

南華大學藝術與設計學院產品與室內設計學系

碩士論文

Department of Product and Interior Design

College of Arts and Design

Nanhua University

Master Thesis

系統櫥櫃生成演算法設計之研究

A Study of Generative Algorithm Design for Systematic Cabinets



黃唯誠

Wei-Cheng Huang

指導教授：周立倫 副教授

Advisor: Lih-Luen Jou, A.P.

中華民國 109 年 5 月

May 2020

南 華 大 學

產 品 與 室 內 設 計 學 系

碩 士 學 位 論 文

系統櫥櫃生成演算法設計之研究

A study of generative algorithm design for systematic cabinets

研究生：蔡俊誠

經考試合格特此證明

口試委員：田海
葉俊顯
趙俊宏

指導教授：田海

系主任(所長)：產品室內設計學系 系主任 鄭順福

口試日期：中華民國 109 年 06 月 24 日

謝誌

本論文得以完成，首先感謝我的指導教授周立倫教授的協助，在我撰寫此論文時給予許多的幫助。在研究所的學習中，對我的影響深遠且意義非凡。

感謝富仕登國際股份有限公司的林敬智總經理提供我豐富的有關系統櫃專業知識、書籍與各種五金配件的型錄並教我各類五金的功能與板材的搭配使用，使我的論文有更清晰的做法及解釋。

感謝本系所給予的設計資源與優良師資對於學生的栽培，受益匪淺。

感謝本校給予優美的教學環境與良好的學習氛圍。

感謝我的父母與家人們給予的支持與鼓勵。

感謝這幾年來在學習路途上幫助過我的所有人。



摘要

生成演算法設計模式的出現，對各類設計領域產生廣大的影響。以這種方式進行設計工作，除了能夠建構出以傳統 3D 建模方式極不容易建構的造形，也使得設計者能以更便捷且更有效率的方式變更設計。此設計模式目前在建築領域中使用較多，在產品設計領域中使用較少。

本研究之目的，在於運用 Rhinoceros 3D 建模軟體及其外掛程式 Grasshopper，發展出一套生成演算法設計解決方案，專門用來設計系統櫥櫃，讓設計師僅須依客戶及環境需求，設定參數，便可以立刻完成系統櫃的設計。如果修改參數，也能夠立即變更設計。經以問題解決法進行研究後，發展出一套解決方案。透過實務工作測試及驗證後，發現確實可以滿足研究目的。

使用這套解決方案，進行系統櫥櫃的設計，能以生成演算法建構出系統櫥櫃的各個板材部件，並透過參數之設定，達到迅速變更設計之目的，以配合不同的環境及使用需求。此外，還能依據系統櫃的造形結構，自動建構出所需的五金元件，並建構出相關孔位，同時自動建構出工程施作所需之 2D 工程圖。所生成的 3D 模型及 2D 圖形，亦能透過輸出方式，與多種 3D 及 2D 繪圖或工程軟體共享，與動畫、CAD 及 CAM 業界作無縫銜接。

關鍵詞:系統傢俱、參數化設計、衍生設計

Abstract

Since the generative algorithm design was introduced to the design industry, it has affected all fields of design. With this working flow, designers can not only create forms that are extremely difficult to build up using traditional 3D modeling techniques, but also make the design process more fast and efficient. Nowadays, this new way of design is mostly used in the architecture design field and is not so common in the product design field.

The purpose of this study is to use Rhinoceros 3D modeling software and its plug-in Grasshopper to develop a generation algorithm design solution specifically for designing system cabinets. This solution should allow designers to set parameters according to the physical conditions of the environment or the preference of the clients to complete the design instantly. If modifications are required, designers can change the parameters and receive new design results accordingly. With a problem - solving method, a set of solutions was developed and practically tested to find out that the purpose of this study could be satisfied.

When designers use this solution to do systematic cabinet design, all the parts of the cabinets will be generated automatically. To modify the design to meet different environments and user's requirements, designers simply change the key parameters and the results will come up instantly. This solution will also builds up all the hardware components of the cabinets according to the structure and the shapes of the board components, hence the size and the position of the drilling holes will be located on the board components. Besides, a set of 2D engineering drawing will also be produced for manufacture. All the 3D models and 2D drawings can be output and transferred to other 3D or 2D software, such as animation or CAD/CAM software, to form seam-less

cooperation.

Keywords: system furniture, parametric design, generative design



目 錄

謝誌.....	I
摘要.....	II
Abstract.....	III
目 錄.....	V
圖目錄.....	VII
第一章 緒論.....	1
第一節 研究背景與動機.....	1
第二節 研究目的.....	1
第三節 研究方法與步驟.....	2
第四節 研究範圍與限制.....	3
第五節 研究之架構.....	4
第六節 預期結果.....	7
第七節 重要名詞解釋.....	7
第二章 文獻探討.....	9
第一節 參數化設計的出現.....	9
第二節 時代的變遷與家具的變化.....	11
第三節 系統櫃的材質、五金與櫃體樣式.....	14
第三章 研究設計.....	45
第一節 研究工具.....	45
第二節 研究步驟.....	46
第四章 研究實施.....	48
第一節 製作系統櫃側板與中立板.....	50
第二節 製作系統櫃層板.....	52
第三節 製作系統櫃踢腳板.....	54
第四節 定位踢腳板與層板之關係.....	56

第五節 縱向單格系統櫃均分層板.....	58
第六節 橫向系統排櫃均分中立板、層板與踢腳板.....	60
第七節 系統櫃背板與分格.....	62
第八節 開放式櫃體.....	66
第九節 開放式櫃體安裝五金.....	67
第十節 運用 Grasshopper 製作工程三視圖.....	80
第十一節 運用上述建模步驟設計其他造形系統櫃.....	85
第十二節 改變參數演算生成不同排櫃.....	90
第十三節 渲染模型.....	91
第五章 結論與建議.....	98
第一節 結論.....	98
第二節 建議.....	99
參考文獻.....	101

圖目錄

圖 1.1 研究架構圖	6
圖 2.1 粒片板	14
圖 2.2 密集板	15
圖 2.3 蜂巢板	16
圖 2.4 美耐板	17
圖 2.5 實木貼皮	18
圖 2.6 不織布人造貼皮	19
圖 2.7 塑膠貼皮	20
圖 2.8 皮仔板	21
圖 2.9 UV 門板	22
圖 2.10 壓克力門板	23
圖 2.11 鉸鏈	24
圖 2.12 自走式滑軌	25
圖 2.13 鋼珠式滑軌	26
圖 2.14 偏心連接件	27
圖 2.15 不可拆連接件	28
圖 2.16 調整腳	29
圖 2.17 調整腳	29
圖 2.18 鋅合金層板支撐件與塑膠層板支撐件	30
圖 2.19 PUSHFIX 組合器	31
圖 2.20 高櫃	32
圖 2.21 高櫃	33
圖 2.22 高櫃	33
圖 2.23 中櫃	34

圖 2.24 中櫃	34
圖 2.25 矮櫃	35
圖 2.26 矮櫃	35
圖 2.27 地櫃	36
圖 2.28 地櫃	36
圖 2.29 吊櫃	37
圖 2.30 上吊櫃與下吊櫃	37
圖 2.31 台上櫃	38
圖 2.32 台上櫃	38
圖 2.33 高櫃	39
圖 2.34 高櫃	39
圖 2.35 高櫃	40
圖 2.36 開放式櫃體	41
圖 2.37 開放式櫃體	42
圖 2.38 不開放式櫃體	42
圖 2.39 不開放式櫃體	43
圖 2.40 不開放式櫃體	43
圖 2.41 部分開放式櫃體	44
圖 2.42 部分開放式櫃體	44
圖 4.1 系統櫃板材結構圖	48
圖 4.2 系統櫃板材結構圖	49
圖 4.3 製作側板與中立板的 Grasshopper 方程式	50
圖 4.4 製作點定位	51
圖 4.5 製作 Rectangle	51
圖 4.6 製作立板與側板	52

圖 4.7 製作層板	52
圖 4.8 製作層板方程式與 Rhino 圖	53
圖 4.9 Evaluate 自製數學方程式	53
圖 4.10 層板製作厚度示意圖與 Grasshopper 方程式	54
圖 4.11 踢腳板製作 Grasshopper 方程式	54
圖 4.12 層板、側板、中立板與踢腳板的線稿圖	55
圖 4.13 踢腳板擠出高度之示意圖與 Grasshopper 方程式	55
圖 4.14 移動層板至於踢腳板上方的 Grasshopper 方程式	56
圖 4.15 層板尚未移動至踢腳板上方面圖	57
圖 4.16 層板移動至踢腳板上方面圖	57
圖 4.17 側板、層板與踢腳板圖	58
圖 4.18 櫃體總高層板分層	58
圖 4.19 櫃體總高層板分層方程式	59
圖 4.20 櫃體橫向均分方程式	60
圖 4.21 櫃體橫向均分方程式	60
圖 4.22 櫃體橫向均分方程式	61
圖 4.23 系統櫃排櫃	61
圖 4.24 系統櫃背板	62
圖 4.25 系統櫃板材交集情況	62
圖 4.26 未差集系統板材交集情況	63
圖 4.27 差集後系統板材交集情況	63
圖 4.28 未與背板差集中立板	64
圖 4.29 未與背板差集左側板	64
圖 4.30 Grasshopper 運算方程式	65
圖 4.31 差集後板材	65

圖 4.32 無五金開放式櫃體與 grasshopper 方程式	66
圖 4.33 無五金開放式櫃體	66
圖 4.34 連接件	67
圖 4.35 連接件	67
圖 4.36 固格器	68
圖 4.37 固格器	68
圖 4.38 無五金開放式櫃體	69
圖 4.39 定位連接器五金 Grasshopper 方程式	70
圖 4.40 定位後五金與板材	70
圖 4.41 定位連接器五金 Grasshopper 方程式	71
圖 4.42 定位連接器五金 Grasshopper 方程式與定位圖	71
圖 4.43 定位固格器五 Grasshopper 方程式	72
圖 4.44 定位固格器五金 Grasshopper 方程式	72
圖 4.45 定位固格器五金 Grasshopper 方程式	73
圖 4.46 定位固格器五金 Grasshopper 方程式與定位圖	73
圖 4.47 定位木釘 Grasshopper 方程式	74
圖 4.48 定位木釘 Grasshopper 方程式與定位圖	74
圖 4.49 定位木釘 Grasshopper 方程式與定位圖	75
圖 4.50 定位木釘 Grasshopper 方程式	75
圖 4.51 差集 Grasshopper 方程式	76
圖 4.52 差集 Grasshopper 方程式與板材圖	76
圖 4.53 差集 Grasshopper 方程式	77
圖 4.54 差集 Grasshopper 方程式與板材圖	77
圖 4.55 差集 Grasshopper 方程式與板材圖	78
圖 4.56 差集 Grasshopper 方程式與板材圖	78

圖 4.57 差集 Grasshopper 方程式與全板材圖	79
圖 4.58 差集 Grasshopper 方程式與 Rhino Bake 模型	79
圖 4.59 Grasshopper 出圖方程式	80
圖 4.60 Grasshopper 出圖方程式與曲面	80
圖 4.61 Grasshopper 出圖方程式	81
圖 4.62 Grasshopper 出圖方程式	81
圖 4.63 Grasshopper 出圖方程式	82
圖 4.64 Grasshopper 出圖方程式	82
圖 4.65 Grasshopper 出圖方程式與出圖	83
圖 4.66 Grasshopper 尺寸標註方程式與出圖	83
圖 4.67 Rhino 出圖	84
圖 4.68 Rhino 尺寸標註與出圖	84
圖 4.69 Grasshopper 建立半高櫃	85
圖 4.70 改變半高櫃參數	85
圖 4.71 建立工程圖	86
圖 4.72 建立工程圖	86
圖 4.73 K 型門板	87
圖 4.74 K 型門板	87
圖 4.75 將 K 型門板輸入 Grasshopper 建模	88
圖 4.76 拆開模型檢查是否有誤	88
圖 4.77 運用生成演算改變模型數量	89
圖 4.78 Grasshopper 出工程圖	89
圖 4.79 一格一門系統排櫃	90
圖 4.80 單排單門系統排櫃	90
圖 4.81 多門系統排櫃	91

圖 4.82 多門系統排櫃渲染圖	91
圖 4.83 多門系統排櫃	92
圖 4.84 多門系統排櫃渲染圖	92
圖 4.85 隨機多門系統排櫃	93
圖 4.86 隨機多門系統排櫃渲染	93
圖 4.87 隨機多門系統排櫃	94
圖 4.88 隨機多門系統排櫃渲染圖	94
圖 4.89 矮櫃與半高櫃	95
圖 4.90 矮櫃與半高櫃渲染圖	95
圖 4.91 半高櫃	96
圖 4.92 半高櫃渲染圖	96
圖 4.93 造形門片半高櫃	97
圖 4.94 造形門片半高櫃渲染圖	97

第一章 緒論

第一節 研究背景與動機

目前市面上用於系統櫃設計的套裝式軟體（例如:3Dyours、圓方系統櫃專家），能以參數設定方式，建構出系統櫥櫃 3D 模型，但多半無法導出通用之 2D 及 3D 物件，以便與其他常用之 3D 建模軟體協同合作。這也使得室內設計師、家具設計師或其他合作方，無法有效率地與系統櫃業者共享檔案，協同合作。但如果使用市面上常用的 3D 建模軟體（例如：3ds Max、Maya、Sketchup 或單獨使用 Rhinoceros）來建構系統櫥櫃 3D 模型，則必須一個一個部件逐一建構。因此，在設計及變更設計方面的效率，都不如系統櫃設計專用套裝式軟體。

為解決此二類軟體之不足處，本研究選擇使用高相容性的 3D 建模平台 Rhinoceros 及其外掛之參數化軟體 Grasshopper 作為研究工具，發展出一套解決方案，使其不僅具備系統櫃參數化設計之功能，亦能將其衍生的 2D 及 3D 物件，提供給其他軟體使用，以達到多方協同作業之目的。

第二節 研究目的

本研究目的係針對系統櫃之設計及繪圖，提出一套具體可行的數位 3D 參數式解決方案，試圖透過現有軟體 Rhinoceros 與 Grasshopper 的使用，將原本較為複雜的系統櫃設計及繪圖工作，變得簡單易行，並能達到迅速設計及迅速變更設計的目標，以提供系統櫃產業、室內設計、家具設計等相關行業從業者使用，具體目的包括下列項目：

一、以 Rhinoceros 及 Grasshopper 為工具，發展出一套合理可行的解決方案，能以生成演算法建構出系統櫥櫃的各個板材部件，並透過參數之設定，達到迅速變更設計之目的，以配合不同的環境及使用需求。

二、上述之解決方案，能依據系統櫃的造形結構，以生成演算法，自動建構出所需的五金元件，並建構出相關孔位，以符合製造加工流程之需求。

三、上述之解決方案，能依據系統櫃的造形結構及五金元件，以生成演算法，自動

建構出工程施作所需之 2D 工程圖。

四、上述之解決方案，能夠透過參數之變更或以隨機方式，迅速產生許多變體，亦即增加許多造形設計的可能性，供設計師或客戶選擇。

第三節 研究方法與步驟

本研究將探討如何運用 Rhinoceros 和 Grasshopper，創設一個具有參數化衍生設計能力的方案，來設計及輔助製作系統櫃。以下是本設計所使用的研究方法及研究步驟。

一、研究方法

本研究所使用之研究方法，包括文獻分析法及問題解決法，茲說明如下：

(一) 文獻分析(Literature Analysis)

本研究必須先了解各類系統櫃的構造、材料、製作方式，以及其中的限制條件，方能著手進行後續軟體編程運用及參數設定。因此須以文獻分析法蒐集與分析有關係統家具設計及製作相關資料。

(二) 問題解決法(Problem-Solving)

本研究的主體係以問題解決法進行。研究者針對系統櫃結構體的設計、繪圖、施工等需求，透過所掌握的參考資源及專業工具，發展出一套可行的解決方案，使得設計師能夠在很短的時間內，依據空間環境及客戶喜好，迅速設計出所需的系統櫃，並同時產生足以作為施工依據的工程圖。

二、研究步驟

茲將本研究進行步驟簡述如下：

(一)確定論文方向並擬定研究主題：本研究主題為「系統櫥櫃生成演算法設計之研究」。

(二)文獻探討與分析：蒐集國內外相關文獻與研究報告，進行文獻歸納與分析，以做為本研究之立論基礎。

(三)建立研究架構：研究定案後，即深入分析整理文獻資料，據以建立研究架構。

(四)發展解決方案：使用 CAID 之軟體 Rhinoceros 與參數化設計軟體 Grasshopper。依據

所蒐集之文獻資料，依主題需求，發展出適切的解決方案。

(五)結論與建議：根據問題解決發展結果和研究發現，提出具體結論與建議，以供業者與相關單位參考。

(六)論文撰寫與付印：依據研究過程及成果，撰寫研究報告，並進行論文撰寫與付印。

本研究將論文分成五個章節，並根據上述研究步驟之內容逐一撰寫。五個章節分別為：第一章為緒論；第二章為文獻探討；第三章為研究方法；第四章為研究實施；第五章為結論與建議。

第四節 研究範圍與限制

本研究主要在探討如何以 3D 繪圖軟體 Rhinoceros 及其外掛軟體 Grasshopper 為工具，針對系統櫃家具，開發出一套參數式生成演算法設計系統。由於系統家具的樣式眾多，所使用的材料及五金配件種類亦繁多，區區一研究，實無法概括全部。因此，本研究僅挑選出最常用之具代表性種類，作為研究對象。

一、研究範圍

本研究題目為「系統櫥櫃生成演算法設計之研究」。本研究將僅針對系統櫥櫃進行研究，至於其他種類之系統化家具，如桌、椅、床等，則不在本研究範圍內。

系統櫃不同的用途會影響到系統櫃本身的尺寸及使用五金的選擇。

二、研究限制

研究過程雖已力求各方面之考量，但是仍有礙於主觀之人為因素或客觀之環境因素，故研究仍有如下之限制，分述說明如下：

(一) 研究工具之限制

本研究將以 3D 繪圖軟體 Rhinoceros 及其外掛軟體 Grasshopper 為工具，發展出適切的解決方案。此項選擇經研究後試用及評估過多種軟體後的主觀選擇，並不能保證這個選擇是最優的選擇。

(二) 研究發展之限制

本研究將針對研究主題，使用 Grasshopper 中的各種元件（component）發展出可能的解決方案，並隨即試作及評估，直至發展出最佳解決方案。由於解決方案可能不只一個，所謂「最佳」的解決方案，係相互比較篩選所得，然亦不能保證無其他可能方案會優於本研究所提出之方案。

(三) 研究對象之限制

由於系統櫃本身樣式繁多，本研究無法涵蓋所有樣式，因此僅能選擇其中少量常用且具代表性的櫃型來做為研究的對象。此項選擇係根據研究者經過資料蒐集，以及和業界接觸時的觀察，做主觀之挑選，並非經過客觀調研後的結果。

第五節 研究之架構

一、研究架構

(一) 第一章 緒論

說明研究背景與動機、研究目的、研究範圍與限制及研究的架構流程。

(二) 第二章 文獻探討

對於本論文研究必須瞭解的議題或相關研究如「參數化設計的出現」、「時代的變遷與家具的變化」、「系統櫃的材質、五金與櫃體樣式」等，進行資料搜集與分析。

(三) 第三章 研究方法

本研究以問題解決法實施。先設定問題，再透過所掌握的資源及工具，發展出可能的解決方案，最後再以實作方式驗證該方案之可行性。

(四) 第四章 研究實施

依據文獻探討所得的有關係統櫃的相關資料，運用所選定的工具，針對命題及目標，發展出可能的解決方案，並驗證其實際應用的可行性。基於研究、撰文、試作及讀者閱讀和理解的方便性，本研究以較為簡單的系統櫃櫃體為設計對象，來發展解決方案。而相同的方案，略加擴張，應該就能夠應付較為複雜的對象。

此外，由於可能的解決方案不只一個，經研究後所提出的僅能是主觀上認定為最佳

的方案，並不能保證其為所有可能的解決方案中之最佳者。

(五) 第五章 結論與建議

就所研究的成果，提出具體結論與建議，提供相關行業及後續研究者參考。



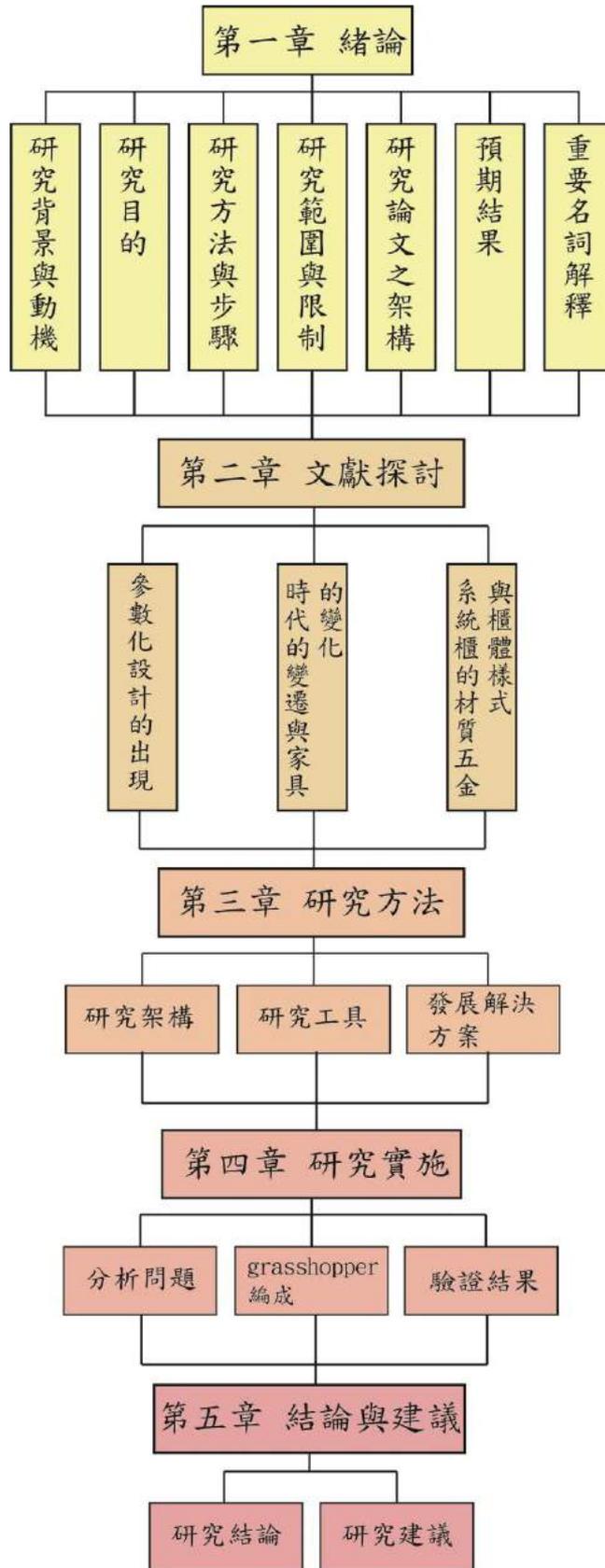


圖 1.1 研究架構圖

第六節 預期結果

本研究主要以 Rhinoceros 與 Grasshopper 做為工具，針對系統家具的設計，發展出一套具體可行的方案，能有效的將系統家具 3D 模型，以生成演算法的方式建構出來，並附帶建構出相關 2D 工程圖，以達到參數化設計及變更的目的，以提昇設計效率，並有效的與製造加工端結合。其能提供家具設計、室內設計及系統家具業者使用，以增進其工作效率。

第七節 重要名詞解釋

本研究所涉及之重要名詞加以解釋如下：

一、 系統家具

所謂系統指的是高度相容，彼此可以自由組合搭配的模組化元件；這些元件，包含了基本的板材，各種五金與配件。將家具元件「簡單化」、「統一化」與「便利化」，有如堆積木一樣，透過不同元件的「模組化」、「系列化」與「組織化」，簡便的產生許多不同排列組合結果。並藉由板材尺寸、顏色的變化選擇，及配件模組化後，讓家具的製作更能滿足高度「客製化」的市場需求，故其實屬更具彈性的變革性產品。

(漂亮家居編輯部，2008、<https://hiko091103.pixnet.net/blog/post/559798>，2020)

二、 電腦輔助設計

電腦輔助設計與製造 (Computer aided design/manufacturing) 簡稱 CAD/CAM，是指利用電腦來從事分析、模擬、設計、繪圖並擬定生產計劃、製造程序、控制生產過程，也就是從設計到加工生產，全部借重電腦的助力，因此 CAD/CAM 是自動化的重要中樞，影響工業生產力與品質。

(http://163.28.10.78/content/senior/life_tech/t2/manufac/manu/cad.htm，2020)

三、 參數化設計

電腦程式腳本 (Script) 的撰寫門檻原本頗高，然而今日圖形介面的參數化模型 (Parametric

Modeling)工具，使得設計者可以快速的客製化特定的設計元件，腳本介面的進步使建築師能夠創建自己的設計環境，軟體終端使用者和程式開發人員之間的界線正在降低。這不再僅僅是透過程式撰寫的專家編寫腳本來提高設計效率或管理建築資料，而且設計者通過使用腳本創建幾何圖形與查閱設計數據資料。當設計條件與限制不同時，參數化設計(Parametric Design)產生許多不同的可行性方案，透過參數的調整，評估比較參數化設計所產生的不同方案，提供設計者進行下一階段設計的選擇。參數化設計方便了初步設計方案的討論、後續設計發展的調整、施工細部的設計檢討評估以及現場施工的放樣製造與整合。

(http://www.twarchitect.org.tw/special/%E5%8F%83%E6%95%B8%E5%8C%96%E8%A8%AD%E8%A8%88%EF%BC%9A%E5%BB%BA%E7%AF%89%E8%A8%AD%E8%A8%88%E4%B8%AD%E7%9A%84%E6%BC%94%E7%AE%97%E6%80%9D%E7%B6%AD/?doing_wp_cron=1586431038.6860120296478271484375，2020)

四、 RHINOCEROS 3D 建模軟體

Rhinoceros 3D 是一套專業的 3D 立體模型製作軟體，簡稱 Rhino3D，由位於美國西雅圖的 Robert McNeel & Associates (McNeel) 公司於 1992 年開始開發，1998 年發售 1.0 版，目前最新版為 Rhino 6。Rhino3D 所提供的曲面工具可以精確地製作所有用來作為彩現、動畫、工程圖、分析評估以及生產用的模型。Rhino3D 軟體已廣泛用於：工業設計、遊艇設計、珠寶設計、交通工具、玩具與建築相關等產業。

Rhino3D 也是一個開放式的 3D 平台，除了官方自己開發的 Flamingo、Bongo、Penguin、Grasshopper 外掛程式之外，McNeel 公司也免費開放 SDK 開發工具給第三廠商以撰寫用於 Rhino3D 軟體的專屬外掛程式。

(https://zh.wikipedia.org/wiki/Rhinoceros_3D，2020)

五、 GRASSHOPPER

Grasshopper 是一種在 Rhinoceros 3D 計算機輔助設計應用程序中運行的可視化編程語言

和環境。該程序由 Robert McNeel & Associates 的 David Rutten 創建。通過將組件拖到畫布上來創建程序。然後將這些組件的輸出連接到後續組件的輸入。蚱蜢主要用於建立生成算法，諸如用於生成藝術。(https://en.wikipedia.org/wiki/Grasshopper_3D，2020)

六、 衍生設計(Generative design)

有效利用電腦輔助設計與具有編程界面的環境(如 Rhino+Grasshopper)下進行設計，設計者必須把架構一個產品的可能性與所有抽象想法轉化成數位幾何模型建構及演算的指令，最終得到一個系統。

(<https://jianyouli.wordpress.com/2014/02/01/%E4%BD%95%E8%AC%82%E8%A1%8D%E7%94%9F%E8%A8%AD%E8%A8%88-generative-design%E7%BC%9F/>，2020)

第二章 文獻探討

本研究針對研究主題蒐集相關文獻進行探討及分析，蒐集之文獻依序以電腦輔助設計的出現改變傳統設計模式、參數設計的方式給予設計的衝擊與變化、參數化設計的發展與衍生設計的產生、家具設計影響人們的生活習慣和方式、家具業的生產模式、系統櫃的樣式、材質、及五金零件等。

第一節 參數化設計的出現

一、 電腦輔助設計的出現改變傳統設計模式

傳統的設計方式是以筆、橡皮擦與紙，用筆在紙上作圖，用橡皮擦去除不需要的圖案，再搭配其他製圖輔助工具，以 2D 圖面的形式傳達設計構想。計算機的出現使得傳統的設計繪圖產生變化，電腦輔助設計隨即出現，其取代過去設計繪圖必須在紙上作業的模式，也優化整體的繪圖設計流程，在過去要改變一條線的位置及長度是件麻煩的事，而電腦輔助設計的出現將修改這件事情變得簡單並有系統地給予設計者回饋。

(<http://tkuir.lib.tku.edu.tw:8080/dspace/bitstream/987654321/92505/2/%E7%94%B1%E5%8F%83%E6%95%B8%E5%8C%96%E6%A8%A1%E5%9E%8B%E5%88%B0%E5%8F%83%E6%95%B8%E5%8C%96%E4%B8%BB%E7%BE%A9%3DFinal.pdf>，2020。)

二、 參數設計的方式給予設計的衝擊與變化

參數化設計並非全新的設計概念，在 1960 年代，電腦輔助設計的先驅 Ivan Sutherland 在他的博士論文中，就將參數化的概念做為他 Sketchpad 系統的核心，透過所設計的介面，修改參數值以獲得不同的設計元件，這些觀念影響著早期電腦輔助設計的方式。而大部份目前的電腦輔助設計工具，如一些 CAD/CAM 軟體(PRO-E(Creo)、Solidworks、Catia、UG、Inventor、Autocad 3D)等，皆賴以「參數」的方式來描述設計，結合數據、尺寸、幾何與變數，透過重要設計參數數值的調整，並對參數化模型達到改變設計的目的。

早期的參數化模型大都仰賴套裝軟體中既有的參數化元件（或特徵），而近年來電腦的硬體設備的強化、系統的優化及友善的操作介面環境與「客製化設計」的需求日益增加，所以「腳本」（Script）開始被注意與使用。

<http://tkuir.lib.tku.edu.tw:8080/dspace/bitstream/987654321/92505/2/%E7%94%B1%E5%8F%83%E6%95%B8%E5%8C%96%E6%A8%A1%E5%9E%8B%E5%88%B0%E5%8F%83%E6%95%B8%E5%8C%96%E4%B8%BB%E7%BE%A9%3DFinal.pdf>、

<https://make3d.pixnet.net/blog/post/204930685-3d%E7%B9%AA%E5%9C%96%E8%BB%9F%E9%AB%94%E7%B0%A1%E4%BB%8B>，2020)

三、 參數化設計的發展與衍生設計的產生

衍生設計與參數設計的差異，在於較為保守的衍生設計系統或許看起來或用起來都和參數設計沒什麼差別，就是可以即時變更一些元件的參數或尺寸，可以節省時間，不用整個重建。但衍生設計並非這麼簡單，可以將它視為特徵模型或基因原型(genetic prototype)，即具有高度可變性的單一造形結果或一連串的造形處理過程。由於過程中的每一道程序都具有其特徵可變性，如參數輸入或幾何形狀上的可編輯性，以及與其他程序互動的關聯性，進而使得衍生系統可以生成萬千複雜而又不同的衍生結果。

<https://jianyouli.wordpress.com/2014/02/01/%E4%BD%95%E8%AC%82%E8%A1%8D%E>

[7%94%9F%E8%A8%AD%E8%A8%88-generative-design%EF%BC%9F/](https://www.patrikschumacher.com/Texts/The%20Rise%20of%20Parametricism.html)，2020)

衍生設計在視覺、建築、產品等不同領域都有被運用的例子。而目前產品的衍生設計都是在電腦輔助設計及具有編程界面的環境(如 Rhino+Grasshopper)下來進行，簡而言之，即是對設計元素做出定義並設定幾何參數並通過電腦腳本語言，運用電腦強大的運算能力，按比例拉伸縮放旋轉，從而自動生成的，具有內在數字邏輯關係的，千變萬化的形體。然而再生成的過程中並非簡單的“克隆”，而是有著自然的遺傳定律對單一個體或群體有著傳承共性的特徵同時有著微妙的變化，就如同細胞或基因一樣，彼此有差異又有共性的關係，並非簡單重複外型而是有著特定規律及變化方向的連續漸變，而非隨意突變。

(<https://www.patrikschumacher.com/Texts/The%20Rise%20of%20Parametricism.html>，2020)

參數化與衍生設計在建築設計中有著革命性的突破，在傳統的建築觀念中，理想的建築型態是以規則的幾何形體呈現，這種思維決定了我們對建築形體的期待。而在參數化形式的設計中，對於基本設計元素的形體認識，轉移到了用全新的“電腦腳本語言”(computer script)來表現並生成的，難以具體描述的不規則 Nurbs 曲面，Nurbs 曲線，團點，顆粒等等。換言之便是我們能夠看得見的“奇形怪狀”。

