

毒性物質污染防治

毒性化學物質風險評估資料庫及其應用

簡慧貞* 阮國棟**

摘要

風險乃是在某一特定情境下引起傷害、疾病或死亡的機率。健康風險評估是評估人體暴露在危險因子下可能引起健康危害的機率，乃結合了危害鑑定、劑量效應評估、暴露評估之風險度量化結果。風險評估者受限於畢生能取得並驗證的毒理資料為數不多，為更精確評估健康風險，通常參考毒理、流行病學等文獻及數據，毒性化學物質資料庫便是廣泛搜集整合珍貴資料的來源之一，其包括環境流布及毒理兩類資料庫。化學物質環境流布資料庫有助於透過化學物質環境流布及歸宿動向的模擬來評估人體暴露量，化學物質毒理資料庫則可提供評估化學物質危害的各種毒理數據。本文將由風險評估的角度，介紹相關的化學物質毒理資料庫，包括：醫學資料檢索系統(MEDLARS)所屬之毒理資訊網(TOXNET)、Elhill編撰的(ELHILL)二個線上查詢系統資料庫，以及毒物、職業、醫學、環境系列(TOMES PLUS)等四個光碟查詢系統資料庫。在TOXNET中有以下六種常用的子系統，亦在討論之列：化學物質致癌性研究資訊系統(CCTIS)、環境致突變性資訊中心網(EMIC BANK)、基因毒理資料庫(GENE-TOX)、化學物質毒性效應名錄(RTECS)、危害物質資料庫(HSDB)以及整合風險資訊系統(IRIS)。

本文並以加油站作業人員之苯的暴露風險為例，說明如何應用毒理資料庫所提供的資訊進行評估，並討論風險評估之不確定因子。

一、風險評估及所需之輔助資料

風險評估乃是評估暴露在危險因子下對人體健康及環境引起傷害的可能機率，亦即在某一特定化學物質的暴露下，可能引起暴露危害的機率。風險評估包括了危害鑑定、劑量效應評估、暴露評估以及風險度推估四個程序。

*行政院環境保護署環境衛生及毒物管理處技正

**行政院環境保護署環境衛生及毒物管理處處長

1.1 危害鑑定

危害鑑定的程序必須評估與搜集的資料重點有二，一是某特定化學物質可能產生健康損害的種類或疾病的相關資料；一是產生傷害或疾病的暴露情況相關資料。在危害鑑定的程序中，化學物質在人體內的行徑及與器官、細胞或部分細胞的交互動力作用都是所需的基本資料，因為這些資料對判斷化學物質在實驗動物或某一族群已知的毒理作用是否在其他人體也會發生具有相當的價值。換言之，某些物質對實驗動物而言是致癌物、致畸胎物，在人類是否可能得到相同的推論結果是危害鑑定的主題，乃是屬於定性風險評估。

1.2 劑量效應評估

劑量效應評估乃評估暴露在某物質下，劑量與毒性傷害或發生疾病的關係。一般而言，即使有很好的流行病學研究，可信度高的人體暴露數據也很罕見，因此我們必須由動物實驗的數據來推估人體劑量效應，但動物數據推估可能會有下列問題：(1)實驗動物通常暴露在高劑量下，而低劑量效應必須由已知的理論模式來預測。(2)動物與人類的感受度通常不同。(3)人類族群具有相當大的特異性，某些族群可能比一般人更為敏感。因此毒理學家對低劑量的劑量效應推估便常使用二個較被接受的假設理論來推估，包括：遺傳性物質（包括致癌因子）的效應及一般物質的生化效應假設。

對一般非致癌物而言，暴露值到達閾值(threshold dose)才有生化效應的發生，而閾值在實驗上又與無效作用最高劑量(NOAEL)相當接近。此外在訂定人類健康標準值時，由於考量人類族群比一般實驗動物對毒物的反應可能更為多樣化，而流行病學家也不確定某物質最嚴重的不良危害是否已被鑑定出，因此在設定人類健康標準時對於具閾值效應的物質通常將實驗所得的無效作用最高劑量除以一個相當範圍的「安全係數」，安全係數的大小依據(1)急性、亞慢性或慢性暴露。(2)不同的人口特性（如一般人群或是工人），而有10~1,000的不同範圍。

1.3 暴露評估

評估人類暴露量需要估算暴露人口數、暴露量的大小、期間與暴露時間；並應包括過去、目前以及未來預期的暴露量。在某些情況下測量人體的暴露量可以藉著對環境中危害物質濃度的監測或使用個人採樣來測得，但多數情況下決定化學物質釋放至環境後在環境中行徑的各項因子亦是暴露評估必要的資訊，由化學物質環境歸宿動向而推估之暴露評估所需的細部資料如：

1. 控制危害物質生產及釋放至環境中的各項因子。
2. 危害物質釋放至環境中的數量、地區及時間。
3. 控制危害物質釋放至環境後歸宿動向(fate)的各項因子，包括其移動，存續或衰變分解（衰變分解產物可能比原物質更具毒性）。

4. 人類與化學物質的接觸，包括較易受傷人群的人數，分佈情形以及各項可能影響接觸的活動。
5. 人體攝入量資訊。

1.4 風險度推估

風險評估為最後一程序，乃綜合上述三個步驟的分析來決定某一化學物質與引起人類任何毒性可能的相關，風險通常表示如下：

1. 對非致癌物或致癌物之非致癌效應而言，暴露臨界值 (margin of exposure, MOE) 乃是
以無效作用最高劑量除以估算的暴露劑量來表示。
2. 對致癌物而言，致癌風險乃是以人體實際暴露濃度 ($\mu\text{ mg/L}$ 或 $\mu\text{ g/cu.m}$) 乘以單位致癌
風險 (unit risk) 或以劑量乘以致癌強度來表示 (圖 1, 圖 2)，單位風險乃是由劑
量效應模式推算出來的。致癌風險乃容許在某些範圍內，因動物與人類不同的特異性
所致。

雖然風險度推估可以比上述所提更為複雜 (特別是考量暴露時間及期間的問題時)
，但致癌風險及暴露臨界值乃是測量在某一特定暴露值或暴露範圍時可能導致人類受傷
或疾病機率的最適方法。參考劑量 (RfDs) 並非用來測量風險，因它乃是無效作用最高劑
量除以一安全係數。而風險度推估的目的並不是要對參考劑量詳加說明，而是要確實估
算風險，暴露臨界值即可以代表風險，當 MOE 值愈大則表示風險愈小。在某些時候，大
部分的科學家都同意 MOE 值如果大到一個程度則對人體健康幾乎是無害的。但 MOE 的大小
因著化學物質特性的不同而容許不同的大小，其決定因素與安全係數為 10 或 1,000 的考
量是類似的。綜合上述風險評估乃是定性及定量的健康風險估算，其所需的資訊與計算
架構如表 1 及圖 1, 圖 2 所示。

風險度推估的步驟可能導致相當不同的風險敘述方式。如表 2 所示，第一種敘述指
出每百萬的暴露人口中有 327 人會死亡，使用了三位有效數字來估算風險結果。第二種
敘述乃更小心地只給了一個範圍，每百萬暴露人口中有 100~1,000 人會死亡。第三種描
述僅建議，謹慎地假設化學物質 A 對人類而言可能是致癌物。

表 2 由相同的風險度推估結果所得的三種不同風險敘述

- 終生暴露在 A 化學物質下，每百萬的暴露人口可能有 327 名死亡
- 對大白鼠和小老鼠而言，化學物質 A 是致癌物，由低劑量外插模式和
人類暴露劑量估算，每百萬暴露人口可能有 100~1,000 名死亡
- 對大白鼠和小老鼠而言，化學物質 A 是致癌物，為了謹慎起見，在人
類健康考量上，假設它對人類而言也是致癌物

