

出國報告（出國類別：開會）

參加「第5屆國際道路協會亞太地區大會暨 2024年第12屆馬來西亞道路研討會及展覽」 出國報告

服務機關：交通部運輸研究所

姓名職稱：黃士騰副研究員

派赴國家/地區：馬來西亞

出國期間：113年11月2日至113年11月8日

報告日期：114年1月24日

參加「第 5 屆國際道路協會亞太地區大會暨 2024 年第 12 屆馬來西亞道路研討會
及展覽」出國報告

著 者：黃士騰

出版機關：交通部運輸研究所

地 址：105004 臺北市松山區敦化北路 240 號

網 址：www.iot.gov.tw (中文版>數位典藏>本所出版品)

電 話：(02)2349-6789

出版年月：中華民國 114 年 2 月

印 刷 者：全凱數位資訊有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 8 冊

定 價：非賣品

著作財產權人：中華民國（代表機關：交通部運輸研究所）

本著作保留所有權利，欲利用本著作全部或部分內容者，須徵求交通部運輸研究所
書面授權。

行政院及所屬各機關出國報告提要

頁數：44 含附件：無

報告名稱：參加「第5屆國際道路協會亞太地區大會暨2024年第12屆馬來西亞道路研討會及展覽」出國報告

主辦機關：交通部運輸研究所

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：交通部運輸研究所/曾俊源/02-23496713

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：

黃士騰/交通部運輸研究所/運輸能源及環境組/副研究員/02-23496874

出國類別：☐1.考察☐2.進修☐3.研究☐4.實習☐5.視察☐6.訪問☒7.開會☐8.談判☐9.其他

出國期間：113年11月2日至11月8日

出國地區：馬來西亞

報告日期：114年1月24日

分類號/目：HO／綜合類（交通類）

關鍵詞：馬來西亞、道路協會、淨零排放、永續

內容摘要：國際道路協會（International Road Federation, IRF）為全球性之非營利組織，為促進亞太地區成員之交流，每2年舉辦一次亞太地區大會，本次結合馬來西亞政府部門，於2024年11月5日至11月7日舉辦「第5屆國際道路協會亞太地區大會暨2024年第12屆馬來西亞道路研討會及展覽」（5th International Road Federation Asia-Pacific Regional Congress & 12th Malaysian Road Conference and Exhibition 2024），本研討會包括馬來西亞官方代表的演講及各國專家學者研究成果發表，據以蒐集國際發展資訊，瞭解國外相關議題之最新研究成果與趨勢，可供本所後續辦理淨零排放相關研究及規劃參考。另本次行程亦安排考察馬來西亞交通系統，實際搭乘及考察體驗當地軌道運輸、公車、人行系統等設施。

本文電子檔已上傳至公務出國報告資訊網

目 錄

目 錄.....	I
圖目錄.....	II
表目錄.....	IV
第一章 前言	1
1.1 出國目的	1
1.2 出國行程概要.....	1
第二章 會議內容	3
2.1 會議概述.....	3
2.2 研討會議程.....	4
2.3 全員會議.....	6
2.4 平行會議與執行會議	12
第三章 交通運輸系統考察	21
3.1 鐵路	22
3.2 輕軌	24
3.3 機場快鐵.....	25
3.4 單軌	26
3.5 捷運	27
3.6 BRT.....	28
3.7 公車	30
3.8 電動滑板車.....	31
3.9 自行車道.....	31
3.10 公車專用道.....	32
3.11 人行空間.....	33
3.12 充電樁	33
第四章 心得及建議	35
4.1 心得	35
4.2 建議	36
參考文獻.....	37

圖目錄

圖 1	研討會報到處	3
圖 2	開、閉幕式及全員會議場地	4
圖 3	參訪人員於會場留影	4
圖 4	馬來西亞工程部秘書長於全員會議演講.....	6
圖 5	馬來西亞工程部副部長於全員會議演講.....	8
圖 6	馬來西亞公路局局長於全員會議演講.....	9
圖 7	高速公路收費站	10
圖 8	多車道自由流收費之各國案例	12
圖 9	高速公路收費站及進站前對應各收費方式之路面標示.....	12
圖 10	平行會議與執行會議進行狀況	13
圖 11	永續運輸之優點	14
圖 12	循環經濟運作模式	15
圖 13	東巴生谷高速公路（EKVE）之污染物清除系統.....	16
圖 14	高強度改質瀝青（HiMA）化學結構.....	17
圖 15	行動管制情境下之交通預測模式	19
圖 16	巴生谷軌道系統路網圖.....	21
圖 17	KTM 通勤列車之女性專用車廂.....	22
圖 18	KTM 月台之女性候車區	22
圖 19	KTM 通勤列車常見車窗玻璃破裂.....	23
圖 20	KTM 月台之資訊顯示系統及掃碼後之列車時刻動態	23
圖 21	輕軌高架車站及地下車站.....	24
圖 22	輕軌列車之博愛座及車內動態路線圖.....	24
圖 23	機場快鐵市區預辦登機、機場快線列車內裝	25
圖 24	機場捷運線列車外觀與內裝	25
圖 25	單軌列車外觀與內裝.....	26
圖 26	單軌列車通過轉轍器及站內輪椅爬梯機.....	26
圖 27	單軌軌道之伸縮縫與止衝擋	26

圖 28	捷運高架路段	27
圖 29	捷運閘門與自動售票機.....	27
圖 30	女性候車區與女性專用車廂	27
圖 31	BRT 車站之設施（服務台、閘門、售票機）	28
圖 32	BRT 車道及端點站迴轉道	29
圖 33	BRT 月台候車空間與乘車情形.....	29
圖 34	時刻表與車內動態路線圖.....	29
圖 35	BRT 車輛內裝	29
圖 36	公車站缺少公車路線資訊.....	30
圖 37	Go KL City Bus 外觀與內裝	30
圖 38	吉隆坡路上常見之電動滑板車	31
圖 39	單向與雙向之自行車道.....	31
圖 40	自行車道遭機車占用情形.....	32
圖 41	公車專用道標誌及標線.....	32
圖 42	一般車輛占用公車專用道情形	32
圖 43	不同軌道系統間轉乘之空橋系統	33
圖 44	各式充電車位	34
圖 45	各式充電樁.....	34

表目錄

表 1	出國行程概要表	2
表 2	研討會議程.....	4
表 3	馬來西亞高速公路現行收費方式	11

第一章 前言

1.1 出國目的

國際道路協會（International Road Federation, IRF）為全球性之非營利組織，於 1948 年成立於美國華盛頓，並於部分地區設有區域辦事處，透過提供道路相關之知識資源及教育訓練計畫，為相關公私部門提供服務。IRF 為促進亞太地區成員之交流，爰與馬來西亞政府部門合作，於馬來西亞吉隆坡世貿中心共同舉辦「第 5 屆國際道路協會亞太地區大會暨 2024 年第 12 屆馬來西亞道路研討會及展覽」。

近年世界各國皆致力於淨零碳排之推動，我國亦於 2022 年 3 月正式公布「臺灣 2050 淨零排放路徑及策略總說明」，2050 淨零排放已成為我國重要政策方向之一，本所身為交通部之智庫，近年來協助交通部辦理 2050 淨零排放、溫室氣體階段管制目標、國家因應氣候變遷行動綱領、以及淨零排放路徑與策略規劃等工作。爰透過參加本次會議，蒐集國際發展資訊，瞭解國外相關議題之最新研究成果與趨勢，可供本所後續辦理淨零排放相關研究及規劃參考。

1.2 出國行程概要

本次出國期間自 113 年 11 月 2 日起至 11 月 8 日止，共計 7 天，主要為參加 11 月 5 日至 11 月 7 日為期 3 天之「第 5 屆國際道路協會亞太地區大會暨 2024 年第 12 屆馬來西亞道路研討會及展覽」（5th International Road Federation Asia-Pacific Regional Congress & 12th Malaysian Road Conference and Exhibition 2024）。另會議地點位於馬來西亞第一大城吉隆坡，亦安排於 11 月 3 日及 11 月 4 日等 2 日，進行馬來西亞交通運輸系統考察。相關行程規劃如表 1 所示。

表 1 出國行程概要表

天數	日期	工作內容	地點
1	113.11.2(六)	自臺灣搭機前往馬來西亞吉隆坡	臺北－吉隆坡
2	113.11.3(日)	馬來西亞交通運輸系統考察	吉隆坡等地
3	113.11.4(一)	馬來西亞交通運輸系統考察	吉隆坡等地
4	113.11.5(二)	參加第 5 屆國際道路協會亞太地區大會暨 2024 年第 12 屆馬來西亞道路研討會及展覽－第 1 天	吉隆坡(世界貿易中心)
5	113.11.6(三)	參加第 5 屆國際道路協會亞太地區大會暨 2024 年第 12 屆馬來西亞道路研討會及展覽－第 2 天	吉隆坡(世界貿易中心)
6	113.11.7(四)	參加第 5 屆國際道路協會亞太地區大會暨 2024 年第 12 屆馬來西亞道路研討會及展覽－第 3 天	吉隆坡(世界貿易中心)
7	113.11.8(五)	自馬來西亞吉隆坡搭機返回臺灣	吉隆坡－臺北

