



第 111-03 期

>> 專題報導

□ 電動車輛之電磁相容性(EMC)安全法規及品質一致性要求介紹

車安中心 尤信鑽

一、前言

隨著各國工業化的快速發展以及燃油車的全面普及，碳排放量每年均不斷增加，根據國際能源署（IEA）的數據顯示，全球的碳排放量自1990年呈現趨勢性上升，至2020年全球的碳排放達到了每年315億噸，相比1990年成長幅度高達53.6%，碳排放量增加的結果使得地球暖化嚴重，極端氣候四起，讓全球意識到環境破壞的嚴重性，有鑒於此，從1997年的「京都議定書」、2015年的「巴黎協定」，一直到2021年COP26氣候峰會，全球持續針對氣候變遷和減碳做討論，減碳和發展新能源也成為各個大國不得不的共識[2]，此時因電動車輛的零碳排優勢，使其成為運輸工具排碳的主要解決方案之一，為此，歐盟各國於2022年6月底達成了2035年禁售燃油車的協議，我國國發會亦於「台灣2050淨零排放路徑策略總說明」中訂出了汽、機車電動化的中長期時程，預計2030年達成市區公車全面電動化以及2040年所有新售小客車及機車均為電動車輛之目標。



圖一、運輸部門淨零轉型策略[1]

然而，電動車輛雖具有零碳排的優勢，但由於須搭載可再充電式能量儲存系統（REESS），且在智慧及安全趨勢之下，搭載各項主/被動安全系統及自動駕駛系統之電動車輛已成主流，因此電磁干擾與電磁耐受性對於電動車輛而言，影響性遠較燃油車大，其一方面必須確認自身所產生之電磁干擾能與環境相容，另一方面更須確保相關電機/電子設備在外界環境干擾之下仍可持續正常安全行駛，有鑑於此，世界各主要先進國家已陸續就電磁相容性相關電動車輛之標準進行補充增訂，相關標準包含CISPR、ISO及SAE等(參見表二)，內容主要包含電動車電磁干擾(EMI)及電動車電磁耐受性(EMS)之整車驗證方法，其中CISPR、ISO等相關標準已被納入於UN ECE R10強制性車輛法規中，同時，我國交通部亦針對車輛安全檢測基準第五十六項電磁相容性進行修訂以調和新版UN ECE R10法規中針對電動車輛的新增要求。

表二 電動車整車電磁相容性驗證參考標準[3]

驗證種類	測試項目	參考標準
電動車電磁干擾	輻射電場干擾測試	CISPR 12
	低頻電磁場干擾測試	SAE J551-5
	車載接收機干擾測試	CISPR 25
電動車電磁耐受性	自由電場耐受性測試	ISO 11451-2、SAE J551-16
	大電流注入測試	ISO 11451-4
	靜電放電測試	ISO 10605
	車載發射機電磁擾動耐受性測試	ISO 11451-3

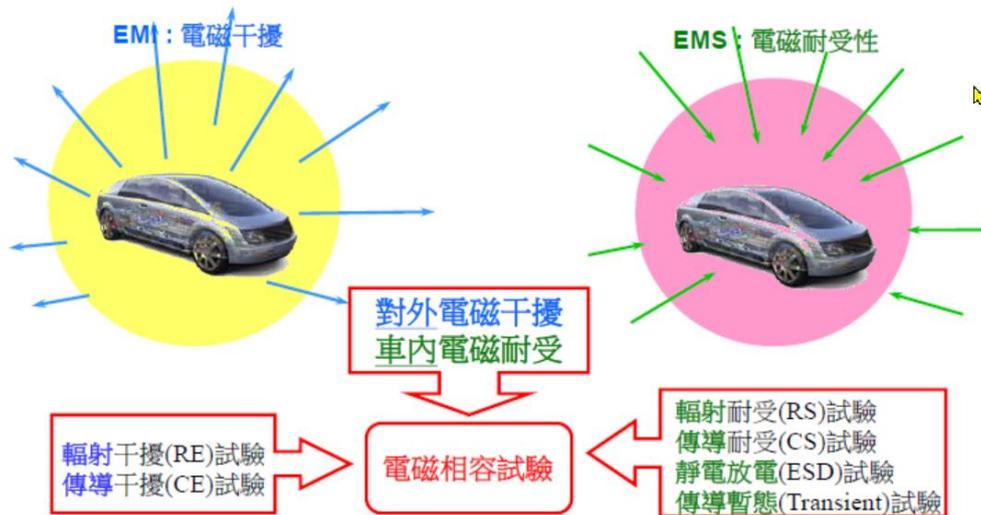
本文針對「車輛安全檢測基準」第「五十六之三項」電磁相容性之法規進行介紹，同時輔以電磁相容性基本概念，建立及加深讀者對於電磁相容性安全法規的認識。