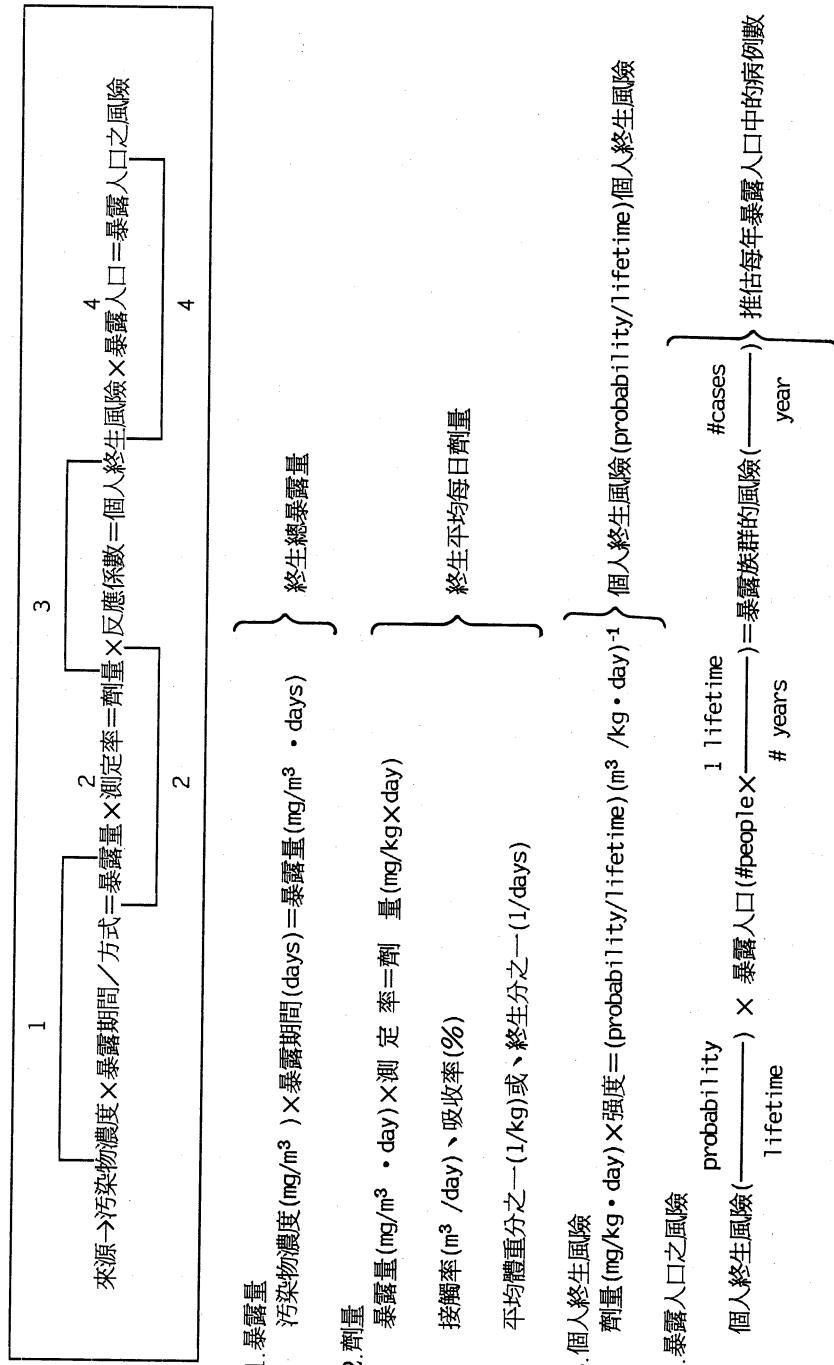


圖 1 風險預測程式的要素

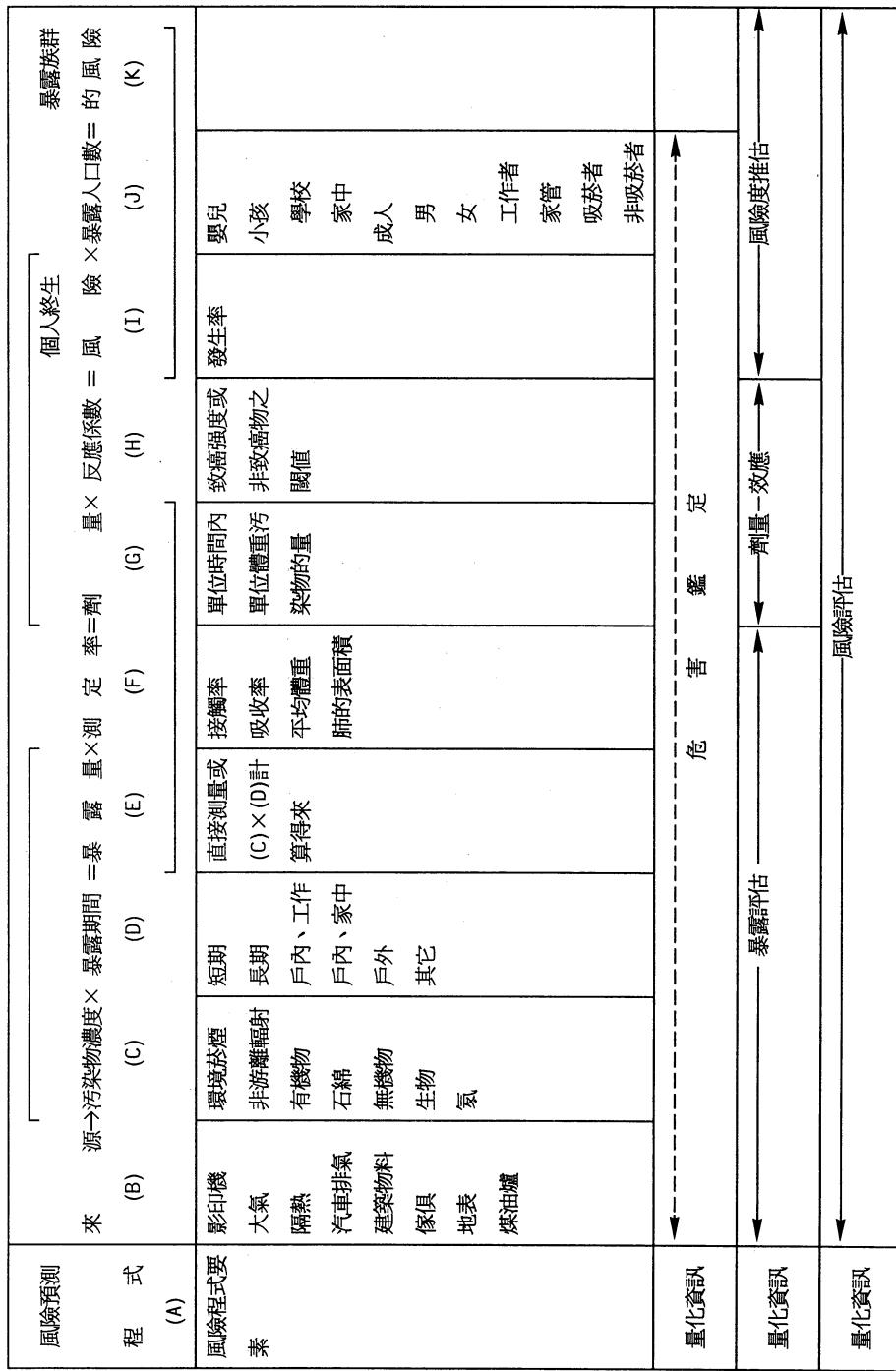


圖 2 風險度推估架構

表 1 風險評估步驟及所需之資料

步 驟	所 需 資 料
1.危害物鑑定	物質鑑定 物性／化性 危害度確認 流行病學數據 毒性數據 動物生物分析數據 (慢性毒性) 短期研究 (急性／亞急性毒性) 分子結構比較
2.劑量效應評估	藥理數據 低劑量插補法 動物至人類劑量插補法 持續性插補法 路徑插補法
3.暴露程度評估	物性／化性 環境特性／因果 環境介質中之化學濃度 分配率 傳輸／轉換 受害危害人口 暴露 路徑 大小 持續期
4.風險度推估	環境反應 水棲的 陸地的 人類危險度評估 致癌物 非致癌物

[註] 步驟 2 與步驟 3 可以互換

二、毒性化學物質風險評估資料庫

一個風險評估者，窮其一生所能取得並驗證的毒理學資料非常有限，又礙於不能直接對人體實驗取得資料，往往透過動物、植物、微生物等試管內、外試驗之毒理資料推估。為進一步加強判斷毒理特性、劑量效應曲線，甚至於暴露監測，風險評估者必需藉助於資料庫的文獻輔助或模式的模擬以求對毒理特性及環境或人類暴露情況更加了解。一般而言，化學物質環境流布資料庫有助於透過化學物質環境流布及歸宿動向的模擬，間接評估人體暴露量，化學物質毒理資料庫則可提供評估化學物質危害的毒理、生理、藥理等資訊。

2.1 化學物質環境流布資料庫

毒性物質環境流布資料庫主要在模擬毒性物質在環境中的污染程度，亦即當毒性物質被排放到環境中，歸納所有已知會影響到此物質在環境中流布與轉化的化學與環境資料，而後模擬環境暴露評估之結果，此一系列的資料庫的資料種類至少包括氣象、水文分布、化學物質特性、地理及土壤等相關之主要參數及次要參數，此一系列資料庫（表3）有助於藉由環境監測及化學物質環境歸宿動向及環境行徑之模擬，進一步作更精確的人體暴露評估，其模擬架構圖如圖3所示，皆已在「建立環境毒物調查流布模式之基本架構」一文中述及。

2.2 毒性化學物質毒理資料庫

2.2.1 線上查詢系統

醫學資料檢索系統(MEDical literature analysis and retrieval, MEDLARS)，係由美國醫學毒理資訊國家圖書館所開發，包含二個系統：

- (1)毒理資訊網(toxicology information program files, TOXNET)，係常用的毒性化學物質毒理資料庫，24小時開放線上系統。TOXNET所提供之資訊及格式如表4所示。MED-LARS的另一個系統是ELHILL系統包括了24個常用的醫學線上資料庫表。
- (2)由ELHILL所編撰的ELHILL系統，包括24個常用的醫學線上資料庫。（表10）TOXNET又包括以下許多子系統：
 - 1.化學物質致癌性研究資訊系統(chemical carcinogenesis research information system, CCRIS)化學物質致癌性研究資訊系統乃由美國國家癌症局(notional cancer institute, NCI)開發及維護的資料庫，共計收錄了2,500筆經鑑定結果的報告，內容包括致癌性、致變性、癌症之促進因子(promoter)，啓動因子(inhibiter)效應之綜合性重要發現，其資訊格式如表4所示。
 - 2.發展與生產毒理資料庫(developmental and reproductive toxicology database ,DART)

表 3 評估環境毒物在各介質流布之常用模式舉例

模 式 名 稱	介 質	特 性
<u>PTPLU</u> 煙柱空氣模式	空 氣	可評估污染源最大短期影響。僅限使用於非反應性污染物之單一污染源。
<u>ISCLT</u> 工業污染源的複雜長期模式	空 氣	可預測短期或長期濃度，並使用於單一地形之鄉村或都市地區。
<u>EXAMS - II</u> 暴露分析模擬模式	表面水	能處理大部分的化學污染物，並提供其在水體行為，但不模擬營養物(nutrients)、溶氧、生化需氧量及沈澱物需氧量。
<u>SESOIL</u> 季節性土壤區域模式	不飽和 土 壤	SESOIL是一種區隔(COM partment)模式，用來對不飽和土壤區內的水與污染物垂直輸送的模擬。
<u>AT 123D</u> 多變數立體分析性模式	地下水	AT 123D是用來推算單一污染物與水在地下水層輸送的一個三維解析演算模式。
<u>GEMS</u> 圖解暴露模擬系統	各介質	包括13種複雜模式用來模擬空氣、河川、土壤以及地下水污染程度，這些模式也可以進一步用來作環境暴露及風險評估。

