

中華民國 第 49 屆中小學科學展覽會

作品說明書

高職組 電子、電機及資訊科

第三名

091011

智慧型橋樑安全偵測及交通監控系統

學校名稱：國立泰山高級中學

作者： 職二 林家銘 職二 謝宇翔 職二 林家愷 職二 侯博鈞	指導老師： 邱鴻祺 張玉鼎
---	-----------------------------

關鍵詞：橋樑安全、橋樑偵測、交通監控

智慧型橋樑安全偵測及交通監控系統

摘要

二零零八年九月，台中后豐大橋斷裂，讓我們重視到橋樑安全的重要性。

目前台灣橋樑基本檢測為目視，無法完全即時偵測，我們提供遠多方面偵測和即時的遠端監控，還能即時處理的系統，提高工程人員檢測的方便性和準確度。

溪水暴漲沖刷橋墩也是造成橋樑斷裂的危機之一，透過水位開關和監視器監控水位，若溪水高度到達危險時，會發出警報音和封閉橋樑同時我們也使用了簡訊發送系統立即發出簡訊通知相關單位來處理現場狀況。

此外土石流的災害也可能造成橋上車輛及行人的危險，當土石流發生時，會透過廣播系統通知橋上車輛及人員立即疏散。

發生異常時，會透過微動開關、磁簧開關及水銀開關來檢測橋樑的異常情形，能夠即時封閉橋樑，不再讓車輛及行人進入，避免發生任何危險。



壹、研究動機

台灣山高河多，橋樑是跨越快速道路和河道而建造的結構，用來通行車輛、火車和行人，對交通、民生和經濟發展來說相當重要。

在二零零零年八月二十七日，連接高雄和屏東兩縣的高屏大橋，受到碧利斯颱風以及降雨影響，橋墩被溪水沖毀，造成行駛上的十七輛汽機車墜落二十二人輕重傷的意外。



(資料來源：<http://wantan.tacocity.com.tw/wantan/news/news25.htm>)

在二零零八年九月十四日，辛樂克颱風侵襲台灣帶來充沛雨量，中部山區單日降雨量超過七百毫米，大甲溪溪水暴漲，台中縣后里鄉與豐原市的后豐大橋第二橋墩被溪水沖斷，造成兩輛轎車墜落，至今仍下落不明。



(照片來源：<http://www.flickr.com/photos/skyeycoast/>)

高屏大橋和台中后豐大橋相繼發生斷橋，造成車輛意外墜落，不想再有類似事件發生。高屏大橋因為封橋速度太慢，民眾打電話到警察廣播電台，電話內容經過多方單位轉達後，才傳達到負責單位，這時候已經來不及了。而台中后豐大橋則是因為封橋速度太慢，已經封閉了一向的車道後，另一向車道就發生意外。

然而我們發現一般橋樑在做檢測時，通常都是以目視或是簡單的儀器來做檢測，所以要是橋樑檢測能達到更完全，便能降低事故發生率，不再讓天人永隔的悲劇再度發生。

貳、研究目的

橋樑檢測除了目視檢測，或是簡單的儀器測量，有能夠二十四小時自動監控和重要結構監看的系統，將能使橋樑檢測達到更完全，隨時有問題發生會有影像存證，也能夠立即處理和提醒。

使用了微動開關、磁簧開關、水銀開關及水位開關，與可程式控制搭配人機介面，監控水位和水平、位移、斷裂、土石流偵測，並且搭配警報器、柵欄及交通號誌在異常況時可以即時做出反應。

從人機介面上，可立即觀看到所有偵測點，和輸出點的目前情形，橋樑是否出現位移、傾斜、斷裂、目前水位高度及是環境周圍是否發生土石流，也可看到紅綠燈號誌的變換和柵欄的升降，還可以手動改變紅綠燈的變換和柵欄的升降。

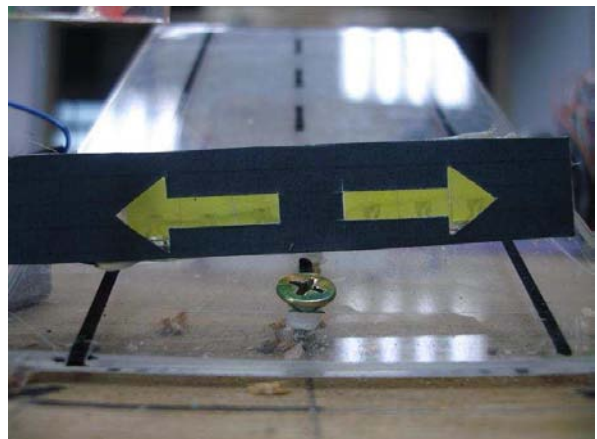
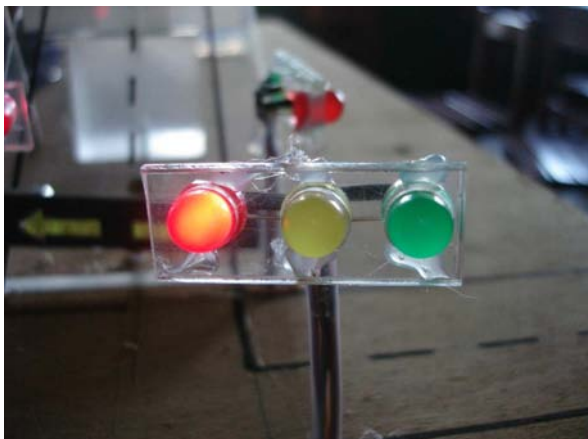
發生異常時警報響起、切換交通號誌、放下柵欄和廣播系統，減少封橋時間，避免車輛墜落，並且讓其他車輛與行人不再上橋。

