

出國報告（出國類別：其他）

辦理 296 輛空調通勤電聯車採購案 監造及檢驗報告

服務機關：交通部臺灣鐵路管理局

姓名職稱：李坤文 幫工程司

林武鍵 工務員

派赴國家：日本

出國期間：101/5/16 ~ 6/11

報告日期：101/8/31

摘要

此次出國監造，緣起於本局「296 輛空調通勤電聯車採購案」，目的為執行新購車輛製造工程之材料檢驗、施工品質查核、工程進度督導、性能試驗簽證、以及現車試驗會勘…等。由於，此次採購案車輛設計製造商為日本車輛公司，該公司同時為現今 JR 東海道、JR 西日本之東海道、山陽新幹線最新 N700 型高速鐵路列車之設計製造商；藉此機會深入了解、目睹了最先進鐵道車輛之設計理念與製造技術流程。其中最值得借鏡參考的包括有：車內人性化的優質服務設計與設備、響應輕量環保的鋁合金全車身結構設計與製造、因應節能減碳對牽引及煞車系統電能利用與動能回收的先進巧思與技術。

關鍵詞：節能減碳、先進鐵道車輛

目次

壹、背景介紹

- 一、緣起
- 二、目的
- 三、行程規劃
- 四、參與人員

貳、車輛製造商介紹

- 一、日本車輛公司簡介
- 二、豐川製作所介紹

參、新購EMU800型車輛製造實錄

- 一、車體製造
- 二、車體塗裝
- 三、配管配線
- 四、內裝與車下設備
- 五、轉向架製作與組立
- 六、全車完成及啓動試驗
- 七、裝船回國

肆、車輛新知搜集與介紹

- 一、車輛的輕量化
- 二、加減速性能的提升
- 三、節能環保的概念
- 四、乘坐品質的提升

伍、心得與建議

- 一、心得
- 二、建議

陸、監造紀錄附件

- 一、監造週報表
- 二、轉向架檢驗紀錄
- 三、通知改善事項及辦理情形

本文

壹、背景介紹

一、緣起

因應高鐵營運，台鐵西部幹線將轉型為中、短程城際運輸及都會捷運化；另為滿足花東鐵路電氣化後的需求；及汰換老舊的莒光號及復興號用以提升服務品質。而有此次296輛空調通勤電車的採購案。

採購案由國內軌道車輛組裝業者，也是目前台鐵EMU-700型通勤電聯車的組裝業者：台灣車輛與日商日本車輛合作，共同取得了296輛新一代通勤電聯車的標案。預定101年9月起陸續交車，至104年全部交車完成並加入營運，配合102年花東雙軌電化工程完成，將可大幅提升本局行車速率，並增加花東的運輸能量。

新的通勤電車運轉速度將提升至時速130公里、設計速限140公里的水準，每組八輛編組可搭載1469名旅客，其中有4輛配置盥洗室，2輛特別設計無障礙設施、博愛區及育嬰設備，可供身心障礙旅客及攜帶嬰兒旅客使用，同時配合兩鐵休閒規劃，每列車均並增加包括攜帶自行車、無障礙設施等配備。

由於原型車16輛將在日本車輛公司製造，嗣後之280輛在台灣車輛公司製造，為確保新購車輛於製造及安裝組成過程中的品質；且依契約規範之檢驗與驗收規定，台鐵局須於製造期間派遣監造人員至製造廠執行監造工作，監造人員有權至現場檢視有關工作（包括製造、修正、測試）之進行。基於上述，而有此次赴日本之出國監造機會。

二、目的

此次296輛空調通勤電聯車採購案係採自辦監造方式，其目的用於確保所有承包項目皆能依核准之圖面製造，並藉以達成車輛維修技術的養成與經驗傳承；監造工作依據採購法及臺鐵局機務處因公派員出國監造、受訓作業要點辦理，主要工作為駐廠監造人員，每日於現場直接檢視車體製造及組裝，同時與廠方品管人員共同檢查製造過程中發現的瑕疵，並提出改善要求，以確保車輛製造能合乎規範及契約之規定確保品質。

由於此次監造工作已是車輛製造的實體組裝階段，即將進入車輛完成並交運的時程，為了確保交車時程不會延誤，因此也必須同時監控車輛製造的進度。讓國人期盼的新車，能夠依約準時上路服務旅客。

三、參與人員

期待新車更加完美，借重專業技能為新車的製造，提供豐富的檢修經驗，此次負責296輛空調通勤電聯車監造之人員計有2名：

表1：監造人員資料

| 服務單位 | 職稱 | 姓名 |
|-----------------|------|-----|
| 臺灣鐵路管理局嘉義機務段 | 檢查主任 | 李坤文 |
| 臺灣鐵路管理局機務處行車技術科 | 工務員 | 林武鍵 |

四、行程規劃

此次行程以集中於日本車輛公司位於日本愛知縣豐川市之豐川製作所為主，因該製作所為日本車輛公司，鐵道及特種車輛之綜合設計製造工廠，本局採購之296輛通勤電車，首批之兩組原型車將於此設計製作完成。本次監造工作行程原計劃從5月16日至6月14日止，奉指示於6月11日結束監造回國。

表2：監造行程規劃表

| 星期一 | 星期二 | 星期三 | 星期四 | 星期五 | 星期六 | 星期日 |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------|-----------|
| | | 16日 台北－ 名古屋 | 17日 日本車輛 豐川製作所 | 18日 日本車輛 豐川製作所 | 19日 例休 | 20日 例休 |
| 21日 日本車輛 豐川製作所 | 22日 日本車輛 豐川製作所 | 23日 日本車輛 豐川製作所 | 24日 日本車輛 豐川製作所 | 25日 日本車輛 豐川製作所 | 26日 例休 | 27日 例休 |
| 28日 日本車輛 豐川製作所 | 29日 日本車輛 豐川製作所 | 30日 日本車輛 豐川製作所 | 31日 日本車輛 豐川製作所 | 1日 日本車輛 豐川製作所 | 2日 例休 | 3日 例休 |
| 4日 日本車輛 豐川製作所 | 5日 日本車輛 豐川製作所 | 6日 日本車輛 豐川製作所 | 7日 日本車輛 豐川製作所 | 8日 日本車輛 豐川製作所 | 9日 例休 | 10日 例休 |
| 11日 名古屋 －台北 | | | | | | |

貳、車輛製造商介紹

一、日本車輛公司簡介

日本車輛製造株式會社創立於1896年，以鐵道車輛的製造與販售為主業，總部設於愛知縣名古屋市，現今為日本特種車輛生產商之一，資本額118億1千萬日圓，年營業額875億日圓，主要股東為東海旅客鐵道（股權50.10%），產品包括鐵路車輛、工程車輛、橋樑建造等（圖1）。其事業部門分成：

