



研究論文

手部復健輔助器之研發

*陳振華¹ 周順億²

¹南開科技大學 自動化工程系

²南開科技大學 車輛與機電產業研究所

摘要

本研究設計製作一種可用於手臂與手指之復健輔助器，此復健輔助器包括一組手指曲張裝置與一組手臂曲張裝置，利用氣壓的進氣與洩氣以及氣壓滑台的前後往復運動，讓指定的手指與手臂進行復健。手指曲張裝置是結合在該手臂曲張裝置上，包括一控制器可控制空氣充入與洩出一組曲張氣囊，該曲張氣囊可以是具彈性捲縮的一個球型或複數長條狀，並與一特置手套結合。當手指固定於手套上，即可藉由曲張氣囊的充、洩氣達到手指彎曲、伸張之復健目的；上述的手臂曲張與手指曲張裝置亦可分離各別單獨使用。由於此復健輔助器的體積不大，結構及操作亦非常的簡單，所以組裝、使用及維修上亦非常的方便，適合方便個人安裝、攜帶及操作使用。

關鍵詞：手部復健輔助器、氣壓控制、氣囊

1. 前言

對於中風、病變、手術及老化等所造成手部不便或萎縮之病患，需要進行手部之復健療程，防止手部因長時間未活動而產生萎縮。目前一般手部復健療程大多是依賴復健師以徒手對復健者的患部進行連續的伸展及彎曲來達到復健之目的，重複性的強迫運動不但非常浪費人力，也無法了解復健者的復健程度及感覺，力道上的控制不容易，因此復健時常會發生過度用力使得復健者受到二度傷害或疼痛不堪的情形，也有可能發生用力不足而使復健完全沒有效果。手部復健輔助器主要是藉由重複性的機械動作，給予身體自我修復的訊號，以刺激肌肉神經的成長來修補受損的肌肉，使復健者恢復全部或者一部份應有的功能。一般而言，上肢關節復健機器的體積非常龐大，而且結構複雜，操作及維修非常的麻煩，尤其是價格非常的昂貴，通常僅會設置在醫院、診所等特定的場所，且需專業的人員進行操作。病患需花費金錢及時間至該特定的場所進行治療，造成病患不便，更可能會讓病患視該復健為畏途，而影響復健的效果。

(陳佳萬等人, 2004) 針對手術後所需之復健, 開發了一款針對手肘伸展及屈曲的設計, 將靜態可旋轉式支架用可調式連結桿固定於前肢與後肢固定器上, 方便調整手臂角度。當可調式連結桿取下並換上驅動器後, 內建馬達正反轉使滑塊跟著前後移動, 使得手肘伸展或收縮。此設計可依照復健者所需設定時間、手肘伸展範圍及速度, 且容易攜帶。(薛堯文, 2008) 針對中風復健者設計手部關節復健機, 可使手腕或手肘做持續的往復運動。此復健機的控制器可控制 2 顆馬達正逆轉, 分別控制手腕及手肘部分關節, 復健者可依所需復健角度及速度, 調整機器的擺動速度及升降角度。此外, 復健者手臂長短以插銷方式來配合, 可提供復健者更舒適的使用復健機。

(陳佳萬, 2003) 設計了復健者穿戴復健手套, 此手套貼在一氣囊下, 再與一機構結合, 當氣囊開始充氣, 手指隨著氣囊膨脹而伸直; 機構內部設置一氣壓缸, 並拉兩條繩索使氣壓缸與手掌及手指部位結合, 再以滑輪的方式做搭配, 當氣壓缸一收縮, 手掌上的繩索被拉動, 手掌就被抬高, 當氣囊排氣後, 氣壓缸伸出, 手掌上的繩索變鬆, 而手指部位的繩索拉緊後, 手掌往下並收縮, 依此往復的運動。此外, 繩索的位置皆可變動, 復健者能隨著復健程度進行調整。(張廷政等人, 2008) 依馬達轉動導螺桿來設計, 在導螺桿上固定一連結索, 並連結近、中、遠端的指骨護板, 指骨護板兩端再與主體作樞接; 護板間都有歸位彈簧, 可回復到初始狀態; 當馬達正轉後, 連結索被拉扯, 指骨護板被拉動, 使得手指收縮, 當連結索放開時, 歸位彈簧便撐開, 使手指隨之伸直。此外, 手指彎曲變化量也可以自行調整。

