

貫穿部防火填塞系統

黃丁山 亞細亞防火建材有限公司

任何一個曾經有過拿著手電筒爬到天花板上的人都知道，穿孔的形式、種類不勝枚舉。本次文章目的是要檢討在適當地作好任何貫穿孔防火填塞前，所必須先瞭解的環境變因。首先介紹幾個基本定義：

我們大部份都熟悉「防煙阻隔體」與「防火阻隔體」，但瞭解其中的差異是正確地封堵這些開孔重要的第一步。

防火阻隔體是一道牆或樓板，設計用來防止燃燒產物的水平或垂直擴散，可達到一、二、三或四小時的時效系能。此外，防火阻隔體必須經過第三公正實驗機構測試，例如 UL、CNS、BS，採用非常嚴格的測試標準。

然而，要定義防煙阻隔體就不太容易；因為在各國家建築法規裡，對它的定義及使用來說具有廣範的差異性。而我們在下面文章中裡所用的阻煙牆，則是採美國 NFPA 所定義。

依據 NFPA 生命安全法規對防煙阻隔體的定義，它就是一個具有至少半小時防火時效的牆，從地板延續到屋頂板的底側，高過任何密閉空間上方，例如那些在懸吊式天花板上方區域、穿過結構空隙和機械空間。在穿透物與防煙阻隔體之間的空間，應該以能夠維持原來阻隔體阻煙能力的材料來作填塞；或者採用針對滿足該項特殊目的的核可裝置加以保護。因為很多化合物比防火填塞密封膠還要便宜，而且符合規定，所以在認可 NFPA 有關防煙阻隔體定義的管轄範圍裡，是有機會可以省錢的。

但是仍須注意，因為許多合乎密封防煙阻隔體標準的產品，也許因為其他原因而不適用。舉例而言，像噴塗式發泡 PU 就會在燃燒時釋放致命氣體。而其他類似的材質會釋放出濃煙阻礙視線，而減弱避難逃生措施的功能。要確定選擇使用來密封防煙阻隔體的材質，不會經過一段時間後因為位移而裂化或者分解，像是管材膨脹、管內水流動產生的錘擊或者像是積水或表面凝水的濕氣等等。堅硬或易碎的材料可以傳導聲音，也會降低聲音的傳導率，所以可找找屬於軟性、橡膠性質的材料，或者具有市面上公認的聲音傳導等級。

然而並不是美國所有城市、州、地方區域的法規主管單位都認同 NFPA 的定義，他們另外規定將每一個防煙阻隔體當作一個 1 小時的防火阻隔體來作密封。因為有這種可能性，所以發函向所在地主管單位詢問確認情況是很重要的。

同時請記住，防煙阻隔體和走廊牆壁是完全不同的。如果天花板本身就具有氣密阻煙功能，

而且整個防煙區劃已經全部安裝了撒水系統，走廊牆壁在天花板以上是不需要氣密阻煙的。除此，走廊牆壁並不一定要連續性的，而且也不需要隔板。

很重要的一點請記住，有一些開孔是必須作完整的防火填塞；其他的只需要防煙密封，而有些甚至都不需要。正因為這些原因，瞭解任何一種防火阻隔體的正確時效來決定是否需要及如何密封，是非常重要的。

大部份施工者概已經瞭解什麼是「貫通穿透」，而且知道必須施以防火填塞。這個詞彙簡單所指的就是任何可以完全穿透防火阻隔體的東西。

但是，「表層穿透」比較少人瞭解，不同之處在於它僅發生在框架式結構的牆或樓板，而且裂縫發生處祇會發生在兩面的其中一面。像水槽下的 P 形彎管就是一個常見的例子。另一個常見表層穿透的例子是電力配線盒。

美國法規允許這些配線盒的未保護開孔最大為 16 平方英尺（103 平方公分）當大的配線盒開孔超過 16 平方英尺時，問題就來了。或者是在單一牆柱空間內裝置多種箱盒組合時；又或者配線盒安裝位置是在相對的兩側表層上。當遇到上述情形時，這些盒子就必須用可塑性防火膠泥來保護。

