中國附醫之極早期預警系統運用探討
-以急重症中心大樓變電室配電盤為例

*蔣國良（kuo Liang Chiang）
逢甲大學建設學院
專案管理研究生

**曾　亮（Liang Tseng）
逢甲大學建築專業學院
副教授

***楊朝仲（Chao-Chung Yang）
逢甲大學建設學院
專案管理研究所主任

摘要

針對醫院變電室供電設備供電安全為目的，對於現行建築法、消防法、電業法等規定，無法第一時間在火災發生初期提供有效預警，只能仰賴現傳統式偵煙火警探測器動作及跳電，此時火災產生已然對醫院變電室供電造成極大的災害。依國內外相關已有文獻及相關企業增設已使用之極早期火災預警系統偵測方式等分析做探討，即時發現異常設備並立即緊急應變達到減災之效果。

依據變電室配電盤自行增加極早期預警設備運用研究得結果：極早期預警設備屬主動式空氣取樣式偵測範圍從 0.005 (%obs/m)到 20(%obs/m)，經 2 種方式模擬煙霧檢測數據為 0.879(%obs/m)及 12.295(%obs/m)皆警報，而消防法規設置之偵煙屬被動型建置成本高及靈敏度偏低且調節範圍很小靈敏度大多為 3(%obs/m) ~ 5(%obs/m)不可調遮蔽率，經 2 種方式模擬煙霧檢測數據為 0.499(%obs/m)無警報及 3.486(%obs/m)有警報。此結果可得知醫院使用此預警系統可讓醫院提供足夠應變時間，故此研究結果作為其他分院建築物變電室配電盤之參考及改善依據。

關鍵字：極早期預警設備、中國附醫、急重症中心大樓

Discussion on the Application of the Extremely Early Warning System of China's Affiliated Doctors-Take the Switchboard in the Transformer Room of the Emergency and Critical Care Center Building as an Example

Abstract

For the purpose of power supply safety for the power supply equipment in the hospital substation, the current construction law, fire protection law, electrical industry law and other regulations cannot provide effective early warning at the first time of the fire. It can only rely on the current traditional smoke detection detectors and the operation and Power jump, at this time the fire has already caused a great disaster to the power supply of the hospital's transformer room. Based on relevant domestic and foreign existing documents and analysis of the detection methods of extremely early fire warning

systems that have been added by relevant companies, the abnormal equipment can be found immediately and emergency response to achieve the effect of disaster reduction.

According to the results of the research on the application of the extremely early warning equipment added by the power distribution panel of the substation: the extremely early warning equipment is an active air sampling detection range from 0.005 (%obs/m) to 20 (%obs/m), through 2 methods The simulated smoke detection data is 0.879 (%obs/m) and 12.295 (%obs/m) both alarms, and the smoke detection set by fire laws is a passive type, which has high cost, low sensitivity and small adjustment range. The sensitivity is mostly 3 (%obs/m) ~ 5(%obs/m) The non-adjustable shielding rate, the simulated smoke detection data by two methods is 0.499 (%obs/m) without alarm and 3.486 (%obs/m) with alarm. This result shows that the use of this early warning system in the hospital can provide the hospital with sufficient response time. Therefore, the results of the study are used as a reference and a basis for improvement of the switchboards of other branch buildings.

Keywords: Very early warning equipment, China Affiliated Medical, Emergency and Critical Care Center Building

壹、　緒論

本節探討變電室配電盤以極早期預警設備進行探測補強現行消防法法規規定設置傳統型式的多點煙霧偵測器，利用吸入式及取樣空氣通過雷射裝置，進行相關的煙霧濃度測量偵測動作，提供火災可能性的預警動作探討，進而改善及增加變電室配電盤能夠在出現火災前，提供偵測結果，以便減少火災的危險性。

1-1 研究動機與目的

1-1-1 研究動機：醫院因醫療行為使用儀器眾多，使得醫療從業人員、病患及家屬暴露供電安全危險因子的空間裡。中國附醫之急重症中心大樓變電室每年依電業法第 60 條規定定期執行停電耐壓檢測及不斷電熱顯像檢測，檢測結果皆正常，但某一晚上一電容器因絕緣裂化導致冒煙自燃，從故障排除至排煙完成耗時 4 小時，因此為求醫院用電及供電需求安全，故與柏見科技股份有限公司配合使用極早期預警設備達到有效初級減災之預防。