本研究提出了一種結構簡單且製作成本低的手部復健輔助器, 此輔助器以可程式控制器(PLC)來控制電磁方向閥的閥位, 底部的氣壓滑台是五口三位電磁閥, 當一邊電磁閥啟動後會帶動滑台使手肘關節的伸展與收縮。在手指的部份, 以 PLC 程式來驅動電磁方向閥, 當閥位改變後, 氣囊會充滿氣體使手指被撐直, 當電磁方向閥停止後, 手指回復收縮, 依此反覆的運動。此外, 對於具有手掌呈握拳狀患者, 如腦中風病患者常出現手掌呈握拳狀且掌面稍向上翻的情形(李世明, 2010), 無法將手指扳開固定到手套上。本研究也針對此問題將手指曲張裝置改成球狀氣囊, 將氣囊直接塞入復健者的手中, 利用 PLC 程式來控制電磁方向閥, 讓復健球充氣來促使復健者手部得以撐開伸展, 經過一段時間後再將電磁方向閥停止讓復健球內部氣體開始抽離, 此時手部將會回復收縮, 依此反覆運動來達到手部復健的效果。本研究由於整體的體積不大、結構及操作亦非常的簡單, 所以組裝、使用及維修上亦非常的方便, 因此可方便個人安裝、攜帶及操作使用。

2. 設計方法

以下將分別介紹用於手臂及手指復健輔助器, 以及針對手掌呈握拳狀之嚴重患者專用的手掌復健裝置。

2.1 手臂與手指復健器

本研究設計一種用於手臂及手指彎曲、伸張之復健輔助器。此輔助器包括手臂曲張裝置及手指曲張裝置, 其系統架構圖與示意圖如圖 1 與圖 2 所示。該手臂曲張裝置包括驅動器、臂架及連

