

標準檢驗局台南分局 101 年度自行研究報告提要表			填表人：陳明勇 填表日期：100.12.12	
研究報告名稱	各國電動車交直流充電架構之探討			
研究單位 及研究人員	第一課 蕭水來、林昆平、 陳明勇	研究 期程	自 101 年 01 月 01 日 至 101 年 12 月 30 日	
報 告 內 容 提 要				
<p>(一) 研究緣起與目的</p> <p>電動車為目前政府及業界致力於推動之綠能政策及新興產業之一，電動車主要是透過充電器來對電池充電。本份自行研究報告的目的，並非對於標準與檢驗之實際量測，而著重於蒐集、研讀及分析相關技術文獻。藉以建立交直流充電器的系統方塊圖，並探討其動作原理。最後並比較交直流充電器之充電性能差異。</p> <p>(二) 研究方法與過程</p> <p>本自行研究計畫的研究方法為文獻分析法，文獻分析的資料包括官方及民間之期刊、研究計畫報告書、研討會及國際標準組織之網站資料等。本自行研究計畫研究範圍之界定為電動車充電方式為「充電模式」下的「傳導式」，包含「交流式」及「直流式」充電模式。至於「感應式」充電模式及「電池交換模式」不在本自行研究的範圍。</p> <p>(三) 研究發現與建議</p>				

1. 電動車與傳統引擎汽車在整體能源效率、二氧化碳排放量及行車費用比較：

(1) 電動車為 20%、125.1g/km 及日間充電 0.8 元/km，夜間充電 0.3 元/km。

(2) 傳統引擎汽車為 14%、168g/km 及 3.4 元/km。

2. 電動車的續航力及性能：

目前充電一次約可以開 160~350km，視電池容量大小而定；此外對於爬坡的性能亦較差，此有賴於馬達驅動技術的研發改善。

3. 電動車的充電設施不足：

是影響消費者購買電動車之重要因素之一，此有賴於政府機關帶頭引領投入基礎建設，而標準檢驗局已於 101 年度完成台北總局、汐止電氣大樓及台南分局充電樁之設立。

4. 電動車充電所需的時間與電池容量、交流充電或直流充電有關。

5. 交流充電模式：

所需充電時間約 7 小時，但無法快速充電，滿足迅速填補續航力的問題。目前國際充電介面標準已經制定。

6. 直流充電模式：

所需充電時間約 0.5 小時，但有充電電壓高，充電電流大，操作安全及電池壽命縮短的問題。目前直流充電介面沒有統一的國際標準，而呈現日規、美規、歐規及中國大陸並行發展。

7. 直流標準之建議：

通說認為，提高電壓電流以爭取充電時間之減少，但本報告建議：

(1). 建議考量提高直流輸出電壓及直流輸出電流下的背後意義及影響：

I、電子技術之瓶頸：

電動車充電電路中使用許多電子元件(例如 IGBT 開關、整流二極體等)，而目前這些電子元件所能承受之耐電壓、耐電流、效率、技術是否成熟及元件的成本是否符合經濟效益。若標準提高電壓或電流額定，而若這些電子元件目前的技術或成本是不足以支持，則電動車的推行將發生困難。

II、對測試驗證能量之影響：

產品測試時，其測試值通常比標準額定值更高，例如 1.5 倍。因此若標準提高電壓或電流額定，則測試時所需的測試值勢必更高。對於實驗室驗證能量之建立是一大困難與挑戰。另，充電設備之檢驗技術較複雜，亦可考量是否以行政委託方式為之。

(2). 建議考量標準授權金的問題：

目前日本標準須授權金，以後是否會公開標準，取消授權金不得而知。若採日規標準，則製造商需支付一定授權金。

(3). 建議考量與現有交流充電模式的介面相容問題。



各國電動車交直流充電架構之探討

目錄	1
第一章 序論	2
第一節 研究動機及目的	2
第二節 研究方法、範圍	3
第三節 研究架構	4
第二章 電動車總論	5
第一節 電動車基礎介紹	5
第二節 電動車架構圖及動作原理	7
第三節 交流充電模式與直流充電模式之比較	9
第三章 電動車各論—交流充電模式	14
第一節 架構圖及動作原理	15
第二節 介面訊號	16
第三節 各國現況	23
第四章 電動車各論—直流充電模式	27
第一節 架構圖及動作原理	27
第二節 介面訊號及各國現況	32
第五章 結論	37
參考文獻	39

第一章 序論

第一節 研究動機及目的

近期油價波動，讓不少民眾開始對電動車產生興趣。為讓一般民眾對電動車有全面性的了解，進而帶動民眾消費意願。為推動智慧電動車引領低碳與智慧生活大未來，行政院於 99 年公告「智慧電動車發展策略與行動方案」，擬定 5 大發展策略方針，其中最重要的莫過於透過智慧電動車先導運行計畫，從點、線、面在臺灣逐步展開運行，並建置充電系統，完善基礎設施藉以促動使用意願，期望能藉此吸引更多業者投入電動車領域，帶動電動車普及化，在 102 年推動 10 個先導運行專案，3000 輛智慧電動車上路，以及 105 年智慧電動車生產量超過 6 萬輛的目標。以目前執行中的先導運行專案為例。

1、台北地區：

租車公司透過國內旅遊建立電動車租賃商業模式，預計導入 100 輛電動車，以創造「心」價值來推動大台北低碳旅遊，目前已導入 20 輛電動車及完成 15 座充電座設置，並開放民眾租賃體驗，自 100 年 11 月至 101 年 4 月底止，累計旅次已達 1088 次。

2、台中地區：

台中市政府則從優惠減免政策下手，提供 100 輛電動車於各式不同用途，包含警務巡邏用車、觀光接駁用車、企業公務用車等，打造夢想「生態城」。目前計已導入 64 輛電動車並完成 64 座充電座設置。

3、台南地區：

台南市政府積極向經濟部提出「大台南低碳綠能智慧電動車先導運行計畫」專案，已獲通過，預訂明年底運行 200 輛智慧電動車，建置 201 座充電站，總經費約 4 億 6 千多萬元，預估可帶動產值達新台幣 18 億元。市府規劃在行政中心、科技園區及觀光景點設立 201 座充電站，全部免費充電。依

台南市政府 101 年 2 月 29 日發布之新聞稿，推動電動車上路 設籍台南 3 年內免牌照稅。並表示，101 年為台南市低碳元年，為鼓勵低碳運輸，亦宣布自 1 月 6 日起 3 年內，本市完全以電能為動力的電動汽車，不論新領牌照或已領牌照，均免徵牌照稅；另也規劃電動車專屬停車位等措施，以具體落實低碳城市的目標。另電動車專屬停車位也正在規劃中，鼓勵推動電動車上路，讓大台南向低碳城市更邁進一大步。

在節能減碳政策及環保意識的驅動之下，整合相關資源，發展智慧電動車產業，將帶動國內綠能新興產業發展，並有效降低碳排放量，達成雙贏局面。可望將我國智慧電動車發展成為世界典範，落實台灣建立低碳島之政策目標。電動車是否能廣為推行，須建構在許多條件配合，包括稅率獎勵措施、電動車售價、續航力及充電基礎設施等。

因此本自行研究計畫之目的，欲探討電動車交直流充電機的系統方塊圖，並探討其動作原理，最後並比較交直流充電器之充電性能差異。

第二節 研究方法、範圍

本自行研究計畫的研究方法為文獻分析法，文獻分析的資料包括官方及民間之期刊、研究計畫報告書、研討會及國際標準組織之網站資料等。關於本自行研究計畫研究範圍之界定說明如下，電動車的充電方式可分為「充電模式」及「電池交換模式」。「充電模式」是當電動車電池電量耗盡時，透過充電的方式，讓電池充電以維持電動車之續航力；而「電池交換模式」是當電池電量用完時，透過電池的交換以解決電動車續航力的問題。其中「充電模式」又再區分為「傳導式」及「感應式」。「傳導式」是充電時，透過電纜線與電動車之接合，使電力透過電纜線傳導到電動車；反之，「感應式」不需透過電纜線與電動車之接合，即可使電力對電動車充電。其中傳導式又分為「交流式」及「直流式」。本自行研究計畫的研究範圍為電動車的

充電方式為「充電模式」下的「傳導式」，包含「交流式」及「直流式」充電模式。至於「電池交換模式」偏向於商業營運模式的探討，不在本自行研究的範圍。另「感應式」之充電模式，目前技術尚未成熟，亦不在本自行研究的範圍。

第三節 研究架構

第一章 序論，本章共分三節。首先說明本研究計畫之動機與目的，其次說明研究範圍與方法，最後對本研究之研究架構做說明。

第二章 電動車總論，本章先不區分交流及直流充電類型之電動車，而著重於探討電動車本身的特性及基礎，以做為後面章節之探討基礎。本章共分三節，首先介紹電動車與傳統引擎汽車之比較，從中了解電動車之優缺點。其次，電動車架構圖及動作原理。最後，介紹交流、直流充電機之比較，以做為第三章及第四章之基礎。

第三章 電動車各論—交流充電機，電動車若以充電模式分類，約略可區分為交流充電模式及直流充電模式。本章先探討交流充電模式，此充電模式亦是目前商業上正推行的充電模式；至於直流充電模式，將於第四章中介紹。本章共分三節，首先，介紹交流充電模式下之架構圖及動作原理。其次，介紹交流充電模式下之介面訊號。最後，介紹目前各國交流充電模式之現況。

第四章 電動車各論—直流充電機，本章探討直流充電模式，相較於交流充電模式，直流充電模式具有快速充電之優點，卻仍有建置費用高、充電電流大及壽命較短等缺點。本章共分二節，首先，介紹直流充電模式下之架構圖及動作原理。其次，介紹直流充電模式下之介面訊號及目前各國直流充電模式之現況。

第五章 本章為結論，整理研究之成果，以供從事電動車領域的參考。

第二章 電動車總論

本章先不區分交流充電或直流充電模式，而著重於電動車的系統架構。至於電動車的交流、直流充電模式將分別於第三章及第四章中說明。探討電動車之前，必須先了解傳統引擎汽車與電動車之差異。

第一節 電動車基礎介紹

在探討電動車的議題時，研究者必須忠實呈現電動車的優點與缺點，以提供正確的資訊給行政機關及民眾；因此在探討能源效率的問題時，亦須整體能源效率來分析，而不能僅以電動車單一效率來看。

在探討傳統引擎汽車為內燃機汽車(ICV；Internal Combustion Engine Vehicle)與電動車(EV：Electric Vehicle) 整體能源效率及二氧化碳總排放量比較，以圖 2.1 做說明[1]；而傳統引擎汽車與電動車之比較表如表 2.1 所示。

