

目錄

壹、前言.....	1
1.1 出國目的	1
1.2 行程概要	2
1.3 報告書內容	2
貳、研討會紀要	3
2.1 主辦單位(SmartRail)介紹	3
2.2 會議地點介紹	4
2.3 研討會介紹	6
2.4 會議議程	10
參、研討會內容摘錄	13
肆、交通運輸考察	23
4.1 荷蘭阿姆斯特丹交通考察	23
4.2 荷蘭鹿特丹 GRT 參訪	30
4.3 法國 SYSTRA 總部與巴黎公共運輸公司(RATP)參訪	37
4.4 法國巴黎輕軌 T3 線及機廠參訪.....	47
4.5 法國巴黎地鐵考察	54
伍、心得與建議	59
5.1 心得	59
5.2 建議	61

圖目錄

圖 2.1	主辦單位 SmartRail 旗下的的組織	4
圖 2.2	阿姆斯特丹客運碼頭(PTA)位置	5
圖 2.3	阿姆斯特丹客運碼頭(PTA)外觀	5
圖 2.4	研討會四個主題論壇	6
圖 2.5	研討會報到處	7
圖 2.6	研討會會場 1	7
圖 2.7	研討會會場 2	8
圖 2.8	專家學者與談	8
圖 2.9	參展廠商	9
圖 2.10	茶敘時間	9
圖 2.11	4 月 19 日研討會議程	10
圖 2.12	4 月 20 日研討會議程	11
圖 3.1	Roger van Boxtel 簡報內容	14
圖 3.2	Chris Denison 簡報內容	15
圖 3.3	David Clarke 簡報內容	16
圖 3.4	David Clarke 分析目前鐵路產業 SWOT 圖	17
圖 3.5	Chris Verstegen 簡報內容	18
圖 3.6	倫敦地上鐵路網圖	19
圖 3.7	Duncan Cross 簡報內容	21
圖 4.1	阿姆斯特丹捷運輕軌路網圖	24
圖 4.2	阿姆斯特丹輕軌月臺刷卡設備	25
圖 4.3	阿姆斯特丹 OV 卡片及儲值機外觀	26
圖 4.4	阿姆斯特丹輕軌路線上空佈滿架空線	26
圖 4.5	阿姆斯特丹輕軌路權與鋪面	27
圖 4.6	居民任意穿越阿姆斯特丹輕軌路面	27
圖 4.7	阿姆斯特丹輕軌列車到達之路面秩序	28
圖 4.8	阿姆斯特丹中央車站前之輕軌車站 1	28

圖 4.9 阿姆斯特丹中央車站前之輕軌車站 2	29
圖 4.10 阿姆斯特丹少數輕軌車輛底盤仍為傳統高度	29
圖 4.11 阿姆斯特丹新、舊輕軌車輛	30
圖 4.12 阿姆斯特丹輕軌車輛內部	30
圖 4.13 鹿特丹 GRT 路線圖	32
圖 4.14 鹿特丹 GRT 車輛外觀	32
圖 4.15 鹿特丹 GRT 刷卡設備	33
圖 4.16 鹿特丹 GRT 車站	33
圖 4.17 鹿特丹 GRT 行駛於專用道路	34
圖 4.18 GRT 車廂 CCTV 攝影機	34
圖 4.19 行控中心 CCTV 監視畫面 1	35
圖 4.20 行控中心 CCTV 監視畫面 2	35
圖 4.21 維修工廠壁式充電站及充電板	36
圖 4.22 致贈本所紀念品	36
圖 4.23 2getthere 技術長 Mr. Sjoerd van der Zwaan 合影	37
圖 4.24 法國 STSTRA 總部合影	38
圖 4.25 SYSTRA 簡報內容-1	40
圖 4.26 SYSTRA 簡報內容-2	42
圖 4.27 聽取 RATP 簡報	43
圖 4.28 RATP 簡報內容 1	44
圖 4.30 巴黎輕軌路線圖	47
圖 4.31 巴黎輕軌 T3 車輛進站與候車月臺	48
圖 4.32 巴黎輕軌 T3 線站亭設有路線資訊與自動售票機器	48
圖 4.33 巴黎輕軌 T3 沿線之草坪	48
圖 4.34 巴黎輕軌 T3 車廂內部與刷卡機	49
圖 4.35 巴黎輕軌 T3 刷卡機	49
圖 4.36 巴黎輕軌 T3 線 Lucotte 維修廠範圍與設施區位示意	50
圖 4.37 輕軌維修廠外觀	51

圖 4.38 輕軌維修廠維修機具	51
圖 4.39 輕軌維修廠待維修車輛	51
圖 4.40 機廠所停放的輕軌車輛	52
圖 4.41 與機場維修經理合影	52
圖 4.42 T3 行控中心外觀	53
圖 4.43 巴黎地鐵、區域快鐵及輕軌示意圖	54
圖 4.44 巴黎地鐵 1 號線車輛圖(膠輪系統型式).....	55
圖 4.45 巴黎地鐵 5 號線車輛圖(鋼軌鋼輪系統型式).....	55
圖 4.46 地鐵 8 號線車廂內部及開門把手	56
圖 4.47 巴黎捷運 12 號線 Saint lazare 車站月臺.....	56
圖 4.48 巴黎地鐵 9 號線 Sortie 車站月臺	57
圖 4.49 巴黎地鐵 13 號線 Invalides 車站月臺門.....	57
圖 4.50 巴黎地鐵 14 號線 Saint lazare 車站月臺門.....	57
圖 4.51 巴黎公共運輸單程票	58
圖 4.52 巴黎地鐵進站及出站閘門.....	58

表目錄

表 1.1 出國行程表	2
表 4.1 鹿特丹、巴黎市與臺北市之面積與人口資料表	23
表 4.2 大巴黎區公共運輸資訊	45

壹、前言

1.1 出國目的

永續發展（Sustainable Development）的運輸系統係「社會、經濟、環境永續發展所需要且能支撐之運輸系統」，亦是當前各國致力推動的方向，旨在追求經濟、環境與社會三者的永續均衡發展。因此，在有限的環境資源下，為滿足不斷增加的運輸需求，實有必要調整運輸政策的重點方向、研擬永續運輸政策，以順應永續發展的世界潮流，發展成為省能源、低污染及智慧化的運輸系統，期能確實提高運輸服務水準及提升生活品質，達到運輸之永續性。

「SmartRail 歐洲智慧軌道發展研討會議」於今(105)年 4 月 19 日至 20 日於阿姆斯特丹舉行，會議聚焦在鐵路產業之革新與知識分享，因此對於鐵路相關營運單位、設施管理單位、政府部門免報名費參加。會議共邀請 60 位演講者，發表歐洲鐵路運輸系統之戰略前景及軌道交通的未來，並藉由資訊科技及大數據等創新概念，朝降低成本，提高投資報酬率及乘客滿意度上改進等相關議題，對於本所推動軌道運輸相關業務有相當大之助益。

此外，本所奉交通部指示於 104 至 105 年度辦理「都市軌道運輸系統型式發展之研究」案，工作內容之一即為蒐集國外都市軌道發展現況，爰本次除參加「SmartRail 歐洲智慧軌道發展研討會議」吸取歐洲軌道發展相關知識外，並順道進行阿姆斯特丹、鹿特丹及巴黎地鐵、輕軌之參訪與考察，藉由吸取相關經驗，提供國內都市軌道運輸相關議題之參考。

1.2 行程概要

「SmartRail 歐洲智慧軌道發展研討會議」於阿姆斯特丹客運碼頭(Passenger Terminal Amsterdam)之會議中心舉行，會議期間為 105 年 4 月 19 日至 20 日，為期 2 天。

本次出國行程自 105 年 4 月 17 日由桃園機場出發，105 年 4 月 18 日到達阿姆斯特丹，4 月 19 至 20 日參與研討會，4 月 21 日參訪鹿特丹 GRT 系統，4 月 22-24 日至巴黎 Systra 總公司、公共運輸公司(RATP)、輕軌 T3 線及巴黎市區地鐵考察，4 月 25-26 日搭機返抵國門，本次行程概要說明如下表 1-1 所示：

表 1.1 出國行程表

日期	起迄地點	工作項目
4/17-18	臺北-阿姆斯特丹	4/17 晚上搭機前往阿姆斯特丹 4/18 下午抵達。
4/19-4/20	阿姆斯特丹	出席「SmartRail 歐洲智慧軌道發展研討會」
4/21	鹿特丹	參訪 GRT 系統(2getthere)
4/22-24	巴黎市區交通參訪	Systra 總公司交流 巴黎公共運輸公司 RATP 參訪 輕軌 T3 線機廠參訪 巴黎市區地鐵考察
4/25-4/26	巴黎-臺北	4/25 下午搭機，4/26 傍晚返臺

1.3 報告書內容

本報告內容除第一章之前言外，其餘章節內容分別為：研討會紀要、研討會內容摘錄、交通運輸考察、最後則是心得與建議。

貳、研討會紀要

2.1 主辦單位(SmartRail)介紹

隨著技術不斷發展及乘客的需求不斷增加，為了保持競爭力及提高顧客滿意度，鐵路和地鐵的營運商必須尋求更多的創新方式，以提高軌道系統運作效率及商業營運績效。而智慧軌道(SmartRail)則是在不斷變化的鐵路相關產業中，提供了一個聚會的場所，以展示新的技術解決方案和創新的想法。

SmartRail 旗下有 6 個組織，包括智慧運輸(SmartTransit)、智慧捷運(SmartMetro)、亞洲智慧軌道(SmartRail Asia)、歐亞智慧軌道及地鐵(SmartRail & Metro Eurasia)、智慧軌道(SmartRail)及歐洲智慧軌道(SmartRail Europe)，如圖 2.1 所示。提供服務的內容包括蒐集世界各地最新鐵路新聞、鐵路和地鐵信號通信、客運經驗、機車車輛、資訊科技、WiFi 和驗票售票技術等。其產品群組的核心是 SmartRail 全球系列的鐵路技術展覽和研討會，經由彙集鐵路和地鐵的創新者、戰略領導、專案經理和技術專家，從整個軌道行業來推動這一創新，建立最佳做法和開發高效、可靠、具有競爭力的網路。本次研討會則由歐洲智慧軌道(SmartRail Europe)辦理。

 SMART TRANSIT OCTOBER 25-26, 2016, USA THE DEFINITIVE TRANSIT TECHNOLOGY SHOW THE INTERNET OF TRANSIT RENAISSANCE NEWARK AIRPORT HOTEL - NEW JERSEY	 SMART METRO 1-3 NOVEMBER 2016, COPENHAGEN, DENMARK INCORPORATING THE 7TH ANNUAL CBTC WORLD CONGRESS CREATING THE SMARTMETRO NETWORKS OF THE FUTURE CROWNE PLAZA COPENHAGEN TOWERS	 SMART RAIL ASIA 1-2 DECEMBER 2016, BANGKOK ASIA'S LARGEST RAIL & METRO TECHNOLOGY EXHIBITION & CONFERENCE EXPO HALL - MAHAKASSAN AIRPORT RAIL LINK
SmartTransit SmartTransit: the definitive transit technology show. The only show dedicated to driving innovation in passenger rail in North America! With 40+ C-level presentations, including more transit agency representation than any other event, SmartTransit is not to be missed. www.SmartTransitUSA.com	SmartMetro SmartMetro allows transport leaders, innovators and specialists to share best practice, uncover new solutions and put CBTC at the heart of SmartMetro systems. www.SmartMetro.eu	SmartRail Asia SmartRail Asia is the largest free-to-attend exhibition for the rail technology industry in the South East Asian region. With \$93 billion of confirmed rail infrastructure spend by 2021 and supported by OTP, BMA, SRT, BMCL and KURail SmartRail Asia is not to be missed! www.SmartRailAsia.com
 SMART RAIL & METRO EURASIA EURASIA'S ONLY DEDICATED RAIL & METRO CONGRESS	 SAFE RAIL INCORPORATING THE PTC WORLD CONGRESS ENSURING SAFETY & EFFICIENCY ON THE US RAIL & TRANSIT NETWORK	 SMART RAIL EUROPE FOUR CONGRESSES - ONE DEFINITIVE SHOW
SmartRail & Metro Eurasia SmartRail Eurasia is the dedicated congress looking at technology deployment and project management for Eurasian railways and metros. With more executive end user speakers than any other congress, uncover practical information that you can take back to the office. www.SmartRailEurasia.com	SafeRail SafeRail is a holistic safety and security showcase, for operators wanting to effect a business wide culture of rail safety and promote a positive public perception of their business. www.SafeRailCongress.com	SmartRail Europe Incorporating 4 congresses at one event across signalling & telecoms, IT networks, passenger information and rolling stock, SmartRail Europe is the place to learn about the latest innovations in European rail. www.SmartRailEurope.com

圖 2.1 主辦單位 SmartRail 旗下的的組織

2.2 會議地點介紹

本次研討會在荷蘭阿姆斯特丹客運碼頭(Passenger Terminal Amsterdam, PTA)之 2 樓會議中心舉行，PTA 是阿姆斯特丹城市官方的郵輪港口，距離阿姆斯特丹中央車站 1.3 公里，步行約 15-20 分鐘，為中途停留在阿姆斯特丹、作為歐洲巡遊或郵輪到波羅的海或往北極的起始點之理想地點，每年約有 20 萬的乘客，偶爾有海軍艦艇行駛到這裡。



