

名稱：捷運地下車站排煙系統探討

撰稿人：李善銘

摘要：

排煙系統在消防之立場而言係屬消極性措施，然其重要性在火災初期卻是不可或缺之一環，它除將煙限制蓄積在火災發生之區域並由區域內排煙口排除外，其最主要目的係控制煙之蔓延，爭取地下車站內人員逃生時間及清楚之逃生路徑。

本文將就煙之特性、成份、對人員可能造成之傷害及防煙對策等作一簡介，並就本局初期路網對排煙系統之規劃、改善後之現行排煙系統以及後續路網增設月台門後對地下車站之排煙系統作一比較說明及綜合探討。

TOPIC : AN INTRODUCTION TO SMOKE EXHAUST SYSTEM OF UNDERGROUND STATION OF TRTS

AUTHOR : SHAN MING, LEE

ABSTRACT :

Smoke exhaust system is a passive measure from the point view of fire protection system, but it is important at the beginning of the fire disaster. It is not only confined, stored and exhausted the smoke in the fire zone, but also controlled the smoke not to spread, increased the escape timing, and provided the clear route to the people in the station.

This paper will make an introduction to the property of smoke, the ingredient of smoke, the possible harm to human being and the strategy of smoke management. And we will also make a description and comparative to our smoke exhaust system at the initial stage of TRTS, after improvement of smoke exhaust system at the present time and at the future line of screen door system.

捷運地下車站排煙設計探討

一、前言

煙所產生之毒性及高溫是火場中致命的殺手，其遮蔽性會阻礙人員逃生視線而造成恐慌之心理，因此為使人員能於火災時迅速疏散，除有良好之消防系統作積極性之滅火功能外，尚須有排煙系統之配合，防止濃煙之擴散瀰漫以增加人員逃生之空間及時間；首先我們將簡介火場中影響煙移動之因素及煙造成人員傷害之主要因子，其次再就沿續前述說明所衍生之防煙對策提出說明，然後將就本局捷運系統所採用之排煙理念以及初期路網、現行排煙系統和後續路網之排煙系統作一綜合說明。

二、火場中影響煙移動之因素及煙造成人員傷害之主要因子

排煙為消防上不可或缺之重要一環，其重要性在火災初期扮演一重要之角色，為能有效防煙、排煙，首先應對火場中影響煙移動之因素及煙造成人員傷害之主要因子有一初步認識，以作為後續建築防災規劃設計之參考，以下將分別作介紹。

(一)火場中影響煙移動之因素

在簡介防煙對策理念前應先就火場中影響煙移動之因素有一初步了解，將有助於後續排煙理念之了解，以下將分別就各項因素作一說明：

(1)煙囪效應(STACK EFFECT)

煙囪效應主要是由於室內與室外空氣溫度差異造成建築物內部垂直方向上之空氣流動現象；一般而言，當外氣較冷時，建築物內部將產生一股向上氣流，此氣流可經由電梯井、樓梯間、挑高中庭及管道間等等垂直通道流動，反之則氣流方向相反。

(2)浮力效應(BUOYANCE)

浮力效應產生之原因與煙囪效應是一樣的，其主要不同為產生浮力效應之原因係火場高溫造成空氣密度比周圍空氣密度輕而產生浮力現象，當煙遠離火場時，其溫度將因熱傳導及稀釋作用而降低，如此其浮力現象將隨煙遠離火場而變弱，煙層高度亦隨之下降。

(3)熱膨脹效應(EXPANSION)

煙會因火場所釋放能量而產生熱膨脹，熱膨脹效應與火場之絕對溫度成正比，一般而言，若火場中有打開之門、窗，則其熱膨脹效應將可忽略。

(4)自然風(WIND)

由於外界大氣產生之自然空氣流動對建築物之排煙亦會造成很大之影響；一般而言，當火場在上風側時，風力將造成煙在建築物內之擴散、漫延影響排煙效果進而造成人員逃生困難；反之，當火場在下風側時，因下風側產生之負壓現象將有助於排煙。

(5)空調系統(HVAC SYSTEM)