1-1-2 研究目的：為了增進醫院供電安全利醫療從業人員、病患及家屬之工作及就醫安全，故針對電力變電室盤體增加自動預警檢知設備做探討。

（一）探討現行消防法檢知報警設備預警功能及現況。

（二）了解變電室配電盤箱體消防預警功能及檢知方法。

（三）整合既設消防報警設備及極早期預警設備之重點。

（四）提供醫院針對電力變電室電力設備消防前期預警之功能。

1-2 研究主題與內容

1-2-1 研究主題：本文之研究對象是中國醫藥大學附設醫院急重症中心大

樓，2007 年啟用，建築規模為地下 2 層，地上 18 層，本次研究範圍是在地下一樓電力變電室(如圖 1-1)電力設備之維護管理潛在危險與異業討論，並提出改善計劃，其工作內容：找出配電盤箱體電容器自燃前期預警之方法、提出對策及緊急應變等項目。

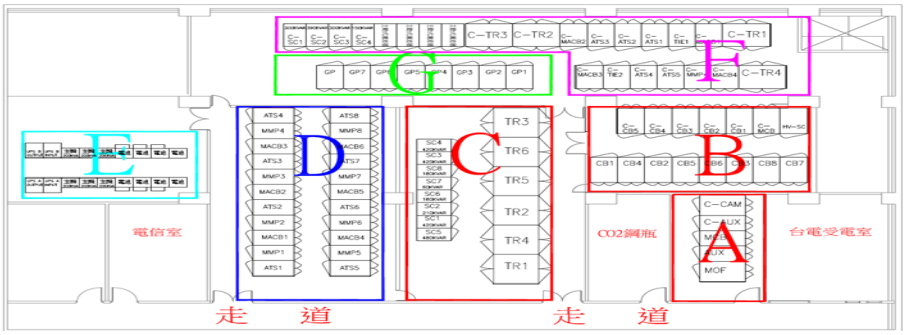


圖 1-1 變電室供電配電盤區域圖

1-2-2 研究內容：研究內容從預防電容器初期減災為主軸探討極早期預警設備運用於變電室配電盤，分為下列幾個面向做研究：

(一)依現行消防法法規設置於變電室設備：

1.報警設備：消防受信總機、廣播主機、監控電腦連線消防受信總機。

2.依法規變電室設置消防設備項目：((偵測設備：偵煙感知器)。/(滅火設備項目：CO_2、排氣機….)) 法規項目(如表 1)。

(二)文獻及異業使用極早期預警設備：項目極早期主機分析儀、管路吸入分配等(如表 2)。

表 1 既設消防法規設備表

設備名稱	CO_2 控制盤	煙霧偵測器	消防受信總機
設備照片			
設備功能	啟動 CO_2 控制盤	機房煙霧偵測	防災中心警報盤
分類	法規內		

表 2 極早期預警設備表

設備名稱	極早期主機分析儀	管路吸入分配	極早期移報盤
設備照片			
設備功能	煙霧偵測分析	盤體吸入管路	中控室報警盤
分類	法規外		

貳、文獻探討

2-1 法規文獻探討

依消防法第 6 條及消防安全設備設置標準第 18 條規定：發電機室、變壓器室及其他類似之電器設備場所，樓地板面積在二百平方公尺以上者之用電場所，應設置自動警報裝置及水霧或 CO_2 及乾粉滅火器等滅火設備。依內授消字第 1050823281 號令制(訂)定潔淨區消防安全設備設置要點第 7 條第 2 項第 1 款規定設置吸氣式偵煙探測系統遮蔽率靈敏度小於 0.6(%obs/m)適用於無塵室廠房內。自動警報裝置市面上多屬型式的多點煙霧偵測器，利用離子化裝置或光電擴散裝置進行煙霧的偵測，而且多點偵測器的最佳警報範圍為 3(%obs/m) ~ 5(%obs/m)

