「背升 1 號」鉸鍊式汽車電動背門裝置之研製

廖威量[1*]　江貴交[2]　洪仁琦[1]

1.南亞技術學院機械工程系

2.信昌機械廠股份有限公司

摘 要

本研究以完全自主開發的專利技術，研製出一套新的汽車背門電動機構與控制裝置--「背升 1 號」。本裝置有別於目前用於一般休旅車的較大單元，以便能應用於下一波小型掀背車或一般轎車行李箱門的電動化配備中，來因應汽車電子化的需求並提升產業的競爭力。本研究採用「電動鉸鍊」的觀念，全新設計發明了以「傘齒式直接驅動離合器」為核心的電動背門裝置，特點是直接離合、驅動，結構簡單，馬達與輸出軸呈一直線的「鉸鍊」狀，初步的原型成品不論體積、重量均只有同級品的 6/10~7/10，頗具市場競爭力。本研究除了研製出原型成品與建立相關的理論外，亦取得了 1 個發明專利與 1 個新型專利。

關鍵字：電動背門、電動鉸鍊、傘齒式直接驅動離合器

註：1. 本研究取得的發明專利為：發明第 I329171 號--「傘齒式直接驅動離合器結構」；本研究取得的新型專利為：新型第 M339854 號--「電控機構」。

*E-mail：williaml@nanya.edu.tw　Tel：03-4361070#6106　Fax：03-4281056

The Development of "Backrise 1" Hinge Type Automobile Electric Liftgate Device

Wei-Lianq Liaw[1]* Kui-Chiao Chiang[2] Jen-Chi Hung[1]

1. Department of Mechanical Engineering, Nanya Institute of Technology

2. Hsin Chong Machinery works Co. Ltd.

Abstract

In this study, a self-developed patented technology was employed to develop a new automobile liftgate electric mechanism and control device-- "Backrise 1". Different from the bigger-size units currently applied in SUVs, this device can be applied in the next generation electric equipments for small hatchbacks or trunks of general sedans to meet the demands of automotive electronics and enhance the competitiveness of the industry. With the concept of electrical hinge, this study designed and developed a brand new electric liftgate device with bevel gear direct drive clutch as the core. The device is characterized for its direct clutch, drive, simple structure, and the linear hinge state of the motor and the output axis. The prototype is only about 6/10~7/10 of the size and weight of the same class products, thus has a very competitive edge in the market. In addition to the development of the prototype and the establishment of relevant theories, this study obtained a patent of invention and a patent of utility model.

Keywords: electric liftgate, electric hinge, bevel gear direct drive clutch

Note: This study obtained the following patents: Patent of invention No. I329171 -- "bevel gear direct drive clutch structure"; Patent of utility model No. M339854 -- "electric control mechanism ".

*E-mail：williaml@nanya.edu.tw Tel：03-4361070#6106 Fax：03-4281056

壹、前言

車用電裝部品產業是全球汽車產業未來發展的新主流，也是台灣汽車業者轉型發展的絕佳契機。在汽車產業成長率持續衰退的同時，汽車搭載電動背門系統等產品的比例卻逐年增加，即使在汽車產業處於最嚴重的衰退時期，汽車產業採用電動背門系統數量依然保持成長。

近年來，以 SUV、MPV 車型為主的多用途車在全球許多汽車市場逐漸起步成長，未來將成為市場的消費主流。以中國大陸市場而言，包括轎車、客車及貨車市場，近幾年都是呈現大幅成長的趨勢，2000 年中國大陸汽車銷售有 207 萬台，至 2006 年整體市場已達 722 萬台，預估 2010 年將達到 1,000 萬台以上(參見圖 1)[1]。再看台灣市場，市場面雖已飽和，但近幾年以 MPV 車型為主的 RV (Recreational Vehicle)車市場成長相當快速，整體市場推移如圖 2[2]。

現今汽車銷售量的關鍵，除了車子本身的性能及外型外，還有一重點就是其配備。所以近幾年來，在國際的汽車市場中，已經有越來越多的車型開始配備電動背門(Power Liftgate)以取代傳統的手拉式背門來增加競爭性(如 BENZ M-Class、BMW 530xi、LINCOLN Navigator、DODGE Caravan、FORD Freestar 等)(參見圖 3)；況且配合國人週休二日旅遊的多樣性，以及老人族群的快速增加，傳統手動操作的型態已早已無法滿足現代人的需求，方便、迅速的操作及寬敞的內部空間，都已是現代汽車必須要有的特色；因此電動背門系統的設計都已是現代高級汽車必備的標準裝置與趨勢。隨著汽車產業搭載電子化產品之比例逐年增加，電動背門產品市場具有相當的發展潛力，預估全球年產值潛力將近佰億美金。

目前全球主要車廠，包括GM、FORD、TOYOTA、HONDA、BENZ、 BMW、VW、…等，都積極投入SUV車型的開發，而世界各汽車產業國家，並非是家家擁有電動背門研發技術，而是集中於少數幾家供應商，如：Delphi、Magna、Aisin、Valeo等。在國內所引進SUV休旅車系列，雖加以國產化，但對於電動背門裝置，仍然援用國外產品，導致零組件成本及相關技術均掌握在國外的廠商手中。

