

東 海 大 學

工業設計學系碩士班

碩 士 論 文

模糊決策模式於電子儀器造形設計之研究  
A Study of the Fuzzy Decision Model for Shape Design  
in Electronic Instruments

研 究 生：林佩瑤

指 導 教 授：王中行

中 華 民 國 一 百 年 六 月

# 碩士學位論文口試委員會審定書

工業設計研究所 林佩璿 君所提供之論文

模糊決策模式於電子儀器造形設計之研究

經本委員會審定通過，特此證明。

論文口試委員會

委員：

張炳騰

蕭世文

楊進煌

杜瑞澤

王中行

指導教授：

王中行

中華民國 100 年 06 月 24 日

## 摘要

由於儀器產品無法短時間內在功能上研發創新，為了提升市場佔有率與競爭力，造形改變可以創造更多機會。因此本研究建構一個以模糊決策(Fuzzy decision)為基礎的產品造形開發模式，應用於手持式電子儀器之造形設計。研究上，首先歸納電子儀器造形特徵項目，進行造形文法(Shape grammar)推導，在方法上，輔以模糊理論以改善決策之周延性，藉由模糊層級分析法(Fuzzy Analytic Hierarchy Process, FAHP)找出造形特徵之重要度權重；模糊品質機能展開法(Fuzzy Quality Function Deployment, FQFD)探討造形特徵(顧客需求)與造形文法(技術需求)關係矩陣；模糊綜合評價(Fuzzy Synthetic Evaluation Model, FSEM)進行構想方案之評估，以發展一套適合電子儀器之造形設計輔助系統之建構為方向。

本研究具體完成下列目標：

1. 建立造形特徵資料庫，建構電子儀器造形設計輔助系統。
2. 由電子儀器之造形特徵，套用造形文法分析變化法則，作為設計參考依據。
3. 利用模糊層級分析法與模糊品質機能展開法，提出造形設計準則，訂定造形設計方針。
4. 利用產品造形改良模式，進行電子儀器—壓力計之造形重新設計，並以模糊綜合評價，驗證本研究模式為一連貫可依循的產品造形設計方法，確保最終成果朝向顧客所需思考，進而提升設計效率。

關鍵字：模糊決策、電子儀器、造形設計、模糊層級分析法、模糊品質機能展開法。

# ABSTRACT

In a short time, the innovative function in instrument products could not be researched and developed, but we could change the shape of products by design that creates more opportunities and increases market competitiveness. In this study, a development model of the product shape is constructed based on fuzzy decision for shape design in portable electronic instruments. First of all, the research summarizes form features of electronic instruments, and analyzes rules from the concept of shape grammar. Second, the research utilizes fuzzy theory in three methods that makes the decision considerately, including analyzing the weight of form features by the Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP), exploring relationship matrixes between form features (customer's demand) and rules of shape grammar (technical requirements) by the Fuzzy Quality Function Deployment (FQFD), estimating the programs of inferential results by the Fuzzy Synthetic Evaluation Model (FSEM). Finally, the direction of this research develops an auxiliary system of shape design for electronic instruments.

The following goals have been completed in this research:

1. It establishes an object-database of form features, and constructs an auxiliary system of shape design for electronic instruments.
2. Apply shape grammar to analyze rules between form features changing, as the references of design.
3. By utilizing the FAHP and FQFD method, proposed the guidelines of shape design. Help designers make the direction of choice when thinking ideas.
4. According to the model that proposed from this study, the product of the pressure meter would be re-designed. By utilizing the FSEM method, it proves the practicality and feasibility of this shape design development approach. Ensure that designers could think towards the customer needs, and improve the design efficiency.

**Keywords:** *Fuzzy Decision, Electronic Instrument, Shape Design, Fuzzy Analytic Hierarchy Process, Fuzzy Quality Function Deployment.*

## 誌 謝

回首在研究所完成論文的這段期間，經歷前所未有的挑戰，總是好不容易完成一件事之後，卻還有千千萬萬個工作在等著，如此反覆之下，快瀕臨崩潰之際，感謝有你們，讓我終於順利走到了今天。

首先最要感謝我的指導老師 王中行教授，從一開始的討論、確立方向，直到點出關鍵問題，解開過程中所產生的疑惑與不確定感，不斷給予我邏輯思考的訓練，最重要是老師的信任與支持，使我在研究的道路上不因氣餒挫折而停滯，可以奮力往前做到最好。而在論文口試期間，承蒙 杜瑞澤教授、張炳騰教授、楊進煌教授與蕭世文教授費心審閱並提供諸多寶貴意見，使本論文結構更加嚴謹與完備。另外要感謝 郭炳宏教授與謝志成教授，不吝於給予生活上、課業上的啟發，使我獲益良多。學生於此向 您們致上最崇高的謝意與敬意。

感謝研究室學長姊張晟、泰華、靜如、雅惠、陳璽與惠華，讓我一進入研究所就感到無比溫暖，很榮幸認識你們。感謝學弟 又新、凱傑、名原、賀平、小甜與成名，有趣的對話讓研究室隨時充滿歡笑。感謝同學筱玟，偶然提出的點子，使原本想要放棄的程式設計有了新構想，以及丸阿、QQ、VOVO，其中佳玲、Fibi與宥儒，偶爾的聊天總是能讓我在方法上豁然開朗。在我低潮時，感謝適時關心加油打氣的朋友貞麟、姜薇、宏禕與雨萱，雪中送炭真的好溫暖。感謝同學阿毛，讓我寫論文變得好有動力，一起並肩奮鬥的感覺真好！感謝朕魁學長，在這段最苦悶的日子裡，一起吃吃喝喝排解我的煩燥情緒。最要感謝仁傑，在論文的細節與程序上給予幫助，更於精神上總是消化我的緊張情緒，你的砥礪足以讓我繼續撐下去。謝謝你們這些日子以來的陪伴，都是我撰寫論文時的精神支柱。

最後，僅將此論文獻給我最摯愛的家人，感謝父親、母親讓我完成學業並全力幫忙、無條件支持我，以及姊姊與弟弟的關心與體諒。我的成就來自於你們！

在本論文完成之際，想對你們說，你們真的好重要，謝謝！

林佩瑤 謹誌於台北・2011年7月

# 目 錄

封面內頁	
簽名頁	
摘要 .....	i
ABSTRACT.....	ii
誌 謝 .....	iii
目 錄 .....	iv
圖 目 錄 .....	viii
表 目 錄 .....	xiii
第一章 緒論 .....	1
1-1 研究背景.....	1
1-2 研究動機.....	5
1-3 研究目的.....	6
1-4 研究範圍.....	8
1-5 研究方法與步驟.....	9
1-6 全文架構.....	12
第二章 文獻探討 .....	13
2-1 產品造形設計.....	14
2-1-1 造形特徵.....	15
2-1-2 造形文法.....	19
2-2 電子儀器.....	23

2-2-1 產品定義.....	23
2-2-2 市場調查.....	24
2-3 模糊理論.....	26
2-3-1 模糊數之運算.....	27
2-3-2 解模糊化.....	28
2-4 研究方法.....	29
2-4-1 層級分析法.....	29
2-4-2 品質機能展開法.....	31
2-4-3 模糊綜合評價.....	33
第三章 產品造形改良模式.....	36
3-1 第一階段：建構造形特徵資料庫.....	36
3-1-1 蒐集樣本.....	37
3-1-2 分析造形項目.....	37
3-1-3 歸納造形類目.....	39
3-1-4 產生基礎原形.....	43
3-1-5 色彩搭配手法.....	59
3-2 第二階段：套用造形文法.....	71
3-2-1 外觀輪廓(A)變化法則.....	72
3-2-2 螢幕裝飾(B)變化法則.....	76
3-2-3 按鍵形狀(D)變化法則.....	79
3-2-4 分割裝飾(E)變化法則.....	82
3-2-5 介面裝飾(F)變化法則.....	85
3-3 第三階段：模糊決策評估.....	86
3-3-1 造形特徵權重—FAHP 流程.....	87

3-3-2 造形特徵與造形文法關係矩陣—FQFD 流程 .....	90
3-3-3 模糊綜合評價—方案選擇流程.....	95
第四章 實例驗證 .....	98
4-1 電子儀器造形設計輔助系統 .....	98
4-1-1 資料庫建構.....	99
4-1-2 操作說明.....	103
4-2 電子儀器造形特徵權重-FAHP .....	112
4-3 電子儀器關係矩陣分析-FQFD.....	128
4-4 壓力計造形改良設計.....	140
4-4-1 案例介紹.....	140
4-4-1 第一方案.....	142
4-4-2 第二方案.....	146
4-5 壓力計方案評估-FSEM.....	149
4-6 結果討論.....	161
第五章 結論與建議 .....	163
5-1 研究結果與貢獻.....	163
5-2 後續研究建議與展望.....	164
參考文獻 .....	166
【附錄一】生產手持式電子儀器之主要廠商 .....	169
【附錄二】手持式電子儀器樣本蒐集 .....	171
【附錄三】專家訪談與焦點討論名單 .....	180
【附錄四】KJ 法初步分群造形類目表.....	181



【附錄五】FAHP 專家問卷 .....	184
【附錄六】壓力計方案評選問卷 .....	191
【附錄七】Flash ActionScript 2.0 部份程式 .....	193

## 圖 目 錄

圖 1-1 我國儀器產業發展歷程.....	3
圖 1-2 本研究探討目標.....	6
圖 1-3 研究目的.....	7
圖 1-4 本研究電子儀器範圍定義.....	9
圖 1-5 研究流程圖.....	11
圖 2-1 文獻探討內容.....	13
圖 2-2 造形變化規則和起始形(McCormack & Cagan, 2003).....	20
圖 2-3 造形文法的推導範例(McCormack & Cagan, 2003).....	21
圖 2-4 Buick 汽車型態變化圖(McCormack & Cagan, 2003).....	21
圖 2-5 NOKIA 手機造形推導範例.....	22
圖 2-6 電子儀器功能分類.....	23
圖 2-7 功能不同之共用產品造形(圖片來源：www.lutron.com.tw, 2011).....	24
圖 2-8 功能相同之產品造形(圖片來源：www.lutron.com.tw, 2011).....	25
圖 2-9 功能相同之小改款產品造形(圖片來源：www.lutron.com.tw, 2011).....	25
圖 2-10 功能相同之相異形式產品造形(圖片來源：www.lutron.com.tw, 2011).....	26
圖 2-11 模糊數形式.....	27
圖 2-12 AHP 階層式架構示意圖.....	30
圖 2-13 品質機能展開發展階段.....	32
圖 2-14 模糊綜合評價運算流程圖.....	34
圖 3-1 產品造形改良模式說明圖.....	36
圖 3-2 手持式電子儀器主要造形特徵說明.....	39
圖 3-3 色彩搭配說明.....	60

圖 3-4 外觀輪廓(A)造形文法名詞說明 .....	72
圖 3-5 Rule A1-01 .....	73
圖 3-6 Rule A1A9-02.....	73
圖 3-7 Rule A2-03 .....	73
圖 3-8 Rule A2-04 .....	74
圖 3-9 Rule A2A9-05.....	74
圖 3-10 Rule A3-06 .....	74
圖 3-11 Rule A4-07.....	75
圖 3-12 Rule A6-08 .....	75
圖 3-13 Rule A10-09 .....	75
圖 3-14 螢幕裝飾(B)造形文法名詞說明.....	76
圖 3-15 Rule B1-01 .....	77
圖 3-16 Rule B5-02 .....	77
圖 3-17 Rule B5-03 .....	78
圖 3-18 Rule B8-04 .....	78
圖 3-19 Rule B8-05 .....	78
圖 3-20 Rule B8-06 .....	78
圖 3-21 按鍵形狀(D)造形文法名詞說明 .....	79
圖 3-22 Rule D2D4D5D7-01 .....	80
圖 3-23 Rule D4D5-02 .....	80
圖 3-24 Rule D4D8-03 .....	81
圖 3-25 Rule D5-04 .....	81
圖 3-26 Rule D8-05 .....	81
圖 3-27 Rule D9-06 .....	81

圖 3-28 分割裝飾(E)造形文法名詞說明 .....	82
圖 3-29 Rule E1E4-01 .....	83
圖 3-30 Rule E2-02.....	83
圖 3-31 Rule E3-03.....	83
圖 3-32 Rule E4-04.....	84
圖 3-33 Rule E4E5-05 .....	84
圖 3-34 介面裝飾(F)造形文法名詞說明 .....	85
圖 3-35 Rule F1F4-01.....	86
圖 3-36 Rule F2-02.....	86
圖 3-37 三角模糊數隸屬度函數圖 .....	88
圖 3-38 品質屋組成與示意圖 .....	91
圖 3-39 關係矩陣隸屬度函數圖 .....	93
圖 4-1 實例驗證流程說明圖 .....	98
圖 4-2 二十七個外觀輪廓資料庫.....	99
圖 4-3 三十六個螢幕邊框資料庫.....	100
圖 4-4 四個按鍵排列資料庫.....	100
圖 4-5 八十三個按鍵形狀資料庫.....	101
圖 4-6 十二個分割裝飾資料庫.....	102
圖 4-7 五個介面裝飾資料庫.....	102
圖 4-8 二十個機身字體資料庫.....	103
圖 4-9 造形設計輔助系統首頁 .....	104
圖 4-10 外觀輪廓頁面 .....	104
圖 4-11 頁面切換示意圖 .....	105
圖 4-12 螢幕邊框頁面 .....	105

圖 4-13 按鍵排列頁面 .....	106
圖 4-14 按鍵形狀頁面 .....	106
圖 4-15 按鍵形狀頁面拉桿示意圖 .....	107
圖 4-16 按鍵排列頁面重設示意圖 .....	107
圖 4-17 分割裝飾頁面 .....	108
圖 4-18 分割裝飾頁面拉桿示意圖 .....	108
圖 4-19 介面裝飾頁面 .....	109
圖 4-20 更換介面裝飾顏色鈕 .....	109
圖 4-21 更換介面裝飾顏色頁面 .....	110
圖 4-22 機身字體頁面 .....	110
圖 4-23 回首頁示意圖 .....	111
圖 4-24 電子儀器之造形呈現 .....	111
圖 4-25 發佈至網路示意圖 .....	112
圖 4-26 PS-9303SD 壓力計(圖片來源: www.lutron.com.tw, 2011) .....	141
圖 4-27 第一方案壓力計 .....	146
圖 4-28 第二方案壓力計 .....	149
圖 4-29 整體造形橫條圖(模糊運算) .....	156
圖 4-30 整體造形橫條圖(無模糊運算) .....	156
圖 4-31 色彩搭配橫條圖(模糊運算) .....	157
圖 4-32 色彩搭配橫條圖(無模糊運算) .....	157
圖 4-33 生產成本橫條圖(模糊運算) .....	158
圖 4-34 生產成本橫條圖(無模糊運算) .....	158
圖 4-35 後續發展橫條圖(模糊運算) .....	159
圖 4-36 後續發展橫條圖(無模糊運算) .....	159

圖 4-37 造形模糊評判結果橫條圖 .....	160
圖 4-38 開發模糊評判結果橫條圖 .....	160

## 表 目 錄

表 1-1 2002 ~2006 年儀器產業的全球市場分佈與發展趨勢 .....	2
表 1-2 儀器產業特性 .....	3
表 2-1 可行性層面準則及評估準則層級節錄(黃意文, 2007).....	15
表 2-2 造形特徵分類節錄(張文智、林旻樺, 2004) .....	16
表 2-3 手機造形要素表節錄(林彥呈, 2001).....	17
表 2-4 造形元素分類表(練季旺, 2003).....	18
表 3-1 造形特徵項目表 .....	38
表 3-2 造形特徵項目與類目表 .....	40
表 3-3 基礎原形一覽表 .....	43
表 3-4 機身比例(As)基礎原形歸納 .....	45
表 3-5 外觀輪廓(A)基礎原形歸納 .....	46
表 3-6 螢幕比例(Bs)基礎原形歸納 .....	48
表 3-7 螢幕裝飾(B)基礎原形歸納.....	50
表 3-8 按鍵排列(C)基礎原形歸納.....	52
表 3-9 按鍵形式(Df)基礎原形歸納 .....	53
表 3-10 按鍵形狀(D)基礎原形歸納 .....	55
表 3-11 分割裝飾(E)基礎原形歸納 .....	57
表 3-12 介面裝飾(F)基礎原形歸納 .....	58
表 3-13 企業之代表色彩範例 .....	61
表 3-14 色彩搭配一覽表 .....	61
表 3-15 機身本體色彩(Ca)搭配.....	63
表 3-16 螢幕裝飾色彩(Cb)搭配.....	64

表 3-17 介面裝飾色彩(Cf)搭配 .....	65
表 3-18 分割裝飾色彩(Ce)搭配.....	66
表 3-19 按鍵本體色彩(Cd)搭配.....	67
表 3-20 按鍵字體色彩(Ct)搭配 .....	69
表 3-21 造形文法命名方式.....	71
表 3-22 外觀輪廓(A)基礎原形編號 .....	72
表 3-23 外觀輪廓(A)造形文法 .....	75
表 3-24 螢幕裝飾(B)基礎原形編號.....	77
表 3-25 螢幕裝飾(B)造形文法.....	79
表 3-26 按鍵形狀(D)基礎原形編號 .....	80
表 3-27 按鍵形狀(D)造形文法 .....	82
表 3-28 分割裝飾(E)基礎原形編號.....	83
表 3-29 分割裝飾(E)造形文法.....	84
表 3-30 分割裝飾(F)基礎原形編號.....	85
表 3-31 介面裝飾(F)造形文法 .....	86
表 3-32 FAHP 模糊語意變數表 .....	87
表 3-33 關係矩陣範例表.....	92
表 3-34 FQFD 關係矩陣語意尺度.....	93
表 3-35 技術需求權重範例表 .....	94
表 3-36 FSEM 模糊語意變數表 .....	96
表 3-37 評判值結果範例表 .....	97
表 4-1 視覺介面之層級架構.....	113
表 4-2 視覺介面需求之模糊互補矩陣.....	115
表 4-3 外觀輪廓需求之模糊互補矩陣.....	116



表 4-4 按鍵形狀需求之模糊互補矩陣.....	116
表 4-5 螢幕裝飾需求之模糊互補矩陣.....	117
表 4-6 介面裝飾需求之模糊互補矩陣.....	118
表 4-7 分割裝飾需求之模糊互補矩陣.....	119
表 4-8 外觀輪廓需求之模糊互補矩陣(小、中、大值).....	120
表 4-9 外觀輪廓算數平均數之因素權重值.....	121
表 4-10 視覺介面算數平均數之因素權重值.....	121
表 4-11 螢幕裝飾算數平均數之因素權重值.....	122
表 4-12 各階層因素權重.....	123
表 4-13 第三層因素相對權重.....	127
表 4-14 外觀輪廓(A)關係矩陣.....	130
表 4-15 螢幕裝飾(B)關係矩陣.....	131
表 4-16 按鍵形狀(D)關係矩陣.....	132
表 4-17 分割裝飾(E)關係矩陣.....	133
表 4-18 介面裝飾(F)關係矩陣.....	134
表 4-19 FQFD 造形特徵交叉分析關係矩陣.....	1349
表 4-20 問卷對象基本資料.....	13450
表 4-21 評比結果初步統計.....	13451
表 4-22 三角模糊數評判結果.....	152
表 4-23 解模糊化評判結果.....	154
表 4-24 SEM 定值尺度語意表.....	1545

# 第一章 緒論

當顧客向企業選購產品時，第一眼看到即是產品造形外觀，就如同人與人見面時第一眼看到的是外表，在眾多條件相差無幾的狀況下，產品外觀予人之視覺感受，足以影響顧客之購買行為(張文智、林旻樺，2004)。隨著現今社會消費意識高漲，越來越重視顧客的聲音與需求，對於顧客在選購產品而言，造形成為企業之間競爭上的重要因素之一，也是與顧客產生互動的第一要素，如何讓顧客對於產品的「第一印象」產生不可抗拒的購買理由，讓成品可以「一看到，就馬上喜歡」，對於工業設計師而言，是一大重要使命。

產品設計本身每一步驟即包含各種決策過程，而決策一直以來都有其沉重負擔，設計者在不確定環境中，無法掌握所有完整訊息，就必須不斷地獨自進行評估與選擇，難免造成判斷過於主觀的問題，甚至影響後續製造生產與市場反應。研究上從背景動機、目的、研究方法、步驟及全文架構進行分析探討，使整個決策模式結果，於電子儀器造形設計產生更大價值。

## 1-1 研究背景

未來人類生活與科技發展密不可分，而精密儀器是高科技發展的必要基礎，消費性電子產品快速增長，進一步使得精密儀器的需求明顯增加。全球精密儀器產業持續競爭激烈，根據工研院 IEK-ITIS 計畫，2002 年至 2006 年儀器產業的全球市場分佈統計如表 1-1，美國為全球最大儀器市場，約佔全球市場近 40%；其次為歐洲約佔

21%；亞洲中以日本為儀器最大市場約佔 15%。但由於臺灣、韓國、中國、菲律賓、印度、香港等地的需求快速成長，預估未來亞太地區將超越歐洲地區，成為全球第二個最主要的電子量測儀器市場(吳登峻，2003)。由此得知，雖然儀器產業與其他產業相較之下，因門檻較高而現階段屬於發展中的產業，但尚未飽和的市場也將帶來更多契機。

表 1-1 2002 ~2006 年儀器產業的全球市場分佈與發展趨勢

年份	2002 年	2003 年(e)	2004 年(e)	2005 年(e)	2006 年(e)
全球市場 (億美元)	1,982	2,046	2,111	2,194	2,264
全球市場分佈比例(%)					
美國	40.6	39.4	38.8	37.7	37.0
歐洲	21.6	21.8	21.4	21.3	20.8
日本	14.5	14.9	15.1	15.7	16.1
其他	23.2	23.9	24.6	25.4	26.1
合計	100	100	100	100	100

資料來源：莊映輝(2008)

台灣儀器產業發展以 1980、1990 及 1997 三個年份來劃分成四個階段(黃蓉芬，1999；吳登峻，2003)：如圖 1-1，在潛伏期中，注重資源的累積；孕育期則是在相關組織的集結和聯繫；萌芽期中則

已經有具體的計畫在實現，在經歷潛伏期、孕育期以及萌芽期之後，邁入新產品擴展與企業轉型發展之擴展轉型期階段，但要如何擴展與轉型是欲提升整體產業值得探討的議題。

表 1-2 整理說明儀器產業特性，因具有投資報酬率、回收快、高附加價值、低污染與低能源消耗、與其他高科技產業相輔相成，以及可多樣化生產、精確度與可靠度高、產品市場週期長等特性(張振堉，1999)，加上研發技術水準也已逐漸縮短與歐美國際大廠間差距，從研究觀點來看發展機會，未來將無可限量，前景無限看好，是一值得關注的產業。

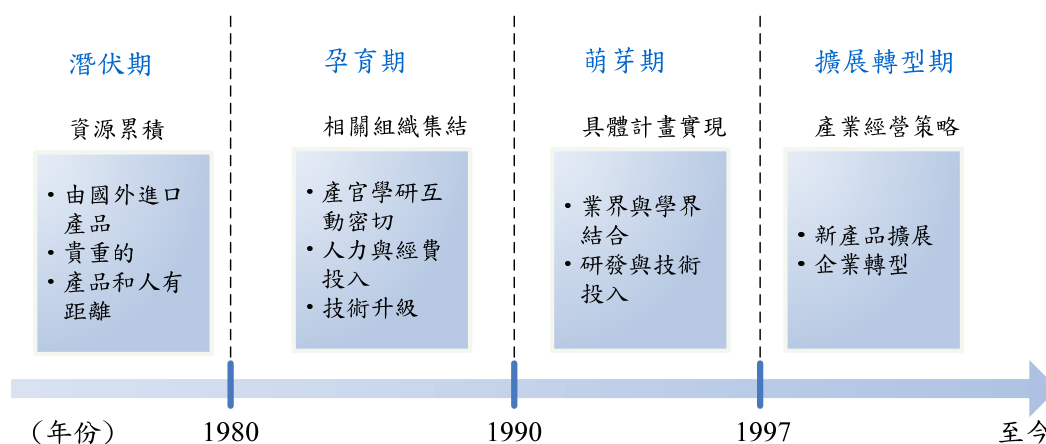


圖 1-1 我國儀器產業發展歷程

表 1-2 儀器產業特性

主要特性	說明	本研究發展機會
低污染 低能源消耗	生產製造過程利用各工業已建立之技術或產品，再運用軟體加以設計、組合，毋須耗用	符合歐盟綠色環保規範 WEEE、RoHS 及 EuP，廢

	大量能源、無環境污染，符合環保訴求。	棄物不會造成環境負荷。
與其他高科技產業相輔相成	通信、資訊、消費性電子、航太、醫療保健等高科技工業，在研發或製造過程中，均須依賴大量高精密度之儀器作為輔助工具，因此帶動對精密儀器大量需求。	儀器是所有產業進行研發、製造、控制、檢測過程中不可或缺的輔助工具。
少量多樣生產	大多數高價值儀器產品其功能、規格因使用目的而異，種類繁多而少量生產。	設計可多樣化、發展空間較大。
市場週期長	企業在研發、設計、製造過程中所需之測定、記錄、控制變數與操作能力大多有固定項目及模式，儀器種類不常有太大變動。	可選擇適切的產業經營策略，運用資源與專長來創造其他廠商無法仿效的特點，以構成產品競爭優勢。
精準度 可靠性要求高	儀器是用在測定、指示、記錄及控制以達操作目的之裝置，企業須嚴格遵循一套具有公信力之校正體系，取得國際性認證組織認可，其產品方能行銷各國。	

資料來源：工研院 IEK 系統能源組 (本研究整理)

## 1-2 研究動機

在國內、外環境日趨變化下，又有中國大陸等新興開發國家來勢洶洶，以價格優勢在儀器產業分一杯羹，國內企業為了提升市場佔有率與競爭力，近幾年掀起一股設計浪潮，利用「工業設計」進行一連串策略性的改造：藉由共同零件、模具或依據已有特色進行改良造形之系列化設計，使產品得以達到所謂顧客心中的「價值」，目的在於刺激消費、產量擴大、增加產品豐富度、增加銷售機率、引起消費者注意、提高產品附加價值、延伸產品生命週期，「設計力」已取代資本，成為企業成長的神奇妙丹。

然而研發一項全新功能的儀器產品是相當費時的，除了注重其所具備專業性的精準度與可靠度為首要條件之外，為了滿足顧客多樣化需求，企業更是希望在外觀上能不斷推陳出新「小改款」之系列產品，形成「新裝上市、重裝登場」，強調新穎、差異化特質，以增強市場競爭力與佔有率。也就是說，儀器產品無法短時間內在功能上研發創新，「造形」的改變可以創造更多機會。所謂「美即好效用」(Aesthetic-Usability Effect) (Lidwell, Holden & Butler, 2011)，研究上經過多次實驗後發現，同樣效能的產品，人們認為好看的設計會比不好看的設計好用多了！顯示出美的產品容易令人接受且長期使用它、較能包容其功能上的缺失，更可以讓人與物產生正向情感，激發喜愛、忠誠度及耐性。

由此得知造形設計之重要程度，一項產品成功與否的關鍵，在於顧客是否滿意、是否願意購買，設計者必須衡量顧客需求，扮演反覆進行設計決策與取捨的角色。研究上將以造形與決策角度切入，確保設計朝重點方向思考，期使國內儀器產業配合適切的設計

手法呈現吸引人的產品價值，讓產業在產品造形開發上能有效依據，所做出來的設計才能切中顧客所需，達到產品真正有利價值。

### 1-3 研究目的

在最前端的概念設計過程中，從構想直到產品實質產出為止，設計者於造形發想多為仰賴黑箱作業，無法得知目標族群之真正需求與偏好。然而在「造形」方面，考慮顧客聲音(Voice of Customers, VOC)是重要的，「瞭解」顧客需要什麼樣的設計，從而研究發展出「符合顧客需要」的設計。但矛盾的是，顧客其實「不確定」自己真正需要什麼，又顧客的需求語意多為模糊不清且籠統。因此本研究以模糊決策(Fuzzy decision)為基礎，欲探討顧客需求與電子儀器造形設計之間關係，並嘗試分析與套用造形表現手法，將造形設計步驟化(圖 1-2)。研究目的為利用「設計力」滿足顧客心目中產品價值，使企業在短期內有新改款產品產出，並且能適時提供設計者造形參考資訊，提出一套能快速將產品造形視覺化的方法，達到企業、顧客、設計者三贏局面(圖 1-3)。

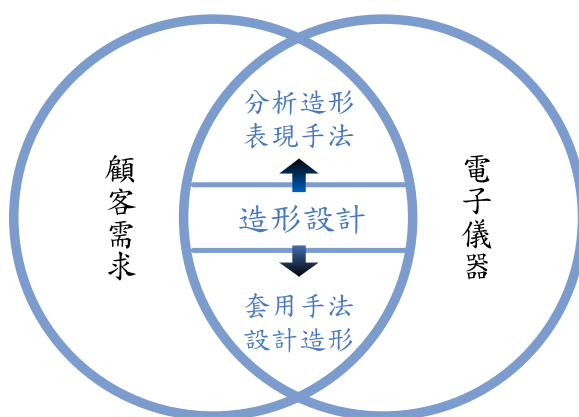


圖 1-2 本研究探討目標

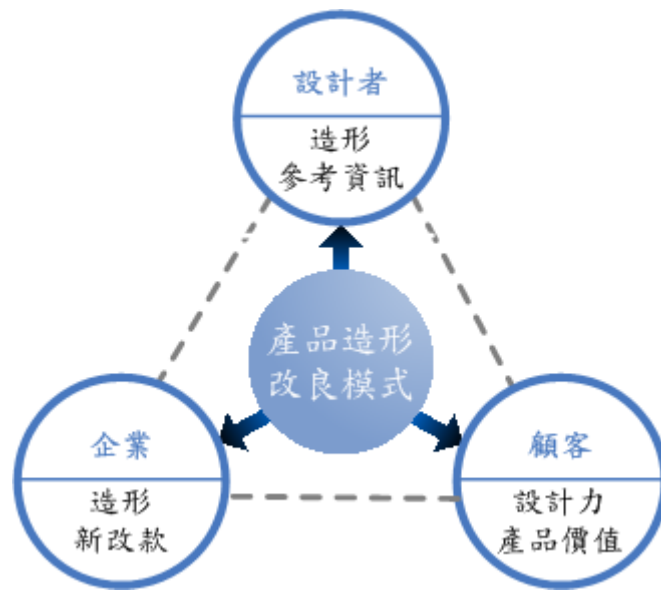


圖 1-3 研究目的

本研究期望完成下列目標：

1. 建立電子儀器造形特徵資料庫，建構造形設計輔助系統，讓設計者進行產品造形發想整合與運用。
2. 由電子儀器之造形特徵，套用造形文法(Shape grammar)分析變化的法則，作為設計參考依據，啟發設計靈感。
3. 利用模糊層級分析法(Fuzzy Analytic Hierarchy Process, FAHP)，進行顧客對產品造形特徵之重要度評估，提出造形設計準則。
4. 利用模糊品質機能展開(Fuzzy Quality Function Deployment, FQFD)方法，分析造形特徵與造形文法之關係程度，訂定造形設計方針，加強設計方向之明確性。
5. 選定電子儀器—壓力計為研究案例，進行產品造形重新設計，利用模糊綜合評價(Fuzzy Synthetic Evaluation Model, FSEM)，分析採取不同顧客需求下之產品受歡迎程度，驗證本研究模式為一連貫可依循的產品造形設計方法。



## 1-4 研究範圍

本研究為建構一個以模糊決策為基礎的產品造形改良模式，應用於手持式電子儀器之造形設計，達成產品造形設計方向之抉擇，提高設計效率。

研究範圍如下：

1. 產品造形的基本元素包含：形狀、色彩、材料、質感。本研究以儀器產品最能表現其特徵之「正面」造形為主要探討重點，其他材料、質感、體積大小、側面線條及側面造形元素，限於資源與時間，不作深入的探討。另外包括工程製造技術、功能、人因操作以及使用認知議題，則不在探討範圍之內。
2. 現行儀器產業大致分成電量、製程、分析、醫療等四類，其中以電子測試和量測儀器為主的電量儀器佔 90% 以上。台灣生產之電子量測儀器大多為基礎儀器，例如：各式電錶、溫濕度計、環境量測儀錶等，具有堅強研發能力及龐大市場。所以本研究著重於電子量測功能方面之儀器產品造形相關研究，後續內容簡稱「電子儀器」。
3. 電子儀器之形式繁多，對於使用者來說，在工廠或現場校驗過程中，有隨時隨地量測製程與控制設備的需求，可攜式的設計是一大吸引力，「隨時隨地」不再只是一種口號，似乎已經成了一种工作態度與生活模式。為了因應這樣的情況，手掌般大的手持式產品可便利、快速、高移動性、無距離限制地使用。因此本研究選定「手持式」電子儀器作為研究對象(圖 1-4)。



圖 1-4 本研究電子儀器範圍定義

## 1-5 研究方法與步驟

本研究應用模糊決策模式，有系統地找出電子儀器之顧客需求與造形文法之設計規範。透過前端的歸納（造形特徵）與中段的轉換（造形文法、FAHP與FQFD）直至後端的造形改良設計（造形設計輔助系統），最後以FSEM來評估產品設計方案，將設計流程完整連貫，以提供設計者於造形設計時能有全盤且詳盡的參考模式。

研究之重要性在於能避免構想黑箱，透過前端的規劃來減少後續的工程變更(Engineering change)，縮短產品開發時間與成本，成功確保設計者能朝向顧客需求進行思考。

本研究於建構產品造形改良模式的流程步驟，如圖 1-5 所示，詳細說明如下：

### 1. 歸納造形特徵：

針對目前市面上的手持式電子儀器，分析現有產品的樣式型態，以KJ法歸納其構成的基礎原形與色彩搭配手法。

### 2. 分析造形法則：

由基礎原形套用造形文法，解析造形特徵變化法則。

3. 造形特徵權重：

以FAHP專家問卷調查作初步探討，進行產品造形特徵項目重要度排序，輔助產品構想發展。

4. 造形特徵與造形文法關係矩陣：

由顧客的角度進行專家訪談，利用FQFD得到手持式電子儀器造形設計方針，達成產品與顧客及造形設計的溝通。

5. 造形設計輔助系統：

利用造形特徵資料庫，以動畫軟體Flash之ActionScript程式，建構一互動式電子儀器造形設計輔助系統介面。

6. 壓力計造形改良設計：

選定L廠商之壓力計進行造形改良與重新設計，作為實例驗證。

7. 方案評估：

以模糊綜合評價來評估設計方案，驗證本研究模式為一連貫可依循的產品造形設計方法。

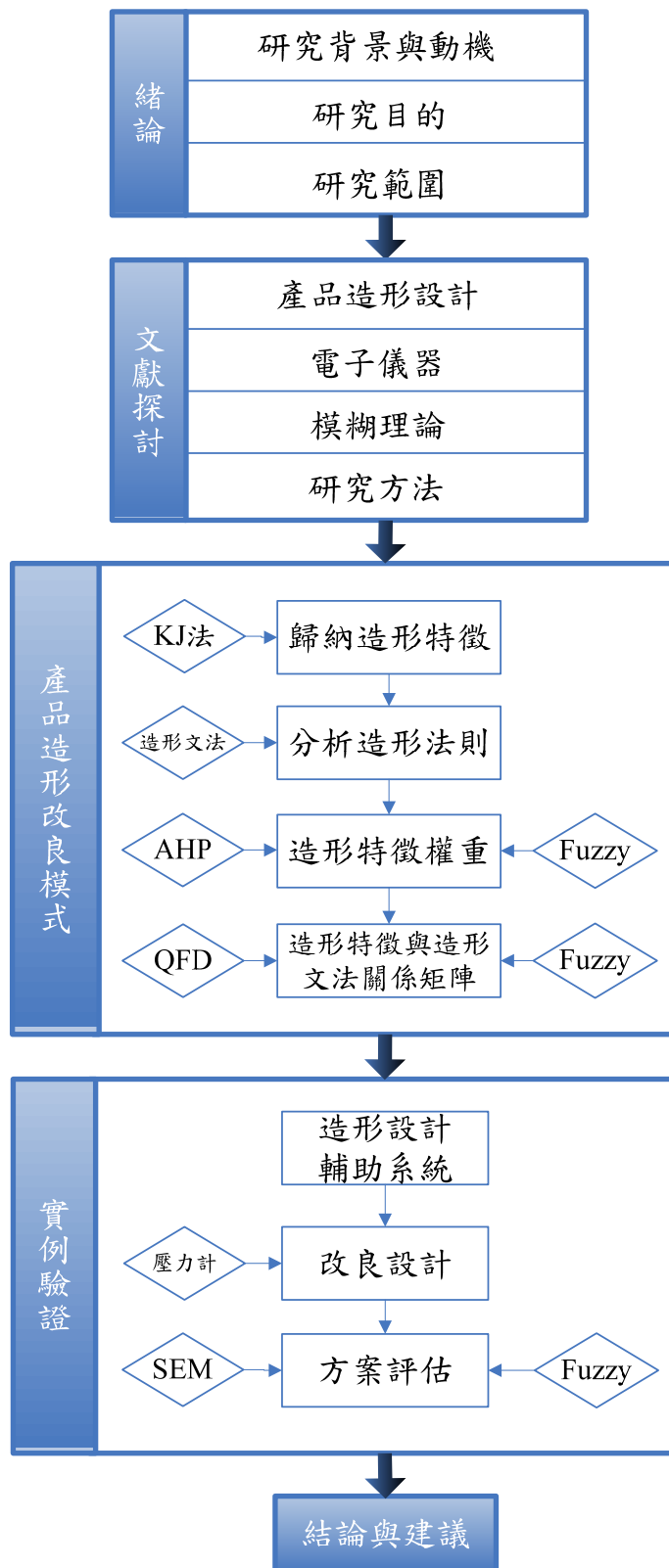


圖 1-5 研究流程圖

## 1-6 全文架構

本研究論文分為五章，各章節內容概述如下：

### 第一章 緒論

針對此論文的研究背景與動機、研究目的、研究範圍與限制以及研究方法步驟，做概略性的描述，說明為何要作此研究，如何去達成本研究。

### 第二章 文獻探討

從產品造形設計、電子儀器、模糊理論到研究方法，全面探討文獻與本研究之相關性。

### 第三章 產品造形改良模式

第一階段為建構造形特徵資料庫；第二階段為套用造形文法之特徵變化法則；第三階段為模糊決策評估，說明本研究之產品造形改良模式流程。

### 第四章 實例驗證

建構電子儀器造形設計輔助系統與操作說明。並發放 FAHP 專家問卷得到電子儀器造形特徵權重，進而以 FQFD 分析造形特徵與造形文法關係矩陣。最終選定壓力計為產品造形改良模式之套用對象，利用 FSEM 驗證及評估構想方案。

