

第四章 作業環境測定	4-1
4.1 作業環境測定介紹.....	4-1
4.2 膠帶業之作業環境測定計畫製作說明.....	4-2
4.2.1 訂定作業環境測定之目標	4-3
4.2.2 建立組織及成員之職責	4-4
4.2.3 蒐集工廠基本資料	4-6
4.2.4 訂定與執行採樣策略.....	4-16
4.2.5 測定結果之評估與提議改善措施	4-26
4.2.6 改善評估.....	4-29
4.2.7 文件管理.....	4-31

第四章 作業環境測定

4.1 作業環境測定介紹

作業環境測定之目的是為了讓雇主掌握勞工作業環境實態以及評估勞工暴露狀況所實施的規劃、採樣、分析或是儀器測量，因此必須要擬訂適當的策略，才有可能達到這樣的目的。

大多數事業單位所熟知的作業環境測定，多指遵循勞工作業環境測定實施辦法中第 6、7 條明訂需進行測定的項目及期限，本實務手冊中所言之作業環境測定也是針對此種類型，除此之外，若工廠接獲勞工抱怨或是針對製程等特定目的，仍須對作業環境進行測定，唯此範疇之採樣策略規劃，不在本手冊討論之範圍中。

根據勞工作業環境測定實施辦法第 6、7、9 條之要求，事業單位必須依法進行作業環境測定，並於實施作業環境測定之前應先訂定含採樣策略之作業環境測定計畫，且依實際需要檢討更新。本手冊之後續章節，將協助並教導事業單位，逐步的建立屬於該工廠的作業環境測定計畫書，並於最後的章節中提供一份完整的參考例給事業單位參考。

本章節乃是提供膠帶業製造廠商，訂定符合作業環境測定實施辦法第 9 條：於作業環境測定實施前訂定“含有採樣策略之作業環境測定計畫”，特別是針對化學性危害因子之建議做法。本手冊適用於膠帶業製造廠商安衛人員使用或可提供工業安全衛生技師於協助工廠建立相關計畫之參考。

本手冊以逐一步驟的方式，協助工廠建立符合法令要求之作業環境測定計畫。雖然內容所提及的制訂方式，主要是針對膠帶業，但是各工廠仍可以依據實際需要自行調整計畫內容，使計畫得以符合工廠實際狀況，落實擬訂作業環境測定計畫之美意。

4.2 膠帶業之作業環境測定計畫製作說明

為避免勞工於作業場所因暴露有害物而對身體造成傷害，「勞工安全衛生法」第 7 條規定：雇主對於中央主管機關指定之作業場所應依規定實施作業環境測定。「勞工作業環境測定實施辦法」第 2 條指出：作業環境測定，指為掌握勞工作業環境實態及評估勞工暴露狀況所實施之規劃、採樣、分析或儀器測量。另於第 9 條規定：雇主依前條實施作業環境測定時，應訂定並依實際需要檢討更新含採樣策略之作業環境測定計畫…。因此，為使作業環境測定可確實達到上述目標，在執行作業環境測定之前必須擬訂含有採樣策略之作業環境測定計畫。

本手冊內所提及制訂作業環境測定計畫之方法，主要參考之資料來源有 3：(1) 行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所“化學性暴露作業環境測定計畫技術手冊”(編號【OSH87-A313】)。(2) 美國工業衛生技師學會(AIHA)於 1998 年所改版之職業暴露評估與管理之策略。“A Strategy for Assessing and Managing Occupational Exposures”(1998)。(3) 南部科學工業園區管理局/勞委會勞工安全衛生研究所/工研院環安中心等於民國 91 年所共同制訂之“台南科學工業園區勞工作業環境測定計畫制訂手冊”。本技術手冊綜合上述資料之內容，提供膠帶業者擬訂一份完整的作業環境測定計畫之參考做法。在該技術手冊中所建議的計畫書內容應包含下列 7 項工作，分別為訂定作業環境測定目標、建立組織及成員之職責、蒐集工廠基本資料、訂定與執行採樣策略、處理與應用數據、檢討改進及文件管理等。各工作項目之關係如圖 4-1 所示，各項工作內容亦將分別詳述於下面各節。

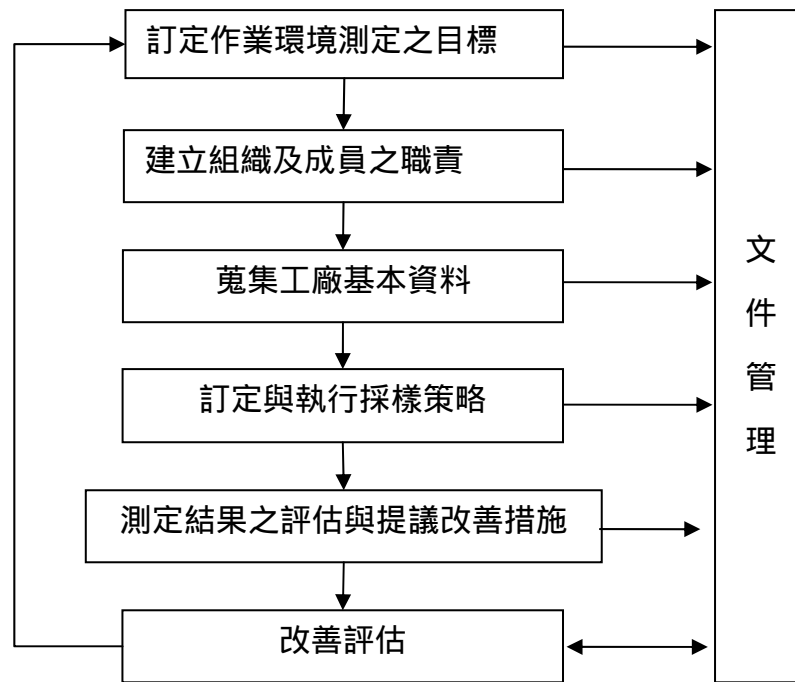


圖 4-1 含採樣策略之作業環境測定計畫架構圖

4.2.1 訂定作業環境測定之目標

【欲使作業環境測定工作有遵循的標準，必須先制定工作目標。】

作業環境測定的目標必須要與職業安全衛生政策相互配合。一個公司的職業安全衛生政策可以讓外界及員工瞭解公司維護工作場所安全衛生的態度及誠意，讓勞工瞭解工作場所環境與個人健康的重要性，並經由人人參與達到員工對企業的向心力，為事業單位進行作業環境測定工作的最高指導方針。

一個公司的職業安全衛生政策可能不會改變，但是作業環境測定目標必須依實際狀況逐年修正，例如：有些公司剛成立，作業環境測定制度尚未建立，勞工之暴露情形也完全不知，因此該階段的作業環境測定目標就可設定為「掌握勞工工作現場之暴露實態」；若該公司已執行作業環境測定一段時間，此時的目標就可以設定為「保障勞

工免於作業場所中有害物的危害，使暴露的濃度合於法令標準，提供勞工健康舒適的工作環境。各公司可自行依據工廠現況，設定於某一階段預計達到階段性的方向。表 4-1 為模擬工廠的作業環境測定目標選項，各公司可從中挑選符合工廠實際狀況做為該廠之目標，亦或是自行撰寫合適之內容，兩者皆可。

表 4-1 作業環境測定目標之參考例選項

選項	範 例 內 容
1	為評估勞工作業環境空氣中有害物濃度是否符合『勞工作業環境空氣中有害物容許濃度標準』或事業單位自行設定優於法令管制標準之規定。
2	依規定每半年執行作業環境測定，並逐步瞭解廠內平時及非例行性作業人員之暴露實態。
3	瞭解廠內每一個工作人員（相似暴露群）的暴露實態，並逐步降低暴露至容許濃度以下。
4	鑑定出廠內嚴重的暴露來源，評估其危害成分及勞工暴露濃度，並逐步控制勞工暴露值在 1/2 容許濃度以下。

