

PG10301-0443

建築機械通風與空調設備防火防煙
性能基準及驗證研究

受 委 託 者：社團法人美國消防工程師
學會台灣分會

研 究 主 持 人：鍾基強

研 究 員：黃祥志

研 究 助 理：陳又嘉

內政部建築研究所委託研究報告

中華民國 103 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

表次.....	III
圖次.....	V
摘要.....	VII
第一章 緒論.....	1
第一節 研究緣起與背景	1
第二節 研究目的.....	3
第三節 研究內容.....	4
第四節 研究方法及進度說明	6
第二章 文獻分析與研究	13
第一節 閘門名詞定義.....	13
第二節 空調風管用防火閘門國內現況分析	18
第三節 ISO 10294、UL 555、UL555S 與 JIS A 1314 之差異分 析.....	20
第四節 防火閘門相關法規條文檢討	26
第五節 小結.....	31
第三章 防火閘門性能分析	33
第一節 模擬軟體簡介.....	33
第二節 模擬規劃.....	36
第三節 模擬結果與分析	39
第四節 小結.....	43
第四章 防火閘門性能實驗	45
第一節 實驗場地規劃.....	45
第二節 實驗儀器與設備	47
第五章 實驗結果分析	51

第一節 防火閘門試驗件說明	51
第二節 實驗步驟與測試標準	54
第三節 實驗結果與分析	57
第四節 小結.....	61
第六章 結論與建議	63
第一節 結論.....	63
第二節 建議與後續研究方向	64
附錄一 採購評選會議紀錄暨審查意見回覆	67
附錄二 第一次專家學者座談會議紀錄暨意見回覆	71
附錄三 期中審查會議紀錄暨意見回覆	77
附錄四 期末審查會議紀錄暨意見回覆	87
附錄五 第二次專家學者座談會議紀錄暨意見回覆	95
參考書目	103
參考資料 1-ISO 10294(整理版)	107
參考資料 2-中華民國國家標準(CNS)草案	113

表次

表 1-1 人體暴露在一般有毒性氣體的情況.....	2
表 1-2 二氧化碳 (CO ₂) 濃度對人體的影響.....	2
表 1-3 研究進度及預期完成之工作項目表.....	11
表 2-1 防火閘門測試基準的測試內容比較表.....	22
表 2-2 ISO 10294、UL555 與 UL555S 在往復試驗性能比較.....	23
表 2-3 ISO 10294、UL555 與 JIS A 1314 在耐火試驗性能比較.....	24
表 2-4 ISO 10294 與 UL555 在試件要求性能比較.....	24
表 2-5 ISO 10294、UL555 與 UL555S 在性能試驗合格判定條件比較	25
表 2-6 國內防火閘門相關法規條文建議修正表.....	26
表 3-1 電腦模擬參數設定.....	39
表 5-1 試驗件尺寸形式表.....	51
表 5-2 防火閘門測試性能規範表.....	54
表 5-3 防火閘門測試分組表.....	57
表 5-4 防火閘門防火性能測試實驗結果表.....	61
表 5-5 常見木材之引火點及發火點.....	62

圖次

圖 1-1 梯間排煙室用防火閘門外觀圖	4
圖 1-2 空調風管內防火閘門外觀圖	5
圖 1-3 研究流程圖	10
圖 2-1 空調風管與排煙風管之差異	23
圖 3-1 FDS 與 smokeview 之組織架構與工作流程圖	35
圖 3-2 模擬空間示意圖	37
圖 3-3 防火閘門遮蔽率示意圖(50%)	38
圖 3-4 防火閘門遮蔽率示意圖(75%)	38
圖 3-5 防火閘門遮蔽率示意圖(95%)	38
圖 3-6 洩漏量阻煙效果比較圖-0.25MW	40
圖 3-7 洩漏量阻煙效果比較圖-1MW	41
圖 3-8 不同防火閘門洩漏量於非起火室煙層高度比較圖-1MW	41
圖 3-9 不同防火閘門洩漏量於非起火室 CO ₂ 濃度比較圖-1MW	42
圖 3-10 不同防火閘門洩漏量於非起火室溫度比較圖-1MW	42
圖 4-1 實驗設備規劃示意圖	45
圖 4-2 實驗設備建構現況圖-1	46
圖 4-3 實驗設備建構現況圖-2	46
圖 4-4 溫度量測設備	47
圖 4-5 TESTO 熱線式風速計(葉輪式感測棒)	48
圖 4-6 耐高溫風機設備	48
圖 4-7 壓差量測模組	49
圖 4-8 工業級微壓差量測計	49
圖 5-1 溫度感測元件安裝位置示意圖	55

圖 5-2 ISO 834-1 標準溫升曲線圖	56
圖 5-3 組別 1~4 防火閘門洩漏量比較圖	59
圖 5-4 組別 1~4 防火閘門溫度比較圖	59
圖 5-5 組別 5 防火閘門洩漏量比較圖	60
圖 5-6 組別 5 防火閘門溫度比較圖	60
圖 5-7 實驗結果與木材引火點關係圖	62

摘要

關鍵詞：空調風管、防火防煙性能、防火閘門、

ISO-10294、穿越防火區劃

一、研究緣起：

防火區劃構造是建築物被動防火設置中防止火勢延燒最重要的項目，因此許多建築設計者針對建築室內防火區劃構造的設計，不僅考慮人員避難逃生的時效性，同時考慮防火區劃構造的完整性。當建築物的機械通風與空調設備的送風風管連接多個防火區劃的出風口時，往往造成防火區劃構造完整性的破壞，因此在突破防火區劃的風管側加設防火閘門進行防火防煙及防止火勢延燒，為目前國內、外建築法規要求的必要設備之一。

二、研究方法與過程：

既然防火閘門屬於建築法規要求的重要設備之一，其相關的性能基準及驗證程序必需要完成準備。本研究針對國內、外對防火閘門防火性能所採用的 ISO-10294 標準進行探討，將於研究報告中，建議國內未來採用相關基準進行空調風管內之防火閘門防火防煙性能要求時，所需的相關配套措施及程序文件所需草案內容，同時本研究以 ISO-10294 基準進行實尺寸實驗，以瞭解國內現有產品對防火安全要求的適用性。另外，研究內容將包括 ISO-10294 基準之測試程序及測試報告文件所需內容，以供未來評定機構所需新技術、新工法、新設備、新材料的認可程序所需內容之參考。本研究預期目標如下：

1. 完成國外空調風管穿越防火區劃時設置防火閘門所需的要求條

- 件及相對應的防火性能要求之文獻分析整理。
2. 完成空調風管穿越防火區劃的熱煙流擴散電腦模擬分析。
 3. 完成以建議測試標準條件進行防火閘門熱煙氣洩漏量的危險評估。
 4. 完成 3-4 具市售空調風管穿越防火區劃的防火閘門之實測，以瞭解國內現有產品對防火安全的適用性。
 5. 協助建立空調設備用防火閘門所需防火時效之測試標準及評定機構所需新技術、新工法、新設備、新材料的認可程序內容。
 6. 完成建築技術規則「建築設備編」相關空調風管穿越防火區劃時設置防火閘門之條文檢討，並研提增修建議內容。

三、重要發現：

1. 已完成國外空調風管穿越防火區劃時設置防火閘門所需的要求條件及相對應的防火性能要求之文獻分析整理，經比較過四種防火閘門測試標準 UL 555、UL 555S、ISO 10294 及 JIS A 1314，可發現不同的基準有其當初設置的目標及可應用使用場合，其中 ISO 10294 針對空調送風風管內需防止火/煙漫延的設置設備基準較適合我國採用。
2. 已完成建築技術規則「建築設計施工編」與「建築設備編」相關空調風管穿越防火區劃時設置防火閘門之條文檢討，並研提增修建議內容。
3. 已完成空調風管穿越防火區劃的熱煙流擴散電腦模擬分析，由模擬結果進行分析，當防火閘門有基本防火性能(通過防火閘門葉片氣流量 $320\text{m}^3/\text{hr}/\text{m}^2$)時，經過 180 秒後，非起火室的煙層高度約在 2.3m ~ 2.4m，溫度降低約 56.11%，CO₂ 濃度降低約 54.23%。

4. 已完成以建議的測試標準條件進行防火閘門熱煙氣洩漏量的危險評估，並以 5 具市售空調風管穿越防火區劃的防火閘門進行實測，以瞭解國內現有產品對防火安全的適用性。由實驗結果與模擬結果分析可知，防火閘門最低限度需符合 ISO 10294 要求，才有防止火煙穿越防火區劃引燃其他可燃物的可能性，以防止災害擴大。
5. 從 5 具市售的防火閘門中，有捲簾式也有多葉式防火閘門，從所測數據中發現，有兩具防火閘門可以符合 ISO 10294 E 等級的最低要求，其餘 3 具無法通過 ISO 10294 之最低等級要求。
6. 從研究結果中發現，ISO 10294 條文規定中在要求防火時效的同時，為避免熱煙氣經由閘門擴散引燃效應，在某些等級中要求防火閘門之洩漏限度，此為防止熱煙氣洩漏引燃的最有效作法。
7. 從研究結果中也發現防火閘門需同時考慮其方向性及結構對稱，因我們無法預知火勢的方向性，因此對非結構對稱的防火閘門，需考慮火勢由任一側擴展之可能性。

四、主要建議事項：

經過本研究比較過四種防火閘門測試標準 UL 555、UL 555S、ISO 10294 及 JIS A 1314，可發現不同的基準有其當初設置的目標及可應用使用場合，其中 ISO 10294 針對空調送風風管內需防止火/煙漫延的設置設備基準較適合我國採用。從模擬分析中發現，當通過防火閘門葉片氣流量高於 $320\text{m}^3/\text{hr}/\text{m}^2$ 時，防火閘門防火性能將大幅降低。因此，若裝設在風管內的防火閘門，應選用符合 ISO 10294 中 E 等級以上之防火閘門，以防止災害擴大。本研究綜合本年度的研究成果與經驗，提出以下未來較具有研究價值的課題，供主管機關參考。

建議一

建立空調系統防火風管閘門耐火試驗標準與建立評定機制：立即可行建議

主辦機關：內政部營建署、經濟部標準檢驗局

協辦機關：內政部建築研究所、科技部、財團法人台灣建築中心

建築技術規則第 85 條已公佈實施多年，但過去幾年，國內一直沒有可進行性能檢測的單位，也沒有產品可依循的性能要求標準，因此，雖然法規有明文要求，但苦無標準可供依循。因此，建立風管貫穿區劃用防火閘門性能要求基準，供國內相關生產業者參考，同時可由評定單位專辦新技術、新工法、新設備、新材料的評定，如此生產防火閘門廠商才有可依循的防火閘門性能指標及諮詢的單位，時為當務之急。

建議二

建築技術規則防火閘門相關法規條文建議修正與權責單位之明

訂：立即可行建議

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：內政部建築研究所、科技部、財團法人台灣建築中心

建築技術規則關於防火閘門之相關規定雖已公佈實施多年，但因技術工法日新月異，條文中有諸多文字與規定均已不合時宜，故建議予以修正、更新。同時，於期末審查與專家學者座談會中，均有委員提及希望在工程實務上能夠明列權責單位，以利國內相關生產業者與設計單位後續作業。

建議三

宣導適用於空調風管貫穿防火區劃所必須要求的防火閘門設置

及相關防火性能：中長期建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部營建署、中華民國全國建築師公會、中華民國

冷凍空調技師公會全國聯合會

在建築設計圖上，一般建築師會請空調設備專業人員繪製空調風管之配管線圖，在圖中如有貫穿區劃的狀況，則會在圖紙上設置防火閘門進行火/煙的阻隔。但在終端的設備查驗上，往往造成建築設計要求防火區劃之完整，但在風管貫穿部常常造成防火區劃的無效，形成火煙快速漫延的主要原因。因此，當建立風管貫穿區劃用防火閘門性能要求基準後，應針對建築師公會、空調技師公會、機電技師公會等設計單位，進行宣導適用於空調風管貫穿防火區劃所必須要求的防火閘門設置及相關防火性能。

ABSTRACT

Keywords : Ventilation duct, fire prevention performance, fire damper,
ISO-10294, Fire compartment penetration

The fire compartment is the most important devices for preventing the fire spread during a fire accident in building. Therefore, much architecture designed fire compartment not only considered the occupant evacuation but the completeness of the fire compartment. The mechanical ventilation system and HVAC duct connected two or more fire compartments the integrity of the fire compartment may be destroyed. Thus, the building law required a fire damper must be installed on one side of the ventilation duct to prevention the fire and smoke from the fire site spreading into the safe area.

Since the fire dampers are the necessary equipments in the building law, all the performance requirements and procedure documents are need to be prepared. The project examines applications and documentation of the ISO-10294 standard on fire damper installed in the ventilation duct. Additional, a full scale test following ISO-10294 standard will be conducted in the project. The fire damper from market will be tested in order to understand the fire and smoke prevention performance of the fire damper performance. Also, test report and test procedure documentation will be provided to the assess center for the reference of new design, new material and new equipment.

第一章 緒論

第一節 研究緣起與背景

建築火災給人們的生命財產造成了極大的危害。火災發生時，影響人員逃生的往往是濃煙而非火燄，濃煙也因此號稱火場第一殺手，其原因正在於濃煙神出鬼沒到處流竄的特性，也更源於一般人無知於煙流快速的產生和移動力，火災產生的煙氣易使人窒息死亡，直接危及到人身安全，對疏散和搶救也造成很大的威脅。

火災時產生的煙氣的主要成分為一氧化碳，人在這種氣體的作用下，死亡率很高，約達 50%~70%。另外煙氣遮擋人的視線，使人們在疏散時難以辨別方向。尤其是高層建築，因其自身的“煙囪效應”，使煙上升速率極快，如不及時排除，很快會垂直擴散到各處。

1980 年美國拉斯維加斯米高梅飯店（MGM Grand Hotel）的一場火災造成 85 人死亡，財物損失高達五千萬美元[1]，即是煙流隨著風管向上竄流而造成。國內外大量火災實例統計資料表明，因火災造成的傷亡者中，受煙害直接致死的約占 1/3~2/3，因火燒死的約占 1/3~1/2。而在被火燒死的受害者中，多數也是因煙害暈倒後被燒死的。由於火災煙氣具有極大的危害性，使得建築物的防排煙成為建築設計和消防工作人員十分關注的問題，所以火場濃煙的控制是否得當，決定了人員是否可以順利逃生及生命財產損失的程度。

火場中所產生的有毒物質包含有相當多的刺激性及癱瘓的成份，如果濃度過高或暴露其中的時間過長則容易導致吸入過多而引起昏迷、休克，嚴重的話甚至會導致死亡。此類煙氣大多為有機煙粒及酸性氣體，如 HCL

此種氣體刺激會快速引起眼睛、呼吸道與肺的疼痛，接著造成呼吸困難等症狀。在未達閃燃點前所產生的使人癱瘓性氣體其成份主為一氧化碳與氰化物。

火場中常見的有毒氣體：一氧化碳(Carbon Monoxide, CO)是一種無色無臭味毒性氣體，低濃度情況下便有毒，CO 進入人體後，它比氧更容易被血液所吸收，破壞原本血液輸送氧氣的功能，與血液之血紅素(Hb)結合，影響血液帶氧之能力，因而對人體產生窒息效應而致命。暴露在平均為 9 ppm 之 CO 濃度下，將對人體大動脈產生病症之危害。如表 1-1 所示。

表 1-1 人體暴露在一般有毒性氣體的情況

濃度 (ppm)	暴露時間	%COHb	對人體的影響
5	0.33 hr	0.4~0.7	高次神經系的反射作用變化 視覺、精神機能障害
200	2~4hr	10~18	前頭部感覺沈重、輕度的頭痛
500	2~4hr	25~40	激烈頭痛、噁心、視力障礙、虛脫感
1000	2~3hr	45~50	脈搏亢進、痙攣、抽搐伴隨失神
2000	1~2hr	>70	死亡
註：一氧化碳中毒之容許限度量與濃度，依據吸入時間、作業強度、呼吸強度與個人體質差異而定，故較難設定容許強度。			

(資料來源：參考書目 2)

另一種火場中常見的有毒氣體：二氧化碳(Carbon Dioxide, CO₂)，雖然在低濃度的環境下無害，但在高濃度的情況下對人體的主要影響是產生呼吸困難與代謝壓力。表 1-2 為二氧化碳 (CO₂) 濃度對人體的影響。

表 1-2 二氧化碳 (CO₂) 濃度對人體的影響

濃度 (ppm)	對生理影響
≤600	無
600-1000	偶爾抱怨頭痛、昏睡、悶熱
1000-10000	呼吸、循環器官及大腦機能受影響
10000-30000	呼吸增大、臉上有溫熱感

30000-40000	耳鳴、頭痛及血壓上升
40000-60000	皮膚血管擴張、噁心、嘔吐
70000-80000	精神活動混亂、呼吸困難
80000-100000	意識混濁及痙攣並發生呼吸停止
100000-200000	中樞障害發生、構成生命危險

(資料來源：參考書目 2)

火場中除了煙的毒性外，高溫煙流所造成的高溫也會經由對流效應與輻射效應造成人體的皮膚與呼吸道灼傷，而濃煙微粒也會使避難路線遭受封阻，當避難人員因視線不良無法辨識避難路線時，往往因避難不及而造成嚴重傷亡，通常避難人員需有 8~10m 的可視距離才能行經煙區，此時大多數的火源將產生令人眼睛不舒適且刺激的感覺，但還不至於造成避難困難的昏厥現象。如果暴露於上述煙層時間小於五分鐘將不至於吸入過量的麻痺性氣體而昏厥，因此針對短時間的火區暴露的限制時間可以煙透視度做為訂定條件的參考，但仍需注意頭頂上之高溫煙流的熱輻射效應仍會對人體造成嚴重的傷害。

當建築物發生火災，在火災區域形成一高溫煙氣火場，若氧氣供給不充分，物質燃燒不完全，必產生大量的固體微粒，而熱空氣之比重較周圍冷空氣低，所以形成一明顯的上升氣流，尤其在建築物之垂直通道內，隨著氣流移動，使高溫高熱之煙流快速擴散到建築物內每一角落。

第二節 研究目的

國內對風管穿越防火區劃設置防火閘門所需一小時以上之防火時效之要求仍在檢討相對應之測試基準，且防火性能應採何種認定程序也無清楚規定。當空調風管穿越防火區劃時需於穿越區劃處設置防火閘門，此防火閘門須能提供等同防火區劃的防火時效之要求，且考慮防火區劃為實體結構可阻擋火、煙的漫延，因此安裝於區劃上的防火閘門如需於平時開啟，

火災發生時關閉則必需考量防火閘門防止火、煙漫延的性能(如熱煙的洩漏量)以防止高溫濃煙的穿越而引起燃燒。

故有必要針對建築物內空調風管穿越防火區劃，需於穿越區劃時所需設置防火閘門基準與相對應的防火性能進行完整的研究，同時本研究將並提出 ISO-10294 基準之測試程序及測試報告文件所需內容，以供未來評定機構所需新技術、新工法、新設備、新材料的認可程序所需內容之參考。

第三節 研究內容

防火防煙的設備在建築物火害控制中扮演者重要的角色，在火災發生時控制溢散的煙流讓人員能即時逃生且救災人員能順利進入火場。國內目前採用的防火閘門依其使用功能可分兩類，一類為梯間排煙室用的防火排煙閘門，另一類為空調風管內的防火閘門。

梯間排煙室用的防火閘門平時是常閉式的，當火災訊號傳遞至該起火樓層，可控制開啟進行排煙功能，一旦火勢無法控制延燒至該處時，該防火閘門必須關閉以防止火/煙的擴散。因此，此類型防火閘門功能上必須有開啟後關閉的復歸設計，如圖 1-1 所示。

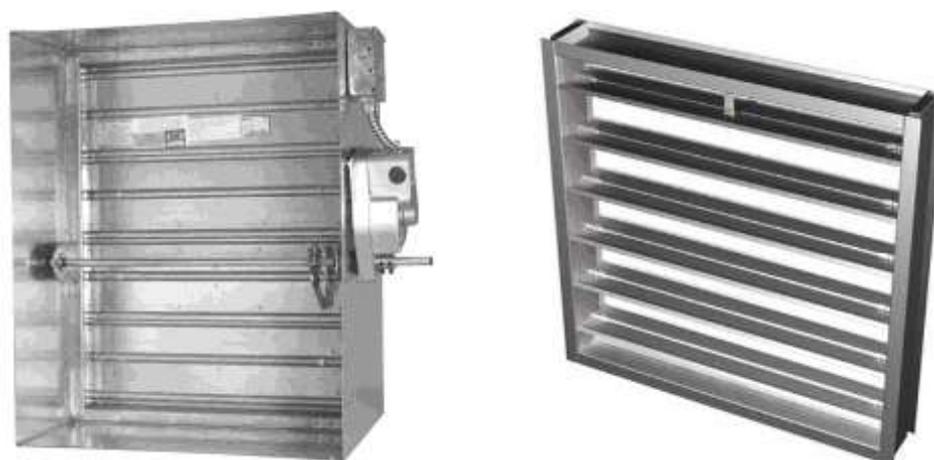


圖 1-1 梯間排煙室用防火閘門外觀圖

(資料來源：網路資料 1、2)

而空調風管內的防火閘門，主要因為空調風管穿越防火區劃，為維持防火區劃實體結構完整性裝設在空調風管內的防火閘門，此類防火閘門平時保持開啟狀態，一旦發生火災當高溫煙氣漫延至時，此防火閘門可受熱關閉，以防止火煙的擴散。因此，不需有復歸設計，也就是國際上常用的 ISO-10294 基準，之如圖 1-2 所示。



圓形防火閘門



捲簾式防火閘門

圖 1-2 空調風管內防火閘門外觀圖

(資料來源：網路資料 3、4)

建築機械通風與空調設備為建築物內空調送風系統不可或缺的設備之一，包括送風風機與風管等必要設備。在通風與空調設備中送風機與空調主機等設備大都放置在機房或戶外。而機房空本身則應屬於防火區劃構造的一部分，所以並無太大的防火防煙性能要求問題。反而是連接各個空調送風口的空調風管有較大的防火防煙性能需求問題，因為空調風管需貫穿防火區劃結構進行調送風口的連接，造成防火區劃構造的完整性遭受破壞，因此火災發生時可能會使火煙經由空調送風風管而形成火勢的漫延，例如過去發生的汐止東科大樓的火災即是防火區劃構造被破壞的問題。

對此問題，建築技術規則對此項目也有相對應的規定，在第 85 條要求『貫穿防火區劃牆壁或樓地板之風管,應在貫穿部位任一側之風管內裝設防

火閘門或閘板，其與貫穿部位合成之構造，並應具有一小時以上之防火時效』，此即為防火區劃構造遭風管貫穿時保障其防火性能之完整性。

第四節 研究方法及進度說明

本研究計畫內容將針對機械通風與空調風管，穿越防火區劃所設置的防火閘門進行性能測試程序及測試報告文件等相關內容進行探討，研究方法將以實驗研究為主，電腦模擬與文獻分析為輔。

1. 相關文獻分析研究：

考量現有防火閘門的性能基準對人員避難逃生的影響評估，經由評估檢視建築技術規則內建築設備編第五章相關條文法規檢討，說明最適合空調風管設置防火閘門的性能要求條件。除對人員避難逃生的影響參數評估外，也同時參考國外在空中調風管穿越防火區劃時設置防火閘門所需的要求條件及相對應的防火性能要求。

2. 電腦模擬分析

經由火災電腦模式(FDS)瞭解不同熱煙洩漏量在兩防火區劃空間的煙溫變化。本研究將探討兩個一樣大小的防火區劃空間內之空調出風口藉由空調風管進行連接，而此空調風管貫穿防火區劃空間，假設其中一防火區劃內發生火災，以火災電腦模式(FDS)分析熱煙在兩防火區劃空間內擴散蔓延的情況，以瞭解風管內設置不同洩漏率等級的防火閘門對兩防火區劃空間內溫度分布，最後以 FDS 模擬的數據進行避難逃生允許時間計算。研究中將針對 FDS 火災電腦模式所採用的物理模型、網格及火源設定等相關方法進行詳細的說明。

(1) 特殊形狀模型的建立

運用 FDS 直接建立的實體單元是立方體，它不具備直接建構傾斜、弧狀等實體的功能。對於具有複雜形狀的建築，可以採用“擷取關鍵點→生成曲面輪廓→轉換為 3D face→生成 FDS 輸入文件”的步驟；對於形狀規整、牆體線較多的建築，可以採用“處理建築圖紙→轉換線型→設定高度等關鍵參數→生成 FDS 輸入文件”的方式處理。

(2) 網格劃分

一般情況下，劃分網格採用均勻格點配置，即長、寬、高相同的網格劃分方法，當實際模型所占空間小，而完全包含此模型的計算區域很大時，會嚴重浪費空間。這種情況下，採用分區域劃分網格的方法，如在火源區域使用小網格，而在非火源區域使用大網格的格點配置方法。網格劃分要合理，避免數值不穩定，在某兩個方向上的長度比值不大於 2:1。

(3) 火源的設定

火源位置的設置，可以把火源設在立方體的表面；也可利用 VENT 來設置火源面。對後者，火源面不在網格邊界上時，會自動向最近的網格邊界靠攏，此時，設置的火源面會發生偏移，導致錯誤。火源大小的設置。對於熱釋放速率大小固定的火源，直接在物件表面設定；對於熱釋放速率隨時間變化的火源，在物件表面設定火源的熱釋放速率，在 RAMP 命令行設置時間 (T) 和在該時間的熱釋放速率 (F)。

3. ISO-10294 實驗法

本研究另一個工作重點是瞭解市售防火閘門性能現況，因防火閘門的防火性能的相關法規之落實與否，不僅要考慮檢測性能的合理性同時也要考慮國內廠商的技術水平是否可生產法規所要求的產品，否則最後只是將市場讓給國外設備廠商而已，如此就失去本研究之意義。因此首先瞭解國

