

第二章、文獻探討與回顧

2.1 研究機構環境與安衛危害特性

本研究之研究機構係依『政府科學技術研究發展成果歸屬及運用辦法』【11】之定義，係指下列執行科學技術研究發展計畫之單位：

- 1.經教育部核准設立之公、私立學校。
- 2.從事科學技術研究發展之政府機關(構)。
- 3.依我國法律登記成立，從事科學技術研究發展之非營利社團法人或財團法人。

由於研究機構係從事科學技術研究之單位，因此自然與一般產業之特性不同，以下就其在環境與安衛之特性說明如下：

2.1.1 環境污染特性

研究機構最主要的污染源是來自於實驗室，由於其產生量並不多，因此長久以來一直被忽視。目前研究機構各種領域的蓬勃發展，使得各種實驗室污染的種類及所造成污染情況也日亦複雜，其成分幾乎包含所有的危害性物質，而其組成亦隨不同的實驗室而有所不同。一般而言，只要有實驗室之單位，不論其規模大小，其所製造排放之廢污，具有以下之特性【12】：

一、廢污種類多、數量少

一般事業機構所產生之廢污所含的物質可能達數十種，惟量卻很大。但研究機構實驗室，所產生之廢污有時含有數百種物質，且極其複雜，惟其量可能僅數公克或數公斤而已。

二、含毒性物質

因實驗室使用多種無機、有機試劑，甚至部份極具毒性或對人體健康之危害仍不明之新化合物，以至放射性、細菌等之物理性與生物性危險高之物質。

三、季節性變動大

實驗室所產生廢污之質和量受到實驗季節、週次、時間、甚至研究計畫的不同而改變，故其質和量之變化極大。

四、處理困難

實驗室廢污由於種類多、數量少、變動性大、不穩定，且含有毒性物質，多具生物不易分解等特性，增加廢污處理之困難度。

2.1.2 安衛危害特性

研究機構之實驗室依其功能與用途，隱藏著不同的危害因子【13】，所造成的傷害亦不相同，一般研究機構常見之危害有化學性危害、生物性危害、機械性危害、電氣危害、熱危害、放射性危害等六類，下面就其危害敘述如下【14】：

一、化學性危害

由於實驗室中經常使用各種有機溶劑、特定化學物質、危險物及有害物，作為各種實驗室之原料或反應物，因其化學屬性不同，所產生之危險程度亦不相同。如有機溶劑常因作業人員的不小心，經由呼吸道吸入或皮膚接觸，而造成身體組織的病變；又如引火性液體、爆炸性物質等，處置時不慎衝擊、撞擊、加熱或接觸熱表面，即會造成爆炸、火災危害。

化學危害可分為六類：易燃性、不穩定性、反應性、腐蝕性、毒性及放射性等。一般實驗室化學藥品之持有及使用各具風險，其程度之大小與下列七種因素有關【15】：

- 1.實驗室管理人員是否具有安全的知識及服務的熱忱。
- 2.物質的物理、化學、生物性質。
- 3.化學物質儲存、分配之量及方法。
- 4.使用方法。
- 5.化學物及其衍生物處置方法。
- 6.化學物的時效期限。

7.在工作中接近化學品的人員。

二、生物性危害

在生物實驗中，細菌、病毒、寄生蟲、微生物等，可以藉由空氣擴散或皮膚接觸，而形成人員感染。另外，作業人員接觸到動植物的檢體、體液、排洩物或針械等，或由於實驗過程中的注射、攪拌、混合、震盪等，致產生生物性飛沫而接觸到作業人員。

微生物之危害來自處理污染物時，例如以吸管、離心或混合處理水樣與培養基、及使用接種棒時，由於手與口之接觸而感染。通常接觸性暴露之控制，保持良好的個人衛生習慣是相當重要的，並注意經常使用消毒水洗手且充分洗淨，對於工作區之抬面也應經常擦拭乾淨。實驗室飲用水最好放置於室外採用腳控式為宜。對於實驗室環境清潔工作要徹底，以防經媒介而感染病菌。

三、機械性危害

實驗室中所使用的機械，若存在有轉動、往復運動、衝擊、撞擊、捲入點、離心裝置、傳動輪等危險部位，且未加裝適當的安全防護設施時，極易造成實驗室作業人員的被捲、被夾、切割、撞擊、甩脫等傷害。

對於一些危險性較大的實驗項目，應按規定作個人防護措施，並遵守實驗室安全守則，如此方能使危害的傷害程度減至最輕微。

四、電氣危害

在實驗室作業場所中，大部份的機械設備均以電氣作為動力，再加以科技進步，使用的電壓、電流亦有加大的趨勢，但由於「電」並無顏色亦無氣味，故一般作業人員對操作電氣設備均缺乏特殊的警覺，當電氣設備發生漏電、過載、短路、絕緣劣化等事故時，都將造成作業人員的感電危害。

五、熱危害

實驗室中，常需要使用本生燈、烘箱、高溫爐、蒸氣殺菌鍋等作為加熱熱源，該設備若使用不當，人員接觸將造成灼燙傷，易燃物質接觸則將造成火災或爆炸危害。

六、放射性危害

某些特殊實驗室為研究之需，常使用放射性同位素，如 X-ray、碘-131 等，達到檢測、顯影、照像、追蹤等目的，操作時若未加注意，容易造成放射性物質擴散與污染，作業人員遭受輻射污染及危害。

一般研究機構常見之危害除了化學性危害、生物性危害、機械性危害、電氣危害、熱危害、放射性危害等六類外，另危害來源必須考量人員、設備、物料與環境等，以下就危害來源之考量敘述如下：

一、人員

- (一)會有什麼危害類型的接觸：引起人員受傷、職業病或工作壓力？
- (二)工作人員是否有被撞、接觸、撞及、觸及、被夾、被抓、陷入、同一平面跌倒、墜落、用力過度、暴露、外物入眼之危險。
- (三)工作人員是否會有一些不合適的動作會危害到安全、品質或製程？

二、設備

- (一)工具、機器、搬運設備或其它相關設備可能會造成什麼危害？
- (二)什麼設備最易發生緊急意外狀況？
- (三)這些機器設備是如何造成危害的？

三、物料

- (一)化學物質、原物料、產品會造成什麼危害暴露？
- (二)原物料、化學物質、產品裝卸、操作時會有什麼特別的問題？
- (三)原物料、化學物質、產品如何造成危害？

四、環境

- (一)在整理整頓之內務工作上是否有潛在危害？
- (二)噪音、照明、溫度、振動、輻射上有什麼潛在危害？
- (三)作業環境有何可能造成產品、安全及品質不良影響的危害因子？

2.1.3 危害等級

評估實驗室持有與使用化學品之風險，通常以量化方式加以表示影響健康安全危害程度之大小。通常健康與安全之危害等級均以“0”至“4”之數字表示，“0”表示危害最小，“4”表示嚴重危害，且有致命之可能【16】。健康等級係以具有毒性、致病性之物質、化學藥品及微生物而訂定。安全等級則以具有易燃性、反應性之物質及化學藥品之性質、設備、儀器、玻璃器皿及小型工具之種類、特性而訂定。通常在訂定健康與安全之危害等級時尚需考慮以下九項因素：(1)化學藥品之毒性。(2)NFPA 健康危害準則。(3)使用易燃物之經驗。(4)NFPA 反應性物質。(5)致病的微生物。(6)電的危害。(7)小型工具及切割設備之危害。(8)實驗程序。(9)實驗室中使用儀具及玻璃器皿之危害。下列將毒性的健康等級及物質危害的安全等級加以說明。

一、根據毒性的健康等級

一般而言，健康等級(Index Rating)採用數字表示方式，例如美國 OSHA(Occupational Safety And Health Administration)採用曝量平均值(Time-Weighted Average Exposure Data)【17】，以老鼠之口服半致死劑量 LD50 及中數

容許忍限值 TLm(Medium Tolerance Limit)，來決定等級，如果沒有這些資料，則可用相關的毒性來判斷，表 2-1 以 LD50 及 TLm 來表健康危害等級。

表 2-1 健康危害等級

健康危害等級	LD50(g/Kg)	TLm(mg 或 ppm)
4	<0.05	<1
3	0.005~0.05	1~10
2	0.05~0.5	10~100
1	0.5~5.0	100~1000
0	>5.0	>1000

資料來源：「實驗室安全衛生環保管理手冊」，教育部環保小組，86 年

二、根據物性危害的安全等級【18】

實驗室的安全評估，通常很難以定量化方式表示其安全等級程度，而依美國 NFPA 之規定由「0」至「4」之等級分類，係根據物質製程，設備及實驗來劃分。茲將 0 至 4 之等級分述如下：

等級 4：表示使用非常危險的物質及設備，其包括閃火點在 23 °C 以下，沸點在 38 °C 以下之物質。在空氣中會爆炸之物質，遭電擊可致命的設備、高電壓暴露於外的設備，以及沒有防護罩的動力切割工具等均屬之。

等級 3：閃點在 23~38 °C 之物質，需經引爆或加熱後才會爆炸之物質，因電擊、燃燒、切割導致嚴重後果之設備。

等級 2：閃點在 38~93 °C 之可燃性液體，加熱至室溫以上才會燃燒之物質、反應猛烈或不會爆炸之試劑。動力工具雖然有絕緣保護，但不會斷電。

等級 1：閃點在 93 °C 以上的液體。需加熱才會著火之物質，或加熱至 816 °C 五分鐘後才會著火之物質。常溫時

物性穩定，但加熱後，呈不穩定現象之物質。有缺口或帶刺的手工具。

等級 0：使用之設備，製造程序中極少發生傷害。使用之物質不會燃燒，與水接觸不會產生猛烈反應，亦不致發生火災。使用之設備不具危險性。

2.2 研究機構職災分析

近年研究機構所發生之事故頻傳，其中不乏相同或類似之事故情境重複發生，其乃因研究機構無法有效地鑑認潛在的環境考量面與安衛危害並加以有效的控制所致，以下就近年來香港與國內研究機構所發生之職災分析如下：

2.2.1 香港

由於研究機構的多變性，發生職災的範圍可說相當廣泛，從香港教育統籌局就1995/2006~2002/2003【19】學年期間進行中學實驗室事故資料調查分析的結果可發現，其事故統計如表2-1，事故統計圖如圖2-1，發生事故的性質與原因則摘錄如表2-2【20】。另外香港政府自1998年~2003年就教育服務業之職業傷亡個案進行統計分析，其意外類別分析如表2-3，再進一步將各項事故分類為六大類如表2-4，而其近六年來之職業傷亡統計如圖2-2【21】。

表2-1 香港1995/1996 - 2002/2003 學年中學實驗室事故統計表

	1995/1996	1996/1997	1997/1998	1998/1999	1999/2000	2002/2003
化學品接觸皮膚	58	49	63	57	57	47
眼部意外	33	39	45	33	43	33
化學品溢瀉	84	48	50	33	28	30
灼傷或燙傷	214	209	160	175	216	178
吸入氣體引致不適		3	4	5	11	2
割傷	261	201	253	226	221	165
燃著物品	21	23	23	10	8	8
動物咬傷	3	2	5	0	2	1
其他*	220	282	363	257	295	11
小計	894	856	966	796	881	475

* 在其他此類意外超過90%的個案只涉及打破玻璃器皿或損毀儀器，且大多數沒有人受傷。因此在2002/03 學年的調查，學校無需申報只涉及打破玻璃器皿或損毀儀器而無人受傷的意外。

資料來源：科學實驗室安全教學資源及 2002/03 學年中學實驗室意外調查結果，香港教育統籌局

資料來源：香港教育統籌局網站

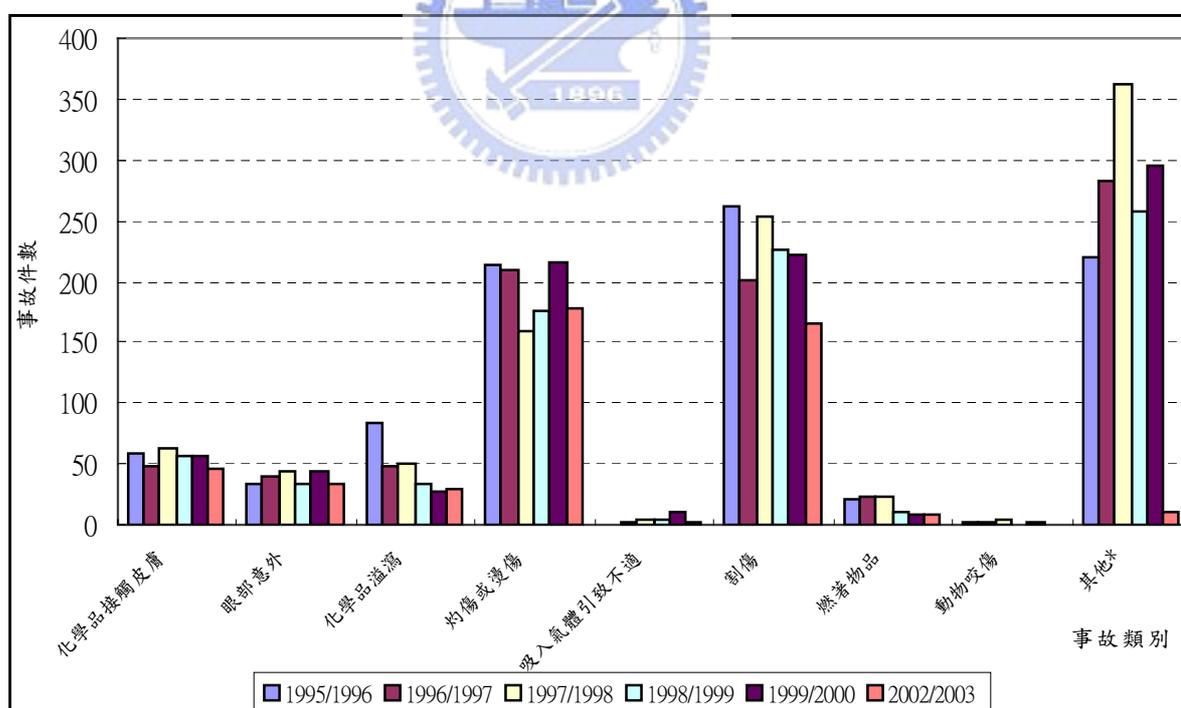


圖 2-1 香港中學實驗室事故統計圖

資料來源：香港教育統籌局網站

表2-2 香港中學實驗室事故的性質／原因

事故類別	事故的性質／成因
化學品接觸皮膚	在取用化學品、加熱化學液體，清洗附有殘餘化學品的儀器，開啟化學品容器或打破玻璃儀器時發生。最常見的危險化學品是濃硫酸、苯酚和氫氧化鈉。亦有學生故意把化學品倒在同學身上。
眼部意外	化學液體或固體濺在眼睛上，引致眼部輕微刺痛或不適。最常涉及的化學品是硫酸銅(II)、稀酸和稀鹼。學生大意地用沾有化學品的手揉擦眼部而引致不適。學生透過放大鏡觀察強光。
化學品溢瀉	在傾倒化學品時，瀉出少量化學品。打破汞溫度計或容器後漏出汞。學生不正確使用儀器，例如分液漏斗。
灼傷或燙傷	在處理熱的物件（如三腳架、玻璃儀器、金屬棒/板、坩堝或燃燒匙）、熱的液體、本生燈的火焰或火柴時不小心而引致。
吸入氣體引致不適	學生因吸入少量做實驗時產生的氣體（例如二氧化硫、氯或溴），或從氣掣漏出的煤氣而感到不適。
割傷	被玻璃儀器（如試管或玻璃管）的碎片、工具（如解剖儀器、木塞鑽孔器或切刀）或尖銳邊緣輕微割傷。
燃著物品	誤燃乙醇或乙酸乙酯等易燃液體。本生燈膠喉破裂或誤開並未連接本生燈的氣掣，導致氣體在膠喉裂口或氣掣出口處燃著。光學儀器把陽光聚焦而燒著窗簾。
動物咬傷	學生及實驗室職員在進行有關實驗或預備解剖實驗時，不慎被老鼠輕微咬傷。
其他*	這類意外的性質繁多。逾90%的個案只涉及打破玻璃器皿或損毀儀器。學生因碰跌在地上、碰到凳子、實驗檯、或櫃子而受傷。學生試嚐硫酸銅(II)等化學品。