傳統引擎汽車

1. 整體能源效率

假設以「原油」當原始能源，傳統引擎汽車的運行環境包含汽油之精製、輸送及引擎效率，因此可以得到傳統引擎汽車在定速下之整體能源效率為[1]：

$$\eta_{(ICV)} = 0.9 \times 0.15 = 14\%$$

2. 二氧化碳總排放量約為 168g/km[2]。

電動車

1. 整體能源效率

電動車的能源來源可以是核能、燃煤、原油、水力、風力及太陽能，各有其優缺點，效率亦不同。以下亦假設以「原油」當原始能源之情形，電動車運行環境包含發電效率、輸配電效率、充電效率(包含充電電壓之轉換)及馬達效率，可以得到電動車在定速下之整體能源效率為[1]：

$$\eta_{(EV)} = 0.37 \times 0.95 \times 0.7 \times 0.8 = 20\%$$

2. 二氧化碳總排放量約為 125.1g/km[2]。

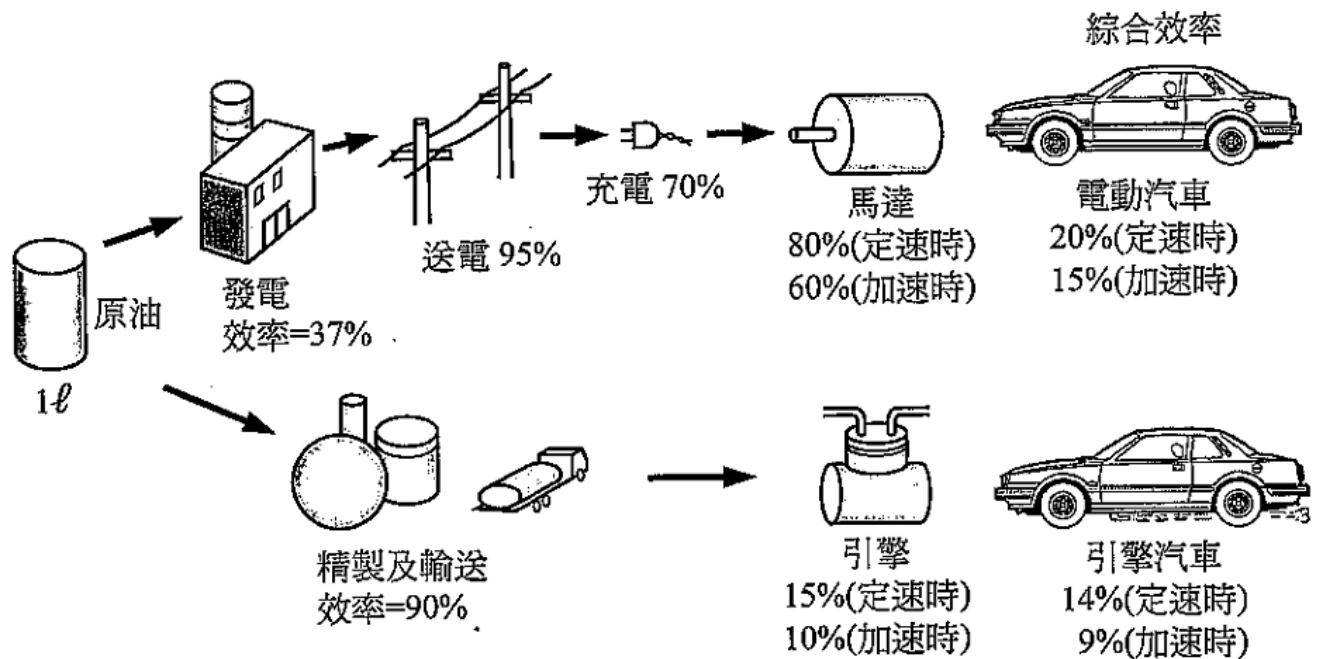


圖 2.1：傳統引擎汽車與電動車整體效率比較[1]

表 2.1：傳統引擎汽車與電動車之比較

	引擎汽車(ICV)	電動車(EV)
動力驅動	引擎	馬達
能源、補充方法	石油、油網(加油站)	電、電網(交流充電機、直流充電站)
行車費用[1]	約 3.4 元/公里	日間(夜間)充電：約 0.8(0.3)元/公里
整體能源效率	14%	20%
CO2 總排放量	168 g/km	125.1g/km
優點	1. 補充能源非常快速、續航距離長 2. 動力及爬坡性能佳	1. 環保(無噪音、無空氣污染) 2. 震動小 3. 可使用動力源多(電能、太陽能)
缺點	1. 環保及空氣污染 2. 石油供需及價格	1. 所需充電時間長、續航距離短 2. 動力及爬坡性能差 3. 電池壽命問題 4. 車輛單價高

第二節 電動車架構圖及動作原理

如圖 2.2 所示，電動車架構圖可分為下列子系統：由耦合器、交流充電機及直流充電站所構成的「充電系統」、存在於交流充電模式的「車載充電器」、由電池模組所構成的「儲能系統」、由充電控制器及電池管理系統所構成的「管理系統」、由 DC/AC、馬達控制器及馬達所構成的「馬達驅動系統」及「其他」，說明如下。

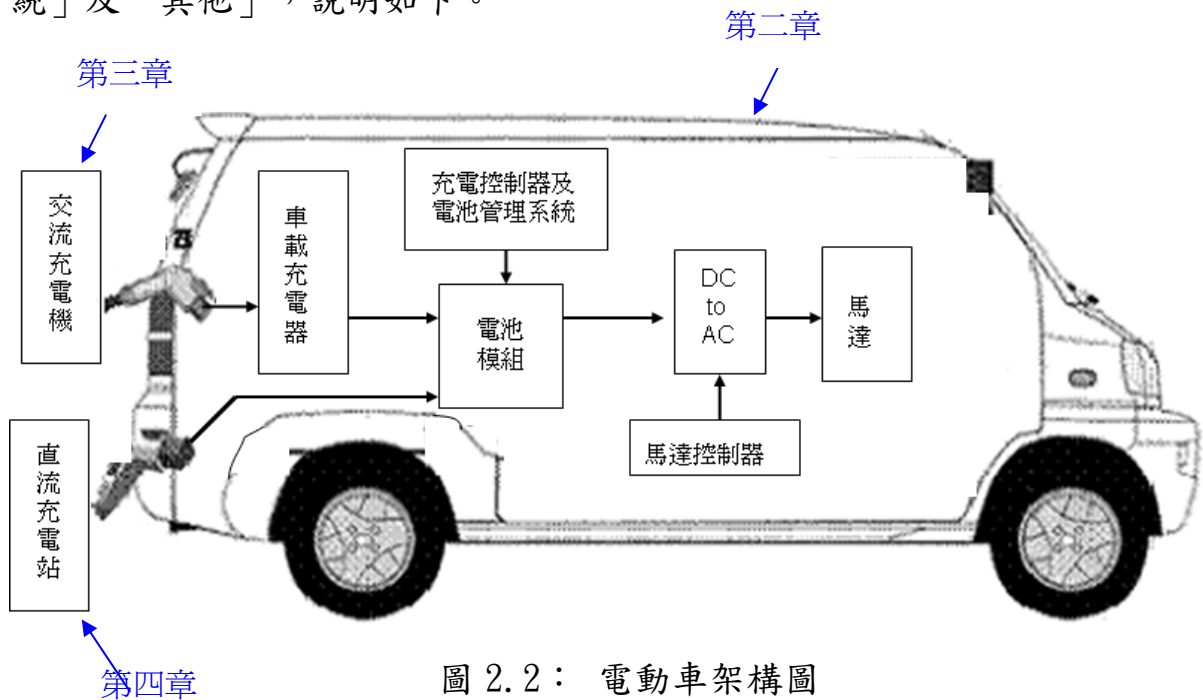


圖 2.2：電動車架構圖

1. 交流充電機及直流充電站所構成的「充電系統」

耦合器就是所謂的充電接頭，交流充電機經由交流充電接頭連接車載充電器(On-board Charger)，車載充電器產生電池的直流充電電壓；直流充電站所產生之直流充電電壓直接對電池充電，而不經車載充電器。值得注意的是，圖 2.2 中交流充電接頭與直流充電接頭的國際標準是不相同的，將在後面章節中做說明。

2. 存在於交流充電模式的「車載充電器」

車載充電器是裝置在電動車上電池充電用的控制電路。由於直流充電站所產生為直流充電電壓直接對電池充電，其充電器位於直流充電站中，故直流充電模式下，電動車中並沒有車載充電器。

3. 電池模組所構成的「儲能系統」

電池模組目前以鋰離子電池組(Lithium Ion Battery Pack)為主，其內部採用約 6,000 顆高性能鋰離子電池。電池模組在設計上需考慮強度、安全、耐環境與散熱設計，未來亦將朝可快速拆換的設計。

讀者務必要清楚知道，電池容量的大小影響電動車甚巨，可以說是關鍵數據之一；其影響電動車續航力、充電時間。目前電動車的電池容量，小客車約為 24kWh~50kWh(千瓦小時)，以 Luxgen7 MPV 為例，電池容量為 40kWh[3]。電池的額定容量以 kWh 表示，電池 50kWh 代表 50 千瓦小時，至於如何由電池的額定容量算出所需充電時間，將於後面章節中論及。

4. 充電控制器及電池管理系統所構成的「管理系統」

電池管理系統(BMS: Battery management system)，電動車電能與動力管理的控制中樞，整合感應馬達控制器、充電器及直流轉換器，並可於車輛煞車時將動能再度轉換為電能 (Regenerative braking)。

5. DC/AC、馬達控制器及馬達所構成的「馬達驅動系統」

電池電壓為直流電，而馬達是交流電驅動，因此需要 DC/AC 轉換器，將直流電轉換為交流電供給馬達用。一般需注意馬達之額定功率、效率、轉矩、轉數，以 Luxgen7 MPV 為例，所採馬達輸出功率為 180kW[3]。

6. 其他：區域網路(CAN)控管系統、電池電量監視系統，功能診斷，系統保護，及使用者 UI(User Interface)。

第三節 交流充電模式及直流充電模式之比較

電動車的架構圖及動作原理已於前節中敘述，在進入第三章交流充電模式及第四章直流充電模式之前，本節接下來要處理的問題是，交、直流充電模式的差異說明。

交流充電模式及直流充電模式**差異點**有架構及功能不同、直流充電所需的用電容量遠高於交流、直流充電標準未公開取得不易，較為複雜且存在規格之爭、充電介面不同、充電電壓、充電電流、充電時間不同、電池壽命不同及因充電電流導致安全性問題。分別說明如下：

1、架構及功能不同：

參照圖 2.3(a)及 2.3(b)方塊圖，以說明交、直流充電模式架構及功能之不同。首先針對方塊圖之比較說明如下。圖 2.3(a)(b)顯示：

- (1)交流充電模式經交流供電電網連接到「車載充電機」上進行充電的接口，而直流充電機則需利用充電站之大型直流充電機對電動汽車「電池」直接進行快速充電。
- (2)對電池充電需由充電器來達成，充電器也可視為一種控制器，決定充電電壓、充電電流及充電模式。電動車之電池，不管是交流充電或是直流充電皆置放於電動車殊無疑義，惟充電器是置於「充電設備端」或置於「電動車端」值得討論。由圖 2.3(a)(b)可知，對交流充電模式而言，充電設備只提供交流電壓及控制訊號給電動車端，而充電器則置於電動車內。這也就是車載充電器名稱之由來。對直流充電模式而言，充電設備已經提供電池所需的直流電壓、直流電流及控制訊號給電動車端，意即充電器則置於充電設備內。

