

投稿類別：工程技術類

篇名：

三軸式線性滑台動力機械手臂

作者：

黃澤穎。臺北市立松山高級工農職業學校。機三仁班。

張雅晴。臺北市立松山高級工農職業學校。機三仁班。

雷堯軒。臺北市立松山高級工農職業學校。機三仁班。

指導老師：

陳添財老師

胡銘軒老師

壹●前言

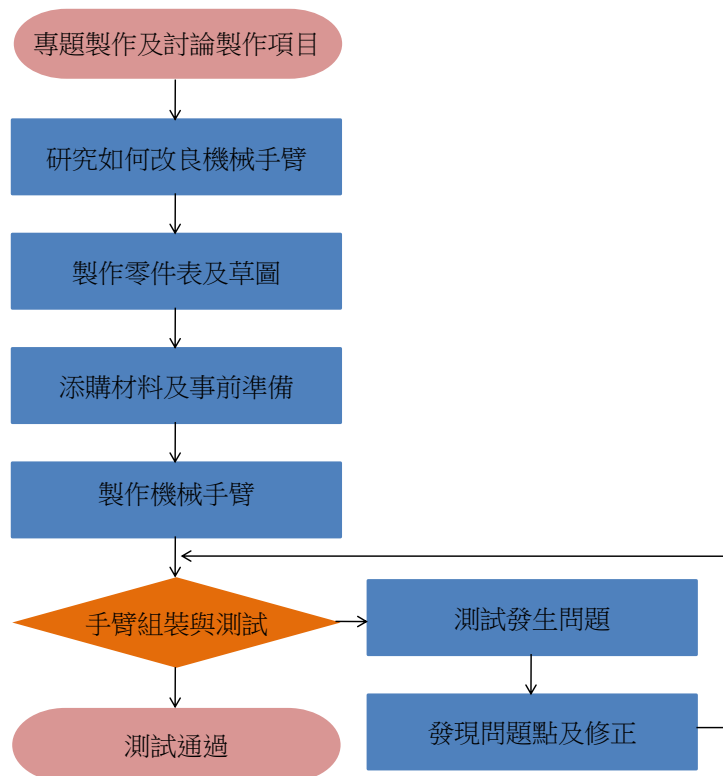
一、研究動機：

在這凡事講求效率的時代，隨著自動化技術日趨普遍，生產線自動化已成為全球趨勢，以前使用人工完成的事情，漸漸被“高效率”及“低失誤率”的機器人所取代，為了因應各產業領域工業自動化與特殊製程的需求，產業推動智慧自動化關鍵技術勢在必行，其中又以機械手臂研發為主要目的。(粘芳綾，2013)，而我們發現到現在大賣場及貨運公司，還是利用人力搬運貨物，不僅效率低、人事成本高，而且在高處作業時也有許多危險性，所以我們想到如果能利用自動化機器搬運，是一件非常安全、方便、快速的事情。為了能符合我們期望的標準，需要三軸以上才能達到搬運貨物的自由度，所以我們想要設計一支可用於工廠代替人力做搬運、零件運送等倉儲管理工作的三軸式線性滑台動力機械手臂。

二、研究目的：

製作出可以準確定位、低失誤率以及作業安全性高的三軸式線性滑台動力機械手臂，而且能達到夾持重 2kg，與沿 X、Y、Z 三軸向移動並夾持高度約 70cm 的理想性能。

三、研究步驟：



貳●正文

一、機械手臂移動軸設計及製作

(一)機械手臂設計理念

我們這次所製作的三軸式線性滑台動力機械手臂主要的功能是自動搬運貨物，經過本組組員收集資料及與老師討論後，我們為手臂設計了三軸，第一軸為垂直移動軸(Z 軸)他的作用是能讓手臂做上升下降的動作已達到貨物的分層及堆疊，而垂直移動軸上的移動滑台則是與水平移動軸(X 軸)固定在一起，而水平移動軸下方則有挾持軸(Y 軸)做夾持及放置貨物的動作，因此三軸式的設計能以最少的活動軸達到我們所需的動作。

