

科學圖書大庫

# 建築與防火

編著者 黃清賢

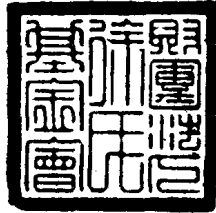
徐氏基金會出版

財團  
法人

徐氏基金會

# 科學圖書大庫

版權所有



不許翻印

中華民國七十五年五月十四日三版

## 建築與防火

基本定價 2.40

編著者 黃清賢 台灣省政府工礦檢查委員會

本書如發現裝訂錯誤或缺頁情形時，敬請「刷掛」寄回調換。 謝謝惠顧

局版臺業字第3033號

出版者 財團  
法人 徐氏基金會 臺北市郵政信箱13-306號  
郵政劃撥帳戶第00157952號 電話：3615795~8

發行人 呂幻非

承印廠 大原彩色印製有限公司

# 序

本書為建築與防火的結晶。為達到防火的高度效果，不僅需講求消防的各種設備、設計而已，更需考慮各種建築物的燃料特性，建築物的居住者的個別情況，建築物的位置，建築材料的防火能力，以及建築物是否利於逃生與避難等因素，俾使建築概念納入防火體系之內，減少財產生命的損失。

現今許多建築物潛在的大問題之一是建築師未在其設計藍圖上溶入防火安全的知識，其可能原因是建築師缺乏必備的消防防火的知識。而建築師與消防工程師之間的隔閡必須消除，兩種專業知識必須整合，此為本書的目的。

本書圖表特多，且敘述自理論至實際，甚望能增加讀者的了解能力。本書的讀者，也許各有所專，或在消防工程，或在建築，或在工業安全，未必有機會嫻熟消防防火最新的理論與實際，故利用公餘之暇，將在美研習多年的資料予以有系統的整理成書。

在編撰之際，對於現今使用的某些名詞，甚感困擾。例如 detectors 一般多稱之為感應器，筆者認為不妥。蓋防火偵測系統 ( Fire Detection Systems ) 包括偵測器 ( detectors )、傳遞路綫 ( transmission line )、感應接受器 ( receiving elements ) 三部分，感應組件僅為偵測器中的一小部分，而總稱之為感應器，實不恰當。其餘溫熱式偵測器 ( thermal detectors )、煙塵式偵測器 ( smoke detectors ) 和感光式偵測器 ( flame detectors ) 與時下使用的名稱略有差別，請參照中英文後即知何種偵測器。

最後謝謝內子淑娟抽空騰稿，提供照片或供我拍照的各家廠商，沒有他們的協助，此書不可能完成。

# 目 錄

## 序

第一章 概 念 .....	1
1-1 火的理論 .....	1
1-2 室內熱流的特性 .....	7
1-3 熱的轉移 .....	9
1-4 火的時間—溫度曲綫 .....	10
1-5 燃料產生的有毒氣體 .....	11
1-6 火焰蔓延的速度 .....	12
1-7 燃燒時間與火量 .....	14
1-8 由近似燃燒至猛燃 .....	16
1-9 防火安全系統分析 .....	19
1-10 滅火原理 .....	19
1-11 防火計劃 .....	21
第二章 建築位置與防火 .....	23
2-1 建築位置 .....	23
2-2 圍 欄 .....	25
2-3 狹道轉彎寬度 .....	25
2-4 車道設計 .....	26
2-5 死巷迴旋 .....	28
2-6 使用雲梯的車道寬度 .....	29

