

出國報告（出國類別：考察）

考察歐洲鐵路新一代行車控制系統之 功能及特性

服務機關：交通部鐵路改建工程局

姓名職稱：副總工程司 廖崑亮

副組長 張建祥

派赴國家：法國、比利時、西班牙、瑞士、義大利

出國期間：100 年 11 月 13 日至 100 年 11 月 25 日

報告日期：101 年 02 月

出國報告審核表

③

出國報告名稱：考察歐洲鐵路新一代行車控制系統之功能及特性		
出國人姓名（2人以上，以1人為代表）	職稱	服務單位
廖崑亮	副總工程司	交通部鐵路改建工程局
出國類別	☒ 考察 ☐ 進修 ☐ 研究 ☐ 實習 ☐ 其他_____（例如國際會議、國際比賽、業務接洽等）	
出國期間：100年11月13日至100年11月25日		報告繳交日期：101年02月14日
計畫主辦機關審核意見	☒ 1.依限繳交出國報告 ☒ 2.格式完整（本文必須具備「目的」、「過程」、「心得及建議事項」） ☒ 3.無抄襲相關出國報告 ☒ 4.內容充實完備 ☒ 5.建議具參考價值 ☒ 6.送本機關參考或研辦 ☒ 7.送上級機關參考 ☐ 8.退回補正，原因： ☐ 不符原核定出國計畫 ☐ 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 ☐ 內容空洞簡略或未涵蓋規定要項 ☐ 抄襲相關出國報告之全部或部分內容 ☐ 電子檔案未依格式辦理 ☐ 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 ☒ 9.本報告除上傳至出國報告資訊網外，將採行之公開發表： ☐ 辦理本機關出國報告座談會（說明會），與同仁進行知識分享。 ☐ 於本機關業務會報提出報告 ☒ 其他 登錄本局網站「政府資訊公開專區」提供閱覽 ☐ 10.其他處理意見及方式：	
審核人	一級單位主管	機關首長或其授權人員
	機電組 楊振忠 0215 組長 1005	交通部鐵路 改建工程局 許俊逸 局長

說明：

- 一、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 二、審核作業應儘速完成，以不影響出國人員上傳出國報告至「政府出版資料回應網公務出國報告專區」為原則。

內容摘要

早期歐洲鐵路各國各自使用不同的號誌控制、行車管理與運轉方式，使得跨國營運的列車必須更換機車或裝載數個不同的控制系統，既不便亦不安全，降低了運輸效能，基於此原因，於是產生了號誌和行車控制系統介面標準化的需求。1996 年終於在歐盟及國際鐵路聯盟的支持下，聯合鐵路號誌製造公司，整合制定了同一的行車控制標準的歐洲鐵路行車管理系統（ERTMS），建置了符合標準化的歐洲鐵路行車控制系統（ETCS）。

本次考察，拜訪了歐盟鐵路機構及鐵道工業協會，瞭解 ERTMS 標準規範，技術規格之制定過程，及歐洲各國鐵路 ETCS 發展現況。併觀摩歐洲鐵路號誌公司之模擬測試中心，實地觀察具有 ETCS 設施的中央行車控制中心、車站機房、維修管理中心，搭乘駕駛室觀看路線號誌設施及車載設備，由本次考察見識到歐洲鐵路如何藉由電子、電腦、網路、通信科技，實現現代化的行車控制系統，臺灣鐵路可引進此已發展成熟的技術，以達到行車控制系統之升級。

關鍵字：歐洲鐵路行車管理系統（ERTMS）、歐洲鐵路行車控制系統（ETCS）

目 次

壹、出國考察依據及目的-----	1
貳、考察行程-----	2
參、考察內容-----	3
一、歐盟 ERTMS/ETCS 號誌系統架構-----	3
(一) ETCS 簡介-----	3
(二) ETCS 共通原則-----	3
(三) ETCS Level 1-----	4
(四) ETCS Level 2-----	5
(五) ETCS Level 3-----	6
(六) ETCS L1~L3 差異比較-----	7
二、歐盟鐵路設備製造公司、鐵路機構及協會考察研討紀要-----	7
(一) 法商 SYSTRA 公司-----	7
(二) 法國 THALES 公司-----	8
(三) 法國 ALSTOM 公司-----	12
(四) ERA(European Railway Agency)機構-----	16
(五) BOMBARDIER 公司-----	18
(六) UNIFE 協會-----	20
(七) 西班牙高速鐵路網-----	21
(八) 西班牙鐵路公司(ADIF)-----	23
(九) 瑞士 SBB 鐵路公司-----	26
(十) ANSALDO 公司-----	29
(十一) 輕軌(Tram)T2 考察紀要-----	31
肆、考察心得與建議-----	38
一、考察心得-----	38
二、建議事項-----	39
伍、參考資料-----	41

附件：

一、行程拜訪接觸人士-----	42
二、考察行程紀要照片-----	45
三、考察簡報資料摘錄-----	56

表目錄

表 1-1	ETCS Level 1～Level 3 差異比較-----	7
表 2-1	ETCS 在歐洲分佈現況示意-----	18
表 2-2	歐洲主要高速鐵路網及建設成果-----	25

圖目錄

圖 1-1	ERTMS 系統管理標準 -----	3
圖 1-2	ETCS Level 1 架構示意圖-----	4
圖 1-3	ETCS Level 2 架構示意圖-----	5
圖 1-4	無線閉塞中心設備(RBC)及天線-----	5
圖 1-5	ETCS Level 3 架構示意圖-----	6
圖 1-6	ETCS Level 3 移動閉塞示意圖-----	7
圖 2-1	SYSTRA公司組織及營運方向 -----	8
圖 2-2	ETCS Level 2 目標 -----	8
圖 2-3	無線閉塞中心(RBC)架構示意-----	9
圖 2-4	ETCS L2 市場現況-----	10
圖 2-5	連鎖系統服務範圍-----	11
圖 2-6	電子連鎖設備機櫃示意-----	11
圖 2-7	ATLAS 200 ETCS L2 系統架構示意-----	12
圖 2-8	ATLAS 200 RBC 應用備援平臺示意-----	13
圖 2-9	GSM-R 網路介面示意-----	13
圖 2-10	歐規感應器規格示意-----	14
圖 2-11	歐洲維生電腦示意-----	15
圖 2-12	駕駛艙人機界面示意-----	15
圖 2-13	歐洲鐵路規格示意-----	16
圖 2-14	歐洲鐵路號誌種類分佈示意-----	16
圖 2-15	ERTMS 系統架構如圖示意-----	17
圖 2-16	Amsterdam - Utrecht 鐵路簡介-----	19
圖 2-17	Interflo550 系統架構示意-----	20
圖 2-18	UNIFE 協會組織架構示意-----	21
圖 2-19	ERTMS 中央控制中心示意(1)-----	22

圖 2-20	ERTMS 中央控制中心示意(2) -----	23
圖 2-21	ADIF 簡介-----	23
圖 2-22	西班牙高速鐵路網(1)-----	24
圖 2-23	西班牙高速鐵路網(2)-----	24
圖 2-24	西班牙高速鐵路網時間效益-----	25
圖 2-25	西班牙 ERTMS 系統高速路線網-----	26
圖 2-26	Bern-Olten 隧道 ERTMS 系統示意-----	26
圖 2-27	Lötschberg tunnel 隧道 ERTMS 系統示意-----	27
圖 2-28	SBB 鐵路公司後續 ERTMS 發展示意-----	27
圖 2-29	SBB 公司發展 ERTMS 系統策略及展望示意-----	28
圖 2-30	SBB 公司發展 ERTMS 系統基礎建設成本效益示意-----	28
圖 2-31	SBB 公司發展 ERTMS 系統車輛成本效益示意-----	29
圖 2-32	ANSALDO 公司 MicroLok II 號誌設備示意-----	30
圖 2-33	輕軌中央島式月台-----	31
圖 2-34	輕軌低底盤車輛-----	32
圖 2-35	埋入式電力輸送 Tramware-----	33
圖 2-36	義大利米蘭埋入式電力輸送-----	33
圖 2-37	輕軌軌旁號誌-----	34
圖 2-38	輕軌收費機-----	36

壹、出國考察依據及目的

一、出國依據

依據行政院 99 年 8 月 11 日院字第 0090041712 及交通部 99 年 8 月 13 日交人字第 0990048131 號函核定出國計畫案。

二、考察目的

歐洲是世界上鐵路最發達的地區之一，歐洲國家多，國土面積小，各國內部的鐵路網路密集，由於各個國家的鐵路部門使用各自不同的號誌制式管理列車營運，行車控制系統（ATP/ATC）多達十餘種，如德國的 LZB、FZB 系列、法國的 TVM 系列，各系列系統互不相容，影響了歐洲鐵路跨國運輸的效率。有鑑於此，在歐盟（EU）委員會和國際鐵路聯盟（UIC）的推動下，制定了標準化、統一化、開放性的歐洲鐵路運輸管理系統（ERTMS），包括了歐洲鐵路行車控制系統（ETCS）、列車與地面的雙向無線電通信系統（GSM-R）、歐洲行車管理階層（ETML），其中 ETCS 較先進的系統可分為三級，Level 1、Level 2、Level 3，目前臺灣鐵路管理局（以下簡稱臺鐵局）行車控制系統 ATP 即屬於 ETCS Level 1 等級的設備。

鐵路改建工程局（以下簡稱鐵工局）目前委請臺灣世曦工程顧問公司（協力承商法國軌道運輸系統工程股份有限公司 SYSTRA）正進行臺鐵局號誌行車控制系統升級可行性評估計畫，評估由臺鐵局現行 ETCS Level 1 階段升級至 Level 2 階段之可行性，及考量歐盟測試驗證等級 Level 3 後，直接升級至 Level 3 的可行性。計畫中併評估選擇一試驗路線，車上及地面安裝歐洲最新的行車控制系統，進行運轉測試，作為未來臺鐵局行車控制系統全面升級之參考。

因此，此行考察的目的即為了解歐洲鐵路新一代行車控制系統的相關技術，並獲取其升級過程中之作法與經驗，作為鐵工局及臺鐵局號誌升級計畫實施之借鏡。

貳、考察行程

日期	星期	行程概述	備註
11 月 13 日	星期日	起 程	台北-巴黎
11 月 14 日	星期一	SYSTRA 公司研討號誌升級計畫	法國 巴黎
11 月 15 日	星期二	1.THALES 公司研討 ETCS 及 EI 2.ALSTOM 公司研討 ETCS 及 EI	法國 巴黎
11 月 16 日	星期三	1. ERA 研討 ERTMS 相關規範制定 2.BOMBARDIER 公司研討 ETCS	比利時 布魯塞爾
11 月 17 日	星期四	UNIFE/UNISIG 研討 ERTMS 相關技術規格	比利時 布魯塞爾
11 月 18 日	星期五	1.ADIF 公司研討 ETCS 建置過程 2 考察 THALES ETCS 模擬試驗中心 3.搭乘 LleidaLine 駕駛室及考察號誌機房	西班牙 馬德里
11 月 19 日	星期六	資料整理	西班牙 巴塞隆納
11 月 20 日	星期日	資料整理	西班牙 巴塞隆納
11 月 21 日	星期一	前往瑞士蘇黎世	瑞士 蘇黎世
11 月 22 日	星期二	1.考察 Olten 行控中心及無線閉塞中心 2.搭乘 Bern-Olten Line 駕駛室觀摩 ETCSL2	瑞士 蘇黎世
11 月 23 日	星期三	1.考察 Bologna 行控中心及無線閉塞中心 2.考察 ANSALDO 公司 ETCS 模擬試驗中心 (公假自費行程)	義大利 波隆那、日內 亞
11 月 24 日	星期四	考察巴黎輕軌捷運 TRAM T2 (公假自費行程)	法國 巴黎
11 月 25 日	星期五	返 程 (公假自費行程)	巴黎--台北

叁、考察內容

一、歐盟 ERTMS/ETCS 號誌系統架構

(一) ETCS 簡介

ETCS(European Train Control System 歐洲行車控制系統)為歐洲鐵路行車管理系統 (European Railway Transportation Management System, ERTMS) 之一部分，其管理標準包含 3 個階層如圖 1-1 所示。ETCS 目的在於提高列車行車安全及營運容量，ETCS 雖然發展於西歐，但其規格逐漸已經被許多國家接受，至 2010 年已經安裝超過 12 個國家，完成路線約 18,000 公里。

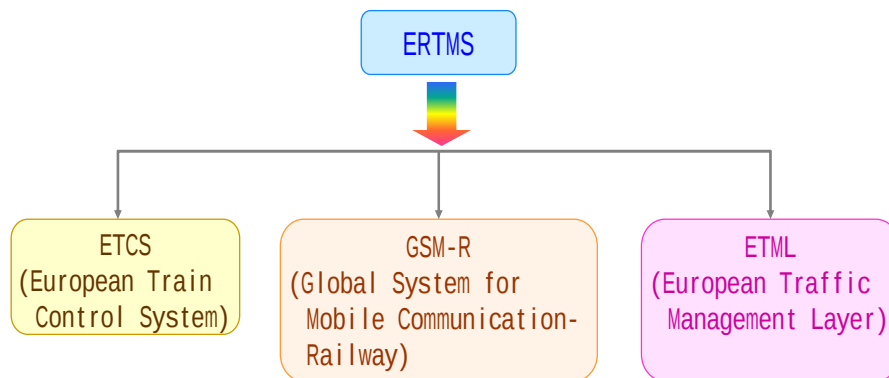


圖 1-1 ERTMS 系統管理標準

1. 號誌階層(ETCS)主要發展目標：
 - (1) 提供最新之必要行車控制及列車保護系統。
 - (2) 系統之標準化及提供全西歐可以相互操作之系統。
2. 無線電通訊階層(GSM-R)：預定鐵路運轉各式無線通訊之標準，包括數據、話務等。
3. ETML 行車管理階層，目前未標準化。

(二) ETCS 共通原則

1. 道旁設備提供「可移動範圍」資訊，包含進路之特性(長度、坡度、路線及臨時速限等)。
2. 車載設備計算安全速度曲線並確保其安全無虞。
3. 車載設備於駕駛人機界面顯示所有安全相關必要之資訊。

(三) ETCS Level 1

1. 系統定義：車上裝載 ERTMS/ETCS 標準之列車自動防護(ATP)車載設備，同時於地上設置歐規地上感應器(Eurobalise)。因此在傳統號誌系統中增加 ATP 及 Eurobalise 是界定提升 Level 0 至 Level 1 的判別指標。
2. 系統架構：ETCS L1 之架構如圖 1-2 所示，其列車位置偵測由軌道電路區間提供，並由地上感應器提供列車允許前進距離與固定資訊碼之信息，道旁仍設有號誌系統，並可於車載顯示器顯示允許速度碼。

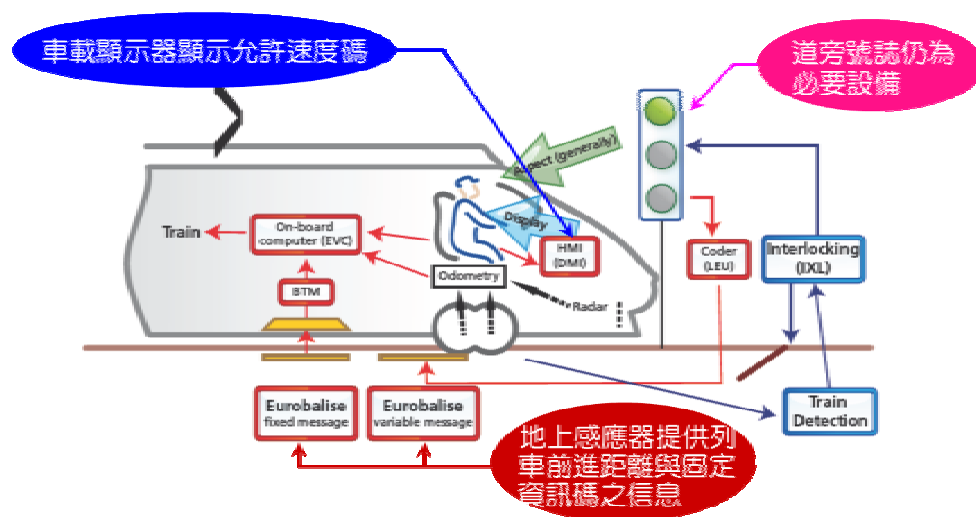


圖 1-2 ETCS Level 1 架構示意圖

3.主要特性

- (1) 列車位置之偵測依賴軌道電路或計軸器。
- (2) 設有道旁號誌，提供固定閉塞號誌系統。
- (3) 列車移動權取得或允許移動距離的管道來自道旁號誌系統顯示資料及駕駛員顯示器允許速度。
- (4) 地上與車上訊息傳遞路徑中，地上感應器(Balise)是重要且關鍵元件，號誌資訊係經由道旁電子單元(Lineside Electronic Unit, LEU)加以編碼，再透過地上感應器傳輸至車上，顯示允許速度於駕駛員顯示器上。

(四) ETCS Level 2

1. 系統定義：車上裝載 ERTMS/GSM-R 標準設備，在地上配合安裝同標準之無線基地台，不需要道旁號誌，因此 GSM-R 可謂是界定 Level 2 的指標設備。
2. 系統架構：ETCS L2 之架構如圖 1-3 所示，其運作概念如下：
 - (1) 列車移動權或允許移動距離的途徑，不再是道旁號誌顯示資訊，而是來自無線閉塞中心(Radio Block Center, RBC)，如圖 1-4RBC 連接至號誌連鎖，將號誌訊號經由無線基地台，傳送至車上之人機界面，顯示允許速度，實現車上號誌(Cab signal)之功能。
 - (2) Level 2 地面與車上訊息傳遞路徑，以 GSM-R 為號誌訊息傳輸元件。它除了將號誌之即時資訊，以無線方式傳輸引導行車外，亦結合 Eurobalise(歐規感應器)偵測出列車位置識別碼，回傳至 RBC 進行電腦解碼與計算。由於列車與地面間之資訊通訊由 GSM-R 提供，列車定位資訊由 Eurobalise 提供，因此不需道旁號誌，可完全依靠車上號誌運作。

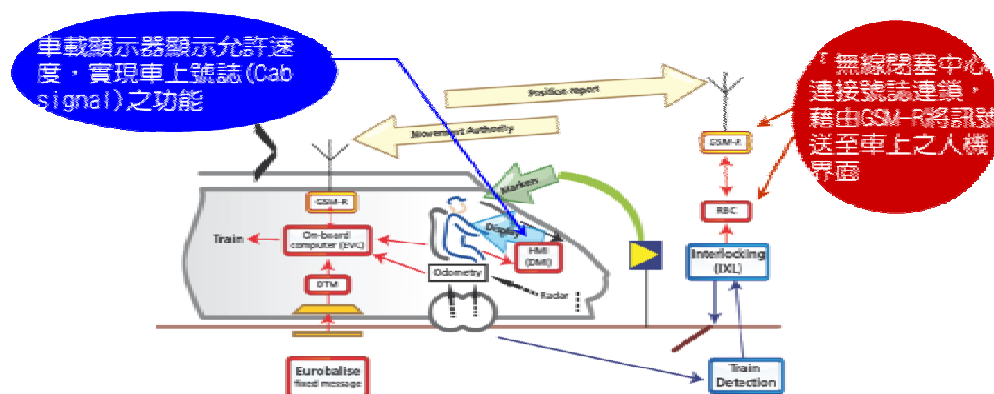


圖 1-3 ETCS Level 2 架構示意圖



圖 1-4 無線閉塞中心設備(RBC)及天線

3.主要特性

- (1) 軌道電路區間虛擬化(Virtual track circuits)。
- (2) 號誌閉塞區間虛擬化(Virtual block signals)。
- (3) 由道旁號誌升級至車上號誌(Cab signals)。
- (4) 地上感應器不提供移動權，僅作為列車位置辨識，balise 無線化。
- (5) 道旁電子單元(LEU)可移除。
- (6) GSM-R 為必要關鍵設備，使訊號傳輸無線化。
- (7) 所有訊息皆透過無線通訊系統立即傳送。

(五) ETCS Level 3

1. 系統定義：車上仍裝載 ERTMS/GSM-R 標準之設備，在地面裝設同樣標準之無線基地台，沒有軌道電路或計軸器，列車位置完全由車上定位，可以實現移動閉塞之理想。但 Level 3 標準規範目前尚在發展階段，並未定案。
2. 系統架構：ETCS L3 架構如圖 1-5 所示，列車裝載 ERTMS/GSM-R 之設備，在設置有無線閉塞中心(RBC)及歐規地上感應器(Eurobalise)的路線上運行，車與地面之間的雙向資訊通信，全由 GSM-R 提供傳輸路徑。而地上感應器提供路線、限速等固定資訊或作為位置校正，至於列車定位和列車偵測全由車載設備與 RBC 電腦來執行。因此，Level 3 是在沒有軌道電路、計軸器與道旁號誌機、固定閉塞的環境中進行。因此界定 Level 3 的功能指標，即為移動閉塞(如圖 1-6 所示)。

