

國立虎尾科技大學電機工程系
專題製作報告

指導教授：鄭健隆、陳席卿、邱國珍老師

液壓煞車及其控制方法

班 級：四技電機四乙

參與成員：黃怡雯 洪瑞孝
陳冠瑋 楊智翔

中華民國 102 年 10 月 22 日

目錄

圖目錄.....	1
表目錄.....	3
摘要.....	4
Abstract	5
一、前言.....	6
二、研究步驟.....	7
三、系統架構.....	8
3.1 電液比例控制閥及其工作原理.....	8
3.2 齒輪泵.....	10
3.3 壓力感測器.....	11
3.4 大流量調壓閥.....	11
3.5 控制箱.....	12
3.6 控制晶片.....	13
3.7 控制電路.....	15
3.7.1 主程式.....	15
3.7.2 緩煞副程式.....	17
3.7.3 急煞副程式.....	18
四、系統展示.....	20
五、實驗結果.....	21

5.1 緩煞	21
5.2 急煞	22
5.3 齒輪泵之溫度實測分析	24
5.4 油箱之溫度實測分析	24
六、結論與未來展望	25
七、參考文獻	26

圖目錄

圖 1 應用單晶片控制液壓煞車架構圖	2
圖 2 應用單晶片控制液壓煞車機構之研究流程圖	4
圖 3 系統架構圖	5
圖 4 電液比例控制閥	6
圖 5 電液比例控制閥內部構造圖	6
圖 6 輸入電流與壓力之關係圖	6
圖 7 齒輪泵	7
圖 8 齒輪泵內部構造圖	8
圖 9 壓力感測器	8
圖 10 大流量調壓閥	9
圖 11 控制箱	9
圖 12 控制器驅動方塊圖	10
圖 13 主控晶片 Microchip dsPIC30F4011 接腳圖	10
圖 14 主程式流程圖	12
圖 15 控制開關	13

圖 16 緩煞副程式流程圖.....	14
圖 17 急煞副程式流程圖.....	15
圖 18 PROTEL DXP 電路圖設計介面.....	16
圖 19 PROTEL DXP 電路板設計介面.....	16
圖 20 液壓煞車控制系統實體圖.....	17
圖 21 煞車(緩煞)時的管壁壓力值.....	18
圖 22 煞車(緩煞)時的實測電流大小值.....	19
圖 23 煞車(急煞)時的管壁壓力值.....	20
圖 24 煞車(急煞)時的實測電流大小值.....	20
圖 25 齒輪泵實測溫度曲線圖.....	21
圖 26 油箱實測溫度曲線圖.....	21

表目錄

表 1 接腳功能設定表	14
-------------------	----

摘要

本專題研製一應用單晶片控制達成具急煞與緩煞之液壓煞車機構。此液壓煞車電控裝置，欲煞車時，可根據煞車的狀況進行壓力的調整，達到急煞或緩煞作用，產生良好的煞車效果，是屬於一種密閉式的系統。當啟動時，液壓油由循環的方式流動，流經齒輪泵、電液比例閥，最後回到油箱，進而達到環保的功效；當按下煞車開關時，我們使用單晶片控制電液比例閥調整閥口大小，且調整液壓油的流量及調節導管之管壁壓力，利用液壓油在導管裡因無法順暢的流動，所產生的壓力換成煞車的動力，並且用壓力感測器量測導管之管壁的壓力大小值，再將量測值傳送到顯式表上，可供使用者觀察以確保導管之管壁的安全。

在一些化學工作場所中，假如所使用的煞車系統是一般機械式(開放式)的，可能會因為摩擦所產生的熱、火花，使具危險性的化學原物料因暴露在容易著火的環境下，而引發爆炸、火災等危險性的可能；而對於大動力場合，如機械工廠的橫梁天車所使用的制動器，因摩擦所以必須定期更換煞車元件，而橫梁天車之煞車元件更換必須爬至高處進行，有危險之虞。所以本專題研製的液壓煞車機構，改善了一般機械式煞車機構，因摩擦需經常更換煞車元件、容易產生熱及火花的缺點，在於大動力場合或一些較具危險性的化學工作場所作業的安全上有一定的必要性。

