

以 QFD 規劃彈片式連接器之最佳參數研究

黎文龍¹ 及 蘇柏魁²

¹國立台北科技大學機電整合研究所 副教授

²英業達股份有限公司 電腦事業部

國科會計畫編號：NSC 92-2212-E-027-028

摘要

電子連接器的功能在提供一可分離的介面，來連接電子系統內部的兩個子系統。由於同軸連接器的產品漸趨成熟，過去僅適用單一尺寸同軸電纜之連接器已逐漸不具競爭性，解決方法之一是讓連接器有寬廣之使用範圍，讓更多不同線徑之同軸電纜，同時適用於同一型之同軸連接器，以增加連接器產品之多元功能。有鑑於此，本研究特以品質機能展開(QFD)的方式，全面由整體需求開始，並運用 QFD 有效地將概括性、描述性之功能需求，轉換成明確之設計目標及工程規範。由本研究之結果顯示，連接器之接觸彈片參數需求，嚴重影響到連接器之設計特性。本研究由 QFD 所得之參數結果，並進一步以 CAE 分析 佐證，同時也配合田口實驗設計法，將最穩健之參數組合及其範圍，確認出來。本研究之結果可直接應用於所有彈片式之連接器開發。

關鍵字：連接器、接觸彈片、品質機能展開(QFD)。

1. 前言

國內多數連接器業者所設計生產之連接器，大都是彈臂式的，它當然也是目前工業界所主流常用之型式。不過，隨著電子產品輕薄短小的要求趨勢，對一般連接器性能的要求，也就越來越多了，這對連接器設計而言，所能運用的設計餘裕空間更有限了。

一個解決的方法，即是讓現有的連接器，可以有更多元的接合選擇，可以適合更多種類的中心導體線徑，或有更寬廣的使用範圍，而且仍然保持有相同的高品質傳接電器性質，如此一來，當可增加連接器的競爭力。有鑑於此，本研究即是以彈片式之連接器為對象，深入研究其多種線徑接合的可能性及最佳化設計參數等，不過，由於連接器之種類相當多，本研究僅以彈片式之連接器為對象，研究特別聚焦於這種連接器之心臟—接觸彈片，做為研究之重點零件，以作為連接器之先導研究。

2 研究方法及流程

本研究過程是以接觸彈片之設計需求開始，首先蒐集連接器相關的研究資料後，綜合目前量產之既有之設計經驗考量，並考慮客戶所要求達到設計參數值後，訂定出中心導體挾持彈片之設計規格。本研究一開始推導類似懸臂樑之接觸彈片的數學分析[1]，了解插拔力量的產生的因素與插拔力之間的對應關係。在 CAE 的部分，先進行 CAE 的分析模型的建立，配合

田口法來尋找符合規格需求的最佳設計要因組合。最後，再決定最佳之接觸彈片幾何形狀之參數設計後，進行量產開模的動作，待試模完樣本尺寸確認無誤，進行相關機械性質之實驗，以驗證結果是否符合設計規格書之設定目標。

2. 設計規範書

人類需求是所有設計的原動力和原始動機，但是，如何將需求忠實地轉換成可以達成的設計目標，即是每一設計工程師所需面對的問題；因此，在本報告中，我們運用工業界常用的「工程規範書」(或簡稱為規範書，Engineering Specification)，做為定義技術性問題的文件。事實上，規範書可以說是目前使用的最佳方式之一，它除了可以有效將原概括性之設計目標，以技術性文件的方式呈現出來，更由於其條列式的規範，亦可使設計工程師迅速掌握重點，同時確定設計群之成員是否已經掌握設計之要點與方向。