二、電磁相容性定義及分類

「車輛安全檢測基準」第「五十六之三項」對電磁相容性(Electromagnetic Compatibility, EMC)之定義為「車輛或車輛元件或將安裝於車上之電機/電子裝置，在本身存在的電磁環境下可以正常運作(電磁免疫力或稱電磁耐受,EMS)，且將不會對環境中任何設備產生難以忍受的電磁干擾之能力(電磁擾動或稱電磁干擾,EMI)」[8]，簡單來說，如圖二所示，電磁干擾測試係在確



認設備發射電磁雜訊的強度是否超過法規限值而導致外部其他電機/電子裝置受到干擾，而電磁耐受性則在評估設備本身是否可在外界一定的電磁干擾下仍可正常運作，至於涵蓋電磁干擾(EMI)及電磁耐受性(EMS)二者即稱之電磁相容性(EMC)。



圖二[8]

(一)電磁干擾(EMI)

1. 影響：電磁輻射無所不在，舉凡想得到的任何電機設備或電子產品，在使用過程中均可能產生電磁輻射，以致干擾其他設備之正常運作，輕者僅影響收音機收訊、電視影像訊號…等資訊產品，嚴重者可能干擾如心律調整器等醫療器材進而使人體健康受到影響。
2. 電磁輻射(雜訊)種類：[8]
以汽車可能產生電磁輻射的發射來源區分，大致可區分為人工雜訊及自然雜訊等二種：
 - (1) 人工雜訊：
 1. 意圖發射(Intentional)：如廣播發射站、基地台、手機、遙控器…等訊號。

2. 非意圖發射(Unintentional)：如電廠、電塔、變電站之高壓電輻射雜訊。
 3. 電磁脈衝(EMP)：如核爆或電磁脈衝炸彈…等。
- (2) 自然雜訊：
1. 靜電放電
 2. 雷擊
 3. 火山爆發導致之空中放電
 4. 太陽黑子
 5. 宇宙射線

以電磁輻射之發射頻率來區分，大致可區分為寬頻及窄頻輻射二種：

- (1) 寬頻：主要由電機/電子系統所產生的輻射干擾，如點火系統、內燃機、電動馬達、鼓風機…等。
- (2) 窄頻：主要窄頻發射源所產生的輻射干擾，如微處理器、行車電腦…等。

(二)電磁耐受性(EMS)

影響：若電動車輛本身電磁耐受性不足，可能因干擾而致發生熄火、自駕系統失效…等安全問題，若為醫療器材，則可能導致維生系統無法正常運作而使人體健康遭受危害，影響不可謂不大。

三、車輛安全檢測基準「第五十六項」電磁相容性測試規範

目前許多國家均已導入車輛 EMC 強制性法規要求，且多以調和 UN ECE R10 法規為主，我國交通部亦已調和 UN ECE R10 訂定車輛安全檢測基準「第五十六項」電磁相容性測試規範。

(一)法規實施時間及導入項目

- 56-0：100 年 1 月 1 日起導入電磁干擾(EMI)測試要求。
- 56-1：102 年 1 月 1 日起導入電磁干擾(EMI)及電磁耐受性(EMS)測試要求。
- 56-2：105 年 1 月 1 日起新增導入電動車輛適用之 RESS(可再充電式能量儲存系統)測試要求。
- 56-3：108 年 1 月 1 日起修訂補充電動車輛適用之 REESS(可再充電式能