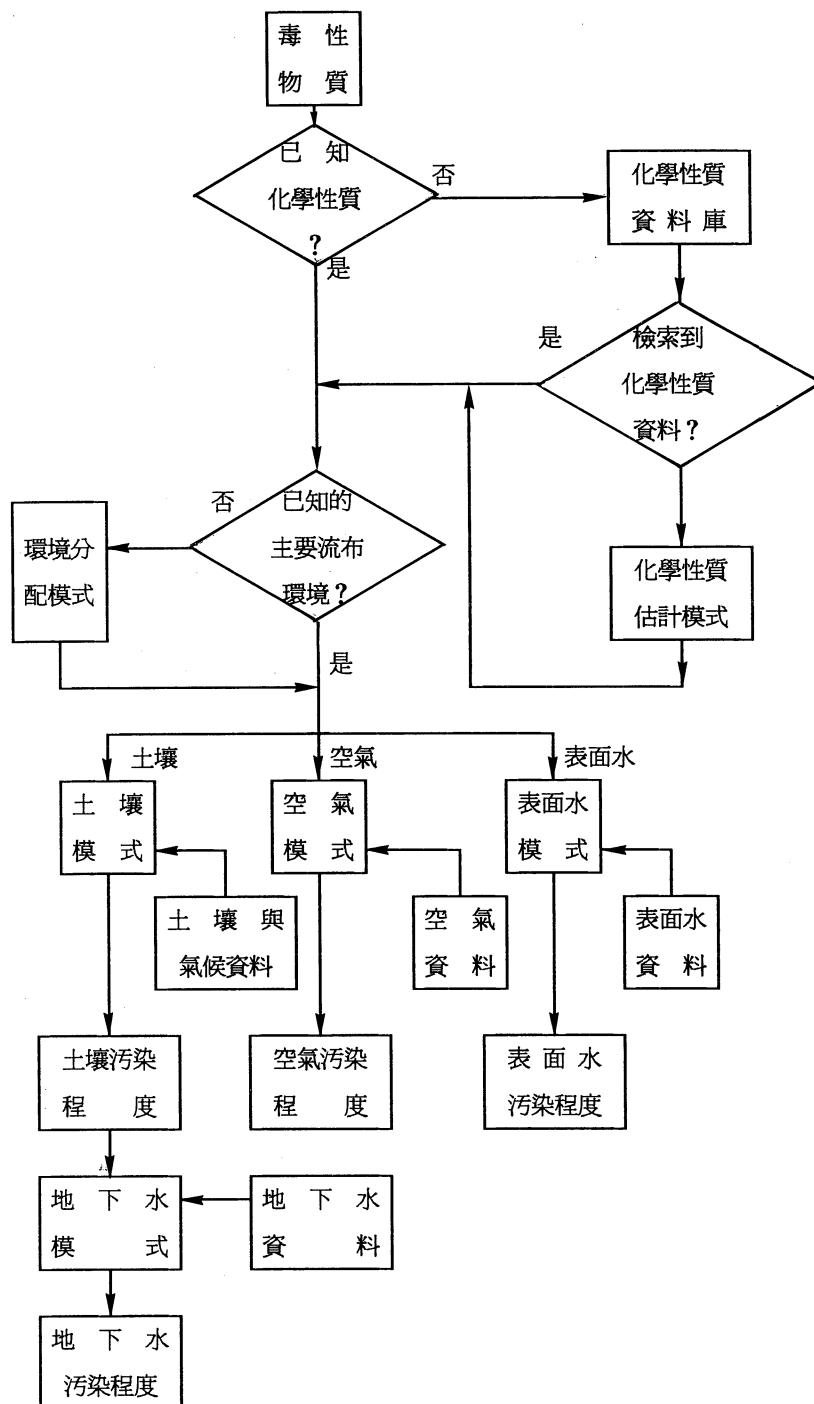


圖 3 化學物質環境流佈模擬圖

表4 CCRIS所提供之資訊及格式

資料 名稱	英 文 代 碼
1. 物質鑑定 物質名稱 CAS化學註冊號碼 主要用途分類 資訊型式	1. Substance Identification/use(ID) name of substance(NAME) CAS registiy number(RN) classification by major use(USE) data type(DTYP)
2. 致癌性／致腫瘤促進因子／致變性／腫瘤起始資料 • 致癌性研究 物種 亞種／性別 暴露途徑 劑量 標的器官：傷害的型態或種類 結論 參考資料	2. Carcinogenicity/Tumor/Promotion Mutageniciyt/Tumoroinhibition data (CARC) • Carcinogenicity Studies(CSTU) [Species] [Strain/Sex] [Route] [Dose] [Tumor Site>Type of Lesion] [Results] [Reference]
• 腫瘤促進因子研究 物種 亞種／性別 促進因子暴露途徑 促進因子暴露劑量 致癌性 致癌因子暴露途徑 致癌因子暴露劑量 標的器官：傷害的型態或種類 參考資料	• Tumor Promotion Studies(TSTU) [Species] [Strain/Sex] [Route(Promoter)] [Dose(Promoter)] [Carcinogen] [Route(Carcinogen)] [Dose(Carcinogen)] [Target Tissue>Type of Lesion] [Reference]
• 致變性研究 實驗系統 亞種／指標生物 代謝活化 方法 劑量範圍 結論 參考資料	• Mutagenicity Studies(MSTU) [Test System] [Strain/Indicator] [Metabolic Activation] [Method] [Dose Range] [Results] [Reference]

表 4 CCRIS所提供之資訊及格式(續)

資料名稱	英文代碼
• 腫瘤起始因子研究	• Tumor Inhibition Studies(ISTU)
物種	[Species]
亞種／性別	[Strain/Sex]
實驗動物數目	[Number of Animals Tested]
起始因子暴露途徑	[Route(Inhibitor)]
起始因子暴露劑量	[Dose(Inhibitor)]
致癌性	[Carcinogen]
致癌性暴露途徑	[Route(Carcinogen)]
致癌性暴露劑量	[Dose(Carcinogen)]
促進因子	[Promoter]
促進因子暴露途徑	[Route(Promoter)]
促進因子暴露劑量	[Dose(Promoter)]
標的器官：傷害種類或型態	[Target Tissue>Type of Lesion]
毒性終點的發生	[Endpoint(Incidence)]
毒性終點的繁衍	[Endpoint(Multiplicity)]
毒性終點的潛伏	[Endpoint(Latency)]
評述	[Comments]
參考資料	[Reference]

3. 生物技術資訊資源網 (directory of biotechnology information resources, DBIR)
4. 環境致突變性資訊中心網 (environmental mutagen information center backfile, EMICBACK) 乃是文獻式資料網，收錄1950年後，有關已測試過的對遺傳基因具毒害之因子，包括化學性的，物理性的（如 X-ray，紫外線等）及生物性的（如病毒）致變性因子之相關文獻。共收錄 1950～1988 年間約 72,000 筆已發表文獻納入 EMICBACK。其所提供之資訊格式如表 5 所示。
5. 環境致畸胎性資訊中心網 (environmental teratology information center backfile, ETICBACK) 收錄有關可能導致畸胎之各種因子資料。1950～1988 年資料存於 ETICBACK 檔，所錄引用文獻已逾 49,000 篇，1989 年後則存入 DARTo
6. 基因毒理資料庫 (GENE-TOX) 由美國 EPA 製作，目前收錄逾 4,400 種化合物之基因毒理學資料，每筆資料皆經由專家評估，除了收錄該化合物之致遺傳突變性報告 (mutagenicity studies) 外，並針對該化合物評估適當之毒物檢驗法 (assay systems)。其資訊格式如表 6 所示。

表 5 EMIC BACK所提供之資訊及格式

資料名稱	英 文 代 碼
1.基本文獻資料	1.Basic Bibliographic Information(BIB)
作者	Author(s)
文獻名稱	Title of Article
來源	Source(printable only)
2.其它文獻資訊	2.Other Bibliographic Information(OBIB)
•引用相關資料	• Citation Related(CREL)
語文	Language(LA)
出版型式	Publication Type(PT)
譯文來源	Translation Source(TR)
•來源相關資料	• Source Related(SREL)
雜誌名稱	Journal Title(JT)
雜誌縮寫	Journal Title abbreviation(TA)
雜誌代碼	Journal Title coden(JC)
出版年代	Year of Publication(YR)
3.特殊關鍵字	3.Special Keywords(SPKW)
分類名稱	Taxonomic Name(TAX)
試驗主體	Object of Test(OT)
性別	Sex Treated(SEX)
細胞培養	Tissue Cultured(CUL)
檢測	Assay(AY)
試驗分類	[Test Category]
特殊試驗／毒性終點	[Specific Test/Endpoint]
實驗情形	Experimental Conditions(EXC)
實驗細胞	Cells Treated(CTR)
觀察細胞	Cells Observed(COB)
控制	Control(CTL)
4.物質鑑定	4.Substance Identification(ID)
物質名稱	Name of Agent (NAME)
CAS化學註冊碼	CAS Registry Number(RN)
主管機關	Control Agent(CAG)
主管機關CAS註冊號碼	Control Agent CAS Registry Number(CARN)

表 6 GENE-TOX 所提供之資訊及格式

資 料 名 稱	英 文 代 碼
1.物質鑑定	1. Substance Identification/Use(ID)
物質名稱	Name of Substance(NAME)
CAS化學註冊號碼	CAS Registry Number(RN)
別名	Synonyms(SY)
化學分類目錄	Chemical Classification Category(CCAT)
2.致突變性研究	2. Mutagenicity Studies(MSTU)
• 1980年以後的遺傳毒理評估	• GENE-TOX Evaluation B(post-1980)(GENB)
物種／細胞種類	[Species/Cell Type:]
性別	[Sex:]
檢測方法	[Assay Type:]
檢測代碼	[Assay Code:]
結果	[Results:]
活化性	[Activation:]
劑量效應	[Dose Response:]
討論報告	[Panel Report:]
參考資料	[Reference:]
• 1980年以前的遺傳毒理評估	• GENE-TOX Evaluation A(post-1980)(GENB)
物種／細胞種類	[Species/Cell Type:]
性別	[Sex:]
檢測方法	[Assay Type:]
檢測代碼	[Assay Code:]
結果	[Results:]
活化性	[Activation:]
劑量效應	[Dose Response:]
討論報告	[Panel Report:]
參考資料	[Reference:]

7.危害物質資料庫(hazardous substances data bank,HSDB)收錄了4,300種潛在危害化學物質的毒理資料，資料包含了化學物質之緊急處理措施、環境歸宿動向(fate)、人體暴露、偵測方法及法規規定，每筆資料皆經過毒物及其它專家評估而建立。其資訊格式如表 7 所示。

