

第三章 研究方法

由於研究機構使用的化學品量少但種類多，作業流程、設備、環境變化快速，因此作業活動對人員與設備造成的危害潛藏著不知的風險及對環境造成的衝擊無法及時預估與防治，而環境考量面與安衛風險評估為環安衛兩大管理系統最大的差異點，亦為兩大管理系統整合成功與否之關鍵重點，而目前環境考量與安衛風險評估整合多為針對產業界進行設計，以研究機構為對象者少有著墨，因此本研究即以研究機構之環境考量面與安衛風險評估整合進行探討。

3.1 「環境與安衛風險評估工具」研究範圍

國內研究機構大部份均有實驗場所，而各實驗場所涵蓋之研究實驗領域範圍廣泛，因此所使用的機械設備種類繁多且複雜，其範圍除一般機械設備外，亦包括固定式起重機、移動式起動機、升降機等危險性機械、鍋爐、壓力容器、高壓氣體特定設備、高壓氣體容器等危險性設備；至於有害物方面，除一般化學藥品外，另外亦含有機溶劑、特定化學物質、粉塵、鉛等有害物，其化學藥品種類亦隨著研究領域之擴增而日益增多。由於研究機構是以計畫為導向，因此必須經常變更作業流程或接觸新的製程研發，所使用的機械、儀器或設備及原物料相對隨著計畫導向而變更，再加上人員流動率甚高，這些實驗場所所潛在之環境與安全衛生問題相對於工廠較易被忽略【47】。所以若沒有妥善的環安衛管理，將可造成災害事故與污染事件不斷的發生。因此，除了行政院環境保護署之環保法規為學術研究機構之適用範圍外，行政院勞工委員會於民國八十二年十二月二十日公告指定，將國內學術研究業、大專院校的實驗室、試驗室、試驗工場或實習工場等納入勞工安全衛生法適用範圍外，另外亦於九十年三月二十八日將高中職校之實驗場所亦於納入適用範圍【48】。鑑於國內實驗室意外及污染問題時有所聞，究其原因絕大部

分還是人為疏忽所造成，好比一刀有兩刀，實驗室是科技進步的搖籃，也可能變成意外事故與污染環境的溫床【49】。實驗（實習）場所為研究機構中較具環境與安衛危害性與風險性的地點，因此落實實驗場所環安衛管理與環境保護、研究人員的安全健康保障有著密切關係。雖然儀器設備的改善是預防危害的基本，但是人為疏忽所造成的危害約佔 80% 以上，欲真正達到「零災害、零污染」的境界，則仍須由環境與安衛風險評估做起，配合環安衛管理系統的運作，方能有效預防意外事故與環境污染的發生。由 2.2 節國內研究機構職災分析結果，由化學因素所產生之事故件數及傷害嚴重度均最大，再進一步分析以爆炸導致之傷亡嚴重程度最大。

故本研究便選擇研究機構之「超臨界水氧化實驗」當案例，進行環境與安衛整合性風險評估之探討，本實驗屬化學類別之實驗，實驗過程為高溫高壓，加上其使用的設備為第一種壓力容器屬勞安法加強管理之危險性設備，另其所使用之實驗原料為難處理之廢棄物，有環境衝擊之虞，因此撰擇本實驗當為案例，茲將此實驗簡述如下：

3.1.1 超臨界水氧化處理系統介紹

超臨界流體的定義為純物質有氣、固、液三相，當系統溫度及壓力達到某一特定點時，其氣-液兩相密度趨於相同，兩相合併為一均勻相。此一特定點即定義為該物質的臨界點，所對應的溫度、壓力和密度則分別定義為該純物質的臨界溫度(T_c)、臨界壓力(P_c)和臨界密度(ρ_c)。我們稱此高於臨界溫度及臨界壓力的均勻相為超臨界流體。水與二氧化碳的相圖如圖 3-1 一所示【50】。圖中 Supercritical 正方形區塊即為超臨界區，subcritical 為次超臨界區，一般物質於此兩區塊之流體特性大不同，因此常利用於工業方面之用途。

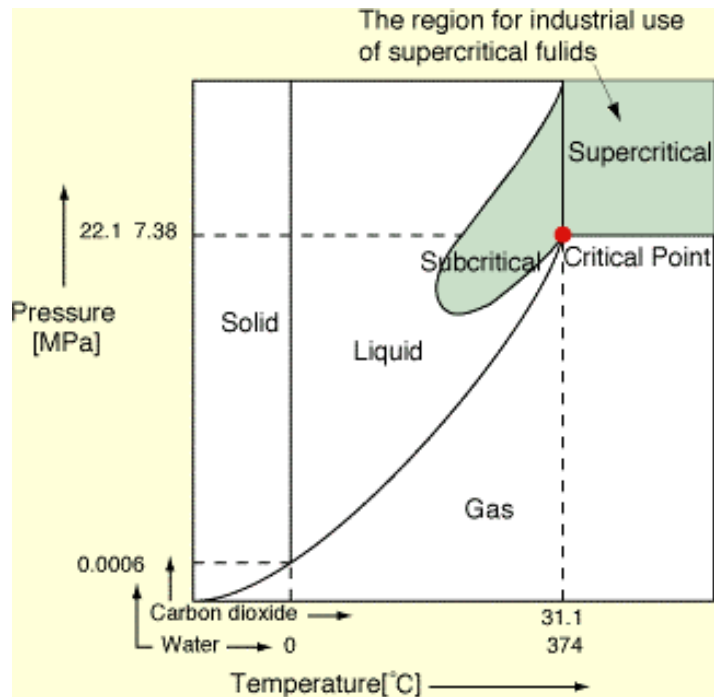


圖 3-1 水及二氧化碳之相圖

資料來源：<http://www.kobelco.co.jp/p108/p14/sfe01.htm>

超臨界水的特性為水是自然界中最重要的溶劑，許多化合物進行反應需水參與反應或作為介質，利用溫度或壓力的控制、可改變水的各種物化性質。超臨界水氧化處理技術具高效率之氧化反應特性，較傳統焚化處理法更具有反應時間短、破壞效率高、能量損耗低及低空氣污染等優勢，且無機鹽類在 SCWO 反應條件下易沉澱、分離及回收。水的臨界溫度為 374.2°C，臨界壓力為 22.1MPa(218 atm)，密度介於氣液之間，在超臨界狀態下可與非極性流體完全互溶。

超臨界水氧化（Supercritical Water Oxidation，SCWO）處理技術係利用水超臨界狀下兼具高擴散性及高溶解力等特性，對有機物進行氧化分解，完全轉化成 H₂O、CO₂ 與無機鹽等無害物質，而達到減毒等目的。由於回常溫常壓後與一般流體無異，故完全無二次污染之虞。此外，對於塑膠等高分子有機物甚至可以分解得到單體，充份達到資源回收之目的。