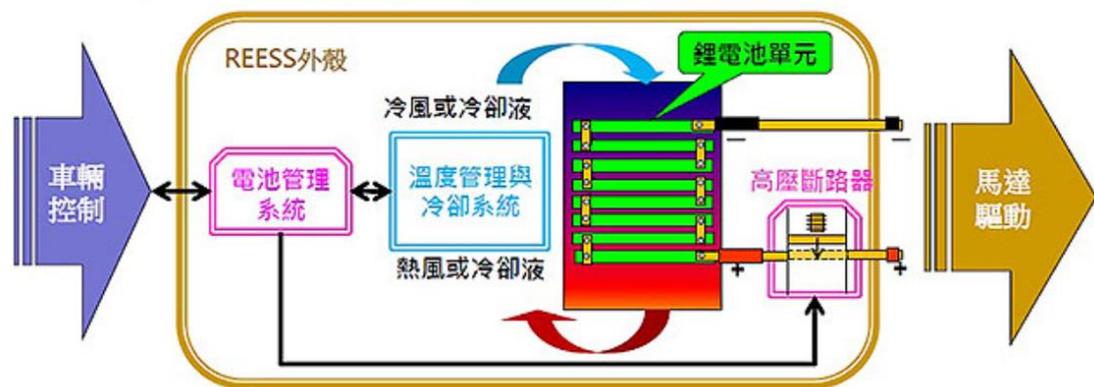


量儲存系統)測試要求。

本項檢測基準主要規範之強制適用對象為整車，惟因整車所配置之電機/電子裝置數量甚鉅，因而整車電磁相容性性能與所配置之電機/電子裝置息息相關，所謂牽一髮而動全身，一旦整車送測電磁相容性測試結果不合格，限於車型上市時程問題，車廠將難以逐一確認並釐清不合格原因為何裝置所致，故為避免風險，許多車廠均要求供應之製造廠/代理商，須於供貨前完成零組件之電磁相容性測試，並取得合格之審查報告，再加上國內電動車輛製造業的蓬勃發展，促使近年來申請辦理五十六項電磁相容性之裝置製造廠/代理商日益增多。

(二)重要名詞定義-可再充電式能量儲存系統(REESS)

可再充電式能量儲存系統簡單來說就是電動車輛的電池組，REESS是屬於整合、系統性的統稱，如圖三，其內部包含電池管理系統、溫度管理與冷卻系統、高壓斷路器、鋰電池單元等，車輛透過可再充電式能量儲存系統管理電力並驅動馬達[4]，與燃油車相較則相當於引擎系統。



圖三[4]

(三)整車電磁干擾(EMI)量測方式：

1. 寬頻、窄頻電磁輻射(配備/未配備REESS均適用)

(1) 檢測目的及參考標準：

寬頻：主要量測由車上電機/電子裝置產生之寬頻擾動(如點火系統或電動馬達)；參考標準：法規未指定之內容應依據CISPR



12 執行。

窄頻：主要量測由車上微處理器系統或其他窄頻發射源產生之窄頻擾動(如行車電腦)；參考標準：法規未指定之內容應依據 CISPR 12 或 CISPR 25 執行。

(2) 檢測時車輛狀態：

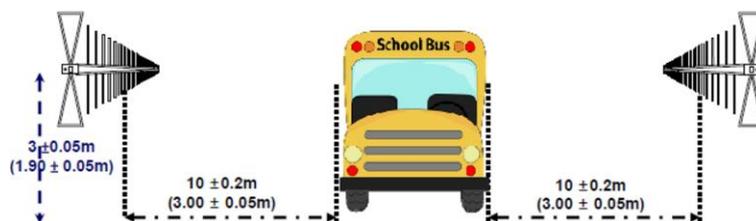
寬頻：燃油車輛之引擎轉速 $2500\text{rpm} \pm 10\%$ (汽缸數 1) / $1500\text{rpm} \pm 10\%$ (汽缸數 > 1)；電動車輛以 40km/h 定速於動力計上行駛；所有能被駕駛或乘客啟動後持續作動並產生寬頻擾動之電機/電子裝置應於最大負載操作。