表 7 危害性物質資料庫所提供之資訊格式

資 料 名 稱	英 文 代 碼
1.物質鑑定	1. Substance Identification(ID)
物質名稱	Name of Substance(NAME)
CAS化學註冊號碼	CAS Registry Number(RN)
HSDB相關記錄	Related HSDB Records(RELT)
別名	Synonyms(SY)
分子式	Molecular Formula(MF)
	Wiswesser Line Notation(WLN)
RTECS碼	RTECS Number(RTEC)
OHM-TADS碼	OHM-TADS Number(OHMN)
2.製造及使用資訊	2. Manufacturing/Use Information(MANF)
製造方法	Methods of Manufacturing(MMFG)
不純物	Impurities(IMP)
形式／調配	Formulations/Preparations(FORM)
製造者	Manufacturers(MFS)
其它製造資訊	Other Manufacturing Information(OMIN)
主要用途	Major Uses(USE)
消耗形態	Consumption Patterns(CPAT)
美國生產量	U.S. Production(PROD)
美國進口量	U.S. Imports(IMPT)
美國出口量	U.S. Exports(EXPT)
3.物理及化學性質	3. Chemical & Physical Properties(CPP)
顏色／性狀	Color/Form(COFO)
嗅味	Odor(ODOR)
嚙味	Taste(TAST)
沸點	Boiling Point(BP)
熔點	Melting/Freezing Point(MP)
分子量	Molecular Weight(MW)
腐蝕性	Corrosivity(CORR)
臨界溫度及壓力	Critical Temperature&Pressure(CTP)
密度及比重	Density/Specific Gravity(DEN)
解離常數	Dissociation Constants(DSC)
燃燒熱	Heat of Combustion(HTC)
蒸發熱	Heat of Vaporization(HTV)
辛醇與水之分配係數	Octanol/Water Partition Coefficient(OWPC)
pH值	pH(PH)

表 7 危害性物質資料庫所提供之資訊格式(續)

資 料 名 稱	英 文 代 碼
溶解度	Solubilities(SOL)
光譜特性	Spectral Properties(SPEC)
表面張力	Surface Tension(SURF)
蒸氣密度	Vapor Density(VAPD)
蒸氣壓	Vapor Pressure(VAP)
相對蒸發率	Relative Evaporation Rate(EVAP)
黏稠度	Viscosity(VISC)
其它性質	Other Chemical/Physical Properties(OCPP)
4. 安全性及處理	4. Safety & Handling(SAFE)
危害摘要	Hazards Summary(HAZS)
意外災害緊急處理指南	DOT Emergency Guidelines(DOT)
• 可燃性	• Flammable Properties(FLAM)
燃燒潛在性	Fire Potential(FPOT)
危害等級	Hazard Classification(NFPA)
可燃範圍	Flammable Limits(FLMT)
閃火點	Flash Point(FLPT)
自燃點	Autoignition Temperature(AUTO)
• 滅火資料	• Fire Fighting Information(FIRE)
滅火方法	Fire Fighting Procedures(FIRP)
燃燒後有毒產物	Intensity of Heat(INTH)
其它滅火危害	Toxic Combustion Products(TOXC)
爆炸潛在性及範圍	Other Firefighting Hazards(OFHZ)
• 危害反應	• Explosive Limits & Potential(EXPL)
反應性及不可相容性	• Hazardous Reactions(HAZR)
分解性	Reactivities & Incompatibilities(ERAC)
聚合性	Decomposition(DCMP)
其他危害反應	Polymerization(POLY)
• 警示性質	• Other Hazardous Reactions(OHAZ)
嗅味閾值	• Warning Properties(WRNP)
皮膚／眼睛／呼吸道之刺激性	Odor Threshold(ODRT)
• 防護處置	Skin, Eye & Respiratory Irritations(SER)
防護設備	• Preventive Measures(PRVN)
其它防護方法	Protective Equipment & Clothing(EQUP)
安定性／半衰期	Other Preventive Measures(OPRM)
	Stability/Shelf-Life(SSL)

表 7 危害性物質資料庫所提供之資訊格式(續)

資料名稱	英文代碼
裝運方法及規定	Shipment Methods&Regulations(SHIP)
儲存狀況	Storage Conditions(STRG)
清除方法	Cleanup Methods(CLUP)
處置方法	Disposal Methods(DISP)
輻射限制及潛能	Radiation Limits&Potential(RADL)
5.毒性／生理學效應	5. Toxicity/Biomedical Effects(TOXB)
毒性摘要	Toxicity Summary(TOXS)
毒性危害等級	Toxic Hazard Rating(TXHR)
緊急醫療處理	Emergency Medical Treatment(EMT)
求生支援	Life Support(EMLS)
臨床效應	Clinical Effects(EMCE)
實驗室	Laboratory(EMLAB)
處理概要	Treatment Overview(EMTR)
毒性範圍	Range of Toxicity(EMTOX)
解毒與緊急處理	Antidote and Emergency Treatment(ANTR)
醫療監督	Medical Surveillance(MEDS)
毒性	Toxicity Excerpts(TOX)
人類毒性	Human Toxicity Excerpts(HTOX)
非人類毒性	Non-Human Toxicity Excerpts(NTOX)
毒性值	Toxicity Values(TOXV)
人類毒性值	Human Toxicity Values(HTXV)
非人類毒性值	Non-Human Toxicity Values(NTXV)
生態毒性數據	Ecotoxicity Values(ETXV)
國際毒理計畫摘要評估	National Toxicology Program Reports(NTP)
高危險群	Populations at Special Risk(POPL)
藥物動力學	• Pharmacokinetics(PHMK)
吸收／分佈／排泄	Absorption, Distribution&Excretion(ADE)
代謝及其產物	Metabolism/Metabolites(METB)
生物半衰期	Biological Half-Life(BHL)
作用機制	Mechanism of Action(ACN)
與藥物之交互作用	Interactions(INTC)
6.藥理學	6. Pharmacology(PHCY)
最低致死劑量	Minimum Fatal Dose Level(MINF)
生體需求	Bionecessity(BION)
治療用途	Therapeutic Uses(THER)

表 7 危害性物質資料庫所提供之資訊格式(續)

資料名稱	英文代碼
藥物警戒	Drug Warnings(WARN)
藥物特異性	Drug Idiosyncrasies(IDIO)
藥物忍受性	Drug Tolerance(TOLR)
用藥最大劑量	Maximum Drug Dose(MXDD)
7. 環境流布／暴露潛力／環境歸宿 ／暴露摘要	7. ENVIRONMENTAL FATE/EXPOSURE POTENTIAL(ENEX)
· 污染源	• Pollution Sources(POLL)
天然污染源	Naturally Occurring Sources(NATS)
人為污染源	Artificial Sources(ARTS)
環境流布(大氣、陸地、水域)	Environmental Fate(FATE) (Atmospheric, Terrestrial, & Aquatic)
· 環境轉換	• Environmental Transformations(ENVT)
生物分解性	Biodegradation(BI0D)
非生物分解性	Abiotic Degradation(ABIO)
· 環境轉移性	• Environmental Transport(ENTP)
生物濃縮	Bioconcentration(BIOC)
土壤吸收／移動	Soil Adsorption/Mobility(KOC)
自水或土壤揮發性	Volatileization from Water/Soil(VWS)
· 環境濃度	• Environmental Concentrations(ENVC)
水體濃度	Water Concentrations(WATC)
放流水濃度	Effluent Concentrations(EFFL)
底泥／土壤濃度	Sediment/Soil Concentrations(SEDS)
空氣濃度	Atmospheric Concentrations(ATMC)
食品測值	Food Survey Values(FOOD)
植物體測值	Plant Concentrations(PLNT)
魚／海產測值	Fish/Seafood Concentrations(FISH)
動物體測值	Animal Concentrations(ANML)
牛奶測值	Milk Concentrations(MILK)
其它環境濃度	Other Environmental Concentrations(OEVC)
· 人類暴露	• Human Environmental Exposure(HUEX)
可能暴露途徑	Probable Routes of Human Exposure(RTEX)
每日平均攝入量	Average Daily Intake(AVDI)
可能暴露狀況	Probable Exposures(PBEX)
人體負荷量	Body Burden(BODY)

表 7 危害性物質資料庫所提供之資訊格式(續)

資料名稱	英文代碼
8.暴露標準及規定	8.Exposure Standards & Regulations(EXSR)
•立即危害量(濃度)	• Immediately Dangerous to Life or Health(ISLH)
•每日可接受攝入量	• Acceptable Daily Intakes(ADI)
•容許量	• Allowable Tolerances(ATOL)
•職業允許量	• Occupational Permissible Levels(OPL)
職業安全與健康管理局標準	OSHA Standards(OSHA)
國際職業安全及健康協會要求	NIOSH Recommendations(NREC)
閾值	Threshold Limit Values(TLV)
其它職業性允許量	Other Occupational Permissible Levels(OOPL)
•其它標準與規定	• Other Standards and Regulations(OREG)
水質標準	Water Standards(WSTD)
大氣標準	Atmospheric Standards(ASTD)
土壤標準	Soil Standards(SSTD)
•超級基金法之申報量	• CERCLA Reportable Quantities(CERC)
•毒物管制法	• TSCA Requirements(TSCA)
•資源保存回收法	• RCRA Requirements(RCRA)
•聯邦殺蟲、抗黴、滅鼠用藥法	• FIFRA Requirements(FIFR)
•食品藥物管理法	• FDA Requirements(FDA)
9.偵測與分析法	9.Monitoring and Analysis Methods(MAM)
採樣方法	Sampling Procedures(SAMP)
分析方法	Analytic Laboratory Methods(ALAB)
臨床檢驗方法	Clinical Laboratory Methods(CLAB)
10其它參考資料	10Additional References(REFS)
特別報告	Special Reports(RPTS)
測試狀況	Test Status(TEST)
意外事件	Prior History of Accidents(HIST)

8.整合風險資訊系統(integrated risk information system,IRIS)乃是由美國環保署開發的線上資料庫，約 600種化學物質之健康風險及法令相關資訊，也包括了致癌物及非致癌物之口服、吸入暴露途徑、風險評估資料如參考劑量(reference doses、RfD)、非致癌風險指標、單位風險(unit risks)、致癌風險指標等，IRIS還包括美國EPA飲水健康標準及環保法令標準，其所提供資訊及檔案架構包括定量及定性資料。其資訊格式如表 8 所示。