(二)移動軸設計想法及製作

在所參考機械手臂當中我們認為它的傳動方式越簡單越能發揮最大效率，因此我們設計機械手臂的移動方式是利用正時皮帶的特性讓旋轉的力偶搭配線性滑軌將旋轉的動力轉換成直線移動（柯雲龍、潘建安，2012）。設計三軸式線性滑台動力機械手臂時我們也考慮到夾持時的穩定性，決定將垂直移動軸（Z 軸）的重心 位置移動到載具的中心位置，而線性滑軌我們則是使用直徑 8mm 的直銷滾珠滑軌（如圖 1）。



圖 1 ψ 8 直銷滑軌



圖 2 鋁合金本體

機械手臂本體部分，原本考慮使用鋼或鋁，雖然鋼比鋁堅固，但是經計算後鋼的重量太重了，所以使用材質較輕的鋁合金，當作機械手臂本體支柱(如圖 2)。

(三)移動軸驅動機構研究

最後設計製作的驅動機構，是使用直銷線性滑軌(如圖 3)以及定時皮帶輪(如圖 4)，利用定時皮帶的特性加上 DC 24V 60RPM 步進馬達及直銷滾珠線性滑軌，將穩定轉動變成等速直線運動後把線性滑軌上的滑座用 M4 沉窩頭螺栓固定在皮帶的一點上讓滑座沿著滑軌隨皮帶上升下降移動。

三軸式線性滑台動力機械手臂



圖 3 滑軌座



圖 4 定時皮帶輪

132.0	144	1026-3M	1,026.0	342
135.0	145	1038-3M	1,038.0	346
138.0	146	1050-3M	1,050.0	350
141.0	147	1062-3M	1,062.0	354
144.0	148	1074-3M	1,074.0	358
147.0	149	1086-3M	1,086.0	362
150.0	150	1098-3M	1,098.0	366
153.0	151	1110-3M	1,110.0	370
156.0	152	1122-3M	1,122.0	374
159.0	153	1134-3M	1,134.0	378
162.0	154	1146-3M	1,146.0	382
165.0	155	1158-3M	1,158.0	386
168.0	156	1170-3M	1,170.0	390
171.0	157	1182-3M	1,182.0	394
174.0	158	1194-3M	1,194.0	398
177.0	159	1206-3M	1,206.0	402
180.0	160	1218-3M	1,218.0	406
183.0	161	1230-3M	1,230.0	410

圖 5 規格表



圖 6 皮帶

在皮帶規格表(如圖 5、6)中原本是想用約 2000mm 長的皮帶但市面上公制 3M 皮帶最長的是 1800-3M 所以我們只能買到 1800mm 的皮帶。中心距經由公式 $L=1/2(D+D') + 2C + (D+D')^2/4C$ ” (柯雲龍、潘建安, 2012) 推導我們的中心距約是 869mm。

二、機械手臂夾頭設計與製作

(一)夾頭動力探討

在夾頭的選擇上我們有想過使用伺服馬達(如圖 7)或直流馬達(如圖 8)，直流馬達是用外加機構例如：滾珠線性滑軌(如圖 9)將旋轉向量轉換成直線，配上外加的感應器(如圖 10)進行定位 (伊藤美光, 1995)，這樣夾持的力量很大但整體製作重量不輕。反之使用伺服馬達重量輕巧、機構簡單，然而能夾持之重量卻不大。所以經討論結果，我們決定使用直流馬達加上皮帶和線性滑軌(如圖 11)做成能平行夾持貨物的夾頭(如圖 12)。



圖 7 伺服馬達



圖 8 直流馬達



圖 9 滾珠線性滑軌



圖 10 外加感應器



圖 11 線性滑軌與皮帶輪

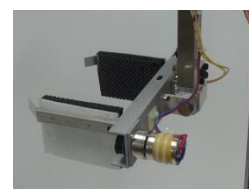


圖 12 夾頭本體

(二)實際夾持測試

為了能夾持多種不同的東西，我們製作多種不同的夾頭，來面對各種不同大小及重量的物品。在夾頭的表面我們試過多種材質及組合，測試結果如(表一)，其發現鋁合金表面摩擦力太小，瓦楞板雖然輕巧、夾持面積大，但摩擦力也不大，之後我們在瓦楞板上加砂紙，效果不錯但沒達到我們的理想。經討論有想過增加摩擦面積效果或許會比較好，所以我們在瓦楞版及砂紙中間加上海棉，讓夾持時海綿包覆夾持物，情況有稍為改善但總覺得還是不太符合要求，最後想到利用止滑墊，在瓦楞板上加上海棉最後貼上止滑墊(如圖 13)，產生的夾持力十分巨大。原本的砂紙能夾 500g，換成止滑墊後 2kg(圖 14)都還綽綽有餘。

