

逢 甲 大 學
自 動 控 制 工 程 學 系
畢 業 專 題 報 告

移 動 式 起 動 機 安 全 監 控 系 統 之
研 究

A study on safety control system of mobile
crane

指 導 教 授 : 賴 啟 智

學 生 : 陳 永 森

倪 聖 勛

中 華 民 國 九 十 年 六 月

逢 甲 大 學

自動控制工程學系畢業專題報告

移動式起動機安全監控系統
之 研 究

A study on safety control system of
mobile crane

學 生 : 陳永森

倪聖勛

經考試合格特此證明

評審委員

吳穎強

指導教授

賴啓智

評審委員

賴啓智

系主任

邱金龍

中華民國 九十年 六月

感 謝

此專題的構想主要是由賴啟智老師所提供的，在專題的製作期間，承蒙指導老師賴啟智老師和其他老師教導和協助，及系上一些研究所的學長的指導，讓我們突破在製作專題的過程當中所遭遇的問題，在此一一致謝。

中文摘要

在整個專題的設計，主要是利用四種不同的感測器，壓力、溫度、位移、角度，來偵測起重機目前的運作情形。從感測器測量出其變化量，經過儀表放大器，將電氣訊號維持在 0 到 5V 之間，再經過 A/D 轉換器，將類比訊號轉成數位信號，把四組數位訊號，透過 8255 卡並列傳輸到電腦裡面。經由程式語言的編輯，將四組數位訊號，轉換成我們想要量測的值，好方便使用電腦來監視起重機目前的使用情形，並設計一些防範措施，來避免起重機的不當使用。

Abstract

The entire of the subject is mainly composed of four different sensors, which sense pressure, temperature, displacement, angle, to detect and measure the working condition. The changing value was first measured with a sensor, and through the amplifier, the electric signal was kept between 0 and 5 volts. Then, with an A/D converter, analog signals were turned to digital signals, transporting four groups of digital signals into the computer with an 8255 card. By the translating work of a program designer, the four groups of digital signals were turned to the value that we want, in order to observe the condition of the mobile hoist with a computer easily, and to design some precaution steps to prevent from misuse.

目 錄

感謝	i
中文摘要	ii
英文摘要	iii
目錄	iv
圖目錄	viii
表目錄	ix
第一章 前言	9
第二章 專題元件說明	10
2.1 感測器介紹	10
2.1.1 應變計	11
2.1.2 電位計	16
2.1.3 PT-100	18
2.1.4 ADC0804 介紹	21
2.1.5 8255 卡	28
2.1.5.1 PPI8255 的軟體規劃	28
第三章 構造、模擬或實驗結果	33
3.1 系統整體架構	33
3.2 結論	34
3.2.1 專題討論	34
參考資料	36
附錄	37
程式	37

移動式起重機之工業安全法規41

圖目錄

圖 2-1 應變計基本結構.....	14
圖 2-2 電橋電路	15
圖 2-3 電位計	16
圖 2-4 測量滑動器的輸出電壓	17
圖 2.5 二線式測定法	18
圖 2.6 三線式測定法	19
圖 2.7 四線式測定法	19
圖 2-8 ADC0804 的接角圖	22
圖 2-9 ADC0804 的電路圖	23
圖 2-10 ADC0804 時序圖.....	25
圖 2-11 PPI8255 控制字圖.....	29
圖 2-12 PPI8255 模式 0 流程圖.....	31

表目錄

表 2-1 金屬線應變計的各種導線特性.....	12
表 2-2 ADC0804 電壓輸入與數位輸出關係表	27
表 2-3 D 5、D 6 電位與工作模式之關係表	30

第一章 前言

1.1 緒論

在工業先進國家，起重機為生產及材物流動之一環，係不可缺少的設備。在許多方面，如工廠、港口的貨物搬運，及水壩橋樑之建設工程或山間材料，礦石之搬運等，扮演很重要的角色。由於起重機常使用在一些重工業的環境下。所以起重機的使用規則及安全性的注意，就是工程師在設計起重機時一個必須考慮的因素。

1.2 研究動機

在台灣，因為有許多項的重大施工建設，所以起重機的使用是相當頻繁。由於使用次數的頻繁，加上人為的疏失，駕駛員的經驗不足，以及一些天候地型的影響，就易造成一些安全事故的發生，而對社會大眾造成一種負擔。因此本專題將設計一種安全警報裝置，來避免因駕駛員操作上的疏失，及天候地型的影響，所造成的工安事故。

因此本專題將設計一種安全警報裝置，來改良現有起重機上的警報裝置，因現有的警報裝置只是一些指針來表示現有起重機的運作情形，不僅容易有誤差，且當操作員在忙於工作時，就很容易疏忽，而沒注意到起重機是否有過度使用的情形。因此本專題採用電子式的裝置，來改善傳統機械式的缺點。使得警報系統更容易發揮它的功用。

第2章 專題元件說明

2.1 感測器介紹

一、應變計

二、位移：滑動式電位計

三、溫度：PT-100 溫度計

四、角度：轉動式電位計（以可變電阻替代）

2.1.1 應變計

由基本電學理論可知，某一導線，其電阻與導線的長度及其電阻係數成正比，而與其截面積成反比。因此，若將一導線拉長，其電阻值必定會改變，由此一簡單原理所構成的感測元件就稱為應變計。

用來作為金屬線應變計的導線其直徑通常小於 0.025mm，作為應變計使用的金屬線必須符合以下幾個條件：

- 1、高應變計因素
- 2、低溫度係數
- 3、高機械強度
- 4、高電阻係數
- 5、低熱電位

表 2-1 所示為某些用來做為金屬線應變計的各種導線之特性。

組 成	G.F.	電阻係數 ($\mu \Omega \cdot m$)	熱膨脹係數 (%/°C)	強度 (MN m ⁻²)
45% Ni ~ 55% Cu	2.1 ~ 2.2	0.45 ~ 0.48	± 0.002	460
75% Ni ~ 20% Cr	2.1	1.25	0.002	1000
36% Ni ~ 8% Cr ~ 0.5% Mo	3.6	1.05	0.0175	1250
80% Ni ~ 20% Cr	2.5	1.0	0.01	800
92% Pt ~ 8% W	4.7	0.62	0.24	2000
Ni	-12	0.065	0.68	400
Pt	4.8	0.1	0.4	200

表 2-1 所示為某些用來做為金屬線應變計的各種導線之特性。

在實際結構裡，金屬導線通常被繞成為柵狀（圖 2-1）。然後將此一柵狀結構黏附於被測物體的表面，利用導線電阻的變化來測定被測物的變形，進而計算被測物所受的應力大小。

