

國立政治大學商學院經營管理碩士學程

全球企業家組碩士論文

以模組化對應機械設備業少量多樣客製化
的策略——以 S 公司為例



指導教授：蕭國慶 博士

研 究 生：王年清

中華民國一〇〇年十二月

謝辭

本論文之順利完成，最要感謝蕭國慶教授的悉心指導，對於一個離校多年能再獲得進修機會的學生，蕭教授以其細心體貼的精神，指導資質魯鈍之學生，不厭其煩的修正研究的內容與方向，使學生終能完成研究的工作與論文撰寫，對蕭教授這份感謝與敬重，將會永誌於學生心中。

論文寫作與口試期間，承蒙廖森貴教授與李易瑜教授，對本論文之指導與鼓勵，並提供甚多寶貴的建議，使本論文更加充實，對於各位師長們對學生細心的指導與建議，學生由衷感謝。

論文研究與寫作期間，承蒙同門師兄青麟、榮坤、哲男等學長及雪娥學姊鼎力相助，除提供甚多寶貴意見外，並給予精神上之鼓勵，在此特別表示感謝；其次是公司同事及助理高偉的協助，在此也一併致謝。

能有機會再到政大EMBA進修，接受來自各專業領域的教授指導，除在工作獲得印證，更擴大了視野；尤其更有機會認識來自不同行業的同學，在此共同學習、互相鼓勵與再成長，是生命歷程中彌足珍貴的一段。

在職場與求學兩頭忙的情況下，感謝內人惠燕、女兒婕予、兒子興政的體諒，在這段期間這麼多的假日無法與你們共度，而沒有抱怨，讓我無後顧之憂全心全意於工作和學業衝刺。

謹以此論文獻給關懷我、協助我、鼓勵我的人，在此向你們致上最真誠的謝意。

摘要

自 1995 年 WTO 成立以來，全球化使得企業進入高度競爭時代，為因應環境快速變遷與少量多樣化的產業趨勢，企業不再以傳統大量生產的模式作為競爭獲利的優勢，企業需升級成為獨具特色的客製化製造服務業，才能迎合趨勢，貼近市場需求，並降低經營風險，以更具彈性與機動性的競爭條件，脫穎而出。

個案研究是以印刷電路版科技產業自動化的設備供應商為研究對象，在面臨客製化少量多樣且快速變遷的產業趨勢衝擊下，企業遭遇生產瓶頸與營運壓力，研究分析以模組化的策略來解決此產業環境變遷的問題，透過個案分析與文獻探討模組化的研究，藉由資料收集和訪談與整理，釐清企業經營所面臨的問題，然後分析出可執行的策略方案。

研究中並分析個案公司陸續針對功能性機構，開始執行模組化的設計與生產概念後，產生的效益與核心技術、成本、產品與品牌價值等主要競爭優勢，關鍵在於必須持續更大量地運用模組化，企業模組化策略的整個活動仍需持續不斷推行，建議企業如何持續改善與創新，讓模組化的研發成為企業經營的核心技術之一，並使這種管理精神發展成為活化企業文化的元素，以具備達到永續經營與因應環境變遷的能力。

關鍵字:機械設備業、少量多樣客製化、模組化

ABSTRACT

Since the WTO was established in 1995, the enterprise into the highly competitive global era, in response to a rapidly changing environment with a small amount of a variety of industry trends, companies are no longer the traditional mass production model as a competitive advantage to profit, and the need to upgrade a unique characteristics of customized manufacturing services, in order to reduce business risk, and close to the market needs to be more flexibility and mobility of competitive conditions, come to the fore.

Case study is based on printed circuit board technology industry automation equipment suppliers for the study, a small amount of customization in the face of diverse and rapidly changing under the impact of industry trends, companies face production bottlenecks and operating pressure, research and analysis to modular strategy environmental changes in the industry to solve the problems through case analysis and literature review of research modules, through interviews and data collection and collation, to clarify the problems faced by business, and then analyze the executable modular approach.

Research and analysis for the case companies have functional organizations, started with the modular design of the production concept, the benefits and core technology, cost, product and brand value of the other major competitive advantage, the key is still in a lot more to be continued use of modular, modular strategy for the entire enterprise still continue ongoing activities, and recommends how the continuous improvement and innovation, and allow the development of a modular core technology business, and let the spirit of the development of this management activation of the elements of a corporate culture in order to achieve sustainable management with the response to environmental changes and the ability.

Key words: machine suppliers, Small Lot but Variety Types of Production, Modular Design

目錄

謝辭.....	I
摘要.....	II
ABSTRACT.....	III
表目錄.....	VIII
圖目錄.....	IX
第一章 緒論.....	1
1.1 研究背景與動機.....	1
1.1.1 台灣自動化產業概況.....	1
1.1.2 少量多樣的趨勢.....	1
1.1.3 模組化的應用.....	3
1.2 研究目的.....	4
1.3 研究流程.....	7
1.4 研究限制.....	8
第二章 文獻探討.....	9
2.1 機械設備業的定義.....	9
2.2 客製化.....	12
2.2.1 客製化的定義.....	12
2.2.2 客製化的方法.....	14
2.3 產業模式.....	17
2.4 模組化的定義與設計.....	18
2.5 模組化設計相關限制.....	20
2.6 模組化設計分析.....	21

2.7	模組化的優缺點.....	23
2.8	模組化之相關研究.....	25
2.9	功能導向的模組化.....	27
2.10	製造導向的模組化.....	28
第三章 研究方法.....		29
3.1	個案研究方法.....	29
3.2	個案資料蒐集.....	30
3.3	個案公司之產業環境分析.....	31
3.3.1	個案公司之產業結構.....	31
3.3.2	個案公司所處之台灣印刷電路板產業.....	32
3.3.3	印刷電路板產業之設備供應分析.....	34
3.3.4	PCB 自動化設備產業現況.....	34
3.4	個案公司簡介與營運概況.....	36
3.4.1	個案公司基本資料.....	36
3.4.2	個案公司沿革.....	37
3.5	個案公司訪談與資料收集.....	40
3.5.1	客製化的設備比例高.....	45
3.5.2	缺乏適當之參考機構.....	45
3.5.3	缺乏製程核心技術.....	46
3.5.4	新機構未作完整之驗證.....	46
3.5.5	制度未能貼合實務面.....	46
3.5.6	各部門間缺乏橫向溝通.....	47
3.5.7	人才培育不易及流動率高.....	47

3.6	問題歸納與模組化對策	48
第四章 S 公司個案分析		49
4.1	模組化的形成概念	49
4.1.1	S 公司模組化形成概念	49
4.1.2	S 公司模組化之觀念	50
4.2	S 公司模組化作法	51
4.2.1	S 公司主要機構類型	52
4.2.2	S 公司機構模組化作法	56
4.3	S 公司軟體的模組化	59
4.3.1	軟體模組化說明	59
4.3.2	軟體模組化形成概念	60
4.3.3	S 公司軟體模組化的做法	60
4.3.4	S 公司軟體模組化	64
4.3.5	成效分析	67
4.4	S 公司模組化的優點分析	68
4.4.1	對業務端之影響	73
4.4.2	對設計端之影響	74
4.4.3	對採購端之影響	75
4.4.4	對於組裝生產端之影響	76
4.4.5	對客服端之影響	77
4.4.6	對品質端之影響	78
4.4.7	對客戶端之影響	79
第五章 結論與建議		81

5.1	結論.....	81
5.2	對 S 公司建議.....	85
5.3	後續研究建議.....	87
	參考文獻.....	88



表目錄

表 1-1	個案公司接單機型與數量統計.....	5
表 2-1	產業四種接單模式作業差異比較.....	17
表 3-1	個案公司各事業部營業比重(2010 年).....	39
表 3-2	個案公司專利統計(2011 年 Q1).....	39
表 3-3	個案公司各部門之訪談記錄摘要整理.....	40
表 3-4	個案公司主要問題歸納與模組化優勢對照表.....	48
表 4-1	S 公司機台複雜度區分表.....	67
表 4-2	實施軟體模組化工時比較表.....	67
表 4-3	S 公司模組化施成果比較表.....	69
表 4-4	S 公司維修件數與工時統計.....	79



圖目錄

圖 1-1	修改自我國產業型態之轉變.....	2
圖 1-2	個案公司歷年營收圖.....	5
圖 1-3	論文研究流程圖.....	7
圖 3-1	一般硬式多層電路板製作製程.....	35
圖 3-2	個案公司集團關係圖(2009 年).....	38
圖 4-1	S 公司 RD 新品審查流程圖.....	51
圖 4-2	S 公司傳統橫移機構設計.....	52
圖 4-3	S 公司橫移機構模組化後設計.....	52
圖 4-4	S 公司傳統升降機構設計.....	53
圖 4-5	S 公司升降機構模組化後設計.....	53
圖 4-6	S 公司傳統取板手臂機構設計.....	54
圖 4-7	S 公司取板手臂模組化後設計.....	54
圖 4-8	S 公司傳統舉升機構設計.....	55
圖 4-9	S 公司舉升機構模組化後設計.....	55
圖 4-10	常見的可程式邏輯控制器外觀.....	61
圖 4-11	線性程式設計與結構化程式設計之比較.....	62
圖 4-12	軟體模組化工時比較圖.....	67
圖 5-1	S 公司模組化策略作法示意圖(自行整理).....	82

第一章 緒論

1.1 研究背景與動機

自十八世紀工業革命以來，由機械代替人工，工業化大量生產的模式，大幅降低了生產成本，使得貿易與經濟蓬勃發展，人類文明的節奏也日趨鮮明，科技的蓬勃發展也打開了產業經濟的新紀元，基於效率提升與成本降低及勞工意識等議題，自動化的生產模式成為產業需求的重要一環。

1.1.1 台灣自動化產業概況

行政院勞工委員會綜合規劃處(2011)公佈 2010 年台灣自動化產值為 8,650 億元，預估未來五年內可達 1.7 兆元，陳沖(2010)表示國內機械業廠商達 17,800 家，從業人口約 418,000 人，而國內機械業包含工具母機、專用製造機械及自動化機械，自動化產業對於製造業的重要性由此可見，尤其是具有安全、穩定且具彈性的自動化服務，更是製造業降低成本與提升良率的最大誘因，可隨時提供管理者即時的製程資訊，資料庫聯結企業資源規劃系統(Enterprise Resource Planning, 簡稱 ERP)，更可以讓企業主掌握最即時的管理資訊，做出正確的經營管理決策，由此可見，自動化的需求與市場是基於工業需求不斷被創新與創造出來的！

1.1.2 少量多樣的趨勢

近來全球產業在一九九五年WTO成立、與近年諸多新興國家經濟崛起的經濟發展趨勢下，全球已經進入自由化、國際化與全球化的高度競爭時代，許多科技產品生命週期逐漸縮短，企業必須以更具彈性與機動性的經營模式，應付快速的環境與市場變

遷，滿足市場的需求，才能使企業永續經營，基於這樣的前提下，製造業廠商為達到獲利的目的與生存，生產模式也由大規模標準化生產轉變為少量多樣甚至是客製化的生產模式；雖然產品生命週期縮短，但企業生命因為彈性的生產模式仍得以永續經營。

台灣過去經濟成長所仰賴的勞力密集產業，已無法再為台灣創造奇蹟。產業經濟發展的改變，加上網路資訊的推波助瀾，促使企業交易模式由廠商主導轉變成為以顧客為中心；生產形態由傳統計畫式生產，轉變為接單式及客製化生產，徹底改變企業內及企業間的營運模式。製造商的生產模式也從預測生產（Build To Forecast; BTF），發展到接單生產（Build To Order; BTO），再進一步到客製化生產（Configuration To Order; CTO）。圖1-1

Deleryd and Vännman 表示(1998)少量多樣是目前的生產模式也是未來的趨勢。在瞬息萬變的經濟情境下，這樣的生產模式主要是客戶導向的訂單生產，雖然生產內容是少量多樣，提高了工廠經營的複雜性，但也合理的提高產品利潤，多樣性的產品與市場區隔及降低經營風險，更是目前占台灣企業百分之九十七之中小企業的生存之道與競爭優勢。

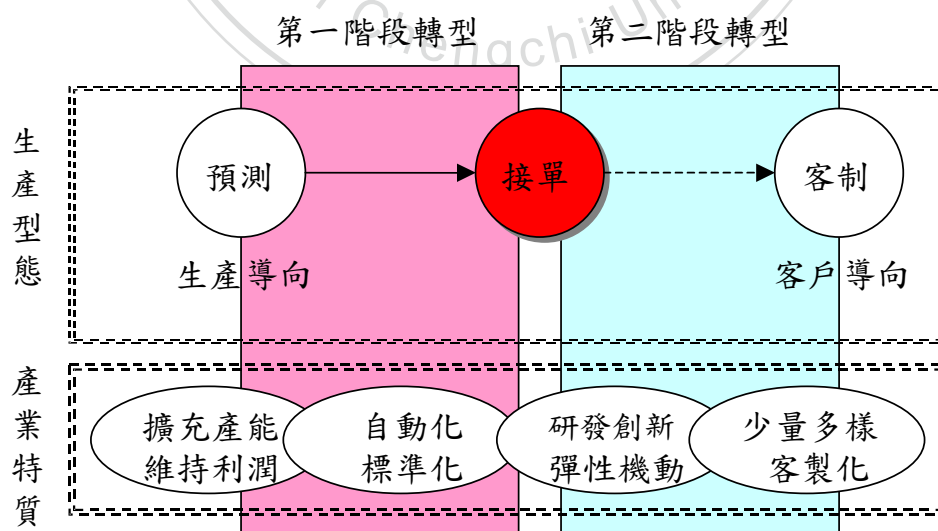


圖 1-1 修改自我國產業型態之轉變

1.1.3 模組化的應用

『模組化產品』(Modular Product)的觀念早在1965 年就已經被提出來，製造產業為了改善生產流程，紛紛將模組化(Modular)的概念與方法，運用在產品的設計與組裝工法上。

產業基於多樣化的市場趨勢，在產品的開發活動中，藉由模組化建立一系列系統化的標準規格，使零組件可被標準化大量生產，然後再組合成各種符合市場需求的產品，並使其功能與價格滿足市場的需求，如何在成本考量的限制下，於產品分析與設計階段，將產品結構分割為可模組化的最大單元體，並足以達成多樣性產品的模組化設計，更是產業提昇競爭力的產品策略之一。



1.2 研究目的

基於產業環境改變，製造商的生產模式也從預測生產 (Build To Forecast; BTF)，發展到接單生產 (Build To Order; BTO)，再進一步到客製化生產 (Configuration To Order; CTO)。

現今有許多科技電子產品生命週期縮短，造成庫存壓力與風險，或是被替代性產品取代，往往成為企業的經營壓力與轉型的主因，如何提升少量多樣訂單式生產的高效率與機動性?可說是製造業賴以生存與獲利的關鍵因素。

例如汽車業的生產模式由福特汽車的大量生產方式，轉變為豐田式管理的 Just in time 零庫存管理，就是為了避免市場變化的風險，轉而以少量多樣為生產原則。

本研究針對產業在少量多樣化的發展趨勢下，所面臨的經營問題之因應策略做研究與探討；主要是以機械產業為背景，藉由國內外相關文獻及個案公司(以下稱個案公司)資料的蒐集與整理，以個案研究的方式，提出以模組化對應少量多樣客製化的策略。

以個案公司為研究對象:由歷年營收可看出營業額一路高成長至 2006 年(圖 1-2)，然後成長趨緩，主要是受限於客戶少量多樣客製化的生產模式，使得生產效率未能發揮最大效益，是近年來少量多樣客製化在生產效益與經營績效所面臨的瓶頸與挑戰。面對營業規模瓶頸與生產壓力，該如何突破，並發展具競爭力的生產優勢，阻斷競爭對手的模仿及價格競爭。

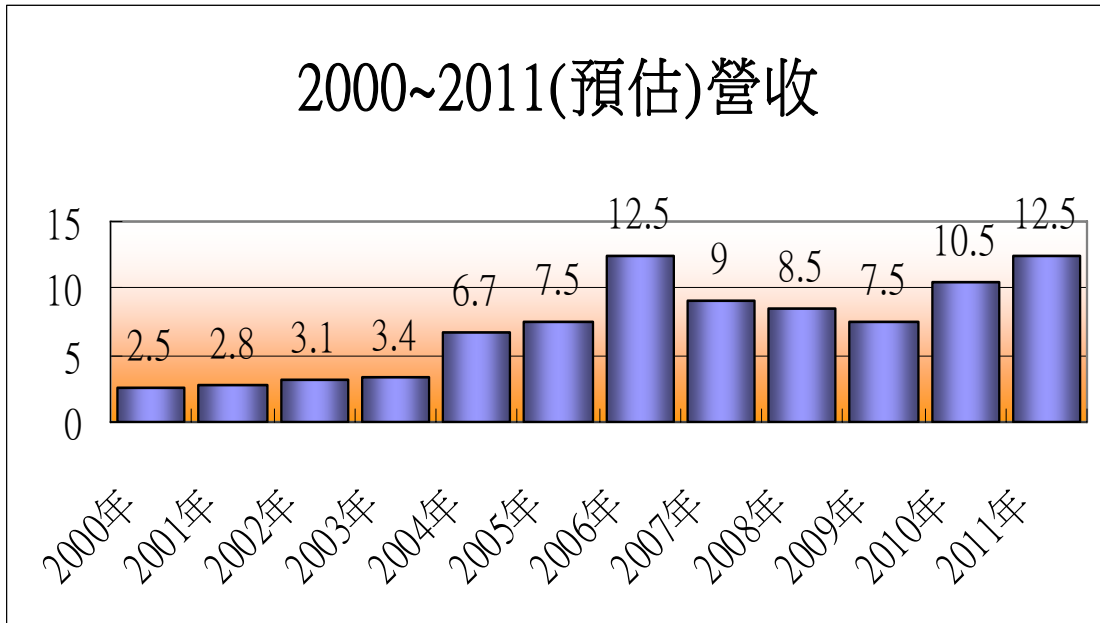


圖 1-2 個案公司歷年營收圖

再以個案公司自 2006 年至 2011 年 Q3 接單機型與數量統計分析，由 2006 年平均每種機型下單數量為 22.4 台，逐年遞減至 2010 年的 4.8 台，可見少量多樣化的產業趨勢，造成個案公司生產效率受阻、產能無法大幅提昇，是目前影響個案公司成長率趨緩的瓶頸因素之一。(見表 1.1)

表 1-1 個案公司接單機型與數量統計

	2006	2007	2008	2009	2010	2011
機種	402	343	644	309	594	381
台數	8,988	5,063	5,516	1,524	2,876	1,928
台/種	22.4	14.8	8.6	4.9	4.8	5.1

因此，本研究論文針對目前機械設備產業少量多樣客製化的趨勢，研究因應策略，並以 PCB 自動化產業(個案公司)為例，研究探討以模組化為少量多樣趨勢下的因應策略，並分析對個案公司之影響與成果驗證，希望成為個案公司有效因應產業變遷的經營策略之一，對機械設備產業有所貢獻，突破近年來的僵局，尤其在進入政大 EMBA 後的學習成長，更能學以致用，自我期許整個研究過程能樂在其中，不斷挑戰與成長，使未來更具備因應各種經營環境變化的能力。

本研究之目的如下：

一、探討個案公司現階段面臨少量多樣客製化產生的瓶頸與問題。

在了解了個案公司的產業背景與生產特性之後，分析少量多樣客製化的生產模式，導致營收成長趨緩與如何提高毛利之瓶頸問題，然後進一步探討理想的因應策略。

二、建議個案公司如何以模組化為因應策略。

根據文獻探討中模組化的定義作法，提出解決少量多樣客製化產生的瓶頸問題之策略，更進一步探討如何有效套用在個案公司之執行作法，且會產生哪些效果與變化？

三、分析改善前後差異的比較與產生的競爭優勢。

比較各種面向施行產品模組化前後的差異，模組化程度提高後所產生的優點與競爭優勢有哪些，長期下來如何持續進行，使個案公司不斷提升競爭能力。

1.3 研究流程

本研究以研究動機與目的為研究論文之開始，在選定研究個案後，進行資料蒐集與個案訪談，然後再蒐集相關文獻加以探討，針對訪談資料與文獻探討 - 再進行個案分析，最後提出研究結論與建議，研究流程如下：(圖 1-3)

