

閃閃發亮公司 作業環境測定計畫

中華民國 98 年 11 月 10 日

目 錄

一、訂定作業環境測定之目標	(1)
二、建立組織及成員之職責	(2)
三、蒐集基本資料	(4)
四、訂定與執行採樣策略	(14)
五、量測數據的處理與應用	(23)
六、檢討改進	(25)
七、文件管理	(26)
八、計畫時程	(27)

【模擬實廠擬定參考範例】

本公司為為發光二極體（LED）製造廠，依據勞工作業環境測定實施辦法需擬訂一份完整的作業環境測定計畫。本計畫書內容包含下列七項工作，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，各項工作之關係如圖 1 所示，作法如後說明。

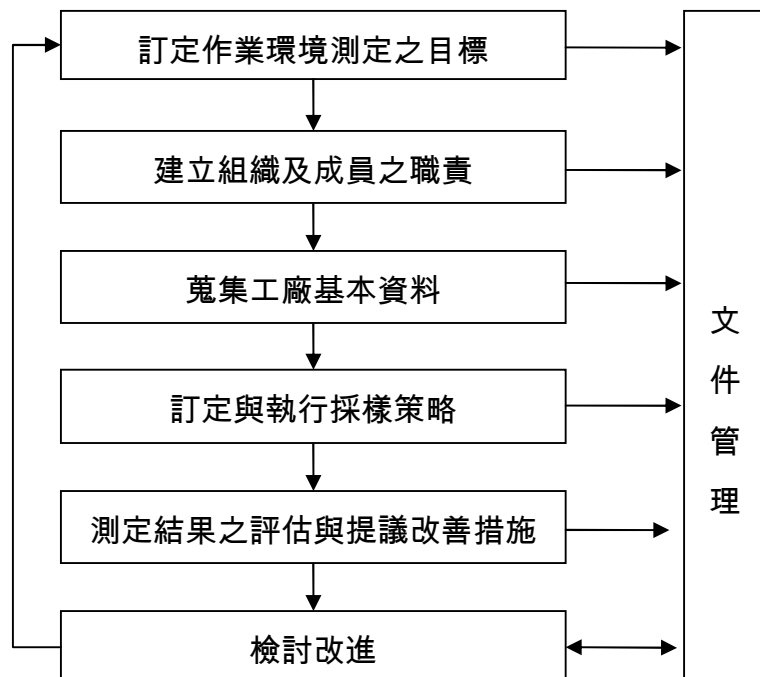


圖 1 含採樣策略之作業環境測定計畫架構圖

一、訂定作業環境測定之目標

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，本公司今年度作業環境測定之目標如下：

- 建立一套完整的作業環境測定評估系統，逐步瞭解每一個工作人員的暴露實態，以建置全廠人員的暴露基礎資料。
- 符合法令之基本要求。

二、建立組織及成員之職責

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。作業環境測定工作進行前，相關細節必須由勞工安全衛生人員於事前規劃並執行；採樣工作委外進行，則會同採購人員評選廠商及驗收；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；至於委外之作業環境測定機構則公開招標後決定。組織建立及成員職責見表1。

表 1 建立組織及各個成員職責之分工描述

人員類別	負責人（單位）姓名	職責
雇主	王小風	1.掌握勞工對於化學品的暴露實態 2.提供勞工安全無虞的工作場所
工安部 勞工安全衛生人員	陳大山	1.評估廠內危害並進行作業特性調查，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	吳天王	1.作業環境測定委外工作之採購、簽約與付款。
現場主管（人員） 代表	製造部：馬一天 製程部：張木火 設備部：王台生	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	李天林	1.提出作業環境測定需求 2.監督環測工作之執行。

【模擬實廠擬定參考範例】

人員類別	負責人 (單位) 姓名	職責
勞委會認可之作業 環境測定機構(執業 之工礦衛生技師)	公開招標後決定	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。 3.檢視研析作業環境測定資料，量化 其數據分佈變異特性，並回饋至下 一次採樣策略規劃參考。 4.提供專業諮詢

三、蒐集基本資料

為建立合宜的採樣策略，必須先將廠內資料歸納整理，基本資料的建立涵蓋工作場所 (work place)、工作執行型態 (work force) 及環境因子 (environmental agent) 等三大層面，相關資料包含製程流程說明、現場配置圖、作業內容調查、人員組織配置、有害物質資訊及歷年作業環境資料整理等項目，各項資料整理如下：

