

論文

我國重大職業災害之人因工程分析與檢核表

杜信宏¹ 陳志勇² 劉立文²

¹ 修平科技大學工業工程與管理系

² 勞動部勞動及職業安全衛生研究所

摘要

本研究主要目的在於應用人因工程觀點來分析我國近6年（2007~2012年）內之營造業以外行業重大職災案例，並提出人因工程檢核點與檢核表，藉以預防重大職災的發生。本研究分別依行業別，媒介物，以及災害類型三種屬性來分析我國重大職災案例。同時，本研究透過ISO TC159的四種類型來分析在重大職災案例中的人因工程設計不良因子，並歸納出重大職災相關的15個人因工程不良因子及其防制檢核點。最後，本研究提供一個範例來說明將這些檢核點編輯成工作場所預防重大職災人因工程檢核表之應用方法。

關鍵字：重大職業災害、人因工程、檢核表

民國103年3月24日投稿，民國103年4月20日修改，民國103年4月25日接受。

通訊作者：杜信宏，修平科技大學工業工程與管理系，電子信箱：josephdu@hust.edu.tw。

緒論

一場重大職業災害的發生不僅僅對社會造成重大的物質與金錢損失，更會對罹災勞工與其家庭造成不可磨滅的傷害。就以勞動部近6年（2007~2012年）來的統計而言，我國工作場所重大職災死亡人數總數為1,758人，而僅僅勞保局針對勞工死亡暨家屬補助總金額就高達8億4000萬之譜[1]。因此，如何預防重大職業災害的發生是我國相當重要的一個議題。

要預防重大職業災害，首先就要了解職業災害的產生原因。職業災害的發生通常都被認為是意外產生的，然而，Heinrich提出的骨牌理論(domino theory)認為所有的意外絕非偶然，是由一連串的事件在一定的秩序中發生的結果[2]。Heinrich認為意外事件的發生主要有5個環節(或因素)所組成，依序是先天因素及社會環境(ancestry and social environment)，人為過失(fault of the person)，不安全的行為及機械或實體危害(unsafe act and/or mechanical or physical hazard)，意外事故發生(the accident itself)，以及體傷或財物損失(the injury or damages sustained)。要能夠避免重大職災的發生，首先就要能夠消除由五個環節中的任何一個環節。在骨牌理論的五個環節之中，Heinrich主張最容易消除的環節就是「不安全的行為及機械或實體危害」。再進一步思考，不安全的行為常常來自於設計不良的機械或實體（也可說是不安全的機械或實體危害）的誘導所致，因此，針對骨牌理論五個環節中「不安全的機械或實體危害」來改善應該是最有效率的消除危害方式。然而，傳統的職業災害分析的重點卻不容易提供消除這個環節的解決方法。

傳統的重大職災分析重點包括有：行業別、災害類型、媒介物、罹災情形、發生

經過、原因（直接原因、間接原因、基本原因）、災害防止對策，以及現場示意圖或照片等8個項目。圖1所示是100年重大職災的實例－從事自動裝卸載機械檢修調整作業發生衝撞致死災害[3]，由圖1之中可以看出，分析的重點項目之中有7項（第1項~第6項，第8項）的內容是用來記述或分析職災情形的內容，而第7項－災害防止對策－則是用來提供事業單位要防止災害時應適用之法規條文。然而，細觀條文的引用通常只提供原則性的且較屬於行政管理層面的要求或禁止，例如圖2之中的災害防止對策總共引用法規條文有6點。細觀條文的引用通常提供的是原則性的且較屬於行政管理層面的要求或禁止，較無法提供有效的解決方式予事業單位或現場工作人員。實際上，事業單位在發生重大職災之後，其改善方案通常常常必須要仰賴甚或專家顧問公司才能得到解決。然而，這種方式卻較為耗費時間與成本。若然，可以由重大職災案例的分析之中，針對「不安全的機械或實體危害」環節來找出系統性的解決方案，那麼對於事業單位消除與預防重大職業災害發生，必然有顯著的幫助。

透過人因工程知識能夠有效的提供系統性的解決方案，來消除職災中可能「不安全的機械或實體危害」。人因工程經常被應用於如肌肉骨骼傷害等職業傷害的工作現場人機介面(Human-Machine Interface)改善，或是手工具與機械等產品的設計與改善[4]。人因工程的改善通常是透過標準(standards)，指令(directive)，或是檢核表(checklist)的工具來完成。在這3種人因工程工具之中，要夠讓第一線的現場工作人員應用並進而消除可能引起重大職災環節的工具當屬檢核表(checklist)。人因專家通常會將所欲評估的工作內容編輯成檢核表內的評估項目，來讓現場工作人員應用，例如用來評估肌

