

交通部
臺灣新車安全評等規章
第二版

3.15 電動車碰撞後之觸電保護
試驗規章

V2.0
2024 年 5 月

目 錄

3.15.1 簡介	1
3.15.2 名詞釋義	1
3.15.3 試驗準備	2
3.15.4 試驗條件	2
3.15.5 量測結果之紀錄、量測項目、量測範圍	4
3.15.6 量得數值之處理	4
3.15.7 電動車碰撞試驗之觸電保護性能評等	5
3.15.8 動力系統帶電體之直接接觸保護措施	5
3.15.9 絕緣電阻之量測	7
3.15.10 殘留電壓之量測	9
3.15.11 殘餘能量之量測	10

3.15.1 簡介

本試驗程序及評等適用於 M1 類電動車輛(工作電壓小於 30V 交流電或 60V 直流電之電動車不在此限)，執行 TNCAP 碰撞試驗後之觸電保護性能評等。

應依本試驗程序、前方偏置撞擊試驗規章、前方全寬撞擊試驗規章、側方撞擊試驗規章及側方立柱撞擊試驗規章之規定執行試驗。

3.15.2 名詞釋義

3.15.2.1 動力系統：3.15.2.1.1 至 3.15.2.1.6 所述之電路：

3.15.2.1.1 電動推進馬達(Traction motor)、電動推進馬達之配件線組、連接器等。

3.15.2.1.2 可充電式電能儲存系統(REESS)。

3.15.2.1.3 電能轉換系統。

3.15.2.1.4 電能轉換器(控制或轉換電能之裝置，例如電動推進馬達之電子控制器、DC/DC 轉換器)。

3.15.2.1.5 車輛行駛所需之輔助裝置(暖氣、除霜器、動力轉向系統等)。

3.15.2.1.6 充能耦合系統。

3.15.2.2 高電壓：電子零件或電路之分類，若其工作電壓大於 60V 且小於或等於 1,500V (直流電)，或大於 30V 且小於或等於 1,000V (交流電真均方根值(rms)) 者。

3.15.2.3 工作電壓：係指由車輛業者定義之電路電壓真均方根值(rms)，可在任何可導電元件間且在開路或一般運作的情況下發生。若電路係以電流絕緣分隔，則應對分隔之電路個別定義其工作電壓。

3.15.2.4 可充電式電能儲存系統(REESS)：用來提供電動推進所需電能之可充電電能儲存系統。

3.15.2.5 充能耦合系統：以外部電源供應器為 REESS 充能之電路，除透過接觸器或隔離轉換器連接外部電源供應器打開/閉合電路之外，原則上以電氣隔離與動力系統分隔。該電路包含 3.15.2.5.1 至 3.15.2.5.3 所列之裝置：

3.15.2.5.1 車輛插孔(意指與外部電源供應器之車輛連接端)。

3.15.2.5.2 連接車輛插孔與動力系統間之線束、連接器等。

3.15.2.5.3 與 3.15.2.5.1 及 3.15.2.5.2 所列電路通電連接之電路。

3.15.2.6 外部電源供應器：車輛本身以外之交流電或直流電電源供應裝置。

3.15.2.7 車室：指車輛內由車頂、地板、側板、車門、玻璃、前方隔板、後方隔板、後方開門等可保護避免帶電體與乘員直接接觸之屏障與外殼等所圍成供乘員使用之空間。