- (一) 製程流程說明：本廠製程以氮化鎵 LED 為主。在製程中需要先進行磊晶成長，氮化鎵 LED 多成長在藍寶石基板上，成長的方法以有機金屬化學氣相沉積法 (metal organic chemical - vapor deposition,MOCVD) 來進行。在進行化學氣相沉積時，把含有被沉積材料的氣體，導入受到嚴密控制的反應室內。當這些氣體在受熱的基板表面上起化學反應時，會在基板表面產生一層固態薄膜。成長完氮化鎵磊晶片後，需要進行晶粒製程，把磊晶片製成一顆顆的發光二極體晶粒供下游封裝。晶粒製程可分為電極製作的前段製程，以及把磊晶片分割為獨立晶粒的後段製程兩部分。前段製程包含許多黃光、蒸鍍、蝕刻、剝離等製程，因此需要在無塵室等級的環境下製作。而後段製程需要避免製作過程中的靜電損傷元件，因此特別注重靜電防護的問題。製程分類說明如下表。

表 2 本廠製程分類說明

製程說明	
磊晶 (NH ₃)	生產
	設備
	工程
電極製作之前段製程	黃光
	蒸鍍
	蝕刻
	剝離
後段製程	研磨
	切割
	點測
	目檢

(二) 現場配置圖：要界定工作場所中各種危害物的分佈區域，先要對工廠各製程區的分佈及配置有清楚的了解，才能規劃相關的作業環境測定工作，因此配置圖是必須建立的基本資料之一。現場配置圖應清楚的標示各作業區的相對位置，配置圖如圖 2 所示。

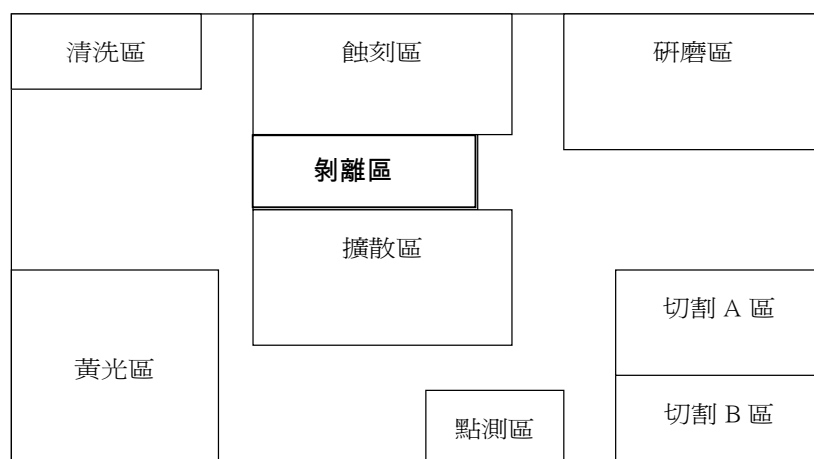


圖 2 現場作業區配置圖

【模擬實廠擬定參考範例】

(三) 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，因此需調查各部門的各項作業型態之暴露過程與內容。調查內容包含：部門名稱、作業名稱、作業區域、使用化學品、作業屬性、作業時間（小時/週）、通風工程、作業人員職務及作業人數等。調查結果如表 3 所示。

【模擬實廠擬定參考範例】

表 3 作業內容調查結果

部門名稱	作業名稱	作業區域	使用化學品	作業屬性	作業頻率 <次數/週>	作業時間 <小時/次>	每週使用量 <kg/週>	通風工程	作業人員職務	作業人數
磊晶生產課	產品生產	磊晶區	三甲基鋁	例行作業	7	5	1.5	1	作業員 課長	20 1
			三甲基銻		7	5	2.8	1		
			矽甲烷/氫氣		7	5	0.5	1		
磊晶設備課	機台維護、保養 設備清洗	磊晶區 設備清洗區 磊晶 scrubber	三甲基鋁	例行作業	5	4	1.5	4	工程師 課長	5 1
			三甲基銻		5	4	2.8	4		
			矽甲烷/氫氣		5	4	0.5	4		
磊晶工程課	機台故障排除	磊晶區	三甲基鋁	例行作業	2	4	1.5	4	工程師 課長	3 1
			三甲基銻		2	4	2.8	4		
			矽甲烷/氫氣		2	4	0.5	4		
前段黃光蝕刻課	產品生產	黃光蝕刻區	光阻液 D-L300	例行作業	7	5	15L	1	作業員 課長	8 1
			HMDS		7	5	12L	1		
			顯影劑(TMAH)		7	5	400L	1		
			正光阻液 E-516		7	5	28L	1		
前段蒸鍍剝離課	產品生產	蒸鍍區	四氟化碳	例行作業	5	3	10	1	作業員 課長	20 1
			矽甲烷		5	3	0.5	1		
			三氟甲烷		5	3	10	1		
			六氟化硫		5	3	13	1		
前段設備課	機台維護、保養 設備清洗	前段所有製程 設備清洗區	三甲基鋁	例行作業	2	4	1.5	4	工程師 課長	5 1
			三甲基銻		2	4	20	4		
			矽甲烷/氫氣		2	4	5	4		
			光阻液 D-L300		3	3	15L	4		

