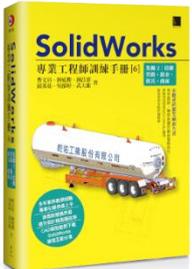




幾何 SolidWorks 原廠訓練中心

SolidWorks 鈹金工程與展開製程導入簡章



1 訓練需求	鈹金指令滿足設計與加工驗證需求，增加特殊專業技能。本課程經過多年教學驗證，不斷充實與修改教材內容，8小時可學會80%以上鈹金指令、鈹金專業，以及未來學習方向，甚至了解如何導入製程。			
2 課程日期	網頁公告	3 時段/人數	依本單位訂定	
4 時數/場地	依網頁/1F CAD電腦教室	5 教學設備	個人電腦、投影機、中央廣播、SolidWorks 鈹金模組	
6 師資	鍾隆嘉 SolidWorks 原廠訓練中心主任、論壇站長與技術顧問			
7 教材	1. 書籍: SolidWorks 專業工程師訓練手冊[6]-集錦 2：結構管路、鈹金、模具、曲面(簽名書) 、2. 電子檔：模型檔案、PDF、3. 線上影片			
4. 投影片 ◦ 鈹金原理與製作技術 ◦ 鈹金學習與應用實務	 			
8 課程大綱 	<ol style="list-style-type: none"> 鈹金原理與製作技術：投影片說明，迅速認識鈹金術語與成形方式 鈹金環境與特徵：認識鈹金環境與原理 斜接凸緣：集合鈹金所有術語，打通任督二脈 展開與工程圖：驗證鈹金展開與鈹金工程圖注意事項 鈹金指令：認識邊線凸緣、摺邊、凸折、角落修剪…#指令 鈹金實務：實體轉鈹金、成形工具，以及展開驗證可製造性 			
9 學習效益 依據 CAD人員技能評估	1. 學過 <input checked="" type="checkbox"/> 學過 1 級 <input checked="" type="checkbox"/> 學過 2 級 <input checked="" type="checkbox"/> 學過 3 級	2. 會畫 <input checked="" type="checkbox"/> 會畫 1 級 <input checked="" type="checkbox"/> 會畫 2 級 <input checked="" type="checkbox"/> 會畫 3 級	3. 熟練 <input checked="" type="checkbox"/> 熟練 1 級 <input checked="" type="checkbox"/> 熟練 2 級 <input checked="" type="checkbox"/> 熟練 3 級 <input checked="" type="checkbox"/> 熟練 4 級	4. 專業 <input checked="" type="checkbox"/> 專業 1 級 <input checked="" type="checkbox"/> 專業 2 級 <input type="checkbox"/> 專業 3 級



課前說明

鈹金、模具都是常見的加工技術，設備都內建鈹金工件。SolidWorks 內建鈹金而且相當簡單學習，不需背誦不會有久了忘了操作，課程尾聲透過實際案例，瞭解業界導入鈹金的成功分享。

業界會畫鈹金的人很貧乏原因很多，例如：課程難找、課程時數低、書籍不多...等，除非在鈹金廠待過，否則很難有這方面專業。SolidWorks 內建鈹金，很可惜很多人不拿來使用，遇到鈹金終究以實體完成，因為比較可以掌握問題和畫得出來，這樣非常可惜。

SolidWorks 提供專業鈹金展開裕度，如何套用內建的展開算法，並驗證展開成果，如何計算彎折裕度不是問題，要如何將所學套用在鈹金業界，以上議題都是業界需要轉型心聲。

以下為鈹金效益

1. SolidWorks 鈹金指令(術語)與選項詳解，達到鈹金件可製造性驗證
2. 認識鈹金製作手法，可直接輸出加工廠商切割
3. 認識鈹金彎折係數控制和展開圖驗證基準
4. 透過鈹金設計知道加工廠商要什麼
5. 多了建模思考方向，突破傳統特徵的功能限制、加強建模能力
6. 進行鈹金機構設計、延伸鈹金分析、多了一項專業
7. 鈹金是高階普世價值也是捷徑，你不能不會鈹金



上午

接觸鈹金之前，透過投影片介紹鈹金與實務製作手法，詳細解說鈹金建模方式、學鈹金好處、業界工程師不敢用鈹金理由、鈹金加工方式...等，為鈹金課程注入準備。





A 鈹金 2 項重點

瞭解觀念後，針對每個指令講解，用對照方式快速領讀與實體特徵差異。鈹金草圖不複雜都很單純，所以鈹金重點在以下 2 項：1. 指令（選項）操作、2. 鈹金術語。

B 指令（選項）操作

指令選項設定，影響模型正確性。它屬於進階操作 將會說明有很多鈹金指令與細節，以及要留意否則會失去江山，例如：凸緣位置、垂直除料、薄鈹頁... 等。

C 鈹金術語

指令與加工術語相同，就算沒待過鈹金廠也可和對方溝通。鈹金指令與先前學過實體建模有共同性不用重新學習，例如：伸長、掃出、疊層拉伸鈹金... 等。指令還有群組性，例如：邊線凸緣與斜接凸緣，這 2 指令用法很像。

SolidWorks 鈹金製程與展開技術

1-3 鈹金術語
1 指令=加工術語

摺邊	插入彎折	基材-凸緣	熔接角落	疊拉鈹金
樁頭孔	成形	邊線凸緣	鈹金連接板	垂直除料
裂口	凸折	斜接凸緣	轉換為鈹金	
展平	無彎折	角落處理	鈹金工具列	
展開	封閉角落	角落修剪	草圖繪製彎折	
折疊	橫向斷裂	掃出鈹金	鈹金成本估算	

直覺式認知

34/163

SolidWorks 鈹金製程與展開技術

1-2 什麼是鈹金
7 兩種方式完成鈹金

Base φ4.5* φ8(斜) 2-3.5	Base φ4.5* φ8(斜) 2-3.5	鈹金1 展平-彎折 加工-彎折 平板-型式	Sheet-Me Base-Flan Miter Flan Fold1 Jog4 摺邊1 Flat-Patte 角落-修剪
---------------------------------	---------------------------------	--------------------------------	--

