



人因關鍵指標分析運用於台灣金屬工業中高年齡勞工工作環境改善

*陳冠華¹ 林樹強¹ 游志雲² 黃耀新³ Ilma Mufidah¹

¹ 國立台灣科技大學工業管理系

² 國立清華大學工業工程與工程管理學系

³ 國立高雄海洋科技大學輪機工程系

摘要

近年來台灣地區隨著經濟發達及醫療公共衛生進步，工業生產面臨人口少子化、勞動人力老化的衝擊，面對勞動人口老化現象已成為重要的社會經濟議題。職業性肌肉骨骼傷害近年來在我國勞工保險職業病給付中所占的比率甚高，於職業病之議題上頗受重視。此疾病源自勞工因長期執行重複性動作、過度施力及工作姿勢不當，而導致局部的慢性傷害甚至發生下背痛與椎間盤突出等職業病。使得中高齡勞工體能對工作內容與工作環境的適應力減弱。本文的目的是以人因關鍵指標分析方法(Key Indicator Method)分析勞工作業方式，以改善台灣金屬工業中高年齡勞工之工作場所，並協助一家工廠於現場作業環境的工作條件和設施進行研究和改進。研究分析之結果發現，許多台灣金屬中高年工作者大多為男性勞工作業於高風險人因的工作環境，因此迫切需要改善工作環境，以防止任何肌肉骨骼傷害職業傷害的發生。

關鍵詞：人因工程、關鍵指標分析、肌肉骨骼傷害

1. 前言

人口老化導致於中高齡勞工比率逐漸增加，中高齡勞工勞動生理功能漸進性老化與罹患慢性病比率增加，尤其是經年累月勞動作業重複且單調的工作，作業勞工的肌肉骨骼傷害案例時有所聞。「肌肉骨骼傷害」在我國勞工保險職業病給付中所占的比率甚高，勞工因長期執行重複性動作、過度施力及工作姿勢不當，而導致局部的慢性傷害甚至發生下背痛與椎間盤突出等職業病。中高齡勞工體能對工作內容與工作環境的適應力減弱，為了維持中高年齡勞工的勞動力及健康，如何改善作業場所環境，免於因不佳職業條件因素與不良工作環境影響，使其能健康工作並免於職場職業災害之發生，值得學術界、產業界及政府的重視。

2. 職業性肌肉骨骼傷害文獻探討

國內外勞工因為職業性肌肉骨骼傷害(Work-related Musculoskeletal Disorders, WMDs)所引致的職業安全衛生問題相當嚴重(Almeida et al., 1999; Bennell & Crossley, 1996; Hootman et al., 2002)。美國勞工之肌肉骨骼傷害導致的工時損失每年超過 62 萬件，我國勞工的職業安全衛生問題程度亦相同嚴重，職業病資料顯示，除礦工塵肺症以外，肌肉骨骼傷害竟佔第一位，其比例為 70-80%，不論人數或比例都有逐年上升的趨勢 (Hignett, 2003；黃力仁，2013；潘儀聰等人，2013)。職業相關的肌肉骨骼傷害近年來是國際普遍關注的健康議題 (Bennell & Crossley, 1996; 林彥輝等人，2010)。台灣肌肉骨骼傷害明顯有逐年上升的趨勢，佔勞保職業病給付總人次之百分比逐年遞增，依據我國勞工保險職業病給付統計資料，自 2004 年到 2009 年「肌肉骨骼傷害」占職業傷害的百分比分別是 42.07、52.11、55.43、66.91、75.19 及 78.45% (潘儀聰等人，2013)。

作業現場中高年齡勞工因年齡增長，面臨生理上骨骼肌肉、肌力體能、各項感官（尤其視、聽覺）等能力衰退，但仍需在作業現場克服經年累月超額體力之生理負荷，將使得中高年齡勞工肌肉骨骼傷害的職業病的發生更加嚴重。本文試以人因工程之角度進行作業環境與生產條件改善，主要目標有二，第一個目標是提高人們活動和工作的效果(effectiveness)和效率(efficiency)，如何增進使用的方便性、減少錯誤的發生以及生產力的促進；第二個目標是增進人類的福祉和價值，包括確保安全、減輕疲勞和壓力、增加舒適、讓使用者更能勝任、增加工作的滿足感和改進生活品質(Sanders & McCormick, 1987)。人因工程在作業場所改善過程中，能兼具生產力的促進與減輕疲勞和壓力、增加生理舒適，使中高年齡勞工能克服因年齡增長能力衰退之生理現實，有能力與尊嚴的供獻健康的勞動力。

