

# 逢甲大學學生報告 ePaper

## 報告題名：

報告題名：氣壓緩衝及減振之效果

Pressure Buffered and Effects of Reduced Vibration

作者： 謝朝陽、王裕意、黃文助、盧毅軒  
卓靖（協助實驗）、歐陽玳儀（協助實驗）

系級：機械與電腦輔助工程學系四年乙班

學號：D0086777、D0096617、D9968536、D9968403、D9927500、D0086819

開課老師：鄧錦坤 副教授

課程名稱：專題研究

開課系所：機械與電腦輔助工程學系

開課學年：102 學年度 第 1 學期



## 中文摘要

氣體的高壓縮性與氣缸作動的非線性，使得氣壓缸的作動速度與位移控制難度高於油缸與電動馬達，但仍有相當多有關氣缸速度與位移控制的研究成果。這些氣缸速度與位移控制的方法若作為抑制氣缸的緩衝裝置，會有相當好的抑制振動之效果。

但其結構複雜、成本高且沒有能源回收功能。因此，對於不需精確速度的位移控制之氣缸的終點衝擊控制，通常可採用附緩衝的氣缸、外加機械式減振裝置來完成。

為兼具氣壓回收的功能，採用並聯氣缸與加入儲氣桶等相關的結構，雖有良好且結構簡單，但仍有改善的空間。為了達到進一步的結構簡化，本文將針對直立裝置的氣缸，採用結合真空抑振技術與儲氣桶之結構，探討抑制振動的相關特性，期盼能作為氣動機構兼具節能與抑振功能之設計參考。

**關鍵字：**氣壓缸、大負載、緩衝裝置、真空抑振技術、儲氣桶、回收能源



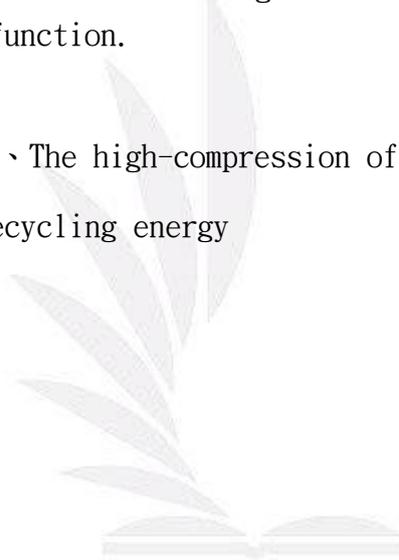
## Abstract

Although the high-compression of gas and the action of nonlinear cylinder make the speed and the displacement of a cylinder harder to control than the electric motor, there has still a lot of research results on controlling the speed and the displacement of a cylinder. If controlling the speed and the displacement of a cylinder can use to inhibit its buffer, it will have a very good effect of vibration suppression.

Its structure is complex, costly and without the recovery function of energy, so for the impact control of the endpoint of the cylinder which without accurate speed can be complete by the cylinder with the buffer.

In order to recycle the energy of pressure, we use the cylinder with the parallel connection and the air tank. And we use the structure to discuss its buffer. Wish to be the design of the energy-saving and the vibration suppression function.

**Keyword :** The cylinder 、The high-compression of gas 、The load 、The equipment of buffer 、Recycling energy



## 目 次

1. 前言	P. 3
2. 主要內容	P. 3
2.1 實驗方法與器材	
3. 抑振原理分析	P. 7
3.1 真空抑振原理說明	
3.2 儲氣桶抑振原理說明	
4. 實驗數據	P. 8
5. 結果與討論	P. 18
6. 結論	P. 19
7. 參考文獻	P. 20



## 1. 前言

由於直立式長行程氣缸因加上負載而向下墜落，在墜落的過程中，倘若沒有適當的減速讓活塞自由自走快速移動，容易造成機械的損傷【1-3】。一般在使用氣壓設備時大多都採用在受衝擊處裝置機械緩衝結構，但通常只針對振動的抑制很少考慮到氣壓的回收，所以本文針對直立裝置的氣缸採用真空抑制振動技術，並在輸出口加裝儲氣桶作為兼具氣壓能源回收的緩衝裝置【4-5】。

在氣壓缸所裝置的真空抑制振動方法是利用止逆閥，讓氣缸內上部成真空狀態，助於增加氣缸內的活塞壓力差，進而減少向下推力達到緩衝效果【6-7】。

為了達到進一步的結構簡化與節能的目的，本文將針對直立裝置之氣缸，設計結合真空抑制振動技術與儲氣桶的結構，並以實驗方式來探討在不同負載、不同儲氣桶壓力及不同輸入壓力下，其抑制振動與氣壓能源轉換的相關特性。

## 2. 主要內容

實驗中要使具有負載之氣缸具有自行向上的控制，因此用 PLC(Programmable Logic Controller)系統(圖 1)控制氣缸往上，以達到所需要之下墜條件，並在氣缸的氣體出入口加上節流閥與儲氣桶，以四種不同的情況進行實驗，觀察氣缸落下時，電阻尺對輸入 LabView 內數據的變化且進行紀錄，以求得儲氣桶內壓力對氣缸的速度與抑制振動特性。

雖然氣壓缸的動作速度、位移控制難度高於油壓缸，但氣壓缸若控制得當，則擁有相當不錯的振動抑制效果，為了能夠回收氣壓能源，採用氣缸和儲氣筒連結，探討其振動抑制、氣壓能源轉換，我們將實驗分為四種情況：

1. 無真空作用及無儲氣作用(圖 2)
2. 有真空作用及無儲氣作用(圖 3)
3. 無真空作用及有儲氣作用(圖 4)
4. 有真空作用及有儲氣作用(圖 5)

並以不同的儲氣筒壓力、不同的負載、不同的壓力輸入下，分析得到的數據。

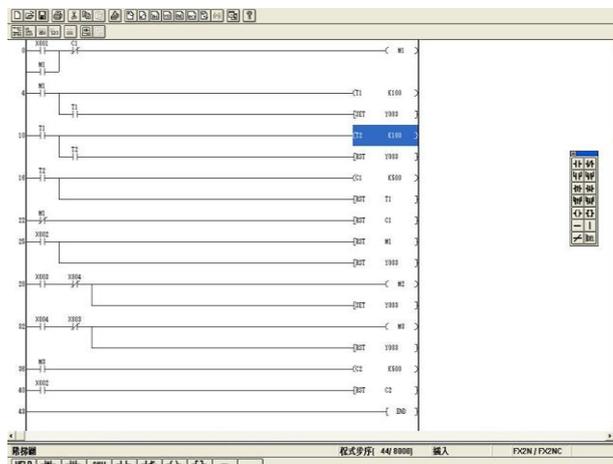


圖 1、PLC 程式運作圖

表一、迴路代表

	無儲氣效果	有儲氣效果
非真空狀態	X, X(圖 2)	0, X(圖 4)
真空狀態	X, 0(圖 3)	0, 0(圖 5)