跌倒、衝撞 1

從事自動裝卸載機械檢修調整作業發生衝撞致死災害

一、行業分類：電子及半導體生產設備製造修配業
 二、災害類型：衝撞
 三、媒介物：其他電氣設備（電氣箱）
 四、罹災情形：死亡 1 人
 五、發生經過：
 罹災者曾○○於從事自動裝卸載機械檢修調整工作時，轉於機台外維修通道，觀察機台調整後之運轉情形，站起時頭部不慎碰到檢修通道牆上之電氣箱外殼，導致罹災者頭部有疼痛感、些微流血及頭暈現象，經多次治療及了光檢查，後續經歷四次腦部手術，仍因腦部出血不治死亡。
 六、原因分析：
 (一)直接原因：頭部碰撞電氣箱受傷，造成腦內出血，導致呼吸衰竭死亡。
 (二)間接原因：不安全狀況：維修通道寬僅 75 公分，未使勞工於調整機台時有足夠活動空間。
 (三)基本原因：1. 未確實巡視機台檢修調整作業環境。2. 承攬人未依規定置勞工安全衛生管理人員。
 七、災害防止對策：
 (一)雇主應使勞工於機械、器具或設備之操作、修理、調整及其他工作過程中，有足夠之活動空間，不得因機械、器具或設備之原料或產品等置放致對勞工活動、避難、救難有不利因素。(勞工安全衛生設施規則第 22 條第 1 項暨勞工安全衛生法第 5 條第 2 項)
 (二)第 2 條所定事業之雇主應依附表 2 之規模，置勞工安全衛生人員（以下簡稱管理人員），第一類事業之事業單位勞工人數在一百人以上者，所置管理人員應為專職；第二類事業之事業單位勞工人數在三百人以上者，所置管理人員應至少一人為專職。(勞工安全衛生組織管理及自動檢查辦法第 3 條第 1 項、第 2 項暨勞工安全衛生法第 14 條第 1 項)。
 (三)事業單位應依下列規定設勞工安全衛生管理單位（以下簡稱管理單位）：
 一、第一類事業之事業單位勞工人數在一百人以上者，應設直接隸屬雇主之專責一級管理單位。二、第二類事業勞工人數在三百人以上者，應設直接隸屬雇主之一級管理單位。(勞工安全衛生組織管理及自動檢查辦法第 2 條第 1 項第 1 款暨勞工安全衛生法第 14 條第 1 項)
 (四)適用第 2 條之 1 及第 6 條第 2 項規定之事業單位，應設勞工安全衛生委員會。(勞工安全衛生組織管理及自動檢查辦法第 10 條第 1 項暨勞工安全衛生法第 14 條第 1 項)

(五)雇主應依其事業規模、特性，訂定勞工安全衛生管理計畫，執行規定之事項。(勞工安全衛生組織管理及自動檢查辦法第 12 條之 1 第 1 項暨勞工安全衛生法第 14 條第 1 項)
 (六)雇主依第 13 條至第 16 條規定實施之定期檢查、重點檢查應就規定事項記錄，並保存三年。(勞工安全衛生組織管理及自動檢查辦法第 80 條暨勞工安全衛生法第 14 條第 2 項)