電動背門系統包括了邏輯控制單元(ECU)、馬達驅動器模組、遙測控制感應系統及電力鎖定/門閂系統；目前均是直接委託國外的廠商依據需求修改設計後，進口並組裝至國內的汽車結構中。故如能在國內建立起自己整套電動背門系統的設計及整合能量，將可快速的增加國內本身的產值，並且不會受限於國外廠商的技

術限制，而能發展出更適合國人使用的系統需求，更進一步地亦能向國外的市場推展出去。

貳、先前技術探討

目前安裝在進口休旅車上的電動背門的設計樣式大致有兩種：一是以車頂為安裝點，以馬達經圓形齒輪推動一支撐桿開閉背門的「頂裝型」，如圖4及表1所示，其優點是組件扁平化，裝置簡易，較不佔空間；缺點是支撐桿作用點離樞軸較近，組件負荷力矩較大，也導致圓形齒輪較大。

另一是以車側板或D柱為安裝點，以馬達經一齒桿推動一支撐桿開閉背門的「側裝型」，如圖5所示，其缺點點是組件凸起，裝置較佔空間，但優點是支撐桿作用點離樞軸較遠，組件負荷力矩較小。

然不論是那一種，都有如下的技術共通點：

1. 都是選用出力大又經濟的直流馬達為動力源。
2. 都有電磁離合器的設計，以確保電動失效時仍可以手動開啟操作。
3. 要有控制器、位置感測器、鎖點釋放機構等配合來達到防夾、防撞安全功能與馬達行程控制、完全閉合等功能。
4. 為輔助電動機構作用，並減輕其負荷以增進效能，或電動失效時仍可以手動輕鬆開啟操作，門兩側的氣壓(或彈簧)輔助舉桿仍是需要的。

這些共通的技術中，採用摩擦型的離合器有一些應用上的影響：

1. 90 度轉向的力量傳達—如圖 6，馬達動力經渦桿、減速齒輪 1 與圓盤狀摩擦型電磁離合器而輸出到減速齒輪 2，這中間減速齒輪的軸向與馬達的軸向差了 90 度；之所以如此安排是因為門動作的抗力極大，需要兩次減速以提升驅動扭力，而圓盤狀摩擦型電磁離合器以 12V 的電源操作，其直徑不能再小(否則帶不動)，若要壓縮整個組件的厚度，圓盤狀離合器的軸向即不能與馬達軸向相同，而要垂直平放才行，也因此佈局的影響，整個組件的範圍也不得不擴大(圖 4)或平行增厚處理(圖 5)。
2. 要用大的減速齒輪或馬達—因為採用摩擦型離合器，其傳動的驅動力必須在設計的摩擦力之下，而一定盤面的摩擦力有限，要克服更大的抗力，若不是在之後再用大的減速齒輪來提升扭力，就是儘量選擇離合器能承受的最大馬達來搭配，但不論何者，都會使整體組件難以再縮小。

另在專利方面，因為先前技術都來自歐美[3]，國內較少本土發展的技術專利申請，圖 7 是其中一例(歐洲專利局號碼: WO/2002/084061)[4]。此專利中已包含馬達、傳動機構、汽車背門與控制單元等完整的內容，尤其若細看其申請專利範圍，圖中顯示的傳動機構雖然是尺桿式，但專利範圍寫的「傳動機構」是泛指「從馬達到背門端的組件」。既然此最基本的機構或系統已被申請專利，要想變動機構的型式，達到專利迴避與同樣有效的功能就很難了，這就是我國產業界常常賺 10 元，受制於專利，就會有 1、2 元要給歐美廠商的典型的例子，「就算對方完全沒有幫任何忙都得給」。故就專利攻防而言，如何在現有專利未述明的模糊領域，以完全不同的機構與應用例趕緊取得相對專利，作為未來可能「互相授權」的籌碼，才是比較實際的研發考量與做法。

參、裝置設計製作原理

為了突破歐美的專利封鎖，我們的研究就必須將應用指標放在尚未應用或即將應用的領域，並想辦法在基礎原理上有不同的思維來因應。就「電動背門」的應用來講，甚麼是尚未應用或即將應用的領域？就是一般轎車尚未電動化的行李箱門；甚麼是基礎原理上不同的思維，那就是：有沒有不要經過摩擦型電磁離合器的驅動方法？這兩個問題的第一個問題要解決，就要思考做出來的東西要能配合現行行李箱門的機構與安裝，其中一個想法就是「鉸鍊式」，既是鉸鍊式，原來先前傳動轉 90 度的大圓盤狀摩擦型電磁離合器技術的應用就會受到限制。那有沒有「不同思維」的「軸向」離合傳動的技術呢？