(X 跟 0 為了對照 P. 9 實驗數據所標示)

(a、向下行程 b、向上行程)

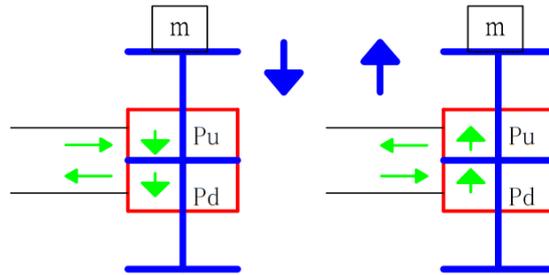


圖 2、無儲氣且非真空

(a、向下行程 b、向上行程)

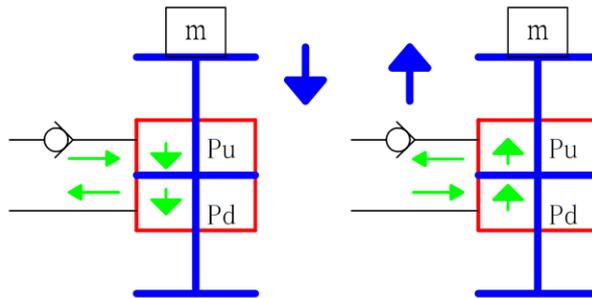


圖 3、無儲氣且真空

(a、向下行程 b、向上行程)

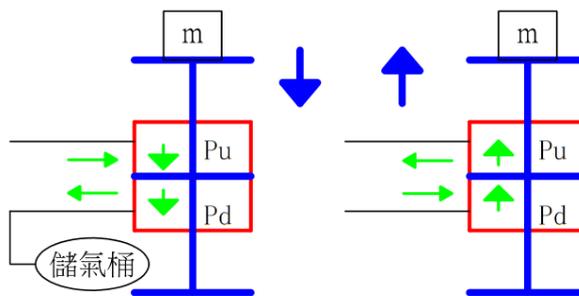


圖 4、具儲氣作用且非真空

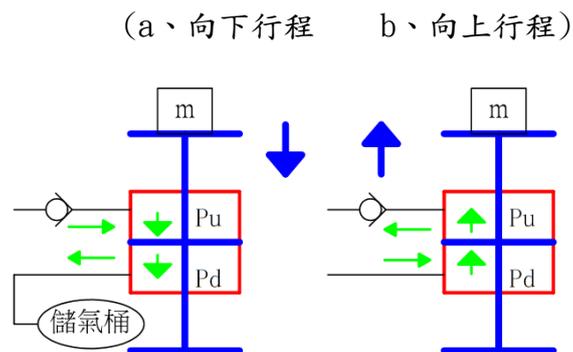


圖 5、具儲氣作用且真空

## 2.1 實驗方法與器材

### 2.1.1 實驗方法

圖 6-1 為理想的氣缸緩衝迴路圖而我們為了測試振動抑制、氣壓能源轉換不同的四種情況所以加入節流閥與儲氣桶使用圖 6-2 的迴路。

以下為四種實驗使用配置：

1. 將兩個節流閥全關，以不同的儲氣筒壓力、不同的負載、不同的壓力下，量測氣缸向上時之速度，同時量測氣缸向下時之振動。(有真空作用及有儲氣作用)
  2. 將上方節流閥關，下方止逆閥開，以不同的儲氣筒壓力、不同的負載、不同的壓力下，量測氣缸向上時之速度，同時量測氣缸向下時之振動。(有真空作用及無儲氣作用)
  3. 將上方節流閥開，下方止逆閥關，以不同的儲氣筒壓力、不同的負載、不同的壓力下，量測氣缸向上時之速度，同時量測氣缸向下時之振動。(無真空作用及有儲氣作用)
  4. 將兩個節流閥全開，以不同的儲氣筒壓力、不同的負載、不同的壓力下，量測氣缸向上時之速度，同時量測氣缸向下時之振動。(無真空作用及無儲氣作用)
- 比較上述結果，分析四種不同情況時，節能、氣缸速度、振動意志的相關特性。