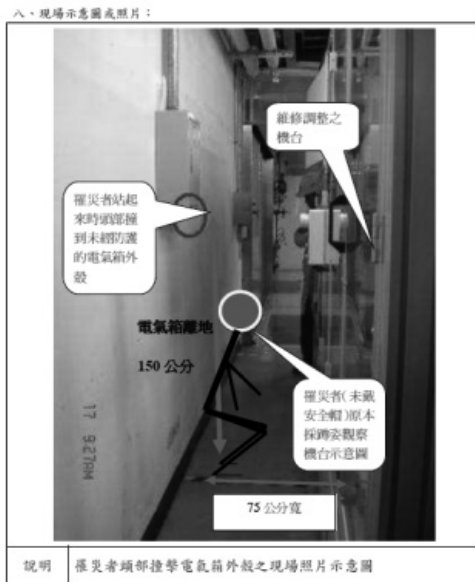


圖1 傳統重大職災分析重點的8個項目：民國100年重大職災實例報告——從事自動裝卸載機械檢修調整作業發生衝撞致死災害

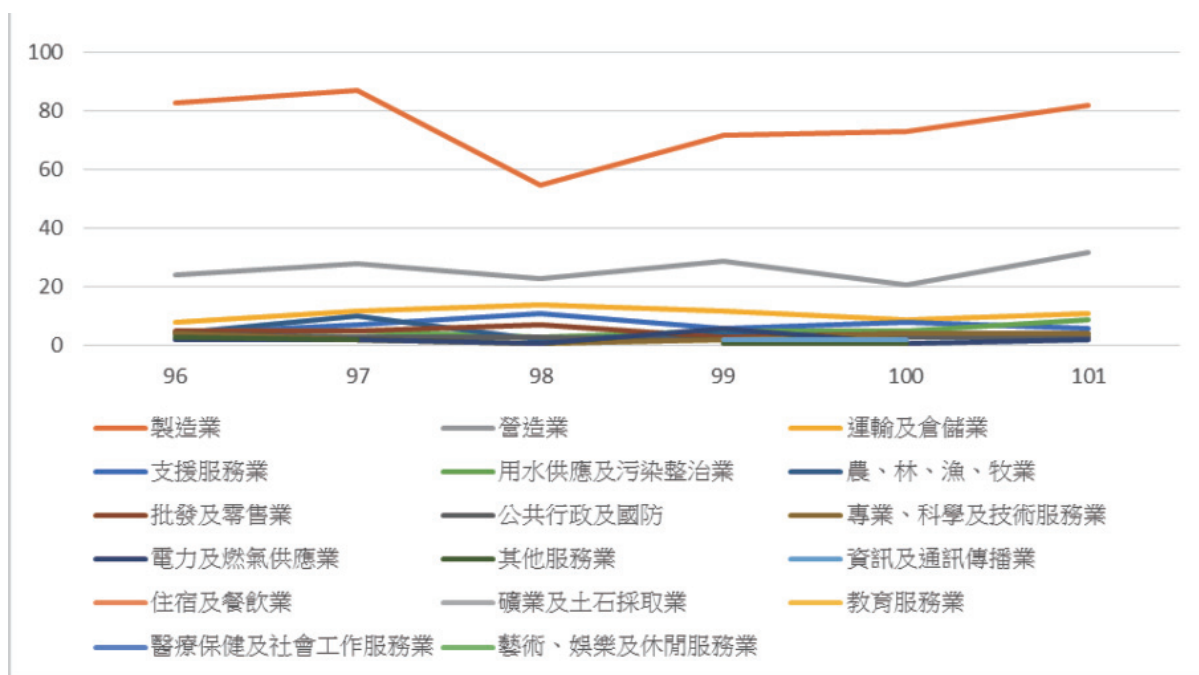


圖2 民國96~101年度我國重大職災案例死亡人數變化（依行業別）

肉骨骼風險的檢核表有，美國OSHA的MSDs人因工程檢核表[5]，BRIEF[6]，RULA[7]，OWAS[8]，MAC[9]，ART[10]，勞動及職業安全衛生研究所發展過的人因工程現場改善技術檢核表[11]，以及用來檢查工作場所的機械設備的人因檢核表，例如美國國家安全協會(National Safety Council)出版的機械與設備的人因工程與安全指引檢核表(Ergonomic and Safety assessment guide for machine and equipment) [12]，以及澳洲的國家職業安全與衛生委員會(National Occupational Health and Safety Commission)出版的辦公室家具與設備挑選的人因工程原則檢核表(ergonomic principle checklist for the selection of office furniture and equipment) [13]。透過這些檢核表的方式來呈現，現場工作人員很容易可以照著檢核表所列的檢核項目逐一評估工作站，並據以改善可能的「不安全的機械或實體危害」因子，進而預防重大職災的發生。

因此，本研究主要目的在於應用人因工程觀點來分析我國近6年（2007～2012年）內的重大職災案例，並提出人因工程檢核點，藉以預防重大職災的發生。

研究方法

我國近6年(2007年～2012年)在營造業以外行業的重大職災案例統計報告，並依行業別、災害類型、災害媒介物的屬性來進行統計分析。接著由ISO TC159的4種類型來分析重大職災案例相關的人因工程設計不良因子。最後，本研究針對防制這些人因工程設計不良因子分別提出相關之檢核點，提供將這些檢核點編輯成可應用於工作場所防制這些人因工程設計不良因子的檢核表，藉以預防重大職災檢核表。

1. 我國近6年營造業以外行業的重大職災案例統計

本研究整理我國近6年（2007年～2012年）營造業以外行業的重大職災案例統計報告（行政院勞動部，2012）[14]，並將每個案例的行業別、災害媒介物、災害類型進行統計分析，以瞭解近年來我國重大職災之情況。分析職災案例之「行業別」時，主要分類方法是直接由重大職災案例統計報告的「行業別」欄位取出，接著在統計分析時，再參考行政院主計處所編印的中華民國行業標準分類（第9次修訂）的版本來進行大類的歸類（行政院主計處，2011）[15]。此版本將我國行業別分為19大類。分析職災案例之「災害媒介物」時，同樣由重大職災案例統計報告的欄位取出，再參考行政院勞動部重大災害通報及檢查處理要點的附表五－災害媒介物分類表。此表將災害媒介物分為大類8類，其下再分中類與小類。本研究呈現災害媒介物之統計結果時則以大類之分類為主。分析職災案例之「災害類型」時，亦同樣由重大職災案例統計報告的欄位取出。

2. 國際標準組織人因工程標準（TC 159）

國際標準組織的人因工程標準是由TC 159人因工程標準技術委員會在1984年起草的[16]。ISO TC 159目前包括了4個次委員會，分別是SC1負責「人因指導原則」相關的標準，SC3負責「人體計測及生物力學」相關的標準，SC4負責「訊號及控制」相關的標準，以及SC5負責「人因與物理環境」相關的標準及審核[17]。在這四個項目底下，ISO TC 159目前總共發表了125條標準，這份人因工程標準是國際間較為廣泛被採用與參考的人因工程法規及標準[5]，在國內也廣為採用並做為人因工

程標準的參考，如陳志勇與李永輝[18]，李正隆[19]。因此，本研究亦採用ISO TC 159來做為職業災害案例的人因工程設計不良因子的分析依據。

3. 人因工程設計不良因子分析與檢核點

本研究由重大職災案例報告來分析其中的人因工程設計不良因子主要是綜合分析職案案例報告中的「發生經過」與「原因分析」兩個項目的內容。這2個項目的敘事內容是以描述事情經過或原因為主，因此較需要透過人員判讀來進行分析。藉以了解該職災案例發生的經過與原因敘述中，是否有可以透過人因工程改善而避免該職災之發生的情形，再歸納出這些案例中的人因工程設計不良因子。