圖 2.2 阿姆斯特丹客運碼頭(PTA)位置

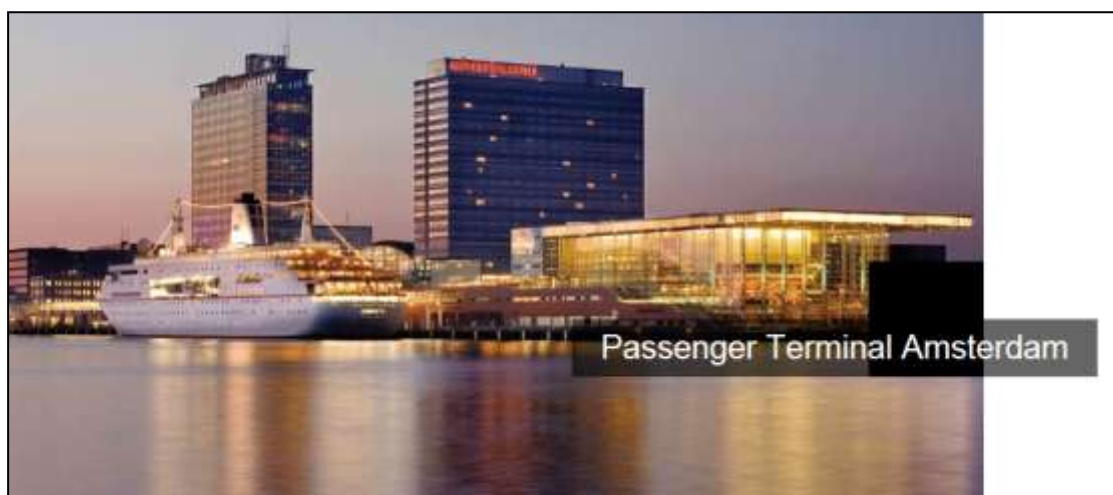


圖 2.3 阿姆斯特丹客運碼頭(PTA)外觀

照片來源：<http://www.iamsterdam.com/en/visiting/what-to-do/activities-and-excursions/overview/passenger-terminal-amsterdam-pta>

2.3 研討會介紹

本次研討會整合四個主題論壇，包括號誌通訊(signalling & telecoms)、資訊科技網路(IT networks)、乘客資訊(passenger information)及車輛技術(rolling stock)，如圖 2.4，對歐洲鐵路來說，SmartRail Europe 是一個可以獲取鐵路最新創新技術的場合。



圖 2.4 研討會四個主題論壇

研討會共有 60 位來自不同國家的歐洲鐵路運營商、鐵路基礎設施公司、鐵路管理局、鐵路協會或聯盟、列車控制系統業者、鐵路通訊業者等單位之專家學者，發表專題演說，分享他們專業領域的實踐，及在行業內推廣的合作。有數百位來自世界各國的工程師、學者、廠商代表前來參加，研討會舉辦期間同時提供軌道、通訊相關廠商展示其產品，會議期間約有 20 多個攤位進行介紹。

會場中央位置為攤位展示區，角落有 1~3 會議室分別進行專題討論，並有 4 家贊助廠商分別進行工作坊(workshops)。圖 2.5 至圖 2.10 為本次研討會場地與參展廠商展示照片。



圖 2.5 研討會報到處



圖 2.6 研討會會場 1



圖 2.7 研討會會場 2



圖 2.8 專家學者與談

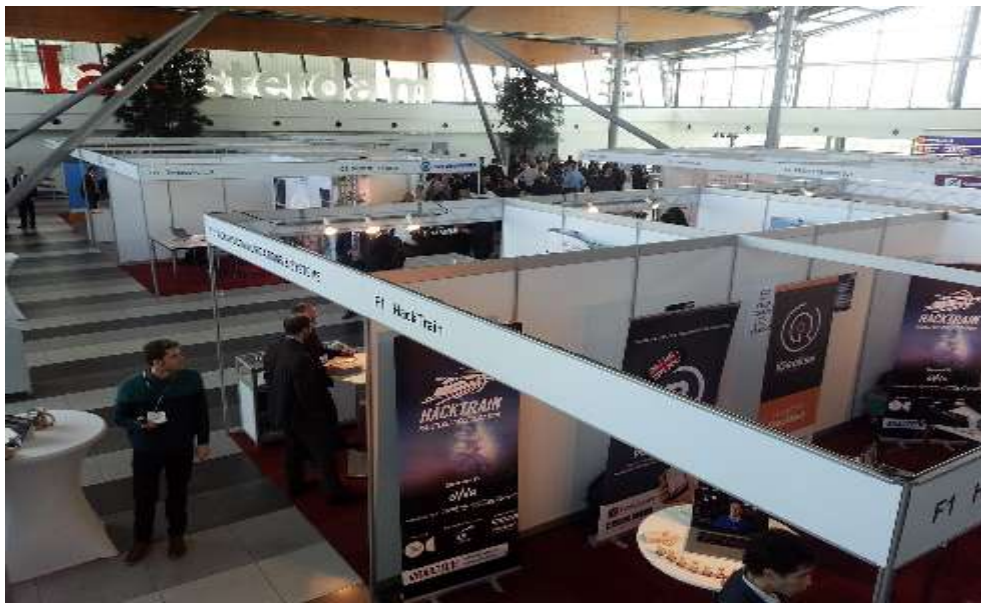


圖 2.9 參展廠商



圖 2.10 茶敘時間

2.4 會議議程

本次會議議程自 105 年 4 月 19 日至 4 月 20 日為期 2 天，其中包括多場專題演講（Plenary Session），會議議程如圖 2.11-2.12 所示。



DAY 1

08:00 REGISTRATION OPEN & CONGRESS NETWORKING REFRESHMENTS

KEYNOTE: FUTURE OF EUROPEAN RAIL ROOM 1

08:50 Making future rail competitive and accessible
Roger van Boxtel, CEO, *NS*

09:05 Putting innovation and technology at the heart of European railway development
Chris Denison, CEO and Co-Founder, *Formula Rail*

09:20 Key technology investment for a competitive rail network
David Clarke, Rail Technology Innovator, *RTI*

09:35 The future for rail technology?
Chris Verstegen, Chief Innovation Officer, *ProRail*

09:50 Building the single European railway area
Liber Lochman, Executive Director, *CER*

10:05 KEYNOTE PANEL DISCUSSION: Coordinating the development of a competitive European rail network
Liber Lochman, Executive Director, *CER*
Chris Denison, CEO and Co-Founder, *Formula Rail*
Gottfried Eymers, CEO, *DB Schenker Rail Scandinavia*
David Clarke, Rail Technology Innovator, *RTI Knowledge Transfer Network*
Roger van Boxtel, CEO, *NS*

10:35 NETWORKING COFFEE BREAK

11:20 WORKSHOPS

Workshops provide delegates with the opportunity to focus in on a topic of their choice. For a one hour period, a technical specialist will lead the discussion providing case studies and expert knowledge. In this more informal setting delegates will have the opportunity to ask questions and get feedback from their colleagues and facilitator.

SPONSORED BY: 

SPONSORED BY: 

12:20 NETWORKING LUNCH

WHAT CAN BIG DATA DO FOR RAIL? ROOM 2

Big Data provides more possibilities than ever for integrating railroads with not only one another, but to the wider transportation industry and growing cities. This session provides an overview of the potential of Big Data to revolutionise the railways for anybody wanting to hear about how they can collect, analyse and integrate the plethora of information available to transportation. Moderator: Jim Baker, CEO, *Xentrans*

13:35 How intelligent infrastructure improves rail operations for the whole value chain
John Smith, Program Manager - Intelligent Infrastructure, *Network Rail*

13:50 Available

14:05 Digitalization Strategies for the modern Transport Administration
Stefan Engdahl, Executive Director - Market and Planning, *Trafikverket*

14:20 Implementing and monetizing wireless internet on mass transit
Sergey Aslanyan, Chairman, *Maxima Telecom*

14:35 Designing, deploying and managing Big Data for transport systems
Senior representative, *Nomad Digital*

14:50 PANEL DISCUSSION: Leveraging data to improve the European railways
Stefan Engdahl, Executive Director - Market and Planning, *Trafikverket*
John Smith, Program Manager - Intelligent Infrastructure, *Network Rail*
Sergey Aslanyan, Chairman, *Maxima Telecom*
Senior representative, *Nomad Digital*
Senior representative, *Huber + Suhner*

15:20 NETWORKING COFFEE BREAK

OPTIMISING SERVICE AND PERFORMANCE WITH IT ROOM 2

Investments in new technology should aim to improve the performance of assets and operations to meet customer expectations, reduce lifecycle costs and ensure safety. This session will look at how IT can be used to improve service from analysis and traffic management to infrastructure maintenance and asset management. Moderator: Jim Baker, CEO, *Xentrans*

15:50 Risk based optimization strategies to improve performance and cut costs
Jan Swier, Strategic Advisor for Asset Management, *ProRail*

16:05 Delivering operational excellence with IT
Vincent Weeda, Traffic Analyst, *ProRail*

16:20 Smart infrastructure asset management to ensure operational performance
Christian Schang, Director of Projects, *SNCF*

16:35 The London Overground IT strategy for increasing capacity with existing infrastructure
Duncan Cross, Deputy Director of Operations, *London Overground*

16:50 Project planning and management to ensure optimal service and performance
Matt Kinane, Director of Engineering, *MTR Nordic*

17:05 How advanced digital solutions can cut costs and improve service
Senior representative, *Bombardier*

17:20 PANEL DISCUSSION: Using IT to improve service and asset performance
Vincent Weeda, Traffic Analyst, *ProRail*
Christian Schang, Director of Projects, *SNCF*
Duncan Cross, Deputy Director of Operations, *London Overground*
Matt Kinane, Director of Engineering, *MTR Nordic*
Senior representative, *Bombardier*

INNOVATIONS IN ROLLING STOCK ROOM 3

Rolling stock design is an exciting area of railway development. With an increased integration of IT and big data, while creative passenger design and cutting edge energy efficiency are at the forefront of innovation, rolling stock investment is the key to the railways of the future. This session will look at the current innovation in rolling stock and how it is revolutionising transportation. Moderator: Armand Toubol, Vice President, *New Opera*

15:50 Reserved for IMI Precision

16:05 Innovation in the next generation rolling stock to meet customer needs
Chris Crawford, Head of Innovation and Knowledge Management, *Bombardier*

16:20 Sustainable and innovative train design for the future
Armand Toubol, Vice President, *New Opera*

16:35 Cutting edge interior design: Integrating IT, comfort and service into rolling stock design for satisfied customers
Andreas Wiltich, Director of Passenger Traffic, *BLB*

16:50 Innovative new train design for the Dutch railways
Dirk Jan Brakel, Managing Director, *O.J. Dahi BV and Stadler Rail*

17:05 PANEL DISCUSSION: Key innovations in rolling stock design for best ROI
Ewald Munz, Director - Business Development, *Cyient*
Andreas Wiltich, Director of Passenger Traffic, *BLB*
Armand Toubol, Vice President, *New Opera*
Dirk Jan Brakel, Managing Director, *O.J. Dahi BV and Stadler Rail*
Chris Crawford, Head of Innovation and Knowledge Management, *Bombardier*

17:35 END OF DAY 1

圖 2.11 4 月 19 日研討會議程



SMART PASSENGER

DAY 2

KEYNOTE: ALIGNING INNOVATION WITH BUSINESS STRATEGY ROOM 1

How is it possible to maintain competitiveness and profitability during a period of huge investment? In this session CFOs, Financial Directors, Strategy and Business Development Heads will discuss the current position of rail, its attractiveness to the customer, and how innovation in business and finance is needed to enhance competitiveness, ridership and ultimately, profitability.

09:15 Update: Overcoming an economic financial crisis to create and deliver a cost effective transit network
Cormac Rabbitt, Managing Director, [Metro Dublin](#)

09:30 The strategic vision on Swedens railways to achieve continued growth
Bjorn Westerberg, CEO, [Association of Swedish Train Operating Companies](#)

09:45 Strategies for managing multi-annual contracts between States and Infrastructure managers
Frank Jost, Strategy Director, [DG Move](#)

10:00 KEYNOTE PANEL DISCUSSION: Financing the modern European railway
*Frank Jost, Strategy Director, [DG Move](#)
Cormac Rabbitt, Managing Director, [Metro Dublin](#)
Bjorn Westerberg, CEO, [Association of Swedish Train Operating Companies](#)*

10:30 NETWORKING COFFEE BREAK

11:15 WORKSHOPS

Workshops provide delegates with the opportunity to focus in on a topic of their choice. For a one hour period, a technical specialist will lead the discussion providing case studies and expert knowledge. In this more informal setting delegates will have the opportunity to ask questions and get feedback from their colleagues and facilitator.

SPONSORED BY:



AVAILABLE FOR SPONSORSHIP

12:15 NETWORKING LUNCH

THE CONNECTED PASSENGER ROOM 2

The digital revolution on the railways provides new opportunities to enhance the passenger experience to build desirable and ultimately profitable businesses. This session will look at technologies available to create a connected, seamless end-to-end journey for passengers. Moderator: *Jim Baker, CEO, [Xentrans](#)*

13:30 How in-house development for Passenger Information Services can cut costs and improve reliability
Moritz Schlee, Head of RTPi on-board Information, [Deutsche Bahn](#)

13:45 Working with multiple stakeholders to deliver successful digital projects to rail customers
Sébastien Kaiser, Digital Program Director, [SNCF](#)

14:00 IT Solutions for Passengers at MÁV-START, Ticketing and PIS
Márton Feldmann, Deputy CEO, Business Affairs, [MÁV](#)

14:15 How wifi and wireless technology can boost ridership and competitiveness
Ian Wright, Head of Insight, [Transport Focus](#)

14:30 Successfully deploying high performance connectivity to improve customer satisfaction
Mats Karlsson, Head of Innovation, [Icomera](#)

14:45 PANEL DISCUSSION: What does the passenger want from rail travel?
*Márton Feldmann, Deputy CEO, Business Affairs, [MÁV](#)
Ian Wright, Head of Insight, [Transport Focus](#)
Moritz Schlee, Head of RTPi on-board Information, [Deutsche Bahn](#)
Sébastien Kaiser, Digital Program Director, [SNCF](#)
Mats Karlsson, Head of Innovation, [Icomera](#)
Senior representative, [Huber + Suhner](#)
Senior representative, [BAI Communications](#)*

15:15 NETWORKING COFFEE BREAK

15:45 ROUNDTABLES

The roundtable sessions offer a perfect platform for interaction, debate and best practice sharing. Led by specialist facilitators, delegates will sit on tables of no more than 10 delegates and following the moderators' introductory presentation, will discuss on their tables, the challenges presented. Each table will then feedback to the whole group their conclusions.

