

環境與安衛風險評估整合工具之 建置與應用研究—以研究機構為例

學生：郭今玄

指導教授：陳俊瑜
陳俊勳

國立交通大學工學院產業安全與防災學程碩士班

摘 要

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制。近年來環保與安全衛生管理系統之整合乃時勢所趨，而環境考量面與危害鑑別風險評估更是整合之重點。以研究機構之特性而言，如何選擇適當的評估技術以滿足環境考量面與安衛危害鑑別風險評估整合之目的乃為關鍵。本研究建立之環境與安衛風險評估工具採用 JSA (Job Safety Analysis) 危害鑑別方式加上風險因子評估法應用在研究機構並予電腦網路化確實可以達到整合的效果，而具體的成果說明如下：

1. 環境與安衛風險評估整合後提升了分析結果之完整性。
2. 以 JSA 危害鑑別方式加上風險因子評估法對研究機構進行評估，可有效地提升其分析效能及縮短分析時間。
3. 以 JSA 危害鑑別方式加上風險因子評估法進行研究機構之環境與安衛危害鑑別，可以有效地發現潛在危害風險。
4. 研究機構風險等級與嚴重性之分佈情形，其分佈呈現 Heinrich 的事故金字塔理論現象。
5. 本評估工具透過網路系統可提供相關環境考量面與安衛風險評估結果之查詢。

本研究所發展之環境與安衛風險評估工具，除了可應用於研究機構外，亦可應用於中小企業之環安衛風險評估，而大型企業可將本系統之評估結果作為參考。

關鍵詞：環境考量面、危害鑑別、風險評估

Study of Setting Up and Application for the Integrated Risk Assessment Tool on Environment, Safety and Health - A Case Study for Research Institute

Student : Chin-Hsuan Kuo

Advisor : Dr.Chun-Yu Chen
Dr.Chiun-Hsun Chen

Submitted to Degree Program of Industrial Safety and Risk Management College of Engineering National Chiao Tung University

Abstract

The specific characteristics of working environment at the research institute, using various chemicals with less amount of quantities and fast-pace changing working environment and operation procedures, impose unknown risks to employees and environment. The integration of environmental protection and safety and health management is the latest trend worldwide to promote safer working environment. The keys to this trend are working environment consideration and hazard identification and risk assessment. Thus, selecting the right assessment technique becomes increasingly demanding task. This paper applies Job Safety Analysis (JSA) and Risk Factor Evaluation (RFE) with on-line application to study environmental, safety, and health risk assessment at the research institute could achieve effect upon the Integrated. The conclusions are as following :

1. Increasing in comprehensive understandings of the Integrated Environmental, Safety and Health Risk Assessment ;
2. Applying Job Safety Analysis (JSA) and Risk Factor Evaluation (RFE) to study environmental, safety, and health risk assessment at the research institute, could raise the effectiveness of the risk analysis and save more time on analyzing.
3. Applying JSA and RFE to study environmental, safety, and health hazard identification at the research institute, could raise the effectiveness of finding the potential hazards and risk.
4. The distribution of research institute of risk classification and severity matches Accident Pyramid Theory.
5. The software tool developed in this study, could provide provide the related environment consideration and safety & health risk assessment information through internet access.

The environmental, health and safety(EHS) risk assessment tool, developed by this study, can be used not only for research institutes but also for small and medium sized enterprises to assess the EHS risk. The assessment results can be referred by for large enterprises.

Keyeords : Environment consideration, Hazard identification, Risk assessment

誌 謝

本論文承蒙恩師 陳教授俊瑜與陳教授俊勳在我求學過程中，不辭辛勞，諄諄教誨，特別是在論文指導期間，多次給予多方見解及不同思維模式，令我通達究理，思慮能夠更加縝密，另外在論文口試時勞研所游逸駿博士給予寶貴的意見與指導，使本文更加完整，特此致上最誠摯之感謝。此外，亦特別感謝工研院環安中心 于主任樹偉，提供給我在職進修的機會；及論文研究期間余副主任榮彬提供諸多寶貴的意見與指導；另外也要感謝這一路走來給我甚多支持與鼓勵的劉經理鑫、ESHQ 工作小組、工作夥伴與陸工程師忠憲在程式軟體上的協助。最後，對我的先生 全與兩位愛女宛倫、宛育獻上最深的感謝，因為有您們全力的支持與鼓勵，讓我在無後顧之憂的前提下，得以順利畢業完成碩士學位。