2.1 相關背景追蹤研究

連接器是所有用在電子訊號與電源上的連接元件及附屬配件。從電子精裝的觀點來看，連接器是屬於互連部分，意指凡可離合或替換的插接件。換言之，連接器是所有電子零組間訊號傳遞的橋樑，其品質良莠不僅影響電流與訊號傳輸的可靠度，亦會牽動整個電子機器的運作品質，而同軸連接器主要用於連接同軸電纜或電子設備之間訊號傳輸之媒介，其生產過程和電氣特性需求，均有別於其他以沖壓或射出製成的連接器，使用也非常廣泛。雖然隨著高頻傳輸需求不斷之增加，同軸電纜傳輸系統都須要具備有低損失、高彈性、體積小、重量輕及高頻寬等特性，可是由於同軸電纜傳輸系統仍具有傳輸時電場與磁場正交的特性，再加上其傳輸頻寬仍足夠適用於各領域，使得同軸連接器也仍具有相當高競爭力。

同軸連接器之整體結構，除外表被覆外，尚包括負責傳遞電子的中心導體、固定並隔離兩金屬避免短路之塑膠絕緣(insulation)、與提供接地端功能之外部隔離導體(shield)等三大部分，參考圖 1。

本研究選擇之同軸連接器與同軸電纜傳輸線連接之部位為其接觸彈片，它在兩連接導體之間做為訊號的傳輸之主要區域，一般均以電鍍方式製成，可是其結構設計，明顯地會影響到訊號之傳遞的品質，例如，不良的接觸將會導致兩連接導體間之電阻增加，甚至劣化或接觸力不足等因素，影響訊號傳遞。基本上，電纜線之金屬中心導體與接觸(contact)和連接

(connect)具有密不可分的關係，良好的連接器必須提供優良的接觸條件，才会有好的訊號連接效果。

在本研究同軸連接器組合使用時的，是讓同軸電纜的心線插入連接器的中心導體內，而與連接器外管以緊配合方式固定之接觸彈片，受到纜線的心線插入、產生徑向變形，進而產生插拔力量。若將接觸彈片本身的結構視為一撓性設計，則每一接觸彈片也可等效為一懸臂樑結構，由於受到心軸之插入、產生變形，因此懸臂樑結構會在接觸介面產生正向力，此正向力之大小要足夠能夠在電子系統在運作時，維持穩定，不受一些機械干擾的影響，例如，正向力的不足可能會發生斷路，使訊號中斷無法正常的進行傳遞。

基於同軸連接器的產品漸趨成熟，以往僅適用單一種同軸電纜心線尺寸的產品，已漸漸不具備市場競爭力，如何擴大同軸連接器的適用範圍，讓更多尺寸同軸電纜可同時共用一型同軸連接器，並增加連接器之附加功能，已成為目前發展的新方向。

不過，另一方面，由於客戶的需求不同，不同粗細之同軸電纜中心導體，一般與連接器中心導體挾持的方式，也有許多不同的選擇，比較常見的有以下幾種：

- A. 剖溝挾持型 (plugged)：如圖 2(a)所示。
- B. 焊接接合型 (soldered)：如圖 2(b)所示。
- C. 壓合挾持型 (crimped)：如圖 2(c)所示。
- D. 彈片挾持型 (sprang)：如圖 3 所示。

表 1 同軸連接器之中心導體挾持方式

	挾持力量	溫度敏感	接合範圍	組裝速度	重覆使用性	工具需求
剖溝挾持型	3	4	1	5	4	無
焊接接合型	2	2	5	2	1	需
壓合挾持型	5	5	4	3	1	需
彈片挾持型	3	4	3	5	4	無

