

國立高雄科技大學(第一校區)

勞工作業環境監測計劃書

中華民國 108 年 05 月 08 日



# 目 錄

---

一、訂定作業環境監測之政策	1-2
二、訂定作業環境監測之目標	1-2
三、建立組織及成員之職責	1-3
四、危害辨識及基本資料蒐集	1-4
五、訂定與執行採樣策略	1-10
六、量測數據的處理與應用	1-22
七、後續評估及改善規劃	1-27
八、文件管理	1-28
九、計畫時程	1-28

## 附件

- 一、 校區平面圖
- 二、 統計分析表

# 國立高雄科技大學(第一校區) 勞工作業環境監測計劃書

## 前 言

因應「職業安全衛生法」第十二條第三項規定：校方對於經中央主管機關指定之作業場所，應訂定作業環境監測計畫。另於「勞工作業環境監測實施辦法」第十條、第十條之一之規定：校方實施作業環境監測前，應就作業環境危害特性、監測目的及中央主管機關公告之相關指引，規劃採樣策略，並訂定含採樣策略之作業環境監測計畫，確實執行，並依實際需要檢討更新。依據作業環境監測指引之要求，含採樣策略之作業環境監測計畫應包括：危害辨識及資料收集、相似暴露族群之建立、採樣策略之規劃與執行、樣本分析、及數據分析及評估等要項。因此，本校之作業環境監測相關工作為符合上述法令要求，在執行作業環境監測之前，依循相關法令規定及作業環境監測指引要求，訂定含有採樣策略之作業環境監測計畫。

作業環境監測計畫除了依據作業環境監測指引之要求項目外，訂定作業環境監測目標及建立組織及成員之職責，也是計畫不可或缺的要項，因此本計畫內容包含下列八項工作，分別為訂定作業環境監測目標、建立組織及成員之職責、危害辨識及基本資料蒐集、訂定採樣策略（內含相似暴露族群之建立）、實施作業環境監測（內含樣本分析）、監測結果之評估與運用處理（內含數據分析及評估）、後續改進規劃及文件管理。各項工作內容如圖1所示，作法如後說明。

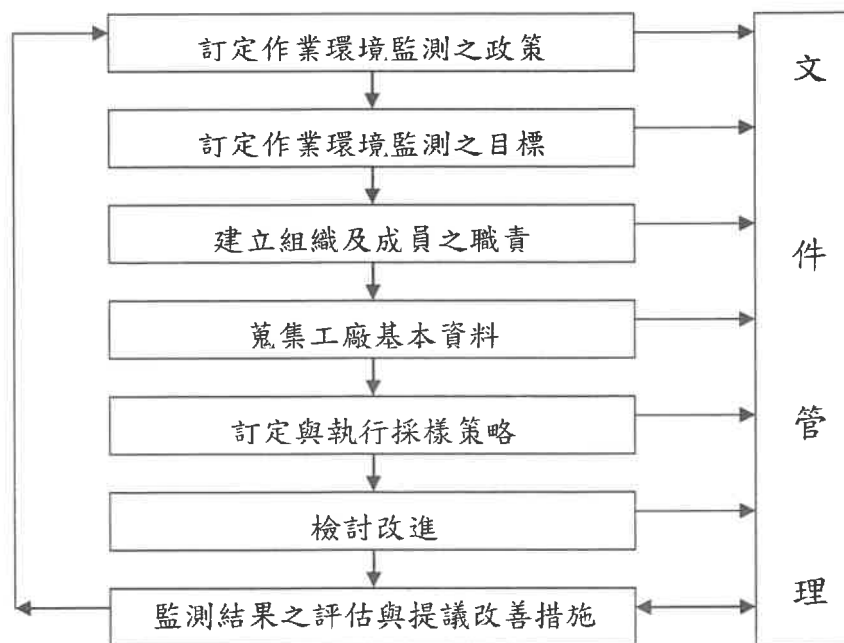


圖1 含採樣策略之作業環境監測計畫架構圖

## 一、勞工作業環境監測政策

本校視所有教職員生生命的安全與健康為最大資產。因此保護所有教職員生健康，避免事故發生及財產損失為本校致力之方向。維持安全衛生的作業環境及建立全員參與之安全衛生體系是校長及各級主管的責任；積極參與及遵守本校安全衛生規章則為每一教職員工生的義務。

本校將盡最大的努力提供必要之資源，以保障所有教職員生之安全與健康。

本校作業環境監測之政策為全員參與，全面掌握環境實態，有效降低從業員工暴露，提升作業教職員生的工作環境品質，達到全面風險控管。

## 二、作業環境監測之目標

- (一)、依作業環境監測實施辦法所規定之監測頻率執行作業環境監測，有效運用採樣策略進行監測，以逐年逐步瞭解各類型態作業人員之暴露實態，確保工作人員避免各種暴露危害。
- (二)、若針對作業環境進行改善時，以作業環境監測進行作業環境改善前後成效之評估。

### 三、建立組織及成員之職責

作業環境監測工作的執行，非一人可獨立完成，而是要仰賴一個小組。作業環境監測工作進行前，相關細節必須由職業安全衛生與各相關部門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校商及驗收；而訂定採樣規劃及執行現場採樣時，亦必須有現場主管及教職員生代表之參與；至於委外之作業環境監測機構則由環安部門提出建議廠商循採購程序後決定。組織建立及成員職責之內容見表 1。