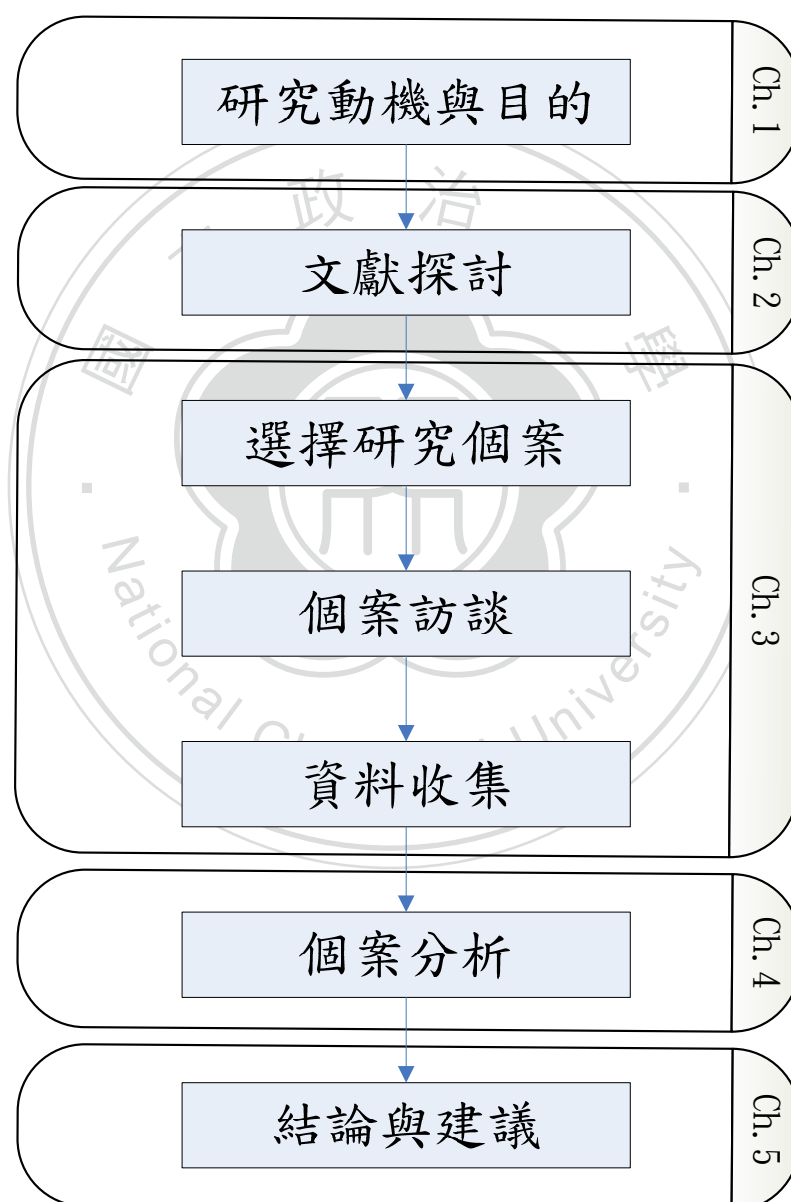


圖 1-3 論文研究流程圖

1.4 研究限制

本研究受限於人力與資源等限制條件，研究的成果可能未盡完善，因而可歸納出以下幾個主要問題點：

1. 本研究利用個案分析方式進行立論架構之驗證，因此對個案公司設計實際可應用的系統架構，取樣的條件數較少；而採取深入訪談與取得實際模組化之應用，在實際運作上，難以涵蓋大部分機械設備業的經營模式。
2. 對於個案公司之模組化應用分類，受限於客觀指標取得困難，只能依受訪者主觀判定，因此受限於受訪者心理因素，未必能完全反應現實情況。
3. 本研究之個案公司是以國內設備製造業為主，且是針對模組化應用，因此對於模組化應用的建構與選擇、分析及研究分析之結論，亦侷限於以設備製造業為主的結果。而其他產業因為不同的產業環境及特性，使得知識構面無法全然適用，故無法推論研究結果是否適用於其他產業。

第二章 文獻探討

2.1 機械設備業的定義

台灣經濟研究院的研究分析報告中，將「機械設備製造業」細分為三大類，金屬加工用機械設備製造業(如工具機等)、專用機械設備製造業(電子及半導體生產用設備等)、通用機械設備製造業(輸送機或事務機等)。足見機械設備業使用範圍之廣泛，由於與各產業之營運有密切關係，故也被稱為「工業之母」。

台灣過去因為設備多半仰賴進口，製造業生產成本無法有效降低，遇上匯率波動劇烈的期間，不利影響更加重國內業者之負擔。

游于萱(2005)認為，近年來，我國機械業者面臨全球競爭以及中國低成本之磁吸效應，使得業者經營較為困難，但藉由電腦輔助與應用自動化機械設備，以提升設計能力和生產力，進而吸收人工成本、增加產品品質及效能等方式，因此仍能在世界機械工業中保持競爭力。

經濟部技術處於民國 97 年起推動『搭橋專案』，建立一產業一平台，讓兩岸以產業交流會議的方式，進行深度接觸，其中被挑選出來的十七種產業中，機械設備業為其中之一，讓印象中的傳統產業，與不具規模之黑手產業，透過『政府搭橋，民間上橋』的模式，也能有機會與國際接軌。

謝子仁(2006)認為整體而言，機械設備業具有以下產業特性：

1. 機械設備業為國家工業化程度之指標

分析世界機械工業之發展，主要生產國以日本、德國、美國為首要，機械工業發展程度水準如何，可作為一個國家工業化程度之指標，目前我國已邁入已開發國家之林，如何提昇國內工業化程度，端視機械工業之發展。

2. 機械設備業是涵蓋二、三級產業之系統性產業

由上游原材料至各種零組件之加工組裝、機械設備之產製(二級產業)及自動化系統之規劃應用(二級及三級產業)，涵蓋產業廣大且深遠。

3. 機械設備業為融合多元專業科技的產業，且為技術及資本密集之產業

機械設備業發展迄今，技術的突破與創新、品質水準的提升已不是單單機械領域可克服支援的，其已融合了電子、機械、光電、材料、物理等等方面專業科技的工業，係屬技術及資本密集之工業。

4. 重經驗傳承並加工層次高

機械設備業是具有歷史的，且講求連續性與經驗傳承，高度倚賴專業人才，機械自材料、零組件的加工至成品，需百項以上之加工程序逐一串聯起，方可產製出成品，屬加工層次非常高之產業。

5. 機械設備業的產品機種種類多、各機種的產量少應用範圍涵蓋廣，且各領域間技術獨立性及專業性均高，以致種類非常多，除部份共通零件外，難以大量生產。

6. 機械設備業的投資回收慢，屬於落後反應景氣的產業

由於投資較大，製程較長，回收較其他產業漫長；且在景氣恢復慢之狀況下，往往在其他產業景氣回升走向熱絡之後，方有反應。

7. 機械設備業隨下游客戶產業需求變動快速，產品生命週期逐漸縮減

隨著消費者需求的變動，下游客戶的產業不斷快速地變化，機械設備業者為滿足下游客戶產業應用需求的變化，亦需要跟著快速因應此種變動；然而，當消費者需求不同而造成變動幅度更大時，必然導致對上游的機械設備功能需求的變化不一。因此在變異性大、產品週期短的時代裡，機械設備的生命週期亦跟著縮減。

8. 機械設備的加工製程長，產品單價高

一般而言，機械自加工至成品，需百項以上之加工程序，目前我國機械設備業者多採委外加工或採購零組件，於廠內進行組裝出貨的型態；因此，所牽涉的供應鏈範圍相當大，所以，從接單、設計開發、零組件加工、組裝至成品所需的前置時間相當長。

9. 產業關聯性大

機械設備業涵蓋上游金屬材料、自動控制、動力(油氣壓與馬達等動力組件)、金屬加工(鑄造、沖壓、表面處理…)產業，下游食品、紡織、橡塑膠、運輸工具、金屬製品、電子、電器等產業，與相關產業之發展息息相關，因此被稱為「工業之母」。

由上列特性可知，機械設備業提供各行各業所需之生產設備，足以左右生產製程之品質良率、直接影響企業競爭力。更重要的是，製程技術創新的執行，也必需仰賴設備技術發展之實現，因而將機械設備業，從過去定位之傳統產業，成功轉型為高科技、高節能的現代化產業。

2.2 客製化

Davis(1989)所謂的客製化的定義，即運用資訊技術，以大量生產的成本，生產個人化設計的產品，以達成每位顧客的需求。

2.2.1 客製化的定義

Gilmore and Pine(1997)認為客製化能針對客戶特有的屬性或是行為，創造特有的價值與功能，並將客製化定義為四種方式：

1. 適應型 (Adaptive)：提供一個標準化但卻可以客製化的產品，讓使用者可以自行改變以符合需求。並提供相同的產品與呈現方式，但是讓顧客過濾大部分不需要的資訊。
2. 裝飾型 (Cosmetic)：基本上提供顧客相同的產品，但在包裝與商品呈現上針對各個顧客有不同的呈現。
3. 通透型 (Transparent)：提供個別的顧客獨特的產品或服務，且不需要讓顧客明確的知道，這些產品或服務是為他們量身訂做的。
4. 合作型 (Collaborative)：藉由與顧客溝通的機制，來幫助個別的顧客明白的表達他們的實際需求，以確保能夠正確的滿足各個顧客的需求，並提供他們量身定做的產品。

Lampel & Mintzberg(1996)另外也將客製化可分為下列五個層次

1. 完全標準化 (Pure Standardization)：所有產品規格都一樣，顧客不能改變任何產品設計。

2. 部分標準化 (Segmented Standardization)：針對特定顧客的利基，提供少數幾種不同的產品版本。
3. 客製標準化 (Customized Standardization)：顧客可以選用不同的組件，加裝在基本規格的產品上。
4. 訂作客製化 (Tailored Customization)：提供多種製造及運送的選項，讓顧客從中選擇。
5. 完全客製化 (Pure Customization)：每一項產品都是依照訂單的要求製作，從設計到製造、組裝和配送，每一個環節都可以客製。

工業化以來企業為了要達到規模經濟，努力的大量生產以降低成本，已達到規模經濟的獲利，而顧客的需求就在成本的考量之下被犧牲了。如今，隨著科技的發展成熟，以及生產技術的改良，單位的成本因而降低下來；此時成本不再是企業的唯一考量，企業開始注意到顧客的個別需求，因此就出現大量客製化 (Mass Customization) 的概念。

Pine II (1993) 提出，大量客製化是以彈性流程再造 (Flexible Process Reengineering; FPR) 即時達成滿足顧客的客製需求，且以大量生產的成本來達成範疇經濟。利用重新組合可大量生產的基本模組，以大量生產的成本來滿足個別顧客的需求。其主要目的是提供多樣化的產品或服務，讓每位顧客能以合理的價格找到他們滿意的產品或服務。

余溪水(2008)彙總學者研究結果後表示，大量客製化概念的發展，是由於產品需求劇烈變化與製程模組的穩定變化所形成的策略，也可說是經由一系列模組化的方式，以組合方式生產大量差異化的產品和服務，並且其強調客製化的形成，是建立在長期的製程經驗與知識之上，即以長期的流程經驗和集體 Know-How，再配合策略性設計的組織，來因應快速且不可預期的市場需求。定義大量客製化為在可與大量生產者競爭的成本下，以多樣化的模組化過程製造出客製化的產品。

因此，客製化是以顧客的獨特需求為前提，致使企業開始注重客製化產品在競爭市場中之重要性，企業並藉相關的生產概念與科技之輔助，使生產流程能夠快速的回應個別顧客需求，提供多樣化且高附加價值的產品或服務，以開創新利基市場。

2.2.2 客製化的方法

Davis(1989)表示產品的客製化，可以從設計、生產到銷售、運送的任何一點上發生。模組化 (Modularization) 是其中的一種方式，零件是標準化的，但最終產品是客製化的，這是在銷售點 (Point-of-Sale) 進行客製化，在銷售前將標準的零件，組合成符合個人特殊需求的產品，因此對顧客來說，可以以大量生產的產品成本，購買到個人化的產品。

Pine II(1993)提出五個大量標準化生產的廠商實現客製化的方法，他認為這五個方法是從最簡單到困難，所增加給顧客的價值也愈來愈多，所創造的競爭優勢也愈來愈持久，且這五個方法並非互斥，而是有許多重疊部份的，一個公司也可能同時採用好幾個方法。這五個方法是：

1. 在現有標準化的服務及產品附加客製化的服務

標準化產品可以經修改、增加功能、與其他產品組合在一起，並在行銷或運送上提供可以滿足個人需求的服務。由於這個方法只影響到組織價值鏈中，最後兩個活動的連結，而不影響研發及生產，因此最容易實施。但也由於競爭者很容易模仿，這個方法並不能為企業製造永久的競爭優勢。

2. 大量生產的產品能夠很容易適應個別顧客的需求

實行這個方法，有賴於研發與行銷合作，行銷單位找出消費者最希望個人化的產品特質，而研發單位將此特質設計在產品中，交由生產單位以大量生產的標準生

產方式大量生產之。資訊技術在此所扮演的角色，一是資訊技術本身的特性，使產品在加入資訊技術後，自然擁有客製化的能力；二是資訊技術對資訊的處理能力，使行銷單位能確實掌握顧客需求之所在。實行這個方法主要是將個人化特質導入產品中，但這種做法很容易被競爭者模仿，因此必須不斷增強及發展新產品。實行這個方法，組織的價值創造活動並沒有巨大的改變，重要的是改變人們的思想，以大量客製化的觀念來經營企業。

3. 客製化的傳送過程

知道顧客真實需求的最佳方法，就是在銷售點請顧客說出來，然後就在銷售點生產，或者將產品標準化的部份在中心工廠製造，而個人化部份則在傳送時或銷售時生產，來加速反應消費者的需求。在組織上，生產及傳送系統需要重新整合設計，研發部門開發新產品時，即需考慮傳送點客製化的目標。其特點為組織需改變以配合製造或服務流程的改變。

4. 提供迅速的反應及回饋

縮短企業價值鏈的時間，可增加更多樣化的產品並增強快速反應滿足顧客需求的能力。這是建立在一個前提下：經由接近零的整備時間，來減少存貨安全存量所獲得的利益比大量生產大批量所帶來的經濟規模利益更大。在客製化中，顧客居於價值鏈的最前端，指揮各價值活動生產他所需要的產品。

5. 將關鍵要素模組化

經由開發可以組成多樣化產品或服務的模組組件，是達成客製化的最佳方法。模組化的達成需要組織中各功能的配合，研發單位必須找出如何將產品或服務分成組件，而很容易整合成個別顧客所需要的型態，製造生產單位則負責建立低成本的組件生產及產品設計流程，行銷單位要能幫助顧客從多樣的組件選擇中，找出最符合其需求者，而運送單位則需擁有為個別顧客快速組成整合成完整產品的能力。

目前機械自動化產業多半屬於第一項:完全、在現有標準化的服務及產品附加客製化的服務，由於競爭者很容易模仿，且不能為企業製造永久的競爭優勢，因此本研究將分析如何使該類型企業邁向第五項:將關鍵要素模組化，不但降低了成本，使企業轉型為快速反應的知識服務，擁有自己的研發 Know-how，築高與競爭對手的門檻，並累積企業的競爭力，以模組化方式做到客製化的產品區隔，不但使客戶有較高的忠誠度，也因增加了產品的多樣化而分散了經營風險，成為永續經營的企業競爭優勢。



2.3 產業模式

白光華(2003)提出，目前產業四種接單模式作業差異比較(表 2-1)。

表 2-1 產業四種接單模式作業差異比較

比較項目		DTO Design to Order	BTO Build to Order	CTO Configure to Order	BTS Build to Stock
產品研發方式		依客戶個別需求	完成品的研發	模組化半成品的研發	依標準規格的研發
研發模式	OEM	客戶訂單	客戶開發階段	客戶開發階段	—
	ODM	客戶訂單	客戶共同訂定	客戶共同訂定	—
	OBM	—	—	新功能模組產生時	依年度規劃的時間
接到客戶訂單前	基礎機種		研發	研發	研發
			採購	採購	採購
				製造	製造
					組裝
接到客戶訂單後	研發		製造	組裝	出貨
	採購		組裝	出貨	
	製造		出貨		
	組裝				
	出貨				
BOM(接單前)	無	第 0 階 BOM	第 1 階 BOM	全	
生產規劃方式	訂單式生產		計畫式購料	計畫式製造	計畫性生產
			訂單式組裝	訂單式組裝	
客製化程度	完全客製化	中	有限客製化	無	
模組化程度	低	中	高	最高	
產業別	電源供應器	電腦週邊製造商	系統組裝廠	市場標準品	

(資料來源:白光華，「創新協同產品研發」，中國生產力中心，2003 年)

從表中分析得知:產業的客製化程度越高越往左側 DTO(Design to Order)模式偏,若能透過轉型或是產品改善措施,使產業模式朝向 CTO(Configuration to Order)移動,在兼顧客製化與生產效能狀況下,對於少量多樣客製化的產業趨勢來說是最有

利的生存模式。

本研究將針對個案公司面臨少量多樣客製化之產業趨勢，分析主要的問題並建議個案公司以模組化程度最高的模組化組裝生產(CTO 模式)，探討模組化可行的作法，套用於個案公司中，以期解決諸多經營問題與生產效率不彰的瓶頸因素。

2.4 模組化的定義與設計

郭修暉(2008)轉述學者對模組的定義為：「因公司的特定原因驅動下，將產品分解成幾個區塊(模組)，並有清晰的介面，換言之，模組是更大的系統裡的單位，它們結構是獨立性的，但卻一起運作」。呂廣英(1985)將模組化定義為：「對於具有特定用途及機能的構造單元(unit)使其標準化，因而容易裝配或分解的一種理念或設計，如此可選擇必要的構造單元，組合成不同的產品或系統，達成多功能彈性化的目的。」

Shirley(1992)曾對模組化的特徵提出：「模組化設計的特徵在於將複雜的設計問題分解成若干子問題，使各個子問題保持獨立，而透過解決子問題，達成解決整個複雜設計問題的目的。經由子問題的解決，可以達成特殊要求的設計，並使整體設計有效率，進而產生知識重複運用的經驗效果。」

O' Grady(1999)對模組化定義如下：「模組化是一群模組集合中的模組組合成為產品。每一個模組的內部可能相當複雜，但其外部必須界定清楚、明確的介面。介面的作用在於確保模組能夠和其他模組進行連結。透過將模組以不同的方式進行組合，組織可以利用模組化在相當短的時間內達成產品多樣化的目標。」

蕭承博(2006)彙總表示，模組化設計(Modular Design)將產品的設計細分成多個次系統，藉著將這些次系統規格化、標準化，並建立次系統間相容的介面(Interface)形式，最後再將各個次系統組合起來，完成產品的生產設計。因此在生產過程中，各

個模組可獨立設計，且利用不同的生產線同時製造，大大的加快了生產效率。

標準化及規格化設計是模組化設計的兩個基礎，因為模組化設計是將整個產品分成很多的次系統，再由其中建立一個個的模組，最後再將這些模組組合起來，因此產品的次系統不一定是模組，但產品的模組一定是次系統。所以在生產過程中各模組件以及介面的標準化、規格化是十分重要的一環，唯有如此才可以確保零件在組合的時候，彼此之間能夠正確穩固的結合、安裝，避免有干涉或其他不相容的情況發生，以節省不必要的組裝時間和成本耗費。