3.1.2 超臨界水氧化處理系統操作流程【51】

1. 超臨界水氧化系統

超臨界水氧化系統主要包括：廢液進料高壓泵、空氣壓縮機、預熱器、反應器、冷卻器及氣液分離槽等，設備如圖 3-2 所示，操作流程圖如圖 3-3 所示。反應器設計容量為 1 公升，另有一 alloy 625 的反應籃(basket)，可處理固態廢棄物。反應器最高使用壓力 5,000 psi，最高使用溫度 500 °C，系統安全閥破裂洩壓壓力 5,500psi，系統設計壓力 6,000psi。符合危險性機械及設備安全檢查規則第四條第二項壓力容器：以「每平方公分之公斤數」單位所表示之最高使用壓力數值以「立方公尺」單位所表示之內容積數值之積，超過 0.2 之第一種壓力容器。因此本設備有關勞安法第一種壓力容器之相關規定皆適用之。本設備已取得第一種壓力容器「重新檢查」365 pr60,557 及「竣工檢查」合格證第北 2,465 號。

2. 系統流程

本超臨界水氧化系統設計可加壓泵送（廢液）與壓縮空氣達 5,000psi，兩者混合後進入預熱器，然後連續通過 1L 的 Alloy625(625 型鎳合金)反應器，反應器可耐壓 5,000psi，耐溫 500°C。流體離開反應器後進入一個彈殼之管式熱交換器來冷卻水，然後流體通過一個過濾器，到系統之背壓調節閥降壓，再經氣液分離槽分離收集。



圖 3-2 超臨界水氧化系統

資料來源：陳政群、周窈朱、金順志，「超臨界水氧化技術」，91 年

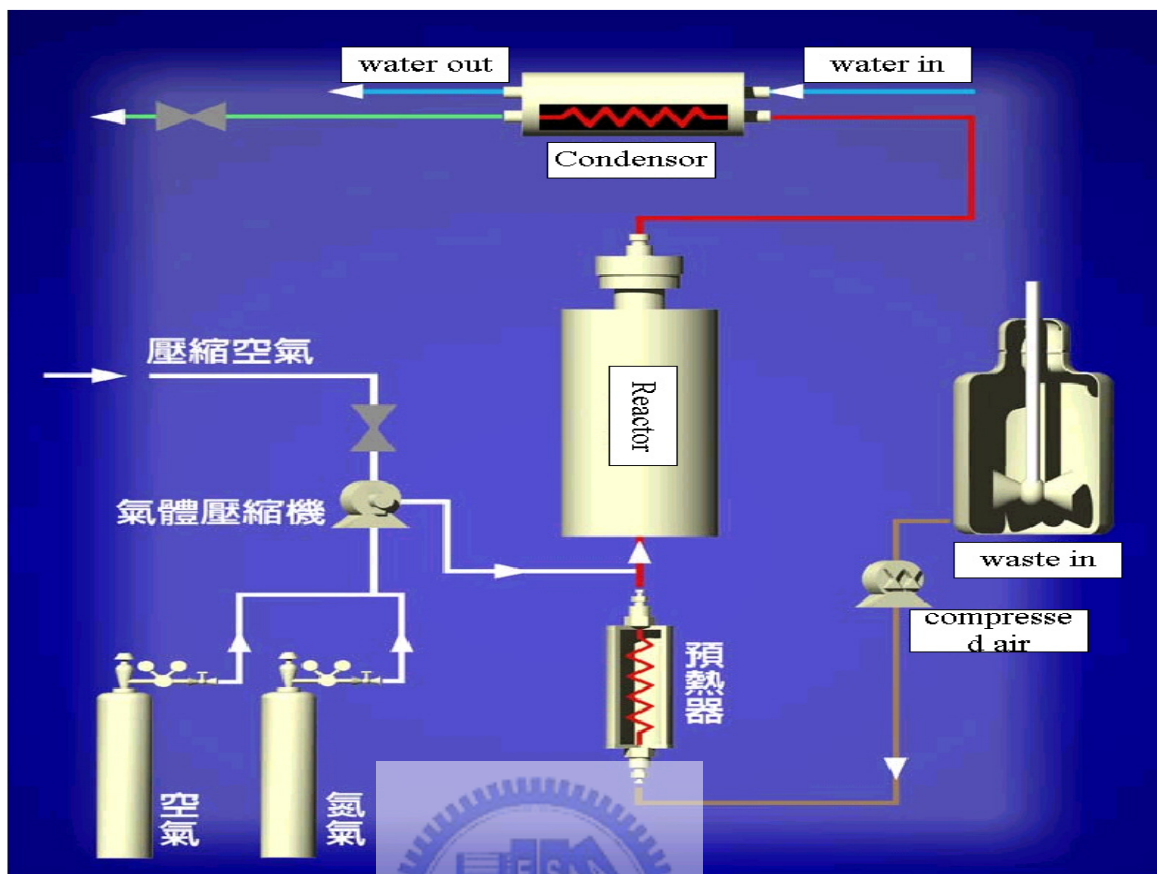


圖 3-3 超臨界水氧化流程圖

資料來源：陳政群、賴重光、郁宏如，「利用超臨界水氧化技術處理有害廢液」，92 年。

3.2 「環境與安衛風險評估工具」制訂

環境考量面與風險評估為 ISO 14001 與 OHSAS 18001 之主軸，雖然國際組織在制定 OHSAS 18001 職業安全衛生管理系統標準時，已經考慮與 ISO 14001 標準的相容性，但因環境考量面與風險評估其在專業技術上各有不同之領域，因此在整合前必需就其特異性加以比較分析，以從其分析結果找出最適合研究機構同時進行環境與安衛風險評估的方法，以下就其比較分析說明如下：

A. 依範圍分析

依據 ISO 14001 條文 4.3.1 的要求，進行環境考面鑑別時，其範圍必須包括各項活動、產品或服務等，以鑑別其是否可能對環境造成重

大衝擊，因此在建立評估工具時，對於新製程/變更設備、原物料之環境衝擊與新研究計畫的開發、工程的擴建之環境衝擊必須將其納入評估範圍。另外依據 OHSAS 18001 條文 4.3.1「危害鑑別、風險評估與風險控制的規劃」的內容明確指出：「組織應建立並維持程序以持續鑑別危害、評估風險、並執行必要之控制方法，其所包括的範圍含例行性與非例行性的活動、所有進入工作場所人員的活動（包括承包商及訪客）與工作場所中包括由組織或外界所提供之設施等」。說明如下：

- 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。

由 ISO 14001 與 OHSAS 18001 4.3.1 之範圍比較分析，可發現環境考量面與安衛風險評估其範圍皆在組織內之各項活動及各項活動衍生出之原物料與設備，所以就其所評估的範圍是互相相容的。

B.依時間分析

進行環境考量面與風險評估時，其對於時間的考量點有所不同，在環境考量面評估時，其必須考慮過去曾經發生者、現在所發生者與預期未來可能發生者等時間點對環境所造成的衝擊；而風險評估只須

考慮現在與未來對人所造成的危害；然而研究機構因以研究計畫為主導，研究內容經常變換，並不像工廠有固定的製程與產品，因此相對於工廠在過去時間點所造成的環境衝擊就變的很小，所以以研究機構而言，在環境考量面與風險評估在時間點的考量上幾乎是相同的。