2-2 極早期預警設備文獻探討

經調查國內論文研究文獻與異業聯盟極早期預警設備說明如下：

由於變電室火災可能會造成財物損失、增加停機維修的成本、同時火災後的滅火劑清理程序，有可能成為另外 1 個問題，目前台灣業界依賴的傳統消防煙霧偵測器(等待型監測)，且因安置於天花板會有繞流等因素干擾只能待煙霧迷漫及跳電時才能發現配電盤內出狀況進而啟動滅火設備，此時已影響醫院供電及環境安全。極早期預警設備系統利用內部的抽氣風扇，經由管路在火災區域內進行空氣取樣，以連續流動的形式將空氣抽入感測器內 (如圖 2-1、圖 2-2)，利用設備中的雷射裝置高的感測能力進行相關的煙霧濃度偵測，不論在空氣流動快慢的狀態下，都能夠提供感測器連續型式的空氣取樣動作，具有早期檢測火災煙霧的預防能力。而極早期預警設備煙霧偵測器，可以進行光源狀態下的光源煙霧遮蔽效應感測，因此光源的遮蔽效應，便能成為煙霧濃度的參考值，同時準確度可以到達 0.005(% obs/m)，因此高感度的偵測動作，能夠在出現火災前，提供偵測結果，以便減少火災的危險性。

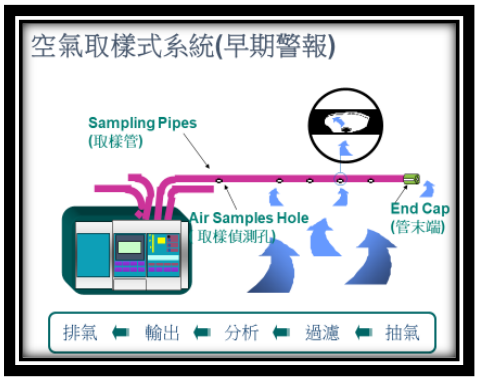


圖 2-1 極早期預警設備示意圖

圖 2-2 極早期預警設備照片

參、煙霧預警標準與偵測方式

3-1 消防設置煙霧偵測器與極早期預警設備預警標準：

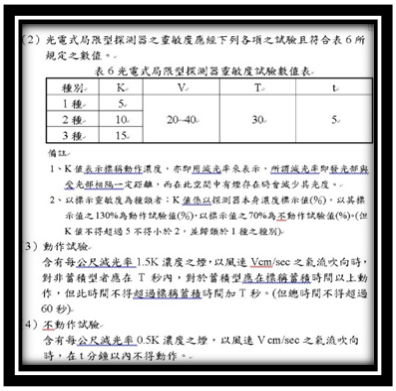
3-1-1 消防設置煙霧偵測器檢測標準：離子式煙霧偵測器中含有少量的輻射

性物質－鋂- 241(Americium-241)，它的原理是在一對電極中形成電流。當有煙霧微粒進入時，微粒將造成電流減少，在其減少量達一定值以上時，偵測器即開始發出警報。

光電式煙霧偵測器的原理是偵測器之受光部份於平時能正常收受由發光部射出之光束，當煙霧進入探測器內，將會遮去部分光源，使得受光部之受光量減少，當光量減少達到一定值時，偵測器開始發出警報(如表 4、表 5)。

3-1-2 依極早期預警設備檢測標準：依環境、溫度及濕度及背景值皆不同故設備能自動判讀設定(如表 6、圖 3-1、圖 3-2)。

表 4 光電式探測器法規規範表



(2) 光電式局限型探測器之靈敏度應經下列各項之試驗且符合表 6 所規定之數值。

表 6 光電式局限型探測器靈敏度試驗數值表

種別	K	V	T	t
1 種	5	20~40	30	5
2 種	10			
3 種	15			

備註

1、K 值表示標稱動作濃度，亦即照減光率來表示，所謂減光率即發光部與受光部相隔一定距離，而在此空間中有煙存在時會減少其光度。

2、以標示靈敏度為種類者：K 值係以探測器本身濃度標示值(%)，以其標示值之 130%為動作試驗值(%)，以標示值之 70%為不動作試驗值(%)。(但 K 值不得超過 5 不得小於 2，並歸類於 1 種之種別)。