4.2.2 建立組織及成員之職責

【為使作業環境測定各項工作權責分明，必須先確立相關組織及成員之權責。】

作業環境測定工作的執行，非一人可獨立完成，而是要仰賴一個小組。例如在測定執行之前，需要有廠方人員提出作業環境測定規劃（在規劃的過程中亦需要有勞工代表提出實際需求），接下來的採樣工作則有兩種方式可以進行，一是交由採購人員對勞委會認可之作業環境測定機構/執業之工礦衛生技師，進行工作委託等相關事宜並安排時間至作業現場進行測定工作（需有現場主管及勞工配合），另一種方式，若是事業單位本身就已僱用乙級以上之作業環境測定人員，則可由該人員依據相關採樣規定自行進行測定，但不論是由勞委會認可之作業環境測定機構/執業之工礦衛生技師或是由廠內乙級作業環境測定人員進行採樣工作，採集後之樣本皆應送請認可實驗室進行化驗分析，最後再由作業環境測定機構/執業之工礦衛生技師出具檢測報告給事業單位

(若是廠內乙級採樣人員自行採樣，則由實驗室出具採樣結果)。這一連串繁瑣之流程，必須要建立一個專屬組織來完成，而過程中的各項工作更必須要權責分明且指定專人負責，才可使作業環境測定工作順利進行。

作業環境測定工作之進行，必須要有勞工安全衛生人員之參與；若採樣工作需委外進行，則需要採購人之協助；而訂定採樣規劃及執行現場採樣時，亦必須有現場主管及勞工代表之參與，才能得以順利進行；至於委外之作業環境測定機構最好於年度計畫擬訂時就確定，才有充裕的時間進行溝通及協調，使作業環境測定工作做得更加完善。組織建立及成員職責之參考格式見表 4-2。

表 4-2 建立組織及成員職責之參考例

人 員	姓 名	職 責
勞工安全衛生人員	李小明	1. 擬定及執行作業環境測定計畫 2. 提出採樣規劃 3. 作業環境測定工作協調及管理 4. 環測過程定期查核 5. 測定結果之評估與提議改進措施 6. 紀錄保存
採購人員	張大山	1. 作業環境測定委外工作之採購、簽約與付款。
現場主管	王仁天	1. 提出作業環境測定需求 2. 提供現場相關資訊 3. 確定受測人員 4. 採取改進措施
勞工代表	許家寶	1. 提出作業環境測定需求 2. 監督環測工作之執行。
勞委會認可之作業環境測定機構(執業之工礦衛生技師/廠內合格之乙級以上之作業環境測定人員)	AB 顧問公司	1. 受委託執行各項環測工作(以簽約內容為準) 2. 環測目標(人員或地點)工作特性之掌握。

說明：若工廠已聘僱具有乙級以上之作業環境測定人員資格之勞工安全衛生人員，即可將執行各項環測工作之事項列入該勞工安全衛生人員之職責內。

4.2.3 蒐集工廠基本資料

【為協助各項作業環境測定工作之進行，工廠必須將各項有用的資料事先整理。】

事業單位在建立作業環境測定計畫前必須先將工廠資料歸納整理，基本資料的建立應涵蓋工作場所（work place）、工作執行型態（work force）及環境因子（environmental agent）等 3 大層面。由於進行作業環境測定規劃時，工作場所的相關資訊包含製程、廠區平面圖等資訊必須要建立，才能確認可能暴露的危害及地點；另外在工作型態方面，則應對作業內容及人員分配進行調查，才得以掌握暴露可能發生的時間點及人員；至於在環境因子方面，則應掌握有害物質的種類並建立清單，內容應包含其相關的毒理資料；最後對於歷年的作業環境測定資料亦應重點式的加以整理，才能快速掌握工廠歷年的暴露情形。因此綜合上述，必須蒐集工廠的基本資料應包含 1.製程流程說明 2.廠區配置圖 3.作業內容調查 4.人員組織配置 5.有害物質資訊 6.歷年作業環境資料整理等項目，以系統性的方式進行調查並整理，各項資料可參考以下之格式進行整理。

1.製程流程說明

【為了掌握可能的暴露，必須對製程加以瞭解。對於製程的描述可以製程流程圖或以文字說明表示，除此之外，對製程中各單元的相關有害物暴露情境也必須加以標註。】

在膠帶業的製程介紹，主要以 PVC 膠帶及 OPP 膠帶兩大類為主，兩者的製程極為類似，皆有調膠、塗佈、烘乾等作業，而最大之差異在於基布的不同與配製黏膠時所使用的溶劑不同。PVC 廠主要使用的基布材質為 PVC（Polyvinyl chloride）成分，而調配黏膠所使用之溶劑成分為甲苯，另外還有較少量的丁酮 丙酮及異丙醇，而 OPP 廠主要使用的基布為定向聚丙烯薄膜，也就是俗稱的 OPP（Oriented Polypropylene Films），而調配黏膠所使用之溶劑成分主要為乙酸乙酯，還有較少量的甲苯及正己烷。兩種製程分述如下。

(1) PVC 膠帶製程：

在 PVC 膠帶的製程中，主要會利用甲苯作為調配黏膠的溶劑，並將調配好的黏膠均勻的塗佈在 PVC (Polyvinyl chloride) 基布上，再利用烤箱將黏膠烤乾並將殘餘的甲苯烘烤出來，最後再進行複捲之作業，即為膠帶之半成品，最後再依據訂單需求將尺寸裁切成所需要之大小，即完成整個膠帶之製造。因此在整個製造膠帶的過程中，最容易產生有機溶劑逸散之作業為攪拌、塗佈及烘烤作業，製程流程圖表示如圖 4-2 所示。

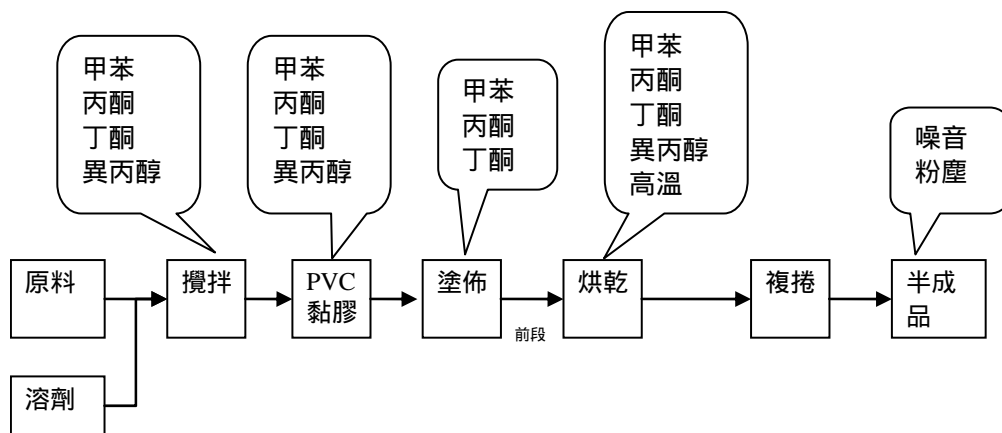


圖 4-2 PVC 膠帶製程流程图参考例

(2) OPP 膠帶製程：

基本上 OPP 膠帶的製程，與 PVC 膠帶之製程極為雷同，主要是基布與調膠溶劑的不同。在 OPP 膠帶的製程中，主要以乙酸乙酯，還有少量的甲苯及正己烷作為調配黏膠的溶劑，並將調配好的黏膠均勻的塗佈在 OPP (Oriented Polypropylene Films) 基布上，再利用烤箱將黏膠烤乾並將殘餘的溶劑烘烤出來，最後再進行複捲之作業，即為膠帶之半成品，最後再依據訂單需求將尺寸裁切成所需要之大小，即完成整個膠帶之製造。由於 PVC 膠帶與 OPP 膠帶兩者之製程類似，有機溶劑可能發生逸散之情

