

自行車傳動變速系統概論

圖、文◎許世昌

想 要了解自行車傳動系統，必須先知道自行車的起源與由來。

拜人類天生惰性使然

在自行車發明以前，人們如果想從所在地到另外的地點，絕大多數只能依靠徒步行走的方式，好一點可以獸力代步，如驢子或馬，極少數人才有能力以馬車代步。也正因為人類的惰性使然，所以才會絞盡腦汁去發明東西或物品來滿足這種慾望，舉例來說，如果同時間在你身邊有一張床與一張椅子，你一定會選擇躺在床上，因此，人可以躺著就絕不會坐著，可以坐著就絕不會站著，這種與生俱來、潛在的惰性並不因時代的進步而減少。自行車的傳動裝置與變速裝置

正是在這種人類天生的惰性之下誕生的。

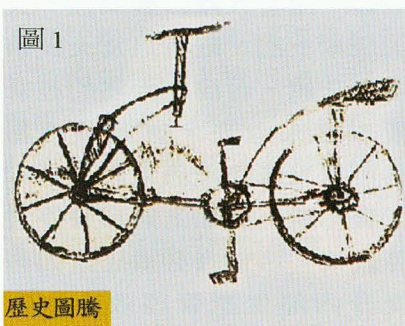
達文西的素描草圖

自行車的發明最早可以追溯到西元 1490 年，當時達文西描繪了一幅帶有與現代自行車極為相似的素描草圖存於他的手稿中（圖 1），這幅手稿直到西元 1966 年才被一群負責修復手稿的義大利修道士發現。如果當時達文西發表這個構想，將使得自行車的發展往前

推移將近四百年。為什麼這麼說呢？首先讓我們大略的來了解一下自行車及傳動變速系統的演進發展歷程，就可以知道達文西的遠見與創意。

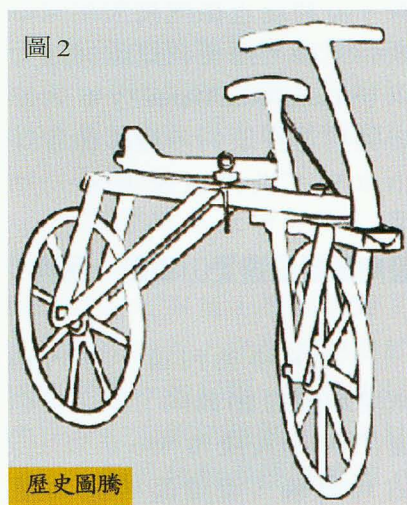
從表一可以了解到傳動變速系統發展到現在包含多個零件，這些零件可由下一頁的自行車系統分類圖（圖 6）一目了然。

