

綠能清華

——電動車與磁浮車

為因應環保並解決能源危機，
清華大學發展電動車與磁浮車的研究計畫，
此舉不僅是跨領域整合，
其緊密的產學合作更帶動了工業基礎的能量。
國立清華大學動力機械工程學系 策劃整理
宋震國 主編

綠能清華——電動車與磁浮車

國立清華大學動力機械工程學系 策劃整理
宋震國 主編

此本有聲書透過採訪當年參與計畫的老師及學生，回憶電動車與磁浮車的發展歷程，並穿插當年新聞片段及歷史照片，讓所有人能夠再次緬懷清華這段輝煌的歷史。而為了延續節能的概念，末尾加入動力機械工程學系正在進行的氣動城市計畫，並以本校陳力俊校長推動綠色校園願景做結尾，相信在能源日益拮据的時代，清華依舊是節能減碳的先驅。



主 編：宋震國
策劃整理：國立清華大學動力機械工程學系
發行人：陳力俊
出版者：國立清華大學出版社
社 長：陳信文
地 址：新竹市光復路二段101號
電 話：03-5714337
傳 真：03-5744691
網 址：<http://thup.et.nthu.edu.tw/>
電子信箱：thup@my.nthu.edu.tw
執行編輯：黃卿如
行政編輯：范師豪
美術編輯：樸實創意多媒體公司
出版日期：民國100年3月(2011.03) 初版
定 價：精裝本新台幣500元

ISBN : 978-986-6116-05-6



9 789866 116056
GFN : 1010000058



國立清華大學
1911-1986-2011
慶祝100週年暨在臺建校55週年



校長序

清華電動車和磁浮車一路以來的研究與發展，可說是我親眼目睹。1977年我剛到清華的時候，毛高文院長率領著一群電動車研發專業團隊，正如火如荼的進行著在當時台灣社會造成轟動，對業界、學界都有深遠影響的跨領域整合計畫。這個大型計畫，當時不僅得到相當的資源，也獲得報章雜誌廣泛報導，可說是一個高知名度的研發工作，現在回頭看，人才延攬是很重要的，像是此計畫的推手——毛高文院長，以及黃光治教授、萬其超教授、孫如意教授等均是一時之選。此外就是科技整合的意義，因為有一群來自清華工學院各系各有所長的年輕教授，所以能夠響應這個重大的研發工作，並且做出具體的成果。

最後不免遺憾的，這樣的研究成果無法推廣到產業界。我們都知道一個產業或是一個工業的發展受到很多因素的影響，時機的影響當然重要，譬如說那時的電池就趕不上實際的需要，電池那麼重，影響了電動車的性
能，還有成本始終無法壓下來，但是研發工作本來就是這樣，要整合不同領域的人才、訓練學生及技術人員，從過程中獲取經驗、體驗失敗、滿載成果，也算是達到了它的目的。

磁浮車也幾乎是同樣的故事重演。當時有幸延攬到在

通用汽車公司擔任高階主管的汪積昌教授，在他的帶領下，組織了一個跨領域的團隊，經過不斷的研發及改進，接連發展出磁浮車一號、二號及三號。事實上，這兩項研究成果也為清華做了很多公關工作，只要有貴賓來參訪，一定招待他去體驗電動車平穩的行駛、去觀賞磁浮車在軌道上緩緩滑行。我想，這會是清華永遠的驕傲。

賡續著清華歷任校長高瞻遠矚的視野與永續經營的情懷，本人上任以來就立即成立新能源綠色校園推動小組，以將清華改造成新能源綠色校園為願景，半年以來已完成初步規劃，並全面實施中，期望成為國內外大學校園的典範。這正與前任校長推動電動車與磁浮車不謀而合且相互輝映，相信這又會是清華的另一項驕傲。

清華大學校長
陳力俊

電動車發展中的一些軼事及展望

黃光治

民國六十六年十月八日是個值得紀念的日子，這天是電動車發展邁向實用化的一個里程碑，在這天的郵電車交接典禮中，我們一大早就趕到台北電信管理局的停車場作這天第一個重要工作——檢查車輛。