鐵道車輛本部—新幹線、特急、通勤、地下鐵、路面電車…等車輛製造。

輸送機具本部—油罐車、大型槽車、無人搬運裝置、大型陸上車輛、儲存槽…等製造。

機電本部—夯打機、鑽地機、油壓鑽鉗機、建設機器、發電機…等製造。

工程本部—車輛檢修設備、農業機器、產業機械、橋樑、水閘、雷射加工機械…等。



圖1：日本車輛各事業部門產品

日本車輛製造株式會社設有三間製造工廠，分別為豐川製作所、鳴海製作所、依浦製作所三間廠房，其中豐川製作所是其鐵道車輛本部所在，亦是本次新車之設計製造地點，監造人員駐廠於此參與其中。

二、豐川製作所介紹

豐川製作所（圖2）開始於昭和39年4月，它是一座軌道車輛及各種運輸工具之設計、開發、製造的大型綜合工廠。廠內分別有車輛部品加工、儀裝、塗裝、車上車下配管配線、車身製造組立、轉向架機械加工組立等7大工場（圖3）。



圖2：日本車輛豐川製作所



圖3：豐川製作所衛星空照圖

製作所內之廠房建築雖然很有歷史，但一切之佈置與運作謹然有序，廠區中央及右側主通道設置有橫向移動之車輛移動平台（圖4），用以交通七大工場間車輛製作之縱向移動，而工場內之橫向移動，則利用電動架高臨時轉向架，使車輛有序的移動於工場內之每一製作流程（圖5）。



圖4：豐川製作所廠區照

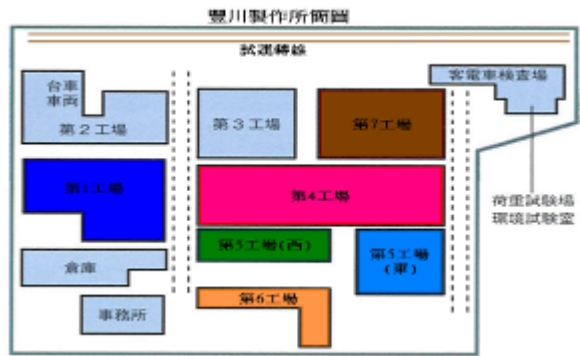


圖5：豐川製作所廠房佈置簡圖

豐川製作所是日本JR東海道新幹線，最新車輛N700型之設計製造廠，也是台灣高鐵700T車輛的製造者。車廠內擁有1000名以上之優秀工作人員，日夜不停的辛勤工作；1年可製造N700型新幹線車輛10編組，加上其它軌道車輛，年產輛數為470輛以上；從1964年新幹線0系子彈型列車開始累計至今，其所生產之新幹線車輛已達3000輛，製造的能力與實績是非常亮麗的（圖6）。

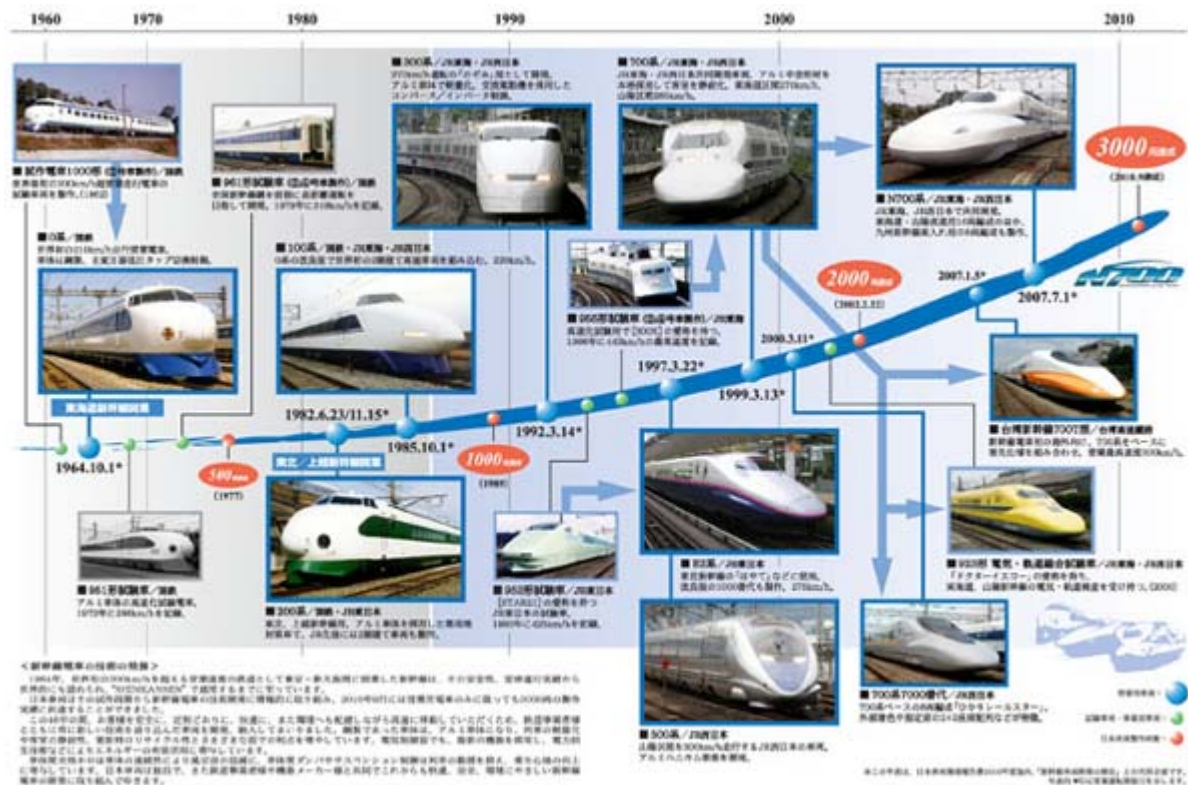


圖6：日車豐川製作所新幹線車輛的製造歷史

參、新購EMU800型車輛製造實錄

一、車體製造

目前軌道車輛車身使用材料大致分有兩種，一是鋁合金、另一是不鏽鋼；為達成車身輕量化，減少耗能提高車輛性能，新幹線高速鐵路車輛及本局傾斜式列車皆已採用鋁合金車身；但是考量成本，一般傳統軌道車輛還是採用不鏽鋼車身為主。此次新購之EMU800型電車組即是不鏽鋼車身。