由於空調系統在火災發生時會將煙經由送回風系統散佈至其他區域而造成煙霧瀰漫影響人員逃生並阻礙救火行動，因此在正負壓防排煙之觀念尚未發展成形之階段，一般空調系統均被關閉。

(二)火場中造成人員傷害之主要因素

煙為何是火場中之主要殺手，除了其本身的成份具毒性造成人體的傷亡外，煙氣中懸浮的煙粒子使可見光度大為減低且對眼睛有極強刺激性等都是造成人員逃生時，生理上及心理上之主要壓力，另外缺氧及火場中之高溫亦是造成人員傷亡之原因，以下將就前述造成人員傷亡之主要因素分別作一簡介：

(1)煙之主要成份

(A)二氧化碳(CO₂)

CO₂本身雖無毒性，但其濃度與人生理之關係如下：

1 - 2%	數小時內安全
3 - 4%	1 小時內安全
5 - 7%	30分鐘至 1小時即有危險
20%以上	短時間內即死亡

(B)一氧化碳(CO)

CO因易與血液中之血紅素結合阻礙紅血球輸氧之功能而造成窒息死亡，一般人體對CO濃度之反應為

100ppm	8 小時內尚無感覺
400 - 500ppm	1 小時內尚無感覺
600 - 700ppm	1 小時內感覺頭痛、噁心、呼吸不暢
1000 - 2000ppm	2 小時內意識模糊、呼吸困難、昏迷、痙攣， 逾 2小時即死亡

3000 - 5000ppm 20 - 30分內即死亡

10000ppm 1 分鐘內即死亡

若著火區煙霧瀰漫房間，此時之CO濃度通常可達100 - 650ppm，因而中毒可能性很大。

(C) 二氧化硫(SO₂)

無色有刺激性氣味的有毒氣體，能刺激眼睛的角膜和呼吸道粘膜。

(D) 氰酸(HCN)

氰酸有強烈毒性，會妨害細胞中氧化酵素之活性，氧化反應具有觸媒之作用，一旦受到妨害將造成細胞呼吸停止。

(E) 氯化氫(HCl)

氯化氫對於身體之表面(皮膚及眼結膜)與氣道之內面(口、鼻、喉、氣管及支氣管之粘膜)會造成傷害。

(F) 氧化氮(NO_x)

氧化氮對人體有影響者為NO及NO₂，在高濃度(>15ppm)之情況下，眼、鼻、喉等會感到強烈刺激，引起咳嗽、喉痛、噁心等症狀。

(G) 甲醛(HCHO)

甲醛為強烈刺激性無色之氣體，具有刺激粘膜及麻醉中樞神經系統之作用。

(H) 丙烯醛(CH₂=CH·CHO)

丙烯醛為強烈刺激性無色之氣體，強烈刺激眼睛、呼吸器及皮膚。

(2) 其他主要傷害因子

(A) 缺氧

缺氧可減低腦機能，妨害判斷力與行動而影響逃生，氧濃度與人生理的關係如下：

21 - 17% 妨害運動肌肉之調節

14 - 10% 尚有意識、疲勞、判斷易錯誤

10 - 6% 昏迷，數分鐘內需供氧始可甦醒

(B)溫度

人在無風而濕度低之高溫環境下可忍耐之時間，大約如下：

50	數小時
70	1 小時
130	15分鐘
200 - 250	5 分鐘

(C)煙灰

由懸浮在空氣中未燃燒的細粒及分解產物所構成，煙灰的顏色隨可燃燒物而異，而能刺激呼吸道粘膜引起咳嗽和流淚，造成可見光度降低影響逃生視線。

(B)煙渣

此為有機化合物不完全燃燒時形成的產物，主要由極細的碳粒構成。

三、防煙對策

基於前述對煙之特性與其所含成份對人員可能造成傷亡及火場中主要危害因子之了解，防煙對策之基本觀念不在於將煙完全排除，而係將煙限制在某一區域不使蔓延擴散，以維持人員逃生路徑不受煙之干擾，增加逃生時間及空間，以下將就相關防煙對策之觀念提出說明：

