

掌握電氣防護要訣
安心駕馭電動車



來電，不觸電！

電動車安全入門

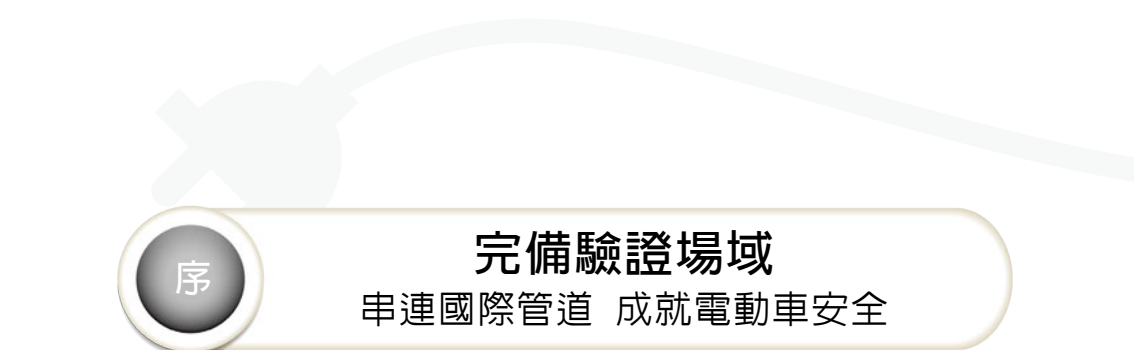
OPERATION AND SAFETY MANUAL OF
ELECTRIC VEHICLE

車輛中心透過執行經濟部技術處科技專案計畫，累積完整的
電動車整車、零組件研發及檢測能力，以「入門」角度，
帶領民衆一起認識電動車。



下載電子檔與分享

一、電動車發展歷程	01
• 時勢所趨 – 「電動車」	03
• 全球電動車市占現況	05
• 國內電動車推動環境	07
• 調整再出發，電動車駛向新未來	09
二、原來如此，電動車	10
• 電動車型式/類型	11
• 充電方式	13
• 充電介面	15
三、風險與安全保障	17
• 電池安全 – 國際法規與標準	19
• 電氣安全 – 安全防護標準	21
• 功能性安全	23
• 被動安全	25
• 其他安全議題	27
四、維修保養，初級篇	31
• 關於維修保養	32
– 停放/行駛中/充電/高電壓/ 行駛里程/緊急事故(含後處理)	
五、事故救援，進階篇	35
• 關於事故救援	37
– 黃金救援時間/救援處理流程/面對火與水	
六、結語—環保新生活，迎接電動車	39



序

完備驗證場域 串連國際管道 成就電動車安全

因應國際電動車發展趨勢，行政院於 2010 年 4 月頒布第一階段「智慧電動車發展策略與行動方案」，技術處在此政策下，自 2011 年起，以科技專案支持車輛中心，建置智慧電動車產業在研發、檢測、驗證等階段所需的軟硬體能量，協助產業技術升級及轉型，迄今車輛中心已協助超過 30 款車型合格上路及協助多家關鍵零組件廠商成功切入國際電動車供應鏈。

回首過去幾年，國際電動車示範運行案例，大部分先從公共服務領域啟動，深具示範意義，然而，隨著電動車關鍵技術進步，產品性能提升，及各種補貼措施，私人購置電動車已漸啟動，而影響私人購車不外乎車價、充電便利性及安全等因素。針對電動車安全部分，技術處與車輛中心在投入科技專案計畫建置智慧電動車驗證能量時，也同時作了周全的規劃，包括確保電動車觸電保護的「電氣安全防護」、「整車電磁相容研測平台」、確認電動車性能及可靠度的「電動車懸吊及轉向性能驗證技術」、「電動車電機及電子系統抗腐蝕驗證技術」及「動力系統可靠度驗證技術」，以及支援整體驗證環境技術的「全規格充電站」及「電動車智慧診斷及電能監控平台」，成功於車輛中心打造一個完整的電動車驗證場域，為電動車的品質及安全推進，提供最直接的助力。

為能提供更精進的服務，車輛中心透過國際合作及兩岸交流，積極參與美國 SAE 國際標準制定會議、與大陸檢測單位合作推動兩岸共通標準，並與國際多個驗證機構交流合作，不但完備國內測試驗證能量，並藉由國際合作管道的建立，陸續取得國際實驗室認可，有助於縮短國內廠商開發及測試驗證時程及成本，進而提昇產品競爭力，並打入國際市場。

此次，車輛中心以近年來建立的電動車安全相關驗證技術，並集結實務專家經驗出版「電動車安全入門」，期待國人能透過此專書對電動車的使用

及安全性更深入了解，以加速台灣邁入綠能低碳家園。展望未來，期待車輛中心能夠持續完備運行設施，協助產業創新研發，透過國際交流與驗證合作，精進技術與驗證能量，協助產業進軍國際，拓展全球市場。

經濟部技術處 處長

林全龍



電動車操安測試道
-動態平台



電動車電機電子系統
抗腐蝕環境模擬



全規格
充電站



巴士等級電磁波
相容實驗室



電動車操安測試道-乾地操安



電動車操安測試道-溼地操安



整車電氣安全實驗室

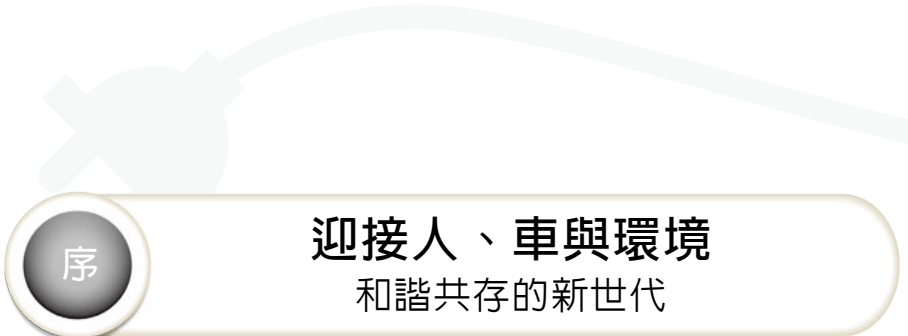


動力系統可靠度實驗室



瞭解更多「台灣智慧電動車創新研發環境建構成果」





序

迎接人、車與環境 和諧共存的新世代

「協助產業發展，保障行車安全」是車輛中心的宗旨之一，而成日與車為伍、熟知車輛特性的車輛中心工程師們，於過去幾年將他們對於車輛的熱情，撰寫出版「防禦駕駛手冊」，這是中心首次以人的認知為主軸，就你我生活中經常遭遇的交通情境，指引出正確的用路安全觀念，讓每位讀者不止知其然，也知其所以然，自然就容易牢記遵行。出版之後，引起許多迴響，同仁們也頻頻受邀至各地講習，後來更獲得了交通部道路交通安全督導委員會支持，印製 40 萬冊及製作影片大力加以推廣。多年來，已成功在國內建立起『防禦駕駛』觀念 - 從認知到預測，進而由預防到避免事故或排除在危險之外的一種用車 / 路的哲學。就這樣，以往長期默默在檢測實驗室耕耘的工程師們，偶然的起心動念，希望將正確的交通安全認知散布於全民，自發性地出版一本無論對行人還是開車族都一體適用的寶典，成為車輛中心在安全教育使命中所播下的第一顆種子。

近來隨著車輛技術的提升與環保意識的浪潮下，「電動車」在短短幾年間即成為車市明日之星，也為產業蘊釀出一股綠色革命。在經濟部技術處科技專案支持下，車輛中心持續建置電動車環境及研測能量，也一點一滴掌握住電動車的每個特性與對應方式，成為協助產業升級、創新發展的基石。因為電動車的使用經驗欠缺，所以不僅業界工程師、車主，包括一般民衆或道路救援單位都應該充分了解電動車的特殊「習性」，以確保使用安全。畢竟，單看電動車外觀或駕駛方式似乎和傳統車輛並無二致，但「充電」和「加油」兩者本質大不同，自然也會衍生出需要重新認識與磨合的用車環節。甚至，某些常令消費者不安的因素，也需要透過了解而消弭疑慮，如此才能有助於朝向電動車普及化之路推進。

車輛中心「電動車安全入門」包含了五大面向，首先就其發展歷程與趨勢、型式類型、標準與安全保障等主題，引導讀者建立基本認識，之後循序

漸進邁入實務階段，也是就一般人最關心的維修保養與事故救援等內容。尤其進階篇的內容，更是結合了車輛結構、電氣安全、國際救援流程等領域的專業與作法，可說是提供了肩負車禍事故第一線救援人員一本有用的操作指南。我們的工程師們，再次以淺顯易懂、平易近人的文字，將車輛知識分享給大眾，更為國內的電動車安全教育紮根。

近年，電動車的發展為整體車輛產業以及未來環境帶來不少驚喜，許多人也樂觀期待零排放、無污染的移動生活到來，但偶爾的負面新聞，總不免會讓對於電動車尚屬陌生的社會大眾，感到被「電」了一下，且驚多過於喜。其實，電動車遠不如人們想像中的複雜或難以親近，甚至其出廠前該做的各項檢測比傳統車輛還更多、更加嚴謹。如同「防禦駕駛手冊」，是幫助全民面對馬路如虎口的教戰手則；那麼「電動車安全入門」更是車輛中心回饋於社會的具體行動，因為我們相信只要把握住知識，以開放思維及正確作法，就能「知易行易」；如果這入門的第一步踏穩了，未來適合人、車與環境，和諧共存的車世代也就水到渠成了。

