

出國報告（出國類別：其他）

臺中都會區捷運系統工程烏日文心北屯線
機電系統工程標 CJ900 標通訊子系統
通訊數位無線電系統出廠測試
海外檢測出國報告

服務機關：臺北市府捷運工程局機電系統設計處
臺北市府捷運工程局機電系統工程處

姓名職稱：正工程司 規劃師
游飛龍 陳銘峰

派赴國家：德國

出國期間：105 年 3 月 17 日至 105 年 4 月 1 日

報告日期：105 年 5 月 16 日

出國報告名稱：「臺中都會區捷運系統工程烏日文心北屯線機電系統工程 CJ900 標通訊子系統通訊數位無線電系統出廠測試之海外檢測」出國報告

含附件：是 否

出國計畫主辦機關：臺北市政府捷運工程局機電系統工程處

聯絡人：陳銘峰

電話：(02)2570-0002 轉 391

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：

游飛龍 / 臺北市政府捷運工程局機電系統設計處 / 正工程司 / (02)2521-5550 轉 8315

陳銘峰 / 臺北市政府捷運工程局機電系統工程處 / 規劃師 / (02)2570-0002 轉 391

出國類別：其他1 出席國際會議 2 表演 3 比賽 4 競技 5 洽展 6 海外檢測

出國期間：

105 年 3 月 17 日至 105 年 4 月 1 日

報告日期：

105 年 5 月 16 日

出國地區：

德國

內容摘要：(300 至 500 字)

本項檢測作業屬臺中都會區捷運系統工程烏日文心北屯線之機電系統工程 CJ900/CJ907 標專案工程，本工程專案於 100 年 4 月 1 日簽訂合約，同年 4 月 21 日開工，得標廠商為川崎重工業株式會社/法商阿爾斯通運輸股份有限公司/中鼎工程股份有限公司(KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES,LTD. / Alstom Transport S.A. / CTCI CORPORATION - KAC)共同承攬商。工程範圍包括車輛、行車監控、供電、通訊及機場設備等五大子系統的設計、界面、製造、廠測、交運、安裝、現場測試、整合測試與人員訓練等各項工作。

本次檢測係依契約特別技術規範「數位無線電系統」規定之系統功能及規格要求進行測試，展現數位無線電設備依照原廠標準進行組裝整合後，並依核准之通訊數位無線電系統工廠測試程序書(PD-G-COM-TT-RF-0001)進行工廠測試，以確認所提供之系統設備功能完整。

工廠測試範圍為適用於核准之通訊數位無線電系統測試程序，系統功能整合測試內容主要為移動交換中心(MSO)及與其連線之設備如派遣台、MTS4 基地台、控制站台(Control Site)、手機/車機等設備之間系統功能整合測試，以確保原廠相關規格、設計符合契約規定，進而保障運抵現場安裝後之設備與系統整合試運轉功能及品質皆能符合契約規範。

目 錄

壹、 前言	- 1 -
貳、 目的	- 2 -
參、 行程紀要	- 3 -
肆、 檢測人員及任務分配	- 4 -
伍、 通訊系統及數位無線電功能說明.....	- 5 -
陸、 檢測項目及測試紀錄 (結果).....	- 12 -
柒、 檢討與建議	- 17 -
附錄一、測試及檢驗過程之相片紀實	- 19 -
附錄二、測試紀錄/起始總結會議紀錄	- 35 -
附件 A、品保文件及自主檢查紀錄....	- 145 -
附件 B、測試儀器校正證明.....	- 166 -

壹、前言

臺中都會區捷運系統工程烏日文心北屯線工程屬「挑戰 2008 國家發展重點計畫」-「全島運輸骨幹整建計畫」下之「各地區軌道(含輕軌)系統整體建設先期計畫」重點工作，亦為「新十大建設」中之北中南捷運之一；本工程亦為「愛台十二建設」項目，屬中部都會區捷運網路（連接台中、烏日、彰化、豐原、梧棲、大里、霧峰、草屯、南投等地）中的優先路線，完成後將對中部地區都會區捷運網路發展，奠定基礎。

97 年 11 月交通部、臺中市政府及本府完成「臺中都會區大眾捷運系統烏日文心北屯線建設計畫」建設與營運三方協議書簽署程序，正式敲定由本府接續辦理本工程後續設計、施工等作業。遂於發包後，由川崎重工業株式會社/法商阿爾斯通運輸股份有限公司/中鼎工程股份有限公司 (KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES,LTD./ Alstom Transport S.A./CTCI CORPORATION-KAC) 共同承攬商得標，並於 100 年 4 月 1 日簽訂合約，同年 4 月 21 日開工。

工程 (CJ900 標機電系統工程)作業範圍包括：電聯車、行車監控、供電、通訊及機廠設備等五大子系統的設計、界面、製造、廠測、交運、安裝、現場測試、整合測試與人員訓練等各項工作。

本次檢測係驗證通訊數位無線電系統 (TETRA System) 設備，實施檢測係依據特別技術規範之相關規定，並由廠商提出通訊數位無線電系統工廠測試程序書，經本局核准後予以進行相關測試。

本次海外檢測係依臺中烏日文心北屯線機電系統工程標 CJ900 契約特別技術規範 PTS2.4.14 通訊系統測試規定，暨本府於 102 年 12 月 18 日府人考字第 10232391700 號函已核覆在案，並於 104 年 12 月簽請展延至 105 年度執行簽案核示辦理，另依廠商 KAC 公司 105 年 2 月 15 日之邀請函辦理，並於 105 年 3 月 2 日簽奉本局核定，由本局機電系統設計處派 1 員及機電系統工程處派 1 員於 105 年 3 月 17 日起至 105 年 4 月 1 日止，赴德國柏林 Motorola Solution GmbH 工廠，執行通訊數位無線電系統測試工作後返國。