由於本次赴日本車輛公司豐川所監造，EMU800型車身部份均已組裝完成，無法看到實體加工之狀況，故本報告以鋁合金車廂車體製造組合相同製程為例介紹說明。

車體製造的第一步驟是素材的加工，第二步驟是差異較大之車頭端製作，第三步驟是將六片車構體組合：

素材加工

對傳統車輛而言不鏽鋼板是車輛最基本的素材，EMU800型電車組即採用不鏽鋼車身，各部設備材料依照設計圖面需求，透過裁切、沖壓、焊接…等程序，加工成各種不同基本形狀的部材。

而鋁合金車輛鋁合金部分則利用擠壓一體成型的技術，製成質輕、強度大之中空槽式的鋁合金基本部材（圖6、8、9），再透過摩擦熔接技術，使鋁合金材料於最小的受熱變形量及不影響結合強度下，熔接成所需之大件部材（圖10）；亦或使用整塊鋁合金材料，銑切加工成各種所需形狀，以保持材料整體成形之最大強度（圖7）。加工裁切後之剩料充分回收，並於廠內利用自動熔合機器，再生成全新之可用材料塊，縮短材料利用時程並有效完全的使用，減少了材料輸送囤積的成本。

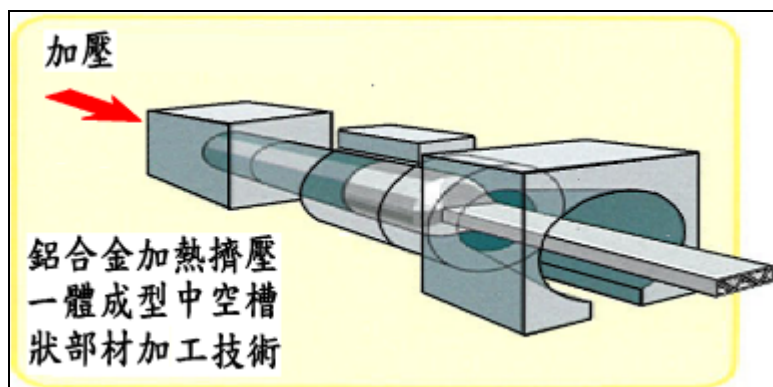


圖6：鋁合金擠壓一體成型加工技術示意圖



圖7：五軸數位加工機



圖8：自動裁切成所需形狀

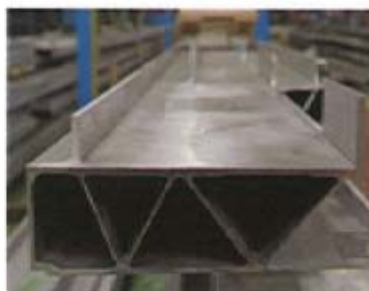


圖9：中空槽狀部材外型



圖10：大型自動熔接機器

車頭端製作

由於車頭端部分是流線低風阻的複雜造型，因此需以人工利用模具先將骨架完成，再以多片之不同造型外板，熔接成車頭端的外型（圖11），最後由研磨機研磨酸洗成光滑的金屬表面，複雜造型的車頭端部分完成，即為先頭車之駕駛座端（圖12、13）。EMU800型電聯車不銹鋼車頭是先單獨製造完成車頭部份，再利用螺栓與車體連接組成車頭端。

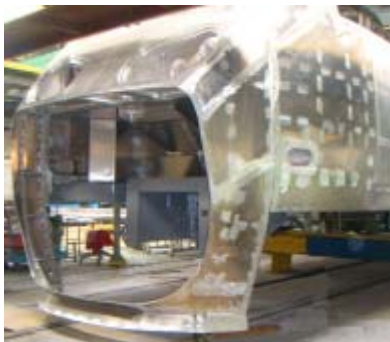


圖11：車頭端多片板金組合



圖12：一體成型窗門框



圖13：駕駛座駕駛台

車身組合

車身分為左右側牆、前後端牆、車頂及車台框架6個部份，每個部份先分別製作完成，再以6片組合的方式完成整個車身的組合。



圖14：車頂部分製作



圖15：左、右側牆製作



圖16：車台框架製作

車頂部分是利用大型自動焊接機器，將基本的長條部材焊接為整片的車頂，配合特殊的凸起肋條造型（圖14），及內面之空調風道隔間、配線管道與隔熱棉固定衍架，使車頂有足夠的強度承載車頂空調機，或檢修人員的行走重量。

左、右側牆部份，亦是同車頂之製作方式焊接而成，再於車窗與車門位置利用自動裁切機器，切出所需之窗框與門框（圖15）。

車台框架是車輛組成的基礎（圖16），它需要支撐車上設備及人員的重量，以及承受車下懸吊、轉向架走行的衝擊力量，另外更需要傳遞來自連結器之牽引或推進的力量，因此車台框架有其重要性，故依規範須進行車台框架完成後之各項檢查工作。

端牆包括有通道門框、自動門座及爬梯，此次購案更增加有兩車間防墜擋板（圖17）。



圖17：端牆製作



圖18：左右側牆組合



圖19：端牆組合

當車身6片製作完成後即可進行全車的組合，首先於車台框架上組裝左右側牆及端牆（圖18、19），吊裝車頂後由車身內部施行焊合工作（圖20、21），完成整個車體的製作工作。



圖20：車頂組合



圖21：6片組合完成



圖22：車身完成荷重測試

車身完成後經由荷重試驗，可以實際驗證設計與製造的結果是否如預期（圖22），或是需要做加強與修正的動作。

二、車體塗裝

塗裝可以使車體看起來美觀外，更可用來區別列車的種類，鮮豔的顏色甚至可以達到行車安全的警示效果。除此之外，塗裝更可保護車身結構較不受外在環境的影響，提高車輛使用的耐久性。



圖23：金屬底漆



圖24：車內安裝隔熱材



圖25：安裝車窗玻璃

金屬表面要上漆，要依不同的金屬成分採用不同金屬底漆（圖23），如此才能使塗料緊密的吸附在金屬表面，當車身完成金屬底漆後，先就車內進行隔熱材的安裝，並將車窗玻璃及車門調整安裝完成後再進行下一道上漆的工作。（圖24、25）。



圖26：底盤上隔音熱塗料



圖27：防火塗料



圖28：上底漆補土

列車運行中會有來自車下的噪音，以及安裝於底盤的大型用電設備所產生的熱，甚至萬一發生火災時，需要有足夠隔絕大火延燒的時間，供車上人員逃生；因此車底盤需有隔熱隔音及防火的塗料（圖26、27），來達成此一要求。