C. 依狀態分析

環境考量評估是在各時間點狀態下對在標準作業條件及週期性作業下之操作行為活動，如既定行事曆或作業標準等常態作業、在非標準作業條件及週期性作業下之操作行為活動，如非週期性維修保養、非計畫性停電、跳電、啟動操作初期、關機停止等行為之非常態作業、天然災變或人為過失，如地震、颱風、火災、爆炸、設備嚴重故障、儲槽破裂/溢流、緊急排放、利害相關者之重大反應等之意外與緊急狀況對環境產生之正面或負面的影響的評估；另外在執行風險評估時，除常態作業外，對於定期性和偶發性的作業，如清潔、維修保養和開機/關機等也應包括【52】。亦即環境與安衛對於狀態的要求，皆是組織內部常態、非常態的作業和潛在的緊急狀況，均需納入本評估工具制訂之要求中。

D. 依特性分析

一般進行安衛風險評估時，需對作業所有原物料、設備、步驟等逐項逐步進行分析，但如果環境考量的評估亦採取同樣方式進行分析，則其所得到的結果會是重覆並有加成放大的結果，因此在環境考量評估時，只需對作業進行整體性的評估即可，所以在進行研究機構的環境與安衛風險評估工具之選用時，需同時考量「安衛」分析時細項分析之嚴謹性，也需滿足「環境」分析時整體性分析之特性。

3.3 「環境與安衛風險評估工具」評估方法及流程【53】

風險評估有許多方法可供利用，常用的有：初步危害分析

(Preliminary Hazard Analysis)、工作安全分析 (Job Safety Analysis, JSA)、如果-會如何(What-if)、失誤模式與影響分析(Failure Modes and Effects Analysis, FMEA)、危害與可操作性分析(Hazard and Operability Study, HAZOP)等。這些方法有些是屬於定性評估方法，有些則是定量評估方法，各自使用之時機也不盡相同。而以研究機構之風險評估方法而言，由於研究機構是以計畫為導向，實驗室所執行的實驗或研究之程序複雜性不高，但必須經常變更作業流程或接觸新的製程研發，就風險評估而言較適合採用以計畫流程或場所特性來進行危害辨識評估【45】，如研究計畫屬實驗、連續性作業，則宜採計畫流程導向方式進行環境與安衛危害鑑別，如為貯存場所、綜合研究計畫場所，則宜採場所導向方式進行環境與安衛危害鑑別；再依此估算環境衝擊與危害發生的曝露率、可能性及嚴重性，並依其乘積計算出風險等級以鑑別其顯著風險。

因此本研究參考澳洲和紐西蘭的國家標準 AS/NZS 4360:1999【39】、工作安全分析(JSA)加上風險矩陣法【39】、工作安全分析(JSA)加上連線法【39】而提出以工作安全分析 (JSA) 之危害鑑別方式加上風險因子的方式來進行評估，評估流程如圖 3-4。工作安全分析(JSA)是一種程序，藉觀察、討論、修正等方式，逐步分析作業方法，以發現作業的佈置、規劃設計中潛在的危害，並找出機械設備和實驗進行過程中可能產生的危害。風險因子之評估方式是以環境與安衛危害之曝露率、可能性及嚴重性三者之乘積，計算出風險，並根據所呈現的風險將不同危害區分等級。此方法可用以區分那些危害是可接受的，以及那些危害需要進一步消滅以降低它們的風險到可接受的等級。

3.3.1 作業清查

進行環境與安衛危害鑑別時可先就作業活動進行清查，首先可依計畫流程或場所特性將所有的活動列出作業清冊，包含所有例行性與非例行性實驗或研究、作業及所有人員進入實驗場所之