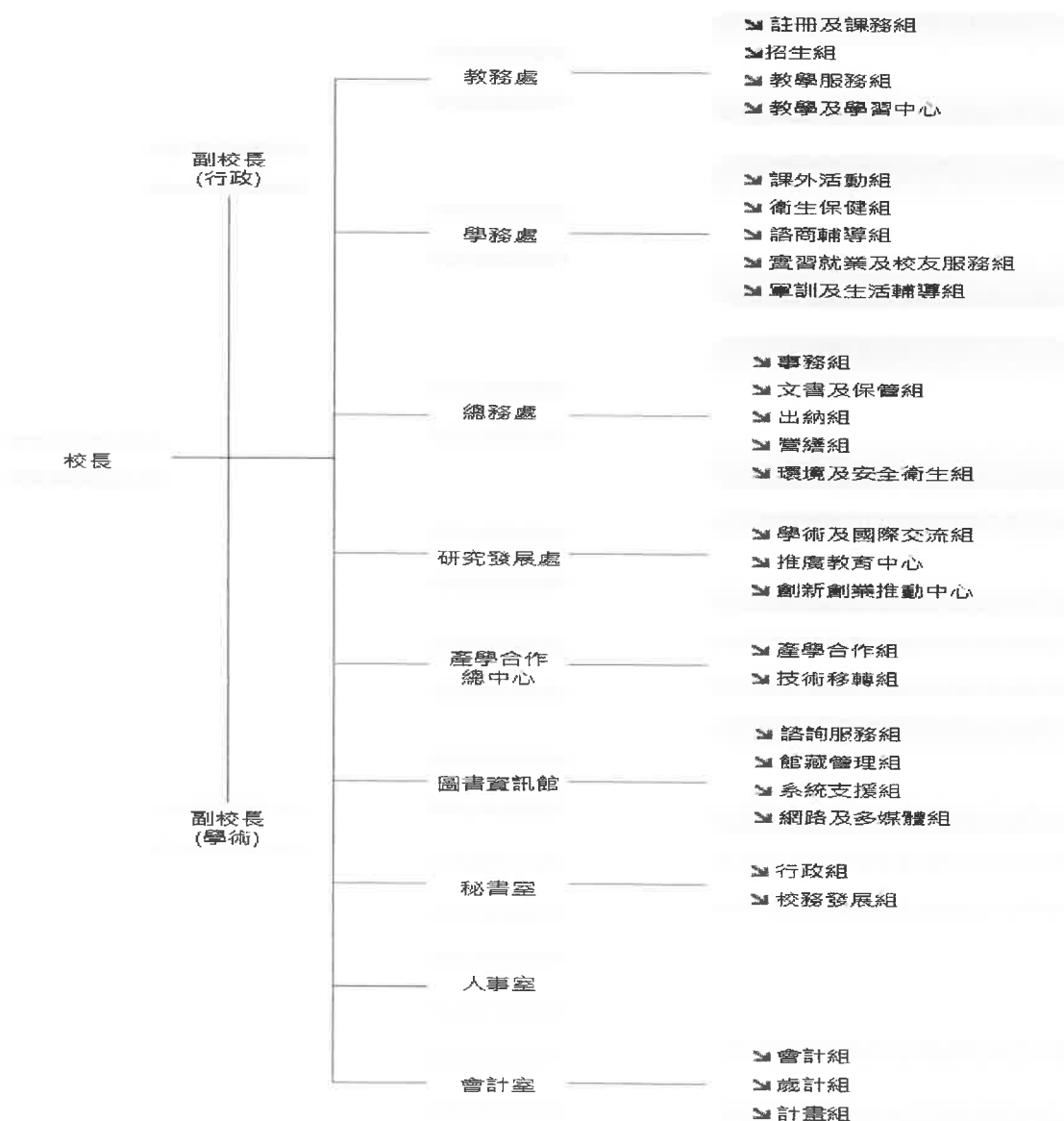
表 1、作業環境監測組織暨權責表

人員類別	負責人(單位)姓名	職 責
負責人	楊慶煜	1.提供作業環境監測工作足夠資源 2.確保作業環境監測工作之正確性
職業安全衛生人員	張曉華	1.進行危害辨識 2.彙整作業現場相關資料 3.協同作業環境監測人員擬定作業環境監測計畫 4.作業環境監測工作協調及管理 5.監測過程定期查核 6.監測結果之評估與提議改進措施紀錄保存
採購人員	張曉華	1.作業環境監測委外工作之採購、簽約與付款
現場主管(人員)代表	賴俊吉 李家偉 洪崇軒 廖宏章 周志儒 陳錫添 蔡宗岳 陳勝一 林怡利 何娉婷 許鎧麟 余志成/郭文正 高宗達/賴富德	1.提出作業環境監測需求 2.提供現場相關資訊 3.確定受測人員 4.採取改進措施
教職員生代表	何娉婷	1.提出作業環境監測需求 2.監督環測工作之執行。
勞動部認可之作業環境監測機構(執業之工礦衛生技師)	正順安科技顧問股份有限公司	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。 3.檢視研析作業環境監測資料，量化數據分佈及變異特性，並回饋至下一次採樣策略規劃參考。 4.提供專業諮詢

## 四、危害辨識及基本資料蒐集

為了有效避免勞工暴露在危害的工作場所，必需先對教職員生危害場所進行危害辨識，並進而蒐集相關資料，以作為採樣策略擬定之參考。在危害辨識方面，本校因使用化學品及相關機台設備，作業環境可能的危害包括化學性及物理性，因此作業環境監測規劃工作若要順利進行，必須將校區內各項有用的資料事先整理，化學性及物理性危害因子之相關資料蒐集包括：學校組織圖、校區配置圖、人員組織配置、作業內容調查、有害物質資訊、歷年的作業環境監測結果重點式整理…等。有了這些基本資訊才能提出完善的採樣策略。各項危害因子之基本資料蒐集整理如下：

### 1. 學校組織圖：



- 2.現場配置圖：要界定工作場所中各種危害物的分佈區域，必須要對本校各實驗室的分佈及配置有清楚的了解，才能規劃相關的作業環境監測工作，本校現場配置圖中清楚的標示各作業區的相對位置，內容如校區平面圖(附件一)所示。
- 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。基本上以各項例行性(常態)作業與非例行性(非常態)作業一併進行調查。調查內容包含：實驗室名稱、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 2 所示。



表 2 各部門作業內容調查表

實驗室名稱	作業區域	危害因子種類	使用頻率	作業型態	相對使用量等級	控制措施	個人防護裝備	作業人員職務	每班作業人數
能源中心	X202	鉻酸 丙酮	2 hr/day	例行性作業	低	局部排氣	呼吸防護具	研究人員	2
作業環境監測與控制實驗室	(F543) 室	丙酮 二氯甲烷	2 hr/day	例行性作業	低	局部排氣	呼吸防護具	研究人員	6
環境科技實驗室	(F535) 室	丙酮 甲醇 苯	2 hr/day	例行性作業	低	局部排氣	呼吸防護具	研究人員	6
生物分子技術實驗室	(F550) 室	正己烷 丙酮 鉻酸 硫酸	2 hr/day	例行性作業	低	局部排氣	呼吸防護具	研究人員	2
環境友善技術實驗室	(F555) 室	甲醇 硫酸 錳	2 hr/day	例行性作業	低	局部排氣	呼吸防護具	研究人員	4
綠色科技與永續能源實驗室	(F552) 室	甲醇 正己烷 乙醚	2 hr/day	例行性作業	低	局部排氣	呼吸防護具	研究人員	3
綜合化學實驗室	(F553) 室	丙酮 乙酸乙酯 甲醇 汞 鉻酸 錳/鎳 硫酸	2 hr/day	例行性作業	低	局部排氣	呼吸防護具	研究人員	6

實驗室名稱	作業區域	危害因子種類	使用頻率	作業型態	相對使用量等級	控制措施	個人防護裝備	作業人員職務	每班作業人數
微系統製造及材料分析實驗室	(B201-2) 室	丙酮 異丙醇 硫酸	2 hr/day	例行性作業	低	局部排氣	呼吸防護具	研究人員	6
光電製程實驗室	(V102) 室	丙酮 異丙醇	2 hr/day	例行性作業	低	局部排氣	呼吸防護具	研究人員	6
綠色工程實驗室	(F555) 室	甲醇	1 hr/day	例行性作業	低	局部排氣	呼吸防護具	研究人員	8
廢水工程實驗室	(F548) 室	丙酮 正己烷	1 hr/day	例行性作業	低	局部排氣	呼吸防護具	研究人員	6
營建材料實驗室	(F124) 室	異丙醇	1 hr/day	非例行性作業	低	局部排氣	呼吸防護具	研究人員	10
製程安全管理與技術實驗室	(P202) 室	環己醇 環己酮	1 hr/day	例行性作業	低	局部排氣	呼吸防護具	研究人員	6

