,9 cutover)</p> <p>軌道電路：833(Track Circuit modules)</p> <p>工作內容：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.MBTA 紅線/橘線信號升級。 2.更換兩條重型軌道快速運輸線路上的互鎖和軌道電路設備。 3.設備升級(軌道電路升級至 Alstom AFTC5，連鎖升級至 Alstom iVPI，信號燈升級為 LED 燈，為關鍵通信建設新的光纖基礎設施及優化速度碼等)。
施工期間	2018 年至 2022 年 4 月
廠商	Hatch
困難和挑戰	<ol style="list-style-type: none"> 1. 學習曲線、供應商和機構人員皆需要適應。 2. 預算為支援/準備/修復範圍外之基礎設施而產生的成本。 3. 新產品研發，預計會發現錯誤及可能遺漏之功能檢視。 4. 連鎖配置，舊系統使用過時的設備或非標準頻率設定。

表2、號誌電腦系統升級專案綜整表(3)

專案	Jefferson Park to O'Hare Signals Project
地點	伊利諾州芝加哥奧黑爾
合約金額	\$207M(約2.07億)
工作範圍	<p>軌道路線長度：8英里</p> <p>連鎖區：12 interlockings</p> <p>軌道電路：113(AF Track Circuits)</p> <p>工作內容：雙軌道、音頻頻率列車檢測和駕駛室信號系統 (AFTC5) iVPI Vital Processor and Allen Bradley PLC Non-Vital 。</p>
施工期間	2018 年 5 月至 2022 年 12 月
廠商	Alstom
困難和挑戰	<ol style="list-style-type: none"> 1. 芝加哥交通局 (CTA) 採購文件未完全制定對新軌道電路技術。 2. 缺乏美國標準且對歐洲軌道電路產品設計不熟悉。 3. 信號供應商對 CTA 標準電路不熟悉，實際之應用設計時間較預期長。 4. 每個連鎖系統投入運營皆較預期長3倍，需於全天候運行的鐵路環境下進行施工。 5. 信號供應商的學習曲線變化，供應商人員更替，需反覆進行訓練學習。 6. 新技術軌道電路產品的專業知識尚需持續加強。

三、數位轉型在改變鐵路營運

隨著數位時代發展的趨勢，數位轉型將是現在也是未來改變鐵路營運的方向，研討鐵路營運之相關應用服務、規劃及軟體管制等主題，與會學者及軌道營運業者對於現行數位作法內容提出方向及說明，其中研討議題中，提到數位轉型的未來三波趨勢，包括：

第一波：

1. 自動化文書和後勤職能運用。
2. 主機之適應狀況。

第二波：

1. 藉由繼電器、電線及管道轉向數位化之調度系統。
2. 各行各業之通信標準迅速提昇。

第三波：

1. PTC (Positive Train Control, 正向列車控制)。
2. 自動化和儀器設備操作優化和自主運營之作法。
3. 現行安全意識及安全防護。

四、防止非月台側開錯車門

利用人工智慧及其他相關技術，以提高旅客乘車之安全技術，透過 GPS 識別列車到站情況，系統根據車站和行駛方向確定開啟月台側方位，採號誌系統抑制在非月台側之操作車門，當司機員試圖開啟非月台側車門時，列車會發出警示聲提醒司機員，避免錯開提升正確性。

透過數據收集、人工智慧、影像分析和機器學習相集成，提供專為鐵路設計的全面功能解決方案，WI-TRONIX 公司 Smart Door Assistant 專案，與加州的 CATS 輕軌及 Siemens 正合作，未來使用 AI 人工智慧和前置攝影鏡頭對月台側面進行目視檢查，以解決軌道維修和其他異常運轉狀況。



圖 4、防止非月台側開錯車門(資料來源：APTA 研討會資料)

五、光達應用於軌道偵測

Harsco Rail 是鐵路軌道維修和施工的全球供應商，憑藉廣泛的高質量設備、尖端技術和全球的支持，Harsco Rail 幾乎可以滿足客戶在軌道維修和施工所有主要方面的需求，本項光達應用於軌道偵測，為專屬於鐵路應用而設計的技術，檢測軌道上任何物體、人員、列車等物件進行分類。依設備類型及距離，可畫設警報區域，並將偵測結果傳送至列車上，立即進行減速以降低碰撞。藉由機器辨識和人工智慧進行更高科技檢測及警報，LiDAR 感測器能夠檢測物體、人員、車輛，以及檢測區域內的任何其他障礙物皆可偵測到。



圖5、偵測軌道障礙物(資料來源：APTA 研討會資料)