圖 1



歷史圖騰

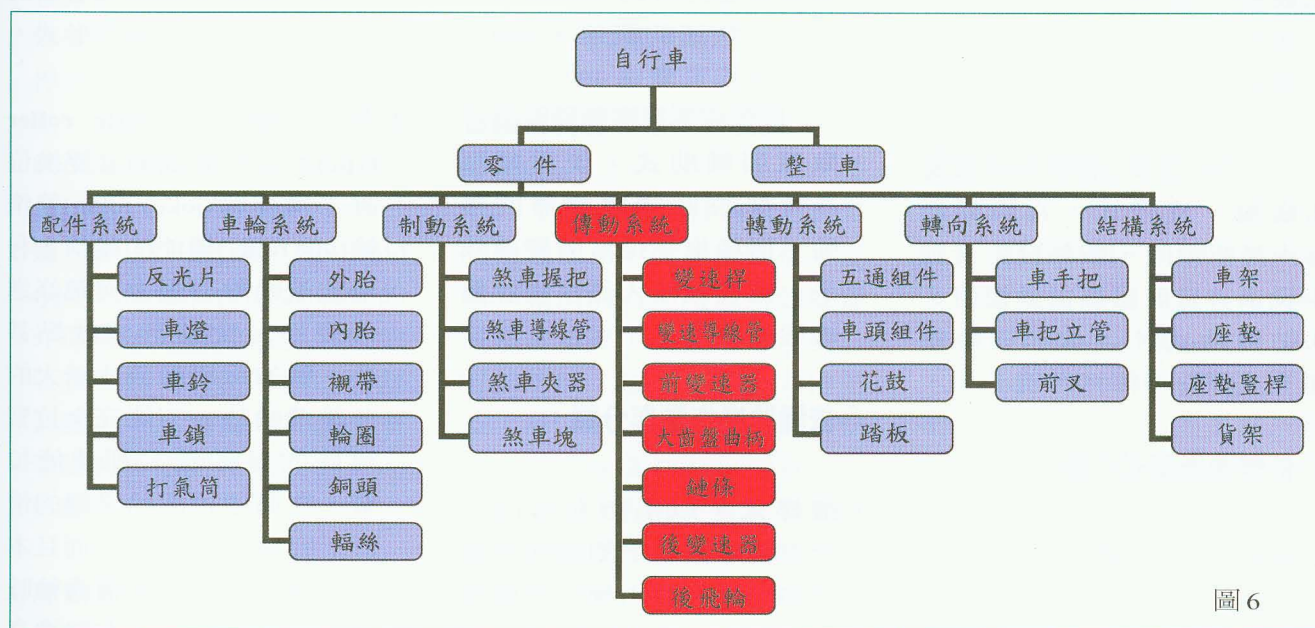
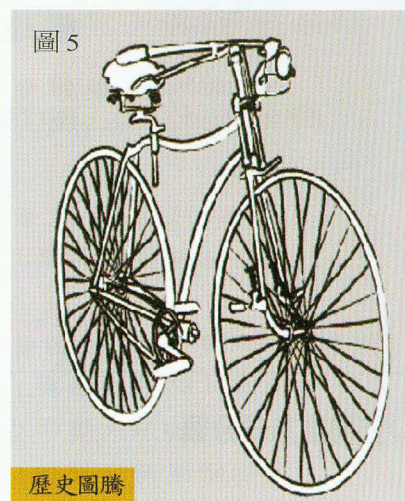
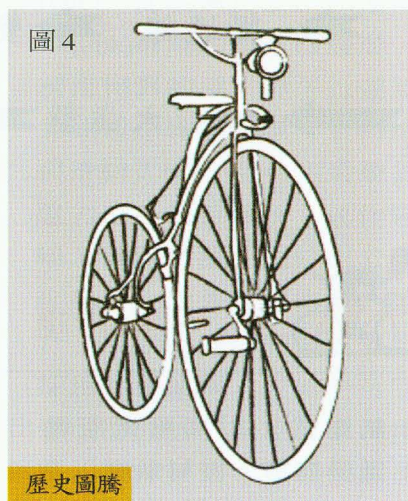
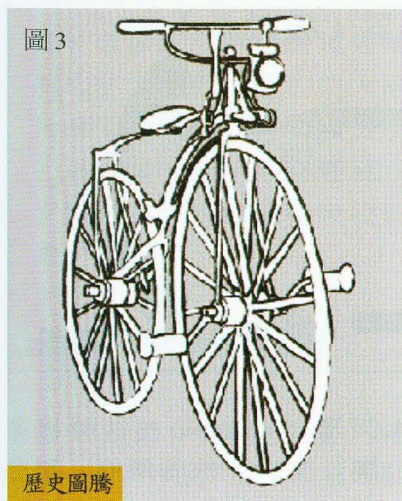
圖 2