本次檢測內容為「通訊數位無線電系統出廠測試」，其工廠測試程序「臺中烏日文心北屯線機電系統、自動收費系統工程 (CJ900/CJ907) 標通訊系統數位無線電系統 -

工廠測試程序書 (PD-G-COM-TT-RF-0001) 」經審查後，於 105 年 2 月 5 日獲本局核准同意進行。整體的測試目標是為驗證提供本專案的數位無線電設備規格特性及功能完整可操作，系統設備軟體功能驗證、性能參數等能夠符合契約規範相關要求，並且可以運交到捷運工地現場進行組裝及系統整合測試。

貳、目的

本次海外檢測主要目的係見證臺中都會區捷運系統工程烏日文心北屯線機電系統工程標 CJ900 廠商川崎重工業株式會社/法商阿爾斯通運輸股份有限公司/中鼎工程股份有限公司 (KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES,LTD./ Alstom Transport S.A./CTCI CORPORATION-KAC) 共同承攬確實依契約規定，驗證數位無線電系統之功能，得以應用於臺中都會區捷運系統烏日文心北屯線之行控中心、異地備援行控中心及各車站基地台中。

本案數位無線電系統設備係由 Motorola 公司所提供；本次設備出廠前的工廠測試於德國柏林 Motorola Solution GmbH 工廠進行相關驗證測試作業，依契約特別技術規範第 2.4.14 節「執行標準現貨及原型機之工廠測試，須確認製造過程可符合環境條件、品質保證需求、性能要求、零件等級等。廠測地點須在運往工地前的製造地或裝配地。」規定辦理。

本次檢測係依契約特別技術規範第 16004 章，第 2.4.13 節「數位無線電系統」規定之系統功能及規格要求進行測試，展現數位無線電設備依照原廠標準進行組裝整合後，並依核准之通訊數位無線電系統工廠測試程序書 (PD-G-COM-TT-RF-0001) 進行工廠測試，以確認所提供之系統設備功能完整。

工廠測試範圍為適用於核准之通訊數位無線電系統測試程序，系統功能整合測試內容主要為移動交換中心 (MSO) 及與其連線之設備如派遣台、MTS4 基地台、控制站台 (Control Site)、手機/車機等設備之間系統功能整合測試，以確保原廠相關規格、設計符合契約規定，進而保障運抵現場安裝後之設備與系統整合試運轉功能及品質皆能符合契約規範。

參、行程紀要

日期	星期	行程紀要
2016/3/17	四	一、臺北飛往德國柏林 二、抵達 Motorola Solution GmbH 公司及工廠業務簡報
2016/3/18	五	三、測試、品保作業簡報及工廠現場訪視 四、系統設備自主檢查、廠測儀器校驗紀錄及測試相關文件檢視及啟始會議
2016/3/19	六	五、執行測試項目 1. 數位無線電系統外觀檢視 (1) 行控中心設備 (2) 備援行控中心設備 (3) 無線電基地台設備
2016/3/20	日	(4) 控制站台(Control Site)設備 (5) 手機/車機設備
2016/3/21	一	2. 系統設置 (1) 新增通話群組 (2) 新增無線電設備 (3) 新增無線電設備使用者
2016/3/22	二	3. 群組通話測試 (1) 群組通話測試 (2) 優先插話權群組通話 (3) 優先忙線排隊及呼叫回撥 (4) 遲後加入
2016/3/23	三	4. 緊急告警測試 (1) 緊急告警 (2) 緊急呼叫 (3) 派遣台緊急呼叫
2016/3/24	四	5. 個別通話測試 (1) 全雙工個別通話
2016/3/25	五	6. 內線電話互連通話測試 (1) 無線電設備對用戶專用自動交換機互連通話 (2) 用戶專用自動交換機對無線電設備的互連通話
2016/3/26	六	7. 數據服務測試 (1) 狀態訊息服務 (2) 短數據服務，基本操作 (3) 短數據服務，無線電到無線電文字訊息 (4) 封包數據服務

日期	星期	行程紀要
2016/3/27	日	8. 網路管理應用軟體測試 (1) Affiliation Display 程式, 顯示無線電設備即時註冊資訊 (2) 無線電控制管理, 臨時無線電停用
2016/3/28	一	(3) 無線電控制管理, 動態重組 (4) 事件告警管理程式(UEM), 基地台收發機故障
2016/3/29	二	9. 功能恢復測試 (1) 自動切換至備援站台控制器 (2) MTS4 基地台收發機及電源供應器備援測試 (3) 基地台區域中繼模式操作, 由故障管理程式監控 (4) 區域中繼模式群組通話與遲後加入 (5) 區域控制器自動切換
2016/3/30	三	(6) 區域中繼模式緊急通話 (7) 區域網路交換機備援 (8) 整合核心閘道路由器備援 (9) 骨幹網路交換器備援
2016/3/31	四	10. 效能測試 (1) 呼叫建立延遲
2016/4/01	五	11. 無線電設備功能測試 (1) 直通模式基本操作功能 (2) 無線電設備信號涵蓋顯示 六、系統測試結果總結, 檢視測試項目數據紀錄及進行測試內容討論 七、工廠測試總結會議及測試文件綜整討論與簽署 八、德國柏林搭機返回臺北

肆、檢測人員及任務分配

一、游飛龍：本局機電系統設計處正工程司，負責主辦臺中都會區捷運系統工程烏日文心北屯線機電系統工程標 CJ900/CJ907 標通訊子系統細部設計文件審查及測試監督與相關技術評估事宜。

