

行政院所屬各機關因公出國報告書
(出國類別：出席國際會議)

出席「2011年世界鐵路內裝
展覽論壇」

服務機關：交通部高速鐵路工程局

姓名職稱：李開熙 正工程司兼科長

派赴國家：德 國

出國期間：中華民國 100 年 11 月 13 日至 11 月 19 日

報告日期：中華民國 101 年 02 月 09 日

出席「2011年世界鐵路內裝展覽論壇」報告

摘 要

2011年世界鐵路內裝博覽會(Railway Interiors Expo 2011)於11月15日至17日在德國科隆舉行，主要目的是展示鐵路車輛內裝相關之技術、設計、材料、設備、元件、發展趨勢及新觀念等。本次博覽會的形式包含(1)設計與科技論壇(Design & Technology Forum)及(2)廠商產品展覽等兩種型態同時進行。今年論壇上計有38場次專題演講，展覽會場有102個參展單位，吸引來自世界各地50幾個國家約2,000餘人參與博覽會。

藉由參加「設計與科技論壇」，聽取來自世界各地專業的講者簡報，吸收鐵路車輛內裝有關之觀念、趨勢、法規及創新產品等設計與科技，三天會議主題包括：(1)鐵路車輛內部設計-概念、感覺及連續性(2)高速設計及未來旅行(3)捷運鐵路車輛設計(4)材料與複合材-減重與效率(5)防火、法規標準及被動式安全(6)座椅之設計、舒適性及安全性(7)直覺的燈光與進出可及性；另外亦抽空參觀現場廠商展示之最新產品、設備與服務項目，例如座椅、地板材料、地毯、通訊電子設備、多媒體影音、室內設計、LED燈光、廁所衛生設施等，並經由與廠商之交流，以增進對未來車體內裝趨勢與運用之了解，建立未來規劃鐵路車輛內裝設計之參考資訊。

出席「2011年世界鐵路內裝展覽論壇」報告

目 錄

第一章 前言(目的)	1
第二章 出國成員及行程	2
2.1 出席會議成員	2
2.2 出席會議行程	2
第三章 會議內容(過程)	4
3.1 第一天會議內容	4
3.2 第二天會議內容	23
3.3 第三天會議內容	49
3.4 展覽會場參觀	71
第四章 心得與建議	72
附錄 A 設計與技術論壇節目表 (Design and Technology Forum Program)	82
附錄 B 參展廠商名單 (Exhibitor Listings)	89

表目錄

表 2-1 高鐵局出席 2011 年世界鐵路內裝展覽論壇之人員	2
表 2-2 總顧問出席 2011 年世界鐵路內裝展覽論壇之人員	2
表 2-3 出席 2011 年世界鐵路內裝展覽論壇行程表	3
表 3.2-1 不同複合材料機械性質比較表	25
表 3.2-2 不同複合材料成本議題比較表	25
表 3.2-3 有毒氣體之 BSS 標準與實測值	29
表 3.2-4 不同材質之重量比較表	31
表 3.2-5 車輛分類之災害安全等級	40
表 3.2-6 材料與零件之火災行為法規需求	40
表 3.2-7 CEN TS 45545-2 測試方法(材料分級)	44
表 3.2-8 CEN TS 45545-2 需求符合表	44
表 3.3-1 SNCF 座椅與整體旅程舒適性之關聯	49
表 3.3-2 FEM 模擬預測與實測在傷害潛勢之關聯比較	52
表 3.3-3 Chip LED 與 Power LED 之比較	59

圖目錄

圖 3.1-1 鐵路顧客需求金字塔	4
圖 3.1-2 列車設計品質金字塔	5
圖 3.1-3 產品壽命週期曲線	6
圖 3.1-4 舒適便利的車廂內裝設計	10
圖 3.1-5 標準設計型式之浮動式地板結構	11
圖 3.1-6 新發展之浮動式地板結構	12
圖 3.1-7 德國新世代列車 NGT 之車輛設計概念	13
圖 3.1-8 德國新世代列車 NGT 之透明車頂車廂示意	14
圖 3.1-9 澳洲高速列車 A-HSV 概念設計外型示意	17
圖 3.1-10 舊金山灣區捷運(BART)路線圖	19
圖 3.1-11 舊金山灣區捷運(BART)車內景象	20
圖 3.1-12 舊金山灣區捷運(BART)車廂內部改造概念圖	22
圖 3.2-1 先進複合材料 Prepreg 作業程序	25
圖 3.2-2 複合材料/三明治之應用案例	27
圖 3.2-3 酚醛複合材地板結構(phenolic composite floor panel construction)	30
圖 3.2-4 Superform 示意圖	32
圖 3.2-5 完整生命週期	33
圖 3.2-6 荷蘭鐵路 ICM 列車	34
圖 3.2-7 關於車輛授權要求之法律金字塔(Legal pyramid)	35
圖 3.2-8 車輛火災安全之基本原則	36
圖 3.2-9 鐵路車輛在歐洲之防火安全標準(目前)	43
圖 3.2-10 鐵路車輛在歐洲之防火安全標準(2012 年年底以後)	43
圖 3.2-11 火災偵測與控制整合系統示意	46
圖 3.2-12 HI-FOG 彈出式撒水噴嘴頭	48
圖 3.3-1 乘坐姿勢與活動之關聯性	50
圖 3.3-2 Compin S65 座椅模擬樣態	51
圖 3.3-3 座椅操控系統未來發展可能性	53
圖 3.3-4 座椅設計考量要素	53
圖 3.3-5 ISEAT 概念座椅	55

圖 3.3-6 強化舒適與安全設計之模組化座椅概念示意	57
圖 3.3-7 LED 應用例(左圖：SNCF-AGC；右圖：倫敦地鐵)	58
圖 3.3-8 Chip LED 與 Power LED 之外觀比較	59
圖 3.3-9 上車困難度調查	63
圖 3.3-10 上車時需人員協助調查	63
圖 3.3-11 旅客攜帶行李上車而需幫助調查	64
圖 3.3-12 收藏於車輛內之斜坡渡板(丹麥/DSB)	65
圖 3.3-13 收藏於月台上之斜坡渡板(比利時)	65
圖 3.3-14 收藏於車輛內之升降機案例-1	66
圖 3.3-15 收藏於車輛內之升降機案例-2	66
圖 3.3-16 收藏於月台上之升降機案例	67
圖 3.3-17 輪椅與固定座椅面對面之空間需求	69
圖 3.3-18 輪椅與固定座椅同向之空間需求	69
圖 3.3-19 輪椅背後結構之空間需求	70
圖 3.3-20 輪椅固定設備例(左-QM3、右- Quantum)	70
圖 3.4-1 2011 世界鐵路內裝展覽論壇展覽會場平面配置	74
圖 3.4-2 世界鐵路內裝展覽論壇(Railway Interiors Expo 2011)議場外面	75
圖 3.4-3 世界鐵路內裝展覽論壇(Railway Interiors Expo 2011)議場入口	75
圖 3.4-4 設計與科技論壇(Design and Technology Forum)場地-1	76
圖 3.4-5 設計與科技論壇(Design and Technology Forum)場地-2	76
圖 3.4-6 鐵路內裝展覽會場-1 (LPA)	77
圖 3.4-7 鐵路內裝展覽會場-2 (Q'Straint- QUANTUM)	77
圖 3.4-8 鐵路內裝展覽會場-3 (JETS)	78
圖 3.4-9 鐵路內裝展覽會場-4 (Almadesign- ISEAT)	78
圖 3.4-10 鐵路內裝展覽會場-5 (Schneller- Laminates)	79
圖 3.4-11 鐵路內裝展覽會場-6 (Marioff- HI-FOG)	79
圖 3.4-12 鐵路內裝展覽會場-7 (Metawell- Sandwich panel)	80
圖 3.4-13 鐵路內裝展覽會場-8 (織物)	80
圖 3.4-14 鐵路內裝展覽會場-9 (座位設計)	81
圖 3.4-15 鐵路內裝展覽會場-10 (Huber+Schner- Antenna)	81

第一章 前言(目的)

2011 年世界鐵路內裝展覽論壇 (Railway Interiors Expo 2011) 於 100 年 11 月 15 日(星期二)至 11 月 17 日(星期四)期間在德國科隆(Cologne)的展覽中心 (Koelnmesse)舉行。本鐵路內裝博覽會是世界上唯一針對鐵路和捷運車輛之內部設計與內部設備主題而提供之國際性展示會及研討會，一年一度之內裝博覽會每年均吸引世界各地之專家學者、廠商、政府機關、營運機構、研究單位及顧問公司等相關人員參與，以交換經驗並汲取創新之設計與技術，使能應用到未來鐵路車輛之效能提昇及旅客安全性與舒適性改善。

鐵路內裝博覽會三天展示期間同時舉行「設計與科技論壇(Design and Technology Forum)」，研討主題涵蓋廣泛，從空間最佳化(optimizing space)、舒適性與耐久性，到座椅(seating)、營運效益、可及性(accessibility)、餐飲(catering)、火災安全(fire security)及耐撞性(crashworthiness)等內容；此外，燈光技術(lighting)及各種材質與複合材料(composites)之輕量化(weight-saving)應用設計，亦在研討範圍中。鑑於本次鐵路內裝展覽論壇內容對於本局後續推動辦理桃園國際機場聯外捷運系統建設計畫、輕軌計畫、高鐵計畫及其他鐵路系統，頗具參考價值，爰指派由本局第三組車輛科李開熙正工程司兼科長及中興工程顧問公司(總顧問)赴德國出席 2011 年鐵路內裝展覽論壇，藉由參加研討會及現場參訪百餘家參展攤位之機會，吸取鐵路車輛內裝設計上之新知、經驗及發展趨勢，其能對本局推動相關業務可資借鏡與參考。

第二章 出國成員及行程

2.1 出席會議成員

本次於德國舉行之 2011 年世界鐵路內裝展覽論壇 (Railway Interiors Expo 2011)，會議地點位於科隆(Cologne)之展覽中心第 9 館(Hall 9 of Koelnmesse in Cologne, Germany)，出席本屆鐵路車廂內部裝修博覽會主要是參加其「設計與科技論壇(Design and Technology Forum)」，同時，亦抽空參觀館內 100 餘家相關廠商或機構之展覽攤位，展覽暨論壇時間自 100 年 11 月 15 日至 11 月 17 日計三天，本局參加人員如下表 2-1。

表 2-1 高鐵局出席 2011 年世界鐵路內裝展覽論壇之人員

姓名	服務單位	職稱	備註
李開熙	第三組第三科	正工程司兼科長	

此外，本局辦理「臺灣桃園國際機場聯外捷運系統建設計畫」之總顧問(中興工程顧問股份有限公司)有感於本會議鐵路內裝相關研討主題及廠商參展產品或技術之重要性，對於本局後續推動辦理桃園國際機場聯外捷運系統建設計畫或其他如高鐵與輕軌等鐵路系統之相關業務，頗具參考價值，為吸取內裝新知及了解未來發展趨勢，亦派員出席會議，總顧問參加人員如下表 2-2 所示。

表 2-2 總顧問出席 2011 年世界鐵路內裝展覽論壇之人員

姓名	服務單位	職稱	備註
林根勝	中興總顧問	機電系統經理	

2.2 出席會議行程

本局出席於德國科隆舉行之 2011 年世界鐵路內裝展覽論壇之行程摘要如下表 2-3 所示。

表 2-3 出席 2011 年世界鐵路內裝展覽論壇行程表

日期	地點	往返行程及研討會主題	出席人員	
			高鐵局	總顧問
11月13日(日)	台北至科隆	<ul style="list-style-type: none"> ● 移動：台北 → 桃園國際機場 (TPE) → 法蘭克福國際機場 (RFA) → 科隆 	李開熙	林根勝
11月14日(一)				
11月15日(二)	科隆	<ul style="list-style-type: none"> ● 上午論壇主題：鐵路車輛內部設計- 概念、感覺及連續性 (Railcar interior design: concept, perception and continuity) ● 下午論壇主題： <ul style="list-style-type: none"> － 高速設計及未來旅行 (High-speed and future travel) － 捷運鐵路車輛設計 (Mass-transit railcar design) ● 參觀內裝展覽攤位 	李開熙	林根勝
11月16日(三)	科隆	<ul style="list-style-type: none"> ● 上午論壇主題：材料與複合材 - 減重與效率 (Materials and composites: weight reduction and efficiency) ● 下午論壇主題：防火、法規標準及被動式安全 (Fire protection, regulations, standards and passive safety) ● 參觀內裝展覽攤位 	李開熙	林根勝
11月17日(四)	科隆	<ul style="list-style-type: none"> ● 上午論壇主題：座椅之設計、舒適性及安全性 (Seating design, comfort and safety) ● 下午論壇主題：直覺的燈光與進出可及性 (Intuitive lighting and accessibility) ● 參觀內裝展覽攤位 	李開熙	林根勝
11月18日(五)	科隆至台北	<ul style="list-style-type: none"> ● 移動：科隆 → 法蘭克福國際機場 (FRA) → 桃園國際機場 (TPE) → 台北 	李開熙	
11月19日(六)				林根勝
11月20日(日)				

第三章 會議內容(過程)

2011 年世界鐵路內裝博覽會(Railway Interiors Expo 2011)之「設計與科技論壇(Design and Technology Forum)」共分為三天議程進行 38 場次之演講，每場次時間約 20 分鐘，論壇節目單參見附錄 A。以下根據聽講內容及主辦單位會後上網提供之簡報電子檔案(非所有場次)，錄其重要者，或特殊者，或對業務關聯較大者，予以概要說明，相關圖表資料係引用自簡報檔案。

3.1 第一天會議內容

3.1.1 早上主題：**鐵路車輛內部設計- 概念、感覺及連續性(Railcar interior design: concept, perception and continuity)**，共有 7 場研討會，演講摘要分述如下。

一、 鎂光燈下的顧客(Customers in the spotlight)

本篇簡報由荷蘭鐵路(Netherlands Railways)顧問 Dr Mark vanHagen 主講，主要在檢視顧客之需求，包括愉快的旅行經驗、欲望與需求等，也觸及車輛內外裝設計之實務，以及荷鐵 DDZ 雙層列車之改造。

(一) 顧客需求金字塔(Pyramid of Customer Needs)

顧客旅行需求可以安全、可靠、速度、容易、舒適、體驗等因素加以綜合評估，並概分為必要性(must)及渴望性(lust)，必要性指快速旅行，渴望性指輕鬆自在旅行，如下圖 3.1-1 所示。

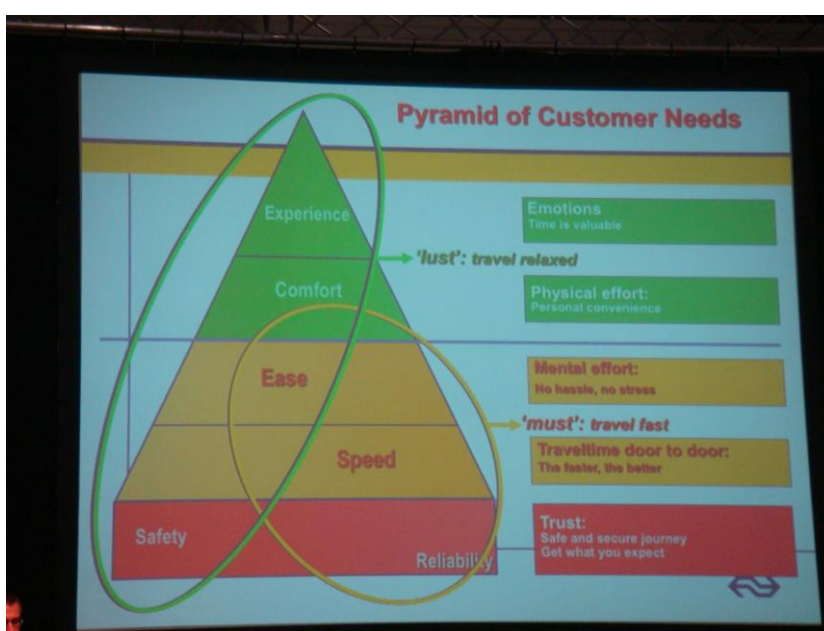


圖 3.1-1 鐵路顧客需求金字塔

(二) 必要性與渴望性之不同需求

1. 必要性(Must)

(1)特性：急忙地(in a hurry)、時間考量(time orientation)。

(2)提供之服務與環境：資訊娛樂以新聞為主(news)、色彩為冷色系(cool)、照明採明亮(bright)、音樂是放鬆的(relaxed)。

2. 渴望性(Lust)

(1)特性：非急忙地(not in a hurry)、環境考量(environment orientation)。

(2)提供之服務與環境：資訊娛樂以娛樂為主(entertainment)、色彩為暖色系(warm)、照明採柔和(low)、音樂是刺激的(stimulating)。

二、從旅客觀點之內部設計(Interior design from traveller's perspective)

本篇簡報由荷蘭(Netherlands)NedTrain 計畫經理 Saho Heijboer 說明如何以旅客之角度設計車輛。

(一) 列車設計之品質(Quality of A Train Design)

以旅客必須擁有與不能擁有之最低需求(minimum requirements)、應該擁有之基本需求(basic requirements)，以及可能擁有之期望(wishes)等三類區分。

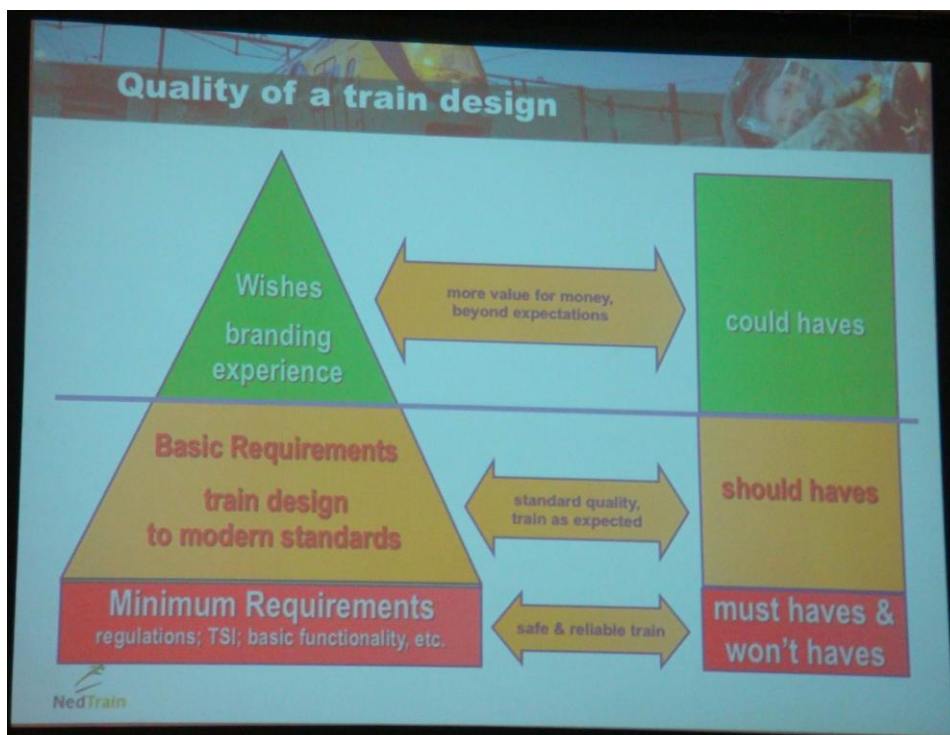


圖 3.1-2 列車設計品質金字塔

(二) 平衡計畫目標(Balancing Project Goals)

實務上在執行計畫時，應針對各種因素如設計技術、節能、低維修成本、可靠度、低計畫經費、舒適性等，配合需求而均衡研發，達成不同程度之基本成果、標準成果及滿意成果。

(三) 產品壽命週期(Product Life Cycle)

一般而言，產品例如車輛壽命依其故障率與功能表現，可以浴盆曲線(bathtub curve)表示之，改造(refurbishment)與大修(overhaul)可延長車輛年限。

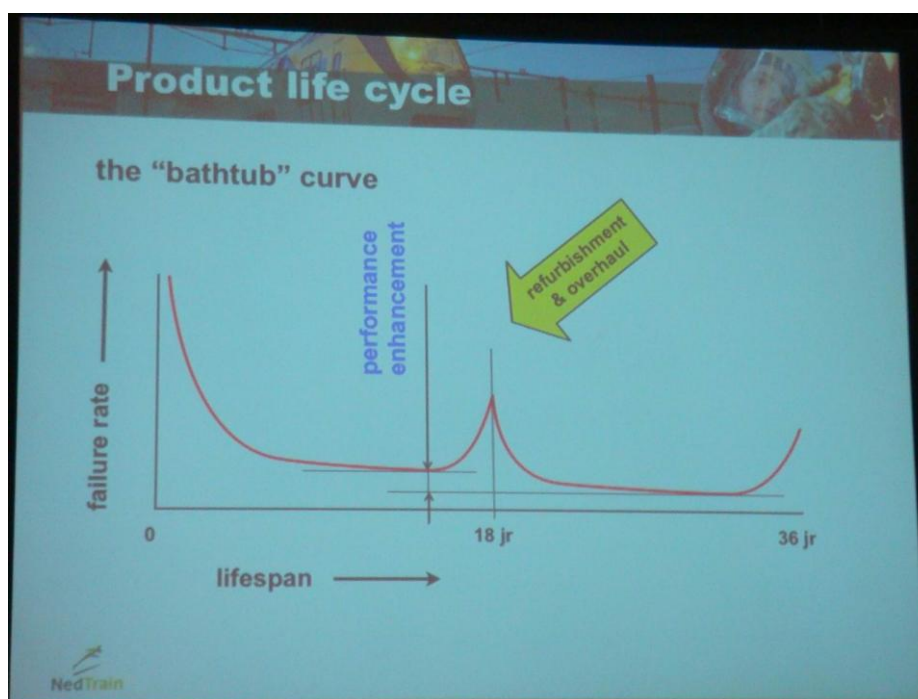


圖 3.1-3 產品壽命週期曲線

三、以行動不便者之可及性作為創新之起源(Accessibility of PRM as a source of innovation)

本篇簡報由法國國鐵(SNCF)產品發展經理 Robert Dumortier 演講如何以身障者或行動不便者(People with Reduced Mobility; PRM)之使用可及性角度來做為產品或設備創新或改善之源頭。