### 第五章 結論與建議

說明本研究具體達成的研究結果與貢獻，並提出建議與後續可研究之方向。

## 第二章 文獻探討

本研究以模糊決策與造形特徵元素為主軸，進而建構一造形設計輔助系統，作為設計者設計發展的參考。本章節包含產品造形設計的相關資料、電子儀器產業的市場調查、模糊理論以及研究方法的概述四部份，針對相關知識的歸納與整理，並參考文獻資料中所提出的相關要點和概念，應用於本研究之中。詳細的文獻內容，如圖 2-1 所示。



圖 2-1 文獻探討內容

## 2-1 產品造形設計

造形的定義源自德文的 *Gestaltung*，意謂完形(完全型態)的 *Gestalt*，即為格式塔心理學所探討的完形，指的是一個型態具有統一的整體，此為造形的基本條件(吳炯憲，2005)。也就是說，造形是物體的主要特質，凡是透過視覺方式所表達的可視、可觸等知覺成形活動，皆稱之為「造形」。而造形之意義可由下面三點來說明：(1)造形是創造形狀的動作過程。(2)造形就是機構和機能所組成的具體形狀。(3)造形是形狀、色彩、材料和質感所構成(黃意文，2007)。而造形是從整體開始去研究，符合物體的美的形象，而不是各部份逐一研究的總合(呂清夫，1996)。

產品的造形是設計行為的核心，設計者透過產品造形之途徑與使用者交談對話，產品造形謂之設計的傳達溝通(洪嘉聯，2001)。產品存在最重要的功能便是滿足人類需求，使設計者、生產者、消費者與使用者均感到滿意。產品設計是不區分產品類別，有條件限制、有構思計畫、有目的性的造形設計活動(黃意文，2007)。隨著生產技術成熟發展，近代的產品設計已逐漸成為設計師的重要工作(Walker, 1989)，由設計師將心中的構想以美學形式予以具體化，透過產品傳達給使用者之價值，即產品造形具象化，產品成為一種溝通與傳遞訊息的媒介。

設計產品造形時，不同的考量將導引設計者設計出不同的造形，所以當我們使用產品造形方法時，必須清楚掌握想要的方向，所謂 80/20 法則，不能對設計中所有要素一視同仁，以 80/20 法則為概念，評估各要素的價值，能鎖定重新設計與最佳化範圍(Lidwell, Holden & Butler, 2011)。

在本研究中將電子儀器的造形拆解成多個造形特徵，搭配造形文法所分析之變化法則，利用模糊決策找出最適切之造形建構方式，使產品設計結果符合顧客所期望，免於讓產品淪為個人表現主義工具。

### 2-1-1 造形特徵

如何拆解造形是一大重要的課題，有效的拆解可以取得細微的造形特徵，並作為新設計的基礎(練季旺，2003)。針對手持式電子儀器造形的特徵，目前尚無學者對其進行歸納與整理，所以參考多個具相似外形的行動電話以及電子產品造形特徵要素表，並重新評估及修改各項目及類目，粹取適當的造形特徵以進行後續工作。

關於各研究學者所彙整出來的造形要素表，簡述如下：

黃意文(2007)應用分析層級程式法(AHP)建立產品設計之評價模式，以行動電話為例，其中造形要素的可行性層面準則及評估準則層級結構，如表 2-1。

表 2-1 可行性層面準則及評估準則層級節錄(黃意文，2007)

可行性層面(準則)	評估準則名稱(次準則)
造形要素	外觀輪廓
	尺寸大小
	組立形式
	外觀色彩
	表面處理



	細部特徵
	材料選定

















張文智、林旻樺(2004)調查台灣優良設計產品(GD)、美國傑出工業設計獎(IDEA)和德國漢諾威產品設計(IF)競賽得獎產品之造形特徵，分為三項目：整體外形、細部處理和色彩處理，以獲得造形意象與造形特徵之相關性比較。本研究參考其色彩處理部份與特徵描述，如表 2-2。


表 2-2 造形特徵分類節錄(張文智、林旻樺，2004)

項目		特徵描述
C 色 彩 處 理	C1	色相為冷色系的居多
		色相為暖色系的居多
		為冷色系與暖色系的各半
	C2	明度為深暗的居多
		明度為明亮的居多
		為深暗的與明亮的各半
	C3	配色為單一色相
		配色為多重色相
		為單一與多重色相的各半
	C4	配色為對比的居多
		配色為調和的居多
		為對比與調合的各半

林彥呈(2001)之手機造形要素表借重以往專家學者所歸納手機造形要素內容，將產品外觀可辨識出的造形構成元素以及造形處理手法，逐步增加與刪減，最後可歸納出 9 項造形構成項目。其中與本研究較相關之 6 項造形特徵，整理如表 2-3。

表 2-3 手機造形要素表節錄(林彥呈, 2001)

項目	類目 1	類目 2	類目 3	類目 4
頂端造形	 直線形	 弧線形	 圓弧形	 斜角形
機身造形	 平行直線	 外凸圓弧	 內凹圓弧	
底部造形	 直線形	 弧線型	 圓弧形	
機身比例	 寬形(2:1)	 適中形(2.5:1)	 細長形(3:1)	
螢幕比例	 電視比(4:3)	 電影比(16:3)	 狹長矩形	

表面分割方式				
	平面分割	邊框分割	盾形分割	

練季旺(2003)在消費者對產品造形偏好之推論模式研究中，整理各專家學者造形元素分類表，在概念設計階段提供設計人員造形發想工具。與本研究較相關之造形特徵，歸納如表 2-4。

表 2-4 造形元素分類表(練季旺，2003)

項目		類目
基本外型	前視輪廓線變形方式	腰部外張
		腰部內凹
		上寬下窄
		上窄下寬
		上弧或下弧
		無
細部特徵	區塊切割	單一線
		複合幾何線
		自由曲線
		無
主要按鍵	形態	幾何形

		非幾何形
		依循其他構件 (主體外型、螢幕等等)
		無或無法辨識
	按鍵排列	獨立
		依循其他構件
		綜合
	按鍵與主體接合	凸出
		嵌入
		綜合

由上述及過往研究可以看出，關於造形特徵之分解並沒有一定的方法可依循，一般來說，仍以產品功能或結構、約定成俗的方式來分類。因此本研究以文獻分析為參考，訪談專家的結果為依據，形成電子儀器之造形項目。

### 2-1-2 造形文法

造形文法(Shape grammar)是由 Stiny 和 Gips 於 1972 年，和 Mitchell 於 1978 年所陸續發展出來的一種方法(鄧建國，1994)。這種方法透過對造形建立文法與規則的關係，來描述設計的空間組織(Spatial organization)或造形組成。也由於造形文法能以定義明確的組織程序性知識的形式來進行運作，如電腦運算語言的 if-then 形式，因此能適合以電腦進行模擬。其未來的目標是整合文法架構與人工智慧，成為設計自動化的輔助工具。造形方法也沿用語言學中

的衍生文法(Generative grammar)的觀念。衍生文法由語言學家 Chomsky 於 1965 年提出，也稱之為轉換文法理論(Transformational grammar)(鄧建國，1994)。它描述語言的信息從一種形式轉換到另一種形式所必須遵循的法，目的是提出一套形式化的規則，希望透過機器衍生成某種語言的句子。由於觀念相同，因此被沿用於造形文法上。造形文法是一套有規則的設計方法，設法透過一系列的演變規則，運用最初的造形原形來產生新的設計。

圖 2-2 中，假設 a 與 b 是兩個不同的造形，而  $a \rightarrow b$  的是一套造形變化規則(Shape rule)，c 則是一個起始形(Initial shape)。如果可以根據  $a \rightarrow b$  的變化規則，從造形 c 為出發點，就能夠發展出許多可能性的造形，這樣的模式就形成了一種造形文法。

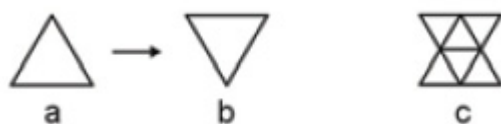


圖 2-2 造形變化規則和起始形(McCormack & Cagan, 2003)

若這樣的規則成立，就可以透過造形文法的觀念，來進行造形衍生的設計。也就是說造形 a 在造形 c 中，能夠透過堆積、拼湊之轉換手法而使造形 c 產生變化。相對地，造形 a 對於造形 c 來說，是一種簡化的過程，可以從造形 c 中反推出造形 a。圖 2-3(a)就是造形 a 在造形 c 中，透過造形  $a \rightarrow b$  的變化規則，所推導出多個可能造形變化的其中一個。圖 2-3(b)中的四個例子，則是以造形 c 為最初的基本形，造形 a 在造形 c 中，透過造形  $a \rightarrow b$  變化規則，推導

出一連串可能的造形變化。

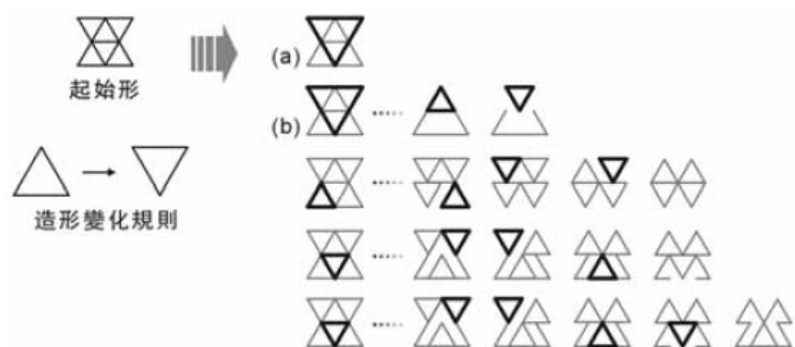


圖 2-3 造形文法的推導範例(McCormack & Cagan, 2003)

而在產品設計領域中，McCormack & Cagan (2003)利用造形文法的概念，仔細觀察了 Buick 汽車從 1939 至 2002 年間各種車款的前視圖，並解構其車款的構成元素，依照其構成規則在組裝時的調整變化，最後組成符合 Buick 風格的概念車款，所引用規則的不同，所組成車款也具有了全新的樣貌(圖 2-4)。

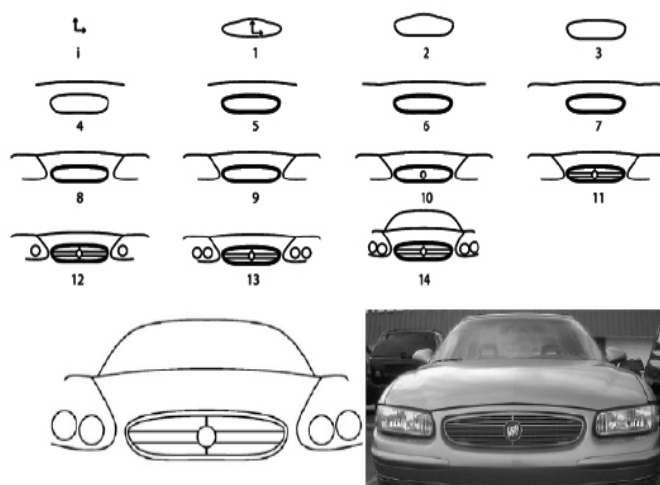


圖 2-4 Buick 汽車型態變化圖(McCormack & Cagan, 2003)

對於造形文法的相關應用中，汪宗慶(2005)建立 NOKIA 行動電話各造形特徵的基礎原形產生規則，及造形特徵變化規則兩項造形文法規則，提出以造形文法的方式建構新的手機外觀，但依然保有 NOKIA 設計風格(圖 2-5)。

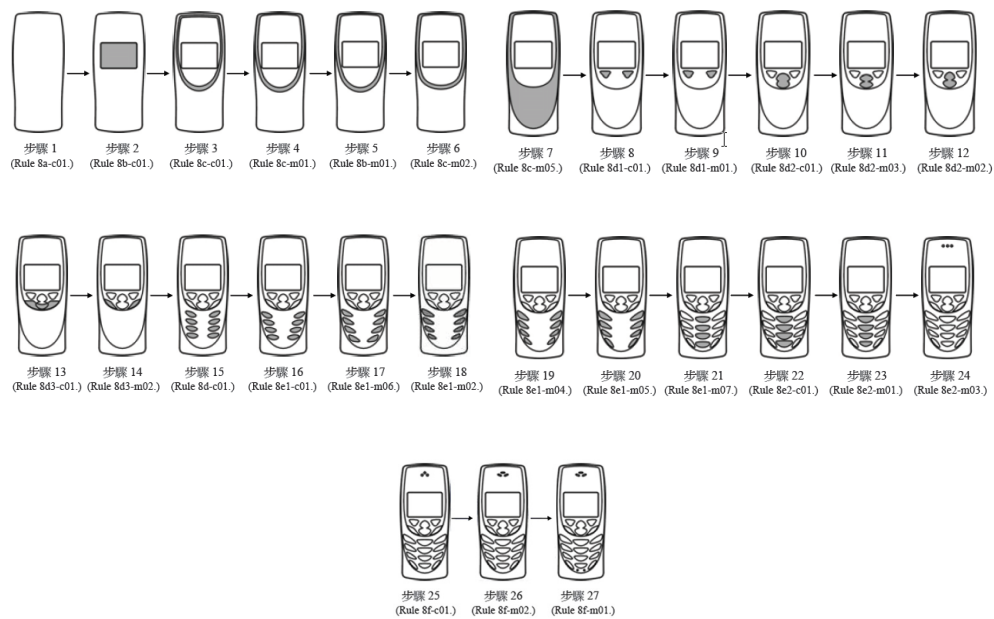


圖 2-5 NOKIA 手機造形推導範例

由此可知，應用造形文法規則推導與模式，可供產品造形設計參考。藉由造形特徵產生與變化規則的概念，以形成多樣化的大量造形。本研究將以此研究作為主要的依據模式，取其造形文法規則的應用方式，作為本研究的基礎，將此方法運用於手持式電子儀器的造形設計。

## 2-2 電子儀器

本節分為兩部份：第一部份由產品定義與功能分類釐清本研究之電子儀器範圍；第二部份調查手持式電子儀器廠商，作為後續產品樣本蒐集來源，並分析儀器造形與功能關聯性，瞭解本研究方向重點與目的之達成。

### 2-2-1 產品定義

所謂儀器(Instrument)乃指綜合光、機、電、真空、控制等技術，配備或輔以相關裝置的整合系統，具特定規格以供檢查、觀察、測量、測繪、實驗、控制、計算、通信、記錄或數據處理等之器具(張振堉，1999)。

電子儀器大致分成電量、製程、分析、醫療等四類，其中本研究範圍之電量儀器種類之繁多及繁雜，依據功能可大致分成環境、電、數據記錄三大類，由於考慮環境相關量測與生活緊密關聯，所以針對環境功能之下又詳細分類整理(圖 2-6)，作為後續研究樣本選定依據。

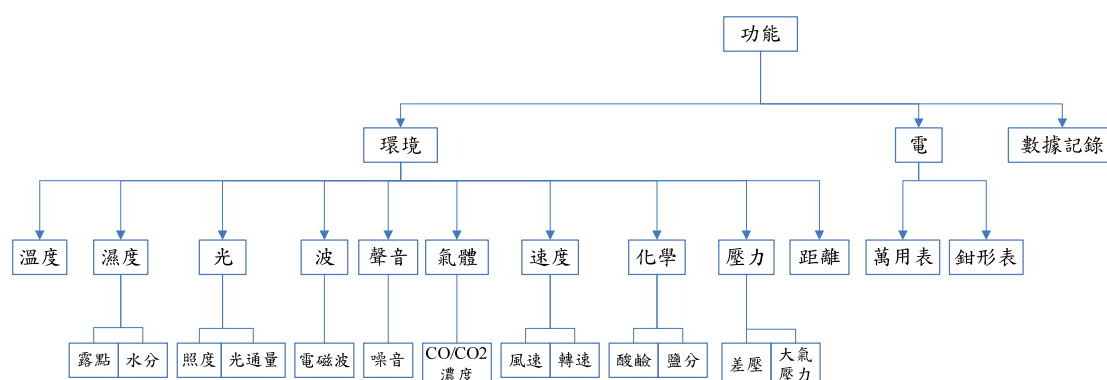


圖 2-6 電子儀器功能分類



## 2-2-2 市場調查

市場調查又被稱為市場研究，全面的掌握市場及客戶訊息，並且深入探知客戶及競爭對手的資料，正確的評估市場，是擬定產品設計規劃的重要步驟。瞭解現在之產品到底有多少的改善空間，甚至自己設計開發的產品應定位在哪一等級，都可以在研究競爭對手產品時逐一浮現(黎文龍，2005)。完整深入的市場調查需要被嚴謹的剖析，首先調查主要生產手持式電子儀器之廠商與產品，以作為後續樣本來源。除了台灣廠商，希望能參考其他國家之大廠牌產品，以參考不同特色的造形與優缺點比較，他們皆在產品研發上有一定程度水準以及經驗，值得本研究作為分析探討的對象，共十六家廠商，整理見【附錄一】。

以造形與功能關係面探討，分析各家廠商產品皆有幾項造形變化法則來縮短產品開發時程，由市場調查中 L 廠商產品舉例，特點如下：

1. 基本功能不同，(a)為 CO 偵測計；(b)為磁性材料之磁力測量；(c)為噪音計；(d)為風速計，但它們使用同一模組及相近材料射出，透過按鍵與字體變化，形成一可銷售之產品，如此可節省產品重新開發之成本，如圖 2-7 所示。



(a) CO 偵測計

(b)磁力測量計

(c)噪音計

(d)風速計

圖 2-7 功能不同之共用產品造形(圖片來源：[www.lutron.com.tw](http://www.lutron.com.tw), 2011)

2. 基本功能相同，皆是溫度計，但進階功能不同，(a)為接觸式溫度計；(b)為紅外線溫度計；(c)是結合溫度、濕度與露點量測計，利用相同之公母模具，但選擇相異材質射出，形成一款產品上市，如圖 2-8 所示。



(a)接觸式溫度計 (b)紅外線溫度計 (c)溫/濕度/露點量測計

圖 2-8 功能相同之產品造形(圖片來源：www.lutron.com.tw, 2011)

3. 基本功能相同，後續產品於功能上精進、量測範圍更強大，(a)為基本款溫度計；(b)為四視窗顯示溫度計；(c)為記憶式溫度計，此時希望在造形相同之下形成小改款系列化產品，可注重按鍵與介面編排設計，如圖 2-9 所示。



(a)基本款溫度計 (b)四視窗顯示溫度計 (c)記憶式溫度計

圖 2-9 功能相同之小改款產品造形(圖片來源：www.lutron.com.tw, 2011)

4. 基本功能相同，皆是溫度計，但進階功能不同，表現形式也不同，(a)為木材、混凝土水分計；(b)為相同功能但有紅色 LED 條碼雙顯示，由形態追隨功能(Form follows function)之介面改變，

使外觀整體有截然不同樣貌，如圖 2-10 所示。



(a)水分計

(b) LED 水分計

圖 2-10 功能相同之相異形式產品造形(圖片來源：www.lutron.com.tw, 2011)

本研究著重於探討第 2、3 項特點，利用特徵元素的轉換，達成相同產品功能之下，造形小改款之改良設計與重新設計目的。

### 2-3 模糊理論

模糊理論(Fuzzy Theory)是在 1965 年由美國加州大學的 L. A. Zadeh 教授首先提出，他於 1965 年發表模糊集合(Fuzzy set)一文後，模糊數學變成為一門新的數學分支，並迅速發展起來，藉由數學化之方式將真實世界中無法明確定義的概念問題予以彈性的表示。把傳統數學從只有相對立的二值邏輯(Binary logic)擴展到含有灰色地帶的連續多值(Continuous multi-value)邏輯，也就是以隸屬度(Membership)的概念來取代「非 0 即 1」的二分法判斷方式，取而代之是以一個數目來表達它屬於該集合的程度，通常以介於 0 與 1 之間數目來表示。

而人類的行為或語言便是模糊特性的代表。一般問卷的語意轉換方式，是直接將語意尺度，如：非常好、好、普通、差、非常差直接轉換為 5、4、3、2、1 分，此為假設任何兩個選項間的差距相

等，事實上在受訪者的心中，非常好—好與好—普通之間的分數距離是不相同的，而且受訪者使用到的模糊語意尺度數目不同，對同一模糊語意用詞的認知亦可能不同，而模糊理論可用來解決此缺失，進而使得評估與決策模式具有人性化、周全化及柔性化。

### 2-3-1 模糊數之運算

當模糊集合以不明確的數字表示，則稱為模糊數 (Fuzzy number)。模糊數是指「大約的數」，是數值上的模糊集合，例如：用以表達「氣溫很高」、「氣溫很低」等模糊觀念之模糊集合。

隸屬函數一般常見為三角模糊數 (Triangular fuzzy number)、梯形模糊數 (Trapezoid fuzzy number) 及鐘型模糊數 (Bell shaped fuzzy number) 等三類形式(如圖 2-11)。而該採用何種模糊數進行運算，則視需求而訂定，只要合理可接受即可。而本研究則是採用三角模糊數進行接下來的計算。

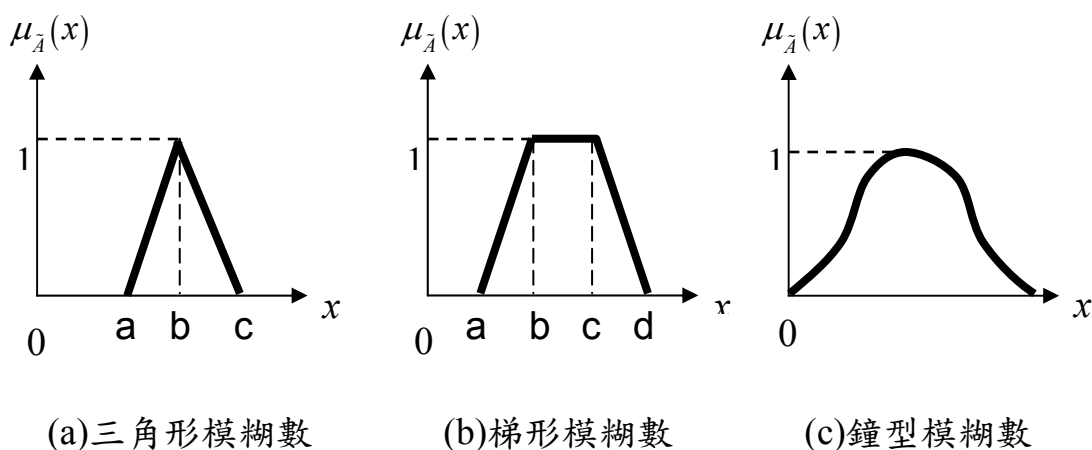


圖 2-11 模糊數形式

若有兩三角形模糊數  $\tilde{A}=(a_1, b_1, c_1)$ 、 $\tilde{B}=(a_2, b_2, c_2)$ ，且  $\tilde{A}$  與  $\tilde{B}$  內各值皆大於 0，則其數學運算如下：

$$\text{加法： } \tilde{A} \oplus \tilde{B}=(a_1, b_1, c_1)+(a_2, b_2, c_2)=(a_1+a_2, b_1+b_2, c_1+c_2) \quad (2.1a)$$

$$\text{減法： } \tilde{A} \ominus \tilde{B}=(a_1, b_1, c_1)-(a_2, b_2, c_2)=(a_1-a_2, b_1-b_2, c_1-c_2) \quad (2.1b)$$

$$\text{乘法： } \tilde{A} \otimes \tilde{B}=(a_1, b_1, c_1) \times (a_2, b_2, c_2)=(a_1 \times a_2, b_1 \times b_2, c_1 \times c_2) \quad (2.1c)$$

$$\text{除法： } \tilde{A} \odot \tilde{B}=(a_1, b_1, c_1) \div (a_2, b_2, c_2)=(a_1 \div a_2, b_1 \div b_2, c_1 \div c_2) \quad (2.1d)$$

$$\text{倒數： } \tilde{A}^{-1}=(c_1^{-1}, b_1^{-1}, a_1^{-1}) \quad (2.1e)$$

$$\text{開根號： } \tilde{A}^{1/n}=(a_1^{1/n}, b_1^{1/n}, c_1^{1/n}) \quad (2.1f)$$

## 2-3-2 解模糊化

解模糊化就是將模糊資料轉換為明確的資料，以方便結果排序過程所使用的工具。解模糊化並無一確定方法，需視問題的特性而定。透過模糊理論可以將明確的定值轉換為模糊區間，可使得整個決策的過程考量更為周全，研究上將採用三角模糊數進行相關的計算，因為模糊化與解模糊化之方法有許多種，也不能說哪一種好或不好，對或不對，端看使用者使用之要求而定。為了省時間，可採用最大隸屬度法；而為了精確可採用重心法(王文俊，2007)。因此研究上便以重心法為解模糊化的工具。

重心法(Center of Gravity Defuzzification, CGD)的原理與求取物件的重心位置是相同的，亦即求取模糊集合的「中心值」來代表整個模糊集合。求解運算如下：

$$F = \frac{\int x \mu_{\tilde{A}}(x) dx}{\int \mu_{\tilde{A}}(x) dx} \quad (2.2)$$

$x$ ：對隸屬度之重要性測量權數

$\mu_A(x)$ ：模糊集合的隸屬函數

$F$ ：代表模糊集合之重心

## 2-4 研究方法

本節導入模糊理論於層級分析法、品質機能展開法與綜合評判，降低設計者在決策環境下判斷的不確定性。

### 2-4-1 層級分析法

層級分析法(Alytic Hierarchy Process, AHP)是由 Tomas L. Saaty 教授於 1971 年所提出。其主要適合用來處理風險性、不確定之情況下及具有多數個評估準則或方案的決策問題上。由於層級分析法理論清晰簡單，操作方法容易，並能同時容納多位專家與決策者的意見，因此多年來廣為學術界和實務界所使用。

AHP 是一種將複雜的問題系統化的方法，其特色是將複雜的決策問題建構成層級架構的型式(圖 2-12)，將影響因素間的複雜關係有系統的連結，由高層級的評估準則往低層級的評估項目逐一分解，直到最下層的待選方案，並透過量化的方式進行綜合評估，來獲得客觀之決策結果(Saaty, 1980)。總括來說，AHP 目的在處理不確定因素下且具有多個評估準則的問題，利用有系統的拆解、成對比較、量化比較結果以減輕思考負擔，再整合量化後的數據獲得權重關係，用以協助決策者判斷策略優劣並降低策略錯誤的風險。

根據 Saaty (1980)研究指出，分析層級程序法的應用領域包含有決定優先順序、產生替代方案、選擇最佳方案、決定需求、資源分

配、預測結果或風險評估、衡量績效、系統設計、確保系統穩定、最佳化、規劃、解決衝突等 12 類問題。

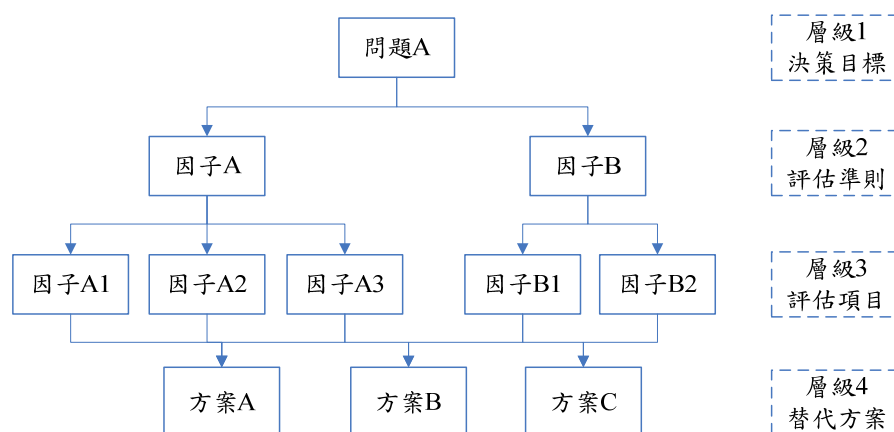


圖 2-12 AHP 階層式架構示意圖

### 2-4-1-1 模糊層級分析法

Saaty 的 AHP 在多準則決策中操作容易且被廣泛使用，但人類對於尺度的看法具有相當大的模糊空間，AHP 無法將其表現出來而成為最大的缺點，因此 AHP 方法被提出時，引起眾多學者的討論，也出現了不少改良後的方法，其中 Laarhoved 與 Pedrycz 兩位學者在 1983 年時，將模糊理論中模糊數的概念直接帶入 AHP 的成對比較矩陣中，發展出了模糊層級分析法(Fuzzy Analytic Hierarchy Process, FAHP)，解決傳統層級分析法中的主觀、模糊及不精確的問題。

Chen & Hwang (1992)認為模糊資料可用模糊語意或模糊數表示，再將決策者所回答之語意變數，轉為相對應的模糊數，他們利用八種模糊語意對照而成的轉換尺度表，讓決策者在使用上有系統且較為方便。

本研究在運用 FAHP 時，將利用 [Chen & Hwang \(1992\)](#)所提出的模糊語意對照表並減少評估尺度，以符合問卷受訪者的習慣，而填寫後的問卷選項將轉化為三角模糊數，並代入模糊互補判斷矩陣進行運算，此方法能解決 AHP 法應用在明確（非模糊）決策上、不對稱尺度衡量問題、人類對事物認知的不確定因素等問題。

後續本研究以 FAHP 評估電子儀器之造形特徵權重，依據所得到的結果排序，作為品質機能展開法之顧客需求，探討顧客選購電子儀器產品時應著重哪一部份之造形特徵，提供產品造形設計之參考依據。

## 2-4-2 品質機能展開法

品質機能展開法(Quality Function Deployment, QFD)是以顧客的想法為出發點，使用矩陣及量化或質化的技術，系統化之步驟將顧客需求結合成可定義且可測量之產品功能之方法([Bicknell & Bicknell, 1995](#))。

一完整的品質機能展開方法可以將顧客籠統的描述性需求，運用一連串的相關矩陣找出相關因子後，轉換成有效的設計資訊，讓產品設計流程在初始階段有明確方針可依循。一個產品完整的品質機能展開共包括了四個階段，如圖 2-13 所示，分別為：1.產品規劃(Product planning)或品質屋(House of quality)；2.零件展開(Part deployment)；3.製程規劃(Process planning)；4.生產規劃(Production planning)。對於工程人員而言，可透過此四階段的流程，將顧客需求落實於產品設計與製造過程中，以提供企業在產品開發時程，適時推出符合顧客需求的產品 ([Hauser, 1993](#))。



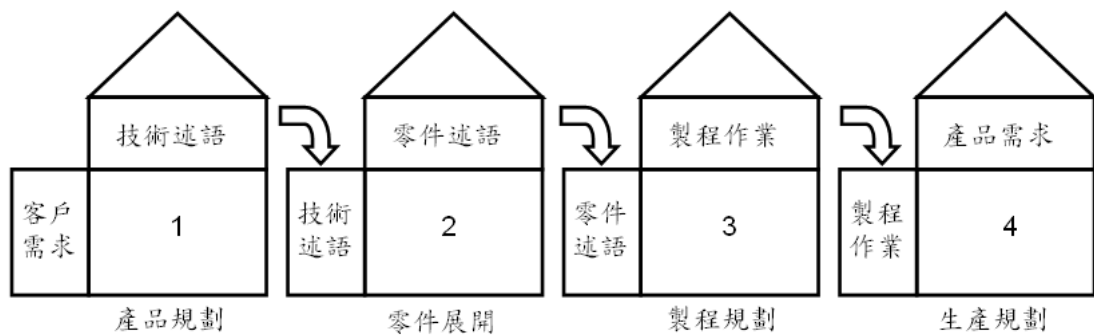


圖 2-13 品質機能展開發展階段

然而對於工業設計人員而言，於產品造形設計階段，絕大部份是由設計者在腦中進行黑箱，以個人經驗去創造形體，在顧客導向的需求下，設計師更應該瞭解顧客對於產品的造形重點需求項目，因此本研究希望將造形設計階段與 QFD 融合，形成完整的設計規劃流程。

#### 2-4-2-1 模糊品質機能展開

模糊品質機能展開法(Fuzzy Quality Function Deployment, FQFD)即是結合 Fuzzy Theory 與 QFD 之研究方法。QFD 可以將市場需求或顧客需求轉換成輔助決策的工具，而基礎理論即是建立在「量化」與「質性」的消費者研究中。故探究到底，QFD 不單單僅是分析需求，同時也包含著決策過程。因此在運算過程中利用模糊數取代關係矩陣中的明確數值，可增加結果的可靠度。

經由 FQFD 相關文獻探討，一般將模糊理論使用於兩種層面，(1) 求取顧客需求權重值時導入 FAHP 的概念；(2) 顧客需求與技術需求的關係矩陣。國內相關的 FQFD 研究匯整如下：

王信雄(2007)結合模糊理論與品質機能展開，幫助企業瞭解顧客對產品的需求，有系統的將其轉換成工程上的特性，並有效的解決非量化和語意值的資料，增加產品開發設計的便利性與準確性。

翁明珠，蕭瑞民，蔡澄雄(2009) 建立一個完整的模糊數學規劃模式，在產品設計的初級階段，協助品質機能展開人員決定最適的工程設計。研究中使用最大化「熵」的原理建構數學模式，在可行解區域中，找到一組資訊量最大化的權重，這種求解權重法可解決主觀評估過程的不一致現象。

呂國勝(2008)以模糊品質機能展開法應用於整建廠商評選，研究中指出 QFD 有其侷限性，如：在專家評選過程中，意見表達上隱含模糊性或不明確性，造成在評選過程中無法發揮應有效益，因此提出將顧客需求轉換成模糊語意來解讀，可避免錯失或誤判訊息。

由上述文獻可知，利用模糊數在顧客需求與技術需求間的關係矩陣中，的確能有效增加運算結果的可靠度，以及量化人類語意模糊的不確定性。

### 2-4-3 模糊綜合評價

本研究使用模糊理論中的模糊綜合評價(Fuzzy Synthetic Evaluation Model, FSEM)方式，進一步作資料的模糊運算及分析。FSEM 是根據所給的評價標準和實測值，經過模糊變換後對事物作出評價的一種方法。

FSEM 運算流程說明如圖 2-14 所示(郭幸萍，2009; Wu, et al., 2004)，其運算步驟首先需發展問題的階級式架構，以畫組織圖之方式將研究所欲探討之關鍵因素由上往下以組織圖的方式呈現，問題

層級之多寡視研究之目的及研究變項而定；第二步驟為決定各項因素的評比標準，此步驟將各構面因素的重要性測量之語意變數以三角模糊數來測量；第三步驟為評估組織績效結果，以所有的構面因素來評估組織的績效；第四步驟為計算組織整體績效結果(Overall Effectiveness Measure, OEM) (公式 2.3)，此步驟依序需先考量各構面因素權重集，乘上各個組織的評估因素績效，加總後以用來計算整體績效三角模糊數。

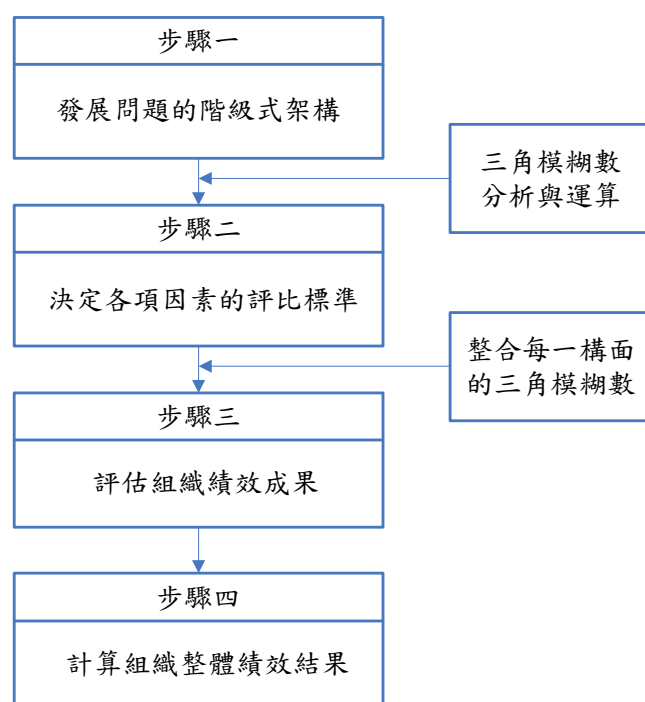


圖 2-14 模糊綜合評價運算流程圖

$$OEM_i = (PM_{ij} \otimes W_1) \oplus (PM_{ij} \otimes W_2) \oplus \dots \oplus (PM_{ij} \otimes W_n) \quad (2.3)$$