桿。驅動器可驅動連桿的一端直線移動，藉由連桿的另一端連動臂架於驅動器的座體上擺動，以進而達到手臂彎曲、伸張的復健目的。

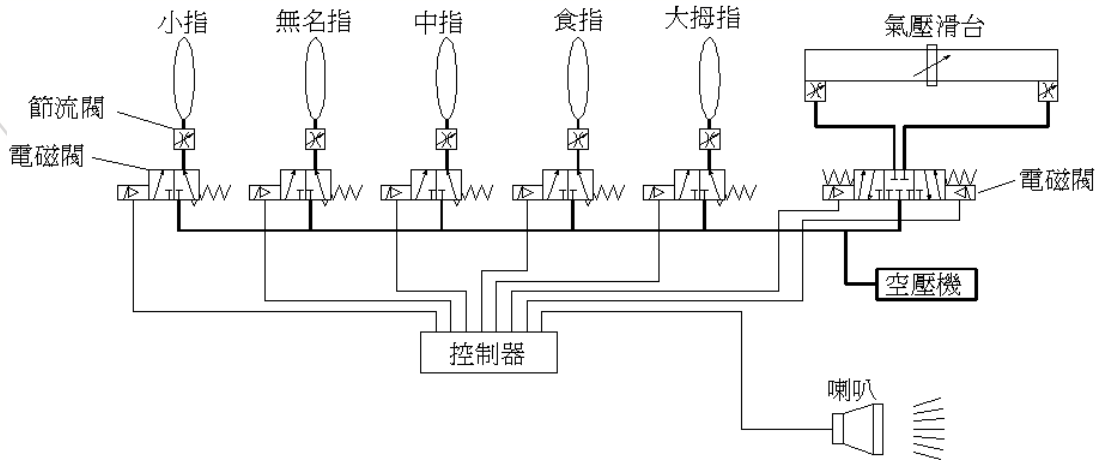


圖 1. 手臂與手指復健輔助器之系統架構圖

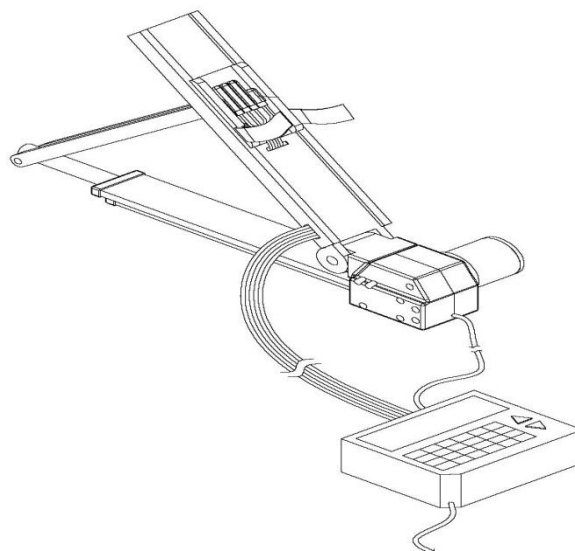


圖 2. 手臂與手指復健輔助器之示意圖

手指曲張裝置主要為曲張氣囊，利用 PLC 控制氣壓電磁閥與機構輸出，以達到本研究之功能。每一個曲張氣囊呈長條狀且可彈性捲縮，控制器選擇性地將空氣充入或洩出曲張氣囊中。當壓縮空氣打入曲張氣囊時，該曲張氣囊伸張呈直條狀，此時手指將會被曲張氣囊拉開而成伸張狀；當空壓機將曲張氣囊的空氣洩出時，曲張氣囊會捲回原來的捲縮狀，此時手指將會被曲張氣囊拉回成彎曲狀。如此藉由曲張氣囊的充、洩氣原理便可達到手指彎曲、伸張之復健目的。此外，氣壓閥接口上附有流量控制閥，復健師可依照患者所需調整充入與洩出氣囊之速度，讓復健者能適應此復健裝置。

2.2 手掌復健裝置

對於手掌呈握拳狀之嚴重患者進行復健時，因無法將手指扳開固定到手套裡，本研究將手指曲張裝置改成球狀氣囊，將氣囊直接塞入復健者的手中，讓復健者握住氣囊。較無嚴重症狀的患者可以戴上簡易特製手套，再將復健球黏在手套上。圖 3 為特製手套、彈性氣囊及氣壓控制系統，利用彈性氣囊的充、洩氣，可以讓手掌與手指彎曲、伸張來達到復健效果。此外，氣壓控制系統可以調整氣壓大小與控制氣囊的膨脹與收縮之時間與頻率。圖 4 為手掌復健裝置之系統圖，因控制內容很單純，控制器可以選擇一般之微處理器；氣囊大小須依照復健者之嚴重性來選擇，對較嚴重之復健者，先用小氣囊直接塞入握拳之手掌中，讓復健者作小幅度之復健，之後再逐漸換大氣囊來做較大幅度之復健，直到復健者之手指可以稍微伸張使得能固定在特製手套中時，則可將手套用魔鬼氈黏貼在更大之復健球上，作更大幅度之復健。此設計是非常安全又構造簡單，可用於醫院復健所、家庭與校園教學器具。由於整體的體積不大、結構及操作亦非常的簡單，所以組裝、使用及維修上亦非常的方便，因此可方便個人安裝、攜帶及操作使用。