常用測量應變計輸出的電路為惠斯頓電橋，應變計所產生的電阻變化可經由電橋電路來轉變成為電壓輸出然後再以放大器來將之放大以作為訊號傳輸或顯示。如圖 2-2 所示。

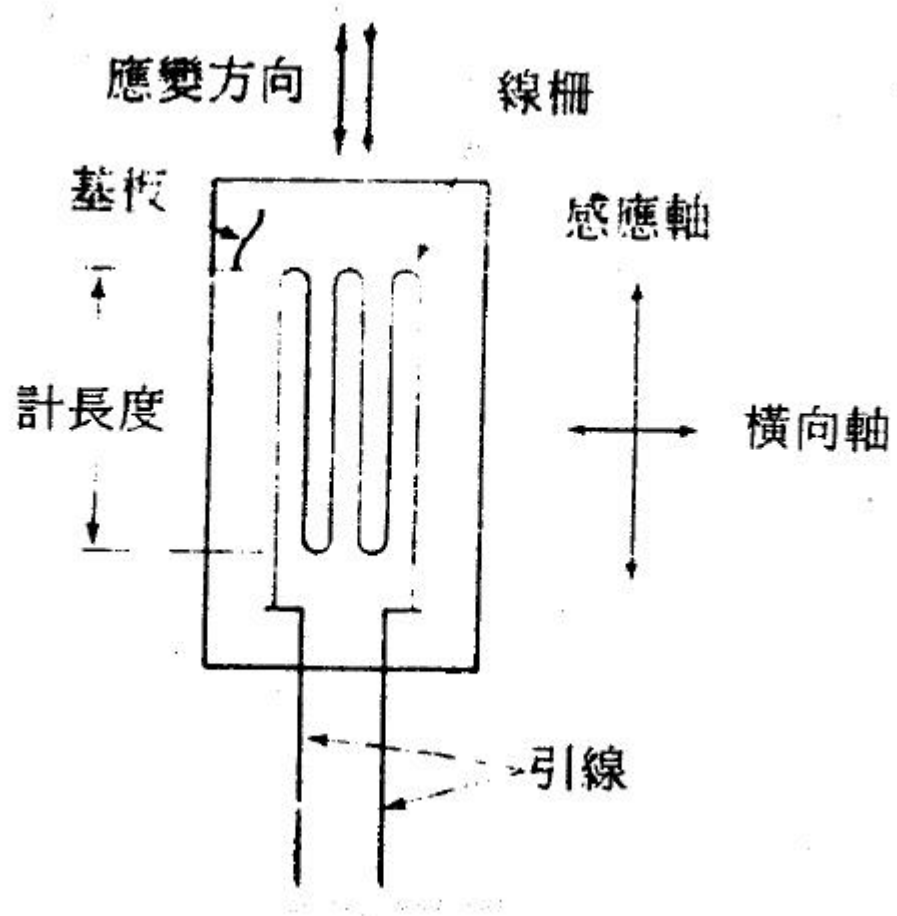


圖 2-1 應變計基本結構

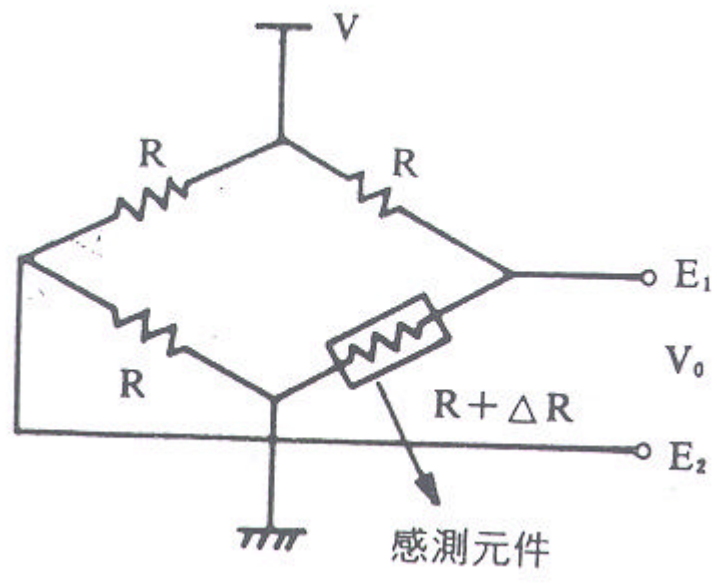


圖 2-2 電橋電路

2.1.2 電位計

電位計本身可視為一可變電阻器，其工作是以滑動器之可動部分，沿著電阻元件來滑動，然後由中間端子以和滑動位置成比例的分壓取出輸出訊號，輸入電壓訊號則加入於兩端端子，如圖 2-3 所示。

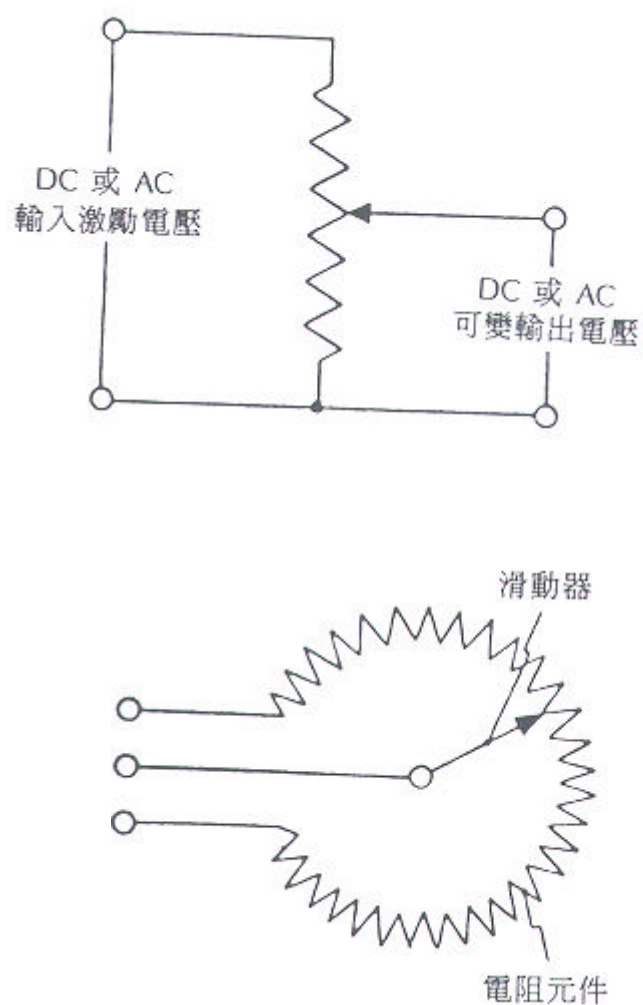


圖 2-3 電位計

電位計本身為一被動性元件，欲使它工作則必須在其兩端加入一電源，然後使滑動器運動某一數量 x_i 或 q (若為直線運動，則輸入量為滑動器行走的距離 x_i ，若為旋轉運動，則輸入量為滑動器所轉動的角度 q)，測量滑動器與接地點之間的輸出電壓則可測知所輸入的運動量。如圖 2-4