可能活動，包含訪客、承攬商與供應商、所有可使用到之公共設施、機械與儀器設備做清查區分，以進一步進行環境與安衛危害辨識。

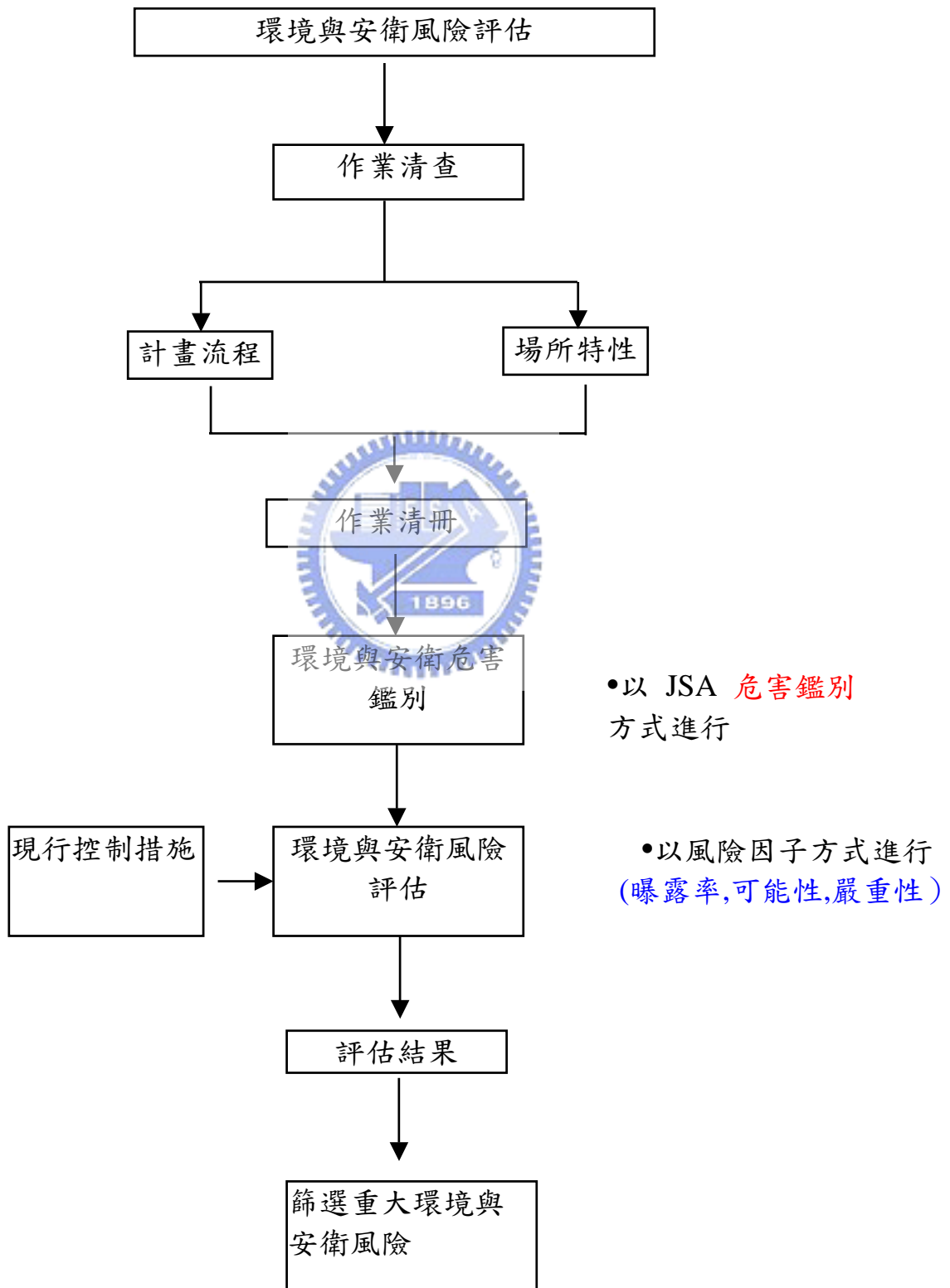


圖 3-4 環境與安衛風險評估流程

3.3.2 環境與安衛危害鑑別

環境與安衛危害辨識時須包含人員、機械、材料、環境及正常、異常、緊急之可能環境衝擊與危害；若分析對象是屬於作業流程屬性，則依 SOP 列出所有的步驟；若分析對象是屬於場所特性屬性，則列出所有的作業項目。再逐步對各步驟進行安衛危害鑑別，每一個步驟，可能有數個「可能發生危害」，需針對各項危害分項填寫，評估時應考慮各步驟/可能產生之危害，而評估時務必說明清楚所使用之原物料、設備等已有之控制措施。各步驟危害鑑別分析完成後再對此作業進行整體性之環境考量面鑑別，在進行環境考量面鑑別時，應充分考量「時間」屬性（過去、現在及未來）及「狀況」屬性（態、非常態及緊急狀態）。

3.3.3 風險評估

完成環境與安衛危害鑑別後，再判斷其環境與安衛危害發生的可能性的、曝露率與嚴重性，並以三者之乘積計算出風險，再加以判定風險等級以鑑別其顯著風險。

$$(\text{風險}) = (\text{曝露率}) \times (\text{可能性}) \times (\text{嚴重性})$$

風險評估系統由各實驗場所之負責人針對其實驗操作的內容進行風險評估，本系統考量實驗場所之單一實驗活動中所引發之事故，其環境與安衛危害發生曝露率、可能性、嚴重性及環境與安衛危害危害因子、現行控制措施等，經系統運算後以反應到各別實驗場所中各項實驗作業活動或步驟之相對風險等級，可將結果與其他實驗活動相互比較以找出風險最高之實驗活動，並據此研擬改善控制措施。

3.3.4 控制措施的評估原則

評估時需考慮現行之控制措施，如已有現行防護控制措施，則可降低風險發生之可能性，控制措施含工程與管理控制措施：

一、安全衛生控制措施：

- 1.工程控制：警示、警報、連鎖、偵測（環境、毒性氣體、可燃性氣體、氧氣、火警、液位、溫度、壓力等）、個人防護器具（安全帽、防護手套、防護鞋、防護衣、防護口罩、安全索、護目鏡等）、緊急遮斷開關、局部排氣系統、防墜落、接地等等。
- 2.管理控制：教育訓練、各類合格證、健康檢查、緊急應變、工作安全許可、各種 SOP、自動檢查等。

二、環保防治措施：

- 1.管理控制：申報、紀錄、定期檢測、作業管制、教育訓練、緊急應變、標示等。
- 2.工程控制：工程控制類，如警報、監測、處理設備等各種污染防治設備。

3.3.5 環境與安衛危害鑑別項目

危害是發生災害的必要條件，因此為了要鑑別危害，本研究將環境考量面與安衛危害項目加以分類如表 3-1、表 3-2。環境考量面之項目主要參考環保署環保法規（如表 3-3）與教育部委託執行之「國內大專院校先期環境審查及改善示範計畫」及「國內大專院校環境管理體系規劃及改善示範計畫」及「技專校院實驗(習)場所安全衛生訪視計畫」等專案，及由教育部環保小組邀集環保署、勞委會及學者專家組成遴選委員會，依據各院校先期環境審查執行表現與現地訪視結果，在訪視過程中所發現的共通性環保與安衛方面缺點【24,54】等訂定，如表 3-4。

安衛危害項目主要參考 SEMI S10-1103【55】、HSE 風險評估的

五步驟【56】、勞委會職業災害統計表之災害類型表（如表 3-5）與勞委會 92 年勞動檢查年報之職業災害統計全產業災害類型分析（如表 3-6）及勞保統計職災之災害類型（如表 3-7）等將災害類型分為 20 項、近年來國內實驗室 21 個災害案例發生源分析如圖 3-5【57】、某研究機構實施實驗室現場環安衛稽核之潛在事故類型分析如圖 3-6【58】、1.3 節研究機構危害特性與 1.4 節研究機構之職災分析等訂定。

表 3-1 環境考量項目

環境考量項目	環境衝擊
1.空氣污染	(1)危害動植物健康 (2)造成酸雨現象
2.水污染	(1)造成水污染
3.土壤污染	(1)污染土壤
4.廢棄物	(1)環境污染
5.毒性化學物質	(1)危害動植物健康及員工安全
6 能源與資源	(1)耗用資源 (2)影響生態
7.噪音	危害社區安寧
8.臭味	(1)影響生活品質 (2)危害動植物健康 (3)院外居民報怨
9.其他	

表 3-2 危害型態

物理性危害	化學性危害	生物性危害	人體工學性危害	其他
切傷	火災	針頭感染	肌肉拉傷	交通事故
割傷	爆炸	空氣感染	上、下背部疼痛	漏水
捲傷	人員中毒--呼 吸系統吸入	唾液感染	過度疲勞	停電
壓傷	人員中毒--皮 膚吸收	食物感染	腕道症侯群	
夾傷	人員中毒--誤 食	皮膚感染	頸肩症侯群	
撞傷	人員中毒--注 射	血液感染	肱骨髁上炎	
墜落(位能)	慢性疾病	病菌感染		
跌傷(位能)	皮膚腐蝕			
游離輻射： α 、 β 、 γ 、中性粒子及X射線等	肺部灼傷			
非游離輻射：紫外線、可見光、紅外線、微波、雷射等	液體洩漏(含廢液)			
振動(機械能)	氣體洩漏			
燙傷、凍傷(熱能)	異味			
壓力(壓力能)	缺氧,窒息			
電擊、感電(電能)	化學品灼傷/ 濺傷			
窒息(呼吸系統)	癌症			
通風(呼吸系統)				
照明(視機能)				
噪音(聽力機能)				
異常氣壓				

表 3-3 環保署環保法規分類

環保署環保法規分類	研究機構適用並可能造成環境衝擊者
組織及處務	
環境綜合計畫	
環境影響評估	
空氣污染防治	✓
噪音污染管制	✓
水污染防治	✓
海洋污染防治	✓
廢棄物清理	✓
應回收廢棄物	✓
資源回收再利用	✓
土壤及地下水	✓
毒化物管理	✓
飲用水管理	
環境用藥管理	
公害糾紛處理	✓
環境污染檢驗	
環保人員訓練	