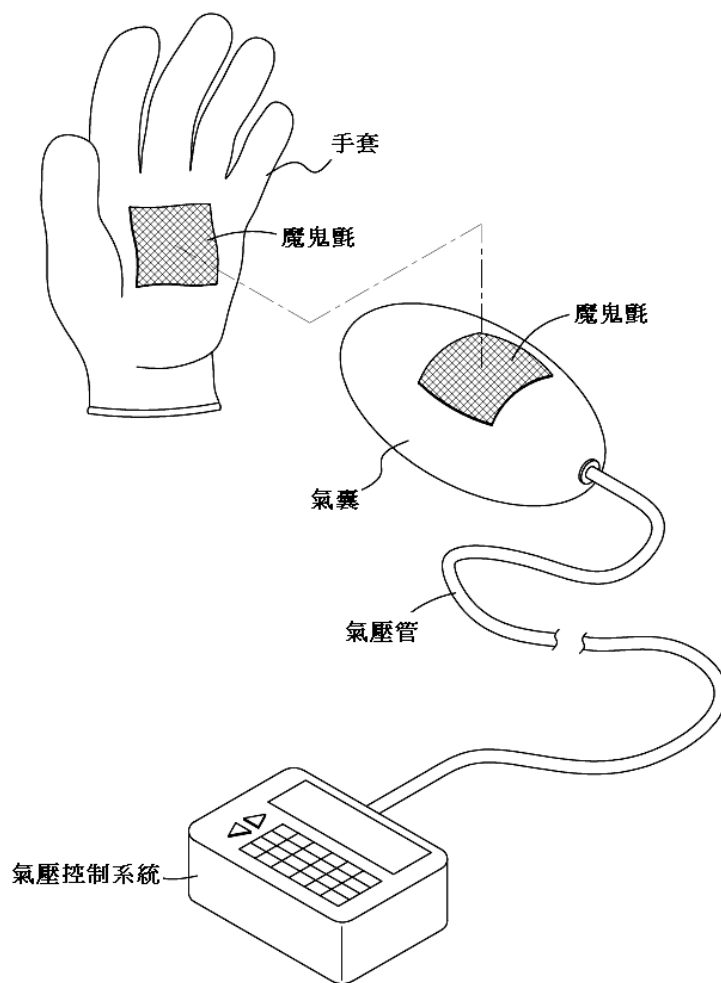


圖 3. 手掌復健裝置之示意圖

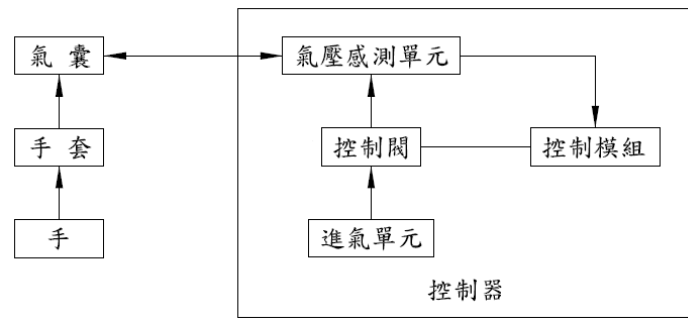


圖 4. 手掌復健裝置之系統圖

由於氣囊的彈性限制的影響，隨著充氣壓力的改變，氣囊會有一定的大小限制。所以氣囊在選用前必須利用精密調壓閥作充氣實驗測試，並將氣囊大小與氣壓的關係作成資料庫供控制器中撰寫控制程式之參考。表 1 為此研究選用之球型氣囊其球體直徑與內部氣壓關係表。由於充氣壓力超過 0.9 kgf/cm^2 時，氣囊會膨脹到爆裂，故只建議使用到 0.9 kgf/cm^2 。

表 1. 球體直徑與內部氣壓關係表

氣體壓力(kgf/cm ²)	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
球體直徑(mm)	123.7	123.7	125.2	129.2	131.4	134.2	138.2	147.4	151.2	155.3

圖 5 為手掌復健裝置之氣壓迴路圖，由精密的調壓閥來控制進入氣囊之氣壓壓力，經二口二位閥 A+ 控制氣囊進氣或停頓，三口二位閥 C+ 控制氣囊進氣或洩氣，二口二位閥 B+ 控制真空產生氣之氣源，可控制是否快速洩氣，表 2 為氣壓閥真值表。另外，進氣或洩氣之速度可在管路間加裝調速接頭。整個復健過程之順序控制由撰寫 PLC 之程式完成。圖 6 為手掌復健裝置之氣壓迴路與零組件佈置圖。

