

# 逢甲大學學生報告 ePaper

報告題名：

高樓火場之升降逃生艙系統

High-Rise Fire Escape Pod System

作者：黃暉翔、黃正瑄、張皓瑋

系級：自動控制工程學系二甲

學號：D1056191、D1056395、D1056632

開課老師：謝男凱 教授

課程名稱：可程式控制（含實驗）

開課系所：自動控制工程學系

開課學年：111 學年度 第 2 學期



## 中文摘要

火災時，人們常因行動不便或逃生通道內充滿濃煙導致逃生受阻。故本專題透過煙霧及溫度感測器判斷火災發生，並利用升降裝置前往大樓各戶陽台，將逃生艙搬運至安全空地。待人員成功抵達空地後，再將逃生艙運回原處，以便提供尚未逃生之人員可再次使用。因此本專題將透過逃生艙與升降系統等設備提供人們穩定又安全的逃生途徑，降低火災所帶來的死傷。

本次專題操作流程為：煙霧感測器偵測到濃煙或溫度高於 54°C 時觸發蜂鳴器，提醒屋內所有人員進行逃生；當逃生艙內之按鈕被觸發，透過 PLC 發送訊號至步進馬達驅動器，以寸動方式控制升降系統移動，再透過光電感測器，於逃生艙搬離及放置前，確認屋內環境為安全狀態，方允許升降系統繼續動作，否則停止動作並發出警報，待專業人員排除問題後繼續進行。

最後，本次專題使用之三軸電動缸穩定度高、定位精準，能有效控制升降系統抵達相對應位置。但火災往往不易掌控，且三軸電動缸移動速度緩慢，對於救人的優先權等問題還存在改善空間。我們期許經過優化後能協助行動不便與高樓層住戶逃生，同時降低自建築物內通道逃生發生危害的可能。此成果可應用於高樓大廈與養老院等處，透過安全方式逃生，有效減少民眾傷亡及救難人員之負擔。

**關鍵字：火場逃生、升降系統、三軸電動缸、可編程邏輯控制器**

## Abstract

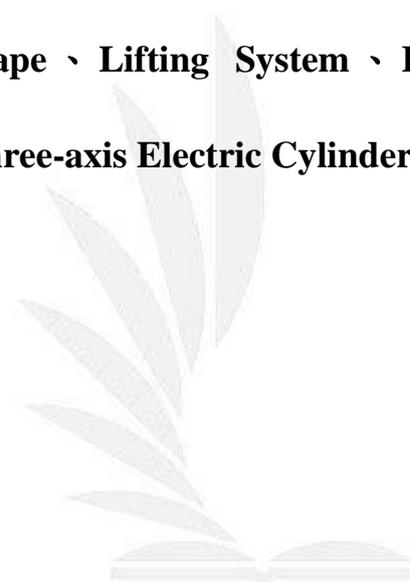
During a fire, people often encounter difficulties in movement or blocked escape routes due to the presence of dense smoke within evacuation passages. Therefore, this project utilizes smoke and temperature sensors to detect the occurrence of a fire. It employs elevating mechanisms to access balconies of individual units within a building and transport evacuation pods to safe open areas. Once personnel reach the designated safe area, the evacuation pods are brought back to their original positions, allowing them to be reused by individuals who have not yet evacuated. Thus, this project aims to provide a stable and secure escape route through the use of evacuation pods and an elevator system, ultimately reducing the casualties and injuries caused by fires.

The operational procedure of this project is as follows: When the smoke sensor detects dense smoke or a temperature higher than 54°C, it triggers a buzzer alarm, notifying occupants within the building to initiate evacuation. When the button inside the evacuation pod is activated, a signal is sent via a Programmable Logic Controller (PLC) to a stepper motor driver. This signal controls the movement of the elevator system in a stepwise manner. Additionally, an optical sensor is employed to ensure the safety of the environment within the pod before its movement and placement. If the environment is deemed unsafe, the elevator system's operation is halted, an alarm is sounded, and the system resumes operation only after the issue is resolved by professionals.

