




# Rhino**ceros**

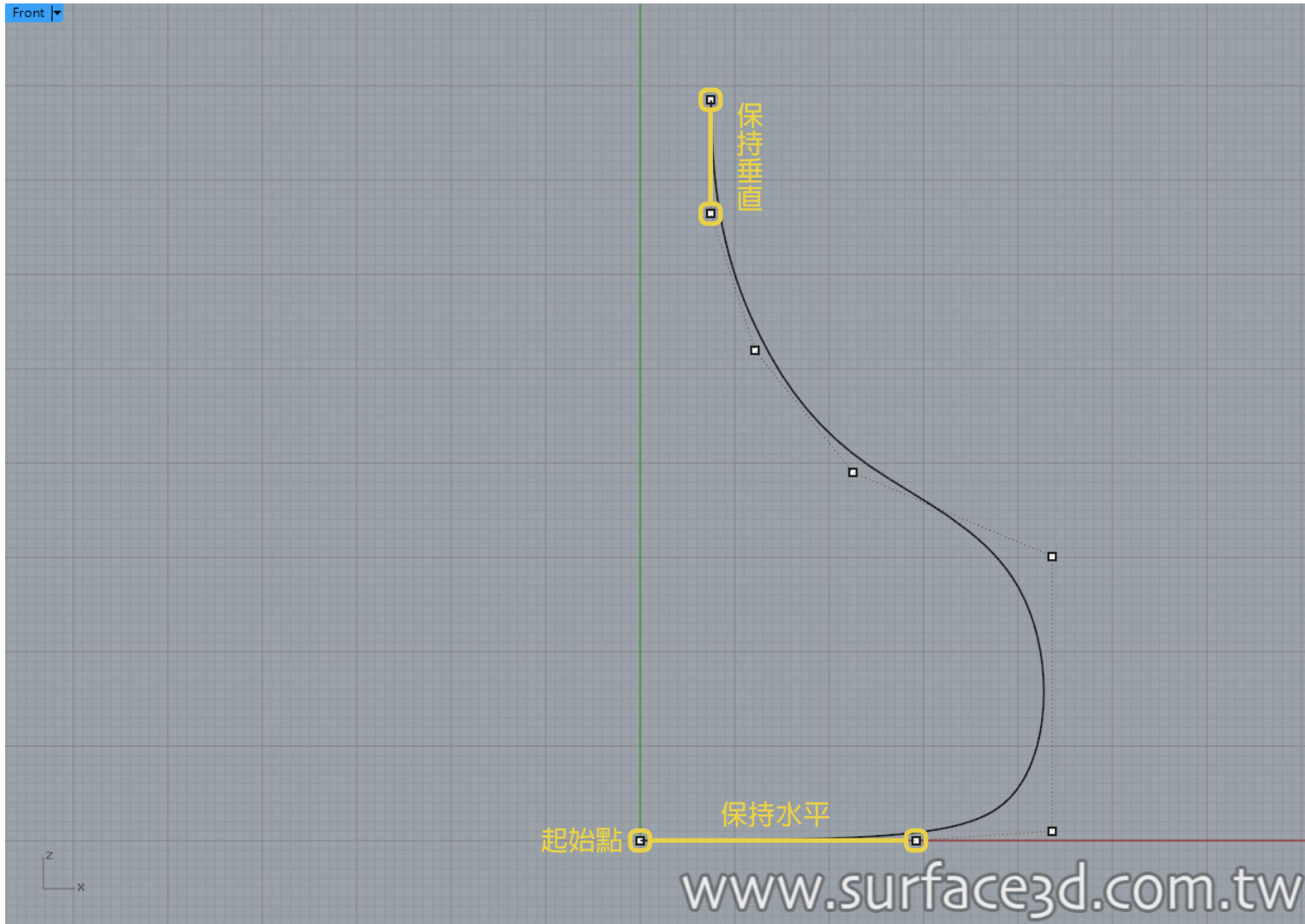


曲面實業有限公司  
[www.surface3d.com.tw](http://www.surface3d.com.tw)