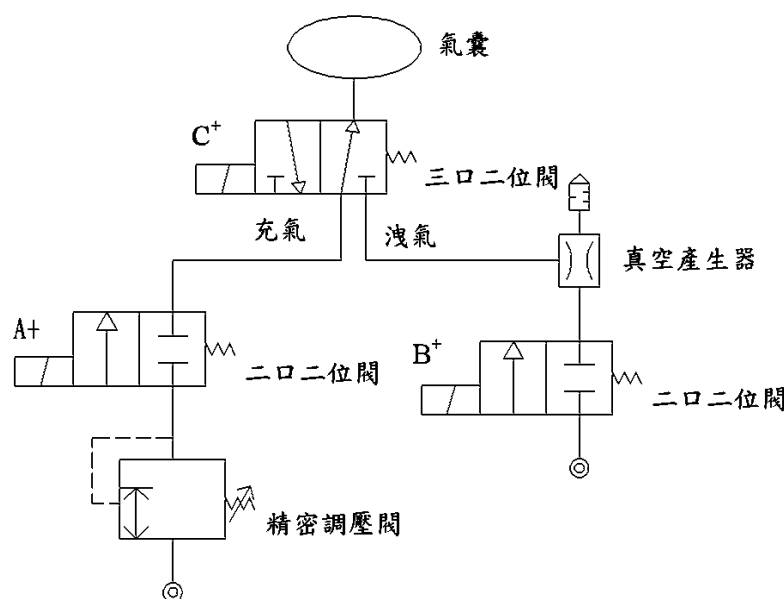


圖 5. 手掌復健裝置之氣壓迴路圖

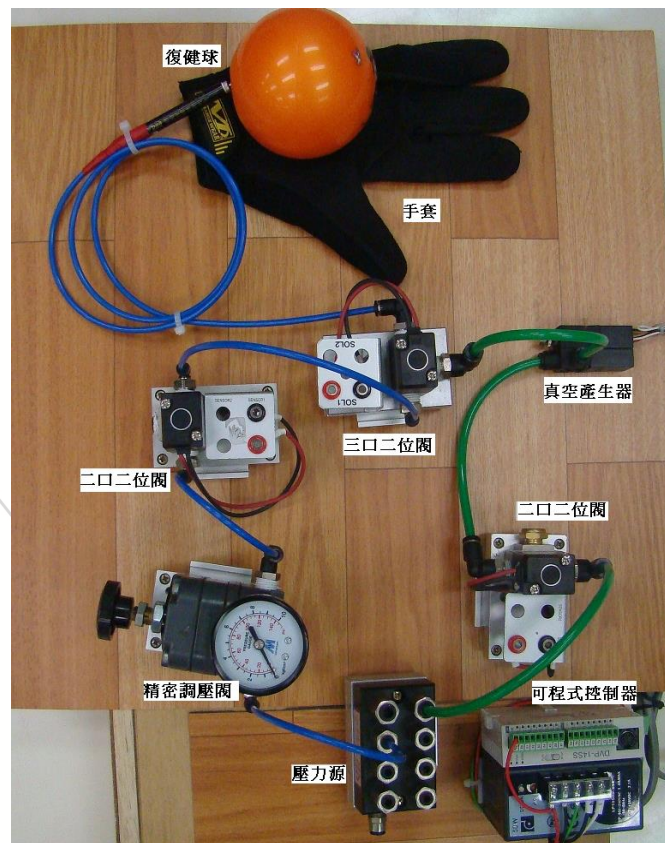


圖 6. 手掌復健裝置之氣壓迴路與零組件佈置圖

表 2. 氣壓閥真值表

A+	B+	C+	使用功能
0	0	0	停頓
1	0	0	充氣
0	1	0	慢速排氣
0	1	1	快速排氣

3. 結果討論

本研究針對手指、手掌及手肘復健設計一輔助器，可依照復健者對於患部要長時間做重複性的動作，提供方便安全之輔助裝置。對於復健者要到醫院才能做復健的問題，本研究以攜帶方便為考量，設計一套讓復健者在家也能自己做時行復健，增加復健者復健意願。

圖 7 為本研究製作之手部復健輔助器原型使用情形。此輔助器是以 PLC 控制電磁方向閥的運動順序，復健者手部以魔鬼氈固定，當啟動電磁方向閥後，手部復健機的氣囊開始充氣，將復健者手部撐開，電磁方向閥停止，氣囊內部氣體漸漸排出。手臂曲張裝置是由氣壓滑台構成，隨著程式控制來前進後退方式往復運動，以達到復健之功能。

