

南台科技大學機械工程系實務專題製作報告

蝸輪蝸桿驅動之機械手臂機構

指導老師：魏慶華 南台科技大學機械工程系()
參與學生：張志維 夜四技自控四甲 99012002
林聖源 夜四技自控四甲 99012013
陳懷生 夜四技自控四甲 99012014
黃偉德 夜四技自控四甲 99012031
施志豪 夜四技自控四甲 99012060

一、摘要

本創作為組蝸輪蝸桿驅動之手臂機構，若使四組手臂機構協調運作就可以構成協助病人側向翻身及更換床位的機構，上一代的病床裝置只能做到按摩及側向翻身的功用，似乎還欠缺了更換床位的功能，而本作品設計之機構將兼具更換床位及側向翻身的功能，可以使嚴重骨折與肢體殘障的病患，在不方便搬動及移動身體的情況下可以來進行搬移位置的動作，本作品具有節省看護人力及方便病人變更臥床姿勢與上下病床更為方便的功能。

二、計畫緣由與目的

在忙碌的醫院裡，護士與看護人員要執行許多醫療護理與看護工作，對於定期為病患翻身與更換床位之工作，經常需要付出許多時間或體力來執行，如果有本創作設計製作的裝置，將可以使看護人員節省體力，減少職業傷害，提高人力資源的有效運

用，同時也使病人在床位變時提高更大的方便性與舒適性。

三、機構作動說明及操作方法：

本作品之構想是利用兩組蝸輪蝸桿來驅動一組手臂機構，如果能使四組手臂機構合作，就能夠做出兼具協助病人側向翻身及更換床位功能的設計，其構想如圖一，其中件號1、2、4、5為兩組蝸桿蝸輪驅動器，件號3為下臂、6為上臂分別可被兩組蝸桿蝸輪驅動，件號1~6的手臂機構組各有兩套，分別裝置在床頭與床尾，7為連桿用來連結這兩組手臂機構，件號8為床單，可以用拉鍊及安全束帶與連桿7結合，如此不但可使床單容易拆解，安全束帶也得以確保床單上的病患不致有將床單撕裂之危險。本專題重點要將第一組之手臂機構設計製作出來，並完成控制電路設計製作，驅動這組手臂機構，必須使用兩顆扭力足夠的馬達，如果只有一組手臂機構（圖二），只須利用簡單的電路即可達到控制效果，未來若要使四組手臂機構協調運作，應該用到8051單晶片控制，目前所用的馬達是普通直流強扭力減速馬達，減速比是1:200，要將正轉變

為逆轉只需將電路正負方向顛倒連接即可，這可以用一個 6P3 段式的總開關來控制，如圖三將線路第一隻腳接第六隻腳，第二隻腳接第五隻腳，而第一及五隻腳接電源，即可達到使電流相反切換正逆轉之功能，再利用 LED 指示燈，以綠燈來表示正轉，紅燈表示逆轉，電路連接使用並聯的方式，將其極性對調即可得到上述的指示效果；控制馬達一及馬達二，有兩組開關，再配合二極體保護馬達以免燒毀及極限開關控制馬達停止轉動，再用四顆二極體與 LED 指示燈連接，才能固定其電流的方向，使 LED 能正確地顯示馬達之正逆轉，此外在上下臂行程的極限處裝有極限開關，可以限制上下臂最大行程，不致使行程超過，而卡住機構，若造成機構卡住會使電壓飆高，而導致馬達燒毀，如果以後用 8051 單晶片系統來控制的話，一方面可提高控制機能，二方面也可減少很多電路，例如指示燈或極限開關方面，只要有一顆 8051 單晶片裝置來控制其極性或運算馬達的頻率將可達到同步及自我判斷極性等功能，在其轉速控制上，需另外接一組 0.5W 的 100 歐母的可變電阻，測試的結果顯示，如果電阻值超過 100 歐母的話，馬達將無法轉動，若連接適當電阻就可以控制馬達轉速，此外當負荷過大馬達不夠力時，可變電阻的端電壓會瞬間飆高，有燒毀可變電阻的可能，由於可變電阻適用本身限制電流來達到變速的效果，所以在進行調速或馬達負荷加大時，要注意可變電阻的端電壓是否過大，過大時必須將總開關關掉，不然會有燒毀的可能性；在來就是馬達的選擇，本作品使用強扭力的直流減速馬達，最低電流需要 95mA 才能運轉，而最大電壓是 DC24V，必須配合極限開關，當兩顆馬達正轉時，如圖三所示，可以將手臂機構伸直，此時必須兩個控制開關都開啟，上臂的機構行程較短，負荷也較小，