經過一番應用發明原理的研究，本文即提出「傘齒式直接驅動離合器」的「鉸鍊式」機構的裝置構想，並經過原型機的試製測試證明可行，也申請了專利，以下即加以說明。

3-1 新構想與方法

本文提出的「傘齒式直接驅動離合器」如圖 8[5]，該裝置係利用具有錐狀齒型的傘齒輪易於分離、接合的原理，透過一電磁閥推拉組合成冂字型的傘齒輪的中央齒輪，使其退出或嚙合，達到動力直接傳輸或分離的目的。本裝置可套接於馬達等旋轉動力源的輸出軸，因嚙合傳動時係透過齒輪直接傳動，故具有機構簡單、控制容易、傳動扭力大等特性與優點。

但要實際應用，還要借助一個技術原理，如圖 9 的汽車啟動馬達機構[6]。

本機構也是以撥入齒輪的方式，來直接傳動馬達的扭力使其轉動汽車引擎的飛輪，進而啟動引擎的連續運轉。要讓圖中左邊的齒輪確實被撥到位，且不被引擎飛輪的極大抗力推回，需要兩道電磁線圈的次序作用才行，此即第一道負責先將齒輪撥入的「吸入線圈」，與第二道負責導入更大磁力使齒輪撥桿挺住、不被推回的「吸住線圈」兩者；同理，在面對有大的抗力時，傘齒式直接驅動離合器也需要有「吸入電磁閥」與「吸住電磁閥」兩者才能順利作用。如圖 8，其中吸入電磁閥(4)會將中央傘齒(52)吸入嚙合，接著作動吸住電磁閥(6)即可以端部(61)壓住中央傘齒的後方(53)，達到擋住其後退的「吸住」目的。

應用此新離合器的「電動鉸鍊」作用機構系統示意圖如圖 10[7]。

3-2 理論與設計

要將上述的構想實踐，就必須以實際的背門來核算相關的力量，並依比例縮小製作一個模型，同時計算出應選用的馬達大小。本研究所依據的汽車背門幾何如圖 11，原車門重 33.1kgw，在正常有氣壓舉桿輔助的情況下，開門需費力 6.5kgw，關門需費力 5kgw；本研究以偏基礎原型機構驗證的觀點出發，將相關數據縮小 1/2 處理，以方便在實驗室製作模型。圖 12 即為本研究以 SolidWorks 繪製的原型機構圖，與之前專利圖 8 不同的地方在於將兩個電磁閥裝在同一側以緊緻裝置；同時「吸入」電磁閥透過一三角形凸輪的槓桿操作更確實有力，「吸住」電磁閥是採用滑塊「封住」三角形凸輪「退路」的方式來作用，這些修正都使本原型機構更方便安裝，也更有效運作。

肆、研發的軟硬體技術

依據圖 10 的系統應用例與實車的背門例，我們將相關組件裝置在一縮小 1/2 的木製模型上(參見圖 13-15)，特點是將我們研發的「傘齒式直接驅動離合器」裝置在背門旋轉的軸線上，成為一「較大」的鉸鍊，也依比例裝置了輔助支撐桿、配重、定位開關及電動鎖定/門閂單元等組件。圖 16 為整個裝置的控制單元，包含有遙控接收器及義隆電子的 EM78156 單晶片微電腦[8]，本控制單元在原型機上為手焊電路，但在測試成功後已改為自製的印刷電路[9]。由圖 17 的作動流程圖可知，微電腦依據遙控信號、到位信號開關離合器與馬達，驅使背門動作；若背門在關門的過程中沒有到位，馬達的編碼器增量信號也中止，即判斷門有夾到東西，即命令馬達反轉，達到所謂的「防夾」效果與要求。而不論開關門，馬達若正常到位，即命令離合器 OFF，以符合隨時可以用手動操作的性能要求。

伍、實驗結果與討論

為了讓這個自主構想的「傘齒式直接驅動離合器」從無到有的成功操作，我們歷經了一連串的試製、改良。先是如圖 18 只有一個吸入電磁閥的試製品，接著為了增加吸入抗力，運用了槓桿原理改良成圖 19，使其吸入推力變大三倍。圖 20 是加入了「吸住電磁閥」的完成構型。但此構型的兩個電磁閥分開在馬達本體的兩側，在裝置應用時可能在「吸住電磁閥」端會造成邊界配置的困擾，於是才有圖 21，將兩個電磁閥都放在同一邊的最終構型出現。

將圖 21 的最終構型裝置在圖 13 的木製模型上驗證操作的結果，證明本研究裝置「傘齒式直接驅動離合器」的鉸鍊式電動背門機構，可以成功的運作，一如市售的產品；但本研究以獨創的原理與機構達成，在體積與重量上少了很多，尤其做成鉸鍊狀，不僅可以用在高級休旅車的背門，也可以方便的應用在一般轎車的行李箱門，其優點與潛力非常值得看好與期待。

表一是本研製品「背升 1 號」與先前技術的兩種機構做比較，結果顯示本研製品有相對的優點與較多的適用性，在技術上具有新穎性與進步性，在市場上也具有更多應用生產的價值，故不僅取得了相關專利，也值得本研究的合作伙伴—信昌機械，進一步的進行推廣與應用。

陸、結論

在不斷嘗試與努力下，本文終於以創新自主的理論與技術完成研究目標—「背升 1 號」鉸鍊式汽車電動背門裝置，並完成了基本應用的可行性驗證與實驗，茲將本研究的成果結論如下:

1. 「背升 1 號」不論在裝置控制性能與作動條件上，均已達到基本的實用標準，除已取得兩項專利外，亦頗具推廣與生產應用的價值。
2. 「背升 1 號」與同類產品比較，在體積與重量上約少 1/3，有相對的競爭優勢；尤其「鉸鍊式」的設計具有前瞻性，可以應用在一般轎車的行李箱門，其潛在的生產利益非常值得繼續開發與期待。

柒、參考文獻

1. http://pressroom.hotaimotor.com.tw/public/UpdImg/
2. 汽車產業發展統計資料，經濟部工業局。
3. Vandeberghe; David A (Romeo, MI), Thomson; Richard T (Harrison Township, MI), “Power operated tailgate” United States Patent: 6,357,813; March 19, 2002。
4. GREUEL, Ingo; ORTH, Dietmar; SCHIFFER, Holger; ULBRICHT, Bernd,” DEVICE FOR AUTOMATICALLY ACTUATING A VEHICLE DOOR”, European Patent Office (EPO) Publication Number: WO/2002/084061, 24.10.2002.
5. 廖威量，“傘齒式直接驅動離合器結構”，中華民國專利公報，民國 99 年 8 月 21 日，公開編號：200930912。
6. 黃靖雄，“現代汽車學”，第 5 篇汽車電系，pp. 6-15~6-18，民國 77 年 4 月。
7. 廖威量、江貴交，“車門用鉸鍊式電動操作系統及裝置，中華民國專利公開公報，民國 98 年 8 月 16 日，公開編號：200934951。
8. 詹耀仁、胡建偉，“EM78X56 入門與實作”，宏友圖書，民國 86 年 11 月。
9. 廖威量、曹展源、孔光源、呂江霖，“「先鋒 2 號」遙控多功能監視載具的研製”， 南亞學報，第 27 期，pp. 79~90，2007 年 12 月。

誌 謝

本研究承蒙信昌機械廠股份有限公司建教合作計畫(TCEC-Z06-95-C16)與國科會大專生參與專題研究計畫(96-2815-C-253-003-E)的經費贊助，特此誌謝。

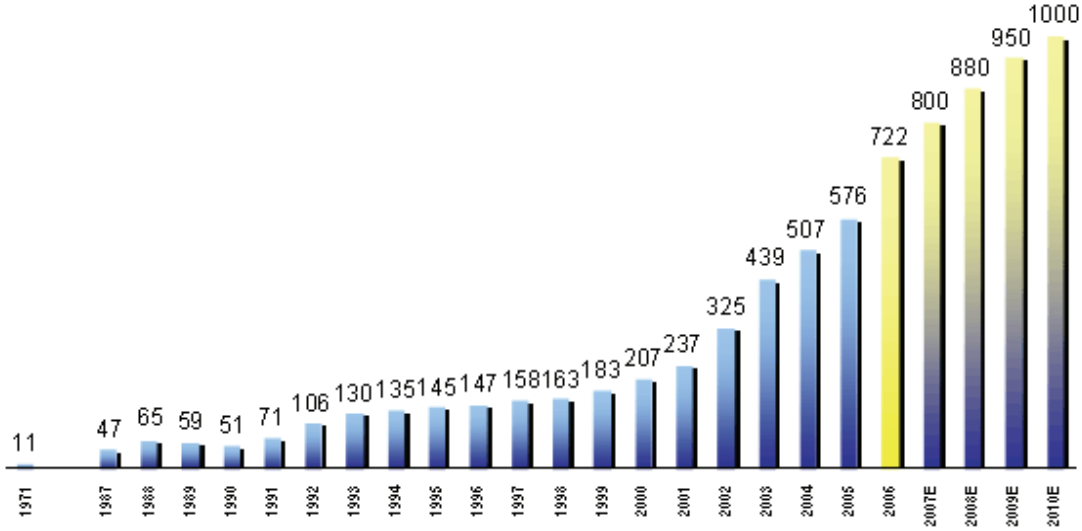

圖 1. 中國大陸汽車銷售量 (單位：萬輛)