筆者又身負一項特殊的任務，檢查蔣院長可能乘坐的一部郵電車，我們選擇第九號郵電車，從裡到外，從上到下，每一個控制箱的蓋子都打開，倒也找到了兩項缺點，一是從充電器中找到一支沒用的螺絲，另一個是在切流器箱中發現一個即將鬆掉的螺絲，這些都是將來電動車裝配重要的參考。

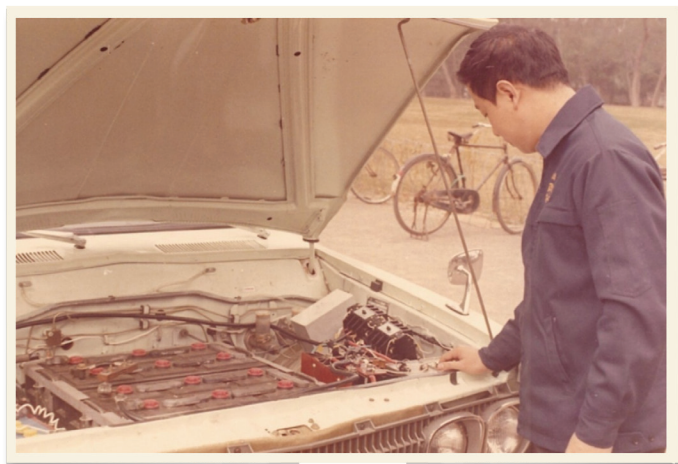
八時二十分十一部郵電車列隊出發，一路上浩浩蕩蕩，於八時三十分衝入國父紀念館，速度之快出乎一般人意外，一時冠蓋雲集，政府各有關部會首長及廠商負責人都已到達，蔣院長也在九時前幾分鐘到了會場，在簡單而隆重的交接典禮之後，照例請典禮主持人試車，一般人的想法認為蔣院長可能只是看看而已，了不起毛院長開車蔣院長坐在旁邊，出乎人意料之外，蔣院長竟要親自試開電動車，記者們一時情緒極為激動，唯恐失去了這一個寶貴的鏡頭，大家擠在車子旁邊及前邊，在一陣騷動之後，記者們勉強讓出一條小縫讓電動車從人

群中擠出，車輛後面拖曳一群毫不放鬆的記者，當時筆者站在國父紀念館的台階上，看到了一幕令人激奮的場面，慶幸著四年半來多少心血，終於達到初步實用的階段。

六年多前，筆者學業初成，在楓葉之國看著中央日報前校長徐賢修正極力鼓吹電動車的研究發展，暗自希望自己能夠投入這一項有意義的研究工作。事情也很巧，五年前動力機械系及研究所剛剛成立，筆者在成功大學抱著微小的希望，向徐校長毛遂自薦要加入清華大學的一員。那時成立的工化系是由毛所長(現在的毛院長)掌舵，材工系則由傅所長衣信主持，動機系則由現在的劉總務長來規劃。其他還有核工系的楊所長，幾個人籌備提出電動車研製計畫。筆者當時對電動車完全不了解，抱著學習的態度，申請加入電動車的研究工作。也許當時批評的人與旁觀的人多於動腦筋想與動雙手做的人，因此徐校長批准，讓我做一個電動車發展行列的一個學



蔣經國院長親自駕駛清華郵電車



黃光治教授細心檢查電動車內部零件

當時筆者一方面跟核工系徐助教（現在的徐講師），研製小型直流電動機控制電路、研習世界各國電動車研究文獻，一方面裝配清華一號（當時尚未命名）電動車。是一個炎熱的下午，幾位技術員與筆者揮汗如雨（當時工程一館工場上面尚未蓋二、三樓，所以特別熱）裝配著電動車最後幾根螺絲，毛所長也揮汗如雨在旁監工。最後清華第一部電動車終於完成了，大家抱著緊張又興奮的心情，由筆者試行發動，聲音很響，振動很大，在地面上轉動平穩安靜的直流馬達，在車上轉動起來竟像飛機引擎一樣，相當唬人。成功之前，特別急於渴望成功，馬達發動之後，接下來的工作很自然就要往外開，