實體

1 實體轉鈹金

2 純鈹金指令

31/163

D 術語與實務連結

指令術語聽起來有點生澀，不過與加工法連結就不覺得難，反而覺得容易理解。例如：彎折半徑、彎折、彎折位置、插入彎折... 等。

SolidWorks 鈹金製程與展開技術

1-3 鈹金術語
2-1 彎折半徑(內R)

加工法(折床下刀位置)

36/163

SolidWorks 鈹金製程與展開技術

1-3 鈹金術語
2 彎折

有彎折才有展開

35/163

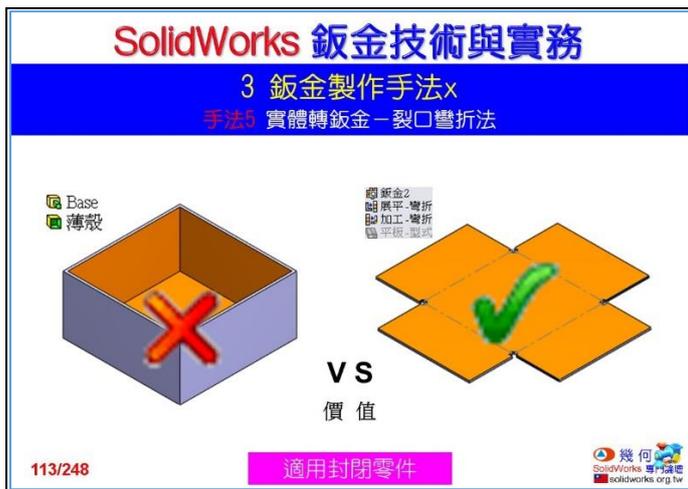


E 鈹金草圖簡單

鈹金特徵特殊，草圖輪廓很簡單，甚至不需要草圖成型，要如何區分以及使用時機。

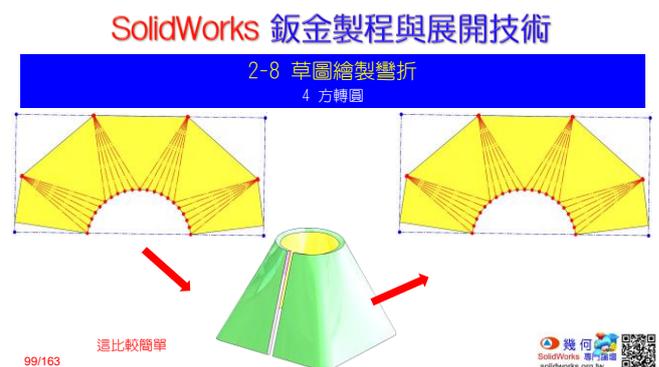
F 鈹金是唯一可以展開的特徵

鈹金原理很簡單 1 等厚、2 可展開，展開是鈹金最大的價值。鈹金常用 2 種建構：1 鈹金指令、2 實體轉鈹金，這兩個觀念並不難懂只要認識指令就可以。



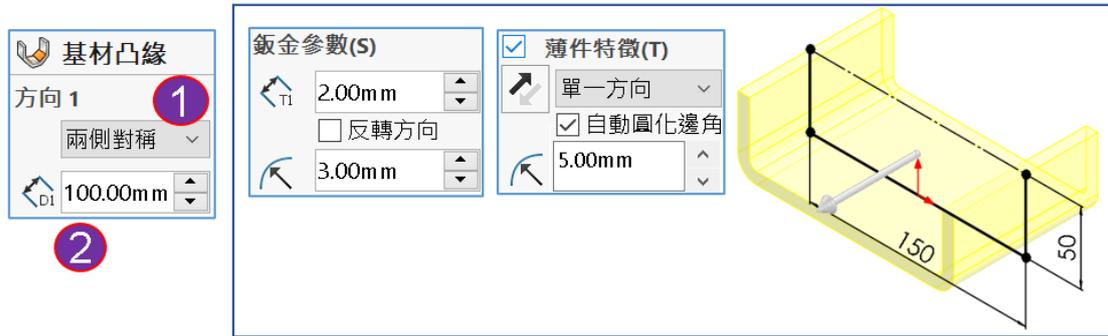
G 鈹金展開

3D 鈹金展開是另一項重點，要如何透過 3D 取代 2D 鈹金呈現，並取代先前計算機三角函數演算，利用平板型式指令直接將鈹金展開，相當簡單與專業。

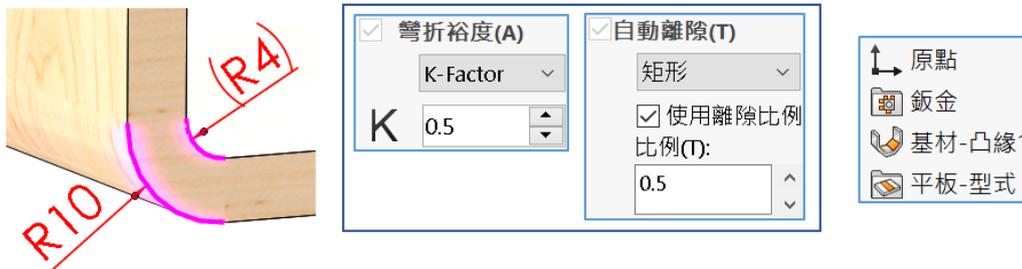


H 鈹金環境，基材-凸緣 (Base Flange)