內相關產品熱煙氣洩漏量等級，為本研究相當重要的工作項目。本研究將以建議檢測標準，進行市售空調風管穿越防火區劃的防火閘門測試，以瞭解國內相關產品熱煙氣洩漏量的等級是可否符合檢測基準之性能要求，做為政府相關單位日後頒布相關法規之參考。

本研究的實驗計畫主要參考 ISO-10294 為主要研究對象，建立相關實驗所需設備，同時依照標準測試程序進行防火閘門常溫洩漏及高溫洩漏試驗：

(1) 常溫洩漏測試

常溫洩漏測試主要是瞭解穿越防火區劃的防火閘門在常溫狀況下的氣密性能及測試系統原有洩漏量，相關實驗流程說明如下。

- a. 連接管洩漏試驗(系統洩漏量測): 閘門關閉，封閉平衡控制閘門，開啟測試用排氣風機，並調整風機頻率大小，由 10~60HZ，當壓力差 Pd 達 300Pa 時，紀錄管件出口溫度，氣流量測溫度，流量裝置壓差，洩漏量。此時洩漏量為連接管洩漏量(系統洩漏量)，系統於壓力差 300Pa 時之洩漏量需低於 $12\text{m}^3/\text{hr}$ ，若超過時必須找尋洩漏處並予以填補，直到系統洩漏量需低於 $12\text{m}^3/\text{hr}$ 為止。
- b. 防火閘門進行 50 次開啟與關閉之往復試驗後，能以手動方式啟閉無結構損壞。
- c. 閘門常溫洩漏試驗：關閉測試閘門，洩漏試驗同連接管洩漏試驗，記錄洩漏量即為連接管洩漏量。依據 ISO-10294 之額定壓力差 300Pa 測試。

(2) 高溫洩漏測試

高溫洩漏測試主要是瞭解穿越防火區劃的防火閘門在火災發生時之高溫狀況下的氣密性能，相關實驗流程說明如下。

- a. 建立閘門氣流速度 0.15m/s：開啟測試閘門及排氣風機，並調整風機頻率大小及平衡控制閘門適當開度預設值。紀錄管件出口溫度 T_e ，氣流量測溫度 T_m ，流量裝置壓差，計算流經孔口板之流量後，再以 ISO 5671-1 公式計算經閘門之流量，進而可得氣流速度。重複以上步驟，直到氣流速度達 0.15m/s 為止。
- b. 閘門曝火試驗及高溫洩漏試驗：
 - (a) 試驗爐點火，依 ISO-834-1 測試標準要求控制試驗爐溫升曲線。點燃曝火爐後馬上開啟排氣風機至閘門面速 0.15m/s 之操作狀態，並同時紀錄測試時間，溫度及壓力變化。
 - (b) 當防火閘門因溫度升高而啟動熱感應裝置，將關閉閘門，此時紀錄時間點，並調整閘門前後壓差至 300Pa 或以上；假如點火時間後 2 分鐘內，閘門尚未關閉，則停止測試。
 - (c) 控制閘門中心線之爐壓調整至 15 ± 2 Pa。
 - (d) 維持閘門與連接管和曝火爐內壓差在 -300 ± 15 Pa。
 - (e) 紀錄流量裝置壓差，記錄壓差時間週期不超過 2 分鐘，依據 ISO5167-1 計算經過孔口板壓差與溫度所測得之洩漏量。
 - (f) 記錄試件、管件及非曝火面之表面溫度，至少每隔 2 分鐘記錄乙次。
 - (g) 記錄防火試驗期間中任何於非曝火面之閘門或管件連接處測試期間觀察之狀況。
 - (h) 當測試時間已達防火試驗額定時間，並確認測試已完成後，結束防火測試。

實驗測試對象將以市售產品為優先考慮對象，且挑選市場銷售量最多尺寸的產品進行測試，預計以 3-4 具市售防火閘門進行標準實測，所有測試流程及設備要求均依照檢測基準進行，以提供正確的防火時效數據及煙流

量洩漏數據給相關單位參考。

綜合上述，本研究流程圖如圖 1-3 所示：

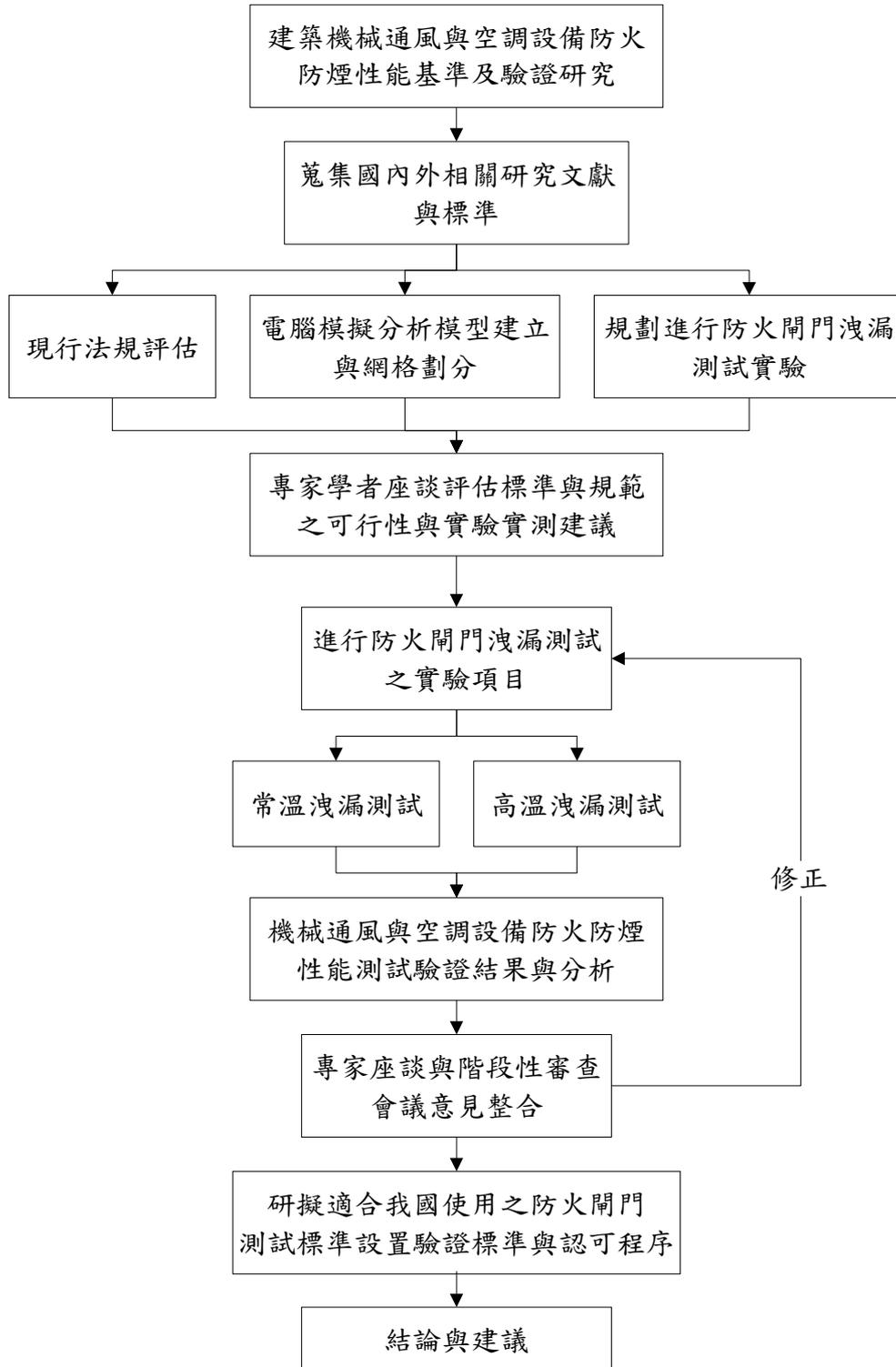


圖 1-3 研究流程圖

(資料來源：本研究整理)

本研究針對空調通風常用的風管穿越防火區劃時所需設備的防火防煙性能提出可行的基準，同時驗證國產相關設備是否能滿足該項防火防煙性能要求，本研究執行進度及預期完成之工作項目如下：

表 1-3 研究進度及預期完成之工作項目表

月次 工作項目	第 1 個 月	第 2 個 月	第 3 個 月	第 4 個 月	第 5 個 月	第 6 個 月	第 7 個 月	第 8 個 月	第 9 個 月	第 10 個 月	第 11 個 月	備 註
蒐集有關機械通風與空調設備防火防煙性能基準與資料												
評估檢視建築技術規則相關條文法規												
機械通風與空調設備防火防煙性能基準之電腦模擬分析												
第一次學者專家座談會												
期中審查												
機械通風與空調設備防火防煙性能基準測試實驗規劃												
實驗結果分析與討論												
期末審查												
第二次學者專家座談會												
繳交結案報告												

(資料來源：本研究整理)

第二章 文獻分析與研究

防火閘門的使用時機是具有防火時效的分間牆或者是防火區劃，因裝設通風或空調風管時，風管若貫穿該分間牆，即會造成此防火區劃構造破壞，因此需要在貫穿分間牆的部位裝設具有防火時效的防火閘門。另外，火災產生後，會有大量的濃煙產生，當機械排煙設備動作後，火勢仍持續發展中，但為避免火、熱及煙流藉由風管擴大延燒，此時於風管貫穿防火區劃處所設之防火閘門應當即刻啟動，以遮斷火、熱及煙流之流竄。

第一節 閘門名詞定義

在國內外的建築法規中，為有效防止火災發生時火勢之延燒，均有防火區劃之規定。國內有關防火區劃之規定，明訂於建築技術規則第八十五條「貫穿防火區劃牆壁或樓地板之風管，應在貫穿部位任一側之風管內裝設防火閘門或閘板，其與貫穿部位合成之構造，並應具有一小時以上之防火時效。」而防火閘門的作動方式，主要分成熔斷片熔斷作動與手動作動兩種，閘門葉片關閉的方式則分成重力作用與彈簧捲動兩種。

有關閘門名詞的定義，可由下列相關參考資料中釐清：

1. 我國內政部消防署「排煙設備用閘門認可基準」*：

(a) 防火閘門(Fire Damper, FD)為設置在排煙設備風管上，火災時風管內氣體溫度達到設定點時自動關閉，在額定防火時效內能阻火之閘門；

(b) 排煙閘門(Smoke Damper, SD)為設置在排煙設備風管上，火災

* 「排煙設備用閘門認可基準」於民國 92 年 4 月 11 日公布，已於民國 102 年 7 月 1 日停用。

時可開啟，並進行排煙之閘門；

(c) 排煙防火閘門(Combination Fire and Smoke Damper, SFD)為設置在排煙設備風管上，兼有排煙閘門與防火閘門之功能者。

2. 日本工業標準-防火ダンパーの性能試験方法(Performance test methods for fire damper)(JIS A 1314:2014)*

(a) 防火ダンパー：火災時に熱又は煙を感知し，自動的に風道を閉鎖する機構を備えた耐火性をもつ防火用の設備。防火ダンパーは，温度ヒューズ連動，熱感知器連動，煙感知器連動及び熱煙複合感知器連動がある。(防火閘門：火災時偵測到濃煙或高溫，自動將風管封閉且具備耐火性能的一種防火設備。防火閘門使用溫度融斷片連動、溫度感知器連動、煙霧感知器連動以及熱煙複合感知器連動。)

(b) 排煙用防火ダンパー：作動試験温度 350°C(公称作動温度 280°C)の防火ダンパーで，排煙設備の風道が防火区画を貫通する部分に設ける防火ダンパー及排煙口(排煙ダンパー)と兼用する防火ダンパー。(排煙防火閘門：作動試験温度 350°C(額定作動温度 280°C)的防火閘門，當排煙設備風管貫穿防火區劃，應設置防火閘門及排煙閘門兼用的防火閘門)

3. 美國消防協會(NFPA)「NFPA 105 Standard for the Installation of Smoke Door Assemblies and Other Opening Protectives」

(a) Combination Fire/Smoke Damper. A device that meets both the

* 防火ダンパーの性能試験方法(JIS A 1314)於 1980 年 06 月 10 日制定，於 1992 年 03 月 13 日第一次修正，於 2014 年 04 月 25 日第二次修正。

fire damper and smoke damper requirements.(防火防煙閘門：應同時滿足防火及防煙性能要求之設備。)

(b) Smoke Damper. A device within an air distribution system to control the movement of smoke.(防煙閘門*：安裝於空調系統中以控制煙流範圍之設備。)

4. 美國國家空調板金協會(SMACNA)「Fire, Smoke and Radiation Damper Installation Guide for HVAC Systems」

(a) Fire Damper : A normally open damper installed in an air distribution system, designed to close automatically upon the detection of heat, to interrupt migratory air flow, and to restrict the passage of flame.(防火閘門：安裝於空調系統的常開式閘門，可於溫度過高時自動關閉以防止火/煙漫延。)

(b) Smoke Damper : A smoke damper is a device to resist the passage of smoke which:

- i. Is arranged to operate automatically, and
- ii. Is controlled by a smoke detector, and
- iii. May be but is not necessarily required to be positioned manually from a remote command station.

A smoke damper may be a fire damper or a damper serving other functions, if its location lends itself to the multiple functions. A combination fire and smoke damper shall meet the requirements of both.(防煙閘門*：為了阻擋煙流通過，必需能夠自動啟動或由煙霧偵測器控制啟動，或由人員於遠端控制。若防煙閘門具有防火閘門功能，並能同時滿足防火與防煙之要求，則為防煙防

* 依其原文敘述，此處 smoke damper 應為「防煙閘門」而非「排煙閘門」。

火閘門。)

5. 美國空調協會(AMCA)「AMCA international“InMotion” Fall 2011」

(a) Fire Dampers : A fire damper can be defined as “a device installed in ducts and air transfer opening of an air distribution or smoke control system designed to close automatically upon detection of heat. It also serves to interrupt migratory airflow, resist the passage of flame, and maintain the integrity of the fire rated separation.” Its primary function is to prevent the passage of flame from one side of a fire-rated separation to the other.(防火閘門：可以被定義為是一種裝設在管道中，藉由溫度偵測器偵測到高溫而關閉的裝置。其作用為阻擋火煙漫延並保持防火區劃的完整性。)

(b) Smoke dampers : Smoke dampers are defined as “a device installed in ducts and air transfer opening of an air distribution or smoke control system designed resist the passage of air and smoke. The device operates automatically and is controlled by a smoke detection system. They can be opened or closed from a remote fire command station if required.” Their primary function is to prevent the passage of smoke through the heating, ventilation, and air conditioning system, or from one side of a fire-rated separation to the other.(防煙閘門*：可以被定義為是一種裝設在管道中，藉由煙霧偵測器或是由人員遠端控制開關的裝置。其主要作用為防止煙流經由空調系統而穿越防火區劃。)

* 依其原文敘述，此處 smoke damper 應為「防煙閘門」而非「排煙閘門」。

6. Underwriters Laboratories Inc.(UL 官方網站資料*)

- (a) Fire dampers : Fire dampers are used to prevent transmission of flame where air ducts penetrate fire barriers. A fire barrier is a fire-resistant-rated vertical or horizontal assembly of materials designed to restrict the spread of fire in which openings are protected. They can also be employed in air transfer openings in walls and partitions.(防火閘門：主要安裝在空調系統風管穿越牆壁的開口，並用來控制火勢的漫延，無論採垂直或水平安裝均應具有防火時效與阻熱性。)
- (b) Smoke dampers : Smoke dampers may be required where ducts penetrate through smoke barriers or at other locations within an engineered smoke control system. A smoke barrier is a continuous membrane that is either vertical or horizontal such as a wall, floor or ceiling assembly. They are designed and constructed to restrict the movement of smoke. Smoke dampers can be used in HVAC systems where the fans are shut down in the event of fire and can also be used in smoke control systems designed to operate during a fire incident. Smoke dampers are designed to operate against air velocity and fan pressure.(防煙閘門**：裝設在防排煙控制系統中的風管貫穿處以阻擋煙流漫延，若裝設在空調系統風管中，當火災發生時將其關閉，以防止煙流隨著空調系統擴散、漫延。)
- (c) Combination fire and smoke dampers : These dampers are used at locations that are designated as both fire barriers and smoke

* <http://www.ul.com/global/eng/pages/offerings/perspectives/regulator/electrical/additionalresources/dampers/>

** 依其原文敘述，此處 smoke damper 應為「防煙閘門」而非「排煙閘門」。

barriers to prevent the passage of both flame and smoke.(防煙防火閘門：同時具有防煙及防火的功能者。)

綜合以上內容，防火閘門廣義而言，是指風管內防止火/煙漫延的被動防火設備。但在國內的建築內，風管主要可分成兩大類：一類為空調風管及廚房、衛浴室內的排氣風管，另一類為排煙風管。為連接排煙閘門的居室排煙風管或梯間排煙風管，在國外的基準中因考慮到空調兼用排煙風管之功能，所以也有防火/排煙風管的設備，而且裝設在不同場合有不同關閉的控制溫度，所以在消防排煙風管系統的性能要求因實際環境的需要，其防火閘門的性能要求較複雜，相較於排煙風管的一般空調送風風管內設置的防火閘門，因其僅有單一功能，即於火災發生時防止火/煙經由貫穿區劃的風管漫延至非起火區域，所以空調送風風管的閘門性能要求較單純。

從上述有關各國防火閘門的性能要求基準看來，雖然都含有空調系統風管(HVAC duct)的範圍，但從其實際的測試內容可瞭解各不同場合之防火閘門有其不同性能的測試要求，這可從後面章節的比較證明清楚知道。

第二節 空調風管用防火閘門國內現況分析

為進行空調風管用防火閘門目前在市場上及工程實務上的現況分析，本研究團隊針對建築技術規則建築設計施工編第 85 條「貫穿防火區劃牆壁或樓地板之風管，應在貫穿部位任一側之風管內裝設防火閘門或閘板，其與貫穿部位合成之構造，並應具有一小時以上之防火時效。」進行實地瞭解，經由訪談空調技師、消防設備師、生產業者及建管單位等，大致可得以下之結論：

建築技術規則第 85 條已公佈實施多年，但過去幾年，國內一直沒有可進行性能檢測的單位，也沒有產品可依循的性能要求標準，因此，雖然法

規有明文要求，但多數情況僅為應付居多。

在建築設計圖上，一般建築師會請空調設備專業的人員繪製空調風管之配管線圖，在圖中如有貫穿區劃的狀況，則會在圖紙上設置防火閘門進行火/煙的阻隔。但在終端的設備查驗上則較為鬆散無力，尤其是在許多私人案場上，幾乎沒有進行風管貫穿防火區劃應設置防火閘門的查驗，往往造成建築設計要求防火區劃之完整，但在風管貫穿部常常造成防火區劃的無效，形成火煙快速漫延的主要原因。因此欲維持建築物完整防火區劃的有效性，風管貫穿部的防火閘門性能要求與落實為不可或缺的工作。

經與空調技師、消防設備師、建築師及建管人員晤談結果，一致認為防火閘門之管理刻不容緩，可分為上、中、下游進行整合。

上游部份應盡速參考國外相關標準，建立風管貫穿區劃用防火閘門性能要求基準，供國內相關生產業者參考，同時可由建築中心等單位專辦新技術、新工法、新設備、新材料的評定，如此生產防火閘門廠商才有可依循的防火閘門性能指標及諮詢的單位。

中游部份應針對建築師公會、空調技師公會、機電技師公會等設計單位，進行宣導適用於空調風管貫穿防火區劃所必須要求的防火閘門設置及相關防火性能。

下游部分則可委託相關專業機構進行建築物公安檢查時，可針對空調風管貫穿防火區劃部位時，所應設置的防火閘門進行檢視及查核，以杜絕業者僥倖的心態，如此可確保防火區劃的完整性以保障建築物及民眾的防火安全。

第三節 ISO 10294、UL 555、UL555S 與 JIS A 1314 之差異分析

防火閘門為建築物的機械通風與空調設備的送風風管穿越防火區劃，保障火/煙不會經由此管道進入非起火區防止火勢延燒的重要被動防火設備之一。目前國外針對防火閘門相關設備所採用的防火閘門性能測試標準大致有以下四種：

- (1) UL 555 : Standard for Fire Dampers
- (2) UL 555S : Standard for leakage rates dampers for use in smoke control systems
- (3) ISO 10294 : Fire resistance test—Fire damper for air distribution systems
- (4) JIS A 1314 : 2014 : 防火ダンパーの防煙試験方法

以上四種防火閘門性能測試標準採用目的說明如下：

(1) UL 555 (Standard for Fire Dampers)

- (a) Fire damper for static systems for ---HVAC systems that are automatically shut down in the event of a fire or for transfer openings in walls or partitions,
- (b) Fire damper for dynamic systems for ---HVAC systems that are operational in the event of a fire, or
- (c) Combination fire and smoke dampers---for locations in HVAC systems where a fire damper and a smoke damper are required at a single location.

(2) UL 555S (Standard for leakage rates dampers for use in smoke control systems)

These requirements cover smoke dampers intended for use in HVAC systems. Smoke dampers are intended:

- (a) To restrict the spread of smoke in HVAC systems that are designed to be automatically shut down in the event of a fire, or
- (b) To assist with the control of pressure differentials across smoke barriers when the HVAC system is part of an engineered smoke

control system.

(3) ISO 10294 (Fire resistance test—Fire damper for air distribution systems)

The general purpose of the test is to evaluate the ability of a damper to prevent fire and smoke spreading from one fire compartment to another through an air distribution system.

(4) JIS A 1314 : 2014 : 防火ダンパーの防煙試験方法

この規格は，建築物の換気，暖房，冷房などに使用される風道が防火区画を貫通する部分に設ける防火ダンパーの性能試験方法について規定する。

なお，防火ダンパーには，外壁用防火ダンパー及び排煙用防火ダンパーを含むものとする。

本研究收集整理上述四種防火閘門測試基準的測試內容進行比較分析，發現各測試基準的性能要求還是有所不同，詳細比較表如表 2-1 所示。

從本研究的資料收集與整理分析得知，空調風管因穿越防火區劃，所以為求防火區劃的完整性，此防火閘門除了防火性能要求外，同時也需考慮高溫濃煙擴散至非起火居區域時，對人員逃生之影響。所以洩漏量的要求與測試也是相對重要。此部分詳細量化分析將於後續章節說明之。

從表 2-1 知，UL 555 有防火閘門的耐火測試要求，但無洩漏量的要求，UL 555S 有防火閘門洩漏量測試但沒有耐火性能要求，僅有要求在 121.1°C 進行三次全開/關的溫度劣化測試(詳細內容請參考附件)。而 ISO 10294 與 JIS A 1314 則同時包含耐火測試與洩漏測試，而在其它的測試項目差異分析如表 2-1 所示。

表 2-1 防火閘門測試基準的測試內容比較表

No.	測試項目	UL 555S	UL 555	ISO 10294	JIS A 1314
1	耐火測試	X	O	O	O
2	洩漏測試/遮煙測試	O	X	O	O
3	往復測試	O	O	O	X
4	風管衝擊測試	X	O	X	X
5	加溫退化測試	O	X	X	O(可選測)
6	操作測試	O	X	X	X
7	動態關閉測試	O	O	X	X
8	加速老化測試	O	X	X	X
9	彈簧關閉力測試	X	O	X	X
10	驅動器壓力測試	O	O	X	X
11	鹽曝測試	O	O	O(可選測)	O(可選測)
12	失效判定測試	X	X	O(可選測)	X
13	反應性能測試	X	X	O(可選測)	X
14	耐濕測試	X	X	O(可選測)	O(可選測)
15	絕緣測試	X	X	X	O(可選測)

(資料來源：本研究整理)

從各種不同測試標準中去比較個別的測試項目，可清楚瞭解不同測試標準所欲達到的不同目的，表 2-2~表 2-5 將 ISO 10294、UL 555 與 JIS A 1314 中共同有的部分進行比較分析，從表 2-2 往復試驗、表 2-3 耐火試驗、表 2-4 試件要求中，發現 ISO 10294、UL 555 與 JIS A 1314 有許多不同點。

UL 555 強調致動器的重要且在火災曝露後，防火閘門還需有衝擊與射水之測試，此部分考慮目前按裝在排煙管道中的防火閘門性能有現場性能要求，因此排煙管道按裝的防火閘門平時是關閉狀態，當火災發生時與警報系統連動開啟進行排煙，當火勢擴大漫延時此防火閘門需關閉。所以在此種情況下，防火閘門的致動器就需提供穩定可靠的開/關操作性能。也因此 UL 555 測試時要求 1000 次的開/關要求，而在耐火測試時，當火勢擴大，室內溫度上升至 141°C 時，此閘門需關閉，在此之前仍需打開進行排煙。

JIS A 1314 強調自動閉鎖裝置(熔斷片)的重要，一般的自動閉鎖裝置需

進行作動性能測試以及耐腐蝕測試，而電子式的自動閉鎖裝置則還需額外進行耐熱耐溫測試、絕緣測試。

而 ISO 10294 要求的閘門因安裝在風管內，所以要求在當風管內之溫度達 72°C 時需立刻關閉，防止煙流從起火區擴散至非起火區。所以從以上分析看來，雖然 UL 555 與 ISO 10294 皆標註為風管用防火閘門，但從其所規定的測試條件與要求性能看來，兩者在實際使用場合上仍有差別，簡易防火閘門設備安裝示意如圖 2-1 所示。