二、陳銘峰：本局機電系統工程處聘用規劃師，負責主辦臺中都會區捷運系統工程烏日文心北屯線機電系統工程標 CJ900/CJ907 標通訊子系統相關業務、細部設計文件審查，綜理設備測試流程、驗收、查核、監督及本次海外檢測各項測試協調與查核作業。

伍、通訊系統及數位無線電功能說明

臺中都會區捷運系統工程烏日文心北屯線機電系統工程標 CJ900/CJ907 標通訊系統係由台灣新鈞電子股份有限公司(STE)負責執行，通訊系統依設備細分為 10 項子系統，其中包含：

1. 自動電話系統(EPABX)。
2. 數位無線電系統(TETRA Radio)。
3. 直線電話系統(DLT)。
4. 點矩陣顯示器及旅客導遊資訊系統(DMD&TGIS)。
5. 公共廣播系統(PA)。
6. 閉路電視系統(CCTV)。
7. 通訊系統多功能操作台系統(CMFT)。
8. 通訊光纖傳輸系統(SDH/GbE)。
9. 車載通訊系統(On train COMM)。
10. 時鐘系統(Clock)。

廠商依契約相關需求進行該 10 項子系統設計，提送概念設計、細部設計及最終設計圖說等審查文件，經核定後開始進行製造及檢測作業。

臺中線捷運系統通訊數位無線電系統依 CJ900 標特別技術規範所述之需求提供相關功能。

數位無線電架構與功能說明如下：

一、數位無線電系統架構

本系統選用 Dimetra IP 中繼無線電系統(DIigital Motorola Enhanced Trunked Radio)，整體系統包括，提供交換與網路管理架構的設備、基地台與車、手機設備。

交換與網路管理架構的實體設備架設在移動交換中心(MSO)，移動交換中心透過數個元件分配各個資料交換與網路管理的功能，並整合於一個操作系統中。

IP 網路 TETRA 系統，與傳統電路交換的方式相比，採用 IP 架構具有相當大的優勢，IP 架構克服因電路交換方式產生的瓶頸限制，可以完美的利用網路整合語音及數據的功能、提供較大的頻寬及減少傳導延遲。

Dimetra IP 中繼無線電系統是一個符合 TETRA 標準的超高頻型無線電系統，該系統提供雙向語音和數據的無線通信，主要設備包括：

- (1) 一套 Dimetra IP 中繼無線電系統的移動交換中心架設在北屯機廠的行控中心的通信設備機房，北屯機廠 OCC 將簡稱為行控中心，移動交換中心對於核心語音設備配備了備援設計，提供臺中捷運行控中心高度可用性和恢復性的運作。
- (2) 一套 Dimetra IP 中繼無線電系統的移動交換中心安裝在備援行控中心的設備機房，備援行控中心的 Dimetra 移動交換中心設備被稱為備援移動交換中心，備援移動交換中心的核心設備將沒有提供備援配置，其目的是做為備援運作使用。
- (3) 六套基地台設備提供臺中捷運營運區域的涵蓋，搭配光放大器及雙向射頻放大器以改善基地台無線電遠端訊號因環境、建築物及室內機房隔間所造成的訊號遮蔽衰減，以如此組合無線電訊號將可完整涵蓋臺中捷運烏日北屯線。
- (4) 在位於行控中心核心設備機房內，裝設由移動交換中心所屬的一套網路管理終端機，網路管理終端機在 Dimetra IP 中繼無線電系統能使用人機界面以執行網路管理功能。
- (5) 在位於備援行控中心核心設備機房內，裝設由待命移動交換中心所屬的一套網路管理終端機，網路管理終端機在備援 Dimetra IP 中繼無線電系統能使用人機界面以執行網路管理功能。
- (6) 三座控制站台配備有總共 12 組 Dimetra 控制台界面將搭配派遣台工作站及 CMFT 以提供無線電派遣台系統，該派遣台工作站將提供經過整合的語音和數據的無線電派遣台功能給控制員以利控制員通信及傳遞訊息使用。

簡易型異地備援行控中心如同行控中心由移動交換中心（MSO）、網路管理系統、通訊系統多功能操作台所組成，備援行控中心所配置為相同功能的設備，但不具有熱機備援功能。

簡易型異地備援行控中心雖沒有設置專屬派遣台，但可透過通訊系統多功能操作台（CMFT）執行無線電派遣的任務。

所提出的 TETRA 無線系統設計有兩個地理上分開的 Dimetra 移動交換中心，一是位於行控中心和一個位於備援行控中心。這兩個 Dimetra 移動交換中心將分別以主要/待命的配置模式來運作，提供最高程度的備援和恢復力，以滿足臺中捷運的營運需求。