(1)抑制煙之發生源

防煙對策最根本之方法為降低火災發生之機率，一般建物均為鋼筋混凝土之構造本身即具相當防火功能，然當火災發生時，其主要可能燃燒物品係建築裝修材料，因此建物在作建築裝修規劃設計時應儘量採用不燃材料或耐燃材料。

(2)防止煙之蔓延、擴散

火災中除採用不燃材料減少火災發生之機率外，建築於規劃設計時更應有防止火勢及濃煙蔓延擴散之考量，以避免災情擴大同時確保人員之安全。

(a)防火區劃

防火區劃之目的係於火災發生時將火場限制在區劃內，不使火勢蔓延擴大至建物其他區域，依建築技術規則之規定建築物總樓地面積在1500平方公尺以上者，應按每1500平方公尺以具有一小時防火時效之

防火牆、防火樓板及甲種防火門窗區劃分隔；當火災發生時為控制火勢之擴大及煙之蔓延，建築於規劃設計時應有適當防火區劃作區隔，一般而言，防火區劃可為一整個樓層也可為樓層中某一區域或房間端視需求而定，為確保區劃之防火效果，凡通過防火區劃之管線均須有防火上之考量(如風管穿越防火區劃均須裝設防火閘門，水管穿越處亦須有防火填塞等)。

(b)防煙區劃

防煙區劃之目的主要是儘量將煙限制在防煙區劃內，相對增加人員於火災初期之逃生時間以及清楚之救火或逃生路徑，然當火場中之發煙量增加而逐漸蔓延至鄰區時，為避免煙之蔓延及擴散，區劃內應配合採更積極有效之排煙設施來將煙排出。一般而言，防煙區劃係於防火區劃內再細分數個防煙區劃，以利於火災時有效阻隔煙之蔓延，將煙限制蓄積在防煙區劃內，再配合排煙設施將區劃內之濃煙排出，依法規防煙區劃最大為每500平方公尺以不燃材料製作之防煙垂壁設一區，而地下通道則為300平方公尺設一區。

(3)積極的煙控措施

積極的煙控措施可分為自然式煙控與強制式煙控兩類，此兩類均須配合建築之規劃設計將煙導引至排氣井或外氣抑或是將煙限制在某一區域內，藉以達到煙控之目的，增加人員逃生時間及不受煙干擾之逃生路徑。

(A)自然式煙控系統

自然式煙控系統基本上為利用建築區劃與煙之浮力兩種特性，以非機械之方式來控制煙的流動，例如應用房間之高度、開口、牆壁、樓板、門窗等之安排與設計，煙的流動限定在較小範圍或在限定的速度下移動並排出，增加避難逃生的時間與空間，其特點為

(a)透過建築規劃之安排，配合作出蓄煙、排煙之功能。

(b)自然式煙控系統因無機械設施，故當火災發生斷電時仍可發揮功用。

(c)利用熱煙之浮力現象達到煙控之目的。

(B)強制式煙控系統

強制式煙控系統主要是應用機械設備(如風機、風管及風門等)進行強制式煙控，對於煙的移動範圍、移動速度進行控制，使人員獲得一個無煙的逃生路徑；目前應用於建築物之強制式煙控系統大致可分為樓梯間加壓煙控系統(stairwell pressurization)、正負壓區劃煙控系統(zoned smoke control)、機械式排煙煙控系統等三種。

樓梯間加壓煙控系統(如附圖一)為當建築物發生火災時以風機對樓梯間加壓，讓火災層與樓梯間形成一壓力差以防煙流入樓梯間，使樓梯間成為一個不受煙影響之逃生路徑，同時也可作為消防人員近接救火進入火場之路徑。

正負壓區劃煙控系統(如附圖二)乃是應用建物之樓地板、隔間牆及門扇等，將建築物內部分隔成數個控制區，當火災發生時，僅火災區作排煙而其餘非火災區則採加壓送風，如此在火災區與非火災區間形成一正負壓之現象將使煙被限制在火災區內不影響人員逃生。正負壓防煙區劃煙控系統之區劃方式，可將每一樓層設計為一個分隔區或每層樓內設計為數個分隔區。

