

出國報告（出國類別：考察）

考察北京車站及北京西站機電系統

服務機關：交通部鐵路改建工程局

姓名職稱：組長 楊振忠

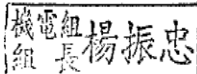
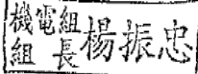
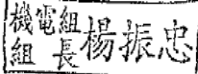
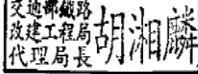
副處長 黃樹坤

派赴國家：中國大陸

出國期間：103 年 10 月 13 日至 103 年 10 月 19 日

報告日期：103 年 12 月

出國報告審核表

出國報告名稱： 考察北京車站及北京西站機電系統			
出國人姓名 <small>(2人以上，以1人為代表)</small>	職稱	服務單位	
楊振忠	組長	交通部鐵路改建工程局	
出國類別	<input checked="" type="checkbox"/> 考察 <input type="checkbox"/> 進修 <input type="checkbox"/> 研究 <input type="checkbox"/> 實習 <input type="checkbox"/> 其他_____ (例如國際會議、國際比賽、業務接洽等)		
出國期間：103年10月13日至103年10月19日		報告繳交日期：103年12月12日	
出國人員自我檢核	計畫主辦機關審核	審 核 項 目	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.依限繳交出國報告	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2.格式完整(本文必須具備「目的」、「過程」、「心得及建議事項」)	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3.無抄襲相關資料	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4.內容充實完備	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5.建議具參考價值	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6.送本機關參考或研辦	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7.送上級機關參考	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8.退回補正，原因：	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(1) 不符原核定出國計畫	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(2) 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(3) 內容空洞簡略或未涵蓋規定要項	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(4) 抄襲相關資料之全部或部分內容	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(5) 引用相關資料未註明資料來源	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(6) 電子檔案未依格式辦理	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	9.本報告除上傳至出國報告資訊網外，將採行之公開發表：	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(1) 辦理本機關出國報告座談會(說明會)，與同仁進行知識分享。	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(2) 於本機關業務會報提出報告	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(3) 其他_登錄本局網站政府資訊公開專區_提供閱覽“	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10.其他處理意見及方式：_____	
出國人簽章(2人以上，得以1人為代表)	計畫主辦機關審核人	一級單位主管簽章	機關首長或其授權人員簽章
			

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「公務出國報告資訊網」為原則。

行政院及所屬各機關公務出國報告提要

頁數:120頁含附件: 是否

報告名稱：考察北京車站及北京西站機電系統

主辦機關：交通部鐵路改建工程局

聯絡人/電話：楊振忠02-89691900#2251

出國人員/服務機關/單位/職稱/電話：

楊振忠/鐵路改建工程局/組長/02-89691900#2251

黃樹坤/鐵路改建工程局中部工程處/副處長/04-2215-0408#303

出國類別：考察

出國期間：103 年10 月13 日至103 年10 月19 日

出國地區：中國大陸

報告日期：103 年12 月

分類號目：H1/交通建設

關鍵字：乘客信息系統(Passenger Information System,PIS)，列車控制系統(Train Control System)，高速綜合檢測列車(Comprehensive Inspection Train，簡稱 CIT)牽引變電站(traction substation)，數據採集與監控系統(supervisory control and data acquisition，簡稱 SCADA)。

摘 要

大陸近年進行大量鐵路建設案，累積豐富鐵路施工經驗及產業製造技術，北京為大陸重要鐵道樞紐，因而奉准至大陸北京參訪考察鐵路車站之機電設施、節能設計、機電設施運轉維護、機電設備 e 化管理、機電系統整合、電車線、號誌等專業技術。

本次考察透過臺灣世曦公司電機部黃渡根經理洽請中國鐵路科學研究院(以下簡稱鐵科院)協助安排參訪行程，亦順道拜訪鐵科院及觀摩高速鐵路電車線、高速鐵路系統試驗國家工程實驗室、京滬線高鐵及魏善庄牽引變電站技術發展，以瞭解大陸電車線技術及高速鐵路建設現況。

目 次

第一章	目的	1
第二章	行程概要	3
第三章	參訪地點說明	4
	一、中國鐵道科學研究院[1]	4
	二、鐵科院高速鐵路系統試驗國家工程實驗室 [2]	5
	三、北京西站[3]	19
	四、北京北站[4]	21
	五、北京南站[5]	23
	六、北京站[6]	29
	七、北京地鐵[7]	30
第四章	大陸城市軌道交通車站機電系統	34
	一、環控系統[8]	34
	二、機電設備監控系統[8]	38
	三、供電系統[8]	49
	四、電力監控系統[8]	55
	五、乘客信息系統[8]	59
	六、門禁控制系統[8]	67
	七、閉路電視監控系統[8]	74
	八、火災報警系統[8]	77
	九、廣播系統[8]	84
第五章	參訪紀要	90
	一、中國鐵道科學研究院[1]	90
	二、鐵科院高速鐵路系統試驗國家工程實驗室[2]	97
	三、北京鐵路車站[3]~[6]	110

四、北京地鐵車站[7]	113
五、高速鐵路電車線及牽引變電站[9] ~[11]	115
第六章 考察心得及建議	118
第七章 參考文獻	120

圖目錄

圖 4.1-1	通風空調系統示意圖	34
圖 4.1-1	通風空調系統示意圖	34
圖 4.1-2	中央控制室系統構成框圖	38
圖 4.1-3	車站控制系統構成框圖	38
圖 4.2-1	BAS 的控制範圍示意圖.....	40
圖 4.2-2	中央級監控系統結構示意圖	40
圖 4.2-3	車站照明系統監控畫面	41
圖 4.2-4	車站空調大系統監控畫面	42
圖 4.2-5	水系統小系統監控畫面	43
圖 4.2-6	車站水系統監控畫面	44
圖 4.2-7	車站主控 BAS 監控示意圖	48
圖 4.3-1	城市軌道交通電力牽引供電系統	49
圖 4.3-2	軌道上的牽引供電系統示意圖	50
圖 4.3-3	環形供電接線示意圖	51
圖 4.3-4	雙邊供電接線示意圖	51
圖 4.3-5	單邊供電接線示意圖	51
圖 4.3-6	幅射形供電接線示意圖	51
圖 4.3-7	分散供電方式示意圖	52
圖 4.3-8	集中供電方式示意圖	52
圖 4.3-9	分散與集中相結合的混合供電方式示意圖.....	53
圖 4.3-10	軌道交通變電站直流牽引供電系統接線圖.....	54
圖 4.4-1	SCADA 系統結構圖	56
圖 4.5-1	PIS 終端	59
圖 4.5-2	PIS 結構圖 1	62
圖 4.5-3	PIS 結構圖 2	63
圖 4.5-4	PIS 結構圖 3	66

圖 4.6-1	城市軌道交通門禁系統網絡示意圖	68
圖 4.6-2	門禁系統示意圖	69
圖 4.6-3	城市軌道交通門禁系統示意圖及全線系統架構圖	70
圖 4.6-4	城市軌道交通門禁系統示意圖及全線系統架構圖	73
圖 4.7-1	控制中心閉路電視監控示意圖	75
圖 4.7-2	閉路電視監控示意圖	76
圖 4.8-1	火災報警全線系統構成示意圖	77
圖 4.8-2	火災報警系統基本示意圖	78
圖 4.8-3	集中報警系統示意圖	79
圖 4.8-4	FAS 網絡構成圖	83
圖 4.9-1	廣播系統的構成	84
圖 4.9-2	廣播系統各功能的轉換	87
圖 4.9-3	廣播系統各功能的轉換操作	87
圖 4.9-4	控制中心廣播系統實物圖	88
圖 4.9-5	車站廣播實物圖	88
圖 5.1-1	鐵科院參訪紀實照片	90
圖 5.1-2	鐵路車輛運行安全監控系統(5T)	90
圖 5.1-3	中國列車控制系統(CTCS)	91
圖 5.1-4	鐵路行車安全保障相關設備	91
圖 5.1-5	永豐科技創新基地	91
圖 5.1-6	高速綜合檢測列車	93
圖 5.1-7	弓網綜合檢測裝置整體框圖	94
圖 5.2-1	國家工程實驗室參訪紀實照片	97
圖 5.2-2	環行鐵道試驗線	98
圖 5.2-3	接觸網零部件檢驗站試驗設備	99
圖 5.3-1	北京西站參訪紀實照片	110
圖 5.3-2	北京站參訪紀實照片	111

圖 5.3-3	北京南站參訪紀實照片	112
圖 5.3-4	北京站參訪紀實照片	113
圖 5.4-1	北京地鐵參訪紀實照片	114
圖 5.5-1	魏善庄牽引變電站參訪紀實照片	116
圖 5.5-2	京津城際鐵路電車線參訪紀實照片	117

表 目 錄

表 2-1	北京參訪考察鐵路車站機電系統設施行程概要	3
表 4.9-1	廣播優先權處理	85
表 5.1-1	檢測專案及技術指標	94
表 5.2-1	各種接觸網(電車線)材料檢驗項目	100

第一章 目的

大陸高速鐵路的建設是依照質量、安全、工期、環境保護、投資效益、技術創新“六位一體”建設綠色鐵路的要求，以高標準、高質量、高效率地推進高速鐵路建設。

中國大陸高速鐵路的建設始於 2004 年的鐵路長遠規劃，經過 10 年多的大陸高速鐵路新線建設和對既有鐵路的高速化改建，中國大陸目前已經建成了世界上最大規模以及最高運營速度的高速鐵路網。中國大陸時速達 200 公里以上的高速鐵路新線營運里程已經超過 13,000 公里，佔到了全球高速鐵路營運里程的 50%以上，且另有近 3000 公里的既有線鐵路被改造成了時速 200 公里以上的高速鐵路。

同時為了因應中國鐵路的大發展，各車站進行大規模改擴建工程，積極推動環保、節能等建設理念。亦積極執行環保節能減碳政策、環保節能減碳改善措施及 e 化管理等策略目標。更為配合西元 2008 年北京奧運之舉行，投入各項建設更新計劃，提升北京區域之鐵路、地鐵運能。配合低碳能源政策，車站更新等大量使用再生能源利用太陽能、風力發電及尖離峰電價差異原則。此次考察鐵路車站、地鐵車站的節能減碳功能效果等案例，這些案例，不論在設計或設備建置上，處處可見大陸推動節能減碳、節能環保及 e 化管理的成效。

中國大陸鐵路總公司於 2000 年底正式將 GSM-R (Global System for Mobile Communications-Railway)作為中國鐵路發展專用數位移動通信系統(採用 E-GSM 中頻寬的 4MHz，上行鏈路為 885-889MHz，下行鏈路為 930-934MHz，同時這段頻率和中國移動通信(China Mobile)共同使用，鐵路沿線 2—6 公里範圍內由中國鐵路使用，鐵路沿線 2—6 公里範圍以外由中國移動通信使用，頻道間隔：200kHz，目前 GSM-R 有頻帶寬不足、傳輸速率慢、干擾等缺陷問題及因應 GSM-R 設備製造商將在 2025 年左右停止相關產品的生產，預計 10 年後走向 TD-LTE-R(Time Division Long Term Evolution Communications-Railway 系統)，鐵路移動通信所須具有的特色(群呼、組呼、優先級別、強插、強拆等功能)加進去，組成了 GSM-R 用於鐵路的全球移動通信系統，可以在 500km/h 甚至更高的時速下提供速率高達 30Mbit/s 的頻帶寬，支持多制式(2G/3G/Wi-Fi)用戶設備接入、視頻監控、設備維護、閉路電視、電子票務等寬頻帶、並可提供列車無線調度、編組調車通信、區段養護維修作業通信、列車控制數據傳輸，

緊急指揮通信語音與數據、區間移動公務通信、列車自動尋址和旅客服務及列車自動控制與檢測資訊等業務，完成高速下的號誌通信切換功能，大幅快速提升號誌系統功能。

鐵路綜合檢測列車(Comprehensive Inspection Train，簡稱 CIT)是中國大陸鐵路安全保障的重要發展裝備項目之一。由一般現有的業化運營的車型改造而來。部分綜合檢測列車具有試驗性質，用於驗證列車的設計或進行高速試驗。由普通列車到設計時速 500 公里及行駛間自動持續綜合檢測，採用先進的檢測技術和方法，能夠在時速 500 公里以上運行條件下對軌道、電車線、輪軌動力學等進行即時精確檢測和取樣，主動即時透過無線傳輸到運務、維護及研究單位。及早預防與處置各種安全隱敝問題，確保鐵路各系統的可靠、可用及安全性。自動化檢測技術不斷發展，大量節省維護人力成本。同時也提供鐵路基礎理論研究和高速列車應用技術研究的試驗平台。

第二章 行程概要

本次參訪考察之奉准時程為 103 年 10 月 13 日至 19 日，原排定行程配合鐵科院安排酌予調整，如表 2-1 所示。

表 2-1 北京參訪考察鐵路車站機電系統設施行程概要

日期	參訪考察事項	地點
10/13(一)	起程(桃園機場→北京機場)；參觀地鐵 1 號線	北京
10/14(二)	拜訪中國鐵路科學研究院，研討瞭解大陸電車線技術發展及建設情形；參觀北京南站及京津城際鐵路	北京
10/15(三)	參觀北京西直門站(北京北站)之車站機電設施、節能設計、機電設施運轉維護、機電設備 e 化管理、機電系統整合及電車線；參觀京滬線高鐵及魏善庄牽引變電站	北京
10/16(四)	參觀北京西站之車站機電設施、節能設計、機電設施運轉維護、機電設備 e 化管理、機電系統整合及電車線；參觀鐵科院高速鐵路系統試驗國家工程實驗室	北京
10/17(五)	參觀北京車站及地鐵 5 號線	北京
10/18(六)	參觀北京地鐵 4 號線及資料整理	北京
10/19(日)	回程(北京機場→桃園機場)	台北

第三章 參訪地點說明

一、中國鐵道科學研究院 [1]

中國鐵道科學研究院(以下簡稱鐵科院)，直屬於大陸鐵路總公司(原鐵道部)。鐵科院成立於 1950 年 3 月 1 日，2002 年由國家事業單位轉制成為國有企業，為多學科、多專業的綜合性研究院。全院現有職工 2359 人，其中專業技術人員 1640 人，占職工總數的 69%。具有高級技術職稱人員 510 人，中級技術職稱人員 755 人。

鐵科院下設 17 個單位，包括機車車輛研究所、鐵道建築研究所、通信信號研究所、運輸及經濟研究所、金屬及化學研究所、電子計算技術研究所、節能環保勞衛研究所(鐵路節能環保技術中心、鐵路衛生技術中心)、標準計量研究所(鐵道部產品質量監督檢驗中心、中鐵鐵路產品認證中心、國家軌道衡計量站、國家鐵路罐罐容積計量站)、科學技術信息研究所、基礎設施檢測研究所(鐵道部基礎設施檢測中心)、鐵道科學技術研究發展中心、國家鐵道試驗中心、鐵道技術研修學院(鐵路繼續教育培訓中心)、鐵科院(北京)工程諮詢有限公司、深圳研究設計院、後勤服務中心、嘉苑飯店。院屬全資公司 31 個、控股公司 10 個。

鐵科院是中國首批獲得博士、碩士學位授予權的單位現為交通運輸工程、建築與土木工程、材料工程電氣工程、計算機技術等五個碩士授予權單位及交通運輸工程、岩土工程兩個一級學科博士學位授予權單位，擁有博士後流動站 2 個、博士學位授予點 6 個、碩士學位授予點 17 個，博士生導師 91 名，碩士生導師 159 名。是中國首批 20 家國家級專業技術人員繼續教育培訓基地之一。

鐵科院是中國國家高新技術企業，通過了質量、環境、職業健康和安全管理三體系認證。擁有環境影響評價等設計、諮詢、評價資質 8 個，所屬主要實驗室均通過了中國合格評定國家認可委員會實驗室認可(CNAS)及中國國家認證認可監督管理委員會計量認證(CMA)。鐵科院現為國際鐵路聯盟(UIC)會員單位，國際標準化組織(ISO)鐵路應用技術委員會的中國技術對口單位，與 20 多個國家和地區的鐵路科學研究機構和組織建立了長期合作關係。

二、鐵科院高速鐵路系統試驗國家工程實驗室 [2]

鐵科院擁有亞洲唯一的國家環行鐵道試驗基地,以及中國國家鐵路智能運輸系統工程技術研究中心、高速鐵路系統試驗中國國家工程實驗室、高速鐵路軌道技術中國國家重點實驗室、機車和動車組牽引與控制中國國家重點實驗室、中國國家城市軌道交通裝備試驗室等 5 個國家級實驗室,裝備有各類專業實驗室 40 多個,實驗裝備 6991 台套。

鐵科院高速鐵路系統試驗國家工程實驗室,由 18 個專業試驗室組成,對大陸鐵道工程發展甚有貢獻,各單位試驗設施功能如下:

(一)環行鐵道試驗線

1. 主要功能

高速動車組和機車車輛、線路工程、通信信號、牽引供電等系統的研究性試驗、型式試驗、可靠性試驗、系統間接口試驗以及鐵路技術標準驗證試驗。

2. 主要技術指標

線路總長 38km(其中電氣化軌道 21km),軌距 1435mm;25kV 交流供電;試驗速度 $\leq 200\text{km/h}$;大環周長 9km,半徑 1432.4m;小環周長 8.5km,夾直線長 755m,兩端半徑 1000m,最小曲線半徑 350m;最大坡度 9%;站場線路:7 股道,最長股道 1200m;通信號誌設施:6 個自動閉塞分區,10 個區間點,3 座 GSM-R 基站;接觸網供電:25kV,最大供電容量 37500kVA。

▼ 國家鐵道試驗中心調度樓
Dispatch Building of National
Railway Test Center



▲ 環行鐵道試驗線 Railway Test Loop



▲ 安全監測系統
Safety Monitoring System



▲ CRH380A 高速動車組試驗
Testing of CRH380A High-Speed EMU



▲ CRH380CL 高速動車組試驗
Testing of CRH380CL High-Speed EMU

(二)高速輪軌關係實驗室

1. 主要功能

輪軌黏著、蠕滑、磨耗、滾動接觸疲勞性能及輪軌幾何參數優化等試驗研究與檢驗

2. 主要技術指標

- (1) 最高試驗速度 500km/h(軌距 1435mm)。
- (2) 黏著試驗時速下：最高試驗速度 500km/h 時最大軸重 20t，最高試驗速度 160km/h 時最大軸重 50t。
- (3) 其他試驗時速下：試驗速度 \leq 500km/h；軸重 50t。



▲ 高速輪軌系統試驗台 High-Speed Wheel-Rail System Test Rig

▼ 試驗室外景
Exterior View of Laboratory



▲ 試驗台加載測試系統
Loading and Testing System



▲ 試驗台潤滑控制系統
Lubrication Control System



▲ 試驗台軌道輪系統
Track Wheel System

(三)高速動車制動系統試驗室

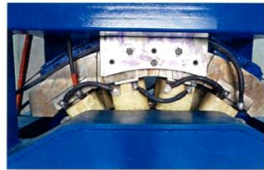
1. 主要功能

高速動車組、機車車輛與城軌車輛各種基礎制動系統(摩擦制動、渦流制動、磁軌制動等)、制動控制系統試驗研究與檢驗。

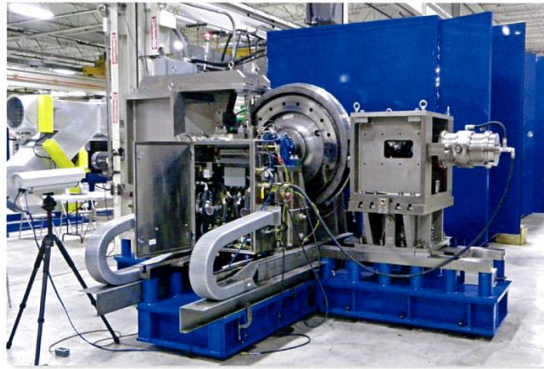
2. 主要技術指標

- (1) 最高試驗速度 530km/h。
- (2) 被測輪對軸重：高速動車組， \leq 21t；機車， \leq 30t；車輛， \leq 50t。
- (3) 候化試驗參數：風速 \leq 150km/h；噴水流量 \leq 5 L/min；降雪量 \leq 80L/h；試驗環境溫度-45 ~ +50℃。

▼ 高速动车组盘形制动试验
High-Speed EMU Disc Braking Test



▲ 高速动车组线性涡流制动试验
High-Speed EMU Linear Eddy Current Braking Test



▲ 500km/h 高速 1:1 制动动力试验台 500km/h High-Speed 1:1 Braking Dynamometer



▲ 低温冰雪环境试验
Low Temperature, Ice and Snow Environment Test



▲ 高速动车组电空制动系统试验台
Testing Table for High Speed EMU Electro-Pneumatic Braking System

(四) 高速动车组交流传动试验室

1. 主要功能

交流传动系统变压器、变流器、电机、再生制动系统性能参数以及各系统之间最佳参数匹配关系试验研究与检验。

2. 主要技术指标

- (1) 电源制式：单相 25kV，三相 10kV(车控、架控或轴控)
- (2) 电源容量：5000kVA(25kV)，3000kVA(10kV)
- (3) 负载系统功能：1200kW×4
- (4) 电机转速：≥6000rpm
- (5) 供电方式：车控、架控或轴控



▲ 高速动车组交流传动试验台 High-Speed EMU AC Drive Test Rig

▼ 试验室外景
Exterior View of Laboratory



▲ 试验台的齿轮箱、陪试电机系统
Gearbox, Load Motor



▲ 控制测试台
Control and Test Table



▲ 试验台变流器试验系统
Converter Test System

(五)高速動車組及機車車輛整車試驗室

1. 主要功能

高速動車組、機車車輛整車性能測試、靜態調試，以及測力輪對、空氣彈簧等重要零部件試驗研究與檢驗。

2. 主要技術指標

(1) 地溝長度：220m；軌道橋長度：220m

(2) 移動架車機：最大起升重量 35t，最低起升高度 70cm，最大起升行程 180cm。

▼ 試驗室外景
Exterior View of Laboratory



▲ 高速動車組靜態試驗 High-Speed EMU Static Test



▲ 轉向架更換設備
Bogie Replacement Equipment



▲ 測力輪對標定試驗台
The Instrumented Wheelset Calibration Test-bed



▲ 移動架車機組
Movable Car Lifter

(六)高速鐵路材料工程試驗室

1. 主要功能

鐵路鋼軌、車輪、車軸、軸承、油脂、橡膠、工程塑料、CA 砂漿等金屬、非金屬材料的應用研究與檢驗。

2. 主要技術指標

擁有金屬材料理化性能、焊接性能、無損檢測、高分子材料、油脂性能、應用化學、輪軸檢測評估等試驗平台，滿足 GB、TB、UIC、AAR 等國內外標準的檢測要求。



▲ 框架式輪軸疲勞試驗機 Wheel-Axle Fatigue Test Rig

▼ SANS 微机控制电液伺服试验机
SANS Electric Servo Tester hydraulic



▲ Gleeble 1500D 热力学模拟试验机
Gleeble 1500D Thermodynamic Simulation Tester



▲ V2F 轴承振动试验机
V2F Bearing Vibration Tester



▲ 超声波特征扫描成像系统
Ultrasonic Signature Scanning and Imaging System

(七) 移動式線路動態加載試驗車 (Track Loading Vehicle, 簡稱 TLV)

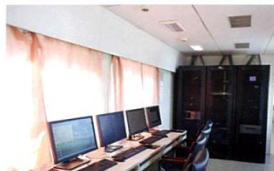
1. 主要功能

軌道結構剛度、橫向強度檢測試驗；軌道結構的靜態、定點動態、移動動態加載檢測試驗；線路工程結構及關鍵零部件的狀態穩定性檢測試驗研究與檢測評價。

2. 主要技術指標

- (1) 連掛運行速度： $\leq 160\text{km/h}$
- (2) 加載運行速度： $\leq 60\text{km/h}$
- (3) 最大加載荷(單輪)：垂向 $\leq 200\text{kN}$ ；橫向 $\leq 150\text{kN}$ 。

▼ 車上測試系統
Onboard Testing System



▲ 移動式線路動態加載試驗車 Track Loading Vehicle



▲ 移動式線路加載試驗車調試
Track Loading Vehicle Testing



▲ 加載輪系統
Wheel Loading System



▲ 車內加載系統
Interior Loading System

(八)橋樑結構工程試驗室

1. 主要功能

橋梁大型結構件、橋梁支座以及軌道結構相關部件的試驗研究與檢測。

2. 主要技術指標

- (1) 最大試驗載荷： $\leq 20000\text{kN}$ (壓)， $\leq 12000\text{kN}$ (拉)；試件跨度： $\leq 20\text{m}$
- (2) 候化試驗：鹽淋腐蝕試驗，濃度 5%~30%；快速碳化試， CO_2 濃度 $\leq 20\%$ ；高低溫試驗： $-50\sim 85^\circ\text{C}$ ；淋雨試驗，降雨強度可調。



▲ 20000kN 液壓伺服試驗機系統 20000kN Hydraulic Servo Tester

▼ 8800kN 液壓伺服試驗機系統
8800kN Hydraulic Servo Tester



▲ 橋樑撓度測試儀
Bridge Deflection Instrument



▲ 2000kN 液壓伺服試驗機系統
2000kN Hydraulic Servo Tester



▲ 10000kN 靜載液壓伺服試驗機系統
10000kN Static Load Hydraulic Servo Tester



▲ 綜合候化試驗平台
Weather Condition Simulation Test Platform

(九)高速弓網關係試驗室

1. 主要功能

受電弓與接觸網系統的電氣受流、及綜合磨耗性能試驗研究與檢測；接觸線與滑板動態接觸壓力、溫升、過渡電阻、離線率等關鍵技術參數的試驗研究與檢測；弓網高速摩擦機理及影響因素的試驗研究。

2. 主要技術指標

- (1) 最高試驗速度： 500km/h
- (2) 試驗電流： $\text{AC}, 0\sim 1000\text{A}$
- (3) 主盤水平往復運動距離： $-350\sim +350\text{mm}$ ；垂直激振振幅： $-100\sim +100\text{mm}$ ；垂直激振頻率： $\leq 10\text{Hz}$
- (4) 受電弓垂直激振振幅： $-50\sim +50\text{mm}$ ；激振頻率： $\leq 7\text{Hz}$
- (5) 滑板對接觸線的垂直壓力： $\leq 300\text{N}$
- (6) 振動波形：正弦波、方波、三角波、隨機波

▼ 受电弓及激振器系统
Pantograph and Vibration
Exciter



▲ 高速弓网关系试验台 High-Speed Pantograph-Catenary Relationship Test Rig



▲ 试验控制系统
Testing Control System



▲ 防护顶罩
Protection Shield



▲ 主机设备
Main Machine

(十) 高速列車運行控制系統試驗室

1. 主要功能

通過實驗室模擬，環行鐵道試驗線模擬運行，對高速列車運行控制系統進行試驗研究、功能驗證、接口測試和安全評價。

對無線閉塞中心 RBC、ATP 車載設備、列控中心相關控車設備等列控系統關鍵設備進行功能驗證與性能測試。

2. 主要技術指標

- (1) 實驗室模擬測試速度： $\leq 500\text{km/h}$ ；系統模擬數據更新周期： $\leq 100\text{ms}$
- (2) 應答器平均數據傳輸速率： $564.48 \pm 2.5\text{ kbit/s}$ ；應答器報文發送時刻精度： $\leq 50\ \mu\text{s}$ ；載道電路信息發送時刻精度： $\leq 100\text{ms}$
- (3) 列控中心系統平均故障間隔時間(MTBF)： $\geq 10^7\text{h}$
- (4) 危險側錯誤概率： $\leq 10^{-10}$
- (5) 單個 RBC 至少能同時處理 60 輛已註冊的列車、同時處理 480 條已設置的進路、同時處理 200 個已激活的 TSR、同時處理 100 個已激活的緊急區域；每個 RBC 本地終端的傳輸頻帶寬至少為 2MB、能同時連接 6 個聯鎖系統、能處理多達 4 個 ISDN PRI 線路共 120 列車。
- (6) 列控中心系統採用 2x2 取 2 安全冗餘結構；由雙套熱備在線式 UPS 供電，持續供電時間不小於 30 分鐘；系統平均故障間隔時間 (MTBF) 大於或等於 10^7 小時；安全信息及其傳輸，信道編碼和信源編碼採用冗餘校驗編碼方式，危險側錯誤概率不大於 10^{-10}



▼ 高速列車運行控制系統試驗室 High-Speed Train Operation Control System Laboratory

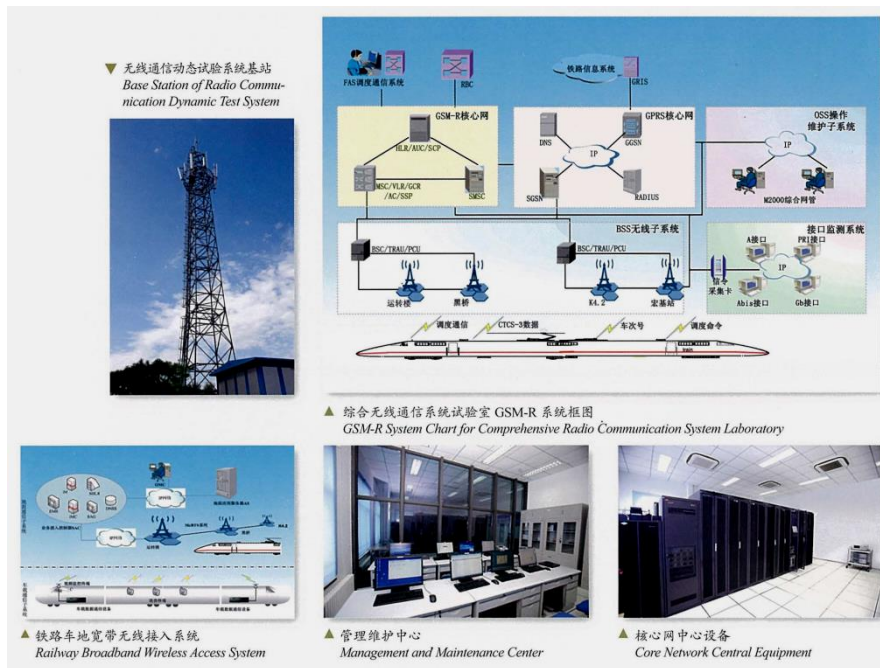
(十一)綜合無線通信系統試驗室

1. 主要功能

高速鐵路無線通信系統及其 GSM-R、GPRS、基站、無線通信終端設備的試驗驗證與檢測評估；對列車運行控制、列車運輸管理和列車安全防護等系統影響的研究與動態模擬。

2. 主要技術指標

- (1) GSM-R 頻段：885~915MHz，930~960MHz；
- (2) 同頻道干擾保護比：C/I(載波/干擾)≥12dB
- (3) 系統容量：無線用戶數≤200；CSD 鏈路數≤150 個；BTS 載頻數 02；與 FAS 系統間的活路數≤30
- (4) 峰值頻譜效率：上、下行滿足≥3(bit/s)/Hz
- (5) 寬帶無線支持的帶寬：1~20MHz
- (6) 覆蓋範圍：環行鐵道試驗線基地 9km 環行試驗線
- (7) 移動性：支持 350km/h 及以上（通過信道模擬）
- (8) 移動終端和基站測試儀：制式 GSM/GPRS/EDGE，頻段 900MHz/1800MHz
- (9) 頻譜分析儀：支持 100KHz~26.5GHz 頻譜分析
- (10) 信道模擬器：支持信道衰落，支持 1 通道 20 徑
- (11) 測量接收機：頻率範圍 9KHz~7GHz



(十二) 高速鐵路營運調度模擬試驗室

1. 主要功能

高速鐵路運營調度系統的計畫編制、運行管理、供電管理、車輛管理、維修管理、客運調度等模擬研究與測試，高速鐵路綜合數據處理分析。

2. 主要技術指標

- (1) 系統關鍵設備的 MTBF $\geq 10^6$ h，顯示、操作等外圍設備的 MTBF $\geq 2 \times 10^4$ h
- (2) 系統可用性 $\geq 99.99\%$
- (3) 系統關鍵設備均有熱備援冗餘配置，支持熱插拔



(十三)客運服務系統試驗室

1. 主要功能

鐵路客票系統、自動售票、檢票、補票設備、旅客服務集成管理平台的試驗研究與性能測試。

2. 主要技術指標

- (1) 互聯網點擊請求 50000~100000 次/秒；短信請求 5000~10000 條/秒；呼叫容量 5000~10000BHCC。
- (2) 數據處理 2000 趟車/天。



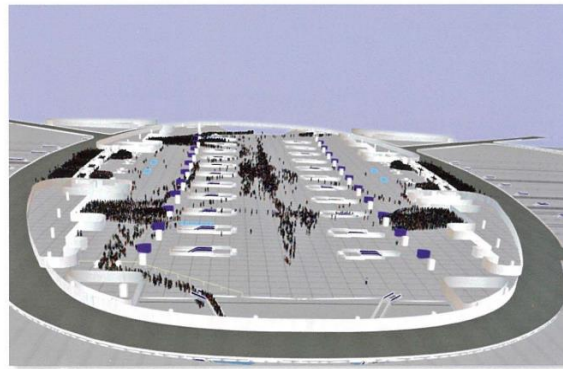
(十四)鐵道運輸模擬試驗室

1. 主要功能

列車技術作業過程、大型站場設施與行人組織、道路車流與樞紐交通疏解模擬與優化。

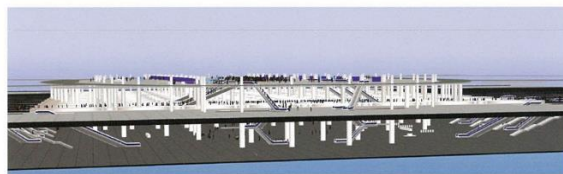
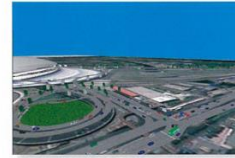
2. 主要技術指標

- (1) 模擬列車數量：500~1000 列；模擬車站線路：100 條；模擬道岔：≥ 500 組；
列車運行距離精度：≥0.1m
- (2) 城市模擬區域：可對城市一個區域多條道路進行模擬，模擬區域≤20km²
- (3) 模擬客流人數：可對場站客流組織，以及門廳、樓梯、自動扶梯、通道、場地、安檢、售票等設施進行模擬，客流人數≤10 萬人

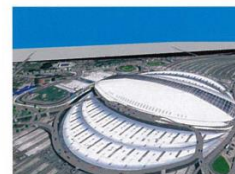


▲ 客运站候车厅客流聚集仿真 Simulation of Passenger Flow at Railway Station Hall

▼ 道路车流仿真
Simulation Car Flow on Road



▲ 客运站客流组织综合仿真
Comprehensive Simulation of Passenger Flow at Railway Station



▲ 大型客运站交通疏解仿真
Simulation of Traffic Organization at Large Passenger Station

(十五) 行車安全監控和緊急反應平台試驗室

1. 主要功能

鐵路安全監控應用系統、鐵路安全監督管理信息系統以及鐵路緊急反應平台綜合應用管理系統的性能測試與試驗研究。

2. 主要技術指標

(1) 鐵路貨運計量安全檢測監控系統

鐵路總公司、路局、站段、車站四級安全監控應用系統的互聯互通響應時間 ≤ 5 秒，系統不間斷工作 $\geq 7 \times 24$ 小時

(2) 5T 系統網絡資源整合

鐵路總公司、路局、站段、車站四級聯網系統響應時間 ≤ 1 秒，系統不間斷工作 $\geq 7 \times 24$ 小時

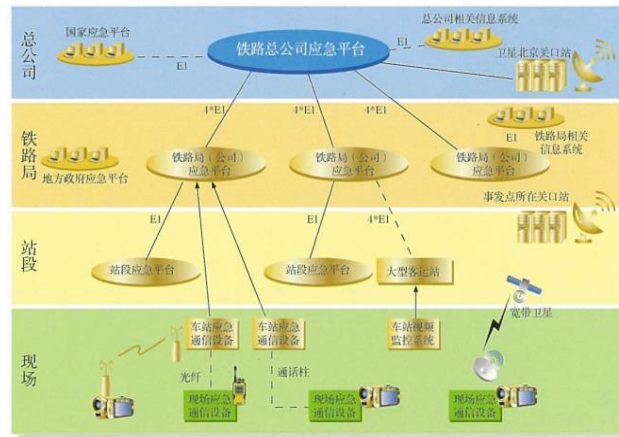
(3) 鐵路安全監督管理信息系統

鐵路總公司、路局、站段、車站、班組五級聯網系統響應時間 ≤ 5 秒，系統信息儲存 ≥ 36 個月

(4) 鐵路應急平台

支援接入 27 個以上的異構系統實時數據信息，覆蓋行車、設備監控、客流等海量專業數據處理；便攜式移動應急平台，支持 Andriod 版、windows mobile 版