$OEM_i$ ：第  $i$  個組織的整體績效

$PM_{ij}$ ：第  $i$  個組織的第  $j$  個評估因素之績效

$W$ ：各評估因素之權重值

本研究參考以上步驟，運用模糊綜合評價作為最終案例驗證，達到完整模糊決策下之造形設計。

## 第三章 產品造形改良模式

本研究模式期能幫助設計者從事造形設計時，確保朝向顧客需求思考。本章節分三大階段，分別為：造形特徵資料庫與基礎原形產生、套用造形文法與特徵變化法則推導，以及模糊決策分析與評估，如圖 3-1 所示。

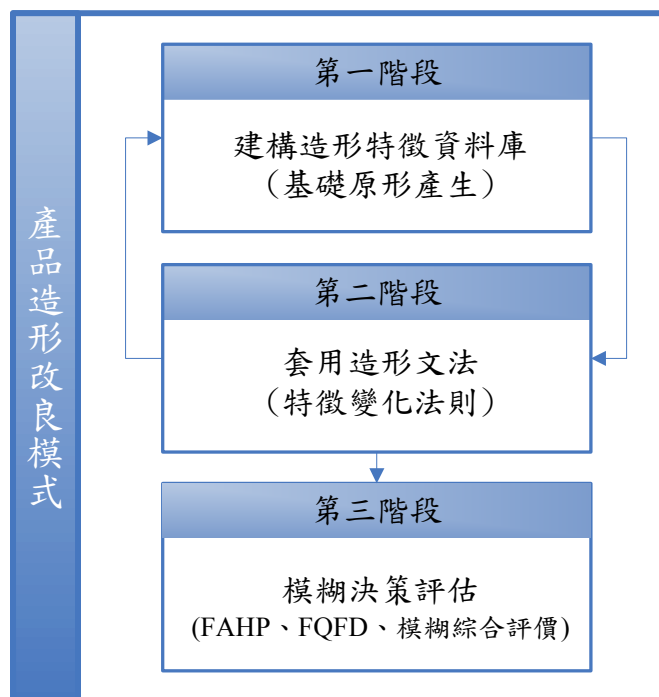


圖 3-1 產品造形改良模式說明圖

### 3-1 第一階段：建構造形特徵資料庫

本階段首先蒐集現有產品樣本，分析造形項目與類目後，產生基礎原形與色彩搭配之參考手法，以建構電子儀器造形特徵資料庫為目標，詳細步驟說明如下。

### 3-1-1 蒐集樣本

首先由【附錄一】生產手持式電子儀器主要廠商中，透過網路、書籍與目錄等相關媒介，針對手持式電子儀器廣泛的收集，蒐集產品正面圖片並且去背處理，共挑選 70 款作為本研究之樣本，如【附錄二】。

### 3-1-2 分析造形項目

針對目前市面上的手持式電子儀器，分析現有產品的樣式型態，解析其構成的基本造形特徵元素，並且參考 2-1-1 節與電子儀器具具有相似外型之先前研究，關於行動電話、電子產品的特徵分類，以及【附錄三】初步專家訪談，將電子儀器造形特徵分為「造形要素」、「視覺介面」與「色彩搭配」三大主項目。

- (1) 「造形要素」可再細分為機身比例、螢幕比例、按鍵形式和按鍵排列四大部份。此部份於電子儀器造形設計上，主要根據功能情況而定，有一定限制與規則。
- (2) 「視覺介面」可再細分為外觀輪廓、螢幕裝飾、按鍵形狀、分割裝飾和介面裝飾五大部份。此部份對於設計者而言有很大發揮空間，是影響整體視覺感受的關鍵特徵項目。
- (3) 「色彩搭配」可再細分為機身本體色彩、螢幕裝飾色彩、介面裝飾色彩、分割裝飾色彩、按鍵本體色彩和按鍵字體色彩六大部份。由於過往大部分造形相關研究僅針對產品形態作探討，而色彩也是影響整體造形的重要特徵，本研究希望能夠達到較完整的造形設計，因此將色彩部份加入其中探討。

最後整理歸納電子儀器的造形特徵項目表，共 4+5+6=15 組造形項目(表 3-1)，再將組成電子儀器的重點元素挑出：外觀輪廓、螢幕裝飾、按鍵排列、按鍵形狀、機身字體、分割裝飾和介面裝飾七大部分，作為後續造形特徵資料庫之主要項目(圖 3-2)。

表 3-1 造形特徵項目表

主項目	次項目
造形要素	機身比例
	螢幕比例
	按鍵形式
	按鍵排列
視覺介面	外觀輪廓
	螢幕裝飾
	按鍵形狀
	分割裝飾
	介面裝飾
色彩搭配	機身本體色彩
	螢幕裝飾色彩
	介面裝飾色彩
	分割裝飾色彩
	按鍵本體色彩
	按鍵字體色彩



圖 3-2 手持式電子儀器主要造形特徵說明

### 3-1-3 歸納造形類目

將所蒐集的電子儀器 70 個樣本，再藉由【附錄三】焦點小組討論方式，依照造形特徵項目表分類的十五組特徵，分別進行 KJ 法，將較相近的造形分堆排列整理，經過命名後形成造形特徵類目，作為後續基礎原形樣本依據。

KJ 法是日本川喜田二郎 (Kawakita Jiro, 1986) 博士，進行野外調查結果之數據予以整理，所研究開發出來的方法，其名稱係取自川喜田二郎博士英文名字的第一個字母，又稱親和圖法 (Affinity diagram)、A 型圖解法。是把複雜而沒有頭緒的觀念或事實，依其相互間的親和性加以歸納統合，使之間的關係明朗化之手法。其可將不同性質的資料予以歸納整理，並以階層的形式表達，有利於打破現狀來進行創造性思維，步驟如下說明：



1. 進行此分群法前，應先確認分群的對象，也就是搜集到多方資訊所有的樣本，建立多方的標籤圖(造形項目)。
2. 將標籤內所有的樣本，依內容或性質相近者予以集合起來，並賦予該集合一個統整的名稱，由於第一點中雜亂的標籤細項中有許多重複或相似度高者，故必須經由此分群過程的刪減及統一後，即可獲得第二層(造形類目)。

在十五組造形項目之下，七十個樣本經過 KJ 法分群後，可初步得到細項類目，整理如【附錄四】。再將相似度高者經過第二次分群，得到共  $3+4+2+4+4+4+4+2+3+2+3+3+4+6+6=54$  組造形類目(表 3-2)，於 3-1-4 節列舉詳細說明。

表 3-2 造形特徵項目與類目表

主項目	次項目及編號	類目
造形要素	機身比例 (As)	寬形(2:1)
		適中形(2.5:1)
		長形(3:1)
	螢幕比例 (Bs)	正方形(1:1)
		矩形(4:3)
		寬形(16:9)
		立式矩形(3:4)
	按鍵形式 (Df)	外凸
		平面

	按鍵排列 (C)	垂直排列	
		向心排列	
		三角排列	
		工字排列	
視覺介面	外觀輪廓 (A)	凹形	
		凸形	
		直線形	
		特殊形	
	螢幕裝飾 (B)	直線框形	
		弧線框形	
		大面積形	
		凹凸幾何	
	按鍵形狀 (D)	方形	
		弧形	
		三角形	
		依循其他構件	
	分割裝飾 (E)	邊框分割	
		U形分割	
		矩形分割	
	介面裝飾 (F)	整體裝飾	
		下部裝飾	
	色彩搭配	機身本體色彩 (Ca)	單一深暗
			單一明亮

















	螢幕裝飾色彩 (Cb)	灰階+暖色系
		灰階+冷色系
		灰階配色
	介面裝飾色彩 (Cf)	灰階+暖色系
		灰階+冷色系
		灰階配色
	分割裝飾色彩 (Ce)	灰階+暖色系
		灰階+冷色系
		灰階配色
		類似色
	按鍵本體色彩 (Cd)	類似色
		對比色
		互補色
		灰階+單色
		純灰階
其他		
按鍵字體色彩 (Ct)	灰底黑白紅黃字	
	黑底白黃藍字	
	藍底黑白字	
	綠底黑白字	
	黃底黑白字	
	紅底白字	


































### 3-1-4 產生基礎原形

不包含色彩搭配，在四組造形要素、五組視覺介面項目與三十組類目之下，各有不同的表現手法，可再整理取出具代表性的樣本，作為基礎原形。方法上，透過 3D 軟體( Pro/Engineer )進行造形元素建構，再藉由平面軟體( Adobe Illustrator、Adobe Photoshop )進行 2D 向量描繪與造形修改，以產生造形樣本的基礎形態。後續將以此基礎原形樣本，搭配造形文法研究其造形變化法則，完成造形特徵資料庫建構。

最後得出機身比例 3 種、外觀輪廓 9 種、螢幕比例 4 種、螢幕裝飾 8 種、按鍵排列 4 種、按鍵形式 2 種、按鍵形狀 8 種、分割裝飾 6 種與介面裝飾 5 種，共  $3+9+4+8+4+2+8+6+5=49$  種基礎原形，如表 3-3 所示。手持式電子儀器之造形特徵分析說明如下。

表 3-3 基礎原形一覽表

As 機身比例	As1 	As2 	As3 						
A 外觀輪廓	A1 	A2 	A3 	A4 	A5 	A6 	A7 	A8 	A9 
Bs 螢幕比例	Bs1 	Bs2 	Bs3 	Bs4 					



B 螢幕裝飾	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	
									
C 按鍵排列	C1	C2	C3	C4					
									
Df 按鍵形式	Df1	Df2							
									
D 按鍵形狀	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	
									
E 分割裝飾	E1	E2	E3	E4	E5	E6			
									
F 介面裝飾	F1	F2	F3	F4	F5				
									

### 3-1-4-1 機身比例(As)

機身長寬比大約位在 2:1~3:1 之間，樣本中也有 2.3:1 以及 2.8:1 比例，但為了後續系統建構，本研究以寬形(2:1)、適中形(2.5:1)和長形(3:1)(As1~As3)為主要基礎原形，能代表大多數樣本。經過專家訪

談後發現，機身比例取決於功能鍵數目，功能較少者選擇寬形，功能較多者則選擇長形，是以功能導向的造形項目，歸納如表 3-4。

表 3-4 機身比例(As)基礎原形歸納

類目	編號	基礎原形	部份相似樣本
寬形 (2:1)	As1		
適中形 (2.5:1)	As2		
長形 (3:1)	As3		

### 3-1-4-2 外觀輪廓(A)

外觀輪廓分為四類目：凹形、凸形、直線形和特殊形，各類目之中又有其不同的表現手法(A1~ A10)，本研究選出最具代表性樣本，以軟體描繪其輪廓線，作為外觀輪廓基礎原形樣本，如表 3-5 所示。其中 A10 直接歸納在 3-2-1 節特徵變化法則。整理說明如下：

#### 1. 凹形

A1：由上而下之曲線變化是微凸-微內凹-順下來。

A2：中段部份有腰身微微向內凹。

A3：由上而下之曲線變化是先直線-向內縮-順下來。

2. 凸形

A4：兩側輪廓線呈現微弧形。

A5：雙側微弧形，接續底部大圓弧。

A6：頂部大圓弧，接續雙側微弧形-順下來。

3. 直線形

A7：輪廓線四邊垂直。

A8：輪廓線左右垂直，頂部與底部圓弧形。

A9：手持形態，上方兩側直線或弧形-中間斷差-下方兩側直線。

4. 特殊形

A10：加入功能考量形態，如樣本 61、樣本 63、樣本 45、樣本 32有手部握持波浪線、為了放置偵測配備之樣本 50不對稱形。

表 3-5 外觀輪廓(A)基礎原形歸納

類目	編號	基礎原形	部份相似樣本
凹形	A1		
	A2		

	A3		
凸形	A4		
	A5		
	A6		
直線形	A7		
	A8		



	A9		
特殊形	A10	—	

### 3-1-4-3 螢幕比例(Bs)

螢幕比例分為四類目：正方形(1:1)、矩形(4:3)、寬形(16:9)和立式矩形(3:4)(Bs1~Bs4)，能代表大多數樣本，歸納如表 3-6。由於科技發展快速，早期產品多為細長寬形，缺點是不能顯示很多資訊，經過專家訪談後發現，顧客於螢幕比例的需求是越大越好，正方形(1:1)是近年來的趨勢，並且具有背光功能，能清楚看到量測數據。

表 3-6 螢幕比例(Bs)基礎原形歸納

類目	編號	基礎原形	部份相似樣本
正方形 (1:1)	Bs1		
矩形 (4:3)	Bs2		

寬形 (16:9)	Bs3		
立式矩形 (3:4)	Bs4		

### 3-1-4-4 螢幕裝飾(B)

螢幕裝飾為造形特徵中，設計者容易忽略，卻又極重要的細部設計，可歸納為四類目：直線框形、弧線框形、大面積形和凹凸幾何，各類目之中有其不同的表現手法(B1~ B8)，本研究選出最具代表性樣本，以軟體描繪與表達其裝飾設計，並加入模擬的產品型號字母，作為螢幕裝飾基礎原形樣本，如表 3-7 所示。歸納說明如下：

#### 1. 直線框形

B1：粗、細框線。

B2：框線加導角。

B3：框線加外部細節。

#### 2. 弧線框形

B4：直線框形之弧線變化。其中發現 TENMARS 及 AMPROBE 兩廠牌造形極相似。

#### 3. 大面積形

B5：延續至按鍵。

B6：不規則 Z 字形。









#### 4. 凹凸幾何

B7：平面下凹。

B8：導角。

表 3-7 螢幕裝飾(B)基礎原形歸納

類目	編號	基礎原形	部份相似樣本
直線框形	B1		
	B2		
	B3		
弧線框形	B4		

大面積形	B5		
	B6		
凹凸幾何	B7		
	B8		

### 3-1-4-5 按鍵排列(C)

按鍵排列主要依據功能需求而定，於內部 IC 程式設計時即已確定，如欲進行造形重新設計，必需符合排列規則，可歸納為四類目：垂直排列、向心排列、三角排列和工字排列(C1~C4)，如表 3-8 所示。歸納說明如下：

1. 垂直排列

C1：以直列或橫列，垂直為主。

2. 向心排列

C2：圍繞中心點。

3. 三角排列

C3：正三角或倒三角排列。

4. 工字排列

C4：工字形式，主要應用於長形(3:1)輪廓，上方可排成圓弧作為變化。

表 3-8 按鍵排列(C)基礎原形歸納

類目	編號	基礎原形	部份相似樣本															
垂直排列	C1	<table style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td>×</td><td>×</td><td>×</td></tr> <tr><td>×</td><td>×</td><td>×</td></tr> <tr><td>×</td><td>×</td><td>×</td></tr> </table>	×	×	×	×	×	×	×	×	×							
×	×	×																
×	×	×																
×	×	×																
向心排列	C2	<table style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td>×</td><td>×</td><td>×</td></tr> <tr><td></td><td>×</td><td></td></tr> <tr><td>×</td><td></td><td>×</td></tr> <tr><td></td><td>×</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>×</td></tr> </table>	×	×	×		×		×		×		×				×	
×	×	×																
	×																	
×		×																
	×																	
		×																

三角排列	C3		
工字排列	C4		

### 3-1-4-6 按鍵形式(Df)

按鍵形式與材料相關，可分為二類目：外凸和平面(Df1~Df2)，如表 3-9 所示。多數樣本為外凸形式，材質多為橡膠，使用時觸感柔軟、接觸面積大，較受顧客喜愛；而平面形式按鍵為塑膠材質，優勢為可透過印刷，在色彩、線條、字體樣式方面變化，亦或本研究可結合兩者優點，在按鍵造形設計上相互參考、融合。

表 3-9 按鍵形式(Df)基礎原形歸納

類目	編號	基礎原形	部份相似樣本
外凸	Df1		
平面	Df2		

### 3-1-4-7 按鍵形狀(D)

按鍵形狀分為四類目：方形、弧形、三角形和依循其他構件，各類目之中又有其不同形狀的表現手法(D1~ D9)，本研究選出樣本中最具代表性的按鍵(皆選擇外凸形式)，以軟體描繪其輪廓線，並加入模擬字體來作為按鍵形狀基礎原形樣本，如表 3-10 所示。其中 D9 直接歸納在 3-2-3 節特徵變化法則。整理說明如下：

#### 1. 方形

D1：正方形。

D2：矩形。

#### 2. 弧形

D3：圓形。

D4：橢圓形或半橢圓形。

D5：彈形或半彈形。

D6：有機形。

#### 3. 三角形















D7：三角形。

#### 4. 依循其他構件

D8：繞圓心之圓形組合。

D9：依機身形狀而變化的幾何裁剪，如、樣本 02、樣本 03、樣本 54、樣本 60的兩側按鍵曲線依照機身形狀而變化、樣本 04的第一排按鍵底邊依照螢幕裝飾形狀而變化。

表 3-10 按鍵形狀(D)基礎原形歸納

類目	編號	基礎原形	部份相似樣本
方形	D1		
	D2		
弧形	D3		
	D4		
	D5		
	D6		
三角形	D7		



依循其他 構件	D8		
	D9	—	

### 3-1-4-8 分割裝飾(E)

分割裝飾為造形特徵中，最容易被辨識之造形特徵，觸感可分成軟質與硬質，軟質之附加功能對機身有保護作用。而如何設計分割裝飾線亦為本研究重點目標之一，可歸納為四類目：邊框分割、U形分割和矩形分割，各類目之中又有其不同的表現手法(E1~E6)，本研究選出最具代表性樣本，以軟體描繪與表達其裝飾設計，作為分割裝飾基礎原形樣本，如表 3-11 所示。歸納說明如下：

#### 1. 邊框分割

E1：均勻邊框。

E2：上粗下細。

E3：上細下粗。

#### 2. U形分割













E4：長、短 U 形。

#### 3. 矩形分割

E5：上矩形。

E6：大面積的下變化矩形。

表 3-11 分割裝飾(E)基礎原形歸納

類目	編號	基礎原形	部份相似樣本
邊框分割	E1		
	E2		
	E3		
U 形分割	E4		
矩形分割	E5		
	E6		

### 3-1-4-9 介面裝飾(F)

又稱銘版裝飾，主要用於操作面版。介面裝飾在造形特徵中，扮演著承上啟下的角色，與按鍵以及螢幕互相搭配，可歸納為二類目：整體裝飾和下部裝飾，整體裝飾指的是從螢幕至按鍵連成一體；下部裝飾指的是操作按鍵之下的面版。各類目之中又有其不同的表現手法(F1~F5)，本研究選出最具代表性樣本，以軟體描繪與表達其裝飾設計，作為介面裝飾基礎原形樣本，如表 3-12 所示。歸納說明如下：

#### 1. 整體裝飾

F1：均一色。

F2：上下兩色。

F3：上下分開但具整體性。

#### 2. 下部裝飾

F4：矩形為主。

F5：倒三角形。

表 3-12 介面裝飾(F)基礎原形歸納

類目	編號	基礎原形	部份相似樣本
整體裝飾	F1		

	F2		
	F3		
下部裝飾	F4		
	F5		

### 3-1-5 色彩搭配手法

顏色能讓設計有更多的視覺享受與美感，並能加強設計裡元素的組織性與意義(Lidwell, Holden & Butler, 2011)。由於在電子儀器產品領域，不同企業有其標準色使用規範(Corporate Identification System, CIS)，所以本研究於造形重新設計時，色彩方面應考量目標顧客之需求，來表達企業一致性風格形象。本節以色彩搭配為主要探討，提供後續造形設計之參考，以下是常用的使用顏色準則：

#### 1. 顏色的數量：

大約限制在五種以內，因為大部份人的色覺有限，因此不需要把顏色當作是提供資訊的唯一方法。

#### 2. 顏色的搭配：

要獲得美麗的顏色組合，可利用以下四種方式：

- (1) 同一色相的配色：色相單純，利用明度、彩度變化達到調和。
- (2) 類似色相的配色：在色環上介於 30 度到 60 度的色彩，共通性強，配色穩定，易於調和(圖 3-3a)。
- (3) 對比色相的配色：在色環上介於 120 度到 150 度的色彩，差異較大，對比強，要以明顯的主從關係達到調和，可以利用面積對比或明度彩度變化調整(圖 3-3b)。
- (4) 互補色：在色環上 180 度的色彩，對比最強，除了調整面積對比或明度、彩度，也可以加上間隔色減低色彩衝突(圖 3-3c)。
- (5) 暖色系：色環上，從黃色到紅紫色是暖色(圖 3-3d)。
- (6) 冷色系：色環上，從紫色到黃綠色是冷色(圖 3-3d)。

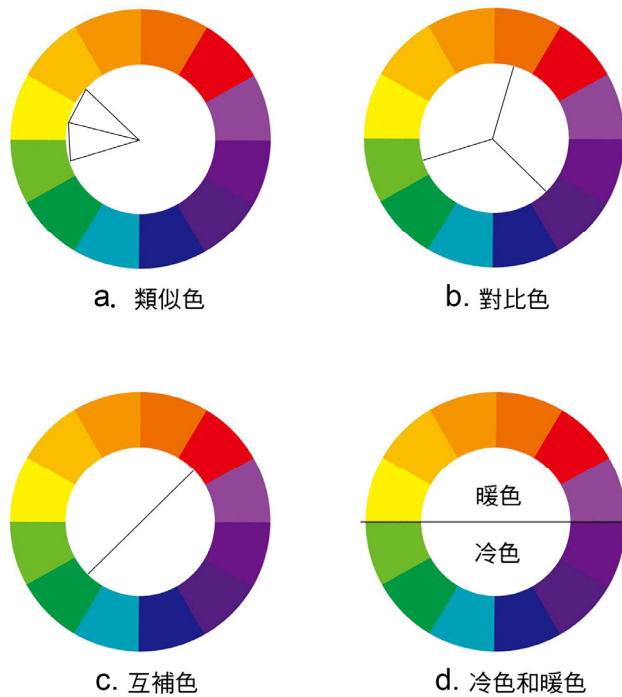


圖 3-3 色彩搭配說明

3. 象徵：






不同顏色對不同文化來說，有不同的意義。所以，針對顧客選用顏色之前，必須先確認選用的顏色色彩組合的意義，如表 3-13 所示。










































表 3-13 企業之代表色彩範例

企業名稱	FLUKE	AMPROBE
代表色彩	黃色	紅色
樣本		

在六組色彩搭配項目與二十四組類目之下，最後得出機身本體色彩 5 種、螢幕裝飾色彩 8 種、介面裝飾色彩 8 種、分割裝飾色彩 5 種、按鍵形狀色彩 6 種與按鍵字體色彩 14 種，共  $5+8+8+5+6+14=46$  種色彩搭配方式，各表現手法如表 3-14 所示，以瞭解各家廠商各造形特徵之於整體色彩上的運用，作為後續造形設計於色彩搭配時之參考依據。手持式電子儀器之色彩搭配說明如下：

表 3-14 色彩搭配一覽表

Ca	Ca1	Ca2	Ca3	Ca4	Ca5	
機身本體色彩						


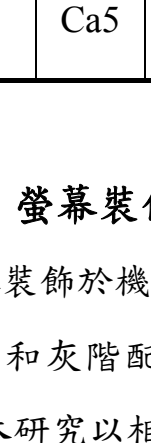

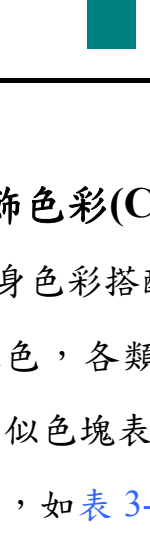



Cb 螢幕裝飾色彩	Cb1	Cb2	Cb3	Cb4	Cb5	Cb6	Cb7	Cb8
								
Cf 介面裝飾色彩	Cf1	Cf2	Cf3	Cf4	Cf5	Cf6	Cf7	Cf8
								
Ce 分割裝飾色彩	Ce1	Ce2	Ce3	Ce4	Ce5			
								
Cd 按鍵本體色彩	Cd1	Cd2	Cd3	Cd4	Cd5	Cd6		
								
Ct 按鍵字體色彩	Ct1	Ct2	Ct3	Ct4	Ct5	Ct6	Ct7	Ct8
								
	Ct9	Ct10	Ct11	Ct12	Ct13	Ct14		
								

### 3-1-5-1 機身本體色彩(Ca)

機身本體色彩可分為二類目：單一深暗和單一明亮，各類目之中又有其不同的色彩表現 (Ca1~ Ca5)，本研究以相似色塊表示，如

表 3-15 所示。

表 3-15 機身本體色彩(Ca)搭配

類目	編號	色彩搭配	部份相似樣本
單一深暗	Ca1		
單一明亮	Ca2		
	Ca3		
	Ca4		
	Ca5		

### 3-1-5-2 螢幕裝飾色彩(Cb)

螢幕裝飾於機身色彩搭配，可分為三類目：灰階+暖色系、灰階+冷色系和灰階配色，各類目之中又有其不同的色彩表現 (Cb1~Cb8)，本研究以相似色塊表示，左方大色塊為機身色彩，右方小色塊為螢幕裝飾色彩，如表 3-16 所示。



表 3-16 螢幕裝飾色彩(Cb)搭配

類目	編號	色彩搭配	部份相似樣本
灰階+ 暖色系	Cb1		
	Cb2		
灰階+ 冷色系	Cb3		
	Cb4		
	Cb5		
灰階配色	Cb6		
	Cb7		
	Cb8		

### 3-1-5-3 介面裝飾色彩(Cf)

介面裝飾於機身色彩搭配，可分為三類目：灰階+暖色系、灰階+冷色系和灰階配色，各類目之中又有其不同的色彩表現 (Cf1~Cf8)，本研究以相似色塊表示，左方大色塊為機身色彩，右方小色塊為介面裝飾色彩，如表 3-17 所示。

表 3-17 介面裝飾色彩(Cf)搭配

類目	編號	色彩搭配	部份相似樣本
灰階+ 暖色系	Cf1		
	Cf2		
	Cf3		
灰階+ 冷色系	Cf4		
	Cf5		
	Cf6		
灰階配色	Cf7		
	Cf8		

### 3-1-5-4 分割裝飾色彩(Ce)

分割裝飾於機身色彩搭配，可分為四類目：灰階+暖色系、灰階+冷色系、灰階配色和類似色，各類目之中又有其不同的色彩表現 (Ce1~ Ce5)，本研究以相似色塊表示，左方大色塊為機身色彩，右方小色塊為分割裝飾色彩，如表 3-18 所示。

表 3-18 分割裝飾色彩(Ce)搭配

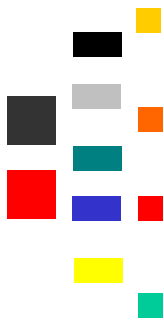

類目	編號	色彩搭配	部份相似樣本
灰階+ 暖色系	Ce1		
	Ce2		
灰階+ 冷色系	Ce3		
灰階配色	Ce4		
類似色	Ce5		

### 3-1-5-5 按鍵本體色彩(Cd)

按鍵本體色彩包含強調鍵色彩，按鍵於整體色彩搭配，可分為六類目：類似色、對比色、互補色、灰階+單色、純灰階和其他，各類目之中又有其不同的色彩表現 (Cd1~ Cd6)，本研究以相似色塊表示，左方色塊為機身色彩，中間色塊為主按鍵群色彩，右方色塊為

強調鍵色彩，如表 3-19 所示。

表 3-19 按鍵本體色彩(Cd)搭配











類目	編號	色彩搭配	部份相似樣本
類似色	Cd1		
對比色	Cd2		






互補色	Cd3		
灰階+ 單色	Cd4		
純灰階	Cd5		
其他	Cd6		


### 3-1-5-6 按鍵字體色彩(Ct)

按鍵字體於按鍵色彩搭配，可分為六類目：灰底黑白紅黃字、黑底白黃藍字、藍底黑白字、綠底黑白字、黃底黑白字、紅底白字，各類目之中又有其不同的色彩表現(Ct1~ Ct14)，本研究以相似色塊搭配字體顏色表示，如表 3-20 所示。

表 3-20 按鍵字體色彩(Ct)搭配

類目	編號	色彩搭配	部份相似樣本
灰底 黑白紅 黃字	Ct1		
	Ct2		
	Ct3		
	Ct4		
黑底 白黃藍字	Ct5		

	Ct6		
	Ct7		
藍底 黑白字	Ct8		
	Ct9		
綠底 黑白字	Ct10		
	Ct11		
黃底 黑白字	Ct12		
	Ct13		

紅底白字	Ct14		
------	------	---	--

### 3-2 第二階段：套用造形文法

由第一階段所產生之基礎原形，以造形發揮空間較大之五項視覺介面(外觀輪廓、螢幕裝飾、按鍵形狀、分割裝飾、介面裝飾)，套用造形文法來分析其特徵變化法則，建立所對應的規則。

文法規則命名方式，依據基礎原形的代號來編列，如表 3-21，*Rule* 代表「造形文法」， $f_n$  為「視覺介面的基礎原形編號」， $m$  代表分別在視覺介面項目中產生的「序號」。例如圖 3-5 中，A1 與造形差異最大的樣本之間，產生一種變化規則 Rule A1-01，A1 代表「外觀輪廓的基礎原形編號」，01 代表在外觀輪廓中，所產生的規則「第一條」，此文法的內容可套用於其他基礎原形，作為新造形的構想。

以下各小節利用圖片配合文字，說明各項文法產生方式以及所代表內容。

表 3-21 造形文法命名方式

命名規則	視覺介面項目	命名方式
$Rule f_1 f_2 \dots f_n - m$ $f_n$ ：基礎原形編號。 $m$ ：序號。 $(n=1,2\dots10 \quad m=1,2\dots9)$	外觀輪廓	Rule A1...A <sub>n</sub> - m
	螢幕裝飾	Rule B1...B <sub>n</sub> - m
	按鍵形狀	Rule D1...D <sub>n</sub> - m
	分割裝飾	Rule E1...E <sub>n</sub> - m
	介面裝飾	Rule F1...F <sub>n</sub> - m



### 3-2-1 外觀輪廓(A)變化法則

如圖 3-4 所示，外觀輪廓的左方、右方及下方線條分別為  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  線段；以水平線為中心，分為機身上部與下部；機身上方稱之為頂部；四個角稱之為 R 角。搭配表 3-22 基礎原形呈現，文法推導過程如圖 3-5~3-13 所描述，條列式整理如表 3-23。

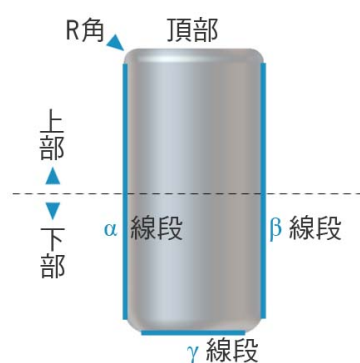


圖 3-4 外觀輪廓(A)造形文法名詞說明

表 3-22 外觀輪廓(A)基礎原形編號

編號	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
外觀輪廓									

Rule A1-01：兩線段( $\alpha$ 、 $\beta$ )上部之間與下部之間微微擴張。

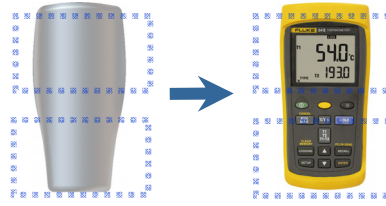


圖 3-5 Rule A1-01

Rule A1A9-02：兩線段( $\alpha$ 、 $\beta$ )上部之間微微擴張。

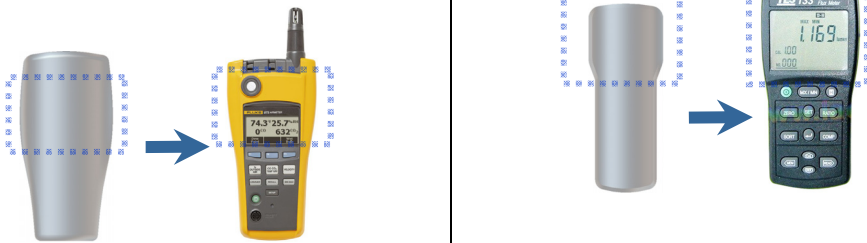


圖 3-6 Rule A1A9-02

Rule A2-03：兩線段( $\alpha$ 、 $\beta$ )下部之間微微擴張。



圖 3-7 Rule A2-03

Rule A2-04：兩線段( $\alpha$ 、 $\beta$ )的弧線微微拉直，上部與下部比例變化。

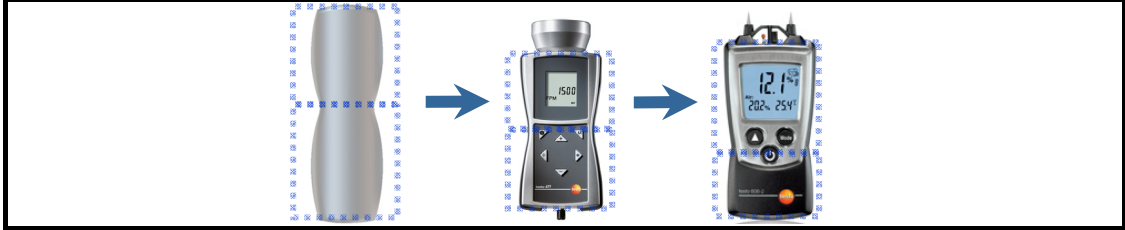


圖 3-8 Rule A2-04

Rule A2A9-05：兩線段( $\alpha$ 、 $\beta$ )內凹幅度與段差小。

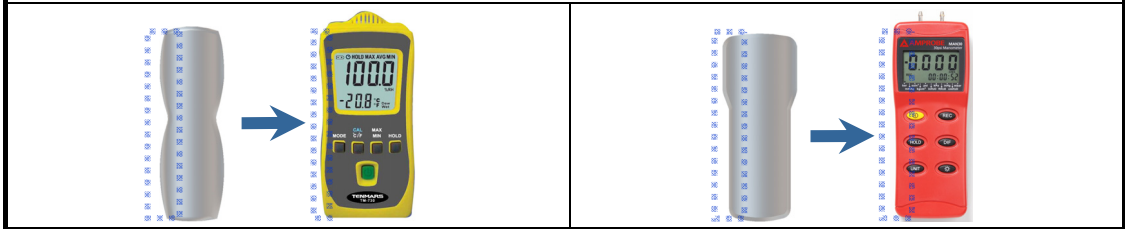


圖 3-9 Rule A2A9-05

Rule A3-06：R 角大小變化。



圖 3-10 Rule A3-06

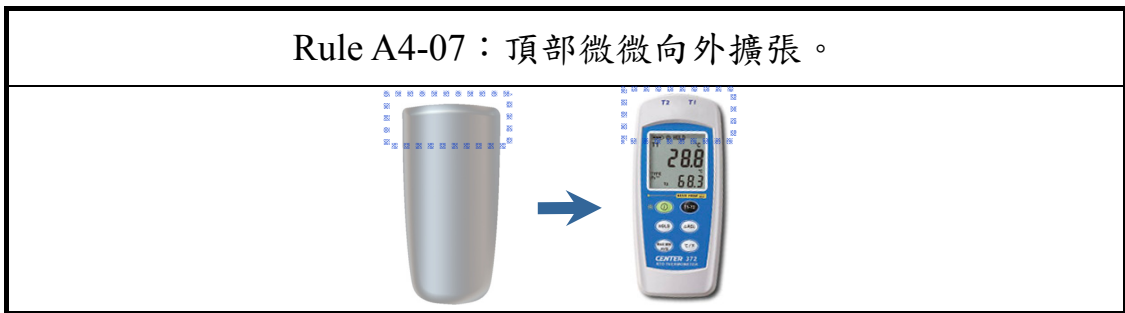


圖 3-11 Rule A4-07

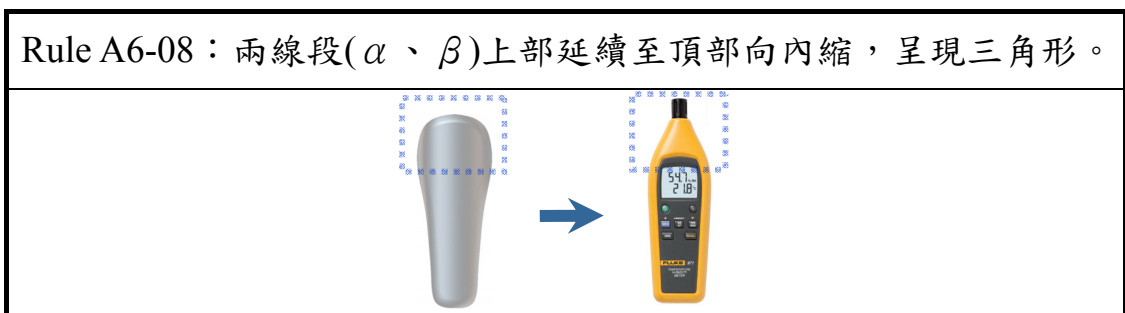


圖 3-12 Rule A6-08



圖 3-13 Rule A10-09

表 3-23 外觀輪廓(A)造形文法

文法命名	特徵變化法則說明
Rule A1-01	兩線段( $\alpha$ 、 $\beta$ )上部之間與下部之間微微擴張
Rule A1A9-02	兩線段( $\alpha$ 、 $\beta$ )上部之間微微擴張

