建國科技大學

工業工程與管理系

一百學年度畢業專題製作

系統化創新應用於設施規劃之研究
－以自行車零件製造爲例

Applying the Systematic innovation to Facilities Planning - Taking the Bicycle Parts as an example

IE100 日四 B-01

指導老師

蔡文豐

製作學生

楊柏霖 97405076
蔡葆暉 97405085
鄭京憲 97405070
蔡宗耀 97405087

中 華 民 國 一 百 年 十二 月 二 十 二 日

建國科技大學　工業工程與管理系

畢業生實務專題製作口試委員會審定書

本系 100 學年度畢業生：楊柏霖 、 蔡葆暉 、 鄭京憲 、 蔡宗耀

等四員

所提專題題目：系統化創新應用於設施規劃之研究－以自行車零

件製造爲例

合於大學生畢業資格水準，業經本委員會評審認可。

口試委員：陳錫川　蔡文豐　郭晉源

指導老師：蔡文豐

系 主 任：郭晉源

中　華　民　國　一　百　年　十　二　月　二　十　二　日

誌　謝

這次的專題能夠完成，首先要感謝的是蔡文豐老師不厭其煩的給予我們各式各樣的建議，修正我們的缺失，我們看得出蔡老師平常公務繁忙還要空出時間與各組專題學生討論，在此組組全體組員向指導老師致上萬分的謝意，經由這次一年半以來的專題製作，實地的體會到與同儕間分工合作的重要性，讓我們學習到了所謂的團隊精神，從剛開始的找尋同意和合作的工廠開始，到各章節的完成，都是需要各組員共同努力方能產的成果，如果單靠一個人是沒辦法交出現在的成果的。

專題與口試的完成，讓我們確實感受到了成長，在一年半的專題討論中，難免會有意見分歧，但最後總能討論出結果，感謝購各組員的用心參予，讓大家在路上能夠互相扶持成長，也對彼此更加了解，深知團隊合作的樂趣與其重要性。

專題能夠修正到現在這個比較能看的樣子，都要感謝各位評審老師給予的實際建議，也讓我們慢慢熟悉未來在社會上遇到問題時面對的態度與解決的方法。

最後我們真心感謝銘輝股份有限公司，願意配合我們學生的專題，和我們合作分享工廠的實地情況與資料，讓我們有研究的目標。

摘要

本組專題多次實際參訪銘輝自行車零件製造廠，發現了他們公司的動線規劃不盡理想，各種半成品、原料及雜物堆放雜亂，而爲了發現問題的關鍵點，本組專題開始紀錄並研究設備擺放位置，造成動線流暢度等問題，並經過多次討論後，使用以設施規劃工具與 TRIZ 矛盾矩陣工具，提出改善方案以利減少搬運的距離、時間的浪費，使動線流暢，提升產能、效率，進而節省成本，提昇產業競爭之優勢。本組將工廠內之主要生產線的生產流程加以規劃後縮短了一半的搬運總距離，由原本 182 公尺縮短到 87.5 公尺，縮短距離的效益達 51.9%，並利用 TRIZ 系統化創新針對改善後所產生的問題，如：影響其他生產動線搬運距離，本組透過三十一個管理參數找出改善與惡化參數，從中得到四個原則以提供思考方向後，找到幾個改善方法，如增加推車搬運量等。

Abstract

After visiting the Ming Huei Profit Co. Ltd, this project found the transportation line has many problems which include piled-up semi-finished products, raw materials and other debris. Besides, devices were not placed fluently in the shop floor. This group first began to record the location of devices and investigate transportation frequency of related material. After several discussions, the proposed improvements reduce transport distance and transportation time. The results improve the productivity and efficiency. The group collected the required information, used the facilities planning tool and TRIZ contradiction matrix tools to improve the transportation line, and gave the company some suggestions. Besides, the results enhance industry competition. The group's main production line factory production planning process to be shortened by half of the total transportation distance shortened from the original 182 meters to 87.5 meters shorterdistances up to 51.9% efficiency and the use of TRIZ systematic.innovation for improvedproblems arising, such as: impact on other production lines moving away from moving, this group of parameters identified by thirty-one management improvement and deterioration of parameters,from which four principles to provide a direction of thinking, find a few improvements, such as increasing push the amount of car handling.

目錄

頁次

中文摘要 ---------- I

英文摘要 ---------- II

目錄 ---------- III

圖目錄 ---------- V

表目錄 ---------- VII

第一章　緒論 ---------- 1

1-1 研究動機 ---------- 1

1-2 研究目的 ---------- 1

1-3 研究流程 ---------- 2

第二章 文獻探討 ---------- 3

2-1 工廠佈置發展與定義 ---------- 3

2-2 工廠佈置目標---------- 3

2-3 物料搬運的原則 ---------- 5

2-4 流程程序圖 ---------- 6

2-5 操作程序圖 ---------- 8

2-6 5S 原則－成本節省 ---------- 8

2-7 TRIZ 創新工具 ---------- 9

第三章 個案介紹 ---------- 14

3-1 公司簡介 ---------- 14

3-2 產品介紹 ---------- 15

3-3 機械設備介紹 ---------- 18

頁次

第四章 設施規劃及現場改善 ---------- 24

4-1 公司現況 ---------- 24

4-2 工廠環境評估與 5S 之應用 ---------- 25

4-3 工廠佈置圖 ---------- 27

4-4 產品 MH-78AL 動線圖(改善前) ---------- 28

4-5 產品 MH-78AL 操作程序圖 ---------- 29

4-6 產品 MH-78AL 改善前的流程程序圖 ---------- 30

4-7 動線問題標示與解說 ---------- 31

4-8 產品 MH-78AL 動線圖(改善後) ---------- 32

4-9 產品 MH-78AL 改善後的流程程序圖 ---------- 33

4-10 產品 MH-78AL 改善前後比較與差異分析 ---------- 34

4-11 成本效益分析 ---------- 35

4-12 TRIZ 40 原理應用 ---------- 37

第五章 結論與建議 ---------- 40

5-1 結論 ---------- 40

5-2 建議 ---------- 40

參考文獻 ---------- 42

圖目錄

頁次

圖 1-1 研究流程規劃圖 ---------- 2
圖 2-1 TRIZ 概念說明 ---------- 10
圖 2-2 TRIZ 內容圖解 ---------- 10
圖 3-1 工廠門口照片 ---------- 14
圖 3-2 產品介紹-自行車龍頭 ---------- 15
圖 3-3 產品介紹-車頭碗組 ---------- 16
圖 3-4 產品介紹-座桿 ---------- 16
圖 3-5 產品介紹-自行車前避震器 ---------- 17
圖 3-6 產品介紹-自行車龍頭手把 ---------- 17
圖 3-7 機台介紹-沖床機 ---------- 18
圖 3-8 機台介紹-抽管機 ---------- 19
圖 3-9 機台介紹-原料裁切機 ---------- 20
圖 3-10 機台介紹-自動切段機 ---------- 21
圖 3-11 機台介紹-剖溝零件機 ---------- 22
圖 3-12 機台介紹-手動切斷機 ---------- 23
圖 4-1 半成品堆放區 ---------- 24
圖 4-2 工廠環境圖 ---------- 24
圖 4-3 工廠油桶、雜物堆放區 ---------- 25
圖 4-4 工廠雜物、半成品堆放區 ---------- 26
圖 4-5 工廠佈置圖(改善前) ---------- 27
圖 4-6 MH-78AL 動線圖(未改前) ---------- 28
圖 4-7 操作程序圖 ---------- 29

頁次

圖 4-8 MH-78AL 流程程序圖(改善前) ---------- 30

圖 4-9 路線問題之標示圖 ---------- 31

圖 4-10 MH-78AL 動線圖(改善後) ---------- 32

圖 4-11 MH-78AL 流程程序圖(改善後) ---------- 33

圖 4-12 流程路線改善前後比較圖 ---------- 34

表目錄

頁次

表 2-1 流程程序圖符號說明 ---------- 7

表 4-1 改善前後的搬運距離差異表 ---------- 35

表 4-2 改善前後人工搬運成本差異表 ---------- 35

表 4-3 改善與惡化矛盾表 ---------- 37

第一章 緒論

1-1 研究動機

本組專題利用設施規劃與 TRIZ 幫助工廠發現、研究、改善目前所面臨到的困境或問題，這些年工廠對於管理層面漸漸重視，怎麼樣可以讓效率更高，怎麼樣可以接到更多的訂單，怎麼樣可以讓產品不良率降到最低，這些都是工廠所想要去解決的問題，本組所研究的工廠「銘輝工業有限公司」，主要以自行車鐵管零件加工爲主，以接到顧客所需規格訂單而去生產，所以設施佈置擺放與廠房空間利用對於工廠而言是很重要的課題。

本組在與指導老師多次討論與到工廠勘查之後，將專題研究報告的題目訂定爲「系統化創新應用於設施規劃之研究」，首先先去了解工廠內部的作業程序，再去找出與發現作業流程上的缺失，再經由本組討論提出改善方案，減少搬運時間與動線長度，改善後會出現的矛盾再經由系統化創新去解決矛盾點，使產品加工過程更加流暢，增加市場的競爭力。