▼ 指揮調度終端
Command and Dispatch Terminal



▲ 铁路应急平台体系 Multiple-Level Emergency Response Platform



▲ 铁路综合检测监控系统
Comprehensive Inspection and Monitoring System



▲ 铁路安全监督管理信息系统
Integrated Safety Monitoring and Management Information System



▲ 平台综合显示
LCD of Platform

(十六) 環保與節能試驗室

1. 主要功能

依托大型分析儀器、綜合化學、物理及勞動安全、毒理及清潔級動物、微生物(超淨)、聲學和鐵路聲屏障檢測 7 個試驗平台，發展軌道交通建設項目的環保節能綜合試驗檢測、職業病危害因素檢測與環境影響評價。

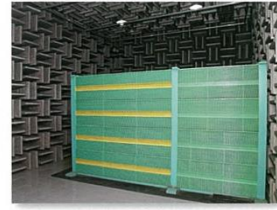
2. 主要技術指標

擁有原子吸收、原子螢光、液相色譜、氣相色譜/質譜聯用、多通道噪聲振動數據採集處理系統等儀器設備，滿足 GB、TB、UIC、AAR 等國內外技術標準的檢測要求。



▲ 动车组通过时噪声检测 Ambient Noise Measuring by EMU

▼ 隔音室测试声屏障 Sound Barrier in Anechoic Chamber



▲ 混响室 Reverberation Chamber



▲ 综合化学试验平台 Comprehensive Chemical Test Platform



▲ 气相色谱/质谱联用系统 System of Gas Chromatograph-Mass Spectrum

(十七) 高速綜合檢測列車

1. 主要功能

高速鐵路、幹線鐵路的軌道狀態幾何參數、輪軌力、弓網受流性能、通信信號設備狀態，以及鋼軌內部傷損、隧道襯砌、隧底狀態的綜合檢測試驗與專業檢查及接觸網安全參數檢測

2. 主要技術指標

(1) 高速綜合檢測列車速度： $\leq 400\text{km/h}$

(2) 檢測方式：動態同步檢測

▼ 弓網檢測系統
Pantograph-Catenary Inspection System



▲ 0 号高速綜合檢測列車
No.0 High-Speed CIT



▲ CRH380A-001 高速綜合檢測列車 CRH380A-001 High-Speed CIT



▲ 軌道檢測梁
Track Inspection Beam



▲ 信號檢測系統
Signal Inspection System



▲ 動力學檢測系統
Dynamic Inspection System

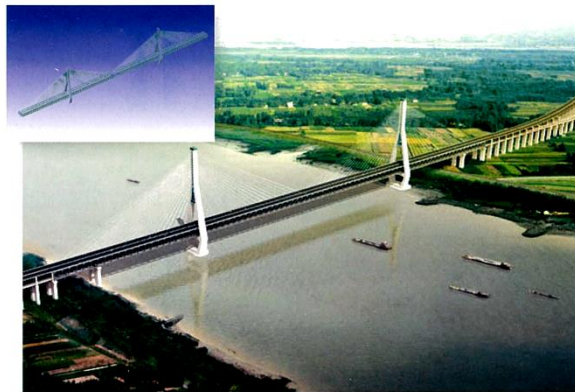
(十八)測試數據處理與試驗模擬中心

1. 主要功能

高速鐵路聯調聯試、綜合檢測及專業測試數據的收集存儲、數據分析處理及查詢與評估。基於 MSC、ABAQUS、ADAMS、PATRAN、DYTRAN、MULTIGEN、SIMPACK、HYPERWORKS、CFD++、VI-RAIL、IDL、CATIA 等系統模擬分析軟件，發展鐵路車、線、橋、弓、網等大系統流固耦合協同模擬、事故再現以及模擬試驗。鐵路關鍵零部件的優化設計與虛擬製造

2. 主要技術指標

- (1) 20 節點模擬計算集群，每個節點 CPU 2 顆 Intel Xeon 六核處理器，並行計算能力達到 1T flops。
- (2) 20 個刀片服務器，每刀片 CPU 為 2 顆 Intel Xeon 六核處理器。
- (3) 儲存空間 60TB

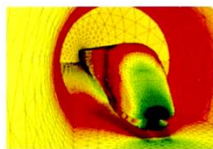
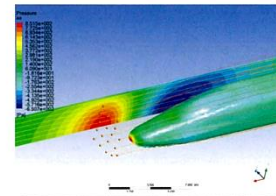


▲ 铜陵长江大桥动力分析模型图 Dynamic Analysis Modeling of Tongling Yangtze River Bridge

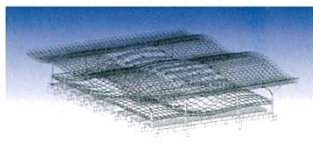


▲ 虚拟制造平台
Virtue Manufacturing Platform

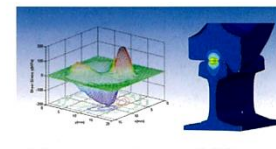
▼ 桥梁上声屏障计算压力云图
Calculated Pressure Nephogram of Sound Barrier on Bridge



▲ 列车通过隧道时的风压分析
Wind Pressure Analysis When Train Going Through Tunnel



▲ 武广铁路长沙站模态分析
Model Analysis of Changsha Railway Station



▲ 轮轨关系仿真研究
Wheel-Rail Interaction Simulation Study

三、北京西站 [3]

北京西站，又稱北京西客站，位於中國北京市豐台區蓮花池東路、西三環路附近，是北京市四大鐵路客運站之一，於 1996 年 1 月 21 日開通運營，當時是亞洲規模最大的現代化鐵道客運站之一。北京西站佔地 51 萬平方米，總建築面積為約 70 萬平方米，其中站房占約 50 萬平方米，車站設有 10 個月臺為特等站。



北京西站



瞭望北京西站客站全景

北京西站建成後，大大緩解了北京站的客運壓力。北京西站是中國兩大鐵路幹線—京廣線及京九線和一條高速鐵路幹線—京廣高速鐵路的客運列車始發站，從北京到中國的中南、華南、西南與西北等地區的旅客列車大多數都從北京西站始發終到。至 2011 年 5 月，北京西站日均接發列車超過 110 對，其中始發車約 100 對。

北京西站是北京市內交通樞紐之一，北廣場和南廣場均有公交樞紐，大量公交車從此始發；地下也建設有計程車站；而建設時預留的地鐵站已於 2011 年年底投入使用，亦為 7 號線和 9 號線的換乘站。



北京西站候車室



北京西站進站大廳

北京西站日發送列車設計能力為 60 至 70 對，但春運高峰期期間實際列車發送量卻高達 90 至 100 對，這種超負荷營運對車站設施造成很大的壓力。至 2003 年下半年，

鐵道部及北京鐵路局啟動了北京西站二期工程，在原有 6 個月臺的基礎上增設 7、8、9 三個月臺，工程完成後北京西站日發送列車設計能力提升到 137 對。同時，對車站月臺進行大規模改造，包括改善採光設施、改造雨篷、增高月臺等。

早於 1959 年已經提出、連接北京站與北京西站的北京地下直徑線於 2005 年 12 月開工，地下直徑線使北京站與北京西站同時具備來自京哈線等方向的旅客列車接發能力。



北京西站 6 號站台



北京西站站台

車站設計為雙島式月臺，車站主體總長 215.6 米，總寬 38.6 米，車站同時還設有 7 號線和 9 號線的列車聯絡線，以方便調度。

按照 1990 年代初北京西客站的建設規劃，鐵路北京西站是作為一個集火車站、地鐵站、公共運輸、郵電樞紐、商業服務、金融為一體的現代化特大型綜合性立體交通樞紐、多功能綜合中心，北京地鐵 7 號線和 9 號線將在北京西站底下穿過並設站，站台在地下約 17 米處，南北貫通西客站主體建築，為兩層雙道四線布置，並可實現站內換乘。



北京西站地鐵站站廳



北京西站地鐵站的 9 號線站台與預留軌道的 7 號線同站台換乘

在建設北京西站期間，就已經進行了預埋地鐵工程。北京西客站預埋地鐵工程包括地鐵區間、車站及折返線，採用南北走向，位置在蓮花河蓋板河、北京西站南站房、行

包通道、高架候車室及場區鐵路股道等地下穿過，採用明挖法施工。地鐵北京西站位於鐵路北京西站南、北站房之間的鐵路股道下方並與之正交，地面鐵路路軌面與地鐵站頂板距離約 1.5 米，北京西站高架候車室的立柱由地鐵車站支承，與地鐵車站大廳的立柱相對應。地下一層為站廳層，是北京西站的地鐵綜合大廳。北京西站的換乘設計參考了國外的經驗，為了實現火車和地鐵的近距離換乘，將原擬分散建設的幾個地道集中為一個 2 萬平方米的綜合換乘大廳，寬 86 米，長 217 米，貫通南北，東西側分別設 8 個和 9 個進站通道，南北端分別與鐵路西客站南、北站房的進站大廳連通。地鐵站月臺層面積 30,550 平方米，是 1 號線西單站的 2.35 倍，採用雙島式月臺、四線佈局，每個月臺寬 11 米。按照當時的規劃，地鐵建成後，地鐵乘客可由地鐵月臺的自動扶梯進入地鐵車站大廳，然後直接進入鐵路西客站南、北站房的大廳候車，而同時地鐵站站廳層也可以作為連接鐵路西客站南、北廣場的快捷通道，減輕對地面交通的壓力。

北京西站地鐵綜合大廳曾獲得 1996 年度的中國建築工程魯班獎。由於北京地鐵 7 號線和 9 號線多年來一直處於規劃狀態，因此地鐵北京西站的車站建築結構完成後多年來被閒置。為了配合地鐵 9 號線開通營運，北京西站地鐵綜合大廳於 2011 年 5 月開始進行封閉改造，同年 10 月底完成施工，期間主要工程包括將綜合大廳吊頂由原先的封閉式改造為通透式，滿足消防安全的需要，並進行管線的整體改造；同時在綜合大廳中央增設 4 道樓梯、8 部電動扶梯和 4 部升降機，又將綜合大廳中央改造成付費區及安裝刷卡閘機等設施。

四、北京北站 [4]

北京北站，是北京「四主鐵路樞紐」（北京站、北京西站、北京南站和北京北站）之一。原名西直門站，是原京張鐵路上的一個火車站，現在是京包鐵路和京通鐵路的終點站，位於北京市西城區境內。車站分東區和西區。北京北站辦理的業務包括旅客乘降、行李與包裹的託運、辦理整車、零擔貨物發到。已改造為高站台，站台上新建有鋼結構大型無柱防雨棚。北京北站的新站房於 2009 年 1 月投入使用，同時老站房作為文物保存。



北京北站

1988 年西直門火車站改名北京北站。西直門火車站在相當長的時期是北京鐵路客運的樞紐站。解放後，特別是北京站、北京西站的建成，成為主力客運車站後，北京北站的客流越來越少，僅有極個別班次在北京北到發，甚至很多人不知道西直門有火車站。這也導致北站設施過於陳舊，引出的客運線至今仍是單線鐵路。

隨著北京地區鐵路客運壓力明顯增加，原有的車站已經開始不堪重負。鐵道部開始重視發掘北京南站和北京北站的客運潛力。

從 2005 年起，北京北站西區（老車站的站台為現在的東區）開始進行大理石高站台改造，高度由過去的 0.7 米標準增加到現在的 1.25 米標準（與客運列車地板高度相同），並開始架設大型鋼結構無柱防雨篷，規模接近現有的北京站、北京西站，鐵路線路採用新型無縫鋼軌，使用國產 II 型鋼筋混凝土軌枕，代替先前使用的木枕，信號系統改造為新型的計算機集中連鎖、自動化、智能化控制。

2007 年在車站的南側開工建設新的主站樓，由鋼筋混凝土框架結構搭築，工程為二類高層建築，使用年限為 50 年。北京北站新站房比老站房向南延伸更接近西直門立交橋以及西直門交通樞紐。

北京北站主站房在站台南端盡頭，呈南北縱向盡端式鐵路站場。主站房分為地上六層、地下兩層。現站房總建築面積 2.14 萬平方米，高度 31.5 米。

站房北面全部採用玻璃窗設計，南面即是進站口。站房前有兩個同往地下一層大廳的通道。通過地面候車室可以直通站台，地面候車廳內有通往地下候車廳的樓梯。共有 11 個站台全部為港灣式，11 條到發線。乘客出站可由站台直接到達地下一層。

通過主站房門前的兩個地下通道，和地鐵轉乘大廳可以到達地下一層。地下一層與西直門交通樞紐相通，臨近北京地鐵 2 號線、地鐵 4 號線和 13 號線出入口。本層設有

地下進站口，東西兩側分別設有地下東、西售票廳。地下候車廳直通站台。乘客由地下一層換乘公車、地鐵。

北京北站建置有車站智能系統，將廣播、監控、火警及站區資訊整合成為管理工作站，由 192 員工輪流排班自行維護。北京北站、北京西站實行一體化管理，北京西站不另設獨立的行政管理機關，北京北站職能科室對北京西站業務實行垂直管理。



北京北站港灣式站台



北京北站站台，S2 線市郊列車正要發車

五、北京南站 [5]

北京南站位於北京市豐台區與東城區交界處，南二環外，是北京鐵路樞紐規劃中「四主三輔」七大客運站中的主要客運站之一，京滬高速鐵路和京津城際鐵路的始發站。它的前身是 1901 年的永定門站，到 1957 年至 1958 年擴建為輔助客運站，2006 年至 2008 年拆除重建。現在的北京南站總建築面積 30.94 萬平方米，為涵蓋國家鐵路、地鐵、公共汽車等多種交通方式的大型現代化交通樞紐。北京南站國鐵 2011 年全年發送旅客 1909 萬人。目前北京南站的等級為一等站，曾是北京站下屬的站管站，2011 年 11 月升格為路局直屬車站。

2008 年啟用的北京南站工程包括站房、地下汽車庫、高架道路、構成屋面的站台雨棚和位於站房南北兩側的獨立綜合樓，佔地面積 49.92 萬平方米，總建築面積 30.94 萬平方米，其中站房主體建築面積 25.2 萬平方米，雨棚投影面積 7.1 萬平方米。車站設有 13 個站台 24 條股道，承擔京津城際鐵路、京滬高速鐵路和部分京滬線普速鐵路的始發終到任務。同時，將北京地鐵 4 號線、14 號線、地面公車等多種交通方式直接引入車站，方便乘客換乘。



瞭望北京南站



北京南站候車區及檢票口

北京南站受到鐵路線路的制約，車站的走向與北京傳統的棋盤格局並不平行，而是有一個 42° 的夾角。由於北京南站建築體量很大，設計中採用了橢圓形的形態以避免車站建築和棋盤格局的衝突。車站的設計理念來自於天壇祈年殿，建築師在屋頂中設置了三個層次，中間是站房，東西兩邊則是對稱的弧形雨棚，雨棚又各分為兩層，這樣一來就組成了三層屋頂，從中間到兩邊逐級降低，與祈年殿的三層屋頂類似，又和扇貝的形狀相仿。

北京南站主體共有 5 層，地上 2 層，地下 3 層，站台位於地面層。旅客主要通過高架層候車進站，地下一層也設計有快速進站口。來自地下一層、地面進站口的旅客通過位於站房南北兩端的公共空間進入高架層候車進站；而高架層東西兩側也有進站口，這兩個進站口與站房外側的高架道路相通。出站的旅客則從地下一層出站（稱作「上進下出」），在地下一層換乘大廳選擇乘坐地鐵、地面公車或者計程車。地下一層的換乘大廳中心為地鐵付費區，換乘大廳東西兩側為計程車待客區，再向兩側則有夾層（地下一層標高 -11.500m，夾層標高 -7.800m，地面層為 0.000m）用於停放社會車輛。地下一層南北兩側設有公車站，地下二層為地鐵 4 號線，地下三層為正在建設的地鐵 14 號線。

高架層為橢圓形（與包括雨棚的建築整體相反，站房的橢圓長軸為南北向），長軸約 350 米，短軸約 195 米，南北兩端為上下貫通的進站廳，在站房屋頂中間軸線處設置天窗以獲得自然採光。雨棚上方也大規模設置天窗。在地下層的牆面採用了一面紅牆，對面是商業設施的白色牆面，突出對比效果。在高架層和地下一層共設有 8 個人工售票處和 76 台自動售票機。

北京南站的建設突出環保、節能等理念，在高架候車亭屋頂中央採光帶，在眾多大型火車站中首次採用太陽能發電，在中央站房的屋面布設了 4186 塊太陽能電池板，面積達 6700 平方米，每年可發電約 18 萬千瓦時，北京南站主要靠市政供電，太陽能發電

系統在白天開啟，這項節能技術能解決北京南站 48.7%的總體供電需求，輔助解決車站用電問題。在北京南站西側有一座市政的污水泵站，設計者由此也把污水源作為節能設計納入考慮，利用城市原生污水冬季水溫高於大氣溫度、夏季水溫低於大氣溫度的特點，冬季從污水取熱氣供暖，夏季排熱制冷。北京南站空調採用熱電冷三聯供和污水源熱泵技術，利用先進的燃氣輪機或燃氣內燃機燃燒潔淨的天然氣發電，再對做功後的餘熱進一步回收，用來制冷、供暖和生活熱水，從而實現對能源的梯級利用。這種供電方式能夠非常便利地規避季節性用電高峰期的缺電現象，是中國大陸使用同類節能環保技術中規模最大的工程。它讓天然氣的一次能源利用率從 35%提高到了 85%以上，還利用了城市污水源地熱。該系統的年發電量占站房年用電量負荷的 49%。通過使用太陽能這樣的綠色能源，北京南站一年可減排 100 多噸廢氣，替代 60 噸標準煤。不僅如此，北京南站還充分地利用了空間。

北京南站天花板以簡潔的條狀格柵裝飾，節能照明燈點綴其間，大面積的採光窗達到裝飾效果，又能充分利用自然光改善站廳和站台的候車環境。即便是候車大廳外的內環車道，外側圍牆也採用透明的玻璃幕牆，在分隔站房與站台雨篷兩大功能區的同時，又不阻擋視野，旅客透過玻璃幕牆，不僅能看到站台雨篷、光潔的屋檐，還能飽覽南站周邊的綠化景觀。色彩也簡潔明快，從裡到外以白色、銀灰色為基調，只在局部區域以紅色點綴。到地下換乘大廳的出站通道，紅的牆體起到修飾地下空間，有引導旅客出站方向的作用。

北京南站不單是中國建築規模最大的火車站之一（目前最大車站為杭州東站，建築面積 100 萬平方米），也是現代化程度最高的車站，全站編制僅有職工 260 人，實際使用 150 人，其中客運人員 120 人。先進的客服自動化集成平台以及自動化售檢票系統，使北京南站依靠少量人員提供高品質人性化服務，他們通過客服資訊系統、集成控制平臺等現代化管理手段，實現北京南站依靠自動化設備設施為主、人工服務為輔的新的管理模式的轉變，為旅客提供可與航空業相媲美的優質服務。全站大量採用自動售票和自動檢票系統，大大提高了旅客通過速度。

北京南站實行一體化管理，北京南站不另設獨立的行政管理機關，北京站職能科室對北京南站業務實行垂直管理。客運組織方面，北京南站負責客運乘降組織、售票組織、旅客服務等工作。車站候車室主要採用先候車後檢查模式，實行開放式候車。旅客候車、

乘降主要利用廣播、引導、票面顯示和自動問詢等方式實現自助服務。對發電站、鍋爐、電梯、空調、壓力容器、壓力管道、查危險設備等需要專業性較強的設備設施，北京南站在採購契約中明確提出由供應商提供售後服務，無售後服務的，借助社會力量委託專業企業進行維修保養。車站站體保護、車站停車場管理以及綠化養護、餐廳、浴室、倉庫等後勤保養工作，以契約方式執行市場化運作，降低保養成本。北京南站環境衛生保養、綠化養護工作與 3 家專業保潔公司簽訂契約，由專業保潔公司負責。

北京南站室內照明主要採用大功率、高效節能的金屬鹵化物燈具，達到明亮的暖白色空間效果。室外照明以內透光為主，輔以 LED 照明，達到建築物通體透明。具視覺衝擊力，展現綠色照明節能理念，呈現照明、光源、燈具和建築的協調。北京南站以開放的設計理念和風格為基礎，其站房照明設計是建築中重要的組成部分。北京南站房的照明設計是依據建築特點和建築功能要求，經過詳細的分析計算，為整個車站提供完美的視覺效果。北京南站站房照明設計原則：

- a. 適應建築環境和使用環境，和建築有機結合。
- b. 採用先進的照明理念和綠色照明光源。實現照明的安全性、舒適性、新穎性和燈具的高效率，避免眩光、減少光污染。
- c. 層次要分明。點、線、面結合，曲、直結合。
- d. 在整個營運過程中具有優良的性價比。照度標準和能源耗損標準依據中國大陸國家標準《建築照明設計規範》，同時參考國際相關行業標準，訂定相關區域的照度水平。為了達到上述目標值，北京南站照明設計綜合考慮 6 個方面的基本要素。好的照明是沒有閃爍，沒有眩光，色溫自然，視覺不疲勞。北京南站各大廳空間較大、淨空高，在滿足照度要求的同時，也需要克服眩光，選用了遮光角大於 300 的截光型燈具；公共場所照度要求均勻，布置燈具的距高比應不大於所選燈具的最大允許距高比；火車站震動較大，站台和天橋選用防震燈具。北京南站各重要區域選擇的燈具和光源如下：出發層照明布置；出發層位於站房高架層，中央候車大廳的照明要達到明亮的暖白色空間效果。落客區採用安裝於螢幕牆上的 400 W 上照金屬鹵素（高壓鈉氣）燈照射天花板，利用二次反射提供地面照明，光源色溫：4000 K，平均照度：200 lx；中央候車大廳，採用安裝於採光窗兩側鋼梁側壁的 400 W 偏光平窗投光燈具直接照射地面，光源色溫：4000 K，平均照度：300 lx；中央候車大廳兩側，採用安裝於天花上的 250 W 嵌入式金屬鹵素燈筒燈照射地面，光源色溫：3200 K，平均照度：300 lx；中央候車大廳天花採用 250 W 上照金屬鹵素燈照射天花板，提供一個暖色的空間背景，光源色溫：3200 K。站台層照明布置，出發大廳層下面的站台區，安裝 150 W 嵌入式節能筒燈照射站台地面。

光源色温：4000 K，平均照度：250 lx。雨篷結構下的站台安裝 250W 嵌入式金屬鹵素燈筒燈照射站台地面，光源色温：4000 K，平均照度：280 lx。雨篷的天花照明採用 250 W 壁裝投光燈具照射，形成一個温暖的照明背景，光源色温：3200K。雨篷照明燈具在每個網架上安裝 4 套寬光束燈具體積小的 250W 雙端金屬鹵素燈光源和 4 套窄光束燈具。分層布置在不同的高度上，將燈具儘可能地和鋼架融合在一起。到達層照明布置：到達層大廳的照明要達到明亮的暖白色空間效果。地鐵售票處採用 150W 窄光束金屬鹵素筒燈照射售票區域，光源色温：3200 K，平均照度：300 lx；出站大廳採用 150W 金屬鹵素燈筒燈照射地面，光源色温：3 200 K，平均照度：245 lx；出站採用 150 W 窄光束金屬鹵素筒燈照射售票區域，光源色温：3200 K，平均照度：300 lx；公共汽車換乘站採用 2x58W 明裝防水支架燈照射站台區域，光源色温：4000 K，平均照度：196 lx；地下一層設備用房採用防水支架燈，光源色温：4000K，平均照度：200lx；地下一層停車場採用防水支架燈。光源色温：6000 K，平均照度：80—122lx。外部景觀照明：景觀照明的外部照明設施不應妨礙車站的正常使用，不應在各種通道上形成障礙，並避免眩光，減少其它光污染。外部區域採用建築特色塑型燈具予以描繪，以達到生動的視覺效果。外部屋頂採用可變色條形 LED 燈帶勾勒出屋頂輪廓。採用專業 LED 控制系統。北側通道的開放區域採用 250W 壁裝金屬鹵素泛光燈具照射建築物外立面，光源色温：3200 K；南側通蜂水景內採用 12 V/300 W 水下燈具及全彩 LED 投光燈具照射水面及通風建築物外立面，光源色温：3200 K；外部屋頂泛光照明是利用室內光線的外透來達到照明效果，光源色温：4000K；建築外立面挑檐照明燈具採用小體積照明燈具，可水平向上安裝照射天花板。提供一個比較亮的背景，光源：PAR56/12V/300W，光通量：3300lm，色温：3 000K，防護等級 IP 65。景觀照明系統具有在四個場景方案之間切換的功能：1. 重大節日；2. 一般節日；3. 平日前半夜；4. 平日後半夜節能和舒適度節能及日間照明節能。

北京南站建築特點是採用彩釉玻璃屋面，大量應用自然光進行日間照明，通過選擇合適的光學材料，有效控制進入建築內部的自然光，達到低眩光、均勻柔和的照明效果，使自然光成為一個可控制的照明光源。採用自然光可永久性節能，大大降低運行維護費用。夜間照明節能：夜間照明和日間無自然光區域的照明主要依靠選擇高效率的節能筒燈和金屬鹵素燈照明來實現。兩種燈具從發光效率和使用效率上看，是目前人工照明較好的選擇。經過比較計算，選擇燈具效率>65%的節能產品，能够很好地實現整個建築

的節能目標。通過公式的計算建築的照明效能值：北京南站採用的主要照明光源。其光效均勻 $>40 \text{ lm/W}$ 。滿足照明節能的要求。照明供電與控制的結合，傳統的大面積照明，其控制範圍與照明供電範圍是一致的，給使用帶來諸多不便，設計時若兩者兼顧。就不得不犧牲某一方面的合理性。

北京南站採用了 ABB 公司 i—bus 智能照明控制系統，使得供電和控制均可以按各自合理的方案設計。首先按供電分區、照明區域、防火分區、功能劃分等因素，綜合考慮建築條件，確定在各個分區設置照明配電室，以獲得最短的供電距離。展現合理配電。公共區域的正常照明被均勻分為兩組，採用雙電源交叉供電；緊急照明通過雙輸入電源的 EPS(緊急電源系統)供電，EPS 安裝在各分區照明配電室；不同功能的照明則分別供電和控制。現場手動與遠方自動控制相結合，在各照明配電室和消防控制室通過 i—bus 系統、FAS(火災自動報警系統)執行對公共照明的控制，為用戶提供最大的便利性和靈活性。設備、管理用機房的照明按常規就地控制，其緊急照明可在緊急狀態下，經 FAS 系統集中驅動 EPS 裝置上的執行終端，強行點亮。當 EPS 兩路市電均失電時，i—bus 系統可根據 EPS 發出的失電信號自動接通緊急照明。為了使用安全、方便、節能，照明採用靈活的智能控制方式，和車站設備監控系統整合為一體，達到真正節能和舒適的使用效果。舒適度上的考慮：北京南站設計中在高架候車大廳的兩側和地下出站廳兩側結構柱、站台雨篷等人員密集區增加了部分上照燈光，主要有兩個方面的功能：光通過空間形成二次反射光。產生使人舒適、柔和的漫射光，提高空間照度，適合人的視覺生理要求；另外，照亮的建築頂部，平衡了採光窗周圍陰暗區太大的明暗對比。也減小了直接照明燈具和它的背景的明暗對比，降低眩目感，提高舒適度。二次反射燈具的位置按照建築一體化的要求定位，實現光不見燈的效果。光學方面採用先進的平窗照明技術。高效、舒適。維護燈具的安裝功能：根據建築模擬數據和結構特點選擇最佳安裝位置，效率高而且便於維護，從整體上能夠滿足建築對照明的一體化設計要求。大型站房空間大，選用的燈具維護更換要方便。不應選用安裝在格柵燈具內的螢光燈，以免更換燈管困難，維護工作量大。一些封閉式刻花玻璃罩的燈具。由於不嚴密，飛進小虫、容易累積灰塵等考量，燈亮後遮光，燈具底部呈黑色，清理難度大。應選用壽命長、更換周期長的高效節能光源。藝術性燈具有照明和裝飾兩重功能，選擇燈具要和建築裝飾功能結合起來，使照明和建築藝術相協調。設計時建築專業應展示出藝術要求，機電設

計人員在滿足照度的同時，還需兼顧美觀和藝術需求，這需要建築、機電設計人員、設備供應商密切配合。

六、北京站 [6]

北京站，亦可稱北京火車站或北京車站，是北京鐵路局轄下的鐵路客運特等站之一。車站坐落於北京市東城區東二環以內、東長安街以南、原北京內城城牆以北、崇文門與東便門之間。車站佔地面積 25 萬平方米，總建築面積 8 萬多平方米。車站月台為地上月台，共有 8 座港灣式月台，站內股道 16 條。

北京站是北京鐵路樞紐的一個重要部分，一直以來北京站始發的旅客列車發往全國各地，而北京西站建成投用之後分擔了大部分京廣、京九、京原線方向列車的運輸任務。目前，北京站主要負責接發經由京滬線、京哈線往華東、東北方向的列車。截至 2011 年 4 月，北京站日均接發旅客列車約 90 對，其中始發車 80 對。另外，北京站也負擔接發往俄羅斯莫斯科、蒙古烏蘭巴托和朝鮮平壤的國際聯運旅客列車。



北京火車站

車站在建成之時擁有 12 條股道和 6 個帶雨棚的月台。站房大樓坐北朝南，建築雄偉壯麗，同時具有濃郁的中華民族傳統風格和蘇聯的史達林社會主義建築風格。12 個旅客候車室總面積達 14000 平方米，可以同時容納 14000 名旅客候車。大樓內旅客候車室、母子候車室、電影廳、遊藝廳、旅客餐廳、郵局、醫務室等設施一應俱全。車站站房樓頂裝設了兩座大理石鐘面的四面大鐘，會在每天早上 7 點到晚上 9 點的正點時分敲響鐘聲並播放樂曲「東方紅」，成為北京站的一大特色。

新北京站建成使用後，運輸能力比以前的前門東火車站大大提高，開始擔負越來越繁重的運輸任務，並一直是北京市內最重要的鐵路客運站，也是全中國客流量最大的車

站。開行列車對數和客流量逐年增加，1959 年開行列車 33 對；1966 年開行列車 40 對；1978 年開行列車 61 對；1985 年開行列車 78 對；1993 年已達到 82 對。運送旅客人數由 1950 年代末的每年 600 多萬人、1960 年代末的 800 多萬人、1970 年代末的 1500 萬人，到改革開放後猛增到 3000 萬人以上。為緩解北京站的運輸壓力，北京市政府和鐵道部在 1980 年代末開始規劃建設北京第二個鐵路客運站，至 1996 年北京西站(西客站)建成，為北京站分擔了京廣線、京九線等線路的運輸壓力，北京站的年客流量才回落至 2000 萬人以下。

2012 年 4 月，已經完成電力化改造後的北京站 1976 年以來，北京站開始對客運服務設施進行現代化改造，相繼建立電腦制票、電視監控、無線通信、自動廣播等系統，並歷次進行月台延長施工，月台有效長分別增至 497 米至 603 米，以適應列車編組擴大的需要。1988 年，由上海電鐘廠生產的中國第一塊大螢幕顯示系統安裝在北京站廣場。1998 年 5 月至 1999 年 9 月，鐵道部和北京市實施北京站抗震加固大修改造工程，實現「風格依舊、面貌一新、功能齊全、科技領先」的構想，引進使用中央空調系統、客運引導揭示系統、客運多功能廣播系統等功能。2003 年 6 月 18 日，北京站開始進行擴能技術改建，北京站新建了兩個月台(七月台、八月台)、三股列車到發線、一個面積 20,513 平方米、專門存放行李包裹的大型行包庫，並拆除原有混凝土雨棚，改建為全國首創的鋼結構無站臺柱大跨度連續拱式雨棚，改建原有 1 至 6 月台並抬高到 1.2 米，向西延長兩條到發線，向南延長高架候車通廊等。

2008 年 7 月改建完成的北京南站成為京津城際鐵路的始發站，繼續分擔了北京站始發城際列車的運輸壓力。而連接北京站和北京西站的北京地下直徑線在 2005 年 12 月動工，在 2013 年 7 月順利貫通。開通運營後，北京站將由盡頭式車站轉成通過式車站，北京站與北京西站同時具備京哈、京廣等多方向的幹線旅客列車接發能力。

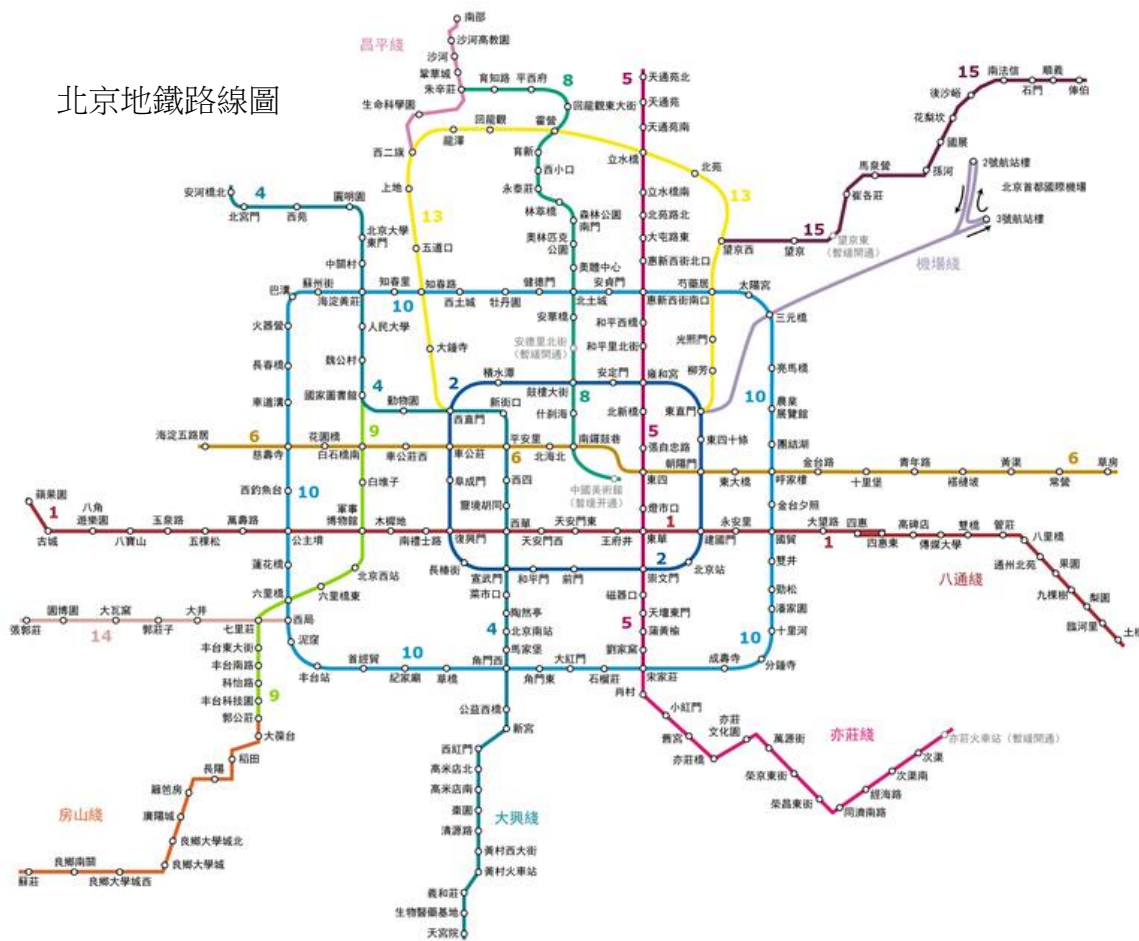
七、北京地鐵 [7]

北京地鐵截至 2014 年 2 月，共有 17 條運營線路(包括 16 條地鐵線路和 1 條機場軌道)，組成覆蓋北京市 11 個市轄區，擁有 277 座運營車站、總長 465 公里運營線路的軌道交通系統。北京地鐵的規劃始於 1953 年，始建於 1965 年，最早的線路竣工於 1969 年，4 號線、14 號線和大興線的運營公司是北京京港地鐵有限公司，其餘線路的運營公司為北京市地鐵運營有限公司。北京地鐵 1 號線全長 31.04 千米，設 25 座車站和 2 車

輛段。北京地鐵 4 號線全長 28.165 千米，設 24 座車站、1 個車輛段和 1 個停車場。4 號線早上尖峰最小行車間距已縮短至 1 分 43 秒。北京地鐵 5 號線全長 27.6 公里共設 23 座車站，地下 16 座，地上 7 座。

2014 年 3 月，北京地鐵的工作日日均客運量在 1000 萬人次以上，並且在 2014 年 4 月 30 日創下單日客運量最高值，達到 1155.95 萬人次。目前，北京地鐵正在進行大規模建設。預計到 2016 年底，北京地鐵運營總里程將達到 660 公里以上。