在 Front 前視圖使用指令 (Curve 控制點曲線) 繪製一條 3 階 8 點的曲線，點數與階數可以自行決定其參數。

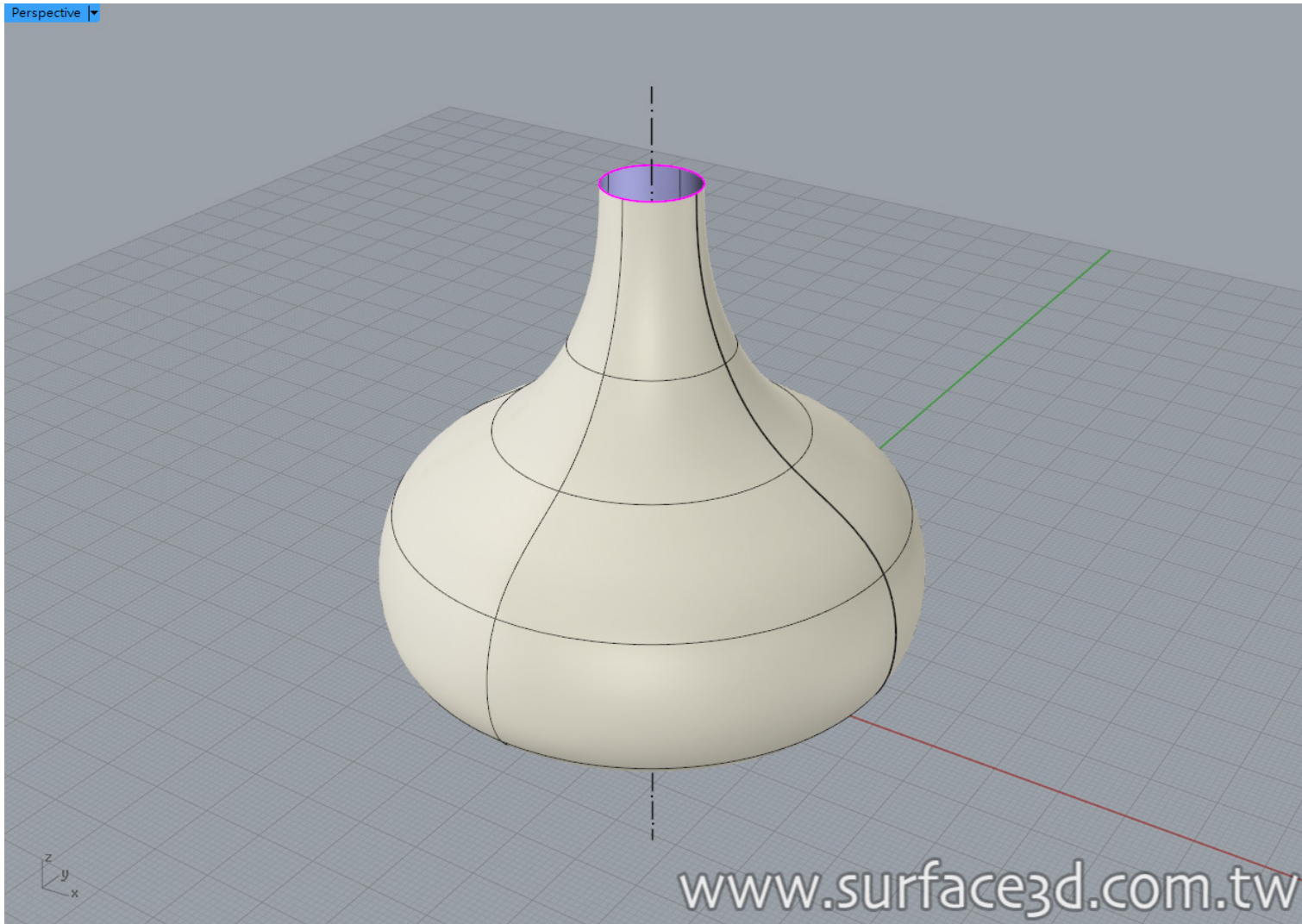
※ 在曲線起始的控制點可以保持水平，在曲線尾端的控制點可以保持垂直。

 (Curve 控制點曲線)