表 8 IRIS 所提供之資訊及格式

資料名稱	英文代碼
1.物質鑑定	1. Substance Identification(ID)
物質名稱	Name of Substance(NAME)
CAS化學註冊號碼	CAS Registry Number(RN)
別名	Synonyms(SY)
分子式	Molecular Formula(MF)
主要用途	Classification by Major Use(USE)
2.化學及物理特性	2. Chemical & Physical Properties(CPP)
顏色／型式	Color/Form(COF0)
嗅味	Odor(ODOR)
沸點	Boiling Point(BP)
熔點	Melting/Freezing Point(MP)
分子量	Molecular Weight(MW)
密度／比重	Density/Specific Gravity(DEN)
蒸氣壓	Vapor Pressure(VAP)
蒸氣密度	Vapor Density(VAPD)
相對蒸發率	Relative Evaporation Rate(EVAP)
水中溶解度	Solubility in Water(SOLW)
閃火點	Flash Point(FLPT)
可燃範圍	Flammable Limits(FLMT)
應避免之狀況及物質	Conditions & Materials to Avoid(AVOI)
分解度	Decomposition(DCMP)
3.終生非致癌性評估	3. Noncarcinogenic Assessment-Lifetime Exposure
口服參考劑量	Reference Dose for Oral Exposure
口服參考劑量摘要	[Oral RfD Summary]
口服參考劑量研究	[Oral RfD Studies]
口服參考劑量不確定性	[Oral RfD Uncertainty]
口服參考劑量	[Oral RfD Modifying Factor]
口服參考劑量評述	[Oral RfD Comments]
口服參考劑量信賴區間	[Oral RfD Confidence]
口服參考劑量文獻來源	[Oral RfD Source Document]
數據回顧	[Review Dates]
數據驗證	[Verification Date]
EPA聯絡規定	[EPA Contacts]
吸入暴露參考劑量	Reference Dose for Inhalation Exposure (RDI)
吸入暴露參考劑量摘要	[Inhalation RfD Summary]

表 8 IRIS 所提供之資訊及格式(續)

資料名稱	英 文 代 碼
吸入暴露參考劑量研究	[Inhalation RfD Studies]
吸入暴露參考劑量不確定性	[Inhalation RfD Uncertainty]
吸入暴露參考劑量修正因子	[Inhalation RfD Modifying Factor]
吸入暴露參考劑量評述	[Inhalation RfD Comments]
吸入暴露參考劑量信賴區間	[Inhalation RfD Confidence]
吸入暴露參考劑量文獻資源	[Inhalation RfD Source Document]
數據回顧	[[Review Dates]]
驗證數據	[[Verification Date]]
美EPA聯絡辦法	[EPA Contacts]
4.終生暴露致癌性評估	4.Carcinogenicity Assessment-Lifetime Exposure (CAR)
人類致癌證據	Evidence for Human Carcinogenicity (CAREV)
致癌分類	[Classification]
致癌分類加權數	[Basis for Classification]
人類致癌性質料	[Human Carcinogenicity Data]
動物致癌性數據	[Animal Carcinogenicity Data]
致癌性輔助數據	[Supporting Data]
口服暴露致癌性評估	Oral Exposure Carcinogenicity Assessment (CARO)
致癌分類	[Classification]
致癌分類基礎	[Basis for Classification]
口服暴露致癌斜率因子	[Oral Slope Factor]
飲用水單位風險	[Drinking Water Unit Risk]
劑量外插法	[Dose Extrapolation Method]
風險／水中濃度	[Risk/Water Concentrations]
口服劑量－效應數據	[Oral Dose-Response Data]
增補意見	[Additional Comments]
信賴區間討論	[Discussion of Confidence]
吸入暴露致癌性評估	Inhalation Exposure Carcinogenicity Assessment (CARI)
致癌分類	[Classification]
致癌分類基礎	[Basis for Classification]
吸入暴露單位風險	[Inhalation Unit Risk]
劑量外插法	[Dose Extrapolation Method]
風險／空氣濃度	[Risk/Water Concentrations]
吸入暴露劑量－效應數據	[Inhalation Dose-Response Data]
增補意見	[Additional Comments]
信賴區間討論	[Discussion of Confidence]

表 8 IRIS 所提供之資訊及格式(續)

資料名稱	英文代碼
致癌性評估EPA文獻回顧 致癌性文件 數據回顧 數據驗證 美國EPA連絡辦法	Carcinogenicity Assessment Documentation and Review(CARDR) [Carcinogenicity Source Document] [Review Dates] [Verification Date] [EPA Contacts]
5.飲用水健康建議／急性毒性 健康建議值 一日健康建議值 十日健康建議值 兒童健康建議值 長期成人健康建議值 終生健康建議值	5.Drinking Water Health Advisories/Acute Toxicity Health Advisories(HADV) One-Day Health Advisory(HAONE) Ten-Day Health Advisory(HATEN) Longer-Term Child Health Advisory (HALTC) Longer-Term Adult Health Advisory (HALTA) Lifetime Health Advisory(HALIF) Organoleptic Properties(OLEP)
飲水偵測分析方法 飲水處理	Drinking Water Analytical Procedures (ALAB) Drinking Water Treatment(TREAT) Health Advisory Documentation and Review(HADR) [Health Advisory Source Document] [Health Advisory Review] [EPA Drinking Water Contact]
健康建議值回顧 與美國EPA聯絡辦法 急性健康危害 急性毒性 敏感性族群 警示與症狀	Acute Health Hazards(ACUTE) [Acute Toxicity] [Susceptible Populations] [Signs and Symptoms]
6.水域毒性評估 水域生物濃縮因子 生物濃縮因子 生物濃縮文獻	6.Aquatic Toxicity Assessment(AQUA) Bioconcentration Factors in Aquatic Species(BCF) [Bioconcentration Factors] [BCF Documentation]
7.暴露標準與法令 空氣污染法 •水污染法 人體健康之水質標準 水體有機物之水質標準 微生物	7.Exposure Standards and Regulations(EXSR) Clean Air Act Requirements(CAA) • Clean Water Act Requirements(CWA) Ambient Water Quality Criteria for Humans(WQCHU) Ambient Water Quality Criteria for Aquatic(WQCAQ) Organisms

表 8 IRIS 所提供之資訊及格式(續)

資料名稱	英文代碼
• 安全飲用水法 最大濃度目標值 最大濃度實施值 第二級最大濃度實施值 聯邦殺蟲劑、殺菌劑及殺鼠劑法令 FIFRA註冊標準 FIFRA特殊回顧	Safe Drinking Water Act Requirements(SDWA) Maximum Contaminant Level Goal(MCLG) Maximum Contaminant Level(MCL) Secondary Maximum Contaminant Level(SMCL) FIFRA Requirements(FIFRA) FIFRA Registration Standard(FIRST) FIFRA Special Review(FIFERV)
• 超級基金法 排放至環境中可報告數量 資源保護及復育法 毒管法	CERCLA/SARA Requirements(SUPERFUND)(SUPER) Reportable Quantities(CERC) Title III Listing(SARA) RCRA Requirements(RCRA) Toxic Substances Control Act Requirements(TSCA)
8.參考文獻 口服參考劑量參考資料 吸入參考劑量參考資料 致癌評估參考資料 健康建議值參考資料	8. References(REFS) Oral Reference Dose References(OREF) Inhalation Reference Dose References Carcinogenicity Assessment References(CREF) Health Advisory References(HAREF)

9.化學物質毒性效應名錄(registry of toxic effects of chemical substances,RTECS)
 RTECS資料庫搜集了106,500種以上化學物質的了急性、慢性毒性效應，包括了皮膚、眼部刺激性、致癌性、致突變性及生殖效應。RTECS 乃是美國國家職業安全健康管理局開發與維護的資料，其資訊格式如表 9 所示。

表 9 RTECS提供的格式及資訊

資料名稱	英文代碼
1.物質鑑定	1. Substance Identification(ID)
RTECS相關號碼	RTECS Accession Number(RTEC)
物質名稱	Name of Substance(NAME)
CAS註冊碼	CAS Registry Number(RN)
其它註冊碼	Other Registry Number(ORN)
別名	Synonyms(SY)
分子式	Molecular Formula(MF)
分子量	Molecular Weight(MW)
化合物種類	Class of Compound(CC)
化學定義	Chemical Definition(CDEF)
資料形式	Wisswesser Line Notation(WLN) Data Type(DTYP)
2.毒性／生理學效應	2. Toxicity/Biomedical Effects(TOXB)
•致突變性研究	• Mutagenicity Studies(MSTU) [Test System]
試驗系統	[Species/Route/Cell Type]
物種／暴露途徑／細胞種類	[Dose]
劑量	[Reference]
參考資料	• Carcinogenicity Studies(CSTU) [Route]
•致癌性研究	[Species]
暴露途徑	[Study Type]
實驗形式	[Dose]
研究形式	[Effect]
劑量	[Reference]
效應	• Skin and Eye Irritation Studies(SSTU) [Route]
參考資料	[Species]
•皮膚及眼睛敏感研究	[Dose]
暴露途徑	[Effect]
實驗形式	[Reference]
劑量	• General Toxicity Studies(GSTU) [Route]
效應	[Species]
參考資料	
•一般毒性研究	
暴露途徑	
實驗形式	

表 9 RTECS提供的格式及資訊(續)

資料名稱	英文代碼
劑量	[Dose]
研究形式	[Study Type]
效應	[Effect]
參考資料	[Reference]
3.毒理學及致癌性回顧	3. Toxicology and Carcinogenicity Review(TOXR)
毒理學回顧	Toxicology Review(TREV)
癌症回顧	Cancer Review(CREV)
恕限值	Threshold Limit Value(TLV)
美國國家職業衛生安全部(NIOSH)建議值	NIOSH Recommendations(NREC)
美國國家職業衛生安全部暴露調查	NIOSH Exposure Surveys(NEXP)
4.暴露標準及法規	4. Exposure Standards and Regulations(EXSR)
標準及法規	Standards and Regulations(SREG)
聯邦階級現況	Federal Program Status(STAT)