財團法人車輛研究測試中心 總經理

黃隆洲





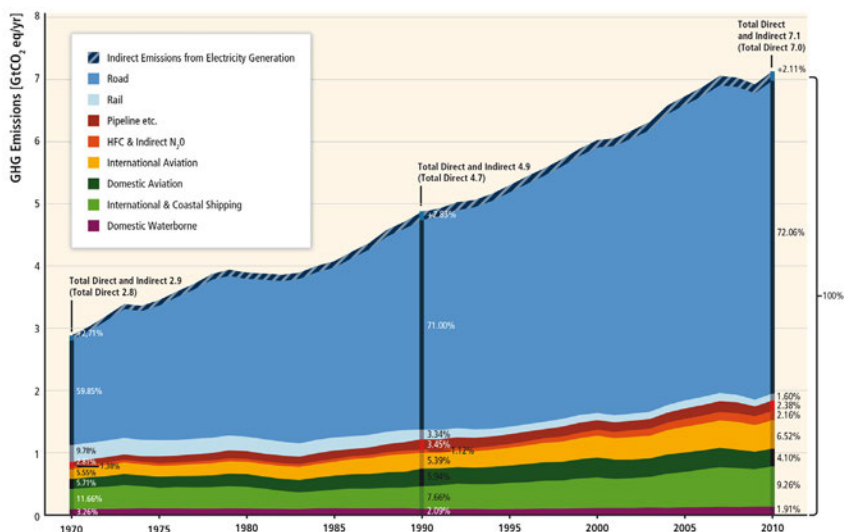
1 電動車發展歷程

1970~2010 年間，因人類各項活動所排放的溫室氣體逐年遞增，其主要來源即為燃燒石化燃料及工業排放，佔了總成長的 78%。儘管近年來，各國施行各種減緩氣候暖化的政策，但全球溫室氣體排放持續增加仍是不爭的事實，尤其是 2000~2010 年間，平均每年增長高達 2.2%（1970~2000 年約 1.3%）。更有專家推測，21 世紀的暖化現象及氣候變遷，非常有可能比 20 世紀還要劇烈。

1-1 時勢所趨 – 「電動車」

依據聯合國政府間氣候變遷專門委員會（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）的報告，溫室氣體（Greenhouse Gas, GHG）來自於運輸部門的排放量增加速度也比任何其他能源使用行業來得快，自 1970 年到 2010 年間，成長近 250%，而其中約有 80% 來自道路車輛。

當車輛已成為人類活動不可或缺的交通工具，自然必須面對其所衍生的汙染及消耗能源問題，於是各國不斷修訂油耗標準，希望藉以更積極的態度與行動力來解決因汙染而造成的環境危害。

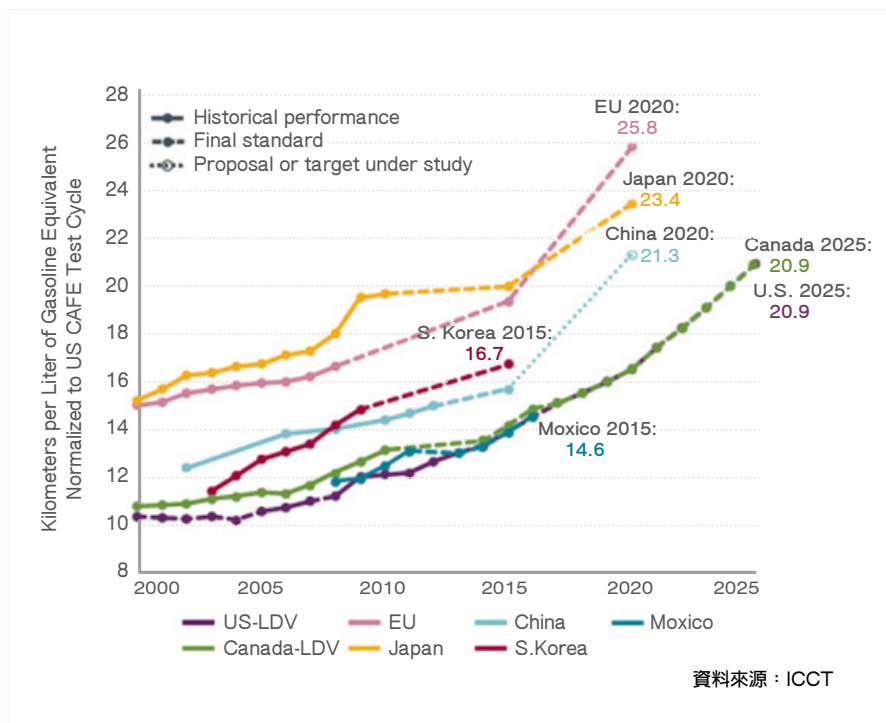


資料來源：IPCC, WGIII AR5, Figure 8.1

▲ 1970~2010 年全球每年各產業造成之溫室氣體排放量

根據 ICCT(The International Council on Clean Transportation) 研究資料，歐盟 2020 年油耗標準須達 25.8 km/l，日本訂 2020 年 23.4 km/l，大陸 2020 年訂 21.3 km/l，美國則於 2025 年訂為 20.9 km/l 等，都較現有水準更為嚴苛。

然而，若以現有引擎技術，恐難因應未來 5~10 年後的嚴苛油耗法規，這也激勵車廠雙管齊下，除持續精進引擎技術外，還必須推動汽車電動化，發展油電混合車、電動車與燃料電池車等低油耗車輛。



▲各國油耗標準趨於嚴苛



2007 年可說全球電動車產業發展元年，當時首款量產電動車 Tesla Roadster 問世，廣受各方矚目，但由於大環境未臻成熟，後續發展與市場接受度卻面臨撞牆期，促使國際車廠與各國政府有志一同地重新調整步伐與策略。

為了克服電動車產業瓶頸，國際車廠與各國政府開始進行大幅度的策略調整，在純電動車方面，因電池關鍵技術無法突破的狀況下，車廠暫時將純電動車定位為城市間短程運輸使用，同時也盡可能改良續航力、提升充電速度、降低售價並與政府共同建設充電站，逐步改良純電動車性能。另一方面，部分車廠則選擇開發利基型車型，例如電動巴士、電動三輪車與電動微型車等。

因應純電動車技術發展的過渡期，車廠也將電動車產品線擴大至插電式及增程式電動車，以快速滿足市場長途使用的需求，並且這些車款上也裝載著一定容量的電池，可使車輛在短程使用時完全無汙染，擁有跟純電動車零排碳的好處。這些顯而易見的優點，也使得各國政府對於推動電動車的相關補助範疇，開始納入插電式及增程式電動車，不再獨厚純電動車。

1-2 全球電動車市占現況

因應消費者多元需求，目前上市銷售的電動車已超過 30 款，純電動車包括有 Nissan Leaf、Renault Zoe、Tesla Model S 等；插電式混合動力車有 Toyota Prius Plug-in、Mitsubishi Outlander PHEV、Volvo V60 Plug-in 等；增程式電動車則有 Fisker Karma、GM Chevrolet Volt 與 BMW i3 Range Extender 等。

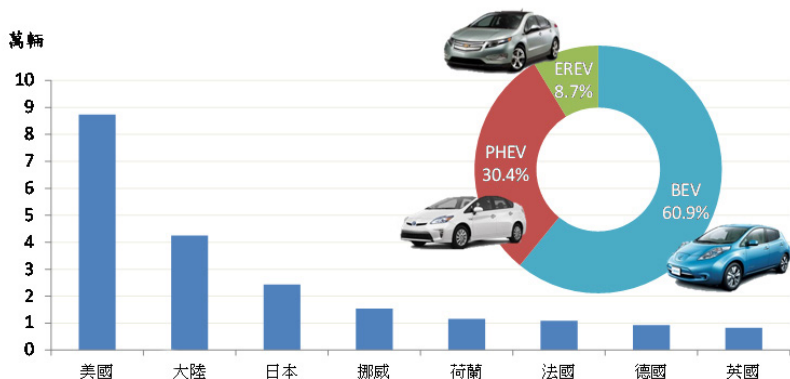
由於插電式與增程式電動車具備多種動力來源且能量儲備較為足夠，因此較適合應用在中大型車輛，例如大型房車、休旅車甚至是性能跑車，而純電動車由於續航力有限，因此車型設計大多以中小型車款為主，以盡可能延長續航里程。



▲國際電動車商品化現況

Nissan 2010 年首次正式推出量產電動車，以續航力 160 公里，3.2 萬美元售價，挑戰市場接受度，隨後 2011~2013 年，各車廠陸續創新技術，逐漸提升民衆接受度，加上以國家政策推出包括示範運行、購車補貼、充電環境建構與稅賦減免等措施，塑造電動車良好運行環境，因而帶動買氣直線加溫。

2014 年，全球電動車產業更跨進一大步，包括大陸私人用電動車銷量終於破冰成長、歐洲領導車廠 BMW 與 VW 集團也正式進軍電動車銷售，以及美國電動車車廠 Tesla 強勢跨國擴張，電動車銷售量有明顯突破，其中銷售前三名國家依序為美國、大陸與日本；以動力系統區分，純電動車占比最高，為 60.9%，其次為插電式混合動力車 (PHEV) 占 30.4% 與增程式電動車 (EREV) 占 8.7%。



資料來源：Marklines，車輛中心整理

▲ 2014 年前三季全球電動車銷售情形

1-3 國內電動車推動環境

2010年4月，行政院頒布第一階段「智慧電動車發展策略與行動方案」，以因應國際推動做法與當初國內產業現況，訂定環保節能標準、推動電動車示範運行、提高購車誘因、健全友善環境與輔導產業發展五大策略來推動電動車產業發展。並且以跨部會整合方式，從標準、驗證能量、關鍵技術研發、法規鬆綁、購置成本、使用便利等全方位著手，歷經四年推進，已帶動相關產業升級及拓展商機，並逐步展現出成效。