(一) 技術文件基礎

UIC leaflet 565-3、COST 335 (recommandations)、TSI PRM、EN Design for PRM Use、National rules 等。

(二) SNCF 創新研發案例

1. 廁所之鎖閉系統(Lock system in toilets)

現有廁所鎖閉系統之問題檢討：

- (1)系統並不一致
- (2)難以理解如何操作
- (3)未考慮盲胞使用

2. 小桌子(Table)

現有對座式設置小桌子之問題檢討：

- (1)難以進出座位
- (2)難以自座位上起身
- (3)不適合輪椅乘客使用

四、新世代設備委員會：受美國國會制約之鐵路車輛規範標準化的獨特方法(The Next-Generation Equipment Committee: a unique approach to railcar specification standardisation mandated by the US Congress)

本篇簡報由美國 PTSI 運輸部門經理 Michael Weinman 介紹美國新世代設備委員會研訂相關規範所採取的方法及其經驗。

(一) 新世代設備委員會(NGEC)之法源依據與目的

依據 2008 年的「客運鐵路投資與改善法案」(Public law 110-432, The Passenger Rail Investment and Improvement Act of 2008)，要求美國國鐵(Amtrak)：設立一新世代運輸走廊設備委員會，成員包括美國國鐵、聯邦鐵路管理局、貨運鐵路公司、客運鐵路設備製造商、關聯州政府及其他客運鐵路營運單位等。委員會設置目的在為下一世代之標準化運輸走廊設備去設計與發展一套規範，以利於採購。委員會主要功能如下：

1. 考量營運需求與路線結構之差異性，決定所需設備不同種類之數量。
2. 建立設備資料庫，以供由相關州政府資金挹注之路線上運用。
3. 根據美國國鐵與州政府間之協議，利用美國國鐵提供之設計、維修、改造設備等項服務。

2010 年 1 月的起始會議上，執委會(Executive Board)下設兩個次委員會，即技術次委員會 (Technical subcommittee)及財務次委員會(Finance subcommittee)，同時也成立管理專案小組(Administrative task force)。此外，委員會底下設有相關

技術研究之專案小組，例如機車技術專案小組(Locomotive technology task force)。委員會的目標/成果文件如下：

1. 發展單層(single level)車輛
2. 完成雙層(bi-level)車廂規範
3. 發展柴油機車規範
4. 發展所有權及組織架構
5. 發展採購策略
6. 發展車隊管理策略
7. 準備初始採購

(二) 技術次委員會(Technical subcommittee)

1. 技術次委員會之目的與職責
 - (1)發展及評估鐵路客車及推進技術與設計之各種方案
 - (2)評估車輛次系統提案
 - (3)建立性能與安全之準則/標準及發展規範
 - (4)回應委員會或執委會之請求以協助其執行業務
 - (5)其他由執委會交辦事項
2. 技術次委員會針對之主題
 - (1)安全準則(Safety criteria)
 - (2)符合法規之需求與程序(Regulatory compliance requirements/procedures)
 - (3)車輛/機車/基礎結構之互用性(互相聯運)需求(Interoperability of car/locomotive/infrastructure requirements)
 - (4)性能準則(Performance criteria)
 - (5)客車廂內部配置(Passenger car interior configurations)
 - (6)乘客愉悅性(Passenger amenities)
 - (7)牽引動力(Motive power)
 - (8)營運議題(Operational issues)
 - (9)營運效率(Efficiency of operations)
 - (10)車隊營收經濟性(Economies of scale benefits from common fleets)
 - (11)整備與檢查需求(Servicing/inspection requirements)
 - (12)維修與大修準則(Maintenance and overhaul criteria)

(13)採購指南(Procurement guidelines)

(14)備品及車輛備用率之庫存準則(Inventory criteria for both spare parts as well as vehicle spare margins)

(15)維修設施需求(Maintenance facility requirements)

(三) 目前成果與展望

以下規範(specification)已完成並經執委會核定：

1. 雙層車廂- 2010/8
2. 單層車廂- 2011/1
3. 柴油機車- 2011/3
4. 列車組- 2011/8

另外研議中的規範如雙重模式機車(Dual-mode locomotive)、DMU 車輛等。

即使在 NGEC 所需規範尚未全部完成，Amtrak 已經下第一份訂單以更換其 63 年車齡之單層列車；在區域性或通勤性的市場，亦有兩個單位訂購新設計的 DMU，現正建造中；另有許多州正以新訂規範準備招標作業。

下一個步驟就是依制定之規範執行。任何一項用到聯邦資金的採購案均需遵循前述標準化的規範辦理。目前美國全國對於鐵路客運服務之需求愈來愈高，鐵路市場前景可期。

五、商務連結：為商務旅客之鐵路設計經驗(Business connections: designing rail experiences for the business traveller)

商務顧客旅行時之連續性與連結性的需求逐漸成長，本簡報演講者英國 Priestmangoode 設計公司之 Son Tran 先生將說明旅程上無縫接軌之未來可能性，並輔以設計產品案例。在內裝設計上幾個考量重點包括如：

1. 提供顧客完整的(complete)旅行體驗
2. 提供乘客的不只是座位
3. 提供乘客休閒舒適的時光



圖 3.1-4 舒適便利的車廂內裝設計

六、車輛改造設計：創造有形的旅客利益(Rolling stock refurbishment design: creating tangible passenger benefits)

鑒於緊縮之財務及 TSI-PRM 法規要求，車隊改造範圍的最佳化，並使乘客感受利益的最大化，將具關鍵重要性，以滿足未來乘客渴望。本專題係由英國 Interfleet Technology 公司之資深工業設計師 James Alton 簡報，介紹該公司設計團隊的方法，來極大化車輛改造成效。

(一) 為何需要車輛改造

鐵路車輛壽期期中之改造為營運者提供一絕佳機會，以在有限的預算下，進行商品更新、旅客與乘務員之新環境設備愉悅感結合、車輛維修/重度大修與功能提升等。

(二) Interfleet 車輛改造服務摘要

1. 各種改造設計替選方案之管理，以允許內裝與外部設計改造之最佳化。
2. 在變動之社經環境下，提供設計彈性。
3. 為租賃公司之新租約提供一彈性銷售工具。

4. 允許車隊營運單位管理旅客之期望，並可在既定的改造預算下，提供給旅客實際感受到的利益。

七、浮動式地板：簡易且具有成本效益 (Floating floor: easy and cost effective)

本篇簡報由克羅埃西亞(Croatia)TZV Gredelj 公司之新技術發展部門負責人 Dr Goran Solenicki 介紹該公司所研發之鋁材浮動式地板樣貌，可緩沖及隔離鐵路車輛內之振動，此產品具有彈性，可適用且易安裝於各種車輛地板架構，提供乘客更舒適之旅程。

(一) 標準型式之浮動式地板 (Standard Floating Floor)

1. 浮動式地板係由四層元件所組成之結構，各具不同功能，包括：

- (1)頂部覆蓋層(top cover)：具裝飾與防滑性質
- (2)上層地板(upper floor)：具堅固結構以承載乘客
- (3)緩衝與隔離層(damping and isolation)：具緩衝及隔離振動之性質
- (4)下層地板(subfloor)(車體構架)：確保足夠強度以支撐地板結構

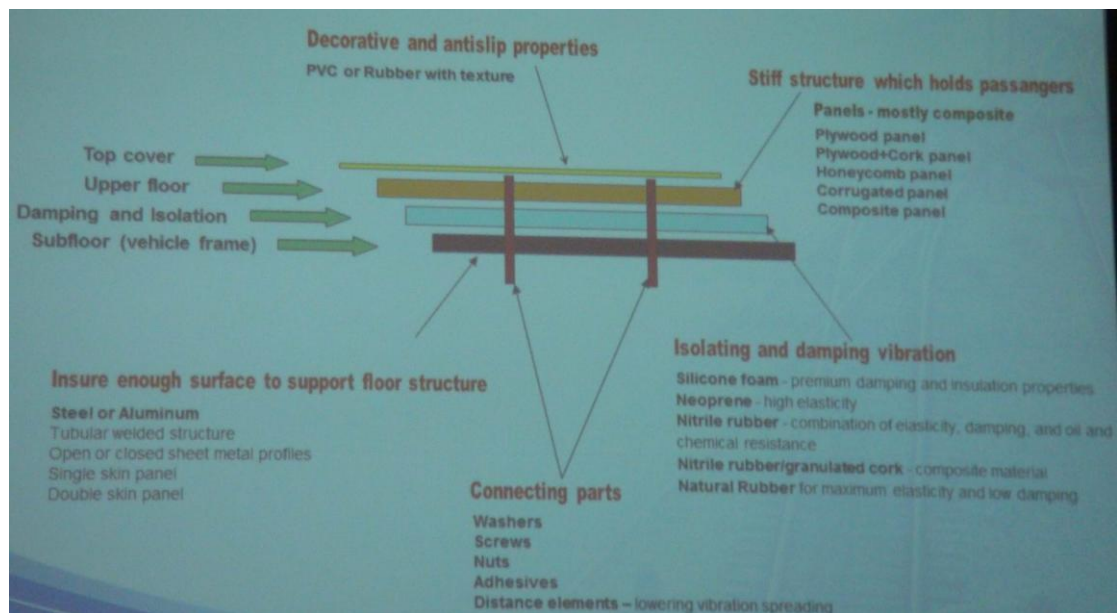


圖 3.1-5 標準設計型式之浮動式地板結構

(二) 新式浮動式地板(Floating Floor- New Approach)

1. 新研發之浮動式地板概分為三層結構，包括：

- (1)上層地板(upper floor)
- (2)鋁材浮動式地板層(Aluminum Floating Floor Profile)
- (3)車體構架層(Vehicle Frame)

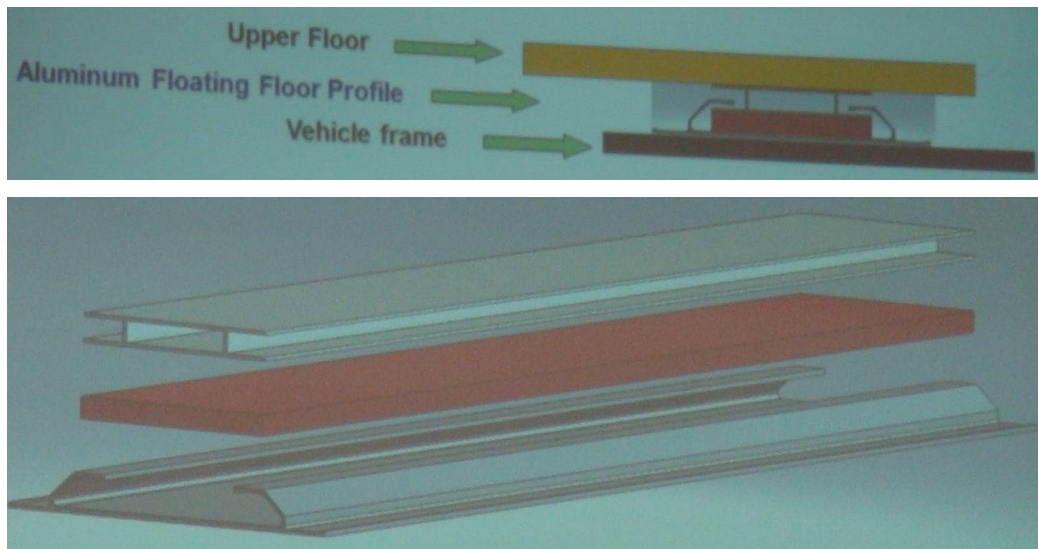


圖 3.1-6 新發展之浮動式地板結構

2. 優點

- (1)設計簡單：各層無連接件(connecting parts)、降低安裝誤差與安裝時間
- (2)確保吸振材足夠支撐強度
- (3)具有大的容差度可適合不同次層結構設計
- (4)達到最大吸振程度：確保 6 個自由度(DOF)，改善隔振性質
- (5)撞擊安全性
- (6)增強隔熱性

3.1.2 下午主題 A：高速設計及未來旅行(High-speed and future travel)，共有 4 場研討會，演講內容摘要分述如下。

一、專題討論會：新世代列車 (Panel Discussion - Next Generation Trains)

本專題討論會首先由德國航太中心(DLR)車輛理念協會(Institute of Vehicle Concepts)計畫經理 Joachim Winter 重點介紹新世代列車(Next Generation Train, NGT)，為速度達 400 km/h，並節能 50%之雙層列車(Double-deck)；簡報後隨即進行小型討論會。

(一) 新世代列車之主題與目標(Topics and Goals)

1. 提升運轉速度至 400 km/h
2. 耗能減半(與 300 km/h 之 ICE3 相較)
3. 降低噪音

4. 增加舒適性
5. 改善行車安全性
6. 改善磨耗行為及壽命周期成本
7. 成本效益設計：經由模組化及系統整合
8. 提高發展及許可程序的效率

(二) 新世代列車的車輛種類(Vehicle types)

1. 超高速列車 (Ultra high speed Trainset)：NGT HST
2. 高速城際列車 (High speed intercity trainset)：NGT REGIO
3. 高速貨運列車 (High speed freight transportation)：NGT Cargo

(三) 新世代列車設計概念

1. 車廂等級隔離(含乘客動線)，避免互相干擾，下層車廂為二等艙，上層車廂為一等艙，並考量可同時上下車。
2. 透明車頂結構並配合燈光設計。
3. 車內設置小桌，並考量輪椅乘客之可及性。
4. 備有行李處理系統(baggage handling system)與儲放空間之設計。
5. 設有紅外線加熱系統(Infrared heating)。
6. 特別考量隔音與空調設計

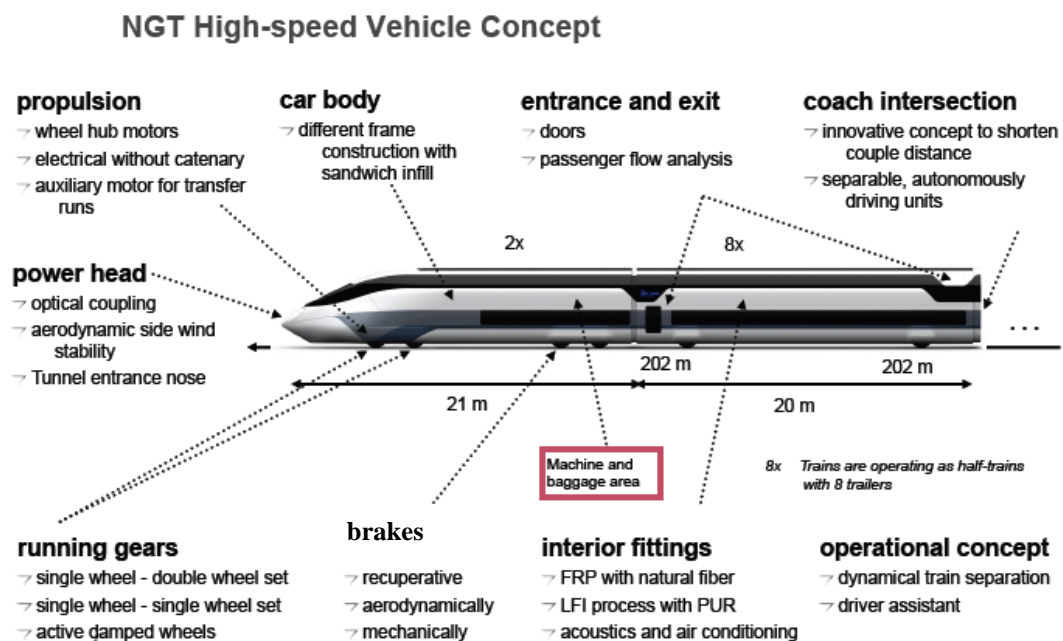


圖 3.1-7 德國新世代列車 NGT 之車輛設計概念



圖 3.1-8 德國新世代列車 NGT 之透明車頂車廂示意

(四) 小結：新世代列車為雙層高速列車，有以下幾項特色

1. 輕量化
2. 節能化
3. 安靜
4. 對乘客友善
5. 輪軌接觸低磨耗

二、美國高速鐵路的希望、失敗及挑戰：顧客觀點 (The hopes, failures and challenges of US high-speed rail: the customer's perspective)

本篇簡報由美國鐵路使用者組織(Rail User's Network)主席 Dr Richard Rudolph 敘述美國鐵路的發展及對其失望與爭論處，並提出如何使美國城際客運鐵路更具吸引力的看法。

(一) 美國鐵路為何發展不振

1. 致力於發展快速公路系統及航空業(法規與資金的支持)，鐵路客源漸漸流失。
2. 城際列車發車數量從 1954 年的每天 2500 班次，在 1971 年國家鐵路客運機構(美國國鐵 Amtrak)接管城際鐵路服務，縮減至 500 班次以下，且往後

一、二十年，為求生存，逐漸廢掉主幹線以外之鐵路支線。

3. 90 年代雖曾規劃多條高速鐵路廊帶，甚至 2008 年總統大選時歐巴馬總統亦曾提出發展高速鐵路之議，並預備投入大筆經費在鐵路建設上，惟因各地方政府有各自之交通建設發展之考量，且國會政局不穩致政策反覆甚而刪減預算與計畫等因素，美國高速鐵路的未來至今仍是未定之數。
4. 估計每年至少需花費 300 億美金的鐵路建設經費，美國始可趕上如德國、英國等歐洲國家的鐵路水準，乍看之下雖是筆天文數字，但與美國花在中東地區的油管維護等費用相較，實是微不足道。

(二) 高速鐵路之需要性與考量因素

1. 比汽車及巴士快速
2. 平均速度達 70~80 mph (112~128 km/h)
3. 最高速度達 90~120 mph (144~192 km/h)
4. 發車頻率高
5. 方便性
6. 有競爭力的票價
7. 城市距離範圍 200~600 英哩 (320~960 km)，並有足夠人口密度
8. 利於商務與商業活動
9. 基礎建設
10. 通勤鐵路、地下鐵、輕軌路面、電車及較高速的區域鐵路等系統的搭配
11. 財務來源與政治意圖

三、澳洲高速車輛(A-HSV)概念 (Australian high-speed vehicle (A-HSV) concept)

澳洲 Hassell 設計公司負責人 Mark Loughnan 就該公司所發展之澳洲高速列車(A-HSV)概念設計加以說明，以回應 A-HSV 在環境、經濟及社會等議題在澳洲之爭議。

(一) 簡述

1. 澳洲高速列車(Australian High Speed Vehicle, A-HSV)的概念設計係由 Hassell 公司為回應住宅負擔力(housing affordability)、維持性(sustainability)及社會連結性(social connectivity)等國家政策爭論而啟動。

2. A-HSV 代表著澳洲城市間創新的低碳、安全的運輸模式。
3. A-HSV 為 8 車編組之雙層列車，載客容量約 1000 人，提供通勤座位配置之開放空間，以及私人或較隱密之包廂配置，列車上並有餐車及便利販賣店。
4. A-HSV 營運速度達 400 km/h，從墨爾本到雪梨行駛時間在 3 小時以內，與航空及公路汽車相較，具有競爭力。A-HSV 可舒緩大都市人口成長、降低交通相關擁擠，及提供民眾居住處所與負擔能力之開放選項。

(二) 概念設計目標

1. 降低排碳量 (carbon emission reduction)
2. 聯結住房負擔能力 (access to housing affordability)
3. 計劃人口成長 (projected population growth)
4. 聯繫區域中心 (connectivity to region centres)
5. 減少旅行次數/時間 (reduced travel times)
6. 減輕擁擠的利益 (decongestion benefits)
7. 有效的貨物運轉 (efficient freight operation)
8. 滿足未來運輸需求 (meeting future transport needs)
9. 旅遊與商務活動 (tourism and business events)
10. 就業利益 (employment benefits)
11. 安全利益 (safety benefits)
12. HASSELL 分級訓練計畫 (HASSELL Graduate Training Program)



圖 3.1-9 澳洲高速列車 A-HSV 概念設計外型示意

四、為何提供餐飲在鐵路車輛設計中是重要的? (Why is providing catering important in rail car design?)