第一個可見特徵稱基材，此特徵是模型基礎和一樣。完成第一特徵會出現鈹金環境，並且這 3 個特徵排列定位，各有各的特性。

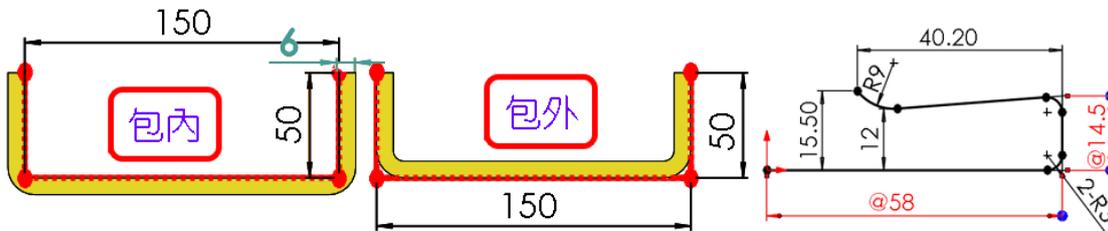


完成後，FM 原點下方顯示鈹金 3 大基本組成，1.鈹金特徵、2.基材-凸緣、3.平板-型式，就是大 3 明治法則。



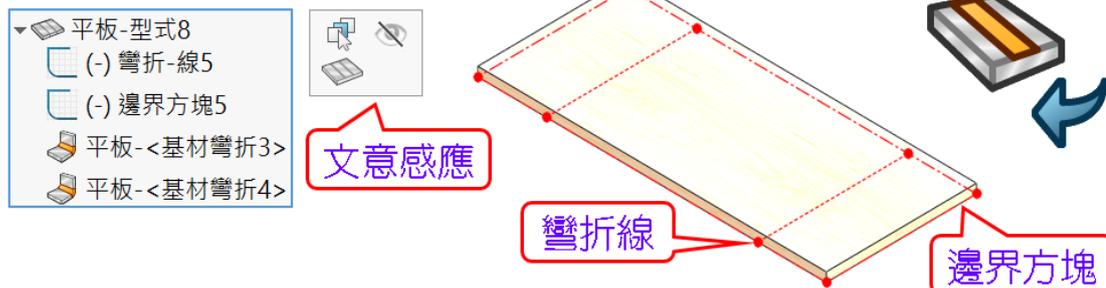
I 包內還是包外

鈹金最常見的是鈹厚包內與包外的文字輸入，一定要輸入包內和包外嗎？



J 平板-型式 (Flatten)

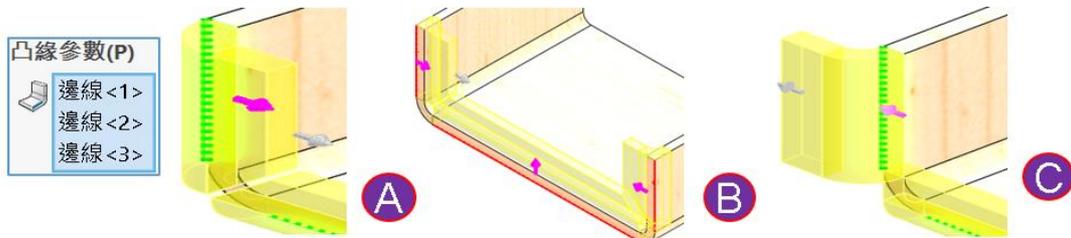
鈹金最後特徵，控制展開、折疊，使用率最高，不用多說同學都會壓，甚至會按到膩。點選展開，特徵會亮顯（恢復抑制）。





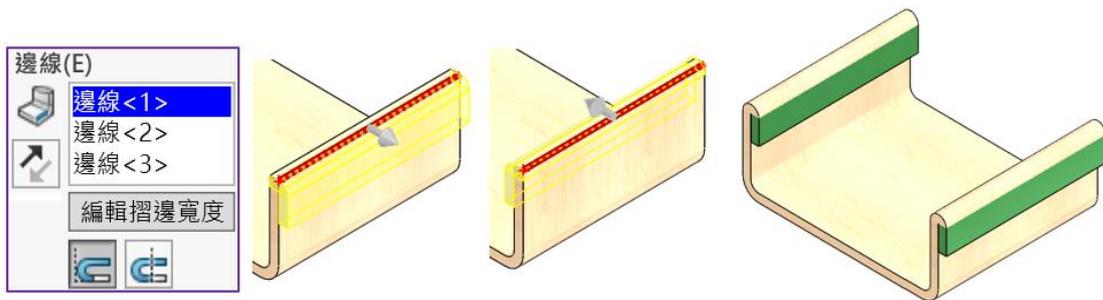
K 邊線凸緣 (Edge Flange)

透過模型邊線產生凸緣，所選邊線就是基準（內或外），點選後可見凸緣預覽。也可用預選邊線 → 。修改 完成耳朵造型，這種題型都用改的完成。得知很多外型是靠 2 次加工完成。



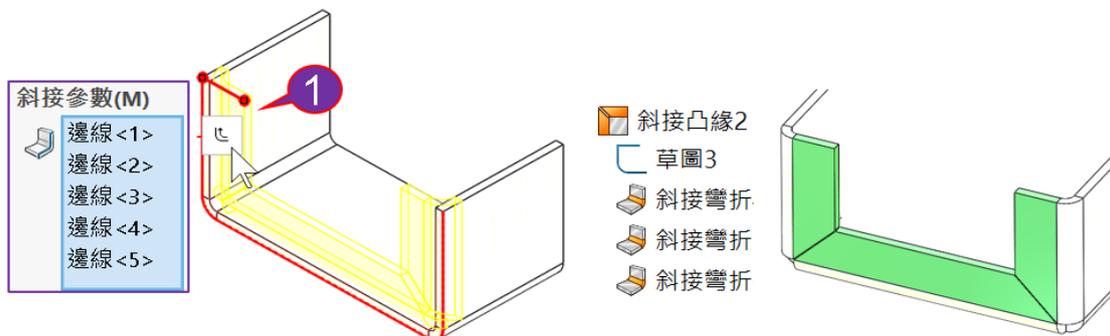
L 摺邊 (Ham)

於第 2 特徵，和 一樣不用草圖，用來增加強度、美觀、防止刮手，也有人當腳座。摺邊也有人說包邊，長度約 3~6mm，屬於產品收尾階段最後特徵，學習起來相當輕鬆，算是送你的。