10毒性化學物質排放清冊(toxic chemical release inventory, TRI)。

表10 MEDLARS 線上ELHILL醫學資料庫檢索系統

資料庫名稱	內容範圍
1.YAIDSLine(Acquired Immunodeficiency Syndrome onLINE)	收錄1980年後，與AIDS（愛滋病）有關的資料。取自Medline, Cancerlit 及Health及國際AIDS會議論文摘要，每月更新三次
2.AIDSDRUGS	目前用以治療AIDS之藥物及疫苗，每月更新
3.AIDSTRALALS	有關上述藥物及疫苗之臨床試驗，列有法規及療效等，每月更新
4.AVLINE(Audio Visuals onLINE)	自1975年起，NLM館藏的視聽教材資料及臨床醫學用的電腦軟體，供教學及醫師在職訓練用之視聽教材，每月更新
5.BIOETHICSLINE(BIOETHICS on LINE)	收錄1973年後，有關醫學倫理與醫事法規之資料。如安樂死、臨床實驗、動物實驗、器官移植及捐贈、病患權益、墮胎法規、試管胚胎、執業道德等問題，每月更新二次
6.BIOSEEK(BIotechSEEK)	收錄25種MEDLINE 未收錄之生物技術期刊文獻，資料收錄自1990年起。資料庫結構及檢索方法皆與MEDLINE相同，但內容不重複。所以當檢索有關Biotechnology時須同時查BIOSEEK資料庫
7.CANCERLIT(CANCER LITERATURE)	由NCI(National Cancer Institute)主持，廣泛收錄與癌症相關的資料，包括：期刊論文、研究報告、會議論文、彙刊、博碩士論文等。1983年以後之資料多來自MEDLINE，及200多種非英文期刊，每月更新
8.CATLINE(CATAlog onLINE)	NLM館藏書目檔，包括：書籍、期刊、視聽資料。每週更新
9.CHEMID(CHEMical IDentification file)	收錄182,000種化合物之字典檔。內含CAS登錄號及其他分類號碼、分子式、學名、俗名等
10.Chemline(CHEMical dictionary on LINE)	化合物線上字典檔，目前約有近一百萬個化合物。每一筆資料包括：化合物之學名、俗名、分子式、CAS 登錄號等。用以輔助檢索MEDLARS系統之資料庫，每月更新兩次
11.DENTALPROJ	目前美國聯邦政府資助下，約 780個牙醫研究計畫之目錄，每半年更新
12.DIRLINE(Directory of Information Resources onLINE)	提供美國各地區約15,500個醫療及研究機構名錄。列有政府機關、資料中心、諮詢中心、學術及研究機構、學會、圖書館及博館等。大部取材自非 NLM製作之七個資料庫，每季更新
13.DOCLINE(DOCUMENT onLINE)	NLM所發展的一套線上館際合作系統（借閱、影印及轉介等服務）
14.HEALTH(HEALTH planning & administration)	內容偏重醫療機構、醫療服務與人力等之規劃與管理，如健康保險、保險制度及醫事行政。其他如醫療業者之財經管理、人事管理、法規、服務品質之保證、以及發照、立案之管制等也加以收錄。每月更新
15.HISTLINE(HISTORY of Medicine on LINE)	收集自1964年起，有關醫學與相關科學之歷史資料，每月更新
16.MEDLINE(MEDLars onLINE)	自1966年起凡是與生物醫學有關的學科皆收錄之。計有：臨床醫學、基礎醫學、牙科、護理、醫院、藥學、藥理、精神科、心理、醫護人才之培育、醫事行政、環境衛生、公共衛生、獸醫學、

表10 MEDLARS 線上ELHILL醫學資料庫檢索系統(續)

資料庫名稱	內容範圍
17.MESH(MEdical Subject Heading vocabulary file)	行為障礙、精神病、醫療業及附屬醫療業、生育學、職業性疾病、營養、病理、解剖、生理、微生物、寄生蟲學、毒物學、各專科醫學（如心臟科、神經科、內分泌科、小兒科、外科等）。涵蓋 3,500種美國期刊及其他70個國家的醫學文獻，每週更新生物醫學索引典，作為檢索MEDLINE及其他若干MEDLARS資料庫之依據。現有詞彙逾16,000個，每年更新一次
18.NAF(Name Authority File)	CATLINE 及AVLINE資料庫中NLM 編目記錄之作者姓名、期刊名稱、團體名稱之權威檔
19.PDQ(Physician Data Query)	係由美國National Cancer Institute 所設計的一套線上諮詢系統，供醫師治療腫瘤患者時作參考，每月更新。內容包括： (1)腫瘤之診斷、分階、分類及最新療法。 (2)詳列約13,000位癌科醫師名錄。 (3)與腫瘤診療協會有關之機構名錄，約1,500所。 (4)NCI認可之通行療法及標準療法約 1,000種。列有採用各療法之目的、判定病人是否適用該療法之準則，以及有主治醫師之資料。 [註]1991年三月起，此資料庫又加添了NCI 製作之CLINPROT的資料 CLINPROT(CLINical PROtocols)之內容簡介如下： 原是供致力於研究、測試新療法的癌科醫師用。但對非癌科的醫師也有參考價值，因可獲知目前正被評估、測試中之新療法。每筆資料列有該臨床實驗之宗旨，病人歸入試用有何選錄標準，用藥劑量與如何控制治療進度，該療法有何禁忌等
20.POPLINE (POPopulation Information on LINE)	收錄自1970年起，與人口及家庭計劃有關之資料。包括：生育、生理、避孕法、社區之節育推廣與服務、計劃之評估、人口普查、人口動態統計，以及相關之法規與政策，每月更新
21.SDILINE(Selective Dissemination of Information on LINE)	EDLINE最近一個月的新資料，定期提供醫學新知給研究者以更新既有資訊，每月約有36,500筆資料
22.SERLINE(SERials onLINE)	NLM期刊書目資料庫，每月更新
23.TOXLINE(TOXicology information on LINE)	有關化合物及藥物對人及動物的藥理、毒理、生化及生理作用。此資料庫不收版權使用費(Royalty)，查詢費用與MEDLINE 一樣便宜。1965～1980年間之資料則收錄在TOXLINE65檔，每月更新
24.TOXLIT(TOXicology LITERature)	主要取材自Chemical Abstracts，內容大致與TOXLINE 六倍之多，每月更新

2.2.2 光碟查詢系統(CD-ROM))

常用的毒性化學毒理資料庫如（表11）：

1. 毒物、職業、環境醫學系列資料庫，(Toxicology Occupational Medicine & Environmental Series,TOMES plus)
2. 職業安全衛生資料庫(occupational Safety and Health,OSH-ROM)
3. 全面性與癌症有關之病歷資料庫(Comprehensive database of cancer-records CANCER-CD)
4. 潛在危害化學物質資料庫(Databanks of potentially hazardous CHEM-BANK) RTECS OHMTADS CHRIS HSDB 等 4個子系統。

CHEM-BANK又包括：

1. 殺蟲劑化學物質資料庫(Databarks of Pesticide chemicals,PEST-BANK)
2. 污染及毒理資料庫(Pollution & Toxicology Database,POITOX) 等。

茲以 TOMES 查詢系統的子檔所提供的資訊為例說明之，以下文字對於各項資料的查詢將有很大助益。

表11 常用毒理光碟查詢系統(CD-ROM)

資料庫名稱	內容範圍
Toxicology Occupational Mediciner & Environmental Series(TOMES)	由MICROMEDEX公司出版，收錄有關毒物學，職上醫及環境化學系列等……主要內容包括有以上幾個項目(1)MEDITEXT(2)HAZARDYEXT (3)IST ME-DICAL RESPONSE PROTOCOL(4)HSDB FROM NLM (5)OHMTADS FROM EPA (6)CHRIS(7)DOT EMERGENCY RESPUNSE GUIDES.
Occupational Safety and Health CD-ROM COSH-ROM	職業健康及安全資料，包含美國NIOSHATIC，英國HESLTNE 聯合國CLSDOC書目性資料，這三個資料庫至少從500個期刊，100,000個專著及技術報告引用42,000篇文章，每季更新一次
Comprehensive database of Cancerrelated records form CANCER LIT and EMBASE (CANCER-CD)	從Elsevier Science Publishers, Year Book Medical Publishers及美國國家癌症中心編輯的CANCERLIT 中引用全世界癌症及其相關學科文獻的參考資料，摘要，註釋，從1985年至今每季更新一次
Databanks of Dotentially hazardous chemicals(CHEM-BANK)	涵蓋PTECS,OHMTADS,CHRIS,HSDB資料庫中有潛在危險性的化學藥品，每季更新一次
Databanks of Pesticide chemicals (PEST-BANIC)	根據National Pesticide Information Relievat System 中The Product File及The Tolerance File。而來The Product File包含45,000個款目，每個款目包括45,000個款目每個款目包括EPA registration numbers殺蟲劑的合成方式，適當的噴灑位置，可殺死的害蟲The Tolerance File概括化學藥品使用的限制及commodity or chemical 檢索方式，每季更新一次
Pollution&Toxicology Database (POL TOX)	由Cambridge Scientific Abstracts公司出版，收錄來源為The National Library of Medicineis Toxitine Subf包含有毒物學，危險物質技術中心，環境中誘導有機突變物質，畸形資訊中心，毒物公文及資料存儲毒物研究計劃。污染資料，毒物資料，生態學資料，健康及安全性資料等…，每季更新一次資料

2.2.3 TOMES光碟查詢系統所包括的資料舉例

TOMES PLUS是一套經專家彙整過的資料查詢系統。

TOMES PLUS(TM)System這套系統涵蓋的資料包括毒物學(Toxicology)，職業醫學(Occupational Medicine)，環境醫學及環境毒物學等資料庫：MEDITEXT(TM).GAZARDTEXT(TM).DOT EMERGENCY RESPONCE GUIDES，危險物質的資料庫(GSDB)、化學危害反應資訊(CHRIS)、油料及危險物質／機械輔助資料系統(OHM/TADS)、經整合過有關危險性(RISK)的資訊(IRIS)、化學物質毒性的登記(RTECS)、有關畸胎原的資訊(TERIS)和一級醫療反應調查報告。

所提供的資訊依其資訊類別如下：

TOMES PLUS為季刊型(QUARTERLY)的線上索引，每3個月會由美國MICROMEDEX INC.補充新一季的光碟片，提供最新的資料，使這套光碟系統沒有過時之虞。

1. 有關特性的資訊

化學物及毒性分級：MEDITEXT.

分子式：PRODUCT ENTRY,MEDITEXT,HAZARDTEXT,HSDB,CHRIS,OHM/TADS.