1-2 研究目的

本組專題研究報告已獲得「銘輝工業有限公司」許可作爲研究對象，實際走訪觀察生產動線與工廠設施佈置現況，再經由與專題老師討論而進行改善與研究。

本專題研究報告具體目的爲：

1.改善工廠設施佈置與擺放。

2.妥善規劃分類動線與產品區，工作效率提升。

3.以系統化創新去解決設施規劃改善後所產生的矛盾點。

針對以上項目本組將去找尋問題、發現問題、問題的分析、再去加以改善，希望提高生產效率，降低生產成本，也期望提升工廠在同業中的競爭力與知名度，也提供員工安全環境。

1-3 研究流程

本組專題製作流程如下，如圖 1-1 研究流程規劃圖所示。

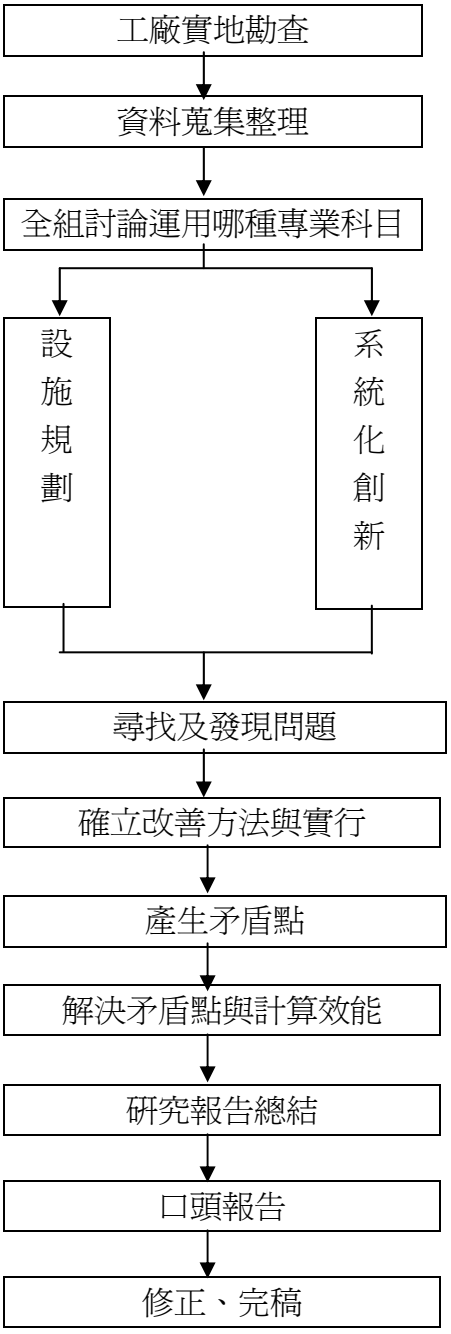


圖 1-1 研究流程規劃圖

1. 拜訪工廠先去了解整個工廠整體現況

   看機台設備有無問題，有哪些缺陷,有無需要改善的地方，確實需要改善的地方並不少。

2. 觀察主要生產動線與環境佈置

   經由實地探察之後，發現他們環境佈置明顯有些許的髒亂，動線排放的位置也不是非常好。

3. 討論動線方向是否有無改善空間

   他們的生產動線實際看起來錯綜複雜，沒有一致性,需要加以改善。

4. 從動線方面去尋找及發現問題

   他們動線沒有我們實際想的井然有序,很多部分都是凌亂的，需要我們整理規劃一下。

5. 利用設施規劃去佈置調整過後的生產動線

   經由設施規劃去修改之後他們的生產動線會較有條理，協調性。

6. 改善後的動線是否產生矛盾

   改善後發現我們的動線矛盾需要修改的，矛盾的地方需要我們加以改善。

7. 運用系統化創新去解決產生的矛盾點

   經由 TRIZ 裡面的 40 原則我們找到了需要改善及惡化的地方，矛盾的地方也找到適合的方法解決。

8. 研究報告總結後修正缺失，如圖 1-1。

第二章 文獻探討

2-1 工廠佈置發展與定義

工廠佈置這門學問的研究更朝著以下幾個方向發展：(陳文哲、劉樹童，1989)。

1. 研究範圍的擴大。
2. 由於電腦的快速發展，電腦化的數量模式，將成爲工廠佈置的另一個發展方向。
3. 設備佈置與組織發展的關係，由於接觸機會的多寡、方便與否，佈置所傳遞的信息與標示都有所不同。

由於佈置問題，以生產活動爲主要客題，生產則以工廠的佈置問題最爲複雜，也最具代表性，好的佈置需配合生產系統內良好的物料搬運體系，所以工廠佈置與物料搬運實爲一體兩面。

工廠佈置計畫包含下列幾項定義：

1. 對於各種生產設備與人員求得依最佳的組合，以得到最佳結構。
2. 決定各種設備(包括生產設備、輔助設備、物料搬運、存儲設備等)和人員操作與活動所需之空間。
3. 分析各活動(activity)之關係，以求得各活動空間可能的相關位置。
4. 分析物料之進廠、製造、出廠等過程，以安排其流程、路徑、與搬運設備，以獲致良好的搬運系統。
5. 調整各活動位置與空間，以使人員、物料、機具等獲得最有效、最經濟之關係、位置與操作方法。

2-2 工廠佈置目標

任何一種系統設計工作居需具備下列四項目標：(陳文哲、劉樹童，1989)。

1. 設計成果必須具備可行性。

2. 必須具備安全性。

3. 必須合乎經濟要求。

4. 具備可調性。

工廠佈置亦同，唯其較重視經濟性的要求，茲比較說明其目標如下：

一. 使製造程序便捷流暢

工廠佈置的設計應使製造程序在最有效率的情況下。幾點建議如下：

1. 在工作區域適當位置安排機具，使原料及在製品能流暢，並顧及操作技術、生產速度、機具性能等，使流程能搬運順暢。
2. 改良物料搬運機具和路線，使整個系統不發生等候、擁塞、倒退、逆回等現象。
3. 改良工程技術，使前後工作密接，工件易於識別計數，以免零亂堆積於工作區。
4. 設備及工具之維護，使其保持在良好狀況，藉以維持工作品質及避免損壞。

二. 使物料搬運工作減至最低

任何一個生產工廠，就生產之角度上而言，都可以是唯一台大型的製造機器。此一機器之構成零件包括了各類設備、工具、人力及建築物等。因此工廠佈置工作再實質上即是一台大型機器之設計工作，以此而論，生產作業間之搬運、儲存、停頓等現象對於製造均無必要性，因此除非事實所需者外，應盡量避免。

三. 維持空間配置及機具使用之彈性

因市場需要，產品種類改變，產量增加，若再建場佈置時，未有此彈性 設計和設置，到時除拆除改裝別無他法，造成極大浪費。常能於建廠設置之初，預期有此改變，未雨綢繆，保留彈性，則可適應新生產情況。例如電機工廠，原建廠房樓上預留抽頭鋼筋，便於日後發展時建於二樓；預測本廠擴充方向，該方向僅設置易於拆裝之牆壁及水、電、動力系統單獨設置，便於更新設備時，調換裝接。

四. 維持在製品之高週轉率

只有在物料以最短的時間通過所需的程序，才能使操作獲的最大效率，產品在廠中停留時間愈長，則必增加倉儲成本。要節省成品，必須製造時間縮短，原料週轉時間加速，即在製品之暫存量爲最少。

五. 對機器設備做有效的投資

適當的製程設計或機器佈置安排，將可達到減少設備投資的效用。在整個生產過程中，分析研究出更好的製造方法或那些機器與設備可作多項應用，加以適當安排，藉以減少固定成本之投資。

六. 充分利用空間

如今地價飆漲，寸土寸金，在廠內有限空間內，應對每一寸土地都善加利用。依其正常作業範圍，使物料搬運及機具操作方便之原則下，空間縮至最小範圍，以達到有效利用空間之目的。在工廠最易發生浪費空間者如通道閒置、堆放呆料區域，低效率之龐大機具等。通道堆棧須加以整理規劃以減少荒置空間。效率過低之機具則考慮汰舊換新，重新調整機器間距以縮減搬運。且更應注意到立體空間之充分運用。

七. 提升人力運用之效率

良好的佈置，使工作人員置身其中，會有明朗、舒適的愉快感，工作情緒和效率都能提升。欲達此目標須注意下列幾點：

1. 避免以人力搬運物料，力求以機械化、自動化之設備來運送。
2. 保持人與機器操作之平衡，避免負荷過重或閒置無事之發生。
3. 減少走路，以免疲勞。
4. 有效的監督與管理。

八. 提供安全、舒適的工作環境

良好的工廠佈置，對於廠內照明、溫溼度、通風、空氣調節、噪音、震動、防火、防盜、醫療衛生、飲水等均能考慮到。特別是人員操作傷害之防止，污染之防治等安全問題，必須藉著佈置加以確立。不僅防止人員傷害，減少機具損壞，又能使人員在工作中有安全感，更能避免許多無謂損失。

2-3　20 個物料搬運的原則

1. 計畫原則：一切物料搬運與倉儲工作都要有計畫，以求的最合理有效的物料搬運操作。
2. 系統原則：把所有搬運活動盡可能整合成依完整統合的系統，包括物料供應、收料、儲存、生產、檢驗、包裝、倉儲、裝運和運輸。
3. 物料流程原則：計劃操作順序和設備安排，使物料的流程達到最佳境界。
4. 簡化原則：透過減少、消除或合併不必要的移動或設備，以簡化搬運作業。
5. 重力原則：盡量利用重力做爲搬運物料的動力。
6. 空間利用原則：將建築物的空間做最大最有效的利用。
7. 單位負荷原則：盡可能增加每次搬運的數量、尺寸或重量，以降低單位搬運成本。
8. 安全原則：提供適當且安全的搬運和方法，以確保物料搬運的安全。
9. 機械化自動化原則：可實用化的情況下，各搬運設備近可能採行機械化和自動化。
10. 設備選用原則：在選擇搬運設備時。要考慮到所要搬運的物料，其所必需的移動和將使用的方法。
11. 標準化原則：搬運方法以及搬運設備的型式和尺寸都要標準化。
12. 彈性原則：除了特殊的設備外，所採用的方法和設備應具有適應產品和工作運用變化的彈性。
13. 呆重原則：將運載設備的呆重率減到最小，以降低單位載運的負擔。
14. 移動原則：物料運送設備的設計，應減少上下料之裝卸時間，盡可能保持設備在移動的狀態。
15. 閒置時間原則：減少搬運設備的閒置時間和人力的非生產性時間。
16. 設備維護原則：要有預防保養及排定維修所有搬運設備的計畫。
17. 報廢原則：當有更具操作效率的方法或設備時，就應將過時的方法或設備予以更新，改善操作。
18. 控制原則：利用物料搬運來控制生產管制、存量管制和訂單的處理。
19. 產能原則：利用物料搬運來協助全生產能量的達成。
20. 績效原則：以單位搬運費用來衡量搬運的績效。(胡黃德、彭定國, 2010)

2-4 流程程序圖

經由「工廠佈置與物料搬運」，我們找到以下二十點物料搬運原則。

操作程序圖(Operation Process Chart)僅包含「操作」與「檢驗」兩事項；流程程序圖(Flow Process Chart)則較之詳盡，由「操作」、「檢驗」、「延遲」、「儲存」、「搬運」五種事項所構成，實際上已爲整個製程程序的詳盡紀錄。

流程程序圖爲程序分析最基本、最重要的技術，也是降低隱藏成本分析解決的最有力工具。流程程序圖清楚地標示出所有操作、搬運、檢驗、延遲等事項，已研究分析，設法減少各種事項的次數與所需時間及距離，降低隱藏成本的情況由此可顯示出來。(胡黃德、彭定國, 2010)

由於流程程序圖的關係以操作、搬運、檢驗、儲存、延遲五種事項進行紀錄，分析時當從此五種著手：

1.操作分析：

此一分析所涉及的範圍很廣，也最複雜。如果涉及到產品設計的問題，產品設計與以稍微改變，但可能改變了整個製造程序，至少可以省下某些操作步驟，因而減少了搬運的需要。或者原是分兩個不同工作站所作的操作，考慮合併在同一工作站的儲存或延遲。

2.搬運分析：

分析搬運問題通常由下列三者著手，即搬運重量、距離與所費時間，期間關係廠房空間及佈置、機器排列、運輸方法與工具等。

3.檢驗(品質)分析：

檢驗之目的在於減少品質之變異性，通常需詳加考慮製成品之功能要求與精確度之要求。

4.儲存分析：

儲存之發生係因某一材料或零件未到貨或者下一步加工之機器不足負荷，須

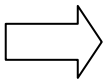
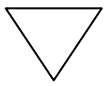
暫爲等待所致。因此儲存分析應對存貨管制，購貨計劃及機器設備之進度嚴加檢討。

5 .延遲分析：

延遲係純爲浪費，理應減至最低限度。此已涉及人員調配控制及閒餘能量分析之問題。如果是人爲因素，則應加強人員之訓練與控制，再來才考慮設備因素。流程圖程序符號說明：(陳文哲、劉樹童, 1989)

在製照程序中的基本活動分爲 5 種，而各符號所代表的意義，如表 2-1。

表 2-1 流程程序圖符號說明

操作		操作-直徑 3/8 的圓圈。凡一件物品、或目標京有意的改變其物理或化學性質，此改變性質之過程均爲操作。
搬運		搬運-空心箭號。凡有意改變物體之位置，從一處移至另一處，即爲搬運，如期移動，爲操作之一部分，或當操作及檢驗時所附帶發生者，應則除外。
檢驗		檢驗-每邊 3/8 之正方形。爲鑑定物體性質規格之異同，而給予試驗、比較或證明其數量及品質，稱爲檢驗。檢驗必須有標準，而將原料半製品或成品使與原定之標準作一比較。
延遲		延遲-正寫的大 D 字，源自 Delay 之縮寫。由於預定的次一行動(主要操作、搬運、或檢驗)，在尚未進行下一個計畫行動之前的停頓。
儲存		儲存-儲存爲物品之保存或等待，爲此行動乃在控制力之下。儲存行動之取消，必須經過制度或法定的認可。