北京地鐵路線圖



北京地鐵路線圖

除了 6 號線和 14 號線之外，各線路供電方式均為直流 750V 第三軌供電；而上述兩條線路採用直流 1500V 接觸網供電。6 號線、15 號線、昌平線和房山線設計最高時速 100 公里；機場線列車為直流電機驅動，設計最高時速 110 公里；其餘線路車輛設計最高時速 80 公里。第四代行動通訊技術標準(the fourth generation of mobile phone

mobile communication technology standards)4G 通信已設置完成可涵蓋北京全部地鐵線路。



4 號線魏公村站



地鐵 13 號線龍澤站

目前北京地鐵 1 號線、2 號線、4 號線、5 號線、8 號線、9 號線、10 號線、13 號線、15 號線、八通線、大興線、昌平線、房山線、亦庄線為 6 節 B 型列車編組（八通線和 13 號線原為 4 節車廂編組，現在也已經擴編成 6 節）。雖然北京地鐵採用縮小間隔的方法提高運力，但是在低票價所帶來的大客流量之下，6 節編組的 B 型車輛內仍顯十分擁擠。因此後續新建的線路中，6 號線採用了 8 節編組 B 型車輛，而 14 號線採用了 6 節編組 A 型車輛，較同樣是 6 節的 B 型車輛更寬也更長。在建線路中，7 號線也將採用同 6 號線相同的 8 節編組 B 型車輛，而 16 號線計劃採用更大的 8 節編組 A 型車輛。機場線為 4 節車廂編組。

大部分列車內設有 LED 滾動顯示屏和 LED 指示燈線路圖，可以顯示列車運行前方的車站。大部分列車配備液晶顯示屏，可以轉播電視節目和顯示部分乘車信息，但各條線路列車顯示內容尚無統一標準，對乘客而言並不方便。

自 5 號線開始，北京地鐵的新線車站內都有裝飾，增強了車站的美感。8 號線的各个車站的裝飾更是華麗：如北土城站的青花瓷設計、森林公園南門站的森林設計等。

為了維護奧運會和殘奧會的安全，北京地鐵於 2008 年 6 月 29 日啟動了安全檢查。乘客進入地鐵需要接受金屬探測器的探測，乘客的行李必須接受 X 光機的檢查，還有警犬參與檢查。在奧運結束之後，安檢的措施被保留下來。

在韓國發生多次嚴重的地鐵事故（如 2003 年 2 月的大邱地鐵縱火案）之後，北京地鐵改進了緊急安全疏散標誌、疏散導流障礙警示標誌和消防器材標誌等設備以應對突發事件。

為保證乘客的人身安全，從 5 號線開始，新建的北京地鐵線路設置了月台門或半高式月台門，將乘客與地鐵隧道隔離。由於沒有月台門，1 號線和 2 號線經常發生乘客跳下月台和臥軌的事件。為了乘客的安全，未安裝月台門的 1 號線、2 號線、13 號線和八通線將加裝月台門。13 號線和八通線的月台門加裝工程於 2012 年 8 月開始，加裝工程預計 2013 年年底完成，但由於需要調試，預計 2014 年才能投入使用。安全防範能力方面，北京地鐵除繼續推進加裝安全門、另外亦將提高視頻攝錄影像監控覆蓋等措施，目前正在進一步推進 1 號線、2 號線、4 號線、5 號線、10 號線、13 號線和機場線、大興線、八通線等 9 條地鐵線路的視頻攝錄影像監控系統新設及改善工程，進一步提高視頻攝錄影像監控覆蓋面



8 號線北土城站的青花瓷裝飾信息板



5 號線的月台門

第四章 大陸城市軌道交通車站機電系統

一、環控系統 [8]

(一)環控系統的組成

1. 風系統：風系統指空調、通風系統，包括空調機、風機、風閥與風管路(風道)設備，可分為隧道通風系統、空調大系統和空調小系統。通風空調系統示意圖如圖 4.1-1 所示。

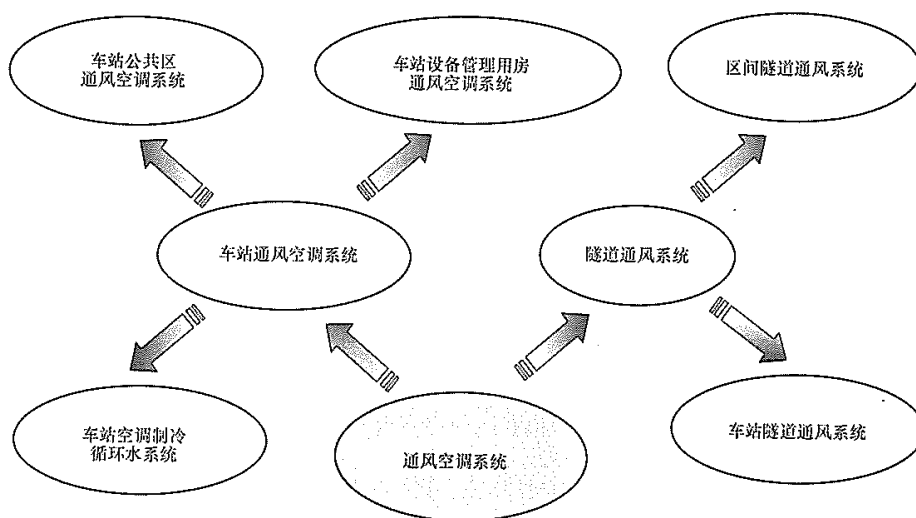


圖 4.1-1 通風空調系統示意圖

- (1) 隧道通風系統分為區間隧道機械通風(兼排煙)和車站隧道通風兩部分。隧道機械通風的主要設備有隧道風機、推力風機、噴流風機及相關的電動風閥；車站隧道通風的主要設備為軌道排風機、電動風閥和防火閥。活塞風是列車在隧道內運行過程中的強迫氣流形成的陣風，通過隧道和隧道活塞風道進、出。
 - (2) 車站站廳、月臺公共區的製冷空調及通風(兼排煙)系統，簡稱空調大系統，由組合空調機、回、排風機、新風機、排煙風機、各種風閥及防火閥等組成。
 - (3) 車站管理及設備用房空調通風(兼排煙)系統，簡稱空調小系統，由小空調機、排風/排煙風機、風閥、防火閥等組成。
2. 車站空調水系統：車站空調水系統指各車站為供給其大、小系統空調用水所設置的製冷系統，由冷水機組、水泵、冷卻塔、水閥與管路等設備組成。

3. 集中供冷系統：集中供冷是指將相鄰 3~5 個車站的空調器用冷凍水滙集到某一處集中處理。冷凍水再由二次冷凍水泵和管路長距離輸送到各車站，以滿足車站所需的冷量。集中供冷系統可分為以下三部分。

(1) 製冷系統環路：主要由冷水機組、冷凍水一次泵、冷卻水系統及其附屬設備組成，主要功能是根據營運要求所編製的時間表和各車站負荷的變化，起動或停止冷水機組的運行，為各車站提供滿足空調用水要求的冷凍水。

正常營運時，根據二次環路的實際冷負荷值，同時分析二次環路上的溫度測點值及末端比例積分二通閥的開度，確定一次環路中冷水機組的開啟台數，並進行相應的聯鎖控制。冷水機組的主控制器實現冷水機組與一次冷凍水泵聯動，一次冷凍水泵與冷水機組成唯一對應關係。

(2) 冷凍水二次環路：由二次冷凍泵、變頻器、管網等組成，主要功能是實現冷凍水的遠距離輸送，並通過監視末端的閥門開度和壓力差，計算出末端的冷負荷，進而改變二次泵的供電頻率(變頻)來滿足車站實際冷負荷的需求；二次泵的變頻由末端壓差控制。

由於管路長，水網穩定性差，各站的分流管上需要加裝水力平衡閥進行水力平衡和減壓。

(3) 末端設備：主要由各車站的組合空調器、風機盤管及前後的控制閥門組成。組合空調器(或落地式風機盤管)過水量受其出水管上的比例積分二通閥控制。而控制比例積分二通閥開度的信號是由設置在月臺、站廳的溫度探頭，經車站 PLC 計算後發出的。車站 PLC 可將月臺、站廳及進出水溫度通過網絡傳給冷站控制室。

(二)環控系統的製式

環控系統的製式一般分為開式系統、閉式系統和遮罩門系統三種。

1. 開式系統：開式系統是應用"活塞效應"或機械的方法使地鐵內部與外界交換空氣，利用外界空氣冷卻車站和隧道。站與站之間設置通風井，車站內有空氣調節。正常運行時，所有通風井全部開啟，讓外界空氣和隧道內空氣互相交換。

開式系統多用於當地最熱月的月平均溫度低於 25°C 且運量較小的地鐵系統。

開式系統中地鐵內部與外界交換空氣的方式分為活塞通風及機械通風兩種。

(1) 活塞通風：當列車的正面與隧道斷面面積之比(稱為阻塞比)大於 0.4 吋，屬於活塞效應通風。

活塞風量的大小與列車在隧道內的阻塞比、列車行駛速度、列車行駛空氣阻力系數、空氣流經隧道的阻力等因素有關。利用活塞風來冷卻隧道，需要與外界有效交換空氣，因此對於全部應用活塞風來冷卻隧道的系統來說，應計算活塞風井的間距及風井斷面的尺寸，使有效換氣量達到設計要求。實驗表明，當風機間距小於 300m、風道的長度在 25m 以內、風道面積大於 10m² 時，有效換氣量較大，在隧道頂上設風口效果更好。由於設置許多活塞風井對大多數城市來說都是很難實現的，因此全"活塞通風系統"只用於早期地鐵，現今建設的地鐵多設置活塞通風的聯合系統。

- (2) 機械通風：當活塞通風不能滿足地鐵排除餘熱與餘濕的要求時，應設置機械通風系統。

根據地鐵系統的實際情況，可在車站與區間隧道分別設置獨立的通風系統。車站通風一般為橫向的送排風系統；區間隧道一般為縱向的送排風系統。這些系統應同時具備排煙功能。區間隧道較長時，宜在區間隧道中部設中間風井。對於當地氣溫不高、運量不大的地鐵系統，可設置車站與區間連在一起的縱向通風系統，一般在區間隧道中部設中間風井，但應通過計算確定。

2. 閉式系統：閉式系統能使地鐵內部基本上與外界大氣隔斷，供給滿足乘客所需的新鮮空氣量。夏季需要空調時，整個地下區間及車站除兩端隧道洞口、車站出入口和空調有新風外，車站及區間基本與外界相隔絕。車站一般採用空調系統，而區間隧道的冷卻是借助於列車運行的"活塞效應"攜帶一部分空調冷風來實現的。該系統在車站兩端設通風井，因車站內有空調，故正常運行時所有通風井都關閉，以防外界空氣從風井流入隧道。

閉式系統的基本特點是車站空調製冷系統不僅承擔車站乘客、機電設備熱和新風負荷，還必須承擔列車運行熱(包括列車制動和空調的產生熱)。因此，車站冷負荷、空調風量、環控設備容量大，會帶來土建規模、環控裝機容置、耗電量大等一系列問題。此外，由於車站和區間完全溝通，車站受活塞風影響較大，乘客在出入口、扶梯、月臺候車時可明顯感覺到活塞風。

(三)車站環境控制系統運行模式

車站環境控制系統運行模式為空調運行、全新風運行和事故運行三種模式。

1. 空調運行在夏季，月臺、站廳的溫、濕度大於設定值時，啟動空調系統，向月臺和站廳送冷風。通過送、回風溫、濕度變化調節新風與回風的比例及進入空調器的冷水量，保證月臺、站廳的溫、濕度要求。

2. 全新風運行主要是在春秋兩季，當室外空氣的焓低於站內空氣的焓時，起動全新風機將室外新風送至車站。
3. 車站事故通風是當月臺層發生火災時，關閉月臺層送風系統及站廳層回/排風系統，起動全新風風機向站廳送風，由月臺層回/排風系統將煙霧經風井直接排向地面。

(四)車站設備房及管理用房空調及通風系統

車站設備房及管理用房包括站長室、站務室、車站控制室、公安人員室、月臺服務室等房間，管理人員較為集中。為提高各房間的空氣調節效果，一般採用分體式空調機組，同時另外設置機械送排風系統，提供新風和其他季節的通風換氣。除此之外，還要對車站降壓變電所、環控機房、車站出入口等地方採用機械送排風的措施。

(五)區間隧道通風及機械通風系統

區間隧道通風系統由車站兩端端頭井內設置的事故/冷卻風機與兩邊隧道相接的活塞風井、隔斷風門、旁通風門等組成。區間隧道的運行模式主要有正常運行、堵塞運行和事故通風三種。

當列車正常運行時，利用列車在隧道內高速運動產生的活塞效應從車站一端風井引入新風，經過區間隧道由下一站風井排風。列車停靠車站時列車下部的制動發熱量和頂部的空調冷凝發熱量由月臺排熱通風系統進行排放。

堵塞運行是當列車因故滯留在區間隧道時，為使列車空調器正常運轉，關閉列車後方站事故機房內的旁通風門，事故風機向區間隧道送入新風，前方站事故風機將區間隧道內的空氣排至地面。區間內的氣流方向應與列車的行進方向保持一致。

事故通風是當列車在區間隧道內發生火災時，區間隧道一端的事務風機向火災區間送風，另一端事故風機將煙霧經風井排至地面。中央控制室確認火災後，根據事故列車在區間隧道內的位置、列車內事故的位置和火災源距離等決定通風方向，以利於乘客的安全疏散。乘客的疏散方向必須與氣流的方向相反，使疏散區處於新風區。

(六)控制系統

地下車站的環控系統，其基本功能就是對車站內的各類環控設備進行監測、聯動控制。這時控制範本要根據不同的設備運行模式編制各站風機、風閥的啟動、關閉順序，滿足各類運行工況的需要。控制系統一般分為中央控制、車站控制和就地控制三級。其中，中央控制通過設置在中央環控控制室內的環控防火計算機控制台對全線系統的環控設備進行監督管理，顯示主要環控設備的運行狀況，記錄設備事故情況，並可遙測各車站內及區間各點空氣物理狀態；車站控制主要通過設置在車站環控室內

行業的BAS除了對環控設備進行監控外，還增加了其他一些設備系統。一個典型車站的BAS控制的對象通常包括：環控系統(冷水機組、冷卻水泵、冷凍水泵、冷卻塔風機、空調機組、空氣處理機、風機盤管、新風機、送風機、回排風機、TVF風機、射流風機、U/O風機、聯鎖風閥、電動防火閥、全電動防火閥、二通調節閥、壓差調節閥、溫度傳感器、濕度傳感器、壓力傳感器、流量傳感器、壓差傳感器等)；給水排水系統(水泵、電動蝶閥)；照明系統(照明回路、事故照明)；人防門系統、電梯系統、自動扶梯系統、遮罩門系統，還有一些設備也會逐步納入機電設備監控系統，所以機電設備監控系統(BAS)已經是一個比較成功的集成系統。如果以BAS為基礎，納入更多的其他系統，則可以成為一個典型的軌道交通綜合監控系統(ISCS)。

城市軌道交通BAS由設置在控制中心的中央級監控系統、設置在各個車站車控室的車站級監控系統及就地級監控設備組成。

系統網絡結構分為車站監控系統局域網、城市軌道交通骨幹網和OCC(控制中心)局域網。車站監控系統局域網與OCC局域網均採用冗餘的高速乙太網，局域網之間通過骨幹網進行數據和命令的傳輸。

由於地下車站的環控設備系統複雜、耗能多，而地面和高架車站的環控設備系統簡單、耗能少，所以地下車站應設置BAS，地面和高架車站一般不設BAS。BAS的控制範圍示意圖如圖4.2-1所示。

(二)BAS的組成

1. 中央級監控系統：中央級監控系統由中央級局域網絡組成，網絡內包括主/備監控工作站、主/各服務器、檔案管理計算機、列印機服務器、通信轉換介面、列印機、大螢幕顯示系統等設備。中央級監控系統設備在集成系統中也可作為其他系統的設備來使用。中央級監控系統結構示意圖如圖4.2-2所示。

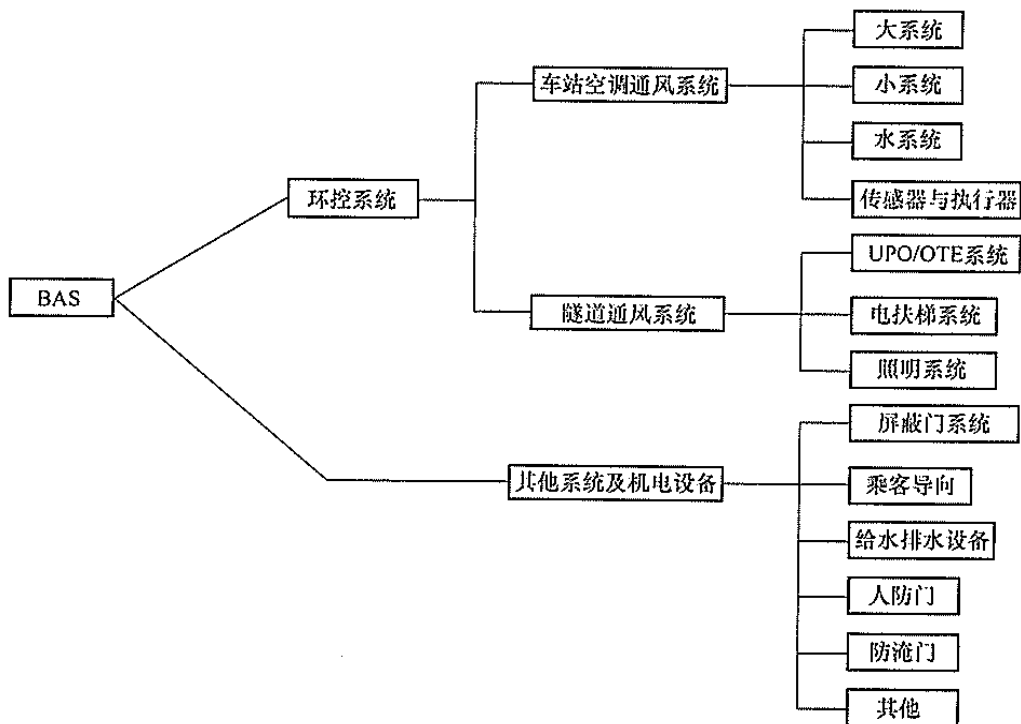


圖 4.2-1 BAS 的控制範圍示意圖

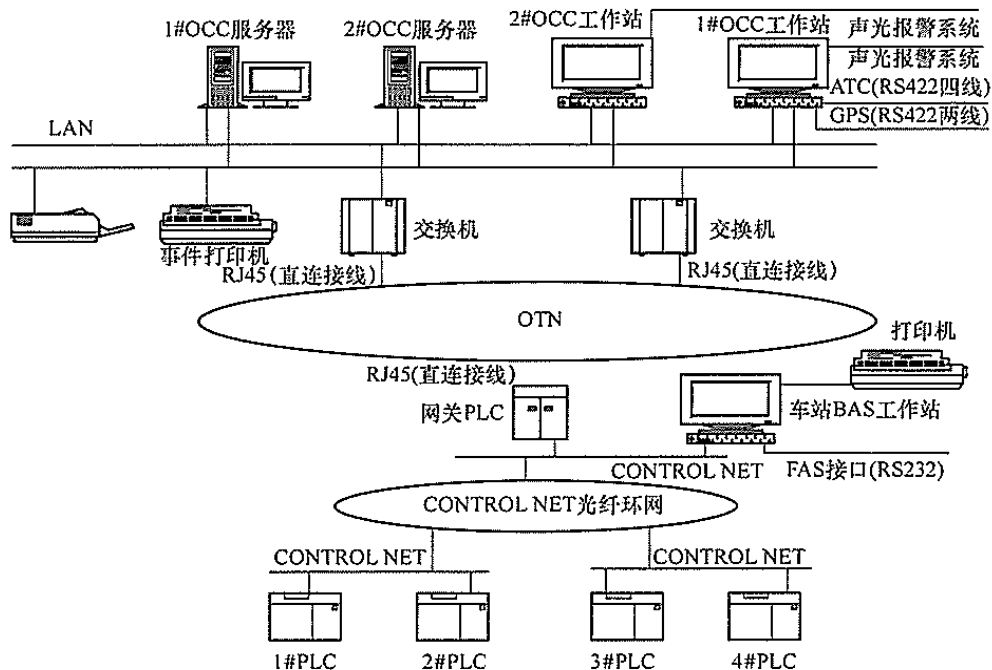


圖 4.2-2 中央級監控系統結構示意圖

- (1) 中央級局域網：採用高速工業乙太網，網絡冗餘配置，採用 TCP/IP 協議，通信速率為(10Mbit/s)/(100Mb/s)，通信介質為同軸電纜或五類雙絞線。中央級局域網把控制中心的所有 BAS 設備聯繫起來，通過城市軌道交通骨幹網實

現中央級局域網與車站 BAS 局域網的連接。

- (2) 中央級監控工作站：在控制中心配置兩台監控工作站，執行 BAS 監控和數據採集功能，主要用於環控調度員的日常環控設備操作、監視和調度管理工作。

A. 車站級 BAS 功能

- (A) 顯示本站的設備狀態，並可以發出控制指令。
- (B) 接收並存儲本站設備狀態、環境狀態等信息數據。
- (C) 對本站設備、環境狀態數據進行分析處理，得到當前的合理運行模式和相關參數，並向本站各 PLC 發出模式指令和參數。
- (D) 接受 OCC 控制指令，並指揮 PLC 執行。
- (E) 接收車站 FAS 控制器的火災信號，根據預定方案向本站各 PLC 發出相應的運行模式指令。

相應監控畫面如圖 4.2-3、圖 4.2-4、圖 4.2-5、圖 4.2-6 所示。

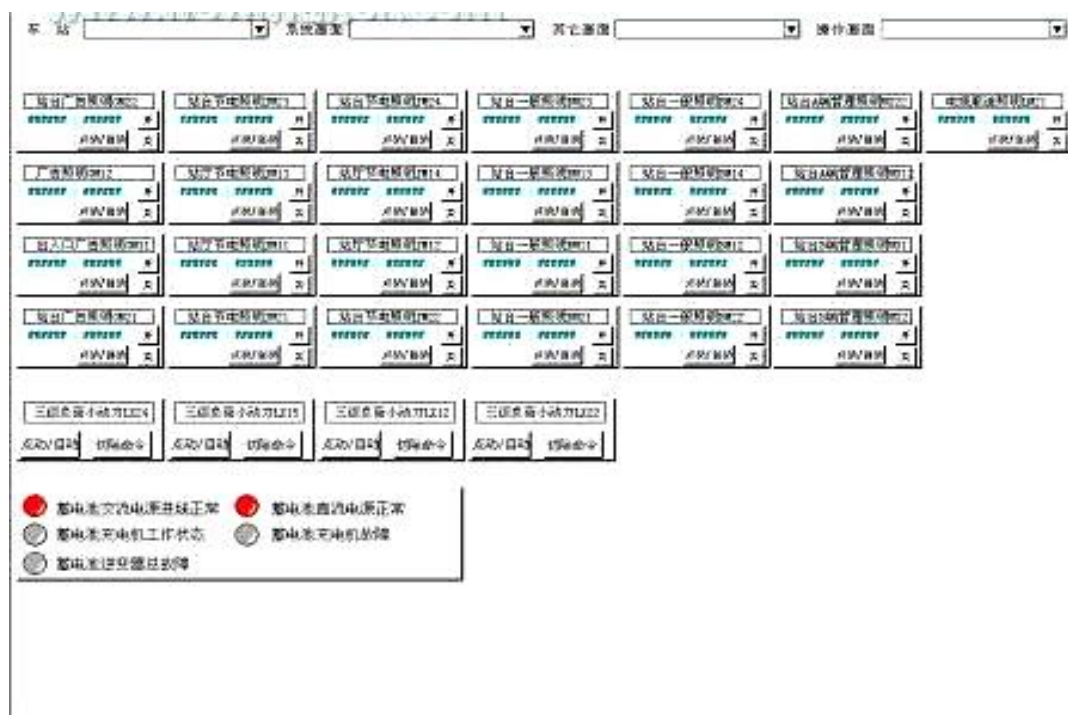


圖 4.2-3 車站照明系統監控畫面

- (3) 服務器：採用冗餘的兩台服務器，實現全線數據的管理。
- (4) 維護工作站：主要供維護工程師在控制中心從事全線 BAS 軟件的維護、組態，運行參數的定義，系統數據庫的維護及用戶操作畫面的修改、增加，故障的檢查和資料查詢等，實現 PLC 系統程式及各監控站流程圖、數據庫等遠程上傳、下裝、監視及修改功能，滿足遠程系統維護的要求。

- (5) 列印機：實現事件列印、報表列印和日常維護管理列印功能。事件列印機用於操作記錄、事故記錄、報警記錄、測量數據的實時列印；報表列印機用於各類數據報表的定期列印，同時還有圖表的輸出列印。

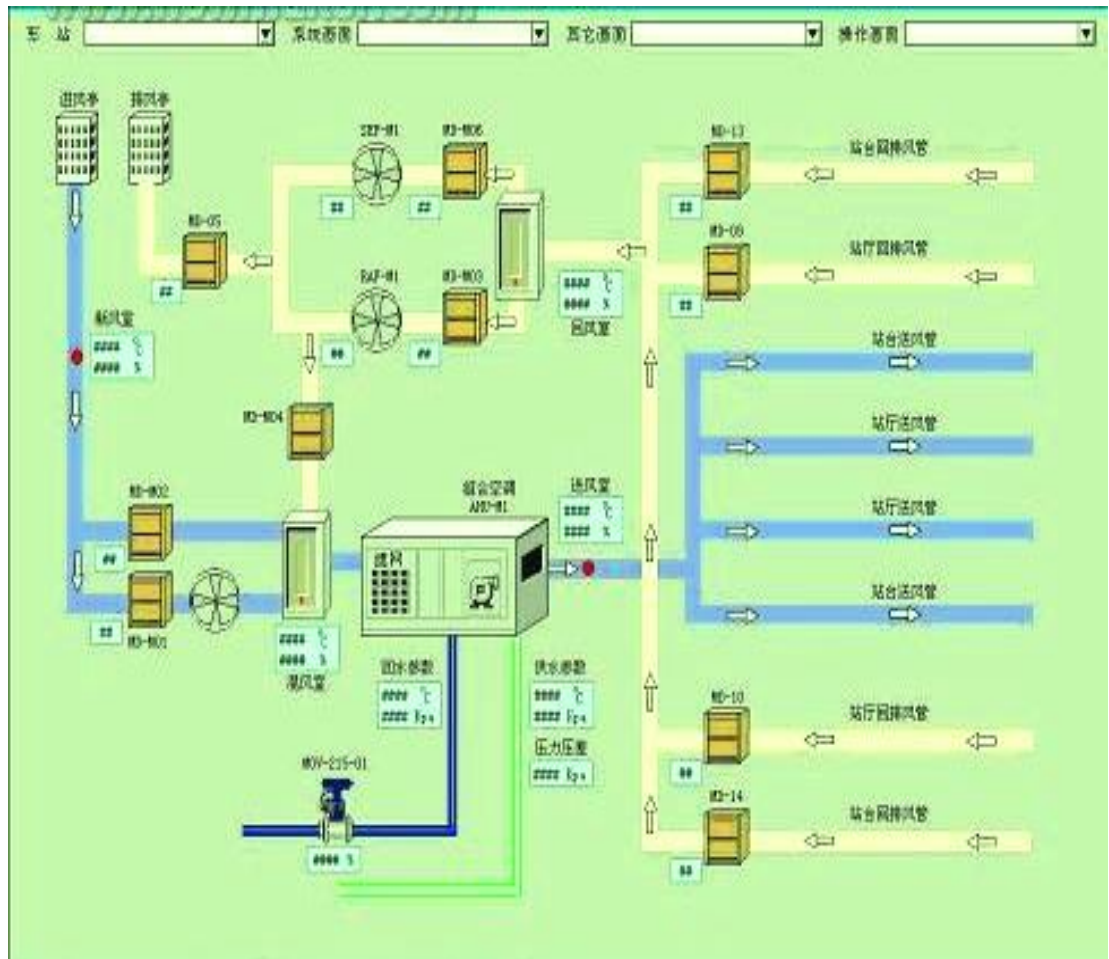


圖 4.2-4 車站空調大系統監控畫面

- (6) 大螢幕系統：可與其他系統共用，用於顯示全線各站被監控設備的工作狀態，便於調度人員及時瞭解設備情況。
- (7) 不間斷電源：在控制中心設置不間斷電源，保證 BAS 供電電源的穩定可靠。
2. 車站級監控系統：車站級監控系統建立在開放的、高可靠性的冗餘交換以太網上，局域網上沒有車站監控工作站(車站服務器)、車站控制器(主控 PLC)及綜合後備控制盤(IBP)。車站級監控系統主要監控隧道及車站的通風系統、空調大系統、空調小系統、冷水系統、照明系統、給水排水系統等設備；監測公共區、設備室等地點的溫濕度；並配置與遮罩門、人防密閉隔斷門、自動扶梯、電梯、FAS 的數據介面，對上述設備進行監控；同時在車站控制室設置綜合後備控制盤(IBP)，實現緊急狀

態下對環控設備的手動模式控制。網絡由一台車站監控站進行管理，信息通過列印機列印。BAS 同時將站內其他系統，如 FAS、SCADA 系統的有關數據納入監控範圍，BAS 和站內其他系統一起同車站服務器按 Client/ Server 結構方式構成集成系統，各系統之間的數據交換通過局域網進行，所有過程數據共用在軟體服務器中。

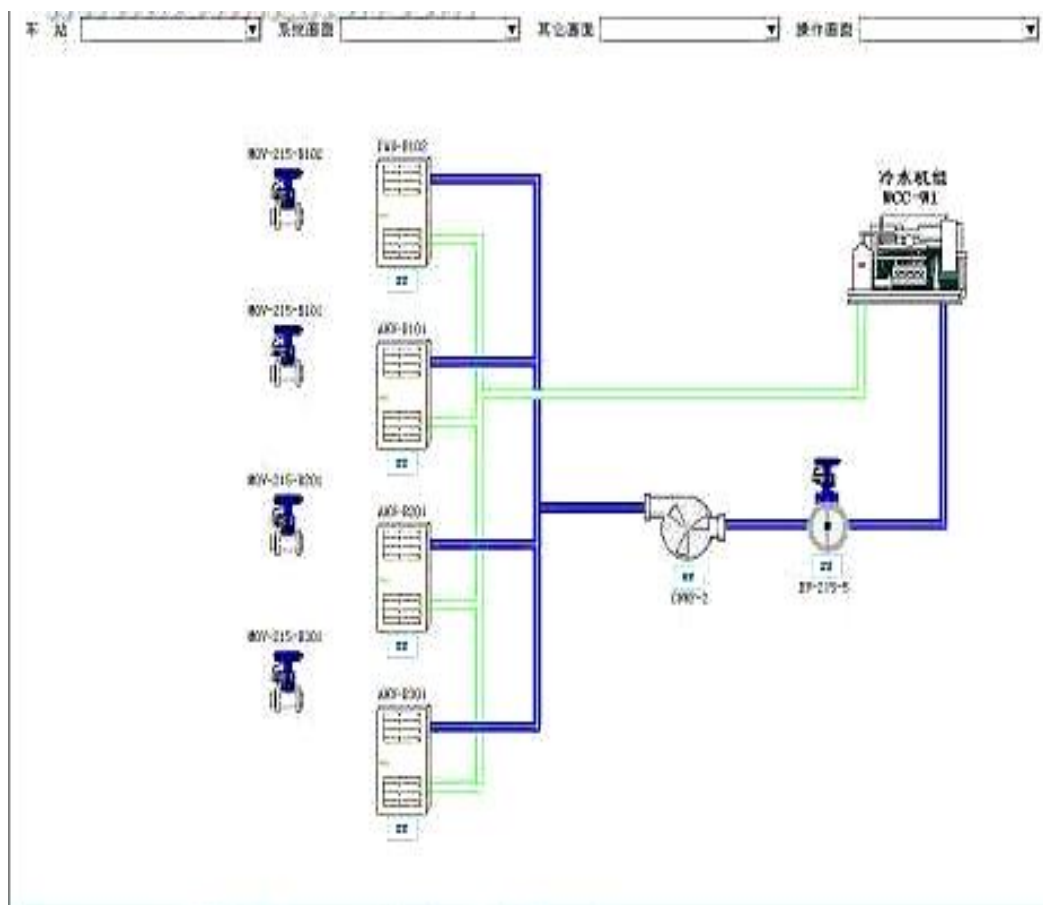


圖 4.2-5 水系統小系統監控畫面

- (1) 車站局域網：採用高速工業乙太網，網路冗餘配置，採用 TCP/IP 協議，通信速率為(10Mbit/s)/(100Mbit/s)，傳輸介質為光纖、同軸電纜或五類雙絞線。車站局域網把車站的所有 BAS 設備連接起來，並通過城市軌道交通骨幹網實現與中央級局域網的連接。
- (2) 車站級監控工作站：負責正常及事故情況下對車站各系統設備的監視、管理、控制指令的發出。監控工作站接入冗餘車站局域網，並通過城市軌道交通骨幹網與中央級 BAS 監控工作站通信，接受並執行中央級 BAS 監控工作站發出的控制命令，並將設備運行狀態信息上傳到中央級監控工作站。同時車站監控工作站接收和處理由 BAS 控制器上傳的設備運行狀態和數據，並向 BAS

控制器下達對設備的控制指令。

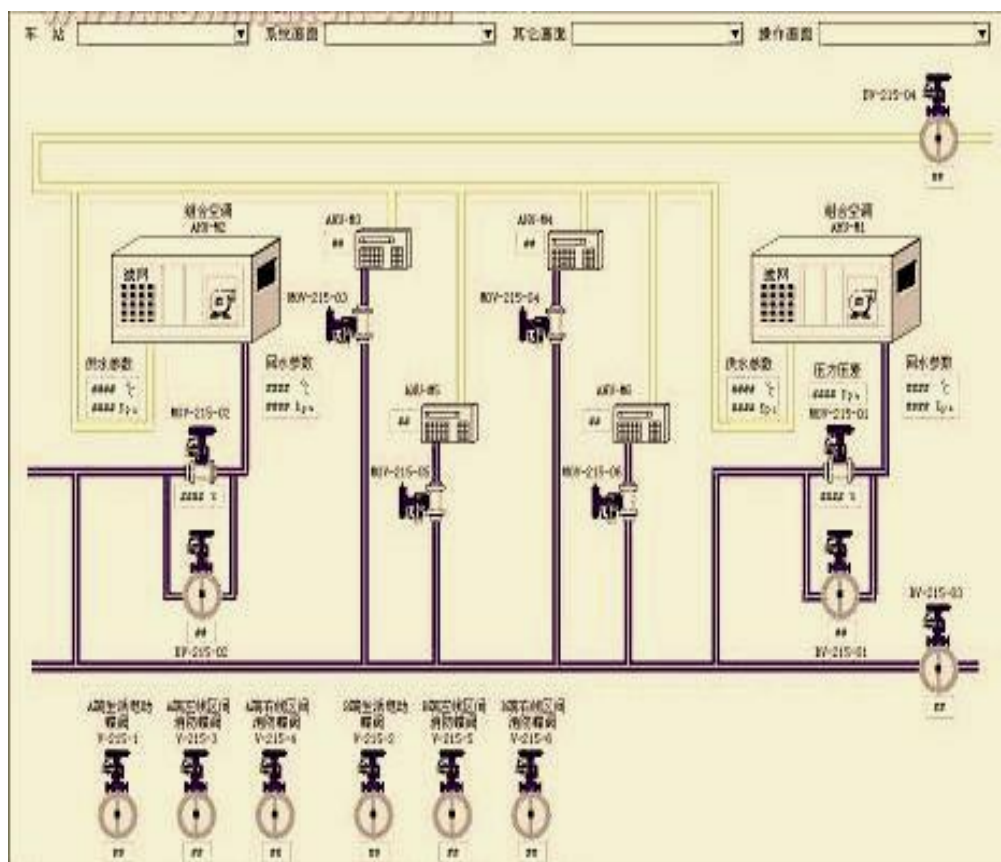


圖 4.2-6 車站水系統監控畫面

- (3) 車站控制系統：採用硬體冗餘的大型 PLC 產品，組成 BAS 控制網絡，對設備進行監視、控制和管理。車站控制系統的主控站 PLC 接受來自中央監控站和車站監控站的控制命令、控制模式、設定值的更改和其他關聯參數的修改信息，並通過連接在車站冗餘控制網絡上的就地控制器，實現對車站所屬設備和區間隧道通風設備按照一定控制策略進行開停控制、聯鎖控制、模式控制、優化控制等控制功能，以及設備運行狀態、數據採集和管理功能，並實時將這些狀態信息送到車站服務器中。在主控站主/備 PLC 中配備具有大容量數據存儲空間的處理器，將站內設備信息備份在存儲器中，以提供過程數據存儲的可靠性。當通信網發生故障時，所有控制器能保持獨立操作，並暫時儲存未上傳至車站控制室的設備狀態信息。當通信設備恢復運行後，控制器可即時將信息上傳，保證系統的連續性。
- (4) 綜合後備控制盤 (IBP)：設置在車站控制室，作為車站監控工作站的後備設備，可以對隧道通訊系統、車站環控大系統和小系統設備進行監控，是在緊急情況下使用的按鍵式模擬監控盤。當發生火災或列車阻塞，同時車站監控

