



標準廠房消防警報控制系統的預警設計

張耀德¹、王敦正²、陳逸塵³

高苑科技大學電機工程系¹、高苑科技大學電機工程系研究生²、高苑科技大學綠色能源應用系³
電子郵件信箱:t20052@cc.kyu.edu.tw

摘要

一般而言，在依循傳統火警自動警報設備修繕工程施工步驟期間恰逢火災時，通常未預先考慮新舊電控系統進行更換時所產生之偵測空窗期。此原因來自於傳統修繕工程本身之施工時間在正常排程之下是無法避免及消除的。另一方面，由於標準廠房之租戶有科技業、光電業、生技業、生醫業等業者共同組成，屬於常年不得停產之狀態，又無法如同獨立擁有廠房之產業可視狀態停產以更換消防設備。因此本研究提出以「新舊並行」的施工步驟以使標準廠房在消防系統修繕工程中能不喪失預警功能。

關鍵字：標準廠房、消防警報控制系統、預警

1. 概論

消防是一項跨領域之工程，其內容包含電機、機械、化工及建築甚至管理等範圍。建築消防系統是一套在滅火前期無法撲滅火源時，驅使人員儘快逃生之系統，而非直接之滅火系統。在以往的研究中有針對消防員心理、行為分析者，亦有針對消防公司營業競爭者，亦有針對設備系統做單一改良者，或有火場分析者，或有針對工程面之品質提供改善者。例如徐英凱[1]以消防會勘缺失改善作為討論重點，並收集消防業界改善方案，相關業界常見改善困難案例與法規不足部分，加以整合分析說明，將討論出結果與建議，作為業界消防相關缺失改善參考指標。周泓成[2]探討滅火設備的缺失原因及預防措施。以工程會所彙整之消防常見缺失分析缺失原因並歸類，並探討建築及機水電作業流程及缺失發生階段，以找出預防措施。賴易聰[3]以台灣中部的 S 消防工程公司為例，分析與探討該公司在市場競爭激烈的環境中，依然能穩健經營、持續成長的關鍵成功因素為何，做為消防工程廠商策略評估與擬定之參考，並針對該公司未來之發展提出相關改善建議與強化方案，協助並期許該公司未來更能發揮其競爭優勢以持續成長。潘俊文[4]進行相關文獻探討、案例分析、專家訪談以了解如何精進搶救方法，並結合消防隊及旅店員工進行救災演練，除了認識轄區場所特性更能保障人員的安全，以期大大降低災害的損失。楊忠哲[5]研究以民國 104 至 107 年台

灣中部中彰投地區火警自動警報設備火災誤報案例為探究對象，統計分析案例之火警自動警報設備發生誤報之因素並與專家訪談，尋求火警自動警報設備發生誤報之防範對策，以減少災損並降低誤報率提升火警自動警報設備之可靠度。黃祥修[6]探討燈具與火警探測器之整合應用，利用 IDEO 結合 TRIZ 設計模式作為本研究流程的操作方法，透過實作整合後的燈具原型實地測試其防災效果，有效使室內活動人員立即發現起火位置有利於初期滅火及有助於避難逃生之輔助工具，可做為日後市場開發生產之參考原型。張為程[7]提出模糊理論之判別系統應用於火警緊急疏散出口判別，利用室內定位技術來偵測避難人員位置座標、消防探測器偵測起火點座標及逃生出口位置座標，評估三點座標間的距離來進行模糊逃生出口判別。

經由上述的研究中，可發現並無相關文獻探討修繕工程施工期間引用通常施工方法可能導致錯失火警預警功能之論述，其原因在於整個消防設備工程無論是新建工程或修繕工程，其前端設計均由消防設備師負責設計及圖審，後端申報竣工及檢修則由消防設備士負責，雖說兩者法定技術人員在實務上均需參與消防設備工程部份資料簽認，但並無直接參與工程之機會，而實際參與工程人員卻因工程分工性質亦無統合工程施工之能力，進而無法針對標準廠房之火警自動警報設備及其更換工程中產生之工程實務上問題作深入探討，故本研究即以真實之標準廠房消防系統修繕工程

