



“依純物理學的角度來看，以自行車和騎乘者之間的關係，是一個很成功的「共生」現象，這是一個具有卓越功能的「人與機器」間的融合，這個融合使人類的各種目的不需要利用其它能源就可達成，同時也是運用高效率輪子的獨特表現在技術與生物學上，自行車可說是延續人類行動器官的總合體。”

Otto Luhrs

顯然在1493年達文西已知道人可以藉由自己肌肉的力量使兩個輪子往前走而不會跌倒，但也有可能他早就做過各種試驗了。從 Codex Atlanticus 古老的手稿中有一幅草圖至今還讓藝術學者、科學家疑惑不解，這幅畫得並不是很詳細的自行車草圖，並非出自於達文西的手筆，但是無可置疑的也不是出自默默無聞的畫家之手，因為在這幅畫上可以看出它的構造和功能，這證明了這張具有結構性的圖是來自文藝復興時代一個天才工程師之手。由此圖上來看，可以發現它是一輛鏈條驅動式的自行車，比起十九世紀早期以腳踩地而前進的車子（圖一、二）更進步，

直到1870年左右，才出現由Freiherr von Drais 所發明使用鏈條驅動齒輪的自行車。

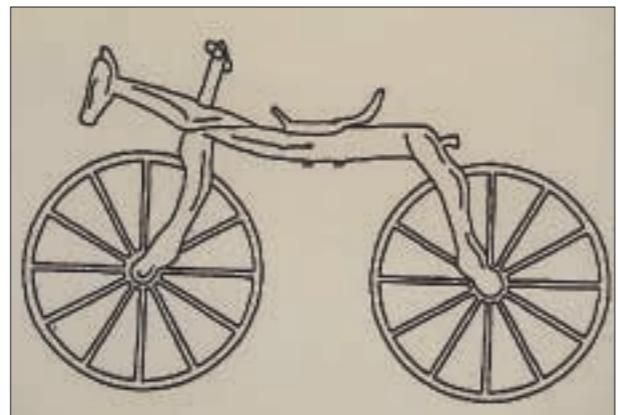
事實上本世紀的腳踏車並沒有重大革新，Freiherr von Drais的鏈條式腳踏車設計被延續下來，由錯誤中進行改善是十九世紀以前的事了。

十八世紀時德國生產了依靠人雙腿在地
上蹬撥前進的腳踏車，以腳為前進的動力，
沒有踏板，也叫做「足馬車」（圖一、二），
當時的紀錄前進每十公里需費時四小時，相
較於鏈條式則顯得非常緩慢，當時的道路都

是碎石子路，而自行車的車輪都為木製的，很不利於腳踏車的行進，且輪子容易損壞，所以無法普及。

在這之前人們騎自行車時需要用雙腳踩地，或經由一個和車軸銜接手把的曲柄帶動，才能使車子前進，Drais自行車的發展並不是沒有先例，但是他設計了第一個能讓人類自己駕馭的自行車，以前的自行車因僵硬的主體構造，如果想要改變任何一個行駛方向都要依靠人體的平衡來調整，由於人們長期以來都依賴家畜行走運送，以及源於內心深處對技術的不信任，導致人們對於早期的自行車有奇怪或不信任的想法，例如自行車有時被當成動物看待，像馬一般的加以裝飾，至今在許多語言及文字上還可以看出端倪，例如德文中Drahtesel稱「鐵絲驢」，英文叫Hobby-Horse「嗜好馬」，台語俗稱為「鐵馬」，而坐墊叫做「馬鞍」(Saddle)，曾經有個假設提到：自行車的發明是得自馬、驢子的靈感，事實上自行車行駛前進的過程不像機器的運行，而是如馬行進時的步伐。

有腳踏板的自行車（圖三）出現在十九世紀中，最初腳踏板是安裝在前輪上，車輪也開始套上橡膠輪胎，使得自行車更為耐用，也較為一般消費者所認同。在發明用齒輪和鏈條來傳動之前，是以前輪帶動而且加大前輪的輪徑讓前輪轉一圈有較長的距離，且效能大增，而後輪像是彎曲的蟲形突起。1870年出現了一款大前輪的腳踏車（圖四），前輪直徑約126公分後輪只有35公分，因為前輪較大前進的幅度也較大，而深受一般人喜愛，但是前輪大的設計，僅適合身材