在分析職災案例的人因工程設計不良因子時，本研究主要參考ISO TC159所提出的4種類型來做為分析和歸納人因工程設計不良因子。接著，本研究針對防制這些人因工程設計不良因子來逐一提出檢核點，最後提供二個案例來說明將檢核點編輯成為檢核表的應用方法。

研究結果

1. 重大職業災害依行業別統計結果

由表1中可以看出，依行業別來分析的話，職災死亡情形最嚴重的前3種行業別分別是製造業(51.8%)，營造業(18.0%)，以及運輸及倉儲業(7.6%)。由於本研究主要分析的是非營造業的重大職災死亡案例，但是營造業卻仍排行在職災死亡情形嚴重程度的第2順位，此實是因為承攬人制度所導致。此外，值得注意的是，在行業分類中的「金融及保險業」與「不動產業」並沒有職災死亡案例，因此沒有列在表1中。

如果將各種行業別的職災死亡情形依不同年度來呈現其分佈的話（6年的職災死亡人數大於10人的行業別），結果如圖2。圖2依死亡人數由高而低依序呈現製造業，營造業，運輸及倉儲業，支援服務業，用水供應及污染整治業，農、林、漁、牧業，批發及零售業，公共行政及國防業，專業、科學及技術服務業，電力及燃氣供應業，總共10種行業別在不同年度下的死亡統計次數分佈。10種行業別中，職災死亡人數分佈呈上升趨勢的主要有4種行業別，分別是營造業，運輸及倉儲業，支援服務業，以及用水供應及污染整治業；職災死亡人數分佈呈現持平趨勢則有5種行業別，分別是製造業，農、林、漁、牧業，公共行政及國防業，專業、科學及技術服務業，以及電力及燃氣供應業；職災死亡人數分佈呈下降趨勢的只要有1種行業別，批發及零售業。

表1 民國96~101年的重大職災案例死亡人數（依行業別）

行業別	年度						總計	總計(%)
	96	97	98	99	100	101		
農、林、漁、牧業	4	10	2	4	3	4	27	3.1%
礦業及土石採取業					2		2	0.2%
製造業	83	87	55	72	73	82	452*	51.8%*
電力及燃氣供應業	2	2	1	6	1	2	14	1.6%
用水供應及污染整治業	4	5	3	5	5	9	31	3.6%
營造業	24	28	23	29	21	32	157*	18.0%*
批發及零售業	5	5	7	3	4	3	27	3.1%
運輸及倉儲業	8	12	14	12	9	11	66*	7.6%*
住宿及餐飲業				1		2	3	0.3%
資訊及通訊傳播業			1	2	2		5	0.6%
專業、科學及技術服務業	4	2	1	2	4	4	17	1.9%
支援服務業	4	7	11	6	8	6	42	4.8%
公共行政及國防	4	3	3	2	3	3	18	2.1%
教育服務業				1		1	2	0.2%
醫療保健及社會工作服務業	1						1	0.1%
藝術、娛樂及休閒服務業					1		1	0.1%
其他服務業	3	2		1	1		7	0.8%
總計	146	164	121	145	137	159	872	100%

*代表死亡情形最嚴重的前3種行業別

2. 重大職業災害依災害類型統計結果

由表2中可以看出，依災害類型來分析的話，職災死亡情形最嚴重的前3種災害類型分別是墜落、滾落（30.4%），被夾、被捲（15.4%），以及被撞（10.2%）。

如果將各種災害類型的職災死亡情形依不同年度來呈現其分佈的話，結果如圖3。圖3依死亡人數由高而低依序呈現墜落、滾落，被夾、被捲，被撞，物體倒塌、崩塌，感電，物體飛落，其他，與有害物接觸，爆炸，跌倒、衝撞，火災，以及與高低溫接觸，總共12種災害類型在不同年度下的死亡統計次數分佈。12種災害類型中，職災死亡人數分佈呈上升趨勢的主要有5種災害類型，分別是火災，其他，物體飛落，物體倒塌、崩塌，以及被撞；職災死亡人數分佈呈現持平趨勢則有4種災害類型，分別是墜落、滾落，爆炸，與有害物接觸，以及與高低溫接觸；職災死亡人數分佈呈下降趨勢的有3種災害類型，分別是被夾、被捲，跌倒、衝撞，以及感電。

表2 民國96~101年的重大職災案例死亡人數（依災害類型）

災害類型	年度						總計	總計(%)
	96	97	98	99	100	101		
火災	3	3	2	5	5	5	23	2.6%
其他	4	8	5	12	7	7	43	4.9%
物體飛落	6	6	6	10	11	13	52	6.0%
物體倒塌、崩塌	8	17	14	12	14	18	83	9.5%
被夾、被捲	22	26	24	20	24	18	134*	15.4%*
被撞	14	16	11	12	13	23	89*	10.2%*
跌倒、衝撞	8	6	3	2	3	4	26	3.0%
感電	20	13	12	15	11	11	82	9.4%
與有害物接觸	5	12	3	7	7	4	38	4.4%
與高低溫接觸	2		1	3	2	2	10	1.1%
墜落、滾落	50	49	37	44	35	50	265*	30.4%*
爆炸	4	8	3	3	5	4	27	3.1%
總計	146	164	121	145	137	159	872	100%