模組化設計過程中，另一個重要的部分便是該如何界定模組的範圍，理想的狀況是希望產品的每一項功能正好由一個模組件提供，也就是指一對一的模式：一個模組提供一種功能，經過這樣模組化的過程後，允許對單一模組進行改變，而不會對其他模組造成影響，如此將可使得產品的更新、維修、替換和其他動作更加便利。

因此發展多樣化產品必須先規畫好優良的產品平台，一個優良的產品平台將可節省許多設計上的成本，並可藉由裝配不同模組，來提供產品變異與衍生不同特性的產品。然而開發過多的模組種類，將導致工具成本及生產線複雜度的增加，本研究將針對各產品的產量分配及模組的選擇進行分析，以期選出各產品所應裝配的最佳模組及其所應生產最適產量，並觀察各產品中共通性模組的數量，希望減少開發同功能型態模組。

2.5 模組化設計相關限制

陳聖金(2004)彙總學者關於模組化設計的相關限制表示，Fujita and Ishii(1997)認為模組化產品設計時有許多考量的因素必須考慮，在選擇最適產品結構及零件屬性時，模組化系統限制必須考量產品功能及幾何特性的數學關係。Gonzalez-Zugasti and Otto(2000)建議需考慮產品家族的能力(例如電腦的處理速度限制)、個體變異能力、分享模組及模組相容性限制。而同樣透過模組的共通性特質，模組轉換限制、模組相依度限制及電源容量限制，在設計模組化結構時，必須同時考慮這三項條件。

在平台產品設計上依據零件互動關係分成互動位置、平台、方向、外形變化及加入連結等五個限制條件，Dobrescu and Reich(2003)依此五個限制條件結合模擬退火法求解零件最適組合。Corbett and Rosen(2003)依實體連結、功能及組裝設計空間發展四種限制條件整合成一聯合設計空間來產生一共通性平台。

由以上的研究可知，模組的幾何設計偏向於工業設計方面的研究，需要專家依產品考量與產業能力限制進行設計，因此本研究將依據模組的共通性特質及模組的組裝條件，訂定研究限制條件，在企業的產品定位策略，生產符合變異能力及相容性的模組化產品。

2.6 模組化設計分析

模組化設計是以零件的模組化為基礎，首先將產品依據各種不同的設計需求及限制，劃分成多個獨立的模組，結合多樣設計的概念，選用符合設計要求的模組，藉著這些不同功能模組的組合，達到產品功能變化的要求，以迎合市場的多樣需求，而在相關的研究領域上，有相當多的研究是模組設計與規劃及發展評量指標，以分析多樣化產品設計複雜度問題，二種研究以模組之間相關性及共通性的分析為主，而近年來也有學者開始有嘗試發展最適模組的研究，以選擇最適當的模組，減少不必要的開發。以下我們將針對幾位學者的相關研究進行介紹。

1. 模組化設計與規劃

Dahmus *et al.* (2001)所提出的方法在一開始先建立個別產品的功能結構圖，接著再進一步建立家族產品的功能結構圖，然後配合經驗所得之模組化規則，架構出模組功能矩陣，來表示家族中所有產品的各個模組，再由其中找出相同的部分，這些部分便是家族產品中可共通的模組，甚至可將這些部分進一步設計為產品平台。

Salhieh and Kamrani(1999)認為模組化設計規劃必需包含四個步驟：需求分析(Needs Analysis)、產品要求分析(Requirements Analysis)、產品概念分析(Production Concept Analysis)、產品概念整合(Production Concept Integration)，最後以啟發式分群法發展各種適合的模組類型，組成模組化產品。

2. 產品設計的評量指標

Martin and Ishii(1996)認為當一個公司想要決定是否增加已有產品的多樣性，或開發一全新產品時，最先考慮到的便是增加多樣化所需的直接成本，因為這一些花費較容易估算出來；但是對於像完成新設計圖所需的時間、人員的訓練、材料及成品的存放、或是有關於後勤管理的改變等等，這些會對生產造成影響，而又不容易評估

的間接成本，便需要有一更完善的方法來評量。評量的方法包含幾個重要的指標：共用性指標(Commonality Index ; CI)、差異性指標(Differentiation Index ; DI)、重置指標(Setup Index ; SI)。

Jiao and Tseng (2000)也以共通性指標的評量模式來顯示產品設計的優劣，共分為零件共通性(Component Part Commonality Index ; CI_(C))和加工過程共通性(Process Commonality Index ; CI_(P))兩個指標；共通性指標評量高表示其產品設計時內部的重複性高，可藉此節省更多的成本及時間的花費。

3. 最適模組問題

Gonzalez-Zugasti and Otto(2000)也提出了以模組化為設計基礎，結合最佳化方法，配合各個多變性、產品家族、共享零件及相容性的限制，最後以基因遺傳演算法(GA)來求解此一最佳化問題；只是此方式並未涉及如何區分模組零件，而是由已知模組件的階段開始進行設計分析，並將設計轉換為最佳化問題，因此可視為一尋找產品家族的最佳模組組合形式的方法。

Charkravarty and Balakrishnan(2001)在考慮市場需求及生產者利潤下，將市場佔有率模型做為其產量的限制條件，設定一利潤模型以推導出最適模組選擇，並依選擇出來的模組生產達到產品多樣化的目標。

Fujita (2002)依模組的組合方式將模組化設計區分為獨立模組設計，相似性模組設計及共通性模組設計三種，並以飛機及電視機產品為例，針對共通性及相似性設計的原則，訂出模組設計的模組轉換限制、模組相依度限制及電源容量限制三種限制條件，加入成本模型中再分別以模擬退火法求解最適模組。

Yigit et al.(2002)在符合消費者需求及設計者要求的條件下，以二種同類型模組互換時所損失的品質成本及重置成本做為目標函數，來選擇最適的模組裝配產品。

2.7 模組化的優缺點

Huang(2000) 歸納出運用模組化的架構設計將產生許多的優勢：

1. 經濟規模效益：通常各個模組以相當大的數量進行生產，因此經濟規模也跟著上升。
2. 提高零件變更設計的可能性：由於每個模組反應了一種功能，每個模組間靠介面來連繫，每個模組是個別獨立的，不受其他模組的影響，所以當變更設計時只需針對模組進行變化，使得變化更為靈活並具有彈性。
3. 增加產品的多樣化：透過不同模組的搭配組合，使得產品的變化更為多元，增加了產品的多樣化來滿足各消費族群的需要。
4. 縮短訂貨的前置時間：在模組大量製造下，有系統的產品的零件補給能夠減少製造時的前置時間，因此訂貨的前置時間也將跟著縮短。
5. 工作分割並平行處理：由於各個介面及模組已經被標準化，所以各介面有能力來分割設計及產品的工作，分割的結果能夠減少工作的複雜度，並且能夠在平行處理下完成每個工作。
6. 產品易於升級、維修與回收：因為一個產品是由多個模組組合而成，所以當產品需要修理時，只須更換某些模組即可，因此可知產品模組化可以在產品升級、維修及回收時發揮很大的功用。

O' Grady(1999) 曾提出模組化設計的潛在缺點，他認為除了極少數的情況外，模組化設計帶來的效益將大於其在設計階段耗費的成本與時間。其提出模組化設計的潛在缺點包括：

1. 初始設計困難耗時：模組化設計可能面臨的最大問題在於初步設計程序困難且耗時。由於在最初設計程序中，必須經歷一連串反覆的程序以決定產品架構與功能模組，因此將有諸多考量，產生一些前置成本。
2. 模組功能過剩(Redundancy)：雖然將模組數目控制在可管理的數量下是有益的，但也形成了選擇模組時的壓力。由於模組必須能處理多樣性的任務，因此有時需內建一些多餘的功能，使模組績效下降（相較於只處理一項任務的模組而言）。舉例來說，一個軟體模組可能包含兩種程式碼，但實際操作時只會選擇其中一種使用，另一部份的程式碼雖不會被應用，但卻仍然佔據記憶體容量。
3. 不適用於缺少共通性的小量產品：對一些小量的專用產品而言，當產品共通性很低時，採用模組化設計將失去其意義。換言之，當企業有各式各樣的產品，而每項產品各有不同的需求時，採用模組化設計能得到的效益有限，因為每個產品可能皆包含完整的新產品範圍。

雖然 O' Grady (1999) 提出 3 項模組化的缺點，但在模組化設計大規模被使用時所產生的經濟效益發酵時，初始的研發設計，縱使有費功耗時的缺點，也將成為值得去做的研發投資，因此分析慎選出共通性高的模組化的單元機構與極簡化功能設計將會是模組化策略的成功關鍵因素。

2.8 模組化之相關研究

林天祥(2003)彙整模組化之相關研究表示，模組化主要是由對產品的物理架構與功能獨立進行區隔所產生的，根據設計者的設計目標（可能為功能導向或是成本導向），產品可能完全沒有考慮模組化，也可能部分模組化，甚至高度模組化。而這個評定的標準是相對性的，以下是Ulrich & Tung(1991)所提出來的兩個評定標準：

1. 物理分割與功能分割的相似性。
2. 結合界面不可避免的交互作用最小化。

林英任(1996)認為一個產品可以描述成許多單元的組合，各單元之間藉由訊息、材料、能量的交混相互連結。在模組化產品中，除了特定單元與物理架構相對應，在不同單元間的交互作用，也受到嚴格的範圍與控制，無論是能量、訊息或材料的轉換，都是為了完成該模組的特定的功能所進行。但是，既使產品在物理架構上根據不同的功能要求而被分割成不同單元，不同單元之間仍然會有一些不可避免的交互作用產生。在大多數的汽車中，引擎所產生的熱會影響到幫浦的密封膠墊，這些影響雖然是不可避免的，但是模組化設計為確保不同單元在設計、製造以及運作時的獨立性，因此在物理架構上必須做適當的區隔，如此將可以使這些不可避免的交互作用或影響受到控制或降低到最少。

然而上述模組化基本定義偏向於注重結構性或是主次系統龐大且複雜的產品，例如工具機、汽車等明顯含有各種輸入與輸出單元的整合系統，較容易從功能單元展開模組，進而從事模組化設計的工作；對一些結構性簡單或是主次系統不明顯的產品而言，並不適合且難以明確地進行模組機能展開的設計工作，而通常此類產品導入模組化的概念，主要目的是將同類產品部分組件修正為可以共用

模具，以降低整體生產成本或是發展系列化產品。例如我們不難發現在Epson photo 系列印表機上可以有同樣的零組件，在外觀上也有共用模組的部分。因為產品的屬性、種類、訴求上有很大的差異，所以也很難發展出一套標準化的模組化設計方法提供工業設計師去解決面對不同產品時所遭遇的不同的設計問題。

Martin K. Starr (1965)表示，當工業技術有新的發展時，市場的第一個反應是盡可能的採用這個技術所生產的原型產品，而同一個品牌的產品幾乎找不到差異性，在這個階段的消費者只是產品的擁有者。隨著原型產品在消費者中的分佈越來越廣，市場開始有所區隔，某些品牌或機型在市場的佔有率逐漸提高，最後由於消費者對產品差異性的價值判斷不同，開始強調個人擁有的產品的獨特性。此外消費者在產品的使用過程中，不同的消費者在不同的使用環境，可能對產品產生不同的要求，因此提高產品的使用彈性以適當地滿足個人某些特殊需求，成為設計者所要解決的另一個問題。為了提高產品間的差異性、滿足消費者多變化的需求、提供消費者更大的使用彈性，設計者必須採用新的設計策略與概念。

學者 Martin K. Starr(1965)提出模組化理論(Modular production)，四十五年後，該學者 Martin K. Starr(2010)在營運與生產管理國際期刊上認為，這個議題仍然是一個四分五裂的概念，也許是因為存在這麼多不同類型的應用；然而，成功的應用程序確實是存在的，例如鞋的最佳尺寸排列。所有的管理職能都參與模組化議題，但它並不主張模組化的方式來抵銷商品化(Commoditization)，也不是提高品質(As a means of improving quality)的一種手段。如果將大規模的客製化，採用模組化設計，後續發展出的經濟影響，將可能把生產自海外切換到國內基地，則對國內經濟的影響將顯著。

原始的模組化設計是為了將大量生產 (Mass production) 之生產工序標準化、產能極大化，後續演化成為配合客製化而執行的模組化，所以，同時兼顧高產出的模

組化與彈性客製化的組合，創造了相容但不互相排斥的新生產模式。

2.9 功能導向的模組化

Mihail S. Romanos(1989)認為模組化產品包含一個主要的概念，那就是設計、發展與製造不同的零件或組件，而這些零件或組件可以結合成最多種不同的終端產品。

在產品功能方面，模組化產品的目的在於希望在較低的生產成本之下，使相同或類似的產品在使用上能提供寬廣的變化，但以生產者的角度而言，降低生產成本的重要性更甚於提供消費者最大的使用彈性。在這樣的情況下，設計者處於很尷尬的情境中，畢竟設計者為生產者工作，一個設計師再如何顧慮消費者使用需求，最後做決策的依然是生產者，如何降低生產成本是開發新產品時的最高準則；但從設計者的角度來看，產品若要滿足不同消費者的功能要求，則在設計時必須考慮加入較多的功能變數以提供消費者選擇，但是變數的增加，同時也會提高設計與製造的成本，因此在功能因素方面設計者希望能滿足以下的目標：只要更換終端產品的某個或幾個零組件，就可以改變這個產品的性能表現或提供不同的功能，以滿足使用者的需求。這正是以產品功能為主要考量的模組化概念。

2.10 製造導向的模組化

Martin K. Starr(1978)認為隨著市場需求的增加，有許多產品採用流程生產（Flow Shop）方式大量製造供應，但並不是每一種產品都適用這樣的生產方式；例如市場生命週期、淘汰性高的產品，既使在市場中具有獨佔地位，還是必須採用訂單生產（Job Shop）的方式製造，以減少生產線的配置成本。但是這樣的情況隨著模組化觀念的誕生而有所改變，設計者開始將產品的部分零件集成一個單元，一起設計、製造、測試，並且將這個單元標準化，使其能在不同的產品中共用，以提高該單元的需求量，進而得以採用流程生產方式來製造該單元，降低生產成本，即所謂『模組化製造』。

Freeman(1986)建議在設計時同時考慮到裝配的問題是新的設計趨勢。為了減少裝配時的複雜度，設計者常常會盡量把零件數目減少，但是這樣的設計方向並不適用於每一種產品。對於採用模組化設計的產品來說，由於模組間的功能合成必須在模組設計時加以考量，因此模組間的裝配問題也會同時處理。而模組化的產品在設計時，已經先區分成數個模組，因此在裝配線上所進行的工作通常只是幾個模組的結合，至於較複雜、瑣碎的細部裝配則在各模組的獨立製程完成，不但降低整體裝配的複雜度，而且模組局部的功能合成，或空間結構上的裝配問題也較容易克服。

第三章 研究方法

3.1 個案研究方法

余溪水 (2008)轉述學者提出之社會科學有五種研究方法：個案研究 (Case Study)、實驗法 (Experiment)、調查法 (Surveys)、歷史法 (Histories)、與資料分析法 (Analysis of Archival Information)。

本研究為了達到研究目的，選擇個案研究法，利用訪問與蒐集有效的資料，對個案公司作謹慎而深入之研究，以期最終對想探究的問題或議題，獲得深入及透徹了解。Merriam(1988)與 Stake(1995)認為：個案研究要瞭解的是參與事件的親身經驗，而非因果關係的論述，所強調的是個案的獨特性，因此從個案研究中所獲得的資訊多具有下列特色：

1. 與個人的經驗做結合，較具體，不單只是抽象的概念。
2. 經驗多深植於情境之中，較能掌握住研究對象跟研究現象在情境脈絡下的互動及相互關係。
3. 得以提供更多空間讓人自行發展個人的詮釋，將個人理解經驗融入個案研究之中，進而產生通則性的概念。

3.2 個案資料蒐集

本研究採取個案研究，資料蒐集及訪談、直接觀察以及個案公司提供內部文件資料。

本研究對於資料的蒐集分為三方面：

1. 訪談主題與訪談紀錄

因應研究主題所需，為避免在訪談過程中因問題掌握度不佳而影響到訪談所得的資訊準確性，因此，於訪談前先規劃出主要訪談主題，列示如下：

- (1) 公司的組織及業務概況。
- (2) 研發流程及作業型態。
- (3) 生產流程與作業型態。
- (4) 採購與供應商之作業型態。
- (5) 訂單交期及生產作業中相關部門最容易遇到的問題。

2. 直接觀察

本研究透過與各主要部門之訪談所獲取的資料整理分析，再實地進行觀察，尤以廠區作業流程觀察為主，如此更能獲得資料的完整與真實性。

3. 相關資料的蒐集

本研究次級資料的搜集來源，主要有公司現有的組織架構圖、產品組裝程序、物料清單 (BOM)、製程分析、生產流程 (工作站)、廠房平面圖、生產線人員配置情形、生產總工時與專利文件資料，另外亦於網站蒐集個案公司的相關資料。

3.3 個案公司之產業環境分析

個案公司成立初期，是以生產各式印刷電路板(Printed Circuit Board, 簡稱 PCB)之自動化設備為主。因應面對瞬息萬變的全球化局勢，企業面對競爭與產業變化時，具備應變對策的能力，對企業永續經營是相當重要的。於是個案公司於 2004 年成立 FPD(液晶薄膜顯示器, Flat Panel Display, 簡稱 FPD)產業設備，2006 年再進入 PV(太陽能面板, Photovoltaic, 簡稱 PV)產業設備，正式分立為三大事業部，以多元化的經營策略，分散單一產業的經營風險，擴大公司之事業版圖，同時提高產業之競爭力，本研究將針對個案公司發展較成熟的 PCB 自動化設備產業，做個案研究分析。

3.3.1 個案公司之產業結構

陳家樂(2005)提出 2002-2004 我國各機械行業之製造階段競爭力的變化，雖然近三年機械產業的製造階段競爭力是呈現下滑的情形，但仍有許多機械行業的製造階段競爭力是逐年成長的情形，包括其他機械與零組件業，金屬加工機械業及輸送與自動化設備等，其中以輸送與自動化設備競爭力之成長最為顯著。近年輸送與自動化設備因半導體、TFT 電子資訊與傳統產業升級的趨勢，自動化專用設備需求大幅增加，加上業者專注於更精密、更高速的自動化製造與加工設備，以迎合未來設備本土化的需求，因而為我國本土產業挹注了一股相當大的創新研發能量，亦為我國機械設備產業貢獻了不少附加價值。

劉信宏(2003)認為精密機械運用於 3C 產業的領域相當廣泛，例如主動元件中的 IC 半導體製程設備，PCB，LCD，DVD，電子元件，電子連接器，以及機殼成型等，需要多道製程步驟加工，因此自動化製程設備與精密機械(綜合加工機、銑床、磨床)在 3C 產業製程中，扮演絕對關鍵的角色，從長遠發展眼光來看，3C 產業居台灣領導地位，傳統機械必須朝高效能化、超精密化、高密度化、資訊化與環保節能化發展，

進入高精密機械領域，以擺脫中國大陸低價機械的競爭。

3.3.2 個案公司所處之台灣印刷電路板產業

PCB（印刷電路板）產業在台灣是一個相當特殊的產業，它是：

1. 具有高科技產業資金密集，及傳統產業勞力密集特性的產業。
2. 台灣上市上櫃公司相當多的產業。
3. 在大陸投資相當多的產業。
4. 目前全球市場佔有率前三大的產業。