所以會先到達行程的極限，碰到極限開關後會自動停止，等到下臂機構碰到極限開關後，兩臂伸直（圖四）並構成傾斜角，即可做出使病患更換床位的功能；還有電源供應也很重要，此設計使用之電源是將 AC110V 轉為 DC12V，1200mA 的電壓和電流，在接電源時必須注意電壓和電流的數值，如果要外接更大的電壓則必須更換所有的電子零件，方可接更大的電壓，如果病人要進行側向翻身動作的話，需使手臂機構從兩臂伸直狀態復原為兩臂收縮狀態（圖五），此時須將第二個馬達的開關開啟，讓他走到最大行程，第一個馬達的開關開啟到達和水平片成垂直的狀態處方可停止，如此即可以作出左右邊更換床位與側向翻身的效果，再來就是介紹極限開關的電路，必須用兩個二極體來控制其正逆轉，且須考慮配線上的方便性，當正轉機構碰到極限開關時馬達正轉會停止，而這時二極體即發生作用，碰到常閉接點後造成只能使電流朝單方向流動，形成短路，而如果將電流切換，使馬達內轉，方向性改變，方可通過常閉接點進行運轉，極限開關跳回常開接點，形成開迴路狀態，而當碰觸到逆轉極限開關時，此極限開關跳到常閉接點，功能和正轉一樣，常開接點短路，常閉受到二極體的影響不能通過電流，馬達停止，當電流又切換極性時方可流過長閉接點形成迴路，而使馬達正轉，極限開關跳回常開接點，方可回到最初狀態，接下來就是機構方面，馬達是透過一個轉接頭來帶動蝸桿的，如圖六在馬達的輸出軸裝置轉接頭，於轉接頭的兩端適當位置，鑽 5mm 的鎖螺絲孔，使馬達輸出軸與蝸桿軸連接配合固定，當馬達開始運轉後，經由轉接頭傳送到蝸桿，再經由蝸桿來帶動蝸輪，驅動上下臂已完成更換床位與側向翻身之動作，下面的蝸桿蝸輪組是帶動整個手臂機構，請參考圖六，而在上面的蝸

桿蝸輪組，只帶動上臂機構，負荷比較輕，它運轉時不影響下面的機構，馬達軸與蝸桿軸之連結方式也和下面那組一樣，上臂驅動組的配線比較麻煩，因為上臂活動範圍大，不像下驅動組是固定的，所以上臂驅動組的配線需考慮耐疲勞的電線來進行配置，接下來就是總零件說明:電路方面：要一顆 6P3 段式的開關、一顆綠色 LED、三顆紅色 LED、九顆 1A 的二極體、一個 0.5W100 歐姆的可變電阻、 $\phi 5\text{mm}$ DC 接頭，AC110V 轉換成 DC12V 的變電器、單獨控制開關 2 個和電源輸出腳 2 個，機構方面：一個主機座(是分成五塊所組合起來的)、蝸桿蝸輪兩組、轉接頭兩個、方桿接合處分成三段(第一段是接合蝸桿的下方塊、第二段是蝸桿接合上塊、第三段是方管)裡面是用方形固定的，再以四支螺絲鎖上、上基座(分成四大塊組成)、上方管、兩顆直流強扭力減速馬達、兩個馬達固定座、七顆編號 R-10 (d 0.625inch、D 1.375inch)的軸承。