2-7	使用雲梯的障礙	30
2-8	設計消防栓之一	30
2-9	設計消防栓之二	32
2-10	設計消防栓之三	33
2-11	設計消防栓之四	34
2-12	牆壁窗口與輻射熱	37
2-13	建築物間的距離與輻射熱	38
<b>第三章 建材與防火</b>		<b>41</b>
3-1	鋼樑表面溫度	42
3-2	鋼與鋁的抗張強度	43
3-3	鋼的抗壓強度	43
3-4	鋼的抗張強度	44
3-5	混凝土的抗壓強度	45
3-6	鋼筋與抗火	46
3-7	裹以石膏板的鋼筋的抗火能力	48
3-8	裹以混凝土的鋼筋的抗火能力	49
3-9	鋼樑	50
3-10	熱流	51
3-11	充水鋼筋系統	52
3-12	擋火板	53
3-13	磚牆的抗火能力	54
3-14	樓板滲透之一	55
3-15	樓板滲透之二	56
3-16	門—火焰與熱流的途徑	56
3-17	火牆	57
3-18	煙囪或通風排氣口	59
<b>第四章 防火偵測系統</b>		<b>61</b>
4-1	防火偵測系統的組合	64

4-2	監視告警系統	65
4-3	溫熱式偵測器	66
4-4	煙塵式偵測器	72
4-5	感光式偵測器	75
4-6	偵測系統的位置	78
4-7	防火偵測系統分類表	85
<b>第五章 自動灑水系統</b>		<b>87</b>
5-1	自動滅火系統的分類	88
5-2	自動灑水系統的組成	88
5-3	自動灑水頭	89
5-4	灑水頭的內部結構	91
5-5	自動開關灑水頭	94
5-6	快速反應灑水頭	95
5-7	側壁式灑水頭	95
5-8	灑水頭的維護	97
5-9	自動灑水頭的位置	97
5-10	灑水頭的流水係數	99
5-11	濕管輸水系統	101
5-12	警報閥	104
5-13	水流指示器	106
5-14	蓄水槽(重力槽和壓力槽)	107
5-15	消防幫浦	109
5-16	控水閥	110
5-17	濕管輸水系統的檢查與試驗	112
5-18	濕管輸水系統的應用	116
5-19	乾管輸水系統	117
5-20	快速灑水裝置	119
5-21	濕管與乾管輸水系統的比較	120
5-22	輸水管的設計	121

第六章	泡沫滅火系統	138
6-1	泡沫的種類	138
6-2	泡沫的滅火效能	142
6-3	泡沫消防栓及其輸送系統	143
6-4	泡沫輸送口	146
6-5	高擴張泡沫系統	151
第七章	二氧化碳滅火系統	155
7-1	二氧化碳的滅火原理	155
7-2	二氧化碳的儲存裝置	157
7-3	二氧化碳滅火系統的設計與裝置	159
7-4	全面性噴灑系統	160
7-5	區域性噴灑系統	165
7-6	輸送帶與選別閥	165
第八章	乾化合物滅火系統	168
8-1	乾化合物的種類	168
8-2	乾化合物儲存裝置	170
8-3	全面性噴灑系統	171
8-4	區域性噴灑系統	172
8-5	預備工程系統	174
8-6	輸送帶與選別閥	177
第九章	鹵化烷滅火系統	179
9-1	鹵化烷滅火劑的種類	179
9-2	Halon 1301 的滅火特性	180
9-3	Halon 1301 的毒性	180
9-4	Halon 1301 的分解化合物	181
9-5	Halon 1301 的儲存裝置	182

9-6	全面性噴灑系統	184
9-7	區域性噴灑系統	186
<b>第十章</b>	<b>通風口的設計</b>	<b>187</b>
10-1	屋頂的通風	188
10-2	牆壁上的通風口	190
10-3	防火樓梯的設計	193
10-4	室內換氣	194
10-5	舞台上的通風	200
10-6	防火簾板	201
10-7	防火簾	203
10-8	排煙管的面積	204
<b>第十一章</b>	<b>逃生與避難</b>	<b>206</b>
11-1	樓梯的位置	208
11-2	出口的數目	209
11-3	單位出口的寬度	209
11-4	防火門	211
11-5	樓梯出口	213
11-6	走道斜坡	215
11-7	避難路綫	215
11-8	出口的標記	216
11-9	防煙樓梯塔	218
11-10	電梯防火	219
11-11	出口樓梯設計的比較	219
11-12	高樓逃生與避難	221