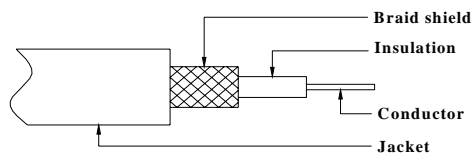


圖 1 美規同軸電纜線構造圖

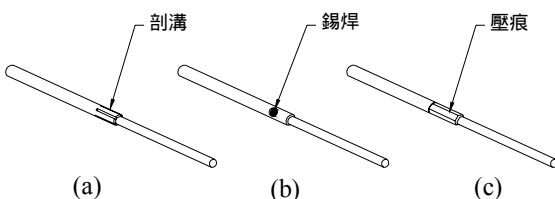


圖 2 中心導體挾持方式

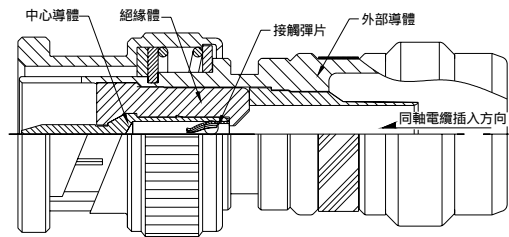


圖 3 BNC 型之同軸連接器構造圖

為了方便上述四種型式之差異比較，本研究特將其優缺點等整理如表 1 所示。表中所顯示者為相對之比較等級，5 為最佳、1 最差，其他依序類推。

2.2 設計所面對的客戶

本階段的主要目的是將客戶的需求轉換成各工程設計人員能夠執行和檢驗的量化指標。由於本研究所設定之連接器客戶，並不侷限最終連接器的消費者，事實上應包含了「內部」及「外部」客戶。毫無疑問，同軸連接器是屬於消費性產品，其「外部」客戶最主要之客戶群應該是：(1)公司客戶、(2)消費或直接使用之客戶、及(3)需滿足的規範、標準或間接監督的其他相關者。但是，不管是這三者中的哪一者，最終之連接器使用者也都會回歸所有消費大眾，因此，我們將所有終端使用者以「使用者」總稱之。

另一方面，所謂的「內部」客戶中，我們將它分成兩大類，其中以設計部門、外包沖壓加工廠商與生產組立部門為代表者，一般為了使設計能夠統一，特別是如迷你型同軸纜線之中心導體的新挾持方式，雖然參與討論、決定者各部門及專長人員都有，不過，通常由設計部門做主導；另外，過程中所考量之外包沖壓加工之可行性與生產組立部門之需求等，我們將其歸為「製造人員」。此外，另一類以訂單業務部門為代表之連接器銷售者，歸屬為「銷售人員」。

2.3 確定客戶的需求

在許多客戶需求項目中，大多會提及連接器之接合方式，由於目前常用的中心導體之挾持方式已於 2.1 節中介紹，除了前面提到的四種接合之基本型式外，在滿足客戶需求的前提下，可以將原先四種固定之型式加以改良及整合，當然亦不排除依據客戶之要求或需求，思考全新之接合設計。

因此，研究過程中經由討論，決定先以問卷方式，邀請不同客戶群成員，包括製造人員、銷售人員及使用人員，各 1~2 位為代表，填寫滿足本身需求之連接器，尤其是接觸彈片之性能或相關之需求。此外，由於每個客戶群均有其本身所考量之重點，為了避免太過於偏離設計需求之核心，本研究決定將所得之不同客戶群之需求先予以彙整後，再進行第二次之刪選：將所得之需求項目予以區分需求等級，換句話說，將需求項目依據客戶的需求或滿意程度，整理歸納成三個不同之等級 [2]：(1) 基本需求(basic

requirements) 功能(performance) 及驚喜 (excitement) 等三個層級之需求。本研究所建構之 QFD 比較注意第二個等級的功能性需求為主。經過篩選後之客戶需求，再略加區分並列在 QFD 表之適當位置中。

2.4 決定需求的優先順序

當客戶的需求確定之後，分別再請製造者、銷售者與使用者三個客戶群代表，排定這些需求條件對他們之重要程度順序，然後再以決策矩陣(decision matrix)的方式，表現、統計並找出這些需求項目中之整體設計考量該先後順序，事實上也代表所有客戶需求之重要先後順序。

因此，秉持前述之原則，本研究評估時將最重要的列為 1、次要的列為 2，依此類推，然後再將各族群之結果分別予以相加平均，得分越低表示排名越前，重要性也越高，結果詳列於 QFD 表(表 2)中。