分子量：MEDITEXT,HAZARDTXT,HSDB,CHRIS.

2. 製造及配方資訊

來源：MEDITEXT,HSDB.

主要用途：MEEITEXT,HSDB,OHM/TADS.

製造過程：MEDITEXT,HSDB.

雜質／添加物／相關化合物：MEDITEXT,HSEB,OHM/TADS

3. 船運、處理、貯藏及廢棄物處理

(1) 船運方面：

輸送的穩定性：CHRIS

儲存狀態：HSDB,CHRIS,OHM/TADS.

(2) 處理方面：

個人防護裝備及衣著：HAZARDTEXT,HSDB,CHRIS.

污染防制：MEDITEXT,HSDB.

(3) 儲存方面：

儲存狀態：HSDB,CHRIS,OHM/TADS.

儲存溫度：CHRIS.

排氣：CMRIS.

儲存期：HSDB.

(4) 廢棄物處理：

處理方法：MEDITEXT,HAZARDTEXT,HSDB,IRIS.

4. 暴露標準

氣味排放標準：MEDITEXT,HAZARDTEXT,HSDB,CHRIS,OHM/TADS.IRIS.

美國政府工業衛生師協會(ACGIH)TLV/STEL標準：MEDITEXT, HAZARDTEXT, HSDB, CHRIS.

職業安全衛生局(OSHA)瞬間及最終標準：MEDITEXT, HAZERDTEXT.

職業安全衛生國際組織(NIOSH)推薦標準：HSDB.

短時間吸入值：CHRIS.

美國以外地區職業標準：MEDITEXT.

水質標準／飲用水標準：HSDB, OHM/TADS, IRIS.

大氣標準：HSDB, IRIS.

土壤標準：HSDB, IRIS.

美國食品藥物局標準：HSDB.

可接受每日攝取量：HSDB, IRIS.

聯邦危害分級標準：CHRIS.

5. 物理、化學性質

物理狀態／顏色／形式：MEDITEXT, HAZERDTEXT, HSDB, CHRIS, OHM/TADS.

物質於水中顏色：OHM/TADS.

光譜性質：HSDB.

味道（嗅覺）閾值：MEDITEXT, HAZERDTEXT, HSDB, CHRIS, OHM/TADS.

嗅覺：MEDITEXT, HAZERDTEXT, HSDB.

凝固點：MEDITEXT, HAZERDTEXT, HSDB.

熔點：MEDITEXT, HAZERDTEXT, HSDB, OHM/TADS.

熔解熱：CHRIS.

密度：MEDITEXT, HAZERDTEXT, HSDB.

黏性：HSDB.

液體表面張力：HSDB, CHRIS.

液體界面張力：CHRIS.

溶解熱：CHRIS.

溶解度：MEDITEXT, HAZERDTEXT, HSDB, OHM/TADS.

pH值：MEDITEXT, HAZERDTEXT, HSDB.

解離常數：HSDB.

沸點：MEDITEXT, HAZERDTEXT, HSDB, CHRIS, OHM/TADS.

蒸發熱：HSDB, CHRIS.

蒸氣壓：HSDB, OHM/TADS.

臨界溫度／壓力：HSDB, CHRIS.

燃燒熱：HSDB.

燃點：MEDITEXT, HAZERDTEXT, HSDB, CHRIS, OHM/TADS.

6. 反應性

與水之反應性：CHRIS.

水解產物：OHM/TADS.

運輸過程的安定性：CHRIS.

聚合反應：MEDITEXT.

雙元素反應物：OHM/TADS.

酸中合物：CHRIS, DOT EMERGENCY, RESPONCE GUIDES.

腐蝕性：MEDITEXT, HAZERDTEXT, DOT EMERGENCY, RESPONCE GUIDES, HSDB, OHM/TADS.

分解：HSDB.

分解熱：CHRIS.

7. 對危險狀況及火災的處理

(1) 關於危害性的資料及處理

個人防護：HAZARDTEXT, HSDB, CHRIS.

輻射限制：HSDB.

排放反應：DOT EMERGENCY, RESPONCE GUIDES, CHRIS.

抑制措施：DOT EMERGENCY, RESPONCE GUIDES, CHRIS.

(2) 火災的資料及處理

燃燒熱：HSDB.

燃點：MEDITEXT, HAZERDTEXT, HSDB, CHRIS, OHM/TADS.

自燃溫度：HAZERDTEXT, HSDB, CHRIS, OHM/TADS.

爆炸限制：HSDB, OHM/TADS.

爆炸危害：HAZERDTEXT.

個人防護：HAZERDTEXT, DOT EMERGENCY, CHRIS, OHM/TADS.

8. 環境／分析及監測的資訊

(1) 總觀

環境危害：HAZERDTEXT, HSDB, IRIS.

自然資源：MEDITEXT, HSDB.

人造資源：HSDB.

污染危害：HAZERDTEXT, OHM/TADS.

生物濃度／食物鏈：HSDB, CHRIS, OHM/TADS.

(2) 水污染

生物需氧量：CHRIS, OHM/TADS.

持久性／動力學：HAZARDTEXT, OHM/TADS.

有關水處理過程的效應：OHM/TADS.

(3) 土壤污染

土壤吸附／移動性：HSDB.

沉澱／土壤濃度：HSDB.

土壤化學：OHM/TADS.

(4) 空氣污染

總論：OHM/TADS.

大氣濃度：HSDB.

(5) 分析及監測

採樣方法：MEDITEXT, HAZERDTEXT, HSDB.

實驗室分析方法：MEDITEXT, HAZERDTEXT, HSDB, IRIS.

實驗室檢定限制：MEDITEXT, HAZERDTEXT, OHM/TADS.

實地調查限制：MEDITEXT, HSDB.

9. 毒性的資訊

(1) 水的毒性：HSBD, CHRIS, OHM/TADS.

新鮮水的毒性測試：OHM/TADS.

水的慢性毒性：OHM/TADS.

鹽水的毒性測試：OHM/TADS.

生態毒性值(ECOTOXICITY VALUES)：OHM/TADS.

(2) 對植物的毒性：OHM/TADS.

水生植物：OHM/TADS.

植物的慢性毒性：OHM/TADS.

(3) 對動物的毒性

動物毒性測試：MEDITEXT, HSDB, OHM/TADS, TERIS.

非人類的毒性摘要：MEDITEXT, HSDB.

非人類的毒性值：MEDITEXT, HSDB.

動物慢性毒性：MEDITEXT, HSDB, OHM/TADS, TERIS.

(4) 對人類的毒性

可接受每日攝取量：HSDB.

平均每日攝取量：HSDB.

人類暴露可能途徑：MEDITEXT, HSDB.

可能暴露：MEDITEXT, HSDB, CHRIS.

毒性危害分級：HSDB, IRIS.

(5) 毒性的範圍

人類毒性值：MEDITEXT, HSDB.

作用值：(ACTION LEVEL):OHM/TADS.

急性危害值：(ACUTE HAZARD LEVEL):OHM/TADS.

最大可忍受性暴露：MEDITEXT, HAZARDTEXT.

最小致死量：MEDITEXT, HAZARDTEXT, HSDB.

(6) 急性危害值

直接接觸：OHM/TADS.

刺激限值：(IRRITATION LEVELS):MEDITEXT,HSDB,OHM/TADS.

身體接觸暴露：OHM/TADS.

(7)吸入毒性：MEDITEXT,IRIS.

吸入限值：OHM/TADS.

(8)攝食毒性：MEDITEXT,IRIS.

(9)皮膚毒性：MEDITEXT.

(10)眼睛毒性：MEDITEXT.

(11)暴露後症狀：MEDITEXT,HAZARDTEXT,HSDB,CHRIS.

(12)延遲性毒性：(DELAYED TOXICITY):MEDITEXT,HSDB,CHRIS,IRIS.

(13)慢性危害限值：OHM/TADS.

(14)生殖效應：

繁殖力：MEDITEXT,HSDB,TERIS.

懷孕：MEDITEXT,HSDB,TERIS.

致畸胎性：MEDITEXT,HSDB,TERIS.

哺乳／護理：MEDITEXT,HSDB,TERIS.

(15)致癌性：MEDITEXT,HSDB,TERIS,OHM/TADS,IRIS.

(16)突變性：MEDITEXT,HSDB,TERIS,OHM/TADS,TERIS,IRIS.

(17)高危險情況及群體：MEDITEXT,HSDB,TERIS.

(18)有關人類暴露的個案報告：MEDITEXT,HSDB,TERIS.

10 有關治療的資訊

(1) 實驗室

臨床實驗方法：MEDITEXT,HSDB.

醫療上的監測：MEDITEXT,HSDB.

(2) 有關一級事故／傷害／疾病反應的調查書：1ST MEDICAL RESPONCE.

(3) 急性暴露的處理

總論：MEDITEXT,HAZARDTEXT.

維生：MEDITEXT,HAZARDTEXT.

口腔暴露：MEDITEXT.

吸入暴露：MEDITEXT.

眼睛暴露：MEDITEXT.

皮膚暴露：MEDITEXT.

(4) 吸收／分佈／代謝

①吸收：MEDITEXT,HSDB.

動力學：MEDITEXT.

②分佈：MEDITEXT,HSDB.

位置：MEDITEXT.

動力學：MEDITEXT.

③代謝：MEDITEXT, HSDB.

生物半生期：MEDITEXT.

④代謝：MEDITEXT.

(5) 藥物學

治療用途：MEDITEXT, HSDB.

藥物特異性：HSDB.

藥物耐受性：HSDB.

最大治療劑量：MEDITEXT, HSDB.

作用機制：MEDITEXT, HSDB.

交互作用：MEDITEXT, HSDB.

11 報告及其它資訊

國際間毒性計畫報告：HSDB.

資足夠性的評估：OHM/TADS, TERIS, IRIS.

人類暴露的個案報告：MEDITEXT, HSDB.

有關事件歷史的追溯：HSDB.

特殊報告：HSDB.

線上資料庫：HSDB.

最速第一手資料：HSDB.

