

# 公、私場所固定污染源排煙 目測判煙訓練方法及稽查技術

吳贊鐸\*

## 一、前　　言

自然界所產生的微粒遠多於人為的來源，而大氣中之粒狀污染物，約有5~45%為人類活動所產生，其中以工業活動之排放物（亦即公、私場所固定污染源燃燒與製程所排放之污染物）最為嚴重。在各種燃料燃燒中煤的燃燒是粒狀污染物的主要來源；而水泥業、碎石工廠、石粉工廠、金屬冶煉廠、化工廠、火力發電廠亦均是粒狀污染物（含懸浮微粒、金屬燻煙、黑煙、酸霧、落塵）之主要發生源。如何管制稽查公、私場所固定污染源排煙污染實為當務之急。

## 二、定　　義

### (一)煙柱(Plume)

是空氣污染物之典型代表。其排放物已為法規所管制。因為物體在不同溫度下可成為固體、液體及氣體，所以煙柱在不同狀況下亦含有不同型態之污染物。通常依據煙柱之可見度大小來判定其濃度高低，煙柱排出物種類有十：1.煙(Smoke)。2.薰煙(Fumes)。3.落塵(Dusts)。4.霧(Fog)。5.氣體(Gases)及蒸氣(Vapors)。6.粒子(Particle)。7.懸浮微粒(Particulate)。8.氣懸膠(Aerosol)。9.珠滴(Droplet)。10.飛灰(Fly ash)。茲就與本文有關之1.煙(Smoke)加以定義。

#### \* 煙(Smoke)

工業區、大城市或大規模火災(如森林火災)等所散發之煙，使能見度因而縮減，煙常具有特殊氣味，與霧、靄、霾等顯然不同，在煙幕中，日落時現紅色；但太陽位置如較高，此紅色即甚淺；如在大城市或工業區上空，煙幕帶黑色、灰色或褐色，森林火災產生之煙，遠望為淺灰色或淺藍色。

煙是由不完全燃燒所產生之可見微細塵霧，主要成份為碳或其他可燃燒物質。含有大量油煙、飛灰和其他直徑小於一微米之固體或液體微粒。依據所燃燒物或燃料之成份及燃燒效率，各種揮發氣體和有機物均可能被排放。煙有多種顏色，一般為灰、藍、黑、棕及白色，

\* 行政院環境保護署空氣品質保護及噪音管制處技士

有時候黃色，視其燃料或燃燒物之燃燒狀況而定，而煙之顏色通常為判定燃燒型式之最佳指標。

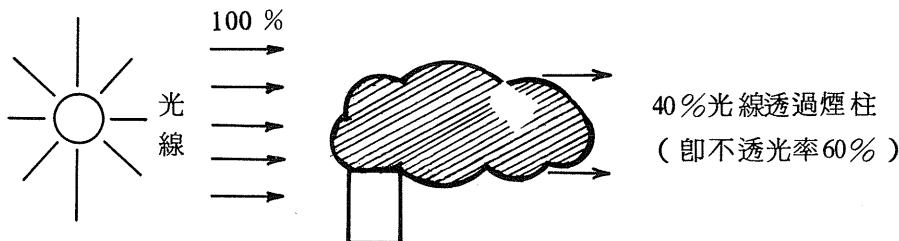
1. 灰或黑色之煙顯示物體在空氣不足或空氣、燃料混合不當情況下燃燒。
2. 白煙形成通常是當燃燒時，經過大量氣流冷卻或燃燒物含有過量水份所造成；後者，凝結之水蒸氣煙柱並不受法規管制。
3. 棕或黃色煙由於燃燒半固體物（如：瀝青或焦油紙），其溫度不適或混合不均所造成。
4. 藍色或淡藍色是由燃燒含有大量紙品或木製品之家庭垃圾所造成。淺藍色是由硫化物處理所產生，而白藍色是由高硫份煤或油為燃料的水泥廠、火力發電廠或工業用鍋爐所產生。藍色煙柱，則含有微量碳或油煙之粒子。