人因危害風險與職業傷害之因果關係實不易釐清，是故世界各國尚無人因工程法令之專法與規範。作業場所職業性下背痛徵狀，常與人工物料搬運(Manual Materials Handling, MMH)有關，而人工物料搬運作業包括抬舉、推拉、與攜帶等作業方式，一般抬舉重物對於腰椎會形成數倍甚至數十倍於物品重量之受力，因此消除人工抬舉作業或減低人工抬舉時腰椎受力是一大重點 (潘儀聰等人，2013)。

肌肉骨骼傷害的成因需要運用適當的評估工具，才能有效並正確地找出工作場所中人因之危害。對於勞工肌肉骨骼傷害的初期調查方式，常見於使用主觀式的問卷。於北歐、英國、加拿大等國是以「北歐肌肉骨骼症狀問卷」，做為分析職業傷害分類與提供工作改善的依據，目前也廣泛被學術界所使用。近期歐盟國家所推動的關鍵指標法(Key Indicator Method, KIM)檢核工具是由德國聯邦職業安全衛生研究所(Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, BAuA)及德國聯邦各州的職業安全衛生委員會(Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik, LASI)所開發(Klößmann et al., 2012; Klussmann et al., 2010)。目前已有多個歐盟國家採納，作為人工物料搬運風險評估的初步篩選工具，關鍵指標法主要被開發來發現人工搬運作業上的瓶頸和必要的改善措施，僅只考量與作業相關的主要人因危害因子，是一個簡單的判斷或評估工具，其為明確、易用的檢

核表，可以適用於大多數的抬舉或放置、握持、運送、以及推拉等作業，關鍵指標的選擇則是基於它們與人工搬運作業的肌肉骨骼危害間存在有明顯的因果關係。這些關鍵指標與 NIOSH 所訂定的 MMH 人工搬運準則類似的考量因子，包括重量、姿勢和工作條件，以及代表持續時間、頻率或距離所成的乘數(Steinberg et al., 2008)，然而 KIM 卻不適用於大多數的較精細手部裝配作業與靜態姿勢與長久站立所造成的疲勞（潘儀聰等人，2013）。

3. 改善個案研析

本金屬工業廠商自 1978 年建廠，主要生產各式熱浸鍍鋅與烤漆鋼品，為台灣、中國大陸及東南亞地區最大、最具競爭力之全製程鍍烤鋼品專業製造廠，為南部之大型金屬製造廠商，其主要產品為烤漆鐵板、鍍鋅鋼板、冷軋鋼板，員工人數約為 1,374 人，員工平均年齡 45.2 歲，平均年資 20 年。依據我國「就業服務法」第二條第四款定義，「中高齡者」係指年滿四十五歲至六十五歲之國民，該廠大量運用中高齡資深生產勞工之生產條件，為我國目前傳統產業常見之作業情形。

3.1 烤漆製程二線作業區

於烤漆製程二線作業區之烤漆出口區主要作業為鋼捲製作，由工作場所內兩台大型製鋼捲機、儀器控制台、紙套筒暫存區以及置物架等所組成，製作完成的鋼捲將會送至包裝區儲存等待包裝，作業區右側為其他類型鋼材工作站，其工作環境由下圖 1 所示。



圖 1. 烤漆製程二線工作環境

烤漆製程作業流程首先由人員將每個約 20 公斤的紙套筒從紙套筒暫存區搬運至工作區，等待製鋼捲機軸心退出後，中高齡作業人員吃力地將紙套筒扛起並抬舉至 150 公分處，將紙套筒對準軸心套入且裝填完畢後，人員回到中控室操作製鋼捲機繼續作業。本作業週期為 20 分鐘/1 捲，抬舉每捲紙套筒將其套入軸心時間約 2 至 3 分鐘，整個作業總工時 8 小時約可完成 50 捲鋼捲製作，從事此項工作區的作業人員均為中高年齡男性，此項作業通常由一人來完成。工作姿勢以站姿為主，就整體工作環境來看，光線照明設施充足，人員皆有符合要求穿戴規定之安全配備。

(1) 作業問題描述

本作業區主要問題在於不良的姿勢與過度施力。由下圖 2 可知，由於紙套筒軸心離地面高達 150 公分，人員需過肩抬舉重 20 公斤的紙套筒，甚至還需用大腿力量將紙套筒舉起，並用雙手施力支撐，才能將紙套筒對準並套入軸心，顯然手臂已經接收過量負荷，中高齡作業體力不支，經長期時間累積下來，必定會導致手部肌肉骨骼傷害。



