

# 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

中華民國 100 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

國科會 GRB 編號：PG10001-0251

本部計畫編號：100301070000G1009

# 極早期火災偵測與通報系統之 應用研究

受委託者：黎明技術學院

研究主持人：林哲次

協同主持人：鄭紹材

研 究 員：邱文豐

研究助理：葉文心、宮肇猷

## 內政部建築研究所委託研究報告

中華民國 100 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

## 目次

目次.....	I
表次.....	III
圖次.....	V
摘要.....	VII
ABSTRACT.....	XIII
第一章 緒論.....	1
第一節 研究緣起與動機.....	1
第二節 研究目的.....	3
第三節 研究方法與流程.....	3
第四節 研究範圍與限制.....	5
第五節 名詞解釋與定義.....	6
第二章 文獻探討與分析.....	9
第一節 ASD 偵測技術的發展.....	9
第二節 ASD 偵測技術的應用.....	18
第三節 ASD 的應用概況.....	26
第三章 極早期探測技術於性能設計之通用設計應用指南草案.....	29
第一節 考量場所特性.....	29
第二節 空氣取樣方式.....	32
第三節 適用場所及取樣方式.....	41
第四節 火警警報設備同等性能設計.....	43
第四章 性能驗證實驗.....	49
第一節 挑高空間試驗.....	50
第二節 機房試驗.....	56
第三節 一般居室試驗.....	59
第四節 討論.....	63
第五章 極早期探測技術功能測試的規範建議草案.....	65
第一節 性能測試.....	65
第二節 檢修基準.....	66
第六章 消防安全設備有關設置規定之增修建議草案.....	71
第一節 火警分區.....	71
第二節 探測器裝置場所高度及選擇裝設種類.....	73
第三節 探測器之裝置位置與氣流大小關係.....	75
第四節 偵煙式探測器設置場所限制.....	75
第五節 選擇與設置規定.....	77
第六節 小結.....	80

第七章 極早期探測技術之智慧化防火功能.....	89
第一節 多階段式通報機制.....	90
第二節 多元火災偵測技術的整合.....	92
第三節 ASD 與防火避難的相關性.....	95
第八章 結論與建議.....	101
第一節 結論.....	101
第二節 建議.....	103
附錄一 評選審查意見及處理回應.....	105
附錄二 期中報告審查會議意見及處理回應.....	109
附錄三 期末報告審查會議意見及處理回應.....	111
附錄四 專家學者座談會紀錄及意見處理情形一覽表.....	117
附錄五 工作會議記錄.....	131
附錄六 電力過載聚氯乙烯塗佈線（2米）之系統性能測試.....	139
附錄七 煙霧顆粒性能測試.....	141
參考書目.....	143

## 表次

表 2-1	各國檢測 ASD 之項目比較 .....	17
表 2-2	ASD 靈敏度分類及其應用場合 .....	22
表 2-3	ASD 設備安裝適用場所案例 .....	26
表 3-1	偵煙式探測器高速氣流交換區域局限型（取樣點）涵蓋面積 .....	39
表 3-2	適用場所及設置取樣方式 .....	42
表 3-3	ASD 設備性能核准內容(案例).....	44
表 3-4	ASD 設計核准內容(案例).....	47
表 4-1	性能驗證實驗規畫表 .....	49
表 4-2	挑高空間試驗每個取樣管之取樣孔配置情形 .....	51
表 4-3	挑高空間試驗結果 .....	53
表 4-4	機房試驗每個取樣管之取樣孔配置情形 .....	56
表 4-5	機房試驗結果 .....	57
表 4-6	倉庫區試驗結果 .....	60
表 4-7	辦公區試驗結果 .....	61
表 5-1	系統性能測試表 .....	65
表 6-1	探測器種類及裝置場所高度 .....	73
表 6-2	ASD 設備安裝高度 .....	74
表 6-3	設備標準第 117 條所列場所得選擇設置之適當探測器.....	76
表 6-4	偵煙式、熱煙複合式或火焰式探測器選擇設置 .....	77
表 6-5	局限型偵煙式探測器有效探測範圍 .....	77
表 6-6	取樣孔位置 .....	78
表 7-1	不同火災產生氣體的濃度 .....	92
表 7-2	特殊氣體與偵測濃度 .....	93
表 7-3	火源成長模式係數 .....	97



## 圖次

圖 1-1	研究流程如圖 .....	4
圖 2-1	ASD 氙燈光電極早型偵煙式探測器 .....	11
圖 2-2	ASD 雷射光探測器結構 .....	12
圖 2-3	懸浮粒子進入雲霧室被水分子包圍前不相同大小的情形 .....	13
圖 2-4	懸浮粒子進入雲霧室被水分子包圍後成相同大小的情形 .....	14
圖 2-5	雲霧室發展歷史 .....	14
圖 3-1	隱藏式取樣管路 .....	33
圖 3-2	高氣流運動空間每一偵煙探測器有效防護面積 .....	39
圖 3-3	ASD 取樣管路圖例 .....	40
圖 3-4	不同取樣管傳輸時間比較 .....	41
圖 3-5	極早期偵煙式火警探測(ASD)性能設計流程圖 .....	48
圖 4-1	貓道下方的水平面 ASD 抽氣取樣管配置示意圖 .....	50
圖 4-2	垂直 ASD 抽氣取樣管配置示意圖 .....	51
圖 4-3	垂直配管現場情形 .....	54
圖 4-4	水平配管現場情形 .....	54
圖 4-5	煙霧顆粒發煙情形(穩定氣流).....	54
圖 4-6	煙霧顆粒發煙上升情形(穩定氣流) .....	54
圖 4-7	煙霧顆粒發煙情形(自然對流).....	55
圖 4-8	煙霧顆粒發煙上升情形(自然對流) .....	55
圖 4-9	油盤點燃情形(穩定氣流).....	55
圖 4-10	油盤發煙上升情形 (穩定氣流).....	55
圖 4-11	油盤點燃情形(自然對流).....	55
圖 4-12	油盤發煙上升情形(自然對流).....	55
圖 4-13	電信機房內 ASD 抽氣取樣管配置示意圖 .....	56
圖 4-14	左側風機之上方進風口(LINE A) .....	58
圖 4-15	右側風機之上方進風口(LINE B) .....	58
圖 4-16	天花板下方取樣管(LINE B).....	58
圖 4-17	地板下方取樣管(LINE D) .....	58
圖 4-18	電力過載試驗.....	58
圖 4-19	一般居室案例-倉庫區內 ASD 抽氣取樣管配置示意圖 .....	60
圖 4-20	一般居室案例-辦公區內 ASD 抽氣取樣管配置示意圖 .....	61
圖 4-21	倉庫內為一般潔淨度空間.....	62
圖 4-22	倉庫內天花板下方既有取樣管.....	62
圖 4-23	加裝局限型探測器於取樣孔旁.....	62
圖 4-24	電力過載實驗.....	62
圖 6-1	火警分區內搜尋距離圖說 .....	73
圖 7-1	火警通報時程分析圖(上圖)比對 ASD 系統四階段通報時序圖(下圖).....	91
圖 7-2	T-SQUARE 火源成長曲線 .....	96
圖 7-3	熱釋放率與近似曲線圖 .....	98



## 摘要

關鍵詞：極早期火災偵測、通報系統、空氣取樣

### 一、研究緣起

由於現代建築的複雜化與大規模化，面對火災的發生，若可以在最短時間內發出正確的警報，並進行滅火與避難行動，可減低災害災情。火警警報系統為整個主動防火系統(偵測、滅火與避難導引)的前哨，而火災行為的探測可依據火災發生與成長過程不同階段產生的物理、化學反應所伴隨的元素，諸如：不可見煙(熱釋粒子)、可見煙、火焰、熱，因此不同的探測技術的選用須考量被保護空間的特性與需求(如我國各類場所消防安全設備設置標準、NFPA 72、BS PD7974-選用火警探測器的原則)。針對火災初期發展階段的火災探測，極早期火災偵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。在國內實際應用上，高科技廠房或一些特殊空間皆廣泛地使用「空氣取樣型的偵煙探測器」(Air sampling type detector)的原因，乃著眼於其極早偵知且能分階段發出警報之功能。透過高科技極早期火災偵測技術，掌握狀況的先機，正確的資訊通報，配合通報系統可以提供快速且安全的報警能力，正確與快速的避難引導，以及保護人命財產安全。

本計畫主要，擬就傳統式火災探測設備系統之外各項極早期火災偵測設備技術，針對其偵測原理、功能測試規範、建築物應用類型等進行系統化之分析，探討與火警反應通報系統與避難時間的關聯性，歸納極早期火災偵測技術應用上之限制與防火性能設計(PBD)應用模式之條件，以求具體落實於實際防火工程設計中。另一方面，可做為各類場所消防安全設備設置標準增修之參考，提供建築物防火安全設計、審勘上輔助工具，亦期能有系統與有效地推動防火防災智慧化技術之結合應用發展。

本研究之成果如下：

1. 提出極早期探測技術於性能設計之應用方式，建置通用設計應用指南草案，以供未來防火設計參考。
2. 提出極早期探測技術功能測試的規範建議草案。

3. 提出智慧型極早期探測技術內容及其智慧化防火功能。
4. 提出「各類場所消防安全設備設置標準」第二編第二章警報設備之增修建議草案。

## 二、研究方法及過程

本研究方法乃依據國外相關法規與研究報告，先歸納出目前能達到極早期火災探測的技術，即為「抽氣式偵煙探測器系統 Aspiration Smoke Detector System」(簡稱 ASD 系統)，再參照 ASD 的相關規定擬訂各個目標草案，同時參考國外目前設計守則與性能驗證方法，設計三種典型性能驗證試驗，以涵蓋各種不同靈敏度的性能測試。最後透過兩次學者專家會議完成上述成果。

## 三、重要發現

本研究經過文獻回顧、驗證實驗與專家座談，研究發現與成果歸納如下：

1. 根據 NFPA 及 EN[1-4,13]對極早期火災偵測的定義，並比較目前的火災偵測技術後，歸納出唯有 ASD 系統能夠達到極早期偵測的能力。相關 ASD 的通用設計應用指南與性能測試規範草案業於第三及五章提出；驗證設計應用指南的性能驗證實驗及結果分析於第四章有詳細說明。在性能驗證實驗中證實「ASD 系統」比「傳統局限型偵煙探測器」更早偵測到極早期火災的現象。雖然一般的 ASD 系統俱備較廣的靈敏度範圍，從「極高靈敏度 Class A」到「一般感度的 Class C」，實驗中發現，即使比傳統局限型偵煙探測器較差靈敏度的 ASD 取樣口，都能更早發出警示訊息，主要是「主動抽氣」的特性，傳統探測器的進氣柵門設計並不利於氣體流入。

2. 實驗中證實局限型探測器在某些挑高、氣流速度快的不適用，因此於第六章提出場所標準中警報設備之增修建議草案。由於 ASD 系統(垂直佈管或水平佈管)的偵測性能主要受防護空間內氣流場所主宰，因此取樣孔的數量多寡與配置位置的安排直接影響系統能否極早發出警示訊息，或取代局限型探測器。「取樣孔的數量」影響每個孔的「靈敏度」及「累積作用」，「取樣孔配置位置」影響是否能擷取到含燃燒粒子的空氣樣本，二者相輔相成。

3. 本研究有關極早期火警警報設備抽氣型偵煙式探測器，除一般場所應用外，可採用研究成果第六章建議之標準增修條例式內容來設計與配置外，對於高速氣流環境(1.5m/sec以上)、挑高天花板(高度25m以上)及大型空間(火警分區2000m<sup>2</sup>以上)者，仍應採同等的性能設計，其步驟建議如圖3-5，以提供讀者進行相關設計時之參考。

4. 實驗結果證明不同場所環境對探測器靈敏度反應快慢的要求，可依據 FIA 的建議(表 2-2)，搭配相對應的性能測試方式(表 5-1)，能證實系統的正確選用及達到其期望的偵測反應度。值得一提的是，長久以來本地 ASD 廠商皆採用 1 公尺 PVC(或等同線材)來進行實驗，但當本驗證實驗依據表 5-1 中，天花板高度未超過 3 公尺則用 2 公尺 PVC 進行實驗後，發現 ASD 的系統都能在規定的時間內偵測到煙霧，證明表 2-2 及表 5-1 的可接受性。

5. ASD 系統的「多階段通報門檻」(Multiple Alarm Thresholds)及「異常狀況警示」(Condition Warning)的性能，能滿足智慧化能力中俱備「極早偵測能力」的基本前提。此外結合氣體偵測器與其他先進偵測技術(光纖熱偵測器、紅外線熱像儀,...等)，交叉比對來進行「辨識與確認」的工作，可達到智慧化防火的功能。

6. 由於 ASD 能在  $t_0$  階段發出警視訊息，有助於滅火與避難的提早進行，或更甚者不需啟動避難機制。此優點也可作為「原有合法建築物改善避難設施的技術」加分選項之一。

#### 四、主要建議事項

本研究在極早期火災偵測與通報系統應用方面提出下列具體建議。以下分別從立即可行的建議、及長期性建議加以列舉。

##### 建議一

##### 立即可行建議--推動ASD系統火警探測與應用之教育訓練課程

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部消防署、台灣建築中心、中華民國消防設備師公會全聯會、中華民國消防設備師(士)協會

目前ASD系統被誤認為誤報頻繁的原因之一是缺乏「有經驗的人員」加以辨識與確認，在智慧化防火系統尚未建立之前，應加強人員訓練以提升辨識與確認能力，避免將極早期火災歸類為誤報，而喪失「防微杜漸」的先機。建議可以結合台灣建築中心相關研討會及函送各消防設備師（士）公會納入課程推廣。

## **建議二**

**中長期建議—推動ASD系統納入設置標準內，並建置通用設計應用指南及性能測試規範**

**主辦機關：**內政部消防署

**協辦機關：**內政部建築研究所、中華民國消防設備師公會全聯會、中華民國消防設備師(士)協會

在國外的應用實例與法規中，是依被保護空間對偵測系統反應時間的要求，而採用不同等級的 ASD 探測器(A, B, C 級)再搭配不同的空氣取樣方式(primary, secondary sampling,...etc)，可廣泛地應用在不同的場所與空間。因此國內急需將 ASD 系統納入「各類場所消防安全設備設置標準」成為選項、並建置「通用設計應用指南」、搭配合理有效的「性能測試及檢修基準」，使得 ASD 系統從設計(design)、安裝(installation)、調適(commissioning)與維護(maintenance)各個階段都有確切落實相關準則，讓此主動式探測器的優點能廣泛被應用於各類場所，提供設計師更多的選擇空間，以提昇各類場所的防火安全等級。

## **建議三**

**中長期建議—推動「ASD系統應用於防災智慧型技術之研究」**

**主辦機關：**內政部建築研究所

**協辦機關：**內政部消防署

為了讓 ASD 系統「多階段通報門檻」(Multiple Alarm Thresholds)、「異常狀況警示」(Condition Warning)及主動抽氣的性能，應用到智慧化防災的目的，以下列舉幾項建

議可於中長期階段執行。

1. 量化避難開始時間  $t_{start}$

在性能驗證實驗中證明，在相同靈敏度情況下 ASD 能更早偵測到火災現象，也就是能縮小避難開始時間  $t_{start}$ ，即提早開始避難，到底提早多少?以目前的資料尚無法提出定量的分析，也沒有足夠的資料修改公式 7-2，建議未來能夠進行相關研究並予以量化。

2. 防災應變專家系統之研究

包含建立不同風險等級異常診斷技術、不同風險等級控制應變技術，建立不同風險等級下，人員避難模組與通報系統、人工確認區域鑑認模組、救災程序與通報系統、煙控硬體控制程序。



## Abstract

Keywords: Very Early Fire Detection, Alert System, Air Sampling

### 1. Research Background

Due to the complexity and larger scale of modern buildings, if the fire alert can issue at the early stage, then sequential fire extinguishment and proper evocation will minimize the impact caused by fire. Fire alarm system is the pilot of whole active fire protection system (detection, extinguishment and guide for evocation), the detection of fire behavior is based on the sense to the elements which produce during various fire developing stages, ex. invisible smoke particle(thermal particle), visible smoke particle, flame, heat. Adoption of different detection technologies is based on the characteristic and requirement by protection coverages (such as Standard for Installation of Fire Safety Equipments Based on Use and Occupancy, NFPA72, PD-7974 Chosen Detection Principles). Very early fire detection technology had been developed for many years in other countries, such as very early smoke detection, video image detection. There are many fire codes and regulations to address these, ex NFPA76, NFPA318, BS6266, GB 15631-2008 and Beijing DBJ-01-622-2005. And NFPA72 also has rules for Video Image Smoke Detector and Video Image Fire Detection. In practical early fire detection application, air sampling type detectors which employ Light Scattered and Cloud Chamber technologies had been widely used in high-tech industry and some special spaces. For the demands of modern building, if we can dominant the detection technologies and application requirements, providing correct direction to domestic users, the lost of fire will be decreased and property and life protection will be secured. Therefore, it is necessary to study and early fire detection technologies used in fire alarm system.

The expected outcomes from the proposed research consist of:

- (1) Guideline for early fire detection technologies used in PBD
- (2) Draft for the performance test of early fire detection technologies.
- (3) Technology contents of early fire detection and intelligent fire safety function.
- (4) Draft of an additional chapter for fire alarm facility in Standard for Installation of Fire Safety Equipments Based on Use and Occupancy.

## 2. Research Methodology and Procedure

This research method is based on international regulations and research reports, and concluded that Aspiration smoke detector system (ASD) can meet the requirements of very early fire detection of technology, then referenced the related regulations of ASD to developed each target draft. Current design codes and performance testing methods are the guidelines to design three different types of validation experiments, which covers various sensitivity settings. At last above results have been achieved through two meetings of experts.

## 3. Important Results

After literature review, validation experiment and expert meetings, The present research has resulted in the following findings via the proposed research methodology:

(1). Based on the definition of very early fire detection in NFPA and EN[1-4,13], it was concluded that Aspiration Smoke Detectors (ASD) is the only existing product to meet the requirements. Related general design guideline and performance test criteria had been proposed in Chapters 3 and 5, experiments to validate their availability and data analysis were detailed in Chapter 4. ASD system had been proved to obtain earlier detection than conventional point detector during early fire stage in validation experiments. ASD system has wider sensitivity range, from very high sensitivity (Class A) to normal sensitivity (Class C) , it was found that ASD system still quicker detect the smoke even individual sampling point with less sensitivity than conventional point detector. This is resulted from the aspiration capability and disadvantage of airflow entrance characteristic in point detector.

(2). Due to the impracticable application for conventional point detector in high ceiling and fast airflow application, additional articles for fire alarm system had been proposed in Chapter 6. Performance of ASD system (vertical and horizontal piping) is influenced by the airflow field within protection enclosure, and the numbers and location arrangement of sampling points will directly affect the time to issue a conditional warning. Number of sampling points will affect the individual sampling point sensitivity and the cumulative effects , point location will dominate the possibility of each point to catch the smoke particle.

(3). The additional articles for fire alarm system entitled in Chapter 6 is for general application, where the protection enclosure with high speed airflow ( $>1.5\text{m/s}$ ), high ceiling( $>25\text{m}$ ) or large space (fire compartment  $>2000\text{m}^2$ ) should flow the equivalent performance based design procedure as suggested as Fig 3-5.

(4). Experiments validated the availability of sensitivity class and detection requirement (Table 2-2) complying with respective performance test (Table 5-1). Local vendors used to employ 1 meter PVC(or equivalent material) wire for performance test, but this research tried to validate Table 5-1 and 2 meters PVC wire was used for ceiling high below 3 meter. Experiment results showed reasonable agreement with Table 5-1 for all scenarios.

(5). Multiple alarm thresholds (Condition Warning) are available on the ASD systems, which can meet the "earlier detection" requirement for intelligent fire-prevention system. Integration of gas detection and other advanced detection technologies (Optical Fiber Sensor Cable, Infrared Imager,...etc) to identify and verify source of fire can reach the stage of intelligent fire-prevention.

(6). Because ASD system can issue a conditional warning at  $t_0$  stage, it is helpful for earlier evacuation than usual, or no need to initiate the evacuation mechanism. This advantage can be positive in evaluation option for " Technology to Improve the Evacuation Facility for Original Legal Building".

#### **4. Recommendations**

Several important recommendations for the study of very early fire detection and alert system are described as follows:

##### **Recommendation 1**

feasible strategy for short term--**Traing program for the design and maintenance of ASD system**

**Major Initiator** : Architecture and Building Research Institute (MOI)

**Associate Initiator** : National Fire Agency (MOI) , TABC, The National Association of

Fire Protection engineer R.O.C.

For the purpose to fill up the gap of lacking experienced personal, well arranged training program is needed to provide knowledge of identification and verification to those who can eliminate the source of fire.

### **Recommendation 2**

feasible strategy for long term.--**Include ASD system into stanard , setup guideline for ASD design and performance test**

**Major Initiator** : National Fire Agency (MOI)

**Associate Initiator** : Architecture and Building Research Institute (MOI) & The National Association of Fire Protection engineer R.O.C.

Based on international regulations and practical application, ASD system can be installed in various spaces if the designer can properly choose sensitivity class and sampling method. There is a demand to include ASD system as an option in the 「Standard for Installation of Fire Safety Equipments Based on Use and Occupancy」 , and establish the guideline for ASD design and performance test. Thus domestic designer and facility owner have rule to obey, and also to secure the quality in design,installation,commissioning and maintenance.

### **Recommendation 3**

strategies for long term --**Study of ASD system used for Intelligent Disaster Prevention Technology**

**Major Initiator** : Architecture and Building Research Institute, MOI

**Associate Initiator** : National Fire Agency, MOI

For the purpose to validate the Multiple Alarm Thresholds (Condition Warning) and aspiration functions to intelligent disaster prevention system , few recommendations are described as follows:

(1). Quantize the evacuation start time  $t_{start}$

In performance validation experiment, it had been proved that ASD system can

detect smoke earlier than point detector even with same sensitivity class , this means ASD system can minimize the evacuation start time  $t_{start}$  , this also implies occupants can withdraw from compartment earlier than before, but no quantity data can support this analysis , recommendation for experiment study to obtain further data is demand.

(2). Study for expert system in Emergency operation

Include establishment of diagnosis technology for various risk class,operation technology for various risk class, occupant evacuation module and alarm system, manual identification and verification module,rescue procedure and notification system ◦



# 第一章 緒論

## 第一節 研究緣起與動機

### 壹、研究緣起

由於現代建築的複雜化與大規模化，面對火災的發生，若可以在最短時間內發出正確的警報，並進行滅火與避難行動，可減低災害災情。火警警報系統為整個主動防火系統(偵測、滅火與避難導引)的前哨，而火災行為的探測可依據火災發生與成長過程不同階段產生的物理、化學反應所伴隨的元素，諸如：不可見煙(熱釋粒子)、可見煙、火焰、熱，因此不同的探測技術的選用須考量被保護空間的特性與需求(如我國各類場所消防安全設備設置標準、NFPA 72、BS PD7974-選用火警探測器的原則)。針對火災初期發展階段的火災探測，極早期火災偵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。而在實際極早期火災偵測應用面上，以高科技廠房或一些特殊空間被廣泛使用的「空氣取樣型的偵煙探測器」(Air sampling type detector)為主，其利用的技術包括「散射光(Light scattered)」及「雲霧室(Cloud chamber)」偵測原理。為因應現代建築的需求，若能掌握此極早期偵測產品的技術內涵與應用條件，引導國內防火設計者正確使用此極早期偵測技術，俾能降低火災的發生與保障人命財產安全。因此，實有需要針對極早期偵測技術應用於火警通報系統進行研究。

### 貳、研究動機

「極早期火災偵測」意指在火災的極早階段就能偵測到潛在的火災(potential fire, or before fire)現象並能夠發出預警(pre-alarm)，參考市場上相關的偵測技術與法規，並比較傳統被動式探測器的靈敏度後，目前唯有「空氣取樣型的偵煙探測器」(Air Sampling type Detector [1]) (又稱為「抽氣式偵煙探測器 Aspiration Smoke Detector, 以下簡稱 ASD」)具備在火災極早期階段的偵測能力[2]。現今國內 ASD 應

用面上，以高科技廠房或一些特殊空間為主，因為長久以來極早期火災偵測系統給一般人的印象是該系統大都應用在潔淨空間內，其實在國外的應用實例與法規中 [3]，是依被保護空間對偵測系統反應時間的要求，而採用不同等級的 ASD 探測器(A, B, C 級)再搭配不同的空氣取樣方式(primary, secondary sampling,...etc)，可廣泛地應用在不同的場所與空間。因此國內急需相關「通用設計應用指南」，讓此主動式探測器的優點能廣泛被應用於各類場所，提供設計師更多的選擇空間。

目前要採用「極早期火災偵測」系統時，因國內沒有相關的法規或設置標準，設計人員只好依據廠商提供的設計規範或案例來設計，如此一來可能造成系統安裝後運行時的誤報或未達當初對極早期火災偵測的性能要求。此外對系統完工後的調適(commissioning)與維護(maintenance)期間的性能測試(performance test)該如何落實，據了解也沒有一定的作業標準。經常看到用量測空氣樣本運輸時間(transport time)的煙霧罐，被拿來當作性能測試時的發煙源；或忽略因環境溫度變化(層流效應，冷凝效應..)、天候因素(沙塵暴, 霧氣...)或氣流場改變而造成誤報或偵測失效。面對各種不同防護空間格局、空間內不同可燃物的燃燒行為，還有受氣候環境的影響..等，若沒有在設計(design)、安裝(installation)、調適(commissioning)與維護(maintenance)各個階段確切落實相關準則，將產生無謂的誤報困擾，最後對火警系統失去信心。這也是目前大多數人將「極早期火災偵測」與誤報聯想在一起的原因，因此若是要求火警系統俱備極早偵知性能，建立一套設計、安裝、調適與維護工作準則有其必要性。

當傳統的火警系統偵測到異常訊號時即發出警報音響，進而啟動廣播系統對防護區內的人員進行廣播，有的系統會連動滅火設備對該區進行滅火，基本上這種火災偵測器僅能偵測到大量的濃煙或烈焰造成的高溫，而無法在火災極早期階段偵測到異常現象。當採用「極早期火災偵測」系統後，當系統感測單元接收到異常的訊息時，即將此異常訊息傳遞至控制單元。依火勢的成長可能需要數分鐘到數小時或數天才會觀察到火災的發生，因此如何利用此段時間進行異常訊息的辨識(idenfication)與確認(verification)，釐清誤報亦或悶燒，需要人員的經驗亦或智慧化系統的協助，因此如何將「極早期火災偵測系統」的極早偵知能力結合「智慧化系統」，是「極早期火災偵測系統」是否發揮效益的最大關鍵。

本計畫主要，擬就傳統局限型火災探測設備之外各項極早期火災偵測設備技術，針對其偵測原理、功能測試規範、建築物應用類型等進行系統化之分析，並探討與火警反應通報系統與避難時間的關聯性。將以抽氣式偵煙探測器進行性能驗證與評估，研究氣流、熱流場及場所潔淨度對設備性能的影響，歸納極早期火災偵測技術應用上之限制與防火性能設計(Performance Based Design, PBD)應用模式之條件，以求具體落實於實際防火工程設計中。另一方面，可做為各類場所消防安全設備設置標準增修之參考，提供建築物防火安全設計、審勘上輔助工具；亦期能有系統與有效地推動防火防災智慧化技術之結合應用發展。

## 第二節 研究目的

綜合上述觀點，本研究目的可歸納為以下四點：

1. 提出極早期探測技術於性能設計之應用方式，建置通用設計應用指南草案，以供未來防火設計參考。
2. 提出極早期探測技術功能測試的規範建議草案。
3. 提出智慧型極早期探測技術內容及其智慧化防火功能。
4. 提出「各類場所消防安全設備設置標準」第二編第二章警報設備之增修建議草案。

## 第三節 研究方法與流程

### 壹、研究方法

本研究計畫主要在規劃極早期火災探測技術的原理與技術課題，以及應用時可經由性能驗證與評估工具，落實於防火工程設計中。因此採用以下的研究方法：

1. 相關文獻次級資料分析法:次級資料分析法(Secondary Data Analysis)乃蒐集國內外與本研究主題相關之文獻資料，並分析其與本研究之相關性，以定義本研究相關關鍵名辭與用語、確認本研究之範圍(避免重複他人已完成之工作)、提供所需之工具與領域知識。擬回顧之文獻，包括國內外極早期探測技術之發展、性能式防火設計之經驗等文獻。

2. 性能驗證試驗:藉由試驗研究氣流場及場所潔淨度對設備性能、誤報的影響,歸納極早期火災偵測技術應用上之限制與防火性能設計應用模式之條件,以求具體落實於實際防火工程設計中。
3. 專家座談法:透過學者專家會議,掌握極早期火災探測設備產業規模、產品特性、技術水準等資料;了解其應用於性能式防火設計之相關性。

## 貳、研究流程

本研究之研究流程如圖 1-1 所示。

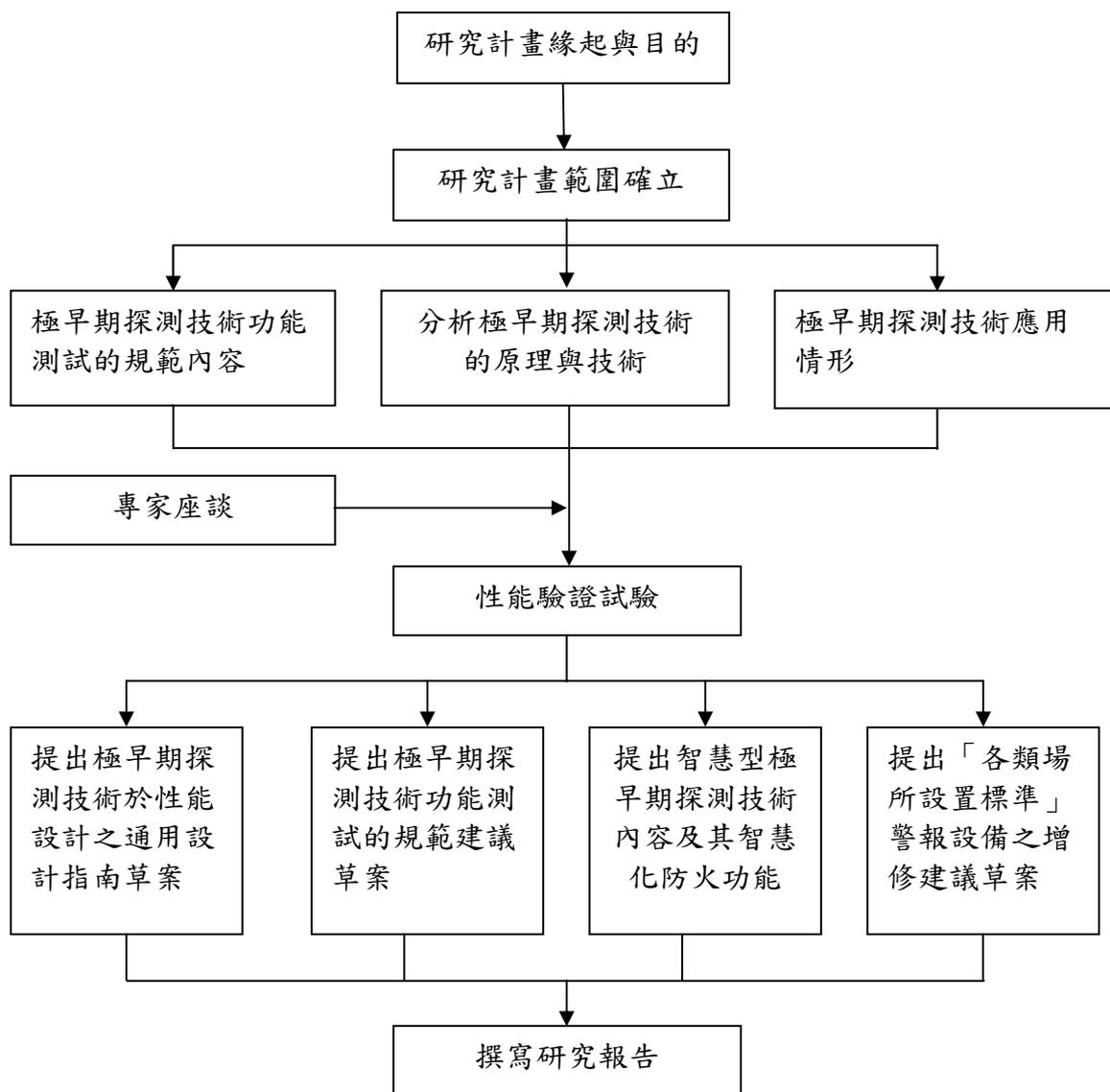


圖 1-1 研究流程如圖

## 第四節 研究範圍與限制

### 壹、研究範圍

1. 因物質先遇熱源而熱分解出現熱釋粒子，再產生可見煙，然後產生火焰、高溫，根據 NFPA76 定義「極早期警報火災探測系統」中「低能量火災現象」的解釋[4]，「火災極早期」階段的現象可採用「不可見的熱釋粒子」來代表，因此本研究針對偵測熱釋粒子與可見煙技術進行探討，則已包含「熱與煙兩個階段」的火災偵測目的。
2. 本研究探討的「極早期火災偵測系統」將聚焦於「空氣取樣型的偵煙探測器」(Air Sampling Type Detector)，此系統又稱為「抽氣式偵煙探測器 Aspiration Smoke Detector System, 簡稱 ASD 系統」。
3. 本研究範圍內所探討的「智慧化」，不包含抽氣式偵煙探測器(ASD)內部煙霧偵測元件(smoke sensing element)與必要控制電路(necessary control/electronics)之間的「智慧化判斷邏輯」，因每家廠商皆號稱各自的「智慧化判斷」，此不再本研究的範疇。

### 貳、研究限制

1. 本計畫宗旨乃研究一個上市多年且也被國內產業實際採用的「極早期火災偵測」技術-抽氣式偵煙探測器(ASD)，探討此類主動抽氣方式的探測器與傳統被動方式局限型火警探測器在通報時間的差異。參考國外相關 ASD 的法令與規定，皆不涉及公司廠牌與感測元件的比較，因此本研究亦不涉及不同廠牌抽氣式偵煙探測器之間的差異比較。
2. 本研究為一先期研究計畫，期將「極早期火災探測」技術-抽氣式偵煙探測器(ASD)正式引入國內，成為國內相關法規、設置標準的一個選項，使得欲

採用此種設備的設計人員有所依循，公部門審查、檢查時也有所依據。因受限於經費與無先前的國內研究報告可以參考，本研究將只執行三個典型(挑高空間、機房、一般居室)的驗證實驗，為與國際接軌，實驗的情境設計與性能驗證試驗階依據 FIA[3]的規定來執行。

3. 一般的功能測試規範包含「產品功能測試(product test)」與「性能測試(performance test)」，因委託單位的業務性質與本研究的目的，所以在本研究目標中的「提出極早期探測技術功能測試的規範建議草案」，將以性能測試為研究標的。

## 第五節 名詞解釋與定義

### 壹、極早期火災現象

依據 F. W. VAN LUIK[7]的文章述及，當物質受熱超過其材質能承受的臨界點(又稱為熱崩潰點，Thermal Particulate Point)時，將導致化學鍵結的破壞，造成材質分解裂化，因而每秒釋放出數以千億計的不可見次微米粒子(約  $0.002\mu\text{m}$ )，在短時間內，單位粒子數量即可超出 500,000 顆/立方公分。當該物質持續受熱達到燃點時，即開始轉變產生碳粒子(即所謂的可見煙霧)，粒子顆粒尺寸也逐漸變大，並開始燃燒。從材質分解到煙霧開始產生之間的階段，稱之為「極早期火災」階段。