2-5 操作程序圖

何謂操作程序圖：

操作程序圖是對整個程序作一個鳥瞰式通盤概況的了解，在實施時僅將操作及檢驗予以表明，並在符號邊附一簡單說明(胡黃德、彭定國 2010)。

操作程序圖上，其操作程序之流動以垂直線表示之，而以水平線代表材料之流動。

繪製操作程序圖之初，須先分析選取裝配線上之主要項目作爲主動脈，經常選取操作次數可能最多之某項零件爲基準線。

操作程序圖之用途：

操作程序圖之用途有以下各點

1. 操作程序圖提供操作程序的通盤概況及各製程間之相互關係及品質管制之重點站，均可由本表清晰示出。

2. 零件或材料之規格可清晰的表明，以及各項材料及零件之進入點。

3. 操作程序圖將各生產過程之機器設備、工作範圍、所需時間、工作環境以及其順序皆有詳細的記載，工廠佈置的大體概念可以形成，而操作及檢驗時間資料，可作決定生產線平衡之依據。

4. 工具和設備的規格、形式和需要數量，新產品之預算，生產所需投資之數額，以及產品之生產成本，可以據此算得。

5. 操作程序圖等於是整個製造程序的精簡總表，據以研究各操作及檢驗之目的，很容易引導最佳製造程序的設計，獲得更好的方案。

2-6　5S 原則－成本節省

起源於日本的 5S「整理、整頓、清掃、清潔、修養」是促進工作環境整潔有效方法之一。除了強調現場管理外，5S 所蘊含的真意是要培養員工養成工作場所整齊清潔、有條不紊的習慣、再藉此而改善工作環境的安全健康水平。

5S 的基本概念：(胡黃德、彭定國，2010)

1. 整理

「要提高效率，應從整理開始」

爲了避免工作場所出現凌亂情況，應清楚地將需要和不需要的物品分別出來，而「整理」就是把不需要的物品搬離現場。

2. 整頓

「避免浪費尋找時間，應有完善儲存方案」

爲了讓員工容易找尋和放回需要的物品，「整頓」就是把這些物品有條理地安放和處理。

3. 清掃

「要確保工作場所清潔整齊又安全，應經常進行清掃工作。」

「清掃」是指掃除、清理污垢的動作，其著眼點不單要把工作場所打掃得整齊清潔，亦可在清掃時檢查各項設施、工具、機器是否在正常狀態。

4. 清潔

「只有保持清潔及無污穢的工作環境，才可使員工工作時既安全及健康」

「清潔」是指乾淨無污穢，也就是把霉菌及污穢除去的乾淨狀態。要確保工作場清潔，機構是需要持續保持整理、整頓及清掃等活動。

5. 修養

「5S 是以修養爲始終、創造良好安全文化」

要把每一項工作養成習慣去執行，員工是需要跟從一些準則，此處所強調的是創造一個具有良好安全習慣的工作場所。

2-7 TRIZ 創新工具

TRIZ 來源於「發明問題解決理論」，原爲俄文，英譯 Theory of Inventive Problem Solving (TIPS)(趙敏等，2009)。

「發明問題解決理論」有兩個基本的含義，表面意思是強調解決實際問題，特別是發明問題；隱含意思是由解決發明問題而最終實現「技術與管理」創新，因爲解決問題就是要實現發明的實用化，這符合創新的基本定義如下圖 2-1 所示。

TRIZ 內容：

TRIZ 的理論體系龐大，第一方面是 TRIZ 的基本理論體系；第二是 TRIZ 的解體工具體系。TRIZ 的基本理論體系框架是以一種「靜態」的方式，以比較詳細和形象地展示，重點說明了 TRIZ 的內容與層次，如下圖 2-2 所示。

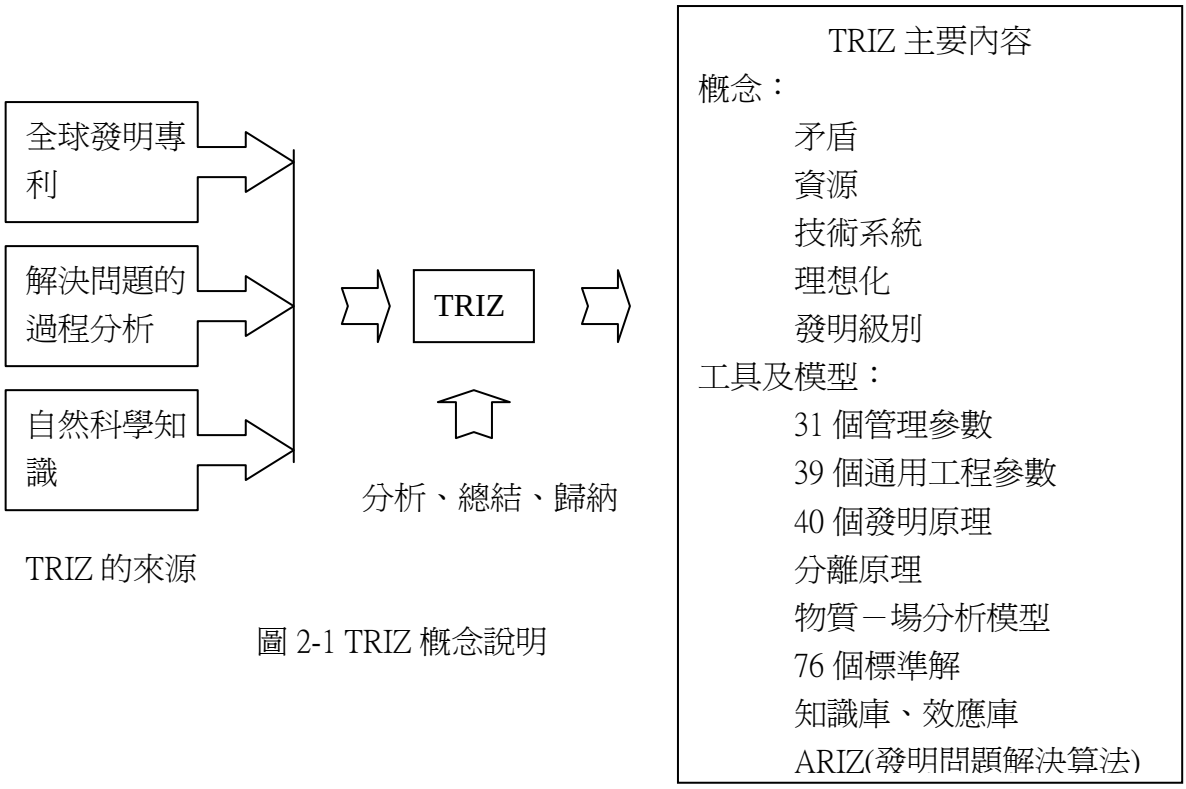


圖 2-1 TRIZ 概念說明

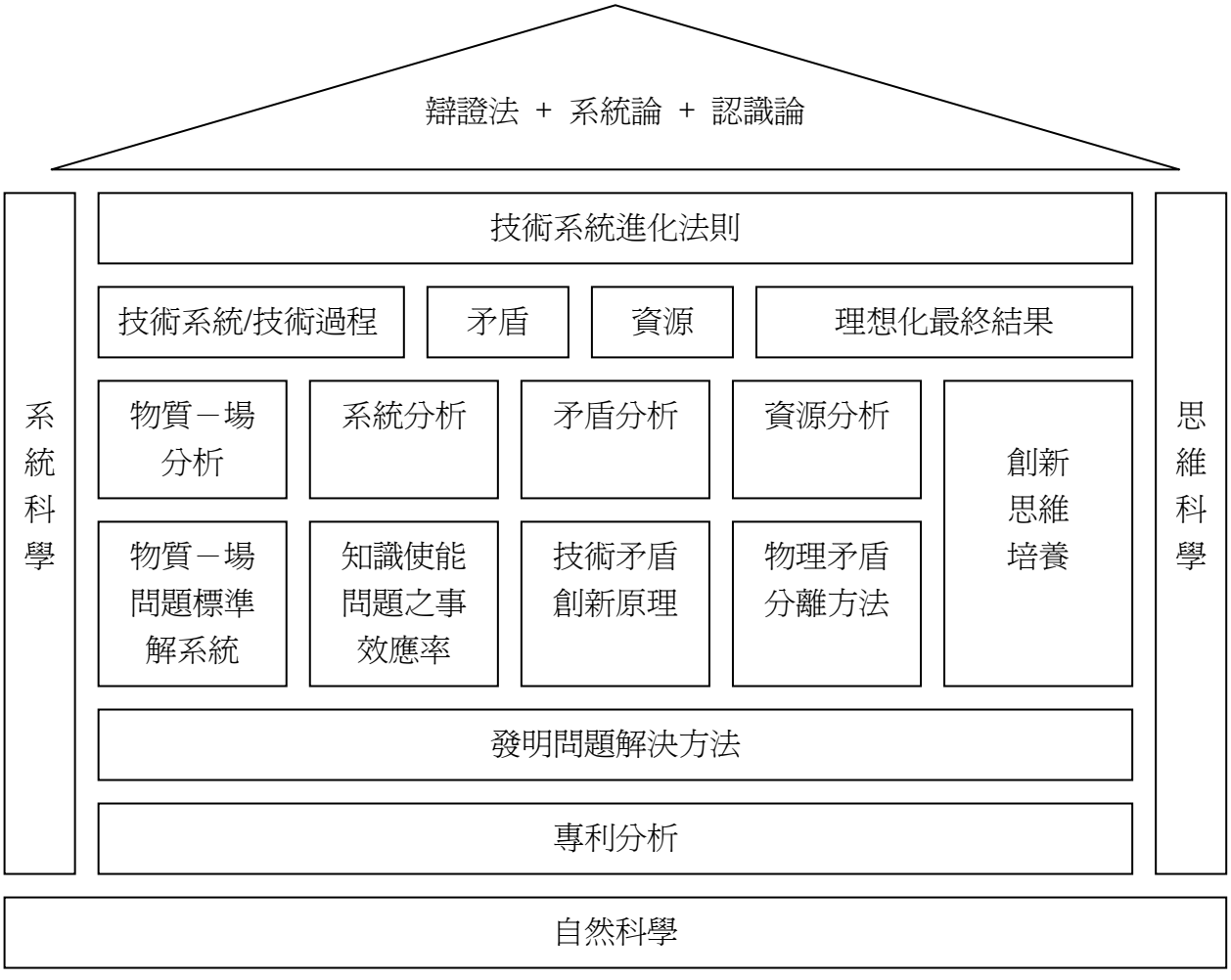


圖 2-2 TRIZ 內容圖解

TRIZ 之核心思想：

技術系統進化過程不是隨機的，而是有客觀規律可以遵循，這種規律在不同領域反覆出現。

1. 在解決發明問題的實踐中，人們遇到的各種矛盾以及相映的解決方案總是重複出現。
2. 用來徹底而不是折衷解決技術矛盾的創新原理與方法，其數量並不多，一般科技人員都可以學習、掌握。
3. 解決本領域技術問題的最有效的原理育方法，往往來自其他領域的科學知識。