3.15.2.8 直接接觸：指人與帶電體之接觸。

3.15.2.9 帶電體：指在一般正常使用下帶電之可導電元件。

3.15.2.10 間接接觸：指人與外露之可導電元件之接觸。

3.15.2.11 IPXXB 保護等級：參見 3.15.8 動力系統帶電體之直接接觸保護。

- 3.15.2.12 外露可導電元件：一般狀況下未帶電，且只有絕緣失效之情況下才會帶電之可導電元件（「潛在導電元件」），不需透過工具即可接觸。元件可否被接觸須視該元件是否具有 IPXXB 保護等級進行判定。
- 3.15.2.13 絕緣電阻：帶電體與可接觸之外露可導電元件之絕緣，以及帶電體與電路介面之絕緣。
- 3.15.2.14 殘留電壓：3.15.10 所述之高電壓匯流排正極（ V_2 ）、負極（ V_1 ）與電路介面之間之電壓（ V_b ）（具有自動斷電之車輛，高電壓匯流排位於電動推進馬達側邊之電路），以及碰撞後 5 至 60 秒間高電壓匯流排正極（ V_2 ）、負極（ V_1 ）之間量得之電壓（具有自動斷電之車輛，高電壓匯流排位於電動推進馬達側邊之電路）。
- 3.15.2.15 殘餘能量：碰撞後 5 至 60 秒內於動力系統高電壓元件上所量得之能量。
- 3.15.2.16 電路：指由連接之帶電體所構成，在一般操作情況下可導通電流。
- 3.15.2.17 高電壓匯流排：包含使用高電壓之 REESS 充能耦合系統之電路。
- 3.15.2.18 REESS 側之電路(Electrical circuit on the REESS side)：包含 REESS 充能耦合系統、由自動斷電斷開之動力系統電路。
- 3.15.2.19 電動推進馬達側之電路(Electrical circuit on the side of the traction motor)：包含電動推進馬達、由自動斷電斷開之動力系統電路。
- 3.15.2.20 自動斷電：感測碰撞衝擊時，將 REESS 側之電路與電動推進馬達側之電路分隔之裝置。
- 3.15.2.21 電路介面：係指由導電的元件所組成連結之裝置，其電位作為參考之用。
- 3.15.2.22 電能轉換系統：用來產生及提供電能以供電動推進之系統（例如燃料電池）。
- 3.15.2.23 電氣保護屏障：提供任何方向均可避免直接接觸高壓電帶電體之保護裝置。
- 3.15.2.24 外殼：用來圍住內部零件且能提供保護，以避免遭遇任何方向接觸之部分。
- 3.15.2.25 開放式主電池：需要加水及會產生氫氣之液體式電池。

3.15.3 試驗準備

3.15.3.1 車輛業者提供資料

準備試驗時，車輛業者應事前向 TNCAP 提供下列資料：

- (1) 受驗電動車輛規格資料。
- (2) 試驗準備及量測程序相關之特別確認事項（受驗車型或包含該車型之特定車輛類型之試驗準備及量測方法）。

3.15.4 試驗條件

3.15.4.1 受驗車輛狀態

- 3.15.4.1.1 可充式電能儲存系統(REESS)：REESS 應如車輛業者文件中所述，充電至正常運作狀態。若 REESS 為需要加水且會產生氫氣之開放式主電池，應為電池加入資料中所列之最大量電解液。

3.15.4.1.2 電能轉換器：清楚說明電能轉換器之作動原理後，應於受驗車輛電能轉換器關閉之情況下執行碰撞試驗。必要時，除關閉電能轉換器外，亦可進行相關調整（例如修改軟體）。

3.15.4.1.3 自動斷電：碰撞時，自動斷電應能正常運作，惟執行測試時，若 TNCAP 發現其並未符合車輛業者所述之運作條件，則可將 REESS 側之電路自電動推進馬達側之電路斷開，進行測試。

3.15.4.2 試驗前整備

3.15.4.2.1 以指示燈確認自動斷電之運作：指示燈係為指示自動斷電運作狀態，應放置於受驗車輛外之後方明顯處。若車室內即有指示燈，且可直接顯示自動斷電之運作狀態，則不適用此規定。

3.15.4.2.2 觸電保護之要求：試驗前，檢測機構應依 3.15.4.2.2.1 所述進行準備工作。惟若由車輛業者提出要求，則應依 3.15.4.2.2.2 至 3.15.4.2.2.4 所述進行準備工作。

3.15.4.2.2.1 量測間接接觸之準備

3.15.4.2.2.1.1 應先決定導電元件（充能耦合系統除外）與電路介面之間之電阻量測端點。為方便測量碰撞試驗後之電阻，必要時可作適當調整。

3.15.4.2.2.1.2 應就前述決定之量測端點進行電阻值量測，並將量測結果記錄於試驗結果紀錄表。

3.15.4.2.2.2 量測絕緣電阻之準備

3.15.4.2.2.2.1 以下為絕緣電阻量測端點：動力系統帶電體（充能耦合系統除外）與可能與測試指接觸之外露可導電元件之間，及帶電體與電路介面之間。為方便測量碰撞試驗後之電阻，必要時可作適當調整。