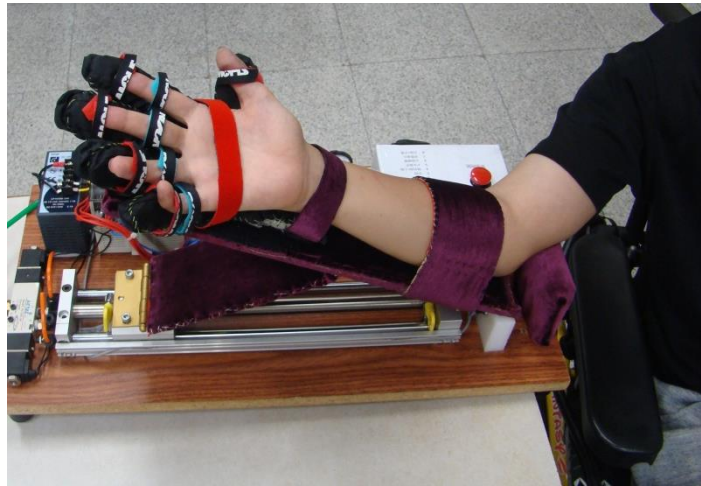


圖 7. 手部復健輔助器之原型與使用情形

在手指曲張復健方面，因找不到適合之現有氣囊，我們用熱熔封口機將 PE 塑膠布製成所需之長條狀氣囊，再固定到手套中。使用時先將手掌打開，手指固定到手套表面，再將手套用魔鬼氈黏貼固定於氣壓滑台上。使用的時候，雖然手指曲張之復健動作有出來，但因 PE 塑膠長條狀氣囊承受不住較高之壓力，無法獲得我們所期望之手指曲張幅度。所以長條狀氣囊之製作，為本復健輔助器之一個待克服之問題。

對手掌呈握拳狀之患者進行復健使用時，本研究利用球狀氣囊來取代手指曲張裝置，此復健裝置，可以不用將手指扳開，利用球狀彈性氣囊的充、洩氣，可以讓手掌與手指作溫和漸進之彎曲、伸張復健。只要調整好氣壓壓力，此設計是非常安全又構造簡單，可避免復健過度而造成之復健者二度傷害、復健效果不佳或疼痛不堪的情形，進而可提昇復健的效果。

4. 結論

本研究設計一種同時具備手指、手掌及手臂等復健功能輔助器，此輔助氣可依據病患需求來調整復健程度，避免復健過度或不足。經製作出輔助器原型與測試使用情形，證明除手指曲張裝置之氣囊製作技術須有待克服外，此手部復健輔助器之設計是可行的。此作品原型以「復健輔助器」專利名稱參加「2010 台北國際發明展」榮獲金牌獎。其優點歸納如下：

- (1) 復健器動力來源採氣壓控制設計，氣壓不會過載，氣囊之膨脹與收縮很溫和，可循序漸進的復健，安全又方便。
- (2) 復健者不需復健師以徒手復健，並且在醫院、家中皆可自行使用。
- (3) 手部復健輔助器的整體的體積不大、結構及操作亦非常的簡單，所以在組裝、使用及維修上亦非常的方便，因此可方便個人安裝、攜帶及操作使用。

參考文獻

1. 李世明，(2010)。自由時報：中風病患最怕肢體功能障礙。檢自 <http://www.libertytimes.com.tw/2010/new/aug/23/today-health2.htm>
2. 張廷政，(2008)。被動式手指復健器。中華民國新型專利第 M355708 號。
3. 陳佳萬，(2003)。復健手套、握把及與該手套、握把配合的手部復健裝置。中華民國新型專利第 M248435 號。
4. 陳佳萬，張至宏、章勳、游文瑞，(2004)。手肘關節復健機之研究與製作。亞東技術學院學報，24，1-4。
5. 薛堯文，(2008)。手部關節復健器。中華民國新型專利第 M355709 號。

The Innovation for an Assistive Device of A Hand & Fingers

Rehabilitation

C-H. Chen, S-Y. Jhou

Abstract

This study proposed an assistive rehabilitation device for hand and fingers. The device contains a glove with pneumatic bags and an installment of a hand rehabilitation, which is controlled to move backwards and forwards by a rodless-cylinder for specified fingers and arms. By pumping and releasing the five bar pneumatic bags, the fingers that are fastened to the glove can be straightened or bent. These pneumatic bags are elastic and either ball-shaped or strip-shaped, and incorporated into the gloves. Placing fingers on top of the gloves then pumping or releasing the pneumatic bags can straighten or bend the fingers. The device can be separated in order to use for only fingers or only hand. This device can assist with the hand and fingers rehabilitation, whether the patient is in hospital or at home. Its small size, simple structure, and easy operation make it very convenient for patients to install, transport, and operate.

Keywords: Hand rehabilitation, Pneumatic control, Pneumatic bags.