TRIZ 適用範圍：

TRIZ 源於專利，服務於生成專利(應用 TRIZ 產生的發明結果多數可以申請專利) ，TRIZ 與專利有著密不可分的淵源。

由於 TRIZ 的來源是對高水準發明專利的分析，因此通常人們認爲，TRIZ 更適用於解決技術領域裡的發明問題。

先界定 TRIZ 的有效「邊界」，即 TRIZ 這個「發明問題解決理論」，「不解決」什麼問題。

1. TRIZ 通常不解決技術領域外的問題。
2. TRIZ 不解決技術領域中的五級發明問題。
3. TRIZ 不同於專業科技書籍，不講與創新思維無關的技術規律(各種科技書籍只講技術規律部涉及心理活動)。
4. TRIZ 不同於腦力激盪，不講與技術規律無關的思維問題(腦力激盪法等傳統創新技法只講心裡活動不涉及技術規律)。

TRIZ 是兼研究技術規律和思維問題的創新方法，目的是促進高水準專利的產生。研究 TRIZ 的第一個基本觀點是：技術規律和思想活動結合的越好，對創新型人才的培養就越到位，產生創新的結果就越順利，獲得的發明級別也就有可能越高(Stan Kaplan, 2008)。

TRIZ 的具體應用：

任何一項理論要想得到廣泛應用，首先取決於人們對其認知和普及程度。在蘇聯，在一些重要的科研機構和工程單位中，一度要求「每七個技術人員中有一

個 TRIZ 工程師」。

TRIZ 不僅在蘇聯得到廣泛的應用，在美國的很多企業－特別是大企業，如波音、通用、克萊斯勒等公司－在新產品開發中，也得到了全面性的應用，取得了可觀的經濟效益。TRIZ 普遍應用的結果，不僅提高了發明的成功率縮短了發明的週期，還使發明的問題具有可預測性。

據統計，應用 TRIZ 的理論與方法，可以增加 80% ~ 100%的專利數量並提高專利品質；可以提高 60% ~ 70%的新產品開發效率；可以縮短 50%的產品上市時間。

1998 年，三星公司首席執行官伊鍾龍制定了具有戰略意義的價值創新計畫，其目的是「爲顧客創造新價值，降低研發成本」 。而實現這一戰略目標的核心技術，就是 TRIZ。

TRIZ 面世並不意味著發明創新理論的終結與完成。相反，他可以指導人們發現新原理和總結新知識，使 TRIZ 本身可以隨著科學技術的發展和社會的進步而不斷的的完善。TRIZ 今後的研究和應用方向主要有兩個：第一個是 TRIZ 本身的不斷完善；第二個是進一步拓展 TRIZ 的應用領域。

TRIZ 主要解決設計中如何(How)做的問題，但對設計中做什麼(What)的問題未能給出合適的方法。大量的工程實例表明，TRIZ 的出發點是借助於經驗，發現設計中的矛盾。矛盾發現的過程，是通過對問題的定性描述來完成的。其他的設計理論，特別是質量機能展開(QualityFunction Deployment, QFD)法，恰恰能解決做什麼的問題。所以，將兩者有機的結合，發揮各自的優勢，將更有助於產品創新。

但是，TRIZ 與 QFD 法都未給出具體的參數設計方法，穩建設計則特別適合於詳細設計階段的參數設計。將 QFD、TRIZ 和穩健設計結合，能形成從產品定義、概念設計到詳細設計的強有力支持工具。因此，三者的有機結合，現已成爲設計領域的重要研究方向。

第三章　個案介紹

3-1　公司簡介

本組專題研究對象爲銘輝工業有限公司，外觀如圖 3-1 所示。



圖 3-1　工廠門口照片

公司名稱	銘輝工業有限公司
地　　點	彰化縣溪湖鎮汴頭里田中路 101 之 23 號
電　　話	(04)8814682
傳　　真	(04)8851790
負 責 人	楊儒銘
營業項目	自行車零件、運動器材、鐵管加工製造
資 本 額	500 萬
營 業 額	200 萬
員工人數	20 人

3-2 產品介紹

多樣化的折疊接頭展示圖，主要組裝在自行車以及電動車的接頭把手，能以滿足收納方便的需求加以製造的多樣化接頭如下圖 3-2 所示。

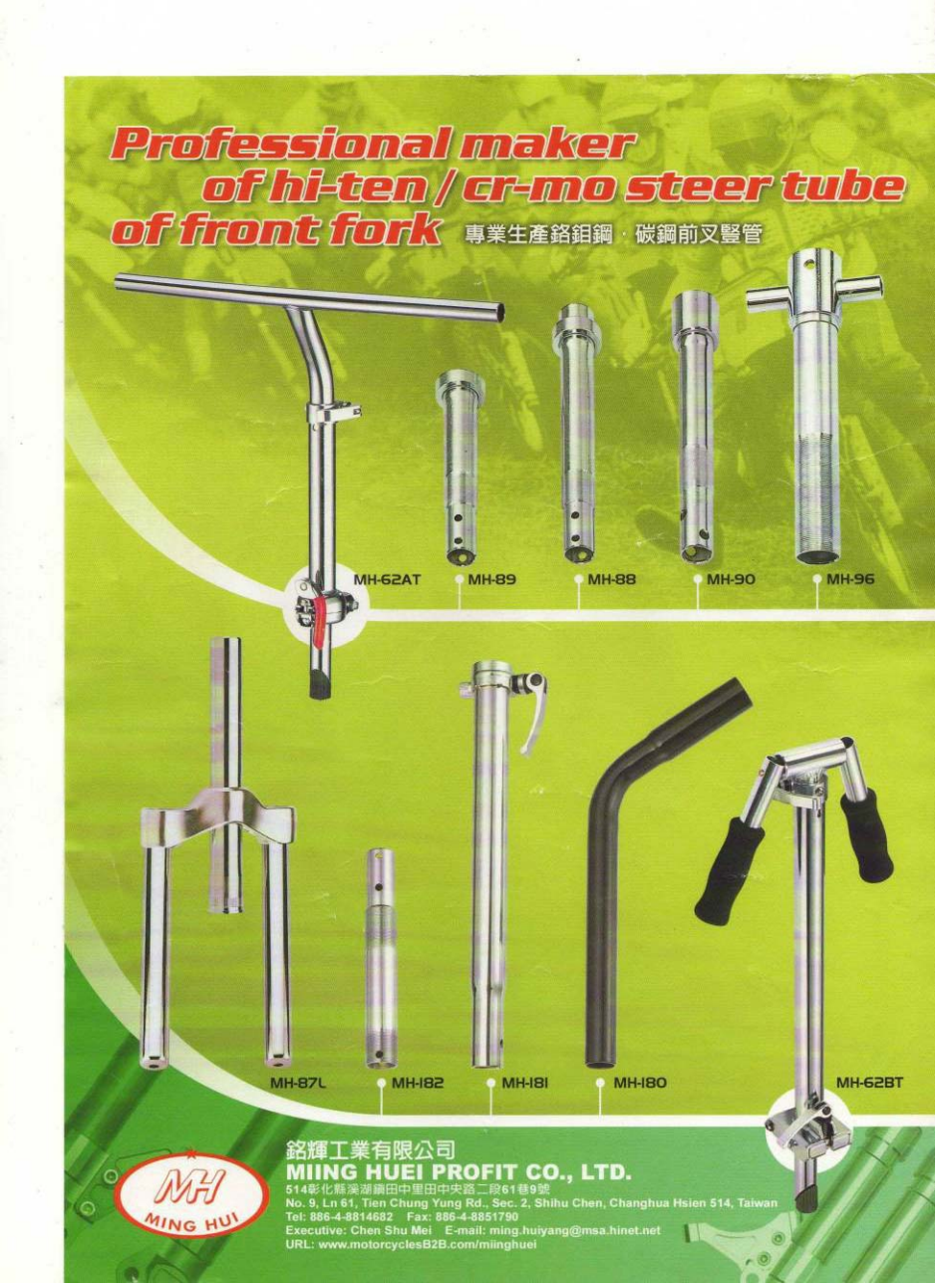


圖 3-2 產品介紹自行車龍頭

一、車頭碗組(Head tube)

是裝在頭管上下兩端的軸承零件，以固定前叉轉向管，並能提供轉向活動。車頭碗組依頭管管徑使用內嵌式化或外露式，它必須固定妥當，避免前叉轉向管搖晃，如圖 3-3。



圖 3-3 產品介紹-車頭碗組

二、座桿(Seat post)

座桿連接坐墊與車架，支撐來自坐墊的全部重量，可見座桿的強度有多重要，尤其登山車若使用管壁太薄的座桿，可能會禁不起跳躍衝擊而折斷，座桿會區分用在登山車或公路車，兩者不可混用。部分公路車座桿爲了減低風阻作成流線造型，甚至與車架是碳纖維一體成形的，如圖 3-4。

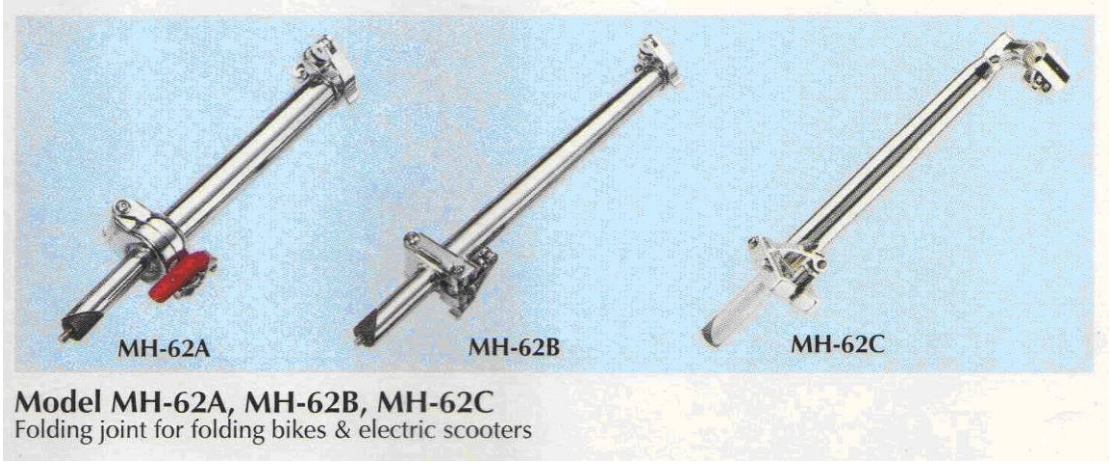


圖 3-4 產品介紹-座桿

三、前避震器(front suspension)

具有操控前輪的功能，還能吸收從路面傳的震動如圖 3-5。



圖 3-5 產品介紹-自行車前避震器

四、手把(Handlebar)