為使上漆完成後表面能平滑，需使用底漆補土（圖28），來填補金屬表面的孔隙，同時更利於面漆的塗佈與吸附。



圖29：上白色底漆



圖30：上面漆



圖31：外表塗裝完成

等待底漆補土乾燥硬化後，再噴上最外一層之白色底漆，以利未來噴上面漆後，顏色的要求能夠精準（圖29、30）。依設計要求噴上所需顏色之面漆後，為保護面漆不受外在環境因素影響破壞，並維持面漆顏色的光澤與鮮豔，最外可上一層透明漆及上蠟，就完成車輛外表的塗裝作業了（圖31）。

三、配管配線

每一軌道車輛皆有上千條的電線分布其車上車下，有的是高壓、有的是低壓為了安全，都需要有配線管道保護。另外，車輛的空氣煞車系統管路，及廁所的送水、污水管路，皆在車體塗裝完成後進行車上車下配管與配線。





圖32：管路固定衍架焊接



圖33：車下管路安裝



圖34：車上管路安裝

配管作業前，需先將管路的固定及支撐衍架，分別焊接於需要加强的地方，以防管路於列車行駛的震動中鬆脫（圖32）。管路中包括有軋機等使用之空氣系統管路，其以銅管為主，而電線之保護管路以不鏽鋼管為主，且分有高壓管路及低壓管路，用以隔開彼此電磁相互干擾的問題（圖33、34）。



圖35：車上配線



圖36：車下配線



圖37：駕駛室配線

當配線管路安裝完成後，開始進行佈線，電線束須先上線臘，多人合作將線束穿進線管中（圖35、36），因考慮散熱及未來維修抽換，線束於配管中所佔體積，以及線束轉彎之半徑角度，購車規範有詳細規定。另車廠本身亦有詳細之線束捆扎、固定及走線佈置固定方式的標準規範，供現場技術人員依循（圖37、38）。



圖38：車上電氣箱配線



圖39：線端接pin壓接



圖40：高低壓接線箱安裝

佈線完畢後車上線束會收歸到車上之電氣箱，每一條線都會鑲上編號環並且壓接上各種不同的接pin，依照設計將線固定在線排上（圖39）。而車下線束會區分高低壓，低壓線束會集中彙整於車兩端之低壓接線箱內，車與車間再以108芯跳接線互相連接，高壓線束亦以高壓接線箱及高壓跳接線與它車相連（圖40）。

四、內裝與車下設備

完成配管配線後，車上就可進行廁所、燈具、天花板及內飾板等之安裝，採單元一體式之廁所是於地面組合後，吊裝至車上再將管線連接即可完成（圖41）。此次車

型亦是採用車頂式空調系統，其風道是內藏於天花板，再由燈具旁之出風口將冷氣送出。因此天花板及燈具安裝前，須先將風道、燈具、及天花板固定架安裝完成，再進行天花板及內飾板的安裝（圖42、43）。



圖41：一體式廁所安裝



圖42：風道與燈具支架安裝



圖43：天花板安裝

車廂內部裝潢全部採用整體模組化無壓條設計，其組件之設計也考慮內部設備維修時，可局部拆裝之方便性。為免於安裝過程中污損組件，廠方皆於外層包覆保護膠膜及膠帶（圖44）。駕駛室內各儀表安裝位置及內部配置，都依照司機員要求及認可而設計，儘可能去除影響司機員之反射、折射、偏光、以及外部光線，且駕駛控制臺及駕駛室座椅安排具有適當之空間，使駕駛座各方向之視野良好，工作環境舒適（圖45）。



圖44：內裝完成



圖45：駕駛座艙裝完成



圖46：車下設備固定栓

車下大型設備包括有主變壓器、變流器、變頻器、SIV、主風泵、軛機系統、水箱、污水箱等，其佔車重之比重很高；因此，對於大型設備裝設於車下之位置，需考慮車身配重之問題；另外，為防止因車輛運轉震動而造成脫落，車下設備固定螺栓都保持有安裝的彈性空間及防鬆脫插銷（圖46）。



圖47：車下大型設備安裝



圖48：車下大型設備安裝



圖49：車下軛機設備

車下大型設備亦以整箱模組化為設計，以氣動千斤頂將其抬舉組裝於車下設定之位置，裝置完成後只要接上預留之線接頭或管路接頭即可完成安裝。如此，只剩轉向架的組合，一部車輛就完成製造。

五、轉向架製作與組立

為提高軌道車輛的乘載量、乘載品質及行駛速度，轉向架因應而生。近來，雖然有鋁合金製作之轉向架，但其強度仍不足應付高速運轉的衝擊，故仍以鋼材製作之轉向架為主。



圖50：轉向架基礎鋼材成型



圖51：機器手臂自動焊接



圖52：5面向旋轉夾具

轉向架框先由鋼板衝壓成所需形狀，再加工切鑽焊道斜角及孔洞（圖50），框架平面焊道部分，先利用機器手臂自動焊接完成（圖51），其餘構造較複雜、焊接空間狹小部分，採用人工焊接方式，又為利於人工站立焊接，使用5面向之旋轉夾具將轉向架框固定其上（圖52），依需要而旋轉、翻轉成各種角度，焊接技術人員可輕鬆完成各個部位的焊接，更可確保焊接品質。



圖53：尺寸角度校正



圖54：非破壞性焊道檢驗



圖55：轉向架框回火處理

轉向架框每完成一個階段的焊接，都會先進行尺寸校正（圖53），當整個框架完成後再於校正台上做最後的校正。轉向架框製作完成後，施以非破壞性焊道檢驗，包括：焊道表面之磁粉螢光檢驗、焊道內部之超音波檢驗，如果發現瑕疵立即磨除重焊再檢驗，如此保證框架能達成所需之設計強度（圖54）。完成以上製作後，將框架回火處理以常溫慢慢加熱5小時至600°C後，保持600°C溫度2小時，再慢慢冷卻5小時用以消除焊接後之殘餘內應力（圖55）。



圖56：轉向架框塗裝作業



圖57：全自動數位加工機



圖58：加工後尺寸檢驗

回火處理後將轉向架框進行噴砂(使用鋁砂)除鏽清潔，再施行兩道塗裝作業程序後完成(圖56)，其目的確保轉向架於未來惡劣的使用環境下，仍可保有其應有之使用壽命。塗裝後是轉向架框的機械加工，先是定位出轉向架框的xyz三軸基準線，依據此基準線將其固定在全自動數位加工機之固定平台上，進行空氣彈簧座、一次彈簧座及各個推桿固定座之平面刨平，以及所有螺絲孔穴及螺紋的成型加工(圖57)，如此一體式的自動成型加工作業，確保了轉向架框每一加工面皆處於同一平面上。加工機在轉向架框，打上數個特定之尺寸檢驗記號，供做加工後尺寸檢驗之測量點(圖58)，品管及監造人員依此確認加工無誤。因轉向架框橫樑也同時擔任空氣彈簧補助風缸之功能、故亦需要進行浸水氣密試驗，如此正式完成轉向架框的製作。