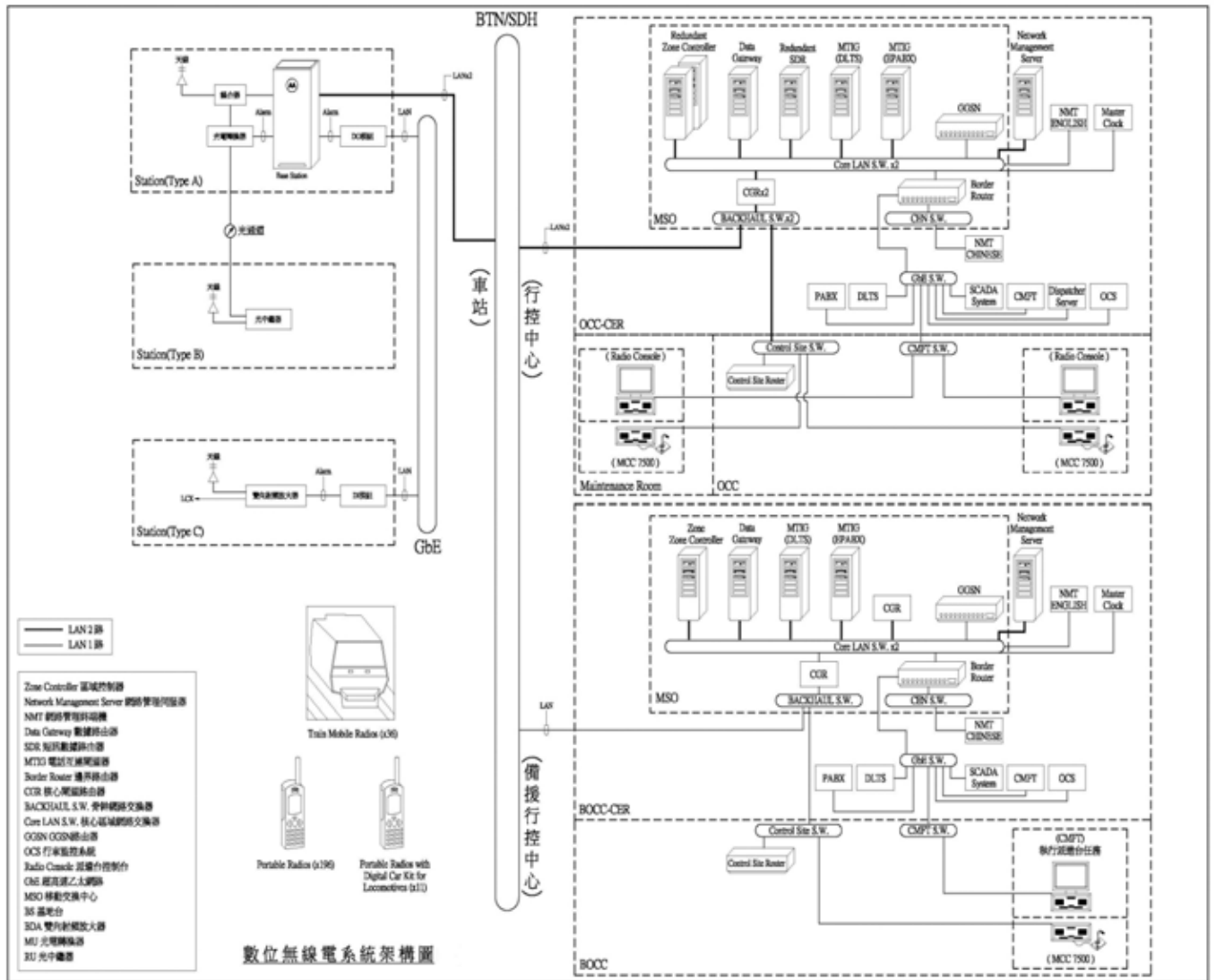
在正常運作期間由行控中心的主移動交換中心運作且連接到所有遠端的基地

台，連接到主移動交換中心之中央控制室控制站台及維修室控制站台將被用來做為控制中心。

在主移動交換中心正常運作期間，備援行控中心的待命移動交換中心其中央控制室控制站台將不會被做為營運使用。

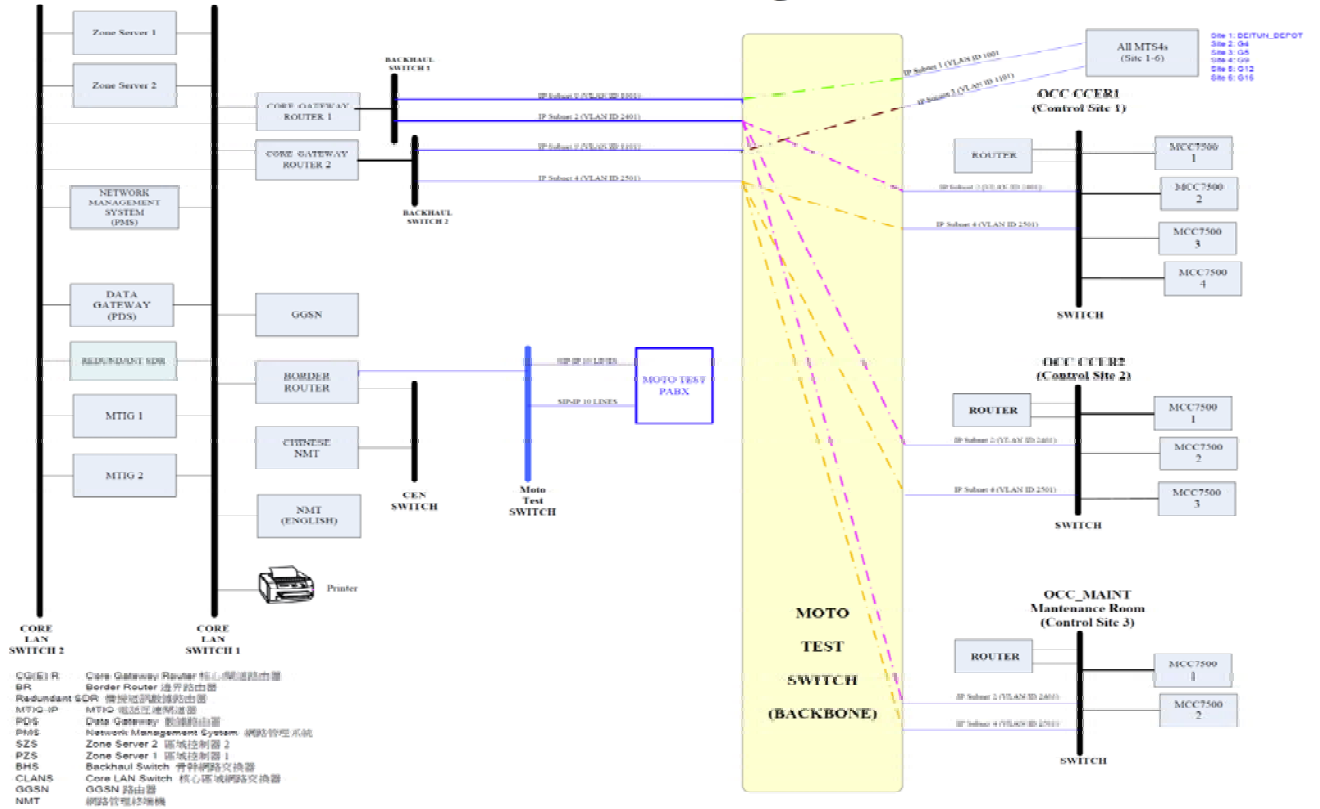
當行控中心失去作用時，所有的遠端基地站將被切換到在備援行控中心(BOCC)的待命移動交換中心。由於待命移動交換中心屬非多重備援架構，所有遠端基地台的兩條鏈路(主要及備援鏈路)僅主要鏈路會被切換到待命移動交換中心，而備援鏈路與主移動交換中心的連結則會被斷開。設計上認定行控中心中央控制室控制站台及維修室控制站台不需要被切換到備援行控中心的待命移動交換中心。