# 第一章 概 念

## 1-1 火的理論

### 一、火的三角原理

火的三角圖形，代表形成燃燒的三要素：燃料、氧與熱。此三要素構成一體，缺一要素，火即熄滅。

#### 燃 料

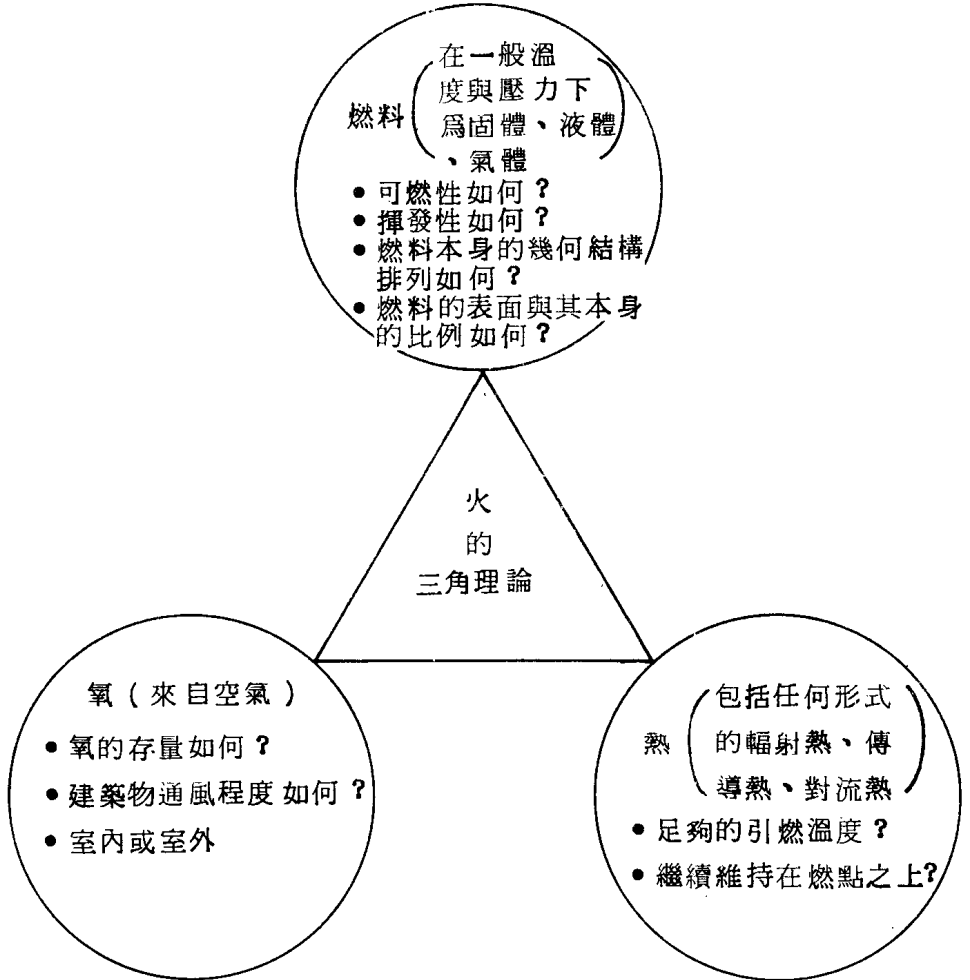
火焰之能形成與繼續維持，與燃料之物質特性有莫大的關係。比之於可燃性固體，可燃性氣體之燃燒既速且猛。此由於可燃性氣體與空氣的混合氣體在釋放熱量的化學反應過程中，能加速進行，由於釋放熱能之故。在燃燒過程中，燃料釋放熱能的多少，與燃燒速度的快慢成正比。因為釋放出來的熱能使得燃燒易於轉化成氣態，氣態分子又易於與氧產生化學作用。

