

2022 年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

大專/社會組 科學文章表單

文章題目：天花板為何掛著玻璃片？

文章內容：(限 500 字~1,500 字)

我們時常在捷運站、百貨公司或者博物館等公共空間，看到天花板下方倒掛著一片片的鋼絲網玻璃片，只覺得它跟漂亮的空間設計有點格格不入，卻不知道它有甚麼功能，為何不能不存在？根據建築及消防法規的正式名稱，那些叫做「防煙垂壁」，顧名思義就是設計來對付煙流的構造，那它是怎麼對付煙流的呢？



圖 1 百貨公司的防煙垂壁範例



圖 2 捷運站看到的防煙垂壁範例

建築物內發生火災時，對人體最大傷害的因素是燃燒產生的煙流，這個煙流具備了高溫、毒性、視線遮蔽性及快速擴散等特性，能夠輕而易舉造成人體傷害，同時煙流蓄積到一段時間後可能發生閃燃現象，一瞬間空間內部就進入全面燃燒，生命無一倖免，因此除了積極滅火以外，怎麼將火災煙流在最短時間內排除或者減低傷害性，也是非常重要的防災課題。

「機械排煙」或者「自然排煙」就是直接排除火災煙流的對策，「機械排煙」可以聯想成用吸塵器或者排油煙機把煙流吸走，而「自然排煙」就是打開窗戶讓煙流飄出去。然而，要在最短時間內達到足夠的排煙效率，事實上必須用上面說的「防煙垂壁」來輔助。



圖 3 天花板機械排煙口範例



圖 4 自然排煙窗範例

因為火災煙流雖然受到熱浮力的影響往天花板等高處蓄積，但是也會順著天花板水平擴散，就像用擀麵棍擀麵團一樣，同樣的麵團擀成面積越大的麵皮，皮的厚度就會越薄。然而煙層厚度太薄就會讓機械排煙口只吸入煙流以外的空氣，這叫拉穿現象 (Plug-holing)，在緊急電力有限的情況下，很有可能來不及減低火災煙流的傷害。這時候「防煙垂壁」就發揮功能了，它的高度設計深達天花板下 50 公分，像是個倒過來的魚缸，因此可以集中煙流到一定厚度，此時機械排煙口就能達到更好的效率；而採用「自然排煙」的時候，煙流壓力越大代表煙流流出速度越快，而煙層越厚壓力就越大，因此利用「防煙垂壁」增加煙層厚度，就可以提升「自然排煙」的效率。

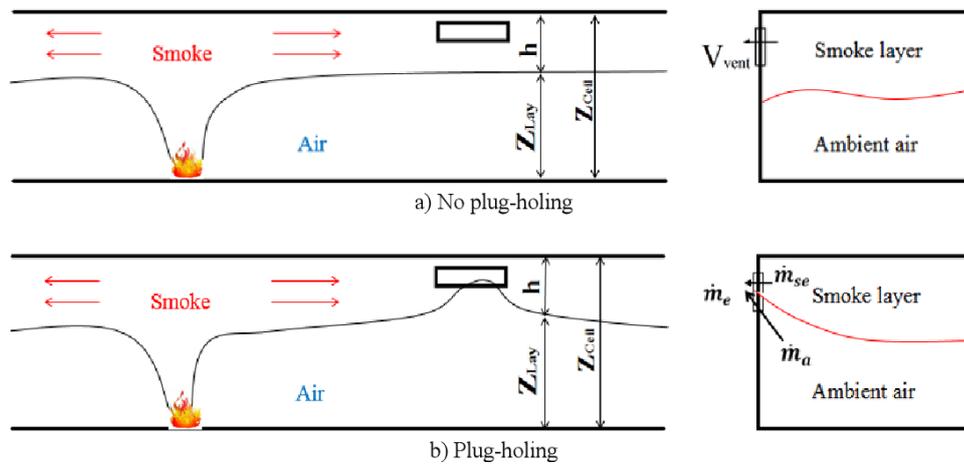


圖 5 機械排煙口與自然排煙窗拉穿現象示意圖

「防煙垂壁」的另一個功能，就是限制了水平擴散的速度，根據相關研究，火災煙流在天花板的移動速度可以達到 1m/s，幾乎比人還快，因此可能產生追擊的情況，但是在「防煙垂壁」阻攔的情況下，火災煙流的移動必須像在香港塔頂端倒酒一樣，一個杯子溢滿一個杯子，因此水平移動明顯減緩許多，人員可以增加更多的避難容許時間。

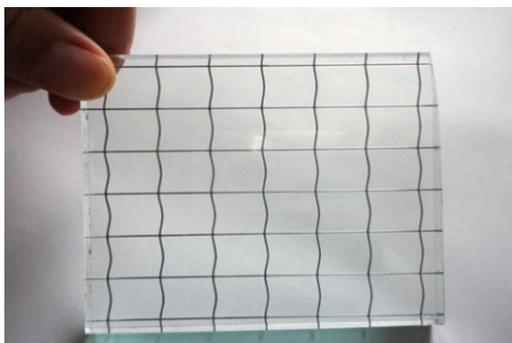


圖 5 鋼絲網玻璃範例



圖 6 鋼絲網玻璃垂壁範例

綜合以上的說明可以知道，設置「防煙垂壁」的主要目的是增加排煙效率，提升人員在火災發生時的安全性，但是為了不要過度破壞空間美感，因此容許這個構造採用可透視的玻

璃，但是同時必須能夠承受火災攻擊，因此這些玻璃垂壁一般是夾著很細的鋼絲網在裡面，這可以使它在受到高溫衝擊而破裂時，不會直接掉落對下方避難人員造成傷害，當然隨著科技發展，也有以特殊黏膠結合的安全玻璃，同樣不會破裂而向下掉落。

在我國目前的建築及消防規定裡，每 500 m²就要設置「防煙垂壁」進行防煙分區，因此另外有一些大型空間為避免天花板出現一堆玻璃格子，則是採用了動態的構造，像是防煙捲簾或者翻版式防煙垂壁，可以在火災發生之前隱藏在天花板，直到接到火警訊息後才啟動，不過這樣的動態構造比固定的玻璃垂壁昂貴許多，維護保養也比較麻煩，因此通常只有在空間美學價值很高的場所才會採用，下次去美術館的時候可以仔細觀察一下天花板，說不定你會發現隱藏的「防煙垂壁」裝置喔。

參考資料

1. Yuen, A.C.Y.; Chen, T.B.Y.; Yang, W.; Wang, C.; Li, A.; Yeoh, G.H.; Chan, Q.N.; Chan, M.C. Natural Ventilated Smoke Control Simulation Case Study Using Different Settings of Smoke Vents and Curtains in a Large Atrium. *Fire* 2019, 2, 7. <https://doi.org/10.3390/fire2010007>
2. Yang, J., Pan, X., Wang, Z., Hua, M., & Jiang, J. (2018). Numerical Study on the Smoke Flow Characterization and Phenomenon of Plug-Holing under Lateral Smoke Exhaust in Tunnel Fire. *Journal of Applied Fluid Mechanics*, 11, 115-126.

註：

1. 沒按照本競賽官網提供「表單」格式投稿，不予錄取。
2. 建議格式如下
 - 中文字型：微軟正黑體；英文、阿拉伯數字字型：Times New Roman
 - 字體：12pt 為原則，若有需要，圖、表及附錄內的文字、數字得略小於 12pt，不得低於 10pt
 - 字體行距，以固定行高 20 點為原則