

省力長踏板式腳踏車設計

徐煒峻·林嘉哲·許文騰／吳鳳科技大學 機械工程系
陳宏旻／吳鳳科技大學 光機電研究所
賴柔雨／彰化師範大學工業教育與技術研究所

本研究之產品主要針對市面上腳踏車之改良設計，除了符合人體工學的施力方式外，更加强了趨動的效果，因此本研究之目的在於利用長踏板驅動方式與腳踏車結合所做最方便性的設計，可使腳踏車在轉換動力時有最好的效率，讓騎車者施力時可以達到最好的效果。本研究的方法是利用機構學向量迴路法將簡化連桿機構進行運動分析，並針對此機構之各桿件之相對尺寸關係作研究，以期能設計出一組更好的機構尺寸來達到騎乘最佳的效果。

1. 前言

本研究主要是利用長踏板驅動機構的新式腳踏車，為了改善目前一般市場上的腳踏車的施力方式，針對目前一些新設計作檢索，可以了解目前的設計對著墨在腳踏車與健身車的結成品尚不多，為了讓健身車使用時可以得到移動的快感，將兩者的結合設計可以得到雙重的效果，此設計製作結果如圖1所示。

因為現在腳踏車休閒很盛行，為了加強腳踏車的功能，加入了健身車踏步車的概念而設計出一輛長踏板式腳踏車，最主要的成果是利用槓桿原理加入驅動之踏板上，讓我們在踩的時候可以更加省力更加方便。如踏步機般上下動作，與人們行走時姿態相近。為了這種效果而利用槓桿原理加入驅動之踏板上，設計出一輛長踏板式腳踏車。

2. 省力長踏板式設計

針對目前市售的腳踏車改良可以加強健身的功能，利用踏板來增長施力臂以產生較大之輸入力矩，產生較大的扭力行進。此長踏板式腳踏車利用一組四連桿曲柄滑塊機構來組成踏板之槓桿



(圖1) 健身踏步車設計圖

以作為踏步的傳動結構，如圖2所示。

為了作四連桿曲柄滑塊機構來組成踏板之支撐，我們在後輪的輪軸支撐上多焊了兩個圓桿，如圖3所示。這個支撐點就是我們設計的省力力臂的支點。

在腳踏車的原先腳踏板的的地方就是連接我們設計的省力力臂的點，也就是四連桿機構中的滑塊位置，為了達到滑塊的效果，我們利用了3個軸承來作為滑塊的滾輪，如圖4所示。



(圖2) 踏步車踏板結構



(圖3) 兩踏板之支撐結構



(圖4) 踏步車踏板中的滑塊

最後長踏板式腳踏車便完成如圖5所示。和一般的腳踏車相似，多了一組曲柄滑塊機構作為踏板，利用了槓桿原理達成省力的目的。



(圖5) 新式腳踏車設計圖

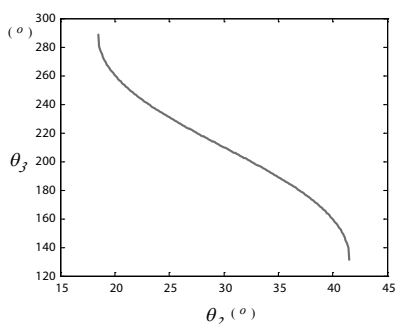
3. 踏板機構尺寸角度分析

首先利用向量迴路法[2]來分析此驅動機構，將此部份局部放大如圖6示，由圖中可以看到 r_1 是支撐兩個腳踏板的固定點到大齒輪的圓心的距離，由 r_1 的固定點並且到滑塊的距離為 r_2 ，此時假設可知 r_2 的距離是可變化的，大齒輪的半徑為 r_3 ，大齒輪的圓心做為x軸與y軸的原點O，此時便可以簡化成圖7，圖上的角度 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 與 r_1 、 r_2 、 r_3 用位置分析的方法便可以列出下列之向量迴路方程式：

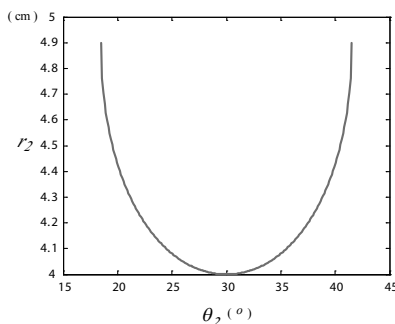
$$\vec{r}_1 + \vec{r}_2 - \vec{r}_3 = 0 \quad (1)$$



