

嘉南藥理科技大學專題研究計畫成果報告

台南科學園區危害調查及居民健康風險評估之研究

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：CNIS-92-06

執行期間：92 年 1 月 1 日至 92 年 12 月 31 日

計畫主持人：陳淨修

共同主持人：

計畫參與人員：楊晶晶 邱暄容

執行單位：嘉南藥理科技大學職業安全衛生系

中華民國 93 年 02 月 28 日

台南科學園區危害調查及居民健康風險評估之研究

陳淨修 楊晶晶 邱暄容

摘要

健康風險評估為近年來相當引人注意的課題，它可提供一客觀而科學化之評估系統，評估個別污染源對附近人口之健康風險並協助對特定及代表性工廠與環境條件之評估。有鑑於近年來國內工業區區外民眾常有糾紛。尤其石化工業區高科技產業尤須注意。因此透過科學化以健康風險評估方法評估有害物對附近環境空氣品質及居民健康的影響，有其必要。本計劃試以南科園區各廠空氣排放物為對象，調查其危害特性併評估對附近居民之健康影響。以某一半導體工廠為例，就其排放物加以評估，初步評估結果合乎標準。唯未來仍需再進一步模擬確認。

關鍵字：健康風險評估、空氣品質模式、有害空氣污染物

一 前言

台南科學園區的完工運轉，除帶動各項與空氣污染有關活動之成長，將造成各種污染物之大量產生外，園區各廠所排放之各種空氣污染物，尤其是揮發性有機污染物值得重視，在可預見的將來，有害空氣污染物的排放及控制將是科學園區的一個重要問題，為未雨綢繆，極有需要計算各廠有害空氣污染物之排放量，建立園區

有害空氣污染物資料庫，並利用空氣品質模式估算其對當地環境所造成之有害空氣污染物長期平均濃度並進行健康風險評估以了解附近居地之致癌風險，據以進行風險管理，降低居民致癌風險。

本計畫進行之目標為評估科學園區在正常操作下，其排放之有害空氣污染物對附近居民健康產生何種程度之危害，經由特定之暴露途徑進行人體健康風險評估。本計畫第一年收集文獻，建立評估方法，進行危害鑑定並推估科學園區逐廠每一個排放源之有害空氣污染排放量，建立排放量資料庫作為空氣品質模式模擬之輸入資料，並設計問卷調查南科附近居民生活健康受南科運轉之影響。第二年為依有害空氣污染之性質及排放量篩選致癌物及急毒物做為優先管制之對象並進行空氣品質模式模擬，模擬科學園區應優先管制對象污染物之長期平均濃度分布，作為暴露評估之依據。第三年應用各區各點有害空氣污染物之長期平均濃度與各區各點之暴露人口數或敏感族群並考慮其暴露時間進行暴露評估，應用每一致癌物之劑量效應關係——斜率因子進行致癌風險評估，對非致癌物質則利用參考劑量評估危害指數，作為後續風險管理之依據。

本研究擬建立暴露評估指引並加

案例探討，作為後續研究之探討。本研究目的如下：

(一)南科有害空氣污染物排放資料庫之建立

- (1) 收集南科園區各廠之設置許可申報排放量。
- (2) 優先選擇環保署列管之 30 種化學物質為對象物種。
- (3) 收集所篩選之對象物種之物化性質。
- (4) 問卷調查南科附近居民生活健康受南科運轉之影響。

(二) 有害空氣污染物之空氣擴散模擬及暴露評估

- (5) 收集南科園區附近相關之空氣品質資料、地形及背景污染源等資料。
- (6) 先測試 ISCST3 或其他模式是否適合本區。
- (7) 測定評估當地對象物種之背景濃度。
- (8) 利用 ISCST3 或其他模式模擬各廠下風處對象物質最大長期平均濃度
- (9) 建立健康風險暴露評估模式對所篩選之致癌物進行致癌风险分析包括廠區員工及廠外居民。
- (10) 對非致癌物進行危害指數分析包括廠區員工及廠外居民。
- (11) 依據分析結果研擬風險管理策略減低有害空氣污染物排放量。

二 健康風險評估方法

2.1 健康風險評估(Risk Assessment)