3.15.4.2.2.2.2 應就前述決定之量測端點進行電阻值量測，並將量測結果記錄於試驗結果紀錄表。

3.15.4.2.2.2.3 穩定絕緣電阻：若因絕緣電阻下降之監控系統等裝置造成所量得之數值不穩定，必要時可視情況關閉或移除該裝置。應以相關圖示說明移除裝置不會影響帶電體與電路介面之絕緣電阻。

3.15.4.2.2.3 量測殘留電壓

3.15.4.2.2.3.1 應決定高電壓匯流排之電壓量測端點。

3.15.4.2.2.3.2 經徵詢車輛業者及 TNCAP 意見後，應於高電壓匯流排安裝一電壓量測裝置，以隨時進行測量。必要時，應記錄量測結果。

3.15.4.2.2.4 量測殘餘能量

3.15.4.2.2.4.1 應決定高電壓匯流排內高電壓元件之殘餘能量量測端點。

3.15.4.2.2.4.2 經徵詢車輛業者及 TNCAP 意見後，應於高電壓匯流排安裝一能量量測裝置，以隨時進行量測。必要時，應記錄量測結果。

3.15.4.2.3 電氣保護屏障與外殼：必要時，於電氣保護屏障及外殼漆上合適之塗層，以查看碰撞試驗後 REESS 電解液洩漏之情形。

3.15.4.2.4 電解液及其他聚集：必要時，電解液以外之聚集（汽油、燃料等之替代液體）應上色標示，以作識別。

3.15.5 量測結果之紀錄、量測項目、量測範圍

3.15.5.1 啟動自動斷電：碰撞試驗後，無論自動斷電是否啟動，皆應檢查並記錄其狀態。

3.15.5.2 觸電保護之要求

3.15.5.2.1 直接接觸之相關要求：碰撞試驗後，應檢查關節測試指是否與動力系統之帶電體直接接觸（充能耦合系統除外）。應依 3.15.8 動力系統帶電體之直接接觸保護進行檢查，並記錄檢查結果。若已依 3.15.5.2.4 及 3.15.5.2.5 規定進行觸電保護檢查，則不在此限。

3.15.5.2.2 間接接觸之相關要求：碰撞試驗後，應完成試驗前所決定之帶電體與電路介面間之電阻量測（充能耦合系統除外）。且應確認可導電元件之所在位置（位於車室內/車室外）、是否為外露可導電元件，並記錄檢查結果。

3.15.5.2.3 絕緣電阻之相關要求：如 3.15.4.2.2 規定，必要時，碰撞試驗後，應測量試驗前所決定之動力系統帶電體（充能耦合系統除外）與接觸關節測試指之外露可導電元件間之絕緣電阻，以及試驗前所決定之動力系統帶電體（充能耦合系統除外）與電路介面（充能耦合系統除外）間之絕緣電阻。應依 3.15.9 絕緣電阻之量測進行量測，並記錄量測結果。

3.15.5.2.4 殘留電壓之相關要求：如 3.15.4.2.2 規定，必要時，應於碰撞後 5 至 60 秒內測量並記錄最大電壓值。惟若已完成 3.15.5.2.1 所述觸電保護之確認，則不在此限。

3.15.5.2.5 殘餘能量之相關要求：如 3.15.4.2.2 所規定，必要時，應於碰撞後 5 至 60 秒內測量並記錄最大能量值。惟若已完成 3.15.5.2.1 所述觸電保護之確認，則不在此限。