系統特性包括：

1. 偵測範圍可達列車前後距離600英尺(約183公尺)。
2. 適用於行駛速度達35mph (約56km/h)以下之檢測。
3. 於太陽下、夜間、小雨、薄霧及霧蒙等天候，亦可遠端操作進行更新、下載及設定。
4. 可偵測多重訊號，包括列車、人員、障礙物，另可排除忽略旗幟、桿子、樹叢等誤訊號之情況，如圖5、6。

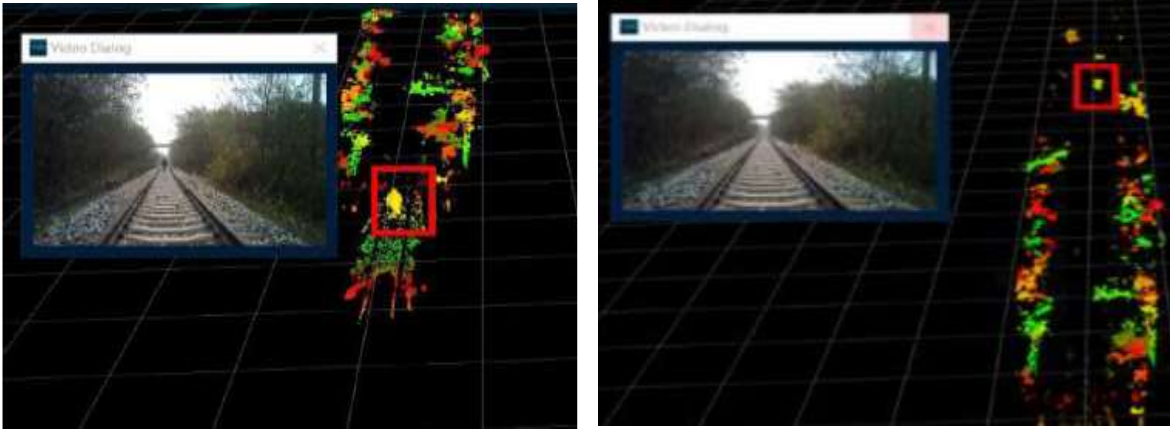


圖 6、偵測軌道距離200及600英尺處之人物影像

(資料來源：APTA 研討會資料)

軌道偵測配置之警報區域，可區分為三部分，第一階段為警報通知屬警報區域；第二階段通知屬警戒區；第三階段警報通知屬危險區域，危險區域將連續發出警訊，警訊可包含聲音警報及視覺警報等，同步警訊發送。警訊事件之數據記錄並可保存危險報警發生之前後10秒資料，數據儲存可存於該區域或上傳至雲端存取皆可。

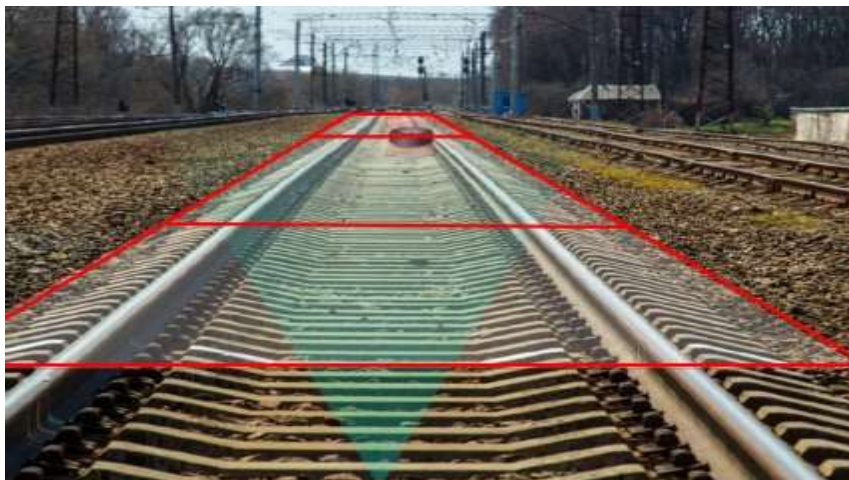


圖 7、偵測軌道分為三部分警報區域(資料來源：APTA 研討會資料)

六、氫能源電力轉換

氫能源車是指使用氫氣作為燃料的電動車輛，通過燃料電池將氫氣轉換為電力，以驅動電動馬達運行。優點為無排放，氫能源車的主要優勢是無排放性質，可減少交通運行之空氣汙染氣體排放，以及緩解氣候變化等潛在之優勢。而氫能源的充電時間，相較於電動車的充電時間，氫能源車加氫時所需時間更短，氫能源車的續航里程相對於傳統電動車型亦有所改進，運用於長途旅程更具可行性。