圖 2. 過肩抬舉紙套筒

利用關鍵指標法(KIM)評估，僅有三個簡單步驟，適合於現場快速診斷評估。

步驟一：考量時間評分，先依作業特性，於下方表格中選擇「抬舉或放置作業」、「握持作業」、「運送作業」其中的一欄，於該欄中選擇適當的作業次數/時間/距離，並對照讀取表 1 中相對應的時間評級點數，評定時間評分為 6：

表 1. 時間評分評估表

抬舉或放置作業(< 5s)		握持作業(> 5s)		運送作業(> 5m)	
工作日總次數	時間評分	工作日總次數	時間評分	工作日總次數	時間評分
< 10	1	< 5min	1	<300m	1
10 < 40	2	5 < 15	2	300m < 1km	2
40 < 200	4	15min < 1hr	4	1 < 4 km	4
200 < 500	6	1 < 2hrs	6	4 < 8 km	6
500 < 1000	8	2 < 4hrs	8	8 < 16 km	8
≥ 1000	10	≥ 4 hrs	10	≥ 16 km	10

表 1~5 資料來源：勞工安全衛生研究所

步驟二：以表 2~4 來考量作業荷重、工作姿勢與工作狀況之評分點數，依序決定，如作業荷重評分點數為 2，工作姿勢評分為 4，工作狀況評分為 0。

表 2. 作業荷重評分

男性負荷	荷重評分	女性負荷	荷重評分
< 10kg	1	< 5kg	1
10 < 20 kg	2	5 < 10 kg	2
20 < 30 kg	4	10 < 15 kg	4
30 < 40 kg	7	15 < 25 kg	7
≥ 40 kg	25	≥ 25 kg	25

表 3. 工作姿勢評分





姿勢與荷重位置	說明	姿勢評分
	上身保持直立、不扭轉 抬舉、放置、握持、運送或降低負重時能將 荷重靠近身體	1
	軀幹微向前彎曲或扭轉 抬舉、放置、握持、運送或降低負重時能將 荷重靠近身體	2
	彎腰或彎腰前伸，軀幹向前彎曲 荷重遠離身體或超過肩高	4
	軀幹彎曲且前伸扭轉，荷重極遠離身體 蹲姿或跪姿（姿勢不穩）	8

表 4. 工作狀況評分

工作狀況	工作狀況評分
具良好的人因條件，如空間足夠，沒有障礙物，具平穩的地面，充足的照明與良好的抓握條件	0
運動空間受限或不佳的人因條件，如空間不足夠，有障礙物，不平穩的地面（不平或太軟），不充足的照明與不好的抓握條件	1
運動空間嚴重受限或重心不穩的荷重（如搬運人體）	2

步驟三：計算風險值，將與此活動相關的評分輸入計算式中，即可評估作業風險值。

$$(\text{荷重評級點數} + \text{姿勢評級點數} + \text{工作狀況評級點數}) \times \text{時間評級點數} = \text{風險值}$$

時間評分為 6，荷重評分為 2，姿勢評分為 4，工作狀況評分為 0，結果顯示風險值為 36，以表 5 作業風險評分風險評定等級為 3，並以此考量作業人員作業負荷，評定為中高負載，以此作業對於作業人員會有生理過載的情形，建議應進行工作改善。

表 5. 作業風險評分

風險等級	風險值	說明
1	< 10	低負荷，不易有生理過負荷
2	$10 \leq < 25$	中等負荷，體力弱者生理過負荷，應針對此族群工作再設計
3	$25 \leq < 50$	中高負荷，一般作業員會過負荷，建議進行工作改善
4	≥ 50	高負荷，生理過負荷會發生，必須進行工作改善

(2) 改善方案

改善上述中高齡作業人員抬舉紙套筒之問題，由問題陳述中得知，可強化中高齡作業人員搬運能力之輔具設計，增設旋轉臂支架，以改善現有狀況。如下圖 3 所示，在工作區旁較高的平台上增設旋轉臂支架，使人員搬運紙套筒放置於其上，一方面因旋轉臂支架高度僅於 85 公分較低於軸心高度 150 公分，可降低作業人員因高度過高而導致抬舉姿勢的不良。另一方面紙套筒可經由旋轉臂長約 120 公分來彌補平台與軸心的距離，然後再利用轉動旋轉臂即可放入軸心。以上，增設旋轉臂支架應可改善作業人員因過肩抬舉姿勢以及抬舉時過度施力而產生肌肉不適之情況，因此可大幅降低作業時生理傷害。