為實例，分別於第二章說明消防系統概述、火警自動警報設備的構成、使用年限及變更、消防工程中新建工程及修繕工程兩者的差異。第三章說明某一火災事件發生時廣播系統無法正常運作之說明，該說明中包含依循傳統修繕工程施工步驟突遭火災時，仍依循傳統修繕工程施工步驟即突顯出未曾於施工前可得預知之空窗期，該空窗期係由新舊系統進行更換時所產生，某一火災事件後經由業主、設計單位、監造單位及承包商相互討論後，其因來自於工程本身之施工時間，該施工時間係必需的無法期望避免及消除的，僅能透過緊密的事前設計及施工當時的步驟安排以縮短空窗期之時間。第四章說明如何解決空窗期的方法。

2. 標準廠房火警自動警報設備及其修繕工程

為了針對消防預警系統作一深入說明，本章將先對標準廠房之火警自動警報設備及其修繕工程中產生之實務上問題作深入探討，以下分為 3 個部份說明：

- (1) 消防系統概述。
- (2) 火警自動警報設備的構成、使用年限及變更。
- (3) 消防工程中新建工程及修繕工程兩者的差異。

2.1 消防系統概述

消防系統設置乃依相關消防法規及建築法規之規定，消防法規最特別一點，乃詳列場所之面積大小以決定消防設備之設置與否、數量及位置，且明令消防設備師(需由國家考試認可)針對場所而設計之消防系統需向當地消防局提出圖審，並依審定之圖審圖施工，施工完成後需再向當地消防局提出竣工檢查，取得竣工檢查核可函後方由建管機關頒發使用執照。除此之外，消防法規更附屬相當之消防器具之認可基準，借由國家機關來把關消防器具之品質優劣，取得認可書方得於市場販賣。依消防法第六條明訂所定各類場所之管理權人對其實際支配管理之場所，應設置並維護其消防安全設備；場所之分類及消防安全設備設置之標準，由中央主管機關定之。所謂消防安全設備依各類場所消防安全設備設置標準第 7 條，各類場所消防安全設備如下：

- (1) 滅火設備：指以水或其他滅火藥劑滅火之器具或設備。依消防安全設備依各類場所消防安全設備設置標準第 8 條為滅火器、消防砂、水霧滅火設備、室內消防栓設備、室外消防栓設備、自動撒水設備、泡沫滅火設備、二氧化碳滅火設備、乾粉滅火設備、簡易自動滅火設備。
- (2) 警報設備：指報知火災發生之器具或設備。依各類場所消防安全設備設置標準第 9 條為火警自動警報設備、手動報警設備、緊急廣播設備、瓦斯漏氣火警自動警報設備、一一九火災通報裝置。
- (3) 避難逃生設備。
- (4) 消防搶救上之必要設備。

- (5) 其他經中央主管機關認定之消防安全設備。

2.2 火警自動警報設備的構成、使用年限及變更

如前節提及建築內部空間需隔間者，除基本消防設備(如消防偵測器及排煙裝置)視隔間多寡及面積大小增設火警探測器或排煙系統外，主要修改之消防系統為火警自動警報設備，火警自動警報設備主要組成為火警受信總機、火警中繼器及火警探測器，火警受信總機就如同大腦，火警中繼器如同神經系統，火警探測器如同人體感觀系統，由火警探測器全年不休偵測是否有不明之火燄及煙霧產生，其探測信號透過火警中繼器傳輸予火警受信總機，再由火警受信總機透過火警中繼器傳輸警報及動作指令予相關之消防設備，警報部份有緊急廣播設備、火警警鈴、標示燈等，動作指令的部份有防火捲門、排煙系統及開放性撒水系統等非火警自動警報設備。故中央消防法令針對火警受信總機、火警中繼器及火警探測器均頒布認可基準，由國家消防機構來認定執行動作品質，以滿足消費者需求。

其中，火警受信總機依火警受信總機認可基準所述，火警受信總機型式分為 P 型受信總機(一般機種)及 R 型受信總機(特殊機種)。P 型受信總機係指接受由探測器或火警發信機所發出之信號於受信後，告知有關人員火警發生之設備，若附有防災連動控制之設備者應同時啟動。R 型受信總機係指接受由探測器或火警發信機所發出之信號，或經中繼器或介面器轉換成警報信號，告知有關人員火警發生之設備，附有防災連動控制之設備者應同時啟動之。一機體同時具有兩種以上之控制功能者，稱為複合式受信總機，如「P 型複合式受信總機」、「R 型複合式受信總機」。