手把承受衝擊時部份身體重量下壓力量，而在重踩加速和爬坡時，又承受手用力將手把拉向胸部的力量，剛性與耐疲勞的要求自不在話下，如圖 3-6。
。

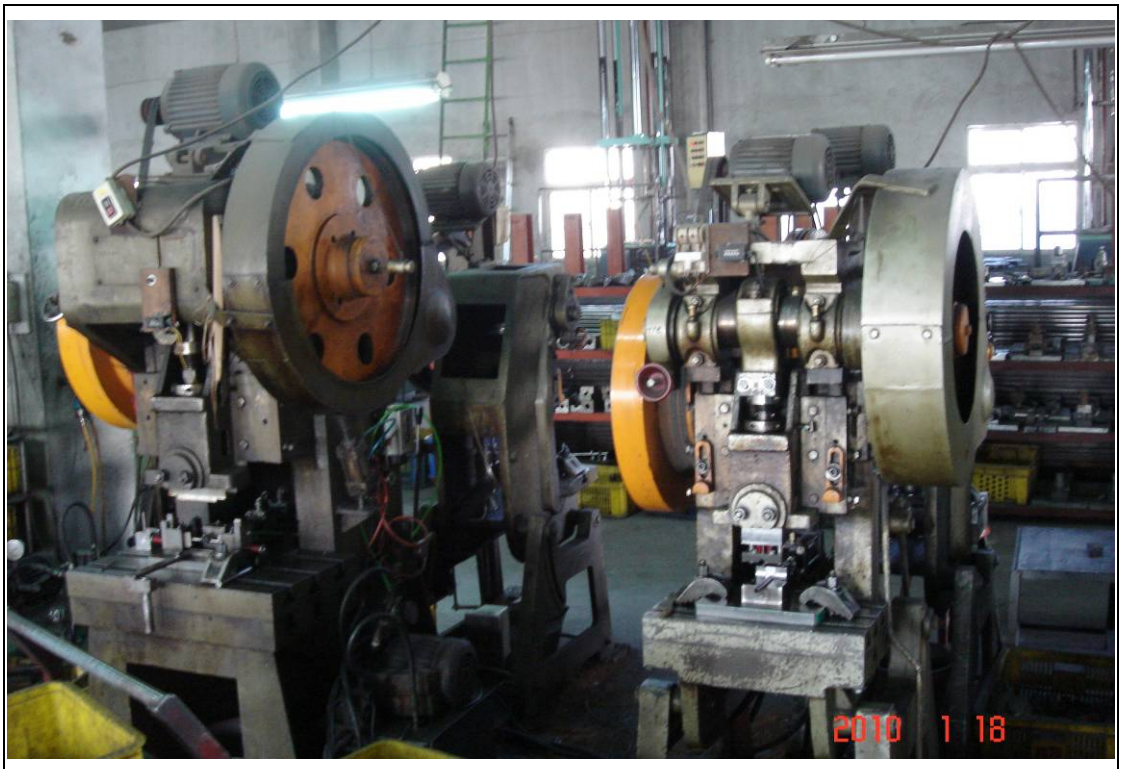


圖 3-6 產品介紹-自行車龍頭手把

3-3 機械設備介紹

製造流程所需要用到的設備有：沖床機、抽管機、原料裁切機、自動切斷機、剖溝零件機、手動切斷機。

一、沖床機：冲床之設計原理乃將圓周運動轉換爲直線運動，由主電動機出力，帶動飛輪，經離鈴器帶動齒輪、曲軸、連桿等運轉，來達成滑塊的直線運動，從主電動機到連桿的運動爲圓周運動。連桿和滑塊之間需有圓周運動和直線運動的轉接點，其設計上大致有兩種機構，一種爲球型，一種爲銷型，經由這個機構將圓周運動轉換成滑塊的直線運動，如圖 3-7。



機台名稱	冲床機
長	0.9 (公尺)
寬	1.05 (公尺)
面積	0.945 (平方公尺)

圖 3-7 機台介紹-沖床機

二、抽管機：使用整支鋼管，經整頭端動作，穿入抽管之內外模，強力拉伸，使鋼管經過模具拉伸。因模具內外模限制，使鋼管改變，再將整頭端及尾端不良部份去除，得到高精度之鋼管。抽管機因設備不同及各種生產方式，會有不同精密度管，如外抽、內外抽、空抽、粉抽、皮膜及油抽等等，如圖 3-8。



機台名稱	抽管機
長	2.7 (公尺)
寬	2.45 (公尺)
面積	6.62 (平方公尺)

圖 3-8 機台介紹-抽管機

三、原料裁切機：本機械針對高難度大型產品所精心設計，材料敏捷，提高產能品質提昇工作環境，如圖 3-9。



機械名稱	原料裁切機
長	11.9(公尺)
寬	1.1 (公尺)
面積	13.09(平方公尺)

圖 3-9 機台介紹-原料裁切機

四、自動切斷機：可一次同時多支切斷不同材質的小口徑管材/異型材/小徑實心材，但須要是鋼鐵或非鐵材質，裝置自動進料架後可增進操作之自動化，如圖3-10。



機台介紹	自動切斷機
長	2.2(公尺)
寬	4.4 (公尺)
面積	9.68 (平方公尺)

圖 3-10 機台介紹-自動切段機

五、剖溝零件機：主要用來切削出所需要之溝面紋路，如圖 3-11。



機械名稱	剖溝零件機
長	1.9 (公尺)
寬	0.8 (公尺)
面積	1.52 (平方公尺)

圖 3-11 機台介紹-剖溝零件機

六、手動切斷機：主要用在需要手動控制切斷材料，如圖 3-12。



機台名稱	手動切斷機
長	1.3 (公尺)
寬	0.9 (公尺)
面積	1.17(平方公尺)

圖 3-12 機台介紹-手動切斷機

第四章 設施規劃及現場改善

4-1 公司現況

工作環境不理想，尚有待解決問題，例如：原料與半成品的堆放、機台的擺放位置沒有完善規劃如圖 4-1、4-2，在材料管制上並沒有詳細的規劃與紀錄，導致材料堆放沒有秩序，這是我們要去衡量與改善的目標。



圖 4-1 半成品堆放區

由於銘輝工業有限公司目前的設施規劃還有很多的改善空間，在於倉儲管理方面，零件與成品沒有適當的佈置，造成工作場地凌亂、工作效率減緩如圖 4-2，存在著許多可以改善的空間。



圖 4-2 工廠環境圖

4-2 工廠環境評估與 5S 之應用

工廠的環境與佈置對於工廠的流程有一定的影響力，進而降低生產效能，而銘輝公司的廠房內，原料半成品與成品等擺放皆沒有詳盡規劃或紀錄。

我們透過實地走訪該工廠，觀察工廠原料與成品區的位置，於是決定透過起源於日本的 5S 原則，來整頓工廠的環境，並培養員工養成工作場所整齊清潔、有條不紊的習慣、再藉此而改善工作環境的安全健康水平。

5S 是由 ： 整理、整頓、清掃、清潔、修養所組成。

1. 對於該工廠我們建議先由 5S 中的「整理」開始，如 5S 所說「要提高效率，應從整理開始」，爲了避免工作場所出現凌亂情況，應清楚地將需要和不需要的物品分別出來，把不需要的物品搬離現場，如工廠的油桶、雜物區等，如下圖 4-3、4-4 所示。



圖 4-3 工廠油桶、雜物堆放區



圖 4-4 工廠雜物、半成品堆放區

2. 環境整潔之後，可以開始「整頓」，把原料、半成品等依序排列，方便取用，避免浪費時間尋找，工廠應有完善的儲備方案。
3. 接下來進行清掃，並將「清潔」定爲每日之需，定時保持工作環境的整潔與乾淨，使員工工作時更安全，在工作結束後或開始工作前，清潔廠內週遭環境與保持機台乾淨並確定機台狀態是否正常良好。
4. 而 5S 最後提到「修養」，其中說到：「5S 是以修養爲始終、創造良好安全文化」，意味著要把每一項工作養成習慣去執行， 5S 所強調的是創造一個具有良好安全習慣的工作場所。

4-3 工廠佈置圖

以下爲工廠未改善之佈置圖，如圖 4-5 所示。

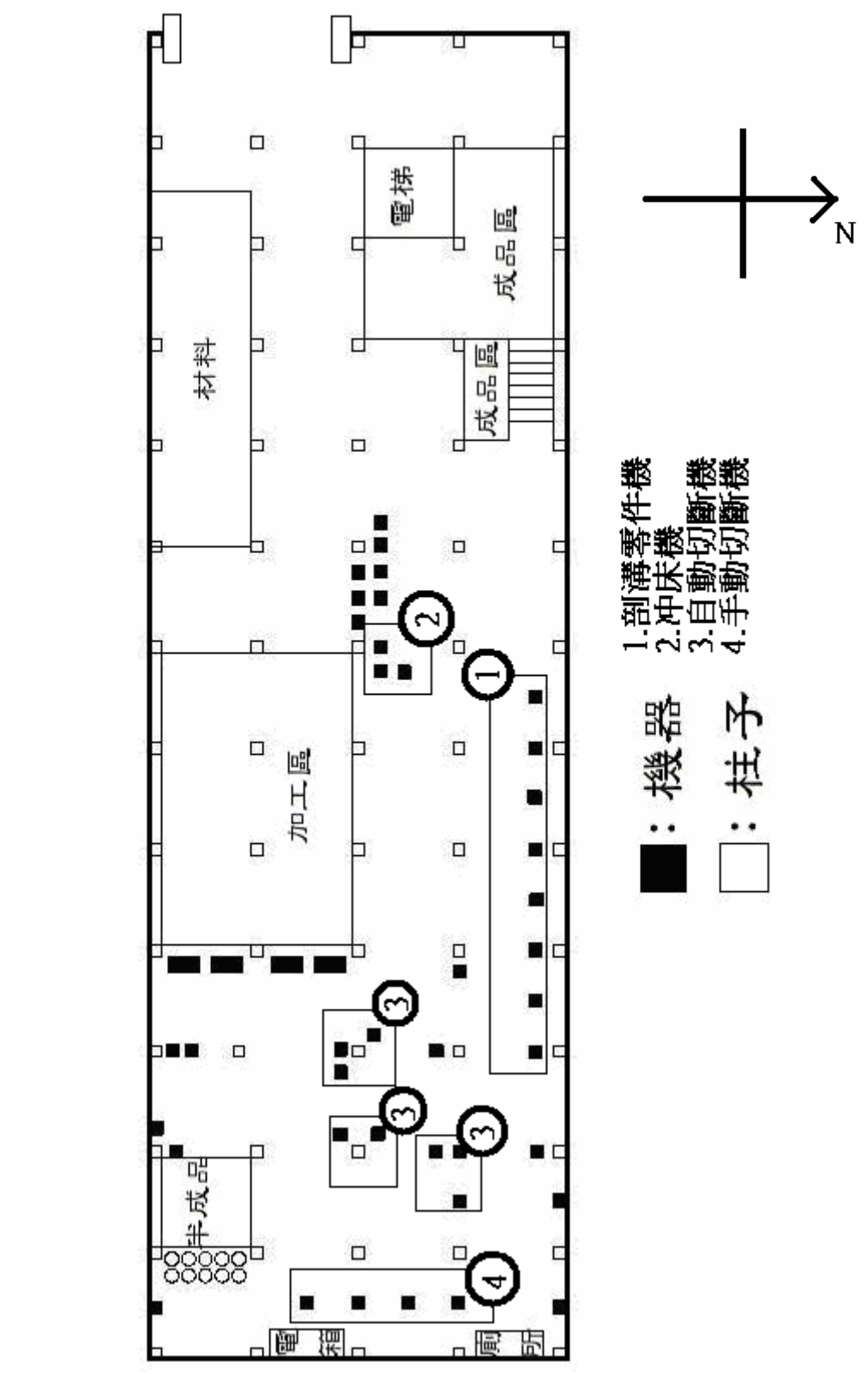
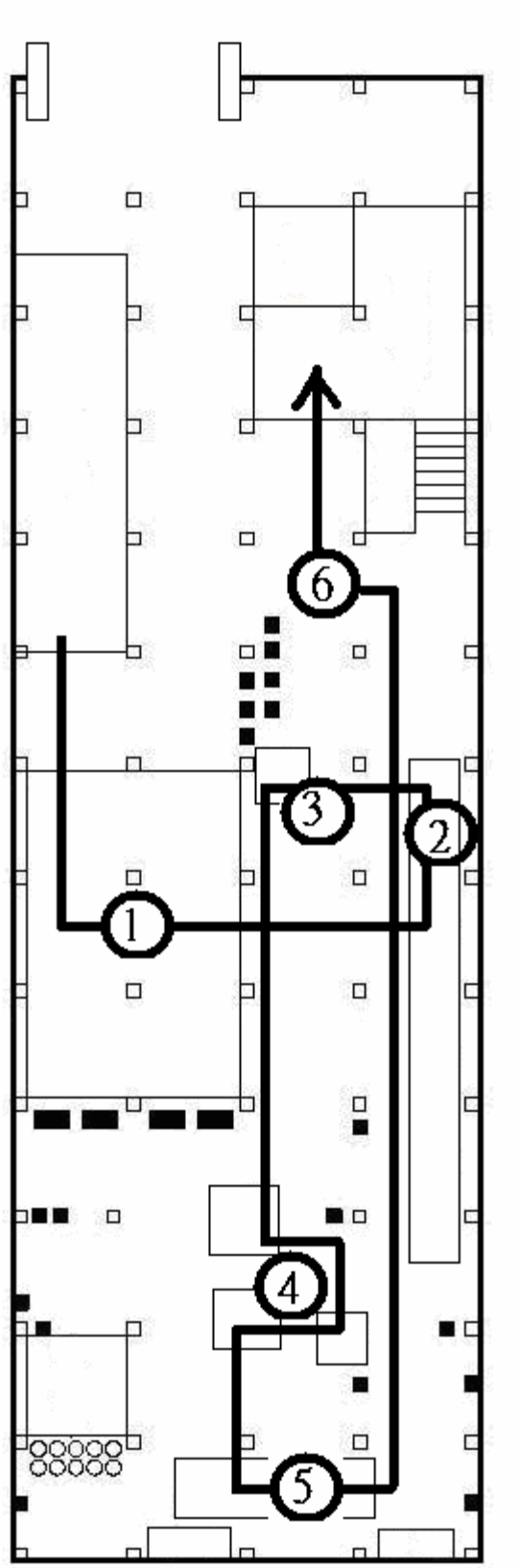