由上面討論，可知交流充電模式及直流充電模式在架構及功能的不同。

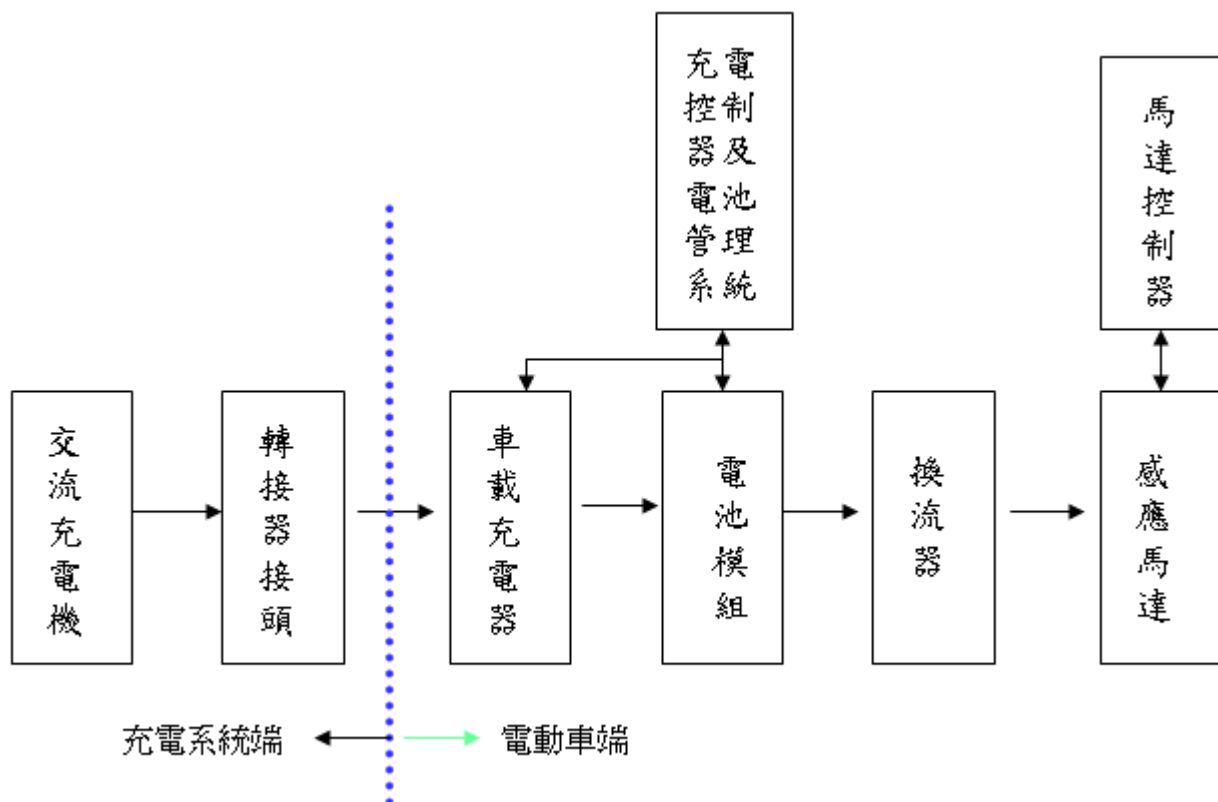


圖 2.3(a)：交流充電模式之電動車架構

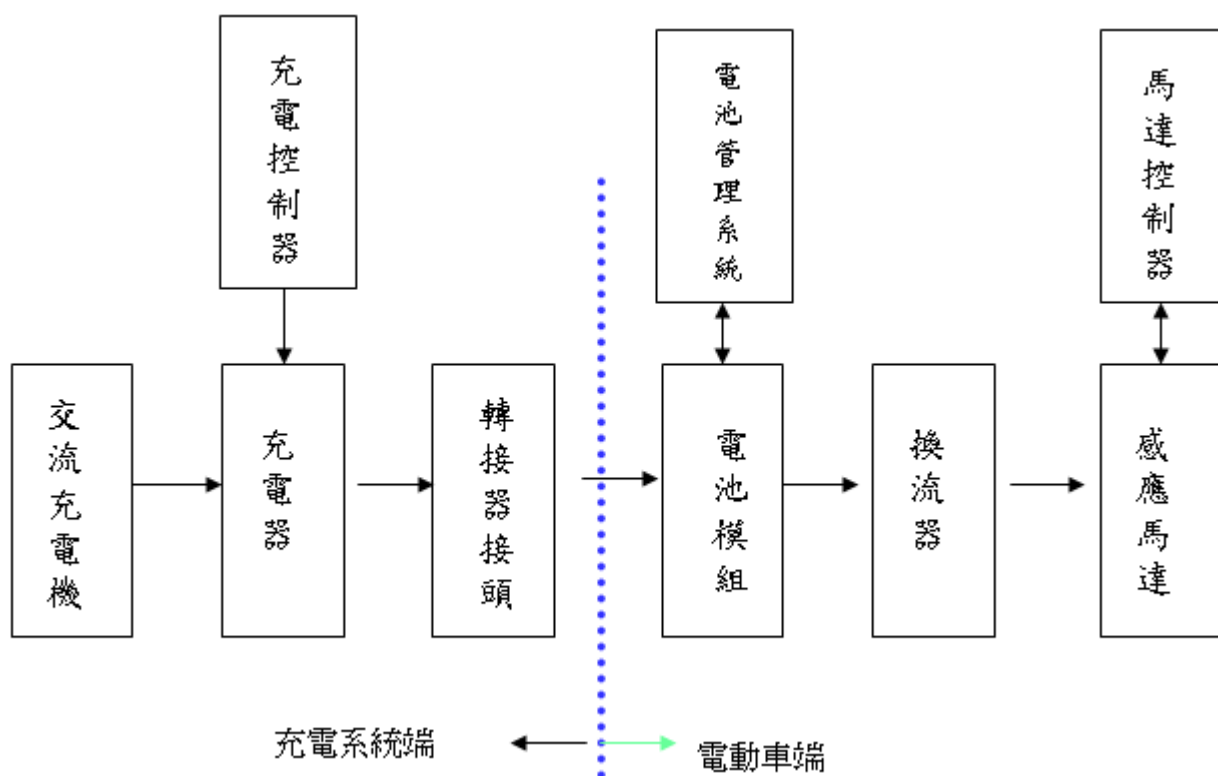


圖 2.3(b)：直流充電模式之電動車架構圖

2. 直流充電所需的用電容量遠高於交流：

(1) 交流充電模式：

依據 CNS15511-2，交流型式下之電壓及電流規格，110V/12A 或 16A；220V/12A、16A、80A。因此交流型式容量最大為 $220V \times 80A = 17.6kVA$ ，比起一般家電已經大很多。

(2) 直流充電模式：

依據 CNS15511-2，對於直流型式之規格則尚未訂定，以國外之標準來做說明。

以中國大陸之 GB/T 而言，其電壓 750V/電流 250A，容量為 187.5kVA，約為交流充電之 10 倍。

3. 直流充電標準取得不易、較為複雜、且存在規格之爭。

(1) 交流充電標準：世界各國標準大都確定且進入商業量產階段。除歐洲及中國大陸規格不同外，其餘皆相容。

(2) 直流充電標準：世界各國標準主要有日本、中國大陸、美規及歐規，都正在制定中，且都推出自己的標準，彼此不具相容性。且誰可主導規格就能引導市場，因此產生規格之爭。

4. 充電介面不同：

(1) 交流充電模式：介面有 5 pins。

(2) 直流充電模式：介面依各國標準不同，介於 9~10 pins 之間。另，也有混合型(Combo)之提出，也就是同一介面，可以同時用於交流及直流充電模式，相對的體積就比較大。

5. 充電電壓、充電電流、充電時間不同：

在交流充電模式下，充電電壓及電流均為交流電，且所需充電時間較長；反之，直流充電模式電壓及電流均為直流電，且所需充電時間較短。為說明電動車直流充電模式的困難點，以下將以 50kWh 電池為例說明之：

(1)交流充電模式：

若充電電壓為 110 伏特，充電電流為 32 安培的電流，且不考慮充電時的「功率因數及浮充模式」，所需的充電時間計算如下：

$50000 = 110 \times 32 \times t_charge$ ，解得 $t_charge = 14.2$ 小時。

意即充電時間需要約 14.2 小時，才能將電池充飽。若欲減少充電時間，則需提高電壓或電流。例如以 220 伏特，充電電流為 32 安培，則需約 7.1 小時，可將電池充飽。

(2)直流充電模式：

若以日本的充電標準為例，充電電壓為 600 伏特，充電電流為 200 安培，則 $50000 = 600 \times 200 \times t_charge$ ，故 $t_charge = 0.42$ 小時，約 25 分鐘。但考慮充電時的「浮充模式」，實際充電時間會更久一些。

6. 電池壽命不同：

電池是否能承受大電流充電能力的問題。快速充電需提高電壓或充電電流值，但由於電池有內阻，因此將造成電池溫度升高，導致電池的絕緣、鋰聚合物壽命會降低，進一步引發融穿絕緣，造成短路或電池內容物爆炸。

7. 因充電電流導致安全性問題：

充電器(站)要快速充飽電池，台電相關輸配電、充電設備將會是一大挑戰。例如以 220V 500A 充電，充電所需電纜會很粗，且充電時需非常注意用電安全及保護措施。

交流充電模式及直流充電模式之差異比較，整理如表 2.2。

表 2.2： 交流充電模式及直流充電模式之差異

	交流充電模式	直流充電模式
充電時間	約 7 小時	約 15~30 分鐘
臺灣	CNS15511-2 CNS15511-3 採 AC Type1	CNS15511-3，600V/200A 但充電界面尚未決定。
日本	AC Type1	CHAdEMO，CAN，600V/200A。
美國	AC Type1	Type1 Combo1，PLC，600V/200A。
歐洲	AC Type2	Type2 Combo2，PLC，850V/200A。
中國大陸	China Type2	China DC，CAN/PLC，750V/250A。
特性	主要國際標準有三種(日本、美規與我國採同規格 AC type1，中國大陸，歐規 AC Type2)	建置成本高。 電池壽命較短。 充電電壓高、充電電流大及充電時間較短。 主要國際標準有四種(日本、中國大陸、歐規、美規)

第三章 交流充電模式

目前商業運轉中且技術較成熟的充電機大多是交流充電模式，本章中將介紹交流充電機之規格、方塊圖及動作原理，期望透過本章介紹，使讀者能更進一步了解充電機之動作原理。本章一開始要先釐清一個關於交流充電模式「名稱問題」的觀念。CNS15511-3 國家標準的正式名稱為「電動車輛傳導式充電系統」，但業界或民眾一般俗稱為「充電站」、「充電樁」或「充電機」。中國大陸以「交流充電接口」（將交流供電電網連接到車載充電機上進行充電的接口）和「直流充電接口」（利用充電站大型直流充電機對電動汽車電池直接進行快速充電的接口）稱之。本文認為，應以「電動車輛傳導式充電系統」或「充電接口」為當。理由為，交流充電模式其實「不具有充電電路」，目前電動車之充電電路是在「電動車端」而不在「充電機端」，故稱為車載充電器。因此，若欲依俗稱「充電站」、「充電樁」或「充電機」亦無不可，但在架構上及觀念上必須有的正確觀念才行。

在交流充電機的基本規格上，須留意輸入交流電壓大小、輸出交流電壓大小、輸出交流電流大小、介面標準為何、其它更積極的功能（支援智慧型電表、使用者管控功能、充電機遠端監控功能）。

第一節 架構圖及動作原理

交流充電機之電動車架構已於圖 2.3(a)介紹過，本節將針對充電系統端的交流充電模式做說明。交流充電模式的方塊圖如圖 3.1 所示，動作原理說明如下：

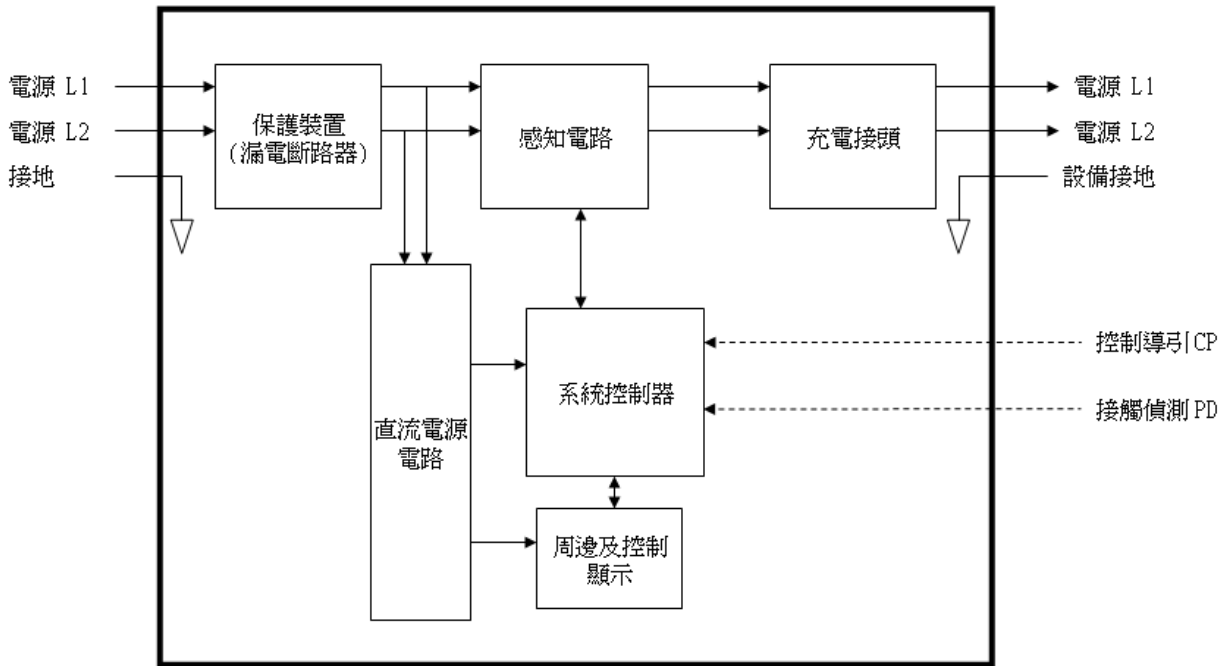


圖 3.1： 交流充電模式之架構方塊圖

110V 或 220V 的電源由 L1/L2 進到充電設備，先經過漏電斷路器做漏電保護，經過感知電路及充電接頭等方塊對電動車充電。感知電路主要感知電流，並將感知之電流送到系統控制器。系統控制器由 CPU 所構成，扮演控制核心。其接收的輸入訊號有感知電流、接觸偵測(PD)及由電動車端之充電控制器產生的控制導引(CP)訊號。系統控制器將這些訊號，經由 CPU 經初始化程序、邏輯運算、解碼及狀態機(State Machine)後，產生充電命令以控制充電機，完成充電模式。