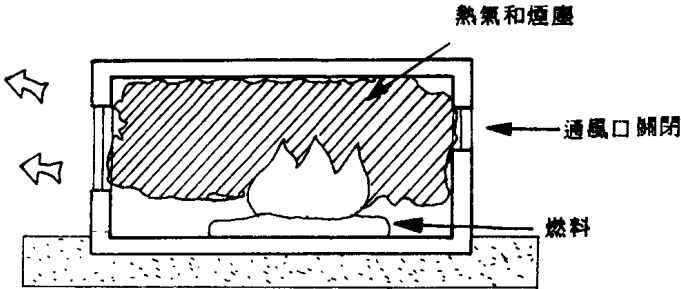
#### 氧

依氧在空氣中的含量，或依空氣流通與不流通，燃燒可分兩種：  
氧控制之火

在通風不足的地方（如地下室），氧氣端賴門窗或其他開口進入，燃燒的速度必受阻礙，此依賴氧氣的多少之火，稱為氧控制之火或通風不足之火。其特性之一為產生大量的濃煙。控制這種火災，以隔絕氧氣最為有效。

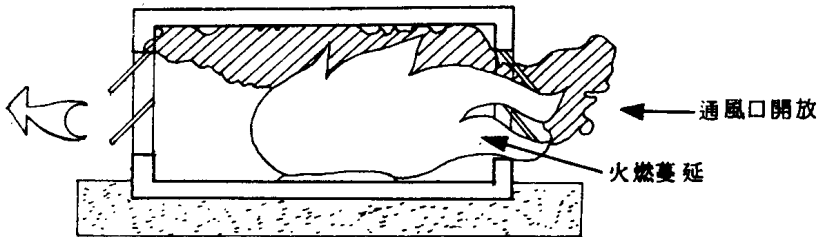
## 2. 建築與防火





### 燃料控制之火

在通風充足，氧氣可自由進出的地方，火勢之大小端賴燃料的多少而定。如發生在空曠的野外（如空難）或空敞的庫存區，製材廠，屋頂或房屋的外牆等的火災屬之，或稱為通風充足之火。控制這種火災，最好的方法是隔絕燃料，減低對燃料的輻射熱，阻礙燃料的物理或化學反應。



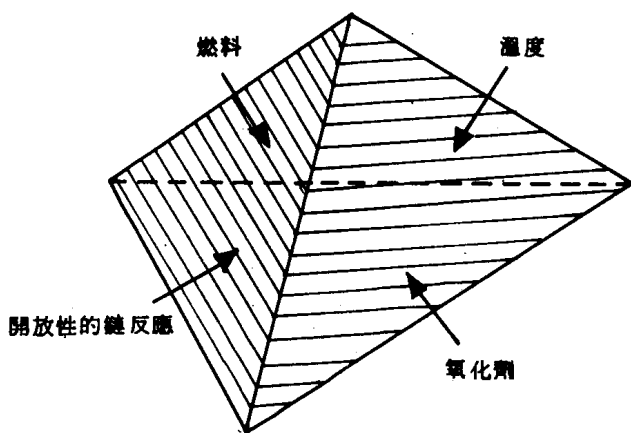
### 熱

溫度積聚，使燃料引燃。此引燃的能量（initiation energy）使燃料的蒸氣和氧的混合氣體起火燃燒，但未必能使燃料繼續燃燒，若非回饋（feed back）的熱能將蒸氣與氧的混合氣體維持在燃點之上，否則火有熄滅的可能。

泡沫滅火劑之有效，乃在燃料表面形成一道隔熱膜，破壞熱的傳遞。

## 二、火的四面體原理

一九六二年，W.M. Haessler在研究多用途乾粉滅火劑的滅火功能，發展一套火焰燃燒的理論，因為他認為燃燒過程，包含四種要素——燃料（還原劑），氧化劑，開放性的鏈反應（Uninhibited Chain Reaction），和溫度。此四要素同等重要、互相關聯，不可分割，如一四面體，故謂之四面體原理。



### 燃料——還原劑

燃燒的過程，廣泛言之，實為氧化還原的化學作用，必須有電子的失去與獲得，才能成功。還原劑約有下列各物：

1. 碳
2. 一氧化碳
3. 富含碳與氫的有機化合物（如  $\text{CH}_4$ ， $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  等）
4. 易於氧化之無機物（如硫，磷）
5. 可燃性金屬