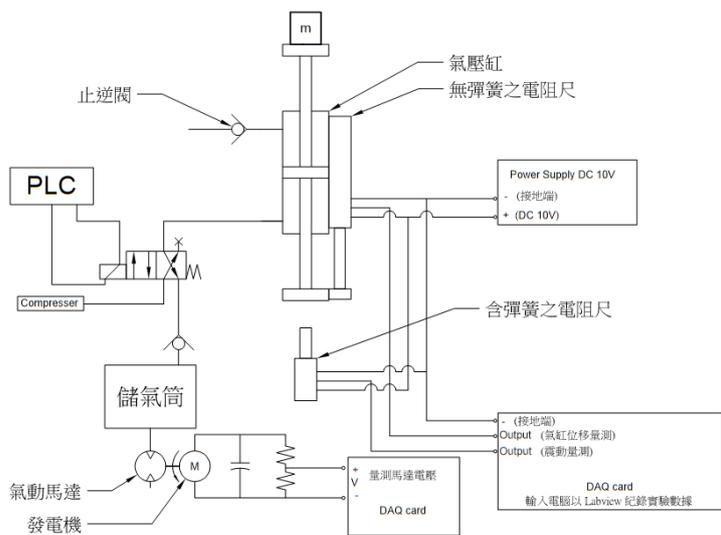


圖 6-1、理想氣缸緩衝迴路圖

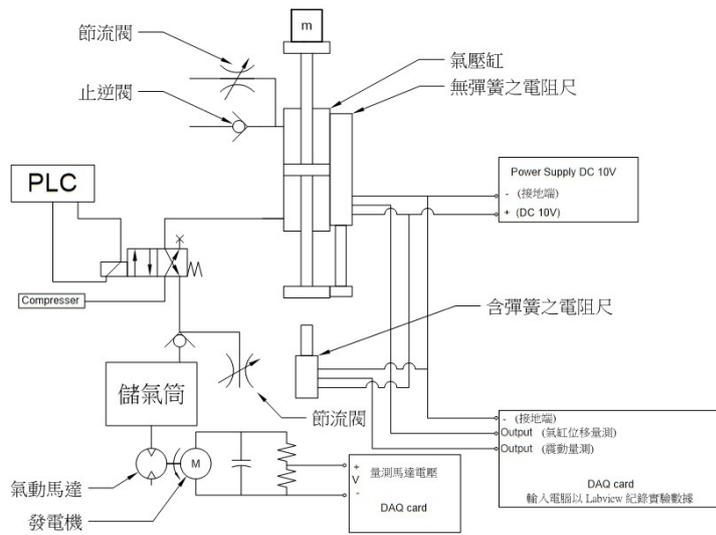


圖 6-2、實驗氣缸緩衝迴路圖

## 2.1.2 實驗器材

### 1. 氣壓缸

氣壓缸是直接產生直線運動之氣壓驅動器，藉由壓縮空氣轉變為機械動力，以完成氣壓系統之能量傳遞。



圖 7、氣壓缸

### 2. 可程式控制器(PLC)

一種具有微處理機的數位電子設備，用於自動化控制的數位邏輯控制器，可以將控制指令隨時載入記憶體內儲存與執行。可程式控制器內部由 CPU，指令及資料記憶體、輸入輸出單元電源模組、數位類比等單元組所模組化合成。可取代複雜接線迴路，來簡化自動化系統。



圖 8、PLC

### 3. 電阻尺

拉桿式位移傳感器(電阻尺)為直線式的精密可變電阻器，內藏耐用的導電塑料電阻軌，適合位置測量及自動化控制等應用。利用導電塑料軌與稀土金屬多指接觸片，提供了穩定的訊號，低噪音及高壽命的運作。其作動原理為藉由調整可調式電阻值與參考電壓產生之電壓比例轉換為位移之比例。[採用  $V_{in} = 10$  伏特] 然後

$$V_{out} = \frac{R_{bc}}{R_{ab} + R_{bc}} \times V_{in} = \frac{R_{bc}}{R_{ab} + R_{bc}} \times 10$$

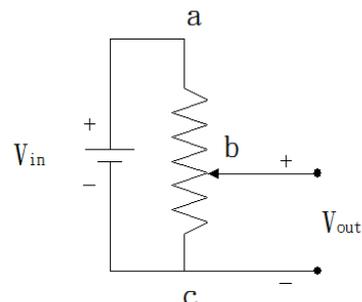


圖 9、無彈簧電阻尺/附彈簧電阻尺

#### 4. Lab VIEW

Lab VIEW 乃為 Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench 的簡稱。它是一種圖形化程式語言 Lab VIEW，即它的指令多數是看見圖形便大概知道其用途。使用 Lab VIEW 與 DAQ 卡結合，將資料傳送到電腦中，可使電腦紀錄電壓的改變。

#### 5. 器材詳細規格

表二、器材詳細規格

設備名稱	規格
氣壓缸	行程：200 mm 缸徑：50 mm 桿徑：20 mm
無附彈簧電阻尺	長度：250 mm 輸入電壓：10V 電阻：5kΩ±20%
有附彈簧電阻尺	長度：80 mm 輸入電壓：10V 電阻：5kΩ±20%
可程式控制器(PLC)	FX2N-16MR 三菱可程式控制器
氣壓馬達(氣雕筆)	型號：MSG-3BSN 58000RPM
直流馬達(充當發電機使用)	RF-120 12V 40 mA 軸徑 2 mm
節流止逆閥	ASC200-08
節流閥	
電源供應器	Topward 6303A
儲氣筒	12 公升
4 口 2 位單邊電磁閥	4V210-08



圖 10、實驗裝置實體安裝圖

### 3. 抑振原理分析

#### 3.1 真空抑振原理說明

假設止逆閥的彈簧力為零，當氣缸向上行程時，柱塞內部上方的氣體將經由止逆閥被擠出，其活塞內部上方壓力  $P_u \approx 1 \text{ atm}$ 。當氣缸向下行程時，因為止逆閥之止逆效果，使氣體無法進入而形成封閉空間。假設氣缸柱塞內部上方的體積在最上端時為  $V_{u(\min)}$ ，在最下端時為  $V_{u(\max)}$ 。若  $V_{u(\max)} \gg V_{u(\min)}$ ，則柱塞到達最下端時，其柱塞內部上方空間將形成真空，其壓力  $P_u \approx 0 \text{ atm}$ 。若無止逆閥時，柱塞內部上方空間壓力將維持約  $1 \text{ atm}$ 。因此加入止逆閥使柱塞內部上方空間呈真空狀態，可減少  $1 \text{ atm} \times A$  的向下推力，其中  $A$  為氣缸內部之截面積，此稱真空抑振。

#### 3.2 儲氣桶抑振原理說明

依據結構的設計，儲氣桶僅在向下行程時會有作用。假設儲氣桶內部壓力為  $P_r$ ，當氣缸向上行程時，直接由壓縮機的高壓氣輸入氣缸，與儲氣桶無關。當氣缸向下行程時，因儲氣桶內儲存  $P_r$  的壓力，可提供氣缸向下行程時  $P_r \times A$  的緩衝力量(向上推力)，因而達到減緩下降速度，抑制振動的效果。

令活塞內部下方壓力為  $P_d$ ，如  $P_d \geq P_r$ ，作動過程中  $P_d$  降低， $P_r$  上升，最後  $P_d = P_r$ 。若儲氣桶體積極大於氣缸之體積時  $P_r$  將維持不變，此時  $P_d = P_r$ 。

#### 4. 實驗數據

##### 4.1 氣缸移動速度與儲氣桶內壓力圖表說明圖

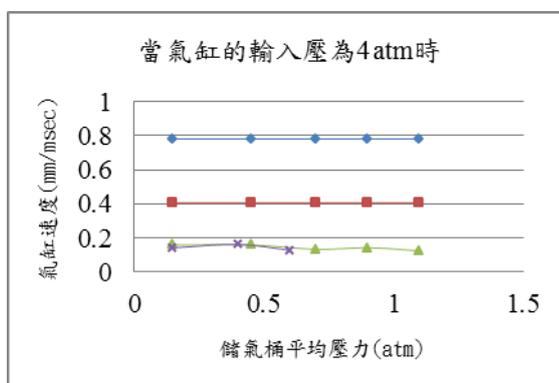
橫軸: 儲氣桶平均壓力 (atm)

縱軸: 氣缸速度 (mm/msec)