3.15.5.3 REESS 電解液洩漏之相關要求：應檢查並記錄 REESS 電解液之洩漏情形。若 REESS 為開放式主電池，應註記。

3.15.5.4 固定可充式電能儲存系統（REESS）之相關要求應檢查並記錄 REESS 之固定狀態。

3.15.5.5 照片資料：試驗後，應立刻觀察並記錄與安全性有關之 REESS 特徵部分（例如該系統之固定狀態）及其狀態（拍照留存）。

3.15.6 量得數值之處理

3.15.6.1 電解液洩漏量應四捨五入取至小數點第一位，單位：公升（L）。

3.15.6.2 外露可導電元件與電路介面之間的電阻應四捨五入取至小數點第一位，單位：歐姆（ Ω ）。

3.15.6.3 工作電壓應四捨五入取至小數點第一位，單位：伏特（V）。

3.15.6.4 1V 工作電壓之絕緣電阻應四捨五入取至 3 位有效數字。

3.15.6.5 殘留電壓應四捨五入取至小數點第一位，單位：伏特 (V)。

3.15.6.6 每個模組(Module)之殘餘能量應四捨五入取至小數點第二位。

3.15.7 電動車碰撞試驗之觸電保護性能評等

3.15.7.1 評等程序：

(1)觸電保護性能

(A)直接接觸：動力系統帶電體應符合 IP 代碼 IPXXB 保護等級。

(B)間接接觸：可觸及外露可導電元件與電路介面之電阻，當電流 0.2A 以上時其應低於 $0.1\ \Omega$ 。

(C)絕緣電阻：交流電路及包含交流電路之電路處於工作電壓時，其絕緣電阻應至少為 $500\ \Omega/V$ 。符合 IP 代碼 IPXXB 保護等級之交流電路部件、交流電路電壓 $\leq 30\ V$ 者處於工作電壓時，其絕緣電阻應至少為 $100\ \Omega/V$ 。直流電路處於工作電壓時，其絕緣電阻應至少為 $100\ \Omega/V$ 。

(D)殘留電壓 (Residual voltage)：碰撞後 5 至 60 秒內高電壓部件之殘留電壓應等於或小於 30 VAC 或 60 VDC。

(E)殘餘能量：碰撞後 5 至 60 秒內動力系統高電壓部件之能量應等於或小於 2.0J。

(2)REESS 電解液洩漏性能

(A)電解液不應洩漏至車室。

(B)若電解液洩漏至車室外，碰撞後 30 分鐘內洩漏量不應超過電解液總量之 7%。開放式主電池則不應超過電解液總量之 7%或 5 L。

(3)REESS 固定性能

(A)安裝於車室內 REESS 應固定於其安裝位置。

(B)安裝於車室外 REESS 不應入侵車室。

(4)檢查自動斷電裝置運作

(A)碰撞時，應致動自動斷電裝置且高電壓電路應斷電。

3.15.7.2 評等結果：若車輛符合觸電保護性能、REESS 電解液洩漏性能、REESS 固定性能及自動斷電裝置運作檢查要求，則給予符合性標識（如圖 1）。



圖 1：TNCAP 電動車觸電保護符合性標識

3.15.8 動力系統帶電體之直接接觸保護措施

3.15.8.1 通則

本節規範動力系統（充能耦合系統除外）帶電體之直接接觸 IPXXB 保護等級相關措施，其適用於工作電壓不超過 1000V 交流電、1500V 直流電之動力系統。此外，本節所指之動力系統帶電體包含 3.15.8.3.1、3.15.8.1.1 至 3.15.8.1.2 所述之帶電體。

3.15.8.1.1 動力系統中塗上清漆或油漆之帶電體，但不包含塗上絕緣漆或絕緣塗料之帶電體。

3.15.8.1.2 動力系統中經氧化或類似方式處理保護之帶電體。

3.15.8.2 試驗條件

原則上，受驗車輛應維持於碰撞試驗後之狀態。

3.15.8.2.1 關節測試指

3.15.8.2.1.1 用於保護等級檢查之關節測試指詳述於表 1。

表 1：關節測試指

	關節測試指	測試施力
進行 IPXXB 保護等級相關測試時	材料：金屬，除非有特別規定。 線性尺寸，單位公釐（mm）。 無特定尺寸誤差： 角度：+0°/-10° 線性尺寸：25mm 以內：+0mm/-0.05mm 超過 25mm：±0.2mm 兩個關節應能夠以角度 90 度(誤差 0 至+10 度)於同一平面與方向移動。	10N±10%

3.15.8.2.1.2 檢查電氣保護屏障或外殼內之高電壓帶電體與關節測試指接觸時，應以信號指示迴路方法進行。檢查時，低電壓電源供應裝置（電壓應介於 40V 至 50V 之間）應與指示燈串連，並連接於關節測試指與高電壓帶電體之間。

3.15.8.2.1.3 使用信號指示迴路方法時，應於碰撞試驗前，將上述 3.15.8.1.1 及 3.15.8.1.2 所規定之零件覆蓋金屬導電薄膜。該金屬導電薄膜應與高電壓導電元件電氣連接。

3.15.8.3 試驗方法

3.15.8.3.1 以表 1「測試施力」該欄所述之力量，將關節測試指穿入電氣保護屏障、外殼等開口處。開口處係指電氣保護屏障、外殼等任一間隙或開口處（包含原有之間隙或開口，或依所述施力穿入而產生之間隙或開口）。