#### 4.有害物的相關資訊：

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、容許濃度等資訊，雖然各項資訊在安全資料表內皆有提供，但為使資料完整有用，所以將各項有關的資料分類整理，以全盤掌握校內有害物相關資訊，對於評估各種有害物之相對暴露程度將更有幫助。除此之外，校內使用多種的化學物質，有部分是依作業環境監測實施辦法規定必須進行環測，另有一部份是國內外有容許濃度標準或是毒理資料，但是卻未列入作業環境監測實施辦法中明訂要進行環測的物種。今將三者均納入評估期彙整結果見表3。

表3、危害種類特性

危害CAS_NO	危害種類中文名稱	危害物英文名稱	物理狀態/蒸氣壓	法定容許濃度標準	單位	LD50 (mg/kg) (大鼠)	致癌性 IARC	致癌性 ACGIH	適法項目	監測週期
7778-50-9	重鉻酸鉀	Potassium dichromate	--	0.05	mg/m <sup>3</sup>	25mg/kg	1	A1	環測辦法	半年
7664-93-9	硫酸	Sulfuric acid	< 0.3 mmHg @25°C	1	mg/m <sup>3</sup>	2,140 mg/kg	--	--	環測辦法	半年
67-56-1	甲醇	Methyl alcohol	92 mmHg @20 °C	200	ppm	5,628 mg/kg	--	--	環測辦法	半年
71-43-2	苯	Benzene	75mmHg @20 °C	5	ppm	930mg/kg	--	--	環測辦法	半年
7439-97-6	汞	Mercury	0.0013mmHg	0.05	mg/m <sup>3</sup>	<27mg/m <sup>3</sup> /2 hour	--	--	環測辦法	半年
67-63-0	異丙醇	Isopropyl alcohol	33 mmHg @20°C	400	ppm	4710mg/kg	--	--	環測辦法	半年
110-54-3	正己烷	n-Hexane	124 mmHg	50	ppm	9100 mg/kg	--	--	環測辦法	半年
67-64-1	丙酮	Acetone	180 mmHg	200	ppm	5800 mg/kg	--	--	環測辦法	半年
75-09-2	二氯甲烷	Methylethyl chloride	400 mmHg@24 °C	50	ppm	1600 mg/kg	2B	A3	環測辦法	半年
108-94-1	環己酮	Cyclohexanone	4 mmHg @20°C	25(皮膚)	ppm	1535 mg/kg	3	A4	環測辦法	半年
108-93-0	環己醇	Cyclohexanol	1.125 mmHg @25°C	50	ppm	2060 mg/kg(大鼠, 吞食)	--	--	環測辦法	半年
141-78-6	乙酸乙酯	ethyl acetate	73mmHg @20°C	400	ppm	5600mg/kg	--	--	環測辦法	半年
7439-96-5	錳	Manganese	0	5	mg/m <sup>3</sup>	9000 mg/kg	--	--	環測辦法	半年
7440-02-0	鎳	Nickel	0	1	mg/m <sup>3</sup>	--	2B	A5	環測辦法	半年
60-29-7	乙醚	Ethyl ether	422 mmHg @20 °C	400	ppm	1215 mg/kg	--	--	環測辦法	半年

## 5.歷年作業環境及健康檢查資料整理：

(1)歷年作業環境資料：對於歷年之作業環境監測資料若是僅以書面建檔留存，而沒有將歷年所監測之結果重點式的整理並標示，未來累積龐大的資料，一時之間若要瞭解歷年的監測結果，將會耗時耗力。因此本校將歷年的作業環境監測結果報告中，特別需要留意的監測點或人員（監測結果顯示濃度偏高）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監測結果之現場條件，以更真實反應監測結果所代表之意義。若能運用過去的監測資料，找出本校危害可能偏高的作業、區域或人員，做為規劃作業環境監測計畫的參考依據將更有意義。歷年作業環境監測資料(概述)整理之格式可參考表 4 所示。

表 4 歷年作業環境監測資料整理

資料來源	量測結果	改善對策	備註
105 年環測資料	化學性：全數合格	持續維持並監測	
106 年環測資料	化學性：全數合格	持續維持並監測	
107 年環測資料	化學性：全數合格	持續維持並監測	

(2)歷年健康檢查資料：對於歷年之健康檢查定資料若是僅以書面建檔留存，而沒有將歷年所實施健檢之結果重點式整理並標示，未來累積龐大的資料，一時之間若要瞭解歷年的員工健檢結果，將會耗時耗力。因此本校將歷年的健檢結果報告中，特別需要留意的分級項目或人員重點式的列出，並說明該健檢項目之狀況，如特別危害健康作業項目、分級管理人員人數..等。若能運用過去的健檢資料，找出本校危害可能偏高的作業、區域或人員，做為規劃作業環境監測計畫的參考依據將更有意義。歷年健康檢查結果均由權責單位妥善保存。

## 五、訂定與執行採樣策略

作業環境監測工作依據法令要求，對於不同的危害物種，需於規定的監測頻率中進行監測，而在每次監測資源有限的情況下，不可能對所有的人員進行監測，因此必須合理的說明如何挑選被監測對象。本校之做法是利用組織圖將所有的工作人員先劃分成數個相似暴露群，由於相似暴露群組不多，為掌握所有工作人員的暴露實態，故對每個相似暴露群均進行監測，至於每個相似暴露群監測的點數，則依本年度編列經費多寡決定，若當次監測人數未全數納入，則將當次未列入監測名單之相似暴露群，於後續之監測中陸續進行，整體評估架構如圖2所示。整體的採樣策略擬定步驟將依危害鑑認、初步危害分析及採樣點選擇來進行。