### 氧化劑

氧化還原過程中，供給氧或獲得電子的物質為氧化劑，氧化劑約有下列各種：

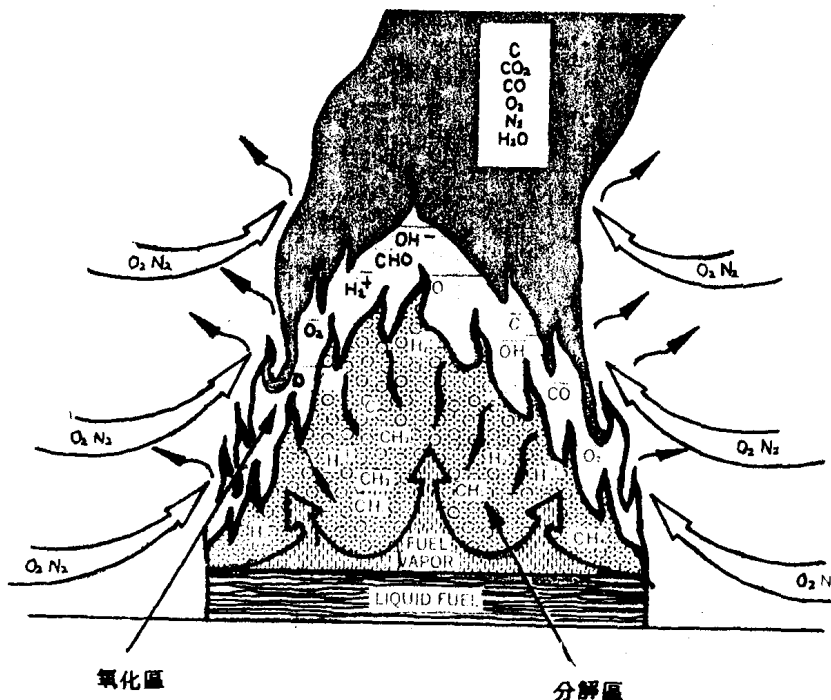
1. 氧及臭氧
2. 過氧化氫
3. 鹵族元素
4. 氮化物或硫酸
5. 高電價重金屬的氧化物，如  $MgO$ ， $PbO$ 。
6. 硝酸鹽，氯酸鹽等
7. 鉻酸鹽，重鉻酸鹽，過錳酸鹽等。

可知氧化劑不僅限於三角原理中的氧。

### 開放性的鏈反應

燃料（還原劑）遇熱分解成許多分子，與氧化劑形成分子間的撞擊，若不受干擾且自由撞擊（Uninhibited），則氧化還原不斷，否則因受阻（inhibited or interrupted）而中斷，氧化還原反應無以為繼，火將熄滅。乾粉滅火劑有阻斷鏈反應的效果。

火的解剖



## 6 建築與防火

### 溫度

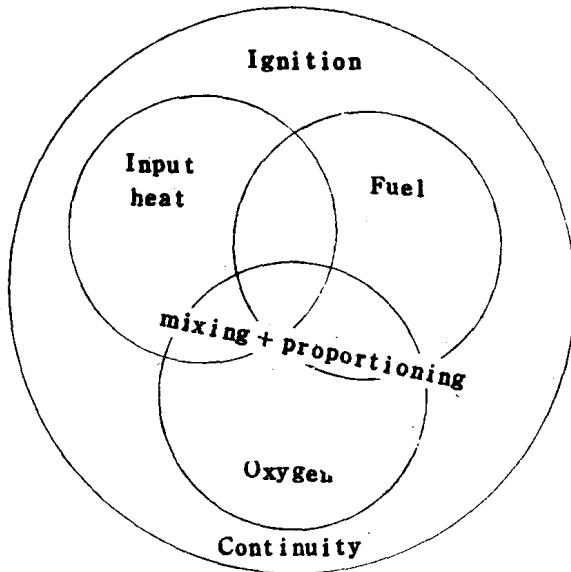
“溫度”比“熱”更適合用來討論化學反應。一般而言，溫度升高，有利於化學反應的進行。氫離子、氧離子、氫氧離子在高溫時更加活潑。