【模擬實廠擬定參考範例】

部門名稱	作業名稱	作業區域	使用化學品	作業屬性	作業頻率 <次數/週>	作業時間 <小時/次>	每週使用量 <kg/週>	通風工程	作業人員職務	作業人數
前段工程課	機台 故障排除	前段所有製程 區域	HMDS	例行作業	3	3	12L	4	工程師 課長	5 1
			顯影劑(TMAH)		3	3	400L	4		
			正光阻液 E-516		3	3	28L	4		
			四氟化碳		2	1	10	4		
			矽甲烷		2	1	0.5	4		
			三氟甲烷		2	1	10	4		
			六氟化硫		2	1	13	4		
			三甲基鋁		2	2	1.5	4		
			三甲基銻		2	2	20	4		
			矽甲烷/氫氣		2	2	5	4		
			光阻液 D-L300		2	1	15L	4		
			HMDS		2	1	12L	4		
			顯影劑(TMAH)		2	1	400L	4		
			正光阻液 E-516		2	1	28L	4		
			四氟化碳		2	1	10	1		
			矽甲烷		2	1	0.5	1		
			三氟甲烷		2	1	10	1		
			六氟化硫		2	1	13	1		
後段工程課	機台 故障排除	後段所有製程 區域	---	例行作業	---	---	---	---	工程師 課長	3 1
後段設備課	機台維護、保養 設備清洗	後段所有製程 設備清洗區	---	例行作業	---	---	---	---	工程師 課長	3 1
後段研磨切割課	產品製造	研磨切割區	丙酮	例行作業	7	6	5L	4	作業員	10

【模擬實廠擬定參考範例】

部門名稱	作業名稱	作業區域	使用化學品	作業屬性	作業頻率 <次數/週>	作業時間 <小時/次>	每週使用量 <kg/週>	通風工程	作業人員職務	作業人數
			異丙醇		7	6	5L	4	課長	1
			去蠟液		7	6	30L	4		
			鑽石拋光液 (TECDIA)		7	6	28L	4		
後段點測目檢課	產品測試	點測目檢區	酒精	例行作業	7	6	15L	4	作業員 課長	13
			丙酮		7	6	10L	4		1

【模擬實廠擬定參考範例】

(四) 人員組織配置：由於作業環境測定主要目的為評估勞工於作業環境的暴露實態，因此本廠將以評估個人暴露量為主。為了有系統的掌握全廠人員暴露的分佈情形，在進行作業環境測定規劃時，依據暴露型態之不同建立相似暴露群，因此對廠內作業現場(製造部)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，以提供各項後續採樣規劃之參考。組織圖如圖3下所示。

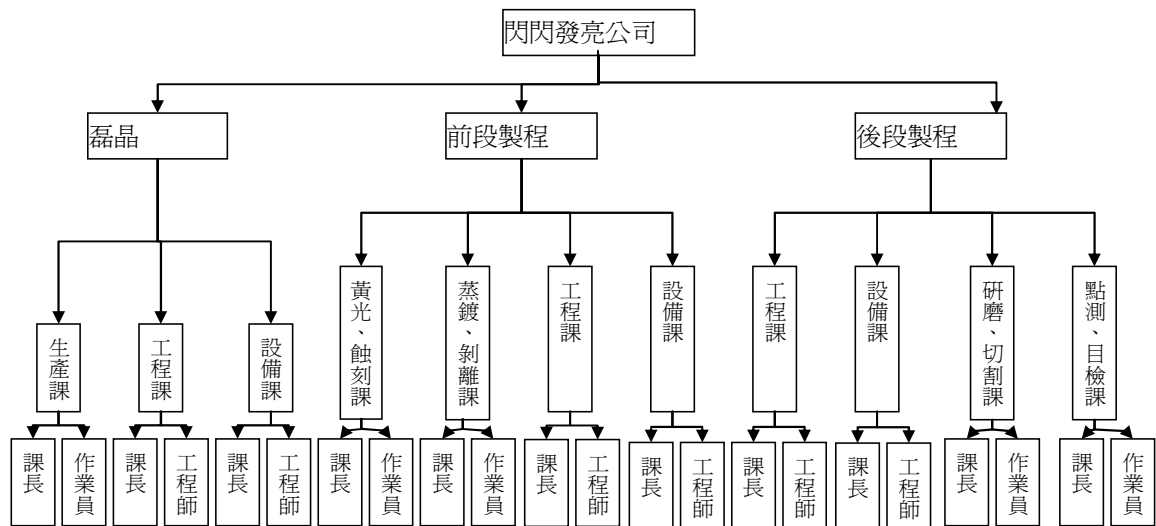


圖 3 人員組織圖

【模擬實廠擬定參考範例】

(五) 有害物的相關資訊：針對暴露之有害物，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、毒理描述、可分析檢測方法等，雖然各項資訊在物質安全資料表內皆有提供，但為使資料更完整有用，故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。由於本廠使用的物種繁多，包括該物質是否需進行作業環境測定、是否有容許濃度標準，以及是否有相關毒理資訊，將於備註欄中加以註明，以利後續進行分類規劃時可以較為簡便。整理結果見表 4。