$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{X_f}{X_i}$$

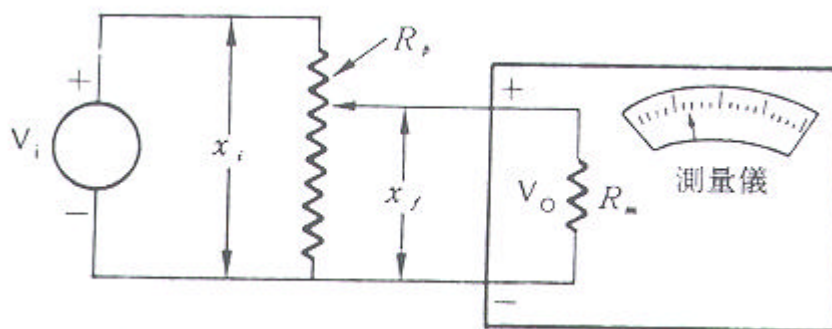


圖 2-4 測量滑動器的輸出電壓

2.1.3 PT-100

白金溫度感測器是一種將溫度值變成電阻的元件，其量度區間在-250 和 640 之間，在此專題中，所選擇的溫度量測元件為此，有低價位高精度特性。本專題的溫度範圍在 0 到 100 之間。

特性

當溫度變化一度時電阻會變化 0.3916 歐姆，一般以數學式表示成
 $R=100+0.3916T$

由此數學式就可由電阻換算成溫度大小。

測定方法

白金溫度測定器可用下列三種方式轉換成電壓信號二線式測定法。

見圖(2.5)

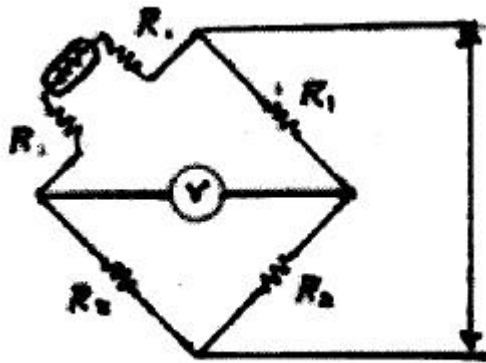


圖 2.5 二線式測定法

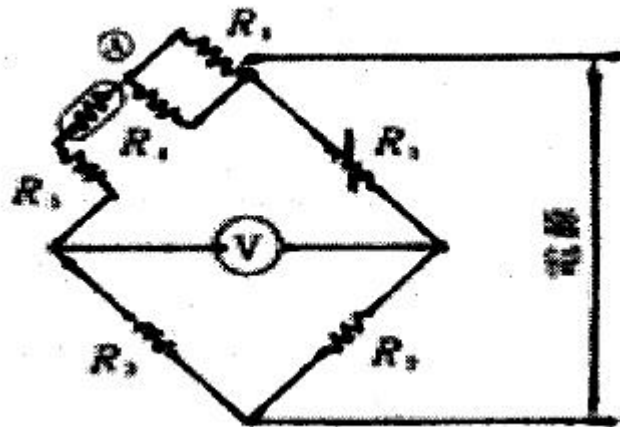


圖 2.6 三線式測定法

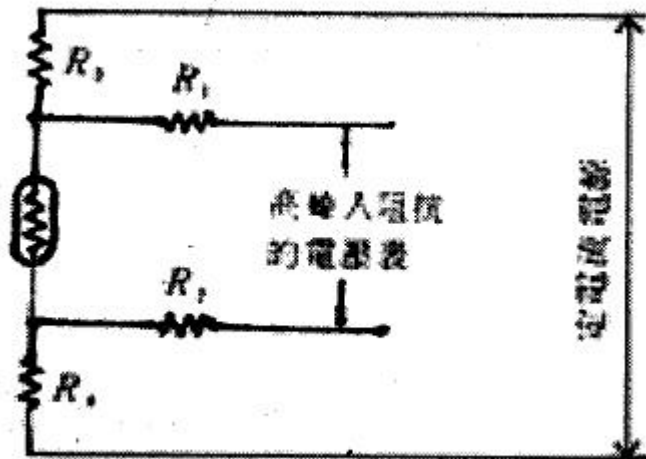


圖 2.7 四線式測定法

比較其優劣二線式測定法其接線最為簡易，但誤差最大，因為導線的電阻和接觸電阻的影響，會產生度數的誤差，而高溫也會使電阻變大而影響量度結果的增減，會影響量度的結果。而三線式測定法，採用電橋的方式，由圖 2.6 可知白金溫度感測器的導線電阻在電橋兩側，其誤差可相互抵銷，若選擇 $R_2=R_3 \gg R_6$ ，可減少因傳輸線所引起的誤差，此方式普遍用於工業界。四線式測定法使用定電流驅動法，量測值較為準確，三線式測定法，必須保證各銅線的材質長度電阻值均相同，否則仍會產生誤差。而最理想的防止誤差的配線方式是四線式的配線方式。如圖 2.7 所示，定電流源流經 R_3 ，白金溫度感測器， R_4 等電阻，在上面產生壓降，由高輸入阻抗的電壓表，量取上面所降下的電壓值大小可獲得溫度的大小，由於是高輸入阻抗型的電壓表，所以沒有電流流經，因此沒有電壓降，就可以減少誤差。

2.1.4 ADC0804 介紹

其主要規格如下：

- 1、 +5V 單電源工作電壓
- 2、 類比電壓輸入範圍 0~+5V
- 3、 參考電壓為 2.5V
- 4、 轉換時間為 100 μ s
- 5、 解析度為 8 位元
- 6、 誤差 1LSB
- 7、 讀取時間 135ns