機械式排煙煙控系統主要之精神為在火災區進行排煙形成負壓而其他非火災區則不作排煙或送風之動作，此系統亦須配合建築之區劃(如防火區劃或防煙區劃)才可達到防排煙之效果，將煙儘量限制在區劃內，再由設置於區劃內之排煙口將煙排除，此亦為本局現行排煙設計所採用之系統。

四、煙控系統於台北捷運系統之應用

1. 捷運系統之建築規劃配置簡介

捷運系統建築為減少對地面交通及環境之衝擊以地下建築居多，其衍生之人員安全問題亦比一般建物為複雜，它係由車站及連接車站間之隧道所組成，典型標準地下捷運車站為地下二層站，其中地下一層為穿堂層，地下二層為月台層，車站空間主要分為公共區(乘客區)及非公共區(員工區及機房區)，公共區之穿堂層及月台層均為無隔間之空曠區域，其中穿堂層為月台層與地面層間之緩衝地帶，它主要以驗票閘門分為付費區與非付費區，非付費區藉由樓梯、電扶梯及無障礙電梯和地面相通，付費區亦有樓梯、電扶梯及無障礙電梯至月台層，而月台層主要為乘客候車區；非公共區主要為車站員工辦公室及機電設備房，分設於車站穿堂層及月台層之前後兩端。

2. 煙控系統於捷運系統之應用

捷運系統建築主要組成部份為車站及連接車站間之隧道，而車站內部又分為公共區及非公共區，以下將分別說明各區域採用之煙控系統。

- (1)公共區係指穿堂層及月台層無隔間之大區域空間，穿堂層與月台層間及穿堂層與地面層間均有樓梯、電扶梯及電梯等互通，且月台層與軌道亦相通，基於前述建築之特性及都市土地取得困難之因素，自然式煙控與正負壓煙控均有其先天上之困難度，最佳之方式為採用機械式排煙煙控系統，此亦為現行消防法規所採用之煙控方式。

- (2)非公共區主要為各機房及人員辦公室等，因捷運建築裝修均採用不燃材料，且房間亦有防火時效之規定、門亦是防火門，每一房間均為獨立之防火區劃，即使發生火災亦不會蔓延至鄰房，因此捷運初期路網非公共區並未規劃排煙，而後之排煙改善於非公共區均參照新頒消防法規增設排煙，其排煙模式亦採機械排煙之方式。
- (3)隧道區之排煙係依據美國交通部都市大眾運輸管理局贊助發行之第二版地下鐵環境設計手冊(原理及應用)及其所發展之地下鐵環境模擬電腦程式作設計，其排煙模式有點類似正負壓煙控系統之觀念，係採「推-拉」之模式(上游車站送風加壓，下游車站排氣減壓)。

五、現行消防法規適用之檢討

因現行「各類場所消防安全設備設置標準」及建築技術規則等相關法規並未針對捷運系統提供適當之規定可資遵循，因此在排煙系統規劃時，曾造成許多執行上之困擾，經多次與消防相關單位協商及現場實測之心得，以下將融合現行消防法規後之捷運排煙系統規劃之原則簡述如下：

- (1)捷運地下車站排煙系統規劃原則上比照地下建物之相關規定辦理。
- (2)排煙系統規劃可就車站之公共區(乘客區)及非公共區(員工及機房區)來分別說明：
 - (A)公共區
 - (a)穿堂層、月台層參照現行消防法規每 500 M²以防煙垂壁設置一防煙區劃，其餘相關細節(如排煙口規定、排煙風機風量等等)均參照現行消防法規之規定辦理。
 - (b)出入口部份(指車站連續壁以外之區域)，若面積大於 300 M²，則參照建築技術規則地下建物地下通道之規定，每 300 M²以防煙垂壁設置一防煙區劃；若面積小於 300 M²，而且通道長度小於 30 M 時，免設防煙垂壁及排煙設施；若面積小於 300 M²，且通道長度大於 30 M 而小於 50 M 時，則僅施作防煙垂壁(沿著通道每 10 M 設置一道防煙垂壁)而不設置排煙。
 - (B)非公共區