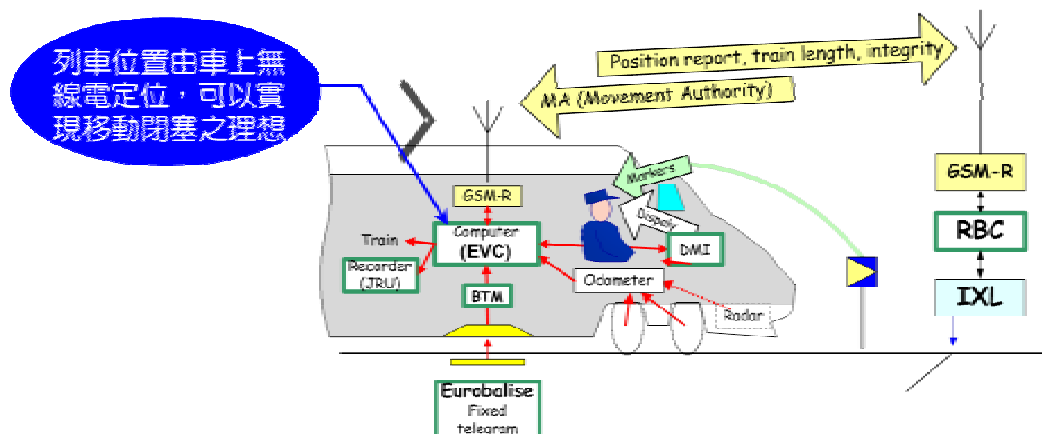


圖 1-5 ETCS Level 3 架構示意圖

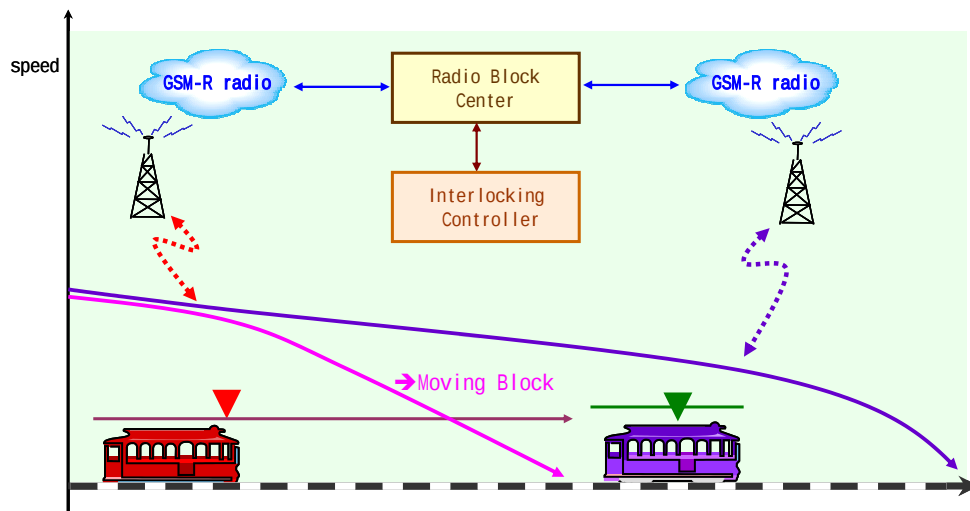


圖 1-6 ETCS Level 3 移動閉塞示意圖

(六) ETCS L1~L3 差異比較

歐洲地區 ETCS 系統從早期 Level 1 設備，升級至目前普遍使用之 Level 2 設備及後續陸續發展之 Level 3 等級，其演進過程與設備機能比較如表 1-1 所示。

表 1-1 ETCS Level 1~Level 3 差異比較

等級	偵測器	號誌	閉塞	傳輸方式
L1	軌道電路、計軸器	道旁號誌	固定閉塞	感應器
L2	軌道電路、計軸器	車上號誌	虛擬閉塞	無線電系統(GSM-R)
L3	感應器、里程計	車上號誌	移動閉塞	無線電系統(GSM-R、TETRA)

二、歐盟鐵路設備製造公司、鐵路機構及協會考察研討紀要

(一) 法商 SYSTRA 公司

1. SYSTRA 公司簡介

(1) 國際性之服務業績

法國 SYSTRA 公司於 1995 年由 SOFRERAIL 和 SOFRETU 合併而成，是目前國際上在鐵路和城市軌道交通領域首屈一指之工程顧問公司。員工約 2,000 人，總部設在巴黎。SYSTRA 旗下擁有 MVA、SYSTRA Consulting、CANARAIL、SOTECNI、

SOTEC 等專業子公司(SYSTRA 公司組織如圖 2-1 所示)。

(2) 專精於大眾與軌道運輸系統工程

SYSTRA 公司為專業從事高速鐵路、鐵路和城市軌道交通系統工程專業技術服務公司。服務內容包括：交通規劃、設計、專案管理、施工監造、系統測試等項目。

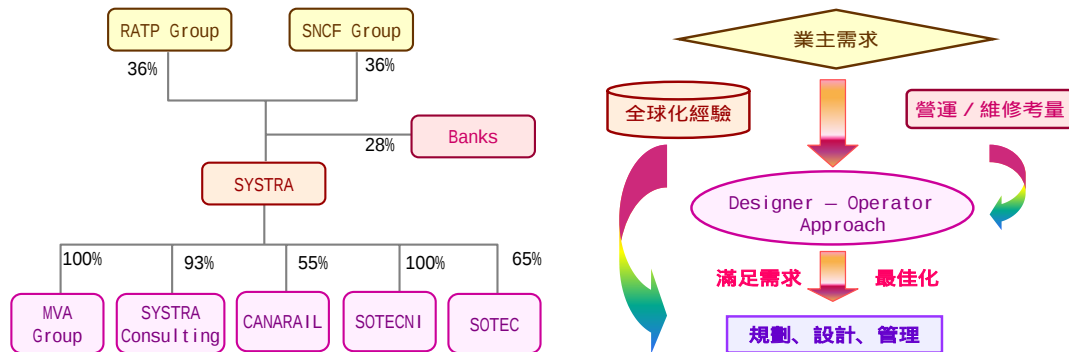


圖 2-1 SYSTRA 公司組織及營運方向

2.SYSTRA 公司參與全球各地之都市與城際軌道運輸工程，始終在該領域扮演領先角色。據美國 ENR (Engineering News Records)雜誌統計與評鑑，SYSTRA 公司歷年來均為該專業技術領域名列第一之國際工程顧問公司。

(二) 法國 THALES 公司

法國 Thales 集團為知名國際電子和系統服務公司，主要業務包括航太、國防科技、交通運輸及安全系統。員工約 68,000 人，營業額約 131 億歐元。

1.Thales 公司在 ETCS L2 發展現況

(1) ETCS level 2 目標(如圖 2-2 所示)

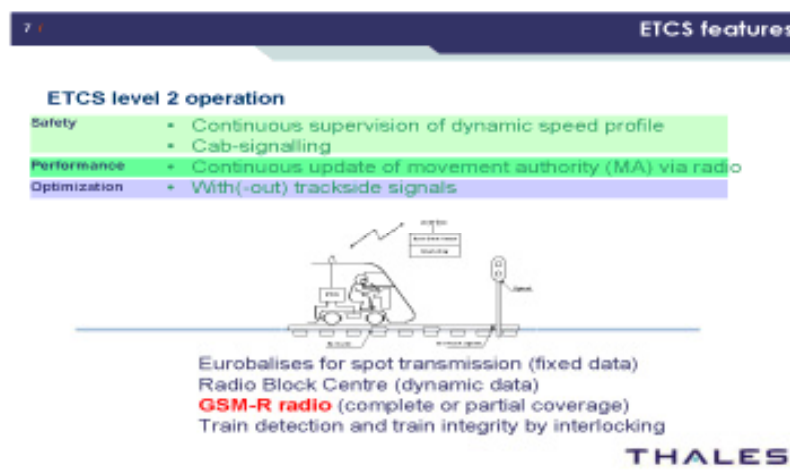


圖 2-2 ETCS Level 2 目標

- A.安全：連續監控列車動態速度曲線數據及車上號誌。
- B.成果：以 GSM-R 無線電系統連續更新列車移動授權。
- C.目的：無需道旁號誌。

(2) 無線閉塞中心(RBC)架構(如圖 2-3 所示)

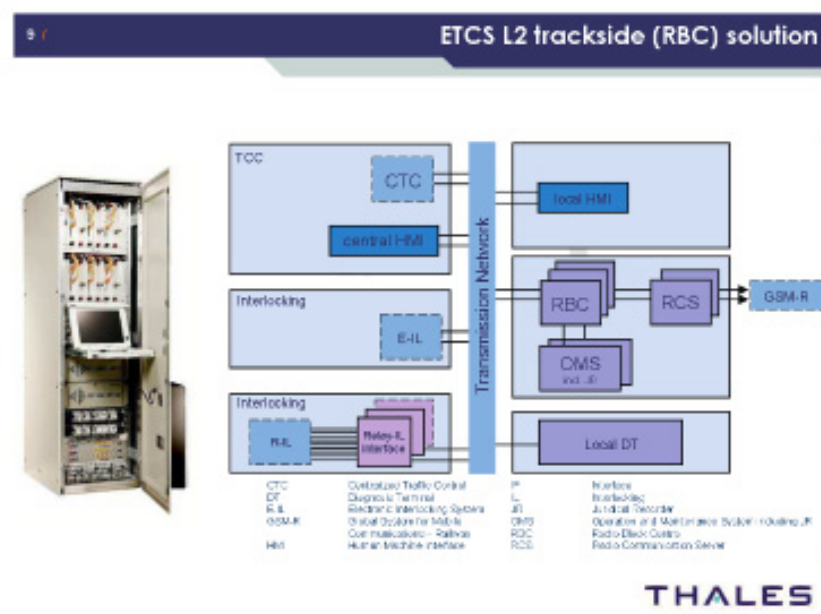


圖 2-3 無線閉塞中心(RBC)架構示意

主要設備包括：

- A.CTC 行車控制系統。
- B.DT 設備偵測單元。
- C.電子連鎖系統。
- D.GSM-R。
- E.人機介面。
- F.無線閉塞中心。
- G.行車記錄器。
- H.操作及維護系統。
- I.無線通訊伺服器。

2.ETCS L2 市場現況

- (1) 目前建置中之 ETCS L2 全世界包括約 18 個國家總長度 13,351 公里，主要分佈於歐洲及亞洲國家，其中以中國大陸 4,417 公里最長。
- (2) 目前已開始營運之鐵路 ETCS L2 約 3,193 公公里，仍然以中國大陸 1,759 公里最長。(市場現況如圖 2-4 所示)

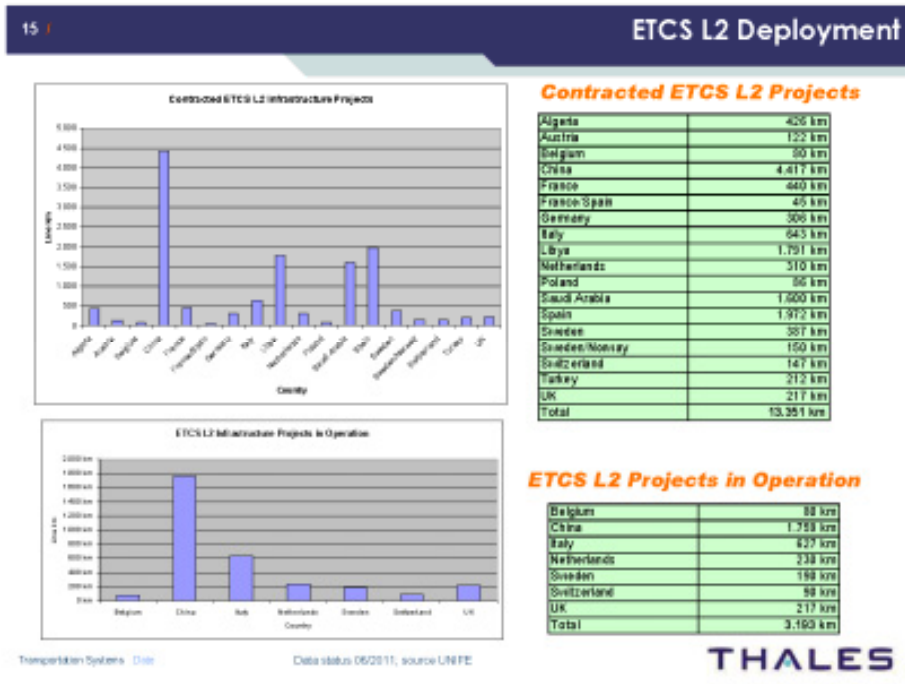


圖 2-4 ETCS L2 市場現況

3. ETCS L2 建置成本

- (1) 並無固定建置成本。
- (2) 隨著 ETCS L2 發展，整體建置成本也日漸降低。
- (3) 建置成本變動因素包括：
 - A. 鐵路營運方式的複雜度。
 - B. 國家情況及特性。
 - C. 非 FSI 介面(即 IXL-RBC)的複雜度和數量。
 - D. 軌道線形配置的複雜度。
 - E. 建置計畫規模。
- (4) ETCS L2 雙軌道每公里建置成本約略 50 KEUR – 400 KEUR

4. Thales 公司號誌電子連鎖系統

- (1) 服務範圍(如圖 2-5 所示)
 - A. 統包方案：包括現況調查研究、系統充分互用性、系統整體化測試和認證。
 - B. 完成端到端產品全程服務：包括交通運輸管理 – 行車控制 – 進路控制 – 現場設備 – 售後服務。

D.客戶利益：包括增加操作的效率及優化生命周期成本。

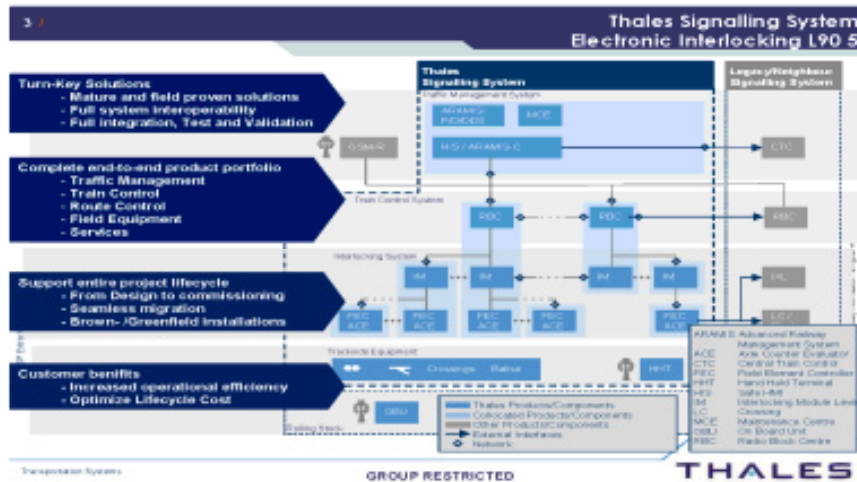


圖 2-5 連鎖系統服務範圍

(2) 23 年號誌電子連鎖設計經驗

A.Thales L90 5 電子連鎖設備目前安裝於 9 個國家 329 個車站包括：

8,425 轉轍器、8,218 號誌機、12,266 軌道區間。

B.最高的可用度和可靠度。

C.充分的彈性和靈活的概念(分散或集中式)。

D.以現有的通信設施通信協定為基礎(標準協定)。

E.提供高效率維護中心。

(3) L905 電子連鎖設備機櫃

主要設備單元如圖 2-6 所示。



圖 2-6 電子連鎖設備機櫃示意

(三) 法國 ALSTOM 公司

Alstom 是一家大型的法國公司，總部位於法國巴黎附近，其主要業務為電力及軌道交通基礎設施（例如 TGV 和歐洲之星）。年營業額約 230 億歐元，員工人數約 96,500 人。

1.ALSTOM 公司 ERTMS 系統

(1) ATLAS 200 ETCS L2 系統架構，如圖 2-7 所示。

- A. RBC 應用備援平臺(2-out-of-3，如圖 2-8 所示)
- B. 維生電腦應用於 RBC、ATC 與連鎖設備。
- C. 主要特點：以 2-out-of-3 技術通過完成錯誤容許度 MTBSF> 230years。
- D. 關鍵利益：IXL & 與控制中心高能力之外部通訊。
- E. 可維護性：具模組熱更換能力與操作介面。
- F. 多重應用：具優良維修和訓練能力及世界廣泛安裝實績依據。
- G. 容量：
 - (A) 可同時處理 60 訊息會議及 16 連鎖裝置容量。
 - (B) 可處理 300 個號誌機及 100 個轉轍器。

ATLAS 200 : General Architecture

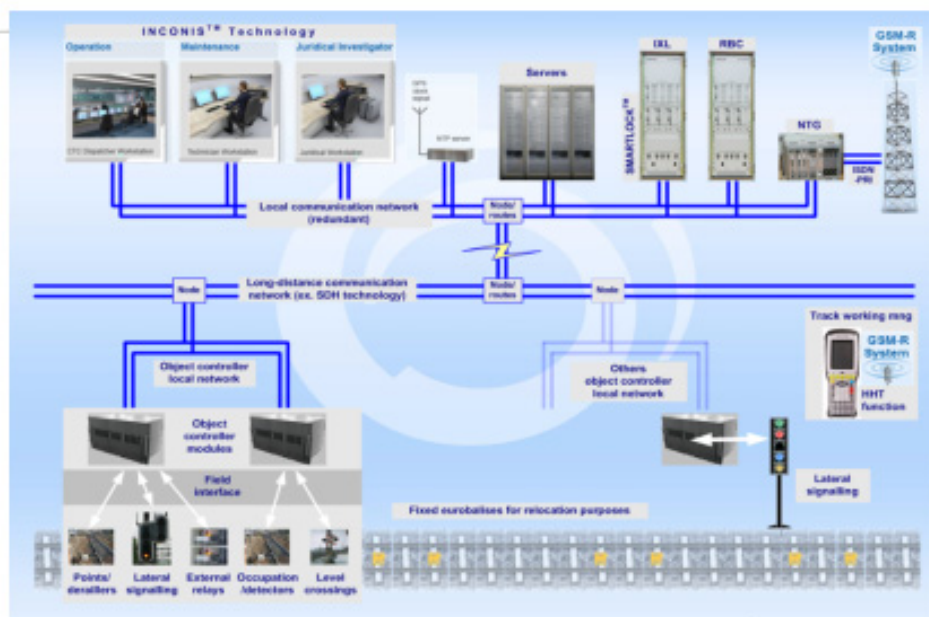


圖 2-7 ATLAS 200 ETCS L2 系統架構示意



圖 2-8 ATLAS 200 RBC 應用備援平臺示意

(2) GSM-R 網路介面(如圖 2-9 所示)

- A.主要特點：高性能及充分備援能力與 N+1 錯誤容許度。
- B.可同時處理與 RBC 的 5 個介面訊號。
- C.可同時處理與 90 組列車通訊。
- D.關鍵利益：與 GSM-R 網路通過 2 (或更多的)直接連接 ISDN – PRI 網路。

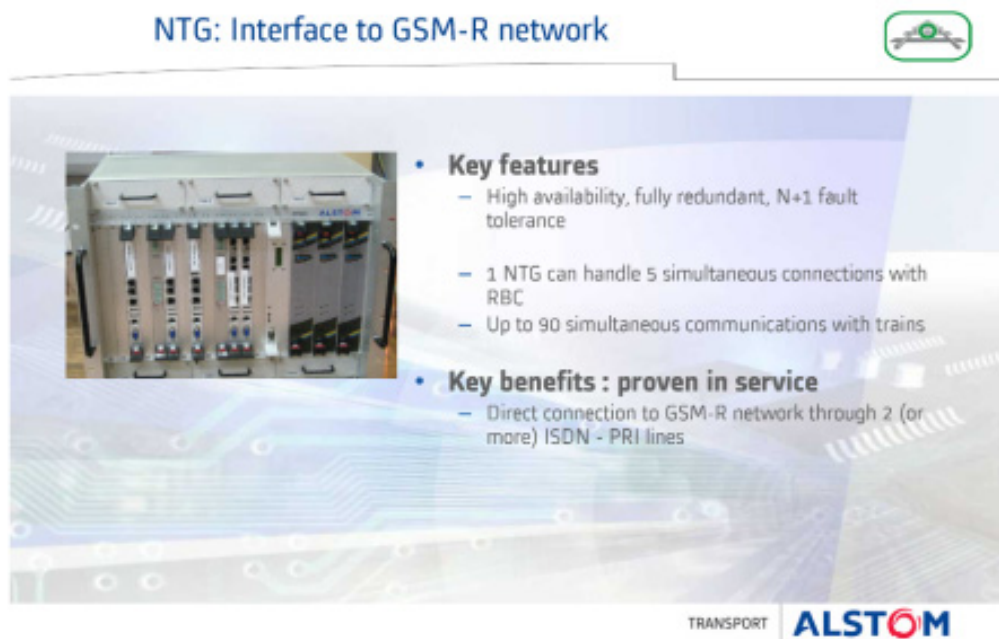


圖 2-9 GSM-R 網路介面示意

(3) 歐規感應器(Eurobalise，如圖 2-10 所示)