(<https://www.patrikschumacher.com/Texts/The%20Rise%20of%20Parametricism.html>，2020)

隨著時代的變遷，設計的方式也隨之改變。科技的進步與設計的軟、硬體設備及設計思維息息相關。設計的軟、硬體設備也隨著科技水平的提升扶搖直上。兩者相互扶持也影響著彼此，不斷優化。

第二節 時代的變遷與家具的變化

一、 家具設計影響人們的生活習慣和方式

(一) 空間的重新定義

在室內環境中，傢俱有著舉足輕重的作用，人們有效利用傢俱產品將大空間劃分成若干個小空間。若為了創造空間輕快且靈活的氣氛，可善用傢俱做流動空間的處理，使得空間更加自由多變。(萬輝，2014)

(二) 革新人們的工作、生活姿勢與狀態

家具對於人們工作與生活姿勢與狀態的影響甚多，從宋代高型坐椅家具到近代沙發的出現，家具改變了人們的休息方式和坐姿，形成了更舒適與自由的姿勢與狀態。當代家具的變化與創新同樣革新著人們的工作與生活姿勢與狀態。辦公家具不斷從人性化設計、高矮，角度的靈活調節、不同新材質的採用等方面出發，使得人們的辦公姿勢更加趨於合理舒適，避免了長時間處於固定姿勢而引起的疲勞，營造出對人類最舒適的辦公空間。(陳啟雄，2015)

家具設計與當代生活方式之間的相互影響是緊密而深刻，而家具的革新與變化也影響著當代人們的生活。我們探討著家具與人的關係，推測出我們過去、現在及未來的生活方式。

(<https://baike.baidu.com/item/%E5%BB%BA%E7%AD%91%E5%8F%82%E6%95%B0%E5%8C%96%E8%AE%BE%E8%AE%A1>，2020)

二、 家具業的生產模式

常態而言，喜愛實木家具產品的顧客，相對於在價格上比較能接受高單價的產品，因為實木家具各式製品，色澤紋路都比裝潢業所使用複合材料製作的家具更加美觀及價值，這是家具製造產業到目前還能生存下來的因素。(陳正和，2010)

這幾年來，銷售型態與家具製造已在改變，以往新居落成很自然地會前往賣場選購家具，可是時下的年輕人，不願那麼麻煩，所以在購屋時挑選有買房屋送家具的買屋為主要考量，如此便能直接搬進新屋居住，所以間接影響家具銷售業績。一般家具的產業經營者，有區分兩種經營型態，第一種是甲方負責製造家具製品（家具工廠）家具產業製造商，另外乙方家具產業經營者（大賣場）。以家具工廠產業經營者而言所用的材料除了實木以外都大量採用複合材料（夾板、木心板、美耐板、纖維板、粒片板）為主。

第二種是家具廠商可以搭配到業者家中量尺寸，依據顧客要求的尺寸、材質、造形、活動功能等需求施作，然後再到消費者家中進行組裝。這是近年來家具產業因應多樣少量的生產模式。(陳顯潔，2008)

然而在家具產品現代化工業生產中，其生產途徑可通過四種生產模式來保證和促進新產品的質量，即：

(一) 標準化:對工業產品的零部件、構件的類型、尺寸、材料、質地以及功能進行整理並統一成若干通用性的規格，並以最大限度適合和滿足不同行業工業產品的部件、裝備及功能需求。

(二) 通用化:對不同行業的零部件、構件的類型、尺寸、材料、質地以及功能進行整理並統一成若干通用性的規格，並以最大限度適合和滿足不同行業工業產品的部件、裝備及功能需求。

(三) 系統化:僅在同一類產品中，根據生產和使用的技術要求，透過技術和經濟分析，適當地加以歸納與簡化，將產品的主要參數和性能指標按照一定的規則分檔，合理安排產品的品種規格以形成系列。

(四) 模塊化:是指系統科學滲透到標準化領域的一種新方法，以一定範圍內產品的總功能為目標。為了創造不同功能的產品，模塊化的生產模式對工業產品的部件、組件、構件的類型、規格、性能等共性組合，形成滿足不同需求的技術規範。(萬輝，2014)

由於時代的變遷使得使用者使用家具方式的不同，進而產生不同的生產模式。不同的生產模式有其相對適合的生產原料。種種原因會使得家具設計的設計方法隨之改變，面對現今高效率的時代，有著許多經由標準化、模塊化、通用化與系統化的家具生產出來。(萬輝，2014)

為了使設計師能夠更有效率地使用軟體來與硬體設備協同作業，設計方需要更自由且更有效率的建模模式，與硬體設備相互搭配，以達到高效且精確的設計成果。

第三節 系統櫃的材質、五金與櫃體樣式

本研究探討系統櫃的材質、五金與櫃體樣式

一、 板材

板材是構成系統家具的主體，不管是櫃體、層板或踢腳板等，都是由板材所構成。

(一) 塑合板:

粒片板(particle board)又稱塑合板，乃將木材切成細小粒片，經乾燥後，上膠、抄板及熱壓而成板狀，粒片板有塑合板、均質木材、人造木材、削片板或鉋花板等稱呼。

(<https://www.epa.gov.tw/Page/76A8846B30A817CB/aaa09262-0efd-430e-8340-50ed2b448fe7>，2020)

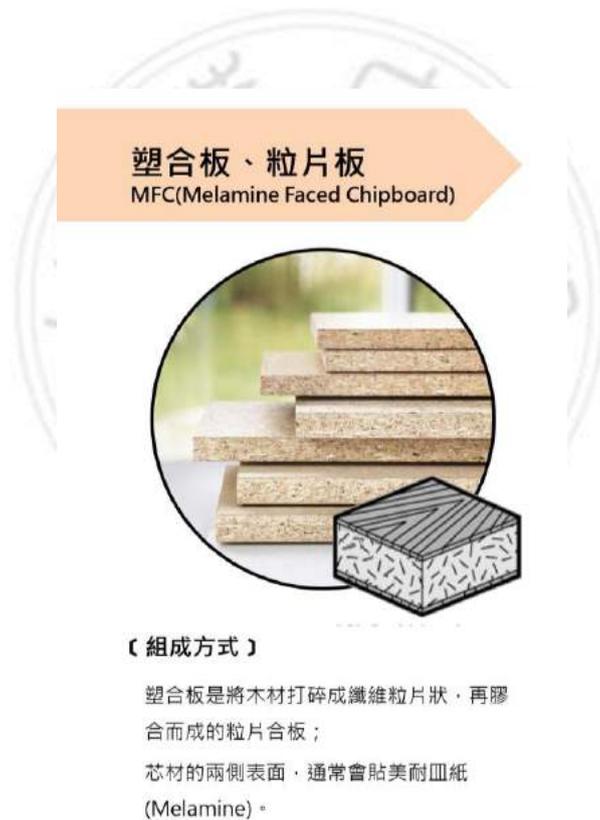


圖 2.1 粒片板

(https://red-dot.com.tw/panels_application)

(二) 密集板:

密集板就是一般俗稱的MDF(中密度纖維板),是以木材去絞碎成更細的纖維,以樹脂和膠料混合壓製而成的板材,由於密集板是以纖維為主要材質,最容易因為潮濕而導致膨脹變形,若要採用密集板製做家具,應做好防潮的步驟才能加強其耐用度和壽命。

(<http://www.funbugi.com/%E5%8E%9F%E6%9C%A8%E5%AF%A6%E6%9C%A8%E5%A4%BE%E6%9D%BF%E6%9C%A8%E5%BF%83%E6%9D%BF%E5%A1%91%E5%90%88%E6%9D%BF%E5%AF%86%E9%9B%86%E6%9D%BF%E6%9C%89%E4%BD%95%E4%B8%8D%E5%90%8C/>, 2020)



圖 2.2 密集板

(<http://www.funbugi.com/%E5%8E%9F%E6%9C%A8%E5%AF%A6%E6%9C%A8%E5%A4%BE%E6%9D%BF%E6%9C%A8%E5%BF%83%E6%9D%BF%E5%A1%91%E5%90%88%E6%9D%BF%E5%AF%86%E9%9B%86%E6%9D%BF%E6%9C%89%E4%BD%95%E4%B8%8D%E5%90%8C/>)

(三) 蜂巢板:

「蜂巢板」，英文叫「Board on frame」，所謂的蜂巢板是一種類似「三明治」的結構，上下用薄纖維板整片覆蓋在密集板或實木的邊框上，中間則是使用可再回收的紙板，做成像是「蜂窩狀」的結構填充。由於蜂巢板具有高平坦性、高剛性、防火、隔音、隔熱及質輕等特徵，已逐漸廣泛使用在建築物之內外牆、屋頂、地板、門板及隔音牆或無塵無菌室之金屬隔間等範圍。

(<https://www.searchome.net/wikientry.aspx?entry=%E7%BE%8E%E8%80%90%E6%9D%BF>，2020)



圖 2.3 蜂巢板

(https://red-dot.com.tw/panels_application)

(四) 美耐板:

美耐板是以含浸過的色紙與牛皮紙層層上下排疊，再經由高溫高壓壓製而成。產品具有耐高溫、高壓、耐刮、防焰等特性，是相當耐用的表面裝飾飾材。為表面飾材的一種，具有多種變化可節省去油漆的預算，耐髒的特性也適合用於浴室的天花板、櫃門、壁面等處，但它具有轉角接縫處明顯的缺點，因此在收邊時須特別留意。美耐板的應用範圍很廣，常使用在居家環境，舉凡桌面、櫥櫃、壁面、檯面等等，都可以使用美耐板。

(<https://www.searchome.net/wikientry.aspx?entry=%E7%BE%8E%E8%80%90%E6%9D%BE>, 2020)

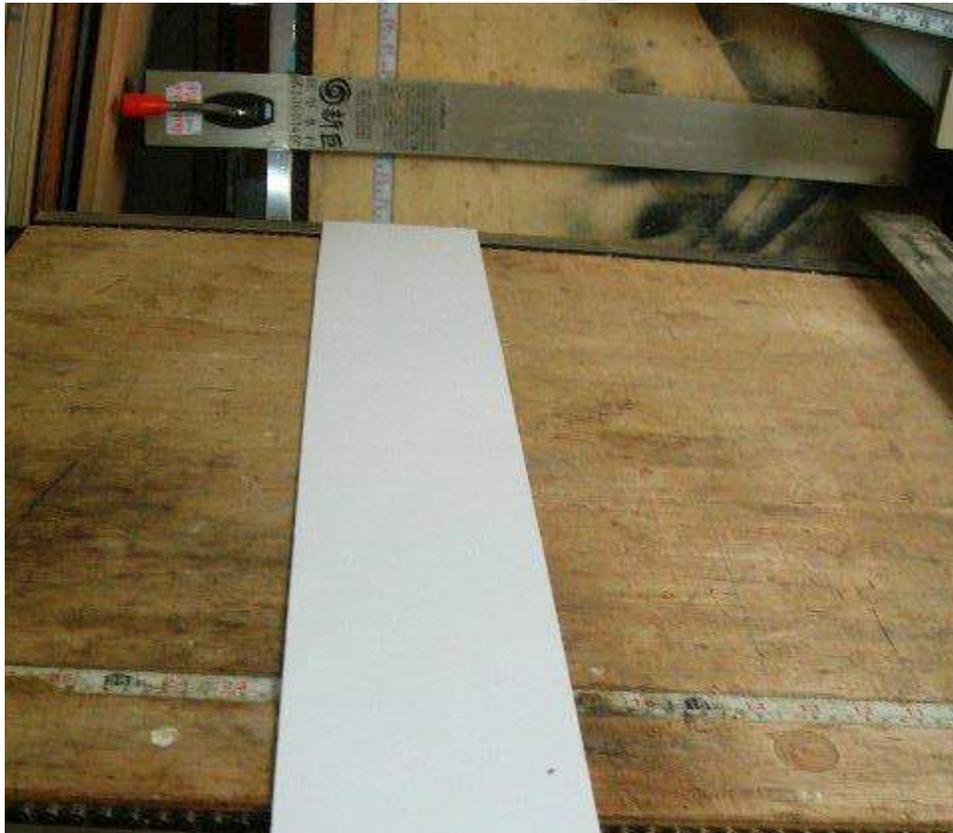


圖 2.4 美耐板

(<https://lcaja.pixnet.net/blog/post/4668826>)

(五) 天然實木貼皮:

又稱薄木、單板，英文名稱：vener，應用於家具類等產品的貼面裝飾，是一種具有珍貴樹種特色的木質片狀薄型飾面或貼面材料。木皮及其貼面裝飾行業起步於上世紀 50 年代，經半個世紀的發展，已具備了相當的規模。特別是近十幾年來，隨著近十幾年來國內木材加工行業的快速發展及近年房地產業的飛速發展，木皮作為一種極佳的表面裝飾材料，隨之迅速發展起來。(https://kknews.cc/zh-tw/home/zx38rzg.html，2020)



圖 2.5 實木貼皮

(https://kknews.cc/home/r3ybybv.html)

(六) 不織布人造貼皮：

利用人造切割的技術下仿製實木，質感相當不錯，紋路較實木統一連續，比起實木貼皮也較好黏貼，是常應用在現在木作裝潢上的材料。

(<http://blog.udn.com/jooster32/24814616>，2020)



圖 2.6 不織布人造貼皮

(<http://blog.udn.com/jooster32/24814616>，2020)

(七) 塑膠貼皮：

時下 DIY 盛行所衍生的產品，像貼紙，僅須裁切所需大小，黏貼即可，這種材質木工是不會用在櫃體或是外觀上的，因為它的質感不好，易翻翹、不耐刮，多為修補時所用。(https://lajaja.pixnet.net/blog/post/4668826，2020)

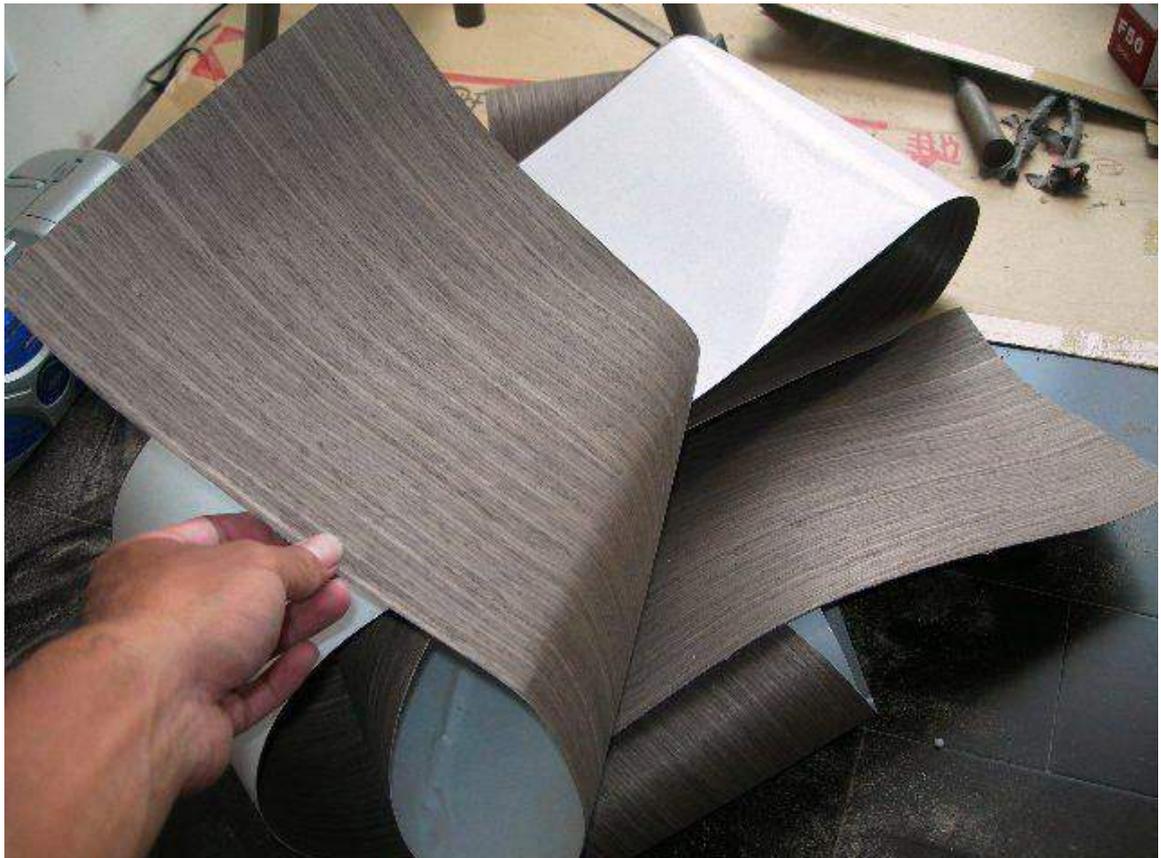


圖 2.7 塑膠貼皮

(http://blog.udn.com/jooster32/24814616，2020)

(八) 皮仔板

就是將上述的外觀貼皮跟板材先在工廠接合，木工師傅可以視需要，要求一面貼皮的皮仔板，還是雙面都要貼皮的皮仔板。如此一來，木工在裁切跟黏貼都可以省事不少。此外，皮仔板的厚度也可以視需求而有所不同，像是木作櫃的門片，就會用 6 分木心板的皮仔板，外觀的表面覆材可能就用 1 分的皮仔板。

(<https://lacija.pixnet.net/blog/post/4668826>，2020)



圖 2.8 皮仔板

(<https://lacija.pixnet.net/blog/post/4668826>)

(九) UV 門板

表面經過 UV 處理保護的板材，UV 漆及紫外線光固化漆，其特色為鏡面高光有明顯效果，漆膜豐滿且色彩鮮豔，耐酸鹼、抗腐蝕、易加工。(劉鵬剛、趙汗青，2017)



圖 2.9 UV 門板

(<https://kknews.cc/zh-hk/home/nklgpx2.html> , 2020)

(十) 壓克力門板

壓克力門板的基材多為中密度纖維板或實木多層板，其表層有兩層材料構成，一為1mm厚度的100%純壓克力，下層為色漿製成的顏色膜，具有耐酸鹼、抗腐蝕、耐高溫、耐老化等特點。(劉鵬剛、趙汗青，2017)

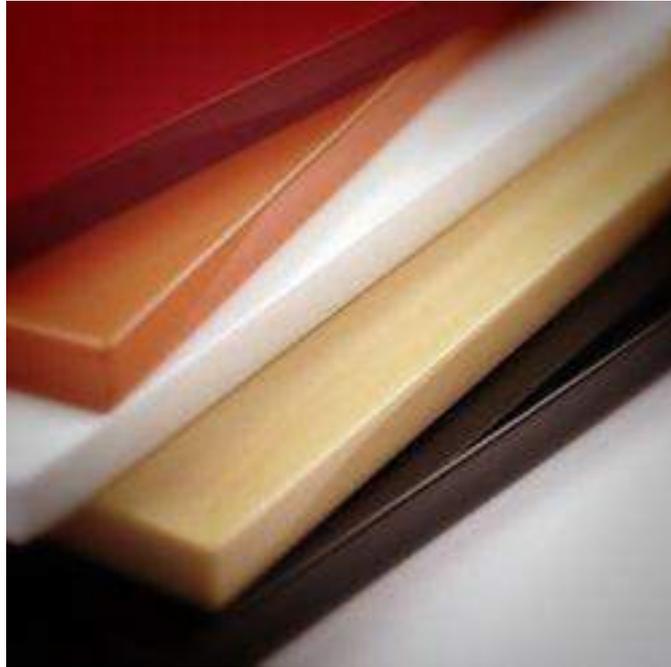


圖 2.10 壓克力門板

(<http://www.hsiang-lih.com.tw/prodDetail.asp?id=31> , 2020)

二、五金配件

若說板材是系統櫃的身體，而五金配件便會是系統櫃的靈魂。

(一) 鉸鏈

鉸鏈常見於櫃類家具的門板與櫃體的側板之間，由鉸環、鉸臂與鉸鏈底座構成。(劉鵬剛、趙汗青，2017)

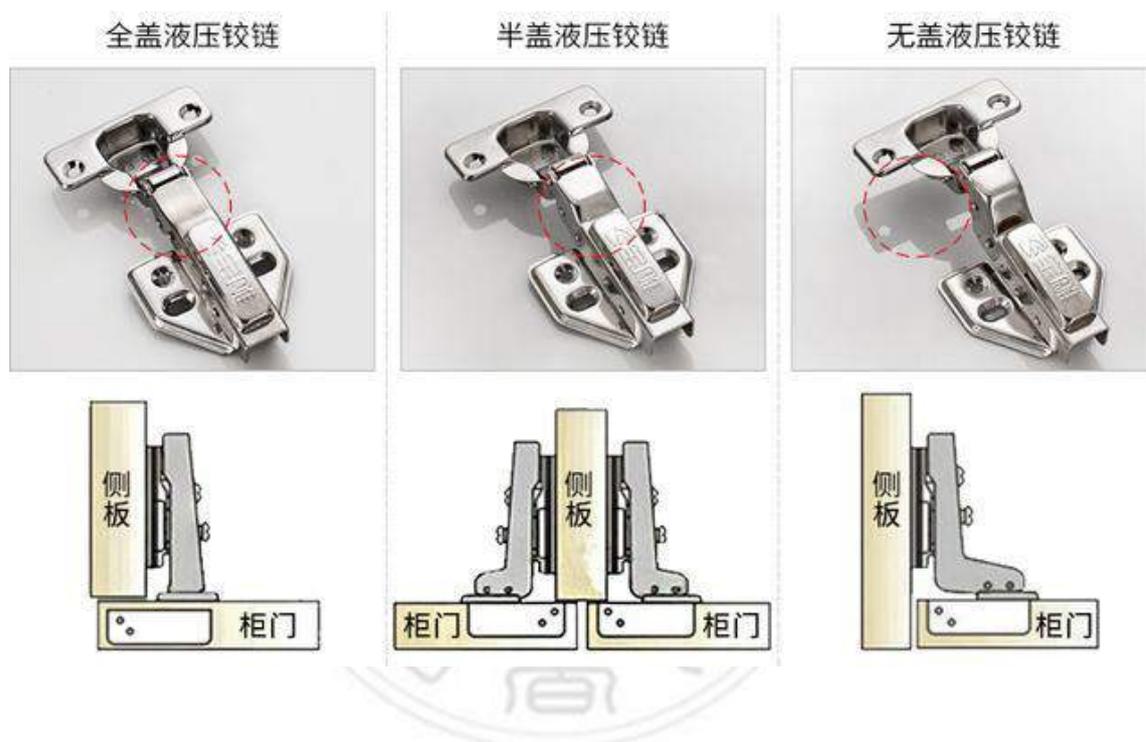


圖 2.11 鉸鏈

(<https://kknews.cc/home/eoj3l4z.html> , 2020)

(二) 滑軌

系統家具中的抽屜系統是通過滑軌的運行實現開啟或關閉。(劉鵬剛、趙汗青，2017)



圖 2.12 自走式滑軌

<https://exhouse.pixnet.net/blog/post/35268280-%E6%8A%BD%E5%B1%9C%E8%A3%A1%E7%9A%84%E5%A4%A7%E5%AD%B8%E5%95%8F%EF%BC%8C%E3%80%8C%E6%BB%91%E8%BB%8C%E3%80%8D%E7%9A%84%E7%A8%AE%E9%A1%9E%E8%88%87%E7%94%A8%E9%80%94%E8%A9%B3%E7%B4%B0>，2020)



圖 2.13 鋼珠式滑軌

https://www.google.com/search?q=%E8%87%AA%E8%B5%B0%E5%BC%8F%E6%BB%91%E8%BB%8C&hl=zh-TW&sxsrf=ALeKk01BL35_HqJGTf0ZIFTjmoJWI8MWuw:1587461041310&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiC5dibmfnoAhV5wYsBHVtFCE8Q_AUoAXoECAwQAw&biw=1474&bih=714#imgrc=mjoI6ggfFb6Ocm , 2020)

(三) 連接件

板式家具的結構連接，由各類連接件來實現。其分為可拆連接件與不可拆連接件。

(劉鵬剛、趙汗青，2017)

可拆式連接件，顧名思義可以多次拆裝，實現 RTA(ready-to-assemble，RTA)家具的裝拆與組合的關鍵要素之一。



圖 2.14 偏心連接件

(https://www.verybuy.cc/user_submit/item/4073965?country_code=tw&utm_source=google&utm_medium=cpc&gclid=Cj0KCQjws_r0BRCwARIsAMxfDRgPs-erFFUpEakPxjqyjfHutIXqr3E4Lxt4RPNrmDeNDoJ0nJWalB4aAjXjEALw_wcB，2020)

不可拆連接件，指的是一旦完成組裝便無法拆卸的連接件。



圖 2.15 不可拆連接件

https://www.google.com/search?q=%E4%B8%8D%E5%8F%AF%E6%8B%86%E9%80%A3%E6%8E%A5%E4%BB%B6&sxsrf=ALeKk01QNMRrSeDOBCoRVraROW9QZb4WRw:1587461900301&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwivrqW1nPnoAhWIw4sBHcxCAR0Q_AUoAXoECAsQAw&biw=1474&bih=714#imgrc=4qonpHF5ojUXQM , 2020)

(四) 調整腳

櫃體安裝於地面時通常需要安裝調節地腳，以便實現櫃體安裝於地面時統一高度。

(劉鵬剛、趙汗青，2017)



圖 2.16 調整腳

(<https://tw.ttnet.net/products/j66jn3wcpyvgtroj.html> , 2020)



圖 2.17 調整腳

(<https://goods.ruten.com.tw/item/show?21702110404293> , 2020)

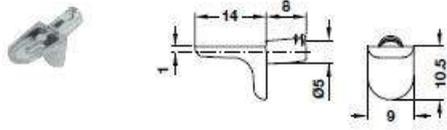
(五) 隔板五金

用於擱置層板的五金配件，有效增加層板運用於櫃體的便利性。

鋅合金層板支撐件

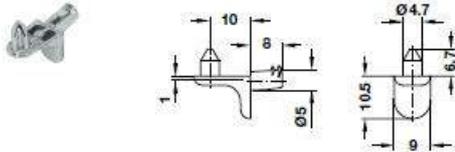
Ø 5mm鑽孔用

承重能力125kg (依據DIN EN 1727:1998-06)



• 版本：使用雙溝槽

表面處理	包裝，件	料號
鍍銀	500 或 2000	282.24.710
黑色	500	282.24.310



• 版本：使用雙溝槽
• 層板固定：使用凸耳

表面處理	包裝，件	料號
鍍銀	500 或 2000	282.24.720
黑色	500	282.24.320

塑膠層板支撐件



圖 2.18 鋅合金層板支撐件與塑膠層板支撐件

(海福樂家具五金型錄，2009)

PUSHFIX 組合器

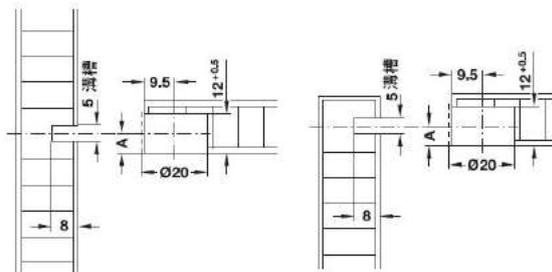
具備凸榫可配合5mm溝槽

- 材質：塑膠
- 鑽孔深度：12mm
- 鑽孔間距：9.5mm
- 適用木板厚度：至少15mm

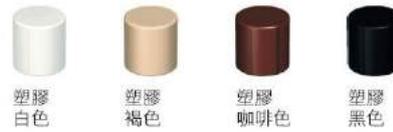
隨附

- 1件連接件外殼
- 1件PZ2十字螺絲起子

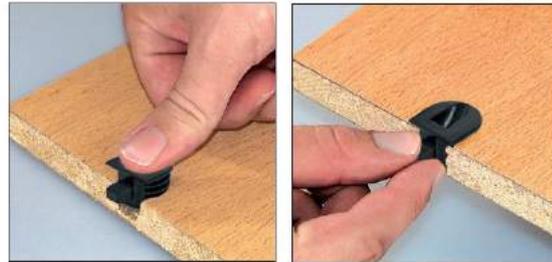
鑽孔圖



適用最小 木板厚度 mm	尺寸 A mm (扣接中心)	鑽控深度 mm
15	6.0	12 +0.5



裝配



- 將塑膠外殼壓入鑽孔中
- 外殼使用凸榫進行角度定位
- 將組裝架各部互相抵靠，轉角以凸榫保持定位
- 螺絲以30° 角度固定

凸榫會擴張以提供緊密連接

優點

反覆鎖緊、鬆開螺絲不會損壞5mm溝槽

圖 2.19 PUSHFIX 組合器
(海福樂家具五金型錄，2009)

三、 櫃體樣式

經研究整理幾項常見的櫃體樣式並以尺寸高度、空間位置定義與櫃體是否開放區分下列櫃體樣式。

(一) 以高度區分櫃體樣式:

1. 高櫃

一般高櫃高度尺寸為 180 公分至 240 公分。(<https://www.idshow.com.tw/article/id/2214.html> , 2020)



圖 2.20 高櫃

(https://www.trplus.com.tw/p/016292249?c=EC_20091155&gclid=Cj0KCQjwy6T1BRDXARIsAIqCTXovKB8g7u-8X-E5celAAO7qgiPWP8Oh7kupGs991I5oPe6c3Blcl2YaAuA9EALw_wcB&gclsrc=aw.ds , 2020)



圖 2.21 高櫃

(https://tzumii.91app.com/SalePage/Index/5944669?gclid=Cj0KCQjwy6T1BRDXARIsAIqC TXqbsuTuHfF2c3i4gTL9VDHjCwBWMaQ3Q4iI0WNwMdFVXXv6cfYQzDgaAqL2EALw _wcB , 2020)



圖 2.22 高櫃

(https://www.trplus.com.tw/p/016292334?c=EC_10000165&gclid=Cj0KCQjwy6T1BRDXA RIsAIqCTXpD4_UBSFaM0oxguaEr8_mcnzHyiRWFv3VFwsP0M2LCioOwcj4obUaAudm EALw_wcB&gclsrc=aw.ds , 2020)

2. 中櫃

一般中櫃尺寸高度為 70 公分至 150 公分。(<https://www.idshow.com.tw/article/id/2214.html> , 2020)



圖 2.23 中櫃

(<https://www.ikea.com.tw/zh/products/storage/system-cabinets/besta-spr-09302654> , 2020)



圖 2.24 中櫃

(<https://www.ikea.com.tw/zh/products/storage/bookcases/billy-art-10404246> , 2020)

3. 矮櫃

一般矮櫃高度尺寸為 25 公分至 50 公分。



圖 2.25 矮櫃

(<https://www.ikea.com.tw/zh/products/storage/open-shelving-units/kallax-spr-19242179> , 2020)



圖 2.26 矮櫃

(<https://www.ikea.com.tw/zh/products/storage/system-cabinets/besta-spr-09187215> , 2020)

(二) 以功能區分櫃體樣式

1. 地櫃

放置於地面上並起操作台作用的櫃體樣式。(林建旋、張繼娟，2017)

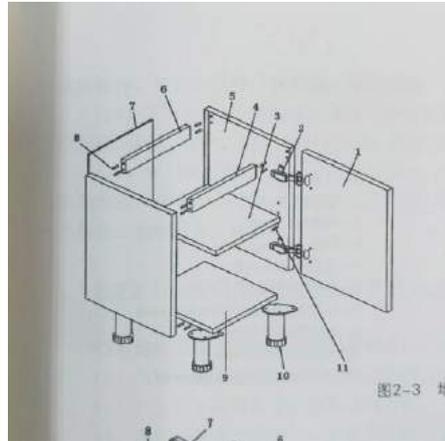


圖 2.27 地櫃

(林建旋、張繼娟，2017)

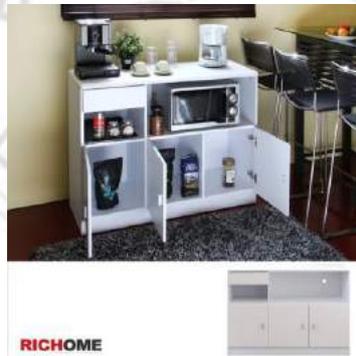


圖 2.28 地櫃

https://www.momoshop.com.tw/goods/GoodsDetail.jsp?i_code=4180567&osm=Ad07&utm_source=googleshop&utm_medium=googleshop_7&utm_content=bn&gclid=Cj0KCQjwy6T1BRDXARIsAIqCTXqhOI07D0IB7cb3XSptn_2I8QxjY6Dte-74nsMsc-jlibQmG_cI5RoaAt3w

EALw_wcB，2020)

2. 吊櫃

安裝於牆面上、地櫃台面以上或於其他位置懸空吊掛的櫃體樣式。(林建旋、張繼娟，2017)