依照內政部消防署八十六年九月份消防安全設備會審執法疑義研討會會議紀錄提案三十之決議，建築物地下層或地下建築物對排煙設備之設置，得比照設置標準一八八條第三款檢討，即樓地板面積每一百平方公尺內，以防火牆、防火樓板及甲乙種防火門窗區劃間隔，且天花板及室內牆面，以不燃材料或耐燃材料裝修者，得免設排煙設備；

但非公共區走道部份，經與消防局協商溝通後仍須比照地下通道之規定以每 300 M²設置一防煙區劃並設置排煙設施。

- (a) 氣體滅火系統保護之房間依消防法規之規定，得免設排煙設備。
- (b) 機房區之風機室(FAN ROOM)、空氣調節室(AHU, AIR HANDLING ROOM)及隧道通風機房無須設置排煙設施。
- (c) 其餘房間則依前述消防署解釋令來執行。

六、台北捷運排煙系統各階段之比較說明

排煙系統在台北捷運共經歷三個階段，分別為初期路網早期之排煙系統、現行排煙系統以及後續路網裝設月台門後之排煙系統，以下將分別作一說明。

(一) 初期路網早期排煙系統理念簡介

初期路網之早期排煙系統僅於公共區有排煙之考量，其排煙係採用前述機械式排煙煙控系統，然其排煙動作為全區排煙之理念(未做區劃)，而隧道排煙則有點類似前述正負壓煙控之「推-拉」模式(PUSH-PULL)，以下將就車站及隧道分別說明其煙控系統之動作情形。

(1) 地下車站排煙系統說明

典型地下車站可分為公共區(含穿堂層、月台層)及非公共區(機房及員工區)。

- (A) 公共區排煙系統之動作流程係由設置於穿堂層或月台層之火警自動警報系統偵測出火警後，將訊號經由火警受信總機以乾接點之型式提供訊號至環控系統之遠方終端機(RTU, REMOTE TERMINAL UNIT)以關閉車站空調並控制相關輕載防火風門及啟動回風機進行全區排煙模式，同時通知行控中心。
- (B) 穿堂層排煙為由設置於穿堂層之專屬排煙風管，將煙吸入至回風室，再由回風機(RAF, RETURN AIR FAN)將煙經由車站排氣井(EXHAUST AIR SHAFT)排出(圖三)。
- (C) 月台層排煙則由月台下回風管，將煙吸入至回風室後再由回風機將煙經由排氣井排出，此時車站兩端之隧道通風機將配合啟動協助排煙，將煙經由軌道區吸入，再經釋壓井(PRESSURE RELIEF SHAFT)排出(圖三)。
- (D) 非公共區消防系統之規劃視其重要性及各區域用途設置有相關之消防設施(如氣體滅火系統、自動撒水系統等)，因此並未設置排煙系統。

(2) 隧道排煙系統說明

- (A) 當隧道內發生火災時，將由司機員將火災之狀況告之行控中心環控控制員，由行控中心依現場狀況下達適當排煙模式；隧道排煙系統之通風是以對乘客及列車的影響最小為原則（如圖四），意即當列車前端發生火災時，其隧道通風是從列車後端向前端之方向吹，人員則朝逆風之方向逃生，隧道通風必須維持隧道內之最小平均風速為 2.5 M/S，維持此風速之目的除防止煙產生回流現象(BACK LAYER)外，尚可提供人員憑感覺逃生之方向感，然其最大風速則不可超過 11 M/S，否則將造成人員逃生困難。
- (B) 隧道通風係採一推兩抽「推--拉」(PUSH—PULL) 之模式(即失火點上游車站送風，下游連續兩車站則採排氣模式)，上游車站由靠火災側之兩台隧道通風機並聯運轉引外氣經由噴嘴吹向失火側之隧道，此時空調系統之主送風機及新鮮空氣風機仍繼續運轉對車站加壓以協助防止煙之回流，而月台下回風系統之回風機則關閉；下游兩車站則採排氣模式，由該兩車站兩端共計八台隧道通風機同時運轉將煙經由釋壓通風井排出，此時月台下回風系統仍繼續運轉對車站進行減壓以協助排煙，而空調系統之主送風機 (MSF, MAIN SUPPLY FAN) 及新鮮空氣風機 (FAF, FRESH AIR FAN) 則關閉。