圖 4-5 工廠佈置圖(未改善)

4-4 產品 MH-78AL 動線圖(改善前)



本組選用 MH-78AL 的原因，是因爲此零件爲該公司製作最多而且訂單最多的產品故我們以此產品作研究。

1. 將材料送到原料裁切機來進行裁切取得適當長度。
2. 將已裁切成適當大小的原料送往剖溝零件機進行刻出螺紋的動作。
3. 剖溝完成後的零件送往冲床機進行剖溝的動作。
4. 剖溝完成的零件送往自動切斷機進行擴管的動作，並且依照三種大小進行三次擴管的動作。
5. 將擴管完成的零件送往手動切斷機進行最後的裁切動作裁切出適當大小。
6. 最後將已經加工完成的零件送往成品區，如圖 4-6。

4-5 產品 MH-78AL 操作程序圖

此爲本組專題針對銘輝工廠主要產品 MH-78AL 之操作程序圖，如圖 4-7 所示。

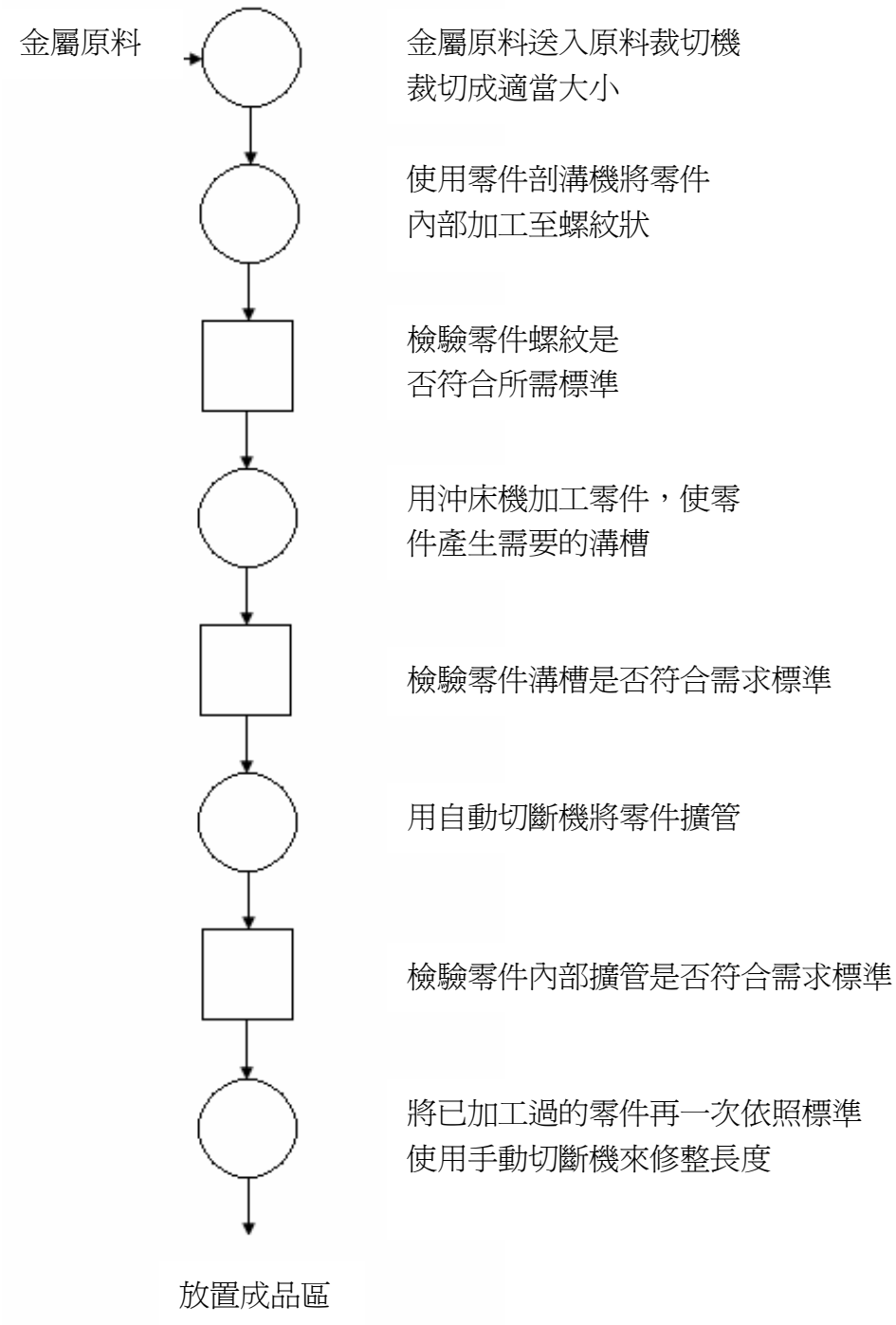
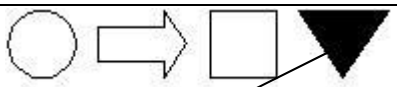
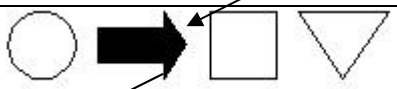
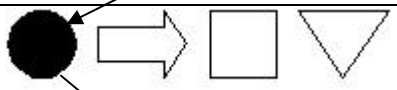
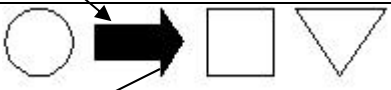
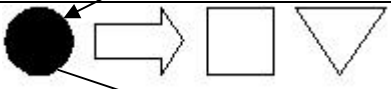
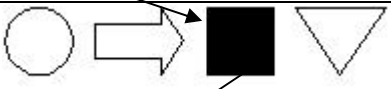
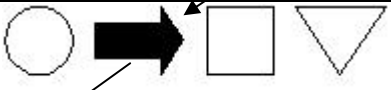
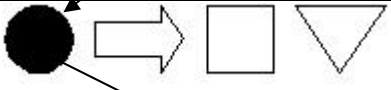
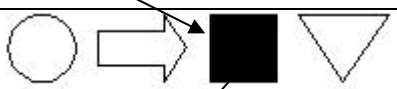
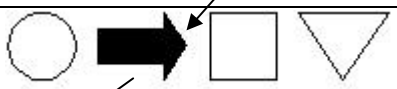
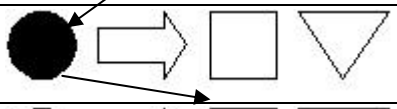
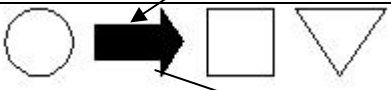
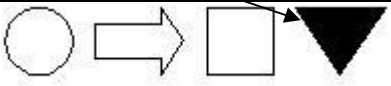


圖 4-7 操作程序圖

4-6 產品 MH-78AL 改善前的流程程序圖

本組針對 MH-78AL 做調查後所紀錄之流程程序圖，如圖 4-8 所示。

作業或廠所區分	距離(m)	製作流程
1.原料區		
2.至裁切機	15	
3.原料至裁切機加工		
4.至剖溝機	14.5	
5.剖溝機加工至螺紋狀		
6.檢驗螺紋是否符合標準		
7.至沖床機	37.5	
8.沖床機加工產生溝槽		
9.檢驗溝槽是否符合標準		
10.至自動切斷機	17.5	
11.自動切斷機將零件擴管		
12.檢驗內部擴管是否符合標準		
14.移至成品	97.5	
15.成品區		

	次數	次數	4	5	3	2	14
	總距離	182					

圖 4-8MH-78AL 流程程序圖(改善前)

4-7 動線問題標示與解說

由圖 4-9 可以發現我們的路線並不是那麼的流暢，如圖片所示，紅圈內即是路線的折返點，這些重複的路線以及交叉的運送路徑會拖慢整個行程的速度跟效率，進而拉長運距離以及運送的時間。