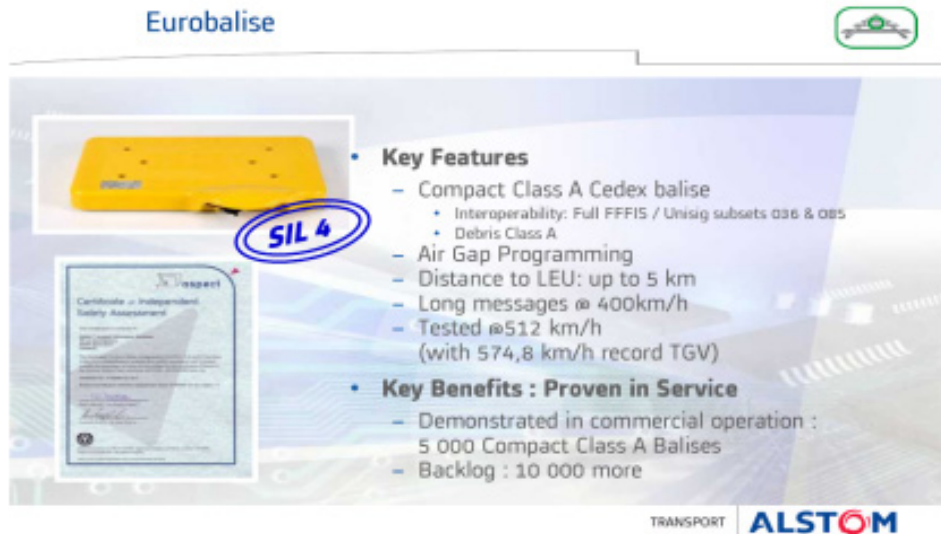


圖 2-10 歐規感應器規格示意

A.與 GSM-R 網絡通過 2 (或更多的)直接連接 ISDN – PRI 網路。

B.主要特點 –結實的 Cedex balise。

C.互用性： 完全相容於 FFFIS/Unisig 規範 036 & 085。

D.與 LEU 距離：最長 5 km。

E.偵測速度@ 400km/h (測試值@512 km/h)。

2.歐洲維生電腦(European Vital Computer, EVC，如圖 2-11 所示)

(1) 主要特點

A.L1 &L 2 共同使用一個 6U 機架。

B.所有 ERTMS 在機上功能作用包括列車介面、速度直偵測、感應器傳輸模組、ERTMS 應用、STM 介面。

(2) MVB & /or 標準輸入-輸出列車介面。

(3) 在商業操作展示靈活的 ERTMS 相容性+可用度+穩定度。

(4) 符合 SIL4 標準及應用。

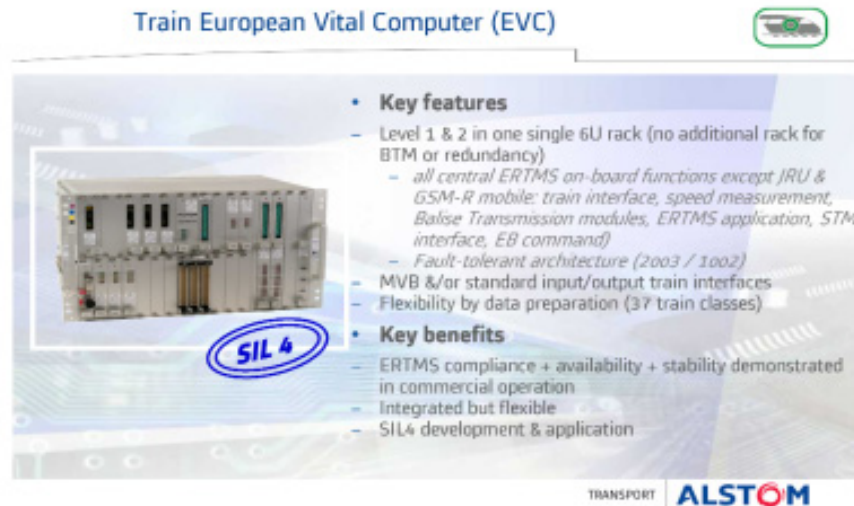


圖 2-11 歐洲維生電腦示意

3. 駕駛艙人機界面(Driver Machine Interface, DMI，如圖 2-12 所示)

- (1) 特點：10" 4 與鍵盤、觸摸螢幕和聲響的完整彩色螢幕。
- (2) 根據 CENELEC 標準設計。
- (3) 系統可備援。
- (4) 可分開的螢幕及電子設備。
- (5) 關鍵利益。
 - A. 應用一般商用軟體構成。
 - B. 全國系統或無線通信的一額外特點和作用。
 - C. 可在商業操作展示。



圖 2-12 駕駛艙人機界面示意

(四) ERA(European Railway Agency)機構

歐洲鐵路機構(ERA)是歐盟其中一個機構。成立於 2004 年 4 月。總部設於瓦朗謝納(Valenciennes)，會議中心則設於里耳(Lille)，員工約 100 人。於 2006 年開始運作。主要任務為制定歐洲鐵路共同規範、歐洲鐵路的標準與技術規格。

1.歐洲鐵路狀況

(1) 歐洲鐵路規格(如圖 2-13 所示)

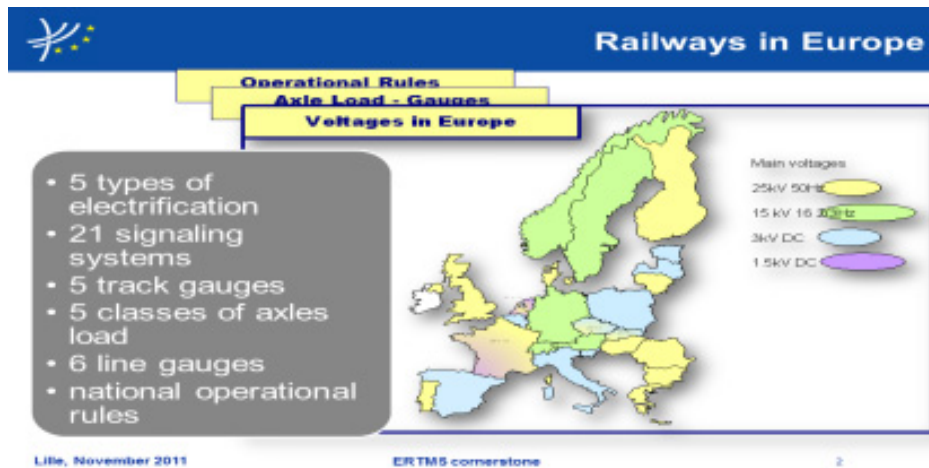


圖 2-13 歐洲鐵路規格示意

A.5 種電氣化類型。

B.21 種鐵路號誌系統。

C.5 種軌距及裝載方式。

D.6 種路線規格。

E.5 種鐵路運轉規章。

(2) 歐洲鐵路號誌種類分佈(如圖 2-14 所示)

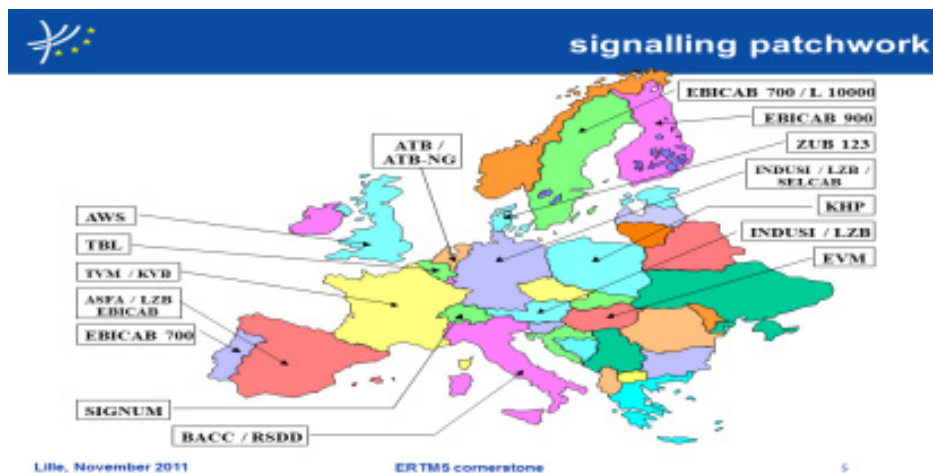


圖 2-14 歐洲鐵路號誌種類分佈示意

2.ERTMS 簡介(系統架構如圖 2-15 所示)

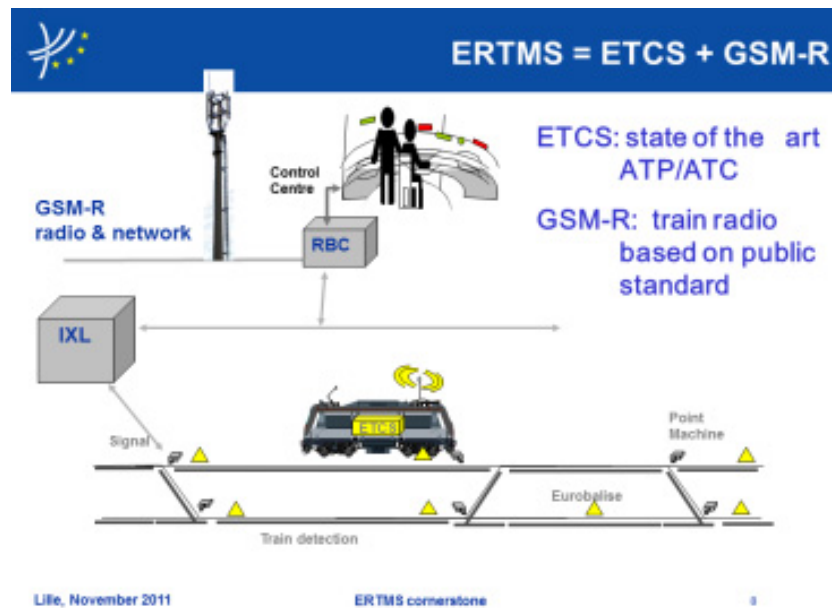


圖 2-15 ERTMS 系統架構如圖示意

3.ERTMS 模組性及靈活性

- (1) ERTMS 可以用於根據基礎設施限制和設計的不同配置。
- (2) ETCS 可使用在傳統鐵路線路，可為貨物線或高速鐵路線路。
- (3) ETCS L2 級不必安裝任何軌道旁號誌，大幅減少設備和維護費用。

4. ERTMS 之優點

- (1) 設計提供互通性和性能表現
- (2) 最大值加速對 500 km/h。
- (3) 競爭打開供應市場。
- (4) 顧客能以合理價格從任何不同供應商購買設備。
- (5) 系統具諧調更加容易安裝。
- (6) 維護和製造規格化使鐵路系統設備供應更加競爭。
- (7) 減少系統認證費用。

6. ETCS 現況

- (1) 歐洲已在商業運轉包括 3,000 Km 路線及 1,300 輛列車。
- (2) 全世界超過 30,000 km 使用或建置中。

(3) ETCS 在歐洲分佈現況，如表 2-1 所示。

7. GSM-R 現況

(1) 70,000 km 運轉中。

(2) 已有 7 個國家建置。

(3) 已完成 120,000 個終端設備及 40,000 駕駛艙建置。

(4) 逐漸應用於全世界包括亞洲、非洲和澳洲。

(5) ETCS 歐洲成功成長現況

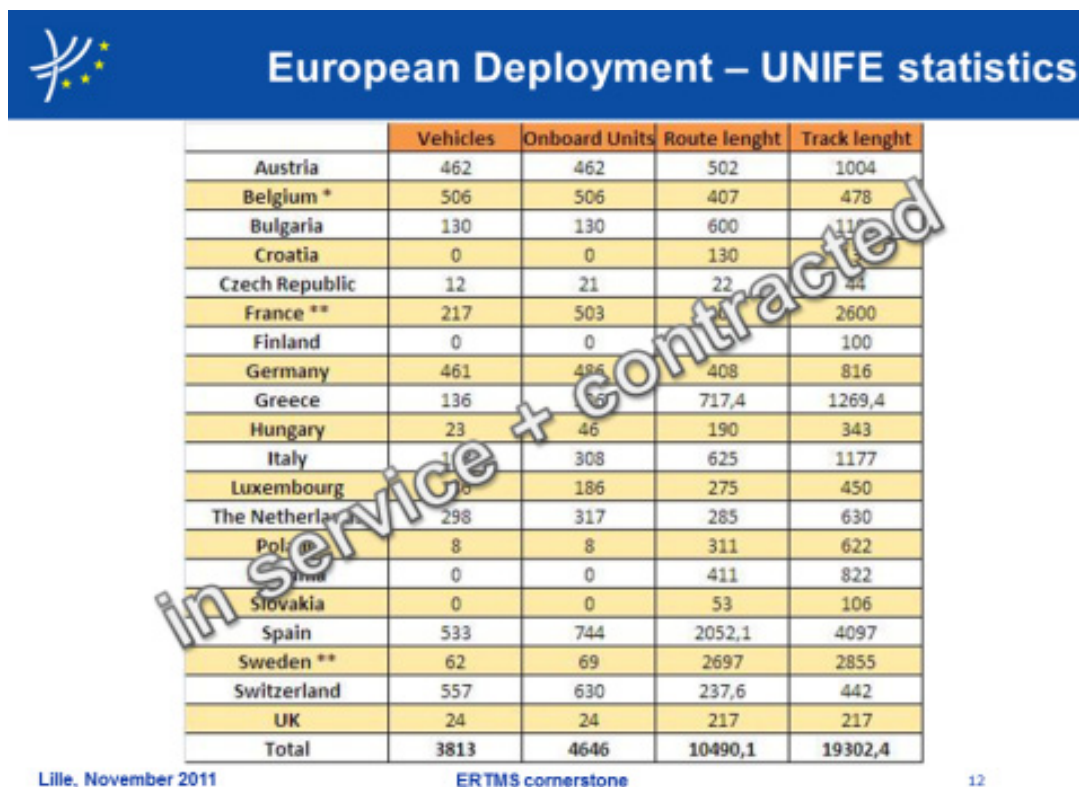
A. 2005 年-馬德里--Lerida (300 km/h，L1)級。

B. 2006 年-羅馬--Napoli (300 km/h，L2)級。

C. 超過 3,000 km 線運轉中與 ETCS 超過 1,000 輛列車。

D. 高速鐵路：西班牙超過 1,000km，義大利超過 800km 運轉中。

表 2-1 ETCS 在歐洲分佈現況示意



	Vehicles	Onboard Units	Route lenght	Track lenght
Austria	462	462	502	1004
Belgium *	506	506	407	478
Bulgaria	130	130	600	111
Croatia	0	0	130	44
Czech Republic	12	21	22	44
France **	217	503	21	2600
Finland	0	0		100
Germany	461	486	408	816
Greece	136	65	717,4	1269,4
Hungary	23	46	190	343
Italy	1	308	625	1177
Luxembourg	16	186	275	450
The Netherlands	298	317	285	630
Poland	8	8	311	622
Portugal	0	0	411	822
Slovakia	0	0	53	106
Spain	533	744	2052,1	4097
Sweden **	62	69	2697	2855
Switzerland	557	630	237,6	442
UK	24	24	217	217
Total	3813	4646	10490,1	19302,4

Lille, November 2011

ERTMS cornerstone

12

(五) BOMBARDIER 公司

Bombardier 公司為國際性交通運輸設備製造商公司，提供交通運輸解決方案，公司總部位於加拿大魁北克省蒙特婁，生產範圍涵蓋航空飛機、

鐵路和軌道交通運輸設備等。

1. Amsterdam - Utrecht 鐵路簡介 (如圖 2-16 所示)

- (1) 提供 ERTMS 實施計畫包括設計、供應、安裝及測試並且完工。
- (2) 應用 Bombardier 公司 INTERFLO 450 ERTMS L2 級系統。
- (3) 線路包括城市、地區及貨物列車。
- (4) 施工項目包括 IXL、ETCS 及 試驗路線(Pilot Line)。
- (5) 試驗路線包括一條 26 km 雙道試驗線，2 個車站，2 列測試列車。
- (6) 2010 年完工。

Dutch Bombardier ETCS Lines

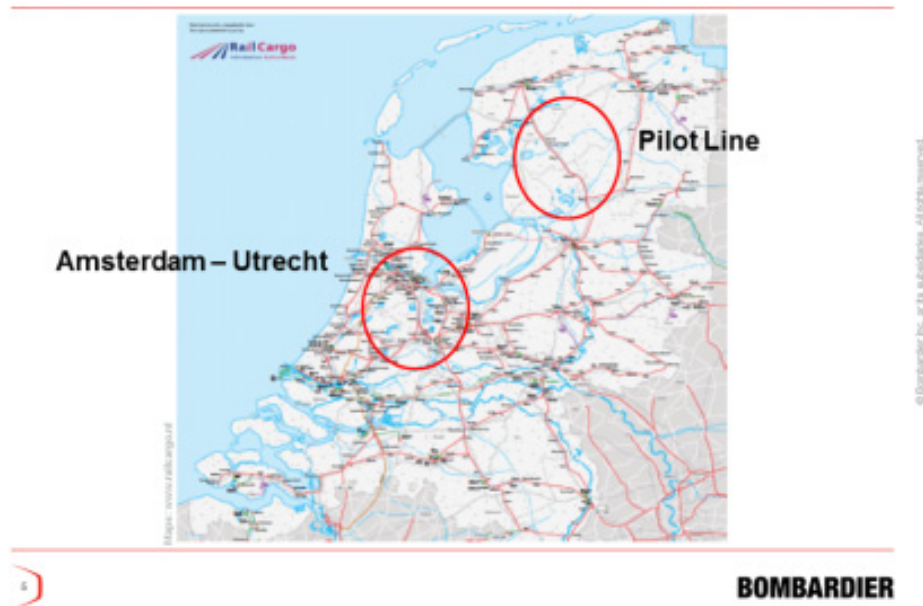


圖 2-16 Amsterdam - Utrecht 鐵路簡介

2. ERTMS Level 3 簡介

- (1) Interflo550 系統優點
 - A. 符合 ERTMS/ETCS L3。
 - B. 移動或虛擬固定閉塞。
 - C. 整合 IXL、RBC、TMS。
 - D. 符合 UIC ERTMS-R FRS。

- E.符合 SIL 4 標準。
- F.提供 230V 軌道旁設備。
- G.提供軌道旁工作者手提查修設備。
- H.可臨時速度限制。
- I.控制命令可透過無線電系統或開放網路執行。
- J.整合平交道及交通號誌。
- K.系統容量
 - (A) 最高速度是 200km/h。
 - (B) 可同時控制 30 列車。
 - (C) 可同時控制 30 列車移動權限。

(2) Interflo550 系統架構(如圖 2-17 所示)

Architecture: *Interflo550*

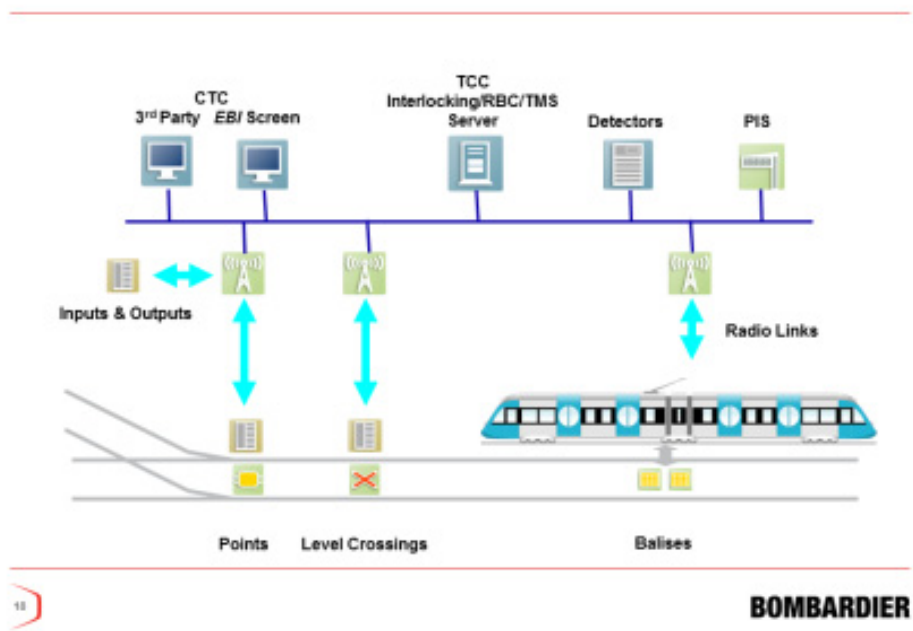


圖 2-17 Interflo550 系統架構示意

(六) UNIFE 協會

UNIFE 為歐洲鐵道供應工業的代表，1992 年成立於比利時布魯塞爾，目前計有 77 個正式會員(主要為大、中型軌道設施供應商)；18 個准會員(包

括 16 個國家協會)，UNIFE 主要工作任務目標是負責歐盟鐵道工業標準化 (standardization) 的制定與統一化 (harmonization)、歐洲鐵道研究、及相關之公共事務行政等。其整體組織架構如圖 2-18 所示。

1. UNISIG：為技術組織，於 1998/99 由 6 家公司創辦，主要負責與歐洲鐵路行車管理系統相關之技術及 ERTMS 規範之編制等。目前正式會員有 Alstom、Ansaldo、Bombardier、Invensys、Siemens、Thales；准會員有 AŽD Praha、MerMec。
2. UNIFE ETCS 指導委員會 (Steering Committee)：主要負責與歐洲鐵路行車管理系統相關之政策與策略議題等。
3. UNIFE ERTMS 市場小組 (Marketing Group)：主要負責歐洲鐵路行車管理系統之提昇及有關通訊材料等。
4. UNIFE Signalling 工作組 (Working Group)：主要負責非歐洲鐵路行車管理系統 (Non-ERTMS) 相關之號誌工作及有關 ERA 議題之研發計畫等。