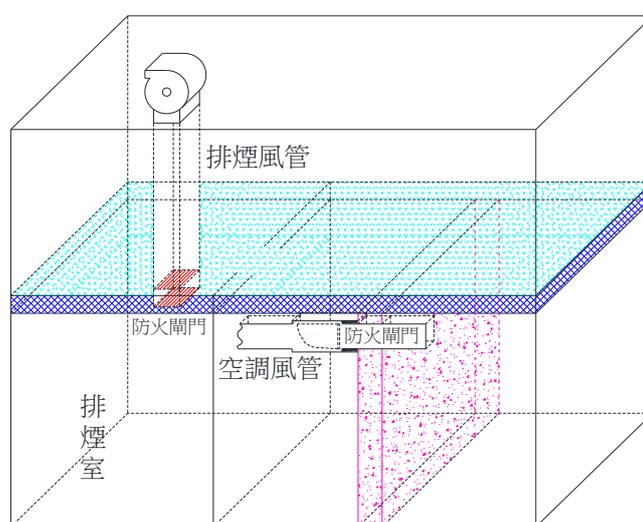


圖 2-1 空調風管與排煙風管之差異

(資料來源：本研究整理)

表 2-2 ISO 10294、UL555 與 UL555S 在往復試驗性能比較

往復試驗			
No.	ISO 10294	UL 555	UL555S
1	將閘門作 50 次的開、關操作。	使用致動器(即操作風門的電氣、氣壓或液力設備)的閘門在靜態的情況下，以特定的致動器驅動，作 1000 次全程開/關的重複機械性操作後，應能如要求地動作。	當使用致動器時，以全程開/關的重複次數作 5000 次(在具有容積控制的功能，則以 10000 次為測試要求)
2		對於不使用致動器的閘門，全程開/關的重複次	當未使用致動器時，由手動方式操作以全程開/

		數為 250 次，且以手動方式操作。	關作 250 次的重複次數。以上所用之閘門開啟與關閉的作動行程時間皆不得長於 75 秒。
--	--	--------------------	--

(資料來源：本研究整理)

表 2-3 ISO 10294、UL555 與 JIS A 1314 在耐火試驗性能比較

耐火試驗			
No.	ISO 10294	UL 555	JIS A 1314
1	假如加熱爐啟動 2 分鐘後，閘門還無法關閉，則停止試驗。	在熱感鏈結處爐溫到達 286°F (141°C) 之前，應完全關閉並自動閉鎖。	試件厚度在 1.5 mm 以上可免測。
2	耐火試驗應分別對試件的兩側進行，若試件的結構對稱，可僅對一面進行試驗。	完成測試的火災曝露部份，試樣隨即接受衝擊、侵蝕、冷卻測試，慢慢地將水流由試樣中央位置開始，逐次地噴灑閘門總成的曝露面積的所有零件。	加熱中以及加熱後，目視試件有無破壞或脫落、火焰有無貫穿。 若送風方向與熔斷片可能有不同的情況下，試件的兩側均要測試。

(資料來源：本研究整理)

表 2-4 ISO 10294 與 UL555 在試件要求性能比較

試件要求		
No.	ISO 10294	UL 555
1	若閘門與風管外側有裝設防火隔熱的披覆材料，則此披覆材料需與閘門一同接受試驗。披覆材料需具有與閘門相同的防火時效。	為排除濃煙，經由熱感設備的動作，在關閉後又重開的閘門，必須配置符合要求的第二級熱感設備。在第二級熱感設備動作後，閘門即不能再重開。
2	同一規格內尺寸以最大的閘門接受試驗。	
3	試驗的閘門必須安裝在支撐結構內。如有使用套管，則必須含套管一併安裝。	防火閘門在垂直面上任一點（如葉片與閘門框架兩側之間）的操作間隙均不得大於 1/8 吋 (9.5mm)，在水平面上任一點（如連鎖簾的葉片支點之間）的操作孔間隙則均不得大於 1/32 吋 (0.8mm)。

4	支撐結構的防火能力需比接受試驗的閘門更好。	電氣致動器、位置指示開關以及其它電氣組件在其設計用途上均應符合 UL 873「溫度指示及調節設備標準」的相關要求。
---	-----------------------	---

(資料來源：本研究整理)

表 2-5 ISO 10294、UL555 與 UL555S 在性能試驗合格判定條件比較

性能試驗合格判定條件				
No.	ISO 10294	UL 555	UL 555S	JIS A 1314
1	啟動加熱爐之後，當溫度達到 $72\pm 4^{\circ}\text{C}$ ，溫度感測器必須作動，而且在兩分鐘內閘門必須完全關閉。	在熱感鏈結處爐溫到達 286°F (141°C) 之前，應完全關閉並自動閉鎖。	閘門在全關狀態下，暴露於最低溫度 121.1°C (250°F) 加上 37.8°C (100°F) $\pm 5\%$ 為時 30 分鐘；30 分鐘後，在上述條件下，閘門應依設計之能力，作三次全開／關的往復操作。	無。 (JIS A 1314 內容為防火閘門的性能測試方法。)
2	在耐火試驗時，閘門不可以有任何明顯的變形；閘門與閘門配件和支撐結構等接合處需保持完整。	測試期間，閉鎖機構、風扇轉軸（含軸承）、閉鎖類閘門葉片以及葉片導件應保持持續咬合。	在規定的最大氣流下，閘門及其組件應無損傷，並且功能正常，在三次的往復開關時，需均能全開全關，關閉與重開時間均不得多於 75 秒。	
3	填充材料或是風管外層的包覆材料不可著火。	火災曝露時，閘門總成曝露側的材料不得起火。	火災曝露時，閘門曝露側之材質不得起火。	
4		彈簧關閉力判定、驅動器壓力判定、風管衝擊判定、動態關閉判定。		

(資料來源：本研究整理)

第四節 防火閘門相關法規條文檢討

經參考國外有關防火閘門相關標準之內容後，重新檢視目前國內防火閘門相關法規，內容研擬更新或調整的部分列表說明如下：

表 2-6 國內防火閘門相關法規條文建議修正表

條文	原條文內容	建議調整內容	說明
建築技術規則 建築設計施工 編第 85 條	<ul style="list-style-type: none"> 貫穿防火區劃牆壁或樓地板之風管，應在貫穿部位任一側之風管內裝設防火閘門或閘板，其與貫穿部位合成之構造，並應具有一小時以上之防火時效。 貫穿防火區劃牆壁或樓地板之電力管線、通訊管線及給排水管線或管線匣，與貫穿部位合成之構造，應具有一小時以上之防火時效。 	<ul style="list-style-type: none"> 貫穿防火區劃牆壁或樓地板之風管，應在貫穿部位任一側之風管內裝設防火閘門或閘板，其與貫穿部位合成之構造，並應具有一小時以 上之防火時效。 貫穿防火區劃牆壁或樓地板之電力管線、通訊管線及給排水管線或管線匣，與貫穿部位合成之構造，應具有一小時以 上之防火時效。 	<p>*取消閘板字樣</p> <p>*參考日本相關規定，防火閘門要求為一小時防火時效，故本研究建議調整為一小時防火時效。</p>
建築技術規則 建築設備編第 92 條	<p>機械通風設備及空氣調節設備之風管構造，應依左列規定：</p> <ol style="list-style-type: none"> 應採用鋼、鐵、鋁或其他經中央主管建築機關認可之材料製造。 應具有適度之氣密，除為運轉或養護需要面設置者外，不得開設任何開口。 有包覆或襯裡時，該包覆或襯裡層均應用不燃材料製造。有加熱設備時，包覆或襯裡層均應在適當處所切斷，不得與加熱設備連接。 	<p>機械通風設備及空氣調節設備之風管構造，應依左列規定：</p> <ol style="list-style-type: none"> 應採用鋼、鐵、鋁或其他經中央主管建築機關認可之材料製造。 應具有適度之氣密，除為運轉或養護需要面設置者外，不得開設任何開口。 有包覆或襯裡時，該包覆或襯裡層均應用不燃材料製造。有加熱設備時，包覆或襯裡層均應在適當處所切斷，不得與加熱設備連接。 	

	<p>四、風管以不貫穿防火牆為原則，如必需貫穿時，其包覆或襯裡層均應在適當處所切斷，並應在防火牆兩側均設置符合本編第九十三條規定之防火閘門。</p> <p>五、風管貫穿牆壁、樓地板等防火構造體時，貫穿處周圍，應以石綿繩、礦棉或其他不燃材料密封，並設置符合本編第九十四條規定之防火閘板，其包覆或襯裡層亦應在適當處所切斷，不得妨礙防火閘板之正常作用。</p> <p>六、垂直風管貫穿整個樓層時，風管應設於管道間內。三層以下建築物，其管道間之防火時效不得小於一小時，四層以上者，不得小於二小時。</p> <p>七、除垂直風管外，風管應設有清除內部灰塵或易燃物質之清掃孔，清掃孔間距以六公尺為度。</p> <p>八、空氣全部經過噴水或過濾設備再進入送風管</p>	<p>四、風管以不貫穿防火區劃為原則，如必需貫穿時，其包覆或襯裡層均應在適當處所切斷，並應在貫穿防火區劃部位任一側之風管內設置符合本編第九十三條規定之防火閘門。</p> <p>五、風管貫穿防火區劃牆壁或樓地板時，貫穿處周圍，應以以石綿繩、礦棉或經中央主管建築機關認可之不燃材料密封，並設置符合本編第九十三條規定之防火閘門，其包覆或襯裡層亦應在適當處所切斷，不得妨礙防火閘門之正常作用。</p> <p>六、垂直風管貫穿整個樓層時，風管應設於管道間內。三層以下建築物，其管道間之防火時效不得小於一小時，四層以上者，不得小於二小時。</p> <p>七、除垂直風管外，風管應設有清除內部灰塵或易燃物質之清掃孔，清掃孔間距以六公尺為度。</p> <p>八、空氣全部經過噴水或過濾設備再進入送風管</p>	<p>*防火牆文字修正為防火區劃</p> <p>*原條文要求應在防火牆兩側均設置防火閘門，本研究建議將其調整為貫穿防火區劃部位任一側之風管內設置</p> <p>*調整文字</p>
--	---	---	--

	<p>者，該送風管得免設第七款規定之清掃孔。</p> <p>九、專供銀行、辦公室、教堂、旅社、學校、住宅等不產生棉絮、塵埃、油汽等類易燃物質之房間使用之回風管，且其構造符合左列規定者，該回風管得免設第七款規定之清掃孔：</p> <p>（一）回風口距離樓地板面之高度在二·一公尺以上者。</p> <p>（二）回風口裝有一·八公厘以下孔徑之不朽金屬網罩者。</p> <p>（三）回風管內風速每分鐘不低於三百公尺者。</p> <p>一〇、風管安裝不得損傷建築物防火構造體之防火性能，構造體上設置與風管有關之必要開口時，應採用不燃材料製造且具防火時效不低於構造體防火時效之門或蓋予以嚴密關閉或掩蓋。</p> <p>一一、鋼鐵構造建築物內，風管不得安裝在鋼鐵結構體與其防火保護層之間。</p> <p>一二、風管與機械設備連接處，應設置石棉布或經中央主管建築機關認可之其他不燃材料製造之避震接頭，接頭長度不得大於二十五公分。</p>	<p>者，該送風管得免設第七款規定之清掃孔。</p> <p>九、專供銀行、辦公室、教堂、旅社、學校、住宅等不產生棉絮、塵埃、油汽等類易燃物質之房間使用之回風管，且其構造符合左列規定者，該回風管得免設第七款規定之清掃孔：</p> <p>（一）回風口距離樓地板面之高度在二·一公尺以上者。</p> <p>（二）回風口裝有一·八公厘以下孔徑之不朽金屬網罩者。</p> <p>（三）回風管內風速每分鐘不低於三百公尺者。</p> <p>一〇、風管安裝不得損傷建築物構造體之防火性能，構造體上設置與風管有關之必要開口時，應採用不燃材料製造且具防火時效不低於構造體防火時效之門或蓋予以嚴密關閉或掩蓋。</p> <p>一一、鋼鐵構造建築物內，風管不得安裝在鋼鐵結構體與其防火保護層之間。</p> <p>一二、風管與機械設備連接處，應設置石棉布或經中央主管建築機關認可之其他不燃材料製造之避震接頭，接頭長度不得大於二十五公分。</p>	
--	--	--	--

<p>建築技術規則 建築設備編第 93 條</p>	<p>防火閘門應依左列規定：</p> <p>一、其構造應符合本規則建築設計施工編第七十六條第一款甲種防火門窗之規定。</p> <p>二、應設有便於檢查及養護防火閘門之手孔，手孔應附有緊密之蓋。</p> <p>三、溫度超過正常運轉之最高溫度達攝氏二十八度時，熔鍊或感溫裝置應即行作用，使防火閘門自動嚴密關閉。</p> <p>四、發生事故時，風管即使損壞，防火閘門應仍能確保原位，保護防火牆貫穿孔。</p>	<p>防火閘門之構造，應依左列規定：</p> <p>一、應以不銹材料製造，並應具有一小時之防火時效。其構造應符合中華民國國家標準 CNS XXXXX 之規定。</p> <p>二、應設有能確認防火閘門開關狀態之裝置，及可便於檢查及養護防火閘門之手孔，手孔應附有緊密之蓋。</p> <p>三、一般環境下，溫度達攝氏七十二度時，熔鍊、感溫裝置或偵煙連動裝置應即行作用，使防火閘門自動嚴密關閉。</p> <p>四、火警時，應保持關閉位置，風管即使損壞，防火閘門應仍能確保原位，並封閉該防火區劃之開口。</p> <p>五、關閉時應能有效阻止空氣流通。</p>	<p>*調整文字</p> <p>*防火閘門之構造應符合 CNS 標準，不宜以防火門窗規範規定之。</p> <p>*增加文字</p> <p>*本研究依據 NFPA 90A 與 JIS A 1314，建議調整為一般環境下，溫度達攝氏七十二度時，防火閘門即自動嚴密關閉。</p> <p>*增加偵煙連動裝置。</p> <p>*以本編第 94 條第六點內容取代。</p> <p>*第五點由本編第 94 條內容調整至本條。</p>
<p>建築技術規則 建築設備編第 94 條</p>	<p>防火閘板之設置位置及構造，應依左列規定：</p> <p>一、風管貫穿具有一小時防火時效之分間牆處。</p>	<p>防火閘門之設置位置及構造，應依左列規定：</p> <p>一、風管貫穿具有一小時防火時效之防火區劃</p>	<p>*取消防火閘板文字</p> <p>*本編第 93 條已有防火</p>

	<p>二、本編第九十二條第六款規定之管道間開口處。</p> <p>三、供應二層以上樓層之風管系統： (一) 垂直風管在管道間上之直接送風口及排風口，或此垂直風管貫穿樓地板後之直接送回風口。 (二) 支管貫穿管道間與垂直主風管連接處。</p> <p>四、未設管道間之風管貫穿防火構造之樓地板處。</p> <p>五、以熔鍊或感溫裝置操作閘板，使溫度超過正常運轉之最高溫度達攝氏二十八度時，防火閘板即自動嚴密關閉。</p> <p>六、關閉時應能有效阻止空氣流通。</p> <p>七、火警時，應保持關閉位置，風管即使損壞，防火閘板應仍能確保原位，並封閉該構造體之開口。</p> <p>八、應以不銹材料製造，並有一小時半以上之防火時效。</p> <p>九、應設有便於檢查及養護防火閘門之手孔，手孔應附有緊密之蓋。</p>	<p>處，任一側之風管內應設置之防火閘門。</p> <p>二、本編第九十二條第五款規定之管道間開口處。</p> <p>三、供應二層以上樓層之風管系統： (一) 垂直風管在管道間上之直接送風口及排風口，或此垂直風管貫穿樓地板後之直接送回風口。 (二) 支管貫穿管道間與垂直主風管連接處。</p> <p>四、未設管道間之風管貫穿防火構造之樓地板處。</p> <p>五、刪除</p> <p>六、刪除</p> <p>七、刪除</p> <p>八、刪除</p> <p>九、刪除</p>	<p>閘門構造之規定，故建議本條不再重複規定其構造。</p> <p>*調整文字</p> <p>*第五點至第九點應屬防火閘門之構造內容，本編第 93 條已有相關規定，避免重複故建議刪除。</p>
--	---	---	--

(資料來源：本研究整理)

第五節 小結

經過研究團隊的詳細分析比較四種防火閘門測試標準 UL 555、UL 555S、ISO 10294 與 JIS A 1314，可發現雖然四種基準皆為風管中設置防火閘門防止火/煙漫延可用的基準，但分析基準內的測試項目及性能要求，可發現其實不同的基準有其當初設置的目標及可應用使用場合。

例如 UL 555 特別適合於防火閘門設置於排煙風管且需開/關操作的場合，而 UL 555S 則較適用於空調排煙系統共用時的風管中，有其特別的保護要求，(國外許多空調系統是可兼用排煙系統，NFPA 92A、NFPA 92B 中皆有詳述)。至於 ISO 10294 較簡單，僅針對空調送風風管內需防止火/煙漫延的設置設備。

綜觀世界各國訂定產品安全法規及其法源規範依據之走向，慢慢的會依國際測試標準 ISO 來制定與修正法規及相關規範，在未來將會以 ISO 10294[耐火測試-使用於空氣流動分佈系統之防火閘門]測試標準為依歸。

吾人認為進入 WTO 後的台灣，若要和國際接軌，在法規訂定時，務必要通盤考慮到日後要以國際一致為前提。因此在訂定之前，請相關單位要多多了解評估各相關標準之適用情形、測試方式及產品分級等，在訂定後並依此嚴格執行，這樣除了避免實際災害之擴大外，並能提升國內產業升級及產品國際化，以期達到產業根留台灣之目的。

第三章 防火閘門性能分析

本研究針對空調風管穿越防火區劃的熱煙流擴散之情境進行電腦模擬，量化分析防火閘門的洩漏量高低，是否會導致起火室與非起火室在濃煙、溫度以及 CO₂ 濃度的明顯差異。

第一節 模擬軟體簡介

一、FDS 發展與介紹

本研究所採用之火災煙控模擬程式為美國國家標準和技術研究院 NIST(National Institute of Standards and Technology)和建築物與火災研究實驗室 BFRL(Building and Fire Research Laboratory)所發展的火災模擬軟體 FDS(Fire Dynamics Simulator)來進行電腦的模擬。FDS 是一開放原始碼的軟體，從第一版至今已經有十年的經驗並且經歷多次的改版與修正，其主要是統御方程式(Governing Equation)來分析流場流動情形。適合使用的範圍包括低流速下的流動與火源燃燒所產生的熱傳問題和熱浮力所推動的流體問題。

FDS 是屬於場模型(Field Model)之模擬，其原理是將建築物空間化分成許多細小的隔點，利用數值方法將描述火災現場的動量、質量、組成成分、紊流參數等非線性偏微分參數方程式離散化代數方程式，能正確地預測火災發生過程中的各種現象。FDS 直接由 Navier-Stokes 方程式來求解，而得到每個隔點的速度、壓力、溫度、濃度值。

FDS 程式近年來被廣泛應用在大型公共建設、購物中心、機場、捷運系統或是住宅大樓等建築物的火災煙控系統設計上。FDS 主要是

以 LES(Large Eddy Simulation)為基礎的 CFD 火災模擬軟體，可用於模擬三維的火災情境，它將建築物空間分割成多隔細小隔點，利用數值方法求解各個守恆之統御方程式，可以比較精確的預估火災發生時火場的壓力、溫度、速度和煙流動等等火災的物理數據，因此也更適合於形狀複雜的建築空間或大型建築物的火災模擬。

Smokeview 是結合 FDS 的一個數據後處理軟體，可將 FDS 所計算出來的結果，利用 Open GL 繪圖軟體以圖行或 2D 與 3D 動畫的效果呈現出來。軟體的主要架構分為以下三個部分。

1. 前處理：在前處理中，必須以純文字格式輸入要模擬之建築物的模型尺寸、物件規格、格點配至以及邊界條件等等以做為模擬計算的基礎。
2. 數值解：就是 FDS 的運算核心部分，將前處理所製作好的模型物件幾何尺寸等參數讀入，再以數值法求解，並將所需的計算結果輸出。
3. 後處理：FDS 的後處理部分與 Open GL 的繪圖軟體 Smokeview 結合，可將 FDS 所計算出來的結果，利用圖型或 2D 與 3D 的動畫效果呈現。圖 3-1 即為 FDS 與 Smokeview 之組織架構與工作流程圖。

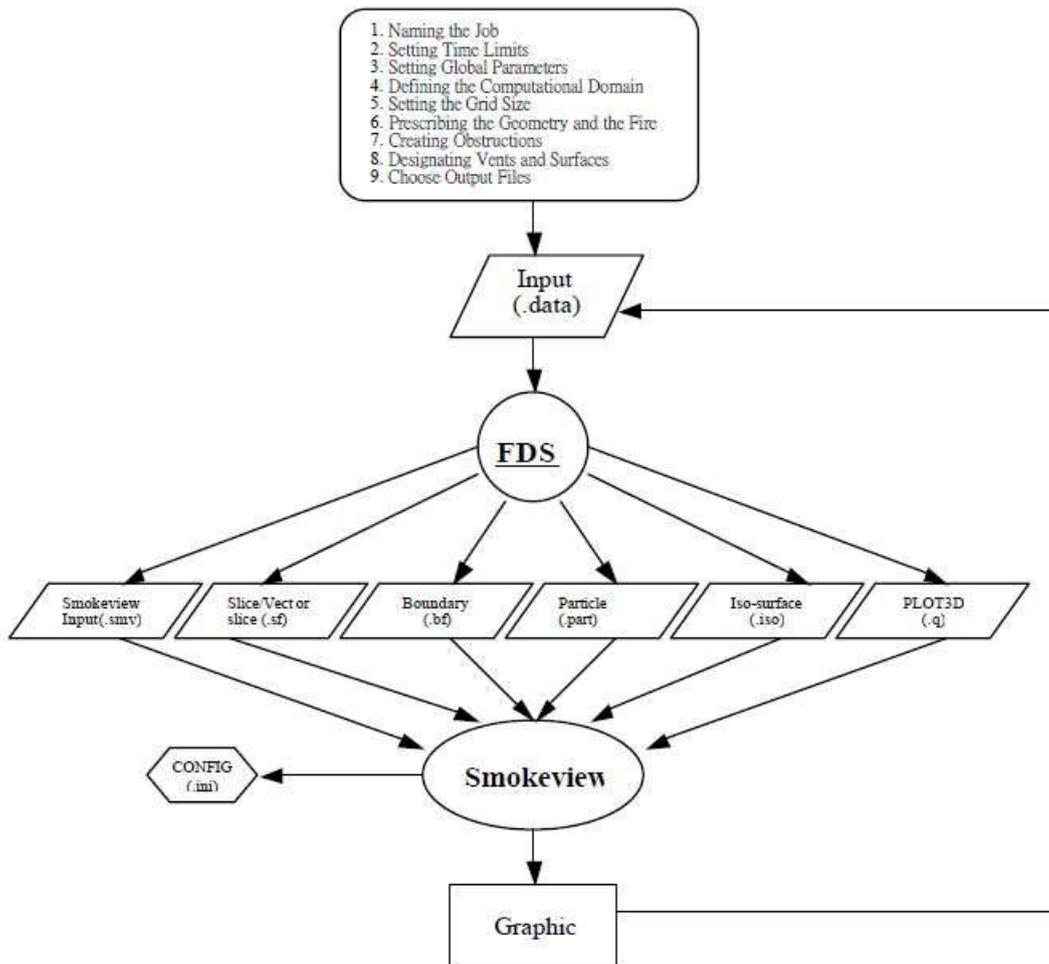


圖 3-1 FDS 與 smokeview 之組織架構與工作流程圖

(資料來源：參考書目 9)

二、FDS 計算之重要公式

Conservation of mass

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot \rho \mathbf{u} = \dot{m}_b''' \quad (3-1)$$

方程式(3-1)中， \dot{m}_b''' 項是表示由液滴或微小粒子(partical)的物質產生率(the production rate of species)。

Conservation of Momentum

$$\frac{\partial}{\partial t} (\rho \mathbf{u}) + \nabla \cdot \rho \mathbf{u} \mathbf{u} + \nabla p = \rho \mathbf{g} + \mathbf{f}_b + \nabla \cdot \boldsymbol{\tau}_{ij} \quad (3-2)$$

方程式(3-2)中， $\mathbf{u} \mathbf{u}$ 為一並矢張量(dyadic tensor)是一個以特別標記

法寫出的二階張量，是由成對的向量並置形成的。Fb 項為流體外在所施的力，如由液滴所形成的阻力。 τ_{ij} 是剪應力。

Conservation of Energy

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho h_s) + \nabla \cdot \rho h_s \mathbf{u} = \frac{Dp}{Dt} + \dot{q}''' - \dot{q}_b''' - \nabla \cdot \dot{q}'' + \varepsilon \quad (3-3)$$

方程式(3-3)中， h_s 表示顯焓為溫度的函數。 \dot{q}''' 是由化學變化所產生每立方體的發熱量。 \dot{q}_b''' 是由於液滴蒸發時能量的轉換所形成的。 \dot{q}'' 則是由熱傳導與熱輻射所產生的熱通量。

Equation of state

$$\bar{p}_m(z, t) = \rho TR \sum_{\alpha} Y_{\alpha} / W_{\alpha} \quad (3-4)$$

在低流速與固定焓值得架設下方可簡化成方程式(3-4)。其中，壓力僅為高度與時間的數值是因為已經將空間中的壓力 $P(x,y,z)$ 代換成空間中的「平均」壓力。 W_a 為各物質的莫耳分子量， R 為通用氣體常數(universal gas constant)。

第二節 模擬規劃

本研究以 FDS 建構一假想模擬空間，該空間假設以防火牆分隔成兩居室，其中一間為起火室，防火牆的另一側則為非起火室，居室天花板距離地面高度為 3.2m，在天花板上方設有空調通風管與風口，其截面積均為高 60cm × 寬 80cm，在通風管中間設有防火閘門，火源大小設定為 0.25MW 以及 1MW，如圖 3-2 所示。