In conclusion, this project employs a three-axis electric cylinder that offers high stability and precise positioning, effectively controlling the elevator system's movements to reach designated positions. However, fires are often unpredictable, and the relatively slow movement speed of the three-axis electric cylinder leaves room for improvements regarding priorities in rescuing individuals. It is hoped that after

optimization, this system can aid the evacuation of people with limited mobility and residents of high-rise buildings, while also reducing potential hazards associated with escape routes within buildings. This achievement can be applied in scenarios such as tall buildings and elderly care facilities, providing a secure means of evacuation and significantly reducing the burden on both the general public and rescue personnel.

**Keyword : Fire Escape 、 Lifting System 、 Programmable Logic  
Controller (PLC) 、 Three-axis Electric Cylinder**



## 目 次

第 1 章 前言.....	5
1.1 研究動機.....	5
1.2 研究目的.....	5
1.3 硬體架構.....	6
第 2 章 系統流程圖.....	9
第 3 章 成果.....	10
第 4 章 預期效益.....	14
第 5 章 結論.....	14
參考文獻.....	16



## 第 1 章 前言

火災，為不容小覷的災害之一，其煙霧擴散速度快、溫度高特性，造成許多嚴重傷亡及財產損失；根據內政部消防署於民國111年1至6月的半年報[1]統計，火災類別以建築物類之36.0%佔所有類別中比例最高，其中又以住宅類佔建築物類的74.8%比例最高，因此發生於住宅的火災可謂為台灣災害安全的燙手山芋；而我們發現發生於高樓之火災，由於受限於建築樓高、通道狹窄等因素而逃生不便，往往導致不堪設想的結局；故本專題著重在用於高樓的火場逃生系統研究，期能降低因火災傷亡之人數，為人類爭取更多福祉。

### 1-1 研究動機

有鑑於前年高雄城中城大火，傷亡的住戶主要集中在7樓以上[2]，多半因濃煙嗆傷而喪命，而大前年林森錢櫃大火共有54人受傷[3]，傷者大多數也為濃煙嗆傷。現有的外部逃生設備中，緩降機最為常見，其受限於樓層高度且安全性較低，甚至可能因操作不當增加傷亡機率。本專題希望能打造一套透過建築物外部自動逃生的系統，藉由撰寫 PLC 程式[4]，以機械輔助逃生，使逃生模式、動線得以統一，克服大樓樓層限制及增加逃生之安全性，也避免民眾因一時緊張等因素不當操作設備與錯誤的逃生判斷[5]，進而發生憾事。

### 1-2 研究目的

藉由模式一致的安全逃生系統進行逃生，排除民眾在火災時判斷逃生方式的個體差異，並且在火災發生當下，不必等待救難人員抵達就能自行逃生，大幅降低逃生時間。再結合倉儲系統之概念[6]，將住戶之逃生艙以貨物的方式運送至安全的地點，希望減少因高樓火災而導致之財產、生命損失。

### 1-3 硬體架構

以課堂所學[7,8]為根基，由不同專長的組員進行創意發想、意見交流，歸納出逃生系統所需之功能，並在創新整合的理念上尋找適合的材料、機器型號，且於正式組裝各項機構前，經過多次小規模試驗，以降低最終成品出錯的可能性。圖 1 為我們多方比較後，選出較符合本專題功能所需的硬體設備，其詳細規格如表 1 所示。