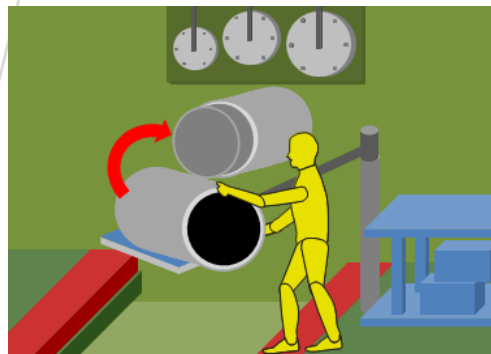


圖 3. 旋轉臂支架

(3) 改善績效評估

建議利用增設旋轉臂支架輔具，應可有效的改善姿勢不良及過度施力的問題。改善後，再利用關鍵指標法(KIM)評估，時間評分為 2，荷重評分為 2，姿勢評分降為 1，工作狀況評分為 0，結果顯示風險值由 36 降為 6，風險等級降為 1，有效降低中高齡作業人員承受職業傷害的風險。

3.2 鋼捲包裝作業區

鋼捲包裝作業區為中高齡作業人員從事鋼捲成品包裝的區域。工作場所是在廠房出口處，由 6 個放置鋼捲的枕木、數個包裝鋼捲用棧板、打包手工具以及包裝鋼捲用材料放置區所組成，工作場所後方為鋼捲成品及未包裝儲存區，其工作環境如圖 4 所示。



圖 4. 鋼捲包裝區工作環境

本作業係由作業人員先行在枕木上鋪置最內層包裝紙，再利用天車將未包裝鋼捲置於 16 公分高的枕木上，接著兩組人員分批進行包裝及打扣作業，首先由兩三位女性作業員坐在 30 公分高的小矮凳，手持膠卷將包裝紙黏貼至鋼捲固定，此時另一組中高齡男性作業員至材料放置區彎腰拿取放置離地約 20 公分棧板上的軟鐵片，並用軟鐵片包覆鋼捲外層後，再將包裝用鋼帶放置於鋼捲上，由一男性作業員彎腰從地上將打包手工具拿起，雙手各持約 5 公斤的咬扣器及拉緊器將鋼帶拉緊剪裁，最後將棧板固定於鋼捲兩側，即完成包裝。作業週期約 1 小時/ 7 捲，整個作業總工時 8 小時可完成 60 捲鋼捲包裝作業，每捲需打扣鋼帶 13 次、握持咬扣器及拉緊器時間為 2 分鐘，作業人員約有 8 成時間皆在高度 60 公分處作業。

(1) 問題陳述

以下針對此工作站數個不同作業列出問題。首先為拿取軟鐵片作業，此項作業主要人因工程問題為姿勢不良。從下圖 5 可知，人員須以極度彎腰的姿勢從離地僅 20 公分處拿取軟鐵片，造成腰部肌肉負荷過多，易使作業人員產生職業傷害。利用關鍵指標法(KIM)評估，時間評分為 4，荷重評分為 1，姿勢評分為 4，工作狀況評分為 0，結果顯示風險值為 20，風險等級為 2，評定為中等負載，對於體力較弱的作業人員會有生理過負荷的情形，建議進行工作改善。



圖 5. 拿取軟鐵片作業

其次是包裝作業高度，此項作業主要問題為姿勢不良。由現況說明得知，作業人員在包裝過程中約有 8 成時間皆在高度 60 公分處作業，使得作業需以彎腰、蹲踞或是跪坐在地的動作來進行，對腰部及腿部皆是非常大的負荷，其工作姿勢由下圖 6 所示。利用關鍵指標法(KIM)評估，時間評分為 6，荷重評分為 1，姿勢評分為 4，工作狀況評分為 0，結果顯示風險值為 30，風險等級為 3，評定為中高負載，對中高齡作業人員會有生理過載的情形，建議進行工作改善。



