

# 中華民國第 60 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

---

高級中等學校組 工程學(一)科

052309

防鎖死爆胎自動減速煞車系統

學校名稱：臺中市立東勢工業高級中等學校

作者：  職二 林胤勳  職二 洪菘檀  職二 徐丞佑	指導老師：  李樹業  詹晉榮
---	-----------------------------

關鍵詞：爆胎、自動減速、ABS 系統

## 摘要

ABS 已是目前汽車基本配備，基於安全的理由政府也希望機車能強制安裝，因此我們利用車上的爆胎感知器將異常變化的胎壓經由 CPU 控制 ABS 短暫作動以提高車輛穩定性。

車主往往因輪胎疏於保養，或一些不可抗拒因素，在無預警情況下發生爆胎，在爆胎發生後能夠平穩的處理這樣情況的駕駛卻少之又少，針對此問題我們設計了關於爆胎後能夠控制點火系統並同時以 ABS 煞緊另外一輪，主動安全的介入，讓打滑的現象盡量減小，以保障駕駛人與其他用路人的安全。

## 壹、研究動機

### 一、近年爆胎事故發生率偏高

在課堂上常聽到學校老師在路上爆胎的經驗、電視上也有類似的情形頻繁發生，駕駛往往都會緊急煞車而發生交通意外。每年平均國道因爆胎後緊急煞車發生事故達 464 件，透過這份資料可知爆胎後的緊急煞車是十分危險且錯誤的舉動。

### 二、許多駕駛面對爆胎都是第一次

許多人開車後都沒有實際遇到爆胎的情況，如果真的遇到爆胎的情況，不免都會有緊張與不安的情緒，在這樣的情緒下想要冷靜處理是有困難的！所以針對大部分人可能會遇到的困擾，我們決定設計一個可以主動減速、且有效的煞車及提醒周圍車輛的系統。

### 三、汽車 ABS 原理

當左輪發生爆胎時，ABS 系統介入煞車系統使電動缸主動介入煞車，使右輪和左輪一樣轉速，也會介入點火系統，使引擎轉速下降，讓車速不要太快使駕駛者不用感到驚慌而去急煞，也不易因急煞而側滑或打轉，可以保障駕駛和乘客安全。

## 貳、研究目的

### 一、主動安全介入

當 CPU 接收到爆胎訊號時會將信號傳送到繼電器，再由繼電器傳電至點火系統控制，使引擎轉速下降，ABS 同時介入防止車輪打滑，並由電動缸拉放煞車鋼索 0.5 秒使相對輪減速。

### 二、避免造成交通事故人與人之間的危險

爆胎發生後，需要有效的警示裝置可以提醒周圍的駕駛注意我們所設定的車輛出狀況，需要稍微將注意放到此輛車子，才有時間反應閃避或讓道。

### 三、減輕駕駛者心理的壓力與負擔

駕駛在爆胎當下，降低受試者心理壓力。因為會讓駕駛本身知道已經為受試者做爆胎後的安全裝置，所以在實際發生爆胎後，心理的壓力與負擔會大幅降低，此設計除了有效的可以提供安全方面的疑慮，也能為駕駛打上一根強心針。