資料來源：香港教育統籌局網站

表2-3 香港教育服務業的意外數字及類別

意外類別	1998	1999	2000	2001	2002	2003
受困於物件之內或物件之間	3	7	4	5	9	10
提舉或搬運物件時受傷	86	122	119	102	126	160
滑倒、絆倒或在同一高度跌倒	167	171	119	133	252	271
人體從高處墮下	27	32	210	37	42	50
與固定或不動的物件碰撞	31	54	31	42	39	54
被移動物件或與移動物件碰撞	47	64	47	99	101	69
踏在物件上	8	1	80	11	6	11
暴露於有害物質中或接觸有害物質	5	4	7	6	8	11
觸電或接觸放出的電流	0	1	9	0	1	0
受困於倒塌或翻側的物件	1	2	2	4	0	3
遭墮下的物件撞擊	7	8	5	8	8	15
遭移動中的車輛撞倒	22	6	7	17	19(2)	17
觸及開動中的機器或觸及以機器製造中的物件	8	7	9	11	11	10
遇溺	0	0	0	0	0	0
火警燒傷	0	1	0	0	0	0
爆炸受傷	1	1	0	0	0	2
被手工具所傷	21	16	16	35	28	31
泥土傾瀉受傷	0	0	0	0	0	0
窒息	0	0	0	0	0	0
觸及灼熱表面或物質	9	17	13	11	12	7
被動物所傷	3	5	3	4	3	4
於工作場所暴力事件中受傷	17	11	11	7	17	24
其他類別	15(1)	17(3)	17(2)	15	27(5)	27(1)
總數	478(1)	547(3)	590(2)	647	709(7)	776(1)

資料來源：香港教育統籌局網站

表2-4 香港1998年~2003年教育服務業事故分析

意外類別	百份比 (%)					
	1998	1999	2000	2001	2002	2003
1. 提舉或搬運物件時受傷	18.0	22.3	20.2	15.8	17.8	20.6
2. 滑倒、絆倒或在同一高度跌倒	34.9	31.3	35.6	36.0	35.5	34.9
3. 人體從高處墮下	5.6	5.9	5.3	5.7	5.9	6.4
4. 與固定或不動的物件碰撞	6.5	9.9	8.0	6.5	5.5	7.0
5. 被移動物件或與移動物件碰撞	9.8	11.7	13.6	15.3	14.2	8.9
6. 被手工具所傷	4.4	2.9	2.7	5.4	3.9	4.0
佔該年整體教育行業意外的百	79.2	84.0	85.4	84.7	82.8	81.8

資料來源：香港教育統籌局網站

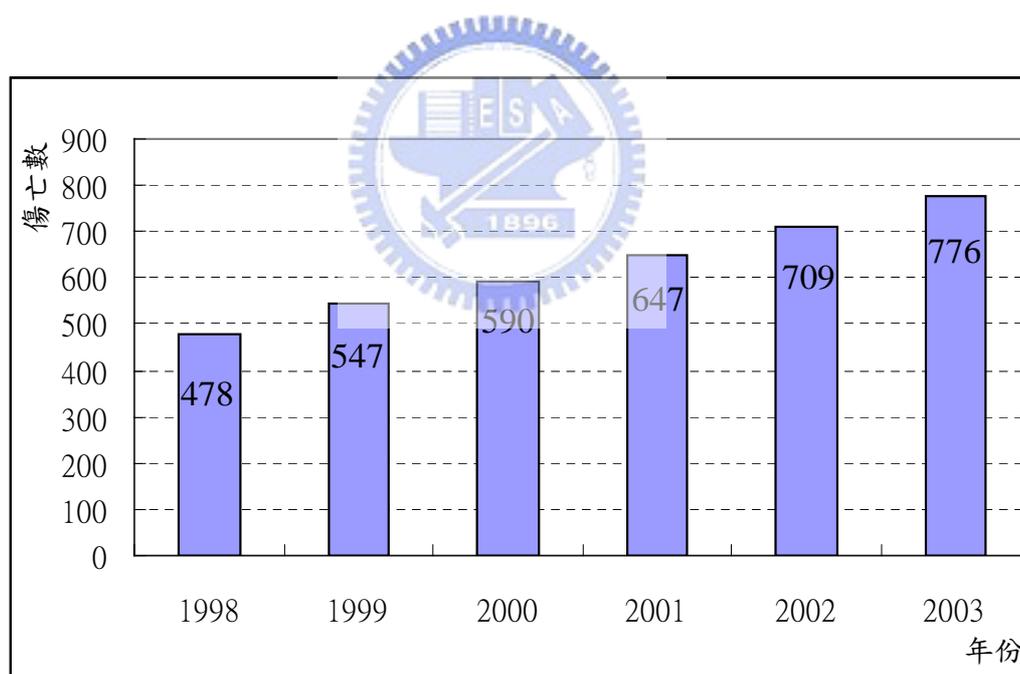


圖 2-2 香港教育服務業之職業傷亡數字

資料來源：香港教育統籌局網站

2.2.2 國內

國內近年研究機構實際發生危害案例，從文獻、相關研究、報章媒體及教育部校園災害網路通報系統登錄之災害類型統計

結果初步發現，過去 5 年內(1997/12-2002/6)國內共發生約 40 幾件校園災害(各級學校，含學生，但不包括交通事故)，如表 2-5【22】、表 2-6 所示，共造成 8 人死亡，37 人受傷之後果【23】。其中由化學因素所產生之事故件數(22 件或佔 50%)及傷害嚴重度(4 死 25 傷)均最大，顯示其引發之校園災害潛在風險最大，亦突顯各校對此類危害預防及改善之迫切性。而由電氣危害引發之事故頻率居次(10 件或 23%)，但其造成之危害(3 死)亦高，風險不容忽視，由機械危害引發之切割擦傷造成事故頻率再其次，其造成之危害則以肢體傷害為主【22】。在學校學校實驗室發生的災害類型大致可分為下列幾類【23,24】：

- (一) 火災。
- (二) 化學物質洩漏(含高壓氣體鋼瓶)。
- (三) 爆炸。
- (四) 機械傷害。
- (五) 電氣—感電、火災。
- (六) 墜落。
- (七) 天然災害—地震、風災、水災等。



表 2-5 國內學校實驗室災害統計表(86 年 12 月至 91 年 6 月)

項次	災害發生	災害地點	災害簡述	人員傷害情形
1	86/12	私立淡江大學	淡江大學化工所學生誤食溴化丙烷致死	1 死
2	87/10	虎尾技術學院	電機系學生實驗時，遭電擊致死	1 死
3	88/04/27	高雄縣完全中學	化學實驗課，學生添加酒精燈酒精時，不慎洩灑桌面並引燃酒精氣爆而灼傷	3 名學生灼傷
4	88/06/03	台北市台灣大學	機械工程系實驗室人員誤將無機酸廢液倒入有機溶濟廢液中引發氣爆	1 名女技術員灼傷
5	88/09/21	南投縣埔里高工	921 地震化學實驗室化學藥品墜落地面	設備受損
6	88/09/21	台中市中興大學	921 地震化工材料館實驗室氣爆	設備受損
7	88/10/22	嘉義縣中正大學	嘉義大地震化學系化學實驗室藥品墜落地面引發化學反應而導致 5 間實驗室 起火燃燒	5 間實驗室燒掉，財務損失一千萬
8	88/11/01	高雄市明誠中學	教學大樓新建工程，因工人施工引燃甲苯而爆炸	承攬商 1 死 1 重傷
9	88/11/08	中科院青山園區	人員誤闖爆破實驗室	1 名技術員重傷 2 名承攬商輕傷
10	88/11/15	台中縣沙鹿國中	學生在物理實驗室打掃時，趁時間將酒精倒於地上玩耍，在添倒酒精時引燃氣爆	3 名學生灼傷
11	89/02/13	新竹交通大學	電子系所人材培訓實驗室，人員在進行加熱實驗時(含 KOH)，因控溫開關故障實驗溫度失控而導致引起火災	設備受損
12	89/03/25	高雄師範大學	副教授觸電死亡	1 人死亡
13	89/04/21	台南安南國中	學生上工藝課時，以 CHCl ₃ 黏貼塑膠板，因而吸入 CHCl ₃ 而昏迷	學生受傷
14	89/04/26	台北市師大分部	理工學院化學時驗室，疑似通風機具走火引發化學品爆炸燃燒	設備受損
15	89/06/03	斗六雲林科技大學	理科新建大樓進行隔熱工程時，因工人欲將瀝青材質烤乾不慎引起火災	設備受損
16	89/06/03	台中中興大學	化學系管實驗室研究生進行酯化反應時，因加熱氣短路造成溶劑蒸發外洩而引起火災	設備受損
17	89/08/21	基隆海洋大學	岩心實驗室冷藏櫃內土質沉積物產生甲烷引起燃燒氣爆	1 名教授、助教及 1 名水電工被玻璃碎片刺傷
18	90/01/01	台北市台灣大學	海洋研究所實驗室起火燃燒	設備受損

19	90/03/07	嘉義中正大學	化工館高分子實驗室火災	設備受損
20	90/03/28	新竹工研院化工所	化工所 19 館研究室分析儀器起火燃燒	設備受損
21	90/04/10	花蓮慈濟大學	生化實驗室化學藥品起火	設備受損
22	90/05/31	桃園陽明高中	物理課程之波實驗用之汞壓力計橡皮軟管老裂，造成汞洩漏，老師進行清理時，又不慎打破其中一隻，造成身體遭汞污染，雖經簡單清理。但下班後，仍發現小腦疼痛、雙手顫抖、並有噁心想吐等現象。	老師受傷
23	90/06/12	成功大學	6F 理化實驗室爆炸起火	化學研究室損毀
24	90/06/14	桃園高中	數理大樓 3F 化學實驗室因黃磷自燃引起火災	設備受損
25	90/07/05	台中師院	音樂大樓三樓內鋼琴室晚間突然失火	設備受損
26	90/08/15	中研院	生醫所實驗室有機實驗中之化學物起反應爆炸導致玻璃破裂傷人	2 名研究員受傷
27	90/08/16	中研院	物理所地下 3F 機房電線走火引起火災(火災警示器發揮功效)	損失二台鋼琴及部分裝潢約 100 餘萬
28	90/09/25	北市南港高中	颱風時該校之化學實驗室受水淹沒，導致藥品櫃移位傾倒，致有多瓶藥品打翻，仍殘存於藥品櫃內，水退後產生異味。	設備受損
29	90/10/18	私立中國文化大學	於實驗課程中不明原因下自實驗椅跌下。	學生受傷
30	90/11/03	台北市延平高中	因教室內冷氣水管破裂導致地面積水，一名學生因靠在冷氣機旁觸電死亡。	學生死亡一人
31	90/11/08	陸軍步兵學校	地下油槽外包清洗及噴砂作業發生不明原因氣爆	外包工人 2 死 2 重傷
32	90/11/13	私立中華技術學院	機器未停機時手指去清潔切削，致使左手食指遭到銑刀割傷。	人員受傷
33	90/11/10	中國技術學院	在火鍋店廚房，於晚間收店清理切肉機不慎未拔掉電源使致切斷右手食指第二截，隨被送國泰醫院做整型縫合，兩週後狀況良好即返校上課	人員受傷
	90/11/14	中國南京大學	鼓樓校區食堂因煤企管道洩漏，煤氣外洩造成大火	食堂付之一炬 本案未列入計算
34	90/12/27	私立復興商工	90.12.27 日，下午約 PM 2:50 分時，該生於製作銀製品時，需將三角架上金屬杯內水加熱，並加入明礬使銀器上方之髒物剝離，該生於加熱	學生受傷