圖59：轉向架組裝



圖60：轉向架荷重試驗



圖61：轉向架迴轉試驗

轉向架框完成後先將空氣彈簧、軔機系統之管路裝配完成，接著安裝圓錐型橡膠翼簧式一次彈簧、單元軔缸或碟盤卡鉗軔缸、輪軸、牽引馬達、縱橫向推桿、空氣彈簧及其控制閥體等(圖59)。轉向架組裝完成後進行荷重試驗，以及牽引馬達送電迴轉試驗(圖60、61)，驗證懸吊裝置、牽引走行部份的設計製作是否正確？有否引發干涉？

六、全車完成及啓動試驗(本節以相同製程說明)

當車身及轉向架相繼製作完成後，將兩者結合就完成全車的設計製造，因本次新車轉向架是採用無搖枕之設計，牽引及煞車之力量經由轉向架與車身間牽引桿總成及中心架來傳遞(圖62)，固定中心架安裝完成後，將轉向架總成與車身結合(圖63)，連結空氣管路、牽引馬達之高壓驅動電路與訊號、控制傳輸電路。全車完成後進行完成車水密試驗，確認車頂、車窗、車門、車下設備等無漏水情況。



圖62：轉向架固定中心架



圖63：轉向架安裝



圖64：空氣系統加壓測試

列車8輛一組編成後，全列車空氣系統加壓漏氣試驗（圖64），以及利用高阻計與短路夾對低壓線路及高壓回路進行絕緣電阻量測，用以測量車體配線之電氣絕緣阻抗值是否良好（圖65），另外針對設備以外之特高壓、高壓、低壓回路分別利用耐壓試驗機施以耐壓測試（圖66）。



圖65：管線最終檢查



圖66：高壓系統耐壓檢查



圖67：軸重量測

以上之測試確認完成後，編組即可移至廠內測試線，進行送電啓動測試了。編組移至廠內測試線，首先是對完成車之軸重進行量測，以記錄實車之軸重（圖67）。



圖68：偏移測試



圖69：送電啓動測試



圖70：廠內試運轉

另外，為實車確認編組經過轉轍器時之偏移量，及是否造成偏移干涉，利用偏移測試進行檢查（圖68）。最後進行送電啓動測試及場內試運轉，牽引系統、軔機系統、走行系統、空調系統、門機系統等測試完成後就可交車（圖69、70）。

七、裝船回國(本節以相同製程說明)

運交前最終檢查完成後，編組拆解、轉向架拆離，車身以陸運用橡膠輪胎轉向架承載，利用聯結曳引車，將編組車輛由公路，運輸至日本豐橋港神野碼頭裝船（圖71、72）。



圖71：完成車移運碼頭



圖72：陸運抵達碼頭



圖73：新車裝船

車廂裝船後轉向架亦分別裝運上船，固定妥當出發前往目的地，台灣基隆港。



圖74：新車裝船



圖75：轉向架裝船



圖76：出發返國

肆、車輛新知搜集與介紹

目前軌道車輛的發展，以車輛的輕量化開始，進而產生一連串的因或果的效果。由於車輛輕量化的達成，使得列車的加減性能提升，達成了節能環保概念要求，更進一步的達成乘坐品質的提升。下圖簡單的描繪了整個輕量化後的效果，以下將分四節分別的介紹，各項發展的過程或現況：

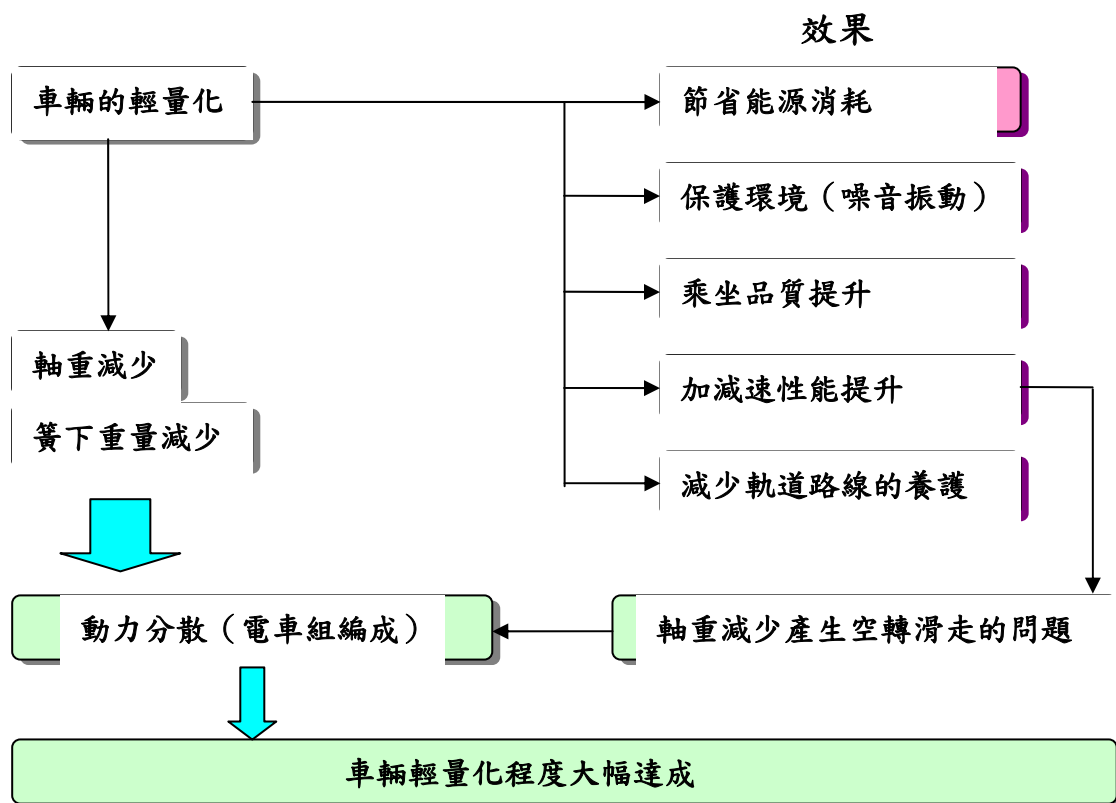


圖77：追求輕量化所產生的效果

一、車輛的輕量化

車輛輕量化最初的目的，是為減輕車輪對於軌道的衝擊，減少車輪與鐵軌的養護工作。而以往一列車，軸重最大的就是機車頭，為了降低列車的最大軸重，因此改採動力分散的列車編組方式，然後再研究如何使車體構造，質量輕且強度夠，足夠承載大量旅客和大型牽引設備。但軸重減輕後卻影響到車輪的黏著力，致使列車加減速時