3.15.8.3.2 若情況許可，應緩慢操作外殼內之可動件。

3.15.8.3.3 若關節測試指部分或完全穿入開口內，則應將關節測試指放置所有可觸及方向，以確認其可否被接觸（若以信號指示方式測試，應查看指示燈是否點亮；此方法適用於本節）。在此情況下，應先將關節測試指拉直，再將關節測試指依序轉動兩個關節，使其與相鄰關節參考軸夾角呈 90 度，且應接觸所有可能碰觸之位置，確認其可否被接觸。

3.15.8.4 標準

3.15.8.4.1 關節測試指應無法觸碰高電壓帶電體。

3.15.8.4.2 關節測試指末端應無法完全穿入電氣保護屏障或外殼之任何開口。

3.15.8.4.3 以信號指示迴路方法檢查接觸時，指示燈不應亮起。

3.15.9 絕緣電阻之量測

絕緣電阻之量測應根據待測帶電體之電荷狀態或絕緣電阻等因素於 3.15.9.1 及 3.15.9.2 中選擇合適之量測方法來執行。

應事先向 TNCAP 執行機構及檢測機構闡明量測電路範圍，並以電路圖示等說明。此外，必要時可適當調整絕緣電阻之量測方式，例如移除覆蓋、取出量測線路、修改軟體等。由於量測方式須直接碰觸高電壓電路，量測時，應謹慎應對短路及觸電之風險。

3.15.9.1 從外部施加直流電量測

3.15.9.1.1 量測工具：為量測絕緣電阻，應以絕緣電阻量測儀器進行，該量測儀器須可施加高於高壓電路工作電壓之直流電。

3.15.9.1.2 量測方法

3.15.9.1.2.1 將絕緣電阻量測儀器連接於帶電體及電路介面或外露可導電元件之間，並施加高於高電壓電路工作電壓之直流電。惟量測時，若因外部直流電源匯集可充電式電能儲存系統（REESS）之電壓，或量測儀器因其屬性

無法施加合適電壓，導致元件可能因過電壓而受損，則應施加低於工作電壓之電壓或移除相關元件進行量測。

3.15.9.1.2.2 若再將 REESS 納入考量，或受測帶電體未帶電之情況下，受測電路帶電體之量測結果皆符合絕緣電阻標準，則所測得之數值即為絕緣電阻。若受測帶電體帶電，且測得數值不符合絕緣電阻標準，或納入 REESS 之電壓所測得之絕緣電阻值不符合絕緣電阻標準，則應以 3.15.9.2 規定之方法測量絕緣電阻。

3.15.9.2 以內部直流電電源供給裝置量測：帶電體（高電壓匯流排）與電路介面之間之絕緣電阻可透過量測或以量測結合計算方式進行。

3.15.9.2.1 以量測結果表示絕緣電阻時，請依下列步驟進行量測：

3.15.9.2.1.1 測量並記錄高電壓匯流排負極與正極之間之電壓 (V_b) (如圖 2)。

3.15.9.2.1.2 測量並記錄高電壓匯流排負極與電路介面之間之電壓 (V_1) (如圖 2)。

3.15.9.2.1.3 測量並記錄高電壓匯流排正極與電路介面之間之電壓 (V_2) (如圖 2)

3.15.9.2.1.4 若 V_1 大於或等於 V_2

3.15.9.2.1.4.1 於高電壓匯流排負極與電路介面之間嵌入一標準已知電阻 (R_0)。

嵌入 R_0 後，測量高電壓匯流排負極與車輛電路介面之間之電壓 (V_1') (如圖 2)。

依下列公式計算絕緣電阻(R_i)：

$$R_i = R_0 \times (V_b/V_1' - V_b/V_1) \text{ 或}$$

$$R_i = R_0 \times V_b \times (1/V_1' - 1/V_1)$$

3.15.9.2.1.4.2 將所得之 R_i (電氣絕緣電阻之數值，單位：歐姆(Ω))