【模擬實廠擬定參考範例】

表 4 有害物相關資訊彙整

	中文名稱	CAS_No	英文名稱	分子式	分子量	蒸氣壓	蒸氣壓 (mmHg@25°C)	物理 狀態	容許濃度			LD50 (mg/kg)	致癌性 IARC	致癌性 ACGIH	空氣中有 害物容許 濃度標準	勞工作業 環境測定 實施辦法
									TWA ppm	STEL ppm	Ceiling					
1	三甲基鋁	75-24-1	Trimethyl aluminium	(CH ₃) ₃ Al	72.09	-	-	液體	-	-	-	-	-	-	-	-
2	三甲基銦	3385-78-2	Trimethyl ylindium	(CH ₃) ₃ In	159.93	5mmHg@25°C	5.00	固體	-	-	-	-	-	-	-	-
3	矽甲烷	7803-62-5	Silicon Tetrahydride	SiH ₄	32.12	>760 mmHg	760.00	氣體	5	10	-	-	-	-	-	-
4	光阻液 D-L300	-	-	-	-	-	-	液體	-	-	-	-	-	-	-	-
5	HMDS	107-46-0	Hexamethyldisilazane	(CH ₃) ₃ SiOSi(CH ₃) ₃	162.38	-	-	液體	-	-	-	1825 mg/kg	-	-	-	-
6	去光阻液 E-516	-	-	-	-	-	-	液體	-	-	-	-	-	-	-	-
7	顯影劑 (TMAH)	75-59-2	Tetramethylammonium hydroxide	C ₄ H ₁₃ NO	91.15	-	-	液體	-	-	-	25mg/kg	-	-	-	-
8	正光阻液 E-516	-	-	-	-	-	-	液體	-	-	-	-	-	-	-	-
9	四氟化碳	75-73-0	Tetrafluoromethane	CF ₄	88.00	799mmHg@-127°C	1630.84	氣體	-	-	-	-	-	-	-	-
10	三氟甲烷	75-46-7	Trifluoromethane	CHF ₃	70.01	33952mmHg@21°C	34413.93	氣體	-	-	-	-	-	-	-	-
11	六氟化硫	2551-62-4	Sulfur Hexafluoride	SF ₆	146.10	22.77atm @21.2°C	17528.72	氣體	1000	1000	-	5790ppm	-	-	✓	-
12	丙酮	67-64-1	Acetone	CH ₃ COCH ₃	58.08	180 mmHg	180.00	液體	750	937.5	-	5800 mg/kg	-	-	✓	✓
13	異丙醇	67-63-0	Isopropyl Alcohol	C ₃ H ₈ O	60.10	33 mmHg @20°C	33.56	液體	400	500	-	5045 mg/kg	Group 3	-	✓	✓
14	去蠟液	-	-	-	-	-	-	液體	-	-	-	-	-	-	-	-
15	鑽石拋光液 (TECDIA)	-	-	-	-	-	-	液體	-	-	-	-	-	-	-	-
16	酒精	64-17-5	Ethanol	CH ₃ CH ₂ OH	46.07	44.3 mmHg	44.30	液體	1000	1000	-	7060mg/kg	-	-	✓	-

【模擬實廠擬定參考範例】

(六) 歷年作業環境資料：將歷年的作業環境測定結果報告中需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，包含生產線

(量)是否正常？局部排氣裝置是否正常運轉？歷年作業環境測定資料整理結果

如表 5 所示。

表 5 歷年作業環境測定資料整理

資料來源	量測結果	量測點描述	量測點狀況說明	改善對策	備註
97 年上半年 環測資料	化學性：全數合格 物理性：全數合格	--	--		--
97 年下半年 環測資料	化學性：全數合格 物理性：全數合格	--	--		--
98 年上半年 環測資料	化學性：1 測點異常 物理性：全數合格	化學室 3Im6： 異丙醇測值 與以往測定 結果不同 IPA：65 ppm	採樣當天進行機 台擦拭時，技術 員未確實依照 標準作業流程 將擦拭機台後 沾滿 IPA 的擦拭 布放入密封袋 中，而是置放在 作業現場，導致 採樣當天 IPA 濃 度高於往常。	確實要求技術 員依照標準作 業程序進行，若 無則記警告一 次。	容許濃度標準 IPA：400 ppm