WIRELESS COMMUNICATIONS:
*William A Bayne Jr
CEO of Transit Wireless
[BAI Communications](#)*

CYBER SECURITY:
*Richard Weatherburn
Global Marketing Manager
for Transportation
[Belden](#)*

BIG DATA:
*Matt Miller
Transportation Industry
Principal
[OSISoft](#)*

THE CONNECTED PASSENGER
[Nomad Digital](#)

ASSET MANAGEMENT
*Available for sponsorship
click here to enquire*

16:30 ROUNDTABLE GROUP FEEDBACK

16:45 END OF DAY 2

圖 2.12 4 月 20 日研討會議程

參、研討會內容摘錄

以下茲就本次研討會與本所業務較為相關場次，擇要說明如下。

(一) 歐洲鐵路的未來發展(Future of European Rail)

研討會首日由義大利米蘭比科卡大學(University of Milan Bicocca)運輸經濟中心首席執行長 Andrea Giuricin 擔任主席進行主議題(Keynote)討論：歐洲鐵路的未來發展，他表示歐洲鐵路運輸系統發展歷史悠久且技術成熟，雖然讓全球許多地區羨慕，然而，幾個因素如基礎設施老化，廉價航空興起及對無縫跨國境維運的需求威脅了鐵路的競爭力等，令歐洲鐵路業界也常常難以跟上這些快節奏的技術演進。因此本次會議將匯集相關學者專家及技術創新者，共同討論歐洲鐵路的未來發展，開場來賓進行各約 15 分鐘演講，相關內容摘要如下：

1.使未來鐵路更具競爭性及可及性(Making future rail competitive and accesible)

荷蘭鐵路公司(荷文：Nederlandse Spoorwegen，簡稱 NS) 執行長 Roger van Boxtel 以 NS 為例，希望在任何時間點，人們可以隨心所欲的移動而無需擔心，使旅程達到及門、舒適、方便、快速、安全、簡單等目標，且交通工具並不侷限於火車。因此 NS 已發展成為綜合服務提供者，它使顧客能夠無縫融入社會，商業和娛樂目標，朝提供更及門及更人性化的服務方向努力，讓顧客有機會選擇更智慧化的旅行資訊，使車站成為人群聚集點，而不只是車站。

NS 平均每日運量超過 100 萬人次，因此必須提供更好的服務品質，相關措施包括對自行車更友善(提供停車設施、牽引設備、公共自行車租用)、開發 APP 可查詢列車搭乘時刻及轉乘資訊、車上提供 WIFI 及充電設施、車站多目標使用(站體特殊設計、空間

明亮、指示標誌清楚、餐飲及商店街設置)、列車準點性、舒適性及列車中斷時安排適當服務等，如圖 3.1 所示。

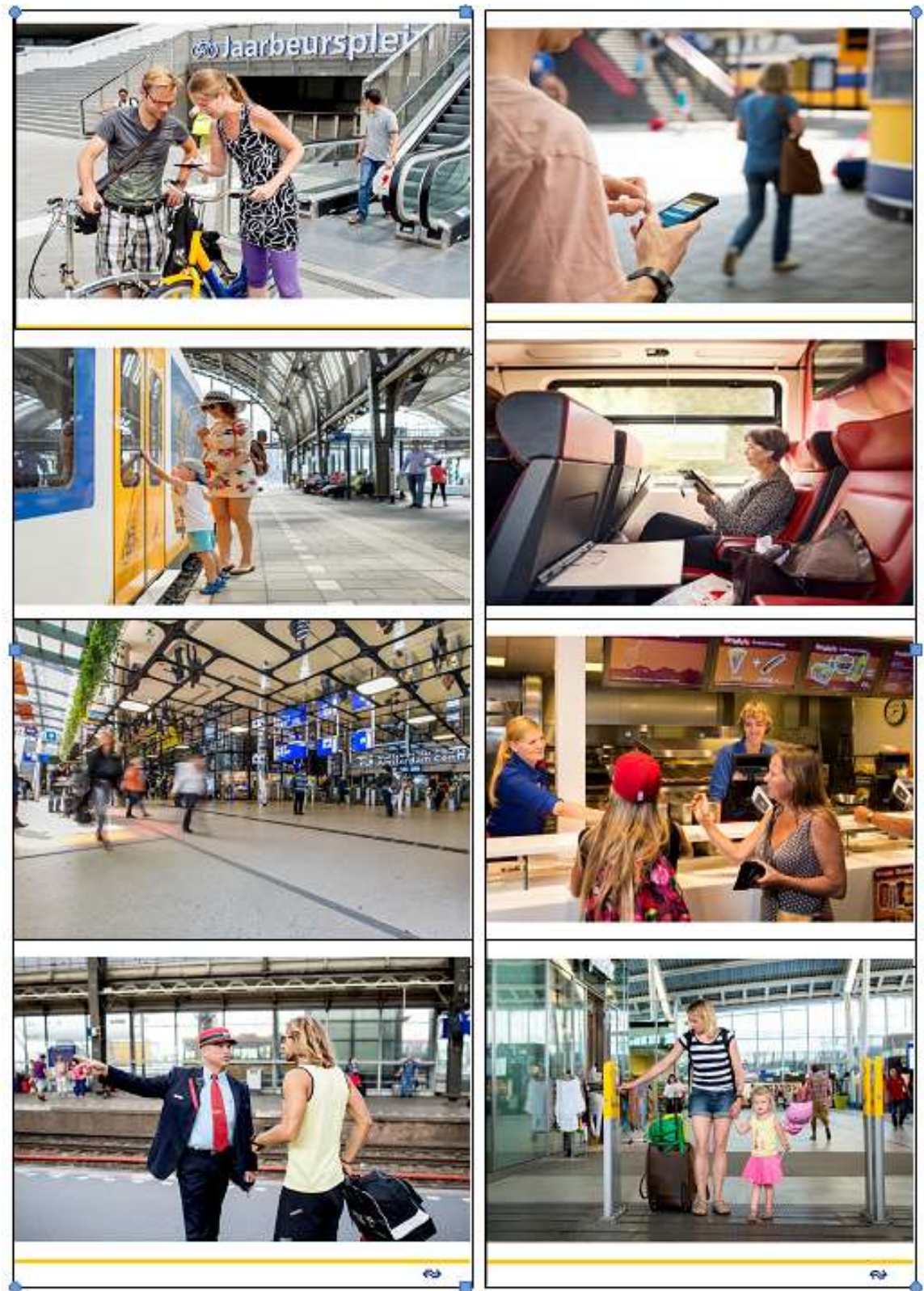


圖 3.1 Roger van Boxtel 簡報內容

2.以創新及技術作為歐洲鐵路發展的核心 (Putting innovation and technology at the heart of European railway development)

Formula Rail執行長Chris Denison對創新的定義如下：創新是培育、製作、整合和探索各種連接方式來創造新的價值，Formula Rail提出創新生態系統的三大要件，如圖3.2所示。

- (1)社群方面，鼓勵與協助軌道社群專注於品質與共享價值的呈現。
- (2)創造力方面，對各種可能性不斷的提出更新及可信的觀點。
- (3)風險管理方面，降低不確定性及作好風險管理。

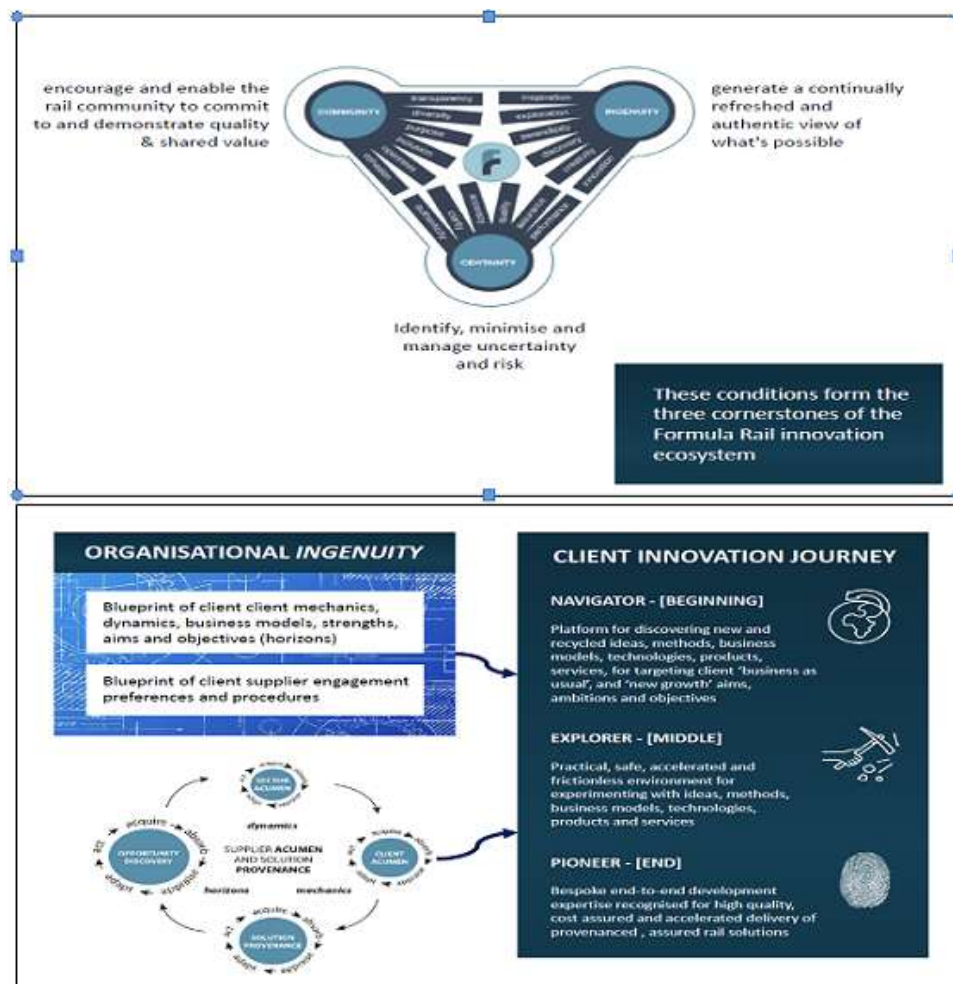


圖 3.2 Chris Denison 簡報內容

3.關鍵技術投資於具有競爭力的鐵路網絡 (Key technology investment for a competitive rail network)

RIA(rail industry association)為英國鐵路供應業協會，主要在提供政府部門及客戶分析鐵路產業之利益，演講人David Clarke提出在考慮顧客的需求的同時，也要滿足企業的利益，英國鐵路技術策略制定2040年鐵路產業的目標為降低CO₂ 50%的排放量、降低50%的成本、提高容量2倍及提高顧客滿意度，如圖3.3所示。David Clarke 同時指出鐵路產業SWOT分析，如圖3.4所示。

- 優勢：安全、地鐵、高速且距離長、可載運大量貨物、路網已成型。
- 劣勢：對政府而言成本高、無法提供及門服務、無法依需求提供彈性、多運具整合不佳、新技術採用緩慢。
- 機會：日益城市化、道路擁擠、降低汽車持有數、新技術、新商業模式。
- 威脅：顧客期望日益提高、共享經濟、移動性為一種服務？自動駕駛汽車？貨車Platooning？減少CO₂排放為首要？



圖 3.3 David Clarke 簡報內容

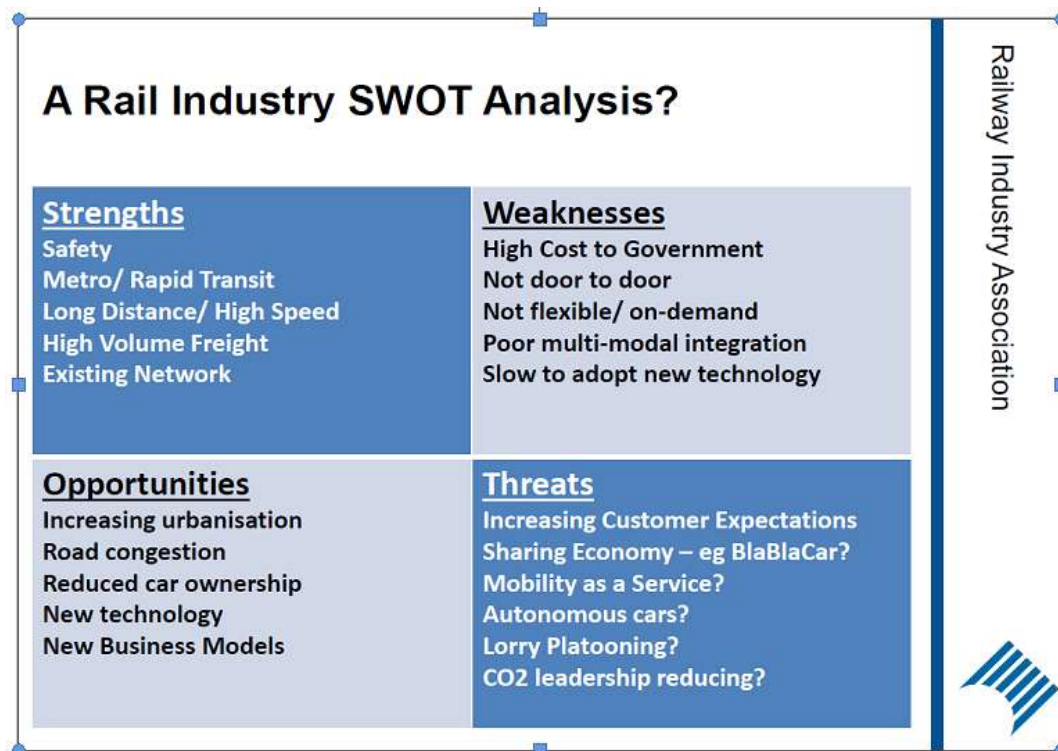


圖 3.4 David Clarke 分析目前鐵路產業 SWOT 圖

4.鐵路技術的未來？(The future for rail technology?)