#### (二) 目測判煙 (Visible Emissions Evaluation)

以訓練良好的眼睛來判定柴油車、機車或公、私場所固定污染源排煙情形的方法，稱為「目測判煙」。當對車輛於行駛途中之排煙狀況，予以目測判定，更具真實性與正確性。

#### (三) 煙柱不透光率 (Opacity)

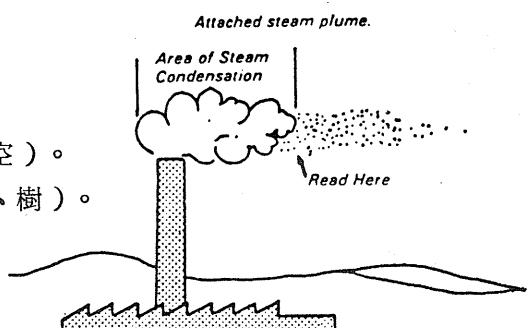
當光線通過煙柱時，光線所減少之程度（單位：%），為不透光率，如下圖例。



判定不透光率之最佳方法為判定煙柱遮蔽景物體（如：天空、山、樹）之程度大小。觀測者可藉著光線穿透煙柱之程度，來區分煙柱與其背景之對比性。

#### (四) 目測判煙六法 (VEE 6 methods)

1. 不要面對陽光。
2. 觀測距離：30～400 公尺。
3. 比對背景：  
黑煙—以淺色為背景（如：天空）。  
白煙—以深色為背景（如：山、樹）。
4. 目測方向與煙流方向略成“直角”。
5. 最佳判煙點：一個煙囪直徑處。
6. 觀測時距：每十五秒觀測一次。



#### (五) 凝結水蒸氣煙柱 (Plume of Steam Condensation) 圖一

很容易被判定，通常顏色很白、不透明（Opaque），且煙柱外觀起伏變化很大（billyowy），消散得也很快（不透光率從 100 % 快速地減至 0 %）。若為凝結水蒸氣煙柱，則可分為：

## \* 連續( attached )

煙柱中之凝結水蒸氣，產生於煙囪內且於煙囪口處排放，由目視即可辨別之，如圖一。

## \* 分離( Detached )

凝結水蒸氣形成於煙囪口前一段距離。且水蒸氣煙柱與煙囪口並不連續，如圖二。

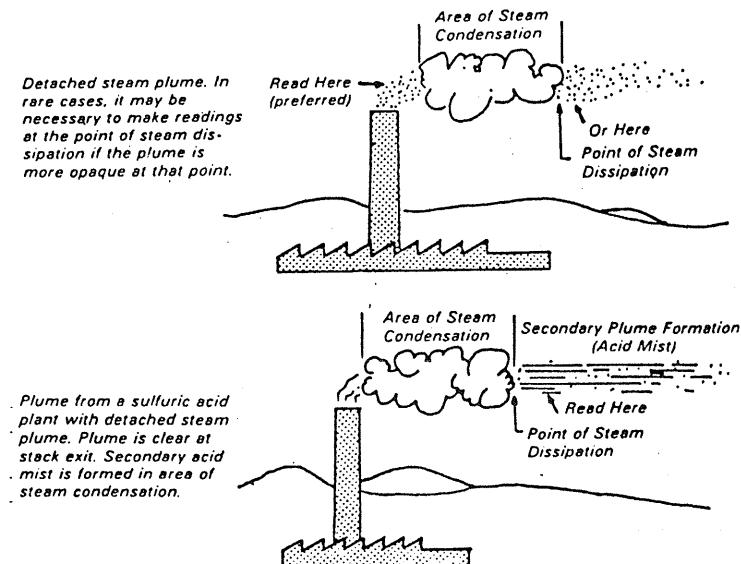


Figure 2 Location for reading opacity under various conditions.