形亦大同小異，因此整個 OPP 膠帶的製造過程中，最容易產生有機溶劑逸散之作業同樣為攪拌、塗佈及烘烤作業，製程流程圖如圖 4-3 所示。

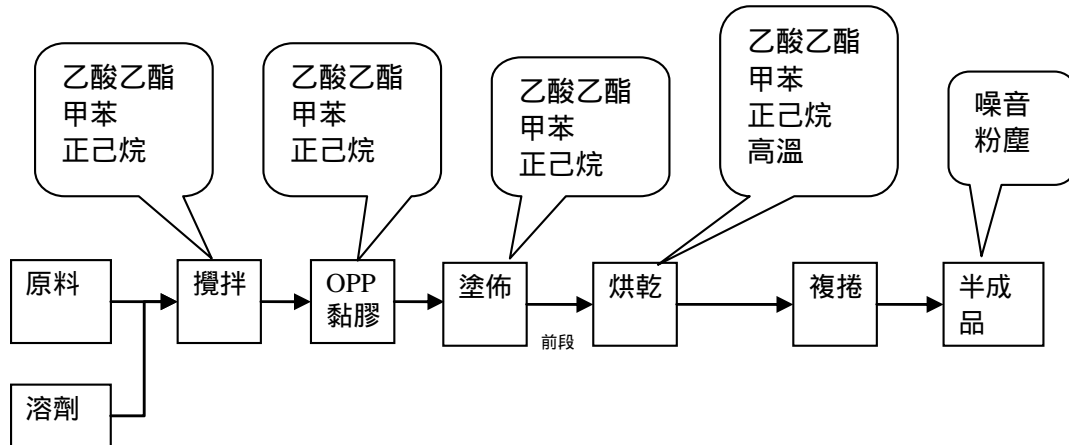


圖 4-3 OPP 膠帶製程流程圖參考例

說明：各工廠可依據實際狀況填寫，若僅生產 PVC 膠帶，則僅需寫出 PVC 膠帶製程即可，若 PVC 膠帶及 OPP 膠帶兩項產品皆有，則兩項製程都應全部列出。

2. 廠區配置圖

要界定工作場所中各種危害物的分佈區域，首先必須要對工廠各製程區的分佈及配置有清楚的了解，才能幫助廠內工安人員規劃相關的作業環境測定工作，因此廠區配置圖是必須建立的基本資料之一。廠區配置圖應清楚的標示各作業區的相對位置，示意圖如圖 4-4 所示。



圖 4-4 廠區配置圖參考例

3. 作業內容調查

【作業內容調查的目的，是為了要掌握暴露可能發生的時間點，因此需明確調查各部門的各項作業型態之暴露過程與內容，包含各項例行性及非例行性的作業】

由於 PVC 膠帶與 OPP 膠帶之製程極為類似，其作業方式幾乎相同，因此對於作業內容調查之參考例將以 PVC 膠帶製程為例進行說明。

在膠帶之製程中，不論是 PVC 膠帶或是 OPP 膠帶，皆有相同之作業單元，包括黏膠之調配（原料與溶劑混合後進行攪拌）、塗佈、烘乾、複捲及裁切等作業，其主要

產生暴露的有害物質在 PVC 膠帶製程為甲苯、丙酮、丁酮及異丙醇，而在；OPP 膠帶製程則為乙酸乙酯、甲苯、正己烷，在該兩種膠帶之製程中可能產生有機溶劑逸散的作業多在黏膠調配時的攪拌、塗佈及烘乾等作業。

由於作業內容調查之目的，是要瞭解各作業之執行方式及可能產生暴露危害之時機，因此需明確調查各部門的各項作業型態之暴露過程與內容，其中必須包含各部門之各項例行性及非例行性的作業，調查之內容包括：部門代號、作業名稱、作業區域、使用化學品、作業內容、作業頻率、作業時間（小時/次）、每週使用量（kg/週）、通風工程、作業人員職務及作業人數等。以下將逐項說明各項內容及填寫方式：

- (1) 部門名稱：可依公司現有人員組織進行劃分，或針對作業狀況再加以細分至工作相近之族群。
- (2) 作業名稱：針對全廠不同製程之作業一一分別記錄，因其暴露狀況可能不一樣，不可將不同製程而作業名稱一樣的合併，如 PVC 配料作業、OPP 配料作業、PVC 塗佈、OPP 塗佈等，皆需一一分開記錄。
- (3) 作業區域：依現況清楚完整標示該作業之實際位置，如 A 棟 B1 區、C 棟 B2 區或攪拌配料區、塗佈區、烘乾區等等。
- (4) 使用化學品：在執行各項作業時，將可能暴露的化學物質一一記錄，如膠水中含有甲苯、丁酮，則需記錄甲苯及丁酮而非膠水。同一作業內若有使用多種化學品，請填入同一儲存格中，不可分散至多個儲存格中，同一儲存格中的化學品請以分號;分隔之。
- (5) 作業內容：針對定期執行的工作則定義為例行性作業，反之沒有定期執行的作業則為非例行性作業，如不定期使用甲苯擦拭塗佈滾輪則屬非例行性作業。因例行性作業和非例行性作業之暴露情境差異性大（如例行性作業多為長時間持續性暴露，而非例行性作業則有可能為短時間高暴露），因此必須明列出其作業內容及屬性，才有利於後續的分析評估。

- (6) 作業頻率 (次/週): 以每週為單位填入該作業每週進行之次數, 若某項作業一個月進行一次, 則同樣換算成以每週為單位之頻率。
- (7) 作業時間 (小時/次): 針對進行該項作業每次所需時間進行記錄, 例如塗佈塗佈每班 8 小時, 則記錄 8 小時/次; 配料攪拌每次 15 分鐘, 則記錄 0.25 小時/次。
- (8) 每週使用量 (kg/週): 以 kg 為單位, 化學物質每週的使用量。
- (9) 通風工程: 依該製程使用通風工程現況, 填入 1-5 之代號。代碼: 1.密閉製程、2.半密閉製程、3.局部排氣、4.整體換氣、5.無任何控制。
- (10) 作業人員職務: 不同作業操作的人員會有所不同, 而在相同的作業中也可能因不同的職務, 所暴露到化學品的時間不同 (如課長與技術員), 因此需針對各作業中人的職務進行調查, 以作為劃分相似暴露族群的依據。
- (11) 作業人數: 必須掌握各作業的工作人數, 以作為後續相似暴露族群劃分或是選定受測定對象之參考, 因此必須記錄執行該項作業之總人數。

根據上述原則, 在膠帶業進行的作業調查結果如表 4-3 參考例所示。表格填寫簡要說明摘要見表格中第 2 列, 表格各欄位之詳細說明如下:

。

表 4-3 膠帶業作業內容調查參考例

部門名稱	作業名稱	作業屬性 (例行性或非例行性)	作業區域	機台設備	作業人員職務	使用或暴露化學品	頻率單位	作業頻率 (次數)	作業時間	工程防護措施	人數
							(代碼: 2 每年; 3 半年; 4 每季; 5 雙月; 6 每月; 7 雙週; 8 每週; 9 每日)		(小時/每次作業)	(代碼: 1 密閉製程; 2 半密閉製程; 3 局部排氣; 4 整體換氣; 5 無任何控制)	
製造課	OPP 攪拌作業	例行性	二樓 A 區	A1、A2、B1	OPP 攪拌組組長	甲苯、正己烷、乙酸乙酯	9	2	0.17	4	1
製造課	OPP 攪拌作業	例行性	二樓 A 區	A1、A2、B1	OPP 攪拌組技術員	甲苯、正己烷、乙酸乙酯	9	2	1	4	5
製造課	PVC 攪拌作業	例行性	二樓 B 區	B1、B2	PVC 攪拌組組長	甲苯、丙酮、丁酮、異丙醇	9	2	0.17	4	1
製造課	PVC 攪拌作業	例行性	二樓 B 區	B1、B2	PVC 攪拌組技術員	甲苯、丙酮、丁酮、異丙醇	9	2	1	4	5
製造課	OPP 塗佈作業	例行性	一樓 B 區	L1、L2	OPP 塗佈作業組長	甲苯、正己烷、乙酸乙酯	9	1	2	3	1
製造課	OPP 塗佈作業	例行性	一樓 B 區	L1、L2	OPP 塗佈技術員	甲苯、正己烷、乙酸乙酯	9	1	8	3	6
製造課	PVC 塗佈作業	例行性	一樓 B 區	L1、L2	PVC 塗佈作業組長	甲苯、丙酮、丁酮	9	1	2	3	1
製造課	PVC 塗佈作業	例行性	一樓 B 區	L1、L2	PVC 塗佈技術員	甲苯、丙酮、丁酮	9	1	8	3	6
製造課	斷布停機	非例行性	一樓 B 區	L1、L2	塗佈作業技術員	甲苯、正己烷、丙酮、丁酮、乙酸乙酯	6	5	0.05	5	6
加工課	裁切作業	例行性	一樓 C 區	P1、P2	加工組組長	噪音、粉塵	9	1	3	5	1
加工課	裁切作業	例行性	一樓 C 區	P1、P2	加工組技術員	噪音、粉塵	9	1	8	5	10
工務課	維修作業	例行性	全廠	A1、A2、B1、L1、L2、P1、P2	維修組長	甲苯、正己烷、丙酮、丁酮、乙酸乙酯	8	1	0.34	5	1
工務課	維修作業	例行性	全廠	A1、A2、B1、L1、L2、P1、P2	維修技術員	甲苯、正己烷、丙酮、丁酮、乙酸乙酯	8	1	2	5	3

4.人員組織配置

作業環境測定主要目的為瞭解勞工的暴露實態，執行時應以個人採樣方式為主。為瞭解相關母群體的分佈，規劃時首先必須界定應考量的人員。利用既有之人事資料或對廠內各類工作人員及其職務進行調查後，製作人員組織圖，如此便可以全盤掌握所有人員，以提供各項後續規劃之參考。以膠帶製造工廠實際進行之人員組織配置參考例如圖 4-5 所示。

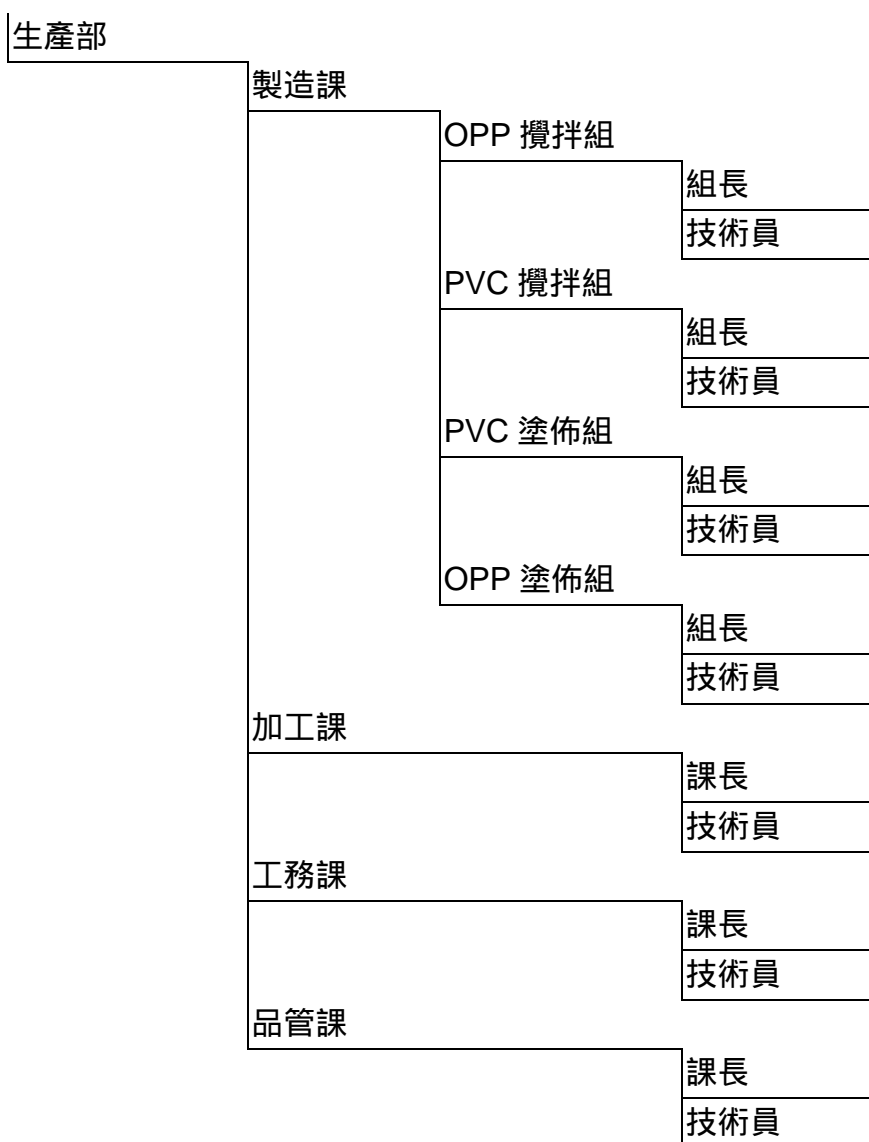


圖 4-5 膠帶業人員組織配置參考圖例

5. 有害物資訊

針對可能暴露之有害物，蒐集各項相關資訊，包括中英文名稱、化學文摘社編號（CAS No）、物化特性、容許濃度（PEL-TWA_{8h}、PEL-STEL 或 PEL-Ceiling）、毒理描述（急毒性動物實驗數據；半致死劑量 LD₅₀）、可分析檢測方法等。各項資訊雖然在物質安全資料表內多有提供，但事業單位不應僅以擁有物質安全資料表為限，為使資料完整有用，必須將各項有關的資料分類整理，如此方能全盤掌握有害物相關資訊，才有助於評估各種有害物之相對暴露程度及提供檢測分析方法的選擇。依據膠帶製造工廠各製程主要使用的物質為甲苯、乙酸乙酯、丙酮、正己烷、丁酮及異丙醇，上述各項有害物之資訊如表 4-4 所示。

表 4-4 膠帶業主要使用有害物之資訊參考例

CAS_NO	中文名稱	英文名稱	分子式	分子量	蒸氣壓 (mmHg)	物理狀態	容許濃度(ppm)			LD ₅₀ (mg/kg)	致癌性 IARC	致癌性 ACGIH
							TWA	STEL	Ceiling			
108-88-3	甲苯	Toluene	C ₇ H ₈	92.14	22 @20	無色液體	100	125	-	<870(大鼠)	3	-
141-78-6	乙酸乙酯	Ethyl Acetate	C ₄ H ₈ O ₂	88.10	73	無色液體	400	500	-	5600(大鼠)	-	-
00067-64-1	丙酮	Acetone	C ₃ H ₆ O	58.06	180	無色液體	750	937.5	-	5800(大鼠)	-	-
110-54-3	正己烷	Hexane	C ₆ H ₁₄	86.18	124	無色液體	50	75	-	9100(大鼠)	-	-
78-93-3	丁酮	Methyl Ethyl Ketone	C ₄ H ₈ O	72.11	77.5 @20	無色液體	200	250	-	2740(大鼠)	-	-
67-63-0	異丙醇	Isopropyl Alcohol	C ₃ H ₈ O	61.0	33 @20	無色液體	400	500	-	5045(大鼠)	3	-