(二) 捷運現行排煙系統說明

- (1) 捷運現行排煙系統主要在改善車站內全區排煙設計理念於實務上所產生之下列缺失：
- (A) 排煙口平均佈置且同時排煙，造成每一排煙口之排煙量相對減少，排煙口吸力小無法對失火點產生有效之排煙效果，且未做防煙區劃易造成煙霧擴散、瀰漫。
- (B) 月台層以月台下回風管進行排煙與煙往上飄之特性相違，加上其排煙(回風)口是沿著月台平均佈設，排煙效果更差；而隧道通風機配合月台層火災協助排煙，更加速使整個月台煙霧擴散及瀰漫而影響人員逃生視線。

因此必須作適當之改善措施，而隧道排煙部份經初期路網淡水線實測經驗其效果與預期之結果一致，因此並未作設計上之變更。

(2) 現行車站排煙系統規劃設計說明

現行車站排煙系統係針對早期系統之缺陷並參照民國八十五新頒「各類場所消防安全設備設置標準」之相關規定作如下之改變：

- (A) 由全區排煙改為分區排煙之觀念，包括增設防煙區劃、排煙口增設常閉式排煙閘門、偵煙器及排煙總機等等；當某一防煙區劃內發生火災時，經由排煙偵煙器偵知該區之狀況後通知排煙總機開啟該區之排煙閘門並確認閘門開啟後，再啟動排煙風機進行排煙，將煙儘量侷限於該區劃內，使其餘區劃不受煙之干擾，提供人員清楚之逃生路徑。
- (B) 排煙風管改為專用，不與回風管共用，同時增設專屬排煙風機，其耐火等級為 150 1小時且需掛接緊急電源。
- (C) 將穿堂層及月台層分別分隔成數個防煙區劃，每一防煙區劃內增設排煙專用偵煙迴路及排煙閘門，且每一區劃內設置手動開關可開啟該區排煙閘門。
- (D) 於PAO附近增設排煙總機，使車站內之排煙系統為一獨立運作之智慧型系統；當車站發生火災時，藉由偵煙迴路偵知火警狀況，將訊號傳至排煙總機，打開相關排煙閘門並啟動排煙風機同時通知車站遠方終端機轉知行控中心，亦可由手動開關打開排煙閘門並傳訊號至排煙總機啟動排煙風機。

(3) 後續路網採月台門對排煙系統之影響

(A) 月台門之影響

本局後續路網(新莊線以後)為確保乘客和行車安全，同時降低空調負荷節省初設成本和節省後續運轉費用，決定採用月台門系統，同時配合本局車站減體減量之政策，將原設置於月台層之隧道通風機房移設於穿堂層，因此主要之影響為空調系統、月台下回風系統及隧道通風系統，然對車站排煙系統之設計則無影響。

月台門系統將月台與軌道完全區隔，車站月台層幾乎不受列車活塞效應及隧道溼熱空氣之影響，因此不論是月台層火災或隧道內火災所產生之煙，月台門均提供相當程度之防護功能，可避免煙由隧道進入車站，確保站內人員及由隧道逃至月台人員安全之避難路徑，或當月台層火災時，煙亦不會漫延至隧道，而排煙系統在排煙區劃內所造成之負壓及月台門之阻隔，迫使外氣僅得經由出入口、樓梯進入月台，與人員逃生方向相反，更可提供人員清楚之逃生路徑及新鮮外氣。

(B) 排煙系統設計說明

(a) 車站區域

車站公共區及非公共區之排煙設計與無月台門之狀況並無不同，仍以新頒「各類場所消防安全設備設置標準」之相關規定及解釋令為設計依據，因此其相關設計規定與無月台門之情況是一樣；唯一不同者為設置月台門系統後，空調之送回風系統將不配合隧道通風系統協助車站作加壓或減壓之功能，車站月台下回風管(UPE)將作為排除列車廢熱促使隧道內空氣與外界空氣作熱交換之功能。