圖二

### 三、固定污染源排煙目測判煙訓練方法

以人眼觀測判定各種飛揚煙塵的濃淡情形，以執行固定污染源排放空氣污染物管制工作，是先進國家已行之多年的方法。但，行使目測判煙的人須經過適當的訓練，使其判煙能力在許可的誤差範圍以內，才能執行判煙任務，進行時必須遵循規定的程序，以取得正確的證據。我國自民國六十四年引進此項空氣污染管制技術以來，對此項工作的推動助益宏大。然而，由於受判煙的對象，常對判煙方法、人員訓練、判煙技術養成，並不熟悉，對判煙結果及方法之科學性亦常有質疑者。為此，環保單位自美國環境保護署黑煙學校(Smoke School)引進整套美式目測判煙訓練方法，並於七十五年九月起，假台南縣新化鎮虎頭埤青年活動中心開始辦理交通工具暨公、私場所排煙目測判煙人員訓練班，受訓合格者，每半年仍需複訓乙次，考核其是否能繼續執行目測判煙勤務。茲將本署目測訓練方法，簡述如下：

(一) 參訓資格：需經省(市)、縣(市)主管機關及執行單位荐送現職人員參加，其資格以中等學校以上畢業且矯正視力在0.8以上為原則。又業者為加強品質及污染之管制，亦得依上開規定派員參加訓練。

(二) 訓練課程：如下表。

交通工具暨公、私場所排煙目測判煙人員訓練班課程表

科 目 及 講 師 日 期 時 間	第 一 天	第 二 天	第 三 天
07:30 ~ 08:00	報 到		
08:00 ~ 08:30	訓練內容說明		
08:30 ~ 09:30	排放管道排煙之控制技術	目測判煙訓練機之原理與煙柱不透光率之判定	學 科 考 試
09:40 ~ 10:40	排放管道排煙之不透光率	黑煙不透光率之辨別講解	行駛中車輛之識別、速記、黑煙濃度之辨別
10:50 ~ 11:50	排放管道排煙之不透光率	白煙不透光率之辨別講解	行駛中車輛之識別、速記、黑煙濃度之辨別考試
13:00 ~ 14:00	管制柴油車排煙與防止移動污染源排放之理論與實務	黑煙濃度之辨別	黑白煙濃度辨別考試
14:10 ~ 15:10	管制柴油車排煙與防止移動污染源排放之理論與實務	白煙濃度之辨別	黑白煙濃度辨別考試
15:20 ~ 16:20	空氣污染防治法令( 固定污染源 )	黑白煙濃度之辨別	黑白煙濃度辨別考試
16:30 ~ 17:30	空氣污染防治法令( 移動污染源 )		

交通工具暨公、私場所排煙目測判煙人員複試訓練班課程表

科 目 及 講 師 日 期 時 間	07:30 § 08:00	08:00 § 08:30	08:30 § 09:30	09:40 § 10:40	10:50 § 11:50	13:00 § 14:00	14:10 § 15:10
	報 到	訓練內容說明	黑白煙濃度之辨別講解	黑白 煙濃度辨別考試	黑白 煙濃度辨別考試	黑白 煙濃度辨別考試	黑白 煙濃度辨別考試

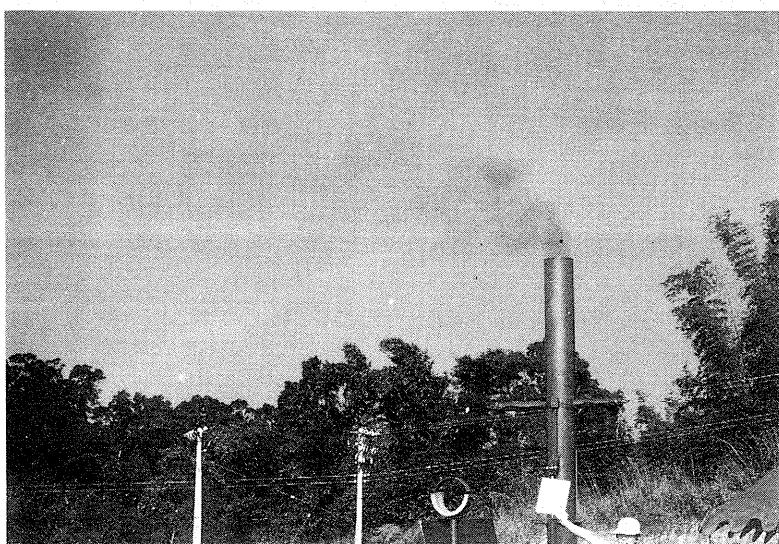
(三) 目測判煙訓練機 ( Smoke Generator ) 原理與煙柱不透光率 ( Plume OPacity ) 之判定訓練：