6. 歷年作業環境測定資料整理

所謂歷年測定資料主要包含符合法令要求的例行性作業環境測定資料及工廠自行評估作業環境所進行監測的相關資料。通常事業單位對於歷年之作業環境測定資料多以書面建檔留存，因此對於歷年所測定之結果並未重點式的整理並標示，導致工廠無法確實掌握每次測定結果濃度偏高的區域。為此，在年度的作業環境測定計畫書中，建議將歷年的作業環境測定結果報告中，將特別需要留意的測定點或人員（測定結果顯示濃度偏高）重點式的列出，並說明該量測點之狀況，如生產線（量）是否正常？局部排氣裝置是否正常運轉等會明顯影響作業環境測定結果之現場條件，以更真實反應測定結果所代表之意義。若能運用過去的監測資料，找出工廠危害可能偏高的作業、區域或人員，做為規劃作業環境測定計畫的參考依據，將更有意義。歷年作業環境測定資料整理之格式可參考表 4-5 所示。

表 4-5 歷年作業環境測定資料整理參考例

資料來源	量測結果	量測點描述	量測點狀況說明	備註
91 年環測資料	甲苯：30ppm	配料攪拌-陳水常 (長時間採樣)	生產線正常 局部排氣正常開啟	容許濃度標準 甲苯：100 ppm 乙酸乙酯：400 ppm
	甲苯：70ppm	PVC 塗佈-林金隆 (長時間採樣)	生產線正常 局部排氣正常開啟	
	乙酸乙酯：200ppm	OPP 塗佈-王家林 (長時間採樣)	生產線正常 局部排氣正常開啟	

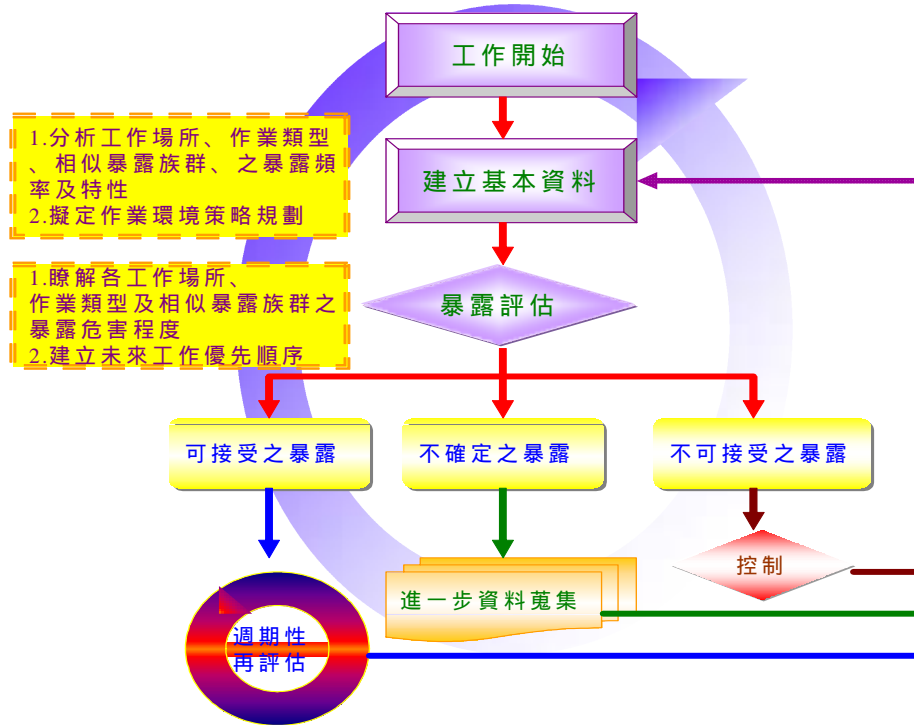
說明：於表 4-5 中量測點狀況說明的欄位相當重要，因為生產線（量）是否正常、局部排氣裝置是否裝設、開啟、有效運轉，都將嚴重影響測定結果，因此應加以說明。

4.2.4 訂定與執行採樣策略

【為使作業環境測定工作確實有效實行，必須訂定完善的採樣策略以確實掌握有意義的暴露數據，採樣策略可依工廠規模及特性適時的簡化。】

在本章節內容主要是協助工廠如何訂定採樣策略並提供採樣工作執行時應注意的事項。雖然各廠的規模不盡相同，有大至百人工廠，也有小至數人工廠，但是不論規模大小，膠帶廠的製程並不複雜（有暴露可能的作業極為明確），因此訂定採樣策略，只要確實瞭解並掌握各個製程單元可能的暴露特性，便可以清楚鑑認出應評估的作業及物種，並規劃出欲進行測定之人員。在採樣策略的擬訂中，除了採樣點之選定，對於採樣時應選用之方法及採樣進行時需注意的事項，亦必須確實掌握，才能對整體作業環境測定的品質有良好的控制。

作業環境測定最主要目的之一就是要瞭解工廠內所有工作人員的暴露實態（exposure profile）。由於膠帶製造工廠其製程特性並不複雜，因此可用簡便的方式來擬訂採樣策略。但在擬訂策略之前，必須先建立一些重要的觀念，也就是應先利用廠內之基本資料，將廠內的工作人員依暴露狀況劃分為數個相似暴露群(Similar Exposure Group, SEG)，並逐步逐次進行評估或量測，以瞭解整廠勞工之暴露實態。若某一暴露群的暴露實態，經評估後顯示現場勞工暴露環境已超過標準，則視為不可接受之暴露，應進行控制；若暴露實態低於標準，則視為可接受之暴露，僅需週期性的進行評估以確認狀況未改變；至於暴露實態尚未完全明瞭之暴露群，視為不確定之暴露，需進一步評估。藉由這樣週而復始的循環，對工廠重複進行評估以掌握工廠所有暴露群的所有暴露實態。這樣的觀念是美國工業衛生協會於 1998 年提出針對暴露評估所提出之建議做法，流程圖如圖 4-6 所示。



資料來源：美國 AIHA "A Strategy for Assessing and Managing Occupational Exposures"(1998)

圖 4-6 暴露評估流程圖

1.採樣策略之擬訂

要瞭解勞工暴露的實際狀況，則必須依賴作業環境測定，而作業環境測定執行成效好或壞，極重要的關鍵則是在於採樣策略的擬訂。採樣策略最重要的目的就是要選擇正確的採樣位置，並以正確的方法進行現場危害的評估。

採樣策略訂定的方法，依各行業的特性不同會有所差異。以膠帶業而言，由於製程單純並不複雜，因此對於全廠所有勞工的暴露狀況，可以藉由對相似暴露群逐次的瞭解後全數掌握，整體評估架構如圖 4-7 所示。