【資料來源：行政院環保署網站環保法規】

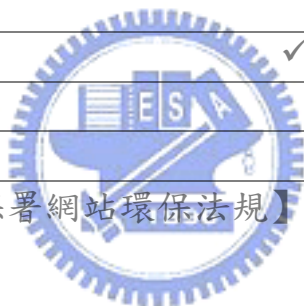


表 3-4 校園環境管理的訪視輔導工作所見之共通性缺點

類別	項目	共通性缺失
環保	空氣污染	<ul style="list-style-type: none"> 部份實驗室之排放管道末端無空氣污染防治措施，有污染校園及周遭環境之虞，建請儘早規劃設置。
	水污染	<ul style="list-style-type: none"> 部份實驗室廢水尚無收集及處理設備，而逕由雨水道排入承受水體。 廢水處理設備未有每日之操作記錄（不只電錶讀數）以供查核。
	廢棄物	<ul style="list-style-type: none"> 廢棄物的貯存容器未於明顯處以中文標示廢棄物名稱。 廢液未委託合法甲級清除處理業處理。 廢棄物(廢液)委外清除處理時，未注意受託者之許可內容，並記錄清除之日期、種類、清除人、清除車輛及保留最終處置證明。 廢液之貯存未規劃獨立空間，廢液標示不明確。
	毒化物	<ul style="list-style-type: none"> 未取得毒性化學物質最低管理限量使用核可，另「毒性化學物質運作管理委員會」尚未向當地環保局申請備查。 使用、貯存公告列管之毒性化學物質之場所未依規定標示毒性及污染防治有關事項。運作記錄未確實填寫及申報。

【資料來源：顧洋、申永順、盧曉鈴，「我國大專院校環境管理工作現況及因應策略」，環境教育季刊，第 44 期，2000。】

表 3-5 災害類型表

分類編號	分類項目
01	墜落、滾落
02	跌倒
03	衝撞
04	物體飛落
05	物體倒塌、崩塌
06	被撞
07	被夾、被捲
08	被切、割、擦傷
09	踩踏
10	溺斃
11	與高溫、低溫之接觸
12	與有害物等之接觸
13	感電
14	爆炸
15	物體破裂
16	火災
17	不當動作
18	其他
19	無法歸類者
	因執行職務所發生之交通事故
21	公路交通事故
22	鐵路交通事故
23	船艙、航空器交通事故
29	其他交通事故

【資料來源：94.01.01 修正勞委會職業災害統計表之災害類型表
<http://injury.cla.gov.tw/>】

表 3-6 92 年職業災害統計全產業災害類型分析

災害類型	比率(%)
墜落、滾落	3.37
跌倒	9.10
衝撞	2.29
物體飛落	1.99
物體倒塌、崩塌	1.17
被撞	6.32
被夾、被捲	12.86
被切、割、擦傷	8.07
踩踏	1.34
溺斃	0.06
與高溫、低溫之接觸	2.95
與有害物等之接觸	2.24
感電	0.63
爆炸	0.21
物體破裂	0.15
火災	0.34
不當動作	4.08
其他	6.86
無法歸類者	1.04
交通事故	34.93

【資料來源：勞委會 92 年勞動檢查年報之職業災害統計全產業災害類型分析
http://www.cla.gov.tw/cgi-bin/SM_theme?page=4226b8a3】

表 3-7 民國 86 年勞保統計職災災害類型

職業災害類型	代號	個案數	百分比
被夾、被捲	7	5393	29.4
公路交通事故	21	4158	22.7
墜落、滾落	1	2039	11.1
被刺、割、擦傷	8	1787	9.7
跌倒	2	918	5
物體飛落	4	786	4.3
物體倒塌、崩塌	5	732	4
被撞	6	566	3.1
與高溫、低溫之接觸	11	517	2.8
衝撞	3	248	1.4
感電	13	247	1.3
爆炸	14	158	0.9
其他	18	147	0.8
其他交通事故	29	137	0.7
不當動作	17	127	0.7
與有害物等之接觸	12	117	0.6
物體破裂	15	82	0.4
火災	16	70	0.4
無法歸類者	19	57	0.3
踩踏	9	48	0.3
船舶、航空器交通事故	23	6	0
鐵路交通事故	22	1	0
合計		18341	100