人眼判定不透光率的能力就像人眼可清楚分辨不同顏色的能力一樣，經適當之訓練，即可將目測判定不透光率之能力達到一定精確範圍。為此須有一能產生黑煙、白煙，且能藉透光計 ( Transmissometer ) 自動量測其透光率之設備。目測判煙人員訓練班黑 ( 白 ) 煙濃度之辨別課程 ( 係本訓練班最主要之課程 ) 即由 Smoke Generator 產生 25% 、 50% 、 75% 三種標準 ( base ) 不透光率 ( 如四判煙指南 ( Smoke Inspection Guide ) 所述 ) 之黑、白煙柱，重複產生，供學員重複判定與練習，俟熟習方予以考試。其合格標準為黑、白煙各 25 題中之任何一題之判定值與標準值之誤差不得超過 15% 不透光率，且平均誤差不得超過 7.5 % 不透光率。

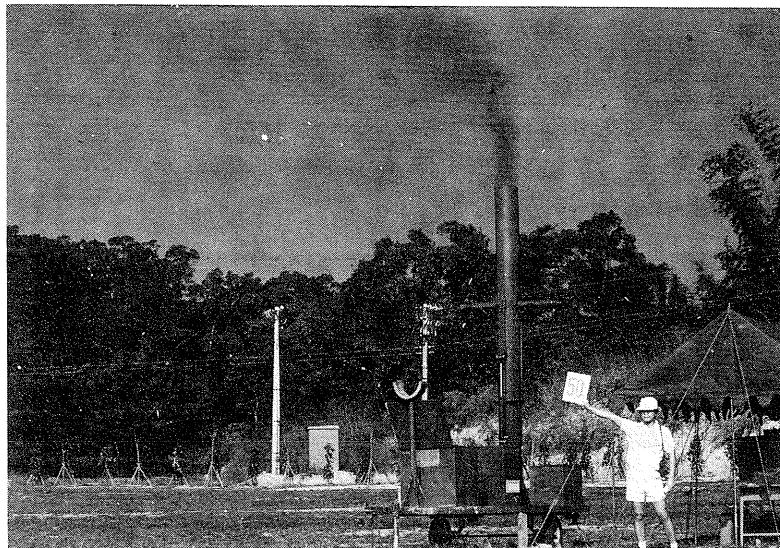
(四) 判煙指南 ( Smoke Inspection Guide )