容易產生空轉及滑走，至此又衍生出另外一個研究的課題，經由不斷的研究探討，才有今天車輛設計製造的長足進步。

車體構造的變遷

軌道車輛車體材料由最初之木材、鐵材、鋼材到鋁合金材料，為的是要在強度與輕量化之間做取捨，除此之外，如今又再加入了隔熱、隔音的考量；為此，鋁合金材料，也由「大型壓出」型材、「蜂巢複合」型材至最新之「中空壓出」型材。由於，中空壓出型材其剛性強度優越，車體採用可以免去骨架的使用，因其「中空」的造型，可以隔音、隔熱，故使輕量化的達成，更進一大步。由圖77可以看出，車體構造每一階段不同的變遷。

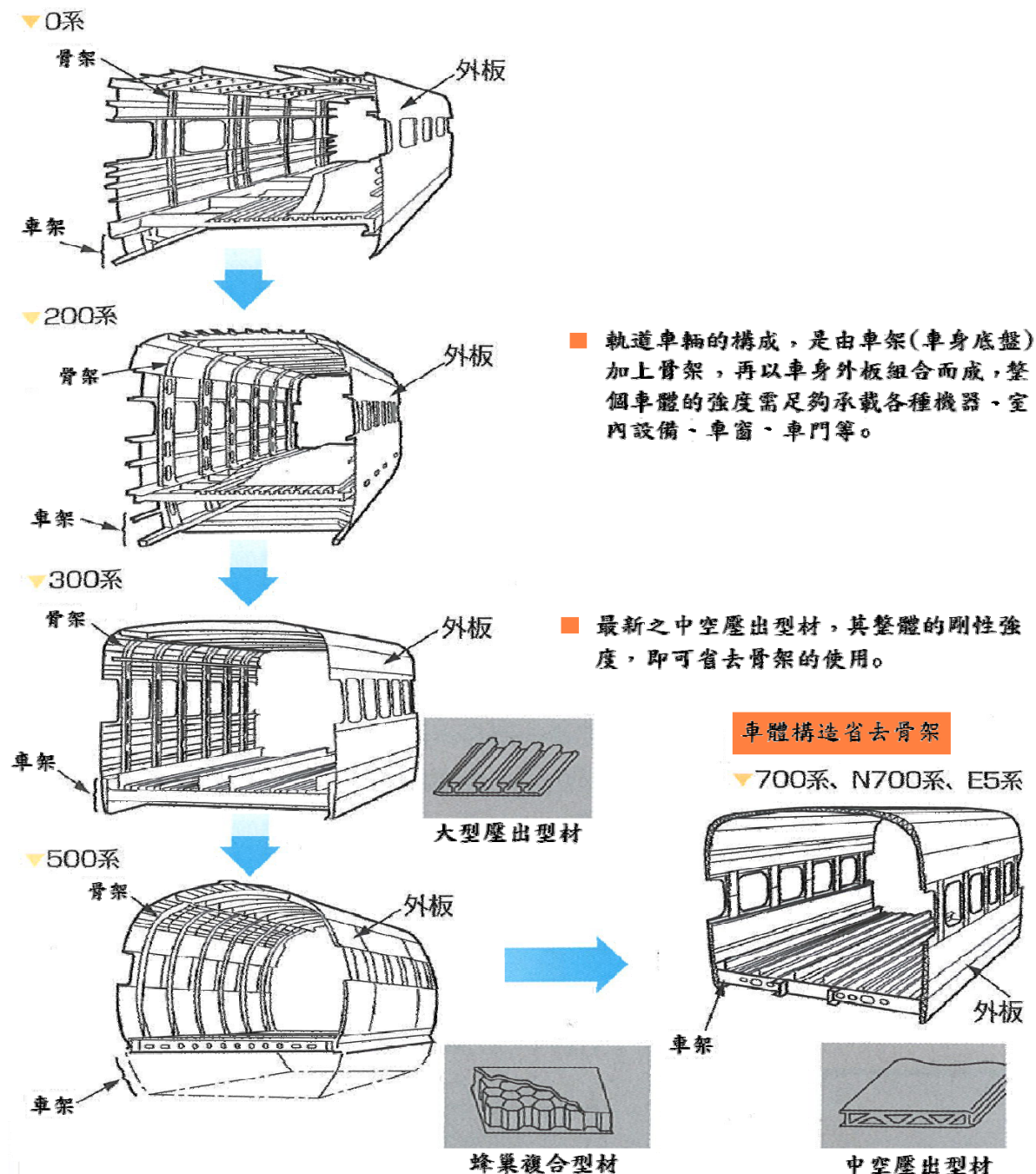
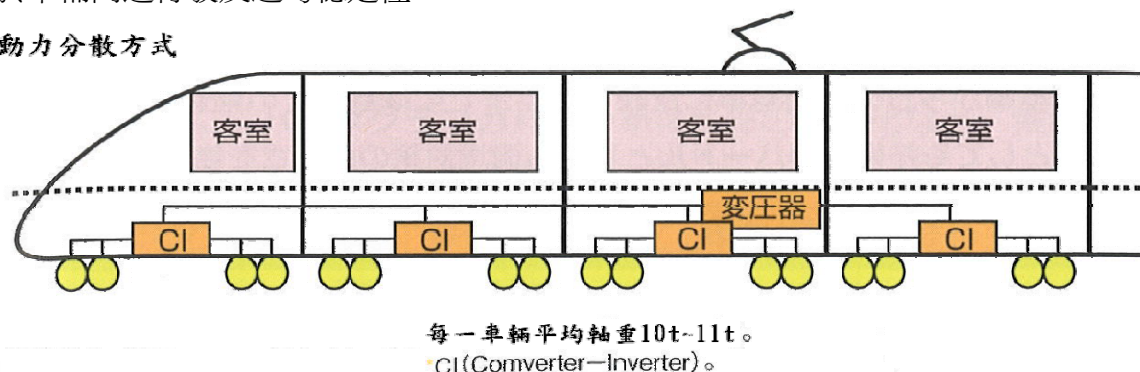