其次，由於充電機本身需透過周邊(例如 RFID，LCD 顯示器，Energy Bottom，Push Bottom)與使用者溝通，而所需要的人機介面亦由系統控制器來控制。最後，由於系統控制器和周邊及控制顯示皆需要直流電壓，以供應 IC 電壓。因此必須由輸入電源 110V/220V，經過 LDO(Low Dropout

Regulator)或切換式電源供應器(SMPS：Switching mode power supply)等直流電壓產生電路，以產生所需之直流電壓。

第二節 介面訊號

如圖 3.1 方塊圖內的保護裝置、感知電路、充電接頭、直流電源電路、系統控制器及周邊及控制顯示是充電機之核心。而充電機與電動車溝通者為 L1、L2、接地、CP 及 PD 等 5 根接腳，因此本節將探討這些訊號之功能。

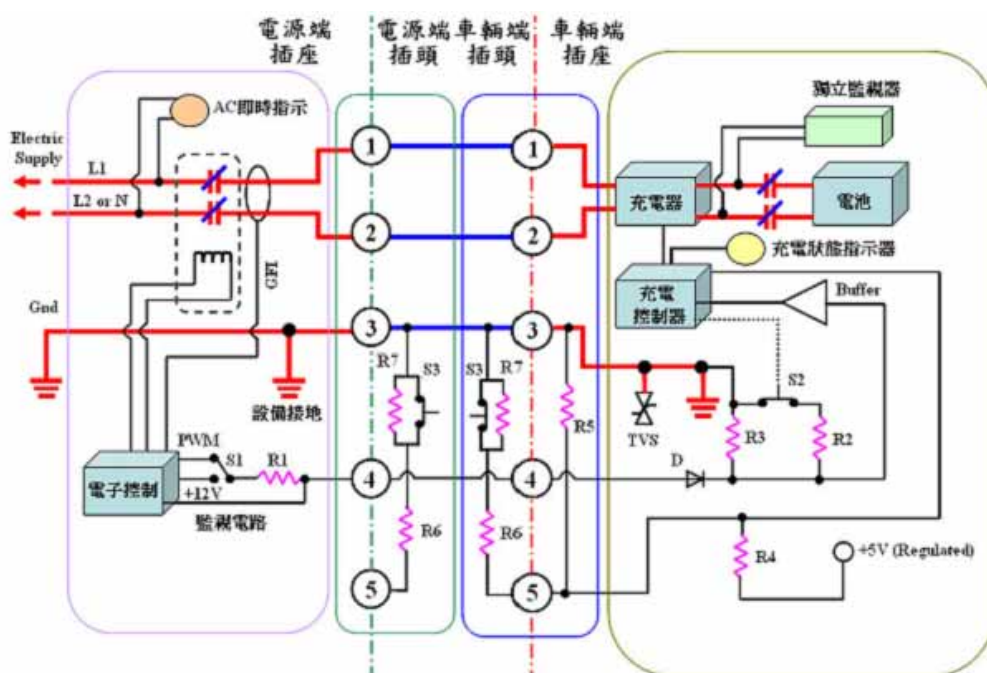


圖 3.2： 交流充電器之介面

圖 3.2 是摘自國家標準 CNS15511-2，交流充電器之介面圖，包含三部份：

1. 充電電源部分 Charge Block (Pin1, Pin2)
2. 控制導引部分 Control Pilot (Pin4)
3. 接觸偵測部分 Probe Detect(Pin5)

分別說明如下。

1. 充電電源部分 Charge Block (Pin1, Pin2)

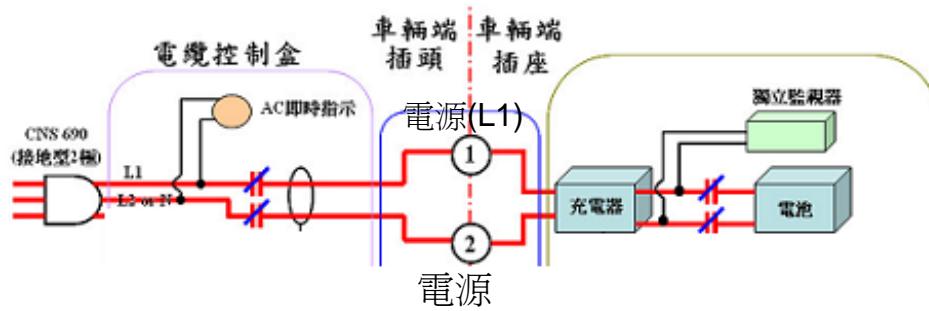


圖 3.3： 充電電源部分之介面

透過耦合器之 L1/L2 pins 供給電動車充電時所需的電壓及電流。

2. 控制導引部分 CP : Control Pilot (Pin 4)

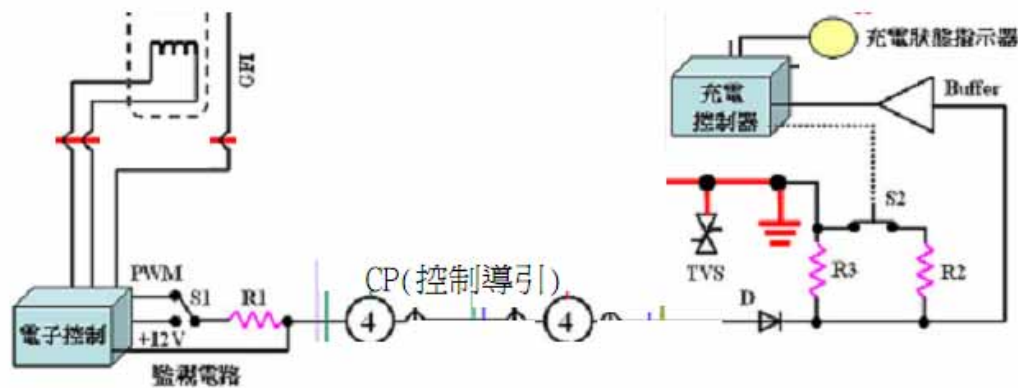


圖 3.4： 控制導引部分之介面

控制導引的主要功能作為電動車端(Master 端)及充電設備端(Slave)傳遞及溝通通訊協定用；通訊協定則依 CNS15511-2，表 5 及表 6 所定義的電壓及頻率來運作。

GFI(Ground Fault)主要在做異常漏電流保護，即當電流大於安全值時，保護電路立刻切斷電壓輸出，以保護操作者之安全。另，為求充電機之穩定操作，對於訊號或電源之投入順序有其考量，一般而言 Power sequence 為，接地(pin 3)先，L1/L2(pin1、2)次之，控制訊號(pin4、5)最後。實體上的呈現，可由圖 3.5(a)畫線的長短不一及圖 3.5(b)實體照片接腳高低清楚看出。而控制導引所處理的控制種類如圖 3.6 所示。