### 貳、通報系統

係指系統之偵測單元感測到環境的異常時，即由控制單元依據事先設定的警示門檻發出警示訊息(condition warning, pre-alarm)，由相關人員或智慧系統進行警示訊息的辨識(identification)與確認(verification)，從感測到發出警示訊息乃本研究界定的「通報系統」。

### 參、抽氣式偵煙探測器(Aspiration Smoke Detector, ASD)

這種煙霧偵測器包含一個或多個煙霧感應元件、抽氣裝置、一或多個氣流感應器以及必要的控制/電子元件，一般這些零組件均安裝於單一外殼中，成為ASD系統的主要部份，但不含取樣裝置。(包含取樣裝置則合稱為ASD系統)

### 肆、遮光率(Obstruction)

煙霧濃度是指煙霧對能見度的影響。它是一種被最廣泛接受的濃度測量方法，表示在特定的距離下光線被遮蔽或者變暗的百分比(m/ft)，也因此又稱為遮光率。煙霧濃度水準升高，就會降低能見度，因此如果煙霧濃度為10% obs/m (3.13% obs/ft)，則能見度將降到90%。一般情況下肉眼不可分辨的初始煙霧濃度範圍是從0.1% obs/m 到 1% obs/m (0.03125% obs/ft. 到 0.3125% obs/ft.)。

### 伍、靈敏度(Sensitivity)

煙霧探測器的靈敏度以煙霧濃度來定義級別。ASD 光電型的警報靈敏度範圍一般起於0.005% obs/m(0.0015% obs/ft.)，可以探測到電纜或者設備過熱而發出的初級階段煙霧。

### 陸、累積效應(Cumulative effect)

當燃燒反應所產生的微粒進入一個以上取樣點(孔)時，其綜合效應導致ASD反應比微粒只有進入一個取樣孔的情況來得更快與強烈。

### 柒、主要取樣(Primary sampling system)

利用空氣調節與通風系統所產生之氣流來傳送空氣樣本到取樣點的ASD系統。

### 捌、衍生性取樣(Secondary sampling system)

取樣點的位置與間隔距離之安排就如同局限型煙霧偵測器一樣的系統。



## 第二章 文獻探討與分析

### 第一節 ASD 偵測技術的發展

#### 壹、ASD 在火災預防上的重要作用

依據英國的火災統計資料顯示，起火後，發現火災的時間與死亡率呈明顯的倍數關係。如在5分鐘內發現，死亡率是0.31%；5分鐘至30分鐘內發現，死亡率是0.81%；而30分鐘以上發現，死亡率高達2.65% [8]。因此，起火後，儘量提前作出準確通報，對挽救人命和減少財產損失顯得極為重要。

ASD可以提前數十分鐘發出三階段火警信號，第一階段為預警信號(the first alarm)、第二階段為行動信號(the second alarm)啟動消防排煙設備，第三階段為火警信號(Fire 1,the third alarm)避難行動通報，(Fire 2)滅火設備啟動 [9]；有更充裕時間進行正確反應，使得火災事故及時終止於初萌中。

ASD在世界先進國家正得到廣泛應用，現已成為保護許多重要企業、政府機構以及各種重要場所如電腦房、電信中心、電子設備與裝置和藝術珍品庫等處的火災防護系統的重要組成部分。澳洲政府甚至明文規定所有電腦機房場所都必須設置這種探測系統。

#### 貳、ASD 探測器的類型

歐洲地區(EN、BS及ISO)將Aspiration Smoke Detector System (簡稱ASD系統，譯為「抽氣式煙霧探測器系統」)，定義為「通過風扇或抽氣泵以管道抽取被防護空間空氣樣本至中心(遠端)檢測點，以監視被防護空間內存在煙霧與否的火警探測器」(BS 5839-1:2002)；而美國NFPA-72稱「Air Sampling Detector」即為國內所謂的「空氣取樣探測器」，其定義為「A detector that consists of a piping or tubing distribution network that runs from the detector to the area(s) to be protected. An aspiration fan in the detector housing draws air from the protected area back to the detector through air sampling ports, piping, or tubing. At the detector, the air is analyzed for fire products.」[1]。此類火警探測器能夠偵測空氣樣本之煙霧濃度，並根據預先確定的警示門檻值進行相應的警報信號。兩者指的是相同的設備，本研究考量國內CNS的標準多參考ISO

標準，為免日後消防法令名詞與國家標準(CNS)不同，且NFPA-76中規定的性能測試方法也源自BS6266，而BS6266與EN、ISO皆採用「Aspiration Smoke Detector System」稱法。綜合以上考量，本研究對此設備統一稱為「抽氣式煙霧探測器系統」Aspiration Smoke Detector System (簡稱ASD系統)。依據FIA定義[3]，若單指設備不含配管與取樣孔則稱「抽氣式煙霧探測器」Aspiration Smoke Detector (簡稱ASD)。

ASD探測器採用神經網路和高級處理演算法鑑別被抽取的氣體樣本，是否含有真實火災產生的煙粒子，並可以同樣方法排除諸如灰塵和粉塵等誤報現象，具有防止誤報能力。因此，被用於替代使用傳統局限型偵煙探測器應用在可能較無法探知的區域，如資源回收廠、麵粉廠、冷凍庫(至-40°C)和電磁相容性較高的區域。另外，ASD探測器也可以根據應用環境，調整不同靈敏度等級(遮光率可達0.001%/m)。該探測器可用於潔淨室、電子資料處理室和設備櫃。該探測器可以可靠地分辨真假火災現象。一般局限型煙霧探測器的靈敏度大約是Ionization (離子式)在 2.6 ~ 5.0% obs/m (0.8 ~ 1.5% obs/ft)、Photoelectric (光電式)在 6.5 ~ 13.0% obs/m (2~ 4% obs/ft)、Laser (雷射式)在 0.06 ~ 6.41% obs/m (0.02~2.00 obs/ft)；而 Optical Beam Smoke Detector (光電分離型)在3.0~8.0% obs/m。相較於ASD的 0.005~20% obs/m (0.0015~6% obs/ft)靈敏度，ASD具備更靈敏且更廣的偵測範圍。

#### (1) 氙燈光電探測器

其偵測室基本結構如下圖2-1所示。偵測光源一般是採用氙(Xenon)閃光燈，安裝在偵測室的頂部位置。偵測室內以黑色吸光材料塗布，在偵測室的一端裝有一系列帶有一定孔徑的碟片，透過它們使偵測室中心部位的光能集中到一個矽光電接收管上。當偵測室中有微量的煙粒子通過時，煙粒子將光線向各方向散射，大部分的散射光被偵測室的黑色壁所吸收，但在中心部分的散射光線則可通過帶孔的碟片至光電接收管，立即產生一小型光電流脈衝。其直接探測偵測室中心的煙粒子總數(光電脈衝的直流電壓)，能較準確地探測出在偵測室中心的煙粒子。為探測的一致性和可靠性，氙閃光燈的充電電壓必需精確被控制，以確證每次閃光的能量相同。在探測器偵測室的前方取樣管路中，通常配置有空氣過濾裝置，以先行濾除直徑在25  $\mu$ m 以上的較大粒子如灰塵等。

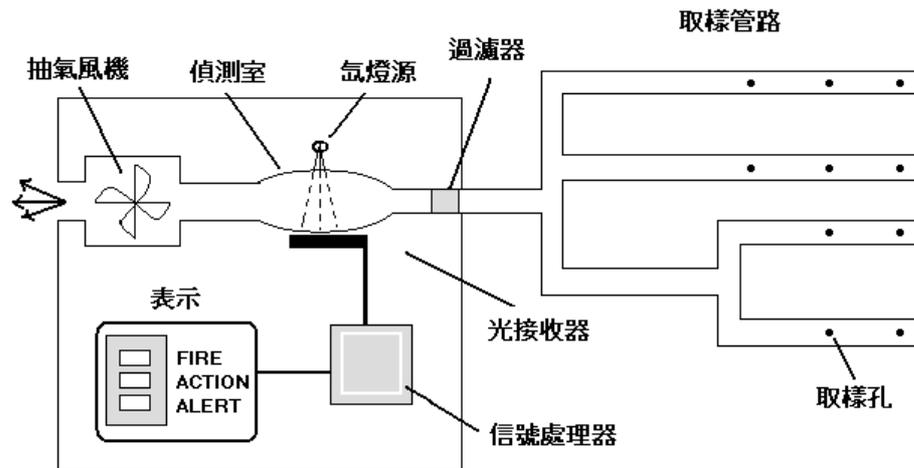


圖 2-1 ASD 氬燈光電極早型偵煙式探測器(資料來源:高曉斌)

此類探測器的靈敏度一般為 $0.1\%/m$ ，最高可達到遮光率 $0.005\%/m$ ；設備本身配有旋轉式真空氣泵或風扇，氣流速度控制在 $5\text{ m/s}$ ，取樣管管徑一般在 $20\text{ mm}$ 左右，取樣管長度可達到 $100\text{ m}$ ，管數至多可達 $10$ 支。

氬燈光電探測器的特點是：出於其閃光燈需在 $2\text{ kV}$ 電壓下以每分鐘 $20$ 次的頻率閃光，其連續工作壽命只有 $2$ 年；另外由於灰塵等因素造成探測器不到 $2$ 年就可能使測量系統失效。為解決這些問題，雷射粒子計數工作方式的ASD雷射探測器應運而生。

## (2) ASD雷射探測器

其偵測室基本結構如下圖2-2所示。在偵測室結構設計上，偵測光束方向、光接收器的光接收方向及氣流流動方向被分別設在互相垂直的軸線方向上，以保證在空氣樣本中無煙粒子情況下，無光信號被光接收器接收。其測量光源為半導體雷射室，雷射器發出的光束經水平校準器後，經物鏡並穿過偵測室避透孔聚焦在偵測室中心，聚焦點(即偵測區)的光束很窄，大約為 $100\ \mu\text{ m}$ 。光束經聚焦點後，散開直射到偵測室外部的吸光材料上，被吸光材料吸收，防止光的反射作用。

在進入偵測室的空氣樣本中無煙粒子存在的情況下，則無光的散射現象，光接收器接收不到光信號，無信號輸出；如在空氣樣本中有煙粒子存在的情況下，煙粒子使光束發生散射，僅出現在聚焦點上的煙粒子產生的散射光可被光接收器接收到，並產生光電脈衝輸出信號，該脈衝信號即被視為一個煙粒子計數。輸出脈衝信號序

列被記錄下的脈衝數，經進一步的運算處理後，與預先設定的各警報級別門檻值相比較，達到某一警報門檻值，則作出相應的警報信號。產生高幅值脈衝的大粒子(如粒徑大於 $10\mu\text{m}$ )和產生低幅值脈衝的微小粒子或干擾信號，在信號處理過程中可以被去除，這相當於大粒子過濾器及抗干擾電路的作用。因此，此原理的探測器在偵測室入口處則不需要使用過濾器。

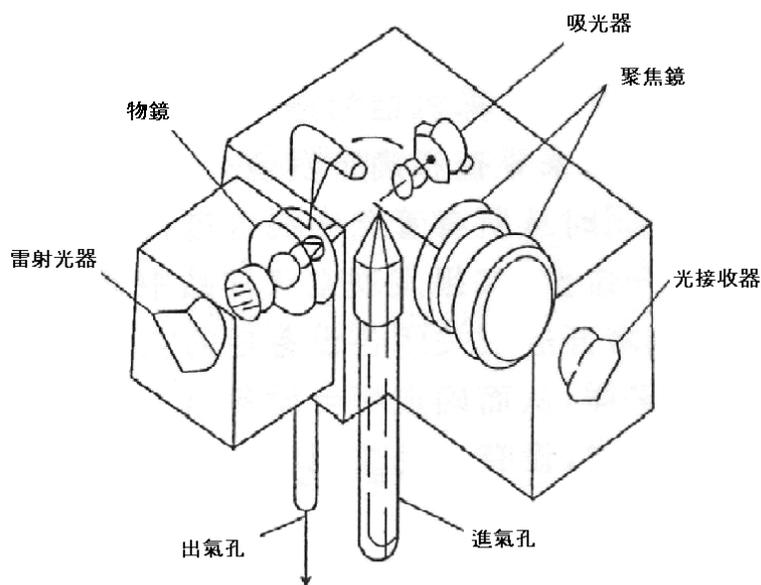


圖 2-2 ASD 雷射光探測器結構(資料來源: 高曉斌)

此種探測器的靈敏度一般為遮光率 $0.1\%/m$ ，最高的靈敏度可達遮光率 $0.005\%/m$ 。設備本身配有旋轉式風扇，管路中氣流速度約在 $3\text{ m/s}\sim 6\text{ m/s}$ (根據設計時輸入參數可自動調節)，取樣孔最多可為40，一般管徑尺寸為 $19\text{ mm}$ 。

採用這種原理的探測器，出於其光源為普通固態半導體雷射器(與雷射唱機使用的雷射器相同)，故其光源的使用壽命可達10年，遠遠高於氙閃光燈的使用壽命。另外，由於其偵測室的設計特點加上其脈衝計數工作方式，使其幾乎不受光源老化以及由於偵測室長期工作受污染後所產生的背景干擾信號的影響，有效地提高探測的可靠性;同時其不需要加裝過濾器，可長期免維護。但是，該種探測器有粒子濃度分

辨範圍(如每秒鐘通過偵測區的煙粒子數不超過5000個)，當空氣樣本中的粒子濃度超過該範圍時(如在不清潔的空間)，同一時刻出現在偵測區的數個粒子所產生的散射光將複合在一起被光接收器接收，產生一個光電脈衝信號，導致不能正確進行探測。並且，數個煙粒子的複合信號可能產生的脈衝信號幅值較高，極有可能在脈衝信號處理過程中被作為大粒子信號去除，增加了遺漏警報的可能性。因此，此種探測器對於防護非潔淨空間環境背景的設計及過濾裝置的使用非常重要。

### (3) 雲霧室發展

雲霧室歷史中一些重要發展的時間表。可以分為兩大階段。幾乎所有1970年以前的研究工作都是用膨脹式儀器，而且以水為工作液體。從1970年以後，採用各種工作液體的穩態流儀器也演化成使用最廣泛的雲霧室[10]。穩態流儀器之所以受歡迎是因為用單粒子數量計算技術可以輕易測量出絕對濃度，而且也因為穩態流可以消除一些會影響例如微分電動性粒徑分析器之類相關儀器的脈動。

雲霧探測室首先將每一個存在於空氣樣本(被引入雲霧探測室內)中的懸浮粒子，以物理模式增大成約  $20\ \mu\text{m}$  的水滴粒子，使每一個可見及不可見粒子在對入射光的遮光率上有完全相同的比例(不論其原始體積大小為何)(參考圖 2-3)，再以光電組件分析出其單位體積內的粒子數量，不同於鐳射型探測器者，雲霧探測室是用來“區別空氣中單位體積內所含粒子在數量上的懸殊差異”，故又稱為『粒子計數』型極早期探測器[3]。由於物體在達到熱崩潰點(或稱熱分解點，即火災極早期開始階段)後所釋放出的不可見次微米粒子數量(大於 500,000/立方公分)在短時間內即可達到數十倍於正常空氣中所存在的粒子數(約 20,000~60,000/立方公分)，而雲霧室能將這些數量上的差別清楚地分辨出來，使得雲霧探測室對火災剛開始醞釀時的特有現象與正常狀況(包括多灰塵區)具有區別能力。

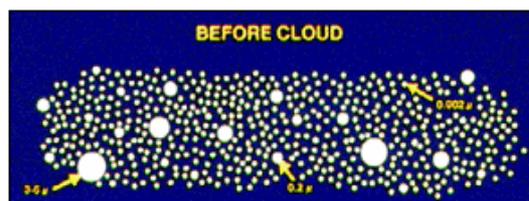


圖 2-3 懸浮粒子進入雲霧室被水分子包圍前不相同大小的情形

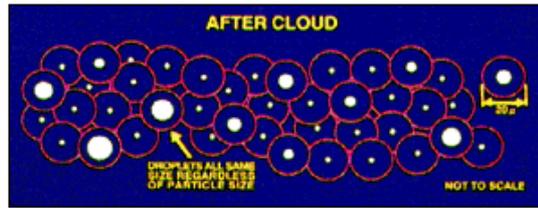


圖 2-4 懸浮粒子進入雲霧室被水分子包圍後成相同大小的情形

年份	膨脹式CNC	穩態流CNC	校正
1870	Coulier實驗		
1880	Aitken實驗		
1890	Aitken抽珍計數器		Aitken人工數目計算技術
1900	CTR Wilson成核研究		
1910			
1920			
1930	Scholz抽珍計數器 Junge照相計數器		
1940	B&M光電計數器 N&P光電計數器		N&P管橋
1950	GE研究實驗室研究工作 Pollack 1957型	H&M二元凝結 俄國FSM	
1960			
1970	Kassner et al. UMR-AANC 淮也納大學SANC	法國強迫對流 Sinclair強迫對流	L & P DMA/AE
1980		TSI 3020 CNC	
1990			
2000			

圖 2-5 雲霧室發展歷史

### 參、ASD 設備組成及工作原理

ASD由空氣取樣管路傳輸裝置、空氣分配閥、空氣過濾器、抽氣泵、光電偵測單元及警報控制器等組成。

#### (1) 空氣取樣管路傳輸裝置

它的作用是将監測空間或機櫃中的空氣樣品及時、動態地傳送到光電探測器，以便進行識別和判斷。一般都採用小口徑的聚氯乙稀管(PVC)或CPVC，按需要均勻地敷設在防護空間。按一定距離鑽好小孔，管端頭用堵塞堵死，每個小孔相當一個探測點；如管路佈置在天花板內，則可以從主傳輸管引出許多微型取樣接頭，穿過天花板，並與天花板面固定。

在有許多電腦設備的場所。如認定只防護局部或個別昂貴的機櫃時。可將傳輸管路分別佈置到機櫃的頂部，在天花板面鑽孔，使微型取樣接頭伸入並固定。

### (2)空氣分配閥

當系統與多台電腦櫃相連(可同時連接7台~8台)時，空氣分配閥是用來偵測和確定發生火災的機櫃的。在正常操作中，系統是同時從所有管路中混合進行取樣，此時，空氣分配閥處於常開位置。如果發現空氣樣品中有煙，則啟動空氣分配閥，分別依次開通或關閉各設備機櫃的空氣傳輸管路，輪流對其空氣進行取樣，從而確定那一台機櫃出了問題。空氣分配閥採用電磁控制方式，設有自動控制和手動控制回路。

### (3)空氣過濾器

用來濾掉空氣取樣管路中直徑大於 $25\mu\text{m}$ 的塵粒。因為，直徑大於 $25\mu\text{m}$ 的塵粒將會給氬燈光電探測器的正常工作造成困難。而且，可燃物質因過熱分解或燃燒生成的煙粒子一般都在 $0.01\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$ 之間。只有某些合成物質在開始悶燒時產生的濃煙，粒徑可能接近 $25\mu\text{m}$ 。因此，濾除空氣樣品中大於 $25\mu\text{m}$ 的塵粒是不會造成取樣空氣失真度的，也不會帶來其他任何不利的影響。

### (4)光電偵測單元

當空氣樣品被抽氣泵吸入探測器，使暴露在氬燈發出的強閃爍光中，這些懸浮在氣流中的煙粒子，會對光產生較強的散射，使光電接收器收到的光強度隨煙粒子的含量發生變化，輸出相應的電信號，進行放大、整形、A/D轉換，送入警報控制器計算和處理。

氬燈是一種廣譜光源，這種光源的光十分接近太陽光的頻帶和光強度。其光譜

包含全部的可見光譜帶(400 nm~700 nm)，並延伸到紫外光區(200 nm~400 nm)和紅外光區(70 nm~1200 nm)相當範圍。因此，它對各種粒徑的煙粒都會產生較強的散射效應，具有顯著的敏感性。研究證明，此種探測器對空氣樣品中的煙霧強度( $\mu\text{m}/\text{m}^3$ )能作出線性反應，實與煙粒子大小無關。它比普通局限型偵煙探測器具有較高的靈敏度，能在火災發展的各個階段完成探測功能，被認為是最可靠和最適用的探測器。

#### (5)抽氣泵

將被監測空間的空氣樣品連續不斷地抽入氬燈光電探測器，使探測器中的空氣流不斷地更新和補充，並最後由抽氣泵出口排出。探測器可即時地檢測到一系列空氣樣品的煙霧強度資料。為使空氣取樣能迅速傳送到探測器，抽氣泵在需要的容積流量情況下，升壓比要高、耗能要小、壽命要長。一般通過90m長的管路，其反應時間不應超過60s。

#### (6)警報控制器

ASD系統的警報控制器與通用的火警自動警報設備控制器並無多大差別，只要設計時考慮周全，就可達到兩者相互通用的目的。其主要功能可歸納如下：

1. 探測器採集的信號，經放大、整形、A/D轉換，傳送給控制器，由CPU進行計算和處理，得到一系列煙霧強度資料，並以線條圖形顯示出煙霧強度級別；同時，又即時地與記憶體中設定的多階段警報信號門檻值進行比較。判斷是否發生火災，並相應發出啟動空氣分配閥的指令。該階段煙霧強度設定值可在現場按環境需要作調整。
2. ASD系統具有自我診斷功能，可對自身的故障和故障部位作出判斷，發出故障信號，顯示故障部位，並加以記錄。
3. 當控制器發出第三階段火警信號後，可自動或手動啟動外部的聲光警報設備、消防緊急廣播設備以及連動其他滅火設備等。
4. ASD系統亦配有完善的表示、列印等功能。

### 肆、ASD 設備認可檢驗標準

現今各國中除歐洲、澳洲及中國對ASD設備有訂定相關檢驗標準之外，美、日、

我國尚未制訂；本研究主題並未針對ASD商品品質及檢驗標準進行研究，然而了解設備靈敏度分類及其測試，以供本研究實驗設計之參考。以下表2-1 整理各國檢測ASD之項目比較。

表 2-1 各國檢測 ASD 之項目比較（本研究整理）

中國 GB 15631-2008		美國 UL 268	美國 FM 3230	澳洲 AS 1603.8-1996		
特種火災探測器		偵煙式火災警報器標準	偵煙式火災警報器認可標準	多重點空氣取樣式偵煙探測器		
<b>主要 部件 性能</b>	指示燈	燈座與燈	<b>一 般 要 求</b>	<b>一 般 要 求</b>		
	字母數字顯示器	光電管亮燈			文件審查	通則
	熔斷器	變壓器與線圈			物理或結構特色	材料與組成
	接線端子	印刷接線板			標示	設計與構造
	開關與按鍵	開關			空氣流量	煙蓄積性
	抽氣管路				傳送時間	警報閾值設定
	音響器件				靈敏度	接線設備
<b>基本 性能</b>	故障警報功能	靈敏度試驗	電壓變化	內部線路		
	火災警報功能	速度靈敏度試驗	濕度試驗	警示裝置		
<b>特殊 性能</b>	火災警報功能	煙入口試驗	低溫穩定度	測試裝置		
	故障警報功能	穩定性試驗	高溫穩定度	機殼		
	電源功能	風速影響試驗	振動試驗	印刷電路板		
	自檢功能	火災試驗	射頻暫態保護	<b>探 測 器 要 求</b>		
	復舊	緩慢燃燒試驗	電壓波動試驗		放射性物質	
	開關電源	電壓變動試驗	耐久性試驗		內部監視	
	<b>動作 閾值</b>	高靈敏、靈敏、普通	溫度試驗、易變環境溫度試驗、濕度試驗		火災試驗	抽氣裝置
			介電耐壓試驗	取樣管路		
<b>試驗 項目</b>	主要部件性能試驗	振動試驗		防塵與污染物		
	基本性能試驗	靜電洩漏試驗		氣流監測		
	重復性試驗	粉塵試驗		系統設計工具		
	一致性試驗	耐腐蝕試驗		<b>性 能 要 求</b>		
	電源參數波動試驗	異常操作試驗			靈敏度試驗	
	絕緣電阻試驗	電壓阻抗試驗			電壓穩定度試驗	
	電流洩漏試驗	應變減低試驗			電壓波動試驗	
	電源變動試驗	加速老化試驗			絕緣阻抗試驗	
	電壓暫降中斷及電壓變化試驗	可聽度試驗			靜電洩漏試驗	
	火災靈敏度試驗	現場維修試驗			電磁干擾試驗	
		電池試驗			高頻干擾	
					振動試驗	
					耐腐蝕試驗	
			低溫試驗			
			高溫試驗			
			衝擊試驗			
			落下試驗			
			粉塵試驗			
			指示能見度試驗			

## 第二節 ASD 偵測技術的應用

### 壹、使用 ASD 的理由

使用 ASD 的主要理由有以下三點：

1. 極早期警報：局限型或光電分離型偵煙式探測器動作之前對潛在火災煙霧之警示，尤其如典型的電子檔案處理機房 EDP 等用途場所。
2. 強化煙感度(Enhanced smoke sensitivity)：為克服煙霧被周圍環境氣流所稀釋，如高天花板場所，需強化偵煙式探測器之煙感度，以及需比正常提早警報之場合者。
3. 替代傳統局限型或光電分離型偵煙式探測器：由於多種理由如維護接近途徑、建築物傾斜設計、空間易造成煙稀釋、光軸受屏障等情形者。

依據澳洲 AS 1670.1-2004 應用 ASD 主要替代或彌補傳統局限型或光電分離型偵煙式探測器功能上不足之處。其主要理由如下[11]：

1. 冷凍空間：低溫環境恐不及局限型動作溫度範圍及冷凝效應或結冰現象阻礙局限型探測器偵測成效；反之，使用 ASD 可克服此惡劣環境條件所產生探測不易之問題。
2. 隱藏式裝置需求：因美學上需求，部分場所空間內室內裝修需要，火警探測設備必須隱藏方式設計，ASD 設備可採用軟性延伸支管或毛細管方式，進行空氣取樣偵測，取樣點縮小尺寸以結合室內裝修設計。
3. 污穢或灰塵區域：局限型或光電分離型偵煙式探測器對於此類具污穢或灰(粉)塵區域場所恐時有誤動與偵測失效的狀況，ASD 透過取樣管路中間過濾器或集塵器，將粉塵或顆粒過濾，以辨識煙粒子設計，能有效彌補此類場所火災探測不足之處。
4. 高氣流空間：電信機房、電腦室、無塵室、醫療手術房等空調採正壓設計場所，煙霧容易被稀釋，光電型偵煙式探測器無法達其動作遮光率反應閥值，離子型靈敏度下降等問題，ASD 不受高氣流環境之影響，仍能正常運作。

## 貳、應用場所

基於以上理由，極早型偵煙 ASD 系統能夠早期而且有效的偵測到火災的發生優點，Ming He 等人則建議 ASD 應善加運用於大型開放空間，如辦公大樓之中庭 (atria)、飯店、展覽館、展場中心、博物館、公共圖書館，主要鐵路車站、機場航站、運動場館、市民會館、學校禮堂、教堂等；大型娛樂場所、室內休閒設施、大型倉儲類建物、飛航器維修庫、五金倉庫、百貨商場等火災防護上需考量挑高天花板(屋頂)、通風氣流影響較深者，如火災成長、煙流蔓延、煙層化現象、煙稀釋以及煙氣柱(smoke plume)形成不確定性、以及容留人數眾多避難時間較長者[9]。因此，於英國消防工業協會 FIA 建議 ASD 通用規範中即明確指出其廣泛的應用安裝在許多禁不起火災風險之重要場所如下列 7 點[3]:

1. 特殊環境(Extreme environments) :  
高溫場所、潮濕、高污染場所等。
2. 限制/不易接近處所( Restricted / Difficult access) :  
維修接近途徑困難等場所。
3. 高天花板及熱障礙場所:  
高空間煙浮升發生層化現象(Stratification)，煙易分散或稀釋場合者。
4. 建築美學上需求(Aesthetics) :  
建築上或美學上需要，天花板上無法設置傳統局限型偵煙探測器者。
5. 機械器具損害之風險(Risk of mechanical damage) :  
涉及操作上損害顧慮，如貨架倉儲設施場所。
6. 防止破壞行為(Anti-Vandal systems) :  
恐遭人為恣意破壞行為場合。
7. 危害性環境(Hazardous environments) :  
有危險物品儲存場所(例如爆炸性物、化學品、放射性物等)。

綜合以上文獻資料，可具體分類歸納出以下七項之 ASD 適用場所:

1. 不能輕易中斷業務或生產之場所:  
如自動化設備等電信與電腦伺服器機房、醫院、電視台與廣播電台、工廠無塵室、電力機房與輸配電站以及銀行金融資料中心等；在現代化的社會中，

通訊、電力、資訊等服務一旦中斷，將造成重大影響與損失。

2. 需避免自動滅火系統非必要的釋放以及相關的業務中斷之場所：

在電子資料處理中心(EDP center)、診療設備室、無人機房，傳統探測器容易誤報，而使得昂貴的自動滅火系統誤動作產生不必要的釋放，極早型偵煙系統之可靠偵測效果可及早處理潛在火災，以避免類似情形的發生。

3. 保護區域內有高速氣流或是空間廣大使得煙霧難以偵測之場所：

高速的氣流或是廣大的空間都會造成煙霧的稀釋效果，增加火災偵測的困難度。極早型偵煙系統之高靈敏度可以彌補倉庫、冷凍庫、挑高中庭、劇場、停機棚、室內體育館與活動中心等場所之煙霧稀釋效果，而及時的發出火災警報。

4. 要求美觀或是所珍藏的物品價值無法估計之場所：

極早型偵煙系統之取樣管路可以隱藏在博物館、畫廊、檔案室、美術館、現代化建築、歷史建築或是古蹟之裝潢裡面，因此可兼顧及美觀與保護效果。

5. 特定公共建築物人員疏散困難之場所：

某些公共場所如養老院、醫院、大型車站以及戲劇音樂等表演廳，若是發生火災，該區域數量有限的出入口再加上慌亂的人群，可能會使傷亡更加慘重，而其中還有病人、老人、嬰兒或者是其他行動不方便的人，則需要有更多的時間來逃離火場。

6. 維護工作較難進行之場所：

某些地點像是監獄、學校、宿舍、生產機器設備廠等，並不是很容易或方便進入，以進行維護工作。極早型偵煙系統之偵測元件集中在主機上，而且又具有智慧型的異常檢測功能，使得維護工作變得非常簡單。

7. 環境條件極其惡劣之場所：

防護區空氣品質、溫度條件極端高低等場所，如冷凍倉庫區、火力發電廠、變電設施、礦場、汽車製造等場所，一般火警探測器火災偵知困難或遲緩，極早型偵煙系統之取樣管路可以前置處理煙霧，強化火災探測的效能。

## 參、靈敏度分類及其應用場合

ASD 系統對初期火災反應動作靈敏度界定，中國大陸 GB15631-2008 特種火災探測器，針對抽氣式偵煙火災探測器型式分類中，依其動作反應閾值(M)範圍區分為下

列三點[12]：

1. 普通型  $M > 2 \% \text{ obs/m}$
2. 靈敏型  $0.8\% \text{ obs/m} < M \leq 2 \% \text{ obs/m}$
3. 高靈敏型  $M \leq 0.8 \% \text{ obs/m}$

又英國 FIA 及 EN 54-20，ISO 7240-20 [13]等均對 ASD 系統探測器依靈敏度分成 A,B,C 三級：

1.CLASS A 極高靈敏度(<0.8%obs/m)

極早期偵知警報，在火災發生的潛在狀況，特別運用在相對高火災風險區域，可較長時間反應確認火災，及分多階段性警報情形。

2.CLASS B 強靈敏度(0.8%obs/m~2.0%obs/m)

增加可信度上，特定危害場所或其它危險因素需求，例如高天花板、特殊氣流狀態者。

3.CLASS C 一般感度(>2.0%obs/m)

設計目的係以等效性替代傳統局限型偵煙探測器為主，例如 EN54-7，NFPA 72，FIA 等規範。

若依 ASD 的靈敏度區分及其應用場合，FIA 提出以下表 2-2 之建議，可供我國增修標準的參考依據。

表 2-2 ASD 靈敏度分類及其應用場合

	<b>Class A 極高靈敏度</b>	<b>Class B 強靈敏度</b>	<b>Class C 一般感度</b>
ASD 取樣方式	<0.8%obs/m	0.8%obs/m~2.0%obs/m	>2.0%obs/m
1. 主要探測 (煙流動途徑)	最佳	適宜	不適宜
例 BS6266-2002	Risk D 及 Risk E	Risk D	N/A
2. 衍生性探測 (取樣點依局限型 要求標準)	極早期偵知預警用	適合挑戰性用途	適宜
例 BS5839-1:2002	需極早期偵知者場所	超越 BS5839-1:2002 規範場所	適宜
例 BS6266-2002	Risk D 及 Risk E	Risk D	僅適用 Risk A~C
3. 局部取樣	適用高風險場所	適用低風險場所	不適宜
4. 機櫃內取樣	適用高風險場所	適用低風險場所	不適宜
5. 風管內取樣	適用高風險場所	適用低風險場所	不適宜
其他場合： 極端環境者                      建築美學上需求 維修接近困難場所            有機械器具損害顧慮者 高天花板者                      藝術文化場所 熱障礙者                         危害性環境者			

(資料來源:FIA)

## 肆、電子設備區域風險評估的分類 (BS6266-2002, 4.5)

### (Risk Assessment Categories for Electronic Equipment Areas)

A 類—輕微 (Slight)

B 類—低 (Low)

C 類—中等 (Moderate)

D 類—高 (High)

E 類—重要 (Critical)

1. A 類—輕微 (Slight)

- (a) Modern small office environment;  
現代小型辦公環境
- (b) Personal computers – not networked;  
個人電腦---為連上網路
- (c) Equipment is standard and easily replaceable;  
標準的設備及容易更換位置
- (d) Operations can be transferable to another location without great difficulty;  
操作可以轉移到另一個位置，沒有很大的困難
- (e) Critical files can be backed up periodically, for example on floppy/zip disks or CDR;  
關鍵的檔案可以定期備份，例如:備份到 3.5 軟碟片、ZIP 磁片或是光碟片。
- (f) Potential for business interruption is slight.  
有少許工作中斷的可能性

Examples: typical small electronic office; CAD office; small business telephone PABX (Private Automatic Branch Exchange)

範例:一般小型電子辦公室、電腦補助設計辦公室、小型企業電話分機 PABX

2. B 類—低 (Low)

- (a) Modern commercial/industrial environment;  
現代商務/工業環境
- (b) Personal computers-networked;  
個人電腦---連上網路
- (c) Equipment is standard and easily replaceable;  
標準的設備及容易更換位置
- (d) Operations can be transferable to another location with some difficulty;  
操作可以轉移到另一個位置，有一些困難
- (e) Files can be backed up periodically on central server;  
檔案可以定期備份到中央伺服器。
- (f) Loss can affect a number of PCs or central storage facility;  
損失可能影響多個 PC 或中央儲存設施

(g) Potential for business interruption is low.

工作中斷的可能性低

Examples: typical small/medium business—critical files can be backed up periodically on central server; commercial departments; central CAD/CAM operation; operator area of Call Centre

範例:一般中小企業---關鍵檔案可以定期備份至中央伺服器;商業部門;主要CAD/CAM操作;呼叫中心操作區域。

### 3. C類—中等 (Moderate)

(a) Dedicated equipment room;

專屬設備機房

(b) Centralized server/computer facility;

集中式伺服器/電腦設備

(c) Equipment is standard but not immediately replaceable;

標準的設備但不能更換位置

(d) Operations can be transferable to another location with some difficulty;

操作有一些困難轉移到另一個位置

(e) Files can be backed up periodically on central server;

檔案可以定期備份到中央伺服器

(f) Loss affects short-term business operations.