四、訂定與執行採樣策略

為確實瞭解並掌握各個製程單元及人員可能的暴露特性，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，因而訂定完善的採樣策略。在擬訂採樣策略時，最重要的是採樣點之選定，同時採樣時應選用之方法及採樣進行時需注意的事項也要瞭解，才能對整體作業環境測定的品質有良好的控制。

1.建立採樣策略

為了瞭解工廠內所有可能造成暴露之虞工作人員的暴露實態 (exposure profile)，運用相似暴露族群的概念是最簡便的方法。在擬訂策略之前，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)，再依據每年作業環境測定的經費，有計畫性的逐步逐次進行評估或量測，以瞭解整廠勞工之暴露實態。採樣策略整體規劃執行流程如圖 4 所示，主要的工作項目將區分成危害鑑認、初步危害分析及採樣點規劃三大項，各項工作執行如下圖。

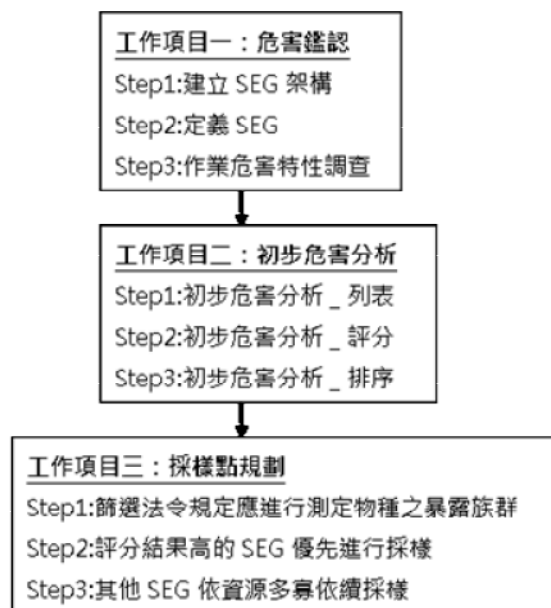


圖 4 採樣策略規劃之流程圖

工作項目一：危害鑑認

對於常態性作業的所有人員依其作業型態之不同，初步區分為不同的相似暴露群後，再進行作業危害調查。因此進行危害鑑認的第一個步驟就是要建立廠內相似暴露族群。

Step1：建立 SEG 架構圖

本廠人員之作業型態，可由組織圖清楚瞭解，因此同一部門同一職稱的人員，可視為相同的相似暴露群。因此相似暴露族群的架構圖，可由公司的組織圖延續展開即可，見圖 5。

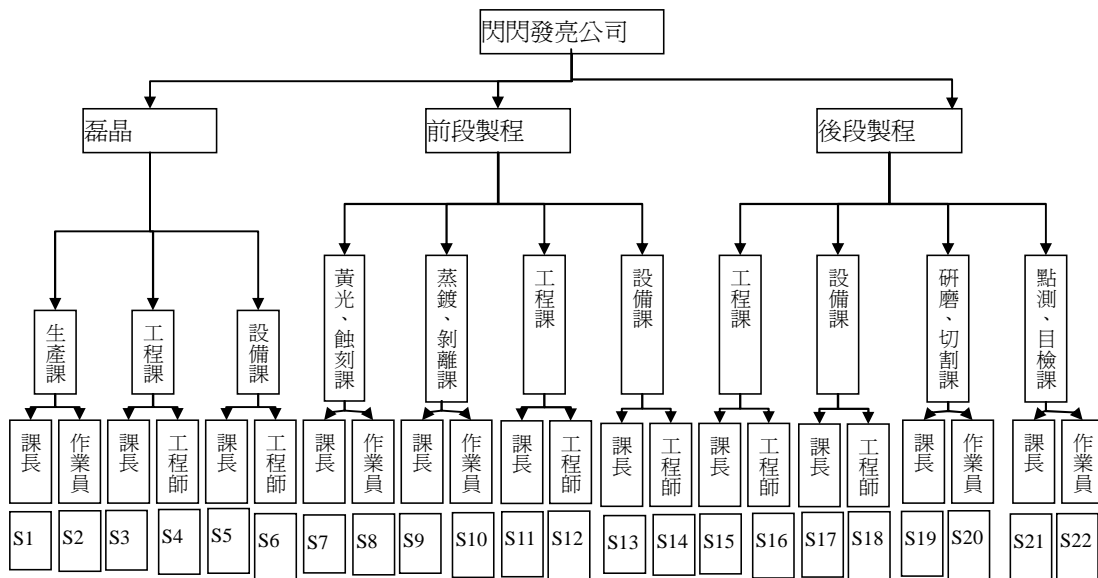


圖 5 本公司 SEG 架構圖

Step2：定義 SEG

根據 SEG 架構圖，將相似暴露的人員歸納在一起，說明如表 6。

表 6 SEG 內容說明

SEG 代號	說明 (作業人員職務)	人數	使用化學品
S1	磊晶生產課課長	1	三甲基鋁、三甲基銻、 矽甲烷/氫氣
S2	磊晶生產課作業員	20	
S3	磊晶工程課課長	1	
S4	磊晶工程課工程師	3	
S5	磊晶設備課課長	1	
S6	磊晶設備課工程師	5	
S7	前段黃光蝕刻課課長	1	光阻液 D-L300、HMDS、顯影劑(TMAH)、 正光阻液 E-516
S8	前段黃光蝕刻課作業員	8	
S9	前段蒸鍍剝離課課長	1	四氟化碳、矽甲烷、三氟甲烷、 六氟化硫
S10	前段蒸鍍剝離課作業員	20	
S11	前段工程課課長	1	三甲基鋁、三甲基銻、矽甲烷/氫氣 光阻液 D-L300、HMDS、顯影劑(TMAH)、 正光阻液 E-516 四氟化碳、矽甲烷、三氟甲烷、六氟化硫
S12	前段工程課工程師	5	
S13	前段設備課課長	1	
S14	前段設備課工程師	5	
S15	後段工程課課長	1	--
S16	後段工程課工程師	3	
S17	後段設備課課長	1	
S18	後段設備課工程師	3	
S19	後段研磨切割課課長	1	丙酮、異丙醇、去臘液、鑽石拋光液