圖 1 為本研究之系統架構圖，整個系統包含馬達(含旋轉輪)、齒輪泵、油路導管、油箱、比例閥、感測器和控制箱等七個部分。

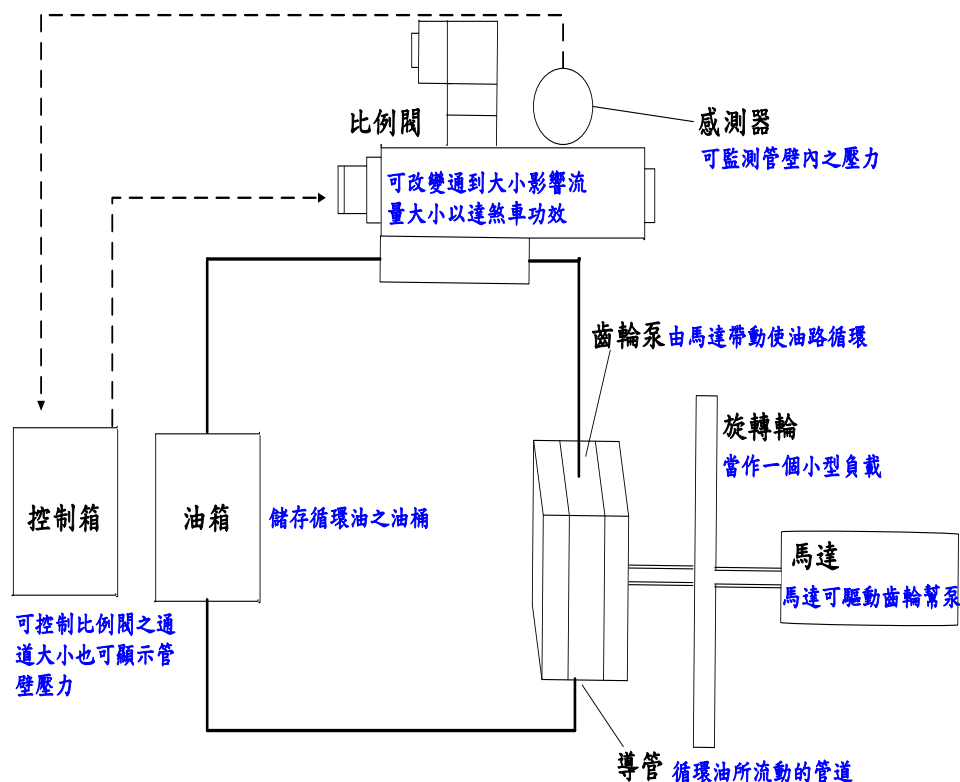


圖 1 應用單晶片控制液壓煞車架構圖

Abstract

This invention uses a single chip to control a proportional valve to change the resistance in the gear pump pipe such that quick braking and slow braking effects are achieved. The inventive hydraulic braking device and its control method do not experience the shortages caused by high temperatures and abrasion like conventional friction braking. It is mainly applicable to sites containing explosive gas to perform safe, strong braking control of power equipment. When applied to a large power situation, the strong effect of speed adjustment and braking is also shown.

一、前言

現今一般汽車、機車、公車等重型移動工具多採用一般機械式的煞車，多數的一般機械式煞車機構，欲煞車時是利用煞車元件的摩擦來產生煞車效果，然而使用一段時間後會逐漸磨耗而影響煞車元件的鬆緊度，因此當煞車元件磨損到一定程度之後就必須加以更換且需定期的保養。

若欲使用在大動力的場合及一些危險性的化學工場，因摩擦易產生熱以及機械的保養和汰換等缺點，將行進中的動能轉換成摩擦後的熱能，使用摩擦的煞車方式久了，高熱導致煞車系統漸漸衰退甚至失效，且由於摩擦所產生的熱能對於一些化學工作場所必有一定的危險性存在，引發化學原料燃燒造成爆炸、火災等危險。

二、研究步驟

1. 收集有關現今液壓煞車相關資訊。
2. 撰寫dsPIC單晶片程式，利用單晶片程式控制電液比例閥使油路堵塞進而達到煞車之效果。
3. 整合主控晶片及硬體電路，並完成感測管壁壓力值及顯示器。
4. 改變馬達和煞車的啟動方式，使其接近於一般所使用煞車系統。
5. 利用主控晶片去驅動電壓電流轉換器輸出至電液比例閥，使其具急煞、緩煞功能。
6. 整合電液比例先導溢流閥及控制器完成驅動。
7. 所有實體成品整合並加以測試及驗證。

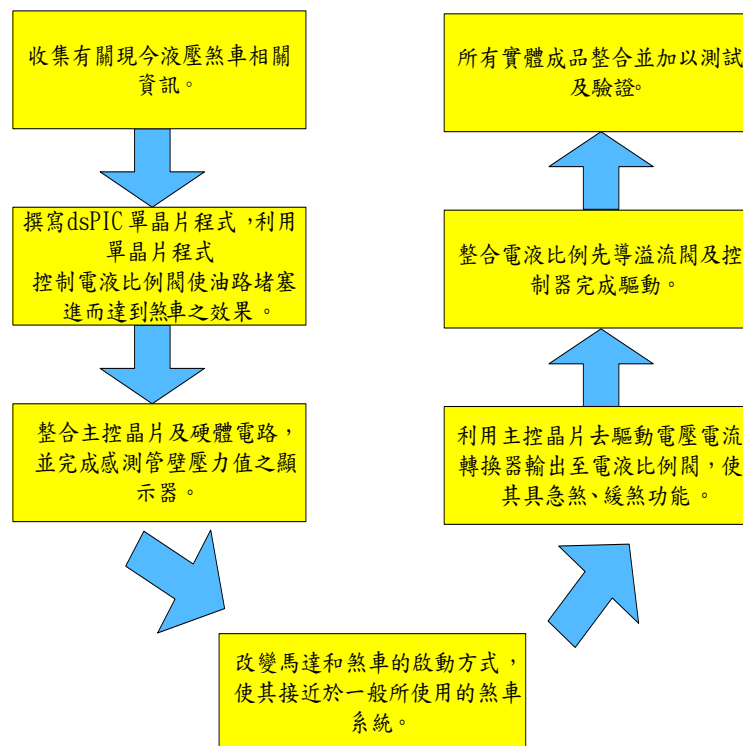


圖2 應用單晶片控制液壓煞車機構之研究流程圖

三、系統架構

採以馬達、齒輪泵、油管、控制電路以及電液比例控制閥為構造。

下圖 3 為系統架構圖。

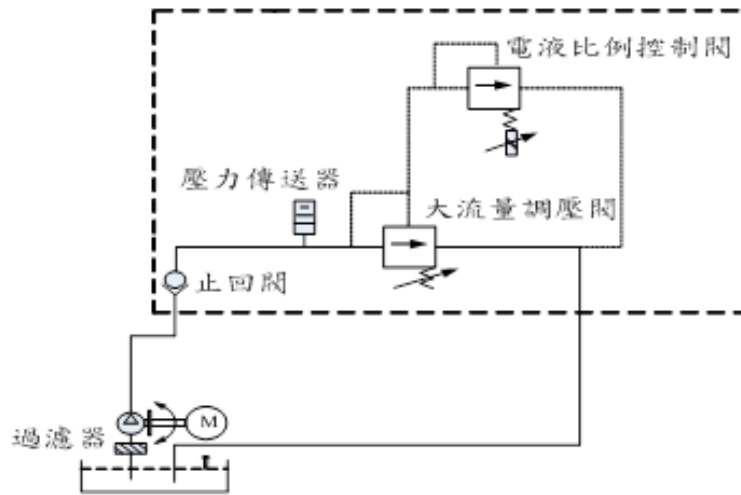


圖 3 系統架構圖

3.1 電液比例控制閥及其工作原理

電液比例控制閥是由一個小型的直流電磁鐵和一個直動式溢流閥組成的。當輸入一電流信號給電液比例控制閥時，比例閥內的電磁鐵根據輸入的電流信號產生相應動作，使比例閥內的閥蕊產生位移。