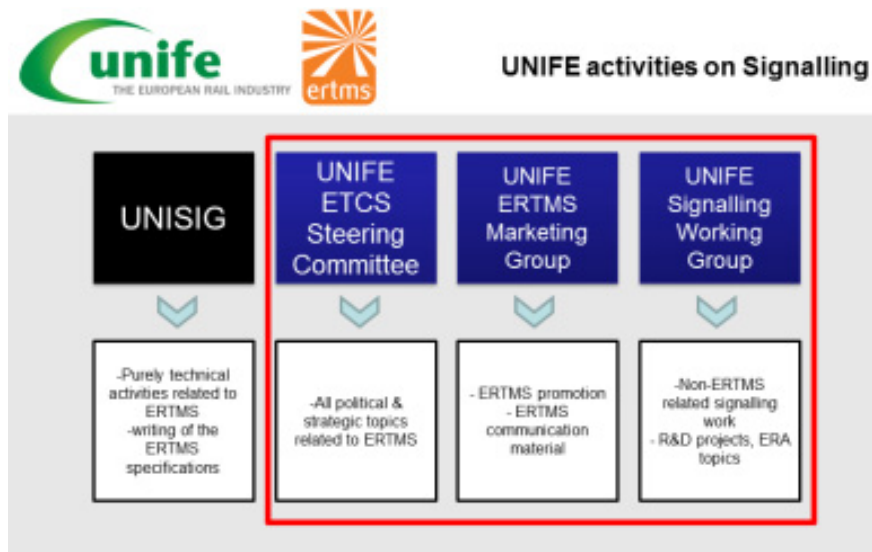


圖 2-18 UNIFE 協會組織架構示意

- (1) ETCS 指導委員會：所有 ERTMS 有關之政策。
- (2) ERTMS 小組：ERTMS 市場推動及通訊研究。
- (3) 號誌系統小組：包括非 ERTMS 系統工作、研究案及 ERA 案件。

(七) 西班牙高速鐵路網

1. 西班牙 ERTMS 計畫主要特點

- (1) 西班牙高速鐵路網：世界第一個 ETCS L2 計畫，並以 ETCS L1 為備援系統。
- (2) 以 ASFA (西班牙 ATP)作為地二備援系統。
- (3) 同設備供應商作系統技術整合。
- (4) ETCS L1 & L2 聯鎖設備由不同的供應商供應連接整合。
- (5) ERTMS 軌道設備由不同設備商供應連接。
- (6) 駕駛艙設備由不同設備商供應。

2.ERTMS 中央控制中心

- (1) Thales 公司提供原有 Interlockings 的 ETCS 整合技術。
 - (2) 安裝於 Madrid-Segovia-Valladolid 路線包括 ETCS L1 & L2、聯鎖設備(Dimetronic Westrace 公司提供)及 GSM-R 路網建設(Siemens 提供)，由 Thales 公司作技術整合(如圖 2-19 所示)。
 - (3) 在維護設備方面，Thales 公司對設備維護和故障診斷實施集中化處理。(如圖 2-20)
- A.可減少反應時間和增加維護工作效率。
- B.ETCS (Level1and2)和聯鎖系統維護工作，提供集中化維護和故障診斷系統集成警報。
- C.可適用於完全新設設備及不同次系統組成之路線。
- (4) 對 ETCS L1(CLC)及 ETCS L2(RBC)臨時速度限制採集中化管理

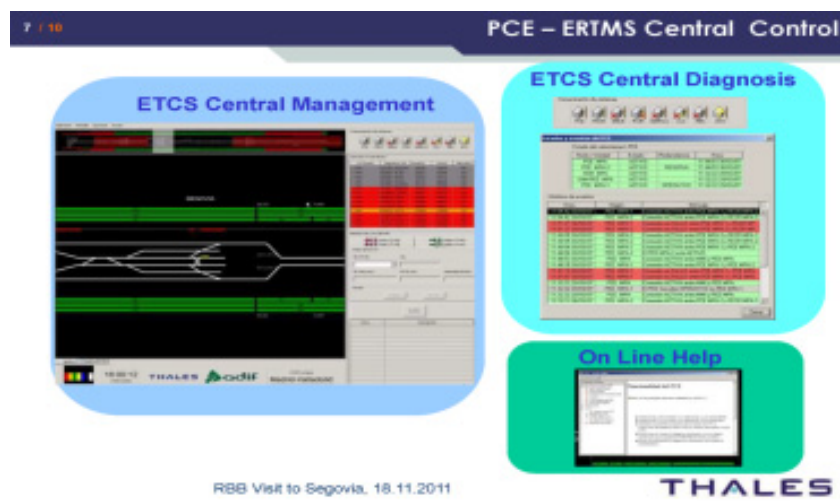


圖 2-19 ERTMS 中央控制中心示意(1)

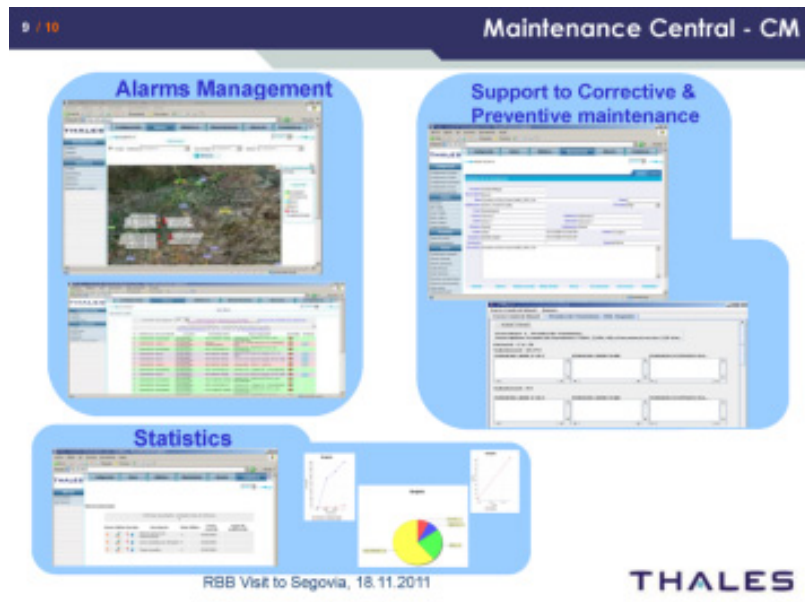


圖 2-20 ERTMS 中央控制中心示意(2)

(八) 西班牙鐵路公司(ADIF)

1.ADIF 簡介

- (1) ADIF(Administrador de Infraestructuras Ferroviarias)為西班牙國有公司在公共建設部之運輸部門，主要管理西班牙鐵路基礎設施(如圖 2-21 所示)。

Current railway scenario in Spain

New legal framework. Railway Industry Law 39/2003

- Infrastructure management and transport operation separation
- Opening of the freight railway market to competition

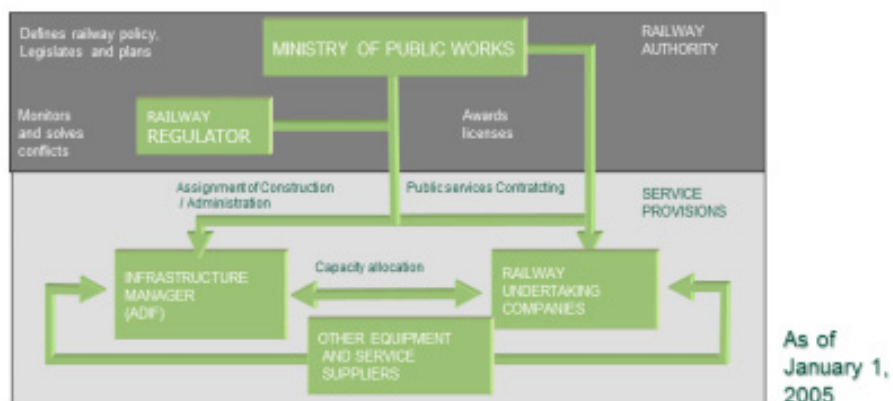


圖 2-21 ADIF 簡介

(2) 主要工作包括：

- A. 管理、維護和更新全國鐵路網絡。
- B. 建設新設鐵路網絡。
- C. 鐵路營運管理。

2. 歐洲高速鐵路網簡介

- (1) 西班牙主要高速鐵路網及建設時程如圖 2-22、圖 2-23 所示。
- (2) 西班牙主要高速鐵路網時間效益如圖 2-24 所示。
- (3) 歐洲主要高速鐵路網及建設成果如表 2-2 所示。

High Speed Lines. Landmarks



圖 2-22 西班牙高速鐵路網(1)

Adif's High Speed Lines. Current situation



圖 2-23 西班牙高速鐵路網(2)

Travel time reduction in High Speed Lines

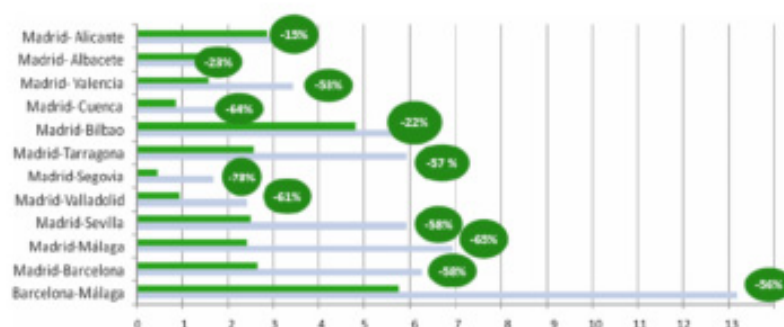


圖 2-24 西班牙高速鐵路網時間效益

表 2-2 歐洲主要高速鐵路網及建設成果

High Speed lines in Europe

COUNTRY	IN SERVICE	UNDER PROJECT/ CONSTRUCTION	PLANNED
SPAIN (Adif)	2,776*	2,127	238
FRANCE	1,896	210	2,616
GERMANY	1,285	378	670
ITALY	923	-	395
TURKEY	538	815	-
BELGIUM	209	-	-
UNITED KINGDOM	113	-	204
SWITZERLAND	35	72	-
NETHERLANDS	120	-	-
PORTUGAL	-	-	1,006
SWEDEN	-	-	750
POLAND	-	-	712
RUSSIA	-	-	650
TOTAL	7,895	3,602	7,241

* Including 621 km of HSL with Iberian gauge (newly constructed) and 20 km in Spain by TP Ferro as concessionary

2011 SITUATION

HSL in Europe 7,895 km

2015 FORECAST

HSL in Europe 10,407 km

3. ADIF 公司 ERTMS 經驗

(1) 西班牙在 ERTMS 高速鐵路線共計 1,491 km 居歐之冠(約佔 48%)。

(2) 馬德里--巴塞隆納路線 ERTMS 之先驅者

A. 2006 年 03 月：從 200 的速度增至 250 km/h。

B. 2006 年 10 月：速度增至 280 km/h。

C. 2007 年 05 月：速度增至 300 km/h。

D.2011 年 10 月：ERTMS L2，速度增加到超過 300 km/h。

(3) 馬德里-塞維利亞高速路線也將採用 ERTMS 系統。

(4) 相關 ERTMS 系統高速路線網，如圖 2-25 所示。

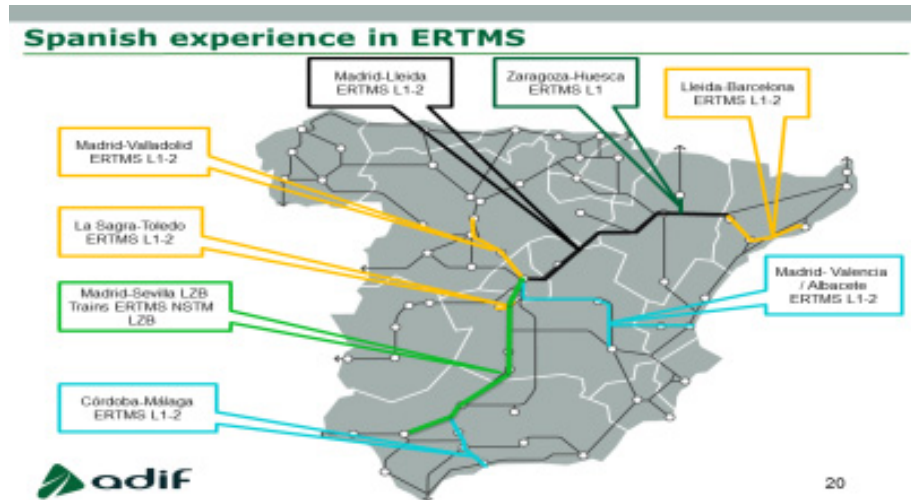


圖 2-25 西班牙 ERTMS 系統高速路線網

(九) 瑞士 SBB 鐵路公司

1.SBB 鐵路 ERTMS 系統簡介

(1) Bern -Olten 隧道 ERTMS 系統，如圖 2-26 所示。

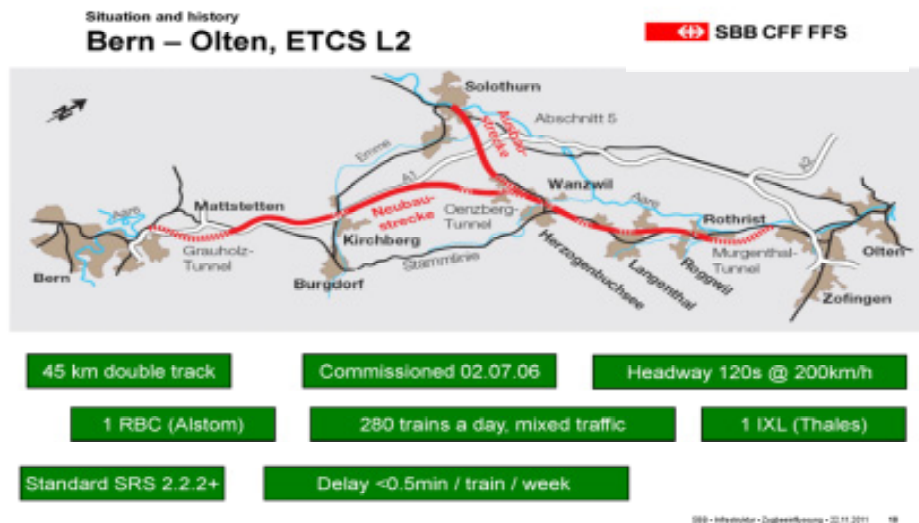


圖 2-26 Bern-Olten 隧道 ERTMS 系統示意

(2) Lötschbergtunnel 隧道 ERTMS 系統，如圖 2-27 所示。

Situation and history

Lötschbergtunnel, ETCS L2

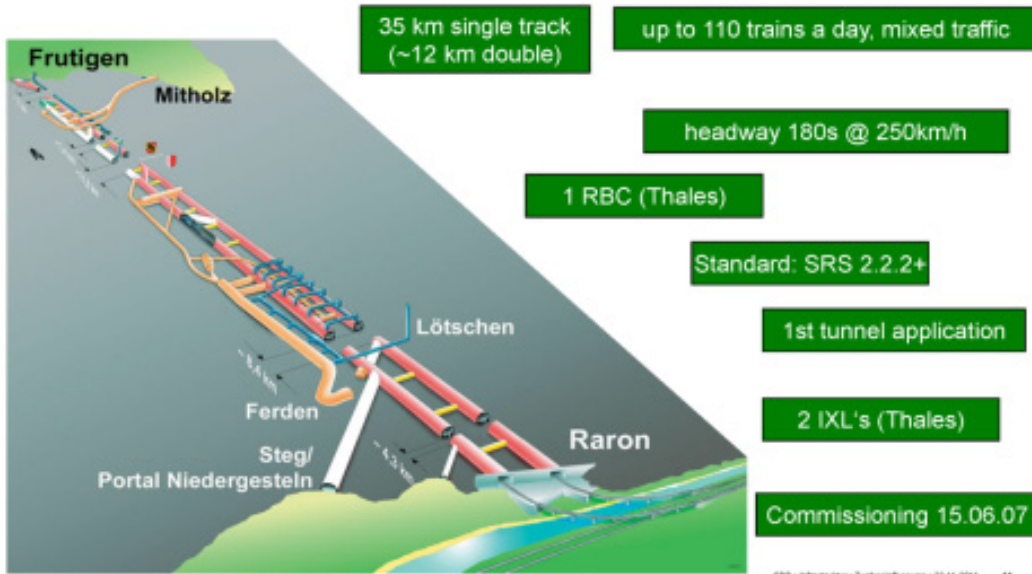


圖 2-27 Lötschbergtunnel 隧道 ERTMS 系統示意

(3) SBB 鐵路公司後續 ERTMS 發展示意，如圖 2-28 所示。

ETCS in Switzerland 2017.