圖78：新幹線車輛車體構造的變遷

動力分散方式的運用

由於，現有軌道之最大承載軸重為16噸，動力集中式之電力機車，以6車軸來計算，其最大車重被限於96噸以下，因此限制了動力集中式機車，其最大牽引輛數及噸數。擁有軌道最大極限之軸重，相對的限制了其高速時的性能，以及車輛輕量化的目的。為了避免由機車牽引之動力集中式列車，其機車擁有全列車最大軸重的問題，故而改採動力分散的方式，將大型之牽引動力設備，平均分散於全列車中，為了不占用車上承載旅客的空間，大型設備則安裝於車架之下，如此同時可降低車輛的重心，故更有利於車輛高速行駛及過彎穩定性。

■ 動力分散方式



■ 動力集中方式

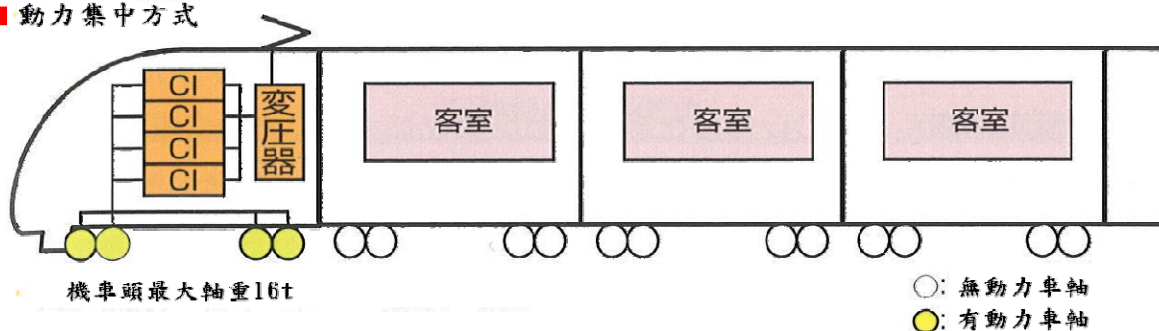


圖79：動力分散式與動力集中式的不同

黏著力的改善

軌道車輛由於其車輪與軌道皆為鋼材，兩者之接觸面都是光滑的金屬表面，其間的黏著係數（摩擦係數）是很低的，並且會隨著彼此的滾動速度（車速）成反比的降低，更會因為雨水的介入使其更低。因此，想要獲得足夠的黏著力（摩擦力），就需要增加垂直壓力（軸重）來達成，但這又違背了車輛輕量化的努力。

由於摩擦有一特性，那就是最大靜摩擦係數大於動摩擦係數，車輛輕量化後只能利用自動控制的技術，來充分利用最大靜摩擦係數；方法是監控比對所有車軸的轉速，當偵測到個別轉速差異時，立刻控制減少加速力或減速力，用以防止車輪的空轉或滑走。另外，雨天時先頭車都必須行駛於濕軌面上，故摩擦係數是全列車最低的，因此編組的配置，先頭駕駛車應為拖車，且其軀力大小要適度減小，用以應付黏著力較低的缺陷。

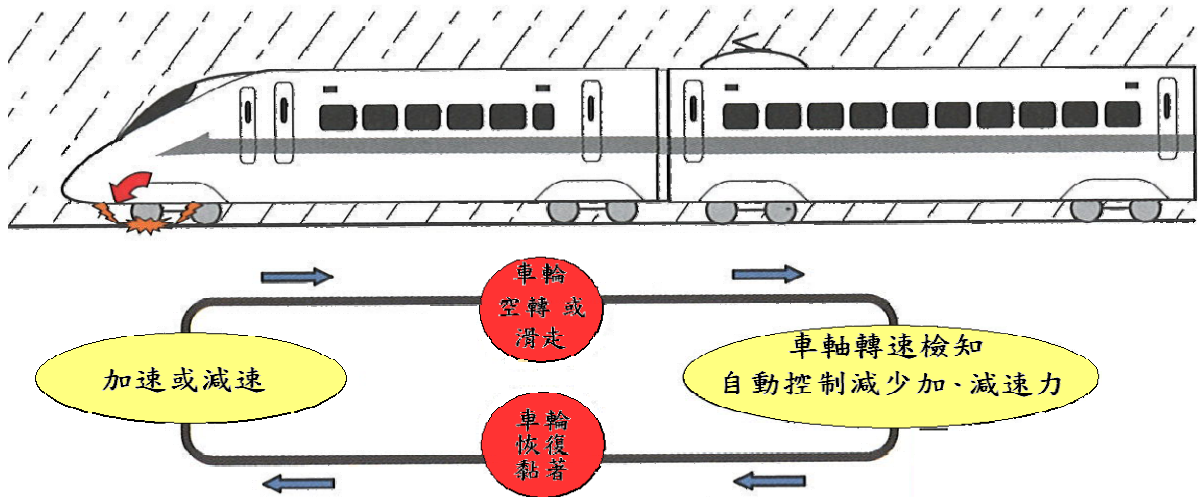


圖80：維持最大靜摩擦力之控制方式

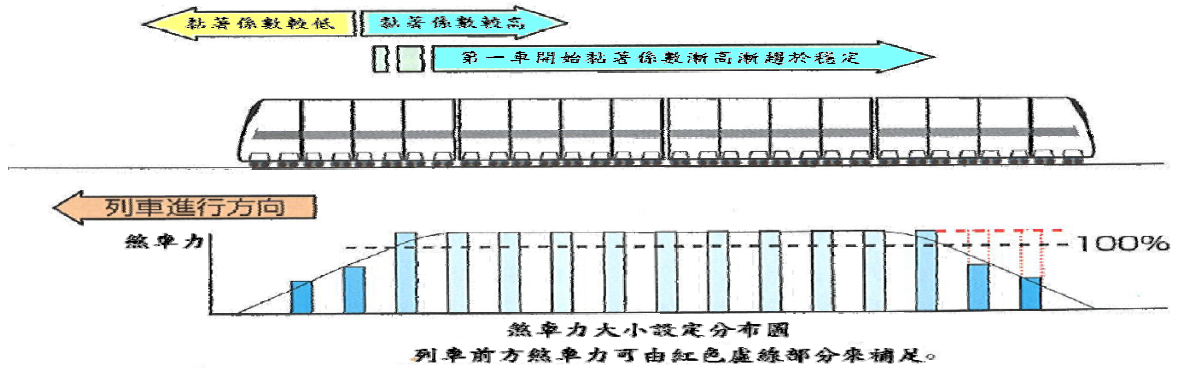


圖81：列車依黏著係數大小設定煞車力

編組設備的安排

動力分散式列車，是以多輛車共組一個完整動力單元來編成的，因此需要是一個完整的編組才有辦法行駛，而一個完整編組需要搭載有主變壓器、變流器、變頻器、牽引馬達、軛機裝置、用電供電系統、行駛控制系統…等電氣機械設備。因此如何設計安排，車上車下設備，使得列車可以舒適的承載旅客，又能快速安全的行駛，是需要認真考量的。圖81列出了車體設計所需注意的事項，以及各個項目的改善重點。