圖 2-8 為 ADC0804 的接角圖

ADC080X Dual-In-Line Package

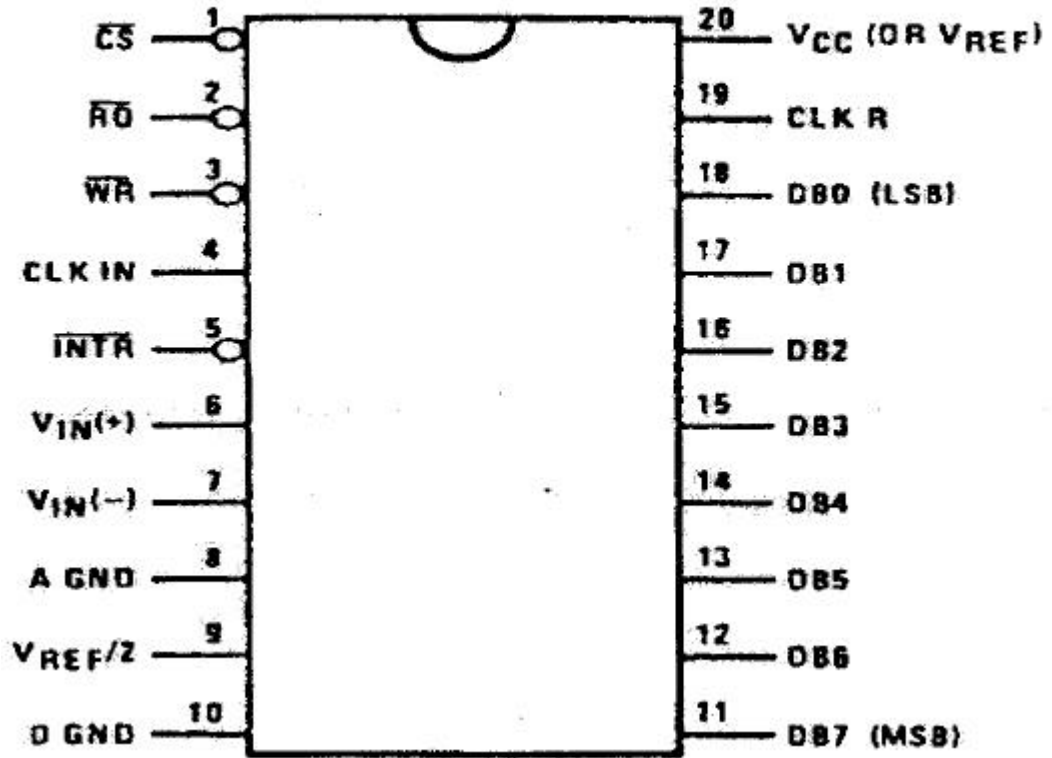


圖 2-8 ADC0804 的接角圖

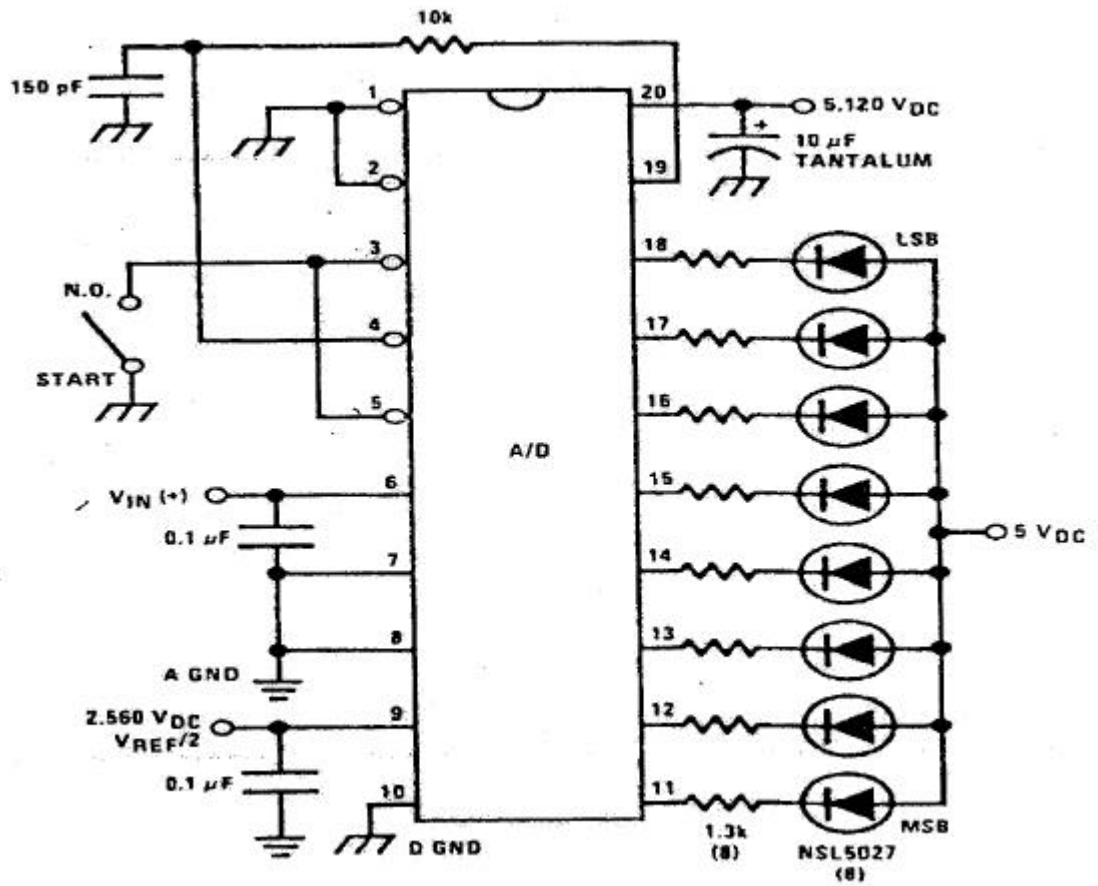


圖 2-9 ADC0804 的電路圖

其中在圖 (2.9) CLKR (19 腳) \ CLKR (4 腳) 所連接的 R (10K) \ C (100PF) 決定了 ADC0804 之內部轉換頻率，頻率的算法為：

$$f=1/1.1RC$$

若此頻率越高。則轉換速度越快，可自行更改 RC 值以得到不同之工作頻率，但要注意此範圍不超出 100kHz.。

ADC0804 與 CPU 的溝通方式

以 CPU 控制 ADC0804 則 CPU 必須下達“開始使轉換”的命令給 ADC080，然後 ADC0804 就開始取入類比輸入電壓，在內部開始轉換，經過一段轉換時間後，ADC0804 就將完成的值放在其內部的三態輸出栓鎖緩衝器裡，然後將轉換完成輸出腳 (INTR) 降為 LOW，以通知 CPU 可以去獨轉換完成的資料。CPU 如何下達“開始轉換”，及 ADC0804 如何告訴 CPU“轉換完畢”呢？