5 Pins 高低不同，是 Power sequence 考量

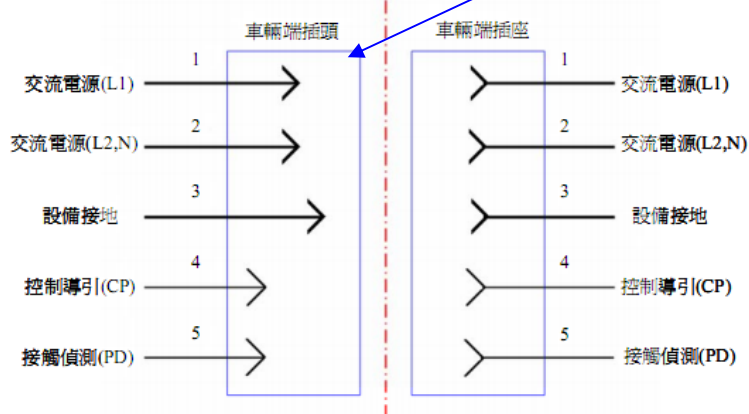


圖 3.5(a) 交流充電耦合器介面

圖 3.5(b) 交流充電耦合器實體

圖 3.5： 充電耦合器介面及 Power sequence

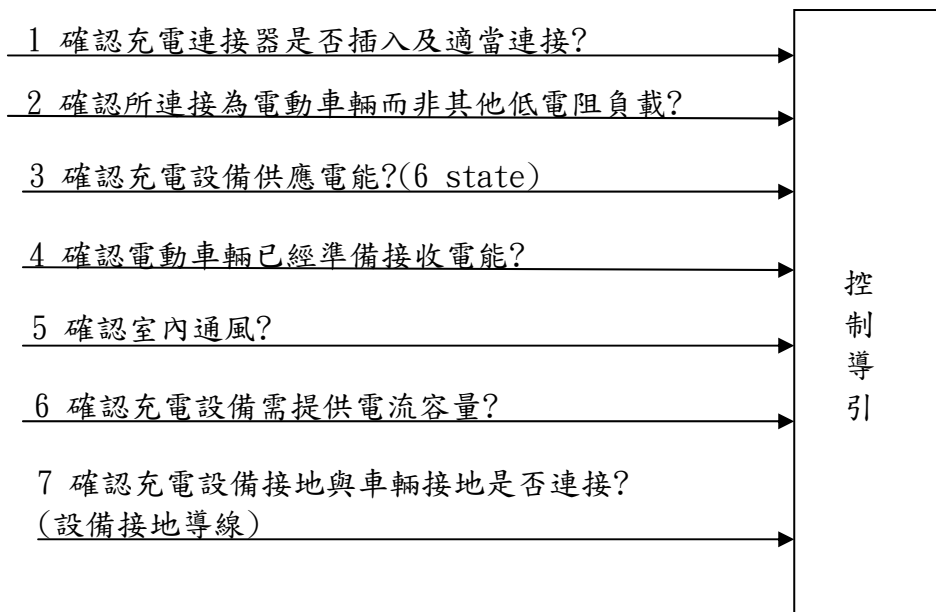


圖 3.6： 控制導引

圖 3.8 充電狀態(State A~F)及充電電流大小，是由圖 3.7 調變後所得到 1kHz 方波之振幅(Amplitude)及週期(Duty)所決定。

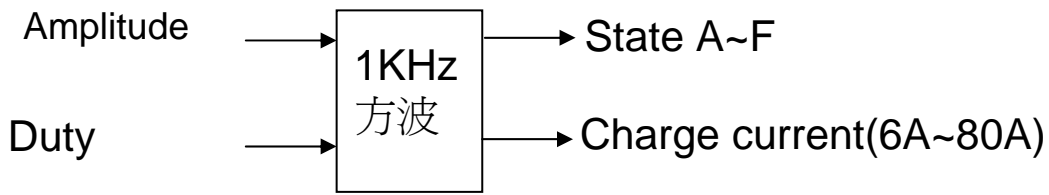


圖 3.7：1KHz 方波的功能

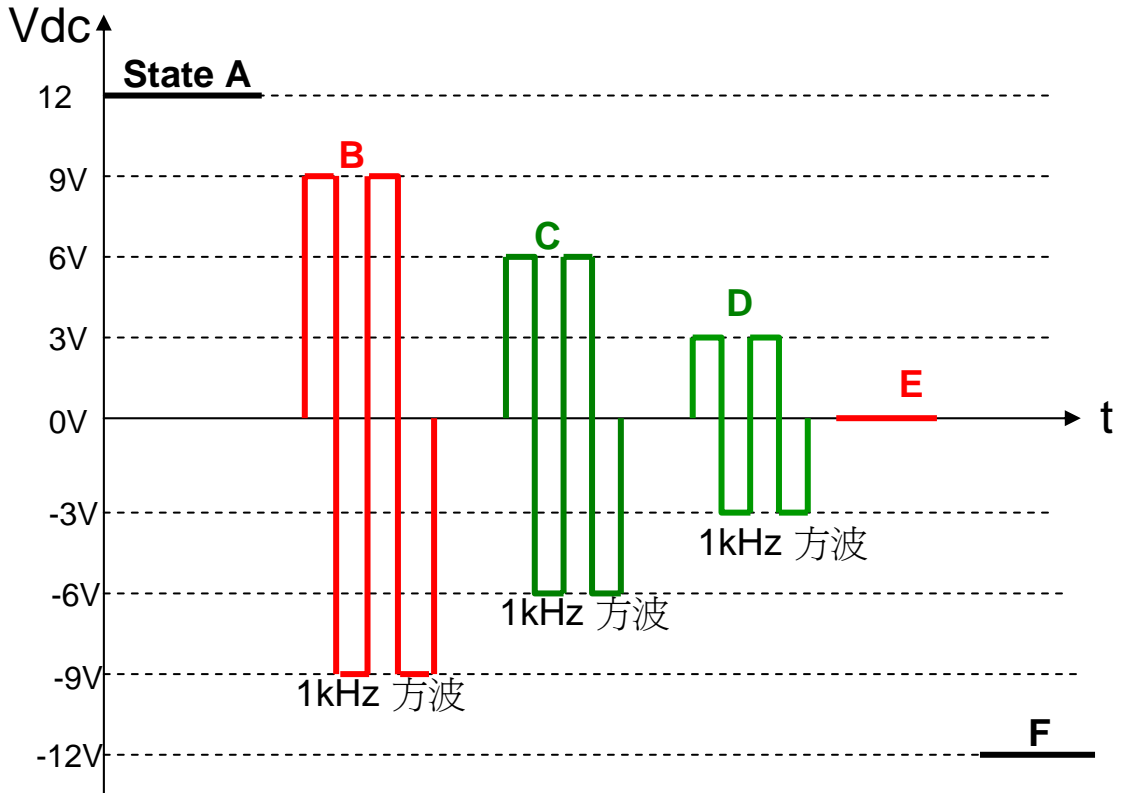


圖 3.8：狀態 A~F 之說明

表 3.1：狀態 A~F 之說明

State	車端連接	準備接收電能	室內充電排氣	其他
A	N	---	---	
B	Y	N	---	
C	Y	Y	N	
D	Y	Y	Y	
E	---	---	---	充電設備分離, 設備電力失效其他充電問題
F	---	---	---	充電設備失效, 其他充電問題

狀態 A~F 之決定

+12V 直流準位代表狀態 A，±9V 之 1kHz 方波代表狀態 B，±6V 之 1kHz 方波代表狀態 C，±3V 之 1kHz 方波代表狀態 D，0V 直流準位代表狀態 E，-12V 直流準位代表狀態 F。至於狀態 A~F 所代表的意義如表 3.1 所示。

充電電流大小之決定

由工作週期(Duty cycle)所決定，工作週期與充電電流大小之關係為：

$$(1) 10\% < \text{工作週期} \leq 85\% \quad I_{(\text{charge})} = \text{工作週期}\% \times 0.6 \text{ (A)}$$

$$(2) 85\% < \text{工作週期} \leq 96\% \quad I_{(\text{charge})} = (\text{工作週期}\% - 64) \times 2.5 \text{ (A)}$$

為使讀者更容易了解，舉數例說明如下。當在 CP 接腳(Pin 4)，量測到方波的波形，工作周期及振幅如下時，請說明此時充電狀態為何？

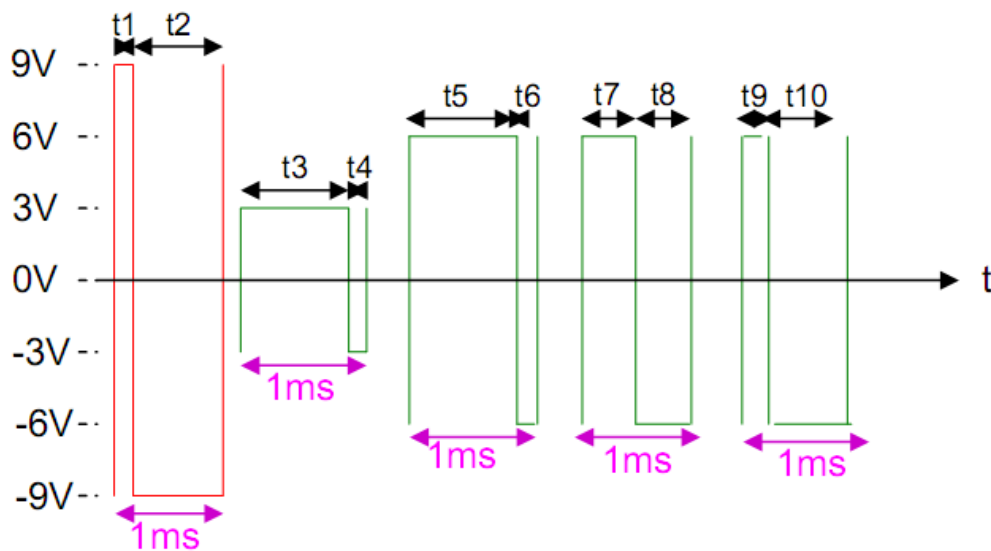


圖 3.9：充電狀態之實例說明

【例 1】、 $t_1=0.02\text{ms}$, $t_2=0.98\text{ms}$, 振幅=9V：

$$\text{State B, Duty cycle} = \frac{0.02}{0.02 + 0.98} \times 100\% = 2\%$$

代表接收端「尚未準備完成」(NOT Ready)。

【例 2】、 $t_3=0.95\text{ms}$, $t_4=0.05\text{ms}$, 振幅=3V：

$$\text{State D, Duty cycle} = \frac{0.95}{0.95 + 0.05} \times 100\% = 95\%$$

代表處於「充電模式」且充電電流值 = $(95-64) \times 2.5 = 77.5A$

【例 3】、 $t_5=0.95ms$, $t_6=0.05ms$, 振幅=6V :

$$\text{State C, Duty cycle} = \frac{0.95}{0.95 + 0.05} \times 100\% = 95\%$$

代表處於「充電模式」且充電電流值 = $(95-64) \times 2.5 = 77.5A$

【例 4】、 $t_7=0.5ms$, $t_8=0.5ms$, 振幅=6V :

$$\text{State D, Duty cycle} = \frac{0.5}{0.5 + 0.5} \times 100\% = 50\%$$

代表處於「充電模式」且充電電流值 = $50 \times 0.6 = 30A$

【例 5】、 $t_9=0.1ms$, $t_{10}=0.9ms$, 振幅=6V :

$$\text{State D, Duty cycle} = \frac{0.1}{0.1 + 0.9} \times 100\% = 10\%$$

代表處於「充電模式」且充電電流值 = $10 \times 0.6 = 6A$

反之之，由 CP 接腳的波形，經由上述訊號之分析，即可知電動車端之充電控制器所傳送控制命令為何。

3. 接觸偵測部分 Probe Detect(Pin 5)

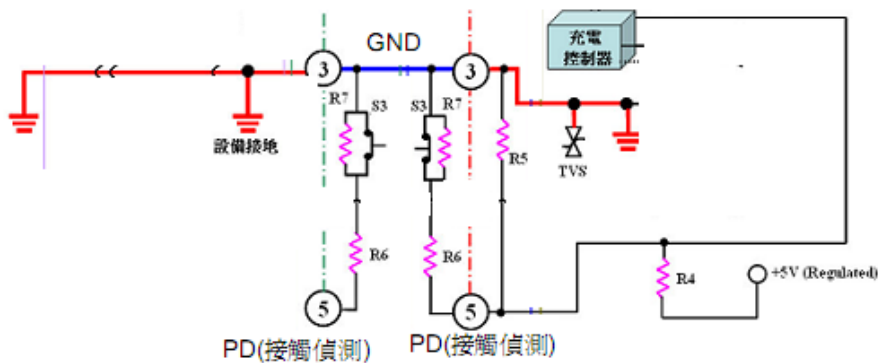


圖 3.10： 接觸偵測部分之介面

圖中的 S3 其實就是位於充電槍的把手上，如圖 3.11 所示。S3 ON/OFF 時，PD(Pin 5)的電壓準位會不同，以判斷充電槍是否已經接上電動車，而決定是否提供充電電壓。



圖 3.11： 充電槍上的 S3 開關

第三節 各國現況

目前國際上交流充電模式之規格發展，以美國、歐洲、日本、中國大陸居於主導地位，因此本節以美國、歐洲、日本、中國大陸及台灣為討論之範疇。

1. 台灣、日本、美國：

整體而言，台灣、日本、美國都是採用 AC Type1，故介面規格皆相同。即台灣、日本、美國採皆單相系統。由於歐洲是採三相系統，因此介面規格與台灣、日本、美國不同。因此美國與歐洲之單相系統與三相系統對交流、直流充電介面是有影響的。就我國 CNS15511-2 及 CNS15511-3，進一步說明如下：

- (1) CNS15511-2 電動車輛傳導式充電系統—第 2 部：介面要求。其中，CNS15511-2 的介面要求只涵蓋「交流」充電部份，對於「直流」充電於 CNS15511-2 並「未有」規範。
- (2) CNS15511-3 電動車輛傳導式充電系統—第 3 部：安全要求。對「交流及直流充電機」之電壓/電流及安全要求皆已有規範標準。

簡言之，CNS15511-2 之充電介面只定義交流充電，並沒有定義直流充電；其原因為目前國際標準對直流充電介面狀況尚未明朗，同樣地，國內對於採行何種標準，目前仍與業界討論中。CNS15511-3 之安全要求已涵蓋交流充電及直流充電。日後若直流充電機介面標準確定後，或許需回來檢討 CNS15511-2 及 CNS15511-3。

我國、日本與美國所採的交流充電介面為 SAE J1772 AC Type1，其接腳圖及實體圖，如圖 3.12(a)及 3.12(b)所示；至於其接腳定義則如表 3.2 所示。