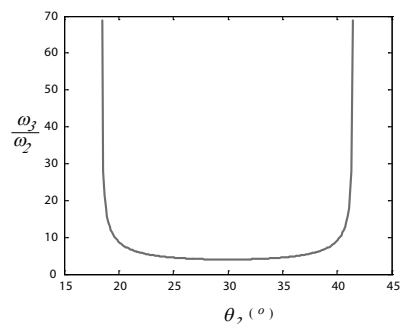
(圖6) 驅動機構圖



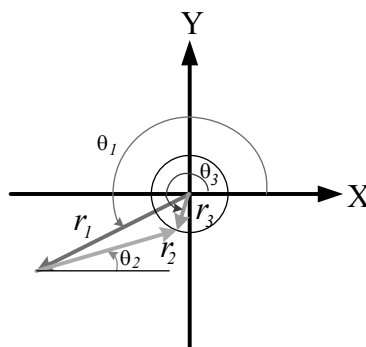
(圖8) 輸入 θ_2 與 θ_3 的關係圖



(圖9) 輸入 θ_2 與 r_2 的關係圖



(圖10) 輸入 θ_2 與 ω_3/ω_2 之變化關係圖



(圖7) 向量迴路示意圖

將以上的方程式之x及y方向之分量分別列出便可以得到下列之方程式：

$$r_1 \times \sin\theta_1 + r_2 \times \sin\theta_2 = r_3 \times \sin\theta_3 \quad (2)$$

$$r_1 \times \cos\theta_1 + r_2 \times \cos\theta_2 = r_3 \times \cos\theta_3 \quad (3)$$

r_1 是支撐兩個腳踏板的固定點到大齒輪的圓心的距離，因此 r_1 及 θ_1 為一已知值， r_2 為由 r_1 的固定點到滑塊的距離， r_2 的大小及其角度 θ_2 是可變化的， r_3 為大齒輪的半徑，因此 r_3 的大小是固定的，但 r_3 的角度 θ_3 是可變化的，整理可以知 θ_1 、 r_1 、 r_3 是固定的， θ_2 、 θ_3 與 r_2 是待定的，根據本車之運動方式是由腳踏板的角速度 θ_2 之變化來驅動 r_3 的旋轉運動以達到車體前進的目的，所以由 θ_2 之變化來求出 θ_3 和 r_2 的關係。

4. 分析結果

為了對機構之尺寸對驅動效果作一分析，根據機構本身各桿件之尺寸比例來分析，因此令大齒輪的半徑 r_3 之尺寸為1，支撐兩個腳踏板的固定點到大齒輪的圓心的距離 r_1 ，由 r_1 的固定點並且到滑塊的距離為 r_2 ，以作為此機構之尺寸設計之參考依據。首先設 r_1 的值為 r_3 尺寸之5倍，所以 r_1 為5，並設騎乘者之踏板之位置距踏板固定支撐點之距離為 r_1 的2倍長，以此可以分析出輸入 θ_2 與 θ_3 的關係圖如圖8，以及輸入 θ_2 與 r_2 的關係圖9。由圖10中可以看出隨著腳踏板的角速度 θ_2 之變化，大齒輪的半徑 r_3 的角速度 θ_3 變化並沒有按一定

的速率來變化，因此當腳踏板的角度 θ_2 之變化為等角速度 $\dot{\theta}_2$ 時，可計算出大齒輪的半徑 r_3 的角速度 $\dot{\theta}_3$ 變化。

5. 結語

由融合槓桿原理與腳踏車的長踏板式腳踏車，可利用一組四連桿曲柄滑塊機構所構成之踏板槓桿來作為腳踏車的傳動結構，由運動分析可以看出在踩踏的行程中，剛開始及快結束之兩段時間中，車子前進的速率即會相較其他時間特別快，因此需要再作更深入的設計分析才可以設計出最佳的結構，由長踏板結構也可以知道其踩踏非常省力，是一種非常省力的設計。

參考文獻

1. 徐煒峻、張朝翔、張承濬、陳宏旻、賴柔雨，“健身踏步車驅動機構設計”，吳鳳學報第17期，2010。
2. 顏鴻森、吳隆庸，機構學，頁數34~41頁，ISBN 978-957-483-394-8(平裝)。東華書局，台北、台灣，1997。