如圖 2-10 之時序圖。

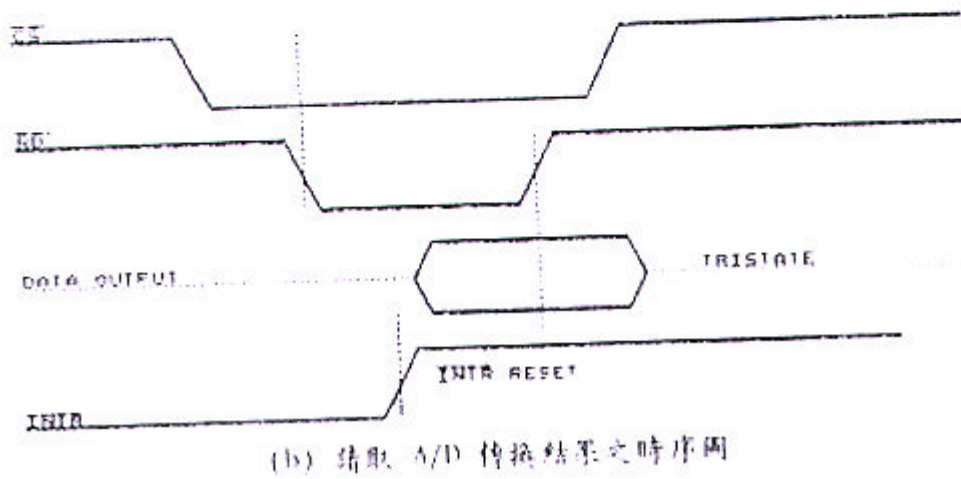
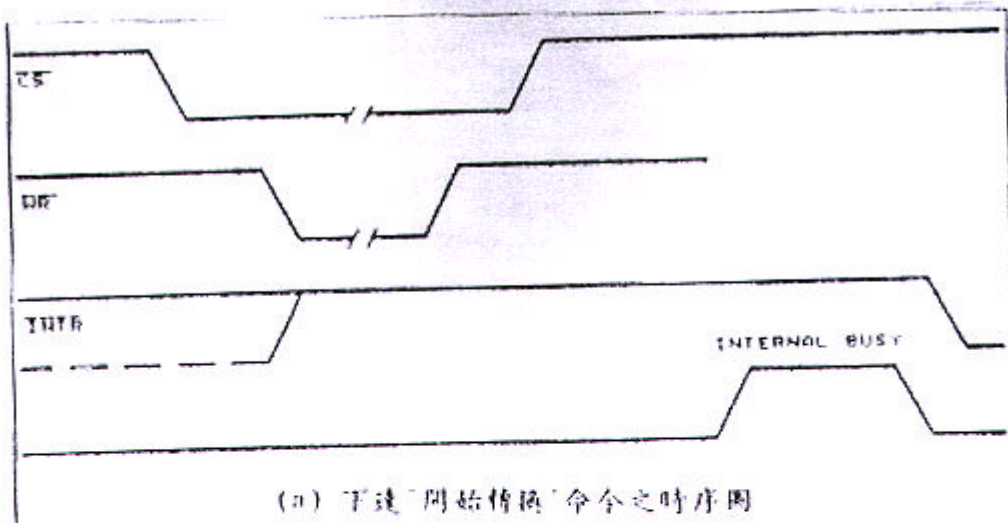


圖 2-10 ADC0804 時序圖

如圖 2-10 可以知道，當 WR 和 CS 同時為“ 0 ”時，表示對 ADC0804 下達“開始轉換”命令，再經過一段時間後轉換完成，ADC0804 會將其轉換完成的數位資料放在內部 8 位元緩衝區裡，並且將 INTR 降為“ 0 ”。因此 CPU 只要下達“開始轉換”命令後，去檢查 INTR 的狀態就可知道是否轉換完畢。

動作說明：

- 1、ADC0804 將輸入類比值轉換成數位值輸出到 P1，如輸入 3V，ADC0804 的輸出應為 96H=10010110，此一數位信號送入 8255 卡的 PA，再由 PA 送入電腦。
- 2、從 ADC0804 的 Vin 接一可變電阻器，由 0V~5V，根據其關係表 2.2 可觀察 P1 的變化情形。

ADC0804 電壓輸入與數位輸出關係表

16進位	進位碼	與滿刻度的比率		相對電壓值 VREF=2.56V	
		高4位元	低4位元	高4位元	低4位元
F	1111	15/16	15/256	4.800	0.300
E	1110	14/16	14/256	4.480	0.280
D	1101	13/16	13/256	4.160	0.260
C	1100	12/16	12/256	3.840	0.240
B	1011	11/16	11/256	3.520	0.220
A	1010	10/16	10/256	3.200	0.200
9	1001	9/16	9/256	2.880	0.180
8	1000	8/16	8/256	2.560	0.160
7	0111	7/16	7/256	2.240	0.140
6	0110	6/16	6/256	1.920	0.120
5	0101	5/16	5/256	1.600	0.100
4	0100	4/16	4/256	1.280	0.080
3	0011	3/16	3/256	0.960	0.060
2	0010	2/16	2/256	0.640	0.040
1	0001	1/16	1/256	0.320	0.020
0	0000			0	

表 2.2 ADC0804 電壓輸入與數位輸出關係表

2.1.5 8255 卡

8255 A 是 Intel 公司生產的輸入/輸出 IC，可提供至多三組 8 位元並列式輸入/輸出埠。在 8255A 內部的資料經由 8 位元內部資料匯流排傳送並且透過匯流排緩衝器與其他微電腦系統相連接。另外在 8255A 內部的讀寫控制電路，用來控制資料處理的路徑（寫入、讀取的動作），並且提供 8255A 內部正確的時序（Timing），達成正確的動作。8255A 共有三種不同的工作模式（Operating mode）：

(1) 模式 0:基本輸入/輸出 (Basic input / output)

這是 8255A 最簡單的工作模式，透過模式 0 的運作，埠 A、埠 B 及埠 C 均可被規劃為不帶有任何控制信號的輸入埠或輸出埠。其中埠 A 及埠 B 皆為獨立的 8 位元輸入/輸出埠，而埠 C 則可規劃為兩組相互獨立的 4 位元輸入/輸出埠。因此，在模式 0 工作時，8255A 的這 3 個輸入/輸出埠就有 16 種規劃方式。

(2) 模式 1：閃控式輸入/輸出 (Strobed input / output)。

當輸入埠或輸出埠需要交握式(Handshaking)信號來傳送訊息時，便不能再使用模式 0 了。在模式 1 的情況下，是犧牲埠 C 的 I/O 功能，而將其當作埠 A 或埠 B 的專用控制信號。通常將 PC4~PC7 與埠 A 和稱之為 A 群(A Group)，於將 PC0~PC3 與埠 B 和稱之為 B 群(B Group)。由於在模式 1 時埠 A 與埠 B 已經具有交握的功能，因此，在模式 1 時，8255A 可控制一些較複雜的 I/O 介面，如鍵盤或印表機等。

(3) 模式 2：閃控式雙向匯流排輸入/輸出(Strobed bi-directional bus I/O)。

這是 8255A 中最複雜也是功能最強的工作模式。雖在模式 1 工作時埠 A 或埠 B 皆具有交握功能，但他們的資料仍然只能做單方向的傳輸。在模式 2 工作時，I/O 埠的資料則可做雙向傳輸，所以可用來控制一些需雙向傳輸的 I/O 介面，如磁碟機等。值得注意的是：只有埠 A 具有模式 2，而其他的控制信號則增至 5 條，亦即 PC3~PC7。此時的 PC0~PC2 則只能在模式 0 下工作。