歷史圖騰

表 1 自行車演進發展歷程表

年代	國別	發表者	形式摘要
1790	法國	西夫拉克	雙腳蹬地，無轉向控制（圖 2）
1820	德國	拜倫卡爾	雙腳蹬地，把手可轉向（圖 3）
1840	蘇格蘭	麥克米蘭	連桿式驅動後輪，鐵輪（圖 4）
1860	法國	維羅	前輪軸踏板 / 曲柄驅動前輪（圖 5）
1870	英國	勞森	將鏈條裝設於自行車上
1880	英國	史達利	兩輪大小相同，以齒輪、鏈條傳動，並加上煞車設計
1880	英國	艾迪	內變速花鼓出現並漸成變速主流
1890	英國	林利	固定式 3 段外變速，使用叉形鏈條導引器
1900	法國	魯貝利	使用滑輪組的外變速，3 段變速
1910	英、法		自此年代開始流行外變速，可分二種形式： 1. 變速裝置的導引裝置可左右移動（與現在型式相同） 2. 可左右移動多段飛輪
1950	歐洲		導引裝置可左右移動之外裝式變速器漸成主流，Campagnolo 崛起
1980	全球		登山車風潮，Campagnolo 錯估情勢，Shimano 崛起



自行車不同於其他人類發明的熱燃機引擎代步工具，是最簡單、最原始的人力引擎輸出。自行車的動力來源為騎乘者的體力，藉由腿部施力，經由腿部骨骼、肌肉的收縮運動轉變為曲柄/齒盤的迴轉運動，並透過力量的傳遞作用而成為後輪的驅動力。其傳動變速系統在手部及腳部之傳遞路徑如下一頁圖 7 所示。

簡單來說，騎士腳踏施力，以曲柄為半徑作圓周運動並產生輸入扭矩，透過鏈條的力量傳遞，相對的以後輪半徑也作圓周運動並產生輸出扭矩而成車體前進的推動力。所以傳動元件主要承擔力量傳遞的任務，而變速器則像槓桿，是用來改變做功時所需施力的比例，這個比例就是大家熟知的齒輪比或速比。改變速比的目

的在於調整曲柄迴轉數（踩踏頻率）來配合我們個人的呼吸頻率，藉以提供肌肉運動與乳酸代謝所需的足夠氧氣與肝臟素。

另外我們從表 1 同時也可發現傳動變速有不同類別，現在就針對其分類作一簡單敘述。



圖 7

◇依傳動方式分類：

1. 齒輪、鏈條式：目前絕大多數自行車皆採用此方式，傳動效率高達 98%，為市場主流。
2. 齒輪、皮帶式：當瞬間產生高扭矩時，較易發生滑動現象，目前已經很少使用。
3. 軸傳動式：以傘形齒輪軸方式傳動，維修保養不易。

◇依變速器型式分類：

1. 內置式花鼓變速器：將多段齒片內置於花鼓中，統稱內變速器。
2. 外掛式變速器：將多段齒片外裝於花鼓上，統稱外變速器。
3. 內外混合式：為上述兩者搭配組合之型式。

◇依控制動作方式分類：

1. 拉線式：以纜線控制，成本較低，為目前普遍使用的方式。

2. 氣動式：以高壓氣瓶輸出氣壓控制。控制氣壓以達到氣動變速的目的，可輕巧、精準、快速的變速，500 cc 的容量約可變速 400 次。

3. 微電腦輔助式：使用電腦晶片來控制後變速器的移動，而產生平穩自動變速效果，把程式輸入晶片以計算輪速與節奏。

◇依變速操作動作分類：

1. 撥桿式：以手指利用固定於車架或把手上的操作桿操作的方法，藉由操作桿與變速器 (Derailleur) 連接的鋼索操作。

2. 旋轉式 (Grip control)：在把手的前端 (把套) 中裝進鋼索之操作結構，利用手腕以回轉把套方式進行，便可得到與前述撥桿式同等的效果。

◇依鏈條張力的運轉機能結構分類：

1. 叉形 (fork type)：以兩片金屬 (叉形) 夾著鏈條，利用此兩金屬片或鏈條導引器的左右移動進行變換的形式。

2. 單滾輪形 (single roller type)：以一個滾輪當變換位置之操作輪 (jokey roller) 兼惰輪 (idle roller) 機能的結構，利用此滾輪附著張力與鏈條進行變換。此種形式缺點甚多，譬如採用齒數比差大的多段飛輪時，不能完全拉緊鏈條的鬆弛量，即使能拉緊，在高速檔齒輪掛鏈的情形下容易引起跳鏈；而且本來滾輪在變換低速檔齒輪時會靠近，但此形式在變換高速檔齒輪時不但不遠離反而會有靠近的現象，其活動範圍狹小，故目前幾乎不再使用。