*代表死亡情形最嚴重的前三種災害類型

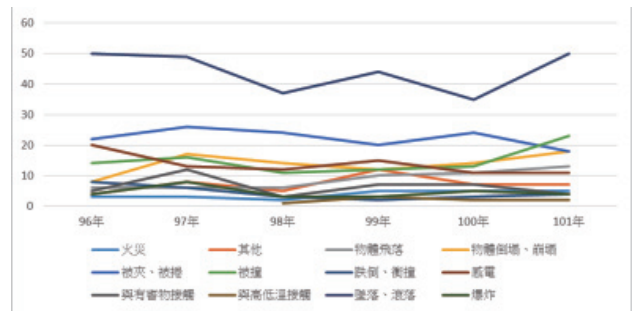


圖3 民國96~101年度我國重大職災案例死亡人數變化（依災害類型）

3. 重大職業災害依媒介物統計結果

由表3中可以看出，依媒介物來分析的話，職災死亡情形最嚴重的前3種媒介物分別是營建物及施工設備（21.6%），其他設備（15.7%），以及物質、材料（18.7%）。

如果將各種媒介物類型的職災死亡情形依不同年度來呈現其分佈的話，結果如圖4。圖4依死亡人數由高而低依序呈現營建物及施工設備，物質、材料，裝卸搬運機械，其他設備，動力機械，其他類，環境，以及貨物，總共8種媒介物類型在不同年度下的死亡統計次數分佈。8種媒介物類型中，職災死亡人數分佈呈上升趨勢的主要有3種媒介物類型，分別是裝卸搬運機械，動力機械，以及貨物；職災死亡人數分佈呈現持平趨勢則有4種媒介物類型，分別是營建物及施工設備，物質、材料，其他設備，以及環境；職災死亡人數分佈呈下降趨勢的有1種媒介物類型，是其他類。

表3 民國96~101年的重大職災案例死亡人數（依媒介物）

媒介物	年度						總計	總計(%)
	96	97	98	99	100	101		
其他設備	22	24	25	21	21	24	137*	15.7%*
其他類	12	17	7	9	4	6	55	6.3%
物質、材料	25	40	21	27	26	24	163*	18.7%*

表3 民國96~101年的重大職災案例死亡人數 (依媒介物) (續)

媒介物	年度						總計	總計(%)
	96	97	98	99	100	101		
動力機械	17	14	16	22	27	22	118	13.5%
貨物	3	3	5	3	2	6	22	2.5%
裝卸搬運機械	25	26	25	24	23	32	155	17.8%
營建物及施工設備	37	32	18	33	30	38	188*	21.6%*
環境	5	8	4	6	4	7	34	3.9%
總計	146	164	121	145	137	159	872	100%

*代表死亡情形最嚴重的前三種媒介物

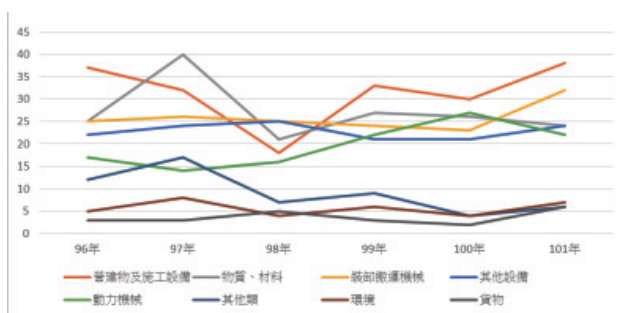


圖4 民國96~101年度我國重大職災案例死亡人數變化 (依媒介物)

4. 人因工程設計不良因子分析結果

本研究在分析近6年(2007~2012年)職災案例的敘事項目(發生經過、原因分析)後,初步依ISO TC159的分類將人因工程設計不良因子分為16個因子,這16個因子分別是,缺乏團隊溝通,缺乏人車分道,人員無穿戴適當防護具,人員不適當行為,缺乏防護罩/網,機械設備開口不足,力量不足,平面空間不足,環境/控制器標準不清,作業範圍標示不清,照明不適當,噪音太大,缺乏安全帶/帽/網,空氣中有毒/危害物,機械/設備強度不足,以及其他。這16個項目的內容說明及其所屬分類如表4所示。值得注意的是,有些職災案例由其敘事項目之中無法分析出屬於TC 159的4種類型裏的人因工程設計不良因子。此時,本研究將之歸類為「工安」類

型。用這16個人因工程設計不良因子來分析近6年(2007~2012年)職災案例的結果如表5所示,發生次數最常見的前3種設計不良因子分別是人員不適當行為(43.6%),缺乏安全帶/帽/網(23.5%),以及機械/設備強度不足(17.5%)。同一職災案例被分析為含有兩個以上的人因工程設計不良因子的案例數是459件(51.4%)。