有太多的人需要感激，願以這篇論文獻給所有愛護我及曾經幫助過我的人，謝謝您們。



目 錄

中文摘要	.....	i
英文摘要	.....	ii
誌謝	.....	iii
目 錄	.....	iv
表目錄	.....	vii
圖目錄	.....	x
第一章	緒論	1
1.1	研究背景	1
1.2	研究動機與研究目的	3
1.3	研究架構	5
第二章	文獻探討與回顧	7
2.1	研究機構環境與安衛危害特性	7
2.1.1	環境污染特性.....	7
2.1.2	安衛危害特性.....	8
2.1.3	危害等級.....	11
2.2	研究機構職災分析	13
2.2.1	香港.....	13
2.2.2	國內.....	17
2.3	各國政府及組織立法管制發展背景	22
2.4	國內外相關管理制度	25
2.4.1	ILO OHSMS	25

2.4.2	BS 8800.....	26
2.4.3	ISO 14001	26
2.4.4	OHSAS 18001.....	27
2.4.5	AS/NZS 4360.....	29
2.4.6	事業單位安全衛生自護制度	29
2.5	環境與安衛風險分析相關理論與技術.....	31
2.5.1	環境考量面鑑別技術.....	31
2.5.2	安全衛生風險分析相關理論與技術	34
2.5.3	工作安全分析（JSA）	35
2.5.4	初步危害分析（PrHA）	38
2.5.5	失效模式分析與影響分析（FMEA）	40
2.5.6	危害及可操作性分析（HazOp）	41
2.5.7	如果—會怎樣分析（what-if analysis）	43
2.6	國內經驗	44
第三章	研究方法	67
3.1	「環境與安衛風險評估工具」研究範圍	67
3.1.1	超臨界水氧化處理系統介紹	68
3.1.2	超臨界水氧化處理系統操作流程	69
3.2	「環境與安衛風險評估工具」制訂	71
3.3	「環境與安衛風險評估工具」評估方法及流程	73
3.3.1	作業清查.....	74
3.3.2	環境與安衛危害鑑別.....	76

3.3.3	風險評估.....	76
3.3.4	控制措施的評估原則.....	76
3.3.5	環境與安衛危害鑑別項目	77
3.3.6	風險評估方式.....	86
3.4	評估方法電腦化.....	89
3.4.1	評估工具內容.....	90
第四章	結果與討論	95
4.1	研究機構整合性風險評估結果分析	95
4.2	實例分析結果與討論	100
4.2.1	評估工具整合前後評估方式比較	100
4.2.2	以業界使用使用未整合「環境考量面與安全 衛生風險鑑別評估軟體」與整合性工具之評估 比較.....	106
4.2.3	研究機構實例分析結果探討	109
4.2.4	環境考量面與安衛危害分佈之探討	114
第五章	結論.....	117
	參考文獻.....	118

表目錄

表 2-1	香港 1995/1996 - 2002/2003 學年中學實驗室事故統計表	14
表 2-2	香港中學實驗室事故的性質／原因	15
表 2-3	香港教育服務業的意外數字及類別	16
表 2-4	香港 1998 年～2003 年教育服務業事故分析	17
表 2-5	國內學校實驗室災害統計表	19
表 2-6	國內近五年(1997/12-2002/6)校園事故特性統計	22
表 2-7	各國政府、組織之立法比較表	25
表 2-8	環境考量面評估—風險因子評估法	33
表 2-9	環境考量面評估—特定準則評估法	34
表 2-10	工作安全分析表	36
表 2-11	危害與可操作性分析表	42
表 2-12	各種危害分析方法使用時機與使用限制	44
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	47
表 2-14	環境考量面項目（風險因子評估法）	55
表 2-15	環境考量面項目（特定準則評估法）	56
表 2-16	職業災害類型	57
表 2-17	風險因子作業頻率（F）	57
表 2-18	風險因子發生機率	58
表 2-19	風險因子發生機率嚴重度	58
表 2-20	風險危害等級	59