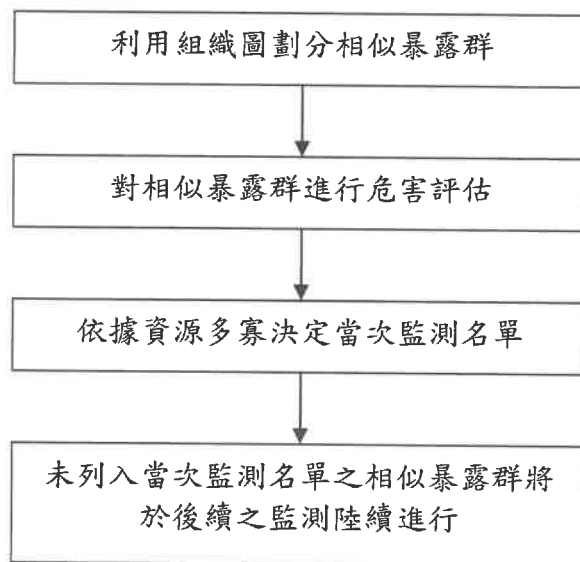


圖2 以相似暴露群進行採樣點整體評估流程圖

## (一) 危害鑑認

1. **建立SEG架構圖**：建立相似暴露群之目的，就是利用系統性的方法，以少數人之監測結果推估到校內所有之暴露情況，因此對所有人員將依其工作性質、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，故可藉由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。本校劃分相似暴露群是將同一實驗室內執行同一作業類型（含相同的製程、相同的操作方式及使用相同的化學物質）的分析人員劃分為同一個相似暴露群，本校人員經由各相似暴露群劃分之後可建立如圖3之相似暴露族群分類架構圖。

作業區域	作業名稱	SEG 代號
能源中心	X202	SEG01
作業環境監測與控制實驗室	(F543) 室	SEG02
環境科技實驗室	(F535) 室	SEG03
生物分子技術實驗室	(F550) 室	SEG04
環境友善技術實驗室	(F555) 室	SEG05
綠色科技與永續能源實驗室	(F552) 室	SEG06
綜合化學實驗室	(F553) 室	SEG07
微系統製造及材料分析實驗室	(B201-2) 室	SEG08
光電製程實驗室	(V102) 室	SEG09
綠色工程實驗室	(F555) 室	SEG10
廢水工程實驗室	(F548) 室	SEG11

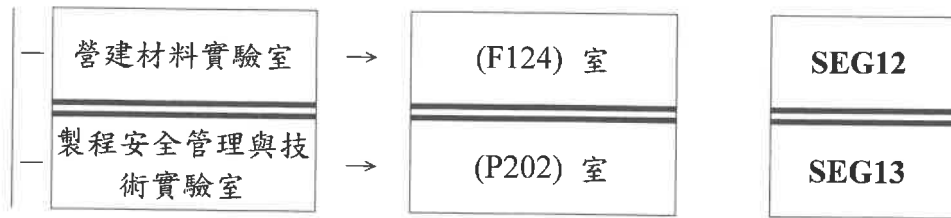


圖3 相似暴露族群分類架構圖

## 2. 定義 SEG

根據SEG 架構圖，將相似暴露的人員歸納在一起，並歸納其使用的化學品。定義SEG 之內含如表5 所示。

表 5、定義 SEG 內容

SEG 代號	每班作業人數	實驗室名稱	作業區域	可能危害因子
S01	2	能源中心	X202	鉻酸、丙酮
S02	6	作業環境監測與控制實驗室	(F543) 室	丙酮、二氯甲烷
S03	6	環境科技實驗室	(F535) 室	丙酮、甲醇、苯
S04	2	生物分子技術實驗室	(F550) 室	正己烷、丙酮 重鉻酸鉀、硫酸
S05	4	環境友善技術實驗室	(F555) 室	甲醇、硫酸、錳
S06	3	綠色科技與永續能源實驗室	(F552) 室	甲醇、正己烷、乙醚
S07	6	綜合化學實驗室	(F553) 室	丙酮、乙酸乙酯、甲醇、 汞、重鉻酸、錳、鎳、 硫酸
S08	6	微系統製造及材料分析實驗室	(B201-2) 室	丙酮 異丙醇 硫酸
S09	3	光電製程實驗室	(V102) 室	丙酮、異丙醇
S10	8	綠色工程實驗室	(F555) 室	甲醇
S11	6	廢水工程實驗室	(F548) 室	丙酮、正己烷
S12	10	營建材料實驗室	(F124) 室	異丙醇
S13	6	製程安全管理與技術實驗室	(P202) 室	環己醇、環己酮



## (二) 初步危害分析

根據前述表5，本校各個相似暴露群所暴露的化學品，其中屬於勞工作業環境監測實施辦法中所規定要監測的物質，有苯、丙酮、甲醇、硫酸...等物質，由於本校已實施作業環境監測多年希望能建立完整的資料，爾後才能循序漸進的掌握各種狀況，因此針對各相似暴露群所暴露的各種化合物種及物理性危害因子，仍然先進行初步評估整理如表6所示。在該表中有關HHR、蒸氣壓等級、使用量等級、作業頻率等級、保護措施等級、ER、UR及 $HHR \times ER \times UR$ 之代表意義及說明方式如下：依據暴露危害風險的觀念，初步危害分析之評比是將校內各種暴露狀況的危害程度進行初步的相對比較，因此鑑認校內所有可能的相似暴露群所暴露的危害物種類後，依照健康危害物指數(HHR)、物理狀態(蒸氣壓)、使用量、作業頻率(使用時間)、控制措施及不確定度分別評分，最後再計算各族群初步的相對危害性。各項因子的評比標準如表7(化性)所示。

**初步危害分析標準說明：**

危害總分=HER×ER×UR

暴露危害指數(ER)-化性 = (狀態+使用頻率+控制措施+相對使用量)/4

暴露危害指數(ER)-噪音 = (暴露時間+控制措施+健康檢查結果)/3

暴露危害指數(ER)-高溫 = (暴露時間+控制措施+健康檢查結果)/3

表 6 一般作業初步危害分析表-化性

SEG	每班作業人數	部門名稱	作業區域	作業名稱	分析項目	HER	狀態	頻率	控制	數量	UR	ER	總分
S01	2	能源中心	X202~X203	檢驗分析	鉻酸	4	2	2	2	1	2	1.75	14
S01	2	能源中心	X202~X203	檢驗分析	丙酮	1	4	2	2	1	2	2.25	4.5
S02	6	作業環境監測與控制實驗室	(F543) 室	檢驗分析	丙酮	1	4	2	2	1	2	2.25	4.5
S02	6	作業環境監測與控制實驗室	(F543) 室	檢驗分析	二氯甲烷	2	4	2	2	1	2	2.25	9
S03	2	環境科技實驗室	(F535) 室	檢驗分析	丙酮	1	4	2	2	1	2	2.25	4.5
S03	2	環境科技實驗室	(F535) 室	檢驗分析	甲醇	1	4	2	2	1	2	2.25	4.5
S03	2	環境科技實驗室	(F535) 室	檢驗分析	苯	3	4	2	2	1	2	2.25	13.5
S04	4	生物分子技術實驗室	(F550) 室	檢驗分析	正己烷	2	4	2	2	1	2	2.25	9
S04	4	生物分子技術實驗室	(F550) 室	檢驗分析	丙酮	1	4	2	2	1	2	2.25	4.5
S04	4	生物分子技術實驗室	(F550) 室	檢驗分析	鉻酸	4	2	2	2	1	2	1.75	14
S04	4	生物分子技術實驗室	(F550) 室	檢驗分析	硫酸	3	2	2	2	1	2	1.75	10.5
S05	4	環境友善技術實驗室	(F555) 室	檢驗分析	甲醇	1	4	2	2	1	2	2.25	4.5
S05	4	環境友善技術實驗室	(F555) 室	檢驗分析	硫酸	3	2	2	2	1	2	1.75	10.5
S05	4	環境友善技術實驗室	(F555) 室	檢驗分析	錳	3	2	2	2	1	2	1.75	10.5
S06	4	綠色科技與永續能源實驗室	(F552) 室	檢驗分析	甲醇	1	4	2	2	1	2	2.25	4.5
S06	4	綠色科技與永續能源實驗室	(F552) 室	檢驗分析	正己烷	2	4	2	2	1	2	2.25	9