第二章 會議內容

2.1 會議概述

本次「第 5 屆國際道路協會亞太地區大會暨 2024 年第 12 屆馬來西亞道路研討會及展覽」會議，會議地點為馬來西亞世界貿易中心，自 2024 年 11 月 5 日（星期二）至 11 月 7 日（星期四），為期 3 天。本會議由國際道路協會與馬來西亞工程部、公共工程局、公路局、建築業發展局、馬來西亞道路工程協會（REAM）等單位共同合作舉辦。

大會主題為「推動創新，打造更好的道路」（Driving Innovation for Better Roads），會議內容包括研討會及展覽兩部分，研討會部分有馬來西亞官方代表演講，及各國學者的論文發表；展覽部分則由道路工程相關單位及業者展示最新技術產品供與會者交流。

據馬來西亞工程部之統計^[1]，本次會議共集結來自 20 多個國家、100 餘個國際展覽，及超過 1,000 位專業人士參與。

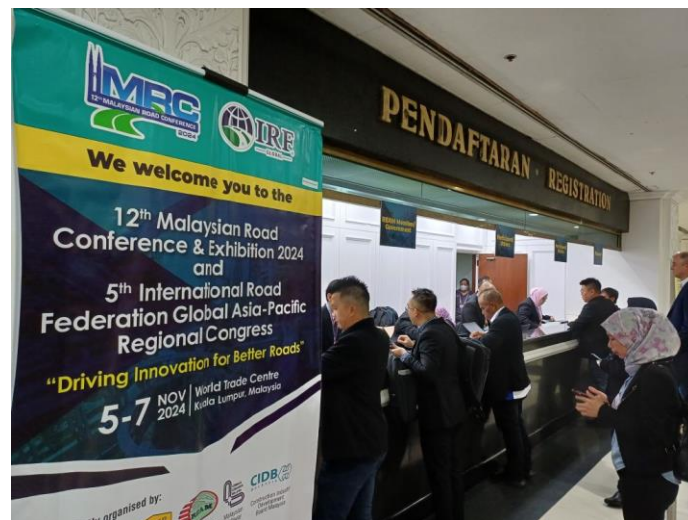


圖 1 研討會報到處



圖 2 開、閉幕式及全員會議場地



圖 3 參訪人員於會場留影

2.2 研討會議程

研討會議程安排，除開閉幕式以外，另有 2 場全員會議(Plenary Session)、4 場執行會議及 22 場平行會議，執行會議及平行會議係於各時段數場同步進行。研討會議程如表 2 所示。

表 2 研討會議程

Day 1 5th Nov. 2024, Tue.	
9:00~	● Plenary Session
10:30~	● Opening Ceremony
14:00~	● Executive Session 1: Innovative Solutions for Safety And Mobility ● Parallel Session 1: Resilient Transportation and Mobility ● Parallel Session 2: Highway Engineering and Road Intelligent System

	● Parallel Session 3: BIM & Innovative Design Tools ● Parallel Session 4: Innovative Traffic & Road Safety Initiatives ● Parallel Session 5: Innovative Pavement Technologies ● Parallel Session 6: Advanced Bridge Technologies
Day 2 6th Nov. 2024, Wed.	
9:00~	● Plenary Session
10:40~	● Executive Session 2: Powered Two-Wheeled Safety in ASEAN: Exploring Issues and Initiatives ● Parallel Session 7: Innovative Pavement Technologies ● Parallel Session 8: Innovative Traffic & Road Safety Initiatives ● Parallel Session 9: Future Slope & Geotechnical Technologies ● Parallel Session 10: Advanced Construction and Best Practices ● Parallel Session 11: Asset Performance, Management & Rehabilitation ● Parallel Session 12: Environmentally & Sustainable Infrastructure ● Young Engineers and Professionals (YEP) Session 1 ● REAM Workshop 1
14:00~	● Executive Session 3: Sustainability and Technological Innovations in Infrastructure ● Parallel Session 13: Innovative Pavement Technologies ● Parallel Session 14: Innovative Traffic and Road Safety Initiatives ● Parallel Session 15: Future Slope & Geotechnical Technologies ● Parallel Session 16: Asset Performance, Management & Rehabilitation ● Parallel Session 17: BIM & Innovative Design Tools ● Young Engineers and Professionals (YEP) Session 2 ● REAM Workshop 2
Day 3 7th Nov. 2024, Wed.	
9:00~	● Executive Session 4: Advanced & Innovative Pavement Materials ● Parallel Session 18: Innovative Pavement Technologies ● Parallel Session 19: Innovative Traffic and Road Safety Initiatives ● Parallel Session 20: Future Slope & Geotechnical Technologies ● Parallel Session 21: Asset Performance, Management & Rehabilitation ● Parallel Session 22: BIM & Innovative Design Tools
11:00~	● Closing Ceremony
14:00~	● MRC Technical Visit

2.3 全員會議

一、馬來西亞工程部的推動工作與願景

馬來西亞工程部秘書長 YBhg. Dato' Seri Azman Bin Ibrahim 於 11 月 5 日全員會議，以「創新基礎設施：為馬來西亞道路邁向永續和數位驅動的未來鋪路」（Innovating Infrastructure: Paving the Way Towards a Sustainable and Digitally Driven Future for Malaysia's Roads）為題進行演講，演講內容主要講述馬來西亞工程部之推動工作與願景，擇要摘述如下。



圖 4 馬來西亞工程部秘書長於全員會議演講

馬來西亞工程部（KKR）為國家基礎設施建設的主要推動者，致力於改善道路建設與維護，同時面對環境、城市擴張和氣候變遷的挑戰。目前馬來西亞之上位政策為國家建設政策（National Construction Policy, NCP 2030），聚焦於創新、永續以及數位轉型等三大領域。

在創新部分，旨在推動工程的新思維與新技術；工程部藉由與研究機構、大學及民間合作，探索新技術、材料與工法，強化道路建設和維護。並且成立卓越工程與技術中心（Centre of Excellence for Engineering & Technology, CREaTE JKR），培養創新的技術人力，利用最新技術推動工程業的進步。

創新方面之主要成果也與數位轉型有所關聯，包括結合人工智慧技術，以及開發建設資訊模型（Building Information Modeling, BIM）等。

在永續部分，工程占全球碳排放約 25-40%的重大占比，且道路建設過程中所消耗的資源、產生廢棄物、空氣污染和生態破壞等問題，也對環境產生了深遠的影響。因此馬來西亞透過使用環保材料（例如使用再生瀝青和工業副產品做為材料，降低對自然資源的依賴）、減少廢棄物及提高回收比例（建立廢料回收系統，確保施工產生的材料能夠循環利用，減少廢棄物對環境的影響）、引入綠色技術（採用新型低排放的施工技術，例如冷再生瀝青技術），以減少能源消耗和工程碳足跡等方式，降低工程對環境的衝擊。

此外，在工程設計階段也納入調適考量，結合氣候韌性減輕極端氣候帶來的影響。未來道路基礎設施也將營造適合電動車之使用環境，並維護生物多樣性。

在數位化轉型方面，其應用涵蓋規劃、施工與維護等全生命周期。包括強制要求公共工程採用開發建設資訊模型（BIM），以提升設計精準度和施工效率，並降低資源浪費。利用人工智慧（AI）分析施工現場的數據，優化施工流程，預測潛在風險並降低意外發生率。另也引進自動化施工技術：引進機器人和自動化設備參與施工，提升效率並減少人力需求。以及透過擴增實境（AR）與虛擬實境（VR）技術，幫助工程師更直觀地理解設計圖紙並檢測潛在問題。

除前述創新、永續及數位轉型外，交通安全也是一項重要課題，預計到 2030 年，全球每年因交通事故死亡的人數將達到 180 萬。在馬來西亞，交通事故中有 80.6%由人為因素引起，另有 13.2%由道路條件導致。為面對這些挑戰，工程部採取了一系列行動以提升交通安全，包括在道路規劃中融入安全設計，如設置護欄、自動減速帶和警示燈等，避免危險區域；透過智慧感測器即時監控路面狀況，及時修復道路破損以降低事故風險；並推動駕駛員安全教育計畫以提高道路使用者的安全意識，同時為施工人員提供專業培訓，減少施工現場的事故發生。

展望未來，工程部致力於打造更安全、環保和高效的路網。其目標為 2030 年數位化率達 50%，達成 SDGs 2030 年之永續發展目標，以及 GDP 年增率 4.7%。透過政策引導、科技應用與持續改進，馬來西亞正在努力實現前述目標。