當水位暴漲時，警報器先響起，提醒下游疏散和橋上車輛注意。若是達到危險水位時，柵欄將會放下阻止車輛上橋。同時會透過簡訊發送系統，發送簡訊通知相關單位立即處理現場狀況。

負責單位抵達時，能在人機介面上依照車流，利用單一按鈕切換平時設定自動的交通號誌疏導交通，並且能很快的知道橋梁斷裂部位及狀況能立即的搶救。

裝設監視錄影機，隨時監看橋樑路面、結構、水位，隨時監看橋樑工程人員不易到達處，節省勘查時間，利用監視器畫面了解目前橋樑狀況。

全系統連接雙電源自動切換電路，當主電源無法供電時，備用電源自動送電，主電源恢復後，自動切換回主電源繼續供應，維持系統運作正常。



參、研究設備及器材

一、硬體設備

名稱	數量
PLC FX-1N	1/台
彩色觸控螢幕 AGP3500	1/台
液面控制器 61FG2	1/台
電源供應器 DC24V	1/台
簡訊發送器 GSM-888	1/台

二、主、副電源自動切換部分

名稱	數量
鐵箱	1/個
無熔絲開關 AC110V	2/個
栓型保險絲 AC110V/5A	4/個
電磁接觸器 AC110V	2/個
計時電驛 AC110V	2/個
輔助電驛 AC110V	1/個
指示燈白 30mm AC110V	4/顆
指示燈黃 30mm AC110V	1/個
指示燈綠 30mm AC110V	1/個
指示燈紅 30mm AC110V	1/個
蜂鳴器 30mm AC110V	1/個
按鈕開關	1/個
切換開關	3/個

三、偵測點

名稱	數量
微動開關	5/顆
水銀開關	5/顆
磁簧開關	5/顆
水位集棒	1/組

四、橋樑模型

名稱	數量
保麗龍	數塊
壓克力	數塊
水泥	1/包

五、輸出裝置

名稱	數量
LED 綠 5mm	25/顆
LED 紅 5mm	25/顆
LED 黃 10mm	10/顆
LED 綠 10mm	10/顆
LED 紅 10mm	10/顆
LED 紅燈條	4/條
DC5V 馬達	2/個
減速齒輪	2/組
廣播器	2/個
警報器	1/個

六、各式工具

名稱	數量
+ 螺絲起子	1/支
- 螺絲起子	1/支
電烙鐵 40W	1/支
鑽床	1/台
三用電錶	1/台
線鋸機	1/台
剉刀	1/支
剝線鉗	1/支

七、監視器部分

名稱	數量
DVR-4CH 主機 杭特 H.264	1/台
硬碟 SATA 500G	1/顆
彩色攝影機	4/支
液晶螢幕	1/台
VGA 連接線 1.8M	1/條
同軸電纜 128 編 3C	5/米
AV 端子連接線	4/條
DC 2.1 電源接頭	4/個
F 接頭	8/個
F 母 REC 母 轉接頭	4/顆
RCA 母 BNC 公 轉接頭	4/顆