氫能源面臨之挑戰，目前氫氣之主要生產依賴於化石燃料產生氫氣，此將產生二氧化碳等排放物，因此需要更多的可再生能源來生產氫氣。氫氣是一種極易爆炸的氣體，運用於車輛的設計則需要更加確保列車的安全性，包括在發生異常事故之情況下的氫氣泄漏問題處置、碰撞安全等，皆需更細緻研究。

氫能源車的發展需要依營運路網的特性建立廣泛的加氫站點網絡，需要龐大的投資及時間，氫能源車的製造和技術成本相對較高，相比傳統柴油列車和電力列車來說，尚缺乏競爭力，目前氫能源車的造價是柴油車的3到5倍。總體而言，氫能源車是一項具有潛力的技術，但在實現商業化和普及方面仍面臨相當多的挑戰。未來隨著科技的進步、能源轉型的推進以及政府和鐵道營運部門的支持，氫能源車有望在軌道運輸行業中扮演更重要的角色。然而，最終的發展方向將取決於技術成熟度、經濟效益以及環境影響等多方面因素。

H₂ FUEL CELL TRACTION CHAIN TOPOLOGY

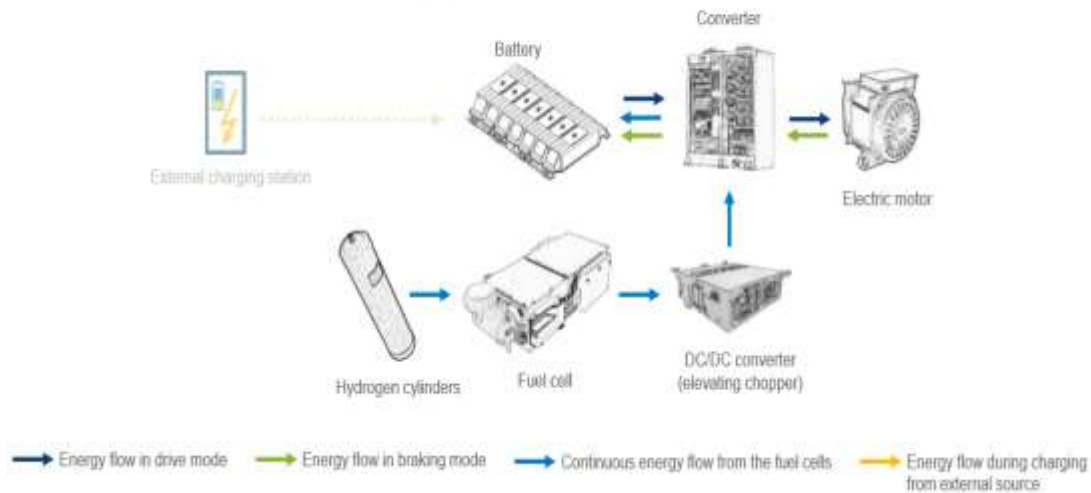


圖 8、氫能源驅動電動馬達運行

(資料來源：APTA 研討會資料)

全球氫能源列車發展狀況，目前皆在北半球發展，相關廠商發展狀況：

1. Alstom 阿爾斯通：氫能源火車 Coradia iLint 於2018年首次投入運營，目前已在歐洲八個國家營運超過22萬公里。
2. Stadler 施泰德勒：2009年氫能源火車 FLIRT H2在北美進行載客營運。
3. JR 東日本、日立 Hitachi：其與豐田 Toyota Motor 合作開發的 FV-E991系氫能源列車，自2021年開始在 JR 東日本鶴見線和南部線進行試驗，預計到2024年，該技術可投入應用。
4. Siemens 西門子：推出的氫能源火車 Mireo Plus H，將於2024年在德國 Tübingen、Horb 和 Pforzheim 間，進行一年約12萬公里之試運行。
5. 西班牙：Talgo Vittal-One 氫能源火車預計於2023夏天進行測試。

伍、技術參訪

一、PRT 遺產及賓夕法尼亞電車博物館參訪

博物館成立於1953年，並於1963年向公眾開放，以博物館導覽介紹電車與其過往之歷史背景，相關收藏品包含50輛歷史悠久之電車，當日工作人員分享當時以電車為主要交通工具的生活時代。



圖 9、賓夕法尼亞電車博物館(資料來源：出國人員自行拍攝)

參觀各種保存完好的列車車廂，包括早期的馬車式、木製型式、以及後來的鋼製電車，這些車輛展示了不同時代的設計和技術的演變，藉以了解電車在過去的進化歷程。



圖 10、早期的馬車式電車(資料來源：出國人員自行拍攝)