ProRail是荷蘭的政府單位，負責維護全國鐵路基礎設施，分配鐵路運輸能力及交通管制，為鐵路基礎設施所有者，ProRail首席創新官Chris Verstegen提出未來鐵路技術的方向如圖3.5所示：

- 快速、彈性及便宜：利用交通管理系統(Traffic Management System)、自動列車營運系統及範圍廣泛的多式聯運服務，使物流供應商能滿足托運人的運輸需求(Synchro-modal transport)。
- 可靠及穩定：利用列車、軌道等偵測設備，透過建立模式、數據分析及預測，提供預防性維護工作。
- 安全：確保車站及列車設計之安全性、加強運輸旅程及平交道穿越之安全。
- 舒適及提供旅行資訊：透過多運具旅行資訊的提供，使轉乘過程更加舒適便利。
- 以開放的態度面對其他新技術。

Chris Verstegen最後勉勵與會來賓，預測未來最好的方式就

是去創造它(*The best way to predict the future is to create it*) !

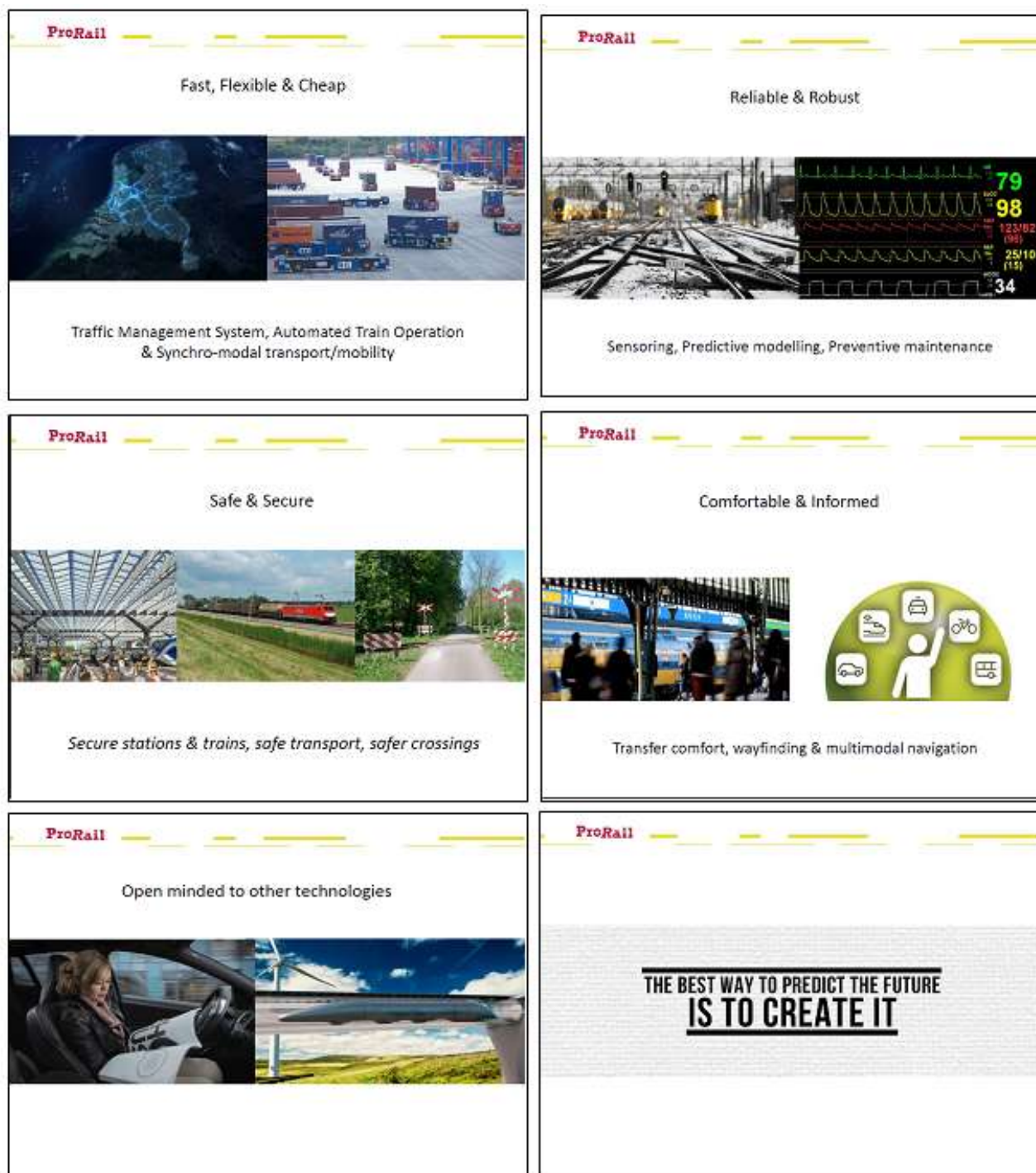


圖 3.5 Chris Verstegen 簡報內容

(二)運用資訊科技使服務及績效最佳化(Optimising service and performance with IT)

1.在現有基礎建設下，倫敦地上鐵運用資訊科技策略以增加容量 (The London Overground IT strategy for increasing capacity with existing infrastructure)

倫敦地上鐵(London Overground) 類似其他都會區的郊區鐵路通勤服務，相較於地下鐵 (Underground)，其軌道及車站大多位於平面或高架，隸屬於倫敦交通局，主要服務大倫敦東郊、北郊、西郊等鄉鎮，至今仍持續路網延伸的工程。

倫敦地上鐵業務處副處長 Duncan Cross 指出倫敦地上鐵於 2007 年 11 月開始營運，現行每日有 1,485 班車運行，其路網涵蓋 110 個車站(路網如圖 3.6)，車隊包含 90 列電動列車及 8 列柴油列車，2015 年載客量達 1 億 8 千 4 百萬人次，是英國第 4 大的軌道運輸系統。

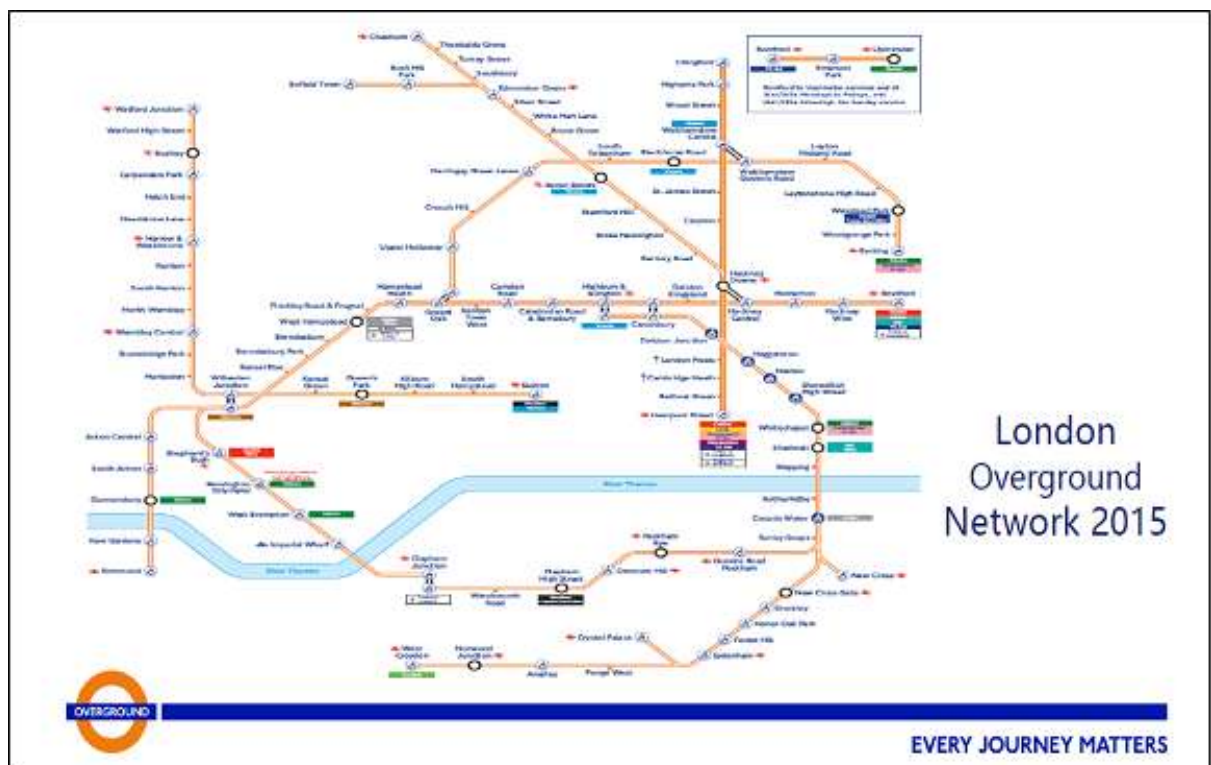


圖3.6 倫敦地上鐵路網圖

由於目前整個系統的客運量每年約成長 25%，使得擁擠成為常態，在某些車站的尖峰時間，乘客甚至於無法順利進出車廂，而上下車人數太多，使得列車必須延長停駐於車站的時間，也影響了列車整體的服務效率。因此對於倫敦地上鐵管理單位來說，如何改善上述情況，是當務之急。

Duncan Cross 指出倫敦地上鐵希望使用科技技術來進行服務規劃的分析、車輛及基礎建設的檢查及確保系統的安全。透過對列車容量的分析並結合新班表、新車廂與站體的改善，運用模擬程式 RailSys 與 Opentrack 的運算，提出改善方案如下：

- 在某些路線將原先運行 4 節車廂的 57 班列車，加長為 5 節車廂，並加長 30 個車站的月臺，使其能停靠加長版的列車，同時增設兩個機場並整修現行維修場站。
- 針對某些無法延伸月臺的車站，新的列車也引進車門控制技術，以避免車門誤開的情況。
- 在號誌管控方面，重新規劃號誌位置，以配合加長列車的使用。

管理當局預計以 3 億 8 千 5 百萬英鎊的預算，在 18 月內，完成第一階段的工作，截至 2015 年底，整個計畫較原先所預計的時程提早了一年左右。上述的倫敦地上鐵改善計畫，可以提供軌道運輸營運管理一些相關經驗。

- 計畫中一些看似不起眼的科技的使用，有時可以使得計畫獲得顯著的效益，例如在計畫中若沒有適當的車門控制技術，整個計畫就即有可能延宕；
- 針對科技的使用，必須設定一組運用的規則，以確保方法的一致性；
- 建議將注意力放置在產出與結果上，以避免對模式的可行性產生不必要的紛爭。

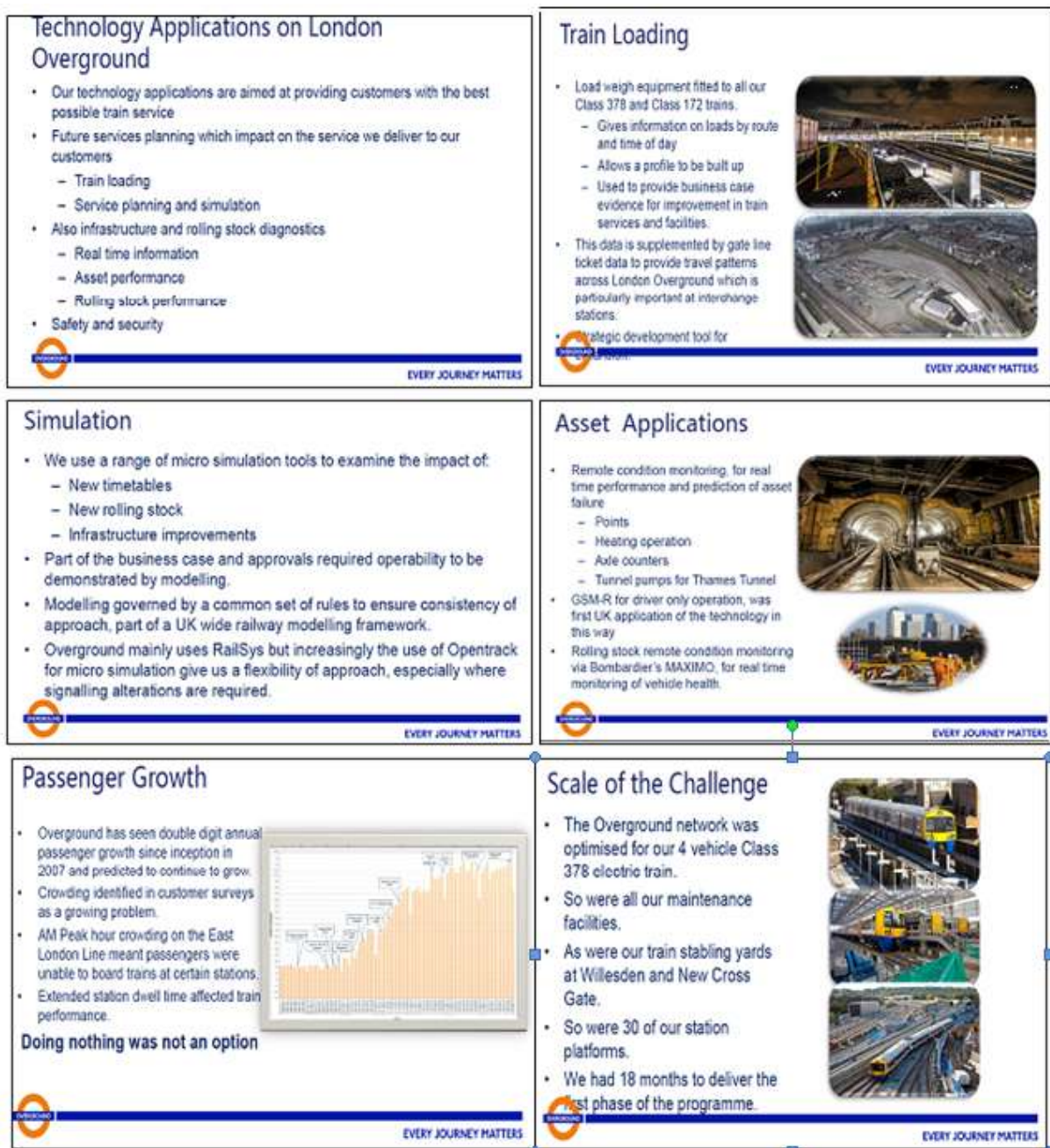


圖 3.7 Duncan Cross 簡報內容

肆、交通運輸考察

本次出國除前往荷蘭阿姆斯特丹參加「SmartRail 歐洲智慧軌道發展研討會議」吸取歐洲軌道發展相關知識外，為蒐集更多都市軌道系統實際運作經驗，於研討會後並順道參訪及考察鹿特丹團體捷運(GRT)、阿姆斯特丹及法國巴黎地鐵與輕軌系統，藉由吸取相關經驗，提供國內都市軌道運輸相關議題之參考。因此，在說明本次交通考察前，先就阿姆斯特丹、鹿特丹、巴黎市與臺北市之土地面積與人口資料整理表 4.1 所示，臺北市之人口密度遠高於其他城市。