依法規條文規定，表層穿透時應該將它視為一半的對稱式貫通穿透情況來施作防火填塞處理，但是常見情形是根本沒做防火填塞，那是違反法規的。造成這種事實的可能原因之一，舉例來說因為 TYPE X 型式 5/8 英寸厚(1.6 公分厚)，具防火等級的石膏板被認為本身能夠防火的；但是這並不完全正確。雖然大部份人瞭解這些牆是設計用來防止火與煙霧在區劃之間散佈的，但其原理是鮮少人知道的。

有防火等級的石膏板只是完整系統的一部份，由框架構件、固定繫件、防火帶及補土所組成。如果安裝確實，隔間柱間的空間就可以提供一個良好的阻熱功能，這就是這些牆在火場最主要的功能。

在整個一小時的燃燒過程裡，牆體曝火或受熱面的石膏板被認為是會破裂而無法撐過完全 1 小時的加熱期間，但在非曝火或受熱面牆板的最後一層，則是完好如初至 1 小時加熱期間結束為止。在火場裏，當受熱面這一側的牆板燒燬而暴露隔間柱空間，火勢就會馬上從任何沒有做好防火密封的表層貫穿區域延燒，破壞防火區劃。這也就是可以表層穿透和貫通穿透的防火填塞是同等重要。

集體穿透部位

貫通和表層穿透的情況都是單一物體經過單一開口。不用多說，當然各式物件集體穿透也常是共用同一開口的情形。像多管路集結後，再通過一個牆上的方型開口，就是一個常見例子。

這種特殊情況可以有效地來封堵，但是須要確認防火填塞的安裝可以來應付因為如此大且複雜開口所造成在的額外應力作用。這些開孔的設計常常是有考慮到未來的擴充性；而且常常是設計容量遠超過立即所需要的量。

過大的開口會增加防火填塞的複雜性，而且在規劃防火填塞之前，可能需要縮減開孔的尺寸。

有些時候，這不過就是用具防火等級的石膏牆板鑿出一個開孔；或者是形成一個可封堵區間，再從開口處倒入防火填塞的灰泥。

所以所有的開孔都必須依其相對應的 UL 系統規定來作填塞。過大的開孔空間和各式貫穿組合是特殊困難的問題，因為 UL 系統裡很少有符合這類的情況。這時候就應該在現場安裝之前向製造商的技術服務部門洽詢。

所得到的指導資訊不只是如何復原因開孔而降低的防火等級，還應該包括如何對多種穿透物、大型開孔，以及現場其他變數的處理方式。

如果沒有依照正確的指導方式來施作防火填塞，後果就是違反法規和為自己帶來不必要的責任負擔。所以得到製造商的工程評估後再確實依指導步驟來完成工作是很重要的。

燃燒性穿透部位

如果建構物是完全採用不燃材料，像水泥、石膏板、鋼材或銅的話，施作防火填塞將會非常單純。但是事實上為了考量聲音以及熱傳導，我們需要玻璃纖維以及發泡橡膠來作管路的絕緣材。電力纜線佈放需要可撓性塑膠護套；而且特別在實驗室裡，塑膠管常常是唯一可以用來排放含腐蝕性液體，如去離子水、酸性廢液以及特定大量化學過程產出物和輸送管路。這裡面每一種可燃物有它重要的功能，是無可避免的。不論可避免與否，它們可燃的特性是絲毫未減的。

不燃性穿透例如鋼管、管排，本身就很難處理。但是使用防火填塞封堵起來通常就簡單的多了。相反地，可燃性穿透所呈現的問題就大的多了。

例如共用管道間就是這種情況的很好寫照，因為事實上我們所作的是堆疊這些區劃，並且在每一樓層增加開孔而形成所謂「煙囪」。

如果情況不會太糟，再在這些開孔處佈放纜線或管路等，並且在火災時，可燃物質燃燒完後會在原來位置留下空隙而讓高熱氣體、有毒煙霧、火焰通過。不用說如此一來對建築物的防火區劃的損害是非常嚴重的。所以在防火阻隔體的可燃性穿透部位要如何來復原它們原本的防火等級呢？