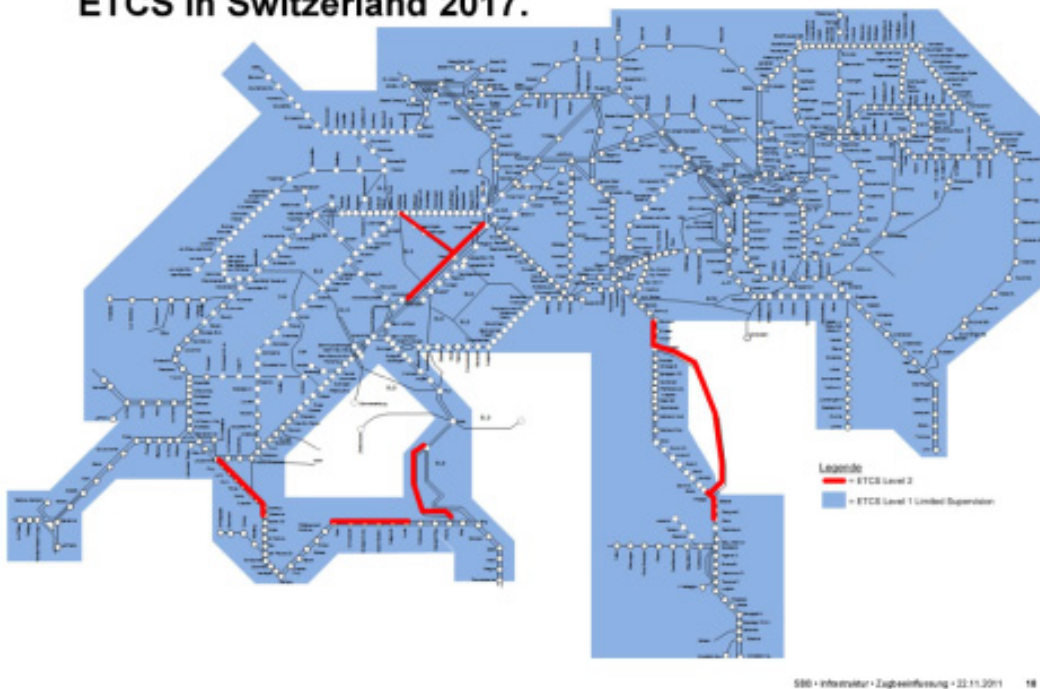


圖 2-28 SBB 鐵路公司後續 ERTMS 發展示意

2.SBB 鐵路 ERTMS 系統方向

(1) SBB 公司發展 ERTMS 系統策略及展望，如圖 2-29 所示。

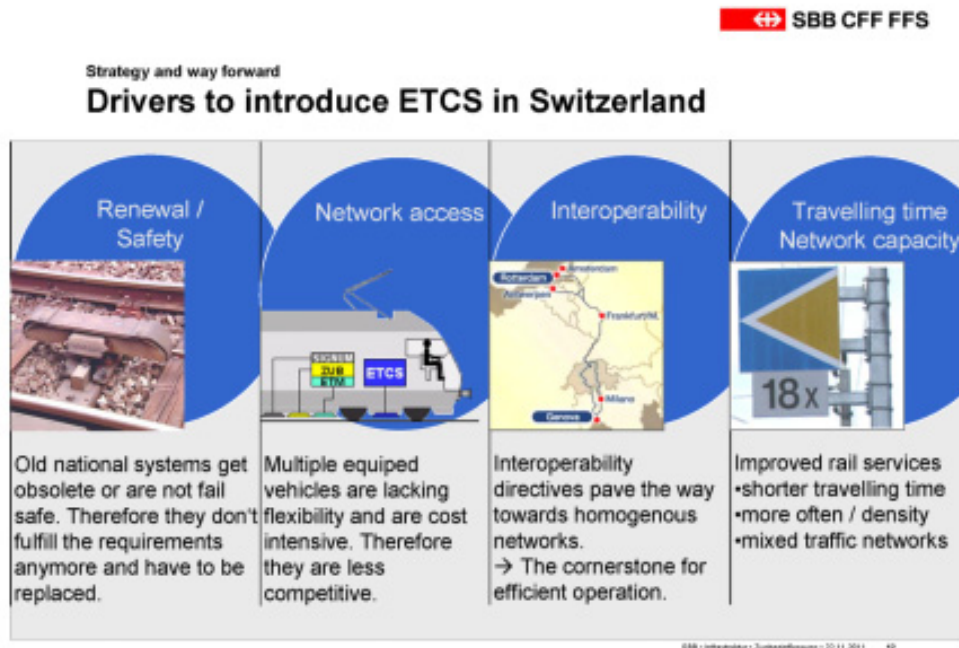


圖 2-29 SBB 公司發展 ERTMS 系統策略及展望示意

(2) SBB 公司發展 ERTMS 系統基礎建設成本效益示意，如圖 2-30 所示。

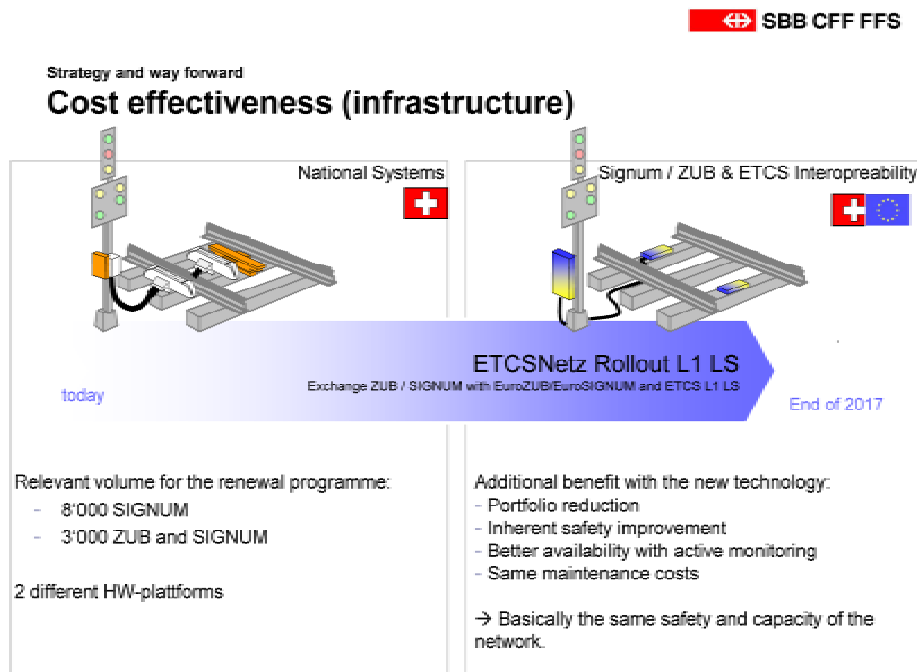


圖 2-30 SBB 公司發展 ERTMS 系統基礎建設成本效益示意

(3) SBB 公司發展 ERTMS 系統車輛成本效益，如圖 2-31 所示。

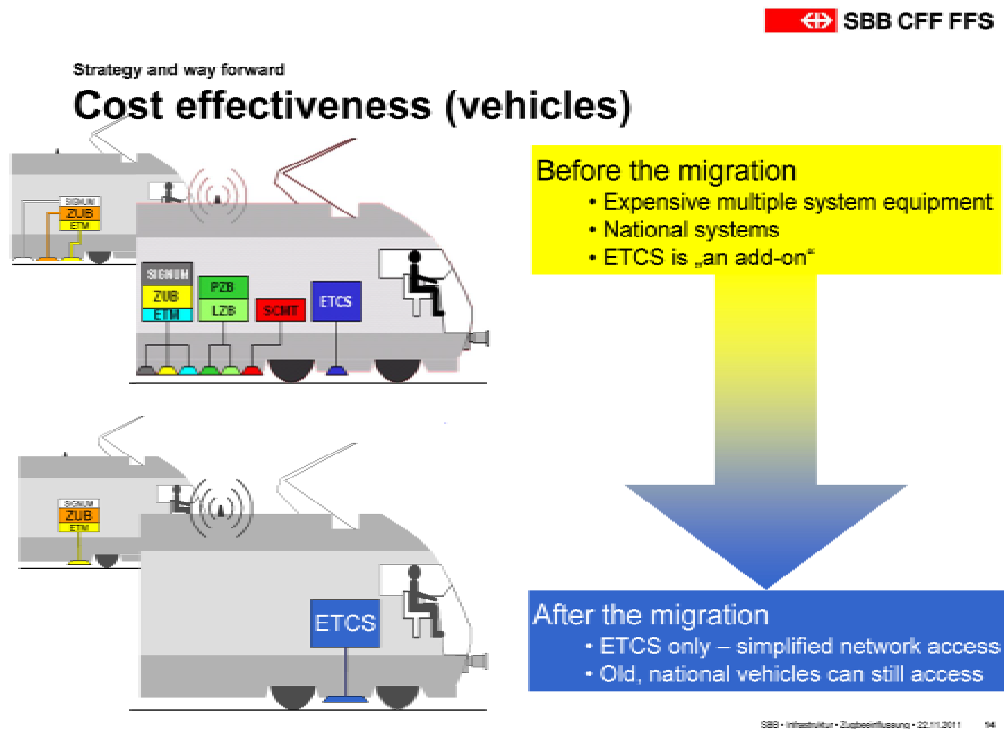


圖 2-31 SBB 公司發展 ERTMS 系統車輛成本效益示意

(十) ANSALDO 公司

ANSALDO 公司號誌系統簡介

1. 包括鐵路及大眾運輸系統，提供設計、驗證、安裝、施工、維護、訓練全套控制系統與設備，其內容如下說明：
 - (1) 相互可操作之號誌系統： ERTMS/ETCS (鐵路)。
 - (2) 號誌通訊系統： CBTC (大眾運輸系統)。
 - (3) 列車控制系統： ATC/ATP/ATO。
 - (4) 電腦化聯鎖設備。
 - (5) 中央行車控制系統(CTC)。
 - (6) 道旁設備。
 - (7) 營運系統。
 - (8) 整體安全系統。
2. ANSALDO 公司號誌聯鎖設備

- (1) ANSALDO MicroLok II 號誌連鎖設備(如圖 2-32 所示)以「安全 PLC」設計基礎。提供低成本、可編輯安全系統架構，可直接安裝於道旁控制箱。

Ansaldo STS – Interlocking Products (1/2)

MicroLok II is ASTS “safe plc”. It provides low cost user-programmable safe system delivery through a distributed architecture that does not require a controlled environment and can be deployed in lineside cases.



Generic characteristics:

- Free-wire Interlocking
- 1 MicroLok II cardfile replace ~ 4000 relays
- The operational configuration is defined primarily within application logic software
- Modular design of the MicroLok II enables each customer to custom configure a system that meets specific requirements
- Not all customers will use the product in the same way – system is customized per site need



圖 2-32 ANSALDO 公司 MicroLok II 號誌設備示意

- (2). MicroLok II 號誌系統特點包括：

- A 免配線聯鎖系統。
- B 每一組 MicroLok II 模組相等於 4,000 繼電器功能。
- C 在應用軟體內定義進路操作設定。
- D MicroLok II 的模組設計能具體符合顧客個別系統要求。
- E 系統產品可客製化。

3. ERTMS/ETCS 發展狀況：

- (1) 義大利第一條 ETCS L2 (Rome-Naples 2005)。
- (2) 西班牙第一條 ETCS L1 (Madrid-Lerida 2006)。
- (3) 中國大陸第一條 CTCS2 (ATP ETCS-based 2007)。
- (4) 歐洲第一條跨國際大力士(Thays)高速鐵路 ETCS L2 車載設備。
- (5) 德國第一條 ETCS L2 (建置中)
- (6) 利比亞第一條 ETCS L1 & L2(建置中)

(十一) 輕軌(Tram)T2 考察紀要

1.說明

由於高雄市政府即將推動辦理「高雄環狀輕軌捷運建設基本設計顧問委託技術服務」案，且新北市刻正辦理中之淡水輕軌捷運規劃設計案，輕軌捷運為未來政府推動政策之一，經由 SYSTRA 公司安排本次行程順道考察巴黎輕軌(Tram)T2。

2.系統架構

輕軌運輸系統(Light Rail Transit System, LRTS)依交通部高速鐵路工程局草擬之輕軌運輸系統設計準則之定義係「採用導引、電力趨動之客運運輸系統」。輕軌運輸系統主要包括：軌道工程、土建工程、大地工程、排水防洪工程、及機電系統工程等。茲分述如下：

(1) 軌道工程

一般採鋼軌鋼輪系統，軌道型式可分為埋置式軌道(embedded track)及開放式軌道(open track)兩種。

(2) 土建工程

主要為車站工程，包括：月台(分中央島式月台(如圖 2-33 所示)、中央側式月台、兩側側式月台等)、行人穿越設施、車站其他設施(電力照明、候車及資訊設備、標誌設備、及通訊設備)等。



圖 2-33 輕軌中央島式月台

(3) 機電系統工程

輕軌運輸之機電系統主要包括：輕軌車輛、供電系統、號誌系統、通訊系統、收費系統、行車控制中心及機廠設備等子系統。

A. 輕軌車輛

車輛底盤至鋼軌面之高度在 400mm 以下者稱為低底盤車輛(low floor LRV)(如圖 2-34 所示)；介於 400mm 至 700mm 者稱為中底盤車輛；高於 700mm 者稱為高底盤車輛。目前國際上輕軌運輸系統之趨勢係採用低底盤設計的車輛，以縮短候車站之停駐時間；使用低底盤之車輛可降低車站月台之建築高度以降低對都市景觀之衝擊並可減少月台之建造成本。車身長度一

般使用標準軌距之輕軌車輛車身長度約為 30~35m，不建議超過 45m，車身寬度約 2.4~2.65m。集電設備的選用一般可分為第三軌或架空線兩種供電方式，採用架空線系統應考慮於橫交路口、混合車道及其他必要路段，提供至少 5.1 公尺之淨高。



圖 2-34 輕軌低底盤車輛

B. 供電系統

一般輕軌列車使用電力系統之電壓有 600V 直流電(DC)、750DC、1500VDC 等三種規格。750V 電壓系統具有較多之使用者，傳統都市電力運輸工具(包含輕軌系統)多以直流電系為供應系統，具有雜散電流腐蝕、維修次數頻繁等問題，近年來，另再加入交流電系統，使其成為雙用電壓模式之電力系統，建造成本因而增加。

平面型輕軌系統之電力輸送方式一般採用傳統架空線傳輸方式，近年雖有採用無架空線系統者(埋置式電力輸送方式)，如 Ansaldo STS 所開發之 TramWave 系統(如圖 2-35 所示)已在義大利米蘭(Milan)及那不勒斯(Naples)等城市試行(如圖 2-36 所示)，確實改善對城市景觀之衝擊，惟其技術尚不普遍、造價相對偏高及地區排水條件之適用性等因素考量。架空電線具有較高品質之電力傳輸，仍保有較高電力供應可靠性。使用架空電線做為輕軌系統電力傳輸之最大缺點，為對都市之景觀造成之衝擊。

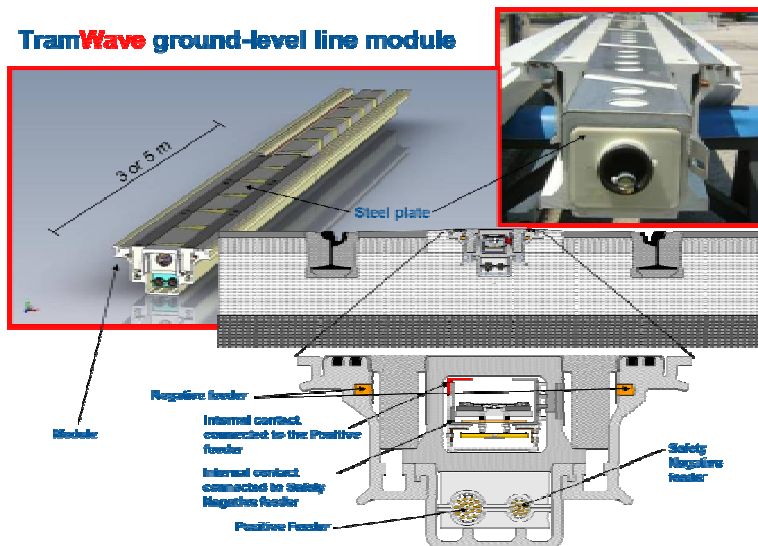


圖 2-35 埋入式電力輸送 Tramware



圖 2-36 義大利米蘭埋入式電力輸送

牽引變電站之容量每處約為 2,200kW，其平均間距約為 2 公里，最大間隔不宜大於 2.5 公里。

C. 號誌系統

號誌系統，包括車上號誌(Cab Signalling)及軌旁號誌(Wayside Signalling)二種設備。

(A) 車上號誌

車上號誌由地面控設備與行控中心，來傳達列車前方狀況、提供行使之安全速度、到站或離站之時間(延滯)等訊息，以供駕駛人作為操作之輔助依據。

(B) 軌旁號誌

因輕軌系統行車速度不快，加上以目視操控駕駛方式為主，因此軌旁地面號誌較多佈設於主線道岔段及機廠內主要是配合道岔連鎖(Interlocking)區間控制(如圖 2-37 所示)，將前方進路開通狀況告知駕駛員，俾以監控列車。軌旁號誌機之設置地點必須考量距離適當及視線良好，使駕駛員可適時反應號誌指令，從號誌進入視線至列車到達該號誌機的這段行程，必須允許駕駛員有足夠時間將列車調整至預定的速度。

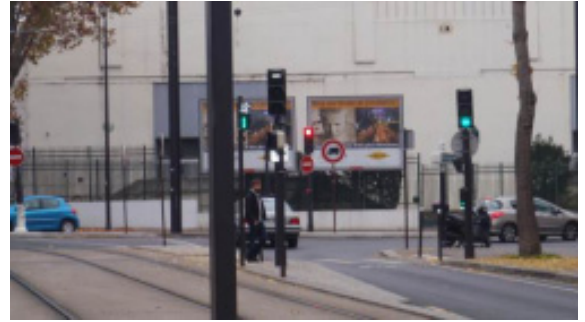


圖 2-37 輕軌軌旁號誌

交叉路口之交通號誌應給予輕軌列車優先通過權，使輕軌列車鄰近平面交叉路口時，可以透過偵測系統之感知而提前變換號誌等號，而供輕軌列車優先通過。輕軌優先號可分為兩種：

a. 完全(絕對)優先號誌(pre-emption)

完全(絕對)優先號誌是在路口號誌上給予輕軌系統絕對之優先權，輕軌列車只要接近路口並啟動路口列車偵測器，即變換路口號誌給予輕軌列車絕對的優先通過權。此優先號誌系統是交通號誌之週期，被駛近平面交叉路口、且裝置有感應器之輕軌列車所感應而變動之系統。此號誌系統可透過埋置於軌道鋪面下方，或是軌道旁側，或輕軌列車之上之偵測器，以壓力、磁電、聲響、無線電或紅外線等方法感應車輛之通過，並傳輸訊息置平面交叉路口之號誌控制器，以變化號誌燈號。

b. 一般(相對)優先號誌(signal priority)

輕軌列車通過交叉路口時並非一律給予絕對優先通過權，而是針對各家叉路口之交通特性，包括交通量及其流向，而決定是否適宜給予輕軌列車優先通過權。

D. 通訊系統

輕軌系統使用之通訊設備必須包含資料傳輸系統、無線電系統、有線電話系統及閉路電視系統。整體通訊設備之運作以達到列車正常且安全之運轉、駕駛員與乘客、控制中心人員三者之正常通訊、營運與維修人員之通訊、候車站、軌道旁與控制中心間之訊號傳輸安全、乘客所需之資訊、緊急事故之應變處理等功能為目標。

(A) 資料傳輸系統(Data Transmission System)

為確保通訊之可靠與有效，控制中心、場站、軌道旁設備，以及其他維持輕軌運轉之設備(無線電、有線電話、閉路電視等)等，都可藉由光纖傳輸系統來串連期間之資訊，如號誌訊號、行車控制、列車狀態資訊、候車站月台資訊、收費系統及其他監控系統等。

(B) 無線電話系統(Radio System)

為即時性之溝通與協調，所有之通訊無法皆經由中央控制中心轉控，而必須採用無線電通訊傳輸之方式，此不論對輕軌之營運而言，或是對維修與場站之通訊而言，或是對緊急事故之應變處理而言，均有其優點。無線電系統必須確保控制中心與營運人員、督導人員之正常通訊、緊急通訊、維修人員與機場調度人員間之通訊、列車通訊等之正常運作。

(C) 有線電話系統(Telephone System)

輕軌系統範圍內必須配備有線電話系統，透過自備自動化分配交換機來處理各種不同之有線電話資訊，如語音通訊、自動語音留言、電子郵件傳遞、電話語音尋找或廣播等。有線電話系統還必須提供行車控制間之正常通訊，維修控制時之通訊、電力控制時之通訊、緊急停車或斷電時之通訊等。所有之電話系統必須與控制主管人員、調度員、控制中心人員、警察、消防單位、醫院等直接串聯連接。

(D) 閉路電視系統(CCTV System)

閉路電視系統之提供主要為確保乘客、工作人員、車輛等之安全，過設置於候車站月台、場站、車廂、特別

複雜危險地點之監視器或攝影機，來監控所有相關人、車之資訊，以便控制中心能即時反應各種狀況。

(E) 不斷電系統(Uninterruptible Power Supply System, UPS)

所有通訊設備均須與不斷電系統相連接，以確保高可靠度與高品質之通訊傳輸。

(F) 廣播系統

廣播系統可進一步作為行控人員與候車站旅客間需溝通時之一有效工具，已告知旅客目前輕軌列車之位置以及其他之狀況等。

E.收費系統

收費系統是輕軌運輸營運最重要的一環，可分為開放式收費系統，及封閉式收費系統二種型式。開放式收費系統，乘客在使用輕軌系統之過程中，要求必須攜帶可驗證之票證，以供查驗。封閉式收費系統，乘客必須在通過收費器之後，方得以進入輕軌系統。開放性收費-票證驗證系統須考量於運量需求較大之候車站多設收費機(Scanner)（如圖 2-38 所示）。票證之型式可以有紙卡或磁卡等二種，磁卡之擴充性與其他運輸工具之共用性較高，是目前被採用之票證型式，此即電子票證。



圖 2-38 輕軌收費機

F.行車控制中心

(A) 行車控制系統

依國外發展輕軌系統經驗，平面佈設之輕軌系統以目視操控為主要之行車控制方式，另外再搭配若干電腦監控輔助系統，以及促進車行速度與安全之號誌系統即可。使用目視操控駕駛時仍需輔以運行監控系統及道旁控制系統之設備。

(B) 運行監控系統

運行監控系統主要包含行控中心各有關控制員工作

站台、中央監控系統及數據傳輸系統，為控制員提供人機介面、數據資料轉換整合及各種自動化操控流程，以提高運行監控之效率。

(C) 道旁控制系統

道旁控制系統含道旁偵測器、號誌燈、轉轍器控制器及附屬的供電系統。該等設備系安裝於軌道上或到旁，直接與車輛、司機及交通號誌相配合。

輔助目視操控駕駛之行控系統稱之為電腦操作控制系統(Computerized Operations Control System, COCS)，COCS系統主要作為輕軌列車駕駛員與行控中心相互聯繫與監督，其功能之一為透過車輛定位系統(GPS)之輔助，使行控中心人員可以掌握列車之位置、運行速度、到離車站時間、列車之準點或延誤時間、非預定排程之停等狀態及承載率等，資訊或數據均可統一匯集傳送至行控中心，以讓行控中心人員得以對列車時刻之調整或運行做出反應；另一功能則是透過無線電通訊技術，來使車上駕駛員得以與行控中心人員之相互溝通管道暢通，以讓行控中心人員依據定位系統或偵測系統傳回之資訊或數據，與車輛駕駛員相互溝通，同時也透過車上所裝置之號誌儀器，來指示或引導駕駛員之操控。

在旅客行為與動線安全監控方面，可透過高解析度閉路電視(CCTV)，來監控車站月台地區旅客上、下車情形，以瞭解各種突發狀況，下達適當處置指令。

G. 機廠設備

機廠設備之主要功能係提供輕軌列車停靠全面的保養、整修，及新到車輛之測試等。

肆、考察心得與建議

本次考察歐洲新一代行車控制系統，實地觀察有關 ERTMS/ETCS L1&L2 建置之系統工程，除了考察在歐盟 ERTMS/ETCS L1&L2 具解決方案(solution)與系統設備製造整合之國際知名廠商 THALES、ALSTOM、BOMBARDIER、Ansaldo STS、ADIF 等外；也與具公信力歐盟 ERTMS/ETCS 組織歐盟鐵路機構(European Railway Agency, ERA)、UNIFE/UNISIG 研討有關議題；並實際觀摩中央行車控制中心(Centralized Traffic Control, CTC)、無線電閉塞中心(Radio Block Center, RBC)、ETCS 系統模擬試驗中心等工程案例。對歐盟 ERTMS/ETCS L1&L2 工程技術及號誌系統升級可行性有更進一步瞭解，謹就參訪期間所見及獲得觀念與知識，彙整心得與建議摘述如下，以供參考。

一、考察心得

(一) ERTMS/ETCS 效益

ERTMS/ETCS L2 具有之效益包括：(1)互通性(interoperability)、(2)增高安全性(safety)、(3)路線運量增加 (capacity)、(4)促進國際鐵路交通運輸運載量(traffic)、(5)提供高速及傳統鐵路列車的可信度與符合經濟設備 (reliable and economic)、(6)供應廠商及鐵路公司系統市場開放 (open market)、(7)系統精簡單純易被接受(simplify)、(8)降低維護費用 (maintenance cost)。歐洲由於 ERTMS/ETCS L2 的推動，使得歐盟間各國列車得以通行無障礙，除歐洲外，全世界其他國家無不積極建置，陸續營運中已成為一趨勢。臺鐵局為增高行車之安全性、可靠度、增加運量及系統設備供應廠商市場之開放競爭，與降低後續維護費用，號誌系統升級案勢在必行更應積極推動。