八、線材

名稱	數量
排線 60P	1/捆
雙絞線	1/捆
單芯線	1/捆
1.25 平方線	1/捆
OK 線	1/捆

九、電料

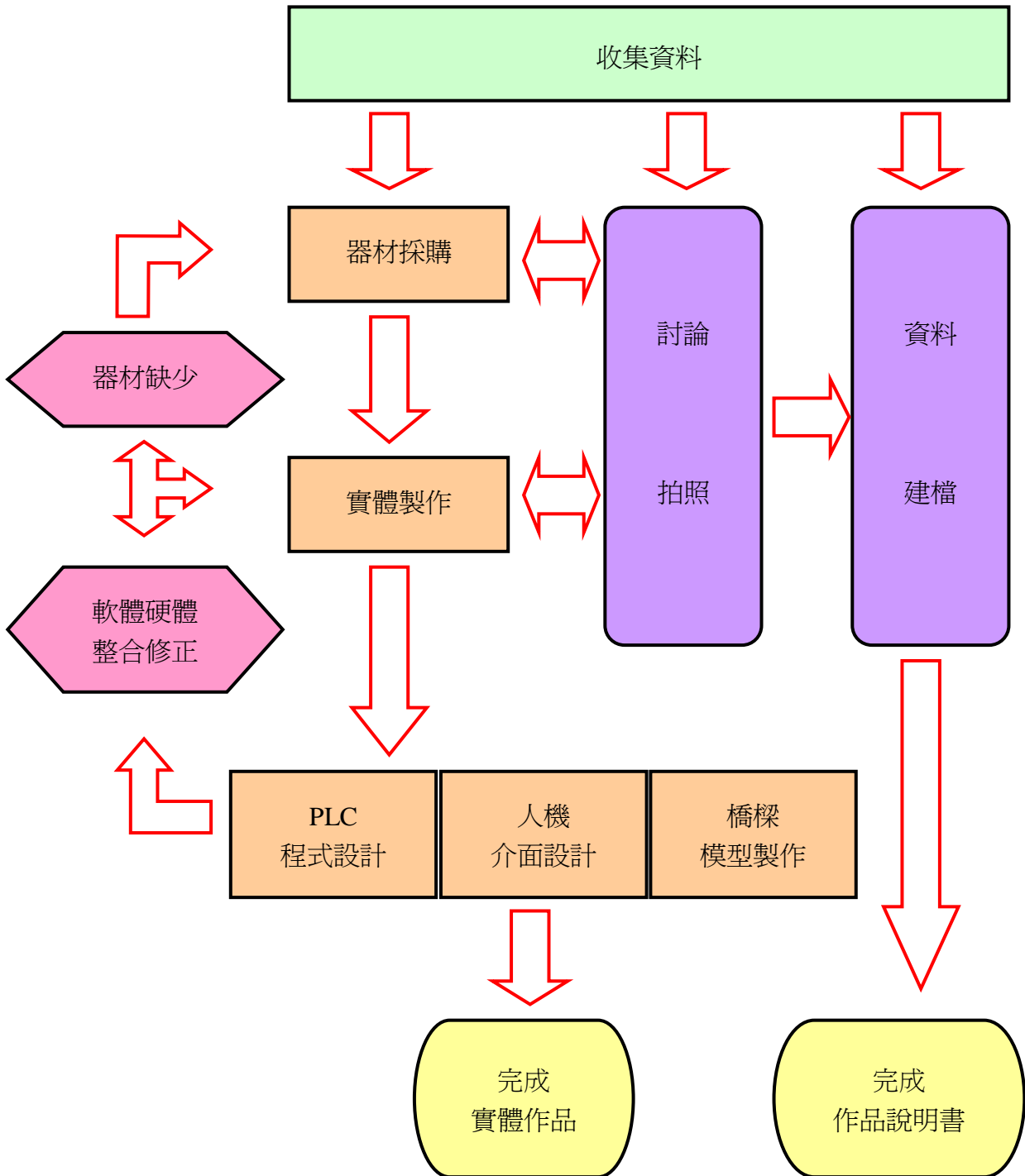
名稱	數量
RELAY 5V 2A 2B 2C	10/個
電木板	5/片
電阻板	1/片
端子臺	數組
壓接端子	數個
號碼圈	數個

十、其他

名稱	數量
電腦	1/台
烙鐵架	1/個
吸錫器	1/支
30 公分鋼尺	1/支
刀片	1/支
銅柱 20mm	10/個
木板	1/片
木塊	4/個
塑膠草皮	1/片
標籤貼紙	1/包
麥克筆	1/支
角鐵	數個



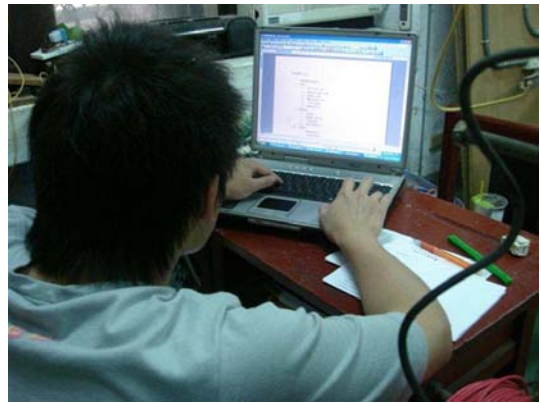
肆、研究過程或方法



【研究過程流程圖】

一、蒐集橋樑相關資料

- (一)、圖書館
- (二)、教科書
- (三)、維基百科
- (四)、交通部網站
- (五)、網路新聞、相簿
- (六)、網路論壇、購物網站



二、討論

- (一)、製作內容大方向
- (二)、感測器具及輸出入裝置
- (三)、警報及周邊裝置
- (四)、橋樑模型製作材料
- (五)、人機介面畫面
- (六)、警報處理方式



三、採買材料

- (一)、感測器
- (二)、警報器
- (三)、交通號誌燈
- (四)、模型所需材料
- (五)、商借使用設備和器材



四、分組製作

- (一)、橋樑模型製作
- (二)、交通號誌燈製作
- (三)、PLC 程式設計
- (四)、人機畫面設計
- (五)、主、副電源切換電路

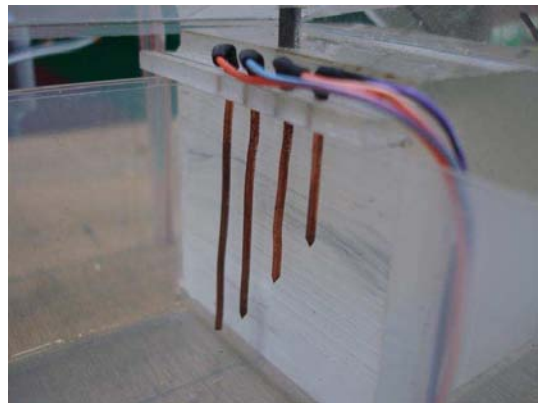
五、結合組裝

- (一)、感測器和橋樑組裝
- (二)、PLC 和人機結合
- (三)、地面道路交通號誌安裝
- (四)、警報器和警示燈安裝
- (五)、廣播器安裝
- (六)、簡訊發送器安裝
- (七)、監視器安裝
- (八)、主、副電源切換電路