二、馬來西亞工程部的推動工作與願景

馬來西亞工程部副部長 Ir. Mohd Shahrom bin Ahmad Saman 於 11 月 6 日全員會議第 1 場演講，題目為「永續道路發展：為綠色未來鋪路」（Sustainable Road Development: Paving the Way to a Greener Future），演講內容摘述如下。



圖 5 馬來西亞工程部副部長於全員會議演講

馬來西亞的道路網長度超過 26 萬公里，對於帶動經濟發展和提升民眾生活品質具有重要意義；然而道路維護的成本、頻繁的洪水及氣候變遷對基礎設施帶來的挑戰，使得提升道路的永續性成為當務之急。

馬來西亞 2020 年運輸部門之溫室氣體排放量為 6,137 萬公噸，而國家 2030 年之目標為減少 45% 碳排放、2050 年達到淨零排放。為達成這一目標，道路建設採用了多種策略，例如回收瀝青的應用、使用本地可再生材料（如椰子纖維、竹子和棕櫚油副產品）以及提升資源效率的創新實踐。

在提升道路韌性的部分，馬來西亞採取創新維護技術、優化排水系統及採用新型材料等策略，增強路面的韌性和耐用性。例如在易淹水地區，改良的排水設施和高韌性材料能有效減少洪水對道路的破壞。

此外，無人機也運用於道路檢查與維護，無人機能夠快速擷取高解析度影像，對偏遠或危險地區進行詳細的檢查，及時發現裂縫、排水堵塞或邊坡不穩定等狀況，讓維修人員能儘早處理，大幅提升檢查

效率並減少傳統檢查方式對車流之干擾。此外無人機蒐集的數據亦可用於構建預測模型，幫助制定長期維護計劃，降低整體維護成本。

道路建設也常影響野生動物，在 2016 年至 2021 年間，超過 2,500 隻野生動物因道路事故喪生，因此馬來西亞於部分道路設置野生動物天橋和地下通道等措施，以減少道路對生態系統的影響。

建築資訊模型（BIM）的應用在設計、施工與維護的各個階段發揮了重要作用。例如，在設計階段，BIM 可以生成精確的 3D 模型，用於分析交通流量與施工場景；在施工過程中，它促進了資源的最佳分配；而在維護階段，BIM 提供的數據能協助預測問題並延長道路壽命。

馬來西亞的道路發展正走向永續、創新與韌性的未來，採用新技術和新材料來建造更好的道路。

三、高速公路收費系統

馬來西亞公路局局長 Dato' Ir. Sazali bin Harun 於 11 月 6 日全員會議第 2 場演講說明馬來西亞高速公路通行費收費之發展。



圖 6 馬來西亞公路局局長於全員會議演講

馬來西亞自 1983 年起實施高速公路民營化政策，透過 BOT 方式，由民間特許業者負責建設、維管及收費，民間業者有多家，不同高速公路由不同之民間業者主管。目前全國共有 33 條高速公路，總長度 2,128.1 公里，設有 52 個服務區及 203 個收費站，每年營運及維護成本

約為 18 至 26 億令吉，每日車流量約為 550 萬輛。

高速公路通行費收費之計費方式有 2 種，一為開放式系統（Open Toll System），於主線之收費站依公告費率收取固定費用，即計次收費，類似臺灣過去主線收費站之收費方式；另一種計費方式稱為封閉式系統（Closed Toll System），即里程計費，將收費站設置於各交流道進出口匝道，依照行駛里程不同收取不同費用。

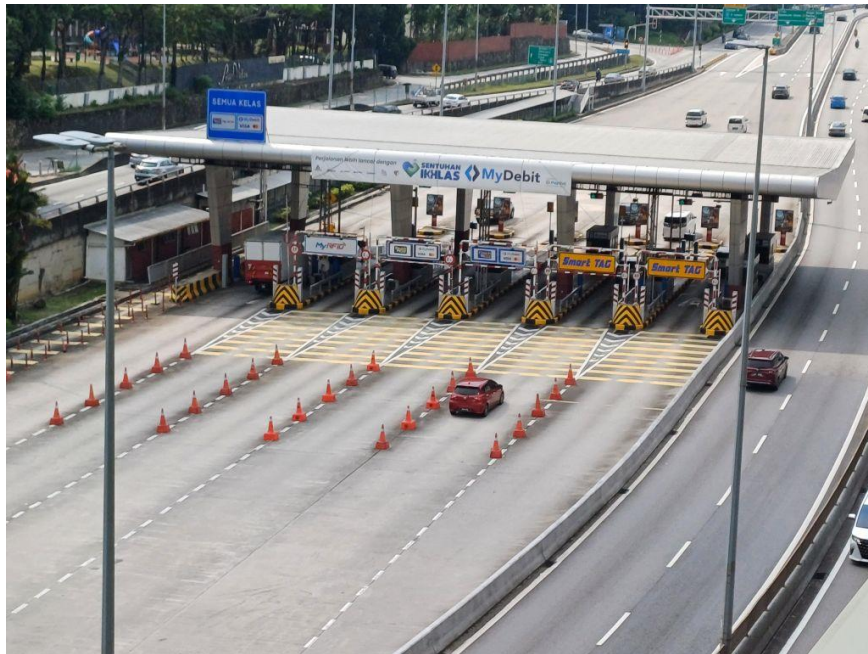


圖 7 高速公路收費站

收費之方式上，早期馬來西亞高速公路僅採用人工收取現金或回數票，自 1994 年起開始引入電子收費，期間電子收費型式不斷演變，但仍提供現金付費之選擇，至 2017 年起全面採用電子收費，不再收取現金。目前收費方式主要有 4 種，如表 3。2024 年 1 月至 8 月，平均每日所收通行費約 1,930 萬令吉。

馬來西亞雖已全面採行電子收費，但因設有收費站且有門柵，車輛必須扣款成功後才能開啟門柵通過，因此即便為使用 SmartTAG 或 MyRFID 等不需停車感應之車輛，仍僅能緩速通過收費站。因此公路局已規劃將採用多車道自由流（Multi Lane Fast Flow, MLFF），即類似臺灣目前高速公路所使用之 RFID 搭配車牌辨識方式，以提升運作效率。在公路局所借鏡採用多車道自由流之各國案例中，亦將臺灣納為參考之

對象（如圖 8）。

公路局亦瞭解，要將收費方式全面變更為多車道自由流，將面對諸多挑戰，但仍必須克服才能與他國並駕齊驅。

表 3 馬來西亞高速公路現行收費方式

收費方式	啟用 年度	運作方法	備註	使用 比例
Touch'n Go Card 	1997	駕駛人通過收費站時，需停車持 Touch'n Go Card 卡接觸感應器進行扣款	Touch'n Go Card 為電子票證，類似臺灣之悠遊卡，亦可搭乘捷運、公車等使用	54.3%
SmartTAG 	2004	採用紅外線技術，車輛裝設車上機(OBU)搭配 Touch'n Go Card 卡，行經收費站時可慢速通過不必停車，站上設備會自動感應車上機並扣款	類似臺灣 2011 年以前遠通電收車上機（e 通機）搭配 e 通卡之方式	25.6%
MyRFID 	2018	採 RFID 技術，車上張貼 RFID TAG，行經收費站時可慢速通過不必停車，站上設備會自動感應 TAG 並扣款	類似臺灣現行之 eTag	19.0%
OPS（Open Payment System） 	2023	採用感應式信用卡或簽帳金融卡付款，運作方法與 Touch'n Go Card 相同，需停車感應卡片	部分高速公路尚未支援此收費方式	1.1%



圖 8 多車道自由流收費之各國案例



圖 9 高速公路收費站及進站前對應各收費方式之路面標示

2.4 平行會議與執行會議

本次研討會之平行會議與執行會議，主要內容為研究成果發表，同時段均有約 5 至 6 場次之會議同時進行，基於本次出國係以淨零減碳相關資訊蒐集為主，爰於 11 月 5 日下午選擇參與平行會議場次 1「韌性運輸與移動」(Resilient Transportation and Mobility)、11 月 6 日上午參與平行會議場次 12「環境與永續基礎設施」(Environmentally & Sustainable Infrastructure)、11 月 6 日下午參與執行會議場次 3「基礎設施的永續性和技術創新」(Sustainability and Technological Innovations in Infrastructure)、11 月 7 日上午參與平行會議場次 19「創新交通和道路安全措施」(Innovative Traffic and Road Safety Initiatives)。以下就會議簡報內容摘述說明。