(二) 臺鐵局號誌升級優勢

臺鐵局號誌系統升級計畫的特殊性是線路和列車已經配備 ETCS L1 系統。依據 ERTMS 標準，ETCS L2 系統列車必須能夠在 L1 等級運轉，因此，列車升級到 L2 後，應該能夠運行在所有臺鐵局的網絡，包括安裝 L1 和 L2 的路線，這種彈性在轉移時是一個優勢。

(三) ERTMS 產品介面標準化

經由本次的考察，歐洲各國在鐵路運輸系統已積極推展 ERTMS/ETCS L2、L3 的系統升級，在解決方案方面歐盟中的 THALES、ALSTOM、BOMBARDIER、Ansaldo STS、SIEMENS 等各大鐵路設備製造廠商皆已開發自己的產品，亦有在同一工程中包含多家設備的產品，惟由於各廠家的產品及介面已標準一致化，介面問題解決已具成熟，系統整合容易。

(四) 建立設備及介面標準化

臺鐵局目前號誌系統為列車自動防護系統(ATP 屬 ETCS L1)、電子聯鎖與早期繼電器聯鎖，系統未來有關號誌升級 ERTMS/ETCS L2，應可考量引進歐洲已發展成熟的 ERTMS 產品介面標準化技術，以建立設備及介面標準化，破除特定承商、供應商壟斷。

二、建議事項

(一) 人才培育與訓練

臺鐵局目前之號誌系統，在歐洲行車控制系統分類上屬 ETCS L1，包含了道旁號誌及列車自動防護系統(ATP)之號誌系統，以目前正研究中的既有號誌系統升級至 ETCS L 2，在技術上應為可行，ETCS L 2 係利用 GSM-R 無線電系統將地面號誌狀況等訊息傳送至列車，以提升安全等級、系統可靠度及營運規律性，增加路線營運考量及減少道旁設備以降低維護成本。綜上所述臺鐵局若全面號誌系統升級 ERTMS/ETCS L 2 未來將是一龐大的業務工作，臺鐵局及鐵工局宜早投入有關專業人員先進行培育與訓練，以因應未來之需。

(二) GSM-R 頻率取得

ETCS 為 ERTMS(歐洲鐵路行車管理系統)之一部分，其包含一個號誌階層(ETCS)及一個無線電通訊階層(GSM-R)。ETCS 規範“subset 052, Euroradio FFS Class 1 requirements” (Class 1 requirements are mandatory ones)詳述有關 GSM-R 系統之需求。根據該規範，ETCS Level 2 僅可使用 GSM-R 系統，在西歐，這並不成問題，因為 GSM-R 已經是通訊之平台，GSM-R 之規範已經由歐洲電信標準協會(ETSI)所發展，符合國際鐵路聯盟(UIC)及歐洲鐵路

機構(ERA)規範的 GSM 系統，而在臺鐵局號誌系統升級通訊系統應用方面，建議臺鐵局速準備相關資料文件向交通部及 NCC 取得 GSM-R 頻率，初期系統維持以 TETRA 無線電網路提供現有服務，但不使用 TETRA 作為 ETCS 載波，並與 UIC、ERTMS 使用者群及製造廠商積極參與實行分組交換，以期未來實行後將能夠考慮轉移 TETRA 服務至 GSM-R，以分組交換提升頻譜效能，實現運用 GSM-R 作為 ETCS Level 2/3 之載波。

(三) 減低升級衝擊

臺鐵局在未來號誌升級作業中，須執行的主要作業，以及對營運可能帶來的潛在衝擊，應預作詳細的規劃，並配合縝密的因應措施，以期使未來之升級轉移作業衝擊降至最低。

(四) 捷運系統及早因應

輕軌捷運系統為未來臺灣推動之交通公共運輸重點政策之一，未來鐵道局之業務將涉及捷運系統，其機電系統工程不同於現有傳統鐵路，機電同仁應對捷運系統機電系統提早深入研究，以為未來業務推展所需。

(五) 推展維修管理電腦網路化

隨著資訊科技發展，相較於早期故障通報系統，現代化監視講究是智慧型與及時性功能，維修人員透過電腦網路連結，於線上遠端及時監視設備運作狀態，集中故障診斷，出現異常，立即預防矯正，降低對營運影響。本次考察實地見識歐洲各國設備維修已利用電腦及網路納入遠端集中監視管理，其餘維修計畫、現場檢修、作業程序、督導考核及狀態分析等支援，都已達到標準化、電腦化、網路化的現代化管理，此實可作為國人鐵路工作者努力達成的目標。

伍、參考資料

- 一、台灣世曦公司號誌系統升級可行性評估期初報告
- 二、台灣世曦公司號誌系統升級可行性評估期中報告
- 三、台灣世曦公司號誌系統升級可行性評估期末報告
- 四、Thales 公司「ETCS L2 from Thales Solution and References」簡報資料
- 五、Thales 公司「Thales Interlocking Systems」簡報資料
- 六、Thales 公司「Thales in Transportation」簡報資料
- 七、ALSTHOM 公司「ATLAS Mainlines Signalling Solutions」簡報資料
- 八、ERA 機構「ERTMS: cornerstone of the interoperable European railway system」簡報資料
- 九、Bombardier 公司「ERTMS」簡報資料
- 十、UNIFE 公司「UNIFE activities on ERTMS」簡報資料
- 十一、Thales 公司「ERTMS High Speed Lines Spain」簡報資料
- 十二、Thales 公司「Thales in Spain」簡報資料
- 十三、ADIF 公司「Developing a Successful Rail Network The Spanish Case」簡報資料
- 十四、SBB 公司「Train Control Systems in Switzerland」簡報資料
- 十五、ALSTHOM 公司「Worldwide and in Switzerland Alstom Transport」簡報資料
- 十六、SYSTRA 公司「TRA FEASIBILITY STUDY ETCS L2 UPGRADE」簡報資料
- 十七、Ansaldo 公司「Ansaldo STS Transportation and Signalling Systems」簡報資料
- 十八、高雄環狀輕軌捷運建設基本設計顧問委託技術服務招標文件
- 十九、Ansaldo STS「TramWavei Catenary – Free Solution」簡報資料

附件：

一、行程拜訪接觸人士



Delphine SAISON

Signalling Engineer
Transport Equipment and Systems Department

5, avenue du Coq
75009 Paris - FRANCE
Tel : +33 (0)1 40 16 61 00
Fax : +33 (0)1 40 16 61 04
e-mail : systra@systra.com
web page : www.systra.com

Mobile : +33 6 71 60 32 12

Tel : +33 (0)1 40 16 60 50
Fax : +33 (0)1 40 16 65 17
e-mail : dsaison@systra.com



Rémy PASQUER

Directeur Régional
Région Asie - Pacifique

5, avenue du Coq
75009 Paris - FRANCE
Tel : 01 40 16 61 00
Fax : 01 40 16 61 04
site web : www.systra.com

Tel : +33 (0)1 71 28 05 32
Mobile : +33 (0)6 12 07 55 48
Fax : +33 (0)1 40 16 62 95
e-mail : rpasquer@systra.com



Jean-Philippe CUREAU

Project Manager
Asia & Pacific

5, avenue du Coq
75009 Paris - FRANCE
Tel : +33 (0)1 40 16 61 00
Fax : +33 (0)1 40 16 61 04
e-mail : systra@systra.com
web page : www.systra.com

Tel : +33 (0)1 40 16 61 86
Mobile : +33 (0)6 73 98 32 02
Fax : +33 (0)1 40 16 62 95
e-mail : jpcureau@systra.com



Xavier DURAND

Project Director

5 avenue du Coq
75009 Paris - FRANCE
Tel : +33 (0)1 40 16 61 00
Fax : +33 (0)1 40 16 61 04
e-mail : systra@systra.com
web page : www.systra.com

Tel : +33 (0)1 40 16 63 94
Mobile : +33 (0)6 10 61 49 91
Fax : +33 (0)1 40 16 63 48
e-mail : xdurand@systra.com



Didier GEORGET

Ingénieur
Visite et Stages

5, avenue du Coq
75009 Paris - FRANCE
Tél : 01 40 16 61 00
Fax : 01 40 16 61 04
e-mail : systra@systra.com
site web : www.systra.com

Portable : +33 (0)6 18 60 23 48
Fax : +33 (0)1 40 16 62 95
e-mail : dgeorget@systra.com

Matthias HANDSCHIN

Managing Director
Dipl. EL-Ing ETH

TRANSPORT

ALSTOM (Schweiz) AG
Brown Boveri Strasse 7
5401 Baden, Schweiz
Tel.: +41 (0)56 205 92 84
Fax: +41 (0)56 205 85 22
Mobile: +41 (0)79 410 95 23
matthias.handschin@transport.alstom.com

ALSTOM

Giovanni LANTERI

MAINLINE STRATEGY DIRECTOR

TRANSPORT

48, rue Albert Dhalenne
93462 Saint-Denis Cedex (France)
Tel. : 33 (0)1 57 05 92 66
Fax : 33 (0)1 57 05 92 61
Mob : 33 (0)6 70 89 11 47
giovanni.lanteri@transport.alstom.com

ALSTOM

Vincent PASSAU

MAINLINES SYSTEM DIRECTOR AND CHIEF ARCHITECT

TRANSPORT
INFORMATION SOLUTIONS

ALSTOM Belgium s.a.
50-52 rue Cambier Dupret
B-6001 Charleroi
Phone: +32(0)71 44 53 76
Mobile: +32(0)476 40 57 49
vincent.passau@transport.alstom.com

ALSTOM

THALES

龍 律 德

業務經理

台灣達利思股份有限公司

電話：(02) 2326 1717

傳真：(02) 2326 1730

行動電話：0987 258 194

電子郵件：ludovic.lang@asia.thalesgroup.com

台北市敦化南路2段97號9樓之3 (敦南摩天大樓)

Tel: (02) 2326 1700 - web: www.thalesgroup.com

THALES

Heiko Friebertshaeuser

Directeur Technique

Division Systèmes de Transport

Tel.: +33 (0)1 73 32 22 12

Mobile: +33 (0)6 78 71 81 08

Fax: +33 (0)1 73 32 12 40

heiko.friebertshaeuser@thalesgroup.com

20-22 rue Grange Dame Rose

CS 90519 - 78141 Vélizy-Villacoublay Cedex - France

Tel.: +33 (0)1 73 32 00 00 - www.thalesgroup.com

THALES

Jose Angel Villalpando

Communications & Marketing Manager

Communication Direction

Thales Spain

Ph.: +34 91 273 76 80

Fax: +34 91 273 78 82

jose.villalpando@thalesgroup.com

Serrano Galvache, 56 - Edificio Álamo - 28033 Madrid - Spain

Ph.: +34 91 273 72 00 - www.thalesgroup.com

THALES

Julio Mellado Torío

I+D Jefe del Departamento ETCSL2

Rail Signalling

División Soluciones de Seguridad y Servicios

Tel.: +34 91 273 75 39

Fax: +34 91 273 78 85

julio.melladotorio@thalesgroup.com

Serrano Galvache, 56 - Edificio Álamo - 28033 Madrid - España

Tel.: +34 91 273 72 00 - www.thalesgroup.com

THALES

José Luis Medina

Project Engineering Director

Rail Signalling

Security Solutions & Services Division

Tel.: +34 91 273 75 37

Fax: +34 91 273 78 79

jose-luis.medinaperalta@thalesgroup.com

Serrano Galvache, 56 - Edificio Álamo - 28033 Madrid - Spain

Tel.: +34 91 273 72 00 - www.thalesgroup.com

THALES

Karsten Klatt

Regional Director Sales, International Business

Transportation Systems

Phone: +49 711 869 36633

Mobile: +49 172 828 15 55

Fax: +49 711 869 43369

karsten.klatt@thalesgroup.com

Thales Deutschland

Lorenzstrasse 10 - 70435 Stuttgart - Germany

Phone: +49 711 869 0 - www.thalesgroup.com

THALES

Denis Laroche

Vice Président, Rail Signalling for Main Lines

Transportation Systems Division

Tel.: +33 (0)1 73 32 12 16

Mobile: +33 (0)6 07 34 74 19

denis.laroche@thalesgroup.com

20-22 rue Grange Dame Rose

78140 Vélizy-Villacoublay - France

www.thalesgroup.com



JOSÉ JAVIER Díez

Forest Engineer

International Projects Manager

Avda. Pío XII, 110, Caracola 14

28036 Madrid (Spain)

Phone: (+34) 913 007 188

Fax: (+34) 913 008 355

jdiez@adif.es

GENERAL DIRECTORATE STRATEGIC DEVELOPMENT
AND INTERNATIONAL RELATIONS
International Relations Dept.

ineco

International Development

José Solorza

Asia and Africa Area Manager

Paseo de La Habana, 338

28036 Madrid, Spain

T +34 914 525 616

F +34 914 521 379

M +34 619 044 189

jose.solorza@ineco.es

ineco

International Development

José Solorza

Asia and Africa Area Manager

Paseo de La Habana, 338

28036 Madrid, Spain

T +34 914 525 616

F +34 914 521 379

M +34 619 044 189

jose.solorza@ineco.es



Emmanuel Brutin

SENIOR PUBLIC AFFAIRS MANAGER

Avenue Louise 221, B-1050 Brussels, Belgium
Office: +32 (0)2 626 12 68 ■ Mobile: +32 (0)485 49 52 46
emmanuel.brutin@unife.org ■ www.unife.org ■ www.ertms.com



Philippe Citroën

DIRECTOR-GENERAL

Avenue Louise 221, B-1050 Brussels, Belgium
Office: +32 (0)2 643 70 82 ■ Mobile: +32 (0)492 72 81 09
philippe.citroen@unife.org ■ www.unife.org



Michel van Liefferinge

UNISIG GENERAL MANAGER

Avenue Louise 221, B-1050 Brussels, Belgium
Office: +32 (0)2 643 70 88 ■ Mobile: +32 (0)475 97 46 31
michel.vanliefferinge@unife.org ■ www.unife.org



Schweizerische
Bundesbahnen SBB

Markus Schindelholtz
Leiter
Mandate und Projekte

Infrastruktur
Zugbeeinflussung
Brückfeldstrasse 18
3000 Bern, Schweiz
Telefon +41 (0)51 220 89 37
Fax +41 (0)51 220 49 52
Mobile +41 (0)79 223 21 79
markus.schindelholtz@sbb.ch



Swiss Federal Railways SBB

André Berger
Platform Manager

Infrastructure
Train Control Systems
Brückfeldstrasse 18
3000 Bern, Switzerland
Phone +41 (0)51 220 48 73
Fax +41 (0)51 220 49 52
Mobile +41 (0)79 642 11 65
andy.berger@sbb.ch



AnsaldoSTS

Francesco Inzillo

Principal Business Development Officer
Sales & Business Development - Signalling Business Unit

Ansaldo STS

Via Paolo Mantovani, 3/5 - 16151 Genova - Italy
Phone +39 010 6952 643 Fax +39 010 6952 503
Mobile +39 335 7527 385
francesco.inzillo@ansaldo-sts.com www.ansaldo-sts.com
A Plescoerica Company



AnsaldoSTS

齐大伟

商务发展部

运输系统解决方案

安萨尔多信号系统有限公司
意大利热那亚瓦伦扎路3/5号 邮编 16151
电话 +39 010 6952 643 传真 +39 010 6952 503
手机 +39 335 7527 385
电子邮箱 dawei.qi@ansaldo-sts.com www.ansaldo-sts.com
安萨尔多信号系统有限公司

二、考察行程紀要照片



照-1 與 SYSTRA 公司研討考察行程及合作計畫



照-2 與 THALES 公司研討 ETCS 系統



照-3 與 ERA 研討 ETCS 相關法規發展



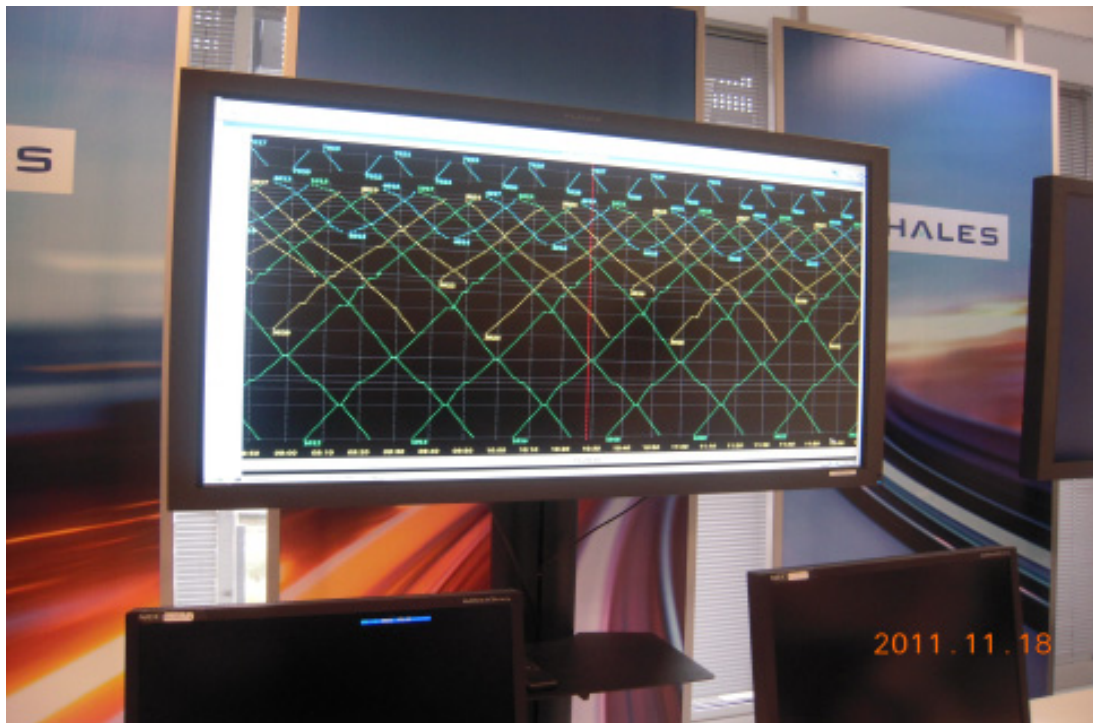
照-4 與 UNIFE/UNISIG 研討 ETCS 相關技術規範



照-5 與 THALES/ADIF 公司研討 ETCS 系統概況



照-6 考察 THALES 公司 ETCS 系統模擬試驗中心



照-7 THALES 公司電腦模擬運行圖



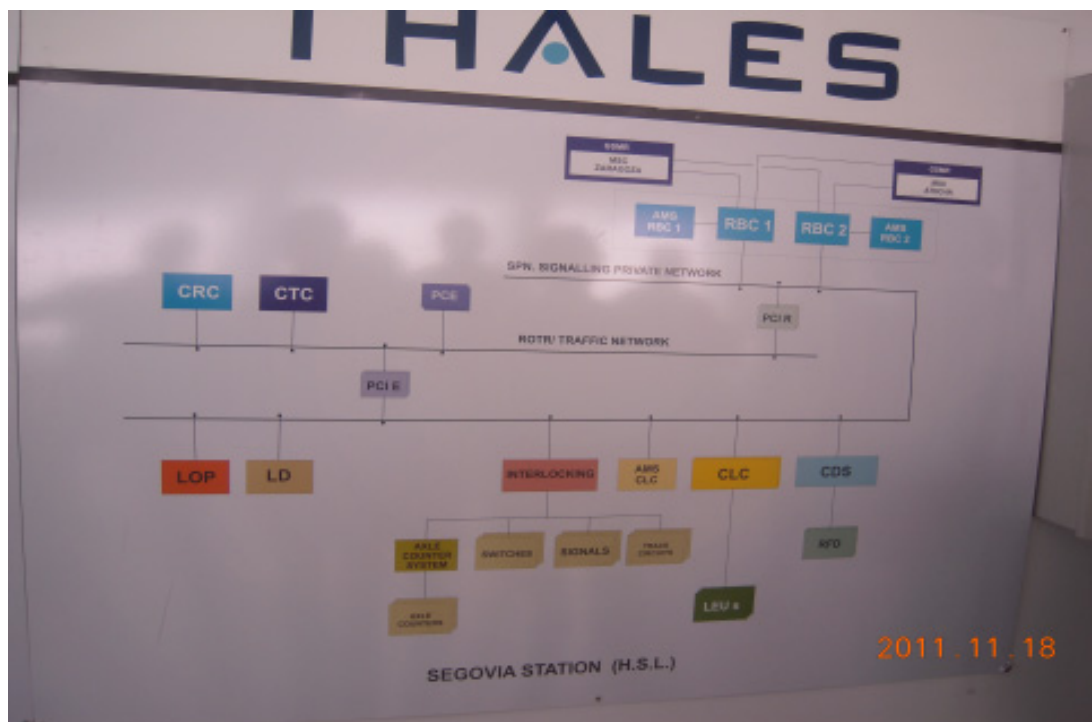
照-8 觀摩 ADIF 公司 ETCS 系統駕駛艙



照-9 ETCS 駕駛艙上人機界面顯示器



照-10 考察 ADIF 公司在 Segovia 之 ETCS 設備機房



照-11 西班牙 SEGOWIA 車站 ETCSL2 系統架構



照-12 西班牙 SEGOWIA 車站道旁新舊號誌設備並存



照-13 考察 SBB 公司於 Olten ETCS 行控中心



照-14 考察 SBB 公司於 Olten ETCS 行控中心



照-15 SBB 公司位於 OLTEN 之鐵路里程基準點(0 公里)