			水時，因動作不當將杯內水翻倒，潑至該生大腿內側，由於該生行動不便，無法及時離開，造成大腿內側部分燙傷	
35	90/12/31	彰化三春國小	7名學生因打掃前一天因校友把玩滅火器所殘留於地面上之ABC乾粉，導致吸入過多粉末而送醫	7人送醫，其中4人住院觀察
36	90/12/11	國立台東農工	右手無名指不慎被齒輪夾到受傷送醫縫合三針	人員受傷
37	90/12/26	國立台東農工	在實習工場中不慎撞到車床，造成手關節受傷	人員受傷
38	90/12/26	國立勤益技術學院	游泳課期末測驗補考，在跳入池時，頭部撞及池底，致頸椎受傷，經送醫治療，延至91年1月10日死亡。	學生死亡一人
39	90/12/11	國立台東農工	右手無名指不慎被齒輪夾到受傷送醫縫合三針	人員受傷
40	91.01.03	國立台灣大學	該研究員利用正戊烷加熱進行再結晶時，因一時疏忽導致突沸，致使溶液在其身上及實驗桌附近引起火災。	人員受傷 設備受損
41	91.01.04	國立台東農工	烹飪生菜刀切到左手大姆指	人員受傷
42	91/01/09	國立台東農工	右手食指指甲實習不慎引擎壓到瘀血紅腫，放學後至醫指甲除以免發炎。	人員受傷
43	91/01/11	國立台東農工	左手中指不慎被玻璃割傷送醫縫合四針。	人員受傷
44	91/02/27	國立花蓮高工	不慎割傷。	人員受傷
45	91/03/04	遠東技術學院	半導體實驗室於中午休息時間，突然起火，濃煙密佈，造成半導體實驗室全毀。根據現場訪視所見，起火點應為無塵室內之化學排氣櫃，該氣櫃之上緣應為起火點，該處附近有無熔絲開關及馬達，根據研判應為馬達過熱，導致塑膠材質（PP或PVC）風車起火，下方槽內又有雙氧水導致一發不可收拾。	設備受損
46	91/06/20	私立淡江大學	商管大樓凌晨發生火警，十一樓的企管系等七間教授研究室全毀，另有約十間研究室被煙薰和水漬波及，火場鑑識人員疑為電線走火，但也不排除人為因素	無人傷亡 設備受損

資料來源：勞委會勞研所，實驗室緊急應變程序之建立，91年11月

表 2-6 國內近五年(1997/12-2002/6)校園事故特性統計

事故原因	發生件數		受傷人數		死亡人數	
	大專	高中以下	大專	高中以下	大專	高中以下
化學	12	10	8	17	3	1
電氣	9	1	0	0	2	1
機械	2	6	2	6	0	0
設施	4	0	4	0	1	0
小計	27	17	14	23	6	2
總計	44		37		8	

資料來源：施慧中，學校實驗室藥品管理，92 年

2.3 各國政府及組織立法管制發展背景

工業的急劇發展，同時也造成環境、安全衛生等潛在的危害。近三十年來，世界各地陸續發生了多件嚴重之工業災害【25】，如 1973 年及 1974 年間日本的石油化學工業發生多次火災及爆炸、1974 年英國 Flixborough 環己烷爆炸、1976 年義大利 Sverso 製程反應失控造成高毒性物質外洩、1984 年墨西哥市 LPG 爆炸、1984 年印度 Bhopal MIC 外洩、1988 年 Shell Norco 煉油廠爆炸及 1989 年 Phillip HDPE 廠爆炸【26】。由於國際上連續發生嚴重之工業災害，促使各國政府主管機關及相關組織制定法規或工業標準，以防止類似事件重演，以下就各國政府及相關組織之立法【27】，分述如下：

一、日本

日本政府設立專家委員會，於 1975 年公佈施行「石油化學工業災害防止法」；勞動省並依據勞動安全衛生法第 88 條新設工廠申請之條文規定，於 1976 年之勞動基準局公告施行「化學工廠安全評估之相關指針」，要求欲建新廠或修改大部份既有設施之事業單位應於申請時提出「安全評估報告」。

二、英國

英國於 1984 年公告施行「工業重大危害控制法令(Control of Industrial Major Accident Hazards, CIMAH regulation)」；並配

合歐洲共同體指令之修正而兩次修正。

三、歐洲共同體

歐洲共同體為了控制重大危害，從而研擬防止重大意外災害之指令(directive)。並於 1982 年公告施行針對防止特定工業作業之重大意外災害之指令(EEC Directive 82/501，又稱 Seveso Directive)，本指令分別於印度 Bhopal 災難事件(1984 年 12 月)及造成萊茵河嚴重污染之瑞士，Basel，Sandoz Ltd.公司意外災害後各修正一次。

四、美國

美國有兩個中央主管機關分別訂立法規以促進危險性物質之操作安全，即為環境保護署(Environmental Protection Agency，EPA)及職業安全衛生署(Occupational Safety and Health Administration，OSHA)；而 EPA RMP 所規範之危害物質主要為毒化物與易燃物，要求工作場所需執行風險管理計畫，以維護環境及社區之安全；OSHA 則於 1992 年在美國聯邦法規(CFR 29)中新訂“高危險性化學物質之製程安全管理”(Process Safety Management of Highly Hazardous Chemicals)，以供國內各州遵循。

五、國內相關法規

1. 勞動檢查法業經行政院勞工委員會於九十一年五月二十九日第三次修正發布【28】。

第二十六條 下列危險性工作場所，非經勞動檢查機構審查或檢查合格，事業單位不得使勞工在該場所作業：

- (1) 從事石油裂解之石化工業之工作場所。
- (2) 農藥製造工作場所。
- (3) 爆竹煙火工廠及火藥類製造工作場所。
- (4) 設置高壓氣體類壓力容器或蒸汽鍋爐，其壓力或容量達中央主管機關規定者之工作場所。
- (5) 製造、處置、使用危險物、有害物之數量達中央主管機關規定數量之工作場所。

(6)中央主管機關會商目的事業主管機關指定之營造工程之工作場所。

(7)其他中央主管機關指定之工作場所。

前項工作場所應審查或檢查之事項，由中央主管機關定之。

2.勞動檢查法施行細則業經行政院勞工委員會於九十一年十二月三十一日第四次修正發布【29】。

第二十九條 本法第二十六條第一項第五款所稱危險物、有害物之數量依附表一及附表二之規定。

(危險物 22 項、有害物 29 項、共 51 項)

3.危險性工作場所審查暨檢查辦法業經行政院勞工委員會於九十一年七月十日第三次修正發布【30】。

4.勞工安全衛生組織及自動檢查辦法【31】第八十條自主管理計畫中與風險評估有關之內容(1)檢查發現危害，分析危害因素。(2)評估危害風險(嚴重性及可能性分析)。(3)依檢查及風險評估結果採取改善措施及定期檢討改善措施之合宜性等項目作成記錄。

針對各國政府、組織之立法整理比較如表 2-7，其基本理念都在強調風險管理。

表 2-7 各國政府、組織之立法比較表

國別/組織	法規	公告	適用範圍
日本	化學工廠安全評估指南	1976	新設、變更之工廠
歐體	EEC Directive 82/501	1982	新設和現有的工業活動
英國	工業重大危害控制法令	1984	1.儲存作業：列舉 28 種物質及限量 2.製程作業：列舉 181 種物質及限量
美國	高危害性化學物質之製程安全管理	1992	1.列舉 140 種物質及限量 2.1000 磅以上易燃性液體或氣體
台灣	危險性工作場所審查暨檢查辦法	1994	七種危險性工作場所

【資料來源：「危險性工作場所製程安全評估」訓練教材，92 年】

2.4 國內外相關管理制度

2.4.1 ILO OHSMS 【32】



ILO 希望在提高生產力的同時亦能保護勞工免受職業危害，為了降低與工作有關的傷害、不健康、疾病、事故和死亡，於是於 2001 年 6 月公布 ILO OHSMS Guideline，其系統核心為風險評估與控制。OHSMS 條文 3.10.1.1 要求組織應辨識和評估各種影響員工安全衛生的危害/風險，並按下列之優先順序進行預防和控制：

- 一、消除危害/風險。
- 二、經由工程控制或管理措施從源頭控制危害/風險。
- 三、設計安全的作業制度，包括行政管理措施將危害/風險的影響減到最低。
- 四、當綜合上述方法仍然不能控制殘餘的危害/風險時，雇主應免費提供適當的個人防護具（包括防護衣），並採取措施以確保防護具的使用和維護。

另於條文 3.10.1.2 要求應制定危害預防和控制程序或作法，而且它應：

- 一、適合於組織所面臨的危害/風險。
- 二、如有必要以法規為基礎予以審查與修訂。
- 三、考慮現階段的知識水平，如可行，考慮來自勞動檢查機構、職業安全衛生服務機構及其他服務機構的資訊或報告。

由上條文可發現 ILO OHSMS Guideline 亦沒有規定要使用何種危害鑑別與評估方法，只強調須適合組織的特性來訂定。

2.4.2 BS 8800 【33】

BS 8800 標準 4.2.2 風險評估：事業單位應執行風險評估，包括危害認知。

另 BS 8800 附錄 D 「風險評估的規劃和執行」在說明職業安全衛生風險評估的原則和實用性以及為什麼需要風險評估。組織應在考慮過本身營業的性質和風險的嚴重性及複雜性後，採取適用的步驟以符合組織本身的需求。

組織中的員工和其它可能暴露在危害中的人員應獲知風險評估的結果，以及風險控制方法是否適當。風險評估有賴於健全資訊收集和溝通以及職業安全衛生評估成效的程序。

2.4.3 ISO 14001

根據 ISO 14001 標準之 4.3.1 環境考量面「組織應建立並維持一個或多個程序以鑑別其可以控制以及預期能有影響的活動、產品或服務之環境考量面，藉以判斷其中已經或可能會對環境造成重大衝擊者。組織在設定本身的環境目標時，應確認已將與這些重大衝擊相關的環境考量面納入考慮。組織應保持此項資訊之更新。」上述條文要求組織必須建立一套管理程序來掌握所有影響的環境考量面。這些程序必須具備判斷組織可能造成環境重大改變的項目，以

及那些因素是引發這些重大改變的原因等兩項功能。此外，這些程序應有效地隨內外環境的變化而修正（經濟部工業局，1997）。另在 ISO 14001 環境管理系列標準中，未詳細說明鑑別與評估環境考量面的具體作法，僅在 ISO 14001 的指導綱要中，提出 1.選擇一項活動產品服務；2.鑑別活動產品服務之環境考量面；3.鑑別環境衝擊及 4.評估衝擊的重要性等四個執行步驟。前 3 個步驟為環境考量面及環境衝擊的鑑別，第 4 個步驟則為環境衝擊評估，以及提出最好以量化的方式，並考慮規模、嚴重程度、機率及持續性等相關項目。

ISO 14001 條文 3.3 與 3.4 就「環境考量面」與「環境衝擊」的定義有清楚的說明：環境考量面係指「組織的作業活動、產品或服務中會和環境產生互動的要項」，環境衝擊係指「任何可完全或部分歸因於組織的活動、產品或服務中對環境產生之有利或不利的改變」。換言之，組織對環境產生不論大小好壞的任何影響，都稱為環境衝擊；而產生衝擊的各種原因就稱為環境考量面。因此，相同的環境衝擊可能來自數個不同的因素，例如影響河川水質之環境衝擊，其環境考量面可能包括原物料的成份、製程反應的效率、廢水處理系統的功能、用水量大小等等項目。

2.4.4 OHSAS 18001

OHSAS 18001 條文 4.3.1 要求擬推行 OHSAS 的組織，應建立並維持適當的程序以持續鑑別危害、評估風險及實施必要的控制方法。且；

一、鑑別評估的對象應包括：

- 例行性及非例行性的活動；例行性的活動包括企業正常運作時的產品、活動及服務，例如正常的產品生產、製程活動及服務過程等。而非例行性的活動則包括機械設備的故障修理、年度歲修，以及意外緊急狀況的發生等。

- 所有人員進入工作場所之活動(包括承包商與訪客);工作場所的定義包括所有產品、活動及服務的範圍，並不一定限於企業的現場範圍內。舉例而言，承包商或供應商進入廠內作業，則亦需在危害鑑別與風險評估的範圍內例如土木承包商、設備維修商以及廢棄物承包商等。
- 由組織或其他單位在工作場中所提供之設施：如上述前項所言，供應商及承包商所使用或攜入企業的任何設施，例如動火設備、衝剪設備等，皆需進行危害鑑別，因為這些設施皆有可能造成企業工作場所的安全衛生危害（高毅民，1999）。
 - 1.鑑別評估的資訊應文件化並保持其更新。
 - 2.危害鑑別及風險評估的方法應：
 - a.依據範圍、性質及時機定義，以確保其為主動性而非被動性；
 - b.與操作經驗及使用的風險控制方法之能力相一致；
 - c.提供資訊以決定設施要求、訓練需求之鑑別及（或）作業管制之發展；
 - d.提供需求措施已監督以確認實施之有效性及適時性。

由條文內容可知並未要求應使用何種危害鑑別及風險評估的方法。大多數推行 OHSAS 18001 之產業，大多數都具有推行 ISO 14001 的經驗，因此在推行 OHSAS 18001 安全衛生管理系統時，應首重既有制度的整合與落實，而非一味的導入新管理系統與制度。

在 OHSAS 18001 條文 3.4 與 3.14 中對「危害」與「風險」的定義有清楚的說明：「危害」係指一個潛在傷害（包括人員受傷或疾病、財產損失、工作場所環境損害、或上列各項之組合）的來源或狀況；而「風險」係一個特定危害事件發生之可能性及後果的組合。可能性即指特定危害事件發生的機率，而後果則代表其影響的嚴重性。

2.4.5 AS/NZS 4360

在 1999 年澳洲與紐西蘭聯合制定的國家標準 AS/NZS 4360，該標準規範一個充分具有多功能且能適用於任何行業的「風險管理計畫」應具備之要素，而構成成功的風險管理計畫的基礎即是風險辨識、風險評估與風險控制。

AS/NZS 4360 規範所述有效的風險管理計畫，特別強調管理階層承諾的重要，此外，針對第一線執行風險管理計畫人員的權責，也有特別的要求。

2.4.6 事業單位安全衛生自護制度【34】

依據國內勞工安全衛生法令之事業單位安全衛生自護制度實施要點中「事業單位安全衛生自護制度自評(稽核)申報書2.1」，要求擬推行安全衛生自護制度之事業單位應建立風險評估及控制，而其內容包括：

- 一、風險評估程序之內容，包括風險評估之方法、作業流程、風險評估因素(發生頻率、暴露人數、暴露時間、後果嚴重度)及控制優先等級(立即、短程、中程、長程)與風險控制措施包括消除或替代、工程改善、管理控制、個人防護具、緊急應變措施等。
- 二、風險評估結果與改善措施之追蹤紀錄應建檔存廠備查。
- 三、事業單位如有勞動檢查法第二十六條所規範之危險性工作場所，應說明危險性工作場所之名稱，及其申請審查或檢查之情況，申報資料應建檔存廠備查。

而自護制度評鑑基準對申請自護單位之風險評估及控制之要求

包括：

一、風險評估之書面程序

(一)風險評估之書面程序，其內容得包括：

- | | |
|-------------------|-------------|
| a. 目的及適用範圍 | b. 相關人員之權責 |
| c. 分析方法選擇之基準 | d. 執行人員之訓練 |
| e. 分析進行之程序 | f. 風險判斷之基準 |
| g. 選擇改善或控制措施之指南 | h. 應有的記錄及報告 |
| i. 改善建議之審核及追蹤管理程序 | j. 定期之檢討或更新 |