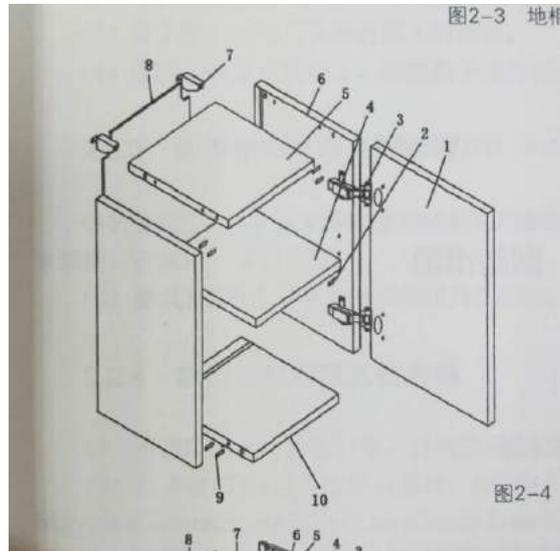


圖 2.29 吊櫃

(林建旋、張繼娟，2017)

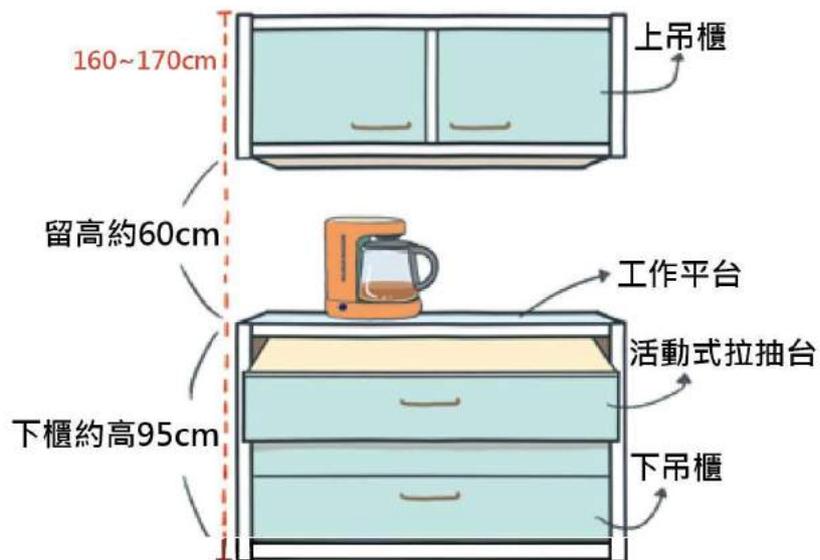


圖 2.30 上吊櫃與下吊櫃

(<https://www.idshow.com.tw/article/id/2214.html>，2020)

3. 台上櫃

放置於的櫃台面上的櫃體樣式。(林建旋、張繼娟，2017)

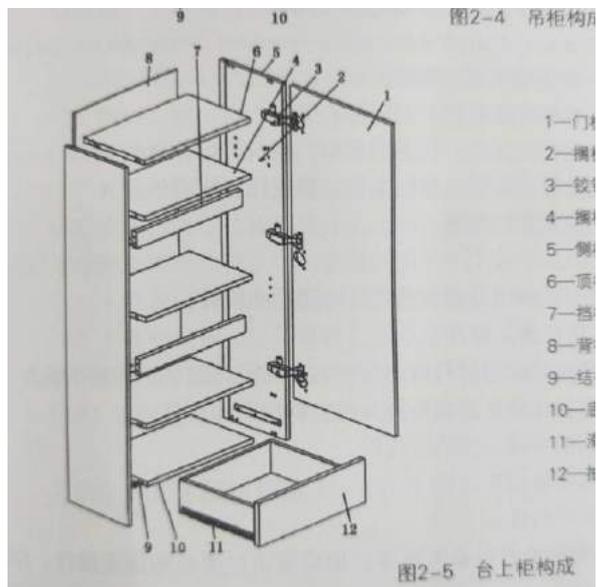


圖 2.31 台上櫃

(林建旋、張繼娟，2017)



圖 2.32 台上櫃

(富仕登國際股份有限公司提供)

4. 高櫃

放置於地面上的櫃體，高度高於地櫃並不起操作台作用的櫃體樣式。(林建旋、張繼娟，2017)

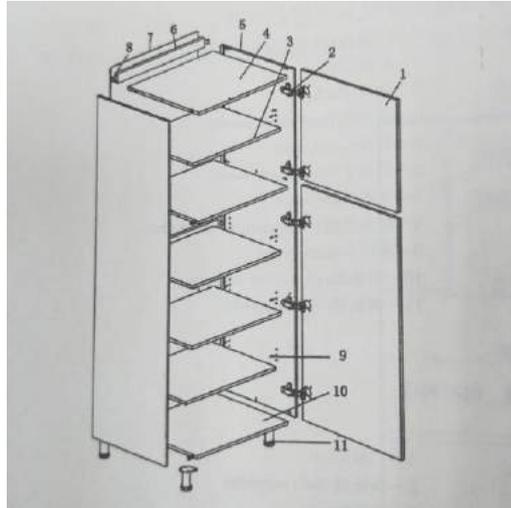


圖 2.33 高櫃

(林建旋、張繼娟，2017)



圖 2.34 高櫃

(https://www.trplus.com.tw/p/014243271?c=EC_10000165&gclid=Cj0KCQjwy6T1BRDXARIsAIqCTXrWR1GkWBQ4LtWmYvoy7JvEHIFUeB1IFRQO18GSapEfwOfARoVHpjwaAn tnEALw_wcB&gclsrc=aw.ds，2020)

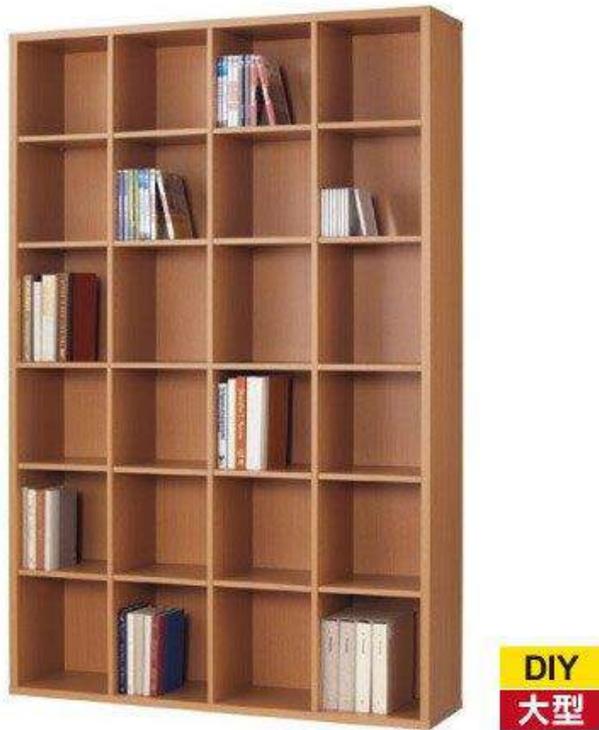


圖 2.35 高櫃

https://www.rakuten.com.tw/shop/nitori/product/8841050/?scid=GSA_1853458295_nitori-8841050-d41d8cd98f00b204e9800998ecf8427e&utm_content=%3A0.542695866076&utm_source=tagtoo&utm_medium=cpc&utm_term=1007%3A67%3A0，2020)

(三) 以櫃體是否開放區分櫃體樣式

1. 開放式櫃體

指櫃體無門板及抽屜頭封閉之櫃體。



圖 2.36 開放式櫃體

(<https://www.searchome.net/article.aspx?id=20988> , 2020)



圖 2.37 開放式櫃體

(<https://www.searchome.net/article.aspx?id=20988> , 2020)

2. 不開放式櫃體

指櫃體有門板及抽屜頭封閉的櫃體。



圖 2.38 不開放式櫃體

(<https://estate.ltn.com.tw/article/8157> , 2020)



圖 2.39 不開放式櫃體

(<https://www.100.com.tw/article/640> , 2020)



圖 2.40 不開放式櫃體

(<https://www.100.com.tw/article/640> , 2020)

3. 部分開放式櫃體

僅部分櫃體有門板與抽屜頭封閉。



圖 2.41 部分開放式櫃體

(http://www.hikou.com.tw/page.php?menu_id=23&pd_id=767 , 2020)



圖 2.42 部分開放式櫃體

(<https://www.luxurywatcher.com/zh-Hant/article/26168> , 2020)

第三章 研究設計

本研究主要以 Rhinoceros 3D 與 Grasshopper 做為工具，針對系統家具的設計，發展出一套具體可行的方案，能有效的將系統家具 3D 模型，以生成演算法的方式建構出來，並附帶建構出相關 2D 工程圖，以達到參數化設計及變更的目的，以提昇設計效率，並有效的與製造加工端結合。期能提供家具設計、室內設計及系統家具業者使用，以增進其工作效率。

第一節 研究工具

本研究所使用的的主要工具為 3D 數位建模軟體，包括 Rhino 6、Grasshopper 1 及 V-Ray 4。

(一) Rhinoceros 6

Rhinoceros 3D 是一套專業的 3D 立體模型製作軟體，簡稱 Rhino 3D 或 Rhino，由位於美國西雅圖的 Robert McNeel & Associates (McNeel) 公司於 1992 年開始開發，1998 年發售 1.0 版，目前最新版為 Rhino 6。Rhino 3D 所提供的曲面工具可以精確地製作所有用來作為彩現、動畫、工程圖、分析評估以及生產用的 3D 模型。Rhino 3D 軟體已廣泛用於：工業設計、遊艇設計、珠寶設計、交通工具、玩具與建築相關等產業。

Rhino 3D 也是一個開放式的 3D 平台，除了官方自己開發的 Flamingo、Bongo、Penguin、Grasshopper 外掛程式之外，McNeel 公司也免費開放 SDK 開發工具給第三廠商以撰寫用於 Rhino 3D 軟體的專屬外掛程式。

(https://zh.wikipedia.org/wiki/Rhinoceros_3D，2020)

(二) Grasshopper 1

Grasshopper 是一種在 Rhinoceros 3D 電腦輔助設計應用程式中運行的可視化編程語言和環境。該程式由 Robert McNeel & Associates 的 David Rutten 創建。通過將組件拖到畫布上來創建程序。然後將這些組件的輸出連接到後續組件的輸入。Grasshopper 主要用於建立生成算法，諸如用於生成藝術。(https://en.wikipedia.org/wiki/Grasshopper_3D，

2020)

第二節 研究步驟

本研究以實際操作 Rhino6 及 Grasshopper 的方式作為研究核心，主要步驟分別為：

一、蒐集相關資料進行文獻探討

本研究針對的對象是系統家具，因此必須先具備此一領域的相關知識，方能建構出合理且合乎業界規範及需求的解決方案。

二、熟習 Rhinoceros 6 版本及外掛軟體 grasshopper 1 的使用：

雖然以研究者的主觀學習經驗而言，Rhino 6 相較於其他 3D 繪圖軟體，算是容易學習及上手的，但由於 Rhino 6 與 Grasshopper 1 本身都有超過 1000 個工具（指令），得投入大量且漫長的時間才能將其有效學習並予以消化吸收，且經過融會貫通之後，才能針對本研究主題鉅細靡遺地發展出適當的解決方案。因此本研究以研究者所熟習之繪圖工具及步驟來構成主要問題解決方案，不必然為唯一且最佳方案。

三、確定問題方向及範圍：

本研究係針對目前系統櫃套裝軟體不便與其他 3D 軟體多方協同作業的缺點，發展出較佳的解決方案及工作流程。然而在系統櫃的設計當中，會因使用方式的不同而有不同的設計。其複雜度遠高於本研究的研究範例。但是，基於研究、撰文、試作及讀者閱讀和理解的方便性，本研究以較為簡單的系統櫃結構體做為研究設計範例，因為本研究的重點在於解決設計、繪圖、出施工圖及與其他 3D 軟體協同合作等問題。

四、發展解決方案：

以實際操作 3D 繪圖軟體 Rhino 6 及其參數化軟體 grasshopper 1 作為研究核心，嘗試各種可能的編程，以建構出可行的解決方案，並隨即試驗及評估，直至發展出最佳解決方案。由於解決方案可能不只一個，本研究所提出的解決方案，僅能是經研究後主觀上認定為最佳的方案，並不能保證其為目前所有可能的解決方案中之最佳者。

五、發展多元設計表現方式：

透過 Grasshopper 1 在 Rhinoceros 6 的環境中所建構的 3D 模型，可以透過變更參數

或以隨機方式，迅速產生許多變體，亦即增加許多造形設計的可能性，供設計師或客戶選擇。如果使用適切的彩現軟體（例如本研究所使用的 V-Ray），便可製作出高品質的彩現（渲染）圖。除了可單獨展示，亦可置入室內整體設計中，與其他環境元素一起表現。

六、總和結論與建議：

根據研究成果，總結出本論文結論，並針對室內設計與系統家具設計相關公司及學習者提出建議。



第四章 研究實施

本章節探討如何使用 Grasshopper 與 Rhinoceros 建立演算生成法系統櫃體 3D 模型，並定位五金加工孔位，最終生成施工三視圖。

為瞭解本章節研究實施與步驟的敘述，須先了解系統櫃板材與系統櫃結構之關係。(如圖 4.1、圖 4.2。)

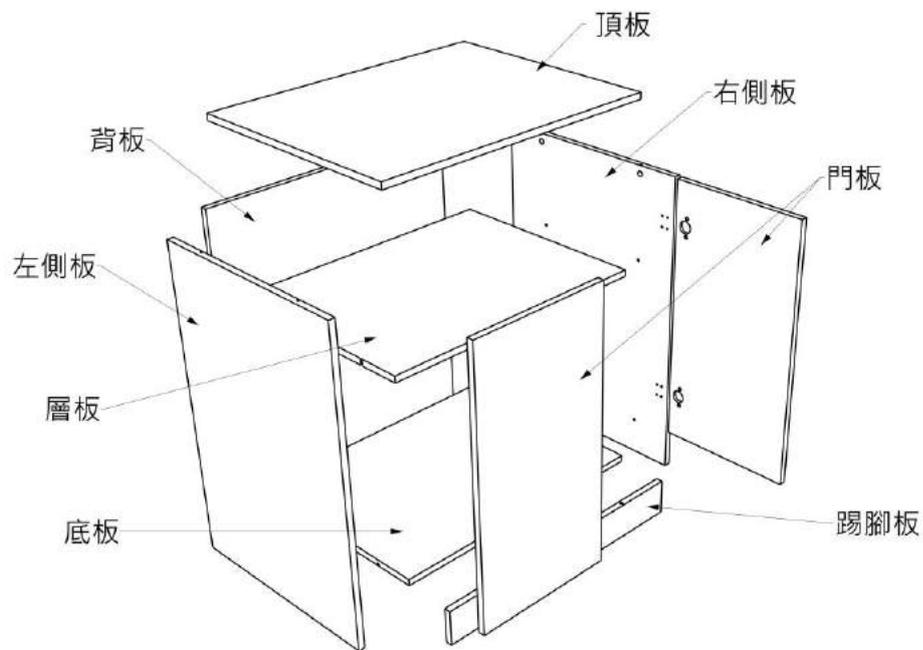


圖 4.1 系統櫃板材結構圖

(本研究繪製)

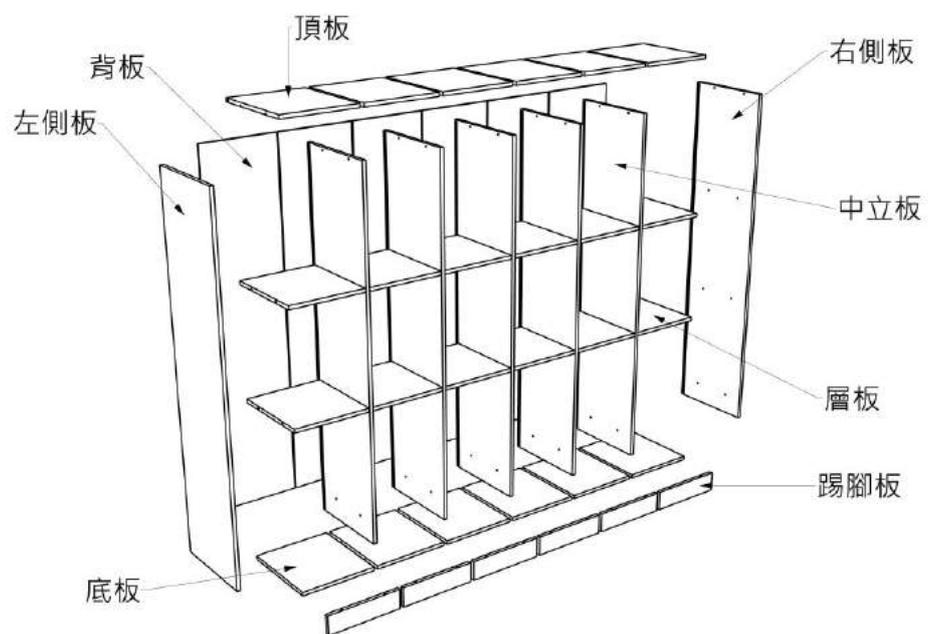


圖 4.2 系統櫃板材結構圖

(本研究繪製)

第一節 製作系統櫃側板與中立板

開啟 Grasshopper，使用 Number Slider 輸入數字並改變 Number Slider 的名稱。

運用 Construct Domain、Range 與 Construct Point 尋找點座標。

在 Construct Domain 的 Domain end 端輸入所需的數字，這裡輸入的是櫃體總寬，Domain start 的預設為零，為研究實施方案所需的輸入，故不輸入數字。

將 Construct Domain 的 Domain 輸出端與 Range 的 Domain 連結，得到有範圍的限制等分點，Range 的 step 輸入端預設為 10，故能看見有 10 個輸入數值給予 Construct Point 的 X coordinate 的輸入端。

將 Construct Point 的輸出端給予 Rectangle 的 plan 輸入端將 Rectangle 定位於點上，之後將板材厚度輸入 Rectangle 的 X size 輸入端；將櫃體深度輸入於 Rectangle 的 Y size 輸入端，並 Bake 於 Rhino 並測量其數值。得知兩側板之間的長度大於櫃體總寬輸入端的數字 18mm，意味著其總寬必須減少一個板厚。用點定位 Rectangle 後用 Rectangle box 將其擠出成立體物件。

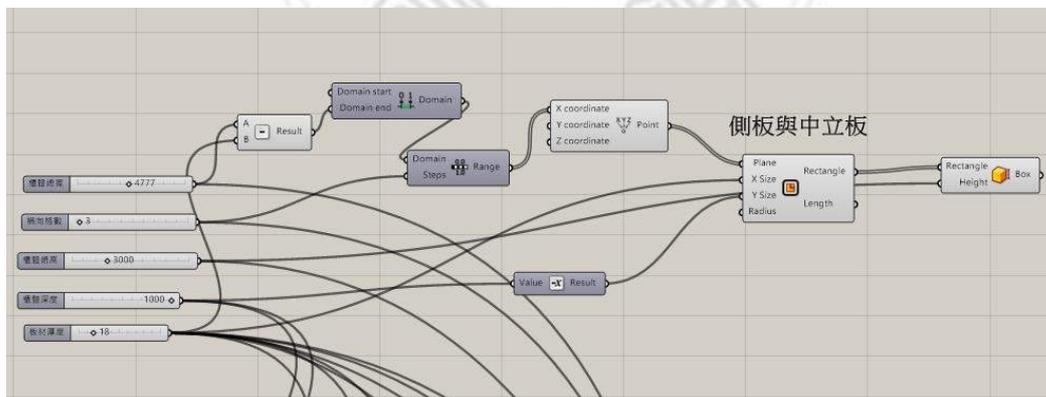


圖 4.3 製作側板與中立板的 Grasshopper 方程式

(本研究繪製)

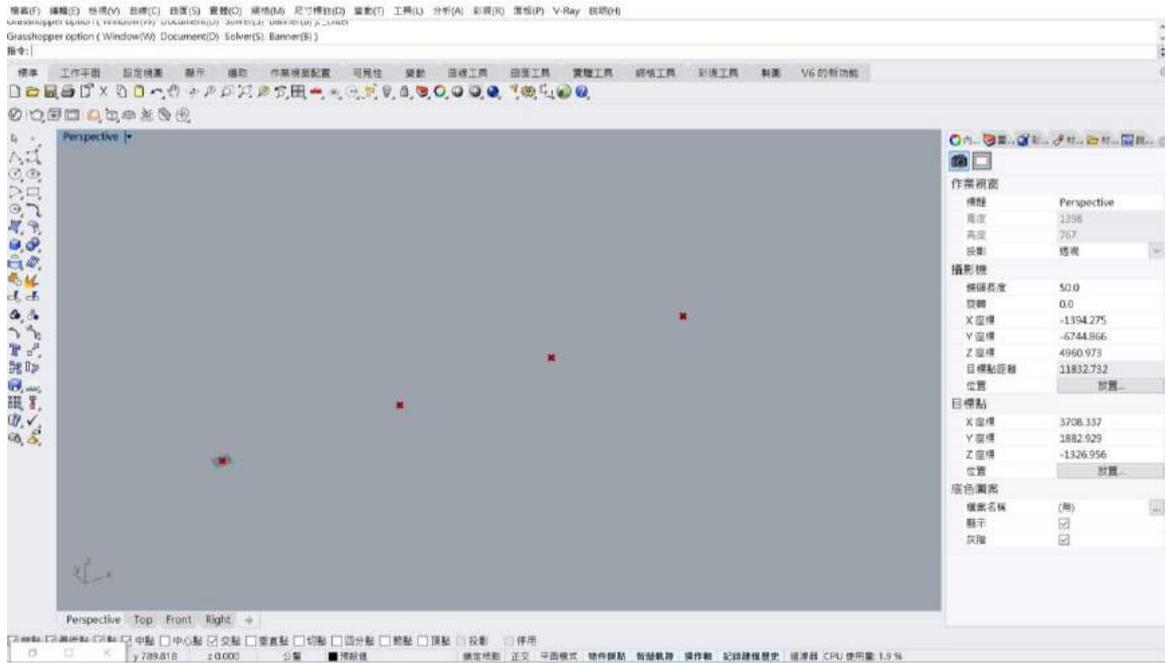


圖 4.4 製作點定位
(本研究繪製)

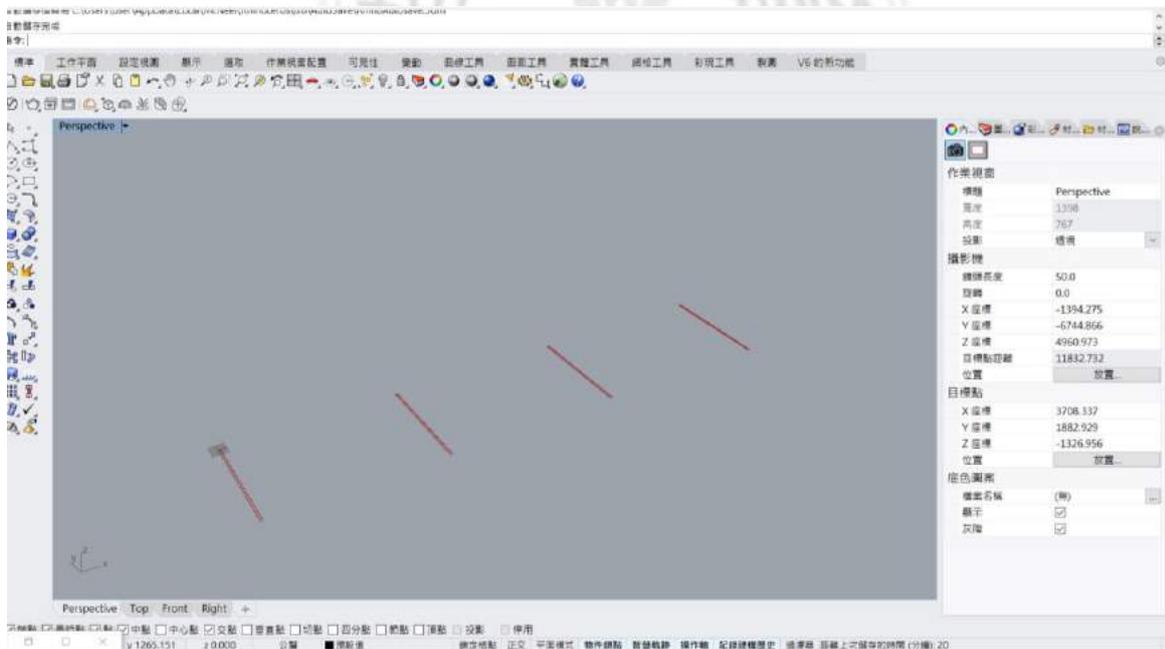


圖 4.5 製作 Rectangle
(本研究繪製)

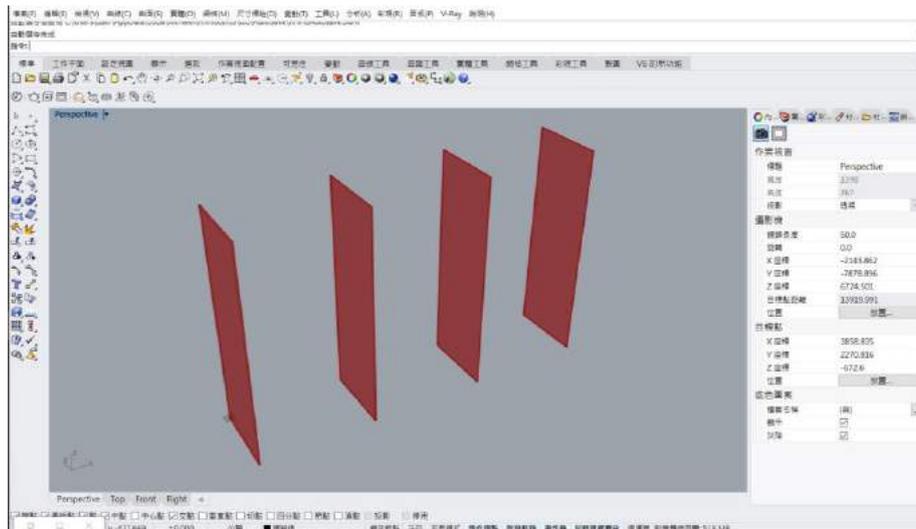


圖 4.6 製作立板與側板

(本研究繪製)

第二節 製作系統櫃層板

製作底板與層板，利用板間間距製作板的寬度，板的深度與層板深度有些微不同，一般櫃體而言，層板深度會少於側板深度約 1 到 2 毫米，以利施工。

製作層板前先用 Construct Point 定位點座標，將 Construct Point 的輸出端給予 Rectangle 的 Plan 輸入端將 Rectangle 定位於點上，分別給予 Rectangle 的 X size 與 Y size 所需參數，這裡的 X size 輸入端需要較為複雜的運算所以用到 Evaluate 元件製作方程式，並輸入其所需的參數數值給予計算。Y size 的輸入值為櫃體深度減掉層板內縮長度。

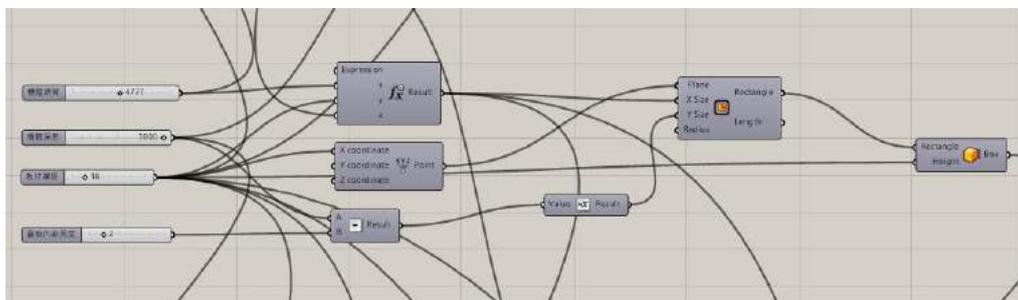


圖 4.7 製作層板

(本研究繪製)

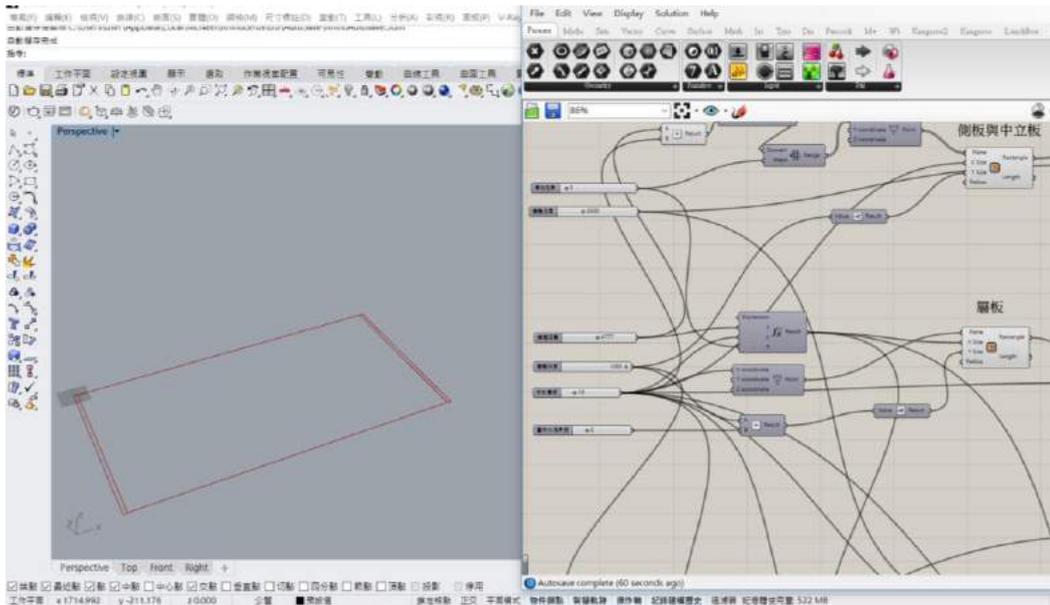


圖 4.8 製作層板方程式與 Rhino 圖
(本研究繪製)

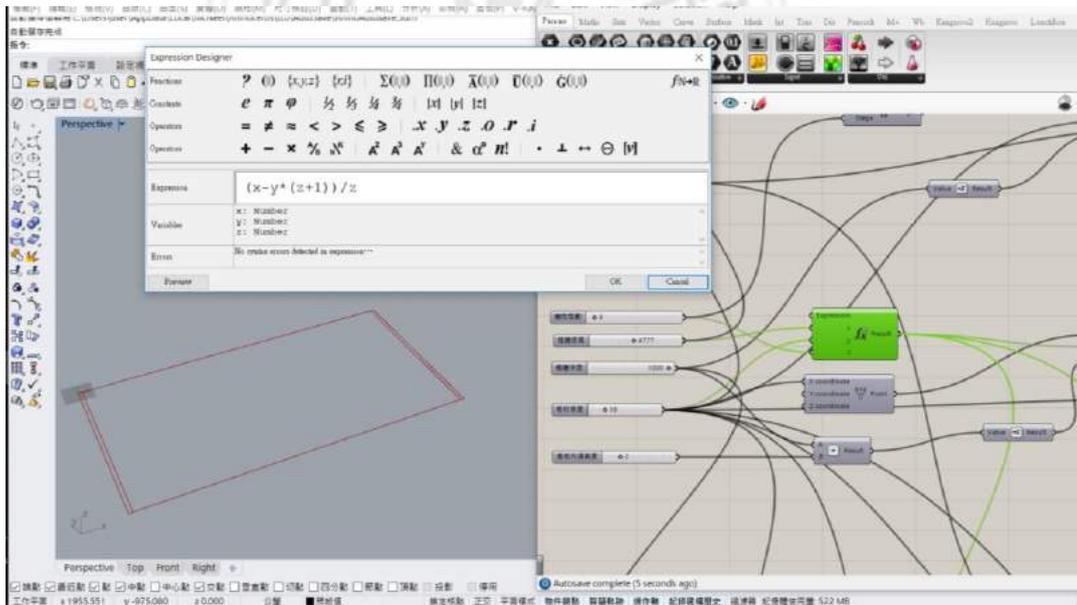


圖 4.9 Evaluate 自製數學方程式
(本研究繪製)