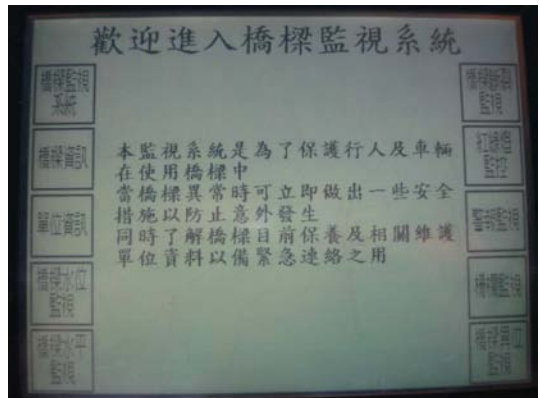
六、測試

- (一)、水位高度
- (二)、水平位移
- (三)、垂直位移
- (四)、交通號誌燈號
- (五)、警報器、警示燈
- (六)、人機畫面顯示
- (七)、手動、自動功能切換
- (八)、土石流偵測
- (九)、廣播器
- (十)、簡訊發送器
- (十一)、監視器錄影
- (十二)、主、副電源供電

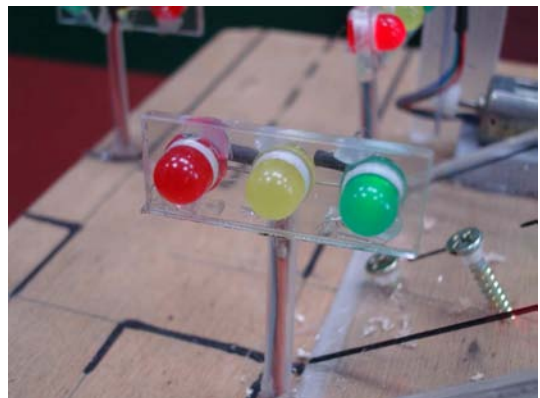
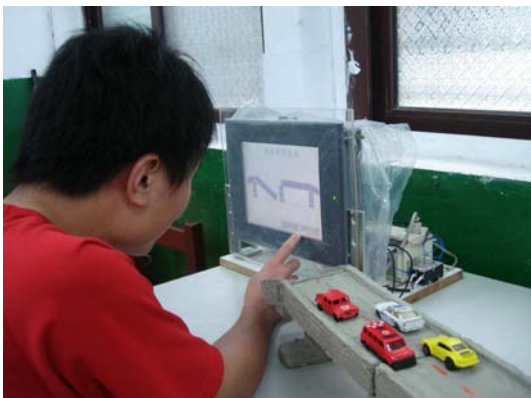


七、修正問題

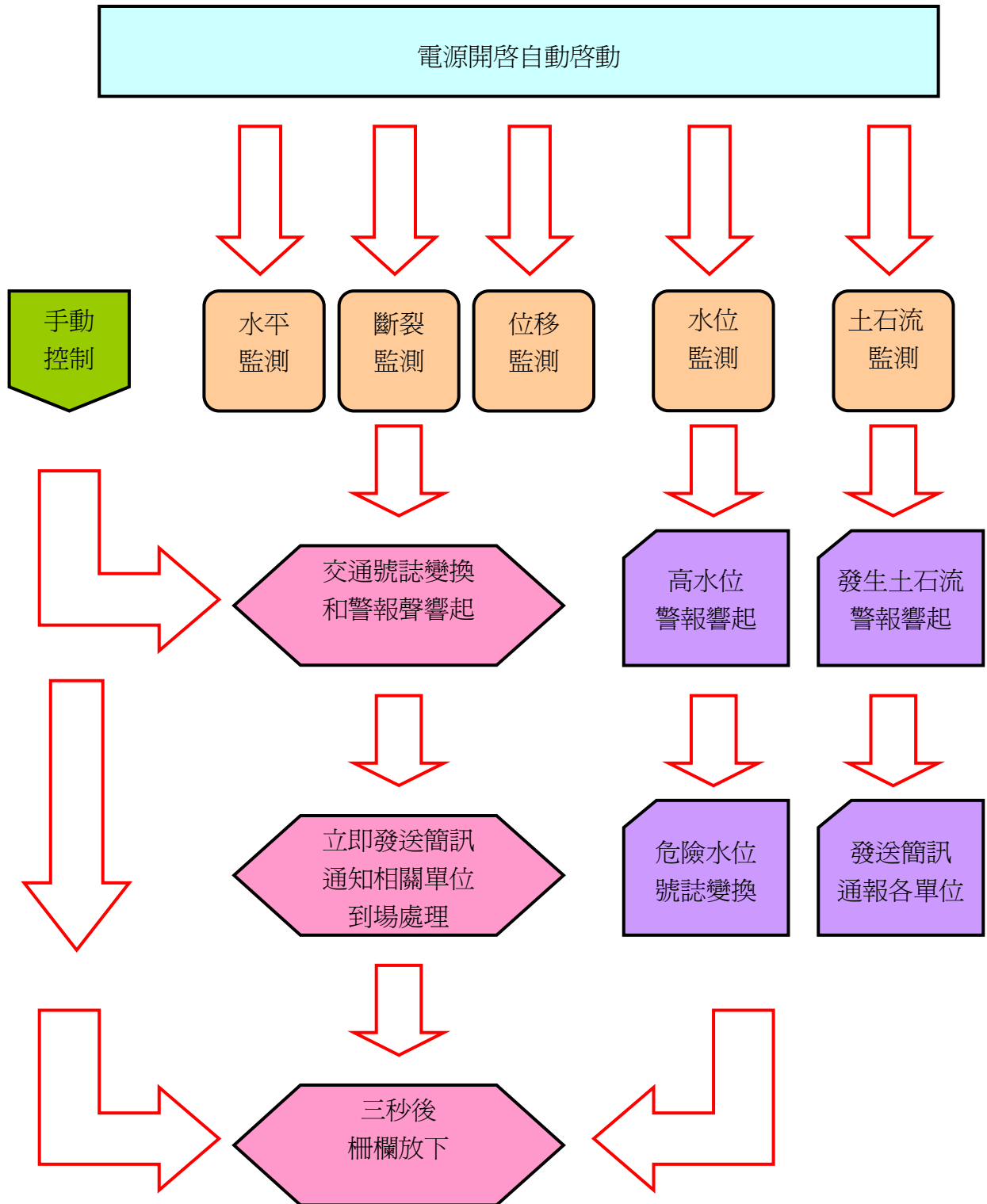
- (一)、感測器位置及靈敏度
- (二)、警示燈亮度、警報器響度
- (三)、交通號誌燈號時間
- (四)、人機畫面轉換流暢度
- (五)、廣播器錄音內容、大小聲
- (六)、簡訊發送器設定
- (七)、監視器監看位置
- (八)、主、副電源切換延遲時間