本篇簡報由英國的國際鐵路餐飲集團(International Rail Catering Group, IRCG)總裁 Roger Williams 主講餐飲之價值及其如何吸引顧客，並說明車輛設計中納入餐飲之重要性。

(一) 消費者行為研究

1. 關鍵學習要點 (key learning points)

- (1)平均花 8 分鐘在車站
- (2)24% 旅客在上車前會購物
- (3)28% 旅客不確定車上是否提供餐飲
- (4)10%~50% 旅客會在車上購物
- (5)若旅程超過 1 小時則飲食視為重要
- (6)85% 顧客期待高品質餐飲服務

(7)眼見為憑對購買很重要

(8)49%的人不能看到要買的東西

(9)只有 3%的人會買二等品

2. 結論：車上零售服務仍存在有成長空間與商機待開發。

(二) 策略建構 (strategy building)

1. 提供適切的服務以配合旅程類別

2. 了解你的商品

3. 了解所需的支援

(1)需要何種資源來提供車上服務

(2)需要何種後勤與支持的安排

4. 知道如何吸引顧客

(1)顧客會被他們所認識的品牌吸引

(2)顧客需要看到他想買的東西

(3)使顧客容易購物、享受購物，更進而有所酬報

3.1.3 下午主題 B：捷運鐵路車輛設計(Mass-transit railcar design)，共有 3 場研討會，演講內容摘要分述如下。

一、2010 年多元文化設計 (Multicultural design through 2010)

本篇簡報由法國 MBD 設計公司(MBD Design)設計總裁 Stephane Pottier 介紹其 2010 年執行東西方不同國家文化之設計經驗，包括寬軌地鐵、雙層電車及高速地鐵等。

二、設計可適合未來 50 年的新式鐵路車輛 (Designing new rail cars adaptable to change over the next 50 years)

本篇簡報由美國舊金山灣區捷運局(Bay Area Rapid Transit, BART)車輛經理 (rolling stock manager) Ben Holland 就因應未來 50 年營運需求與機會的變化，說明 BART 在車輛設計與技術上的演變。

(一) BART 概述

1. 系統



圖 3.1-10 舊金山灣區捷運(BART)路線圖

- 1972 年開始營運
- 44 座車站
- 370000 乘客/工作天
- ATC 運轉
- 1000V 第三軌供電
- 完全專用路權
- 總長度 168 公里
- 通勤及都會區營運
- 3~10 車編組
- 最高速度 129 km/h
- 1676mm 寬軌

2. 車隊

- (1)共 669 輛車
- (2)每節車廂每側 2 個車門，每節車座位數 56 及 60 個
- (3)車內部空間約 21.3m × 3.2m，車重 28.6t

(二) BART 現況(困境)

1. 車廂內部問題

- (1)褪色的毛織坐墊
- (2)玷污的毛織地毯
- (3)無腳踏車與行李的置放區
- (4)無手拉環(no hand straps)
- (5)無倚靠立柱(no leaning bars)

- (6)車門通到限制
- 2. 運量年年增長，車輛數不足，衍生問題：
 - (1)忙碌的通勤或轉乘
 - (2)冗長停留時間(dwell times)
 - (3)過度擁擠而不安全
 - (4)腳踏車政策不明
 - (5)緊張狀態的車站與車輛
- 3. 擁擠的車廂內部
 - (1)走道受阻
 - (2)無腳踏車停放區
 - (3)無行李置放位置
 - (4)車門通道擁擠
 - (5)無手拉環
 - (6)無法令人振奮的內部感覺



圖 3.1-11 舊金山灣區捷運(BART)車內景象

(三) 車輛內裝改造

- 1. 為何要改變
 - (1)因應成長的運量
 - (2)減輕車廂內及月台上的擁擠

- (3)改善車廂內部空間的功能性
 - (4)簡化內部的清掃與維修
 - (5)減少部品需求數量
2. 模組化的內裝
- (1)重新配置座椅- 縱向與橫向
 - (2)重新配置立柱(vertical stanchion)
 - (3)安裝相關軌道以允許：
 - 變更座位數量與間距
 - 快速增加站立面積
 - 配合其他需求如腳踏車、行李等
 - (4)相類似部件具有完全可替換性
 - (5)容許美學上的改變以能定期提供新鮮的觀感
3. 改造的內容
- (1)新的地板鑲板及橡膠面層
 - (2)移除 8 至 12 個座位
 - (3)新的毛織椅墊
 - (4)腳踏車及行李置放區
 - (5)較多的站立面積
 - (6)增設倚靠握柱
 - (7)手拉環
 - (8)標示(signage)
4. 內裝設計的方法(interior design approach)
- (1)BART 聘請美國 BMW 設計團隊提供內裝概念設計
 - (2)設計概念重點目標在於光滑的、高雅的、現代感的外觀
 - (3)自超過 9000 名顧客的回應，回饋至概念設計中
 - (4)讓大眾知道計畫的進行



圖 3.1-12 舊金山灣區捷運(BART)車廂內部改造概念圖

三、從未來設計計畫的 BART 車隊探究 BMW 集團之美國設計團隊的關鍵體認 (BMW Group DesignworksUSA's key insights from BART's fleet of the future design programme)

本篇簡報由美國之 BMW 集團美國設計團隊(BMW Group DesignworksUSA) 公共運輸部門資深顧問(senior consultant) Adrian Corry 探討該團隊用來發展關鍵洞察力之工具與程序,以建立兼具功能性與情感性之架構,進而提升運量與營收。

(一) 連接性(Connect)

(二) 賦予可能性(Enable)

1. 考量各種替選方案,給予選擇之自由度
2. 引進外部力量、考量生活型態
3. 無縫接軌之旅程體驗

(三) 自我適應性(Adapt)

1. 心態、科技之發展快速
2. 改變持續進行,沒有任何事是一成不變的
3. 有價值的想法未因不完整而捨棄

3.2 第二天會議內容

3.2.1 上午主題：材料與複合材- 減重與效率(**Materials and composites: weight reduction and efficiency**)，共有 7 場研討會，演講內容摘要分述如下。

一、用於鐵路內裝之先進輕量化複合材料 (**Advanced lightweight composite materials for railway interiors**)

本篇簡報由英國的先進複合材料集團(Advanced Composites Group)鐵路市場經理 Dr Richard Horn 介紹複合材料的形成及其適用於鐵路內裝的不同類型，演講重點在於先進輕量化材料與優點，如重量減輕和效率提高。此外，報告中亦將探討防火安全性、價格、設計彈性、乘客舒適性及製造特性等。

(一) 什麼是複合材料

1. 複合材料是由金屬材料、陶瓷材料或高分子材料等兩種或兩種以上的材料經過複合工藝而製備的多相材料，通常由纖維增強體(fiber reinforcement) 嵌入於(embed)樹脂(resin)或聚合物(polymer)的機體材料(matrix material)中所製成。
2. 纖維增強體的種類主要有玻璃(glass)、碳(carbon)、合成或天然纖維(synthetic and natural fibers)等。
3. 任意型式：編織的(woven)、單向性的(unidirectional)、針織的(knit)...
4. 樹脂的種類主要有環氧樹脂(epoxy)、聚脂(polyester)、酚醛(phenolic)等。

(二) 複合材料的優勢

1. 提供材料設計上的自由度，追求最佳化性能。
2. 減輕列車重量，進而
 - (1)較少的燃油或電力
 - (2)減輕鋼軌磨損與軌道成本
 - (3)增加載客容量
 - 在軸重限制條件下發展雙層客車
 - 運用較長的列車或較密集的發車頻率而不致對軌道磨耗
3. 高特定模數(specific modulus)與強度
4. 低密度

5. 纖維定向(fiber orientation)配合主應力方向
6. 良好的環境及腐蝕抵抗性
7. 極低的熱膨脹係數(coefficient of thermal expansion)
8. 改善的震動抑制性(vibration damping properties)
9. 良好的抗疲勞性
10. 毀損材料的可修護性(reparability)
11. 複雜形狀的可造性

(三) 鐵路內裝的主要材料

1. 金屬(metals)
 - (1)鋁(aluminum)：2700 kg/m³
 - (2)不鏽鋼(steel)：8100 kg/m³
2. 複合材料(composites)
 - (1)玻璃(glass)：1660 kg/m³
 - (2)碳(carbon)：1450 kg/m³
3. 玻璃強化塑膠(glass reinforced plastics, GRP)
 - (1)濕浸漬式(wet lay up)
 - (2)壓模式(press moulding)：1600~1800 kg/m³
4. 先進複合材料(advanced composites)- Prepregs：1450~1660 kg/m³

(四) 先進複合材料 Prepreg 簡介

1. 所謂先進複合材料(advanced composite)指的是高性能複合材與元件調和作業以優化性能的材料。
2. Prepreg 包括強化材料以控制的比例預浸在(Pre-impregnated)樹脂機體(resin matrix)或聚合物機體(polymer matrix)內。
3. 針對鐵路內裝用途，焦點在編織的玻璃與酚醛。
4. 作業程序(processing)

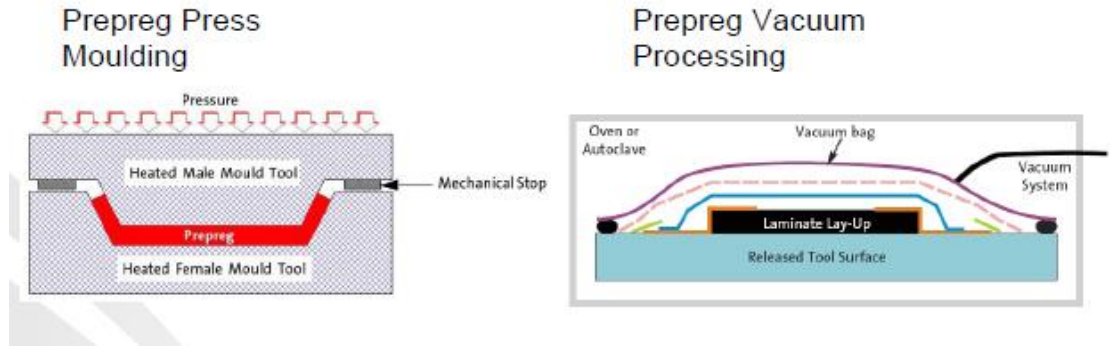


圖 3.2-1 先進複合材料 Prepreg 作業程序

(五) 複合材料之機械特性與成本特性比較

1. 機械性質

表 3.2-1 不同複合材料機械性質比較表

Composition	Wet Lay up		Press Moulding	Glass/Phenolic Prepreg	
	20% Glass	30% Glass	30% glass , 40% filler	60% glass	60% carbon
Flexural Strength (MPa)	115	200	140	500	640
Flexural Modulus (Gpa)	6.5	11	9	23	44
Tensile Strength (MPa)	45	101	58	291	513

2. 成本特性

表 3.2-2 不同複合材料成本議題比較表

Property	Wet Lay up	Press Moulding	Phenolic Glass Prepreg
Material Cost	4	5	2 to 3
Labour Cost	3	5	3 to 4
Tooling Cost	4	1	3
Performance	2 to 3	1	5
Part Weight	2 to 3	1	5
Surface Quality	3	5	3

Key: 1 = Worst, 5 = Best

(六) 複合材料在鐵路內裝之應用範圍

1. 座椅與桌子(seats and tables)
2. 門邊靠牆板(stand backs)
3. 天花板(ceilings)
4. 地板(floors)
5. 內部門(internal doors)
6. 牆板(walls)
7. 窗戶框架(window frames)
8. 行李架(luggage racks)

(七) 結論

1. 若想要自車輛內裝上減輕重量，可考慮 Prepreg 製程
2. Prepreg 適合所有結構
3. Prepreg 可能比 GRP 昂貴
4. 節省安裝成本
4. 具良好的防火性能與耐撞性能

二、輕量化於鐵路應用案例 (The case for lightweight in rail applications)

本篇簡報由瑞士的 Airex AG 公司產品經理 Philipp Angst 介紹輕量化材料在鐵路上的運用、適當的複合材料輕量化結構技術、輕量化方案的需求與特性、FST(火/煙/毒)需求與解決方案、應用案例與未來展望等。

(一) 夾層結構或三明治結構(sandwich)之優點

夾層結構或三明治結構適用於鐵路車輛之地板、車頂、側牆、前端罩板、廁所、內裝材、護牆板等材質，主要優點如下：

1. 重量減輕(weight reduction)：三明治式設計可減輕部品重量達 50%。
2. 隔絕(insulation)：三明治可有效隔離熱量、噪音與振動。
3. 功能整合(functional integration)：暖氣及其他次系統容易整合。
4. 成本降低(cost reduction)：
 - (1)減重：牽引或推進動力成本降低
 - (2)改善隔絕性能：暖氣與環境氣候成本降低

(3)維修成本降低

(二) 鐵路應用上的特殊需求

1. 耐久性(longevity)：複合材料/三明治具有極高的抗疲勞性。
2. 防火性(fire resistance)：複合材料/三明治符合相關防火法規如 DIN 5510、NF 16-101、EN 45545。
3. 模組結構(modular construction)：各次系統整合後預組立可允許有效率且高模組化製造程序。
4. 使用友善性(service-friendly)或可修護性(reparable)
 - (1)較輕重量可減輕磨耗與破損
 - (2)優良抗腐蝕性
 - (3)複合材料/三明治易於修護

(三) 應用案例：瑞士 Stadler 鐵路公司之 KISS 雙層區域列車

Train examples	- S-Bahn Zürich, Bern - Westbahn Austria
Mileage (life time)	4 Mio. km
Specific energy saving	1.75 MJ / 100km / 100kg
Total life time energy saving	19.5 MWh / 100kg = 8.3t CO ₂ / 100kg = € 1'170 / 100kg



圖 3.2-2 複合材料/三明治之應用案例

三、具低煙性的輕量化火焰延遲之熱固性複合化合物 (Lightweight flame-retardant thermoset composites compounds with low smoke generation)

本篇簡報由巴西複合材料協會 (Brazilian Composites Association) 的

ABMACO 公司 Waldomiro Moreira 先生介紹基於樹脂與添加物之最新的熱固性化合物科技，符合 ASTM E-162(火焰)、ASTM E-660 (煙霧)、BSS 7239-1988(毒氣)等防火安全標準。

(一) 未飽和聚脂樹脂(Unsaturated Polyester Resin ; UPR)

1. 優點：低成本、易處理、長壽期、優異機械性質
2. 缺點：倘配方未妥善均勻混合，會產生黑或灰煙霧的燃燒反應，即熱退化 (thermal degradation)。

發展具火焰延遲(flame-retardant)且低發煙(low smoke)特性的混合物之技術。

(二) 最新科技：極低黏著性之 UPR (Ultra-low Viscosity UPR)

1. UPR 混合物

(1)50% ATH (氫氧化鋁；Aluminum TriHydrate)、50% UPR

(2)化合物黏度(compound viscosity) : 286 g/cm^3

2. 機械性質：密度 1.7 g/cm^3 、極限伸長率 2%、拉力強度 103mPa、彎曲強度 182mPa、吸水性 0.23%

(三) 應遵守的法規

1. ASTM E-162：以輻射熱能源對材料表面火焰性之標準測試方法(Standard Test Method for Surface Flammability of Materials using a Radiant Heat Energy Source)
標準 $I_p \leq 45$ ，實測值 41
2. ASTM E-660：固體材料所產生煙霧的特定光學密度之標準測試方法 (Standard Test Method for Specific Optical Density of Smoke Generated by Solid Materials)，測試結果為
標準 $D_m \leq 300$ ，實測值 182
3. 波音規範支援標準 BSS 7239-1988(Boeing Specification Support Standard)：材料燃燒所產生有毒氣體之測試方法(Test Method for Toxic Gas Generation by Materials on Combustion)，測試結果如下

表 3.2-3 有毒氣體之 BSS 標準與實測值

TOXIC GAS	STANDARD (PPM)	REACHED MAX (PPM)
HF	200	0
HCL	500	0
CO	3500	300
HCN	150	01
SO ₂	100	10
NO _x	100	0

四、藉由輕量化、火災安全、防潮之酚醛複合板以改善運輸車量結構及降低營運成本 (Improved transit vehicle construction and operational cost reductions through lightweight, firesafe, moisture-resistant phenolic composite panels)

本篇簡報由美國的密爾瓦基複合材料公司(Milwaukee Composites Inc)銷售經理 Ryan Kober 介紹酚醛複合板在鐵路車輛之地板結構上的應用。據最近的計畫顯示，每節車可減重 363kg，而下層地板的安裝作業可省下 16 小時的工時；而運轉能源上，以 600 量車營運 30 年估計，可因減重而節省 4.7 百萬美元。

(一) 先前車輛地板系統的主要問題

1. 金屬貼面膠合板(plymetal)及膠合板(plywood)之地板約每 7~12 年需換裝(因水氣侵入或木板腐蝕等因素)，造成昂貴的車輛改造及期中大修費用，整體地板結構需移除。
2. 金屬貼面膠合板(plymetal)及膠合板(plywood)地板過重，應大幅減輕重量以節省能源。
3. 須 30 分鐘的防火法規要求(ASTM-E-119/NFPA 130)。

(二) 工程解決方案：

1. 酚醛複合材地板結構(phenolic composite floor panel construction)

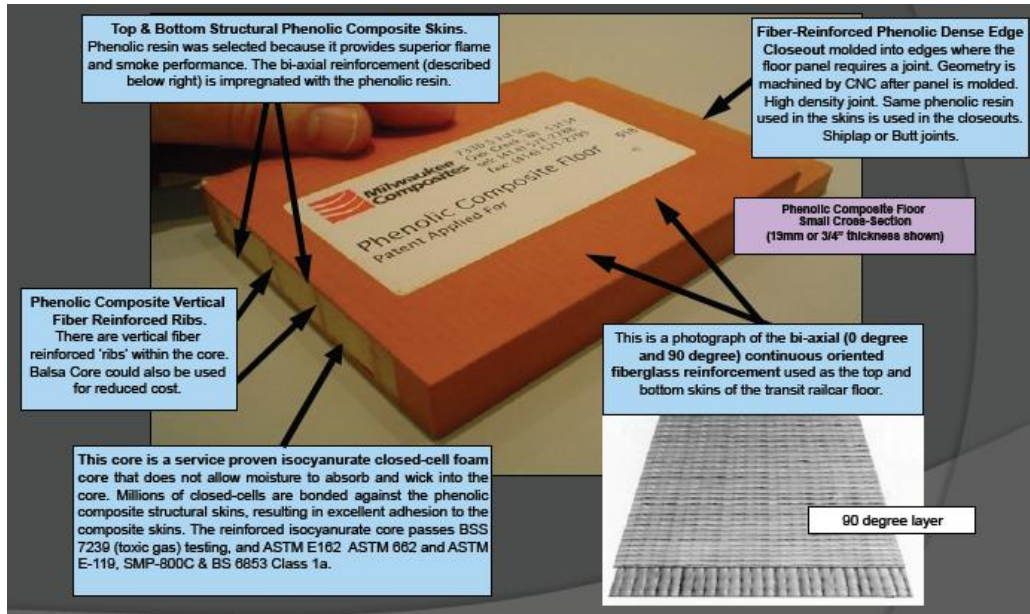


圖 3.2-3 酚醛複合材地板結構(phenolic composite floor panel construction)

2. 防火安全性：酚醛複合材地板結構可符合火焰(flame)、發煙性(smoke)及有毒氣體(toxicity)的相關法規包括如：ASTM E-119、ASTM E-162、ASTM E-662、BSS 7239、SMP 800C、EN 45545、BS 6853 class 1a。

3. 效益

- (1)減重：相對於金屬貼面膠合板或膠合板之地板，酚醛複合材地板可減重約 50~65%。

- (2)節能：以紐約市區捷運(NYCT)R-160 採用複合材料地板為例，一年的能源費用可節省 1,046,854 美元。

五、鐵路內裝應用之三明治式面板 (Sandwich panels in railway interiors applications)

三明治面板不只可用於更換重的木質地板與 SMC 側牆，亦可取代重的木質椅背與不銹鋼廚具內裝；此外，地板系統之輕量鋁合金面板亦可以 Nomex 蜂巢結構(Nomex honeycomb)強化，並達到較佳之噪音與熱氣隔絕效果，同時保持良好機械性質。本篇簡報由盧森堡的歐洲複合材料公司(Euro-Composites S.A.)銷售經理 Gunnar Ziwes 介紹鐵路車輛輕量化的解決方案。

(一) 內裝(interior)

1. 不同材質之重量比較

表 3.2-4 不同材質之重量比較表

Material	Process	Density	Thickness	Weight of part	Relative Weight
		g/cm ³	mm	kg	Index
Steel	Stamped	7,8	0,8	3,7	100
Aluminum	Stamped	2,7	1,1	1,8	50
SMC FS (Fire Safe)	Pressed	1,9	2,2	2,8	75
SMC	Pressed	1,9	1,8	2,3	62
Prepreg Solid Laminate	Vacuum-bag	1,9	1,6	2,0	54
Prepreg Sandwich Laminate *	Pressed or Vacuum-bag	0,6	1,8	0,7	20

* Core 130kg/m³, 3 times thickness of laminate

(二) 地板(flooring)

1. 相對於木質地板之優點：

- (1)節省 75%的組裝時間
- (2)減輕 25%的重量(較佳節能)
- (3)較長的壽命週期
- (4)容易更換地板鋪面層而不損壞面板
- (5)暖氣系統可安裝於面板之下
- (6)免維修(maintenance-free)

(三) 廚房傢俱(galley/furniture)

1. 優點：

- (1)鋁質廚具比不銹鋼廚具重量輕 30%
- (2)模組化設計
- (3)快速組裝
- (4)色彩及表面設計上較具彈性

六、鋁質鐵路內裝：精細型塑你的設計 (Aluminum rail interiors: superforming your design!)