印刷電路板種類繁多，在生產方面具有如下與其他產業不同的特性：

1. 生產線冗長，製程複雜，一旦遭遇困難，如未能即時解決問題之癥結，將造成成品或半成品的報廢損失，因此，生產管理的良窳影響成果甚鉅。
2. 由於製程長又無標準可循，只有靠現場人員的學識及經驗去謀求解決可能的突發問題；且待讀的原文資料極多，因此從業之工程人員素質要求頗高。
3. 本項產業均依客戶指定之規格、設計與數量生產，因此廠商大致上多無庫存。
4. 由於客戶訂單規格種類繁多，生產流程之安排需富彈性，交貨期穩定亦成為客戶採購的重要考量因素。
5. 印刷電路板產業屬於污染性很高的行業，其生產過程中使用的蝕刻藥劑、以及裁下的廢料均會造成環境污染，因此廠商需要投入較多心力於環保上。

臺灣印刷電路板產業自民國 58 年發展迄今已 40 多年，早期我國印刷電路板工業，係以廉價勞工等基本要素的優勢竄起，近年來我國在國際間已建立印刷電路板生產大國的形象，主要原因除了我國廠商擁有世界第一流技術水準外，尚有相當大的本土內需市場、交貨迅速及價格方面等誘因。我國有相當完整的上下游週邊產業支援，使得無論是銅箔、玻璃纖維布或基板的價格，臺灣都遠低於美日兩國，在市場上競爭

具有絕對的優勢，成為主要 OEM 代工廠要角。

臺灣印刷電路板產業近年呈現高度成長，主要係肇因於全球電子資訊業的蓬勃發展，使得系統廠商及週邊零組件廠商對印刷電路板的需求大幅增加；加以近年電腦成品降價競爭，更使得資訊大廠不得不設法減輕製造成本，在大量與低價的強烈要求下，他們不再全部自製，而選擇了代工能力強、機動性高的臺灣廠商作為其合作的對象。

依據工研院材料所分析，印刷電路板上游主要原物料包括玻璃纖維布、銅箔及環氧樹脂等，其中玻璃纖維布的主要供應廠商有台玻、南亞、橡樹及建榮等；銅箔的主要供應商有臺灣銅箔、長春、南亞等；環氧樹脂的主要供應商有南亞、長春及亞三等。這些充沛且價格低廉的原物料供應，對我國印刷電路板產業的發展頗為有利。

由於印刷電路板生產設備所包含的種類相當繁多，包括主設備、自動化等週邊設備，以及提供氣體、化學品與電力的廠務設施等，製造流程相當複雜，往往會因不同廠商的需求而有所差異，相對的所需之設備也會有所不同，設備可約略區分為：1.製前作業設備、2.乾製程設備、3.溼製程設備、4.檢測設備、5.自動化設備、6.其他設備等六大項目。

3.3.3 印刷電路板產業之設備供應分析

早期的台灣電路板廠，在考量技術與品質要求下，廠內設備多使用進口設備，致使設備成本無法有效降低。多年來，經過國內設備商結合上、中、下游共同努力，積極投入研究開發與不斷改良，以其服務迅速與價格合理的優勢下，今日的PCB產業中，其設備國產化已明顯提升，僅剩少數製程的設備仍須仰賴進口。不僅如此，台灣廠商製造的PCB設備已經成功地推向國際舞台。隨著產業日益成熟，台灣已具備完整供應體系，更成為全球重要的生產國家，同時也帶動電路板設備的發展，目前設備的自製率已有80%，對於電路板產業的發展有重大貢獻。不過，從PCB產品未來將朝更加輕、薄、精細化的趨勢來觀察，未來對於設備的要求必將更精良、穩定，加上仍有製程之部分設備自製率偏低，如光學檢測、雷射(Laser)鑽孔等領域，都是值得設備業者未來發展的重要切入點。

3.3.4 PCB 自動化設備產業現況

以全製程硬式的PCB而言，從銅箔基板投入到一般可看到的電路板裸板成品，其製程期間因層數的多寡不同可達一至二週以上，而且如果細分製程的加工項目的話，可達五十多站以上。若以功能面大致歸類區分的話，也可達二十項左右(圖3-1)。再加上重工、報廢、銷退等原因，其製程的複雜度可想而知。

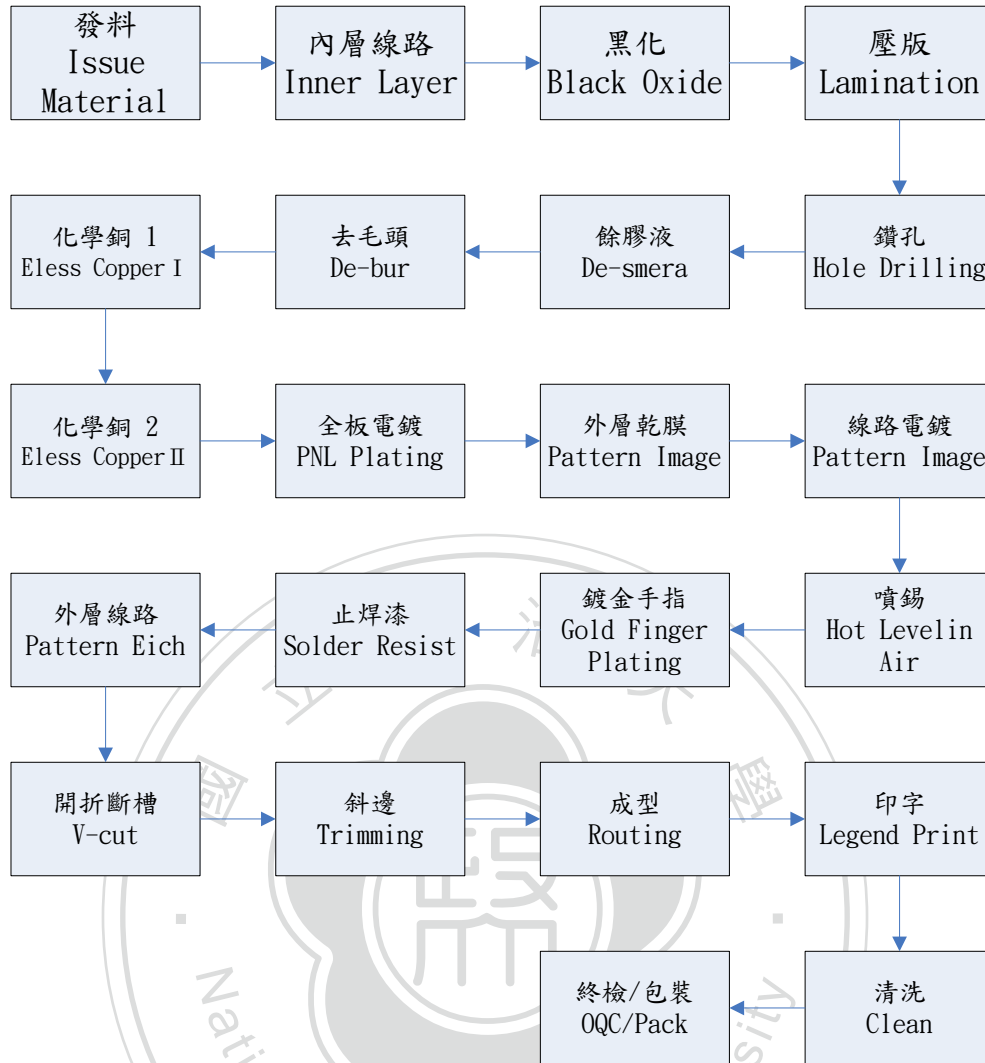


圖 3-1 一般硬式多層電路板製作製程
(整理自電路板協會，2004 年)

對於 PCB 產業而言，自動化設備可謂是 PCB 複雜製程的救星，不僅為製程技術提升效率及良率，也紓解企業對於勞工密集的需求，隨著高階電路板(如 HDI、IC 載板、軟板)的發展精密程度越高，良率與效率成為競爭成本的關鍵因素，因此在 PCB 製程中，企業對於自動化設備之需求更是依賴，在高階板廠的製程中成為必要設備。

3.4 個案公司簡介與營運概況

個案公司係 140 餘年歷史的德國公司與台灣一中小企業於民國 88 年合資成立。成立宗旨為提昇國內 PCB(印刷電路板)自動化設備之製造水準，並進而將台灣生產之 PCB 自動化設備推向國際市場。十餘年來，挾著國際品牌及優異專業技術與服務的優勢，個案公司之產品已遍銷亞洲地區(含日本)，成為台灣 PCB 自動化設備龍頭，並進而推向歐美各 PCB 廠。

3.4.1 個案公司基本資料

成 立：1999 年 桃園縣
資 本 額：4.4 億
人 數：220 人
營 業 額：預估約 12 億(2011 年)
研發人數：約 60 人(含軟體開發)
榮 耀：第 12、15 屆創新研究獎
第 9 屆小巨人獎
第 16 屆國家磐石獎

品質政策：至誠服務

客戶為本

積極創新

品質為尊

3.4.2 個案公司沿革

- 1999 — 公司成立，資本額 1 億
- 2000 — 廠房落成，土地 813 坪，廠房 1500 坪
- 2000 — 增資至 1.5 億、通過 I 個案 0 9001:1994 品質認證
- 2003 — 通過 I 個案 0 9001:2000 品質認證
- 2004 — 增資至 1.8 億、336 m² 無塵組裝室完工
- 2004 — 個案公司(東莞廠)落成
- 2004 — 榮獲經濟部創新研究獎、跨入平面顯示器產業設備
- 2005 — 與德國母公司合作開發太陽能產業設備技術
- 2005 — 榮獲第 12 屆創新研究獎
- 2006 — 增資至 3 億
- 2006 — 成立 FPD 光電事業部及 PV 太陽能專案事業部
- 2006 — 榮獲經濟部頒發第 9 屆小巨人獎
- 2007 — 個案公司(東莞)新廠完工
- 2007 — 榮獲經濟部頒發第 16 屆國家磐石獎
- 2008 — 榮獲第 15 屆創新研究獎

個案公司於 1999 年成立，是一家德商集團(圖 3-2)，在亞洲提供科技製造產業自動化規劃與服務的設備製造商，尤其在乾濕製程均需搭配的自動化物流輸送系統的專業設備上，個案公司在台灣擁有高的市占率，客戶群遍及許多上市櫃大廠，並維持良好的售後服務與關係。

2004 年隨著製造產業外移到中國大陸，為了配合許多 PCB 台商西進的服務需求，個案公司在大陸地區也設立製造工廠(東莞廠)與服務據點(華東服務處)。

同年再跨入 FPD(液晶薄膜顯示器)產業設備，2006 年跨入 PV(太陽能面板)產業設備，三個事業部架構形成，多元發展，提升產業之國際競爭力。

個案公司自從 1999 年設廠即進入 PCB 產業，且營業比重於 2010 年占 50%，是個案公司三個事業部中營收比重最高的產業(表 3-1)，其研發技術與專利(表 3-2)也是發展得最成熟的事業部，本論文將針對這個 PCB(印刷電路板)產業領域做為研究的對象。

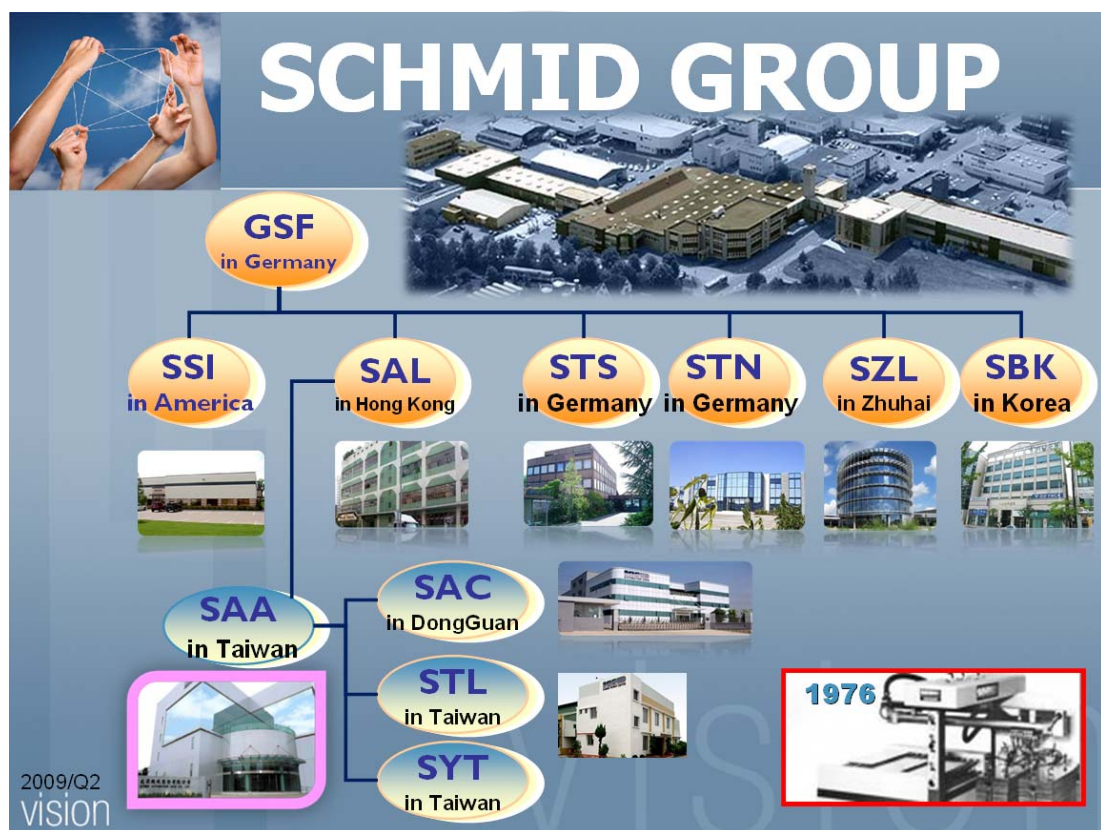


圖 3-2 個案公司集團關係圖(2009 年)

表 3-1 個案公司各事業部營業比重(2010 年)

State SBU	營業比重	成立時間
PCB	50%	1999
FPD	30%	2004
PV	20%	2006

表 3-2 個案公司專利統計(2011 年 Q1)

State Item	Taiwan	Japan	Korea	China	申請中 案件
PCB	52	3	2	24	4
FPD	3			2	0
PV	4				2
Total : 90	59	3	2	26	6

3.5 個案公司訪談與資料收集

針對個案公司概况與近年來遭遇的瓶頸問題，分別與研發部、生產部、採購管理部、品保部、客服部之主管各別訪談後，實地了解少量多樣的客製化型態所帶來的問題，歸納出以下幾點加以分析、探討(如表 3-3)。

表 3-3 個案公司各部門之訪談記錄摘要整理

訪談對象	訪談內容摘要
研發部 楊經理	<p>訪問日期:2011/10/7</p> <p>問題摘要:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 目前 RD 部門遇到的瓶頸問題及關鍵因素為何? 2. 鑒於這些問題的對策或工作計畫為何? <hr/> <ol style="list-style-type: none"> 1. 客製化程度越來越高，機構設計耗工費時，相同機型數量少，造成製圖人員產值相對較低。 2. 在外設備容易被抄襲，專利保護效果有限。 3. 製圖人員對於同一案件，必須從頭至尾獨立完成，難以替換或分工。 4. 因為機構樣式不同，專利成本增加，申請保護動機有限，同業稍加抄襲修改即突破公司的專利佈局。 5. 近年來製圖與研發人數一直在增加與流動，善用知識管理與如何應用研發成果，對公司來說可以累積研發實力與經驗。 6. 若在設計階段也能將各種不同的機構分工設計，然後再電腦中以 3D 繪圖軟體組裝成為成品，則可以大幅提升研發的工作效率與品質。 7. 當然，業務端與客戶在規格與功能規範書詳細具體的確認，也是降低失誤與修改發生的有效作法。

<p style="text-align: center;">生管 卓副理</p>	<p>訪問日期:2011/10/14</p> <p>問題摘要:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 貴公司如何安排生產排程? 2. 目前生產概況與生產效率之關鍵因素為何? 3. 您期望如何改善?進而改善生產的順暢度!
	<ol style="list-style-type: none"> 1. 生管排程是依據業務部依訂單需求開出工作命令，再依 RD 預估出 BOM 的日期安排採購與進料備料，並將組裝過程區分為機構組裝、電氣配線、軟體試車與 OQC 四大工作站，出貨交機後必須由客服人員裝機安裝並且做功能測試與調整。 2. 排程會依據訂單上交機日期作安排，每天會檢討進度，也會針對排程超前或落後再做調整，每週與業務開產銷會議，討論每個案子進度與交機日期確認，原則上計畫生產的程度不高，生產週期隨案子大小而加長。 3. 出貨旺季時，常因外包之加工料件塞車造成生產瓶頸與延誤交期。 4. 因此最好自己有加工廠，可以完全掌握生產排程，今年我們也完成加工課的設立，並已開始生產部份加工料件。 5. 加工課的設立不但大量計畫生產模組化的機構，另一方面也針對特殊急件與客服修改急單的加工料插單生產，紓解許多因加工料缺料造成的組裝停滯瓶頸問題。 6. 然而我們還是希望在設計端就能使用相同的加工件，減少特殊加工料的頻率，並且降低失誤率造成的加工修改，才是生產效率提升的治本之道。 7. 所以針對 RD 造成的失誤修改，我們會整理出機型相關問題回饋給 RD，希望 RD 不要重複發生類似的問題，對品質與交期才能明顯改善，不斷進步!