損失短暫影響業務操作

Examples: dedicated support systems for Category B operation; call Centre communication facilities, where alternative Call Centre operations exist.

範例:專屬支援系統B類操作;替代呼叫中心通信業務存在地點

### 4. D類—高 (High)

(a) Dedicated equipment room(s);

專用設備房間

(b) Centralized server/computer facility;

集中式伺服器/電腦設備

(c) Equipment can be non-standard but not replaceable in short term;

設備非常規，短期內不更換

(d) Operations not easily transferable without robust contingency plans;

操作不能輕易轉讓且沒有可靠的應急計畫

(e) Files can be backed up periodically on central server;

檔案可定期備份到中央伺服器

(f) Loss affects medium-term business operations.

損失會中期影響業務操作

Examples: main IT facility; major telecommunication facility; product control computers.

範例:主要 IT 設施;主要電信設施;控制電腦產品

#### 5. E 類—重要 (Critical)

(a) Dedicated premises;

專屬生產場所

(b) Centralized server/computer facilities;

集中式伺服器/電腦設備

(c) Equipment is high value or purpose built and not replaceable;

高價設備或為特定目的組成和不可替換

(d) Operations are not easily transferable without extensive and regularly tested contingency plans;

操作不能輕易轉讓且沒有廣泛和定期測試的應急計畫

(e) Data is backed up on a continual basis on central server(s) and/or remotely;

資料持續備份依據中央伺服器或遠端輸入

(f) No or negligible downtime tolerable.

無或微不足道的停機時間可容忍

Examples: financial dealing computer operations; internet hosting centres; air traffic control facilities; nuclear and chemical plant control facilities.

範例:財務處理電腦操作;網路控管中心;航空交通控制設施;核能或化學廠控制中心。

### 第三節 ASD 的應用概況

#### 壹、ASD 系統安裝適用場所

ASD 系統適用於上述一些特殊考量或極端環境的場所外，本研究收集一些業主願意公開的案例，依「各類場所消防安全設備設置標準」場所分類加以整理對應如下表 2-3。

表 2-3 ASD 安裝適用場所案例

場所別	設置場所例	依「各類場所消防安全設備設置標準」場所分類
美術館、博物館	高雄市立美術館(演講廳、辦公室、典藏室)、總統府國史館、台灣省立美術館、國立海洋博物館、臺北市立圖書館，	乙類場所
地鐵，高速列車	澳大利亞南太平洋大型特快列車、獵手號列車、中華之星高速列車北京地鐵天津輕軌、昆明火車站拉薩火車站、歐洲之星、馬德里地鐵、倫敦地鐵、上海火車站南站	己類場所
建築遺產	聖保羅大教堂 - 倫敦、上議院 - 倫敦、芬蘭國家美術館 - 赫爾辛基、溫徹斯特大教堂 - 溫徹斯特、國家美術館 - 倫敦	乙類場所
監獄	台東泰源監獄、彰化監獄	乙類場所
機場貨運倉庫、大型物流倉儲設施、分揀中心、物流配送中心	國航首都機場貨運倉庫、華輝國際運輸服務有限公司、宜家家居賣場及物流中心、嘉裡大通物流深圳物流中心、上海醫藥集團公司高架倉庫、山東正大福瑞達製藥高架物流倉庫、石家莊神威藥業集團有限公司物流中心、	乙類場所
煙草倉庫、高架庫	廣州煙草自動物流中心、佛山煙草倉庫、常德煙廠、四川資陽煙廠(分檢、成品庫)陝西省煙草庫、成都煙廠	丁類場所
電信機房	大眾電信新莊機房與康健機房、台灣大哥大、數位聯合電信、中華電信、泛亞電信	丙類場所
電腦機房	南山人壽保險、土地銀行、彰化銀行、交通銀行、聯合信用卡處理中心、安泰人壽保險、荷蘭銀行、臺	丙類場所

	灣銀行、華南商業銀行、交通銀行、美國AIG、兆豐金控、台新銀行、中國信託、合作金庫	
大型空間	Sydney Exhibition Centre、Sydney Opera House、Sydney SuperDome.	乙類場所
冷凍庫	TDG Cold Storage、Clelands Cold Storage、Birds Eye Frozen Food、NAAFI Freezers、Nestle	乙類場所
無塵室	台灣積體電路、聯華電子、華邦電子、技嘉科技、友訊科技、日月光半導體、台灣愛普生、友達光電、奇美電子	乙類場所
地下建築物	Underground Bus Terminal(芬蘭)	戊類場所



## 第三章 極早期探測技術於性能設計之通用設計應用指南草案

### 第一節 考量場所特性

首要的是搜集防護場所的特性。就現有場所，則可能包括管路設計前的場所勘查。可通過場所實地考查來確定設計一個高效的管路所需要的大部分資訊。對於那些尚未建設或不能實地參觀的場所來說，一張場所平面圖可用於輔助管路設計工作。通過對場所進行調查獲取的所需資訊包括下列七點：

1. 場所的用途
2. 場所的佈局和尺寸大小
3. 法規要求
4. 防護區域內的氣流
5. 場所內的周邊環境條件
6. 場所構造(橫樑、梁槽、管路障礙)
7. 防護區域內的外部環境可能帶來的影響

對上述七點進行詳細說明：

#### 1. 場所的用途：

當設計一個 ASD 管路系統時，需要將場所的使用目的以及防護區域納入考慮。特別是包含辦公區、倉庫、場區、電腦室、餐飲區的場所。要求設計管路時考慮到每個區域的特殊要求。某些製造及加工區域可能產生煙霧、灰塵、蒸汽、火焰及熱量。ASD 製造商管路設計手冊需對此類環境條件給予指示說明。

#### 2. 場所的佈局和尺寸大小：

設計工作開始之前，需要對場所的佈局做很好的瞭解。防護區域度量的平面圖可幫助設計方規劃火警分區及 ASD 位址。場所佈局還指示了不同用途的各個劃分區及自由氣流的障礙區(隔離物、氣幕等)。必需在場所平面圖上將要求特別防護的區域及工廠、機械、設備、機械配線、倉庫內的貨架配置標識、確認。

### 3. 火警分區規定：

在設計 ASD 系統以提供符合國家安裝準則之煙霧偵測時，必須要遵守火警分區規定(例如 BS 5839-1: 2002 第 13 節)。ASD 系統一般會提供與取樣裝置所涵蓋一般區域相關的火警顯示，但有些 ASD 系統可設計或規劃成顯示相關個別或群組取樣點之位置。當建立火警分區、ASD 位址 (又稱 ASD 區域)必須確定適用於該場所的消防規範及標準，管路設計時需要將其考慮在內。消防規範及標準的要求、執行高於產品任何建議。在正常情況下，單一抽氣式探測器所涵蓋之面積不應超過探測區域的最大面積(指 BS 5839-1 規定的  $2000\text{m}^2$ ) [14]。ASD 產品設置參數不同於消防規範及標準的某些參數，仍應依消防規範及標準設置。

### 4. 防護區域內的氣流：

當設計 ASD 管路時需要確定防護區域內的自然氣流。可允許存在任何現有或擬定的機械通風系統、氣幕、捲簾門或有可能影響自由氣流的障礙物。如條件許可現場執行煙霧測試以確定氣流。一個有效的管路設計需將氣流情況中的平穩或波動變化考慮到設計工作中。氣流的正確判讀在火災的極早期階段對管路的取樣能力產生影響。

### 5. 周邊環境條件：

應識別一個場所內不同區域存在的周邊環境條件的可能性。很可能同一個場所內不同區域的環境條件有所差別。ASD 系統效率是依據能否對被監測區域周邊環境條件的準確判斷而定。

若場所座落於高污染的區域內、容易頻繁暴露於外界環境的區域，可能意想不到地出現背景煙霧水準提高。則需要參考探測器來實現補償。特別是同一場所內的某些區域，如倉庫及裝卸區大都易於受外部環境影響並需要在設計管路時對其特殊考量。

FIA 對於 ASD 取樣的周邊惡劣環境(Harsh environments)列出以下五處[2]:

- (1)寒冷區域：如低溫冷藏(3~5°C)與冷凍(-30°C)及加工區，應考量低溫空氣樣本前置處理、水分、取樣點凍結、管線安裝等。
- (2)潮濕區域：取樣管路中增設分水器及排水閥(管)。
- (3)高溫區域：考量降溫前置處理。
- (4)污穢與充滿灰塵區域：前置過濾器或分離器(cyclone)降低污染。
- (5)爆炸潛勢區域：防爆系統認證及火焰防阻器(flame arrestor)。

## 6. 場所建築構造

- (1)設計需要考慮場所建築構造
- (2)場所建設時使用的材料 (將管道佈線在混凝土牆內比在石膏板內複雜)
- (3)內部設計及內裝使用的材料
- (4)居室或區域類型(高屋頂或天花板、高換氣率)
- (5)現有及天花板空間及地板夾層的使用(橫樑及梁槽)
- (6)管路佈局的障礙物或空氣自由運動
- (7)設備的更換要求特殊保護 (目標探測)
- (8)機械通風設備、空調設備、回風風管、空氣給排系統的位置
- (9)橫樑佈局、梁槽及其他特殊建築空間

## 7. 場所參數

- (1)依據場所特性，那些容易影響到管路設計的因素有：
- (2)要求保護等級
- (3)需要覆蓋的區域
- (4)環境條件
- (5)佈局 (工廠的、機械的、設備的或傢俱的)
- (6)氣流
- (7)外部的影響
- (8)需保護的特殊設備
- (9)材料的可燃性 (建築物、儲存物)

## 第二節 空氣取樣方式

ASD 空氣樣本取樣方式有以下兩項主要原則：

### (一) 主要取樣(Primary Sampling)

安排在被防護區中煙霧可能移動或蓄積的具體地點處抽取空氣樣本。典型設置在通風換氣設備(AHUs)或釋壓出口(PRV)的空氣進氣格柵處，但也可以於任何煙霧可能移動之處作取樣。此種設備通常認為是補強其他型的火災探測器對其反應能力係依靠外部系統例如通風換氣設備提供的空氣流動。然而，此情況存在時，通常認知 ASD 系統主要採樣方法目的，藉以提供火災情況的早期的可能的警告。事實上主要採樣通常是在一提供早期火災前兆或克服特殊區域氣流的挑戰而設置，因此建議僅使用 A 類和 B 類 ASD 系統於此種應用上。

### (二) 衍生性取樣(Secondary Sampling)

空氣取樣點安排，選擇位置及防護範圍，作為局限型偵煙式探測器替代選擇。因此，取樣孔位置應符合國家或國際標準，如 NFPA 72，BS 5839，AS 1670 等；但是值得注意的是，當使用 ASD 時根據性能式設計，此通常是以最小的面積範圍需求作為結果。如 ASD 未連接到空調時(未作主要取樣設計)，則衍生性取樣系統可根據每個取樣點 25m<sup>2</sup> 的涵蓋面積配置間距設計(請見 BS 6266: 2002 表 A1)[5]，甚至在氣流速度高的地板與天花板空隙中也可以。

應符合國家或國際標準，重要的是確保每個孔安裝的性能與局限型探測器的至少的性能要求是等效的或超出的性能。

每個個別取樣孔之靈敏度(假設所有取樣孔採平衡式系統)，可以下列計算式得之：

**個別取樣孔之靈敏度 = 煙感度元件靈敏度 x 取樣孔數**

Individual Sampling point sensitivity = (Smoke Sensing Element Sensitivity) x  
(Number of sampling points)

例如，一具探測器煙感元件感度 0.1%/m 和總共 40 個平衡的樣本點的，可以估計在每個樣本點等效於局限型偵煙探測器感度 4%/m 者。

然而在開放空間煙霧可能超過一個樣本點以上進入，然後 ASD 系統的反應將比 4%/m 顯著。此效應叫作累積作用(the cumulative effect)是 ASD 系統本質上地有利特性。

依現場需求及條件狀況決定最佳取樣的方法，除消防法規標準規定取樣選擇說明火警分區，取樣空氣傳輸至探測器所需時間限制，以及管路設計確定取樣孔位置及配置間隔。

### 1. 一般室內空間之防護：

- (1)天花板下取樣：取樣管裝置於防護區天花板下方約 25mm 至 30mm 之間。
- (2)隱藏式取樣管路：以取樣軟細支管連接安裝於天花板內取樣主管路，保持外觀美觀或安全考慮。

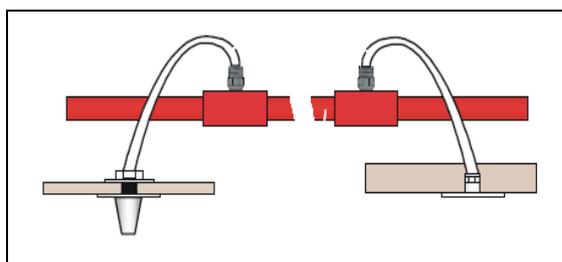


圖 3-1 隱藏式取樣管路 (資料來源:FIA)

- (3)梁槽取樣：梁槽位於大頂梁之間，大型區域內安裝的標準天花板空氣取樣管路常不能在梁間進行空氣取樣。為了克服這一點，則將一剛性管子從取樣管向梁間空間內縱向延伸。而該管在頂端部位方向改為橫向。橫向取樣管的末端配有一密封的末端帽，該配件可選設一取樣孔，末端管帽之前的位置鑽有一取樣孔。

### 2. 回風區的防護：

#### (1)天花板空間或地板夾層取樣

一些應用使用天花板吊頂及地板夾層作為回風送氣(風道)者。取樣管路設計用於探測通過回風風道的空氣中是否有火災產出煙霧。此種取樣方法亦可用於監測天花板吊頂內或地板夾層內安裝的電纜及設備潛在火災危害情形。

## (2) 回風管道取樣

火災中，排風道系統可攜帶煙霧；通常從一個區域向另一個區域運送熱煙氣體及明火。風道系統還可以供給空氣並在火災所在地區起到助燃的作用。因此，煙霧控制的有效管理對人命安全是至關重要的，如那些含有瀰漫煙霧及助長火勢的節氣閘及百葉窗。

煙霧易於隨機械產生的氣流流動。穿過空調設備的回風格柵或排氣系統，應用取樣管路正確的定位取樣孔，可確保在最早期階段捕捉到煙霧的蛛絲馬跡。也可以採集到風道內夾帶排出氣體的空氣樣品。

### 重要設計考量

由於煙霧易於在風道的上半部飄浮，故對管道取樣應考慮克服熱氣層性分佈的問題。當管道內的氣流率較低的情況發生時，浮力超出了氣流慣性，或探測器靠近防火閘門安裝。因此。取樣管道縱向佈置時需克服不同浮力的影響問題。

安裝在風管內的取樣管需要將取樣點設置成與氣流中心線成  $20^{\circ}$  到  $45^{\circ}$  角（高速氣流為  $30^{\circ}$ - $60^{\circ}$ ），建議各取樣點應可涵蓋最大  $0.4\text{m}^2$  的斷面積。

## (3) 回風網取樣

將取樣管置於風道回風網上或於空調設備(AHU)上。在回風網上安裝管路以避免空氣樣品的稀釋及在管路內可能產生的氣壓影響。根據空調設備吸力的不同及回風網的大小不同來決定，一定數量的通風換氣設備可由幾部不同探測器來防護。

回風網空氣樣本的稀釋，應考慮到一部探測器所防護的一定數目的通風換氣設備。理論上，一定數目的被監測空調設備僅受管路最大長度的限制。

但無論如何，在一部探測器監測三台以上的空調設備的安裝中，空氣運動的本性及煙霧稀釋的程度將反應於系統回應時間。

排列的空調設備會對空氣運動產生局部化影響，火警區其中一段的空氣易於在該段的給排風道之間產生迴流，主迴流運動的空氣量減少；且在一部空調設備覆蓋區域內發生的火災煙霧易於僅在該區聚集。

若煙霧在取樣管路的最遠端聚集，則充滿煙霧的空氣樣本必需通過許多他處的取樣點。所有這些取樣點提供僅帶有少量污濁的空氣樣本(如果取樣點靠近火源)，或是完全潔淨的空氣樣品(如果取樣點遠離火源)。結果是煙霧取樣被稀釋了，經過較長時間後得出比應該得出者較低的讀數。

#### (4)回風區取樣原則

- a. 將取樣管設置於最大氣流的路徑上。
- b. 大型的回風網(格柵)需要二個以上取樣孔。NFPA 76 規定每個取樣孔可最大覆蓋面積為  $0.4\text{m}^2$ (4sq. ft)的區域。
- c. 使用最小數目的彎頭。
- d. 建議取樣孔應向氣流傾斜  $20^\circ$  到  $45^\circ$ 。
- e. 建議在高氣流率區域，使用有支架的裝配保證使取樣管在回風網前保持至少 50mm 到 200mm(2 到 8in)的距離。靠近回風網的任何安裝將會給取樣點帶來非正常氣壓環境。
- f. 根據取樣管設計軟體(如 ASPIRE2)的計算，管道末端可能要求配有無孔的末端管帽。
- g. 基於常理，管路維護時需要將取樣網卸除。管路設計應提供內接活管接以保證在再次連接時取樣孔方向正確。
- h. 管道中取樣氣體濃縮問題，由於被採集空氣的溫度較探測器周邊空氣較高的原因，故管道內取樣時經常會遇到濃縮問題。

BS 6266-2002 建議以下電子設施配置 ASD 於空調回風處。

高火災風險度(D類場所)特徵:

- a. 專用設備室
- b. 集中伺服器/電腦設施
- c. 短時間非標準的及非可替換性設備
- d. 無強化突發事件計畫作業不易轉換者
- e. 檔案可定期備份在集中伺服器
- f. 損失影響至中程的企業經營

例如:主要 IT 設施、大型通信設施、生產製程電腦室等。

重大火災風險(E 類場所) 特徵:

- a. 專用建築物
- b. 集中伺服器/電腦設施
- c. 高價值設備或高產值，無可替代性
- d. 無密集與定期測試突發事件計畫之作業不易轉換者
- e. 資料持續備份在集中或遠端伺服器
- f. 非時間性容忍

例如:財務用電腦作業室、網際網路控制中心、空中交通控制中心、核能及化工廠控制設施。

### 3. 特定對象物的局部防護(局部取樣)

此針對性探測係指用於一些房間內，設有特殊設施的環境要求特別的裝備。機櫃內取樣使用軟管從機櫃內採集空氣樣本。這些機櫃擔負著電氣、IT 或其他領域的重要任務。軟管從取樣管垂下到達設備機櫃的頂部或從地板夾層上攀。

#### (1)機櫃上方取樣

取樣管直接安裝在需要防護的機櫃上面。將取樣孔置於機械通風網上，鑽取樣孔可使取樣孔面向來自機櫃的空氣流。每個被監測的機櫃必須至少鑽有一個取樣孔。取樣管附近如遇高氣流情況，則排風扇可能引發取樣失效問題。

#### (2)機櫃內取樣

取樣軟管可用於封閉式機櫃內取樣。可以使用異徑 T 型接頭將一根靈活的軟管與主管路相連接。或採用一根剛性升降管通過一個 T 型接頭與取樣管連接是軟管取樣系統的變化。但需注意當在附帶抽風扇的機櫃頂部安裝取樣點時。這些風扇會在機櫃內產生低氣壓，此將阻止空氣樣本進入取樣點。

### 4. 大型空間防護

如挑空中庭、大空間廳堂及倉庫等具有高天花板的空間區域，應採不同的

特殊的取樣管路設計規則。由於初期火災煙霧隨熱氣層上升接近天花板過程，當喪失其熱能時將停止浮升，一般而言，因受日照或熱輻射等效應，使該處空氣受熱，水平高出地表一定距離就必然形成了煙氣層化分佈過程 (stratification)。煙霧層化分佈的熱氣層可在不同的高度構成不同的空氣層，嚴格地控制煙霧的上升能力並阻止其到達上方的取樣管路[15]。

氣溫、通風及屋頂高度等因素都對層化分佈程度及煙霧將要上升到的高度水準產生影響。以上所述因素的改變將導致同一場所內不同的層性分佈效果。此問題要出現時，常規天花板下方取樣的設計管路可能會失效。為了克服空氣層化分佈的影響，可配置垂直取樣管安裝於天花板上的標準取樣管上。這樣，垂直取樣管就可穿透空氣層化分佈層達到不同的高度並可在不同的水平高度上抽樣空氣樣品。

- 英國 BRE 近年針對 ASD 應用於挑高空間進行實驗研究，有以下結果[16]:
- (1)40m 高天花板光電分離型探測器靈敏度至少 35%/m 以上，實際上設計採 25%/m 較佳。實驗證明 ASD 採 B 級單管取樣較光電分離型 (OBSD) 靈敏度 35%/m 有效；而 ASD C 級四管取樣效能與 OBSD35%/m 近似。
  - (2)實驗顯示對小火煙霧挑高空間 43m 高天花板，採用 ASD C 級多孔取樣者仍能探知，建議提昇為 B 級較具可靠度。
  - (3)挑高空間環境建議排除使用 A 級 ASD，因需長時間環境背景濃度調整較為繁複。
  - (4)場所內有人員工作時，靈敏度建議降低為 B 級，無人時則調整為高靈敏度 A 級。
  - (5)實驗驗證 ASD 整合效益 (累積效應)，多管系統優於單管單孔，以及優於 OBSD。
  - (6)FIA 規範 (1996 及 2006 版) 設置高度係依局限型偵煙探測器 (BS5839-1)，建議修正依 OBSD 的 25m(或 40m 快速反應 5 分鐘消防隊救災)為基準；例如 EN 54-20 ASD C 級 15 孔由 15m 增加為 25m 高度限制。

## 5. 取樣管路設計方式

- (1)取樣管路相關參數

- a. 最大可允許的傳輸時間
- b. 火警分區的最大面積
- c. 每個取樣孔覆蓋的區域 (侷限型探測器)
- d. 取樣點之間的最大間隔
- e. 抽氣式煙霧探測系統的最大區域
- f. 瞭解被保護區內的環境條件
- g. 識別所有的通風及氣流 (風扇、空調等)
- h. 考慮到客戶需求
- i. 確定是否設計需要定址
- j. 回風網取樣
- k. 用天花板及地板夾層
- l. 考量高頂棚及空氣層化分佈的影響
- m. 目標探測是所有要求

## (2) 客戶端參數

設計中包含了客戶可能會指定的某些要求。這些參數往往涉及到某些設備的防護或警報門檻值水準。而管路設計則需基於規定及探測器的參數要求將這些規格考慮進來。

## (3) 基於性能的參數

基於性能的設計可提供一個消防系統的備案，來詮釋這些消防規範。通過在設計階段觸及各類環境風險來實現的。性能設計方法具有重要優勢，最重要的是提供火災事件的早期探測能力。

建議進行煙霧測試或運用計算流體動力 Computational Fluid Dynamics(CFD)模擬，該氣流模擬的方法可準確辨識從已知風險煙霧流動情形，從而能將 ASD 系統進行最佳取樣定位。空間內軟體、工具及設備的安排將改變設施內的氣流動態(氣流速度及氣流方向)，遂為保證未來警報設備設計有效性，建議在場所建設完工階段進行測試。

## (4) 高速氣流交換的空間

氣流高速交換空間常使用一些機械的通風裝置來保持無塵的環境，多

數規範及標準支援環境空氣交換率為 7.5(或更高)，據此來劃分氣流高速交換的區域。多數的規範及標準還要求氣流交換速度越高，每個取樣孔所能保持的區域越小，如表 3-1 引用於 NFPA 72 規範中侷限型探測器的使用。

表 3-1 偵煙式探測器高速氣流交換區域侷限型（取樣點）涵蓋面積

換氣率（次/小時）	60	30	20	15	12	10	8.6	7.5	<7.5
每個取樣孔涵蓋面積(m <sup>2</sup> )	12	23	35	46	58	70	81	84	84
每個取樣孔涵蓋的面積(sq. ft)	125	250	375	500	625	750	875	900	900

註:NFPA 72 規範就高氣流區域的取樣點間距問題對產品範圍的空氣取樣系統有特殊規定。

（資料來源：NFPA72）

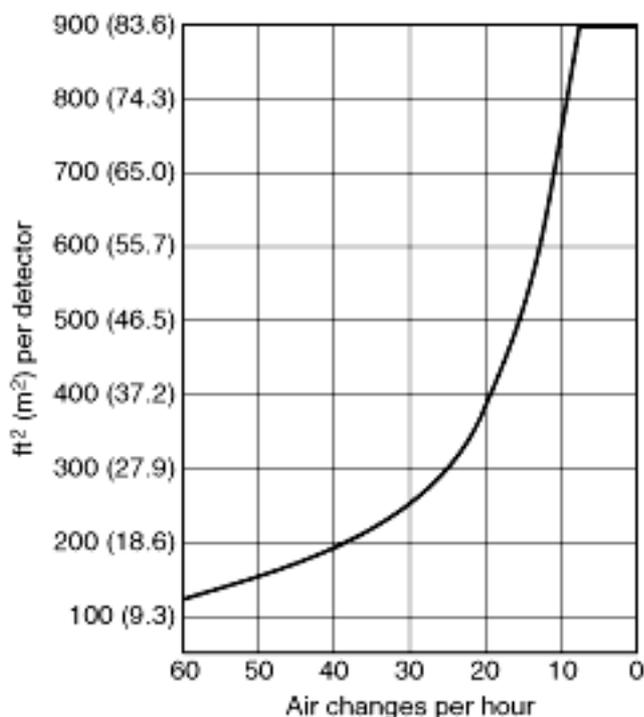


圖 3-2 高氣流運動空間每一偵煙探測器有效防護面積（資料來源:NFPA-72）

高氣流運動空間的取樣方法，結合回風取樣及天花板取樣的方法。消防規範要求高氣流環境時，應縮小探測器的間隔。回風網處使用回風取樣

或通過回風管道內取樣，高氣流交換環境的氣流方向受人為因素影響，任何不在直接氣流路徑上的空氣量不會到達回風網處的取樣點。

#### (5)使用多管系統的優勢

基於探測器的最大長度參數，則有可能對整個區域使用一根取樣管設計。但為了提高取樣管路的效能，多建議使用較短的多管管路設計方式。

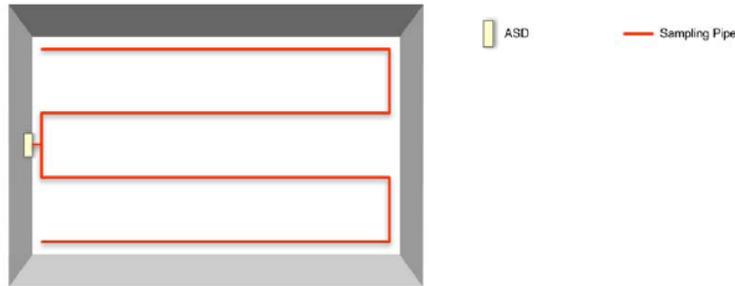


圖 3-3 ASD 取樣管路圖例（資料來源：FIA）

多管系統的優勢原因如下：

- a. 因空氣從管路的終端到探測器的傳輸距離縮短緣故，短的取樣管回應時間更佳。
- b. 更短的管子上配有更少的取樣孔，則末端管帽上取樣孔的數目就減少，如此將利於取樣孔分配及取樣孔平衡。
- c. 取樣管越短，則使用的彎頭也就越少，那麼傳輸的時間會越短，越能得到更高質的氣流。
- d. 多個管子提供更好的系統平衡能力。

#### (6)不同管數系統性能比較

使用短的、多管系統較那些使用少量、長管的系統具有優勢。例如配置在防護相同的區域中不同管數系統性能圖 6 說明，但具有完全不同的傳輸時間性能。100m 的單管的傳輸時間為 80 秒。兩根 50m 長的管子所使用的傳輸時間約在 33 秒上下。四根 25m 長的管子所使用的傳輸時間約在 20 秒上下。

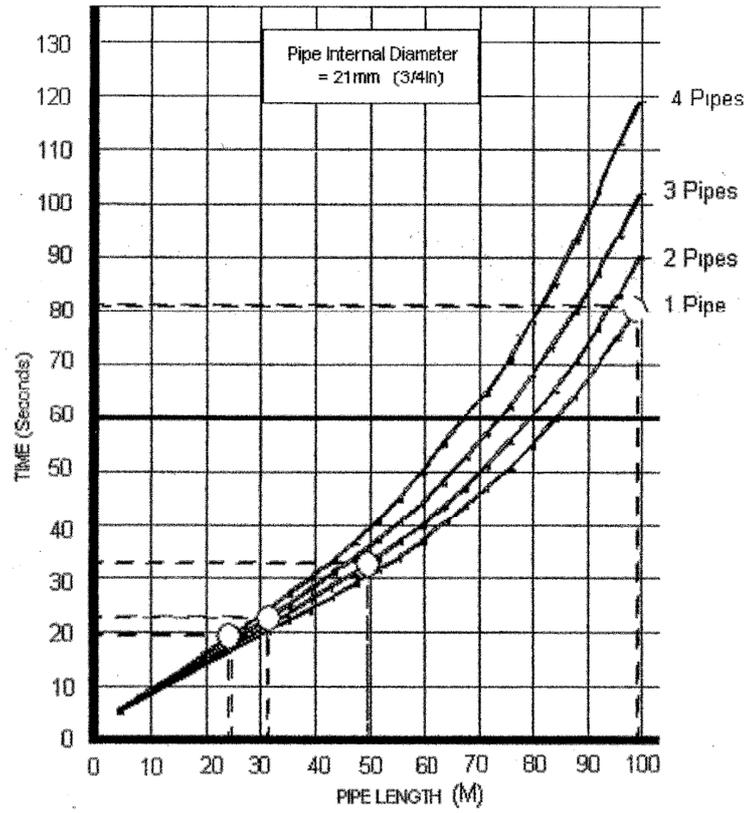


圖 3-4 不同取樣管傳輸時間比較 (資料來源：VESDA)

### 第三節 適用場所及取樣方式

各類場所應用 ASD 設備時，其空氣樣本取樣方式，澳洲商品 Xtralis, VESDA，設計手冊上有下表 3-2 之例

表 3-2 適用場所及設置取樣方式

取樣方式 取樣點 場所用途	標準取樣			細支管取樣			回風取樣	
	天花板下	天花板內及地板下	機櫃上方	埋頭取樣	機櫃內取樣	升降管	管道內	回風口(網)
EDP 環境	○	○	○		○	△	○	○
電器/交換機	○	○	○		○	○	○	○
靜音室				○		○	○	○
電信	○	○	○		○	○	○	○
變電站								
控制室	○	○	△		△		○	○
無塵室							○	○
電纜隧道/線盤	○					△		
醫院	△			○			○	○
實驗室	○						○	○
圖書館/檔案室	△			○			○	○
博物館/美術館				○			○	○
歷史建築物				○				
學校	○			○				
禮堂	○			○			○	○
電影院/戲院	○			○			○	○
監獄				△			○	○
賭場(casino)	○			○			○	○
宿舍				○			○	○
飯店/賓館				○			○	○
製造設施	○		○		○		○	○
冷藏室	○						○	○
儲存倉庫	○							
設備低櫃			○		○	○		
挑高中庭						△		
航太飛行器維修庫	○							

○:最佳選取      △:較差選取

(資料來源:Xtralis VESDA)

## 第四節 火警警報設備同等性能設計

對於具備高速氣流環境、挑高中庭或與開闊空間部分之場所，例如無塵室廠房、博物館、百貨商場、航站大廈、體育館及大型物流倉庫等類似建築物而言，若基於特別設計考量，一般傳統式火警探測器等設備並無法在預期時間內有效地偵知火災，而必需採用極早期火災警報設備來發探知並及早通報滅火或避難人群之應變措施。我國現行標準雖尚無相關條例式規範抽氣型偵煙式探測器設置，但是目前作法仍可依循「各類場所消防安全設備設置標準」第一編總則編中之第二條規定，進行所謂的火警警報設備同等性能式的設計。

各類場所消防安全設備設置標準第二條明確指出「各類場所消防安全設備之設置及維護，依該標準之規定。但因場所用途、構造特殊，或引用與該標準同等以上效能之消防技術、工法或設備，適用該標準確有困難者，於檢具具體證明經中央消防主管機關認可者，不在此限」。亦即各類場所因場所用途、構造特殊，申請無法適用各類場所消防安全設備設置標準，全部或部分條文者時，可引用與該標準同等以上效能之消防技術、工法或設備，向中央消防主管機關(內政部)，提送「性能設計評估報告書」，以申請同等性能替代。

目前內政部針對新設備、新技術同等性能者審查上有所謂「通案」送審、以及認可後個別案件設計時「個案」送審的兩階段審議機制。送審內容重點如下：

### 一、ASD設備通案審查決議之限制條件：

- (一)設備系統須以原廠產品整組裝置，主要構件之探測器組、顯示器、程式器應附有UL、FM或LPC等機構認可之證明文件，並符合國外設置標準如NFPA 72、BS6266等相關規定。
- (二)裝置竣工時，應將ASD系統設備及其主要附屬配件等之進口或出廠證明，送當地消防機關註記。設置場所應附中英文技術規範、操作安裝維護手冊及系統動作流程，提供設置場所人員及消防檢查人員參考。
- (三)應依所提ASD設備設計使用手冊施工。
- (四)設備系統之主要構件和附屬配件如下：
  - 1.探測器組(detector):含抽氣風扇、控制模組、過濾網，靈敏度依機型設定值(例如0.001~20%obs/m)。
  - 2.顯示器(display):為附屬配件，非必要設備。含20格濃度顯示。系統顯示燈號、操作功能鍵。

- 3.程式器(Programmer):為附屬配件，非必要設備。可調整、設定系統參數。
- 4.電源供應器:提供24VDC電源。
- 5.取樣管路:外徑25mm、內徑15~21mm管路；或外徑6mm、內徑4mm。管路依申請者送審規格認可而定。

(五)系統之使用條件如下:

- 1.探測器的保護範圍須符合「各類場所消防安全設備設置標準」第112條火警分區之規定;但探測器裝設於無塵室時，須符合下列規定:
  - (1)設計於迴風冷盤(Cooling Coil)前之系統，每一探測器組保護面積以不超過60平方公尺為基準。
  - (2)設計於Sub Fab天花板(Under Fab)之系統，每一探測器組保護面積以不超過500平方公尺為基準。
- 2.裝置系統時須考量空氣換氣量，以達到早期警報的效果。
- 3.個案設計，要求申請人針對防護空間內氣流影響所致可能探測死角或誤動作情形進行評估(經審議委員於205次大會討論後，列為通案限制條件)。

(六)本系統須以原廠軟體(例如ASPIER2)進行管路計算，經確認符合規定後，方可進行設置。

(七)設備應依下列規定設置:

- 1.偵測主機必須安裝於容易維修的位置。
- 2.置於各區域設備之取樣管路，需預留日後可能安裝相關設備之空間。
- 3.取樣孔必須依原廠規定貼上紅色標記。
- 4.取樣管路任何接頭處均需完全密封，以防漏氣現象造成誤判，完成後必須先清管才能接上探測器。
- 5.取樣管需依原廠編號於管上張貼標示或以懸掛吊牌標示。
- 6.空氣取樣管路如穿越任一防火區劃，應符合建築技術規則之規定。
- 7.電氣配線應符合屋內線路裝置規則之規定。

(八)設備性能核准內容例如下表3-3：

表 3-3 ASD 設備性能核准內容(案例)