如圖所示其方程式為 $(x-y*(z+1))/z$ ，而 x 代表為櫃體總寬，y 為板材厚度，z 為橫向格數。

將所需參數給予 Rectangle 後，將其輸出端連結 Rectangle box 輸入端並給予其板材厚度。

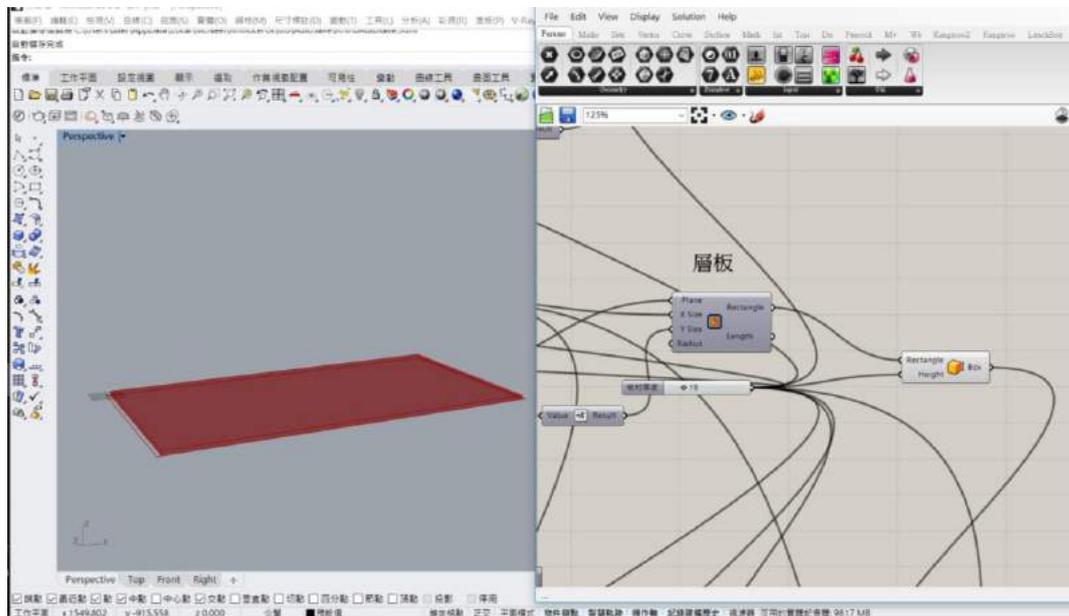


圖 4.10 層板製作厚度示意圖與 Grasshopper 方程式

(本研究繪製)

第三節 製作系統櫃踢腳板

踢腳板的作法承襲上述層板做法，踢腳板的 Rectangle 的 X size 與層板的 Rectangle 的 X size 無異，因為同為相同寬度，所以採用相同的 Evaluate 的方程式輸入 X size。

先將系統櫃踢腳板的位置運用 Construct Point 定位，後給予其參數值。

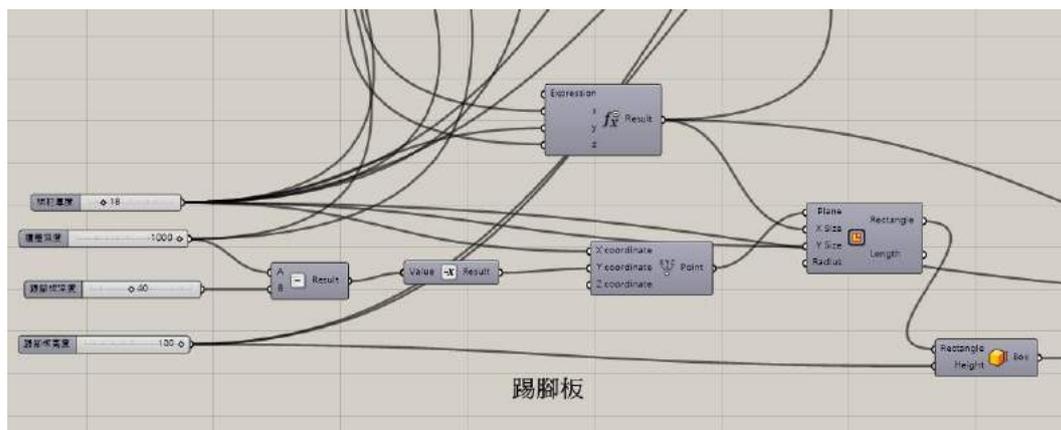


圖 4.11 踢腳板製作 Grasshopper 方程式

(本研究繪製)

將其定位後得到層板、側板、中立板與踢腳板的線稿圖。

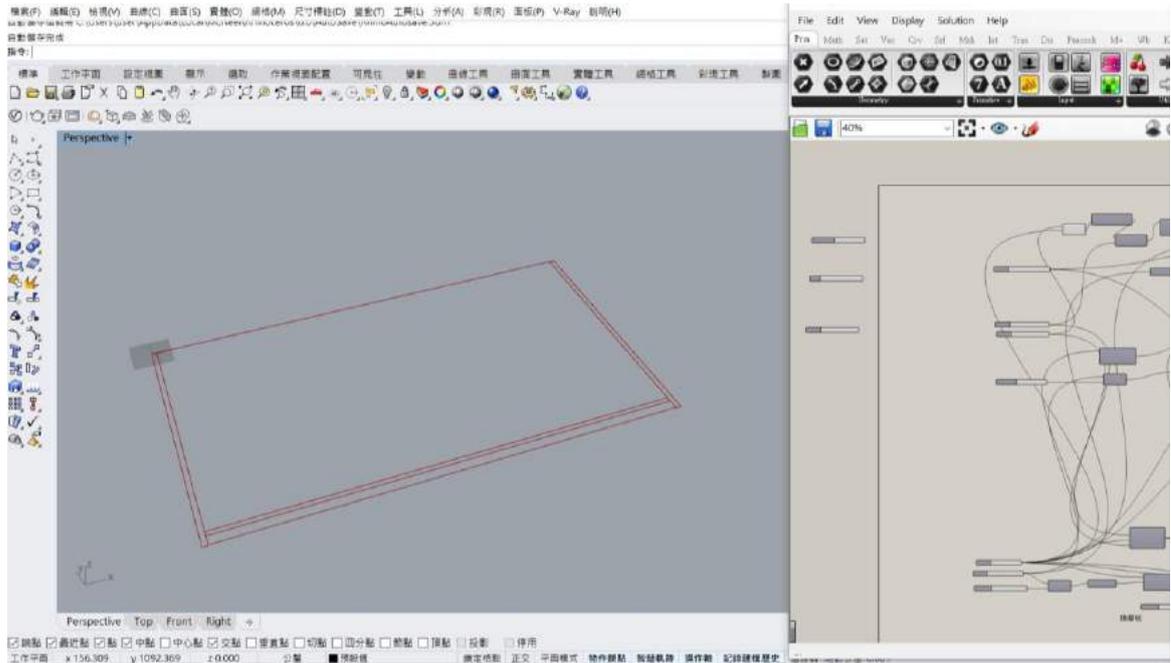


圖 4.12 層板、側板、中立板與踢腳板的線稿圖

(本研究繪製)

而後將踢腳板運用 Rectangle box 製成立體板材。

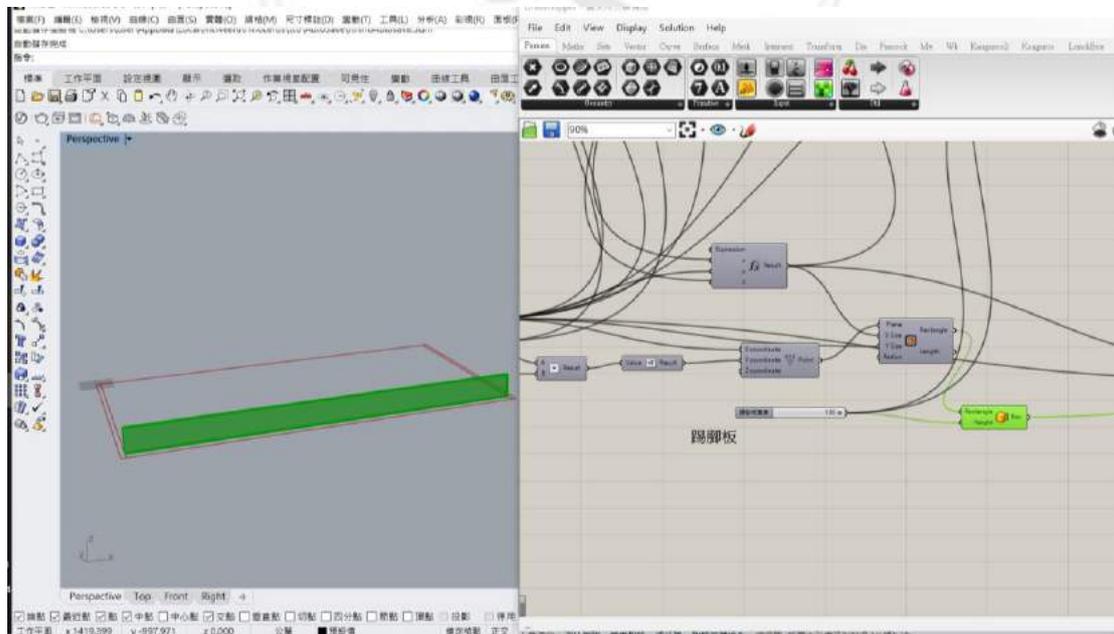


圖 4.13 踢腳板擠出高度之示意圖與 Grasshopper 方程式

(本研究繪製)

第四節 定位踢腳板與層板之關係

運用 Move 指令將層板向踢腳板上方移動，給予 Move 元件的 Geometry 輸入層板之後將 Move 的 Motion 輸入端 Unit Z 並給予踢腳板高度之數值，踢腳板高度的數值為層板向上移動的距離。

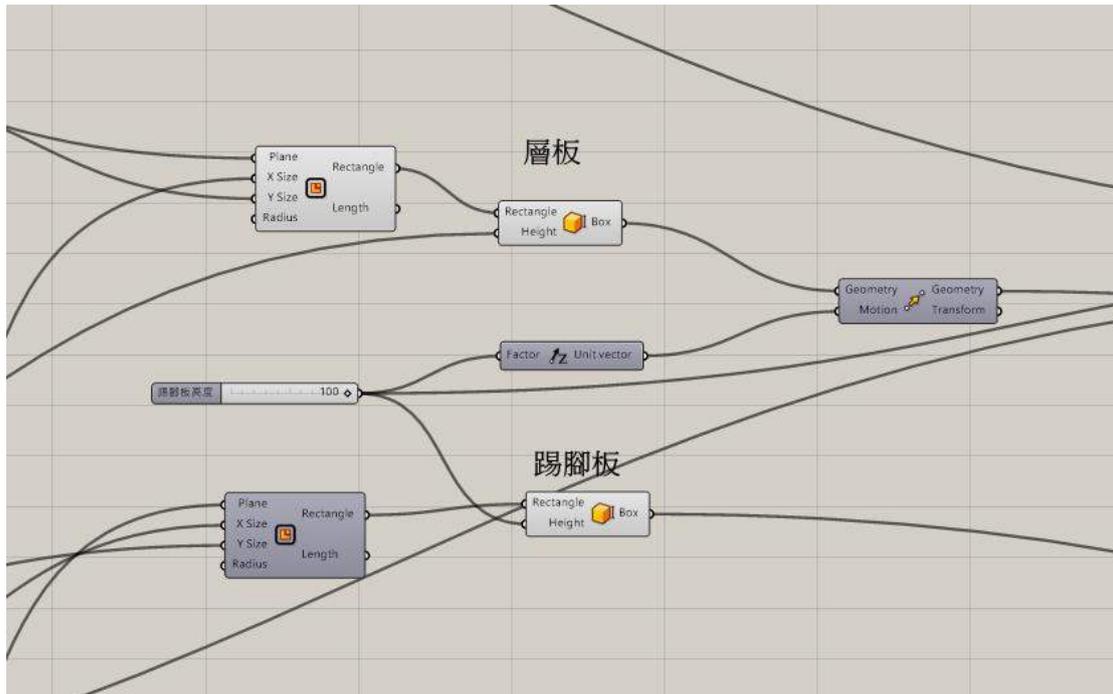


圖 4.14 移動層板至於踢腳板上方的 Grasshopper 方程式

(本研究繪製)

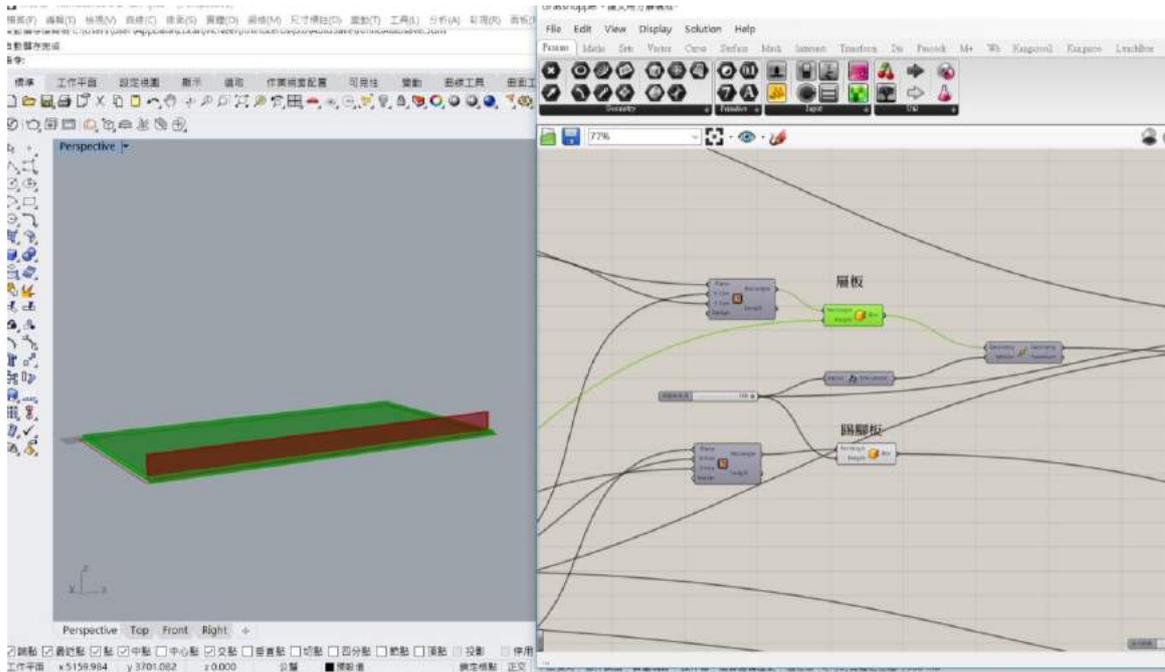


圖 4.15 層板尚未移動至踢腳板上方圖
(本研究繪製)

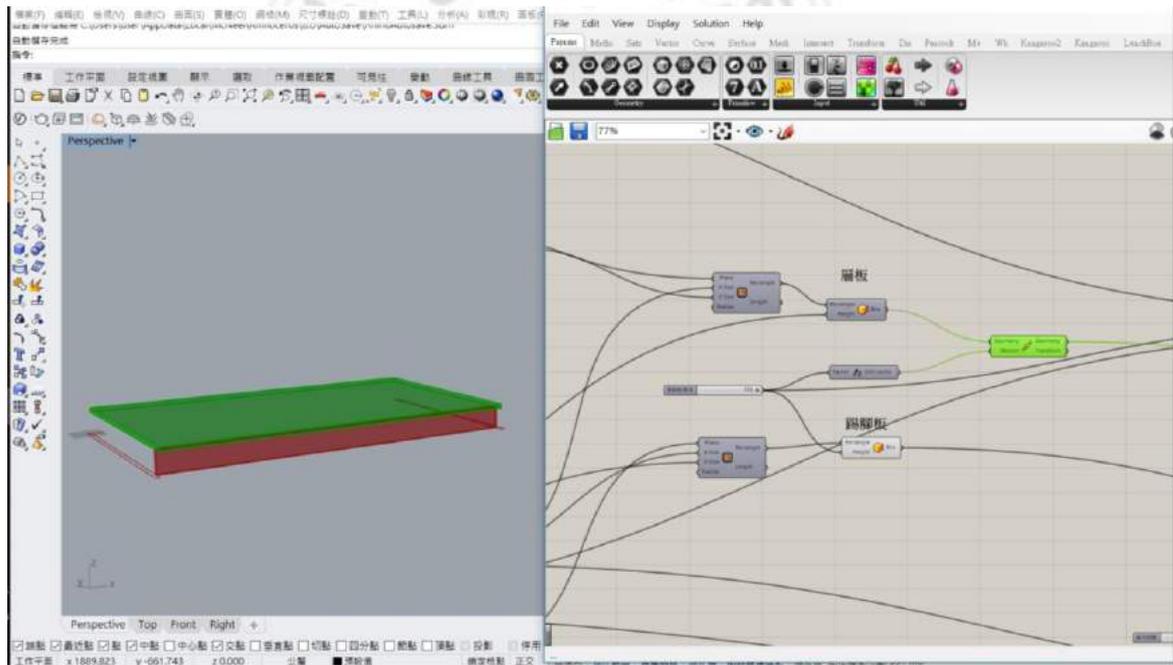


圖 4.16 層板移動至踢腳板上方圖
(本研究繪製)

第五節 縱向單格系統櫃均分層板

將層板定位於踢腳板之上，並與側板與中立板連結。

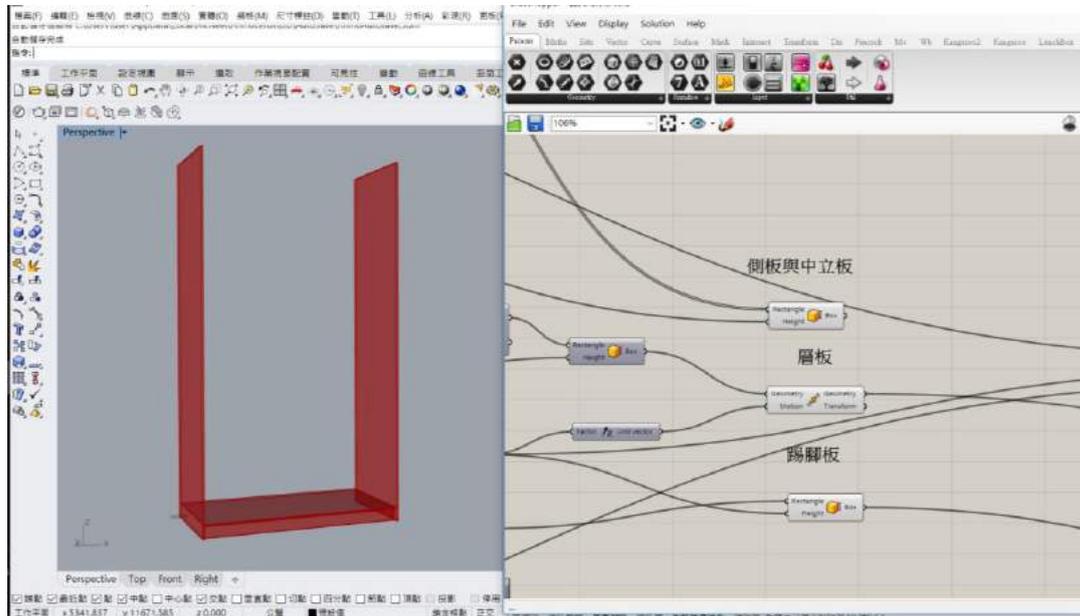


圖 4.17 側板、層板與踢腳板圖

(本研究繪製)

利用櫃體總高均分高度給予層板單格高度距離。

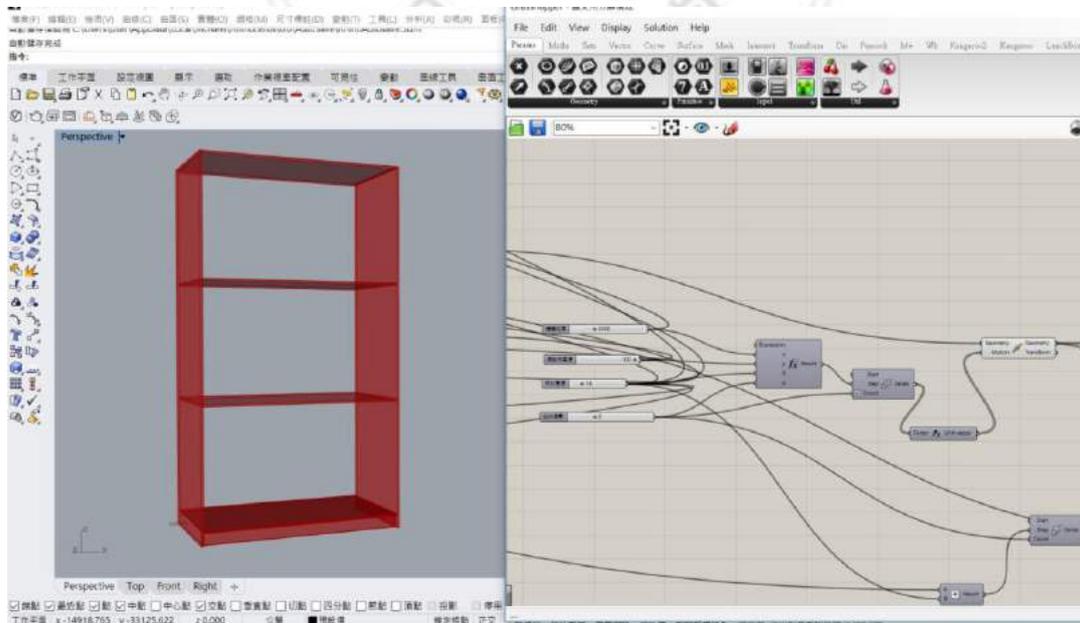


圖 4.18 櫃體總高層板分層

(本研究繪製)

為了均分層板格數與層板距離高度，運用 Evaluate 元件並數入方程式。

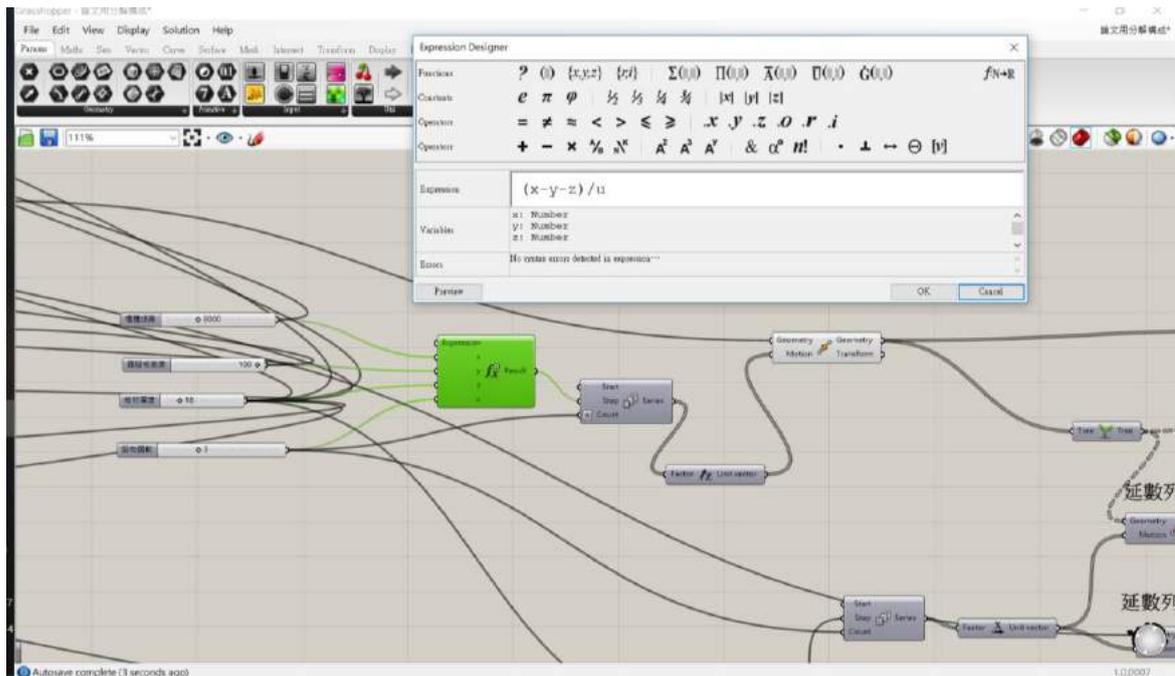


圖 4.19 櫃體總高層板分層方程式

(本研究繪製)

Evaluate 元件方程式為 $(x-y-z)/u$ ， x 為櫃體總高， y 為踢腳板高度， z 為板材厚度， u 為縱向個數，將數字分別輸入至 Evaluate 的相對應輸入端將得到層板距離數值，之後運用 Series 元件將層板均分複製於櫃體當中。

由於系統櫃的格數與板子的個數有等差一的關係，所以在 Series 的 Count 當中必須給予 expression $x+1$ 的方程式。

第六節 橫向系統排櫃均分中立板、層板與踢腳板

本章節作業模式是將第五節完成的結果，演算生成系統排櫃的橫向作業，運用 Move 跟 Series 將已均分層板的系統櫃橫向延伸。

在製作系統排櫃均分中立板的時候，必須運用 Construct Domain、Range 來做系統櫃櫃體的總寬限制，並運用側板與各中立板間的距離，也就是使用 Evaluate 元件設立相關方程式。

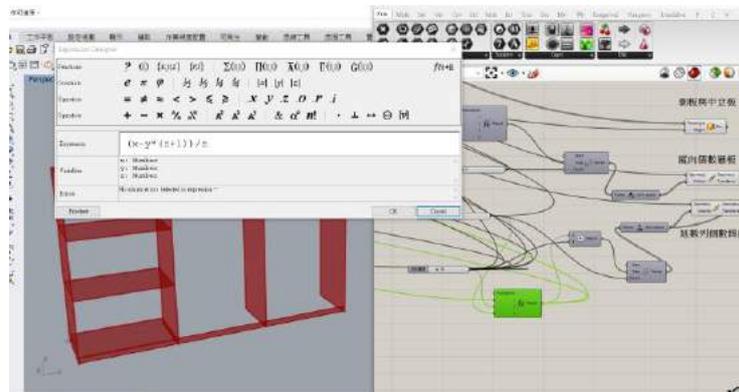


圖 4.20 櫃體橫向均分方程式

(本研究繪製)

運用 Evaluate 元件設立的方程式再加上一個板厚的厚度便可得到排櫃的 Series 的 Step 值。

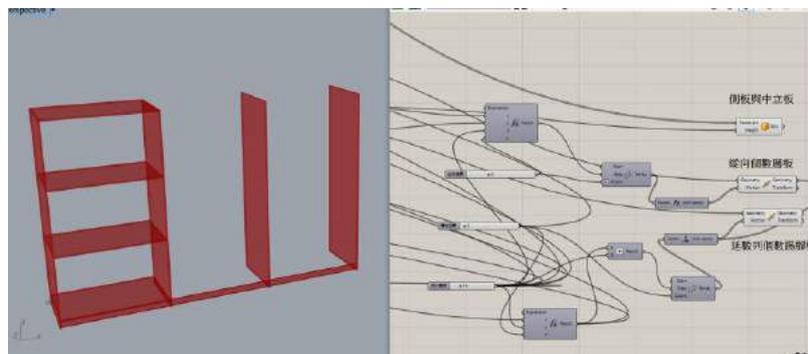


圖 4.21 櫃體橫向均分方程式

(本研究繪製)

得到縱向層板與橫向踢腳板的 Series 的 Step 輸入端方程式後，將其用 Move 複製到向量指定方向，並輸入橫向格數的 Slider 至 Series 的 Count 輸入端。

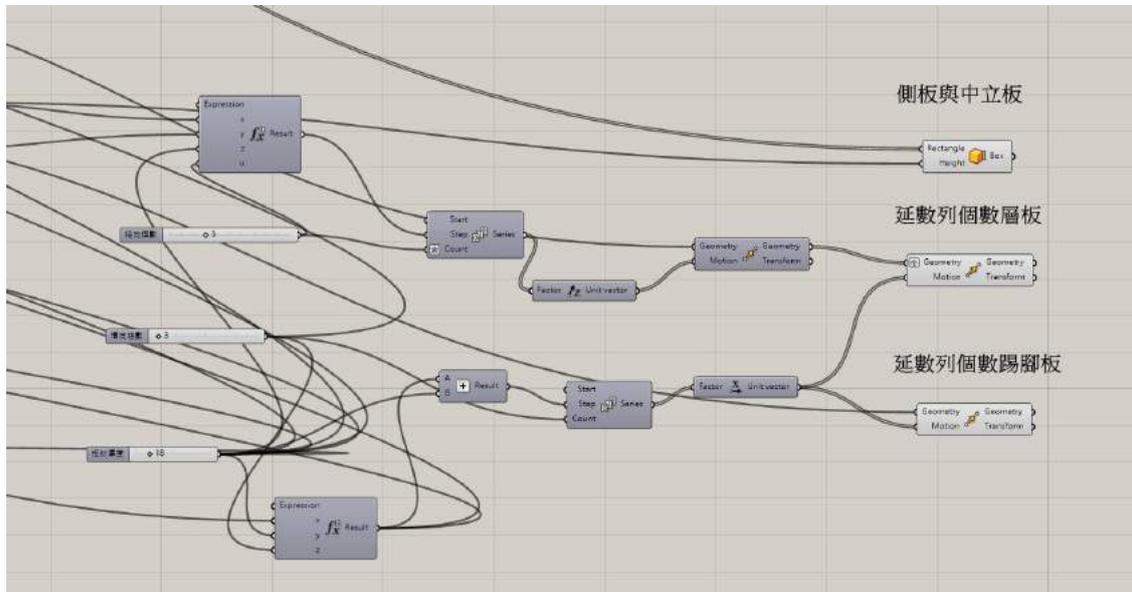


圖 4.22 櫃體橫向均分方程式

(本研究繪製)

將上述 Grasshopper 元件搭配數字與方程式運用，便能得到可改變參數的系統櫃櫃體。

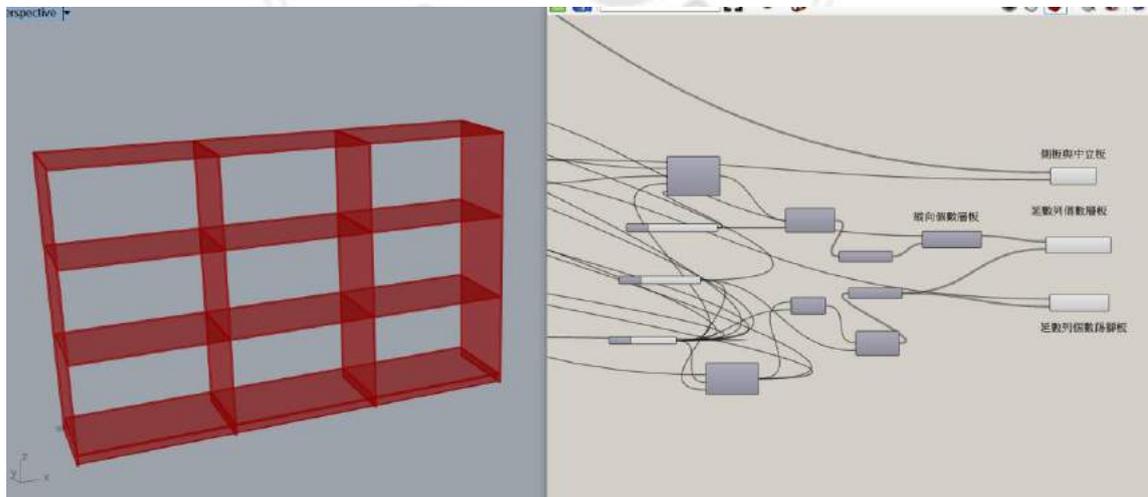


圖 4.23 系統櫃排櫃

(本研究繪製)

第七節 系統櫃背板與分格

在系統櫃的設計當中，背板是夾於兩側側板之間，但系統板的長度與寬度是有限制的，所以在板材限定的尺寸中，必須找到同時滿足尺寸限制與櫃體結構的方式。

先設定背板與差及用背板的 Rectangle 並運用 Construct Point 定位背板，並將其起點至於側板的一半厚度，寬度也至另一頭側板厚度的一半，接著設定背板厚度，這裡選擇厚度為 9 釐米，差集用背板則運用原有的參數去設定其位置與尺寸。

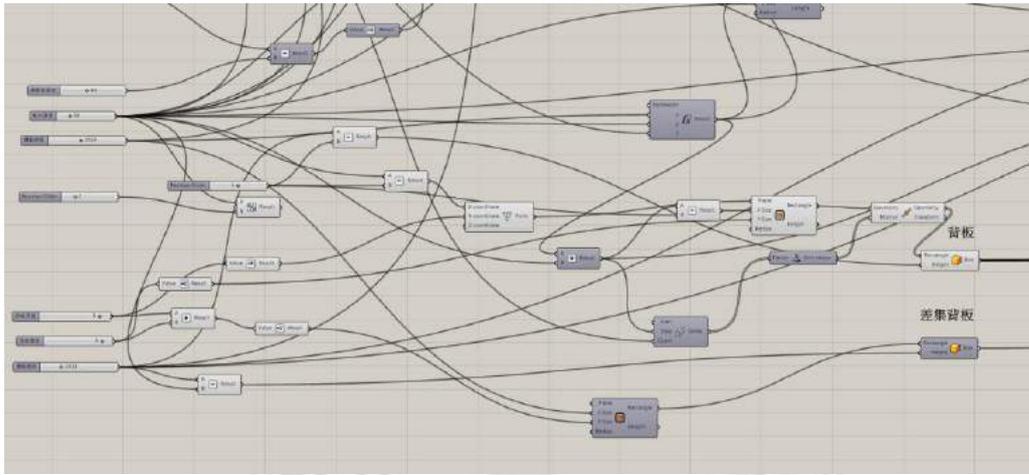


圖 4.24 系統櫃背板

(本研究繪製)