表 4.1 鹿特丹、巴黎市與臺北市之面積與人口資料表

基本資料	阿姆斯特丹	鹿特丹	臺北市 (104 年)	巴黎市
城市面積 (平方公里)	219	208	272	2,844
人口數 (萬)	81	62	270	1,055
人口密度 (人/平方公里)	3,698	2,969	9,942	3,709

資料來源: 交通部運輸研究所，「都市軌道運輸系統型式發展之研究」期中報告，105 年 5 月

4.1 荷蘭阿姆斯特丹交通考察

由於阿姆斯特丹僅停留 3 日，以參與研討會行程為主，僅就中央車站周邊之輕軌系統進行實地考察。

(一)軌道系統簡介

阿姆斯特丹是荷蘭首都及最大城市，公共運輸系統以輕軌電車為主幹，尚有地鐵(捷運系統)、公共汽車與渡輪，皆由 GVB(荷文：Gemeentelijk Vervoerbedrijf)公司所營運。阿姆斯特丹的輕軌系統為歐洲最大規模之輕軌都市之一，目前營運中之輕軌路線有 15 條，路線長達 200 公里，共有 500 個車站，年載客量約 1.3 億

人次。而地鐵(捷運系統)路線有 4 條共 52 個車站，總長 42.5 公里，日運量約 23 萬人，路線如圖 4.1 所示。阿姆斯特丹軌道系統除了地鐵(捷運系統)、輕軌電車外，還有提供至鄰近之史基輔機



場與荷蘭其他都市之區域鐵路服務，以及跨國之高速鐵路服務。

圖 4.1 阿姆斯特丹捷運輕軌路網圖

資料來源：<http://en.gvb.nl/reizen/plattegronden>

(二)票證系統

阿姆斯特丹公共運輸皆採電子票證系統，車票種類包括單程車票、悠遊卡(OV 卡，分為記名與非記名)，還有以天數計的 GVB 卡，持有 GVB 卡或悠遊卡都可以搭乘捷運、輕軌、公車，甚至城際鐵路。除進出捷運站刷卡外，公車與輕軌系統皆為車上刷卡，且為計程收費，上下車都必須刷卡，輕軌系統上車與下車是從特定的門上或下(如圖 4.2a 與 b)。



圖 4.2 阿姆斯特丹輕軌月臺刷卡設備

本次荷蘭行程以 OV 卡作為大眾運輸付費工具，空卡售價 7.5 歐元，有效期限為 5 年，搭乘公車、輕軌及地鐵時最低餘額要超過 4 歐元，若低於最低餘額(Boarding fare)，即使刷卡進站，查票時亦將視為逃票，OV 卡片及儲值機如圖 4.3 所示。



圖 4.3 阿姆斯特丹 OV 卡片及儲值機外觀

(三)輕軌系統簡介

阿姆斯特丹中央車站為公車、地鐵及輕軌之匯集處，輕軌多為 5 節式的低底盤車廂，主要為 B 型與 C 型路權型式，由於供電系統採架空線型式，因此輕軌電車路線上空經常佈滿架空線，如圖 4.4。



圖 4.4 阿姆斯特丹輕軌路線上空佈滿架空線

為鼓勵自行車使用，於路權配置上會有自行車專用道、輕軌專用路權範圍以及一般性車輛通行。如圖 4.5 道路有三種鋪面，左側紅色鋪面為汽車使用，中間灰色鋪面為輕軌路權(此路段為輕軌與公車共用路權)，右側磚紅色鋪面為自行車專用。

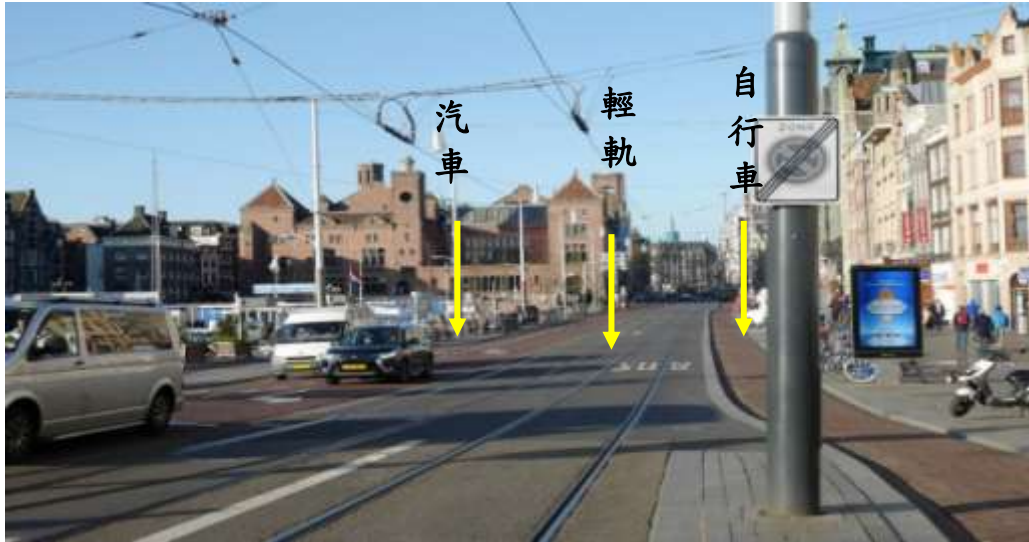


圖 4.5 阿姆斯特丹輕軌路權與鋪面

輕軌系統已融合成為阿姆斯特丹居民生活的一部分，人們自由自在的在輕軌路面穿越，當車輛一來，隨即自動併入車道或人行道中恢復秩序，形成有趣的對照畫面，如圖 4.6 及圖 4.7 所示。



圖 4.6 居民任意穿越阿姆斯特丹輕軌路面



圖 4.7 阿姆斯特丹輕軌列車到達之路面秩序

(四)輕軌車站及車輛

阿姆斯特丹輕軌車站設施相當簡明(如圖 4.8)，以輕鋼架與透明材質為主，車站顯得輕巧與現代化，有詳細路線圖與班表與廣告，另車站附掛座椅，方便旅客可暫歇靠。圖 4.9 顯示輕軌月臺高度不高，方便旅客攜帶行李箱與上下車，以及方便乘坐輪椅旅客進出。車站上並無售票機，因為阿姆斯特丹輕軌是於 GVB 服務中心售票，或是在車上購票。



圖 4.8 阿姆斯特丹中央車站前之輕軌車站 1



圖 4.9 阿姆斯特丹中央車站前之輕軌車站 2

輕軌車輛大多為低底盤車輛，仍有少數為高底盤車輛，相關輕軌車輛如圖 4.10 至 4.12。



圖 4.10 阿姆斯特丹少數輕軌車輛底盤仍為傳統高度



圖 4.11 阿姆斯特丹新、舊輕軌車輛



圖 4.12 阿姆斯特丹輕軌車輛內部

4.2 荷蘭鹿特丹 GRT 參訪

本(105)年 4 月 21 日上午 10 時至荷蘭鹿特丹地鐵 Kralingse Zoom 站，由荷蘭系統商 2getthere 首席技術長(Chief Technology Officer)Sjoerd van der Zwaan 進行系統簡報介紹及參觀行控中心，並

實際搭乘 GRT 車輛往鄰近 Rivium 地區之 Rivium 4e straat 站(約 1.8 公里)，之後參觀維修機廠，並進行意見交流。

(一) GRT 簡介

自動運輸網絡 (Automated Transit Networks Systems ,ATN) 是一種全自動、無人駕駛操作、完全電腦自動化的運輸網路系統，一般而言，ATN 包含 GRT 系統(Group Rapid Transit)和 PRT 系統 (Personal Rapid Transit)兩大類。

PRT 系統全名為個人化快速運輸系統 (Personal Rapid Transit)，提供了乘客在路網中的任意兩點間個人化、隨到隨叫以及直達的運輸服務，所使用的車輛為小型的電動車，可以搭載 2-6 個乘客，同時結合了私家轎車(私人的行程及時間)以及大眾運輸系統的優點。GRT 系統全名為團體快速運輸系統(Group Rapid Transit)，是一種在專屬軌道上行走的運輸系統，以共乘的方式營運，每輛車可以搭載 6-30 位乘客，較 PRT 可提供更大的運量及隨到隨叫的運輸服務。

GRT 系統主要適用於固定路廊運輸服務 (Corridor Service)，可應用在市中心到住宅區、工/商業區、主題樂園及渡假村。目前世界上有 5 條自動運輸網絡 (ATN) 系統已經通車運轉，另外還有幾條路線尚在規劃階段，2getthere 公司將 GRT 應用在荷蘭鹿特丹停車場(Rivium)，本次係參觀鹿特丹地鐵 Kralingse Zoom 站至停車場 Rivium 間之 GRT 系統。

(二) 鹿特丹 GRT 營運狀況

現行駛於鹿特丹 Rivium 地區的 GRT 系統已更新至第三代系統，路線長約 1.8 公里，分設 5 站，營運時間為上午 6 點至晚上 9 點，尖峰班距可至 2.5 分鐘。其車輛長約 6 公尺、寬約 2 公尺、高約 2.7 公尺，可搭載 20 人(12 個座位 8 個站位)，以電力驅動車輛，採無人駕駛自動導引於專用道路上，目前由荷蘭公共交通巴

士公司(Connexxion)營運。民眾需持卡片至月臺刷卡機刷卡，並按下叫車按鈕，行控中心則會派車前往，搭乘一趟 0.5 歐元，如圖 4.13 至圖 4.16。



圖 4.13 鹿特丹 GRT 路線圖



圖 4.14 鹿特丹 GRT 車輛外觀



圖 4.15 鹿特丹 GRT 刷卡設備



圖 4.16 鹿特丹 GRT 車站



圖 4.17 鹿特丹 GRT 行駛於專用道路

（三）GRT 行車控制中心

鹿特丹 GRT 系統行車控制中心位於地鐵 Kralingse Zoom 站後，維修廠編制技術人員與行控中心操作員共編制為 1-2 名，每天 16 小時均有人員駐守。

為了營造一個安全舒適的乘坐空間，GRT 車廂安裝了監視系統，監督車廂內即時影像，GRT 共設置 3 組攝影機，一組監看車內，一組監看車外，另一組安裝於車底監看路面，這些影像均會傳回控制中心，如圖 4.18 所示。



圖 4.18 GRT 車廂 CCTV 攝影機

行控中心為 GRT 系統運轉監控中心，可監控 CCTV 畫面、車輛行駛位置、及車輛電池電量等即時狀態。行控中心 CCTV 除監視車廂內外之畫面外，在行駛路線之重要路口亦設置監看攝影機，發現異常狀況時（如行人誤闖車道、攔車桿不動作），可立即採取措施，如圖 4.19 及圖 4.20 所示。



圖 4.19 行控中心 CCTV 監視畫面 1



圖 4.20 行控中心 CCTV 監視畫面 2

(四) GRT 系統車輛維修廠

鹿特丹 GRT 系統車輛維修廠位於地鐵 KRALINGSE ZOOM 站後，維修廠面積約為 29X30 平方公尺，維修廠主要功能為簡易車輛維修、駐車及 GRT 車輛充電，有關壁式充電站及充電板如圖 4.21 所示。