## 參、研究設備及器材

### 一、研究設備



圖1.胎壓錶



圖2.點火器



圖3.電鑽、鑽頭



圖4.焊接工具



圖5.三用電錶



圖6. 轉速表



圖 7.各類起子、板手



圖 8.打磨工具



圖 9. 30W 直流馬達

### 二、研究材料



圖 10.電瓶



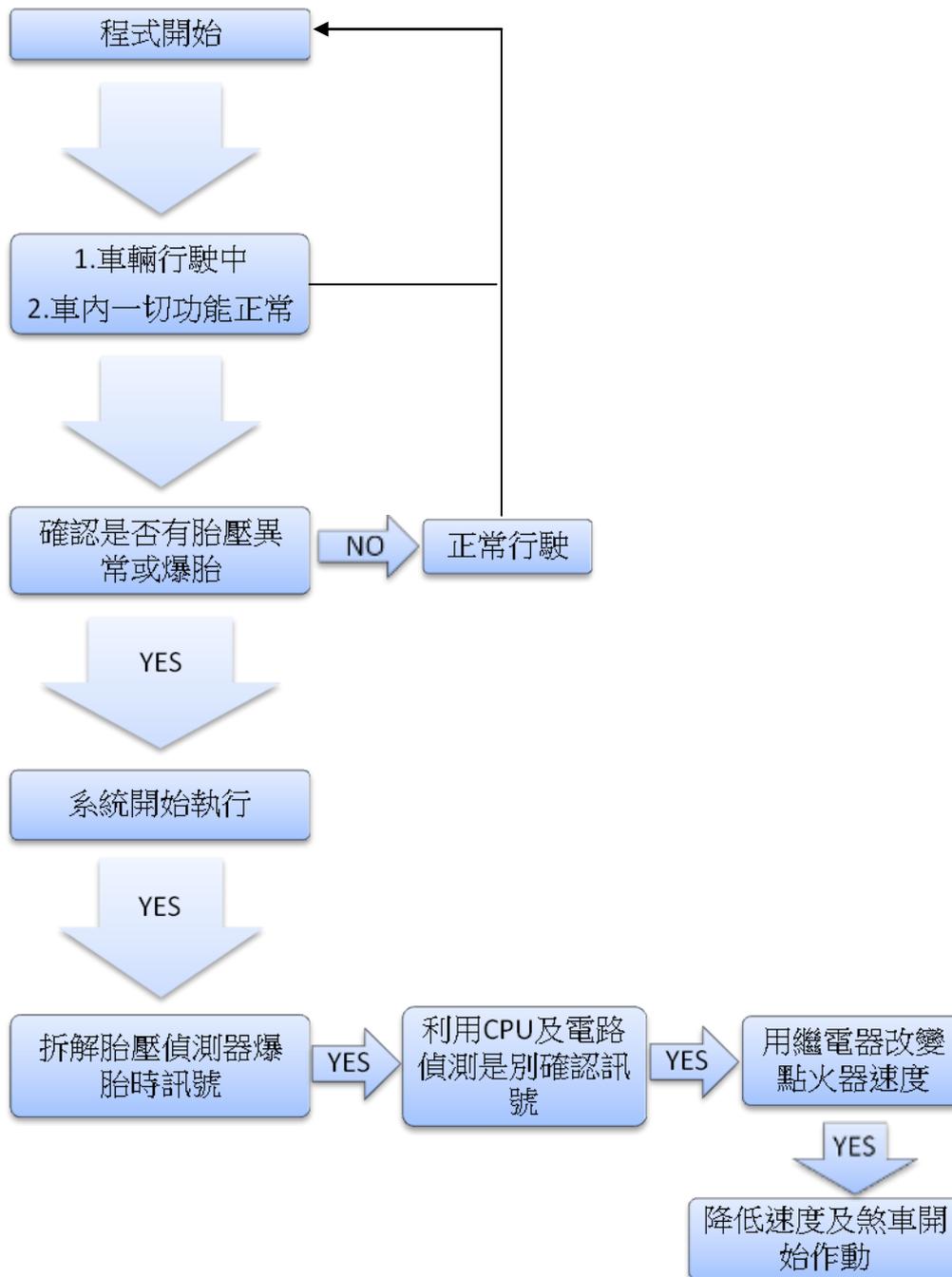
圖 11.電路板、電線、各項電子零件



圖 12.電動缸

# 肆、研究過程與方法

## 一、流程圖



## 二、研究過程

### (一)設計基座及架構



圖 13.電木板鑽洞



圖 14.點火器底座製作



圖 15.基座製作

### (二)胎壓偵測器波形讀取



圖 16.胎壓偵測器原型



圖 17.胎壓偵測器拆解後



圖 18.胎壓脈衝波形

### (三)引擎轉速跳火測試

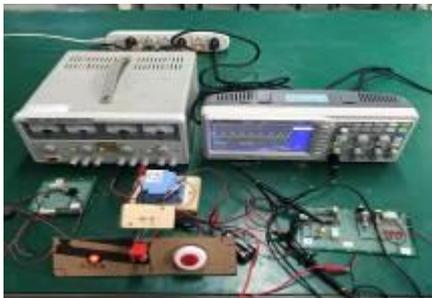


圖 19.正常點火波形圖



圖 20.爆胎時點火波形圖

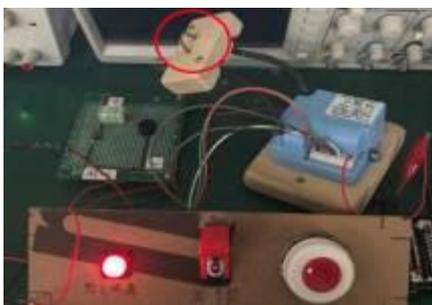


圖 21.正常點火.  
(火花較大、頻率較快)