型號	操作溫度		取樣管長	
	探測器周圍	抽樣空氣	總管長	單管長
0001	-10°C ~ 60°C	-10°C ~ 60°C	200 公尺	100 公尺
0002	-10°C ~ 60°C	-10°C ~ 60°C	400 公尺	100 公尺
0003	-10°C ~ 60°C	-10°C ~ 60°C	600 公尺	100 公尺
0004	-10°C ~ 60°C	-10°C ~ 60°C	750 公尺	50 公尺

(資料來源:內政部消防署)

(九)裝置竣工後，須以下列方式之一進行測試：

1. 採用不殘留、不污染測試環境之煙霧測試罐，距每一取樣管之管末端取樣孔處噴放一秒。系統必須在120秒內觸發第一警報。
2. 於防護區任二點地面處，以6~12V、15Amp之直流電源連接線徑0.1mm (0.078mm<sup>2</sup>、10芯)的一公尺長PVC被覆導線做過電流負載測試，通電60秒後斷電，偵測主機必須在斷電後120秒內反應，並發出第一段警報。

(十)本系統應依原廠設計手冊進行設計，並依設計圖面及原廠安裝手冊與相關標準、規範施工。

(十一)前述事項及設計圖說應經消防設備師或取得暫行從事消防安全設備設計、監造證書之消防專技人員簽證。

(十二)本系統於安裝完成後，應依所提測試報告書實施各項試驗，並參照消防機關辦理建築物消防安全設備審查及查驗作業基準辦理竣工勘驗。另應依所提檢修方法、判定基準及檢查表辦理定期檢修。

(十三)竣工勘驗前，應檢附全案設計圖說。技術(施工，規範。維修手冊及檢測方法等資料，提送當地消防機關備查。

(十四)審核認可之案件，僅對申請人所提之圖說文件予以審定。申請人應自發文日起按年度彙製使用狀況清冊，內容包括設置建築物之使用者。名稱。地址、電話、設置位置、竣工日期及維修狀況等，並自行保存(至少三年:供抽查。消防署為確保認可案件之品質，得電話或邀請有關人員實地抽檢，使用狀況經抽檢不合格或未完整紀錄者，本部得逕予註銷認可使用。申請人或出品人、如有偽造文書，出具不實證明。侵害他人權益或實際設計、施工與所申請資料不符。肇致危險或傷害他人時，應視其情形，撤銷核可證明文件，並分別依法負其責任。

## 二、個案送審審議「性能設計(PBD)評估報告書」，其內容應包括下列各項重點：

(一)設計目標 (Design Objectives): 建立符合建築及消防相關法規之安全策略，確保人命、財產及企業營運持續等安全需求目標。

(二)性能基準(Performance Criteria): 設計基準與性能基準之分析、性能要件間之關係。

(三)危害界定(Hazard Identifination): 敘明建築物可能的起火源建築材料、可燃物成分、用途、使用情形，並說明其火載量。

(四)設計火災(Design Fire): 說明起火點、火災規模等火災設計之運用，以及決定或

不接受之依據、假設與限制。

- (五)發展火災情境(Fire Scenario): 提出各種可能發生的火災過程，並說明其依據、假設與限制。
- (六)嘗試概念設計 (Trial Concept Design): 依專業知識說明建築設計或提供額外的防火方法，建立多個防火策略，滿足消防安全目標和標準的成本效益。
- (七)評估方法(Methods of Evaluation): 建立一個或以上的嘗試概念設計和重大火災情境後，應利用適當工程計算、電腦模擬或實驗量化之評估。
- (八)選定設計方案(Select the Final Design) : 分析替代設計方案之選擇以及決定或不接受之依據、假設與限制。需含特殊設計方案之目的。火災規模評估性能基準設計之目的及建築物變更使用、物品人員等替代設計方案之選擇，並就其評估結果對照比較。

近年來，台灣地區陸續完工許多大型公共建築物其火災煙控系統設計，即依循性能式設計之方法，提送上述之「性能設計評估報告書」申請同等性能替代。

中央消防技術審議委員會對ASD設備同等性能審查的重點或意見如下：

1. 無塵室裝設ASD，主要目的在於偵測電器設備或電纜過熱時，所產生之煙粒子，個案除模擬火災現象外，應進行煙粒子偵測模擬。
2. 案件模擬之「有阻礙物時的氣流分布」，有些區域會有亂流現象，是否會影響ASD偵測效果。此外，應提供「有阻礙物時的氣流分布」分布圖。亦即需請申請人補充設備受(無塵)室內部氣流影響所致可能探測死角或誤動作之評估資料。(此經審議委員於205次大會討論後，已列為通案限制條件中)。
3. 有關極早期偵煙探測設備(ASD)個案設計選用型式靈敏度(~%obs/m)設定依據及提具佐證資料。
4. 探測器數量計算、取樣孔位置數量、取樣管長限制、防護區域面積大小等圖說。
5. 適用該場所過去類似場所之設計實績、現場測試文件。

審核通過之個案除依採用設備之通案十四項限制條件，實施裝置、竣工測試等外，設計上仍應依核准內容執行，如下表3-4案例：

表 3-4 ASD設計核准內容(案例)

樓層		無塵室總樓地板 面積(m <sup>2</sup> )	每套探測器 防護面積 (m <sup>2</sup> )	最低設計 探測組數	實際設計 探測組數
		總迴風冷盤面積(m <sup>2</sup> )			
0層	SUB-FAB天花板	45,610	500	91	109
	迴風冷盤	1,674	60	27	39
0層	SUB-FAB天花板	2,394	500	47	89
	迴風冷盤	1,860	60	31	4

(資料來源:內政部消防署)

本研究有關極早期火警警報設備抽氣型偵煙式探測器，除一般場所應用外，可採用研究成果第六章建議之標準增修條例式內容來設計與配置外，對於高速氣流環境(1.5m/sec以上)、挑高天花板(高度25m以上)及大型空間(火警分區2000m<sup>2</sup>以上)者，仍應採同等的性能設計，其步驟建議如下流程圖3-5，以提供讀者進行相關設計時之參考。

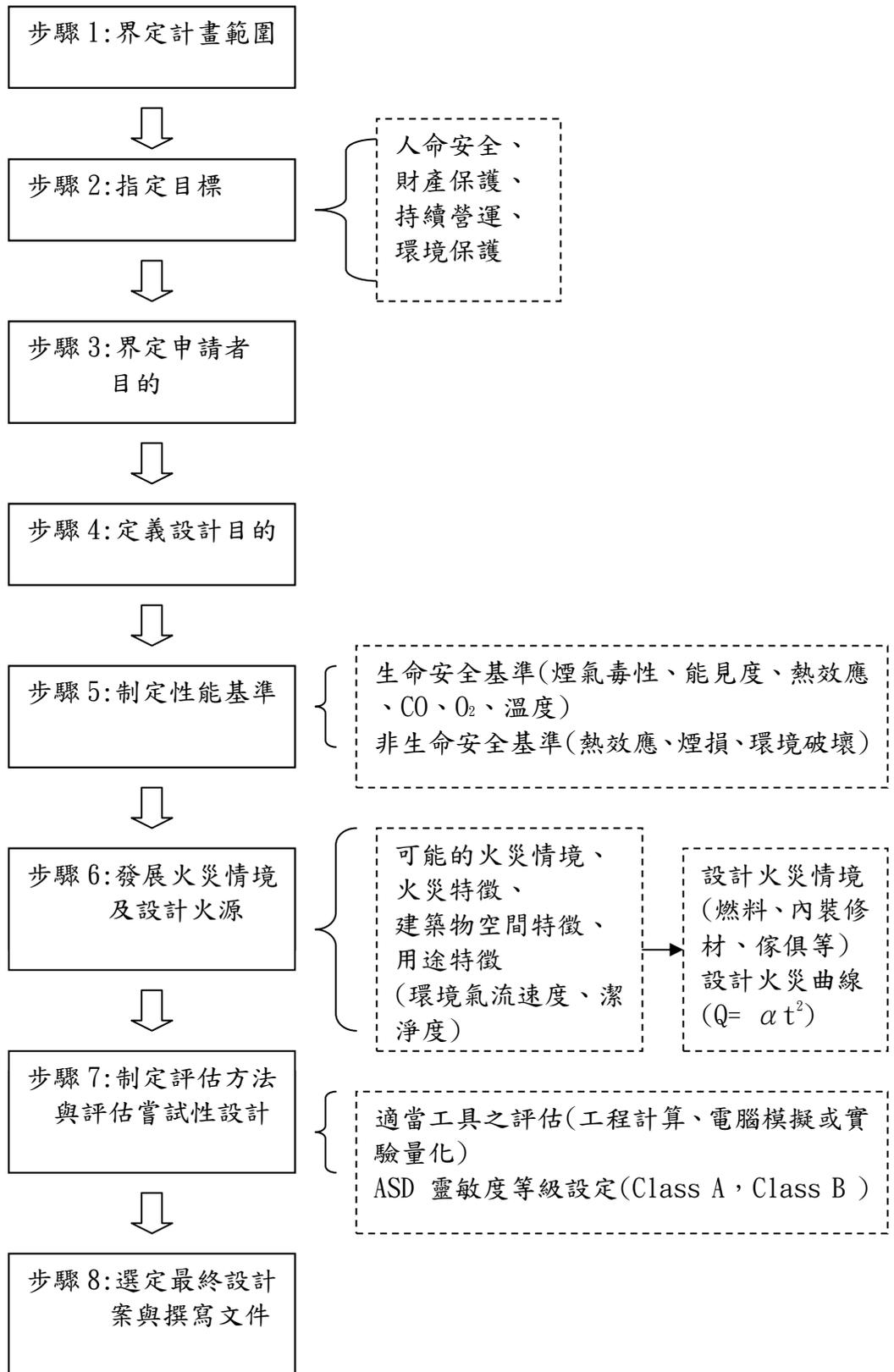


圖 3-5 極早期偵煙式火警探測(ASD)性能設計流程圖

## 第四章 性能驗證實驗

以極早期火災偵測設備（抽氣式煙霧探測器, ASD）進行性能驗證試驗，考量大空間(層化效應, Stratification)對偵測設備的影響、未來雲端產業數據中心在極早期發現火災的重要性，及一般居室空間內極早期火災偵測對非潔淨環境的適用度。因此場所選定挑高空間(模擬百貨商場、購物中心、機場候機室..等場所)、機房(模擬數據中心的空間)及一般居室(模擬辦公室、展覽館、文物保存館等類似空間)來進行研究。

表 4-1 性能驗證實驗規畫表（本研究整理）

試驗情境	挑高空間	機房	一般居室
煙霧源	smoke pellet, pool fire	熱線測試(PVC Wire)	熱線測試(PVC Wire)
探測器	光電分離型煙探測器 ASD(Class B)	局限型偵煙探測器 ASD (Class A)	局限型偵煙探測器 ASD (Class C)
紀錄	垂直的溫度分佈	空間的流場分佈	空間的潔淨度背景值
量測工具	TC tree	流速計	ASD
測試目的	挑高空間 vs 不同探測器通報時間	在高氣流環境下 vs 不同探測器通報時間	在一般環境潔淨度 vs 不同探測器通報時間

## 第一節 挑高空間試驗

以內政部建築研究所-防火實驗中心內的開放空間(寬 x 長 x 高=23m x49m x27m)來模擬挑高空間，將空氣取樣管配置在貓道下方的水平面(圖 4-1)及靠辦公區垂直牆面上(圖 4-2)，再個別連接至 ASD 煙霧探測器主機，在天車兩側設置光電分離型煙探測器，以煙霧顆粒(smoke pellet)及油盤為發煙源進行試驗，紀錄每個探測器反應時間。

### 壹、試驗目的

1. 穩定氣流情況下，高天花板大空間內不同探測器對較小火勢冷煙及油盤火源情境之探測有效性分析。
2. 自然對流情況下，高天花板大空間內不同探測器對較小火勢冷煙及油盤火源情境之探測有效性分析。
3. 層化效應(Stratification)對探測器通報的影響

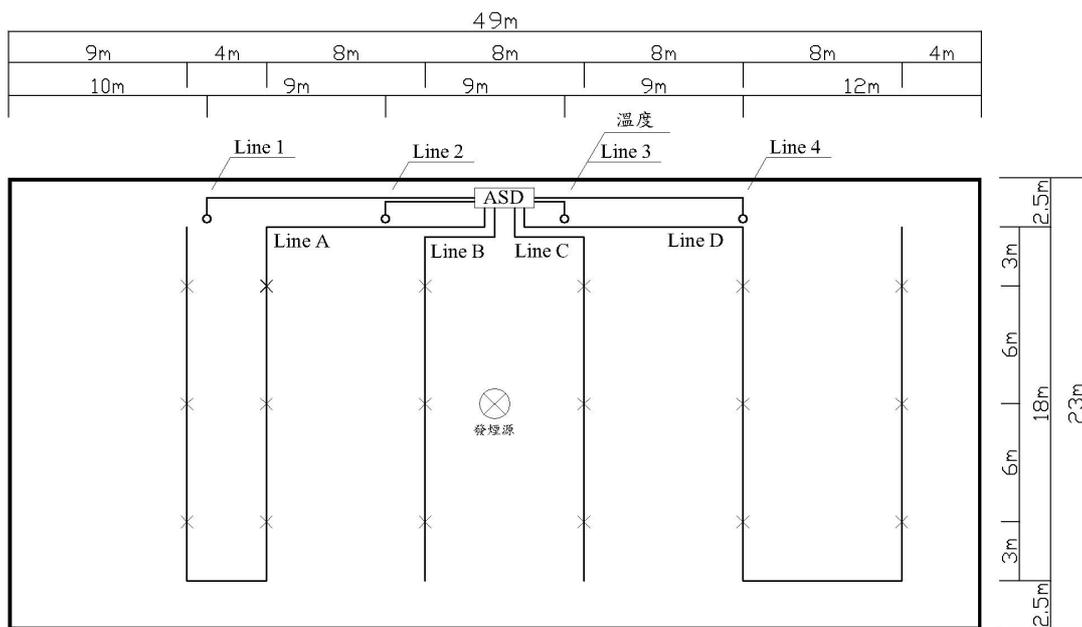


圖 4-1 貓道下方的水平面 ASD 抽氣取樣管配置示意圖

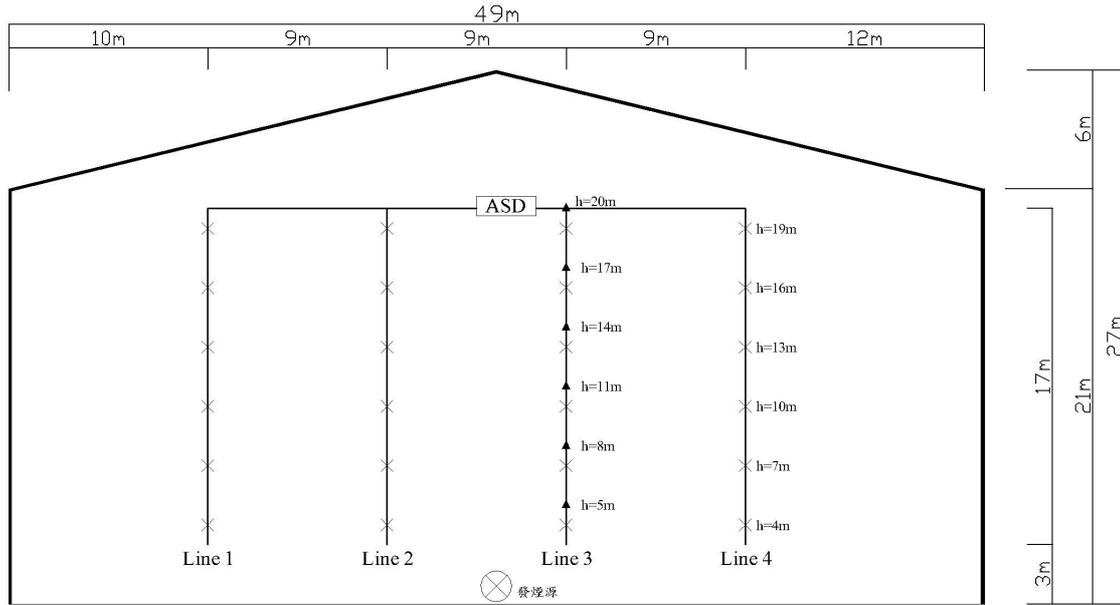


圖 4-2 垂直 ASD 抽氣取樣管配置示意圖

1. Line A、Line B、Line C、Line D：水平 ASD 取樣管
2. Line 1、Line 2、Line 3、Line 4：垂直 ASD 取樣管
3. 所有取樣管末端均無設置取樣孔
4. 發煙源在測試空間正中央
5. 測試空間容積約為 33810m<sup>3</sup>

表 4-2 挑高空間試驗每個取樣管之取樣孔配置情形

Line A	長度：54m	取樣孔數：6 孔	Line 1	長度：36m	取樣孔數：6 孔
Line B	長度：24m	取樣孔數：3 孔	Line 2	長度：27m	取樣孔數：6 孔
Line C	長度：24m	取樣孔數：3 孔	Line 3	長度：24m	取樣孔數：6 孔
Line D	長度：58m	取樣孔數：6 孔	Line 4	長度：33m	取樣孔數：6 孔

## 貳、試驗項目

1. 煙霧顆粒(smoke pellet)性能測試(參考附件二)
2. Pool fire test: 95 汽油 (1 liters 至於直徑 30 公分的圓形油盤, 熱量~80kW)

## 參、試驗設備:

1. 抽氣式煙霧探測設備(ASD)兩台、筆記本電腦、光電分離型煙探測器。
2. 煙霧顆粒(13 gm smoke pellet)12 顆、95 汽油(10 liters)、油盤(直徑 30 公分)。

3. 一熱電偶樹每 3 公尺一個測溫點、資料收集記錄設備。
4. 流速計(anemometer)、計時器(Timer)。

#### 肆、實驗步驟

1. 在貓道下方安裝好一套水平分佈的取樣管，及 4 根牆面垂直取樣管分別連接至兩台 ASD 主機。另在相同水平空間設置一光電分離型煙探測器。
2. 關閉所有氣窗與出入口大門，保持內部流場穩定。
3. 於空間中心點位置的地板上設置煙源
  - (1) 點著煙霧顆粒(smoke pellet)，紀錄探測器反應時間。
  - (2) 點燃油盤，紀錄探測器反應時間。
4. 打開出入口大門，重複步驟 3
5. 每次試驗完要排除剩餘、滯留在空間中的煙霧

#### 防火實驗室 VESDA 設定

##### 天花板:

Alert(Class A):0.035 %/m	0.035x18 孔=0.63%/m <0.8%/m
Action(Class B):0.08 %/m	0.08x18 孔=1.44%/m >0.8%/m but <2%/m
Fire 1(Class C):0.12 %/m	0.12x18 孔=2.16%/m >2%/m

##### 垂直管:

Alert(Class A):0.04 %/m	0.04x6 孔=0.24%/m <0.8%/m
Action(Class B):0.08 %/m	0.08x6 孔=0.48%/m <0.8%/m
Fire 1(Class C):0.12 %/m	0.12x6 孔=0.72%/m <0.8%/m

## 伍、實驗結果

表 4-3 挑高空間試驗結果

1.穩定氣流(關閉所有氣窗與出入口大門)											
發煙源	試驗 次序	開始時間	光電分離型		水平 ASD (Class A)			垂直 ASD (Class A)			通報秒差
			動作時間	累計時間	動作時間	累計時間	靈敏度	動作時間	累計時間	靈敏度	
煙霧顆粒	1	11:10:37	無動作	X	11:12:24	1:49	0.03 OBS/m	11:13:31	2:54	0.03 OBS/m	--
	2	12:02:20	無動作	X	12:03:59	1:39	0.035 OBS/m	12:07:00	4:40	0.04 OBS/m	--
油盤	1	12:44:36	12:45:28	0:52	12:45:26	0:50	0.04 OBS/m	12:45:43	1:07	0.045 OBS/m	2 秒
	2	16:43:43	16:44:51	1:08	16:44:34	0:51	0.035 OBS/m	14:44:58	1:15	0.04 OBS/m	17 秒

2.自然對流(開口風速 5-6 m/s、火源風速 1.5 m/s)											
發煙源	試驗 次序	開始時間	光電分離型		水平 ASD (Class A)			垂直 ASD (Class A)			通報秒差
			動作時間	累計時間	動作時間	累計時間	靈敏度	動作時間	累計時間	靈敏度	
煙霧顆粒	1	13:58:14	無動作	X	14:00:29	2:15	0.03 OBS/m	13:59:04	0:50	0.03 OBS/m	--
	2	14:29:46	無動作	X	14:30:57	5:18	0.03 OBS/m	14:36:04	1:11	0.035 OBS/m	--
油盤	1	15:00:26	15:01:28	1:02	15:01:26	1:00	0.03 OBS/m	15:01:10	0:44	0.04 OBS/m	18 秒
	2	16:03:52	16:05:34	1:42	16:05:09	1:17	0.035 OBS/m	16:04:29	0:37	0.04 OBS/m	65 秒

## 陸、實驗照片

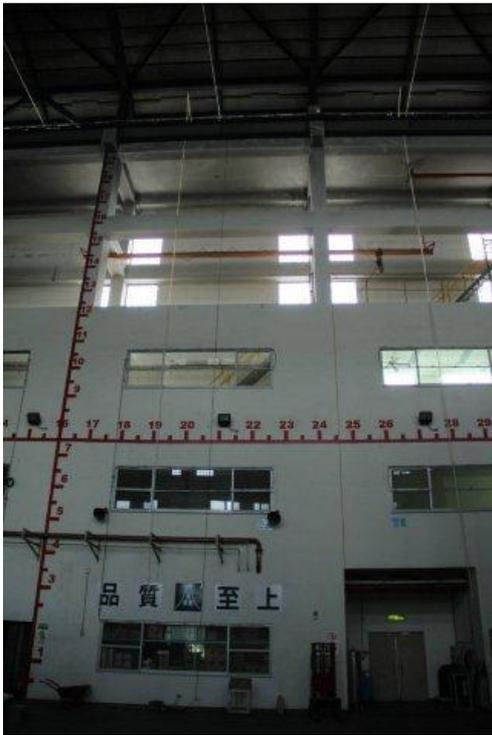


圖 4-3 垂直配管現場情形



圖 4-4 水平配管現場情形



圖 4-5 煙霧顆粒發煙情形(穩定氣流)



圖 4-6 煙霧顆粒發煙上升情形(穩定氣流)



圖 4-7 煙霧顆粒發煙情形(自然對流)



圖 4-8 煙霧顆粒發煙上升情形(自然對流)



圖 4-9 油盤點燃情形(穩定氣流)



圖 4-10 油盤發煙上升情形 (穩定氣流)



圖 4-11 油盤點燃情形(自然對流)



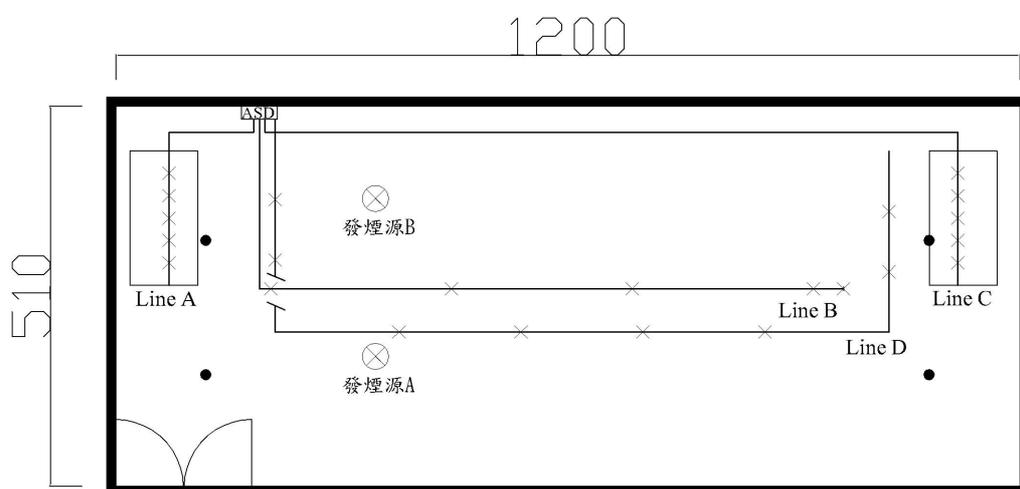
圖 4-12 油盤發煙上升情形(自然對流)

## 第二節 機房試驗

擇一間電信機房將空氣取樣管依 FIA code 配置於上方回風口及機櫃地下出風口，再連接至「抽氣式煙霧偵測器」，在天花板設置局限型偵煙探測器(如圖 4-3)並連接至受信總機。依據 FIA 的試驗方法(熱線測試)進行性能測試，紀錄探測器反應時間。

### 壹、試驗目的

1. 在機房高氣流速度環境下兩種不同探測器通報時間比較。
2. 選擇一至二功能試驗的適當方法替代目前檢修基準之加煙試驗器。



X：ASD 取樣孔 ●：局限型探測器  
圖 4-13 電信機房內 ASD 抽氣取樣管配置示意圖

1. Line A、Line B、Line C：架設於天花板
2. Line D：架設於高架地板內
3. 室內容積約：171.36 立方公尺
4. 回風口中心風速約：3.5~3.9 m/s
5. 出風口風速約：1 m/s

表 4-4 機房試驗每個取樣管之取樣孔配置情形

Line A	長度：5.6m	取樣孔數：5 孔
Line B	長度：12.5m	取樣孔數：5 孔
Line C	長度：13.7m	取樣孔數：5 孔
Line D	長度：13.3m	取樣孔數：8 孔

**貳、試驗項目**

1. 電力過載聚氯乙烯塗佈線 (2 米) 之系統性能測試(參考附件四)，比較 ASD 與局限型偵煙探測器偵測通報時間差。
2. 比較不同換氣率(Air Change per Hour, ACH)對通報時間的影響。
3. 比較不同發煙地點對通報時間的影響。

**參、試驗儀器：**

1. 抽氣式煙霧探測設備(ASD)、局限型煙霧探測器與受信總機。
2. 聚氯乙烯塗佈線 (2 米)、電力過載實驗裝置(參考附件一)。
3. 流速計(anemometer)、計時器(Timer)。

**肆、實驗步驟**

1. 電力過載聚氯乙烯塗佈線 (2 米) 之系統性能測試步驟。
2. 每次試驗完要排除剩餘、滯留在空間中的煙霧。

**伍、實驗結果**

表 4-5 機房試驗結果

發煙源位置	空調回風率(CCM)	試驗次序	氣溫(攝氏)	開始時間	ASD (Class A) (0.033 OBS/M)		局限型 (一種偵煙型)	通報時間差 (秒)
					動作時間	累計時間	動作時間	
A	138.24	1	21	11:35:00	11:37:55	175 秒	X	--
		2	20.5	12:21:00	12:22:58	118 秒	X	--
A	267.84	1	19.9	13:00:00	13:02:08	128 秒	X	--
		2	18	13:16:00	13:18:28	148 秒	X	--
B	138.24	1	20.3	13:28:00	13:29:40	100 秒	X	--
		2	20.2	13:56:00	13:57:34	94 秒	X	--

Alert:0.033%/m     $0.033\% \times 23 \text{ 孔} = 0.759\% < 0.8\%$  (屬於 Class A 等級靈敏度)

Action:0.06%/m

Fire1:0.1%/m

共 23 孔

## 陸、實驗照片



圖 4-14 左側風機之上方進風口(Line A)



圖 4-15 右側風機之上方進風口(Line B)



圖 4-16 天花板下方取樣管(Line B)



圖 4-17 地板下方取樣管(Line D)



圖 4-18 電力過載試驗

### 第三節 一般居室試驗

擇一間居室將空氣取樣管配置在天花板（高度約 2.5m）下來模擬一般居室空間的情境，再連接至 ASD 煙霧探測器，在鄰近取樣孔附近設置局限型偵煙探測器（如圖 4-4, 4-5），依據 FIA 的試驗方法（熱線測試）進行性能測試，紀錄探測器反應時間。

#### 壹、試驗目的

1. 研究 ASD 設備應用於一般居室空間的適用性。
2. 比較 ASD 與傳統局限型探測器於一般居室空間的效能比較。

#### 貳、試驗項目

1. 電力過載聚氯乙烯塗佈線（2 米）之系統性能測試。

#### 參、試驗設備：

1. 抽氣式煙霧探測設備(ASD)、局限型煙霧探測器與受信總機。
2. 聚氯乙烯塗佈線（2 米）、電力過載實驗裝置(參考附件一)、煙霧罐。
3. 流速計(anemometer)、計時器(Timer)。

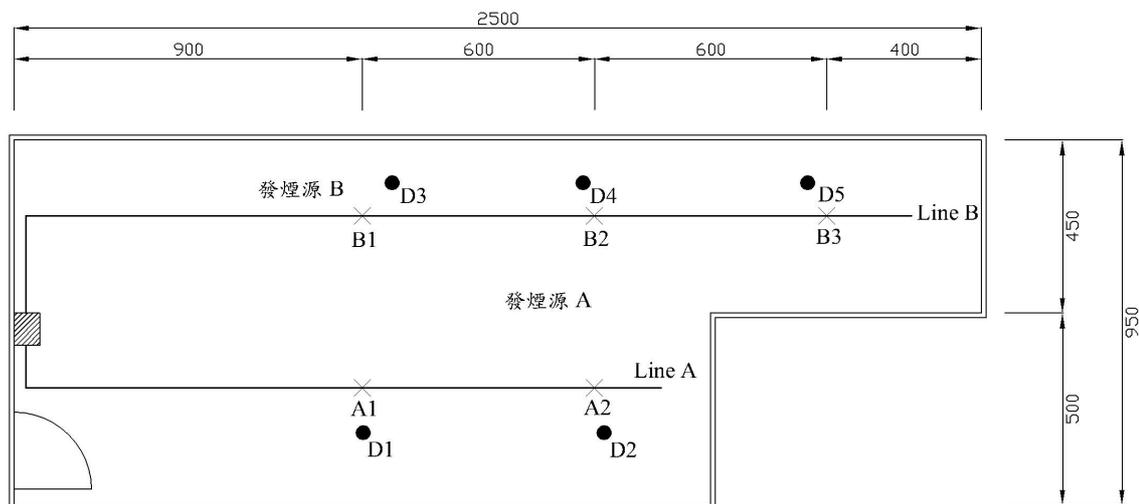
#### 肆、實驗步驟

1. 將 ASD 設備置於事先選定的場所一週，量測其背景環境值，以此值代表其環境粉塵污染程度，再於同一空間進行試驗。
2. 電力過載聚氯乙烯塗佈線（2 米）之系統性能測試步驟。
3. 每次試驗完要排除剩餘、滯留在空間中的煙霧。

## 伍、實驗結果

發煙時間 3 分鐘，測試時間 5 分鐘，共 8 分鐘

### 1. 倉庫區



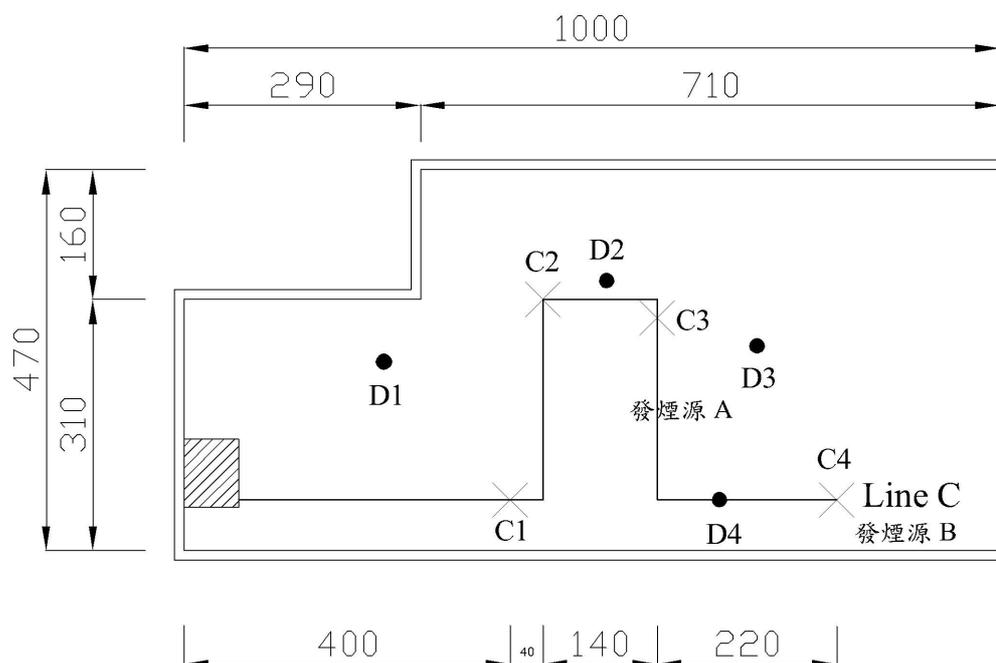
A1、A2、B1、B2、B3：ASD 取樣孔  
 D1、D2、D3、D4、D5：局限型探測器

圖 4-19 一般居室案例-倉庫區內 ASD 抽氣取樣管配置示意圖

表 4-6 倉庫區試驗結果

位置	試驗 次序	局限型	ASD (Class C)2.5%	通報時間差 (秒)
發煙源 B 處 (B1 孔正下方)	1	無動作	1'24''	--
	2	無動作	1'40''	--
發煙源 A 處 (區劃中央)	1	無動作	1'35''	--
	2	無動作	2'00''	--

2. 辦公區



- C1、C2、C3、C4：ASD 取樣孔
- D1、D2、D4：局限型探測器(煙霧式)
- D3：局限型探測器(差動式)

圖 4-20 一般居室案例-辦公區內 ASD 抽氣取樣管配置示意圖

表 4-7 辦公區試驗結果

位置	試驗次序	局限型	ASD (Class C)2.5%	通報時間差 (秒)
發煙源 A 處	1	無動作	1'44"	--
發煙源 B 處	1	無動作	1'17"	--

## 陸、實驗照片



圖 4-21 倉庫內為一般潔淨度空間



圖 4-22 倉庫內天花板下方既有取樣管



圖 4-23 加裝局限型探測器於取樣孔旁



圖 4-24 電力過載實驗

## 第四節 討論

依據上述三個實驗的結果，作以下的討論：

### 壹、挑高空間

在挑高的大空間室驗中，偵測設備的性能還是受空間內的氣流場影響，有以下的發現：

#### ■ 油盤試驗

1. 穩地氣流、無開口、無通風狀態下進行實驗，由於油類燃燒產生黑煙往上昇且在貓道下方往兩旁層積，所以 ASD 系統與光電分離型的反應時間是相近的。
2. 自然對流、開口通風狀態下進行實驗，燃燒的黑煙受風向影響而往側邊流向，所以垂直 ASD 系統比光電分離型的反應時間快約一分多鐘。

#### ■ 煙霧顆粒結論

1. 由於煙霧顆粒，粒徑較小，光電分離型在五次實驗中完全沒有動作。

#### ■ 小結

1. 若以穩地氣流狀態下實驗，水平 ASD 系統會比垂直 ASD 系統先反應。
2. 但是以自然對流狀態，因受風向的影響，垂直 ASD 系統先反應。

### 貳、機房

由於機房內較高的換氣率與強制的氣流場存在，對於只有少量煙存在的火災階段，這些欠缺足夠動能的煙是無法到達局限型探測器的所在，尚且還須考慮「稀釋效應」。因此即使現場設有光電式與離子式探測器，在實驗過程中一直沒有反應。對於有出風口或回風口的場所，取樣口須面對風來的方向且均勻分佈在開口面積上(參考第三章第二節)，此外在地板下風的路徑上及天花板下方亦要設取樣孔，由於多孔的設計其產生的「累積效應」有彌補「稀釋效應」的機會。天花板下方設置的一個考量是預防空調設備當機，天花板下主動抽氣孔能取樣到自然上昇的煙霧粒子。