由本研究調查之統計結果顯示，製造組群人員的需求，以製造組裝為其重點考量，其次才是功能性相關之項目，如接觸彈片之使用規格等；而在銷售組群人員方面，相當類似地，也有組群偏向之重點考量，傾向於將「容易取得訂單」、「具市場競爭性」之相關項目，例如「適用多種尺寸之心線」、「價格」等，傾向列在重要性較高之項目。詳請參考 QFD 表。

2.5 訂定工程規範書之規範項目

根據前節已經確定之需求項目，特別是統計後之整體需求前數項者，訂定其量測之規範與單位，其中比較重要者，略述如下：

A. 彈片夾持之接觸點數

連接器之彈片是以本身之變形來產生正向力來穩固夾持同軸纜線之中心導體，因此，「穩固夾持」的功能要求，及可以用彈片夾持中心導體之接觸點數來量測、規範是否穩固夾持。又，一般之彈片與心線之接觸，大多具有三點以上的點接觸，例如，列入比較之 A 廠牌者具有四點接觸，接觸點數多，其接觸阻抗可以較低，但點數過多之設計，也相對減低了彈片之強度及夾持力。

B. 彈片接觸之歐姆(阻抗)值

對於低接觸阻抗之要求，最好的方法是直接量測其接觸阻抗，不過，所量測之阻抗值事實上包括了彈片本身之阻抗特性，另外，研究中，針對便於開發階段歐姆值之比較，一般均以標準棒規 (pin gauge) 為比較量測之中心線徑基準。此外，由於一般與連接器結合之中心導體，品質高者大多為鍍金，原本之接觸阻抗就比一其他的電鍍為低；若可以搭配適當之彈片正向力，將可大大減低接觸阻抗所對電器特性所造成之損耗。

C. 適用最小/最大線徑

為了量化「適用多種尺寸」之心線，本研究以適用之最小及最大中心線徑來規範彈片插拔範圍，又由於本研究開發之連接器，不但須適用在迷你型之同軸纜線(線徑值最小甚至可到 0.4 mm)，以需適用於一般較大之線徑(線徑可達 0.6 mm)。

D. 插拔力之適中要求

接下來關於適當的插拔入力需求，本研究直接以插入力與拔出力來量化之，其中插入力不過大主要是適用於最大線徑者，而拔出力之規範則適用於最小線徑者。

E. 可沖壓加工之製造考量

由於本研究擬開發之彈片較以前的設計來的細小，因此在設計之前需進一步沖壓加工之可能性，本研究建議的量化指標為沖壓加工之失敗或不良率(%)。

F. 可連續組裝性

雖然在需求調查中，本研究得到的結果是「可連續組裝」的需求，深入研究後發現，製造人員所擔心的是彈片之自動化組裝的問題，只要沖壓、組裝等自動化，自然有效解決製造人員所考量的問題。至於達成自動化組裝與否之量化標，則以單位時間之產量計算之。

G. 成本適中之考量

一般而言，彈片的成本大多取決於材料，剛性越佳之彈性材料成本也越貴，因此有效的控制幾何形狀大小與合適之規格品選用，是此項目的考量重點。

2.6 工程規範

將前述之說明，整理成一完整的 QFD 表，如表 2 所示。

乍看之下，這些量化標與需求相關性不高，但是，如果在進一步思考其背後的设计參數關係，就可以比清楚了，因為有些量化參數可以同時對應不同客戶的需求，例如，「接觸之歐姆值」與「插入力大小」實際上是相關的，一般而言，插入力大代表有較大的正向接觸力，而介面阻抗歐姆值也較小。因此，這些量化指標可以理所當然地被考慮成工程規範，而且彼此間也有強度不等之相關性。