3) 動作試驗

含有每公尺減光率 1.5K 濃度之煙，以風速 Vcm/sec 之氣流吹向時，對非蓄積型者應在 T 秒內，對於蓄積型應在標稱蓄積時間以上動作，但此時間不得超過標稱蓄積時間加 T 秒。(但總時間不得超過 60 秒)。

4) 不動作試驗

含有每公尺減光率 0.5K 濃度之煙，以風速 V cm/sec 之氣流吹向時，在 1 分鐘以內不得動作。

表 5 光、離電式探測器規定預警

普通點式煙感探測系統	
離子	光電
電離方式	
天然物質產生的煙霧，粒子直徑0.01—0.1μm	
5-9% obs/m不可調	
鋂241 α放射源1個收集極	
相對測量	
只顯示達到閾值的報警資訊，不顯示未達報警	
一般只設定一個報警閾值，個別設有預警	

表 6 極早期預警設備預警表：

閾值設置範圍 （四個警報級）	警報(ALERT)：0.005(% obs/m) -1.990(% obs/m) 動作(ACTION)：0.010(% obs/m) –1.995(% obs/m) 火警 1(FIRE 1)：0.015(% obs/m) -2(% obs/m) 火警 2(FIRE 2)：0.020(% obs/m) -20(% obs/m)
參考	補償對於外部環境條件

附註：以上為常見範圍值 (資料來源 VESDA)。

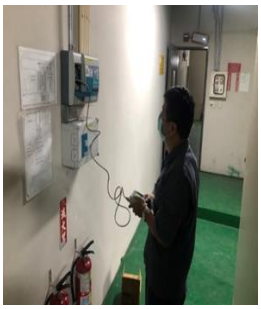
3-2 消防設置煙霧偵測器與極早期預警設備偵測方式：

依消防法各類場所消防安全設備設置標準第二章警報設備第 114 條規定：探測器應依裝置場所高度，就(表 7、圖 3-3)選擇探測器種類裝設。但同一室內之天花板或屋頂板高度不同時，以平均高度計，屬等待型偵測。

極早期預警設備偵測方式使用直流馬達主動抽取保護區內的空氣進行採樣分析(如圖 3-4)。

表 7 各類場所高度設置消防警報設備設置標準表

裝置場所高度	未滿四公尺	四公尺以上未滿八公尺	八公尺以上未滿十五公尺	十五公尺以上未滿二十公尺
探測器種類	差動式局限型、差動式分布型、補償式局限型、定溫式、離子式局限型、光電式局限型、光電式分離型、火焰式。	差動式局限型、差動式分布型、補償式局限型、定溫式特種或一種、離子式局限型一種或二種、光電式局限型一種或二種、光電式分離型、火焰式。	差動式分佈型、離子式局限型一種或二種、光電式局限型一種或二種、光電式分離型、火焰式。	離子式局限型一種、光電式局限型一種、光電式分離型一種、火焰式。



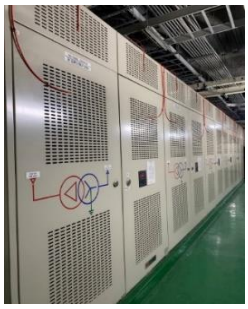


圖 3-1 環境背景值校正圖　　圖 3-2 環境背景值校正數據圖

圖 3-3 偵煙感知器裝設天花板圖　　圖 3-4 極早期主動式偵測圖

肆、成果分析與比較

一、探測方式及原理：

1、傳統消防煙霧偵測器又可分離子式煙霧偵測器、光電式煙霧偵測器：

(1)分離子式煙霧偵測器：原理是偵測器之受光部份於平時能正常收受由發光部射出之光束，當煙霧經熱繞流進入探測器內，將會遮去部分光源，使得受光部之受光量減少，當光量減少達到一定值時，偵測器開始發出警報，此時肉眼已可明顯看見煙霧。