### 參、一般居室

因為原空間設置的局限型偵煙探測器為二種，其靈敏度為 10%obs/m。ASD 的設計採用 "衍生性取樣(Secondary Sampling System)"，是局限型偵煙探測器的替代方案，為滿足此設計，所以 ASD 主機的靈敏度設定為 2.5%obs/m 符合 Class

C(>2.0%obs/m)的範圍，每個個別取樣孔之靈敏度(假設所有取樣孔採平衡式系統)，可以下列計算式得之：

**個別取樣孔之靈敏度= 煙感度元件靈敏度 x 取樣孔數**

2.5%obs/m X 5=12.5%obs/m ----倉庫區

2.5%obs/m X 4=10%obs/m ----辦公室區

從設計上每個局限型偵煙探測器的靈敏度(10%obs/m)是優於每個取樣孔的靈敏度(12.5%obs/m)，但是從通報的時間上，確有相反的結果，分析原因如下：

- 氣流場：是否能取樣到煙霧的粒子受氣流場內風的流向主宰，在實驗進行中因室內空調造成一定的流向，因此可目測到煙霧往特定的方向，所以分佈在煙流範圍內的取樣孔能取樣到含煙霧粒子的空氣樣本。
- 主動抽氣：由於局限型偵煙探測器氣流入口特性 (Entrance Characteristic)，其設計要防止昆蟲及異物的進入，所以在流體力學上較有阻力，加上沒有主動抽氣，只依靠空氣的自然動力流入偵測腔室，因此比 ASD 系統較慢反應煙霧。
- 累積效應：當煙霧擴散到較大的空間時，只要被兩個以上的取樣孔取樣到含煙霧粒子的空氣樣本，則合計的靈敏度將優於原來單一個局限型偵煙探測器。

完成以上三種不同典型防護空間的實驗，考量依據表 2-2 中不同靈敏度的選用建議，想要證明"衍生性取樣"能取代"局限型偵煙探測器"；再依據表 5-1 中的建議性能測試方法。結果證明不同場所環境對探測器靈敏度反應快慢的要求，可依據 FIA 的建議(表 2-2)，搭配其建議的性能測試方式(表 5-1)，能證實系統的正确選用及達到其期望的偵測反應度。值得一提的是，長久以來本地 ASD 廠商皆採用 1 公尺 PVC(或等同線材)來進行實驗，但當本驗證實驗依據表 5-1 中，天花板高度未超過 3 公尺則用 2 公尺 PVC 進行實驗後，發現 ASD 的系統都能在規定的時間內偵測到煙霧，證明表 2-2 及表 5-1 的可接受性。

另外一提的是 2 公尺 PVC 比 1 公尺 PVC 較慢、也產生較少的煙，一個原因是設備商怕驗收測試失敗，另一個原因是不知道有 FIA 的規定，業主聽設備商說了就算。本研究也算是提供一個正本清源的範例。

## 第五章 極早期探測技術功能測試的規範建議草案

### 第一節 性能測試

依據 FIA[3]對 ASD 系統於調適(commissioning)與維護(maintenance)期間的性能測試(performance test)，乃根據系統所需的靈敏度 (A 級, B 級或 C 級) 和應用類型列出性能測試的表格(表 5-1)。此表應作為一個指南，在進行調試和維護期間用以選擇一個特定 ASD(抽氣式煙霧偵測器)系統之最適當的性能測試方式。

表 5-1 系統性能測試表[3]

取樣類型	應用場所	A 級靈敏度*	B 級靈敏度*	C 級靈敏度*
通風口	無塵室，電信或電腦設施 (天花板 < 3m)	2 米 PVC 電線	1 米 PVC 電線	7 - 9 克煙霧顆粒
	其他 (含空曠地區和高高的天花板)	1 米 PVC 電線	7 - 9 克煙霧顆粒	13 - 18 克煙霧顆粒
被動特定位置	低天花板 “ (<3m)	2 米 PVC 電線	1 米 PVC 電線	7 - 9 克煙霧顆粒 聚氨酯墊 乳糖
	正常天花板 (最多 20 米)	7 - 9 克煙霧顆粒	13 - 18 克煙霧顆粒	2X13 -18 克煙霧顆粒 聚氨酯墊 乳糖
	挑高的天花板 (>20m)	N/A	2X13 - 18 克煙霧顆粒	乳糖
局部區域	最理想的設計 特定測試，以反映風險	2 米 PVC 電線	1 米 PVC 電線	7 - 9 克煙霧顆粒 聚氨酯墊 乳糖
在機櫃內	通風 / 冷卻	2X 12 歐姆 80 秒	2 米 PVC 電線	1 米 PVC 電線
	無排氣 <3 立方米	12 歐姆 70 秒	2X 12 歐姆 80 秒	2 米 PVC 電線
	無排氣 >3 立方米	12 歐姆 8 秒	12 歐姆 70 秒	2X 12 歐姆 80 秒
管道內	針對在管道產生的煙霧	2 米 PVC 電線	1 米 PVC 電線	7 - 9 克煙霧顆粒
	針對在房間裡產生的煙霧，應制定特定測試，以反映保護空間的容量和使用。	1 米 PVC 電線	7 - 9 克煙霧顆粒	13 - 18 克煙霧顆粒

\*: 靈敏度等級參考表 2-2

本研究在第四章已驗證 PVC 線及煙霧顆粒在部分相關試驗的可行性，唯建議往後的實驗能驗證其它的性能驗證項目。

## 第二節 檢修基準

任何設備安裝後必須定期進行檢查與維護，以確保其性能維持在良好的狀況，本節依據其他火警設備的檢修標準，而提出 ASD 系統的檢修基準草案如下。

### 一、外觀檢查

#### (一) 探測器

##### 1、檢查方法

##### (1) 外形

以目視確認有無變形、腐蝕等。

##### (2) 警戒狀況

##### A、未警戒部分

確認設置後有無因用途變更、隔間變更等形成之未警戒部分。

##### B、感知區域

確認設定是否恰當。

##### C、適應性

確認是否設置適當之探測器。

##### D、性能障礙

以目視確認有無被塗漆，或因裝修造成妨礙熱氣流、煙流動之障礙。

##### 2、判定方法

##### (1) 外形

應無變形、損傷、脫落、明顯腐蝕等。

##### (2) 警戒狀況

##### A、未警戒部分

應無設置後因用途變更、隔間變更等形成之未警戒部分。

##### B、感知區域

應設置符合其探測區域及裝置高度之探測器之種別及個數。

##### C、適應性

應設置適合設置場所之探測器。

##### D、性能障礙

(A) 應無被塗漆。

(B) 探測器須安裝於專用支架上。

(C) 取樣管與探測器接合入口應牢固插緊，且不可上膠。其餘管路接合處應密封。

(D) 取樣管應裝置於煙流動之途徑上。

(E) 電源線應連接於正確的端子。

(F) 音響裝置應連接於正確的端子。

(G) 探測器網路線應連接於正確的端子。

(H) 探測器排氣封口應移除。

(I) 取樣管應按照設計圖說及計算書。

### 3、注意事項

(1) 取樣管長度不可超過設備規定。

(2) 取樣孔應貼上紅色註記。

## (二) 顯示器

### 1、檢查方法

#### (1) 周圍狀況

確認周圍有無檢查上或使用上之障礙。

#### (2) 外形

以目視確認有無變形、腐蝕等。

#### (3) 火警分區之表示裝置

以目視確認有無污損等。

#### (4) 開關

以目視確認開、關位置是否正常。

### 2、判定方法

#### (1) 周圍狀況

應保持檢查上及使用上必要之空間。

#### (2) 外形

應無變形、損傷、明顯腐蝕等。

#### (3) 火警分區之表示裝置

應無污損、不明顯部分。

#### (4) 開關

開、關位置應正常。

## (三) 音響裝置

### 1、檢查方法

#### (1) 外形

以目視確認有無變形、腐蝕等。

#### (2) 裝置狀態

以目視確認有無脫落及妨礙音響效果之障礙。

### 2、判定方法

#### (1) 外形

應無變形、損傷、明顯腐蝕。

#### (2) 裝置狀態

應無脫落、鬆動及妨礙音響效果之障礙。

## 二、性能檢查

### (一) 探測器

#### A、檢查方法

偵煙探測系統完工後，系統應無顯示故障，須通過下列測試項目。

#### B、判定方法

(A) 採用不殘留、不污染測試環境之煙霧測試罐，距每一取樣管之

管末端取樣孔處噴放測試劑一秒，系統必須在 120 秒內觸發第一段警報。

(B) 依據表 5-1 的性能測試表，擇定當初選定的測試項目進行測試。

C、注意事項

(A) 應使用規定之煙霧測試罐。

(B) 發煙材應使用試驗之指定品。

(C) 若有與顯示器或火警受信總機連動，對應的火警分區應顯示。

(D) 對於設有延遲性能之探測器，亦可先行解除其延遲性能。

(二) 顯示器

1、開關類

(1) 檢查方法

以螺絲起子及開、關操作確認端子有無鬆動及開關性能是否正常。

(2) 判定方法

A、應無端子鬆動、發熱。

2、繼電器

(1) 檢查方法

確認有無脫落、端子鬆動、接點燒損、灰塵附著，及由試驗裝置使繼電器動作確認其性能。

(2) 判定方法

A、應無脫落、端子鬆動、接頭燒損、灰塵附著。

B、動作應正常。

3、顯示燈

(1) 檢查方法

由開關之操作確認是否亮燈。

(2) 判定方法

應無明顯劣化，且應正常亮燈。

4、結線接續

(1) 檢查方法

以螺絲起子確認有無斷線、端子鬆動等。

(2) 判定方法

應無斷線、端子鬆動、脫落、損傷等。

(三) 音響裝置

1、檢查方法

(1) 音量

設於有其他機械發出噪音處所者，使該分區探測器或手動報警機動作，確認其音壓及音色。

(2) 鳴動方式

使探測器動作，確認地區音響裝置之鳴動方式是否正確。

2、判定方法

(1) 音壓

音壓及音色與其他機械發出之噪音，應有明顯區別且清晰。

### 三、綜合檢查

#### (一) 檢查電源供應器(UPS)

##### 1、檢查方法

檢查偵測器之DC輸入以確定電源供應器是否正常，以電錶量測偵器之+/-兩端，可接受之電壓範圍為18到30伏特。

##### 2、判定方法

電壓在所定之範圍內。

#### (二) 檢查空氣取樣管路、取樣孔及探測器

##### 1、檢查方法

(1) 測試前通知系統負責人以隔離該區域。

(2) 進行取樣孔清潔。

(3) 在不干擾管路的狀況下，檢查每根取樣管是否有明顯的斷裂。

(4) 檢查每根管的接合處以確保每部份都能維持牢固。

(5) 檢查終端蓋 (End Cap) 以確保其牢固。

(6) 若有毛細取樣軟管，則檢查其連接處是否鬆脫。

(7) 在管路終端導入少量煙霧，若系統未有反應則取樣管路可能有缺口或被灰塵阻塞，此時可能需要清潔空氣取樣管路若有毛細取樣軟管，則檢查其連接處是否鬆脫。

##### 2、判定方法

管路無斷裂及鬆脫，對煙霧有反應。

未出現雷射訊號過低之故障。

##### (3) 注意事項

隔離的區域，須派員警戒，應將此紀錄在檢查表上。

#### (三) 地區音響裝置之音壓

##### 1、檢查方法

距音響裝置設置位置中心一公尺處，使用噪音計，確認其音壓。

##### 2、判定方法

音壓應在九十分貝以上。(85年6月30日前取得建造執照者為八十五分貝)

##### 3、注意事項

(1) 警鈴於收藏箱內者，應維持原狀測定其音壓。

(2) 音壓使用簡易或普通噪音計測定。

#### (四) 綜合檢查

##### 1、檢查方法

切換成緊急電源或預備電源供電狀態，使用煙霧測試罐等使任一探測器動作，依下列步驟確認其性能是否正常。

(1) 應遮斷探測器之常用電源主開關或分電盤之專用開關。

(2) 進行任一探測器加煙試驗時，在顯示器及受信總機處應確認其火警分區之火災表示裝置是否正常亮燈、主音響及地區音響裝置是否正常鳴動。

##### 2、判定方法

火災表示裝置應正常亮燈、音響裝置應正常鳴動。



## 第六章 消防安全設備有關設置規定之增修建議草案

本研究計畫針對我國現行「各類場所消防安全設備設置標準」第二編第二章火警警報設備中有關火警探測器部分雖尚無極早期探測裝置有關之規定，目前作法仍依該標準第二條，引用標準同等以上效能消防技術、工法或設備，經中央消防主管機關認可的程式辦理，因此研究方向以該標準有關內容條文進行檢討，參考國外規範 NFPA72[1]、NFPA76[4]、BS6266[5]、BS 5839[14]、BS7974[17]、GB 15631[18] 等分析後，研擬增修條文之建議草案。

至於極早期探測裝置有關各類場所消防安全設備設置標準同等以上效能相關之主要內容與條文規定，臚列如下：

1. 火警分區規定(112 條)
2. 探測器應依裝置場所高度，選擇裝設探測器種類規定 (114 條)
3. 探測器之裝置位置與氣流大小關係，天花板設出風口、排氣口或回風口時，裝置範圍規定(115 條)
4. 偵煙式探測器選擇設置規定(117 條、118 條)
5. 探測器之探測區域規定(119 條)
6. 分布型探測器(差動式)及定溫式線型的設置規定(121 條)。
7. 偵煙式探測器除光電式分離型外，局限型其各探測區域應設探測器數量、感度種類、有效探測範圍等裝置規定(122 條)。

### 第一節 火警分區

依據各類場所消防安全設備設置標準第一百十二條，裝設火警自動警報設備之建築物，為及早確認起火點，故區別區域範圍，有劃定火警分區規定。ASD 設備有

分布取樣空氣管長度限制與無定址功能上，原則上本研究建議研擬條文增修如下：

- 一、每一火警分區不得超過一樓層，並在樓地板面積六百平方公尺以下。但上下二層樓地板面積之和在五百平方公尺以下者，得二層共用一分區。
- 二、每一分區之任一邊長在五十公尺以下。但裝設光電式分離型探測器或抽氣型探測器時，其邊長得在一百公尺以下。

- 三、如由主要出入口或直通樓梯出入口能直接觀察該樓層任一角落時，第一款規定之六百平方公尺得增為一千平方公尺。
- 四、樓梯、斜坡通道、升降機之升降路及管道間等場所，在水平距離五十公尺範圍內，且其頂層相差在二層以下時，得為一火警分區。但應與建築物各層之走廊、通道及居室等場所分別設置火警分區。
- 五、樓梯或斜坡通道，垂直距離每四十五公尺以下為一火警分區。但其地下層部分應為另一火警分區。

增修理由:

在前第三章第一節中 ASD 設備應用時，仍須要遵守火警分區規定(例如 BS 5839-1: 2002 第 13 節)。ASD 系統一般會提供與取樣裝置所涵蓋一般區域相關的火警顯示，但有些 ASD 系統可設計或規劃成顯示相關個別或群組取樣點之位置。當建立火警分區、ASD 位址必須確定適用於該場所的消防標準及規範，管路設計時需要將其考慮在內。消防標準及規範的要求及執行，高於產品任何建議。在正常情況下，單一抽氣式探測器所涵蓋之面積不應超過探測區域的最大面積(BS 5839-1 規定的  $2000\text{m}^2$ )。ASD 產品設置參數不同於消防標準及規範的某些參數，仍應依消防規範及標準設置。

依據英國 BS 5839-1,2002 規定火警分區按建築物總樓地板面積  $300\text{m}^2$  以上應分層區分；每一火警分區不得超過  $2,000\text{m}^2$ ，除開放空間如倉庫用途者得增加為  $10,000\text{m}^2$ ，配置非定址型探測器者，搜尋火點最大步行距離(參考圖 6-1)不得超過 60m。

依據美國 NFPA72，2007,A4.4.6.6 節規定，火警分區不得大於  $2093\text{m}^2(22,500\text{ft}^2)$ ，任一分區邊長不得超過 91m(300ft)。

中國 GB50116-1998,「火災自動報警系統設計規範」規定，報警區域和探測區域的劃分(4.0 節)，報警區域應根據防火分區或樓層劃分一個報警區域宜由一個或同層相鄰幾個防火分區組成(4.1.1 節)；探測區域的劃分應符合下列規定:

(1).探測區域應按獨立房套間劃分。一個探測區域的面積不宜超過  $500\text{m}^2$ ；從主要入口能看清其內部且面積不超過  $1000\text{m}^2$  的房間也可劃為一個探測區域。(4.2.1.1 節)

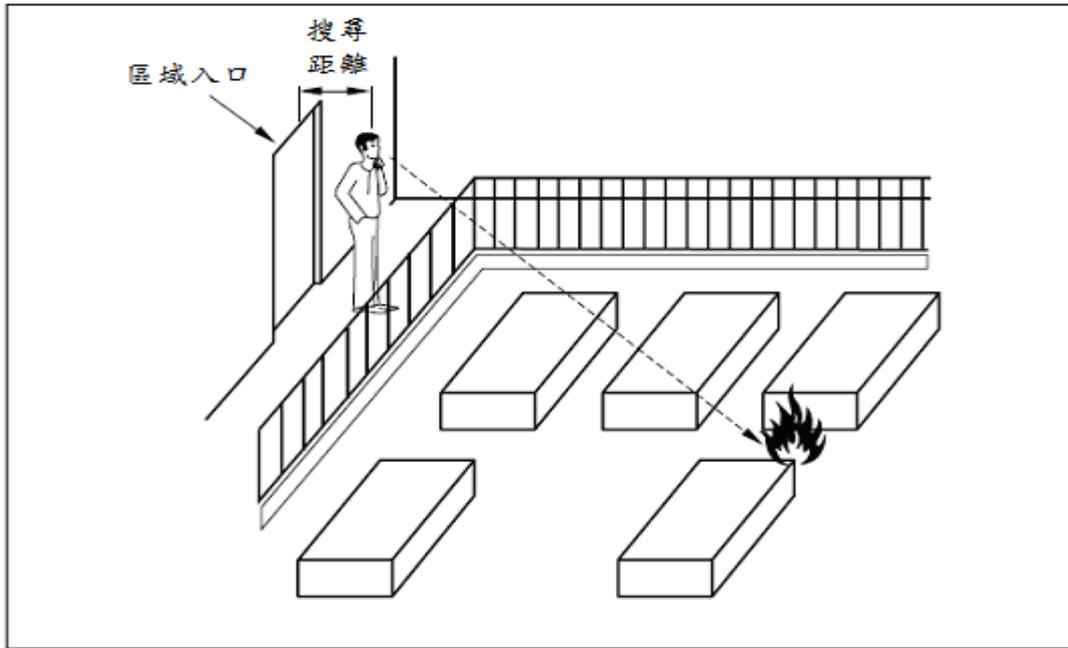
(2).紅外光束線型感煙火災探測器(同光電分離型偵煙式探測器)的探測區域長度不宜超過 100m，纜式感溫火災探測器(同定溫式線型探測器)的探測區域長度不宜超過 200m，空氣管差溫火災探測器(同分布型差動式探測器)的探測區域長度宜在 20~100m 之間。(4.2.1.2 節)

(3)符合下列條件之一的二級保護物件可將幾個房間劃為一個探測區域。(4.2.2 節)

- A.相鄰房間不超過 5 間總面積不超過  $400\text{m}^2$  並在門口設有燈光顯示裝置。
- B.相鄰房間不超過 10 間總面積不超  $1000\text{m}^2$  過在每個房間門口均能看清其內部並在門口設有燈光顯示裝置。

(4)下列場所應分別單獨劃分探測區域(4.2.3 節)

敞開或封閉樓梯間、防煙樓梯間前室消防電梯前室消防電梯與防煙樓梯間合用的前室(同排煙室)、走道坡道管道井電纜隧道、建築物天花板夾層。



搜尋火點距離: 指人員進入一個區域入口後, 為能目視判定火點位置所需前進的距離。

圖 6-1 火警分區內搜尋距離圖說

## 第二節 探測器裝置場所高度及選擇裝設種類

由於各種火警探測器具有不同的性能, 必須依其裝置面之高度, 選擇合適的探測器來設置, 以確保探測功能。依第一百十四條, 探測器應依裝置場所高度, 就下表 6-1 選擇探測器種類裝設。

表 6-1 探測器種類及裝置場所高度

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	二十公尺以上未滿二十五公尺
探測器種類	差動式局限型、差動式分佈型、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。 <u>抽氣型偵煙式。</u>	差動式局限型、差動式分佈型、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。 <u>抽氣型偵煙式。</u>	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。 <u>抽氣型偵煙式一種或二種。</u>	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。 <u>抽氣型偵煙式一種或二種。</u>	火焰式、 <u>抽氣型偵煙式一種或二種。</u>

註：抽氣型偵煙式：一種（A級靈敏度）、二種（B級靈敏度）、三種（C級靈敏度）

### 增修理由

大多數國家標準均會規定局限型探測器配置的最大天花板高度。英國FIA規範ASD設置高度如下表6-2，安裝高度所示係引用BS 5839-1: 2002[13]規定正常靈敏度設備的天花板高度限制，此外，並有說明強化與高靈敏度反應要求。該表可提供較高天花板防護的法規準則。

不過一般認為表6-2 安裝高度所述之最大天花板高度對ASD設備來說比較保守，而且有可觀的證據顯示，該系統可以安裝來涵蓋較高的天花板高度。這主要是因為設備具有累積效應。可涵蓋BS 5839-1:2002[13]所規定者以外情況的ASD系統設計可由各方同意變更後來決定。在有變更的情況下，應進行風險評估並考慮效能測試以驗證系統反應狀況。

表 6-2 ASD 設備安裝高度

靈敏度		天花板高度(m)		局部天花板高度(m)**	
所需反應	採用之 ASD 系統 (等級)	一般限制	快速反應*	一般限制	快速反應
正常	C	<b>10.50</b>	15.00	12.50	18.00
正常	B	<b>12.00</b>	17.00	14.00	21.00
正常	A	<b>15.00</b>	21.00	18.00	26.00
強化	B	<b>8.00</b>	10.00	9.00	11.00
強化	A	<b>10.50</b>	15.00	12.50	18.00
極高	A	<b>4.00</b>	6.00	5.00	7.00

\*：快速反應：是指消防隊可於5分鐘內到達現場而放寬之最大天花板高度。

\*\*：局部天花板(指最多為總天花板面積的10%)超過第三欄與第四欄所規定的天花板高度極限，則可適用此兩欄所定義的最大高度。(資料來源：BS 5839-1)

### 第三節 探測器之裝置位置與氣流大小關係

由於 ASD 裝置位置與氣流大小關係影響，除高氣流空間取樣點防護面積不同外，一般空間居室影響較小；建議未來標準第一百十五條，探測器之裝置位置增修如下規定：

- 1.天花板上設有出風口時，除火焰式、差動式分佈型及光電式分離型、抽氣型偵煙探測器外，應距離該出風口一點五公尺以上。
- 2.牆上設有出風口時，應距離該出風口一點五公尺以上。但該出風口距天花板在一公尺以上時，不在此限。
- 3.天花板設排氣口或回風口時，偵煙式探測器應裝置於排氣口或回風口周圍一公尺範圍內。
- 4.局限型探測器及抽氣型偵煙式探測器取樣孔以裝置在探測區域中心附近為原則。
- 5.局限型探測器之裝置，不得傾斜四十五度以上。但火焰式探測器及抽氣型偵煙式探測器，不在此限。

### 第四節 偵煙式探測器設置場所限制

依標準第一百十七條，偵煙式或熱煙複合式局限型探測器不得設於下列處所：

1. 塵埃、粉末或水蒸氣會大量滯留之場所。
2. 會散發腐蝕性氣體之場所。
3. 廚房及其他平時煙會滯留之場所。
4. 顯著高溫之場所。
5. 排放廢氣會大量滯留之場所。
6. 煙會大量流入之場所。
7. 會結露之場所。
8. 其他對探測器機能會造成障礙之場所。

此外，NFPA 72[1]亦針對局限型偵煙式探測器有環境適用上之限制有以下四點，包括：

1. 環境溫度低於 0°C (32°F)者；
2. 環境溫度高於 38°C (100°F)者；
3. 相對濕度高於 93%者；
4. 空氣流速度大於 300 1.5m/sec (ft/min)者。

建議增列「前項 1, 2, 3, 5, 8 得採用抽氣型偵煙式探測器，不在此限」。相關選擇表如下表 6-3 增修。

表 6-3 設備標準第 117 條所列場所得選擇設置之適當探測器  
(資料來源:本研究整理)

場所			1	2	3	4	5	6	7	8
			灰塵、粉末會大量滯留之場所	水蒸氣會大量滯留之場所	會散發腐蝕性氣體之場所	平時煙會滯留之場所	顯著高溫之場所	排放廢氣會大量滯留之場所	煙會大量流入之場所	會結露之場所
適用探測器	差動式	一種						○	○	
		局限型						○	○	
	差動式	一種	○		○			○	○	○
		分佈型	○	○	○			○	○	○
	補償式	一種	○		○			○	○	○
		局限型	○	○	○			○	○	○
	定溫式	特種	○	○	○	○	○		○	○
		一種		○	○	○	○		○	○
	火焰式		○							
	<b>抽氣型偵煙式</b>		○	○	○		○			○

**增修理由：**

在前 NFPA 72 規定，前述四種任一環境狀況下，偵煙式探測器有其適用上限制，建議不得使用局限型偵煙式探測器。然而依據 FIA 10.5 惡劣環境(HARSH ENVIRONMENTS)，ASD 系統可在其他型式偵測不適合的環境中進行可靠的煙霧偵測。例如典型的區域有冷藏區、冷凍庫、需要經常沖洗的食物準備區、烤箱或機器所產生的高溫以及骯髒或佈滿灰塵的輸送帶或升降機等場合。因為抽氣特性的 ASD 探測器可加裝過濾裝置，由於探測原理及靈敏度關係，得以克服以上部分處所，故得採用此類偵煙型探測器以彌補不足之處，並且能發揮較感熱式火警探測器及早發出火警警報功能。

## 第五節 選擇與設置規定

我國局限型偵煙探測器之選擇設置規定，依第 118 條規定以表所列場所應就偵煙式、熱煙複合式或火焰式探測器選擇設置，建議增修為如下表 6-4：

表 6-4 偵煙式、熱煙複合式或火焰式探測器選擇設置

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）	升降機之升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	天花板等高度超過二十公尺之場所	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				○	○	○
<b>抽氣型偵煙式</b>		○	○	○	○	○

註：○表可選擇設置。

（資料來源：本研究整理）

另依據我國標準第 122 條，規定每一局限型偵煙式探測器有效探測範圍如下表 6-5：

表 6-5 局限型偵煙式探測器有效探測範圍

裝置面高度	探測器種別及有效探測範圍(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	-

（資料來源：本研究整理）

鑑於 ASD 設備探測方式，以取樣管延伸長度及取樣點位置，決定其有效防護範圍，前節已對 ASD 取樣方式瞭解各國法規標準仍以衍生性取樣為主，即以局限型探測器類比設計其有效防護探測範圍，主要取樣(回風區取樣)，雖其成效優於衍生性取樣，但是仍應考量火災期間恐關閉空調設備，無法單獨設置；俟本研究規劃之實驗結果後，研擬建議新增(第121條之1)相關設置條文內容如下。

**第 121 條之 1 抽氣型偵煙式探測器設置規定如下：**

- 1. 抽氣型偵煙式探測器每一空氣取樣(孔)點應依第 122 條局限型偵煙式探測器一種感度之裝置位置的有效探測範圍及最大間距(衍生性取樣)。**
- 2. 空氣取樣管路設計應包括管流及各個取樣點的流動特性，最大取樣空氣自取樣管最遠端處取樣點至探測器傳輸時間不得超過120秒。**
- 3. 抽氣型偵煙式探測器應設指示火災警報和故障警報之音響，正常工作條件下，音響器件在其正前方 1m 處音壓應 65dB 以上。**
- 4. 抽氣管路應採用堅固耐用金屬管或合成樹脂管，並應沿管路塗有不小於 2mm 寬的紅色標記，且在兩端 1m 內標有「探測器抽氣管路」字樣，字高不超過 5mm，抽氣管路上的吸氣孔的直徑不小於 2mm。**
- 5. 取樣孔應裝設在裝置面下方 30cm 範圍內。**

**增修理由：**

空氣取樣孔安排，選擇位置及防護範圍，作為局限型偵煙式探測器替代選擇。因此，取樣孔位置應符合各地標準或規範，如 NFPA 72，BS 5839，AS 1670 等；但是值得注意的是，當使用 ASD 時根據性能式設計，此通常是以最小的面積範圍需求作為結果。如 ASD 未連接到空調時(未作主要取樣設計)，則衍生性取樣系統可根據每個取樣孔的涵蓋面積 25m<sup>2</sup>來配置間距設計(請見 BS 6266: 2002 表 A1)，甚至在氣流速度高的地板與天花板空隙中也應採此規定。下表 6-6 提供有一些引用標準的範例。

表 6-6 取樣孔位置(Sampling hole positions)

依照點偵測器標準之取樣孔位置選定		
國家	正常環境標準	高風險環境標準
英國	BS5839-1: 2002	BS6266: 2002
德國	VdS 2095	VdS 2095 (附錄)
法國	R7 規定	-
美國	NFPA 72	NFPA 76

(資料來源:FIA)

1. 據美國 NFPA 72[1]對空氣取樣型偵煙式探測器之規定如下:(為忠於原文，此稱"空氣取樣型")

- (1) 空氣取樣型偵煙式探測器(5.7.3.3節)
- (2) 空氣取樣型偵煙式探測器每一空氣取樣(孔)點應類同局限型偵煙式探測器，裝置位置的有效探測範圍及最大間距。(5.7.3.3.1節)
- (3) 最大取樣空氣自取樣管最遠端處取樣點至探測器傳輸時間不得超過120秒。(5.7.3.3.2)
- (4) 空氣取樣管路應依據流體動力原理進行設計以符合性能要求。(5.7.3.3.3\*)
- (5) 空氣取樣管路設計應包括管流及各個取樣點的流動特性。(5.7.3.3.4)
- (6) 空氣取樣型偵煙式探測器應有氣流速率超出原廠設計認定範圍時的故障信號顯示。(5.7.3.3.5)
- (7) 空氣取樣孔及過濾器應維持清潔。(5.7.3.3.6\*)
- (8) 空氣取樣管網路及接頭等應固定緊實。(5.7.3.3.7)
- (9) 空氣取樣管路以下位置應明確標示「偵煙探測器空氣取樣管-請勿碰觸」
  - A. 於管路方向更動或支管處。
  - B. 貫穿牆壁、樓地板、或其他屏障處。
  - C. 空間可見管路時，每6m間隔處(5.7.3.3.8)。

## 2. 中國 GB15631[18]規定

- (1) 抽氣管路應堅固耐用，並應塗成紅色或沿管路塗有不小於2mm寬的紅色標記，且在兩端1m內標有「探測器抽氣管路」字樣，字高不超過5mm，吸氣管路上的抽氣孔的直徑不小於2mm。
- (2) 音響器件，探測警報型吸氣式感煙火災探測器應設指示火災警報和故障警報之音響器件，正常工作條件下，音響器件在其正前方1m處音壓應大於65dB，小於115dB。在85%額定工作電壓條件下應能動作。
- (3) 火災警報功能區分為基本性能及特殊性能

探測器在任一取樣孔獲取的火災煙參數符合警報條件時，應在120秒內發出火災警報信號。(基本性能)探測器應能發出火災警報聲、光信號，指示火災發生部位，記錄火災警報時間(探測器時鐘之日計時誤差不得超過30秒)，並予以保持，直至復舊；警報聲信號應能手動消除。對於有多重火災警報功能探測器，在有新的火災發生時，應能再次發出火災警報聲、光信號。火災警報信號應優先於故障警報信號。(特殊性能)

#### (4) 故障警報功能

探測器抽氣管路破漏或堵塞時，導致探測器吸氣流量大於正常吸氣流量的 150% 或小於正常吸氣流量的 50% 時，應在 100 秒內發出故障警報信號。(基本性能)

探測器與其連接的部件間發生故障時，仍應能在 100 秒內發出與火災警報信號有明顯區別之故障聲、光信號，故障信號應保持至故障排除。探測器的聲信號應能手動消除，當有新的故障信號時應能再啟動聲信號。探測器應能顯示下列故障的類型：

- A. 電源斷電或減壓；
- B. 備電源充電用充電器及與預備電源之間連接線斷線、短路；
- C. 備電源與其負載之間連接線斷線、短路或由預備電源單獨供電時其電壓無法供應探測器正常工作。

## 第六節 小結

綜合以上三節建議增修訂條文內容，本研究彙整新舊條文案草案對照表研擬如下：

原條文	建議新增條文	修正說明
<p>第一百十二條 裝設火警自動警報設備之建築物，依下列規定劃定火警分區：</p> <p>一、每一火警分區不得超過一樓層，並在樓地板面積六百平方公尺以下。但上下二層樓地板面積之和在五百平方公尺以下者，得二層共用一分區。</p> <p>二、每一分區之任一邊長在五十公尺以下。但裝設光電式分離型探測器時，其邊長得在一百公尺以下。</p> <p>三、如由主要出入口或直通樓梯出入口能直接觀察該樓層任一角落時，第一款規定之六百平方公尺得增為一千平方公尺。</p> <p>四、樓梯、斜坡通道、昇降機之昇降路及管道間等場所，在水平距離五十公尺範圍內，且其頂層相差在二層以下時，得為一火警分區。但應與建築物各層之走廊、通道及居室等場所分別設置火警分區。</p> <p>五、樓梯或斜坡通道，垂直距離每四十五公尺以下為一火警分區。但其地下層部分應為另一火警分區。</p>	<p>第一百十二條 裝設火警自動警報設備之建築物，依下列規定劃定火警分區：</p> <p>一、每一火警分區不得超過一樓層，並在樓地板面積六百平方公尺以下。但上下二層樓地板面積之和在五百平方公尺以下者，得二層共用一分區。</p> <p>二、每一分區之任一邊長在五十公尺以下。但裝設光電式分離型探測器或抽氣型探測器時，其邊長得在一百公尺以下。</p> <p>三、如由主要出入口或直通樓梯出入口能直接觀察該樓層任一角落時，第一款規定之六百平方公尺得增為一千平方公尺。</p> <p>四、樓梯、斜坡通道、昇降機之昇降路及管道間等場所，在水平距離五十公尺範圍內，且其頂層相差在二層以下時，得為一火警分區。但應與建築物各層之走廊、通道及居室等場所分別設置火警分區。</p> <p>五、樓梯或斜坡通道，垂直距離每四十五公尺以下為一火警分區。但其地下層部分應為另一火警分區。</p>	<p><b>增列 ASD 型式火警探測器。</b></p>
<p>第一百十四條，探測器應依裝置場所高度，就下表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。</p>	<p>第一百十四條，探測器應依裝置場所高度，就下表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。</p>	<p>依據 ASD 設備性能及英國 FIA 及中國 GB</p>