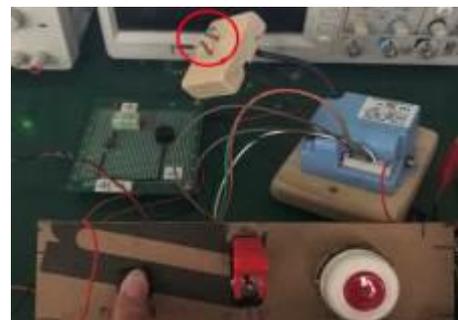


圖 22.爆胎時點火  
(火花小、頻率慢)

(四) 電路連結與測試



圖 23.胎壓偵測器配置



圖 24.胎壓偵測器  
波形讀取



圖 25.胎壓偵測器  
測試



圖 26.ABS 測試

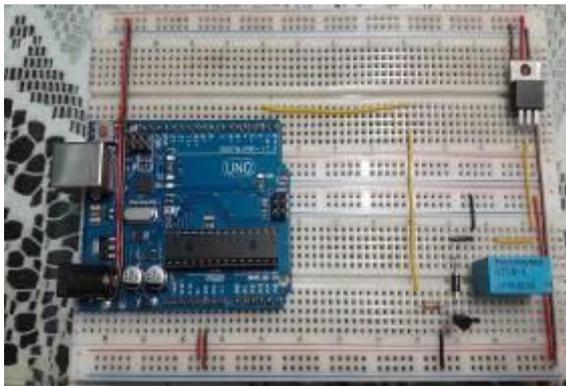


圖 27.單晶片 電路設計

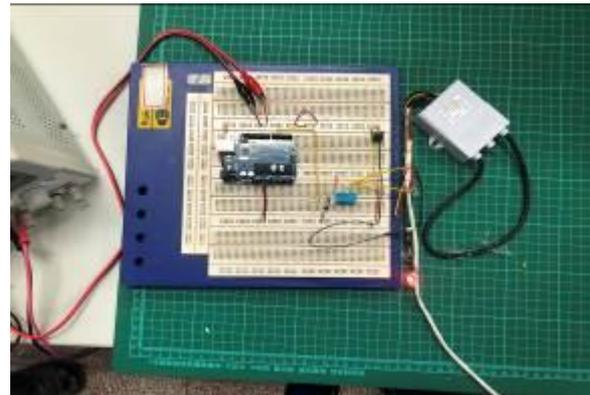


圖 28. 單晶片 電路控制跳火

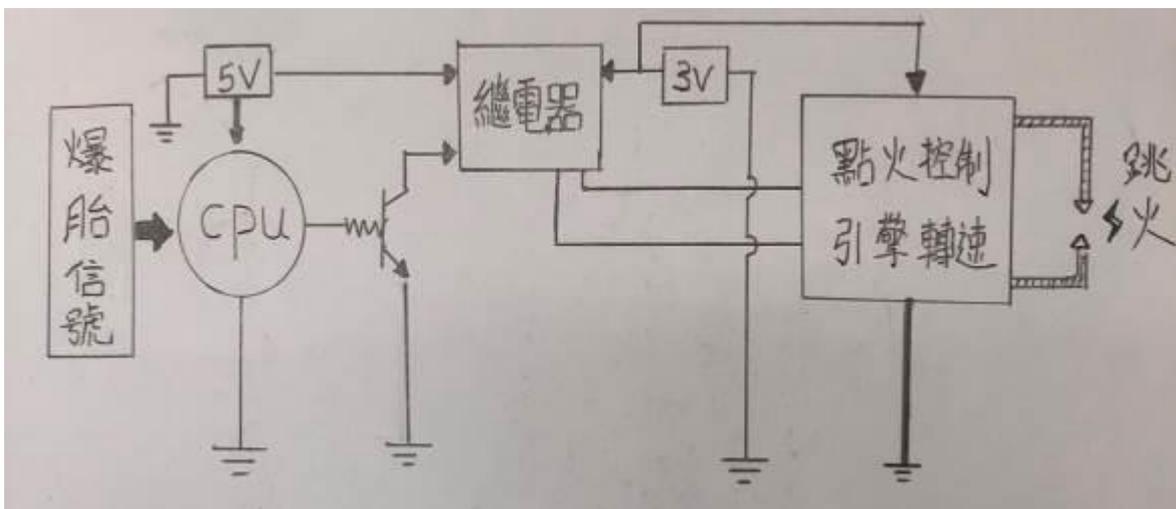


圖 29.電路控制圖

(五)模擬爆胎測試



圖 30.正在打胎壓



圖 31.模擬發生爆胎

(六)作品操作與測試

1.普通煞車

表 1. 急踩煞車車速與、剎車距離及剎車時間之關係

探討	km/hr	m/s	煞車距離〈m〉	煞車費時〈s〉
1	36	10	6.3	1.1
2	54	15	14.1	2
3	72	20	25	2.3
4	90	25	39.1	3.1
5	108	30	56.3	3.8
6	124	35	73.6	4.4

2.爆胎煞車

表 2. 爆胎時輕踩煞車車速與、剎車距離及剎車時間之關係

探討	km/hr	m/s	煞車距離〈m〉	煞車費時〈s〉
1	36	10	12.5	1.1
2	54	15	28.1	3.8
3	72	20	50	5
4	90	25	78.2	不易判斷
5	108	30	110	不易判斷
6	124	35	147	不易判斷

(七)煞車測試



圖 32.輪速測量



圖 33.煞車測試

三、Arduino 設計

```
int RBrakes=3;  
int LBrakes=4;  
int Signal=8;  
int moterPower=11;  
int ignition=12;  
int pressureStatus=0;
```

```
void setup() {  
  pinMode(RBrakes,OUTPUT);  
  pinMode(LBrakes,OUTPUT);  
  pinMode(moterPower,OUTPUT);  
  pinMode(ignition,OUTPUT);  
  pinMode(Signal,INPUT);  
  
  digitalWrite(moterPower,LOW);  
  digitalWrite(RBrakes,LOW);  
  digitalWrite(LBrakes,LOW);  
  digitalWrite(ignition,LOW);  
  
  delay(3000);  
  digitalWrite(moterPower,HIGH);
```

```

}

void loop() {
pressureStatus=digitalRead(Signal);
if (pressureStatus==1){
    delay(20);
    pressureStatus=digitalRead(Signal);
    if (pressureStatus==1){
        delay(200);
        digitalWrite(moterPower,LOW);
        delay(50);
        digitalWrite(RBrakes,HIGH);
        digitalWrite(LBrakes,HIGH);
        digitalWrite(ignition,HIGH);
        delay(1000);

        digitalWrite(RBrakes,LOW);
        digitalWrite(LBrakes,LOW);
        delay(3000);
        digitalWrite(ignition,LOW);
        digitalWrite(moterPower,HIGH);
        delay(2000);
    }
    delay(50);
}
}