我們使用康百世科技股份有限公司所出產之 EDG-02 系列的產品，如圖 4 所示，圖 5 為電液比例控制閥內部構造圖，設於導管與電訊連接控制器之開關電路，可根據控制電路所輸出的平均電流大小來控制液壓油的流量。此技術能調解導管內液壓油流量之速度使其產生壓力進而能夠達到煞車功能使運轉中的馬達停止。



圖 4 電液比例控制閥

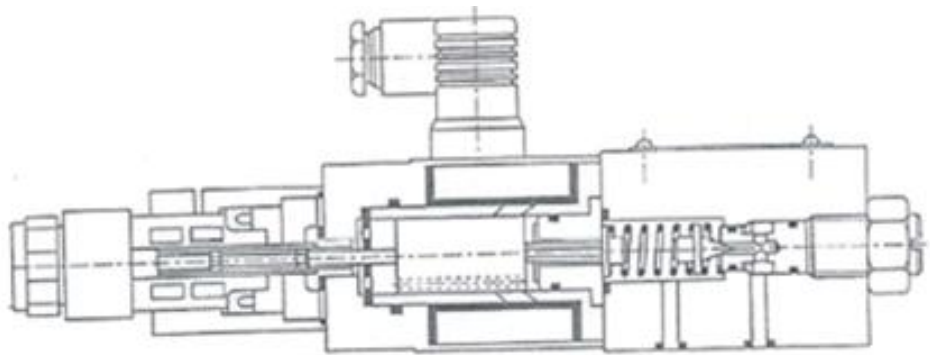


圖 5 電液比例控制閥內部構造圖

圖 6 為康百世科技股份有限公司所出產之 EDG-02 系列之輸入電流與壓力的關係，電液比例控制閥可根據輸入電流成比例調節壓力，由圖可知電流與壓力之關係成正比，當電流愈大，壓力也愈大。

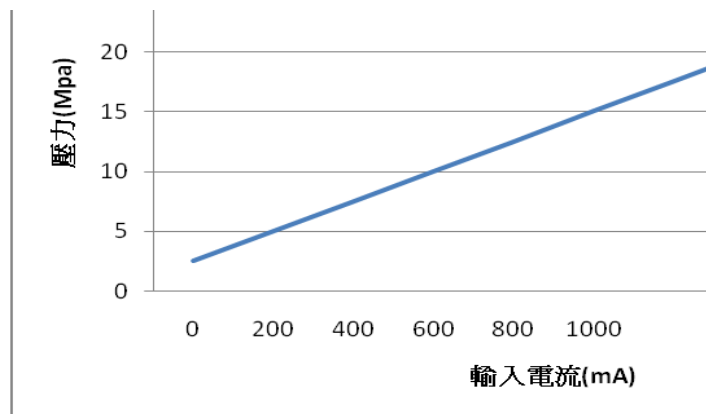


圖 6 輸入電流與壓力之關係圖

3.2 齒輪泵

設於導管內且與馬達連接，可受馬達驅動而帶動液壓油於該導管內循環流動，圖 7 所示。

齒輪泵基本構造係由齒輪、外殼與油封等組件所組成，齒輪泵內上、下兩側都有齒輪，上側齒輪軸連結在旋轉輪之主軸上，並且可以有同步、同方向旋轉，齒輪經電動機或引擎帶動而旋轉，主要功能為輸送導管中的液壓油，使液壓油在導管內做來回循環，液壓油即從吸入側進入，再由排出側送出液壓油，如圖 8 所示。齒輪泵有能承受於 240kg/cm^2 之高壓、構造簡單且價格便宜，故在一般機械上廣泛使用，當要煞車時，齒輪之齒葉片有最佳煞車效果的功用，具無火花、無損耗、無須更換等之優點。

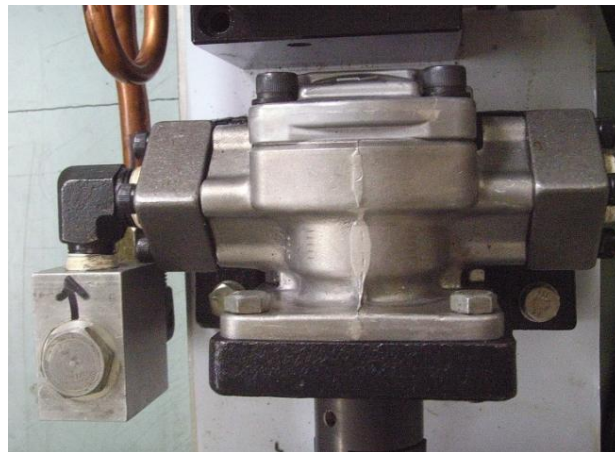


圖 7 齒輪泵

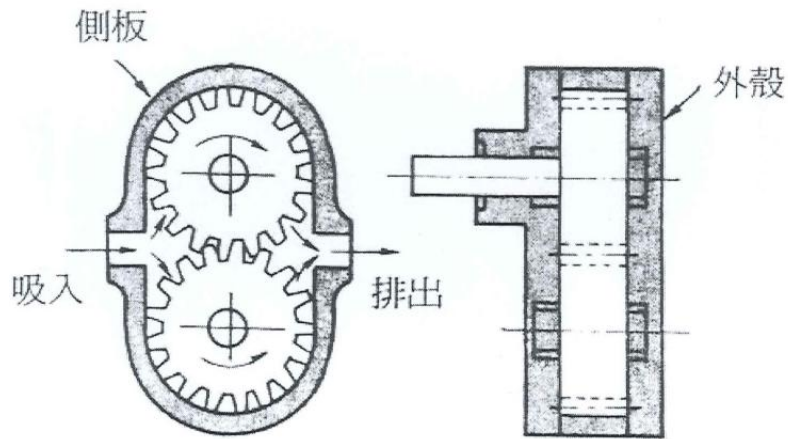


圖 8 齒輪泵內部構造圖

3.3 壓力感測器

設於導管，可用以量測導管之管壁壓力，並可經由數位儀表顯示壓力值，如圖 9 所示。



圖 9 壓力感測器

3.4 大流量調壓閥

為補充電液控制比例閥入口所需之流量，由於馬達推動齒輪泵流量為每分鐘有 5 公升的油在流動，而電液比例閥流量為每分鐘有 2 公升的油在流動，為了將從齒輪泵流出的液壓油(流量 $5l/min$)能順暢的通過電液比例閥(流量 $2l/min$)，故需加裝大流量調壓閥，如圖 10 所示。