為了將這些量測單位(或量化指標)對客戶需求之相關性表現在 QFD 上，通常可以用分級來表示其與需求相關性之強弱，表 3 之 QFD 中所表示者以強度 3 代表強烈相關性，空白則為毫無關係。

另外，各量測單位間，相同的可能也存在有彼此相關的關係，而這種關係我們將它表現在 QFD 的三角形屋頂上，以兩格之交差點位置來代表該兩參數條件之相關性，而使用的相關性符號與前一步驟相同。

表 2 中心導體挾持設計規範之 QFD

製造者	銷售者	使用者	總計	QFD Matrix													A廠牌
				接觸點數	最小圓棒外徑	歐姆值	插入力量	拔出力量	衝壓尺寸考量	加工成本	報廢損失	加工時間	易組裝性	最大圓棒外徑	成本		
個	mm	歐姆	gf	gf	y/n	元	元	秒	y/n	mm	元						
功能需求																	
可穩固挾持棒規	5	1	3	⑨	3	2	1		2						2	1	1
接觸阻抗低	11	10	11	32	2		3		2		1					1	2
插入力適宜	10	8	4	22		1	3		1								1
拔出力夠大	9	2	2	⑬		1	1	3									2
適用多種尺寸棒規	8	7	1	⑯	2	2	1	1							3	2	2
製造安裝																	
可加工衝壓	1	4	6	⑪		1			3	2							1
不易造成電鍍不良	7	11	10	28						3	1	2					2
不易因壓迫變形	3	6	8	17						1	3						2
可連續組裝	2	5	9	⑰						1		3	2				1
使用安全或舒適性	4	9	7	20									3	1			1
其他																	
便宜	6	3	5	⑭						1				1	2	3	1
目標值					5	0.4	5	800 (0.6)	20 (0.3)	y	1.4	0.3	4	y	0.6	2.5	
A廠牌					4	0.8	8	—	—	y	1.2	0.5	5	y	1.0	4	

2.7 訂定設計目標

綜合前面 QFD 之分析，考慮競爭對手所能達到設計參數值後，中心導體挾持彈片之主要設計規範訂定如下：

1. 適用之中心導體線徑範圍為 0.4 ~ 0.6 mm ；
2. 於線徑(或測試標準圓棒) 0.6 mm 之條件下，第一次插入力須小於 800 gf ；
3. 於線徑 0.4 mm 時，測試標準棒之拔出力至少須大於 20 gf ；
4. 在考量衝壓加工尺寸下，接觸點可有 5 點以上之穩固接觸。

至於其他的項目，如介面之阻抗歐姆值、沖壓製造之失敗率等，均牽涉到製程控制的優劣或中心導體之表面品質等因素，故在本研究之設計發展階段中，暫列不考慮。

3. CAE 分析驗證

工業界目前所共同接受之連接器彈片材質是半硬質之鍍銅(JIS C17200-1/2H) [3]，該彈片再以干涉配合之設計，固定在黃銅(JIS 3604)材質的銅管內，與銅管貼平，本研究評估時，也選擇相同的材質和遵循相同的模式，參考圖 4。