```

## 伍、研究結果

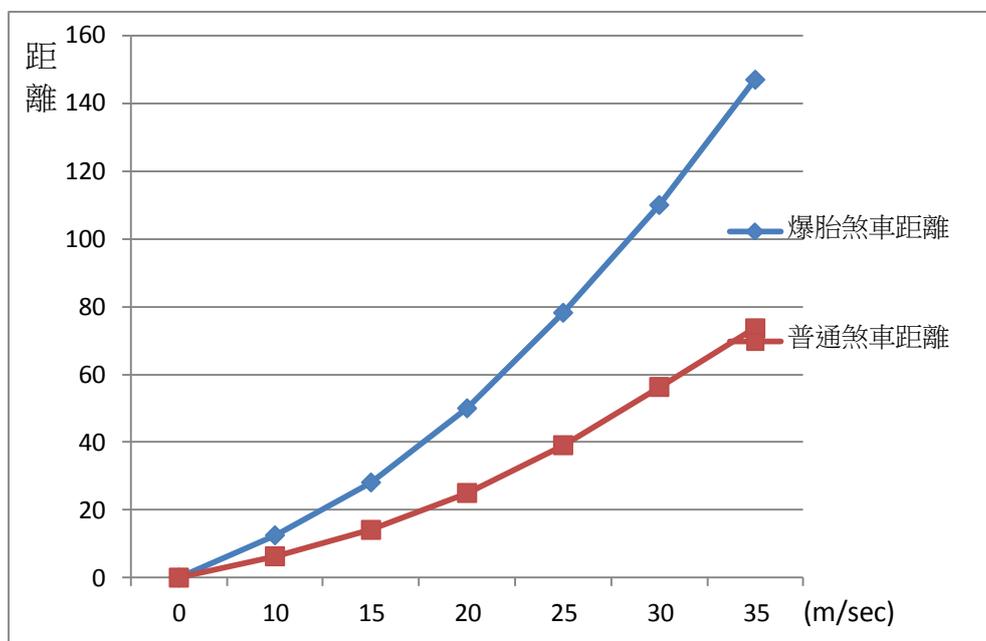
### 一、原理探討

我們將車速與一般人的反應時間、煞車距離及煞車時間且減速度  $g=8 \text{ m/s}^2$ (普通煞車)和汽車前輪發生爆胎時反應時間、煞車距離及煞車時間且減速  $g=4\text{m/s}^2$ (有預期的心理準備且煞車不重踩)如表 1 與表 2，我們把它彙集成一個表格表示如表 3 和表 4

表 3.普通煞車與爆胎煞車的比較

m/sec	普通煞車距離(m)	爆胎煞車距離(m)
	$g=8 \text{ m/s}^2$	$g=4 \text{ m/s}^2$
0	0	0
10	6.3	12.5
15	14.1	28.1
20	25	50
25	39.1	78.2
30	56.3	110
35	73.6	147

表 4.普通煞車與爆胎煞車的比較折線圖



## 二、車輛現有裝置

### (一)ABS 防鎖死煞車系統

車輛裝置以 20 赫茲的頻率作動，使車輛達成滑移率在 15%，讓車輛產生最大的煞車力，及最短的煞車距離。滑移率=【(車速-輪速) /車速】×100%，當滑移率為 0%，表示完全沒煞車；滑移率為 100%，表示車輛完全鎖死。

### (二)彎道煞車控制系統 CBC

車輛行駛於道路上，主要靠車輪與地面間的摩擦力，此摩擦力即為抓地力，當車輛於彎道或轉彎時，若因要閃避障礙物，急踩煞車時，車輛會發生傾斜，經由車上的離心力感知器（G sensor）告知電腦，ABS 電腦會立即使相對輪增加煞車力，轉彎方向的车輪減少煞車力，使車輛產生反方向的慣性力矩，達到車輛的穩定性。

### (三)循跡控制系統 TCS

當車輛於加速過程中或高速行駛變換車道時，使車輛產生慣性打滑、甩尾電腦會控制降低車輛的驅動力(減少噴油量)；變速箱跳到高檔位；G sensor 離心訊號使 ABS 主動介入煞車讓車輛不至於打滑。

### (四)動態車身穩定系統 ESP

車輛快速轉彎時、突然閃避或有闖出的汽車或動物時，因轉向不足導致車輛向外側滑移或轉向過度使車輛打轉。電腦即時控制引擎輸出任意鑿煞車或數個車輪煞車以消除轉向不足或轉向過度轉距來提高車輛行駛穩定度。

## 陸、討論

### 一、以汽車輪胎規格 195/60R15 來討論輪胎的全高 H

$$\begin{aligned} \text{(一)} H &= 15 \times 2.54 \text{cm} + 2 \times 19.5 \text{cm} \times 0.6 \\ &= 38.1 + 23.4 \\ &= 61.5 \text{cm} \end{aligned}$$

### (二)爆胎後的輪胎全高 h

$$\begin{aligned} h &= 15 \times 2.54 \text{cm} + 1 \times 19.5 \text{cm} \times 0.6 \\ &= 38.1 + 11.7 \\ &= 49.8 \text{cm} \end{aligned}$$

以車速 90km/hr 為例，則輪胎轉速為  $V=90/3.6=25\text{m/s}$ ，換算成輪轉速物為 N，因  $V=\pi DN$

$$N = \frac{V}{\pi D} = \frac{25}{3.14 \times 0.61} = 13.05 \text{轉/秒}$$

$$\text{爆胎後的輪胎轉速為: } N = \frac{V}{\pi D} = \frac{25}{3.14 \times 0.498} = 15.98 \text{轉/秒}$$

但因爆胎後的車身會向爆胎輪側傾及轉向，因此我們利用模組主動安全控制相對輪進行煞車介入。

### 二、以機車輪胎規格 110/70-12 來討論:

$$\begin{aligned} \text{(一)輪胎的全高: } &12 \times 2.54 \text{cm} + 2 \times 11 \text{cm} \times 0.7 \\ &= 30.48 + 15.4 \\ &= 45.88 \text{cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{(二)爆胎後的輪胎全高: } &12 \times 2.54 \text{cm} + 1 \times 11 \text{cm} \times 0.7 \\ &= 30.48 + 7.7 \\ &= 38.18 \text{cm} \end{aligned}$$