表 台灣電動車政策重要成果

訂定環保節能減碳標準	- 環保署於2012年5月將CO₂列為空氣汙染物管制項目 - 經濟部能源局擬於2016年起，將現行油耗管制標準加嚴15%。
推動電動車示範運行	經濟部推動8案示範運行專案：新北市政府、台中市政府、台南市政府、高屏接駁、格上大台北、科技之星、台積電與和泰日月潭。
提高購車誘因	- 財政部完成「貨物稅條例」、「使用牌照稅法」免徵法案修訂。 - 縣市政府免牌照稅、免燃料稅、免費停車、免費充電等四免利多。
健全友善使用環境	- 經濟部完成50項電動車CNS國家標準制修訂。 - 交通部核發電動車專屬牌照。 - 輔導11家25款電動車輛取得交通部安審合格證上路。 - 完成4家22款充電系統，通過CNS標準。 - 全台建置547座汽車用充電座。
輔導產業發展	- 經濟部輔導73家電動車輛零組件業者產品改良性能提升。 - 經濟部發展控制、電池及馬達等關鍵技術應用於國產電動商用車型實驗平台。



此外，為積累電動車市場實證經驗並蒐集使用者回饋意見，以利創造成功的商業營運模式，並籌畫政府未來推動電動車產業之大環境架構，工業局特別規畫先導運行專案來提供電動車廠商作為練兵的平台，在電動小客車方面，目前台灣已有多案示範運行專案，上路探尋最佳營運模式，藉此串聯北中南電動車運行廊道。

在電動巴士方面，則由經濟部、環保署、交通部與地方政府等採跨部會合作方式，在各縣市規畫電動巴士路線，大規模驗證電動巴士性能，找出電動巴士最適營運模式，以期達成電動車推廣示範效益，推動台灣低碳公共運輸網絡。

由於電動巴士具有定點、定時、定線及大量運輸等特性，最能發揮電動車節能減碳的特色，為擴大其與民衆之接觸面，行政院亦已於 2014 年核定第二階段「智慧電動車輛發展策略與行動方案」，除維持政策力道之外，更將以推動電動巴士為主軸，預計在 2014~2023 年推動以電動巴士汰換 10,000 輛高污染的柴油公車，實現低碳大眾運輸網絡，擴大民衆電動巴士搭乘體驗。另一方面也為強化關鍵系統 / 零組件自製能力，要求逐年提升原產地附加價值率，冀希達成 2014 年 30%、2015 年 40%、2016 年 50% 及 2017 年 70% 的目標。

1-4 調整再出發 電動車駛向新未來

電動車產業需要經過市場淬鍊及培育，尤其在產業化初期更需政府透過政策誘因與長期推動給予其有力的支撐，也因此幾乎世界各國都將電動車產業視為國家長期經濟發展策略之一。無論是著眼於產業所蘊含的龐大效益，還是解決日趨嚴重溫室效應，電動車的發展與契機，早已成為是全球所關注的焦點。台灣如何在此過程中找到自己的定位、奠定紮實的基礎，以在面對國際競爭中，能搶得領先優勢，實攸關我國產業能否順利蛻變，朝向為多元 (Diversity)、創新 (Innovation)、永續 (Sustainability) 及共生 (Co-Living) 方式發展重要的一環。



想瞭解更多國內電動車運行現況，請上
「經濟部智慧電動車先導運行計畫資訊網」

<http://www.lev.org.tw/iev/>

2 原來如此，電動車

車輛電動化的發展，實有賴於鋰離子電池的進步，基於其高能量密度（相較於鉛酸、鎳氫電池）的特性，可搭配不同動力設計的車輛，來實現提高燃油效率和降低碳排放的目標。同時，各車廠為了加速電動車輛市場化，也會考量當地政策或產業技術提出不同型式的車輛電動化方案。



2-1 電動車型式 / 類型

目前常見的電動車輛主要以純電動車 (Battery Electric Vehicle，簡稱 BEV)、油電混合車 (Hybrid Electric Vehicle，簡稱 HEV)、以及插電式油電混合車 (Plug-in Hybrid Electric Vehicle，簡稱 PHEV) 三種為主，分述如下。



純電動車 (BEV)

純電動車顧名思義，完全依賴電池提供動力，依目前電池能量密度的技術，每次充電後可行駛里程可達 120 km 至 160 km，最合適都會區通勤或固定路線的用途。如 BMW 的 i3，其搭載 22 kWh 的電池組，可提供 160 km 左右的續航里程，但充電站普及程度與快充能力等問題，將直接影響 BEV 能否真正成為一般消費者接受的關鍵。



油電混合車 (HEV)

常見的油電混合車如 TOYOTA 的 Prius 和相關系列，其電池容量約 1~2 kWh，純電動模式下的行駛里程甚短，但電動馬達與引擎併行提供動力下，整體油耗至少可達 20 km/l 以上，在國際銷售總量來說，截至 2014 年 10 月已超過 7 百萬輛，屬於技術較為成熟的電動車輛。



插電式油電混合車 (PHEV)

近期代表如 Mitsubishi 所推出的 Outlander PHEV 版，其電池容量介於 HEV 和 BEV 之間，通常裝配有 4~12 kWh 的電池組，以純電動模式有較長的行駛距離，其燃油效率可達 50 km/l 以上；同時也可透過外部充電來補充電能，降低對燃油的依賴，但其成本亦隨電池容量的提高而增加，預期未來隨電池技術的成熟與產能的擴充，使價格將趨近一般民衆可接受的範圍，所以目前被視為電動車未來 10 至 15 年內市場普及化的主力。



其他發展中的電動化車輛，如 TOYOTA 在日本政府支持下，積極推動的燃料電池電動車 (Fuel Cell Electric Vehicle，簡稱 FCEV)，由於採用氫氣轉換為電能，運行期間的排放物幾乎為水，被視為節能減碳的終極環保車，但鑑於加氫站的成本過高，且 FCEV 的造價不菲，若沒有政府高額補貼，短期內恐怕難以引起一般消費者的興趣，後續發展仍有待觀察。

除此之外，歐洲的五家國際車廠自 2011 年起，聯合推動 48V 的微型混合電動車 (Mild Hybrid Electric Vehicle)，主要的做法是裝設 48V 鋰電池與 10~12 kW 左右的推進用馬達，在停駛時提供車輛起步的動力，藉此彌補引擎在怠速時的油耗，可提升車輛 10~15% 的燃油效率；北美車廠如通用汽車，則推廣增程型電動車 (Extended-Range Electric Vehicle，簡稱 EREV)，其搭載 1,500 c.c. 或更小的引擎，來發電給 12 kWh~16 kWh 動力電池組作電能補充，由於引擎的轉速固定，所以燃油效率可達最佳化；且 EREV 的架構較 PHEV 簡單，完全以電動馬達為動力來源，其純電動模式下，可滿足家庭平日通勤的里程 (20~40 km)，另外在引擎供電下，則可提供等同於傳統燃油車的遠途里程。

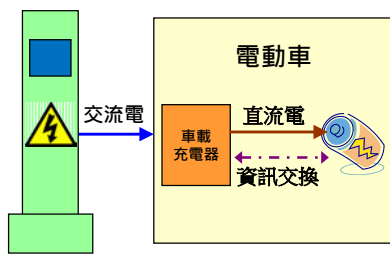
2-2 充電方式

純電動車乃藉由車上搭載動力電池組將能量儲存於車輛上，此相當於傳統車輛之油箱；當車輛需要前進的動力時，動力電池組會將所儲存的電能提供給車輛動力馬達轉化為車輛前進的動力。傳統燃油車輛能量耗盡時，需透過加油站進行燃料補給，電動車電能耗盡時，則是須經由外部充電設施來進行電能補給，其中因為充電速度快慢而衍生出慢速充電與快速充電兩種充電類型。



交流電（慢速充電）

現行國際上電動車充電最普及的方式為慢速充電類型，若依電能種類區分則稱為交流充電。其實，在一般日常生活區域上也以使用交流電為多，如屋內插座、辦公大樓等都是人們最常使用且最容易取得的電能種類。交流充電又被稱為慢速充電，主要是透過車內所搭載的車載充電器來將交流電轉換成直流電後，再對車載電池進行充電；然而，車輛本身內部扣除乘坐空間後剩下空間有限，一般僅能搭載體積較小、充電速度較慢的車載充電器，所以當使用交流電進行充電時，依電動車電池容量大小不同，可能需要充電好幾個小時以上才能夠充滿電，這也是其為何被稱作慢速充電的原因。不過，其優點為充電設施的建置較為簡易，目前主要以住家、商場、辦公大樓等停車場為主，是全世界建置數量最多，用途最廣泛的電動車充電設施。



▲電動車車載充電器





▲立柱型交流充電設施（慢速充電）



▲壁掛型交流充電設施（慢速充電）



直流電（快速充電）

電動車使用交流充電時，每次充電都需要好幾個小時，甚至超過十小時，對於經常長距離駕駛的電動車車主來說就相當不便利，進而影響到電動車的使用範圍及購買意願。為克服電動車需要長時間充電的限制，於是發展出了另一種模式，就是將原本放置於車內負責交流電轉換成直流電的車載充電器移置於車外，並將其轉換功率提高，而不再受限於車內空間，這就是所謂的快速充電，也稱直流充電。目前市面上常見的快速充電設備均採用大功率直流充電，平均約只需要 30 分鐘就可以補充車輛 80% 電能。相較於慢速充電，無疑是大幅縮短了車主等待充電的時間，進而增加電動車使用彈性，目前快速充電設施主要建置於高速公路休息站、加油站等地點，提供給電動車做快速的能量補給與長距離移動。