窄頻：點火開關應開啟但引擎不可運轉，所有設備能被駕駛或乘客長時間啟動者，應正常操作。

(3) 量測場地為半電波暗室或戶外試驗場地、頻率範圍為 $30\sim 1000\text{MHz}$ 、檢波器：寬頻採峰值或準峰值、窄頻則採平均值。

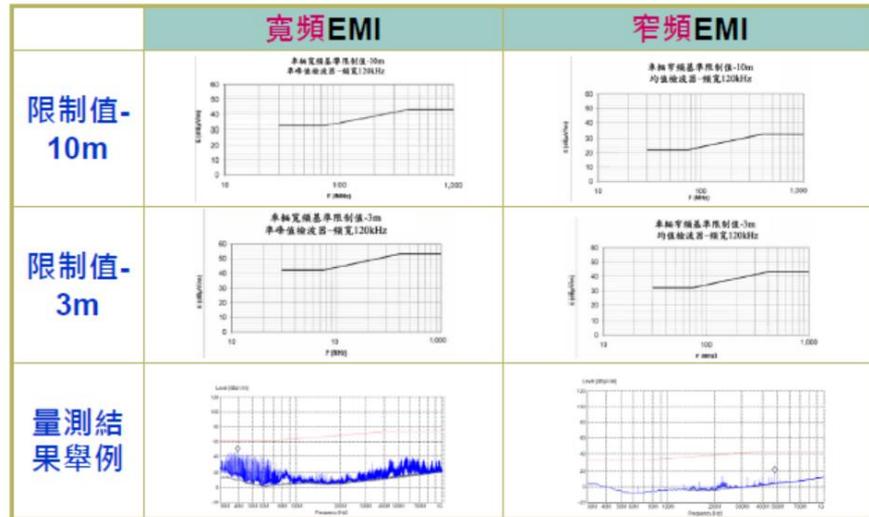
(4) 量測距離與數據讀取：(如圖四所示)

	寬頻EMI	窄頻EMI
量測距離	天線中心至車輛引擎/馬達中心為10m或3m(如下圖所示)	
數據讀取	由30-34、34-45、45-60、60-80、80-100、100-130、130-170、170-225、225-300、300-400、400-525、525-700、700-850、850-1000 MHz等14個頻帶中各取一個相對於限制值之最大讀值(需量測水平與垂直極化，以及車輛之左側與右側)應視為該頻率的特徵量測值	



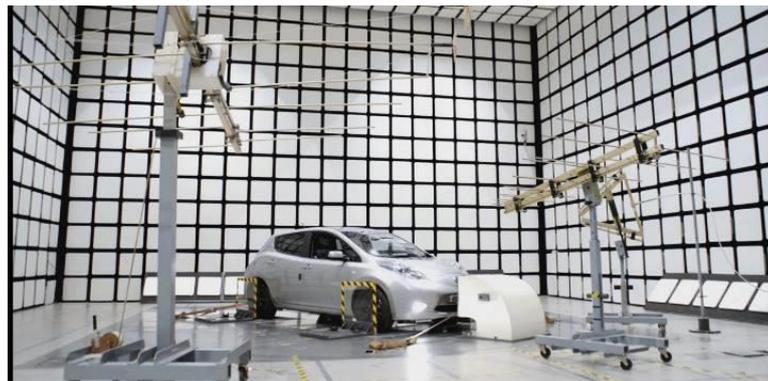
圖四

(5) 法規限值：(如圖五所示)



圖五

如配置 REESS 可再充電式能量儲存系統(Rechargeable Energy Storage System)之電動車輛，則需額外滿足以下測試項目要求，藉以驗證可充電式車輛連接電源介面充電模式時之 EMI 特性表現與功能狀況。(驗證場地示意如圖六)



圖六

1. 檢測項目：
 - (1) 車輛交流電源線諧波放射
 - (2) 車輛交流電源線的電壓變化、電壓波動及閃爍放射
 - (3) 車輛交流及直流電源線的射頻傳導擾動放射
 - (4) 車輛網路及電信存取界面的射頻傳導擾動放射
2. 檢測目的：主要測量交流電源線 REESS 充電模式下連結電

源介面配置之車輛時所產生諧波輻射、電壓變化、電壓波動及閃爍放射、射頻傳導擾動放射，以及車輛網路及電信存取介面之傳導干擾之等級，確保與住宅區、商業區和輕工業區周邊環境相容。