【資料來源：勞工安全衛生研究所網站勞保統計資料庫，<http://www.iosh.gov.tw/frame.htm>】

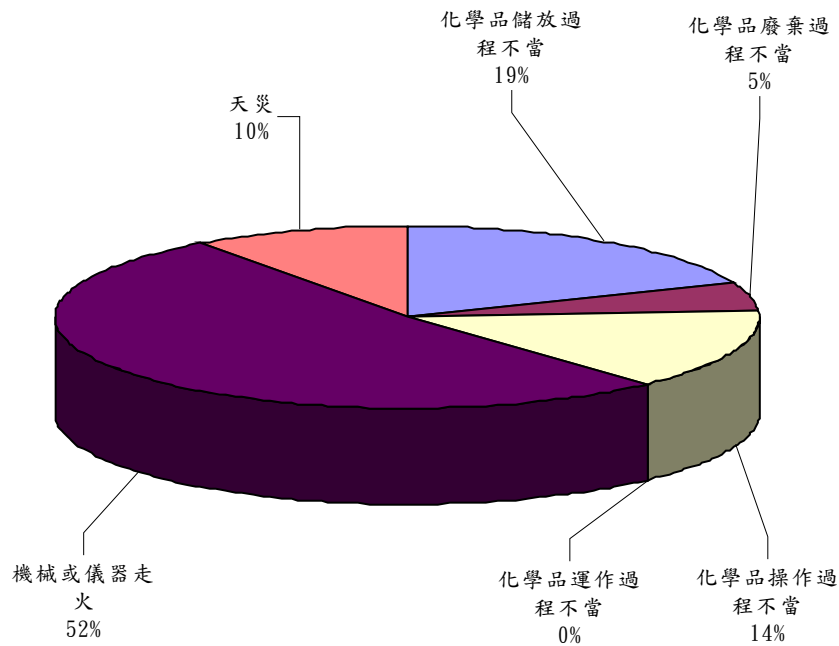


圖 3-5 國內實驗室案例中之災害發生源分析

資料來源：郭勇志、吳鴻鈞，「大專院校化學實驗室火災爆炸潛在危害研究」，91 年

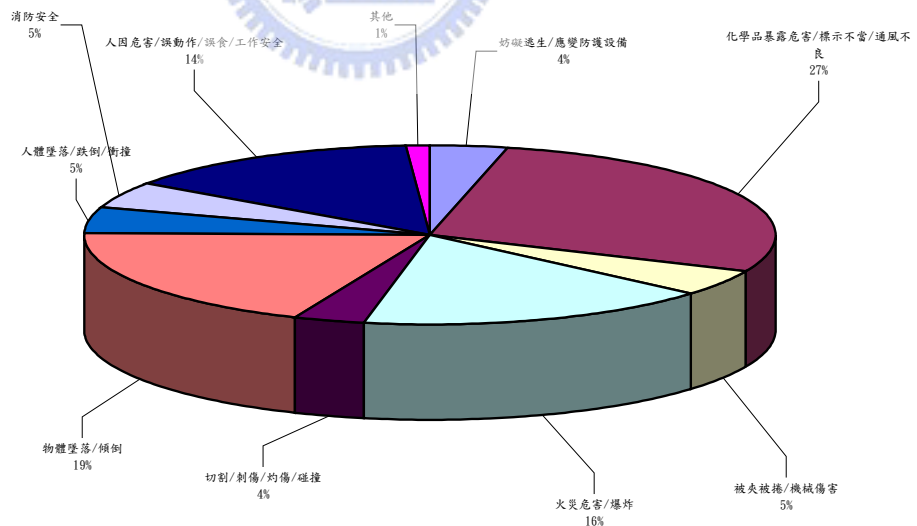


圖 3-6 某研究機構實驗室稽核結果潛在事故類型分析

資料來源：林瑞玉，「88 年安全年計畫」，工業技術研究院，88 年。

3.3.6 風險評估方式

$$(\text{風險}) = (\text{發生機率}) \times (\text{嚴重性})$$

$$(\text{發生機率}) = (\text{曝露率}) \times (\text{可能性})$$

$$\text{因此, } (\text{風險}) = (\text{曝露率}) \times (\text{可能性}) \times (\text{嚴重性})$$

風險評估主要為評估由危害造成事故發生的可能性和嚴重性。而可能性和嚴重性之分類並沒有標準化的準則；由使用者依其公司的目標與政策加以分類【55,59】，而它的分類視活動特性（例如：操作、維護或維修）而定，各組織企業可以依據自己的特性決定其適用的分類方式【60】。無論採用何種分類方式，唯一的原則要合情合理，才能被接受，不斷的學習及經驗之累積，亦可助益在訂定分類歸屬時能更完善、更客觀。本研究曝露率、可能性、嚴重性、風險等級之分類乃參考參考澳洲和紐西蘭的國家標準 AS/NZS 4360:1999【39】、SEMI S10-1103 風險評估安全指引【55】之分類方式與過去進行研究機構環安衛風險評估所累積的經驗而擬訂，曝露率、可能性、嚴重性、風險等級之分類如表 3-8~表 3-11。嚴重度之考量方式，安全衛生上以人員受傷害之程度或設備損失程度衡量，而環保方面則以污染物或原物料之「物性」及「量」考量。本研究之評估系統其風險結果為反應到各別實驗場所中各項實驗作業活動或步驟之『相對風險』，可將結果與其他實驗活動相互比較以找出風險最高之實驗活動，並據此研擬改善控制措施。

表 3-8 曝露率

作業狀況	曝露頻率（環境衝擊曝／危害）	職業衛生曝露頻率	評分
持續作業	此作業平均每日一次以上	每天在此潛在危害環境之作業時間超過 8 小時	10
經常作業	此作業平均每日一次	每天在此潛在危害環境之作業時間 6~8 小時	6
偶而作業	此作業平均每週~每月一次	每天在此潛在危害環境之作業時間 4~6 小時	3
不常作業	此作業平均每月~每年一次	每天在此潛在危害環境之作業時間 2~4 小時	2
少有作業	此作業每十年一次	每天在此潛在危害環境之作業時間 1~2 小時	1
非常少有	此作業未曾發生過	每天在此潛在危害環境之作業時間少於 1 小時	0.5

表 3-9 可能性

環境衝擊發生機率／危害發生機率	評 分
較可能：無防護設施（硬體），或其可能發生機率為 $10^{-2} \sim 10^{-3}$	10
可能：有設置一項防護設施，或其可能發生機率為 $10^{-3} \sim 10^{-4}$	1
較之不可能：設置多重防護設施，或其可能發生機率為 $10^{-4} \sim 10^{-5}$	0.1

表 3-10 嚴重性

嚴重性		評 分
安全衛生危害	環境衝擊	
非常重大災害 1. (1 人死亡或損失 > NT 六百萬) 2. 生物安全等級 4-這類微生物對健康成人造成嚴重疾病並且很容易傳染,也沒有有效的預防及治療方法 3. 確認對人體為致癌物質	非常重大衝擊 1. 衝擊持續性很長(半年)且嚴重 2. 影響擴及院外,可能導致抗爭	100
重大災害 1. (多人重傷或損失 > NT 三百萬) 2. 生物安全等級 3-這類微生物對健康成人造成嚴重或潛在致命疾病 3. 懷疑對人體為致癌物質	重大衝擊 1. 衝擊持續性稍長(數月)且嚴重 2. 影響擴及院外,影響工研院形象	40
高度災害 1. (重傷或損失 > NT 三十萬) 2. 生物安全等級 2-對健康成人及環境有中等潛在生物性危害的微生物 3. 確認對動物為致癌物,對人類影響不明	高度衝擊 1. 衝擊持續性雖短(數週)但嚴重 2. 影響擴及院內	15
中度災害 1. (輕傷或損失 > NT 三萬) 2. 不確定對人類致癌	中度衝擊 1. 衝擊持續性數天且中度嚴重 2. 影響侷限院內局部區域	7
輕度災害 1. (微小影響或損失 > NT 三千) 2. 生物安全等級 1-適用於對健康成人不會致病的微生物 3. 不會致癌	輕度衝擊 1. 衝擊持續性短暫且不嚴重 2. 影響局部設備附近	3
虛驚事故或損失五千元以下	極輕微衝擊 1. 衝擊持續性極短暫且不嚴重 2. 影響個人工作環境	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結果。		

表 3-11 環境考量面／安全衛生危害風險等級

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 400	2：高度風險	立即採取改善或應變措施
70 至 200	3：中度風險	執行進一步評估後決定是否改善
20 至 70	4：低度風險	需要注意
<20	5：可接受風險	可接受

3.4 評估方法電腦化

在評估流程完成後，即將其電腦網路化，即藉由建立內部網路網站 (intranet website)，進行環境與安衛風險評估及提供環境與安衛風險評估相關資訊。其主要含環境與安衛風險評估、資料查詢與基本資料等三大區塊，如下述，電腦化之架構圖如圖 3-7。