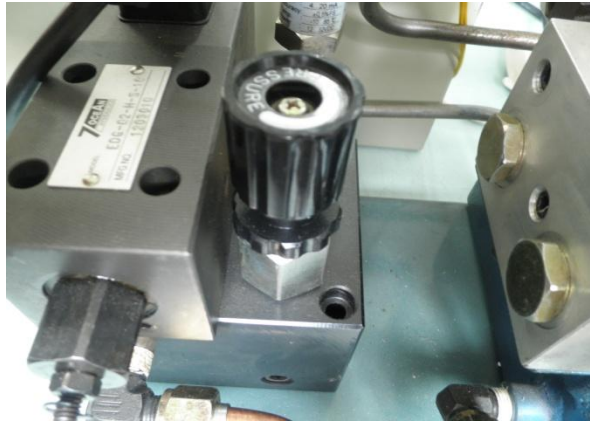


圖 10 大流量調壓閥

3.5 控制箱

控制箱，如圖 11 所示，具有壓力顯示器、電流表、控制開關及控制晶片，連接於馬達、壓力感測器，以及開關電路。如圖 12 所示，為控制器驅動方塊圖。



圖 11 控制箱

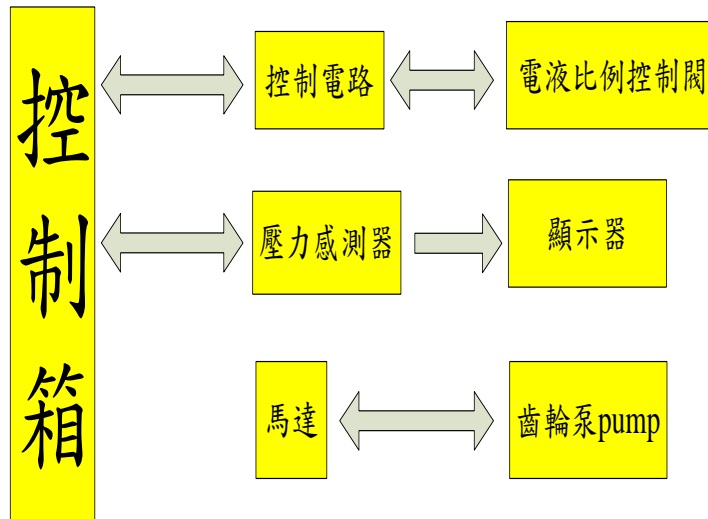


圖 12 控制器驅動方塊圖

3.6 控制晶片

使用 Microchip 公司的嵌入式系統晶片為控制核心，晶片型號採用 dsPIC30F4011，且用 Microchip 撰寫程式，如圖 13 所示，為 dsPIC30F4011 晶片腳位圖。

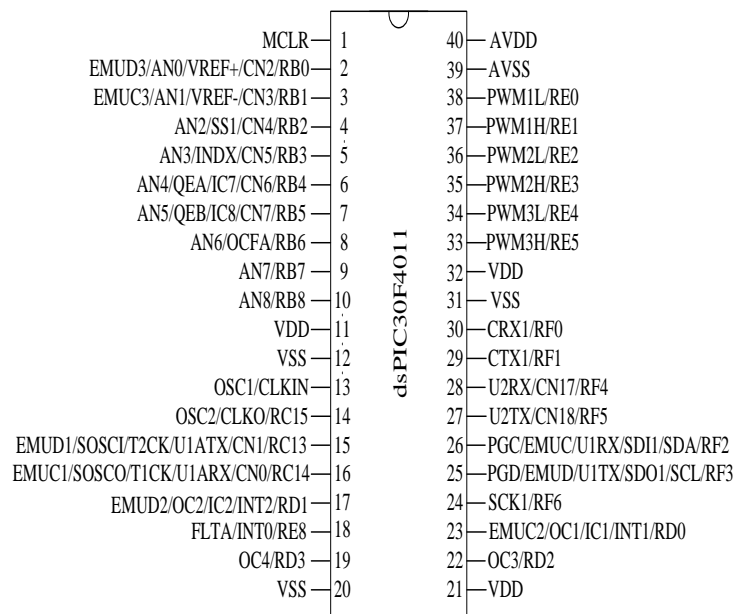


圖 13 主控晶片 Microchip dsPIC30F4011 接腳圖

各接腳功能如表 1 所示，共有 30pin 可自行規劃之 I/O，6 組 PWM 控制馬達、11 組控制 LCD 液晶顯示器、3 組馬達霍爾元件輸入、1 組 ADC 調速輸入、3 組狀態燈號、3 組外部控制開關、2 組電壓電流偵測、1 組補償輸出。

表 1 接腳功能設定表

接腳	名稱	描述	接腳	名稱	描述
1	MCLR	晶片燒錄用	40	AVDD	+5V
2	RB0	LCD1	39	AVSS	接地
3	RB1	LCD2	38	PWM1L	馬達 U 相控制訊號
4	RB2	LCD3	37	PWM1H	馬達 U 相控制訊號
5	RB3	LCD4	36	PWM2L	馬達 V 相控制訊號
6	RB4	LCD5	35	PWM2H	馬達 V 相控制訊號
7	RB5	LCD6	34	PWM3L	馬達 W 相控制訊號
8	AN6	電流偵測	33	PWM3H	馬達 W 相控制訊號
9	AN7	電壓偵測	32	VDD	+5V
10	AN8	ADC 速度控制	31	VSS	接地
11	VDD	+5V	30	RF0	補償回授開關
12	VSS	接地	29	RF1	控制 Buck Duty-cycle
13	OSC1	震盪器	28	CN17	霍爾元件 B
14	RC15	故障狀態燈號	27	CN18	霍爾元件 C
15	RC13	LCD7	26	RF2	正轉狀態燈號
16	CN0	霍爾元件 A	25	RF3	反轉狀態燈號
17	FLTA	緊急停止開關	24	RF6	LCD,RS
18	RE8	LCD8	23	RD0	LCD,R/W
19	RD3	正反轉控制開關	22	RD2	LCD,Enable
20	VSS	接地	21	VDD	+5V