所謂風險評估係指利用各種方法及技術來做計有害物質在排放後對人體或環境造成影響之風險特性，因此其範圍包括如何評估有害物質對人體或環境之影響並加以量化，從而推估其發生之機率。由於有害空氣污染物在排放進入環境後，通常是經由暴露而影響受體，所以受體須暴露於有害空氣污染物之機會，且暴露劑量與暴露時間與有害空氣污染物進入人體之途徑有關。因此，排放量高的有害污染物不一定會對人體產生較高之健康危害；健康危害之程度須視該有害空氣污染物之危害特性及對人體暴露程度而定。

2.2 健康風險評估步驟

美國現行風險評估制度之建立係參考 1983 年美國國會公布之「風險評估之運用於聯邦政府相關事務」報告 (National Research Council of the National Academy of Sciences, NAS-NRC) 所發展出之評估模式，主要包含四個步驟：

1 危害性之鑑定 (Hazard

Identification): 係決定某一特定危害性因子是否與人體有關。此危害性因子包括可能導致風險升高的物質或動。危害鑑定過程是先行調查收集可能之污染物、可能造成的健康問題及其間關連性等重要資訊。

2 劑量效應之評估 (Dose Response Assessment): 係決定暴露程度高低與其產生反應之機率, 與嚴重程度之間有無關連。劑量—反應關係評估過程是利用劑量—反應之毒理關係, 將特定暴露量所產生的相對危害性計算出。經由毒理學之研究, 在許多假設條件成立的前提下, 可推測當人體暴露在特定劑量的污染物下, 可能產生之相對危害 (風險) 為何。在一般風險評估過程中, 可將危害性區

分為致癌性及非致癌性兩類, 並假設危害性具有相加性, 即不同暴露途徑所產生的危害可直接相加, 最後以總危害來表示。

3 暴露評估 (Exposure Assessment): 係決定民眾是否有暴露機會, 經由何種途徑進入而被吸收等。暴露量評估是估算可能暴露群暴露量的多寡, 是風險評估過程中最重要的步驟, 由此過程計算出的暴露量即決定其相對風險, 因此大多數風險評估工作亦著重於此。針對暴露量評估, 一般是採「合理的最大暴露假設」原則 (reasonable maximum exposure, RME), 即在實際上有可能發生的最大假設條件下, 求得最大暴露量。

4 風險度之評估 (Risk Characterization): 風險判定推估綜合上述三項步驟進行綜合性評估, 估計該物質引發民眾身體健康受影響之

風險程度高低。

2.3 風險度之計算

2.3.1 致癌物

對人體具有致癌性的物質, 在健康危害的定量時通常是以致癌的危險度來表示, 在空氣污染物中, 經由呼吸進入人體的部分, 個人終生致癌風險度之計算方法如:

A: 暴露量推估

Risk = LADD (終身平均日劑量) × Slope factor

$$= \frac{C \times IR \times EF \times AF}{BW \times AT} (\text{mg/kg/day}) \times$$

Slope factor (mg/kg/day)⁻¹

BW × AT

其中: C : 污染物濃度

Contaminant Concentration (mg/m³)

IR : 攝入率 Intake rate (m³/hour), 指每日吸入空氣量, 成人約 20m³/day。

成

AF : 人體吸收率

Absorption Fraction (%)

EF : 暴露頻率期間。

BW : 體重 Body

Weight (kg), 一般以 60kg 計之。

AT : 平均壽命 (year), 一般以 70 年計之。

Slope factor : 潛勢斜率

(或

稱效力因子), 暴露單位劑量所增加的危險度。

B: 致癌風險性機率計算

$$CR = I \times q$$

其中： CR：致癌風險性機率
I：慢性攝入劑量
(mg/kg/day)
q：效力因子(mg/kg/day)

2.3.2 非致癌物

在慢性非致癌危害上而言，通常是以危害指標 (Hazard index, HI) 來表示，危害指標為暴露劑量與參考劑量或暴露濃度與參考濃度的比值，當暴露劑量或濃度大於參考劑量或濃度時，顯示危害物的濃度會對人體產生危害。因此危害指標小於 1 是可接受的範圍。其計算方法如：

$$HI = LADD/RfD$$

或

$$HI = LADD/ RfC$$

$$RfD = (NOAEL \text{ or } LOAEL)/(MF \times UF)$$

其中： RfD：參考劑量 Reference Dose(mg/kg/day)，用於攝入途徑為吸入者。

RfC：參考濃度 Reference Concentration(mg/m³)