圖 6. 包裝作業高度

接下來是包裝紙固定黏貼作業，姿勢不良為本項作業的主要問題。由下圖 7 可知，座椅僅 30 公分高，中高齡作業人員作業時需長時間屈膝並挺直上身，使腿部及腰部肌肉成緊繃狀態，長時間累積下來便會造成疲勞痠痛。利用關鍵指標法(KIM)評估，時間評分為 6，荷重評分為 1，姿勢評分為 2，工作狀況評分為 0，結果顯示風險值為 18，風險等級為 2，評定為中等負載，對於恢復能力較弱的作業人員會有生理過載的情形，進行工作改善會減輕肌肉骨骼負荷。



圖 7. 包裝紙黏貼固定作業

最後是鋼帶打扣作業，本作業主要問題在於過度施力。由現況說明得知，中高齡作業人員需經常性抬舉 5 公斤的咬扣器與拉緊器，且打包手工具置於地面，使得作業員需頻繁的彎腰拿取，一天下來約需抬舉 400 次、握持 2 小時、彎腰 100 次，皆對作業員造成身體上極大負荷，下圖 8 為鋼帶打扣作業圖。利用關鍵指標法(KIM)評估，時間評分為 10，荷重評分為 2，姿勢評分為 2，工作狀況評分為 0，結果顯示風險值為 40，風險等級為 3，評定為中高負載，對一般中高齡作業人員會有生理過載的情形，建議進行工作改善。



圖 8. 鋼帶打扣作業

(2) 改善方案

為改善上述中高齡作業人員因作業導致姿勢不良及過度施力的問題，以下針對此工作站數個不同作業提出改善方案。首先為拿取軟鐵片作業，由前問題陳述中可知，必須改善棧板的作業抬舉高度，以拉近作業人員與作業面的距離。如下圖 9 所示，建議可增加棧板數量，即可將作業面提高至 80 公分，使人員可以自然站立姿輕鬆搬運軟鐵片。其次是包裝作業高度，由於人員大部分作業時間皆集中在 60 公分處，也是鋼捲中心位置附近，只要將底部枕木提高至 50 公分，平均作業高度便提高至 110 公分，如下圖 10 所示。即可使作業人員以輕鬆自然的站立姿進行作業，大幅降低姿勢不良可能對人員造成的身體負荷。

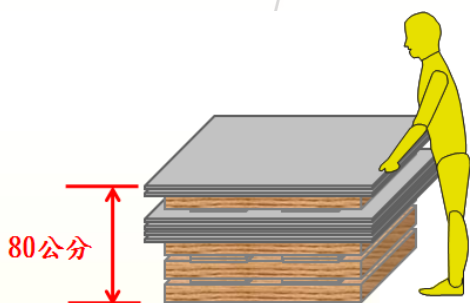


圖 9. 增加棧板數量

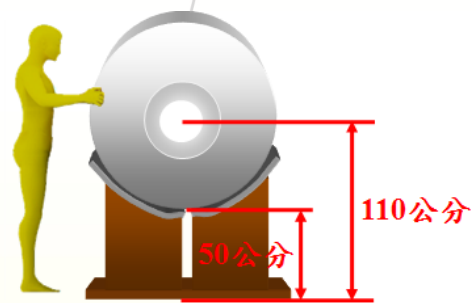


圖 10. 增加底部枕木高度

接下來是包裝紙固定黏貼作業，由前問題陳述中可知，為改善中高齡作業人員長時間屈膝並挺直上身的問題，使用可調高度式座椅應可解決此問題，如下圖 11 所示，配合前述改善案「提高底部枕木高度」，作業人員可用較挺直舒服的直立坐姿進行包裝作業。最後是鋼帶打扣作業，由前問題陳述中可知，此作業重點為改善抬舉與握持咬扣器及拉緊器、避免作業人員彎腰拿取放置地面的打包手工具，建議增設可移動式支架，如下圖 12 所示。支架可懸吊咬扣器及拉緊器，可避免人員長時間抬舉與握持造成肌肉痠痛疲勞，支架配有一小平台，可放置作業所需工具，改善作業人員因彎腰拿取手工具產生的腰部肌肉負荷，此支架底座為可固定式滾輪，懸吊架為可移動式滑輪，利用此支架應可減少作業人員作業時產生的 肌肉骨骼傷害。