3.7 控制電路

3.7.1 主程式

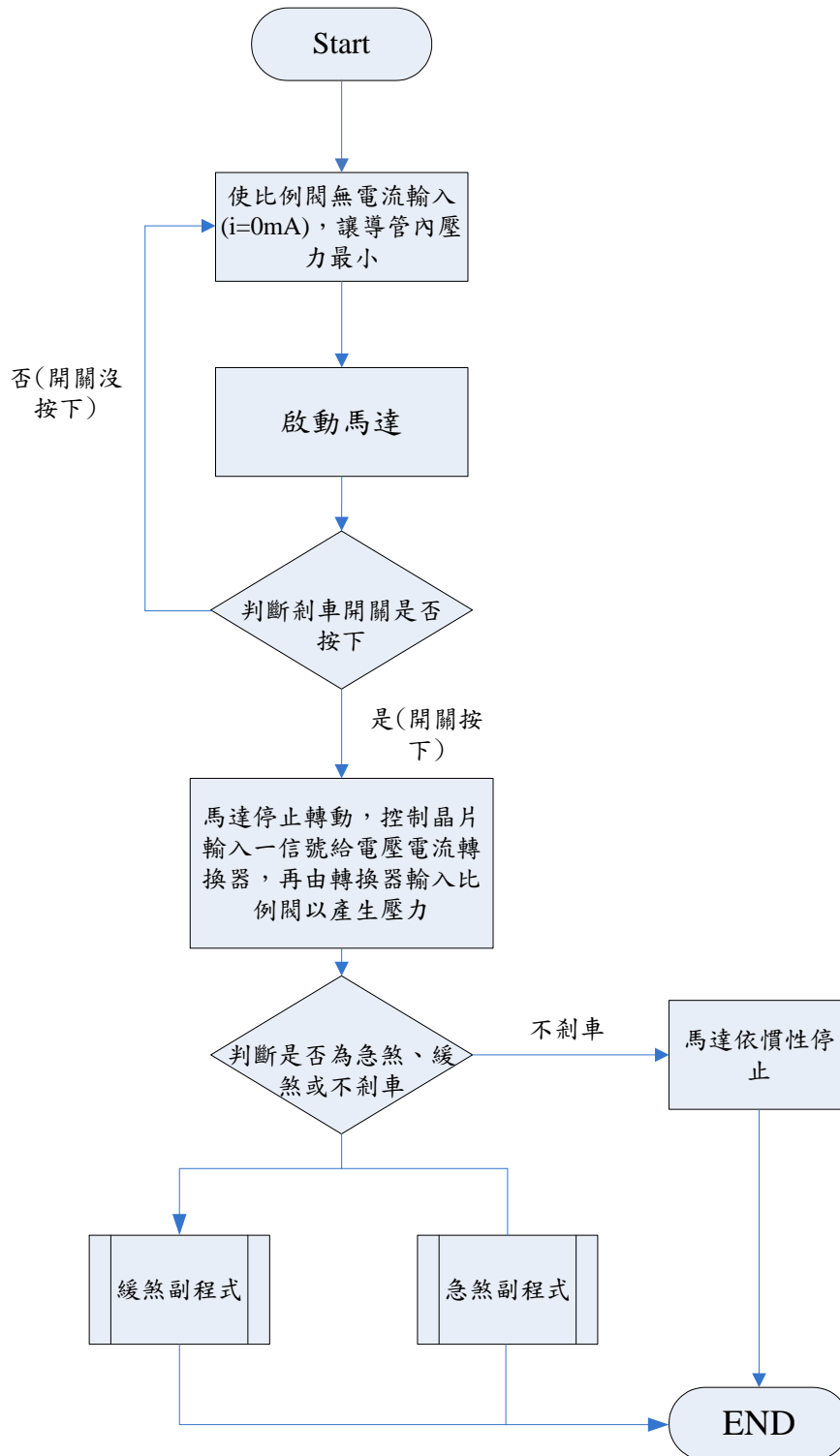


圖 14 主程式流程圖

如圖 14 所示，在一開始時會先判斷電液比例控制閥電壓是否足夠，此情況可能是停電、斷電等而未達到電壓值，減少危險因子。

當馬達啟動後但尚未壓下煞車開關時，控制箱內之控制晶片會驅動開關電路使各開關元件全部斷電，開關電路便會因沒有電壓而無輸出電流至電液比例控制閥，讓電液比例控制閥形成的壓力為最小值，此時的齒輪泵也不會產生作動跟著馬達一起旋轉。

當煞車開關按下馬達斷電時，控制箱內之控制晶片會驅動電壓電流轉換器，讓電液比例控制閥接收到電路之電流而呈現壓力最大值，此時電液比例控制閥便能透過阻塞油路而使導管內的液壓油停止循環流動進一步讓齒輪泵停止轉動以致於讓馬達煞車。