本篇簡報由英國 Superform 公司銷售經理 Samuel Jeffreys 先生介紹如何經由鋁材內裝零組件使用在列車完整壽命週期的 Superform 過程，以獲取最大效益，

內容涵蓋 EN45545 的符合、減重、內部空間最大化、內部造型強化、降低供應與組裝成本等。

(一) Superforming 過程

1. 機具閉合而金屬板材夾緊(tool closed and sheet clamped)
2. 工作室加熱至 500°C (tool chamber heated to 500°C)
3. 以氣壓將受熱金屬板推入凹型室(heated sheet forced into female cavity using air pressure)
4. 機具開啓並移出組件(tool opened and part removed)

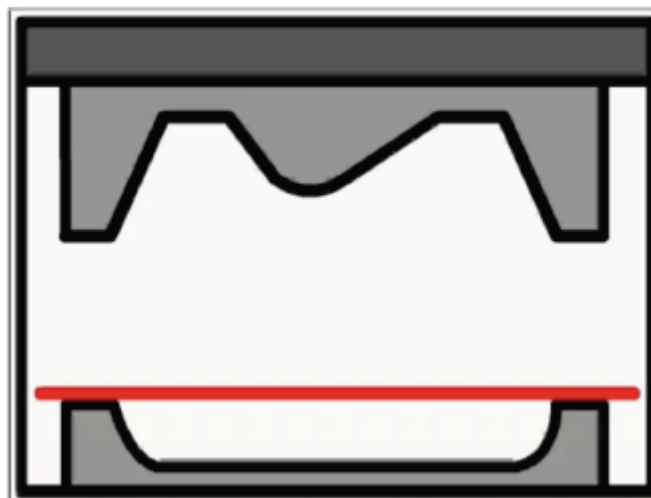


圖 3.2-4 Superform 示意圖

(二) 鋁合金特性(5083 鋁合金，AlMg4.5Mn)

1. 極佳之強度與耐久性
2. 高抗腐蝕性
3. 容易焊接
4. 可底層塗料與油漆

(三) 設計可能性與優點：允許設計上極大化如：

1. 設計尺寸或比例
2. 光反射性
3. 標記
4. 3D 設計

(四) 工程可能性與優點：

1. 允許容納如 HVAC 管道於板材內
2. 可將許多平板整合在一物件
3. 板材加工
4. 允許厚度 2mm 以下之板材設計
5. 符合 EN45545 標準

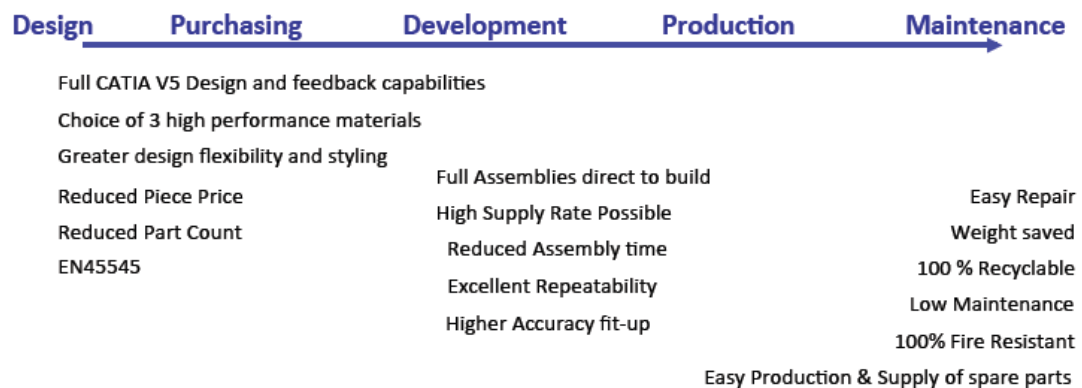


圖 3.2-5 完整生命週期

七、創新的、極輕且堅固的複合材料內裝部件 (Innovative, very light and strong, composite interior parts)

本篇簡報由荷蘭 NPSF 複合材料公司業務發展經理 Willem Böttger 探討該公司許多以纖維強化複合三明治材料(fiber reinforced composite sandwich material)為基礎(所謂 bio-based)之產品發展，藉由此創新材料的應用，重量可減輕 10~50%，並進而降低能源消耗及 CO₂ 排放。

(一) 應用天然纖維(natural fiber)的理由

1. 吸音性(acoustics)
2. 發光滲透性(radiance permeability)
3. 美觀性(aesthetics)
4. 維持性(sustainability)
5. 重量(weight)

(二) 案例：荷蘭鐵路 ICM 列車之前端罩板(Front plate of ICM train in Dutch Railway)

1. 改造 285 組列車，前端罩板自鋼板改為雙彎曲複合材料三明治板

2. 每一列車重量減輕 1000 公斤
3. 每一年能源消耗減低 5MWh
4. 每一年每一列車之電力成本下降 500 歐元，維修成本下降 700 歐元
5. 每一年每一列車之 CO₂ 排放量減少 2.5 噸
6. 天然纖維比人造疊層材(hand laminating)有較低的苯乙烯(styrene)排放量(約 95%)
7. 獲獎：UIC Sustainability Award



圖 3.2-6 荷蘭鐵路 ICM 列車

3.2.2 下午主題：防火、法規標準及被動式安全(Fire protection, regulations, standards and passive safety)，共有 7 場研討會，演講內容摘要分述如下。

一、火災安全法規及 TSI 之最新進展探討 (Insight into the latest developments of fire safety regulations and TSIs)

歐洲之車輛授權架構邇來對於傳統鐵路系統的技術規範互連性(TSI；Technical Specification for Interoperability)全套樣貌有重大進展並生效。本篇簡報由歐洲鐵路商會(European Railway Agency)TSI 部門之互聯運轉(Interoperability)計畫官員 Bass Leermakers 說明本領域的最新發展及未來展望，重點放在火災安全(fire safety)需求上。

(一) 法律架構

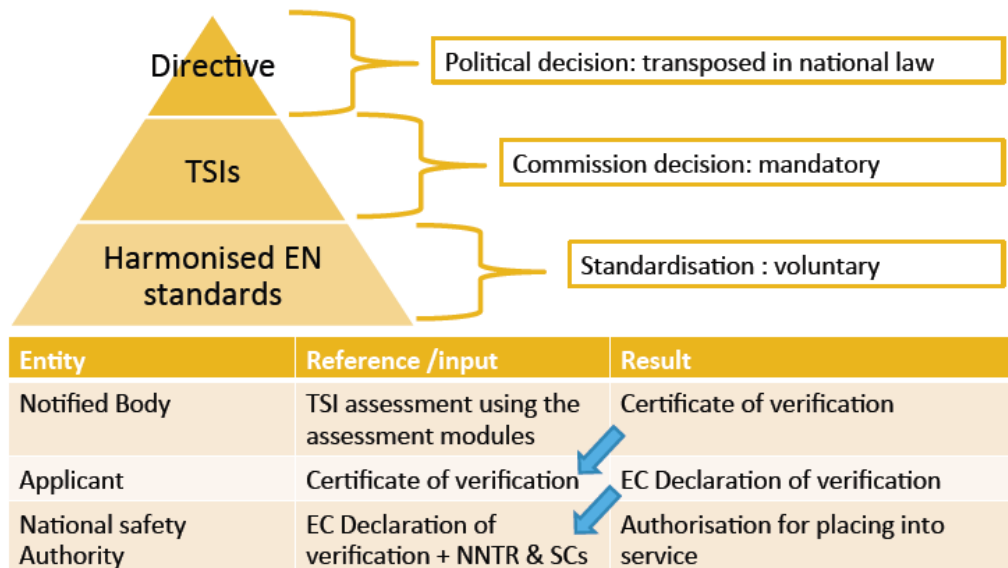


圖 3.2-7 關於車輛授權要求之法律金字塔(Legal pyramid)

(二) 車輛火災安全之基本原則

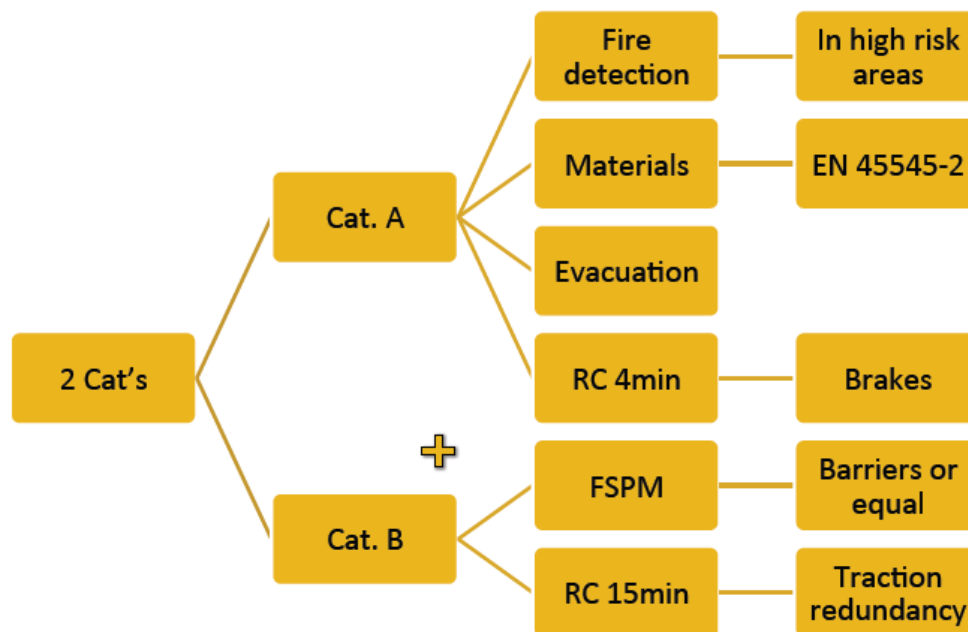


圖 3.2-8 車輛火災安全之基本原則

(三) 結論與展望

1. TSI 開拓鐵路供應市場
2. TSI 屬於法規且未與各相關國家之法令矛盾
3. 由第三認證機構(Notified Body)進行評估
4. 適用範圍將擴展至所有鐵路網(傳統鐵路、貨運鐵路及高速鐵路等)

二、火災防護：祈福或詛咒?如何補救以協助解決問題 (Fire protection: blessing or curse? How compensation helps solve problems)

本篇簡報由德國應用火災安全研究協會(Institute for applied fire safety research ; IFBA)顧問 Michael Klinger 介紹防火方法、火災風險、防火法規標準，以及補救措施的好處等。

(一) 火災安全概念(Fire safety concepts)

1. 防火目標：保護人員、保護材料設備、保護材料設備以助於保護人員。
2. 防火方法(measures)
 - (1)預防(preventive measures)
 - (2)阻止火勢擴散(measures for avoidance of fire spread)
 - (3)性能的保養維修(measures for maintenance of performance)

(4)滅火(measures for fire fighting)

3. 火災安全概念的基本係建立在法令、規範(例如保護標的物)及風險分析(fire risk analysis)。倘根據法規而無法完全滿足需求時，補救措施(Compensation measures)則益顯重要。
4. 對於新計畫或新建設，可建置主動式防火措施(active fire protection measures)；對於既有或改造之計畫或系統，利用現存防火方式，納入現代化的主動式防火措施，以補足車輛或車站之改造。
5. 對於防火補救措施之成效，應提供所謂的「相同安全等級證明(evidence of equal safety)」作為滿足需求之佐證。

(二) 依據聯運技術規範 TSI (Technical Specification for Interoperability)之補救措施

1. 在 TSI 之 LOC&PAS 中對於補救措施有清楚描述，即防火隔柵(fire barrier)可被其他適當方法予以取代與補償(compensated)。
2. 防火阻隔(fire barrier)：依據 TSI LOC&PAS 規定
 - (1)火勢擴散阻止措施(Fire Spreading Prevention Measures, FSPM)須確保在乘客或工作人員區域中，自起火開始後至少 15 分鐘，火勢及煙霧不會以危險濃度蔓延超過 28 公尺長度範圍。
 - (2)倘單元中之 FSPM 未在乘客或員工區納入完整橫斷面隔離(full cross section partitions)，則須就完整橫斷面隔離與所選擇 FSPM 之間，以比較分析予以驗證車上安全等級。

(三) 小結

1. 需要依法規標準建置防火補救措施，以建立規範基礎。
2. 車載系統或設備提供設計新思維，例如開放式車間通道。
3. 車載系統或設備提供經由補救措施之減重可能性，例如防火隔離門。
4. 防護目標與經濟效益依考量的系統而定(例如車輛、隧道或地下車站等)。
5. 地下列車之高壓水霧系統(high pressure water mist)可使火勢擴散大大受阻。
6. 伴隨地下車站土建結構的改善(如樓梯間平避禍避難所)，車載防火系統可視為補救措施。

7. 設有車載防火系統之車輛確保人員與物品的安全，並可實現現代化且經濟性之設計。

三、TS 45545:新標準是否意味新材料? (TS 45 545: Does new standard mean new materials?)

鐵路工業正在改變，此歸因於泛歐高速鐵路系統指引(Trans-European High-Speed Rail System Directive)之新相互聯運性(Interoperability)，其目標在謀求法規標準化，以保證不管在歐盟任何地區的安全均具有同一等級。這個趨勢意味著材料或產品發展上的關鍵變革，也意味火勢延遲新化學的利用，並開啓新世代解決方案的空間。本篇簡報由法國 Crepim 公司之技術總裁 (Technique Director) Franck Poutch 先生主講。

(一) 概述

1. 聯運規範(Specification for Interoperability)之基本需求
 - (1)安全性(safety)
 - (2)可靠度與可用度(reliability and availability)
 - (3)健康(health)
 - (4)環境保護(environmental protection)
 - (5)技術相容性(technical compatibility)
2. CEN TS 45545(鐵路車輛之防火規範)內涵
 - (1)第一部分(Part 1)：一般(General)
 - (2)第二部分(Part 2)：材料之火災行爲需求 (Requirements for fire behavior of materials)
 - (3)第三部分(Part 3)：防火阻隔之防火需求(Fire resistance requirements for fire barriers)
 - (4)第四部分(Part 4)：車輛設計之火災安全需求(Fire safety requirements for rolling stock design)
 - (5)第五部分(Part 5)：電氣之火災安全需求(Fire safety requirements for electrical equipment)
 - (6)第六部分(Part 6)：火災控制與管理系統(Fire control and management systems)

(7)第七部分(Part 7)：可燃性液體及可燃性氣體安裝之火災安全需求(Fire safety requirements for flammable liquid and flammable gas installations)

(二) CEN TS 45545- Part 1

1. 四種營運分類(4 operation categories)：主要係以逃生觀點分類

(1)車輛並非設計(designed)或裝備(equipped)以行駛於地下段、隧道及/或高架段結構。

- 隧道之間的長度>列車長度
- 隧道長度<路線總長之 10%

(2)車輛之設計(designed)或裝備(equipped)以行駛於地下段、隧道及/或高架段結構，可側面逃生(with side evacuation)，乘客可於短時間內抵達安全地點(車站或緊急停靠站)。

- 隧道長度<5 公里
- 行進時間<4 分鐘

(3)車輛之設計(designed)或裝備(equipped)以行駛於地下段、隧道及/或高架段結構，可側面逃生(with side evacuation)，乘客須於長時間內抵達安全地點。

- 隧道長度<20 公里
- 行進時間<15 分鐘

(4)車輛之設計(designed)或裝備(equipped)以行駛於地下段、隧道及/或高架段結構，不能側面逃生(without side evacuation)，乘客可於短時間內抵達安全地點。

- 行進時間<4 分鐘

2. 四種設計分類(4 design categories)

(1)A：組成自動駕駛列車之一部份的車輛，且車上並無經訓練的隨車人員

(2)D：雙層車輛(Double deck vehicles)

(3)S：臥鋪車輛(Sleeping and couchette vehicles)

(4)N：其他所有標準車輛(All other vehicles(standard vehicles))

3. 防火安全目標(Fire safety objectives)

綜合不同營運類別與設計類別之車輛，以災害等級(Hazard Level)區分如下

表所示：

表 3.2-5 車輛分類之災害安全等級

設計分類 營運分類	N 標準車輛	A 自動車輛	D 雙層車輛	S 臥鋪車輛
1	HL1	HL1	HL1	HL2
2	HL2	HL2	HL2	HL2
3	HL2	HL2	HL2	HL3
4	HL3	HL3	HL3	HL3

HL1：路面電車(tramway)

HL2：TGV、TER、RER...，約佔 90%市場

HL3：地鐵(Subway)、隧道(Tube)、臥鋪車輛

(三) CEN TS 45545- Part 2

1. FIRST：火災評估之關鍵準則(FIRST：Key criteria for fire assessment)
 - F- Flame spread (火焰擴散)
 - I- Ignitability (可燃性)
 - R- Rate of heat release (熱釋放率)
 - S- Smoke (煙霧)
 - T- Toxicity (毒氣)
2. 材料與零件之火災行為法規需求 (Requirements for fire behavior of materials and components)

表 3.2-6 材料與零件之火災行為法規需求

材料分類 Material classes	F (火焰擴散)	I (可燃性)	R (熱釋放率)	S (煙霧)	T (毒氣)
結構表層關 聯產品 Structural surface related products	ISO 5658-2	ISO 5660-1		ISO 5659-2	
傢俱產品	產品測試：ISO 9705			ISO 5659-2	

Furniture products	--	樣品測試：ISO 5660-1	ISO 5659-2
電氣產品 Electrical products	ISO 4589-2	--	ISO 5659-2
機械產品 Mechanical products	ISO 4589-2	--	ISO 5659-2

(四) TS 45545 進展時程

1. 於 2009 年 1 月展開
2. 在 3 年內與各國國家法規共存
 - (1)BSS 6853 (英國)
 - (2)NF F16-101&102 (法國)
 - (3)DIN 5510 (德國)
 - (4)UNI 11170 (義大利)
3. 預定於 2012 年採用

四、公共運輸中站立乘客之被動式安全 (Passive safety of standing passengers in public transportation)

本篇簡報由法國里昂大學之生物力學與撞擊力學實驗室(The Biomechanics and Impact Mechanics Laboratory ; LBMC UMR_T 9406)研究工程師 M. C. Chevalier 女士介紹有關緊急煞車時，站立乘客之動態行為反應與頭部受傷風險等研究方法及成果。

(一) 研究動機

1. 在公共運輸載具中，站立之乘客是易受傷的，尤其當發生突然減速時：
 - (1)會導致大的移動幅度
 - (2)因撞擊內裝物體而受傷
2. 惡化中的因素：
 - (1)因開放空間變大以利上下車及動線順暢，使站立乘客愈來愈多
 - (2)人口老化

(3) 道路交通愈來愈複雜

(二) 結論

1. 站立乘客遭受緊急煞車時

- (1) 經由自願者實驗顯示，依乘客站立方式而有不同的結果。
- (2) 面向行車相反方向將承受最嚴重後果。
- (3) 利用握住(grab pole)或臀托(buttock rest)可降低在站立平台上的偏移。
- (4) 頭部擺動瞬間速度可達到 3.6 m/s
 - 對年長者速度更高
 - 當頭部撞擊握柱時可能引發中等傷害(moderate injury)

2. 站立乘客遭受碰撞減速時

- (1) 反應時間極短
- (2) 頭部碰撞握柱之風險為中度風險，惟高大者與年長者之風險更高
- (3) 應降低風險以利碰撞後之逃生

五、因應 EN 45545-2 的全複合材料解決方案：符合所有需求的塗料、表面塗漆及樹脂 (Total composite solutions acc. EN 45545-2: coating, gel-coat and resins passing all requirements)

本篇簡報由瑞士 Walter Maeder 公司之市場與行銷經理 Paul Wartenweiler 主講，探討聚脂塗漆(polyester gelcoat)、樹脂(resin)及塗料系統(coating system)的廣泛範圍，其可完全符合新認證需求與規範，包括滿足牆板與天花板之 R1 規範，以及車前罩板之 R16 規範。

(一) EN 45545-2 標準

1. 歐洲軌道車輛防火安全(FST)規範之演進

- (1) 現今(2011)

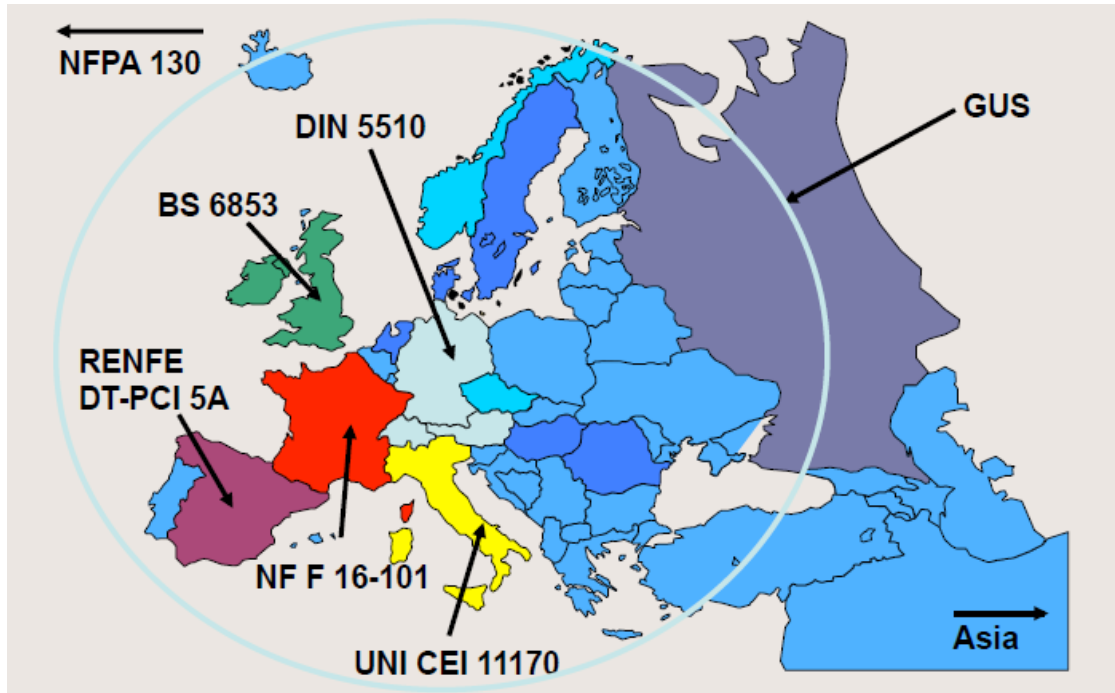


圖 3.2-9 鐵路車輛在歐洲之防火安全標準(目前)

(2)2012 年年底以後

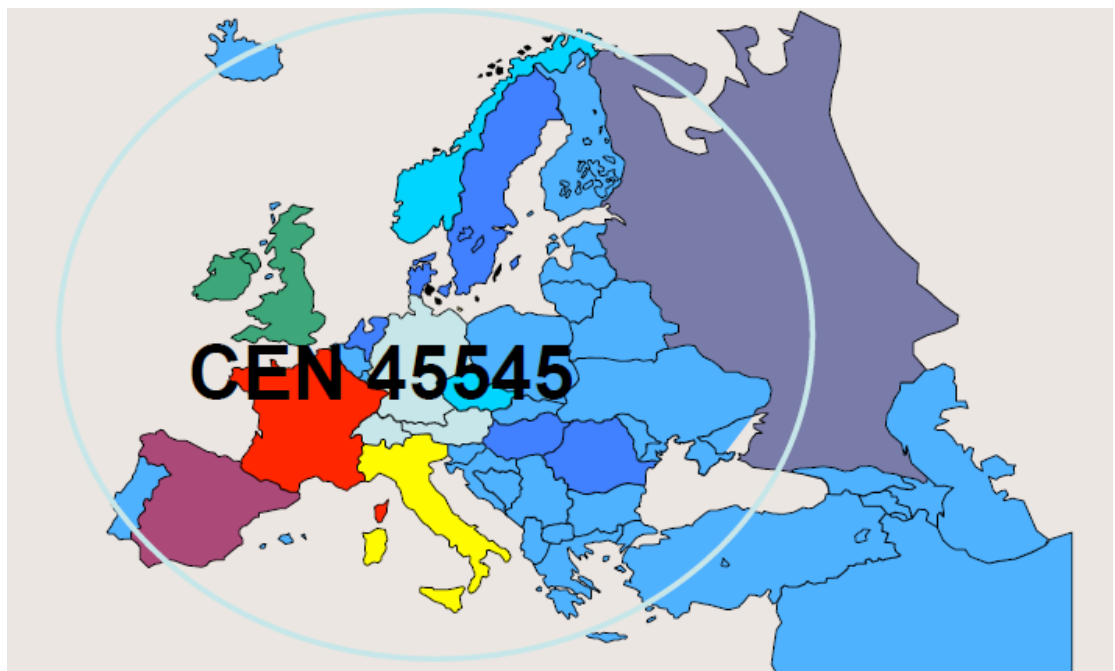


圖 3.2-10 鐵路車輛在歐洲之防火安全標準(2012 年年底以後)

2. 材料對火勢反應之五項評估參數

火焰擴散性(spread of flame)、可燃性(ignitability)、熱釋放率(heat release)、煙霧(smoke)、毒性(toxicity)