S20	後段研磨切割課作業員	10	
S21	後段點測目檢課課長	1	酒精、丙酮
S22	後段點測目檢課工程師	13	

Step3：作業危害特性調查

將上述每一個相似暴露族群的暴露情形進行調查，包含每個相似暴露群所使用的化學品、控制措施及使用時間等危害特性，調查結果內容併入後續初步危害分析排序表。

工作項目二：初步危害分析

當各暴露族群的危害鑑認完成後，接下來就是要瞭解各個暴露族群在廠內的相對危害風險，才能有效規劃合宜的採樣點。初步危害分析是用風險的觀念，由於暴露危害的高低來自於兩大因素，一個是所暴露的化學物質本身的毒性高低，另一個是暴露程度的嚴重度，最後為了使初步危害分析評估的結果更為可信，當評估過程中的資料正確性不是非常肯定，則在評估過程中會給予一個不確定度（可視為安全因子）的因子，使初步危害分析結果更具意義。進行初步危害分析步驟如下。

Step1：初步危害分析_列表

將危害鑑認所定義出的 SEG 以可能的暴露危害物展開，並依照化學物質本身毒性高低（也就是所謂的健康危害物指數(HHR)）；以及暴露程度的嚴重性（評估因子可從物理狀態（蒸氣壓）、使用量、使用時間、控制措施等項目綜合評斷），最後加上不確定度等資訊來共同進行等級評比，因此需先將上述評估項目進行列表。

Step2：初步危害分析 _ 評分

將工作項目一所鑑認後可能的相似暴露群所暴露的危害物種類，依照健康危害物指數(HHR)、物理狀態 (蒸氣壓)、使用量、使用時間、控制措施及不確定度分別評分，各項因子的評比如表 7、表 8 及表 9 所示。

依據初步危害分析所得之相對危害性為健康危害等級(HHR)、暴露危害等級(ER)、不確定度(UR)三項得分相乘所得到的乘積。計算公式為：相對危害性= HHR ×ER ×UR。HHR 值可以直接參照表 7 所列之級距，而 ER 值則為暴露危害各項因子評比 (參照表 8 所列之級距) 後之幾何平均值，計算公式為：ER = (物理狀態 (蒸氣壓) ×使用量×使用時間×控制措施)^{1/4}。

若是 ER 值所需評比之參數資訊獲得有困難，如缺少蒸氣壓資料或是使用量無法評估，則僅以現有之資料來評比，但因為缺少評比參數將導致資料之可信度降低，因此可以 UR 值來進行修正，評比方式參見表 9。

表 7 健康危害指數 (HHR) 評比

評分	職業暴露標準 (TLV-TWA, ppm)	急毒性指標		致癌分類	
		LD ₅₀ (mg / kg)	LC ₅₀ (mg / L)	(IARC)	(ACGIH)
5	<1	≤ 25	≤ 0.25	1	A1
4	≥1 to <10	>25 to ≤200	> 0.25 to ≤ 1	2A	A2
3	≥10 to <100	>200 to ≤2,000	> 1 to ≤ 5	2B	A3
2	≥100 to <1000	>2,000 to ≤5,000	> 5 to ≤ 25	3	A4
1	≥ 1000	>5,000	> 25	4	A5