1. 黑煙：

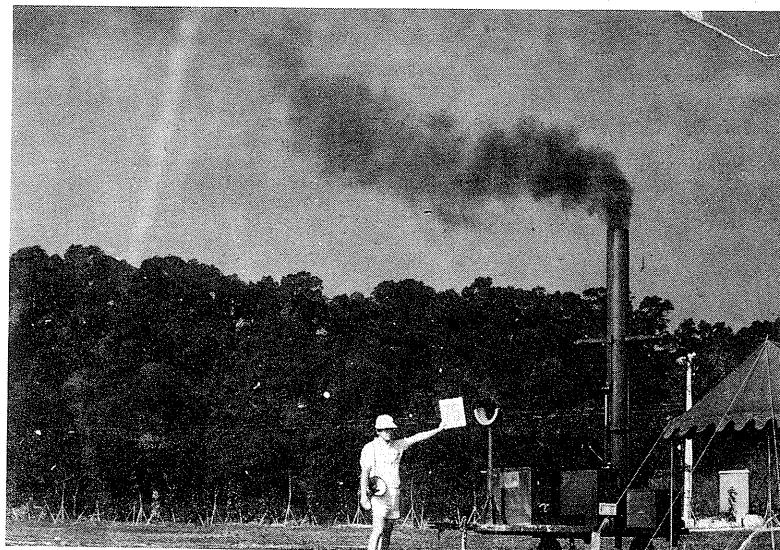
(1) Base 1: 不透光率 25% 。



(2) Base 2 : 不透光率50%

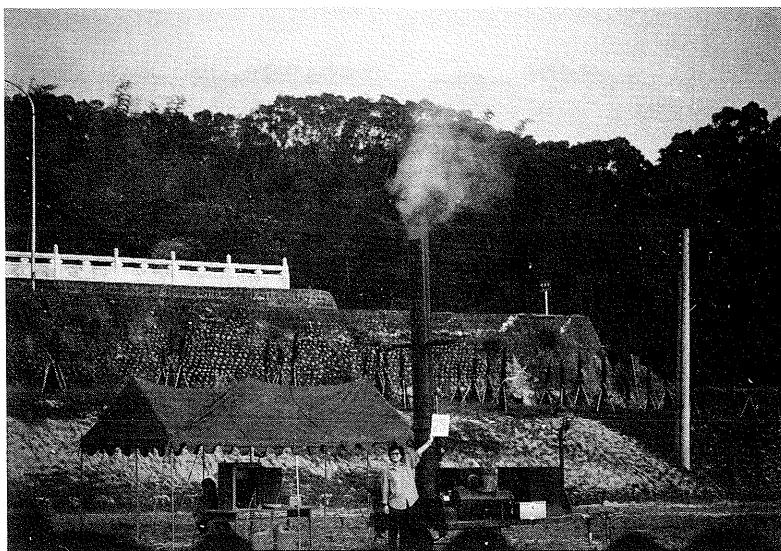


(3) Base 3 : 不透光率75%



2.白煙：

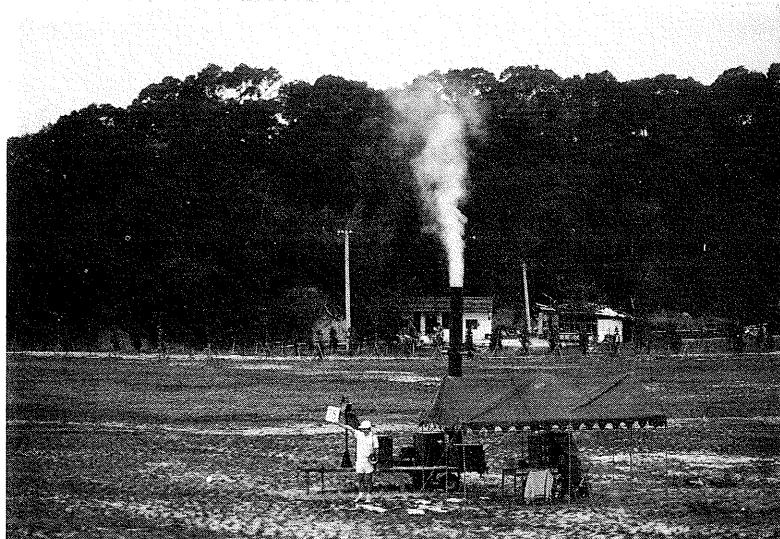
(1) Base 1 : 不透光率25%。



(2) Base 2 : 不透光率50%。



3. Base 3 : 不透光率 75%。



#### 四、固定污染源排煙目測判煙稽查技術

為避免污染者不服取締，而訴願、紛爭甚而陳情、自力救濟案件發生，稽查者排煙稽查技術之提昇與取證之完整性、公正性與準確性實為最重要之課題。

##### (一) 目測判煙稽查技術：

1. 稽查員需經本署目測判煙訓練班檢定考試及格，並領有合格證書，方得執行排煙稽查勤務。
2. 自受訓合格日起，每半年仍需複試目測能力乙次，不合格者，取消其合格證書。
3. 執勤時確實按照目測判煙六法（前二、定義四），一個步驟接一個步驟，循序漸近（即由 1. 至 6.）去判定。
4. 判定排放管道排放空氣污染物時，一般狀況，超過排放標準，以每 15 秒判讀 1 次，連續 4 次判煙之讀值均超過排放標準為準。又起火時，超過排放標準以一小時內累積時間超過三分鐘為準。
5. 水泥業因部分或全部之生產設備開停車使排放超過粒狀污染物不透光率標準時，其允許超過之時間一小時內不得多於十分鐘。
6. 避免日正當中（中午十一時至十三時）、雨天、陰暗天候、風速太大、背景不成對比時，目測判煙。
7. 基於目測判煙誤差範圍之考量，於取締告發時，不透光率值超過排放標準外加 10% 之誤