3. CEN TS 45545-2 測試方法(材料分級)

表 3.2-7 CEN TS 45545-2 測試方法(材料分級)

Ref.	Standard	
T01	EN ISO 4589-2	Oxygen index
T02	ISO 5658-2	Spread of flame
T03	ISO 5660-1	Cone calorimeter
T04	EN ISO 9239-1	Flame spread of floorings
T05	EN ISO 11925-2	Ignitability
T06	ISO/TR 9705-2	Furniture calorimeter
T07	EN ISO 12952 -3/4	Ignitability of bedding items
T08	IEC/TS 60695-1-40	Guidance - Insulating liquids
T09	EN 50266-2-4	Vertical flame spread of cables
T10	EN ISO 5659-2	Smoke Generation
T11	CEN/TS 45545-2, C	Gas analysis - FTIR
T12	NF-X70-100-1	Gas analysis
T13	EN 61034-2	Smoke density of cables

(二) Maeder 公司在大眾捷運及鐵路系統的全方案

1. 套裝系統:樹脂(resin)+ 面漆(gelcoat) + 底漆(primer) + 表面塗層(top coat)
2. 塗料複合材料解決方案

表 3.2-8 CEN TS 45545-2 需求符合表

Test Methode	Parameter Unit	Req.	Req. No.	HL1 req. / eff.	HL2 req. / eff.	HL2 Painted req. / eff.	HL3 req. / eff.
Spread of Flame ISO 5658-2	CFE (kW/m ²)	min.	R 1	20 / 22,6	20 / 23	20 / 29	20 / 24
			R 16	13 / 22,6	13 / 23	13 / 29	13 / 24
Heat Release EN ISO 5660-1 50 kW/m ²	MARHE (kW/m ²)	max.	R 1	- / -	90 / 71	90 / 72	60 / 57,5
			R 16	- / -	90 / 71	90 / 72	60 / 57,5
Smoke Density EN ISO 5659-2 50 kW/m ²	Ds(4)	max.	R 1	600 / 196	300 / 196	300 / 168	150 / 106
			R 16	600 / 196	300 / 196	300 / 168	150 / 106
Smoke Density EN ISO 5659-2 50 kW/m ²	Ds max	max.	R16	-	R1: DSmax inside not required	600 / 520	300 / 428
Smoke Density EN ISO 5659-2 50 kW/m ²	VOF4 (Minutes)	max.	R 1	1200 / 363	600 / 363	600 / 340	300 / 194
			R 16	1200 / 363	600 / 363	600 / 340	300 / 194
Toxicity EN ISO 5659-2 50 kW/m ²	CITG 8Min	max.	R 1	1,2 / 0,1	0,9 / 0,24	0,9 / 0,24	0,75 / 0,27
			R 16	-	1,8 / 0,24	1,8 / 0,24	1,5 / 0,27
4 mm Composite Gelcoat 0.8 mm 3 Layers Glass Mat				Colored Gelcoat		NUVOVERN Aqua Primer II+ Topcoat	Colored Gelcoat
				NUVOPOL GELCOAT 37-03 TGP Resin DITRA 2109-11 XP		NUVOPOL GELCOAT 37-03 TGP Resin DITRA 2109-10XP	

R1：車內部之牆板、天花板及內裝材；R16：車外部之前端罩板等

六、具成本效益之防火解決方案，包含偵測、抑制及控制 (Cost-efficient fire protection solutions including detection, suppression and control)

本篇簡報由瑞典 Consilium 公司之安全運輸部門技術總裁 Klas Nylander 主講，就未來鐵路車輛在設計上之重要因素如設備小型化、輕量化及安全性提高等趨勢，針對火災偵測、撲滅及控制等提出整合性解決方案，可符合法規需求，並能降低成本。

(一) 鐵路車輛適用於歐洲市場之主要安全標準與指引

1. 2004/49/EC Railway Safety Directive
2. 2008/57/EC Directive of Interoperability

Notes :

- (1)96/48/EC Directive of Interoperability for High Speed Trains (replaced by 2008/57/EC)
- (2)2001/16/EC Directive of Interoperability for Conventional Trains (replaced by 2008/57/EC)
3. 2008/163/EC Directive for tunnel Operation
4. prEN 45545-1~ -7 Fire Safety Requirements
5. EN 50155 Electronic Equipment used on Rolling Stock
6. EN 50121-3-2 Electromagnetic Compatibility- Part 3-2 : Rolling Stock- Apparatus
7. EN 50124-1 Clearances and Creepage Distances
8. EN 50125-1 Environmental Conditions for Equipment
9. EN 50126 Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS)
10. EN 50128 Software for Railway Control and protection Systems
11. prEN 50553 Running capability
12. EN 54-2, -4, -5, -7, -10, -11, -17, -22 Fire Detection and Alarm System
(Panel, Power, Heat, Smoke, Flame, Manual Call Points, Short Circuit Isolator, Line heat Detector)

(二) 整合方案(Integrated solution)

1. 火災偵測與控制整合系統：本系統係由設置於列車之各式各樣的遠端偵測設備、通訊設施、可接受遠方遙控之防火相關設施，以及設置於駕駛室的控制單元組成的一套完整的偵測與控制系統。



圖 3.2-11 火災偵測與控制整合系統示意

2. 整合之好處：準時(on time)而無時間延遲(time delay)、降低整體成本(reduced total cost)、簡化支援(simplified support)、容易更新(easy to update)、可靠(reliability)、減輕維修(reduced maintenance)、減重(weight reduction)、降低風險(reduced risk)。

七、綜合高階之火災安全與內裝設計：HI-FOG 彈出式噴嘴 (Combining high-class fire safety and interior design: HI-FOG pop-out nozzles)

本篇簡報由芬蘭 Marioff 公司之車站與車輛部門經理 Petteri Valkohaapa 介紹該公司最新創意產品- 彈出式噴嘴高壓水霧系統 HI-FOG，此設備安裝於車輛內以確保當車上發生火災時之乘客安全，並配合車廂內裝設計，噴頭平時係收藏於天花板內，當偵測到火災始作動彈出，以此可減低遭惡意破壞之風險，並提高防火系統可靠度。

(一) 前言：瑞典 Maelardalen 大學 2010 年開始之地鐵研究計畫

1. 車上火載量 (carried fire load on-board) 調查分析

- (1)以斯德哥爾摩(Stockholm)地鐵為例，每位旅客平均行李重為 4.2 公斤：
 - 82%旅客攜帶各類型行李如背包、手提包、行李箱等
 - 28%旅客有攜帶各類型壓力瓶罐(pressurized can)
- (2)對一承載 1200 名旅客之地鐵列車而言，此意味著有 4133 公斤之可燃物質(combustible material)，等於 85GJ。
- (3)約 50% 額外火載量

2. 全尺寸實車測試初步結果

- (1)針對 1970 年代與 2010 年代兩種不同內裝材料之車輛進行火災測試
 - 1970 年代車輛點火後僅需 3 分鐘就達到閃燃(flashover)
 - 2010 年代車輛點火後需超過 1 小時達到閃燃(flashover)
- (2)若無行李，即使是 1970 年代老式車廂，起火亦不會達閃燃點；但若有行李，即使是 2010 年代現代化車廂，起火後將達到閃燃點。

(二) 彈出式撒水頭系統(Pop-out spray head system)

1. 優點

- (1)快速抑制火勢(rapid suppression of the fire)
- (2)有效減低煙霧及熱量
- (3)完全控制系統致動(system activation)
- (4)改善美觀性
- (5)降低惡意破壞之風險(risk of vandalism)

2. 彈出式噴嘴高壓水霧系統(HI-FOG)

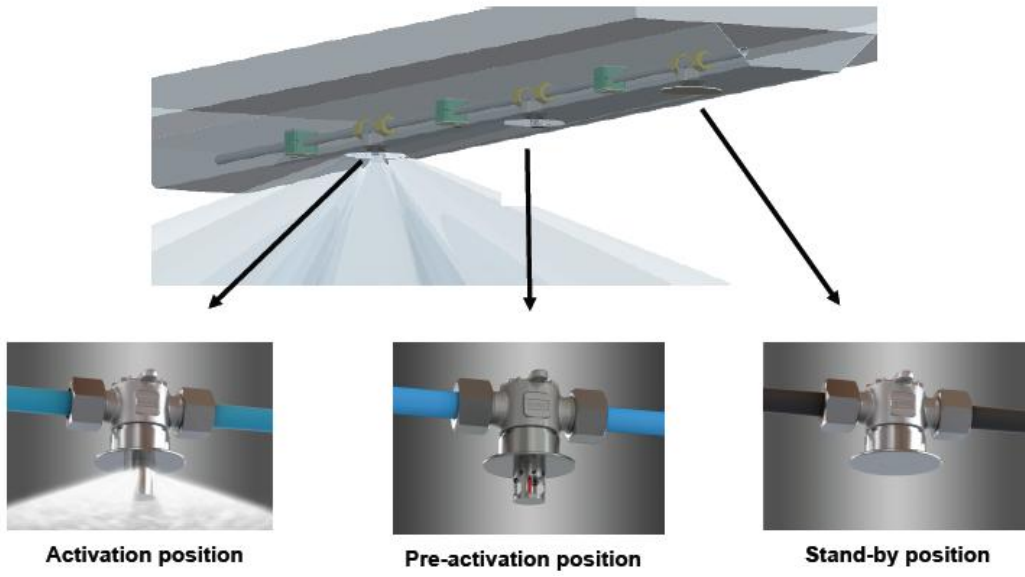


圖 3.2-12 HI-FOG 彈出式撒水噴嘴頭

3.3 第三天會議內容

3.3.1 上午主題：座椅之設計、舒適性及安全性(Seating design, comfort and safety)，共有 6 場研討會，演講內容摘要分述如下。

一、為多樣化的使用者與活動所需的舒適鐵路座椅 (Towards comfortable train seats for diverse users and activities)

本專題演講由法國 SNCF 舒適性計畫主持人 Dr. Cedric Gallais 及荷蘭 TNO 公司之計畫經理 Liesbeth Groenesteijn 共同簡報，以使用者角度與需求提出有關火車舒適性座椅之研究報告。

(一) 座椅舒適性背景

1. 座椅與乘客舒適性之關係

(1) 座椅是營運單位與旅客間之主要界面

(2) 座椅是舒適旅行經驗的關鍵要素：根據法鐵 SNCF 的調查，座椅是舒適性元素中最重要者，假如旅客對乘坐感覺舒適，則整體旅程大抵亦感舒適，其關聯性如下表所示。

表 3.3-1 SNCF 座椅與整體旅程舒適性之關聯

Example of SEATS	Correlation between Seat comfort and global comfort perception
TGV 1	0,78
TGV 2	0,83
Urban train 1	0.73
Urban train 2	0,81

(3) 座椅是創新設計之中心：材料、強度、功能、樣式、視聽設備、附屬品、人因、自動控制等。

2. 評估座椅舒適度的方式

(1) 坐姿舒適性(postural comfort)

(2) 動態舒適性(dynamic comfort)

(3) 坐姿舒適性與動態舒適性分別評估，但坐姿舒適性可能會傳遞至座椅

之震動影響。

(4)評估時係以正常乘坐姿勢及被動狀態進行，但實際上乘客會從事各種活動並採各式坐姿。

(二) 姿勢與活動之關聯性(Corresponding postures to activities)研究

1. 成果摘要：乘客 8 種姿勢搭配 4 種主要活動之舒適度評分

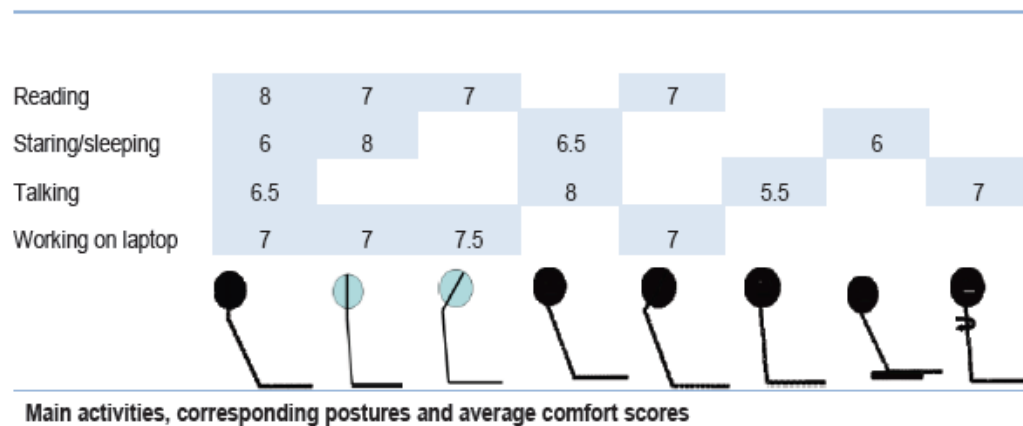


圖 3.3-1 乘坐姿勢與活動之關聯性

2. 座椅設計建議

- (1)頭靠設計(headrest design)與頸部支撐(neck support)對改善舒適性屬重要因素，並需具有可調整性(adjustability)以因應不同活動。
- (2)座墊長度最好可調整，並有傾斜的背靠(back rest)角度；可變動座墊角度以適應各種坐姿。
- (3)就放鬆姿勢言，最好能有較大傾斜角之背靠及傾斜之座墊角度。
- (4)腰部支撐(lumbar support)對於所有條件均為舒適性設計，其尺寸可依活動種類及背靠角度而些微調整。
- (5)桌子距離應有可調整範圍以因應使用筆電及閱讀等活動。
- (6)臂靠(armrest)之角度與高度應與桌子之角度與高度一致。

二、使用先進有限元素分析來發展一套抗撞性座椅系統 (Developing a crashworthy seating system using advanced finite element analysis)

為發展符合歐洲與國際標準之抗撞性座椅，通常需執行很多項實體測試，意味需花費很多時間與成本。本篇簡報則係利用先進有限元素分析(FEA)來發展抗撞性座椅，由英國 MIRA 公司之資深工程師 Peter Snape 主講。

(一) 概要

1. 座椅樣本採用法國 Compin 椅子公司之 S65 輕量化座椅；動態測試則利用英國 MIRA 公司之 HyGe 逆向加速設備(HyGe Reverse Accelerator Facility)，配合乘客模型，以評估傷害潛勢(injury potential)及結構整體性(structural integrity)。
2. 有限元素模擬係在測試前用以預測性能，第一階段測試(Phase 1 testing)用以驗證模擬結果，第二階段測試(Phase 2 testing)確認了完全符合標準。

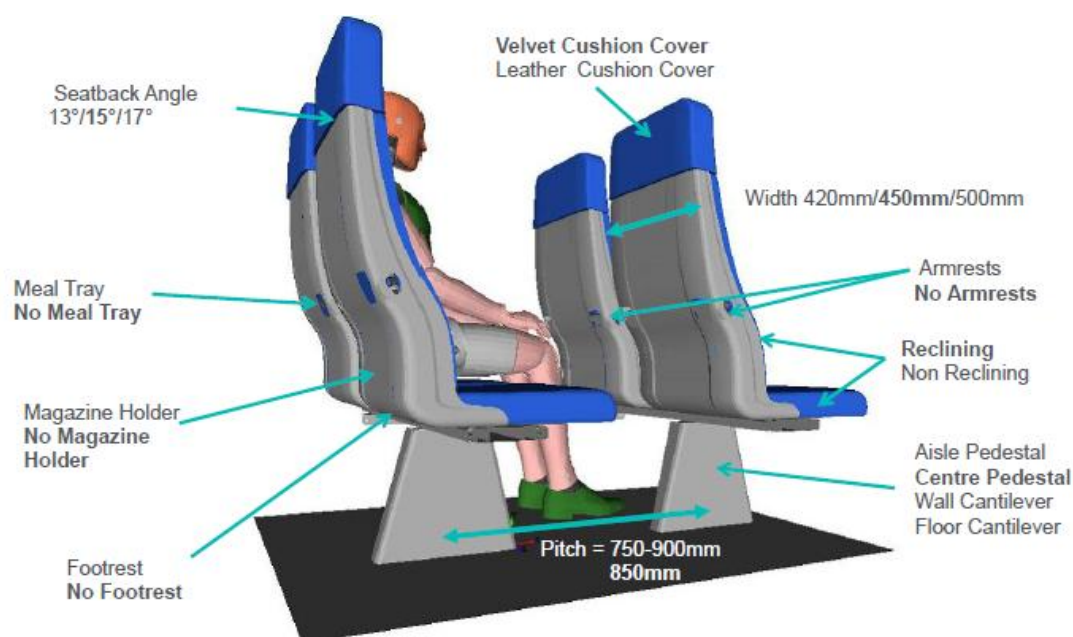


圖 3.3-2 Compin S65 座椅模擬樣態

(二) 抗撞性標準(Crashworthiness standards)

1. 2011 年 3 月起之歐洲鐵路座椅：**GM/RT2100 issue 4 (RSSB/TSI)**。
2. GM/RT2100 issue 4 納入最新之傷害準則(injury criteria)與容許等級(tolerance levels)，並用以取代 AV/ST9001(RSSB)。
3. 定義座椅及桌子最大變形之存活空間(survival space)
4. 釐清結構破壞(structural failure)及零件脫離(component detachment)之定義
5. GM/RT2100 issue 4 同時整合了：
 - (1)EN 15227 Structural Crashworthiness
 - (2)EN 12663 Static Load cases

(三) 結論

1. 初始預測顯示當一些設計改變時，抗撞性需求可符合。
2. 配合設計改變之第一階段測試，提供可與預測值比較之結果。
3. 進一步之模擬疊代過程(simulation iterations)，可使性能、重量及成本最佳化。
4. 第二階段測試驗證了最佳化程序及規範符合度。
5. 模擬法提供了有別於實體測試之節省成本的替代方案。
6. 未來可進一步就模擬法在零組件及全尺寸等級上持續發展。

表 3.3-2 FEM 模擬預測與實測在傷害潛勢之關聯比較

Injury Criteria AV/ST9001		Max	Target	D3041	D3096	943E1	I3120	950B3
6.6.1 Injury Criteria				Orig Pred	Ph1 Pred	Ph1 Test	Ph2 Pred	Ph2 Test
(a)	HIC (18ms)	500	400	929	255	251	177	178
(b)	Max Head Acceleration (3ms)	80g	64g	95.1g	66.9g	52.8g	32.7g	49.4g
(d)	Neck Bending Moment Extension	57Nm	45.6Nm	39.3Nm	28.4Nm	23.0Nm	17.7Nm	21Nm
(e)	Femur Peak Compressive Load	4000N	3200N	6430N (LH)	5440N (LH)	5746N (RH)	4412N (RH)	4404N (LH)
(f)	Sliding Knee Displacement	12mm	9.6mm	16.5mm	8.4mm	4.9mm	7.7mm	6.1mm
(g)	Tibial Index	0.75	0.6	1.35	0.63	0.67	0.65	0.74

- Very good correlation for HIC, femur loads and Tibial index
- The improvements made from the original concept through phase 1 and phase 2 optimisation processes were validated by the physical testing.