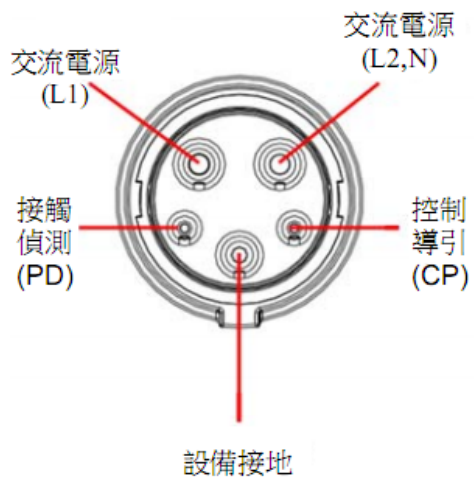


圖 3.12(a)： J1772 AC Type1 接腳 圖 3.12(b)： J1772 AC Type1 實體

表 3.2： 我國、日本與美國 SAE J1772 AC Type1 接腳定義

Pin NO	1	2	3	4	5
	L1	L2	設備接地	CP	PD
	交流電源	交流電源	設備接地	Control Pilot 控制導引	Probe Detect 接觸偵測

2. 中國大陸[4~8]：

是由 GB/T 20234.2-2011 電動汽車傳導充電用連接裝置，第 2 部分：交流充電接口所規範，其電壓及電流為 250Vac，32A。GB/T 使用的接頭及訊號與 IEC 及 SAE 不同，圖 3.13 所示為中國大陸 GB/T 接腳圖，至於其接腳定義則如表 3.3 所示。

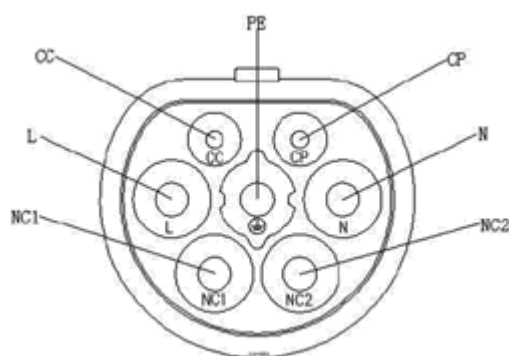


圖 3.13： 中國大陸 GB/T 接腳圖

表 3.3： 中國大陸 GB/T 接腳定義

Pin Name	CP	CC	N	PE	L	NC2	NC1
	Control Pilot 控制導引	充電連接 確認	Neutral	保護接 地	Power	(No use)	(No use)

3. 歐洲[4~8]：

是由 IEC62196-2 所定義，分為 Type1 及 Type2：

(1)Type1：與台灣、日本、美國所採之 SAEJ1772 交流充電接頭相同。因此 IEC 62196-2 Type 1 和 SAE J1772 接頭相同。

(2)Type2：為歐洲常用之接頭，IEC 62196-2 Type 1、2 和 SAE J1772 有相同的控制訊號。歐洲 IEC 接腳圖及接腳定義，分別如圖 3.14 及表 3.4 所示。

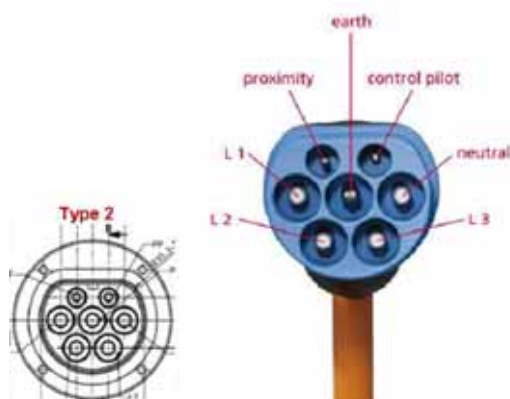


圖 3.14：歐洲 IEC 接腳圖

表 3.4：歐洲 IEC 接腳定義

Pin Name	CP	P	N	PE	L1	L2	L3
	Control Pilot 控制導引	Proximity	Neutral	Earth	Level 1 (power)	Level 2 (power)	Level 3 (power)

第四章 直流充電模式

直流充電模式與交流充電模式之差異性、優缺點比較，已於第二章表 2.2 說明。直流充電模式之優點為充電快速，而其缺點為設備容量大、充電電流大、電池壽命縮短的問題。本章嘗試介紹直流充電模式之規格、方塊圖及動作原理，期望透過本章介紹，使讀者能更進一步了解直流充電模式之動作原理。

在直流充電的基本規格上，須留意交流輸入電壓、直流輸出電壓、最大直流輸出電流、效率、充電介面標準(日規，美規，歐規，中國)及其它更積極的功能(支援智慧型電表、使用者管控功能、充電機遠端監控功能)。

第一節 架構圖及動作原理

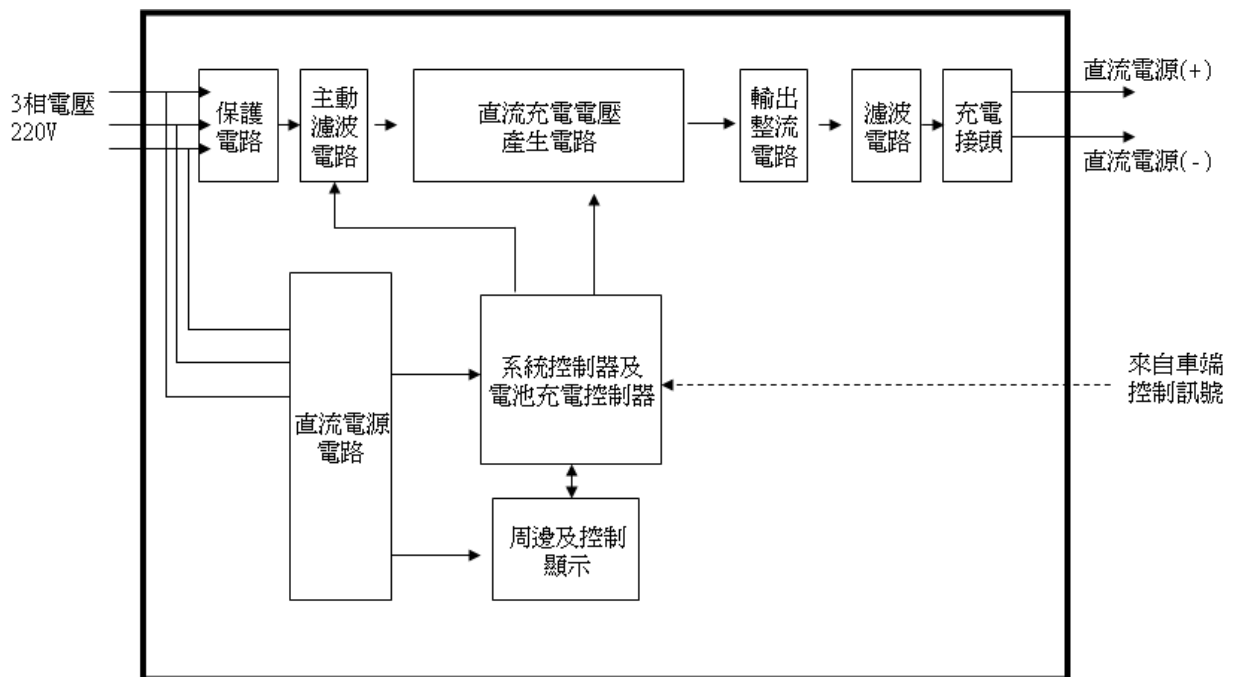


圖 4.1： 直流充電模式之架構圖

與交流充電模式較特別部分，說明如下：

1. 主動濾波器(APF: Active Power Filter)，主要功能為移除高頻諧波失真，以保護供電電力系統網路之供電品質。
2. 輸出濾波電路，主要功能為降低直流充電輸出電流的漣波雜訊(ripple noise)以提供穩定的充電電流，保護電池系統。

3. 直流充電電壓產生電路：主要將交流電壓轉成直流輸出電壓及電流，該直流輸出電壓及電流，用以對電池充電。至於直流充電電壓產生電路的電路，文獻上有二種架構，分別如圖 4.2 及 4.3(a)所示。

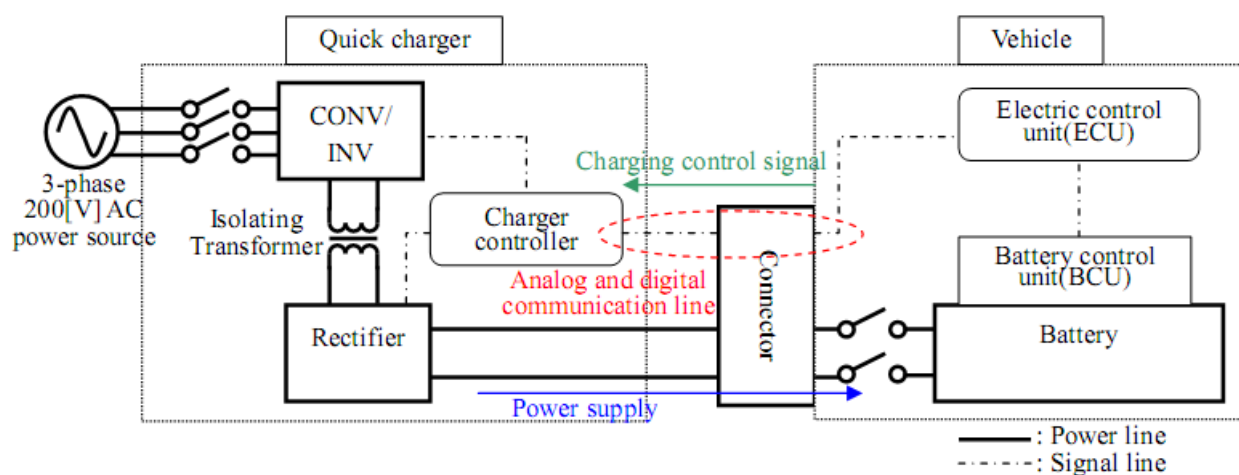


圖 4.2： 直流充電電壓產生電路架構 A[9]

圖 4.2 進一步說明如下：

(1)「CONV/INV」代表 Converter/Inverter，其中 Converter 代表 AC to DC，通常為二極體整流電路。而 Inverter 代表 DC to AC。

(2)Isolating Transformer(隔離變壓器)之主要目的為透過隔離變壓器，將位於一次測的台電系統及二次測的使用者加以隔離，以保護使用者安全。

另一架構如 4.3(a)所示，三相電壓經過整流電路產生直流輸出電壓，該直流輸出電壓因與電池電壓不符，故不能直接供給電池。需再經由昇壓或降壓電路(DC/DC)將電壓轉換成電池所需的電壓，才能對電池充電。由圖中亦可看出，主動濾波電路及 DC/DC 都需要控制器來產生控制訊號，作電子開關的切換控制。圖 4.3(a)中，AC/DC、APF 及 DC/DC 之實現電路圖，如圖 4.3(b)所示。

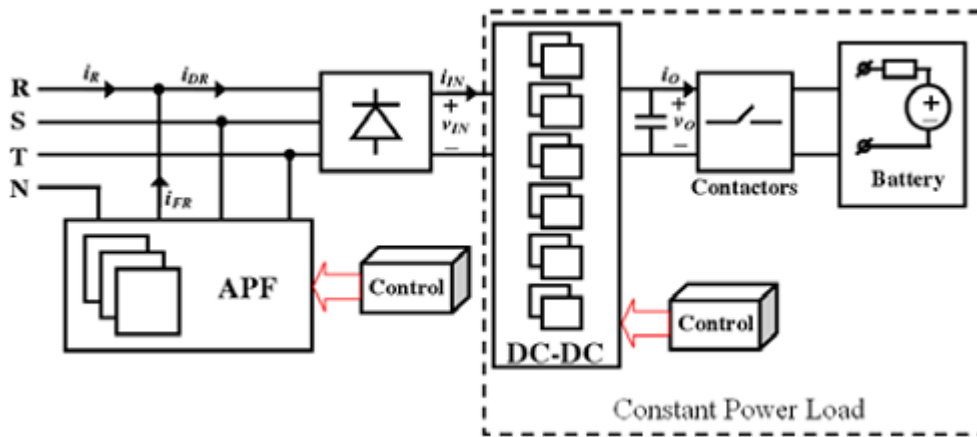


圖 4.3(a)： 直流充電電壓產生電路架構 B[10]