本研究所規劃的模擬情境為當起火室發生火災時，火災濃煙由起火室經由空調風管漫延至非起火室，此時在空調風管內部若有裝設防

火閘門，其洩漏量的減少是否能夠阻擋或延緩濃煙漫延至非起火室的時間，使非起火室中的人員可以爭取到更多避難時間。

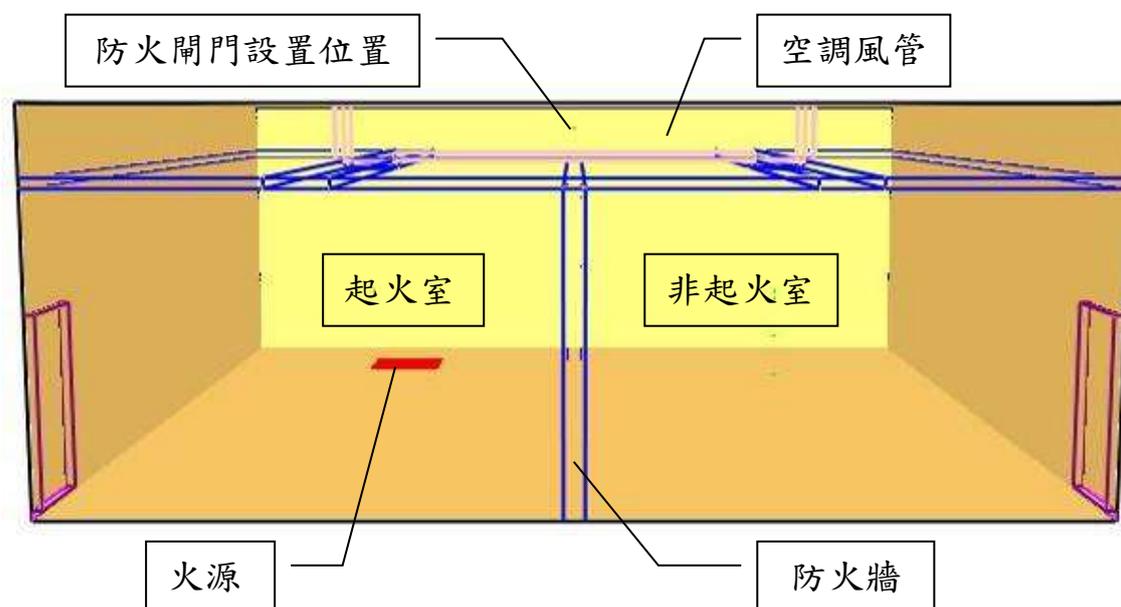


圖 3-2 模擬空間示意圖

(資料來源：本研究整理)

在模擬空間天花板上方設有空調通風管與風口，其截面積均為高 60cm × 寬 80cm，在通風管中間設有防火閘門，為了得知防火閘門洩漏量的不同所造成的煙流漫延的改變，規劃了三組不同洩漏量大小的參數條件，如下所示：

1. 防火閘門開口尺寸設定為 30cm，遮蔽率為 50%，洩漏量約 $2400\text{m}^3/\text{hr}/\text{m}^2$ 。
2. 防火閘門開口尺寸設定為 15cm，遮蔽率為 75%，洩漏量約 $1800\text{m}^3/\text{hr}/\text{m}^2$ 。
3. 防火閘門開口尺寸設定為 3cm，遮蔽率為 95%，洩漏量約 $320\text{m}^3/\text{hr}/\text{m}^2$ 。

其示意圖可參考下列圖 3-3~圖 3-5 所示。

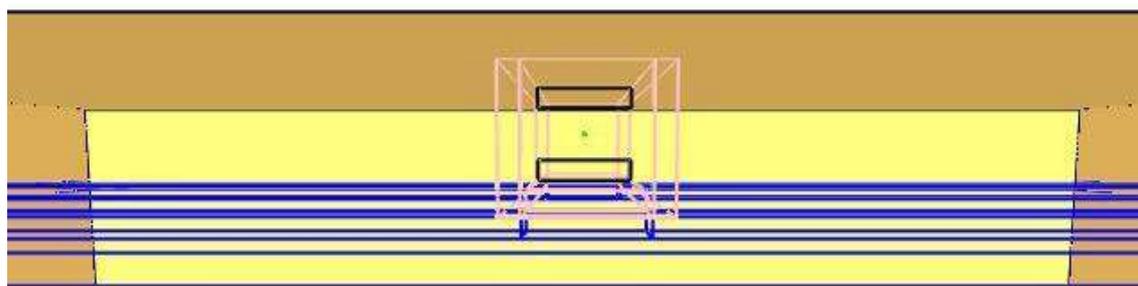


圖 3-3 防火開門遮蔽率示意圖(50%)

(風管高度 60cm，開口尺寸設定為 30cm，洩漏量約 $2400\text{m}^3/\text{hr}/\text{m}^2$ 。)

(資料來源：本研究整理)

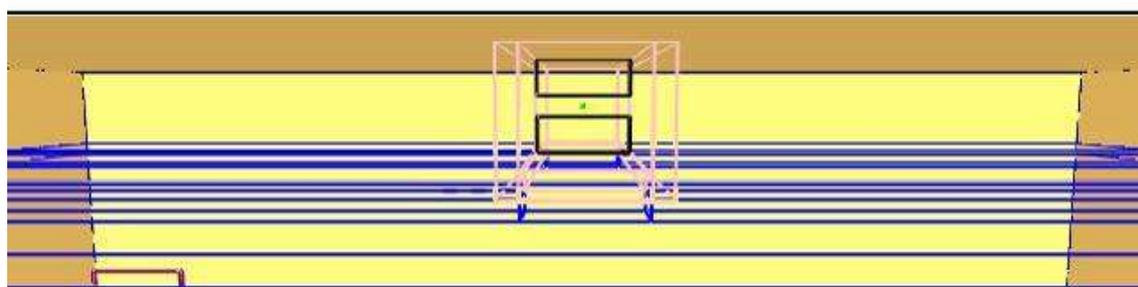


圖 3-4 防火開門遮蔽率示意圖(75%)

(風管高度 60cm，開口尺寸設定為 15cm，洩漏量約 $1800\text{m}^3/\text{hr}/\text{m}^2$ 。)

(資料來源：本研究整理)

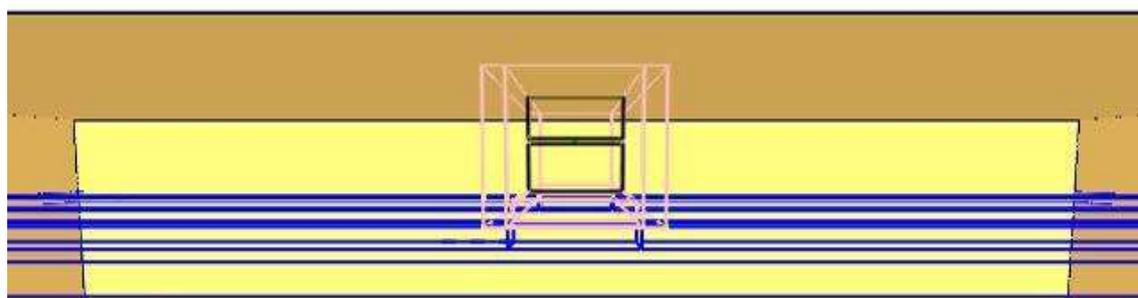


圖 3-5 防火開門遮蔽率示意圖(95%)

(風管高度 60cm，開口尺寸設定為 3cm，洩漏量約 $320\text{m}^3/\text{hr}/\text{m}^2$ 。)

(資料來源：本研究整理)

第三節 模擬結果與分析

本研究針對空調風管穿越防火區劃的熱煙流擴散之情境進行電腦模擬，量化分析防火閘門的洩漏量高低，對於非起火室在濃煙、溫度以及 CO₂ 濃度的影響，其參數設定如表 3-1 所示：

表 3-1 電腦模擬參數設定

編號	火源	防火閘門洩漏量	模擬情境
1	0.25 MW	2400m ³ /hr/m ²	當起火室發生火災時，火災濃煙由起火室經由空調風管漫延至非起火室，此時假設在空調風管內部設有防火閘門，其防火閘門洩漏量的減少的是否能夠阻擋或延緩濃煙漫延至非起火室的時間，或是減少非起火室的溫度與 CO ₂ 濃度。
2		1800m ³ /hr/m ²	
3		320m ³ /hr/m ²	
4	1.0 MW	2400m ³ /hr/m ²	
5		1800m ³ /hr/m ²	
6		320m ³ /hr/m ²	

(資料來源：本研究整理)

由 Somkeview 所呈現的結果可知，無論是 0.25MW 或 1MW 的火源大小，當經過 180 秒後，濃煙經由空調風管穿越洩漏量 2400m³/hr/m² 與 320m³/hr/m² 的防火閘門漫延至非起火室的濃度有明顯不同，如圖 3-6 與圖 3-7 所示。

而在火源大小 1MW 時，可由圖 3-7 明顯看出空調風管中無安裝防火閘門與安裝防火閘門(洩漏量 320m³/hr/m²)後的差異，將數據量化後，起火室與非起火室之間的空調風管無安裝防火閘門情況下，經過 180 秒後，非起火室的濃煙已累積至距離樓地板 1.7m 左右的高度；而起火室與非起火室之間的空調風管安裝防火閘門(洩漏量 320m³/hr/m²)情況下，經過 180 秒後，非起火室的濃煙距離樓地板尚

有 2.3m~2.4m 左右的高度，如圖 3-8 所示。

模擬結果說明在空調風管無安裝防火閘門情況下，當起火室發生火災，在 180 秒以內濃煙將影響非起火室的人員逃生，但即使在空調風管內裝有防火閘門，若防火閘門本身洩漏量太大，也無法有效延緩濃煙侵害非起火室的時間，如圖 3-8 所示，若起火室與非起火室之間空調風管裝設的防火閘門洩漏量達 $1800\text{m}^3/\text{hr}/\text{m}^2$ ，經過 180 秒後，非起火室的濃煙已累積至距離樓地板 1.9m 左右的高度，對於非起火室的人員逃生僅有些許幫助。

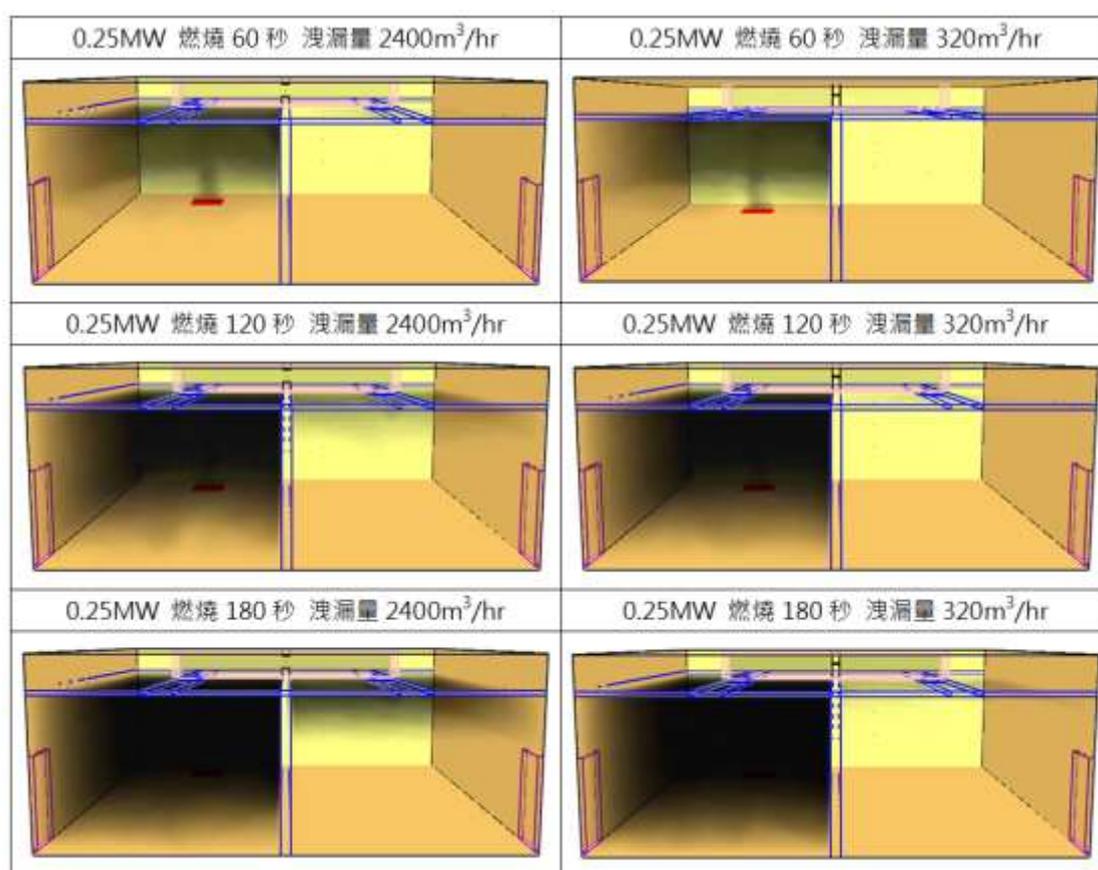


圖 3-6 洩漏量阻煙效果比較圖-0.25MW

(資料來源：本研究整理)

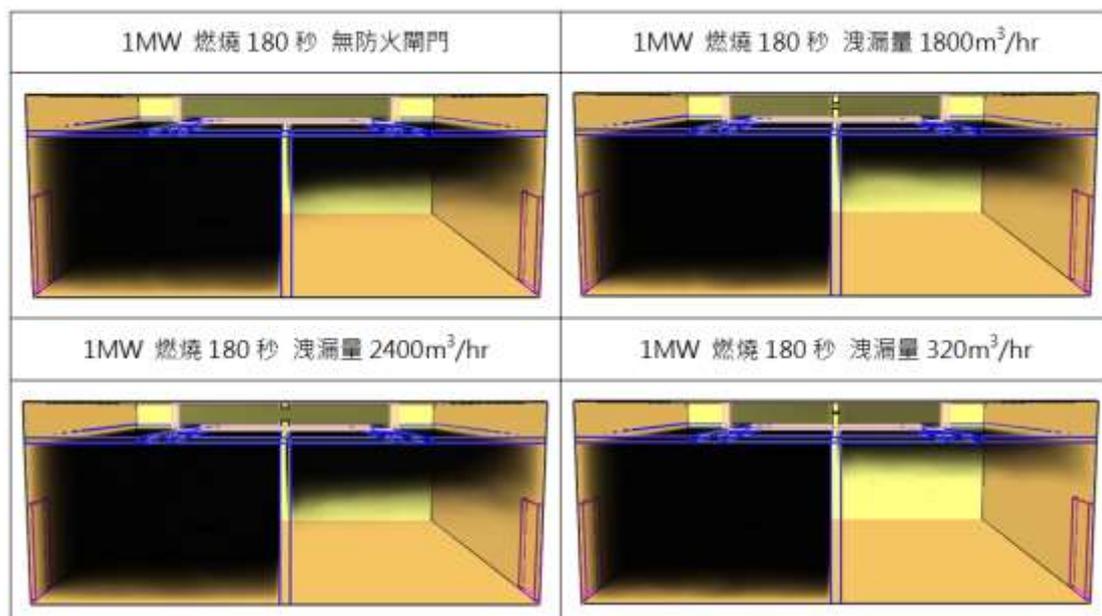


圖 3-7 洩漏量阻煙效果比較圖-1MW

(資料來源：本研究整理)

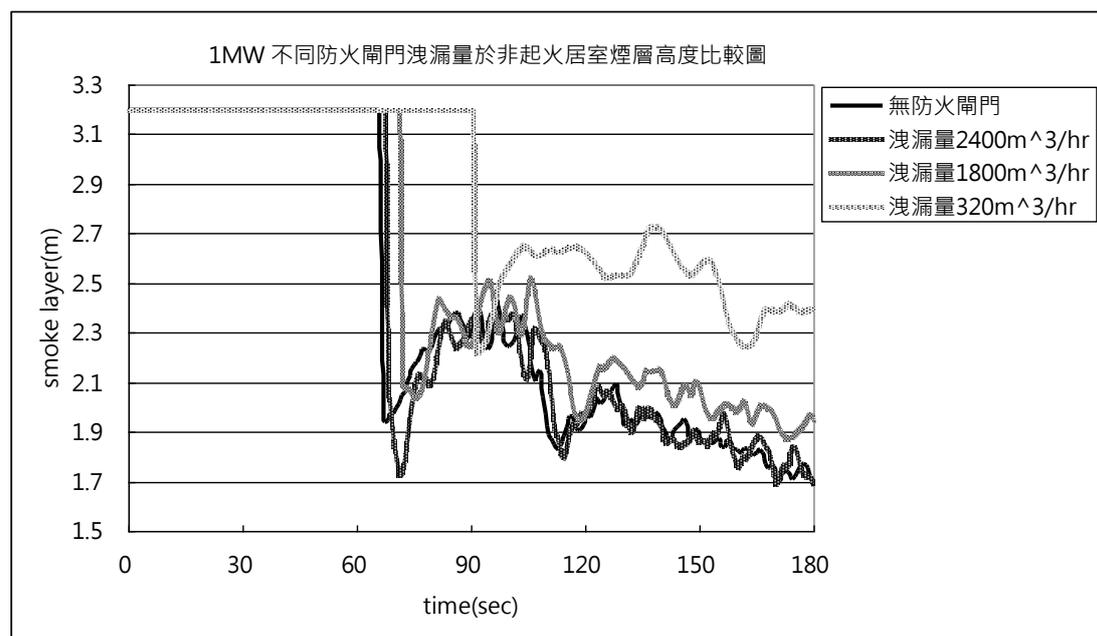


圖 3-8 不同防火閘門洩漏量於非起火室煙層高度比較圖-1MW

(資料來源：本研究整理)

另外由圖3-9與圖3-10模擬結果可知，當起火室與非起火室之間的空調風管無安裝防火閘門與安裝防火閘門(洩漏量 $320\text{m}^3/\text{hr}/\text{m}^2$)情況下比較，經過180秒後，空調風管安裝防火閘門(洩漏量 $320\text{m}^3/\text{hr}/\text{m}^2$)

非起火室的溫度大約可維持在 40°C 以下，相較於起火室的溫度降低約56.11%；而 CO_2 濃度尚在5000ppm左右，相較於起火室的 CO_2 濃度降低約54.23%。

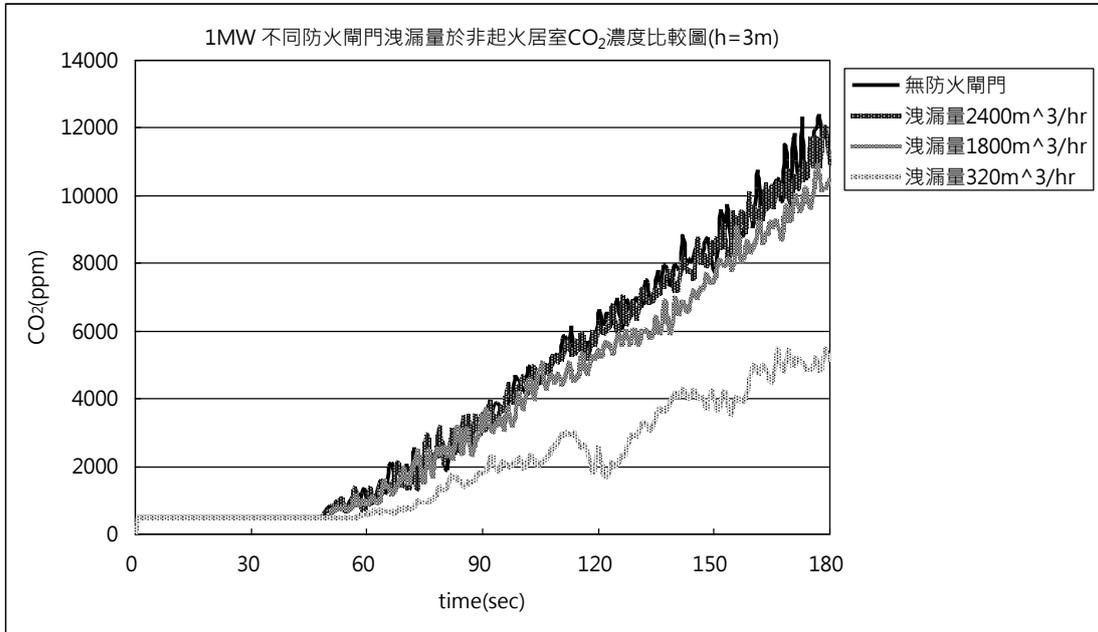


圖 3-9 不同防火閘門洩漏量於非起火室 CO_2 濃度比較圖-1MW

(資料來源：本研究整理)

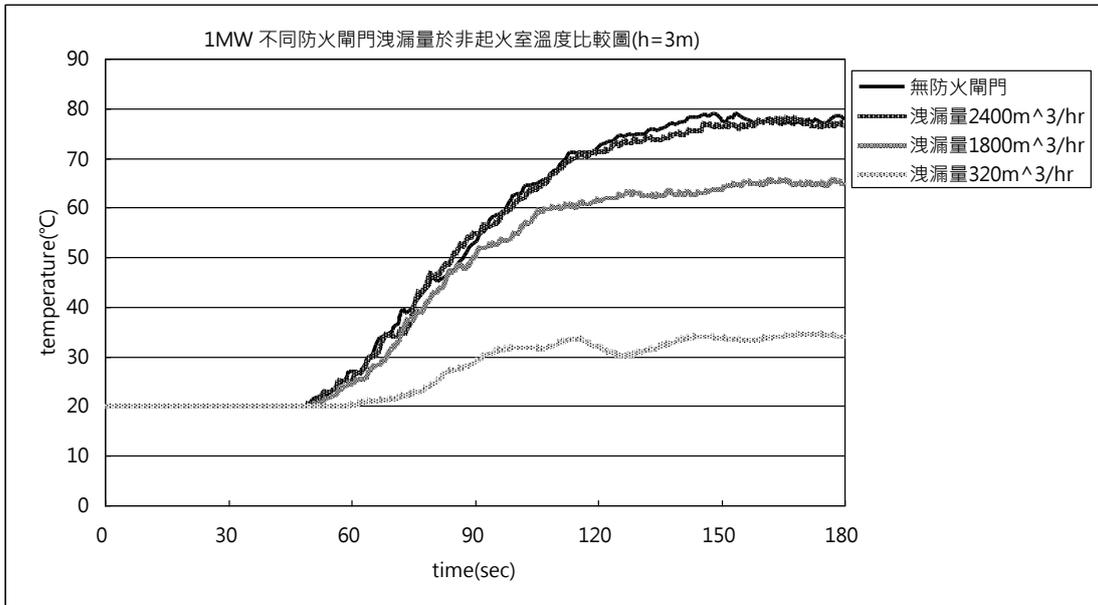


圖 3-10 不同防火閘門洩漏量於非起火室溫度比較圖-1MW

(資料來源：本研究整理)

第四節 小結

經本研究整理，比較過三種防火閘門測試標準UL 555、UL 555S及ISO 10294，可發現不同的基準有其當初設置的目標及可應用使用場合，其中ISO 10294針對空調送風風管內需防止火/煙漫延的設置設備基準較適合我國採用。

由模擬結果分析，當裝設防火閘門後：

1. 防火閘門洩漏量約 $2400\text{m}^3/\text{hr}/\text{m}^2$ 時，非起火室的溫度降低約1.68%， CO_2 濃度降低約2.76%。
2. 防火閘門洩漏量約 $1800\text{m}^3/\text{hr}/\text{m}^2$ 時，非起火室的溫度降低約16.7%， CO_2 濃度降低約7.55%。
3. 防火閘門洩漏量約 $320\text{m}^3/\text{hr}/\text{m}^2$ 時，非起火室的溫度降低約56.11%， CO_2 濃度降低約54.23%。

參考ISO 10294對於防火閘門的性能基準分級(E)中，為求必要的防火時效，以洩漏量不得超過 $360\text{m}^3/\text{hr}/\text{m}^2$ 做為判斷防火閘門葉片是否因變形而失去必要的防火時效性能，而性能基準分級(ES)的最大洩漏量不得超過 $200\text{m}^3/\text{hr}/\text{m}^2$ 做為判斷防火閘門葉片是否具有遮煙性能，同時，此洩漏量之要求亦由本研究模擬結果得到說明，為了減少濃煙侵入非起火居室，於空調風管中裝設的防火閘門其洩漏量應符合國內外相關基準要求，才能防止火災意外發生時，火勢的擴大與延燒。

第四章 防火閘門性能實驗

本章節將以前述章節所整理出來的驗證項目與方法，實際以實驗手法進行分析。目前規劃方向以防火閘門的洩漏量做為防火閘門性能確效的實驗對象，同時將實際以目前市面上有販售的防火閘門進行測試，以比較目前市售防火閘門檢驗結果。

第一節 實驗場地規劃

本章節探討於防火閘門的防火性能研究，將實際以目前市面上有販售的防火閘門進行測試，實驗部分於國立雲林科技大學防火工程暨檢測中心實驗室進行，實驗設備之建構包含儀器的安裝與校正，以及軟體模組的設計，實驗設備規劃示意圖如圖 4-1 所示，實驗設備建構現況如圖 4-2 與圖 4-3 所示。