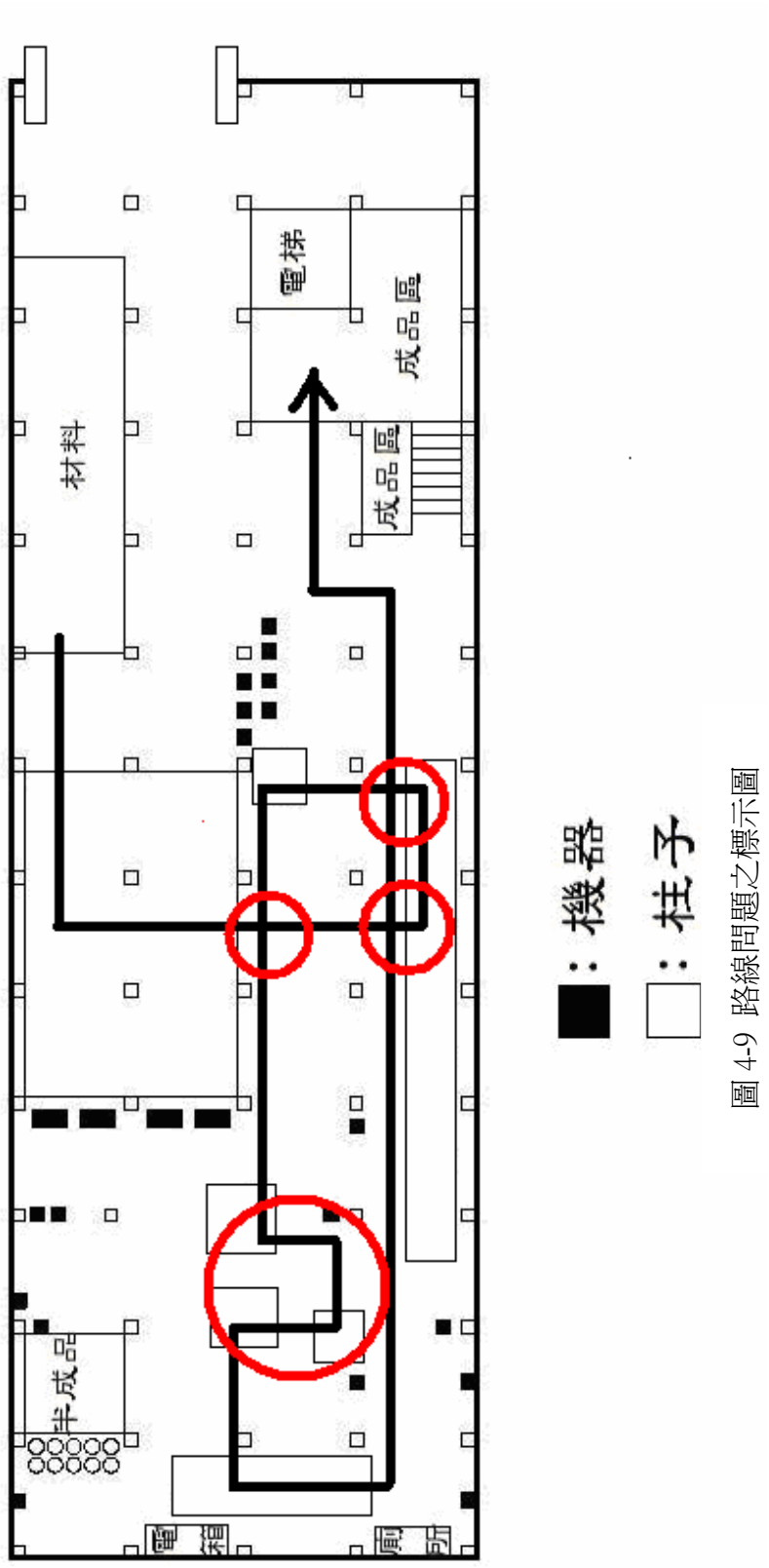


圖 4-9 路線問題之標示圖

4-8 產品 MH-78AL 動線圖(改善後)

我們將機台的位置改變，並且依照所需求的機台數量來進行該公司最熱門產品的製作流程最一個最順暢的改變。

1. 將爲數六台的剖溝零件機移動到了加工區的左方。
2. 將冲床機送到了原手動切斷機的位置。
3. 將自動切斷機以及爲數四台的手動切斷機換到了原剖溝零件機的位置。

如此一來流程路線就變的順暢許多，並且改善了距離。

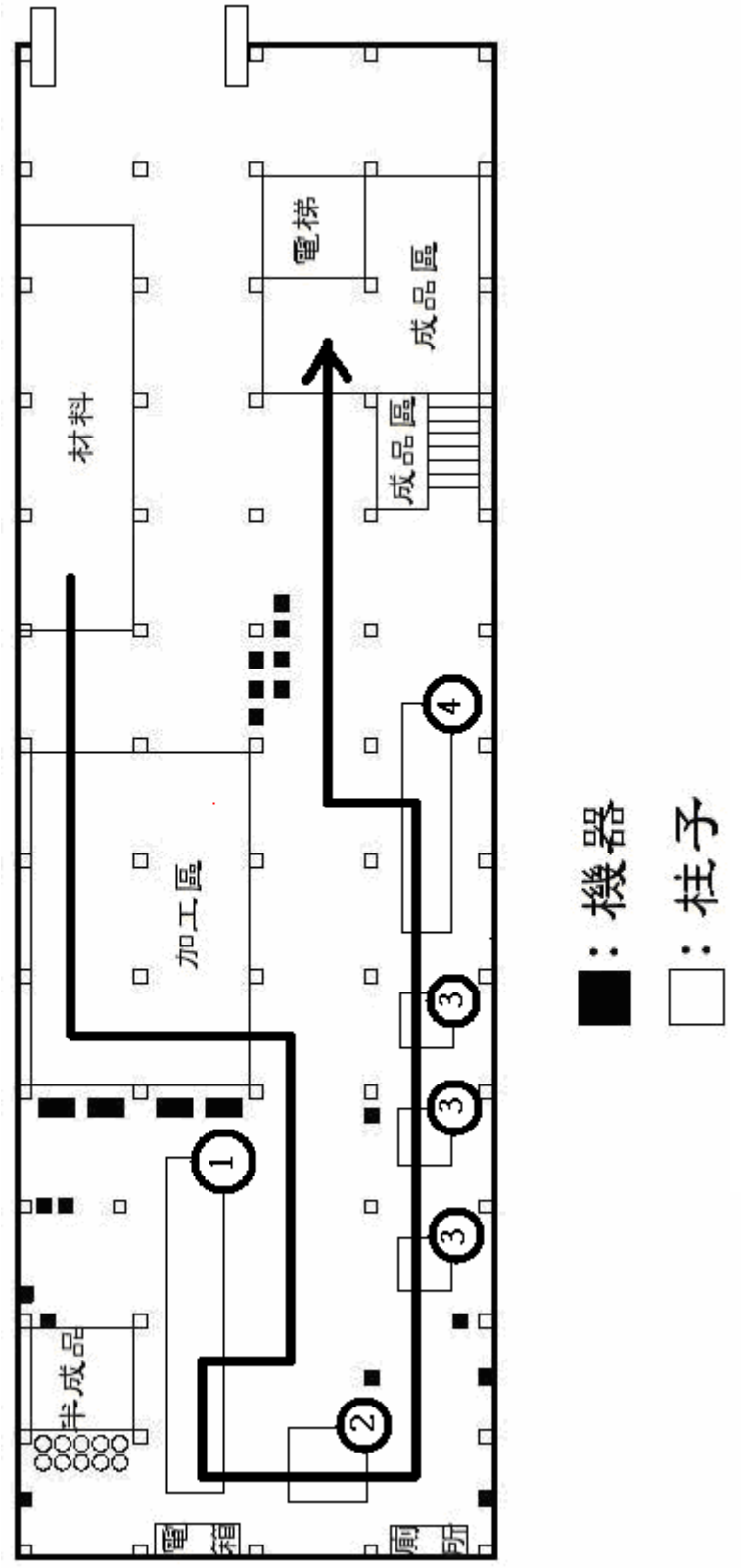


圖 4-10 MH-78AL 動線圖(改善後)

4-9 產品 MH-78AL 改善後的流程程序圖

本組針對 MH-78AL 做改善後所呈現之流程程序圖，如圖 4-8 所示。

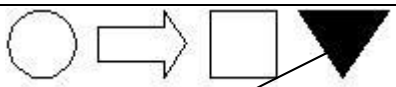
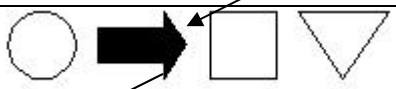
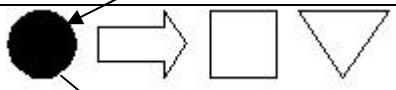
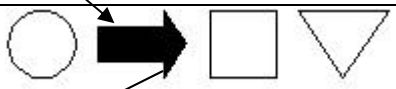
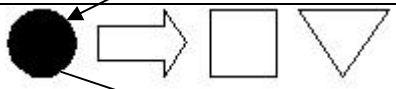
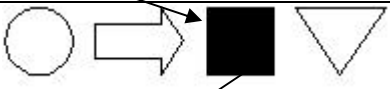
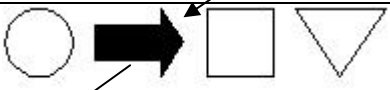
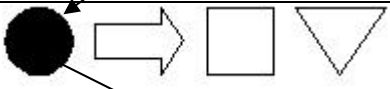
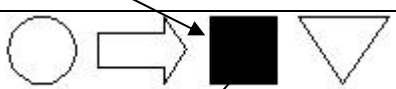
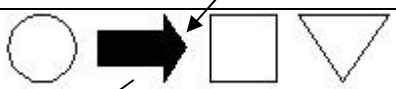
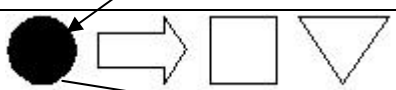
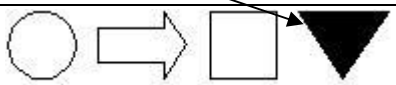
作業或廠所區分	距離(m)	製作流程
1.原料區		
2.至裁切機	21.5	
3.原料至裁切機加工		
4.至剖溝機	9.5	
5.剖溝機加工至螺紋狀		
6.檢驗螺紋是否符合標準		
7.至沖床機	19	
8.沖床機加工產生溝槽		
9.檢驗溝槽是否符合標準		
10.至自動切斷機	5	
11.自動切斷機將零件擴管		
12.檢驗內部擴管是否符合標準		
14.移至成品	32.5	
15.成品區		
	次數 / 次數	4 / 5 / 3 / 2 / 14
	總距離	87.5

圖 4-11 MH-78AL 流程程序圖(改善後)

4-10 產品 MH-78AL 改善前後比較與差異分析

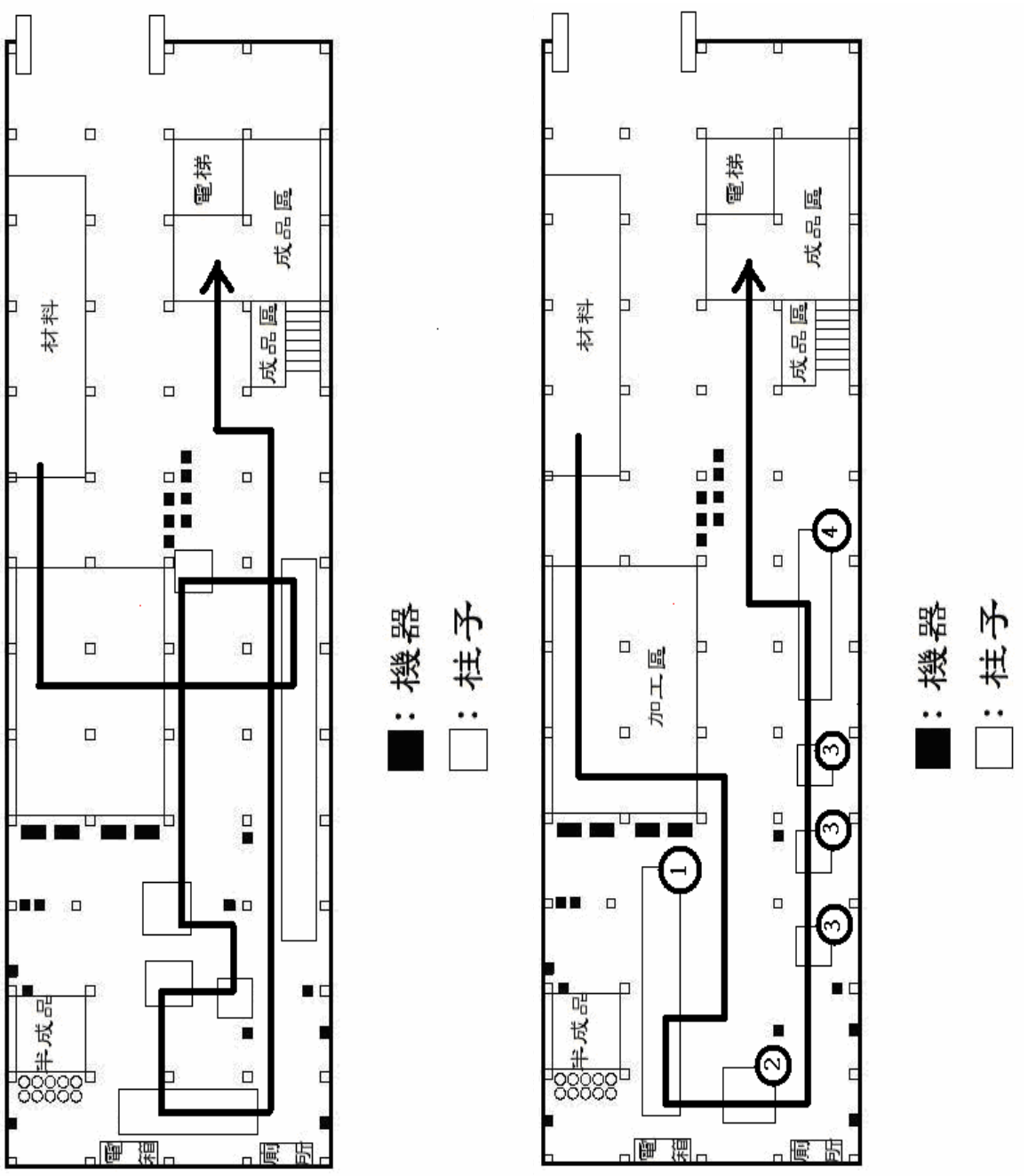


圖 4-12 流程路線改善前後比較圖

由圖 4-12 可知，經過設施規劃的改善後，我們用設施規劃中的線圖與流程程序圖，改善了原本繁雜的路線，減少搬運的時間和距離，間接減少了人工成本，詳細說明詳見「4-11 成本效益分析」。