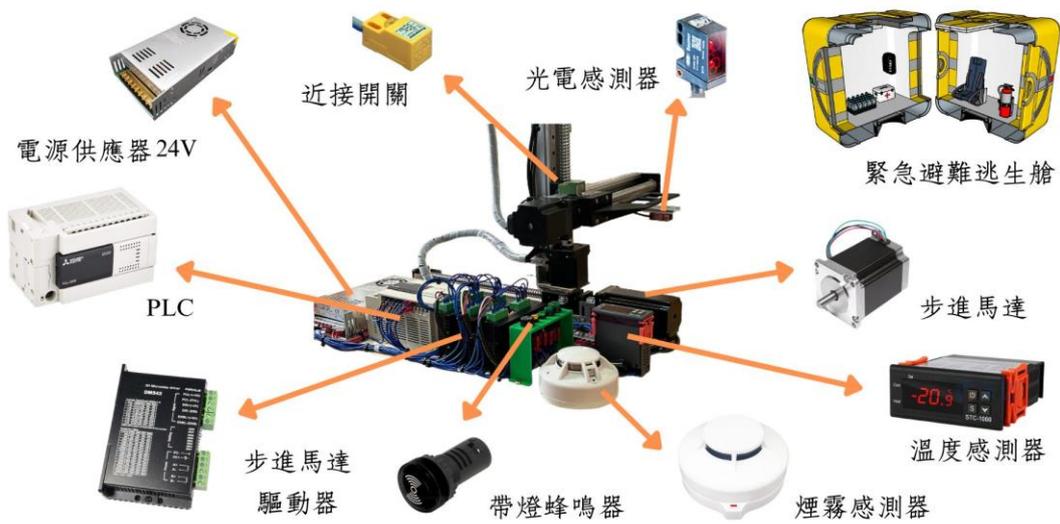


圖 1 升降系統架構圖

表 1 升降系統設備規格表

設備名稱	廠牌	型號	詳細規格
電源供應器	MW 明緯	RSP-320-24	輸出電壓：24V 輸出電流：0~13.4A 輸出功率：321.6W 輸入電壓：AC88~264V、 DC124~370V

			<p>輸入頻率：47~63Hz</p> <p>輸入電流：4A/115VAC、 2A/230VAC</p> <p>效率：89%</p>
可編程邏輯控制器(PLC)	<p>mitsubishi</p> <p>三菱</p>	<p>FX3U-32MT</p>	<p>電源形式：AC</p> <p>輸入/輸出點數：16 點/16 點</p> <p>輸入形式：DC24V</p> <p>輸出形式：電晶體</p> <p>內部 DC5V 供應容量：500mA</p> <p>內部 DC24V 供應容量：400mA</p>
步進馬達驅動器	<p>帕夫曼</p>	<p>DM542</p>	<p>輸入電壓：DC18~50V</p> <p>輸入電流：&lt;4A</p> <p>輸出電流：1.0A~4.2A</p> <p>消耗功率：80W</p>
帶燈蜂鳴器	<p>上海森奧</p>	<p>AD16-16SM</p>	<p>聲壓分貝：60~70dB</p> <p>光亮度：<math>\geq 100\text{cd/m}^2</math></p> <p>輸入電壓：DC24V</p>
煙霧感測器	<p>zoanco</p>	<p>YT102</p>	<p>供電電源：DC9V~DC28V</p> <p>靜態電流：<math>\leq 60\mu\text{A}</math></p> <p>報警電流：<math>\leq 30\text{mA}</math></p> <p>煙霧靈敏度：<math>1.06\pm 2.26\%FT.</math></p>
溫度感測器	<p>阿瑪蒂</p>	<p>STC 1000</p>	<p>溫度測量範圍：<math>-50^{\circ}\text{C}\sim 99^{\circ}\text{C}</math></p> <p>分辨率：<math>0.1^{\circ}\text{C}</math></p> <p>精度：<math>\pm 1^{\circ}\text{C}(-50^{\circ}\text{C}\sim 70^{\circ}\text{C})</math></p> <p>電源：24V</p>

			功耗： $<3W$
步進馬達	宇輝	57BYGH112	步距角： $1.8^{\circ}$ 相電流： $3.0A$ 靜力矩： $2.8N.m$ 引線數： $4$
光電感測器	精嘉科	BX-552	工作電壓： $10\sim 30VDC$ 最大負載： $150mA$ 響應時間： $5ms$ 感應距離： $20\sim 500mm$
近接開關	瑞科	SN04-N	工作電壓： $10\sim 30VDC$ 檢測物體：金屬 感應距離： $4mm$ 輸出方式：直流 3 線 NPN 常開