Rule A2-03	兩線段( $\alpha$ 、 $\beta$ )下部之間微微擴張
Rule A2-04	兩線段( $\alpha$ 、 $\beta$ )弧線微微拉直，上部與下部比例變化
Rule A2A9-05	兩線段( $\alpha$ 、 $\beta$ )內凹幅度與段差小
Rule A3-06	R 角大小變化
Rule A4-07	頂部微微向外擴張
Rule A6-08	兩線段( $\alpha$ 、 $\beta$ )上部延續至頂部向內縮，呈現三角形
Rule A10-09	兩線段( $\alpha$ 、 $\beta$ )下部呈現波浪狀或鋸齒狀

### 3-2-2 螢幕裝飾(B)變化法則

如圖 3-14 所示，螢幕裝飾的左方、右方及下方線條分別為  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  線段；以水平線為中心，分為螢幕裝飾的上部與下部；螢幕裝飾的上方稱之為頂部；四個角稱之為 R 角；邊框稱之為框線。搭配表 3-24 基礎原形呈現，文法推導過程如圖 3-15~3-20 所描述，條列式整理如表 3-25。

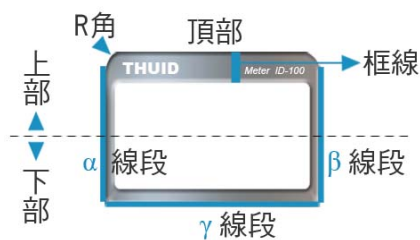


圖 3-14 螢幕裝飾(B)造形文法名詞說明

表 3-24 螢幕裝飾(B)基礎原形編號









編號	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
螢幕裝飾								



圖 3-15 Rule B1-01



圖 3-16 Rule B5-02

Rule B5-03 :  $\gamma$  線段傾斜。

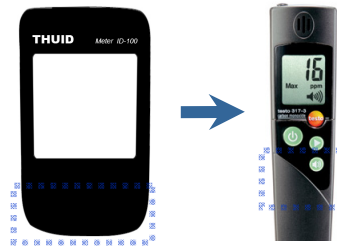


圖 3-17 Rule B5-03

Rule B8-04 : 兩側框線延伸。

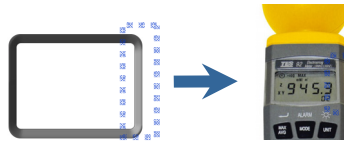


圖 3-18 Rule B8-04

Rule B8-05 : 導角後三線段( $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ )向外微微擴張。

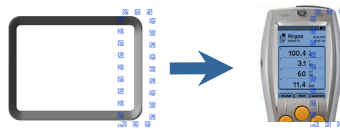


圖 3-19 Rule B8-05

Rule B8-06 : 框線導角大小變化。

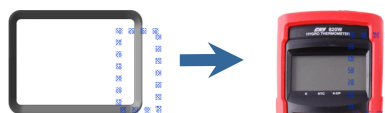


圖 3-20 Rule B8-06

表 3-25 螢幕裝飾(B)造形文法

文法命名	特徵變化法則說明
Rule B1-01	框線粗細變化
Rule B5-02	$\gamma$ 線段向外擴張，曲線變化
Rule B5-03	$\gamma$ 線段傾斜
Rule B8-04	兩側框線延伸
Rule B8-05	導角後三線段( $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ )向外微微擴張
Rule B8-06	框線導角大小變化

### 3-2-3 按鍵形狀(D)變化法則

如圖 3-21 所示，以按鍵形狀中心點為基準，水平線為 X 軸座標，垂直線為 Y 軸座標。搭配表 3-26 基礎原形呈現，文法推導過程如圖 3-22~3-27 所描述，條列式整理如表 3-27。

其中分析歸納樣本的「強調鍵」表現手法，包含(1)改變按鍵本體顏色；(2)改變按鍵字體顏色；(3)按鍵邊緣導角，可作為按鍵設計的參考方向。

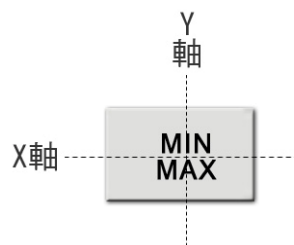










圖 3-21 按鍵形狀(D)造形文法名詞說明



表 3-26 按鍵形狀(D)基礎原形編號

編號	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
按鍵形狀								

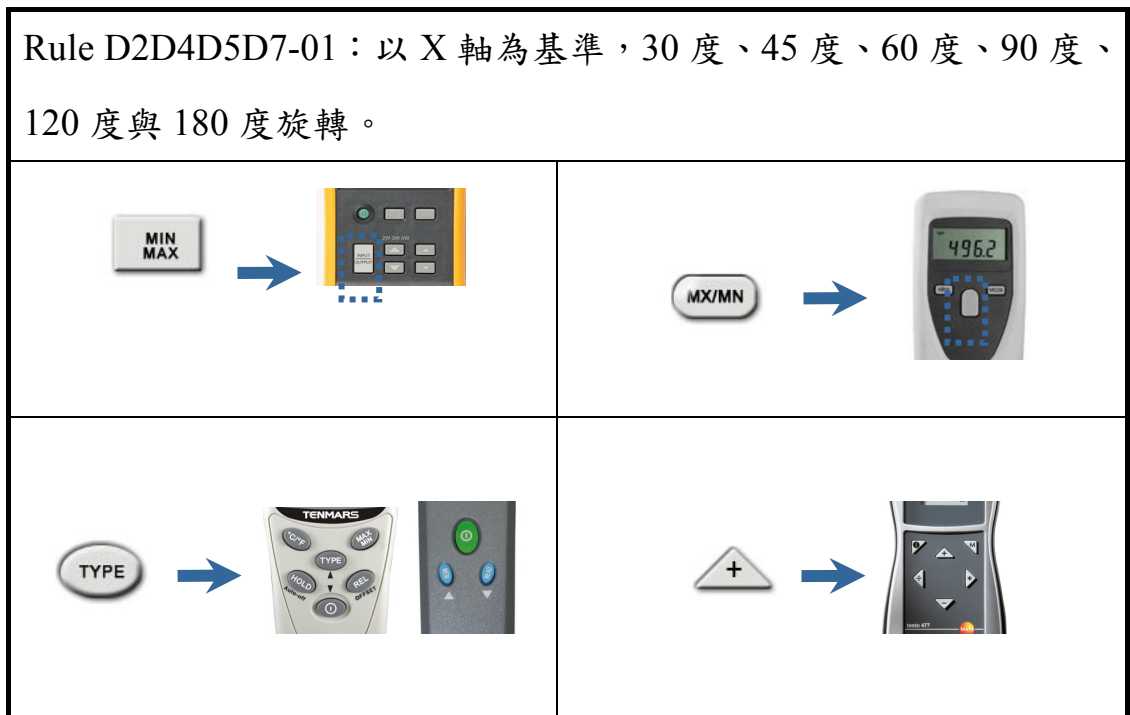


圖 3-22 Rule D2D4D5D7-01



圖 3-23 Rule D4D5-02

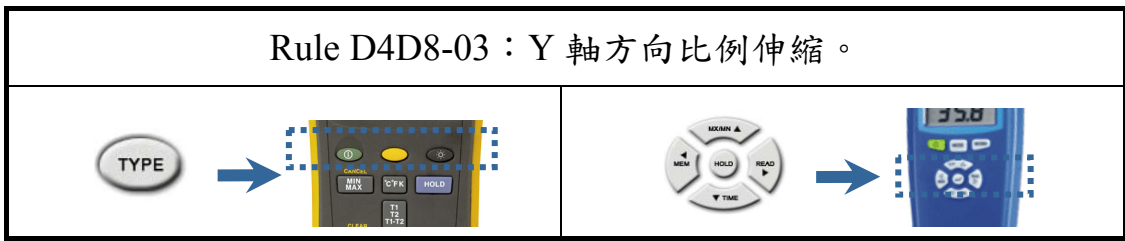


圖 3-24 Rule D4D8-03

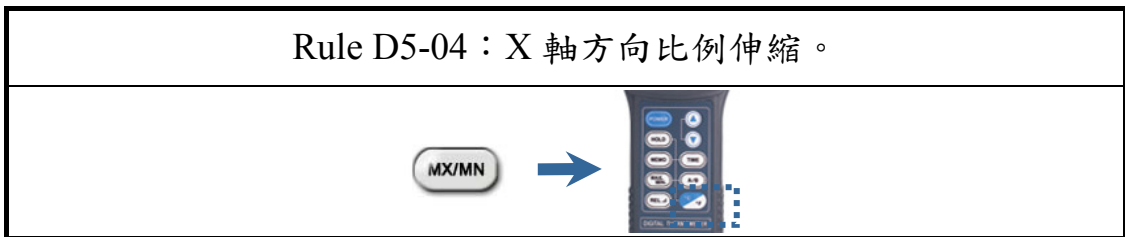


圖 3-25 Rule D5-04

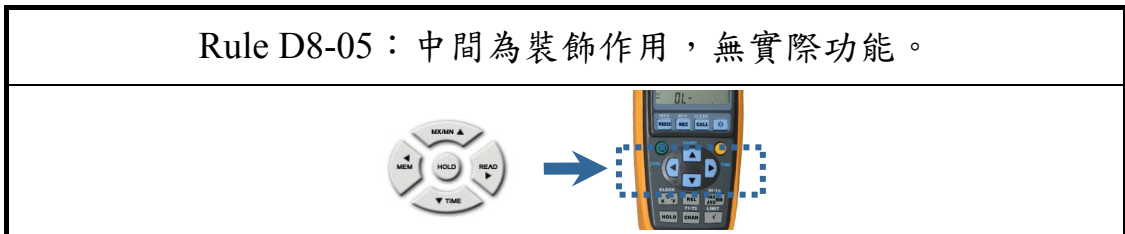


圖 3-26 Rule D8-05



圖 3-27 Rule D9-06

表 3-27 按鍵形狀(D)造形文法

文法命名	特徵變化法則說明
Rule D2D4D5D7-01	以 X 軸為基準，30 度、45 度、60 度、90 度、120 度與 180 度旋轉
Rule D4D5-02	沿 Y 軸對半切割
Rule D4D8-03	Y 軸方向比例伸縮
Rule D5-04	X 軸方向比例伸縮
Rule D8-05	中間為裝飾作用，無實際功能
Rule D9-06	沿外觀輪廓或螢幕裝飾幾何剪裁

### 3-2-4 分割裝飾(E)變化法則

如圖 3-28 所示，分割裝飾的左方、右方及下方線條分別為  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  線段；以水平線為中心，分為分割裝飾的上部與下部；分割裝飾的上方稱之為頂部；邊框稱之為框線。搭配表 3-28 基礎原形呈現，文法推導過程如圖 3-29~3-33 所描述，條列式整理如表 3-29。

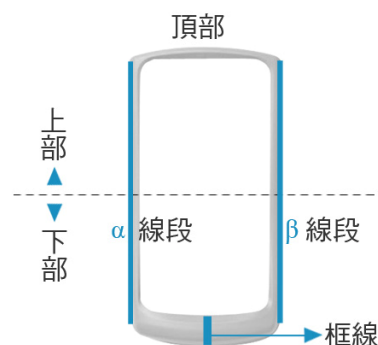


圖 3-28 分割裝飾(E)造形文法名詞說明

表 3-28 分割裝飾(E)基礎原形編號







編號	E1	E2	E3	E4	E5	E6
分割裝飾						



圖 3-29 Rule E1E4-01

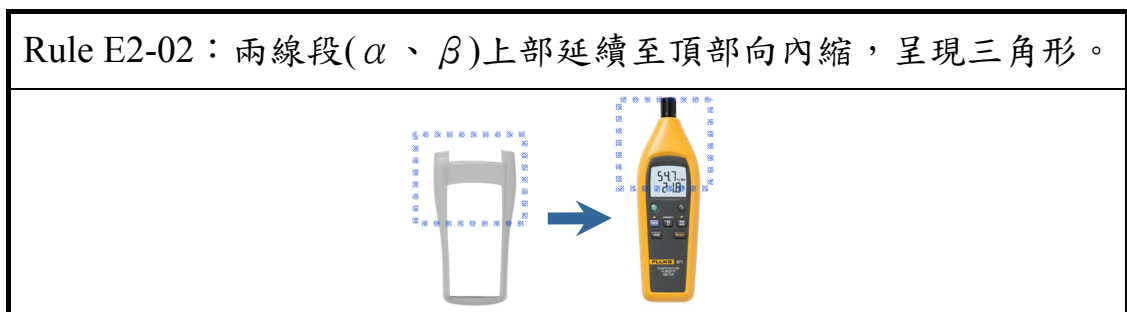


圖 3-30 Rule E2-02



圖 3-31 Rule E3-03



圖 3-32 Rule E4-04

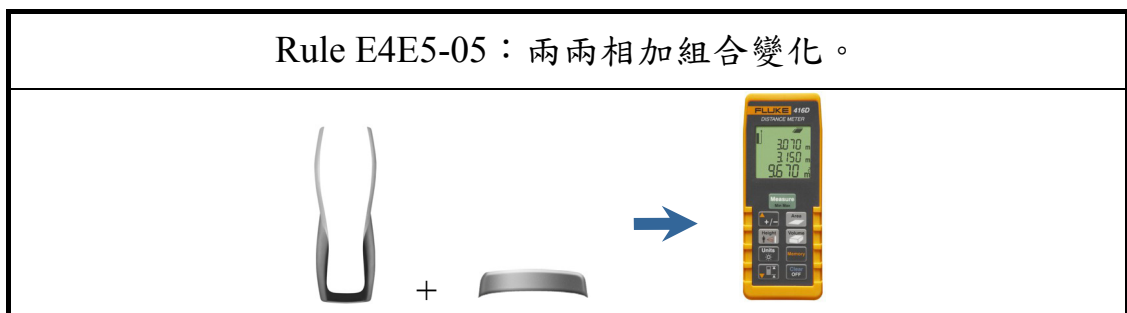


圖 3-33 Rule E4E5-05

表 3-29 分割裝飾(E)造形文法

文法命名	特徵變化法則說明
Rule E1E4-01	配合外觀輪廓，框線導角立體幾何變化
Rule E2-02	兩線段( $\alpha$ 、 $\beta$ )上部延續至頂部向內縮，呈現三角形
Rule E3-03	兩線段( $\alpha$ 、 $\beta$ )加入止滑凹痕設計
Rule E4-04	去除框線上部
Rule E4E5-05	兩兩相加組合變化。

### 3-2-5 介面裝飾(F)變化法則

如圖 3-34 所示，介面裝飾的左方、右方、下方及上方線條分別為  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 、 $\lambda$  線段；螢幕裝飾與介面裝飾的交介處稱之為  $\mu$  線段。搭配表 3-30 基礎原形呈現，文法推導過程如圖 3-35~3-36 所描述，條列式整理如表 3-31。

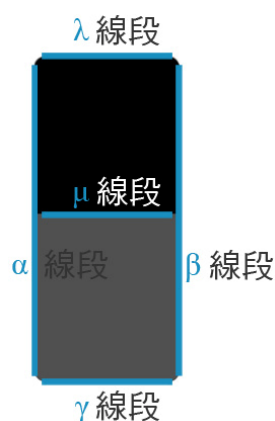


圖 3-34 介面裝飾(F)造形文法名詞說明

表 3-30 分割裝飾(F)基礎原形編號

編號	F1	F2	F3	F4	F5
介面裝飾					

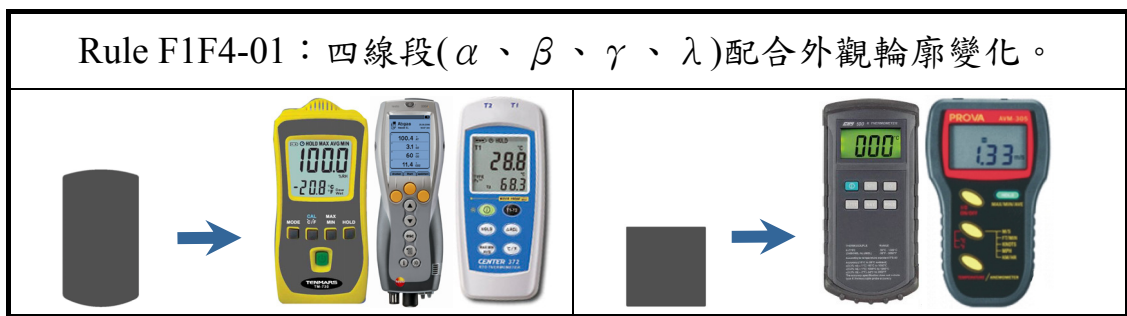


圖 3-35 Rule F1F4-01



圖 3-36 Rule F2-02

表 3-31 介面裝飾(F)造形文法

文法命名	特徵變化法則說明
Rule F1F4-01	四線段( $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 、 $\lambda$ )配合外觀輪廓變化
Rule F2-02	$\mu$ 線段加入 Z 形或 U 形設計

### 3-3 第三階段：模糊決策評估

由第二階段所分析推導共 28 條造形文法，作為後續 FQFD 之技術需求項目。而第三階段結合文獻所探討的設計方法，首先以 FAHP 專家問卷探討造形特徵權重，得到產品造形項目重要度排序，來輔助產品構想發展，接著透過 FQFD 數值運算以求取電子儀器造形設

計方針，最後利用 FSEM 驗證本研究流程是否成功。

### 3-3-1 造形特徵權重—FAHP 流程

本研究參考 [Chen & Hwang\(1992\)](#)提出之模糊語意變數表的第七類形式，將決策者所給予之語意變數值，轉換成三角模糊數([表 3-32](#))，並建立其相對應的三角模糊數隸屬度函數圖([圖 3-37](#))。

表 3-32 FAHP 模糊語意變數表

語意	尺度	三角模糊數
極不重要	1/5	(0,0,0.2)
不重要	1/4	(0,0.1,0.3)
頗不重要	1/3	(0,0.2,0.4)
稍不重要	1/2	(0.2,0.35,0.5)
同等重要	1	(0.3,0.5,0.7)
稍為重要	2	(0.5,0.65,0.8)
頗為重要	3	(0.6,0.8, 1)
重要	4	(0.7,0.9,1)
極度重要	5	(0.8,1,1)

資料來源：[Chen & Hwang \(1992\)](#)



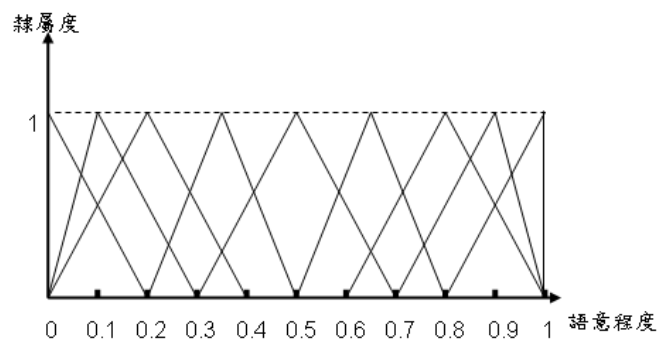


圖 3-37 三角模糊數隸屬度函數圖

### 3-3-1-1 建立三角模糊數互補判斷矩陣

當得到受測者每一次比較後的三角模糊數，接下來就是要建立這些三角模糊數之互補判斷矩陣  $\tilde{A} = (a_{ij})_{n \times n}$ ，建立方法與傳統 AHP 法的正倒值矩陣有所不同(湯永鴻，2009)，原本是將  $\tilde{a}_{ij}$  與對角線對稱的數值  $\tilde{a}_{ji}$  以  $1/a_{ji}$  來表示，但在互補的觀念中，對角線上對稱的兩元素之和為 1，因此對稱的數值  $\tilde{a}_{ji}$  應以  $1 - \tilde{a}_{ij}$  示之。所以當  $\tilde{a}_{ij} = (\alpha, \beta, \gamma)$  時， $\tilde{a}_{ji} = (1 - \gamma, 1 - \beta, 1 - \alpha)$ ，這裏要注意  $\tilde{a}_{ji}$  的三角模糊數最大值  $\gamma$  要與最小值  $\alpha$  對調。而在對角線上的數值也要由原本的 1 改為 0.5，也就是以  $(0.5, 0.5, 0.5)$  表示。

### 3-3-1-2 計算模糊互補判斷矩陣的模糊權重

這裡所指的模糊權重，是如同 Saaty 所指的「特徵向量」或稱「優先向量」，其模糊權重  $\tilde{W}_i$  計算方式如下：

1. 使用算術平均數集合所有受測者意見。公式如下。

$$\tilde{a}_{ij} = 1/q \otimes [\tilde{a}_{ij}^1 \oplus \tilde{a}_{ij}^2 \oplus \tilde{a}_{ij}^3 \oplus \dots \oplus \tilde{a}_{ij}^q] = \left[ \frac{\sum_{k=1}^q a_{\alpha ij}^k}{q}, \frac{\sum_{k=1}^q a_{\beta ij}^k}{q}, \frac{\sum_{k=1}^q a_{\gamma ij}^k}{q} \right] \quad (3.1)$$

$\tilde{a}_{ij}$ ：群體模糊互補矩陣中第  $i$  列第  $j$  行的三角模糊數。

$q$ ：受測人數。

2. 計算模糊權重值。由於互補矩陣尚須滿足一致性，因此其求取模糊權重值公式如下(李柏年，2007)。

$$\tilde{w}_j = \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n \tilde{a}_{ij} + 1 - \frac{n}{2} \right) \quad (3.2)$$

$\tilde{w}_j$ ：第  $j$  項因素之模糊權重。

若  $\sum_{i=1}^n a_{ij} \leq \frac{n}{2} - 1$ ，則權重  $\tilde{w}_j$  會出現負值與零值，此即為 AHP 法

中的矩陣不滿足一致性，此時就需要重新檢查問卷內容。

### 3-3-1-3 解模糊化及正規化

由於上述所計算出之權重值為模糊權重值，為獲取關鍵成功因素之權重值，需透過解模糊化的過程，當權重之三角模糊數為  $\tilde{W}_i = (\alpha_i, \beta_i, \gamma_i)$  時，依公式(3.3)可得解模糊權重值  $dF_i$  的計算公式如下：

$$dF_i = [(\gamma_i - \alpha_i) + (\beta_i - \alpha_i)] / 3 + \alpha_i \quad (3.3)$$

而正規化  $NW_i$  之計算公式則如下所示：

$$NW_i = dF_i / \sum dF \quad (3.4)$$

### 3-3-1-4 層級串連及因素排序

將最下一層因素  $i$  的權重乘以上一層相關因素之權重，乘至第一層目標時，所得之數值或百分比，即是此一因素  $i$  之整體權重值。這些相乘得來的整體權重值，我們要依權重大小將之排名，第一名代表此因素最為重要，以下次之，依此類推，最後整個因素層級就能確立。

### 3-3-2 造形特徵與造形文法關係矩陣—FQFD 流程

品質機能展開著重在顧客的期望或要求，依據顧客特定之要求與期望，把它們轉換成工程規格。但由過往文獻得知，QFD 在產品「造形設計」上無法給予有效的參考依據，因此本研究在品質機能展開的運用範圍，是以「造形特徵項目」為論點的轉換，把 QFD 的核心價值—顧客需求，轉換為分析與「造形文法」的交互關係，以得出符合顧客需求的造形設計方針。

應用上重點有二，其一為將顧客需求(Whats)轉化為「造形特徵」，其二為將技術需求(Hows)轉化為「造形文法」。

品質屋組成分為六大部分，如圖 3-38 所示，分述如下：

1. 設定對象( Who )：確定所面對的顧客為何者。
2. 顧客需求( Whats )：顧客對於造形特徵項目的偏好。
3. 需求評估( Who vs. Whats )：顧客需求之優先順序。
4. 技術需求( Hows )：造形文法之特徵變化法則。
5. 關係矩陣( Whats vs. Hows )：建立造形特徵與造形文法關係。
6. 技術目標( How Much )：造形文法權重與重要性排序。

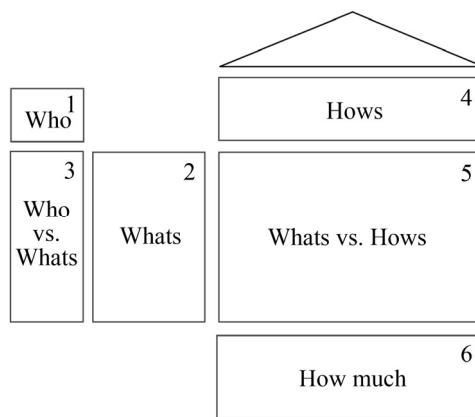


圖 3-38 品質屋組成與示意圖

FQFD 在執行上分為四個步驟，詳細實施方式如下。

### 3-3-2-1 造形特徵評估

本研究將「顧客」設定為國內外大量購買電子儀器之中游廠商，藉由間接的調查，於整體上更瞭解一般的消費大眾(Consumers)想法。由於國內製造廠商設計與生產產品後，經國內外中游廠商再銷售給使用者，因此於問卷上求助製造廠商之專家經驗，可得知中游廠商喜愛購買何種產品外觀，較受消費大眾歡迎，以節省問卷調查的時間與人力。

顧客需求通常可藉由訪談、問卷調查等方式求得，而本研究將所分析之造形特徵，視為 QFD 顧客需求項目。這些需求的重要性有程度上的區別。經過市場調查及顧客意見之反應，並針對顧客需求的每一項給予評分，代表該項需求對顧客的重要程度。所謂的評分，是基於比較產品之需求的項目間後所給予之分數，這部份將決定造形特徵權重以求得顧客需求的順序，讓設計者可以充分地了解顧客真正的期望。

### 3-3-2-2 建立與造形特徵相對應的造形文法

一般的 QFD 是根據顧客需求，由專業人員提出相對應的技術供給議題，項目包括產品零件、結構、相關法規、產品製程等。而本研究將所分析之造形文法，視為 QFD 技術需求項目。

### 3-3-2-3 建立關係矩陣與設定模糊語意

關係矩陣圖由焦點小組負責填寫，此關係矩陣要能正確的描述造形特徵和造形文法之間互相影響的程度。一般在完成顧客需求和技術需求之後，可將其 Whats 和 Hows 之間的關係以七分、五分、三分來表示 Whats 和 Hows 關係的強、中、弱，沒有符號表示兩者之間毫無關係(如表 3-33)。若矩陣中，有一列沒有任何記號，則表示要求品質所對應的品質要素尚未被找出，須找出尚未被考慮的品質要素，以使得每一列至少有一記號，若某一行中沒有任何符號，則表示品質要素是多餘而可加以刪除，因為它不影響任何要求品質。

表 3-33 關係矩陣範例表

技術需求(Hows) 顧客需求(Whats)	a	b	c	d	e
	A	3	3		7
B		5		3	3
C			7	5	

但在 FQFD 中之關係矩陣尺度設定上，由於無相關也具有不確定性，因此在計算過程中也將一併考慮進去。關係矩陣模糊語意之運算流程，其詳細設定如下：

在建立關係矩陣時 Whats 和 Hows 關係的強、中、弱、無以三角模糊數取代明確的零分、一分、二分、三分(表 3-34)，並建立其隸屬度函數圖(如圖 3-39)。在填表時僅需填入關係符號，而後運算再轉為三角模糊數。

表 3-34 FQFD 關係矩陣語意尺度

語意	尺度	三角模糊數	符號
無相關	0	(0,0,1)	—
弱相關	1	(0,1,2)	△
中相關	2	(1,2,3)	○
強相關	3	(2,3,3)	●

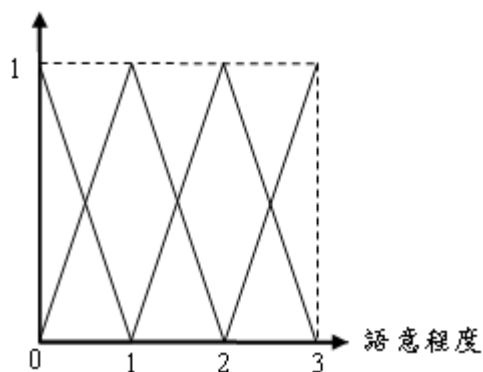


圖 3-39 關係矩陣隸屬度函數圖

### 3-3-2-4 求取技術目標

經過關係矩陣的計算排序後，了解哪些技術是最迫切需要的，以作為各項技術引進及資源分配考量的工具。研究中採用「計算絕對分數」的方式。計算公式如下。

$$T_j = \sum_{i=1}^n R_{ij} \times W_i \quad (3.5)$$

$T_j$ ：第  $j$  項技術需求的權重。

$R_{ij}$ ：關係矩陣。

$W_i$ ：第  $i$  項顧客需求權重。

以表3-35為例，可知技術d之權重為  $T_d = 7 \times 0.2 + 3 \times 0.5 + 5 \times 0.3 = 4.4$ 。

表 3-35 技術需求權重範例表

技術需求(Hows) \ 顧客需求(Whats)	a	b	c	d	e		
A	3	3		7	3	0.2	需求 評估 (Whys)
B		5		3	3	0.5	
C			7	5		0.3	
技術需求權重 (How Much)	0.6	3.1	2.1	4.4	2.1		

當所有技術需求權重值計算出之後，可將其排序以決定造形文法使用的優先順序，幫助設計者於造形設計上的發想。

### 3-3-3 模糊綜合評價—方案選擇流程

事物本身如包含多種評選因素，綜合評估就更為困難。本研究應用模糊理論針對此一情形運用相對應的公式，參考蔡彥祺(2008)模糊綜合評價法則，建立被評判事物的因素集以及評判集，再應用相關公式進行計算，以得到三個方案評選的最終結果排序。

#### 3-3-3-1 建立因素集

為建立評估產品造形改良模式結果的因素集，本研究將採用整體造形、色彩搭配、生產成本與後續發展四項作為評估的因素，即  $U=(\text{整體造形、色彩搭配、生產成本、後續發展})$ 。「整體造形」指外觀輪廓、螢幕裝飾、分割裝飾、按鍵形狀、介面裝飾等視覺介面的整體感受評估；「色彩搭配」指機身本體色彩、螢幕裝飾色彩、介面裝飾色彩、分割裝飾色彩、按鍵本體色彩、按鍵字體色彩等造形特徵之間的配色評估；「生產成本」指對於量產而言，所需成本高低的評估；「後續發展」指實驗樣本的造形於後續發展適合度評估。

#### 3-3-3-2 決定評判集

接著建立評判集，本研究參考 Liu(2011)提出之模糊語意變數表，將受測者所給予之語意變數值，轉換成三角模糊數(表 3-36)，用來評估研究結果的評判集為「優、良、普、差、劣」，即  $V=(\text{優、良、普、差、劣})$ 。也就是根據整體造形、色彩搭配、生產成本、後



續發展四項目，分別作優、良、普、差、劣五個語意尺度的評比。

表 3-36 FSEM 模糊語意變數表

語意	三角模糊數
優(Very good)	(0.8,1,1)
良(Good)	(0.6,0.8,1)
普(Average)	(0.4,0.6,0.8)
差(Poor)	(0.2,0.4,0.6)
劣(Very poor)	(0,0,0.2)

資料來源：Liu(2011)

### 3-3-3-3 決定權重值

此步驟為決定因素集的權重，研究將採用專家訪談的方式直接調查，並將所得到的權重值正規化，計算公式如下：

$$\sum_{i=1}^n a_i = 1, a_i \geq 0 (i = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (3.6)$$

$$A = \frac{a_1}{u_1} + \frac{a_2}{u_2} + \frac{a_3}{u_3} + \dots + \frac{a_n}{u_n} = \{a_1, a_2, a_3, \dots, a_n\} \quad (3.7)$$

### 3-3-3-4 進行模糊綜合評價

根據評判問卷的結果，得到評判矩陣  $R$ ，接著使用算術平均數集合所有受測者意見，公式如下：

$$\tilde{R} = \begin{pmatrix} r_{11} & \cdots & r_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & \cdots & r_{mn} \end{pmatrix}$$

$$\tilde{r}_{ij} = \frac{1}{q} \otimes [\tilde{r}_{ij}^1 \oplus \tilde{r}_{ij}^2 \oplus \tilde{r}_{ij}^3 \oplus \dots \oplus \tilde{r}_{ij}^q] = \left[ \frac{\sum_{k=1}^q r_{\alpha ij}^k}{q}, \frac{\sum_{k=1}^q r_{\beta ij}^k}{q}, \frac{\sum_{k=1}^q r_{\gamma ij}^k}{q} \right] \quad (3.8)$$

$\tilde{r}_{ij}$ ：群體模糊評判矩陣中第  $i$  列第  $j$  行的三角模糊數。

$q$ ：受測人數。

假設評估對象為  $A$ 、 $B$ 、 $C$  三方案，首先將評判矩陣  $R$  拆解成  $R_A$ 、 $R_B$ 、 $R_C$  三模糊數矩陣，以表 3-37 為例， $(\alpha_a, \beta_a, \gamma_a)' = A_a \times [\alpha_a \beta_a r_a]$ ，並且利用公式 (3.3) 解模糊化得到數值  $dF_a$ ，直行加總後即得到最終的評判結果  $Q$  值，可知  $A$  方案最終評判值  $Q_A = dF_a + dF_b + dF_c$ ，即代表該方案整體的評比結果，以驗證本研究之造形改良模式是否成功。

表 3-37 評判值結果範例表

$\tilde{R}_A = \begin{pmatrix} \alpha_a & \beta_a & r_a \\ \alpha_b & \beta_b & r_b \\ \alpha_c & \beta_c & r_c \end{pmatrix}$	因素集	因素權重	$R_A'$	解模糊化
	$U_a$	$A_a$	$(\alpha_a, \beta_a, \gamma_a)'$	$dF_a$
	$U_b$	$A_b$	$(\alpha_b, \beta_b, \gamma_b)'$	$dF_b$
	$U_c$	$A_c$	$(\alpha_c, \beta_c, \gamma_c)'$	$dF_c$
	評判值	$Q_A$		

## 第四章 實例驗證

本研究為了驗證所提出的模式及其方法，因此以實際案例來說明操作過程(圖 4-1)。研究中將運用推導出之產品造形改良模式對壓力計(Pressure Meter)提出兩款設計方向，最後與原設計進行模糊綜合評價比較優劣，統計結果作為評估研究流程是否成功，完整呈現本研究之理論與架構之可行性。

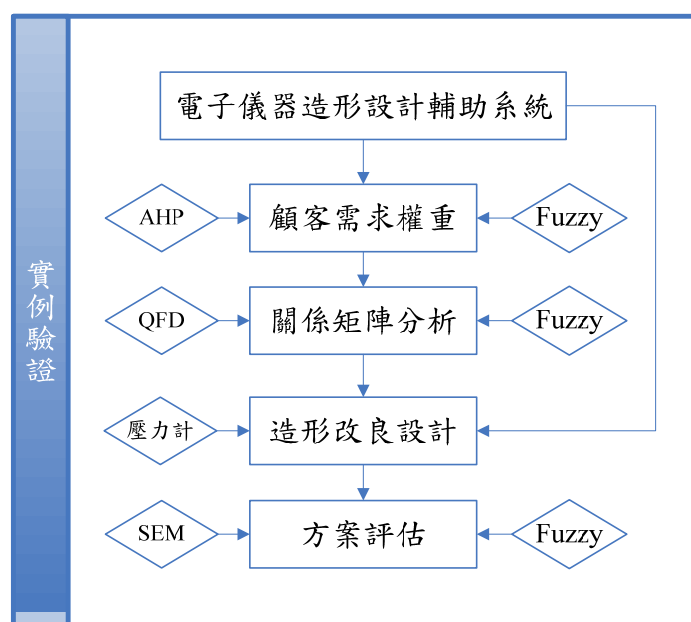


圖 4-1 實例驗證流程說明圖

### 4-1 電子儀器造形設計輔助系統

在完成 3-1-4 節基礎原形建構後，便進行造形設計輔助系統的介面設計，使用動畫軟體 Adobe Flash 中的程式語言 ActionScript 完成製作。Flash 之 ActionScript 是一種物件導向(Object-Oriented)的程式

語言，也就是以物件為中心來設定指令，適合本研究搭配基礎原形物件使用，具直覺式、互動式操作介面，並可作為與顧客溝通造形的橋樑。

Flash 具有操作簡單、使用介面人性化、檔案小而適合於網路上展示，及可開發複雜的應用程式等優點，讓設計者在造形構想階段，能「快速」產生電子儀器的參考造形，進行造形先行確認，開發人員於後續再依此建立 3D 模型。以下分別為輔助系統內的資料庫建構(物件)與介面操作說明。

#### 4-1-1 資料庫建構

配合基礎原形一覽表(表 3-3)與造形變化法則建構如下：

如圖 4-2 所示，由基礎原形 A1~A9 組成外觀輪廓資料庫，再由每一個基礎原形依機身比例 As1~As3 調整成寬形(2:1)、適中形(2.5:1)和長形(3:1)輪廓，共有  $9 \times 3 = 27$  個外觀輪廓物件。