四、結果與討論

1. 認識病床設計之需求及構想各種側向翻身及換床等機構，及研發製作過程之協助。
2. 學習機構系統之設計與控制應用。
3. 培養跨科系整合能力。
4. 認識機構與控制方面的好處及其運用
5. 電路設計實作的訓練
6. 機械設計和機構之研究
7. 資料收集與整合之方法
8. 設計方法及相關計算方法
9. 測試工作成效和成果.
10. 報告撰寫之方法

五、計畫成果自評：

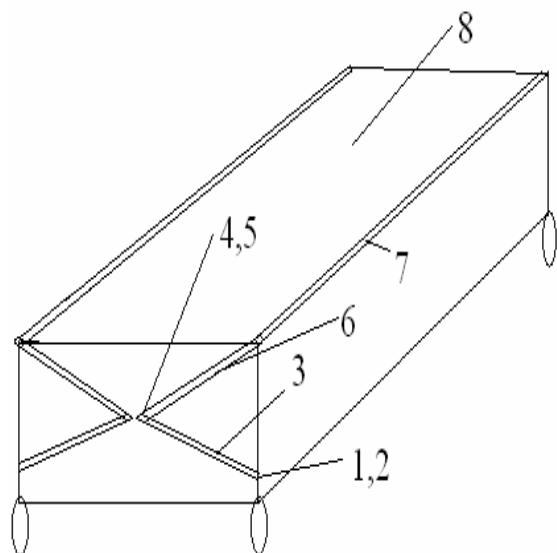
在製造的過程中，遇到了許多麻煩，尤其是控制方面，因為對控制電路的知識不足，只能不斷的買電子零件來重複測試，先把自己構想的馬達正反轉控制電路連接測試看看，最後發現，要控制馬達正逆轉一定要用到 6P3 段式開關才能達到所需的效果，剛開始是使用 3P3 段式的開關來接，都無法達到正逆轉的功能，最後去問電機系的同學才恍然大悟，原來 3P3 段式要雙電源才能達到正逆轉的功能，所以後來買 6P3 段式的開關才解決問題；二極體的連接方面沒遇到太大的問題；接下來就是電阻連接，在測試過很多歐姆值的電阻後，讓我得到一個答案，就是當電阻值大於 100 歐姆後，會使馬達無法運轉；在 LED 顯示方面，雖然它有較大的抗壓性，但必須限制電流才能提高壽命，起先也不得而知，最後在網路上找到計算程式後，若用 DC12V 的電壓，必須用 470 歐姆 1W 的電阻來限流，使電流為 1200mA 才能使 LED 達到高亮度及最長的壽命，測試過程中也燒掉幾顆 LED，都是在沒有限流的狀態下，DC12V 的電壓一接通，LED 瞬間就會燒毀；極限開關方面也是遇到滿大的問題，最後想出用二極體來整流，才得到我們想要的效果；而在機構設計方面，這是我們第一次設計機械元件，在設計上遇到許多麻煩，例如在軸承和基座的配合上，加工完成後才發現應該是中級配合，還好不是太緊可以進行修改，還忽略了軸承固定方式，這些都是以後要注意的地方，經過改善後用 C 型環固定才解決了這項問題，還有當初是依蝸桿的尺寸設計軸承，沒想到不易找到公制內徑 16mm 的軸承，最後改找英制軸承才可以配合，在攻牙方面，找到可以參考的規格表，所以沒有太大的問題；在烤漆方面，加工過後的零件表面很光滑，所以要烤好幾次才能使漆與零件表面良好的結合，所以有的零件在搬動的