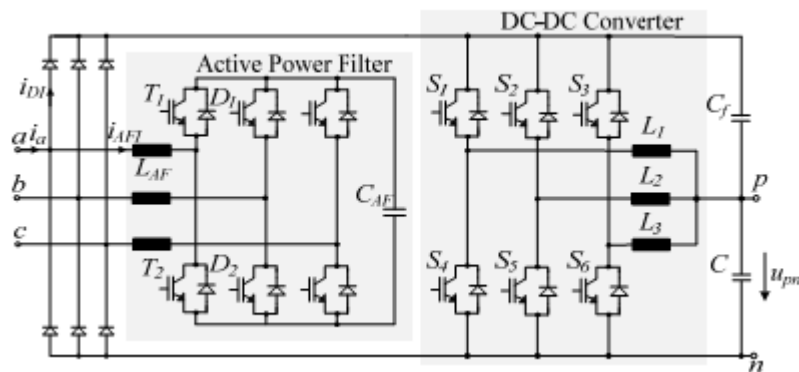


圖 4.3(b)： AC/DC、APF 及 DC/DC 之電路圖[11]

以上所探討者是針對單一之電動車直流充電架構而言，然而，整個直流充電設備架構的系統應如何規劃，亦值探討。圖 4.4(a)直流充電系統建置架構(單組輸出之直流充電設備)，與圖 4.4(b)直流充電系統建置架構(多組輸出之直流充電設備)，說明如下：

圖 4.4(a)是將直流充電設備架構在交流電匯流排 (AC Busbar) 上，因此每個直流充電設備都須具備獨立之 AC/DC，且無須再有 DC/DC 之電路，而將 AC/DC 的直流電壓輸出直接做為電動車電池的充電電壓。此架構適用於一個直流充電站，只需一台直流充電機之情形。

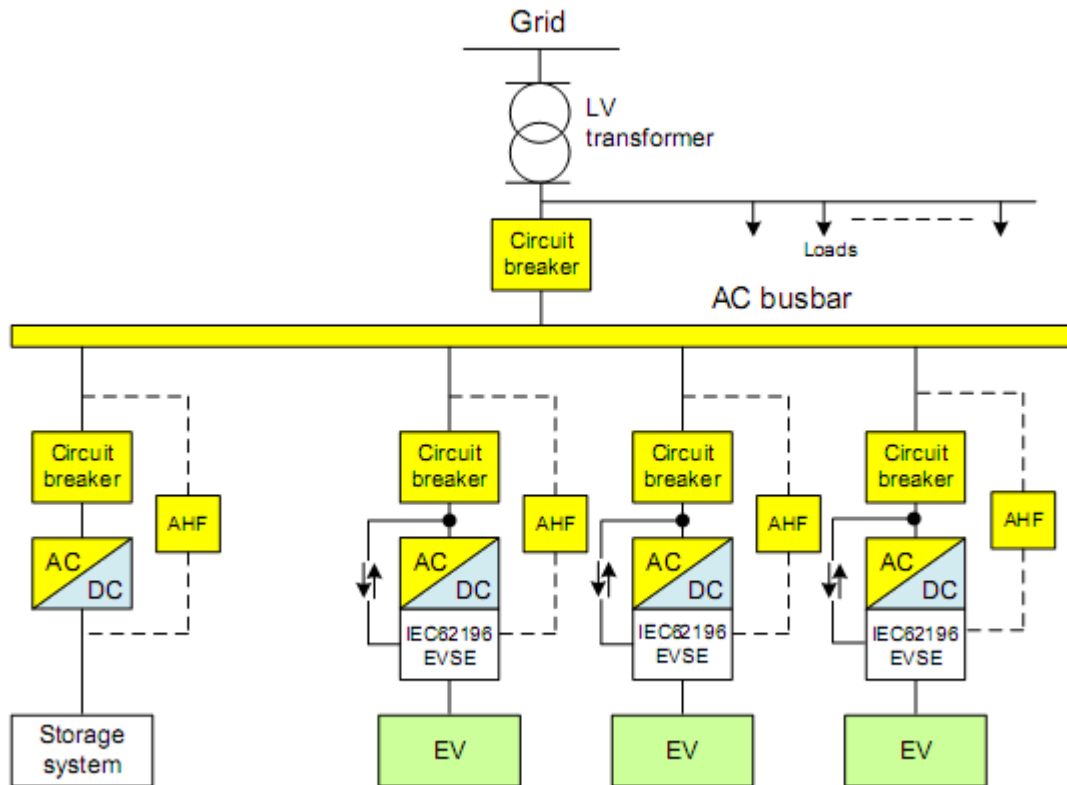


圖 4.4(a)： 直流充電系統建置架構：單組輸出之直流充電設備[12]

圖 4.4(b)是將直流充電設備架構在直流電壓匯流排 (DC Busbar) 上，此時，共用一個 AC/DC，故此架構下之 AC/DC 設備其容量值將需非常大，以供應多台直流充電設備所需之直流電壓及電流。在此直流電壓匯流排下，需要 DC/DC 設備，以將直流匯流上的電壓，轉換為電動車所需之充電電壓。此架構適合用於一個直流充電站，可同時有多組輸出之直流充電設備，可同時對多台電動車進行充電之情況，例如大賣場之停車場。此架構適用於一個直流充電站，需多組直流充電輸出之情形。

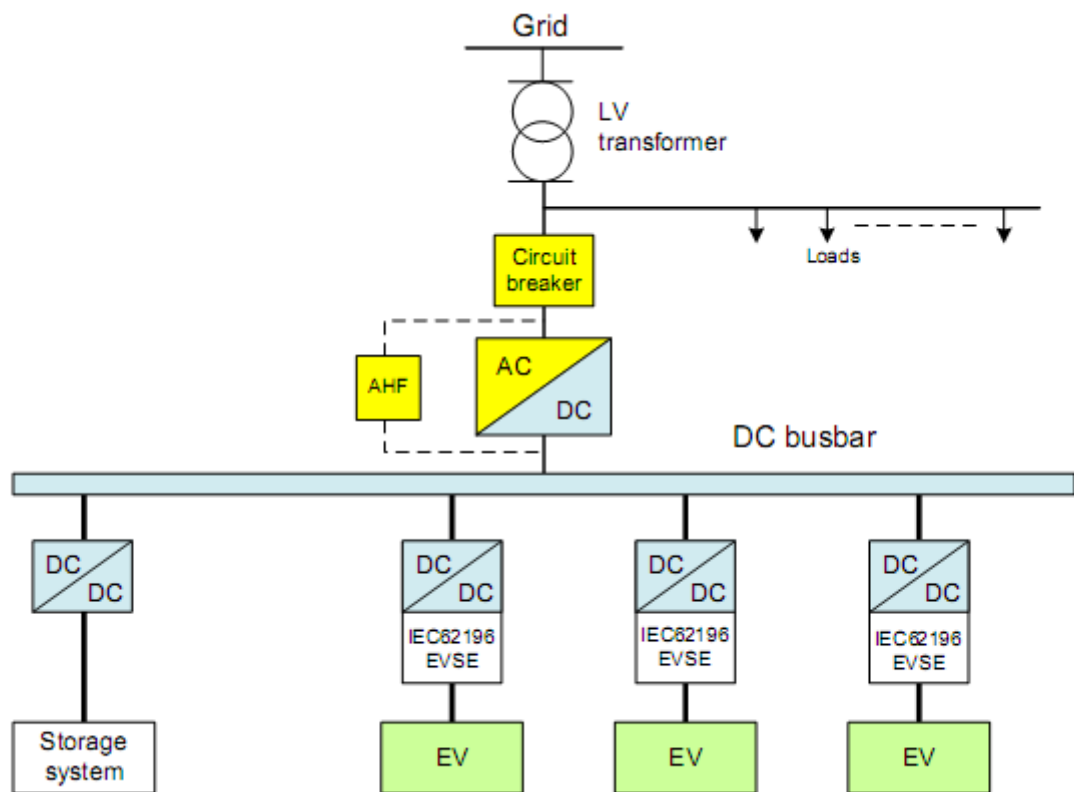


圖 4.4(b)： 直流充電系統建置架構：多組輸出之直流充電設備[12]

第二節 介面訊號及各國現況

電動車直流充電介面，目前被提出討論有日本 CHAdeMO；美國 Type1 Combo1，600V/200A；歐洲，Type2 Combo2，850V/200A；中國大陸，China DC，750V/250A。其中充電通訊及控制訊號而言，中國大陸及日本採 CAN BUS，而美國及歐洲採 PLC(power line carrier)，而 CAN BUS 及 PLC 通訊介面兩者並不相同。其次，就直流充電標準之整合，國際標準 IEC62196-3 之草案，已將日本列為 Configuration A，中國大陸列為 Configuration B，美國列為 Configuration C-1 及歐洲列為 Configuration C-2。以下將針對各國之標準做介紹：

1. 日本[4~8]：

依日本 CHAdeMO 協議，「CHAdeMO(Technical specifications of Quick charger for the Electric Vehicle ChAdeMO protocol Rev1.0)」。

(1) 純直流充電介面：

日規所採之直流充電介面圖、實體圖及接腳定義，分別如圖 4.5(a)、(b)及表 4.1 所示。

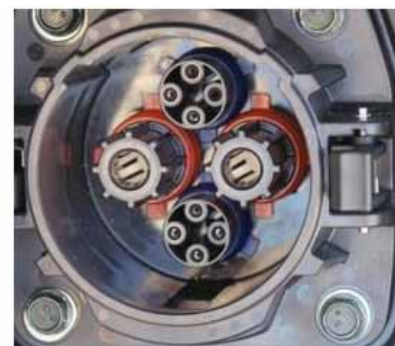
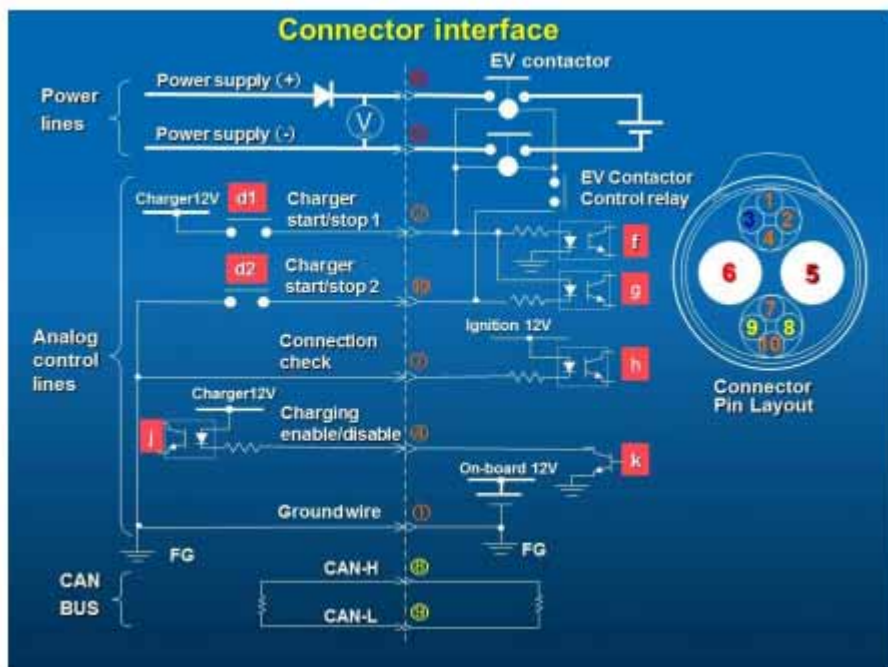