(2)光電式煙霧偵測器：原理是偵測器之受光部份於平時能正常收受由發光部射出之光束，當煙霧經熱繞流進入探測器內，將會遮去部分光源，使得受光部之受光量減少，當光量減少達到一定值時，偵測器開始發出警報，此時肉眼已可明顯看見煙霧。

2、極早期預警設備：原理是通過抽氣泵不斷地往取樣管網中採集空氣樣品，取樣之空氣將通過二階段過濾網，去除了空氣中的灰塵和雜物，過濾後的取樣空氣進入鐳射探測室並結合鐳射源，2 個光接收器，三維立體圖象分析(鐳射散射)進行探測，當射源產生折射時，此時肉眼尚無明顯看見煙霧，但可聞到味道。

二、探測範圍：

1、傳統消防煙霧偵測器：依消防法各類場所消防安全設備設置標準第 122 條規定(如表 8)。

表 8 探測器種類及有效探測範圍表

裝置面高度	探測器種類及有效探測範圍（平方公尺）	
	一　種　或　二　種	三　　種
未滿四公尺	150	50
四公尺以上未滿二十公尺	75	-

2、極早期預警設備：一套極早期預警設備有效防護面積最大可達 2,000m^2。

三、適用環境：

1、傳統消防煙霧偵測器：依消防法各類場所消防安全設備設置標準第 118 條規定(如表 9)。

表 9 探測器適用環境表

設置場所	樓梯或斜坡通道	走廊或通道（限供第十二條第一款、第二款第二目、第六目至第十目、第四款及第五款使用者）	昇降機之昇降坑道或配管配線管道間	天花板等高度在十五公尺以上，未滿二十公尺之場所	地下層、無開口樓層及十一層以上之各樓層（前揭所列樓層限供第十二條第一款、第二款第二目、第六目、第八目至第十目及第五款使用者）
偵煙式	○	○	○	○	○
熱煙複合式	○	○	○	○	○
火焰式	○	○	○	○	○

2、極早期預警設備：適合安裝於高科技半導體電子廠房、無塵室、IT 機房、中控室、電氣室、金融資訊中心、通信基地台、發電廠、醫院、物流倉儲、藝術展覽館及古建築遺產、紡織廠、菸廠、冷藏室、造紙廠、廢物處理廠、化肥廠…等多種場域，尤其以變電室大型配電盤內無裝設傳統消防煙霧偵測器最適宜。

四、成果分析與比較：

消防設置煙霧偵測器與極早期預警設備使用儀器設備(如表 10、表 11)，SMOKE CHECK 環保偵煙煙霧探測器測試噴劑壓放及長壓風速檢測結果(如表 12)，成果分析與比較(如表 13)，最近發現主動式濾波器盤體內電容器劣化冒煙於第一時間斷電減低災害擴大(如表 14)：

表 10 使用儀器設備表

設備名稱	SMOKE CHECK 環保偵煙煙霧探測器測試噴劑	30cm 鐵尺	極早期程控器

設備照片			
設備功能	模擬煙霧	距離量測	煙霧濃度檢測

表 11 風速計校正表

設備名稱	線型風速計	校正歸零	
設備照片			
設備功能	環保偵煙煙霧探測器測試噴劑風速		

表 12 SMOKE CHECK 環保偵煙煙霧探測器測試噴劑壓放及長壓風速檢測結果表

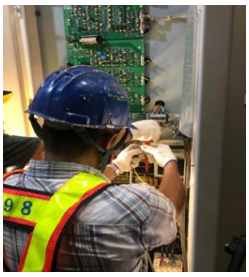
量測方式	短暫壓放	長壓 2sec
結果照片		
風速數據	0.2m/sec	2.3m/sec

表 13 成果分析與比較表

設備名稱	傳統光電煙霧探測器	極早期預警設備
檢測照片 距離 30cm		
噴霧務器壓放 3 次	無警報	有警報

噴霧務器長壓 2sec	有警報	有警報

表 14 發現主動式濾波器電容器劣化冒煙表

故障設備	檢室配電盤	盤體狀況	電容器裂化
主動式濾波器盤體			

由以上結果得知，傳統光電煙霧探測器屬被動型探測器需讓煙霧繞動進入探測器內才能遮斷光電照設發出警報，極早期預警設備屬主動型探測器需少許煙霧即可被設備吸入進入分析發出警報。