移動交換中心切換後，備援行控中心的待命移動交換中心將成為新運作的移動交換中心，而連接到的該中心之中央控制室控制站台將會被做為新運作的控制站台。



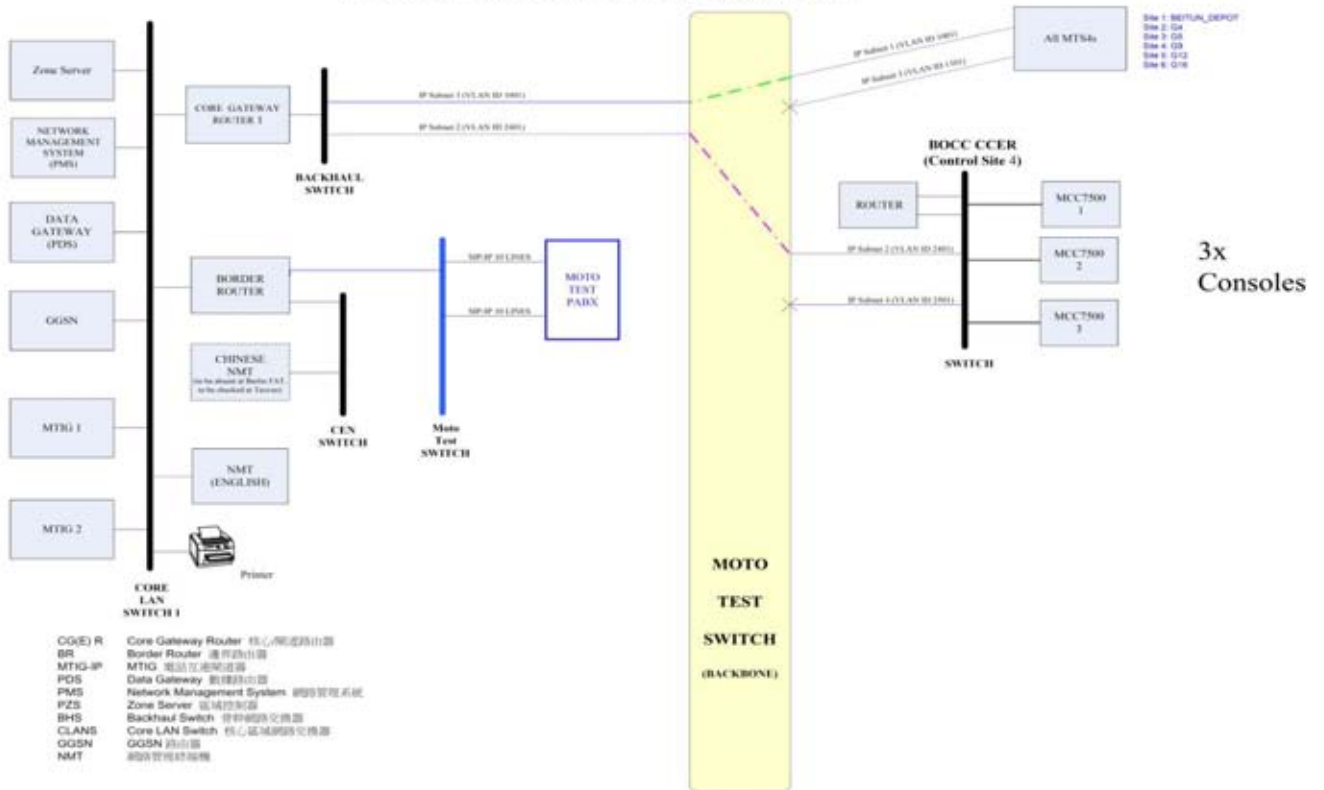
數位無線電系統架構圖

OCC TETRA FAT Configuration



數位無線電系統行控中心測試組態圖

BOCC TETRA FAT Configuration



數位無線電系統備援行控中心測試組態圖

二、檢測儀器及受檢設備

測試工具和儀器

項目	廠測項目	測試工具和儀器	備註
1.	呼叫建立延遲 Call Set Up Delay	示波器	

行控中心受檢設備項目

項目	設備名稱	廠牌/型號	數量
1.	Zone Server 區域控制器	HP DL360 Gen9	2
2.	MTIG 電話互連閘道器	HP DL360 Gen9	2
3.	Data Gateway 數據路由器	HP DL360 Gen9	1
4.	NMS 網路管理伺服器	HP DL360 Gen9	1
5.	Redundant SDR 備援短訊數據路由器	HP DL360 Gen9	1
6.	Core LAN Switch 核心區域網路交換器	HP 2620-48	2
7.	Backhaul LAN Switch 骨幹區域網路交換器	HP 2620-48	2
8.	CEN Switch 中心網路交換器	HP 2620-48	1
9.	GGSN 路由器	Motorola GGM8000	1
10.	Core Gateway Router 核心閘道路由器	Motorola GGM8000	2
11.	Border Router 邊界路由器	Motorola GGM8000	1
12.	NMT 網路管理終端機	HP rp5800	1
13.	Chinese NMT 中文網路管理終端機	HP rp5800	1
14.	Monitor NMT 顯示器	HP E201	1
15.	Printer 列表機	HP Color LaserJet M553n	1