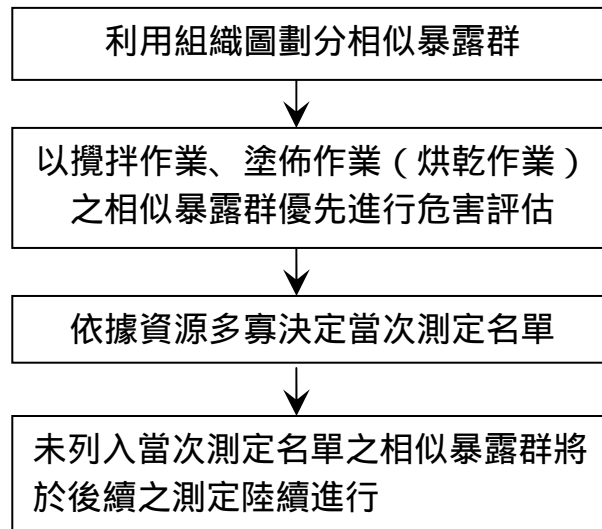


圖 4-7 以相似暴露群進行採樣點整體評估流程圖

需特別強調的是，暴露危害等級評定的優先等級僅是評估採樣優先順序的參考，而非需不需要採樣的依據，也就是說，優先等級較低的相似暴露群仍然必須進行評估或測定，以確認該相似暴露群或作業是安全無虞的。

a. 利用組織圖劃分相似暴露群

在這樣的一個評估系統中，首先必須加以說明的是相似暴露群（Similar Exposure Group；SEG）的概念。在一個工廠裡，雖然有許多的工作人員，但這些人員的暴露，幾乎是分佈在數個相同的暴露情境當中，也就是說有數群人是在相同的作業區域，使用同樣的化學物質進行相同的工作，因此若先經由系統性的方式，對所有人員依其工作性質、工作區域及所可能暴露之物質先進行分群，由此可推估這同一群人的暴露情況是類似的。如此在每次測定中僅需挑選每一個族群內的部份人員進行測定，就可以放大推估至工廠裡所有作業人員之暴露情形，這就是相似暴露群的概念。

針對相似暴露群的劃分方式，可參考人員組織配置圖，適當的將同部門內進行同一作業類型（含相同的製程、相同的操作方式及使用相同的化學物質）的工作人員劃分為同一個相似暴露群，因此在同一暴露群內，每個人的暴露情形類似，可以利用個人或是少數人的量測結果來代表同一群內每一個人的暴露狀況。例如：以圖 4-5 的組織圖為例，在生產部的製造課中 OPP 攪拌組的作業中，若組長與技術員兩人工作的區域及工作時間長短相同、操作方式一致且暴露到化學物質的時間相似，則可合併為同一相似暴露族群，反之若組長較少待在作業現場，暴露到化學物質的時間亦較技術員短，且作業方式也不同，故其暴露情境亦會有所差異，因此應將該組長與該技術員列為不同的相似暴露族群。同理 PVC 攪拌、PVC 塗佈、OPP 塗佈及品管課的相似暴露群劃分之概念亦是如此類推。至於加工課及工務課，其可能產生之危害多屬噪音及粉塵，因此可將其另列為不同的相似暴露群。各相似暴露群劃分之後可建立如圖 4-8 之相似暴露族群分類架構圖。

部	門	作業名稱	職務名稱	SEG 代號	
生產部	製造課	OPP 攪拌 (B100)	組長	B100-01	
			技術員	B100-02	
		PVC 攪拌 (B200)	組長	B200-01	
			技術員	B200-02	
		PVC 塗佈 (B300)	組長	B300-01	
			技術員	B300-02	
		OPP 塗佈 (B400)	組長	B400-01	
			技術員	B400-02	
		加工課		課長	C100-01
				技術員	C100-02
		工務課		課長	D100-01
				技術員	D100-02
		品管課		課長	E100-01
				技術員	E100-02

圖 4-8 相似暴露族群分類架構圖

根據上述建立之相似暴露群架構圖，進一步再詳細描述各相似暴露群之人員職務、人數及可能接觸之有害物，以作為後續規劃各個相似暴露族群採樣點數選取參考之用，整理的方式如表 4-6 所示。

表 4-6 相似暴露族群 (SEG) 分類說明

SEG 代號	作業說明	人數	可能接觸之有害物
B100-01	OPP 攪拌組組長	1	甲苯、乙酸乙酯、正己烷
B100-02	OPP 攪拌組技術員	5	甲苯、乙酸乙酯、正己烷
B200-01	PVC 攪拌組組長	1	甲苯、丙酮、丁酮、異丙醇
B200-02	PVC 攪拌組技術員	5	甲苯、丙酮、丁酮、異丙醇
B300-01	OPP 塗佈組組長	1	甲苯、乙酸乙酯、正己烷
B300-02	OPP 塗佈組技術員	6	甲苯、乙酸乙酯、正己烷
B400-01	PVC 塗佈組組長	1	甲苯、丙酮、丁酮
B400-02	PVC 塗佈組技術員	6	甲苯、丙酮、丁酮
C100-01	加工課課長	1	噪音、粉塵
C100-02	加工課技術員	10	噪音、粉塵
D100-01	工務課課長	1	甲苯、正己烷、丙酮、丁酮、乙酸乙酯
D100-02	工務課技術員	3	甲苯、正己烷、丙酮、丁酮、乙酸乙酯
E100-01	品管課課長	1	甲苯、正己烷、丙酮、丁酮、乙酸乙酯
E100-02	品管課技術員	2	甲苯、正己烷、丙酮、丁酮、乙酸乙酯

b. 以攪拌作業、塗佈作業（烘乾作業）之相似暴露群進行危害評估

經由前述分析掌握各製程單元之暴露特性後，針對膠帶廠之化學性因子暴露，主要多集中在攪拌組及塗佈組之作業人員，品管人員次之，而加工課之作業則主要以裁切為主，因此多為噪音及粉塵之危害，至於工務課之作業人員，雖也有化學性因子之危害，但是其作業型態並不是屬於每天固定例行性作業，而是多偏向於非例行性作業，

因此當作業人員有需求時，可於作業期間要求進行短時間之作業環境測定，以瞭解其暴露情形。

因此針對例行性之作業環境測定工作，可將測定的對象集中在攪拌組、塗佈組及品管等相似暴露族群，並以個人採樣為主要的採樣方式進行暴露情況之評估。在採樣點的選取，將針對這些作業區之作業內容選擇適當的採樣時間、採樣方式及人員來進行。由於在這些作業中，有些是屬於短時間作業，例如攪拌作業，針對這些短時間作業將會以短時間的人員採樣來進行暴露狀況的瞭解。而長時間個人採樣或是區域採樣，則是針對例行性的作業，至於要以個人採樣或是區域採樣，則以作業方式決定。基本上，基於保護勞工健康的目的，應該是針對人員進行採樣，但若是人員之作業方式是固定在一個地方執行他的工作，並不會四處走動，如此則可以區域定點採樣取代，但採樣位置高度必須是在勞工呼吸區域位置附近。至於每一項作業之採樣點數，則依據當次的採樣資源來決定。一般說來，小規模工廠，有許多作業都僅有一人負責，因此每一項作業僅需要一個採樣點，若同一個作業，有超過兩人以上，假如資源足夠則可一起進行測定，若當次測定資源不足，則可依序於往後的測定中進行，以達到掌握全部勞工的暴露狀況之目的。

c. 採樣點規劃

為使作業環境測定資源有效率的運用，各事業單位的評估者可根據法令明訂需進行測定的物質、高危害之作業區域及經濟考量等因素來選擇實際檢測的採樣點數，並且根據職業暴露評估及管理策略的迴路精神（圖 4-6），將未能進行採樣評估的部分逐漸於後續的暴露評估規劃中完成。

針對膠帶製造業所用到的化學物質甲苯、正己烷、丙酮、丁酮、乙酸乙酯及異丙醇，皆是作業環境測定實施辦法明列需進行測定的項目，因此在規劃採樣點時，這些物質皆須包含在內。原則上每次測定時可同時針對攪拌作業、塗佈作業(烘乾)等作業區的相似暴露群進行評估，若每個相似暴露群的人數不多，則可將全數的作業人員一起納