圖 10 平行會議與執行會議進行狀況

一、巴生谷城市軌道運輸網絡績效分析案例研究

馬來西亞拉曼大學 Khoo Hooi Ling 教授分析巴生谷地區（包含吉隆坡及周邊地區）公共運輸路網之績效。其評估之對象為軌道運輸系統，包含捷運、輕軌、單軌及鐵路，未包含公車系統，其採用採用平均最短路徑長度、緊密性、群聚相關性等指標以綜合評估路網績效，結果顯示，現行路網連接性良好，部分重要轉乘車站（KL Sentral 與 Muzium Negara、Kuala Lumpur 與 Pasar Seni、Bank Negara 與 Bandaraya）為路網之關鍵。

另外目前施工中的輕軌 3 號線與捷運環狀線，未來營運後將可大幅減少平均旅行距離與旅行時間。

二、採取永續發展和技術元素作為加強馬來西亞陸路交通基礎設施服務的措施

馬來西亞工程部 Zarabizan Bin Zakaria 簡報馬來西亞政府針對陸路運輸所採取之永續科技推動策略。

交通運輸業是馬來西亞發展的動力，擁有高品質的交通運輸系統是邁向已開發國家的基本基礎，政府需要提供安全、可靠、經濟和永續的交通服務；馬來西亞運輸部之碳排放有 90%來自陸路運輸，車輛占 67%。在推動永續運輸之作法上，可以結合科技技術進行推動，包括車輛電動化、強化車輛充電設施、公共運輸優化、鼓勵民眾搭乘公共運輸之獎勵措施、提升車輛能源效率、透過 ITS 數據分析減少道路

壅塞、開發公共運輸 APP、工程採用永續材料、道路使用透水鋪面、使用太陽能等再生能源、打造無障礙基礎設施、鼓勵技術研發等作法。透過這些作為，提昇陸路運輸之效率、包容性與永續性。



圖 11 永續運輸之優點

三、基於人工智慧之自駕車對強化馬來西亞公共交通之可行性概述

馬來西亞博特拉大學 Sathiaselvan Perumal 評估將共享自駕車應用於馬來西亞第一哩及最後一哩公共運輸的可行性。共享自駕車之主要優點為可降低營運成本、降低乘客成本、車隊集中管理等；因自駕車目前尚在持續發展當中，其所面對之挑戰包括社會接受度、道路基礎設施需要升級、未載客時之空駛導致能源消耗、是否能夠財務永續、路線規劃方式、現有駕駛員工作權受影響、車輛監理法規配套等等。

作者整理 13 篇有關共享自駕車之模擬研究結果顯示，共享自駕車可減少旅行時間及等候時間，也可減少車輛行駛里程；作者建議可於馬來西亞市區或郊區之住宅區試辦運行，滿足第一哩及最後一哩公共運輸之需求，並可透過動態調度和人工智慧進行車輛需求預測，以優化車隊配置。依但多數民眾可體驗到共享自駕車並認同其優勢，此運輸模式對於運輸行為將有極大改變。

四、循環經濟策略在減少道路運輸碳排放方面的作用－以發展中國家埃及為例

埃及 Ain Shams 大學 Alaa A Sarhan 博士分習發展中國家於公路運

輸的循環經濟策略，並以埃及為例進行探討。傳統線性經濟產品的生命週期為「原料>生產>配送>消費>丟棄」，材料僅有單方向的從原料轉化為產品，最終變為廢棄物，沒有考慮氣候變遷和自然資源枯竭所造成的環境負擔。

與線性經濟相對的模式為循環經濟，其概念強調資源回收及維修翻新等運用，以減少浪費和污染，保持產品/材料的使用，達到減少浪費、減少碳排放、資源可再生等優點。

將循環經濟運用於公路運輸上，其方法包含透過回收、再製造、再利用等方式延長車輛生命週期；針對拆解、維修和回收進行最佳化的車輛設計以提高資源運用效率，及推動公共運輸等永續運輸方式。

然而對於發展中國家而言，其運輸部門減碳面臨的挑戰包含公共運輸不足、電動車費用過高、廢棄車輛回收設施有限等課題。建議可透過鼓勵共乘、使用替代燃料如生質燃料或再生能源等，及更容易回收的模組化車輛設計等方面處理。

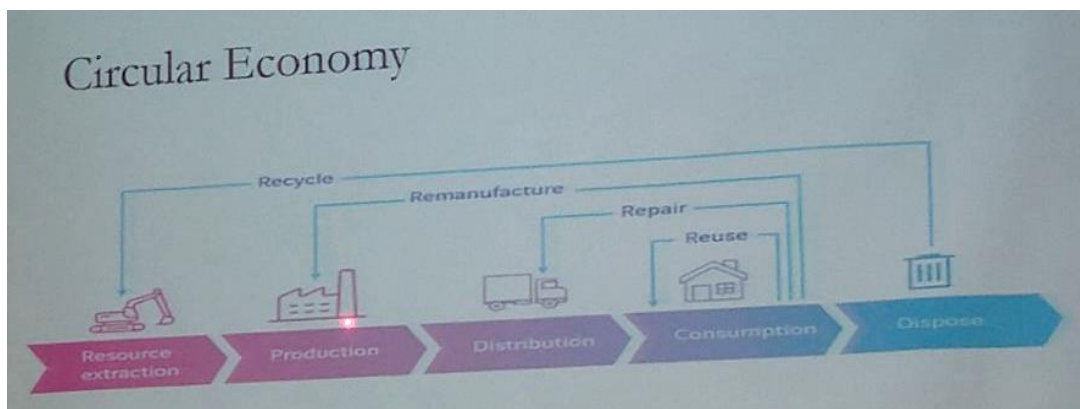


圖 12 循環經濟運作模式

五、ESG 與 CRMA - 永續路面技術與實務的未來

K2 瀝青公司 Samsul Jaharudin 介紹橡膠粒改質瀝青（CRMA）之應用。CRMA 係將 60/70 等級瀝青中添加 15 至 20% 的回收廢舊輪胎顆粒，生產出性能等級為 76 以上之瀝青，根據聯合國氣候變遷綱要公約（UNFCCC）溫室氣體排放計算方法，使用 CRMA 之道路與傳統瀝青道路相比，平均每公里可減少 423.31 公斤溫室氣體排放，並減少 98 個廢棄輪胎，此外，由於其瀝青性能的提高，需維護之頻率僅約為傳統

瀝青之一半，推估 5 年內道路維護所產生之溫室氣體排放共可減少 14,405 公斤。

CRMA 之優點包含減少維護期間的溫室氣體排放、減少環境中的舊輪胎數量、提高道路耐久性以及最終減少道路維護週期和成本，有助於道路工程推動 ESG。

六、東巴生谷高速公路之環保與永續設施

馬來西亞公路計畫主席 Dato' Ir. Haji Che Noor Azeman Yusoff 分享該國東巴生谷高速公路（East Klang Valley Expressway, EKVE）工程之環保措施，EKVE 工程全長 39.66 公里，是吉隆坡外環公路網的一部分，該路線並穿越環境敏感地區。

EKVE 於 2019 年獲得馬來西亞綠色公路指數（MyGHI）評比之銀級，其評分標準包含永續設計與施工、能源效率、環境與水管理、材料與技術、社會與安全等 5 大類。其工程之環保作為包括配備 6 套污染物清除系統，當發生交通事故導致化學物質洩漏時，可保護附近的水源免受污染（圖 13），以及使用現場滯留池管控污水排放、邊坡採用草皮工程、採用低噪音機具等作為。

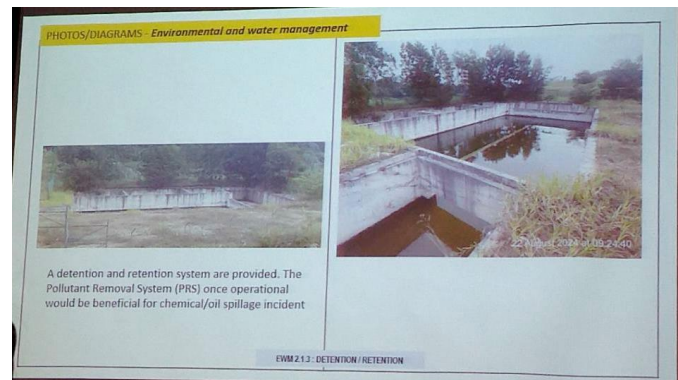


圖 13 東巴生谷高速公路（EKVE）之污染物清除系統

七、採用綠色技術支持永續目標並落實於優化高速公路維運

PLUS 公司 Ir. Ts. Muhammad Rizal @ Faizal Bin Ghani 說明該公司如何降低能源使用。PLUS 公司為馬來西亞最大的收費高速公路特許營運商，其掌管之高速公路長度超過 1,130 公里；該公司於 2013 年至 2017 年期間，由於電費上漲和投資項目增加，導致該公司之電力成本持續

增加，經由分析發現電力消耗主要有3個部分，分別為道路照明占42%、服務區占30%、收費站及辦公室占28%。

PLUS 公司自2018年起分階段推動節能措施，將所有傳統照明改為LED照明，除了省電以外，LED之可視性亦更佳，另也裝設太陽能板以利用再生能源，至2023年已節省約61%之電力使用。該公司未來目標為2030年減少35%的溫室氣體排放。