M 斜接凸緣 (Miter Flange)

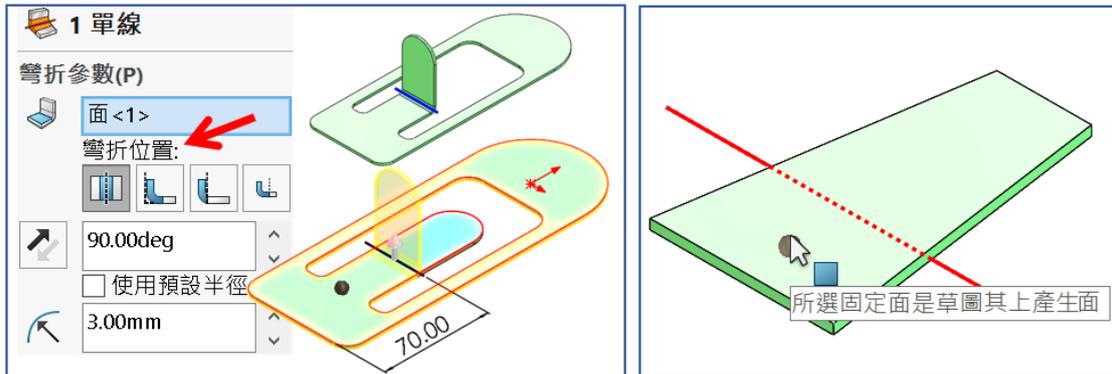
將草圖輪廓連結到鈹金邊線並產生凸緣，和掃出原理一樣（輪廓+路徑），草圖輪廓擁有多變的凸緣彈性，例如：L 凸緣。





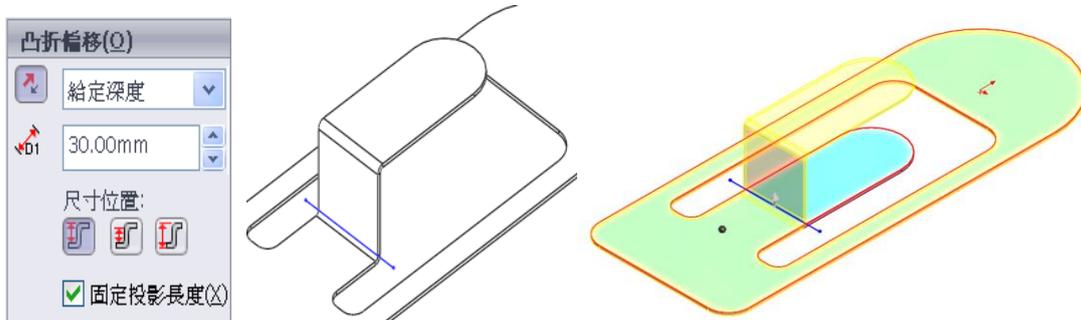
A 草圖繪製彎折 (Sketched Bend)

顧名思義要進入草圖畫彎折線，可以 1 條或多條草圖線段，一次完成彎折作業。



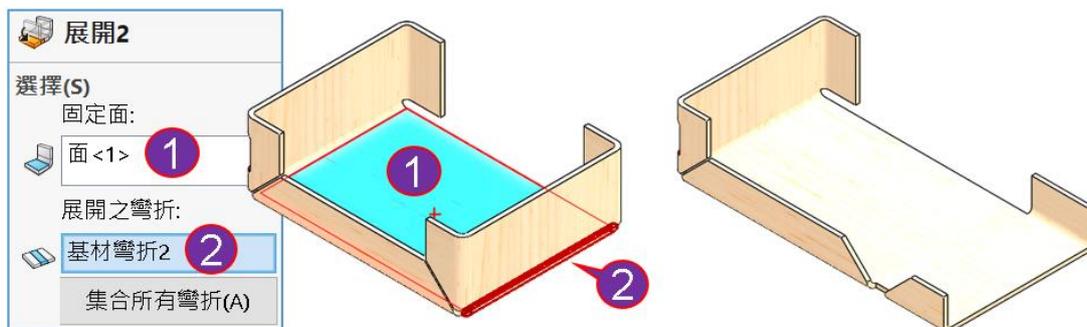
B 凸折 (Jog)

透過草圖定義凸折偏移距離，將凸緣產生兩個彎折，可用於斷差或上下蓋的相接設計。



C 展開 (Fold) 與摺疊 (Unfold)

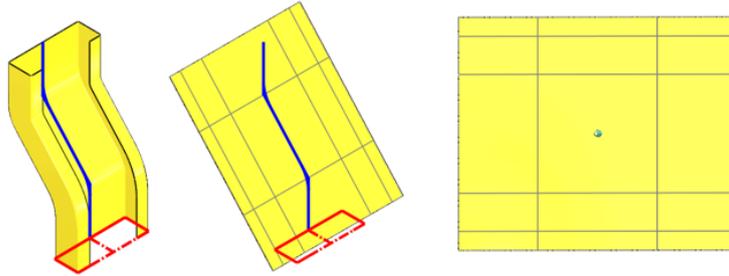
適用在彎折加特徵，屬於小三明治觀念上對初學者不容易理解，要用平板型式說明。展開與摺疊是兄弟一套作業，口訣！先展後疊，例如：1. 展開→2. 彎折上鑽孔→3. 摺疊。