但又不敢從工場內開出去，只好大家推著出去，當時剛到校報到的康慶葵教授也幫著大家一起推車，在大路上，筆者正襟危坐駕駛台上，旁邊坐著一位技術員。開動馬達，馬達聲響在戶外稍微小一點，緊張的一刻開始，放第一檔，輕放離合器，車子慢慢向前走，車外的人興奮，車內的人緊張，但是有點不對勁，車子像隻未馴的野馬不聽控制，時快時慢地往前衝，繞過三角鐘、大廣場到辦公大樓又轉回工程館到圖書館，正慶幸著車子慢慢馴服容易控制，在爬過圖書館前的小陡坡，一陣燒焦臭味襲來，正在迷惑間，車子靜悄悄地停了下來，等徐校長與毛所長興奮地從後追到，看到的只是一部馬達燒焦的電動車。

經過這次失敗，我們學到原來是馬達中電樞效應的關係，造成車輛時快時慢地不聽控制，馬達改進後，我們完成兩件對電動車發展的重要工作，一 是大電流切流器控制系統的完成、另一個是改良了現存商品能量密度最大的鉛酸電瓶。大電流切流器在毛所長離台赴美後一直在默默地也積極地進行，從毫無經驗開始到十幾瓦特的小馬達，放大到幾百瓦特，一兩千瓦特，再到七千五百瓦特，實際的電動車用馬達，進展是緩慢的，過程是艱困的，但成果卻是豐碩的，我們不但完成了這件成品，而且更重要的是學到了如何達到成功所需之做事方法，這些做事方法是一般國內廠商以金錢、自尊購買的技術資料所學不到的。

另一件，改良了現有的鉛酸電瓶，當時我們對日本之

電動車用電瓶能達到五小時放電率每公斤四十瓦特小時的能量密度，羨慕得不得了，千方百計想從日本買一兩個來看個究竟，但日本故意延遲報價以及價格高於國內價格四倍而作罷，我們就採用一種笨方法，收集了國內各電瓶廠商所印的產品目錄，作一統計分析，發現有些產品之二十小時放電率有高達每公斤四十幾瓦特小時以上，真是欣喜萬分。電池的收購是一大挑戰之下，發現原來目錄印錯了，令人啼笑皆非，後來經過再三確定有得知國內最佳產品為NS-60，其五小時率在每公斤二十五瓦特小時左右。我們就以此為出發點，從基本原理開始，重新設計，結果令人驚喜，也相當具有鼓勵性，新設計之電瓶五小時率之能量密度高達每公斤三十八瓦特小時左右，整整地改進了百分之五十左右。



這兩項對國內技術小小的突破，使清華一號電動車充一次電可行駛之里程，從三十幾公里到六十幾公里，再到七十幾公里，最後藉新電瓶之助將里程推進到九十五公里之遠。電動車之操縱當然比以前也靈活多了，噪音、振動也小多了，毛所長在一年後又重回清華園擔任

院長，電動車的發展在這一年內，不但未停滯，而且有加速進展之勢，這當然歸功於徐校長之極力推展，以及全體技術人員的努力。

一部電動車能行駛九十五公里，雖不是第一流，但在那時講，卻也難能可貴，也促使徐校長下了一道從新竹到台北的命令，新竹到台北八十公里的路程，以普通車輛而言，算不了什麼，但對剛學會走路的電動車卻是項嚴重的考驗，徐校長不放心，在一天下午故示輕鬆地表示要坐電動車到楊梅吃碗陽春麵（楊梅鎮距離學校約二十九公里，尚無像樣的店可吃陽春麵），費了一個半鐘頭完成了一個來回，徐校長沿途非常愉快，總算放了心，當然陽春麵也沒吃到。

