

# 41. 自行車踩踏儲能裝置

詹福賜<sup>1</sup>、周波<sup>2</sup>

<sup>1</sup>建國科技大學 自動化工程系 助理教授

<sup>2</sup>建國科技大學 機械工程系 副教授

## 摘要

自行車的設計，通常朝變速、避震法及輕量化思考之研發方向為主，如外加能源時則歸類為機器自行車；而以彈簧方式儲蓄動能，其優點則是免用其他能源具環保性。本系列相關研究，曾發表螺旋彈簧內藏於自行車下管內的蓄力器作品，往後踩腳踏板時即可儲蓄能量，而在前踩腳踏板時釋放，則可達助力功能，現已達可商品化階段，但內藏式蓄力器只能應用於正組裝中的自行車上，其適用性範圍較小。本裝置為外掛於自行車的彈簧蓄力器，可安裝於新、舊的現有自行車上，適用範圍更廣泛，其儲能方式與內藏式完全不同，在腳前踩腳踏板的同時，機構亦將自動的儲蓄部份能量，當腳踏板到達下死點時，也就是出力能量最小的時候，即釋放所儲蓄的能量，則可提升爬坡能力，其儲蓄能量之大小，將自動隨坡度增加而增大，根據雛型機測試結果顯示，本踩踏儲能裝置約可提高爬坡力二成左右，如精確選用彈簧強度，預估可提高達至30%之動能。

關鍵詞：外掛式，螺旋彈簧，窩旋彈簧，助力器

## 一、前言

因應全球暖化與能源價格高漲，節能減碳、護地球已成為世界潮流，也是政府積極推動的政策。本校創新育成中心積極推動師生騎單車運動，鼓勵全校師生遠距離上、下班（課）時，盡量搭乘公共運輸或共乘汽車，短距離則騎單車或步行，可同時達到暢順交通與運動舒壓效果。本校環校道路部分路段達7度左右的坡道，一般的自行車或不是很強壯的乘騎者，大多無法完成自行車環校一週的腳力。本系列相關研究，曾發表螺旋彈簧內藏於自行車下管內的蓄力器作品，往後踩腳踏板時即可儲蓄能量，而在前踩腳踏板時釋放，雖可達到助力效果，也可提高一般乘騎者的爬坡能力，然反轉腳踏板儲能的動作，必須非常熟練才能適時發揮效果，對於初次使用本踩踏儲能裝置者而言，不習慣凡而降低了效果。

因此，本研究首先分析自行車腳踏力的力學模型及自行車運動的狀態，並從中發掘腳踏力的最大及最小的時機及弱點，如能在施力最大的時候，自動儲蓄部份能量，並在施力最小的弱點處自動釋放能量，則乘騎者只要一一如往常的在坡道上用力踩踏，於平地乘騎時輕輕踩踏即可。

彈簧的形狀與種類繁多，一般最常見的有由棒材製成螺旋狀的彈簧及由板材製成渦旋狀的彈簧，如圖1所示。其中渦旋彈簧的造價極高，因此，本研究為經濟考量而採用螺旋彈簧。



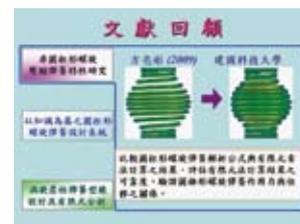
圖1 圓柱形螺旋棒材彈簧及渦旋形板材彈簧

## 二、研究目的

自行車單純以人力踩踏，在一般道路上或下坡路段，都可以輕鬆踩踏前進，但碰到上坡路段時，就會感覺很吃力，也因為如此，使得人們較不喜歡騎自行車在比較多的上坡路段。因此，本自行車踩踏儲能裝置設計時必須符合下列條件為原則：

1. 彈簧蓄力器必須外掛於一般自行車上。
2. 避免往後踩踏的儲能方式，以向前踩踏儲能為原則。
3. 於上坡路段乘騎時具有助力效果。
4. 避免使用板材渦旋彈簧，因為渦旋彈簧昂貴。

## 三、文獻探討



## 四、研究方法

本研究擬以SOLID WORK繪圖軟體繪製各種儲能器，再以動態模擬其動作狀況，利用動態模擬法觀察其可行性，並期待在動態模擬法時，可以發現一些隱藏的缺點，順利設計並製作出實用性的『可外掛於一般自行車的彈簧蓄力器』以達成最經濟的設計需求，其製作計畫執行步驟訂定為以下階段[3]：

- (1)設計規劃：首先收集現有傳統發電系統的優、缺點資料及現有各型收折機構的設計值，並對照現行環保法規要求，以此為依據，再借助機械設計的基本知識，根據上述限制訂定傳動零件的材質與大小，軸承及各五金零件的規格。
- (2)概念設計：根據已知的所有資料及基本構想繪製概念圖，經討論確定後進行初步設計。
- (3)初步設計：收集符合概念設計的現有零件目錄，繪圖並確定其尺寸，必要時需購入以測試其功能，再將初步設計的結果，利用動畫模擬，確定其尺寸與功能後，進行細部設計。
- (4)細部設計：各零件均依照初步設計書製作並組裝，測試其功能，檢討並修正設計之後，編寫細部設計書。
- (5)製作與測試：按照最終設計書製作出第一代原型機；功能測試包括：腳踏運轉機能與剛性、耐久性及實用性等，檢討並作局部修正設計。
- (6)編寫結案報告：依規劃過程紀錄，分析各階段進行之中缺失，提出改善因應對策，編寫結案報告。