入評估，但是若為規模較大的工廠，每個相似暴露群人數有數 10 人以上的話，則可自每一個相似暴露群中隨機選取受測人員，經過幾次的循環測定之後，經由統計方式計算，便可逐漸掌握各個相似暴露群之暴露實況。採樣點規劃之原則如下：

- (1) 法令規定之甲苯、正己烷、丙酮、丁酮、乙酸乙酯及異丙醇皆須進行量測。
- (2) 以攪拌作業、塗佈及烘乾作業與品管人員作為優先採樣之族群。
- (3) 若工作型態為例行性長時間作業的相似暴露群，則進行全程的個人採樣。
- (4) 若為非例行性作業的短時間作業，則進行短時間的個人採樣。

若上述規劃中需進行測定的人員，於實際採樣有困難時(如嚴重干擾作業或採樣設備不適合佩掛時)，則可以區域測定之方式取代之，但若推論至人員暴露，則於採樣時需要詳實的紀錄人員的活動再進行推估。

若以該次測定的資源設定在 13 個測定點，建議規劃的採樣點及其相關資訊如表 4-7 所示。

表 4-7 規劃之採樣點

採樣點	作業名稱	SEG 代號	測定物質	採樣方法
1	OPP 攪拌作業 (技術員 A)	B100-02	甲苯	個人短時間
2		B100-02	乙酸乙酯	個人短時間
3		B100-02	正己烷	個人短時間
4	PVC 攪拌作業 (技術員 B)	B200-02	甲苯	個人短時間
5		B200-02	丙酮	個人短時間
6		B200-02	丁酮	個人短時間
7		B200-02	異丙醇	個人短時間
8	OPP 塗佈作業 (技術員 C)	B300-02	甲苯	個人長時間
9		B300-02	乙酸乙酯	個人長時間
10		B300-02	正己烷	個人長時間
11	PVC 塗佈作業 (技術員 D)	B400-02	甲苯	個人長時間
12		B400-02	丙酮	個人長時間
13		B400-02	丁酮	個人長時間

至於尚未進行測定來瞭解其暴露狀況之相似暴露群，可於下次測定時陸續進行評估，依據美國 AIHA 暴露評估理論架構之迴路精神，必須在數次測定之後，才能確實掌握各個相似暴露群之暴露實態。

2.採樣方法之選定

勞工作業環境測定實施辦法第 8 條規定，事業單位必須委託合格之作業環境測定機構/人員進行作業環境測定工作，對於採樣技術，合格之作業環境測定機構/人員應可確實掌握，但是若事業單位本身也能有一些概念，則對其作業環境測定工作的品質能有更好的保障。針對甲苯、乙酸乙酯、異丙醇、丁酮、丙酮、正己烷之採樣技術，依據勞委會公告之採樣分析建議方法如表 4-8 所示。

表 4-8 勞委會公告採樣分析建議方法

有害物名稱	採樣介質	採樣流率 (mL/min)	總採樣量	樣本運送	穩定性	方法編號
甲苯	活性碳管 (100 mg/50 mg)	200	2 8L	密封	--	1235
乙酸乙酯	活性碳管 (100 mg/50 mg)	10 200	0.2 9.3L	例行性	5 ,15 天	1214
丁酮	矽膠管 (150 mg/75 mg)	10 200	1 12L	例行性	25 ,6 週	1208
丙酮	活性碳管 (100 mg/50 mg)	10 200	0.5 3L	密封	--	1211
正己烷	活性碳管 (100 mg/50 mg)	200	4L	密封	--	1228
異丙醇	活性碳管 (100 mg/50 mg)	10 200	0.2 7.5L	例行性	25 ,15 天	1904

3.執行採樣應注意之事項

【為使採樣分析資料正確並可作為後續改善之依據，執行採樣時必須針對各項規定項目再查核，並進行現場觀察。】

依據擬定的作業環測規劃進行採樣時，必須委由具勞委會認可之合格作業環境測定機構/人員/執業之工礦衛生技師等進行相關工作，並將採集之樣本委託認可之實驗室進行分析，合格之作業環境測定機構及認可實驗室名單可至勞委會網站查詢 http://www.cla.gov.tw/cgi-bin/SM_theme?page=4211a59a（勞委會首頁/業務主題/勞工安全衛生/作業環境測定）。

於實際執行採樣時，應充分確認各項採樣參數皆已依照上述規劃進行，並對採樣現場進行觀察並記錄，以便掌握採樣狀況，現場觀察的項目如：採樣時勞工的作業狀況、現場生產狀況是否正常、通風設備是否正常運轉以及勞工是否配戴防護具等等，除此更應要求採樣人員應在採樣過程中檢查採樣設備之運轉是否正常、勞工配戴方式是否正常等查核動作，以作為未來測定結果解釋的參考。現場採樣查核表參考例見表 4-9。

表 4-9 現場採樣查核表

查 核 項 目	是	否
1.是否由合格的作業環境測定人員執行採樣		
2.採樣方式、設備及時間是否符合規定		
3.採樣設備於採樣前後是否都有校正		
4.採樣時勞工的作業是否處於正常狀態		
5.採樣時作業現場之生產是否處於正常狀態		
6.採樣現場通風設備是否正常運轉		
7.勞工是否配戴正確的防護具		

4.2.5 測定結果之評估與提議改善措施

經由各項步驟所獲得的測定結果必須善加利用才能獲得應有的成效。一般而言，測定結果可以用來瞭解各個相似暴露群之暴露實態，以作為後續作業環境測定策略擬定修正之參考及工程改善規劃的依據。而各項測定結果亦必須以書面方式通知勞工代表並告知勞工作業環境測定之結果。

1. 建立各個相似暴露群的暴露實態

作業環境測定之結果可藉由工業衛生統計軟體套件運算建立各個相似暴露群之暴露實態，亦即所謂的 exposure profile。(可參照圖 4-9 示意圖之分佈曲線)，藉由該軟體協助可對廠內各相似暴露群之劃分方式、暴露分布情形以及是否超過容許濃度標準值等事項有更進一步的瞭解。

所謂相似暴露群之暴露實態，是指各暴露群經由不同時間數次的測定後，彙整這些數據以統計學加以計算，估計並描繪出該相似暴露群其平均的濃度分佈曲線，並以 95% 的信賴區間推估出該相似暴露群之平均暴露濃度，來代表該族群之暴露值(可參照圖 4-9 示意圖之標示說明)。因此，要建立各相似暴露群之暴露實態，必須依賴統計的計算，但過多的統計理論及計算，相信對一般工安人員執行上會有困難，因此可利用現有商業化的工業衛生統計軟體套件進行運算，運算方法極為簡單，僅需將各相似暴露群歷次測定的作業環境測定值輸入工業衛生統計軟體套件中，軟體將會自動計算所需要之結果(如超過法定容許濃度 OEL 的百分率、估計之平均濃度及濃度分布之 95 百分位數等)，如此即可輕鬆的描述各個相似暴露群之暴露實態，並用以作為後續評估工作的依據。