表4 人因工程設計不良因子的定義

編號	分類	人因工程設計不良因子	說明
1	人因指導原則	缺乏團隊溝通	例如,作業員甲在作業,而作業員乙開啟機台電源而產生職災,或是,車輛駕駛粗心導致隨車員發生職災。
2	人因指導原則	缺乏人車分道	例如,沒有人車分道而導致堆高機或貨車在廠區內撞死人。
3	人因指導原則	人員無穿戴適當防護具	人員無穿戴適當防護具,如絕緣手套、鞋具,衣服寬鬆,短袖上衣等,而導致發生職災。
4	人因指導原則	人員不適當行為	人員機械操作不當,工具應用錯誤,沒有正確上下機械設備
5	人體計測及生物力學	缺乏防護罩/網	機械或設備缺乏防護罩或防護網等防護設備而致使作業員發生職災。
6	人體計測及生物力學	機械設備開口不足	機械或設備開口尺寸不足而導致作業員發生職災。
7	人體計測及生物力學	力量不足	作業員力量不足卻強行支撐物料,機械,車輛,或設備而致發生職災。
8	人體計測及生物力學	平面空間不足	走道寬度不足,堆垛或物料間的空間不足
9	訊號及控制	環境/控制器標準不清	工作台承上限,接頭或控制器等標示不清而導致作業員發生職災。
10	訊號及控制	作業範圍標示不清	作業員因作業範圍標示不清而進入作業半徑,導致發生職災。
11	人因與物理環境	照明不適當	照明不足或過於刺眼,導致作業員發生職災。
12	人因與物理環境	噪音太大	作業場所噪音過大,使得作業員無法聽到警示音(他人呼喊,或機械設備警示),致使發生職災。
13	工安	缺乏安全帶/帽/網	雇主沒有提供或工作場所缺乏安全帶,安全帶或安全網而致使作業員發生職災。
14	工安	空氣中有毒/危害物	空氣中有毒/危害物質存在。
15	工安	機械/設備強度不足	電線桿斷裂,梯子斷裂,鏽蝕,木板強度不足,浪板(採光罩)強度不足,地板強度不足,絕緣披覆弱化或破壞而導致職災發生。
16		其他	不明原因,天災,或無法歸類。

表5 人因工程設計不良因子發生次數統計分析結果 (N=893)

人因工程設計不良因子	發生次數	發生次數比例 (%)
缺乏團隊溝通	41	4.6%
缺乏人車分道	28	3.1%
人員無穿戴適當防護具	152	17.0%
人員不適當行為	389	43.6%
缺乏防護罩/網	132	14.8%
機械設備開口不足	4	0.4%
力量不足	7	0.8%
平面空間不足	67	7.5%
環境/控制器標準不清	75	8.4%
作業範圍標示不清	62	6.9%
照明不適當	10	1.1%
噪音太大	8	0.9%
缺乏安全帶/帽/網	210	23.5%
空氣中有毒/危害物	54	6.0%
機械/設備強度不足	156	17.5%
其他	23	2.6%

5. 人因工程設計不良檢核點與其應用

由於前述的第16項人因工程設計不良因子－「其他」－是屬於天災或不明原因所造成，本研究無法據以提供合理有效的檢核點來防制，因此要提出人因工程設計不良因子之檢核點與其應用時，本研究首先將第16項「其他」排除。

本研究分別針對其餘15個人因工程不良設計因子提出防制的28個檢核點，如表6所示。本研究主要是以正面提問的方式來設計檢核點的問句。這種設計有一種好處，就是使用者在查核該檢核點時如果勾選「否」的時候，代表使用者目前檢查的人員或作業環境存在有該人

因工程設計不良因子。因此，使用者應該考慮改善該不良因子。例如，「缺乏人車分道」的檢核點問句為「人員與車輛（物料）動線是否有清楚劃線分道？」，使用者如果在查核此檢核點時勾選「否」，則表示使用者認為該機械或設備與作業環境間存在「缺乏人車分道」的人因工程設計不良因子。此外，值得注意的是，本研究在表6的檢核點問句設計中，亦沒有把特定數值嵌入。如「物料（堆垛）重量是否超過作業員可負荷重量？」並沒有把作業員可負荷重量寫出，例如20kg，40kg等。或是，「環境照明亮度是否適合讓作業員看清作業環境？」也沒有把適當照明之應有照度值寫出，例如750 lux等。此種設計主要是考量到檢核表的使用者通常是第一線的勞工，因此儘量避免要額外量測特定數值，如此可以避免檢核點過於複雜而難懂，讓勞工可以快速而容易使用。

本研究所提出之防制人因工程設計不良因子的檢核點可以依工作現場不同屬性的需求來編輯出相關的檢核表，藉以預防該工作現場會產生相關的重大職災。接著，本研究以媒介物為「梯子」的重大職災為例來說明如何用這些檢核點來編輯出相關的人因工程檢核表。以「梯子」媒介物的重大職災案統共有41次，其中，出現次數最多的人因工程設計不良因子依序為缺乏安全帶/帽/網（30次），人員不適當行為（20次），以及機械設備強度不足（6次）。透過表6的檢核點重新組合的結果，就可以得到以「梯子」媒介物的重大職災案例之人因工程檢核表即如表7所示。