<p>第一百五條，探測器之裝置位置如下規定：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.天花板上設有出風口時，除火焰式、差動式分佈型及光電式分離型，應距離該出風口一點五公尺以上。</li> <li>2.牆上設有出風口時，應距離該出風口一點五公尺以上。但該出風口距天花板在一公尺以上時，不在此限。</li> <li>3.天花板設排氣口或回風口時，偵煙式探測器應裝置於排氣口或回風口周圍一公尺範圍內。</li> <li>4.局限型探測器以裝置在探測區域中心附近為原則。</li> <li>5.局限型探測器之裝置，不得傾斜四十五度以上。</li> </ol>	<p>第一百五條，探測器之裝置位置如下規定：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.天花板上設有出風口時，除火焰式、差動式分佈型及光電式分離型、抽氣型偵煙式探測器外，應距離該出風口一點五公尺以上。</li> <li>2.牆上設有出風口時，應距離該出風口一點五公尺以上。但該出風口距天花板在一公尺以上時，不在此限。</li> <li>3.天花板設排氣口或回風口時，偵煙式探測器應裝置於排氣口或回風口周圍一公尺範圍內。</li> <li>4.局限型探測器及抽氣型偵煙式探測器取樣孔以裝置在探測區域中心附近為原則。</li> <li>5.局限型探測器之裝置，不得傾斜四十五度以上。但火焰式探測器及抽氣型偵煙式探測器，不在此限。</li> </ol>	<p>依據 ASD 設備 性能。</p>
<p>第一百十七條，偵煙式或熱煙複合式局限型探測器不得設於下列處所：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>一、塵埃、粉末或水蒸氣會大量滯留之場所。</li> <li>二、會散發腐蝕性氣體之場所。</li> <li>三、廚房及其他平時煙會滯留之場所。</li> <li>四、顯著高溫之場所。</li> <li>五、排放廢氣會大量滯留之場所。</li> <li>六、煙會大量流入之場所。</li> <li>七、會結露之場所。</li> <li>八、其他對探測器機能會造成障礙之場所。</li> </ol> <p>火焰式探測器不得設於下列處所：</p>	<p>第一百十七條，偵煙式或熱煙複合式局限型探測器不得設於下列處所：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>一、塵埃、粉末或水蒸氣會大量滯留之場所。</li> <li>二、會散發腐蝕性氣體之場所。</li> <li>三、廚房及其他平時煙會滯留之場所。</li> <li>四、顯著高溫之場所。</li> <li>五、排放廢氣會大量滯留之場所。</li> <li>六、煙會大量流入之場所。</li> <li>七、會結露之場所。</li> <li>八、其他對探測器機能會造成障礙之場所。</li> </ol> <p>前項一,二,四,七,八目採用抽氣型偵煙式探測器者</p>	<p>依據 ASD 設備 性能。</p>

- 一、前項第二款至第四款、第六款、第七款所列之處所。
  - 二、水蒸氣會大量滯留之處所。
  - 三、用火設備火焰外露之處所。
  - 四、其他對探測器機能會造成障礙之處所。
- 前二項所列場所，依下表狀況，選擇適當探測器設置：

場所	適用探測器								
	差動式局限型		差動式分佈型		補償式局限型		定溫式		火焰式
	一 種	二 種	一 種	二 種	一 種	二 種	特 種	一 種	
1.灰塵、粉末會大量滯留之場所			○	○	○	○	○		○
2.水蒸氣會大量滯留之場所				○		○	○	○	
3.惠散發腐蝕性氣體之場所			○	○	○	○	○	○	
4.平時煙會滯留之場所							○	○	
5.顯著高溫之場所							○	○	
6.排放廢氣會大量滯留之場所	○	○	○	○	○	○			○
7.煙會大量	○	○	○	○	○	○	○	○	

- ，不在此限」。
- 火焰式探測器不得設於下列處所：
- 一、前項第二款至第四款、第六款、第七款所列之處所。
  - 二、水蒸氣會大量滯留之處所。
  - 三、用火設備火焰外露之處所。
  - 四、其他對探測器機能會造成障礙之處所。
- 前三項所列場所，依下表狀況，選擇適當探測器設置：

場所	適用探測器									
	差動式局限型		差動式分佈型		補償式局限型		定溫式		火焰式	抽氣型偵煙式
	一 種	二 種	一 種	二 種	一 種	二 種	特 種	一 種		
1.灰塵、粉末會大量滯留之場所			○	○	○	○	○		○	○
2.水蒸氣會大量滯留之場所				○		○	○	○		○
3.惠散發腐蝕性氣體之場所			○	○	○	○	○	○		○
4.平時煙會滯留之場所							○	○		
5.顯著高溫之場所							○	○		○
6.排放廢氣會大量滯留	○	○	○	○	○	○			○	

<table border="1"> <tr> <td>流入之場所</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>8. 繪結露之場所</td> <td></td><td></td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td></td> </tr> </table>	流入之場所										8. 繪結露之場所			○	○	○	○	○	○		<table border="1"> <tr> <td>滯留之場所</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>7 煙會大量流入之場所</td> <td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td></td> </tr> <tr> <td>8. 繪結露之場所</td> <td></td><td></td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td></td><td>○</td> </tr> </table>	滯留之場所										7 煙會大量流入之場所	○	○	○	○	○	○	○	○		8. 繪結露之場所			○	○	○	○	○		○	
流入之場所																																																				
8. 繪結露之場所			○	○	○	○	○	○																																												
滯留之場所																																																				
7 煙會大量流入之場所	○	○	○	○	○	○	○	○																																												
8. 繪結露之場所			○	○	○	○	○		○																																											
<p>註：一、○表可選擇設置。                  二、場所 1、2、4、8 所使用之定溫式或補償式探測器，應具有防水性能。                  三、場所 3 所使用之定溫式或補償式探測器，應依腐蝕性氣體別，使用具耐酸或耐鹼性能者，使用差動式分佈型時，其空氣管及檢出器應採有效措施，防範腐蝕性氣體侵蝕。</p>	<p>註：一、○表可選擇設置。                  二、場所 1、2、4、8 所使用之定溫式或補償式探測器，應具有防水性能。                  三、場所 3 所使用之定溫式或補償式探測器，應依腐蝕性氣體別，使用具耐酸或耐鹼性能者，使用差動式分佈型時，其空氣管及檢出器應採有效措施，防範腐蝕性氣體侵蝕。使用抽氣型者應具環境使用認可者。</p>	<p>依據 ASD 設備性能。</p>																																																		
<p>第一百十八條 下表所列場所應就偵煙式、熱煙複合式或火焰式探測器選擇設置：</p> <table border="1"> <tr> <th>設置場所</th> <th>樓梯或斜坡通道</th> <th>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)</th> <th>升降機之昇降坑道或配管配線管道間</th> <th>天花板等高度在十五公尺以上，未滿二十公尺之場所</th> <th>天花板等高度超過二十公尺之場所</th> <th>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)</th> </tr> </table>	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)	升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	天花板等高度超過二十公尺之場所	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)	<p>第一百十八條 下表所列場所應就偵煙式、熱煙複合式或火焰式探測器、抽氣型探測器選擇設置：</p> <table border="1"> <tr> <th>設置場所</th> <th>樓梯或斜坡通道</th> <th>走廊或通道(限供第十二條第一款、第二款第二目、第</th> <th>升降機之昇降坑道或配管配線管道間</th> <th>天花板等高度在十五公尺以上，未滿二十公尺之場所</th> <th>天花板等高度超過二十公尺之場所</th> <th>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</th> </tr> </table>	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	升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	天花板等高度超過二十公尺之場所	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	<p>依據 ASD 設備性能。</p>																																				
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)	升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	天花板等高度超過二十公尺之場所	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)																																														
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	升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	天花板等高度超過二十公尺之場所	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																																														

		使用者)				
偵煙式	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>
熱煙複合式		<input type="radio"/>				<input type="radio"/>
火焰式				<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
註：○表可選擇設置。						

		六目至第十目、第四款及第五款使用者)				第五款使用者)
偵煙式	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>
熱煙複合式		<input type="radio"/>				<input type="radio"/>
火焰式				<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
抽氣型偵煙式		<input type="radio"/>				
註：○表可選擇設置。						

	<p><b>第一二一條之一 抽氣型偵煙式探測器依下列規定設置：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 抽氣型偵煙式探測器每一空氣取樣(孔)點應同第 122 條局限型偵煙式探測器一種感度之裝置位置的有效探測範圍及最大間距。</li> <li>2. 空氣取樣管路設計應包括管流及各個取樣點的流動特性，最大取樣空氣自取樣管最遠端處取樣點至探測器傳輸時間不得超過 120 秒。</li> <li>3. 抽氣型偵煙式探測器應設指示火災警報和故障警報之音響，正常工作條件下，音響器件在其正前方 1m 處音壓應 65dB 以上。</li> <li>4. 抽氣管路應採用堅固耐用金屬或合成樹脂管，並應沿管路塗有不小於 2mm 寬的紅色標記，且在兩端 1m 內標有「探測器吸氣管路」字樣，字高不超過 5mm，抽氣管路上的吸氣孔的直徑不小於 2mm。</li> <li>5. 取樣孔應裝設在裝置面下方 30cm 範圍內。</li> </ol>	<p><b>新增 1.</b>          衍生性取樣。          2. 管路設計依認可軟體計算。  <b>傳輸時間 120 秒要求英國 FIA, 美國 FM, 中國 GB 規定。</b>          3. 中國 GB 規定。          4. 中國 GB 及澳洲規定。          5. 產品性能要求。</p>
--	--	--



## 第七章 極早期探測技術之智慧化防火功能

Albus [19]認為智慧化至少需有感測環境、做出判斷與控制動作的能力；鄭紹材等[20]認為防火防災智慧型技術的功能需具備：(1)提供早期偵測且正確警報的能力；(2)可準確啟動滅火機制；(3)可正確與快速引導避難；(4)輔助消防救災資訊；(5)有效的系統整合發揮聯動機制。在討論系統是否俱備智慧化能力的一個基本前提是「極早偵測能力」，唯有極早偵測、極早提出通報，才有時間進行智慧化過程(辨識與確認)。這樣的智慧化先例在地震、海嘯等天然災害的智慧化預警系統，也都是基於「極早偵測能力」來爭取偵知到發生災害之間的寶貴時間差。因此本研究主題的極早期火災探測技術若結合相關技術，能智慧化提供辨識與確認能力並做出明智的判斷，並整合知識與執行特定目的之互動式控制系統，應能有效地達成智慧化防火預定目的。

## 第一節 多階段式通報機制

傳統局限型探測器採用"導通/斷路"方式，加上靈敏度較差與一段式通報等原因，無法滿足智慧化的要求；而其他具備定址能力的類比信號輸出探測器，雖具備較高靈敏度，但非採用主動抽氣的方式，對於防護區域內氣體流速快或氣流場無法到達的空間，此類探測器被動地等待含燃燒生成粒子到達探測器本體並具備足夠動能進入偵測腔室時[21]，相較於 ASD 系統已無法達到極早偵知之目的。

根據 FIA[3]對 ASD 的「多階段通報門檻」(Multiple Alarm Thresholds)要求,即是充分利用 ASD 系統針對燃燒行為能極早提供「異常狀況警示」(Condition Warning)的性能，而此「極早異常狀況警示」能力與「多階段通報門檻」特性能滿足智慧化的要求。由於「極早異常狀況警示」能力，當 ASD 系統偵測到空氣樣本中煙濃度超過 Alert 設定值，系統即發出「異常狀況警示」通報，傳統的方式是系統發出警示訊息(Visual Alarm Signals)促使現場附近人員前往查看，此乃第一階段通報。當空氣樣本中煙濃度沒有減少且持續增加超過 Action 設定值後，系統發出預警 (Pre-alarm) 信號出現在控制顯示設備 (Control and Indication Equipment, CIE) [2] 上，藉此通知警衛相關人員前往查看，此為第二階段通報。必須由「有經驗的人員」加以辨識或確認，若確認為火警且無法加以撲滅則可人為發出火災警告、亦或空氣樣本中煙濃度急遽上升達 Fire-1 設定值後，系統自動發出火災警告，然後啟動避難機制，此為第三階段通報。若煙濃度還是持續上升達預設的 Fire-2 值後則可連動必要的滅火系統撲滅火災。將上述的火警通報時程比對 ASD 系統四階段通報時序詳列於圖 7-1。

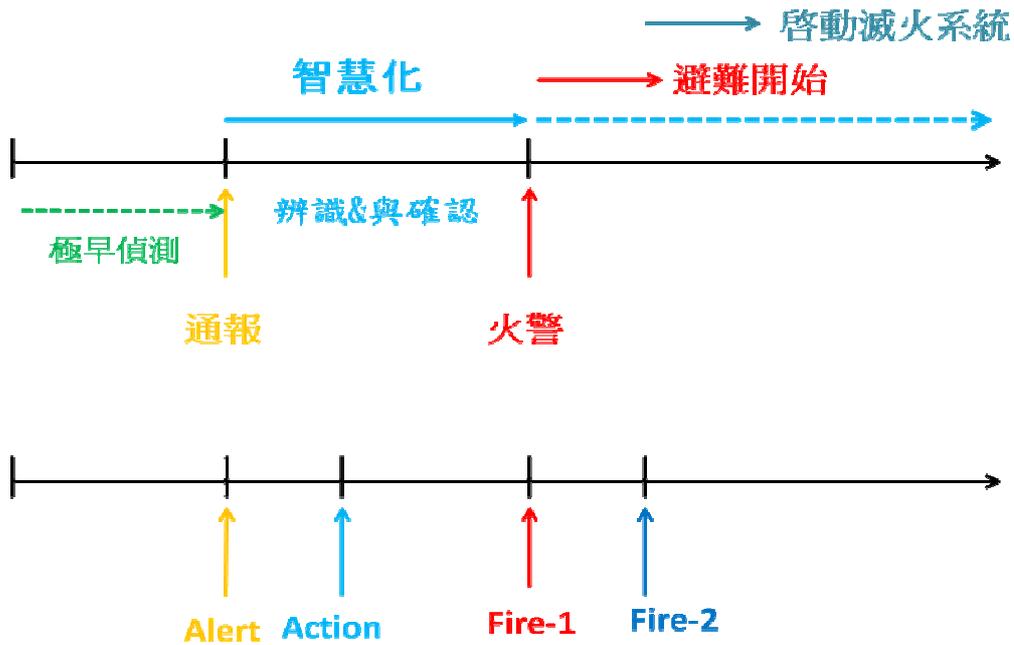


圖 7-1 火警通報時程分析圖(上圖)比對 ASD 系統四階段通報時序圖(下圖)  
(本研究整理)

然而在實務的案例中完全仰賴「有經驗的人員」加以辨識與確認是有困難的，這也是為什麼 ASD 系統被誤認為誤報頻繁的原因之一，因此藉由整合多元火災偵測技術進行智慧化（辨識與確認）火警通報有其必要性。上述的四階段通報門檻的預設值，乃依據各類場所的危險程度與規模而有不同的個別設定，此也提供智慧化防火功能更大的彈性應用空間。

## 第二節 多元火災偵測技術的整合

在防火防災智慧型技術需具備的五項功能裡[20]，第一個是「提供早期偵測且正確警報的能力」，要提供正確警報的能力，則第一、二通報階段的「辨識與確認」工作扮演決定性的關鍵，既然完全依靠人工的辨識與確認有困難，則可依據防護區燃燒行為特性，整合多種火災偵測技術成為一智慧化防火系統，可獲得正確的資訊以掌握狀況的先機，並發揮有效的應變措施，達到安全防火之目的。

### 壹、氣體偵測技術

火災的燃燒反應過程可產生不同的氣體濃度[22]，如表 7-1 所示，實驗證明藉由偵測特定化學成份的「化學火災探測器」(Chemical fire detector)，對不同火災階段、不同類型火災的辨識能提供可靠的資訊，同時可降低誤報的風險。因此利用 ASD 系統主動抽氣特性，可以很方便結合「化學火災探測器」建置一個「多指標分析」(Multi-Criteria Analysis)架構，來執行「辨識與確認」的工作，達到智慧化防火的功能。

表 7-1 不同火災產生氣體的濃度(依據 BS5545) [22]

<i>Fire type</i>	<i>CO</i> (ppm)	<i>H<sub>2</sub></i> (ppm)	<i>H<sub>2</sub>O</i> (%)	<i>O<sub>2</sub></i> (ppm)
Cellulose	38	3	0	1300
Smouldering (Cellulose)	105	0	0	0
Smouldering (Cotton)	230	245	0	0
Open polyurethane fire 聚氨酯	45	0	8	2200
Liquid (n-heptane) 庚烷	23	0	28	8000
Liquid (methylated spirits) 甲醇 酒精	18	0	39	9000

除此以外生產製程所需的特殊氣體，經常為可燃性氣體或毒性氣體，利用 ASD 系統主動抽氣特性，可結合防護空間的可能洩漏氣體特性，整合特殊氣體偵測設備，當洩漏的可燃性氣體濃度未達爆炸下限前即發出異常狀況警示，當可避免火災、爆炸的發生，也確保人員的安全。以目前的技術已可結合 ASD 系統的特殊氣體偵測設備如表 7-2 所列[23]。

表 7-2 特殊氣體與偵測濃度 [23]

氣體種類	偵測濃度範圍
一氧化碳 (CO)	0-500 ppm
氧氣 (O <sub>2</sub> )	0-25% V
硫化氫 (H <sub>2</sub> S)	0-100 ppm
二氧化氮 (NO <sub>2</sub> )	0-10 ppm
丙烷 (C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )	0-100% LEL
氨氣 (NH <sub>3</sub> )	0-100 ppm
氫氣 (H <sub>2</sub> )	0-100% LEL
二氧化硫 (SO <sub>2</sub> )	0-10 ppm
甲烷 (CH <sub>4</sub> )	0-100% LEL

以下舉幾個不同場所中，ASD 系統結合特殊氣體偵測的智慧化防災系統的案例[24]：

1. **UPS 室和電池充電室**

在電池充電過程中會釋放氫氣(H<sub>2</sub>)，這就有可能因為通風不當和/或防火設備缺失而引發爆炸。當氫氣被探測到時，智慧化防災系統會自動開啟通風系統，以避免環境中的氫氣濃度達到爆炸危險點。這種通風方式只有在危險氣體產生的情況下才被啟動，而非連續不斷地運作，因而能大大減少能源的損耗。如果氫氣濃度繼續增加，系統會自動警報，並通知相關人員潛在的系統故障，從而及時採取措施，避免災難的發生。

2. **地下公共隧道**

公共隧道是工業的命脈，它是電力輸送的通道並為工業的正常運行和服務延續性提供了重要的資料通訊。火災或氣體洩漏在這些區域一旦發生，可能導致災難性的後果，並造成由業務中斷或停止而帶來巨大的金錢損失。傳統的煙霧或氣體探測器易被空氣中的灰塵所污染而無法正常工作，ASD智慧化防災系統則能克服極端惡劣的環境條件，並提供可靠的氣體探測，探測範圍包括煙霧、甲烷(CH<sub>4</sub>)、一氧化碳(CO)和其他各類有害氣體。

3. **交通運輸中心**

各類交通運輸中心，諸如停車場、庫房、公路隧道甚至車輛維修工廠等常常塵土飛揚，並且由於車輛排氣的一氧化碳(CO)，二氧化氮(NO<sub>2</sub>)含量較高，而潛

藏危機。ASD系統已在此類惡劣環境下成功運用並提供可靠的煙霧探測預警。在現有的ASD系統管網上結合特殊氣體偵測設備，可以在探測區域或區域的某一局部空間中對高濃度的一氧化碳（CO）進行準確探測，相比之下，傳統的一氧化碳探測器只能對某個固定點進行探測。當結合抽氣式煙霧探測器一同使用時，ASD智慧化防災系統低廉的安裝和操作成本，能為停車場經營者節省大量開支，並為公眾提供了一個安全健康的環境。

## 貳、火災偵測技術

火災行為的探測可依據火災發生與成長過程不同階段產生的物理、化學反應所伴隨的元素，諸如：不可見煙（熱釋粒子與各種氣體）、可見煙、火焰、熱。在過去幾年由於各種的新偵測元件的開發、訊號處理與監控能力的進步，使得火災偵測技術的應用更為廣泛，因此整合多元火災偵測技術，交叉比對來進行「辨識與確認」的工作，可達到智慧化防火的功能。茲將目前已開發的火災偵測技術舉例如下：

1. 光纖熱偵測器(Optical Fiber Heat Detector)
2. 紅外線熱像儀 (Infrared Imager)
3. 閉路電視(CCTV)

### 第三節 ASD 與防火避難的相關性

#### 壹、防火避難時間

依據「建築物防火避難安全性能驗證技術手冊」[25]，從居室避難所需時間  $t_{\text{escape}}$  為

$$t_{\text{escape}} = t_{\text{start}} + t_{\text{travel}} + t_{\text{queue}} \dots\dots\dots (7.1)$$

即避難開始時間  $t_{\text{start}}$ 、到達該居室一個出口所需的步行時間  $t_{\text{travel}}$  及通過該居室出口所需時間  $t_{\text{queue}}$  之合計。其中避難開始時間  $t_{\text{start}}$ ，包含火災發生到火災警報動作之「覺知時間」，及從「覺知時間」到「開始反應進行避難行動」這兩個部份。此火災知覺時間一般依據火災特性計算，也就是依其所產生之煙層蓄積於天花板下方，造成火警警報設備動作之時間。這部分在技術手冊以居室總樓地板面積 ( $A_{\text{area}}$ ) 來計算

$$t_{\text{start}} = \frac{\sqrt{\sum A_{\text{area}}}}{30} \dots\dots\dots (7.2)$$

而居室避難性能驗證是否成功？其判斷在於「避難所需時間  $t_{\text{escape}}$ 」是否小於(或等於)居室因火災造成煙層下降之危險時間  $t_s$ ，若符合則判定為安全，倘大於則判定為危險。而危險時間  $t_s$  為[25]

$$t_s = \frac{A_{\text{room}} \times (H_{\text{room}} - 1.8)}{\max(V_s - V_e, 0.01)} \dots\dots\dots (7.3)$$

其中  $t_s$ ：該居室火災產生的煙層下降達到避難障礙高度的時間(分)

$A_{\text{room}}$ ：該居室樓地板面積( $\text{m}^2$ )

$H_{\text{room}}$ ：該居室之平均天花板高度(m)

$V_s$ ：煙霧產生量( $\text{m}^3/\text{分}$ )

$V_e$ ：有效排煙量( $\text{m}^3/\text{分}$ )

危險時間  $t_s$  即為最大容許避難時間，取決於煙層下降至離樓地板 1.8 米高的速度[25]，欲計算煙層下降速度必須先預設一個防護區內的「設計火源」。而「設計火源」便是要找出最符合真實火災的熱釋放率[26]。技術手冊[25]上探討避難容許時

間火源，以閃燃前期火源為主，閃燃前的火源如圖 7-1 中的火源成長期。火源隨時間釋放的熱值與時間的冪次方成正比，所假設的火源熱釋放率如下方程式(7.4)所示：

$$Q = \alpha t^2 \dots \dots \dots (7.4)$$

其中

- Q：熱釋放率 (KW)
- t：點燃時間 (sec)
- $\alpha$ ：火源成長係數 (kW/s<sup>2</sup>)

因此公式(7.4)被通稱為「T-square fires」，被廣泛使用於火源成長模式 ( $t^2$  growth)，可將火源區分成極快速(Ultra-Fast)、快速(Fast)、中等(Medium)及慢(Slow)四種成長曲線如圖 7-2 所示，各種火源成長係數與成長時間如表 7-3 所示[27]。

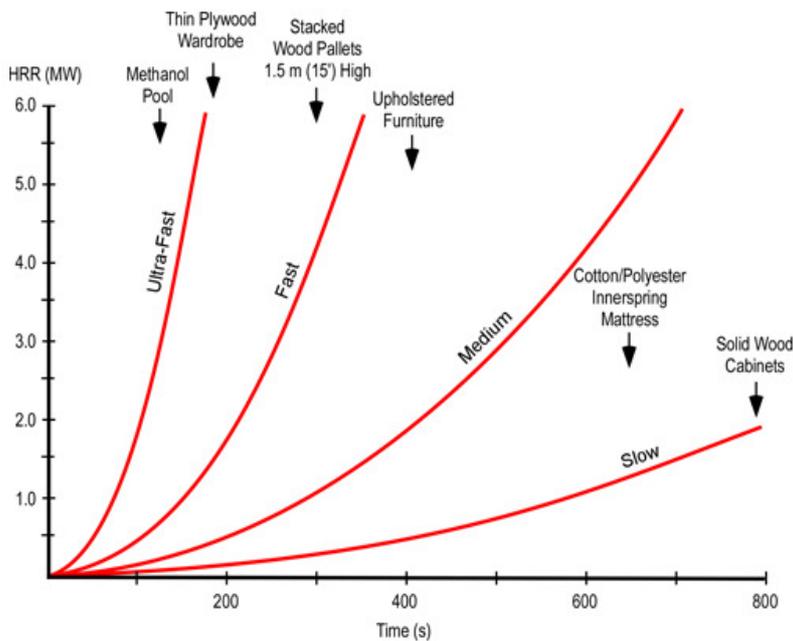


圖 7-2 T-square 火源成長曲線

表 7-3 火源成長模式係數

	成長係數	成長時間 (熱釋放率達 1MW 之特性時間)
T Square Fires	$\alpha$ (kW/s <sup>2</sup> )	$T_g$ (s)
慢(Slow)	0.002931	600
中等(Medium)	0.01127	300
快速(Fast)	0.04689	150
極快速(Ultra-Fast)	0.1878	75

上表的參數乃計算避難性能驗證時，可依堆積可燃物的發熱量、牆壁及天花板材料的特性而定，一般以保守考量大都採用極快速(Ultra-Fast)火源成長曲線。因此火源成長曲線的選用，直接影響煙層下降的速度，進而影響危險時間  $t_s$ 。

## 貳、ASD 系統與避難開始時間 $t_{start}$

因為避難開始時間乃取決於煙層蓄積於天花板下方，造成火警警報設備動作之時間，因此現行的方法是採取增設機械或自然排煙的方法，來延緩煙層下降的速度，以爭取更長的危險時間  $t_s$ 。通常開始的避難行為取決於居室人員目擊火災現象(煙、火焰等)或被告知(火警或廣播)而開始避難，而大部份的避難情況屬於後者。假使某居室內(不一定是起火居室)人員沒有目擊明顯的火災現象或也沒有被告知要開始避難，則避難的行為就不會發生。這隱含著極早期火災偵測單元感測到環境異常時所產生的警示訊息，經辨識後確認為誤報(false alarm)、亦或是極早期的燃燒行被確認且被排除(包括移除燃燒三要素或手動撲滅)情況下，都不會發展或產生避難的需求。

重新仔細審視火源成長圖 7-2，這是一個忽略早期火源成長階段  $t_0$  的近似趨勢曲線，Natori [28]提出若以熱釋放率(HRR)代表火源用在防火性能設計時，則不能忽略「早期火源成長階段  $t_0$ 」，如圖 7-3 所示。

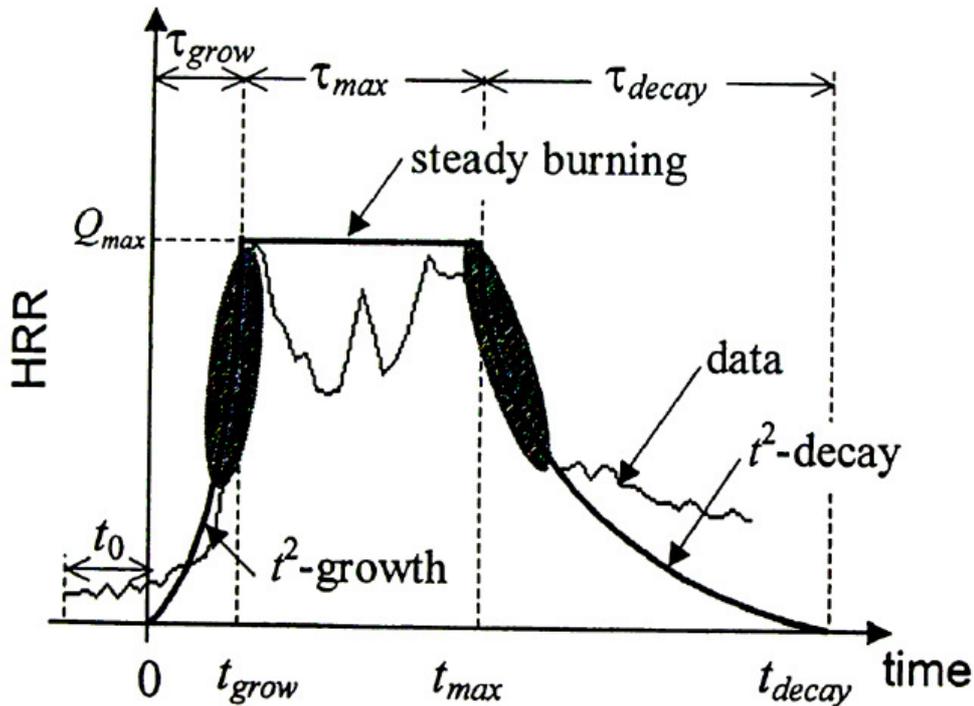


圖 7-3 熱釋放率與近似曲線圖 (Natori, 2006)

從前面的章節裡明白，與傳統局限型煙霧探測器比較，ASD 系統俱備「主動抽氣」與「較高靈敏度」的偵測能力，即在  $t_0$  階段時其偵測單元便能感測到環境中的異常。因此會有以下影響發生，

1. 比較現行因「煙層蓄積於天花板下方，才造成火警警報設備動作」的避難開始時間  $t_{start}$  (公式 7-2)，在「衍生性取樣(Secondary Sampling)」下採用 Class C 靈敏度的設計情況，因一個取樣點等同於一個局限型探測器，然而 ASD 的主動抽氣特性，在之前的性能驗證實驗中證明，在相同靈敏度情況下 ASD 能更早偵測到火災現象，也就是能縮小避難開始時間  $t_{start}$ ，即提早開始避難。
2. 當 ASD 系統在極早期火災  $t_0$  階段發出警示訊息(condition warning, pre-alarm) 後，若是能由有經驗的合格人員或智慧系統進行警示訊息的辨識與確認，並進行初期滅火，避難之開始就取決於初期滅火是否成功，若成功則不需啟動避難機制，亦即 ASD 能縮短  $t_{escape}$  至零。

### 叁、ASD 系統與火源成長曲線

避難安全性能驗證時，依序先檢討居室避難安全性能、其次是樓層避難安全性能，再考量整棟避難安全性能。由於 ASD 系統的「主動抽氣」與「較高靈敏度」的偵測能力，對於發現火災(搭配其他火災偵測技術)的時間點將往前推，不僅能提早開始避難，同時也較早能啟動自動滅火系統。自動滅火藥劑能對火源的成長產生抑制、甚至撲滅的效果，例如：水系統能控制或限制火源在一定範圍內的成長。當起火居室內的火源比以往更早被發現(經過辨識與確認)，而啟動自動滅火系統可能有以下情勢發展

1. 起火居室內的火源因滅火藥劑而受到抑制，雖然此時「非起火」的樓層也在進行避難，但火源已不再如預期中的快速發展，煙的產生率也降低、閃燃點也被延遲，如此一來將可選用較緩慢的火源成長曲線來進行避難安全性能驗證，居室因火災造成煙層下降之危險時間  $t_s$  也會變長。
2. 若起火居室內的火源因滅火藥劑的釋放而被撲滅，則避難的樓層範圍將不再擴大，因而避難行動所造成的人力、物力損失將被最小化。



## 第八章 結論與建議

本計畫乃延續上一年度(99年)內政部建築研究所之委託研究計畫「建築防火防災智慧型技術之發展趨勢與整合」，有關研究成果的第一個建議如下[20]：

「建議一

立即可行建議—推動建立極早期火警探測與通報系統規範應用之研究

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部消防署

配合國內正推動智慧型產業之際，宜儘速辦理極早期火災預警通報與智慧化技術結合相關研究，首先參考國外規範，建立極早期探測器功能測試等應用規範，提供設計者正確的設計方法，亦可建置極早期探測器的規格標準，以利驗證、登錄、分級等管理。其次，研究改善火災訊息辨識、提高正確警報功能的智慧化通報系統，提出極早期探測與通報之結合機制、技術內容，以達成『智慧化有效探測』之火災預防功能。」

本研究工作已完成委託合約的內容，根據本研究的執行過程與驗證經驗提出以下的結論與建議。

### 第一節 結論

1. 根據 NFPA 及 EN[1-4, 13]對極早期火災偵測的定義，並比較目前的火災偵測技術後，歸納出唯有 Aspiration Smoke Detectors (簡稱 ASD)能夠達到極早期偵測的能力。相關 ASD 的通用設計應用指南與性能測試規範草案業於第三及五章提出；驗證設計應用指南的性能驗證實驗及結果分析於第四章有詳細說明。在性能驗證實驗中證實「ASD 系統」比「傳統局限型偵煙探測器」更早偵測到極早期火災的現象。雖然一般的 ASD 系統俱備較廣的靈敏度範圍，從「極高靈敏度 Class A」到「一般感度的 Class C」，實驗中發現，即使比傳統局限型偵煙探測器較差靈敏度的 ASD 取樣口，都能更

早發出警示訊息，主要是「主動抽氣」的特性，傳統探測器的進氣柵門設計並不利於氣體流入。

2. 實驗中證實局限型探測器在某些挑高、氣流速度快的不適用，因此於第六章提出場所標準中警報設備之增修建議草案。由於 ASD 系統(垂直佈管或水平佈管)的偵測性能主要受防護空間內氣流場所主宰，因此取樣孔的數量多寡與配置位置的安排直接影響系統能否極早發出警示訊息，或取代局限型探測器。「取樣孔的數量」影響每個孔的「靈敏度」及「累積作用」，「取樣孔配置位置」影響是否能擷取到含燃燒粒子的空氣樣本，二者相輔相成。

3. 本研究有關極早期火警警報設備抽氣型偵煙式探測器，除一般場所應用外，可採用研究成果第六章建議之標準增修條例式內容來設計與配置外，對於高速氣流環境(1.5m/sec以上)、挑高天花板(高度25m以上)及大型空間(火警分區2000m<sup>2</sup>以上)者，仍應採同等的性能設計，其步驟建議如圖3-5，以提供讀者進行相關設計時之參考。

4. 實驗結果證明不同場所環境對探測器靈敏度反應快慢的要求，可依據 FIA 的建議(表 2-2)，搭配其建議的性能測試方式(表 5-1)，能證實系統的正確選用及達到其期望的偵測反應度。值得一提的是，長久以來本地 ASD 廠商皆採用 1 公尺 PVC(或等同線材)來進行實驗，但當本驗證實驗依據表 5-1 中，天花板高度未超過 3 公尺則用 2 公尺 PVC 進行實驗後，發現 ASD 的系統都能在規定的時間內偵測到煙霧，證明表 2-2 及表 5-1 的可接受性。

5. ASD 系統的「多階段通報門檻」(Multiple Alarm Thresholds)及「異常狀況警示」(Condition Warning)的性能，能滿足智慧化能力中俱備「極早偵測能力」的基本前提。此外結合氣體偵測器與其他先進偵測技術(光纖熱偵測器、紅外線熱像儀,...等)，交叉比對來進行「辨識與確認」的工作，可達到智慧化防火的功能。

6. 由於 ASD 能在  $t_0$  階段發出警視訊息，有助於滅火與避難的提早進行，或更甚者不需啟動避難機制。此優點也可作為「原有合法建築物改善避難設施的技術」加分選項之一。

## 第二節 建議

本研究在極早期火災偵測與通報系統應用方面提出下列具體建議。以下分別從立即可行的建議、及長期性建議加以列舉。

### 建議一

#### 立即可行建議—推動ASD系統火警探測與應用之教育訓練課程

**主辦機關：**內政部建築研究所

**協辦機關：**內政部消防署、台灣建築中心、中華民國消防設備師公會全聯會、中華民國消防設備師(士)協會

目前ASD系統被誤認為誤報頻繁的原因之一是缺乏「有經驗的人員」加以辨識與確認，在智慧化防火系統尚未建立之前，應加強人員訓練以提升辨識與確認能力，避免將極早期火災歸類為誤報，而喪失「防微杜漸」的先機。建議可以結合台灣建築中心相關研討會及函送各消防設備師(士)公會納入課程推廣。