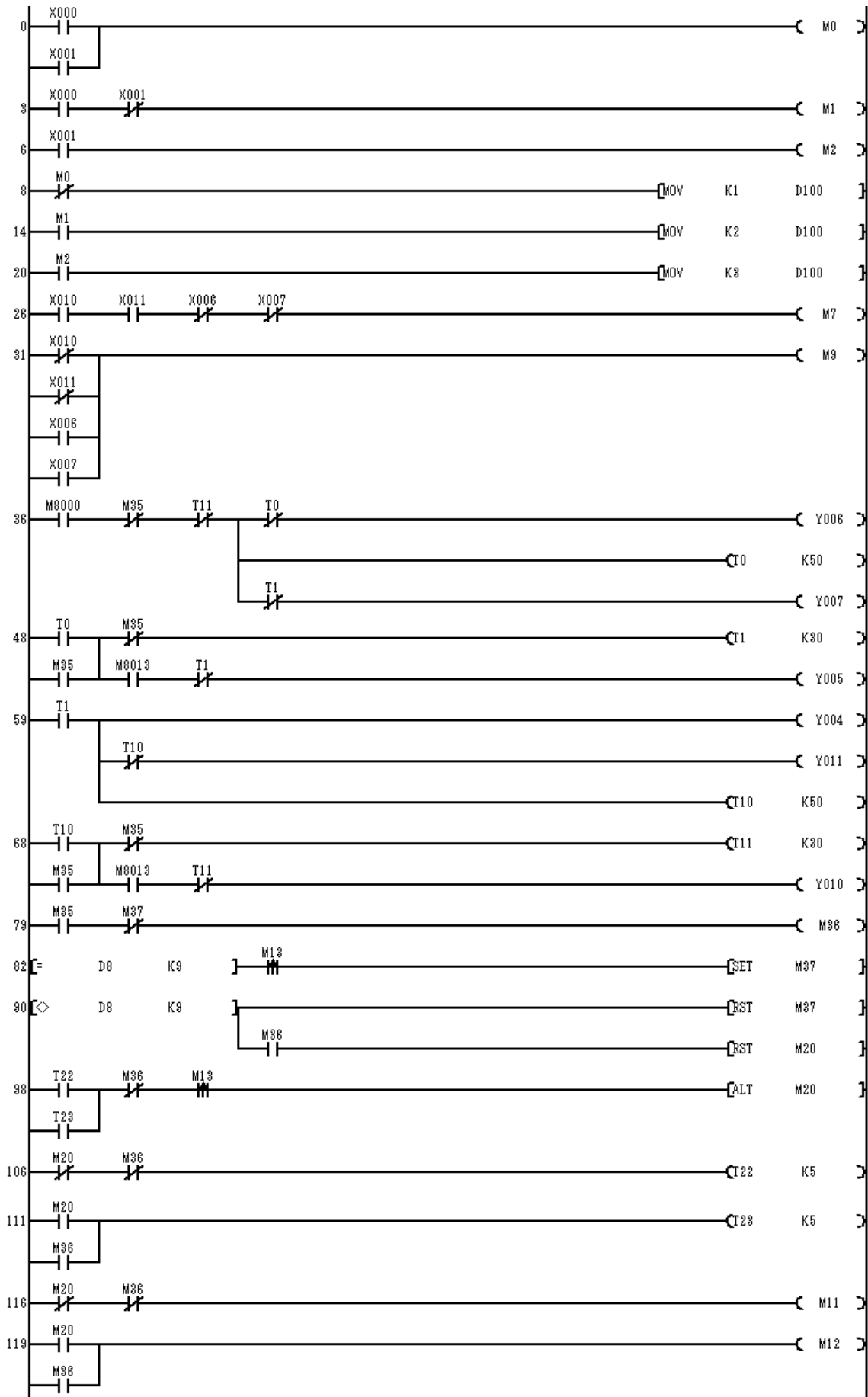
八、完成



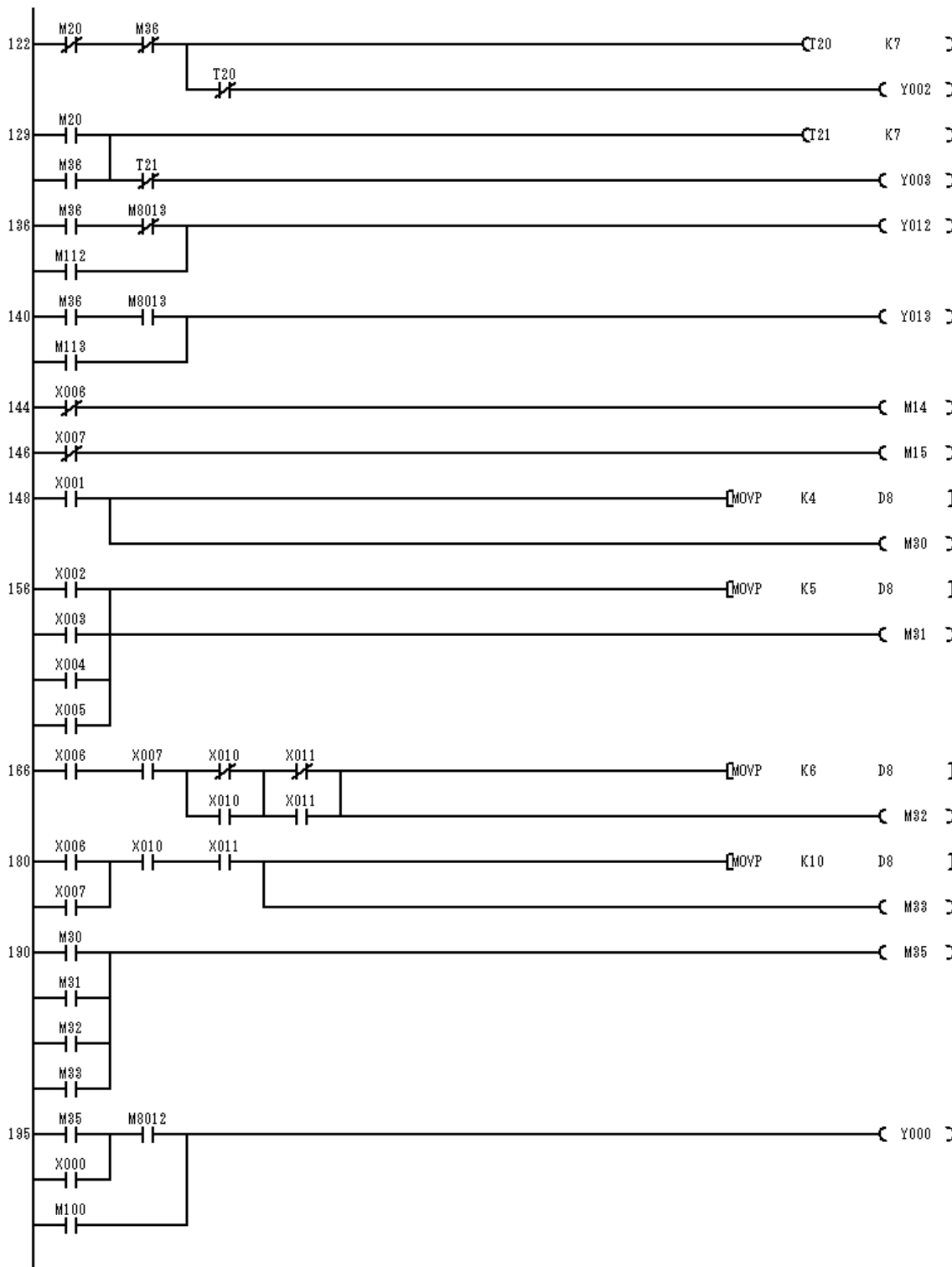
伍、研究結果



【 功能流程圖 】



【 PLC 程式階梯圖 第一頁，共兩頁 】

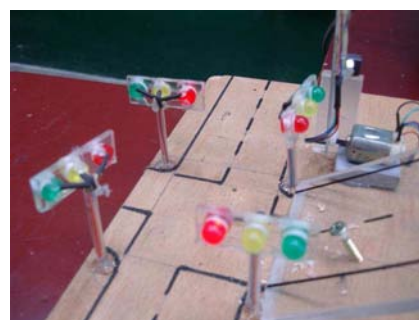


【 PLC 程式階梯圖 第二頁，共兩頁 】

一、主、副電源自動切換供應電力來源

二、交通號誌系統自動切換、監視器開始錄影

三、各偵測點開始監控



(照片一：微動開關；照片二：水銀開關；照片三：磁簧開關；照片四：水位開關)
 (照片來源：<http://www.eclife.com.tw/>)