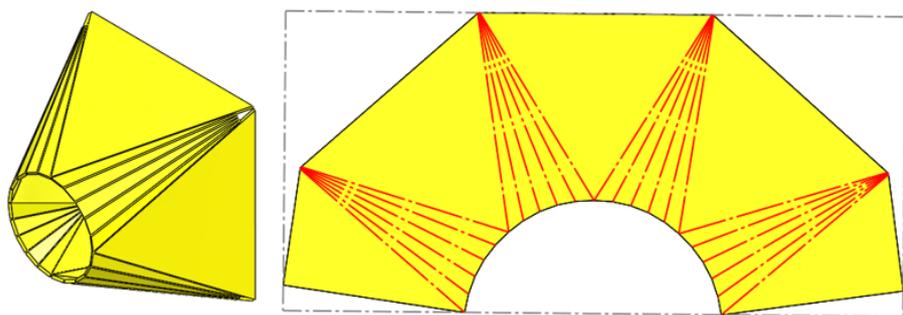
D 掃出凸緣

與掃出觀念相同，分別有輪廓與路徑。比較不同的是：路徑支援多條。由鈹金參數定義厚度與彎折半徑。優點在於這部分很難用 2d cad 展開。



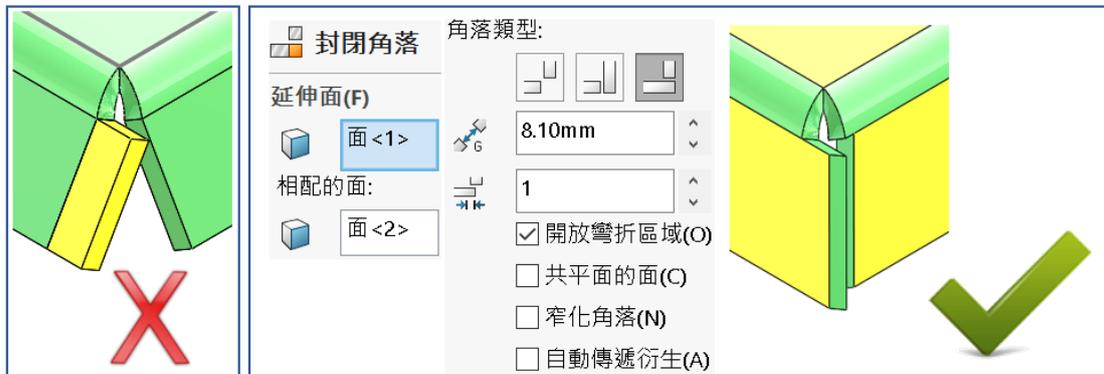
E 疊層拉伸鈹金

觀念與 相同，不過很多功能拿掉算是簡易版，卻可用來解決複雜且認為無法展開的鈹金。



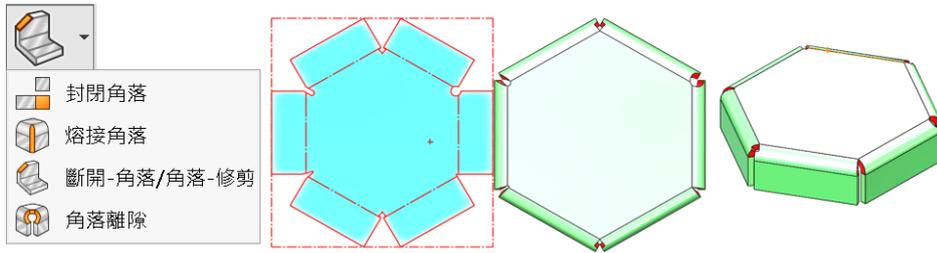
F 封閉角落 (Closed Corner)

凸緣間加入延伸材料，封閉開放角落，無法用其他特徵代替，適用非 90 度彎折。延伸面（基準面）選擇一個平面來延伸材料到另一個面上。原則上所選面要相同基準。



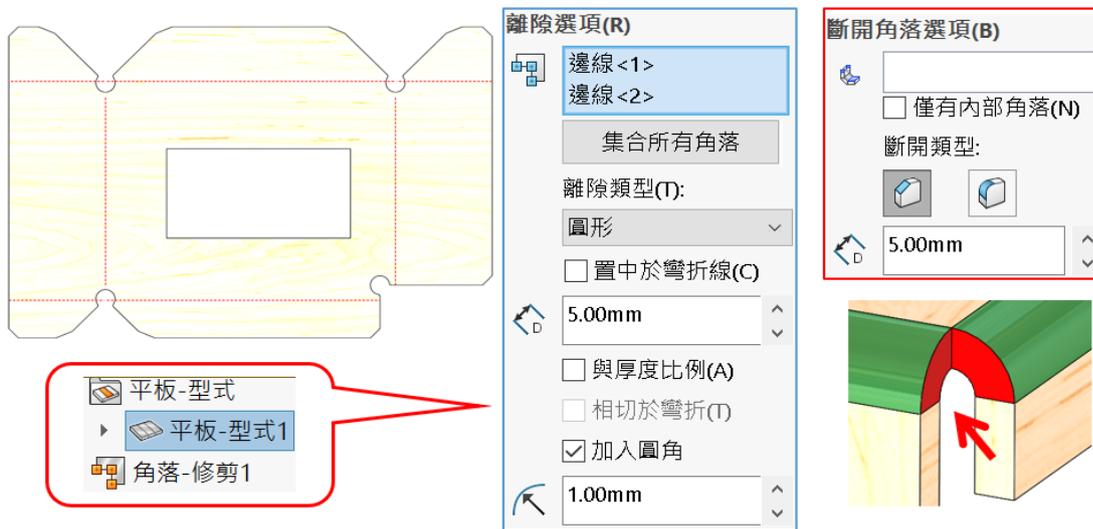
G 角落離隙 (Corner Relief)