3. 雙滾輪形 (double roller type)：是目前使用最普遍的形式，其張力彈簧 (tension spring) 會向吸收鬆弛部份的方向活動，藉裝有兩個滑輪的升降導引，隨鏈條的轉移

同時吸收其鬆弛部份的構造。滑輪的形狀是掛鏈齒輪狀的佔大多數，有的擴大兩滑輪間的距離以便吸收更多的鏈條鬆弛量，另有變更其支點以提高活動滾輪吸收鬆弛的機能等。

◇依變速器移動結構分類：

1.圓弧運動：以樞（主）軸（pivot）為中心伸出一支前端裝有叉狀金屬（導引夾）或鏈條導引器的支柱桿，此支柱桿可同時進行弧形及左右移動。此種結構曾被利用於桿狀（Rod）式的前變速器。

2.螺旋狀運動（Helicoid type）：樞軸和配合此樞軸的外筒均加以螺紋攻牙，外筒裝有可自由回轉升降的導鏈裝置，一旦驅動外筒便可使導鏈裝置順著軸向左右方向移動。

3.滑動軸心（solid shaft type）：此結構是將內部中空的外筒中裝進一支可向軸心方向自由平行移動和迴轉的軸心，軸心的一端裝配導鏈裝置，另一端則藉套環鏈條（toggle chain）連接內導線或利用凸齒輪（cam）驅動軸心向左右移動。此種結構是從前應用在前變速器和後變速器的形式。

4.平行四邊形（parallelogram

type）：此結構是由四節連接桿（link）構成的平行四邊形，利用相對的連接桿平行運動的原理運轉的結構。若將之與滑動式作比較，可發現其阻力小且調整簡便，運作順暢及機能準確，同時由於零件品質之改善及精密度的提升，目前大多數的變速器均採用此種結構，至於平行四邊形的形狀、固定位置和角度、零件材質、整體機能及其彈簧結構等之細節，仍在繼續研究發展當中。

各國相關檢測標準與項目

因為傳動零件擔負著力量的傳遞任務，直接或間接承受腿部施出的力，所以其強度變得相當重要；而變速零件屬於附加功能，也不影響動力傳遞及人身安全，所以並不納入標準規範。身為 CHC 自行車研發中心檢測工程師，有必要宣導檢測的重要性，以下簡略列出有關傳動零件的各國標準規範項目。

◆五通組件測試項目

- 1.五通心軸靜力測試
- 2.五通組耐磨耗測試

◆大齒盤測試項目

- 1.大齒盤靜力測試

◆曲柄測試項目

- 1.曲柄水平靜負荷試驗
- 2.曲柄垂直衝擊試驗

3.曲柄水平衝擊試驗

◆鏈條測試項目

- 1.鏈條強度測試

◆飛輪測試項目

- 1.飛輪強度測試

◆傳動系統整合測試項目

- 1.傳動系統靜力測試
- 2.傳動系統動態疲勞測試
- 3.傳動系統衝擊測試

◆整車傳動性測試

- 1.整車動態疲勞測試

變速系統是自行車的心臟

礙於篇幅，有關測試內容及要求無法詳述，若有任何疑義，可再詳加討論。

從最近的環保與健康趨勢，又開始鼓勵人們走出戶外運動並且少開車、以自行車代步等來看，可以知道，自行車歷經二百年的演進發展，依然深受人們的高度喜愛與推崇，自行車以人力為動力來源，因此其發展與改進也都是「以人為本」。而傳動變速系統就如同汽車的引擎一般，可視為自行車的心臟，如何能讓自行車更舒適、更能發揮，這顆心臟性能非常重要，相信這也是造車者共同追求的目標，我們期盼自行車產業有更美好的未來。

參考資料

- 1.自行車實用手冊
- 2.自行車聖經
- 3.台灣 e 家族網站