3. 試驗期間之車輛狀態：

車輛應處於 REESS 充電模式連接至電網組態下，主電池電量(SOC)於量測期間應保持在最大電量之 20%~80%，車輛必須被固定且關閉引擎，所有可被開啟且維持於開啟狀態之配備應關閉。

(四)整車電磁輻射免疫力(EMS)(配備/未配備REESS均適用)

1. 測試頻率範圍：20Mhz~2GHz
2. 調變：AM：20Mhz~800Mhz / PM：800Mhz~2Ghz
3. 未指定內容之參考標準：ISO 11451,2005
4. 天線垂直極化
5. 測試位準：30V/m
6. 駐留時間：不少於 1 秒
7. 場強參考點：天線相位中心距車輛
參考點水平距離 2m，高度 1m
8. 車輛測試狀況及失效標準：
所有能被駕駛或乘客永久開啟的配備應於正常操作狀態
 - (1) 車速 50 公里/小時(L1/L2 為 25 公里/小時) $\pm 20\%$ (車輛在滾輪上行駛時)。若配備定速系統應能作動。<失效標準：速度變化超過正常速度 $\pm 10\%$ >
 - (2) 打開近光燈。<失效標準：燈光關閉>
 - (3) 前雨刷開啟至最大速度。<失效標準：前雨刷完全關閉>
 - (4) 打開駕駛側方向燈。<失效標準：頻率改變(<0.75hz或高於 2.25hz)或循環改變(<25%或高於 75%)>
 - (5) 可調式懸吊在正常位置。<失效標準：非預期重大變化>
 - (6) 警示燈不作動。<失效標準：非預期作動>
 - (7) 喇叭關閉。<失效標準：非預期作動>
 - (8) 若有安全氣囊應關閉乘客座氣囊。<失效標準：非預期作動>



(9) 自動門鎖關閉。<失效標準：非預期開啟>

(10) 手煞車在正常位置。<失效標準：非預期作動>

如配置REESS可再充電式能量儲存系統(Rechargeable Energy Storage System)之電動車輛，則需額外滿足以下測試項目要求，藉以驗證可充電式車輛連接電源介面充電模式時之EMS特性表現與功能狀況。

1. 檢測項目:

(1) 電氣快速暫態脈波(Electrical fast transient)/叢訊擾動(Burst disturbance)傳導免疫力

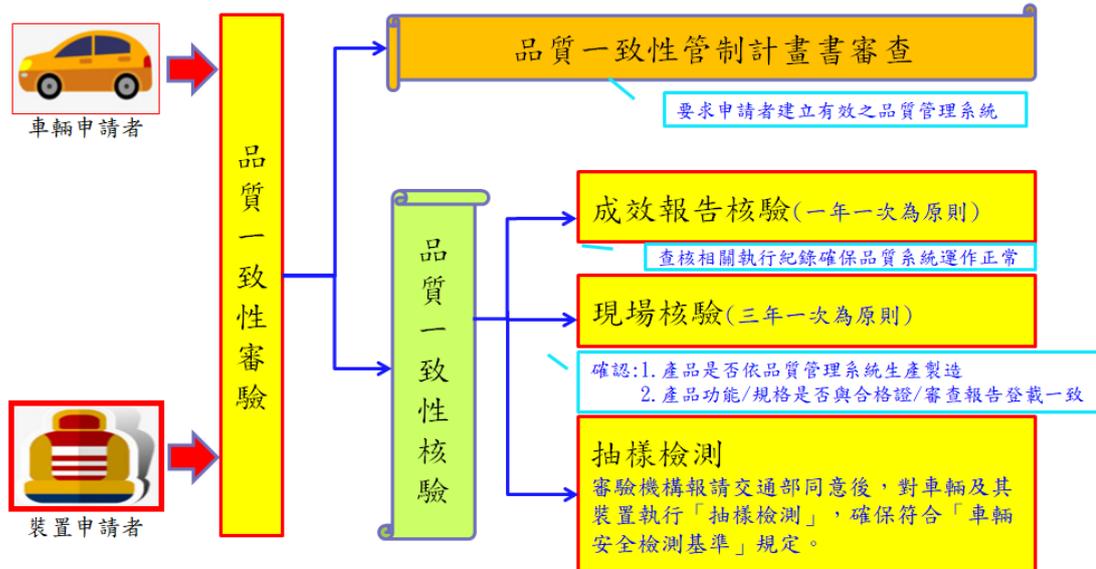
(2) 電源線突波傳導免疫力

2. 檢測目的：主要量測沿車輛交流及直流電源線上的電氣快速暫態脈衝傳導干擾、突波傳導之免疫力。

3. 試驗期間之車輛狀態：車輛應處於REESS充電模式連接至電網組態下，主電池電量(SOC)於量測期間應保持在最大電量之20%~80%，車輛必須被固定且關閉引擎，所有可被開啟且維持於開啟狀態之配備應關閉。

四、品質一致性要求

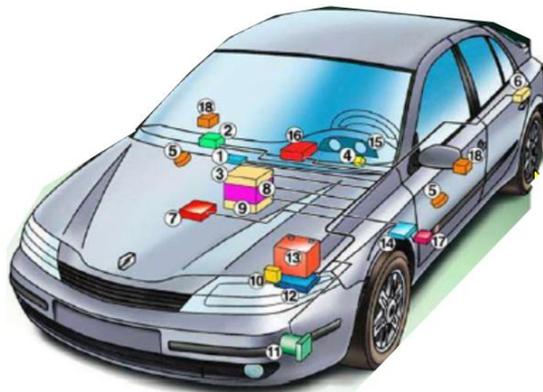
依車輛型式安全審驗管理辦法第二十九條規定，審驗機構應對持有車輛型式安全審驗合格證明書及審查報告之申請者執行品質一致性核驗(核驗項目請參見圖七)，以每年執行一次成效報告核驗及每三年執行一次現場核驗為原則，並得視核驗結果調整次數，本中心自104年起對車輛申請者及自105年起對裝置申請者實施現場核驗，確保申請者生產產品一致性。



圖七

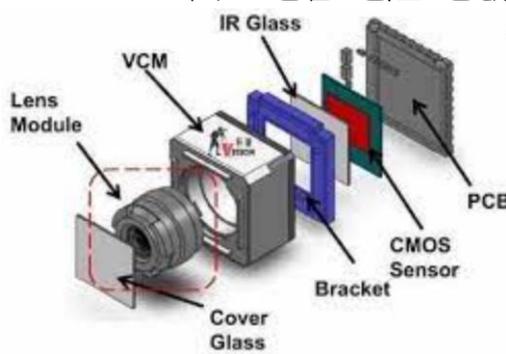
現場核驗之主要核驗項目主要分為三部分:

1. 廠址符合性：查核申請者是否依規定在合法地點(合法公司登記及工廠登記證明文件)生產審查報告產品。
2. 查核相關執行紀錄以確認申請者是否依所提送「品質一致性管制計畫書」所訂程序，執行產品之生產、製造或打造等品質管制行為。
3. 確認所生產產品與審驗文件所載產品一致性(規格、標章或識別)。
 - (1) 車輛申請者：比對實車之車輛廠牌、車型與審查報告宣告一致以及比對實車上之電機/電子裝置與辦理審查報告時所檢附「電機/電子部品清單」之一致性。

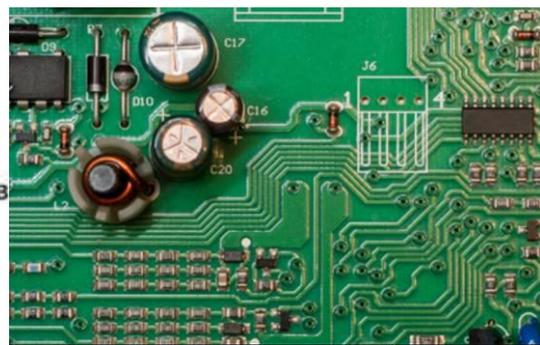


圖八[8]

- (2) 裝置申請者：比對所生產電機/電子裝置產品之廠牌、型式系列、功能及電路配置之一致性。
- 產品組合一致：實際出貨產品(參圖九示意)型式及數量須與審查報告所列各部件相同，不應有不一致之情形(如透鏡之形狀、顏色或底座型式不一致或出貨時額外增加外殼部件…等)。
 - 電路板配置一致：實際產品(參圖十示意)之電路板配置須與審查報告相符，不應有不一致之情形(如電路走線配置不同、電容/電阻/電感元件數量或規格不同…等)。