八、高強度改質瀝青：增強道路性能和 ESG 的永續解決方案

Qastalani 公司 Garrick Chong 介紹高強度改質瀝青（Highly Modified Asphalt, HiMA），其為一種強化之瀝青，可使路面鋪設之瀝青厚度減少20%，因而可減少瀝青之用量，並進而在瀝青之混合、運輸、鋪設、壓實等階段都有減碳之助益。根據其研究之案例，採用 HiMA 鋪設之道路，10年期間每公里約可較傳統瀝青減少約67公噸之碳排放。

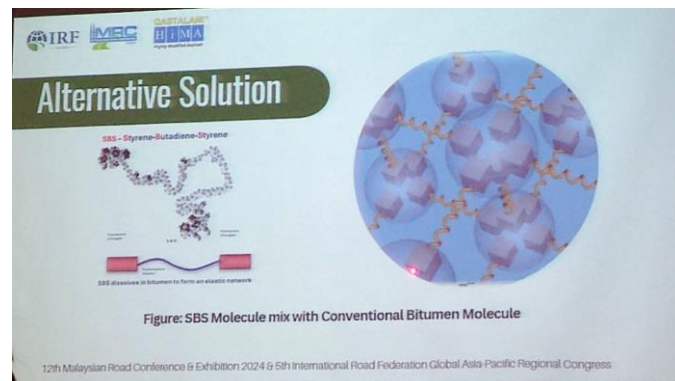


圖 14 高強度改質瀝青（HiMA）化學結構

九、利用未使用的道路走廊獲取太陽能：脫碳策略

孟加拉道路部門 Md Mahbubur Rahman 研究員介紹孟加拉利用道路隙地設置太陽能板的一項評估計畫，孟加拉的能源使用結構以化石燃料為主，包括天然氣（39.85%）、煤（23.10%）與石油（18.94%），再生能源僅占4.44%，而全國道路總長約39萬公里，其中有部分如道路外側等土地尚未開發，可用於設置太陽能板；考量土質、坡度、陽光照射情形、安全性等條件後，篩選適合之用地位置約1.9萬平方英尺，並以模擬方式評估設置太陽能之效益。

模擬結果顯示，設置太陽能板後每年約可產生3.08億度的電力，

以電網之生命週期計算，約可減少 4,800 萬公噸之二氧化碳排放，財務分析上約 6.8 年可回收。整體而言此計畫具有經濟效益且可符合減少碳排放目標，研究建議可先小規模試辦後再持續擴充，以提升孟加拉再生能源之占比。

十、透過區塊鏈和 3D 列印提高橋樑模組化施工的永續性和效率

阿拉伯聯合大公國沙迦大學(University of Sharjah)Saleh Abu Dabous 博士提出結合區塊鏈與 3D 列印技術，以提高模組化橋樑建造的效率、透明度與永續性。透過工廠生產模組化構件後於施工現場組裝，可縮短施工時間、確保品質並降低成本。然而，其供應鏈管理的複雜性、可追溯性不足，以及智慧財產權風險等，仍是發展模組化的主要挑戰。

研究團隊提出的整合區塊鏈與 3D 列印技術的新架構。3D 列印技術能精確製造橋樑構件，達到創新設計與材料有效利用，減少浪費。同時結合區塊鏈做為公開且無法修改的記錄系統，能全程追蹤施工流程，確保材料與組件的可追溯性，降低仿冒風險並確保符合標準。新架構包括設計與規劃、招標與投標、3D 列印製造、組裝與施工，以及品質保證與測試等五大階段。在設計階段，區塊鏈記錄所有計畫並促進合作；在製造階段，所有生產與品管記錄均可驗證且防止篡改；施工與測試階段則確保即時追蹤，有助於整體流程的透明性與效率提升。

經模擬結果顯示，該新架構成功實現了施工流程的透明化與效率化，同時有效提升了永續性，為模組化施工提供了可行的解決方案。

十一、新冠肺炎疫情對馬來西亞交通量模式的影響

馬來西亞工程部 Ir. Asiah Binti Ismail 分析新冠疫情對馬來西亞道路交通量模式的影響。因新冠疫情之流行，馬來西亞政府自 2020 年 3 月 18 日起實施行動管制令 (Movement Control Order, MCO)，由於新冠疫情改變了道路的交通量分布模式，導致原有用於道路規劃、建設計畫等之交通評估預測模式無法適用，因此需要建立新的交通預測模式。

本研究蒐集特定地點之交通量及車種組成等數據，分析結果顯示，由於 MCO 導致道路交通量下降，進而影響了尖峰小時交通量和車種組成，服務水準也較疫情前有所提升；本研究並建立了新的交通預測

模式，可做為類似 MCO 管制情境下之交通規劃及分析之參據。

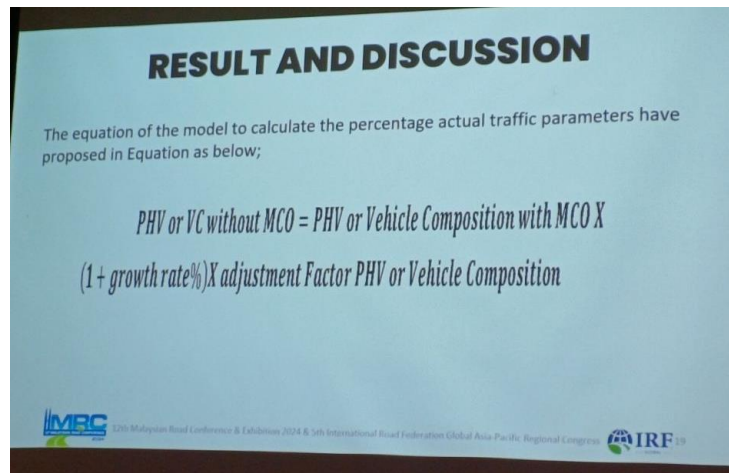


圖 15 行動管制情境下之交通預測模式

十二、號誌數位倒數計時器對路口闖紅燈行為影響之研究

馬來西亞瑪拉工藝大學 Rusdi Rusli 分析路口數位倒數計時器 (Digital Countdown Displays, DCD) 對闖紅燈行為之影響，其研究方法為在 2 處設有 DCD 及 2 處無 DCD 之路口，共 4 處路口安裝監視設備紀錄車輛的闖紅燈情形，包括尖峰及非尖峰各拍攝 1 小時的影像，分析結果顯示，機車闖紅燈的比例最高 (28.44%)，其次為轎車 (19.44%)，而公車則未觀察到闖紅燈情形。

經統計分析，裝設 DCD 的路口，車輛闖紅燈之情形並未顯著減少，可能是駕駛者長期習慣所致。此外，闖紅燈情形在平日比例較高，可能與通勤需求趕時間有關，但尖峰與非尖峰時段之間之闖紅燈情形差異不大，顯示駕駛行為尚受其他因素影響，例如對執法的認知。研究建議提升民眾對交通安全的意識，特別針對平日的駕駛行為。