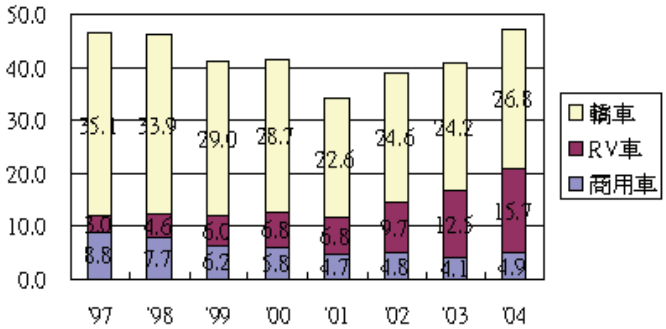

圖 2. 台灣汽車市場的成長趨勢

圖 3. 可以遙控器遙控自動開關的電動背門例

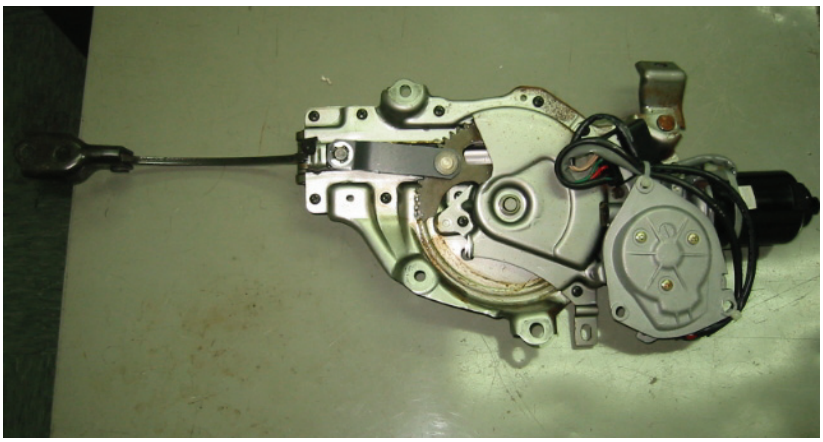

圖 4. 以圓形齒輪推動支撐桿的「頂裝型」電動背門動力機構

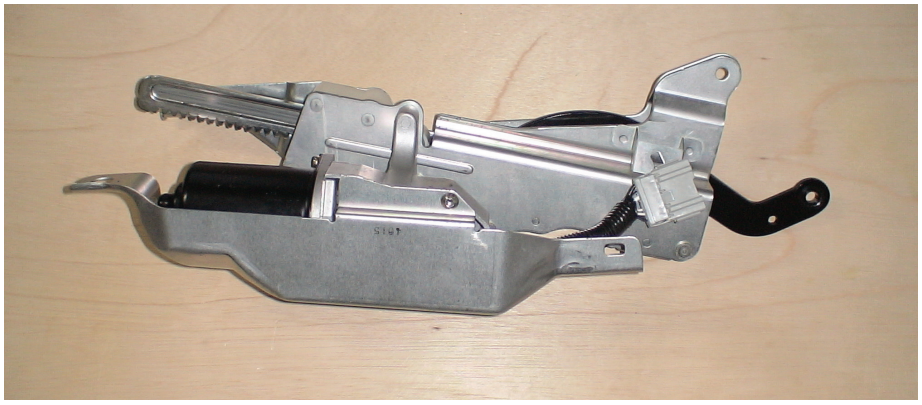

圖5. 以齒桿推動支撐桿的「側裝型」電動背門動力機構

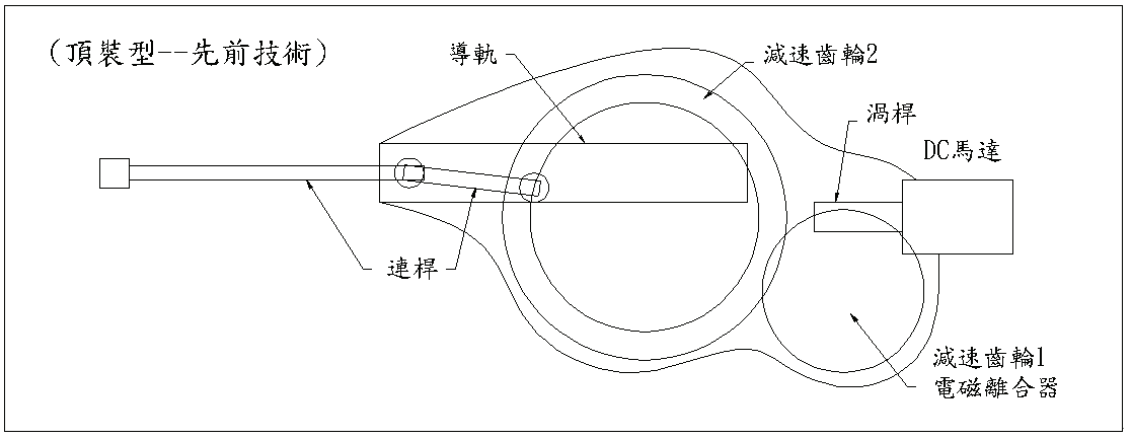

圖6. 先前技術「頂裝型」機構示意圖

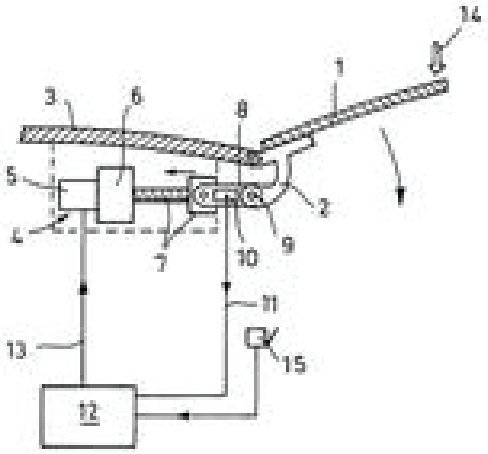