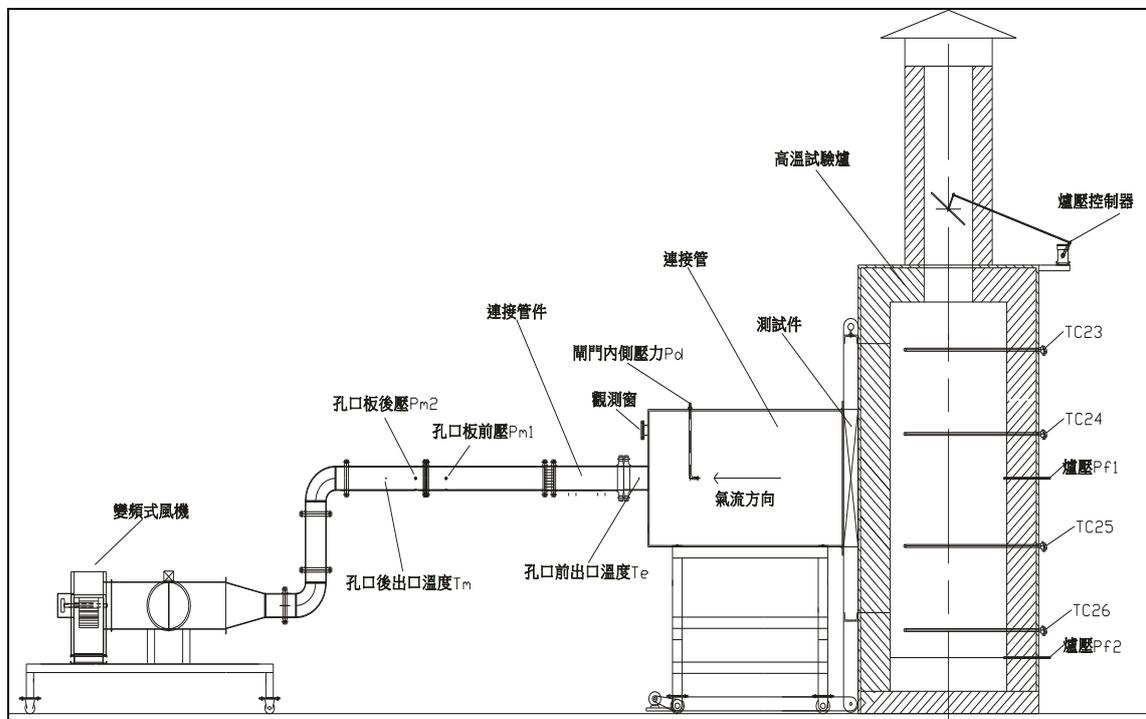


圖 4-1 實驗設備規劃示意圖

(資料來源：本研究整理)



圖 4-2 實驗設備建構現況圖-1

(資料來源：本研究整理)



圖 4-3 實驗設備建構現況圖-2

(資料來源：本研究整理)

第二節 實驗儀器與設備

一、溫度量測設備

為了瞭解在實驗過程中，防火閘門前後溫度差與爐內溫度，本研究採用 K-type 的熱電偶，使得可以量測到不同高度的溫度變化。量測範圍約為攝氏零度到一千四百度以內，誤差 $\pm 0.75\%$ ，再透過各個量測端點的訊號藉由數據擷取器傳輸至電腦，如圖 4-4 所示：

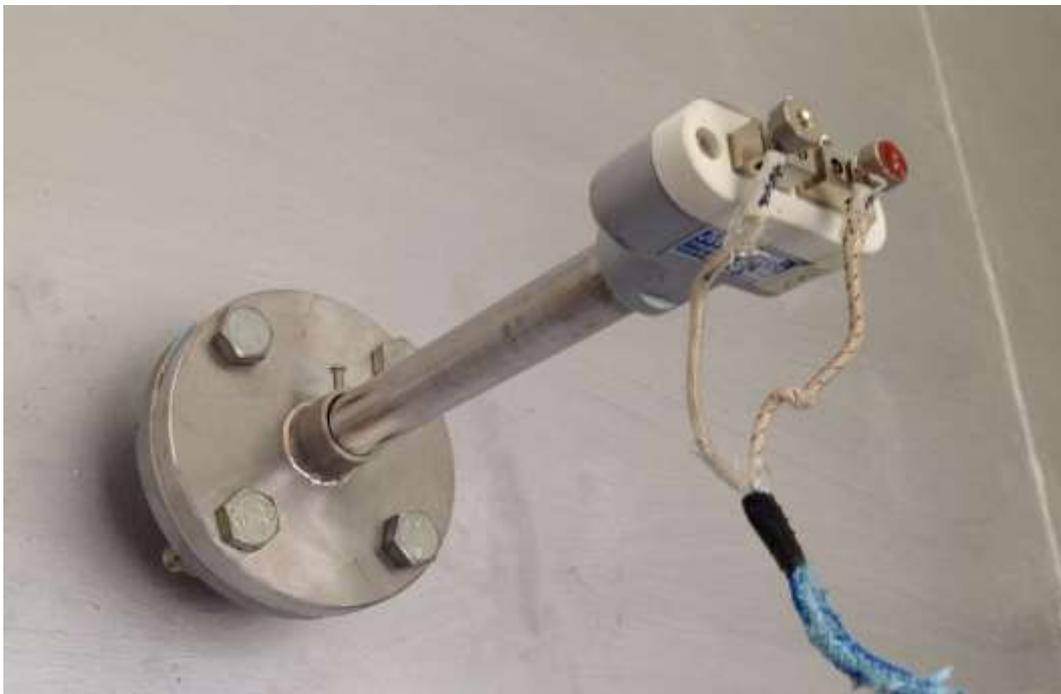


圖 4-4 溫度量測設備

(資料來源：本研究整理)

二、風速量測設備

為量測風機風速是否正常，在實驗過程中採用 TESTO 熱線式風速計量測風速，偵測風速最大可達 80 m/s，如圖 4-5 所示：



圖 4-5 TESTO 熱線式風速計(葉輪式感測棒)

(資料來源：本研究整理)

三、風機設備

依據 ISO 10294 之規範，實驗過程中需要調整閘門兩側壓差，同時也需要將高溫排出，因此本研究設置一台耐高溫風機設備，如圖 4-6 所示。



圖 4-6 耐高溫風機設備

(資料來源：本研究整理)

四、差壓計量測設備

實驗過程中為了得知防火閘門前後之壓力差，於系統管件中裝設壓差量測模組，如圖 4-7 所示，同時，為了進行簡易校正，實驗中使用攜帶型工業級微差壓量測計，型號 testo 512，其壓力差偵測範圍為 0~2 hPa，解析度為 0.001 hPa，如圖 4-8 所示。



圖 4-7 壓差量測模組

(資料來源：本研究整理)



圖 4-8 工業級微壓差量測計

(資料來源：本研究整理)

第五章 實驗結果分析

第一節 防火閘門試驗件說明

本研究其中一個工作重點是瞭解市售防火閘門性能現況，因防火閘門防火性能的相關法規之落實與否，不僅要考慮檢測性能的合理性，同時也要考慮國內廠商的技術水平是否可生產法規所要求的產品，因此瞭解國內防火閘門相關產品防火性能等級，為本研究相當重要的工作項目。

本研究將以建議檢測標準，進行市售空調風管穿越防火區劃的防火閘門測試，以瞭解國內防火閘門相關產品防火性能的等級是可否符合檢測基準之性能要求，做為政府相關單位日後頒布相關法規之參考。實驗測試對象將以市售產品為優先考慮對象，本研究以 2 種不同類型之市售防火閘門(正方形多葉式防火閘門×4、正方形捲簾式防火閘門，共五組)進行標準實測，試驗件明細如表 5-1 所示。所有測試流程及設備要求均依照檢測基準進行，以提供正確的防火時效數據及煙流量洩漏數據給相關單位參考。

表 5-1 試驗件尺寸形式表

編號	試驗件描述
1	形狀：正方形 尺寸：長 80cm；寬 80cm；深 15cm 形式：多葉式防火閘門 外觀照片：



防火閘門外觀示意圖(試驗前)



防火閘門安裝示意圖(試驗前)



防火閘門安裝示意圖(試驗後)

2

形狀：正方形

尺寸：長 80cm；寬 80cm；深 15cm

形式：捲簾式防火閘門

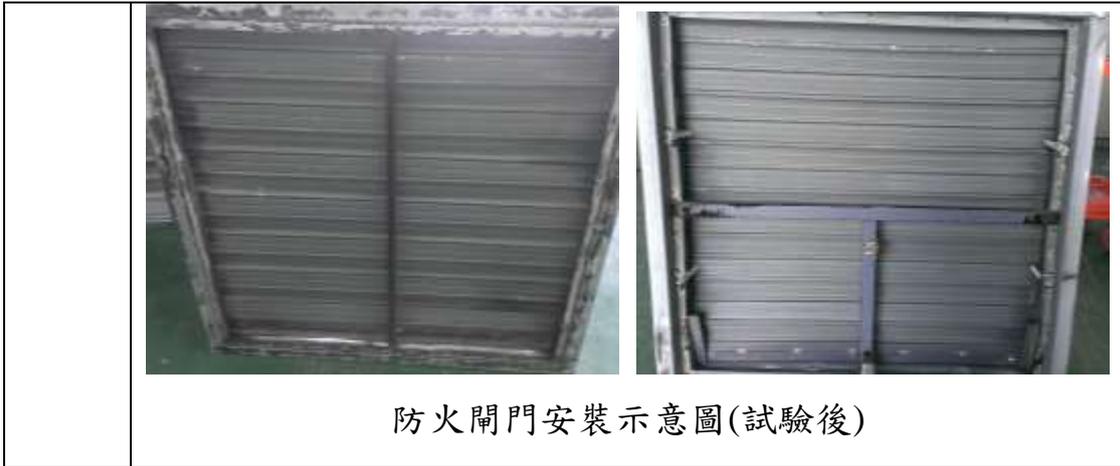
外觀照片：



防火閘門外觀示意圖(試驗前)



防火閘門安裝示意圖(試驗前)



(資料來源：本研究整理)

第二節 實驗步驟與測試標準

本研究採用 ISO 10294 之標準測試方法，依照標準所述要求所作的測試旨在判定防火閘門暴露於火災當時的效能，而非判定火災過後的防火閘門的可用性，測試原理是以高溫煙氣通過防火閘門之狀況而決定其防火性能之等級，其測試性能規範如表 5-2 所示。

表 5-2 防火閘門測試性能規範表

等級	測試尺寸	於環境溫度之洩	耐火試驗(ISO 10294)		
		漏限度 m ³ /hr/m ²	洩漏限度 m ³ /hr/m ²	溫度上升℃ 平均/最大	閘門周圍之完 整性
E	最大	不要求	360	不要求	GG/SF
ES	最大	200	200	不要求	GG/SF
	最小	200	不要求	不要求	不要求
EI	最大	不要求	360	140/180	CP/GG/SF
EIS	最大	200	200	140/180	CP/GG/SF
	最小	200	不要求	不要求	不要求
分級			閘門周圍完整性		
E 完整性(氣體溫度校準為 20℃)			CP 棉製襯墊		
S 洩漏分類(氣體洩漏溫度校準為 20℃)			GG 裂縫範圍		
I 隔熱			SF 持續燃燒		

(資料來源：參考書目 12)

本研究將實際以目前市面上有販售的防火閘門進行測試，依據 ISO 10294 之規範進行測試，以瞭解目前市售的防火閘門其性能，實驗流程規劃如下：

1. 防火閘門進行 50 次開啟與關閉之往復試驗後，能以手動方式啟閉無結構損壞。
2. 測試件安裝：依據廠商提供之安裝方式進行安裝固定防火閘門於試驗爐上，閘門呈開啟狀態。
3. 設備安裝：安裝連接管並連接感測元件至各儀器接頭及錶頭。各溫度量測之熱電偶安裝位置依 ISO 10294-1：1996 進行，安裝位置必須位於中心線，如圖 5-1 所示。

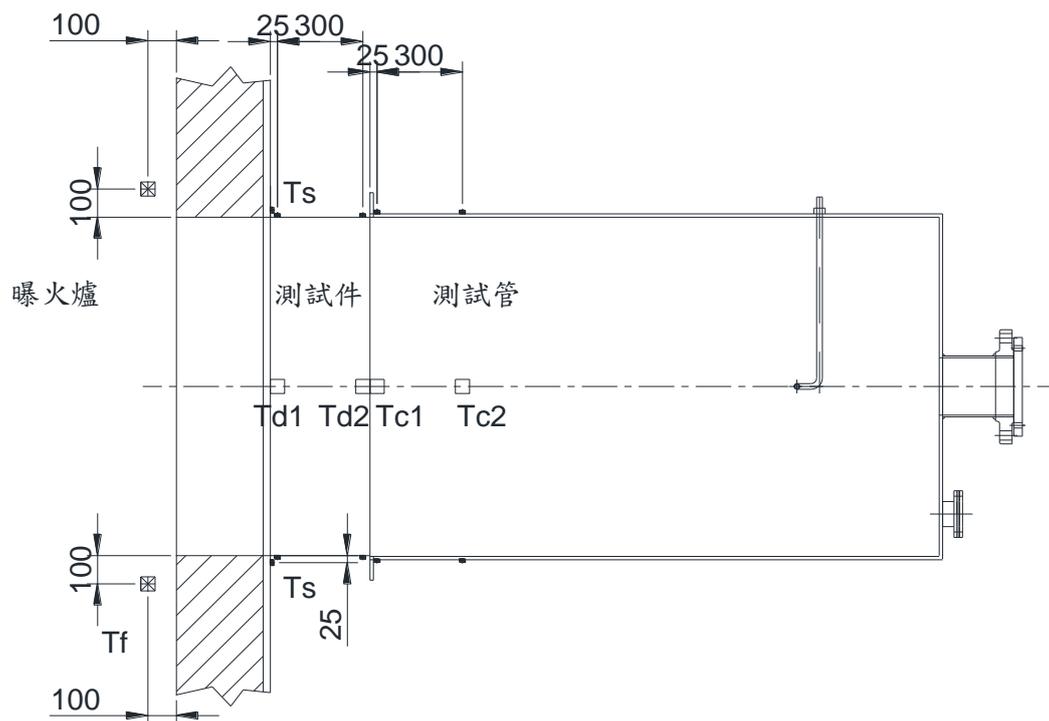


圖 5-1 溫度感測元件安裝位置示意圖

(資料來源：本研究整理)

4. 閘門常溫洩漏試驗：關閉測試閘門，洩漏試驗同連接管洩漏試驗，記錄洩漏量即為連接管洩漏量。依據 ISO 10294-1：

1996 之額定壓力差 300Pa 測試。

5. 建立閘門氣流速度 0.15m/s：開啟測試風門及排氣風機，並調整風機頻率大小及平衡控制風門適當開度預設值。以 ISO 5671-1 公式計算經風門之流量，進而可得氣流速度。重複以上步驟，直到氣流速度達 0.15m/s 為止。
6. 試驗爐點火，依 ISO-834-1 測試標準要求控制試驗爐溫升曲線，如圖 5-2 所示。點燃曝火爐後馬上開啟排氣風機至閘門面速 0.15m/s 之操作狀態，並同時紀錄測試時間，溫度及壓力變化。

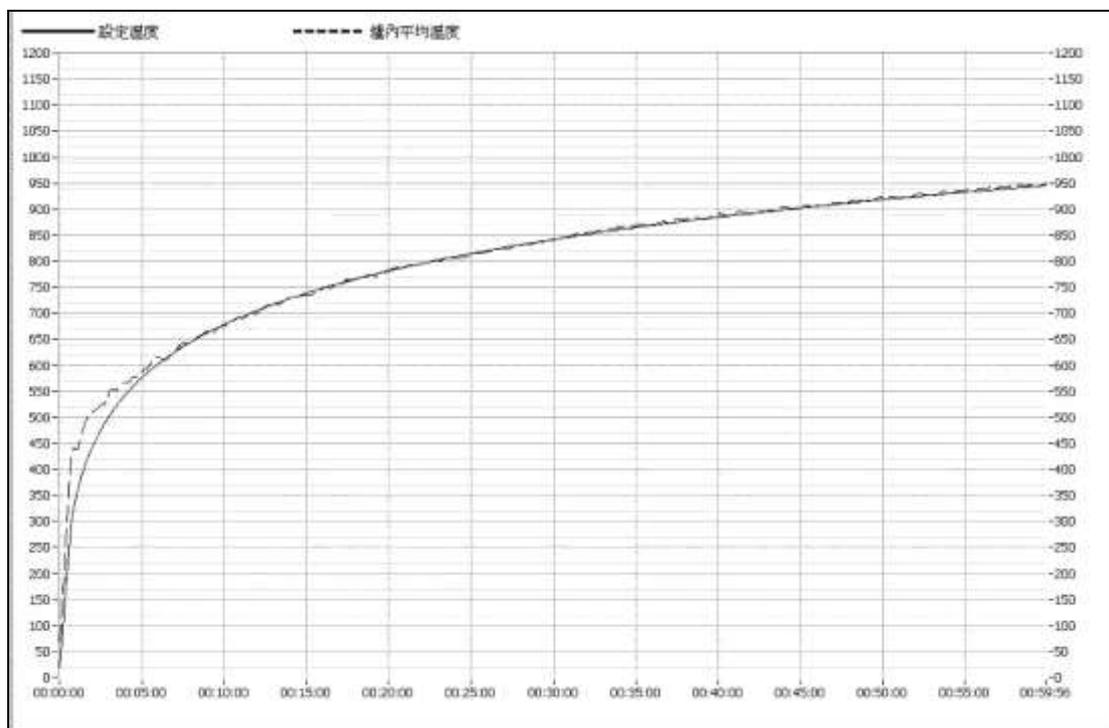


圖 5-2 ISO 834-1 標準溫升曲線圖

(資料來源：參考書目 10)

7. 當防火閘門因溫度升高而啟動熱感應裝置，將關閉閘門，此時紀錄時間點，並調整閘門前後壓差至 300Pa 或以上；假如點火時間後 2 分鐘內，閘門尚未關閉，則停止測試。
8. 依 ISO 834-1，加熱爐垂直風管閘門之水平中心線壓差應維持

- 一穩定壓力。
9. 維持閘門與連接管和曝火爐內壓差在 $-300\pm 15\text{Pa}$ 。
 10. 紀錄流量裝置壓差，記錄壓差時間週期不超過 2 分鐘，依據 ISO5167-1 計算壓差與溫度所測得之洩漏量(實驗過程中前 5 分鐘之數據不納入結果之中)。
 11. 記錄防火試驗期間中任何於非曝火面之閘門或管件連接處測試期間觀察之狀況。
 12. 當測試時間已達防火試驗額定時間，確認測試已完成後，結束防火測試。

第三節 實驗結果與分析

本研究為了瞭解國內防火閘門相關產品熱煙氣洩漏量的等級是可否符合檢測基準之性能要求，本研究以 2 種不同類型(正方形多葉式防火閘門×4、正方形捲簾式防火閘門，共五組)之市售防火閘門進行標準實測，其實驗分組如表 5-3 所示：

表 5-3 防火閘門測試分組表

組別	形狀	尺寸	形式
1	正方形	長 80cm；寬 80cm；深 15cm	多葉式防火閘門
2	正方形	長 80cm；寬 80cm；深 15cm	多葉式防火閘門
3	正方形	長 80cm；寬 80cm；深 15cm	多葉式防火閘門
4	正方形	長 80cm；寬 80cm；深 15cm	多葉式防火閘門
5	正方形	長 80cm；寬 80cm；深 15cm	捲簾式防火閘門

(資料來源：本研究整理)

組別 1~4 為市售最常見之正方形多葉式防火閘門，是一種溫度感應自動關閉式防火閘門結構，其構造包含一個方形外框架、一組遮幕體及熔斷片。

其中方形外框架，其長寬比例及大小主要配合風管設計，使其可以截面方式架設在供風管穿過之通風口上，而使其內面空間構成一供空氣流通之通道。遮幕體，由數片相等尺寸之葉片由上向下依序頭尾重疊平行排列，葉片中間設置轉軸固定於外框架，外框架外設置連動連桿與彈簧，使遮幕體之數片葉片可在外框架之內通道的旋轉約 90 度以形成開通狀態，或葉片頭尾重疊復歸遮蔽住通道以形成關閉狀態。熔斷片，跨設在外框架之內已旋轉約 90 度遮幕體的下方，以箝制遮幕體而阻止其旋轉復歸，當溫度超過該熔斷片預設之溫度限值時，熔斷片會自動斷裂。

組別 5 的捲簾式防火閘門也是一種溫度感應自動關閉式防火閘門結構，其構造與組別 1~4 之多葉式防火閘門大致相同，唯一不同之處在於其遮幕體是由數片相等尺寸之葉片由上向下依序平行排列且相鄰二葉片中上葉片的下端係與下葉片之上端面以平行樞接方式串聯組成一可縱向折疊之多片式遮幕體，使遮幕體之數片葉片可依序交叉折疊收合在外框架之內通道的上端以形成開通狀態，或向下掉落並展開而遮蔽住通道以形成關閉狀態。

藉上述結構，平時可藉由熔斷片箝制遮幕體以保持通道在常開狀態，而當現場發生火災，該熔斷片在溫度超過限值時自動崩解而形成斷開狀態以釋放遮幕體，使遮幕體藉本身重力而可向下展開或彈簧彈力復歸並關閉通道，藉以阻止濃煙沿風管蔓延。

由實驗結果顯示，組別 1 之多葉式防火閘門最大洩漏量為 236.3

$\text{m}^3/\text{hr}/\text{m}^2$ ，符合 ISO 10294 中 E 等級之要求。組別 2~4 之最大洩漏量均超過 $360 \text{ m}^3/\text{hr}/\text{m}^2$ ，無法符合 ISO 10294 最低等級之要求，如圖 5-3 所示。而在組別 2~4 防火閘門後的溫度，相較於組別 1，在一小時實驗過程結束時，高出約 250°C 左右，如圖 5-4 所示。