將系統背板、側板、中立板與層板 Bake 至 Rhino 當中，便會發現板材有部分交集。

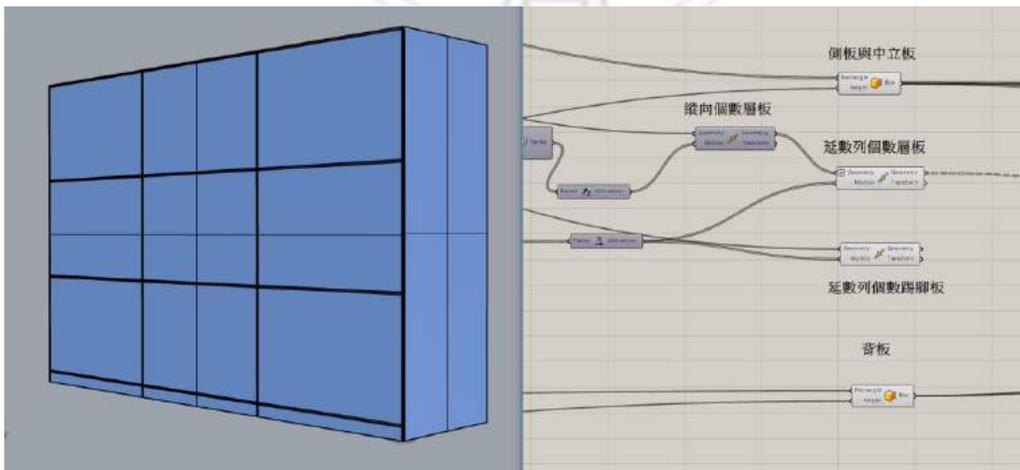


圖 4.25 系統櫃板材交集情況

(本研究繪製)

面對系統櫃板材交集的情況，必須選取各類板材進行差集，以得到無交集的系統會
板材結構。

選取背板與層板並將其輸入至 Solid Difference 元件當中，便能得到層板與背板差集
的系統櫃板材。

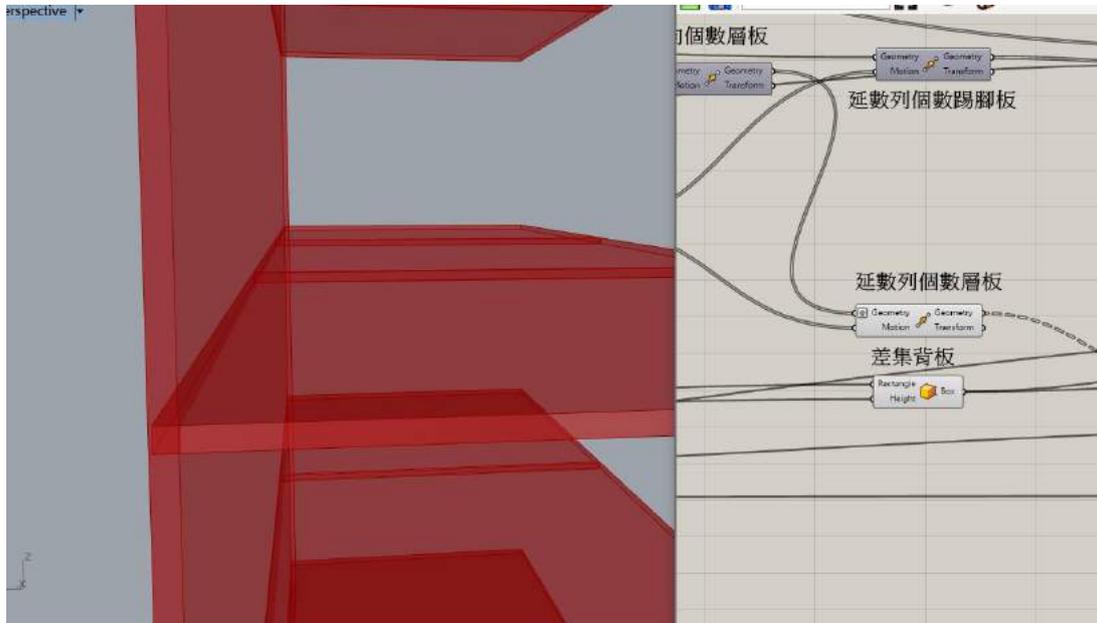


圖 4.26 未差集系統板材交集情況
(本研究繪製)

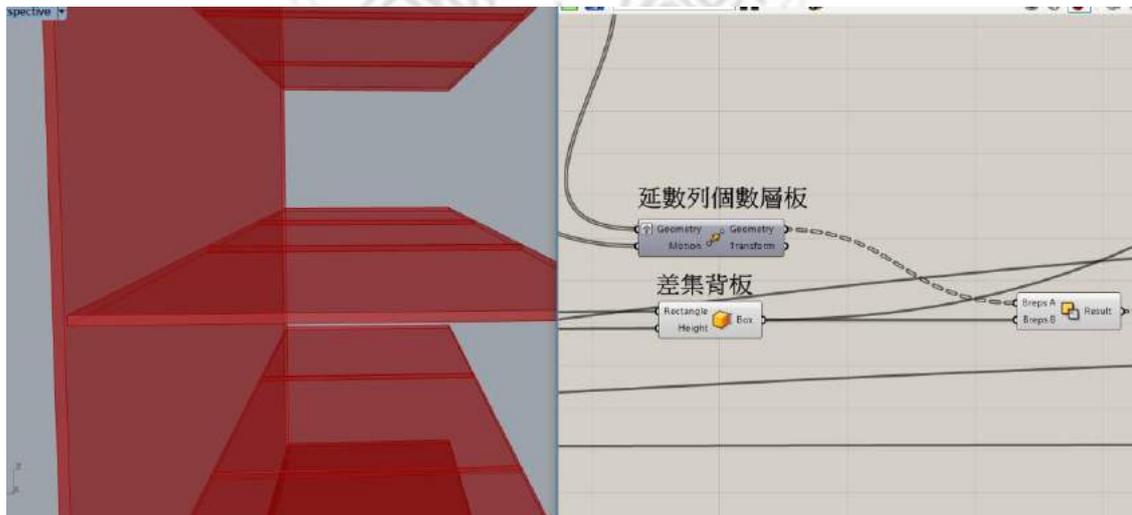


圖 4.27 差集後系統板材交集情況
(本研究繪製)

第八節 開放式櫃體

將上述所有的板材輸入 Merge 並 Bake 至 Rhinoceros 便能得到一個尚未安裝五金且無五金孔未的開放式櫃體。

只要改變參數便能得到不同尺寸的開放式櫃體。

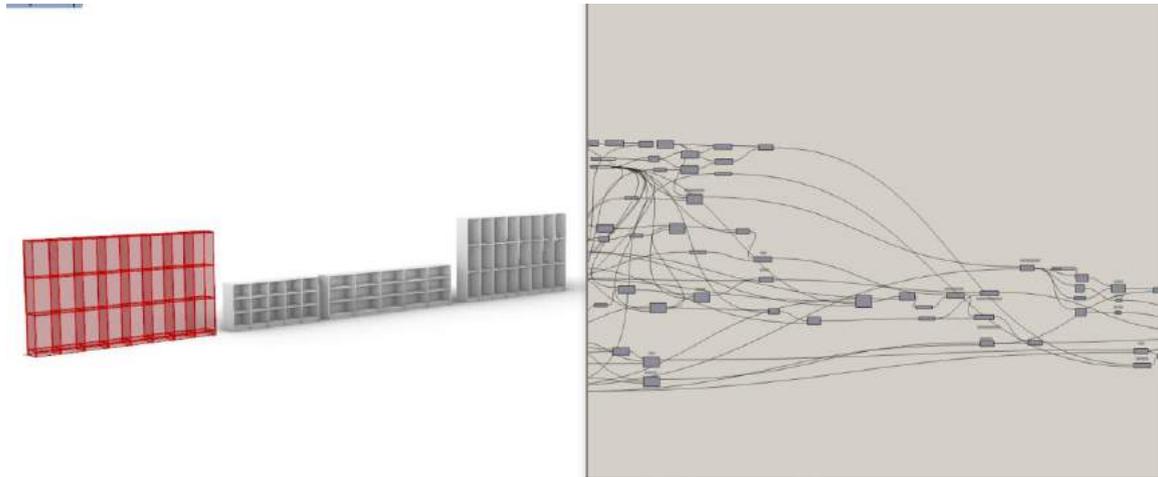


圖 4.32 無五金開放式櫃體與 grasshopper 方程式

(本研究繪製)

Perspective

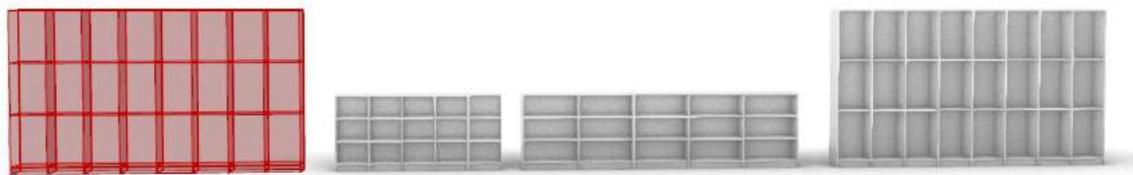


圖 4.33 無五金開放式櫃體

(本研究繪製)

第九節 開放式櫃體安裝五金

開放式櫃體的組件方式，本研究採用海福樂五金的连接器、固格器與 8mm 的木釘，分別連接層板、側板與踢腳板。

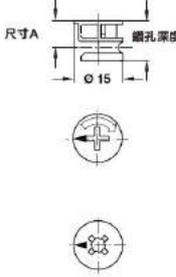
沒有圓框，適用木板厚度13-29mm



新設計



標準設計



• 適用於所有連接螺桿

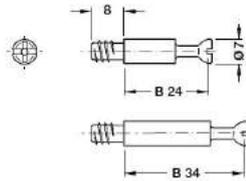
最小木板厚度	尺寸A	鑽孔深度	鍍金屬色料號：	鍍鍍料號：
新設計				
13	6,5	11,0 ^{±0,2}	262.26.171	262.26.571
15	7,5	12,0 ^{±0,3}	262.26.172	262.26.572
16	8,0	12,5 ^{±0,3}	262.26.173	262.26.573
18	9,0	13,5 ^{±0,3}	262.26.174	262.26.574
<hr/>				
19	9,5	14,0 ^{±0,3}	262.26.720	262.26.620
23	11,5	16,5 ^{±0,3}	262.26.766	262.26.666
26	13,0	18,0 ^{±0,3}	262.26.770	262.26.670
29	14,5	19,5 ^{±0,3}	262.26.793	262.26.693

包裝：100或2000件

圖 4.34 連接件

(海福樂家具五金型錄，2009)

07 mm 螺桿頭螺桿
自攻牙螺紋



• 螺紋：自攻牙螺紋
• 螺絲起子：十字PZ2及平口

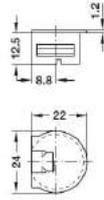
螺紋長度L mm	鑽孔距離B mm	亮光・料號	鍍鍍・料號
8	24	262.27.020	262.27.920
	34	262.26.020	262.26.920
11	24	262.27.029	262.27.921
	34	262.26.026	262.26.928
15	24	262.27.234	262.27.832
	34	262.26.231	262.26.839

包裝：100或1000件

圖 4.35 連接件

(海福樂家具五金型錄，2009)

塑膠製



顏色	料號
白色	263.09.731
褐色	263.09.437
咖啡色	263.09.133
白結色	263.09.230
黑色	263.09.339

包裝：100、1000或5000件

鑽孔距離

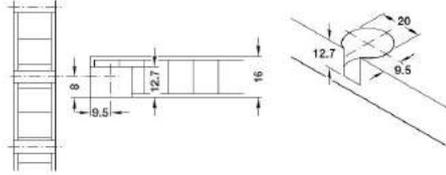
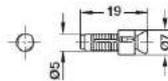


圖 4.36 固格器

(海福樂家具五金型錄，2009)

RAFIX-SE 擴張螺桿

Ø5mm鑽孔用



- 適用範圍：工業及商業用、便利組裝平整包裝傢俱用
- 材質：鋅合金螺桿
塑膠擴張螺母
- 表面處理：亮光螺桿，黑色擴張螺母
- 螺紋：魚叉螺紋
- 安裝：免工具插接及解開

當組合器旋緊時，螺桿上的斜面會撐開膨脹螺母並迫使螺紋咬入木料中。施加的扭力越大，連接越固定。

- 附鑽孔深度止擋確保最佳的螺桿位置
- 插入及拆卸擴張螺桿不會造成表面損壞
- 05mm鑽孔用螺桿：由於不同種類的板材、木料種類、構造及公差，在需要高抗拉強度時，需要在實物上先行測試。

安裝

RAFIX-SE擴張螺桿只能搭配沒有凸稜的固隔器使用。

	料號
	263.20.302

包裝：100或2000件

圖 4.37 固格器

(海福樂家具五金型錄，2009)

選擇好適當的五金與連接件後在 Rhino 中建立模型，並給予其參考點，以便導入 Grasshopper 當中後有參考點依據。

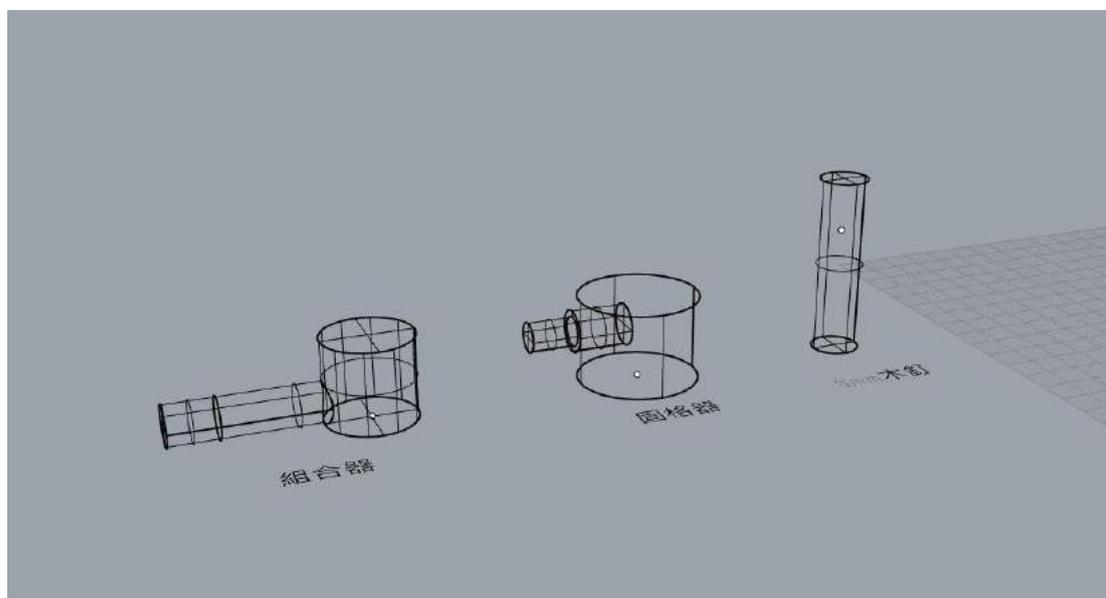


圖 4.38 無五金開放式櫃體

(本研究繪製)

先將繪製好的連接器五金元件輸入 Grasshopper 中，並用 Brep | Brep 元件找出側板與層版的交接面，之後輸入 Deconstruct Brep 取其邊界線，輸入 list item 後找到所需的線段，之後使用 Divide Curve 將現分段，運用 List Item 跟 Reverse 找到五金物件目標點。

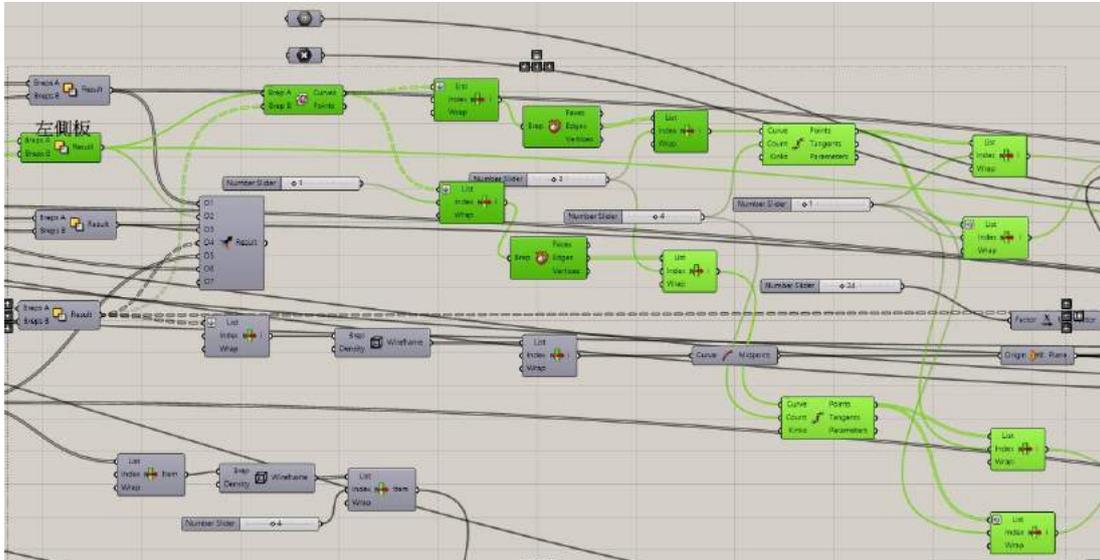


圖 4.39 定位連接器五金 Grasshopper 方程式

(本研究繪製)

將輸入好的連接器五金物件、其參考點與 Grasshopper 目標點輸入 Orient 當中，得到定位與板材上的五金物件，之後將已定位的五金物件輸入 Mirror 元件，取得位於板材兩邊的五金物件。

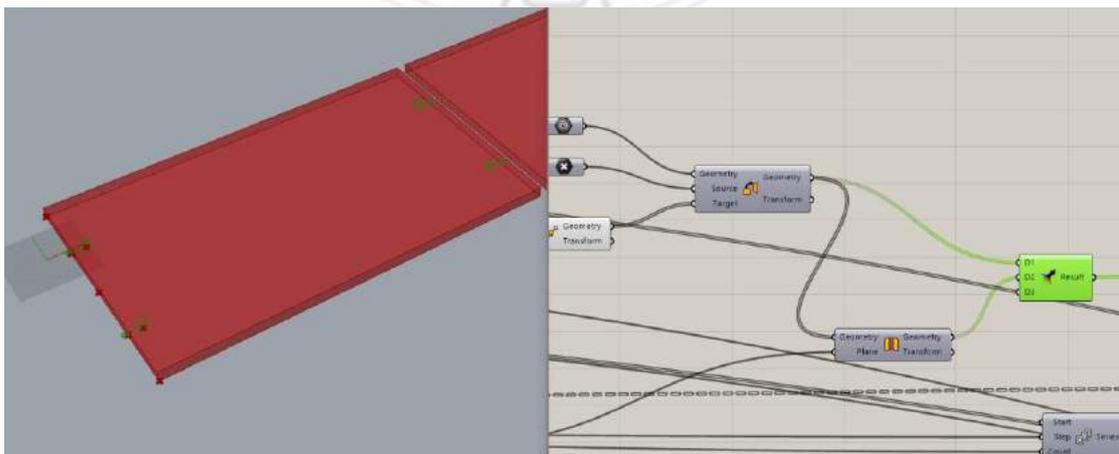


圖 4.40 定位後五金與板材

(本研究繪製)

定位好連接器五金後，運用 Series、Unit X、Unit Z、Evaluate、橫向格數與縱向格數將五金物件複製定位於板材上。

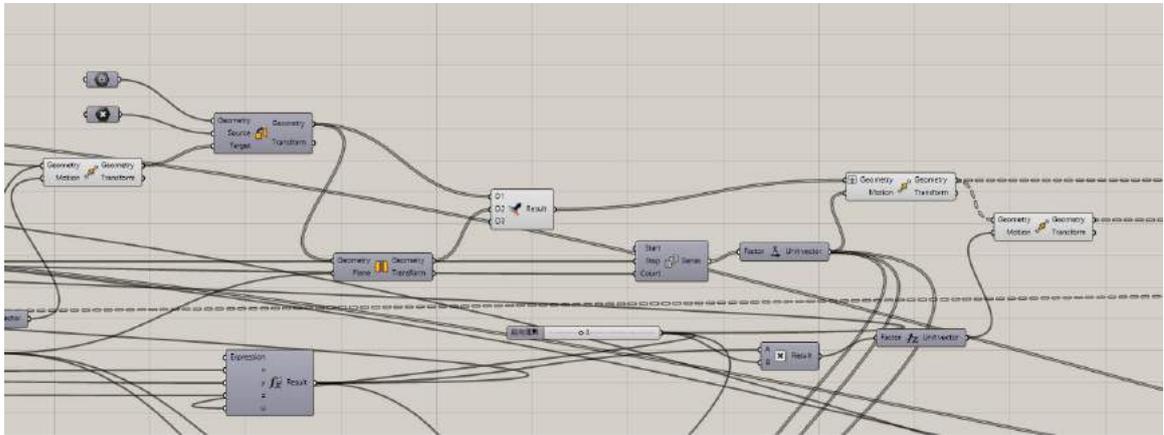


圖 4.41 定位連接器五金 Grasshopper 方程式

(本研究繪製)

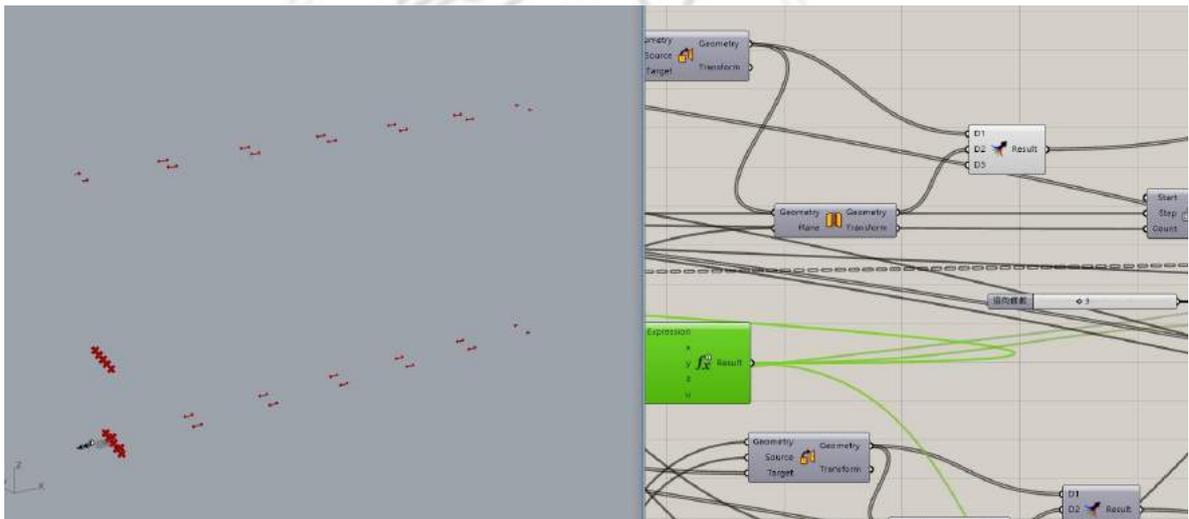


圖 4.42 定位連接器五金 Grasshopper 方程式與定位圖

(本研究繪製)

輸入固格器與固格器參考點於 Grasshopper 當中，之後將層板與側板的交接面輸入 List Item 找到第二層的交接面，之後輸入 Deconstruct Brep 取其邊界線，輸入 list item 後找到所需的線段，之後使用 Divide Curve 將現分段，運用 List Item 跟 Reverse 找到五金物件目標點。

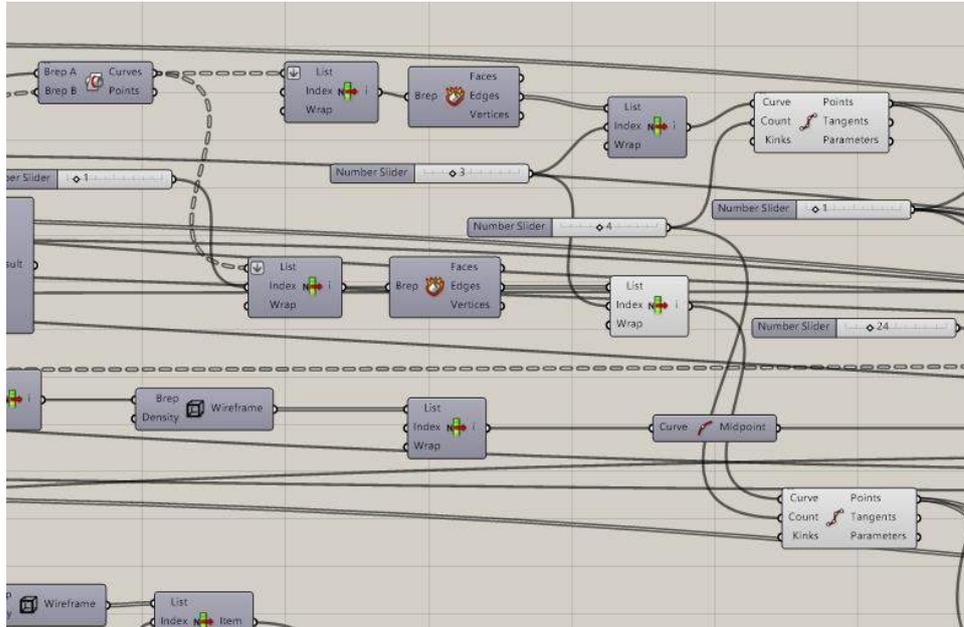


圖 4.43 定位固格器五 Grasshopper 方程式

(本研究繪製)

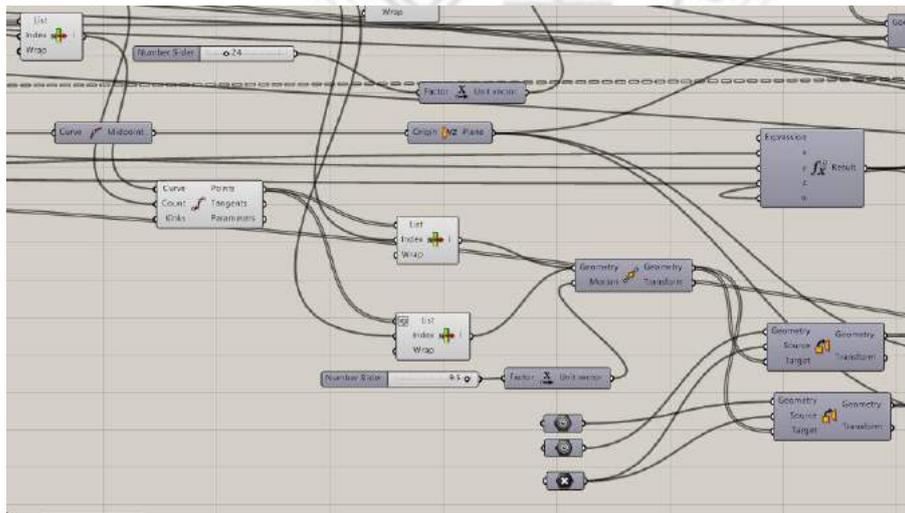


圖 4.44 定位固格器五金 Grasshopper 方程式

(本研究繪製)

定位好固格器五金後，運用 Series、Unit X、Unit Z、Evaluate、橫向格數與縱向格數將五金物件複製定位於板材上。

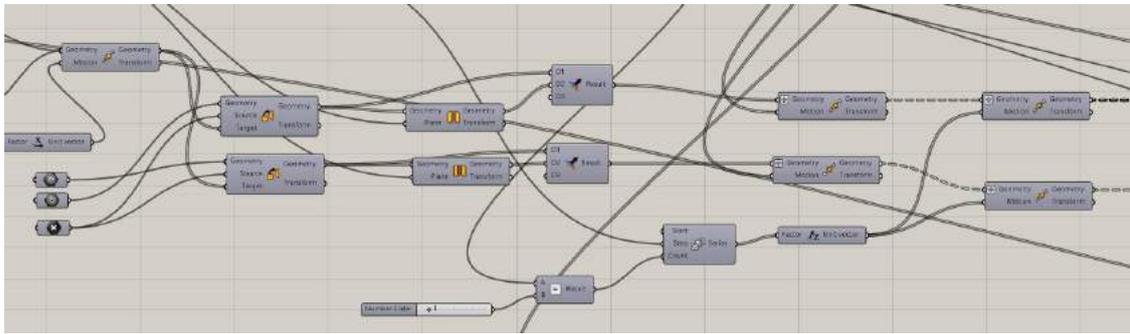


圖 4.45 定位固格器五金 Grasshopper 方程式

(本研究繪製)

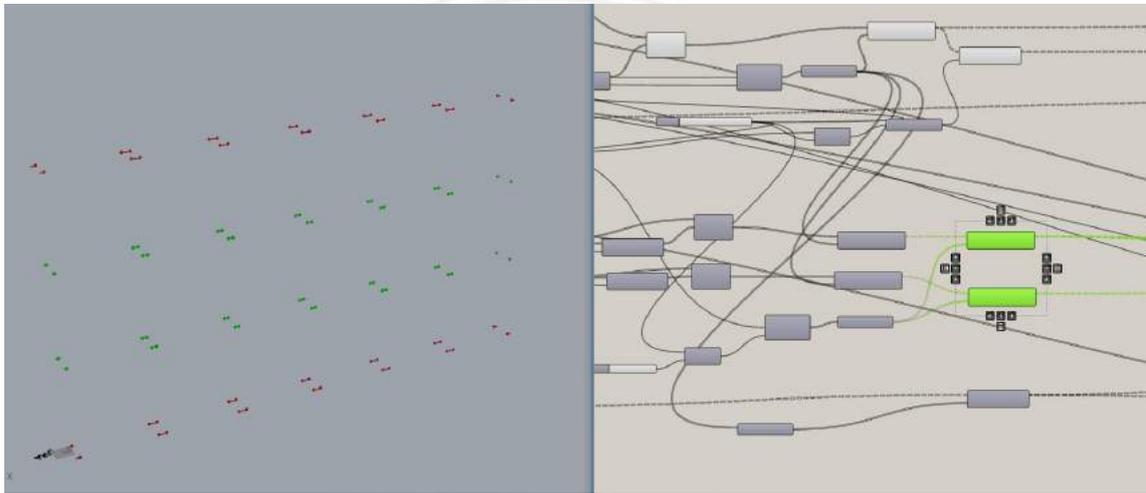


圖 4.46 定位固格器五金 Grasshopper 方程式與定位圖

(本研究繪製)

定位好木釘後，運用 Series、Unit X、Evaluate、橫向格數將木釘複製定位於板材上。

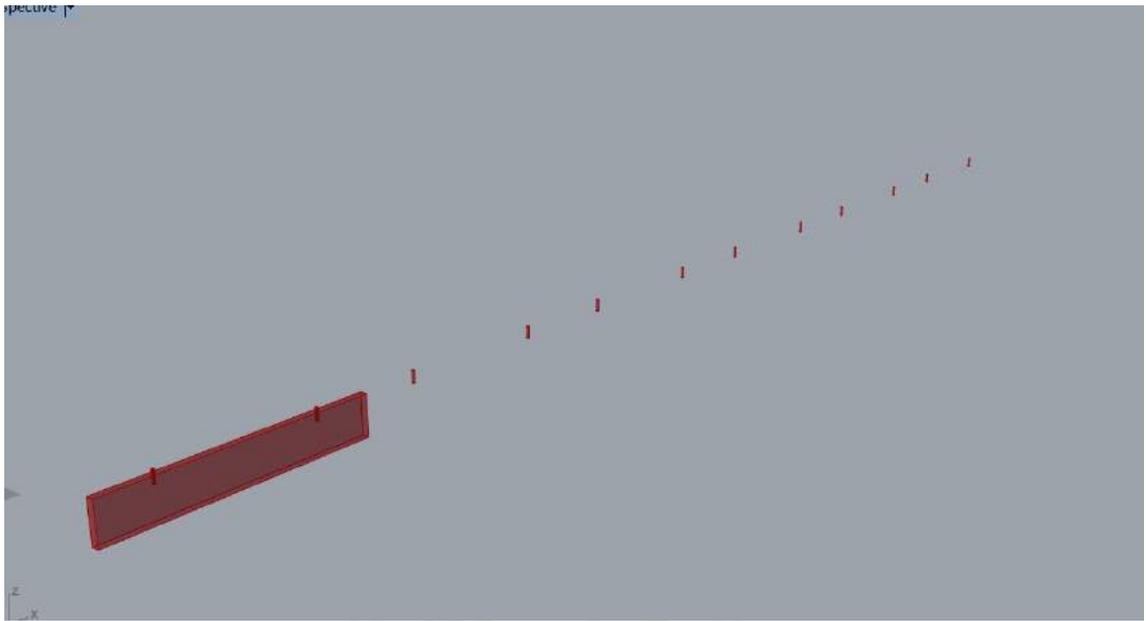


圖 4.49 定位木釘 Grasshopper 方程式與定位圖
(本研究繪製)