SEG	每班作業人數	部門名稱	作業區域	作業名稱	分析項目	HE R	狀態	頻率	控制	數量	UR	ER	總分
S06	4	綠色科技與永續能源實驗室	(F552) 室	檢驗分析	乙醚	1	4	1	2	1	2	2	4
S07	3	綜合化學實驗室	(F553) 室	檢驗分析	丙酮	1	4	2	2	1	2	2.25	4.5
S07	3	綜合化學實驗室	(F553) 室	檢驗分析	乙酸乙酯	1	4	2	2	1	2	2.25	4.5
S07	3	綜合化學實驗室	(F553) 室	檢驗分析	甲醇	1	4	2	2	1	2	2.25	4.5
S07	3	綜合化學實驗室	(F553) 室	檢驗分析	汞	4	2	1	2	1	2	1.5	12
S07	3	綜合化學實驗室	(F553) 室	檢驗分析	鉻酸	4	2	2	2	1	2	1.75	14
S07	3	綜合化學實驗室	(F553) 室	檢驗分析	鎳	4	2	1	2	1	2	1.5	12
S07	3	綜合化學實驗室	(F553) 室	檢驗分析	硫酸	3	2	2	2	1	2	1.75	10.5
S07	3	綜合化學實驗室	(F553) 室	檢驗分析	錳	3	2	2	2	1	2	1.75	10.5
S08	6	微系統製造及材料分析實驗室	(B201-2) 室	檢驗分析	丙酮	1	4	2	2	1	2	2.25	4.5
S08	6	微系統製造及材料分析實驗室	(B201-2) 室	檢驗分析	異丙醇	1	4	2	2	1	2	2.25	4.5
S08	6	微系統製造及材料分析實驗室	(B201-2) 室	檢驗分析	硫酸	3	2	2	2	1	2	1.75	10.5
S09	3	光電製程實驗室	(V102) 室	檢驗分析	丙酮	1	4	2	2	1	2	2.25	4.5
S09	3	光電製程實驗室	(V102) 室	檢驗分析	異丙醇	1	4	2	2	1	2	2.25	4.5
S10	8	綠色工程實驗室	(F555) 室	檢驗分析	甲醇	1	4	2	2	1	2	2.25	4.5
S11	6	廢水工程實驗室	(F548) 室	檢驗分析	丙酮	1	4	2	2	1	2	2.25	4.5
S11	6	廢水工程實驗室	(F548) 室	檢驗分析	正己烷	2	4	2	2	1	2	2.25	9
S12	10	營建材料實驗室	(F124) 室	檢驗分析	異丙醇	1	4	2	2	1	2	2.25	4.5
S13	6	製程安全管理與技術實驗室	(P202) 室	檢驗分析	環己醇	2	3	1	2	1	2	1.75	7
S13	6	製程安全管理與技術實驗室	(P202) 室	檢驗分析	環己酮	2	3	1	2	1	2	1.75	7

表 7 初步危害分析標準表(化性)

評分	健康危害指數 (HER)	物理狀態/蒸氣壓	使用時間	控制措施	相對使用量等級	不確定度 (UR)
1	PEL-TWA > 100	固體	0~10 小時/週	密閉作業	低	高度確定
2	$100 \geq \text{PEL-TWA} > 10$	揮發性液體 (VP < 1 mmHg)	10~20 小時/週	局部排氣	中	確定
3	$10 \geq \text{PEL-TWA} > 1$	揮發性液體 (VP 1~10 mmHg)	20~30 小時/週	稀釋或個人防護具	高	不確定
4	PEL-TWA < 1	揮發性液體 (VP 10~100 mmHg)	> 30 小時/週	無控制措施	很高	高度不確定

VP：蒸汽壓

SEG代號	每班作業人數	實驗室名稱	作業區域	可能危害因子	監測類型	監測點數
S06	3	綠色科技與永續能源實驗室	(F552) 室	甲醇 正己烷 乙醚	區域監測	1
S07	6	綜合化學實驗室	(F553) 室	丙酮 乙酸乙酯 甲醇 汞 重鉻酸 錳/鎳 硫酸	區域監測	1
S08	6	微系統製造及材料分析實驗室	(B201-2) 室	丙酮 異丙醇 硫酸	區域監測	1
S09	6	光電製程實驗室	(V102) 室	丙酮 異丙醇	區域監測	1
S10	8	綠色工程實驗室	(F555) 室	甲醇	區域監測	1
S11	6	廢水工程實驗室	(F548) 室	丙酮、正己烷	區域監測	1
S12	10	營建材料實驗室	(F124) 室	異丙醇	區域監測	1
S13	6	製程安全管理與技術實驗室	(P202) 室	環己醇 環己酮	區域監測	1

進行作業環境監測時，採樣方式原則上以個人採樣為主，除非需進行監測的人員於實際採樣有困難(如嚴重干擾作業或採樣設備不適合佩掛時)，則可以區域監測之方式取代之，但若要推論至人員暴露，則於採樣時需要詳實的記錄人員的活動才可以進行相關的推估。至於尚未進行監測之人員，於下次監測時陸續進行評估，因此本校之教職員生必須在經過數次監測之後，才能確實掌握各個相似暴露群之暴露實態。

### (三) 採樣點規劃

針對歷年環境監測結果分析，本校環境監測監測值均低於法定標準，由於本校已採用全面性系統來進行評估，雖然是針對所有的危害因子進行調查，但主要目的是要先建立完善的基本資料，先初步瞭解所有相似暴露群可能存在的危害。至於本次進行作業環境監測欲採用的策略，原則上仍是以勞工作業環境監測實施辦法中明訂要監測的物質，及有容許濃度標準值且使用率頻繁量多的物質為第一優先順位來進行評估，後續若有足夠資源再逐步對其他物質或非常態之作業類別進行瞭解與監測。

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 **SEG 架構圖** 選擇採樣點，凡有接觸化學危害因子的 SEG 皆納入本次監測範圍，每個 SEG 至少採一點，監測方式以個人監測為主，區域監測為輔。至於非常態（臨時性作業、短時間作業及作業期間短暫..等）的作業暴露將會依照各部門實際需求、工安會議討論、教職員工生抱怨等因素，於下半年度實施，以有效掌握全校教職員工生暴露實態，落實職場健康管理與危害風險降低。採樣點規劃如表 8 所示。