差值者，始予告發（依據環保署 77.8.1. ( 77 ) 環署空字第 15738 號函）。

8. 稽查者需秉持職業道德、公正及合法的共識，取締違規。

(二) 公私場所固定污染源排煙目測判煙稽查紀錄表：

為減少因環境引起之判煙誤差及取證之完整性與公正性，執行人員均應填具「公、私場所固定污染源排煙目測判煙稽查記錄表」（如下表）。本表亦可為業者於品管時，自行填寫，以供管制改善污染用。本表自 76 年 12 月起於各執行機關試辦 3 個月，經多次開會研商、修正而成，並由本署發函至省市環保處、局，各縣市衛生局自 77 年 7 月 1 日起，開立違反空氣污染防治法案件通知書時，均應加附本記錄表，以資佐證。該表之使用說明，詳如下述：

茲將該表分成 10 大項目，並予分項說明。

1. 污染源之敘述

- (1) 公、私場所名稱：公司、工商廠場等名稱。
- (2) 負責人：公私場所負責人姓名。
- (3) 住址：公私場所所在之街道名稱或鄰近地物相關之位置描述。

2. 設備

- (1) 污染源名稱及描述：簡述產生污染之設備名稱。
- (2) 污染防制設備：記錄所使用之空氣污染防治設備名稱。

3. 排放管道之描述

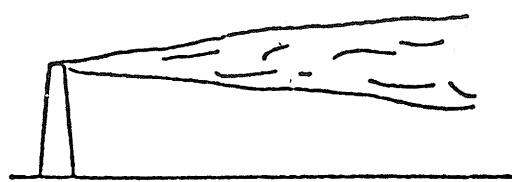
- (1) 排放管道之描述：描述煙囪之結構、直徑、顏色。
- (2) 高出地面之高度：於煙囪或排放口自地面量起之估計高度。
- (3) 距稽查員之高度：自目測位置，距排放口之估計高程。
- (4) 與稽查員之距離：以地圖或目測估算稽查員至煙囪底部中心點之估計距離。
- (5) 稽查員之方位：以指南針或地圖來判定稽查員相對於煙囪之概略方位。

4. 排煙之描述

- (1) 煙流之描述：描述煙流外觀（如下圖：1. 線圈型、2. 圓錐型、3. 扇型、4. 屋頂型、5. 煙雲型）和其他物理特性，如霧滴消逝後，仍有殘跡之殘跡煙流。