▲直流充電設備（快速充電）

2-3 充電介面

常旅行於不同國家的人都會遇到一個困擾，就是所攜帶的電器產品因不同國家電力、插頭、插座樣式不同導致無法使用或是充電，主要是因為世界各國使用的電力種類與規範不同，使得每個地區所使用的家用插頭與插座並無法完全統一。

電動車充電方式近似與一般電器產品，同樣是透過插頭跟插座與電網做連結。初期每家車廠在研發電動車時，常因車輛充電用充電槍與插座設計不同，導致電動車充電設備無法相互共用造成許多不便，因此各國為了提升境內電動車充電之方便性與互通性，紛紛展開電動車充電介面標準制定。現行國際上較為常見的慢速充電樣式，以地區來看，大致上可分為美國、歐盟與大陸三大充電樣式。

美國方面主要是以 SAE J1772 標準為主，其外型為包含五個端子之圓型，現階段台灣 CNS 標準也是參考此樣式制定，也是目前國內最常見的慢速充電樣式；歐盟地區充電樣式外型為七個端子所構成，可適用於單相電力與三相電力；大陸地區主要以大陸自有充電樣式為主，整體樣式雖然跟歐盟樣式相似，但是外型細節有些許不同，充電前的安全確認通訊方式也有差異。



▲美國慢速充電接頭樣式



▲歐盟慢速充電接頭樣式



▲大陸慢速充電接頭樣式

快速充電因其充電功率較大，安全要求跟著提高，所以其充電槍與插座樣式與慢速充電不一樣，以各地區所制定的標準大致分為美國、歐盟、日本與大陸四大充電樣式。美國快速充電標準充電槍樣式，外型上可以見到共有 7 個端子；歐盟快速充電標準外型基本為 5 個端子設計；日本快速充電樣式，

外型為 10 個端子設計，目前廣泛運用於日本車廠所生產的電動車；大陸快速充電樣式外型為一具備 9 個端子之設計，運用範圍從小車到巴士都有。上述這四種快速充電槍樣式及所使用的通訊格式均有所不同，因此彼此間無法直接相互共用。

綜合以上可知，現階段國際上不管是慢速充電還是快速充電方式充電介面均尚未統一，因此當購入一台電動車時，在享受電動車所帶來的安靜與環保前，首先務必確認該車充電時是使用哪種規格，充電方式為何，這樣在後續使用上可以大幅降低因使用不相容之充電設備導致無法充電所帶來的不便。



▲美國快速充電接頭樣式



▲歐盟快速充電接頭樣式



▲日本快速充電接頭樣式



▲大陸快速充電接頭樣式

參考資料：www.phoenixcontact-emobility.com

不論使用慢速充電或是快速充電，大多數的人一想到電動車充電，多半都會擔心會不會有觸電風險的問題？其實電動車與充電設施於充電槍插入充電插座開始連接後，就會透過特殊的通訊方式來進行安全確認，包含充電槍是否連接妥當、是否有漏電的狀況或是車輛是否有異常等安全確認，以確保使用者、電動車與充電設施這三方面安全。當安全確認程序完成後，充電設施才會開啓電源進行充電。換言之充電設施平常未使用時，電力均為保持關閉的狀態，並無觸電之虞。此外，充電槍與充電設施設計上都有相關的安全要求，所有可能帶有電力的組件均以絕緣材料包覆，讓手指不會輕易地觸碰到帶電體，重點在於，只要所使用的相關充電設施都是通過安全測試並取得認證的產品，即可確保使用上的安全性。

3 風險與安全保障

電動車與傳統引擎車最大的差異在於，其為了達成節能減碳的目的，透過電動動力來減少油耗，甚至替代引擎動力。儘管目前電池仍有能量密度、快速充電以及成本等瓶頸待突破，但市場上逐漸普及的電動車，在搭配引擎的互補操作下，也創造出特有的操控性與駕駛樂趣，未來透過電池與相關匹配技術的發展，一般民衆將更有機會享受到電動車的經濟效益與便利。

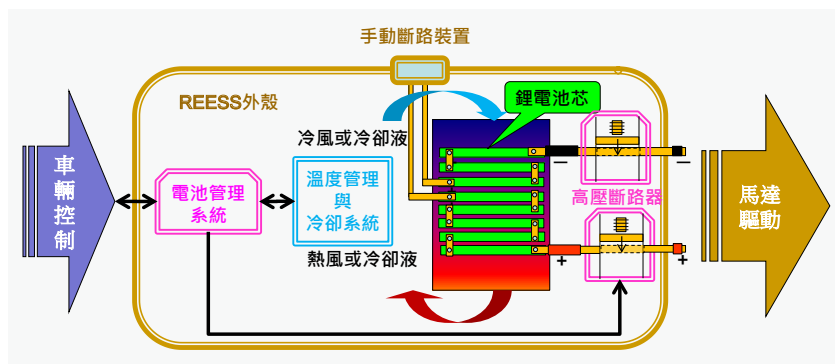


3-1 電池安全－國際法規與標準

無論是採用哪一種電動化的技術，電池系統都是不可或缺的一項關鍵組件，為了具備足夠的能量密度 (Wh/kg)，並確保電池系統在車輛運行上的使用壽命，目前各車廠大多應用「可再充」電能儲存裝置 (REchargeable Energy Storage System, 簡稱 REESS)，搭配具備高能量密度、高功率、壽命長等優點的鋰離子電池，做為電池系統儲能的組成單元。以 TOYOTA 近年所推出的 PHEV 為例，同樣也由鎳氫電池轉為採用鋰離子電池，但鋰離子電池芯的材料特性上，其隔離膜約僅頭髮十分之一的厚度，加上多數電解液具可燃性的特性，不免讓人擔心電池芯在極端惡劣的環境下，是否會增加風險，進而危及用車的安全。

為此，電池系統製造商或電動車製造商在系統層面上，設計了相關的防護機制，採取氣冷或液冷式的溫度管理系統，將電池系統中數百，甚至上千顆的電池芯控制在適當的工作溫度；也設計有自動和手動的緊急斷開裝置，可在車輛發生碰撞時，將高電壓迴路做自動斷開，或由警消人員以手動將迴路解除。另外，透過電池管理系統的監控和調節，將過度充電的電池芯，透過部分迴路作放電調節，用以確保整套電池系統的儲能特性，不僅可讓電池有較佳的使用壽命，同時降低部分電池芯失效造成車輛操作上的風險。

所以對消費者來說，在選擇電動車輛時也須充分了解其充電與手動斷開裝置的操作方式，如此可在保養、維修以及意外發生時，充分掌握電動車輛的狀態，以維護人員安全。



▲可再充電能儲存系統之基本組成



國際法規與標準

國際間因應電動車的發展，各國均制定有強制性的法規與推薦性的標準或規範，例如北美以 FMVSS 305 規範作為其強制性要求，在整車性能方面，要求車輛碰撞後的高電壓電氣特性上，不得有漏電或其他危及人員的情況；而電池系統或高電壓迴路等零組件方面，則由美國自動機工程學會 (SAE) 編制推薦性的規範，或是北美安規組織 UL 與美國國家標準協會 (ANSI) 合作所公告的標準等，以其來做為產業在設計、驗證以及製造上的參考依據。

聯合國於 2013 年更新電動車電氣安全 ECE R100 規範，其中包含了整車及電池之電氣安全，並自 2016 年 7 月起，強制要求電池系統須通過其法規認證。在內容上，主要分成電氣類、氣候類以及機械類三個層面，評估電池系統裝載於車輛時，遭到意外事故時的處理機制是否充分，例如電氣類的要求中，包括需對電池系統正負極連接一小於 $5\text{ m}\Omega$ 的阻抗，以模擬整車充電期間，充電機故障或充電纜線破損時所造成的短路情形，而電池系統的高壓斷開器應可偵測到外部短路，立即自動斷開對外的迴路，以避免內部的電池受損。

因此建議消費者在選擇電動車輛時，除了可查詢新車評價 (NCAP) 訊息，了解車輛安全性能優劣的相關資訊外，亦可進一步查詢其高電壓電池系統所通過的法規，以了解其電池保固的範疇和安全機制是否完整。



▲電動車暴雨試驗

3-2 電氣安全－安全防護標準

電動車是由電池作為主要動力來源，並由多個電池模組所串聯而成，因此少不了高電壓與高電流的系統元件，但也正是這些高電壓組件常令使用者感到不放心。簡單來說，許多民眾都會擔心電動車在使用的過程中會不會觸電？

其實各大車廠為了讓使用者安心，特別會增加傳統引擎車輛所沒有的安全設計，目的就是提昇電動車的電氣安全防護，例如絕緣電阻監控系統、高電壓防護、防水系統、故障防護系統等，以及更周全的使用者介面保護，避免因操作錯誤而造成車輛或人員傷害等問題。除了上述因素有導致電氣安全危害的疑慮之外，電動車所處的使用「環境因素」也可能影響絕緣電阻功能，例如雨天、水坑、溫度急遽變化之環境氣候與振動等，這些都有可能造成電動車的絕緣電阻降低，引發觸電的疑慮。

若電動車輛有發生電氣安全危害問題時，第一個接觸人員（如駕駛者、乘員或救護人員）首要注意的重點就是電動車高壓電路是否短路，或是具強酸或強鹼性質的電池液是否有洩漏，這些都是發生緊急狀況後，會增加救援困難的主因。因此電動車必須備有相關的緊急應變手冊，其包括原廠的車主使用手冊、救援卡及緊急救援程序等標準處理流程，以利第一線接觸人員於發生電氣安全問題時可以正確地處理及反應，以降低觸電的危害。