三、公共運輸用之第一套電動式駕駛座椅的發展 (The development of the first electrically powered operator seat for public transport)

本專題演講由荷蘭 Savas 座椅公司負責人 Frans-josef van Seumeren 簡報，除介紹該公司歷史與相關產品外，主要針對所研發之第一套公共運輸用高科技電動式駕駛座椅提出報告。

(一) 發展過程

概念發想(2005)→腦力激盪(2006)→原型機製造(2007)→alfa 0.1 型(2009)→bêta 0.1 型(2010)→bêta 0.2 型(2011)→操控系統

(二) 操控系統(operation control)

1. 記憶體電控(electrically by memory)：駕駛員資料庫
2. 圖形介面電控(electrically by GUI)
3. GUI 選單(GUI menu)：觸控面板、乙太網路控制(Ethernet control)、紅外線控制(infrared control)、多馬達管理、多螢幕影像(multiple screen images)
4. 按鍵盒人為替代(manually override by button box)
5. 未來可能性(future capabilities)：如下圖



圖 3.3-3 座椅操控系統未來發展可能性

四、舒適性、防火性、耐久性及具有效益之壽期成本 (Comfort, FST, durability and cost benefit lifecycle costs)

美國 Rogers 公司應用工程經理 Kenneth Kozicki 簡報座椅舒適性設計及產品壽期成本評估之重要性，並輔以北美、歐洲及亞洲區之相關案例分析，也點出座椅材料選擇為關鍵要素。

(一) 座椅設計考量的四大要素

舒適性、防火性、耐久性及壽期成本為座椅設計時必須考量的主要特性。

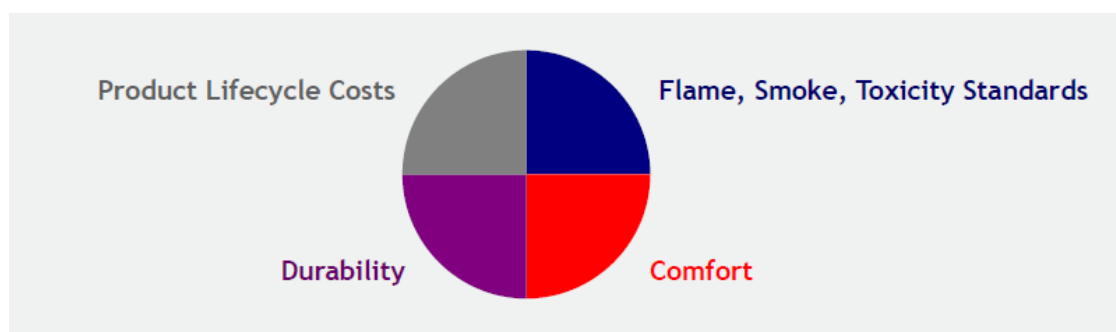


圖 3.3-4 座椅設計考量要素

(二) 防火特性

1. 防火性係指物質燃燒時產生的所謂 FST 特性，即 Flame(火焰)、Smoke(煙霧)、Toxicity(有害毒氣)，其標準在任何一種大眾運輸系統均屬重要，特別是地下鐵(underground)、高速鐵路(high speed)及通勤鐵路(commuter)等路網尤需遵守並符合規定，因為一旦發生火災時，乘客立即往外逃生的機會可能較低，而被迫須待在車廂內較長的時間。
2. 鐵路車輛及其所構成之材料對 FST 的符合標準端視其車輛分類而定，例如屬最嚴格額定標準類別如英國的 Cat. 1a (BS 6853)或法國的 M1F1 (NFF 16-101)等。
3. Rogers 公司研發的矽膠材(silicone)可符合 FST 標準，並應用於：
 - (1)座墊(seat cushions)：椅套或椅布(upholstery)、泡棉(foam)
 - (2)密封襯墊或填料(gaskets)：橡膠(rubber)、彈性橡膠(elastomer)
 - (3)地板結構(flooring constructions)
 - (4)側牆及天花板上之吸音隔振材

五、ISEAT：鐵路座椅整合性零件之研發 (ISEAT: research and development of integrated components for railway seats)

本篇簡報由葡萄牙 Almadesign 公司設計經理 Jose Rui Carvalho Mendes Marcelino 介紹有關鐵路座椅跨公司跨領域之研究計畫 ISEAT 在設計、研發及整合的成果。

(一) 概述

1. ISEAT 計畫始於 2009 年 9 月，整合了多家不同專業領域公司之經驗與技術，目標在為長途與高速列車研發頭等等級之座椅，具備科技整合性、輕量化、舒適性及環境效能性之特性。
2. 集團主要成員及其專業分工分別為：
 - (1)Amorim Cork Composites：軟木(cork)
 - (2)Caetano Components：公車與鐵路車廂製裝整合
 - (3)Couro Azul：運輸工業之皮革(leather)
 - (4)INEGI：複合材料與結構

- (5)Almadesign：工業設計
- (6)ALSTOM：技術與市場行銷諮詢
- (7)NIBBLE：電子、燈光與界面
- (8)CIN：塗漆、烤漆與精工

(二) 研發成果



圖 3.3-5 ISEAT 概念座椅

六、為乘客安全與舒適之模組化座椅強化設計 (Enhanced design of modular seating for passenger safety and comfort)

本篇簡報係由印度 Infotech Enterprises 公司鐵路部門之 Rama Krishna Gudipati 介紹可滿足基本標準或需求如人因尺寸、防火性、重量與操控性之模組化座椅設計，以提高絕大多數乘客所想要之安全與舒適度。

(一) 設計概念之目標

1. 舒適度(comfort)：免於乘坐時酸痛(freedom from pain)
 - (1)在大腿上部(thigh portion)有適當的座椅基礎形狀(shaping of seat base)
 - (2)在背靠下部有氣墊(air/cushion at lower back rest)
 - (3)可調整垂直度之背靠，且在頭部與頸部有支撐墊
 - (4)兩人座或三人座模組具有獨立之中間扶手(independent hand rest)，並能水平及垂直調整。

(5)腳踏板可調整(adjustable foot rest)

2. 安全性(safety)

(1)堅固且可調的安全帶(robust and flexible seat belt)

(2)含頭部防護墊之可調式簡易半圓形頭罩(adjustable half round case with head cushion)

(3)內嵌固定於頭靠之耳機(built-in ear phones fixed to the head rest)

(二) 面臨的挑戰(challenges)

1. 需維持座椅容量數(retain seating capacity as it is)

2. 免維護(free from maintenance)

3. 易於改造(easy to retrofit)

4. 低成本(low cost)

5. 零組件數量限制(limiting the number of parts)

6. 使用壽命長(long life)

7. 互換性(interchangeability)

8. 符合國際標準(adherence to international standards)

(三) 設計限制(constraints)

1. 有限的空間(limited space)

2. 有限的大小尺寸(limited size)

3. 防火(fire proof)

4. 減輕重量(reduced weight)

5. 垂直度調整之有限彈性(limited flexibility for vertical adjustment)

6. 高可靠度(high reliability)

7. 低維修度(low maintenance)

(四) 為舒適度與安全性而強化設計之座椅(enhanced design for comfort and safety)

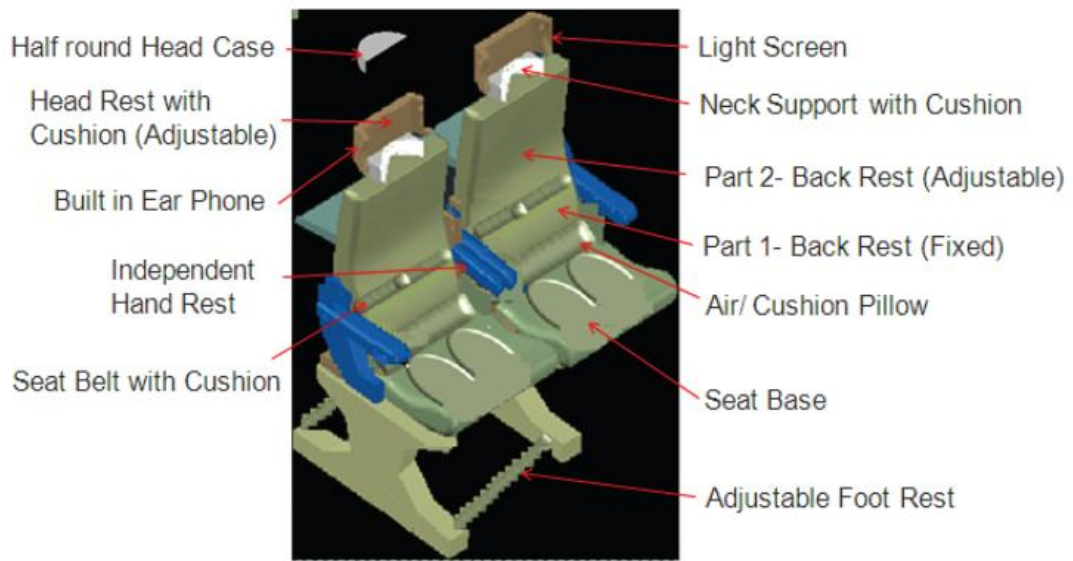


圖 3.3-6 強化舒適與安全設計之模組化座椅概念示意

3.3.2 下午主題：直覺的燈光與進出可及性(Intuitive lighting and accessibility) ，共有 4 場研討會，演講內容摘要分述如下。

一、新一代 LED 科技在內裝照明解決方案之應用 (The application of new-generation LED technology in interior lighting solutions)

本篇簡報由英國 LPA- Excil Electronics 公司董事長兼總經理 John Hesketh 主講，介紹 LED 新技術發展，討論如何應用其節能(energy saving)、高可靠度(high reliability)、低壽期成本(low lifecycle cost)等特性而取代傳統螢光(fluorescent)照明。

(一) LED 科技綜觀(LED Technology Overview)

1. LED 是完全之固態(solid state)「PN 結」(PN junction)設備
2. LED 沒有易碎斷燈絲(fragile filament)或氣體放電過程(gas discharge)之顧慮
3. LED 對有振動問題之車輛非常適用
4. 當固定電流通過 PN 結時，釋放出光子(photons)
5. 設備內之磷光體塗層(phosphor coating)控制了發射光之色溫(color temperature)
6. 相較於傳統燈源之高發光效能(luminous efficacy)等級使得節能效果明顯
7. LED 可具有超長使用壽命

8. 為達成長效壽命，LED 必須：

(1)準確熱量管制(correctly thermally managed)

- 熱量須自連結處(junction)有效分出(route away)

(2)準確電子驅動(correctly driven electrically)

- 有恆量電流(constant current)

- 有適用於車輛之驅動器(driver)

- 驅動器能保護 LED 免於突波(harsh surges)與瞬變現象(transients)影響

9. 為使 LED 輸出之流明(lumens)能轉換為可用光，必須搭配光學裝置

(二) LED 應用例



圖 3.3-7 LED 應用例(左圖：SNCF-AGC；右圖：倫敦地鐵)

(三) 新一代 LED(New Generation LED)

1. 概述

(1)新一代 LED 稱之為晶片 LED(Chip LED)

(2)技術已存在多年，惟近兩年其性能始大幅改善

(3)利用動力及高亮度 LED 科技，但電力較小且整體尺寸較小

(4)特別設計以滿足照明應用之要求

(5)在一發光體(luminaire)中可利用大量 LED，提供較佳之照明均勻度

(6)在長度 1200mm 之發光體中，可納入 300 個典型的 LED

2. 晶片 LED(Chip LED)與動力 LED(Power LED)之比較

表 3.3-3 Chip LED 與 Power LED 之比較

LED TYPE	Power LED	Chip LED
Visual aspect		
Luminous efficacy (warm white)	85lm/W	100lm/W
Lumen Maintenance (to 70% light output)	100,000 hours	>60,000 hours
CRI	>80	>80
Cooling system	Requires aluminium thermal substrate	Requires standard FR4 PCB
Current	Up to 1A	Up to 160mA
Visual aspect	Spotting visible	Not visible when a high number of devices are utilised
Application	Localised application (spot light, step light, reading light...) General lighting systems which solely rely on indirect illumination High Lumen Maintenance	Direct lighting when a large surface area with unconventional shape or dimensions has to be illuminated with good uniformity Chip LED Lumen/£ ratio is also more competitive than Power LEDs

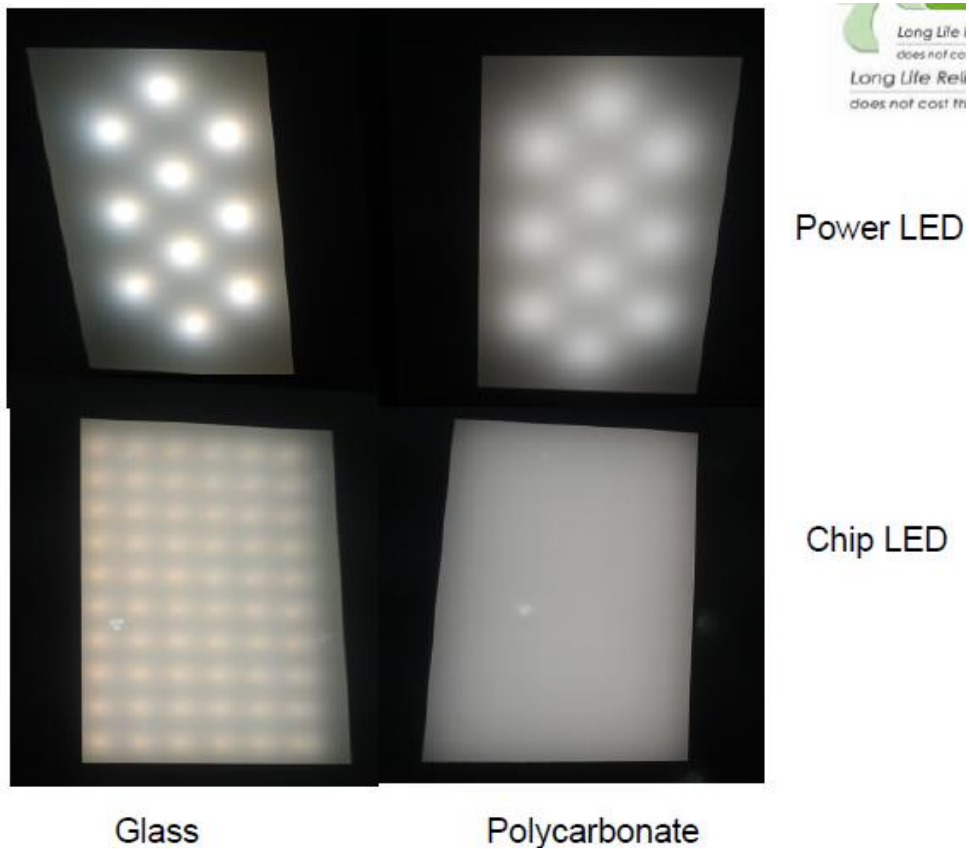


圖 3.3-8 Chip LED 與 Power LED 之外觀比較

3. 晶片 LED(Chip LED)與動力 LED(Power LED)技術之選擇考慮因素

- (1)照明等級(illumination levels)
- (2)均勻性(uniformity)
- (3)使用壽命(service life)
- (4)維修安排
- (5)商業考量

(四) 結論：LED 解決方案可提供

1. 超高可靠度
2. 操作成本大幅下降
3. 節能效果顯著
4. 低溫之流明輸出，不受紫外線及紅外線影響
5. 強化緊急照明性能
6. 整體控制彈性

二、鐵路駕駛員之 24 小時照明方案：警醒燈光之效果 (24-hour lighting scheme for train drivers: effects of light on alertness)

本篇簡報由美國紐約州 Troy 市 Rensselaer Polytechnic Institute 之照明研究中心(Lighting Research Center)設計工程師 Levent Sahin 主講，介紹所進行之燈光影響警覺性的研究計畫。基本上，人類正常生理反應是白天甦醒而夜間沉睡，因此，改變這種模式在疲勞關聯之事故中扮演重要角色。

(一) 研究目標(goals)

安全是鐵路系統之最重要指標，而疲勞是造成事故的最重要原因之一。本計畫主要研究目標在藉由發展一套駕駛室內部的照明方案，以燈光作為非藥物治療之工具，來提高列車駕駛員運轉中的警覺性。

(二) 研究利益(benefits)

1. 支援事故預防策略
2. 減低火車事故之人為錯誤的影響
3. 減輕事故或車禍所造成之社會與經濟後果
4. 提供駕駛艙設計的重要資訊
5. 對照明標準及實務上之駕駛效能提供建議

6. 研究成果可應用到其他交通型態如航空與道路。

(三) 研究本質(Nature)

1. Circadian System (Circadian : around a day)

(1) Circadian 律動係指大約每 24 小時重覆之生物性每日律動(biological daily rhythms)，例如：睡/醒循環(sleep/wake cycle)、荷爾蒙製造(hormone production)、體溫(body temperature)、心律(heart rate)、血壓(blood pressure)、基因表徵(gene expression)等。

(2)倘我們的行為受來自外在環境所提供之光明與黑暗模式之非同步(desynchronized)影響，則我們的 Circadian 律動也將因而瓦解或破壞。

2. Circadian 律動可以多種方式測量。

(三) 實驗發現：長、短波長燈光對警覺性(alertness)之敏感度影響

1. 深夜時段當暴露在長波長(long wavelength)(紅)與短波長(short wavelength)(藍)之燈光中，睡意會減輕。

2. 與他人研究成果一致，即建議在夜間暴露於長波長(紅)燈光中可提高警覺性。

(四) 標準

1. 依據歐規 EN13272 : 2001 "Railway Applications- Electrical lighting for rolling stock in public transport systems"，駕駛員控制桌上之照明亮度一般至少應有 75 lux。

2. 在特定區域如閱讀處，照度應至少達 150 lux (EN 2002)。

3. 以配置 36W-T8 螢光燈管之實際駕駛艙內量測照度為例，駕駛桌上之照度平均為 384 lux，已足夠影響駕駛員之 Circadian 系統。

三、任何人之上車可及性：系統概述、顧客及營運者需求 (Accessible boarding for everyone: system overview, customer and operator needs)

根據歐盟法規，今日的公共運輸系統必須對任何人皆有可及性而未有any限制。因此，月台與鐵路車輛之界面為最大的問題之一，尤其是輪椅旅客。本篇簡報由奧地利維也納科技大學(Vienna University of Technology)助理教授 Dr Bernhard Rueger 依據所參與歐盟之可及性研究計畫成果，介紹現有上車輔助工具

及相關須符合的準則或標準。

(一) 歐盟研究計畫-公共運輸之所有人可及性(EU Project : Public Transportation-Accessibility for All)目標：找出解決方案或系統之改善上車不便情況

1. 系統須整合至既有鐵路車輛中
2. 系統對大部分既有車輛須能標準化
3. 系統必須能供所有行動不便旅客(people with reduced mobility)使用

(二) 行動不便者(People with Reduced Mobility ; PRMs)

1. 身體(感官)損害者(Physical(sensory) Impaired)

- (1)輪椅使用者
- (2)視障或視力受損者
- (3)聽障或聽力受損者

2. 旅行不便者(Travel Impairments)

因行李(luggage)、嬰兒車(perambulator)、非當地人(non locals)等因素

3. 生命週期不便者(Life Cycle Impairments)

兒童(children)、孕婦(pregnant women)、年長者(elderly people)

4. 無行為或行動能力者(people with learning disabilities)

(三) 研究計畫成果摘要

1. 田野調查訪談統計分析

(1)上車困難度(Difficulties when boarding)

依旅客年齡及車廂地板/月台面之相對高度關係而定，區分為四類車：

- Cat 1：等高水平上車或一個階梯(level boarding or one step)
- Cat 2：高鐵車廂如 ICE、TGV 等
- Cat 3：典型客車廂，月台高度 55cm(typical passenger coach, 55cm platform)
- Cat 4：出入口較陡之老舊車廂，低月台(old passenger coach with steep entrance, low platform)

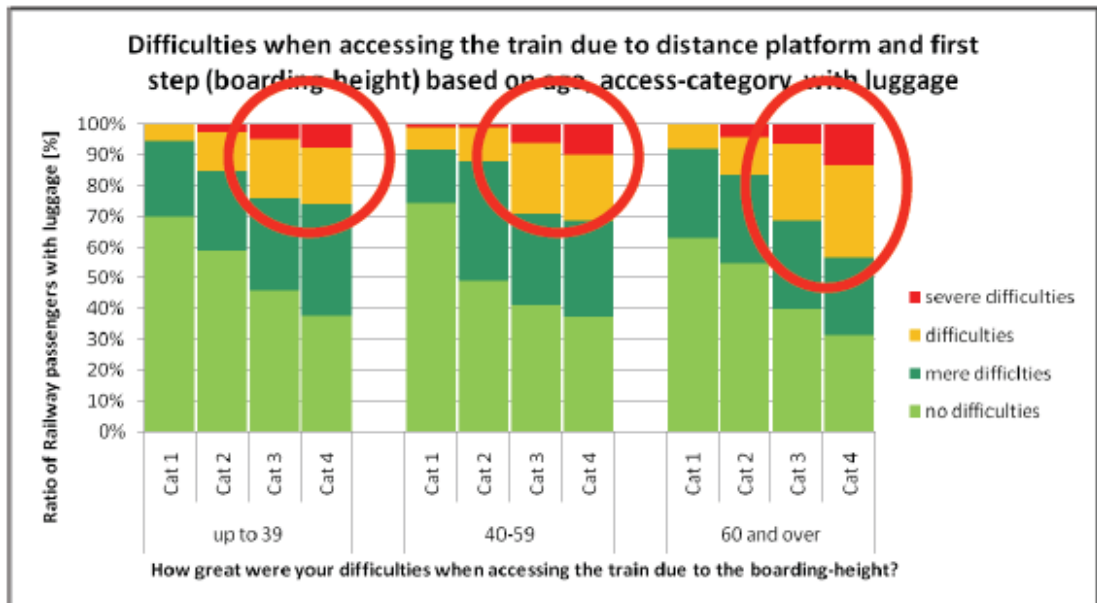
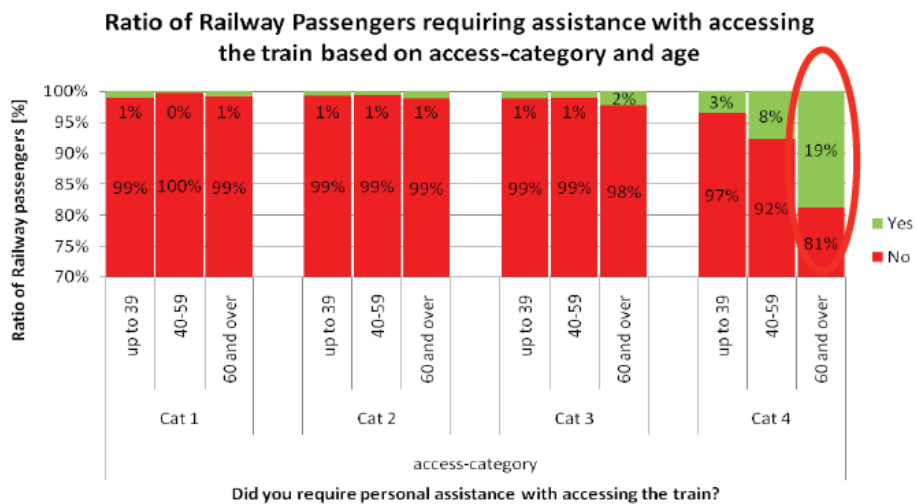


圖 3.3-9 上車困難度調查

(2)上車時需人員協助(Personal assistance required when boarding)



Cat 1: Level Boarding, one stair step max.