(圖一) 足馬車，18世紀末，法國



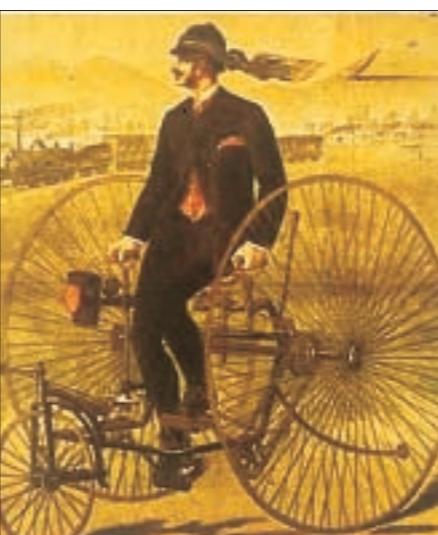
(圖二) 足馬車，18世紀末，法國



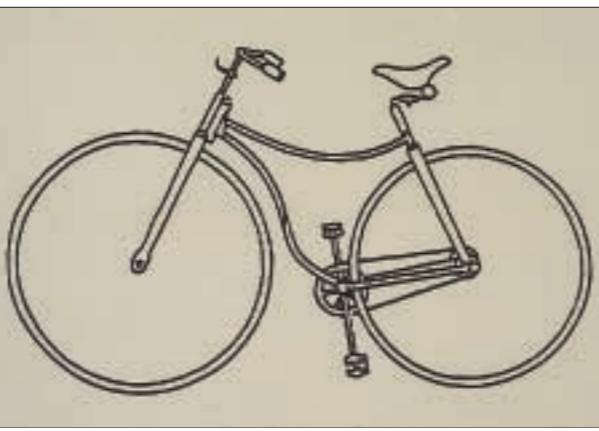
(圖三) 鏈條驅動齒輪的自行車



(圖四) 高輪式自行車，約1870年



(圖五) 三輪式自行車，英，1880



(圖六) Robber，美，1885

較高大的人騎乘，危險性也較高，因此在美國僅生產了二十萬台。

除了普遍流傳的高架自行車外，還有無數具有冒險性和各式各樣稀奇古怪構造的自行車：以人體肌肉來驅動兩輪、三輪（圖五）或四輪使它們前進。在十九世紀末，便有自行車和馬車之間的能力競賽，在1893年的一次競賽中，自行車獲得最後勝利，自行車騎士由柏林到維也納這段距離只花費了31小時，而騎馬竟需要71小時才能到達，相同的距離也比起1900年當時駕駛汽車的時間，只多花了5小時而已。

1885年美國所生產的自行車—Robber（圖六），具有如鑽石般耐用的裝備。之後隨著汽車產業的發展，福特、標緻、奧佩爾…等等也開始企業化經營自行車製造產業。之後鄧普洛發明了充氣式輪胎，腳踏車的發展大致成形，因此到了二十世紀的開發也是基本應用的型式，性能上的變化大體看不出來。二十世紀的革新重點在於零件的輕量化，家電、汽車等零件製造都以外包形式生產，自行車的產業亦是零件製造者較佔優勢，例如要利用席曼諾公司開發的新式樣零件來製造新款的腳踏車，這種以部分零件來支配全體的逆轉現象，已成為未來產業的趨勢。

更重要的是，在第一次世界大戰間（1914-1918年）由於當時軍事戰略的需求，前線作戰對騎兵具有嚴重的威脅，所以自行車對於在前線作戰的重要性漸漸被重視。當腳踏車被應用在軍事用途上，無需燃料即能