以車速 60km/hr 為例，則輪胎轉速為  $60/3.6=16.7\text{m/s}$ ，換算成輪轉速物為 N，因  $V=\pi DN$

$$N = \frac{V}{\pi D} = \frac{16.7}{3.14 \times 0.45} = 11.82 \text{轉/秒}$$

$$\text{爆胎後的輪胎轉速為: } N = \frac{V}{\pi D} = \frac{16.7}{3.14 \times 0.38} = 13.99 \text{轉/秒}$$

機車爆胎後，車體會開始失控偏行，ABS 的介入能有效讓車身穩定

### 三、作品功用

(一)本作品電路系統作動在符合下列三條件下:

- 1.需發生胎壓異常(爆胎)。
- 2.車上各項電路正常。
- 3.車輛有一定的行駛速度。

## (二)胎壓異常時系統開始作動:

- 1.當偵測到胎壓突然異常時，點火器優先降低點火頻率已達到降低車速
- 2.降低車速同時，煞車裝置開始作動。
- 3.直到車輛停下時且關掉汽車電源才會停止作動。

## 四、問題與討論

### (一)安裝此裝置對於車子和車主是否有太大的負擔？

安裝此裝置對車子並無太大影響，由於現代車子基本都已安裝 ABS 和胎壓偵測器，只需一些配線就得以作動，所以並無對車子有太大的負擔，因為基本配件車子本身就有，所以車主並無須花費太多金錢

### (二)爆胎後處理辦法

#### 1.前輪爆胎的對應:

- (1)緊握方向盤，放開油門踏板，其他甚麼都不用做
- (2)不可緊煞踩煞車，以免因制動力不均，駛車輛甩尾

#### 2.後輪爆胎的對應:

- (1)緊握方向盤，放開油門踏板
- (2)反覆一下一下輕踩煞車，讓車輛重心向前移，在滑行並靠路邊

### (三)機車爆胎的危險性

機車若於速限下行駛，前輪爆胎比後輪爆胎的安全性高了許多，因前輪的方向性仍由駕駛者直接左右，只要放掉油門，後輪仍可正常的制動

### (四)汽車爆胎的危險性

汽車若於高速公路速限情況下，前輪爆胎比後輪爆胎的危險性大很多，因爆胎輪與地面面積加大，摩擦阻力大增，造成車輛往爆胎方向產生很大的轉矩，很容易失控翻車

## 柒、結論

針對於爆胎發生後的安全修正，我們有效的達到以下的目的:

### 一、爆胎自動減速設定

本系統可使車輛減速以避免高速急轉造成意外。在模型上我們以點火器來模擬車子實際運作，當輪胎爆胎消風時，ABS 會開始作動同時點火器點火效率減弱，在實際車輛意同車輛車速降低。一方面使駕駛安心，另一方面減少爆胎後因緊張控制方向盤的偏移過大，導致事故發生。

### 二、ABS主動介入

目前汽車都配有ABS，政府也有意希望近年來出廠的機車都能加裝ABS，但ABS是屬於被動式的安全，我們利用爆胎訊號，設計出能主動控制，提升安全性。

### 三、警告系統啟動

在實車上，若能提醒駕駛者周圍的車輛駕駛者，則更能有效率的保護大家，提高安全性，因此，我們也加入了聲及光的警示。

### 四、若胎壓慢慢洩漏，是否會啟動裝置

我們設定胎壓在 20psi 至 45psi 之間維安全範圍，若異常的快速下降至 0psi，則裝置啟動，若由正常值慢慢降至 20psi 以下，只是警告作用，ABS 並不會介入，以免造成不正當的介入，讓駕駛者及其他駕駛感到困惑。

### 五、未來展望

車輛於水面上高速行駛，易打水漂，造成輪胎空轉，發生意外。若能利用此系統介入控制或車輛車輛循跡控制介入，易能提高很大的安全性，我們也希望日後能更進階的投入，畢這個主題的研究與探討是無止盡的。