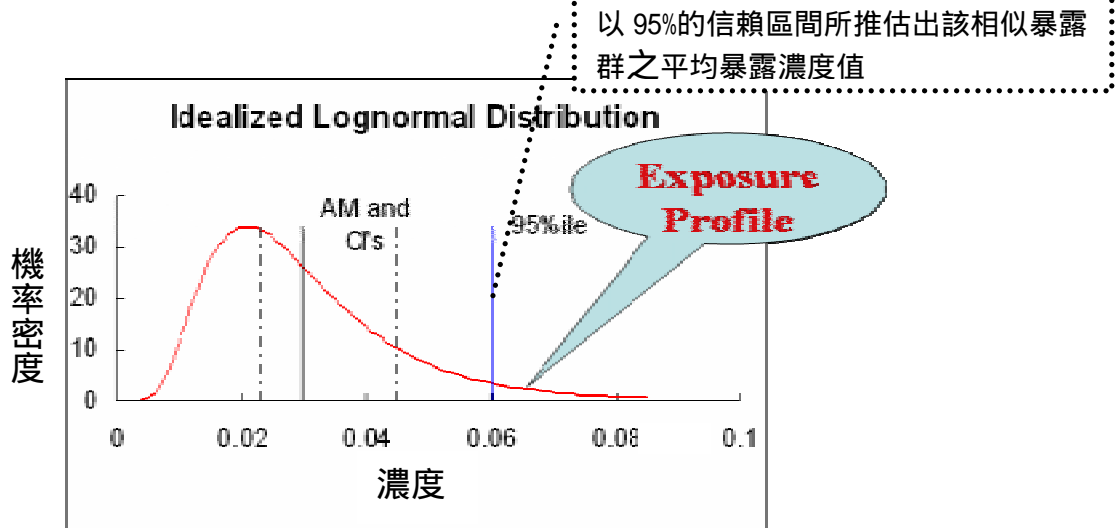


圖 4-9 相似暴露群之暴露實態示意圖

由於樣本數多寡將嚴重影響統計結果之準確性，因此對於每個相似暴露群究竟需要多少的樣本數才符合統計學上的要求，則必須加以規範。若該相似暴露群之平均暴露濃度顯示超過容許濃度或低於 1/10 容許濃度標準（屬於極為確定之暴露狀態），則該相似暴露群只要 6~10 個測定值即可，但若該相似暴露群之平均暴露濃度值是介於 10%~100%容許濃度標準，屬於較不確定的暴露狀態，因此需要較多樣本，才足以達到 95%信賴水準。至於實際所需樣本數，則需依每個相似暴露族群濃度的幾何標準偏差值變異之大小及實測值與容許濃度標準之比值而有所不同，對照如表 4-10 所示。

表 4-10 各相似暴露群建立暴露實態所需之樣本數對照表

實測值/OEL 比例	樣本數 (n)				
	變異性小 (GSD=1.5)	GSD=2	變異性中 (GSD=2.5)	GSD=3	變異性大 (GSD=3.5)
0.75	25	82	164	266	384
0.5	7	21	41	67	96
0.25	3	10	19	30	43
0.1	2	6	13	21	30

*GSD = 幾何標準差 (geometric standard deviation)

2. 以作業環境測定結果作為後續測定及環境控制之依據

一般而言，作業環境測定資料多用來作為後續測定工作規劃及製程改善之依據。若經過計算後各相似暴露群之暴露實態確認已超出容許濃度標準值，則該相似暴露群所包含的人員其暴露狀況視為不可接受，必須進行必要之工程、管理或工作方式等控制以降低暴露值，控制方式可對排氣設施進行效能加強，或是減少該暴露群於該作業區之工作時間等，但在各項環境改善工作進行過程中，仍必須教導相關人員需以個人防護具進行防護。至於環境改善工作完成後，仍必須再次評估並確定該相似暴露群之暴露實態低於容許標準，此時方能結束測定工作。

當某一個相似暴露群之暴露實態已確認低於容許濃度標準值，該族群之暴露狀況視為可接受，建議在不減少樣本數的前提下，改進行其他尚未建立完整暴露實態之相似暴露群之測定，而該暴露狀況可接受之相似暴露群是否需再進行測定，則可視其暴露狀況改變時再進行評估。

至於因為測定數據不足，導致無法清楚判斷暴露實態的相似暴露群，或是尚未進行測定的相似暴露群，則必須持續評估並於下次作業環境測定時優先進行測定。

3. 通知勞工量測結果並進行相關措施

在接獲測定結果後，需以書面方式通知勞工其暴露之狀況。當測定結果顯示勞工之暴露濃度，超過法令容許濃度標準時，除了需個別以書面方式通知勞工之外，需要特別加以說明已採取或將採取之控制措施，更進一步確實教導勞工正確之作業方法及防護具配戴與管理方式，使得這些高暴露之勞工能在相關控制措施保護下進行環境改善直到改善工作完成。

4.2.6 改善評估

為檢討作業環境測定規劃與執行是否達成預期目標，各相關部門人員可針對整個作業環境測定計畫之過程進行評估，除了讓廠內各相關部門人員瞭解整體作業環境測定的結果外，並可透過各部門的參與提出全面性的改善對策。

為確保作業環境測定工作皆依規劃進行，工廠可自行訂立自評表以進行評估，並針對成效不佳部份加強執行，致使各項工作逐時進步。

表 4-11 作業環境測定執行成效自評表

項 目	內 容	是否符合規定			查核結 果紀錄
		是	否	不完全	
一、作業環 境測定 起始	1. 是否有具體化及文件化的目標				
	2. 各工作項目及權責是否明確並指派專人負責				
	3. 各項工作規劃執行人員是否是合格的作業環境測定人員				
	4. 委託測定時的各項合約是否依規定進行審查				
二、基本資 料蒐集	1. 是否涵蓋所有的化學性危害因子				
	2. 是否涵蓋所有可能暴露之工作人員				
	3. 是否涵蓋所有的工作過程				
	4. 是否涵蓋所有的工作區域				
三、採樣策 略規劃	1. 是否已建立各種人員、過程或區域之危害性				
	2. 若為大規模工廠，是否已依據化學品危害評比標準及暴露評比標準界定各相似暴露群其暴露危害之等級				
	3. 是否已界定各測定目標之測定危害因子、測定方法及採樣或測定時間				

項 目	內 容	是否符合規定			查核結 果紀錄
		是	否	不完全	
四、作業環 境測定 執行	1.是否由合格的作業環境測定人員執行採樣或測定				
	2.採樣方法、測定設備及採樣時間是否符合規定				
	3.採樣或測定設備於採樣前後是否都有校正				
	4.是否以勞委會公告的建議方法進行測定				
	5.採得的樣本是否送交認可之實驗室分析				
	6.測定結果紀錄是否包含下列內容：測定時間（年、月、日、時）測定方法、測定處所（含位置圖）測定條件、測定結果、測定人員姓名（委託測定時須包含測定機構名稱）及依據測定結果採取之必要防範措施事項				
五、數據處 理、保 存及後 續改善	1.作業環境測定結果是否充分告知受測人員				
	2.作業環境測定結果是否依規定加以保存或維護				
	3.若為大規模工廠，是否有回饋機制修正相似暴露群				
	4.是否依據作業環境測定結果規劃適宜的改善措施				
分項總分(是：2分；否：0分；不完全：1分)					
總 分					

4.2.7 文件管理

完整的文件管理是各項規劃與執行工作最好的存證，文件內容應記錄作業環境測定計畫內各個要項，如作業環境測定目標的訂定、人員編制、基本資料蒐集、採樣策略訂定與執行、數據處理與應用、檢討改進等。在作業環境測定工作建立的過程中，所有的資料文件應予以妥善保存，以作為日後資料的查詢、應用、經驗的傳承及政府機關檢查所需。文件保存清單之格式，可參考表 4-12 所示。

文件處理應把握查詢方便、資料完整兩項原則，並兼顧實際管理上考量，如：

1. 明訂文件保存年限
2. 資料保存格式
3. 存放地點

表 4-12 文件保存清單

文件名稱	文件編號	存放地點	文件格式 (電子/紙本)	文件產出日期	保存期限

說明：本手冊所有內容及表格已提供電子檔案，建議各事業單位若能力許可，可以電腦化進行文件管理，以符合時代潮流趨勢。