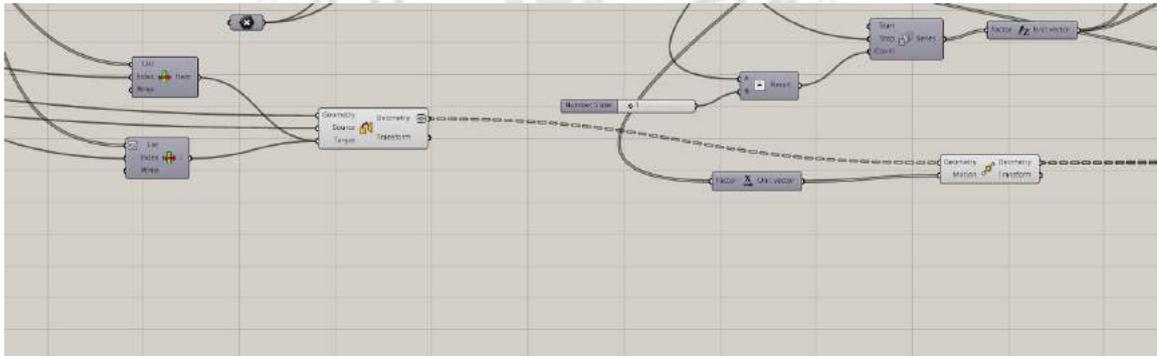


圖 4.50 定位木釘 Grasshopper 方程式
(本研究繪製)

將左、右側版與中立板分別輸入 Solid Difference 元件與固格器與連接器五金差集。

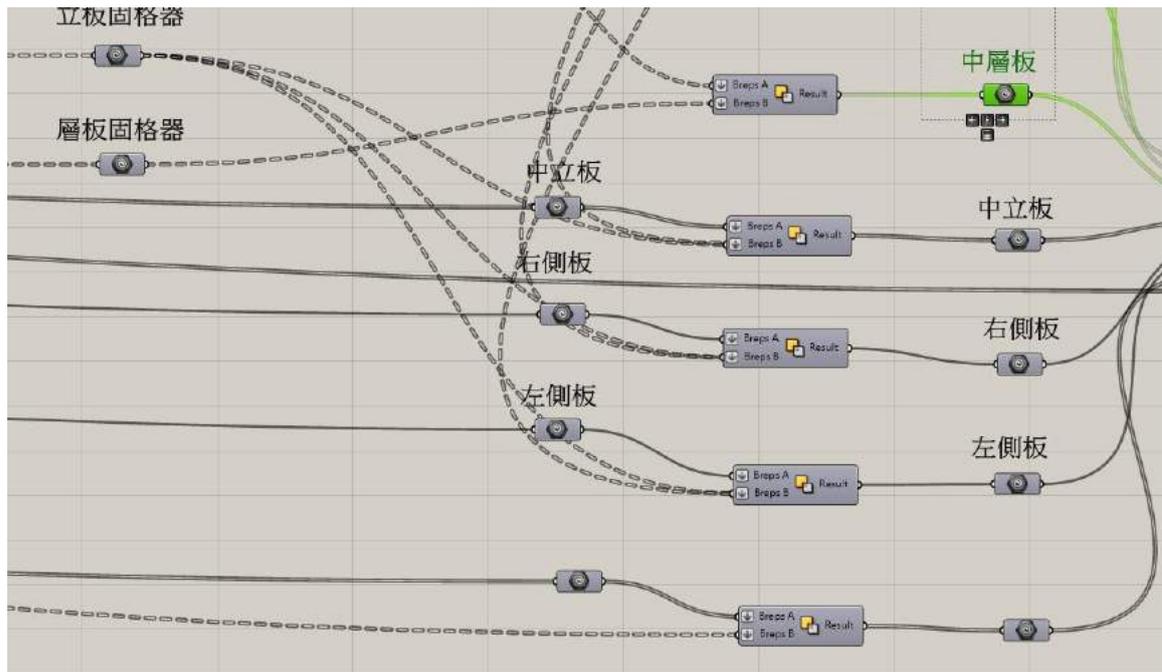


圖 4.53 差集 Grasshopper 方程式

(本研究繪製)

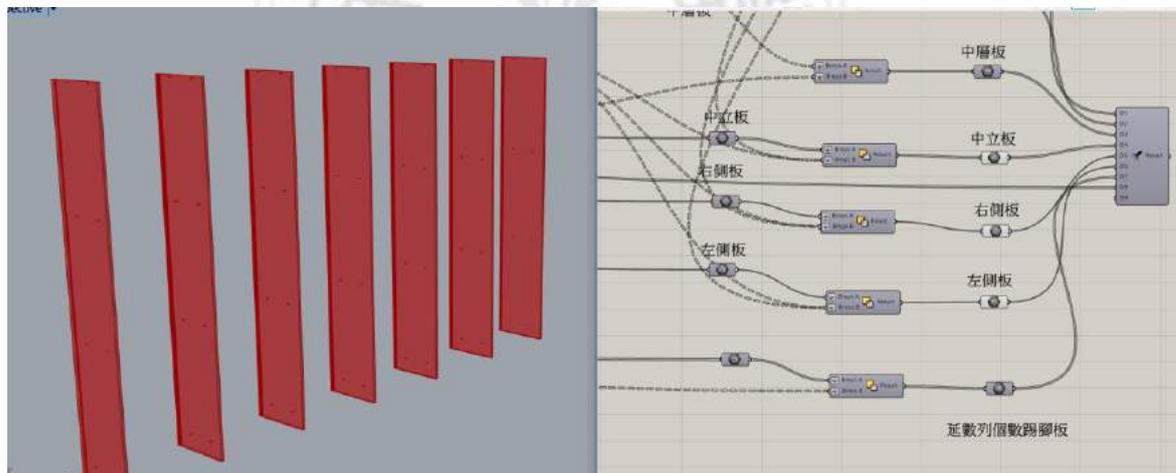


圖 4.54 差集 Grasshopper 方程式與板材圖

(本研究繪製)

將木釘與踢腳板分別輸入 Solid Difference 進行差集。

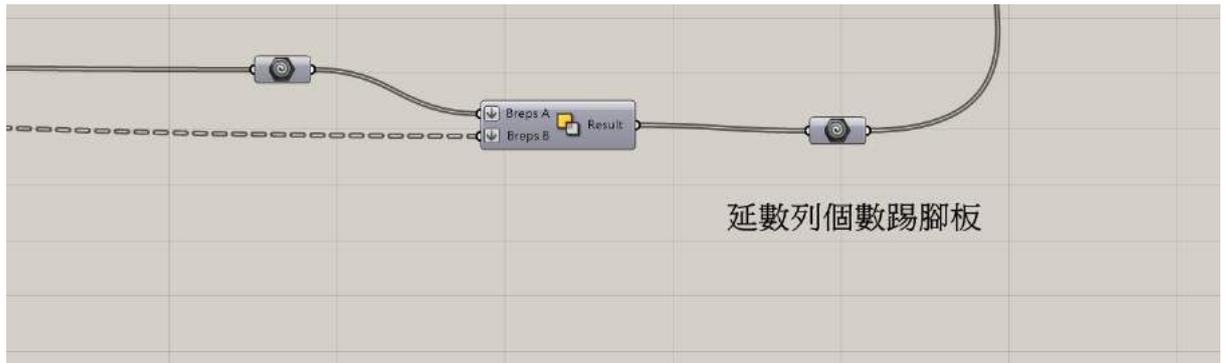


圖 4.55 差集 Grasshopper 方程式與板材圖

(本研究繪製)

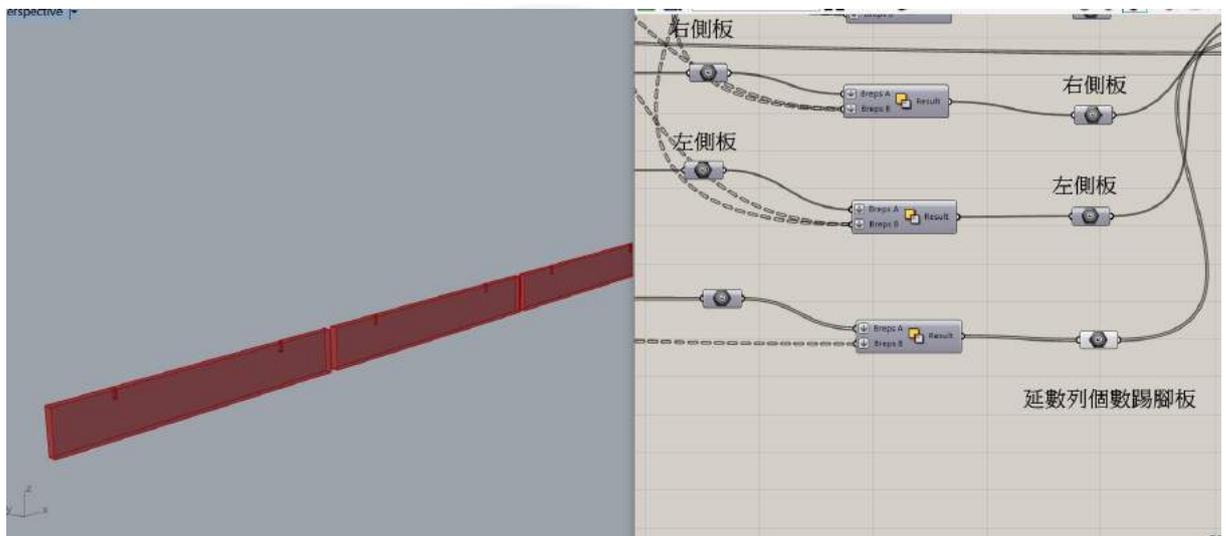


圖 4.56 差集 Grasshopper 方程式與板材圖

(本研究繪製)

將所有已進行 Solid Difference 後的板材元件輸入 Merge 並 bake 於 Rhino 當中並檢查板材差集狀況。

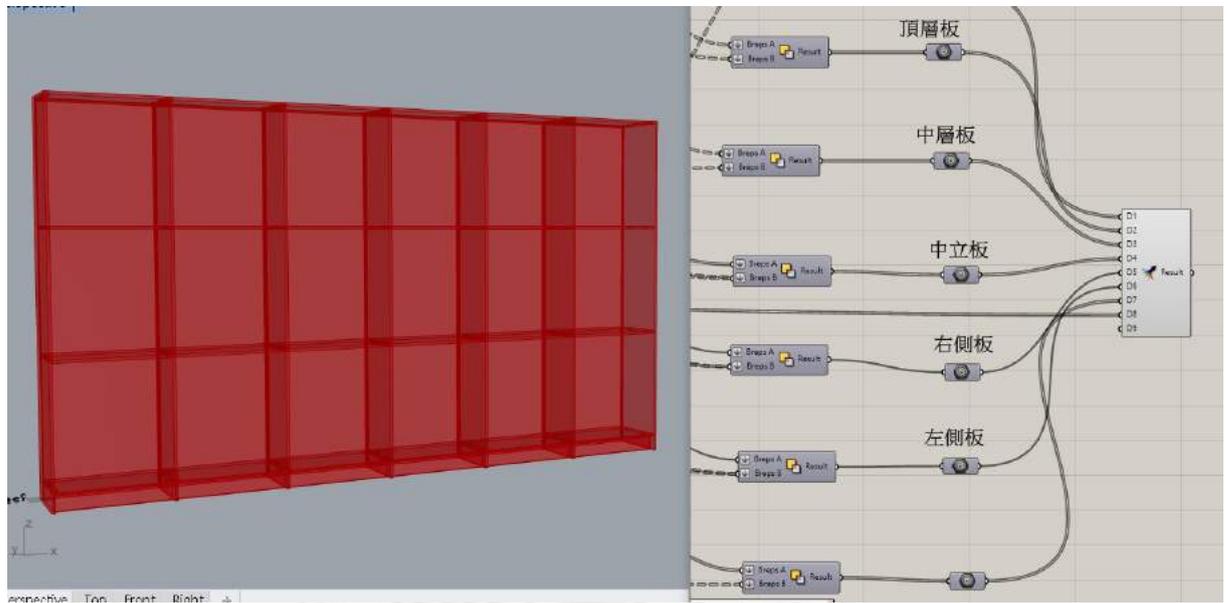


圖 4.57 差集 Grasshopper 方程式與全板材圖

(本研究繪製)

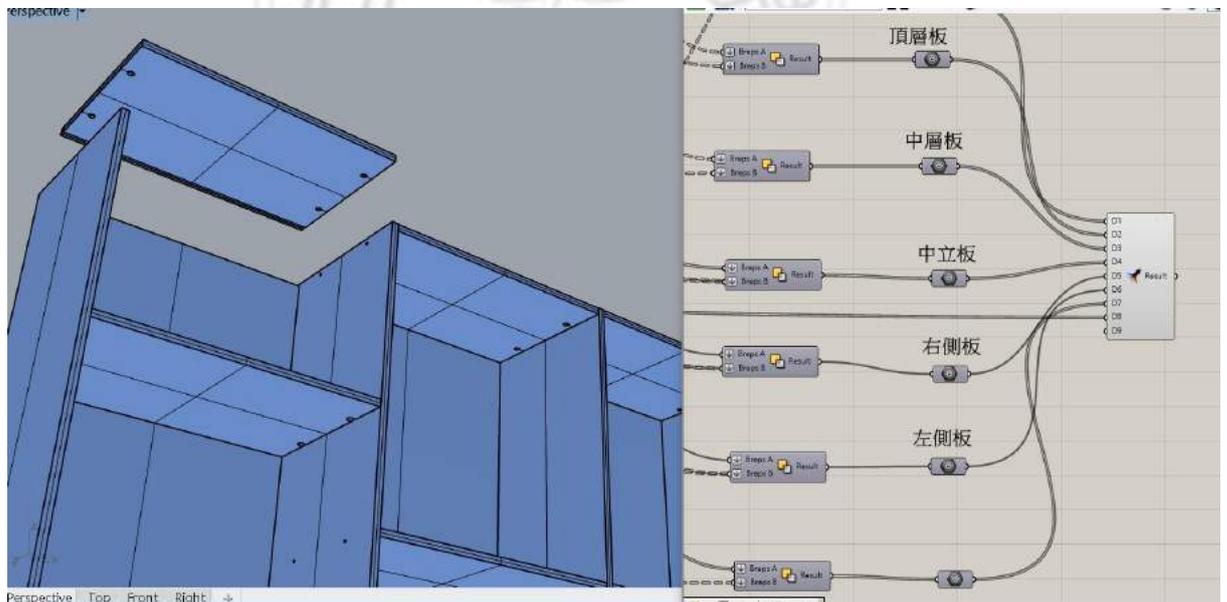


圖 4.58 差集 Grasshopper 方程式與 Rhino Bake 模型

(本研究繪製)

第十節 運用 Grasshopper 製作工程三視圖

將製作好的櫃體物件輸入 Geometry，輸入 Bounding Box 尋找其最大外框並運用 Volume 得到體積中心點，將中心點輸入 Scale 參考點，再給予 Scale 參考數值，最後輸入 Deconstruct Brep 將幾何體炸開，得到可投影三視圖的方塊分解面。

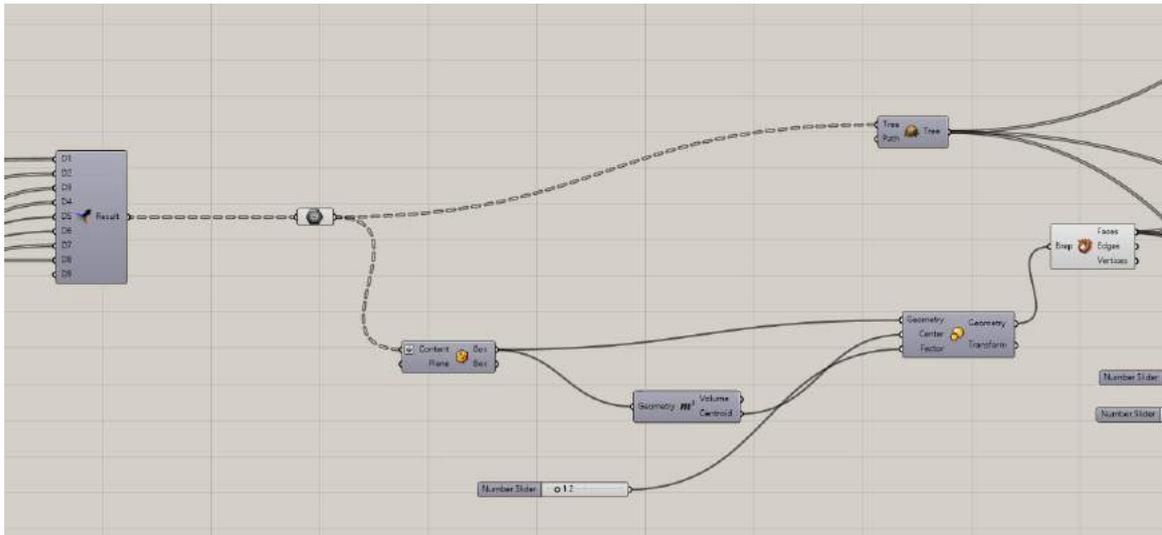


圖 4.59 Grasshopper 出圖方程式

(本研究繪製)

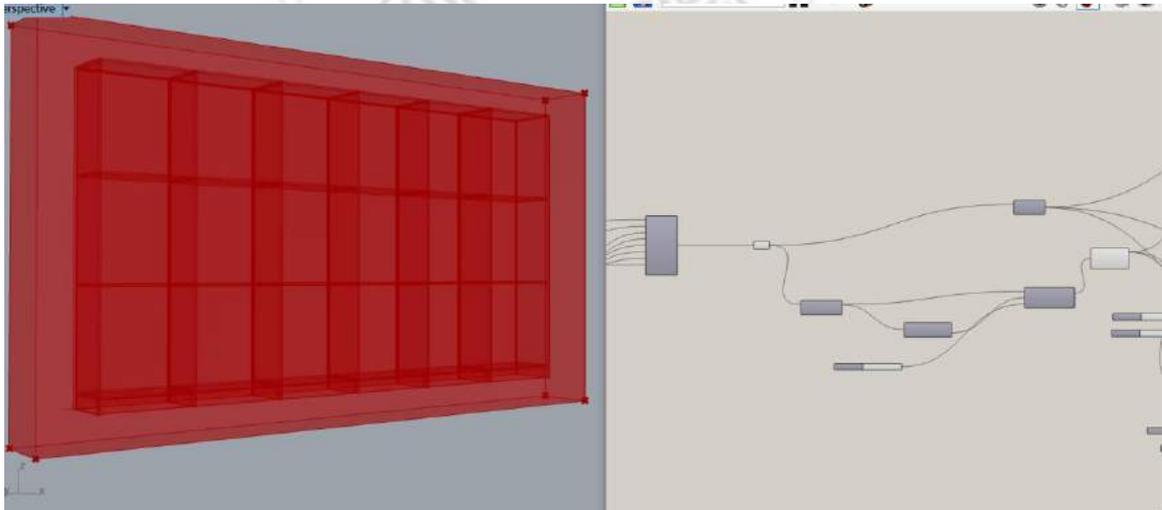


圖 4.60 Grasshopper 出圖方程式與曲面

(本研究繪製)

利用 List Item 找尋三視圖投影面，若投影面法線方向錯誤，則將曲面輸入 Reverse Surface 並調整其參數以便得到正確的曲面，得到正確的曲面後輸入 Make2D Parallel View 轉換成三視圖的投影面，並輸入 Make2D 元件的 View 輸入端當中。

點擊運算後將 Visible curves 與 Hidden curves 分別輸出曲線，則會得到位置重疊的三視圖。

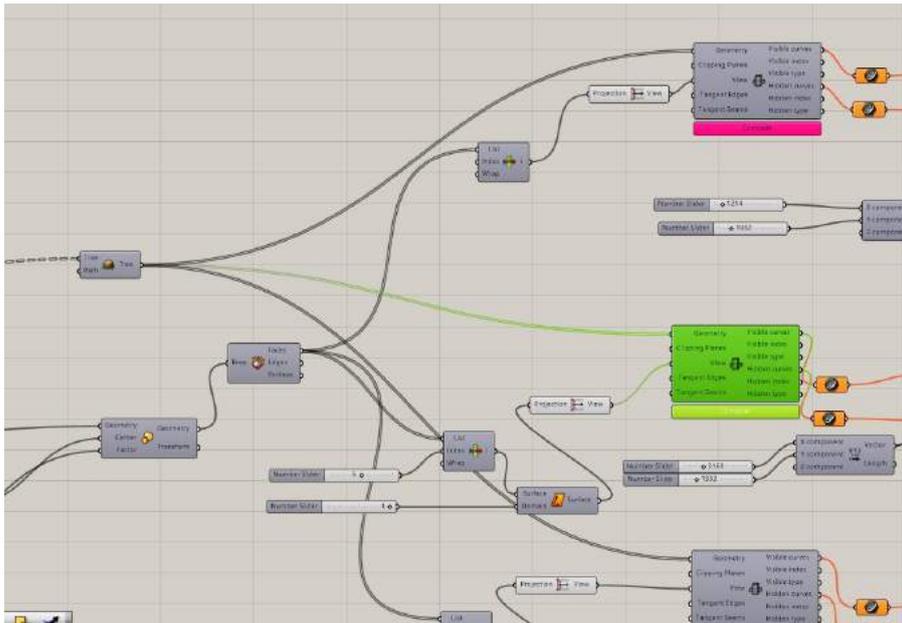


圖 4.61 Grasshopper 出圖方程式

(本研究繪製)

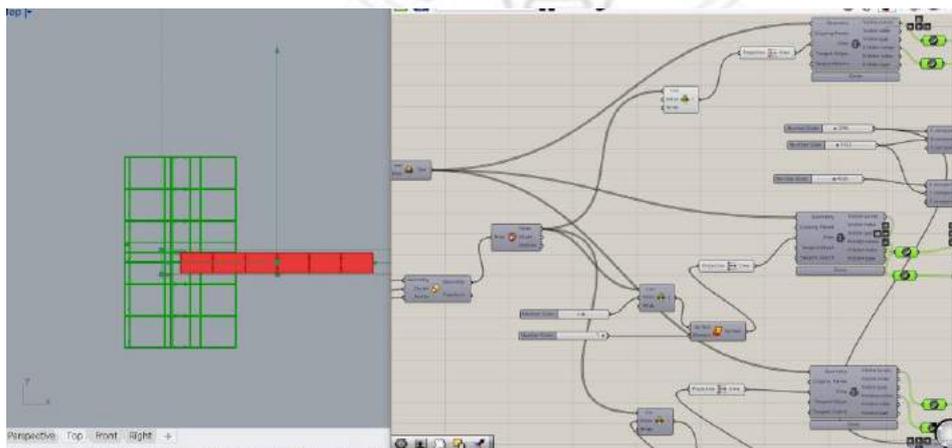


圖 4.62 Grasshopper 出圖方程式

(本研究繪製)

為了將三視圖合理分配這裡運用 Vector XYZ、Move 與 Rotate 將三視圖分別定位。由於在 Grasshopper 的環境裡，輸出給予 Rhino 的物件的預設色值皆為紅色，為了有效區分可視線與隱藏線，所以分別將其輸入於不同色值的 Colour swatch 與 Custom Preview 以便視別。

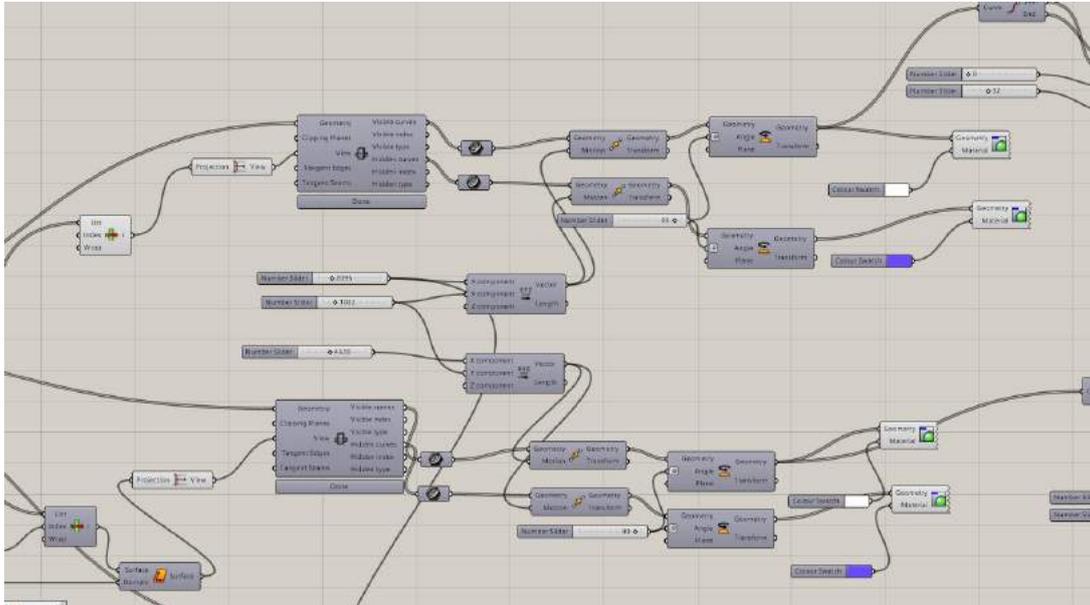


圖 4.63 Grasshopper 出圖方程式

(本研究繪製)

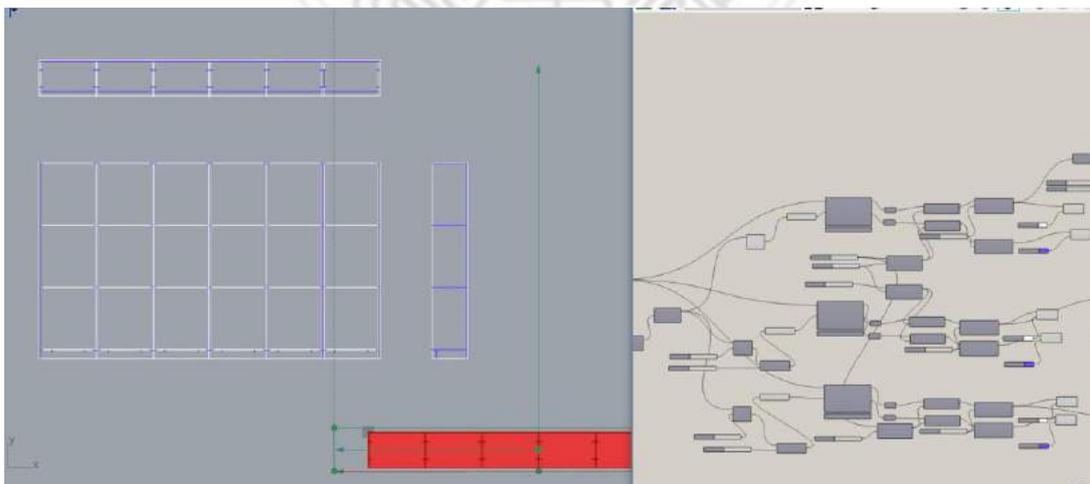


圖 4.64 Grasshopper 出圖方程式

(本研究繪製)

得到施工圖後，便能在三視圖上作尺寸標示，但目前 Grasshopper 的標註模式沒有比 Rhinoceros 方便、快速、直觀，所以分別將可視線與隱藏線分別 Bake 到在 Rhinoceros 預設好的可視線與隱藏線之圖層當中，並改變其顏色，以供識別。

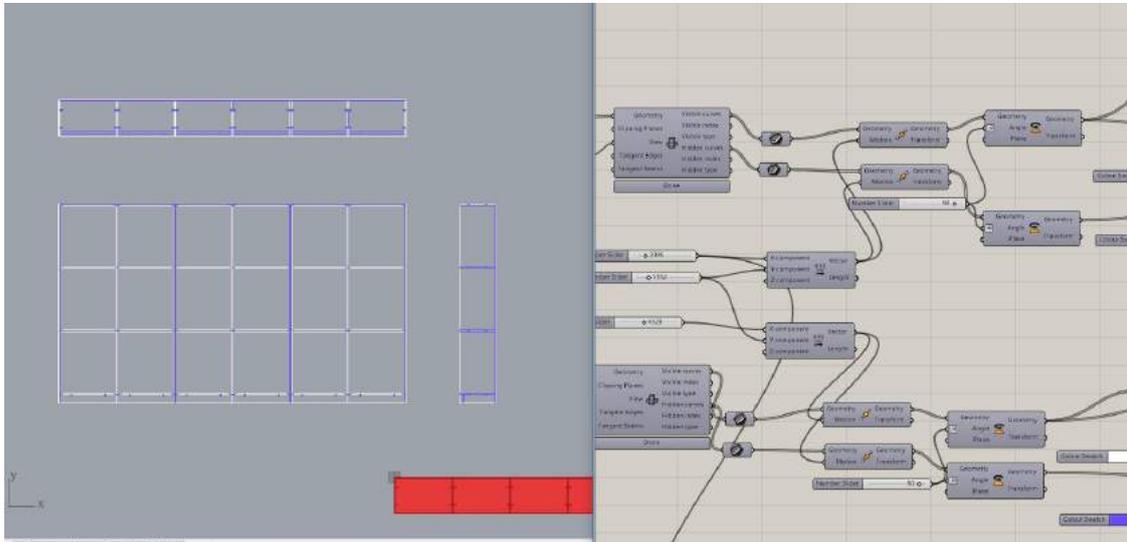


圖 4.65 Grasshopper 出圖方程式與出圖

(本研究繪製)

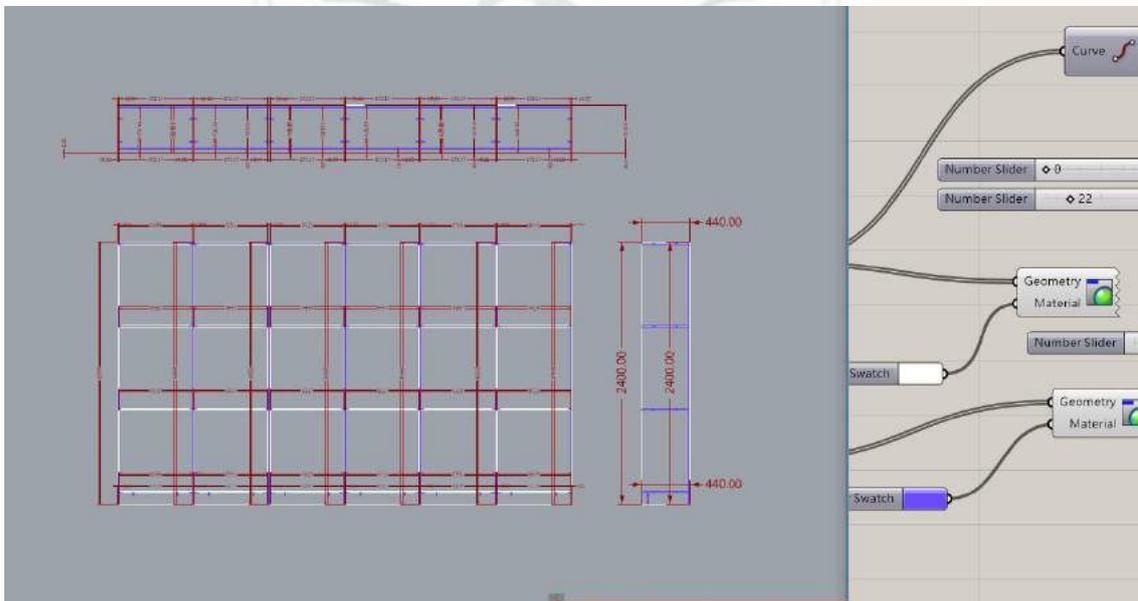


圖 4.66 Grasshopper 尺寸標註方程式與出圖

(本研究繪製)