不聲不響的完成任務，提高了作戰上的效能，不久之後，自行車便進步到可折疊收藏在士兵的背包中。可摺疊的自行車（圖七、八）當初的設計是為了方便放置於汽車的後車廂內，之後卻演變成戰爭時行動的利器，直到現在為配合大眾交通工具，而方便攜帶入電車的使用，也是讓人始料未及的。可折疊式的自行車和運動用靜止（原地轉動）的自行車（圖九）都是十九世紀的重要發明；為了免除天候因素所造成影響在足不出戶的情形下依然能夠鍛鍊身體，在1880年就有了第一台「居家練習的車型」（Home-Trainer-modellen），給缺少運動者鍛鍊身體的機會。就如同每一種新科技性的產品推出一樣，自行車也不例外，尤其是在醫學上，恐怕造成關節與肌肉的過度負荷、會對肺、腎、膀胱或其他器官可能造成的負荷與損害都有所評估；想當初發明火車時，人們也相信，在身體和精神上是無法承受每小時30到40公里的高速度衝擊；還有電影發明時，人們還確信觀眾坐著觀看超過5~6分鐘以上的影片，會對眼睛造成損害。騎自行車時所要保持的平衡是需要練習和熟練的技巧，也是當時許多人的顧慮。

自行車騎士每每用心用力的踩在腳踏板上的運動，為的是想保持前進的方向，但由於騎腳踏車時身體的重心一直在變化，加上在加速中輪子所產生的離心力，所以身體和導向永遠在修正。有些人認為自行車之所以能保持穩定的部分原因，是因為輪子旋轉所造成的調整作用，但是騎乘者利用身體所要維持的平衡感更是穩住腳踏車的主要原因。風阻小的自行車造形對於一般的使用並沒有



（圖七）摺疊式自行車 近代



（圖八）摺疊式自行車摺疊後 近代



（圖九）居家用健身車，台灣，2002



（圖十）女性自行車騎裝

太多關係，不用考慮到動力學或抗磨擦方面的問題，但相反的，在高度競速的運動上就要很講究了，所謂的空氣動力學上的問題就是人和風阻（cw-wert）間的關係，如果在平地上，速度超過每小時30公里以上時，大部份的力量都會耗費在克服自身的風阻（頂風）上，如果當你頂著風，騎腳踏車上坡時就能深刻地感受到。

從節約能源消耗的觀點而言，自行車優於其他任何一種交通工具，形形色色各種交通工具中自行車是最經濟、最環保的，以鍛鍊身體的觀點來看，所有的運動項目中除了走路和游泳之外，騎自行車為最好的運動。近百年來從自行車的投資及成果來看、或以製造上所需的材料、能源消耗及使用年限來衡量，自行車實際上的優點和效用也是其它任何一種科技性的產品所無法匹敵的（電腦資訊產品除外），甚至它還有許多發展的空間呢！有趣的是，在這太空船及超音速飛機的時代裡，卻在世界各地興起了「重返」（comeback）自行車的風潮。正在建造中的坦桑尼亞首都Dodoma就是自行車「重返」（comeback）的好例子，從坦桑尼亞的首都Dodoma的交通圖看起來像是一幅複雜的交通網，它讓自行車有更大的行駛空間，自行車和汽車的比例約是70：30。有專家學者認為在一個詳盡的交通制度下，證明了在某些城市自行車能優於汽車，但這個想法在廣州卻不可行，為了有利於汽車的行駛，自行車慢慢從都市交通中消失了。

自行車在每個時代裡，都具有摩登的涵意，比如最早期，男仕們騎自行車時要如何

裝扮？繼男自行車騎士後，女士們才敢嘗試騎車，當時服裝是女士們傷腦筋的問題，因為在19世紀到20世紀初期，女性的服裝是強調優雅，但卻使身體無法輕便的動作，著束腰長長的蓬蓬裙，上身挺直下身大蓬裙搖曳生姿，服裝設計界更沒遑論為了運動而設計的服裝，後來又因男女平等主義的意識抬頭下，女性服飾的市場漸漸被重視，首先淘汰了又寬又長的大裙子，慢慢的進展到一種能活動自如又輕便的運動服（圖十），接著就有一些結構簡單俐落但價錢昂貴的女性摩登衣服問世。自行車長久以來是兩性區分（Geschlechtertrennung）的最後一個橋頭堡，由於強大的市場誘因，它本是唯一依男女性別不同而設計的交通工具，女用自行車要有特殊設計的車架，這樣女性才能雅的上、下車。但隨時代的改變，男女平等之觀念也延伸到自行車，尤其近十年來中性化之風潮與通用設計的理念下，促使現代的腳踏車設計也進化到男女不分的境界。