由於輻射熱、傳導熱、對熱流之傳遞，能量不斷回饋到燃料（還原劑）的表面，加速還原劑的分解。見圖「火的解剖」。

由上頁圖可知還原劑分解成許多氫離子、氫氧離子或氫氧化合物，該處稱為分解區（Cracking Zone），其上為燃燒區（Combustion Zone），氧化劑與還原劑在區間成鏈反應（Chain Reaction），最上面為氧化還原後的煙霧，由C，CO<sub>2</sub>，CO，O<sub>2</sub>，N<sub>2</sub>，H<sub>2</sub>O及其他酸鹼化合物組成。

### 三、火的循環理論

一九五五年，Dawson Powell在其“*The Mechanics of Fire*”一書中，提出另一種火的理論，他認為火由六個要素形成：(1) 加入的熱量（input heat），(2) 燃料（fuel），(3) 氧（Oxygen）



，(4)配合 ( proportioning ) ，(5)混合 ( mixing ) ，(6)繼續引燃 ( Ignition Continuity ) 。

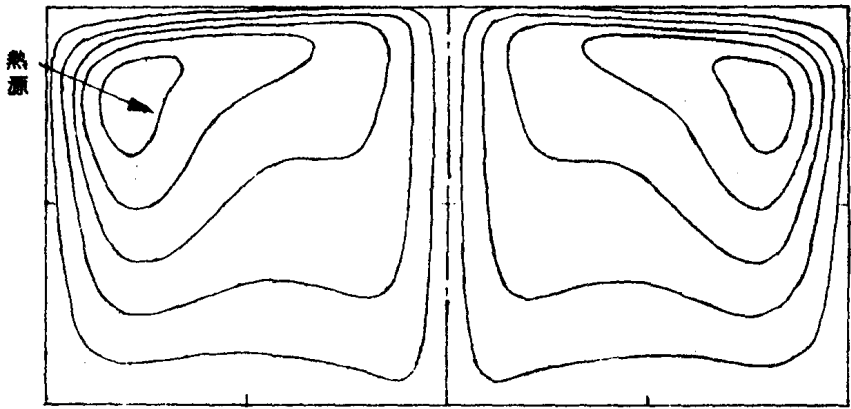
Powell 理論中的燃料和氧，一如三角原理所陳述的。由於有引燃的熱能 ( 即 Input heat ) 存在，固態燃料變成氣態燃料。氣態的分子 ( 氧、碳、氫等 ) 互相撞擊，即所謂的 proportioning，但分子間的混合 ( mixing ) 必須恰當，如惰性氣體之間的撞擊不能產生火，因為沒有熱能釋放，如下表所示：

分子間的撞擊	結 果
鈍氣 ←————→ 鈍氣	無熱能
鈍氣 ←————→ 氧	無熱能
氧 ←————→ 氧	無熱能
碳氫化合物 ←————→ 碳氫化合物	無熱能
氧 ←————→ 碳氫化合物	熱 能

