

十、對人體健康的風險評估

化學物質在運作過程中，可以透過兩種方式進入環境中，一為點源，一為擴散源；對部份物質而言，它們可以在環境中被光、水或微生物加以分解，但部份的物質，則因無法被分解而長期存在環境中，由生物直接攝取，或進入食物鏈積蓄在人體內，或經由空氣傳輸導致吸入性的暴露，當累積濃度達到某一程度，甚至引發毒性時，則將對生態環境與人體健康構成危害。

國內所使用的化學物質種類與數量，以及所衍生的有害空氣污染物的排放量，都隨著經濟的發展與人類活動的頻繁而日益增加；由於化學物質，特別是有毒性化學物質與有害空氣污染物的管理，是屬於一種風險管理（risk management），在進行管理之前，必須利用風險評估技術了解這些毒化物或有害空氣污染物在環境中的流布狀況，評估其對人體健康影響的權重。但是到目前為止，我國對於有毒化學物質與有害空氣污染物的管理，還是停留在危害性的鑑定、劑量效應的評估及排放標準的管制為主，至於其中最為重要的暴露因子、暴露途徑與暴露濃度則因缺乏本土資料而無法進行暴露評估，也因而無法確實的達到風險管理，甚至降低風險的目的。到目前為止，行政院環保署僅就有毒的化學物質加以公告禁止、限制運作行爲或發給許可證，並列出30種建議國內優先調查的有害空氣污染物（表1-40）；相對於美國在西元1994年即要求廠商依Clean Air Act Amendment，只要運作77種有毒物質之一，且運作量大於指定數量（500~2,000磅）則必須建立包括危害性評估、防止災害

計畫與緊急應變計畫的風險管理計畫；顯然地，國內在這方面的努力還有待加強。

雖然濱南工業區開發單位在環境影響說明書中辯稱石化工業是否導致癌症的增加並不易明確判定，但是依據環保署委託美商盤亞工程顧問公司的研究顯示：以各種化學物質的可能使用目的與用途，統計運作毒化物種類的前20名行業中，石油化工原料製造業為最多，共66種，石油煉製業則排名第六，有31種；此外，由濱南工業區東帝士七輕石化綜合廠的排出物來看（表1-40），除了含有硫氧化物（與呼吸疾病關係密切）外，還有丙烯晴單體、1,2-二氯乙烷、多環芳香碳氫化合物（PAHs）、苯、丁二烯、二氯甲烷、苯乙烯、氯乙烯等致癌性的物質，以及危害人體健康的揮發性有機化合物（VOCs）。

這些有害的空氣污染物在排放進入環境後，通常經由暴露而影響受體（receptor），只要受體有暴露在有害空氣污染物的機會，即有可能影響自身的健康，雖然影響程度與暴露量、暴露時間及有害空氣污染物進入人體的途徑有關。但是依據「石化區內居民健康的評估研究」報告卻已指出：

1. 高雄醫學院博士班研究生潘碧珍的博士論文《石油及石化工業社區居民癌症死亡率研究》（指導教授為葛應欽博士）指出：住在左營、楠梓、大社、仁武等石化工業區附近的居民，20歲以下的青少年與兒童罹患骨癌、膀胱癌及腦癌的比例都增加了，尤其腦癌的比例更是高出了2~4倍；居民罹患癌症而死的比例是其他地區的兩倍以上，而且住的越久，機會就越大；居住20年者的得癌症比例是住10年者的6倍！呼吸系統的疾病，如氣喘，以及心臟血管疾病的發

生，都比一般高出許多。

2. 台灣大學王榮德教授的研究報告《空氣污染對國小學童呼吸系統之影響及風險評估模式之建立》指出：週平均氮氧化物（NO_x）濃度與學童呼吸疾病週缺勤率有關；石化工業區學童在沒有感冒時，有較多的鼻塞、流鼻水及打噴嚏症狀。
3. 高學醫學院公共衛生學系楊俊毓教授的研究報告《固定污染源對國小學同與社區居民健康影響之流行病學研究》指出：慢性呼吸道症狀（咳嗽、慢性支氣管炎、喘鳴）的盛行率在污染區（緊鄰林園石化工業區的汕尾國小學區內的三個村）與對照區（雲林台西國小學區內的三個村）並無顯著差異。但急性刺激性症狀（如眼睛刺激、噁心、喉嚨痛及知覺空氣中化學品的味道）的盛行率則是污染區顯著高於對照區。