### 建議二

#### 中長期建議—推動ASD系統納入設置標準內，並建置通用設計應用指南及性能測試規範

**主辦機關：**內政部消防署

**協辦機關：**內政部建築研究所、中華民國消防設備師公會全聯會、中華民國消防設備師(士)協會

在國外的應用實例與法規中，是依被保護空間對偵測系統反應時間的要求，而採用不同等級的ASD探測器(A, B, C級)再搭配不同的空氣取樣方式(primary, secondary sampling,...etc)，可廣泛地應用在不同的場所與空間。因此國內急需將ASD系統納入「各類場所消防安全設備設置標準」成為選項、並建置「通用設計應用指南」、搭配合理有效的「性能測試及檢修基準」，使得ASD系統從設計(design)、安裝(installation)、調適(commissioning)與維護(maintenance)各個階段都有確切落實相關準則，讓此主動式探測器的優點能廣泛被應用於各類場所，提供設計師更多的選擇空間，以提昇各類場所的防火安全等級。

### 建議三

#### 中長期建議—推動「ASD系統應用於防災智慧型技術之研究」

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部消防署

為了讓 ASD 系統「多階段通報門檻」(Multiple Alarm Thresholds)、「異常狀況警示」(Condition Warning)及主動抽氣的性能，應用到智慧化防災的目的，以下列舉幾項建議可於中長期階段執行。

#### 1. 量化避難開始時間 $t_{start}$

在性能驗證實驗中證明，在相同靈敏度情況下 ASD 能更早偵測到火災現象，也就是能縮小避難開始時間  $t_{start}$ ，即提早開始避難，到底提早多少?以目前的資料尚無法提出定量的分析，也沒有足夠的資料修改公式 7-2，建議未來能夠進行相關研究並予以量化。

#### 2. 防災應變專家系統之研究

包含建立不同風險等級異常診斷技術、不同風險等級控制應變技術，建立不同風險等級下，人員避難模組與通報系統、人工確認區域鑑認模組、救災程序與通報系統、煙控硬體控制程序。

## 附錄一 評選審查意見及處理回應

項次	評選委員意見	研究團隊回應
1	本研究課題有其創新性，惟「極早期」之定義，除了質化的說明，讓專業人士了解外，建議增加經性能試驗後的量化說明，以利妥善利用，讓一般人士也能明瞭。	(服務建議書第 5 頁)在 1974 年「NFPA Fire Technology, 」, 依據 F. W. VAN LUIK 的試驗研究，當物質受熱超過其材質能承受的臨界點(又稱為熱崩潰點，Thermal Particulate Point)時，將導致化學鍵結的破壞，造成材質分解裂化，因而每秒釋放出數以千億計的不可見次微米粒子(約 0.002 $\mu\text{m}$ )，在短時間內，單位粒子數量即可超出 500,000 顆/立方公分，從材質分解到煙霧開始產生之間的階段，稱之為「極早期」階段。
2	偵測方法僅提出「煙霧」因子的偵測，有關「熱或溫度」因子的偵測，建議妥為考慮。如僅進行煙的偵測，應在報告中有理論及實務上的說明。	(服務建議書第 5 & 8 頁)關於熱、煙的關係，物質先遇熱源而熱分解出現熱釋粒子，再產生可見煙，然後產生火焰、高溫。根據 NFPA76 的定義「早期低能量的火災現象」可採用「不可見的熱釋粒子」來代表，本計畫採用偵測熱釋粒子與可見煙技術，已達兼顧「熱與煙」偵測的目的。
3	試驗情境以體育館及數據中心兩類空間為主，此兩種場所在火災統計上均非火災常發生場所或重大火災損失場所，建議增加符合我國特性需求及影響人命安全的空間(如百貨公司、捷運車站、KTV 等人群擁擠或小空間場所)辦理試驗，並取得其有效益性的資料。	試驗情境的場所以高層空間，模擬百貨商場、購物中心、機場候機室..等場所；與重要性高的機房及一般居室大小代表的展覽館、文物保存管等類似空間，試驗步驟也加入粉塵誤報測試來研究設備對一般環境的適用度，試驗的成果皆可作為其他場所防火安全設計的參考。
4	極早期探測採用 PVC 線熱線測試，是否具有代表性？在不同空間，是否皆具代表性？建議其他適當材質進行測試，以利比對使用。	關於煙源 (smoke source) 或 PVC 線的選擇，為與國際接軌，所以依國外規範需求進行測試。
5	極早期探測發現訊號不代表可馬上通知避難開始，尚須有確認動作	參考委員之建議將提出作業流程及建議方案。

	等管制。極早期探測與通報系統之間，建議須要提出作業流程及建議方案，以利執行。	
6	整個研究計畫未提及有關與通報系統連接之相關研究資料，與研究主題「偵測與通報系統之應用」有所不同，建議研究團隊加強有關通報如何與偵測連接？如何降低誤報？等方面研究。	極早探測後發出警報連結通報系統，隨著智慧化程度提高，將降低誤報問題，即可加強火警確認。
7	有關通報系統，建議是否加入雲端技術或者結合 CCTV 影像技術，並運用於人數眾多且密集的場所。	會在研究智慧化防火功能部分，將委員建議納入研究參考。
8	極早期探測系統除了科技廠房、體育館場等以外，還有哪些場所？其在建築物之適用性，是否會加以考量？	將廣泛收集目前各項極早期火災偵測設備技術既有得設置案例，並針對其偵測原理、功能測試規範、建築物應用設計手冊等資料進行系統化之分析，配合性能驗證試驗，提出極早期探測技術於性能設計之應用方式，並建置通用設計應用指南草案。
9	極早期探測系統愈早反應愈靈敏，如何提早預警？又能防止誤報？如何確認？等是否會加以探討。	靈敏度是探測器的反應能力，誤報是系統性問題，智慧化程度即在達成極早期探測的效能，又可透過人工智慧降低誤報。委員建議將納入研究參考。
10	不同高度之火載量燃燒煙濃度是否不同？探測器如何修正高度系數？	有關高度修正問題，將進一步蒐集國內外文獻，蒐集有否相關研究資料。
11	計畫內有無比較測煙或測溫之探測器各有何優缺點？實驗計畫有無包括此兩類方式？若有，則請補充說明測溫部分。	(服務建議書第 8 頁) 根據 NFPA76 的定義「早期低能量的火災現象」可採用「不可見的熱釋粒子」來代表，本計畫採用偵測熱釋粒子與可見煙技術，已達兼顧「熱與煙」偵測的目的。故本研究實測部分以偵測熱釋粒子與可見煙為主，不進行傳統的熱偵測。
12	實驗有無規劃不同可燃物量？不同燃燒火源之燃燒行為皆不盡相同，如何以有限之實驗去代表大多數火載量燃燒的行為？	試驗部分以 NFPA 76、BS6266 為參考依據，為與國際接軌，不作與火載量關連性之研究。
13	簡報所列科技廠、古蹟、潔淨室、冷凍庫…等，均屬特殊或特定場所，而不論是公共白皮書、公共安	將依據 BS PD-7974(選用火警探測器的原則)與試驗後觀測資料，針對 9 類 24 組不同場所，檢

	全方案（營建部分）所列場所、或是餐廳、KTV 等一般生活場所，如何因應適用？以及擴展至建築用途分類 9 類 24 組？對現有建築物之變更使用及改善，其助益如何？	討其適用性。進一步掌握將來設計應用的參考。
14	預定實驗場所（體育館及數據中心機房）事前請與本所先行討論確定後再進行，另模擬此兩種場所，應用上仍需依賴人力確認，是否能達到廣泛各類場所使用之需求？請說明。	實驗場所與實驗計畫，依建議先行討論後再進行。試驗情境的場所所以高層空間，模擬百貨商場、購物中心、機場候機室..等場所；與重要性高的機房及一般居室大小代表的展覽館、文物保存管等類似空間。以此實驗的結果驗證國外規範的適用性，進一步掌握將來設計應用的參考。
15	有關智慧型防火防災技術及其應用之領域，請本計畫詳為分析後納入成果。	依建議納入研究討論。
16	本計畫完成後對火災防制如人命傷亡、財產、損失之效益請量化提出。所提預期成果與本所招標文件列舉事項相類似，請提出如何達成上開各項成果的方法、策略、工具、原理、文獻、規範。	有關本計畫完成後火災防制的量化效益，將於研究中參考國內外文獻分析方法與研究成果。
17	極早期探測技術如何與性能設計結合應用，仍有法制、執行單位、可靠度、管理面等問題，須逐一評估、建置。	依計畫期程考量，本計畫可提出極早期探測技術於性能設計之應用方式與應用草案，供後續法制與管理面問題參考。
18	研究人力分別來自不同大學院校，請特別注意整合問題，以免虛耗成本而達不到研究目的與效益。	考量本計畫之特殊性，跨校跨領域組成本研究團隊，日後會特別加強整合與聯繫問題。
19	極早期火災偵測之性能實驗如在實際場所進行最為準確，如科技廠無塵室，但該環境造價高，所需成本昂貴，該場所測試的費用應自行負擔，恐不宜由本所科技計畫負擔。	本計畫執行之實驗乃依國外 NFPA 76、BS6266 為參考依據，模擬受災後極早期探測器的功能測試，並非在科技廠無塵室進行實驗。
20	極早期火災偵測系統如經本案研究後能夠降低成本，可以應用在一般場所空間的話，則有其效益，另可增加本研究之必要性。	參考有關效益評估之建議。
21	極早期火災偵測系統之靈敏度係依測試結果決定，找專家座談對其結果判定有何助益？請考量。	本計畫在考量消防救災、防火設計、器材設備與研究過程階段性成果分析等方面，仍須廣納專家意見。

22	服務建議書「七、研究經費之配置」之座談會出席費總計有誤，應修正為 40,000(元)。	依規定修正。
----	---	--------

廠商簽章：黎明技術學院

業務單位審查簽章：

## 附錄二 期中報告審查會議意見及處理回應

評審委員	審查委員意見	處理情形
邱顧問昌平	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 可在第一章第五節加入ASD全名加以解釋。</li> <li>2. 對於通報系統之探討可針對不同場所(大型會場、一般居室、機房等…)有不同應對方式。</li> <li>3. ASD技術功能測試及相關規範之探討至期中報告止相當完整。</li> <li>4. 對FIA可再加以說明。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 將會加入說明。</li> <li>2. 本研究會將此議題列入建議項目中。</li> <li>3. 謝謝委員本團隊會繼續努力。</li> <li>4. 將會加以說明。</li> </ol>
高教授健章	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 依進度圖1-1第一項工作項目蒐集極早期探測技術功能測試規範內容本次報告未提及需加以說明。</li> <li>2. 性能測試應於第六月次進行報告中尚無成果，須加速進行。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 已在研究內容中，會再重新整理。</li> <li>2. 實驗驗證需要場地配合，這非本團隊能控制項目，目前已敲定場地將於近期進行實驗。</li> </ol>
馮主秘俊益	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 建議收集國內外使用現況及其他問題點納入報告中供參考。</li> <li>2. 極早期專業度甚高，一般設備師是否能操作維護、保養及維修可納入做探討。</li> <li>3. 目前進度符合需求。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本研究會將此議題列入建議項目中。</li> <li>2. 本研究會將此議題列入建議項目中。</li> <li>3. 謝謝委員本團隊會繼續努力。</li> </ol>
中華民國消防設備師公會全國聯合會(林世昌消防設備師)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 第一頁有錯字須修正。</li> <li>2. Commissioning建議翻譯成功能驗證。</li> <li>3. 第二章，遮光率、靈敏度單位請說明。</li> <li>4. 表2-2 Class A、B、C靈敏度定義請加強說明。</li> <li>5. 第28頁累積作用建議移至第一章第五節。</li> <li>6. 表4-1建議將數值量化。</li> <li>7. 表6-3是否對腐蝕性場所應用在多探討。</li> <li>8. 第六章第四節Class A、B、是否對應局限型一種、二種、三種。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 會加情強校稿。</li> <li>2. 謝謝委員建議，會重新思考。</li> <li>3. 對於委員的建議在往後的報告加入說明。</li> <li>4. 將會加入說明。</li> <li>5. 將會修正內容。</li> <li>6. 將會修正內容。</li> <li>7. 本研究會將此議題列入建議項目中。</li> <li>8. 本研究會將此議題列入建議項目中。</li> </ol>
中華民國全國建築師公會(曹昌歲建築師)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 使用空間性質、建築物用途與系統使用間應注意之相關事項加以說明。</li> <li>2. 與建築物防火區劃或設備應配</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本研究會將此議題列入建議項目中。</li> <li>2. 本研究會將此議題列入建議項目中。</li> </ol>

	合事項應說明。	
唐教授雲明	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 報告書中，第五章尚無內容。</li> <li>2. 根據進度規劃第六個月是為實驗驗證，目前並沒有研究成果。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 目前已有研究成果，將會補上第五章內容。</li> <li>2. 實驗驗證需要場地配合，這非本團隊能控制項目，目前已敲定場地將於近期進行實驗。</li> </ol>
陳組長建忠	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本研究方向定位請再探討，智慧化部分。</li> <li>2. 何謂指南目前國內外是否均無指南？</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本研究會將此議題列入建議項目中。</li> <li>2. 會在對此議題作探討。</li> </ol>
本所業務單位 雷研究員明遠	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 第22頁表2-2根本研究較無關建議刪除。</li> <li>2. 第二章 ASD 使用現況建議以場所分類。</li> <li>3. 第五章部分已有進度可以分進報告中。</li> <li>4. 增修條文部分建議以三欄式撰寫(草案說明欄)。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 將會改正。</li> <li>2. 將會修正分類。</li> <li>3. 將會把內容放入。</li> <li>4. 將會參照委員建議。</li> </ol>

## 附錄三 期末報告審查會議意見及處理回應

審查委員	審查委員意見	處理情形
1. 陳組長建忠	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本項設備可裝設場所、適用條件宜予明定，可置於第3章，但是否僅適用於性能設計，似乎可予分類設置，說明其條件。</li> <li>2. 極早期探測技術，如何應用於性能設計？欲排除的各式規定為何？有無限制條件？合格(或通過)的項目指定為何？等諸多項目，可否參照本所出版之避難安全、構造防火設計手冊之體例來表達，較有應用價值。(目前報告第3章似乎只是一般設計通則，而非應性能設計之需)。</li> <li>3. 結論與建議的標題內容及主、協辦單位請再多加費心審慎過濾、發想，以提昇本研究價值。</li> <li>4. 未來研究建議，可於第8章另立一節提出外，請輔以詳細提案單，或國科會提案格式，以供本所後續研究參考。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 表 3-2 有列可裝置場所，除一般場所應用外，可採用研究成果第六章建議之標準增修條列式內容來設計與配置外，對於高速氣流環境 (1.5m/sec 以上)、挑高天花板(高度 25m 以上)及大型空間 (火警分區 2000m<sup>2</sup> 以上)者，仍應採同等的性能設計，其步驟建議如下流程圖 3-5，以提供讀者進行相關設計時之參考。</li> <li>2. 本計畫範疇為提出「通用設計應用指南草案」，委員建議可納入未來計畫。</li> <li>3. 將委員建議列入工作會議討論。</li> <li>4. 將委員建議列入後續提案單討論。</li> </ol>
2. 邱顧問昌平	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本案為延續性研究，有實例探討與功能測試實驗相當辛苦，對 ASD 之應用與推廣有深刻認知，希望在法規面能早日落實推廣。</li> <li>2. 在火警 Fire-1 發生時之前一</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 將委員建議列入後續法規化推動工作。</li> <li>2. 將委員建議列入後續法規化推動工作。</li> </ol>

	<p>段足夠的時間(極早期)能提早偵測異象(經由 ASD 系統)並通報，接著由智慧化功能，發出預警，再經由辨識或(及)確認方式確認火警而發出火災警告，進而啟動避難機制，這種較先進之系統確須加以充分了解掌握，於各種場所妥予設計應用。本研究對此已有充分介紹，且進行系統有效性測試，並提出警報設備之增修建議草案以落實之，研究內容及成果良好。</p>	
<p>3. 莊建築師金生</p>	<p>1. 極早期火災偵測設備屬高科技設備，對於煙粒子偵測部份之維護，在配合消防設備檢查時，需要有些提示說明較為實用。</p>	<p>1. 第五章第二節檢修基準提供於消防設備檢查時之要點說明。</p>
<p>4. 林主委世昌</p>	<p>1. 第 4 章性能驗證實驗，有 3 種情境，有挑高空間、樓層與一般居室。其實驗結果有部份數據有異常，請研發團隊說明及合理化。表 4-3 設定氣流下 ASD 累計時間突然增加為 4 分 40 秒，自然對流下，垂直 ASD 累計時間 5 分 18 秒，都是第 2 次比較長。表 4-5 第 1 組與第 3 組空調回風率相同下，A 發煙源比 B 發煙源更靠近取樣孔，但是累計時間 175 秒比 100 秒長，有此異常。表 4-6 按圖 4-4，發煙源 A 在中央，發煙源 B 在 B1 孔正下方，請予調整。</p> <p>2. 第 7 章第 88 頁標題 4 倉儲和冷凍庫，其後無論述，建議補述或刪除。</p> <p>3. 圖 7-3，t0 階段發出緊急訊</p>	<p>1. 依委員建議再次審視實驗數據。表 4-5 因 B 組發煙源在機櫃間走道，氣流方向一致，牽引力道強所以流速快，較早到達感應器。</p> <p>2. 將刪除此段文字。</p> <p>3. 依委員建議加入。</p>

	<p>息，有助於滅火及避難的提早進行，可以納入結論及建議，作為「原有合法建築物避難設施改善」的技術加分選項之一。</p>	
5. 吳教授玉祥	<ol style="list-style-type: none"> <li>ASD 是否已有抽氣孔的大小及間隔距離規定，是否為制式規範？或是參照美國或日本的規範？</li> <li>3 項性能驗證實驗結果建議分別以圖形並輔以文字說明，來表示與一般偵煙探測器之差異性。</li> <li>如在「各類場所消防安全設備設置標準」規定 ASD 系統，建議須再增加「設置規定」等較為具體之說明，以及依據何種規範。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>日本無相關法規，孔徑大小與數量除依 FIA 規定(參見第三章)外，也依設備廠商經認可過的設計軟體來計算。</li> <li>請參見第四章的時間比較表(4-3, 4-5, 4-6)。</li> <li>依委員意見增加說明如「增修理由」於第六章。</li> </ol>
6. 曾理事長順正	<ol style="list-style-type: none"> <li>極早期火災偵測設備透過交叉比對，可以發展作為 3D 定位火點偵測，可應用於如大型倉儲場所，故研判技術可加強論述。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>此建議非本研究規模能含蓋，建議放入未來研究。</li> </ol>
7. 蔡教授匡忠	<ol style="list-style-type: none"> <li>目前消防署對於「極早期偵煙設備」採審核認可方式，建議將「審核認可」直接列入現況說明中，另各項名詞(例空間取樣式、ASD、VESDA)及中文說明需進一步釐清。</li> <li>實驗設計中挑高空間實驗須將分離式探測器之位置於圖 4-1 標出，另機房實驗中局限型煙探測器動作時間較晚，可能僅因位置較火源遠，所以應該與鄰近之 ASD 取樣孔相比較。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 依委員建議放入第三章第四節說明。</li> <li>2. 依委員建議標出分離式探測器之位置。機房實驗中局限型煙探測器動作時間較晚，主因是空間內氣流速度大，且局限型煙探測器位置非在回風路徑上、靈敏度較差等原因。此乃 ASD 能克服上述因素被選為自設的主因。</li> <li>3. 將統一名詞或加註解。</li> <li>4. 依委員意見將實驗數據一併討論。</li> </ol>

	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. 法規部份「一種」或「二種」的意義、使用場所限制之原因須再補強，另表 6-2 語意不清</li> <li>4. 第 7 章有關智慧防火敘述中，可將實驗數據提出一併討論 tstart 之重要性及影響。</li> </ol>	
8. 馮主任秘書	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 有關「建議一」教育訓練部分，建議可以結合台灣建築中心相關研討會及函送各消防設備師（士）公會納入課程推廣</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 依委員意見加入建議內文。</li> </ol>
9. 沈教授子勝 (書面意見)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 在第 6 章有關「各類場所消防安全設備設置標準」建議增修草案中，有關修正說明太過簡略，建議予以強化。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 依委員意見於第六章增加說明。</li> </ol>
10. 業務單位	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 報告書內容建議增加圖說，以強化說明並提高閱讀性，如第 14 頁 ASD 設備組成、第 4 章驗證實驗可補充繪圖或照片輔助說明。</li> <li>2. 第 9 頁，有關 ASD 在火災預防之重要作用，建議增加與各類型探測器靈敏度比較情形。</li> <li>3. 第 2 章第 3 節有關 ASD 系統應用場所，建議可列表說明，分別按建築技術規則、消防設備設置標準分類，另一欄並舉使用實例，應用場所可如表 3-2。</li> <li>4. 第 6 章標題過長，建議修正為「消防安全設備有關設置法規之增修建議草案」，另該草案之修正說明請再予補充。</li> <li>5. 第 70 頁，表 6-3 標題有誤，請修正。</li> <li>6. 第 92 頁，圖 7-3「熱釋放資料」，修正為「熱釋放率」。</li> <li>7. 第 96 頁，結論請參考計畫預期成果補充逐一回應。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 依業務單位意見補充繪圖或照片輔助說明。</li> <li>2. 依業務單位意見增加與各類型探測器靈敏度比較表。</li> <li>3. 依業務單位意見修改。</li> <li>4. 依業務單位意見修改。</li> <li>5. 依業務單位意見修改。</li> <li>6. 依業務單位意見修改。</li> <li>7. 依業務單位意見修改。</li> <li>8. 依業務單位意見修改。</li> <li>9. 依業務單位意見修改。</li> <li>10. 依業務單位意見修改。</li> <li>11. 依業務單位意見修改。</li> </ol>

	<ol style="list-style-type: none"><li>8. 第 97 頁，「建議一」與「建議二」順序宜對調。</li><li>9. 部分表之標題名稱與表目次所列不同，請予檢視修正。</li><li>10. 「附件」請修正為「附錄」，另排序請予調整。</li><li>11. 報告書格式、文字排版請依本部委託研究成果報告規定確實檢查、調整</li></ol>	
--	---	--



## 附錄四 專家學者座談會紀錄及意見處理情形一覽表

### 內政部建築研究所「極早期火災偵測與通報系統之應用研究」

#### 第一次專家學者座談會會議記錄

**壹、會議名稱：**內政部建築研究所委託辦理「極早期火災偵測與通報系統之應用研究」案，專家學者座談會。

**貳、會議時間：**99年5月13日（星期五）上午9時30分

**參、會議地點：**大坪林聯合開發大樓15樓第三會議室（台北縣新店市北新路3段200號15樓）

**肆、主持人：**林副教授哲次

記錄：宮肇猷

**伍、出席人員：**詳簽到單。

**陸、研究單位簡報：**洽悉。

**柒、討論議題：**

1. 極早期探測技術在台灣市場應用，可能遭遇的問題？以及需突破的問題點？
2. 極早期探測技術連結通報系統，可能的應用模式有哪些？可以增進建築防火智慧化與安全性。
3. 避難設計方面，應用極早期探測技術可否增進避難設計的效益呢？

**捌、綜合討論及建議：**（依發言順序紀錄）

（一）陳組長建忠：

1. 感謝研究團隊對本案的研究。
2. 也請各位專家學者來幫忙找出本研議舊的盲點及遺漏或是資訊不清楚的地方。

（二）黃博士建彰：

1. 極早期探測技術在台灣市場應用方向：負壓隔離病房、BSL3實驗室及ABSL3實驗室火災預警、隧道活塞氣流效應，傳統偵煙器失效等…
2. 可能遭遇的問題？以及需突破的問題點：非技術性：建議建立設計及安裝確效之標準、建立極早型偵煙器及軟體驗證標準、建立系統功能性驗證標準。技術性：降低誤警率或是不警率；建立異常狀態（例如：警報、故障）診斷、控制應變專家系統；提升定址功能。
3. 建議極早期偵煙器考慮下列4項技術，以建立第5項相關模組與通報系統。
  1. 建立佈點技術
  2. 以軟體或硬體方式降低誤警率
  3. 建立不同風險等級異常診斷技術
  4. 建立不同風險等級控制應變技術
  5. 建立不同風險等級下，人員避難模組與通報系統、人工確認區域鑑認模組、救災程序與通報系統、煙控硬體控制程序。

4. 為發展智能化極早期探測技術，建議再整合下列功能：1. RFID 864MH 生命安全通訊頻道 2. 隔離器（隔離故障感知器） 3. 聲音圖形網路傳輸技術 4. 可遠程上載下傳、檢查故障排除、軟體更新 5. 與安全系統整合（例如保全、門禁、空調、燈光、電視、瓦斯） 6. 與大樓管理系統整合（例如空調、風機、燈光、程序控制） 7. 隱藏式垂壁、鐵捲門下降或常開防火門關閉 8. 連動紅外線熱像儀掃瞄確認位置。

(三) 顏所長振嘉：

12. 極早期系統模組化推廣如：與避難結合及經濟性、性能法規推動等；並與一般局限型探測器比較差異性，凸顯出及早期系統之誘因。
13. 無塵室、中庭、會展中心、博物館、美術館等...大型挑高空間用極早期系統較為美化、偵測能力較好等優點取代一般局限型探測器。
14. 整合建築管理系統(CCTV、保全管理)
15. 結合避難標示引導設備提供逃生避難方向及引導

(四) 沈教授子勝：

1. 對於極早期探測所採用的系統選擇。
2. 對於探測靈敏度單位須統一以免混淆。
3. 對於極早期系統應用場所(高鐵、電廠、軍事交通設施)之突破；困難點在於政府的支持與法規的納入。
4. 極早期探測連結通報系統需要準確極有效率以及連貫性。
5. 對於使用極早期探測系統所增進避難設計效益，可從減少設施設備之成本方向做起。

(五) 江教授崇誠：

1. 需加強智慧化的界定，說明極早期探測與一般探測器的差異性。
2. 以及須與建築防火之結合，並非單純的火災探測。

(六) 吳建築師坤興：

1. 對於 FIA 中提及需要特殊訓練讓保全人員熟悉這些系統的能力，可行性須加以評估。
2. 極早期探測設置成本問題的考量。

(七) Protec 鍾先生添旭：

1. 推動極早期探測系統需要政府法規的支持。
2. 極早期探測系統目前所遇到最大的困難點是誤報問題和成本過高。
3. 極早期探測除了 ASD 空氣取樣還有 IFD 雲霧室技術。

(八) VESDA 張經理金訓：

1. 對於設備的維護方面是不可缺少的，任何探測器若不維護則形同失效。

2. 在其他國家皆有極早期探測相關的法令，希望政府能把極早期探測技術納入法規。
3. 極早期探測可搭配氣體探測器(CO、CO<sub>2</sub>)進行雙重確認提高火災警報的準確率。

(九) 博見蔡協理翊群：

1. 極早期探測系統可配合 CCTV 遠端監控及保全人員來使用提高使用效率。
2. 通報系統用可連動其他防火設施，如安全門解鎖、抽風系統、防煙垂壁等。

(十) 高榮譽理事長士峯：

1. 一般廠商並沒有設計極早期探測的能力應思考價格及設計考量的問題。
2. 用整合方式(火警、機電、保全、監視)來應用。
3. 增修條文應全面考量各縣市消防局是否能依條文來做設計審查(圖審)。

(十一) 雷研究員明遠：

1. 智慧化應用在警示門檻發出警示訊息(pre-alarm)到確認火災發出警報這段期間須加強說明與人員避難之關係。
2. 本案屬於此系列研究的起始階段，需說明承先啟後相關腳色，使此案更具有宏觀。

**玖、結論：**專家學者們之建議與意見，研究團隊將納入本案執行之參考。

**壹拾、散會**

內政部建築研究所 100 年度  
「極早期火災偵測與通報系統之應用研究」委託研究計畫案  
第一次專家會議意見及處理情形一覽表

專家學者	專家意見	研究團隊回應情形
<p>1. 黃博士建彰</p>	<p>建議未來五年建研所可以研究的方向及範圍：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 極早期探測技術在台灣市場應用方向：負壓隔離病房、BSL3實驗室及 ABSL3實驗室火災預警、隧道活塞氣流效應，傳統偵煙器失效等…</li> <li>2. 可能遭遇的問題?以及需突破的問題點：</li> <li>3. 非技術性：建議建立設計及安裝確效之標準、建立極早型偵煙器及軟體驗證標準、建立系統功能性驗證標準。</li> <li>4. 技術性：降低誤警率或是不警率；建立異常狀態（例如：警報、故障）診斷、控制應變專家系統；提升定址功能。</li> <li>5. 建議極早期偵煙器考慮下列 4 項技術，以建立第(5)項相關模組與通報系統。</li> <li>6. (1). 建立佈點技術(2). 以軟體或硬體方式降低誤警率(3). 建立不同風險等級異常診斷技術(4). 建立不同風險等級控制應變技術(5). 建立不同風險等級下，人員避難模組與通報系統、人工確認區域鑑認模組、救災程序與通報系統、煙控硬體控制程序。</li> <li>7. 為發展智能化極早期探測技術，建議再整合下列功能： (1). RFID 864MH 生命安全通訊頻道(2). 隔離器（隔離故障感知器）(3). 聲音圖形網路傳輸技術(4). 可遠程上載下傳、檢查故障排除、軟體更新(5). 與</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本研究會將此議題列入建議項目中。</li> <li>2. 本研究會將此議題列入建議項目中。</li> <li>3. 本研究會將此議題列入建議項目中。</li> <li>4. 本研究會將此議題列入建議項目中。</li> </ol>

	<p>安全系統整合（例如保全、門禁、空調、燈光、電視、瓦斯）(6). 與大樓管理系統整合（例如空調、風機、燈光、程序控制）(7). 隱藏式垂壁、鐵捲門下降或常開防火門關閉(8). 連動紅外線熱像儀掃瞄確認位置。</p>	
<p>2. 顏所長振嘉</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 極早期系統模組化推廣如何與避難結合及經濟性、性能法規推動等；並與一般局限型探測器比較差異性，凸顯出及早期系統之誘因。</li> <li>2. 無塵室、中庭、會展中心、博物館、美術館等…大型挑高空間用極早期系統較為美化、偵測能力較好等優點取代一般局限型探測器。</li> <li>3. 整合建築管理系統(CCTV、保全管理)</li> <li>4. 結合避難標示引導設備提供逃生避難方向及引導</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本研究會探討極早期火災偵測系統與一般局限型探測器在火災通報上的差異，與此差異在人員避難、性能式法規應用上的議題，同時對建置的成本上做比較。</li> <li>2. 於研究報告上會加以說明。</li> <li>3. 會整合建築管理系統(CCTV、保全管理)於智慧化防災議題中。</li> <li>4. 將避難標示引導設備放入人員避難議題中討論。</li> </ol>
<p>3. 沈教授子勝</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 對於極早期探測所採用的系統選擇。</li> <li>2. 對於探測靈敏度單位須統一以免混淆。</li> <li>3. 對於極早期系統應用場所(高鐵、電廠、軍事交通設施)之突破；困難點在於政府的支持與法規的納入。</li> <li>4. 極早期探測連結通報系統需要準確、有效率及連貫性。</li> <li>5. 對於使用極早期探測系統所增進避難設計效益，可從減少設施設備之成本方向做起。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 極早期火災偵測系統於EN-54 part20, NFPA76, BS6266 已有明確的定義與分類。</li> <li>2. 依委員意見辦理。</li> <li>3. 目前極早期火災偵測系統無相關法令，所以需要提出草案，方有著力點。</li> <li>4. 依委員意見報告中會探討極早期火災偵測系統的準確性與其他系統連貫性。</li> <li>5. 將減少設施設備之成本納入研究。</li> </ol>

<p>4. 江教授崇誠</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 需加強智慧化的界定，說明極早期探測與一般探測器的差異性。</li> <li>2. 以及須與建築防火之結合，並非單純的火災探測。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 雖然每個極早期火災偵測設備都有各別經過智慧判斷邏輯才發出通報，但本研究不涉及個別產品的差異，而聚焦於通報後的智慧化判定。</li> <li>2. 主動偵測與被動建築防火之結合將對人員避難產生影響，是本研究的議題之一。</li> </ol>
<p>5. 吳建築師坤興</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 對於FIA中提及需要特殊訓練讓保全人員熟悉這些系統的能力，可行性須加以評估。</li> <li>2. 極早期探測設置成本問題的考量。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.任何的設備建置後都需要保養維修，因此對建置後的教育訓練是確保設備發揮正常功能必要程序。</li> <li>2. 依委員意見會將設置成本問題納入探討。</li> </ol>
<p>6. Protec 鍾先生添旭</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 推動極早期探測系統需要政府法規的支持。</li> <li>2. 極早期探測系統目前所遇到最大的困難點是誤報問題和成本過高。</li> <li>3. 極早期探測除了ASD空氣取樣還有IFD雲霧室技術。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 目前極早期火災偵測系統無相關法令，所以需要提出草案，方有著力點。</li> <li>2. 會將誤報問題和成本納入探討。</li> <li>3. 原雲霧室技術已涵蓋於ASD討論中。</li> </ol>
<p>7. VESDA 張經理金訓</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 對於設備的維護方面是不可缺少的，任何探測器若不維護則形同失效。</li> <li>2. 在其他國家皆有極早期探測相關的法令，希望政府能把極早期探測技術納入法規。</li> <li>3. 極早期探測可搭配氣體探測器(CO、CO<sub>2</sub>)進行雙重確認提高火災警報的準確率。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.任何的設備建置後都需要保養維修，因此對建置後的教育訓練是確保設備發揮正常功能必要程序。</li> <li>2. 目前極早期火災偵測系統無相關法令，所以需要提出草案，方有著力點。</li> <li>3. 將搭配氣體探測器(CO、CO<sub>2</sub>)進行雙重確認納入探討。</li> </ol>
<p>8. 博見蔡協理翊群</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 極早期探測系統可配合CCTV遠端監控及保全人員來使用提高使用效率。</li> <li>2. 通報系統用可連動其他防火設施，如安全門解鎖、抽風系統、防煙垂壁等。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 將搭配CCTV遠端監控及保全人員納入探討。</li> <li>2.將通報系統連動其他防火設施納入探討。</li> </ol>
<p>9. 高榮譽理事長士峯</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 一般廠商並沒有設計極早期探</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 目前極早期火災偵測系統無相關法令，所以需要提</li> </ol>

	<p>測的能力，應思考價格及設計考量的問題。</p> <p>2. 用整合方式(火警、機電、保全、監視)來應用。</p> <p>3. 增修條文應全面考量各縣市消防局是否能依條文來做設計審查(圖審)。</p>	<p>出草案，待政府納入法令後，相關的訓練課程會應運而生。</p> <p>2. 將整合方式納入探討。</p> <p>3. 目前極早期火災偵測系統無相關法令，所以需要提出草案，方有著力點。</p>
<p>10. 雷研究員 明遠</p>	<p>1. 智慧化應用在警示門檻發出警示訊息(pre-alarm)到確認火災發出警報這段期間須加強說明與人員避難之關係。</p> <p>2. 本案屬於此系列研究的起始階段，需說明承先啟後相關腳色，使此案更具有宏觀。</p>	<p>1.將於後續研究中繼續探討。</p> <p>2.將加強說明此系列研究承先啟後的相關腳色。</p>