以標準廠房消防系統為例，設有火警自動警報系統、緊急廣播系統、泡沫滅火系統、採水及室內消防栓系統、室外消防栓系統、室內排煙系統及標示系統等消防設備，如模擬標準廠房發生火災時，以發現者(定址式火警探測器、人員、水銀開關)不同，可能會產生以下不同之動作流程以通知火警送受信總機，並由火警送受信總機啟動其他連鎖裝置：

(1) 火警探測器自動感應：

由定址式火警探測器先行感應，火災發生時會產生火燄、煙霧及環境升溫，故單元廠房所設之差動探測器及偵煙探測器可能同時感應起火區域，因此將感應訊息及位址傳送予火警中繼器，由火警中繼器傳送火警信號給火警受信總機，火警送受信總機則顯示起火區域，並透過廣播主機中繼器將起火區域通知廣播主機，廣播主機則廣播主機中繼器以聲音告知起火區域人員逃生。同時火警送受信總機輸出信號給予警鈴及排煙系統，警鈴動作同時該區域之排煙系統起動排煙。

(2) 手動起動。

(3) 消防栓起動。

(4) 泡沫系統啟動。

火警自動警報設備係建築物防災系統核心，故在採購設計上之關鍵因素即為廠牌。其實火警自動警報設備依電機控制領域來說，即為感應器-監控系統-連動機構之開迴路控制系統，其原因為一但發生火災，僅需保證人員在最短時間內逃生即可，故相關組件要求簡單、穩定、可靠，組成系統的元件特性和參數值穩定性則透過建築面積計算及國家標準來達成。何謂國家標準？透過國家標準制定辦法第 11 條：國家標準草案經徵求意見後，應送相關類別之技術委員會審查。前項審查，應參酌審查意見彙編及相關資料，並考量技術上達成下列事項：

- (1) 反映國內產製能力及技術水準。
- (2) 改善產品品質及增進產製效率。
- (3) 維持產製與使用或消費之合理化。
- (4) 符合相關之國際標準。
- (5) 依性能上需求而非設計上或描述上之特性制定標準。

非經中央主管機關所登錄機構之認可，並附加認可標示者，不得銷售、陳列或設置使用。故各家廠牌所生產之火警自動警報設備功能僅符合國家標準即可，導致各家廠牌產品生產使用之內部程式、線路、通訊協定均不相同，不同廠商之火警自動警報設備可能無法達到相容及擴充於其它廠商之設備，甚至於為求自家產品上的獨特性，獨自開闢多種功能，並支援並提供相關設計方案給予設計所需者。再者消防設備之建成與新建物落成息息相關，一棟建物使用年限高達 50 年以上，廠商對於自家產品的推陳出新，受日精月異之科技進步及更適合軟體產生之環境影響，新開發生產之設備有時也未必支援舊系統設備，這也造成火警自動警報設備有使用年限上的限制。

如上節所言，每一套火警自動警報設備均有使用年限，造成之原因除上節所提之新開發生產之設備無法支援舊產品外，另一原因就是建築室內隔間的變動，依各類場所消防安全設備設置標準，各類場所按用途及所占面積分別設置相關之消防安全設備，當建物完成後，一經消防安全設備竣工查驗後，火警自動警報設備系統即已完成，但當建築室內受居住者於日後之隔間的變動或用途變更(普通教室改為化學實驗室)，即按各類場所消防安全設備設置標準需重新計算火警自動警報設備之種類、數量及位置，並再經室內裝修管理辦法第 32 條第 4 項重新辦理消防安全設備竣工查驗，想當然爾原先固定的線路需再增設，或許既有火警受信總機偵測點位不足需再增設或增設不能導致需更換火警受信總機，最常見的例子為科學園區標準廠房。

程？分為改建及修建，前者為將建築物之一部份拆除，於原建築基地範圍內改造，而不增高或擴大面積者。後者為建築物之基礎、樑柱、承重牆壁、樓地板、屋架或屋頂、其中任何一種有過半之修理或變更者。對於機電工程(這裡指的是一般水電工程、消防工程、空調工程等)而言，新建工程代表從零開始，依循設計規劃、工程施工到維修保固等施工流程。而修繕工程需依循既有建物框架施工，兩者難度不同。但總結歷來工程經驗，修繕工程之難度大於新建工程。依圖 1 為例，其新建工程之施工步驟為配管、配線、設備安裝、測試。如為修繕工程，如圖 2，則為設備拆除、拆線、配新管、配線、設備安裝、測試等。但消防工程在修繕工程時卻不能使既有設備停止運轉。因此，科學園區標準廠房進行公共區域消防修繕時，依法需向消防機關報備施工中消防防護計畫，並依計畫執行，證明既有消防設備一旦停止運作，仍可透過輔助動作確保火災發生時，仍可進行搶救。(各廠房單元由各承租戶負擔消防設備安檢及修繕)