<p>品保部 藍副理</p>	<p>訪問日期:2011/10/14</p> <p>問題摘要:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 貴公司的品質的主要問題與主要的客訴有哪些類型? 2. 交期縮短會影響品質嗎? 3. 針對上述問題，品保的對策為何?
	<ol style="list-style-type: none"> 1. 交期很趕，最後往往壓縮到試車與 OQC 的時間，但是與客戶約定好的交機時間不能改的話，就只有讓客服人員在裝機時花更多時間做 OQC 與調整，若發生在國外，裝機人員的工時與差旅則會使成本大幅增加，十分不划算。 2. 目前在追蹤廠外問題分析時，客服維修時間大多花在等待加工料件與 RD 修改圖面的時間上。 4. 因為客服系統的優勢，客訴發生機率不高，但交期延誤、品質不夠穩定仍是客訴最主要的原因。 4. 品保應再加強對於品質瑕疵發生的統計分析與原因解析，提出主要問題請相關單位優先防止與改善。 5. 希望在源頭的設計端就能將設計品質做好，避免干涉與設計失誤之發生 6. 若能在平時先針對主要機構作測試與調整，然後再組裝，則可以平均工作分量，紓解出機前測試的時間壓力與對品質妥善之影響。 8. 例如 3 年前所研發的三軸 Robot 模組機構，因為已經過測試調整，功能趨於穩定，應用在各種機台上時，發生問題的機率較少，所以希望在其他功能的機構上皆能模組化，這樣品質會更穩定，在客戶端調整的時間將可大幅縮短。

<p>PCB 業務部 梁副總</p>	<p>訪問日期:2011/10/14</p> <p>問題摘要:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 貴公司的業務部門常碰到的問題有哪些? 2. 您認為影響接單的主要因素為何? 3. 是否可簡述貴公司行銷策略?
	<ol style="list-style-type: none"> 1. PCB 客戶製程複雜多樣，對產品的需求非常客製化，業務人員必須具備相當的專業的製程規劃能力，才能為客戶提供最佳解決方案，然後經過一連串議價與評估，才能爭取到訂單。 2. 有時客戶對於需求在出貨前會臨時變卦，所以不但設備製造的彈性與機動性要高，為了避免爭議，功能規範表更必須詳細描述及依客戶做好版本管理。 3. 出貨旺季時，常因交期延遲而被客戶催貨或罰款，業務必須扮演協商溝通的角色。 4. 交期、價格、品質是業務接單最有效的武器，當然景氣與市場需求仍是最大的因素。 5. 在毛利率來說，一般性的產品，面對同業競爭，常陷入價格戰廝殺，除非能研發一些別家做不到的新產品或特殊功能，方能提升毛利。 6. 完整的售後服務系統也是影響口碑的重要因素，如何有效快速的維修，可以彌補設備設計上的缺陷，且讓品牌價值加分，這也是我們產品比別人貴的原因。 7. 在行銷的策略面，我們主攻大型的上市櫃廠商，以高品質的產品與服務爭取客戶的長期信賴與口碑，所以在景氣波動時不致於有大幅度的起伏，也成為業界(PCB 自動化設備)的第一品牌。 8. 另一個市場策略是就近服務客戶，當初許多台商西進設廠，我們也跟隨客戶西進設廠，服務據點貼近客戶，與客戶一起成長，成為合作夥伴。

<p>採購與管理部 林副總</p>	<p>訪問日期:2011/10/21</p> <p>問題摘要:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 貴公司採購管理的主要問題為何? 2. 貴公司庫儲備料的作法與主要問題為何? 3. 貴部門在現行狀況下，有何改善空間與建議作法? <hr/> <ol style="list-style-type: none"> 1. 設備料號繁雜，作業繁瑣，對於加工件無法大宗採購，議價困難，不易提前取得料源。 2. 公司為了降低庫存，進料採用豐田式 Just in time 的管理方式，供應商需依照排程日期進料，進料檢驗完成並入庫後，直接撥料下架，依照工令備料於活動料車上，通知生產單位領料生產。 3. 進料發生延遲或驗退都須立刻緊急處理，否則將影響生產組裝。 4. 生產單位要求以機構為單位備料，以利組裝過程快速且正確的找到料件，但目前尚無採用條碼結合資訊系統，按機構正確的備料與發料將耗費許多的時間與人力。
<p>製造部 王經理</p>	<p>訪問日期:2011/10/21</p> <p>問題摘要:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 生產作業中相關部門最容易遇到的問題為何? 2. 如何解決或改善這些問題? <hr/> <ol style="list-style-type: none"> 1. 多樣化非標準設備之組裝 S.O.P.難以製作，人員訓練不易，也無法很快熟練，影響效率與組裝品質。 2. 零件種類繁多，在製程時的分類管理需花費較多的時間與空間，因為找料走走停停，不能連貫生產進度。 3. 因為產品客製化，工程師必須花許多時間寫軟體與試車，加上交期很趕，壓縮到最後沒有足夠試車的時間，也是生產碰到的問題所在。 4. 當然希望業務能多接一些標準機型，讓生產單位可以單純一些，效率才會高!例如轉型為製程設備，全都是標準

	<p>機。</p> <p>5. 公司在 3 年前研發得獎(創新研究獎)的三軸 Robot 產品，就是一種可被廣泛應用在各種收放板功能的設備上的位移機構，平時產能空檔時可以先計畫生產，當有訂單時只需設計客製化的機架，將 Robot 組裝上去，程式也是共用的，只需更改一些參數，就是讓生產效率與品質得以提升的作法之一。</p>
--	---

資料來源：2011 年 10 月間訪問個案公司後，自行整理

3.5.1 客製化的設備比例高

設備供應廠為了因應各產業的瞬息萬變，所以必須具備幫客戶整合的能力，而客製化設備的比例便相對提高很多；當客製化設備比例提高，業務人員能否確實掌握顧客的需求，正確的傳達給研發人員；研發人員是否具備足夠的知識與經驗，迅速達成客戶的需求；售後服務人員能否快速解決客戶的問題，都是公司競爭優勢之所在。但大部分產品都需要客製化，完全依賴研發人員設計，因每個機構都須重新設計過，所以於設計端會耗費大量時間，相對的採購、加工、組裝…等單位也會花費大量的時間。而花費時間愈長，設備的交期也愈長，市場的競爭力也愈低，相對獲得的利潤也愈少。

3.5.2 缺乏適當之參考機構

因客製化產品比例提高，客戶端的需求每次都不同，所以設計人員設計相同機構時，會因個人的設計方式不同而有所差異，也讓設計者不易從圖庫中找到適合的機構參考；因設計上的差異，常出現類似的機構，動作方式卻不一樣的設計；例如升降機構有些人會用馬達當動力來源，也有人會用氣缸當動力來源。當同一套設備類似的機構動作方式出現兩種設計時，會讓客戶質疑設計者的能力，也降低客戶再購買的意願。

3.5.3 缺乏製程核心技術

因花費太多時間於客製化產品上，所以製作的設備只專精於次要設備的自動化上，或者要搭配主製程設備。因設備都需搭配另一廠商的設備，所以設計時常常要去符合別人的設備，這也是客製化產品提高的原因之一。因沒時間去鑽研製程技術，所以一直是客戶端的附屬自動化設備，而非主要製程設備；以公司的立場來看是相當危險的，因隨時有被取代的可能性。以 PCB 的市場為例，PCB 在台灣已是非常成熟的產業，相對的所有製程設備都已有國內廠商自行開發製作；如此的競爭環境中，如一家公司沒有主要的製程核心技術，隨時都可能被汰換、取代。

3.5.4 新機構未作完整之驗證

因設備的交期都非常緊迫，且各單位、製程花費時間很多，所以就算有 ISO 條文規定約束，但當設備組裝完成後，有時候甚至還沒試車就交至客戶端；因有很多機構是新的設計，所以常有機構未驗證就送至客戶端，工程師有時因工作繁忙，一直設計新的客製化機構，根本沒多餘的時間去驗證新機構的可行性，或者有無缺失。因機構都未驗證，所以當有類似的機構要開發時，常會有機構不確定性，而此不確定性會造成機構的重工、人力的耗費、工時的增加、成本的增加…等，如果一直這樣惡性循環，會導致製作成本與人事管銷成本的增加，利潤也就相對減少。

3.5.5 制度未能貼合實務面

多年來雖有一系列之文管制度，但實際上這些流程並沒有經過合理化，多是為 ISO 而訂定，尤其當工作非常繁忙時，ISO 文件通常是到了稽核前才匆忙補資料，所做文件再利用率偏低。而 ISO 的制定內容及文件太過理論化，且常常因為設備交期緊迫，而無法逐一用 ISO 制定的文件來確認每一機構的品質；品質出問題時也沒時間按

照 ISO 規定的 P-D-C-A 流程達成品質目標。當 ISO 制定的內容與實際出現衝突時，應修改其文件內容，讓其文件更能貼合實務面。ISO 制度的永續維持及持續改善才能降低失敗率，提高公司獲利。

3.5.6 各部門間缺乏橫向溝通

公司各部門間本位主義，只顧自己部門工作，由於工作負荷各部門都很重，無法考慮到別的部門，所以資訊的傳遞往往各部門之間會有落差及斷層；也因為缺乏良好的「橫向溝通」，所以導致失誤率提升，成本增加。因制度設計因素各部門只做直向任務傳遞，不願做橫向之跨部門溝通，長期下來部門間便常有溝通不良之情況發生。各部門如果能建立「橫向溝通」機制，除能促進同事間感情，增進合作關係，以得到相得益彰，相輔相成的效果，還可縮小和消除部門之間的壁壘。

3.5.7 人才培育不易及流動率高

迅速、高品質的客製化設計是企業的核心競爭力，而其主要的關鍵在「人才」。在 21 世紀更是人才競爭的世紀，所謂「人才」就是有能力處理事情的「人」，所謂「知識就是能力」，可以說人才就是有「知識的人」。一個優秀人才的養成必須是全方位的，要學習的東西甚多甚廣，企業必須不斷的給予教育，讓其獲得新的知識，才能讓產品有更新的突破。優秀的人才往往需要數年的經驗累積才能培養起來，而並不是人才培養起來就好，除了培養好人才外，重點還要能夠留住人才。現今的年輕人抗壓性不足，且講究休閒娛樂及生活品質，往往給點壓力或要求犧牲假期加班，就有些人受不了；再加上現今同業競爭如此激烈，競爭對手只要給一點好處，企業辛苦培養的人才就有可能被同業挖角。對企業來說如何降低流動率，與如何留住人才是一門很重要的課題，唯有降低流動率與留住人才，公司才能穩定成長。

3.6 問題歸納與模組化對策

綜合上述訪談結果與問題歸納，並將問題歸納與以模組化為因應策略之優勢對照分析(表 3-4)，以釐清個案公司面臨少量多樣化衝擊的主要問題與解決方向。

表 3-4 個案公司主要問題歸納與模組化優勢對照表

個案公司問題歸納	施行模組化的 6 項優勢(Huang, 2000)
價格競爭，成本壓力大，影響接單量 多樣化的加工料件，難以議價	經濟規模效益(第一項) 縮短訂貨的前置時間(第四項)
採購、備料、驗料因為規格繁多，複雜不易 價格、品質與交期難兼顧，影響品牌形象	經濟規模效益(第一項) 增加產品的多樣化(第三項) 縮短訂貨的前置時間(第四項)
設計與生產時間太長，效率不彰，影響接單量與造成 生產規模瓶頸	工作分割並平行處理(第五項) 縮短訂貨的前置時間(第四項)
客製化產品種類太多無法製作個案 S. O. P. 在設計與組裝無法大量複製與分工 專利保護有限，易被抄襲修改	增加產品的多樣化(第三項) 工作分割並平行處理(第五項) 提高零件變更設計的可能性(第二項)
新修改產品太多，影響失誤率與品質穩定性	提高零件變更設計的可能性(第二項) 產品易於升級、維修與回收(第六項)

資料來源:自行整理

由列表可顯示出，藉由個案公司成功開發模組化的三軸機械手(Robot)產品，建議個案公司大量複製施行模組化之策略，可針對個案公司在少量多樣客製化的產業趨勢下，解決所面臨的主要問題的正確方向，先分析出共通性高的功能機構，再評估模組化的優點與效益，並在下一章更進一步探討個案公司如何施行模組化的研究。

第四章 S 公司個案分析

4.1 模組化的形成概念

鑒於 Huang(2000)歸納出運用模組化的架構設計將產生許多的優勢，包括經濟規模效益、提高零件變更設計的可能性、增加產品的多樣化、縮短訂貨的前置時間、工作分割並平行處理及產品易於升級、維修與回收。這些可達成產業競爭優勢的條件，將是我們研究個案在施行模組化形成的主要思考面向。

市場上許多熱門的 3C 產品皆以簡單的模組化概念組合成各種客製化需求的產品，例如 iPad 依不同產品定位分為 8G、16G、32G 與 WiFi 版或 WiFi+3G 版組合成 6 種不同定位之產品線；筆記型電腦也以中央處理器(CPU)效能規格、硬碟容量大小、記憶體空間…等不同模組，組合成各種價位的客製需求產品，在競爭激烈的 3C 產業中，不但滿足了市場上對產品的多樣性需求，也將模組化的許多優勢發揮得淋漓盡致。

4.1.1 S 公司模組化形成概念

既然設備業產品是經由許多不同功能的次系統組裝而成的，當然能夠在這些次系統中找到可以模組化的設計，然後將這些被模組化的次系統機構設計將共用於不同的終端產品上，如此一來將可簡化許多客製化的產品設計，並一再重複被生產與組裝，達到規模生產的經濟效益也可兼顧組合成各種客製化的設備產品。

只要在某種程度恢復規模生產，即可改善 S 公司目前生產效率與人均產值績效不彰的難題，同時也可解決價格、交期等業務端的接單瓶頸，然而品質技術的專業問題仍端賴研發在模組化的專業領域之能力，但只要經過 P-D-C-A 及測試改善，仍不難達成目標，其所具的研發價值與產值是非常高的！

所以 S 公司在研發設計模組化機構時必須做到的原則有：

1. 必須大宗採購最便宜的零組件。
2. 降低加工及製造的成本。
3. 大量的使用共通性零件。
4. 縮短交期又顧及客製化彈性。
5. 研發設計的機構能夠大量被重複使用。
6. 更穩定更可靠的設備功能。

4.1.2 S 公司模組化之觀念

呂廣英(1985)提出模組化之定義，對於具有特定用途及機能的構造單元(unit)使其標準化，因而容易裝配或分解的一種理念或設計，如此可選擇必要的構造單元，組合成不同的產品或系統，達成多功能彈性的目的。

S 公司基於各種電路板廠製程中自動化的客製化需求，分析主要的共通單元，並發展為模組單元，主要模組化觀念有下列幾點：

1. 整台設備由標準化的機構組合而成。
2. S 公司自行設計組裝模組化的機構。
3. 機構標準化大規模計劃性量產以降低生產成本與工期。
4. 依客製化需求將模組化機構組裝為成品，好像計畫性規模量產各種規格的積木，再依需求將積木組合成”汽車、房子或城堡”...等客製化需求。
5. S 公司自行設立加工廠生產模組化機構的零件，不需採購具備許多多餘功能的市購料件，只需生產符合 S 公司機構功能需求的零件即可。
6. 簡化設計並縮短製造時間與更專業分工的製造模式，就是 S 公司模組化的創新生產方式，與 Freeman(1986)提到新的設計趨勢須同時考慮到裝配問題，減少零件數量的觀念相同。

7. 使客戶感受到更穩定的品質與快速的服務。
8. S 公司省下更多的製造成本, 將有更多的資源作好售後服務與價格競爭力。
9. 在 OEM 與 ODM 的客戶中, S 公司將有更高的不可取代性, 並以專利保護 S 公司的產品。

4.2 S 公司模組化作法

統計出 S 公司歷年來所使用機率最高的幾種「機構運作模式」, 加以分析後做出可模組化及可產生最大效應的數種機構模組。模組化開發流程亦按照新品審查流程 (圖 4-1) 進行, 其中需求提出的在開發評估會議與 DR-0、DR-1 的審查步驟, 與 Salhieh and Kamrani (1999) 認為模組化設計規劃包含的四個步驟: 需求分析、產品要求分析、產品概念分析、產品概念整合, 想法大致相同, 針對設計形成的需求分析與概念整合反覆審查, 統整各部門的技術資源, 達成符合客製化需求的模組化設計, 簡化組裝流程, 減少失誤發生。

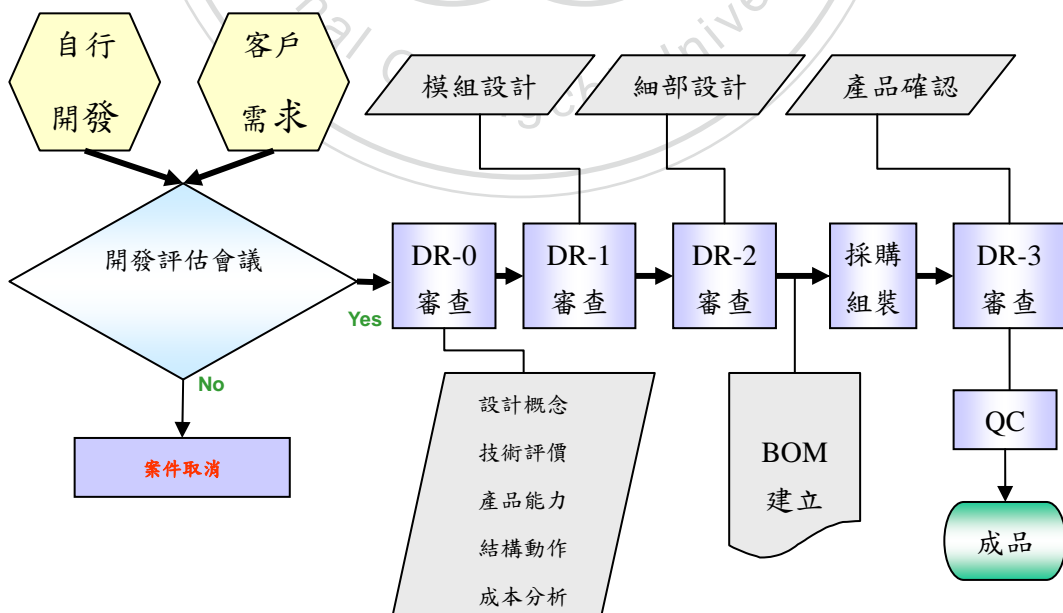


圖 4-1 S 公司 RD 新品審查流程圖
(參考來源 ISO 文件, 2010 修訂)

4.2.1 S 公司主要機構類型

S 公司研發部門累積了多年設計經驗，對 PCB 製程中自動化設備主要機構加以分析後，將主要功能機構分為 4 大種類：

1. 橫移機構模組

橫移機構泛指所有需 X 至 X 向，或 Y 至 Y 向的運動模式。傳統設計方式大部分由無桿缸搭配滑軌或滑軸再搭配一些支撐座…等零配件組合而成(圖 4-2)，其組成元件多又雜且施工組裝不易。橫移模組是由自行開模的鋁件搭配線性滑軌、皮帶、皮帶輪…等組合而成；經由橫移模組化設計後(圖 4-3)，設計端只要把橫移模組放入圖檔中即完成橫移機構之設計，組裝端只要鎖附約 8 個螺絲並調校水平即可完成；其對整體機構而言看起來更精簡且美觀。

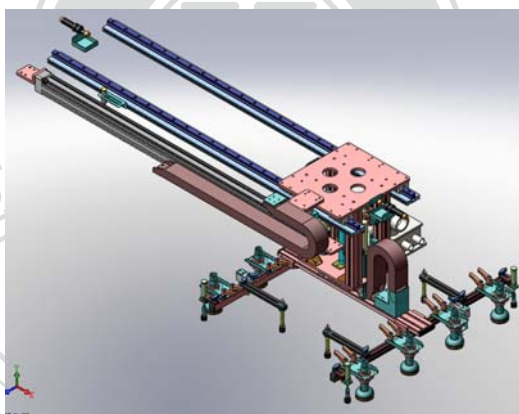


圖 4-2 S 公司傳統橫移機構設計

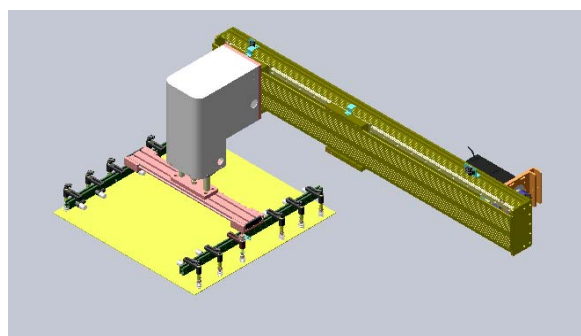


圖 4-3 S 公司橫移機構模組化後設計

2. 升降機構模組

升降機構泛指所有需 Z 至 Z 向的運動模式。傳統設計方式大部分由氣缸搭配滑軌或滑軸再搭配一些軸承…等零配件組合而成，其組成元件多又雜且施工組裝不易(圖 4-4)。升降模組是由自行開模的鋁件搭配線性滑軌、螺桿…等組合而成；經由升降模組化設計後(圖 4-5)，其升降機構由原本使用氣缸帶動，只能選取兩個位置，進而換成模組取代升降機構，且由馬達帶動，其升降位置便可由程式控制，讓設計者在設計此機構時不會因為氣缸行程不足…等因素造成設計失誤。組裝端也因模組化而節省組裝時間。