表 2-21 特定準則評估法評分標準	60
表 2-22 風險危害作業頻率.....	61
表 2-23 風險危害發生機率 (P)	61
表 2-24 風險危害嚴重度 (S)	62
表 2-25 風險危害等級 (R)	62
表 2-26 風險矩陣(SEMI)發生機率 (P)	63
表 2-27 風險矩陣(SEMI)嚴重度 (S)	63
表 2-28 風險矩陣(SEMI)等級	64
表 2-29 風險矩陣(AS/NZS)發生機率 (P)	64
表 2-30 風險矩陣(AS/NZS)嚴重度 (S)	65
表 2-31 風險矩陣(AS/NZS)等級.....	65
表 3-1 環境考量項目.....	78
表 3-2 危害型態.....	79
表 3-3 環保署環保法規分類	80
表 3-4 校園環境管理的訪視輔導工作所見之共通性缺點	81
表 3-5 失能傷害種類代號表	82
表 3-6 91 年職業災害統計全產業災害類型分析	83
表 3-7 民國 86 年勞保統計職災災害類型.....	84
表 3-8 曝露率.....	87
表 3-9 可能性.....	87
表 3-10 嚴重性.....	88

表 3-11	環境考量面／安全衛生危害風險等級	88
表 4-1	超臨界水氧化實驗整合前以 JSA 危害鑑別方式＋風險因子評估進行安衛風險分析結果表	103
表 4-2	超臨界水氧化實驗以整合後之 JSA 危害鑑別方式＋風險因子評估分析方法分析結果表	104
表 4-3	整合前與整合後同一作業評估結果比較表	105
表 4-4	超臨界水氧化實驗以經濟部工業局環境考量面與安全衛生風險鑑別評估軟體分析結果表（環境考量面評估）	108
表 4-5	超臨界水氧化實驗以經濟部工業局環境考量面與安全衛生風險鑑別評估軟體分析結果表（安全衛生評估）	108
表 4-6	環境與安衛風險評估整合前後特點比較	109
表 4-7	某研究機構不可忍受風險表	111
表 4-8	某研究機構風險評估危害分類之分佈	115
表 4-9	某研究機構風險評估環境考量項目分佈	116

圖目錄

圖 1-1	國內 ISO 14001 通過家數累計趨勢圖	2
圖 1-2	國內 OHSAS18001 通過家數累計趨勢圖	3
圖 1-3	研究架構	6
圖 2-1	香港中學實驗室事故統計圖	14
圖 2-2	香港教育服務業之職業傷亡數字	17
圖 2-3	環境考量面評估—圖形表示法	32
圖 2-4	工作安全分析步驟.....	37
圖 2-5	HazOp 分析的流程	42
圖 2-6	盧偉仕安衛風險電腦自動化評估方式	45
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	51
圖 2-8	積體電路業生產流程	52
圖 2-9	印刷電路板業減成法製造流程	52
圖 2-10	印刷電路板業加成法製造流	53
圖 2-11	印刷電路板業局部加成法製造流程	53
圖 2-12	其他電子零組件 SMT 製程流程	54
圖 3-1	水及二氧化碳之相圖	69
圖 3-2	超臨界水氧化系統.....	70
圖 3-3	超臨界水氧化流程圖	71
圖 3-4	環境與安衛評估流程	75

圖 3-5	國內實驗室案例中之災害發生源分析	85
圖 3-6	某研究機構實驗室稽核結果潛在事故類型分析	85
圖 3-7	環境考量面與安全衛生危害評估系統架構圖	89
圖 3-8	「環境考量面與安衛風險評估」頁面	91
圖 3-9	「資訊查詢」頁面	91
圖 3-10	「環境鑑別」頁面	92
圖 3-11	「安衛危害鑑別」頁面	92
圖 3-12	「基本資料設定」頁面	93
圖 3-13	「評估結果排序」頁面	93
圖 3-14	「進階選項排序」頁面	94
圖 4-1	研究機作業清冊變化圖	97
圖 4-2	不同研究領域之作業數分佈	97
圖 4-3	環境考量與危害之分佈	98
圖 4-4	風險等級分佈	98
圖 4-5	嚴重性等級分佈	99
圖 4-6	曝露率等級分佈	99
圖 4-7	超臨界水氧化實驗整合前以特定準則評估法進行環境考量面分析	102