過了沒有多久日子，一個陰天的早上，往台北「遠



黃光治教授與電動車1號

征」的準備工作，一切都妥當了，準備下一天的出發，記者們陸陸續續來探聽消息，中午時分，臨時決定馬上出發，一共四個人，毛院長與一技術員帶工具開車護送，筆者駕駛電動車，另一技術員在一旁協助。當車子一發動情況有點不對，切流器不正常，停掉再開動一次，車子緩緩離開工程一館，加速往台北出發，在縱貫路上車行每小時五十公里，一路上一些駕駛朋友總是好奇地緊跟著電動車行駛，觀察好一陣子才超車離去，還有一些摩托車駕駛朋友總是一邊開一邊圍著電動車與我們交談，並且伸出大拇指讚一聲好才離去。車子經過了桃園到了龜山，情況有點兒不

電動汽車一號今試車

【新竹訊】由國人設計、製造的第一輛電動汽車「清華一號」定今日舉行試車，自新竹直駛台北。

這輛耗資研究費用五百萬元的電動汽車，所有準備工作皆已完成，上午十時將從清華大學出發，沿縱貫公路北上，全部路程約七十公里。

據清華大學表示，「清華一號」採用傳動及改進之電液控制系統，電瓶可行駛九十里，如果沒有意外，相信能走完全程。

清華一號係由裕隆公司出產的

一千三百四十四

行車改裝，連裝

駛員可乘五人，

車身上有「TH

EV NO.1

」及「清華大學

電動汽車」等字

樣，牌照是「試

〇五三三號。

清華大學目前

正積極研究「清

華二號」電動汽

車，今日「清華

一號」試車的結

果，將是一項重

要的參考資料。

據悉，清華大

學對研製中的「

清華二號」汽車

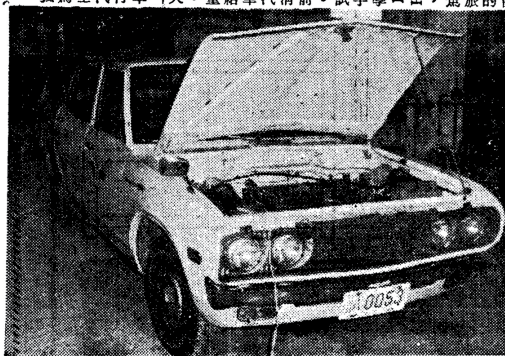
車身，可能不再

採用現在一般汽

車的模式，而呈

一種梯形，均為

直線，沒有弧



不控制流電、池電的難複為內蓋罩引「號一華清」車汽動電的車試日今
(攝一安馬者記報本)

•統

電動車試車成功吸引許多媒體大篇幅報導

對，指示電瓶存電量的一個指示錶怎麼掉到了底了，完了完了，開不到台北了，敲一敲錶，指針才慢慢回升，這才舒了一口氣，原來指示錶在新竹訂做的品質並不怎麼好，卡住了。

約一個小時又五十分，終於中興大橋在望，兩個鐘頭整，車子平穩地滑進了清大台北金華街辦事處的停車場。毛院長馬上向徐校長報告電動車已順利地完成這項任務。次日記者招待會的熱鬧場面，自不在話下。但卻引起人們的閒言閒語，竟有人說電動車為何不通知記者隨隊就開到台北，是因為用火車「偷」運來的，真令人啼笑皆非。想想國內確實是個技術真空與附庸的地方，毫無信心，也毫不相信一群默默工作者的些微成就。

如今四年半過去了，電動車技術在外界各色各樣的反應中，漸漸成熟，可以與世界各國之電動車站在相互競爭的地位，也引起美通用汽車公司之興趣，簽訂了合作條款，由我方提供動力及其控制系統，由通用汽車公司提供底盤與車身技術，於兩年內合作完成五人座位之小型電動車之設計及生產規劃。目前郵電車之性能如附表一所示。其中值得一提的是，郵電車已脫離實驗室階段的研究，完全站在實用的立場來接受實際使用的各項考驗而設計，郵電車與清華二號車有大約同樣的充電可行駛里程，但電瓶減少了兩百公斤、馬達重量減少了二十公斤，但卻提高了加速度與行駛之靈活性。對電動車各