照-16 觀摩 SBB 公司 ETCS 系統駕駛艙



照-17 考察 ANSALDO 公司 ETCS 系統模擬試驗中心



照-18 考察 ANSALDO 公司 ETCS 系統模擬試驗中心



照-19 巴黎 (Tram) T2 輕軌



照-20 巴黎 (Tram) T2 輕軌駕駛艙

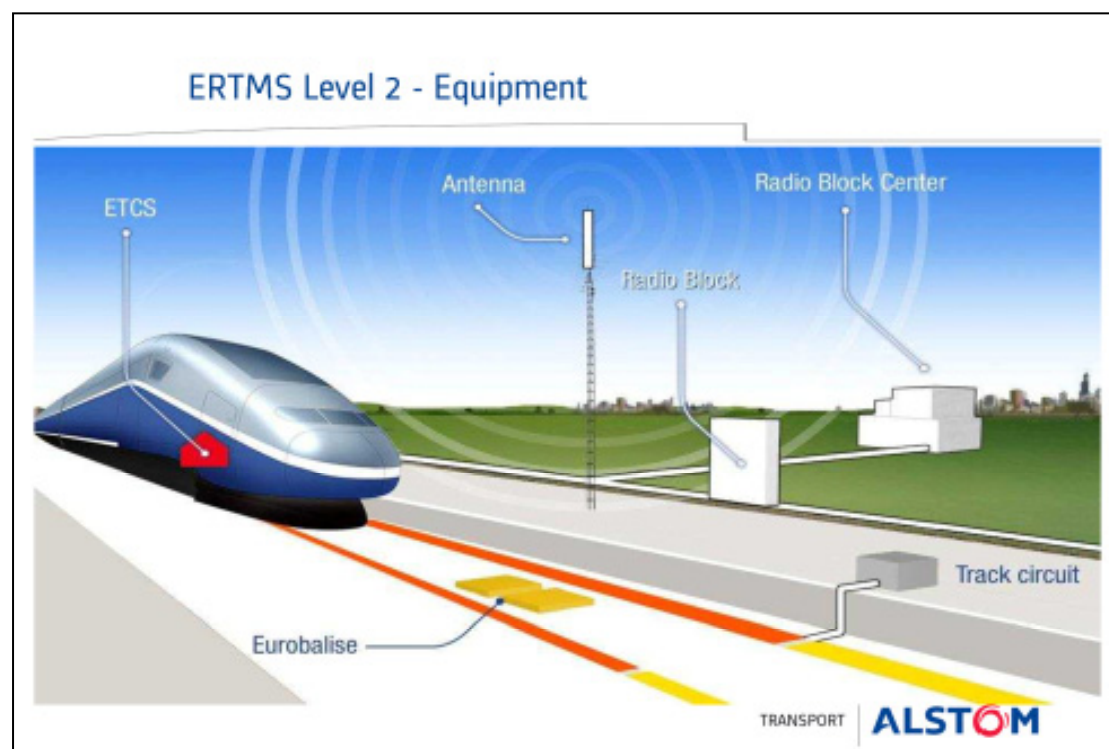
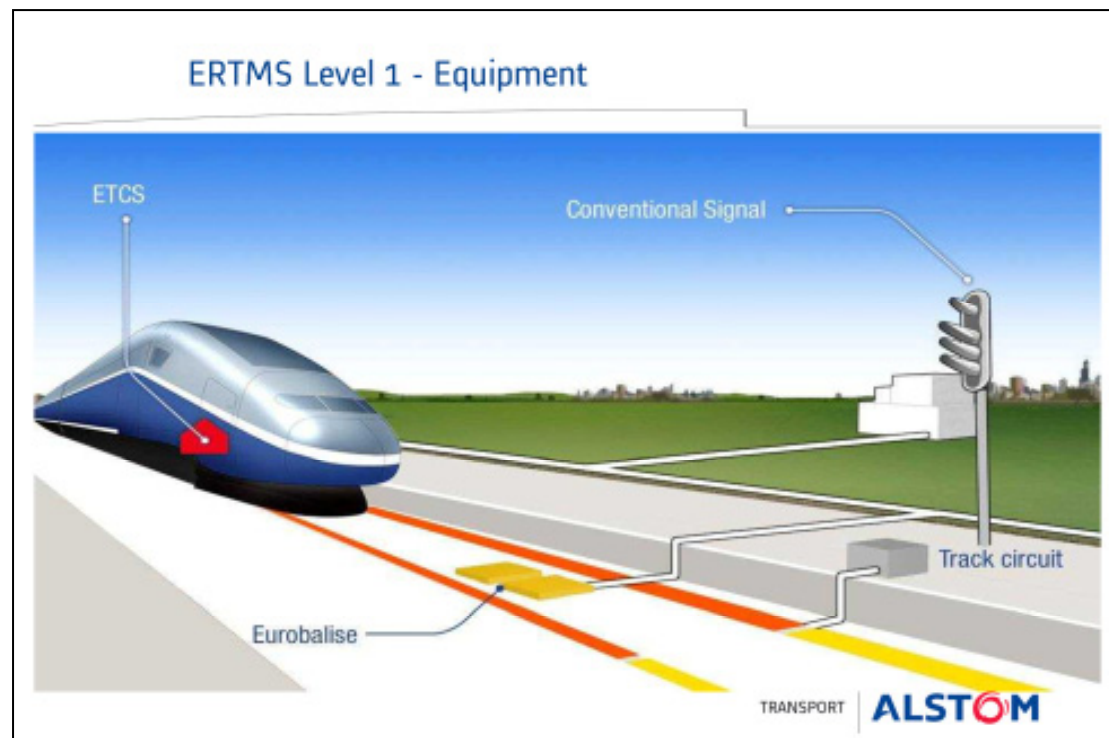


照-21 巴黎 (Tram) T2 輕軌道旁號誌

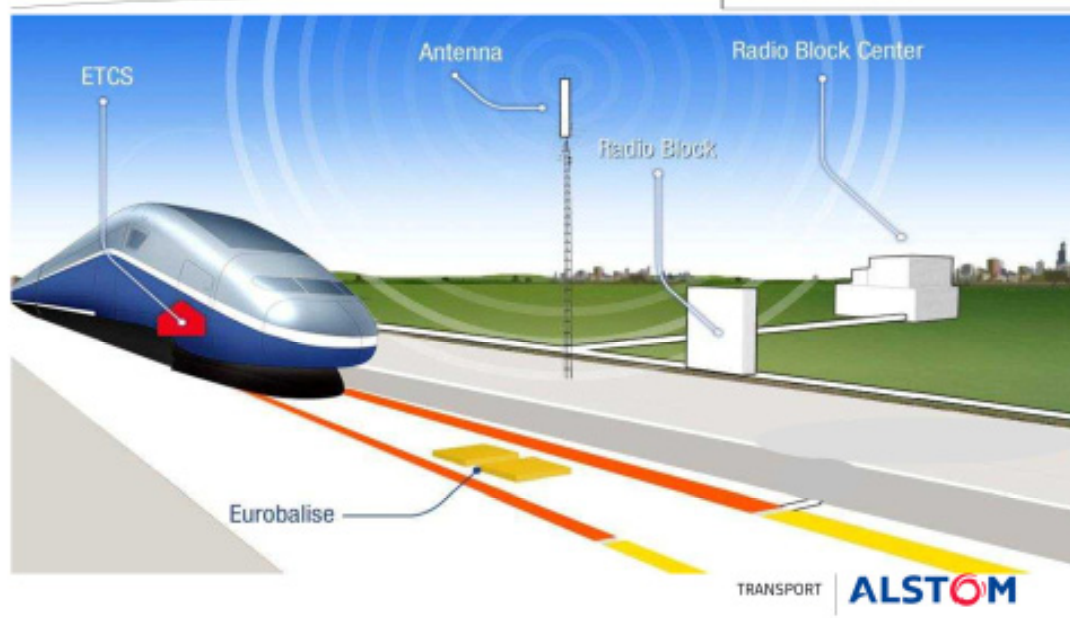


照-22 巴黎 (Tram) T2 輕軌軌道

三、考察簡報資料摘錄

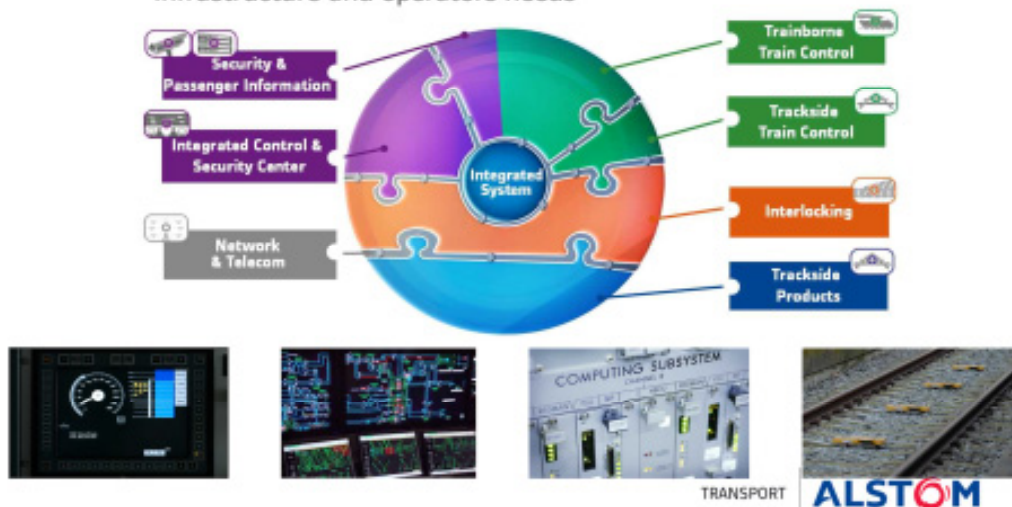


ERTMS Level 3 - Equipment



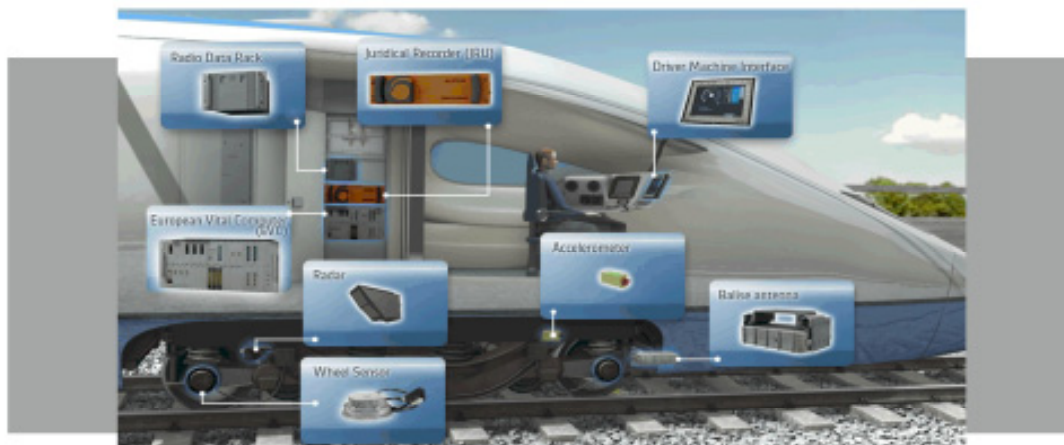
ATLAS : A complete range of products and services

Signaling: from individual products to complete systems, a portfolio covering infrastructure and operators needs



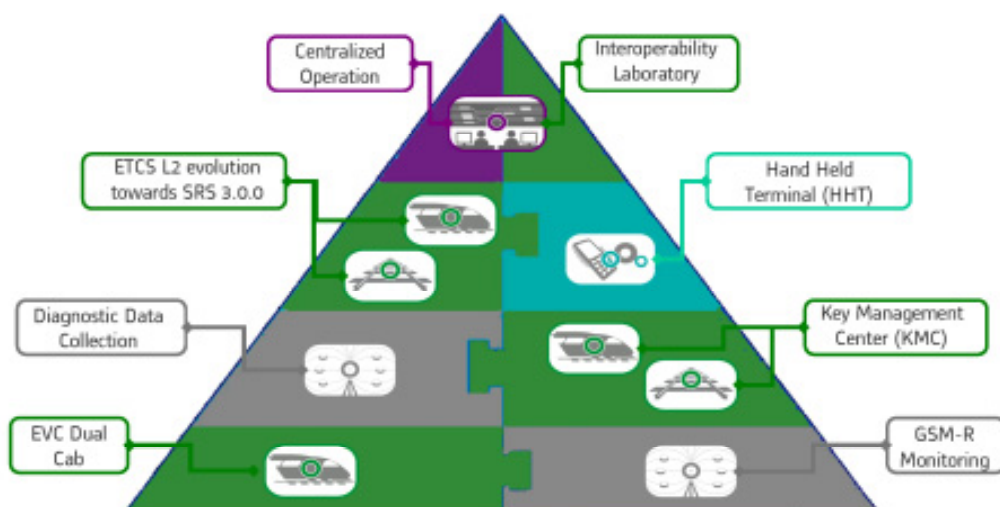
Atlas: the leading ERTMS solution

Atlas trainborne equipment overview



TRANSPORT | **ALSTOM**

Developing solutions to meet operational needs



TRANSPORT | **ALSTOM**

Technical Parameters

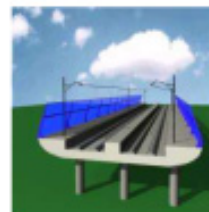
- 171 km double track (89 km + 82 km)
- Operation speed 300 km/h (200 km/h Ingolstadt – Munich)
- Electronic & relay interlockings: Siemens
- Operational ETCS L2 system according to UNISIG 2.3.0d
- 2 RBC
- Balises 1.000
- Start of operation with LZB: May 2006
- Start of operation with ETCS L2: December 2009

Neubaustrecke

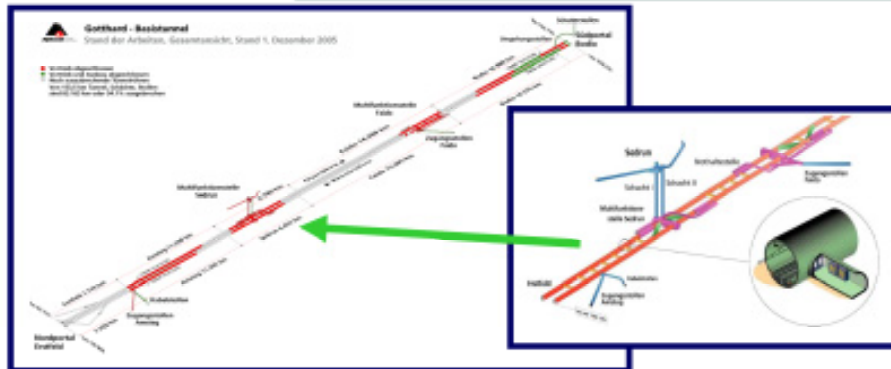
Ausbaustrecke
mit S-Bahn

Part of the European High-Speed network, connecting Amsterdam with Brussels via Rotterdam and Antwerp

- 300 km/h High-Speed line
- ETCS Level 2 with cross border traffic and RBC-RBC connection from different vendors
- 2 x 45 km double track
- 2 RBC, 300 Balises
- Handover to customer July 2007
- Commercial passenger operation end 2009



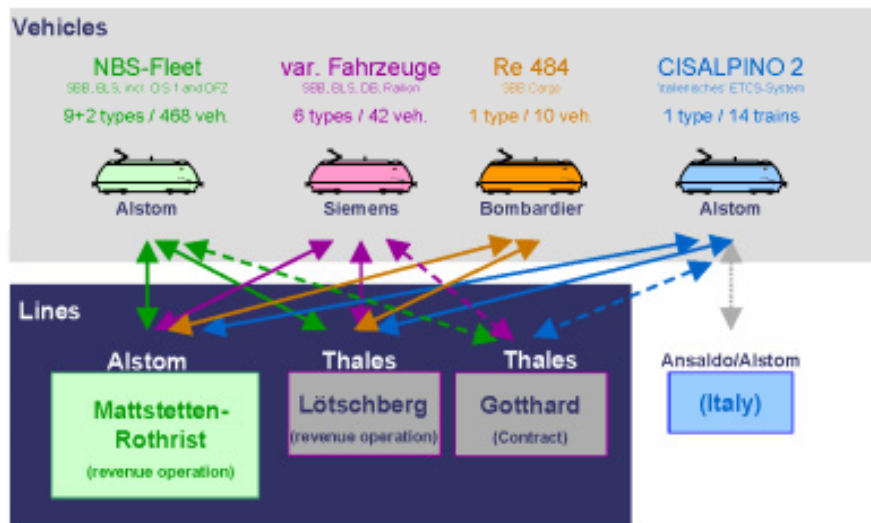
THALES



Part of the network strategy of the Swiss railway for rapid crossing of the Alps (NEAT)

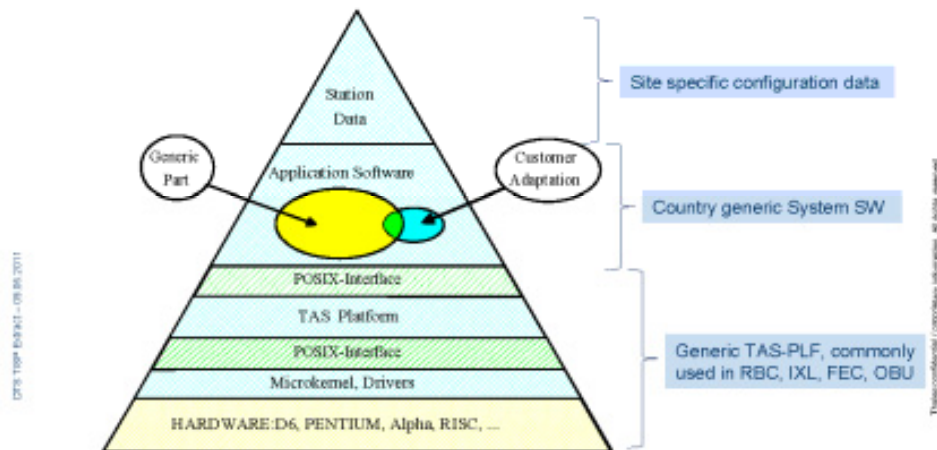
- ETCS Level 2 with specific features for tunnel
- 250 km/h
- 2 x 56 km in tunnel + connecting tracks
- 1 RBCs, 1050 balises
- 3,5 min headway
- number of trains (220/Day; 40 P, 180 C)
- Commissioning 2017

THALES



THALES

Software Structure Interlocking Level



GROUP RESTRICTED

THALES

ERTMS Projects in Spain – Main Features

ETCS Level 2 with Centralized ETCS Level 1 as fallback solution and ASFA (national ATP) as secondary fallback.

- Spanish High Speed lines: first projects in the world where ETCS Level 1 is the fallback system of ETCS Level 2.

Technical Solution that integrates systems of several suppliers

For example:

- Connection ETCS L1 & L2 - Interlocking from different technologies (suppliers).
- ERTMS track side equipments connectivity from several suppliers.
- On Board Units from several suppliers.

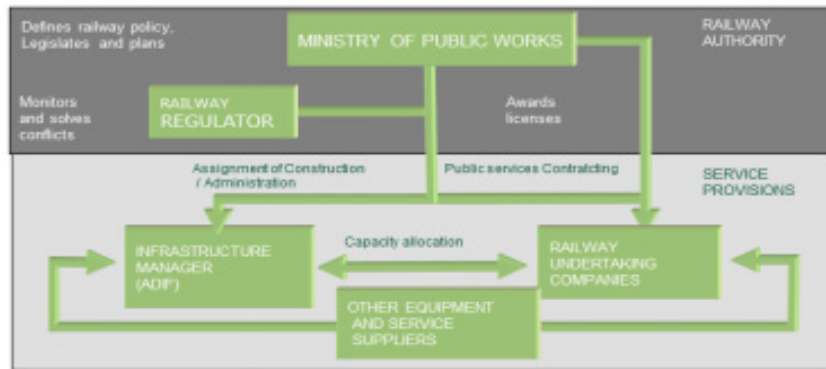
RBB Visit to Segovia, 18.11.2011

THALES

Current railway scenario in Spain

New legal framework. Railway Industry Law 39/2003

- Infrastructure management and transport operation separation
- Opening of the freight railway market to competition



As of
January 1,
2005



2

Adif. Functions

- Administration, maintenance and renewal of State network, commissioned by the State
- Construction of new lines when commissioned
- Management of traffic operations on both networks, the State and the own one
- Maintenance and renewal of the own network
- Network Statement
- Capacity allocation to railway undertakings
- Collecting fees and charges for the access and use of infrastructure, stations and terminals



5

Amsterdam - Utrecht Overview

- Provides an operational pilot and step in National ERTMS implementation plan
- Design, supply, install, test and commission *INTERFLO 450* ERTMS Level 2 System
- Mixed traffic: intercity, local & freight trains
- Key national corridor
- The project involved a national IXL adaptation & ETCS introduction & Pilot Line
- The Pilot Line included a 26 km double track Pilot Line, 2 stations, 2 test trains
- Contracted May 2003
- Commissioned (phase 1) December 2006
- ETCS Commissioned December 2010
- 6 year Maintenance Contract

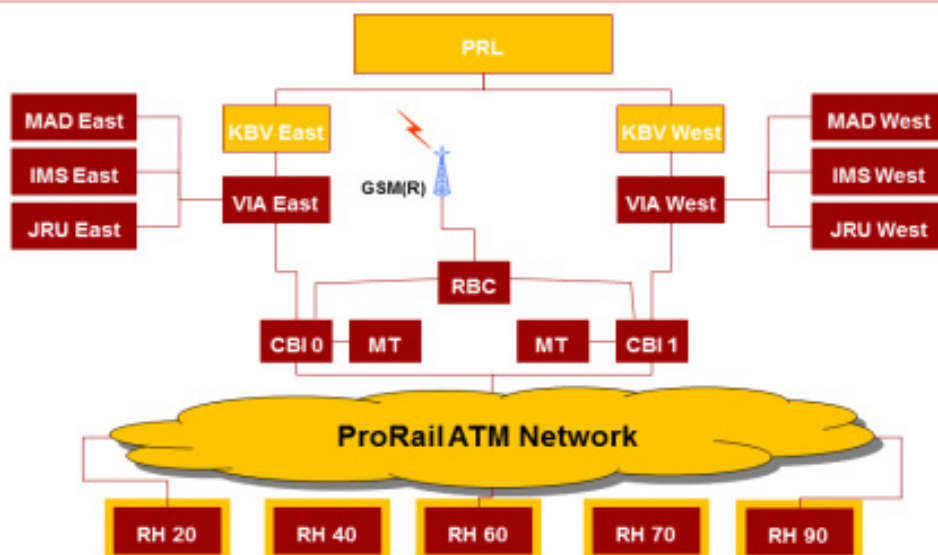


© Bombardier Inc. or its subsidiaries. All rights reserved.