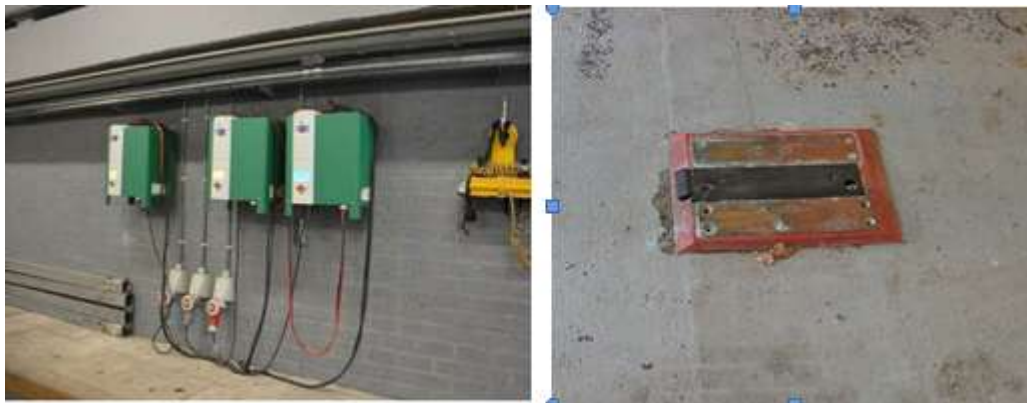


圖 4.21 維修工廠壁式充電站及充電板

參訪最後，為感謝 2GETTHERE 公司接待，除致贈致贈本所紀念品外，參訪團成員並與 MR.SJOERD VAN DER ZWAAN 合影紀念，如圖 4.22 及圖 4.23。



圖 4.22 致贈本所紀念品



圖 4.23 2getthere 技術長 Mr. Sjoerd van der Zwaan 合影

4.3 法國 SYSTRA 總部與巴黎公共運輸公司(RATP)參訪

本(105)年 4 月 22 日至巴黎 15 區之 SYSTRA 總部辦公大樓，鄰近法國網球名將蘇珊·倫格倫紀念運動公園，由 Sarah Madjedi (SYSTRA 亞太地區代表)進行「法國運輸發展經驗概述」簡報介紹。之後由巴黎大眾運輸公司（Régie Autonome des Transports Parisiens，簡稱 RATP）國際關係部主任 Natacha Ferrier，介紹其公司營運概況，並進行意見交流。

(一)SYSTRA 公司參訪交流

法國 SYSTRA 公司有豐富軌道規劃與設計經驗，並且參與法國相當多之都市軌道規劃，對於法國都市軌道推動相關制度與規定，相當熟稔，且對於都市軌道系統型式評選亦有豐富的經驗，此次參訪即請 SYSTRA 公司對於法國都市軌道推動相關制度與規定，以及其對於都市軌道系統型式評選之考量因素或相關作業進行分享與交流。



圖 4.24 法國 SYSTRA 總部合影

1. SYSTRA 公司簡介

法國 SYSTRA 公司由法國國營鐵路總公司(SNCF)與巴黎公共運輸公司(RATP)共同組成，專門從事高速鐵路、鐵路、捷運、輕軌、現代有軌電車及交通基礎設施等領域的工程技術服務，2015 年底全球員工人數約 5,000 人，2014 年營業額為 5.27 億歐元，其中 50%來自國際市場，除參與法國所有的高速鐵路(2000 km) 及全世界 50%高速鐵路之興建工程，並參與世界最長的杜拜無人駕駛的捷運系統(75KM)及全球 20 多條無人駕駛捷運系統之興建工程，以及參與世界第一條無架空線輕軌之興建與營運(波爾多輕軌)及 400km 的輕軌工程。

2. SYSTRA 公司簡報摘要

(1)法國軌道交通推動機制

A.推動單位

法國自 1983 年頒布國內運輸法（Loi d’Orientation des Transports Interieurs, LOTI）後，推動由各市鎮籌組都市交通管理委員會（Public Transport Authorities，以下簡稱 AOTU）管理與規劃大眾運輸系統的權利，中央則根據各 AOTU 所提

經費需求予以補助。

法國本土分為 13 個分區(96 個省)，各區有公共運輸委員會管理區域鐵路、區域巴士、校車服務等，巴黎的公共運輸委員會為 STIF(Syndicat of Transport Ile de France)。

AOTU 的成員除了當地議會議員之外，也會邀請當地社團、行政官署指派代表或專家加入，還有各城市之交通部門。AOTU 具有實際行政權的組織，負責擬定都市運輸發展之策略、交通計畫之推動與執行(決定服務、系統與費率)、財源籌措以及公共運輸服務之招標作業。通常一個地區的公共運輸(包括軌道、巴士等)委託由一家業者營運，約每 5 年會重新招標，並且擬定營運指標作為考核。

B.財源籌措

公共運輸於法國屬於赤字部門，主要靠票箱收入、交通稅與政府補助等 3 種來源支付其支出。一般而言，票箱收入約占 20%；交通稅是向轄區內，僱員 10 人以上(含 10 人)的公私立機構徵收的費用，計算的基礎是根據總工資的百分比，徵收之後以用在公共運輸的用途為限，專款專用。由 SYSTRA 公司簡報中(如圖 4.25)對於法國統計 2000 年至 2008 年因應公共運輸支出之財源之組成，可看出票箱收入約占 20%，交通稅約占近 40%，地方政府補助約 35%，州政府約補貼 5%。

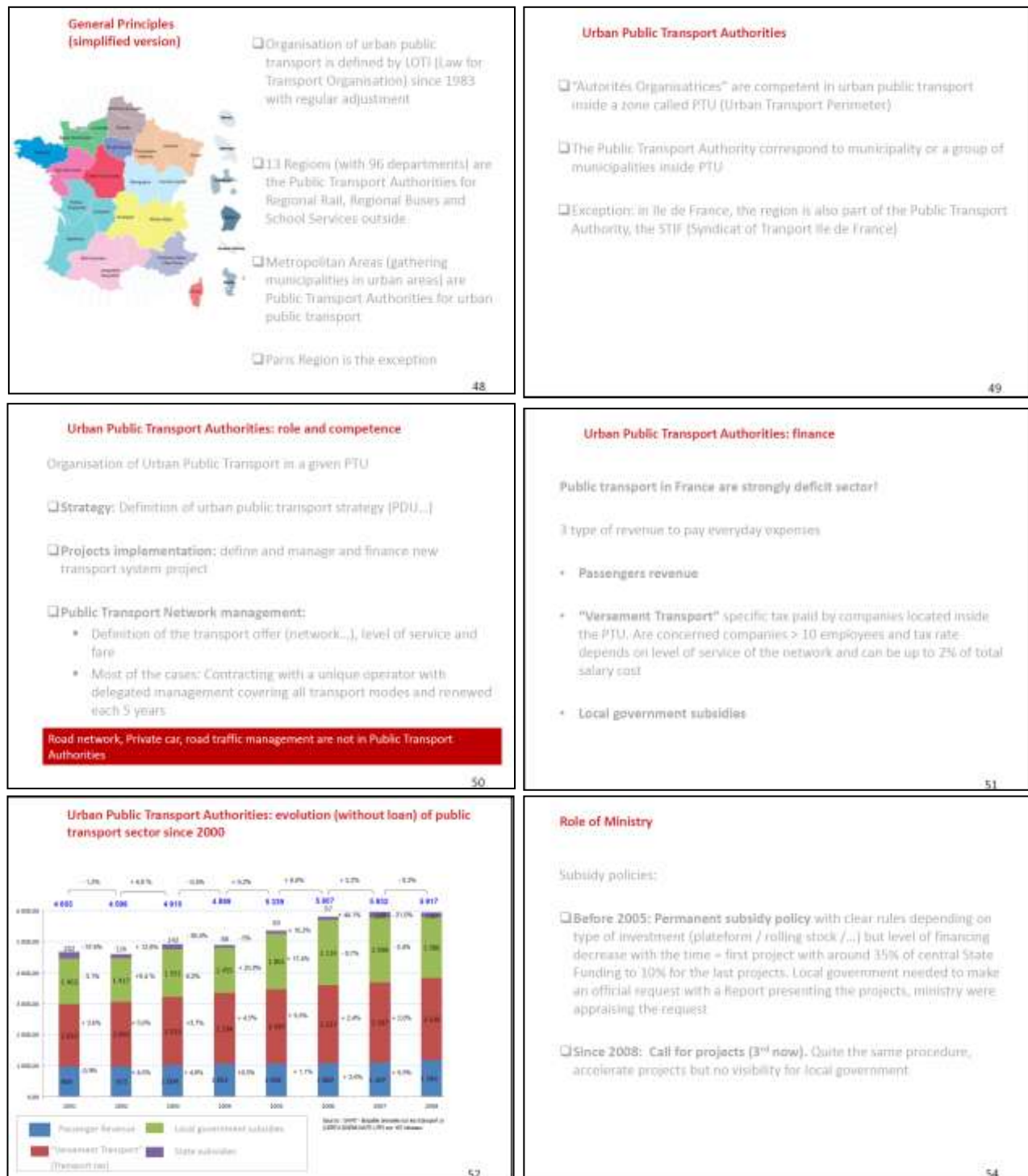


圖 4.25 SYSTRA 簡報內容-1

(2)運輸系統型式選擇

SYSTRA 公司提出於規劃或系統評估前，要釐清運輸系統之需求性，運量規模、系統特性、要解決甚麼樣的問題或滿足甚麼需求。運輸系統之型式非常多，不同系統有其服務運量及成本，必須依個別需求考量評估。

- 重運量系統(MRT):包含區域鐵路、地鐵(subway)、郊區鐵路，每小時單向可服務20,000-60,000人次，每公里造價約70-150百萬歐元。
- 輕軌系統(LRT): 包含地鐵(metro),單軌；每小時單向可服務6,000-25,000人次，每公里造價約50-70百萬歐元。
- 由司機目視操作之軌道交通系統:鐵路輕軌(Tram-train)、電車(每小時單向可服務3,000-10,000人次，每公里造價約16-30百萬歐元)、膠輪電車。
- 導引或非導引之道路系統:公車、公車捷運(依等級不同，每小時單向可服務3,000人次以下或-15,000-30,000人次，每公里造價約7-10百萬歐元)、無軌電車。
- 其他系統:服務特殊需求的小型運輸系統，例如輸送帶、船舶。
- 架空系統:纜車。

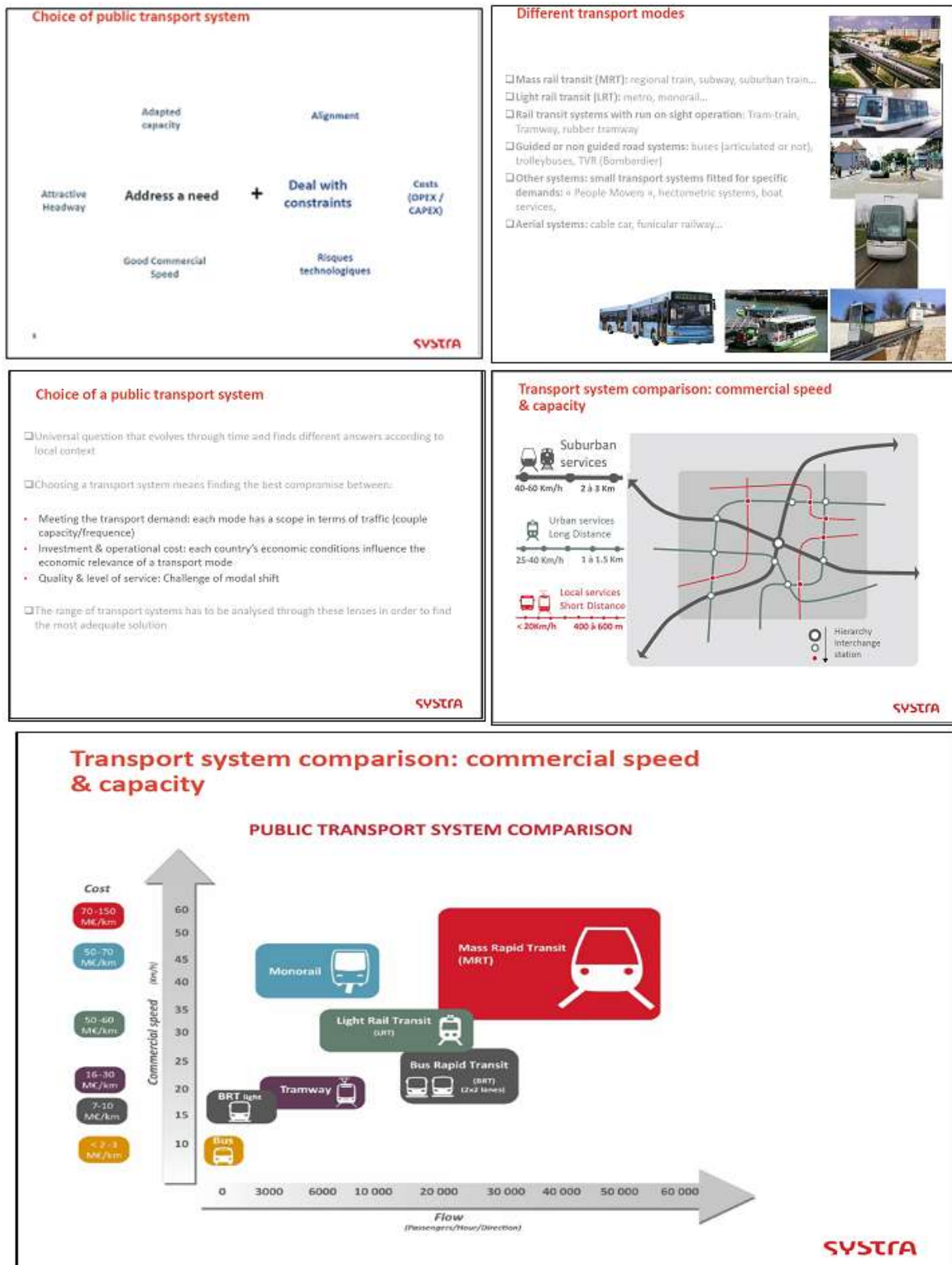


圖 4.26 SYSTRA 簡報內容-2

(二)巴黎公共運輸公司(RATP)參訪交流

巴黎公共運輸公司(RATP)除經營巴黎境內公共運輸，亦擔任海外顧問提供相關研發及營運經驗等，本次考察行程特別安排參訪該公司，以了解其經營理念並進行交流。



圖 4.27 聽取 RATP 簡報

1.RATP 簡介

大巴黎地區(Ile-de-France area，又稱法蘭西島)為距離首都巴黎半徑 50 公里之範圍，包含 8 個省，是法國經濟活動的首要中心，2016 年國內生產總值（GDP）占全國 29%，人口為 1200 萬(占全國人口 29%)，有 6 百萬名員工(占全國就業人口的 23%)。巴黎市區內往來旅次中，公共運輸占 64%，小汽車占 28%，其他運具占 8%。