站或通信網絡發生故障時，作為系統操作備用，由行車值班員按不同的事故區域和性質在 IBP 上啟動對應的運行模式，向 BAS 控制器(PLC)發出相應的控制模式命令。

- (5) 車站控制網：車站 PLC 與就地 PLC 及變頻器之間採用開放式工業控制網絡，該網絡是一種高速確定性網絡，通信速率為 10Mbit/s，通信介質為特種電纜，用於有苛刻要求應用場合的信息傳輸。為保證 BAS 數據和控制指令傳輸的可靠性，控制網絡宜採用雙冗餘網絡配置。
 - (6) 列印機：實行車站操作記錄、事故記錄、測量數據等事件列印和各類數據報表的定期列印和圖表的輸出列印。
 - (7) 不間斷電源：在車控室設置不間斷電源，保證 BAS 供電電源的穩定可靠。
3. 就地級設備：根據機電設備的設置情況，在被控設備附近設置就地級監控設備和就地控制櫃等。
- (1) 冗餘 PLC：在環控機房配置冗餘 PLC，每台 PLC 配主/備 CPU 模塊、電源模塊、通訊模塊，確保控制的可靠性，實現對車站、隧道通風系統和大、小空調系統設備的監視、控管及管理。
 - (2) 就地控制器：配置 PLC，通過冗餘介面連接車站冗餘控制網絡，並通過可編程通信介面與 FAS 控制器、遮罩門主機、冷水機組控制器、電扶梯、照明控制系統通信，實現對各種設備的運行控制和監視功能。
 - (3) 傳感器及執行機構：在城市軌道交通車站設置的傳感器類型有：室內溫濕度傳感器、風管式溫濕度傳感器、水管溫度傳感器、壓差傳感器、流量傳感器、二通調節閥、旁通調節閥，用於採集環境控制所需的各類參數。

(三)BAS 的主要功能

1. 系統功能

(1) 空調通風系統應具有以下監控功能：

- A. 空調機組的起停控制；風機狀態顯示；過載報警；過濾網狀態顯示及報警；就地/遙控指示；新、送、混、回風溫度檢測；新、送、混、回風濕度檢測；空調機冷凍水流量調節；對變速風機進行變風量控制；接收 FAS 的指令，對風機進行聯動控制；風機、風閥、調節閥之間的聯鎖控制及風閥的狀態顯示。
- B. 隧道風機的起停控制；正反轉控制；風機狀態顯示；過載報警；就地/遙控指示；接收 FAS 的指令，對隧道風機聯動控制。

C. 送排風機的起停控制；風機狀態顯示；過載報警；送風溫度、濕度檢測；排風溫度、濕度檢測；就地/遙控指示；接收 FAS 的指令，對送排風機進行聯動控制。

(2) 空調製冷冷水系統應具有以下監控功能：

A. 冷水機組的起停控制；運行狀態顯示；過載報警；就地/遙控指示；冷凍水進出口溫度、壓力檢測；冷卻水進出口溫度、壓力檢測；運行時間和起停次數記錄。

B. 冷凍水系統的冷凍水泵起停控制及狀態顯示；冷凍水泵過載報警；水路電動閥開啟、關斷控制及狀態顯示；冷凍水旁通閥壓差控制；冷凍水泵、電動蝶閥就地/遙控顯示；水流量測量及冷量記錄；分、集水溫度、流量測量。

C. 冷卻水系統的冷卻水泵起停控制及狀態顯示；冷卻塔風機起停控制及狀態顯示；冷卻水泵、冷卻塔風機過載報警；水路電動閥開啟、關斷控制及狀態顯示；冷卻水泵、電動蝶閥就地/遙控顯示。

D. 製冷系統的控制系統應預留數據通信介面，以獲取冷水機組和水系統的有關參數。

(3) 對正常照明系統應能定時和實時控制其開、關狀態，並接收其運行的反饋信號。

(4) 給水排水系統應具有以下監控功能：

水泵起停控制；水泵運行狀態顯示；水泵故障報警；水位顯示及危險水位報警；水泵運行時間統計，主、備泵運行切換控制；車站用水量記錄。

(5) 防淹門系統和兼顧民防系統應具有以下監控功能：

顯示防淹門、防護隔斷門、防護密閉門、密閉門的開/關狀態；接收防淹門、防護隔斷門、防護密閉門、密閉門的故障報警信號，並將報警信號送給 FAS。

(6) 對自動扶梯，BAS 應對其進行控制，並具有運行狀態顯示和故障報警功能。

(7) 對屏蔽門系統，BAS 應具有運行狀態顯示和故障報警功能，在火災等緊急情況下，應能手動進行控制。

2. 分級功能

(1) 中央級功能：根據城市軌道交通運行環境及車站其他系統的監控要求，中央級控制器確定並修改全線隧道及車站通風空調系統的運行模式，並把相關運

行模式下載給車站，使車站設備按給定的模式進行；對車站機電設備實行模式和時間表控制。根據通風空調系統提供的環控工藝要求，對區間隧道通風系統設備進行正常模式控制及災害模式控制。中央級監控工作站具有良好和靈活的人機介面，使監控人員可監視全線各車站的通風、空調、給水排水、電扶梯、照明、遮罩門、人防門等系統的運行狀態並對相關設備進行控制。

操作員站具備完善的報警功能，可將報警信息進行分類、篩選、重組，建立一個報警系統。同時還具有 FAS 災害報警下各系統啟動火災模式，進行聯鎖聯動，組成全系統的安全體系。

中央級系統可對歷史數據記錄進行處理、裁剪、分析和統計，具有統計、檔處理、歸檔及報表功能。

(2) 車站級功能

車站級控制器可以監視車站各系統設備的運行狀態和參數，具有 PID 調節控制、邏輯控制和模式控制功能。控制器可根據環境參數對環控系統設備進行運行工况的轉換，並進行最優化的控制，達到節能運行的目的。監控工作站具有聲光報警、報警畫面自動彈出、報警確認和處理功能；將車站被控設備運行狀態、報警信號及測試點數據及時送至控制中心，並接受控制中心的監控指令和運行模式。對系統及網絡具有在線監視、自診斷、自恢復及在線修改功能，並可顯示網絡負荷情況。同時還具有運行指導功能、開發與培訓功能、操作密碼保護功能。

(3) 就地級功能

就地級控制器通過車站控制網與車站主控 PLC 通信，接受控制指令並對現場設備進行就地控制，同時將設備運行狀態和數傳送到車站主控 PLC 上。

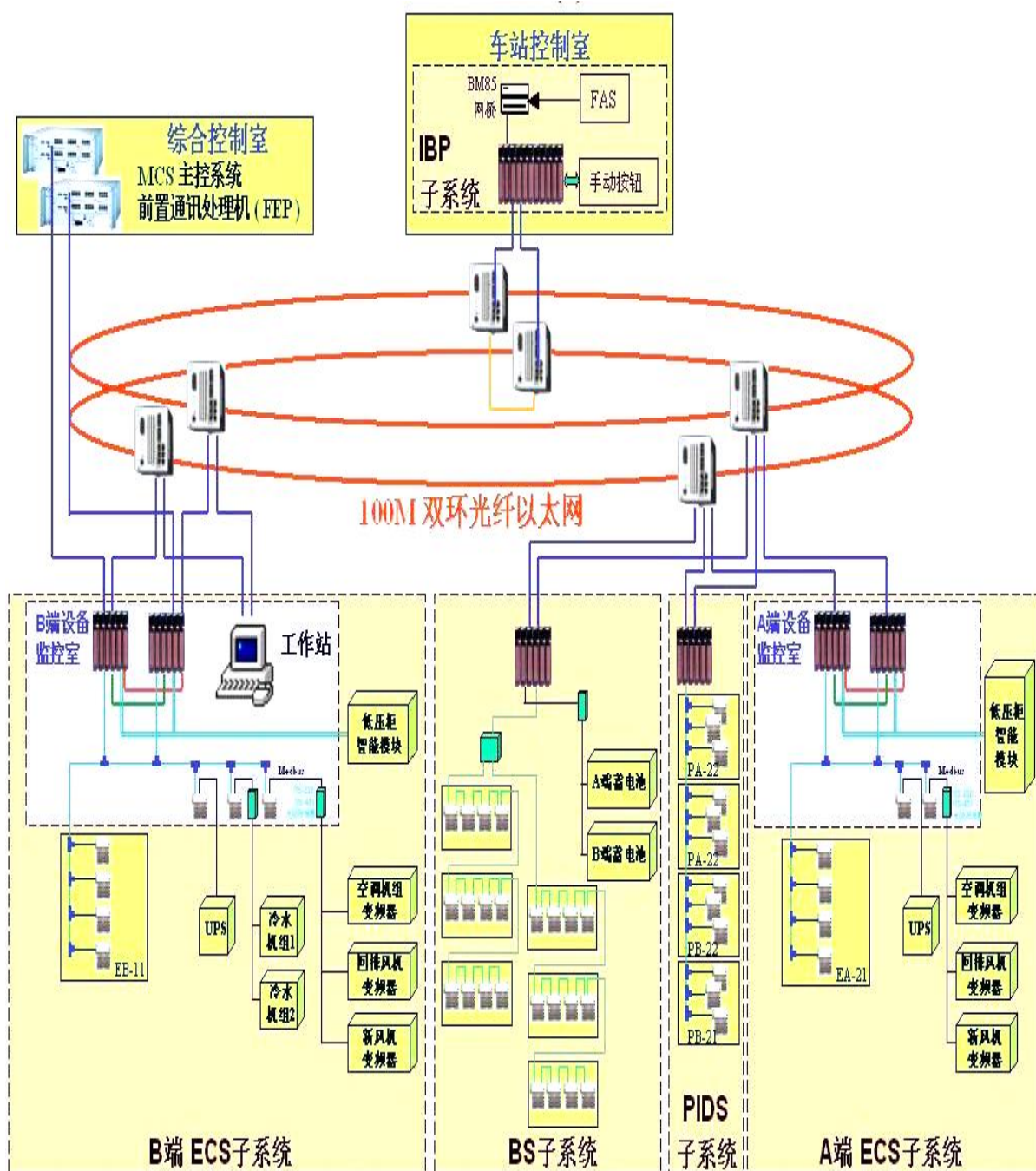


圖 4.2-7 車站主控 BAS 監控示意圖

三、供電系統 [8]

(一)城市軌道交通供電方式

城市軌道交通供電系統是由電力系統經高壓輸電網、主變電所降壓、配電網路和牽引變電所降壓、換流等環節，向城市軌道快速交通線路運行的動車組輸送電力的全部供電系統，目前，大陸最普遍的輸電電壓等級為 110~220kV。

(二)城市軌道交通電源系統的組成

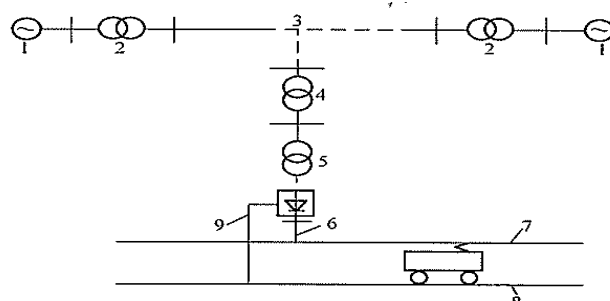
城市軌道交通電源系統由發電廠、升壓變壓器、電力網、主降壓器、直流牽引變電所、饋電線、接觸網、走行軌道和回流線組成。

通常高壓輸電線到了各城市或工業區以後，通過區域變電所(站)將電能轉配或降低一個等級，如 35~10kV 向附近各用電中心送電。城市軌道交通牽引用電既可從區域變電所高壓線路得電，也可以從下一級電壓的城市地方電網得電，這取決於系統和城市地方電網的具體情況以及牽引用電容量的大小。

對於直接從系統高壓電網獲得電力的城市軌道交通系統，往往需要再設置一級主降壓變電站，將系統輸電電壓如 110~220kV 降低到 10~35kV 以適應直流牽引變電所的需要。

以上從發電廠(站)經升壓、高壓輸電網、區域變電站至主降壓變電站的部分通常稱為牽引供電系統的“外部(或一次)供電系統”。

主降壓變電站(當它不屬於電力部門時)及其以後的部分統稱為“牽引供電系統”。它應該包括主降壓變電站、直流牽引變電所、饋電線、接觸網、走行軌及回流線等。直流牽引變電所將三相高壓交流電變成適合電動車輛應用的低壓直流電。饋電線是將牽引變電所的直流電送到接觸網上。接觸網沿列車走行軌架設的特殊供電線路，電動車輛通過其受流器與接觸網的直接接觸而獲得電力。走行軌道構成牽引供電回路的一部分。回流線軌道回流引向牽引變電所。城市軌道交通電力牽引供電系統如圖 4.3-1 所示。



1: 變電廠(站) 2: 升壓變壓器 3: 電力網 4: 主降壓變電站
5: 直流牽引變電所 6: 饋電線 7: 接觸線 8: 走行軌道 9: 回流線

圖 4.3-1 城市軌道交通電力牽引供電系統

回流線是在交流電氣化軌道牽引吸流變壓器供電方式中串接在吸流變壓器二次側的導線。通過吸流的作用，迫使由大地回歸的電流，大部分由回流線返回牽引變電所，其回歸方向與接觸網中的電流方向相反，因而可抵消絕大部分由接觸電流產生的對通信線路的幹擾影響。

供電系統的供電方式為：

1. 對沿線牽引變電所輸送電力的外部供電系統：從發電廠(站)經升壓、高壓輸電網、區域輸電網、區域變電站至主降壓變電所部分。
2. 牽引變電所向動車組供電的直流供電系統：主降壓變電所及以後部分，包括主降壓變電所、直流牽引變電所、饋電線、接觸線、走行軌及回流線等。

城市軌道交通軌道上的牽引供電系統示意圖如圖 4.3-2 所示。

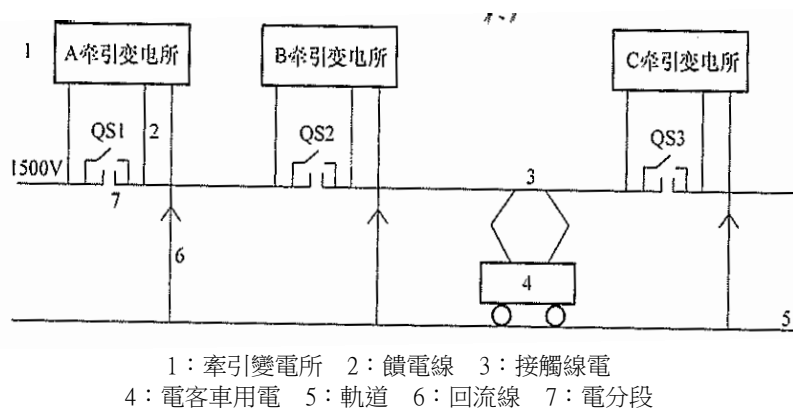


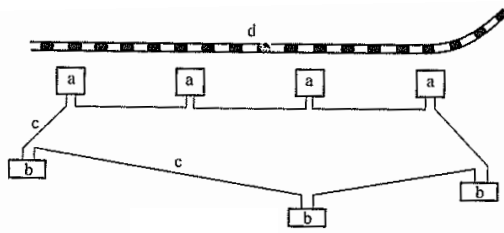
圖 4.3-2 軌道上的牽引供電系統示意圖

(三)向牽引變電所供電的接線圖

1. 環形供電接線示意圖如圖 4.3-3 所示。

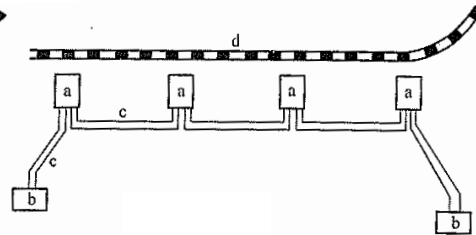
由兩個或兩個以上主降壓變電站和所有的牽引變電所用輸電線達成一個環形。

2. 雙邊供電接線示意圖如圖 3.3-4 所示。



a：牽引變電所 b：主降壓變電站(所)
c：線條表示一路三相輸電線 d：軌道線

圖 4.3-3 環形供電接線示意圖



a：牽引變電所 b：主降壓變電站(所)
c：線條表示一路三相輸電線 d：軌道線

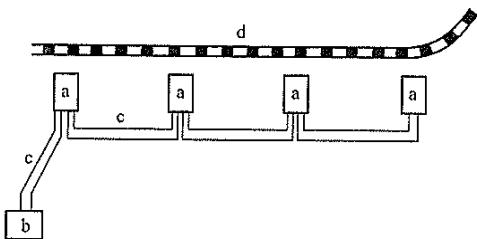
圖 4.3-4 雙邊供電接線示意圖

由兩個主降壓變電向沿線牽引變電所供電，通往牽引變電所的輸電線都經其母線連接，為了增加供電的可靠性，用雙路輸電線供電，而每路按輸送功率計算。這種接線的可靠性稍低於環形供電。當引入線數目較多時，開關設備較多，投資增加。

3. 單邊供電接線示意圖如圖 3.3-5 所示。

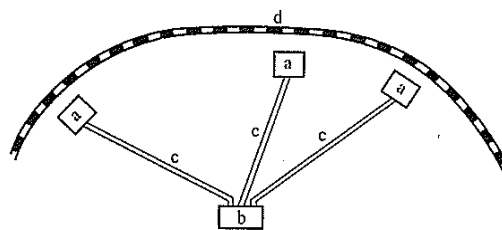
當軌道沿線附近只有一側有電源時，則採用單邊供電。單邊供電較環形供電和雙邊供電的可靠性差，為了提高可靠性，應用雙回路輸電線供電。單邊供電設備較少，投資也少些。

4. 輻射形供電接線示意圖如圖 3.3-6 所示。



a：牽引變電所 b：主降壓變電站(所)
c：線條表示一路三相輸電線 d：軌道線

圖 4.3-5 單邊供電接線示意圖



a：牽引變電所 b：主降壓變電站(所)
c：線條表示一路三相輸電線 d：軌道線

圖 4.3-6 輻射形供電接線示意圖

目前，大陸各城市對地鐵及城市軌道交通的供電一般有三種方式，即分散供電方式、集中供電方式、分散與集中相結合的混合供電方式。

分散供電方式是指沿地鐵線路的城市電網(通常是 10kV 電壓等級)分別向各沿線的城市軌道交通牽引變電所和降壓變電所供電，其前提條件是城市電網在地鐵沿線有足夠的變電站和備用容量，並能滿足地鐵牽引供電的可靠性要求。如早期的北京地鐵採取的就是這種供電方式。分散供電方式示意圖如圖 3.3-7 所示。

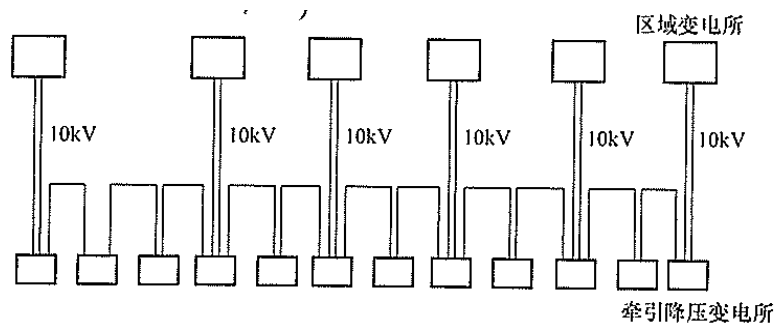


圖 4.3-7 分散供電方式示意圖

集中供電方式是指城市電網(通常是 110kV 或 66kV 電壓等級)向地鐵的專用主變電站所供電，主變電站所再向地鐵的牽引變電所和降壓變電所供電，地鐵自身組成完整的供電網絡系統。目前建成的地鐵系統多採用集中供電方式，如上海、廣州、深圳、南京地鐵等。集中供電方式示意圖如圖 3.3-8 所示。

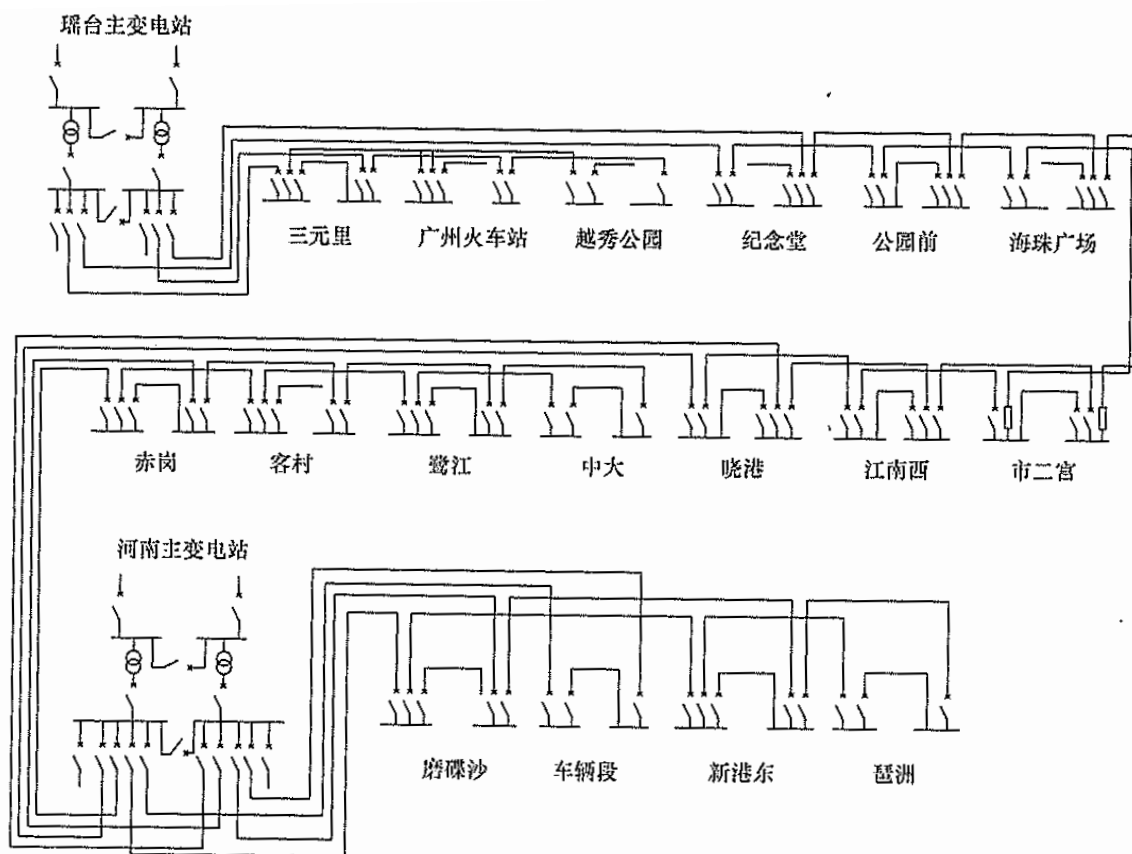


圖 4.3-8 集中供電方式示意圖

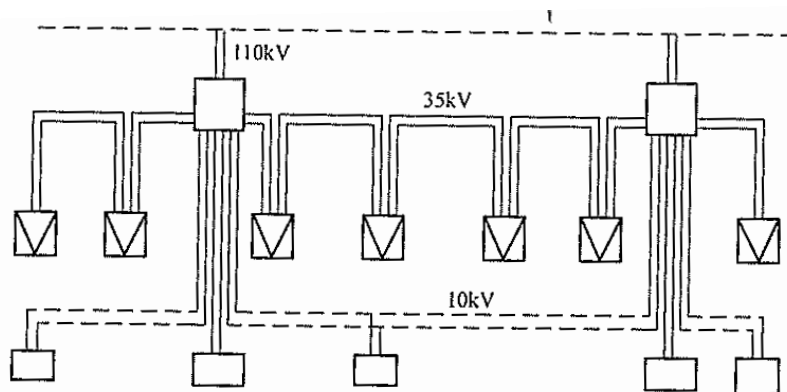


圖 4.3-9 分散與集中相結合的混合供電方式示意圖

分散與集中相結合的混合供電方式示意圖如圖 4.3-9 所示。分散與集中相結合的供電方式是上述兩種供電方式的結合，可充分利用城市電網的資源節約投資，但供電可靠性不如集中供電方式，管理亦不夠方便。

(四)中壓供電網絡的電壓等級

大陸現有城市軌道交通的中壓供電網絡採用 35kV、33kV、10kV 電壓等級。北京和天津城市軌道交通的中壓供電網絡採用了 10kV 電壓等級。上海城市軌道交通 1 號線的中壓供電網絡中的牽引供電網絡採用了 33kV 電壓等級。動力照明供電網絡採用了 10kV 電壓等級。廣州城市軌道交通 1 號線的中壓供電網絡採用了 33kV 電壓等級。深圳城市軌道交通 1、4 號線和南京城市軌道交通 1 號線的中壓供電網絡均採用了 33kV 電壓等級。上海、廣州城市軌道交通採用 33kV 電壓等級有其特殊歷史原因，其他城市很少採用。

(五)用電負荷分類及技術要求

根據「地下鐵道設計規範」的要求，根據用電設備的不同用途和重要性，把城市軌道交通的用電負荷分為三級。

一級負荷：防排煙風機、廢水泵、消防泵、防淹門、通信、信號、防災報警、自動售檢票系統、車站控制站、遮罩門以及緊急照明(含疏散指示照明)等用電以及區間的風機和水泵用電，由兩路獨立的電源供電，且為末端切換。一般備有緊急照明電源在交直流屏上切換。

二級負荷：自動扶梯、電梯、普通風機、污水泵、一般照明、管理房及設備房照明等用電，由一路電源供電。當這路電源發生故障時，由變電所低壓櫃上的母線聯絡開關

進行切換，以保證供電(註：變電所為兩路 10kV 電源各一台變電器，低壓側為單母線分段，設母線聯絡開關)。

三級負荷：冷水機組及其配套的冷凍泵、冷卻泵、冷卻塔、茶水間熱水器以及廣告照明、清潔機械等設備用電，由一路電源供電，當這路電源發生故障時，允許對這些設備停止供電。

在正常情況下，變電所同時向各個負荷供電，若供電系統發生故障或者出現事故，則斷開二、三級負荷，優先向一級負荷供電，以最大限度地保證城市軌道交通的安全。

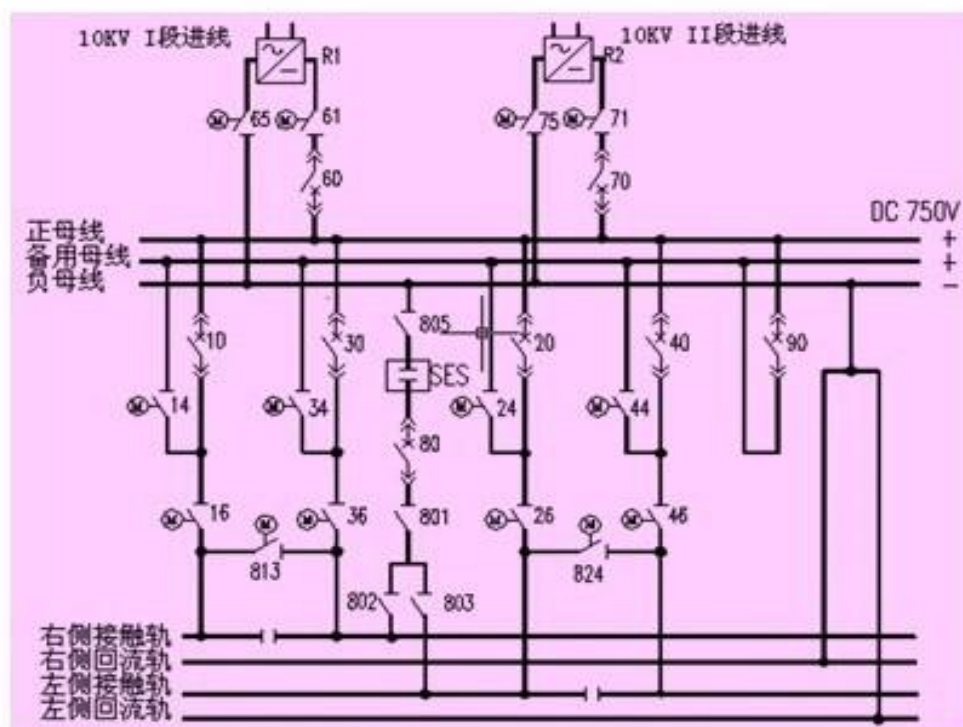


圖 4.3-10 軌道交通變電站直流牽引供電系統接線圖

四、電力監控系統 [8]

(一)概述

電力監控(Supervisor Control And Data Acquisition, SCADA)又稱為遠動監控和數據採集,主要用以實現對遠方電力運行設備的監視和控制,以提高供電安全運行水準。

採用主站系統,設在控制中心,實現信息互通、資源共用。控制中心的電力調度負責指揮和監控全線(包括主變電所)供電系統的正常運行和事故處理。電力監控系統實現對全線各變電所和接觸網的開關等設備進行統一控制和監視,通過數據採集、信號反饋,隨時瞭解全線供電設備的運行情況,及時準確地完成各種操作,對故障報警和各種運行事故迅速作出判斷並進行準確處理,確保供電系統和設備的安全可靠運行。從而實現供電系統各種變電所的無人值守,提高系統的可靠性、工作效率和現代化管理水準,減少營運費用。

城市軌道交通電力監控系統採用分層分散式結構,即有調度控制中心、車輛段監控和供電複示系統、主變電所系統及車站變電所子站系統。

(二)系統構成

電力監控(SCADA)系統的構成包括:設在控制中心主站的電力監控調度系統、設置在各變電所的綜合自動化系統、設在車輛段供電車間的電力監控複示系統及主控系統的高速數據傳輸通道等。通過此系統可實現對全線各變電所、接觸網等供電設備的運行實時監控和數據、圖像採集(遙控、遙信、遙測、遙調、遙視)等功能,完成對變電所、接觸網電氣事故分析和供電設備按狀態維護、維修的調度管理。SCADA 系統結構圖如圖 4.4-1 所示。

1. 主站系統:主站系統以局域網為架構,按照 ADS(Autonomous Decentralized System)模式配置主機、工程師工作站、大螢幕顯示、Web 工作站、視頻監控服務器等設備。ADS 模式代表了目前 SCADA 產品的最新技術標準,提高了設備利用率,此模式按照自律分佈使每個網絡節點均可單獨啟動,提高了系統的自癒合功能。

局域網絡採用雙乙太網構成,主要監控設備按冗餘原則配置,網絡節點(與運行系統相關的計算機)按功能和地域分佈。監控主機完成系統數據庫、通信介面的管理,調度員的日常控制、監視和調度管理,現場數據的歸檔、統計、報表、檢索、維修計畫等內容。系統的監控主機採用雙重配置,互為熱備。工程師站用於生成、修改和管理系統

實時數據庫、歷史數據庫以及用戶畫面，定義、修改系統運行參數和維護、開發系統程式等。

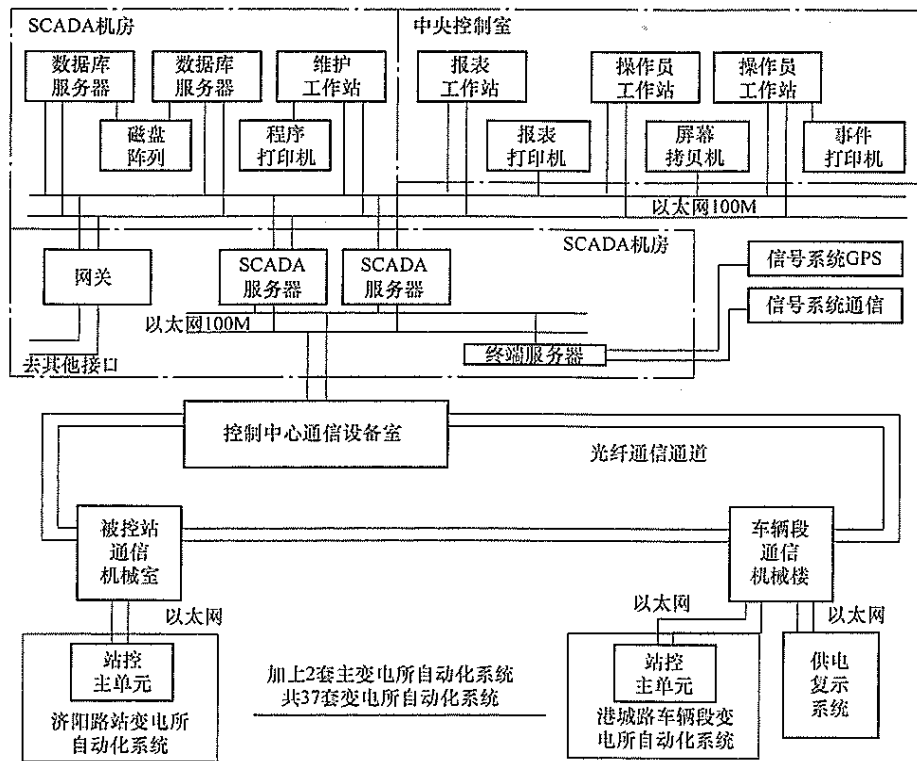


圖 4.4-1 SCADA 系統結構圖

車輛段的供電車間設置電力監控供電複示系統、繼電保護工作站、設備管理工作站，並通過網絡與控制中心進行數據通信。供電複示系統用於監視全線變電所設備、接觸網設備的運行情況，使供電維護人員及時瞭解現場事故信息，提高處理事故的效率，縮短停電時間，完成維修調度作業計畫的發送和接收。繼電保護工作站完成統計、分析事故跳閘數據及整定值管理。設備管理工作站獲取系統設備運行的詳細資料，判斷運行設備的狀態並預測其壽命，建立供電系統設備、設施的管理檔案，從而實現對供電系統設備實施狀態檢修。

Web 工作站完成對遠程訪問的管理，相關部門的管理人員、維護人員或系統供應商在遠方對系統進行在線訪問、維護、修改，使系統信息共用方便，維護及時、有效。

系統設置視頻監控，監視並記錄變電所的安全以及設備的運行情況，並提供事後分析事故的圖像資料，同時還有防火、防盜功能。

2. 變電所綜合自動化系統：設置在變電所內的綜合自動化系統採用集中管理、分散控制模式，設備由信號盤內的通信控制器、網絡介面設備、總控單元、安裝於各開關櫃內的測控保護單元和所內通信網絡等部分組成。

3. 數據傳輸通道：電力監控(SCADA)系統的數據傳輸通道利用傳輸系統的高速數據傳輸通道。電力監控系統通信介面採用大容量、高速傳輸的數據介面，採集眾多的現場參數(包括視頻信號等)應用分組交換技術和路由技術，使通道的可靠性更高、可用性更強，以後新的子系統接入、監控對象的增加等擴展可更加輕易地完成。

(三)控制中心電力監控系統主要功能

1. 遠方監控功能：系統可對被控站內的設備順序進行全面集中的實時監控。
2. 遙控功能：實現對所內某一開關或裝置進行狀態控制(單獨控制)和對所內和所間一系列開關或裝置按預定順序進行狀態控制(程式控制)。
3. 遙信功能：實現對被控對象的位置信號、事故信號、預告信號實時採集並發出聲光信號提示報警。
4. 遙測功能：對供電設備的有關電量(電流、電壓、功率、電能等)進行實時檢測。
5. 遙調功能：實現對主變電所內的有載調壓變壓器進行有級調節。
6. 不對位操作功能：在被控站執行端撤出運行時，調度員可在顯示螢幕上進行人工對位元操作。主接線顯示畫面和模擬盤上的顯示符號自動對位。
7. 用戶畫面顯示功能。
8. 操作員工作站用戶畫面種類和要求：
 - (1) 進入調度系統後自動顯示城市軌道交通供電系統示意圖。
 - (2) 系統構成圖：包括調度所設備、被控站設備、通道等在內的整個系統配置。
 - (3) 交直流系統圖：顯示交流系統圖和直流系統圖。
 - (4) 被控站主接線和接觸網線路圖：顯示被控站的主接線、接觸網線路和設備的進行狀態。
 - (5) 程式控制顯示畫面：在主接線圖中用滑鼠標點中控操作菜單後，將顯示該站的程式控制項目窗口。
 - (6) 遙測曲線畫面：顯示 2h 之內各遙測量(包括電流/電壓、有功功率/無功功率)的趨勢曲線。
 - (7) 電能量直方圖：顯示 24h 之內的有功電能量和無功電能量。
 - (8) 日、月、年報報表：用表格的形式顯示一日(月、年)內的有功電能量和無功電能量，及依此計算出的功率因數。報表能進行手動修改。