表 8 暴露危害 (ER) 各項因子危害指數評比

項目 等級	蒸氣壓 (mmHg@25°C)	使用量		時間(小時)	工程控制
6	≥6000	≥1000 L	≥2000 kg	≥35	無任何防護
5	≥1000 to <6000	≥500 to <1000 L	≥1000 to <2000 kg	≥30 to <35	僅個人防護具
4	≥500 to <1000	≥300 to <500 L	≥100 to <1000 kg	≥20 to <30	整體換氣
3	≥100 to <500	≥100 to <300 L	≥10 to <100 kg	≥10 to <20	局部排氣
2	≥1 to <100	≥10 to <100 L	≥1 to <10 kg	≥0 to <10	單層密閉措施
1	<1	<10 L	<1 kg	-	二次密閉設施與 其他防護

表 9 不確定性 (UR) 指數評比

UR 等級	評分依據
5	ER 評比項目缺 4 項目
4	ER 評比項目缺 3 項目
3	ER 評比項目缺 2 項目
2	ER 評比項目缺 1 項目
1	ER 評比項目全齊

Step3：初步危害分析 _ 排序

完成初步危害分析評分後，可以得到每一個相似暴露族群的每個危害物之相對危害性總分，將各個相似暴露族群評比後的相對危害性由大至小依序排序結果如表 10。

【模擬實廠擬定參考範例】

表 10 初步危害分析_列表_評分_排序

SEG 代號	作業人員 職務	人數	作業區域	作業類型	使用 化學品	HHR	蒸氣壓 (mmHg@25°C)	蒸氣壓 等級	使用量 (量/週)	使用量 等級	作業頻率 (小時/週)	作業頻率 等級	保護措施 等級	ER	UR	HHR × ER× UR	備註
S11	前段工程 課課長	1	前段所有製 程區域	機台故障 排除	顯影劑 (TMAH)	5	-	-	400L	4	2	2	4	3.17	2	31.7	-
S12	前段工程 課工程師	5	前段所有製 程區域	機台故障 排除	顯影劑 (TMAH)	5	-	-	400L	4	2	2	4	3.17	2	31.7	-
S13	前段設備 課課長	1	前段所有製 程設備清洗 區	機台維 護、保養設 備清洗	顯影劑 (TMAH)	5	-	-	400L	4	2	2	4	3.17	2	31.7	-
S14	前段設備 課工程師	5	前段所有製 程設備清洗 區	機台維 護、保養設 備清洗	顯影劑 (TMAH)	5	-	-	400L	4	9	2	4	3.17	2	31.7	-
S8	前段黃光 蝕刻課作 業員	8	黃光蝕刻區	產品生產	顯影劑 (TMAH)	5	-	-	400L	4	35	6	1	2.88	2	28.8	-
S7	前段黃光 蝕刻課課 長	1	黃光蝕刻區	產品生產	顯影劑 (TMAH)	5	-	-	400L	4	2	2	1	2.00	2	20.0	-
S11	前段工程 課課長	1	前段所有製 程區域	機台故障 排除	HMDS	3	-	-	12L	2	2	2	4	2.52	2	15.1	-
S12	前段工程 課工程師	5	前段所有製 程區域	機台故障 排除	HMDS	3	-	-	12L	2	2	2	4	2.52	2	15.1	-
S13	前段設備 課課長	1	前段所有製 程設備清洗 區	機台維 護、保養設 備清洗	HMDS	3	-	-	12L	2	2	2	4	2.52	2	15.1	-
S14	前段設備 課工程師	5	前段所有製 程設備清洗 區	機台維 護、保養設 備清洗	HMDS	3	-	-	12L	2	9	2	4	2.52	2	15.1	-

工作項目三：採樣點規劃

經過了完整的資料收集、危害鑑認、初步危害分析一套完整的程序後，依據初步危害分析排序高低的結果選擇採樣點，本廠以法令要求必須進行量測的物種為第一優先順位，每個 SEG 至少採一點，人數 10 人以上加採 1 點（表 11 中黃色底色標示），同時輔以相對危害性較高的製程或程序一併進行量測，因此本次評分在 10 以上之族群將一併納入本次採樣點選擇的規劃中（表 11 中綠色底色標示），至於其他為測定之 SEG，則留待下次測定時進行。本次採樣點規劃如下表：