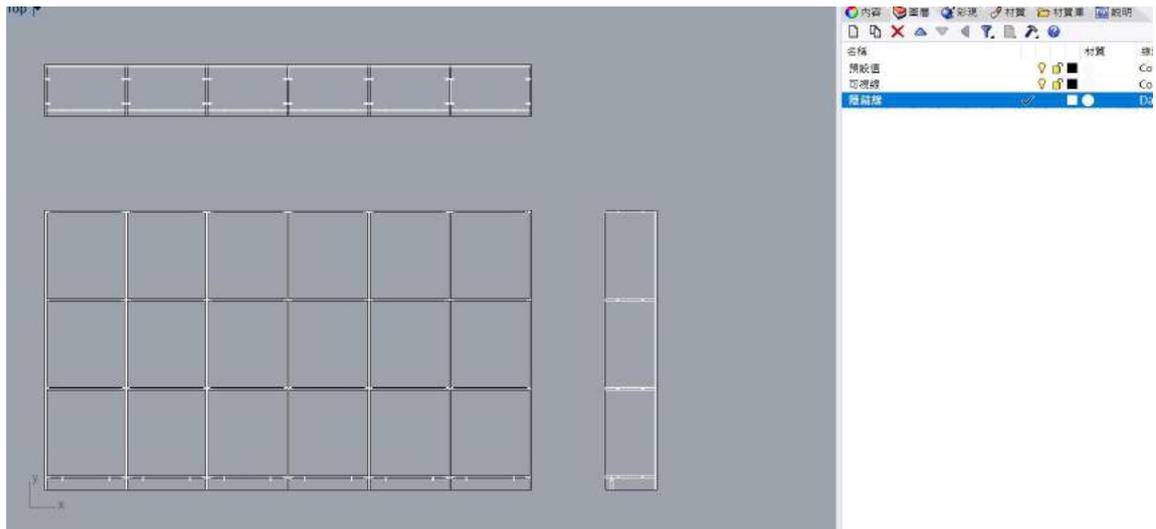


圖 4.67 Rhino 出圖

(本研究繪製)

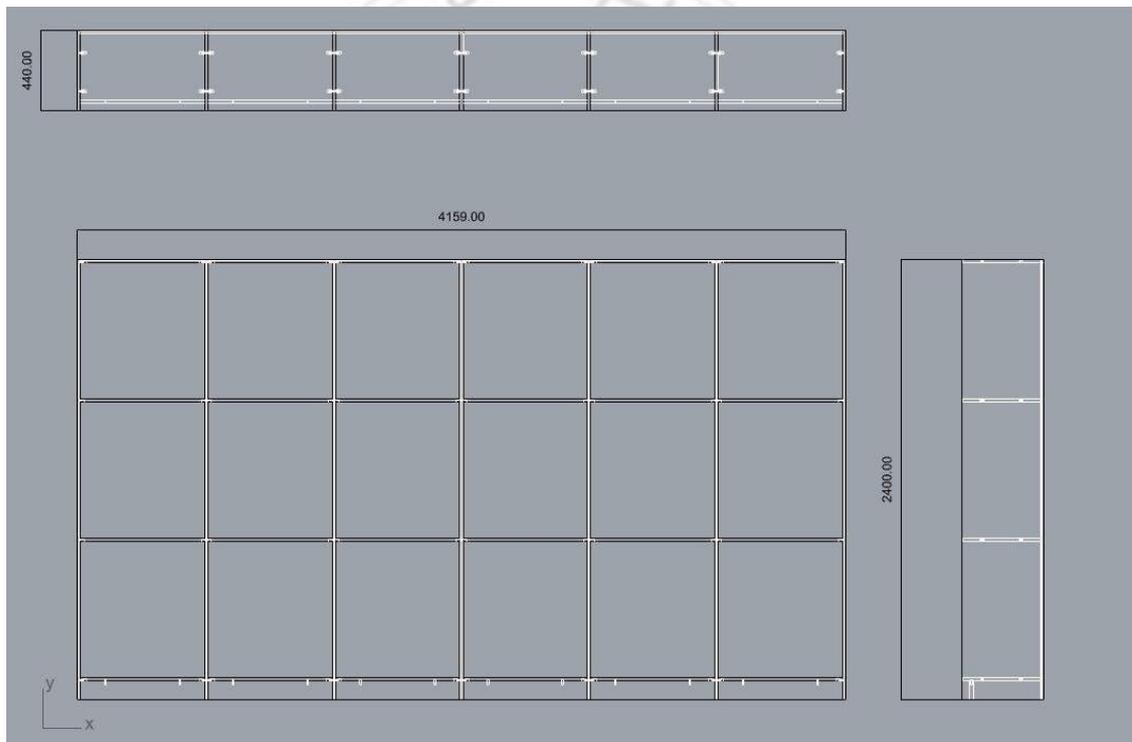


圖 4.68 Rhino 尺寸標註與出圖

(本研究繪製)

第十一節 運用上述建模步驟設計其他造形系統櫃

本章節選用半高櫃的櫃型設計，給予其尺寸參數並安裝五金，最終出圖。

在可以有效改變參數以改變模型的環境下，可以在短時間內快速得到相似櫃型的模型與施工圖。

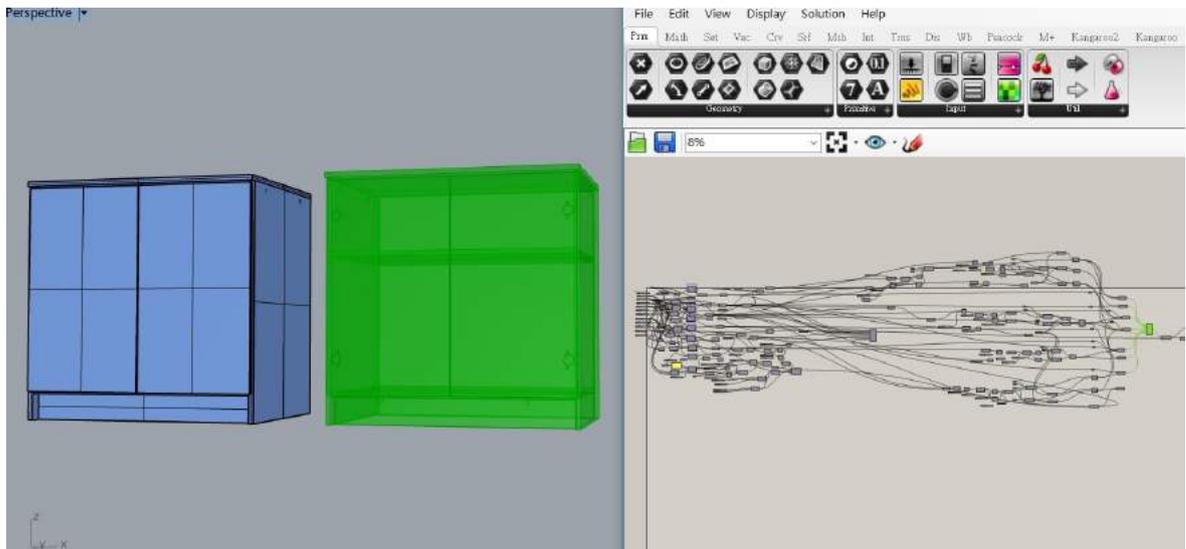


圖 4.69 Grasshopper 建立半高櫃

(本研究繪製)

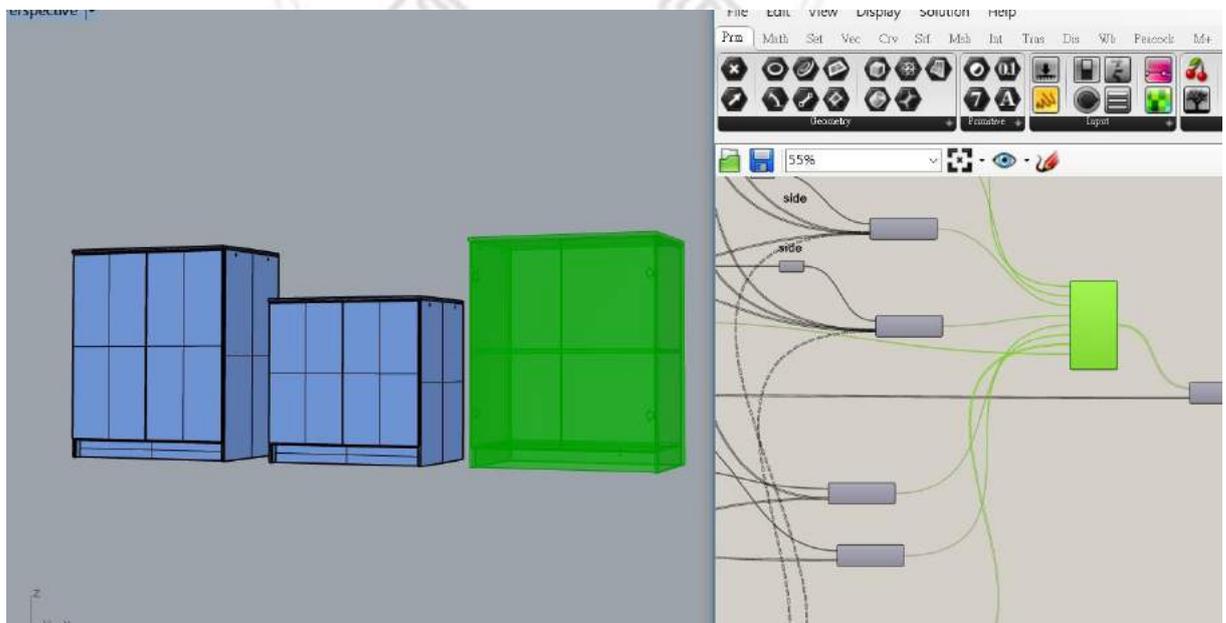


圖 4.70 改變半高櫃參數

(本研究繪製)

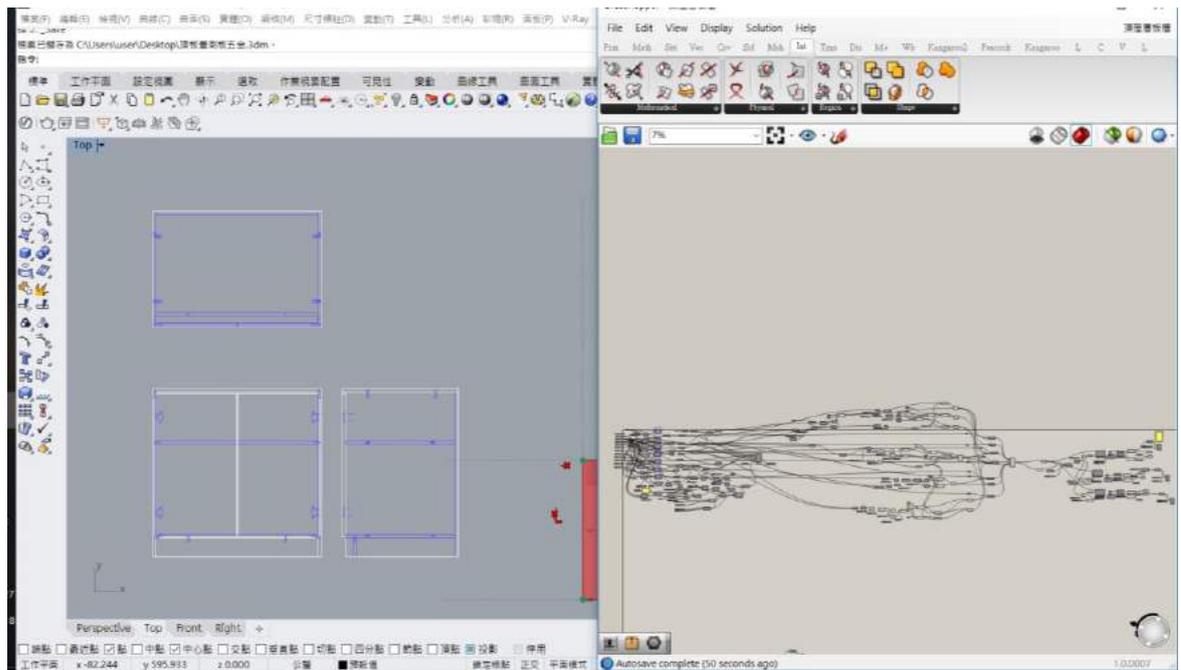


圖 4.71 建立工程圖

(本研究繪製)

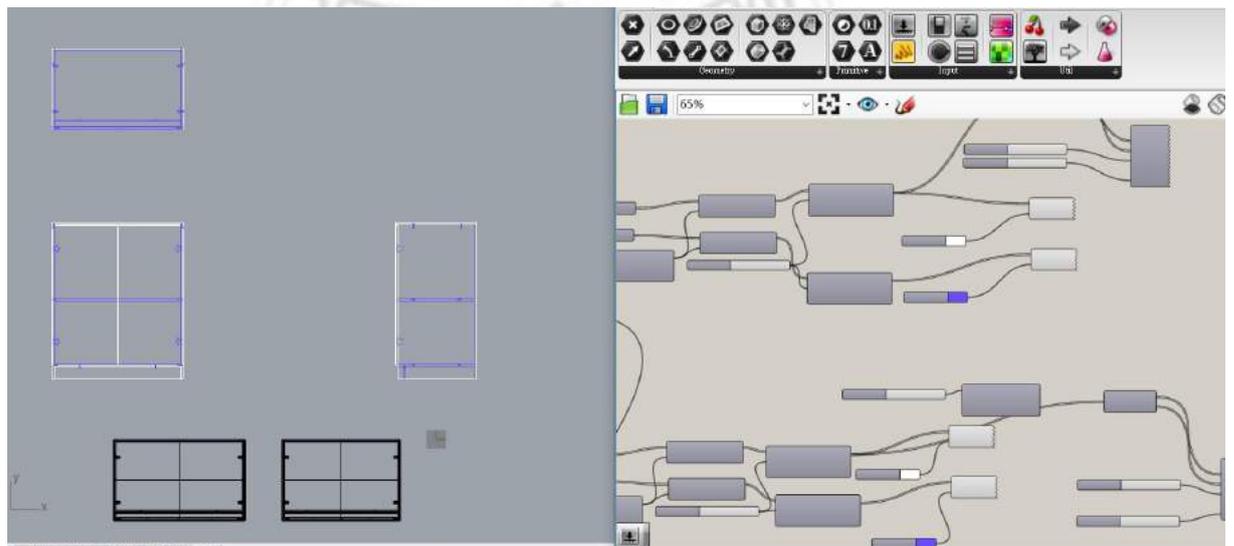


圖 4.72 建立工程圖

(本研究繪製)

也能將造形門板輸入其中，並給予相關的參數關聯式，讓造形門板與櫃體產生連動關係。

這裡選用富仕登國際股份提供的 K 型吸塑門板，丈量完成後輸入數值至相關關聯式並套用於櫃體門板當中。



圖 4.73 K 型門板
(富仕登國際股份有限公司有限提供)



圖 4.74 K 型門板
(富仕登國際股份有限公司有限提供)

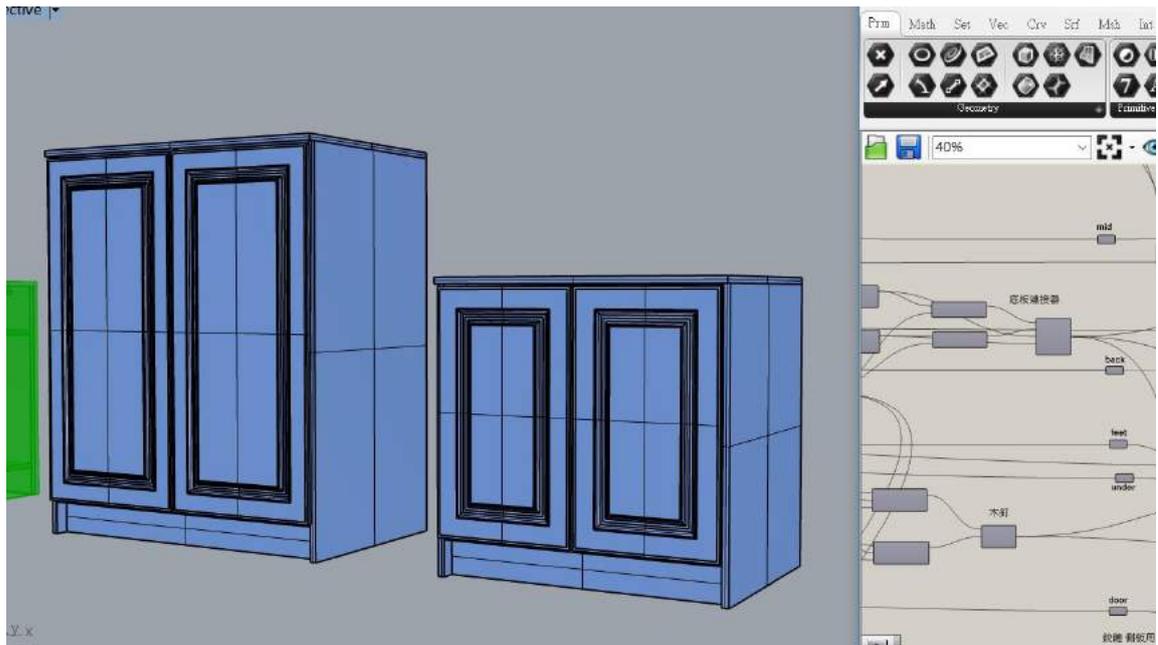


圖 4.75 將 K 型門板輸入 Grasshopper 建模

(本研究繪製)

將 Grasshopper 建成的櫃體 Bake 於 Rhinoceros 當中，檢查其五金孔位是否有誤。

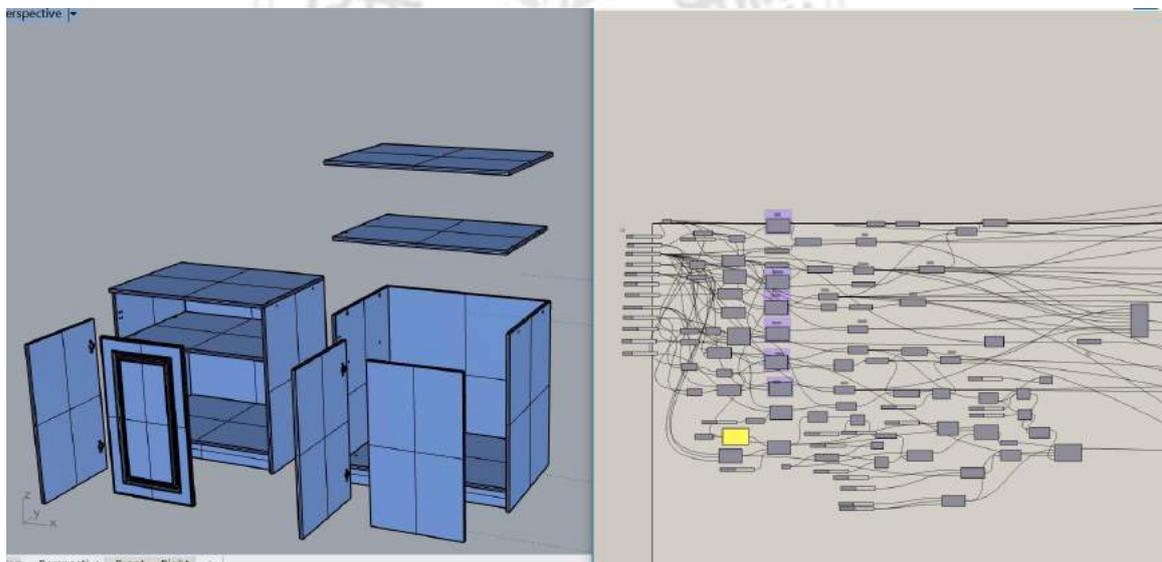


圖 4.76 拆開模型檢查是否有誤

(本研究繪製)

將模型輸入 Serise 當中並給予適當的 Step 數值便能給予物件不同的生成演算結果，並運用出圖方程式出圖或 Bake 至 Rhinoceros 相對應圖層中製作施工圖並標示尺寸。

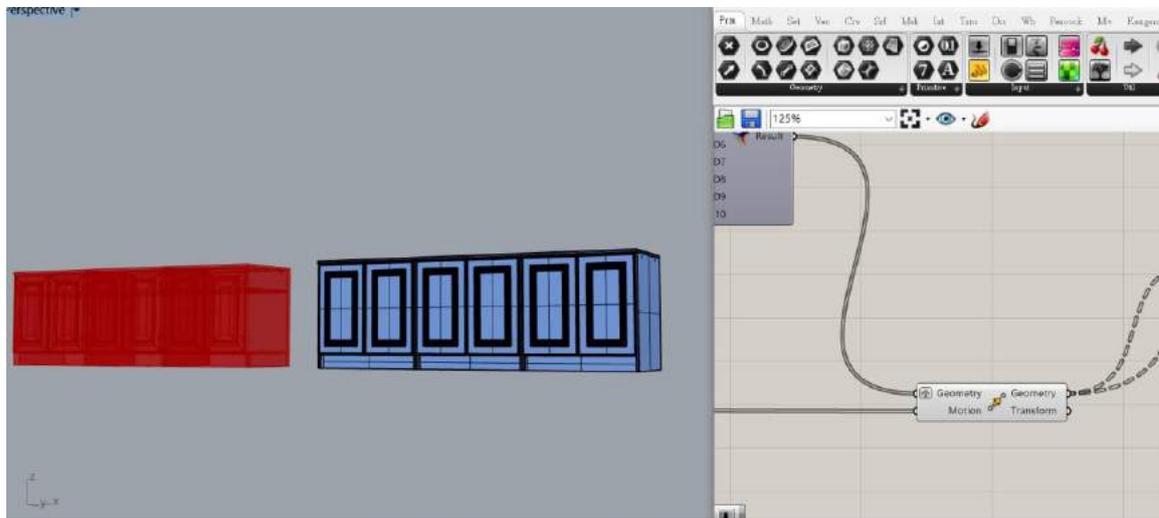


圖 4.77 運用生成演算改變模型數量
(本研究繪製)

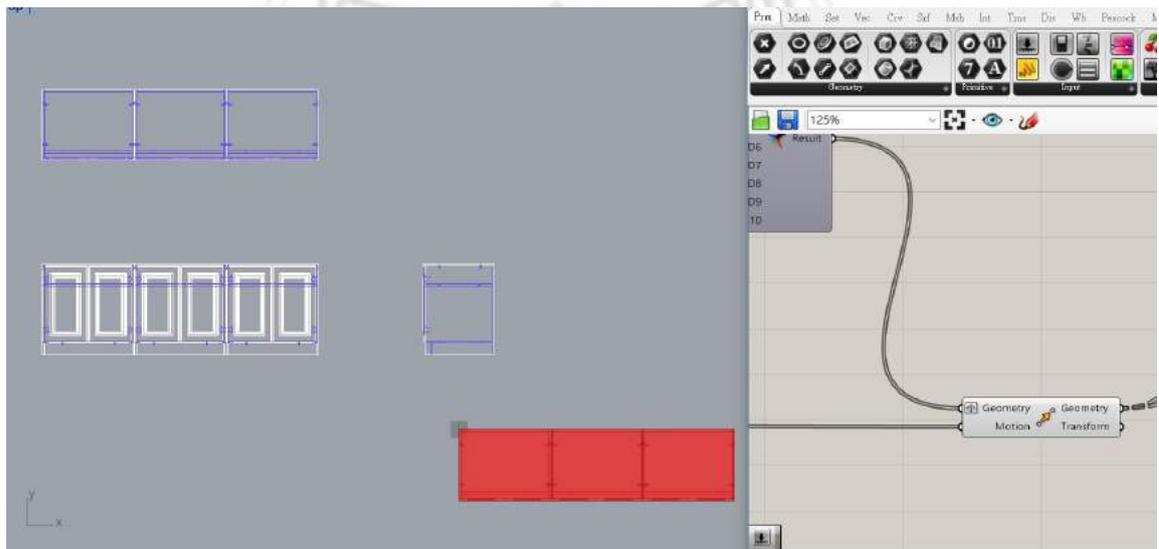


圖 4.78 Grasshopper 出工程圖
(本研究繪製)

第十二節 改變參數演算生成不同排櫃

本章節以改變參數的方式生成演算不同排櫃與門片之變化。

先利用線段產生寬度數值，並利用 Orient Direction 與 Vector 2Pt 定位線段上產生排櫃。

將門板以每橫向單格為一片門板建立，與一格一門相對應分別建立門片。將門片輸入不同的參數以產生不同結果。

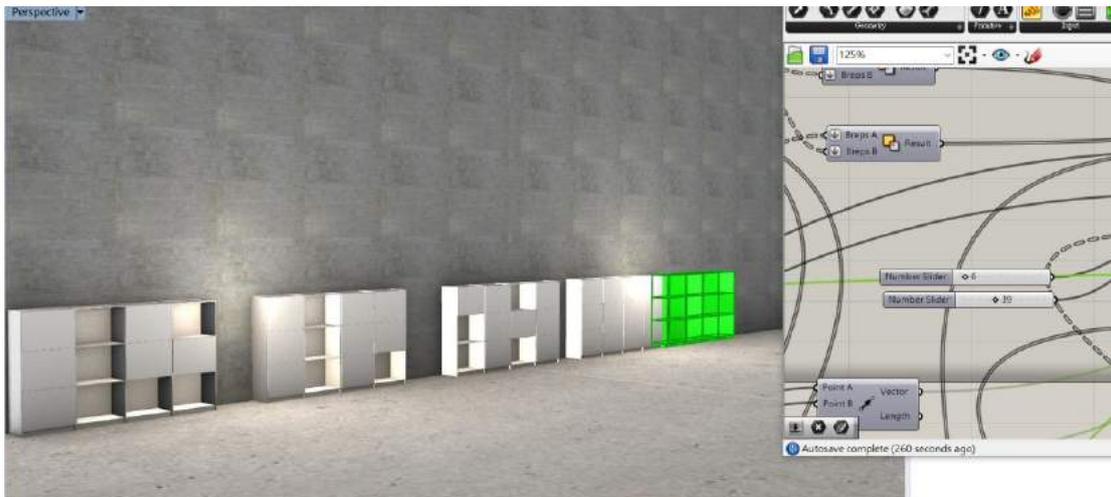


圖 4.79 一格一門系統排櫃

(本研究繪製)

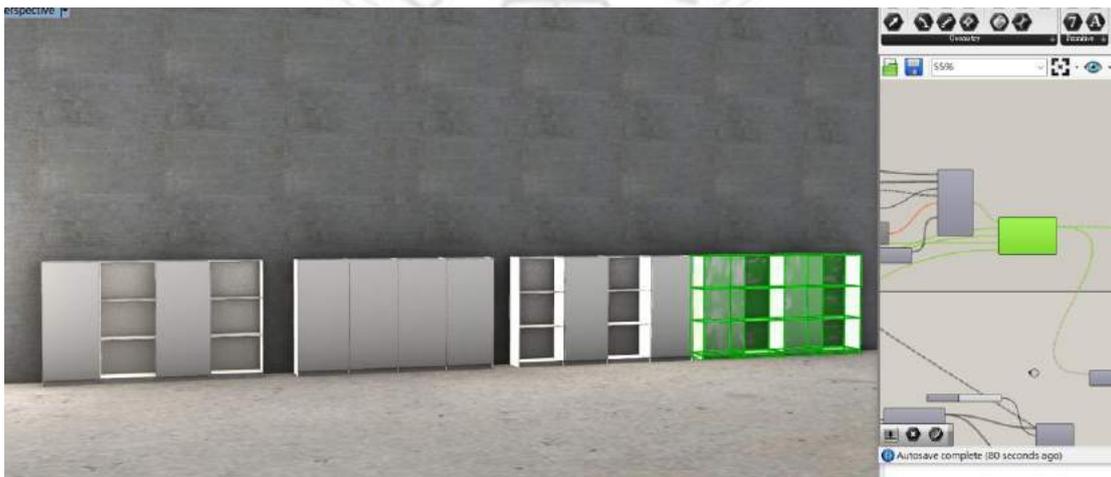


圖 4.80 單排單門系統排櫃

(本研究繪製)

第十三節 渲染模型

將 Grasshopper 生成演算的櫃體模型分別 Bake 至 Rhinoceros 當中並渲染圖片。以供設計者與業主參考。



圖 4.81 多門系統排櫃

(本研究繪製)

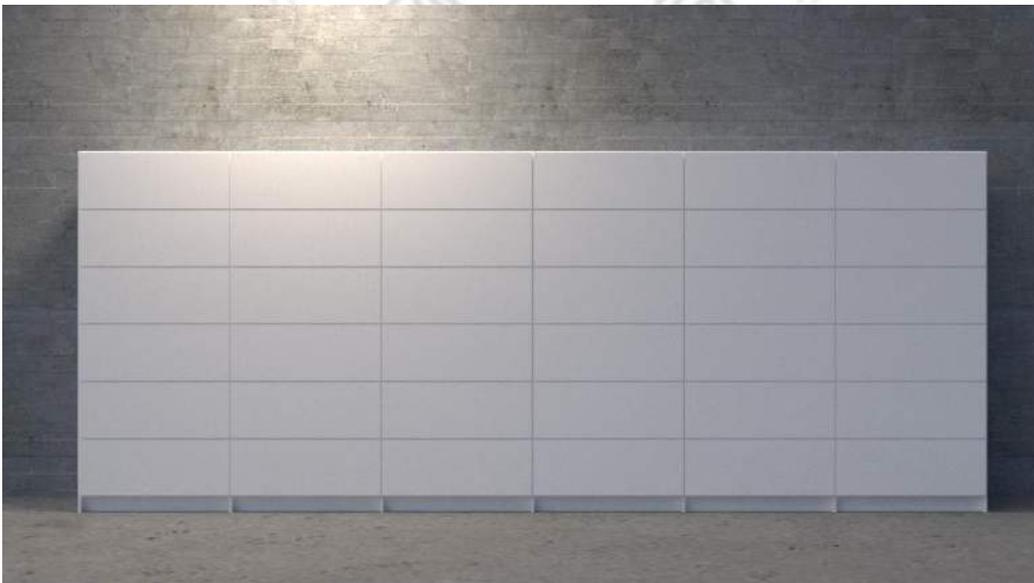


圖 4.82 多門系統排櫃渲染圖

(本研究繪製)

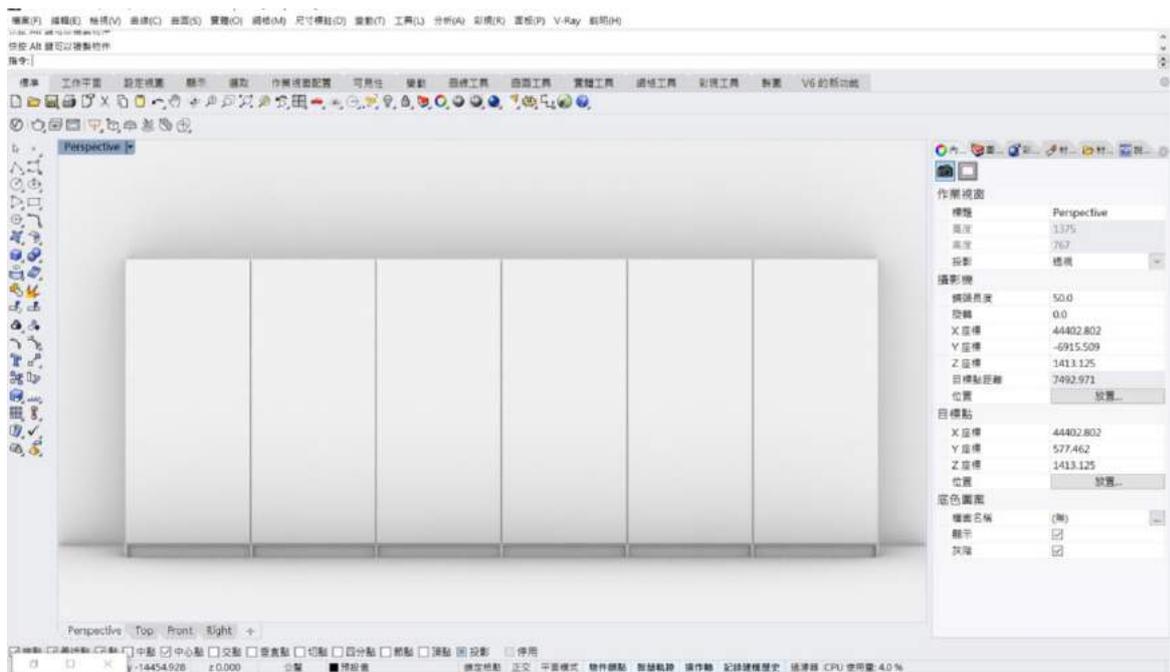


圖 4.83 多門系統排櫃

(本研究繪製)