2.1.5.1 PPI8255 的軟體規劃

基於前面所描述，我們可以概略的知道整個 8255 的硬體架構，於本節內我們再更進一步來討論如何利用軟體去規劃它。正如前面我們所談的，PPI8255 可以在三種模式下工作，同時其內部三個 PORT 皆能獨立的運作，用來控制其工作模式的 8 位元控制暫存器之每一個位元電位所代表的意義(即控制字 CONTROL WORD)即如圖 2 - 11 所示。

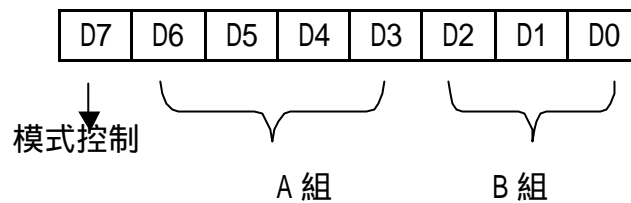


圖 2 - 11 PPI8255 控制字圖

其中 D 0 D 2 控制著 B 組之工作狀況，此三個位元之每個電位所代表之意義為：

D 0 本位元控制著 B 組部份 P C 0 P C 3 的工作狀況，當其電位：

D 0 = 0 時 代表 P C 0 P C 3 工作於輸出。

D 0 = 1 時 代表 P C 0 P C 3 工作於輸入。

D 1 本位元控制著 B 組部份 P C 0 P C 7 的工作狀況，當其電位：

D 1 = 0 時 代表 P C 0 P C 7 工作於輸出。

D 1 = 1 時 代表 P C 0 P C 7 工作於輸入。

D 2 本位元控制著 B 組部份之工作模式，由前面所述我們可以知道，受到硬體接腳的限制，B 組只能工作於兩種模式 (M O D E)，當 D 2 之電位：

D 2 = 0 時代表工作於模式 0 (M O D E 0)

D 2 = 1 時代表工作於模式 1 (M O D E 1)

D 3 D 6 控制著 A 組之工作狀況，此四個位元之每個電位所代表之意義為：

D 3 本位元控制著 A 組部份 P C 4 P C 7 的工作狀況，當其電位：

D 3 = 0 時 代表 P C 4 P C 7 工作於輸出。

D 3 = 1 時 代表 P C 4 P C 7 工作於輸入。

D 4 本位元控制著 A 組部份 P C 0 P C 7 的工作狀況，當 D 4 之電位：

D 4 = 0 時 代表 P C 0 P C 7 工作於輸出。

D 4 = 1 時 代表 P C 0 P C 7 工作於輸入。

D 5 D 6 此兩位元控制著 A 組部份之工作模式，由前面所述我們可以知道，A 組可以在三種模式 (M O D E) 下工作，而 D 5、D 6 之電位與其工作模式之關係即如表 2 - 3 所示。

D6	D5	工作模式
0	0	工作於模式 0
0	1	工作於模式 1
1	X	工作於模式 2

表 2 - 3 D 5、D 6 電位與工作模式之關係表

D 7 本位元控制著將來寫入 8 2 5 5 內部控制暫存器的內容到底為模式 (M O D E) 設定或者 P O R T C P C 0 P C 7 位元電位之設定或清除，當其電位：

D 7 = 0 時代表對於 P C 0 P C 7 電位之設定或清除，此時其後面 7 個位元所代表之意義緊接底下我們會說明。

D 7 = 1 時代表對於 P P I 8 2 5 5 工作模式之設定，此時其後面 7 個位元之電位所代表的意義即如前面我們所敘述的一切。

介紹完整個 8 2 5 5 之硬體架構及軟體規劃之後，底下我們再來談談

8 2 5 5 工作於各種模式 (M O D E) 時，其所具有之基本特性。

D3	D2	D1	指定位元
0	0	0	PC0
0	0	1	PC1
0	1	0	PC2
0	1	1	PC3
1	0	0	PC4
1	0	1	PC5
1	1	0	PC6
1	1	1	PC7

模式 0(MODE 0)

當 8255 工作於模式 0 時，其內部三個 PORT 即 PORT A、PORT B 及 PORT C 所扮演的角色為一單純之輸入或輸出的工作，其動作狀況即如圖 2-12 所示。