技術參訪期間，並提供與會人員實際搭乘電車體驗，當日搭乘保存完好的1870年代電車，沿著一條約6.4公里長的軌道在博物館周圍進行觀光遊覽，過程中解說員提供關於電車過往歷史及資訊說明。



圖 11、賓夕法尼亞電車博物館電車體驗(資料來源：出國人員自行拍攝)



圖 12、賓夕法尼亞電車博物館解說現場(資料來源：出國人員自行拍攝)

鏟雪車是一種特殊設計的電車，用於冬季清除鐵軌上的積雪，以確保電車正常運行。博物館展示舊式及新式鏟雪車，可看出年代演變的進步。



圖 13、舊式鏟雪車(資料來源：出國人員自行拍攝)



圖 14、新式鏟雪車(資料來源：資料來源：APTA 研討會資料)

二、蒙納格拉山纜車參訪

蒙納格拉山纜車是美國最古老也最陡峭的纜索鐵道，傾斜角度有 35 度，也是受歡迎的旅遊景點。兩車道、軌道運行的人行移動工具最初於 1870 年開放營運，從華盛頓山到卡森街和匹茲堡市中心運送乘客和貨物，最初是蒸汽驅動的，多年來已改進，現在擁有最先進的操作系統。

蒙納格拉山纜車之車廂內裝設計簡單而古老，可彰顯著懷舊的魅力，車廂內多為木質之長條狀座椅，可提供乘客坐著欣賞風景。當天蒙納格拉山纜車參訪，從 Station Square 車站的 Lower Monongahela Incline Station 為起站，纜車車輛內設有輪椅無障礙空間設施，以方便有需求的旅客，全趟旅程時間為 6 分鐘。



圖 15、蒙納格拉山纜車外觀(資料來源：出國人員自行拍攝)



圖 16、蒙納格拉山纜車軌道及夜景鳥瞰(資料來源：出國人員自行拍攝)

當日乘坐纜車，有旅客手機掉落到木質椅背下方，維修人員上車協助旅客撿拾椅背後方的掉落物，覺得纜車應可增加手機或其他物品掉落椅背之快速撿拾維修孔，亦或是增加防止物品掉落之措施，方能更便利及快速的處理。



圖 17、維修人員協助旅客撿拾椅背掉落物(資料來源：出國人員自行拍攝)

三、PRT 輕軌技術參訪

美國賓夕法尼亞州匹茲堡地區由阿利根尼縣港務局營運的輕軌系統，該系統共有兩條路線，全長 42 公里(26.1 英里)，藍線到了華盛頓交叉口後，還有兩條支線，一條開往南山村，一條開往圖書館 PRT 輕軌。當天參訪 PRT 之行控中心、車輛研發中心、維修機廠及機廠變電站等等。



圖 18、PRT 輕軌之行控中心(資料來源：出國人員自行拍攝)



圖 19、PRT 輕軌車輛研發中心(資料來源：出國人員自行拍攝)



圖 20、PRT 輕軌維修機廠(資料來源：出國人員自行拍攝)



圖 21、PRT 輕軌工程車(資料來源：出國人員自行拍攝)



圖 22、PRT 輕軌機廠軌道區(資料來源：出國人員自行拍攝)

陸、運輸系統介紹

一、匹茲堡區域運輸介紹

匹茲堡區域運輸(PRT, Pittsburgh Regional Transit), 前身為阿勒格尼縣港務局 Port Authority of Allegheny County) 是賓州第二大的公共交通機構, 也是美國第 20 大的公共交通機構。擁有 2,600 名員工, 負責公車、輕軌、斜坡纜車及輔助客運系統之營運、維護和支援, 每年提供超過 6,200 萬次的乘車次數。

1. 歷史

1959 年賓州立法機關授權合併 33 家私營運輸公司, 其中許多陷入了嚴重的財務困境。通過整合票價結構和集中營運, Port Authority(港務局)於 1964 年 3 月在 Allegheny County(阿利根尼縣)建立了第一個統一的交通系統。2022 年 6 月, 港務局品牌化, 並更名為 PRT (Pittsburgh Regional Transit)。

2. 監管

由一個 11 人委員會管理, 該委員會由阿勒格尼縣長、賓州眾議院和參議院的兩黨領袖以及賓州州長任命。

3. 資金

來自於賓州阿勒格尼縣和聯邦政府, 以及客運車費收入和廣告收入。

4. 車隊

車隊包括超過 700 輛巴士、80 輛輕軌列車和兩條斜坡纜車: Monongahela Incline 和 Duquesne Incline。

5. 運量

2019 年提供了超過 6200 萬次的乘車服務, 平均運量為 22 萬次/周間、5 萬次/周六日。

6. 基礎建設

所屬並負責維護的交通相關設施場所, 分佈在阿勒格尼各地, 包括:

- A. 4.3 英里長的南巴士快速公路、9.1 英里長的馬丁·路德·金東巴士快速公路和 5 英里長的巴士快速公路。

- B. 54 個停車場位置，提供超過 14,000 個停車位。
- C. 全長 42 公里(26.1 英里)長的輕軌系統，從北岸和匹茲堡市中心通過匹茲堡南部社區以及許多南山區鄉鎮。
- D. Wabash 隧道。
- E. Monongahela 纜車。
- F. Duquesne 纜車。
- G. 80 多座橋樑。

二、匹茲堡區域運輸車資介紹

有關匹茲堡區域運輸車資，出國人員謝興盛前於 2006 年亦前往參與出國訓練，當時 2006 年之票價產品類型較少，現金票價區分為尖、離峰不同票價，另有週票價及月票價之分，如圖 23。2022 年票價產品類型則更多樣性，整理如表 3，票價也較 2006 年上漲，漲幅約 20%至 30%。

	WITHIN DOWNTOWN <small>Allegheny Center Penny Station Wood Street Wood Street Ford Avenue</small>	BETWEEN STATION SQUARE AND DOWNTOWN	ONE ZONE RIDE	WASHINGTON JUNCTION <small>Located at Zone 1 & Zone 2 fare boundary</small>	TWO ZONE RIDE
CASH FARES OFF PEAK	FREE	\$1.25	\$1.75	\$1.75	\$2.25
CASH FARES PEAK <small>(and includes 10% surcharge)</small>	FREE	\$1.50	\$2.25	\$2.25	\$2.75
WEEKLY PASS PRICES	<small>SERVICE BETWEEN DOWNTOWN STATIONS IS FREE</small>	<small>NOT AVAILABLE</small>	\$16.50	\$16.50	\$20.75
MONTHLY PASS PRICES	<small>SERVICE BETWEEN DOWNTOWN STATIONS IS FREE</small>	<small>NOT AVAILABLE</small>	\$60.00	\$60.00	\$75.00

Pitt Authority passes and tickets are available at the Downtown Service Center, 534 Southfield Street, Pittsburgh, PA 15222, and at more than 100 sales outlets throughout Allegheny County. Monthly passes and gift certificates are available only at Pitt Authority's website at www.pitbus.com. For more information about fares, routes or service to pass and present your Customer Service at 412-462-2200. Thank You.

圖 23、2006 年匹茲堡區域運輸車資表
(資料來源：出國人員自行拍攝)

表 3、匹茲堡區域運輸車資表 (資料來源：PRT 官方網站)

票價 (2022 年 1 月起)-票種類型	價格	說明
Stored Value Full Fare /儲值全票	\$2.75	3小時內無限轉乘
Stored Value Half Fare /儲值半票	\$1.35	3小時內無限轉乘
Cash Fare /現金全票	\$2.75	僅限單程使用
Half Fare Cash /現金半票	\$1.35	僅限單程使用
Day Pass /一日票	\$7	單日營運開始到營運結束前有效
7-Day Pass Full Fare /7日票	\$25	啟用後7日內有效
7-Day Pass Half Fare /7日(半)票	\$12.50	啟用後7日內有效
31-Day Pass Full Fare* /31日票	\$97.50	啟用後31日內有效
31 Day Pass Half Fare /31日(半)票	\$48.75	啟用後31日內有效
Annual Pass 年票	\$1,072.50	從生效日期起有效期為365天。 如果在月份的15日或之前購買，通行證將於購買當月的第一天生效（例如，1月15日購買的年度通行證將於1月1日生效）。 如果在月份的16日或之後購買，通行證將於下個月的第一天生效（例如，1月16日購買的年度通行證將於2月1日生效）。
Connect Card Fee 卡片費用	\$1	
Seniors 年長市民	FREE	年齡65歲或以上的人，如果在付費時出示藍色或黃色的賓州高齡公民身份證或 Senior ConnectCard，可以免費乘車。
Kids Fare 兒童票	\$1.35	5歲以下兒童可免費乘車。6至11歲的兒童使用 Kid's ConnectCard 可享受半價優惠。 Children under 5 ride for free

三、PRT APP 介紹

App 首頁功能介紹：具有票券錢包、追蹤公車或輕軌交通工具並預估到站時間、查詢時刻表及客服諮詢等功能。

App 啟用 PRT 車票，首先在主頁面點選需要啟用之車票，再點擊啟用車票按鈕，即可啟用該乘車碼 QR Code(該乘車碼每 2 秒即更新 1 次)，乘車時在掃描器上掃描 QR Code 即可。其說明及操作使用步驟如圖 24。