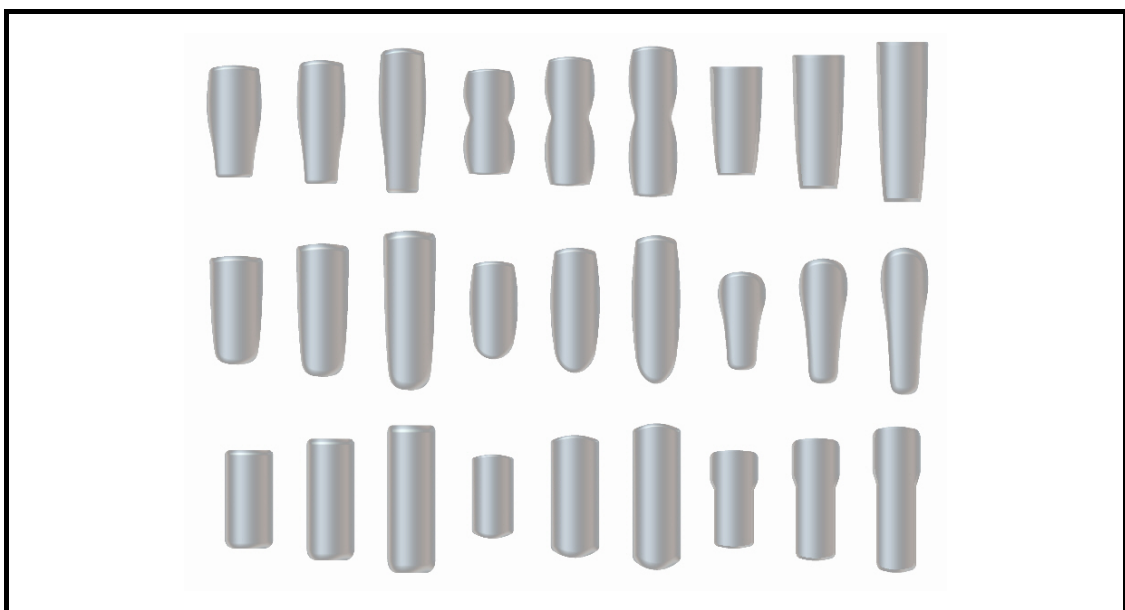


圖 4-2 二十七個外觀輪廓資料庫

如圖 4-3 所示，由基礎原形 B1~B8 組成螢幕邊框資料庫，再由每一個基礎原形依螢幕比例 Bs1~Bs4 調整成方形(1:1)、矩形(4:3)、寬形(16:9)和立式矩形(3:4)邊框，共有  $8 \times 4 + 4 = 36$  個螢幕邊框物件。

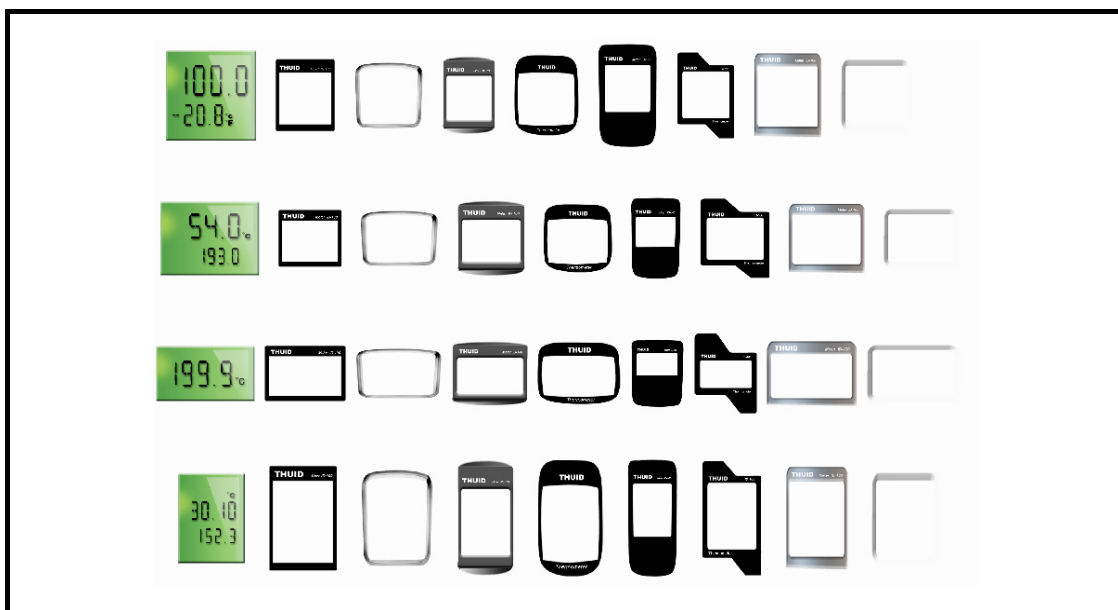


圖 4-3 三十六個螢幕邊框資料庫

如圖 4-4 所示，由基礎原形 C1~C4 組成按鍵排列資料庫，其中藍色部份可視為個別參考之形式，共有 4 個按鍵排列物件。

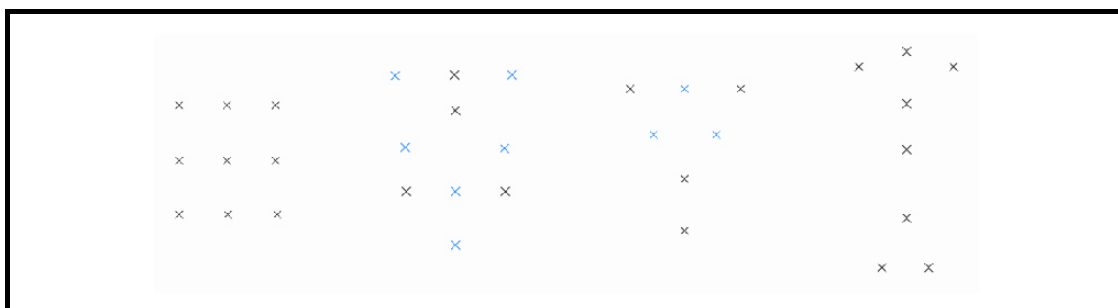


圖 4-4 四個按鍵排列資料庫

如圖 4-5 所示，由基礎原形 D1~D8 組成按鍵形狀資料庫，再分析【附錄二】樣本，衍生按鍵數目與其比例變化：D1 正方形 6 個；D2 矩形 9 個且衍生 6 個扁矩形、1 個立式扁矩形；D3 圓形 9 個且衍生 4 個小圓形；D4 橢圓形 4 個且衍生 4 個旋轉正負 30 度角、2 個立式扁橢圓、1 個大橢圓、6 個扁橢圓、6 個半橢圓；D5 彈形 4 個且衍生 6 個半彈形；D6 有機形 3 個並衍生 3 個 Y 軸鏡射；D7 配合 Rule D2D4D5D7-01 衍生 8 個三角形；D8 圓形組合 1 個，共有  $6+(9+6+1)+(9+4)+(4+4+2+1+6+6)+(4+6)+(3+3)+8+1=83$  個按鍵形狀物件。

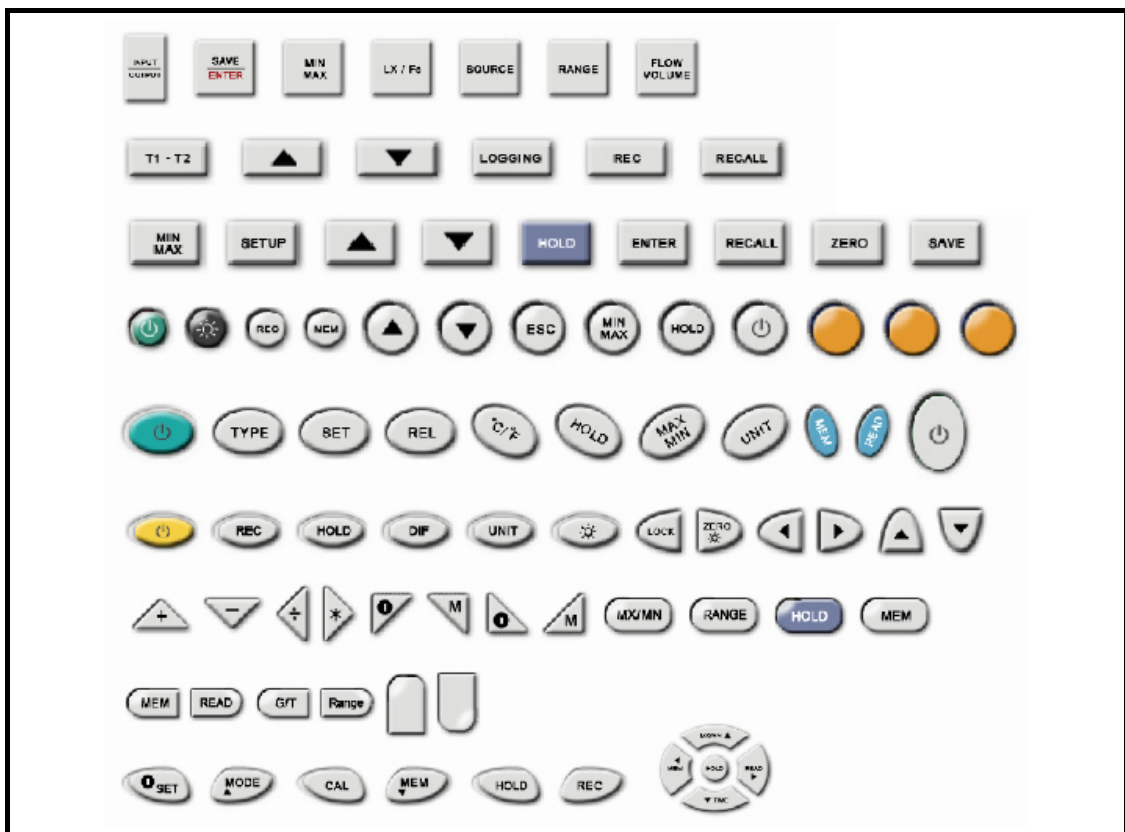


圖 4-5 八十三個按鍵形狀資料庫

如圖 4-6 所示，由基礎原形 E1~E6 組成分割裝飾資料庫，其中 E1 配合 Rule E1E4-01 衍生 5 個不同幾何形式的分割；E4 配合 Rule E4-04 衍生 3 個分割變化，共有  $5+1+1+3+1+1=12$  個分割裝飾物件。

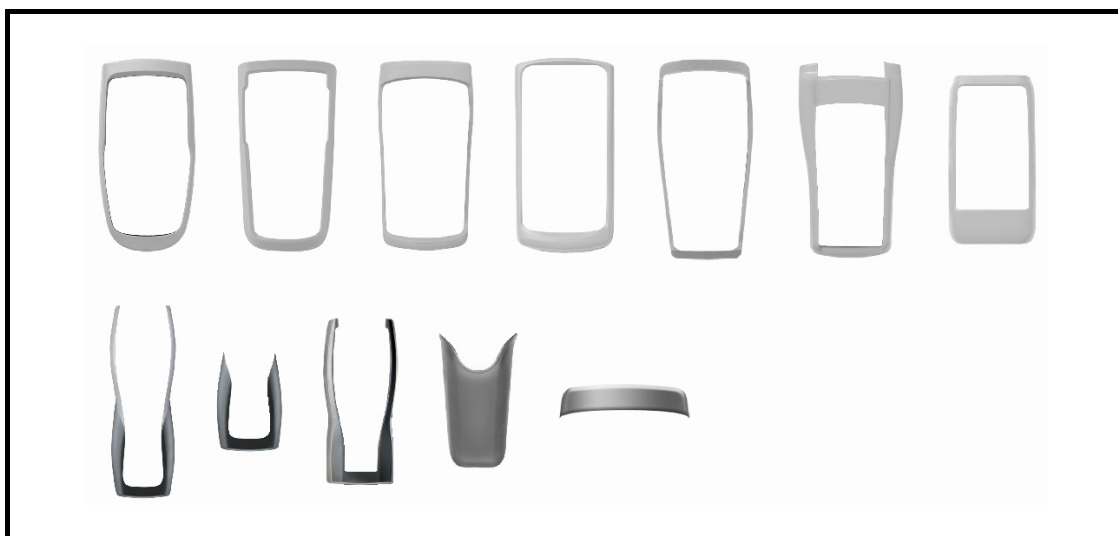


圖 4-6 十二個分割裝飾資料庫

如圖 4-7 所示，由基礎原形 F1~F5 組成介面裝飾資料庫，共有 5 個介面裝飾物件。

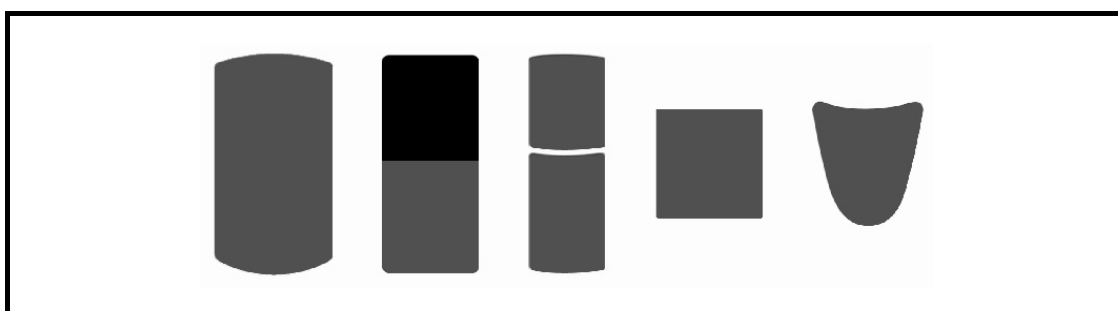


圖 4-7 五個介面裝飾資料庫

如圖 4-8 所示，由樣本取出機身常用字體組成機身字體資料庫，包含企業商標、產品名稱、產品型號及按鍵下的說明文字與符號，這些為不可或缺之資訊，設計時也要特別考量，為產品增添造形豐富性。共有 20 個機身字體物件。

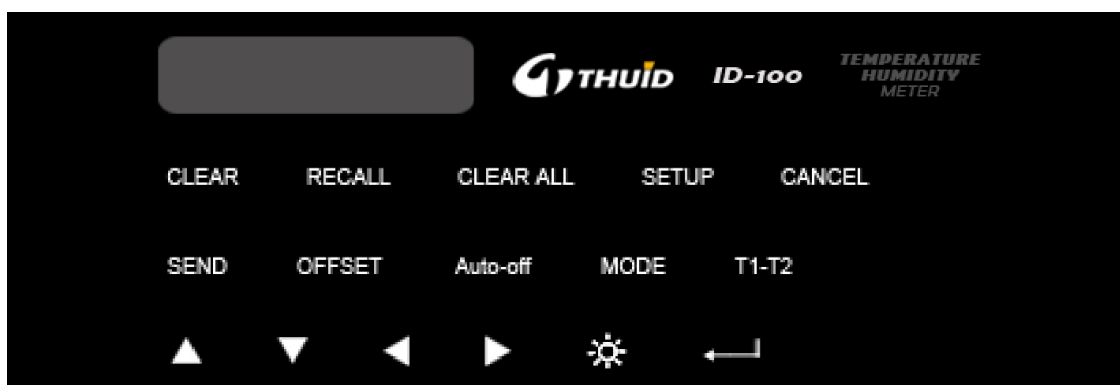


圖 4-8 二十個機身字體資料庫

#### 4-1-2 操作說明

本研究開發一個可為設計者進行造形引導之輔助系統，且應用 Flash 互動式介面提供顧客與設計者之間的雙向溝通。以下操作流程使用 ActionScript 程式設定物件動作，如【附錄六】所示。步驟如下：

1. 在圖 4-9 頁面上，透過開始畫面，可得知此系統屬性為何，並且點選箭頭至下一頁面(紅圈處)。



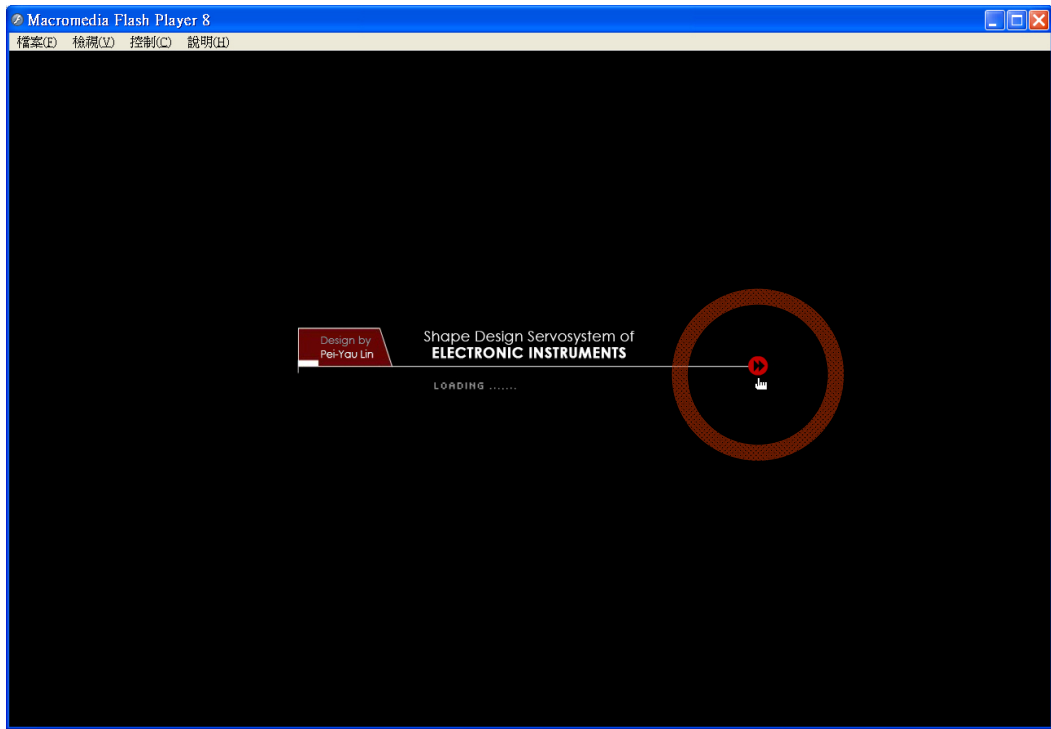


圖 4-9 造形設計輔助系統首頁

2. 在圖 4-10 頁面上，由左方「外觀輪廓」資料庫選取點選其一（紅圈處），以滑鼠拖曳方式自由控制物件的移動方向，放置右方空白處後，快按滑鼠左鍵停止拖曳（紅圈處）。

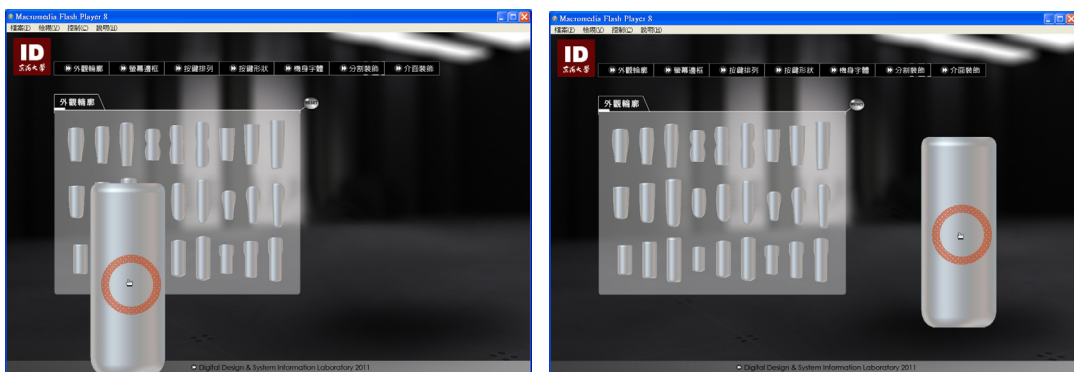


圖 4-10 外觀輪廓頁面

3. 在外觀輪廓頁面上，滑鼠移動到上方「螢幕邊框」時(紅圈處)，畫面會切換至該頁面屬性(圖 4-11)，再由圖 4-12 左方資料庫選取螢幕及邊框裝飾，拖曳至機身的適當位置(紅圈處)。



圖 4-11 頁面切換示意圖



圖 4-12 螢幕邊框頁面

4. 與上一步驟相同，切換至「按鍵排列」頁面，由資料庫選取其一後，拖曳至機身適當位置(紅圈處)，作為按鍵位置排列參考(圖 4-13)。接著切換至「按鍵形狀」頁面，由資料庫選取其一後，拖曳至排列參考點上放置(紅圈處)，重覆此動作直到按鍵設計完成(圖 4-14)。



圖 4-13 按鍵排列頁面



圖 4-14 按鍵形狀頁面

5. 在圖 4-15「按鍵形狀」頁面上，資料庫右方有拉桿，可調整按鍵大小及旋轉(紅圈處)，讓設計者自由控制按鍵呈現方式。



圖 4-15 按鍵形狀頁面拉桿示意圖

6. 回到「按鍵排列」畫面，點選「RESET」鈕來取消顯示物件，如圖 4-16 紅圈處所示。系統中所有頁面皆有重設鈕，可分次取消物件顯示來重新配置。

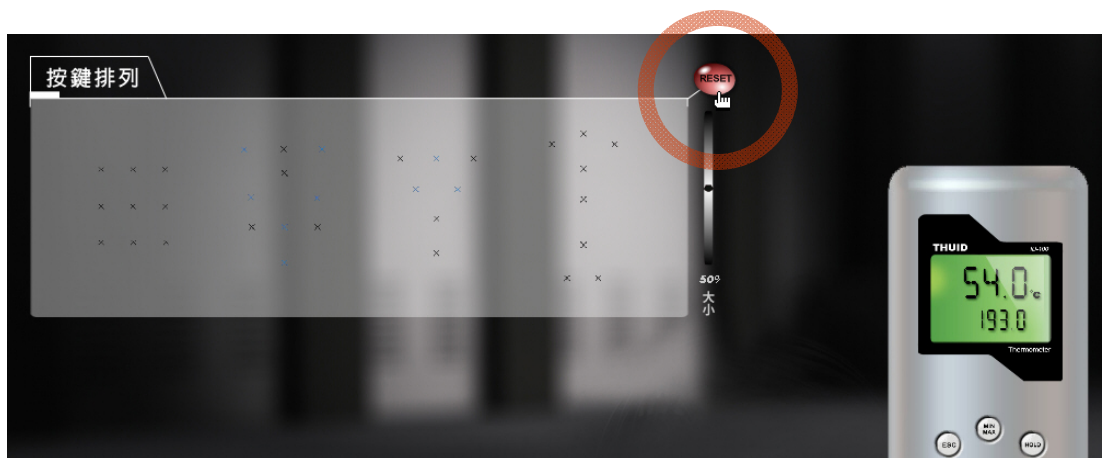


圖 4-16 按鍵排列頁面重設示意圖

7. 接續切換至「分割裝飾」頁面，由資料庫選取其後，拖曳至機身適當位置(紅圈處)(圖 4-17)，並控制資料庫右方拉桿，可調整物件 X 軸或 Y 軸縮放(圖 4-18)，以呈現整體的一致性。



圖 4-17 分割裝飾頁面



圖 4-18 分割裝飾頁面拉桿示意圖

8. 接續切換至圖 4-19 「介面裝飾」頁面，由資料庫選取其後拖曳至機身適當位置(紅圈處)。如需更換物件色彩，將滑鼠移動到上方「COLOR」鍵 (紅圈處)(圖 4-20)，畫面會切換至下一頁面(圖 4-21，再分別沿 Y 軸拖曳 R、G、B 三個圓點(紅圈處)，控制介面裝飾色彩。



圖 4-19 介面裝飾頁面



圖 4-20 更換介面裝飾顏色鈕



圖 4-21 更換介面裝飾顏色頁面

9. 最後切換至圖 4-22 機身字體」頁面，由資料庫選取其一，拖曳至機身適當位置(紅圈處)，重覆此動作直到機身字體設計完成。



圖 4-22 機身字體頁面

10. 反覆確認造形後，滑鼠點選頁面下方箭頭(紅圈處)(圖 4-23，畫面可切換至首頁，完成使用輔助系統，重新建構電子儀器造形之設計呈現(圖 4-24)



圖 4-23 回首頁示意圖

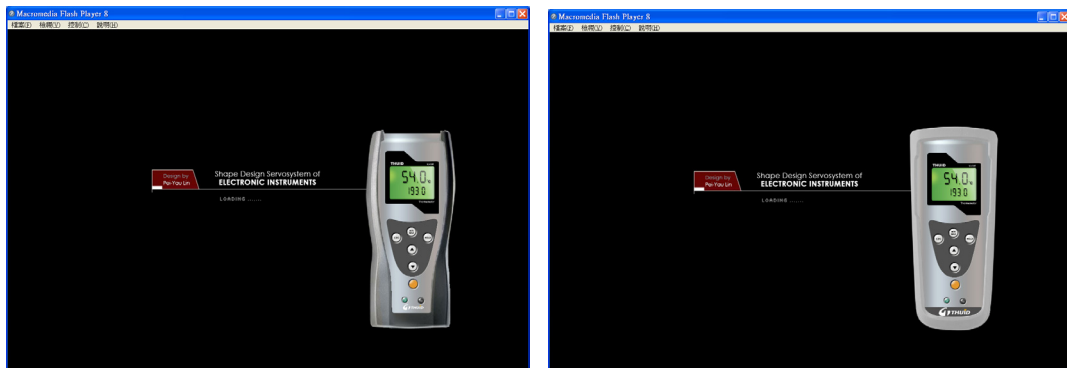


圖 4-24 電子儀器之造形呈現

11. 可進一步將系統發佈至網路，讓設計者、顧客、企業主使用網頁瀏覽，形成多向互動，達成有效溝通造形的介面，如圖 4-25 所示。



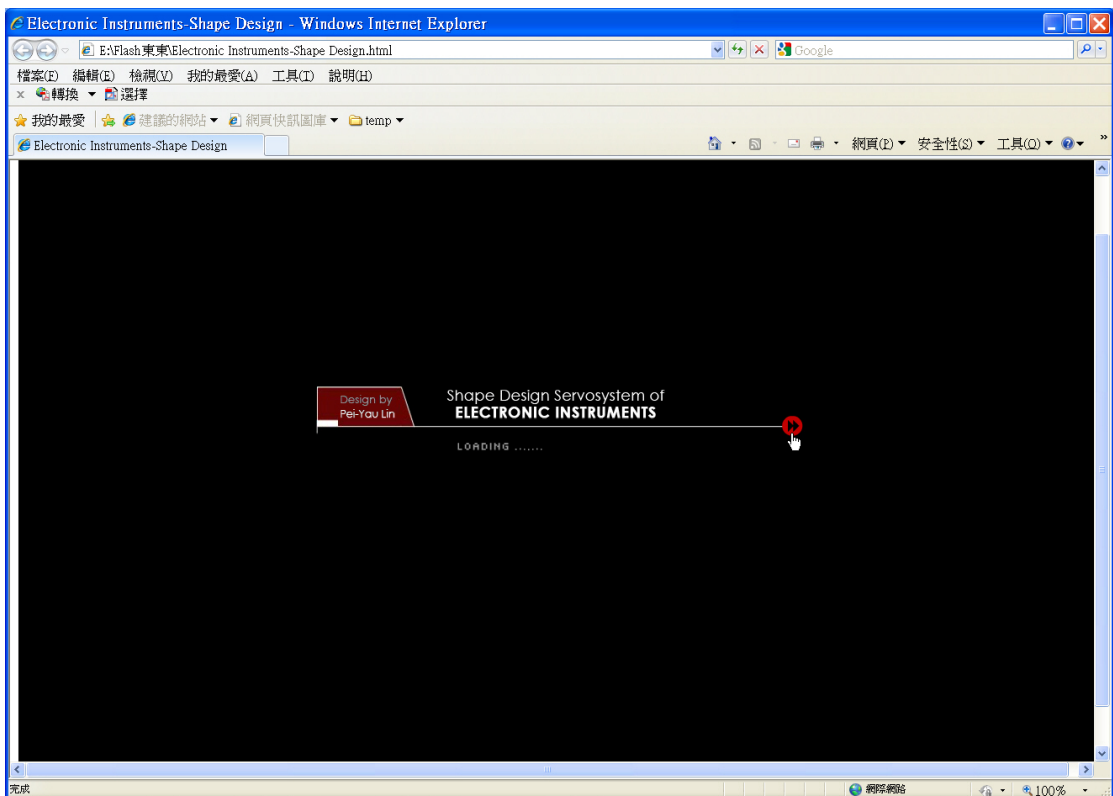


圖 4-25 發佈至網路示意圖

## 4-2 電子儀器造形特徵權重-FAHP

完成造形設計輔助系統後，接續調查顧客的造形需求權重，確保設計者能朝向顧客所需思考。由於手持式電子儀器的使用對象較為小眾，為避免意見過多而繁雜，故本研究以專家觀點調查顧客對於造形特徵重視與喜好程度。問卷發放對象之三位專家平均具有十年以上的儀器銷售與設計工作經驗，對於「中游廠商與顧客喜愛何種產品造形」方面有一定程度的瞭解。

因素與因素層級架構依顧客與廠商訪談後的結果匯整為欲研究之準則因素，填答前會先對專家解釋問卷選項。在問卷的層級架構中，依 3-1-3 節造形特徵項目與類目表，從十五項造形特徵項目中，

去除造形要素與色彩搭配：造形要素需配合內部機構設計；色彩搭配需由整體視覺設計而定。所分類的視覺介面(第一層)主要可分為五大主構面(第二層)，分別為「外觀輪廓」、「螢幕裝飾」、「按鍵形狀」、「介面裝飾」與「分割裝飾」。在「外觀輪廓」構面下又可分為三項次構面(第三層)，分別為「凹形」、「凸形」與「直線形」；在「螢幕裝飾」構面下又可分為四項次構面(第三層)，分別為「直線框形」、「弧線框形」、「大面積形」與「凹凸幾何」；在「按鍵形狀」構面下又可分為四項次構面(第三層)，分別為「方形」、「弧形」、「三角形」與「圓形組合」；在「介面裝飾」構面下又可分為二項次構面(第三層)，分別為「整體裝飾」與「下部裝飾」；而在「分割裝飾」構面下也可分為三項次構面(第三層)，分別為「邊框分割」、「U形分割」與「矩形分割」，本研究整理如表 4-1，問卷如【附錄五】。

表 4-1 視覺介面之層級架構

第一層(主構面)	第二層(主構面)	第三層(次構面)
視覺介面	外觀輪廓	凹形
		凸形
		直線形
	螢幕裝飾	直線框形
		弧線框形
		大面積形
		凹凸幾何

	按鍵形狀	方形
		弧形
		三角形
		圓形組合
	介面裝飾	整體裝飾
		下部裝飾
	分割裝飾	邊框分割
		U形分割
		矩形分割

本研究到此階段已得到造形特徵之層級分群表，能夠帶入後續所發展之品質機能展開的「顧客需求」之中，而為了能夠更深入的了解各造形特徵之間的重要度，接著進行其權重的運算，以使品質屋的建構能夠更為完善。而顧客需求語意又通常帶有模糊性質以及不確定性，評估上有一定的困難度，因此本研究藉助模糊層級分析法來評估各項造形特徵之間的重要度權重。

根據回收後之問卷結果，將三位專家(P1~P3)之意見，建立成對比較矩陣，並利用模糊語意變數表(表3-32)轉成模糊互補矩陣，數據如表4-2~4-7所示。

表 4-2 視覺介面需求之模糊互補矩陣

P1					
	外觀輪廓	螢幕裝飾	按鍵形狀	分割裝飾	介面裝飾
外觀輪廓	(0.5,0.5,0.5)	(0.3,0.5,0.7)	(0.6,0.8, 1)	(0.3,0.5,0.7)	(0.7,0.9,1)
螢幕裝飾	(0.3,0.5,0.7)	(0.5,0.5,0.5)	(0.6,0.8, 1)	(0.3,0.5,0.7)	(0.7,0.9,1)
按鍵形狀	(0,0.2,0.4)	(0,0.2,0.4)	(0.5,0.5,0.5)	(0.3,0.5,0.7)	(0,0.1,0.3)
分割裝飾	(0.3,0.5,0.7)	(0.3,0.5,0.7)	(0.3,0.5,0.7)	(0.5,0.5,0.5)	(0.7,0.9,1)
介面裝飾	(0,0.1,0.3)	(0,0.1,0.3)	(0.7,0.9,1)	(0,0.1,0.3)	(0.5,0.5,0.5)
P2					
	外觀輪廓	螢幕裝飾	按鍵形狀	分割裝飾	介面裝飾
外觀輪廓	(0.5,0.5,0.5)	(0.8,1,1)	(0.7,0.9,1)	(0.7,0.9,1)	(0.6,0.8, 1)
螢幕裝飾	(0,0,0.2)	(0.5,0.5,0.5)	(0.3,0.5,0.7)	(0,0.2,0.4)	(0.5,0.65,0.8)
按鍵形狀	(0,0.1,0.3)	(0.3,0.5,0.7)	(0.5,0.5,0.5)	(0,0.2,0.4)	(0.3,0.5,0.7)
分割裝飾	(0,0.1,0.3)	(0.6,0.8, 1)	(0.6,0.8, 1)	(0.5,0.5,0.5)	(0.6,0.8, 1)
介面裝飾	(0,0.2,0.4)	(0.2,0.35,0.5)	(0.3,0.5,0.7)	(0,0.2,0.4)	(0.5,0.5,0.5)
P3					
	外觀輪廓	螢幕裝飾	按鍵形狀	分割裝飾	介面裝飾
外觀輪廓	(0.5,0.5,0.5)	(0.8,1,1)	(0.3,0.5,0.7)	(0,0.2,0.4)	(0.2,0.35,0.5)
螢幕裝飾	(0,0,0.2)	(0.5,0.5,0.5)	(0.3,0.5,0.7)	(0,0.2,0.4)	(0.2,0.35,0.5)
按鍵形狀	(0.3,0.5,0.7)	(0.3,0.5,0.7)	(0.5,0.5,0.5)	(0.3,0.5,0.7)	(0.2,0.35,0.5)
分割裝飾	(0.6,0.8, 1)	(0.6,0.8, 1)	(0.3,0.5,0.7)	(0.5,0.5,0.5)	(0.3,0.5,0.7)
介面裝飾	(0.5,0.65,0.8)	(0.5,0.65,0.8)	(0.5,0.65,0.8)	(0.3,0.5,0.7)	(0.5,0.5,0.5)

表 4-3 外觀輪廓需求之模糊互補矩陣

P1			
	凹形	凸形	直線形
凹形	(0.5,0.5,0.5)	(0.2,0.35,0.5)	(0.7,0.9,1)
凸形	(0.5,0.65,0.8)	(0.5,0.5,0.5)	(0.7,0.9,1)
直線形	(0,0.1,0.3)	(0,0.1,0.3)	(0.5,0.5,0.5)
P2			
	凹形	凸形	直線形
凹形	(0.5,0.5,0.5)	(0,0.1,0.3)	(0,0.2,0.4)
凸形	(0.7,0.9,1)	(0.5,0.5,0.5)	(0.7,0.9,1)
直線形	(0.6,0.8, 1)	(0,0.1,0.3)	(0.5,0.5,0.5)
P3			
	凹形	凸形	直線形
凹形	(0.5,0.5,0.5)	(0.3,0.5,0.7)	(0.5,0.65,0.8)
凸形	(0.3,0.5,0.7)	(0.5,0.5,0.5)	(0.6,0.8, 1)
直線形	(0.2,0.35,0.5)	(0,0.2,0.4)	(0.5,0.5,0.5)

表 4-4 按鍵形狀需求之模糊互補矩陣

P1				
	方形	弧形	三角形	圓形組合
方形	(0.5,0.5,0.5)	(0,0,0.2)	(0.7,0.9,1)	(0,0,0.2)
弧形	(0.8,1,1)	(0.5,0.5,0.5)	(0.7,0.9,1)	(0,0.1,0.3)

三角形	(0,0.1,0.3)	(0,0.1,0.3)	(0.5,0.5,0.5)	(0,0.1,0.3)
圓形組合	(0.8,1,1)	(0.7,0.9,1)	(0.7,0.9,1)	(0.5,0.5,0.5)
P2				
	方形	弧形	三角形	圓形組合
方形	(0.5,0.5,0.5)	(0,0.1,0.3)	(0.7,0.9,1)	(0,0,0.2)
弧形	(0.7,0.9,1)	(0.5,0.5,0.5)	(0.7,0.9,1)	(0,0.1,0.3)
三角形	(0,0.1,0.3)	(0,0.1,0.3)	(0.5,0.5,0.5)	(0,0,0.2)
圓形組合	(0.8,1,1)	(0.7,0.9,1)	(0.8,1,1)	(0.5,0.5,0.5)
P3				
	方形	弧形	三角形	圓形組合
方形	(0.5,0.5,0.5)	(0.7,0.9,1)	(0.7,0.9,1)	(0,0.1,0.3)
弧形	(0,0.1,0.3)	(0.5,0.5,0.5)	(0.7,0.9,1)	(0,0.2,0.4)
三角形	(0,0.1,0.3)	(0,0.1,0.3)	(0.5,0.5,0.5)	(0,0.2,0.4)
圓形組合	(0.7,0.9,1)	(0.6,0.8, 1)	(0.6,0.8, 1)	(0.5,0.5,0.5)