4-11 成本效益分析

如表 4-1 所示，將路線改良之後縮短距離的效益如下：

表 4-1 改善前後的搬運距離差異表

長度單位爲公尺

項目	改善前	改善後	差異	效益
原料~1	15	21.5	+6.5	-23.0%
1~2	14.5	9.5	-5	34.4%
2~3	37.5	19	-18.5	49.3%
3~4	17.5	5	-12.5	71.4%
4~倉庫	97.5	32.5	-65	66.6%
總距離	182	87.5	-94.5	51.9%

由上表 4-1 中可以看到原料~1、1~2、2~3 等的項目，該項目爲我們工廠佈置圖上的加工機器之編號，1 號爲剖溝零件機，2 號爲沖床機，3 號爲自動切斷機，4 號爲手動切斷機，該表內也有我們一開始所量測的運送距離，從這裡可以看到一開始的運送總距離爲 182 公尺，經過我們更動過機台位置後，我們從一開始的 182 公尺縮短至 87.5 公尺，一共縮短了 94.5 公尺，將原本路線上的交錯點、重複路線去掉就能縮短 51.9%的距離。

接下來計算一小時發生一次運送時間跟生產數量的差異，並且換算成人工成本，該工廠員工薪水平均爲四萬元，再加上員工福利、勞保、年終、獎金、退休金等各項支後，人工成本一個月大約以六萬元作爲計算，出如下表 4-2 所示：

表 4-2 改善前後人工搬運成本差異表

項目	改善前	改善後	差異	效益
人工成本（一年份）	69,159 元	33,249 元	35,910 元	51.9%
總運送時間	345.8 秒	166.25 秒 / 次	179.55 秒 / 次	51.9%

*平均每小時搬運一次，一天八次，搬運方式以推車爲主

由上表 4-2 之中可以看到我們縮短距離後一年份同樣的生產量，工廠支出的人工搬運成本在一開始爲一年份 69,159 元，經過我們改良過路線後所縮減的人工搬運成本爲 33,249 元，替工廠一年省下了 35,910 元，用一年 33,249 元生產成本

就能達到原先一年 69,159 元的生產效益。

計算公式 ：

總距離由 182 公尺縮短爲 87.5 公尺，縮減幅度爲 94.5 公尺相當於 51.9%，總運送時間也由原本一趟 345.8 秒縮短爲 166.25 秒

員工一個月的薪資、福利、保險、及退休準備等，設人工成本爲 6 萬元，一天工作 8 小時，一個月工作 25 天

每日成本：60,000 ÷ 25 ＝ 2,400

每小時成本：2,400 ÷ 8 ＝ 300

改善前，一年搬運這段距離需要的成本爲：

一趟 345.8 秒 × 一天 8 趟 ＝ 2,766.4 秒

2,766.4 × 一個月工作天 25 天 ＝ 69,160 秒

69,160 × 一年 12 個月 ＝ 829,920 秒，相當於 230.53 小時

一年花在這裡的人工搬運成本爲 300 × 230.53 ＝ 69,159 元

改善後，一年搬運這段距離需要的成本爲：

一趟 166.25 秒 × 一天 8 趟 ＝ 1,330 秒

1,330 × 一個月工作天 25 天 ＝ 33,250 秒

33,250 × 一年 12 個月 ＝ 339,000 秒，相當於 110.83 小時

一年花在這裡的人工搬運成本爲 300 × 110.83 ＝ 33,249 元

差異爲 69,159 － 33,249 ＝ 35,910 效益爲 51.9%

隨著主生產線而改動機台的位置之後，可以大幅縮短最常使用的搬運路線，但是可能會影像其他幾種次要產品的搬運路程，降低其生產效率，動線如此改善達到對工廠整體的效益需要更詳盡的資料與計算。

4-12 TRIZ 40 原理應用

爲了改善工廠設施規劃的問題，本組用了 31 個管理參數、矛盾矩陣與 40 原理來設法解決這次的問題，而 31 個管理參數主要是用來解決工廠管理方面的矛盾衝突問題，以達到最佳效率的方式。

工廠目前最大的問題是於路線錯亂，導致生產率降低，經由本組運用設施規劃工具把原本路線改善成較一致流程的路線，不過其他產品動線可能造成搬運距離增加，造成矛盾，我們利用矛盾矩陣帶出相關的 40 發明原則，去解決設施規劃改善後所出現的問題。

問題：其它加工件搬運距離增加

我們從這個問題去尋找 31 個管理參數，提出工廠所需要提升的第八項：生產時間或工作時間(Production Time)，卻惡化了第二十五項：系統本身的邊際效應(System generated side effects)，如表 4-3。

改善參數：第八項工作時間或生產時間，我們試圖找出節省工作與生產時間達到成本的降低。

惡化參數：第二十五項系統本身的邊際效應，提高了所改善動線生產時間，卻也對其他動線增加了距離降低生產效率。

惡化參數 / 改善參數	第二十五項、系統產生的邊際效應 (System generated side effects)

第八項、生產時間或工作時間(Production Time)	四十原理： 十、預先作用原理 二十二、變害爲利原理 十八、機械震動原理 三十五、物理或化學參數改變原理

表 4-3 改善與惡化矛盾表

我們找出了 40 發明原則提供思考的方向：

十、預先作用原理

預先作用原理的具體描述：

1.預先對物體(全部或部分)施加必要的改變。

2.預先安置物體，使其在最方便的位置，開始發揮作用而不浪費運送時間。

第十項預先作用原理發想解決的方法：

1.改善容器，如：加大零件箱的空間或推車長度增加。

2.容器與動線機械合併，提高其效率，減少人力搬運成本，如：加工後以推車或人工搬運送至下個機台，本組建議可以將推車改爲運輸帶，這樣不必累積一整箱零件再運送，零件加工後直接放置運輸帶，像生產線一樣，加工完零件往下個步驟走。

二十二、變害爲利原理

變害爲利原理的具體描述：

1.利用有害的因素(特別是環境中的有害效應)，得到有益的結果。

2.將兩個有害的因素相結合，進而消除他們。

第二十二項變害爲利原理發想解決的方法：

因爲工廠環境雜物擺放與加工後產生鐵屑關係，使機器搬運方面容易遲緩，無法順利運輸，只要定時清理鐵屑與清出雜物，就能使機器運輸更爲方便迅速。

十八、機械震動原理

機械震動原理的具體描述：

1.使物體處於震動狀態。

2.如果已處於震動狀態的物體，提高其震動的頻率(直至超聲震動)。

3.利用共振現象。

4.用壓電震動代替機械震動。

5.超聲波震動和電磁場耦合。

第十八項機械震動原理發想解決的方法：

1. 切斷原料的裁切機，將其裁切振動頻率提高可以使生產效率增加。
2. 天車(固定起重機)其目的功能爲搬移廠房內物品，於兩側上方架設軌道，利用軌道及輪軸水平移動加上驅動及捲揚馬達可使物品水平垂直移動，以節省人力搬運物品及材料，本組建議將廠內基本電動天車換成電鍍多功能天車，使在運輸方面更爲安全與提升效率。

三十五、物理或化學參數改變原理

物理或化學參數改變原理的具體描述：

1.改變聚集態(物態)。

2.改變深度或密度。

3.改變柔度。

4.改變溫度。

本組討論過後認爲第三十五項並不適用於工廠問題。

第五章　結論與建議

5-1 結論

由於近年來代工廠競爭激烈，以致於代工廠常常見到直接削價的紅海策略，因此降低成本提升毛利對代工廠而言相當重要，於是本組專題針對銘輝工業股份有限公司的工廠佈置加以分析探討，研究目的在於了解工廠機械設備、原物料及搬運路線，並找出問題點，且提出相關改善建議。

本組收集了銘輝公司的基本資料，如公司簡介、產品簡介、工廠佈置圖、機械設備明細等希望能藉由這些資料有效降提昇作業效率、降低人工成本，有效提升公司競爭力。

本組針對工廠最主要生產的產品的動線和機械設備位置加以調整，使得從原料區開始加工運送至成品區的時間及路線縮短，由原本總距離 182 公尺縮短至 87.5 公尺，縮短距離的效益達 51.9%，搬運距離縮短相對員工可以把作業時間放在其他地方，而這縮短的距離每天可以省下的時間爲 179.55 秒，再以人工成本每月六萬元計算，一年總共可以省下人工搬運成本達 35,910 元。

5-2 建議

本組觀察工廠現況時，所找出的其他問題與改善建議，工作區域凌亂：半

成品零件大多是由手推車運送至下一機台進行加工，因此各機台旁邊常常堆放1~2 台手推車加上數箱的半成品，因此顯得凌亂，物料加工順序與堆放位置及方式應該更有規劃，可以顯得井然有序，此爲物料管理進一步之探討。

半成品區堆放雜亂：由與半成品區堆放較無秩序，導致有時取料較花時間與力氣，因此建議可以有一定程序的堆放，可以減少進出的麻煩並增加效率，可用精實生產方式來減少半成品的數量。

本組在第四章分析後呈現出來縮短的距離雖然可觀，但是實際影響的成本並不多，整體效益不高，下次應該涉及品質管理與原物料成本等，方可降低更多的成本，達成可觀的節省，確實的提升工廠競爭力。

既爲工業工程與管理系，下一次選擇專題目標時依然應該選擇有關工廠效率或成本、品質之類的議題，並且可以更加的重用 TRIZ 達到問題的解決，並且需要注意能夠爲工廠省下的成本應該要更可觀，才能受其重視並發揮專題研究的實際功效。

參考文獻

胡黃德、彭定國 (2010)。製造設施設計與物料搬運。台灣：高立圖書。

陳文哲、劉樹童(1989)。工廠佈置與物料搬運。台灣：中興管理顧問公司。

趙敏、史小凌、段海波(2009)。TRIZ 入門及實踐。北京：科學出版社。

Stan Kaplan(2008)。姜台林編譯。TRIZ 發明問題解決理論。台灣：宇河文化。