標準廠房自年建成以來已歷數十多年，火警自動警報設備監控廠房公共區域及各單元廠房內部，惟因廠房原有系統歷經不同租戶改建其內部隔間，使得消防設備及其線路需因應不同租戶需求進行改接，此種改接受不同施工廠商以不同配線及設備安裝方式常導致系統誤判無法確切定址火災發生位置，須以人工逐一清查，且因部份設備年久故障失修導致誤報頻繁，另系統相容零件因廠商不再生產舊型號零配件需求諸於市場庫存造成取得不易。經行政機關與工程顧問公司評估後應更換新系統，以確保火警警報運作功能正常。目前市面新系統受市場機制影響下具備較高穩定性與信賴度及全中文化操作介面下，市面新系統之通信回路可兼容多款不同廠商生產之中繼器、定址發信機及定址探測器，且透過電腦圖形監控設備的人性化操作介面，可強化廠房的防災監控管理能力。

為此以評估後之結論，該修繕工程主要更新項目：

- (1) 火警受信總機主機更新及廣播主機模組更新。
- (2) 各單元廠房模組更新。
- (3) 各樓層公共區域配線、定址偵測器及手動警報器更新。
- (4) 未出租單元變更接線。

2.3 消防工程中新建工程及修繕工程兩者的差異

何謂新建工程？依建築法第 9 條為新建造之建築物或將原建築物全部拆除而重行建築者。何謂修繕工

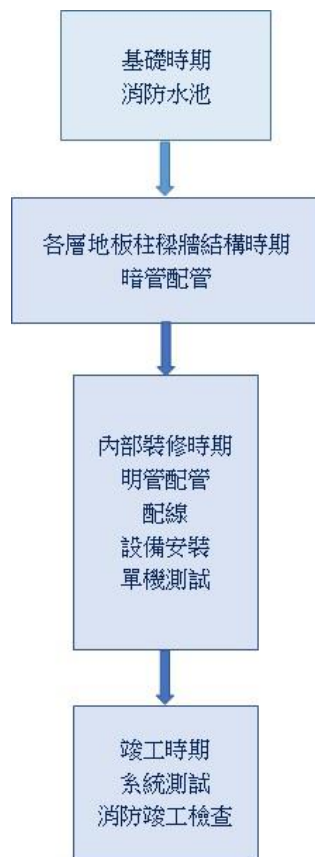


圖 1. 建築新建工程與消防新建工程流程圖

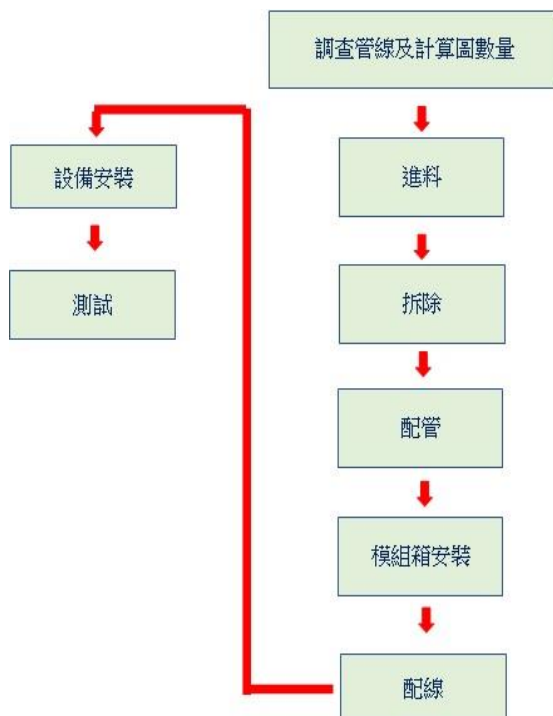


圖 2. 機電修繕工程施工步驟

3. 火災發生時預警系統失靈說明

3.1 某一標準廠房消防修繕工程排程說明如下：

- (1) 自 107 年 4 月 20 日開工，預定完工日期 107 年 10 月 16 日完工。
- (2) 107 年 10 月 5 日至 107 年 10 月 15 日排定為系統整合試車測試，107 年 9 月 26 日至 107 年 10 月 10 日預定進行移報監視及遠端操控介面整合。
- (3) 10 月 9 日之前所有公共區域之定址偵測器及手動警報器均已更新並與新的火警受信總機連線，並與既有火警受信總機離線，同時拆除火警受信總機與廣播主機模組 154 組配線(10 月 9 日拆除 6 小時)。
- (4) 10 月 10 日國定假期進行新舊火警受信總機更換及連結廣播主機、更換與廣播主機連結之中繼器，此項工程需時 20 小時，乃利用國定假期各租戶不上班時減少風險。

3.2 某一標準廠房火災發生及處理經過：

10 月 9 日晚上某一奈米科技廠房突然發生火災，其當時火災事件的事後報告如下：

- (1) 107 年 10 月 9 日 18 時 10-11 分左右，某廠房「某奈米」公司內之發生火災，該公司副廠長於其廠內發現火苗後，自行以自備滅火器滅火不成。
- (2) 18 時 20-21 分左右，該公司同仁下樓向一樓保全室通報向 119 求援後，再折返回公司按壓廠房外部消防警報，處理經過如下：