表 4-5 螢幕裝飾需求之模糊互補矩陣

P1				
	直線框形	弧線框形	大面積形	凹凸幾何
直線框形	(0.5,0.5,0.5)	(0,0.1,0.3)	(0,0.1,0.3)	(0.2,0.35,0.5)
弧線框形	(0.7,0.9,1)	(0.5,0.5,0.5)	(0.3,0.5,0.7)	(0.3,0.5,0.7)
大面積形	(0.7,0.9,1)	(0.3,0.5,0.7)	(0.5,0.5,0.5)	(0.8,1,1)
凹凸幾何	(0.5,0.65,0.8)	(0.3,0.5,0.7)	(0,0,0.2)	(0.5,0.5,0.5)
P2				

	直線框形	弧線框形	大面積形	凹凸幾何
直線框形	(0.5,0.5,0.5)	(0,0.2,0.4)	(0,0.1,0.3)	(0,0.2,0.4)
弧線框形	(0.6,0.8, 1)	(0.5,0.5,0.5)	(0.2,0.35,0.5)	(0.3,0.5,0.7)
大面積形	(0.7,0.9,1)	(0.5,0.65,0.8)	(0.5,0.5,0.5)	(0.6,0.8, 1)
凹凸幾何	(0.6,0.8, 1)	(0.3,0.5,0.7)	(0,0.2,0.4)	(0.5,0.5,0.5)
P3				
	直線框形	弧線框形	大面積形	凹凸幾何
直線框形	(0.5,0.5,0.5)	(0,0,0.2)	(0,0.1,0.3)	(0.6,0.8, 1)
弧線框形	(0.8,1,1)	(0.5,0.5,0.5)	(0.3,0.5,0.7)	(0.7,0.9,1)
大面積形	(0.7,0.9,1)	(0.3,0.5,0.7)	(0.5,0.5,0.5)	(0.7,0.9,1)
凹凸幾何	(0,0.2,0.4)	(0,0.1,0.3)	(0,0.1,0.3)	(0.5,0.5,0.5)

表 4-6 介面裝飾需求之模糊互補矩陣

P1		
	整體裝飾	下部裝飾
整體裝飾	(0.5,0.5,0.5)	(0.7,0.9,1)
下部裝飾	(0,0.1,0.3)	(0.5,0.5,0.5)
P2		
	整體裝飾	下部裝飾
整體裝飾	(0.5,0.5,0.5)	(0.7,0.9,1)
下部裝飾	(0,0.1,0.3)	(0.5,0.5,0.5)
P3		
	整體裝飾	下部裝飾

整體裝飾	(0.5,0.5,0.5)	(0.3,0.5,0.7)
下部裝飾	(0.3,0.5,0.7)	(0.5,0.5,0.5)

表 4-7 分割裝飾需求之模糊互補矩陣

P1			
	邊框分割	U 形分割	幾何分割
邊框分割	(0.5,0.5,0.5)	(0.8,1,1)	(0.7,0.9,1)
U 形分割	(0,0,0.2)	(0.5,0.5,0.5)	(0.7,0.9,1)
幾何分割	(0,0.1,0.3)	(0,0.1,0.3)	(0.5,0.5,0.5)
P2			
	邊框分割	U 形分割	幾何分割
邊框分割	(0.5,0.5,0.5)	(0.7,0.9,1)	(0.6,0.8,1)
U 形分割	(0,0.1,0.3)	(0.5,0.5,0.5)	(0.2,0.35,0.5)
幾何分割	(0,0.2,0.4)	(0.5,0.65,0.8)	(0.5,0.5,0.5)
P3			
	邊框分割	U 形分割	幾何分割
邊框分割	(0.5,0.5,0.5)	(0,0.1,0.3)	(0.7,0.9,1)
U 形分割	(0.7,0.9,1)	(0.5,0.5,0.5)	(0.8,1,1)
幾何分割	(0,0.1,0.3)	(0,0,0.2)	(0.5,0.5,0.5)

以「外觀輪廓需求之模糊互補矩陣」為例，為了方便計算，將互補矩陣之三角模糊數拆成三部份(小、中、大值)進行計算(表4-8)，最後再利用公式(3.1)算術平均數公式匯整所有意見，接著利用公式(3.2)



分別計算模糊互補矩陣之模糊權重(表4-9~4-11)，如「凹形」小值之因素權重值為 $1/3(0.5000+0.1667+0.4000+1-3/2)=0.1889$ ，最後將三個因素權重(小、中、大值)矩陣進行合併，如「凹形」之小值為0.1889，中值為0.3000，大值為0.4111，並且利用公式(3.3)、(3.4)解模糊化與正規化後，凹形權重值為 $(0.4111-0.1889)+(0.3000-0.1889)/3+0.1889=0.3000$ ，各階層詳細權重如表4-12。

表 4-8 外觀輪廓需求之模糊互補矩陣(小、中、大值)

專家	項目	小值			中值			大值		
P1	凹形	0.5	0.2	0.7	0.5	0.35	0.9	0.5	0.5	1
	凸形	0.5	0.5	0.7	0.65	0.5	0.9	0.8	0.5	1
	直線形	0	0	0.5	0.1	0.1	0.5	0.3	0.3	0.5
P2	凹形	0.5	0	0	0.5	0.1	0.2	0.5	0.3	0.4
	凸形	0.7	0.5	0.7	0.9	0.5	0.9	1	0.5	1
	直線形	0.6	0	0.5	0.8	0.1	0.5	1	0.3	0.5
P3	凹形	0.5	0.3	0.5	0.5	0.5	0.65	0.5	0.7	0.8
	凸形	0.3	0.5	0.6	0.5	0.5	0.8	0.7	0.5	1
	直線形	0.2	0	0.5	0.35	0.2	0.5	0.5	0.4	0.5

表 4-9 外觀輪廓算數平均數之因素權重值

項目		算數平均數			因素權重值
小值	凹形	0.5000	0.1667	0.4000	0.1889
	凸形	0.5000	0.5000	0.6667	0.3889
	直線形	0.2667	0.0000	0.5000	0.0889
中值	凹形	0.5000	0.3167	0.5833	0.3000
	凸形	0.6833	0.5000	0.8667	0.5167
	直線形	0.4167	0.1333	0.5000	0.1833
大值	凹形	0.5000	0.5000	0.7333	0.4111
	凸形	0.8333	0.5000	1.0000	0.6111
	直線形	0.6000	0.3333	0.5000	0.3111

表 4-10 視覺介面算數平均數之因素權重值

項目		算數平均數					因素權重值
小值	外觀輪廓	0.5000	0.6333	0.5333	0.3333	0.5000	0.2000
	螢幕裝飾	0.1000	0.5000	0.4000	0.1000	0.4667	0.0133
	按鍵形狀	0.1000	0.2000	0.5000	0.2000	0.1667	-0.0667

	分割裝飾	0.3000	0.5000	0.4000	0.5000	0.5333	0.1467
	介面裝飾	0.1667	0.2333	0.5000	0.1000	0.5000	0
中值	外觀輪廓	0.5000	0.8333	0.7333	0.5333	0.6833	0.3566
	螢幕裝飾	0.1667	0.5000	0.6000	0.3000	0.6333	0.1400
	按鍵形狀	0.2667	0.4000	0.5000	0.4000	0.3167	0.0767
	分割裝飾	0.4667	0.7000	0.6000	0.5000	0.7333	0.3000
	介面裝飾	0.3167	0.3667	0.6833	0.2667	0.5000	0.1267
大值	外觀輪廓	0.5000	0.9000	0.9000	0.7000	0.8333	0.4667
	螢幕裝飾	0.3667	0.5000	0.8000	0.5000	0.7667	0.2867
	按鍵形狀	0.4667	0.6000	0.5000	0.6000	0.5000	0.2333
	分割裝飾	0.6667	0.9000	0.8000	0.5000	0.9000	0.4533
	介面裝飾	0.5000	0.5333	0.8333	0.4667	0.5000	0.2667

表 4-11 螢幕裝飾算數平均數之因素權重值

項目		算數平均數				因素權重值
小值	直線框形	0.5000	0	0	0.2667	-0.0583
	弧線框形	0.7000	0.5000	0.2667	0.4333	0.2250

	大面積形	0.7000	0.3667	0.5000	0.7000	0.3167
	凹凸幾何	0.3667	0.2000	0	0.5000	0.0167
中值	直線框形	0.5000	0.1000	0.1000	0.4500	0.0375
	弧線框形	0.9000	0.5000	0.4500	0.6333	0.3708
	大面積形	0.9000	0.5500	0.5000	0.9000	0.4625
	凹凸幾何	0.5500	0.3667	0.1000	0.5000	0.1292
大值	直線框形	0.5000	0.3000	0.3000	0.6333	0.1833
	弧線框形	1.0000	0.5000	0.6333	0.8000	0.4833
	大面積形	1.0000	0.7333	0.5000	1.0000	0.5583
	凹凸幾何	0.7333	0.5667	0.3000	0.5000	0.2750

表 4-12 各階層因素權重

	權重值	排序
外觀輪廓	0.3411	1
螢幕裝飾	0.1467	3
按鍵形狀	0.0811	5
分割裝飾	0.3000	2
介面裝飾	0.1311	4
	權重值	排序

凹形	0.3000	2
凸形	0.5056	1
直線形	0.1944	3
	權重值	排序
直線框形	0.0542	4
弧線框形	0.3597	2
大面積形	0.4458	1
凹凸幾何	0.1403	3
	權重值	排序
方形	0.1975	3
弧形	0.2843	2
三角形	0.0012	4
圓形組合	0.5171	1
	權重值	排序
邊框分割	0.4963	1
U形分割	0.3574	2
矩形分割	0.1463	3
	權重值	排序
整體裝飾	0.6222	1
下部裝飾	0.3778	2

經過 FAHP 計算之後，得知在視覺介面項目中，排名依序為：

外觀輪廓 > 分割裝飾 > 螢幕裝飾 > 介面裝飾 > 按鍵形狀

表示顧客在觀察一手持式電子儀器造形順序是由外至內，由上至下，由大至小，由整體至細部。而在裝飾方面，分割裝飾、螢幕裝飾、介面裝飾可依序選擇其一為重點設計，最多擇二即可，不需全部加諸產品。數據顯示前一、二名與第三名以後的項目權重值有較顯著差距，於後續要特別著重外觀輪廓與分割裝飾設計。

在外觀輪廓項目中，排名依序為：

凸形 > 凹形 > 直線形

外觀輪廓是造形中重要項目，決定了整體視覺效果。而顧客較喜愛有變化曲線的機身輪廓，對圓弧、曲線的偏愛甚於直線造形。變化中又以凸形較受注目，原因可能為問卷樣本中凸形之R角較凹形大而圓潤，所以外觀輪廓第一優先順序為凸形。

在螢幕裝飾項目中，排名依序為：

大面積形 > 弧線框形 > 凹凸幾何 > 直線框形

大面積形為第一優先喜愛順序的原因，可能為螢幕裝飾面積越大，相對地螢幕尺寸也有機會越大，於3-1-4-3節說明顧客很在乎螢幕尺寸大小，關係到操作使用儀器的方便性。螢幕裝飾框形之弧線依然較直線受到歡迎，而凹凸幾何雖然在造形設計中是不可或缺的細部設計，但整體而言第一眼看到會是較醒目的大面積形與弧線框形。

在按鍵形狀項目中，排名依序為：

圓形組合 > 弧形 > 方形 > 三角形

由於圓形組合有較強烈之裝飾性特質，所以受到顧客喜愛。而弧形按鍵與方形按鍵為傳統大多數儀器所使用，具高度實用性且符合人體工學(也就是手指按壓的形狀)。由數據得知第一名之圓形組合與最後一名之三角形有顯著落差，代表顧客對於這兩者的喜愛程度明顯，三角形極度不受顧客歡迎，原因可能為三角形與手指的接觸面積小，若以產品本身的操作實用性為考量重點，盡可能避免使用三角形作為按鍵形狀。

在分割裝飾項目中，排名依序為：

邊框分割 > U形分割 > 矩形分割

邊框分割於整體的裝飾性最強烈，造形可變化的空間也較大，是值得使用的裝飾項目。而矩形分割為第三名之原因可能是裝飾性小於前二名，但如果適度使用也許能有點綴效果。

在介面裝飾項目中，排名依序為：

整體裝飾 > 下部裝飾

由數據來看兩者差距並不大，並且觀察樣本中如果只有下部裝飾者，也會搭配螢幕裝飾設計，表示顧客較喜愛有整體呼應的視覺效果。

當計算出所有因素在各階層之權重後，便可進行層級串連。串連

後即可得到第三階層中所有因素之相對權重(如表4-13所示)。其計算方式以「凹形」為例，其串聯後的相對權重值為「外觀輪廓」權重乘上「凹形」權重，即 $0.3411 \times 0.3000 = 0.1023$  (小數第四位四捨五入)。得到各因素相對權重值後，將填入品質屋中，後續進行整體FQFD分析。

表 4-13 第三層因素相對權重

第二層	第三層	相對權重值	排序
外觀輪廓	凹形	0.1023	4
	凸形	0.1725	1
	直線形	0.0663	6
螢幕裝飾	直線框形	0.0080	15
	弧線框形	0.0528	8
	大面積形	0.0654	7
	凹凸幾何	0.0206	13
按鍵形狀	方形	0.0160	14
	弧形	0.0231	12
	三角形	0.0001	16
	圓形組合	0.0419	11
分割裝飾	邊框分割	0.1489	2
	U形分割	0.1072	3
	矩形分割	0.0439	10
介面裝飾	整體裝飾	0.0816	5
	下部裝飾	0.0495	9



### 4-3 電子儀器關係矩陣分析-FQFD

計算出顧客需求(造形特徵)權重後，接著將3-2節造形文法之特徵變化法則作為「技術需求」。將所有顧客需求(Whats)與技術需求(Hows)填入品質屋中的關係矩陣中，並與【附錄三】焦點小組討論後，評估關係矩陣中造形特徵與造形文法的關係程度。其填入的尺度設定為四種語意 0：無相關、△：弱相關、○：中相關、●：強相關(如表3-34)，焦點小組僅需填入關係符號於矩陣內，顧客需求與技術需求無相關者不需填入0值，以避免填答者煩躁。在關係矩陣中填入各符號後，再將其值轉為三角模糊數並代入公式(3.5)求取各技術需求之模糊權重，即為五項造形特徵(外觀輪廓、螢幕裝飾、按鍵形狀、分割裝飾、介面裝飾)之品質屋關係矩陣與造形文法關係矩陣(表4-14~4-18)。運算過程以表4-14之Rule A1-01為例，列舉如下：

$$0.1023 \times (2,3,3) + 0.1725 \times (1,2,3) + 0.0663 \times (0,1,2) =$$
$$\{ \text{解模糊化}[(\text{小值}0.1023 \times 2) + (\text{中值}0.1023 \times 3) + (\text{大值}0.1023 \times 3)]/3 \} +$$
$$\{ \text{解模糊化}[(\text{小值}0.1725 \times 1) + (\text{中值}0.1725 \times 2) + (\text{大值}0.1725 \times 3)]/3 \} +$$
$$\{ \text{解模糊化}[(\text{小值}0.0663 \times 0) + (\text{中值}0.0663 \times 1) + (\text{大值}0.0663 \times 2)]/3 \} =$$
$$0.2728 + 0.3450 + 0.0663 =$$

合計權重值(模糊運算)0.6841

合計相對權重值(模糊運算)0.6841/0.5996=0.1037(小數第四位四捨五入)

$$0.1023 \times 3 + 0.1725 \times 2 + 0.0663 \times 1 =$$

$$0.3069 + 0.3450 + 0.0663 =$$

合計權重值0.7182

合計相對權重值 $0.7182/7.1346=0.1007$ (小數第四位四捨五入)

而後本研究將五項造形特徵關係矩陣總合交叉分析(表4-20),探討是否可藉由互相參考特徵變化法則,以得到新造形的設計準則,並瞭解FQFD於Whats與Hows項目增多時,數據是否能有效反應顧客心中真實想法。

經過 FQFD 矩陣評估計算後,由表 4-14 模糊運算數據可得知,在外觀輪廓之九項技術需求排序結果依序為:

排序 1 Rule A3-06: R 角大小變化。

排序 1 Rule A10-09: 兩線段( $\alpha$ 、 $\beta$ )下部呈現波浪狀或鋸齒狀。

排序 2 Rule A4-07: 頂部微微向外擴張。

排序 3 Rule A1A9-02: 兩線段( $\alpha$ 、 $\beta$ )上部之間微微擴張。

排序 4 Rule A6-08: 兩線段( $\alpha$ 、 $\beta$ )上部延續至頂部向內縮,呈現三角形。

排序 5 Rule A1-01: 兩線段( $\alpha$ 、 $\beta$ )上部之間與下部之間微微擴張。

排序 6 Rule A2-03: 兩線段( $\alpha$ 、 $\beta$ )下部之間微微擴張。

排序 7 Rule A2A9-05 兩線段( $\alpha$ 、 $\beta$ )內凹幅度與段差小。

排序 8 Rule A2-04 兩線段( $\alpha$ 、 $\beta$ )的弧線微微拉直,上部與下部比例變化。

與無模糊運算排序結果比較,第 1~5 名皆相同,但第 6、7 名相反,無模糊運算之

排序 6 Rule A2A9-05: 兩線段( $\alpha$ 、 $\beta$ )內凹幅度與段差小。

排序 7 Rule A2-03: 兩線段( $\alpha$ 、 $\beta$ )下部之間微微擴張。

表 4-14 外觀輪廓(A)關係矩陣

	顧客需求 權重	Rule A1-01	Rule A1A9-02	Rule A2-03	Rule A2-04	Rule A2A9-05	Rule A3-06	Rule A4-07	Rule A6-08	Rule A10-09
凹形(A <sub>123</sub> )	0.1023	●	●	●	●	●	●	○	○	●
凸形(A <sub>456</sub> )	0.1725	○	○	○	△	△	●	●	●	●
直線形(A <sub>789</sub> )	0.0663	△	●		△	●	●	○	△	●
合計權重值		0.7182	0.8508	0.6519	0.5457	0.6783	1.0233	0.8547	0.7884	1.0233
合計權重值(模糊運算)		0.6841	0.7946	0.6399	0.5116	0.6221	0.9096	0.7972	0.7309	0.9096
合計相對權重值		0.1007	0.1193	0.0914	0.0765	0.0951	0.1434	0.1198	0.1105	0.1434
合計相對權重值排序		5	3	7	8	6	1	2	4	1
合計相對權重值(模糊運算)		0.1037	0.1204	0.0970	0.0775	0.0943	0.1378	0.1208	0.1107	0.1378
合計相對權重值(模糊運算)排序		5	3	6	8	7	1	2	4	1

由表 4-15 模糊運算數據得知，在螢幕裝飾之六項技術需求排序結果依序為：

排序 1 Rule B5-02： $\gamma$  線段向外擴張，曲線變化。

排序 2 Rule B5-03： $\gamma$  線段傾斜。

排序 3 Rule B1-01：框線粗細變化。

排序 4 Rule B8-06：框線導角大小變化。

排序 5 Rule B8-05：導角後三線段( $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ )向外微微擴張。

排序 6 Rule B8-04：兩側框線延伸。

與無模糊運算排序結果相同。

表 4-15 螢幕裝飾(B)關係矩陣

	顧客需求 權重	Rule B1-01	Rule B5-02	Rule B5-03	Rule B8-04	Rule B8-05	Rule B8-06
直線框形(B <sub>123</sub> )	0.0080	●		○	△	○	●
弧線框形(B <sub>4</sub> )	0.0528	○	○				
大面積形(B <sub>56</sub> )	0.0654		●	●			
凹凸幾何(B <sub>78</sub> )	0.0206	●	△	○	●	●	●
合計權重值		0.1914	0.3224	0.2534	0.0698	0.0778	0.0858
合計權重值(模糊運算)		0.2037	0.3033	0.2492	0.1023	0.1103	0.1157
合計相對權重值		0.1913	0.3222	0.2532	0.0698	0.0778	0.0857
合計相對權重值排序		3	1	2	6	5	4
合計相對權重值(模糊運算)		0.1878	0.2796	0.2298	0.0944	0.1017	0.1067
合計相對權重值(模糊運算)排序		3	1	2	6	5	4

由表 4-16 模糊運算數據得知，在按鍵形狀之六項技術需求排序結果依序為：

排序 1 Rule D2D4D5D7-01：以 X 軸為基準，30 度、45 度、60 度、90 度、120 度與 180 度旋轉。

排序 2 Rule D4D8-03：Y 軸方向比例伸縮。

排序 3 Rule D5-04：X 軸方向比例伸縮。

排序 4 Rule D8-05：中間為裝飾作用，無實際功能。

排序 5 Rule D4D5-02：沿 Y 軸對半切割。

排序 6 Rule D9-06：沿外觀輪廓或螢幕裝飾幾何剪裁。

與無模糊運算排序結果比較，第 1~4 名皆相同，但第 5、6 名相反，無模糊運算之

排序 5 Rule D9-06：沿外觀輪廓或螢幕裝飾幾何剪裁。

排序 6 Rule D4D5-02：沿 Y 軸對半切割。

表 4-16 按鍵形狀(D)關係矩陣

	顧客需求 權重	Rule D2D4D5D7-01	Rule D4D5-02	Rule D4D8-03	Rule D5-04	Rule D8-05	Rule D9-06
方形(D <sub>12</sub> )	0.0160	●		○	○		●
弧形(D <sub>3456</sub> )	0.0231	●	●	●	●		△
三角形(D <sub>7</sub> )	0.0001	●		○	○		
圓形組合(D <sub>8</sub> )	0.0419	●		●	○	●	
合計權重值		0.2433	0.0693	0.2272	0.1853	0.1257	0.0711
合計權重值(模糊運算)		0.2163	0.0809	0.2055	0.1776	0.1248	0.0798
合計相對權重值		0.2639	0.0752	0.2464	0.2010	0.1363	0.0771
合計相對權重值排序		1	6	2	3	4	5
合計相對權重值(模糊運算)		0.2444	0.0915	0.2323	0.2007	0.1410	0.0901
合計相對權重值(模糊運算)排序		1	5	2	3	4	6

由表 4-17 模糊運算數據得知，在分割裝飾之五項技術需求排序結果依序為：

- 排序 1 Rule E3-03：兩線段( $\alpha$ 、 $\beta$ )加入止滑凹痕設計。
- 排序 2 Rule E1E4-01：配合外觀輪廓，框線導角立體幾何變化。
- 排序 3 Rule E2-02：兩線段( $\alpha$ 、 $\beta$ )上部延續至頂部向內縮，呈現三角形。
- 排序 4 Rule E4E5-05：兩兩相加組合變化。
- 排序 5 Rule E4-04：去除框線上部。

與無模糊運算排序結果比較，第 1~3 名皆相同，但第 4、5 名相反，無模糊運算之

- 排序 4 Rule E4-04：去除框線上部。
- 排序 5 Rule E4E5-05：兩兩相加組合變化。

表 4-17 分割裝飾(E)關係矩陣

	顧客需求 求權重	Rule E1E4-01	Rule E2-02	Rule E3-03	Rule E4-04	Rule E4E5-05
邊框分割(E <sub>123</sub> )	0.1489	●	●	●	△	
U形分割(E <sub>4</sub> )	0.1072	●		●	●	●
矩形分割(E <sub>56</sub> )	0.0439	○	△	●		●
合計權重值		0.8561	0.4906	0.9000	0.4705	0.4533
合計權重值(模糊運算)		0.7707	0.4767	0.8000	0.4494	0.4526
合計相對權重值		0.2700	0.1547	0.2839	0.1484	0.1430
合計相對權重值排序		2	3	1	4	5
合計相對權重值(模糊運算)		0.2613	0.1616	0.2712	0.1524	0.1534
合計相對權重值(模糊運算)排序		2	3	1	5	4

由表 4-18 模糊運算數據得知，在介面裝飾之二項技術需求排序結果依序為：

排序 1 Rule F1F4-01：四線段( $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 、 $\lambda$ )配合外觀輪廓變化。

排序 2 Rule F2-02： $\mu$  線段加入 Z 形或 U 形設計。

與無模糊運算排序結果相同。

表 4-18 介面裝飾(F)關係矩陣

	顧客需求 權重	Rule F1F4-01	Rule F2-02
整體裝飾(F <sub>123</sub> )	0.0816	●	●
下部裝飾(F <sub>45</sub> )	0.0495	●	○
合計權重值		0.3933	0.3438
合計權重值(模糊運算)		0.3496	0.3166
合計相對權重值		0.5336	0.4664
合計相對權重值排序		1	2
合計相對權重值(模糊運算)		0.5248	0.4752
合計相對權重值(模糊運算)排序		1	2

由以上品質機能展開表分析可得知：1.使用模糊運算與無模糊運算之排序結果比較，前幾名相同，但在最後幾名順序可能有所不同，原因可能為使用模糊運算時，填寫值雖然為「0」，但轉化為模糊數

(0,0,1)，與顧客需求權重相互加乘之下，造成數值變動，進而影響排序結果。2.經由關係矩陣評估與運算後所得到之技術需求排序，權重最高分者表示與該項造形特徵最具關聯性、通用性高、或是與分數高的顧客需求權重最相關之造形文法項目，提供設計師於設計電子儀器造形時的參考準則。

整合上述五項 FQFD 關係矩陣表格，並且重新填入關係符號，具有相關之造形文法項目填入語意尺度 1：弱相關，如表 4-19 所示，可得到手持式電子儀器之造形方針，研究分析如下：

在顧客需求方面，整體排序為建構儀器造形需優先考量與特別著重的造形特徵，依序為：

凸形>邊框分割>U 形分割>凹形>整體裝飾>直線形>大面積形>弧線框形>下部裝飾>矩形分割>圓形組合>弧形>凹凸幾何>方形>直線框形>三角形

整體權重分數最高者為「凸形」，其為造形外觀中最主要的視覺要素與顧客需求，特徵變化法則可優先選擇

1. Rule A3-06：R 角大小變化。
2. Rule A4-07：頂部微微向外擴張。
3. Rule A6-08：兩線段( $\alpha$ 、 $\beta$ )上部延續至頂部向內縮呈現三角形。
4. A10-09：兩線段( $\alpha$ 、 $\beta$ )下部呈現波浪狀或鋸齒狀。並可參考其他類別中 Rule B5-02： $\gamma$  線段向外擴張，曲線變化等造形文法。

次高者為分割裝飾項目中之「邊框分割」與「U 形分割」，將於後續各別使用二者建構壓力計方案評選。「邊框分割」之特徵變化法



則可優先選擇

1. E1E4-01：配合外觀輪廓，框線導角立體幾何變化。
2. Rule E2-02：兩線段( $\alpha$ 、 $\beta$ )上部延續至頂部向內縮，呈現三角形。
3. Rule E3-03：兩線段( $\alpha$ 、 $\beta$ )加入止滑凹痕設計。並可參考其他類別中 Rule B1-01：框線粗細變化等造形文法。

「U形分割」可優先選擇

1. E1E4-01：配合外觀輪廓，框線導角立體幾何變化。
2. Rule E3-03：兩線段( $\alpha$ 、 $\beta$ )加入止滑凹痕設計。
3. Rule E4-04：去除框線上部。
4. Rule E4E5-05：兩兩相加組合變化。並可參考其他類別中 Rule D9-06：沿外觀輪廓或螢幕裝飾幾何剪裁等造形文法。

接下來顧客權重最高者於介面裝飾項目為「整體裝飾」，特徵變化法則可優先選擇

1. Rule F1F4-01：四線段( $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 、 $\lambda$ )配合外觀輪廓變化。
2. Rule F2-02： $\mu$ 線段加入Z形或U形設計。並可參考其他類別中 Rule B5-03： $\gamma$ 線段傾斜、Rule B8-04：兩側框線延伸、Rule D9-06：沿外觀輪廓或螢幕裝飾幾何剪裁等造形文法。

再者，顧客權重最高者於螢幕裝飾項目為「大面積形」與「弧線框形」，將於後續各別使用二者建構壓力計方案評選。「大面積形」之特徵變化法則可優先選擇

1. Rule B5-02： $\gamma$ 線段向外擴張，曲線變化。
2. Rule B5-03： $\gamma$ 線段傾斜。並參考其他類別中 Rule D9-06：沿外觀輪廓或螢幕裝飾幾何剪裁等造形文法。

「弧線框形」之特徵變化法則可優先選擇

1. Rule B1-01：框線粗細變化。
2. Rule B5-02： $\gamma$  線段向外擴張，曲線變化。

最後，顧客權重最高者於按鍵形狀項目為「圓形組合」與「弧形」，將於後續各別使用二者建構壓力計方案評選。「圓形組合」之特徵變化法則可優先選擇

1. Rule D2D4D5D7-01：以 X 軸為基準，30 度、45 度、60 度、90 度、120 度與 180 度旋轉。
2. Rule D4D8-03：Y 軸方向比例伸縮。
3. Rule D8-05：中間為裝飾作用，無實際功能。並參考其他類別中 Rule E4E5-05：兩兩相加組合變化等造形文法。

「弧形」之特徵變化法則可優先選擇

1. Rule D2D4D5D7-01：以 X 軸為基準，30 度、45 度、60 度、90 度、120 度與 180 度旋轉。
2. Rule D4D5-02：沿 Y 軸對半切割。
3. Rule D4D8-03：Y 軸方向比例伸縮。
4. Rule D5-04：X 軸方向比例伸縮。並參考其他類別中 Rule A4-07：頂部微微向外擴張等造形文法。

造形文法方面，使用模糊運算之總合權重分數排名較前面的文法，代表可被多數造形特徵依序選擇套用，即通用性高。取前八名列舉依序為：

- 排序 1 Rule A3-06：R 角大小變化。
- 排序 2 Rule A10-09：兩線段( $\alpha$ 、 $\beta$ )下部呈現波浪狀或鋸齒狀。
- 排序 3 Rule A4-07：頂部微微向外擴張。

- 排序 4 Rule E3-03：兩線段( $\alpha$ 、 $\beta$ )加入止滑凹痕設計。
- 排序 5 Rule A1A9-02：兩線段( $\alpha$ 、 $\beta$ )上部之間微微擴張。
- 排序 6 Rule D4D8-03：Y 軸方向比例伸縮。
- 排序 7 Rule B5-02： $\gamma$  線段向外擴張，曲線變化。
- 排序 8 Rule D5-04：X 軸方向比例伸縮。

無模糊運算之總合權重分數最高前八名，則依序為：

- 排序 1 Rule A3-06：R 角大小變化。
- 排序 2 Rule A10-09：兩線段( $\alpha$ 、 $\beta$ )下部呈現波浪狀或鋸齒狀。
- 排序 3 Rule E3-03：兩線段( $\alpha$ 、 $\beta$ )加入止滑凹痕設計。
- 排序 4 Rule A4-07：頂部微微向外擴張。
- 排序 5 Rule D4D8-03：Y 軸方向比例伸縮。
- 排序 6 Rule D5-04：X 軸方向比例伸縮。
- 排序 7 Rule B5-02： $\gamma$  線段向外擴張，曲線變化。
- 排序 8 Rule D5-04：兩線段( $\alpha$ 、 $\beta$ )上部之間微微擴張。

本研究由五項 FQFD 與總合交叉分析 FQFD 表得知，有無模糊運算在名次排序方面有些微改變，尤其造形特徵與造形文法項目越多，前面名次即開始產生變動，但變動幅度並不會太大。

由於本研究使用模糊運算於品質機能展開之目的，在於能夠讓設計者在初始階段，設計造形能夠有所依循而不會流於主觀意識，導致偏離了顧客的需求，所以在排名上兩者雖有不同之處，但皆可互相參考與自由選擇所想要使用之造形方針，來減少設計要點的尋找與迂迴所花費的時間。

表 4-19 FQFD 造形特徵交叉分析關係矩陣

	顧客需求權重	Rule A1-01	Rule A1A9-02	Rule A2-03	Rule A2-04	Rule A2A9-05	Rule A3-06	Rule A4-07	Rule A6-08	Rule A10-09	Rule B1-01	Rule B5-02	Rule B5-03	Rule B8-04	Rule B8-05	Rule B8-06	Rule D2D4D5D7-01	Rule D4D5-02	Rule D4D8-03	Rule D5-04	Rule D8-05	Rule D9-06	Rule E1E4-01	Rule E2-02	Rule E3-03	Rule E4-04	Rule E4E5-05	Rule F1F4-01	Rule F2-02
凹形(A <sub>123</sub> )	0.1023	●	●	●	●	●	●	○	○	●		△						△	△				△	△					
凸形(A <sub>456</sub> )	0.1725	○	○	○	△	△	●	●	●	●		△						△	△				△	△					
直線形(A <sub>789</sub> )	0.0663	△	●		△	●	●	○	△	●		△						△	△				△	△					
直線框形(B <sub>123</sub> )	0.0080						△	△			●		○	△	○	●		△	△			△						△	
弧線框形(B <sub>4</sub> )	0.0528		△	△			△	△			○	○						△	△			△						△	
大面積形(B <sub>56</sub> )	0.0654		△	△			△	△				●	●					△	△			△						△	
凹凸幾何(B <sub>78</sub> )	0.0206										●	△	○	●	●	●		△	△			△	△		△			△	
方形(D <sub>12</sub> )	0.0160						△									●		○	○		●					△			
弧形(D <sub>3456</sub> )	0.0231							△								●	●	●	●			△					△		
三角形(D <sub>7</sub> )	0.0001						△									●		○	○								△		
圓形組合(D <sub>8</sub> )	0.0419		△	△				△								●		●	○	●							△		
邊框分割(E <sub>123</sub> )	0.1489						△	△	△	△	△	△			△			△	△			△	●	●	●	△			△
U形分割(E <sub>4</sub> )	0.1072	△				△	△			△	△	△						△	△			△	●		●	●	●		
矩形分割(E <sub>56</sub> )	0.0439						△	△	△	△	△	△						△	△			△	○	△	●		●		
整體裝飾(F <sub>123</sub> )	0.0816						△					△	△	△				△	△			△						●	●
下部裝飾(F <sub>45</sub> )	0.0495	△	△	△			△					△	△	△			△		△	△		△						●	○
合計權重值		0.8749	1.0604	0.8615	0.5457	0.7855	1.5967	1.2387	0.9812	1.3233	0.4914	1.0946	0.4284	0.2009	0.0778	0.2347	0.2928	0.0693	1.1462	1.1043	0.1257	0.6490	0.8767	0.8317	1.2411	0.4911	0.5344	0.6890	0.3438
合計權重值(模糊運算)		1.0082	1.1539	0.9992	0.7312	0.9132	1.5116	1.2728	1.0791	1.3293	0.6880	1.1025	0.6502	0.4740	0.3946	0.4992	0.5556	0.3872	1.1245	1.0966	0.4310	0.7714	1.0179	0.9375	1.2609	0.6965	0.7401	0.8363	0.6062
合計相對權重值 排序		0.0433	0.0525	0.0427	0.0270	0.0389	0.0791	0.0614	0.0486	0.0655	0.0243	0.0542	0.0212	0.0100	0.0039	0.0116	0.0145	0.0034	0.0568	0.0547	0.0062	0.0321	0.0434	0.0412	0.0615	0.0243	0.0265	0.0341	0.0170
		11	8	12	17	14	1	4	9	2	19	7	21	25	27	24	23	28	5	6	26	16	10	13	3	20	18	15	22
合計相對權重值(模糊運算) 排序		0.0415	0.0475	0.0412	0.0301	0.0376	0.0623	0.0524	0.0445	0.0548	0.0283	0.0454	0.0268	0.0195	0.0163	0.0206	0.0229	0.0160	0.0463	0.0452	0.0178	0.0318	0.0419	0.0386	0.0520	0.0287	0.0305	0.0345	0.0250
		11	5	12	18	14	1	3	9	2	20	7	21	25	27	24	23	28	6	8	26	16	10	13	4	19	17	15	22

## 4-4 壓力計造形改良設計

本章實際進行第一方案與第二方案之壓力計造形重新設計，作為後續評估之驗證。

### 4-4-1 案例介紹

研究選定【附錄一】編號 1「路昌電子 (Lutron Electronic Enterprise Co., Ltd)」(以下簡稱廠商)之壓力計，型號：PS-9303SD 進行造形重新設計，尺寸為 180×72×32mm(圖 4-26)。該壓力計為圖 2-6 環境功能分類下的壓力-壓差項目，主要測量如：輪胎氣體壓力、容器氣體壓力等，特色為可將量測到的數據儲存至 SD 卡，並連接到 Excel 記錄，已取得台灣、中國、日本、德國和美國專利，銷售成績亮眼，所以廠商希冀能在造形上推出更多變化，以提升市場佔有率。

評估過後適合本研究套用流程於造形改良設計。其限制條件為：  
(1)功能鍵位置與原本相同，即內部 IC 版不需變動；(2)色彩方面以企業之標準色：藍色為主。為了設計整體造形，首先瞭解各按鍵所代表的意義，說明如下：

POWER：短按壓為電源開關，長按壓可開啟螢幕 LED 背光光源，

兩功能使用同一按鍵稱為「複合鍵」

HOLD：讀值鎖定

ESC：跳開選單

REC：記錄數據最大值(MAX)與最小值(MIN)