NOAEL：最高無明顯效應劑量 NO-Observed-Adverse-Effect-Level (mg/kg/day)。

LOAEL：最低明顯不良效應劑量 Lowest-Observed-Adverse-Effect-Level (mg/kg/day)。

MF：修正係數 modifying factor。

UF：不確定係數 Uncertainty factor。

三 某半導體公司非致癌物風險初步分析

3.1 分析結果

案例研討為一家半導體公司，半導體廠製程所使用的化學性原物料中，包括蝕刻氣體、有機溶劑、金屬及其化合物、酸、鹼和感光性的聚合物等，其實有許多屬於劇毒物質或是對人體有立即的健康危害。而且由於半導體製程相對其他化學工業複雜，未知的製程副產物日益加增。當這些已知或未知的有害物質因從業人員的疏忽、處理設備的維護不當或特殊的化學反應而逸散至空氣中時，便會影響工作人員的健康與廠內的空氣品質，甚至無塵室的潔淨度。

該半導體廠運轉期間之空氣污染源為煙囪所排放之廢氣，經防制設備處理後排放至大氣，其主要污染物為 HNO₃、HCL、NH₃、CL₂、VOC 等，為瞭解其對附近地區空氣品質之影響，以測試模式是否適合當地。本計劃利用 ISC3 擴散模式模擬預測，模擬結果以 VOC 為例，日平均最大值為 0.035ppm，位於距該廠南周界 1 公里附近，而其成分為 IPA 和丙酮。丙酮之慢性濃度閾值為 350ppm，因此，丙酮的慢性非致癌危害指數為 0.0001，遠低於 1。顯示該廠丙酮不會對當地環境受體有任何不良健康影響。

3.2 半導體維修作業人員暴露評估

半導體維修作業雖非例行作業但卻常有危害物質高濃度的排放，經常造成意外事故。半導體廠維修作業人員為高危險群，應加強事前安全衛生危害預防措施。

因此維修作業人員之暴露評估亦有其必要。維修作業污染物評估前，必須先收集該機台 PM 作業的基本資料：包括製程目的、製程原物料、PM 化學品、原物料與可能副產物的 MSDS、機台編號、機台種類、PM 頻率、PM 前的 run 貨數；其次要與設備工程師進行作業觀察與討論：包括 PM 人員數、PM 起迄時間、PM 程序、PM 過程發生異味前的動作、PM 時不舒服的感覺。整合這些基本資料，吾人即可進行暴露評估並後續之健康風險評估。

四 結論

本計劃目前因南科各廠細部資料取得有困難，致尚未完整掌握資料，正在積極努力中。因此，第一年方向放在文獻資料的整理，方法的建立，空氣品質模式之建立與測試。就目前有限的資料來看，南科園區之設立對附近鄉鎮的空氣品質影響不大，但因各廠使用之化學物質種類輯數量尚未確立，致尚未能評估致癌物的健康風險評估。另外，廠內員工之暴露評估及維修人員的健康風險評估將來亦為本計劃評估重點之一。

五 參考文獻

- (1) 台灣積體電路製造公司“台灣積體電路製造公司台南廠區擴廠計劃環境影響說明書”中華民國八十九年。
- (2) 大東亞石油化學公司勞委會，石化綜合廠精緻一貫作業鋼廠與工業專用港，中華民國八十六年。
- (3) American Industrial Hygiene Association , 1998,”A Strategy for

Assessing and Occupational Exposure”, American Industrial Hygiene Association Exposure Assessment Strategies Committee.

(4) Hawkins,N.C.,S.K.Norwood,and J.C. Rock, 1991,”A Strategy for Occupational Exposure Assessment”, Akron. Ohio: American Industrial Hygiene Association.

(5) Keith Tait,1993,”The Workplace Exposure Assessment Workbook”,Appl.Occup. Environ. Hyg. ,8(1),p55-68