安全防護標準

國際間，對於高電壓電氣防護安全的標準法規之發展趨勢，影響了電動車的設計方向，主要考量電動車搭載了高壓電源，在操作使用或發生車禍事故時可能有潛在風險，如充放電時電池是否產生高溫、易燃氣體累積濃度過高恐引發爆炸或是使用者介面保護是否周全等，以上皆是制定電動車法規標準與管理制度面所考量的重點。

為提供電動車輛使用者最佳的觸電防護 (Protection Against Electric Shock)，電動車整車電氣安全主要包括直接接觸保護、間接接觸保護及絕緣電阻等三大項，其主要內容為：



【直接接觸保護 Protection Against Direct Contact】

電動車內帶電元件，無論電池或高壓導線皆需要保護裝置（固體絕緣、屏障及封閉外殼等）避免人員直接接觸，同時這些保護裝置不得在未使用工具之情形下被打開、拆開或移除；而確認是否符合直接接觸防護的做法，是由 IPXXB 規範之測試關節指及 IPXXD 規範之測試探針，模擬一般表面及縫隙深入觸及的情況以進行檢測：乘客室或載物空間以外的區域，以 IPXXB 測試關節指應不可觸及帶電體；而乘客室及載物空間內則應以 IPXXD 測試探針確認不會觸及帶電體。



【間接接觸保護 Protection Against Indirect Contact】

電池、高壓電源線之保護外，為金屬或其他可導電材料時，應與車殼（電路系統參考電位）搭接，避免所保護的帶電體漏電時，會與車殼間產生危險之電位差。為符合間接接觸保護測試，需確認所有外露可導電部件與車殼間之電阻，當電流大於 0.2 A 時其電阻值需低於 0.1 Ω 。

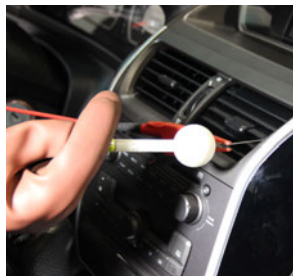


【絕緣阻抗 Isolation Resistance】

電動車內之高壓電系統，由於電量轉換裝置或其他電器裝置的影響，使高壓電路與車殼（電路系統參考電位）間無法完全斷開，為確保其間通過之電流不致於造成人員傷害，需確保高壓電系統及車殼間之絕緣阻抗大於規範值。對於直流電匯流排處於工作電壓時，絕緣阻抗應至少為 100 Ω/V ，而交流電匯流排處於工作電壓時，絕緣阻抗則至少為 500 Ω/V 。



▲ IPXXB 測試關節指



▲ IPXXD 測試探針



▲ 絕緣電阻量測儀器

3-3 功能性安全

電動車輛與傳統車輛（汽 / 柴油車輛）在機構設計上存在相當大的差異，引擎換成了馬達、油箱換成了電池，所以添加燃料的動作變成電池充電，坐上駕駛座後發動車輛也不再會聽見引擎運轉的聲響，這對於首度接觸電動車的使用者而言，都是全然不同的體驗。由於原本變速箱要控制協調引擎轉速和車輛時速，換成直接由馬達輸出所要的轉速及扭力，因此在操作的功能安全也與傳統車輛不盡相同。為避免使用者操作錯誤造成車輛或人員傷害，現今電動車在相關的功能安全，主要項目有：



當電動車輛處於可行車模式時，儀表板會提供駕駛者指示，例如「READY」等字眼，提醒駕駛者車輛處於可行駛狀態，避免駕駛者誤操作而造成危害。



電動車輛啟動時不像傳統車輛會有引擎的聲響，因此當電動車駕駛人欲下車離開，而車輛卻處於可行車模式時，電動車輛應提供訊號（光學或聲響）予駕駛人，避免誤以為車輛是電力中斷狀態，而離開駕駛座造成危險。



電動車輛在充電過程中（即外部電力系統以連接器方式與車輛連接時），其不可由自身之推進系統驅使車輛移動，以避免駕駛者誤啟動電動車輛而造成危險。



電動車輛行車狀態應顯示予駕駛者，讓駕駛者清楚知道現在車輛行車的狀態。

3-4 被動安全

車輛碰撞發生後所產生的安全議題，稱做為被動安全 (Passive Safety)，車上所有被動安全裝置都是用來保護乘員避免或減緩遭受衝擊或傷害，以其發生先後通常區分為三階段：1. 車體與外界障礙物的衝擊；2. 車內乘員與車體間的衝擊；3. 人體內部組織的衝擊。

車體結構是乘員安全的第一道防線，現代車輛結構設計可分為「可潰縮」與「高剛性」兩個區域，乘客室即為高剛性的區域，其周邊佈有高剛性的鋼材，避免碰撞時產生過度的擠壓變形，對乘員造成傷害。而車輛前後的引擎室與行李廂即為可潰縮區域，可視為車輛的緩衝墊，藉以降低碰撞產生的衝擊力。第二道防線為車內的安全系統，如座椅、安全帶與空氣囊等，作用皆在於避免乘員與車內零組件產生撞擊，甚至被拋出車外。第三道防線就是人體本身對衝擊的耐受度，當然，此有賴於前兩道防線必須確保人體受到的衝擊力在一定範圍內。

由上述可知，被動安全可說是現今車輛開發的基本要求。因此各國法規標準皆有相關規範，例如台灣車輛安全檢測基準就訂有前撞和側撞的乘員保護規範，所有小客車都必須通過檢測才可以上市販售，電動車也不例外。交通部也與歐盟同步在 2010 年即公告新的碰撞安全規範，將電動車碰撞後需符合的安全規範納入法規，於 2014 年強制實施，以因應道路上愈來愈多新開發的電動車輛。



▲車輛安全系統

資料來源：www.physics.hku.hk

3-5 其他安全議題

電動車在碰撞事故中除了與一般車輛相同的安全風險外，還會面臨一些額外的安全議題，需要各界多加重視，例如：



感電

引擎車與電動車最大的差別在於驅動方式，發動機由引擎換為電動馬達，儲能裝置由燃油箱換成電池，主要的能量來源為電能，感電的狀況成為電動車的潛在風險。國際電工協會(IEC)採用 1000 Ω 為標準成人的身體阻抗，但人體對電流的阻抗因人而異，甚至有個案僅為標準值的 1/10，因此一般認為超過 50 Vdc 的電壓對人體而言即為高電壓。現行電動車驅動電壓約為 150~400 V，屬高電壓，若直接遭受此高電壓的電擊，可能造成嚴重傷害。

感 電 影 響	電 流 (mA)					
	直流		60Hz 交流		10KHz 交流	
	男	女	男	女	男	女
感知電流：開始有刺激	5.2	3.5	1.1	0.7	12	8
可脫逃電流：肌肉尚可自由活動	62	41	9	6	55	37
不可脫逃電流：肌肉無法自由活動	74	50	16	10.5	75	50
休克電流：肌肉收縮，呼吸困難	90	60	23	15	94	63
心臟麻痺電流：心室痙攣，呼吸停止	500	500	100	100	500	500

▲感電電流對人體的影響

資料來源：勞動部中區勞動檢查所



火災

電動車通常具備鎳氫電池或鋰離子電池，它們具有能量密度高的特性，以滿足電動車行駛里程的需求。然而高能量密度代表的是它也具有高能量瞬間釋放的風險，若電池本身或線路在事故中毀損破壞造成短路現象，持續性的短路電能釋放將產生高熱，可能引發燃燒或爆炸。



電池位移

電動車電池通常都有相當大的體積和重量，如 GM Chevrolet Volt 的電池組便有 180 kg，重量大在事故中產生的衝擊力就會相對應增大，因此從單電池 (Cell) 到電池組 (Pack) 都必須有良好的固定結構，避免在碰撞事故中電池發生位移甚至拋飛而造成人員傷害。



液體洩漏

電池內部可能有具腐蝕性的電解液，如鉛酸電池的硫酸、鎳氫電池的氫氧化鉀等，若在事故後發生電池液洩漏將可能造成車內乘員或救援人員的傷害，電動車在設計上應避免在事故後發生過度的電解液洩漏。

正因為電動車有別於一般引擎車輛，有這些額外的危險因子，因此電動車的設計開發從零組件到整車，都有特定的安全法規標準可以依循，如 IEC 62660、ISO 12405、ISO 6469、ECE R94 等，從零組件 (如電池和電路等) 的設計開始，防堵前述風險發生，最後甚至以實車碰撞的方式來檢驗實際的車輛安全防護性能，目的都是保障消費者的安全，讓電動車可以成為安全的交通載具。

目前國內實車碰撞法規，以車輛安全檢測基準第 45、46 項為主，內容分別為側撞及前撞安全，並已與歐盟 ECE 法規調和同步。除了要求碰撞乘員保護外，另針對電動車碰撞後的電氣安全、電池位移與電解液洩漏進行規範，其中電氣安全更包含絕緣阻抗、物理防護、電能與電壓等規範層層把關，以防止碰撞事故發生時產生嚴重的危害。

4

維修保養，初級篇

一般來說，電動車的維修保養與傳統車輛大同小異，除了純電動車不需更換引擎機油之外，若是混合動力之電動車則還是需要注意定期更換冷卻液、引擎機油、動力方向盤機油及濾芯等。



關於維修保養

電動車在維修保養時需要特別注意的是當頂升車輛時，應確認千斤頂抵住車體支撐位置，必須避免頂在車底的電池配置處，以免造成電池受損。當然工作中也須留意可能引發電池和所有高電壓系統發生火災或爆炸的危險，例如遠離火源或會產生火花等物品（如抽煙），且勿將抹布、毛巾或其他易燃物品置放於引擎蓋下（電機室內），以避免電機運作時產生高溫而引起火災，並且應戴上安全眼鏡和防護服裝才可進行維修工作。其他日常使用時應注意的事項如下所述：