備援行控中心受檢設備項目

項目	設備名稱	廠牌/型號	數量
1.	Zone Server 區域控制器	HP DL360 Gen9	1
2.	MTIG 電話互連閘道器	HP DL360 Gen9	2
3.	Data Gateway 數據路由器	HP DL360 Gen9	1
4.	NMS 網路管理伺服器	HP DL360 Gen9	1
5.	Core LAN Switch 核心區域網路交換器	HP 2620-48	1
6.	Backhaul LAN Switch 骨幹區域網路交換器	HP 2620-48	1
7.	CEN Switch 中心網路交換器	HP 2620-48	1
8.	GGSN 路由器	Motorola GGM8000	1
9.	Core Gateway Router 核心閘道路由器	Motorola GGM8000	1
10.	Border Router 邊界路由器	Motorola GGM8000	1
11.	NMT 網路管理終端機	HP rp5800	1
12.	Monitor NMT 顯示器	HP E201	1
13.	Printer 列表機	HP Color LaserJet M553n	1

無線電基地台受檢項目

項目	設備名稱	廠牌/型號	數量
1.	無線電基地台	Motorola MTS4	6

控制站台(Control Site)設備受檢項目

項目	設備名稱	廠牌/型號	數量
1.	控制站路由器 Control Site Router	Motorola GGM8000	4
2.	控制站網路交換器 Control Site Switch	HP 2620-48	4
3.	控制台界面 MCC7500	HP rp5800	12

無線電車/手機設備受檢項目

項目	設備名稱	廠牌/型號	數量
1.	無線電手機	Motorola MTP6550	4
2.	無線電車機	Motorola MTM5200	2

三、本系統之頻率參數配置

Item	Tx Frequency (MHz)	Rx Frequency (MHz)
F1	422.6625	412.6625
F2	422.6875	412.6875
F3	422.7375	412.7375
F4	422.7625	412.7625
F5	422.7875	412.7875
F6	422.8125	412.8125
F7	422.8625	412.8625

陸、檢測項目及測試紀錄（結果）

本測試項目包括數位無線電系統外觀狀態檢視，以及系統功能測試，以下分別說明。

一、數位無線電系統外觀檢視：

數位無線電系統的外觀狀態檢視項目如下列表：

數位無線電系統的外觀狀態檢視

項次	測試項目	對應的測試編號
1.	行控中心設備目視檢查	COM-TT-RF-FAT-080301
2.	備援行控中心設備目視檢查	COM-TT-RF-FAT-080302
3.	無線電基地台設備目視檢查	COM-TT-RF-FAT-080303
4.	行控中心及備援行控中心、控制站台(Control Site)設備目視檢查	COM-TT-RF-FAT-080304
5.	無線電車/手機設備目視檢查	COM-TT-RF-FAT-080305

二、數位無線電系統功能測試

數位無線電系統的功能測試項目與特定條款對應表如下列表：

項目	測試項目	對應的測試編號	對應的特定條款
1.系統設置			
1.1	新增通話群組	COM-TT-RF-FAT-090101	2.4.13 (12)
測試目的：透過 UCM 來建立通話群組，經由此新增之測試步驟，建立「FAT TEST TG1」的通話群組。			
1.2	新增無線電設備	COM-TT-RF-FAT-090102	2.4.13 (12)
測試目的：透過 UCM 來新增無線電設備。無線電設備為一統稱，包含無線電手機、無線電車機、固定式無線電等。在本測試中，新的無線電設備將被建立。			

項目	測試項目	對應的測試編號	對應的特定條款
1.3	新增無線電設備使用者	COM-TT-RF-FAT-090103	2.4.13 (12)
<p>測試目的：透過 UCM 來新增無線電設備使用者。在本測試中一個新的無線電設備使用者，名稱為 FAT TEST RU，將被建立。無線電設備為一統稱，包含無線電手機、無線電車機、固定式無線電等。</p>			
2. 群組通話測試			
2.1	群組通話測試	COM-TT-RF-FAT-090201	2.4.13 (18)
<p>測試目的：群組通話服務允許無線電設備或派遣台於使用者通話群組中建立一對多之通訊。其通話群組之成員為動態的。一般而言為了成為該通話群組之成員，無線電設備必須切換並連接至該通話群組。無線電設備在任何時刻都能成為某一通話群組的成員。一旦通話群組指派給一派遣台，該派遣台將會變成此通話群組的成員。一個派遣台可以是多個通話群組的成員。</p>			
2.2	優先插話權群組通話	COM-TT-RF-FAT-090202	2.4.13 (12)
<p>測試目的：此功能為開啟優先插話權（PPC）設定的群組。當呼叫建立而站台無空的話務通道時，則可藉由絕對式的優先插話權（PPC）使得上述群組被授予話務通道。</p>			
2.3	優先忙線排隊及呼叫回撥	COM-TT-RF-FAT-090203	2.4.13 (12)
<p>測試目的：優先忙線排隊及呼叫回撥是 Dimetra IP 的一種服務，支援群組呼叫，個別呼叫和電話互連服務(即語音服務)。</p> <p>當沒有語音通道可用時但卻必需取得語音通道時，系統支援語音呼叫的排隊。所有基地台沒有一個或多個可用的通話通道，呼叫的需求將被放置在排隊中。該系統提供了 10 個優先級，其中 1 級為最高，並保留給緊急群組呼叫。網路管理者則可分配優先級，2-10 級給個別通話和群組呼叫。</p> <p>分配到一個群組呼叫的優先級是基於呼叫方的優先級或群組本身的優先級，取最高級為準。當系統變得忙線時，具有高優先呼叫會比較低優先呼叫先分配到通話通道。</p>			
2.4	遲後加入	COM-TT-RF-FAT-090204	2.4.13 (6)
<p>測試目的：讓無線電設備（MS）未能解碼初始呼叫建立信號並加入正在進行的呼叫。</p>			
3. 緊急告警測試			
3.1	緊急告警	COM-TT-RF-FAT-090301	2.4.13 (10)
<p>測試目的：緊急告警服務允許無線電設備（MS）發送緊急告警給予調度系統和無線電控制管理（RCM）。該服務使用 TETRA 狀態傳輸服務。</p>			