18 時 23 分 廠房保全室通報 119、管理局緊急災害通報專線、對標準廠房進行全廠廣播撤離、通知維護班切斷北棟電源開關、通知管理局業務承辦科科長等。

- | | |
|-----------|-------------|
| 18 時 30 分 | 消防隊抵達、成立指揮所 |
| 18 時 40 分 | 切斷北棟電源 |
| 19 時 04 分 | 地政科科長向指揮所報到 |
| 19 時 23 分 | 確定起火點、火勢控制 |
| 19 時 58 分 | 火勢熄滅 |
| 21 時 04 分 | 消防隊收隊 |

- (3) 在火災發生前，該租戶(火災戶)已自行關閉單元廠內排煙系統之排煙控制盤總開關，故其排煙系統當時失效。當火災發生時警鈴是正常運作，至於其關閉動作則後續由消防隊處置。

3.3 預警系統失靈(廣播主機離線)原因探討：

- (1) 承商預定於 107.10.10 進行新舊火警受信總機更換、連結廣播主機、更換中繼器及配線(180 組線)，需時 14 小時。

- (2) 107.10.09 先行針對廣播主機模組 154 組配線先行拆除及更換新模組用時約 6 小時。

受信總機無法傳送訊號予廣播主機，廣播主機就無法如期通知標準廠房內人員逃生，幸火災當時正逢國定假日，無人員傷亡云云。

4. 改善消防修繕工程空窗期之方法

根據事後之檢討，包括事前向消防局報備施工中消防防護計畫等等，並藉由公共工程三級品管架構及 PDCA 方法，總結之目前之消防修繕工程缺點如下：

- (1) 火警受信總機更新及廣播主機模組更新(模組：火警中繼器)，因採行一次更換完成，造成準備期及更換工作時間過長，致廣播主機有偵測空窗期。
- (2) 各樓層公共區域配線、定址偵測器及手動警報器更新作業，依契約規定需將連線拆除，連線拆除即造成定址偵測器及手動警報器與既有火警受信總機脫離，產生偵測空窗期，其期間經事後討論竟長達數個月之久。
- (3) 各廠房單元租戶自設消防設備並無納入本次工程範圍內，已知各廠房單元租戶自設消防設備需自行申報消防安全檢查，初期既設消防設備有多少因租戶各自裝璜行為而更動應有之消防連動，導致承攬之工程廠商無法透過火警受信總機掌控各廠房單元租戶既有自設消防設備現況。
- (4) 減少預算(拆除舊線保留舊管更換新線)、保留裝潢及減少工期等工程慣例，或許成為受信總機斷線時間過長之漏洞。

綜上，為避免相同消防修繕工程產生相同結果，如未考量工程預算之下，經業主、設計單位、監造單位及承包商多方討論後，可解決方案如下：

- (1) 考慮新舊並行施工之可行性。
- (2) 市面有否可替代之設備，可補足空窗期之不足。
- (3) 各租戶消防連線是否納入工程中。
- (4) 近期另一標準廠房即將進入細部設計階段，以上 3 點解決方案需納入設計檢討之。