## 第 2 章 系統流程圖

首先啟動電源後整體三軸結構進行初始位置校正，也就是所謂的原點校正，而後用了市售煙霧與溫度感測器作為判斷是否有火災發生，當感測器被觸發後，蜂鳴器立即啟動模擬警報器。接著，各戶逃生艙與緊急避難空地的按鈕皆啟動偵測，當按鈕被按下後，升降系統立刻啟動並移動至該對應位置展開救援行動，透過取物平臺將逃生艙運送至緊急避難空地，待人員逃生完畢後按下空地處按鈕即可將逃生艙運回原戶，且繼續偵測並執行上述動作。最後，待全部人員皆逃生完畢後，無人再次使用逃生艙時，升降系統將返回初始位置，意味著救援行動整體告一段落。

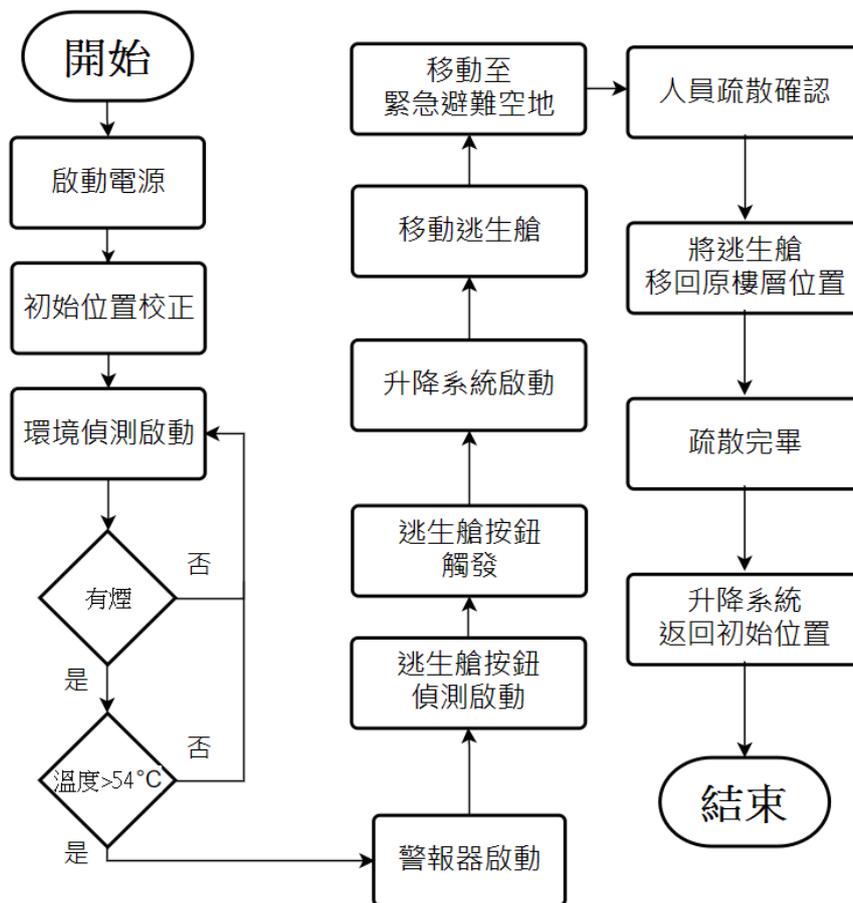


圖 2 系統流程圖

### 第 3 章 成果

在此專題實際運作時，得知三軸電動缸[9,10]在精準度方面符合了我們的預期，在無外界干擾狀況下可達到百分之九十八的正確度。此外，光電感測器經測試後也可使移動過程更安全，並避免逃生艙相撞之問題。不過，三軸電動缸的移動速度就不如我們預期的好，因為高度過高的緣故，導致若再提升移動速度將使其結構不穩定，甚至降低其精準度。