大巴黎地區公共運輸營運單位有3個，如圖4.28所示：

- 巴黎大眾運輸公司（RATP），屬於公營公司，負責經營區域快鐵RER、巴黎地鐵、路面電車、公共汽車、蒙馬特纜車，運量占75%。
- 法國國家鐵路公司（Société nationale des chemins de fer français, SNCF），屬於國營企業，負責經營巴黎市區外RER A、B路段及RER C、D、E線，運量占17%。
- 大巴黎地區私人運輸業者聯盟（OPTILE）為民營公車業者，

運量占17%。

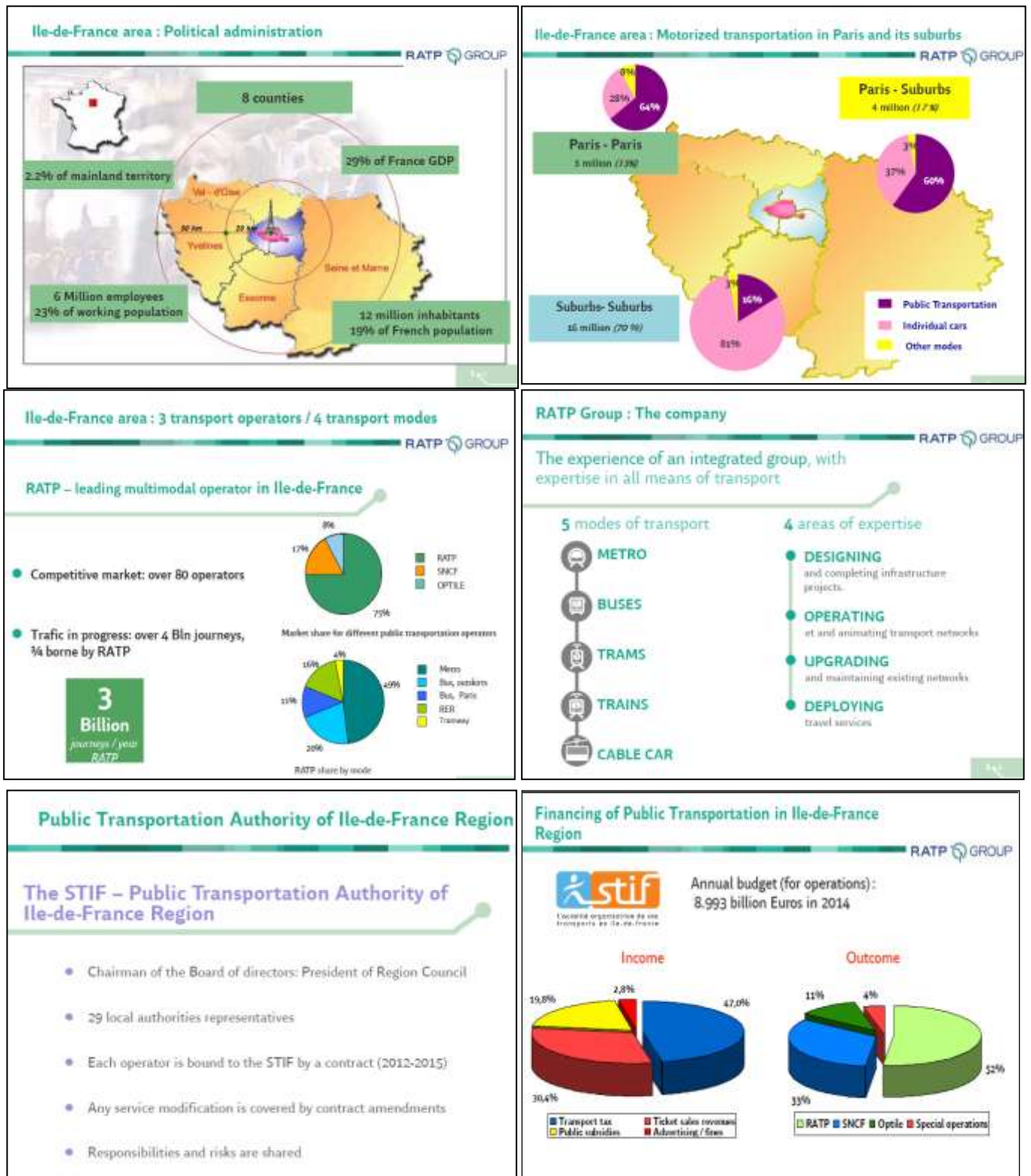


圖 4.28 RATP 簡報內容 1

大巴黎地區公共運輸委員會（STIF）為公共運輸主管單位，由29個地方當局的代表組成，其任務為定義整體運輸政策、核准投資案、決定費率、決定經營路線等。公共運輸營運單位包括RATP、SNCF及OPTILE，均須與STIF簽訂營運合約，並由STIF定期考核其營運服務績效，作為獎勵與補助之參考。經統計大巴黎地區公共運輸主要收入來源，47%來自公、民營企業雇主繳納之通稅、19.8%為副業收入，30.4%為票箱收入，2.8%為廣告收入；支出部分則為52%支付給RATP、33%支付給SNCF及11%給公車業者OPTILE。目前大巴黎區公共運輸資訊整理如表4.2所示。

表 4.2 大巴黎區公共運輸資訊

運具	路線(條)	車站(座)	長度(公里)	日運量(人次)
地鐵	14	384	215	500 萬
輕軌	路線 7 支線 2	137	100	91.5 萬
區域快鐵 RER	2	67	115	170 萬
公車及 BRT	353 條	7,800 停靠站	3,900	300 萬

資料來源:整理 RATP 簡報內容

法國輕軌目前之發展趨勢為結合當地特色與城市美學，在著手規劃路線時即加入建築師與藝術家之參與，獲得民意單位及當地居民認同，可減少推動之阻力。法國許多城市輕軌車輛造型均融合當地特色，以塑造新的城市意象(如圖 4.29)，例如漢斯(Reims)為香檳之城，輕軌車頭猶如香檳酒杯造型，其車體顏色亦儘量融和城市環境；波爾多(Bordeaux)為葡萄酒之鄉；馬賽(Marseille)為法國最大港口；里昂(Lyon)輕軌列車之車頭設計形似蠶寶寶，可彰顯里昂絲織中心的地方特色。

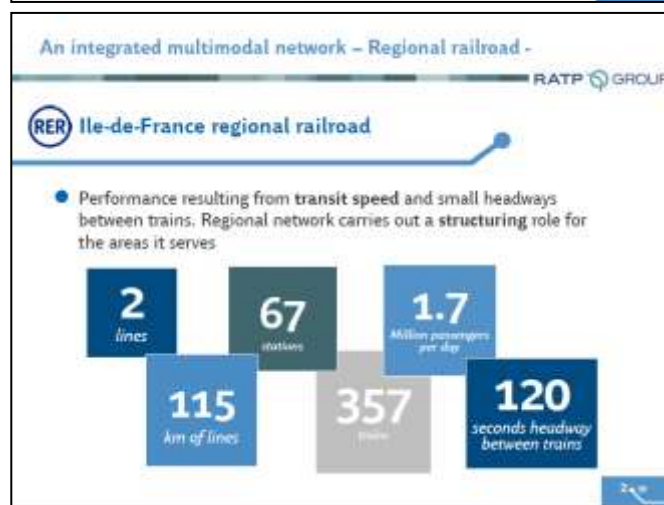
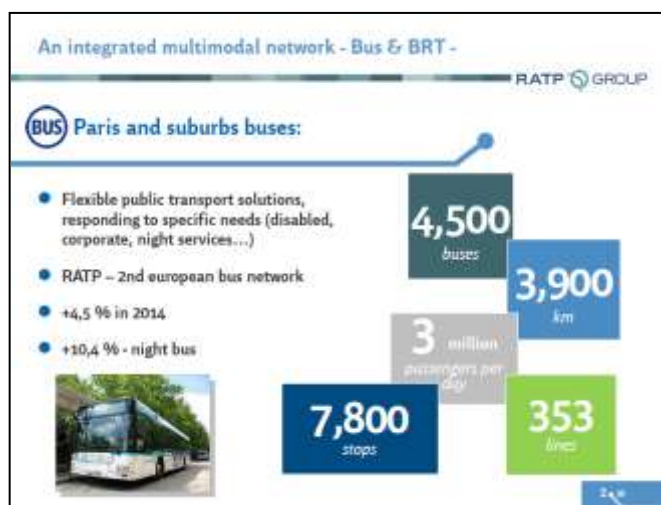
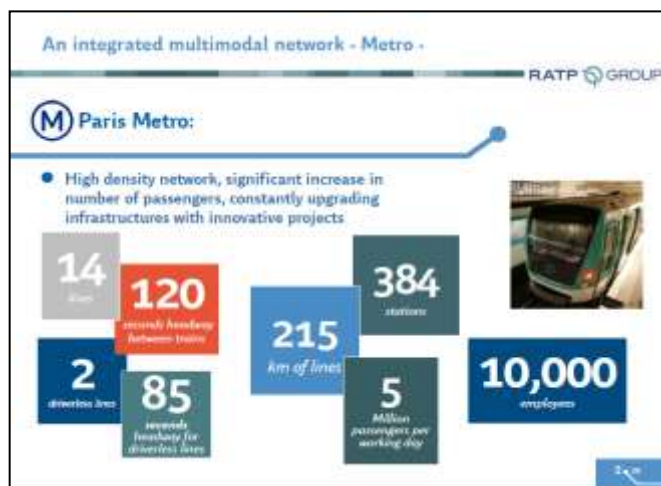


圖4.29 RATP簡報內容2

4.4 巴黎輕軌 T3 線及機廠參訪

為了解輕軌之運作情況，規劃至輕軌T3 線機廠及行控中心進行參訪，由機廠維修經理Franck Clark進行介紹，並進行意見交流。

(一) 巴黎輕軌T3線簡介

巴黎輕軌T3 線以環狀方式營運，分為T3a 及T3b 段，共行經巴黎第12、13、20、19及18行政區，並與兩條區域快鐵(RER)路線、11條地鐵與44條公車路線銜接轉乘。不像其它輕軌路線位於郊區或是使用既有鐵路改建，T3路線設置於現有車道上，於2006年開始營運，目前T3a線長12.4公里，有25個車站，日運量為20.5萬人次；T3b線長9.9公里，有18個車站，日運量為11.3萬人次，路線如圖4.30所示

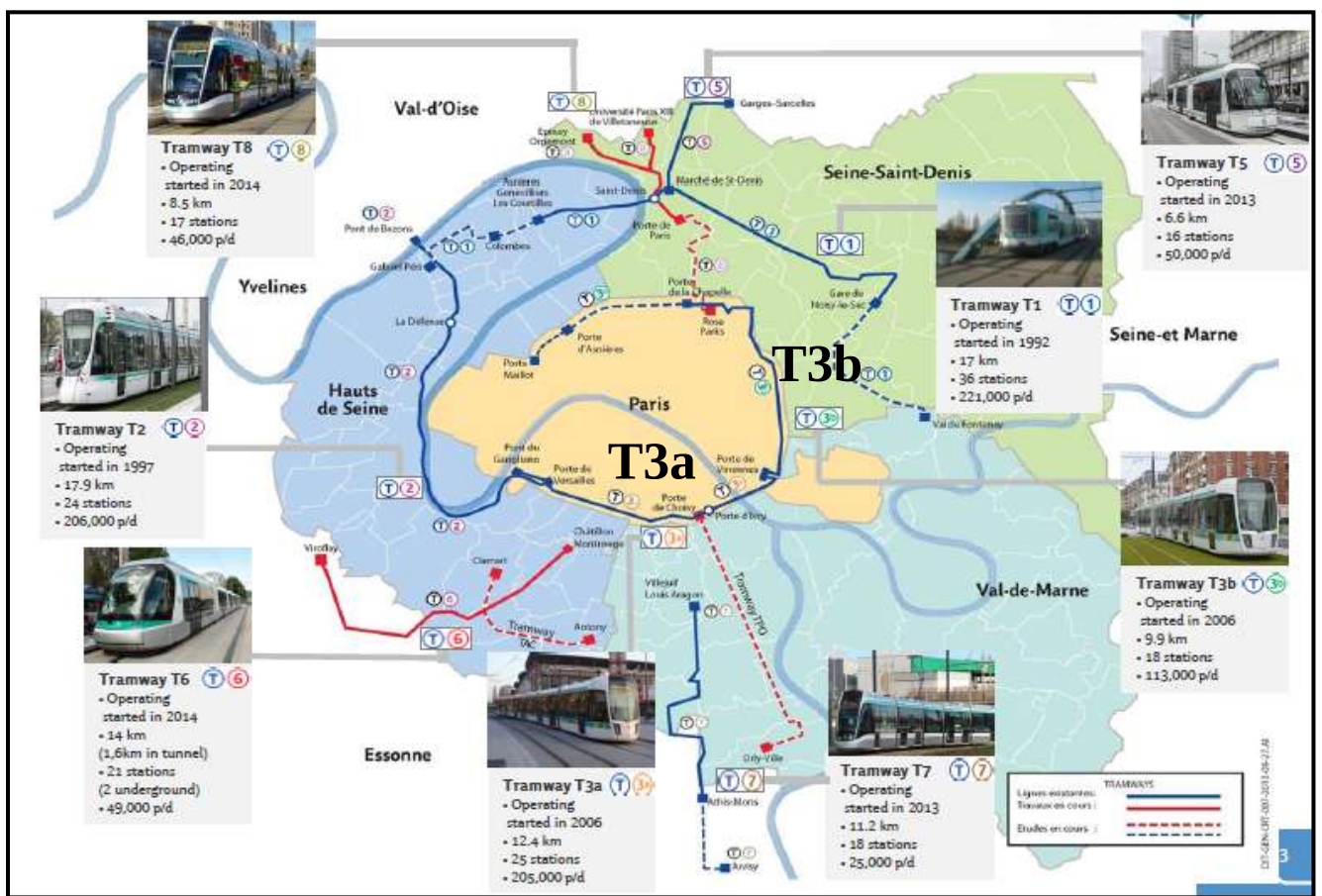


圖 4.30 巴黎輕軌路線圖

資料來源：RATP 提供簡報資料(105.4)