(二)風險評估範圍應包括：

- a. 例行性及非例行性活動；
- b. 所有人員進入工作場所之活動(包括分包商及訪客)；
- c. 工作場所中由組織或其他單位所提供之設施。

(三)適合之評估方法：

可能來自法令、工業標準或同業規範。例如：危險性工作場所審查暨檢查辦法、API 750、SEMI S10、FMEA、HAZOP、JSA 等。

(四)詳細執行方式可參考 BS 8800 之附錄 D、OHSAS18002 之 4.3.1 節、或危險性工作場所製程安全評估人員訓練教材等相關資料。

二、在執行風險評估時應考量：正常作業、異常作業或過去事故經驗等各種狀況可能造成之風險，以確保鑑認出所有可能引起的風險，並加以消除或控制至可接受之程度。

三、危險性工作場所經勞動檢查機構審(檢)查合格之證明文件。

由安全衛生自護制度實施要點之內容中，並未規定應使用何種風險評估方法，謹列出評估方法可能的來源，因此應採取何種評估方法，應視事業單位之作業特性而定之。

2.5 環境與安衛風險分析相關理論與技術

2.5.1 環境考量面鑑別技術【35】

ISO 14001 標準中，並沒有指定任何方法為標準程序。目前國內評估環境考量面時，常用之方法為圖形表示法、風險因子評估法及特定條件評估法等三種，以下就每種方法略述如下：

一、圖形表示法

此種方法使用簡單，以二維的圖形表示，如圖 2-3，縱軸代表對環境的影響程度，橫軸代表發生的頻率。愈常發生而且每次嚴重程度愈高者，愈趨向圖形的右上方，表示該衝擊愈較嚴重；相反的，愈在左下方的位置，表示該問題愈不重要。

以這樣方式作環境考量面評估時，關鍵在於如何訂定縱軸及橫軸的座標值。將可能的最大發生頻率及最嚴重程度定為最高級，再依序下降分為數個等級至最小程度。舉例來說，發生頻率可分為 5 個等級，每小時發生一次為第 5 級，每年發生一次以下為第 1 級；嚴重程度亦可分為 5 級，造成大型公害為第 5 級，無明顯影響定為第 1 級。

這種方法的優點為簡單、明瞭，很容易執行。相對而言，對嚴重程度認定會因個人的知識、背景等因素而異，容易出現太大的差距。而且太多資料在同一張圖上表示，可能產生不易分辨的結果。所以這種方法適用於環境考量面不多且作業單純的工廠。

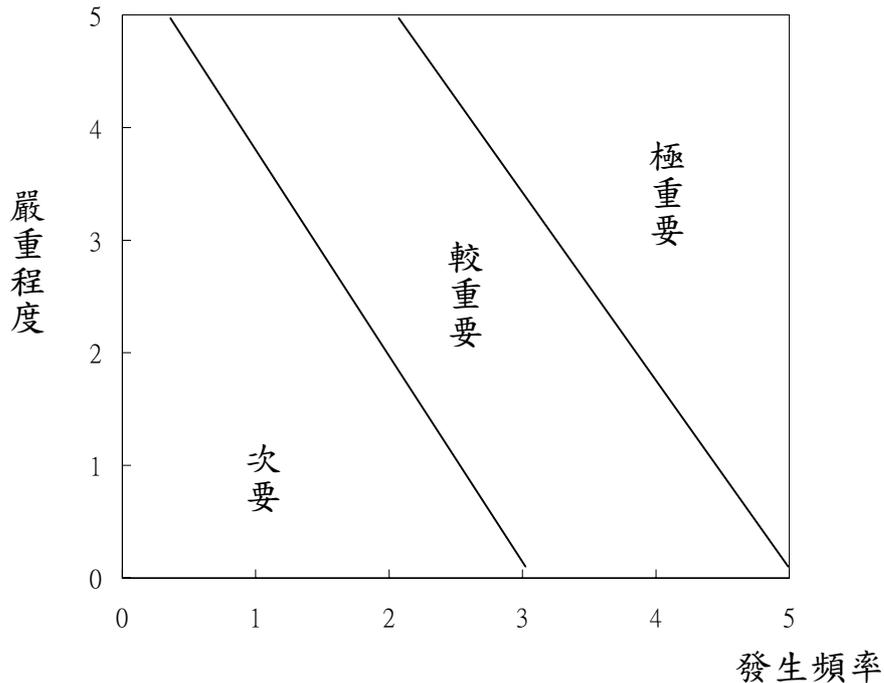


圖 2-3 環境考量面評估—圖形表示法

資料來源：周沛樂，「環境考量面評估技術」，2001 年

二、風險因子評估法

其基本原理因乃是引用自「量化風險評估(Quantitative Risk Assessment)」之評估技術。此技術轉做環境考量面鑑別後，多以考量環境考量面的發生頻率、嚴重程度、控制難易等。因為考慮的因素變數多，無法以圖面表示，改以乘積代表，使得積分愈高，表示該問題愈重要。

這方法最重要在於制定各因子的評分標準，以及必須考慮因子的種類。工廠可以依據自己的特性，決定幾項考慮因子，如發生頻率、損失機率、偵測難易、損失程度、控制及回復難易等等。給分標準可如第一種方法，先訂定最高的分數，如取用 1 到 5 分或 1 到 10 分制，再對每一等級制定一個客觀標準，表格及使用範例如表 2-8。

此種評估方式其優點在於具有彈性，可以視需要改變。而且結果的比對也簡易，只要將所有積分排序後，就可以明白重

大程度。相對地，因為方法較複雜，使用時會產生大量的表單，且為各風險因子訂定客觀的給分標準也不容易，作業中的協調檢查工作份量會變大許多。如果能夠配合電腦作業，並對所有的給分標準以足夠的例子或量化準則作說明，會使執行方法順利許多。

表 2-8 環境考量面評估—風險因子評估法

環境考量面	環境衝擊	發生頻率	嚴重程度	偵測難易	積分	風險程度
空氣污染	產生 SO _x	5	2	4	40	1
能源與資源	效率不佳浪費能源	5	1	2	10	3
噪音	產生巨大聲響	4	2	1	15	2
廢棄物	產生安定爐渣	1	1	2	2	4

附註：發生頻率-5:每小時一次以上。4:每天一次。3:每周一次。2:每月一次。1:每年一次以下。

嚴重程度-5:大型公害。4:立刻致命。3:造成身體機能損傷。2:引起不適。1:無明顯影響。

偵測難易-5:須委託專門單位。4:須自動精密儀器。3:手動儀器。2:簡單器材設備。1:感官判斷。

資料來源：周沛樂，「環境考量面評估技術」，2001 年

三、特定準則評估法

此評估法乃用組織認定的考慮因素作為評估準則，其方法為預先建立一些內部考慮的準則，如是否合法、對員工是否有害、對水中的生物是否會有不良影響、是否造成景觀的破壞等，綜合這些準則評斷各個環境考量的重要程度。

這種方法最簡單的方式為以二分法的問答方式，詳列主要的評判準則，以 0 代表與此規範無關，1 代表必須考量此規範，再乘上適當的加權值，最後以各考量面所得總分，排列重要順序，表格及使用範例如表 2-9。

此種評估方式之優點為各項評估準則易懂，且較能吻合組織目前對環境關心的議題。但相對需耗費較多時間訂定周延的準則無法反映組織現況。

表 2-9 環境考量面評估—特定準則評估法

環境考量面	環境衝擊	造成污染	資源耗用	植物生長	積分	風險程度
		(10)	(5)	(1)		
空氣污染	產生 SO _x	1	0	1	11	1
能源與資源	效率不佳浪費能源	0	1	0	5	3
噪音	產生巨大聲響	1	0	0	10	2
廢棄物	產生安定爐渣	0	0	0	0	4

註：()括號內為加權值

資料來源：周沛樂，「環境考量面評估技術」，2001 年

四、其它評估方法

除了以上所提的方法外，還可以用計算環境成本的方式，以金錢作為指標；或是綜合幾種不同方法，一起使用。

2.5.2 安全衛生風險分析相關理論與技術

在 OHSAS 18001 條文 4.3.1 危害鑑別風險評估及風險控制之規劃，要求組織必須完成三項工作，包括：安全衛生危害的鑑別、依據危害鑑別結果進行的風險評估，以及依據風險評估結果實施必要控制方式的擬定【36】。

在職業安全衛生管理系統導入台灣地區前，常用於危害鑑別的方法，包括：工作安全分析 (Job Safety Analysis, JSA)、初步危害分析 (Preliminary Hazard Analysis, PrHA)、失效模式分析與影響分析 (Failure Modes and Effects Analysis, FMEA)、危害及可操作性分析 (Hazard and Operability Studies, HazOp)、如果—會怎樣分析 (what if analysis) 等【37】【38】，以下就每種評估技術加以說

明。

2.5.3 工作安全分析 (Job Safety Analysis , JSA)【39】

工作安全分析是一種程序，藉觀察、討論、修正等方法，逐步分析作業方法，以發現作業環境佈置、規劃設計中潛在的危害，並找出機械設備和製造過程中可能產生的危害。在分析作業的危害時，應考慮下列四個單元：

一、人：包括作業員、領班、管理階層與安全有關的人員及受傷的工人。

二、方法：要調查作業流程中的工作程序。

三、機器：任何使用的機器、工具、設備。

四、材料物料：使用在工作流程中的原料及工具以外的物件。

五、個人安全防護：包括個人防護具的使用及不穿戴不符安全的衣飾。

六、工作地點：工作地點不應是不安全的狀況，如安全距離不足、工作空間狹窄、照明不適當等，或者警告措施不足，如未設置警告標示、信號、標籤等。

工作安全分析的實施有一定的方法，可利用表 2-10【40】 工作安全分析表依圖 2-4 之順序進行之。

表 2-10 工作安全分析表

工作名稱	用起重機吊運一捆物料	
工作人職稱	搬運工	
工作安全分析編號		
要求或建議使用的個人防護設備： 安全帽、安全眼鏡、安全鞋、長袖皮套		
工作步驟	可能發生之事故或危害	安全工作方法
1.指導起重機工至吊起物處	①被撞—滑車或負荷配合設備 ②跌倒—絆倒 ③絆住—桿料捆 ④墜落—捆料倉	①給與正確起重機信號，避免置身於滑車或負荷配合設備之下。 ②保持工作區域內無絆倒危險。 ③步道內勿堆存物料。 ④爬上捆料倉時，步步踏實。
2.給起重機工放下滑車的信號	①被撞—滑車或負荷配合設備 ②跌倒—絆倒	①不要站在滑車或配合設備之下。給與正確起重信號。 ②保持工作區域內無絆倒危險。
3.目視檢查吊索	①被撞—破纜索鋼絲 ②挾入—鏈環	①當心斷鋼絲。 ②處理鏈索時注意擠壓點。
4.鉤上吊起物	①挾入—捆狀吊起物 ②被撞—起重機滑車或配合設備 ③撞及—捆紮鋼絲的尖端	①用—推拉桿或手鉤去拉吊起物下的吊索。確保鄰近的吊起物已被適當擋住。 ②若滑車，負荷配合設備或吊索必需更換位置，站到一旁並給予適當的信號。 ③用推拉桿或手鉤去拉吊起物下的吊索，確保捆紮鋼絲尾端已向內彎妥。
5.信號指示起重機工往上吊	①絆住—吊索或吊起物 挾入—吊索或吊起物 ②被撞—吊起物 ③墜落—捆料倉	①用推拉桿，勿用手碰鉤、吊起物及吊索。 ②給起重機工信號前遠離吊起物。給與適當的起重機信號。用推拉桿去操縱吊起物，避免移動吊起物與固定物體間的擠壓點。 ③發信號前小心移至安全位置。
核定_____日期_____ _____ 工作安全分析人簽名：		

資料來源：黃清賢，「職業安全管理」，91年

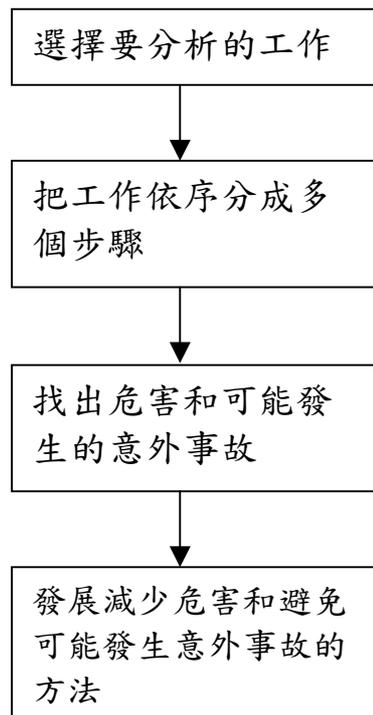


圖 2-4 工作安全分析步驟

資料來源：黃清賢，「職業安全管理」，91年

(1) 選擇要分析的工作

進行工作安全分析，下列工作需要先選擇：

- ① 意外事故發生頻率高的工作。
- ② 曾發生過失能傷害的工作。
- ③ 具潛在嚴重危害的工作。
- ④ 臨時性或非經常性的工作。
- ⑤ 新工作。
- ⑥ 經常性但非生產性的工作。

(2) 把工作依序分成多個步驟

要分析的工作，依工作執行的先後次序，分成幾個主要的步驟 (steps)，如此無論如何複雜的工作，便一目了然，易於掌握。安全與效率為工作安全分析必須顧及的兩個目標，分析者應對工作操作有相當的經驗，對工作性質及工作目的有相當的瞭解。

(3) 找出危害和可能發生的意外事故

工作已分成幾個主要的基本步驟後，應仔細找出每一個基本步驟的潛在危害及可能發生的意外事故，鑑定每一基本步驟的潛在危害時，安全工程師宜以其專業知識從旁協助分析者，或分發危害分析單給所屬的作業員。作業員未必知道安全作業標準，但他們知道每日面對的危害。分析者亦可由下列幾個問題，獲得欲知的潛在危害及可能發生的事故。

- ① 機器設備可能產生那些危害？如工作於充電的馬達、發動機，可能遭致感電。
- ② 曝露有害的化學物品或危險物品，可能產生那些危害？如遭致中毒、癌症等危險。
- ③ 該不安全的操作方法或程序，可能產生那些危害？如倒水入酸，可能遭致酸害。
- ④ 其他容易引起傷害的媒介物，可能產生那些危害？如高溫易致燙傷，輻射可能造成痙攣。