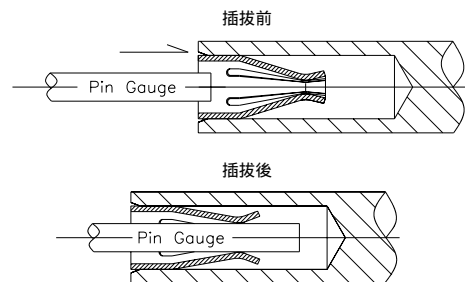


圖 4 彈片之插拔力與動作之形變示意圖

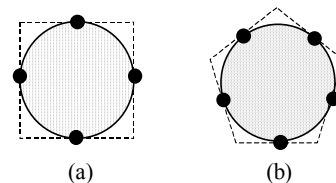


圖 5 接觸點之設計示意圖

另外，由設計目標規範所訂立之接觸點數為五點之接觸目標值，必須以其幾何形狀達成，故構想之接觸彈簧片設計為以鍍銅板沖壓、製成圓錐形，夾持彈

片共有五片，等分圓周排列，參考圖 5。因此，若不考慮有關彈片之尺寸公差、斷面邊緣毛邊等製作差異性時，彈片之分析是可以單一片來代表的。

本節之主要目的在於以 CAE 輔助工具[4,5]分析構想，以佐證設計構想中，有關彈片強度或彈片夾持力大小部分之可行性，又由於彈片之夾持力是以彈片材料之變形而達成，故特別以 CAE 分析彈片之變形，也可以佐證其夾持力大小。

3.1 立體模型

本研究用以分析之 3D 模型是以 pro/E CAD 軟體所建立的，而 CAE 之有限元素分析軟體則是 COSMOS / Design STAR 3.0 [6]，其間之轉檔等，則是透過 STEP 203 之檔案格式，在不會產生破裂面或不連續情形下進行，轉檔後採用 CAE 內定之網格處理，參考圖 6，分析之主要目標則以估計接觸彈片各要因之對應力值之影響，並藉以對理論分析中所提到插拔力之各要因作最佳化之分析。

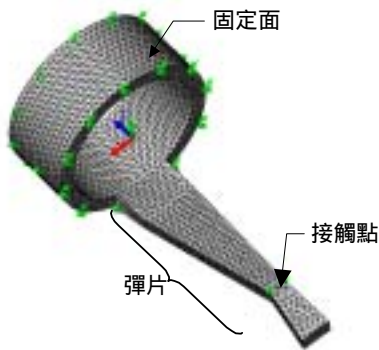


圖 6 CAE 模型及邊界條件

由於接觸彈片為相同尺寸形狀之五爪彈片，為了使應力分析得以簡化，因此研究分析以其中一片彈片進行，但為了邊界條件與實際更為接近，3D 模型仍保留彈片根部之環狀區域，如圖 6，此環狀區域亦為接觸彈片與外部零件緊配合時之固定邊，而在單一彈片尾部接觸點施以不同程度之預加徑向偏移，徑向位移之大小等同於標準測試棒規或中心導體之半徑扣除彈片未插拔前之成型孔徑。又，分析過程中，彈片材料也依分析慣例假設為等向性材質。

3.2 設計要因

經由基本之相關理論與目前已有之量產接觸彈片設計，比較後可以發現下列幾個參數應是本研究彈片之設計應掌控的主要因子：

1. 由於過去經驗知道，接觸彈片在加工沖壓成圓形之後，彈片根部容易因成弧形在插拔時造成應力集中，因此，彈片根部之寬度(W)應列為設計分析考量重點。

2. 在材料性質之楊氏係數(E)方面，由於同軸連接器之接觸彈簧片選用之材質以鈹銅與磷銅兩種為

多，而成品若在適當之公差範圍以內的時候，其沖壓加工之連續模是可允許共用的，因此，依照先前類似產品的設計經驗及客戶之規格要求，本研究之分析材料選定半硬化之鈹銅，但由於鈹銅需經過熱處理，故分析時擬納入材料彈性係數之偏差。

3. 彈簧片截面之慣性矩(I):由矩形面積慣性矩之公式可以知道，除了彈片根部之寬度(W)外，還與彈片厚度(t)有關，為了方便設計之幾何形狀與材質選用考量，將其拆開成兩個參數進行分析討論。

4. 在沖壓加工製程中，彈片根部會因連接部位被沖壓至環狀，而造成彈片根部擠壓、綑折，故需將根部間隙加深，此溝深雖外表面仍為固定邊，但卻可緩衝應力之向根部集中之現象，將彈片切口寬度(H)予列入有限元素分析之考慮參數之一。