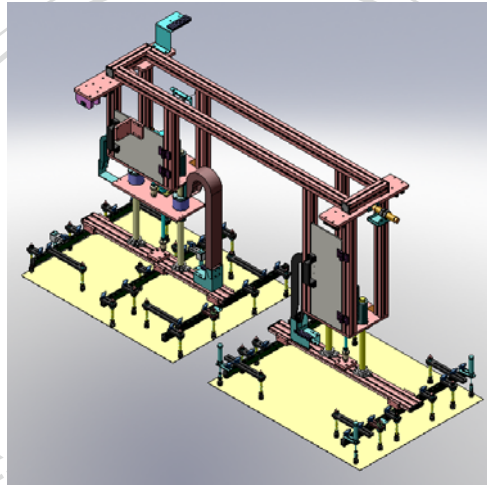


圖 4-4 S 公司傳統升降機構設計

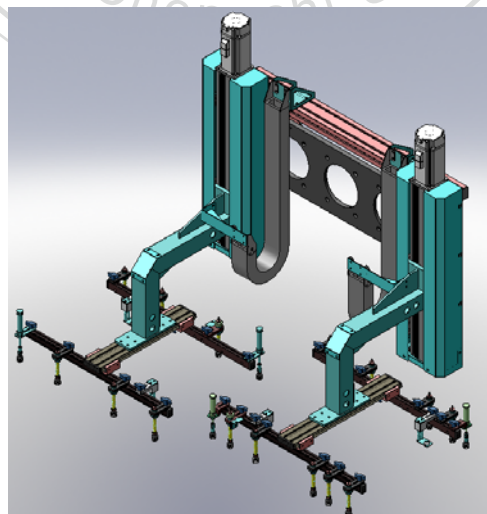


圖 4-5 S 公司升降機構模組化後設計

3. 取板手臂模組

取板手臂，動作方式為環狀傳動，以固定軌跡連續動作帶動取料手臂與吸取裝置為之。傳統設計是由馬達、凸輪、鏈條…等零配件組合而成，其組成元件多又雜且施工組裝不易(圖 4-6)。取板手臂模組是由自行開模的鋁件搭軸承、皮帶、皮帶輪…等組合而成；取板手臂模組化後(圖 4-7)設計時可因應客戶製程的不同，角度有所變化，且板件供應和收納角度有極大的差異時，皆由取板手臂模組取代。此取板手臂模組，因耗費組裝工時較長，且精度要求相對較高，故此模組由專門人員負責組裝、測試；完成後再拿至需要之機台組裝。此優點為減少設計及組裝之錯誤率，及縮短設計、組裝工時。

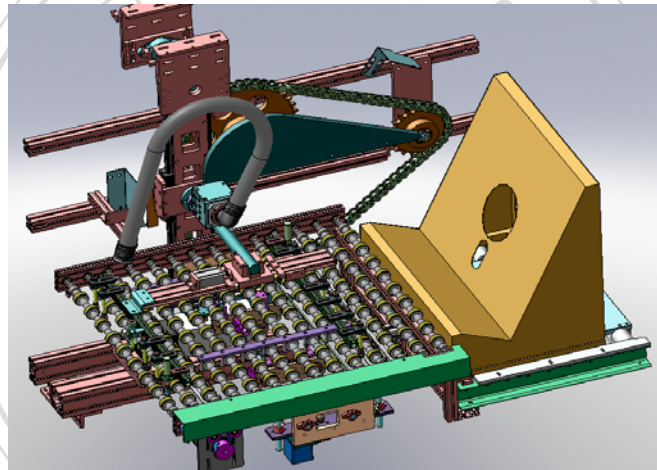


圖 4-6 S 公司傳統取板手臂機構設計

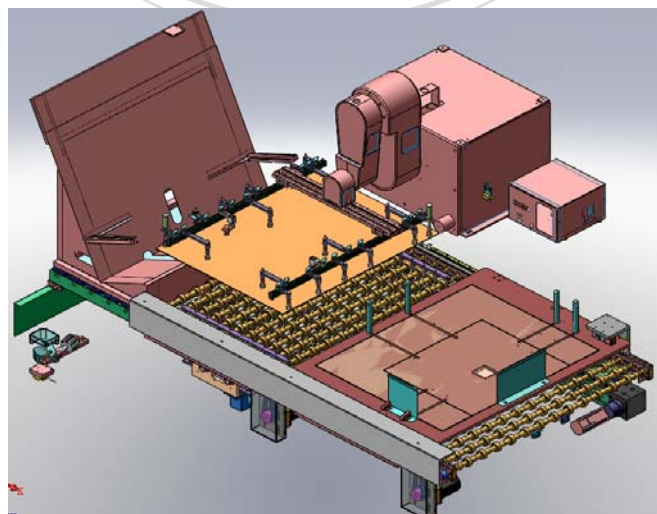


圖 4-7 S 公司取板手臂模組化後設計

4. 舉升機構模組

舉升機構泛指所有需 Z 至 Z 向的運動模式。傳統設計方式大部分由滾珠螺桿搭配線性滑軌或滑軸，再搭配一些軸承座…等零配件組合而成(圖 4-8)。舉升機構模組是由自行開模的鋁件搭配線性滑軌、滾珠螺桿組合而成(圖 4-9)，經由升降模組化設計後，其構造簡單、組裝方便。

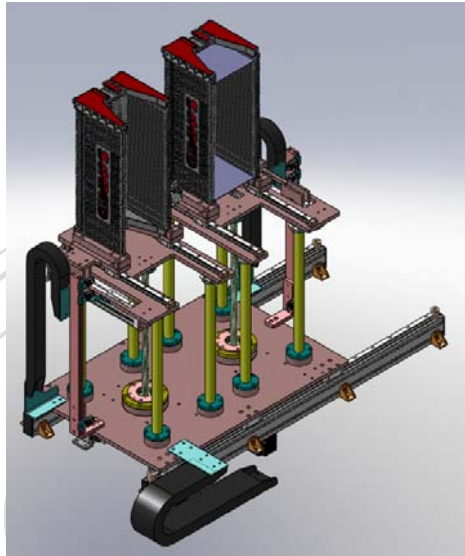


圖 4-8 S 公司傳統舉升機構設計

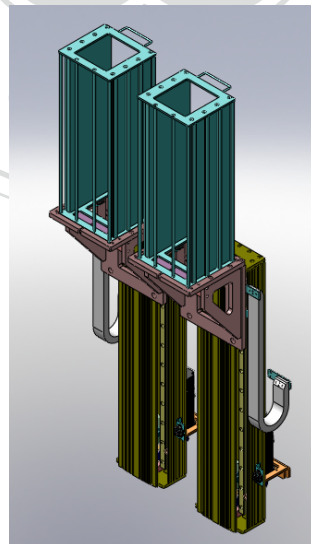


圖 4-9 S 公司舉升機構模組化後設計

※ 以上四大類型已可取代 80%以上之繁冗舊制機構

4.2.2 S 公司機構模組化作法

1. 分析主要機構類型

當接到一筆訂單時，設計者於設計時先考量各機構的動作方式，再依客戶端的需求進行判斷何種機構需要用到模組；設計者可依機構的動作方式，配合上述的四種模組類型找到適合的模組進行設計。

2. 設計標準化的各項主要機構

當機構模組化後，便有一套標準的設計準則，例如機構要 Z 至 Z 向的運動模式，便要選用舉升機構或升降機構。如此約束設計者的好處為，讓設計者創造出具相同性質的零組件，這些零組件因而藉由機器的些微調整，以近乎相同的方式生產。有了一套標準的設計準則，也可讓剛接觸這行，較沒經驗的設計者，依循此設計標準進行設計，節省了教育的時間。

3. 申請並維護專利

開發一套機構的模組化是設計者經由長時間及經驗的累積而成，當一套機構模組化後，必須申請專利，申請專利是一種法律保護研發成果的制度設計，在專利權保護期間，未經專利權人的同意，不得對申請取得專利權的技術進行商業性製造、使用、許諾銷售、銷售或者進口行為。

申請專利後的好處：（1）提昇商機，增加公司的價值；（2）壟斷市場；（3）以專利作為防衛盾；（4）防止不法人士仿冒。

4. 大幅開模生產機構零件

因機構模組化，所以產生很多類似料件，而這些料件只在於長度及加工深度不同且使用需求量大，故可開發模具並大量抽料生產，當有需求時再依長短尺寸不同，進行裁切加工。開模的優點為可大量庫存半成品，不會因為料件短缺而導致進度延遲，且料件管控容易；大量庫存半成品也不會因為原物料上揚而增加成本。

5. 設立加工廠並組裝測試模組化機構

機構模組化，因所使用料件大致相同且需求量大，所以可設立加工廠進行料件的加工，例如開模鋁擠料件的加工、素材鋁板的加工…等，且可依料件的多與寡進行加工料件的庫存。加工完的成品可依設計者的需求進行組裝並測試；當組裝完成開始測試時，如有問題便可依當下問題進行修正。設立加工廠的優點為可清楚掌握料件的加工品質、交貨時間、及組裝精度。

6. 製作模組化機構型錄供產品設計工程師使用

製作模組化機構使用手冊，讓設計標準化。設計者有了模組化機構使用手冊，便可經由分析判斷機構動作方式，而找到適合的模組；手冊中同時也詳述了模組的使用說明、各個模組的規格介紹、零件共用化的介紹、模組使用計算式的介紹，及實際範例計算。模組化機構使用手冊同時也是一本設計的 S.O.P.，設計者選用模組時只要依循手冊中的步驟，便可找到適合的模組。

7. 與零件供應商策略合作或批量採購降低原料價格

機構模組化，因共同性的零組件很多，此時可與供應商簽定協議幫忙批量採購並庫存。此策略性的合作對雙方來說是「雙贏關係」，因製造商對供應商給予協助，幫助供應商降低成本、改進質量、加快產品開發進度；通過建立相互信任的關係提高效率，降低交易/管理成本；長期的信任合作常用品的庫存，加快交貨時間…等都是策略性合作的優點。共同性的零組件也可批量採購加以庫存，降低採購原物料的成本。

8. 檢討模組化機構與改良(針對穩定性、簡化與美觀不斷改良創新)

初始設計出的模組化機構並不是最完美的，且機構模組化後的機構之運轉也不一定是最順暢的，所以必須經過不斷的實驗及檢討、改良，讓機構運轉起來更順暢；也因為是模組化的關係，所以修改時只要針對某些料件進行修改，而不用整個機構修改；所以模組化不但帶來設計的便利性，也節省因修改機構而花費的成

本。當機構模組化測試穩定後，便可把整個機構修改成更為簡單與美觀；上單元所敘述的各機構模組化的圖片中，即可清楚分辨傳統設計給人的第一觀感就是機構雜亂、複雜；而經由機構模組化後整體機構看起來更精簡、更美觀。

9. 測試穩定與可靠性

機構模組中所使用的線性滑台及 ROBOT，都是由專門的人員及加工單位負責組裝生產，且組裝部分有一套組裝標準流程，故人員的素質可以透過 S. O. P. 及教育訓練來提升組裝水準；組裝中也透過一些高精度的檢測設備量測組裝的水平度、垂直度、加工精度…等。組裝完的線性滑台及 ROBOT 經由檢測儀器的測試，當產品品質達到「零缺失」，方可出貨。產品於加工及組裝中過程都有 S. O. P 及檢測儀器嚴格把關，所以組裝完的模組產品有相對的穩定與可靠性。

10. 大幅提升服務品質與效率(以拆換模組化機構方式, 換修)

模組化機構的優點為一台功能複雜的機台能粗分成幾個完整的動作機構，再針對動作機構套用到模組化內，而每個機構模組化部份都是標準規格，所以當某部份需要維修或升級時，就只要更換該部份，不用像傳統設計會動到其它部份、也不用再重新設計連結部份。機構模組化對於服務的品質與效率可說是一大突破；假設客戶端的線性軸台損壞，我們可於廠內先行製作，因備有庫存品的關係，所以能用最快的速度組裝完成與客戶端一樣的線性軸台；當軸台完成後，只要到客戶端把損壞的線性軸台拆卸，並更換新的線性軸台即可；因能在最短的時間幫客戶維修，以大幅提升服務品質與效率。

11. 產品外觀加強企業識別提昇品牌形象

要創造產品外觀的獨特性與提升品牌形象，首先要從內部機構說起，內部設計要好用、耐用、維修率低且動作流暢。機構模組化的設計除了設備外觀簡單、美觀外，模組化機台也減少客戶因維修而停機的時間，進而提升客戶對整個設備的印象。在客戶端建立口碑，以一家客戶去影響另一家客戶，進而在同業界造成影響，因能間接或直接迅速提升品牌形象；同時也可透過一些大規模的展覽，展示、推廣模組化的機台；透過展覽也可讓客戶端去比較有無機構模組化的優劣，並可與市場差異區別開來，讓客戶看到產品便可輕易判別此機台是由哪家公司製造。有了良好的品質與品牌形象便可獲得客戶的信任，同時直接影響接單率；唯有與客戶端建立在互信的原則下，才能創造更高的利潤。

4.3 S 公司軟體的模組化

自動化設備是透過程式語言由軟體驅動硬體進而達成設備功能的產品，透過高度的程式模組化將可達到降低成本、縮短工期、提昇程式品質(降低 Bug 與失誤)並達成累積軟體經驗與軟體研發成果的知識管理，並將研發的點滴成果留在公司的智庫中，不因人員的流動產生影響。

4.3.1 軟體模組化說明

軟體(程式)模組化主要的目的是程式再利用的概念，透過開發經驗的累積將程式做成軟體 IC，在程式呼叫模組程式時填入必要參數後，即可得到我們需要的功能，讓程式的複雜度及錯誤率降低，使程式開發及維護都變得更容易。

4.3.2 軟體模組化形成概念

軟體開發的困難性在程式設計人員在開發初期時必須設計出符合客戶的多變需求，而這些使用需求，客戶並不會在開發初期就可以提供完整，故如何規劃出具有可擴充的程式架構將是因應未來變化的重要因素。

傳統新研發的機械設備，其軟體開發流程都需要數個月不等的時間才能完成，為了因應市場客製化、快速化需求，必須使用更有系統及效率的方法。

依照目前遭遇到的狀況，我們必須要將整個軟體功能切割成許多小功能區塊，形成軟體 IC 庫(Soft IC library)，往後在各種專案裡即可重複使用這些已開發過的程式碼，這就是目前軟體工程強調的可重複使用性(Reusable)，其具體作法是以目前市場主流為物件導向程式設計(Object-oriented Programming，縮寫 OOP)來實現。

4.3.3 S 公司軟體模組化的做法

1. 可程式控制器簡介

可程式邏輯控制器 (Programmable Logic Controller，簡稱 PLC)，一種具有微處理機的數位電子設備，用於自動化控制的數位邏輯控制器，可以將控制指令隨時載入記憶體內儲存與執行。可程式控制器由內部 CPU，指令及資料記憶體、輸入輸出單元、電源模組、數位類比等單元所模組化組合成。

廣泛應用於目前的工業控制領域。在可程式邏輯控制器出現之前，一般要使用成百上千的繼電器以及計數器才能組成具有相同功能的自動化系統，而現在，經過編程簡單的可程式邏輯控制器模塊基本上已經代替了這些大型裝置。可程式邏輯控制器的系統程序一般在出廠前已經初始化完畢，用戶可以根據自己的需要自行編輯相應的用

戶程序來滿足不同的自動化生產要求。

最初的可程式邏輯控制器只有電路邏輯控制的功能，所以被命名為可程式邏輯控制器，後來隨著不斷的發展，這些當初功能簡單的計算機模塊已經有了包括邏輯控制，時序控制、模擬控制、多機通信等許多的功能，名稱也改為可程式控制器 (Programmable Controller)，但是由於它的簡寫也是 PC，與個人電腦 (Personal Computer) 的簡寫相衝突，也由於多年來的使用習慣，人們還是經常使用可程式邏輯控制器這一稱呼，並在術語中仍沿用 PLC 這一縮寫。

現在工業上使用的可程式邏輯控制器已經相當接近於一台輕巧型電腦，甚至已經出現整合個人電腦(採用嵌入式作業系統)與 PLC 架構的 PC-BASE 控制器，能透過數位或類比輸入/輸出模組控制機器設備、製造處理流程、及其它控制模組的電子系統。PLC 可接收(輸入)及發送(輸出)多種型態的電氣或電子訊號，並使用他們來控制或監督幾乎所有種類的機械與電氣系統。

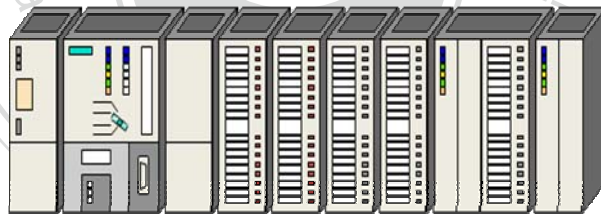


圖 4-10 常見的可程式邏輯控制器外觀
(資料來源:Siemens-可程式控制器)

2. PLC程式模組化特性

(1) 線性程式設計

傳統 PLC 程式開發是以線性開發為主，所謂線性係指程式開頭至結尾是由一連貫的方式執行，但此種開發模式會導致難以維護及程式無法重複使用的問題。

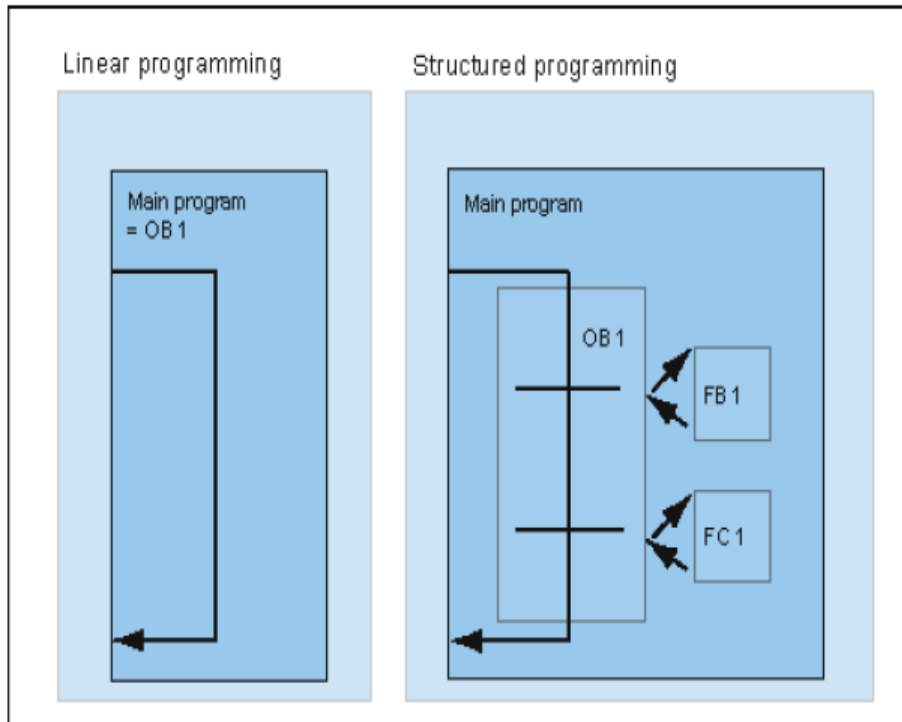


圖 4-11 線性程式設計與結構化程式設計之比較
(資料來源:STEP 7 V5.5 編成手冊)

(2) 結構化程式設計

結構化程式設計提高了程式的可讀性、可重用性等，逐漸出現了將程式開發中經常用到的相同功能，比如數學函數運算、字串操作等，獨立出來編寫成函數，然後按照相互關係或應用領域彙集在不同的檔案裡，這些檔案構成了函數庫。函數庫是一種對資訊的封裝，將常用的函數封裝起來，人們不必知道如何實現它們。只需要瞭解如何調用它們即可。函數庫可以被多個應用程式共用，在具體編程環境中，一般都有一個頭檔相伴，在這個頭檔中以標準的方式定義了庫中每個函數的介面，根據這些介面形式可以在程式中的任何地方調用所需的函數。

程式被分解成一個個函數模組，其中既有系統函數，也有用戶定義的函數。通過對函數的調用，程式的運行逐步被展開。閱讀程式時，由於每一塊的功能相對獨立，因此對程式結構的理解相對要容易，在一定程度上緩解了程式碼可讀性和可