(4) 發展減少危害和避免可能發生意外事故的方法

針對每一個基本步驟的潛在危害及各種可能發生的意外事故，工作安全分析者應逐一尋求防止意外事故的對策，運用自己的經驗及縝密的觀察思考，或與安全工程師和有經驗的工人討論，或參考有關安全文獻資料，妥善訂定安全有效的工作方法，一般採取下列四種對策：

- ① 改善工作方法。
- ② 改變工作環境或機器設備。
- ③ 改變工作程序。
- ④ 減少工作作業的重複次數。

2.5.4 初步危害分析 (PrHA)

初步危害分析將針對危害性物質的易燃性、易爆性、反應性、

毒性等本質危害(inherent hazard)進行辨識；及針對製程操作條件、溫度、壓力、液位、組成異常或失控時之系統作用危害(interact hazard)進行評估：

一、本質危害分析，需完成下列三份檢核表：

- 檢核表 A：物質危害檢核表。檢討化學物質的易燃性、安定性、毒性及健康危害。
- 檢核表 B：物質相容性檢核表。檢討化學物質間及化學品與設備材質間之相容性，是否彼此間在製程中不正常接觸會有化學反應發生？
- 檢核表 C：處理方法檢核表。考慮化學物質危害對裝置/製程系統設計的可能需求。

二、系統作用危害分析，評估步驟與評估標準如下：

- 1.依製程工廠實務劃分製程區域，如：反應區、後處理區、成品區、原料儲槽區等。
- 2.針對各製程區以下列問題進行檢核，符合以下任一條件即為重大潛在危害區域：
 - * $Q > 20\% TQ$ 。
 - *高放熱反應：氧化(oxidation)、硝化(nitration)、鹵化(halogenation)、有機金屬化(organometallics)、偶氮化(diazotization)、氫化(hydrogenation)、裂解/熱分解(thermal decomposition)、聚合(polymerization)、磺化(sulphonation)、縮合(condensation)。
 - *製程中之組成在爆炸下限(LEL)以上，爆炸上限(UEL)以下，或濃度在此範圍附近者(操作條件於正常操作變化 25% 時會達爆炸範圍)。
 - *具有在 100°C 以下熱不安定性，或與一般物質，如空氣、水、其他可能污染物接觸後起反應之物質， $P \geq 10$ psig(1.75 atm. Abs)。

- *T > AIT 或為易燃性氣體。
- * $P \geq 20 \text{ kg/cm}^2$ 或 $P \leq 500 \text{ mmHg}$ 。
- *製程中有明顯之高低壓差， ΔP ：(上游高壓) ≥ 4 (下游低壓)。

符號說明：

- *Q：製程區域中瞬間可能出現之危險物或有害物的最大量，概估該製程區內塔槽與管線中的總量，單位為 kg。
- *TQ：勞動檢查法施行細則附表一中危險物的法定限量，或附表二中有害物的法定限量。
- *T：製程區中的最大操作溫度。
- *AIT：可燃性或易燃性液體的自燃溫度。
- *P：製程區中的最大操作壓力。
- * ΔP ：製程中上下游的操作壓差。

2.5.5 失效模式分析與影響分析 (FMEA)

FMEA 是評估製程中設備可能失效或不當操作之途徑及其影響的分析方法。分析人員可依據這些故障之描述，作為改善系統設計的基礎資料。失誤模式旨在描述設備的失誤情況(如：全開、關閉、啟動、停止運轉、洩漏等等)，而失誤模式的影響則由系統對設備失誤回應狀況來決定，因此，人為操作上的錯誤通常不直接由失誤模式與影響分析技術來檢討，不過，因人為錯誤所導致錯誤操作之結果通常是一設備的失誤模式，失誤模式與影響分析並不是一個很有效的分析技術，因為 FMEA 是以設備元件的失誤模式來引導危害分析之進行，不似 HazOp 是利用製程偏離(process deviation)來進行危害分析，故 HazOp 所探討的空間較 FMEA 來得大，除了設備元件故障外，更廣及於人為失誤、材料劣化、上下游製程單元之影響、公用系統失常、操作程序設計不當等。

2.5.6 危害及可操作性分析 (HazOp)

危害及可操作性分析 (HazOp) 原是 ICI 化學公司在 1960 年代為評估其高潛在危害製程所發展出的評估方法，其特色是利用偏離引導字 (Guidewords) 與製程參數組合後發展出有意義製程偏離 (Process Deviation)，以檢驗製程區段之異常偏離是否會發生？發生的原因為何？發生後的後果是什麼？有什麼危害？並辨識系統既有的防護措施和設計，是否足以保護？風險是否可接受？此一過程須結合各種專業工程人員組成評估小組，透過會議研討的方式，進行腦力激盪，將專業知識、工程原理、標準規範及個人的經驗交流彙整後，辨識出所有可能的作業危害，但因為採用引導字以規範會議研討模式，因此是一種結構化的腦力激盪。在評估前須儘可能的收集與準備下列資料以便利於評估風險：

- 一、工廠配置圖
- 二、製程流程圖 (PFD) 及更新的管線儀器圖 (P&ID)
- 三、製程描述
- 四、操作手冊/程序
- 五、聯鎖/警報作動序列
- 六、物質安全資料表 (MSDS)
- 七、相關之意外事故報告書
- 八、相關之工業標準規範，如 SEMI、NFPA、FM 等。

評估前應依製程特性與操作原理將製程系統劃分為若干製程區段作為研討節點 (Nodes)，以便逐節點進行分析。表 2-11 為一般執行危害與可操作性分析時採用的表格之一。但儘管基本的 HazOp 分析已完善建立，但運用的方式可能隨著製程而改變。HazOp 分析的流程如圖 2-5 所示，其評估研討過程須作有效且完整的記錄，可作為後續追蹤稽核的依據，因此，也是目前最被廣泛使用的製程危害分析方法。

表 2-11 危害與可操作性分析表

系統名稱：_____ 節點編號：_____ 日期：_____

參數	引導語	偏離	可能原因	影響	保護裝置	建議/行動
流量	高	高流量	幫浦異常	無安全顧慮	無	無
壓力	低	低壓	壓力源異常	機器停止	禁止啟動	無
溫度	高	高溫	加熱器過熱	火災	警報器	加裝滅火設備
轉速	高	高轉速	電源異常	機器損壞	過電流保護器	加裝漏電斷路器
方向	錯誤	流向錯誤	逆止閥失效	化學品混合引起反應	無	加裝互鎖裝置
流量	無	無流量	幫浦失效無法冷卻	系統過熱	溫度感測器	加裝互鎖開關

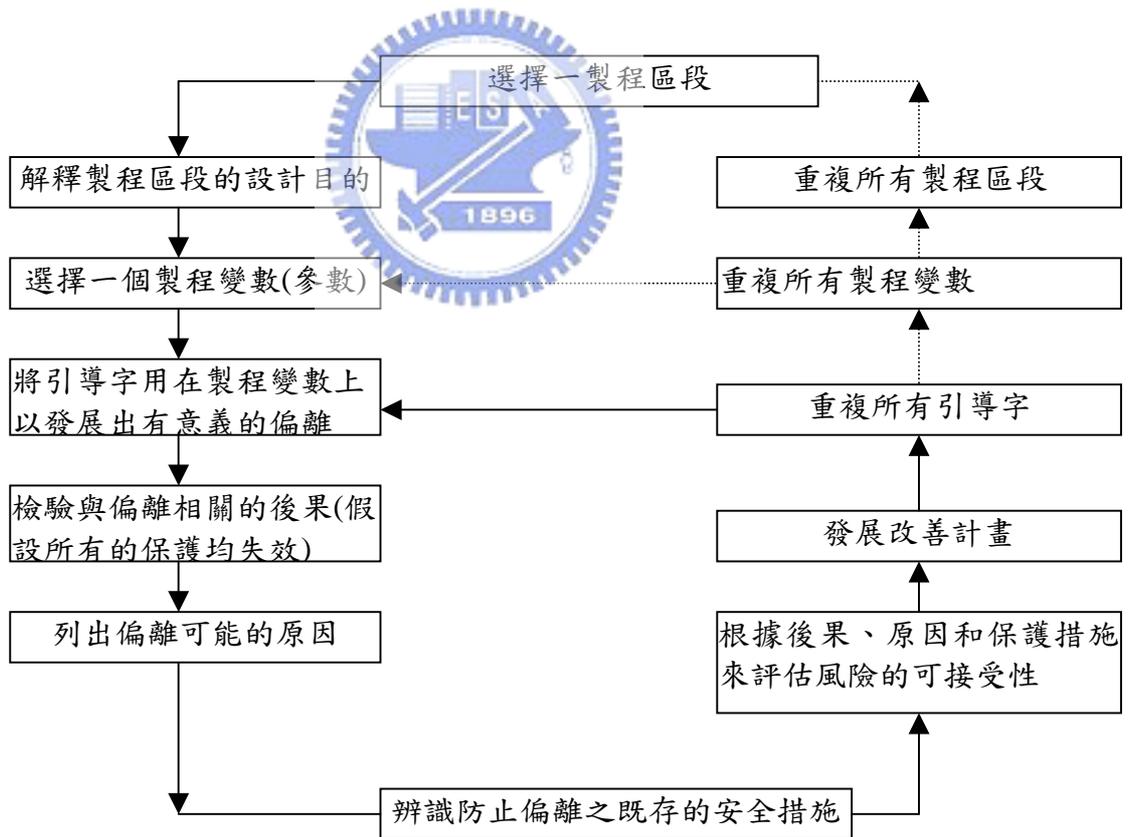


圖 2-5 HazOp 分析的流程

2.5.7 如果—會怎樣分析 (what-if analysis)

what-if 是一種完全以經驗為導向的危害分析方法，由評估小組成員對各自的專長提出許多“如果..會怎樣?”的問題來挑戰製程或系統的設計或操作方式，以發掘潛在性的問題，因此 what-if 有以下的特性：

- 一、非結構性的腦力激盪。
- 二、需由小組來完成，由小組成員交換彼此間的專業經驗。
- 三、可應用於大部份的設計或操作，特別是在設計初期或規劃階段，製程系統尚未完成清晰的定義時，其他分析方法使用上有困難。
- 四、小組成員的專業經驗將會嚴重的影響分析結果。

所以 what-if 分析對於考慮因素將採開放式的問答，優點是可以激發提出更多被忽略的潛在性危害，但缺點是難於引導與規範危害分析的進行品質，尤其是對於較欠缺經驗的人員來說更是如此。

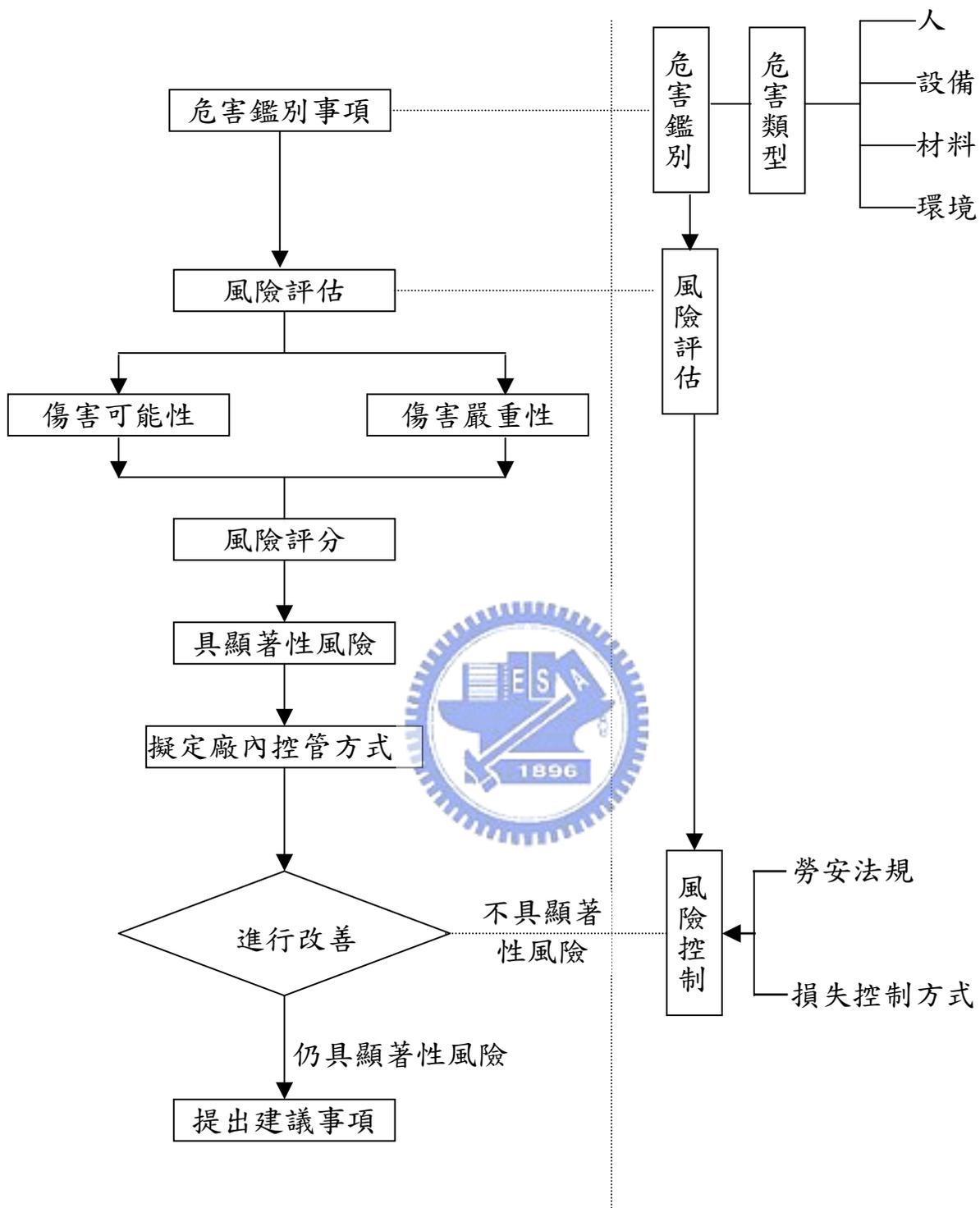
下列將常用的五種危害鑑別與風險評估方法分析整理如表 2-12。

表 2-12 各種危害分析方法使用時機

危害分析方法	分析方式
工作安全分析 (JSA)	藉觀察、討論、修正等方法，逐步分析作業方法，以發現作業環境佈置、規劃設計中潛在的危害，並找出機械設備和製造過程中可能產生的危害。
初步危害分析 (PrHA)	針對危害性物質的易燃性、易爆性、反應性、毒性等本質危害 (inherent hazard) 進行辨識；及針對製程操作條件、溫度、壓力、液位、組成異常或失控時之系統作用危害 (interact hazard) 進行評估。
失效模式分析與影響分析 (FMEA)	評估製程中設備可能失效或不當操作之途徑及其影響的分析方法。
危害及可操作性分析 (HazOp)	評估具高潛在危害之製程，其特色是利用偏離引導字 (Guidewords) 與製程參數組合後發展出有意義製程偏離 (Process Deviation)，以檢驗製程區段之異常偏離是否會發生？發生的原因為何？發生後的後果是什麼？有什麼危害？並辨識系統既有的防護措施和設計，是否足以保護？風險是否可接受？
如果—會怎樣分析 (What-if)	以經驗為導向的危害分析方法，由評估小組成員對各自的專長提出許多“如果..會怎樣?” 的問題來挑戰製程或系統的設計或操作方式，以發掘潛在性的問題