避免修繕工程所產生之工程缺點，同時也解決廣播主機偵測及配線偵測空窗期，本研究提出的設計為仍以單一消防受信主機為主之設計觀點，將新舊並行之施工流程(圖 4)納入新工程契約應注意事項如下：

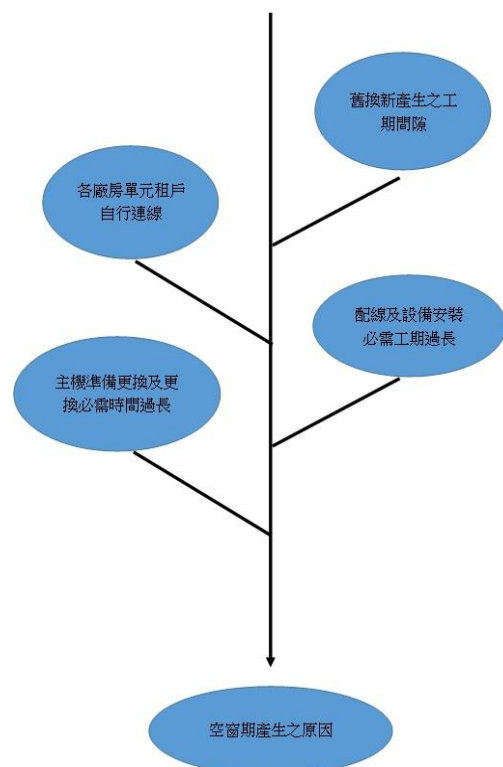
- (1) 將新舊並行的施工流程重點並編列於契約施工說明：
 - A. 舊火警自動警報設備及其線路不拆除使其保有原動作及功能。
 - B. 新設之火警自動警報設備及其管線另行配置於原線路側，配管以明管為主，新設火警探測器設置於舊火警探測器旁。

因此由以上之證據可看出，在 107 年 10 月 9 日至 107 年 10 月 10 日為該火警自動警報設備汰換作業之偵測空窗期，此空窗期中，若發生火警，雖然新的火警受信總機雖可接受到火警訊號，但火警

- C. 新舊火警受信總機及新舊廣播主機中繼器需同設於同一地點。
- D. 新火警受信總機與新設迴路需單獨完成模擬測試。
- E. 新火警受信總機與新廣播主機中繼器先行連線完成。
- F. 訂定新廣播主機中繼器與舊廣播主機連線時間點，以逐層或單一迴路為一施工單位時間，需在一個工作天能完成接線及連線測試，並保證未施工之舊火警受信總機未換裝之其它層及迴路正常。
- G. 若抽換舊管或換新線時，需於一工作日內完成，並於當日與新火警受信總機連線測試。
- H. 最後新廣播主機中繼器與舊廣播主機完成切換後，再將舊設備隔離拆除。

(2) 增設住宅用火警警報器

此方式乃屬借用市售住宅用火警警報器，來解決廣播主機偵測及配線偵測之空窗期。因住宅用單獨型火警警報器可借用自設內部警報系統來警告人們逃離火場，最大特點是自設電源不用連線，缺點是和 P 型火警受信總機一樣，無法即時認定起火源，設置後市售住宅用火警警報器距離警衛室較遠者或機房內之市



售住宅用火警探測器因隔音效果恐無法得知已動作，採用此種方式需搭配大量巡邏人員，故僅能適用於小區域之有人值守之廠房內，無法應用於標準廠房。

(3) 各租戶消防連線是否納入工程中。

各租戶消防連線是否納入工程中，應該是有限度的，該限度即為各租戶之小型火警受信總機之移報配線及測試各租戶消防設備是否正常運作，未能正常運作者，應當場向各租戶告知並列入測試紀錄。

5. 結論

“新舊並行”或“先建後拆”等詞，已被廣泛使用於鐵路、道路、建築、資訊工程中，如同依照既有系統基礎上再複製一套新系統或其改良系統，最後將既有系統全數拆除，故將會產生之工程預算將達既有系統 1.5 倍以上，但此種工法優點主要體現於功能運轉的接續性及安定性，所產生之價值則遠非工程預算可比量之。依此提供某一標準廠房消防系統修繕工程稟持“新舊並行”要件下，期望能改善準廠房消防修繕系統之空窗期產生，確立“新舊並行”可行性。另一方面，由於標準廠房之租戶有科技業、光電業、生技業、生醫業等業者共同組成，其各自生產品之特殊性與差異性，形成不得停產之狀態，無法如同獨立擁有廠房之產業，可視狀態停產以更換消防設備，依“新舊並行”可行性亦可使標準廠房之租戶在不停業狀態下得以更換消防新電控系統，因此本研究所提供特殊性或許能提供尚有相同困擾之產業在不喪失預警功能下一些建議。