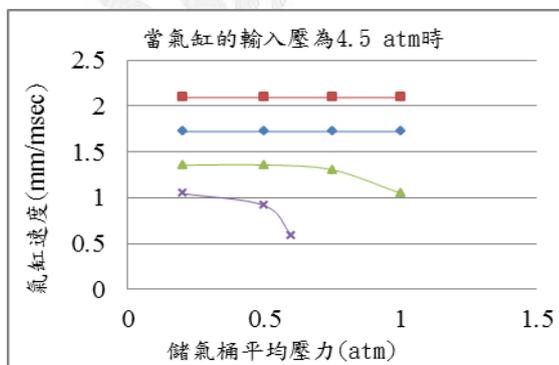
- ◆ O,O 無儲氣作用且非真空
- X,O 無儲氣作用且真空
- ▲ O,X 具儲氣作用且非真空
- ✕ X,X 具真空與儲氣功能

圖 11、實驗數據之相關符號意義

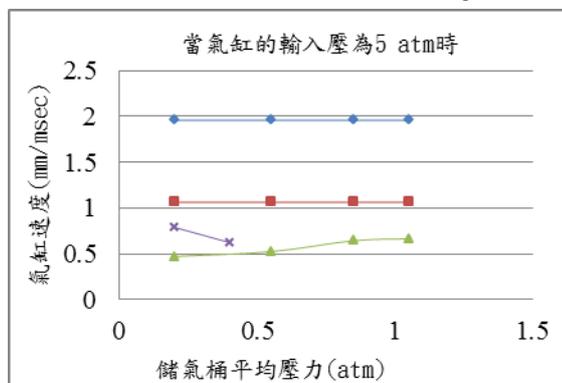
##### 4.2.1 當負載為 3.1 kg 時各輸入氣壓的氣缸下降速度



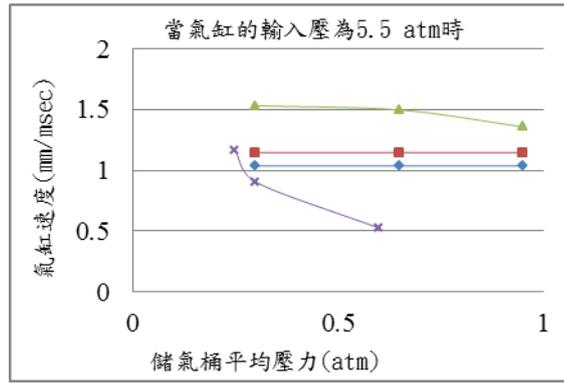
圖、12-1-1 負載為 3.1 kg



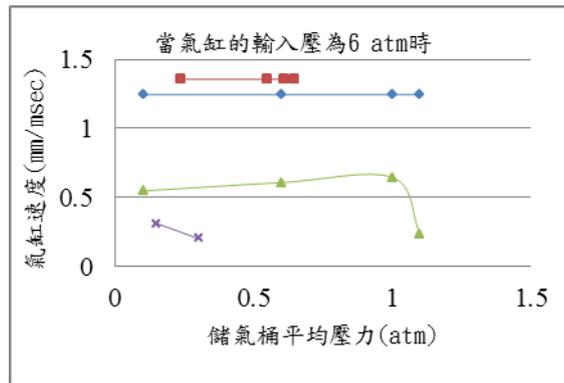
圖、12-1-2 負載為 3.1 kg



圖、12-1-3 負載為 3.1 kg

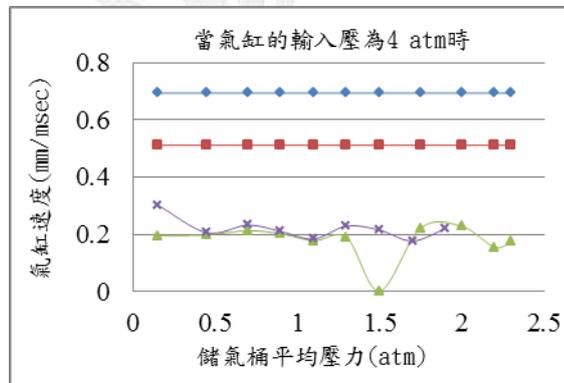


圖、12-1-4 負載為 3.1 kg

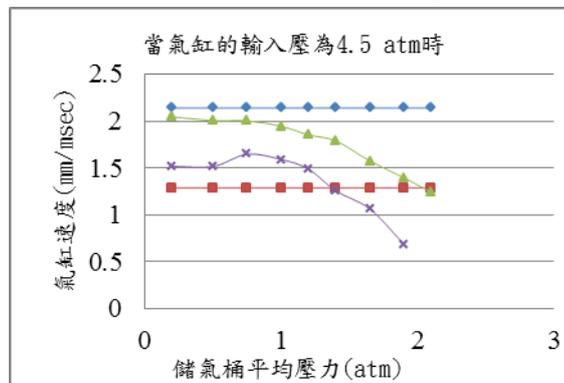


圖、12-1-5 負載為 3.1 kg

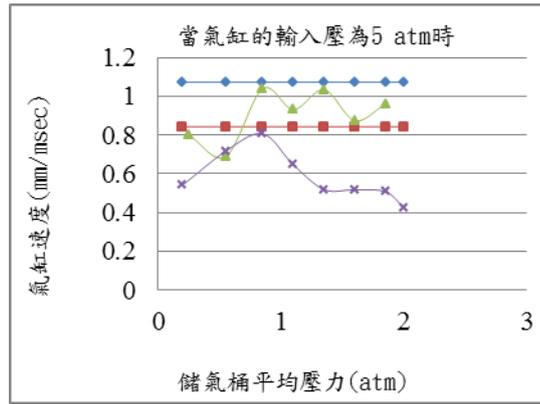
#### 4.2.2 當負載為 6.4 kg 時各輸入氣壓的氣缸下降速度



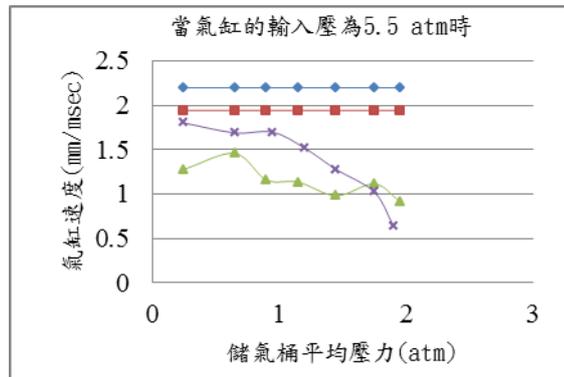
圖、12-2-1 負載為 6.4 kg



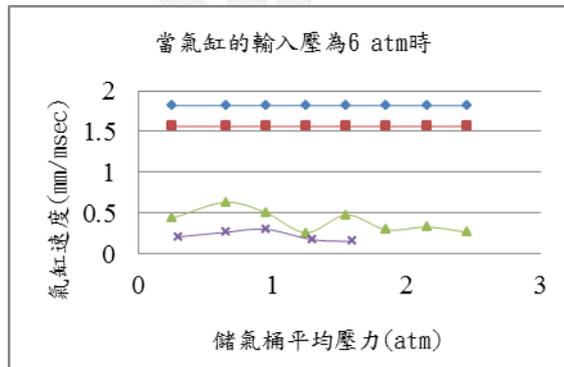
圖、12-2-2 負載為 6.4 kg



圖、12-2-3 負載為 6.4 kg

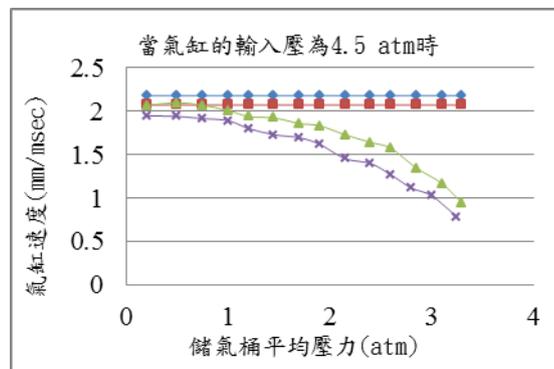


圖、12-2-4 負載為 6.4 kg