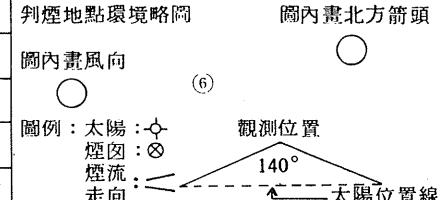
1. 線圈型



2. 圓錐型

## 公、私場所固定污染源排煙目測判煙稽查紀錄表

公、私場所名稱					日期	年	月	日	觀測開始時間	時分	觀測截止時間	時分			
負責人					<small>sec min</small>	0	15	30	45	<small>sec min</small>	0	15	30	45	
住 址					1					16					
(1)					2					17					
電 話					3					18					
污染源名稱及描述					4					19					
污染防治設備					5					20					
排放管道之描述					6			(7)		21					
高出地面之高度					7					22					
距稽查員之高度	(3)				8					23					
與稽查員之距離					9					24					
稽查員之方位					10					25					
煙流之描述					11					26					
煙流顏色					12					27					
煙流型式					13					28					
煙流出口溫度	(4) °C	戶外溫度	°C	14					29						
□有	□否	水霧產生	水霧煙流：□連續 □分離	15					30						
煙流不透光率之判定點				判煙地點環境略圖											
背景描述				相對濕度	%			圖內畫北方箭頭							
背景顏色	(5)	天空狀況													
風速				風向											
執行機關				日期											
稽查員簽名	(8)	目測判煙人員訓練合格證書號碼			備註	(9)									
副本收受人簽名					違反事實	(10)									
職稱				日期											



※ 1. 排放管道排放空氣污染物：一般狀況，超過排放標準，以每十五秒判讀一次，連續四次判煙之讀值均 (正本)

超過排放標準為準。超火時，超過排放標準仍以一小時內累積時間超過三分鐘為準。 (副本)

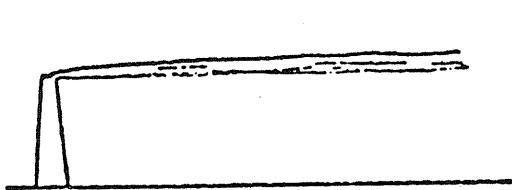
※ 2. 水泥業因部分或全部之生產設備開停車使排放超過粒狀污染物不透光率標準時，其允許超過之時間一小時內不得多於十分鐘。

※ 3. 高出地面之高度、距稽查員之高度、與稽查員之距離僅供參考用。

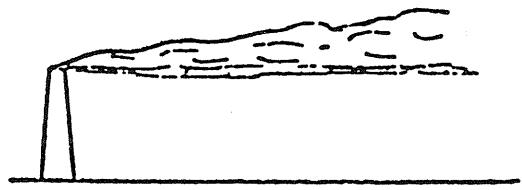
※ 4. 煙流型式、煙流出口溫度 (由廠商提供)、戶外溫度、有否水霧產生、水霧煙流等項目，於判定是否為水霧煙流時填寫之，如確定非水霧煙流時免填。又太陽位置於陰天時免填。

※ 5. 本表一式三份，正本由主管機關存檔，副本二份交簽收人及附於告發單寄交被告發人。

※ 6. 副本收受人簽名項，不簽名時，寫“拒簽”。



3. 扇型



4. 屋頂型



5. 煙管型

(2) 煙流顏色：黑色、灰色、白色、紅棕色等。

(3) 煙流型式：

①連續型 (Continuous)：煙流之產生時間（即不透光率週期）超過六分鐘者。

②溢散型 (Fugitive)：污染物不經排放管道或煙囪排放，圈選溢散型者，須再圈選為連續型或斷續型。

③斷續型 (Intermittent)：煙流之產生時間低於六分鐘者。

(4) 煙流出口溫度、戶外溫度：以°C為單位（※於判定是否為水霧煙流時，填寫之）。

(5) 有否水霧 (Water Droplets) 產生：觀察有否顏色很白、不透明、且煙流外觀變化起伏很大、消散很快之煙流即為水霧煙流。

(6) 水霧煙流：

①連續 (Attached)：煙流中之凝結水蒸氣，產生於煙囪內且於煙囪口處排放，目視即可辦別之。

②分離 (Detached)：凝結水蒸氣形成於煙囪口外一段距離，不透明部分之水蒸氣煙流與煙囪口並不連接。

(7) 煙流不透光率之判定點：指判讀煙流不透光率之位置。一般在煙囪外一個煙道直徑長之範圍內，殘跡煙流觀測水霧滴消失後之殘跡段。

## 5. 背景之描述

(1) 背景描述：描述判煙時，目測方向煙流後之背景狀況（如：天空、山、樹、其他建築

物或設備等)。

(2)背景顏色：判煙時，目測方向煙流後之背景顏色。

(3)天空狀況：以天空雲層之覆蓋百分比(%)表示天空狀況，如下表。

種類	雲層覆蓋程度(%)
天 晴 ( Clear )	<10 %
散 雲 ( Scattered )	10 % ~ 50 %
陰晴不定 ( Broken )	50 % ~ 90 %
陰 雲 ( Overcast )	>90 %