三、風險評估資料庫之研判及應用

以加油站作業人員之苯暴露風險為實例，在以個人採樣幫浦配帶在作業人員身上直接抽取空氣樣本或以被動式採樣偵測得知苯濃度後（表12），利用資料庫，例如綜合風險資訊系統（IRIS），其所提供的主要數據如下：

表12 加油站作業人員之苯暴露量

採樣地點	有效樣本 (件)	範圍 (ppm)	平均值±標準偏差 (ppm)	(ppm)
台北	81	0.002~23.129	1.074	3.392
高雄	114	ND~1.261	0.252	0.229
花 宜	13	0.105~17.168	2.054	4.862
其 他	92	ND~ 6.718	0.324	0.803

- [註] 1. 本資料來源為主動採樣
 2. 致癌風險 = 暴露濃度 × 單位風險 × 暴露時間
 (假設 1天暴露 8小時)
 3. $1(\text{ppm}) = 1(\text{ml}/\text{m}^3) / 78.05(\text{MW}) / 24.5 = 3.1(\text{mg}/\text{m}^3)$
 4. 若取台北地區最高濃度 $C = 23.129$
 5. 暴露濃度 = $23.129 \times 3.18 \times 8 / 24 = 24.52 \text{ mg}/\text{m}^3$
 6. 致癌風險 = $24.25 \text{ mg}/\text{m}^3/\text{day} \times 8.310^{-6} \mu/\text{cu} \cdot \text{m}$
 $= 2.03 \times 2.03 \times 10^{-1}$

1. 致癌分類：A 級：確定的人類致癌物，有足夠的人體病理資料。

2. 口服暴露評估數量風險：

(1) 口服致癌斜率 (oral slope factor) : 2.9×10^{-2} (mg/kg)/day⁻¹。

(2) 飲水單位風險 (drinking water unit risk) : 8.3×10^{-7} (mg/L)⁻¹。

(3) 劑量外插推估模式：採用 One-hit 模式

(4) 特殊風險度之飲水濃度：

風 險 度	濃 度 ($\mu\text{g}/\text{L}$)	說 明
10^{-4} (每10,000人中有 1人)	102	一個70kg的人每天喝2kg含有苯102 $\mu\text{g}/\text{L}$ 濃度的飲水, 70年後10,000個人中會增加 1個血癌患者
10^{-5} (每100,000人中有 1人)	10	
10^{-6} (每1,000,000人中有 1人)	1	

(5) 腫瘤型態：血癌。

(6) 實驗動物：人類。

(7) 暴露途徑：職業暴露，吸入。

3. 吸入暴露評估致癌風險

(1) 吸入單位風險 (inhalation unit risk) : 8.3×10^{-6} ($\mu\text{g}/\text{cu} \cdot \text{m}^3$)³

(2) 劑量外插推估模式：採用 One-hit 模式

(3) 特殊風險度之空氣濃度。

風 險 度	濃 度 ($\mu\text{g}/\text{L}$)	說 明
10^{-4} (每10,000人中有 1人)	10	一個70kg的人每天喝 2m^3 含有苯10 $\mu\text{g}/\text{cu} \cdot \text{m}^3$ 的空氣, 70年後10,000人中可能增加 1個血癌患者
10^{-5} (每100,000人中有 1人)	1	
10^{-6} (每1,000,000人中有 1人)	0.1	

3.1 由以上簡要的數據便可以對致癌風險做進一步簡單的推估。台北、高雄等地區加油站作業人員由空氣中苯暴露所可能增加之致癌風險估算如表13所示。

表13 加油站作業人員之終生致癌風險

採樣方式及地 區	含苯最高濃度 (ppm)	單位 風 險 ($\mu\text{g}/\text{cu} \cdot \text{m}^3$)	致 癌 風 險
主動採樣			
• 台 北	23.129	8.3×10^{-6}	2.03×10^{-1}
• 高 雄	1.261	8.3×10^{-6}	1.1×10^{-2}
• 花 宜	17.168	8.3×10^{-6}	1.51×10^{-1}
• 其 他	6.718	8.3×10^{-6}	5.9×10^{-2}
被動採樣			
• 台 北	2.328	8.3×10^{-6}	2.05×10^{-2}
• 高 雄	1.009	8.3×10^{-6}	8.9×10^{-3}

3.2 資料庫研判

毒理資料庫所提供的致癌單位風險(Unit Risk)及致癌斜率(Cancer Slope)，其對致癌物的分類乃依美國環保署依致癌潛能分為五大類

1. A類：人體致癌物（有足夠的人體病理資料確定其為人體致癌物）
2. B類：極可能是人體致癌物。此類物質又分B1與B2兩小類。B1類致癌物乃是依據有限的人體病理資料界定之。B2致癌物乃是依據充分的動物病理資料界定之，但廣泛缺乏人體病理資料的佐證。
3. C類：疑似致癌物。無人體病理資料可資佐證，但有部分動物病理資料顯示該物質有致癌潛能。
4. D類：因無確實佐證而無法界定該物質的人體致癌性(not classifiable as to human carcinogenicity)。
5. E類：所有資料顯示該物質無人體致癌性。

致癌斜率(Cancer Slope)，為致癌單位風險值，其乃經由數學外插模式，依據既有毒理資料求得可能最低劑量區域內最大的線性斜率是為致癌斜率。最常用的數學外插模式為線性化多階模式(Linearized Multistage Model)，以此法所求得之最大線性斜率必須滿足統計學上95%的可信度（亦即95%Confidence Level），故此致癌斜率應是代表該化學物質致使人體癌症的上限(Upper-Bound Estimate)。致癌斜率分為吸入與食入兩種，其單位為；單位人體體重在每日單位劑量的致癌風險，亦即風險除以mg/kg/day，若實際暴露劑量、暴露持續時間、人體體重及平均壽命為已知條件，則一生超常致癌風險值計算如下式：

$$(致癌斜率) \times (\text{每日暴露劑量}) \times (\text{暴露持續時間}) \div (\text{平均壽命}) \div (\text{平均體重})$$

3.3 風險評估的不確定因子

在風險評估的過程中，許多資料或假設都隱含其不確定因子（表14），某些不確定因子可以標準誤差(standard deviations)來界定，某些卻只能作定性的工作。我們可由危害鑑定，劑量效應評估，暴露評估來檢討其不確定性，以供參考。

1. 危害鑑定的權重問題

許多風險評估都是以動物試驗為基準，然而動物的生化反應有別於人類，某些物種對某些物質比人類更為敏感，但對其它的物質卻更不敏感。某些物質對多數物種的動物而言是極強的致癌物，但對人體卻不致於引起任何的腫瘤。

2. 劑量效應的不確定性

科學家必須以外插的劑量效應模式模擬動物至人體的數據，而所推估出的預測劑量必須人體與動物體重及代謝的差異有所相關，而有許多不同的假設與低劑量外插動物至人類的外插模式可以導致各種不同的結論。

3. 暴露評估的不確定

暴露評估乃以人體監測、環境監測、模式模擬為基礎，而人體的數據及監測又受

到測量時間及資源等許多的限制，而必須藉助於模式的模擬。因此有效地掌握污染物的排放，排放特性、氣象、水文、地形等參數以數學模式擬污染源排放後至環境中的分布以間接求得暴露量。

表14 風險評估之不確定因子

1. 毒理學資料與單位風險值之不確定因素
• 因為不能對人體直接施以藥物（亦即毒性化學物質）而求得人體毒理學資料，科學界僅能利用動物、植物或微生物從事毒理資料之收集與蒐證
• 流行病學資料的印證
• 安全係數之選擇及濱算過程
• 動物生化作用與人體不同
2. 環境露途徑與歸宿動向
• 環境媒體中的機制其彼此相互干擾、抑制、中和、擴大或影響，無法以既有科技加以定性或定量的解說與估算
3. 環境暴露濃度與持續時間
4. 暴露人口與特定參數
• 特定族群的敏感差異
• 體重、攝入量、吸入量差
5. 單一風險與總體風險：環境中各種物質之加成或抵抗作用

四、結論

風險評估乃是科學家以科學的數據評估出風險之大小及分布，是在發覺問題的階段。風險管理則是問題發覺後決定如何處理亦即問題解決的階段，一個風險評估者雖然有豐富的資料作為支援，但因低劑量效應推估、個體差異等依然有許多的不確定性及陷阱存在（表15），因此如何截取一個積極、機動且被公眾持續地複審的廣泛毒理資料，對環境風險評估將有極大的助益。無論任可資料皆有其不確定性但若能掌握其原始資料或演繹方法，則可用統計學的原則，以定性或定量方式評估其不確定性。

風險評估含不確定性分析，才能深入瞭解環境風險的可能上下極限。相信利用電腦輔助模擬或計算必是未來風險評估的必然趨勢。

五、參考資料

- 阮國棟，空氣品質擴散模式之選擇及應用，工業污染防治季刊，1988。

2. 簡慧貞、阮國棟，建立環境毒物調查流布模式之基本架構，工業污染防治季刊，43:159~174，1992。
3. 簡慧貞、阮國棟，台灣地區化學物質風險性評估現況，工業污染防治季刊第十二卷第二期，1993。
4. 環境保護署環境衛生及毒物管理處現有光碟查詢系統及線上查詢系統相關資料，1993。
5. G. Ozolins, Global Efforts to Produce Accurate Human Exposure Data. J. AWMA. 40:926~964, 1990.

表15 健康風險評估可能的陷阱

危 害 鑑 定	劑 量 效 應 評 估	暴 露 評 估	風 險 度 推 估
<ul style="list-style-type: none"> • 認為動物致癌物皆對人體有嚴重危害 • 評估幾組資料時忽略了各證據的權重 	<ul style="list-style-type: none"> • 只以風險上限來作效應評估而忽略了最適估計限值 • 只由低劑量模式作風險推估 • 忽略了流行病學數據 • 失敗地推論作了齧齒類至人類的劑量效應 • 忽略生物數據的調整 • 在選擇低劑量外插法模式時不適地使用權重 	<ul style="list-style-type: none"> • 只慮最高暴露的個體(MEI) • 重複地使用保或最壞的假設 • 在做暴露估算時忽略了環境宿命的重要性 • 忽略了暴露假設的合理性 • 在確定暴露評估時忽略了生物偵測 	<ul style="list-style-type: none"> • 認定由低劑量模式模擬出的風險為實際增加的風險而忽略了考慮上限風險 • 認為增加百萬分之一的致癌風險對大眾健康是一個嚴重的問題 • 失敗地計算不確定性分析 • 忽略了考慮背景濃度的暴露