重用件的矛盾，但並未徹底解決矛盾。隨著電腦程式的規模越來越大，這個問題變得更加尖銳，於是出現了另一種編程風格—結構化程式設計。

在結構化程式設計中，任何程式段的編寫都基於3種結構：分支結構、迴圈結構和順序結構。程式具有明顯的模組化特徵，每個程式模組有惟一的出口和入口語句。結構化程式的結構簡單清晰，模組化強，描述方式貼近人們習慣的推理式思維方式。因此可讀性強，在軟體重用性、軟體維護等方面都有所進步，在大型軟體發展，尤其是大型科學與工程運算軟體的開發中發揮了重要作用。因此到目前為止，仍有許多應用程式的開發採用結構化程式設計技術和方法。即使在目前流行的面向物件軟體發展中，也不能完全脫離結構化程式設計。



4.3.4 S 公司軟體模組化

1. 模組化簡介

S 公司充分利用物件導向特性將各種功能物件化，並將各種模組物件以結構化設計開發，組成完整的軟體系統。

由於市售 PLC 僅能提供部分物件導向特性，如繼承及多型，但已能提供方法 (Method) 及封裝。

2. S 公司基本模組

FC/FB 編號	FC/FB 名稱	說明
FB9	MW100+Lamps	三色警示燈控制模組
FB7	Stop request	停止需求控制
FB150	Wafer counter	Wafer 片數計數器
FB185	State_homepos	Home position 狀態判斷
FC930	Single step	單步執行模組，一般組合起來做 step chain
FC1010	STF_ON_T	On delay timer
FC18	Sensor state	整合多水道 Sensor 訊號
FC916	Tolerance_min_max_dint	判斷現在是否為設定位置，包含容忍區間設定
FC9	Error_V2	控制錯誤發生時的顯現方式

3. S公司Wafer Jam偵測模組

FC/FB 編號	FC/FB 名稱	說明
FB107	FB_Jam_contorl	單一水道卡片偵測
FB130	Conveyor_jam_contr	五水道卡片偵測，輸出為一個訊號
FB131	Conveyor_jam_contr1	五水道卡匣偵測
FB132	Conveyor_jam_contr2	五水道卡片偵測，五道 sensor 訊號由指標輸入
FB133	Conveyor_jam_contr3	五水道卡片偵測，五道 sensor 訊號由指標輸入，含有容許區間設定
FB134	Conveyor_jam_contr4	五水道卡片偵測，五道 sensor 獨立輸入，含有容許區間設定
Fb135	Conveyor_jam_contr5	五水道卡片偵測，五道 sensor 獨立輸入，五道伺服動力獨立，含有容許區間設定

4. S公司特定元件控制

FC/FB 編號	FC/FB 名稱	說明
FB22	Standard FB cam and gate	破片檢測 Camera 控制及破片排除汽缸控制
FB149	CONV-1SP1DxxP	輸送帶控制(單速、單方向)
FB301	MelservoMRMG30_Init	MR-MG30 設定伺服參數使用
FB300	MelservoMRMG30_Control	MR-MG30 進行各種運動控制，包括 JOG、相對位置定位、絕對位置定位及中斷定位控制

FB133	Valve 2 Out/2 Pos	汽缸控制(雙輸出、雙位置)
FB134	Conveyor_jam_contr4	五水道卡片偵測，五道 sensor 獨立輸入，含有容許區間設定
Fb135	Conveyor_jam_contr5	五水道卡片偵測，五道 sensor 獨立輸入，五道伺服動力獨立，含有容許區間設定



4.3.5 成效分析

S 公司在軟體模組化實施後，可大幅降低軟體開發之工時，統計於民國 99~100 年間，實施軟體模組化機台數量約為 40 台，依機型程度區分為 5 級(表 4-1)，與尚未實施軟體模組化之平均工時分析比較(表 4-2)如下：

表 4-1 S 公司機台複雜度區分表

機台複雜度	馬達數量	Input/Output 點數
低	1~5	1~50
中低	6~10	51~100
中	11~15	101~150
中高	16~20	151~200
高	20 以上	250 以上

表 4-2 實施軟體模組化工時比較表

機台複雜度	傳統工時	模組化後工時
低	300	120
中低	450	180
中	600	240
中高	750	300
高	900	360

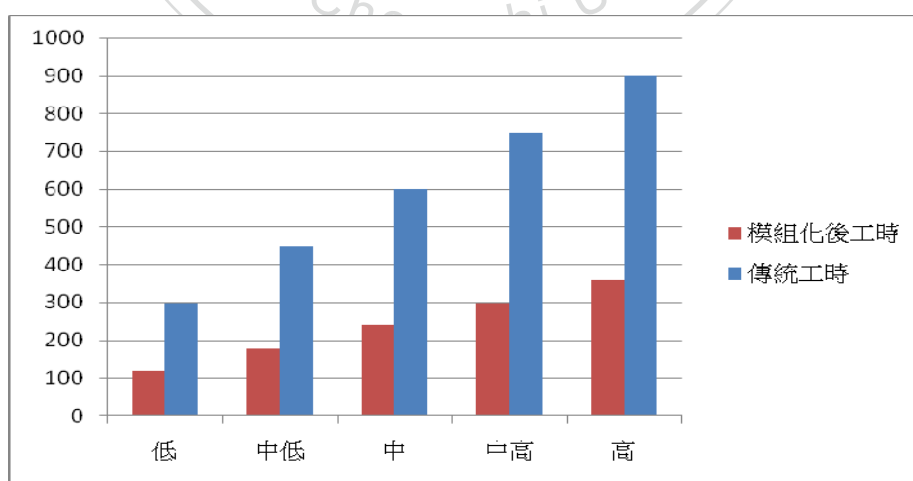


圖 4-12 軟體模組化工時比較圖

分析實施軟體模組化產生之節省工時效益，大約可降低 60% 工時。(圖 4-12)

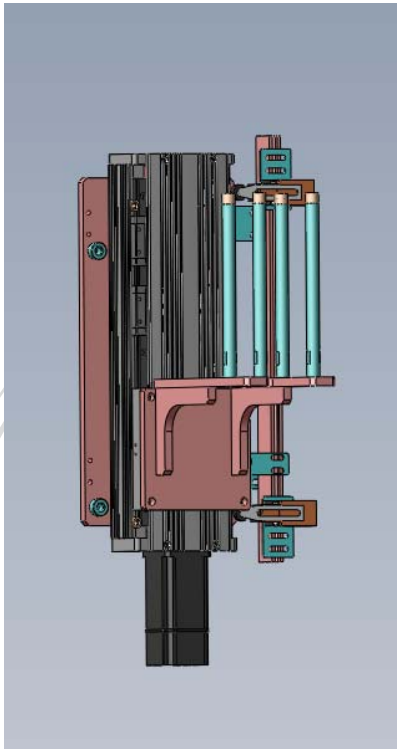
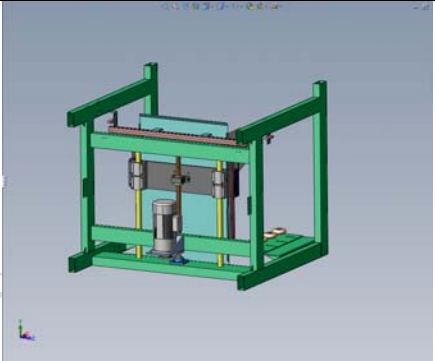
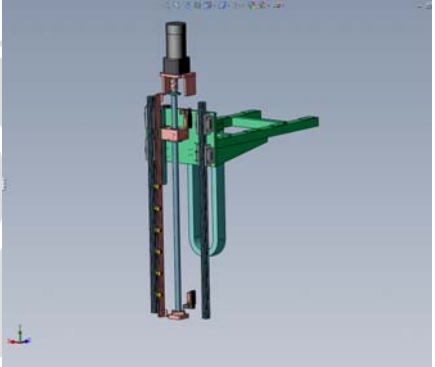
4.4 S 公司模組化的優點分析

由於現今的產業結構和以往已有大大的不同，傳統產業及較小型企業的客製化產品，從接單、生產、出貨，看似一連串的生產模式，常常無法明確的分工，造成工時及資源的無形浪費，導致營業額無法大幅提升或是人均產值較低的情況。

觀察汽車產業或是標準製品的產業，由於各站分工明確，無論是零件在庫的存量管控，生產組裝的工序及工法統一，都能夠大大降低工時的耗損，以及有效的掌握零件進料的進度，這對整體的營運都有很大的幫助。而客製化的產品真的無法朝向此目標前進嗎？S 公司針對其眾多的客製化產品，去深入了解及分析，發現也有機會將模組化導入產品，導入產品後，低成本、高效率以及良率的提升，使其產品的附加價值相對的提升，進而在這低利競爭的環境中獲取利潤，針對 S 公司的模組化系統本論文先以模組化施行前後成果比較，再以各面向分析整理 S 公司模組化的優點：



表 4-3 S 公司模組化施成果比較表

		升降機構	
		模組化升降	傳統自製升降
外型		 <p>(滾珠螺桿搭配線性滑軌)</p>	 <p>(梯型牙桿搭配線性軸承)</p>  <p>(滾珠螺桿搭配線性滑軌)</p>
	選用 流程	<p>a) 已知荷重(負載)</p> <p>b) 設定機構升降時間</p> <p>c) 依速查表(x-x)快速挑選</p>	<p>a) 已知荷重(負載)</p> <p>b) 設定機構升降時間</p> <p>c) 選定後計算扭力等數據</p> <p>d) 螺桿型錄挑選</p> <p>e) 線性滑軌挑選</p>
設計	拆圖	<p>a) 模組本體無需拆圖</p> <p>b) 固定孔位相同，容易檢查有無錯誤</p>	<p>a) 螺桿、牙桿皆需要重新拆圖</p> <p>b) 因滑軌尺寸不同，結合面孔位不同，需多花時間做重覆確認</p>

	工時比較	<p>◎挑選適合的模組化軸台，此工時不超過 2 小時</p> <p>◎不需額外拆圖，工時為 0 小時</p>	<p>◎挑選升降機構配件與固定件，此工時超過 4 小時</p> <p>◎螺桿、牙桿、加工配件拆圖時間，需多花費 2~3 小時</p>
生產	零件組裝	a)由統一單位組裝製作，分站分工，各站工作內容單純	a)部份零件先行加工，按圖施工，每當外型改變，需重新識圖後判斷可先行加工之部份
	產品組裝	a)模組化軸台與機架結合時，只需鎖附固定孔位，及具水平調整功能	a)機構與機架結合時，無法先行加工的部份，需於機架內組裝，費時又費工
	作業規範	a)可建立標準作業規範，即使長度有所差異，亦可使用相同規範(通用)	a)依不同機型、不同外觀需建立不同的規範
	教育訓練	a)標準化的教育訓練，包括組裝調校，可一次性且完整的分享	a)依不同的機型跟設備，可能需要針對當下的狀況，增加教育訓練的次數與頻率

	工時比較	<p>◎標準化組裝，分站分工，完成模組約需3小時</p> <p>◎與機架結合，鎖付後調整，約0.5小時</p> <p>◎教育訓練時間，升降模組化教育訓練的次數只做一次，以每次一小時計，需花費一小時</p>	<p>◎從識圖、分料到加工，要4小時以上</p> <p>◎與機架結合，依鎖付的孔位不同，人員來回走動(拿加工件、螺絲)，之後調整，約花費4小時</p> <p>◎教育訓練時間，依不同機型需安排不同的教育訓練課程，以每次一小時計，若有五種不同機構，需花費五小時</p>
採購(備料)	採購發包	<p>a)發包至生產單位(加工課)提供一組模組料號，由單階展開其內部零件</p>	<p>a)整理圖面，依加工廠類別分類加工與市購件</p> <p>b)分類完後請供應商(加工與市購)報價</p> <p>c)等待報價，選定供應商後發包</p>
	加工備料	<p>a)常備素材庫存</p> <p>b)固定用量之零組件，可直接備庫存</p> <p>c)交貨(運送距離)</p> <p>d)料齊後發至生產單位</p>	<p>a)待供應商排定生產排程</p> <p>b)供應商叫料(素材)</p> <p>c)素材加工，</p> <p>d)交貨(運送距離)</p> <p>e)料齊後發至生產單位</p>

	<p>工時 比較</p>	<p>◎發包至生產單位(加工課)， 無需花費圖面整理及分類的 時間</p> <p>◎常備庫存，縮短叫料及時間 可節省二至三天</p> <p>◎供應商的地理位置距 S 公司 固定，運送時間較短，縮短 運送時間</p>	<p>◎採購端，整理圖面，依加工廠 類別分類加工與市購件，需花 費 2~4 小時</p> <p>◎分類完後請供應商報價後回 傳，需花費一至三天不等…</p> <p>◎待供應商排定生產排程、叫料 加工，需三至十天</p> <p>◎因不同供應商生產排程、叫料 時間、及地理位置不同，交貨 時間亦不相同，導致生產單位 領料的進度有落差，其差距可 能五至十天</p>
--	------------------	---	---

4.4.1 對業務端之影響

1. 交期縮短

模組化之推行影響到接單效率、交期，進而影響製造商長期競爭力，較能對應市場的不確定性及產業競爭。模組化管理能促使交期縮短，促進接單效率，及縮短新產品上市時間。所以製造商推行模組化管理會使企業產品交期縮短。

2. 設備可比同業更高的產品品質, 成本卻比同業低

因 S 公司有自己的加工廠，所以模組化產品都是自行製作生產；且都是經訓練、考核合格之專職人員負責生產組裝，故產品的品質控管都能達到規範要求。因模組化產品品質的要求，所以整體設備的品質相對會更好，且成本會比外購成本低，讓公司獲利更高。(同業外購成本將近是 S 公司的 2 倍)。

3. 設備可靠度大幅提升

常用的機構經模組化整合後，除了可以免去許多不必要的驗證，對於常用的機構模組，如橫移機構模組、升降機構模組、取板手臂模組、舉升機構模組…等，因有實際經過驗證，所以模組之品質控制較有把握，其可靠度亦相對提高；設備的可靠度也大幅提升。

4. 在業務與客戶解釋產品時可做為談判籌碼

目前設備市場需求，大部分都須符合「客製化」，機構模組化是達成大量客製化的有效推手，其能將一些標準的單元，整合不同功能的模組，快速有效的組合成新的功能。機構模組化可滿足客戶的需求，產品又能兼具低成本、高品質、短交期…等，所以業務人員與客戶談產品時，模組化機構可說是一項有利的談判籌碼。

5. 模組化外型設計簡潔，增加設備專業度及辨識度

機構大量使用模組化後，整個設備的外觀設計看起來不像傳統設計那樣複雜，給人的感覺反而更精簡、更美觀；因設備外型與傳統機台外型有所差異，所以讓產品的專業度及辨識度更高，且如果設備有良好的品質，於業界更能凸顯公司形象。

6. 建立技術門檻，拉開競爭距離

模組化之推行，促成製造商的內部資源可靈活、更有效率。模組化是使得企業將常用的機構單元化，使其趨近於標準化，並有系統的整理成各常用之模組。機構模組化是製造商長年經驗累積而來的；模組化的實行，讓同業得需花上更多的時間與金錢才能跟上；從而建立起更高的技術門檻，拉開同業競爭的距離，是實行模組化的優點之一。

4.4.2 對設計端之影響

1. 研發部門使用時不需重新設計拆圖，減少大量設計工時

設計者於開始設計時可以先分析機構動作模式，再選用適合的模組；機構模組化可讓設計者省去重新尋找料件的時間，同時一些加工料件也不用重新拆圖，大大減少設計者的工時。

2. 降低失誤率

機構模組化都有經過實際驗證，所以設計者於設計時只要套用所需的模組，便能完成機構的設計；所以設計完成的機構相對失誤率會趨近於零。

3. 掌握關鍵及加工技術

模組化產品由專職人員負責設計及製作，且模組化產品又有自己的加工廠負責生產；所以一群專職處理模組化產品人員，更能掌握其設計及加工關鍵點，然後針對這些關鍵點進行改善及精進，最終讓模組化產品達到零缺失的境界。

4. 降低設計失敗成本

機構模組化，設計者於設計時，只要套用模組化的圖面，再進行細部修改即可完成；所以失誤率降低，相對的設計的失敗成本也相對會下降。

4.4.3 對採購端之影響

1. 大宗採購降低成本

模組化產品因所組成的零件大多相同，且組成類別差不多，所以採購端可針對共用性高的零組件進行大量採購，進而達到降低採購成本。

2. 降低採購種類，失誤率下降

零組件少樣及共用化的程度越高，使得製造商的備料管理越容易掌握。相反地，零組件越多，則備料管理越複雜，失敗的機會增加，備料風險亦隨之增加。模組化的實行除可降低採購種類外，相對的失誤率也會下降。

3. 進料單純化，提升效率

模組化產品讓零件簡單化、標準化，減少產品的零組件、裝配件，此優點為讓料件更單純，且在供應鏈的管理則越順暢，愈能提升進料效率。

4. 易於庫存倉儲管理

在模組化大量製造下，產品的零件能否正常補給，攸關產品能否正常、快速出貨；零件的補給正常與否考驗了倉儲管理的能力；模組化產品因大多零件都大量採

購，且零組件少所以易於庫存管理；當庫存不足時便能快速通知採購端採購。

4.4.4 對於組裝生產端之影響

1. 組裝工時短

模組化機構因設計變得較精簡，且零組件較少，所以對組裝人員來說，便能縮短工時；舉例來說，橫移機構模組只需把線性滑台鎖附於機架上並調校水平調整螺絲即可；但傳統方法可能要花上 1~2 小時才能把橫移機構組裝完成。模組化機構除組裝容易外，拆卸也相對簡單，對於新進人員的訓練更是容易。

2. 組裝失誤率下降

模組化機構因組裝、拆卸容易，且搭配的零組件較少，所以生產組裝時只要依圖施工組裝，應可達到零失誤率；失誤率的下降除了能節省重工時間外，更能節省非必要的成本開銷。

3. 備料時間短

模組化產品的零件因需大量生產，所以一些不好加工及固定的料件可以開模製作，零件開模製作除可縮短加工時間外，也可減少加工成本。因有自己的加工、組裝廠，再加上共用性高的零組件庫存，所以模組化產品的備料時間便能縮短；備料時間縮短，便能加快組裝時間，增加獲利空間。

4. 產品標準化、規格化、共用性強，搭配組件容易

模組化產品的設計、加工、組裝都已經被標準化、規格化，且各個動作機構都有可搭配的模組，所以透過不同模組的搭配組合，使得產品的變化更為多元，增加了產品的多樣化來滿足各消費族群的需要。

4.4.5 對客服端之影響

1. 備品庫存，無需待料

模組化產品的零組件，大部分都是標準化、規格化且備有常庫存，所以當客戶有需求時，客服人員可立即取得零配件交至客戶端，無需浪費待料時間。

2. 維修速度快

假設客戶端某個模組化機構需維修時，只需先觀察是哪一個機構模組損壞，然後針對模組內損壞的零件進行更換即可。因模組化產品構造大致相同，所以客服維修人員只要加強訓練，便能達成客戶期望之快速維修。

3. 模組化設計，減少除錯時間，提升產線稼動率

當客戶設備有問題時，客服人員可很快的分辨出哪一個模組化機構發生問題，客服人員只需要將模組化產品整個卸下，如果狀況緊急，馬上更換一個新的模組；原來被換下的模組，除了損壞的零件確定不能用外，其它部份只要送到廠房慢慢檢查出可以用的部份，而不會耽誤到客戶的生產運作。

4. 保養訓練容易

模組化產品因有製訂一套組裝、保養手冊，所以不管是新進人員或是客戶端的教育訓練，只要按照手冊上的說明，便能輕易完成保養。模組化產品於設計時就把保養的部分考量進去，所以維修人員於保養模組化產品時，只要按照保養手冊便能輕易完成保養。