ENTER：進入選單與輸入

▲與▼：上下控制選單

UNIT：選擇切換八種壓力單位，包含 bar、psi、Kg/cm<sup>2</sup>、inch/Hg、

mm/Hg、inch/H<sub>2</sub>O、meter/H<sub>2</sub>O、atmosphere

SENSOR：針對不同量測範圍需求，選擇更換適合之 2、5、10、  
20、50、100、200、400 bar 壓力感應器

TIME：記錄各時間點之數據

ZERO：校正歸零

LOGGER SET：查看 SD 卡之 Excel 記錄，並可設定相關記錄需求，如：格式化(format)、時間間隔等

SAMPLING CHECK：快速查看取樣時間



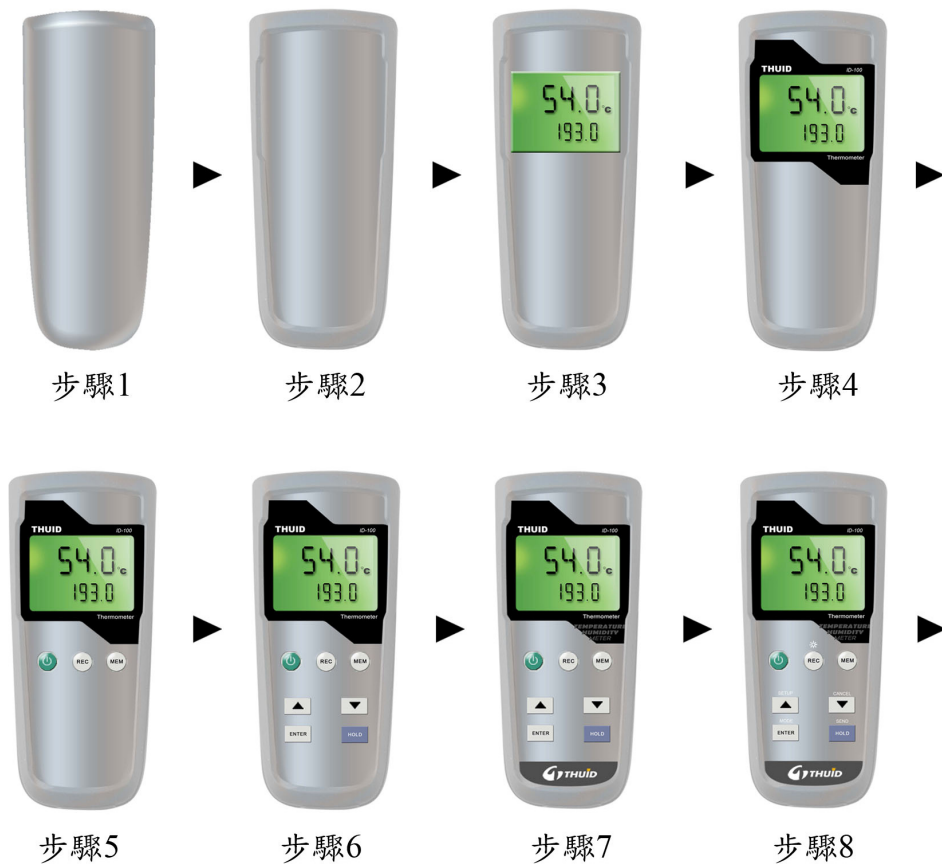
圖 4-26 PS-9303SD 壓力計(圖片來源：www.lutron.com.tw, 2011)

#### 4-4-1 第一方案

根據表 4-19 FQFD 之分析結果與產品限制條件，藉由輔助系統(基礎原形)、造形文法與色彩搭配三階段，以 19 個步驟來建構第一方案之壓力計造形。

##### 第一階段：輔助系統

- 步驟 1 選擇凸形(A4，2.5:1)，建立壓力計外觀輪廓。
- 步驟 2 選擇均勻邊框，建立外觀輪廓的分割裝飾。
- 步驟 3 選擇矩形(Bs2)，建立螢幕尺寸。
- 步驟 4 選擇大面積形(B6)，建立螢幕裝飾。
- 步驟 5 選擇圓形按鍵(D3)，依指定位置排列。
- 步驟 6 選擇矩形按鍵(D2)，接續完成按鍵排列。
- 步驟 7 選擇企業商標與產品名稱，建立機身字體。
- 步驟 8 選擇按鍵下的說明文字與符號，建立機身字體之模擬。



## 第二階段：造形文法

步驟 9 套用(Rule B1-01)，調整分割裝飾的邊框粗細。

步驟 10 套用(Rule D5-04、Rule D4D8-03)，調整螢幕裝飾的 X、Y 軸方向比例伸縮。

步驟 11 套用(Rule B5-02、Rule D9-06)，將螢幕裝飾的  $\gamma$  線段向外擴張，形成曲線變化，並沿外觀輪廓幾何剪裁。

步驟 12 套用(Rule D5-04、Rule D4D8-03)，調整按鍵大小。





### 第三階段：色彩搭配

- 步驟 13 參考灰階+冷色系(Ce3)，改變分割裝飾色彩。
- 步驟 14 參考灰階配色(Cb8)，調整螢幕裝飾色彩為灰階。
- 步驟 15 依照 PS-9303SD 壓力計，改變按鍵字體內容。
- 步驟 16 依照 PS-9303SD 壓力計之量測單位，調整螢幕顯示字體。
- 步驟 17 放置產品型號與企業商標，調整螢幕裝飾字體。
- 步驟 18 選擇下部裝飾(F4)，套用(Rule F1F4-01)，建立外觀輪廓的介面裝飾。
- 步驟 19 再次調整分割裝飾色彩之明度，完成第一方案之建構。



圖 4-27 以藍色軟質橡膠保護套為整體視覺構成，造形簡潔中帶有邊角的圓潤變化，且突破以往，採用不對稱之大面積螢幕裝飾，造形為內斂的氣質中具有科技感。



圖 4-27 第一方案壓力計

#### 4-4-2 第二方案

同樣根據表 4-19 之分析結果與產品限制條件，藉由輔助系統(基礎原形)、造形文法與色彩搭配三階段，以 17 個步驟來建構第二方案之壓力計造形。

第一階段：輔助系統

步驟 1 選擇凸形(A5，2.5:1)，建立壓力計外觀輪廓。

步驟 2 選擇 U 形分割，建立外觀輪廓的分割裝飾。

步驟 3 選擇正方形(Bs1)，建立螢幕尺寸。

步驟 4 選擇弧線框形(B4)，建立螢幕裝飾。

步驟 5 選擇圓形組合(D8)，依指定位置排列。

步驟 6 選擇圓形按鍵(D3)，接續完成按鍵排列。

步驟 7 選擇企業商標與產品名稱，建立機身字體。

步驟 8 選擇按鍵下的說明文字與符號，建立機身字體之模擬。



## 第二階段：造形文法

步驟 9 套用(Rule E3-03)，將分割裝飾的兩線段( $\alpha$ 、 $\beta$ )加入止滑凹痕設計。

步驟 10 套用(Rule B1-01)，調整螢幕裝飾的框線粗細。

步驟 11 套用(Rule D4D8-03)，將圓形組合按鍵沿 Y 軸方向伸縮。

步驟 12 套用(Rule D5-04、Rule D4D8-03)，調整按鍵大小。



### 第三階段：色彩搭配

步驟 13 參考灰階+冷色系(Cb5)，改變螢幕裝飾色彩。

步驟 14 參考單一明亮(Ca4)，調整機身顏色之明度。

步驟 15 依照 PS-9303SD 壓力計，改變按鍵字體內容；並參考灰階+單色(Cd4)，調整按鍵色彩。

步驟 16 放置產品型號與企業商標，調整螢幕裝飾字體。

步驟 17 依照 PS-9303SD 壓力計之量測單位，調整螢幕顯示字體，完成第二方案之建構。



圖 4-28 以極具科技感的分割裝飾為整體視覺構成，深色的外殼不

易髒污，且握持部位有止滑功能，圓形組合按鍵與 U 形分割相得益彰，造形顛覆企業以往風格，為一大膽嘗試之設計。



圖 4-28 第二方案壓力計

#### 4-5 壓力計方案評估-FSEM

設 A、B、C 方案分別為原產品、改良後產品第一方案、改良後產品第二方案，並且以廠商內部 17 位高層人員為【附錄六】問卷對象，藉助該廠商高層人員過去豐富的工作經驗來評估 A、B、C 三個產品之「整體造形、色彩搭配、生產成本、後續發展」，以「優、良、普、差、劣」五個程度評比，表 4-20 為問卷對象基本資料，表 4-21 為初步統計結果統整。

表 4-20 問卷對象基本資料

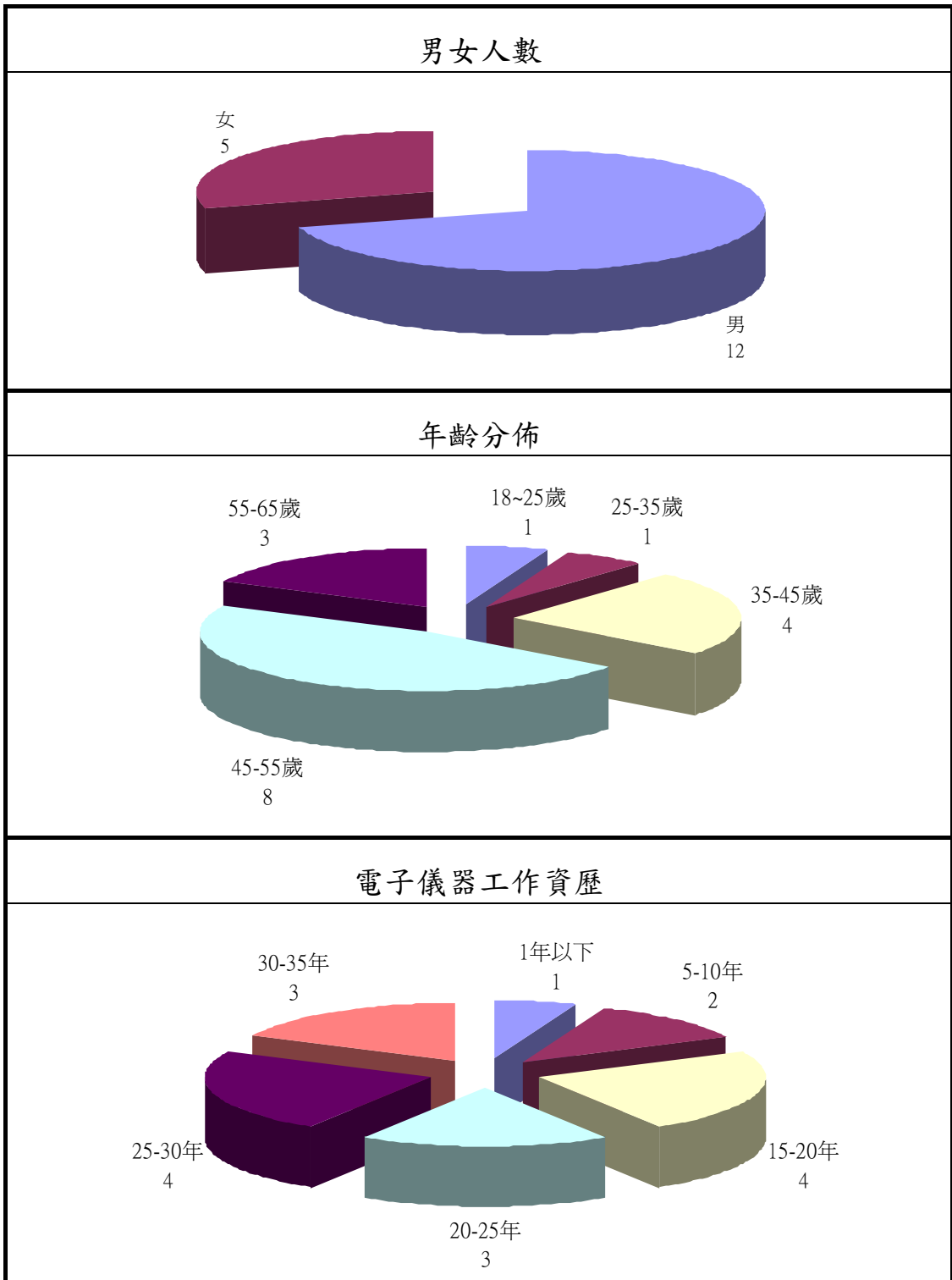

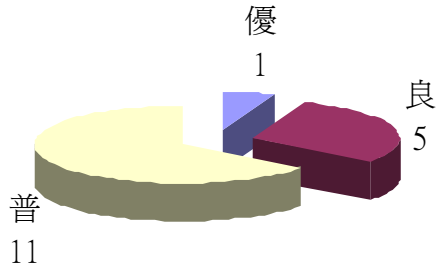
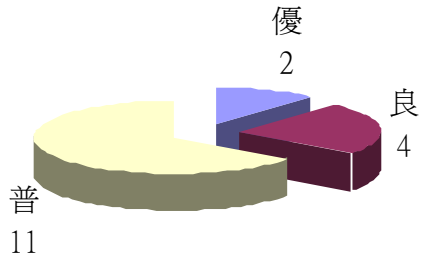
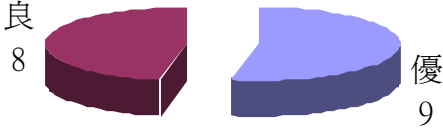
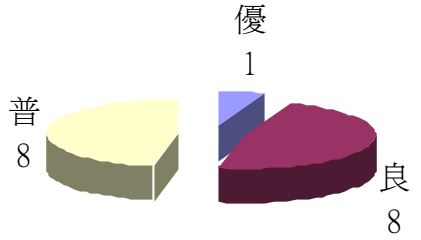

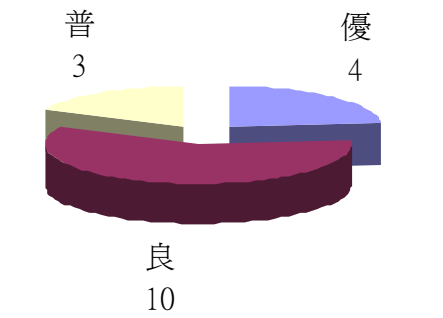
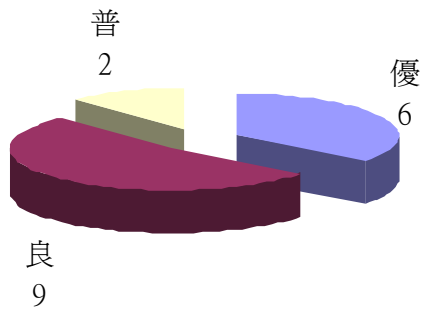
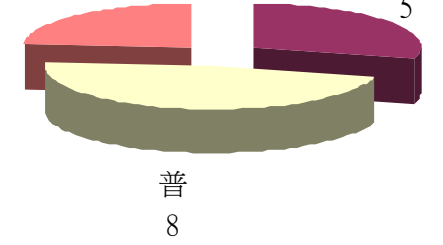
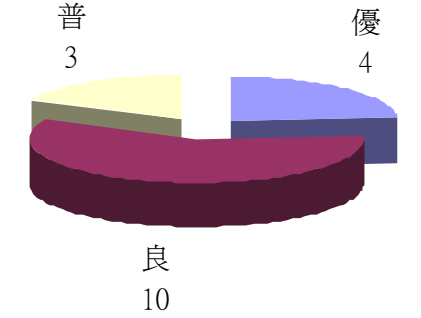

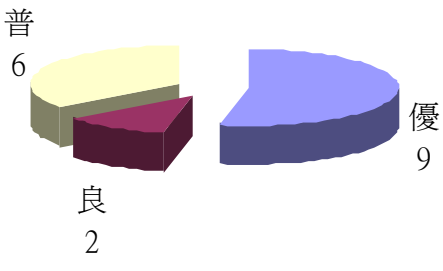
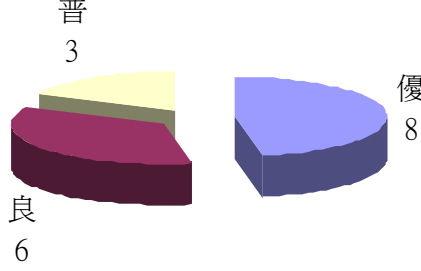
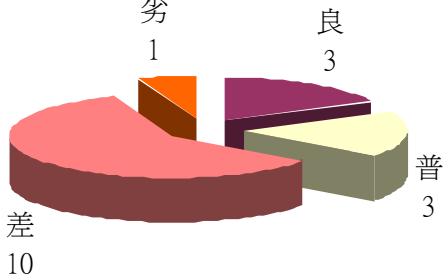
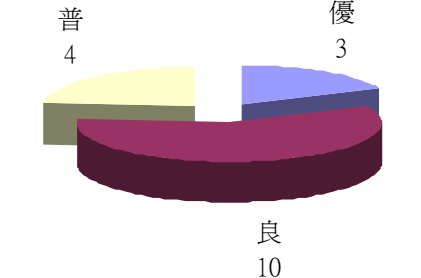
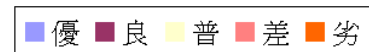


表 4-21 評比結果初步統計

		整體造形	色彩搭配	生產成本	後續發展
A 方案		 <p>優 1 良 5 普 11</p>	 <p>優 2 良 4 普 11</p>	 <p>良 8 優 9</p>	 <p>優 1 良 8 普 8</p>
B 方案		 <p>普 3 優 4 良 10</p>	 <p>普 2 優 6 良 9</p>	 <p>差 4 良 5 普 8</p>	 <p>普 3 優 4 良 10</p>
C 方案		 <p>普 6 良 2 優 9</p>	 <p>普 3 優 8 良 6</p>	 <p>劣 1 良 3 普 3 差 10</p>	 <p>普 4 優 3 良 10</p>





由於本研究是使用 FSEM 來驗證造形改良模式之下的「造形設計」是否成功，所以評估「整體造形」與「色彩搭配」兩因素，成為「造形評判值」。但產品最終是要被開發出來的，因此加入考量「生產成本」因素，將理論與實際製程作一結合，以及加入「後續發展」因素，評估新構想是否適合取代原產品來進行後續開發工作，因此整體造形、色彩搭配、生產成本、後續發展四項分數，成為「開發評判值」。

經過專家訪談後，整體造形、色彩搭配、生產成本、後續發展四項因素皆同等重要，因此將權重值設為 1。

初步得知在整體造形與色彩搭配方面，C 方案得到最多「優」，B 與 C 方案皆優於 A 方案，但在生產成本方面，A 方案得到最多「優」，反而是 B 與 C 方案得到「差」，甚至是「劣」，問卷對象一致認為 B 與 C 方案需要較高的製造成本。而後續發展方面，B 方案與 C 方案不相上下，得到「優」多於 A 方案。所以整體而言，因為有生產成本的因素影響，有待使用本研究之模糊運算作最終的方案評估。

接著將五個語意尺度利用表 3-36 轉化為三角模糊數後，使用公式 (3.8) 算術平均數集合所有受測者意見，結果如表 4-22 所示。

表 4-192 三角模糊數評判結果

	A 方案	B 方案	C 方案
整體造形	(0.4824,0.6824,0.8706)	(0.6118,0.8118,0.9647)	(0.6353,0.8353,0.9294)
色彩搭配	(0.4941,0.6941,0.8706)	(0.6471,0.8471,0.9765)	(0.6588,0.8588,0.9647)
生產成本	(0.7059,0.9059,1)	(0.4118,0.6118,0.8118)	(0.2941,0.4824,0.6824)
後續發展	(0.5176,0.7176,0.9059)	(0.6118,0.8118,0.9647)	(0.5882,0.7882,0.9529)

為了求取造形評判值與開發評判值，利用公式(3.3)解模糊化得到數值。項目加總後如表 4-23 所示，運算過程列舉如下：

造形評判值

$Q_A$

$$=(0.4824+0.6824+0.8706)/3+(0.4941+0.6941+0.8706)/3$$

$$=0.6784+0.6863$$

$$=1.3647$$

$Q_B$

$$=(0.6118+0.8118+0.9647)/3+(0.6471+0.8471+0.9765)/3$$

$$=0.7961+0.8235$$

$$=1.6196$$

$Q_C$

$$=(0.6353+0.8353+0.9294)/3+(0.6588+0.8588+0.9647)/3$$

$$=0.8000+0.8275$$

$$=1.6275$$

得知造形評判值最終結果為

$$Q_C > Q_B > Q_A$$

開發評判值

$Q_A$

$$=(0.4824+0.6824+0.8706)/3+(0.4941+0.6941+0.8706)/3+(0.7059+0.905$$

$$9+1)/3+(0.5176+0.7176+0.9059)/3$$

$$=0.6784+0.6863+0.8706+0.7132$$

$$=2.9490$$

$Q_B$

$$\begin{aligned} &= (0.6118+0.8118+0.9647)/3+(0.6471+0.8471+0.9765)/3+(0.4118+0.6118+0.8118)/3+(0.6118+0.8118+0.9647)/3 \\ &= 0.7961+0.8235+0.6118+0.7961 \\ &= \mathbf{3.0275} \end{aligned}$$

$Q_C$

$$\begin{aligned} &= (0.6353+0.8353+0.9294)/3+(0.6588+0.8588+0.9647)/3+(0.2941+0.4824+0.6824)/3+(0.5882+0.7882+0.9529)/3 \\ &= 0.8000+0.8275+0.4863+0.7765 \\ &= \mathbf{2.8902} \end{aligned}$$

得知開發評判值最終結果為

$$Q_B > Q_A > Q_C$$

表 4-203 解模糊化評判結果

	A 方案	B 方案	C 方案
整體造形	0.6784	0.7961	0.8000
色彩搭配	0.6863	0.8235	0.8275
造形評判值	<b>1.3647</b>	<b>1.6196</b>	<b>1.6275</b>
排序	3	2	1
生產成本	0.8706	0.6118	0.4863
後續發展	0.7132	0.7961	0.7765

開發評判值	<b>2.9490</b>	<b>3.0275</b>	<b>2.8902</b>
排序	2	1	3

接下來，本研究進行模糊運算與無模糊運算結果的比較，無模糊運算使用定值分數，參考表 3-36 之三角模糊數最小值，尺度設定如表 4-24。

表 4-24 SEM 定值尺度語意表

語意	尺度分數
優(Very good)	0.8
良(Good)	0.6
普(Average)	0.4
差(Poor)	0.2
劣(Very poor)	0

使用圖表比較兩者，個別分析如下：

圖 4-29 顯示在整體造形方面，C 方案 > B 方案 > A 方案，與圖 4-30 無模糊運算比較，排序結果相同。表示經過重新設計後的整體造形優於原產品造形，其中又以 C 方案較受喜愛。

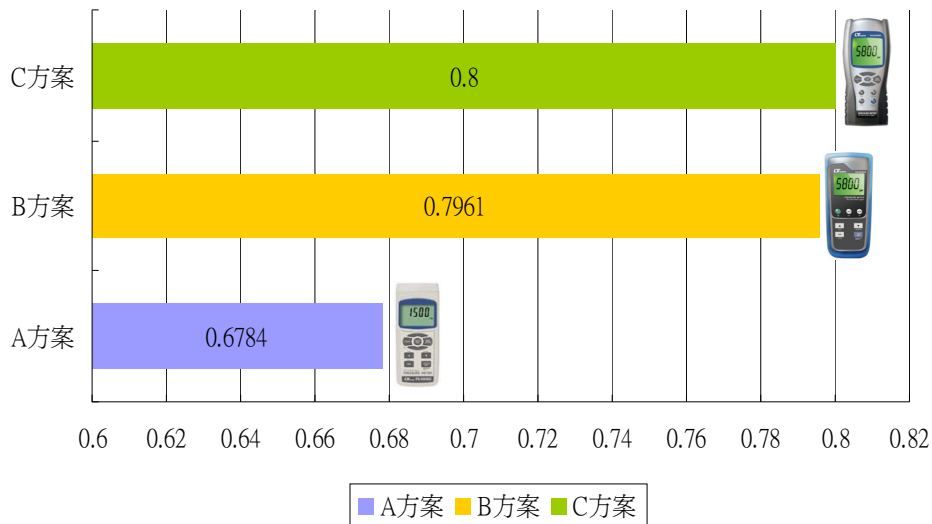


圖 4-29 整體造形橫條圖(模糊運算)

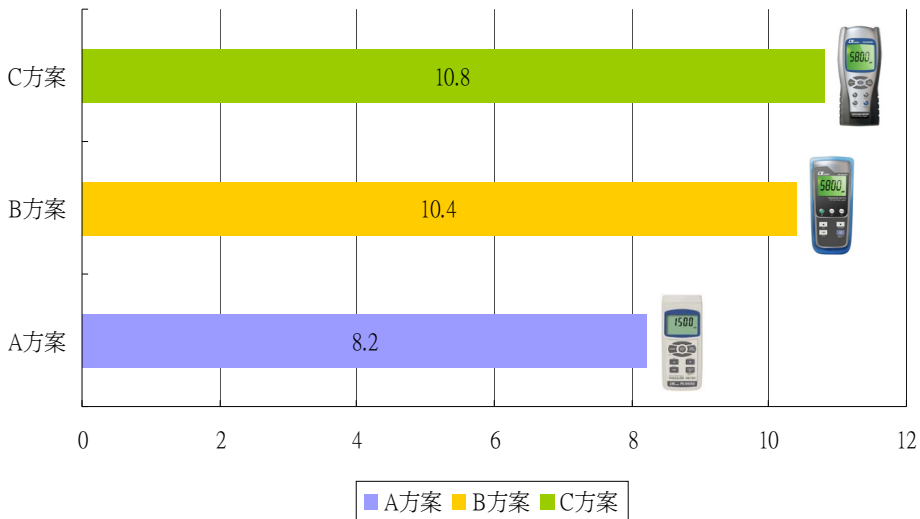


圖 4-30 整體造形橫條圖(無模糊運算)

圖 4-31 顯示在色彩搭配方面，C 方案 > B 方案 > A 方案，與圖 4-32 無模糊運算比較，排序結果相同。表示經過重新設計後的色彩搭配也優於原產品造形，同樣以 C 方案較受喜愛，但與 B 方案數值差距甚小，表現可說是不相上下。

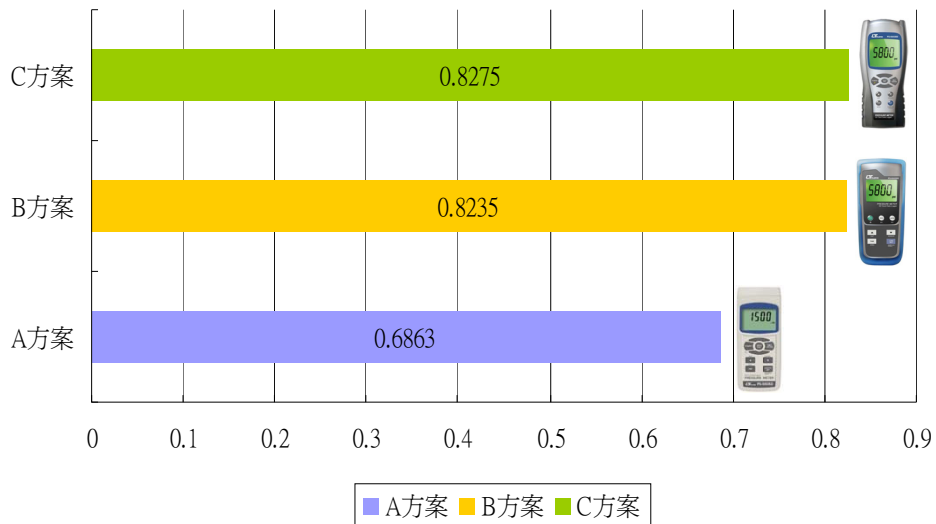


圖 4-31 色彩搭配橫條圖(模糊運算)

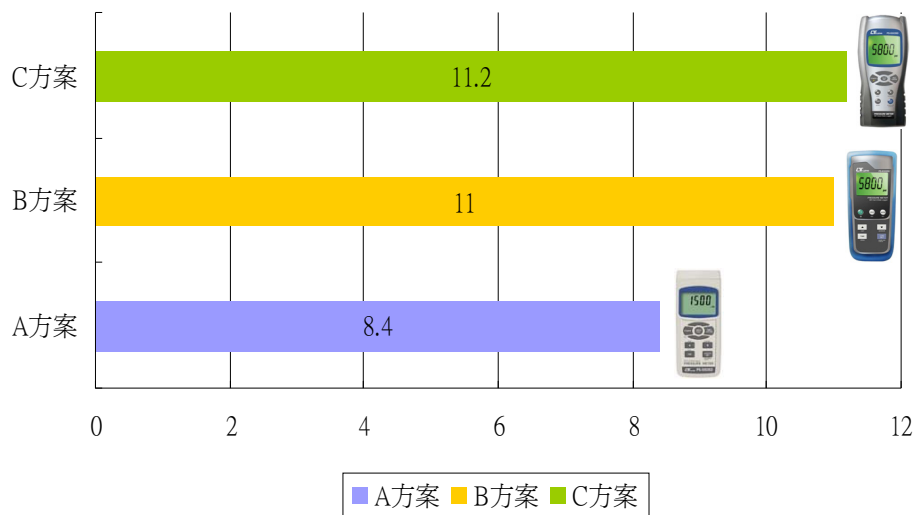


圖 4-32 色彩搭配橫條圖(無模糊運算)

圖 4-33 顯示在生產成本方面，A 方案 > B 方案 > C 方案，與圖 4-34 無模糊運算比較，排序結果相同。表示經過重新設計後的 B 方案與 C 方案，雖然整體造形與色彩搭配優於 A 方案，但卻需要較高的製造成本，尤其是 C 方案原本在外觀造形方面領先，在此項評比分數卻低於其他方案，形成最終結果的變數。

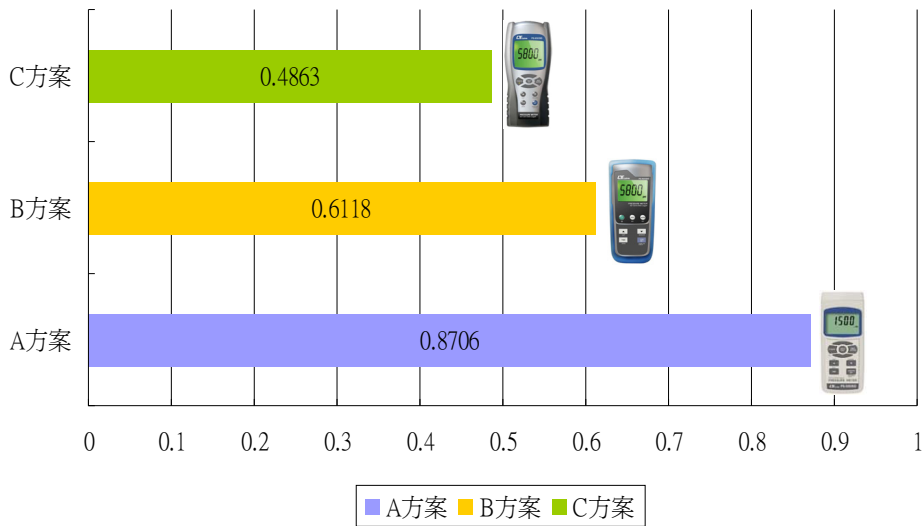


圖 4-33 生產成本橫條圖(模糊運算)

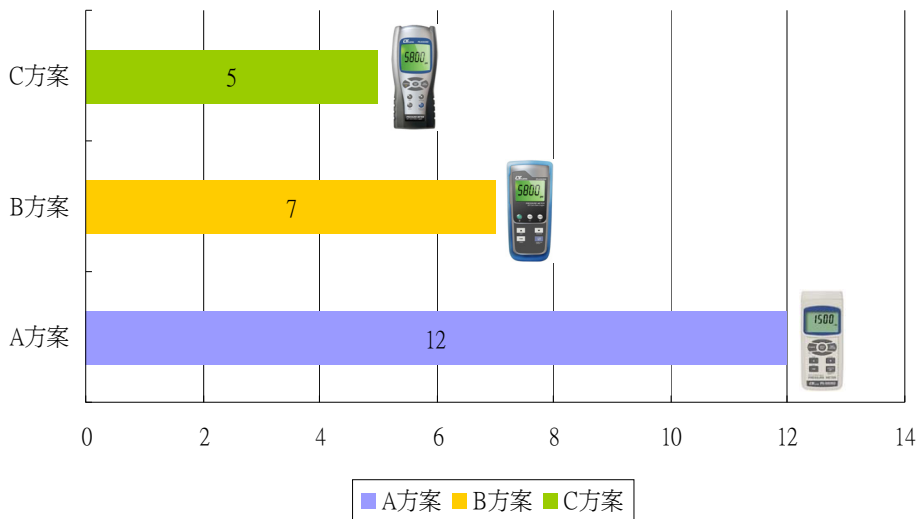


圖 4-34 生產成本橫條圖(無模糊運算)

圖 4-35 顯示在後續發展方面，B 方案 > C 方案 > A 方案，與圖 4-36 無模糊運算比較，排序結果相同。表示經過重新設計後的 B 方案與 C 方案，有潛力可取代 A 方案，繼而成為新產品的研發對象。

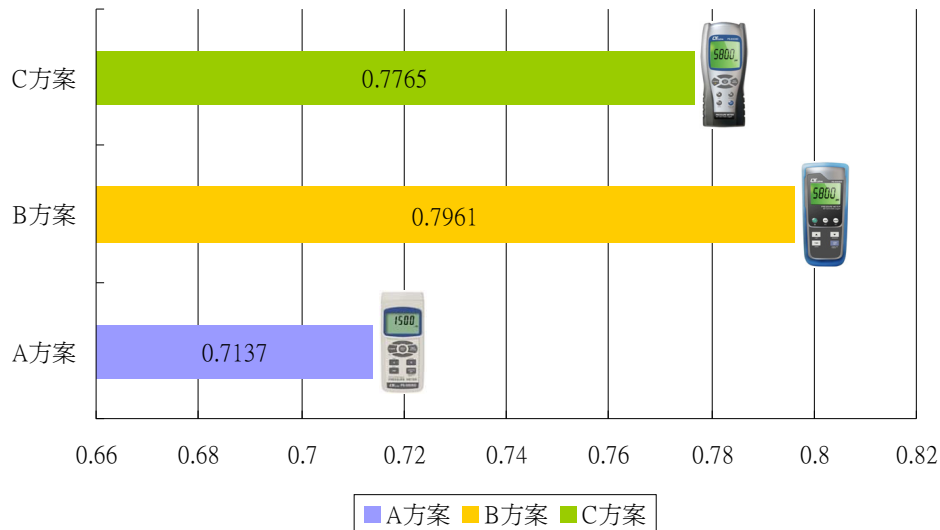


圖 4-35 後續發展橫條圖(模糊運算)

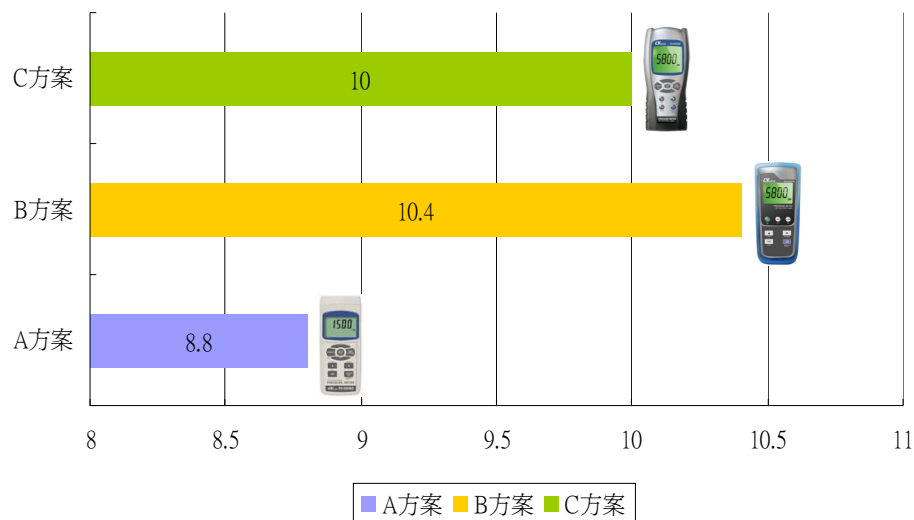


圖 4-36 後續發展橫條圖(無模糊運算)

整體造形與色彩搭配分數加總後，圖 4-37 顯示「造形」模糊評判結果，C 方案 > B 方案 > A 方案。C 方案與 B 方案為 FQFD 造形方針選擇最優化的結果，由數值得知兩者造形評比皆大大超越 A 方案。又其中 C 方案略勝 B 方案。整體而言，表示經過重新設計後的 C 方



案與 B 方案皆優於原產品的 A 方案，也驗證了本研究的產品造形改良模式是理想的。

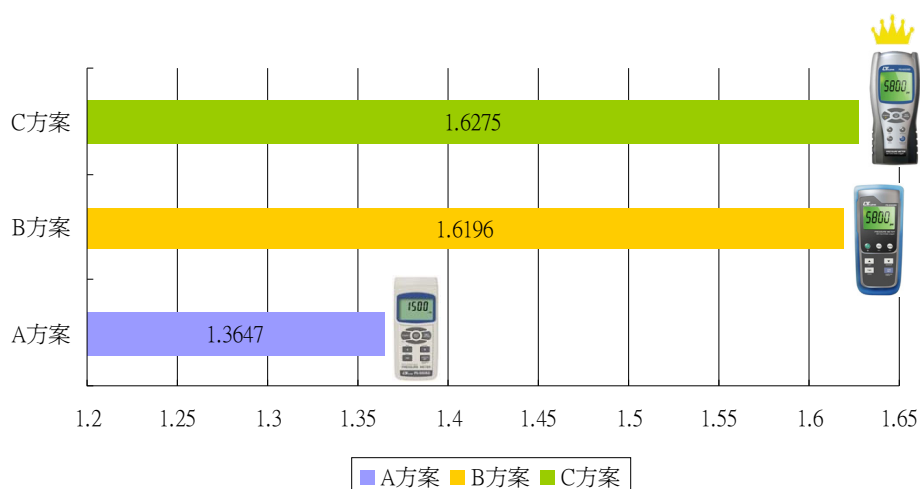


圖 4-37 造形模糊評判結果橫條圖

整體造形、色彩搭配、生產成本與後續發展分數加總後，圖 4-38 顯示「開發」模糊評判結果，B 方案 > A 方案 > C 方案。表示經過重新設計後的 B 方案優於原產品的 A 方案。顧客雖然喜愛 C 方案的造形，但也不願意讓成本反映於價格上，可同時兼顧造形與成本的 B 方案，於開發上為較理想的解決方案。