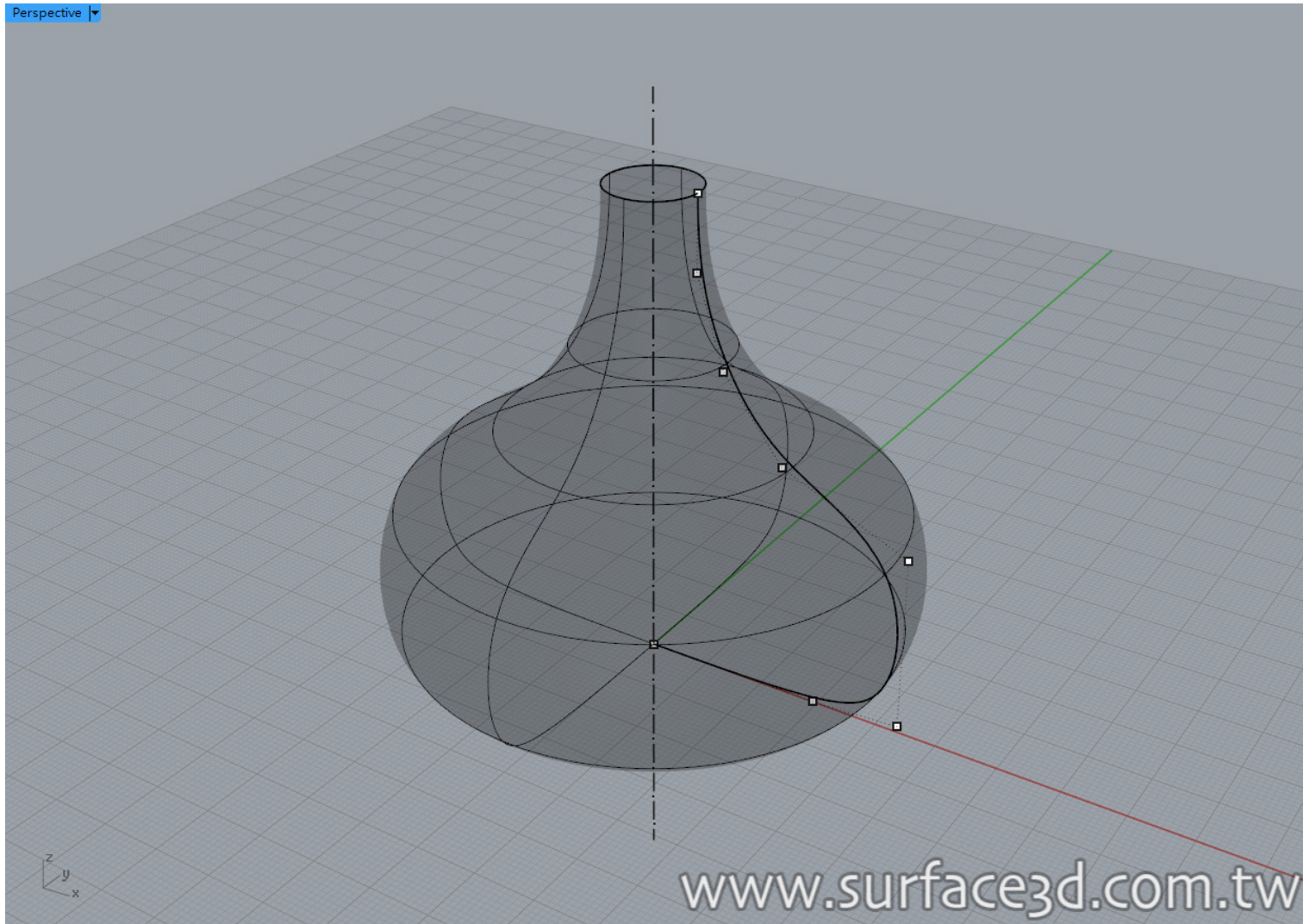


請先開啟紀錄建構歷史功能，使用指令 (Revolve 旋轉成形)，以 0 為起點當作圓心軸。  