圖 15 控制開關

我們應用一個切換式開關，能使其具有急煞、緩煞或不煞車的功能，馬達與齒輪泵是連接在一起的，假使齒輪泵停止轉動那麼馬達也會停止轉動。

3.7.2 緩煞副程式

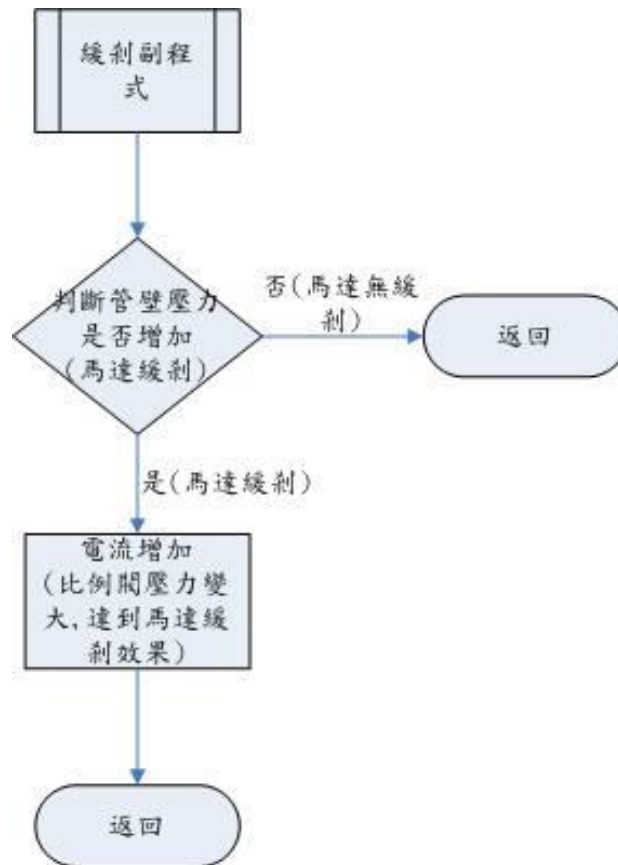


圖 16 緩煞副程式流程圖

若為緩煞，控制箱可依據三段式開關切至緩煞來使控制晶片輸入到電壓電流轉換器的電壓變小，讓電壓電流轉換器輸出至電液比例閥的電流變小，電流值大小的變化來改變電液比例控制閥的閥口大小以阻塞油路，因此根據控制晶片輸入到電壓電流轉換器再經由電壓電流轉換器輸出不同大小的電流至電液比例控制閥，而改變在液壓管路中液壓油的流速使齒輪泵緩慢的停止，進而達到緩煞的效果。

3.7.3 急煞副程式

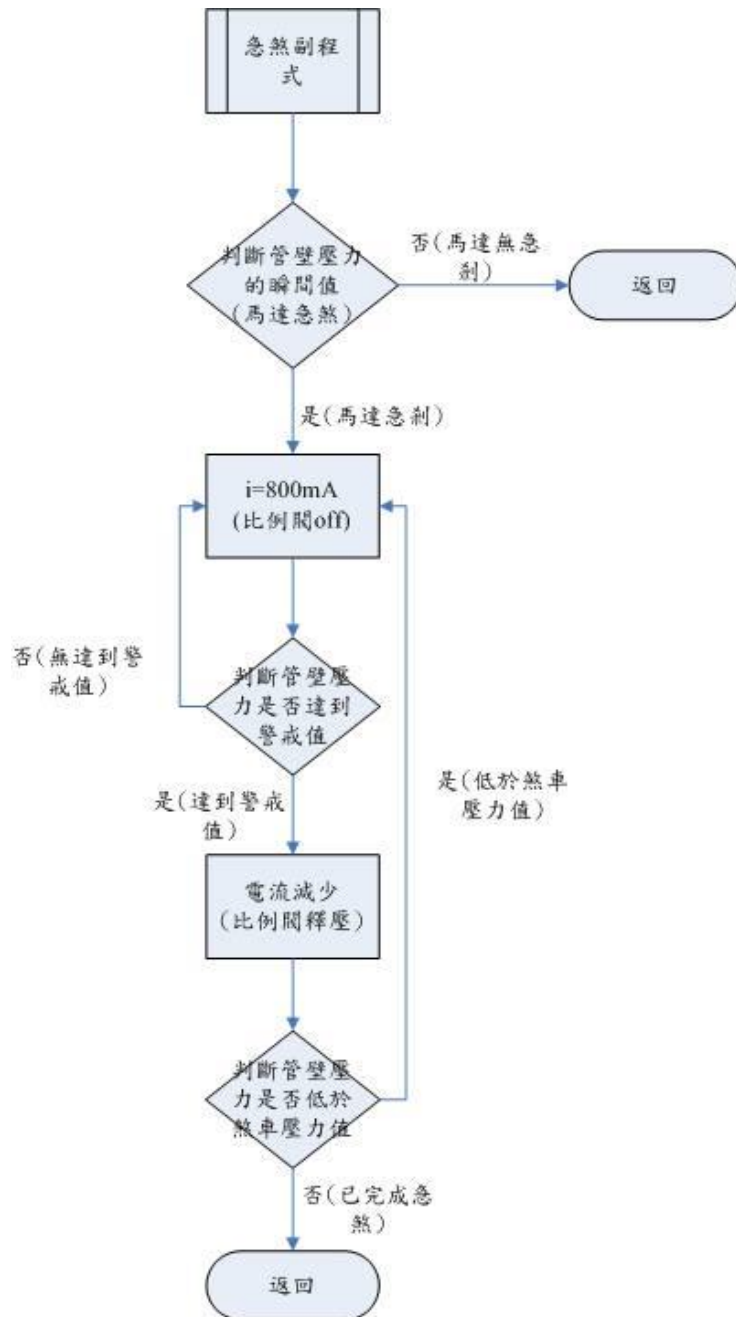


圖 17 急煞副程式流程圖

若為急煞，此時的控制箱內之控制器會驅動電壓電流轉換器，藉以輸出最大的電流至電液比例控制閥，能夠使電液比例控制閥完全關閉而能阻止液壓油繼續流動，如此可產生一阻力來使齒輪泵