項目	測試項目	對應的測試編號	對應的特定條款
3.2	緊急呼叫	COM-TT-RF-FAT-090302	2.4.13 (10)
測試目的：緊急呼叫是最高等級的群組呼叫。當系統忙碌時，緊急呼叫會強制排除進優先度較低進行中呼叫以建立此緊急呼叫。優先度較低之呼叫將會被終止，而所需之通道資源會立即提供給予緊急呼叫。			
3.3	派遣台緊急呼叫	COM-TT-RF-FAT-090303	2.4.13 (10)
測試目的：驗證無線電派遣台可以使用緊急按鈕發起緊急呼叫。			
4. 個別通話測試			
4.1	全雙工個別通話	COM-TT-RF-FAT-090401	2.4.13 (18)
測試目的：全雙工傳輸表示每一使用者可同時傳送及接收語音，所以全雙工個別呼叫對使用者而言跟一般電話的通話方式相似，例如，無線電設備可於緊急情況時提供旅客緊急呼叫功能，其操作方式如同一般標準電話。			
5. 內線電話互連通話測試			
5.1	無線電設備對用戶專用自動交換機互連通話	COM-TT-RF-FAT-090501	2.4.13 (7)
測試目的：內線電話互連呼叫提供無線電設備及用戶專用自動交換機 (PABX) 使用者間之全雙工通訊。全雙工傳輸表示每一使用者可同時傳送及接收語音。			
5.2	用戶專用自動交換機對無線電設備的互連通話	COM-TT-RF-FAT-090502	2.4.13 (7)
測試目的：用戶專用自動交換機對無線電設備的互連通話。			
6. 數據服務測試			
6.1	狀態訊息服務	COM-TT-RF-FAT-090601	2.4.13 (18) 2.4.13 (24)
測試目的：狀態訊息服務允許無線電設備 (MS) 發送一個預編碼狀態訊息給派遣台。該服務是透過 TETRA 狀態服務的空中傳輸。狀態訊息被傳遞到所有無線電已分配相關通話群組的派遣台調度員。狀態訊息只發送給派遣台調度員，而不是無線電設備的通話群組成員。			
6.2	短數據服務，基本操作	COM-TT-RF-FAT-090602	2.4.13 (18) 2.4.13 (24)
測試目的：驗證短數據服務的傳送。			

項目	測試項目	對應的測試編號	對應的特定條款
6.3	短數據服務，無線電到無線電文字訊息	COM-TT-RF-FAT-090603	2.4.13 (18) 2.4.13 (24)
測試目的：無線電設備(MS)支援使用短數據傳輸服務 (SDTS)的內部訊息應用。訊息可以使用個別用戶短識別碼的位置發送到個別的無線電設備。當使用者收到新的短訊時，提供進入閱讀訊息。此測試證明點對點的傳輸功能。			
6.4	封包數據服務	COM-TT-RF-FAT-090604	2.4.13 (24)
測試目的：驗證封包數據的傳送。			
7. 網路管理應用軟體測試			
7.1	Affiliation Display 程式，顯示無線電設備即時註冊資訊	COM-TT-RF-FAT-090701	2.4.13 (14)
測試目的：驗證 Affiliation Display 程式功能，用來查看並顯示無線電設備，通話群組以及區域內無線電基地台的即時加入訊息。			
7.2	無線電控制管理，臨時無線電停用	COM-TT-RF-FAT-090702	2.4.13 (14)
測試目的：驗證無線電控制管理員的臨時無線電停用功能。			
7.3	無線電控制管理，動態重組	COM-TT-RF-FAT-090703	2.4.13 (20)
測試目的：驗證無線電控制管理員的動態重組功能。			
7.4	事件告警管理程式(UEM), 基地台收發機故障	COM-TT-RF-FAT-090704	2.4.13 (20)
測試目的：事件告警管理 (UEM) 是一個故障管理應用程式。此測試證明從基地台收發機故障造成的告警顯示。			
8. 功能恢復測試			
8.1	自動切換至備援站台控制器	COM-TT-RF-FAT-090801	2.4.13 (8)
測試目的：驗證自動切換至基地台備援站台控制器功能。			