6. 參考文獻

1. 徐英凱(2017)。供公眾使用建築物會消防之消防缺失改善-以桃園市為例。萬能科技大學。桃園市。
2. [周泓成(2016)。消防工程之缺失與預防措施。國立成功大學。台南市。
3. 賴易聰(2011)。消防工程產業競爭策略-以 S 公司為例。逢甲大學。台中市。
4. 潘俊文(2019)。地下層太空艙旅店火警搶救之研究。中華科技大學。台北市。
5. 楊忠哲(2018)。火警自動警報設備火災誤報分析與防範對策之研究-以台灣中部地區為例。東南科技大學。新北市。
6. 黃祥修(2015)。燈具與火警探測器整合應用之研究。國立臺北科技大學。台北市。
7. 張為程(2014)。模糊理論應用於消防警報系統之火警緊急疏散設計。國立高雄應用科技大學。高雄市。

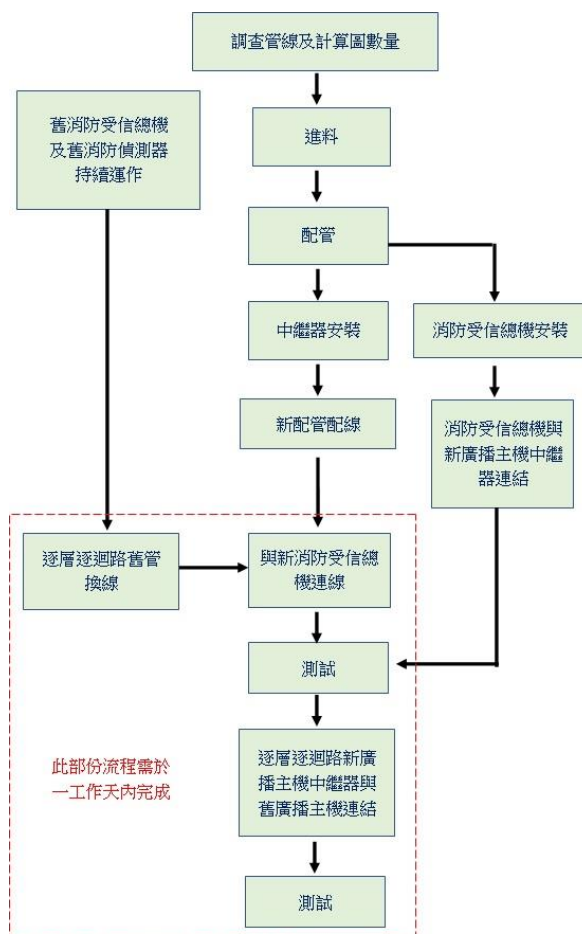


圖 4. 新舊並行之施工流程



高苑學報 第二十六卷 第 90-96 頁 民國一一〇年
Journal of Kao Yuan University Vol. 26 (2021) 90-96

ISSN: 2075-745X

高苑學報
Journal of Kao Yuan
University

Discussion on the early warning design of the fire alarm control system in the standard factory building

Yaote Chang¹, Tun-Cheng Wang¹, Yat-Chen Chen²

Kao Yuan University Department of Electrical Engineering¹
Kao Yuan University Department of Greenery Science and Technology²
E-mail address:t20052@cc.kyu.edu.tw

Abstract

Generally speaking, when the construction steps of the traditional automatic fire alarm equipment repair project coincide meets a fire accident, the blank period which is caused by the replacement of the old and new electronic control system is usually not considered in advance. It **cannot** be avoided and eliminated under the normal schedule because that the construction time of the traditional repair project. On the other hand, owing that the tenants of the standard factory are composed of technology, optoelectronics, biotechnology, biomedical and other industries, the status of non-stop production, and they cannot be viewed as the independent company so that the plant industry can stop production depending on the state of the plant to replace fire-fighting equipment. Therefore, this research proposed the "new and old" construction steps without losing the pre-alarm function for a construction of the standard plant in the fire-fighting system repair project.

Keywords : Standard plant, Fire alarm control system, Pre-alarm.