爲了釐清石化、煉鋼等高污染產業所排放的有害空氣污染物對人體健康的影響，濱南工業區開發單位應評估各種有害空氣污染物在排放後，對環境或人體健康所產生影響的風險特性，包括評估有害空氣污染物對人體健康的影響，並加以量化，也就是說應該進行有害空氣污染物對人體健康的風險評估。

依據行政院國科會委託台灣大學環境工程研究所鄭福田教授的研究報告《有害空氣污染物風險管理可行性之研究》指出：風險評估應包括危害鑑定、劑量效應評估、人體暴露評估及風險度評估：

1. 危害性鑑定--針對污染物質的固有毒性作一確認，以決定

某一特定污染物是否與健康有因果關係，是一種定性的評估。

- 2.劑量效應評估--在污染物危害性鑑定後，選擇適合於進行定量評估的資料，進行劑量效應評估，決定暴露程度高低、產生反應的機會與嚴重程度的關聯。
- 3.暴露評估--評估在某特定時間內，有害空氣污染物進入人體的資料，包括污染物的實際濃度、暴露途徑，進入人體的方式，實際接收的內在劑量及受暴露族群分布、大小、時間--活動模式等特性，同時，對於測量或估計過程的不確定性也必須加以說明。
- 4.風險度評估--針對危害性鑑定、劑量效應評估及暴露評估所得的結果，加以綜合計算，以估計各種暴露狀況下對人體健康所可能產生的危害性，並提出預測的數值。在預測過程中，對於各種未知數的推論或假定，均應提出合理的解釋，同時對於所採用的推測模式應詳細說明。

其中，風險度評估應包括致癌性與非致癌性風險度評估，評估結果也應以GIS呈現出來，顯示其流佈範圍與影響大小。然後，據以擬定防止災害計畫與緊急應變計畫等風險管理計畫。

相對國科會與環保署的研究報告，開發單位在1997年六月廿三日提出的「濱南工業區環境影響評估報告書」中，對於人體健康風險評估的計算過程與說明，在內容上似乎過於草率，因此，為了確認風險的歸屬與管理，評估報告的內容應由公信力更高的第三者加以查證與再分析。

表1-40 建議優先調查與六、七輕有害空氣污染物名單

類別	有害空氣污染物	國內等級	國外訂定致癌等級及毒化特性	風險分析
揮發性有機化合物	苯 Benzene*	A	使人類致癌 (IARC、美國環保署) 具環境積蓄性與生物濃縮性	六輕 七輕
	苯乙烯 Styrene*	B	可能使人類致癌 (IARC、美國環保署)	六輕 七輕
	1,2-二氯乙烷 1,2-Dichloroethane*	B	可能使人類致癌 (IARC) 或有充份證據顯示使動物致癌 (美國環保署) 具環境積蓄性與生物濃縮性	六輕 七輕
	三氯乙烯 Trichloroethylene	B		
	乙苯 Ethyl benzene*	C	具環境積蓄性與生物濃縮性	六輕 七輕
	氯仿 Chloroform	C	急毒性、致癌性	
	甲苯 Toluene	C	具環境積蓄性與生物濃縮性	六輕
	二甲苯 Xylene*	C	具環境積蓄性與生物濃縮性	六輕 七輕
	四氯乙烯 Tetrachloro ethylene	C		
	二氯甲烷 Methylene Chloride*	C	可能使人類致癌 (IARC) 或有充份證據顯示使動物致癌 (美國環保署) 具環境積蓄性與生物濃縮性	六輕 七輕
	二甲基甲醯胺 Dimethyl formamide	C		
	1,1-二氯乙烷 1,1-Dichloroethane	C		
	酚 Phenol	C	急毒性	六輕
	四氯甲烷 Tetrachloro methane	C		