Cat 2: Access with two stairs

Cat 3: Access with RIC wagons (3 stairs from platform)

Cat 4: Old-type vehicle (3-4 stairs from platform)

圖 3.3-10 上車時需人員協助調查

(3)攜帶行李而需幫助(Help required when boarding with luggage-)

攜帶行李上車之旅客經統計約有 15% 女性、4% 男性需要協助。

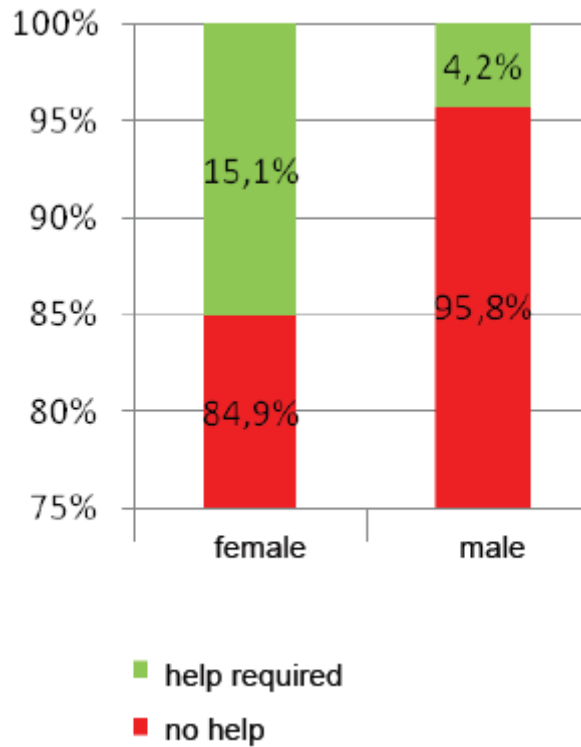


圖 3.3-11 旅客攜帶行李上車而需幫助調查

2. 上下車輔助設備

(1)概分為三類系統型式，即間隙橋接板(gap bridging)、斜坡渡板(ramp)及升降機(lift)；倘以操控方式言，分為人工手動(manual)及機械電控(electro-mechanical)兩種；若以收藏地點區分，則分成以車輛為基礎(vehicle based)及以月台為基礎(platform based)兩類。因此，將有十數種組合之輔助設備系統。

(2)間隙橋接板(gap bridging): 可動式踏階(moveable step)、鉸鏈式踏階(hinged step)、緩衝板(bumper strip)、手動斜坡(manual ramp)等

(3)斜坡渡板(ramp)

- 特點: 相對容易操作、所有人均能利用、極佳可靠度(由其惡劣天氣下)。
- 限制: 高低差受限、高低差過大將導致渡板過長(最大角度 18%)、過陡渡板具危險性。
- 收藏於車輛內之斜坡渡板案例(vehicle based)



圖 3.3-12 收藏於車輛內之斜坡渡板(丹麥/DSB)

- 收藏於月台上之斜坡渡板案例(platform based)



圖 3.3-13 收藏於月台上之斜坡渡板(比利時)

(4)升降機(lift)

- 收藏於車輛內之升降機案例(vehicle based)



圖 3.3-14 收藏於車輛內之升降機案例-1



圖 3.3-15 收藏於車輛內之升降機案例-2

- 收藏於月台上之升降機案例(platform based)



圖 3.3-16 收藏於月台上之升降機案例

(5)斜坡渡板(ramp)基本上可服務所有旅客，提供可及性；而升降機(lift)僅可提供一小部分人的可及性。

(四) 小結

1. 只有一小群旅客需要技術性輔助設施。
2. 以月台為基礎(platform based)之升降機(lift)及斜坡渡板(ramp)為旅客與營運者之連結。
 - (1)升降機僅用於輪椅使用者，而斜坡渡板另可用於其他人。
 - (2)斜坡渡板較易操控，且在惡劣天候下亦可使用。
 - (3)以月台為基礎之設施較以車輛為基礎(vehicle based)之設施操作更快。
3. 但以車輛為基礎之設施較具獨立性，即較不受土建結構影響。
4. 面臨最大難題：UIC 鐵路車廂(wagon)，其進出口在端部、門寬度 80 公分。
5. 應有額外之服務人員於列車出入處提供服務：
 - (1)針對所有人快速幫忙與協助。
 - (2)好的服務促成顧客滿意度。

四、輪椅乘客在列車上之安全性 (Wheelchair passenger safety in trains)

本篇簡報由英國 Q'Straint 公司地區業務經理 Heidi-Marie Kainu 女士介紹列車上輪椅乘客之安全性議題，重點是確保輪椅亦能像固定座椅般安全，並提出該公司所研發之解決方案。

(一) 背景說明

1. 行動不便旅客(disable travellers)持續增加中

(1)行動不便人口約占歐盟工作階層年齡總人數的 1/6(約 8 千萬人)。

(2)因人口逐漸老化，上述數據會持續上調，意味著：

- 輪椅及機動車(mobility scooter)的使用者增加
- 電瓶操控之重型輪椅使用者增加

(3)因此，公共運輸服務之可及性應配合改善，而安全標準亦應提升，以保護行動不便者及行動正常者。

2. 不適當的設施

(1)行動不便者很少有機會利用公共運輸，表示其中僅少數人可搭乘運輸工具去工作或受教育。

(2)可及性和保護設施的欠缺，阻擋了為數不少的行動不便者使用大眾運輸工具，進而影響了整體旅運量。

(二) 輪椅乘客安全性之改善

1. 目前輪椅乘客運輸之 PRM-TSI 法規

(1)與固定座椅面對面：1300mm + 300mm

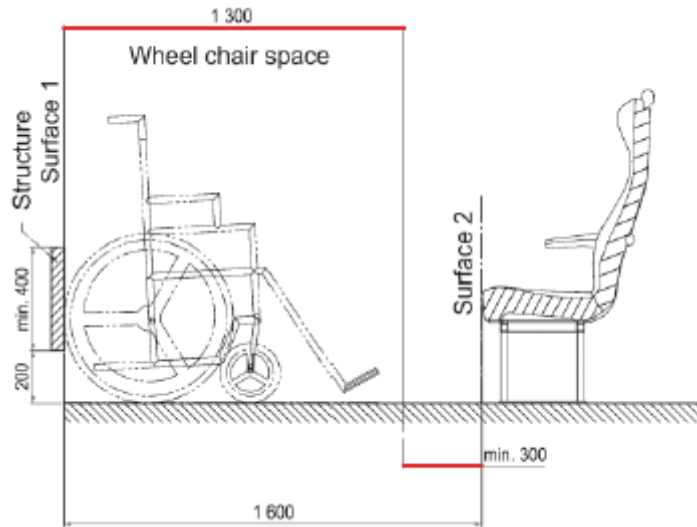


圖 3.3-17 輪椅與固定座椅面對面之空間需求

(2)與固定座椅同向：1300mm + 200mm

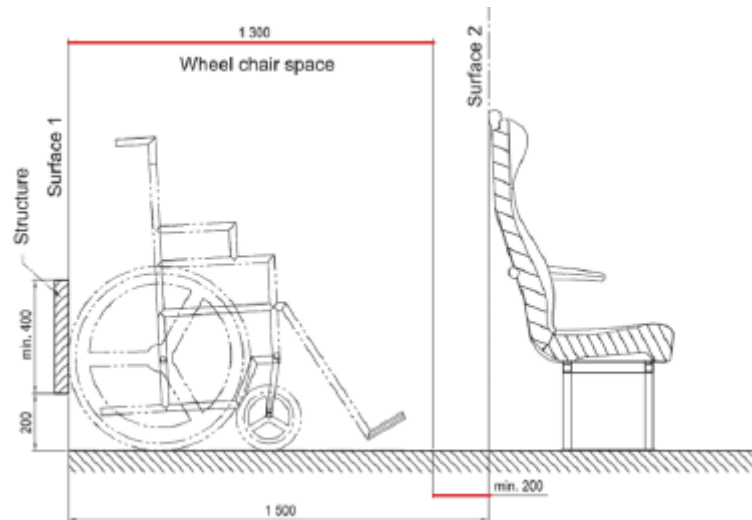


圖 3.3-18 輪椅與固定座椅同向之空間需求

(3)輪椅背後結構(backrest/structure)

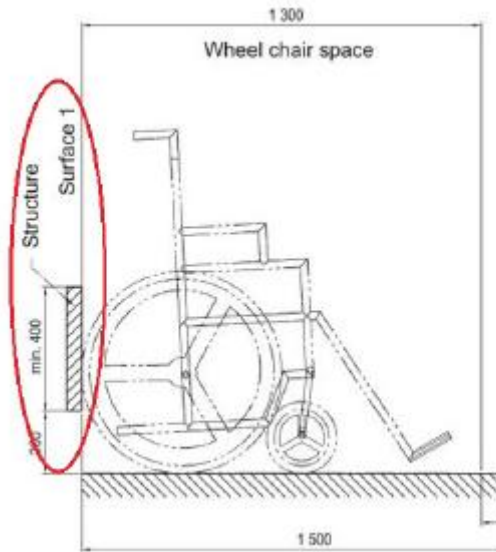


圖 3.3-19 輪椅背後結構之空間需求

2. 改善方案之考量點

- (1)很多使用者旅行中須坐在輪椅上，而無法坐在一般固定座椅上。
- (2)不像一般固定座椅，輪椅可能會傾覆。
- (3)有些輪椅重達 200 公斤以上，操作時可能會傷害到人。
- (4)因此，輪椅應可被拴緊固定(tie down)。

3. Q'Straint 公司之輪椅固定設施產品案例



圖 3.3-20 輪椅固定設備例(左-QM3、右- Quantum)

3.4 展覽會場參觀

本(2011)年度世界鐵路內裝展覽論壇 (Railway Interiors Expo 2011)係由英國 UKIP Media & Events 公司籌辦並主持，共吸引全球約 50 個國家 2000 人參與盛會。為期三天的論壇專題演講之同時，會場上並有超過 100 家參展者展示其創新產品、技術、理念及服務項目等，而參觀者亦藉由這難得之交流機會與實際體驗，了解未來發展趨勢與吸取新知，亦可尋找符合業務所需之方法或方式，以改善車輛內外裝設計或設備效率，提升旅客舒適度或滿意度，進而增加運量與營收。

參展廠商或機構以性質分類概分為：(1)可及性(Accessibility)(2)抗破壞抗塗鴉(Anti-graffiti/Vandalism)(3)CAD/CAM(4)餐飲設備(Catering equipment)(5)塗料(Coatings)(6)通訊系統(Communication systems)(7)複合材料(Composite materials)(8)諮詢顧問(Consultancy)(9)設計與工程(Design & Engineering)(10)門窗(Doors & Windows)(11)娛樂系統(Entertainment systems)(12)織物與皮革(Fabrics & Leathers)(13)火災偵測與抑制(Fire detection/suppression)(14)地板面層(Floor coverings)(15)地板(Flooring)(16)食物與飲料(Food & Beverage)(17)暖氣與空調(Heating/Air-conditioning)(18)內部零組件(Interior components)(19)網路與無線通訊(Internet & WiFi)(20)層積材(Laminates)(21)照明(Lighting)(22)維修與改造(Maintenance/Refurbishment)(23)旅客資訊(Passenger information)(24)旅客安全(Passenger safety)(25)原型樣品(Prototyping)(26)零售(Retail)(27)座椅覆蓋面(Seat coverings)(28)座位(Seating)(29)安全系統(Security systems)(30)廁所與衛生設備(Toilets & Sanitary ware)。

本屆鐵路內裝展覽論壇之會場平面配置如圖 3.4-1 所示，參展廠商名單如附錄 B。

第四章 心得與建議

1. 專題演講論壇搭配展覽場攤位廠商生動或實物展現方式，二者相輔相成，有利於更深入了解並汲取鐵路車輛內裝設計之相關技術、法規要求、發展趨勢與新知。
2. 相較於新購車輛之龐大預算需求，於壽期期中進行車輛內外部不同程度之改造作業(refurbishment)，不失為經濟有效之方式，可提供乘客煥然一新的實際感受。
3. 鐵路車輛內裝設計應融入當地風土文化之因子，並以顧客導向，符合乘客旅程上之需求。惟仍應區分必要性需求與非必要性(渴望性)需求，視經費或代價而有所取捨。
4. 輕量化與節能化為車輛設計之兩大目標，相關設備與技術也因應而生並不斷演進，例如複合材料(composites)、鋁合金及 LED 照明等。
5. 座椅(seat)為車輛內部最重要設備之一，亦可能是乘客在車上時間接觸最久之設備，是影響乘客對服務品質之觀感與印象的關鍵要素，因此，座位配置型態及座椅設計應投注心力，不可輕忽，對功能性、舒適性、安全性、維修性、操控性等應整體考量，輔以相關附屬設備(如視聽、燈光、桌子)，以提升顧客滿意度。
6. 車輛防火安全標準為車輛設計必須滿足之需求，一般以 FST 三項參數評估，即火焰(Flame)、煙霧(Smoke)及毒氣>Toxicity)，設備與材料的選用均須考量能符合規定值，以確保乘客安全或逃生時間需求；另可配合相關火災偵測與抑制系統，或其他防火補救措施。又，鐵路車輛在歐洲之防火安全標準預計在今(2012)年年底以後，由原各國各自援用之標準而統一為 CEN 45545，以利互聯營運(Interoperability)之一致性標準。
7. 行動不便者(PRM；People with Reduced Mobility)包括身障、視障、聽障、老年及嬰幼兒等人口，提供其友善的交通運輸環境與設施設備，不只可因應特殊需求進而提昇旅運量，更是一個現代化國家的文明象徵。特別是對輪椅乘客的使用需求，包括上下車便利可及性(accessibility)及車上動線與安全性，應妥善規劃設計。
8. 歐洲鐵路網四通八達，為因應國與國之間的聯通營運，須制訂鐵路系統共通

性或一致性的標準與規範，以利歐洲各國遵循，即所謂的「互聯運轉技術規範(TSI; Technical Specification for Interoperability)」，例如前述防火安全及行動不便者之議題。

9. 本屆世界鐵路內裝展覽論壇係唯一針對鐵路內裝相關廣泛主題之國際性大型博覽會，較為可惜的是專題演講者及參展廠商幾來自歐美國家(絕大部分為歐洲)，未見亞洲之日、韓等國廠商參與。

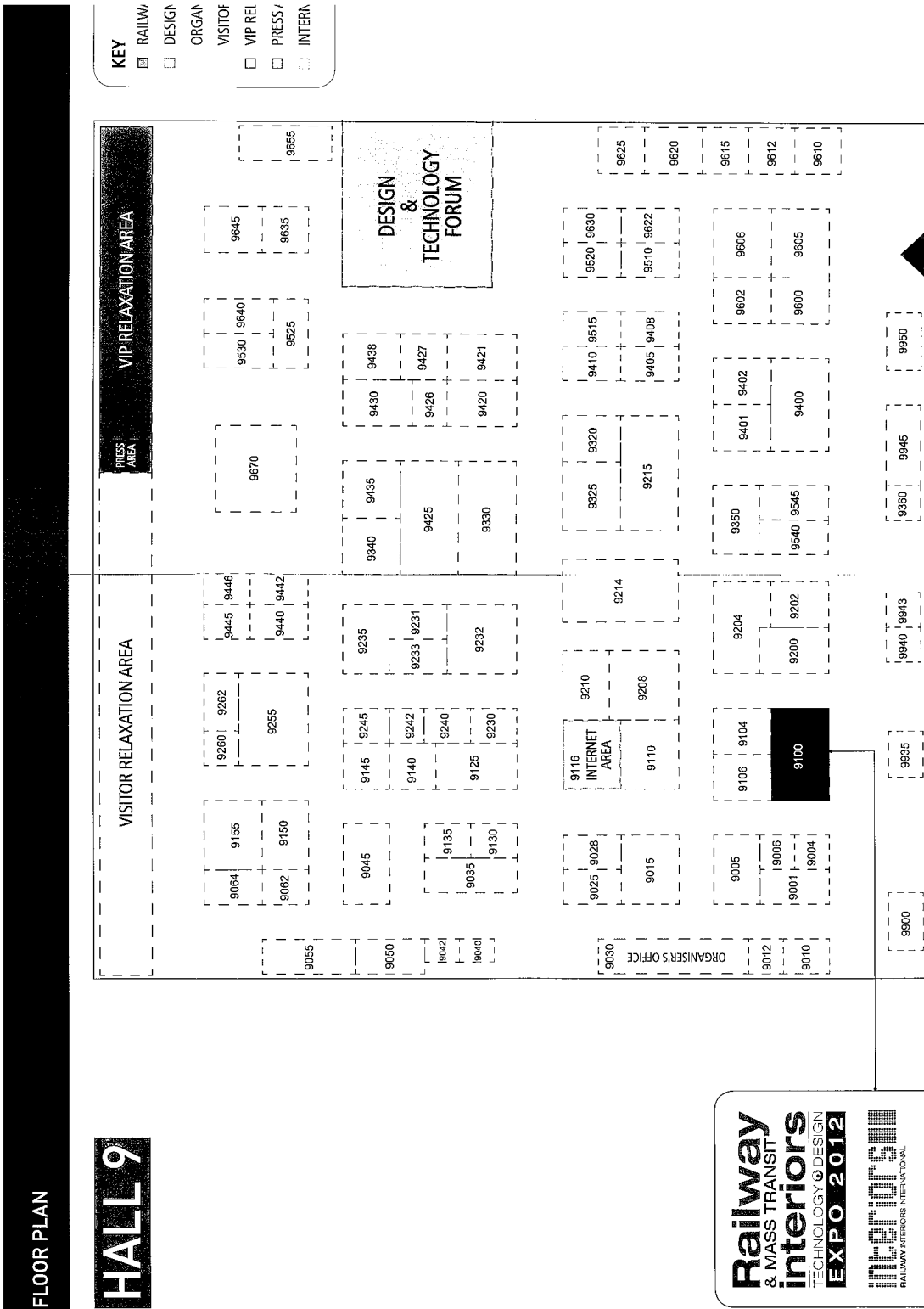


圖 3.4-1 2011 世界鐵路內裝展覽論壇展覽會場平面配置



圖 3.4-2 世界鐵路內裝展覽論壇(Railway Interiors Expo 2011)議場外面



圖 3.4-3 世界鐵路內裝展覽論壇(Railway Interiors Expo 2011)議場入口



圖 3.4-4 設計與科技論壇(Design and Technology Forum)場地-1



圖 3.4-5 設計與科技論壇(Design and Technology Forum)場地-2



圖 3.4-6 鐵路內裝展覽會場-1 (LPA)



圖 3.4-7 鐵路內裝展覽會場-2 (Q'Straint- QUANTUM)



圖 3.4-8 鐵路內裝展覽會場-3 (JETS)



圖 3.4-9 鐵路內裝展覽會場-4 (Almadesign- ISEAT)



圖 3.4-10 鐵路內裝展覽會場-5 (Schneller- Laminates)



圖 3.4-11 鐵路內裝展覽會場-6 (Marioff- HI-FOG)



圖 3.4-12 鐵路內裝展覽會場-7 (Metawell- Sandwich panel)



圖 3.4-13 鐵路內裝展覽會場-8 (織物)



圖 3.4-14 鐵路內裝展覽會場-9 (座位設計)



圖 3.4-15 鐵路內裝展覽會場-10 (Huber+Schner- Antenna)

附錄 A 設計與技術論壇節目表 (Design and Technology Forum Program)

Day 1

Tuesday 15th November

Railcar interior design: concept, perception and continuity

Moderator - Michael Thomson, Consultant Director, Tangerine, UK

10:30 - Customers in the spotlight

Dr Mark van Hagen, principle consultant, Netherlands Railways, Netherlands

The presentation will examine customer needs, including pleasant travel experience, must/lust, pyramid of needs, Needscope – customer types, reversible theory. It will also cover customer design in practice: interior and exterior; and customer and realisation: refurbishment of the DDZ double-decker train.

10:50 - Interior design from the traveller's perspective

Saco Heijboer, programme manager, NedTrain, Netherlands

This presentation will look at how to design a train from the traveller's perspective and what the result looks like: a sneak preview.

11:10 - Accessibility of PRM as a source of innovation

Robert Dumortier, product development manager, SNCF, France

The presentation will explain how to analyse today's components, detect the axes of improvement and use accessibility of PRM as a source of innovation, with examples of SNCF's innovations.

11:30 - The Next-Generation Equipment Committee: a unique approach to railcar specification standardization mandated by the US Congress

Michael Weinman, managing director, PTSI Transportation, USA

In 2008 the Amtrak authorization act, known as the Passenger Rail Investment and Improvement Act, mandated that standard specifications be developed for any future federally funded intercity passenger railcars. A committee of Amtrak, state agencies and the car manufacture and design industry was developed and has completed four new-generation specifications that must be used by any agency wishing to acquire new vehicles if they are to use federal funds, and may be followed by any manufacturer, with no proprietary restrictions. The presentation will summarize this new methodology and the experience of having served on this Next-Generation Equipment Committee.

11:50 - Business connections: designing rail experiences for the business traveller

Son Tran, Head of Rail, Priestmangoode, UK

There is a growing need for continuity and connectivity for business travellers. Paul Priestman will illustrate the future possibilities for providing seamless journeys from departure to arrival with comfortable and fully functioning work spaces in transit.

12:10 - Rolling stock refurbishment design: creating tangible passenger benefits

James Alton, senior industrial designer, Interfleet Technology, UK

Within the context of tight financial constraints and looming compliance to TSI-PRM regulations, optimisation of fleet refurbishment scope and maximization of real and perceived passenger benefits will be of key importance in meeting future passenger aspirations. The presentation will provide an overview of Interfleet Technology's Industrial Design team's approach to maximize the impact of refurbishment programmes, to create a tailored and carefully managed set of design options, aligned with accurate fleet refurbishment cost models to agree and deliver the required levels of physical transformation, brand alignment and tangible passenger benefits.

12:30 - Floating floor: easy and cost effective

Dr Goran Solenicki, head of new technology development department, TZV Gredelj, Croatia

How to easily prevent vibrations spreading throughout the passenger space in railway vehicles is still a major problem for railway vehicle designers. For this purpose TZV Gredelj developed the Aluminum Floating Floor Profile, which can damp and isolate all vibrations induced in railcars. The patented profile is very flexible to all frame designs and can be easily assembled to the vehicle. By using the Aluminum Floating Floor Profile, vehicle designers can achieve a

more comfortable ride for passengers. The profiles can equally be used in new and refurbishment projects.

High-speed design and future travel

Moderator - Michael Thomson, Consultant Director, Tangerine, UK

14:00 - Panel Discussion - Next Generation Trains

Joachim Winter, project manager, Institute of Vehicle Concepts of Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR), Germany

Sigfried Loose, sub-project manager acoustics, DLR, Germany

Gerhard Kopp, work-package manager light weight interior, DLR, Germany

Julia Strer, work package passenger flow, DLR, Germany

This presentation will first of all discuss highlights on the German Aerospace Center's (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt) 'Next Generation Train' and a study into a possible double deck train with a maximum speed of 400km/h offering 50% specific energy saving. The presentation will then be followed by a panel discussion.

14:50 - The hopes, failures and challenges of US high-speed rail: the customer's perspective

Dr Richard Rudolph, chair, Rail Users' Network, USA

After the New York Central operated a jet-propelled but otherwise standard DMU at 183mph in 1966, other nations have topped 220mph in commercial passenger service – but that US record still stands. Except for the Northeast Corridor, no US route is even proposed to exceed 110mph, and only one true high-speed railway is under active design. Despite the Obama administration's sympathetic words towards high-speed rail, the likelihood of our grandchildren riding such trains is low. This address will cover the disappointments, controversy and what is truly needed to make US intercity passenger service attractive.

15:10 - Australian high-speed vehicle (A-HSV) concept

Mark Loughnan, principal, Hassell Ltd, Australia

Design studio Hassell developed a conceptual design for an Australian high-speed vehicle (A-HSV) in response to national debates on environmental, economical and social issues. Inspired by the iconic Australian 1960s HK Monaro motorcar, Hassell has designed the A-HSV to be responsive to the Australian context. The A-HSV presents alternative low-carbon transportation for future travel between the Australian capital and regional cities. The double-decker train would offer the choice of open-plan commuter seating or private berths for business or luxury travel. A dining/lounge bar and convenience store would be integrated, allowing commuters to dine or shop before arrival at their destination.