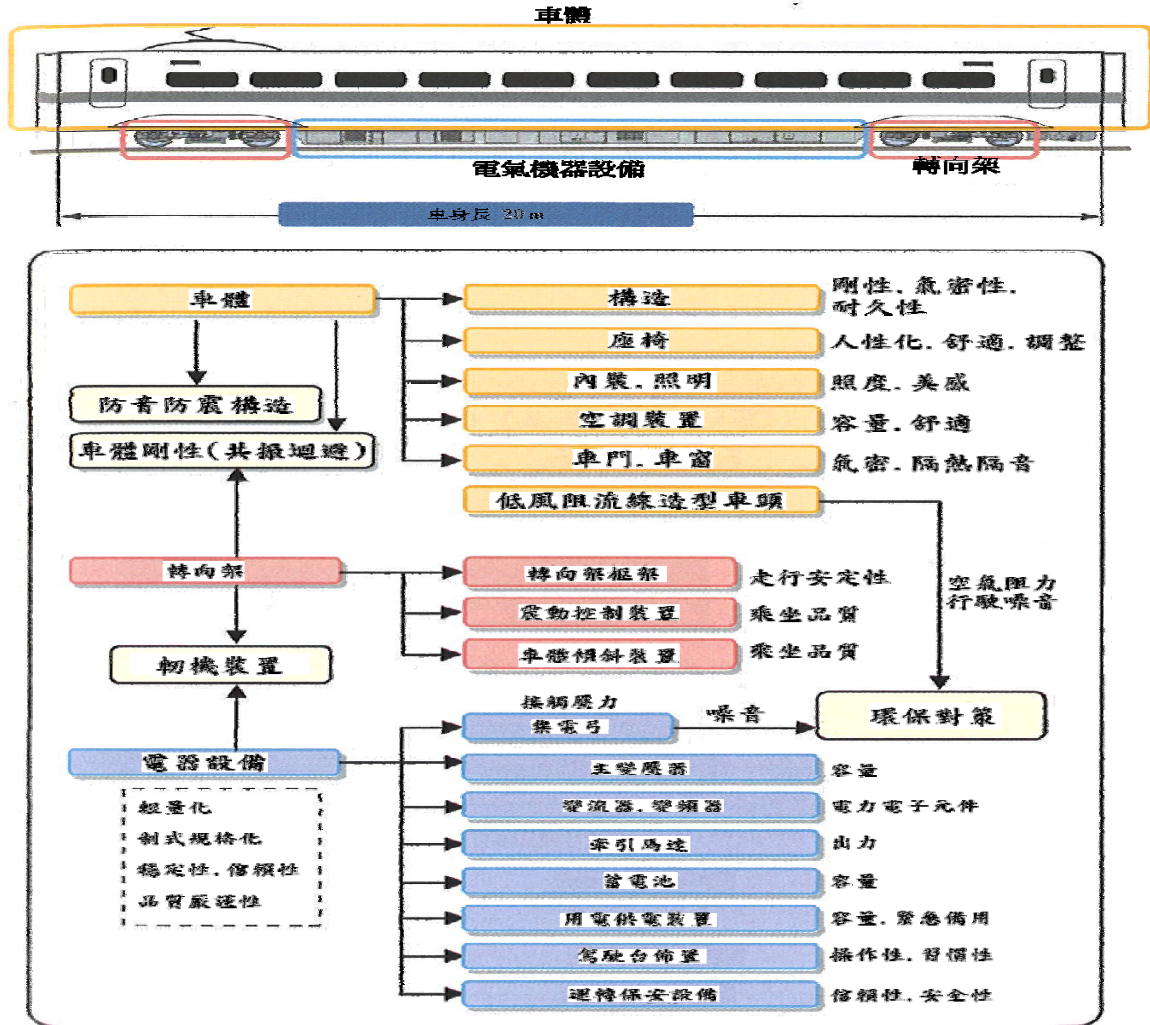


圖82：車體設計與設備配置考量圖

動力分散式列車，因為動力設備是被分散安裝的，因此界定車輛別的方式，是有別以往的，通常一編組裡的個別車輛，最簡單的區分方式，是將具有牽引馬達之車輛稱為馬達車（M車），沒有牽引馬達之車輛稱為拖車（T車）。而較早的車輛編組方式，是以2輛（2M）或3輛（2M1T）一組來編成，現今為了達成車輛輕量化、軸重平均化、加減速性能提升，故較多採用4輛（4M）編成的方式，將動力設備平均分配於多輛車，也因此，其車下大型設備的安排方式也出現不同。

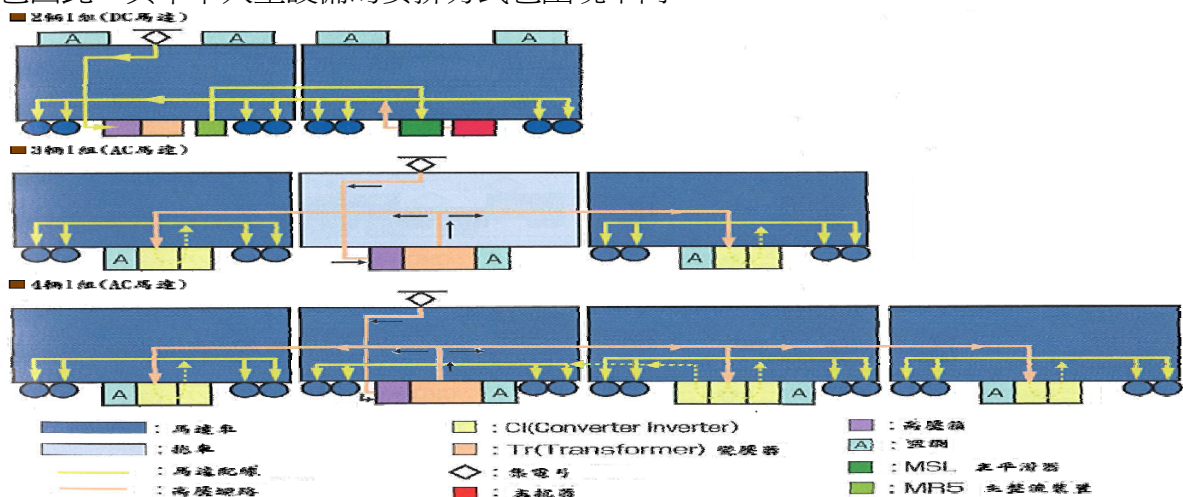


圖83：動力單元的編組方式