一、環境與安衛風險評估：含建立作業清冊、環境與安衛危害鑑別、環境與安衛風險評估、現行控制措施。

二、資料查詢：就評估結果提供相關的查詢，含風險等級排序查詢、嚴重性排序查詢、可能性排序查詢、曝露率排序查詢與各項作業現有控制措施查詢。

三、基本資料：含人員基本資料、部門基本資料、主管基本資料、作業地點基本資料等。

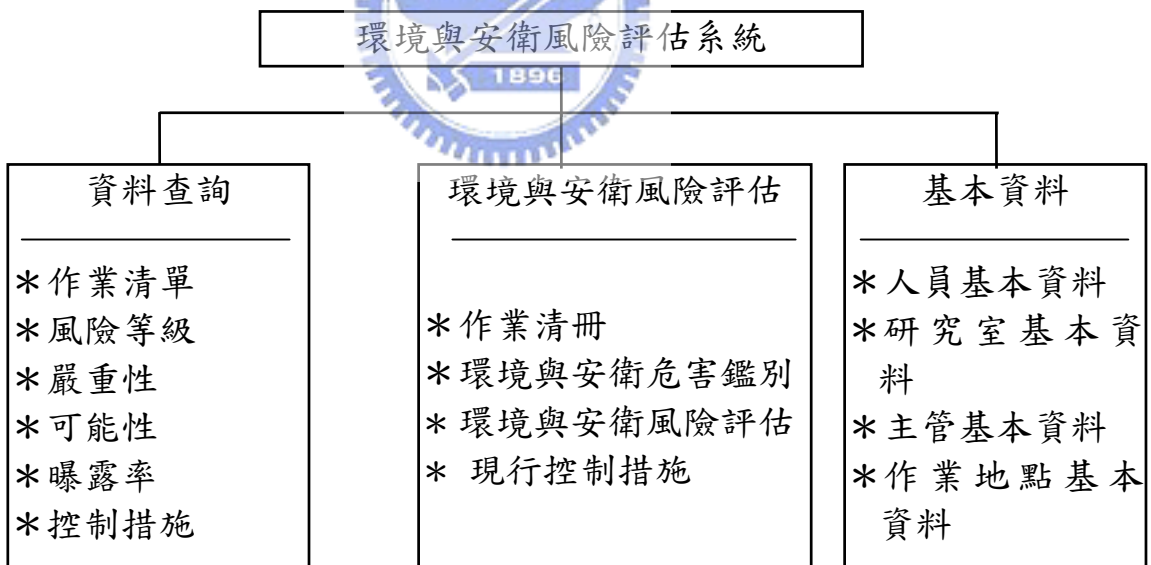


圖 3-7 環境考量面與安全衛生危害評估系統架構圖

3.4.1 評估工具內容

本研究所建置之電腦網路化環境考量面與安全衛生危害鑑別風險評估工具（如圖 3-8），本評估工具內容說明如下：

- 一、系統提供相關資訊查詢及範例，可協助研究人員查詢，並與其他實驗室比較，詳圖 3-9。
- 二、點選即可載入系統預設之環境考量面與危害風險因子，提高效率，詳圖 3-10、圖 3-11。
- 三、提供管理人員設定功能，有效掌握分層權責及資料保護，詳圖 3-12。
- 四、提供相關選項-排序，可分別以『安衛風險等級』、以『環境風險等級』、以『作業頻率』、以『機率』、以『嚴重度』為選項進行排序，以篩選重大環境與安衛風險圖 3-13、圖 3-14。