停放

電動車輛有些設計是採用電動駐煞車系統，在停放時可聽見微弱的電動馬達作動聲響，此部分與傳統車輛不同。若電動車長時間停放，電瓶仍會持續耗電，導致電瓶電壓過低，使得電動駐煞車無法釋放，為避免此情形出現，可事先移除緊急斷電開關以延長電瓶耗電時間。另外，當停車環境為極熱或極冷（雪地）的狀態下，也會加速電力消耗，導致電動車無法啟動。



行駛中

電動車輛於行駛中若有出現馬達過熱等警告訊息時，應立即停置路邊等待馬達降溫，待降溫後，再次確認過熱警告訊息是否消失，若未消除請勿再繼續行駛，應立即通知相關專業人員進行檢修，避免車輛因馬達過熱而造成損害。



充電



使用家用插座

- ▶ 若電動車是使用一般家用插座充電，必須使用專用插座，此插座必須採獨立電氣迴路，具備接地、斷路器與漏電保護裝置，不可使用延長線或一分多型式插座來進行電動車充電，避免發生跳電甚至引發電線走火。
- ▶ 充電前請先確認所使用的插座電壓是否符合電動車充電需求，使用不正確電力將可能導致電動車故障。
- ▶ 充電前請先確認充電連接器和插座是乾淨的，連接器或充電插座不可有任何汙染、異物或腐蝕，並確認充電電纜線外觀是否有破損，線材是否乾燥，鄰近地面是否有任何的水源導致電纜線潮濕。
- ▶ 使用家用插座充電，必需使用具備纜線控制盒之電纜線進行電動車與插座連接，透過控制盒之通訊機制確保充電安全。



使用家用充電設備

- ▶ 家用電動車充電設備安裝務必請專業電工技師進行施作，採獨立電氣迴路，具備接地、斷路器與漏電保護裝置。
- ▶ 充電前請先確認充電連接器外觀是否破損，連接器端子是否受損變形，確認充電電纜線外觀是否有破損，線材是否乾燥，鄰近地面是否有任何的水源導致充電設備與電纜線潮濕。
- ▶ 在電動車充電過程中，勿進行車輛外觀或內部清洗，更不可以進行車輛維修。



使用公用充電站

- 充電前請先確認公用充電設備充電插頭與電力是否符合該電動車充電需求，使用不正確充電設備將會無法充電，甚至可能導致電動車故障。
- 充電前檢查充電設備是否正常運作，外觀是否破損，連接器端子是否受損變形，充電電纜線外觀是否有破損，若是充電設備異常建議不要使用該台充電設備。
- 充電設備若是因地面積水導致充電設備與電纜線潮濕，建議不要使用該台充電設備。
- 進行充電時請依照充電設備上指示步驟逐一進行。
- 充電後請將充電連接器與電纜線整齊收納至固定位置，避免受到車輛輾壓受損。



充電器設備及電纜維護

- 不要拉、搓、纏或拖動充電電纜；充電後其充電器組件不要隨意棄置於地上，務必收納存放，避免遭車輛或是異物輾壓受損，充電器及其電纜請勿放置靠近熱源或化學物質之區域，若充電器損壞請停止使用，切勿自行拆解或修改充電器。
- 使用損壞或修改的充電器可能會導致電氣安全疑慮和火災。
- 電動車充電建議不要使用插頭（或插座）轉接座來進行連接，因電動車充電電流較大，使用轉接座將可能會導致電器走火或是受損。
- 充電過程中若有出現總電壓過高時，代表電池內之電壓尚未穩定回壓，待回穩後再啟動車輛。



高電壓

電動車有各種高電壓元件、線路，高電壓元件 / 線路均以橘色標識以利辨識，非必要時切勿與這些部件接觸避免發生觸電危險。電池、高電壓元件、線路及螺栓都應保持清潔和乾燥，如需擦拭時，應用乾淨的棉布。若發現高電壓元件或組件配線所連接的固定螺栓鬆動，須請專業人員固定確實。



▲高壓電纜一般都以橘色包覆以利辨識

資料來源：<http://www.ztele.com>



行駛里程

盡量保持電動車的電池電量，不要使電池電量過低而縮短壽命，影響車輛行駛的區域範圍。若車輛不經常使用，仍應至少每三個月充電一次；若車輛出現電壓過低的警示時，表示電池已放電至底限，此時應立即停於路邊，以避免繼續行駛過程中，因車輛電力不足而突然失去動力，進而造成危險。



緊急事故（含後處理）

一般車輛在路上會遇到的狀況，電動車也一樣會發生，如碰撞事故，就是大家最為關切的。電動車發生碰撞或交通意外事故後，車輛須經過徹底的檢查，以確保高電壓供電系統可正常關閉及電池系統未受到任何損傷。建議採用以下兩階段的處理程序。



【 第一階段 】

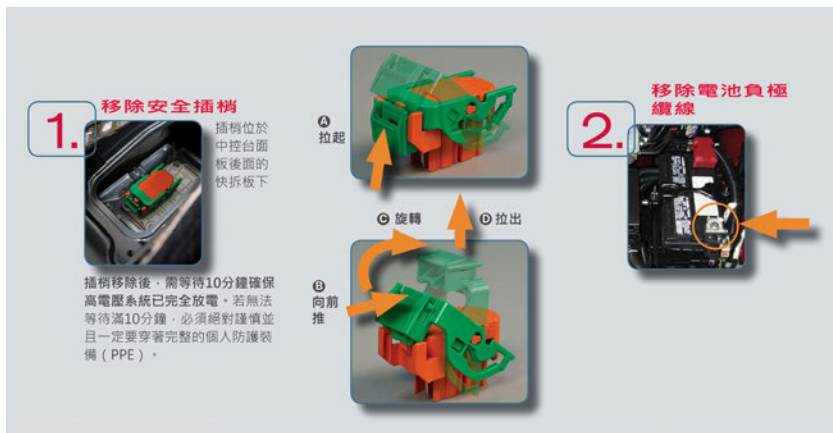
電動車發生事故現場，其現場處理人員（消防及醫療）必須要具備高電壓操作的相關培訓、初步防護工具及敏銳的反應機制，最主要的檢查程序是依賴視覺（如有無電解液洩漏、火焰及煙霧等跡象）、聽覺（如有無爆裂聲或氣體逸散聲）和嗅覺（如有無化合物酸味或物品燒焦等味道），藉以判定電動車跡象再作進一步應變措施。其他相關的緊急處置注意事項，包括：

● 緊急處理前注意事項

- 1 確認所有高電壓組件及元件皆有外殼覆蓋無裸露，高電壓線路最外層的橘色警示標示未破壞或損傷。
- 2 發現高電壓組件或高電壓線路有破損時，應依照緊急斷電手冊對電動車輛進行斷電；若車輛處於充電期間，應立即拔出充電器切斷高壓電。

● 救援時的注意事項

- 1 若遇到緊急狀況時，先進行手動斷電程序將高電壓電力移除，若完成高電壓電力移除動作後，仍發現儀表板持續有電源顯示或車輛持續有馬達運轉聲音，則務必等待專業人員處理。
- 2 若發現電動車有不明液體洩漏時，需注意電解液可能有洩漏，表示驅動電池有損壞，因電解液會與空氣中的水蒸氣反應產生對人體有害的酸性有機氣體，處理時須使用個人防護裝備，若不小心接觸，請使用大量的水立即沖洗患處，並盡快送醫救治。



▲ 電動車電源緊急關閉程序圖例 (Nissan Leaf First Responder's Guide)



【 第二階段 】

電動車離開事故現場後，應以較為充裕的時間和專業設備來檢查維修，以及確認電動車的實際狀況，從而完成更詳細的處理程序。同時，處理此階段的維護檢修人員須具備更專業的高電壓操作培訓資歷，以及相關的專業設備工具，方可完整地確認電動車高電壓系統及電池系統的狀況。

若是發生較為嚴重碰撞事故後的車輛，仍有使用上之需求時，除了更換因遭受撞擊而能輕易看出變形的車體鈹金及保險桿，或更換破損之燈具及水箱等外，還須對電動車之高電壓系統進行全面性檢查。此外，關乎車內乘員被動安全之安全帶及空氣囊，不論事故是否嚴重都應檢查其功能是否正常。假使碰撞強度較輕微，即使空氣囊及安全帶並未觸發作動，也應當請專業人員進行確認，切勿自行使用萬用電表檢查，以免誤觸爆發造成人員的傷害。至於已展開之空氣囊或緊急鎖定火藥已作動的安全帶則都不可再重複使用，必須更換整組套件。





▲後座安全帶使用範例

上述將電動車事故區分為兩階段處理的用意，主要是因為在事故發生當下，現場對於車輛檢查、個人防護、救援，以及維護交通秩序的時間都十分有限，所以電動車發生事故時，首先應以確認車輛狀況是否有立即性的危險，以故障排除及危險性評估為主；至於離開事故現場後，則應盡速聯絡相關車廠維修單位協同診斷車輛狀況，以確保其內部的高電壓系統安全無虞。

最後，再次強調，電動車輛與傳統車輛的駕駛行為並無不同，主要是養成良好的駕駛習慣和行為，例如：只要開車上路就會佩戴好安全帶，因為安全帶是目前車輛發生碰撞時最好的保護裝置；若有 12 歲及以下的孩童搭乘，即應讓其乘坐於後排座椅而非前座，且依據兒童體型及年齡選用具備標準檢驗局合格標章的兒童安全座椅；開車時接聽手機會影響駕駛者注意力及忽略行車周遭的狀況，應盡量避免；超速駕駛更是造成事故傷害及死亡的主要因素，通常超速的速度越快所造成的傷害比例越高，保持安全車距才是行車安全的不二法門。此外，定期保養車輛絕對是每位車主都應有的認知，除了可使車輛處於安全良好狀態之外，也能發現一些潛在的問題，提前檢修，避免臨時發生機械故障或爆胎等因素而造成傷亡。