表6 防制15種人因工程不良設計因子的檢核點

編號	人因工程設計不良因子	檢核點	是	否
1	缺乏團隊溝通	是否由兩個以上的作業員們合作執行作業？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		作業員們在執行作業間是否可以輕易看到所有成員？（視覺）	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		作業員們在執行作業間是否可以輕易聽到所有成員？（聽覺）	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	缺乏人車分道	是否可以提供無線電裝置（耳機、麥克風）使作業員們彼此溝通？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		人員與車輛（物料）動線是否有清楚劃線分道？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	機械設備開口不足	人員穿越機械設備的出入口（維修口）是否符合人體計測尺寸？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	缺乏防護罩/網	機械設備的捲夾點是否有固定的防護罩/網？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		機械設備的捲夾點是否有遮斷設計？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	缺乏安全帶/帽/網	作業現場是否提供安全網？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		作業現場是否提供安全帶？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		作業現場是否提供安全網？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	力量不足	物料（堆垛）重量是否超過作業員可負荷重量？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	照明不適當	環境照明亮度是否適合讓作業員看清作業環境？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	噪音太大	作業員是否可以聽到行進車輛的警示音？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	控制器標示不清	作業員是否可以看清楚控制器上的標示？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	作業範圍標示不清	作業員是否察覺自己已進入他人操作機械設備之作業範圍？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		作業員是否穿戴絕緣手套？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	人員無穿戴適當防護具	作業員是否穿戴絕緣鞋具？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		作業員是否穿戴緊身（非寬鬆）衣服？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		作業員是否穿戴長袖衣褲？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	人員不適當行為	作業是否有訂定標準作業程度？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		人員是否有依照標準作業程序使機械設備？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13	空氣中有毒/危害物	作業員是否能夠察覺空氣中有毒/危害物？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14	平面空間不足	作業員走道寬度是否足夠？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		作業員是否能察覺力學傳遞點有強度不足情形？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		作業員是否能察覺浪板（採光罩）有強度不足情形？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15	機械/設備強度不足	作業員是否能察覺電線桿佇點有強度不足情形？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		作業員是否能察覺安全帶吊掛點有強度不足情形？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		作業員是否能察覺機械掛勾（舌片）強度不足情形？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

表7 以「梯子」為媒介物的重大職災案例相關之人因工程檢核表

編號	人因工程設計不良因子	檢核點	是	否
5	缺乏安全帶/帽/網	作業現場是否提供安全網？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		作業現場是否提供安全帶？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		作業現場是否提供安全網？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	人員不適當行為	作業員是否有訂定標準作業程度？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		人員是否有依照標準作業程序使機械設備？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15	機械/設備強度不足	作業員是否能察覺力學傳遞點有強度不足情形？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		作業員是否能察覺浪板（採光罩）有強度不足情形？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		作業員是否能察覺電線桿佇點有強度不足情形？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		作業員是否能察覺安全帶吊掛點有強度不足情形？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		作業員是否能察覺機械掛勾（舌片）強度不足情形？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

結論與建議

1. 結論

本研究分析過去6年我國營造業以外行業之重大職災案例資料，並依行業別、災害類型、災害媒介物的屬性來統計分析其逐年變化趨勢。同時，本研究透過ISO TC159的4種類型來分析這些重大職災案例的人因工程設計不良因子，並歸納出重大職災相關的15個人因工程不良因子及其所佔職災案例數之比例。最後，本研究針對15種人因工程不良因子提出相關之28個檢核點。並據以組合編輯出一種在重大職災案例中常見機械或設備的人因工程檢核表做為範例，藉以提供事業單位做為參考，藉以防制這些人因工程設計不良因子及重大職災發生。

2. 建議

本研究分析過去6年重大職災案例資料的

結果，並分別依行業別，災害類型，媒介物等3種屬性，將職災死亡情形最嚴重的前3種行業列出來（參考表1～表3）。同時，本研究依年度進程來呈現這三種屬性的重大職災案例的死亡情形，並將其依死亡人數呈上升趨勢，持平趨勢，或下降趨勢3種趨勢類型來分別呈現（參考圖2～圖3）。這些依年度進程所呈現的分析可以提供主管機關做為參考來執行相關的行政管制。針對上升與持平趨勢的行業別，災害類型，以及媒介物進行輔導，加強宣導與察查的工作；針對下降趨勢的行業別，災害類型，以及媒介物進行宣導與表揚。

本研究分析出15種人因工程設計不良因子（參考表4），藉以做為透過人因工程觀點來分析重大職災的初步嘗試。接著，本研究找出在重大職災中防制15種人因工程設計不良因子的檢核點（參考表5），並據以編輯出人因工程檢核表。最終，本研究以重大職災案例的媒介物類型為主，編輯出一種最常見的機械設備與作業環境間的人因工程檢核表來做為範例。這15種人因工程設計不良因子可以應用於訓練現場工作的勞安人員，使其在各事業單位中執行工作時，得以識別可能造成重大職災的人因工程設計不良因子，並自己改善現場作業環境，以預防重大職災之發生。當然，這樣的觀念也可以應用於編輯重大職災案例的各種行業別、災害類型等屬性所需的人因工程檢核表。在這種情形之下，本研究所分析出的15種人因工程設計不良因子可視為一個可資應用之基礎。然而，目前這15種人因工程設計不良因子的應用也有其限制。