表 8 規劃之採樣點

SEG 代號	每班作業人數	實驗室名稱	作業區域	可能危害因子	監測類型	監測點數
S01	2	能源中心	X202	重鉻酸 丙酮	區域監測	1
S02	6	作業環境監測與控制實驗室	(F543) 室	丙酮 二氯甲烷	區域監測	1
S03	6	環境科技實驗室	(F535) 室	丙酮 甲醇 苯	區域監測	1
S04	2	生物分子技術實驗室	(F550) 室	正己烷 丙酮 重鉻酸 硫酸	區域監測	1
S05	4	環境友善技術實驗室	(F555) 室	甲醇 硫酸 錳	區域監測	1

#### (四) 採樣技術之選定

依據法令要求，本校並無合格之乙級作業環境監測人員，故執行作業環境監測時必須委託合格之作業環境監測機構進行作業環境監測工作，為了雙重監督作業環境監測機構之執行品質，對於採樣技術應有基本的概念，才可對作業環境監測工作的品質能有更好的保障。針對有害物之採樣技術，依據職安署公告之採樣分析建議方法選定如表 9 所示。

表 9 勞動部公告採樣分析建議方法

分類	勞動部公告方法	監測項目	PEL-TWA 8hr	採樣設備	採樣介質	採樣流速 ml/min	最大採 樣量 (L)	樣品保存與 運送	分析儀器
化 學 性 因 子	2312	鉻酸	0.05	高流量採樣泵	濾紙 (5.0 $\mu$ m PVC 濾紙)	1-4L/min	400	例行性保存 運送	UV
	2901	硫酸	1	中流量幫浦 200~500 mL/min	400/200 矽膠管	200~500	100	例行性保存 運送	IC
	1211	丙酮	200	低流量採樣泵	100/50 活性碳管	20~200	3	例行性保存 運送	GC-FID
	1210	二氯甲烷	50	低流量採樣泵	100/50 活性碳管	10~200	3.4	例行性保存 運送	--
	1219	正己烷	50	低流量採樣泵	100/50 活性碳管	10~200	5	例行性保存 運送	GC-FID
	1207	甲醇	200	低流量採樣泵	Anasorb 747 採 樣管	50	6	例行性保存 運送	GC-FID
	RM015B	異丙醇	400	低流量採樣泵	100/50 活性碳管	20~200	7.5	例行性保存 運送	GC-FID
	1903	苯	10	低流量採樣泵	100/50 活性碳管	10~200 mL/min	32	例行性保存	GC-FID
	3011	錳	5 mg/m <sup>3</sup>	高流量採樣泵	纖維素酯濾紙 0.8 $\mu$ m/37 mm	1-3 L/min	200	例行性保存 運送	Flame AAS
	3002	鎳	1 mg/m <sup>3</sup>	高流量採樣泵	纖維素酯濾紙 0.8 $\mu$ m/37 mm	1-4 L/min	1000		Flame AAS
	CLA3301	汞	0.025	低流量採樣泵	200mg 單段式汞 採樣管	150~250	100	例行性保存 運送	--
	1211	環己酮	25(皮膚)	低流量採樣泵	100/50 活性碳管	10~200 mL/min	10	例行性保存 運送	GC-FID
	1206	乙醚	400	低流量採樣 泵	100/50 活性 碳管	20~200	3.4	例行性保 存運送	GC-FID
	1202	環己醇	50	低流量採樣泵	100/50 活性碳管	10~200 mL/min	32	例行性保存 運送	GC-FID
	1214	乙酸乙酯	400	低流量採樣泵	100/50 活性碳管	10~200	9.3	例行性保存 運送	GC-FID

備註：化性因子監測之空白樣品需求為樣本數的百分之十為原則，若有特殊需求以實際規定為依據。

## (五) 實施作業環境監測

於實際執行採樣時，將再確認下列事項，以確保品質。

1. 作業環境監測機構入校執行監測人員，具有合格證照。
2. 作業環境監測機構所用的採樣設備已事先進行調校。
3. 作業環境監測機構確實依據監測計畫執行相關工作。
4. 作業環境監測機構執行採樣時，有依據作業型態採用合適的採樣時間。
5. 作業監測機構人員應於監測過程中親自執行，以確認監測設備與受測人員之狀況，避免發生無效採樣。
6. 實施作業環境監測當天，作業現場生產設備應正常運轉狀態。
7. 實施作業環境監測當天，作業現場通風控制設備應正常運轉狀態。
8. 實施作業環境監測當天，作業現場人員應佩戴防護具。

綜合上述，為充分確認作業環境監測機構皆已依照上述規劃確實進行，以便掌握採樣狀況及後續對異常數據之解釋。



## 六、量測數據的處理與應用

### (一) 數據處理分析

作業環境監測是為掌握教職員生作業環境實態及評估教職員生暴露狀況所實施之規劃、採樣、分析或儀器測量。無論化學性因子或是物理性因子作業環境監測，其目的即為要獲得可以作為評估的合理數據或濃度，與容許濃度標準比較，以確認進一步採取改善措施或加強管理等作為之重要依據。本次作業環境監測之實施最主要的目的是符合法令要求，並就單次監測結果評估教職員生於作業環境中之暴露是否超過容許濃度之規定，是否須進一步採取必要之控制設施，同時累積歷年監測結果以逐步瞭解並掌握作業環境中教職員生之暴露實態，因此針對數據分析及評估，可以分成兩部分來進行，一為單次監測結果之數據分析及評估，另一為歷次數據累積的分析與評估。

#### 1. 單次監測結果之數據分析及評估

單次監測教職員生有害物之暴露須符合以下的條件：

- (1) 整天工作的時量平均暴露濃度未超過八小時時量平均容許濃度。
- (2) 任何一次連續十五分鐘之平均暴露濃度未超過短時間時量平均容許濃度。
- (3) 任何時間之暴露未超過最高容許濃度。

因此針對單次監測結果，必須符合上述規範與要求，如果符合，則持續累積數據以進行暴露實態的掌握；如果不符合，必須採取相關的控制措施，以降低暴露對教職員生的危害，同時也需與健康檢查資料結合，以加強對危害因子之了解與預防。

單次監測結果之數據分析必須要經過統計運算找出合理的數值，才能與上述規範作比較。因此單次監測數據監測結果評估應依不同採樣型式及有害物對教職員生之暴露效應為獨立效應或相加效應為之。