圖 7. 歐洲專利局公告之一種電動背門動力機構之專利說明圖

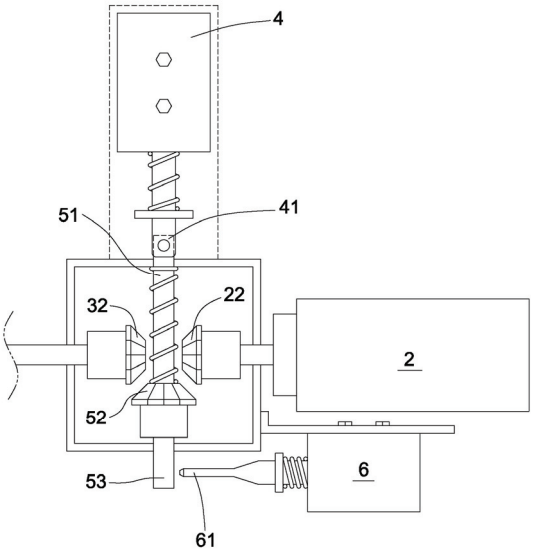

圖8. 「傘齒式直接驅動離合器」原理圖

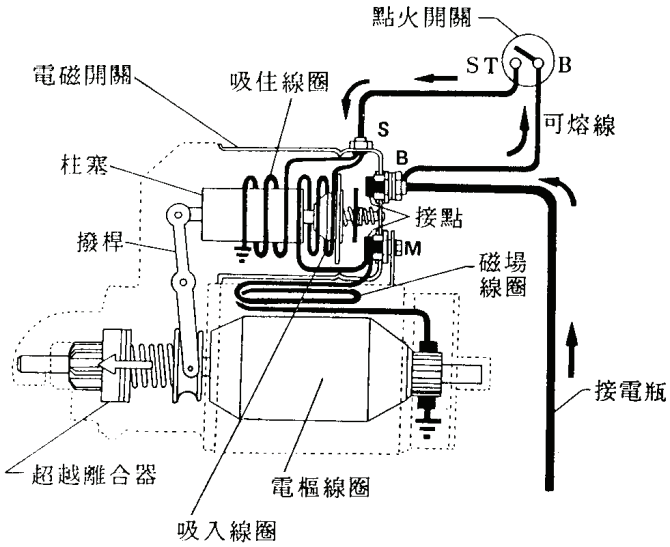

圖9.汽車啟動馬達的機構原理

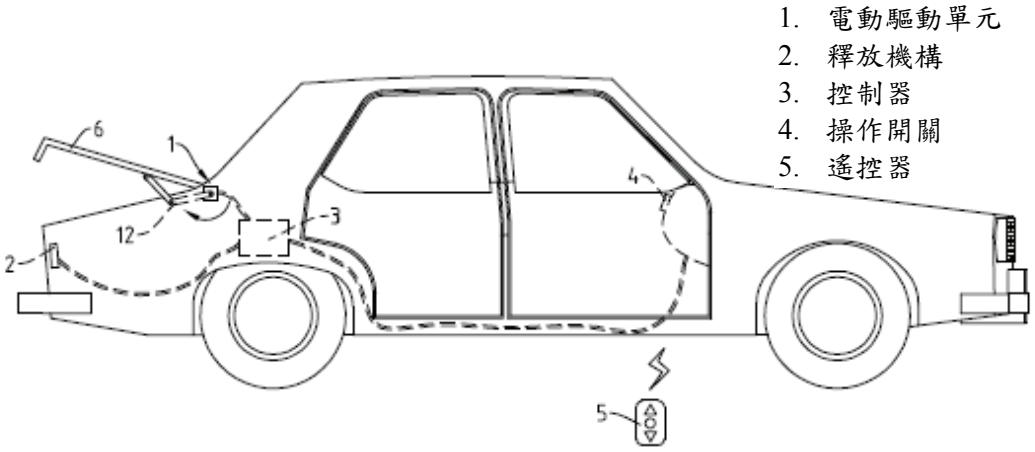

圖 10. 行李箱背門電動鉸鍊系統應用圖例

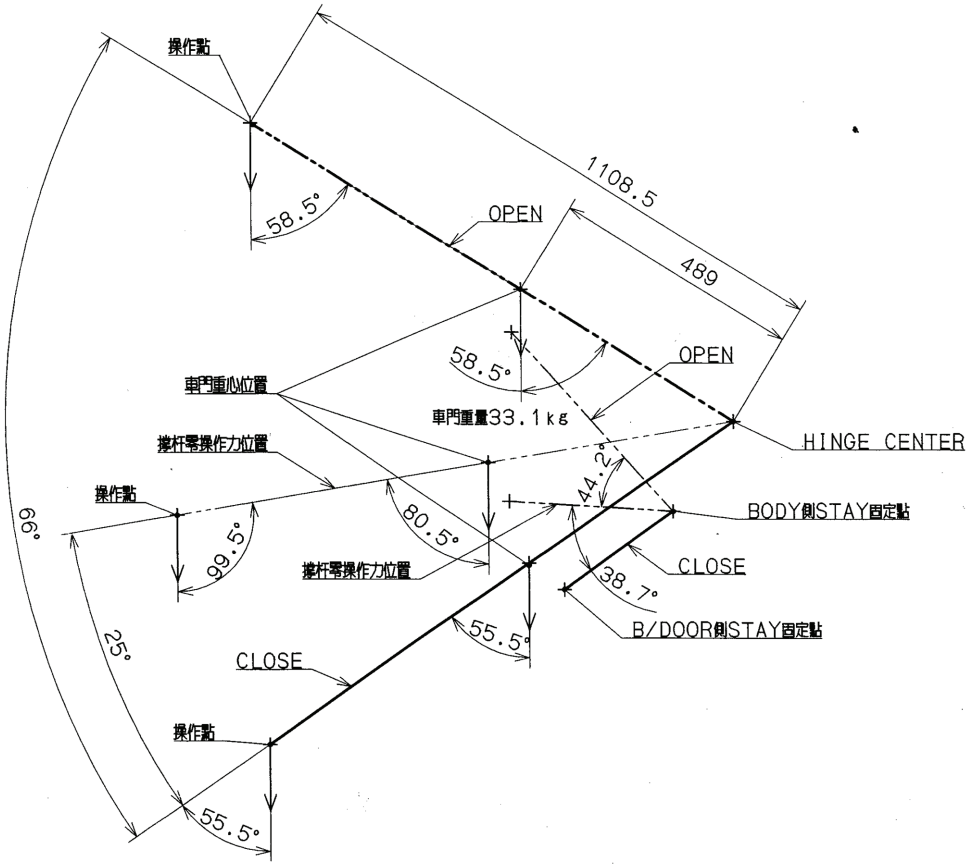

圖 11.本研究應用的背門幾何圖例

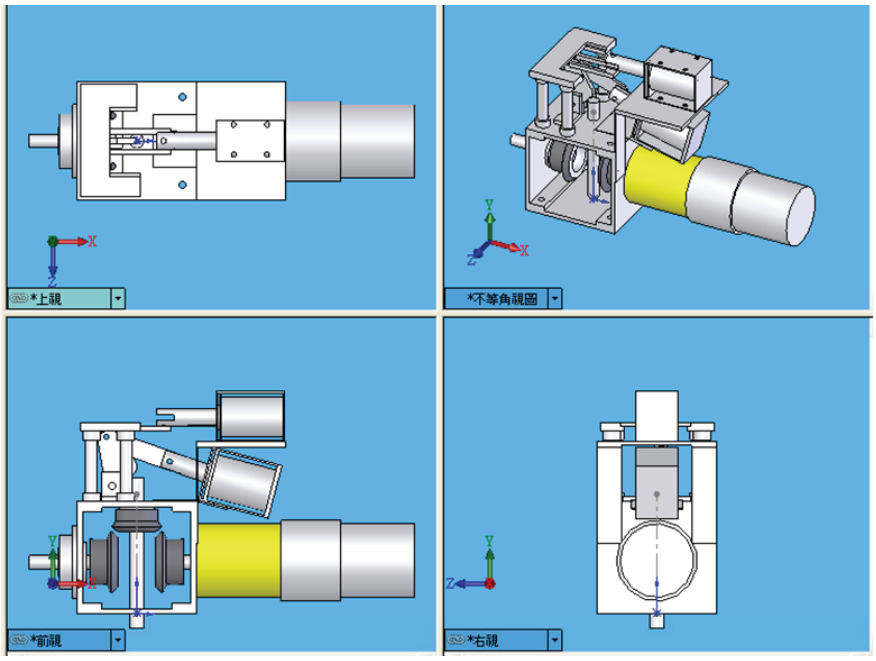

圖 12.本研究原型機構之 SolidWorks 立體設計圖