- (9) 極值統計日(月、年)報報表、操作記錄報表、事件記錄報表等。
9. 製表列印功能：系統對調度員的操作、事件發生信息、測量值按時間順序進行整理統計，形成事件記錄、操作記錄、日(月、年)報報表、越限記錄等。報表可隨時顯示列印和定時列印。
10. 電量趨勢曲線和電能量直方圖顯示功能：系統具有電量趨勢曲線顯示功能，可顯示 24h 內的趨勢曲線；系統具有電能量直方圖顯示功能，可顯示 24h 內的有功電能和無功電能統計量。
11. 模擬盤顯示功能：模擬盤上顯示有變電所主接線和接觸網線路圖，並以光帶形式表示其供電狀態。模擬盤上配有站名顯示燈和事故顯示燈。
12. 防電磁幹擾：系統具有防電磁幹擾能力。
13. 調度管理自動化功能：通過數據文檔管理功能，自動建立生產管理報表。
14. 在線自檢自恢復功能：系統對軟/硬設備的狀態進行實時檢測。在故障情況下，實現互備設備的自動切換(包括主備通道的切換)。若軟件因某些原因處於當機狀態下，應能自動恢復系統運行。
15. 在線維護功能：系統應以友好的人機面提供軟體維護手段。工作數據、顯示畫面等可進行方便的在線修改。
16. 安全保護措施：系統設置了三級口令，以保護程式運行的可靠性。
- (1) 第一級：操作員級，鍵入口令後，可進入遙控操作狀態，進行調度管理工作。
 - (2) 第二級：工程師級，鍵入口令後，可對軟體實現在線編輯。
 - (3) 第三級：系統員級，鍵入口令後，可對系統程式進行編程和修改。

(四)變電所綜合自動化系統的主要功能

變電所綜合自動化系統設置在變電所內，採用集中管理、分散控制模式。設備由控制信號盤內的通信控制器、網絡介面設備、總控單元、安裝於各開關櫃內的測控保護單元和所內通信網絡等部分組成。

變電所綜合自動化系統實現對各變電所、接觸網設備進行實時控制和數據採集，其功能是監視供電系統設備的運行情況，及時掌握和處理供電系統各種事故、報警事件，保證供電的可靠性、安全性；同時利用 PLC 監控單元實現對變電所各種設備的控制、監視、邏輯閉鎖，電流、電壓、功率、電能測量；實現保護的安全並聯跳閘功能。

五、乘客信息系統 [8]

(一)乘客信息系統說明

1.功能：乘客信息系統(Passenger Information System, PIS)主要是為了方便乘客乘坐城市軌道交通列車而設置的，主要顯示下一列列車到站信息、列車時刻表、地鐵票務票價信息等。這些信息從地鐵自動監控系統自動獲取，同時根據不同需要，在站廳、月臺內分別顯示不同的內容。

PIS 包含信息發布系統及信息查詢系統，操作員通過控制中心(OCC)和車站子系統的控制，在指定的時間，將指定的信息顯示給指定的人群。PIS 的總體功能主要體現在下述幾個方面：

(1) 實時信息顯示：PIS 的主要功能之一是實時顯示各種信息，系統採用同螢幕多區域信息並行發佈形式，使螢幕不同區域的信息根據數據庫信息的改變實時更新。圖 4.5-1 所示是 PIS 終端顯示的畫面。從該圖可以看出，螢幕被劃分成若干個畫面播放不同的信息。每個顯示區域可以獨立設置，實時信息的更新可以通過自動或手動由操作人員幹預完成。通過中心信息管理工作站，操作員可以及時編輯指定的提示信息，發布至指定的終端顯示屏，設置發放信息的優先級並指定信息是以特別形式或緊急形式發布。



圖 4.5-1 PIS 終端

- (2) 緊急疏散功能：PIS 提供應急功能—緊急災難告警模式。通過 PIS 與消防、公安、監視系統等的緊密結合，預先設置多種緊急災難告警模式，一旦發生緊急狀況，立即中斷正常信息發佈，通過聲音與圖像的形式提醒乘客緊急避險，指示正確的疏散通道。
- (3) 廣告發佈功能：PIS 提供了廣告發佈平臺，可以播出文字、圖片、影音多媒體等多種形式的諮詢信息，吸引乘客的注意力，提高城市軌道交通運營公司的運營效益。
- (4) 綜合信息發布功能：PIS 提供信息查詢功能，乘客可通過觸摸屏等終端設備，

檢索城市軌道交通公司宣傳資料、地面交通信息、電子地圖、網絡廣告、車船航班票價信息、旅遊信息、酒店及飯店資料等。

- (5) 時鐘顯示功能：PIS 提供與時鐘系統的介面，可讀取該系統的時鐘基準，同步系統所有設備的時鐘，並在播出各類信息的同時顯示多媒體時鐘。
- (6) 對終端顯示設備有廣泛的相容性：PIS 能夠良好地相容多種終端顯示器，包括 LED、PDP、投影儀、LCD、CRT 顯示屏等多媒體顯示設備。
- (7) 全數字傳輸功能：PIS 從中心信號採集開始即採用全數字方式，所有信息經過視頻流服務器處理和 IP 網關封包，轉換成 DVB-IP 數據包，通過傳輸網絡發送至各站，車站顯示設備將數據包解碼，轉換成數字視頻信號進行顯示。
- (8) 友好的操作介面及完善的播放機制：PIS 軟體應具備友好的操作介面。PIS 各站點信息的發佈採用集中控制和自動播出方式，設立標準的時間表播放機制，包括周、日、節假日等。系統根據時間表自動播出，不需要有人值守。
- (9) 網管功能：PIS 具有網管功能，提供遠程管理控制，可以實時監控各終端顯示節點狀態，並自動生成網絡故障統計報表。

2. 系統支援的信息類型：乘客信息系統支援的信息類型如下：

- (1) 換乘信息：為了引導乘客安全快速地乘坐列車和離月臺到達地面，該系統在站廳、月臺顯示實時乘客疏導信息，引導乘客有秩序地等候和乘車，同時以最快的速度疏導乘客，保證地鐵的運力最大化。
- (2) 政府公告：作為公眾信息的發佈平臺，可以根據政府的宣傳方針，在城市軌道交通中發佈城市軌道交通公司和政府的重要公告和宣傳信息。
- (3) 電視台節目、公益廣告、商業廣告等高質量的媒體節目：PIS 採用先進的數字電視處理技術，為乘客提供精彩紛呈的視音頻節目。可以將電視台的信號接入到本系統中，全部或者部分播放電視台的節目。例如，在城市軌道交通所有車站的月臺、站廳，甚至在城市軌道交通車廂內都可以看到電視節目。系統還可以將一些娛樂節目結合公益和商業廣告存儲起來，按照事先編排好順序播放。該系統主要採用 LCD 液晶電視為信息發佈終端，使信息發佈更加清晰，為乘客提供優質的娛樂服務，在提高地鐵收益的同時，也提升了地鐵的服務形象。
- (4) 天氣預報等各類生活信息：乘客在候車和乘車時，會有大量的空餘時間，PIS 在這段時間內，可發佈生活信息，這些信息包括：全國天氣預報、污染指數、地鐵周邊商業信息、旅遊信息等，為乘客提供方便。

- (5) 臨時通告和緊急通告系統在緊急狀況時播放臨時的通告和警示，引導乘客：在發生火災、地震等重大災害需要乘客迅速逃離時，通過這個系統，可以隨時中斷所有或部分服務信息，播放與緊急狀況處理相關信息。由於城市軌道交通站台和站廳內面積較大，而且內部結構較複雜，各個位置的逃生路線各不相同，本系統可以針對月臺的每個位置，設置不同的逃生路線，引導乘客迅速撤離，將損失降低到最小程度。
 - (6) 股市行情、外匯牌價：系統可以將股票、外匯、期貨等實時性非常強的信息在地鐵車站進行播放，為乘客提供各類財經信息。
 - (7) 鐵路、航班時刻表：系統可以同鐵路和民航系統連接在一起，在城市軌道交通中播放鐵路和民航的時刻表，為乘客外出提供方便。
 - (8) 車載視頻監控子系統：目前，國際防恐形勢日益嚴峻，西班牙的馬德里地鐵大爆炸和英國倫敦地鐵大爆炸警示世人地鐵運行和管理的安全性多麼重要。建設 PIS 的項目方興未艾，同時大家都注意到把車載視頻監控也放到 PIS 來建設，可以減少兩者業務承載網絡的重復建設。車載視頻監控系統可以實時地將車內的情況和駕駛員的情況傳送到控制中心，控制中心可以任意調用圖像來實時監控列車的情況，而且可以定期保存監控圖像資料用於以後的分析和調查。
3. 系統信息顯示的優先級：PIS 的每一類信息具備不同的顯示優先級，高優先級的信息優先顯示，相同優先級的按照先進先出的規則顯示。具體的優先規則要求為信息類型的優先級由高低排列如下：緊急災難信息、列車服務信息、乘客引導信息、一般站務信息及公共信息、商業信息。低優先級的信息不能打斷高優先級信息，高優先級信息可以打斷低優先級信息。後來的信息能夠打斷當前播放的信息，緊急災難信息是最高優先級信息。

(二) 乘客信息系統的組成

1. 車站乘客信息系統

城市軌道交通車站乘客信息系統(PIS)由信息源、車站播出設備和車載傳輸設備組成。

- (1) 信息源：根據地鐵營運要求接收採集旅客信息、公共信息、商業廣告信息和有線電視信息、移動電視接收信息、時鐘信號等，形成 ODBC 數據庫介面。

A. 信息編輯中心層：接收、存儲和轉發地鐵外部信息。製作和發佈廣告列表時，按廣告客戶的要求制訂好廣告列表，並下發到各個車站，然後定義本

線範本檔，調度發佈播放清單，並監視本線系統營運。

B. 車站播出控制層：接收發佈乘客導乘及公共信息，通過播放控制器對本站或本線列車所有的 LCD 顯示終端和互動式多媒體查詢機播放信息，並統一控制和管理，監視本站本車系統營運。

(2) 車站播出設備：LCD 液晶及 LED 顯示屏。

(3) 車站播出設備：具有同一傳送內容的斷點續傳功能，實現運行列車通過無線局域網及時有序地接收信息內容，並且車載設備利用車-地無線通信系統、有線傳輸網絡將車上監視圖像傳遞到控制中心。

2. 全線乘客信息系統

全線乘客信息系統是由中心子系統、車站子系統、廣告製作子系統、網絡子系統組成的，如圖 4.5-2 所示。廣告製作子系統負責製作、編輯廣告，並將完成的廣告片通過骨幹網發送至中心子系統，中心子系統蒐集外部信息源、廣告製作子系統等傳來的信息，經編輯製作後通過骨幹網傳送到車站子系統，經車站子系統傳送到 PIS 終端設備。

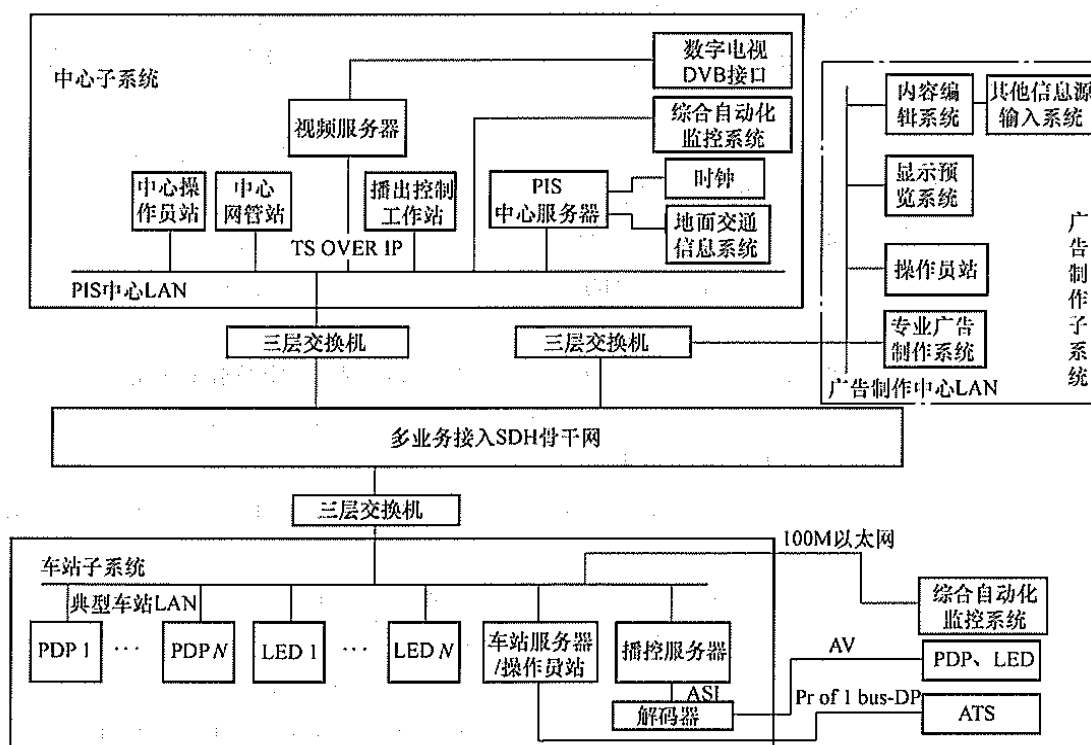


圖 4.5-2 PIS 結構圖 1

從控制結構上分，PIS 又可以分為：中心播出控制層、車站播放控制層和車站傳輸至列車設備等三個層次。PIS 結構如圖 4.5-3 所示。

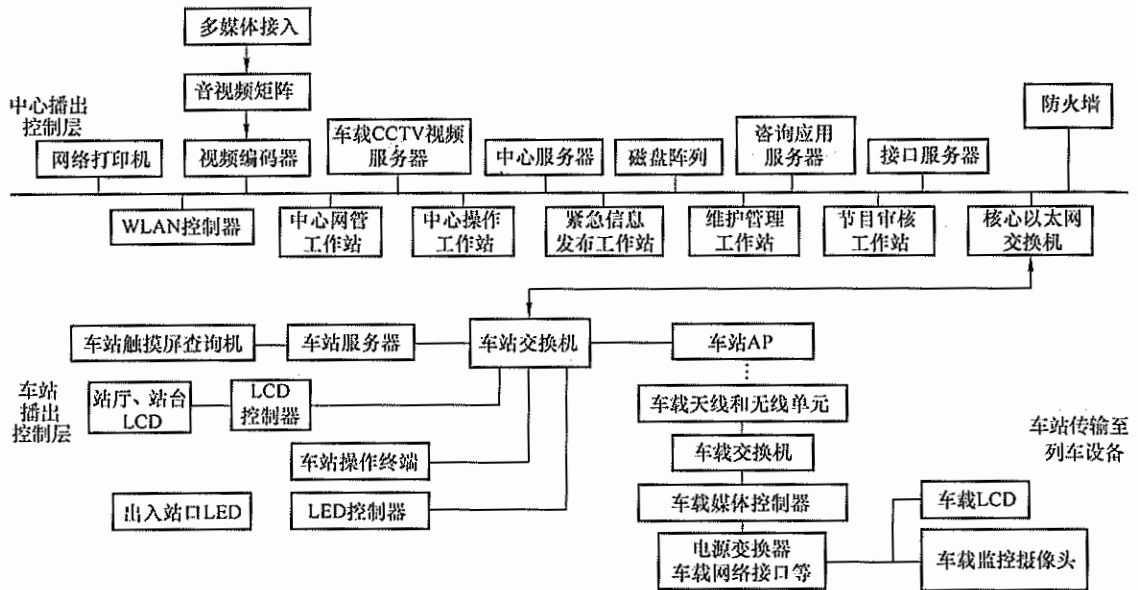


圖 4.5-3 PIS 結構圖 2

3. 中心子系統

中心子系統是 PIS 的核心部分，對外它採集整個 PIS 需要的外部信息資源，如地面交通路況、股票信息、天氣預報等，對內它將所需的信息以及列車運行狀況等進行整合、編輯以供使用，此外它還負責視頻流的轉換、播出控制、網絡管理、PIS 設備工作狀態的監控等工作。

中心子系統的主要設備有中心服務器、視頻流服務器、中心操作員工作站、播出控制工作站、數字電視設備以及網絡的網管設備等。

(1) 中心服務器：中心服務器是整個 PIS 的管理中心和信息交換中心。它的作用主要是：管理整個 PIS，包括所有工作站、用戶的登入、登出，用戶帳號名稱、權限、密碼，共用衝突仲裁，中心公共信息發布、編輯、保存等。

它可以實時監控 PIS 所有工作站、終端顯示設備的運行情況，智慧判斷系統設備故障並提供報警信號，創建並導入車站子系統、廣告中心子系統各種運行日誌，包括告警日誌、事件記錄、用戶操作記錄、分類信息播放日誌、外部系統導入/導出信息記錄等；同步整個 PIS 各節點設備時鐘信號；並可進行磁盤空間維護，具備日誌數據自動導出備份、自動刪除及可用存儲空間報警等功能。

負責 PIS 與外部系統的介面管理，外部系統主要包括綜合監控系統(BAS, ATS)、時鐘系統、地面交通信息系統、氣象預報信息系統及其他數據信息系統等。

- (2) 視頻流服務器：視頻流服務器提供多路網絡視頻通道和存儲空間。外部視頻信號，如 DVB 數字信號、有線電視信號、DVD 和錄影帶通過服務器的上傳通道上傳到服務器中，廣告製作子系統的視頻文件通過數據網關上傳到視頻流服務器。視頻流服務器在播出控制工作站的控制下，按照預定的播出時間表播出多路 DVB ASI 直播/錄播視頻信號，經 DVB-IP 網關復用為 DVB over IP 數據包，通過 SDH 骨幹網直接傳送到各車站。
- (3) 中心操作員工作站：中心操作員工作站對終端顯示設備具有最高操作控制優先級，它為操作員提供一個友好直觀的操作介面。通過該工作站，具備超級管理員權限的操作員可以配置 PIS，包括各車站子系統的總體配置、各車站子系統工作站的配置、各車站子系統終端顯示設備的配置、終端顯示設備分組管理；配置和管理用戶帳號，包括用戶帳號的添加/編輯/刪除、用戶帳號權限配置、用戶組的管理、用戶帳號凍結/失效/啟動/重置等。

中心操作員可以設置預定義的中心公共信息，加緊急災難信息、緊急疏散信息、地鐵公益信息等，並根據自定義查詢條件、排列順序，報表顯示、列印系統的日誌數據，如告警日誌、事件日誌、用戶操作日誌等。

具備相應權限的操作員還可以通過中心工作站，控制 PIS 中某一個/某一組/全部終端顯示設備的打開和關閉，實時顯示中心子系統指定的信息，或進入緊急告警狀態或中心信息直播狀態。
- (4) 播出控制工作站：播出控制工作站對乘客信息系統的所有播出設備(包括中心的視頻服務器、視頻切換器、上載錄影機、車站終端顯示設備等)進行集中播出管理。播出控制工作站提供成套定時播出功能，對所有設備的開機、關機，播出列表的編製、播出的啟動通過網絡進行統一管理，從而可以達到各車站無人運行值守的目的，降低人為操作帶來的失誤和故障。如夜間停播時，播出控制工作站自動將第二天各站點需要的播出清單發送到各站點播出控制工作站，進行播出準備。
- (5) 數字電視設備：數字電視設備可以採用 DS3 通道直接播出，也可以採用 MPEG-2 over IP 的方式通過 TCP/IP 網絡播出。
- (6) 網絡的網管設備：中心子系統實際上是基於乙太網構架組成的，其核心是一台具有三級交換功能的網絡交換設備。

4. 車站子系統

車站子系統主要負責管理車站內的 PIS。它集中監控本車站內的系統設備，接

收中心子系統的數據，並分發至車站內的 PIS 每一顯示終端的信息發布和站務信息的編輯保存。

PIS 車站子系統設備主要包括車站服務器、車站操作工作站、顯示控制器及各類顯示終端。

- (1) 車站服務器：車站服務器上行與中心服務器進行數據傳輸，下行則集中管理本站內的所有車站操作工作站、顯示控制器、終端顯示設備。它的部分工作與中心服務器相類似，如管理本站內的 PIS 設備，實時監控站內所有工作站終端設備，創建、導入顯示控制器的日誌數據，維護磁盤空間，管理站內 PIS 與外部系統的介面等，此外它還具備一些其他的作用：
 - A. 與中心服務器實時進行本車站內各種 PIS 設備配置數據的同步。
 - B. 從中心服務器、廣告製作子系統接收控制命令和數據，集中轉發至站內的終端顯示設備，進行解釋執行。
 - C. 定時向中心服務器上傳本車站設備所有的日誌數據。
 - D. 具有網絡流量控制機制，車站服務器在任意設定的非網絡繁忙時間，向顯示控制器發佈時間表和播放節目數據。這一功能可避免顯示控制器在網絡繁忙時從車站服務器下載數據量龐大的信息流，造成網絡壅堵，影響系統其他功能的正常執行。
 - E. 自動從中心服務器讀取時鐘信息，作為車站子系統的時鐘基準。
 - F. 提供一定的存儲空間，用於存儲和實時輸出從中心子系統視頻流服務器實時下載的視、音頻素材。
- (2) 車站操作工作站：車站操作工作站為 PIS 提供車站級控制功能，它的功能與中心操作員工作站相同，但只為本站 PIS 設備提供服務，可以看做是一個縮小化的中心操作員工作站。與中心操作員工作站不同的是它採用了地圖式的監控介面，將站內各終端設備顯示為地圖上的一個節點，直接顯示本車站內所有終端顯示設備的工作狀態及故障告警位置，使操作員工作站更便捷、直觀。
- (3) 顯示控制器：PIS 採用各種不同的顯示終端設備，故存在著對應的顯示控制器，如等離子顯示控制器、LED 顯示控制器、觸摸屏、LCD 顯示控制器等，所有顯示控制器的功能基本上一致，作為車站播出設備控制層，它具備以下功能：
 - A. 每一個或一組終端顯示設備配備一個顯示控制器，以實現每一個或每一組

終端顯示設備可靠自主的顯示獨立指定的內容，並智能地處理各異常情況。

- B. 根據終端設備的不同，支持不同格式檔的顯示，如 LED 顯示控制器支援文本動畫、圖像動畫、AVI 影視文件、數字時鐘的顯示，而 PDP 具備 MPEG-2 影視檔、各種常用文本格式檔、網絡視頻流、網頁、模擬時鐘的顯示等。
- C. 支援動態分屏播放模式。螢幕的子視窗結構、佈置配置、解析度等能夠根據時間表的預先設定，動態地改變。佈局的改變不需要重新啟動機器。
- D. 支援 8 個以上的子視窗分屏播放模式，每一個分屏子窗口能夠被單獨進行設置，能夠獨立播放各自的節目序列，且能夠播放所有支持的節目類型。
- E. 具有容錯功能，當網絡發生故障時仍能正常工作。
- F. 具備自動維護功能，可以自動刪除無用的節目數據，自動導出、上傳並刪除各種日誌數據。

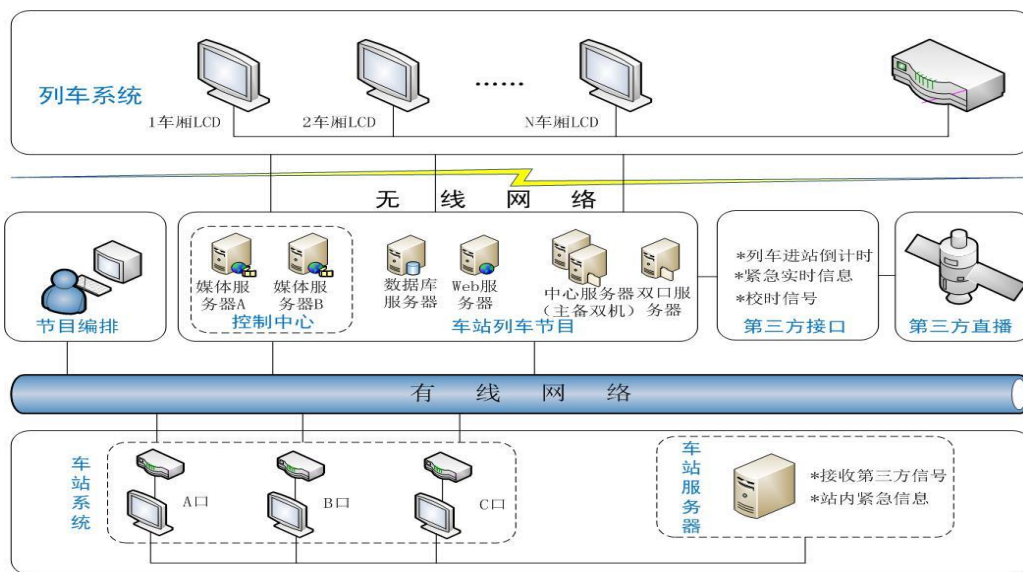


圖 4.5-4 PIS 結構圖 3

六、門禁控制系統 [8]

門禁控制系統即 ACS，一般簡稱為門禁系統，又稱出入口控制，是在人進出重要通道的時候，進行適當級別的權限鑑別，以區分是否能通過的一種管理手段。

門禁系統一般可以通過卡片、指紋、虹膜(眼睛)來識別人的身份份，從而判斷來人是否有權限進入。

城市軌道交通門禁系統屬於大型門禁系統，它具有控制點數多、數據通信量大、數據傳輸距離遠、聯動設備多、安全性能要求高等特點。設置門禁系統對車站設備管理區通道門和設備管理用房進行統一監控和管理，同時可用於工作人員的考勤自動化管理，提高營運管理水準。

(一)城市軌道交通門禁系統的特點及通信網絡

1. 城市軌道交通門禁系統的佈置

- (1) 由於城市軌道交通站點與普通建築物不同，具有站點多、分佈廣、管理人員具有流動性的特點，因而需採用聯網型門禁系統，以便對這條線甚至這個網絡中的各個點進行統一的管理。
- (2) 城市軌道交通門禁系統由四大部分構成：一、系統通信網絡；二、中央級門禁管理系統；三、車站級門禁管理系統；四、現場級門禁設備。在營運中形成了兩級管理三級控制的管理模式。
- (3) 城市軌道交通門禁系統採中央和車站兩級管理，中央級門禁管理層、發卡授權中心設置在控制中心，車站級門禁管理層設置在車站、停車場、車輛段、控制中心大樓等防護區。中央管理級與車站管理級通過 TCP/IP 乙太網通道連接，車站管理級與現場設備間通過 TCP/IP 或現場總線方式連接。
- (4) 城市軌道交通門禁系統是以車站為單位，由車站控制室的車站級門禁系統工作站對車站內設備房門禁設備進行統一管理。各車站的車站門禁管理工作站通過光纖通信網絡將各站點的數據信息上傳至中央級門禁系統。中央級門禁系統統一管理全線門禁系統。

2. 系統通信網絡：系統通信網絡由兩部分構成：一、全線骨幹網絡，即各站點門禁系統工作站由光纖網絡連接進行全線通信；二、車站級網絡、車站級網絡採用現場總線方式將車站內各現場門禁設備連接。

- (1) 全線骨幹網：門禁系統數據傳輸的骨幹網採用的是基於工業乙太網技術。工業乙太網是乙太網技術在控制網路延伸的產物，協議組包括了物理層乙太網

物理層、鏈路層的乙太網 MAC、網絡層的網絡互聯協議 IP、傳輸層的傳輸控制協議 TCP 和用戶數據協議 UDP 等。工業乙太網的物理層與鏈路層採用 IEEE 802.3 標準。

城市軌道交通門禁系統是基於工業乙太網進行數據通信，車站門禁系統管理工作站通過工業級千兆光纖交換機可以直接上全線光纖乙太網，通信速率達 10M 或 100M，系統任何一台車站門禁系統工作站可以直接以 TCP/IP 或 IPX 協議與客戶內部服務器進行數據交換，實時共用全系統的所有資源。特點是數據傳輸、交換、共用以及遠程訪問容易、方便，數據處理速度快，動作響應速度快。城市軌道交通門禁系統網絡示意圖如圖 4.6-1 所示。

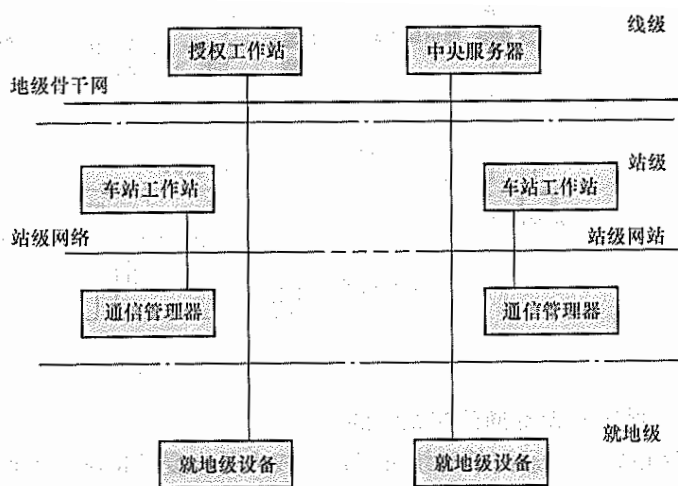


圖 4.6-1 城市軌道交通門禁系統網絡示意圖

- (2) 車站級門禁系統網絡：車站級門禁系統網絡採用的是現場總線方式，將多台門禁網絡控制器分別掛在 RS485 現場總線上，通過 ATM 方式進行數據通信，所有設備的信息通過 RS485 轉 RS232 的轉換器與車站的工作站連接。特點是通信距離遠，RS485 現場總線在不加中繼的情況下有效通信距離是 1200m，門禁網絡控制器的每個 RS485 介面，可帶多台門禁控制器設備。車站級門禁系統包括各車站級的門禁系統和控制中心站級的門禁系統。

3. 管理方式

- (1) 中央級門禁管理系統：中央級門禁管理系統可集中處理下級門禁系統的數據信息，即通過中央級門禁系統對控制中心大樓、各車站級門禁系統的下一級進行操作管理。主要的設備有中央級門禁管理服務器、管理工作站、數據服務器、數據庫軟體、門禁系統管理操作軟體以及交換機。

(2) 車站級門禁系統：車站級門禁系統由車站級門禁系統管理工作站對本站門禁進行數據管理、處理、監視現場設備狀態、故障等。車站級門禁系統由車站系統管理工作站、門禁網絡控制器、車站級門禁系統管理軟體構成。

A. 車站級門禁系統管理工作站：通過車站級門禁系統管理工作站，車站門禁系統可實現對本車站系統內的所有門禁終端的監控，滿足系統運作、授權、設備監測與控制、網絡管理、數據庫管理、維修管理以及系統數據的集中採集、統計、保存、查詢等功能。

B. 門禁網絡控制器：門禁網絡控制器是將電源、控制、驅動、通信集成為一體的設備，可通過提供 RS232 轉 RS485 的通信介面與車站級的門禁控制器連接。門禁網絡控制器提供了多個 RS485 通信介面，一般有 2~8 個通信介面，每條 RS485 總線可以驅動多個門禁控制器。理論上，每條 RS485 總線可以攜帶 256 台門禁控制器，但是考慮到工程實施的實際情況，一般攜帶的門禁控制器不大於 32 台。

C. 車站門禁系統管理軟體：此管理軟體可實現通信管理功能，即能接收中央級管理工作站下達的系統參數，同時將參數下達到相關門禁終端；車站管理工作站與中央級系統管理工作站之間產生網絡中斷時，車站門禁系統也能正常工作，在通信網絡連通時，可將網絡中斷時間內的數據上傳至中央級系統管理工作站。門禁系統示意圖如圖 4.6-2 所示。

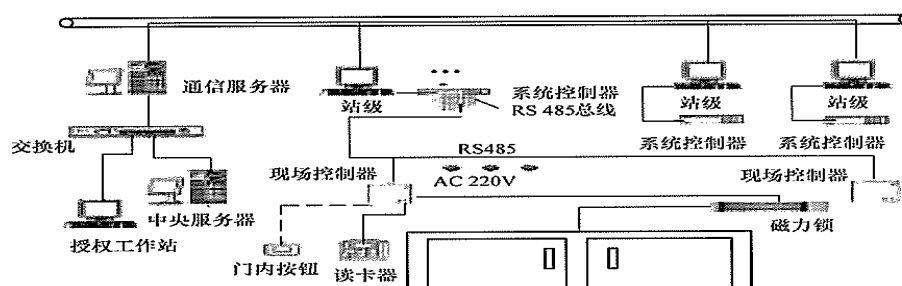


圖 4.6-2 門禁系統示意圖

(二) 城市軌道交通門禁系統的功能

城市軌道交通門禁系統可保證授權人員在受控情況下方便地進入設備及管理區域，防止非授權人員進入限制區域，同時通過進出人員信息的採集實現考勤、巡更、人

員定位等管理，並且可以與自動售檢票系統、公交卡系統、監控系統、火災報警系統等實現聯動，從而實現智慧化管理與防護。

(三)城市軌道交通門禁系統的組成

城市軌道交通門禁系統由門禁控制器、讀卡器、出門按鈕、鎖具、網絡設備、智慧卡、電源、管理軟體組成。城市軌道交通門禁系統示意圖及全線系統架構圖如圖 4.6-3a、b 所示。

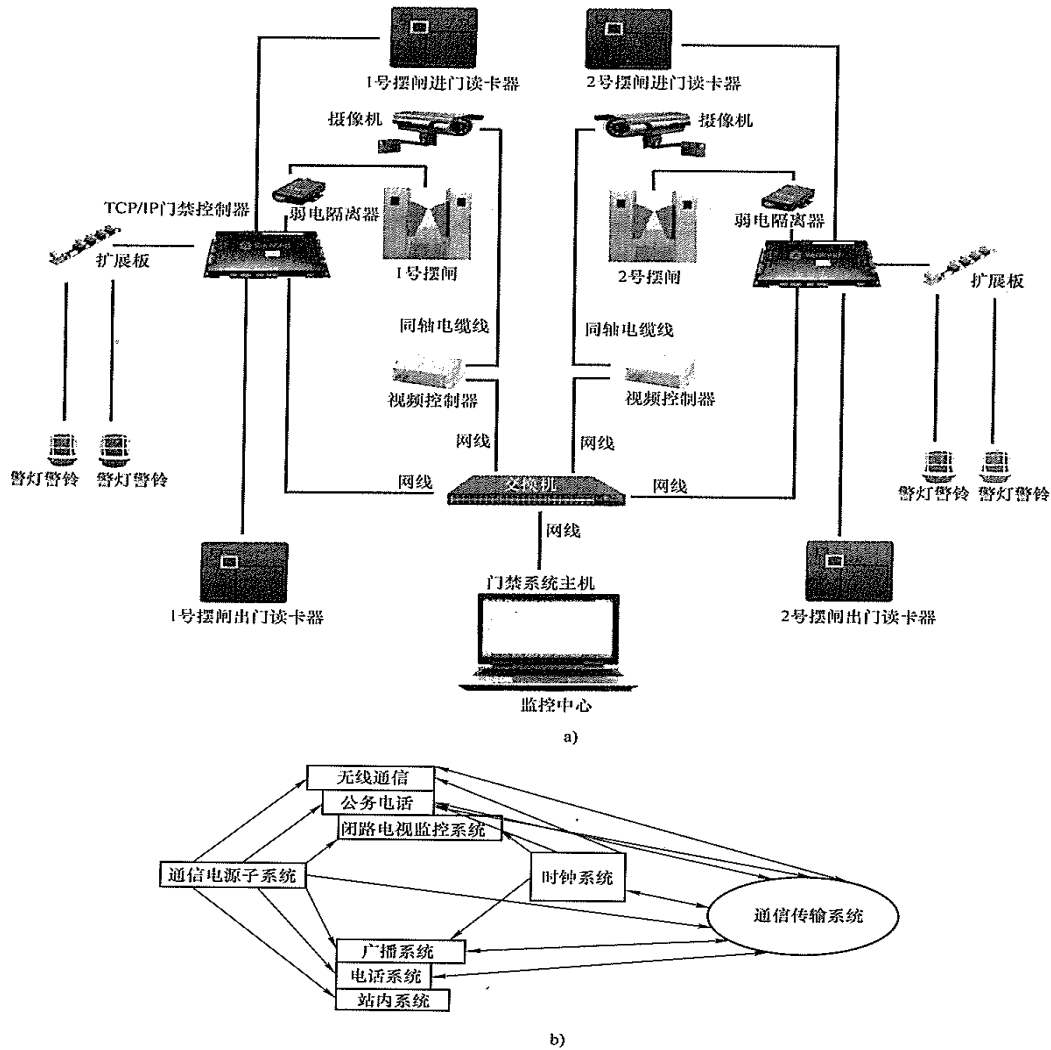


圖 4.6-3a、b 城市軌道交通門禁系統示意圖及全線系統架構圖
a) 門禁系統示意圖 b) 全線系統架構圖

中央管理級設於線路的控制中心，包括門禁服務器、授卡工作站、網絡設備、列印機及系統軟體等。

車站管理級設於各車站控制室或客服中心(停車場設於信號樓控制室、控制中心大樓設於大樓值班室)，包括車站級門禁工作站、主控制器、列印機、介面轉換設備及系統軟體等。

現場級設備設於現場各處，包括現場控制器、電控鎖具、讀卡器、出門按鈕、緊急破碎玻璃按鈕等。

1. 讀卡器：讀卡器是將讀取到的卡片信息進行鑑證、識別，並將數據處理上傳至門禁控制器，由門禁控制器發出相關工作指令，門鎖執行動作。卡片通過讀卡或讀卡加密方式來識別進出權限，按卡片的種類可以分為磁卡和射頻卡兩種卡片；從材質和外形上講，又分為薄卡、厚卡、異形卡。