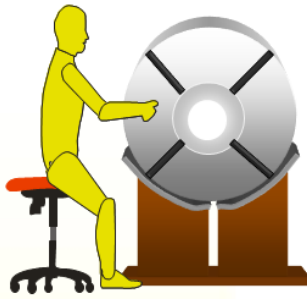


圖 11. 使用可調高度式座椅

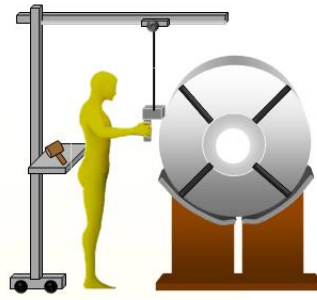


圖 12. 增設支架

(3) 改善績效評估

建議利用增加棧板數量來提高作業面，應可有效的改善姿勢不良的問題。改善後再利用關鍵指標法(KIM)評估，時間評分為 2，荷重評分為 1，姿勢評分降為 1，工作狀況評分為 0，結果顯示風險值由 20 降為 4，風險等級降為 1，評定為低負荷，不易產生生理過載的情形。而利用提高底部枕木高度來拉升平均作業面，應可有效的改善作業姿勢不良的問題。改善後再利用關鍵指標法(KIM)評估，時間評分為 6，荷重評分為 1，姿勢評分降為 1，工作狀況評分為 0，結果顯示風險值由 30 降為 12，風險等級降為 2，有效降低人員承受職業傷害的風險。

建議利用可調高度式座椅進行包裝作業，應可有效的改善姿勢不良的問題。改善後再利用關鍵指標法(KIM)評估，時間評分為 6，荷重評分為 1，姿勢評分降為 1，工作狀況評分為 0，結果顯示風險值由 18 降為 12，風險等級仍為 2，但風險值降低 6，顯示略有改善效果。最後利用支架進行鋼帶打扣作業，應可有效的改善過度施力的問題。改善後再利用關鍵指標法(KIM)評估，時間評分為 8，荷重評分為 1，姿勢評分降為 1，工作狀況評分為 0，結果顯示風險值由 40 降為 16，風險等級降為 2，將可有效降低作業人員承受肌肉骨骼傷害的風險。

3.3 化學藥品作業區

化學藥品作業區為作業人員從事將化學原料倒入化學槽之區域，主要工作為搬運以及傾倒化學原料等，作業區由室外的數個化學槽、水管、馬達與原料儲藏區所組成。本作業是由作業人員從原料儲藏區將裝有氯錠的 20 公斤原料桶搬運至化學槽前，先將原料桶置於藍色水管上，人員徒手爬上高度約 74 公分的藍色水管，再提起 20 公斤原料桶放置於高 150 公分的化學槽上，並將部分原料倒入化學槽中，最後人員提著原物料桶，沿著藍色水管往下一個化學槽進行作業。本作業週期約 3 天/1 桶，每次作業時間約為 10 分鐘。從事此項作業皆為中高年齡男性，工作姿勢以站姿為主，作業現場於室外光線充足，其工作環境如圖 13 所示。



圖 13. 化學藥品區工作環境

(1) 問題陳述

本作業區主要人因工程問題在於過度施力與姿勢不良。由圖 14 可知，人員先需搬運重達 20 公斤的原料桶至化學槽前，且攀爬高度約 74 公分高的水管，以便於作業上的進行。其中，在搬運過程中人員的手臂需負荷原料桶的重量以及攀爬水管時姿勢上的不良作業，長期、頻繁作業可能會造成手臂及腰部肌肉上的疲勞酸痛等不適，若遇室外下雨天水管濕滑，更易造成人員摔落受傷。利用關鍵指標法(KIM)評估，時間評分為 2，荷重評分為 4，姿勢評分為 2，工作狀況評分為 0，結果顯示風險值為 16，風險等級為 2，評定為中等負荷，對於體力較弱的高齡作業員工會有生理過負荷的情形，進行工作改善將會減輕體力較弱的作業員工肌肉骨骼負荷。



圖 14. 攀爬水管及傾倒原料

(2) 改善方案

改善上述工作人員過度施力與姿勢不良的問題，由問題陳述中建議增設可升降式推車、樓梯即能改善現有狀況。如下圖 15 所示，先利用可升降式推車將原料桶運送置於化學槽前，然後再藉由增設的樓梯步行上水管，來進行傾倒化學原料之作業，在可升降式推車方面可降低人員在搬運時手臂上的負荷，亦可避免攀爬樓梯時姿勢上的不良，以上兩點均可有效降低職業傷害。若可在水管上平鋪一層步道（或穿著適當鞋具），既可避免下雨天人員摔落，人員作業時也能穩定行走。