除以高電壓匯流排之工作電壓 (單位：伏特 (V))。

$$R_i (\Omega / V) = R_i (\Omega) / \text{工作電壓 (V)}$$

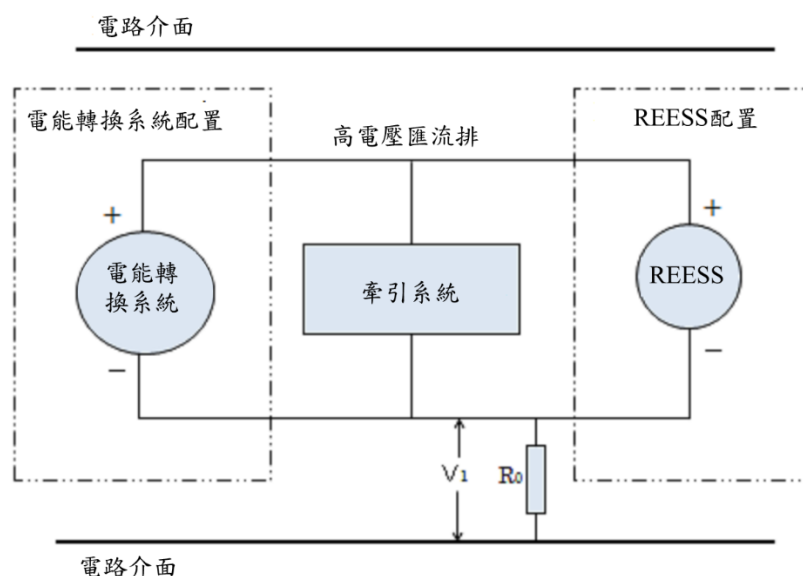


圖 2： V_1' 之量測

3.15.9.2.1.5 若 V_2 大於 V_1

3.15.9.2.1.5.1 於高電壓匯流排正極與電路介面之間嵌入一標準已知電阻 (R_0)。

嵌入 R_0 後，測量高電壓匯流排正極與車輛電路介面之間之電壓 (V_2') (如圖 3)。

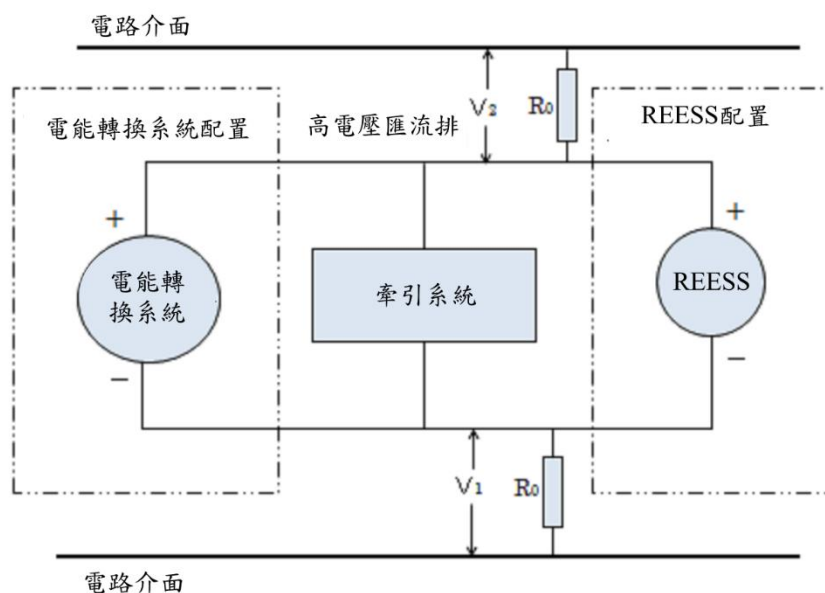
依下列公式計算絕緣電阻 (R_i)：

$$R_i = R_0 \times (V_b/V_2' - V_b/V_2) \text{ 或}$$

$$R_i = R_0 \times V_b \times (1/V_2' - 1/V_2)$$

3.15.9.2.1.5.2 將所得之 R_i (電氣絕緣電阻之數值，單位：歐姆(Ω)) 除以高電壓匯流排之工作電壓 (單位：伏特 (V))。

$$R_i (\Omega / V) = R_i (\Omega) / \text{工作電壓 (V)}$$



備註 1：標準已知電阻 R_0 (單位：歐姆(Ω)) 為最小絕緣電阻乘以車輛工作電壓 $\pm 20\%$ (單位： Ω/V) 所得之數值。由於此方程式對任何 R_0 皆生效，故無須要求 R_0 具備精準之數值，惟在此範圍內之 R_0 對電壓提供一個良好之分辨率。