15:30 - Why is providing catering important in rail car design

Roger Williams, president, International Rail Catering Group (IRCG), UK

This presentation will discuss what the value is and how catering helps attract and retain customers - Something that designers just seem to avoid or conveniently forget and then TOC's have to try to find a way to include as an afterthought. This is particularly relevant to IRCG (International Rail Catering Group) which is trying to promote good design of future rolling stock to include catering capability.

Mass-transit railcar design

Moderator - Michael Thomson, Consultant Director, Tangerine, UK

15:50 - Multicultural design through 2010

Stephane Pottier, design director, MBD Design, France

MBD Design will talk about its multicultural experiences throughout year 2010, ranging from wide-gage metros for Mumbai, Rio de Janeiro and China, double-decker tramways in Hong Kong or France, high-speed metros in Paris, etc...

16:10 - Designing new rail cars adaptable to change over the next 50 years

Ben Holland, rolling stock manager, San Francisco BART, USA

Hear about BART's Beta Car strategy to meet changing demands and opportunities over the next five decades, as passenger volumes, customer requirements and technology evolve in new directions that can't be fully anticipated today.

16:30 - BMW Group DesignworksUSA's key insights from BART's fleet of the future design programme

Adrian Corry, senior consultant, Public Transportation, BMW Group DesignworksUSA, USA

Adrian will discuss the tools and process his team uses to develop key insights that create the functional and emotional framework for designing premium customer experiences aimed at increasing ridership and revenue for service providers.

Day 2

Wednesday 16th November

Materials and composites - Weight reduction and efficiency

Moderator - Richard Horn, rail market manager, Advanced Composites Group, UK

10:30 - Advanced lightweight composite materials for railway interiors

Dr Richard Horn, rail market manager, Advanced Composites Group, UK

The presentation will discuss the makeup of a composite structure and the different types that are suitable for railway interiors. The focus will be on advanced lightweight materials and the advantages they offer in terms of weight reduction and greater efficiency. Safety features, including fire and impact performance, will be discussed, as will cost, design flexibility, passenger comfort and rapid construction. A case study will be presented to highlight the successful manufacture by Ipeco Composites of lightweight standbacks for Bombardier Transportation UK; the benefits associated with this application will be reviewed.

10:50 - The case for lightweight in rail applications

Philipp Angst, product manager Core Materials, Airex AG, Switzerland

The presentation will cover background and drivers for lightweight in rail applications; suitable composite technologies for lightweight constructions in rail; requirements and properties of lightweight solutions; fire, smoke, Toxicity requirements and solutions; applications examples and success stories; and the outlook for the future.

11:10 - Lightweight flame-retardant thermoset composites compounds with low smoke generation

Waldomiro Moreira, ABMACO Member - Associação Brasileira dos Materiais Compositos, , Brazil

Terrestrial public mass transportation walks hand in hand with its regular airline counterparts, meaning that engineers, architects and other experts must meet the tough challenge to develop, produce and deliver parts that are strong, lightweight, durable, sustainable, ready for reverse logistic, recycling even re-use and, most of all, meet or even surpass stringent European, American and Asian standards related to confined mass transportation places rules. The aim of this paper is to show a very updated thermoset compounds technology based on resins and additives that meet or even surpass the ASTM E-162 Standard Test Method for Surface Flammability of Materials Using a Radiant Heat Energy Source, the ASTM E-660 Standard Test Method for Specific Optical Density of Smoke Generated by Solid Materials, and Boeing Specification Support Standard BSS 7239-1988 Test Method for Toxic Gas Generation by Materials on Combustion.

11:30 - Improved transit vehicle construction and operational cost reductions through lightweight, firesafe, moisture-resistant phenolic composite panels

Ryan Kober, sales manager, Milwaukee Composites Inc, USA

Over the past 14 years over 5,000 global transit vehicles have realized major construction and operational savings through the use of advanced phenolic composite sandwich panels applied specifically as sub-floor panels. Advanced phenolic composite panels have been proved to greatly reduce vehicle weight, immediately improve fire safety and provide moisture resistance. A recent project provided a 363kg weight reduction per railcar along with 16 fewer hours of labour required for complete sub-floor installation. Operational energy savings from the 363kg/car weight reduction will yield a USD\$4.7 million saving over 30 years of service for 600 railcars based on recent North American energy prices.

11:50 - Sandwich panels in railway interiors applications

Gunnar Ziwes, manager Sales, Euro-Composites, Luxembourg

Sandwich panels can not only be used to replace heavy wooden flooring and SMC side walls, but can also replace heavy wooden seat backs and heavy stainless steel galley interiors. Furthermore, lightweight aluminum panels for flooring can be enhanced by using Nomex honeycomb to achieve better acoustic and thermal insulation while preserving superior mechanical properties.

12:10 - Aluminum rail interiors: superforming your design!

Samuel Jeffreys, sales engineer, Superform, UK

The presentation will cover compliance with EN45545; reducing weight; maximizing interior space; enhancing interior styling; minimizing supply, assembly and fitting costs. The audience will learn how to get the maximum benefits through the use of the Superform process for aluminum interior components across the complete lifecycle of their trains. This will be a presentation of innovations and the possibilities that can be achieved.

12:30 - Innovative, very light and strong, composite interior parts

Willem Böttger, director business development, NPSP Composieten BV, Netherlands

This presentation will discuss a number of developments of products based on their (bio based) fibre reinforced composite sandwich material. Due to use of this innovative material a weight reduction of 10 -50 % can be reached. This results in a lower use of energy and lower exhaust of CO2.

Fire protection, regulations, standards and passive safety

Moderator - Richard Horn, rail market manager, Advanced Composites Group, UK

14:00 - Insight into the latest developments of fire safety regulations and TSIs

Bass Leermakers, project officer - Interoperability - TSI sector, European Railway Agency, France

The European framework for rolling stock authorization has recently made a major step forward with the entrance into force of a complete set of TSIs related to the conventional rail system. This presentation will give an insight into the latest developments and will provide a preview of future activities in this field. There will be a focus on fire safety requirements.

14:20 - Fire protection: blessing or curse? How compensation helps solve problems

Michael Klinger, consultant, IFAB, Germany

The presentation will show what compensation in fire protection means; what measures can be taken and how they can be realized; what is the basis for implementing fire protection measures (fire risk analysis, standards, etc.); and what benefits can be achieved by using compensation measures.

14:40 - TS 45 545: does new standard mean new materials?

Franck Poutch, director, CREPIM, France

New changes are ongoing in the railway industry, due to the new Interoperability of the Trans-European High-Speed Rail System Directive, which aims to standardise the regulation in order to guarantee the same level of security whatever the location in the EU. These new trends imply key changes in the material development approaches that involve product with a low kinetic of degradation. This implies the use of new fire-retardant chemistry and opens the space for a new generation of solutions, which has been achieved in thermoset resins, although there is still work to be done for other polymeric applications.

15:00 - Passive safety of standing passengers in public transportation

Marie-Christine Chevalier, Research Engineer, LBMC UMR_T 9406, IFSTTAR - Université Lyon1, France

The European project Safe Interiors was devoted to the improvement of interior design for urban rail vehicles in regard to the passengers' safety. A specific attention was paid to standing passengers who may be subjected to movements of great amplitude when a sudden deceleration occurs, resulting in possible injuries due to impacts on interior fittings. With the objectives to better know their kinematics and reduce injury risk, studies were performed during the project with volunteers standing on a platform submitted to an emergency braking and with dummy head form enabling evaluation of head injury risk resulting from an impact against a grab pole.

15:20 - Total composite solutions acc. EN 45545-2: coating, gel-coat and resins passing all requirements

Paul Wartenweiler, marketing and sales manager, Walter Mäder AG, Switzerland

This presentation will review the extended range of Polyester Gelcoats, resins and coating systems that fully comply with the new certification requirements. These meet both R1 specifications for walls & ceilings and R16 for front cups and trains. The key-issues are - Norm straits, technologies to overcome them, processing and experiences so far.

15:40 - Cost-efficient fire protection solutions including detection, suppression and control

Klas Nylander, technical director, Consilium Marine & Safety Transport Division, Sweden

Small size of equipment, reduced weight and increased safety are important factors in the design of future rolling stock. Integrated solutions for fire detection, suppression and general control offer great possibilities in weight reduction, cable reduction and reduction of electronic equipment using state-of-the-art solutions fulfilling future legal requirements. This integration possibility also offers a cost reduction in all steps from design to the operation of the trains.

16:00 - Combining high-class fire safety and interior design: HI-FOG pop-out nozzles
Petteri Valkohaapa, manager, Stations & Rolling Stock, Marioff Corporation Oy, Finland
Pop-out nozzle solutions are the latest innovations to the HI-FOG high pressure water mist systems for rolling stock. They have been designed and thoroughly fire tested to provide ultimate safety for passengers in case of a fire on board. Both of them allow high-class interior design, because they are hidden in the ceiling and activate only after a fire has been detected. This greatly reduces the risk of vandalism and increases the reliability of the fire protection system. The advantages of both nozzle types and their unique benefits will be covered.

Day 3

Thursday 17th November

Seating design, comfort and safety

Moderator - Kenneth Kozicki, applications engineering manager, Rogers Corporation, USA

10:30 - Towards comfortable train seats for diverse users and activities

Dr Cedric Gallais, Project leader in Comfort, SNCF, France

Liesbeth Groenesteijn, Project Manager, TNO, Netherlands

Chair development often starts with ideal posture. However, in reality people behave differently and perform different activities. For creating a comfort experience it is important to take the behaviour and diversity in sizes of users into account. SNCF has launched a research project investigating the effect of vibration and postural comfort while passengers are performing different activities. The company approached TNO for its expertise in studying comfort in seating. The objective of this presented study with TNO is to define scientifically based train seat requirements to provide comfortable seats while performing different activities.

10:50 - Developing a crashworthy seating system using advanced finite element analysis

Peter Snape, senior engineer, MIRA Ltd, UK

Developing a crashworthy seat system to various European and worldwide standards usually involves a high number of physical tests that are time consuming and costly. By applying advanced finite element analysis (FEA) with fully representative instrumentation and dummy models, the rail seat design can be optimized to meet performance targets and eliminate prototype tests altogether. In this presentation a case study is presented where a novel seat concept is developed to crashworthiness requirements using FEA. This approach is validated by the close correlation of test and simulation results.

11:10 - The development of the first electrically powered operator seat for public transport

Frans-jozef van Seumeren, Owner, SAVAS Seating BV, Netherlands

The presentation illustrates the development of a modern, high-tech electric operator seat for public transport, suitable for P1-P99. The development was in accordance with modern train design, using unconventional structures and materials, and implementing modern technology.

11:30 - Comfort, FST, durability and cost benefit lifecycle costs

Kenneth Kozicki, applications engineering manager, Rogers Corporation, USA

Rogers will present the significance of designing for comfort and evaluating product life cycle cost in any seat design, referencing case studies and in-depth market knowledge gathered from the leading transit authorities in North America, Europe, and Asia. These two codependent elements are critical in selecting materials to maintain costs and retain ridership in rail today, without compromise or waivers.

11:50 - ISEAT: research and development of integrated components for railway seats

José Rui Carvalho Mendes Marcelino, design manager, Almadesign, Portugal

ISEAT is a research project whose main objective is to develop skills in design, development and integration of components for railway seating. It was set up in September 2009 to combine

the experience and know-how of the various members of a consortium of six companies, encouraging collaboration to develop new solutions with high technological value. The project brings together the different stages of design and product development: research, technical specifications, concept development and prototyping, and has resulted in a new concept of integrated design for an innovative combination of materials. The seat aims to furnish first-class compartments in long-distance and high-speed trains.

12:10 - Enhanced design of modular seating for passenger safety and comfort

Rajesh Shankar, Engagement Manager, Infotech Enterprises GmbH, Germany

For a large customer that wanted to increase the comfort and safety of rail passengers on board, Infotech proposed ergonomically designed modular passenger seating that meets the standard essential considerations such as space, size, fire hazard, weight and individual manual sliding control, etc. The presentation will describe the design of modular passenger seats of one/two/ three seated with sliding type control, assembled with lightweight moulded parts made up of thermoplastics or similar to provide additional features to enhance passenger comfort (e.g. adjustable backrest with head and neck support, enhanced footrest, etc.) and passenger safety (e.g. robust seatbelt, head protection, etc.).

Intuitive lighting and accessibility

Moderator - Kenneth Kozicki, applications engineering manager, Rogers Corporation, USA

12:30 - The application of new-generation LED technology in interior lighting solutions

John Hesketh, director and general manager, LPA-Excil Electronics, UK

This presentation examines a new generation of LED technology and discusses how it may be utilised as an energy-saving, high-reliability, low lifecycle-cost replacement to traditional fluorescent sources in general illumination applications. A highly flexible and fully rolling stock-compliant modular system comprising high-reliability drive electronics and chip technology LED light engines will be discussed. The system not only offers technology-leading energy savings and reliability, but is also able to offer unparalleled levels of uniformity, freedom from point source visibility and, therefore, an aesthetically pleasing solution. Flexibility of light engine form and drive electronics characteristics permits adaptation to a wide range of luminaire designs with lumen output equivalent to single and multiple lamp types. Control factors will also be examined, such as dimmability and responsiveness to ambient light levels, both of which are able to bring about further significant energy savings and extended product life.

12:50 - 24-hour lighting scheme for train drivers: effects of light on alertness

Levent Sahin, design engineer, Lighting Research Center, USA

The presentation will discuss the study that is being conducted by the Lighting Research Center at Rensselaer Polytechnic Institute in Troy, New York, in which the acute effects of light on alertness are being investigated. Humans are a diurnal species, programmed to be awake during the day and asleep at night. Therefore, altered sleep/wake patterns play an important role in fatigue-related accidents. The goal of the study is to use light as a non-pharmacological treatment to enhance drivers' state of alertness and vigilance without compromising their visual performance during operation by developing a lighting scheme for cabin interiors.

13:10 - Accessible boarding for everyone: system overview, customer and operator needs

Dr Bernhard Rueger, assistant professor, Vienna University of Technology, Austria

Regarding EU regulations, today's public transportation systems must be accessible for everyone without any restrictions. The interface between platform and rail vehicle is one of the largest problems, particularly for wheelchair users. This presentation will give an overview of existing vehicle-based boarding assistance devices, and describe the criteria that must be fulfilled by such systems. The overview is based on operator visits and interviews in nearly all EU countries, and from the other side by collecting the expectations of all other passenger groups of interest within the EU project Public Transport – Accessibility For All.

13:30 - Wheelchair passenger safety in trains

Heidi-Marie Kainu, regional sales manager, Q'Straint, UK

The presentation will examine wheelchair passengers' safety in trains, focusing particularly on securing wheelchairs in order to be as safe as fixed seats. Even though there is no requirement for restraints for wheelchairs on trains, the train companies welcome disabled passengers and want to provide the highest safety for all passengers. Q'Straint has

undertaken several projects across Europe and Asia to address maximum protection; several case examples will be introduced in this presentation.

附錄 B 參展廠商名單 (Exhibitor Listings)

Company Name (廠商)	Stand (攤位)	Country (國家)	Web (網址)
3A Composites GmbH	9435	Germany	www.alucobond.com
Achilles Information GmbH	9360	Germany	www.achilles.com/germany/
Advanced Composites Group Ltd	9245	UK	www.acg.co.uk
Aerolux	9350	UK	www.aerolux.co.uk
Alma Design	9410	Portugal	www.almadesign.pt
Aluform GmbH	9435	Germany	www.aluform-gmbh.de
Amorim Cork Composites	9410	Portugal	www.amorimcorkcomposites.com
Andrew Muirhead & Son Ltd	9204	UK	www.muirhead.co.uk
Arcaro Poland	9510	Poland	www.arcaro.pl
ATMC Industrie	9208	France	www.bfginternational.com
Axminster Carpets Ltd	9130	UK	www.axminster-carpets.co.uk
Be-Ge Industri AB	9645	Sweden	www.be-ge.se
BFG International	9208	Bahrain	www.bfginternational.com
Blomberger Holzindustrie B.	9005	Germany	www.delignit.de
Botany Weaving Mill Limited	9062	Ireland	www.botanyweaving.com
BOXMARK Leather GmbH & Co KG	9620	Austria	www.boxmark.com
Bre Global Ltd	9445	UK	www.redbooklive.com
Caetano Components	9410	Portugal	www.caetanocomponents.com
Compotech AG	9125	Switzerland	www.compotech.ch
Consilium Transport Safety	9540	Sweden	www.consilium.se
Corenet Limited	9943	Finland	www.corenet.fi
Couro Azul	9410	Portugal	www.couroazul.com
Crepim	9240	France	www.crepim.fr

Crous Chemicals GmbH	9055	Switzerland	www.crous-chemicals.com
Dowaldwerke GmbH	9530	Germany	www.dowaldwerke.de
E&F Transpeed Trading SA	9426	China	www.eftranspeed.com
E-Leather Limited	9670	UK	www.eleatherltd.com
Elite Composite Products Limited	9402	UK	www.elitecomposites.com
Euro Composites S.A	9320	Luxembourg	www.euro-composites.com
EVAC GmbH	9330	Germany	www.evac-train.com
Fiber Protector Norge AS	9242	Norway	www.fiberprotector.com
Finnforest Plywood	9004	Germany	www.finnforest.com
Forbo Flooring	9200	UK	www.forbo-flooring.co.uk
FP Finnprofiles Oy	9042	Finland	www.finnprofiles.com
Frensch GmbH	9135	Germany	www.frensch.de
Fuchi Textile Co Ltd	9045	Taiwan	www.fuchitex.com
GETA mbH	9425	Germany	www.geta-wangen.de
Glova AS	9635	Denmark	www.glova.dk
Grando S.A N.V	9935	Belgium	www.grando.net
GW Coatings	9442	UK	www.gwcoatings.co.uk
Huber + Suhner AG	9612	Switzerland	www.hubersuhner.com
I-Design AB	9615	Sweden	www.i-design.se
IFE-Tebel Technologies B.V	9104	Netherlands	www.ife-tebel.nl
Inegi	9410	Portugal	www.inegi.com
Invertec Limited	9402	UK	www.invertec.co.uk
Isovolta AG	9420	Austria	www.isovolta.com
JETS AS	9421	Norway	www.jetsgroup.com
Jukova Oy	9625	Finland	www.jukova.fi
KIESEL GmbH	9600	Germany	www.kiesel-schwaig.de
Lakowa GmbH	9405	Germany	www.lakowa.com

LPA Excil Electronics	9525	UK	www.lpa-excil.com
Mafelec	9006	France	www.mafelec.fr
MARGON	9110	Spain	www.margon.es
Marioff Corporation Oy	9540	Finland	www.marioff.com
MBD Design	9630	France	www.mbd-design.fr
MEP Srl	9010	Italy	www.mepferroviaria.it
Metawell GmbH	9400	Germany	www.metawell.com
Meunier Group S.A	9233	Belgium	www.meuniergroup.be
Milwaukee Composites Inc	9427	USA	www.milwaukeecomposites.com
Molpir SRO	9438	Slovakia	www.molpir.com
Mondo SpA	9640	Italy	www.mondoworldwide.com
MTAG Composites Limited	9442	UK	www.mtagcomposites.co.uk
MultiRail S.R.L	9045	Italy	www.multirail.com
MVQ Silicones GmbH	9255	Germany	www.mvq-silicones.co.uk
NEKS Sp Z.o.o.	9231	Poland	www.neks.pl
Nora Systems GmbH	9028	Germany	www.nora.com
Novograf	9204	UK	www.novograf.co.uk
NPSP Composites / Amorim Cork Composites	9340	Netherlands	www.npsp.nl
Nuova Cometra S.R.L	9605	Italy	www.nuovacometra.com
PCC.EU	9655	UK	www.pcc.eu.com
PMC Polarteknik Oy	9040	Finland	www.polarteknik.com
Premier Composite Technologies LLC	9401	United Arab Emirates	www.pct.ae
Primasil Silicones Limited	9520	UK	www.primasil.com
Q-Straint	9610	UK	www.qstraint.com
Rail Interiors Solution	9204	UK	
Replin Fabrics	9204	UK	www.replin-fabrics.co.uk

Rica Transport Seats	9035	Finland	www.rica.fi
Rogers Corporation	9430	USA	www.rogerscorp.com
Romay AG	9232	Switzerland	www.romay.ch
Safeman AB	9615	Sweden	www.safeman.se
Samuel Wilkes (Engineering) Limited	9940	UK	www.wilkes-engineering.co.uk
Satek GmbH	9215	Germany	www.satek.de
SAVAS Seating BV	9235	Netherlands	www.savas.com
SBF Spezialleuchten Wurzten GmbH	9150	Germany	www.sbf-wurzen.de
Schliess und Sicherungssysteme GmbH	9425	Germany	www.sus-mhl.de
Schneller LLC	9214	USA	www.schneller.com
SE Kunststoffverarbeitung GmbH & Co KG	9515	Germany	www.se-k.de
SEC Lighting	9945	Slovakia	www.sec.sk
SHP Primaflex GmbH	9001	Germany	www.shp-primaflex.com
Silex Limited	9255	UK	www.silex.co.uk
Somtex International	9900	Belgium	www.s-tex.com
Stratime Composites Systemes	9260	France	www.stratime.com
Subway International B.V	9446	USA	www.subway.com
Sunviauto S.A	9440	Portugal	www.sunviauto.pt
Superform Aluminum	9950	UK	www.superform-aluminium.com
TABB Interior Systems	9210	Netherlands	www.tabbinteriors.com
TEMVAC Europe SL	9208	Spain	www.bfginternational.com
The DC Airco Company	9230	Netherlands	www.dcairco.com
The Govmark Organization Inc	9012	USA	www.govmark.com
Tiflex Ltd	9025	UK	www.tiflex.co.uk
Transcal Ltd	9204	UK	www.transcal.co.uk

TRB Lightweight Structures Limited	9606	UK	www.trbls.com
TZV Gredeļ D.o.o	9408	Croatia	www.tzv-gredelj.hr
Varicor	9262	Germany	www.varicor.com
Walter Mader AG	9325	Switzerland	www.maedercomposite.com
World Railway Magazine	9545	China	www.worldrailway.cn
Zhejiang Dafeng Industry Co, Ltd	9015	China	www.wkexpo.com