2. 卡片、磁卡：採用接觸式讀取卡片的信息，其特點是成本低、讀卡設備易磨損、使用壽命短、卡片易複製、卡片信息容易在外界磁場下丟失，導致卡片無效。

3. 射頻卡：採用非接觸方式與讀卡設備進行數據交換，一般採用 13.56MHz 的頻率進行數據交換。射頻卡的特點是方便安全、使用壽命長、卡片很難被複製、卡片信息能保存 10 年。射頻卡可以分為 Mifare1 卡、Motorola 卡、EM 卡、HID 卡、Legic 卡等。

4. 控制器：控制器是整個系統的核心，負責整個系統信息數據的輸入、處理、存儲、輸出，控制器與讀卡機之間的通信方式一般均採用 RS485、RS232 及韋根格式。

(1) 控制器監控車站級工作站的運行狀態，收集車站級工作站的運行狀態數據，以及對數據庫建立、備份、清除；門禁卡授權管理功能設置車站系統運作參數，下達運作命令及設置系統運行模式到各個車站；緊急狀態下可以解除車站門禁狀態。

(2) 卡片管理功能：發卡、退卡、掛失卡。

(3) 記錄管理功能：對操作信息、報警信息進行實時記錄、歷史記錄；進行故障查詢和分析，可以自行編輯報表、也可自動生成日、周、月、年的報表，進行檔案資料記錄和存儲。

(4) 網絡監視管理功能：對系統及網絡具有在線監視、自診斷、自恢復及在線修復功能，並可顯示網絡負荷情況。

5. 門禁控制器：門禁控制器通常可分為一體式和分體式。一體式即控制器與讀卡器連成一體的門禁設備，它具有體積小、功能簡捷、安裝簡易等特點，在民用建築上使用較多；分體式即控制器與讀卡器分散獨立安裝，特點是接線較多、複雜，體積較一體式大。

6. 鎖具：鎖具是整個系統中的執行部件，目前有三大類：電鎖口、磁力鎖、電插鎖。一般根據用戶的要求和門的材質進行選配，電鎖口一般用於木門，磁力鎖用於金屬門、木門，電插鎖相對來說應用較為廣泛，各種材質的門均可使用。作為執行部件，鎖具的穩定性、耐用性是相當重要的。電子鎖應採用斷電釋放式的磁力鎖及具防盜作用的電子陰陽鎖，在火災時全部斷電釋放。

7. 緊急開門按鈕：緊急開門按鈕直接接在電鎖的供電回路裡，安裝方式與門鎖的安裝有關，在打碎玻璃後應保證電鎖處於打開狀態，在緊急情況下保證疏散通道暢通。

8. 電源：電源設備是整個系統中非常重要的部分，如果電源選配不當或出現問題，整個系統就會癱瘓或出現各種各樣的故障，但許多用戶往往會忽略電源的重要性。門禁系統一般都選用較穩定的線性電源。

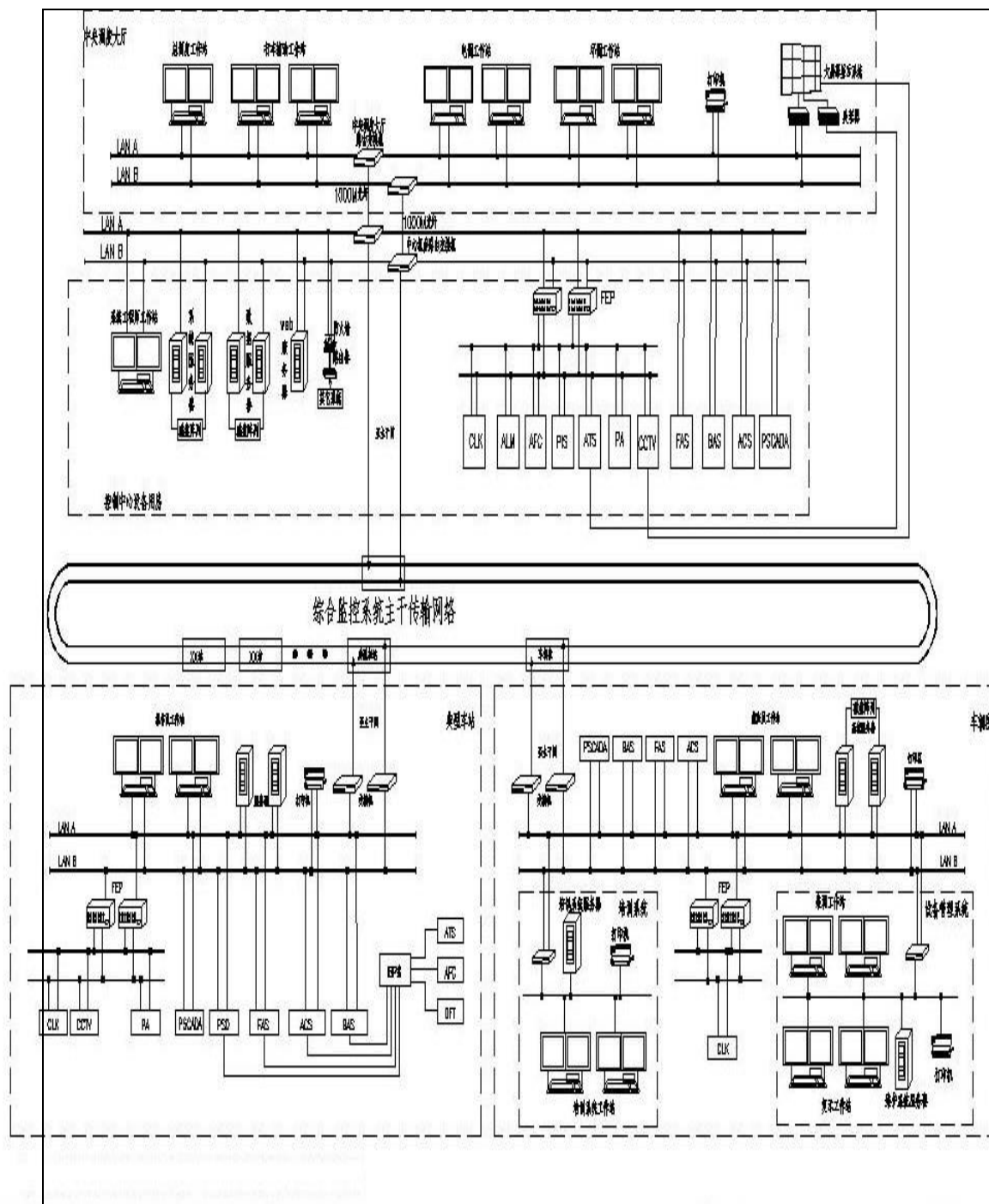


圖 4.6-4 車站機電系統監控圖

七、閉路電視監控系統 [8]

閉路電視監控系統(CCTV)是安全技術防範體系中的一個重要組成部分，是一種先進的、防範能力極強的綜合系統，它可以通過遙控攝影機及其輔助設備(鏡頭、雲台等)直接觀看被監視場所的一切情況。同時，閉路電視監控系統還可以與防盜報警系統等其他安全技術防範體系聯動運行，使其防範能力更加強大。它是通信指揮系統的重要組成部分，具有其獨特的指揮和管理效能，已成為城市軌道交通實現自動化調度和管理的必備設施。

(一)CCTV 系統組成

CCTV 系統一般由前端、傳輸部分和終端組成。

1. 前端：前端主要用於獲取被監控區域的圖像，一般由攝影機、鏡頭、雲台、解碼器和防塵罩等組成。

2. 傳輸部分：傳輸部分的作用是将攝影機輸出的視頻(有時包括音頻)信號饋送到中心機房或其他監視點。傳輸部分一般由饋線、視頻電纜補償器、視頻放大器等組成。

3. 終端：終端用於顯示和記錄、視頻處理、輸出控制信號、接受前端傳來的信號，一般包括監視器、各種控制設備和記錄設備等。

(二)閉路電視的主要設備

1. 攝影機：在系統中，攝影機處於系統的最前端，它將被設物體的光圖像轉變成電信號—視頻信號，為系統提供信號源，因此它是系統中最重要設備之一。

2. 攝影機鏡頭：攝影機光學鏡頭的作用是把被觀察目標的光像聚焦於 CCD 傳感器件上，在傳感器件上產生的圖像將是物體的倒像，儘管用一個簡單的凸透鏡就可以實現上述目的，但這時的圖像質量不高，不能在中心和邊緣都獲得清晰的圖像，為此往往附加若干透鏡元件，組成一道復合透鏡，方能得到滿意的圖像。

3. 雲台：它與攝影機配合使用能達到上下左右轉動的目的。它能擴大一台攝影機的監視範圍，同時能在一定範圍內跟蹤目標進行攝影，提高了攝影機的實用價值。由於使用環境不同，雲台的種類很多。

4. 防塵罩(防護罩)、支架和解碼器、防塵罩的作用是用來保護攝影機和鏡頭不受諸如有害氣體、大灰塵及人為有意破壞等環境條件的影響。支架用於攝影機安裝時作為支

撐，並將攝影機連接於安裝部位的輔助器件上。解碼器則用來完成對攝影機鏡頭、全方位雲台的總線控制。

5. 監視器：監視器是電視監控系統的終端顯示設備。整個系統的狀態最終都要呈現在監視的屏幕上。監視器的優劣直接影響著整個系統的最終效果。

6. 信號傳輸：當監控系統與控制中心距離較近時採用視頻圖像、控制信號直接傳輸的方式，當距離較遠時，採用射頻、微波或者光纖傳輸的方式。信號傳輸的常用設備有同軸電纜、雙絞線、光纖，可傳輸距離由近到遠依次遞增。

軌道交通電視監控系統為二級結構，分為車站電視監控和控制中心電視監控。車站攝影機輸出的圖像信號分為兩路，一路送車站控制器，車站值班員可選擇本站不同位置攝影機的圖像；另一路送車站前端處理機進行圖像編碼、壓縮，然後經傳輸系統送至控制中心，在控制中心解碼後送至圖像監視器。控制中心行車調度員可選擇任一車站的任何一個攝影機的圖像信號，也可將車站的幾路圖像信號送至控制中心。彩色圖像信號的傳送一般採用 MPEG-2 圖像編碼技術。控制中心閉路電視監控示意圖如圖 4.7-1 所示。

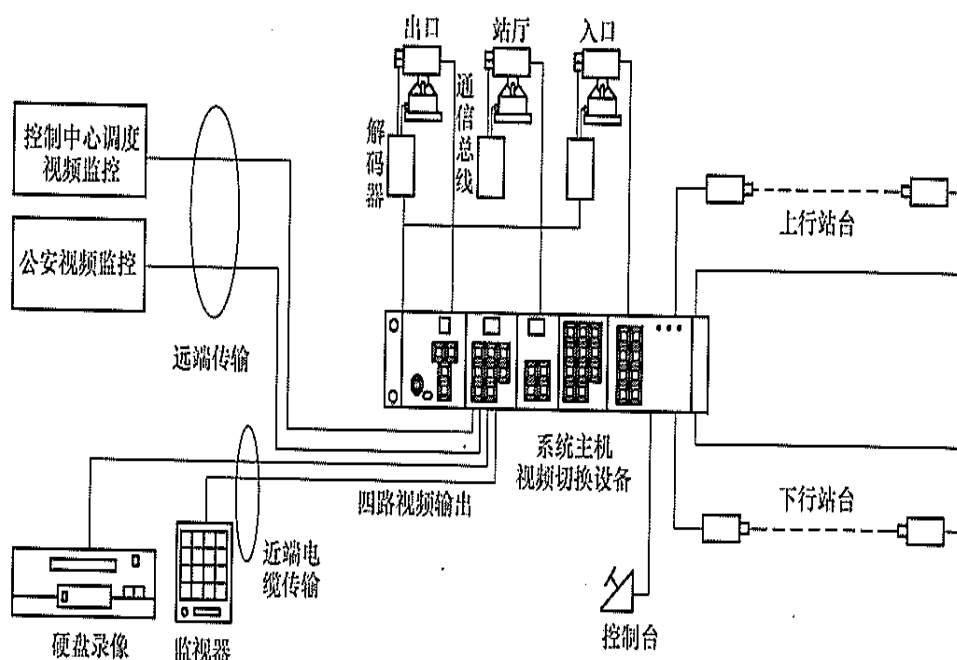


圖 4.7-1 控制中心閉路電視監控示意圖

(三)技術要求

閉路電視監控系統的技術要求主要為攝影機的清晰度、系統的傳輸帶寬、視頻信號的信噪比、電視信號的制式、攝影機達到較高畫質和操作的功​​能以及系統各器件的環境適應度。

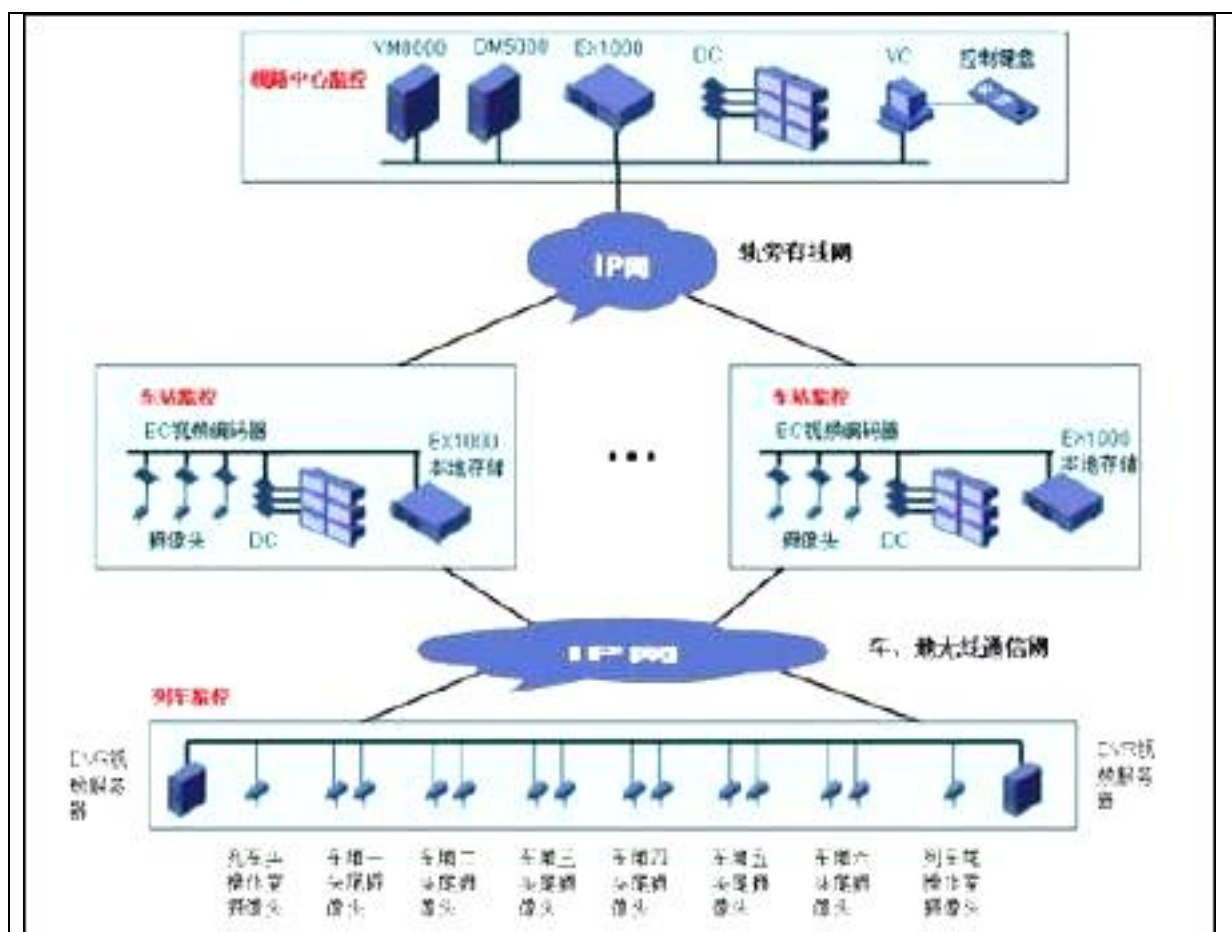


圖 4.7-2 閉路電視監控示意圖

八、火災報警系統 [8]

城市軌道交通中可能發生的災害主要有火災、水災、風災、雷擊、地震、行車事故等。對雷擊和行車事故很難事先報警，只能在設計時採取預防措施，以提高運行的可靠性和安全性。對水災、風災、地震一般可直接接收有關部門的預報信息，不另設軌道交通專用的報警系統。

火災發生的機率高，且危害嚴重、損失大，為了儘早探測到火災的發生並發出警報，在城市軌道交通中通常都設有火災報警系統(Fire Alarm System, FAS)，同時配備相應的滅火裝置。消防水系統是實施滅火的主要設備。火災報警全線系統構成示意圖和基本示意圖如圖 4.8-1、4.8-2 所示。

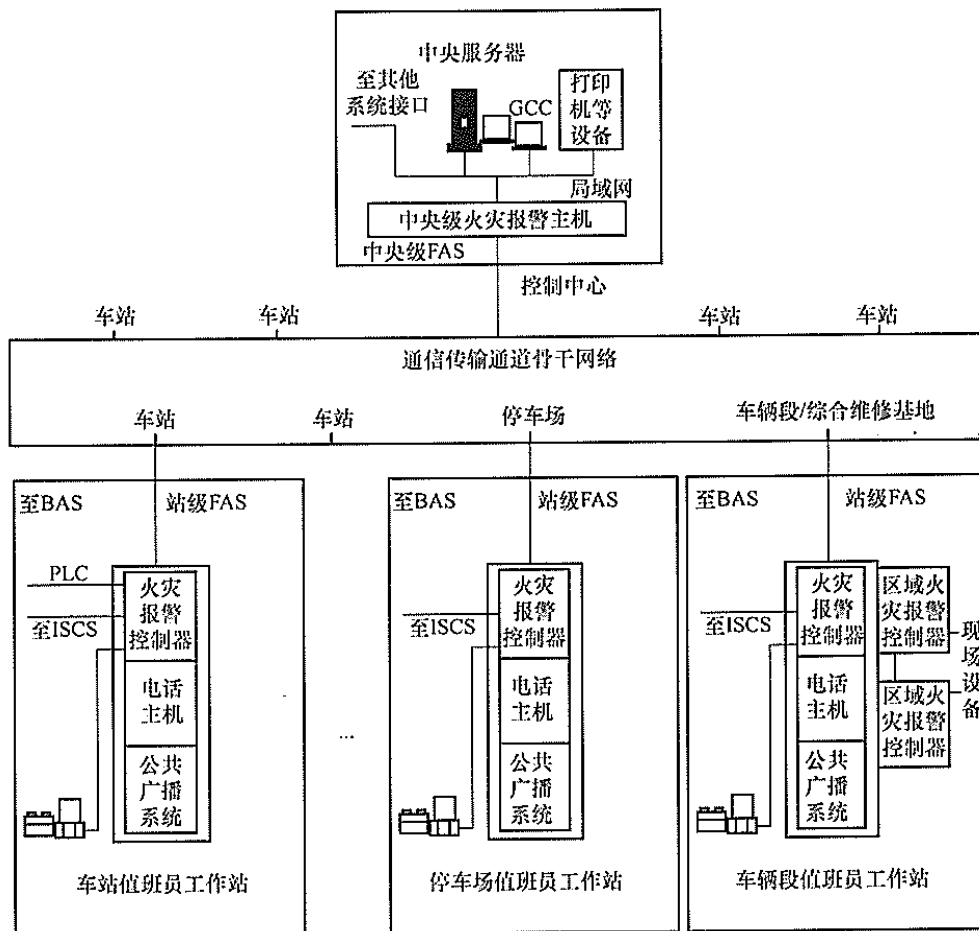


圖 4.8-1 火災報警全線系統構成示意圖

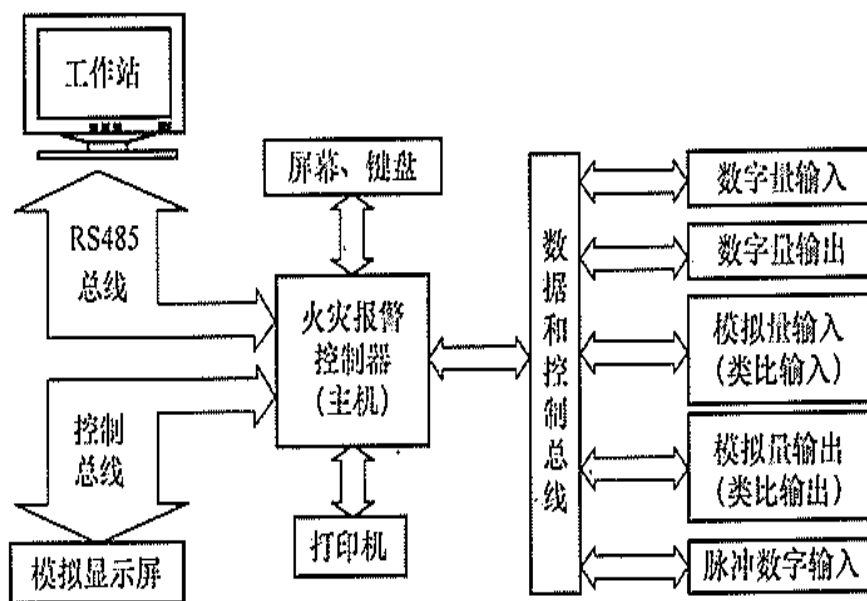


圖 4.8-2 火災報警系統基本示意圖

(一)FAS 的組成

FAS 的設計應貫徹「預防為主，防消結合」的方針，以達到報警早、損失少、保護人身和財產安全的目的。系統應具有可靠性、實用性、先進性、經濟性，並應符合國家現行的有關強制性條文的規定。

FAS 用來探測包括城市軌道交通車站、區間隧道、車輛段等與城市軌道交通營運有關的建築和設施的火災信息，並發出火災警報，啟動有關防火、滅火裝置，目的是保障城市軌道交通正常有序地營運，避免或降低災害情況下造成的人員和財產損失。FAS 主要由探測器和控制器及信號線組成。氣體自動滅火系統由儲氣鋼瓶組、噴頭、釋放裝置及氣體輸入管道等組成。

火災警報控制裝置是火災報警系統的心臟，是系統運行的指揮中心，擔負著整個系統監視、報警、控制、顯示、信息記錄和檔案存儲等功能。正常運行時，自動監視系統的運行狀態和故障診斷報警；有火災時，接受探測器、手動報警按鈕的報警信號，並將其轉換成聲光報警信號，指示報警部位，記錄報警信息，通過自動滅火控制裝置啟動自動滅火設備和消防聯動控制設備。

一旦發生火災，火災探測器通過信號傳輸系統把火災發生的信號傳輸到火災報警控制裝置，由報警控制裝置發出報警的聲光信號。火災報警裝置包括區域火災報警器和集中火災報警器，前者是將一個防火區的火警信號匯集到一起，進行報警顯示，並輸出火

災信號給集中報警器；而後者是將所監視的各個探測區的區域報警器所輸出的電信號以聲光的形式顯示出來，並向消防聯動控制系統設備發出指令。對於大型地下車站，由於站廳較多(包括地面、中間和地下三層)，控制設備和房間佈置複雜，因此需要將多台區域報警控制所警戒的區域進行集中管理，即與集中報警控制器配套使用，組成集中報警系統，便於火災發生時集中指揮滅火，其系統示意圖如圖 4.8-3 所示。

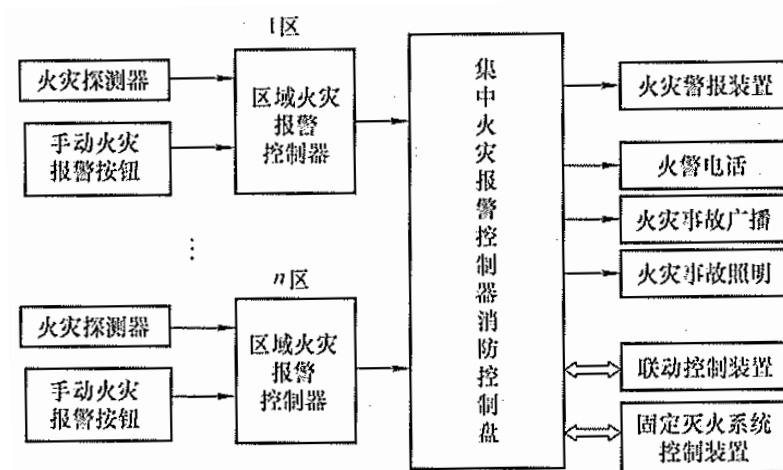


圖 4.8-3 集中報警系統示意圖

火災警報裝置是火災發生時聲、光、語音等形式給人以警示的一種消防設備，常用的有警鈴、警笛、聲光報警器等。

城市軌道交通火災報警系統主要設置在各車站站廳、站台、區間隧道、車輛段、一般設備用房和管理用房等處，由中央監控管理級、車站(車站與車輛段)監控管理級和現場控制級三級組成。

FAS 作為三級控制系統，第一級為中央級，是整個 FAS 的集中監控中心、設置於全控制中心大樓內；第二級為車站級，是 FAS 的基本結構單元，設置於各車站的綜合控制室以及車輛段等的消防值班室；第三級為現場就地控制級。

(二)FAS 的配置

FAS 一般由局域網、報警、控制、防災通信、時鐘、消防電源、接地等子系統組成。

1. FAS 局域網：FAS 在各車站、車輛段(停車場)和控制中心應分別設置一台火災報警控制器和一台專用消防聯動控制設備，全線組成局域網。

(1)系統應採用獨立的傳輸網絡，網絡宜採用環形網，網絡傳輸宜採用光纖，網絡節點間的光纖宜與通信系統統一敷設。

(2)控制中心應設置模擬屏，模擬屏宜與其他系統綜合設置。

(3)車站宜設置 CRT 顯示器，電源宜由 UPS 裝置提供。

2.報警子系統：報警分為自動和手動兩類，自動報警採用火災探測器向控制室報警，手動報警採用手動報警按鈕或電話向控制室報警。

(1)控制中心樓的各種設備機房、配電室(間)、電纜通道、電纜豎井、電纜夾層、走廊、會議室、辦公室、控制室及其他管理用房應設置火災探測器。

(2)地下車站的公共區、人行通道、各種設備機房、配電室(間)、電纜通道、電纜豎井、電纜夾層、走廊、辦公室、控制室及其他管理用房應設置火災探測器。

(3)地面和高架車站的各種設備機房、配電室(間)、電纜通道、電纜豎井、電纜夾層、控制室及其他重要管理用房應設置火災探測器。

(4)車輛段(停車場)的停車庫、檢修庫、變電所、存儲可燃物品的庫房、信號樓、重要文件檔案室應設置火災探測器。

(5)在車站的走廊、站廳層公共區、站台層公共區、在控制中心的走廊等公共區，在地下區間隧道、超過 60m 長的封閉行人通道，在車輛段(停車場)中設置火災探測器的建築物內均應設置手動報警按鈕。

3.控制子系統：控制分為自動和手動兩類，自動控制通過模塊實現，手動控制通過硬線、開關和繼電器實現。FAS 的控制電源採用直流 24V，為避免在同一瞬間控制電流過大，一般採取以下措施。

(1)軟體編製時將控制命令按序分開，儘量不要有太多的控制點同時動作。

(2)當採用一個模塊控制幾個被控對象時，不宜採用並聯動作，應採用串聯動作。即當第一個被控設備動作後，用第一動作完成後的反饋信號去啟動下一個被控設備的動作，直至最後一個被控設備的動作完成並輸出最終的反饋信號。採用串聯動作的設備數量不要太多，最好控制在 2~5 個，且分布不宜太散、太遠。

(3)消防栓泵啟動按鈕的動作信號應接入 FAS，而在車輛段(停車場)的有些建築物內未設置火災自動報警，這些建築物內消防栓泵啟動按鈕的動作信號可不接入 FAS。

4.防災通信子系統：防災通信包括有線電話、無線電話、防災應急廣播、電視監控等。

(1)有線電話應包括防災調度電話、消防對講電話和報警的外線電話。全線防災調度電話應在控制中心設調度電話總機，在各防災控制室、防災直線管理部

門應設調度電話分機。消防對講電話在防災控制室內應設對講電話總機，變配電值班室、消防泵房、防排煙風機房、設置氣體自動滅火裝置的房間門外、氣體自動滅火鋼瓶間等與防災救災直接相關的場所，應設置對講電話分機。手動報警按鈕和消火栓按鈕處宜設置對講電話插孔。控制中心、車站和車場的防災控制室應設可直接向消防部門報警的外線電話。

- (2) 無線電話包括控制中心和車站防災控制室設置的可與列車駕駛員對講的無線電話分機。地下車站及區間應設置公安、消防無線引入系統，將警察、消防無線調度專用信號引入地下車站和區間，且滿足警察、消防統一調度的要求。
- (3) 防災應急廣播的揚聲器應與車站公共廣播合用；廣播功放機及控制器宜與車站公共廣播合用；防災控制室內應有強切的功能。在設置了自動報警設施而未設置防災應急廣播的場所，如車輛段(停車場)的部分建築物應設置火災警報裝置(一般採用警鈴)。
- (4) 電視監控的要求是防災系統與行車調度等可共用一套電視監控系統。在車站防災控制室內，應能監視站台層乘客上下車、樓梯口和疏散通道的情況。在控制中心的防災控制室內，可人工選擇車站的相關畫面顯示。電視監控應與防災警報系統聯動、自動將災害場面切換到車站和控制中心的防災控制室的監視器上顯示，並自動錄影。
- (5) 時鐘子系統：FAS 的時鐘應與全線其他系統的時鐘一致，一般採取控制中心的火災報警控制器接收全線時鐘系統校時信號，並對車站的火災報警控制器提供時鐘校時信號的方式。
- (6) 消防電源自系統：系統應設有主電源和直流備用電源。系統的主電源應按一級負荷供電，由兩個獨立的電源在防災控制室進行自切。直流備用電源宜採用火災報警控制器內的專用蓄電池。
- (7) 接地方式：系統接地宜採用共用接地方式，接地電阻值不大於 1Ω 。

(三)FAS 控制裝置的要求

FAS 控制裝置應結合其他控制系統綜合設置。

1. 車站的 FAS 控制裝置宜與 BAS 等系統同設於車站控制值班室內。FAS 的專用面積不應小於 8m^2 ，在該區域內嚴禁與其無關的電氣線路及管線穿過。
2. 車輛段(停車場)的 FAS 控制裝置宜設於信號樓的調度值班室內，其他要求同車站的 FAS 控制室。
3. 控制中心的 FAS 控制裝置應設在全線的中央控制室內。

(四)FAS 的控制模式

在城市軌道交通系統中，火災報警系統一般為兩級管理、三級控制模式。兩級管理為在城市軌道交通中央控制中心(OCC)設置消防指揮中心，在各車站、車輛段、主變電所等處設置防災控制室作為車站級消防控制中心。三級控制為主控制級、分控制級、就地級消防控制。

1. 主控制級：在控制中心配備 2 台互為備用的消防工作站，通過專用網絡卡與控制中心局域網聯網，作為局域網的網絡節點。工作站由通用型工業控制機作為主機，外接 ZIP 驅動器、UPS 等設備。每台控制主機通過一套通信控制器環入整個 FAS 網，這樣保證主機作為網絡的一個節點。全線 FAS 控制中心負責城市軌道交通全線防救災設備的集中監控管理，火災時負責全線的統一調度和指揮。

防災控制中心可根據城市軌道交通發生災害的實際情況，及時向警察消防等部門報告災情，選擇預定的救災方案，通過公共廣播、閉路電視系統向各車站防災控制室發出消防救災指令和旅客安全疏散命令，指導全線執行消防指令；並通過電話向有關部門或有關車站通報災情，編製、下達全線 FAS 運行模式，監視運行工況；並具有報表打印功能，包括日表和月表及其他管理報表的打印；還可存儲操作人員的各項操作記錄，並可輸出至打印機。

2. 分控制級：車站分控制級負責管理車站及相鄰區間隧道一半里程範圍的防救災工作；車輛段消防值班室集中管理停車庫等重要用房的防火救災工作；控制中心大樓的消防值班室負責管理大樓的防火救災工作。車站級與中央級聯網工作，並對其所管轄範圍獨立地進行消防監控管理。車站分控制級由火災報警分機、圖形監視計算機(GCC)、打印機、消防聯動櫃、緊急電話主機等構成。火災報警分機通過總線與現場設備相連組成所轄站點的火災報警子系統，同時各火災報警分機均作為 FAS 網絡的一個節點，與其他站點及防災指揮中心進行通信和信息交換。火災報警子系統通過 RS232/485 通信接口與本站點內的 EMCS 進行信息交換，當火災信息確認後，FAS 向 EMCS 發出火災報警信息和消防控制模式，通過 EMCS 和 FAS 直接控制的消防設備，實施消防處理。

車站 GCC 設備由通用型工業控制機作為主機，與防災報警分機採用 RS232 接口連接 GCC 不作為全線報警網絡的一個節點，它的故障不會對全線網絡和車站級報警回路造成影響。在車站消防控制室設置消防控制櫃，用於消火栓泵、消防泵、回排風機、TVF 風機、UPE/OTE 風機、組合式空調等火災工況下運行設備的直接手動控制，聯動櫃採用硬線方式直接連接所控制設備的控制回路。每個車站設置一

套獨立的消防電話網路，隧道內的電話插孔及相鄰的主變電所納入車站消防電話網路中。消防專用設備如防火捲簾門、消防泵、噴淋泵、防火閥等由車站級 FAS 直接控制。

3. 就地級：就地級包括各類探測器件，如感煙探測器、感溫探測器、就地監視控制模塊等，負責感知現場信息並傳送到車站分控制器及接受車站控制命令控制現場設備。
4. FAS 網路：中央消防控制指揮中心操作工作站與各車站火災報警控制器之間通過 FAS 專用網路接口組成 FAS 獨立的環網。火警報警控制器與中央操作工作站直接通信，不受其他系統網路負荷和設備故障的影響，網路通信方式響應速度較快，安全可靠。FAS 網路構成圖如圖 4.8-4 所示。

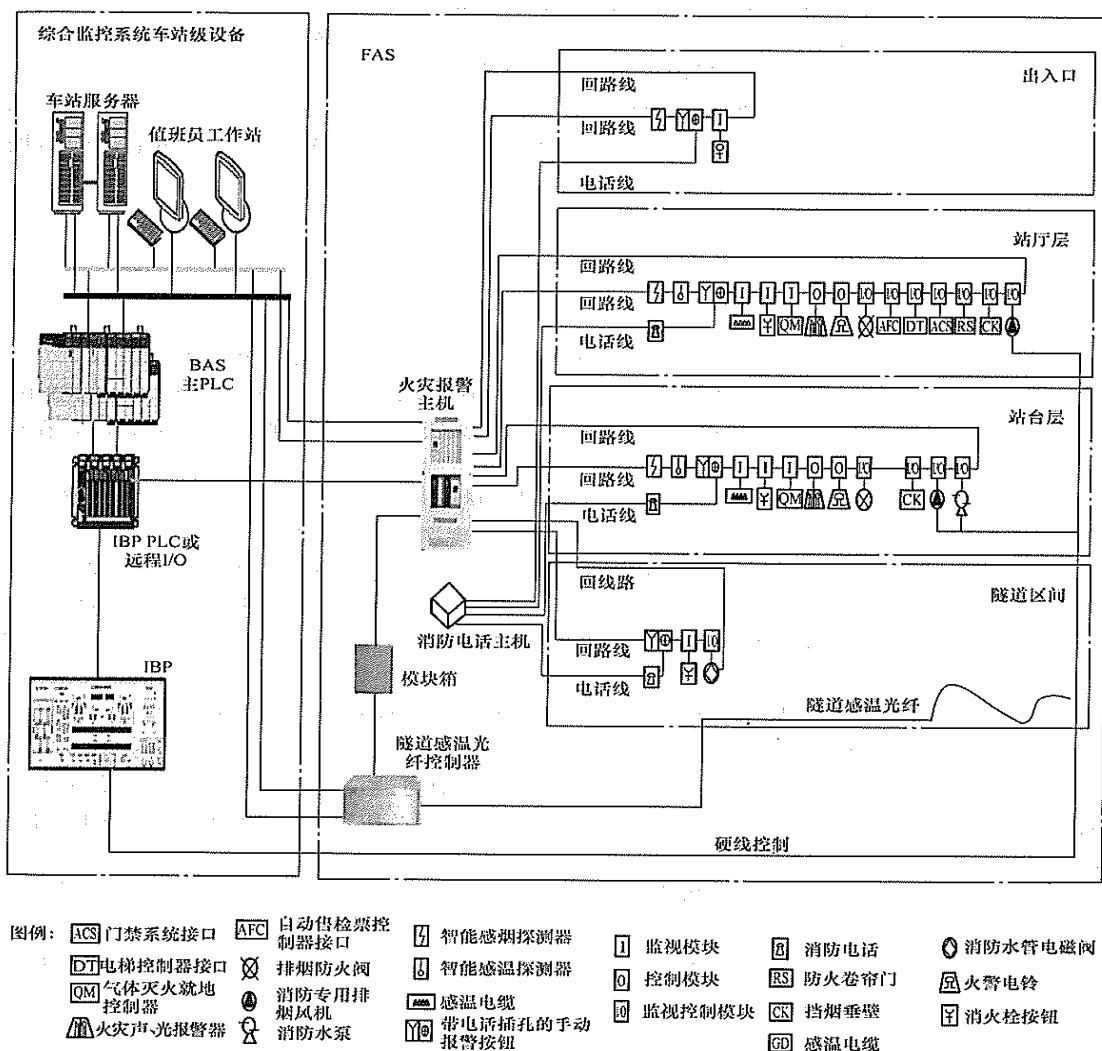


圖 4.8-4 FAS 網路構成圖

九、廣播系統 [8]