時候被刮掉漆，總之，這次專題製作讓我們學到很多實務經驗，是在課堂上所無法實際得到的經驗。

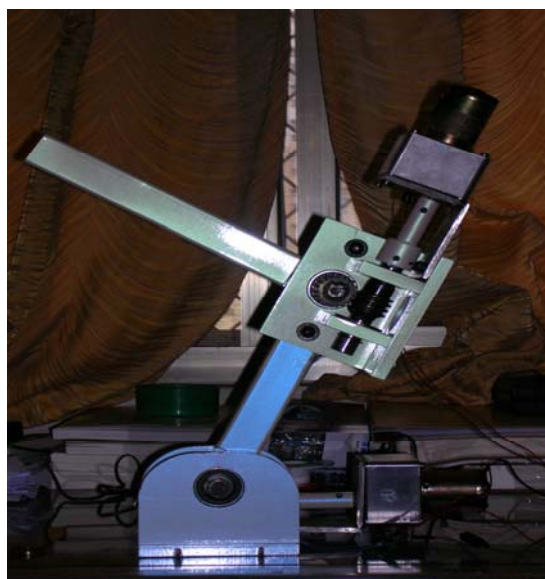
六、參考文獻：

1. 林蒼梧，實用電子電路實驗分析，徐氏基金會出版，民國 69 年
2. 郭雙發等，基本電路 (上、下冊)，6 版，東華書局，民國 73 年
3. 李宜達，Microelectronic Circuits RASHID 動態模擬與繪圖，高立書局出版
4. http://home.so-net.net.tw/eric_chu/LED_rst/LED_rst.htm
5. 朱堃城等譯，電機工程概論
6. 鄭祥誠等譯，機械力學
7. 吳嘉祥等譯，機械元件設計

七、圖表



圖一、協助病人側向翻身及更換床位的機構構想圖



圖二、蝸輪蝸桿驅動之手臂機構



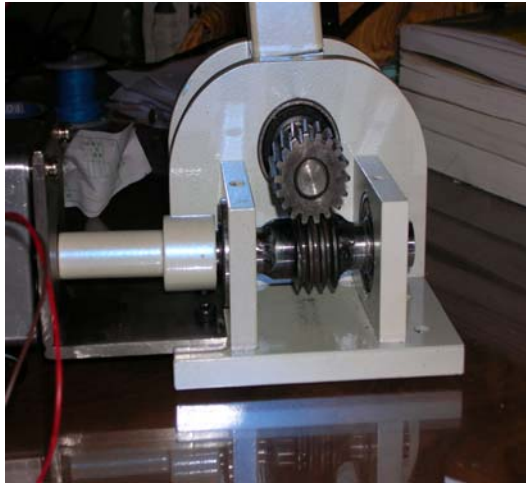
圖三、驅動馬達之控制線路



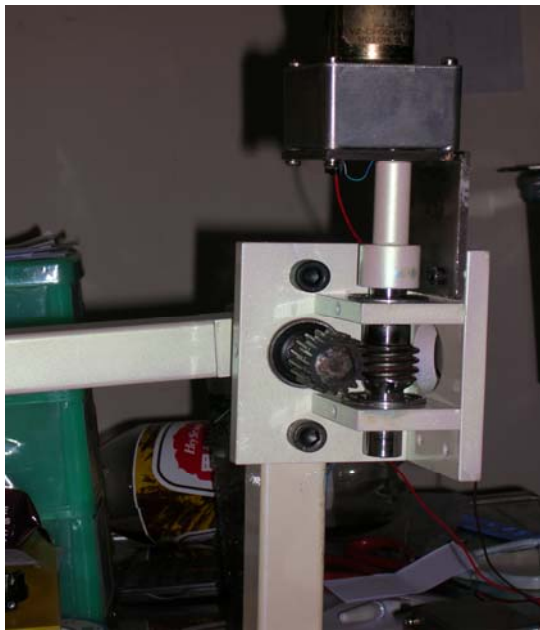
圖四、手臂機構伸直狀態



圖五、手臂機構收縮狀態



圖六、下臂蝸輪蝸桿驅動裝置



圖七、上臂蝸輪蝸桿驅動裝置