2.6 國內經驗

- 一、盧偉仕所發表「安衛風險電腦自動化評估」【41】，係以職業安全衛生評估系統(OHSAS 18001)之要求事項為依據，以電腦輔助程式設計，將職業安全衛生評估系統之運作，整合為一具有電腦化之管理系統，以對產業進行危害鑑別、風險評估及風險控制，其安衛風險電腦自動化評估方式如圖 2-6。於結論中提到，風險評估與 ISO 14001 環境考量面之建立有異曲同工之妙，同時亦建議，為因應未來 e 世代安全衛生管理體系之需求，開發網路版之電腦自動化系統將是現今科技發展之趨勢。



風險評估流程

電腦化架構

圖 2-6 盧偉仕安衛風險電腦自動化評估方式

資料來源：盧偉仕，安衛風險電腦自動化評估，2000年11月。

二、曾裕德探討「半導體工廠如何建置符合 OHSAS 18001 的風險鑑別方法—以台灣為例」【42】，係就欲建置 OHSAS 18001 整合現行制度，一般半導體廠為遵循法令規定並滿足保險公司的要求，實質上已有一些風險鑑別的行為(制度)，就國內適用半導體之風險鑑別相關法規進行檢視，並與 OHSAS 18001/18002 條文對照，比較其差異性，並就無法令規定須提交文件部份分別採行下列措施以進行風評估及控制風險：

- 1.人員行為面風險：制訂人員行為面安全風險鑑別方法，全面進行工作安全分析。
- 2.生物性危害風險，慢性職業病風險，人因工程：須有專業醫學背景專業人員來加以評估，在無妥善且簡易可行的評估方式前，暫以制定管理程序書方式來降低風險。
- 3.非游離輻射設備、天然災害風險、交通事故風險、電器安全、機械設備安全、承攬商作業安全、一般廠務設備安全、恐怖行動破壞及竊取的風險：暫以制定管理程序書以日常作業管制方式來降低風險。

最後建議：風險評估可進一步利用電腦化流程來增進效率，以在現實狀況改變後也能即時重新評估其風險，使資料上所呈現的即為最新的風險狀況。

三、謝明宏、陳俊勳、姚嘉文，探討「半導體業 OHSAS 18001 與 ISO 14001 風險評估整合技術」【43】，以半導體業建置 ISO 14001 與 OHSAS 18001 之實務經驗，採用修正作業安全分析(JSA+HazOp)之分析技術，獲得結論之其中兩點為：

- 1.提昇對於環境風險評估之完整性。
- 2.利用 JSA 技術進行初步分析，有助於完整評估生產之風險。

四、經濟部工業局委託財團法人台灣產業服務基金會在 2003 年 10 月製作完成之「環境考量面與安全衛生風險鑑別評估軟體」【44】，主

要針對「中小企業」於導入相關管理系統時作為輔助工具，較適用於中小企業【45】。此技術工具乃提供環境考量面及安全衛生風險鑑別及評估的功能，協助廠內進行環境及安全相關議題的考量，但有鑑於各行業、各廠製程範圍、作業環境之歧異度不同，此工具僅提供一般性之環境考量面及安全衛生風險鑑別及評估之參考，使用者仍需視工廠性質異同來取決與增加所需考量的範圍。

1. 評估軟體評估使用之評估技術

經濟部工業局「環境考量面與安全衛生風險鑑別評估軟體」是以環境考量面與安全衛生風險評估「分別」進行評估，而其分別使用不同之評估技術，環境考量面評估使用之評估技術為「風險因子評估法」與「特定準則評估法」等兩種，安全衛生風險評估使用之評估技術為「風險評分」、「風險矩陣(SEMI)」與「風險矩陣(AS/NZS)」等三種。評估技術之選擇，視使用者之產業別與製程決定之。此評估軟體環境考量面與安全衛生風險評估所使用之評估技術整理如表 2-13。

表 2-13 「環境考量面與安全衛生風險鑑別評估軟體」評估方法

評估項目	評估技術
環境考量面	風險因子評估法
	特定準則評估法
安全衛生風險評估	風險評分
	風險矩陣(SEMI)
	風險矩陣(AS/NZS)

2. 評估軟體評估流程

此工具乃針對中小企業於導入相關管理系統之需求，而開發此系統作為輔助工具，僅適用於中小企業。此技術工具提供環境考量面及安全衛生風險鑑別及評估的功能，協助廠內進行環境及安全相關議題的考量，因於各行業、各廠製程範圍與作業環境各

不相同，所以此評估工具僅提供一般性之環境考量評估及安全衛生鑑別及評估，使用者需視廠內性質異同來取決與增加所需考量的範圍，此工具於申聲明中表示並不能保證涵蓋廠區所有之環境考量面及安全衛生風險，僅提供建置系統時之參考。此評估工具之評估流程如圖 2-7。

3. 評估軟體評估步驟

(1) 基本資料輸入

內容含輸入「工廠基本資料」、「輸入產業製程」，產業製程資料分為系統預設製程流程圖與自行輸入製程資料等兩種，分別說明如下：

① 工廠基本資料：含工廠名稱、地址、電話、負責人、行業別等基本資料。

② 「輸入產業製程」分為系統預設製程流程與自行輸入製程兩種，自行輸入製程資料可自行上傳製程資料，系統預設製程流程圖內容含：

- 積體電路業製程，積體電路生產流程如圖 2-8。
- 印刷電路板業：製造流程分為「減成法製造流程」如圖 2-9、「加成法製造流程」如圖 2-10、「局部加成法製造流程」如圖 2-11 等三種。
- 其他電子零組件：分為表面黏著技術（SMT）製程流程與雙排標準封裝（DIP）製程。SMT 為表面黏著技術，係指透過電腦程式控制並利用機器人手臂，使其自動吸取、擺放各種細小而精密的電子零件於電腦基板表面之固定位置，最後以錫膏將其焊接固定。

* 表面黏著技術（SMT）製程（如圖 2-12）：SMT 製造流程一般可分成進料→印刷機→點膠機→高速機→泛用機→目視檢查→迴焊爐→目視檢查→ICT 測試→I. P. Q. C→半成品

* 雙排標準封裝 (Dual in-line package, DIP) 製程：為一種積體電路封裝的標準，它是將在矽晶圓上蝕刻的微電子電路，包裝在矩形塑膠或陶瓷的容器內，並與晶片兩長邊面朝下方伸出的針腳連接，雙排標準封裝的設計可使電路板的製造方便容易，但是對現代的晶片來說，因為需要連接的針腳很多，所以雙排標封裝就不是很好的設計。

- 其它行業別：系統內設共有 120 個製造程序，如紙板製品製造程序一般、金屬噴磨(噴砂)處理程序一般、棉紡織品製造程序一般、輕型貨車表面塗裝程序一般、晶圓製造程序、鍋爐發電程序、鍋爐蒸氣產生程序一般、廢水處理程序一般、固體廢棄物焚化處理程序、廢氣焚化處理程序、公共設施-熱媒加熱器、包裝程序包裝、污染防治...等等。

(2) 環境考量面鑑別評估

- ① 建立製程/範圍&步驟/要項一覽表：從系統預設之 130 項「製程/範圍&步驟/要項」中選擇或新增以建立一覽表。
- ② 進行環境考量面鑑別：從一覽表中逐項進行環境考量面鑑別，系統提供「預設選項」與「自行選擇」等二種，如「預設選項」無法滿足所要鑑別之項目，亦可進入「自行選擇」從系統 2,533 筆項目中選擇環境考量面資料或新增環境考量面資料。
- ③ 環境考量面評估：系統提供「風險因子評估法」與「特定準則評估法」等二種方法可供使用者選擇評估。
- ④ 進行風險排序。
- ⑤ 展開後續管控機制。

(3) 安全衛生風險鑑別評估

- ①建立製程/範圍&步驟/要項一覽表：從系統預設之 120 項「製程/範圍&步驟/要項」中選擇或新增以建立一覽表。
- ②進行安全衛生風險鑑別：從一覽表中逐項進行安全衛生風險鑑別，系統提供「預設選項」與「自行選擇」等二種，如「預設選項」無法滿足所要鑑別之項目，亦可進入「自行選擇」從系統 373 筆項目中選擇危害類型資料或新增危害類型資料。
- ③安全衛生風險評估：系統提供「風險評分」、「風險矩陣 (SEMI)」與「風險矩陣(AS/ZNS)」等三種方法可供使用者選擇評估。。
- ④進行風險排序。
- ⑤展開後續管控機制。