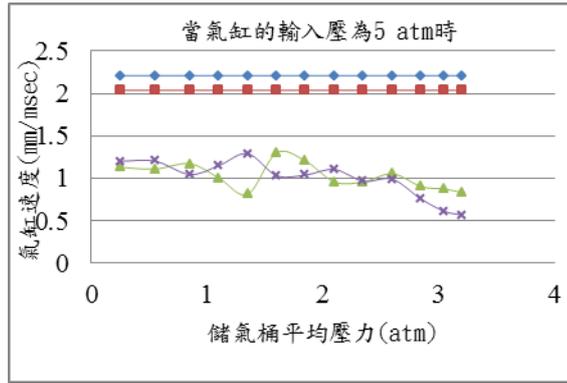


圖、12-2-5 負載為 6.4 kg

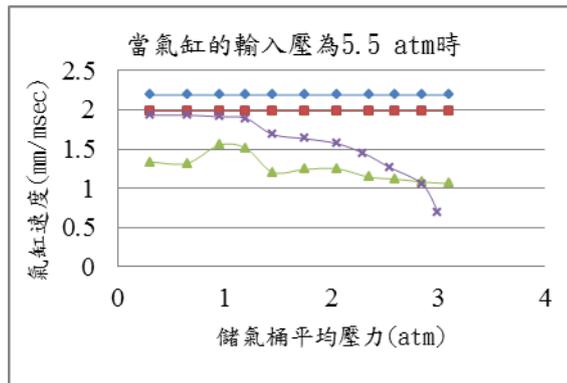
4.2.3 當負載為 10.4 kg 時各輸入氣壓的氣缸下降速度



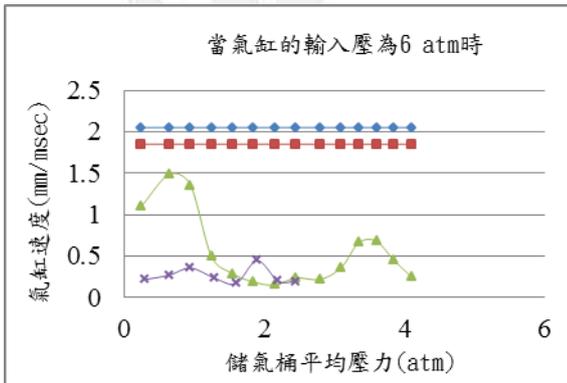
圖、12-3-1 負載為 10.4 kg



圖、12-3-2 負載為 10.4 kg

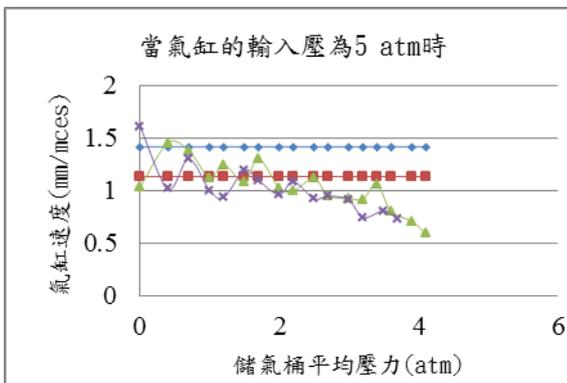


圖、12-3-3 負載為 10.4 kg

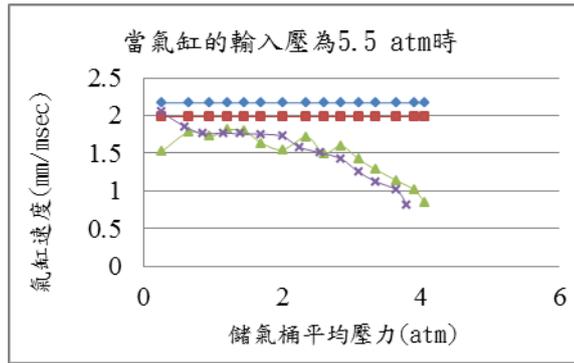


圖、12-3-4 負載為 10.4 kg

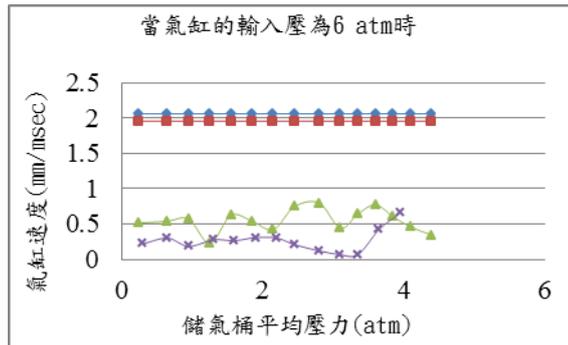
#### 4.2.4 當負載為 12.4 kg 時各輸入氣壓的氣缸下降速度



圖、12-4-1 負載為 12.4 kg

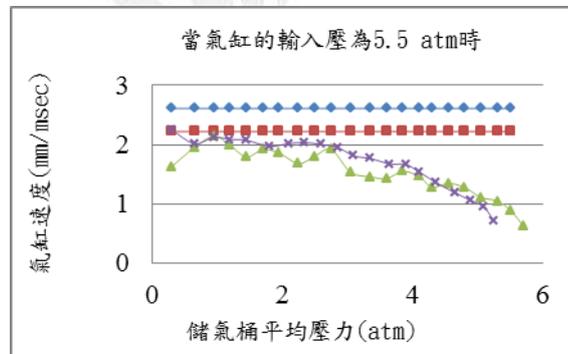


圖、12-4-2 負載為 12.4 kg

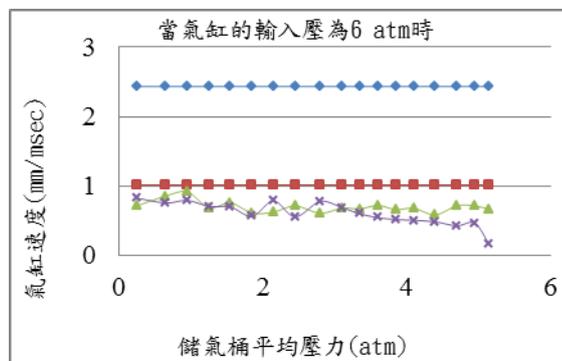


圖、12-4-3 負載為 12.4 kg

#### 4.2.5 當負載為 17.4 kg 時各輸入氣壓的氣缸下降速度



圖、12-5-1 負載為 17.4 kg

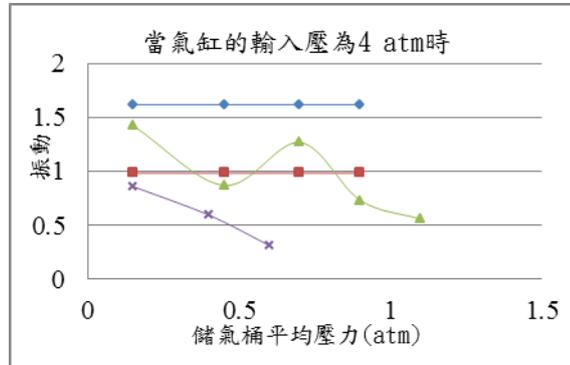


圖、12-5-2 負載為 17.4 kg

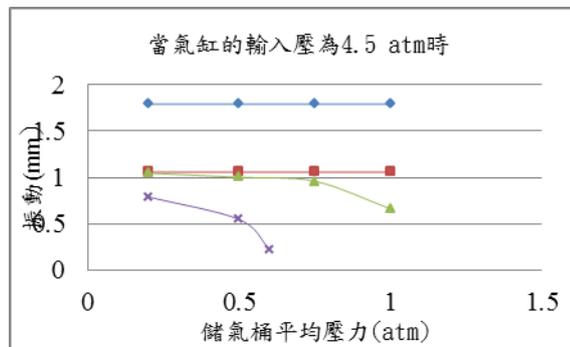
### 4.3 氣缸振動緩衝與儲氣桶內加力關係

橫軸:儲氣桶平均壓力(atm) 縱軸:振動(mm)