約在1890年出現了我們目前採用的五角槓形式樣，斜的手把，前輪大小相同的橈骨輪子，以鐵鏈驅動，在兩輪中間有齒輪圈上有腳踏板，開始摸索在兩種不同使用領域上做了重要的修正：做為交通和運輸用的自行車及運動競賽用的自行車（圖十一、十二），在日常使用的交通工具，自行車必須是可靠、堅固的，另一方面，運動競賽用的自行車，則以輕巧、減少風阻、及磨損係數小為設計重點。近年來，更有將飛機與汽車等高科技材料如鋁合金和新科技如電子控制變速等等應用於自行車上，呈現了許多革命性的創新，例如使用沒有軸、轂、和橈骨的



（圖十一）登山車 近代



（圖十二）腳踏車，日本 近代

輪子，可使車胎處在一個磁場中行駛，而不產生磨擦。此外，還有很多方面的突破，包括依自行車的技術原則，應用在陸上、水上和天上行駛的想法。從70年代中期以後到現在，在西方早已建立起一個先前被認為是不可能，但到現在卻蓬勃發展，為了滿足不同需求的自行車，當時西方自行車業就曾發展過一系列不同功能的自行車，可以適應義大利白雲岩到戈壁大沙漠間適合多種地形氣溫變化的自行車款，今日無論誰去走訪自行車行時，都會被各式各樣外型、不同功能的車種所吸引，相較於過去騎自行車郊遊，為的是欣賞沿途風景，而不是欣賞自行車的外型及功能，如今已大不相同了，有適用於登山、越野、多變速、摺疊、競速、仰臥式、避震式、雙人共騎…等等。為滿足不同需求的自行車琳瑯滿目，甚至有價格相當於一輛小轎車的自行車也不算是新聞了。

自從騎自行車發展成為全民運動之後，人們更重視車子的外型和摩登的形象，除了自行車製造商外，零件商也從中獲利不少，在獲利（profit）和繁榮（prosperous）之間，自行車實現了一種需求，這需求對於求進步似乎只是配角而已，需求主要的功能是當做眾所矚目的道具和做為象徵的一種表達而已，只要任何人喜歡，都可以隨意花費三、五仟或更多的錢買一輛自行車，早期競賽自行車算是極少數人的奢侈品，目前卻是一種基本配備，最近由於過度的發展成一種地位的象徵，同時由於許多業餘及職業自行車使用者的出現，使製造自行車的技術日益精進層出不窮，看來，騎士期望於自行車身比期望於自己多的緣故。自行車的每一部份

造就了許多的專家：如車架的專家、輪子的專家、變速器專家、剎車專家、坐墊專家、或腳踏板專家、鞋子專家、褲子專家、手套專家、頭盔以及補給技術專家…等等。內行人會依個人的需求，適當地將各組件組裝起來。自行車已不再是隨意的被放置於路邊，有些甚至會和其他昂貴的設計產品平起平坐地被擺放在櫥窗或客廳裡，既是交通工具也是藝術品一般的被寵愛著。

騎自行車有一種冒險的快感，台灣自1970年因加工技術的優勢，成為全球自行車的輸出王國，但在全球產業的變動下，我們已逐漸失去原有的競爭力，況且自行車關鍵性的技術仍由歐美與日本主導著，如何再自我提升，如何奪得自行車王國的美譽，將是我們日後最重要的課題。¶

參考資料

- [1] Reinhard Kiehl, 1997, Design-Geschichten, Verlag der Walter Koenig Koeln
- [2] 坂井道樹, 1999, 20世紀設計進化論, グリーンアロー出版社
- [3] Dolce, Joe / Fischman, Jaclyn, 1988, Product Design 3, PCB international, Inc
- [4] Rob von der plas, 1994, Bicycle History Bicycle Book, Inc

（本文作者係東海大學工業設計系副教授）