表 1 夾持重量

夾面材料	最大夾持負荷
鋁合金	350g
瓦楞板	400g
瓦楞板+砂紙	500g
瓦楞版+海棉+砂紙	800g
瓦楞版+海棉+止滑墊	2kg



圖 13 海綿加止滑墊

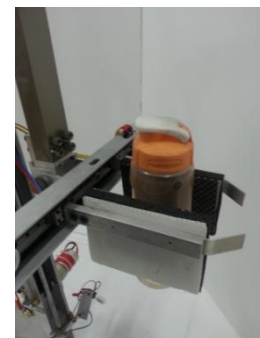


圖 14 夾持狀態

三、輔助機構製作

旋轉接頭(如圖 15)為了因應各種不同的夾持位置，我們在手臂的夾頭連接處，製作了能做各種角度調整的旋轉接頭，使用螺栓和墊圈的鎖緊功能讓機械手臂的夾頭做各種角度的夾持調整。原本討論否在旋轉上使用馬達控制但礙於總重、成本及結構穩定度，所以只設計用手動來進行調整。

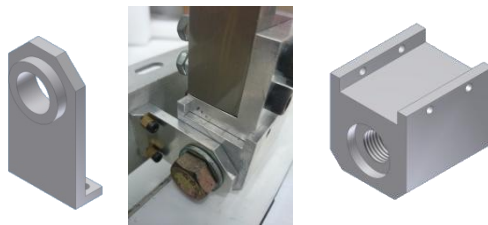


圖 15 旋轉接頭零件



圖 16 調整桿

當更換夾爪及轉換旋轉接頭的角度時，夾爪下降的最大高度不一，為了安全我們在最下方使用極限開關，進行安全斷電裝置，因為高度不同所以設計能自由調整高度的調整桿(如圖 16)。

由於 Y 軸的重量太重，會導致夾爪會向前傾斜，所以我們設計一組支撐架（如圖 17）來固定 Y 軸與 Z 軸間的縫隙，這樣在移動時才不會有太大的搖晃情形。



圖 17 支撐架

為了能使機械手臂快速裝在載具上，我們設計了一片快拆接頭(如圖 18)，它能用少量的時間及力氣，快速準確的將手臂固定在載具上。



圖 18 快拆接頭

使用複式螺旋(如圖 19)的特性當螺桿上兩螺紋之方向相反時，此即為複式螺旋。(柯雲龍、潘建安，2012)將鋼絲及扣環固定在複式螺旋的兩側，扣環固定在載具兩邊，鋼絲環套入至機械手臂頂端以固定手臂不致傾斜。



圖 19 複式螺旋

參●結論

一、討論與結論

我們這次所做出的機械手臂加上載具重量約 22kg、而機器人高度為 117cm 收納最小長度為 58cm、最高夾持高度為 83cm、最大伸長量為 76cm，而夾持最大體積 15 x 15 x 20cm 重量約為 2kg 等，移動軸兩端則是在手臂的最前端及後端利用了極限開關作為安全裝置（伊藤美光，1995），防止手臂在移動時超過最大移動範圍，這次所製作的三軸式線性滑台動力機械手臂雖然無法用於業界，但我們在未來繼續做研究及改良，在不久一定能活躍於社會。

二、遭遇到的困難

在製作機械手臂的過程當中我們遭遇了許多問題，在組員討論解決的方法間除了把問題順利的解決，同時也學到許多不同的想法及新的事物。在當初討論本體的材質時我們就討論出三、四種材質，而最後選擇的是鋁合金，但是鋁合金的強度並不是很強。

移動軸上的皮帶輪中心距必須要非常小心，如果中心距太大皮帶會無法放入皮帶輪，而中心距太小定時皮帶則會無法固定在皮帶輪上，所以用 CNC 進行加工時要非常注意中心距，一但距離不正確就會導致整支移動軸無法使用。