停止轉動而達到煞車效果，然而壓力測量器會在此時針對導管管壁壓力進行量測，並將所量測的結果傳送至控制箱內之控制晶片在經由 LCD 顯示器顯示出管壁壓力值。

最後我們運用 PROTEL DXP 設計介面設計本專題控制電路，如圖所示，並以小體積輕量化為設計前提。

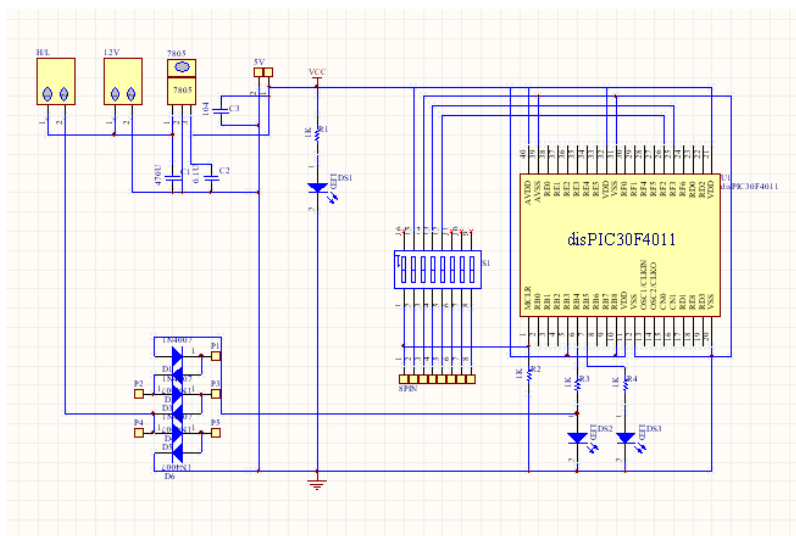


圖 18 PROTEL DXP 電路圖設計介面

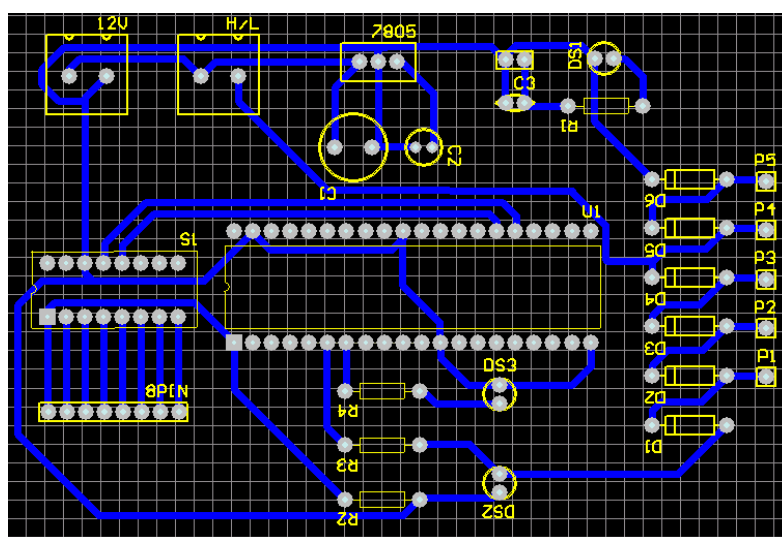


圖 19 PROTEL DXP 電路板設計介面

四、系統展示

圖 20 為實體液壓煞車控制系統，在此系統架構為了與之前由本團隊研發的一般機械式液壓煞車做比較，所以我們設計了兩種煞車模式，分別為一般機械式液壓煞車及電控比例式煞車可相互作比較。

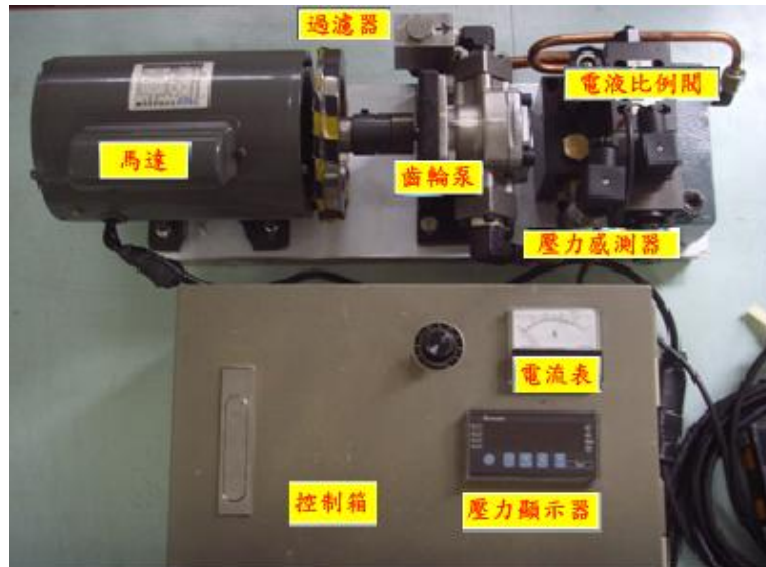


圖 20 液壓煞車控制系統實體圖

使停止(煞車)時，先決定急煞或緩煞後，再經由單晶片控制電路送出的輸出訊號給電液比例控制閥(調解油管內的壓力)，會使油管內的壓力逐漸增加，以產生阻力來提供煞車，藉以達到良好的煞車效果，也能經由壓力傳送器傳送管壁裡的壓力到儀表上，提供觀察壓力的大小，以確保油管內的壓力保持在安全的範圍裡，更可以改善傳統煞車元件需經常保養、更換等缺點。

五、實驗結果

5.1 緩煞

如圖 21 所示，為緩煞時油管內的壓力大小值，壓力大小值大約在 10~20bar 之間。當按下煞車開關時，電液比例閥動作(閥口縮小)，使得油管裡的油無法順暢流回到油箱，油管裡的壓力瞬間增加到 12.2bar 左右，此壓力可以使旋轉體緩慢停止。

如圖 22 所示，為緩煞時的實測電流大小值，電液控制比例閥的電流大約為 0.08A。



圖 21 煞車(緩煞)時的管壁壓力值



圖 22 煞車(緩煞)時的實測電流大小值

5.2 急煞

如圖 23 所示，為急煞時油管內的壓力大小值，壓力大小值大約在 140~170bar 之間。當按下煞車開關時，電液比例閥動作(閥口縮到最小)，使得油管裡的油無法流回到油箱，油管裡的壓力瞬間增加到 163.6bar 左右，此壓力可以使旋轉體立刻停止。