表 11 98 年下半年度 採樣點規劃

SEG 代號	作業人員職務	人數	作業區域	作業類型	使用化學品	採樣點數
S22	後段點測目檢課工程師	13	點測目檢區	產品測試	丙酮	2
S20	後段研磨切割課作業員	10	研磨切割區	產品製造	丙酮	2
S20	後段研磨切割課作業員	10	研磨切割區	產品製造	異丙醇	2
S21	後段點測目檢課課長	1	點測目檢區	產品測試	丙酮	1
S19	後段研磨切割課課長	1	研磨切割區	產品製造	丙酮	1
S19	後段研磨切割課課長	1	研磨切割區	產品製造	異丙醇	1
S1	磊晶生產課課長	1	磊晶區	產品生產	矽甲烷	1
S11	前段工程課課長	1	前段製程區域	故障排除	矽甲烷	1
S12	前段工程課工程師	5	前段製程區域	故障排除	矽甲烷	1
S13	前段設備課課長	1	前段製程設備清洗區	機台維護、保養設備清洗	矽甲烷	1
S14	前段設備課工程師	5	前段製程設備清洗區	機台維護、保養設備清洗	矽甲烷	1
S6	磊晶設備課工程師	5	磊晶區 設備清洗區 磊晶 Scriber	機台維護、保養設備清洗	矽甲烷	1

【模擬實廠擬定參考範例】

2.採樣方法之選定

本廠進行作業環測之物種所使用之採樣分析方法整理如表 13 所示。

表 13 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	總採樣體積	樣本運送	穩定性	方法編號
丙酮	活性碳管(100mg/50mg)	10 ~ 200 mL/min	最小 0.5 L 最大 3 L	密封	-	CLA 1211
異丙醇	活性碳管(100mg/50mg)	10 ~ 200 mL/min	最小 0.2 L 最大 7.5L	例行性	15 天 25 °C	CLA 1904
矽甲烷	吸收罐 (含 15 mL 0.01 N KOH)	1000 mL/min	最大 480L	-	-	OSHA CSI

3.執行採樣之注意事項

為使採樣過程及其分析資料正確使廠內可作為後續改善之依據，採樣機構在執行採樣時將進行現場觀察並針對重點項目查核，以確認執行品質。查核內容包含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，現場採樣查核表如表 14。

表 14 現場採樣查核表

查 核 項 目	是	否	備註
1.是否由合格的作業環境測定人員執行採樣			作業環境測定人員姓名：
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.勞工是否佩戴正確的防護具			

五、量測數據的處理與應用

(一) 確認各個相似暴露群的暴露實態

由於樣本數多寡將嚴重影響統計結果之準確性，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，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 15 所示。

表 15 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)

(二) 若相似暴露群所暴露之物種（有機溶劑）非單一種而是好幾種不同的有機

溶劑，則考量其相加效應，評估之方式則是以下列計算式為之：

$$\frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \frac{C_3}{T_3} \dots + \frac{C_n}{T_n} \leq 1$$

【模擬實廠擬定參考範例】

其中 $C_1, C_2, C_3 \dots C_n$ 為經由前段敘述評估後各相似暴露群所暴露之單一有害物之暴露值， $T_1, T_2, T_3 \dots T_n$ 為相對應各有害物之法定容許濃度，經由作用相同之多種有害物之加權評估後，其數值必須要小於等於 1 才屬合法。

(三) 以作業環境測定結果作為後續測定及環境控制之依據

作業環境測定資料是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測定時優先進行測定。

(四) 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

【模擬實廠擬定參考範例】

之外，還會特別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。

六、檢討改進

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。自評表如表 16 所示。除此之外，未來若製程、作業時間及頻率、使用化學品種類、或是工程控制措施等因子有改變，而影響到 SEG 的劃分或初步危害分析的評比，則再重新檢討及修正作業環境測定計畫內容，訂定符合現況的採樣規劃。

表 16 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	1. 是否已建立各種人員、過程或區域之危害性				

【模擬實廠擬定參考範例】

項 目	內 容	是否符合規定			查核結果紀錄
		是	否	不完全	
略規劃	2.是否已界定各測定目標之測定危害因子、測定方法及及採樣或測定時間				
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保存或維護				
	3.是否依據作業環境測定結果規劃適宜的改善措施。				
	4.是否進行環測資料統計分析推論				
查核日期：					
查核人：			審核人：		

七、文件管理

本廠在作業環境測定工作建立的過程中，所有的資料文件皆妥善保存，以便於日後資料的查詢、應用、經驗的傳承及政府機關檢查所需。文件保存紀錄依據表 17 所示。

表 17 文件保存紀錄

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

八、計畫時程

本廠執行作業環境測定相關工作時程如下表所示：

工 作 項 目	時 程	備 註
上半年度環測規劃	2 月下旬	確認現場狀況及需求，並擬定本次採樣點、廠商聯繫、發包
執行上半年度環測	3 月中旬	依擬定規劃執行採樣
上半年度環測報告	4 月中旬	確認測定報告無誤，並依據計畫書內容作後續處理
下半年度環測規劃	8 月下旬	確認現場狀況及需求，並擬定本次採樣點、廠商聯繫、發包
執行下半年度環測	9 月中旬	依擬定規劃執行採樣
下半年度環測報告	10 月中旬	確認測定報告無誤，並依據計畫書內容作後續處理