(4)風速：以蒲福風級判定法( The Beaufort Scale of Windspeed Equivalents, 如下表)，來估計風速。

#### 風速目測法(地面量測)

蒲福風級	觀察現象	名稱	速度(mph)
0	煙直上，旗下垂。	無風 ( Calm )	0—1
1	煙流可表示風向，風標不動。樹葉微動；旗不動。	軟風 ( Light air )	1—3
2	面頰感覺有風，樹葉沙沙響，風標擺動；旗偶而微離旗桿。	輕風 ( Light breeze )	4—7
3	樹葉、小枝搖動；旗與旗桿成 $30^\circ \sim 45^\circ$ 。	微風 ( Gentle breeze )	8—12
4	塵、紙飛揚；小枝搖動。	和風 ( Moderate breeze )	13—18
5	小樹搖動；旗與旗桿成 $90^\circ$ ；內陸水面有微波。	清風 ( Fresh breeze )	19—24
6	大樹枝搖動，電線呼呼有聲；旗與旗桿成 $90^\circ$ 且強烈擺動；撐傘不易。	強風 ( Strong breeze )	25—31
7	整棵樹搖動；逆行困難；輕及鬆散物體被吹離地面；旗強烈擺動。	疾風 ( Moderate gale )	32—38
8	小枝吹斷；汽車(行駛中)搖擺；電線呼呼聲響。	大風 ( Fresh gale )	39—46
9	樹嚴重折彎；建築物輕微受損；車輛、行人受阻；煙囱屋瓦吹離。	烈風 ( Strong gale )	47—54
10	樹連根拔起；建築物嚴重受損。	全強風 ( Whole gale )	55—63
11	嚴重毀損。	暴風 ( Storm )	64—72
12	無法逆行；普及性嚴重破壞。	颶風 ( Hurricane )	72+

- (5)風向：以指南針來量測之概略風向。
- 6. 判煙地點環境略圖：繪出煙流走向、北方方位、風向、太陽位置（陰天時免填）、和其他能充份表示污染點及稽查員位置之標識。
- 7. 觀測值之登錄：每15秒觀測一次，並將觀測值登錄於空格內。
- 8. 簽名
  - (1)執行機關：稽查員之所屬機關名稱。
  - (2)副本收受人簽名：由污染者或有關人員簽名（※不簽名時，寫“拒簽”）。
- 9. 備註：記載污染事實、設計或操作偏差、彼此觀念之爭議或其他問題。
- 10.違反事實：記載違反空氣污染防治法及施行細則規定之事實。

## 五、結論

清新與潔淨之空氣品質是現今市民所追求與嚮往的，正確與公正的污染源探證與稽查技術，對改善空氣品質與污染防治，更有實質的助益。本文期使有志於公私場所排煙污染管制、稽查之稽查員與業者亦有相當之認同與瞭解，共為窗外有藍天之理想而努力。

## 參考書目

- 1. 工業污染防治第五卷第三期⑯目測判煙技術
- 2. 目測判煙學 吳贊鐸編著・啓智出版社
- 3. 中華民國七十五年台灣地區空氣污染防治總檢討 行政院環境保護署空保處編印
- 4. 空氣污染學 黃正義、黃燭昌譯述・科技圖書公司
- 5. Stern "Air Pollution"
- 6. Code of Federal Regulations - 40

### 作者簡介

- 1. 中原大學機械系畢業
- 2. 交通大學交通運輸研究所研究
- 3. 美國環境保護署目測判煙訓練國家考試檢定及格