圖九[9]



圖十[10]

五、結語

在世界各國陸續加入禁售燃油車的趨勢之下，電動車輛未來勢必逐步取代燃油車成為主要交通運輸工具，在此轉型過程中，車輛的關鍵零組件也需從原有的機械系統逐步導入電子控制，如車輛動力系統部分，內燃機引擎將演變成由電控與馬達驅動器、動力馬達、傳動裝置、動力電池、電池管理系統及外接充電控制單元所構成的純電動能源系統[11]，此外，隨著車輛智慧化的發展，越來越多的車輛配備有電子後視鏡、LED 智慧頭燈、環景影像…等智慧輔助駕駛系統及 ACC 主動車距維持、車道循跡輔助、車道偏離修正、自動駕駛…等主/被動安全系統，使得整部車輛可能含有成千上萬個電子控制元件，而當其運作時所釋放出強度、頻率不一的電磁波一起組合時，若各系統間之電磁相容性設計不足，彼此間就可能產生干擾，輕者造成音響雜音、儀表閃爍、喇叭異常鳴叫等問題，嚴重者將導致車輛失去動力或無預期加、減速等危險狀況發生[11]。



另，電動車輛因搭載大型電池，本身即屬於一種大型儲能裝置，故在連接市電或充電站電網充電時，車輛的交/直流電源線、車輛電網…等裝置一方面會對周邊環境產生射頻傳導擾動輻射，另一方面亦同時須承受來自市電或充電站電網的暫態脈波、突波傳導影響，因此電動車輛搭載之 REESS 系統須額外符合相關的電磁相容性要求，以確保電動車輛整體安全性及確保與周邊環境相容。

考量電磁相容性(EMC)對於車輛安全的重要性，我國已調和導入 UN ECE R10 法規訂定車輛安全檢測基準，因電動車輛已蔚為主流，未來國外法規修訂應會朝向強化電動車輛 REESS 與市電或充電站電網連接時之相關電磁相容性要求，如模擬網路(AN)、模擬電源網路(AMN)及非對稱模擬網路(AAN)…等，建議後續我國可持續關注國際法規增修情形，適時調和修訂國內車輛安全檢測基準確保安全。

六、參考文獻

- [1] 台灣 2050 淨零排放路徑及策略總說明
https://www.ndc.gov.tw/Content_List.aspx?n=FD76ECBAE77D9811
- [2] 全球未來的減碳之路將走向何方？
<https://smart.businessweekly.com.tw/Reading/IndepArticle.aspx?id=6005954>
- [3] 淺談電動車電磁相容測試方法發展趨勢
https://www.artc.org.tw/chinese/03_service/03_02detail.aspx?pid=1945
- [4] 謠言止於智者-深入 ARTC 破除電動車安全迷思
https://feature.u-car.com.tw/feature/article/24120?utm_source=feature&utm_medium=related&utm_name=31623&utm_content=article
- [5] 電磁相容性檢測說明
https://www.artc.org.tw/upfiles/ADUUpload/news/tw_news_432565670.pdf
- [6] 可充電式能源車輛之充電模式 EMC 研測技術
https://www.artc.org.tw/upfiles/ADUUpload/technical/tw_transfer_492106791.pdf
- [7] 電動車(巴士、小客車、機車)EMC 測試相關事項說明
https://www.artc.org.tw/upfiles/ADUUpload/course/tw_course_696827205.pdf



- [8] 車輛及其裝置電磁相容性(EMC)原理、法規與評鑑要項
逢甲大學 通訊工程系 IC-EMC 研究發展中心 林漢年
- [9] 手機三攝浪潮來襲，引爆 CMOS 影像感測器市場
<https://sa123.cc/4vyr8r9t3dv8zsa9bptb.html>
- [10] Graser 映陽科技-Allegro 系列技術文件-實用筆記|如何規劃多層電路板
https://www.graser.com.tw/technote_allegro_tech23.htm
- [11] 強化電磁相容性 不能等
<https://money.udn.com/money/story/122229/6160239>