15種人因工程設計不良因子的應用限制主要來自於原始資料－非營造業重大職災案例。首先，由於勞動檢查處所公告之重大職災實例報告是以傳統工安觀念所撰寫分析（參

考圖1），因此報告之內容主要以8個項目來記錄－行業別，災害類型，媒介物，罹災情形，發生經過，原因（直接原因、間接原因、基本原因），災害防止對策，以及現場示意圖或照片。換言之，本研究在進行人機介面之人因工程分析時，也僅能透過即有這8個項目之記錄內容來進行。實際進行分析時，報告內容有關於人機介面之描述實屬有限。例如，15種人因工程設計不良因子內的「人員不適當行為」，通常分析報告內容時，僅能看到作業人員是採用取此種不適當之行為。然而，當本研究想要深入探討其背後原由時，卻無法再由報告內容獲取更多的內容，也因此限制了本研究的分析結果無法再細分。於此，本研究建議主管機關可以重新考量重大職災報告之記錄項目，將人因工程之認知等相關之情境或事件登載於重大職災報告。

其次，本研究所分析出的15種人因工程設計不良因子是以非營造業之重大職災實例為主要分析對象，因此這些因子是否可以適當的應用在營造業或局限空間等重大職災案例之分析實尚無法定論。

最後，本研究嘗試以人因工程的觀點來分析重大職災案例。就其本質而言，重大職災較屬於安全議題，而人因工程較屬於衛生議題，看似較無關聯的領域。然而，若由預防的角度來看，透過人因工程的觀點來分析重大職災，確實可以預防部份的重大職災發生。例如，透過檢核「缺乏人車分道」「作業範圍標示不清」「人員不適當行為」的人因工程設計不良因子，並要求改善，確實可以改善以「堆高機」為媒介物的重大職災發生。因此雖然研究期間短促，但研究期間邀請參與專家會議的學界與業界先進們對於本研究之執行與研究結果多有給予肯定。同時，專家先進們也期許本研

究在未來可以有更充裕的研究期程，以利進行更廣泛而深入的研究。

致謝

本研究承蒙行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所102年度研究計畫(編號IOSH102-H316)經費支持，謹此敬表謝忱。

參考文獻

- [1] 行政院勞工委員會勞工保險局。96~101年統計年報。
- [2] Heinrich HW, editor. *Industrial Accident Prevention*. 4th ed. New York: MCGrew-Hill; 1959.
- [3] 行政院勞工委員會勞動檢查處。100年度營建業以外行業重大職災實例。
- [4] Sanders MS, McCormick EJ, editors. *Human Factors in Engineering and Design*. 7th ed. New York: McGraw-Hill; 1993.
- [5] Occupational Safety and Health Administration. *Draft: Instructions for Completing the Risk Factor Checklists*. Washington; 1995.
- [6] Institute of Occupational Safety and Health. *Human Factor Guide Book*; 1995.
- [7] McAtamney L, Nigell Corlett E. RULA: a survey method for the investigation of related upper limb disorders. *Applied Ergonomics* 1993; 24: 91-9.
- [8] Karhu O, Härkönen R, Sorvali P, Vepsäläinen P. Observing work postures in industry. Examples of OWAS application. *Applied Ergonomics* 1981; 12: 13-7.
- [9] Health and Safety Executive. *Manual handling assessment chart (MAC) tool*. <http://www.hse.gov.uk/pubns/indg383.pdf>. The Institute; 2003.
- [10] Health and Safety Executive. *Assessment of Repetitive Tasks (ART) tool*. <http://www.hse.gov.uk/pubns/indg438.pdf>. The Institute; 2010.
- [11] 潘儀聰、游志雲：人因工程現場工作評估及改善流程標準化研究初版，台灣，行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所；2010。
- [12] National Safety Council. *Ergonomic Safety Assessment Guide for Machines and Equipment*. The Institute; 2007.
- [13] National Occupational Health and Safety Commission. *Ergonomic Principles and Checklists for the Selection of Office Furniture and Equipment*. The Institute; 1991.
- [14] 行政院勞工委員會勞動檢查處。96~101年度營建業以外行業重大職災實例。
- [15] 行政院主計總處。中華民國行業標準分類(第9次修訂)；2011。
- [16] Jüptner H. 1984. ISO standards in the field of ergonomics: A report of ISO/TC 159 activities. *Applied Ergonomics*, 15.3, 211-3.
- [17] ISO TC 159. <http://www.iso.org>
- [18] 陳志勇、李永輝：國際人因工程標準之探討 (IOSH99-H322)。初版，台灣，行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所；2010。
- [19] 李正隆：歐盟人因工程相關標準之探討 (IOSH87-H331)。初版，台灣，行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所；1998。

Research Articles

Ergonomic Analysis and Checklist of Major Occupational Accidents in Taiwan

Hsin-Hung Tu¹ Chih-Yong Chen² Li-Wen Liu²

¹ Department of Industrial Engineering and Management, Hsiuping University of Science and Technology

² Institute of Labor, Occupational Safety and Health, Ministry of Labor

Abstract

The objective of this study is to analyze the major occupational accidents of non-construction industries during the last six years (2007-2012) in Taiwan, and to develop the ergonomic checklists for prevention of these accidents. This study analyzed these major occupational accidents by industrial type, media type, and accident type. Meanwhile, this study developed the 15 items of ergonomic risk factors and their check points in categories of ISO TC 159. An example was also given to show how these ergonomic check points could be edited as a checklist for prevention of these major occupational accidents when needed.

Keywords: Major occupational accident, Ergonomics, Checklist

Accepted 25 April, 2014

Correspondence to: Hsin-Hung Tu, Department of Industrial Engineering and Management, Hsiuping University of Science and Technology, E-mail: josephdu@hust.edu.tw