## 捌、參考資料

### 一、爆胎教學

<http://auto.ltn.com.tw/news/3171/7>

### 二、新聞爆胎事故

<http://www.appledaily.com.tw/appledaily/article/headline/201725/37824475>

### 三、點火器的原理

<https://kknews.cc/zh-tw/car/jnqn8q.htm>

### 四、電動缸

<https://baike.baidu.com/item/%E7%94%B5%E5%8A%A8%E7%BC%B8>

### 五、汽車新式配備與裝置 台科大圖書 黃旺根、羅仲修、楊子岳 編著

### 六、機車爆胎

<https://www.youtube.com/watch?v=JZQgd8kzob4>

### 七、貨車爆胎

<https://www.youtube.com/watch?v=MAb2UQriC6c>

## 【評語】 052309

1. 作品設計了爆胎後能夠控制車輪轉速，讓車輛打滑的現象盡量減少，保障駕駛人與其他用路人的安全，具創新性。
2. 作品是蠻生活化的應用，電路不複雜，再進階改良可能實際應用在機車或汽車上，但應考量實際爆胎情境，讓兩輪轉速可彈性調整，提升安全性。
3. 論文結構完整，原理說明清楚，測試及討論佳，可再強化改進作品創新部分說明及可能的情境，對未來技術往實用性發展會有幫助。
4. 整體系統運作的機制和對應策略宜有進一步的工程確認和驗證。舉例來說，ABS 於車輪具有不正常速差下即會自動啟動，有因此若爆胎車主踩煞車即會自動啟動，是否需要以本計畫之胎壓偵測爆胎才連動啟動？

# 摘要

ABS已是目前汽車基本配備，基於安全的理由政府也希望機車能強制安裝，因此我們利用車上的爆胎感知器將異常變化的胎壓經由CPU控制ABS短暫作動以提高車輛穩定性。

車主往往因輪胎疏於保養，或一些不可抗拒因素，在無預警情況下發生爆胎，在爆胎發生後能夠平穩的處理這樣情況的駕駛卻少之又少，針對此問題我們設計了關於爆胎後能夠控制點火系統並同時以ABS煞緊另外一輪，主動安全的介入，讓打滑的現象盡量減小，以保障駕駛人與其他用路人的安全。



## 壹、研究動機

### 一、近年爆胎事故發生率偏高

在課堂上常聽到學校老師在路上爆胎的經驗、電視上也有類似的情形頻繁發生，駕駛往往都會緊急煞車而發生交通意外。

### 二、許多駕駛面對爆胎都是第一次

多人開車後都沒有實際遇到爆胎的情況，如果真的遇到爆胎的情況，我們決定設計一個可以主動減速、且有效的煞車及提醒周圍車輛的系統。

### 三、汽車ABS原理

當左輪發生爆胎時，ABS系統介入煞車系統使電動缸主動介入煞車，使右輪和左輪一樣轉速，也會介入點火系統，使引擎轉速下降。

## 貳、研究目的

### 一、主動安全介入

當CPU接收到爆胎訊號時會將信號傳送到繼電器，再由繼電器傳電至點火系統控制，使引擎轉速下降，ABS同時介入防止車輪打滑，並由電動缸拉放煞車鋼索0.5秒使相對輪減速。

### 二、避免造成交通事故人與人之間的危險

爆胎發生後，需要有效的警示裝置可以提醒周圍的駕駛注意我們所設定的車輛出狀況，需要稍微將注意放到此輛車子，才有時間反應閃避或讓道。

### 三、減輕駕駛者心理的壓力與負擔

駕駛在爆胎當下，降低受試者心理壓力。因為會讓駕駛本身知道已經為受試者做爆胎後的安全裝置，所以在實際發生爆胎後，心理的壓力與負擔會大幅降低，此設計除了有效的可以提供安全方面的疑慮，也為駕駛打上一根強心針。