項目	測試項目	對應的測試編號	對應的特定條款
8.2	MTS4 基地台收發機及電源供應器備援測試	COM-TT-RF-FAT-090802	2.4.13 (8)
測試目的：驗證基地台收發機及電源供應器備援功能。			
8.3	基地台區域中繼模式操作，由故障管理程式監控	COM-TT-RF-FAT-090803	2.4.13 (15)
測試目的：基地站和區域控制器之間的鏈路故障將導致基地站 BTS 進入區域中繼模式 (LST)。故障管理程式可被用於監控基地站的鏈路狀態。			
8.4	區域中繼模式群組通話與遲後加入	COM-TT-RF-FAT-090804	2.4.13 (15)
測試目的：驗證基地台區域中繼模式群組通話與遲後加入功能。			
8.5	區域控制器自動切換	COM-TT-RF-FAT-090805	2.4.13 (8)
測試目的：區域控制器處理呼叫，管理音頻通道，區域(Zone)的基礎設施和提供服務的無線電設備(MS)和派遣員。如果主區域控制 ZC 失敗，所有的呼叫處理操作在自動切換備援區域控制 ZC 後繼續服務。			
8.6	區域中繼模式緊急通話	COM-TT-RF-FAT-090806	2.4.13 (15)
測試目的：驗證基地台區域中繼模式緊急通話功能。			
8.7	區域網路交換機備援	COM-TT-RF-FAT-090807	2.4.13 (8)
測試目的：驗證區域網路交換機備援功能。			
8.8	整合核心閘道路由器備援	COM-TT-RF-FAT-090808	2.4.13 (8)
測試目的：驗證核心閘道路由器備援功能。			
8.9	骨幹網路交換器備援	COM-TT-RF-FAT-090809	2.4.13 (8)
測試目的：驗證骨幹網路交換器備援功能。			

項目	測試項目	對應的測試編號	對應的特定條款
9. 效能測試			
9.1	呼叫建立延遲	COM-TT-RF-FAT-090901	2.4.13 (15)
測試目的：呼叫建立傳輸延遲定義為無線電設備（MS）的用戶按下 PTT 和通話許可證音 Talk Permit Tones（TPT）的聲音在無線電設備 MS 的揚聲器之間的發送時間。			
10. 無線電設備功能測試			
10.1	直通模式基本操作功能	COM-TT-RF-FAT-091001	2.4.13 (12)
測試目的：TETRA 標準包含規定無線電設備(MS)彼此直接進行通信，該功能被稱為 TETRA 直通模式操作(DMO)，直通模式操作 DMO 允許用戶在有限的區域內，而無需使用任何基礎設施進行通信。			
10.2	無線電設備信號涵蓋顯示	COM-TT-RF-FAT-091002	2.4.13 (12) 2.4.13 (25)
測試目的：無線電設備 MS 有接收信號指標(RSSI)的功能，顯示從目前所屬無線電設備的基地台收發機接收的信號強度，本測試項目即在驗證此功能。			

三、測試結果：

實際測試紀錄詳如附錄二。

經見證整體測試過程後，本次臺中都會區捷運系統工程烏日文心北屯線機電系統工程 CJ900 標通訊子系統通訊數位無線電系統出廠測試皆依數位無線電系統工廠測試程序書項目完成本次測試，所有測試項目皆合格，功能符合規範需求。

柒、檢討與建議

1. 本案臺中線捷運通訊數位無線電系統，係採用 Motorola 公司之產品，此次實際參訪位於德國柏林的 Motorola Solution GmbH 工廠，有助於該項數位無線電系統及設備的了解。且該系統選用 Dimetra IP 中繼無線電系統(DIgital Motorola Enhanced Trunked Radio)，是本局執行的契約中，第一次採用全 IP 化的數位無線電系統，能夠與第一線的工程師面對面的溝通，實屬可貴，有利於後續現場安裝、測試及營運工作之進行。此外，廠方於一開始討論會議中，舉行簡報，完整說明所採用的 ISO 品保等級，並於工廠內實際介紹及講解廠內的安全措施及緊急逃生方式，這些系列的簡報，對於第一次來訪的我們，印象極為深刻。

2. 由於德國氣候較為乾燥，容易引起靜電，造成設備意外毀損。因此，Motorola 工廠採取嚴格的 EMI 防制措施，每位進入工廠內的人員，皆須將靜電帶一端黏置於鞋面下，而靜電帶另一端尚須與皮膚接觸，以便將身體的靜電洩除。靜電帶黏置後，須至靜電測試區域，測試靜電帶是否有正確運作，並簽名確認。此外，在工廠內，地上亦清楚標示一般區及靜電防護區。靜電防護區內嚴格禁止無黏置靜電帶的人員進入。由此可見，德國人對於靜電的防護及嚴謹的做事態度，值得學習。

未來 TETRA System 設備運抵臺中線捷運現場時，於通訊系統機房內，依契約要求均有系統接地及設備接地之設計，安裝/操作人員要求配戴靜電環，以利將靜電洩除，並防止因靜電而造成系統設備的意外毀損。

3. 本工廠測試依細部設計文件及奉核之測試程序辦理。惟 Motorola 原廠測試人員於廠測前之 Pre-Test 預演時，發現行控中心與備援行控中心網路架構一致，除可提昇系統可靠度外(增加網路交換器備援功能)，經由此架構亦可降低系統負荷，提高整體系統運作穩定性。經過內部工程師討論後，確認升級本系統之備援行控中心部分，再增加一台交換器及一台路由器，此增設交換器及路由器設備並未事先告知本局。本局與測人員，於現場測試執行設備外觀檢視時，發現測試現場系統設備之架設環境與原測試程序中所記載之數量及架構不符，經與原廠工程師討論後，理解增加此網路設備的目的是為增加系統穩定度，且並不影響本次廠測任務的執行，故要求廠商於事後須於 TETRA System 細部設計文件作檢討，將本系統新增之交換器及路由器設備，納入相關補充說明，並依本案契約規定之設計文件審查程序辦理後續事宜。