表1-40 (續)

類別	有害空氣污染物	國內等級	國外訂定致癌等級及毒化特性	風險分析
	1,1,1-三氯乙烷 1,1,1-Trichloroethane	C	具環境積蓄性與生物濃縮性	
	甲醇 Methanol	D		六輕
	呋喃 Furans	D		
	甲酚 Methyl phenol	D		
	甲基丁酮 Methylisobuty ketone	D		
	醋酸丁酯 Butylacetate	D		
	二硫化碳 Carbon disulfide	D		
	氯氣 Chlorine*			六輕 七輕
	丙烯晴 Acrylonitrile*		具有限證據顯示使人類致癌(美國環保署)	六輕 七輕
	丁二烯 1,3- Butadiene*		可能使人類致癌(IARC) 或有充份證據顯示使動物致癌 (美國環保署)	六輕 七輕
	乙二醇 Ethylene Glycol*			六輕 七輕
	氯乙烯 Vinyl chloride*		使人類致癌(IARC、美國環保署) 急毒性	六輕 七輕
	甲烷 Methane*			七輕
	丁酮 Methyl ethyl ketone*			七輕
	酞酸酐 Phthalic anhydride*			七輕

表1-40 (續)

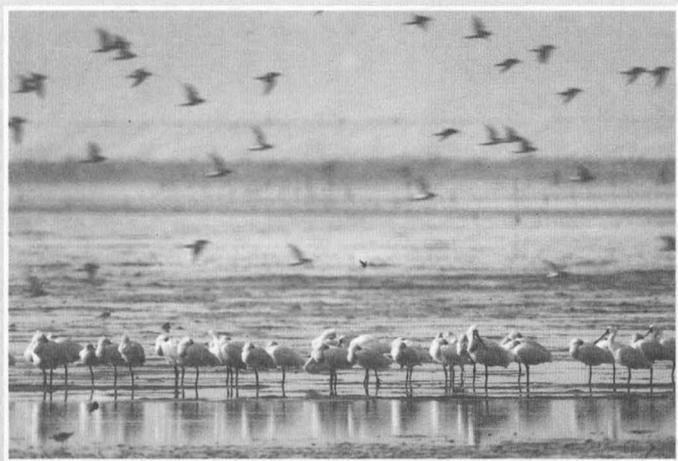
類別	有害空氣污染物	國內等級	國外訂定致癌等級及毒化特性	風險分析
	丙酮 Acetone*			七輕
	HCN*			七輕
重金屬	砷 Arsenic	C		
	鉻 Chromium	C		
	鎘 Cadmium	C		
	鉛 Lead	C		
酸氣	硝酸 Nitric acid	D		
	鹽酸 Hydrogen chloride*	D	急毒性	六輕 七輕
	硫酸 Sulfuric acid	D		
其他	致癌性多環芳香碳氫化合物 Carcinogenic PAHs	B		
	萘 Naphthalene*	C	具環境積蓄性與生物濃縮性	七輕

資料來源：行政院環保署、美商磐亞工程顧問股份有限公司《毒性化學物質流布調查先期規劃》、大東亞石油化學股份有限公司《濱南工業區開發計畫環境影響評估報告書》

註：IARC (International Agency for Research on Cancer)

*東帝士七輕石化綜合廠環評報告書所列排放物。

*國內等級表示優先調查的順序，空白者表示未列入30種建議名單之內。





第一、一個永續發展與美觀的替代方案

我們贊同七股地區需要開發，
我們也希望地方能繁榮，
我們期待的是一種永續發展的開發！
我們不要高污染、
高耗水的煉油石化與煉鋼產業！

我們主張結合地方優勢的產業特色、
生態與人文資源，開發風景特定區，
發展觀光休閒產業！

發展觀光產業的利基在那裡？