5 事故救援，進階篇

當車輛發生碰撞事故後即是救援與處理的開始，而搶救人命是救援的優先考量，由於人員身體的創傷會因為處理時間長短，產生不同嚴重程度的傷害，例如傷者處於大量失血狀況，若可快速送往醫院處理，或可挽救生命，但若未及時處理，則時間拖得愈長愈有致命的可能性。



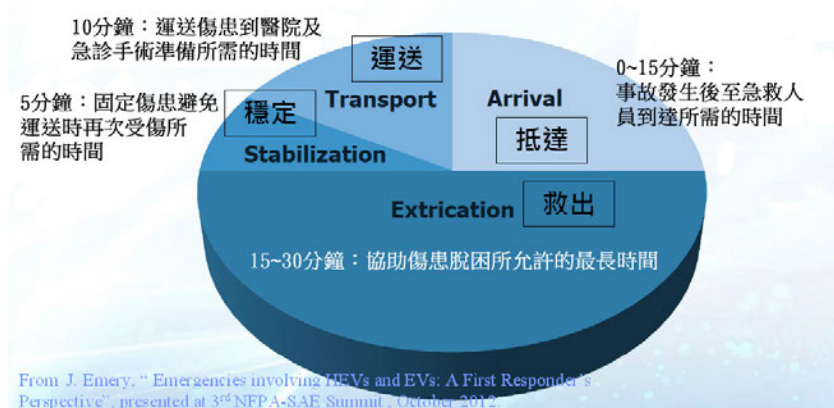
關於事故救援

隨著車輛型態的增加，在救援人員面對車輛事故、展開施救前有一個重要的課題，那就是辨認該車輛是否為替代能源車輛，意即電動車、混合動力車、天然氣車或燃料電池車等。因為這些替代能源車輛藏有不同於以往引擎車輛的風險狀況，例如車上的電池、燃料儲存桶和高壓電路等，救援人員須有不同的處置措施，以免造成更多的風險。



黃金救援時間

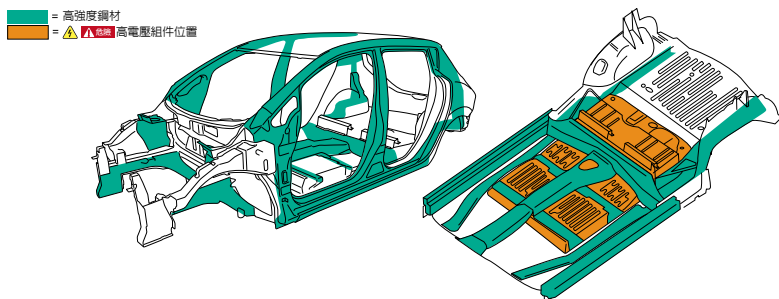
救援就是和時間賽跑，當車輛發生碰撞事故後，救援人員要將「等待適當處理與治療的時間」減到最短，作為首要目標，搶在最短的時間內將傷者送醫。一般從事故發生開始，將其後 60 分鐘定義黃金救援時間，其中再分為救援人員抵達、傷者救出、穩定傷者與運送前往醫院 4 個部分。其中將傷者從事故車輛中救出的時間大約只有 15~30 分鐘，所以救援人員必須快速做出各種判斷，採取最有效率的方式將傷者救出，以免無謂的浪費。



▲黃金救援時間

由於救援人員必須親身接觸車體和傷者，所以在救人之前必須先考量自身的安全，並迅速評估環境是否有其他危害因素，確認風險控制在一定程度下才可以展開施救，以免製造更多災害或傷者，再來針對車輛與傷者進行評估，確認救援工作的先後緩急，果斷決定救援任務的方式與目標。

因為事故車輛通常都會伴隨車體結構的變形，常需破壞拆解車體才能將傷者救出，因此必須辨別高強度結構的位置，盡量避免由這些地方去破壞車體，而從強度較弱的部分著手，迅速清理出所需空間和脫逃路徑以供傷者脫困。



▲車體高強度鋼材分布圖例 (Nissan Leaf First Responder's Guide)

此外，車輛安全系統的辨別也是非常重要的課題，現今車輛多半配有空氣囊，但不一定所有的空氣囊在事故中都會引爆，未引爆的空氣囊對於救援人員和傷者有非常高的危險性，若不慎在施救過程中突然引爆，可能造成嚴重的後果。因此救援人員必須迅速分辨該車種具有哪些空氣囊或預負荷式安全帶，若發現有未引爆裝置，就必須避開那些裝置的位置，更要將電源確實關閉或切斷，杜絕安全裝置引爆的可能性。



救援處理流程

事實上，各種車輛的黃金救援時間前半段(15~30分鐘)的初始評估流程完全相同，但當確認事故車輛為電動車時，必須採取特定的處理方式，才能確保施救者與傷者的安全。美國消防協會(NFPA, National Fire Protection Association)對此發展出一套電動車的救援處理流程，以下分為4個步驟說明：

● 現場評估 (Size up)

對環境、車體、人員等狀況進行評估，確認並排除事故現場額外風險，如掉落電線、易燃物及交通動線等，且需確認待救車輛與人員的數量與受損/受傷的嚴重程度等。

● 車輛識別 (Identify)

事故車輛的辨別可以說是電動車與一般車輛救援任務分野的開始。現行電動車輛可以分為兩大類，一為純電動車，二為混合動力車，純電動車通常為車廠獨立開發的車種，外型與一般車輛差異較大，如 Nissan Leaf、Mitsubishi iMiEV 與 GM Chevrolet Volt 等，較能直接從外型辨認；而混合動力車則常見以一般引擎車型為基礎的設計，如 Toyota Camry Hybrid、Lexus RX450h 與 Ford Escape Hybrid 等，外型與引擎車型無異，難以一眼辨別，需靠特別標誌或特徵辨別。

幸而，為加強電動車輛或混合動力車的辨識（或為商業宣傳目的），車廠多半會在車身上裝配特殊識別標誌，好讓救援人員可輕易看出；但由於車輛經久使用，車身標誌可能破損，或是人為拆除，即可能影響判斷，因此不建議單就一種方式來辨別車輛，應該輔以其他如廠牌型號、排氣管、儀表板、排檔桿和充電插頭等部位特徵來進行比對。另外，電動車的高電壓線路或緊急開關，通常都以橘色作為識別，這些特徵也都可以輔助判斷是否為電動車。

一旦確認事故車屬電動車輛，就需執行電動車的特殊處置，但若無法確認是否為電動車，一般建議把它當作電動車輛來處理，能把額外的風險降低。



▲電動車車身標誌範例

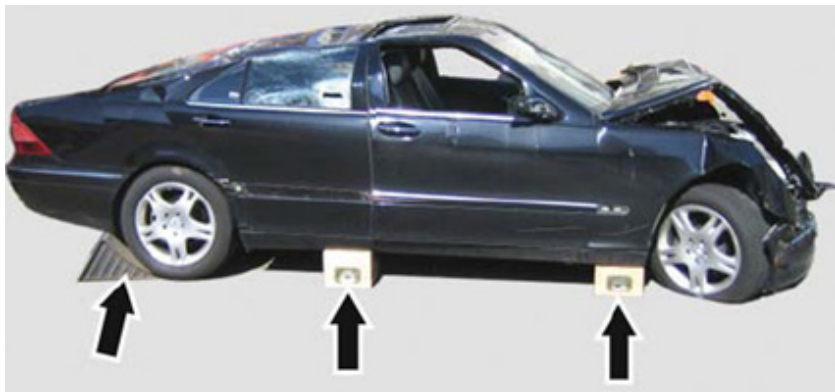


▲高電壓橘色線路

資料來源：www.thetorquereport.com

● 固定車輛 (Immobilize)

在救援過程中，車輛若因為現場路面坡度、控制系統故障或誤觸加速踏板等因素，而突然開始移動，將對施救者與傷者產生極大的危險。因為電動車是用電動馬達驅動，無法查覺任何振動或噪音，所以，對於車輛是否處於「發動」或「作動」狀態，容易產生誤判。因此，應該運用各種方式如輪擋、支撐物或繩索等將車輛固定。此外，救援人員在接近車輛的時候，也應避免靠近車輛的前方或後方，以避免車輛突然移動而產生傷害。至於固定車輛的步驟與方式，則與一般引擎車輛無異。

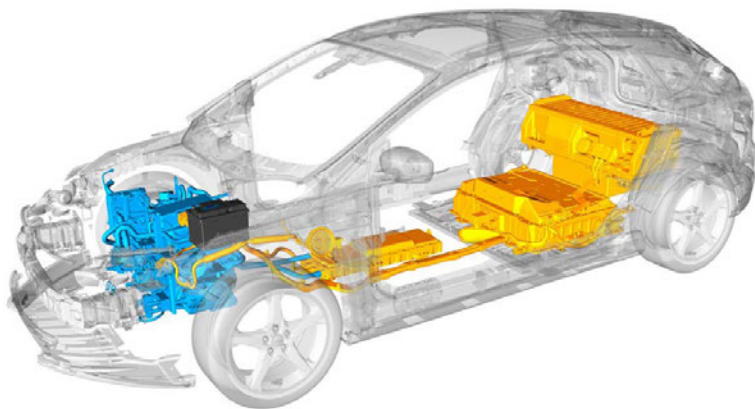


▲車輛固定圖例 (Mercedes-Benz Guidelines for Rescue Services)