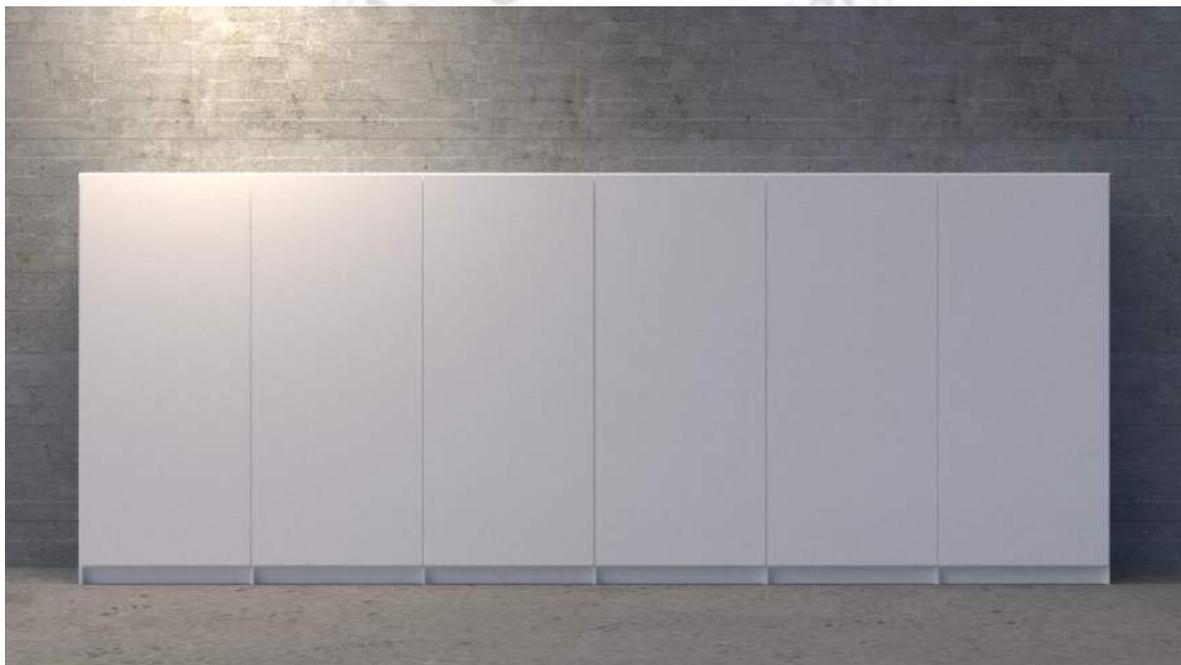


圖 4.84 多門系統排櫃渲染圖

(本研究繪製)

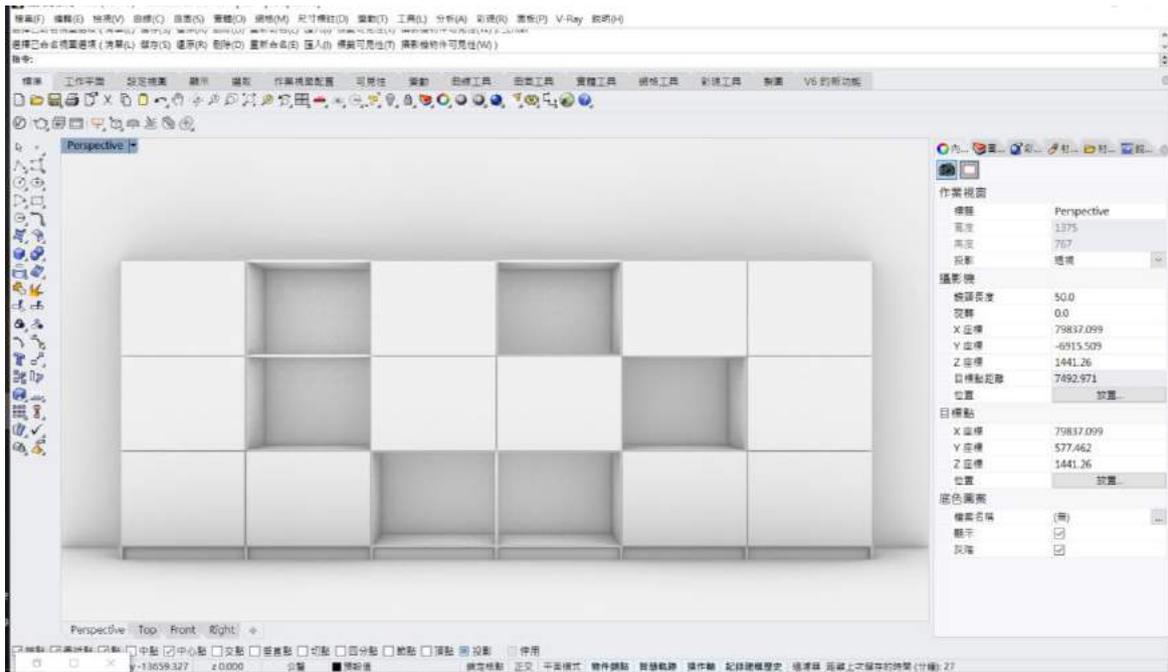


圖 4.85 隨機多門系統排櫃
(本研究繪製)

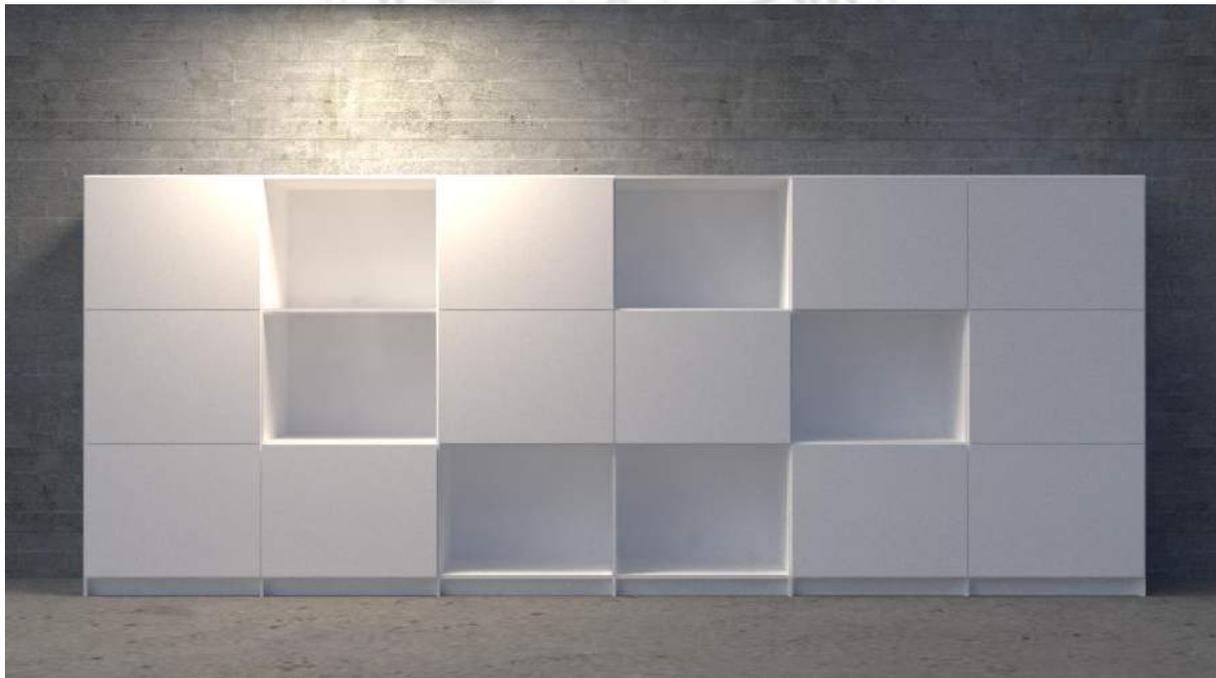


圖 4.86 隨機多門系統排櫃渲染
(本研究繪製)

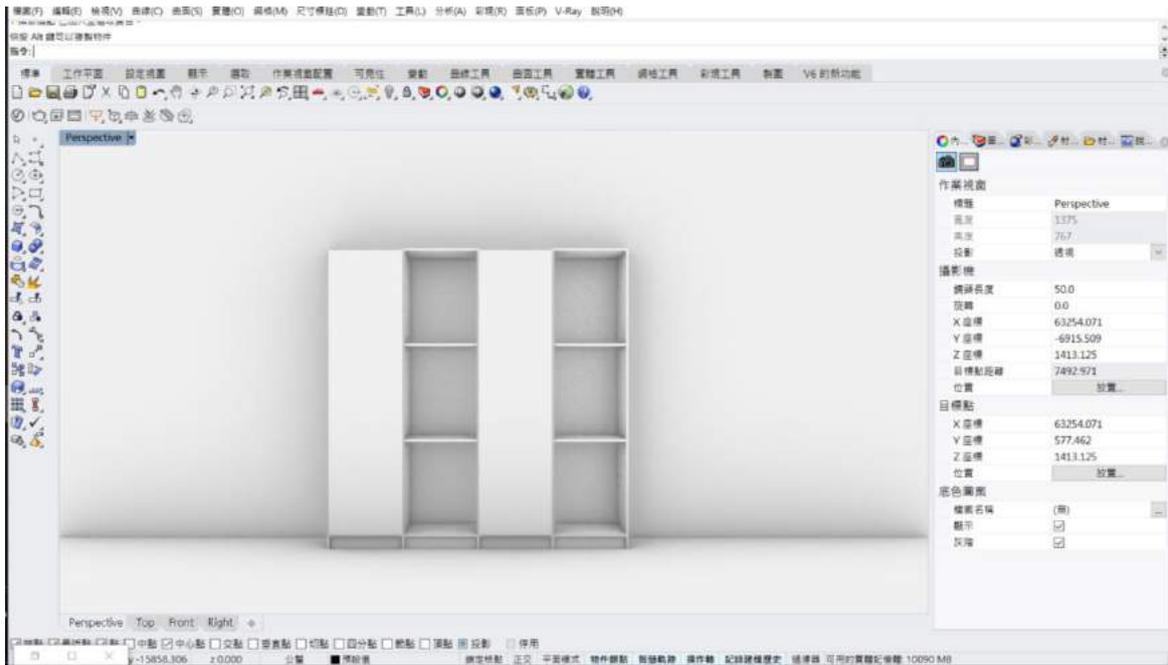


圖 4.87 隨機多門系統排櫃
(本研究繪製)



圖 4.88 隨機多門系統排櫃渲染圖
(本研究繪製)

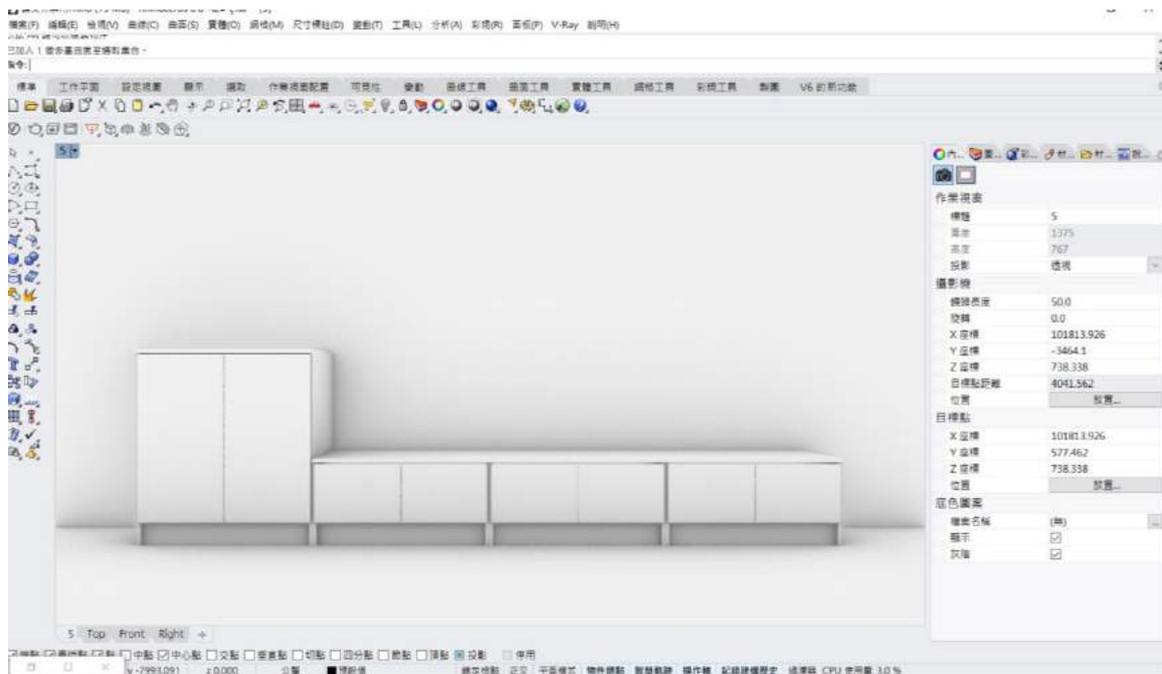


圖 4.89 矮櫃與半高櫃
(本研究繪製)



圖 4.90 矮櫃與半高櫃渲染圖
(本研究繪製)

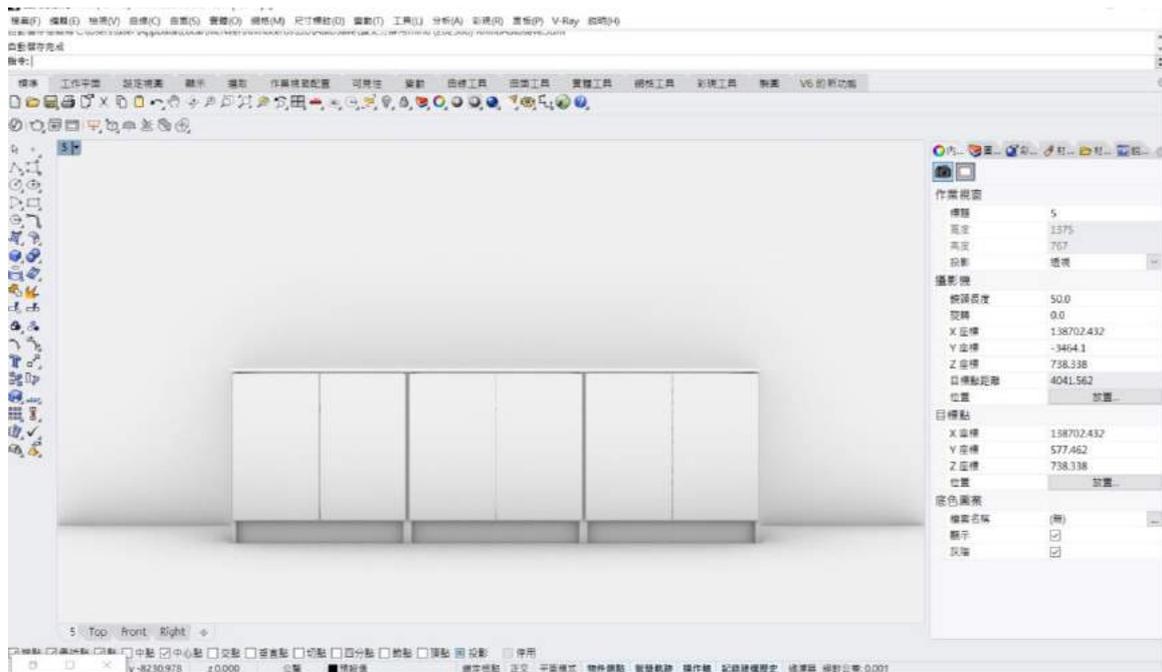


圖 4.91 半高櫃
(本研究繪製)



圖 4.92 半高櫃渲染圖
(本研究繪製)

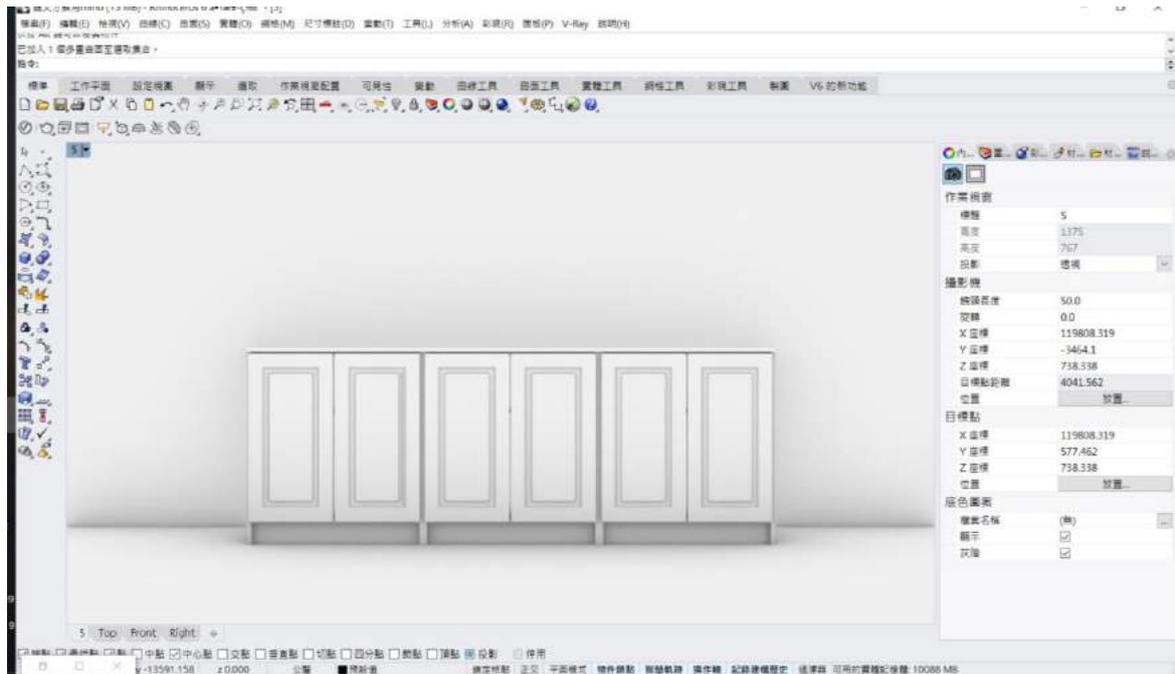


圖 4.93 造形門片半高櫃

(本研究繪製)



圖 4.94 造形門片半高櫃渲染圖

(本研究繪製)

第五章 結論與建議

第一節 結論

本研究之目的係發展出一套以 3D 繪圖軟體 Rhinoceros 6 與 Grasshopper 1 為核心的解決方案，使其能以生成演算法，進行系統櫥櫃的設計工作。使用此方案，設計師可藉由調整參數，迅速建立系統櫥櫃模型，並產出必要之 3D 模型及 2D 工程圖面。與過往的建模形式比較，可以省下大量建模或修改的時間，並有效率地與客戶端及施工端配合及溝通。

經以問題解決法進行研究後，發展出前章所述的解決方案。透過實務工作測試及驗證後，總結出以下結論：

一、本研究所發展的解決方案，的確能以生成演算法建構出系統櫥櫃的各個板材部件，並透過參數之設定，達到迅速變更設計之目的。

以 Rhinoceros 或其他市面上常用的 3D 建模軟體建構系統櫥櫃時，必須按照設計構想，將系統櫥櫃的各個板材部件，一個一個的建構出來，花費時間較多。如果對於所建構的 3D 模型不滿意，則必須重頭開始，再做一遍。而使用本研究所發展的解決方案，則只要輸入相關參數，包括板厚、櫃高、櫃深、櫃寬、分隔數等基本尺寸及數量資料，便能立即產出完整的系統櫥櫃 3D 模型，供設計師及客戶審視。工作效率非常高。

二、本研究所發展的解決方案，的確能依據系統櫥櫃各部板材的造形結構，以生成演算法，自動建構出所需的五金元件，並建構出相關孔位，以符合製造加工流程之需求。

以傳統方式設計系統櫥櫃，在確定了板材部件的造形及結構後，還要據此建構出五金元件的模型及位置，然後才能確定出加工孔位，過程較為繁複。如果需要變更設計，就必須重複上述過程，會花費大量時間。使用本研究所發展的解決方案，能依據板材造形及結構，正確地計算出其他需要相互搭配的五金元件及其加工孔位，可節省大量時間。

三、本研究所發展的解決方案，的確能依據系統櫥櫃的造形結構及五金元件，以生成演算法，自動建構出工程施作所需之 2D 工程圖。

使用本研究所發展的解決方案，能依據系統櫥櫃的板材造形、結構，以及五金元件，立即產出帶有尺寸標註的施工三視圖。而 Rhinocero 的轉檔功能相當齊全，因此可以將產出的 2D 圖面輸出成多種檔案，提供後續 CAD/CAM 工程使用。

四、本研究所發展的解決方案，亦能夠透過參數之變更或以隨機方式，迅速產生許多變體，亦即增加許多造形設計的可能性，供設計師或客戶選擇。

在 Rhinocero 或其他市面上常用的 3D 建模軟體中，若要將已製作完成的櫃體模型進行改動，需要進行複雜的拆模與解構，必將需要改變尺寸的單體元件利用指令改變模型再與其他構件組合。若以需要改變板材厚度的角度切入，並用過去的建模形式改變模型，需要將模型解構，並將櫃體的各部件板材依其板材法線方向分類再輸入指令改變板材厚度，但以這樣的方式僅能改變板材厚度，而其他的五金孔位與孔位深度甚至櫃體的整體尺寸無法因應板材的厚度給予相對應的變化，給予正確的櫃體模型。

使用本研究所發展的解決方案，只需要變更相關參數，便能直接計算出 3D 模型，亦能立即正確地計算出其他需要相互搭配的五金元件的位置，同時產出帶有尺寸標註的施工三視圖。而 Rhinocero 的建模環境與轉檔功能對於設計師而言相當友善，對於多數種類的 3D 模型具有高度的相容性，且其轉檔功能也是相當齊全，可以輸出多種檔案，提供後續動畫工程、CAD、CAM 工程使用，解決其他製作系統櫃套裝軟體無法轉檔給其他 3D 建模軟體的困擾。

五、發展多元設計表現方式：透過 Grasshopper 1 在 Rhinoceros 6 的環境中所建構的 3D 模型，可以透過變更參數或以隨機方式，迅速產生許多變體，亦即增加許多造形設計的可能性，供設計師或客戶選擇。如果使用適切的彩現軟體（例如本研究所使用的 V-Ray），便可製作出高品質的彩現（渲染）圖。除了可單獨展示，亦可置入室內整體設計中，與其他環境元素一起表現。

第二節 建議

一、本研究係針對系統櫃之設計，提出一套數位解決方案。同樣的技術如果延伸使用在室內設計和家具之設計及繪圖工作，相信亦能獲得令人滿意之結果。

二、本研究基於研究、撰文、試作及讀者閱讀和理解的方便性，儘量將問題簡化，所建構的櫃體結構中，挑選較為簡單的櫃體造形。而在實際的櫃體結構中，會因為所需功能的不同而使用不同的功能五金元件，而五金元件的變化複雜且多變，搭配不同造形的櫃體便會有各種不同的變化，若要設計更加複雜的櫃體模型，只要將本研究所提出之技法略加延伸應用即可。

三、本研究所提之解決方案，在硬體設備需求上並無超出現有的個人電腦。所使用的軟體 Rhino 6 及 Grasshopper 1 亦相當便宜。這兩個軟體可普遍應用於建築設計、室內設計、產品設計、工藝設計等人造物的設計領域，是一套相當值得學習的通用 3D 繪圖軟體，應可推廣至高級職業學校以上之教育單位。

四、本文所發展之解決方案，極具實用性，可推廣至系統櫃、家具設計及室內設計業界使用。然依據研究者的自身經驗，學習 Grasshopper 的困難度較高，也需要較多的時間。建議在大學及科大的相關系、所課程中，在 Rhino 教學的基礎上，應積極導入這個學習項目，使學生畢業後，在業界更具競爭力。

五、三維電腦繪圖在許多立體造形領域的應用，已經相當廣泛，但就研究者的觀察，仍有許多造形設計及製作領域未能適時適性的引進這類技術，或者未能更有效的運用這類技術。其原因可能包括：學習上的困難、推廣上的困難、使用不適當的軟體、軟體學習不夠通透等因素。就如同本研究為系統櫃櫃體的設計、繪圖，發展出全新的解決方案一樣，期盼各界一同努力，使用數位工具，為業界發展出各種提昇質、量的解決方案。

參考文獻

書籍資訊

1. 朱利安。凡。密爾、由瑞。馬騰斯、赫曼。尚。凡瑞(2013)《好用的工作空間設計》，商周出版。
2. 和田浩一(2016)《圖解家具設計》，易博士出版社。
3. 林建旋、張繼娟(2017)《櫥櫃設計》，廈門大學出版社。
4. 海福樂家具五金型錄(2009)，德國海福樂家具五金與建築五金集團。
5. 陳正和(2010)《台灣實木家具產業變遷的研究》，樹德科技大學建築與環境設計研究所碩士論文。
6. 陳啟雄(2015)《參數式家具設計的新趨勢》台灣區家具工業同業公會特刊。
7. 陳顯潔(2008)《台灣實木家具製造產業之技術變遷的研究》，樹德科技大學建築與環境設計研究所碩士論文。
8. 麥浩斯(2014)《漂亮家居》編輯部《書櫃設計 500》，麥浩斯出版社。
9. 游淑慧(2008)《木作櫥櫃設計事件書》，麥浩斯出版社。
10. 楊清、胡德強、李祖鵬(2017)《家具設計》，華中科技大學出版社。
11. 萬輝(2014)《家具產品創意》，化學工業出版社。
12. 漂亮家居編輯部(2008)《第一次找對系統傢具事件書》，麥浩斯出版社。
13. 漂亮家居編輯部(2014)《照明設計終極聖經》，麥浩斯出版社。
14. 漂亮家居編輯部(2016)《圖解系統家具裝潢術》，麥浩斯出版社。
15. 漂亮家居編輯部(2017)《收納這樣做，秒收不求人 拆解櫃子尺寸細節，找出黃金收納點，好收好拿才厲害。》，麥浩斯出版社。
16. 劉鵬剛、趙汗青(2017)《櫥櫃材料》，廈門大學出版社。

網路資訊

1. <https://hiko091103.pixnet.net/blog/post/559798>

2. http://163.28.10.78/content/senior/life_tech/tc_t2/manufac/manu/cad.htm
3. http://www.twarchitect.org.tw/special/%E5%8F%83%E6%95%B8%E5%8C%96%E8%A8%AD%E8%A8%88%E7%BC%9A%E5%BB%BA%E7%AF%89%E8%A8%AD%E8%A8%88%E4%B8%AD%E7%9A%84%E6%BC%94%E7%AE%97%E6%80%9D%E7%B6%AD/?doing_wp_cron=1586431038.6860120296478271484375
4. https://zh.wikipedia.org/wiki/Rhinoceros_3D
5. https://en.wikipedia.org/wiki/Grasshopper_3D
6. <https://jianyouli.wordpress.com/2014/02/01/%E4%BD%95%E8%AC%82%E8%A1%8D%E7%94%9F%E8%A8%AD%E8%A8%88-generative-design%E7%BC%9F/>
7. <http://tkuir.lib.tku.edu.tw:8080/dspace/bitstream/987654321/92505/2/%E7%94%B1%E5%8F%83%E6%95%B8%E5%8C%96%E6%A8%A1%E5%9E%8B%E5%88%B0%E5%8F%83%E6%95%B8%E5%8C%96%E4%B8%BB%E7%BE%A9%3DFinal.pdf>
8. <https://make3d.pixnet.net/blog/post/204930685-3d%E7%B9%AA%E5%9C%96%E8%BB%9F%E9%AB%94%E7%B0%A1%E4%BB%8B>
9. <https://www.patrikschumacher.com/Texts/The%20Rise%20of%20Parametricism.html>
10. <https://baike.baidu.com/item/%E5%BB%BA%E7%AD%91%E5%8F%82%E6%95%B0%E5%8C%96%E8%AE%BE%E8%AE%A1>
11. <https://www.epa.gov.tw/Page/76A8846B30A817CB/aaa09262-0efd-430e-8340-50ed2b448fe7>
12. https://red-dot.com.tw/panels_application
13. <http://www.funbugi.com>
14. <https://www.searchome.net/wikientry.aspx?entry=%E7%BE%8E%E8%80%90%E6%9D%BF>
15. <https://lacaja.pixnet.net/blog/post/4668826>
16. <https://kknews.cc/zh-tw/home/zx38rzg.html>

17. <https://kknews.cc/home/r3ybybv.html>
18. <http://blog.udn.com/jooster32/24814616>
- 19 <https://kknews.cc/zh-hk/home/nklgpx2.html>
20. <http://www.hsiang-lih.com.tw/prodDetail.asp?id=31>
21. <https://kknews.cc/home/eoj3l4z.html>
22. <https://exhouse.pixnet.net/blog/post/35268280-%E6%8A%BD%E5%B1%9C%E8%A3%A1%E7%9A%84%E5%A4%A7%E5%AD%B8%E5%95%8F%EF%BC%8C%E3%80%8C%E6%BB%91%E8%BB%8C%E3%80%8D%E7%9A%84%E7%A8%AE%E9%A1%9E%E8%88%87%E7%94%A8%E9%80%94%E8%A9%B3%E7%B4%B0>
23. https://www.google.com/search?q=%E8%87%AA%E8%B5%B0%E5%BC%8F%E6%BB%91%E8%BB%8C&hl=zh-TW&sxsrf=ALeKk01BL35_HqJGTf0ZIFTjmoJWI8MWuw:1587461041310&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiC5dibmfnoAhV5wYsBHVtFCE8Q_AUoAXoECAwQAw&biw=1474&bih=714#imgrc=mj0l6ggfFb6OcM
24. https://www.verybuy.cc/user_submit/item/4073965?country_code=tw&utm_source=google&utm_medium=cpc&gclid=Cj0KQCQjws_r0BRCwARIsAMxfDRgPs-erFFUpEakPxjqyjfHutIXqr3E4Lxt4RPNrmDeNDoJ0nJWalB4aAjXjEALw_wcB
25. https://www.google.com/search?q=%E4%B8%8D%E5%8F%AF%E6%8B%86%E9%80%A3%E6%8E%A5%E4%BB%B6&sxsrf=ALeKk01QNMRrSeDOBCoRVraROW9QZb4WRw:1587461900301&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwivrqW1nPnoAhWIw4sBHcxCAR0Q_AUoAXoECAsQAw&biw=1474&bih=714#imgrc=4qonpHF5ojUXQM
26. <https://tw.ttnet.net/products/j66jn3wcpvgtroj.html>
27. <https://goods.ruten.com.tw/item/show?21702110404293>
28. <https://www.idshow.com.tw/article/id/2214.html>
29. https://www.trplus.com.tw/p/016292249?c=EC_20091155&gclid=Cj0KQCQjwy6T1BRDXARIsAIqCTXovKB8g7u-8X-E5celAAO7qgiPWP8Oh7kupGs991I5oPe6c3Blcl2YaAuA9EA

Lw_wcB&gclsrc=aw.ds

30. https://tzumii.91app.com/SalePage/Index/5944669?gclid=Cj0KCQjwy6T1BRDXARIsAIqCTXqbsuTuHff2c3i4gTL9VDHjCwBWMaQ3Q4iI0WNwMdfVXXv6cfYQzDgaAqL2EALw_wcB

31. https://www.trplus.com.tw/p/016292334?c=EC_10000165&gclid=Cj0KCQjwy6T1BRDXARIsAIqCTXpD4_UBSFaM0oxguaEr8_mcnzHyiRWFv3VFwsP0M2LCioOwcj4obUaAudmEALw_wcB&gclsrc=aw.ds

32. <https://www.ikea.com.tw/zh/products/storage/system-cabinets/besta-spr-09302654>

33. <https://www.ikea.com.tw/zh/products/storage/bookcases/billy-art-10404246>

34. <https://www.ikea.com.tw/zh/products/storage/open-shelving-units/kallax-spr-19242179>

35. <https://www.ikea.com.tw/zh/products/storage/system-cabinets/besta-spr-09187215>

36. https://www.momoshop.com.tw/goods/GoodsDetail.jsp?i_code=4180567&osm=Ad07&utm_source=googleshop&utm_medium=googleshop_7&utm_content=bn&gclid=Cj0KCQjwy6T1BRDXARIsAIqCTXqhO107D0IB7cb3XSptn_2I8QxjY6Dte-74nsMsc-jlibQmG_c15RoaAt3wEALw_wcB

37. https://www.trplus.com.tw/p/014243271?c=EC_10000165&gclid=Cj0KCQjwy6T1BRDXARIsAIqCTXrWR1GkWBQ4LtWmYvoy7JvEHIFUeB1IFRQO18GSapEfwOfARoVHpiwaAntnEALw_wcB&gclsrc=aw.ds

38. https://www.rakuten.com.tw/shop/nitori/product/8841050/?scid=GSA_1853458295_nitori-8841050-d41d8cd98f00b204e9800998ecf8427e&utm_content=%3A0.542695866076&utm_source=tagtoo&utm_medium=cpc&utm_term=1007%3A67%3A0

39. <https://www.searchome.net/article.aspx?id=20988>

40. <https://estate.ltn.com.tw/article/8157>

41. <https://www.100.com.tw/article/640>

42. http://www.hikou.com.tw/page.php?menu_id=23&pd_id=767

43. <https://www.luxurywatcher.com/zh-Hant/article/26168>