圖 24、PRT APP 首頁功能說明及使用步驟
(資料來源：APTA 研討會資料)

四、匹茲堡區域運輸主要之三項交通服務

1.公共汽車(Bus)

包含機場快線及多條路線通往市區內住宅社區、商業區、學校和醫療機構，公車外觀顏色有紅色、藍色、土黃色等，但基本上沒有差異。上車從前門上車並刷卡或付費（不找零），下車從前後門均可。公車上內設置摺疊椅，不僅對乘客有利，也對運營者和城市交通有所助益，折疊椅的好處包括有：

1. 增加座位使用靈活性：折疊椅使公共汽車能夠根據需要靈活調整座位數量。當乘客較多搭乘時，可以將折疊椅收起，以提供更多的站立空間。而在需要較多座位時，可以將折疊椅展開，增加座位供應。
2. 容納不同需求的乘客：有時候乘客可能攜帶大型行李、嬰兒車或輪椅等。折疊椅可以摺疊釋放出空間，讓乘客更容易找到合適的位置。

公共汽車內設有電子看板有顯示日期、時間、路線站名，以及即將到站的車站與時間。公共汽車內之票證設備設有 QR Code 掃描器，方便乘客使用 App 進行感應搭車。



圖 25、匹茲堡區域運輸公共汽車介紹
(資料來源：出國人員自行拍攝)

2. 輕軌(Light Rail)

匹茲堡輕軌系統分為 3 條主要路線：紅線(Red Line)、藍線(Blue Line)和銀線(Silver Line)，共 42 公里(26.1 英里)，當地簡稱「T」。這 3 條線路覆蓋了城市的不同區域，包括市中心、社區和郊區。紅線主要沿著城市東西方向運行，而藍線及銀線則主要貫穿市中心並延伸至南部郊區。

在匹茲堡市中心運行為地下段，城市南部郊區大多以高架方式運行，該系統主要呈南北向直線形，一個總站位於匹茲堡中央商業區附近，另外兩個總站位於 South Hills(南山區)，市中心乘車免費，Station Square 站以南須收費(3 小時內美金 2.75 元)。

匹茲堡輕軌列車駕駛室設有獨立空間，操作設備面盤功能也相當多樣性，設置獨立空間以確保駕駛及設備安全。匹茲堡輕軌列車下車按鈕，依設置位置不同，款式也不盡相同，靠近車門處以按鈕為主，車廂間以條狀按鈕為主。輕軌列車車廂內亦裝設備之折疊椅，能夠根據不同的需求進行調整，不使用時收起，對於擁擠的交通工具，特別是在高峰時段，可以提高載客率，如果需要容納行李、嬰兒推車或輪椅，只需折疊部分椅子，即獲得更多的空間。



圖 26、匹茲堡區域運輸輕軌路線圖(資料來源：PRT 官方網站)

若是乘客有需求，可以在需要的時候提供座位，運營結束後，折疊椅可以簡單地收起，有助於維護清潔，並可以在車廂需要進行清潔或維修時提供更多的空間。匹茲堡輕軌列車之票證設備是將「現金投幣」及「儲值票卡感應」合併在同一台機器，以方便乘客使用也節省空間。



圖 27、匹茲堡區域運輸輕軌駕駛室及設備
(資料來源：出國人員自行拍攝)



圖 28、匹茲堡區域運輸輕軌車內設備
(資料來源：出國人員自行拍攝)

匹茲堡輕軌列車通常以雙節車廂(double-car vehicles)配置運行，有兩個連接的車廂組成的列車，車廂間是相通的，用於載運更多的乘客以應對交通尖峰時段和高客流量的情況。這些雙節車廂在提供更大的乘車容量、減少擁擠感以及提高交通效率方面具有重要作用。如圖 29。



圖 29、匹茲堡區域運輸輕軌車廂內部(資料來源：出國人員自行拍攝)

輕軌列車有 2 種類型之車門，以適應不同月台的設計，為確保乘客在上下車時能夠更加方便和安全。高月台車門有一些輕軌車站，月台的高度較高，使得車廂與月台之間存在較大的高差。為了讓乘客方便地上下車，這些月台通常會開啟高月台車門，高月台車門與車廂地面高度相當，當列車停靠時，這些車門會自動打開，讓乘客可以平穩地進出車廂。

低月台車門，部分輕軌車站的月台較低，使得車廂與月台之間的高低差較小。對於這些月台，輕軌列車抵達上述車站時會開啟較低之月台車門。低月台車門通常也會在列車停靠時自動打開，使乘客能夠方便地上下車。