十三、年齡與睡眠困難對油罐車駕駛日間嗜睡影響的研究

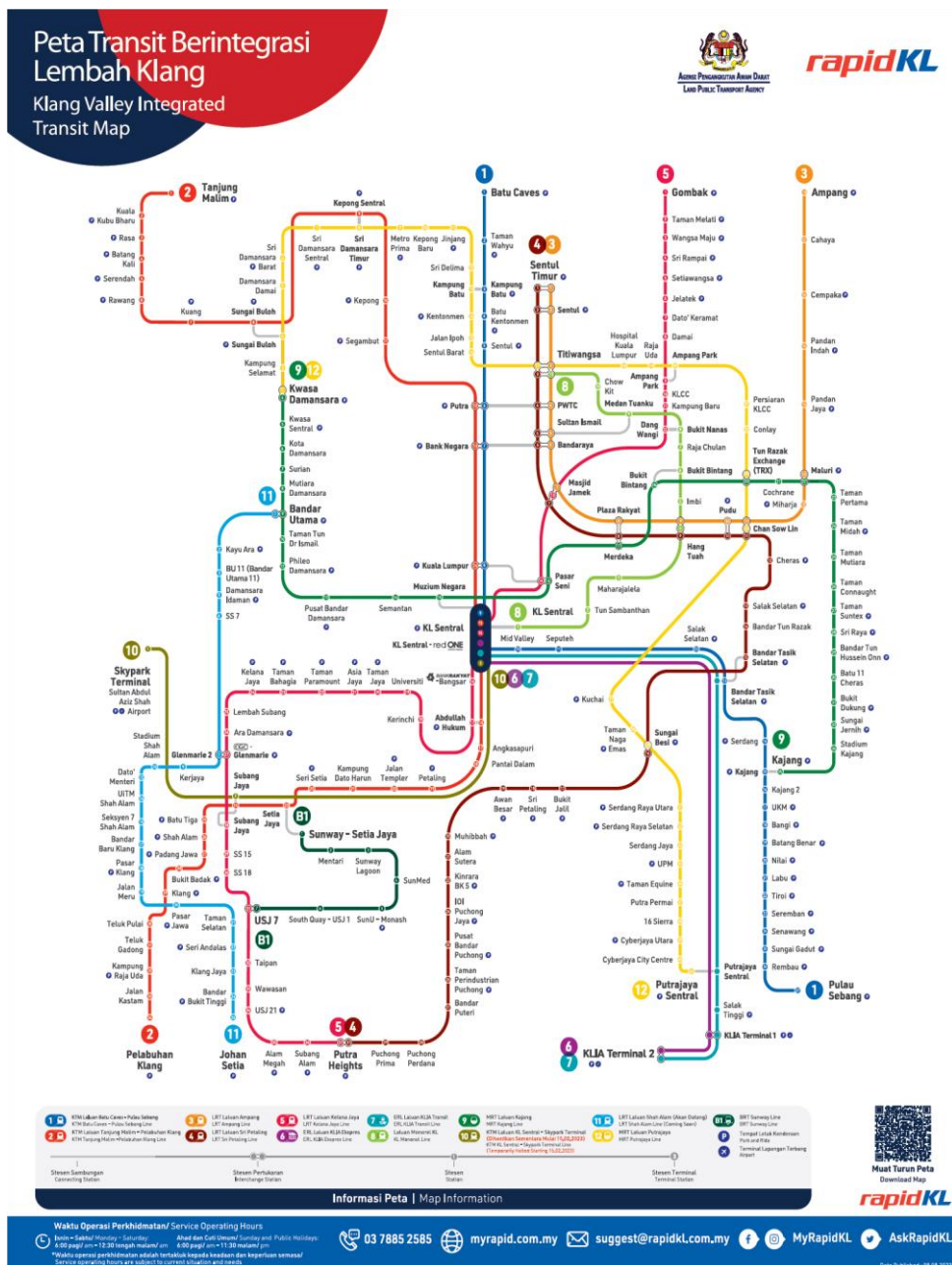
馬來西亞回教理科學大學 (Universiti Sains Islam Malaysia) Al-Baraa Abdulrahman Al-Mekhlafi 分析影響油罐車駕駛日間嗜睡的因素，本研究透過問卷調查方式訪問馬來西亞 304 位油罐車駕駛，並將司機區分為 4 個年齡組別：20-29 歲、30-39 歲、40-49 歲及 50 歲以上進行分析，結果顯示，入睡困難程度越高的年齡族群 (20-29 歲)，白天嗜睡的情形

較高。中年族群（40-49 歲）之整體睡眠品質較佳，白天嗜睡程度也最低，可能最為適合從事駕駛油罐車之年齡層。另外 t 檢定結果顯示，睡眠困難對油罐車駕駛在駕駛過程中的嗜睡有顯著影響。

研究建議可針對高嗜睡群體設計適當工作計劃與培訓，推動健康管理計畫以改善司機睡眠品質，以保護司機、用路人並提升道路安全。

第三章 交通運輸系統考察

吉隆坡及周邊地區泛稱為巴生谷 (Klang Valley)，亦可視為吉隆坡都市圈之概念，圖 16 為巴生谷軌道系統路網圖，其中共有 13 條路線，包含 3 條鐵路 (1、2、10 號)、4 條輕軌 (3、4、5、11 號)、2 條機場捷運 (6、7 號)、1 條單軌 (8 號)、2 條捷運 (9、12 號) 及 1 條 BRT 公車捷運系統，以下各節就公共運輸路線考察情形進行說明。



*資料來源：[2]

圖 16 巴生谷軌道系統路網圖

3.1 鐵路

圖 16 巴生谷軌道系統路網圖所列之 1、2、10 號線係屬通勤鐵路 (KTM Komuter)，由馬來亞鐵道公司 (KTMB) 營運，1 號線由黑風洞 (Batu Caves) 經吉隆坡中央車站往南至普羅士邦 (Pulau Sebang)；2 號線由巴生港 (Pelabuhan Klang) 及經吉隆坡中央車站往北至丹絨馬林 (Tanjung Malim)；10 號線 (Skypark Link) 為銜接梳邦機場之聯絡線，10 號線由於每日僅有約 80 名乘客，而營運成本每年需花費約 1,500 萬令吉，因此自 2023 年 2 月 15 日起暫停營運^[3]。

通勤鐵路所採用之列車以 6 節編組之電聯車為主，每站均停靠，全車不對號入座，類似臺鐵區間車模式。其中列車中段之 2 節車廂 (即第 3、4 節車廂) 為女性專用車廂，車站月台第 3、4 節車廂之位置亦有女性專用之指示。根據 KTMB 網站之說明，考量女性占 KTM 通勤列車總旅客之 60%，因此自 2010 年起推動女性專用車廂，以提供女性乘客舒適、安全和保障，也是 KTMB 公司企業社會責任 (CSR) 的一環^[4]。



圖 17 KTM 通勤列車之女性專用車廂



圖 18 KTM 月台之女性候車區

本次參訪人員實際搭乘 1 號線與 2 號線，民眾大多均能遵守女性專用車廂之規定，男性會自行前往其他車廂搭乘。另外本次搭乘數趟之通勤列車，時常見到車窗玻璃破裂之情形。

由於正值資訊顯示系統之升級工程期間，因此各車站之資訊顯示系統未能顯示列車資訊，而改以顯示列車資訊網頁之 QR Code 連結代替，掃碼後即可查閱列車資訊。實際搭乘時有遇列車誤點狀況，然而列車資訊網頁仍顯示車輛準點，似未能及時更新，但車站有以馬來語及英語廣播告知乘客誤點訊息。

票證方面，KTM 可使用電子票證 Touch'n Go Card 感應刷卡進出站，亦可使用感應式信用卡直接扣款，不需再購買紙本車票或 Touch'n Go Card，對於外國人相當便利。如欲購買紙本車票可採臨櫃人工售票或使用自動售票機，車票為熱感應紙，票面上印有 QR Code，通過閘門時掃描 QR Code 即可進出站。



圖 19 KTM 通勤列車常見車窗玻璃破裂

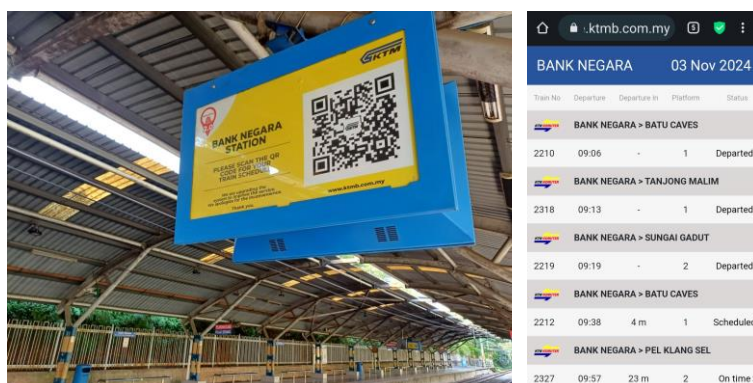


圖 20 KTM 月台之資訊顯示系統及掃碼後之列車時刻動態

3.2 輕軌

圖 16 系統圖上雖列有 4 條輕軌路線，但其中 11 號線尚未通車，目前營運中有 3 條路線，分別為 3 號安邦線（Ampang Line）、4 號線大城堡線（Sri Petaling Line）與 5 號線格拉那再也線（Kelana Jaya Line）。3 號線與 4 號線有共同行駛之路段，兩線於陳秀連（Chan Sow Lin）站分歧，共同行駛路段之列車為 3 號線與 4 號線交錯發車，類似於臺北捷運中和新蘆線之營運模式。

其系統雖使用 LRT（輕軌運輸）之名稱，但實際型式為中運量之 LRRT（輕軌捷運），每列車有 6 節車廂，採用自動駕駛系統，列車上無駕駛員，路線大多以高架為主，營運者為國有之 Rapid KL 公司。

輕軌可使用電子票證 Touch'n Go Card，但卡內餘額必須至少 5 令吉以上才能進站，無法直接使用感應式信用卡乘車，實體車票為塑膠代幣，出站時回收。



圖 21 輕軌高架車站及地下車站



圖 22 輕軌列車之博愛座及車內動態路線圖

3.3 機場快鐵

機場快鐵為連接吉隆坡市區與吉隆坡國際機場（Kuala Lumpur International Airport, KLIA）之鐵路線，圖 1 之系統圖上雖列有 2 條機場快鐵線，但實際上為同一路線，僅係停靠站模式之差異。6 號線為機場快線（KLIA Ekspres），由吉隆坡中央車站出發後直達機場，中途不停靠，列車時速可達約 160 公里，30 分鐘即可往來機場與市區間約 57 公里之路程，相當便利。7 號線為機場捷運線（KLIA Transit），停靠中途各站。