非公共區機房面積大於 100 M²之房間因其為非居室而免設排煙之原則，經與消防主管機關協商，仍建議本局設置排煙設施為宜，因此後續路網非公共區機房面積大於 100 M²之房間仍須設置排煙。

(b) 隧道區域

配合車站增設月台門系統及站體減體減量政策將隧道通風機房由月台層移至穿堂層，隧道通風系統採加壓式，因此隧道通風系統由原一推四抽(即失火點上游車站兩台隧道通風機採並聯送風由噴嘴吹入隧道，而下游連續兩車站共計八台隧道通風機採排氣模式，詳附圖四)修改為兩推一抽(詳附圖五)之隧道通風模式，車站內隧道通風設備之配置與原系統將略有不同，而隧道區域之隧道通風設施(如橫渡線、駐車軌等)原則不變，然將視實際狀況設置適當之隧道通風設施(如機場支線或隧道長度較長應增加噴流式風機)以輔助隧道通風之功能。

典型隧道通風系統於月台門車站之配置係在車站兩端之穿堂層分別設置兩台隧道通風機但不設置噴嘴，因此隧道通風機僅能對隧道加壓送風；其兩推一抽之通風模式係於事故點上游車站由兩組(四台)隧道通風機採加壓送風模式引入外氣對著軌道加壓送風形成兩推之功能，而下游車站僅由靠事故側之兩台隧道通風機採減壓模式(排氣)運轉將上游推來之煙氣排至外界。

七、結論

台北捷運系統規劃時(1980年代)因國內並無相關捷運經驗或法規可資遵循，復因其建設之特殊性不同一般建物，故規劃之初即奉行政院核定為特種建物，並由當時之總顧問引用相關歐美的法規及國外之經驗為捷運系統制定規劃手冊及相關文件，而有關消防安全部份之規劃設計係以 NFPA-130 為主要依據，然近年來隨著消防排煙觀念日新、消防法規不斷增修(民國78、85年分別頒佈及修訂「各類場所消防安全設備設置標準」)以及民眾對公共安全意識日增，當初捷運消防排煙之規劃於現今實務上確有其檢討之必要；本局基於公共安全之考量，除參照新頒消防法規改善原有全區排煙之設計理念外，並主動與消防主管機關溝通協調捷運系統適用現行法規之困難點，同時

數度邀請消防主管機關進行現場指導及實地測試演練，如此經過多年之努力及摸索，才逐漸形成捷運目前之排煙系統設計理念。

台北捷運之排煙系統由於規劃時間早，其間歷經消防法規之修訂、人民公共安全意識提高及實務上之檢討，由原有之全區排煙設計理念至目前之分區排煙理念，其間投入相當之人力及心力才有今日之成果。

雖然目前之排煙系統已可符合現行消防法規之需求，然本局於實務上亦不斷檢討(如排煙系統偵煙器與水電標火警偵測器共用、排煙閘門配置不平均影響排煙效果、各防煙區劃面積不平均影響排煙風機之選機等等)，期能於後續路網納入設計考量。

現行法規亦並非完全適用於捷運，因為尚有一些捷運設施(如挑空區、機房區、人行通道、防火區劃之規定等等)於現行法規仍有爭議，期待下次消防法規修訂時消防主管機關能將捷運系統納入考量，以作為日後捷運消防系統設計之依據。

七、參考文獻

1. ASHRAE HANDBOOK , HVAC APPLICATIONS, Ch.47 SMOKE CONTROL, 1991。
2. 台北都會區捷運系統火災煙控策略與緊急運轉程序分析，期末報告，楊冠雄 博士
3. 各類場所消防安全設備設置標準，內政部消防署，中華民國85年06月。
4. 建築技術規則，內政部營建署，中華民國85年07月，修正第27版。
5. 火災學，陳弘毅，鼎茂圖書出版公司。
6. 防煙和排煙的重要性與基本知識，李希聖，中國冷凍空調雜誌，1994.10。