如圖 24 所示，為急煞時的實測電流大小值，電液控制比例閥的電流大約為 0.75A。

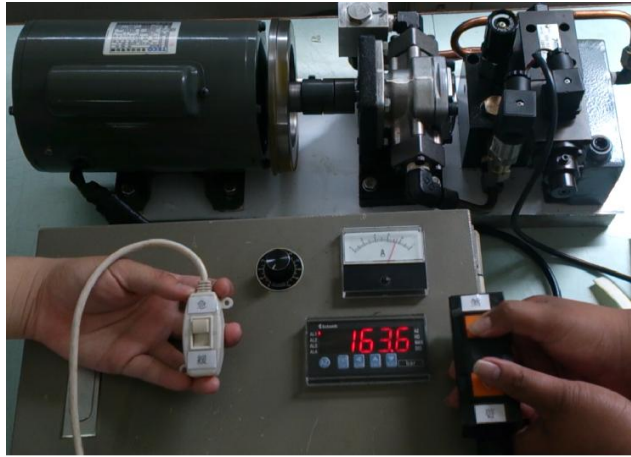


圖 23 煞車(急煞)時的管壁壓力值



圖 24 煞車(急煞)時的實測電流大小值

5.3 齒輪泵之溫度實測分析

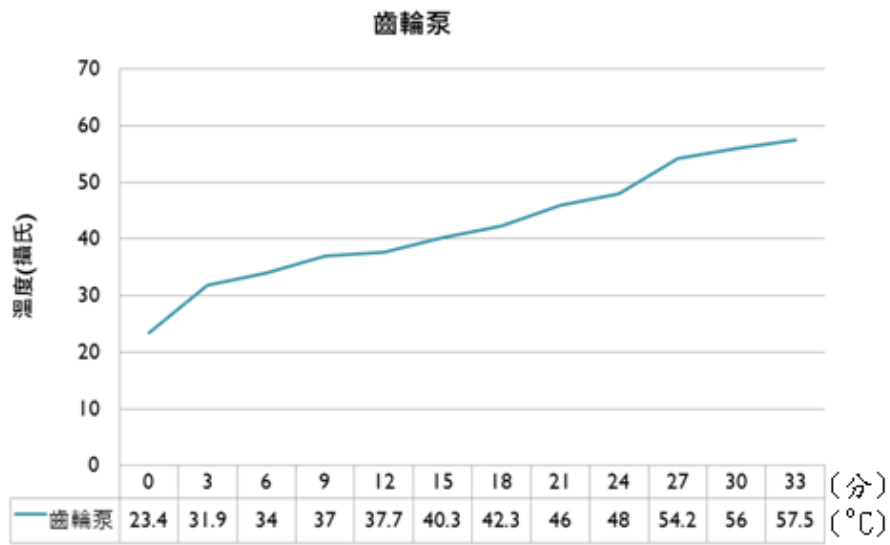


圖 25 齒輪泵實測溫度曲線圖

5.4 油箱之溫度實測分析

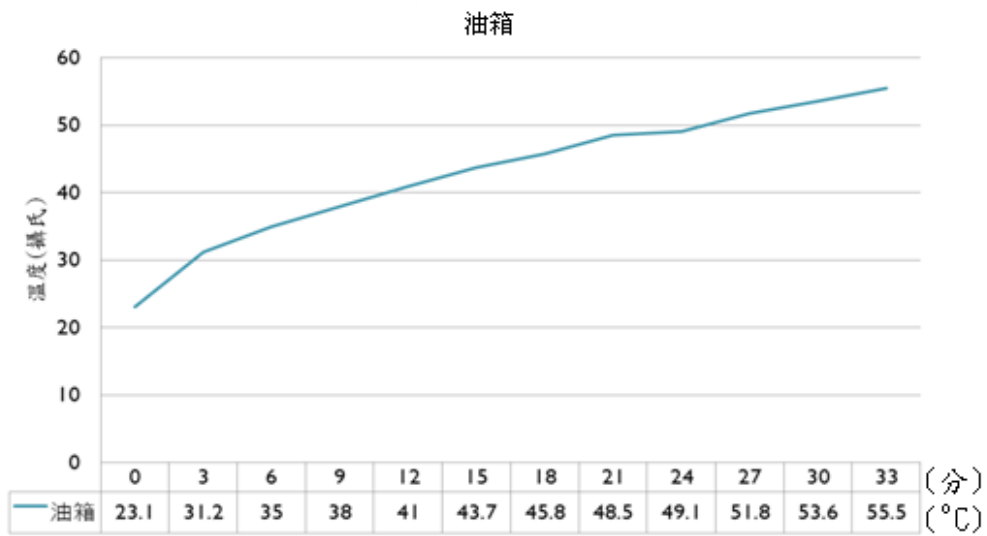


圖 26 油箱實測溫度曲線圖

六、結論與未來展望

本文所設計的液壓煞車裝置是利用液壓油流動產生的壓力直接做煞車之裝置，為一個密閉式的煞車系統，與一般傳統式的煞車裝置(開放式的煞車系統)有明顯的不同，密閉式的煞車裝置，在煞車時所產生的功都在油管裡完成，所以不會有火花及粉屑的現象，適合利用在有危險性的化學工廠；而開放式煞車裝置，當煞車時會有火花而煞車元件易於燒焦、磨損，且煞車元件鬆緊度使用過一段時間後必須調整，使用久了也必須更換，對於易燃易爆之化工廠不適合使用。

在大動力場合或危險性的化學工廠等工業場所，在這些工業場所作業的安全有一定的必要性，所以較適合運用電控液壓煞車。

本專題作品新液壓煞車電控裝置之優點：

1. 沒有火花、沒有粉屑、不產生高熱等不良影響且安全環保。
2. 構造簡單、配件少、不用調整煞車元件的鬆緊度。
3. 沒有煞車片磨損和更換的顧慮。
4. 可根據壓力感測器偵測管壁內的壓力而不會讓油管內的壓力過大產生損壞、破裂。
5. 改用電控能有急煞與緩煞的功能。
6. 具有強而有力的最佳煞車功能。
7. 可減少摩擦損耗之機械材料保養，故能提高機械性能的使用性。
8. 為密閉式之液壓煞車系統。

七、參考文獻

- [1] 陳靖，液氣壓學，文京書局，台北，1993。
- [2] 陳靖，氣液壓學實習，達立書局，台北，1989。
- [3] 曾百由 著，” dsPIC 數位訊號控制器原理與應用”，宏友圖書開發股份有限公司。
- [4] 李新濤，液氣壓學，新科技書局，台北。1993。
- [5] 呂淮熏、黃勝銘，液氣壓學，高立書局，台北，1998。
- [6] 周溫成等，氣液壓學，高立書局，台北，1995。
- [7] 葉仲基，液氣壓實驗手冊，台大農機系，台北，1995。
- [8] 林達德、李桂芝 編譯，農業自動化叢書機電整合，台大生物產業機電工程學系，2003。
- [9] 台灣公告第 M310274 號專利案「升降機之流體壓力煞車裝置」。
- [10] 東峰空油壓股份有限公司 <http://www.dofluid.com.tw>，上網日期：101/09/28。
- [11] 康百世科技股份有限公司 <http://www.kompass.com.tw>，上網日期：101/10/04