※ 請記得開啟紀錄建構歷史功能。

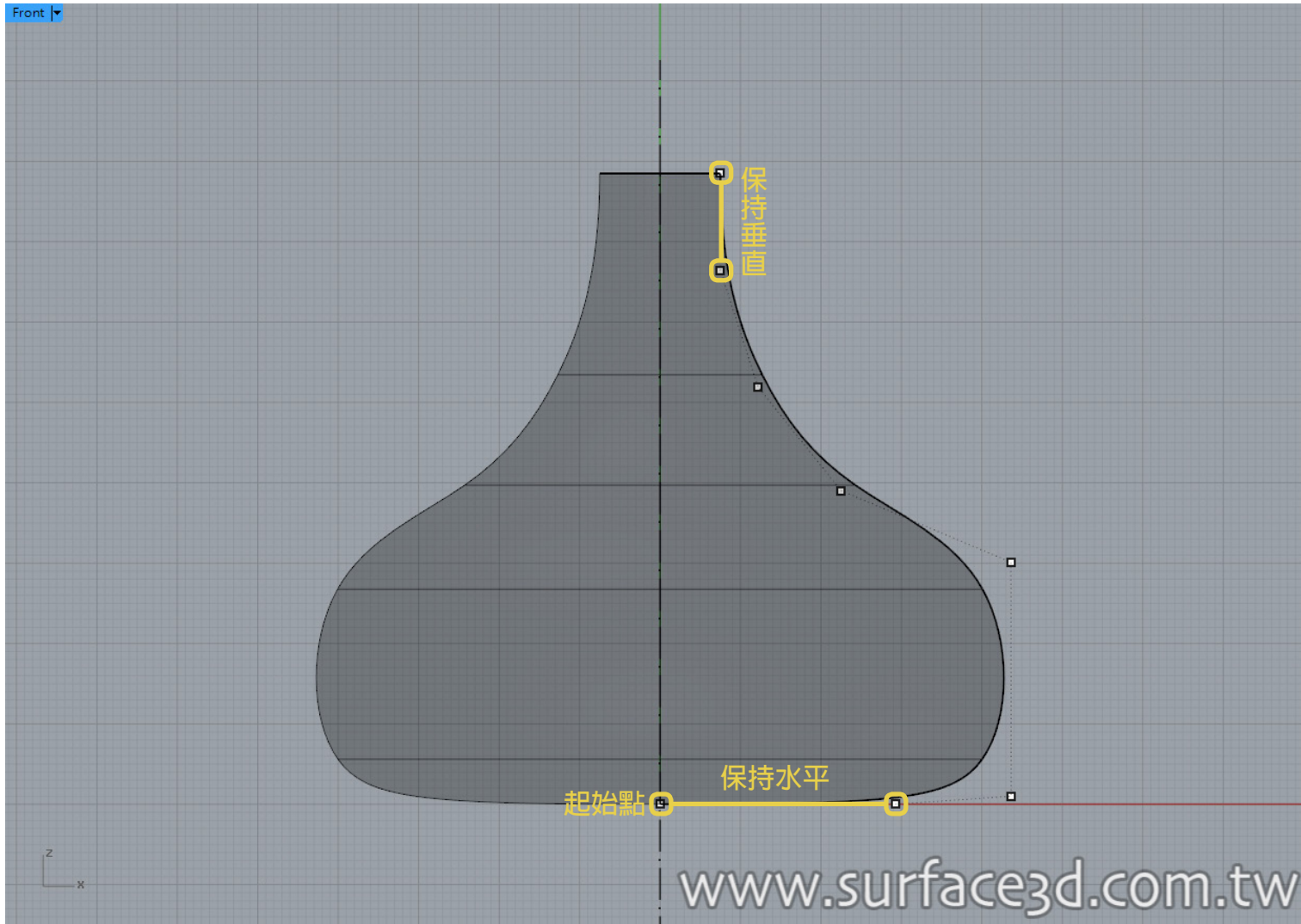
 (Revolve 旋轉成形)