(一)、微動開關偵測位移

位置	橋面 1 左	橋面 1 右	橋面 2 左	橋面 2 右
感應距離	7 mm	6 mm	8 mm	7 mm
復歸距離	6 mm	6 mm	7 mm	7 mm
差值	1 mm	0 mm	1 mm	0 mm

(二)、水銀開關偵測角度

位置	前	後	左	右
感應角度	14°	16°	11°	14°
復歸角度	10°	11°	8°	10°
差值	4°	5°	3°	4°

(三)、磁簧開關偵測斷裂

位置	橋墩 1	橋墩 2	橋墩 3	橋墩 4
感應距離	13 mm	15 mm	16 mm	14 mm
復歸距離	8 mm	7 mm	9 mm	8 mm
差值	5 mm	8 mm	7 mm	6 mm

(四)、水位開關偵測水位

位置	低水位	中水位	高水位
最低感測	8 mm	15 mm	24 mm
最高感測	15 mm	24 mm	35 mm
範圍	7 mm	9 mm	11 mm

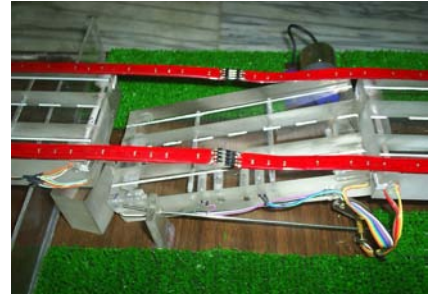
四、若是角度異常、斷裂或位移

- (一)、警報器響起
- (二)、紅綠燈自動切換
- (三)、三秒後柵欄放下
- (四)、人機畫面跳至異常點監控畫面
- (五)、發送簡訊



五、水位高度過高時

- (一)、到達高水位
 - 1.警報器響起
- (二)、到達警戒水位
 - 1.警報器持續響起
 - 2.紅綠燈自動切換
 - 3.三秒後柵欄放下
 - 4.人機畫面跳至水位監控畫面
 - 5.發送簡訊
 - 6.廣播器發出聲響



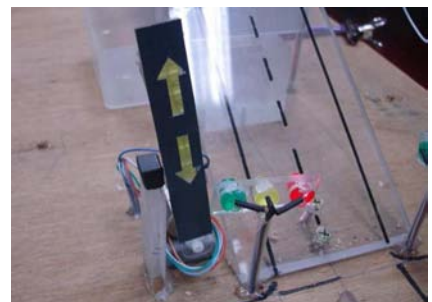
六、土石流偵測

- (一)、偵測是否發生土石流
- (二)、發生土石流警報響起



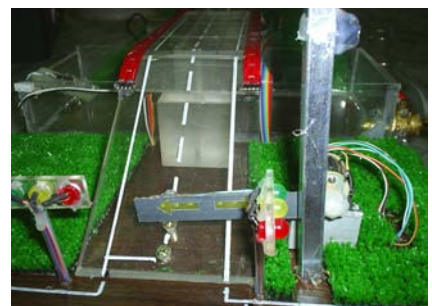
六、紅綠燈監控

- (一)、平時設定自動
- (二)、偵測到異常時自動閃黃燈
- (三)、手動、自動復歸
- (四)、手動切換



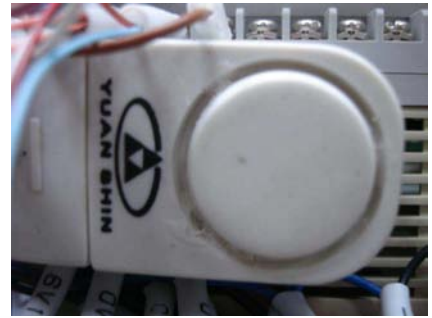
七、柵欄

- (一)、平時直立於車道旁
- (二)、偵測到異常、到達警戒水位時三秒後放下
- (三)、手動、自動復歸
- (四)、手動測試



八、警報器

- (一)、平時為靜音狀態
- (二)、偵測到異常、到達高水位時響起
- (三)、手動、自動復歸
- (四)、手動測試



九、廣播器

- (一)、平時為靜音狀態
- (二)、偵測到異常、到達高水位、土石流時響起
- (三)、目前忠孝大橋發生土石流，請橋上車輛及附近居民盡快疏散。
- (四)、目前忠孝大橋水位過高，請橋上車輛及附近居民盡快疏散。
- (五)、手動、自動復歸
- (六)、手動測試



十、簡訊發送器

- (一)、平時為待機狀態
- (二)、定時發出簡訊連繫
- (三)、偵測到異常、到達高水位時發送簡訊
- (四)、手動測試
- (五)、簡訊內容及異常位置對照表

編號	位置	正常	異常
1	水位過高	OPEN	CLOSE
2	土石流	OPEN	CLOSE
3	斷裂	OPEN	CLOSE
4	左垮	OPEN	CLOSE
5	右垮	OPEN	CLOSE
6	水平傾斜	OPEN	CLOSE
7	垂直傾斜	OPEN	CLOSE
8	異位	OPEN	CLOSE