將角落加入離隙類型，產生的特徵在模型所見，並延續到平板型式。



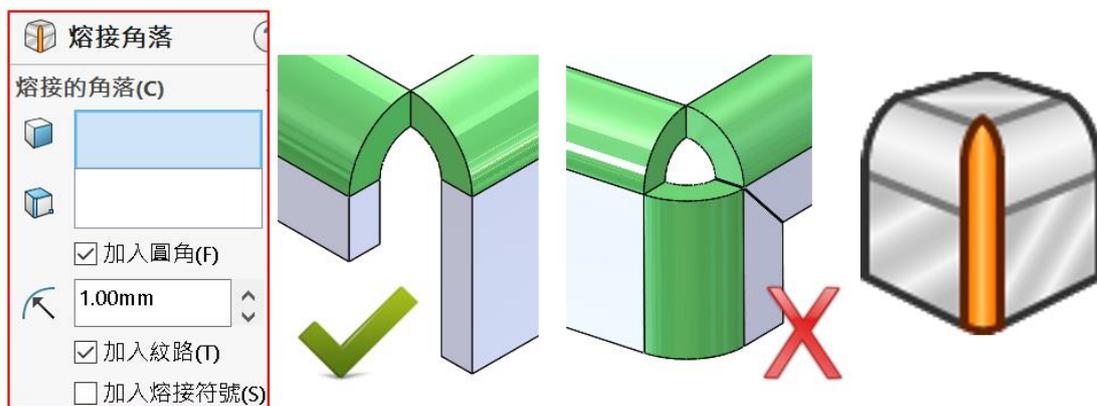
H 角落修剪 (Corner-Trim)

將 2 彎折之間角落，下圖右 (箭頭所示) 預防彎折變形或擠料。必須在平版型式進行，或編輯。



I 熔接角落 (Weld Corner)

將彎折缺口補起，有外觀需求或封閉容器，目前支援 2 彎折。指令完成後很多指令無法使用，以加工角度，熔接為最後程序，以前軟體會綁加工程序認為這是專業，現在人不這麼認為，應該要彈性才叫人性與直覺。

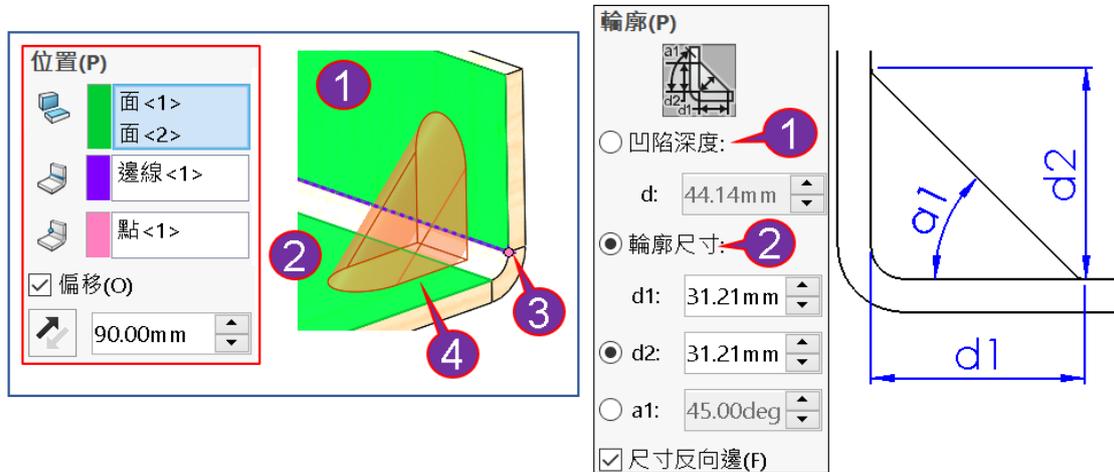


J 鈹金連接板

製作沖凸特徵。好處可減少肋材製作時間，系統會自動排除面選擇。對大量肋不必建立基準面

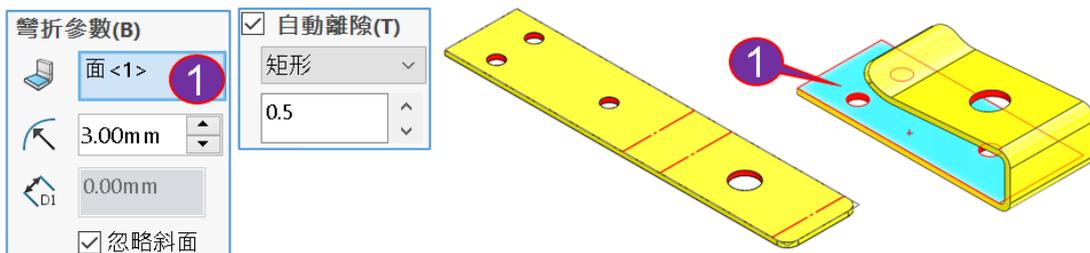


與排除的面，浪費太多時間在設計過程。



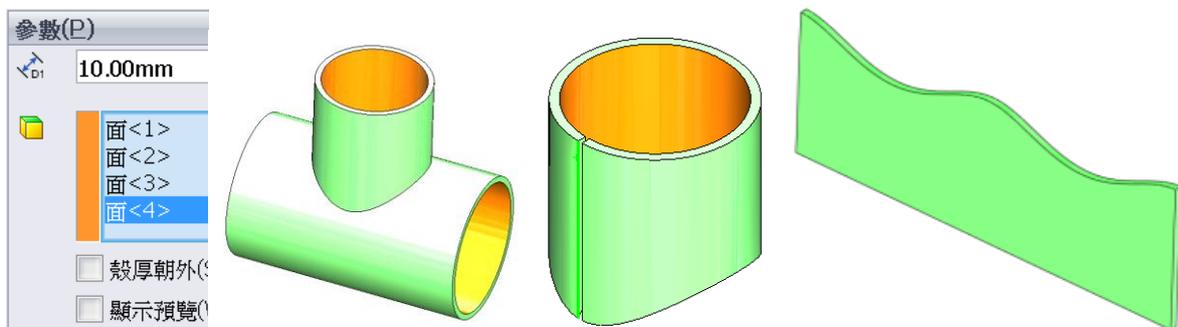
K 插入彎折 (Insert Bend)

將模型插入彎折，轉換為鈹金並確認是否可展開。實體轉鈹金是最令同學回味與驚豔，原來不必拋開實體作法也可以完成鈹金，真是太慢學這一段，先前浪費的時間很不值得，只要一個彎折指令可以完成。