利用一種設計在受熱過程中會膨脹（又叫作熱膨脹）的防火填塞材料。這種在熱源出現的時刻可快速膨脹的技術，可以利用膨脹材料來封堵住可燃物燒盡後所留下的空隙。

也就是說，從小型電線盒到 PVC 塑膠管，每一種可燃燒的穿透部位都必須加以填塞，因為當它們遇熱融化時會膨脹而維護防火阻隔體。

問題在於有一些可燃材質，像 1 英吋厚度的玻璃纖維管路隔熱材就僅只需要些微的熱膨脹就能將縫隙封閉住。

但其他可燃材質，像塑膠管及電纜束則是代表了另一種更大的火載量，而且需要更大的膨脹提供等量的保護作用。

在討論防火填塞系統之前，這是首先必須要瞭解的；同時這也帶領我們進到如何處理任何穿透情況的核心。

瞭解系統要求

最常犯的錯誤乃是直接將防火填塞膠填塞於穿孔部位，而卻不理會即將封堵的穿孔部位類型。雖然對金屬管，相對少量的防火填塞材也許可以滿足需求；但是在大型塑膠管或電纜束網週遭塗抹一層填塞薄膜就行不通了。重點是在現場施作所需的膨脹材料最少用量的資訊，一定要在安裝施作前就要瞭解，方可確保適當正確的保護。以下就來探討在這過程中，確實需要的是什麼。

許多現場施作人員會錯誤地假設，管套上祇要有 UL 商標就表示符合法規。這是既錯誤又非常危險的，每一個防火填塞系統製造商都必須經過第三公正測試機構的試驗爐測試，如 UL 實驗室，來實際測定產品是否真正可以在火場裡發揮功能，在測試成功的情形之下，測試機構會出具文件而允許施工者只能在同一測試應用條件時使用該防火填塞產品。這份文件就成為符合主管機關所訂法規的依據。

問題是防火填塞產品的安裝，極少是切實依照 UL 系統所訂的要求施作，造成現場安裝的結果不合格。

例如，所規劃採用的防火填塞系統測試是配合一小時防火時效的牆，但是實際施作的牆是具有兩小時的防火等級，而在無意之間整座牆的防火等級就降低至一小時。又或者是想要把直徑 3 英吋低壓電纜束穿孔予以防火填塞，但是規劃使用的卻是只有 2 英吋直徑測試過的系統，一樣也是不符合要求。

其他常見的變數有開孔大小、管徑及材質、絕緣材型式及管厚、電纜型式及數量。

以上的每種變數在火場裡的反應皆相當不同，所以必須特別注意防火填塞的安裝是依據測試系統條件。如果安裝一切依照法規，竣工完成的條件就必須採下列 3 種防火填塞方式中其中一種進行：

選擇其中一種防火填塞系統可以適用所對應的安裝條件；或者是改變竣工環境條件直到與所採用防火填塞系統的測試條件相符合，或者是在特殊貫穿情形時，可以主動聯繫製造商並要求工程評估。重點是所有防火填塞工法須經過 UL 驗證或者是經過工程評估；即使如此，也要特別留意確定這樣的安裝方式有符合系統要求。

為了來涵蓋大部份可能遇到的環境條件，「UL 耐火目錄」列出了 2000 種以上的系統。想當然爾，這可能有點讓人吃驚。

但好消息是 UL 系統的編排是依施工工項分類，而讓這些編碼變成是可以管理的。例如，一個水管施工人員為了處理幾乎所有水管管路貫穿情形時，所需要的 UL 系統不會超過 12 種。因此，藉著少數不同類別的 UL 系統標準化作法，系統的安裝、選擇及完工後檢查等等，相對地簡化許多。

結語

正確的防火填塞應用是從訓練安裝者開始，使其充分了解確實遵守 UL 系統中所規定安裝要求的重要性。藉著遵循這些程序，安裝的結果將符合規定；而且從我們自身做起，也提升了防火填塞的標準。