各參數因子之位置等，參考圖 7。前述之彈片設計要因，擬在本節進行 CAE 之模擬分析，由於分析考慮了兩個干擾因子：(1)彈性係數由熱處理引起之變異，及(2)彈片尾部接觸點於衝壓成型之公差值，故本研究之要因分析採用實驗設計法，特別是田口之直交表法[7, 8]，來進行相關之電腦輔助實驗分析。

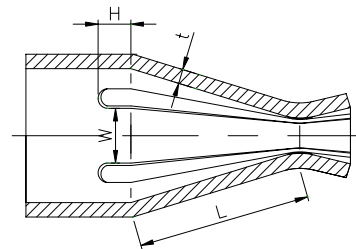


圖 7 修正後接觸彈片要因之位置

本研究以 CAE 實驗分析中之四個可控制因子皆以三水準來分析，各水準之數值配置詳如表 3 所示；另外，兩個干擾因子之模擬範圍，也列在表 4。

表 3 可控制因子及水準表

因子	說明	單位	水準一	水準二	水準三
H	切口寬度	mm	0.3	0.15	0
L	彈片力臂長		1.4	1.6	1.8
t	彈片厚度		0.1	0.12	0.15
W	彈片根部寬度		0.35	0.4	0.45

表 4 不可控制因子及水準表

因子	說明	單位	標準值	水準一	水準二
E	鈹銅材料之彈性模數	ksi	190	185	195
ΔD	彈片尾部接觸點成型公差值	mm	0.6	0.57	0.63

3.3 分析結果與討論

經田口參數設計方法進行接觸彈片要因之應力分析，其實驗計畫配置及應力分析數據如表 4 所示，表中其參數分別是切口寬度 (H)、彈片力臂長 (L)、彈片厚度 (t) 與彈片根部寬度 (W)。實驗計畫為四因子三水準配置之實驗計畫， σ_{y1} 、 σ_{y2} 、 σ_{y3} 與 σ_{y4} 分別為依據實驗計畫配置表中設定所得接觸彈片應力，以 CAE 分析結果之最大應力值，如表 5 所示。

表 5 實驗計畫配置及應力分析(單位 : N/m²)

EXP	H	L	t	w	E=185 ksi		E=195 ksi		Y _{ave}	
					0.57mm	0.63mm	0.57mm	0.63mm		
					Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄		
1	1	1	1	1	1.031E+09	1.199E+09	1.087E+09	1.263E+09	1.145E+09	-187.23
2	1	2	2	2	1.106E+09	1.286E+09	1.166E+09	1.355E+09	1.228E+09	-187.83
3	1	3	3	3	1.781E+09	2.070E+09	1.878E+09	2.182E+09	1.978E+09	-191.97
4	2	1	2	3	1.559E+09	1.812E+09	1.644E+09	1.910E+09	1.731E+09	-190.82
5	2	2	3	1	2.250E+09	2.614E+09	2.371E+09	2.755E+09	2.498E+09	-194.00
6	2	3	1	2	1.307E+09	1.519E+09	1.378E+09	1.602E+09	1.452E+09	-189.28
7	3	1	3	2	2.522E+09	2.931E+09	2.658E+09	3.090E+09	2.800E+09	-194.99
8	3	2	1	3	1.180E+09	1.371E+09	1.243E+09	1.445E+09	1.310E+09	-188.39
9	3	3	2	1	1.081E+09	1.256E+09	1.139E+09	1.324E+09	1.200E+09	-187.63