4.4.6 對品質端之影響

1. 標準化生產可將品質不良率大幅下降

模組化產品讓零件簡單化、標準化，組裝生產端標準化流程生產，組裝失誤率跟著降低，相對的品質不良率大幅下降，生產效率亦可提昇，減少物料、人力資源浪費。

2. 品質檢驗規格標準化

標準化模組零組件少樣及共用化的程度高，制定標準化規格，可降低人員檢出失誤率，客戶滿意度提高。

3. 提升進料品質與效率

模組化產品優點為料件較單純、共用性高，供應商可制式化生產、品質異常機率較低，供應商出貨品質水準較好，廠內進料品質相對提昇；模組零件標準化、單純化、大量生產，供應鏈管理則越順暢，愈能提升進料效率。

4. 成品品質穩定

模組化產品於生產過程中因有製訂一套檢驗標準，且所有零件製作完成時會經由檢測儀器量測，以確保所有零件的公差、尺寸是否符合設計圖面之要求，唯有品質良好的零件，才可確保零件在組合的時候，彼此之間能夠正確穩固的結合、安裝，避免有干涉或其他不相容的情況發生；相對的成品的品質才能穩定；品質穩定亦可節省不必要的組裝時間、重工時間和客戶抱怨件數，S公司於2008年開發三軸機械手(Robot)模組化機構後，維修件數與維修工時均呈現下降趨勢，每百萬元營收的維修次數更從5.03次/百萬元逐漸降至2.35次/百萬元。(表4-4)

表4-4 S公司維修件數與工時統計

年	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005
維修件數	2,934	2,840	1,894	4,276	6,248	6,164	3,748
總工時/Hr	6,260	6,399	4,203	7,236	9,518	9,416	7,018
平均/件	2.1	2.3	2.2	1.7	1.5	1.5	1.9
營收(百萬)	1,250	1,050	750	850	900	1,250	750
維修次數/百萬元	2.35	2.70	2.53	5.03	6.94	4.93	5.00

資料來源:S公司PCB客服部

5. 機構功能可靠度提升

模組化產品由自己加工廠專職人員負責生產、製作，所以較能掌握其加工關鍵點，製作完成之零組件皆經過實際量測和驗證，相對可提升模組化機構的可靠度，客戶端品質反應相對會較滿意。

4.4.7 對客戶端之影響

1. 外型簡易、重量輕巧、安裝容易

模組化產品把原先傳統複雜、笨重的機構，整合成簡單、輕巧；因機構變得簡單、輕巧，所以安裝與傳統機構比起來更顯得容易、簡單。

2. 輕量化、組裝便利、省力化，具經濟效益

模組化設備經由整合，與傳統設備比較起來更顯輕巧、組裝便利；模組化乃因應自動化生產所孕育出來的產品，零件簡單化，且採用可共用的或可互換的零組件，當設備要升級時只要更換部分零組件即可達到升級；所以對客戶來說模組化設備具有較高的經濟效益，且節省設備升級所需花費的費用。

3. 降低保養成本

模組化設備因其組成單元較為簡單，所以設備於保養維修時只要針對部分零件進行保養即可；對客戶端來說省去了冗長、繁複、昂貴的保養成本。

4. 交期短，備品單純

機構模組化對設備廠來說，可降低成本、交期短、維修快速、容易…等優點；對客戶來說設備交期短生產線就可迅速生產；模組化設備因整合過所有機構，讓其零件簡單化，且共用性高，所以客戶端的備品更顯單純、簡單。

5. 保養操作容易

模組化設備把所有複雜、多樣的零組件，整合成單一、簡單的零組件，所以不同功能之設備，但卻有很多類似的模組產品；而這些類似的模組產品對客戶來說只要熟悉其中幾台設備，其他的模組化設備便能輕易操作；對設備保養而言也相同，只要熟悉幾台設備的保養方式，其他的模組化設備便能輕易保養。所有零件標準化後，同時間也大量降低零件庫存的壓力，營運的資金也可更靈活的應用。



第五章 結論與建議

5.1 結論

本研究的主要目的，是探討 S 公司現階段面臨少量多樣客製化之產業趨勢，所產生的瓶頸與問題。在了解了 S 公司的產業背景與生產特性之後，分析因應少量多樣客製化的生產模式，如何有效解決營收成長與毛利提高為經營目標的瓶頸問題，然後進一步探討理想的因應策略。

經由文獻探討與個案分析，建議 S 公司如何以模組化為其因應策略。再根據文獻探討中模組化的定義作法，提出解決少量多樣客製化產生的瓶頸問題之策略，然後更進一步探討如何以可執行的作法有效套用在 S 公司，評估公司將會產生哪些效果與變化，再分析改善前、後的成效與競爭優勢之改變，分別以各種面向(業務、設計、採購、生產、客服、品質與客戶端)分析產品模組化的優點與競爭優勢有哪些?如何持續進行使 S 公司不斷提升競爭能力，與對手拉開距離。關鍵在於 S 公司如何運用大量的模組化設計，並將產品模組化應用於市場上多變與客製化的需求，推出無論在時效、價格、品質、功能均可大幅提升客戶滿意度的產品，進而提升企業的品牌價值，拉高競爭門檻以達成永續經營的基礎。(參考圖 5-1)

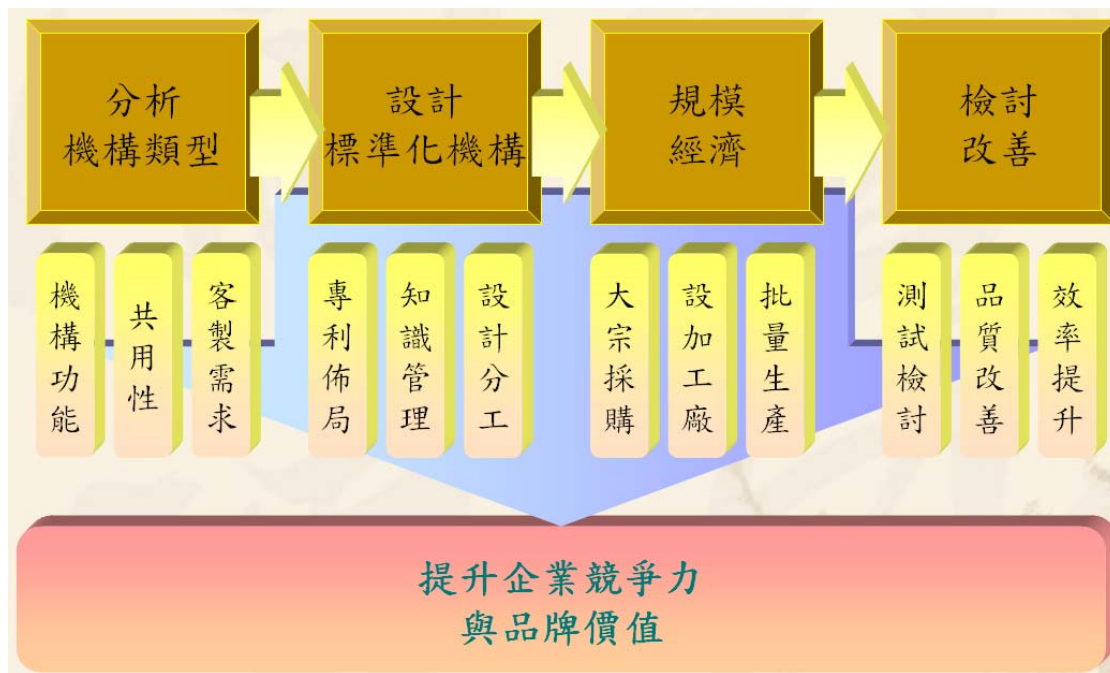


圖 5-1 S 公司模組化策略作法示意圖(自行整理)

S 公司在施行模組化策略之作法後，模組化的優點改善了許多 S 公司面臨的瓶頸問題，實施後優點分析摘要如下：

1. 業務端-縮短交期、易於報價、接單。
2. 設計端-設計可分工、降低工時、降低失誤。
3. 採購端-可大宗採購、減少庫存種類。
4. 製造端-標準化量產、易於訓練、提升效率。
5. 客服端-備品好掌握、快速維修、保養。
6. 品質端-模組機構檢驗測試標準化、品質提升。
7. 客戶端-美觀、提高製程良率、提升稼動率。

市場競爭迫使每一個企業在效率提昇方面下足功夫，模組化的產品概念正好符合快速反應多變的市場和顧客對效率的需求。從製造量的提昇，產品品質的提昇，到交貨時間的縮短等等。在重視創新研發的今日，設計研發部門更是站在創新的第一線。個案公司所推行的模組化概念中，強調的是以能滿足個別顧客的產品，並在最短

的時間內，快速的回覆客製化的需求與設計，甚至引領客戶到下一個趨勢的浪頭上。因此，原有傳統的產品模式將無法滿足市場多變與快速反應的需求。而模組化的概念就是希望能以最短的時間，滿足各種競爭市場的需要。透過模組化的創新與執行，全面提升企業的競爭力，以厚植公司永續經營的長遠優勢，其策略主要內部優勢與外部機會之重點分述如下：

內部優勢：

1. 技術優勢：以既有技術跨高附加價值的藍海產業，以模組化組裝精密設備產品，發展核心製造技術，以差異化走出原本陷入與同業價格競爭的紅海，拉高產品級距與價值。
2. 成本優勢：以模組化的簡化設計，標準化大量生產模組化機構，不僅提升品質之穩定度，亦可產生規模經濟，並取代高價之市購件，也屬於縱向整合的成本優勢，提高產品價格競爭力與毛利。
3. 速度優勢：標準化量產的模組機構，不僅可快速生產客製化產品，且成熟穩定的模組化機構，也大幅縮短品質檢驗與試車調整的時間，成功的解決少量多樣客製化與生產效率衝突的瓶頸。

外部機會：

1. 市場定位：以模組化為設計概念與生產模式創新的思維架構，創造簡約外觀與優越功能的產品，輔以專利的保護，可佈局多樣性寬廣的產品，跳躍式提升產品在市場中的定位與擴大區塊，同時可進入高階設備之OEM、ODM市場，與原有競爭者拉開距離。
2. 品牌價值：模組化的簡約外觀與客製化功能，在市場上必能令客戶驚豔，對品牌價值留下深刻印象。售後服務維修時，亦可整組快速拆換維修，工程人員能精準完成維修保養工作，縮短客戶停機時間，提升客戶依賴度與滿意度。
3. 創造商機：以既有的模組化機構產品，提供其他產業領域之自動化設備商，創

造精密機械產業的市場商機，不與既有市場衝突，直接突破原有的營業規模。

一般來說，客製化的生產模式與規模量產是相衝突的，這一直是 S 公司近年來經營成長的瓶頸，這個創新的策略作法產生突破性的生產方式與產品創新，研究中觀察 S 公司在執行模組化創新過程中，最大的意義在於找回團隊的工作熱情，每一項零件的創新改善，都促使企業團隊不斷累積競爭能量，並逐漸內化為嶄新的企業文化，企業更堅信：產業的最大價值來源在於創新！



5.2 對 S 公司建議

從個案研究中，可以發現個案公司現階段執行之模組化應用，已有一套頗為完整之作業流程，這是相當難得的，但是現在之企業間競爭愈來愈激烈，如何在最短的時間推出新產品仍有其難度，因此對於個案公司如何加速新產品推出之速度，有以下建議可供參考：

5.2.1 模組化的持續創新

1. 經營高層參與，養成創新習慣的企業文化，塑造創新風氣。
2. 成立模組化持續改善專案小組，定期會議檢討研發產品計劃進度與實績。
3. 建立績效指標的評量模式，以檢視模組化產品設計的具體成效，如：
 - (1) 失敗成本%
 - (2) 生產週期
 - (3) 不良率%
 - (4) 人均產值
 - (5) 客戶滿意度
4. 創新績效獎勵、提案改善獎勵，並於年度選拔績優人員，獎勵最佳貢獻的提案與執行成效。
5. 定期召開市場趨勢變化研討會，居整合角色與客戶及供應商共同開發趨勢產品。
6. 不要只侷限於PCB產業的自動化設備領域，必須規劃新的產品定位，以既有模組化機構持續開發新的自動化產業市場。
7. 客戶滿意度調查分析與回饋，持續做到滿意的客製化產品服務。

5.2.2 資源整合，提高模組化策略的深度與廣度

1. 模組化策略，必須整合各部門資源長期投入人力與資源，在研發能量與創新上持續努力，深化機密機械產業的基礎技術，邁向高精度、高穩定度與高信賴性之產品。
2. 透過與同業先進、工業技術研究院、學校產學合作，與各方交流與經驗技術分享，豐富模組化的技術與應用層次，不是閉門造車。
3. 將模組化的管理精神融入企業的流程中，並能更深層的將其內化為公司的企業文化。
4. 模組化策略並非企業經營的唯一萬靈丹，企業要能永續經營還需要與其他策略整合佈局，訂出各個階段性執行方針與目標，雖然本個案研究在施行模組化策略後，初期已有具體效果，但於過程中仍需不斷檢討改善，甚至修正目標，以產出最佳的策略效益。



5.3 後續研究建議

本研究針對機械設備產業模組化應用問題進行探討，並提供一些可行的方法，而未來仍可朝以下方向繼續發展：

模組化應用的主要關鍵在於知識的表示與套用之上，若沿用本研究之觀點，將目的鎖定在支援設計人員發想之初的資訊支援，則可針對知識的擷取方面進行後續廣泛性的研究。

本研究受限於人力與資源等限制條件，無法再蒐集更多的不同產業個案，用更多的產業個案來印證本研究模式，則本研究的信度會更有說服力。後續研究者可以繼續蒐集更多的不同產業個案或應用，加以研究印證。



參考文獻

一、中文部分：

1. 白光華 (2003)。創新協同產品研發。中國生產力中心出版。
2. 行政院勞工委員會綜合規劃處 (2011)。發展智慧型自動化產業，打造台灣產業黃金十年。行政院勞工委員會官網。
3. 呂廣英 (1985)。簡介模組化設計與應用。機械月刊，117 期，pp. 121~125。
4. 余溪水(2008)，客製化生產流程設計之研究-以機械製造業 R 公司為例，逢甲大學經營管理碩士在職專班，pp. 1~2, 14~15, 16~18, 28。
5. 林天祥(2003)，模組化設計模式(MDM)之理論與應用-以自行車為例，成功大學工業設計研究所，碩士論文，pp. 8, 20~23。
6. 林英任 (1996)。以結構主義的角度進行模組化產品特性與評估之研究。台灣大學機械工程研究所。碩士論文。
7. 郭修暉(2008)，產品模組化於半導體後段設備產業之應用研究，逢甲大學經營管理在職專班，pp. 6。
8. 陳沖(2010)，時任行政院副院長，2010 兩岸暨台中自動化機械展開幕致詞，陳沖盼自動化產業 MIT，中央通訊社。
9. 陳家樂(2005)，在國際競爭中如何發揮我國機械產業價值鏈之優勢分析，工業技術研究院，第三章，pp. 5~6。
10. 陳聖金(2004)，多樣化產品設計與生產之最適模組，成功大學工業與資訊管理研究所，碩士論文，pp. 10~15。
11. 游于萱，2005 年產業機械業展望分析，台灣經濟研究院，第 1 頁。
12. 劉信宏(2003)，兩岸機械產業發展與全球競爭力研究，工業技術研究院，第五章，pp. 13~16、17。

13. 蕭承博(2006)，**模組化產品之最適生產**，南台科技大學工業管理研究所，碩士論文，pp. 14-22。
14. 謝子仁(2006)，**印刷電路板成型機械設備銷售決策機制實例個案研究**，東吳大學商學院企業管理學系在職專班，pp. 24~26。



二、英文部分：

1. Charkravarty, A. K., Balakrishnan, N. (2001), "Achieving Product Variety Through Optimal Choice of Module Variations", *IIE Transactions*, 33, 587-598.
2. Corbett, B. P., Rosen, D. W. (2003), "Platform Communization with Discrete Design Spaces : Introduction of the Flow Design Space," in *Proceedings of the 2003 ASME Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference*, Chicago, Illinois USA.
3. Dahmus, J. B., Gonzalez-Zugasti, J. P., Otto, K. N. (2001), "Modular Product Architecture," *Design Studies*, 22(5), 409-424.
4. Davis, S. (1989), *From Future Perfect: Mass Customization*, *Planning Review*, Vol.17, No.2, pp.16-21.
5. Deleryd, M. and Vännman, K. (1998) "Process Capability Studies for Short Production Runs". *International Journal of Reliability, Quality and Safety Engineering* 5, 383-401.
6. Dobrescu, G., Reich, Y. (2003) "Progressive Sharing of Modules among Product Variants," *Computer-Aided Design*, 35, 791 - 806
7. Fujita, K. (2002), "Product Variety Optimization under Modular Architecture," *Computer-Aided Design*, 34, 953-965.
8. Fujita, K., Ishii, K. (1997), "Task Structuring Toward Computational Approaches to Product Variety Design," in *Proceedings of the 1997 ASME Design Engineering Technical Conference*, Sacramento, California.
9. Gilmore James H. and Pine B. Joseph, (1997), *The Four Faces of Mass II Customization*, *Harvard Business Review*, Jan./Feb., pp.91-101.
10. Gonzalez-Zugasti, J. P., Otto, K. N., Baker, J. D. (2000), "A Method for Architecting Product Platforms," *Research in Engineering Design*, 12(2), 61-72.

11. Huang, C. C. (2000), "Overview of Modular Product Development," Proceedings of the National Science Council, Republic of China, Part A: Physical Science and Engineering, 24(3), 149-165.
12. Jiao, J. Tseng, M. M., 2000, "Understanding Product Family for Mass Customization by Developing Commonality Indices," *Journal of Engineering Design*, 11(3), 225-243.
13. Karl Ulrich & Karen Tung (1991), "Fundamentals of product modularity" ASME : Issues in Design Manufacture/Integration, DE-Vol.39
14. Lampel, J. and Mintzberg, H. (1996) "Customizing Customization" , Sloan Management Review, Vol. 38, No. 1, pp. 21-30.
15. Martin K. Starr (1965, Nov.-Dec.), "Modular production - a new concept" , Harv. Bus. Rev., 43(6), . pp. 131-142.
16. Martin K. Starr (1978), Operations Management, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J., pp.186-189.
17. Martin K. Starr, (2010) "Modular production - a 45-year-old concept", *International Journal of Operations & Production Management*, ISSN : 0144-3577, Vol. 30, Issue 1, pp.7 - 19
18. Martin, M. V., Ishii, K. (1996), "Design for Variety: A Methodology for Understanding the Costs for Product Proliferation," in Proceedings of the 1996 ASME Design Engineering Technical Conference and Computers in Engineering Conference, Irvine, California.
19. Merriam, S. B., (1988), Case study research in education, Thousand Oaks, CA: Jossey-Bass.
20. Mihail S. Romanos (1989, Aug.), "Demand forecasting for parts used in modular products: a case study" , *Engineering Costs and Production Economics*, Vol.17, No.1-4, pp.231-244
21. Nancy Brooke Freeman (1986, Oct.), Assembly ease: it' s all by design" , *American Machinist & Automated Manufacturing*.

22. O' Grady, P. (1999), *The Age of Modularity - Using the World of Modular Products to Revolutionize Your Corporation*, Adams and Steele Publishers, U. S. A.
23. Pine II, B. Joseph (1993), *Mass customization: the new frontier in business competition*, Boston, Mass.: Harvard Business School Press.
24. Salhieh, M., Kamrani, K. (1999), "Macro Level Product Development Using Design for Modularity," *Robotics and Computer Integrated-Manufacturing*, 15, 319-329.
25. Shirley, Gordon V. (1992), "Modular Design and Manufacturing for Competitive manufacturing", *Integrating Design and Manufacturing for Competitive Advantage*, 88-103.
26. Stake, R. E., (1995), *The Art of case study research*, Thousand Oaks, CA: Sage.
27. Yigit, A. S., Ulsoy, A. G., Allahverdi, A. (2002), "Optimizing Modular Product Design for Reconfigurable Manufacturing," *Journal of Intelligent Manufacturing*, 13, 309-316.