在城市軌道交通營運中，廣播系統主要用於控制中心調度人員、車站值班員、站台值班員向車站旅客進行如下服務：

1. 公眾語音廣播。
2. 通告城市軌道交通列車運行狀況。
3. 提供安全、響導等服務信息。
4. 向工作人員發佈作業通知。
5. 當車站發生火災等災難時，廣播系統可兼作消防廣播，包括防災內容緊急廣播。

廣播系統採用二級廣播控制方式，由控制中心一級和車站一級組成。廣播系統一般分為控制中心廣播系統、車站廣播系統(可根據實際需要連接多個車站子系統)和停車場廣播系統。控制中心通過綜合接入系統提供的 RS422 或 RS485 通道與車站廣播系統互連。一般情況下，廣播業務為中心到車站的點到多點業務，而中心對車站系統的監控維護通道則為點對點業務。廣播系統的構成如圖 4.9-1 所示。

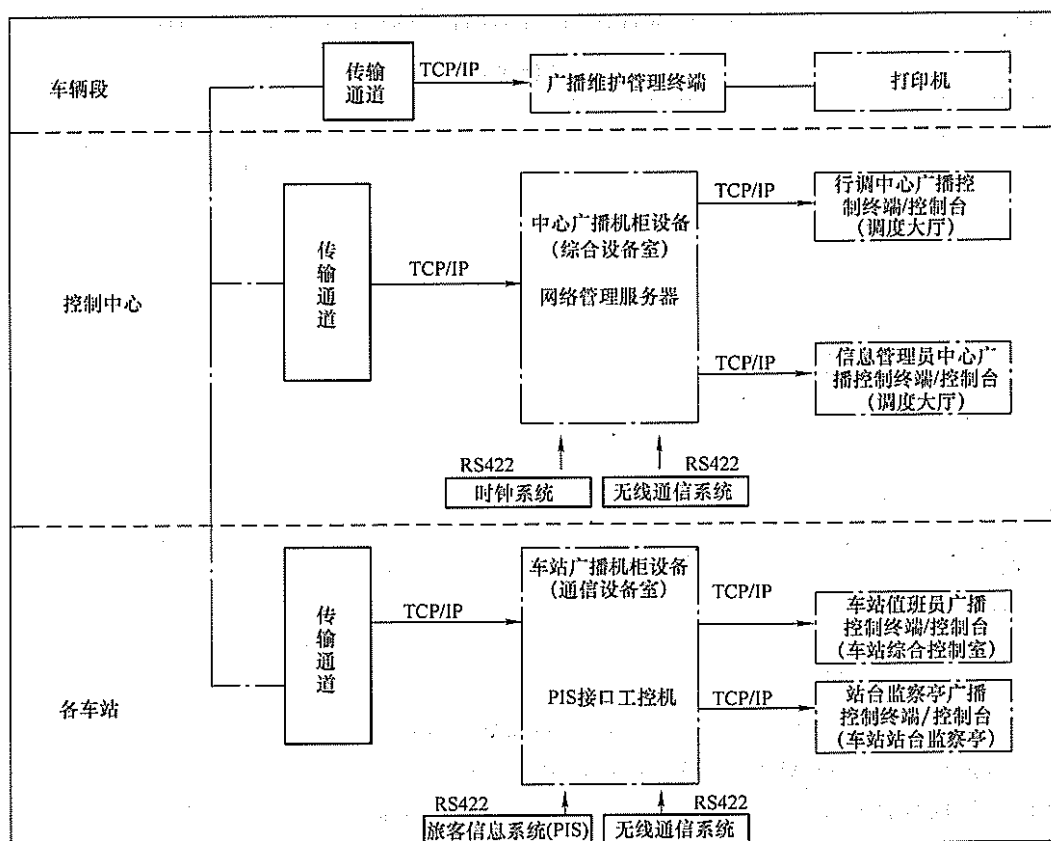


圖 4.9-1 廣播系統的構成

(一)廣播系統的功能

廣播系統的功能分為以下 13 種：

1. 操作功能：控制中心行車調度員通過中心廣播控制終端可對全線、任意一個車站或多個車站、任意車站的任一選區或多個選區進行話筒、語音、線路等選擇廣播。車站值班員可通過車站廣播控制終端對本站所有管轄範圍的全選區、多個選區或單個選區進行話筒、背景音樂廣播。
2. 多級優先廣播功能：本系統的優先可根據需求靈活設置，包括現場廣播、選擇廣播、緊急廣播、最後班車廣播、服務中止廣播、站台自動廣播、背景音樂廣播。以上除現場廣播外，其他廣播內容均為系統預先錄製的言語句。若在同一廣播區(群)需要進行不同的廣播，系統可按表 4.9-1 所示的廣播優先權處理。

車站廣播設備能處理多個語句同時在相同或不同的廣播區(群)作廣播。當廣播區正在廣播時，後來廣播的語句可排隊廣播。

廣播語句排隊的位置由提出廣播的時間及廣播語句的廣播優先權決定(見表 4.9-1)。若廣播語句有時間性要求(如站台自動廣播)而在相同的廣播區正在廣播，則系統應自行忽略有時間性的廣播要求，以避免造成時間性誤播。

廣播操作控制終端能顯示所有廣播區的廣播情況，包括佔用情況、現正廣播及正在排隊廣播的文字內容。值班員可通過廣播控制台內的迷你型揚聲器監聽任何廣播情況。

表 4.9-1 廣播優先權處理

廣播語句類型		廣播優先權			
		車站綜控室值班員	站台值班員	無線廣播	控制中心調度員
現場廣播		1	3	3	2
預先錄製語句	緊急廣播	2	×	×	
	服務中止廣播	3	4	×	
	現場錄製廣播	4	4	×	
	車站控制廣播	5	×	×	
	選擇廣播	5	×	×	
	最後班車廣播	6	×	×	
其他	站台自動廣播	6	×	×	
	測試口	×	×	×	×
	背景音樂	7	×	×	×

註：1. 表中“1”表示最高廣播優先權，而“7”表示最低廣播優先權，“×”表示不適用

2. 當廣播優先權相同時，以先來先處理的原則處理或排隊

3. 預示音功能：本系統在每次開始廣播前均有標準的預示音發出。車站廣播控制單元的語音合成模塊(YH-MP)設有預示音電路，在每次廣播時，自動觸發預示音電路，向選通的廣播區播放預示音。廣播預示音的開啟和關閉，可通過車站廣播控制終端進行控制。
4. 廣播編組及設定功能：中心、車站廣播控制終端及中心廣播控制台均可設置 8 個編組，廣播人員可按編組操作程序對任意站、任意廣播區選擇組合編組，廣播時按編組序號圖標(按鍵)，即可對已存編組內的各廣播區進行廣播。本功能設定後，可以簡化操作，實現快速地多個廣播區同時廣播。
5. 平行廣播功能：本系統具有平行廣播功能，可將不同的信源通過不同的通道同時播向不同的廣播區，即中心廣播、行車廣播、站台廣播、列車到發自動廣播等不同的信源，均可通過不同的通道將各音頻信號同時連接到不同的廣播區。
6. 應急廣播功能：車站廣播控制台設有“應急”廣播按鍵，當車站廣播控制單元出現故障時，可按下“應急”廣播按鍵，將車站廣播控制台的話筒廣播音頻通過應急通道直接送予功率放大器，對所有廣播區進行應急廣播。
7. 監聽功能：在中心廣播控制台、車站廣播控制台內均具有監聽電路和迷你型監聽揚聲器。車站值班員可通過車站廣播控制終端及車站廣播控制台選擇監聽本站任一廣播區的廣播內容。
8. 一鍵取消功能：在中心及車站的廣播控制終端及控制台上均設有一鍵取消按鍵，當本地操作員誤播或發現其他操作者誤播時，均可按一鍵取消鍵，立即切斷所有正在進行的廣播。
9. 集中錄音功能：中心廣播控制台、車站廣播控制台及站台廣播控制終端控制台均具有錄音輸出接口，所有現場人工話筒廣播內容送往中心通信集中錄音系統進行自動錄音，中心、車站廣播控制終端、站台監察亭廣播控制終端能記錄通話日期、起止時間等管理信息。預先錄製的語句、現場錄製的語句及線路輸入的廣播內容不送往集中錄音系統。
10. 列車到發自動廣播功能：車站廣播機櫃內的系統交換控制工控機設有與旅客信息系統(PIS)的接口，系統交換控制工控機配置相應的語音存儲器，通過 PIS 接收列車信息(包括列車接近、列車到達、列車離站等)，當收到列車某一信息時，自動啟動並播放相應的廣播內容。
11. 無線廣播功能：本系統在中心和車站均具有與無線系統的廣播接口，控制中心調度員可使用廣播控制終端(通過無線通信系統)對指定的列車進行廣播；車站值班員可通過無線移動台(無線通信系統)對站內進行廣播。

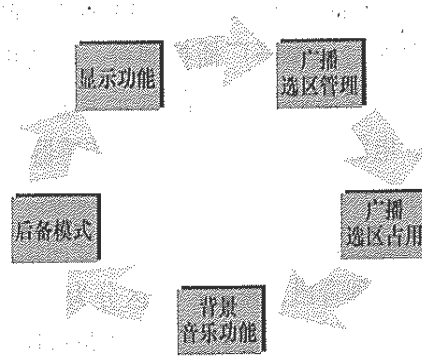


圖 4.9-2 廣播系統各功能的轉換操作

12. 廣播與旅客信息系統聯動功能：本系統具有與 PIS 的接口(系統交換控制工控機，形式為每站一個 RS422 接口)，用於接收 PIS 提供的列車在車站運行的旅客服務信息，包括站台自動廣播及列車服務信息(列車接近、列車到達、列車離站)、最後班車廣播及站務信息、服務中止廣播及站務信息、車站控制廣播及站務信息等。當收到上述信息後，自動啟動廣播系統，播放相應的廣播內容。

13. 雙語廣播功能：操作員在中心廣播控制終端選取中文預製錄音語句車站進行廣播時，系統能自動使用普通話及英語的相應錄音語句進行廣播。

廣播系統各功能的轉換及操作如圖 4.9-2、圖 4.9-3 所示。

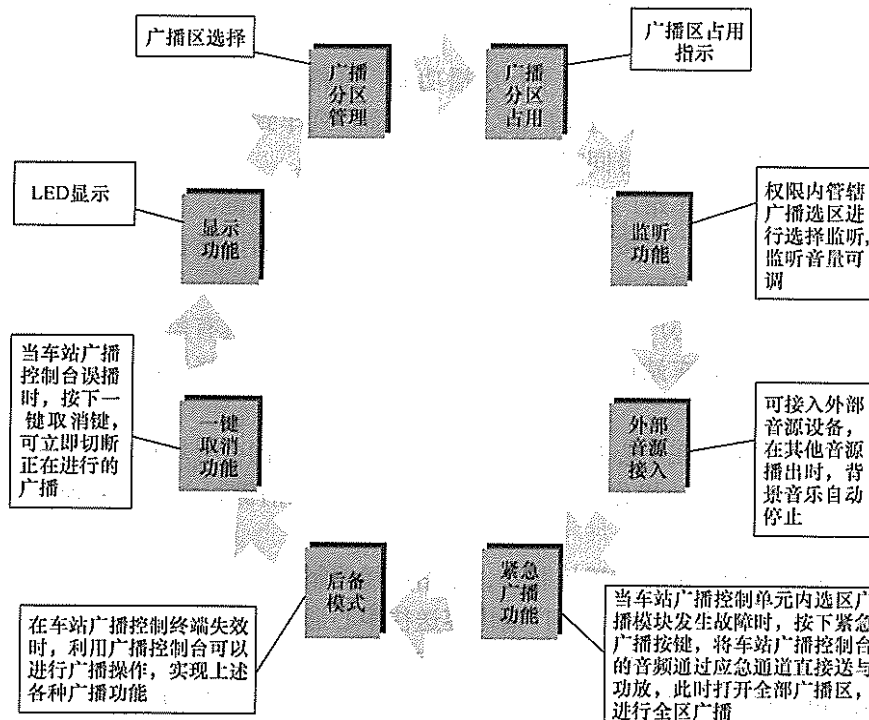


圖 4.9-3 廣播系統各功能的轉換操作

(二)控制中心廣播系統

控制中心廣播系統包括中心廣播控制終端、中心廣播控制台、中心廣播機櫃設備、中心網絡管理服務器。

控制中心行車調度員和環控調度員可對全線各站進行監聽及選站和選區廣播。當軌道交通發生故障或災害時，廣播系統自動轉為搶險通信設備。停車場廣播系統由值班員、運轉值班員和檢修庫值班員向工作人員播放車輛調度、列車編組等有關作業音訊。控制中心廣播系統實物圖如圖 4.9-4 所示。



圖 4.9-4 控制中心廣播系統實物圖

(三)車站廣播系統

車站廣播系統包括車站廣播控制終端及車站廣播控制台、站台監察亭控制終端及站台監察亭廣播控制台、廣播機櫃設備(含車站廣播控制單元、功率放大器、電源時序控制器)、噪音傳感器、揚聲器及線纜等。

車站廣播系統由控制中心的總調、列調、防災調(列調兼)和各車站的正副值班員使用，為旅客播放列車到發信息、導向信息及緊急狀態信息等服務音訊，為工作人員播放作業命令及管理音訊。車站廣播區分為上行站台、下行站台、售票區、站廳、出入口和辦公區等。車站行車值班員和環控值班員可通過廣播控制台對本站區進行選區廣播或全站廣播。車站廣播實物圖如圖 4.9-5 所示。

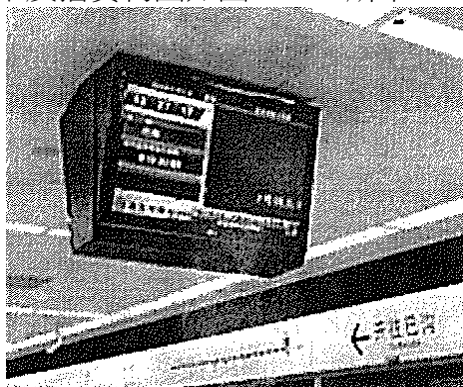


圖 4.9-5 車站廣播實物圖

(四)廣播維護管理終端(車輛段廣播設備)

廣播維護管理終端放置於車輛段通號車間，由 PC、彩色液晶顯示器、打印機組成，內部安裝廣播維護軟體，按項目功能要求編製並提供。

(五)廣播系統控制台

廣播系統控制台的功能以控制中心防災廣播為主。為了營運防災的需要，控制中心環控調度員有最高優先級。在優先級上，環調高於行調，行調高於維調，控制中心調度員高於車站值班員，站長廣播台高於站台廣播員。同一廣播的優先級是預存語音信息高於人工廣播，通常預存信息防災廣播的優先級最高。當多等級信息相繼觸發時，正在播放的廣播中斷，自動進入按序等待狀態。

廣播系統主要由中央智能廣播台、站長廣播台、站台(軌旁)廣播台、桌面廣播台、車站廣播和車輛段廣播組成。

1. 中央智能廣播台設置在控制中心，具有語音、信號等控制功能，供環調、行調、維調使用，緊急情況時，調度人員可對中心和車站任何區域進行廣播。
2. 站長廣播台設於車站控制室，具有語音、信號等控制功能，供環調、行調、維調使用，緊急情況時、調度人員可對中心和車站任何區域進行廣播。
3. 站台(軌旁)廣播台是全天候，在防護門的對講台，可以防水、適合在惡劣環境下使用。站台廣播設於站台中部的牆上，每站台一個，可實現站台定向廣播；軌旁廣播設於車輛段及地面站軌道沿線，可對檢修區域進行定向廣播。
4. 桌面廣播台設於車輛段範圍的通號樓、檢修樓、運用庫，可對車輛段道岔群、檢修主廠房、運用庫進行定向廣播。

第五章 參訪紀要

一、中國鐵道科學研究院 [1]

鐵科院直屬大陸鐵道部，為綜合性研究院，包括運輸及經濟研究所、通信信號研究所、鐵路機車車輛研究所、電子計算技術研究所、基礎設施檢測中心、基礎設施檢測中心、節能環保勞衛研究所、國家鐵道試驗中心（東郊分院）、科學技術信息研究所、鐵路產品質量監督檢驗中心、鐵道建築研究所、金屬及化學研究所、鐵道科學技術研究發展中心(高速鐵路系統試驗國家工程實驗室)，主要負責大陸鐵道相關技術之研發製造。參訪情形如圖 5.1-1 所示。



與鐵科院人員合影(由左至右為鐵工局黃樹坤副處長、楊振忠組長、鐵科院趙有明副院長、黃渡根經理、干鑫副處長、張文軒副主任)



與鐵科院人員研討

圖 5.1-1 鐵科院參訪紀實照片

鐵科院運用信息技術，研究開發鐵路車輛運行安全監控系統(5T；如圖 5.1-2)、機車車載安全監控系統(6A)、中國列車控制系統(Chinese Train Control System, CTCS；如圖 5.1-3)，搭建了網路化的安全信息綜合服務平台，提供鐵路行車安全保障，相關設備如圖 5.1-4 所示。

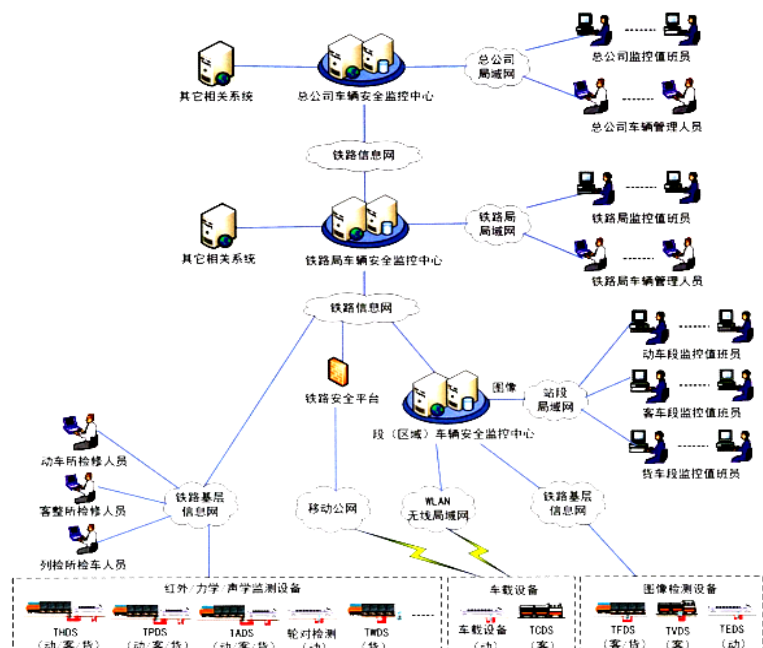


圖 5.1-2 鐵路車輛運行安全監控系統(5T)

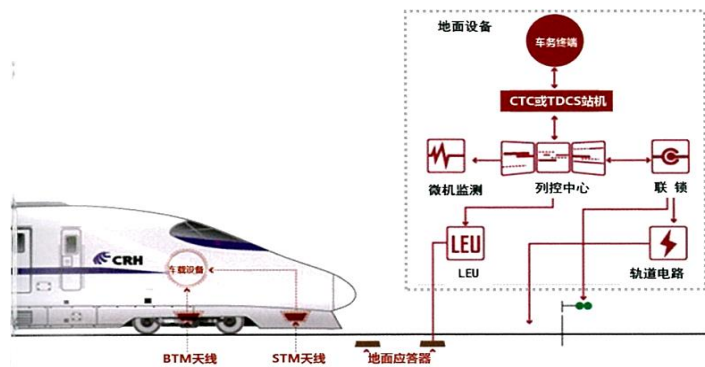


圖 5.1-3 中國列車控制系統(CTCS)



圖 5.1-4 鐵路行車安全保障相關設備

鐵科院之北京中關村永豐高新技術產業基地，占地面積 453 公頃，總建築面積 272.67 公頃，主要開展鐵路機車車輛成果轉化研究，和制動、牽引系統國產化工作，相關廠房如圖 5.1-5 所示。



设备先进的机加车间
Machining Workshop with Advanced Equipment



城轨系统组装车间
Urban Rail System Assembling Workshop



牵引设备测试区
Test Zone for Traction Device



三坐标测量仪
Trilinear Coordinate Measuring Instrument



城轨制动系统联调联试
Urban Rail Braking System Integrated Testing and Commissioning

圖 5.1-5 永豐科技創新基地

中國大陸高速鐵路致力發展電車線的自動化檢測技術以節省維護人力及成本，具有資訊智慧處理，自我檢測及自我診斷功能，可保證電車線更安全可靠地供電，可提供維修人員電車線現況信息，為改善接觸懸掛結構提供必要的技術參數。檢測設備安裝在專用高速綜合檢測列車（Comprehensive Inspection Train，簡稱 CIT）上，車下安裝了 GPS-R 天線，車內裝設有語音檢測天線、數據檢測天線、激光位移傳感器、攝影機、火花傳感器等上千個傳感器和相關檢測設施，主要設備包括錄、攝影裝置、架線間隔測定裝置、ATC 測定裝置、列車無線設備測定裝置及測定台；軸重橫壓測定軸、軸箱測定加速度計；軌道高低變位和車輛搖動測定裝置、線路狀態監視裝置、輪重橫壓數據處理裝置和錄象裝置；架線磨耗偏位高低測定裝置、集電狀態監視裝置、受電弓觀測裝置；電力測定台、數據處理裝置、供電迴路測定裝置、車次號地面設備測定裝置。

通過車頂集電弓上的特殊傳感器及其它監視裝備，將所測得的各項信號數據輸入車內微電腦系統進行數據分析處理。具備了對高速鐵路軌道、電車線、輪軌、動力學、通信、信號等六大系統 200 多個參數進行同步檢測、試驗及綜合處理的能力，並可將數據通過車下無線數據傳輸系統傳至地面控制中心列印出來。通過列印分析的結果，便可知道電車線工作狀態性能。當技術參數超過允許值時，即立刻通知維修部門人員進行檢修，同時車內監視裝置還可以對電車線受電流狀態進行綜合評價，如離線率、接觸線高度與彈性、集電弓與接觸線間接觸壓力等。

鐵科院所研製高速弓網綜合檢測裝置有多項專利，可提高現場電車線（接觸網）的檢測與維修效率，為現場電車線施工及營運單位提供更加準確、詳實的電車線檢測超限及電車線狀態分析結論，有利於營運單位制定更合理的電車線維修計畫，高速弓網綜合檢測裝置簡介如下。

（一） 高速弓網綜合檢測裝置功能及組成

1. 高速弓網綜合檢測裝置功能及組成

高速弓網綜合檢測裝置由中國鐵道科學研究院自主研發，自 2007 年全國鐵路第六次大提速開始大面積使用，目前主要應用在全國已開通高速鐵路及既有提速線路的週期性檢測，和新建高速鐵路的聯調聯試工作中。在週期性檢測及新建高速鐵路聯調聯試中發揮了重要作用，有效指導了接觸網運營維護單位和施工單位對接觸網的維修，保證了接觸網的安全運營，為接觸網系統的設計驗證、功能評價、調整優化提供了科學依據。

目前高速弓網綜合檢測裝置已形成基於高速綜合檢測列車(如圖 5.1-6)、25K/25T 單節接觸網檢測車及接觸網作業車三種平臺系列產品，成功裝備高速綜合檢測列車動車組 7 列，25K/25T 單節接觸網檢測車 3 列，接觸網作業車 17 列。

高速弓網綜合檢測裝置可實現最高試驗速度 500km/h 運行條件下對接觸線動態高度、拉出值、線岔或錨段關節處接觸線相互位置、定位器坡度等幾何參數，以及弓網接觸力、硬點(垂向加速度)、離線狀態(燃弧率)、網壓、動車組側電流等、動車組側電流等弓網動態作用參數和供電參數進行即時檢測。



圖 5.1-6 高速綜合檢測列車

同時能夠採集並計算杆位、跨距等輔助資訊，實現多來源資料的集成與同步處理、資料自動存儲、超限自動判斷、波形分析與對比診斷等功能，滿足指導高速鐵路接觸網聯調聯試以及日常維修的需要。弓網檢測系統由弓網動態作用參數檢測系統，接觸網幾何參數檢測系統，供電參數檢測系統，接觸網電器連接狀態檢測系統，以及對各檢測子系統的集中控制與整合式軟體組成。檢測專案及技術指標如表 5.1-1 所示，系統框圖如圖 5.1-7 所示。

表 5.1-1 檢測專案及技術指標

檢測項目	測量範圍	解析度	精度
接觸線高度	5000mm~7000mm	1mm	±10mm
拉出值	±625mm	1mm	±10mm
接觸線間水準距離	0~800mm	1mm	±20mm
接觸線間垂直距離	0~500mm	1mm	±20mm
定位器坡度	0~20°	0.1°	±0.5°
硬點和衝擊	±200g	1g	±1%
弓網接觸力	0~700N	1N	±5N
離線燃弧	0~500ms	2ms	5%
接觸網電壓	0~31.5kV	10V	±50V
動車組側電流	0~1000A	1A	±10A
定位點（支柱）			1%
跨距	0~80m	0.1m	1%

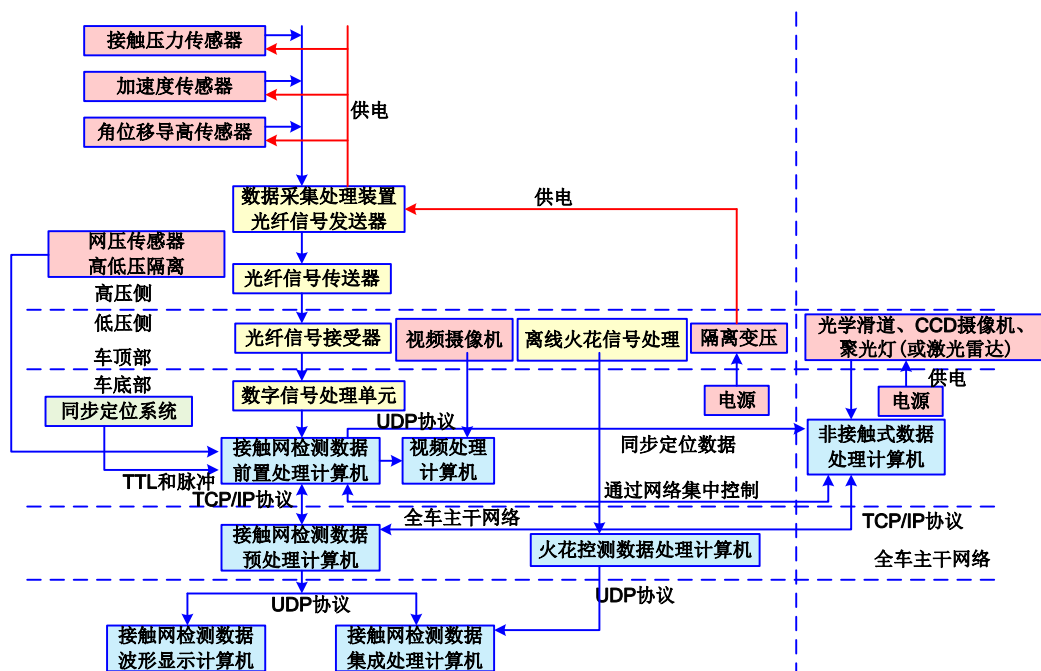


圖 5.1-7 弓網綜合檢測裝置整體框圖

(二) 高速弓網檢測關鍵技術及系統組成

1. 弓網(Pantograph-OCS system)動態作用參數檢測系統

弓網動態作用參數檢測系統主要檢測參數包括弓網動態接觸壓力、硬點衝擊、離線火花等；檢測設備主要由檢測受電弓、接觸壓力感測器元件、硬點衝擊感測器元件、導高感測器元件、車頂加速度感測器組件、高壓側資料獲取處理單元、光信號傳輸裝置、供電隔離變壓器、低壓側信號處理單元，火花感測器元件、火花信號處理單元，以及資料處理軟體組成。

弓網動態接觸壓力通過在受電弓弓頭安裝壓力與加速度集成的高精度感測器測量。通過採集各壓力感測器和慣性補償加速度計的信號，根據受電弓歸算品質，進行同步處理和向量迭加，得到慣性補償後的動態接觸壓力，再結合測試得到的不同速度等級下受電弓的空氣動力抬升力，合成最終的弓網間動態接觸壓力，並以“跨”為統計單位，對一跨內採集的所有動態接觸壓力進行即時統計分析。

硬點通過在受電弓滑板底部與支持機構間安裝加速度感測器測量。為正確反應弓網彈性系統的振動特性，需分析清楚受電弓的固有頻率以及弓網高速振動狀態下的頻率，針對不同的接觸網結構類型確定有效測量頻率範圍。

離線火花採用高靈敏度的紫外光電管感應火花的光照強弱變化，通過光電效應把火花產生的光信號轉換為可採集處理的電信號，並根據採集的電壓信號計算燃弧次數、燃弧時間、離線率和燃弧強度等指標。接觸線高度通過在受電弓底座轉動軸上安裝角位移感測器獲得。

弓網動態作用參數檢測系統採用了先進的高壓電磁干擾抑制技術、高壓端設備供電技術、高低壓信號隔離傳輸技術，基於弓網動力學模型對所測的多維動態作用參數在混合數位濾波後進行了同步融合，可以實現最高試驗速度 400km/h 下的弓網動態接觸壓力、硬點衝擊、接觸線動態高度等參數的即時檢測。

2. 接觸網幾何參數檢測系統

接觸網(contact system)幾何參數檢測系統根據不同的應用需求，有兩種解決方案。一種是採用基於多目機器視覺的三角測量原理，由多台高速線掃描攝像機進行測量。能對接觸線高度、接觸線高差、拉出值等幾何參數進行精確測量。測量系統由安裝于車頂的四台線陣列 CCD 相機及大功率聚光燈組成，四相機兩兩一組，光軸交會，構成一個豎直的光電測量靶面，接觸線被包括在靶面內，相機就獲得的接觸線圖像進行分析計算，得出幾何參數，並通過車底的位移補償感測器對測量結果修正，保證結果準確。這種測量方法採用了高速同步線掃描攝像技術、高速接觸線圖像定位技術、圖像連續後向追蹤技術，可以實現最高試驗速度 500km/h 的接觸線高度、拉出值等幾何參數的測量。

另一種是利用鐳射掃描原理，對測量範圍內的接觸線進行高頻扇形掃描，即時接收感測器返回的角度及距離資訊，通過距離、角度及感測器的安裝位置資訊進行接觸線幾何參數的計算，同時通過採集車體位移補償信號對計算結果進行修正，完成接觸網幾何參數的測量。該方案採用車頂上安裝的雷射雷達裝置作為前端資料信號源採集設備，以車頂安裝平臺為基準完成接觸線空間位置的數位資訊

採集工作。鐳射測量技術具有體積小、重量輕、安全可靠、不需照明光源等優點。基於鐳射測量技術的非接觸檢測系統結構簡單，適應性強，安裝和維護起來都比較方便快捷，非常適合多功能作業車應用。

定位器坡度檢測系統採用視覺測量技術，並結合模式識別、機器學習等方法，對高性能攝像頭拍攝的接觸網運行環境視頻進行分析和資訊挖掘，獲得高速接觸網的定位器坡度資料。系統通過在檢測車頂安裝高解析度高幀頻攝像機，採集弓網運行環境視頻，並通過車底的補償感測器對測量結果修正。定位器坡度檢測系統可以實現最高試驗速度 500km/h 下的定位器坡度測量。

3. 供電參數檢測系統

接觸網供電參數檢測系統採用高精度的電阻式分壓器採集動車組側電壓，所使用的分壓器回應頻帶寬、回應速度快、線性度好，為環氧樹脂一體澆注成型。分壓器採用先進的光隔離技術將高低壓側信號隔離，安全可靠，並可根據需求拓展電流採集的需求。

4. 接觸網電器連接狀態檢測系統

接觸網電器連接狀態檢測系統，基於高清可見光視頻及紅外視頻融合技術，實現紅外圖像採集系統構建，可清晰完整地動態獲取接觸網部件紅外圖像；同時建立可見光圖像與紅外圖像的有效融合模型，實現了接觸網部件（絕緣子、線夾、線索）等即時狀態檢測。系統可以及時發現線索溫度過高等接觸網零部件電氣連接狀態異常，完善接觸網狀態評判指標。

5. 弓網檢測資料集成處理系統

弓網檢測資料集成處理系統的主要功能是為弓網綜合檢測裝置的弓網動態作用參數檢測系統、接觸網幾何參數檢測系統、供電參數檢測系統等子系統提供檢測資料的同步合成與集中控制；在此基礎上，提供各檢測參數的波形即時分析及狀態跟蹤對比功能；同時，根據各檢測參數的特性與超限評判模型，實現各檢測參數的即時處理及檢測超限診斷、編輯等功能。

弓網檢測資料集成處理系統主要包括接觸網檢測資料同步與預處理軟體、接觸網檢測資料波形分析軟體、接觸網檢測資料集成與處理軟體等三個軟體。三個軟體分別與弓網檢測資料集成處理系統的三部分主要功能相對應。其中接觸網檢測資料同步與預處理軟體主要負責接觸網各檢測子系統的檢測資料同步集成及資料預處理，為後續的檢測資料處理提供統一的資料來源；接觸網檢測資料波形分析軟體主要負責進行接觸網檢測資

料的波形即時分析及狀態跟蹤對比，可直觀的展示檢測資料分析過程；接觸網檢測資料集成與處理軟體主要負責接觸網檢測資料的即時統計計算、及各檢測參數的超限判別、輸出。

二、鐵科院高速鐵路系統試驗國家工程實驗室 [2]

鐵科院高速鐵路系統試驗國家工程實驗室，包括高速動車制動系統試驗室、高速動車組交流傳動試驗室、高速動車組及機車車輛整車試驗室、高速鐵路材料工程試驗室、移動式線路動態加載試驗車、橋樑結構工程試驗室、高速弓網關係試驗室、高速列車運行控制系統試驗室、綜合無線通信系統試驗室、客運服務系統試驗室、鐵道運輸模擬試驗室、環保與節能試驗室、高速綜合檢測列車、測試數據處理與試驗模擬中心及接觸網(電車線)零部件檢驗站。實驗室建置主要用途是對鐵路車輛、城市軌道交通車輛、基建設施、通訊信號、電力化技術等多方面進行全面測試。所有新型鐵路車輛在出廠後均需要到試驗基地進行性能及安全鑒定。參訪情形如圖 5.2-1 所示。



攝於行政大樓前



1881 年中國產製龍號蒸汽機車



基地配置模型



試驗室配置模型

圖 5.2-1 國家工程實驗室參訪紀實照片

環行鐵道試驗線總長 38km，軌距 1435mm；25kV 交流供電；大環周長 9km，半徑 1432.4m；小環周長 8.5km，夾直線長 755m，兩端半徑 1,000m，最小曲線半徑 350m，所有環行線全部均電力化。現況如圖 5.2-2 所示。



高速動車組及機車車輛整車試驗室



環行鐵道上測試車輛



環行鐵道電車線



環行鐵道電車線

圖 5.2-2 環行鐵道試驗線

接觸線(電車線)零部件檢驗站為大陸主要電車線材料檢驗機構，一般國外產品進入大陸高鐵使用，例如京津城際鐵路電車線材料是德國西門子產品，武慶高鐵是德國 BB 的產品，都經其檢驗。該檢驗站可作之檢驗材料，包含零件、承力索(主吊線)、接觸線、棒形瓷絕緣子、盤形懸式瓷絕緣子、複合絕緣子、分段絕緣器、電纜、27.5kV 電纜附件、避雷器、隔離開關、鋼支柱、混凝土支柱、硬橫跨(衍架)、隧道內預埋槽道及匯流排，各種檢驗項目如表 5.2-1 所示。複合絕緣子熱機循環試驗、瓷絕緣子、接觸網零部件低溫強度試驗設備之溫度範圍為 $-50^{\circ}\text{C} \sim +120^{\circ}\text{C}$ ，誤差 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ；材料疲勞及靜強度試驗範圍為 $0 \sim 40\text{kN}$ ，靜態誤差 $\pm 1\%$ ，動態誤差 $\pm 2\%$ ；可加力至 $0 \sim 50\text{kN}$ ，靜態誤差 $\pm 1\%$ ；部分材料試驗情形如圖 5.2-3 所示。