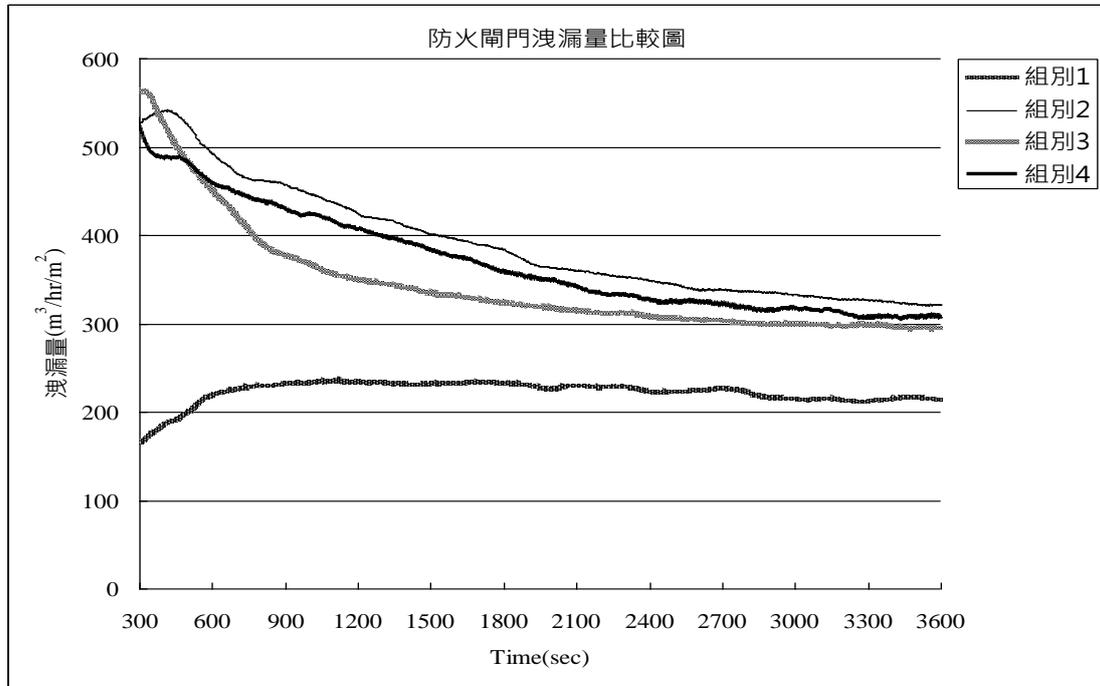


圖 5-3 組別 1~4 防火閘門洩漏量比較圖

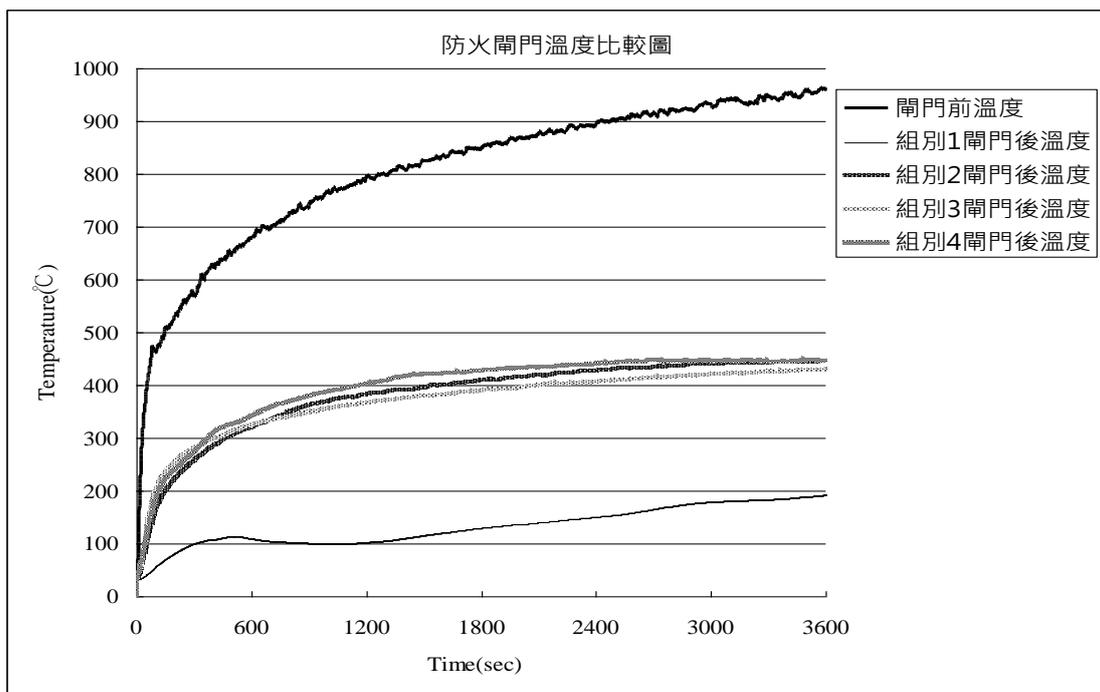


圖 5-4 組別 1~4 防火閘門溫度比較圖

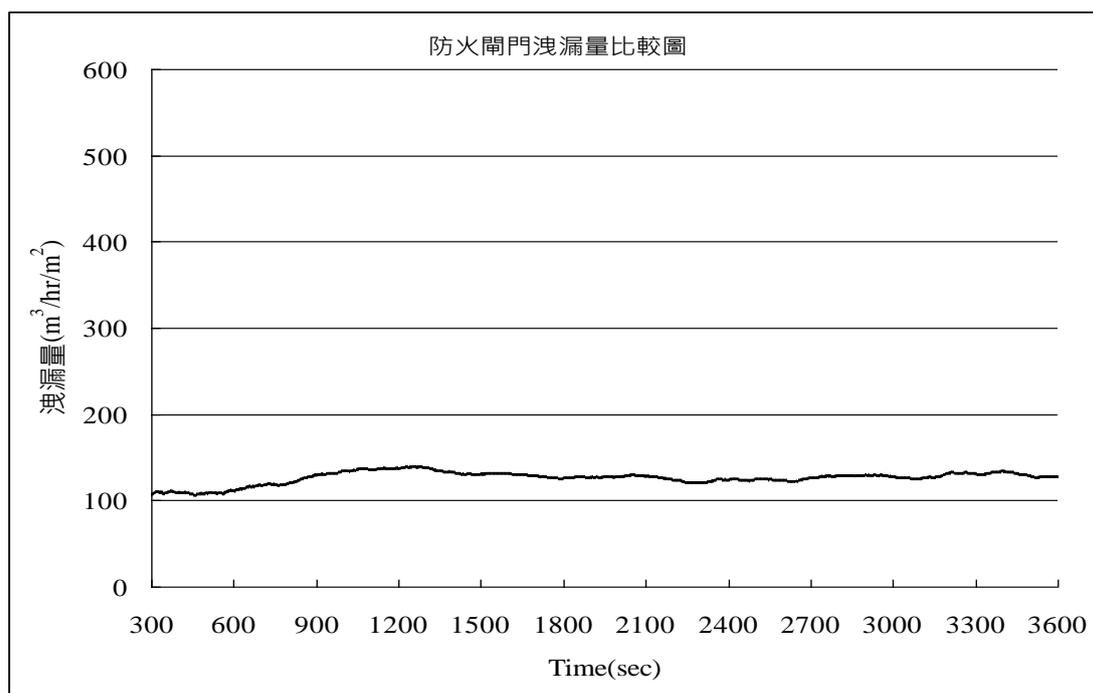


圖 5-5 組別 5 防火閘門洩漏量比較圖

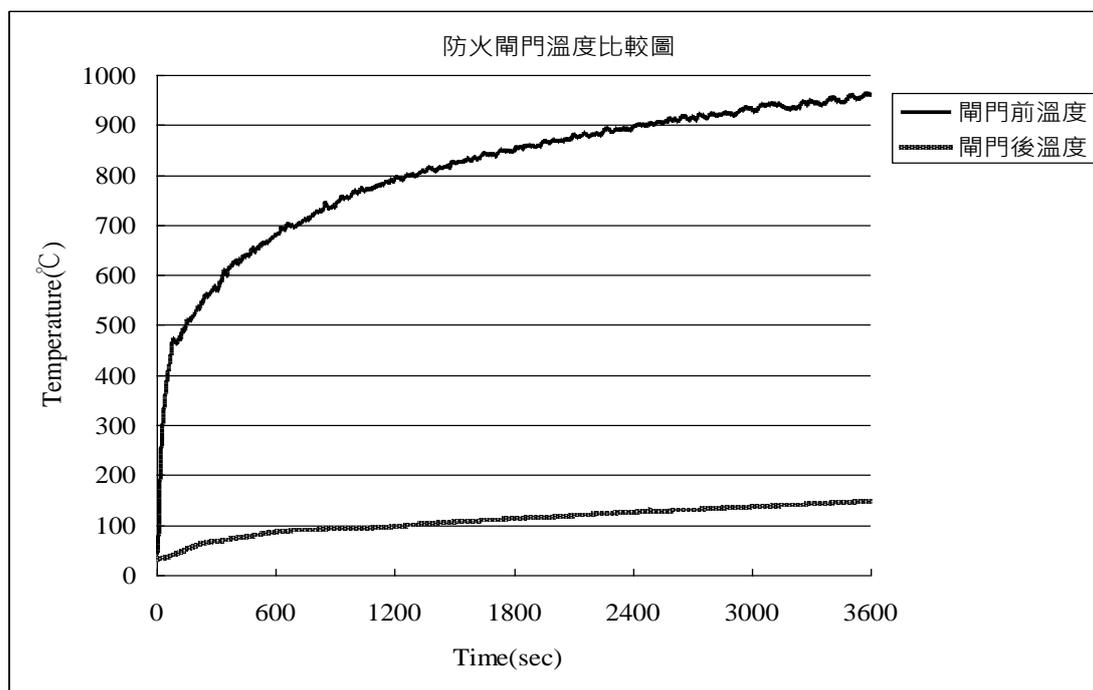


圖 5-6 組別 5 防火閘門溫度比較圖

(圖 5-3~圖 5-6 資料來源：本研究整理)

而組別 5 之捲簾式防火閘門之洩漏量均維持在 $200 \text{ m}^3/\text{hr}/\text{m}^2$ 以下，如圖 5-5 所示。而在一小時實驗過程中，防火閘門後之最高溫度

約 149.5°C，如圖 5-6 所示，由實驗結果可知，組別 5 之捲簾式防火閘門符合 ISO 10294 中 E 等級之要求。

第四節 小結

由表 5-4 實驗結果可知，當防火閘門洩漏量大於某一程度(約 340 m³/hr/m² 以上)時，其防火性能將大幅下降，將可能無法阻擋火燄與高溫，導致災害擴大。

表 5-4 防火閘門防火性能測試實驗結果表

組別	最大洩漏量 (m ³ /hr/m ²) (實驗前五分鐘不計)	平均洩漏量 (m ³ /hr/m ²) (實驗前五分鐘不計)	防火閘門後 之最大溫度 (°C)	防火性能 等級
1	236.3	222.87	191.8	E
2	542.2	390.47	448.9	不合格
3	563.4	343.63	432.3	不合格
4	522.3	369.09	450.6	不合格
5	139.4	125.98	149.5	E

(資料來源：本研究整理)

而火場中，傢俱是造成火勢加遽的原因之一，而這些大多為木質材料的傢俱的引火點平均約 260°C，可能因為未裝設防火閘門或是裝設了洩漏量大於某一程度的防火閘門而使濃煙穿越防火區劃，導致濃煙漫延，甚至於使得原本應該可以被控制的火勢，越演越烈，最終造成更大的災害。因此，當空調風管穿越防火區劃時，除需於穿越區劃處設置防火閘門外，該防火閘門應需能提供等同防火區劃的防火時效之要求，以防止高溫濃煙的穿越而引起燃燒。

本研究以建議的測試標準條件進行防火閘門熱煙氣洩漏量的危

險評估，並以 5 具市售空調風管穿越防火區劃的防火閘門進行實測，以瞭解國內現有產品對防火安全的適用性。由實驗結果與模擬結果分析可知，防火閘門最低限度需符合 ISO 10294 中 E 等級之要求，才有防止火燄穿越防火區劃引燃其他可燃物的可能性，以防止災害擴大。

表 5-5 常見木材之引火點及發火點

種類	引火點(°C)	發火點(°C)
杉	240	435
檜木	253	446
針松	262	437
桂樹	270	455
櫟	264	426
七葉樹	264	406
白樺	263	438
桐樹	269	435

(資料來源：參考書目 28)

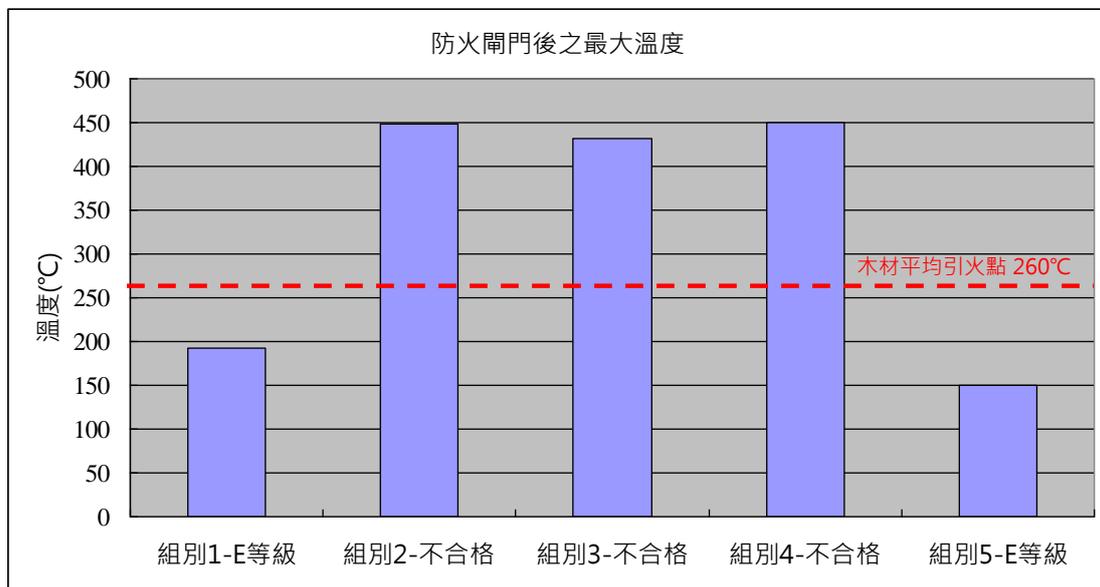


圖 5-7 實驗結果與木材引火點關係圖

(資料來源：本研究整理)

第六章 結論與建議

第一節 結論

本研究計畫針對空調通風常用的風管穿越防火區劃時所需設備的防火防煙性能提出可行的基準，同時驗證國產相關設備是否能滿足該項防火防煙性能要求，另一方面也協助提供對於相關設備評定機構所需新技術、新工法、新設備、新材料的認可程序內容，相信經由本研究的實施，空調通風風管內防火閘門的防火防煙性能將更有保障。本研究已完成之工作項目及具體成果如下：

1. 已於報告書第二章第三節完成國外空調風管穿越防火區劃時設置防火閘門所需的要求條件及相對應的防火性能要求之文獻分析整理，經比較過四種防火閘門測試標準 UL 555、UL 555S、ISO 10294 及 JIS A 1314，可發現不同的基準有其當初設置的目標及可應用使用場合，其中 ISO 10294 針對空調送風風管內需防止火/煙漫延的設置設備基準較適合我國採用。
2. 已於報告書第二章第四節完成建築技術規則「建築設計施工編」與「建築設備編」相關空調風管穿越防火區劃時設置防火閘門之條文檢討，並研提增修建議內容。
3. 已於報告書第三章完成空調風管穿越防火區劃的熱煙流擴散電腦模擬分析，由模擬結果進行分析，當防火閘門洩漏量僅 $320\text{m}^3/\text{hr}/\text{m}^2$ 時，經過 180 秒後，非起火室的煙層高度約在 2.3m ~ 2.4m，溫度降低約 56.11%， CO_2 濃度降低約 54.23%。
4. 已於報告書第五章完成以建議的測試標準條件進行防火閘門熱

煙氣洩漏量的危險評估，並以 5 具市售空調風管穿越防火區劃的防火閘門進行實測，以瞭解國內現有產品對防火安全的適用性。由實驗結果與模擬結果分析可知，防火閘門最低限度需符合 ISO 10294 中 E 等級之要求，才有防止防止火燄穿越防火區劃引燃其他可燃物的可能性，以防止災害擴大。

5. 從 5 具市售的防火閘門中，有捲簾式也有多葉式防火閘門，從所測數據中發現，有兩具防火閘門可以符合 ISO 10294 E 等級的最低要求，其餘 3 具無法通過 ISO 10294 之最低等級要求。
6. 從研究結果中發現，ISO 10294 條文規定中在要求防火時效性能 (E、EI 等級)的同時，為避免熱煙氣經由閘門擴散引燃效應，在某些等級中要求防火閘門之遮煙性能(ES、EIS 等級)，此為防止熱煙氣洩漏引燃的最有效作法。
7. 從研究結果中也發現防火閘門需同時考慮其方向性及結構對稱，因我們無法預知火勢的方向性，因此對非結構對稱的防火閘門，需考慮火勢由任一側擴展之可能性。

第二節 建議與後續研究方向

經過本研究比較過四種防火閘門測試標準 UL 555、UL 555S、ISO 10294 及 JIS A 1314，可發現不同的基準有其當初設置的目標及可應用使用場合，其中 ISO 10294 針對空調送風風管內需防止火/煙漫延的設置設備基準較適合我國採用。從模擬分析中發現，為提升防火性能，裝設在風管內的防火閘門，應選用符合 ISO 10294 中 E 等級以上之防火閘門，以防止災害擴大。本研究綜合本年度的研究成果與經驗，提出以下未來較具有研究價值的課題，供主管機關參考。

建議一

建立空調系統防火風管閘門耐火試驗標準與建立評定機制：立即可行建議

主辦機關：內政部營建署、經濟部標準檢驗局

協辦機關：內政部建築研究所、科技部、財團法人台灣建築中心

建築技術規則第 85 條已公佈實施多年，但過去幾年，國內一直沒有可進行性能檢測的單位，也沒有產品可依循的性能要求標準，因此，雖然法規有明文要求，但苦無標準可供依循。因此，建立風管貫穿區劃用防火閘門性能要求基準，供國內相關生產業者參考，同時可由評定單位專辦新技術、新工法、新設備、新材料的評定，如此生產防火閘門廠商才有可依循的防火閘門性能指標及諮詢的單位，時為當務之急。

建議二

建築技術規則防火閘門相關法規條文建議修正與權責單位之明訂：立即可行建議

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：內政部建築研究所、科技部、財團法人台灣建築中心

建築技術規則關於防火閘門之相關規定雖已公佈實施多年，但因技術工法日新月異，條文中有諸多文字與規定均已不合時宜，故建議予以修正、更新。同時，於期末審查與專家學者座談會中，均有委員提及希望在工程實務上能夠明列權責單位，以利國內相關生產業者與

設計單位後續作業。

建議三

宣導適用於空調風管貫穿防火區劃所必須要求的防火閘門設置及相關防火性能：中長期建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部營建署、中華民國全國建築師公會、中華民國冷凍空調技師公會全國聯合會

在建築設計圖上，一般建築師會請空調設備專業人員繪製空調風管之配管線圖，在圖中如有貫穿區劃的狀況，則會在圖紙上設置防火閘門進行火/煙的阻隔。但在終端的設備查驗上，往往造成建築設計要求防火區劃之完整，但在風管貫穿部常常造成防火區劃的無效，形成火煙快速漫延的主要原因。因此，當建立風管貫穿區劃用防火閘門性能要求基準後，應針對建築師公會、空調技師公會、機電技師公會等設計單位，進行宣導適用於空調風管貫穿防火區劃所必須要求的防火閘門設置及相關防火性能。

附錄一 採購評選會議紀錄暨審查意見回覆

一、時間：103 年 1 月 21 日 (下午 2 時 30 分)

二、地點：內政部建築研究所簡報室

三、審查委員意見與投標受評廠商回應：

項次	審查委員意見	廠商回應
1	計畫主持人及主要工作人員是否有文章發表於期刊之紀錄，在服務建議書內未述明。	將補上計畫主持人及工作人員所發表之相關期刊紀錄。
2	報告書第 23 頁，預定進度第 2 月至第 11 月，每月 10% 是如何量化出來。	預定進度百分比有誤，將予修正。
3	報告書第 17 頁，研究人力配置每人之人時，未說明。	謝謝委員指正將補充人時說明。
4	目前國內防火閘門已有取得 UL 555S 或 AMCA 之認證。國內亦有 TAF 認證之實驗室在驗證防火閘門，與建議書提出之 ISO-10294 測試方式有否不同。	在未來研究上將清楚說明 ISO 10294 與 UL 555S 之間差異性及應用性。
5	空調風管內之防火閘門應不僅限於熔鏈式，亦有自動控制閘門，請澄清。	未來研究將優先考慮熔鏈式防火閘門，如經費許可也可測試自動控制閘門。
6	雲林科技大學 ISO-10295 實驗室是否有取得 TAF 認證之實驗室。	雲科大實驗室將在未來實驗設備建構好後，將申請 TAF 之認證。
7	風管穿越結構物要裝防火閘門，惟亦不能忽視風管與結構物間之防火填塞。	將在未來研究中強調風管貫穿防火區劃之防火填塞重要性。
8	目前公共工程對防火閘門均有規定要取得 UL 555S 洩漏量之認證，要如何對本研究案來調整規定。	在未來研究上將清楚說明 ISO 10294 與 UL 555S 之間差異性及應用性。
9	服務建議書缺目錄。	服務建議書目錄將補上，謝謝指正。
10	報告書第 11 頁，國外在空調風管穿越防火區劃時設置防火閘門之需求條件及防火性能要求，未說明。	在未來研究報告內容將說明國外在空調風管穿越防火區劃設置防火閘門防火性能之要求。

11	報告書第 14 頁，實驗測試對象含梯間排煙室，圓形及捲簾式防火閘門之效果。	實驗測試對象在經費允許條件下將盡量包括不同形狀之防火閘門。
12	報告書第 23 頁，八，預期完成之工作項目之預定進度表，工作項目請依報告書第 24 頁，本研究預期完成之六大工作項目提列。	謝謝指正，將修正工作項目說明，並包括預期工作成果。
13	防火閘門廠商對其產品之測試要求。	將在計劃開始時進行了解，國內現有防火閘門廠商對防火閘門防火性能之測試要求。
14	報告書第 23 頁，第一次座談會建議移至期中報告以前。	依照委員意見辦理。
15	建議對 UL 標準應有所描述。	在未來研究上將清楚說明 ISO 10294 與 UL 555S 之間差異性及應用性。
16	實驗之裝置方法、測量、測試之步驟，應在計畫中詳述。	將在未來報告中清楚說明實驗方法與設備及實驗流程。
17	建議除 72°C 閘門外 (damper)，可再選擇最高及最低之溫度等級做測試比較。	在經費條件許可下，將選擇市售不同溫度閘門進行測試。
18	產出文件應在計畫提出構想，項目及內容。	遵照委員意見辦理。
19	熱線式風速計易受溫度影響，而造成風速量測誤差，是否合宜，請說明。	熱線式風速計不適宜用在高溫量測風速，所以本實驗將採用孔口板方式量測流量。
20	文中引用 ISO 10294，惟文獻中未提及，請補充。	依照委員意見辦理，於文獻中補充 ISO-10294。
21	差旅費備註中僅羅列 3 人次，似乎有誤請修正。	依照委員意見辦理，修正差旅費人次。
22	本案主要成果為建立空調設備用防火閘門測試標準，但 CNS 已制定”空調系統防火風管閘門耐火試驗法第 1 部至第 5 部”，可能於 103 年初審查，本案研究目的與成果應以法規及檢測一致性為研究以有所區別。	依照委員意見辦理
23	前述標準為引用 ISO 10294-1~5，標準中尚有引用其他標準，請就引用之標準有涉及測試規定部分，就其設備、量測計算等具體條文條列說明並納入本研究中。	將在研究中清楚說明所採用的 ISO 10294 部份條文與設備。
24	除建築設備編，建築設計施工編請一併探討。	依照委員意見辦理，一併探討建築設計施工編。
25	就標準之設備規格等詳列，並協助	依照委員意見辦理，在未來可行

	本所防火實驗中心建置此檢測能量，可行的話可進行試驗比對，以建立可靠之檢測及一致性。	的話進行試驗比對。
26	雲科大現有高溫爐設備及防火閘門測試設備，應先檢討是否符合 ISO 834 及 ISO 10294-1。	依照委員意見辦理，進行實驗設備是否符合 ISO 834 及 ISO 10294-1 之檢討。
27	建議說明實驗樣品應如何取樣，如隨機性、數量等，才能符合實驗驗證的要求。	在未來實驗中將說明測試樣品之取得條件及規格。
28	宜補充說明本研究如何與現行的機制相融合。	遵照委員意見辦理，將在未來報告中說明如何在現有機制中實施相關防火閘門之防火性能要求。
29	模型中將比較兩空間的避難差異，其中無閘門功能的居室會涉及較多人因因素的影響，應如何修正？	人因因素的影響將在未來避難時間的差異分析予以定性化，以防火閘門的防火、防煙性能進行比較分析。

附錄二 第一次專家學者座談會議紀錄暨意見回覆

一、時間：103年6月12日(下午2時30分正)

二、地點：內政部建築研究所簡報室

三、主席：鍾教授基強

記錄：陳又嘉

四、出席人員：(詳如簽到單)

五、主席致詞：(略)

六、業務單位報告：(略)

七、研究案主持人簡報：(略)

八、出(列)席人員發言要點：

內政部消防署陳副署長文龍：

1. 建議本研究參考NFPA 90A相關作業溫度之規定。
2. 相關法規應優先配合定義閘門設置規定與方式。
3. 建築技術規則建築設備編法規內容(第93條、第94條)建議重新檢視修正，相關防火時效是否需要參考日本相關規定進行調整，建議研究團隊納入本研究內容進行相關評估。
4. 本研究建議配合政府政策參考ISO規範進行研究。
5. 研究團隊可依據本研究結果提出消防署相關規定之修正建議。

內政部營建署建管組孫約聘研究員立言：

1. 建築技術規則建築設計施工編第85條並無明確定義為空調風管或排煙風管，而建築技術規則建築設備編第93條亦未配合修正，建議研究團隊可提出法規修正建議。
2. 建議依據閘門之用途不同分別規範測試標準，同時有助於釐清相關權責單位，以利廠商申請相關認可。

3. 建議本研究成果可提出CNS草案。
4. 國外文獻有無風管用途限制相關資料?

沈教授子勝：

1. 本案應先定義研究對象(使用位置)，勿與消防法規之排煙室排煙口所設閘門相互混淆，在針對空調所用防火閘門之功能需求，參考相關基準(或標準)擬訂研究成果。
2. 電腦模擬中，是否可以加入溫度之分佈。
3. 未來實測部分，是否可考量風管尺寸大小所造成的影響。

江副教授崇誠：

1. 需優先釐清閘門設置地點與方式，才能各別設定相關測試基準。
2. 排煙閘門、防火閘門之用語定義需釐清。

中華民國消防設備師(士)協會吳常務理事曉峯：

1. 空调用風管兼用排煙風管，其風管防火閘門的開關控制如何?
2. 空間防煙或排煙的要求不同，風管防火閘門的開關如何控制?