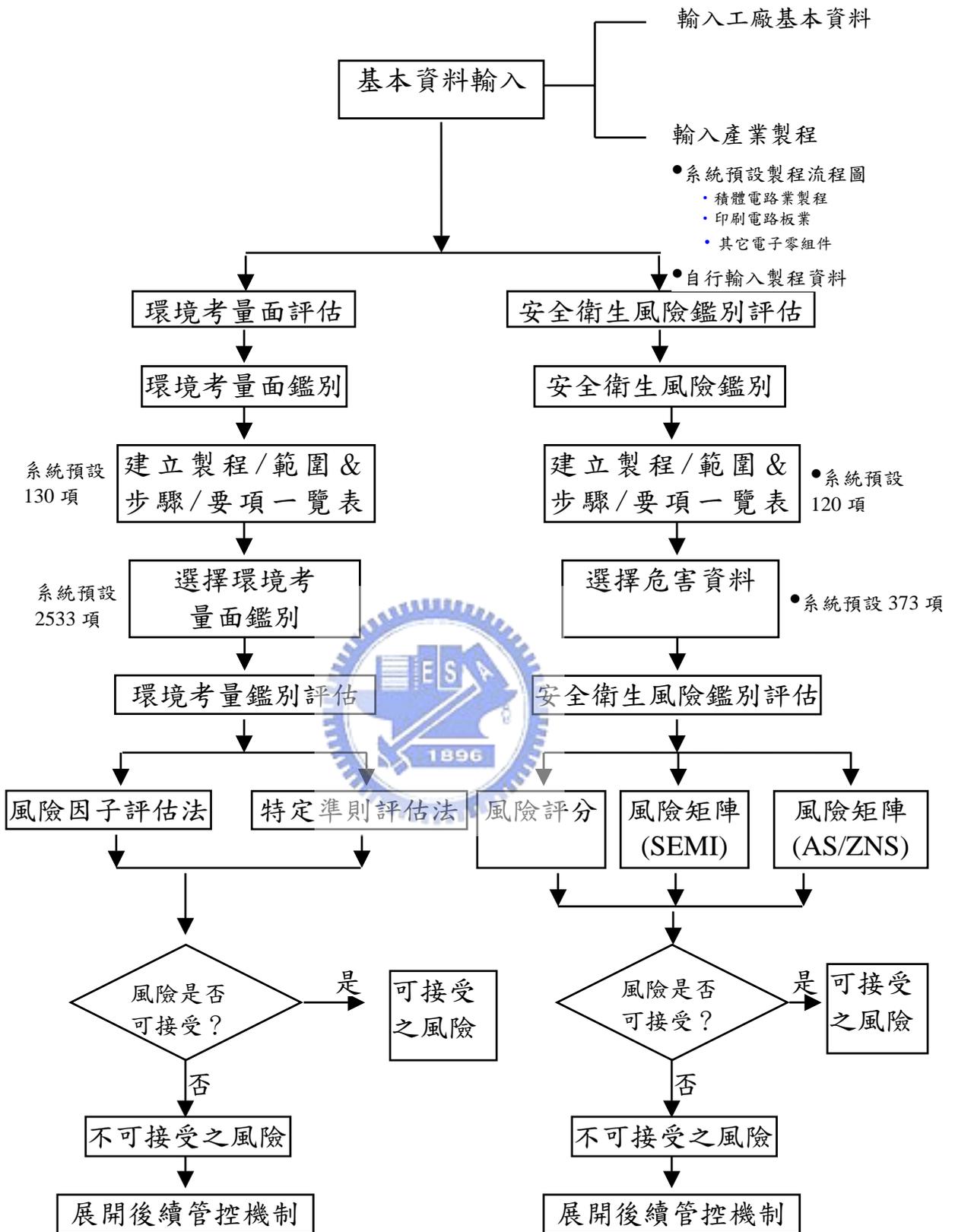


圖 2-7 「環境考量面與安全衛生風險鑑別評估軟體」評估系統流程

積體電路生產流程

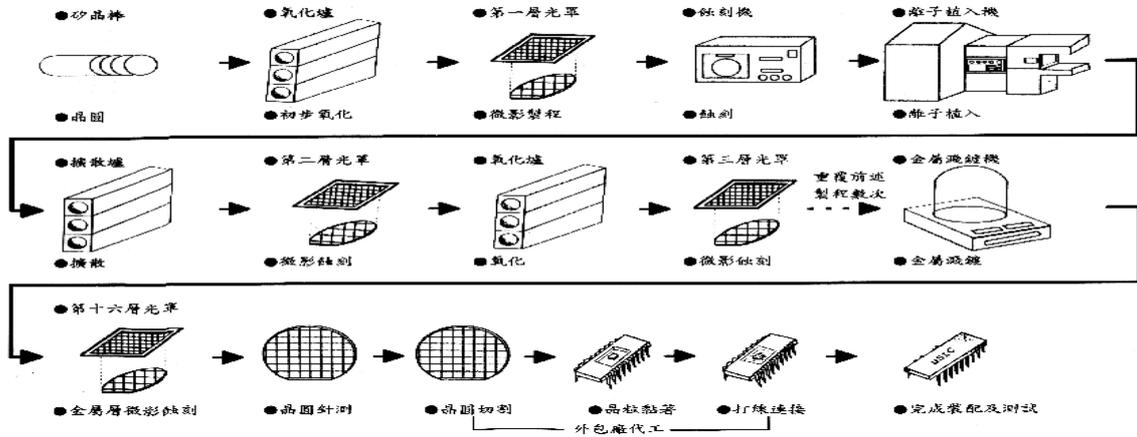


圖 2-8 積體電路業生產流程

資料來源：經濟部工業局「環境考量面與安全衛生風險鑑別評估軟體」

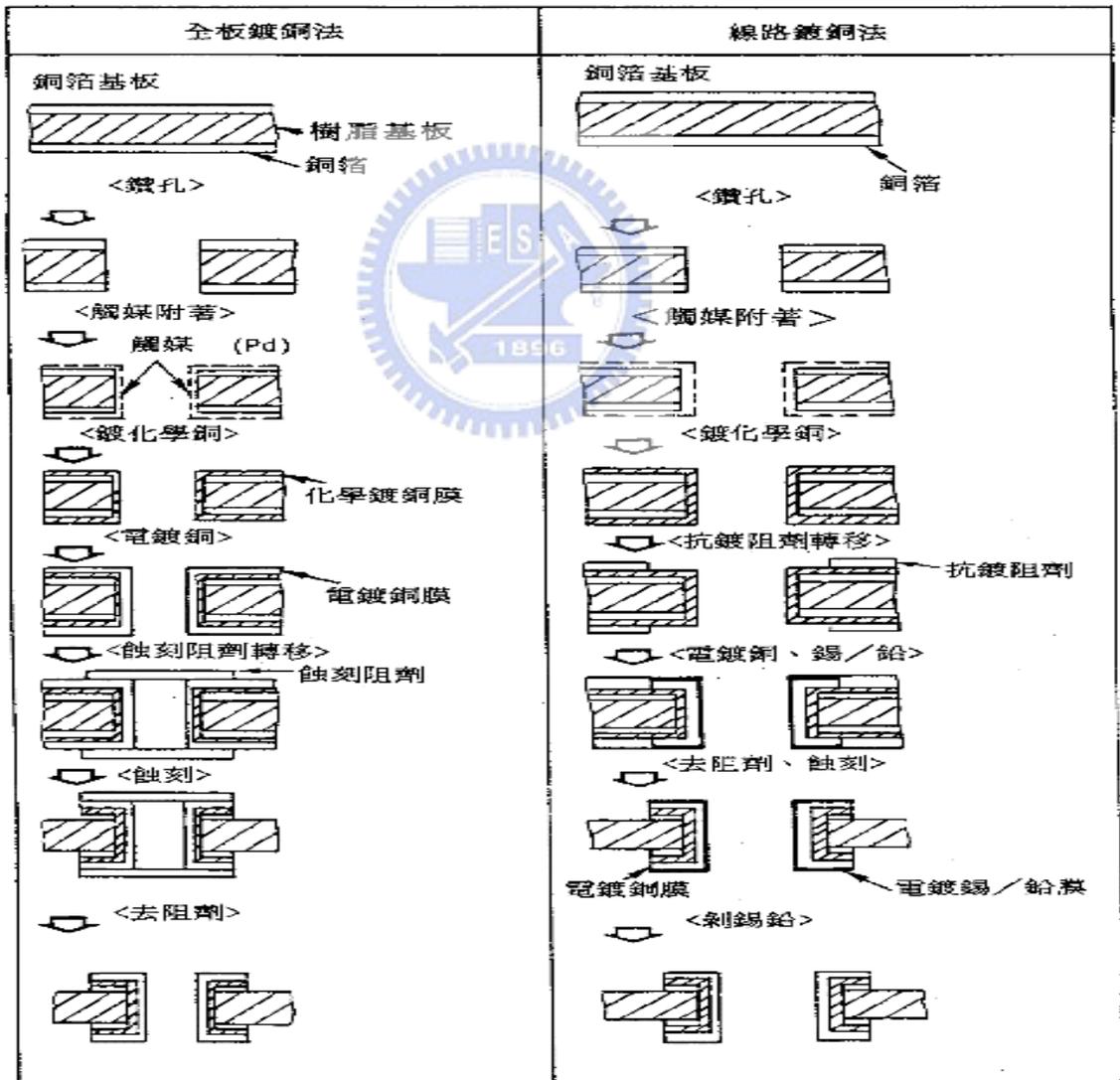


圖 2-9 印刷電路板業減成法製造流程

資料來源：經濟部工業局「環境考量面與安全衛生風險鑑別評估軟體」

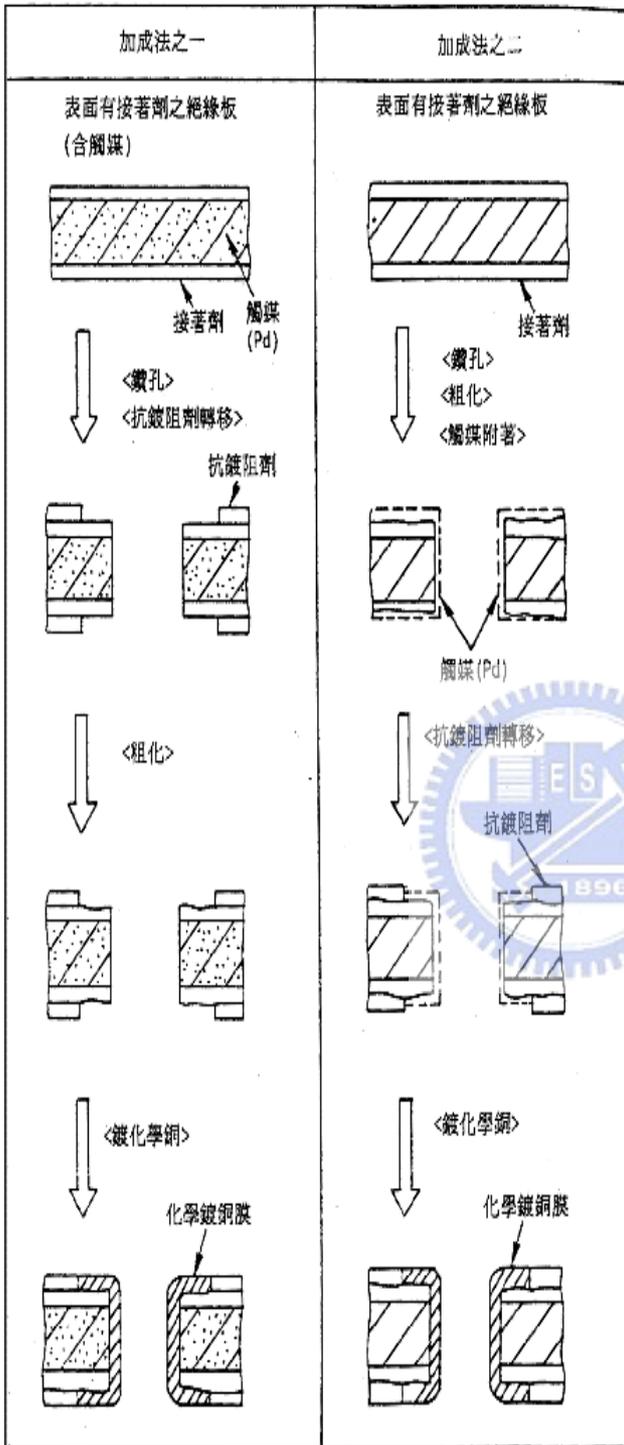


圖 2-10 印刷電路板業加成法製造流程

資料來源：經濟部工業局「環境考量面與安全衛生風險鑑別評估軟體」

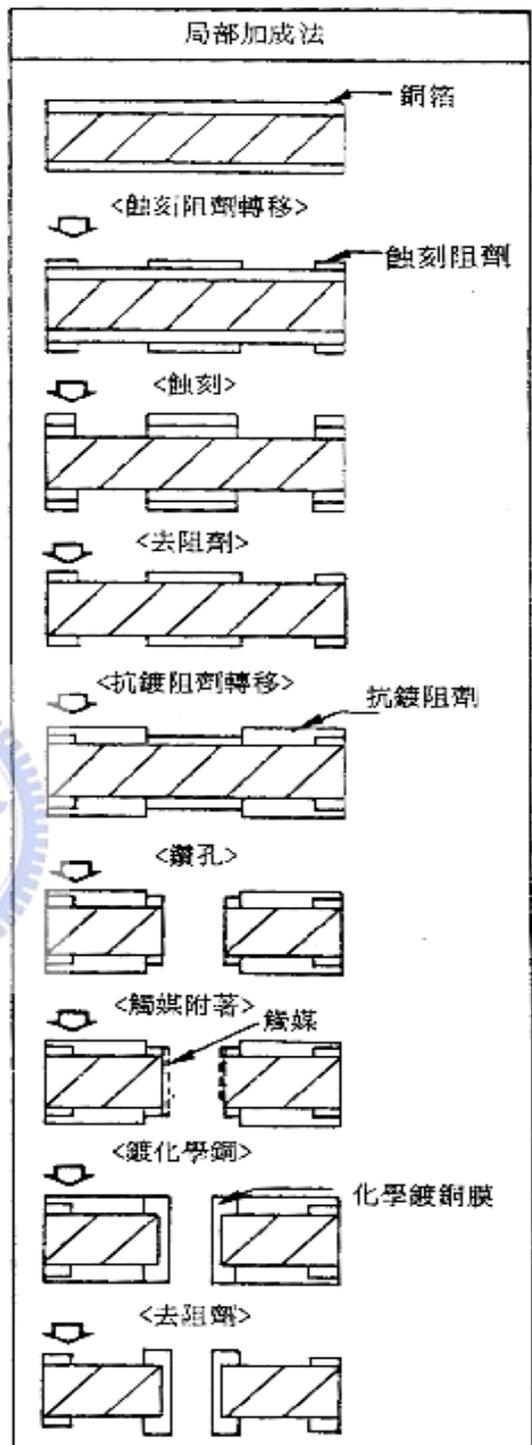


圖 2-11 印刷電路板業局部加成法製造流程

資料來源：經濟部工業局「環境考量面與安全衛生風險鑑別評估軟體」

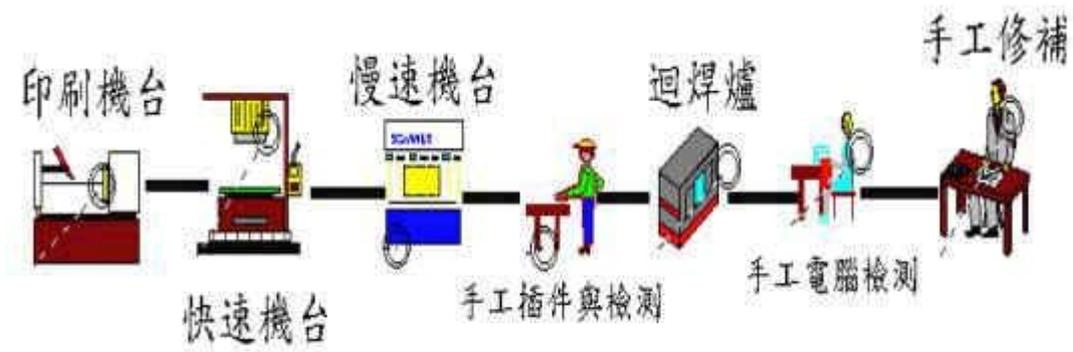


圖 2-12 其他電子零組件 SMT 製程流程

資料來源：經濟部工業局「環境考量面與安全衛生風險鑑別評估軟體」

4. 環境考量面與安全衛生風險鑑別評估項目

經濟部工業局「環境考量面與安全衛生風險鑑別評估軟體」所訂定之環境考量面項目視使用者所選用之評估技術而有所不同，選用風險因子評估法之環境考量面項目如表 2-14、選用特定準則評估法之環境考量面項目如表 2-15；而安全衛生風險鑑別評估所訂定之危害類別則是參考謝錦發先生工安環保報導「危害鑑別及風險評估技術介紹」之職業災害類型如表 2-16【46】。

表 2-14 環境考量面項目（風險因子評估法）

環境考量面類別	環境考量面類型因子
1. 空污	(1)氣狀污染物： 硫氧化物、一氧化碳、氮氧化物、碳氫化合物、氯氣、氯化氫、氟化氫、二硫化碳、氟化物氣體、鹵化烴類、全鹵化烷類。 (2)粒狀污染物： 總懸浮微粒、懸浮微粒、落塵、金屬燻煙及其化合物、黑煙、酸霧、油煙。 (3)二次污染物： 光化學霧、光化學性高氧化物。 (4)惡臭物質： 氯氣、硫化氫、硫化甲基、硫醇類、甲基胺類。 (5)有機溶劑蒸氣。 (6)塑、橡膠蒸氣。 (7)石綿及含石綿之物質。 (8)其他法令公告與組織自行規定之污染物。
2. 水污	生化需氧量、化學需氧量、懸浮固體、透視度、水溫、pH、氟化物、硝酸鹽氮、酚類、陰離子界面活性劑、氰化物、油脂、溶解性鐵、溶解性錳、鎘、鉛、總鉻、六價鉻、有機汞、總汞、銅、鋅、銀、鎳、硒、砷、硼、硫化物、甲醛、多氯聯苯、總有機磷劑、總氨基甲酸鹽、除草劑、其他農藥與殺蟲劑等。
3. 固廢	凡產生或需清除、處理、處置廢棄物清理法所規定之一般及事業廢棄物，其數量足以污染環境或影響人體健康者皆是，並包括固體及液體廢棄物。
4. 毒性物質	凡製造、輸入、輸出、販賣、運送、使用、貯存、棄置毒性物質，或其他與毒性化學物質接觸或有關者皆是。
5. 噪音	指製程、生產及各項活動中所產生之音響、振動，會引起人體不適。
6. 資源	包括自然資源如鋼鐵、鋁、銅等金屬類，石材、水、空氣、氣體等非金屬類，及紙、木材、石化原料等有機物類。資源並包括能源如水力、太陽能、風力、核能等皆屬之。
7. 臭味	指活動、產品及服務之步驟/要項，會產生令人體不悅或不適之不明氣味屬之。
8. 土壤	凡有意排放或因疏失導致污染物進入土壤之中，依常理判斷，足以影響環境與人體健康者皆是。
9. 其他	凡上述未列明或法規未管制，然依常理判斷，足以對環境生態、景觀等產生正面或負面衝擊者，可由組織自行列入。