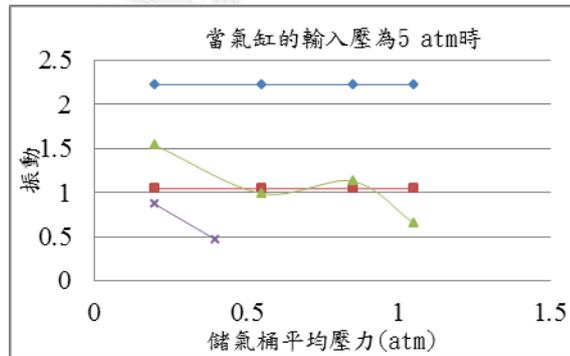
#### 4.3.1 當負載為 3.1 kg 時各輸入氣壓之位移



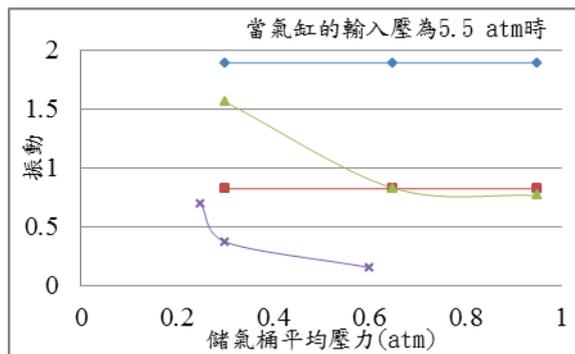
圖、13-1-1 負載為 3.1 kg



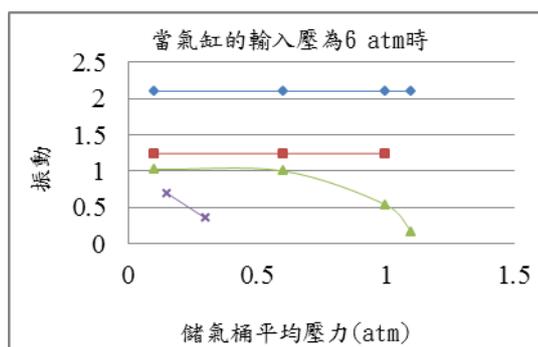
圖、13-1-2 負載為 3.1 kg



圖、13-1-3 負載為 3.1 kg

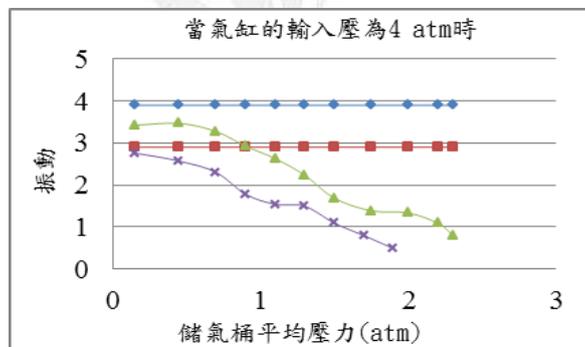


圖、13-1-4 負載為 3.1 kg

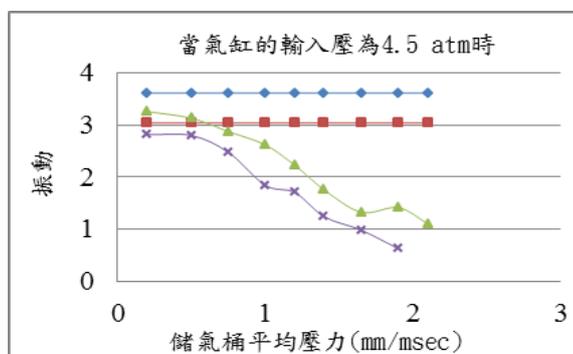


圖、13-1-5 負載為 3.1 kg

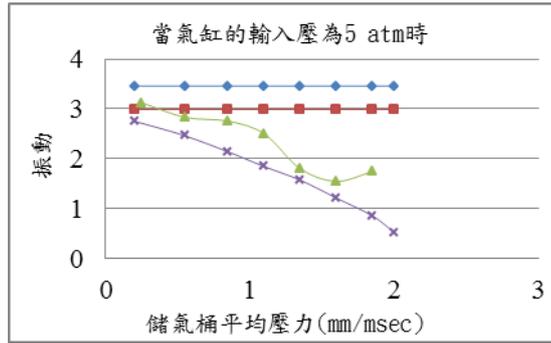
### 4.3.2 當負載為 6.4 kg 時各輸入氣壓之位移



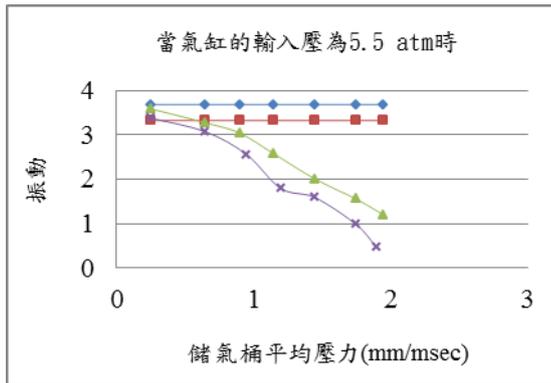
圖、13-2-1 負載為 6.4 kg



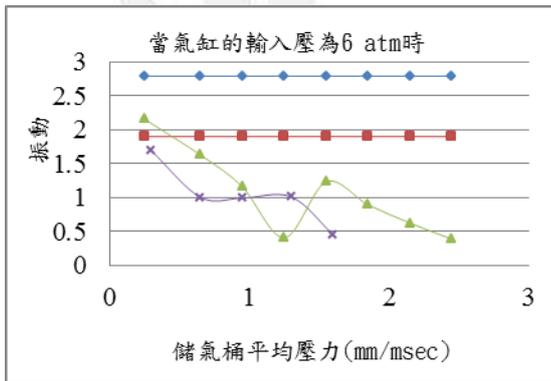
圖、13-2-2 負載為 6.4 kg



圖、13-2-3 負載為 6.4 kg

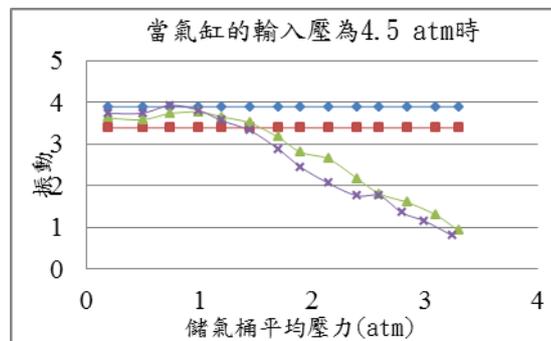


圖、13-2-4 負載為 6.4 kg

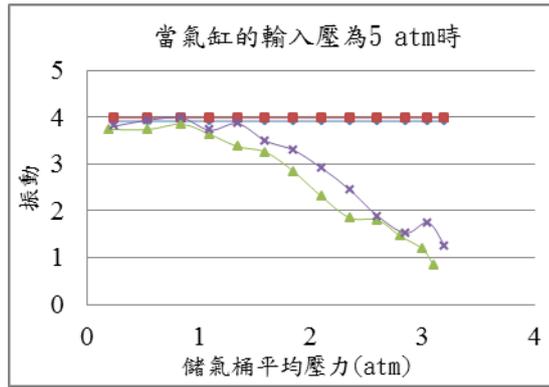


圖、13-2-5 負載為 6.4 kg

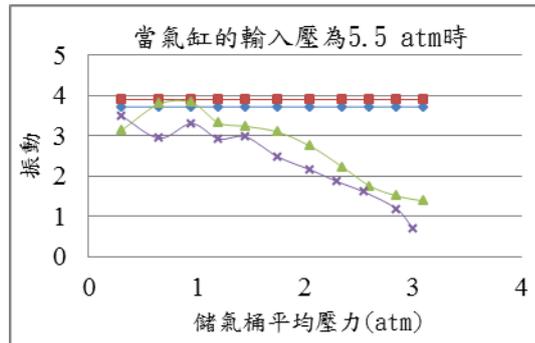
### 4.3.3 當負載為 10.4 kg 時各輸入氣壓之位移



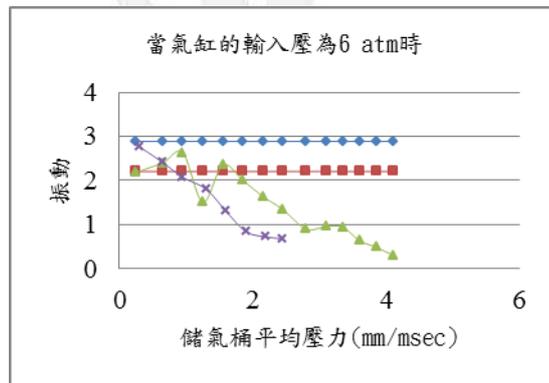
圖、13-3-1 負載為 10.4 kg



圖、13-3-2 負載為 10.4 kg

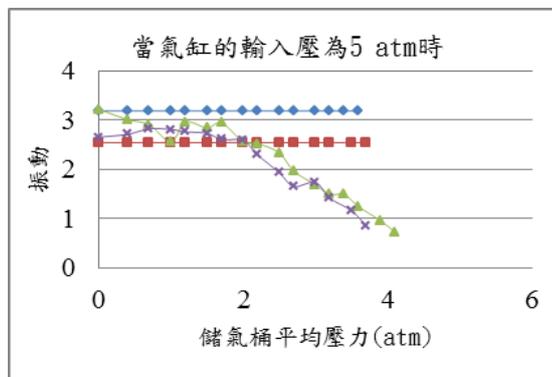