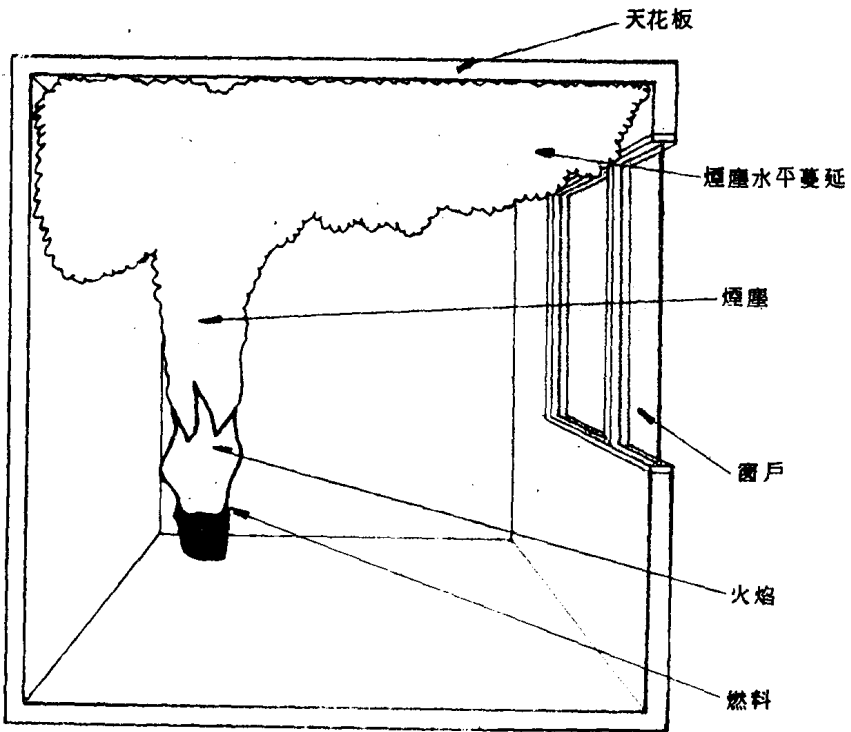
雖然氧與碳氫化合物分子間之撞擊產生熱能，但熱能亦依一定速率消失。熱能增加率必在消失率之上，火勢才能繼續維持 ( Ignition Continuity ) 。

## 1-2 室內熱流的特性

物質的燃燒，產生輻射熱和對流熱。室內空氣受熱膨脹擴張 ( 約三倍以上 ) 產生浮力，煙塵因而上浮。上浮的煙塵和空氣形成一股熱流停留在天花板，或沿天花板擴張，其溫度可能極高 ( 1000°C 以上 )，但房間的其他角落却不很熱。天花板的熱流產生熱輻射，逐漸產生一股對流熱。對流熱的路綫依室內建築而定。天花板的高度，牆壁間之距離，房間的通風，和天花板上的熱流障，皆與熱能的釋放有關。



薄薄的一層對流熱在實驗性的房間內產生。



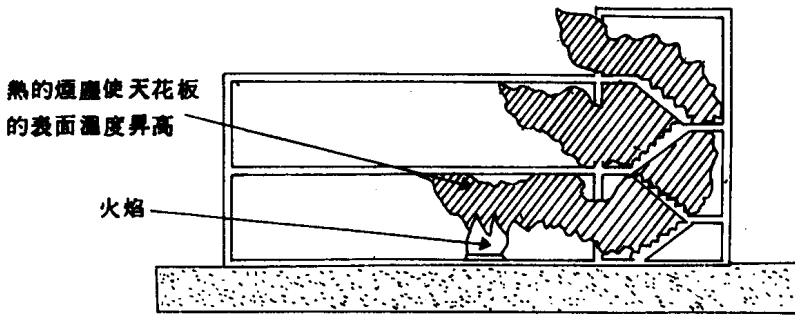


### 1-3 熱的轉移

建築物內或建築物間熱的轉移，不外依對流 ( Convection )、傳導 ( Conduction )，和輻射 ( Radiation ) 等三種方法進行。

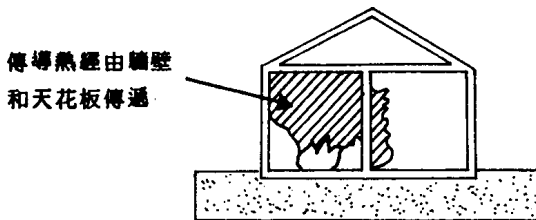
#### 對 流

熱經由空氣的流動而產生傳熱。受熱的空氣膨脹，上浮。



#### 傳 導

經由固態物質傳遞的熱是為傳導熱。室內之金屬物如電路、鋼筋、鐵製的樓梯扶手，都是良好的導熱材料。木質、玻璃等物質則不佳。



#### 輻 射

以電磁波傳遞的熱能為輻射熱。