## 五、自行車腳踏儲能裝置的力學模型

自行車係利用左右腳踏板施加間歇性扭矩的交通工具，其力學模型如圖1(A)所示。當腳踏板到上死點時，因力矩為零則扭力為零，當腳踏板與施力方向垂直時為最大值，下死點時扭力又為零。因腳踏板作圓周運動，故左右腳踏板施力的模式為典型的正弦波形模型。當施力與慣性力矩之和小於坡道阻力時，自行車將會停止運動。圖1(B)所示為已發表的反踩踏板轉儲能自行車的力學模式。其下方三角形面積為彈簧釋放出的能量，根據加成效應使整個踩踏能量提高了，因而提升了爬坡能力。

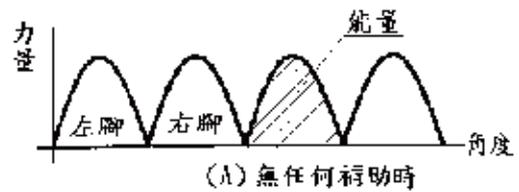


圖1(B) 反踩踏板儲能自行車的力學模型

圖2所示為前踩踏板儲能自行車的力學模型，於上坡最大踩踏力時，利用彈簧儲蓄部份能量，並於最小踩踏力時釋放出儲蓄能量。

其下方三角形面積為彈簧釋放出的能量，根據加成效應，整個踩踏能量提高了，因而提升了爬坡能力。當腳踏板踩踏轉動時，會將多餘的腳踏力儲存於彈簧內，並自動的在腳踏力小於阻力的時候釋放出，類似電容器之於整流過正弦波的效果。本“自行車腳踏儲能裝置”可圓滑化腳踏的間歇性施力模型，並可消除零力道的時機，隨存隨放毫無損耗，且不排除任何污染，可謂最佳化的助力環保的設計。

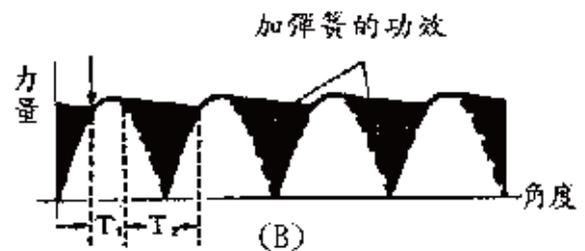


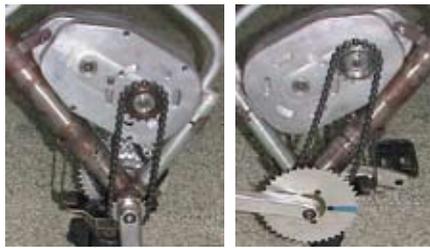
圖2 前踩儲能自行車的力學模型

## 六、自行車腳踏儲能裝置結構概念

自行車腳踏儲能裝置的安裝位置、雛型結構、雛型製作、彈簧結構等如圖3~圖7所示。



圖3 自行車腳踏儲能裝置的安裝位置



左側 右側  
圖4 自行車踩踏儲能裝置的雛型結構



圖5 踩踏儲能裝置的外殼及內部齒輪組



圖6 踩踏儲能裝置的彈簧結構



圖7 踩踏儲能裝置的鏈輪盤

## 七、結論

自行車係利用左右腳踏板施加間歇性扭矩的交通工具，當施力與慣性力矩之和小於坡道阻力時，自行車將會停止運動。本儲能裝置係裝設在車架的中空處，當腳踏板轉動時會將多餘的腳踏力儲存於彈簧內，並自動在腳踏力小於自行車行進阻力的時候釋放，類似電容器之於整流正弦波的效果。本“自行車踩踏儲能裝置”可滑順化腳踏的間歇性力，並可消除零力道的時機，隨存隨放毫無損耗，且不排除任何污染，可謂最佳化的省力且環保設計，經試製與測試結果約可提升20%的爬坡能力。

## 參考文獻

1. 台灣自行車零件業在中國大陸生產的新思維，<http://tbis.tbnet.org.tw/chc-tws/chctws-1.html>。
2. 成益自行車有限公司，[www.5388.com.tw](http://www.5388.com.tw)。
3. 自行車暨健康科技工業研究發展中心，[www.bikelane.org.tw](http://www.bikelane.org.tw)。
4. 順發自行車行型錄，<http://myweb.hinet.net/home4/shunfa/>。
5. 自行車暨健康科技工業研究發展中心，<http://ebike.runride.com/ebike/index.asp>。
6. Giant生產及技術研發部門，[knight.fcu.edu.tw/~d8931905/PRDD-100.htm](http://knight.fcu.edu.tw/~d8931905/PRDD-100.htm)。
7. 汽油助力車，[http://www.ntx.gov.tw/frontend/TaxMessage\\_fprint.asp](http://www.ntx.gov.tw/frontend/TaxMessage_fprint.asp)。