輕軌路線上具有專用路權的路段，也有與汽車交通共同使用的混合路段。一般而言，一般道路旁的月台高度較低，而專用路權區內的停靠點則具備高架式月台。為了讓乘客能夠方便地上下車，列車前部設有兩種門，一個低位門及樓梯、另一個高位門可直接從月台平面進入列車，匹茲堡輕軌月台有區分為高月台及低月台，如圖 30。

輕軌月台於室內之端牆亦進行管制，室內、戶外月台區，在司機員站立的位置上方皆設有鏡子，提供司機員監控旅客上、下車及車門開關情形。



圖 30、匹茲堡區域運輸輕軌列車 2 種車門及 2 種月台
(資料來源：出國人員自行拍攝)



圖 31、匹茲堡區域運輸輕軌月台端牆門及司機員監控鏡子
(資料來源：出國人員自行拍攝)

車站月台上提供月台對講機，當緊急情況發生時，旅客可利用對講機通知站務人員協助處理。月台上並設置自動體外心臟電擊去顫器(AED)，供緊急情況急救時使用。

匹茲堡輕軌列車的月台通常會有分隔點標柱，以標示乘客在月台上等候時不同節數的列車停靠位置。此有助於確保乘客能夠準確地位置等候上車。例如有 2 節列車和 4 節列車，標柱會顯示哪個位置是 2 節列車停靠的地方，哪個位置是 4 節列車停靠的地方。如此可幫助乘客在等候列車時，清楚知道自己應該站在何處候車。匹茲堡輕軌購票設備可提供刷卡或現金支付購票，也可購買多種票種及購買儲值卡。



圖 32、匹茲堡區域運輸輕軌月台緊急設備及區隔 2 節列車/或 4 節列車之靠站分隔點標柱(資料來源：出國人員自行拍攝)



圖 33、匹茲堡區域運輸輕軌購票設備(資料來源：出國人員自行拍攝)

3. 斜坡纜車(Inclines)

Monongahela Incline 及 Duquesne Incline，共 2 條。在 1870 年代開通，為了服務居住在華盛頓山上的人們。最初有 4 條纜車，如今尚在營運的只剩 2 條，纜車不再只是單純的交通工具，雖然當地通勤者仍會利用它們進入市中心，但主要客群也包含遊客，在此可欣賞展望城市天際線。班距均約 15 分鐘，Monongahela Incline 及 Duquesne Incline 共 2 條路線。

表 4、斜坡纜車簡介表
(資料來源：出國人員自行整理)

纜車名稱	The Duquesne Incline	The Monongahela Incline 簡稱 The Mon Incline
車廂顏色	紅色車廂	黃色車廂
票價	單程 2.75 USD。	單程 2.75 USD。
營業時間	週一至週六： 5:30 a.m. to 12:45 a.m. 週日及國定假日： 7:00 a.m. to 12:45 a.m	週一至週六： 5:30 a.m. to 12:45 a.m. 週日及國定假日： 8:45 a.m. to midnight
簡介	<ol style="list-style-type: none"> 位於南岸西側 West Carson Street 街道上，靠近 Fort Pitt 橋西側，可看到北岸 Point State Park，被雜誌評為「美國最美麗的 10 個景點之一」。 車站還提供歷史展覽可供參觀。漫步在 Mt Washington、找個精緻餐廳賞景，是度過下午的好方式。 	<ol style="list-style-type: none"> 1870 年 5 月 28 日開始營運。 位於南岸東側 Station Square 附近的 East Carson Street，靠近 Smithfield Bridge。 周圍環繞著餐廳、商店和娛樂場所。可以乘坐纜車到達 Grandview Avenue，欣賞迷人的城市天際線。



《今日美國周末》雜誌
曾將此評為“美國最美麗的10大風景之一”



圖 34、The Duquesne Incline(資料來源：出國人員自行拍攝)



圖 35、The Duquesne Incline 纜車整體介紹及纜線輪軸
(資料來源：出國人員自行拍攝)

五、匹茲堡其他共享交通工具介紹

1. 共享單車

POGOH（前稱為 Healthy Ride）是匹茲堡的共享單車系統，包括傳統腳踏車（Pedal Bike）和電動輔助自行車（E-Assist Bike）。按時計費：傳統腳踏車：\$4/30 min；電動輔助自行車：\$5.5/30 min。

2. 共享滑板車

SPIN 是於 2021 年 7 月引入的共享電動滑板車系統，獲得匹茲堡市府為期 2 年的試營運。滑板車可停在合法的街道停車區或自行車架，騎車輪應垂直於路緣，不可停在人行道、自行車道或其他妨礙行人、交通處。費用：啟動費\$1/次，計時費用才用動態計價，為\$0.15 至\$0.55/分鐘。