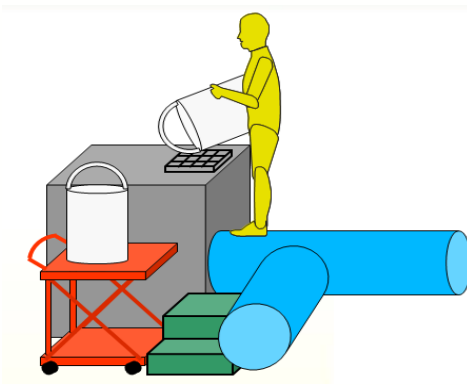


圖 15. 增設可升降式推車、樓梯

(3) 改善績效評估

建議可利用增設可升降式推車、樓梯應可有效的改善過度施力與姿勢不良的問題。改善後，再利用關鍵指標法(KIM)評估，時間評分降為 1，荷重評分為 4，姿勢評分降為 1，工作狀況評分為 0，結果顯示風險值由 16 降為 5，風險等級降為 1，評定為低負荷，不易產生生理過負荷的情形。

表 6. 作業改善前後對照表

工作環境	風險等級		風險值		負荷狀態	
	改善前	改善後	改善前	改善後	改善前	改善後
烤漆製程二線作業區	3	1	36	6	中高	低
鋼捲包裝作業區	2	1	20	4	中等	低
	3	2	30	12	中高	中等
	2	2	18	12	中等	中等
	3	2	40	16	中高	中等
化學藥品作業區	2	1	16	5	中等	低

4. 建議與結論

歐盟國家所推動的關鍵指標法關鍵指標法(KIM)，開發用於快速發現人工搬運作業上的瓶頸風險和鑑別必要的改善措施，其僅有三個簡單步驟，只考量與作業相關的主要人因危害因子，適合於現場快速診斷評估，是一個簡單的判斷或評估工具，評分點數之考量常見於一般現場作業勞工，似可使其推廣較為簡易與廣泛，但也不減損其人因運用於改善之明確效益。但勞工的年齡對於 KMI 的評估結果，並未於其評項內明示考量，茲建議可於實務上運用如下：

- (1) 風險值於中高齡勞工之考量：建議可以於步驟三上考量中高齡勞工之風險值調整，實務運用上可將風險值調低，如 ≥ 50 為高負荷，生理過負荷會發生，必須進行工作改善，將其風險對應值調低，應可運用之。

- (2) 女性勞工之評量項可用於中高齡勞工之考量：建議可以將步驟二，以作業荷重於女性勞工之評量項用於中高齡勞工考量，因女性勞工之體力負荷較男性較低，較似中高齡勞工作業負荷條件，相關實務評量表上亦常見此項考量與運用。

目前使用 KIM 評量方法雖適用於各種年齡層，但其於考量項中亦有考量與中高齡作業有關之環境能力因素，如運動空間受限或不佳的人因條件，如空間不足夠，有障礙物，不平穩的地面（不平或太軟），不充足的照明與不好的抓握條件等，因此實務上建議可以在其作業條件中多加以考量與中高齡勞工之能力限制，如生理上骨骼肌肉、肌力體能、各項感官（尤其視、聽覺）等能力衰退現實，以補強評量方法中於中高齡勞工之評量項考量之不足。

本文於金屬工業作業場所提出的幾項改善方案，乃是就人因工程的角度，分析勞工作業方式，提供肌肉骨骼危害的評估，以及降低肌肉骨骼危害的構想，現場改善需進一步詳加考量現場實際操作問題。其中在改善案部分，例如增加旋轉臂支架、棧板數量、提高底部枕木高度、使用可調高度式座椅、增設可升降式推車以及樓梯等，其改善成本應該相當低廉簡易，改善建議易於被作業現場主管與雇主所接受，進而利用這些簡易改善案的現場落實。

本次研究於作業現場發現，許多台灣金屬中高年齡工作者，大多為男性勞工於高人因風險的工作環境中作業，造成長期累積的職業病傷害，將會影響工作效率、需要長期診療復健且影響到家庭、工作與經濟等情形。因此，迫切需要改善工作環境，以防止任何肌肉骨骼傷害職業傷害的發生。以人因工程改善作業環境的好處，一方面可以降低中高齡勞工的肌肉骨骼負荷與危害，降低職業傷害風險，一方面也會提高作業舒適性與生產效率，達到勞動健康與生產和諧的勞資雙贏。