機場快鐵由機場快鐵公司（Express Rail Link Sdn Bhd, ERL）經營管理，機場快鐵公司與吉隆坡國際機場合作，於吉隆坡中央車站提供市區預辦登機之服務，凡持有有效之機場快鐵車票且搭乘指定航空公司（如馬來西亞航空）之旅客，可於吉隆坡中央車站直接辦理登機報到及行李托運。

機場快鐵可使用電子票證 Touch'n Go Card，但卡內餘額必須至少 20 令吉以上才能進站，實體車票則為熱感應紙，票面上印有 QR Code，通過閘門時掃描 QR Code 即可進出站。

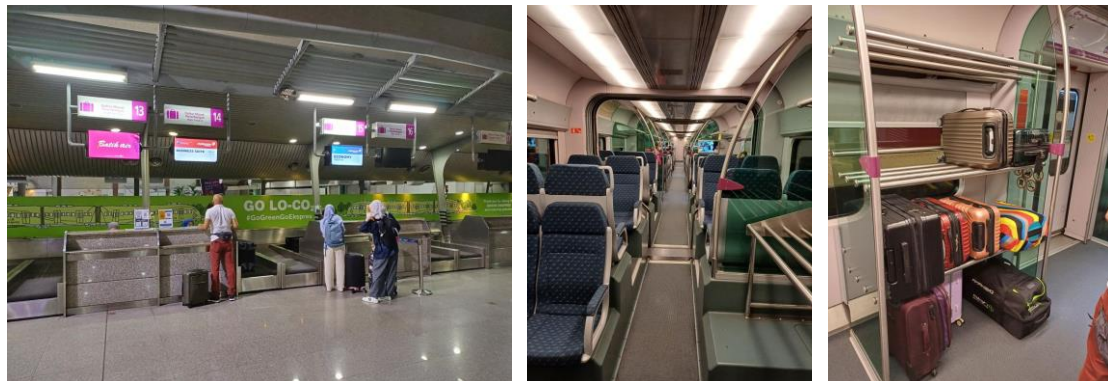


圖 23 機場快鐵市區預辦登機、機場快線列車內裝



圖 24 機場捷運線列車外觀與內裝

3.4 單軌

單軌僅有 8 號線 1 條路線，由吉隆坡中央車站至蒂蒂旺沙 Titiwangsa，全線高架化，共有 11 個車站。車站為 2 座側式月台，通往月台僅有樓梯而無電梯，因此設有輪椅升降機以滿足無障礙需求。

端點站吉隆坡中央車站採 2 面側式月台夾 1 軌道之配置，即列車停靠時左右兩側皆為月台；第 1 月台為上車專用，第 2 月台則為下車專用，當列車進站後駕駛會先開啟第 2 月台車門讓車內旅客先下車，稍後再開啟第 1 月台車門讓候車旅客上車。

單軌與其他軌道系統因建設時間之落差，故均採非付費區站外轉乘，也造成單軌之轉乘步行距離較遠，稍微影響轉乘便利性。



圖 25 單軌列車外觀與內裝

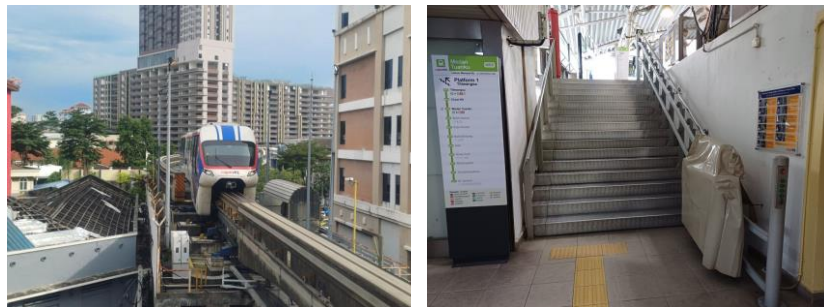


圖 26 單軌列車通過轉轍器及站內輪椅爬梯機



圖 27 單軌軌道之伸縮縫與止衝擋

3.5 捷運

捷運為吉隆坡軌道系統中相對較為近期才完成之系統，目前已通車共 2 條捷運線，第 1 條啟用之捷運為 2016 年通車之 9 號線加影線（Kajang Line），第 2 條則為 2022 年通車之布城線（Putrajaya Line）；兩路線均為郊區路段高架化、市區路段地下化。

捷運設有月台門，高架段為半罩式月台門，地下段則為全罩式。捷運每列車有 4 節車廂，於中間段之車廂（第 2 車廂之後半段以及第 3 車廂之前半段）劃設為女性專用車廂，採用粉紅色之標示，月台之對應位置亦有相同之醒目標示，實際搭乘時亦未見男性進入女性專用車廂。



圖 28 捷運高架路段



圖 29 捷運閘門與自動售票機



圖 30 女性候車區與女性專用車廂

3.6 BRT

於吉隆坡市區西側之雙威地區設有馬來西亞目前唯一營運中的 BRT 公車捷運線，名為雙威線（BRT Sunway Line），編號 B1，全長 5.4 公里，設有 7 處車站，該路線由雙威-實達在也（Sunway-Setia Jaya）站至 USJ7 站，2 處端點站可分別轉乘通勤鐵路 2 號線與輕軌 5 號線。

BRT 全線採用高架 A 型路權，路線中有數個 90 度的轉彎，轉彎半徑小也是 BRT 相較於軌道運輸之優點；車站型式類似簡易之捷運車站，採站內付費方式，車站設有閘門區分付費區與非付費區，亦有服務台及自動售票機等設施，月台均為側式月台，候車空間長度僅較公車車身（12 公尺）略長，如候車乘客較多時可能較為擁擠。

依官方網站所公告之發車班距，平日尖峰/平日離峰/假日全天分別為 6 分鐘/8 分鐘/10 分鐘，而車站張貼之公告則為 4 分鐘/8 分鐘/8 分鐘。本次參訪於平日離峰時段搭乘全線，列車上有一定之人潮。

BRT 目前共有 15 輛車，全數皆為電動公車，依車身之標示，每輛車可搭乘 67 人，包含座位 27 人及站位 40 人，車輛僅有 1 個車門，位於車輛中段，車輛前方駕駛座旁無車門，該空間亦可供乘客站立，車輛後半段座位採「冂」字型配置，而非常見之「非」字型配置，車門上方有螢幕顯示路線圖與車輛現在位置。



圖 31 BRT 車站之設施（服務台、閘門、售票機）



圖 32 BRT 車道及端點站迴轉道



圖 33 BRT 月台候車空間與乘車情形



圖 34 時刻表與車內動態路線圖



圖 35 BRT 車輛內裝

3.7 公車

吉隆坡之公車主要由快捷通公司營運，對外國旅客而言，公車系統資訊不夠明確為最大課題，例如公車站並不設置站牌，僅有地面繪設「BAS」標字及候車亭表示公車站，但候車亭上亦未有任何公車路線之資訊，甚至部分車站地面未設標字也未設公車亭僅能透過手機 APP 以獲得相關資訊及公車動態，但公車動態亦不甚準確。

除快捷通公司營運之公車路線外，另有由吉隆坡市政府負責的 Go KL City Bus，採環狀路線單循環行駛，並採用電動公車。共有 15 條路線，包括市區 4 條路線（最後一哩）及郊區 11 條路線（第 1 哩），為鼓勵民眾使用採免費搭乘，但市區 4 條路線外國人需收費 1 令吉，可使用電子票證或信用卡付款，不收現金。



圖 36 公車站缺少公車路線資訊



圖 37 Go KL City Bus 外觀與內裝

3.8 電動滑板車

beam 品牌於吉隆坡推出電動滑板車租用服務，採無樁式設計，在市區之服務範圍內均可隨租隨還，採用手機 APP 操控租借。本次參訪未實際租借騎乘，參訪期間僅見過 1 次他人騎乘，另因隨租隨還之特性，常可見到隨意停放之滑板車。



圖 38 吉隆坡路上常見之電動滑板車

3.9 自行車道

吉隆坡部分道路於實體人行道與車道間之路側劃設有自行車道，為藍色鋪面搭配自行車圖案，並有箭頭標示行車方向（而非雙向通行），因此在設有自行車道之路段通常為道路兩側均有設置並靠左行駛，部分搭配有防撞桿與一般車道區隔。而在車輛單行道路段則會集中於道路一側劃設，但自行車仍可雙向通行。