## 2.歷次監測結果之數據分析及評估

由於教職員生於作業場所的暴露是呈現不穩定狀態，因此要確實掌握教職員生的暴露實態做好預防職業病的發生，必須要累積歷次的監測結果，歸納出每個SEG的暴露實態。

本校利用「作業環境監測數據統計軟體」建立各個相似暴露群之暴露等級機率，由於「作業環境監測數據統計軟體」為依據貝氏統計方法所設計的環測數據處理工具，此工具的特點為利用專家的判斷或歷史的環測結果，再加少量的本次環測結果，即可推估教職員生在每個暴露等級可能發生的機率值(各SEG作業環境監測數據統計軟體分析報表如表10範例所示，本次統計資料如附件二)，並利用各式統計圖表來呈現結果，讓使用者可以清楚的瞭解教職員生的暴露狀況，而此工具也提供後續處理措施的建議(各SEG作業環境監測數據統計軟體分析結果畫面如圖4範例所示，本次統計資料如附件三)，因此於每次進行作業環境監測後，即利用此軟體進行分析並進行相關措施，而每次的分析結果則記錄於此軟體中，以供需要時可隨時查詢。

表 10、各 SEG 作業環境監測數據統計軟體分析果報表-範例

項目	資料數據說明
<檢量下限數值分佈:	33.33%為<檢量下限值之資料,樣本數應足夠進行統計分析
數值資料分佈種類:	根據 W-test檢定結果發現,本次統計之資料分佈型態較偏向 LogNormal分佈
平均暴露值:	在LogNormal分佈下,應以幾何平均值(GM)為代表 【幾何平均值(GM:6.823);PEL-TWA:100ppm】
高於PEL-TWA百分比(%>PEL-TWA):	在LogNormal分佈下,有2.52%的機率超過PEL-TWA(曲線下紅色面積) 由目前資料檢示,高於PEL-TWA值的機率僅在5%之下,若採樣分析過程無重大失誤發生,則此數字表示職業暴露在可容許範圍內
PEL-TWA暴露值分級:	有1筆資料介於0.5PEL-TWA~1PEL-TWA之間,請注意現場環境暴露值逸散之管控 有5筆資料低於0.1PEL-TWA以下,請確認現場作業環境低暴露值的合理性
歷史暴露值變化:	根據最近三次的暴露值量測結果發現,有些微上升的趨勢,若平均暴露值高於0.5倍的PEL_TWA,請注意作業環境之暴露狀況
暴露暴露值_LogNormal分佈機率:	若在圖中發現資料點偏離主軸趨勢線過遠,則有可能該資料點不屬於此一族群,需重新分類較為適當

基礎資料彙整	
基本資料	
分析物質	01330-20-7_二甲苯(合計,間,對-異構物)
CAS NO	01330-20-7
PEL-TWA(ppm)	100
樣本數(n)	9
檢樣時間區間	2013-03-15 ~ 2015-08-31
描述性統計	
<檢量下限值之個數	3
檢測值之個數	6
未時間檢本個數(>2hr)	9
未時間檢本個數(<=2hr)	0
數量範圍	0.033 ~ 368
大於職業暴露標準百分比(%>PEL-TWA)	0
算術平均數	5.745
中位數	0.19900004
異標準差(SD)	11.932
檢量平均數(GM)	0.527
檢量標準差(GSD)	14.615

檢定統計結果	
分佈適合度檢定	
LOGNORMAL 分佈檢定(W-test alpha = 0.05)	0.876 (Yes)
NORMAL 分佈檢定(W-test alpha = 0.05)	0.554 (No)
Log-Normal 分佈統計	
Estimated Arithmetic Mean - MVUE	6.823
LCL1.95% - Land's (Exact)	2.05
UCL1.95% - Land's (Exact)	23750.831
LOGNORMAL 分佈 第95百分位	43.46
LOGNORMAL 分佈 第95.95百分位	1788.935
大於職業暴露標準百分比(%>PEL-TWA)	2.52
Normal 分佈統計	
算術平均數	5.745
LCL1.95% - t statistics	-1.651
UCL1.95% - t statistics	13.141
常態分佈 第95百分位	253.72
常態分佈 第95.95百分位	41.91
大於職業暴露標準百分比(%>PEL-TWA)	0

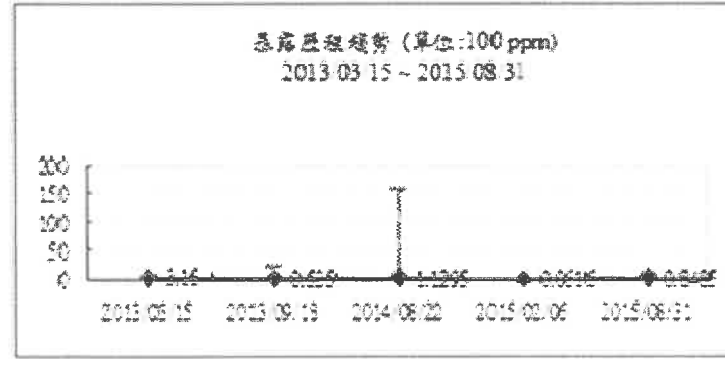
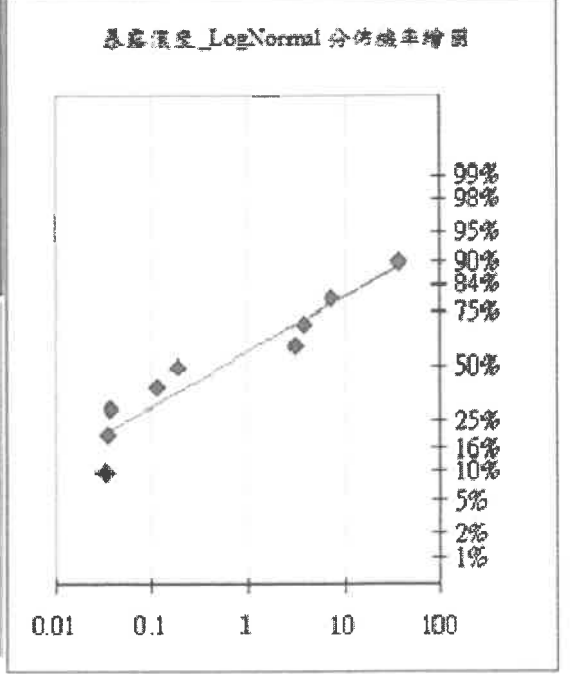
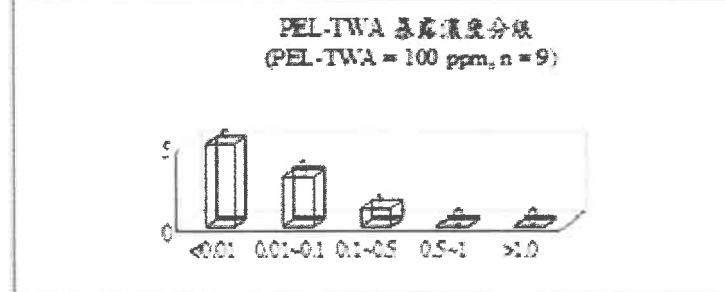
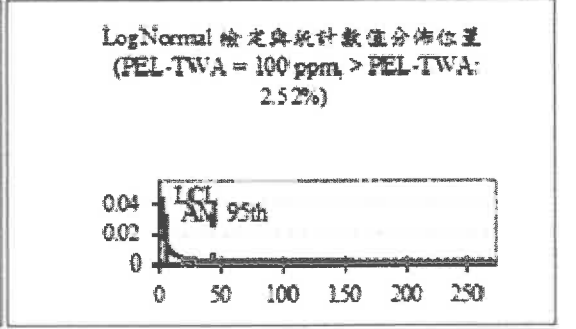
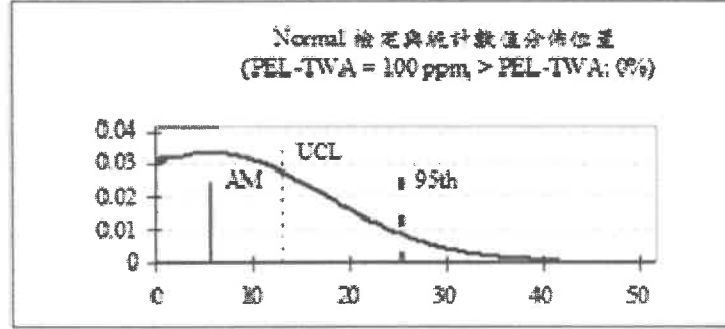