十一、主、副電源自動切換系統

- (一)、單只有主電輸入由主電供應
- (二)、單只有副電輸入由副電供應
- (三)、主電失去電力由副電繼續供應
- (四)、副電供應中主電恢復切換回主電

十二、DVR 監視器

- (一)、裝設於橋面兩側上方
- (二)、監視水位開關、橋樑結構
- (三)、二十四小時錄影
- (四)、支援網路遠端監控



陸、討論

一、駕駛及居民是否能夠理解目前情形？

有交通號誌警示一般直覺上應能反應，並有廣播通知附近居民，可由政府和媒體配合宣導，或是大型說明電子看板。

二、人機介面，除專業人士外，一般民眾也能正常操作嗎？

能。操作介面和銀行提款機、便利商店機器類似，操作無障礙。

三、偵測點是否會發生異常？

平時仍然需要做基本維護，系統為負緣觸發，只會發生沒問題有動作，不會發生有問題沒動作。

四、施工難易度？

易。隨橋樑建造時同步施工，或是改建時加入。

五、使用上是否有所限制？

無。無晝夜問題，皆可在螢幕上看到橋樑即時狀況。人員可不必駐守，若出現異常時，也能發出警報、交通號誌切換。

六、簡訊發送內容是否清楚？

簡訊發送器可設定固定時間回報，發生異常時也會立即回報，當簡訊內容出「CLOSE」表示異常，因此只需查詢代碼即可知道。

簡訊發送提供目前狀況，實際情形仍然需要前往，透過人機介面螢幕，有更進一步的了解。

七、主、副電源自動切換系統的必要性？

為了維持整個系統的運作，台灣電力公司會有停電的可能，可以搭配發電機或電瓶轉換成系統所需電壓與總電流，自動切換提供電力來源。

八、橋樑斷裂造成悲劇對社會的影響？

橋樑有運輸的功能和一般通行。

若是有一筆大生意在運送途中出了差錯，造成這筆損失。

一般通行皆會選擇最短的道路，不能通行時則必須繞路，增加通行時間和汽車燃油的消耗和對空氣的汙染。

柒、結論

智慧型橋樑安全偵測及交通監控系統，能夠讓橋樑發生異常，時發出警報及交通管制，以提醒駕駛人前方橋樑有異常的情形並且發送簡訊至工程人員及相關單位。

在檢測結果的呈現方面，使用了人機界來操控和監看監視器畫面，能提高使用者的安全性和方便性，增加檢測的精準度。

使用水銀開關、磁簧開關及微動開關來檢測水平、斷裂及位移的異常狀況，如有檢測到異常時會管制橋樑、切換交通號誌疏導交通，不再讓其他車輛上橋。

還有水位高度的測量，若達到高水位時會由廣播系統發出警報，提醒上、下的遊活動民眾及橋上的駕駛人，若達到警報水位時則會發出警報聲並且管制橋樑，在警報聲響起三秒後柵欄會隨其放下，以防止行車輛與行人上橋。

以及土石流偵測，發生土石流時觸發系統，也會由廣播系統發出警報，提醒上、下的遊活動民眾及橋上的駕駛人。

在橋樑的重要位置裝設監視器，彌補感測器無法感測到，又是工程人員不易接近的地方，讓工程人員更安全、方便。

未來政府建設時應該可以加入這套系統，對於橋樑建設有更進一步的發展，減少橋樑基本維護的困難度，和勘查的危險性，保證人民的安全，維持交通和經濟發展，避免再度發生橋樑凹陷或是斷橋的危機。

捌、參考資料及其他

【書籍】

蔡朝洋（民 88）。電子電路實作技術。台北：全華。

曾才榮（民 96）。基本電學實習。台北：旗立。

彭錦銅（民 90）。可程式控制實習。台北：台科大。

廖成旺（民 95）。Pro-face 人機介面 GP 入門操作手冊。台北：雙象貿易。

【網站】

<http://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=%E6%A9%8B%E6%A2%81&variant=zh-tw>

橋 - 維基百科，自由的百科全書

<http://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=%E9%AB%98%E5%B1%8F%E5%A4%A7%E6%A9%8B&variant=zh-tw>

高屏大橋 - 維基百科，自由的百科全書

<http://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=%E5%90%8E%E8%B1%90%E5%A4%A7%E6%A9%8B&variant=zh-tw>

后豐大橋 - 維基百科，自由的百科全書

http://eec.kta.kh.edu.tw/kpbridge_html/a-kpbridge.htm

高屏大橋斷橋事件

<http://www.freeway.gov.tw/Publish.aspx?cnid=87&p=79>

高速公路局中文版業務簡介交通管理-交通控制系統

【照片】

<http://wantan.tacocity.com.tw/wantan/news/news25.htm>

高屏大橋行不得也

<http://www.flickr.com/photos/skyeycoast/>

Flickr ♪ Daphne ♪

<http://www.eclife.com.tw/>

良興 EcLife 購物網站

【評語】 091011

- 1、 本作品利用相開感測器、PLC、人機介面及手機撥接系統來發展智慧型橋樑安全偵測與通告系統。整體系統在設計上完整，在測試上亦能呈現其功效。
- 2、 此系統在台灣現在非常重視橋樑之安全需求下，提供很好的解決方案之一。
- 3、 若能使用應變計來感測橋樑變形或斷裂之量化警訊，將可使此作品更具價值性。