圖 13. 本文所製作的背門驗證模型

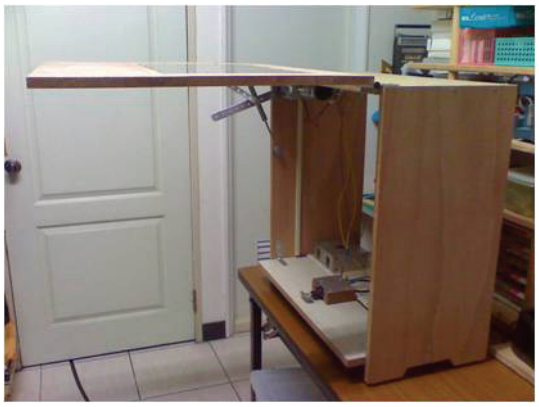

圖 14. 背門驗證模型開啟

圖 15. 模型內之鉸鍊式驅動機構

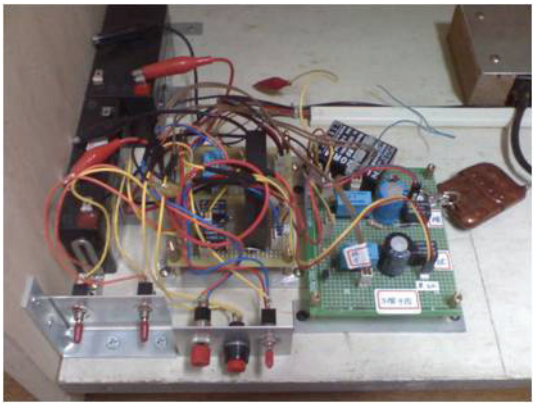

圖 16. 驗證模型的控制電路原型

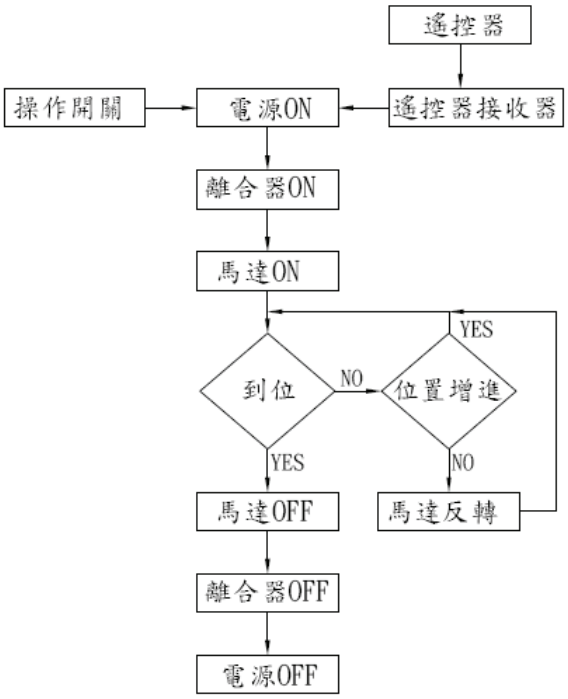

圖 17. 本研究之背門電動鉸鍊控制流程圖

圖 18. 本研究試製品一

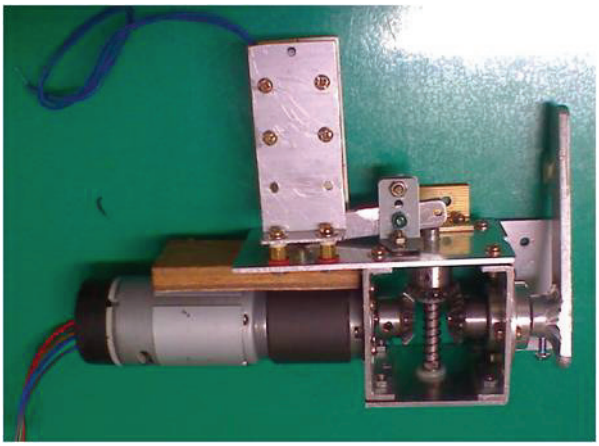

圖 19. 本研究試製品二

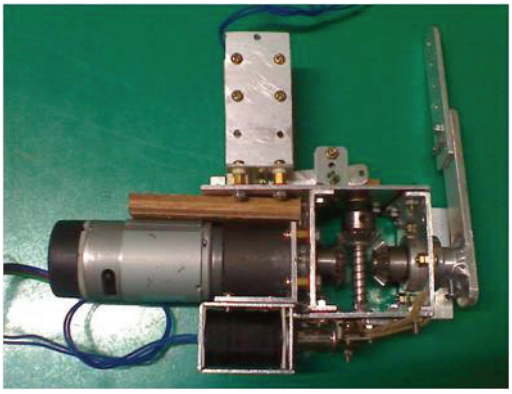

圖 20. 本研究試製品三