伍、結論與建議

經煙霧預警標準與偵測方式、成果分析與比較等章節得結論與建議：

5-1 結論：

對於以急重症中心大樓建築物電力變電室配電盤以既有現行法規及消防設備用於醫院一般配電盤做消房預警及滅火等確有補強之處。本研究結論如下：

(一)現行消防法檢知報警設備預警功能及現況：依現行法規屬必須設置消防警報設備，適用於機房居室內，但電力變電室配電盤屬居室內大型鐵殼密閉小型空間，當事故發生持續到一定時間後，將影響盤體其他設備而導致設備燒損，引起供電事故。

(二)變電室開關箱體消防預警功能及檢知方法：目前現行消防法規無法於初期設備故障時立即檢測出電力設備問題。

(三)整合既設消防報警滅火設備及極早期預警設備之重點：極早期火災測技術在國外發展已有一段時間，國際上對於該類技術也有相關規範與標準例如 EN54-20，FIA ，NFPA 76，NFPA 318，BS 6266 及 GB 15631-2008 等，可供應接點移報到防災中心消防受信總機及啟動滅火設備。

(四) 針對醫院電力供應品質良好處所提供消防前期預警之功能及爭取緊急應變時間。

(五) 測試研究結果如下(表 15)：

表 15 測試研究結果比較表

設備名稱	傳統光電煙霧探測器		極早期預警設備	
動作及數據	有無警報	遮蔽率 (%obs/m)	有無警報	遮蔽率 (%obs/m)
噴霧務器壓放 3 次	無警報	0.499	有警報	0.879
噴霧務器長壓 2sec	有警報	3.486	有警報	12.295

檢測距離 30cm

5-2 建議：

(一)、本研究是以醫院電力變電室管理運用極早期預警設備做探討。因急重症中心大樓整體建築物是以急重症治療為主，包含急診室、手術室及放射線檢查(核醫、放射腫瘤、MRI)等高用電之設備，使用電量龐大，故在供電安全管理措施下，在法規以外的檢知措施規劃極早期預警設備。

(二)、藉由急重症中心大樓進行電力變電室管理為範本，可做為醫院對分院建築物進行自設電力變電室運用之參考。

參考文獻

1、 賴葦芸，「高科技廠房防火安全性能研究-避難安全評估」，碩士論文，國立交通大學機械工程系，2001。

2、 鍾玉慰，「高科技廠房無塵室極早型火警偵測器佈點」，未出版碩士論文，國立交通大學工學院碩士在職專班產業安全與防災學程，2005。

3、 林逸青，「以 FDS 軟體驗證 12 吋半導體廠房消防系統設計之研究」，未出版碩士論文，國立雲林科技大學環境與安全工程系碩士班，2010。

4、 邱文豐、葉文心、宮肇猷，「極早期火災偵測與通報系統之應用研究」，內政部建築研究所委託研究報告，內政部建築研究所，2011。

5、 張燕豐，「變電站極早期系統於火災偵測之研究」，碩士論文，中華科技大學土木防災工程研究所在職專班，2012。

6、 葉書村，「科技廠房無塵區域外極早期偵煙系統設置最佳化研究」，碩士論文，長榮大學職業安全與衛生學系碩士在職專班，2014。

7、 蔣國良，「中國醫藥大學附設醫院之自設電力變電室管理之探討-以急重症中心大樓為例」，中華民國營建工程學會第十八屆營建產業永續發展研討會期刊，逢甲大學建設學院專案管理研究生，2020。

8、 蔣國良，「中國附醫變電室紅外線熱影像儀運用探討-以立夫醫療大樓為例」，第 33 屆建築研究成果發表會期刊，逢甲大學建設學院專案管理研究生，2021。

9、 內政部消防署，「消防法各類場所消防安全設備設置標準」，2021 修正 2022 實施。