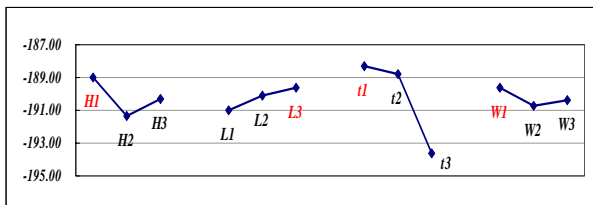


圖 8 彈片因子之 S/N ratio 望小最佳組合

將表 5 以 Microsoft Excel 套裝軟體進行運算，可得圖 8 之 S/N ratio 望小最佳組合，表示此四個因子對接觸彈片應力之影響。並發現 t 因子的效果最為顯著，其望小組合為 ($H1$, $L3$, $t1$, $W1$)，但因 L 要因之變化緩和，且鍍銅單價較高，長度減少對單價影響甚大，故原 $L3$ 可改以 $L2$ ，從成本價格上考量，應會比較合理；而雖然 t 要因之間變化劇烈，但 $t1$ 與 $t2$ 之間變化仍相當緩和，但 $t2$ 貨源較為充足，且為標準規格品，故不選取 $t1$ ，改由 $t2$ 取代也合理。總之，調整後之最佳參數組合 ($H1$, $L2$, $t2$, $W1$)，或分別為：切口寬度 (H) 為 0.3 mm、彈片力臂長 (L) 為 1.6 mm、彈片厚度 t 為 0.12 mm 及彈片根部寬度 (W) 為 0.35 mm 之組合。最後再經由 CAE 分析所得之最大變形之應力值，亦最為接近並小於材料之降伏強度，故材料之其度已經充分發揮於該參數組合中。

4. 結論

本研究主要是以現有的連接器，考慮可以有更多元的接合選擇，適合更多種類的中心導體線徑，或有更寬廣的使用範圍，而且仍然保持有相同的高品質傳接電器性質。研究過程中，由整體需求開始，藉由 QFD 配合田口法，以最有效率的方式來求得所需的最佳影響插拔力之參數組合，由本研究顯示，彈片式連接器之接合彈力最主要影響因子，包括切口寬度、

彈片長度、彈片厚度與彈片根部寬度等，而進一步由田口之望小組分析發現，若依照材料之降伏強度為設計強度上限，並斟酌參考幾何尺寸對材料成本上之影響，做為開模前之判斷，則本文提供了可以選用最佳之組合建議，如此一來，當可增加連接器的競爭力。

參考文獻

- [1] 黎文龍、蘇柏魁，連接器接觸彈簧之插拔力分析研究，民國 93.05.20，2004 年模具技術與論文發表論文集 CD，台灣區模具工會，台北
- [2] 日本工業規格協會 JIS C17200-1/2H 半硬質之鍍銅合金
- [3] 黎文龍，工程設計與分析，東華書局，2nd，2003，第 144 - 185 頁
- [4] 賴育良、林啟豪、謝忠祐，ANSYS 電腦輔助工程分析，儒林出版社，2001，第 5-21 頁
- [5] 陳新郁、林政仁，有限元素分析-理論與應用 ANSYS，高立圖書有限公司，2001，pp. 291-317
- [6] COSMOS / Design STAR User's Version 2.1, 2000
- [7] 田口玄一，田口式品質工程概論，中國生產力中心 1990
- [8] 鍾清章，品質工程(田口方法)，中華民國品質學會發行，2000

The Optimal Parameter Design for Connectors of Spring Types using QFD

Wenlung Li¹ and B. Kenneth. Su²

¹Dept. of Mechatronic Engineering, NTUT

²Computer Div., INVENTEC Corp.

NSC 92-2212-E-027-028

The major function of a connector is to provide a separable interface between two different electronic sub-systems. Since the product become technically mature, a more sophisticated design which can mate various sizes of coaxial conductors is expected, in order to let the connector be more competitive. Motivated by this, the present study started from analyzing the basic needs and transformed them into design functions by using the quality functional deployment (QFD) method. Having transformed the entire function domain, the design goals were then set up. In the meantime, these goals could be specifically measured by the engineering specifications, which were also established from the QFD. In order to further substantiate the validity of the parameter set given by the specification, a CAE together with the Taguchi's method was the followed. The results showed that the four parameters, including the depth of cut edge, length and thickness of spring, and the width at the root diameter are the most important ones. Their possible optimal ranges are given in the present report. This result can be directly applied to the connector industries.