本次參訪期間不常見到自行車，反而不時見到機車行駛自行車道或車輛臨停占用自行車道之情事。



圖 39 單向與雙向之自行車道



圖 40 自行車道遭機車占用情形

3.10 公車專用道

為提升公車營運效率，吉隆坡部分道路設有公車專用道；根據 2024 年 8 月之媒體報導^[5]，巴生谷地區共設有 21 處公車專用道；專用道多設於道路最外側車道，並以黃色標線標示。

專用道採時段性管制，管制時段內僅供公車及計程車行駛，禁止一般車輛通行，違規者最高可處 300 令吉罰款；本次參訪實際觀察，專用道上仍常見一般車輛違規行駛或停車。

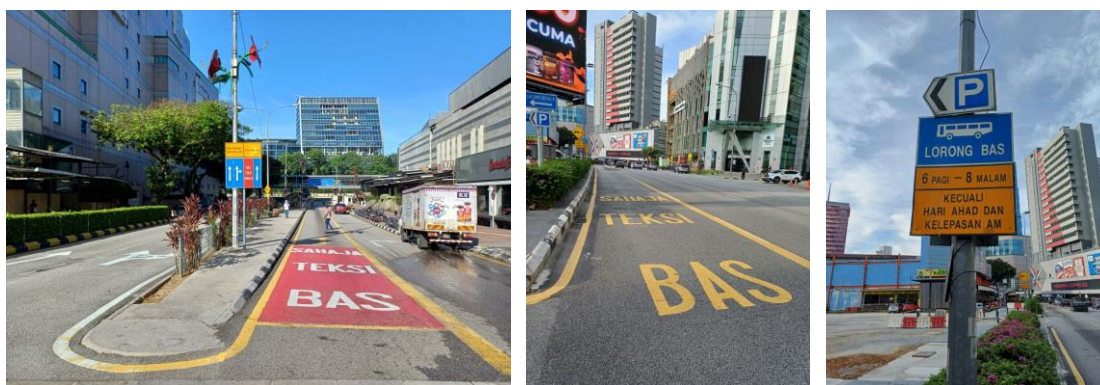


圖 41 公車專用道標誌及標線



圖 42 一般車輛占用公車專用道情形

3.11 人行空間

本次參訪所行經之吉隆坡市區主要道路，路側大多設有實體人行道，人行道空間尚稱足夠。但部分路段因路寬較寬或有中央分隔或前後路口距離較遠等因素，穿越道路較為不易，部分路口亦無行人專用號誌者或專用號誌未運作，行人必須依行車號誌穿越道路。

另外有部分不同軌道系統間之轉乘，雖為指定轉乘站，但需站外轉乘且路徑較遠，然亦有良好之轉乘動線。本次參訪實際步行由鐵路 Putra 站至輕軌世貿中心（PWTC）站（距離約 500 公尺）、單軌 Medan Tuanku 站至輕軌 Sultan Ismail 站（距離約 600 公尺）、鐵路 Kuala Lumpur 站至輕軌 Pasar Seni（距離約 550 公尺），3 處轉乘動線均有良好之空橋可通行，且有遮簷可提升步行舒適度。

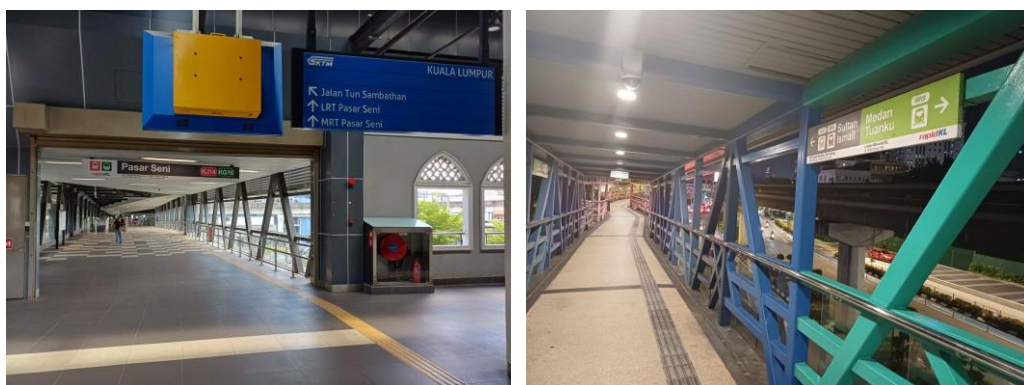


圖 43 不同軌道系統間轉乘之空橋系統

3.12 充電樁

本次參訪在部分停車場設有充電樁，並搭配電動車專用車位，惟未見電動車充電使用，甚至路邊停車格亦設有充電樁。充電樁之款式皆為交流 Type2 型式。



圖 44 各式充電車位



圖 45 各式充電樁

第四章 心得及建議

4.1 心得

- 一、國際道路協會每 2 年舉辦一次亞太地區大會，本次結合馬來西亞官方主辦之道路研討會共同舉行，本次研討會從馬來西亞工程部分享的國家建設政策，到各場次專家學者的交流討論，許多皆有提及「淨零減碳」或「ESG」之議題，充分展現全球對永續發展的重視以及交通運輸領域在減碳轉型中的關鍵角色，也可見推動淨零碳排已成為目前交通基礎設施規劃與技術創新的重要發展方向。
- 二、在研討會中，各國專家所分享之各方面的淨零減碳推動作法，包括公共運輸優化、推廣電動車、推動 ITS，以及透過循環經濟策略延長車輛生命週期並促進資源再利用等多個面向，減少運輸碳排放。在工程技術面上，包括低碳瀝青材料的研發、設置太陽能板提升再生能源占比，此外區塊鏈與 3D 列印技術結合模組化施工等方式，亦提供了不一樣的減碳解方或思維。顯示實現淨零減碳目標雖然困難，但藉由跨界合作與技術突破，多個層面共同推動，未來仍有很大的發展空間。
- 三、提升交通設施因應極端氣候的韌性，也是研討會中時常被提及的重點，例如工程於公路建設時適當設置雨水滯留池與邊坡草皮工程，採用高強度之瀝青提升鋪面耐用度，以無人機進行道路巡檢等作法，以提升設施在極端天氣中的韌性，也可見調適議題已然成為道路工程界規劃設計時考量之要素。
- 四、在此次交通設施考察中，可以感受到馬來西亞政府對於提升公共運輸效率及促進綠色運輸的努力，如市區軌道運輸路網尚稱密集，且仍持續有新建輕軌及捷運之規劃，場站及車廂內亦屬乾淨且設施完善；較為可惜的是自行車道、公車專用道等雖已有建置，然而實際上卻常被一般車輛所占用，顯示除硬體的建設外，軟體面的教育與執法也必須齊頭並進，才能落實原始推動綠色運輸之目的。
- 五、本次出國參訪聽取馬來西亞官方政策推動介紹，以及各國學術界及業界專家研究成果發表，並實際體驗當地各種交通系統，對參訪人員確實能夠增廣見聞並吸收新知，可參考他國之案例做為借鏡，對於後續

工作上協助交通部研擬相關政策上具有很大大之助益。

4.2 建議

- 一、本次研討會之研究發展議題或政策，許多皆與淨零減碳與科技應用相關，可謂研討會之兩大核心重點，亦可見國際上亦相當關注於此類議題及發展。建議我國應持續關注國際上淨零減碳與科技應用的最新發展與趨勢，借鏡成功經驗，結合國內需求，完善相關推動策略，以因應全球淨零與科技潮流的變化，提升我國交通運輸的永續性與競爭力。
- 二、馬來西亞鐵路及 Go KL City Bus 可使用感應式信用卡直接刷卡乘車，對於未有當地電子票證之國外旅客相當便利，我國信用卡使用者也相當普及，但目前軌道運輸業者可使用信用卡乘車的僅有桃園捷運、臺中捷運、高雄捷運、新北捷運（輕軌部分），而旅客量較大的臺鐵、高鐵及臺北捷運均無法使用，建議軌道運輸業者全面普及各種支付方式，例如信用卡、乘車碼等方式，提升民眾乘車之便利性。
- 三、出國參訪能夠學習國外的研究成果與實務經驗，並拓展視野。建議未來持續派員參與此類研討會與考察，學習更多專業知識、優秀案例與國際最新趨勢，這不僅能增進個人專業能力，也能將所學回饋並應用於實際工作中，進一步提升業務效能。

參考文獻

1. 馬來西亞工程部 Kementerian Kerja Raya Malaysia ,
<https://fb.watch/xeEhccB7ra/> 。
2. Rapid KL, <https://myrapid.com.my>
3. Skypark Link service suspended from Feb 15,
<https://www.nst.com.my/news/nation/2023/01/872138/skypark-link-service-suspended-feb-15-updated>
4. KTMB, <https://www.ktmb.com.my/komuter.html>
5. KL bus lane rollout off to slow start, <https://www.thestar.com.my/metro/metro-news/2024/08/26/kl-bus-lane-rollout-off-to-slow-start>