主要件之進展而言，使用了三小時率每公斤四十五瓦特小時的電瓶，在控制系統則加裝了，轉流失效時在千分之十二秒內電流切斷裝置，過電流切斷器，以及其他多項自鎖裝置以確保行駛中的安全。

下批電動車預定明年初出廠，由第一批郵電車實際行駛所發現之缺點，在第二批次第改善，譬如提高過電流保護電流，切流嗡嗡聲之消滅，啟動時易斷路之改善，並且加裝變速箱以試驗高速或加速行車之性能之改善與價格之綜合評價。在車身及配件重量之減輕也正積極進行，全車約可減輕不必要的重量約五十公斤，以提高載重量及加速度，行駛里程計畫提高至一百三十~一百四十公里，加速度從零到四十公里每小時減至九秒，以再次提高車輛之靈活性。

除一般性之郵電車小規模製造外，另有兩種不同的車輛在研究發展中，一是五人座國民車，也就是與通用汽車公司之合作對象，除採用郵電車現有之動力系統外，側重車輛動力學與車身之設計，以求不必要重量之減輕以及行駛之舒適性。另一個是中型電動公車之設計，主要是採用百分之百國人設計之鋁車身剎車動能回收系統以自行設計公車之空氣調節系統，以提供一種清潔、舒適、安靜的公共運輸工具。當然過去所做只是我們想做的一小部分，前途困難仍多，有賴電動車有熱忱的人共同來克服它。

電動車發展過程中的一些事蹟

清大動力機械 黃元治

民國十九年十月八日是個值得紀念的日子，這天是電動車發展邁向實用化的第一個里程碑。在這天的郵電車及路車中，我們一大早就趕到台北電信局切停車場作這大第一個學工作！檢查車輛，並要買一項特殊的保險，檢查該保險可保乘車的一部郵電車，我們選擇第九號郵電車，從裏到外，從上到下，每一個控制箱的蓋子都打開，倒也找到了兩項缺點，一是從充電器中找到一盞煤油燈，另一個是在交流箱中發現一個即將鬆掉的螺絲，這些都是將來電動車裝配重要的參考。

八時三十分十一部郵電車列隊駛出發，一路上沿途滿座，於八時四十分進入國父紀念館，速度上快過一般人高

國家科學委員會科學資料及儀器中心編錄

升，一時聚集警察，以府各機關於會會長及職員負責人新已到達，將院長也在九時前幾分鐘到了會場，在簡單而隆重的致辭典禮之後，照例請典禮主持人開車，一般人的想法認為該院長可說只是看，而已，了不知該院長開車時將院長坐在旁邊，出於人意料之外，該院長竟親自試開電動車，記者們一時情緒極度激動，唯恐失去了這一個難得的鏡頭，大家擠在車子旁邊及前進，在一陣騾動之後，記者們知識張出一條小徑讓電動車從人群中擠出，車輛後車拖成一排坐在後座的記者，當時筆者站在國父紀念館的台階上，看見了這幕令人激奮的場面，慶幸當四年來多少心血，終於達到初步實用的階段。

六年多前，筆者畢業初試，在風景，國府舊中笑日錄

感謝所有接受採訪和給予協助的先驅前輩和後進人員

前清華大學校長

毛高文

清華大學校長

陳力俊

清華大學動力機械工程學系系主任

林昭安

清華大學動力機械工程學系教授

宋震國

清華大學動力機械工程學系教授

蕭德瑛

清華大學動力機械工程學系教授

王培仁

清華大學動力機械工程學系教授

葉廷仁

清華大學化學工程學系教授

萬其超

清華大學材料工程學系退休教授

金重勳

(現任逢甲大學材料系講座教授)

前南開科技大學校長

王國明

(現任元智大學工程學院客座講座教授)