內政部建築研究所火災預防組蔡組長綽芳：

1. 國外防火閘門產品認證有無使用部位或用途之限制。

內政部建築研究所火災預防組雷研究員明遠：

1. 排煙閘門、防火閘門之用語定義需釐清。

內政部建築研究所火災預防組王約聘研究員天志：

1. 本研究成果建議與ISO相關規範進行比較。

第一次專家學者座談會會議紀錄回覆情形

項次	專家學者	審查意見	回覆意見
1	內政部消防署陳副署長文龍	1.建議本研究參考 NFPA 90A 相關作業溫度之規定。	感謝委員意見，遵照辦理。
		2.相關法規應優先配合定義閘門設置規定與方式。	感謝委員意見，本研究將研擬建築技術規則修正內容，定義閘門設置規定與方式。
		3.建築技術規則建築設備編法規內容(第 93 條、第 94 條)建議重新檢視修正，相關防火時效是否需要參考日本相關規定進行調整，建議研究團隊納入本研究內容進行相關評估。	感謝委員意見，本研究將研擬建築技術規則修正內容。
		4.本研究建議配合政府政策參考 ISO 規範進行研究。	感謝委員意見，本研究主要參考 ISO 10294 規範進行研究。
		5.研究團隊可依據本研究提出消防署相關規定之修正建議。	感謝委員意見，後續將依據本研究提出相關規定之修正建議。
2	內政部營建署建管組孫約聘研究員立言	1.建築技術規則建築設計施工編第 85 條並無明確定義為空調風管或排煙風管，而建築技術規則建築設備編第 93 條亦未配合修正，建議研究團隊可提出法規修正建議。	感謝委員意見，本研究將研擬建築技術規則修正內容。
		2.建議依據閘門之用途不同分別規範測試標準，同時有助於釐清相關權責單位，以利廠商申請相關認可。	感謝委員意見，將依據本研究提出成果，設立閘門之用途不同分別規範測試標準。
		3.建議本研究可提出 CNS 草案。	感謝委員意見，目前國家標準檢驗局已擬有防火閘門測試標準之相關草案。

		4. 國外文獻有無風管用途限制相關資料?	感謝委員意見，目前仍持續整理國外相關規範，若有相關資料將一併整理於報告書之中。
3	沈教授子勝	1. 本案應先定義研究對象(使用位置)，勿與消防法規之排煙室排煙口所設閘門相互混淆，在針對空調所用防火閘門之功能需求，參考相關基準(或標準)擬訂研究成果。	感謝委員意見，將於本研究報告書中釐清閘門設置地點與方式。
		2. 電腦模擬中，是否可以加入溫度之分佈。	感謝委員意見，本研究將電腦模擬之溫度以數值圖表方式呈現，較易明顯區分差異。
		3. 未來實測部分，是否可考量風管尺寸大小所造成的影響。	感謝委員意見，未來實測部分因場地與經費限制，可能無法考量風管尺寸大小所造成的影響，故將依委員建議納入後續研究建議事項。
4	江副教授崇誠	1. 需優先釐清閘門設置地點與方式，才能各別設定相關測試基準。	感謝委員意見，將於本研究報告書中釐清閘門設置地點與方式。
		2. 排煙閘門、防火閘門之用語定義需釐清。	感謝委員意見，將於本研究報告書中釐清排煙閘門、防火閘門之用語定義。
5	吳常務理事曉峯	1. 空調用風管兼用排煙風管，其風管防火閘門的開關控制如何?	空調用風管內的防火閘門一般是以熱融片方式進行高溫時關閉，空調兼用排煙風管則需考慮空調送風時開啟而於排煙時關閉。
		2. 空間防煙或排煙的要求不同，風管防火閘門的開關如何控制?	如果僅考慮風管內的防火閘門，則平時保持開啟，當熱煙侵襲時依規定溫度關閉即可。
6	蔡組長綽芳	1. 國外防火閘門產品認證有無使用部位或用途之限制。	感謝委員意見，國外相關規範於前言均有敘明適用範圍。

7	雷研究員明遠	1.排煙閘門、防火閘門之用語定義需釐清。	感謝委員意見，將於本研究報告書中釐清排煙閘門、防火閘門之用語定義。
8	王約聘研究員天志	1.本研究成果建議與ISO相關規範進行比較。	感謝委員意見，後續研究報告中將納入與 ISO 相關規範之比較內容。

3. 洩漏量在排煙系統的排煙閘門，為了有效排煙，有其設計上的需求。
4. 防火閘門，除非是運用於必須能夠開關操作的場合，洩漏量才有效益。

黃博士建彰：

1. 針對報告書第39頁圖3-9建議清楚說明，例如：
 - (1) 為何在70秒所有煙大幅下降？
 - (2) 為何在90秒所有煙大幅上升？
 - (3) $320\text{m}^3/\text{hr}$ 曲線向右平移(90秒才下降，100秒上升)？
 - (4) 似乎數據沒有收斂未達穩定狀態(steady state)，報告內容下結論是否可行？
2. 由系統圖之上方排煙口有不同等級洩漏進入本區域，門口設定補氣，加上室內煙產生，質量守恆是否有正確？邊界條件設定是否正確？

陳副署長文龍：

1. 有關法規修正部分，建築技術規則建築設備編第94條，只列達一定溫度即關閉，就避難安全而言，建議應依豎道區劃或面積區劃，在感溫連動之外，增列偵煙連動，以符實需。

曹建築師昌歲：

1. 報告書第一章各節內容，用語與敘述上應再簡潔，名詞盡量一致。
2. 報告書第二章法規條文修正文字，應更精準。
3. 本次提出之測試程序及內容文件，是否可用於日後空調排煙共用系統風管防火閘門之檢測，希望於日後報告作說明或後續研究之建議。

賴教授啟銘(書面意見)：

1. 報告內容符合預期，執行成果良好。
2. 模擬案例中風管尺寸為80cm × 60cm(高)，其位於天花空間且穿越防火牆，再樑下空間的限制下，此風管的高度是否過高?可否利用實際案例予以輔助說明?
3. 模擬案例中防火閘門洩漏量之設定(320-2400m³/hr)是否有文獻或洩漏量實測依據?
4. 國內外相關標準之比較中是否將NFPA規範納入?

中華民國全國建築師公會(張建築師矩墉)：

1. 報告書第19頁有關新工法、新設備、新材料的評定，權責在內政部營建署，非建築中心所能承擔。至於訂定防火閘門的性能基準，是有由其必要性，惟此一基準訂於何種法規體系下，或許CNS會是比較好的選擇。
2. 申請使用執照，因空調系統並非必要勘驗項目，故無法於此時機點做控管。
3. 建築技術規則設備編各章節營建署已進行修正中，建議與建管組承辦聯繫，了解其草案，再下建議。

蔡組長綽芳：

1. 建議將各種防火防煙閘門就其系統及分類做簡要說明，再界定本研究之對象範圍，以利於了解全貌及聚焦論述；ISO 10294、UL 555及UL 555S亦同。
2. 條文修正建議邀請法令主管機關及業者與會討論加以檢核，並加列修正說明以利於了解修正原委，以及本研究結果之印證。

業務單位：

1. 本文內名詞用語“風門”、“閘門”是否指相同物件?若為相同物件，名詞請統一。
2. 報告內文提到，「...ISO 10294針對空調送風風管內...」，該標準應是適用於空調送、回風管內，而非僅適用於送風風管。

主席：

1. 有關防火閘門作動依據為溫感或偵煙，須以閘門究竟要以防火或遮煙為優先來考量並提出適用場所。
2. 研究內容之數值模擬，請再確認各項參數、模擬情境之設定，以確保模擬之合理性。

期中審查會議紀錄回覆情形

項次	委員	審查意見	回覆意見
1	王技師獻堂	1.防火風門套管及脫鈎裝置影響功能甚鉅，建議納入本次驗證研究內容，讓業界施作有所依循。	感謝委員意見，本研究主要針對防火閘門本身之性能基準及驗證進行研究，防火閘門套管及脫鈎裝置不在本次研究範圍內。
		2.研究成果建議可以產出設計階段(詳圖)驗證，施工階段(型錄、安裝)驗證重點及營運階段(檢查重點)的驗證方式。	感謝委員意見，本研究主要針對防火閘門本身在設計階段之性能基準及驗證進行研究，施工階段及營運階段不在本次研究範圍內。
		3.標準安裝工法符合防火時效的安裝要求建議明確化，可以讓產業依循。	感謝委員意見，本研究主要針對防火閘門本身之性能基準及驗證進行研究，安裝工法不在本次研究範圍內。
		4.報告書第 46 頁，TESTO 熱線式風速計建議改為熱球式風速計，比較不會有量測誤差。	感謝委員意見，本研究所採用之 TESTO 熱線式風速計均定期送校，可確保量測精確度。
2	林技師世昌	1.報告書表 2-1 防火閘門測試基準的測試內容比較表，建議將 JIS 1314：2014 納入比較，會較完整，另表 2-2、表 2-3、表 2-4 及表 2-5 可否比照處理。	感謝委員意見，遵照辦理。
		2.空調用防火閘門要增加洩漏量要求，以目前研究內容看不出重要性，請再加強論述。	感謝委員意見，依據本研究模擬與實驗之結果，對照 ISO 10294 之性能規範，均表示防火閘門性能考量洩漏量有其必要性。
		3.洩漏量在排煙系統的排煙閘門，為了有效排煙，有其設計上的需求。	感謝委員意見，洩漏量除了在排煙系統的排煙閘門，為了有效排煙，有其設計上的需求外，為了有效防止濃煙藉由風管漫延，亦有其必要性。
		4.防火閘門，除非是運用於必須能夠開關操作的場合，洩漏量才	感謝委員意見，本研究係主要針對一次關閉性防火閘門，可供重

		有效益。	複開關之防火閘門主要應用在歐美國家空調與排煙兼用之系統中，非本國常用之系統，故不在本研究範圍內。
3	黃博士建彰	<p>1.針對報告書第39頁圖3-9建議清楚說明，例如：</p> <p>(1) 為何在70秒所有煙大幅下降？</p> <p>(2) 為何在90秒所有煙大幅上升？</p> <p>(3) 320m³/hr 曲線向右平移(90秒才下降，100秒上升)？</p> <p>(4) 似乎數據沒有收斂未達穩定狀態 (steady state)，報告內容下結論是否可行？</p>	<p>(1)本研究之模擬結果顯示，當防火閘門之洩漏量在 1800 m³/hr/m² 以上時，遮煙效果與未安裝防火閘門幾乎相同，均在火災發生後 70 秒左右，濃煙即從起火室藉由風管漫延至非起火室，當漫延至非起火室時，因為風口壓力集中，故濃煙漫延進入非起火室時，所量測到的煙層高度會大幅下降。</p> <p>(2)承上，因為風口壓力集中，濃煙漫延進入非起火室時，所量測到的煙層高度大幅下降，之後濃煙便往天花板四周擴散，此時，所量測到的煙層高度為平均煙層高度。</p> <p>(3)由模擬結果顯示，當防火閘門之洩漏量在 320 m³/hr/m² 時，由於防火性能較佳，可延緩濃煙從起火室藉由風管漫延至非起火室之時間，故曲線向右平移。</p> <p>(4)由模擬結果顯示，當濃煙經由風管進入至非起火室時，因受氣體壓力推擠之影響，此時數據呈現不穩定狀態，直到 120 秒後，便逐漸趨於穩定，直至模擬結束。</p>
		2.由系統圖之上方排煙口有不同等級洩漏進入本區域，門口設	本研究採用兩居室對外開口之洩漏作為補氣口，將補氣口設定

		定補氣，加上室內煙產生，質量守恆是否有正確?邊界條件設定是否正確?	為自然開口連通外氣，計算中由居室壓力大小判斷通過系統邊界之質量流進或流出，並經由各參數輸出研判計算結果應滿足質量守恆。
4	陳副署長文龍	1.有關法規修正部分，建築技術規則建築設備編第94條，只列達一定溫度即關閉，就避難安全而言，建議應依豎道區劃或面積區劃，在感溫連動之外，增列偵煙連動，以符實需。	感謝委員意見，開門與偵煙連動部分的要求建議可與排煙設備一起考量。
5	曹建築師昌歲	1.報告書第一章各節內容，用語與敘述上應再簡潔，名詞盡量一致。	感謝委員意見，遵照辦理。
		2.報告書第二章法規條文修正文字，應更精準。	感謝委員意見，遵照辦理。
		3.本次提出之測試程序及內容文件，是否可用於日後空調排煙共用系統風管防火閘門之檢測，希望於日後報告作說明或後續研究之建議。	感謝委員意見，本研究係主要針對一次關閉性防火閘門，空調排煙共用系統風管防火閘門主要應用在歐美國家，非本國常用之系統，故不在本研究範圍內。
6	賴教授啟銘 (書面意見)	1.報告內容符合預期，執行成果良好。	感謝委員意見。
		2.模擬案例中風管尺寸為80cm×60cm(高)，其位於天花空間且穿越防火牆，再樑下空間的限制下，此風管的高度是否過高?可否利用實際案例予以輔助說明?	感謝委員意見，本研究模擬規劃中，為配合國內防火閘門型式與考量火災情境較嚴苛之情況，當風管尺寸越大，防火閘門需配合風管尺寸，可能會有更大的洩漏，故本研究模擬規劃中風管尺寸採80cm×60cm(高)。
		3.模擬案例中防火閘門洩漏量之設定(320-2400m ³ /hr)是否有文獻或洩漏量實測依據?	感謝委員意見，依據ISO 10294中，其E等級防火閘門洩漏量標準為360 m ³ /hr，本研究參考該

			標準，於模擬規劃中設定洩漏量 320m ³ /hr、1800m ³ /hr、2400m ³ /hr 等三組條件，以茲比對。
		4.國內外相關標準之比較中是否將NFPA規範納入?	感謝委員意見，國內外相關標準之比較中，主要係為了比較我國先前「排煙設備用閘門認可基準」所採用之 UL 555 與 ISO 10294 之差異，故無納入 NFPA 規範。
7	中華民國全國建築師公會(張建築師矩墉)	1.報告書第19頁有關新工法、新設備、新材料的評定，權責在內政部營建署，非建築中心所能承擔。至於訂定防火閘門的性能基準，是有由其必要性，惟此一基準訂於何種法規體系下，或許 CNS 會是比较好的選擇。	感謝委員意見，目前我國新技術、新工法、新設備、新材料的評定，由內政部營建署，委託財團法人台灣建築中心辦理。目前防火閘門相關 CNS 標準已進行審定中。
		2.申請使用執照，因空調系統並非必要勘驗項目，故無法於此時機點做控管。	感謝委員意見，已修改相關文字內容。
		3.建築技術規則設備編各章節營建署已進行修正中，建議與建管組承辦聯繫，了解其草案，再下建議。	感謝委員意見，遵照辦理。
8	蔡組長綽芳	1.建議將各種防火防煙閘門就其系統及分類做簡要說明，再界定本研究之對象範圍，以利於了解全貌及聚焦論述；ISO 10294、UL 555及UL 555S亦同。	感謝委員意見，報告書第二章已將 ISO 10294、UL 555 及 UL 555S 比較分析及應用差異內容補充。
		2.條文修正建議邀請法令主管機關及業者與會討論加以檢核，並加列修正說明以利於了解修正原委，以及本研究結果之印證。	感謝委員意見，遵照辦理。

9	業務單位	1.本文內名詞用語“風門”、“閘門”是否指相同物件?若為相同物件，名詞請統一。	感謝業務單位意見，本研究報告書內名詞用語“風門”、“閘門”並非指相同物件，已依據業務單位意見重新檢視修正。
		2.報告內文提到，「...ISO 10294 針對空調送風風管內...」，該標準應是適用於空調送、回風管內，而非僅適用於送風風管。	ISO-10294 原文為 air distribution system 應包括送風及回風風管。
10	主席	1.有關防火閘門作動依據為溫感或偵煙，須以閘門究竟要以防火或遮煙為優先來考量並提出適用場所。	感謝委員意見，由本研究實驗結果與模擬結果可知，防火閘門至少需符合 ISO 10294 中最低等級之要求，才能有效防止濃煙蔓延，以及火煙穿越防火區劃造成更大的危害。因此，若裝設在風管內的防火閘門，必需同時考量防火與遮煙之性能，以防止災害擴大。
		2.研究內容之數值模擬，請再確認各項參數、模擬情境之設定，以確保模擬之合理性。	感謝委員意見，遵照辦理。

附錄四 期末審查會議紀錄暨意見回覆

一、時間：103年11月7日(上午9時30分)

二、地點：內政部建築研究所簡報室

三、主席：何所長明錦 記錄：李其忠、王天志

四、出席人員：如簽到簿

五、主席致詞：(略)

六、執行單位簡報：(略)

七、綜合討論意見：

王技師獻堂：

1. 在工程實務上建議明列權責單位與執行方法，尤其防火閘門跨消防與空調範圍。
2. 防火閘門正確安裝工法，建議明列供產業依循(如防火閘門FD、排煙閘門SD、防火排煙閘門FSD等之安裝位置及工法)。
3. 本研究可以接軌國際並建議技術規則增修與物理性證明，有助於未來實務延續研究。

何教授三平：

1. 本實驗閘門之測試亦證明標準化確實有其必要性。
2. 閘門之測試結果差異大，可否提列所測閘門設備之差異性分析。
3. 因為實際之縫隙僅3公分，此為非常小之孔隙，請在報告中提列模擬之格點分析。

林技師世昌：

1. 空調用防火閘門，按照ISO 10294需有耐火測試、洩漏測試、往

復測試，算是相當嚴格的需求，若建築技術規則有依此修訂建議，要有一段緩衝期後，讓設計單位及製造業有充分準備時間。

2. 遮煙性好(洩漏量小)，請增加其對於生命安全的關聯性來說服業界。

徐教授一量：

1. 研究內容詳實，對各國標準有詳盡的探討、比較與建議。
2. 建立閘門測試實驗程序，值得相關單位參考是否依此建立我國檢驗的方法。

許建築師宗熙：

1. 空調通風之風管設置防火閘門應有遮煙性，其性能基準要建議。
2. 除建議修正既有法令外，將「防火閘門」如何納入評定認可之對象物，應有明確建議。

黃博士建彰：

1. 報告書第41頁，最大洩漏量不得超過360 m³/hr，是否有筆誤，分母少m²。
2. 報告書第41頁，小結分別說明2400 m³/hr, 1800 m³/hr, 320 m³/hr，與ISO 10294關連性，請再補充說明。

$$2400 / (0.3 \times 0.3) = 26666 \text{ m}^3/\text{hr}/\text{m}^2$$

$$1800 / (0.15 \times 0.15) = 80000 \text{ m}^3/\text{hr}/\text{m}^2$$

$$320 / (0.03 \times 0.03) = 355555 \text{ m}^3/\text{hr}/\text{m}^2$$

↑(報告書第35頁設定的開口尺寸)

雷研究員明遠：

1. 建請於附錄補充空調系統用與排煙設備用防火閘門之性能差異，應用場所等比較分析，以表列或條列方式提供使用者參考指

南。

2. 報告中除ISO 10294與UL規範比較外，另建請加入日本消防規定、JIS A1314之比較情形。
3. 本案報告書建議及上述兩點整理結果，希請於下次專家座談會時提出討論。
4. 建請將ISO 10294及我國國家標準草案並列於附錄供參考。

業務單位：

1. 報告書第19頁倒數第2段，略以「…，同時在消防安全設備審查時應附相關防火閘門合格性能之報告或證書」，請補充說明本案防火閘門與消防安全設備審查之關係。
2. 報告書第28、29頁，建築技術規則建築設備編第94條之修訂條文草案，請對防火閘門設置位置之文字及意義再予以檢討，並於專家座談時與主管機關人員討論。
3. 本案預期成果包含協助建立審查認可程序內容，請研究團隊於成果報告時補列。

主席：

1. 研究實驗成果若有明確，希望對當前法規可有較明確的檢討建議。
2. 本案因研究成果包含建築技術規則的修訂，建議開專家座談時可邀請建築技術規則審議委員會的委員參加，以利後續推動。

期末審查會議紀錄回覆情形

項次	委員	審查意見	回覆意見
1	王技師獻堂	1.在工程實務上建議明列權責單位與執行方法，尤其防火閘門跨消防與空調範圍。	感謝委員意見，因本研究今年度主要針對防火閘門本身之性能基準及驗證進行研究，研究內容中雖涉及相關條文規定之調整與修改，明列權責單位不在本次研究範圍內，將依據委員意見納入後續研究建議項目。
		2.防火閘門正確安裝工法，建議明列供產業依循(如防火閘門 FD、排煙閘門 SD、防火排煙閘門 FSD 等之安裝位置及工法)。	感謝委員意見，本研究主要針對防火閘門本身之性能基準及驗證進行研究，安裝工法不在本次研究範圍內。
		3.本研究可以接軌國際並建議技術規則增修與物理性證明，有助於未來實務延續研究。	感謝委員意見，本研究已將國際常用有關防火閘門之標準(ISO 10294、UL 555 及 UL 555S)納入報告書中進行比較分析及應用差異內容說明，並作為本國建築技術規則修正調整之依據。
2	何教授三平	1.本實驗閘門之測試亦證明標準化確實有其必要性。	感謝委員意見，依據本研究模擬與實驗之結果，對照 ISO 10294 之性能規範，均證明防火閘門標準化確實有其必要性。
		2.閘門之測試結果差異大，可否提列所測閘門設備之差異性分析。	感謝委員意見，本研究以 5 具市售的防火閘門進行實測，經檢視，防火閘門在材料、結構、外型、尺寸...等物理條件下，其實並無明顯差異，惟氣密性施作工法可能有所不同，顯見氣密性之優劣對於防火閘門之防火性能會產生明顯差異。

		3.因為實際之縫隙僅3公分，此為非常小之孔隙，請在報告中提列模擬之格點分析。	感謝委員意見，遵照辦理。
3	林技師世昌	1.空調用防火閘門，按照 ISO 10294 需有耐火測試、洩漏測試、往復測試，算是相當嚴格的需求，若建築技術規則有依此修訂建議，要有一段緩衝期後，讓設計單位及製造業有充分準備時間。	感謝委員意見。
		2.遮煙性好(洩漏量小)，請增加其對於生命安全的關聯性來說服業界。	感謝委員意見，依據本研究結果，對照 ISO 10294 之性能規範，證明防火閘門防火性能最低限度需符合 ISO 10294 中 E 等級之要求，而 ES 等級防火閘門要求遮煙性能，防止濃煙漫延穿越防火區劃引燃其他可燃物的可能性，以防止災害擴大。
4	徐教授一量	1.研究內容詳實，對各國標準有詳盡的探討、比較與建議。	感謝委員意見。
		2.建立閘門測試實驗程序，值得相關單位參考是否依此建立我國檢驗的方法。	感謝委員意見，我國目前防火閘門相關 CNS 標準已進行審定中，後續相關單位可依據 CNS 建立我國檢驗的方法。
5	許建築師宗熙	1.空調通風之風管設置防火閘門應有遮煙性，其性能基準要建議。	感謝委員意見，依據本研究結果，對照 ISO 10294 之性能規範，證明防火閘門防火性能最低限度需符合 ISO 10294 中 E 等級之要求，而 ES 等級防火閘門要求遮煙性能，防止濃煙漫延穿越防火區劃引燃其他可燃物的可能性，以防止災害擴大。

		2.除建議修正既有法令外，將「防火閘門」如何納入評定認可之對象物，應有明確建議。	研究報告內容將提供財團法人台灣建築中心參考，將防火閘門做為新技術、新工法、新設備、新材料方式進行評定。
6	黃博士建彰	1.報告書第 41 頁，最大洩漏量不得超過 360 m ³ /hr，是否有筆誤，分母少 m ² 。	感謝委員意見，洩漏量單位應為 m ³ /hr/m ² ，報告中為誤植，已檢視修正。
		2.報告書第 41 頁，小結分別說明 2400 m ³ /hr，1800 m ³ /hr，320 m ³ /hr，與 ISO 10294 關連性，請再補充說明。 2400/(0.3x0.3) = 26666 m ³ /hr/m ² 1800/(0.15x0.15)=80000m ³ /hr/m ² 320/(0.03x0.03)=355555m ³ /hr/m ² ↑(報告書第 35 頁設定的開口尺寸)	感謝委員意見，本案報告書第 41 頁應為 2400 m ³ /hr/m ² 、1800 m ³ /hr/m ² 與 320 m ³ /hr/m ² ，由實驗結果與模擬結果分析可知，防火閘門最低限度需符合 ISO 10294 中 E 等級之要求，才有防止濃煙漫延並防止穿越防火區劃引燃其他可燃物的可能性，以防止災害擴大。
7	雷研究員明遠	1.建請於附錄補充空調系統用與排煙設備用防火閘門之性能差異，應用場所等比較分析，以表列或條列方式提供使用者參考指南。	空調系統用與排煙設備用防火閘門之性能差異，應用場所等比較分析已於第一章第三節及第二章第一節詳細說明之。
		2.報告中除ISO 10294與UL規範比較外，另建請加入日本消防規定、JIS A1314之比較情形。	感謝委員意見，因 JIS A 1314 僅為防火閘門的性能測試方法，並無合格判定條件，故與 ISO 10294 以及 UL 規範比較並不合適。
		3.本案報告書建議及上述兩點整理結果，希請於下次專家座談會時提出討論。	感謝委員意見，遵照辦理。
		4.建請將ISO 10294及我國國家標準草案並列於附錄供參考。	感謝委員意見，遵照辦理。

8	業務單位	1.報告書第19頁倒數第2段，略以「...，同時在消防安全設備審查時應附相關防火閘門合格性能之報告或證書」，請補充說明本案防火閘門與消防安全設備審查之關係。	雖然空調風管內防火閘門主管機關並非為消防署，但可參考檢查防火門的方式在消防安全設備審查時一併納入。
		2.報告書第28、29頁，建築技術規則建築設備編第94條之修訂條文草案，請對防火閘門設置位置之文字及意義再予以檢討，並於專家座談時與主管機關人員討論。	感謝委員意見，建築技術規則建築設備編之修訂條文草案，後續將再與主管機關人員討論。
		3.本案預期成果包含協助建立審查認可程序內容，請研究團隊於成果報告時補列。	防火閘門做為新技術、新工法、新設備、新材料的審查認可程序資料大致皆含蓋在報告書內容中，包括，實驗方法、實驗程序報告格式、報告內容及參考依據等。
9	主席	1.研究實驗成果若有明確，希望對當前法規可有較明確的檢討建議。	感謝委員意見，依據本研究成果，研擬建築技術規則建築設備編之修訂條文草案，後續將再與主管機關人員討論。
		2.本案因研究成果包含建築技術規則的修訂，建議開專家座談時可邀請建築技術規則審議委員會的委員參加，以利後續推動。	感謝委員意見，第二次學者專家座談會將邀請營建署相關主管人員或建築技術審查委員等出席，給予未來防火閘門測試要求的建議。

附錄五 第二次專家學者座談會議紀錄暨意見回覆

- 一、時間：103年11月19日（上午10時00分正）
- 二、地點：內政部建築研究所簡報室
- 三、主席：鍾教授基強 記錄：陳又嘉
- 四、出席人員：（詳如簽到單）
- 五、主席致詞：（略）
- 六、業務單位報告：（略）
- 七、研究案主持人簡報：（略）
- 八、出(列)席人員發言要點：

內政部消防署陳副署長文龍：

1. 從有關防火閘門防止火、煙蔓延的考量，建議依防火區劃種類區分防火閘門應有感溫或偵煙連動關閉，並要求豎道區劃應設偵煙連動式防火閘門，故本案所擬設備篇第94條修正草案只列熔鍊式感溫連動，應有調整之必要。
2. 施工篇第85條防火閘門式閘板，與區劃貫穿處合成之構造應具一小時以上之防火時效，此規定在日本只要求一小時之遮炎性能，是否在法規上有調整修正之必要，請再斟酌。
3. 設備篇第94條最高溫度達攝氏28度，調整為72度部分，建議在說明欄增列修正原因。〈原規定係NFPA90A 5.4.5.2.1(如附)〉