BOMBARDIER

Amsterdam-Utrecht Architecture

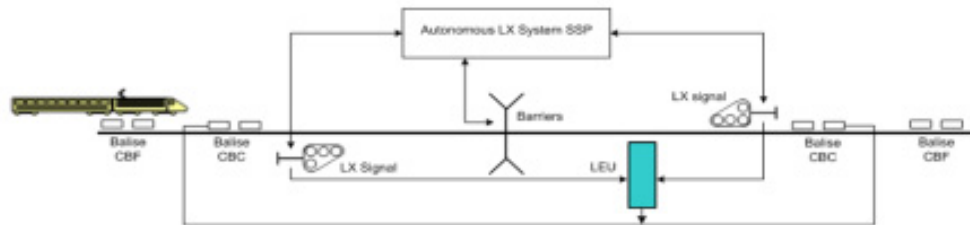


© Bombardier Inc. or its subsidiaries. All rights reserved.



BOMBARDIER

Level Crossing, Interface



© Bombardier Inc. or its subsidiaries. All rights reserved.

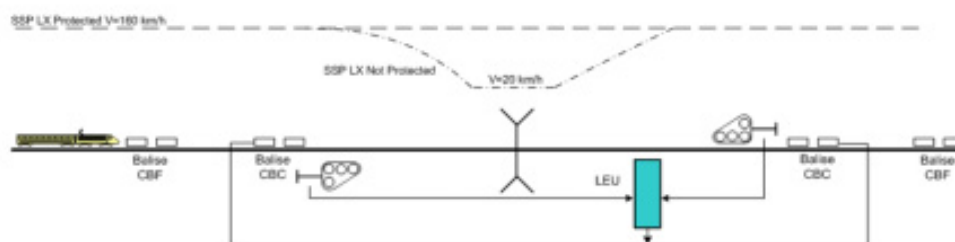
Autonomous LX has no interface to RBC

Balises CBF: Temporary Speed Restriction (sent always)
 Balises CBC: Revocation of TSR if LX is protected type
 Confirmation of TSR if LX is not protected



BOMBARDIER

Level Crossing, Speed of Train passing



© Bombardier Inc. or its subsidiaries. All rights reserved.

Static Speed Profile (SSP) over Protected LX area is equal to line speed

Not protected LX trigger Temporary Speed Restriction to train passing the LX
 Static Speed Profile over LX area is determined by applied TSR (e.g. 20 km/h)



BOMBARDIER

Solution: *Interflo550*

- ERTMS Level 3 Wayside Signalling Solution
- Moving and/or Virtual Fixed Block
- Integrated IXL, RBC, TMS
- COTS hardware solutions (=> future prepared)
- Compliant with the UIC ERTMS-R FRS
- SIL 4
- 230V Trackside equipment
- Hand - Held Device for trackside workers
- Temporary speed restrictions
- Train Integrity device for freight (if needed)
- Object Controller Comms via Radio or Open Networks
 - (LX, Traffic Light Interface, Point Machines)
 - Data cable based only in areas with many objects
- Level Crossings / Traffic Lights:
 - Operated by the *Interflo550* central equipment based on train position reports; local control equipment; or a mix
 - Interface to LX mis-use detection system => automated MA revocation
 - Supports "count-down" timers
- Stand-Alone TMS function or integration with 3rd Party TMS



© Bombardier Inc. or its subsidiaries. All rights reserved.



BOMBARDIER

Kazakhstan - Zhetigen – Kargos (China border)

- INTERFLO 550 & INTERFLO 200
- 300km
- 6 stations, 9 passing loops
- 298 points
- green field
- Moving Block
- SIL-4
- Freight traffic
- Radio based in open line
- Interlocking & axle counters in station areas
- TETRA radio (not ERTMS - GSM(R))
- Commissioned end-2012
- Client: Kazakh Railway Authority (KTZ)



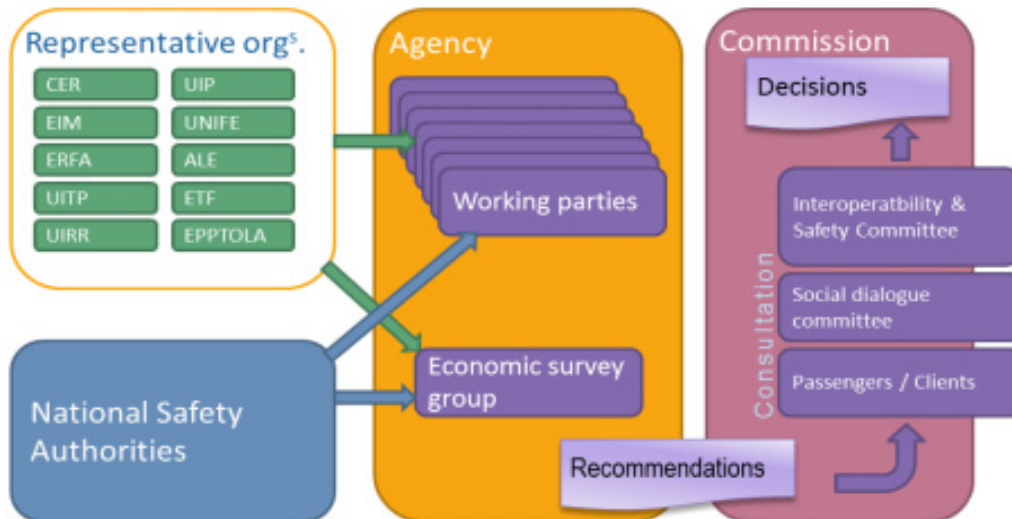
© Bombardier Inc. or its subsidiaries. All rights reserved.



BOMBARDIER



The role of the European Railway Agency



Lille, November 2011

ERTMS cornerstone

4



ERTMS - a major industrial project

Lack of harmonisation in the field of signalling and communication was recognised as a major barrier to interoperability and to the development of competitive rail services in Europe.

The European Commission sponsored the European Rail Traffic Management System -ERTMS- as the remedy to this shortcoming.

All the major suppliers and railways in Europe contributed to this endeavour, which is recognised as a major European industrial project.

Lille, November 2011

ERTMS cornerstone

6



The European Deployment Plan

European Deployment Plan for ERTMS
Legend:
- 2015 and 2020
- Freight Transport Area
- Corridor
- ERTMS

Adopted 22.7.2009 by Commission Decision

Ensures gradual access for ERTMS trains to more lines, ports, terminals and marshalling yards without the need for national equipment.

Total deployment over 24 000 km of ETCS, two deadlines:

- 2015 substantial parts of six freight corridors (totalling over 9 000 km)
- 2020, the corridors fully equipped (another 5500 km) and a number of key freight hubs (approx. 10 000 km)

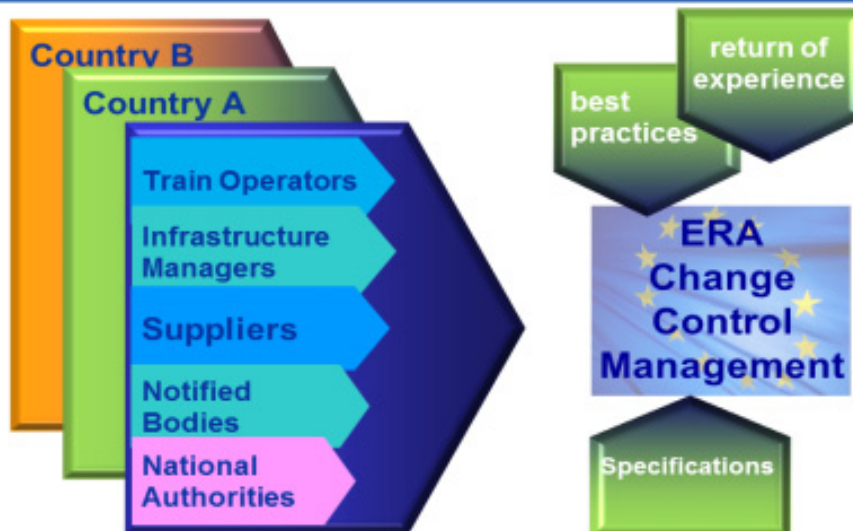
Lille, November 2011

ERTMS cornerstone

20



ERTMS – a European governance



Lille, November 2011

ERTMS cornerstone

26

What is UNIFE?

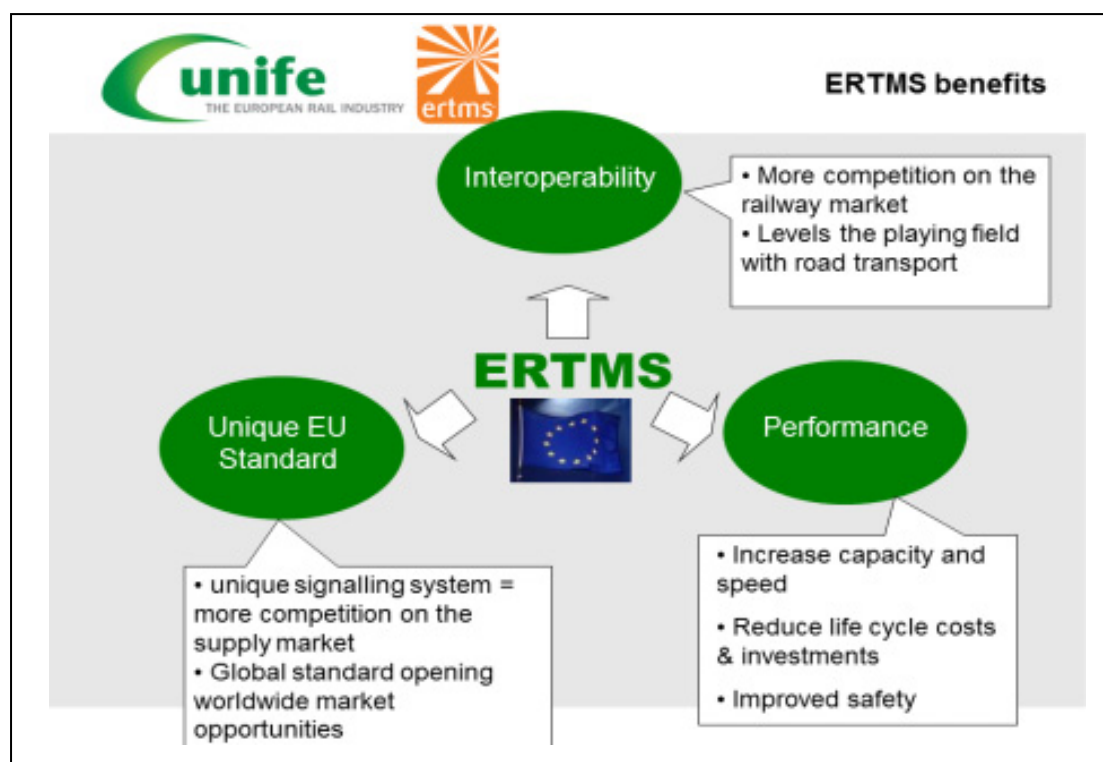
UNIFE represents the European Rail (Supply) Industry

- Based in Brussels since 1992
- 22 permanent employees
- A trusted partner of the **European institutions** in all matters related to rail and transport
- **Full members: 77** of the largest and medium-sized companies in the rail supply sector
- **Associated members: 16** National Associations, representing almost 1,000 suppliers of railway equipment + EFRTC and UNISIG
- UNIFE members have an **80% market share in Europe** and supply more than **50% of the worldwide production** of rail equipment and services.



UNIFE's activities





unife **ertms** **Towards a global signalling system: market evolution in non-European countries**

- **Why are countries for which interoperability is not an issue investing into ERTMS?**
 - Benefits of a **unique standard** (multi-sourcing opportunities)
 - Increasing traffic **capacity**
 - Improved **safety** when ERTMS replaces legacy systems
 - Higher **speeds**
- **ERTMS is rapidly becoming a **global standard** and a proof of European technological excellence**
- **Forthcoming challenges:**
 - Market penetration of an **ever-growing** number of markets
 - Participate to the **American rail renaissance**
 - Ensure **interoperability** between new railway networks abroad (Middle East?)

Situation and history

Why and which train control systems?



more often / more speed / more close

- 8000 – 9000 trains a day
(80% passenger / 20% freight)
- ø 880'000 passengers a day
ø 100 passengers per train
ø growing rate +7% per year
- 80.3 Mio. t goods per year
ø 220'000 t freight per day
- Total ~11'000 signals for train operation
- Maximum speed
v = 160 km/h for line-side signalling,
v = 250 km/h for CAB signalling
- Mixed traffic

Situation and history

Why and what train control systems?

Actual situation:

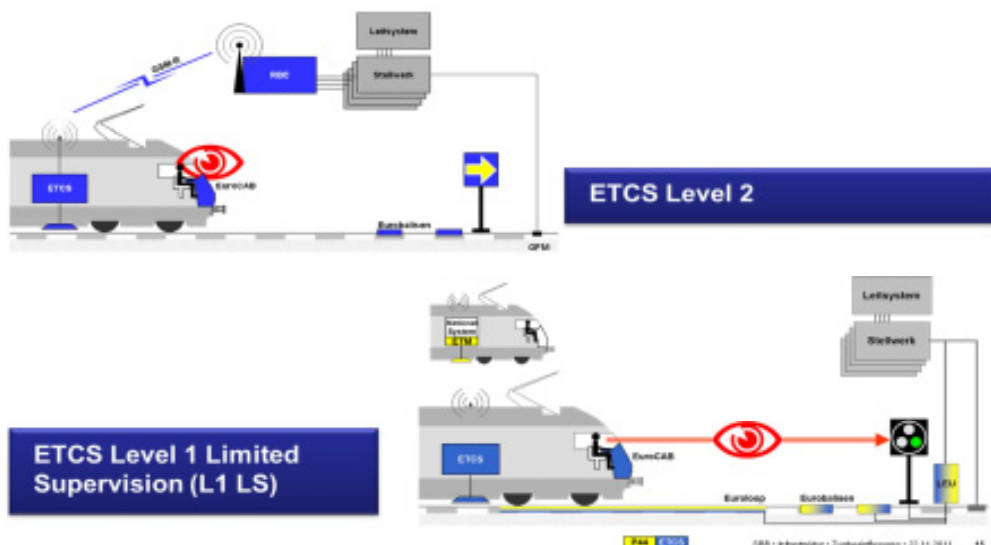
- Integra-Signum (punctual supervision with warning / trip behavior, 1930's)
 - Application: 11'000 signals are equipped with this protection functionality.
- ZUB (semi continuous speed supervision, 1990's)
 - Application: ~3'000 Main signals with higher risk evaluation are equipped with this protection functionality.
- ETCS Level 2 (continuous speed supervision)
 - Application: two lines in operation: Berne – Olten 45km double track, Lötschbergtunnel 35 km single

Situation and history

Volume of the different train control systems

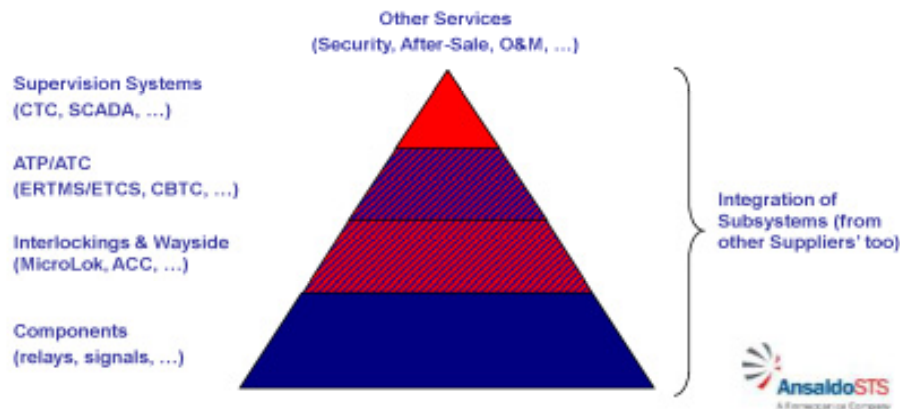
Vehicle Typ	Total	Signum/Integra	ZUB	ETCS
	790	790	790	267
	406	406	406	56
	427	427	427	130
Intervention	250	223	34	14
Tractors	184	90	63	-

ETCS The Future in Switzerland



Ansaldo STS – A System Provider

Ansaldo STS has both the capabilities and the expertise to be a full System Provider and/or Integrator, and to provide complete solutions to its Customers, taking into account in-house products (Signalling, Supervision, etc.) as well as other suppliers' system (Catenary, Track works, etc.)



Ansaldo STS – Mainlines ATC



Ansaldo STS provides full-service capabilities to large railway networks like India, France, Italy, Libya and the US. It supplies systems for new lines being built in fast developing countries such as China and Australia.

In Europe, the company is key to upgrading towards ERTMS, leading to the interoperability of differing country networks and newly-built High Speed lines. In the US and in Australia Ansaldo STS advanced planning and control systems provide vital end-to-end solutions that address the needs of freight, mining and heavy haul operators.

In the field of High Speed Railway Transportation, Ansaldo STS has been a pioneer by commissioning the very first High Speed Signalling System (TVM) for the first LGV line in revenue service in 1981 in France (LGV Paris - Lyon). More recently, Ansaldo STS set another landmark putting into service the first High Speed line running on an ERTMS Level 2 signalling system in 2005 (AV Rome - Naples) in Italy.



Ansaldo STS – ATP/ATC On-Board Systems

Ansaldo STS designs, manufactures, integrates, installs and maintains a full range of On-Board Systems, suitable for the most advanced signalling systems (passenger and/or freight) deployed across the World, like:

- ERTMS/ETCS
- SCMT/BACC, in Italy
- TVM 300/430, in France, U.K., Korea and China
- VPTC, in the U.S.A.
- L12000-L15000, in Nordic Countries (Sweden, Norway, Finland) and Asia-Pacific



Ansaldo STS – Mainlines ATC: ERTMS/ETCS

Ansaldo STS – Pioneering ERTMS:

- Member of the UNISIG Consortium since its very beginning
- First ERTMS Level 2 in Italy (Rome-Naples (2005) & Turin-Novara (2006))
- First ERTMS Level 1 in Spain (Madrid-Lerida (2006))
- First ERTMS-based CTCS 2 in China (ATP onboard (2007))
- First ERTMS Level 2 onboard equipment for cross-border Thalys trains in Europe (lines P-B-K-A and P-B-A) (year 2009)
- First ERTMS Level 2 in Germany (in progress)
- First ERTMS Level 1 & 2 in Libya (in progress)

Global ERTMS/ETCS provider:

- ERTMS Level 1 & 2 solutions
- Trackside and On-board Products
- Design, Installation and Maintenance
- "Brownfield" and "Greenfield" projects
- Dedicated lines, Corridors and Mixed traffic lines
- European, Asian and African networks



Ansaldo STS – Centralized Traffic Control (Mainlines)

SCC is ASTS Control & Supervision Integrated System for Railways that includes:

- ✓ Management and Regulation of the railway traffic (TMS)
- ✓ Passengers Information and Public Addressing (PIS/PAS)
- ✓ Diagnostics and Maintenance (D&M)
- ✓ Security and Surveillance Management (TSS)
- ✓ Power Traction Management (TPS)
- ✓ Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA)

Implemented Functions

- ✓ Integrated Operator's Desk
- ✓ Control Centre Integration
- ✓ WEB services
- ✓ Integrated Station Planner
- ✓ Train Conformity Check System
- ✓ Level Crossing protection
- ✓ Security Application



Ansaldo STS Mass Transit Signalling: CBTC Systems

From Driver to Driverless.

From new to refurbished lines.

Ansaldo STS' CBTC Radio-based solution can be overlaid on existing control systems in order to improve the limitations of conventional fixed block systems applicable to virtually every form of rolling stock and guide-way.



Ansaldo STS is also an active participant in European Union sponsoring working groups writing the standards for future Mass Transit system in Europe.