圖 3 所示為三軸電動缸之電源線、訊號線與 PLC 之間的中繼配線銅排。



圖 3 配線銅排近拍

圖 4 為使用 3D 列印自製的取物手臂，裝設在三軸電動缸上，用以取放各樓層之逃生艙。



圖 4 3D 列印取物手臂

圖 5、圖 6 所示為用於觸發整個高樓火場之升降逃生艙系統啟動的溫度感測器及煙霧感測器，其中溫度感測器觸發溫度為  $54^{\circ}\text{C}$ ，煙霧感測器觸發條件為於 30 秒內濃度達 15%。



圖 5 溫度感測器



圖 6 煙霧偵測器

圖 7 所示為高樓火場之升降逃生艙系統所使用的三菱 FX3U-32MT 電晶體式 PLC。



圖 7 三菱 FX3U-32MT 可編程邏輯控制器(PLC)

圖 8 所示為建築物上按鈕的電源線與 PLC 之間的中繼配線銅排。

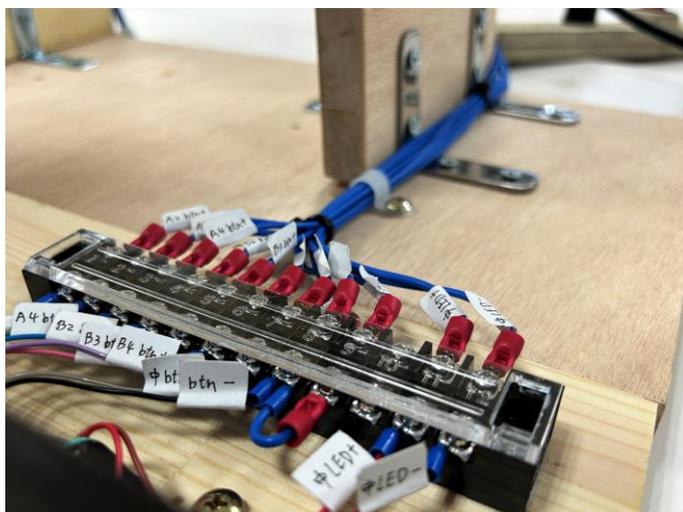


圖 8 建築物各樓層按鈕之配線銅排

圖 9 所示為建築後方的配線狀況，展示出有條理的配線，方便後續維護。



圖 9 建築後方配線狀況

圖 10 所示為導螺桿及步進馬達組合而成的三軸電動缸。



圖 10 三軸電動缸

## 第 4 章 預期效益

將此高樓火場之逃生艙系統應用在真實火場中，最顯著的益處即是民眾傷亡的降低，同時也減少警消人員於火勢未撲滅前進入建築內造成的受傷。而此系統將不僅於火災時派上用場，平時亦可應用於大型家具的搬運與大樓外牆的施工等。此系統仍可搭配其他機械執行更多應用，擴充性高，預期能夠提升人民的居住品質。

## 第 5 章 結論

最終本專題完成品如圖 11 及圖 12 所示。在火災發生時，將逃生艙從大樓陽台移動到地面空曠區域，使民眾透過房子外部進行安全疏散。本專題透過 PLC 與三軸電動缸組成升降系統，配合光電感測器確認環境安全，大幅降低火災所造