● 關閉電源 (Disable)：

將車輛固定妥當後，必須再切斷車輛的動力來源，以完全避免車輛在救援過程意外被啟動。最基本的步驟是將鑰匙電門關閉（俗稱紅火，ACC），但因電動車沒有怠速運轉，加上現今車輛多有免持鑰匙的按鈕開關設計，很容易誤判動力源是否已完全關閉，因此建議將鑰匙取下（鑰匙可能藏於駕駛者身上口袋），拿開距車外 5 公尺以上，此舉可以避免免持鑰匙啟動設計的車輛接收到啟動感應的機會。

關閉電門後，還須關閉高電壓緊急電源開關，但由於各家車廠緊急開關的位置各異，必須依據車廠的緊急處理手冊，以及救援人員對於車輛的知識和經驗來處理。最後是切斷 12V 次系統使用電源，此關係車上的空氣囊與安全帶預負荷裝置等安全系統是否會被驅動，以免原先未引爆作動的安全束縛裝置，在救援過程中突然作動，造成額外傷害。



▲高電壓不可切斷破壞區圖例 (Ford Focus EV Emergency Response Guide)

救援人員完成上述程序後，方可執行車內乘員的救出工作。當然，進行救出時仍有許多安全疑慮，尤其電動車受損後觸電的風險可能增加，或是產生有害的溶液或氣體洩漏，因此救援人員的個人防護裝備 (Personal Protective Equipment, PPE) 格外重要，例如絕緣手套、絕緣鞋及供氣設備等；當然也需注意避免接觸或破壞高電壓線路與組件，或是避開具有火藥的安全束縛系統，必要時可打開車門或車窗，讓有害氣體逸散，以上各種措施都可以讓施救與被救雙方獲得更多的保障。



面對火水，格外小心

火災是電動車事故中最令人畏懼的狀況。尤其當美國暢銷電動車 Tesla Model S 傳出多起火災事故，雖未造成人員傷亡，但卻足以讓人質疑電動車的安全性。以往一般引擎車輛同樣有發生火災的風險，對此，救援人員早已具備了相關的訓練與處理對策；而根據 NFPA 與車廠的建議，電動車與一般車輛的火災處理方式相同，若電池發生燃燒現象，建議以大量的水進行隔離和降溫，小火則可用 CO₂ 方式滅火。然而，若是因電池本身短路、電池能量釋放所引發的火災，要完全撲滅可能有困難時，則建議採取防守性的策略，在可控制的狀況下讓它持續燃燒，使能量消耗殆盡。

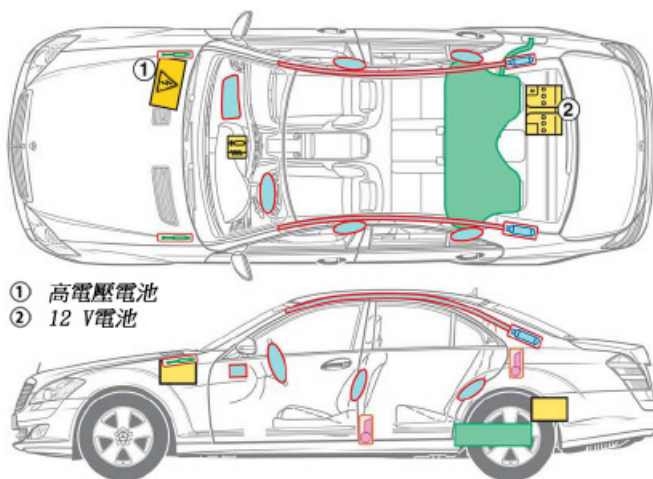
另一種常見的擔憂是「電動車浸水」的狀況，若事故車輛全部或部分浸泡在水裡，總讓人直覺聯想到有觸電的危險，但依據學者專家與車廠所提供的資料來看，車輛浸水並不會增加觸電的危險。所以應依照一般事故車輛浸水標準程序執行救援，將車輛妥善固定，以免更深入水域，可能的話將車輛移出水面，以利後續救援工作。

最後，由於救援人員所面對的狀況非常複雜且多變，這方面的專業訓練必須非常紮實，加上車輛科技快速演進，因此在事故救援方面，相當程度需要車廠的支援。在歐美國家，消防單位與車廠合作密切，並會將各車廠、甚至各車型的緊急救援手冊，彙整成資料庫提供給第一線的救援人員使用或進行教育訓練，如此就可預先避開或小心需特別處置的裝置如空氣囊、燃油箱與電池等，加速救援效率並免除不必要的傷害。畢竟，車上的潛在風險不少，而且各家車廠的設計皆有不同，所以緊急救援手冊可以說是消防單位的寶典之一。消防人員除了應具備這些車輛技術資訊的知識之外，且要頻繁複習與更新，才能在分秒必爭的危急時刻，發揮正確且快速的臨場反應，完成救援的任務。

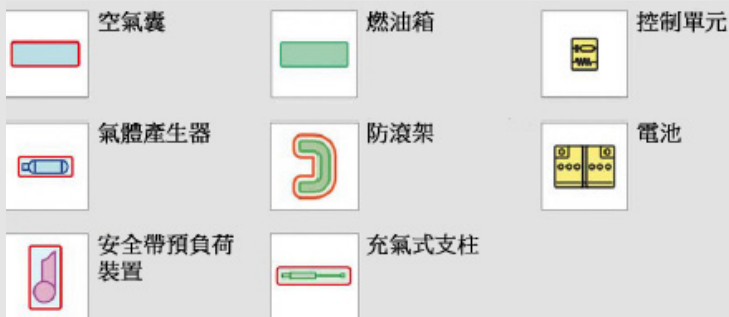


緊急救援手冊 (Mercedes-Benz S-class Hybrid)

手冊中以圖示提醒如空氣囊、預負荷安全帶、燃油箱與電池等，具有高電壓、高壓氣體、火藥或易燃物質的裝置，哪些位置須避開或特別處置皆可一目了然，若救援人員熟知或快速查詢便可加速救援效率並免除不必要的傷害。



- ① 高電壓電池
- ② 12 V電池



▲具危險性之裝置圖例 (Mercedes-Benz Guidelines for Rescue Services)

6

結語 — 環保新生活，迎接電動車

電動車發展至今，對一般大眾而言仍屬於新科技，因此絕大多數的民衆尚未有機會深入的認識與了解，然而，這也是許多人對其安全性仍有所疑慮的主要原因。事實上，電動車從零組件到整車的開發與生產流程，都需要依循非常繁複的標準與法規來進行，以保障車輛的安全，可說是十分安全與便利的交通工具。但這些新型車輛，畢竟有別於傳統引擎汽車，因此對用車人及救援單位而言，都有新的安全議題需要對應與掌握。

在車輛專業人員持續投入許多資源提升電動車品質的同時，政府方面也已逐步加強及推廣各項配套的安全教育，尤其是經常面對車禍事故處置的第一線消防與救援人員即是關鍵對象。但未來也還需要車廠、消防單位與政府機關的通力合作，建立資料庫，加強緊急救援人員的訓練，以及協助車廠與消防系統結合，設置緊急通聯管道，充分整合可隨時支援事故現場的資源等，如此才能提升電動車事故處理的效率及安全性。在此同時，幫助全民對電動車有更多的認識與了解，多加提供相關知識，也是政府與業界刻不容緩之事。唯有消費者真正理解與熟悉，消除心中對於電動車的不安及疑慮，方有助於加速電動車普及化的進程。

最後，謹慎面對電動車的使用維護與事故處理絕對是必要的，但實毋需恐懼，讓我們在追求潔能、保護環境的同時，也能安心地迎接現代化代步工具－電動車時代的來臨。



電動車安全入門

出版發行：財團法人車輛研究測試中心：
黃興閱等作 -2015 年 03 月

ISBN 978-986-80784-4-4 （平裝）

電動車安全入門

OPERATION AND SAFETY MANUAL OF ELECTRIC VEHICLE

發行人 黃隆洲

審訂 崔金童

作者 尤建勝、王順立、施冠廷、高銘汶、許樹林、陳志旭、陳偉霖、
黃秀楮、黃信裕、黃樑傑、黃興閱、黃麗芬、鄭有青（按姓氏
筆畫排列）

執行編輯 蘇倍慶、王濟珍、龔書瑾

出版發行 財團法人車輛研究測試中心
50544 彰化縣鹿港鎮彰濱工業區鹿工南七路 6 號
電話：(04)7811222 代表號
網址：www.artc.org.tw

排版編輯 可瑞特視覺設計
408 台中市南屯區文心路一段 210 號 6F-1
電話：(04)24719788
網址：www.create-studio.com.tw

出版日期 中華民國 104 年 3 月（初版 1 刷）
本書著作權屬財團法人車輛研究測試中心，未經許可翻印必究

你一定聽過電動車，很快地你就有機會坐上電動車， 所以現在應該先來認識電動車

從1970到2010年，全球溫室氣體以來自於運輸部門的排放量增加速度最快，成長超過250%，且其中近八成源自道路車輛的排放。當車輛已成為人類不可或缺的交通工具時，以電能取代燃油的「電動車」便成了兼顧環保與移動所需的最佳選擇。隨著電動車的發展漸趨成熟，這股車輛界的綠色革命也已開始蠢蠢欲動，迎接電動車世代來臨，您，準備好了嗎？



50544 彰化縣鹿港鎮彰濱工業區鹿工南七路6號
No.6, Lugong S. 7th Rd., Lukang, Changhua County 50544, Taiwan
TEL: +886-4-7811222 FAX: +886-4-7811333