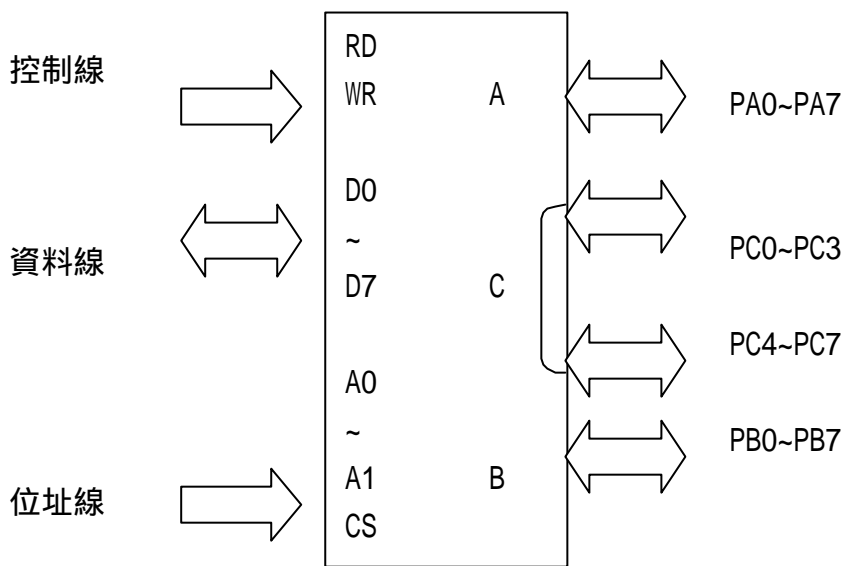


圖 2-12 PPI8255 模式 0 流程圖

於圖 2-12 中我們可以發現到，當 8255 工作於模式 0 時，其輸入、輸出總共可分成四組，即：

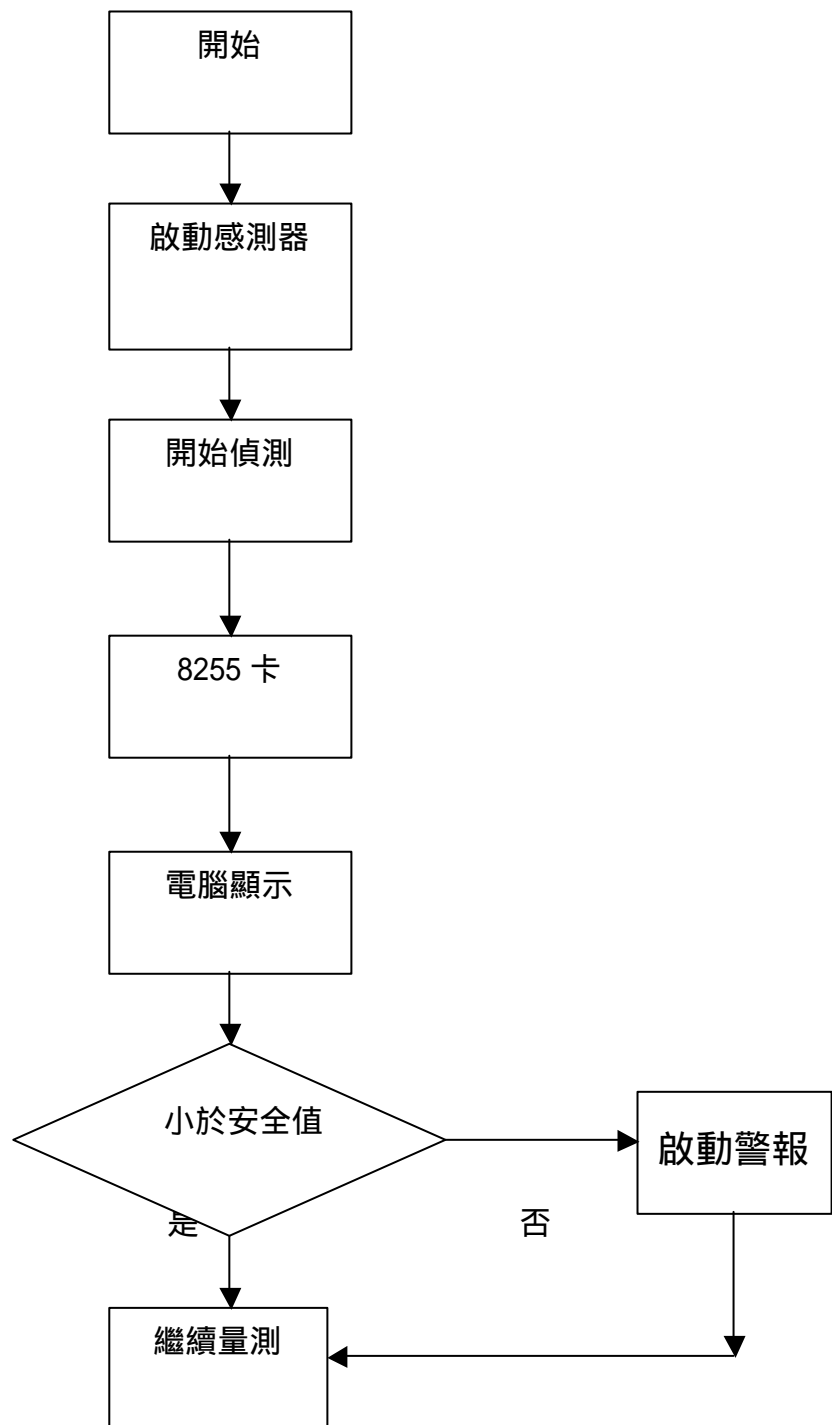
1. PA0 PA7。
2. PA4 PA7。
3. PB0 PB7。
4. PC0 PC3。

於上述四組 I/O PORT 中，由於 8255 內部控制電路的特性，當我們設定其中的一組為輸入時，其每一位元皆同時工作於輸入，譬如我們經由軟體設定 PORT A 為輸入時，則其 PA0 PA7 之 8 位元皆工作於輸入，因為 2 的 4 次方為 16，故上述四組 I/O PORT 之工作模式總共可組成 16 種工作方式。

而要使 8255A 正確工作，必須先寫入適當的控制字組至控制暫存器內，以決定資料的傳輸方式。目前我們只需簡單的單向傳輸功能，因此以控制字元 0×90 將 8255A 規劃為模式 0。三組獨立的 8 位元輸入/輸出埠中，埠 A，埠 B 輸入至個人電腦，埠 C 輸出至排線。個人電腦可由 8255A 埠 A，埠 B 接收自其他感測器送來的訊號，以達到同步的功能。

第三章 構造、模擬或實驗結果

3.1 系統整體架構



3.2 結論

本專題所完成之移動式起重機安全監控系統，可以對四組訊號加以量測，為溫度、角度、重量、位移。而對其四組訊號設定安全值，藉由電腦來判斷是否啟動警報裝置系統。

3.2.1 專題討論

本專題採用電子式的裝置，來取代原有機械的裝置。以數位式的顯示方式，來取代原有指針的顯示方式，不僅容易辨識，且更能降低其誤差值，很精準的表示出起重機的使用情形，容易提醒操作員起重機是否過度使用的狀況，降低事故發生的可能性。下面是在製作專題的過程所發現的一些問題，可對以後對此專題有興趣的學弟妹提供一些幫助。

感測器部分：

主要問題在於應變計和 PT-100，由於應變計和 PT-100 的輸出訊號過少，只有 mv 而已，但 A/D converter 的輸入訊號需要在 0~5V 之間，所以便加上 OP 放大電路，放大其輸出電壓。其次本專題所給應變計和 PT-100 的 5V 參考電壓，必須和 A/D converter 的 5V 參考電壓分開使用，避免其相互的干擾而造成短路的情形。

ADC0804：

電源對 ADC0804 轉換輸出的影響，參考電壓 V_{ref} 的兩倍就是輸入帶換電壓的上限，因此雖然是相同的輸入電壓，隨著參考電壓不同，輸出結果也就不同。如果主電源含有漣波成分的話，輸出也會產生跳動的情形。所以其使用的電壓必須是很穩的電壓才不會造成誤差的產生。

軟體部分：

因為電腦速度比感測器所量測的時間快很多，以致電腦在顯示量測值時，會一直跳動而無法固定下來，所以在寫程式時，必須降低程式執行的速度，以配合感測器

的偵測速度。使數值完整的顯示出來。

建議：

專題製作過程當中實在讓我學習到不少的東西，從感測器的使用，感測電路的設計，A/D 電路的誤差調整到電腦介面的使用，但因經驗不足所以本專題仍有許多缺失，以致提出一些建議，希望學弟妹有興趣的，能夠加以改進。在顯示器方面可由電腦螢幕改為七節燈管來減少成本的支出，且也可使用 8051 來編輯程式。藉此可減少本專題的體積，更加方便裝在起重機上。