## 參、研究設備及器材



轉速表



各類起子、板手



30W 直流馬達



電瓶



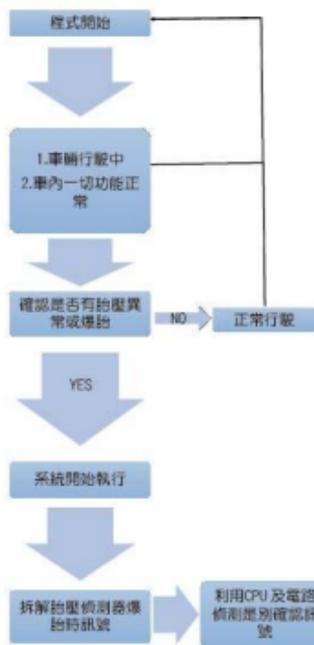
電路板、電線、  
各項電子零件



電動缸

# 肆、研究過程與方法

## 一、流程圖

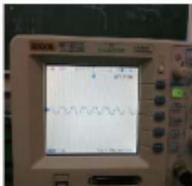


## 二、研究過程

(一) 設計基座及架構



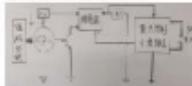
(二) 胎壓偵測器波形擷取



(三) 引擎轉速與火測試



(四) 電路聯結與測試



(五) 轉速測試



(六) 模擬爆胎測試



# 伍、研究結果

## 車輛現有裝置

### 一、ABS防鎖死煞車系統

車輛裝置以20赫茲的頻率作動，使車輛達成滑移率在15%，讓車輛產生最大的煞車力，及最短的煞車距離。滑移率=【(車速-輪速)/車速】×100%，當滑移率為0%，表示完全沒煞車；滑移率為100%，表示車輛完全鎖死。

### 二、彎道煞車控制系統CBC

車輛行駛於道路上，主要靠車輪與地面間的摩擦力，此摩擦力即為抓地力，當車輛於彎道或轉彎時，若因要閃避障礙物，急踩煞車時，車輛會發生傾斜，經由車上的離心力感知器(G sensor)告知電腦，ABS電腦會立即使相對輪增加煞車力，轉彎方向的车輪減少煞車力，使車輛產生反方向的慣性力矩，達到車輛的穩定性。

### 三、循跡控制系統TCS

當車輛於加速過程中或高速行駛變換車道時，使車輛產生慣性打滑、甩尾電腦會控制降低車輛的驅動力(減少噴油量)；變速箱跳到高檔位；G sensor離心訊號使ABS主動介入煞車讓車輛不至於打滑。

### 四、動態車身穩定系統ESP

車輛快速轉彎時、突然閃避或有闖出的汽車或動物時，因轉向不足導致車輛向外側滑移或轉向過度使車輛打轉。電腦即時控制引擎輸出任意輪煞車或數個車輪煞車以消除轉向不足或轉向過度轉距來提高車輛行駛穩定度。

## 陸、討論

### 作品功用：

#### 一、本作品電路系統作動在符合下列三條件下：

- 1.需發生胎壓異常(爆胎)。
- 2.車上各項電路正常。
- 3.車輛有一定的行駛速度。

#### 二、胎壓異常時系統開始作動：

- 1.當偵測到胎壓突然異常時，點火器優先降低點火頻率已達到降低車速。
- 2.降低車速同時，煞車裝置開始作動。
- 3.直到車輛停下時且關掉汽車電源才會停止作動。

### 問題與討論

- 一、安裝此裝置對於車子和車主是否有太大的負擔
- 二、爆胎後處理辦法
- 三、機車爆胎的危險性
- 四、汽車爆胎的危險性

## 柒、結論

### 一、爆胎自動減速設定

本系統可使車輛減速以避免高速急轉造成意外。在模型上我們以點火器來模擬車子實際運作，當輪胎爆胎洩氣時，ABS會開始作動同時點火器點火效率減弱，在實際車輛意同車輛車速降低。一方面使駕駛安心，另一方面減少爆胎後因緊張控制方向盤的偏移過大，導致事故發生。

### 二、ABS主動介入

目前汽車都配有ABS，政府也有意希望近年來出廠的機車都能加裝ABS，但ABS是屬於被動式的安全，我們利用爆胎訊號，設計出能主動控制，提升安全性。

### 三、警告系統啟動

在實車上，若能提醒駕駛者周圍的車輛駕駛者，則更能有效率的保護大家，提高安全性，因此，我們也加入了聲及光的警示。

### 四、若胎壓慢慢洩漏，是否會啟動裝置

我們設定胎壓在20psi至45psi之間維安全範圍，若異常的快速下降至0psi，則裝置啟動，若由正常值慢慢降至20psi以下，只是警告作用，ABS並不會介入，以免造成不正當的介入，讓駕駛者及其他駕駛感到困惑。

### 五、經常注意車胎狀況

輪胎有一定的使用年限，胎壓過高過低都不安全，胎紋必須保持在1.6mm以上。

### 六、未來展望

車輛於水面上高速行駛，易打水漂，造成輪胎空轉，發生意外。若能利用此系統介入控制或車輛車輛循跡控制介入，易能提高很大的安全性，我們也希望日後能更進階的投入，畢這個主題的研究與探討是無止盡的。