圖、13-3-3 負載為 10.4 kg

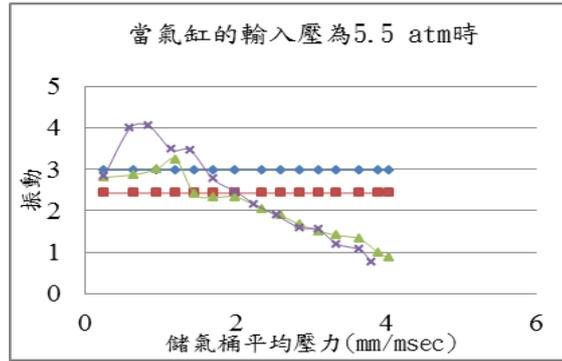


圖、13-3-4 負載為 10.4 kg

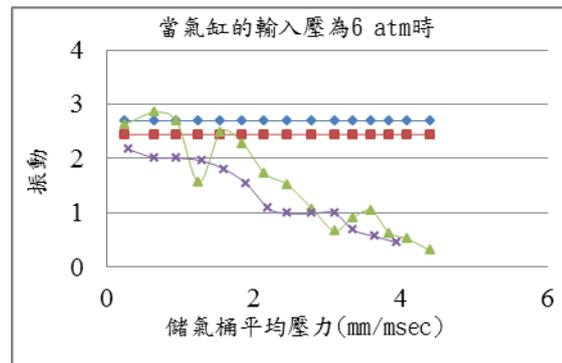
#### 4.3.4 當負載為 12.4 kg 時各輸入氣壓之位移



圖、13-4-1 負載為 12.4 kg

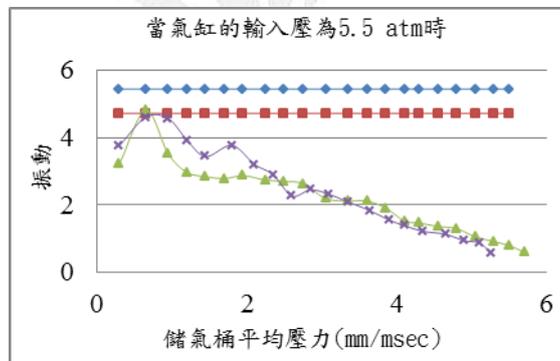


圖、13-4-2 負載為 12.4 kg

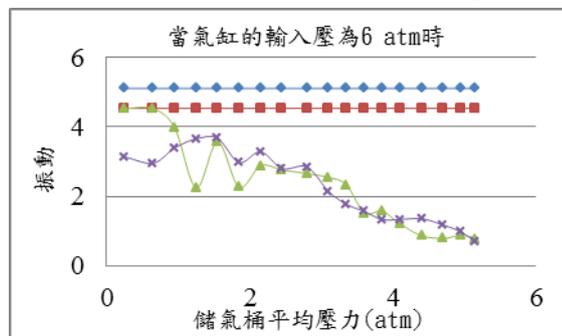


圖、13-4-3 負載為 12.4 kg

4.3.5 當負載為 17.4 kg 時各輸入氣壓之位移



圖、13-5-1 負載為 17.4 kg



圖、13-5-2 負載為 17.4 kg

## 5. 結果與討論

依據圖 12-1-1 至圖 13-5-2 之結果，進行討論後可得出以下特性：

1. 實驗數據統整後，顯示具真空和儲氣作用之裝置，相較無真空與無儲氣桶之裝置，明顯的減少了振動和降低氣缸下降速度，進而藉由氣壓缸作動時本身的氣壓，用來減少氣壓設備因撞擊產生之損壞。
2. 結果顯示單就真空抑振和儲氣抑振作比較，而儲氣抑振優於真空抑振抑制振動之能力，因真空抑振之最大緩衝能力僅  $1\text{ kg/cm}^2 \times A$ ，而儲氣抑振與緩衝能力及儲存壓力  $P_r$  有關， $P_r$  值可大於  $1\text{ kg/cm}^2 \times A$ 。
3. 負載和儲氣桶內壓力越大，其抑振效果越明顯。因為負載越大時未減速與減速效果有相當大的差異，如圖 12-3-1(10.4kg/4.5 大氣壓輸入)可以由大於  $2\text{ mm/msec}$  減速到  $1\text{ mm/msec}$  以下，可說是具有相當良好的緩衝減速效果。