相較於皮帶輪中心距的位置，所有固定螺栓及相應的孔位也是非常重要的，有時零件與另一零件相互鎖住時，孔及牙的位置不正確就會無法配合，最嚴重的就是要重新製作零件，這不僅是耗時耗工也十分浪費材料，所以在加工當中我們一定要再三檢查尺寸是否正確。

而作出成品後(圖 20)(圖 21)(圖 22)最美中不足的機構就是使用了直銷滾珠滑軌當做移動軸的定位，因為直銷滾珠滑軌容易受到左右扭矩的力量，在移動時如果速度過快及轉彎時，手臂就會有搖晃的缺點，為了改善這個缺點討論了許多方法，最後考慮使用支撐架固定前後擺動，但是效果不如我們期望的，所以經過一番苦心的研究，我們決定使用一種耐磨、光滑的材料「塑鋼」，先將塑鋼使用車床切片後固定在支撐架及移動軸之間，讓支撐架緊緊固定在 Z 軸上，使用這種簡單方法就讓搖晃的情況大幅改善。

將手臂裝置在載具上移動時發現重心位於載具前方，在載具移動時會有嚴重的前傾問題，所以我們將供應機械手臂電源的電池放置在載具後方，讓載具重心平衡。



圖 20 載具

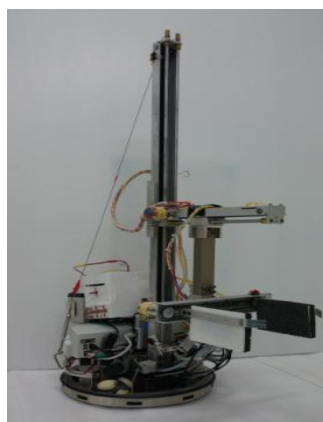


圖 21 成品

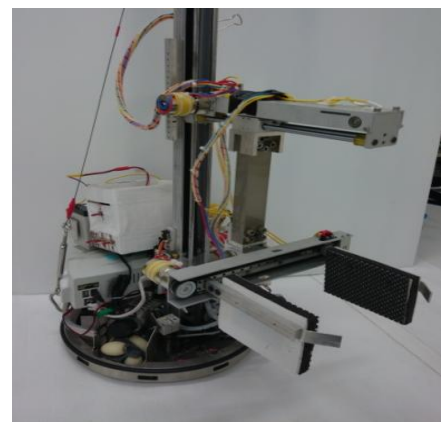


圖 22 成品

三、未來展望

在未來我們希望能做出更先進成本更低的機械手臂，自由度能達到 3 以上甚至到 6，除了自由度以外（柯雲龍、潘建安，2012），為了使機械手臂的夾持行程能更高更廣，以達到更多的貨物搬運，為此必須使用更多的馬達及活動軸，但是重量一定會大幅提高，所以考慮到減省能源及空間的消耗，希望能找到更輕盈更堅固的材質當作移動軸結構，並且可以減少材料的消耗，也能降低馬達驅動機械手臂所使用的能量，而除了本體結構材料的加強外，引導手臂移動的線性滑軌也從滾珠直銷滑軌改用一般滾珠線性滑軌，不僅更輕更穩，也更堅固，但缺點是加工必須精確，相對的成本也會更高。期望之後能做出機構簡單、重量輕巧、成本低廉、動作精確的機械手臂，不僅僅是搬運貨物，也能應用於世界各地不同的工作場所，讓機器人成為人類的新夥伴。

肆●引註資料

柯雲龍、潘建安(2012)。機件原理 I。新北市：台科大。

柯雲龍、潘建安(2012)。機件原理 II。新北市：台科大。

鄭振東(1990)。機械人 I。臺北市：建宏。

鄭振東(1990)。機械人 II。臺北市：建宏。

伊藤美光(1995)。機械之驅動系統設計。臺北市：建宏。

趙鵬程(1999)。軸承的使用與故障對策。新北市：全華。

陳國俊(2001)。車床實習 III。新北市：台科大。

施忠良、徐世威(2009)。數值控制機械實習 I。新北市：台科大。

施忠良、徐世威(2010)。數值控制機械實習 II。新北市：台科大。

張弘智、陳順同(2011)。機械基礎實習。新北市：全華。

鄧富源(2012)。專題製作機械篇-創異思考•思考創意。新北市：全華。

粘芳綾(2013)。機械手臂之關節結構介紹與應用。機械月刊，39，文 104~文 117。