圖 3： V_2' 之量測

3.15.10 殘留電壓之量測

碰撞試驗後，測量高電壓匯流排之電壓 (V_b 、 V_1 、 V_2) (如圖 4)。電壓量測應於碰撞後 5 至 60 秒內進行。

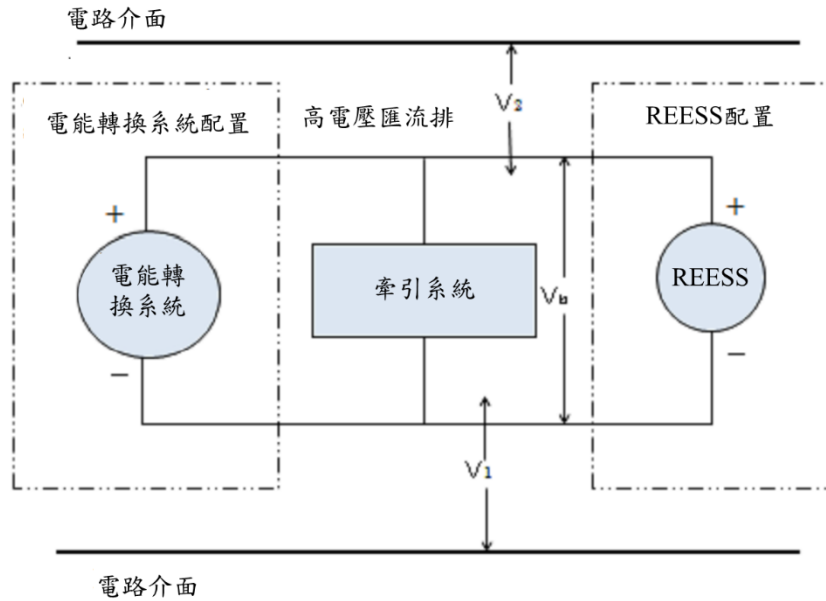


圖 4：V_b、V₁、V₂之量測

3.15.11 殘餘能量之量測

執行碰撞試驗前，將開關S₁及已知且適當容量（阻值）之放電電阻R_e並聯（如圖5）。

於碰撞後5至60秒內閉合開關S₁，並測量及記錄電壓V_b及電流I_e。將電壓V_b與電流I_e相乘，自開關S₁閉合起(t_c)積分至電壓V_b降低至高電壓門檻60V直流電(t_h)。此積分結果即為總能量（TE），單位：焦耳（Joule）。

$$(1) \quad TE = \int_{t_c}^{t_h} V_b \times I_e dt$$

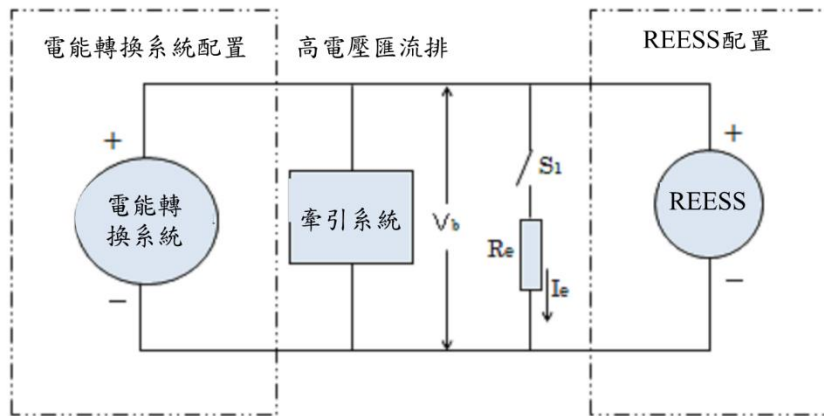
當V_b於碰撞後5至60秒內被量得，且由車輛業者定義電容器X之電容量（C_x），則總能量（TE）應依下列公式計算：

$$(2) \quad TE = 0.5 \times C_x \times (V_b^2 - 3,600)$$

當V₁及V₂（如圖5）於碰撞後5至60秒內被量得，且由車輛業者定義電容器Y之電容量（C_{y1}、C_{y2}），則總能量（TE_{y1}、TE_{y2}）應依下列公式計算：

$$(3) \quad \begin{aligned} TE_{y1} &= 0.5 \times C_{y1} \times (V_1^2 - 3,600) \\ TE_{y2} &= 0.5 \times C_{y2} \times (V_2^2 - 3,600) \end{aligned}$$

電路介面



電路介面

圖 5：儲存於電容器 X 之高電壓匯流排能量之量測