圖 4.5(b)： CHAdeMO 實體圖

圖 4.5(a)： CHAdeMO 直流充電介面

表 4.1： CHAdeMO 直流充電介面接腳定義

Pin NO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	GND Wire	Charger start/stop1	(not assign)	Charging enable/disable (Charge permission and prohibition)	- (Power Line)	+ (Power Line)	Connection check (Verification of connector connection)	CAN-H	CAN-L	Charger start/stop2

(2)交流及直流共用型：只提供純直流充電介面，並「無提供」交流及直流共用型之接頭。

2. 中國大陸[4~8]：

依 GB/T 20234.3-2011 電動汽車傳導充電用連接裝置，第 3 部分：直流充電接口，電壓規格為 750V，電流規格為 125A/250A。GB/T 不考慮採用 CHAdeMO 標準，是因為其認為 50kW 不足夠，因此發展 100kW 或以上的直流充電系統[13]。

(1) 純直流充電介面：

中國大陸所採之直流充電介面接腳圖及接腳定義，分別如圖 4.3 及表 4.2 所示。

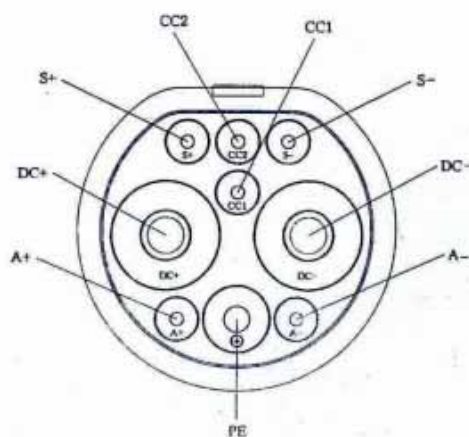


圖 4.3： GB/T 直流充電介面接腳圖

表 4.2： GB/T 直流充電介面接腳定義

Pin NO	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	DC+	DC-	PE	S+	S-	CC1	CC2	A+	A-
	直流電壓	直流電壓	保護接 地	通訊 號(CAN- H)	通訊 號(CAN- L)	充電連 接確認	充電 連接 確認	低壓 輔助 電源	低壓 輔助 電源

(2) 交流及直流共用型之接頭：只提供純直流充電介面，並「無提供」交流及直流共用型之接頭。

3. 美國[4~8]：

依 SAE J1772，分 DC Level 1、2、3：

(1) 純直流充電介面：

A. 低功率(DC Level 1，200V~450V，80A)

此時所採的直流充電介面與交流充電介面機械結構相同，而直流充電電壓是透過原來交流充電介面 Type2 之 L1 及 L2 pins 來傳遞，如圖 4.4(a)所示；而其接腳定義如表 4.3 所示。

表 4.3：美國 SAE J1772 直流充電介面接腳定義

Pin	DC+	DC-	PD	CP	PE
功能	直流充電電壓	直流充電電壓	接觸偵測	控制導引	接地

B. 高功率 DC Level 2，200~450Vdc，200A 及 DC Level 3：600Vdc，400A

在原來交流充電介面 Type2 下增加 2 pins，用來傳輸直流充電電壓 DC+及 DC-，如圖 4.4(b)所示。

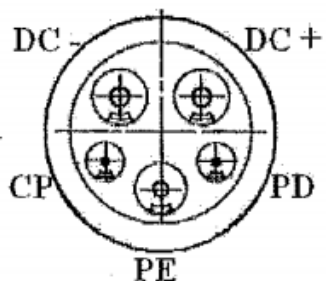


圖 4.4(a)：美國 SAE J1772 低功率下直流充電介面(DC Level 1)

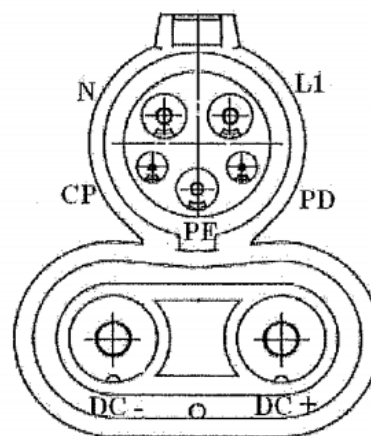


圖 4.4(b)：美國 SAE J1772 高功率下直流充電介面

(2) 交流及直流充電共用型：前述高功率充電模式下的充電接頭，同時具備交流及直流充電的功能，亦稱為 Combo 1，如圖 4.4(b)所示。

4. 歐洲[4~8]：

依 IEC62196-3，「Plug, socket-outlets, and vehicle couplers—conductive charging of electric vehicles—part 3:Dimensional interchangeability requirements for pin and contract-tube coupler with rated operating voltage up to 1000V d.c. and rated current up to 400A for dedicated d.c. charging) 」，目前 IEC62196-3 仍尚未預告。

(1)純直流充電介面：

A. 低功率：

此時所採的直流充電介面與交流充電介面機械結構相同，而直流充電電壓是透過原來交流充電介面 Type2 之 L2 及 L3 pins 來傳遞，如圖 4.5(a)所示；而其接腳定義如表 4.4 所示。

表 4.4： 歐規 IEC 直流充電介面接腳定義

Pin Name	CP	P	N	PE	L1	DC+	DC-
	Control Pilot 控制導引	Proximity	Neutral	Earth	Level 1 (power)	直流電壓	直流電壓

B. 高功率：在原來交流充電介面 Type2 下增加 2 pins，用來傳輸直流充電電壓 DC+及 DC-，如圖 4.5(b)所示。



圖 4.5(a)： 歐規 IEC 低功率下直流
充電介面



圖 4.5(b)： 歐規 IEC 高功率下直流
充電介面

(2)交流及直流充電共用型：前述高功率充電模式下的充電接頭，同時具備交流及直流充電的功能，亦稱為 Combo2，如圖 4.5(b)所示。

5. 我國：

如前所述，我國已於 100 年完成訂定交流充電站標準，但在直流充電部分，目前尚未訂出直流充電介面標準，主要原因是國際標準百家爭鳴，太早決定標準，對臺灣廠商不見得有利；惟亦不宜拖太久。標準檢驗局對問題皆充分掌握，也一直都在積極辦理，包括召開國家標準技術委員會以了解業界看法及需求，並預計於民國 102 年制定出我國之直流充電介面標準[14]。

第五章 結論

本自行研究計畫介紹電動車與傳統引擎汽車之比較，並說明電動車之優缺點。在整體能源效率、二氧化碳排放量及行車費用比較上，電動車為 20%、125.1g/km 及日間充電 0.8 元/km，夜間充電 0.3 元/km；傳統引擎汽車為 14%、168g/km 及 3.4 元/km。此外，電動車亦具有不排放廢氣及低噪音等優點，因此，就長期而言，朝電動車發展方向是時勢所趨。

但電動車產業的發展也面臨諸多瓶頸，最重要的是要讓消費者能接受電動車。民眾能否接受電動車的關鍵因素在於續航力及性能、充電設施及電動車售價的問題。首先，在續航力及性能的問題上，目前充電一次約可以開 160~350km[15]，視電池容量大小而定；此外對於爬坡的性能亦較差，此有賴於馬達驅動技術的研發改善。其次，目前充電設施的確不足，且影響消費者購買電動車之重要因素之一，此有賴於政府機關帶頭引領投入基礎建設，而標準檢驗局已於 101 年度完成台北總局、汐止電氣大樓及台南分局充電樁之設立。最後，在電動車售價上，確實比傳統引擎汽車高，但可由消費者後續行車費用較便宜而得到彌補，此問題應能被消費者接受。

電動車充電時，所需的時間因電池容量及充電型態為交流或直流充電而不同。交流充電模式為現行商業上正推行運轉的充電模式，但所需充電時間約 7 小時，使用者雖然可利用下班後夜間充電，但無法快速充電，滿足迅速填補續航力的問題。此問題可以由直流充電將充電時間縮減為約 30 分鐘獲得解決，但直流充電卻也衍生充電電壓高，充電電流大，操作安全及電池壽命縮短的問題。

對於國家標準的制定方面，我國已於 100 年完成訂定交流充電標準；至於直流充電部分，目前尚未訂出直流充電介面標準，主要原因是國際標準百家爭鳴，太早決定標準，對臺灣廠商不見得有利；惟亦不宜拖太久。標準檢驗局預計於民國 102 年制定出我國之直流充電介面標準。

本報告最後說明者為，直流充電標準的建立，究應採何介面標準，是個複雜的問題亦須持續觀察。大部分的想法是，提高電壓電流以爭取充電時間之減少，但本報告建議：

1. 建議考量提高直流輸出電壓及直流輸出電流下的背後意義及影響：

(1) 電子技術之瓶頸：

電動車充電電路中使用許多電子元件(例如 IGBT 開關、整流二極體等)，而目前這些電子元件所能承受之耐電壓、耐電流、效率、技術是否成熟及元件的成本是否符合經濟效益。若標準提高電壓或電流額定，而若這些電子元件目前的技術或成本是不足以支持，則電動車的推行將發生困難。

(2) 對測試驗證能量之影響：

產品測試時，其測試值通常比標準額定值更高，例如 1.5 倍。因此若標準提高電壓或電流額定，則測試時所需的測試值勢必更高。對於實驗室驗證能量之建立是一大困難與挑戰。另，充電設備之檢驗技術較複雜，亦可考量引入民間專家參與方式為之。

2. 建議考量標準授權金的問題：

目前日本標準須授權金，以後是否會公開標準，取消授權金不得而知。若採日規標準，則製造商需支付一定授權金。

3. 建議考量與現有交流充電模式的介面相容問題。

參考文獻

1. 李添財，電動汽機車，全華圖書股份有限公司，第 4-5 頁，2009 年 8 月，2 版 1 刷。
2. 臺灣 EV 向前行，電子技術，第 16~20 頁，第 321 期，2012 年 12 月。
3. 陳金銘，電動車動力鋰電池材料市場與技術趨勢，工業材料雜誌，2010 年 3 月。
4. 朱高弘，電動車直流充電介面發展現況之研析，工研院機械所智慧車輛技術組，101 年 6 月 27 日。
5. 簡金品，直流充電介面發展現況介紹，工研院機械所智慧車輛技術組，101 年 5 月 31 日。
6. 陳信吉，電動車直流充電介面技術研究報告，財團法人台灣電子檢驗中心，101 年 6 月。
7. 薛欽鐸，加速電動車上路中國大陸充電介面標準趕進度，新電子科技雜誌，第 314 期，2012 年 5 月。
8. 經濟部工業局，100 年度專案計畫期末執行成果報告，智慧電動車工業技術輔導推廣計畫，受委託單位：財團法人車輛研究測試中心、財團法人中衛發展中心。
9. Takafumi Anegawa, "Development of Quick charging system for Electric Vehicle" , Tokyo Electric Power Company .
10. A. Kuperman, U. Levy, J. Goren, A. Zafranski and A. Savernin , "Modeling and control of the PFC stage for a 50kW EV Fast Battery Charger" , Proceeding of the World Congress on Engineering 2011 VolIII WCE2011, July, London, U. K.
11. T. Soeiro, T. Friedli and J.W. Kolar , " Three-phase High power Factor Mains Interface Concepts for Electric Vehicle Battery

Charging system.” , Power Electronic Laboratory ETH
Zurich, Switzerland.

12. Francesco Marra, Chresten Træholt and Esben Larsen, Electrical Engineering Department Technical University of Denmark, “Planning Future Electric Vehicle Central Charging Stations Connected to Low-Voltage Distribution Networks” .
13. 中電(CLP), 電動車應用及充電配套設施, 100 年 9 月 30 日 。
14. http://news.rti.org.tw/index_newsContent.aspx?nid=395558&id=2&id2=1 (最後檢索日期 101 年 12 月 19 日)
15. 林品賓, 政策方向未明業者觀望, 電電時代, 2011 年 6 月。
16. CNS15511-2, 電動車輛傳導式充電系統 第 2 部: 介面要求。
17. CNS15511-3, 電動車輛傳導式充電系統 第 2 部: 安全要求。