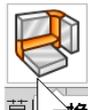
L 不等徑 3 通管展開

將常見的通管展開，以下是業界最缺的技術。



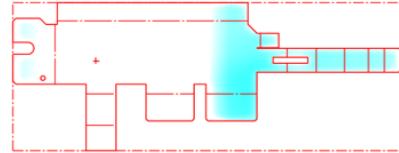
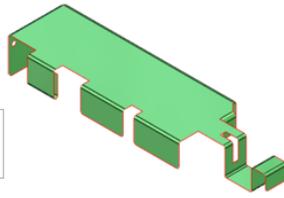
M 轉換為鈹金 (Convert to Sheet Metal)

配套解決無法完成的鈹金轉換。過程有點像智力測驗，有人教比較快，學會後發現製作速度比快。



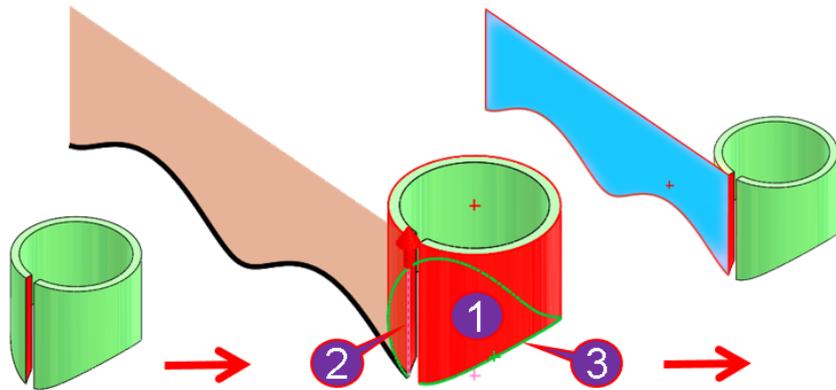
轉換為鈹金
選擇彎折將實體/曲面轉換為鈹金

Surface



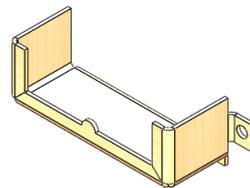
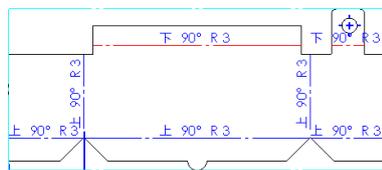
N 曲面展平 (Flatten)

將所選面為曲面展開，並產生曲面本體，常用在皮革、鈹金、紙盒包裝，甚至工程分析，例如：檢查他的準確度和伸展及壓縮程度。

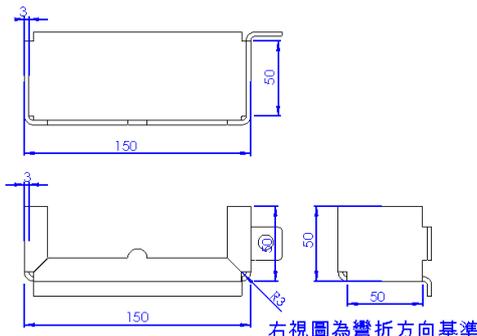


○ 鈹金工程圖

鈹金工程圖製作，很同學會問鈹金工程圖怎麼出，展開圖要如何 1:1、會不會不準、這些都深藏在心理一直沒有突破與解決，造成以實體完成或直接在 2D CAD 畫工程圖。除了學會鈹金指令外，也要了解鈹金工程視圖表現，避免過度或不專業標註。



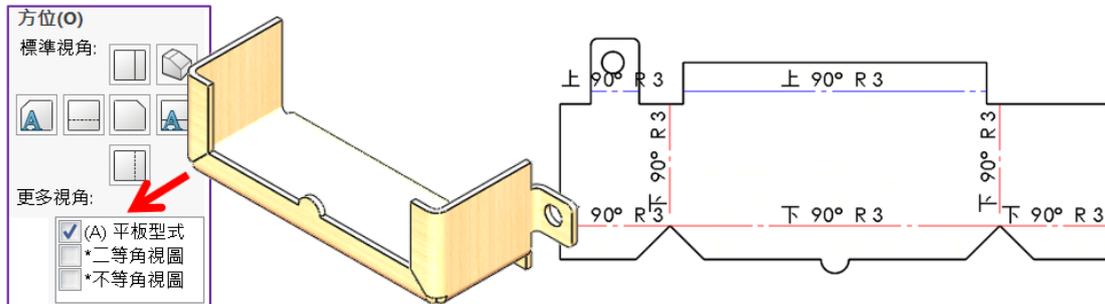
邊界方塊長度: 250mm
邊界方塊寬度: 107.67mm
鈹金厚度: 3mm
邊界方塊面積: 26918.39mm²
邊界方塊面積-板材: 20606.92mm²
切除長度-外側: 770.91mm
切除長度-內側: 31.42mm
切割: 1
彎折: 7
彎折角度: 0mm
材料: 材質 <未指定>
質量: 61.82g
描述: Sheet
彎折半徑: 3mm
表面處理: 完成 <未指定>
成本: 0.00





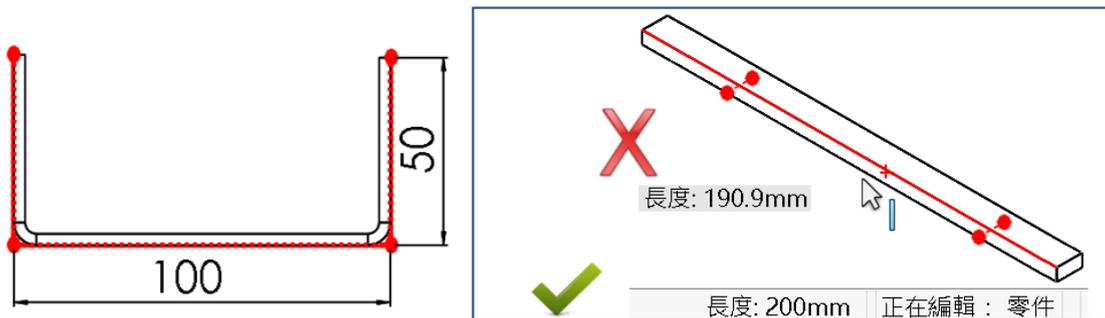
P 展開圖的由來

鈹金展開圖是獨立視角，由模型組態控制。反轉視角視圖正反面翻轉，像煎荷包蛋。這時可見到彎折註解方向整體性改變（或圖元方向設變），避免註解輸入錯誤，例如：彎折上下輸入錯誤。