3. 共享電動機車

Scoobi 是匹茲堡的共享電動機車系統。僅需要有效的汽車駕照即可租用。在指定藍色區域，機車「免費」任意停在一般計時（Metered parking）或許可（Permit parking）區域停車。費用：啟動費\$2/次、\$0.36/分鐘。購買 Package 會有額外折扣。

4. 共享汽車

Zipcar 是美國常見的共享汽車系統。免費加油，提供基本保險（加價可免除 Deductible）。使用完後需要將汽車停回原處。費用：使用前須繳會員費（\$7/月或\$70/年），學生年費為\$25。租車以小時計費（>\$9.5/小時）、每天有最高費率上限(>\$79/日)。

柒、心得與建議

一、心得

- (一) 本次 APTA 會議出國人員可以透過 APTA 官方網站可得知議程、參訪及周邊環境交通等相關訊息，主辦單位亦提供智慧手機應用程式 (APP)，提供與會人員自行下載使用，APP 內包含議程、會議資料、行事曆連結、議場地圖及贊助商等資訊查詢及當地交通搭乘查詢連結等功能。本次 APTA 更透過 APP 提供與會人員於會議期間，每人一張專屬的匹茲堡地鐵 PASS 卡，方便與會人員於會議期間之交通搭乘，透過註冊人員帳號提供於手機票證，依手機 APP 裡的 QR Code，乘車時於掃描器上掃描或出示給列車服務人員查看即可，對於參與會議人員相當便利。
- (二) 匹茲堡區域輸運為賓州第二大的公共交通機構，包含有公車、輕軌、斜坡纜車及輔助客運系統之營運，抵達匹茲堡國際機場後，可搭乘 28X 巴士從機場前往會議舉辦地點匹茲堡市中心或下榻飯店，皆可抵達，而 28X 巴士在 PIT 和市區之間為 20 至 30 分鐘一班車，多條路線通往市區內各個地區、商業區、學校及各機構場館，除了四通八達的公車系統之外，市中心也有輕軌能夠搭乘，而輕軌站出入口是沒有電子柵欄的，可以隨意進出，與一般設立進站柵欄不同。
- (三) 匹茲堡區域運輸車資，查詢 2006 年單程票價為 2.25 美金，比較 2023 年單程票價改為 2.75 美金，漲幅約 22%；7 日(週票)，由原本的 20.75 美金，調整為 25 美金，漲幅約 20%；31 日(月票)，則為 75 美金，調整為 97.5 美元，漲幅約 30%，皆無轉乘優惠。

一、建議

- (一) 本次參與 APTA 年度會議，使本公司出國人員與國外運輸軌道業者進行雙向交流，有助於公司對於創新科技、設備及營運管理等相關能力之提升，建議公司持續規劃每年參加軌道相關組織，提升公司營運效益及服務旅客品質。
- (二) 參考美國匹茲堡 PRT 之 App 使用 QR Code 乘車模式，乘客於公車、輕軌及纜車皆可使用，相當具便利性。建議台北捷運閘門可納入參考，增加 QR Code 掃描功能。App 亦可參考 QR Code 乘車方式，供旅客直接刷票進站搭乘，增加便利性。
- (三) 本次於舊金山轉機期間，搭乘了舊金山 Bart Train，觀察車廂內之電子看板展示方式，左邊為路線圖，顯示列車即時所在車站位置，右邊同步播放相關車廂宣導或活動訊息等，顯示畫面清晰，到站路線採黃色動態標示，能提供旅客更完整的資訊顯示，未來車廂可參考設置。
- (四) 會議提到氫能源車，氫能源車係使用氫氣作為燃料的電動車輛，通過燃料電池將氫氣轉換為電力，優點為無排放質，相對於電動車的充電時間，氫能源車在加氫需要時間更短，缺點為氫氣是一種極易爆炸的氣體，車輛的設計需要確保安全性，且車輛建造成本也高。然而氫能源符合現今 ESG 潮流，相關氫能源議題值得後續持續關注。

捌、參考文獻

- 一、2023年美國大眾運輸協會(APTA)軌道會議簡報及會場上資料
- 二、美國大眾運輸協會網站(<https://www.apta.com/>)
- 三、維基百科介紹(<https://en.wikipedia.org>)
- 四、2023年美國大眾運輸協會 APTA 會議網站
(<https://s6.goeshow.com/apta/rc/2023/index.cfm>)
- 五、匹茲堡交通運輸官方網站 (<https://www.rideprt.org/>)
- 六、匹茲堡生存手冊-匹茲堡交通(<https://surviverse.org/public-transportation/>)