成的傷亡風險。未來也期盼運用此概念進行大型傢俱的搬遷及冷氣架設與施工。

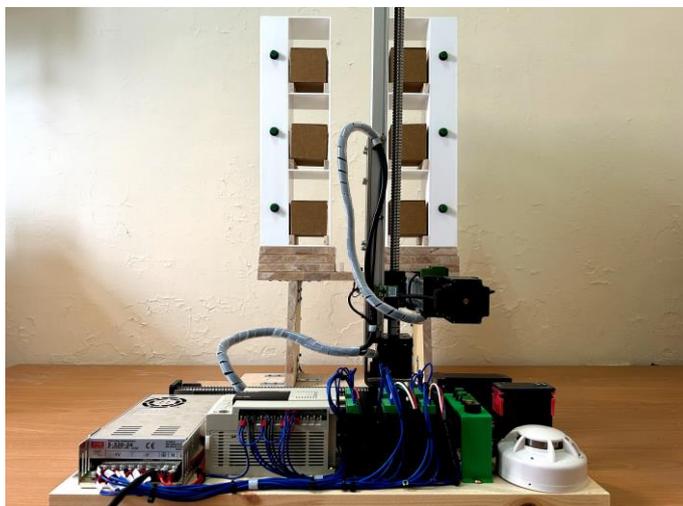


圖 11 系統全景圖

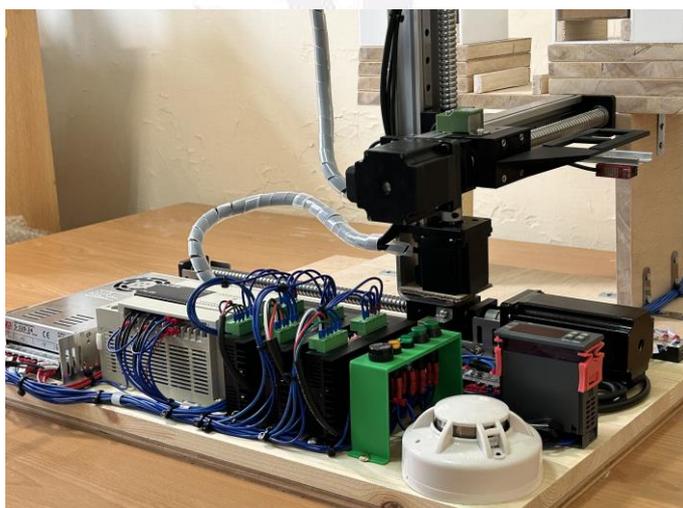


圖 12 系統近拍圖

## 參考文獻

1. 內政部消防署資訊網。2023 年 5 月 28 日，取自內政部消防署資訊網站：  
<https://www.nfa.gov.tw/cht/index.php>
2. BBC 新聞。新聞文章：高雄「城中城」大火燒出台灣貧窮及建築物安全問題，政府責任在哪？。2023 年 5 月 28 日，取自 BBC  
網站：<https://www.bbc.com/zhongwen/trad/chinese-news-58922856>
3. CTWANT 新聞網。新聞文章：林森錢櫃大火釀 6 死 67 傷！三年過去慘案還在一審火場廢墟照曝光。2023 年 5 月 28 日，取自 CTWANT 新聞網站：  
<https://www.ctwant.com/article/252878>
4. 陳冠良 2015。PLC 可程式控制實習與專題製作使用 FX2N/FX3U。出版社：新北市台科大圖書。
5. ETtoday 新聞雲。新聞文章：緩降機束帶突斷！消防員訓練墜 4F「摔斷腿」險死妻含淚 PO 文。2023 年 5 月 28 日，取自 ETtoday 新聞網站：  
<https://www.ettoday.net/news/20170722/972113.htm#ixzz89PIb2jWC>
6. 物流倉儲管理管家。技術文章：WMS 庫存管理系統是什麼？零售業必知的倉庫、倉儲管理一次懂。2023 年 5 月 28 日，取自 GoodDeal 物流倉儲管理專家網站：<https://www.gooddeal.com.tw/post/what-is-wms>
7. 宓哲民 2019。PLC 原理與應用實務（第十版）。出版社：全華圖書。
8. 張力群(譯)2006。PLC 可程式順序控制電路(熊谷英樹 原著)。出版社：臺北市全華。
9. 潤達精密股份有限公司。XYZV 立式三軸組合規格書。2023 年 5 月 23 日，取自潤達精密股份有限公司網站：<https://www.render.com.tw/zh-TW/>
10. 元基機械股份有限公司。技術文章：電動缸是什麼？為什麼要使用電動缸？2023 年 6 月 3 日，取自元基機械股份有限公司網站：  
<https://www.winkeyworld.com/zh-tw/blog/detail/21>