複合絕緣子熱機循環及瓷絕緣子、接觸網零部件低溫強度試驗設備



滑輪組疲勞及靜強度試驗



懸臂組疲勞及靜強度試驗



控制拉力之液壓設備



導體載流溫升試驗台及供電銅排接頭



待測溫升試驗之導電軌



液壓立式拉力試驗機



高速弓網動態測控系統

圖 5.2-3 接觸網零部件檢驗站試驗設備

表 5.2-1 各種接觸網(電車線)材料檢驗項目

1、零件檢驗驗收檢驗專案分類					
序號	檢驗項目		常規檢驗專案	特殊檢驗項目	型式試驗項目
1	材料檢驗	化學成分檢驗	✓	×	✓
2	探傷檢查		✓	×	✓
3	外觀檢驗	標誌與批號	✓	×	✓
4		尺寸外觀檢查	✓	×	✓
5		組裝檢查	✓	×	✓
6		鍍鋅均勻性	✓	×	✓
7		鍍層厚度試驗	✓	×	✓
8	機械性能試驗	滑動荷重試驗	✓	×	✓
9		破壞荷重試驗	✓	×	✓
10		耐拉伸荷重試驗	✓	×	✓
11		耐壓縮荷重試驗	✓	×	✓
12		緊固力矩試驗	✓	×	✓
13		傳動效率試驗	✓	×	✓
14		疲勞試驗	× (補償裝置除外)	✓	✓
15		振動試驗	×	✓	✓
16		靜應力試驗	×	×	✓
17		螺栓機械性能試驗	×	×	✓
18		緊固件防松試驗	×	×	✓
19	撓度檢驗	✓	×	✓	
20	能電氣性 測驗	電阻試驗	✓	×	✓
21		溫升試驗	×	✓	✓
22		電熱迴圈試驗	×	×	✓
23	試驗 腐蝕	殘餘應力檢驗	✓	×	✓
24		鹽霧試驗	×	×	✓
2、承力索檢驗					
序號	檢驗項目		常規檢驗專案	特殊檢驗項目	型式試驗項目
1	外觀		✓	×	✓
2	絞合結構		✓	×	✓
3	絞合絞向		✓	×	✓
4	絞合節徑比		✓	×	✓
5	絞合品質		✓	×	✓
6	單線直徑		✓	×	✓
7	單線電阻率		✓	×	✓
8	單線絞後抗拉強度		✓	×	✓
9	單線反復彎曲試驗		✓	×	✓

10	單線纏繞試驗	✓	×	✓
11	單線扭轉試驗	✓	×	✓
12	絞線直流電阻	✓	×	✓
13	絞線直徑	✓	×	✓
14	絞線拉斷力	✓	×	✓
15	絞線載流量	×	✓	✓
16	絞線振動試驗	×	✓	✓
17	絞線軸向疲勞	×	✓	✓
18	化學成分	×	×	✓

3、接觸線檢驗

序號	檢驗項目	常規檢驗專案	特殊檢驗項目	型式試驗項目
1	外觀	✓	×	✓
2	尺寸	×	✓	✓
3	角度	×	✓	✓
4	拉斷力	✓	×	✓
5	伸長率	✓	×	✓
6	軟化後拉斷力	✓	×	✓
7	扭轉	✓	×	✓
8	反復彎曲	✓	×	✓
9	捲繞	✓	×	✓
10	電阻率	✓	×	✓
11	振動試驗	×	✓	✓
12	軸向疲勞	×	✓	✓
13	振動、疲勞後拉斷力	×	✓	✓
14	橫向晶粒尺寸	×	×	✓
15	含氧量	×	×	✓
16	化學成分	✓	×	✓
17	載流量	×	✓	✓
18	平直度	×	×	✓
19	磨耗	×	×	✓

4、棒形瓷絕緣子檢驗

序號	檢驗項目	常規檢驗專案	特殊檢驗項目	型式試驗項目
1	外觀尺寸	✓	×	✓
2	標準雷電衝擊耐受電壓試驗	×	✓	✓
3	工頻幹耐受電壓試驗	×	✓	✓
4	工頻濕耐受電壓試驗	×	✓	✓
5	人工汗耐受電壓試驗	×	✓	✓
6	溫度迴圈試驗	✓	×	✓
7	拉伸破壞試驗	✓	×	✓
8	彎曲破壞試驗	✓	×	✓

9	孔隙性試驗	×	×	✓
10	鋅層試驗	×	×	✓
11	滑動負荷試驗	×	×	✓
12	低溫機械試驗	✓ (使用環境低於-20°C 地區)	×	✓
13	金屬附件探傷	✓	×	✓
5、盤形懸式瓷絕緣子檢驗				
序號	檢驗項目	常規檢驗專案	特殊檢驗項目	型式試驗項目
1	外觀尺寸	✓	×	✓
2	鎖緊銷檢查	×	×	✓
3	溫度迴圈	✓	×	✓
4	機電破壞負荷	✓	×	✓
5	孔隙性	×	×	✓
6	鋅層試驗	✓	×	✓
7	擊穿耐受試驗	✓	×	✓
8	雷電衝擊耐受電壓試驗	×	✓	✓
9	工頻濕耐受電壓試驗	×	✓	✓
10	殘留機械強度試驗	×	✓	✓
11	熱機械性能試驗	×	×	✓
6、複合絕緣子檢驗				
序號	檢驗項目	常規檢驗專案	特殊檢驗項目	型式試驗項目
1	端部附件連接區及介面試驗	×	×	✓
2	傘套材料試驗	×	×	✓
3	拉伸負荷—時間試驗	×	×	✓
4	絕緣子芯棒試驗	×	×	✓
5	FQD 系列機械拉伸彎曲破壞負荷試驗	×	×	✓
6	外觀尺寸	✓	×	✓
7	鋅層試驗	✓	×	✓
8	鎖緊銷操作試驗	×	×	✓
9	額定拉伸負荷耐受試驗/拉伸破壞負荷試驗	✓	×	✓
10	70%額定拉伸負荷 96h 耐受試驗以及金屬附件和絕緣子外套間介面緊密性試驗	×	×	✓
11	1000h 耐漏電起痕及電蝕損試驗	×	×	✓
12	雷電全波衝擊耐受電壓試驗	×	✓	✓
13	工頻 1min 濕耐受試驗	×	✓	✓
14	低溫機械試驗	✓ (使用環境低於-20°C 地區)	×	✓
15	工頻幹耐受電壓試驗	✓	×	✓

16	彎曲破壞負荷試驗	✓	×	✓
17	扭轉破壞負荷試驗	✓	×	✓
18	滑動負荷試驗	×	×	✓
19	金屬附件探傷	×	×	✓
20	5000h 絕緣子耐老化試驗	×	×	✓

7、分段絕緣器檢驗

序號	檢驗項目	常規檢驗專案	特殊檢驗項目	型式試驗項目
1	外觀尺寸	✓	×	✓
2	起始滑動力	✓	×	✓
4	拉伸破壞	✓	×	✓
5	爬電距離	×	✓	✓
6	空氣絕緣間隙	×	✓	✓
7	工頻濕閃電壓	×	✓	✓
8	雷電衝擊耐受電壓	×	✓	✓
9	絕緣元件拉伸破壞負荷	×	×	✓
10	絕緣元件耐磨性	×	×	✓
11	絕緣元件工頻幹耐受電壓	×	×	✓
12	絕緣元件工頻濕耐受電壓	×	×	✓
13	絕緣元件雷電衝擊耐受	×	×	✓
14	絕緣元件人工污穢耐受	×	×	✓
15	振動試驗	×	✓	✓
16	疲勞試驗	×	✓	✓

8、電纜檢驗

序號	檢驗項目	常規檢驗專案	特殊檢驗項目	型式試驗項目
1	局部放電試驗	✓	×	×
2	彎曲試驗及隨後的局部放電試驗	×	×	×
4	tg δ 測量	×	×	×
5	加熱迴圈試驗及隨後的局部放電試驗	×	×	×
6	衝擊電壓試驗及隨後的工頻電壓試驗	×	×	×
7	4h 電壓試驗	✓	×	×
8	結構尺寸檢查	✓	×	×
9	導體直流電阻	✓	×	×
10	老化前後絕緣機械性能試驗	×	✓	×
11	老化前後護套機械性能試驗	×	✓	×
12	成品電纜段的附加老化試驗	×	×	×
13	DD-ST2 護套失重試驗	×	×	×
14	護套高溫壓力試驗	×	×	×
15	DD-ST2 護套低溫試驗	×	×	×

16	DD-ST2 護套抗開裂試驗（熱衝擊試驗）	x	x	x
17	XLPE 絕緣熱延伸試驗	✓	x	x
18	XLPE 絕緣吸水試驗	x	x	x
19	黑色 WD-ST7 護套碳黑含量測量	x	x	x
20	XLPE 絕緣收縮試驗	x	x	x
21	WD-ST7 外護套收縮試驗	x	x	x
22	電纜成束燃燒試驗	x	x	x
23	電纜燃燒的煙密度測定	x	x	x
24	護套燃燒釋放氣體試驗	x	x	x
9、27.5kV 電纜附件檢驗				
序號	檢驗項目	常規檢驗專案	特殊檢驗項目	型式試驗項目
1	交流耐壓或直流耐壓 交流耐壓	✓	x	✓
2	局部放電	✓	x	✓
3	衝擊電壓試驗(在 θt 下)	x	x	✓
4	恒壓負荷迴圈試驗(在空氣中，3次迴圈)	✓	x	✓
5	局部放電	✓	x	✓
6	恒壓負荷迴圈試驗(在空氣中，60次迴圈)	x	x	✓
7	浸水試驗	x	x	✓
8	局部放電	x	x	✓
9	短路熱穩定(遮罩和鎧裝)	x	x	✓
10	短路熱穩定(導體)	x	x	✓
11	短路動穩定	x	x	✓
12	衝擊電壓試驗	✓	x	✓
13	交流耐壓	✓	x	✓
14	潮濕試驗/鹽霧試驗	x	x	✓
10、避雷器				
序號	檢驗項目	常規檢驗專案	特殊檢驗項目	型式試驗項目
1	複合外套外觀檢查	✓	x	✓
2	尺寸、爬電比距檢查	✓	x	✓
3	工頻參考電壓試驗	✓	x	✓
4	直流參考電壓試驗	✓	x	✓
5	局部放電試驗	✓	x	✓
6	無線電干擾電壓試驗	x	x	✓
7	密封試驗(及隨後的電氣試驗)	✓	x	✓
8	0.75 倍直流參考電壓下洩露電流試驗	✓	x	✓
9	持續電流試驗	✓	x	✓

10	殘壓試驗 (8/20、30/80)	✓	×	✓
11	長持續時間電流衝擊耐受試驗(方波衝擊電流試驗)	✓	×	✓
12	動作負載試驗 (大電流衝擊試驗)	✓	×	✓
13	工頻電壓耐受時間特性試驗	×	×	✓
14	複合外套絕緣耐受試驗	✓	×	✓
15	避雷器濕氣侵入試驗	×	×	✓
16	避雷器氣候老化試驗	×	×	✓
17	拉伸負荷試驗(及隨後的電氣試驗)	×	×	✓
18	抗彎負荷試驗(及隨後的電氣試驗)	✓	×	✓
19	短路電流試驗	×	×	✓
20	環境試驗	×	×	✓
21	護套材料耐漏電起痕及電蝕損試驗	×	✓	✓
11、隔離開關				
序號	檢驗項目	常規檢驗專案	特殊檢驗項目	型式試驗項目
1	外觀檢查	✓	×	✓
2	雷電衝擊電壓試驗	✓	×	✓
3	操作衝擊電壓試驗	×	×	
4	工頻電壓幹耐受試驗	✓	×	
5	工頻電壓濕耐受試驗	✓	×	
6	人工污穢試驗	×	×	✓
7	局部放電檢測	×	×	✓
8	輔助回路和控制回路試驗	×	×	✓
9	主回路的絕緣試驗	×	×	✓
10	溫升試驗	✓	×	✓
11	主回路電阻測量	✓	×	✓
12	溫升試驗前後主回路電阻變化率	✓	×	
13	短時耐受電流和峰值耐受電流試驗	×	×	✓
14	接線端子靜態機械負荷試驗	✓	×	✓
15	機械操作和機械壽命試驗	✓	×	✓
16	防護等級檢驗 (適用於操動機構)	×	×	✓
17	覆冰試驗	×	×	✓
18	電磁相容性試驗	×	×	✓
12、鋼支柱檢驗驗收檢驗專案分類				
序號	檢驗項目	常規檢驗專案	特殊檢驗項目	型式試驗項目
1	表面	✓	×	✓

2	外觀 檢驗	漏鍍	✓	×	✓
3		鋅灰粘附面積	✓	×	✓
4		鋅刺	✓	×	✓
5		滴瘤、結塊	✓	×	✓
6		過酸洗	✓	×	✓
7		尺寸 偏差	鋼柱高度	✓	×
8	鋼柱截面高度		✓	×	✓
9	鋼柱截面寬度		✓	×	✓
10	柱身預留孔相鄰孔中心 距		✓	×	✓
11	鋼柱翼緣厚度		✓	×	✓
12	彎曲度		✓	×	✓
13	法蘭盤外形尺寸		✓	×	✓
14	螺栓孔中心距		✓	×	✓
15	螺栓孔相對角線偏差		✓	×	✓
16	端板厚度		✓	×	✓
17	鋅 層	鋅層厚度	✓	×	✓
18		鋅層附著力	×	×	✓
19		鋅層均勻性	×	×	✓
20	結 構 性 能	標準檢驗彎矩	✓	×	✓
21		導高處撓度檢驗彎矩	✓	×	✓
22		柱頂撓度檢驗彎矩	✓	×	✓
23		承载力檢驗彎矩	✓	×	✓
24		彎扭檢驗	✓（僅 GHT 型）	×	✓

13、混凝土支柱檢驗驗收檢驗專案分類

序 號	檢驗項目		常規檢驗專案	特殊檢驗項目	型式試驗項目
1	外觀 檢驗	裂縫	✓	×	✓
2		碰傷掉角	✓	×	✓
3		漏漿	✓	×	✓
4		露筋	✓	×	✓
5		蜂窩	✓	×	✓
6		麻面、粘皮	✓	×	✓
7		預留孔	✓	×	✓
8	尺寸 偏差	柱高	✓	×	✓
9		截面高度	✓	×	✓
10		截面寬度	✓	×	✓
11		翼緣厚度	✓	×	✓
12		工字型斷面腹板厚度	✓	×	✓
13		橫腹杆高度	✓	×	✓
14		表面平整度	✓	×	✓

15		預應力主筋混凝土保護層厚度	✓	×	✓
16		彎曲度	✓	×	✓
17		端部傾斜	✓	×	✓
18		預埋管及預留孔	✓	×	✓
19		法蘭盤	✓	×	✓
20	結構性能	抗裂檢驗	✓	×	✓
21		撓度檢驗	✓	×	✓
22		承載力檢驗	✓	×	✓
23	混凝土強度		×	×	✓
14、硬橫跨檢驗驗收檢驗專案分類					
序號	檢驗項目		常規檢驗專案	特殊檢驗項目	型式試驗項目
1	外觀檢驗	表面	✓	×	✓
2		漏鍍	✓	×	✓
3		鋅刺	✓	×	✓
4		滴瘤、結塊	✓	×	✓
5		過酸洗	✓	×	✓
7	尺寸偏差	支柱高度	✓	×	✓
8		支柱及梁段斷面寬度	✓	×	✓
9		支柱及梁段斷面高度	✓	×	✓
10		支柱的彎曲度	✓	×	✓
11		梁段側向彎曲度	✓	×	✓
12		支柱及梁段各斷面對角線偏差	✓	×	✓
13		梁段連接法蘭盤螺栓孔中心距	✓	×	✓
14		梁段連接法蘭盤螺栓孔相對角線偏差	✓	×	✓
15		支柱底座法蘭盤螺栓孔中心距	✓	×	✓
16		支柱底座法蘭盤螺栓孔相對角線偏差	✓	×	✓
17		硬橫樑跨度	✓	×	✓
17	鋅層	鋅層厚度	✓	×	✓
18		鋅層附著力	×	×	✓
19		鋅層均勻性	×	×	✓
20	性能結構	標準檢驗荷載	✓	×	✓
21		承載力檢驗荷載	✓	×	✓
15、隧道內預埋槽道檢驗驗收檢驗專案分類					

序號	檢驗項目		常規檢驗專案	特殊檢驗項目	型式試驗項目
1	外觀檢驗	外觀檢查	✓	×	✓
2		尺寸檢查	✓	×	✓
3		角度檢查	✓	×	✓
4		扭轉度檢查	✓	×	✓
5		鍍層厚度試驗	✓	×	✓
6	機械性能試驗	雙錨柱拉伸載荷 (F _L)	✓	×	✓
7		撓度試驗	✓	×	✓
8		單錨柱拉伸載荷 (F _L)	✓	×	✓
9		剪切工作載荷 (F _J)	✓	×	✓
10		T 型螺栓承載力	✓	×	✓
11		標準緊固力矩試驗	✓	×	✓
12		單根螺栓沿槽道軸向的允許滑動荷重試驗	✓	×	✓
13		疲勞試驗	×	✓	✓
14		預製在混凝土塊中的疲勞試驗	×	×	✓
15		預製在混凝土塊中的靜承載力和位移試驗	×	×	✓
16		耐火時效試驗	×	×	✓
17	鹽霧試驗		×	×	×

16、匯流排檢驗驗收檢驗專案分類

序號	檢驗項目		常規檢驗專案	特殊檢驗項目	型式試驗項目
1	材料檢驗	化學成分檢驗	×	✓	✓
2	外觀檢驗	外觀檢查	✓	×	✓
3		尺寸檢查	✓	×	✓
4		角度檢查	✓	×	✓
5		扭擰度測量	✓	×	✓
6		下垂度測量	✓	×	✓
7	機械性能試驗	拉伸強度	×	✓	✓
8		屈服強度	×	✓	✓
9		伸長率	×	✓	✓
10		布氏硬度	×	✓	✓
11		滑動荷重試驗	×	✓	✓
12		燕尾槽單邊張開 2.2mm 次數	×	✓	✓
13		水準方向人工彎曲半徑	×	✓	✓
14		水準方向機械預彎半徑	×	✓	✓
15		水準方向彎曲最少次數	×	×	✓

16	電氣性能試驗	20℃ 電阻率試驗	✓	✗	✓
17		持續載流量允許最高溫度試驗	✗	✓	✓
18		接觸電阻試驗	✓	✗	✓
備註：常規檢驗專案每批次均要檢驗，特殊實驗每個專案檢驗一次。					

三、北京鐵路車站

本次北京 4 處鐵路車站之參觀內容，北京西站及北站為車站內機電設備，北京南站為候車大廳及地下停車場，北京站未購票不得進入候車大廳，僅參觀外部廣場及購票區。北京西及北站車站人員較保守拘謹，未能提供車站機電系統設備資料，且站內機房除電氣室外不能拍照。

(一)北京西站[3]

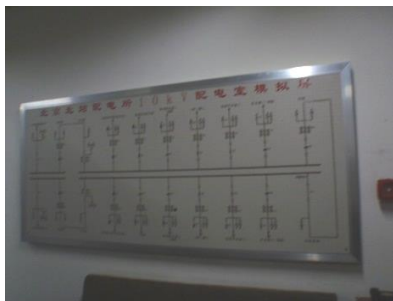
北京西站附近有蒸汽源，故站內冰水主機採蒸汽動力，為節能冰水泵等採變頻器供電，另外室內外溫差大時，直接引進外氣以節能。引進電源為 3ϕ 10kV 3 迴路，降壓為 380/220 供電動力及照明負載，所使用 10kV 開關盤均採用 GIS，並無裝設緊急發電機。機電設備監控系統主要監控空調系統、給排水系統設備及照明等，挑空月台裝設 150W 高壓鈉燈，每 5 盞燈為一遙控單元，依白天、夜間及旅客情況控制開燈盞數，現場站務人員亦根據現況通知控制室人員啟閉照明以節能。監控系統依據設備運作時間會提供設備維護排程，但整體機電設備尚未 e 化管理。站內電車線之懸臂組採 $60\text{mm}\phi$ 鍍鋅鋼管。閉路電視系統於大廳、重要出入口、月台層裝設攝影機，於控制中心以人員監視，尚未使用影像判讀設備。參訪情形如圖 5.3-1 所示。



北京西站月台



站內電車線



電力系統架構圖



10kV GIS

圖 5.3-1 北京西站參訪紀實照片

(二)北京北站[4]

北京北站站內冰水主機為節能冰水泵等採變頻器供電，另外，內外溫差大時，直接引進外氣以節能。引進電源為 3ϕ 10kV 2 迴路，降壓為 380/220 供電動力及照明負載，所使用 10kV 開關盤均採用 GIS，並無裝設緊急發電機。機電設備監控系統主要監控空調系統、給排水系統設備及照明等，挑空月台裝設 150W 高壓鈉燈及照度偵測器，每 5 盞燈為一遙控單元，依白天、夜間、旅客情況及採光照度控制開燈盞數，現場站務人員亦根據現況通知控制室人員啟閉照明以節能。監控系統依據設備運作時間會提供設備維護排程，但整體機電設備尚未 e 化管理。站內電車線之懸臂組採 60mm ϕ 鍍鋅鋼管。閉路電視系統於大廳、重要出入口、月台層裝設攝影機，於控制中心以人員監視，尚未使用影像判讀設備。參訪情形如圖 5.3-2 所示。



與站務人員合影於月台



10kV GIS



電力系統架構圖及監控設備



10kV GIS

圖 5.3-2 北京站參訪紀實照片

(三)北京南站[5]

北京南站 2008 年完成改建，為京滬高速鐵路和京津城際鐵路的始發站，候車大廳局部自然採光，並裝設乘客信息系統(Passenger Information System, PIS)之大型 LED 看板，提供列車信息，LED 看板中間亦提供廣告使用。售票櫃台上之 LED 看板顯示內容為各級列車之售票餘額，提供乘客購票資訊。目前大陸高鐵之安管嚴謹，買票時國外人士須出示護照，售票系統亦連線至出入境管理局，電腦檢核買票人資料後始售票，車票上均列印購票乘車者姓名，大陸人士亦須出示身份證件，程序雷同。乘客持票進入站內月台均須經過安檢，除隨身行李經 X 光檢查外，乘客亦需接受金屬探

測器的探測。地下室停車場的每一停車格裝設車輛偵測器，每一停車格前裝設 LED 燈，停車格上未停車時亮綠燈，已停車時亮紅燈，方便駕駛尋找車位。



候車大廳 PIS 大型 LED 看板



售票台 LED 看板顯示售票餘額



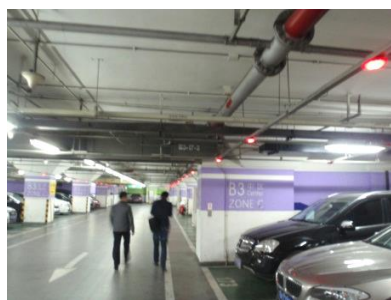
候車大廳局部自然採光



旅客安檢進口



地下停車場車輛偵測器



停車格前指示燈



候車大廳北京 5 個車站位置圖



旅客通過安檢後出站

圖 5.3-3 北京南站參訪紀實照片

(四)北京站[6]

北京站主要負責接發經由京滬線、京哈線往華東、東北方向的列車，另外也負擔接發往俄羅斯莫斯科、蒙古烏蘭巴托和朝鮮平壤的國際聯運旅客。北京車站坐北朝南，建築雄偉華麗，同時具有濃郁的中華民族傳統風格和蘇聯的史達林社會主義建築風格。售票櫃台在室外，須購票始能進入候車大廳。參訪情形如圖 5.3-4 所示。



候車大廳入口 PIS LED 看板



北京站雄偉外觀

圖 5.3-4 北京站參訪紀實照片

四、北京地鐵車站 [7]

目前北京地鐵(捷運)有 17 條營運線路，遠景規劃到 2020 年北京地鐵網絡將由 30 條路線組成，總里程預估將超過 1050 公里，貫通北京每個角落，車站預估將達到 450 個。

1 號線及 2 號線於 1969 年即啟用，4 號線 2009 年啟用，5 號線 2007 年啟用，車輛均採直流 750V 第三軌供電。1 號及 2 號線尚未裝設月台門，4 號及 5 號線裝設月台門，地鐵出口裝設地鐵路線圖及附近地圖方便旅客乘坐地鐵及目的地尋找。韓國 2003 年發生嚴重地鐵事故後，北京地鐵改進了緊急安全疏散標誌、疏散導流障礙警示標誌和消防器材標誌等設備。



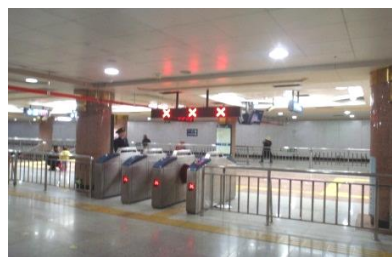
1 號線東單站入口



東單站入口資訊板



2 號線北京站入口



1 號線穿堂層入口標誌燈



4 號線穿堂層標誌(燈)



5 號線月台層



1 號線東單站出口閘門



5 號線天壇東路站出口



2 號線北京站入口



4 號線轉乘資訊查詢



5 號線資訊顯示



5 號線路線資訊查詢

圖 5.4-1 北京地鐵參訪紀實照片

五、高速鐵路電車線及牽引變電站 [9]

中鐵電氣化局集團有限公司成立 56 年，有 28 家子公司、11 家分公司、員工 20,490 人，為大型綜合建築企業集團，承建了大陸 70%的電氣化鐵路、60%的高速鐵路，90%城市鐵路“四電”（電氣化、通信、號誌、電力）工程，除承建電車線工程外，亦生產銷售 90%以上電車線材料，擁有鐵路作業車，本次參訪中鐵電氣化局集團第一工程有限公司，由其安排參觀所承建的京滬高速鐵路電車線系統(Overhead Contact System，簡稱 OCS)及魏善庄牽引變電站(traction substation)、京津城際鐵路電車線。

(一)京滬高速鐵路電車線及魏善庄牽引變電站[10]

京滬高速鐵路由北京南站至上海虹橋站，全長 1,318 公里，設 24 個車站，設計最高速度為 380km/h，近期最高營運時速 300km/h，京滬高速鐵路設置有全方位的防災安全監控系統。該系統由風監測子系統 167 處、雨量監測子系統 50 處、地震監測子系統 31 處和異物入侵監控子系統等組成，能在營運過程中及時監控地質災害信息並採取相應措施。

魏善庄牽引變電站位於京滬高鐵 k28+063km 處，引進兩迴路獨立 3 相 220kV 電源，牽引變壓器採用 220/27.5kV 三相 V/X 結線接線，由兩組(四台)單相牽引變壓器組成，其#1 及#2 變壓器容量為 31,500KVA，#3 及#4 變壓器容量為 50,000KVA，安裝總容量為 163,000KVA，使用容量為 81500KVA。#1 及#3 為一組，#2 及#4 為另一組，正常時一組投入進行，另一組備用。變壓器為屋外型，採用油浸自冷的冷卻方式，運行中任意一台主變故障時，自動切換至備用主變壓器供電。牽引變電所、分區所、開閉所和 AT 所均採用微處理機型綜合自動化系統，電力設施執行數據採集與監控系統（supervisory control and data acquisition，簡稱 SCADA）系統的集中監視和控制。

變壓器二次側 27.5kV 開關盤採用 ABB GIS 盤，10/10KV 採用乾式調壓器和乾式變壓器，保護電驛採用交大許繼微機保護裝置，綜合自動化控制方式採用所內集中遠程監控、設備本體控制三級控制方式。北京方向電車線採用直接供電模式，上海方向採用 AT 供電方式。25kV 電車線系統主吊線為 120mm²銅合金線，接觸線為 150mm²鎂銅合金和高強高導磁接觸線，懸臂組為 70mm φ 鋁合金管。參訪情形如圖 5.5-1 所示。



攝於魏善庄變電站前



220kV 屋外型開關場



#2 變壓器(31,500KVA)



#4 變壓器(50,000KVA)



#2 變壓器二次側電纜



27.5kV GIS 盤



變電站 27.5kV 饋線接至電車線



電車線隔離開關

圖 5.5-1 魏善庄牽引變電站參訪紀實照片

(二)京津城際鐵路電車線[11]

在高速鐵路領域，中國大陸已建立世界首創的基於需求驅動的高速列車設計製造一體化平臺，實現了面向多樣需求的高速列車的快速定制，目前中國大陸正在制定智慧交通系統“十三五”（2016—2020年）發展規劃。在高速鐵路發展領域，中國將對智慧列車核心技術組織攻關，構建以高速列車為核心，以全方位列車狀態感知和動態數位化運行環境為基礎，以資訊智慧處理與交互為支撐，具有自檢測、自診

斷、自決策能力的智慧化高速列車系統。十三五”是中國智慧交通系統發展的重要提升階段。與中國當前的高速鐵路技術相比，未來更趨智慧化的高速鐵路將進一步實現高速列車的安全可靠運行和全生命週期能力的保持與優化，全面提升服務品質。

京津城際鐵路由北京南站至天津站，正線全長 113.5 公里，試驗最高時速 394.3 公里，正式最高營運時速為 350 公里，商業運行速度約 330 公里/小時，全程直達運行時間約為 30 分鐘，平均運行速度為 240 公里/小時。全線設 3 個牽引變電站、4 個分區和 2 個開閉所，綜合自動化控制方式採用 SCADA 系統作遠程監控。電車線採用 (MgCu) 鎂銅合金、小斷面(120mm²)高張力的輕量化簡單鏈型帶加強線懸掛系統。京津城際鐵路全線通信採用 GSM-R 鐵路數位移動通信系統，移動語音通信和無線數據傳輸；又使用了 ETCS-1 級、CTCS-2 級號誌系統，以及 CTCS-3D (中國高速鐵路列車控制地面數位傳輸系統) 級號誌系統，設計最小發車間隔為 3 分鐘。在營運調度方面，京津城際鐵路應用分散自律型調度集中系統 (CTC)，對全線運行列車採用集中調度控制。參訪情形如圖 5.5-2 所示。



大陸產型和諧號機車



天津站電車線(一)



天津站電車線(二)



天津站電車線(三)

圖 5.5-2 京津城際鐵路電車線參訪紀實照片

第六章 考察心得及建議

大陸近年大量鐵路建設工程，提供大陸鐵路製造及施工產業發展機會。大陸鐵路總公司(原鐵道部)設立中國鐵道科學研究院，負責鐵路機車組及相關系統設備製造研發，另設立高速鐵路系統試驗國家工程實驗室，負責鐵路機車組及相關系統設備之檢測認證，對大陸鐵路製造產業發展貢獻頗大。

大陸十二五計畫包含鐵路人才發展規劃，對鐵道教育有完整技職制度，高級職業學校、技術學院有鐵道專門學校，各交通大學有鐵道科系，學生、專業技術人員繼續教育培訓到博士學位。借重學術界研發能力、借手中市場掌握的資源以及產業界實務經驗，讓鐵道技術一直往下紮根及向上成長。許多學校開設鐵道相關科系，提供學生各項實作模擬演練課程。畢業後學生相繼投入鐵道產業，提供鐵道技術發展動力，由所接觸人員包括各專案負責人，計畫經理，施工設計工程師等年齡幾乎都是三十多歲，可見人才培育成效。

另中鐵電氣化局集團有限公司成立於 1958 年、承建大陸 70%的電氣化鐵路，集團相關子公司已承建鐵路通信工程、信號(號誌)工程、電車線工程、變電站工程，亦設有工廠生產變壓器、GIS 開關、電車線材料及擁有鐵路施工、維修、檢測作業車，未來台灣鐵路系統機電工程招標時，在相關法令措施完備時，可考量將其列為投標廠商。

北京 5 處鐵路車站(北京市內有 5 個火車站，分別是北京東站、北京南站、北京西站、北京北站和北京站)站體規模龐大，雖站務人員保守拘謹，未能提供車站機電系統設備書面亦不提供電子檔案資料，且僅同意電力機房可以拍照。但經參觀其系統功能與國內車站機電系統雷同，部分差異處為北京鐵路車站並未設置發電機組，供電消防等緊急設備，閉路監視系統尚無影像分析設備，惟售票櫃台之旅客資訊顯示系統提供各列車售票餘額資料方便購票旅客，另地下停車場之停車格前裝設車位狀態指示燈，可方便駕駛尋找車位。

鐵路車站節能環保是這些車站設計考量的共同點。為了最大程度利用自然光和自然通風，屋頂均大量使用透明的采光板及太陽能集熱板發電系統與建築一體化設計，同時也設置使用風力發電、雨水回收等多種節能環保技術，陽光從采光板照射入站台，使車站白天不必使用照明，回收的雨水存放在蓄水池中用於車站周圍的綠化灌溉。車站亦建設污水處理設施，利用中水沖廁。北京北車站大屋頂上裝有上百個小漏斗，每個小漏

斗都接著管子，管子裡經年存水；由於“虹吸”原理，下雨時屋頂積水自然導流進水管，最後順車站兩側水管排出，不必使用任何能源。

北京地鐵截至 2014 年 2 月共有 17 條線路營運，覆蓋北京市 11 個市轄區，擁有 277 座營運車站，總長 465 公里。全路網實行單一票價 2 元，雖鼓勵北京人儘量搭乘地鐵引來大量客流，減少交通壅塞程度，提升空氣品質，但導致地鐵異常擁擠，同時財政補貼壓力很大，2012 年北京市財政為軌道交通支出的補貼達到人民幣 36.9 億元。北京市政府於今年 12 月 28 日起調整地鐵票價格，6 公里(含)內 3 元；6-12 公里(含)4 元；12-22 公里(含)5 元；22-32 公里(含)6 元；32 公里以上每加 1 元可乘 20 公里，並首設定有效期。乘客刷卡進站後，須在 4 小時內出站，否則將依單程最低票價補交超時車費後出站。漲價係由乘客平均負擔 50%，北京市政府負擔 50%。統籌考慮了北京市政府以及乘客各方面的可承受財務能力和可持續發展營運、加強安全、增加里程、增加網點、提高速度、更舒適等提高後續發展能力。

另北京地鐵為乘客安全、改善空氣品質及減少空調運轉費用，除 1 號及 2 號線尚未裝設月台門外，其餘均已裝設，1 號線及 2 號線明年(2015)亦將開始裝設，預計 2017 年全部完成，國內捷運也有此考量，車站未裝設月台門者，亦陸續裝設中。

中國大陸僅僅只用了 10 年的時間就打造了全球規模最為龐大，號稱是最先進的動車系統。因而能有幸從早已投入使用的歐、美、日各國優秀技術中進行選擇，應用到鐵路上。從早先的與各國的技術合作，到通過改進和整合其日本和歐洲合作夥伴的技術，從車輛、電車線到線路、牽引變電站，再到通信、號誌技術，一邊引進消化吸收一邊自主創新，進而完成實現了百分之百自製率，跨越式的發展，無論電車線、通信、號誌都具有設計、施工、維護、材料設備（含軟硬體）自製試（實）驗檢驗及認證能力。

從培育人才、吸取技術經驗觀點而言，兩岸鐵路工程技術之交流，應持續進行，以吸取彼此之研發成果與技術經驗，以提昇國內鐵路工程技術並增進維修能力與管理績效，進一步對既有傳統鐵路之建設改善、維修及提速上有所助益。

第七章 參考文獻

- [1] 中國鐵道科學研究院簡介，2014
- [2] 中國鐵道科學研究院高速鐵路系統試驗國家工程實驗室簡介，2013
- [3] 北京西站-維基百科，自由的百科全書，2014.08.24
- [4] 北京北站-維基百科，自由的百科全書，2014.03.11
- [5] 北京南站-維基百科，自由的百科全書，2014.08.08
- [6] 北京站-維基百科，自由的百科全書，2014.08.24
- [7] 北京地鐵-維基百科，自由的百科全書，2014.10.31
- [8] 朱濟龍，城市軌道交通車站機電設備，機械工業出版社，北京，2012.07
- [9] 中國中鐵電氣化局集團有限公司簡介，2014
- [10] 京滬高速鐵路-維基百科，自由的百科全書，2014.11
- [11] 京津城際鐵路-維基百科，自由的百科全書，2014.09
- [12] 中國鐵路高速綜合檢測列車，自由的百科全書，2014.11
- [13] 地鐵 PIS 系統解決方案，卓越通信，2012.11
- [14] H3C 地鐵 PIS 系統解決方案，杭州華三通信技術有限公司，2014.11
- [15] 陳新宇，上海地鐵 9 號線 2 期 BAS 系統，GE 智能設備有限公司，2014.11
- [16] 地鐵綜合監控系統 ISCS，河南輝煌科技股份有限公司，2014.11
- [17] 廣州地鐵 3 號線調度監控大屏方案，工業自動化，中國百科網，2011.05