圖4 作業環境監測數據統計評估工具分析結果畫面-範例

## **(二) 以作業環境監測結果作為後續監測及環境控制之依據**

本校經單次監測結果分析後發現各相似暴露群的暴露實態確認已符合容許濃度標準值，若累積歷次監測數據後進行統計分析後發現，大於職業暴露標準百分比的機率 $\geq 5\%$ 時，該相似暴露群所包含的人員其暴露狀況視為不可接受，因此即進行必要之工程、管理或工作方式的控制以降低暴露值，例如對於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，而在各項環境改善工作進行過程中，仍先以個人防護具進行防護。至於環境改善工作完成後，則再次評估並確定該相似暴露群之暴露實態低於容許標準。

若當某一個相似暴露群之暴露實態經單次監測結果分析，已確認低於容許濃度標準值，或是累積歷次監測數據後進行統計分析發現該相似暴露群之大於職業暴露標準百分比的機率 $< 5\%$ 時，該族群之暴露狀況視為可接受，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監測，而該暴露狀況可接受之相似暴露群是否需再進行監測，則可視其暴露狀況改變時再進行評估。

至於累積歷次監測數據經統計分析後，大於職業暴露標準百分比的機率 $\geq 5\%$ 時，表示教職員生的暴露情形超過容許濃度的機率大於 $5\%$ ，該族群的狀況屬於不確定的情形，或是因為監測數據不足，導致無法清楚判斷暴露實態的相似暴露群，或是尚未進行監測的相似暴露群，都需要持續評估並於下次作業環境監測時優先進行。

## **(三) 通知教職員生量測結果並進行相關措施**

在接獲監測結果後，將以書面方式通知教職員生代表及教職員生監測結果。當監測結果顯示教職員生之暴露濃度，超過法令容許濃度標準時，則需另以個別書面方式通知教職員生，並且說明已採取或將採取之控制措施，更進一步確實教導教職員生正確之作業方法及防護具佩戴與管理方式，使得這些高暴露之教職員生，能在相關控制措施保護下進行環境改善直到完成。

## **(四) 每次監測結果需定期申報至職安署公告之網站**

## **(五) 監測結果公告**

量測紀錄及結果依法令規定公告於內部網站內及其他設立之公佈欄內，並知會工會或教職員生代表相關監測結果，使所有在職員工週知。

## 七、後續評估及改善規劃

為檢討作業環境監測規劃與執行是否達成預期目標，各相關部門人員將針對整個作業環境監測計畫之過程進行評估，若有成效不佳的部份將加強執行，逐步使各項工作漸為完整。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監測計畫內容，訂定符合現況的採樣規劃，其頻率應為每年至少兩次。文件化之查核表如表 11 所示：

表 11、作業環境監測執行成效查核表

項目內容	是否符合規定			查核結果紀錄
	是	否	不完全	
1. 是否有具體目標				
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監測人員				
4. 委託監測時的各項合約是否依規定進行審查				
5. 是否涵蓋所有的化學性危害因子				
6. 是否涵蓋所有可能暴露之工作人員				
7. 是否涵蓋所有的工作過程				
8. 是否涵蓋所有的工作區域				
9. 是否已建立各種人員、過程或區域之危害性				
10. 是否已清楚說明各相似暴露群其暴露危害之等級				
11. 是否已界定各監測目標之監測危害因子、監測方法及採樣或監測時間				
12. 監測計畫書是否定期上網申報				
13. 是否由合格的作業環境監測人員執行採樣或監測				
14. 採樣方法、監測設備及採樣時間是否符合規定				
15. 採樣或監測設備是否有條校				
16. 是否以職安署公告的建議方法進行監測				
17. 採得的樣本是否送交認可之實驗室分析				
18. 監測結果記錄是否包含下列內容：監測時間（年、月、日、時）、監測方法、監測處所（含位置圖）、監測條件、監測結果、監測人員姓名（委託監測時須包含監測機構名稱）及依據監測結果採取之必要防範措施事項				
19. 作業環境監測結果是否充分告知受測人員				
20. 作業環境監測結果是否依規定加以保存或維護				
21. 是否依據作業環境監測結果規劃適宜的改善措施				
22. 監測結果是否定期上網申報				
查核日期：				
查核人：		審核人：		

## 八、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監測計畫內各個要項，如作業環境監測目標的訂定、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。在作業環境監測工作建立的過程中，所有的資料文件應予以妥善保存，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。文件管理應把握查詢方便、資料完整兩項原則，並兼顧實際管理上考量，如明訂文件保存年限、資料保存格式及存放地點等，本校文件管理方式均依 ISO 文件管理辦法辦理。文件保存清單如表 12 所示。

表 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
108 年上半年勞工作業環境監測計畫書	KFU1080508-01	職安相關部門	紙本&電子檔	108/05/08	138/05/08

## 九、計畫時程

本校執行作業環境監測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	5 月上旬	確認現場狀況及需求,並擬定本次採樣點、校商聯繫、發包
執行上半年度環測	5 月下旬	依擬定規劃執行採樣
上半年度環測報告	6 月上旬	確認監測報告無誤,並依據計畫書內容作後續處理
下半年度環測規劃	11 月上旬	確認現場狀況及需求,並擬定本次採樣點、校商聯繫、發包
執行下半年度環測	11 月下旬	依擬定規劃執行採樣
下半年度環測報告	12 月上旬	確認監測報告無誤,並依據計畫書內容作後續處理

附件一 校區平面圖