## 內政部建築研究所「極早期火災偵測與通報系統之應用研究」

### 第二次專家學者座談會會議記錄

壹、 **會議名稱：**內政部建築研究所委託辦理「極早期火災偵測與通報系統之應用研究」案，第二次專家學者座談會。

貳、 **會議時間：**100年10月7日（星期五）下午2時0分

參、 **會議地點：**大坪林聯合開發大樓13樓建研所簡報室（台北縣新店市北新路3段200號13樓）

肆、 **主持人：**林副教授哲次

記錄：葉文心

伍、 **出席人員：**詳簽到單。

陸、 **研究單位簡報：**洽悉。

柒、 **討論議題：**

#### 一、研究計畫簡報

- [1]. ASD系統性能驗證實驗結果
- [2]. ASD系統性能測試規範建議草案
- [3]. ASD系統與防火避難時間的相關性
- [4]. ASD系統於智慧防災之應用

#### 二、議題討論及建議

- [1]. ASD系統與防火避難時間的相關性
- [2]. ASD系統與其他偵測設備之連結可行性分析

捌、 **綜合討論及建議：**（依發言順序紀錄）

#### （一） 陳組長建忠：

1. 感謝研究團隊對本案的研究努力。
2. 此研究中，實驗場地的選擇對建研所而言是新的議題，而且幫助很大。
3. 居室空間（百貨公司、住宅）與機房是有一些差異，但有些廠商可能會使用等級較高的偵測設備，這點可能可列入以後之法規考量。
4. 偵測器之位置、密度與功能和現實環境之佈置與技術上是有落差的，在現實環境中必須考慮如何有效的放置。
5. 空氣流通狀況與氣體捕捉能力，在完成報告時可再說明清楚些，讓後期人員可以從資料中來更了解。
6. 當ASD發現時，但如果小火被撲滅或沒人滅火狀況下，如何提供初期辨識或火災通報之考量，以期是否能縮短避難時間與降低火災之發生率，傳統局限型可能也會碰到相同的問題。
7. 相關單位是否可提供輔助性質之審查，以方便測試或使用。

8. 偵測器應含產品測試與應用測試，再分送給各主管機關。
9. 制定法規與檢驗時，需讓基層消防人員了解這些設備，以作為參考。
10. 可多提一些相關之研究案。

(二) 沈教授子勝：

1. 氣流效應對極早期探測影響可能很大，自由通風或空調部份為偵測技術上蠻重要的分析項目。
2. 設備之維護與測試，容易度與檢修之方便性，也須納入考量。
3. 在法規面上，ASD 是一種選項，有些實驗的數據或結論可給官方一些建議。
4. 混合之氣體與 ASD 結合，是往後可研究與討論的主題。
5. ASD 可能須朝價格更便宜與更易維修，市場上才容易列入考量。

(三) 許組長哲銘：

1. 極早期系統設備需官方認可，需走一定之認證程序，來審核認可。
2. 實驗部份可做成附錄，以利爾後研究。
3. 審核認可有幾種方式，如型式認可、個別認可、…。
4. 審核認可會將裝置維修包含進去，國外是否法規化也會提供參考，也請廠商提供測試結果與標準。
5. 消防局有攜帶型熱影像儀，可量測配電盤或開關箱之熱能狀態。

(四) 黃博士建彰：

1. 智慧型判斷可分級(如煙、火…)，辨識工具不同應變方式也會不同。
2. 考慮佈置區域是要做溯源追蹤，也就是對火源可 addressable(定位)。
3. 開口與氣流方向、速度有關。
4. 測試材料可用安全材料，否則現場可能會有有毒氣體，如 CO、氣、…。
5. 目前健康建築是採用氣流導引觀念。
6. ASD 之覆蓋率可能需要有工法或設計規範之相關證明文件。
7. 可考慮採樣器與各種不同氣體結合之研究，國外有相關之論文可供參考。

(五) 曾理事長順正：

1. 極早期探測是一種預警，應有一組對此很熟悉的人來執行。
2. 希望本研究對署裡有幫助。
3. 可否考慮用性能式檢查，為檢查項目的一種。

(六) 西門子陳先生澤瑜：

1. 在空氣中之冷熱、溫度會影響氣流，希望日後能考慮進去。
2. 如何極早發現機房地板下之電線走火，避難需分等級且人為判斷也很重要。

3. 探測器若靈敏度太高有時也會造成困擾。
4. 廠商所提供設備之條件與現場環境背景會有些不同，也需納入考慮。

(七) 興社王先生炳卿：

1. 可考慮 ASD 與其他設備做連結。
2. CCTV 可能看不到初期的煙，這點是否有辦法克服。

(八) 雷研究員明遠：

1. ASD 如何與避難結合與何處可使用此研究，是可再持續探討的。
2. “智慧化”文字上可再更清楚說明一些，如現有系統有那些可再繼續研發或加入應用。

(九) 鄭共同主持人紹材：

1. 工研院有發展熱影像分析系統，可查看何處有溫度異常。

(十) 邱研究員文豐：

1. 希將研究案轉成法規法制化。
2. 沈老師之氣流效應，也需納入考慮，但礙於經費問題。
3. 在大面積時，會加強說明 ASD 之效能。
4. 黃博士之取樣口角度，會再加以說明。
5. 與其他設備整合在一起的部份，會有後續的研究。

玖、 **結論：**專家學者們之建議與意見，研究團隊將納入本案執行之參考。

壹拾、 **散會**

內政部建築研究所 100 年度  
「極早期火災偵測與通報系統之應用研究」委託研究計畫案  
第二次專家會議意見及處理情形一覽表

專家學者	專家意見	研究團隊回應情形
1. 陳組長建忠	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 居室空間(百貨公司、住宅)與機房是有一些差異，但有些廠商可能會使用等級較高的偵測設備，這點可能可列入以後之法規考量。</li> <li>2. 偵測器之位置、密度與功能和現實環境之佈置與技術上是有落差的，在現實環境中必須考慮如何有效的放置。</li> <li>3. 空氣流通狀況與氣體捕捉能力，在完成報告時可再說明清楚些，讓後期人員可以從資料中來更了解。</li> <li>4. 當 ASD 發現時，但如果小火被撲滅或沒人滅火狀況下，如何提供初期辨識或火災通報之考量，以期是否能縮短避難時間與降低火災之發生率，傳統局限型可能也會碰到相同的問題。</li> <li>5. 相關單位是否可提供輔助性質之審查，以方便測試或使用。</li> <li>6. 偵測器應含產品測試與應用測試，再分送給各主管機關。</li> <li>7. 制定法規與檢驗時，需讓基層消防人員了解這些設備，以作為參考。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 目前等級較高的偵測設備為自設，待日後法規通過後，則有較彈性的應用空間。</li> <li>2. 偵測器之位置、密度與功能在第三章有說明在現實環境中相關設置的考量。</li> <li>3. 依委員意見於完成報告時加以說明。</li> <li>4. 傳統局限型發現火災時，其火勢已俱一定規模，相較於 ASD 較無辨識困難度。</li> <li>5. 期盼相關單位(消防署、消防基金會,...)提供輔助審查。</li> <li>6. 期盼法規通過並指定權責單位督導產品測試與應用測試。</li> <li>7. 期盼法規通過並指定權責單位檢驗，以利基層人員了解設備。</li> </ol>
2. 沈教授子勝	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 氣流效應對極早期探測影響可能很大，自由通風或空調部份為偵測技術上蠻重要的分析項目。</li> <li>2. 設備之維護與測試，容易度與檢修之方便性，也須納入考量。</li> <li>3. 在法規面上，ASD 是一種選項，有些實驗的數據或結論可給官方一些建議。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 防護空間內的氣流場會影響偵測的可靠性，可參考第三章的內容。</li> <li>2. 可參考第五章第二節設備檢修維護的建議基準。</li> <li>3. 完成報告會提供詳細數據與結論給相關單位參考。</li> </ol>

	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. 混合之氣體與 ASD 結合，是往後可研究與討論的主題。</li> <li>5. ASD 可能須朝價格更便宜與更易維修，市場上才容易列入考量。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. 混合之氣體與 ASD 的研究可納入未來的建議方向。</li> <li>5. 目前 ASD 產品的價格已逐漸下降，普及率慢慢上升，維期待法規的建立。</li> </ol>
3. 許組長哲銘	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 極早期系統設備需官方認可，需走一定之認證程序，來審核認可。</li> <li>2. 實驗部份可做成附錄，以利爾後研究。</li> <li>3. 審核認可有幾種方式，如型式認可、個別認可、…。審核認可會將裝置維修包含進去，國外是否法規化也提供參考，也請廠商提供測試結果與標準</li> <li>4. 消防局有攜帶型熱影像儀，可量測配電盤或開關箱之熱能狀態</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 產業界期盼早日進入認證程序。</li> <li>2. 完成報告會提供詳細實驗數據與結論給相關單位參考。</li> <li>3. 國外已法規化，如 EN-54-part20、ISO 7240-20 等，裝置維修可參考第五章第二節設備檢修維護的建議基準。</li> <li>4. 熱影像儀可協助作早期的辨識與確認的工作，會放入報告中。</li> </ol>
4. 黃博士建彰	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 智慧型判斷可分級(如煙、火…)，辨識工具不同應變方式也會不同。</li> <li>2. 考慮佈置區域是要做溯源追蹤，也就是對火源可 addressable(定位)。</li> <li>3. 開口與氣流方向、速度有關。</li> <li>4. 測試材料可用安全材料，否則現場可能會有有毒氣體，如 CO、氣、…。</li> <li>5. 目前健康建築是採用氣流導引觀念。</li> <li>6. ASD 之覆蓋率可能需要有工法或設計規範之相關證明文件。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本研究範疇為極早期火警階段，因此僅涵蓋不可見煙或極少量煙的階段。</li> <li>2. 若縮小 ASD 的佈點範圍則可提高定位能力，但增加設備數量，這是一個 trade-off 的議題。</li> <li>3. 開口、氣流方向與速度考量，請參考第三章的內容。</li> <li>4. 測試材料將列入安全考量。</li> <li>5. ASD 可於氣流回風處取樣，更有效率。</li> <li>6. 實驗室的數據文件僅能提供參考，宜以實際防護空間內的條件為主。</li> </ol>
5. 曾理事長順正	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 極早期探測是一種預警，應有一組對此很熟悉的人來執行。</li> <li>2. 希望本研究對署裡有幫助。</li> <li>3. 可否考慮用性能式檢查，為檢查項目的一種。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 建議增設訓練課程，加強人員訓練。</li> <li>2. 建議消防署參考，早日訂定法規，讓業者有所依循。</li> <li>3. 可參考第五章的建議草案。</li> </ol>

<p>6. 西門子陳先生澤瑜</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 在空氣中之冷熱、溫度會影響氣流，希望日後能考慮進去。</li> <li>2. 如何極早發現機房地板下之電線走火，避難需分等級且人為判斷也很重要。</li> <li>3. 探測器若靈敏度太高有時也會造成困擾。</li> <li>4. 廠商所提供設備之條件與現場環境背景會有些不同，也需納入考慮。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 依委員意見放入建議中。</li> <li>2. ASD 地板下的取樣孔能偵測到煙霧，避難分級議題可放入未來研究議題。</li> <li>3. 靈敏度的設定需要專業的知識，避免不必要的困擾。</li> <li>4. 設備的選用與環境因素的考量可參考第三章。</li> </ol>
<p>7. 興社王先生炳卿</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 可考慮 ASD 與其他設備做連結。</li> <li>2. CCTV 可能看不到初期的煙，這點是否有辦法克服。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 將會在第七章探討與其他設備的連結。</li> <li>2. 依委員意見修正。</li> </ol>
<p>8. 雷研究員明遠</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ASD 如何與避難結合與何處可使用此研究，是可再持續探討的。</li> <li>2. “智慧化”文字上可再更清楚說明一些，如現有系統有那些可再繼續研發或加入應用。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 請參考第七章第三節，若是進一步的避難類型分類，可納入未來的研究議題。</li> <li>2. 依委員意見納入參考。</li> </ol>



## 附錄五 工作會議記錄

### 內政部建築研究所 委託研究案 第一次工作會議記錄

<p>日期：2010/2/22 (二) 時間：15:30~17:00                  地點：內政部建築研究所討論室 (一)                  會議主持人：林哲次                  會議參與人員：                  委託單位：內政部建築研究所                                  雷明遠 博士                  執行單位：黎明技術學院                  林哲次、鄭紹材、邱文豐、宮肇猷                  會議紀錄：宮肇猷</p>	
工作報告及討論事項	討論與結論
<p>一、工作進度報告：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 目前進度著重在收集資料，包含：國內外相關法規、ASD系統、CCTV系統、極早期偵測系統廠商 VESDA(Xtrails)與 AIRENSE 產品等...以及訂定本研究之研究方向與功能測試規範範圍與方向。</li> <li>2. 國內外相關法規有 BS-6266(Code of practice for fire protection for electronic equipment installations)、EN54-20(new European product standard for ASD)、GB15631-(中國產品檢驗法規 2008 特种火灾探测器)、ISO-7240-20(2010 Fire detection and alarm systems - Part 20)、NFPA318(Standard for the protection of semiconductor fabrication facilities)。</li> <li>3. 整理各國法規在功能測試裡面之商品測試項目，並互相列表比較。</li> <li>4. 預計 3 月 1 日參訪 Xtrails 廠商，以了解相關設備之原理與應用。</li> </ol>	<p>雷明遠 博士：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 希望本團隊研究成果能整理目前消防署審查規定，找出現有法規之疑點，提供相關單位建議。</li> <li>2. 日本在極早期火災偵測是否有相關規範？ (由研究團隊計畫主持人林哲次 博士統一發言)</li> </ol> <p>林哲次 博士回覆：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 回答雷博士之提問：日本目前沒有極早期相關規範，但是在大型企業都有在使用極早期火災偵測系統在日本是透過評價、評鑑的方式來審查，與國內的專案審查制度相同，其設計原理也是參照國外相關法規。</li> <li>2. 補充報告：                         <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 在挑高空間(冷凍庫等...)部分採樣口設置方式、位置探討，參數化為本研究目的之一。</li> <li>(2) 參考 NFPA72 氣流抽取速度規範，在本研究中 ads 系統(對照組)也會參考此數據。國內外法規比較。</li> <li>(3) 測試火源標準 有 PVC 線(BS-6266)、煙霧罐。煙霧罐目的是測定煙霧在系統中旅行時間，不適合做性能測試。</li> <li>(4) 本研究希望定出功能測試標準，提供給政府單位參考，對防火這一塊有所貢獻。</li> </ol> </li> </ol>

<p>二、討論事項：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 計畫執行範圍與方向是否可行？(極早期火災偵測 vs 抽氣式煙霧探測器)。</li> <li>2. 功能測試規範範圍與方向為性能測試與驗收測試？</li> <li>3. 性能驗證試驗中模擬高層空間場地決定？</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 極早期火災偵測涵蓋 ASD 系統。極早期火災偵測主要針對煙霧粒子作偵測，並不是偵測火源；煙霧的產生是火災發生的第一階段，所以針對煙霧的辨識才是極早期火災偵測的首要目標。</li> <li>2. 功能測試大致可分為產品測試、性能測試、驗收(竣工)測試，本研究以性能測試與驗收測試為主要研究項目。</li> <li>3. 於三月八號至台南實驗室協調討論。</li> </ol>
<p>三、其他事項</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 於民國 100 年 3 月 8 日至台南實驗室與蔡主任協調討論實驗室相關事宜。</li> </ol>	
<p>本次會議結束，散會</p>	

內政部建築研究所  
「極早期火災偵測與通報系統之應用研究」  
委託研究案  
第二次工作會議記錄

<p>日期：2010/3/25（五） 時間：11:00~12:00 地點：內政部建築研究所討論室（一） 會議主持人：林哲次 會議參與人員： 委託單位：內政部建築研究所 執行單位：黎明技術學院 陳建忠 組長、雷明遠 博士 林哲次、鄭紹材、邱文豐、宮肇猷 會議紀錄：宮肇猷</p>	
工作報告及討論事項	討論與結論
<p>林哲次 博士 PPT 簡報報告：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 簡報大綱分為智慧型防災與極早期偵測關係、為何選 ASD 當作智慧型防災的工具、討論三部分。</li> <li>2. 智慧型防災具有提供早期偵測且正確警報能力與本研究目標相同；早期收集隱藏災害(隱患)的資訊，才有時間分析資訊，方具備判斷與控制動作的能力。</li> <li>3. 極早期文獻上之定義 NFPA76-指能偵測到通訊設施被火威脅之前的低能量火災現象。 EN54-20 2004 –Sensitivity 靈敏度分級(Class A-Very High Sensitivity &lt;0.8% obs/m)。</li> <li>4. 1974 年（NFPA Fire Technology）F.W. VAN LUIK-當物質受熱超過其材質能承受的臨界點（又稱為熱崩潰點，Thermal Particulate Point）時，將導致化學鍵的破壞，造成材質風解裂化，因而每秒釋放出數以千億計的不可見次微米粒子(約 0.002 <math>\mu</math>m)，在短時間內，粒子數量可超出 500000 顆/立方公分。</li> <li>5. 隱藏災害(隱患)的資訊:火災-不可見次微米約 0.002 <math>\mu</math>m 熱釋粒子。</li> <li>6. 案例一：FireGrid(智慧型防災系統)</li> <li>7. 案例二：The Dalmarnock Fire Tests:Experiments and Modelling(July,2006)發現 ASD 比傳統 point detectors 更快反應到火災現象，能偵測到火災及早期階段。</li> </ol>	<p>陳建忠組長：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 如何讓火災偵測系統具有智慧化，以及完整有效的監測系統，確實掌握資訊與辨識資訊是此計畫案一項重要的課題。</li> <li>2. 希望能多取得國外資料，以不同的角度觀點研究。</li> </ol> <p>雷明遠 博士：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 研究案中有發放問卷部分，除專家學者以外可向相關公會、團體等發放問卷使得本研究的客觀性。</li> <li>2. 對於各種災害的隱藏災害(隱患)資訊能做成表格加以整理歸納。</li> </ol> <p>(由研究團隊計畫主持人林哲次 博士統一發言) 林哲次 博士：感謝陳組長、雷博士寶貴的建議。</p>
<p>本次會議結束，散會</p>	

內政部建築研究所  
 「極早期火災偵測與通報系統之應用研究」  
 委託研究案  
 第三次工作會議記

日期：2010/4/29 (五) 時間：11:00~12:00 地點：內政部建築研究所討論室(一) 會議主持人：林哲次 會議參與人員： 委託單位：內政部建築研究所 執行單位：黎明技術學院 陳建忠 組長、雷明遠 博士 林哲次、鄭紹材、邱文豐、宮肇猷 會議紀錄：宮肇猷	
工作報告及討論事項	討論與結論
林哲次 博士 PPT 簡報報告： 8. Method/Type of sampling： a. Primary Sampling 主要取樣 Class A & B b. Secondary Sampling 2. 取樣孔位置：高風險場所可根據 BS6266:2002 及 NFPA76 等法規來做設置；一般場所可以根據 BS5839-1:2002 及 NFPA72 法規來設置。 3. 個別取樣孔靈敏度：個別取樣孔靈敏度=(煙霧感應元件靈敏度) x (取樣孔數目) 4. Primary motivation(採用動機)： a. 極早期警報 (Very Early Warning) b. 強化煙感度(Enhanced smoke sensitivity) c. 替代局限型或光電分離型 (An Alternative to point or beam type smoke detectors) 5. Common motivators： a. 特殊環境 (Extreme environments) b. 限制/不易接近處所 ( Restricted / Difficult Access) c. 高天花板及熱障礙場所 (Exceptional ceiling heights & heat barrier) d. 建築美學上需求 (Aesthetics) e. 機械器具損害之風險(Risk of mechanical damage) f. 防止破壞行為(Anti-Vandal systems) g. 危害性環境(Hazardous environments) 6. 在本研究案中，極早期火災偵測系統偵測到煙霧時，此時通報系統也需啟動；並藉由系統本身智慧化判斷及人工加以確認連動影像設備(CCTV)，直到確認火災、發出警報，此為完整的極早期火災通報系統。	陳建忠組長： 1. 如果 ASD 系統偵測到煙霧是如何確認是哪一個孔偵測到煙霧？ 研究團隊回答：假設某一 ASD 系統有四根抽氣管若偵測到煙霧 ASD 系統便會開始對每單一個抽氣管輪流辨識，確認是哪一管線有抽取到煙霧；並配合兩組系統交叉(cross)配置便可確定煙霧發出位置。 2. 關於實驗檢測時，須保持整體的客觀性，以及配對比較時測試環境的因素也須注意是否相同。 雷明遠 博士： 1. Secondary Sampling 中是為取代(alternative)一般探測器。 (由研究團隊計畫主持人林哲次 博士統一發言) 林哲次 博士：感謝陳組長、雷博士寶貴的建議。
本次會議結束，散會	

內政部建築研究所  
「極早期火災偵測與通報系統之應用研究」  
委託研究案第  
四次工作會議記錄

日期：2010/6/2(四) 時間：10:30~12:00 地點：內政部建築研究所討論室(一) 會議主持人：林哲次 會議參與人員： 委託單位：內政部建築研究所 執行單位：黎明技術學院 陳建忠 組長、雷明遠 博士 林哲次、鄭紹材、邱文豐、宮肇猷 會議紀錄：宮肇猷	
工作報告及討論事項	討論與結論
實驗設計(林哲次博士報告)： 實驗一：挑高空間 目的：1. 高天花板大空間內探測器(光電分離、ASD)對較小火勢冷煙情境之探測有效性分析。 2. 高天花板大空間內探測器(光電分離、ASD)對油盤火源情境之探測有效性分析。 3. 層化效應(Stratification)對探測器通報的影響 方法：1. 參照 FIA 規範 2. Pool fire test:n-heptane 庚烷(12liter in 600X400 mm tray，熱量~400KW，燃燒時間約 10 分鐘。) 實驗二：機房 目的：1. 機房氣流(換氣率 1.5M/秒上下)不同狀態下兩種探測器效能比較。 2. 選擇一至二適當方法替代檢修基準加煙試驗器。 方法：參照 NFPA72 規範及我國標準 實驗三：一般居室 目的：1. 研究 ASD 設備應用於一般居室空間的適用性。 2. 比較 ASD 與傳統局限型探測器於一般居室效能比較。 方法：1. 將 ASD 設備於是先選定的場所一週測量其背景環境值，以此值代表環境粉塵汙染程度，在於同一空間進行試驗。 2. 電力過載聚氣乙烯塗佈線(2米)之系統性能測試。	陳建忠組長： 為了讓本次實驗能發揮最高的價值，對於本次實驗取樣點或探測器的設置，是否能再增設，取得更多的實驗數據，若因此會增加經費預算，如果能向所裡取得補助，此實驗便會更加完整。 研究團隊回答： 會再與研究團隊討論，擬出可行的計畫。 研究團隊： 目前實驗二的場地，還在尋找當中，其困難點在於，實驗設計要求高架地板及有空氣調節系統；一般此類機房為保證其設備、資料之安全性，廠商幾乎都不外借。 陳建忠組長： 大家互相幫忙，找尋實驗二機房之場地。
本次會議結束，散會	

內政部建築研究所  
「極早期火災偵測與通報系統之應用研究」  
委託研究案  
第五次工作會議記錄

日期：2011/7/6(五) 時間：10:30~12:00 地點：內政部建築研究所討論室(一)

會議主持人：林哲次

會議參與人員：

委託單位：內政部建築研究所

陳建忠 組長、雷明遠 博士

執行單位：黎明技術學院

林哲次、邱文豐、宮肇猷

會議紀錄：宮肇猷

工作報告及討論

期中報告書內容與實驗設計綜合討論：

- 1.雷明遠博士：本研究目前進行至第六月次(實驗驗證部分)，期中報告書第四章只有表格並無內容，需在期中報告當天在簡報中加以說明目前實驗進度。
- 2.研究團隊：預計七月底進行實驗，會於期中報告時補充說明。
- 3.研究團隊：本研究定義 ASD 全名為，抽氣式偵煙探測器 Aspiration smoke detector system
- 4.研究團隊：實驗進度報告：  
一般居室部分將於下周在高雄市立美術館進行。  
挑高空間部分已與台南實驗室取得聯繫，進入文書作業階段，由於場地需要作業時間，將於七月底八月初進行。  
機房部分，已找到場地，將於近期安排實驗。
- 5.雷明遠博士：報告書第 22 頁表 2-3 建議刪除。
- 6.研究團隊：本研究實驗設計標準皆參考 FIA 性能測試標準來設計。
- 7.研究團隊：挑高空間實驗中，因選擇的高度場地已超出局限型的適用範圍，考量實際案例，因此變更為光電分離型煙探測器。
- 8.研究團隊：原計畫中規劃採用兩種原理(光電型與雲霧室)的 ASD 設備進行試驗，考量執行困難變更為光電型煙探測器原因如下：  
(1)因牽涉廠商個別聲譽與產品性能，廠商不願意與他廠設備同時進行試驗。  
(2)此研究為公開研究，無法與個別廠商針對實驗結果簽訂保密協定。  
(3)參考國外公正機構英國 BRE 驗證實驗時，雖有不同原理的設備廠商參與，但實驗時皆不特別採用某單一設備原理或品牌，亦不影響結果公信力。  
(4)因此本案擬選擇市場上的主流原理(抽氣式)之設備進行試驗。
- 9.雷明遠博士：上述原因(考量執行困難變更為光電型煙探測器)可將光電型與雲霧室統一稱為抽氣式偵煙探測器。
- 10.陳建忠組長：目前本案已進行一半，接下尚有智慧化與通報系統。

本次會議結束，散會

內政部建築研究所  
「極早期火災偵測與通報系統之應用研究」  
委託研究案  
第六次工作會議記錄

日期：2010/9/16（五） 時間：11:00~12:00 地點：內政部建築研究所討論室  
（一）

會議主持人：林哲次

會議參與人員：

委託單位：內政部建築研究所

陳建忠 組長、雷明遠 博士

執行單位：黎明技術學院

林哲次、鄭紹材、邱文豐、宮肇猷

會議紀錄：宮肇猷

工作報告及討論事項

實驗結果報告(林哲次博士報告)：

經性能驗證實驗後，初步發現與成果如下：

1. ASD 系統在三種不同環境下(採用三種不同靈敏度)，皆能比「傳統局限型偵煙探測器」更早提出預警。
2. ASD 系統的偵測性能主要受防護的空間內氣流場所影響。
3. 在相同靈敏度情況下 ASD 系統能更早偵測到火災現象，能縮小避難開始時間，即提早開始避難。

ASD 系統與火源成長曲線

1. 起火居室的火源因滅火藥劑而受抑制，雖然此時「非起火」的樓層也在進行避難，但火源已不再如預期中的快速發展，煙的產生率也像低、閃燃點也被延遲，如此一來將可選用較緩慢的火源成長曲線來進行避難安全性能驗證，居室因火災造成煙層下降之危險時間也會變長。
2. 若起火居室內的火源因滅火藥劑的釋放而被撲滅，則避難的樓層範圍將不再擴大，因而避難行動所造成的人力、物力損失將被最小化。

專家會議議題

1. ASD 系統與防火避難的相關性
2. ASD 系統與智慧防火的相關性

黃建章博士建議：

1. 智慧防火應具有像人腦一樣的思考、學習能力；大致可分為生命安全智慧化與財產安全智慧化兩大項。
2. ASD 系統可以結合保全系統之連動，再配合 CCTV 與熱影像作雙重確認。
3. 避難總體可分為三條線(1)硬體(風機)  
(2)工作人員(保全)

(3)一般民眾

本次會議結束，散會

## 附錄六 電力過載聚氯乙稀塗佈線（2 米）之系統性能測試

這種方法適用於高靈敏度的測試（A 類）火災偵測系統。

為了模擬火災初期階段，一段長度的電線被電過載，因此產生煙或蒸氣。  
不同於描述 E.1 節之測試，由於只達到了相對較低的溫度因此氯化氫氣體是不可能產生。這項測試也可在地板下的空間或天花板空隙進行

儀器： 線材，或者；

2 米長，多股絕緣聚氯乙稀 10/0.1 毫米其徑向厚度為 0.3 毫米，導線橫截面面積 0.078 平方毫米。

或；

2.5 米長的單股 LSF 的以太網路 24AWG 電纜（BICC Brandrex）

變壓器，240 V 至 6 V，能夠提供至少 15A

絕緣板，非可燃材料，最小尺寸 600 毫米× 600 毫米。

一個校正過且能夠測量至 1 秒鐘的時間間隔的時鐘或碼錶

此外，可能必需安排一個屏蔽以避免高氣流對過熱電纜造成冷卻效果。

測試 連接電線至變壓器的 6 V 輸出端。確認電線鋪設在絕緣板上，沒有扭結

步驟： 或交叉。連接 240V 電源變壓器主要端的電力供應，為期 180 秒。

注：經過此期間有極少煙霧放出。

測試 在送電停止 120 秒內 ASD 必需出現一個反應- 相對於背景值至少增加 15  
要求： %的讀數（其中 100%是火警門檻）且足以發出預警或警告狀況信號。



## 附錄七 煙霧顆粒性能測試

儀器： 丁烷氣體燃燒器（或等效電加熱器），具有 5.8KW 輸出（以一 5.8KW 燃燒器於 70 秒內燃燒 10 克丁烷）

以通常 2 毫米厚的金屬煙囪作成直徑至少 100 毫米和 150 毫米高的圓筒  
1

一個校正過且能夠測量至 1 秒鐘的時間間隔的時鐘或碼錶

適當重量的煙霧顆粒

一個 200 毫米（約）正方形金屬板 1

測試 金屬板應放在燃燒器上同時將顆粒集中放置在板中央。然後該煙囪將顆  
步驟： 粒圍繞於中央。

應該使用下表以設定該燃燒器運行的時間長度。

點燃燃燒器，顆粒一開始產生煙霧就啟動定時器。當設定的時間（見下表）結束後燃燒器應該熄滅。燃燒器熄滅後（通常是 30-60 秒）溫度將不會上升，但顆粒會繼續燃燒產生煙霧。

上面的測試步驟若有任何改動，如省略煙囪，較小的燃燒器或煙霧顆粒放置於燃燒器的一邊時都應當記錄在調試的表格上。

測試 在燃燒器被關掉 180 秒內 ASD 必需出現一個回應信號。

要求： 回應應該是一個完整的火警狀況，除非另有約定，例如本地警報，預警報。

燃燒器 操作 時間：	高（米）	溫差（℃）			
	<3 ℃	3 至 6 ℃	6 至 9 ℃	9 至 12 ℃	12 至 15 ℃
3 -5	3 秒	6 秒	9 秒	12 秒	17 秒
5-10	7 秒	13 秒	20 秒	27 秒	34 秒
10 -15	10 秒	20 秒	30 秒	40 秒	51 秒
15 -20	13 秒	27 秒	40 秒	54 秒	67 秒

注 1 無論是煙囪或金屬板的底都應有洞孔讓煙囪通風 ..

注 2 進行這些測試的應用高度小於 3 米時無需輸入熱。

注 3 溫度差是指測試進行位置與安置的抽吸取樣點位置之溫度差。

注 4 在上表的時間是根據 5.8KW 燃燒器，可以使用較小燃燒器，如 1.2KW 但實際的時間可能需要延長，才能達到同樣測試標準的結果。

## 參考書目

- [1] NFPA 72, National Fire Alarm and Signaling Code, 2010 Edition, NFPA, USA.
- [2]. EN-54, Fire detection and fire alarm systems - Part 20: Aspirating smoke detectors, 2006.
- [3]. FIA (Fire Industry Association), Code of Practice for Detection, Installation, Commissioning & Maintenance of Aspirating Smoke Detector (ASD) System, 2006.
- [4]. NFPA 76 “Recommended Practice for the Fire Protection of Telecommunications Facilities”, 2002.
- [5] BS 6266:2002, Code of Practice for Fire Protection for Electronic Equipment Installation, BSI, UK.
- [6]. NFPA 318, Standard for the Protection of Semiconductor Fabrication Facilities, 2010 Edition
- [7]. F.W. VANLUIK, ”Characteristics of Invisible Particles Generated by Precombustion and Combustion”, *Fire Technology* May 1974.
- [8]. 高曉斌, 高靈敏度空氣採樣探測報警系統的作用與技術分析, 火災科學與消防工程國際學術會議論文集, 中國消防協會, 北京, 2003.10. 頁 330.
- [9]. Ming He, Yun Jiang, Use of FDS to Assess the Effectiveness of an Air Sampling-Type Detector for Large Open Space Protection, FPE 3<sup>rd</sup> Quarter 2005, SFPE. USA.
- [10]. Peter H. McMurry “The History of Condensation Nucleus Counters”
- [11]. AS 1670.1-2004, Fire detection, warning, control and intercom systems-System Design, installation and commissioning. Part1- Fire
- [12]. GB 15631-2008, 特種火災探測器(special type fire detectors), 2008.09.01
- [13]. ISO 7240-20, 2010, Fire detection and alarm systems- Part 20: Aspirating smoke detectors, 2010, 1<sup>st</sup> ed
- [14]. BS 5839-1, Fire detection and fire alarm systems for buildings, Part 1 Code of practice for system design installation commissioning and maintenance, UK., 2002.
- [15]. 大空間建築火災性能式煙控系統設計與應用手冊, 內政部建築研究所, 98.12.
- [16]. FIA Fact File no.45, Smoke Detector in High Spaces using ASD, Fire Industry Association, April 2011

- [17] .BS 7974:2001 Application of fire safety engineering principles to the design of buildings Code of practice
- [18]. GB 15631-2008 Special Type Fire Detectors
- [19]. Albus, J. S., "Outline for a Theory of Intelligence," *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, Vol,20, pp473-509, 1991.
- [20].鄭紹材、田慶誠、余文德、吳誌銘 等, 建築防火防災智慧型技術之發展趨勢與整合,內政部建築研究所委託研究計畫,pp. 13-15, 2010
- [21] Geiman, J. and Gottuk, D.T., Alarm Thresholds For Smoke Detector Modeling. *Fire Safety Science* 7:197-208.doi:10.3801/IAFSS.FSS.7-197,2003.
- [22] M.A. Jackson, I. Robins, Gas sensing for fire detection: Measurements of CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, and smoke density in European standard fire tests, *Fire Safety Journal*, Volume 22, Issue 2, 1994, Pages 181-205
- [23] Brochure of VESDA ECOTM Detector, Xtralis company, 2011.
- [24] Scott Wilson, Very Early Warning Fire and Gas Detection in Manufacturing Environment, *FS-World*, Fall, pp 32-38, 2009.
- [25] 簡賢文(主編)等,建築物防火避難安全性能驗證技術手冊,第74頁,內政部建築研究所 2004.
- [26] G. Heskestad, "Similarity Relations for The Initial Convective Flow Generated by Fire", ASME Paper No. 72-WA/HY-17, 1972.
- [27] *Journal of Fire Protection Engineering* May 1996 8: 93-95,
- [28] Akiko Natori et al., Development of a Simple Estimation Method of Heat Release Rate Based on Classification of Common Combustibles into Category Groups, *Fire Science and Technology*, Vol.25, No. 1 pp.31-54, 2006.

**極早期火災偵測與通報系統之應用研究**

出版機關：內政部建築研究所

電話：(02) 89127890

地址：新北市新店區北新路三段 200 號 13 樓

網址：<http://www.abri.gov.tw>

編者：林哲次、鄭紹材、邱文豐

出版年月：100 年 12 月

版次：第一版

ISBN：978-986-03-0118-2 (平裝)