4. 其中有數張分析出之數據有相當大的問題，我們認為是因為實驗器材沒有完全固定導致走位，因此電阻尺在某些數值上有錯誤，所以無法判別氣缸漸增時減速上的速度變化，再加上在取值時可能由於數值數量太過龐大，在取數據的時候有人為失誤，但可以在完全未分析之 labview 內可以看出最開始沒有緩衝以及最後最高的變化。

## 6. 結論

此實驗採用附儲氣桶與真空抑振技術，用於直立式氣缸的向下行程的減速緩衝效果。由實驗數據結果可得知，確實能夠達到緩衝效果，而在實驗分析方面可觀察出儲氣桶內壓力越大，則減振性能越能彰顯，其中結合真空與儲氣桶的迴路，抑振效果在實驗中四種迴路內有最佳效能，可有效讓氣缸減速，來達到減少設備受損的效用。但若是儲氣桶內壓力過高(在器材允許壓力下)會造成氣壓缸無法推至最底端，因此實際設計還是需要依據負載質量來選擇輸入壓力，再依據預估的氣缸行程速度或終點碰撞之緩衝特性，以設定最佳緩衝機構(儲氣桶內壓力)。

## 參考文獻

- [1]. 劉永田、木通口俊郎, “壓電元件與空壓缸所組成之高精度長行程驅動器”, 2001 中華民國自動控制研討會論文集
- [2] 鄧錦坤, 蕭肇殷, Oct. 2006 “附精度補償機構之液體體積轉換型二進為氣壓數位缸之研製”, 國科會專題研究計畫成果報告, 11 頁, 國科會補助 NSC94-2212-E-035-018-
- [3] 何其盛翻譯, “氣動控制原理”, 徐氏基金會出版
- [4] 鄧錦坤, 蕭肇殷, 蘇垣韶, 楊啟均, 李進興, May 12 2010, 中華科技大學, 台北, “採用並聯氣缸充當氣缸緩衝與儲能的實證研究”, 2010 第四屆積體光機電科技與智慧財產權實務研討會論文集, P. 117-129
- [5] 鄧錦坤, 蕭肇殷, 蘇文彬, 李秉昆, 林彥宏, Dec 12 2011, 中興大學, 台中, “兼具能源回收與抑制自走之直立式氣缸緩衝性能的實證研究”, 中國機械工程學會第 28 屆全國學術研討會(論文集編號 B10-014)
- [6] 林宗賢, “氣壓工程學”, 新文京開發(2004)
- [7] 鄭奇能, “氣壓缸位置以模糊斷續試非線性增益控制之研究”, (2005)