參考文獻

1. Almeida, S. A., Williams, K. M., Shaffer, R. A., & Brodine, S. K. (1999). *Medicine And Science In Sports And Exercise*, 31(8), 1176-1182. doi:10.1097/00005768-199908000-00015
2. Bennell, K. L., & Crossley, K. (1996). Musculoskeletal injuries in track and field: incidence, distribution and risk factors. *Australian Journal Of Science And Medicine In Sport*, 28(3), 69.
3. Hignett, S. (2003). *Occupational and Environmental Medicine*, 60(9), e6-e6. doi:10.1136/oem.60.9.e6
4. Hootman, J. M., Macera, C. A., Ainsworth, B. E., Addy, C. L., Martin, M., & Blair, S. N. (2002). *Medicine And Science In Sports And Exercise*, 34(5), 838-844. doi:10.1097/00005768-200205000-00017
5. Klußmann, A., Gebhardt, H. J., Rieger, M. A., Liebers, F., & Steinberg, U. (2012). Evaluation of objectivity, reliability and criterion validity of the Key Indicator Method for Manual Handling Operations. *Work: A Journal of Prevention, Assessment And Rehabilitation*, 41, 3997-4003.
6. Klussmann, A., Steinberg, U., Liebers, F., Gebhardt, H., & Rieger, M.A. (2010). *BMC Musculoskeletal Disorders*, 11(1), 272. doi:10.1186/1471-2474-11-272
7. Steinberg, U., Behrendt, S., & Caffier, G. (2008). Key indicator method manual handling operations. design and testing of a practical aid for assessing working conditions. *Berlin: Bundesanstalt Für*

Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.

8. Sanders, M.S., & McCormick, E.J. (1987). *Human Factors In Engineering and Design*. New York, USA: McGraw-Hill.
9. 林彥輝、宋鵬程、葉文裕、游志雲、潘儀聰、陳志勇，(2010)。先進國家肌肉骨骼傷害防制推動計畫探討，*勞工安全衛生研究季刊*，18(4)，483-501。
10. 黃力仁，(2013)。工業化國家的職業性肌肉骨骼傷害防制探討。未出版碩士論文，新竹市，台灣：清華大學工業工程與工程管理學系。
11. 潘儀聰、劉俊杰、黃耀新、盧士一、李正隆、游志雲，(2013)。工作現場人因工程危害預防效益個案評估，*勞工安全衛生研究季刊*，21(3)，345-355。

Key indicator analysis of a work improvement program for middle-aged workers in Taiwan's metal industry

G-H. Chen, S-C. Lin, C-Y. Yu, Y-H. Huang, I. Mufidah

Abstract

Purpose The purpose of this paper is to analyze and enhance the work improvement program in Taiwan's Metal Industry. Two plants' work conditions and facilities were investigated and improved. It was found that many of the workers are middle-aged men who occupy high risk jobs. Therefore, there is a strong need to improve the work environment to prevent the occurrence of occupational injuries. **Method** Key Indicator Method (KIM) is a consistent method used to assess risk involvement in manual material loading. It is conducted by quantifying the key indicators individually (time, load, posture and working conditions using rating points) and calculating the risk score and risk range. At Plant 1, observed areas were coil coating, coil packaging, and chemical storage area. The areas observed in Plant 2 were iron cutting, iron scrap, H-type iron conveyor operation, and iron burr trimming area. According to KIM, coil coating area time rating point was 6 before improvement, since lifting/positioning occurs fewer than 500 times per day. The load rating point was 2, since the load was less than 20 kg. The posture rating was 4, since the torso is bent slightly and there is high load on the shoulder. The working condition rating point score was 0, since the working condition is good. Therefore, the risk score is 36, the load status is "increased", and the risk range is 3. Based on the observational results, an improvement plan was designed and implemented to fit the middle-aged workers in the facilities. The rating points were re-assessed afterwards to examine the improvement effectiveness. **Results & Discussion** The work facilities designed and implemented at Plant 1 are: an additional rotating arm bracket for the coil coating area; height adjustments for pallets, to 80 cm; height adjustment for sleepers' bottom, to 50 cm; adjustable seat heights and movable brackets for the coil packaging area; and, a lift cart and stairs for the chemical area. All the equipment was designed with a limited budget and timeframe to support ease of use for middle-aged workers. Before the improvements, the risk score ranged between a "medium" load of 16 and "increased" load of 40; after the enhanced improvement program, the range of risk score was reduced to 4 ("low" load) to as high as 36 ("increased" load). In summary, with the analysis of KIM, the enhanced improvement program can reduce the risk score in the areas investigated in the metal plants.

Keywords: Occupational health and safety, middle aged workers, Key Indicator Method