內政部營建署建築管理組樂科長中丕：

1. 防火閘門的試驗部分：
 - (一)、 本案採用5種不同形式的閘門，惟不合格者是否有共通性，亦可歸納作為修法參考。

- (二)、 風管對煙的運送致影響避難之程度為何？建議將洩漏量阻煙效果比較圖，建議增加煙到達隔壁居室1.8m所需時間
 - (三)、 未來執行，對於防火、遮煙之測試方式，亦建議提出相關作法。
2. 有關建築技術規則修正草案部分：
- (一)、 因簡報中指出，防火閘門與閘板相同，建議一併修正建築設計施工篇第85條。
 - (二)、 建工設備篇第93條，建議保留，內容改為構造規定。至同編第94條，則改為僅就設置位置規定。
 - (三)、 另草案建議將關閉溫度由28°C改為72°C，是否補充相關論述。
3. 本案建議宜以國家標準訂定完成，配合修正建築技術規則實施，似較利於執行。

林教授慶元：

- 1. 以防火區別(小面積)排除設置排煙設備之設計，空調風管貫穿區別是否乃應設置閘門？請釐清(向消防署)
- 2. 回風風管在ISO10294中的相關要求？建請補充。
- 3. 模擬設定上，給風管內的情境設定？關機情境？
- 4. 貫穿防煙區劃之空調風管或路徑應有何要求？請於建議中提及。

財團法人台灣建築中心郭副理全豐：

- 1. 空調用防火閘門為營建署指定審查項目，應也要遵守認可要點規定，建議應向營建署指定為防火閘門的試驗指定實驗室。
- 2. 簡報第10頁，ISO10294 NO1被覆材料需具有與閘門相同的防火時效何意思？

3. 防火閘門中的ISO 10294洩漏量與CNS 15038遮煙性的差別為何？後續可研究？
4. 膨脹型是否可以在實驗室作？
5. 水平式的防火閘門是否可作？

台北市建築師公會蔡建築師仁毅：

1. 國內防火閘門相關法規如修正後，如何執行？
2. 本案研究成果如何與CNS連貫？是否完全依照ISO 10294？

中華民國冷凍空調技師公會全國聯合會黃技師威舜：

1. 有關本次研究案的相關條文規定與實施，應該明定清楚權責單位以利後續執行。
2. 清楚明訂相關設計與安裝規範並與空調技師公會互相溝通以利產業遵循。

台北市冷凍空調技師公會陳技師偉倫：

1. 本研究案後續有關法規的修正與實施，建議一併釐清權責單位以利業界執行。
2. 風管本身之洩漏是否會造成影響？

內政部建築研究所火災預防組雷研究員明遠：

1. 目前法規並無規定空調風管在火災時需關閉，建議在建築技術規則設備編中修正。(與受信總機連動之可能？)
2. 空調系統關閉的情況下，洩漏量的要求是否有其急迫性？
3. 風管之設計規劃手冊將列入建研所後續研究建議。

第二次專家學者座談會會議紀錄回覆情形

項次	專家學者	審查意見	回覆意見
1	陳副署長文龍	1.從有關防火閘門防止火、煙蔓延的考量，建議依防火區劃種類區分防火閘門應有感溫或偵煙連動關閉，並要求豎道區劃應設偵煙連動式防火閘門，故本案所擬設備篇第 94 條修正草案只列熔鍊式感溫連動，應有調整之必要。	感謝委員意見，依據本研究成果將研擬建築技術規則相關修訂條文草案，將依據委員意見於建築技術規則建築設備編第 94 條中納入防火閘門應依防火區劃種類區分防火閘門應有感溫或偵煙連動關閉，並要求豎道區劃應設偵煙連動式防火閘門。
		2.施工篇第 85 條防火閘門式閘板，與區劃貫穿處合成之構造應具一小時以上之防火時效，此規定在日本只要求一小時之遮炎性能，是否在法規上有調整修正之必要，請再斟酌。	感謝委員意見，將依據委員意見於建築技術規則相關修訂條文草案中，調整建築施工篇第 85 條防火閘門防火時效。
		3.設備篇第 94 條最高溫度達攝氏 28 度，調整為 72 度部分，建議在說明欄增列修正原因。〈原規定係 NFPA90A 5.4.5.2.1(如附)〉	感謝委員意見，遵照辦理。
2	樂科長中丕	<p>1.防火閘門的試驗部分：</p> <p>(一)、本案採用 5 種不同形式的閘門，惟不合格者是否有共通性，亦可歸納作為修法參考。</p> <p>(二)、風管對煙的運送致影響避難之程度為何？建議將洩漏量阻煙效果比較圖，建議增加煙到達隔壁居室 1.8m 所需時間。</p> <p>(三)、未來執行，對於防火、</p>	<p>(一)、感謝委員意見，本研究以 5 具市售空調風管穿越防火區劃的防火閘門進行實測，經檢視，多葉式防火閘門在材料、結構、外型、尺寸...等物理條件下，其實並無明顯差異，惟氣密性施作工法可能有所不同，顯見氣密性之優劣對於防火閘門之性能測試結果會產生明顯差異。</p> <p>(二)、依據報告書中圖 3-8 所示，洩漏量 $1800\text{m}^3/\text{hr}/\text{m}^2$ 以上的防火閘門，煙到達隔壁居室 1.8m</p>

		<p>遮煙之測試方式，亦建議提出相關作法。</p>	<p>的時間大約為 110~120 秒，而洩漏量 $320\text{m}^3/\text{hr}/\text{m}^2$ 的防火閘門，時間經過 180 秒時，煙到達隔壁居室距離地板尚約 2.3m，顯見洩漏量造成之差異。</p> <p>(三)、防火閘門做為新技術、新工法、新設備、新材料的審查認可程序資料大致皆含蓋在報告書內容中，包括，實驗方法、實驗程序報告格式、報告內容及參考依據等。</p>
		<p>2.有關建築技術規則修正草案部分：</p> <p>(一)、因簡報中指出，防火閘門與閘板相同，建議一併修正建築設計施工篇第 85 條。</p> <p>(二)、建築設備篇第 93 條，建議保留，內容改為構造規定。至同編第 94 條，則改為僅就設置位置規定。</p> <p>(三)、另草案建議將關閉溫度由 28°C 改為 72°C，是否補充相關論述。</p>	<p>(一)、感謝委員意見，遵照辦理。</p> <p>(二)、感謝委員意見，將依據委員意見將建築設備篇第 93 條內容改為構造規定，將建築設備篇第 94 條內容改為設置位置。</p> <p>(三)、感謝委員意見，將依據委員意見於建築技術規則相關修訂條文草案中，針對關閉溫度由 28°C 改為 72°C 補充相關論述。</p>
		<p>3.本案建議宜以國家標準訂定完成，配合修正建築技術規則實施，似較利於執行。</p>	<p>感謝委員意見，目前國家標準檢驗局已擬有防火閘門測試標準之相關草案，後續可配合修正建築技術規則實施，以利於執行。</p>
<p>3</p>	<p>林教授慶元</p>	<p>1.以防火區劃(小面積)排除設置排煙設備之設計，空調風管貫穿區別是否乃應設置閘門？請釐清(向消防署)</p>	<p>感謝委員意見，原則仍應設置防火閘門。</p>

		2.回風風管在 ISO10294 中的相關要求？建請補充。	感謝委員意見，ISO10294 中的空調風管包括送風風管與回風風管，
		3.模擬設定上，給風管內的情境設定？關機情境？	感謝委員意見，模擬設定上，為了強調防火閘門防火性能對於非起火居室所造成之影響，故送風管均設定為關閉狀態。
		4.貫穿防煙區劃之空調風管或路徑應有何要求？請於建議中提及。	感謝委員意見，建議可做為未來研究計畫的參考題目。
4	郭副理全豐	1.空調用防火閘門為營建署指定審查項目，應也要遵守認可要點規定，建議應向營建署指定為防火閘門的試驗指定實驗室。	感謝委員意見，遵照辦理。
		2.簡報第10頁，ISO10294 NO.1 被覆材料需具有與閘門相同的防火時效何意思？	感謝委員意見，ISO 10294 中提到：若閘門與風管外側有裝設防火隔熱的披覆材料，則此披覆材料需與閘門一同接受試驗。披覆材料需具有與閘門相同的防火時效。即表示或防火閘門具有一小時防火時效，則風管外側有裝設防火隔熱的披覆材料亦需具有一小時防火時效。
		3.防火閘門中的ISO 10294洩漏量與CNS 15038遮煙性的差別為何？後續可研究？	感謝委員意見，ISO 10294 規定 E、EI 等級僅要求防火時效性能，而 ES、EIS 等級則要求防火閘門之遮煙性能。
		4.膨脹型是否可以在實驗室作？	感謝委員意見，目前僅針對垂直式防火閘門進行測試。
		5.水平式的防火閘門是否可作？	感謝委員意見，目前僅針對垂直式防火閘門進行測試。
5	蔡建築師仁毅	1.國內防火閘門相關法規如修正後，如何執行？	感謝委員意見，建議由營建署將空調風管用防火閘門以新技

			術、新工法、新設備、新材料的審查認可方式進行。
		2.本案研究成果如何與 CNS 連貫？是否完全依照 ISO 10294？	感謝委員意見，目前國家標準檢驗局已依據 ISO 10294 擬有防火閘門測試標準之相關草案，後續可配合修正建築技術規則實施，以利於執行。
6	黃技師威舜	1.有關本次研究案的相關條文規定與實施，應該明定清楚權責單位以利後續執行。	感謝委員意見，因本研究今年度主要針對防火閘門本身之性能基準及驗證進行研究，研究內容中雖涉及相關條文規定之調整與修改，明定權責單位不在本次研究範圍內，將依據委員意見納入後續研究建議項目。
		2.清楚明訂相關設計與安裝規範並與空調技師公會互相溝通以利產業遵循。	感謝委員意見，因本研究今年度主要針對防火閘門本身之性能基準及驗證進行研究，設計與安裝規範不在本次研究範圍內，將依據委員意見納入後續研究建議項目。
7	陳技師偉倫	1.本研究案後續有關法規的修正與實施，建議一併釐清權責單位以利業界執行。	感謝委員意見，因本研究今年度主要針對防火閘門本身之性能基準及驗證進行研究，研究內容中雖涉及相關條文規定之調整與修改，明定權責單位不在本次研究範圍內，將依據委員意見納入後續研究建議項目。
		2.風管本身之洩漏是否會造成影響？	感謝委員意見，本研究今年度主要針對防火閘門本身之性能基準及驗證進行研究，風管之洩漏不在本次研究範圍內，將依據委員意見納入後續研究建議項目。

8	雷研究員明遠	1.目前法規並無規定空調風管在火災時需關閉，建議在建築技術規則設備編中修正。(與受信總機連動之可能?)	感謝委員意見，將依據委員意見於建築技術規則相關修訂條文草案中，增加空調風管在火災時需與受信總機連動關閉之內容。
		2.空調系統關閉的情況下，洩漏量的要求是否有其急迫性?	依據報告書中圖 3-8 所示，空調系統關閉的情況下，洩漏量 $1800\text{m}^3/\text{hr}/\text{m}^2$ 以上的防火閘門，煙到達隔壁居室 1.8m 的時間大約為 110~120 秒，而洩漏量 $320\text{m}^3/\text{hr}/\text{m}^2$ 的防火閘門，時間經過 180 秒時，煙到達隔壁居室距離地板尚約 2.3m，顯見洩漏量造成之差異。
		3.風管之設計規劃手冊將列入建研所後續研究建議。	感謝委員意見。

參考書目

- [1] Klote, J. H. and J. A. Milke, Design of smoke management systems, ASHRAE and SFPE, 1996.
- [2] 李彥頤，2004，國立成功大學建築學系博士論文，“辦公空間室內空氣品質管制策略之研究”。
- [3] 內政部消防署，“排煙設備用閘門認可基準”。
- [4] 日本規格協會，2014，防火ダンパーの性能試験方法(Performance test methods for fire damper)(JIS A 1314：2014)
- [5] 美國消防協會(NFPA)，NFPA 105 Standard for the Installation of Smoke Door Assemblies and Other Opening Protectives.
- [6] 美國國家空調板金協會(SMACNA)，Fire, Smoke and Radiation Damper Installation Guide for HVAC Systems.
- [7] 美國空調協會(AMCA)，2011，AMCA international“*InMotion*”，Fall.
- [8] 內政部建築研究所，2002，“建築物安全梯間加壓防煙規劃之研究”。
- [9] 內政部建築研究所，2013，“防火性能設計建築物有關煙控系統可靠度及功能查驗之研究”。
- [10] 國際標準組織(ISO)，ISO 834-1，Fire-resistance tests -- Elements of building construction -- Part 1: General requirements
- [11] 國際標準組織(ISO)，ISO10294-1:1996，Fire resistance test-Fire dampers for air distribution systems -- Part 1: Test method.
- [12] 國際標準組織(ISO)，ISO10294-2:1999，Fire resistance test-Fire dampers for air distribution systems -- Part 2: Classification, criteria and field of application of test results.
- [13] 國際標準組織(ISO)，ISO10294-3:1996，Fire resistance test-Fire dampers for air distribution systems -- Part 3: Explanatory document.
- [14] 國際標準組織(ISO)，ISO10294-4:2001，Fire resistance test-Fire dampers for air distribution systems -- Part 4: Test of thermal release mechanism.
- [15] Underwriters Laboratories Inc.(UL)，1995，UL 555，Standard for Fire

Dampers.

- [16] Underwriters Laboratories Inc.(UL), 1996, UL 555S, Standard for Leakage Rated Dampers for Use in Smoke Control Systems.
- [17] 美國消防協會(NFPA), 1996, NFPA 90A, Standard for the Installation of Air Conditioning and Ventilating Systems.
- [18] 美國消防協會(NFPA), 1996, NFPA 92A, Recommended Practice for Smoke-Control Systems.
- [19] Klote, J. H. and J.A. Milke, Design of smoke management systems, ASHRAE, 1992.
- [20] Klote, J. H., An Analysis of the Influence of Piston Effect on Elevator Smoke Control, NBSIR 88-3751, 1988.
- [21] Klote, J. H., Smoke control for elevators, ASHRAE J., 26(4), pp. 23-33, 1984.
- [22] Klote, J.H. and G. T. Tamura, Smoke control and fire evacuation by elevators, ASHRAE Trans., 92(1A), pp.231-245, 1986.
- [23] Klote, J.H. and J.W. Jr. Fothergill, Design of smoke control system for buildings, ASHARE, Atlanta, 1983.
- [24] 楊冠雄, 內政部建築研究所, 2005, “建築火災煙控性能提升之研究室內中庭及大空間煙氣層流作用對火災探測及排煙功能效應及系統連動之驗證分析”。
- [25] 蔡尤溪, 內政部建築研究所, 2003, “建築防煙技術及實驗研究子計劃(II)大空間防煙性能模擬與現場實測基準之研究”。
- [26] 鍾基強, 內政部建築研究所, 2009, “建築物正負壓區劃性能式煙控設計之研究”。
- [27] 建築技術規則, 2013, 詹氏書局編輯部
- [28] 陳弘毅, 2003, 火災學

網路資料

- [1] <http://www.advancedair.co.uk/products/fire-smoke/1220-ul-specification-fire-smoke-dampers>
- [2] <http://caireconsult.tradeindia.com/fire-damper-280635.html>

- [3] http://dlzhaoxingcb.en.alibaba.com/product/240099153-200731481/fire_damper.html
- [4] <http://www.advancedair.co.uk/products/fire-smoke/curtain-fire-damper-0100>
- [5] UL 官方網站：
<http://www.ul.com/global/eng/pages/offerings/perspectives/regulator/electrical/additionalresources/dampers/>

參考資料 1-ISO 10294(整理版)

● 防火閘門採用 ISO10294 之標準測試方法

依照標準所述要求所作的測試旨在判定防火閘門暴露於火災當時的效能，而非判定火災過後的防火閘門的可用性，測試原理是以高溫煙氣通過防火閘門之狀況而決定其防火時效之等級。

防火閘門用於

◎火災時自動關斷的靜態系統；

◎火災時維持作用的動態系統。

防火閘門或防火閘門兼排煙閘門之測試性能規範如下表分級：

等級	測試尺寸	於環境溫度之洩漏 限度 m ³ /hr/m ²	耐火試驗(ISO 10294)		
			洩漏限度 m ³ /hr/m ²	溫度上升℃ 平均/最大	閘門周圍之 完整性
E	最大	不要求	360	不要求	GG/SF
ES	最大	200	200	不要求	GG/SF
	最小	200	不要求	不要求	不要求
EI	最大	不要求	360	140/180	CP/GG/SF
EIS	最大	200	200	140/180	CP/GG/SF
	最小	200	不要求	不要求	不要求

分級

E 完整性(氣體溫度校準為 20℃)

S 洩漏分類(氣體洩漏溫度校準為 20℃)

I 隔熱

閘門周圍完整性

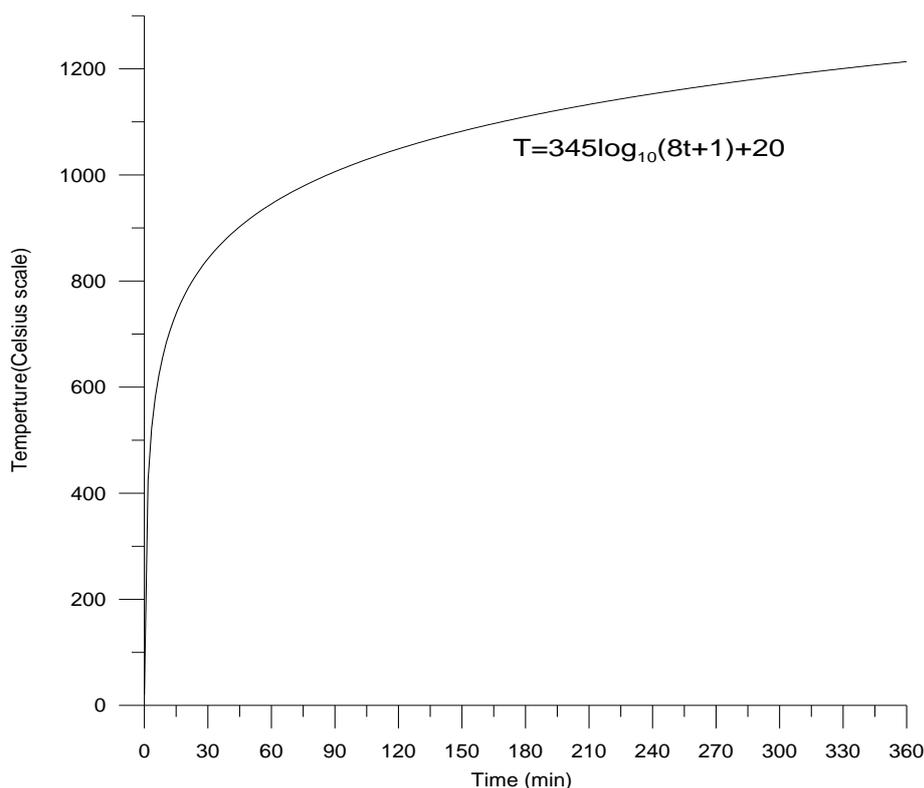
CP 棉製襯墊

GG 裂縫範圍

SF 持續燃燒

洩漏限度只適用於實驗開始 5 分鐘後

Note：設備如附錄 ISO10294-1 之圖 3 至圖 8 所示，其 T1、T2 和 Ts 任一組溫度在有加裝隔熱裝置後最高達到 180°C 或三組平均為 140°C，若燃燒爐內之熱電偶所呈現溫度也可依 ISO834-1 於下圖所示為溫升曲線：



ISO 834-1 燃燒爐內所需之升溫曲線圖

ISO 10294 閘門之常溫洩漏測試步驟：

1. 對閘門作 50 次開關之動作
2. 在上述作動後，並檢查是否有機械損壞影響操作之情況
3. 維持關閉之位置，開啟輔助風機至 300Pa 的負壓狀態
4. 紀錄經由量測試設備之壓差，每間隔 2 分鐘內作一次紀錄直至 20 分鐘或到穩定時
5. 由紀錄下來之壓差透過量測設備計算洩漏量(體積流率)

ISO 10294 防火閘門之耐火測試步驟：

1. 開啟閘門並裝置於燃燒爐開口面上，閘門全開之情況，調整輔助風機並將量測設備設定風速為 0.15m/s 經過閘門截面，且風速維持在 $\pm 15\%$ 誤差內。
2. 在上述之預設值情況下關閉輔助風機，並點起燃燒爐內的火源
3. 所有量測裝置與輔助風機開啟，並關閉防火閘門
4. 調整風機或控制閘門調整燃燒爐與連接管內之壓差為 300kPa，同時紀錄起當時的時間
5. 假使閘門於點火後的 2 分鐘內失效，即中斷測試
6. 測試期間需完成以下的項目
 - 燃燒爐內閘門位置的中心水平地帶需保持在 (15 ± 2) Pa，根據 ISO834-1 測試標準作爐內溫度與壓力的控制與紀錄
 - 維持燃燒爐與連接管的壓差在 (-300 ± 15) Pa 的狀態
 - 經由量測試設備之壓差與溫度，每間隔 2 分鐘內作一次紀錄
 - 依據 ISO5167-1 及 ISO5221 之標準，計算在量測裝置所測得之洩漏量(體積流率)
 - 每間隔時間作連結管的表面溫度之紀錄，如 ISO834-1 詳述
 - 在 ISO834-1 中定義的棉製襯墊和或者裂縫量規將決定縫隙範圍，這會影響孔口板或者開口對於燃燒爐支撐架構和連接管之間接合的完整性。
 - 在測試期間的閘門裝配情況觀察是否有異並記錄起來

另外特殊場合與環境之要求之選項(選擇性測試項目)

依據 ISO10294-4 所指示，防火閘門本身需有散熱機制之測試分別選擇以鹽霧測試、硫化氫/空氣混合溼度測試、CO₂/SO₂/空氣混合溼度測試以及作動反應測試、判別失效測試。

● 排煙閘門採用 UL555S 之標準測試方法

本標準所述要求涵蓋用於加熱、通風及空調系統的閘門之洩漏量，排煙閘門係用以

- ◎限制在火災發生時會自動關閉的 HVAC 系統，避免濃煙擴散；
- ◎在作為濃煙控制系統一環的 HVAC 系統，運作時可控制濃煙擴散與流動方向。

依照 UL555S 所制定之標準，加上只適用於煙控系統之排煙閘門之所需測試標準如下步驟：

往復測試：

當使用致動器時，以全程開／關的重複次數作 5000 次（在具有容積控制的功能，則以 10000 次為測試要求）；當未使用致動器時，由手動方式操作以全程開／關作 250 次的重複次數。以上所用之閘門開啟與關閉的作動行程時間皆不得長於 75 秒。

溫度劣化／往復測試：

閘門在全關狀態下，暴露於最低溫度 121.1°C（250°F）加上 37.8°C（100°F）±5% 為時 30 分鐘；30 分鐘後，在上述條件下，閘門應依設計之能力，作三次全開／關的往復操作。

洩漏測試：

依下表之限制，由測試的單位面積洩漏量中決定閘門的洩漏等級。

洩漏分級表

等級	洩漏量,ft ³ /min/ft ² (m ³ /s/m ² ×196)			
	1.0"水柱 (0.294kPa)	4.0"水柱 (0.995kPa)	8.0"水柱 (1.99kPa)	12.0"水柱 (2.99kPa)
I	4	8	11	14
II	10	20	28	35
III	40	80	112	140
IV	60	120	168	210

操作測試：

在規定的最大氣流下，閘門及其組件應無損傷，並且功能正常，在三次的往復開關時，需均能全開全關，關閉與重開時間均不得多於 75 秒。

下列則依環境與設備使用上有特殊要求，以選擇性之測試標準為依據：

灰塵負載暴露測試：

暴露於強迫循環的粉塵空氣 7 小時後，應能自動關閉[並閉鎖]

鹽霧暴露測試：

測試結束後，置於室溫下至少 24 小時，然後置於實際的安裝位置，並測試其關閉[與閉鎖]的功能。

火災暴露測試：

火災暴露時，閘門曝露側之材質不得起火。

加速老化測試：

於全抽式空氣循環爐內，以 125°C 的溫度老化 1440 小時後，伸長度和抗拉強度需在原來數值的 60% 以上。

氣壓制動器的靜壓強度測試：

承受測試壓力 1 分鐘，而無洩漏或破裂。

參考規範

- Fire resistance test-Fire dampers for air distribution systems-
ISO10294-1: 1996, Test method.
ISO10294-2: 1999, Classification, criteria and field of application of test results.
ISO10294-3: 1999, Explanatory document.
ISO10294-4: 2001, Test of thermal release mechanism.
- Standard for Fire Dampers, UL 555: 1995, 15th Edition.
- Standard for Leakage Rated Dampers for Use in Smoke Control Systems, UL 555S: 1996, 3rd Edition.
- Standard for the Installation of Air Conditioning and Ventilating Systems, NFPA 90A: 1996 Edition
- Recommended Practice for Smoke-Control Systems, NFPA 92A: 1996 Edition
- Fire resistance test-Element of building buildings construction-
ISO834-1: 1999, General requirements.
- Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices-
ISO5167-1: 1991, Orifice plates, nozzles and Venturi tubes inserted in circular cross-section conduits running full.
ISO5167-1 AMENDMENT1: 1998, Orifice plates, nozzles and Venturi tubes inserted in circular cross-section conduits running full.
- Air distribution and air diffusion-
ISO5221: 1984, Rules to methods of measuring air flow rate in an air handing duct.

參考資料 2-中華民國國家標準(CNS)草案

建築機械通風與空調設備防火防煙性能基準及驗證研究

出版機關：內政部建築研究所

電話：(02) 8912-7890

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：鍾基強，黃祥志，陳又嘉

出版年月：103 年 12 月

版(刷)次：第一版

I S B N ：978-986-04-2816-2 (平裝)