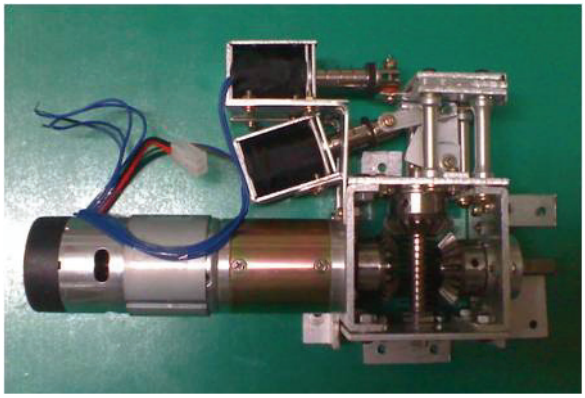

圖 21. 本研究原型品之最終構型

表 1. 不同電動背門驅動機構之特性比較

型式 / 比較項	頂裝型	側裝型	背升 1 號
尺寸	50×25×7 cm	50×20×16 cm	30×16×7 cm*
重量	3.8kgw	4.4kgw	2.6kgw*
優點	組件扁平化，裝置簡易，較不影響出入空間。	支撐桿離樞軸遠，負荷力矩較小。	鉸鍊式設計，構件較小、較輕，價格較便宜。
缺點	構件較大、較重，價格較高。	構件最大、最重，價格較高，裝置較影響出入空間。	原型機之作動較不利落。
應用於休旅車背門	可	可	可
應用於轎車行李箱門	較不適合	較不適合	適合

*註：經還原比例與量產開模考量後之計算修正值。