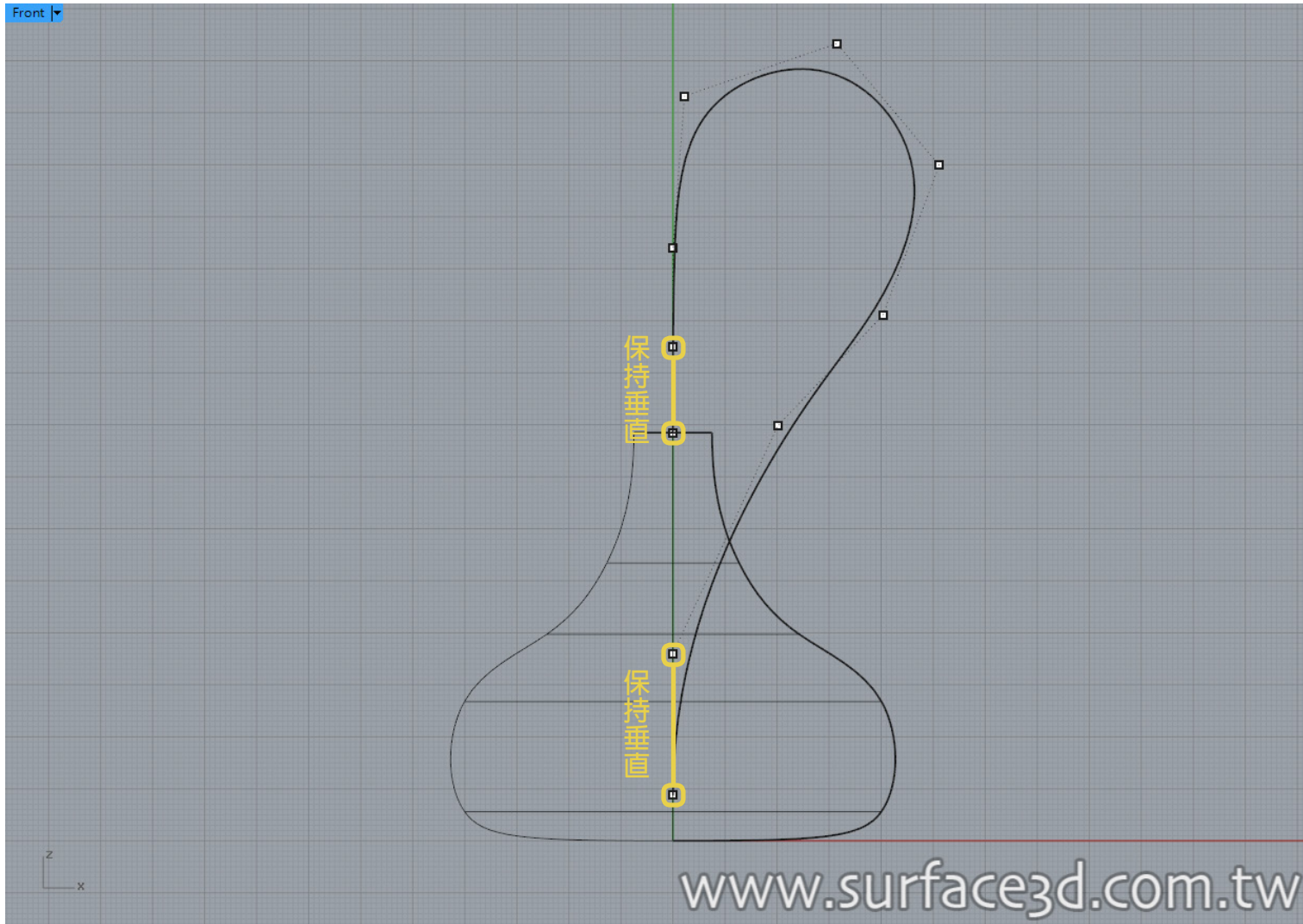
若您有開啟紀錄建構歷史功能，這時按下 F10 打開曲線的控制點，調整控制點位置，曲面（子物件）會隨著您的曲線（父物件）變動，以求造型最佳化。