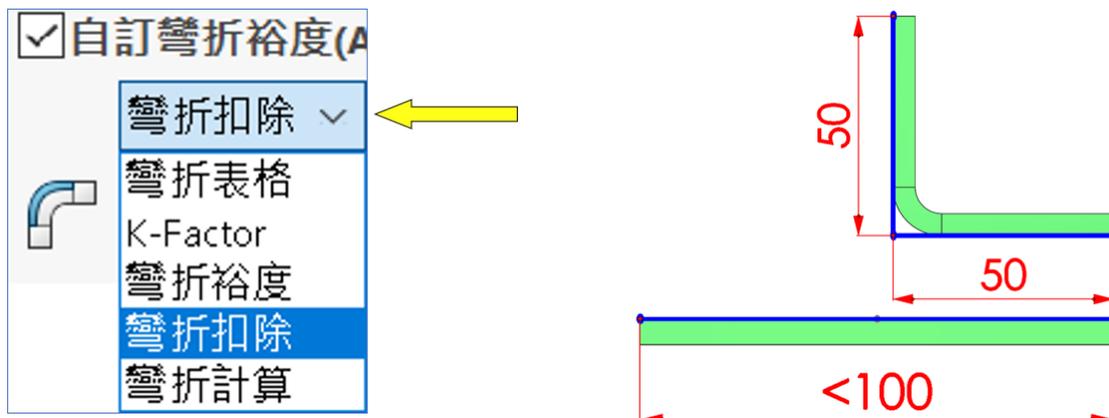
Q 驗證展開尺寸

後量測我們的鈹金總長度，是否為 250。理論上必須為 250，例如： $50+150+50=250$ 。鈹金（含鈹厚）展開尺寸，包外=250；包內=262，以展開總長度應為 250 來說，如何設定讓展開為 250。



R 自訂彎折裕度（係數）

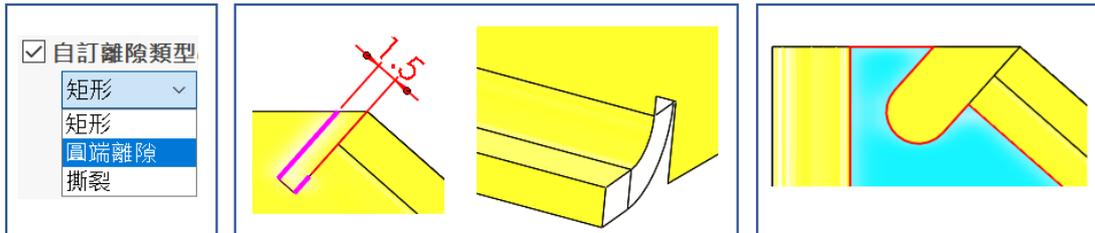
金屬延展性控制。根據實際加工經驗給定實際數值，SolidWorks 提供 5 種扣除材料值的方法，驗證彎折裕度對鈹金展開的影響。





S 自訂離隙類型 (Auto Reliefs)

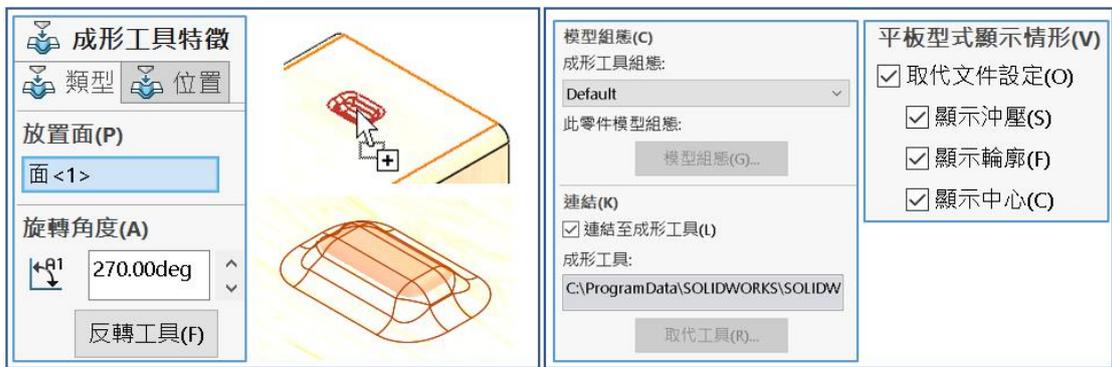
彎折時因加工需求必須加入離隙切割，換句話說該彎 SW 可指定離隙類型、尺寸大小，就算不知道，系統也會自動幫你加上離隙類型。



T 成型工具(Forming Tool)

成型工具就像製作模具一樣可以共用，製作觀念非常好理解保證會。鈹金的突破就是成型模製作，他是坊間較少提到主題，是比較難沒錯，卻是業界重點特徵。

首先如何將成型工具產生在鈹金上，學會使用再介紹成形工具製作方法。常見種類：打凸、凹陷、沖孔、斷差、抽牙。



U 高階範例

1 天課程不可能包山包海，對於後續學習利用課後得到擴充。我們提供一些高階模型，讓程度比較好的學員於課後自行研究與討論。



幾何 SolidWorks 原廠訓練中心

SolidWorks 鈹金工程與展開製程導入簡章



V 鈹金實務

列舉鈹金業界或生活上會用到的產品進行解說，讓你所學不會與業界脫節。