資料來源：經濟部工業局「環境考量面與安全衛生風險鑑別評估軟體」

表 2-15 環境考量面項目（特定準則評估法）

環境考量面類別	環境考量面類型因子
一、法令及相關要求	a.法規管制對象 b.作業現況不合法規
二、是否有相關作業管制	無完善作業管制或設備
三、處理成本考量	產生或儲存有害事業廢棄物
四、對公司形象的影響	有礙公司形象
五、安全健康的影響	a.可能影響員工生命安全健康 b.改善結果可能具有經濟效益或有益員工安全衛生 c.一旦發生可能造成生命、財產損失
六、敦親睦鄰的影響	a.可能引起利害相關者抱怨或關切 b.利害相關團體關切之議題
七、國際關心的議題	a.國際公約管制物質（投入物） b.曾被主管機關開立罰單或居民抱怨
八、是否為地區特有管制項目	使用或儲存危害通識規定之危險物與有害物
九、排放污染物數量	主要污染源/主要用量
十、是否曾發生意外事件	業界曾引起環保抗爭或安全衛生事故
十一、毒性化學物質	a.有毒且毒性高 b.可能影響員工安全健康之危險或有害物或設備
十二、復原時間	意外發生後復原費用高或時間長
十三、對自然生態的影響	嚴重影響自然生態
十四、對資／能源的使用	為該部門主要耗用之能資源
十五、資源廢棄物的處理	產生的廢棄物無法資源再利用
十六、影響範圍	a.污染性高 b.影響範圍可能擴及廠外
十七、工作效率的影響	嚴重影響工作效率
十八、生產品質的影響	嚴重影響生產品質
十九、景觀美感的影響	響景觀美感
二十、現有污染物處理設備功能的限制	現有污染物處理設備尚無有效之功能
二十一、污染物監測的難易	a.對環境之衝擊不易偵測或處理 b.污染情形可以感官或以直讀式儀器量測者
二十二、公司營運與財務的危機	影響所及會造成公司營運與財務的危機

資料來源：經濟部工業局「環境考量面與安全衛生風險鑑別評估軟體」

表 2-16 職業災害類型

災害類型	災害說明
1.化學性危害	火災、爆炸、人員中毒
	呼吸系統吸入、皮膚吸收、誤食、注射
	慢性疾病、皮膚腐蝕、肺部灼傷
2.物理性及機械性危害	機械性傷害：切、割、夾、捲傷、壓傷、撞傷
	能量性傷害：墜落（位能）、跌傷（位能）、X-ray（游離能）、紅、紫外線（輻射能）、振動（機械能）、燙傷、凍傷（熱能）、壓力（壓力能）、電擊、感電（電能）
	生理性傷害：窒息（呼吸系統）、通風（呼吸系統）、照明（視機能）、噪音（聽力機能）
3.人因工學性危害	搬舉重物（肌肉拉傷）、下背部疼痛（姿勢不良）、過度的拉伸肢體、過度疲勞
4.生物性危害	針頭感染、空氣感染、唾液感染、食物感染、皮膚感染
5.異常狀況	無法歸類於以上四類

資料來源：經濟部工業局「環境考量面與安全衛生風險鑑別評估軟體」

5.環境考量面與安全衛生風險鑑別評估方法

環境考量面與安全衛生風險鑑別評估其不同的評估技術有不同的評估方法，其各項評估技術之評估方法如下：

(1)環境考量面評估技術分為「風險因子評估法」、「特定準則評估法」，風險因子評估法與特定準則評估法之評估方法分述如下：

①風險因子評估法：

$$R（風險）=F（作業頻率）\times P（發生機率）\times S（嚴重度）$$

表 2-17 風險因子作業頻率（F）

作業頻率	評分
持續作業（平均每日一次以上）	10
經常作業（平均每週一次以上）	8
偶而作業（平均每月一次以上）	5
不常作業（平均每季一次以上）	3
少有作業（每年一次以上）	2
非常少有（每五年一次以上）	1

資料來源：經濟部工業局「環境考量面與安全衛生風險鑑別評估軟體」

表 2-18 風險因子發生機率 (P)

發生機率	評分
損失機率非常重大：只要發生，必然失控而造成損失與衝擊	10
損失機率重大：發生時，大多會失控，造成損失與衝擊	7
損失機率高度：發生時，有時會失控，但多能加以控制，而不致有太多損失與衝擊	5
損失機率大：發生時，只要稍加控制，即不致造成損失與衝擊	3
損失機率非常小：即使發生，也不會失控而造成損失與衝擊	1

資料來源：經濟部工業局「環境考量面與安全衛生風險鑑別評估軟體」

表 2-19 風險因子發生機率嚴重度

嚴重度	評分
非常重大災害：受到衝擊的區域很大，情況十分嚴重且廣泛	100
重大災害：受到衝擊的區域擴散至廠區外，鄰近居民受到嚴重影響	40
高度災害：受到衝擊的區域擴散至廠區外，鄰近居民受到輕微影響	15
中度災害：受到衝擊的區域僅限廠區內，廠區內多數員工受到影響	7
輕度災害：受到衝擊的區域僅限廠區內，廠區內少數員工受到影響	3
災害甚小：受衝擊的區域很小，僅限於排放點附近的少數員工受到影響	1
註： 1. 等級及損失換算公式為等級 = (損失/3000) 0.4 2. 嚴重度指標為考慮所有防護措施失效下的可能最壞後果	

資料來源：經濟部工業局「環境考量面與安全衛生風險鑑別評估軟體」

表 2-20 風險危害等級

風險評分	風險等級	參考建議
>400	1:非常高風險	立即採取改善或應變措施
200 至 399	2:高度風險	優先執行進一步評估後決定是否改善
70 至 199	3:中度風險	考慮採取改善措施
20 至 69	4:低度風險	需要注意
<20	5:可接受風險	可接受

資料來源：經濟部工業局「環境考量面與安全衛生風險鑑別評估軟體」

②特定準則評估法決策因子：

環境考量面鑑別評估需從系統中預設的 30 個項目中選擇 15 項作為環境考量評估用的評估項目，評估時依廠內現況給予分數（10~100 分）如表 2-21，以定量的方式，篩選重大環境考量面。重大環境考量面系統建議風險依 80-20 法則，分數由高到低排序，最高 20% 內之分數為重大考量面分數；另亦可自行決定判定為重大考量面之分數。

表 2-21 特定準則評估法評分標準

環境考量面	評分									
1. 法規管制對象	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
2. 作業現況不合法規	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
3. 無完善作業管制或設備	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
4. 產生或儲存有害事業廢棄物	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
5. 有礙公司形象	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
6. 可能影響員工生命安全健康	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
7. 改善結果可能具有經濟效益或有 益員工安全衛生	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
8. 一旦發生可能造成生命、財產損失	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
9. 可能引起利害相關者抱怨或關切	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
10. 利害相關團體關切之議題	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
11. 國際公約管制物質（投入物）	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
12. 曾被主管機關開立罰單或居民抱 怨	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
13. 使用或儲存危害通識規定之危險 物與有害物	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
14. 主要污染源/主要用量	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
15. 業界曾引起環保抗爭或安全衛生 事故	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
16. 有毒且毒性高	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
17. 可能影響員工安全健康之危險或 有害物或設備	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
18. 意外發生後復原費用高或時間長	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
19. 嚴重影響自然生態	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
20. 為該部門主要耗用之能資源	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
21. 產生的廢棄物無法資源再利用	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
22. 污染性高	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
23. 影響範圍可能擴及廠外	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
24. 嚴重影響工作效率	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
25. 嚴重影響生產品質	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
26. 影響景觀美感	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
27. 現有污染物處理設備尚無有效之 功能	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
28. 對環境之衝擊不易偵測或處理	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
29. 污染情形可以感官或以直讀式儀 器量測者	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
30. 影響所及會造成公司營運與財務 的危機	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

資料來源：經濟部工業局「環境考量面與安全衛生風險鑑別評估軟體

(2) 安全衛生風險評估使用之評估技術為「風險評分方式」、「風險矩陣 SEMI 方式」、「風險矩陣 AS/NZS 方式」，其評估方法如下：

① 風險評分方式

$$R(\text{風險}) = F(\text{作業頻率}) \times P(\text{發生機率}) \times S(\text{嚴重度})$$

表 2-22 風險危害作業頻率

作業頻率	評分
持續作業（平均每日一次以上）	10
經常作業（平均每週一次以上）	8
偶而作業（平均每月一次以上）	5
不常作業（平均每季一次以上）	3
少有作業（每年一次以上）	2
非常少有（每五年一次以上）	1

資料來源：經濟部工業局「環境考量面與安全衛生風險鑑別評估軟體」

表 2-23 風險危害發生機率 (P)

發生機率	評分
較可能：無防護設施（硬體），或其發生機率為 1/1,000	10
可能：有設置一項防護設施，或其發生機率為 1/10,000	3
幾乎不可能：設置多重防護設施，或其發生機率為 1/100,000	1

資料來源：經濟部工業局「環境考量面與安全衛生風險鑑別評估軟體」

表 2-24 風險危害嚴重度 (S)

嚴重度	評分
非常重大災害 (多人死亡或損失 > NT 三億)	100
重大災害 (死亡一人或損失 > NT 三千萬)	40
高度災害 (重傷或損失 > NT 三百萬)	15
中度災害 (輕傷或損失 > NT 三十萬)	7
輕度災害 (微小影響或損失 > NT 三萬)	3
虛驚事故或損失三萬元以下	1
註： 1. 等級及損失換算公式為等級 = (損失/3000) 0.4 2. 嚴重度指標為考慮所有防護措施失效下的可能最壞後果	

資料來源：經濟部工業局「環境考量面與安全衛生風險鑑別評估軟體」

表 2-25 風險危害等級 (R)

風險評分	風險等級	參考建議
>400	1: 非常高風險	立即採取改善或應變措施
200 至 399	2: 高度風險	優先執行進一步評估後決定是否改善
70 至 199	3: 中度風險	考慮採取改善措施
20 至 69	4: 低度風險	需要注意
<20	5: 可接受風險	可接受

資料來源：經濟部工業局「環境考量面與安全衛生風險鑑別評估軟體」

② 風險矩陣 (SEMI, Semiconductor Equipment and Material International 國際半導體設備與材料協會)

表 2-26 風險矩陣(SEMI)發生機率 (P)

發生機率	說明	等級
輕微的	每年超過 5 次	A
經常的	每年超過 1 次，但未超過 5 次	B
也許的	5 年內超過 1 次，但未超過 1 年 1 次	C
稀少的	10 年內超過 1 次，但 5 年內未超過 1 次	D
極不可能	10 年內未超過 1 次	E

資料來源：經濟部工業局「環境考量面與安全衛生風險鑑別評估軟體

表 2-27 風險矩陣(SEMI)嚴重度 (S)

嚴重度	人員	設備/設施	洩漏	等級
致命的	1 人以上死亡	系統或設施損失	化學物質洩漏，具有立即或持續對環境或大眾健康造成傷害	1
嚴重的	永久失能	主要系統損失或設施損壞	化學物質洩漏，具有暫時性對環境或大眾健康造成傷害	2
中度的	醫療傷害或暫時失能	次要系統損失或設施損壞	化學物質洩漏，需對外界說明事故調查報告	3
輕微的	僅需一般性治療	非重要設備或設施損壞	化學物質洩漏，僅需例行性的清除，未執行事故調查報告	4

資料來源：經濟部工業局「環境考量面與安全衛生風險鑑別評估軟體

表 2-28 風險矩陣(SEMI)等級

風險矩陣 (SEMI)		發生機率				
		等級 A 輕微的	等級 B 經常的	等級 C 也許的	等級 D 稀少的	等級 E 極不可能
嚴重度	等級 1 致命的	1	1	2	3	4
	等級 2 嚴重的	1	2	3	4	4
	等級 3 中度的	2	3	4	4	5
	等級 4 輕微的	3	4	4	5	5

危害等級說明：1:重大風險 2:高度風險 3:中度風險 4:低度風險 5:輕度風險

資料來源：經濟部工業局「環境考量面與安全衛生風險鑑別評估軟體」



③ 風險矩陣(AS/NZS，澳洲／新西蘭標準)

表 2-29 風險矩陣(AS/NZS)發生機率 (P)

發生機率	說明	等級
幾乎肯定	預期在大多數情況下發生	A
很可能	在大多數情況下很可能會發生	B
可能	在某個時間可能會發生	C
不可能的	在某個時間能夠發生	D
罕見	僅在例外的情況下可能發生	E

資料來源：經濟部工業局「環境考量面與安全衛生風險鑑別評估軟體」

表 2-30 風險矩陣(AS/NZS)嚴重度 (S)

嚴重度	說明	等級
無關重要	無傷害；低財務損失	1
較小的	(傷者)經急救而離開現場；(情況)立即受控制；中等財務損失	2
中等的	(傷者)需經醫療處理方離開現場；在外援下(情況)受控；高財務損失	3
較大的	大量傷害；失去生產能力；(傷者)需送院治療但無不良效果；較大的財務損失	4
災難性的	死亡；毒害現場外方能解除並帶有不良效果；巨大的財務損失	5

資料來源：經濟部工業局「環境考量面與安全衛生風險鑑別評估軟體

表 2-31 風險矩陣(AS/NZS)等級

風險矩陣(AS/NZS)		嚴重度				
		等級 1 無關重要	等級 2 較小的	等級 3 中等的	等級 4 較大的	等級 5 災難性的
發生機率	等級 A 幾乎肯定	H	H	E	E	E
	等級 B 很可能	M	H	H	E	E
	等級 C 可能	L	M	H	E	E
	等級 D 不可能的	L	L	M	H	E
	等級 E 罕見	L	L	M	H	H

危害等級說明：

E：極度風險:要求立即採取措施

H：高風險:需要高級管理部門的注意

M：中等風險:必須規定管理責任

L：低風險:用日常程序處理

資料來源：經濟部工業局「環境考量面與安全衛生風險鑑別評估軟體

由建置環安衛風險評估相關文獻中了解到，各家對評估的產業別、評估類別、程序、步驟及內容，皆不逕相同。而目前針對研究機構之環境考量及危害鑑別、風險評估與控制之整合，並開發網路版之電腦自動化系統，則尚待研究探討，此亦是本研究之主要目標。