輕軌T3線候車月臺與阿姆斯特丹輕軌車站類似，均以輕鋼架與透明材質為主，站臺設有路線、周邊地圖資訊與售票系統 (如圖 4.31及圖4.32) 。部份軌道周邊鋪上了草坪(如圖4.33)，象徵綠色交通理念，也美化了城市景觀。



圖 4.31 巴黎輕軌 T3 車輛進站與候車月臺



圖 4.32 巴黎輕軌 T3 線站亭設有路線資訊與自動售票機器



圖 4.33 巴黎輕軌 T3 沿線之草坪

T3輕軌車廂內的座位多為兩排對坐，車輛為低底盤設計方便進出，窗戶均使用大片玻璃，以利欣賞街景，如圖4.34。T3輕軌採開放式票證系統，上車時須自行用自動打卡機打卡，或刷**Navigo**卡(悠遊卡)，為了避免有人逃票，列車內不定期有稽查人員查票，如圖4.35。



圖 4.34 巴黎輕軌 T3 車廂內部與刷卡機



圖 4.35 巴黎輕軌 T3 刷卡機

(二)巴黎輕軌T3線機廠

本次參訪巴黎T3線Lucotte維修機廠位於巴黎15區之AVENUE DE LA PORTE DE SEVRES，鄰近T3線西側Balard站南側。由於都市土地取得相當困難，故Lucotte維修機廠僅能利用如圖4.36所示之狹長範圍來設置，面積約2,800平方公尺。



圖 4.36 巴黎輕軌 T3 線 Lucotte 維修廠範圍與設施區位示意

T3線營運單位RATP為滿足輕軌車輛之調度及維修，每日收班後車輛均須開回機廠放置以防遭受破壞，另為降低人事成本，車廂外表每週清洗一次，車廂內部垃圾清理則為每天一次。

Lucotte機廠設置洗車線、檢修線、駐車線、維修備料儲放區域，主要為T3a線維修機廠。Lucotte機廠通常僅進行三級維修，即為預防性維修，較為嚴重的部分則是送回原廠維修或更換全新的車輛，相關照片如圖4.37至圖4.41。



圖 4.37 輕軌維修廠外觀



圖 4.38 輕軌維修廠維修機具



圖 4.39 輕軌維修廠待維修車輛



圖 4.40 機廠所停放的輕軌車輛



圖 4.41 與機場維修經理合影

(三)T3行控中心

T3行控中心位於Lucotte維修機場西側(區位標示於前圖4.36)，外觀如圖4.42，由RATP行控中心經理Ms.Aurelie Bacon介紹，行控中心包括車輛行車監控人員透過車輛位置表隨時觀察車輛是否準時到站、行車速率等，以及現場監控人員透過車站或車輛之錄影機觀

察現場環境，掌握任何異狀、意外或緊急狀況，另還有旅客資訊服務人員，將行車資訊或轉乘巴士資訊等傳送至站臺資訊顯示系統。

Ms.Aurelie Bacon表示輕軌2列車行駛之最短間隔為100公尺，駕駛目視駕駛，一般在路口皆採優先號誌，車輛行經路口資訊會傳給當地交控中心。



圖 4.42 T3 行控中心外觀

4.5 巴黎地鐵考察

(一)巴黎軌道系統簡介

巴黎是法國的首都和最大的城市，也是法國的政治與文化中心。巴黎軌道捷運運輸路網包含區域快鐵(RER)、地鐵(METRO)、輕軌系統(Tram)、tram-train 和公車捷運，地鐵(METRO)、輕軌系統(Tram)與公車捷運均由巴黎大眾運輸公司(Régie Autonome des Transports Parisiens, RATP)經營，區域鐵路(RER)、tram-train 則主要由法國國家鐵路公司(Société nationale des chemins de fer français, SNCF)經營。巴黎軌道路線如圖 4.43 所示。



圖 4.43 巴黎地鐵、區域快鐵及輕軌示意圖

資料來源：<http://www.plandeparis.info/metro-paris/metro-paris.html>

(二)巴黎地鐵系統

巴黎捷運是歐洲第 2 繁忙的捷運系統，僅次於莫斯科，共有 14 條主線，合計有 384 座車站，路線總長度 215 公里，日運量約 500 萬人次。其中 M1、M4、M6、M11 與 M14 為膠輪系統型式(如圖 4.44)，其餘路線為鋼軌鋼輪系統型式(如圖 4.45)。



圖 4.44 巴黎地鐵 1 號線車輛圖(膠輪系統型式)



圖 4.45 巴黎地鐵 5 號線車輛圖(鋼軌鋼輪系統型式)

由於巴黎地鐵歷史悠久，早期月臺設施較簡單，根據 RATP 國際關係部主任 MS.Natacha Ferrier 介紹，目前逐步進行地鐵路線車輛與車站裝修更新(如圖 4.46 至圖 4.48)，許多車站裝修已加設月臺門(如圖 4.49 及圖 4.50 所示)。除了車站與車輛外，舊的捷運路線進行自動化更新，並透過新的號誌系統縮短班距，以便增加旅客載運量。



圖 4.46 地鐵 8 號線車廂內部及開門把手



圖 4.47 巴黎捷運 12 號線 Saint lazare 車站月臺



圖 4.48 巴黎地鐵 9 號線 Sortie 車站月臺



圖 4.49 巴黎地鐵 13 號線 Invalides 車站月臺門



圖 4.50 巴黎地鐵 14 號線 Saint lazare 車站月臺門

巴黎區域快鐵 RER、地鐵、輕軌及公車均使用同一種車票搭乘，本次係購買單程票 ticket t+ (單張全票 1,80 歐元 十張全票 14,10 歐元)，如圖 4.51。進站有驗票閘門，出站不需驗票(如圖 4.52)，惟車票須保存至出站，避免查票人員不定時查票。



圖 4.51 巴黎公共運輸單程票



圖 4.52 巴黎地鐵進站及出站閘門

伍、心得與建議

5.1 心得

1. 參與國際研討會議，了解歐洲軌道發展趨勢

本次參加「SmartRail 歐洲智慧軌道發展研討會議」，會議聚焦在鐵路產業之革新與知識分享，並藉由資訊科技及大數據等創新概念，朝降低成本，提高投資報酬率及乘客滿意度上改進。隨著物聯網、車聯網及 Big Data 時代的來臨，很多歐洲大型軌道集團非常重視資料之處理分析，亦有很多創新服務公司在強化這方面的服務，透過軟硬體服務的提升，例如加強列車的可靠性及安全性、提高乘客的舒適性及便利性等措施，以增加旅客量及提高營收，對於本所推動軌道運輸相關業務有相當大之助益。

2. 實地了解輕軌與 GRT 的運作方式

國內目前僅有中高運量之捷運系統，雖然高雄環狀輕軌即將通車，惟對於一般民眾而言，對於其他都市軌道系統仍相當陌生。本次藉由赴荷蘭阿姆斯特丹參與研討會，順道考察阿姆斯特丹、巴黎輕軌及鹿特丹團體捷運(GRT)，可以發現歐洲輕軌很少高架路段，輕軌的土建結構、車站設施及行車控制系統均較簡易，可降低興建成本。另外輕軌的親和性較佳，行人可以任意穿越輕軌軌道，在輕軌路線密集地區，使用架空線供電方式多少對市容景觀造成影響，不過看久了也就習慣了。此次亦參訪鹿特丹有實際營運實績之團體捷運(GRT)系統，GRT 有著成本低、班次靈活之特性，適合人口密度不高之路廊，國內新竹市政府亦曾經提出興建個人或團體捷運系統(PRT 或 GRT)計畫。這些參訪經驗有助於了解輕軌及 GRT 系統與高運量捷運系統之差異，對後續進行軌道審議案件有相當大的助益。

3. 國外逃票罰款金額高

荷蘭阿姆斯特丹及法國巴黎之地鐵車站均有驗票閘門，而輕軌車站則多為開放式設計，民眾可購票後上車打卡或於車上刷類似悠遊卡支付車資，本次行程乘車時間皆未見查票人員。歐洲對於逃漏票之罰金很高（約 50 倍票價），以嚇阻逃漏票行為。國內除長程軌道運具(臺鐵及高鐵)有設置查票人員外，目前都市公共運輸如捷運及公車等，均少見查票人員，因搭乘路程短及車資不高，且尖峰時段車廂擁擠，設置查票人員是否有助於增加票箱收入而不擾民，值得營運單位加以評估。

4. 巴黎公共運輸營運單位經營經驗，可供國內參考

巴黎的公共運輸委員會為 STIF(Syndicat of Transport Ile de France)，由市長、交通部門及相關學者專家組成，每 5 年會與營運公司(目前為 RATP)簽訂公共運輸(包括軌道、巴士等)營運合約，透過合約，將班次、準點等營運指標，作為地方政府應支付的價金。營運公司僅須致力達成營運指標項目，STIF 則視營運狀況作為下次簽約的考核依據。為獲得最大利益，巴黎公共運輸公司（RATP）除營運地鐵、輕軌及公車等公共運輸事業外，亦積極拓展經營國外軌道事業之技術顧問及維運服務等。反觀國內發展軌道運輸之地方政府紛紛成立公營公司，在未達規模經濟之情況下，其獲利空間有限，巴黎軌道營運單位營運發展之經驗，可以提供國內參考。

5.2 建議

1. 研討會議資料，可供相關研究參考

本次研討會共有 60 位來自不同國家的歐洲鐵路營運商、鐵路基礎設施公司、鐵路管理局、鐵路協會或聯盟、列車控制系統業者、鐵路通訊業者等單位之專家學者，發表專題演說，分享他們專業領域的實踐，及在行業內推廣的合作。研討會有四個主題論壇，包括號誌通訊(signalling & telecoms)、資訊科技網路(IT networks)、乘客資訊(passenger information)及車輛技術(rolling stock)，可以獲取歐洲鐵路最新發展趨勢資料，相關簡報資料可作為本所「都市軌道運輸系統型式發展之研究」計畫案中參考。

2. 輕軌運輸系統為中低運量路廊之選擇運具

本次考察之荷蘭阿姆斯特丹及法國巴黎輕軌，均採用 B 型或 C 型路權，行人常隨意穿越軌道，例如阿姆斯特丹市區輕軌路線班次非常多，在最繁忙的 DEMARK 路上，輕軌就像在市區中穿梭的公車一樣，因為無實體分隔，列車司機對於侵入的行人，亦僅是按喇叭提醒。依據 RATP 的簡報資料，愈來愈多城市將輕軌車站及車體之設計與地區發展結合，並讓民眾參與提高認同感，塑造一種城市美學，法國巴黎 T3 輕軌亦透過低底盤車廂以及軌道鋪設草皮之綠化措施，增進與居民的親和力。目前國內有多條尚未核定或規劃中之輕軌路線，可參考法國經驗，在規劃之初將輕軌發展與城市美學結合，塑造地方特色外，並適度讓民眾參與，讓民眾了解輕軌運輸系統為中低運量路廊的新選擇運具，相關資料將納入本所「都市軌道運輸系統型式發展之研究」計畫案，做為地方政府後續路廊推動輕軌之參考。

3. 都市軌道營運單位可考量於規劃時確立

法國巴黎公共運輸公司（RATP）目前負責營運大巴黎地區營運地鐵、輕軌及公車等公共運輸，值得關注的是在新的捷運路線或輕軌路線設計規劃期間，RATP 便可加入設計討論，可及早就營運與旅客需求提出建議，並協助對民眾之說明與溝通協調。大巴黎地區因為公車與輕軌同由 RATP 經營，也可就公車路線整合進行相關配套措施。營運單位及早加入的好處是可以負擔一些與民眾溝通之工作，培養長期服務之關係。反觀臺灣因建設與營運是分由不同機構或公司負責，對於規劃期間運量不高或營運情況不佳路線，營運單位於後期加入，無法事先將營運需求提供給建設單位，亦可能產生營運公司承接意願不高之窘境。

參考資料

1. Smartrail 官方網站，<http://www.smartraileurope.com/>。
2. 荷蘭公共運輸公司(GVB)官網，<http://en.gvb.nl/>。
3. 荷蘭鐵路公司(NS)官網，<http://www.ns.nl/en>。
4. 荷蘭悠遊卡(OV-chipkaart)官網，<https://www.ov-chipkaart.nl/home-1.htm>。
5. 鹿特丹 GRT 營運公司 2getthere 官網，<http://www.2getthere.eu/>。
6. 巴黎公共運輸公司(RATP)官網，<http://www.ratp.fr/>。
7. RATP 簡報資料。
8. 交通部運輸研究所，「都市軌道運輸系統型式發展之研究」期中報告，105 年 5 月。
9. 維基百科 <http://zh.wikipedia.org/zh-tw/>。
10. GOOGLE 搜尋引擎 <https://www.google.com.tw>。