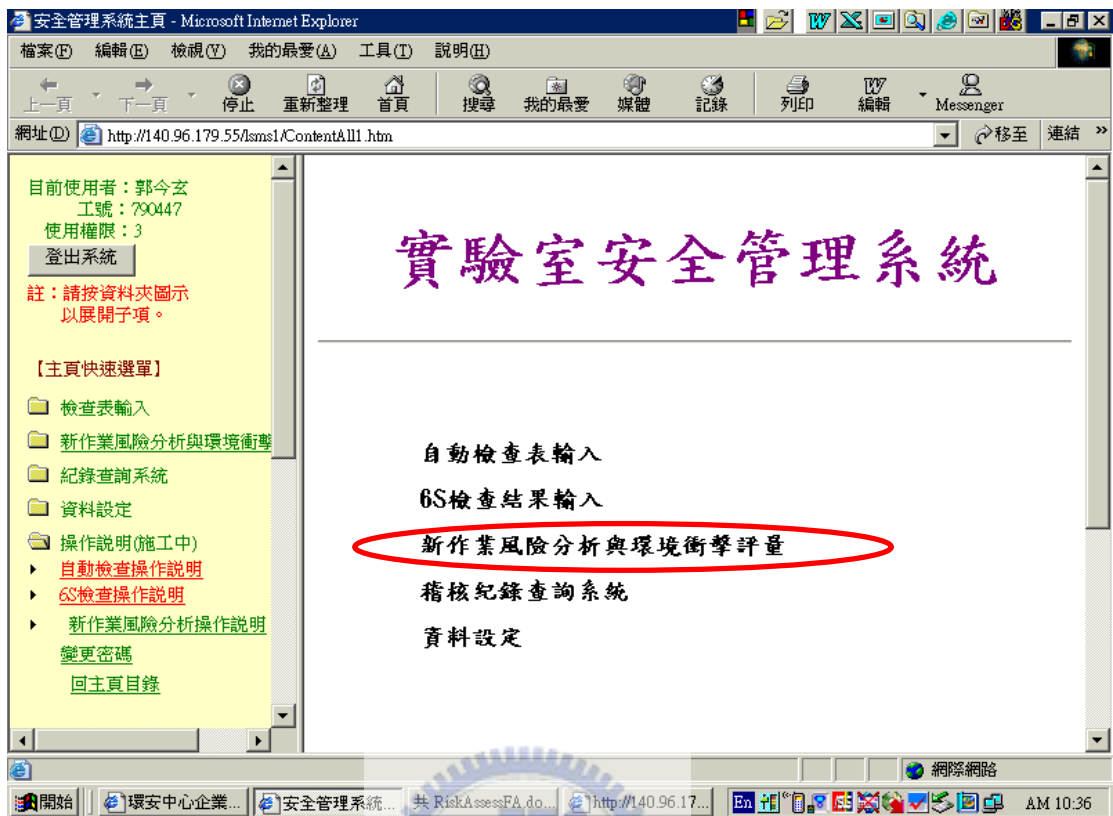


圖 3-8 「環境考量面與安衛風險評估」頁面



圖 3-9 「資訊查詢」頁面

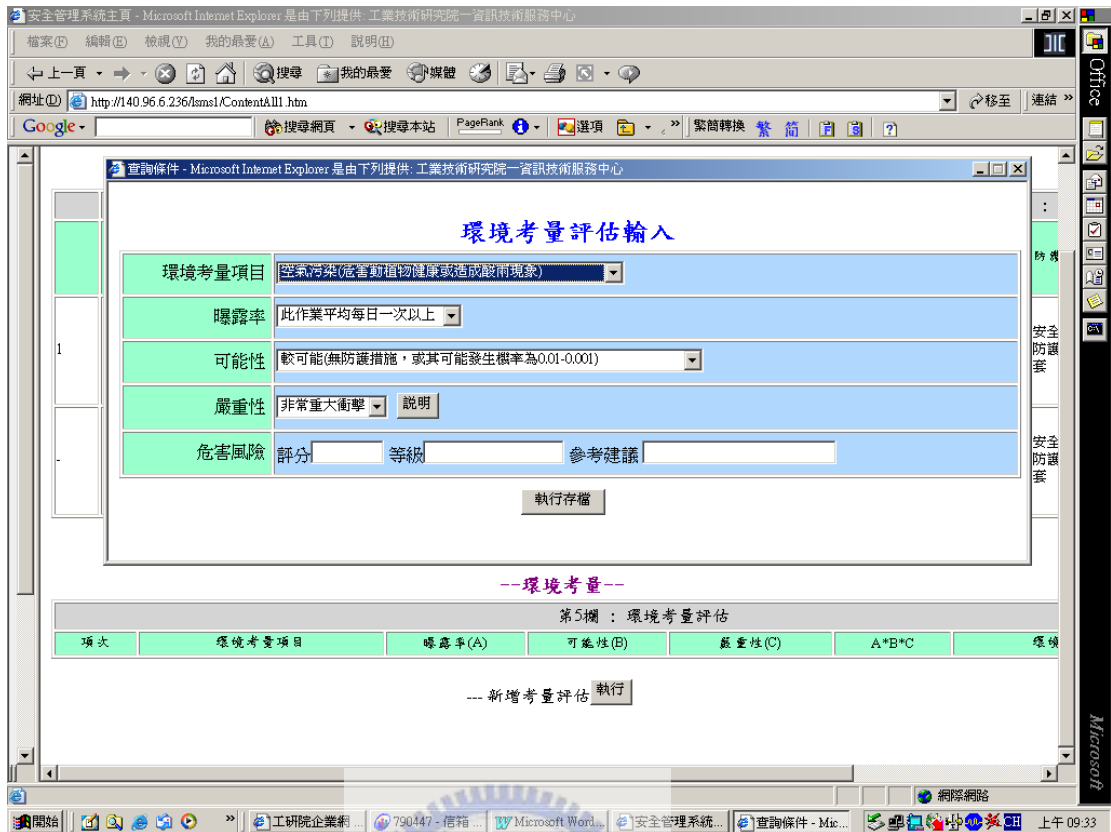


圖 3-10 「環境鑑別」 頁面

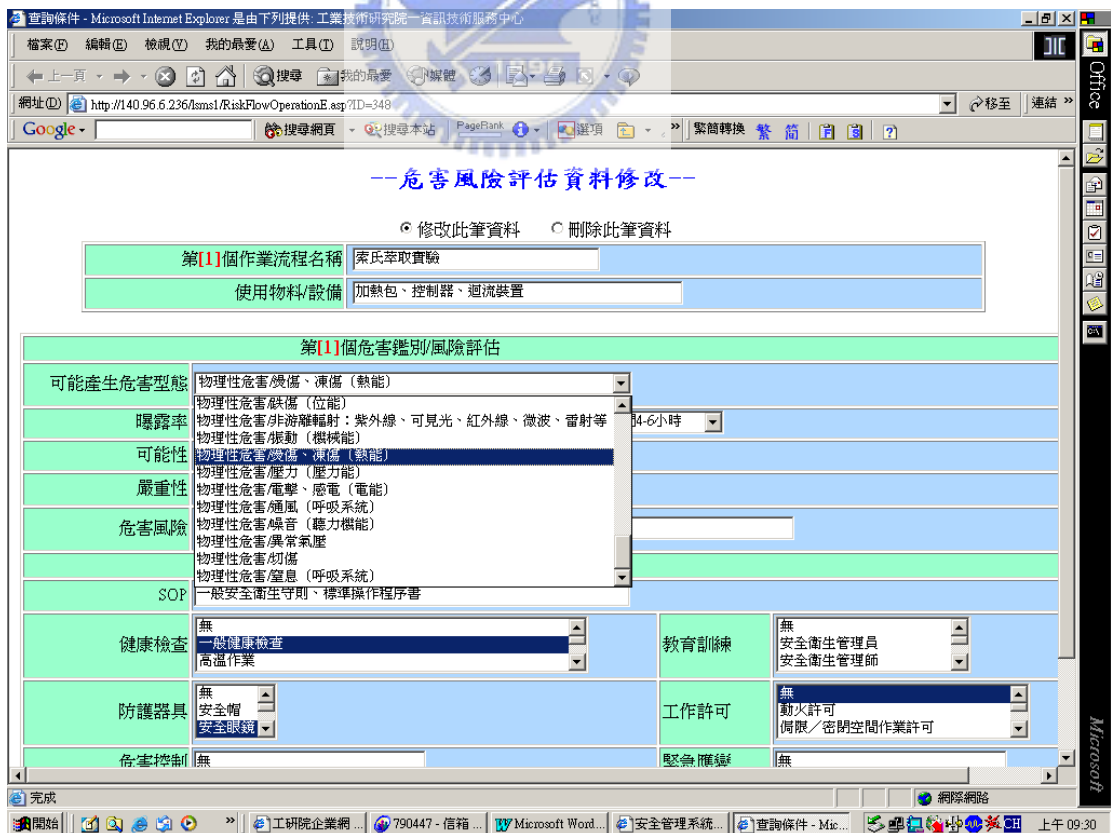


圖 3-11 「安衛危害鑑別」 頁面



圖 3-12 「基本資料設定」頁面



圖 3-13 「評估結果排序」頁面

安全管理系統主頁 - Microsoft Internet Explorer 是由下列提供 工業技術研究院-資訊技術服務中心

網址: http://140.96.6.236/isms1/ContentAll3.htm

目前使用者: 郭今玄
工號: 790447
使用權限: 3
登出系統

【主頁快速選單】

- 檢查表輸入
- 新作業風險分析與環境
- 紀錄查詢系統
 - 自動檢查表查詢
 - CS檢查結果查詢
 - 自動檢查統計分析
 - CS檢查統計分析
 - 新作業風險分析查詢
- 資料設定
 - 設定使用者資料
 - 設定組別資料
 - 設定研究室資料
 - 設定實驗室資料
 - 設定查核表資料
 - 設定作業地點
 - 實驗室查核表設定 (未開放)Hoo設備資料
 - (未開放)加熱設備資料
- 操作說明(施工中)
- 變更密碼

危害風險評估查詢結果

排序: 風險等級 顯示: 全部 重新整理

組別	作業名稱	作業流程	使用物料/設備	可能危害型態	危害 A*B*C			風險等級	SOP	教育訓練	防護具		
					曝露率 (A)	嚴重性 (B)	可能性 (C)						
1	工程組	負壓隔離病房檢測	1.檢測前準備工作: 確認病房過去與現在是否曾居住過 SARS或疑似病患, 是則著A裝或不檢測; 否則著B裝	N95口罩、C級防護衣、手套、鞋套、護目鏡、電動送風式頭罩	病菌感染	6	1	15	90	3	N95與C級防護衣穿著流程	其它, 新進人員安全衛生教育訓練	安全眼鏡, 防口罩, 護衣, 套, 其
2	工程組	負壓隔離病房檢測	依固定順序著A裝, 包含: N95口罩、C級防護衣、手套、鞋套、護目鏡、電動送風式頭罩	N95口罩、C級防護衣、手套、鞋套、護目鏡、電動送風式頭罩	病菌感染	6	1	15	90	3	N95與C級防護衣穿著流程	其它, 新進人員安全衛生教育訓練	安全眼鏡, 防口罩, 護衣, 套, 其
3	處理組	超臨界水氧化系統	開始升溫升壓記錄數據	水、電、空氣 SCWO、廢棄物	燙傷、凍傷 (熱能)	6	1	15	90	3	check-list	壓力容器操作人員	防護
4	處理組	超臨界水氧化系統	開始升溫升壓記錄數據	水、電、空氣 SCWO、廢棄物	壓力 (壓力能)	6	1	15	90	3	check-list	壓力容器操作人員	防護

圖 3-14 「進階選項排序」頁面