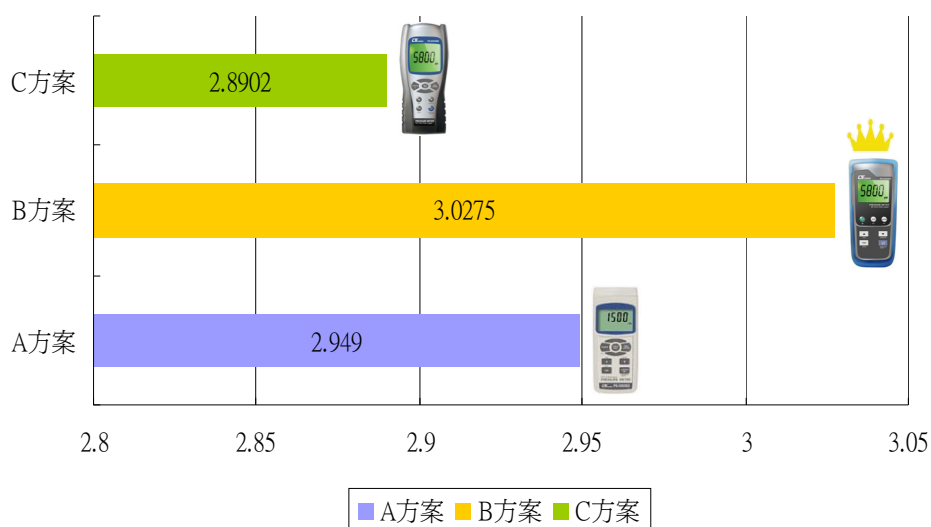


圖 4-38 開發模糊評判結果橫條圖

## 4-6 結果討論

本研究針對PS-9303SD壓力計所重新設計之兩造形方案，第一方案(B方案)經由評估後，只需使用現有模具，外加軟質橡膠保護套的設計，因此製造成本較低，且整體呈現較符合企業風格。而第二方案(C方案)之分割裝飾需要特別開模訂做，因此對於廠商而言成本高出許多。在與廠商討論後，以第一方案設計最符合廠商現有的材料與成本考量，故後續交由廠商繼續進行修改與製作。

在本章中經實例驗證，得到以下四點結論：

1. 由FAHP運算所得之造形特徵因素權重值，研究過程中出現負值，根據李柏年(2007)指出權重會出現負值與零值，表示矩陣不滿足一致性，但重新檢查問卷內容後，判斷無誤。影響原因可能為評比分數過低造成負值產生，但最終再經計算後之因素權重皆為正值。
2. 在品質屋的技術需求權重計算中發現，由於使用模糊運算之FQFD涵蓋資訊量大，與無模糊運算之QFD比較，造成最終排序結果有所出入。因此如果重視排名評選，且有多個評估項目，建議使用FQFD來進行運算。
3. 由評判值可得知，使用模糊運算之FSEM與無模糊運算之SEM，最終排序結果皆相同，但是有使用模糊運算方案間數值差距較小，所以利用較準確且客觀的模糊綜合評價，可較貼近真實的人類思維。
4. FSEM之造形模糊評判結果顯示 $Q_C > Q_B > Q_A$ ，所代表的意義為經由模糊決策模式而重新設計的構想，不論是C方案或B方案，在整體造形、色彩搭配與後續發展，給問卷對象的感覺皆比原始產品

(A方案)有所增長，顯示出本研究之造形改良模式適用於產品造形階段的指引與幫助，此現象對於產品銷售度將有所助益，進而增加企業競爭力。

## 第五章 結論與建議

本研究之整體架構為利用造形特徵、造形文法與模糊決策，找出顧客對於電子儀器造形偏好的最適產品設計，經由模糊綜合評價來驗證所提出之產品造形改良模式成功與否，以接續之後的產品生產階段。FAHP、FQFD 與 FSEM 皆為非常成熟之設計與評估方法，尤其是 QFD 在製程方面確實有非常顯著的成效，而前置的規劃工作可以使後續的設計變更大量減少，然而在產品造形設計上之相關應用還未見廣泛。後端的製造本應和前端的設計緊密結合，因此本研究期望造形設計階段為 QFD 其中一環節，可提供設計者完整的設計規範，參考明確的造形設計方針，確保朝向顧客與企業所需來設計，而不是自行黑箱的結果，以縮短整體的產品開發時間與成本。

### 5-1 研究結果與貢獻

本研究具體成果與貢獻如下：

1. 本研究導入模糊理論於層級分析法、品質機能展開與綜合評價，改善決策過程的周延性，完成一客觀的設計流程模式。
2. 在造形分析方面，發現顧客較偏好「弧線」特徵，如：外觀輪廓之凸形、螢幕裝飾之弧線框形、按鍵形狀之弧形，驗證過去學者所提出的「曲線偏見」(Lidwell, Holden & Butler, 2011)，表示曲線物品有助於製造正面情緒和美學印象，因此設計時可視需求使用曲線來呈現積極正面的第一印象。
3. 設計者可依據品質機能展開總表之關係矩陣強弱，依序選擇欲搭配之顧客需求與造形特徵變化法則，互相參考不同類別的造形文

法，可得到更多設計啟發。

4. 本研究所提出之造形設計方針就如同產生了骨架，造形設計輔助系統可作為將骨架鋪上肌肉的工具，而後續搭配不同的造形文法，或是些微調整造形細部特徵(如：細節設計、顏色調整、比例伸縮、材質形式、表面處理等)，則可將肌肉塑造成不同形態的外觀。也驗證了文獻所說之引用規則的不同，所組成的整體造形視覺感受，也具有了全新的樣貌(McCormack & Cagan, 2003)。
5. 由模糊綜合評價過程中得知，整體造形與色彩搭配最高分的 C 方案，其實是最好的設計決策，卻不是最理想的設計決策。因為在製造考量下，是由大致符合顧客需求的決策促成，也就是能同時兼顧造形與成本的 B 方案，為最適合的決策結果。
6. 所建構之互動式電子儀器造形設計輔助系統，介面簡單，可直覺式操作，發佈形成網頁後，可作為顧客、企業、設計者之間造形需求的溝通平台。讓企業部門累積設計的經驗與知識，也讓新進設計者能夠更快速的進入軌道。
7. 造形不斷推陳出新的環境下，造形設計輔助系統能夠不斷的擴充造形物件，讓使用者自行搭配出各種產品外觀，並配合造形方針，提供設計者造形設計的構想，進而提升設計效率。

## 5-2 後續研究建議與展望

在本研究中尚有許多考量不足之處，故於此方面可於未來繼續將細節部份加以改善，以下為本研究所提出之後續建議與展望。

1. 在品質機能展開之品質屋中，顧客需求權重佔有舉足輕重的地位，其準確度會影響後續方法的運算結果，因此若能增加問卷人

數與對象，是否會影響排序結果；以及若能加入右方品質企劃部份，從市場競爭力或研究現有產品優缺點的角度來評估，是否可更加掌握造形的改善空間。

2. 在造形特徵交叉分析關係矩陣中，後續可訂定更明確的評估基準，以及將龐大的造形文法重點分類與歸納，以減少設計方針於參考應用上所花費的時間。
3. 實例驗證中的方案評估是以 SEM 為基礎，而最終結果排序方式尚有許多評估方法(如：TOPSIS 法、線性指派法等)，因此未來可進一步探討在多種評估方法下所得結果何者較佳。
4. 本研究在模糊運算上，是將模糊語意以三角模糊數表達，而是否以其他模糊數(如：梯形、鐘型模糊數)表達語意更為貼切則可作為日後比較探討的對象。
5. 本研究主要為造形設計的前端構想產生，可進一步研究如何搭配 3D 軟體(如 Pro/Engineer、Solidworks 等)來接續完成後端的造形建構，以達到完整的產品造形開發模式。

## 參考文獻

1. Behara, R.S. and Chase, R.B., (1993), “Service Quality Deployment: Quality Service by Design”, in Rakesh V. Sarin (ed.), Perspectives in Operations Management: Kluwer Academic Publisher, Norwell, Mass.
2. Bicknell, B & Bicknell, K.D, (1995), The Roadmap to Reportable Success: Using QFD to Implement Change, Boca Raton FL., CRC Press.
3. Chen, S.J. and Hwang, C.L., (1992), “Fuzzy Multiple Attribute Decision Making-Method and Application”, New York, Springer-Verlag, pp. 465-473.
4. Hauser, J.R.,(1993) “How Puritan-Bennett used the house of quality”, Sloan Management Review, Vol. 34, pp. 61-70.
5. Liu, H.T., (2011), “Product design and selection using fuzzy QFD and fuzzy MCDM approaches”, Applied Mathematical Modelling, pp. 482-496.
6. McCormack, Jay P. & Cagan, Jonathan (2003), “Speaking the Buick language capturing, understanding, and exploring brand identity with shape grammars”, Design Studies , Vol. 25, No. 1, pp. 1-29.
7. Saaty, T.L., (1980), The analysis hierarchy process, McGraw Hill.
8. Walker, J. A., (1989), “Pluto press”. London.
9. Wu, W. Y., S. W. Hsiao & H. P. Kuo, (2004), “Fuzzy Set Theory-based Decision Model for Determining Market Position and Developing Strategy for Hospital Service Quality,” Total Quality

Management and Business Excellence, 15(4), pp. 439-456.

10. William Lidwell, Kritina Holden, Jill Butler(2011)，設計的法則，呂亨英、吳莉君譯，原點出版。
11. 川田喜二郎(Kawakita Jiro)(1986)，KJ法- 渾混談，中央公論社。
12. 王文俊(2007)，認識 Fuzzy，全華圖書。
13. 王信雄(2007)，應用模糊理論於品質展開與技術展開之研究，義守大學工業工程與管理學系，碩士論文。
14. 汪宗慶(2005)，產品識別造形文法規則的推導與應用—以 NOKIA 行動電話造形演化為例，國立交通大學應用藝術研究所，碩士論文。
15. 李柏年(2007)，模糊數學及其應用，合肥工業大學出版社。
16. 呂清夫(1996)，造形原理，雄獅圖書股份有限公司，pp.176。
17. 呂國勝(2008)，模糊品質機能展開法應用於整建廠商評選，國立臺灣科技大學建築系所，碩士論文。
18. 吳炯憲(2005)，以感性觀點探討消費者決策因素之研究，樹德科技大學應用設計研究所，碩士論文。
19. 吳登峻(2003)，以 KT 式理性管理分析法評估電子儀器產業併購決策之研究—以致茂公司與詮華公司合併為例，國立交通大學管理科學學系，碩士論文。
20. 林彥呈(2001)，應用非線性推論模式於產品色彩、造形與意象關係之研究，國立成功大學工業設計研究所，碩士論文。
21. 洪嘉聯(2001)，產品再設計創新之研究-以數位相機為例，大葉大學設計研究所碩士班，碩士論文。
22. 翁明珠，蕭瑞民，蔡澄雄(2009)，品質機能展開中利用模糊分析方法求解設計需求，品質學報，16(1)，pp.61-71。



23. 張文智、林旻樺(2004)，產品造形意象與造形特徵之相關性研究，設計學報，9(3)，pp.59-68。
24. 張振墉(1999)，工研院 IEK 系統能源組，出版編號：ITRIMS-0267-S202(88)。
25. 莊映輝(2008)，台灣儀器產業經營模式與成長策略關係之探討，國立政治大學商學院經營管理碩士學程企管組商學碩士，碩士論文。
26. 黃意文(2007)，應用分析層級程式法 (AHP) 建立產品設計評價模式之研究—以行動電話為例，國立台灣科技大學設計研究所，碩士論文。
27. 黃蓉芬(1999)，工研院 IEK 系統能源組，出版編號：ITRIMS-0267-S201(88)。
28. 郭幸萍(2009)，模糊綜合評判運用於房屋仲介公司之服務品質績效評估與策略之研究，住宅學報，18(2)，pp.45-68。
29. 湯永鴻(2009)，模糊理論於創新產品開發之概念設計，東海大學工業設計學系研究所，碩士論文。
30. 黎文龍(2005)，工程設計與分析，東華書局，pp. 152。
31. 練季旺(2003)，消費者對產品造形偏好之推論模式研究，國立成功大學工業設計研究所，碩士論文。
32. 鄧建國(1994)，整合造形溯源與衍生模式應用於產品造形開發之研究—以座椅設計為例，國立交通大學應用藝術研究所，碩士論文。
33. 蔡彥祺(2008)，應用品質機能展開與模糊評判於產品創新設計之決策分析，國立成功大學工業設計研究所，碩士論文。

【附錄一】生產手持式電子儀器之主要廠商

編號	國家	企業名稱	產品
1	台灣	路昌電子企業股份有限公司 <a href="http://www.lutron.com.tw/">http://www.lutron.com.tw/</a>	
2	台灣	瑞星科技股份有限公司 <a href="http://www.appatech.com/appa_index.php">http://www.appatech.com/appa_index.php</a>	
3	台灣	泰仕電子工業股份有限公司 <a href="http://www.tes.com.tw/">http://www.tes.com.tw/</a>	
4	台灣	泰儀電子股份有限公司 <a href="http://www.prova.com.tw/">http://www.prova.com.tw/</a>	
5	台灣	世駿電子股份有限公司 <a href="http://www.tenmars.com/cetacean/index.phtml">http://www.tenmars.com/cetacean/index.phtml</a>	
7	台灣	錚億科技股份有限公司 <a href="http://www.brymen.com.tw/">http://www.brymen.com.tw/</a>	
8	台灣	得益工業儀器有限公司 <a href="http://www.deree.com.tw/">http://www.deree.com.tw/</a>	

9	德國	<p>Testo</p> <p><a href="http://www.testoag.com.tw/main.asp">http://www.testoag.com.tw/main.asp</a></p>	
10	美國	<p>Fluke</p> <p><a href="http://www.fluke.com/fluke/sgen/home/default.htm">http://www.fluke.com/fluke/sgen/home/default.htm</a></p>	
11	台灣	<p>連虹股份有限公司</p> <p><a href="http://www.chy-meter.com/all_frame/chy_web-ch.htm">http://www.chy-meter.com/all_frame/chy_web-ch.htm</a></p>	
12	日本	<p>三和電氣計器株式會社</p> <p><a href="http://www.sanwa-meter.co.jp/">http://www.sanwa-meter.co.jp/</a></p>	
13	台灣	<p>群特科技股份有限公司</p> <p><a href="http://www.centertek.com/">http://www.centertek.com/</a></p>	
14	美國	<p>Amprobe</p> <p><a href="http://www.amprobe.com/">http://www.amprobe.com/</a></p>	
15	日本	<p>日置電機株式會社</p> <p><a href="http://www.hioki.com/">http://www.hioki.com/</a></p>	
16	日本	<p>共立電氣計器株式會社</p> <p><a href="http://www.kew-ltd.co.jp/en/">http://www.kew-ltd.co.jp/en/</a></p>	

【附錄二】手持式電子儀器樣本蒐集

編號	廠牌	型號	圖片	功能
01	FLUKE	712		溫度校正器
02	FLUKE	54		溫度計
03	FLUKE	922		空氣流量檢測計
04	FLUKE	975		CO/露點/溫/濕度計
05	FLUKE	971		溫/濕度計
06	FLUKE	411		測距儀
07	FLUKE	416		測距儀

08	<b>FLUKE</b>	421		測距儀
09	<b>TENMARS</b>	TM-80N		溫度計
10	<b>TENMARS</b>	TM-208		紫外線測量儀
11	<b>TENMARS</b>	TM-181		溫/濕度計
12	<b>TENMARS</b>	TM-191		電磁波測量儀
13	<b>TENMARS</b>	TM-265R		溫度計
14	<b>TENMARS</b>	TM-209		照度計
15	<b>TENMARS</b>	TM-202		照度計

16	TENMARS	TM-730		溫度計
17	TENMARS	TM-720		照度計
18	TENMARS	TM-747DU		溫度計
19	TENMARS	TM-363		溫度計
20	TENMARS	TM-192D		電磁波測量儀
21	TENMARS	TM-507		高阻計
22	TESTO	925		溫度計
23	TESTO	327-2		氣體測量儀

24	<b>TESTO</b>	330-1		氣體分析儀
25	<b>TESTO</b>	330-2		氣體分析儀
26	<b>TESTO</b>	435		氣體分析儀
27	<b>TESTO</b>	317-3		CO 濃度計
28	<b>TESTO</b>	606-2		材質水分/溫/濕度計
29	<b>TESTO</b>	477		轉速計
30	<b>TESTO</b>	325-I		氣體測量儀
31	<b>TESTO</b>	465		轉速計

32	TES	AVM-305		風速計
33	TES	1393		電磁波測量儀
34	TES	1335		照度計
35	TES	133		光通量計
36	TES	1341		風速計
37	TES	593		電磁波測量儀
38	TES	1260		溫/濕度計
39	TES	92		電磁波測量儀



40	<b>TES</b>	1372		CO 濃度計
41	<b>AMPROBE</b>	MAN30		壓力計
42	<b>AMPROBE</b>	CO2-100		CO2 濃度計
43	<b>AMPROBE</b>	WT-80		酸鹼計
44	<b>AMPROBE</b>	TMA5		風速計
45	<b>AMPROBE</b>	LM-120		照度計
46	<b>CHY</b>	314P		溫度計
47	<b>CHY</b>	500		溫度計

48	CHY	804		溫度計
49	CHY	820W		溼度計
50	CHY	370		CO 濃度計
51	CENTER	309		溫度計
52	CENTER	305		溫度計
53	CENTER	372		溫度計
54	CENTER	376		溫度計
55	CENTER	308		溫度計

56	<b>CENTER</b>	314		濕/溫度計
57	<b>CENTER</b>	315		濕/溫度計
58	<b>CENTER</b>	317		濕/溫度計
59	<b>CENTER</b>	325		噪音計
60	<b>CENTER</b>	500		溫度圖型記錄器
61	<b>DEREE</b>	DE-3006		溫度計
62	<b>DEREE</b>	DE-3009		溫度計
63	<b>DEREE</b>	DE-1007		電磁波測量儀

64	<b>DEREE</b>	DE-3301		噪音計
65	<b>KYORITSU</b>	5202		照度計
66	<b>KYORITSU</b>	5000		數據記錄器
67	<b>KYORITSU</b>	5020		數據記錄器
68	<b>HIOKI</b>	3446-01		溫度計
69	<b>HIOKI</b>	3441		溫度計
70	<b>HIOKI</b>	FT3432		噪音計

【附錄三】專家訪談與焦點討論名單

專家編號	基本資料	姓名	職稱	資歷
成員 A		林東昌	工程師	30 年
成員 B		林志原	工業設計師	10 年
成員 C		蔡玉純	業務經理	25 年

【附錄四】KJ法初步分群造形類目表

主項目	次項目及編號	初步細項分類	樣本編號	
造形要素	機身比例 (As)	2 : 1	01、02、03、04、16、28、29、32、45、48、63、65、66、69	
		2.3 : 1	08、18、20、31、33、47	
		2.5 : 1	06、09、21、23、31、41、42、50、53、58、62、68	
		2.8 : 1	07、24、46、54	
		3 : 1	05、22、24、27、30、37、38、39、40、44、51、55	
	螢幕比例 (Bs)	分類同表 3-6		
	按鍵形式 (Df)	分類同表 3-9		
	按鍵排列 (C)	垂直排列	01、02、03、04、05、07、08、16、17、20、21、27、30、32、33、34、35、36、41、42、43、44、46、47、48、49、50、51、52、53、54、55、56、57、59、60、61、62、64、65、66、67、68、69、70	
		向心排列	06、09、10、11、12、13、14、15、18、19、29、37、38、45	
		Y字排列	22、28	
		T字排列	26、31	
工字排列		23、24、25、39、40		
三角排列		58、63		
視覺介面	外觀輪廓 (A)	部份凹	02、20、33、34、35、36、41、42、43、04、09、10、11、12、13、14、15、22、23、24、25、26、16、17、28、29、40、46	
		左右凸下圓	03、44	
		部份凸	05、37、38、21、31、54、55、57、59、60、48、49、45、18、19、53、68	
		直線	06、07、08、65、66、67、69、27、30、39、51、52、56、64、01、47	

		握持式	32・58・62
		不對稱	50・61・63・70
	螢幕裝飾 (B)	直線框	02、18、20、41、47、53、54、60、61、62、64、65、66、67
		直線框+下凹	16、17、30
		粗框	29
		直線框+細節	51、52、55、56、57、59
		弧線框	09、10、11、12、13、14、15、32、38、45
		大面積	31、68
		延伸	39
		不規則	44、69
		平面下凹	01、04、08、27
		導角(小)	03、05、06、07、19、22、28、33、34、35、36、37、40、42、43、46、50、58、63、70
		導角(大)	21、48、49
		特殊	23、24、25、26
		按鍵形狀 (D)	分類同表 3-10
	分割裝飾 (E)	分類同表 3-11	
介面裝飾 (F)	分類同表 3-12		
色彩搭配	※觀察樣本最明顯之特徵顏色，標記如下：	灰階+橘	01Ce、02Ce、03Ce、04Ce、05Ce、06Ce、07Ce、08Ce、12Ce、18Ce、21Ce、51Ce、20Cf
		灰階+黃	16Cf
		灰階+紅	41Cb、44Cb、45Cf、32Cb、48Ce、49Ce、52Ce

Ca : 機身本體色彩	灰階+藍綠	13Cb	
	Cb : 螢幕裝飾色彩	灰階+綠	14Cb
	Cf : 介面裝飾色彩	灰階+藍	17Cf、19Ce、69Cf、70Ce
	Ce : 分割裝飾色彩	白+藍	53Cf、68Cf
	黑+白	09Ce、10Ce、11Cb、24CeCf、26CeCf、31Cb、46Ce、64Cb、22Cf、23CeCf、28Cb、58Ce、61Cf、66Cf	
	灰階+黑	15Cb、25Cf、27Cf、29Cf、30Cb、47Cf、62Cf、65Cb、67Cf、60Cb	
	灰階	33Ca、34Ca、35Ca、36Ca、37Ca、39Ca、63Ca	
	藍	38Ca、54Ca、55Ca、56Ca	
	紅	42Ca、43Ca	
	白	50Ca、59Ca	
	綠	57Ca	
	綠+黃	40Ce	
	按鍵本體色彩 (Cd)	分類同表 3-19	
按鍵字體色彩 (Ct)	分類同表 3-20		



## 【附錄五】FAHP專家問卷

親愛的專家您好：

這是一份針對「手持式電子儀器造形設計」為研究對象之問卷，目的是調查顧客對於電子儀器造形項目間之重視與喜好程度，希望能透過您寶貴的經驗及意見，以顧客的角度評估，讓我們能更了解電子儀器各項造形元素的重要性。

本研究為造形項目間重要性與喜好強度比較，共有 6 題組。問卷所得之研究數據僅供學術用途，您的寶貴意見將對本研究結果具有決定性的影響。我們非常感謝您的合作與支持。

敬祝 順心

東海大學工業設計研究所

指導教授：王中行 博士

研究生：林佩瑤

敬上

問卷填寫說明：

本問卷是在做兩因素的重要性強度比較，填答中間為兩因素等強，愈向左則為左方因素較強；愈向右則為右方因素較強。敬請依題意以您個人的經驗及看法在最適合的□內打✓，每題只填一個答案，謝謝。

範例如下：

當您購買房子的時候，考慮的因素有價格、坪數、地點等三項因素，若您認為價格感覺重要於坪數，請在左方「重要」的□內打✓。

接著，若您認為地點相對於價格較重要而等級介於「重要」及「稍為重要」之間，則請在「頗為重要」的□內打✓。

再者，若您認為坪數與地點兩者的重要性同等重要，則在「同等重要」的□內打✓，依此類推，如下所示：

	極 度 重	重 要	頗 為 重	稍 為 重	同 等 重	稍 為 重	頗 為 重	重 要	極 度 重	
--	-------------	--------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	--------	-------------	--

	要		要	要	要	要	要		要	
價格		✓								坪數
地點			✓							價格
坪數					✓					地點

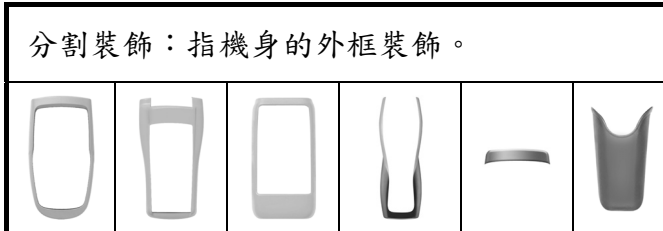
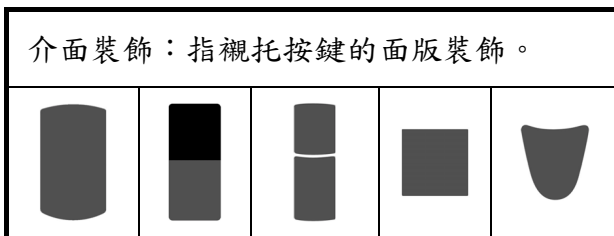
### 問卷開始

名詞說明：



外觀輪廓：指機身的形狀輪廓。

--	--	--	--	--	--	--	--	--

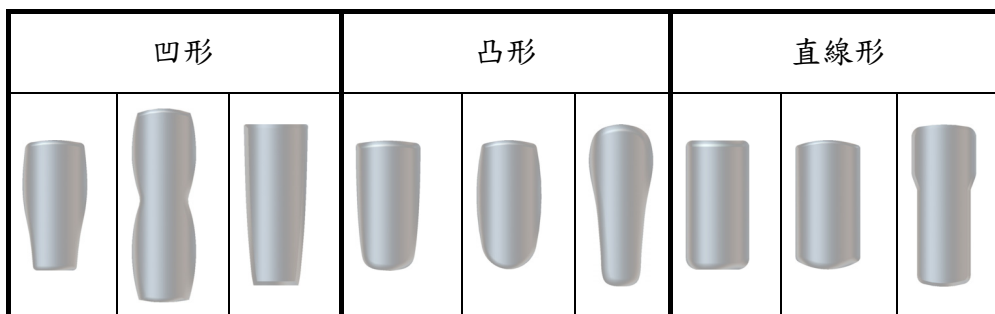


1. 請問顧客會認為手持式電子儀器的「外觀輪廓、按鍵形狀、螢幕裝飾、介面裝飾和分割裝飾」對於整體造形而言，其相對重要性如何？

	極度重要	重要	頗為重要	稍為重要	同等重要	稍微重要	頗為重要	重要	極度重要	
外觀輪廓										按鍵形狀
外觀輪廓										螢幕裝飾
外觀輪廓										介面裝飾









外觀輪廓										分割裝飾
按鍵形狀										螢幕裝飾
按鍵形狀										介面裝飾
按鍵形狀										分割裝飾
螢幕裝飾										介面裝飾
螢幕裝飾										分割裝飾
介面裝飾										分割裝飾

2.將手持式電子儀器的外觀輪廓分成「凹形、凸形和直線形」，請問顧客的喜好較偏向何者？











	極度喜歡	喜歡	頗為喜歡	稍為喜歡	同等喜歡	稍微喜歡	頗為喜歡	喜歡	極度喜歡	
凹形										凸形
凹形										直線形
凸形										直線形

3.將手持式電子儀器的按鍵形狀分成「方形、弧形、三角形和圓形組合」，請問顧客的喜好較偏向何者？

方形		弧形				三角形	圓形組合
							






	極度喜歡	喜歡	頗為喜歡	稍為喜歡	同等喜歡	稍微喜歡	頗為喜歡	喜歡	極度喜歡	
方形										弧形
方形										三角形
方形										圓形組合
弧形										三角形
弧形										圓形組合
三角形										圓形組合

4.將手持式電子儀器的螢幕裝飾分成「直線框形、弧線框形、大面積形和凹凸幾何」，請問顧客的喜好較偏向何者？

直線框形			弧線框形		大面積形		凹凸幾何	
								
<p>直線框形：指有粗框線或細框線。</p> <p>弧線框形：指直線框形之弧線變化。</p> <p>大面積形：指形狀延續至按鍵部位的大面積裝飾。</p> <p>凹凸幾何：指有導角或下凹等凹凸變化。</p>								








	極度喜歡	喜歡	頗為喜歡	稍為喜歡	同等喜歡	稍微喜歡	頗為喜歡	喜歡	極度喜歡	
直線框形										弧線框形
直線框形										大面積形
直線框形										凹凸幾何
弧線框形										大面積形
弧線框形										凹凸幾何
大面積形										凹凸幾何

5.將手持式電子儀器的介面裝飾分成「整體裝飾和下部裝飾」，請問顧客的喜好較偏向何者？

整體裝飾			下部裝飾	
				
<p>整體裝飾：指範圍從螢幕至按鍵部位之面版裝飾。</p> <p>下部裝飾：指範圍在按鍵部位之面版裝飾。</p>				

	極度喜歡	喜歡	頗為喜歡	稍為喜歡	同等喜歡	稍微喜歡	頗為喜歡	喜歡	極度喜歡	
整體裝飾										下部裝飾

6.將手持式電子儀器的分割裝飾分成「邊框分割、U形分割和矩形分割」，請問顧客的喜好較偏向何者？

邊框分割			U形分割	矩形分割	
					
<p>矩形分割：指在機身頂部或底部的分割裝飾。</p>  <p>如右圖所示：</p>					

	極度喜歡	喜歡	頗為喜歡	稍為喜歡	同等喜歡	稍微喜歡	頗為喜歡	喜歡	極度喜歡	
邊框分割										U形分割
邊框分割										矩形分割
U形分割										矩形分割

~本問卷到此結束，再次感謝您的幫助。~

若您對本問卷或是問卷內容有任何意見或是不了解之處，請您提供意見，我們必會將您的寶貴意見列入參考

意見：

## 【附錄六】壓力計方案評選問卷

親愛的受訪者您好：

這是一項關於產品造形設計的實驗問卷，問卷目的為評估「PS-9303SD 壓力計與重新設計後的新造形構想方案」，請依照您本身豐富的經驗作答。本問卷第一部份為基本資料。第二部份為本研究的主要案例驗證，將三個實驗樣本，由您以「優、良、中、差、劣」五個等級來分別評估原始產品與設計後產品的「**整體造形、色彩搭配、生產成本、後續發展**」四個項目，最後統計結果作為評估本研究之流程是否成功。

問卷所得到之研究數據僅供學術用途，您的寶貴意見將對本研究結果具有決定性的影響。我們非常感謝您的合作與支持。

敬祝 順心

東海大學工業設計研究所

指導教授：王中行 博士

研究生：林佩瑤

敬上

### 第一部份：基本資料

1. 請問您的性別？ 男 女

2. 請問您的年齡？

18-25 歲

25-35 歲

35-45 歲

45-55 歲

55-65 歲

65 歲以上

3. 請問您接觸電子儀器產業的時間？

1 年以下

1-5 年

5-10 年

10-15 年

15-20 年

20-25 年

25-30 年

30-35 年

其他：\_\_\_\_\_

### 第二部份：方案評選

請依照您的視覺觀感，評估下列三個壓力計各項評比項目，例如，覺得該項壓力計的整體造形為「優」，即在整體造形那一系列的評估項目中勾選「優」；而覺得色彩搭配為「普」，則在色彩搭配的評估項目中勾選「普」，依此類推。



實驗樣本	A					B					C				
	優	良	普	差	劣	優	良	普	差	劣	優	良	普	差	劣
整體造形															
色彩搭配															
生產成本															
後續發展															

註：

整體造形：指外觀輪廓、螢幕裝飾、分割裝飾、按鍵形狀、銘版裝飾等造形元素的整體視覺感受評分。

色彩搭配：指機身本體色彩、螢幕裝飾色彩、銘版裝飾色彩、分割裝飾色彩、按鍵本體色彩、按鍵字體色彩等造形元素之間的配色評分。

生產成本：指對於量產而言，所需成本高低的評分，花費較低成本為「優」；較高成本為「劣」，依此類推。

後續發展：指對於**造形**而言，實驗樣本 A、B、C 後續發展的適合度評分，造形適合繼續發展為「優」；造形不適合繼續發展為「劣」，依此類推。

## 【附錄七】Flash ActionScript 2.0 部份程式

成像區感應

```
on (release) {  
stopDrag();  
}
```

外觀輪廓物件感應

```
on (press) {  
    duplicateMovieClip(_root.A1s, "newA", 2);  
    setProperty(newA, _yscale, "70");  
    setProperty(newA, _xscale, "70");  
}  
  
on (release) {  
    startDrag(newA, true);  
}
```

螢幕尺寸物件感應

```
on (press) {  
    duplicateMovieClip(_root.Ss1, "newS", 3);  
    setProperty(newS, _yscale, "60");  
    setProperty(newS, _xscale, "60");  
}  
  
on (release) {
```

```
        startDrag(newS, true);
    }
```

螢幕邊框物件感應

```
on (press) {
    duplicateMovieClip(_root.B11, "newB", 4);
    setProperty(newB, _yscale, "60");
    setProperty(newB, _xscale, "60");
}
on (release) {
    startDrag(newB, true);
}
```

按鍵排列物件感應

```
on (press) {
    duplicateMovieClip(_root.C1, "newC", 5);
    setProperty(newC, _yscale, "70");
    setProperty(newC, _xscale, "70");
}
on (release) {
    startDrag(newC, true);
}
```

按鍵形狀物件感應

```
on (press) {
```

```
duplicateMovieClip(_root.D1, "newD1", 6);
    setProperty(newD1, _yscale, "100");
    setProperty(newD1, _xscale, "100");
}
on (release) {
    startDrag(newD1, true);
}
```

機身字體物件感應

```
on (press) {
    duplicateMovieClip(_root.G1, "newG1", 91);
    setProperty(newG1, _yscale, "100");
    setProperty(newG1, _xscale, "100");
}
on (release) {
    startDrag(newG1, true);
}
```

分割裝飾物件感應

```
on (press) {
    duplicateMovieClip(_root.E1, "newE", 120);
    setProperty(newE, _yscale, "65");
    setProperty(newE, _xscale, "65");
}
```

```
on (release) {  
    startDrag(newE, true);  
}
```

介面裝飾物件感應

```
on (press) {  
    duplicateMovieClip(_root.F1, "newF", 2);  
    setProperty(newF, _yscale, "65");  
    setProperty(newF, _xscale, "65");  
}
```

```
on (release) {  
    startDrag(newF, true);  
}
```

介面色彩物件感應

```
on (press) {  
    duplicateMovieClip(_root.CF1, "newCF", 2);  
    setProperty(newCF, _yscale, "65");  
    setProperty(newCF, _xscale, "65");  
}
```

```
on (release) {  
    startDrag(newCF, true);  
}
```

改變物件顏色

```
_root.onEnterFrame=function(){ //只要一開始動畫，就執行大括號里的程序
colora=new Color(_root.newCF);
colora.setRGB(rgb);
rgb=(r<<16|g<<8|b); //設置色塊電影的顏色
r=_root.rr.an._y; //設置按鈕的坐標與紅色值相交互
g=_root.gg.an._y;
b=_root.bb.an._y;
_root.rr.onPress=function(){
_root.rr.an.startDrag(true,0,0,0,255);
}

_root.gg.onPress=function(){
_root.gg.an.startDrag(true,0,0,0,255);
}

_root.bb.onPress=function(){
_root.bb.an.startDrag(true,0,0,0,255);
}

onMouseUp=function(){
_root.rr.stopDrag();
_root.gg.stopDrag();
_root.bb.stopDrag();
```

```
}
```

```
}
```

更換頁面

```
on (press) {  
    gotoAndStop(2);  
}
```

物件復原按鈕

```
on (release) {  
    removeMovieClip(newA);  
    removeMovieClip(newQ);  
}
```

物件縮放

```
y = button._y;  
out = (100-y)/200;  
setProperty(_root.newB, _xscale, out*100);  
setProperty(_root.newB, _yscale, out*100);  
_root.ss=int(out*100)+"%";
```

```
gotoAndPlay(1);
```

物件 X 軸縮放

```
y = button._y;
```

```
out = (100-y)/200;
setProperty(_root.newE, _xscale, out*100);
_root.ss=int(out*100)+"%";
```

```
gotoAndPlay(1);
```

物件 Y 軸縮放

```
y = button._y;
out = (100-y)/200;
setProperty(_root.newE, _yscale, out*100);
_root.ss=int(out*100)+"%";
```

```
gotoAndPlay(1);
```

旋轉物件

```
y =button._y;
out = (100-y)/200;
setProperty(_root.newD8, _rotation, out*360-180);
_root.angle=int((out*360)-180);
```

```
gotoAndPlay(1);
```