成功大學航空太空工程學系特聘教授

蕭飛賓

銳步科技有限公司市場及技術代表

孫致遠

磁晶科技股份有限公司總經理

曾有光

清華大學動力機械工程學系博士班學生

吳豐光

主編序

清華大學這些多年來，除了人才培育外，對台灣社會有些甚麼具體貢獻？把這個問題延伸到國內每所大學，相信都是難以回答的。好在，我們可以大聲的說清華在發展過程中，做了兩件令國人振奮的科技研發：電動車與磁浮車。

1971年本校徐賢修校長有感於能源危機及環境汙染對世界的重大衝擊，毅然決然定在清華大力推動電動車的研發，從國外找回多位分屬於化工、動機、材料、電機、工工等專長的教授，跨領域整合，領導碩士班、大學部學生及約十五位專任技術人員。憑著熱情與堅毅不撓的精神。1974年清華一號電動車從新竹清華校園以每小時六十公里的速度駛入台北市區，引起了全國一片震驚及政府高層的重視。接著，清華二號、三號、四號電動車陸續在國人期待中問世。誰敢說當時徐校長及毛高文院長不懂得媒體造勢以爭取政府經費的大量挹注。此外，當時的電動車計畫獲得裕隆汽車、三富汽車、東元電機、士林電機、唐榮公司的全力協助，以及清華校友們成立厚德電池公司鼎力相挺。就現在的觀點來看，實為一相當成功的大型產學合作計畫。

1990年初，本校電機系汪積昌教授結束在美國通用汽車公司的工作，回到國內台電公司擔任顧問兼電力綜

合研究所所長一職，即開始在清華兼上課並籌備磁浮車的研發。同樣是秉持做大事、做困難事的精神，整合材料、動機、電機等系的教師及學生，一步一腳印的展開創新設計、原型展示、經費爭取等工作。其研發成果除了在國內社會引起廣泛注意外，亦受到日本、韓國、德國及中國的重視。

回想起來，當初徐賢修校長與毛高文院長及汪積昌教授高瞻遠矚的視野，在當時國內大學幾乎沒有研發的情況下，從制度的建立、人才與資源的整合、產業界的投入、甚至媒體與政府關係的經營，均屬空前絕後。事實上，此亦帶動國內大學的研究風氣，影響深遠。目前的時空環境與那時當然不同；然而，我們實不宜以目前環境的不同做為躊躇不前的理由。今日緬懷清華電動車與磁浮車的發展史，希望能喚起我輩放大格局、無私無我做大事的精神，再為清華及國內社會帶來新的振奮。

IV

最後藉此機會回憶已經離開我們的徐賢修校長、汪積昌教授、黃光治教授及孫如意教授。

清華動力機械系
宋震國教授

萬其超 序

1974年，我剛從哥大畢業，主修電化學工程，就被當時工學院院長毛高文先生邀請回國加入他主持之電動車計畫。動機系的黃光治教授是實質的總工程師兼管機電控制，孫如意教授負責車體，而我則協助毛院長開發電池。這個計畫可說是國內學術界空前絕後之大型計畫，因為它不只是教授研究上之整合，而是真正通力合作將系統做出來，將一輛輛的車裝配完成送到街上去走。今天電池不準時交貨，車子就交不出去，這不是靠有幾篇論文可以混過去的。所以這個計畫在台灣高等教育界甚至是在世界上是一個特例，它的不平常不在於其規模而是在於它的性質。因此對於參與過的人，這是一項難得和難忘之回憶。

我記得當時電池之開發原先是與台灣湯淺公司合作，但是由於日本母公司之牽制，後來我們被迫透過在業界之清華校友的支持，集資成立一個厚德電池公司，不但負責開發供應電動車電池，也為了公司之營運，還要生產、行銷汽機車電池；此外黃光治教授借調到唐榮公司擔任電動車廠之廠長，恐怕在台灣也是空前絕後的。本人很榮幸能躬逢其盛，參與其中，所投入之心力雖然未能化為一個成功的電動車產業，也影響自己在學術研究上之投入，但是無怨無悔，寫出來供大家參考。

清華化學工程系
萬其超教授