參 考 資 料

- 1、感測與轉換原理、元件與應用（吳朗 全欣資訊圖書）
- 2、感測器規格表（許書務 電子技術）
- 3、感測與轉換原理與應用（薛明輝 全華）
- 4、感測器（陳瑞和 全華）
- 5、感測應用回路 101 選（日刊工業社）
- 6、感測電路回路設計（古腰欣司）
- 7、感測應用電路設計與製作（松井邦彥）
- 8、起重機設計製圖（葉朝蒼 正言出版）
- 9、C 語言應用與 I/O 控制專題製作（劉紹漢 全華）

附錄

程式

```
#include "conio.h"
#include "stdio.h"
#include "math.h"
void main()
{
    int c=0;
    float a1,b1;
    float a2,b2;
    float a3,b3;
    float a4,b4;
    float display(unsigned char data);
    float y1(float a1);
    float y2(float a2);
    float y3(float a3);
    float y4(float a4);
    unsigned char byteread;

    outportb(0x303,0x92);
    outportb(0x343,0x92);
    clrscr();
    //-----
    gotoxy(10,8);
    printf("          Force   :      Kg ");
    gotoxy(40,8);
    printf("[Max Valve   14 kg] ");
    //-----
    gotoxy(10,10);
    printf("          Angle   :      ");
    gotoxy(40,10);
    printf("[Max Valve   70   ] ");
    //-----
```

```

gotoxy(10,12);
printf("          Length  :");
gotoxy(40,12);
printf("[Max Valve   30  M] ");
//-----
gotoxy(10,14);
printf("          Temp   :");
gotoxy(40,14);
printf("[Max Valve   60  ] ");
//-----
do
{
//-----case 1: force
byteread=inportb(0x300);
delay(500);
gotoxy(26,8);
a1=display(byteread);
b1=y1(a1);
cprintf("%-2.2f",b1);
if(b1>=14)
{
outportb(0x302,0xf0);
gotoxy(14,16);
printf("DANGEIOUS!! DANGEIOUS!! THE WEIGHT OVER THE SAFE VALUE");
}
else
{
outportb(0x302,0x0f);
gotoxy(14,16);
printf("          ");
}
//-----case 2 : length
byteread=inportb(0x301);
gotoxy(26,10);
a2=display(byteread);
b2=y2(a2);

```

```

    cprintf("%-2.2f",b2);
//-----case 3 :angle
    bytread=inportb(0x340);
    gotoxy(26,12);
    a3=display(bytread);
    b3=y3(a3);
    cprintf("%-2.2f",b3);
//-----case 4 :temp
    bytread=inportb(0x341);
    delay(1300);
    gotoxy(26,14);
    a4=display(bytread);
    b4=y4(a4);
    cprintf("%-2.2f",b4);
    if(b4>=60)
        {
        outportb(0x342,0xf0);
        gotoxy(14,18);
        printf("DANGEIOUS!! DANGEIOUS!! THE TEMP OVER THE SAFE VALUE");
        }
    else
        {
        outportb(0x342,0x0f);
        gotoxy(14,18);
        printf("
        ");
        }
//-----
    if( kbhit())
        break;
    }
    while(c==0);
    getch();
    }
//-----
//----- Display voltage function
    float display(unsigned char counter)

```

```

    {
    float result;
    result = counter*0.0196;
    return(result);
    }
//-----case1 function:force
    float y1(float a1)
    {
        return a1*4;
    }
//-----case2 function:length
    float y2(float a2)
    {
        return a2*30;
    }
//-----case3 function:angle
    float y3(float a3)
    {
        return a3*18;
    }
//-----case4 function:temp
    float y4(float a4)
    {
        return a4*20;
    }
//-----

```


移動式起重機之工業安全法規

1. 大型移動式起重機使用檢查應就構造、性能予以檢查、並實施荷重試驗及安定性試驗。
2. 荷重試驗，係將相當於該起重機額定荷重 1.25 倍之荷重（額定荷重超過 200 公噸者、為額定荷重加上 50 公噸之荷重）置於吊具上，實施吊升、旋轉、走行等動作試驗。
3. 安定性試驗，係將相當於該起重機額定荷重 1.27 倍之荷重置於吊具上，且使該起重基於最不利安定之條件下實施。
4. 新設中型移動式起重機，雇主應於設置完成時，依前條規定自行實施荷重試驗及安定性試驗，確認合格後，方得使用。
5. 雇主對於調整期所設置之移動式起重機之過捲預防裝置，應使吊鉤、抓斗等吊具或試吊具之捲揚用槽輪之上方與伸臂前端槽輪及其他與該上方有接觸之虞之物體（傾斜伸臂除外）之下方間之間隔保持 0.25 公尺以上。但直動式過捲預防裝置者為 0.25 以上。
6. 雇主對於使用液壓為動力之移動式起重機，應裝置防止該液壓過度升高用之安全閥，此安全閥應調整在最大額定荷重下之壓力即能作用。但實施荷重試驗及安全性試驗時，不在此限。
7. 雇主對於式起重機，應規定其使用不得超過額定負荷。
8. 雇主對於伸臂移動式起重機之使用，應規定伸臂之傾斜角（吊升荷重未滿 3 公噸者，以製造者指定之伸臂傾斜角為準）不得超過該移動式起重機明細表內記載之範圍。
9. 雇主對於移動式起重機之使用，應規定不得乘載或吊升勞工從事作業。但在不得以情形下，經採取足以防止墜落之措施者，不在此限。
10. 雇主對於移動式起重機之使用，應規定於作業時禁止人員進入吊舉物下方；防止移動式起重機之旋轉動作引起之碰撞危害，並應禁止人員進入有發生碰撞危害之虞作業範圍內。
11. 雇主對於移動式起重機之檢修、調整、組配、拆卸等應依下列規定：
 - （1）從事檢修、調整時，應指定作業監督人員，從事監督指揮工作（但無虞危險或採其他安全錯失確無危險之虞者不在此限）。
 - （2）規定駕駛人員，不得擅自離開業經吊有貨物之駕駛位置。
 - （3）組配、拆卸時應選用適當人員擔任、作業區內非有關人員不得進入，必要時並設置標示。
12. 雇主於移動式起重機設置後，每年應至少檢查一次並做紀錄保存 三年。

13. 僱主對其使用之移動式起重機，應每月實施下列各項檢查，並作記錄保存三年
 - (1) 過捲預防裝置、警報裝置、制動器、離合器及其他安全裝置有無異狀。
 - (2) 鋼索及吊鏈等有無損傷。
 - (3) 吊鉤、抓斗等吊具有無損傷
 - (4) 配線、集電裝置、配電盤、開關及控制裝置有無異狀。
14. 僱主對於移動式起重機，應於每日作業前實施過捲預防裝置、過負荷警報裝置、制動器離合器及控制裝置及其他警報裝制之性能檢點。