在移動控制點的同時請確保起始點的控制點保持水平，尾端的控制點保持垂直。

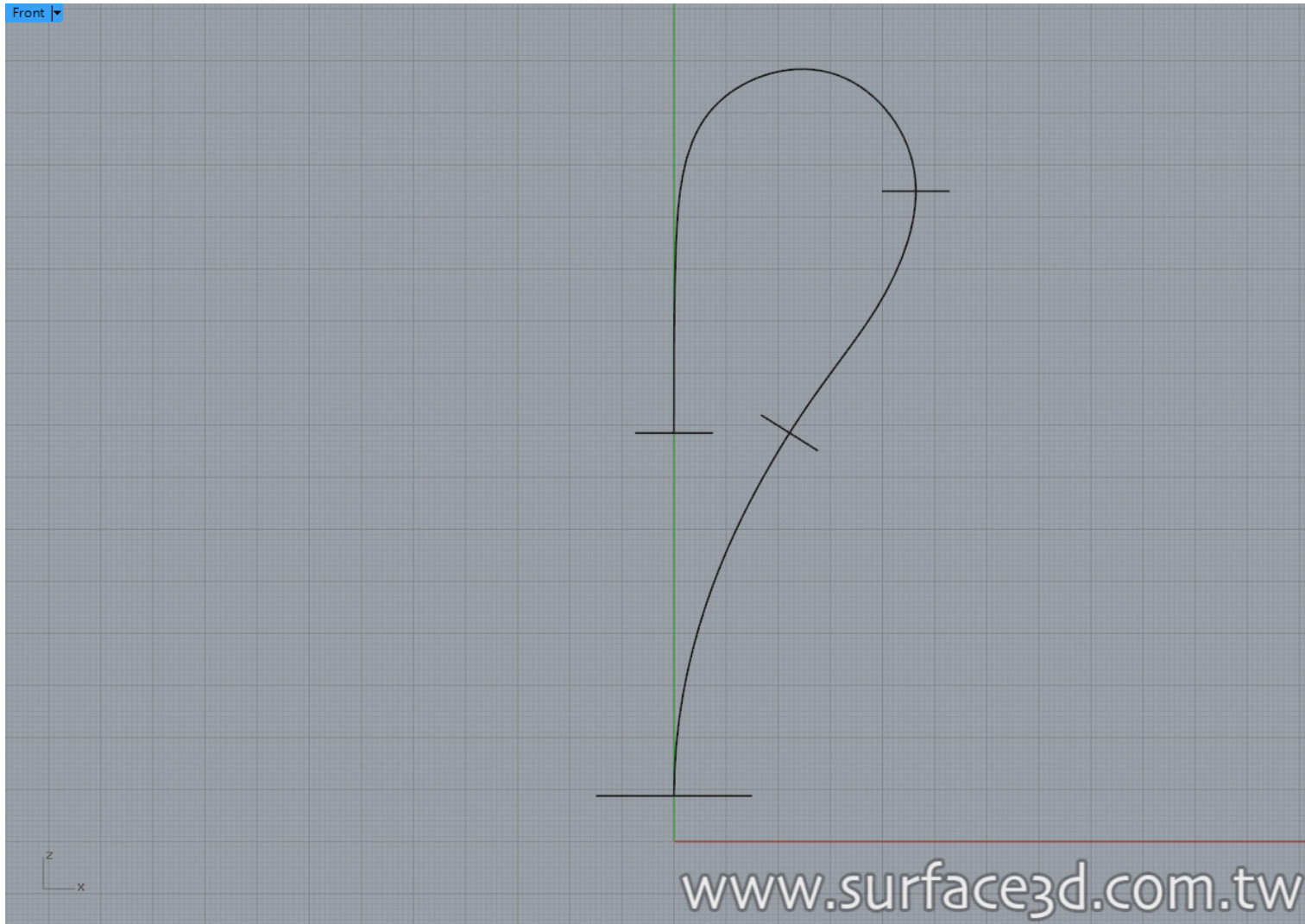


請在瓶身尾端中心位置繪製一條 3 階 11 點的線段，造型、點數與階數可自行決定。  
※ 起始兩點之控制點請保持垂直，以確保跟瓶身銜接的連續性，尾端的兩點亦保持垂直，以確保跟瓶身相接之造型。




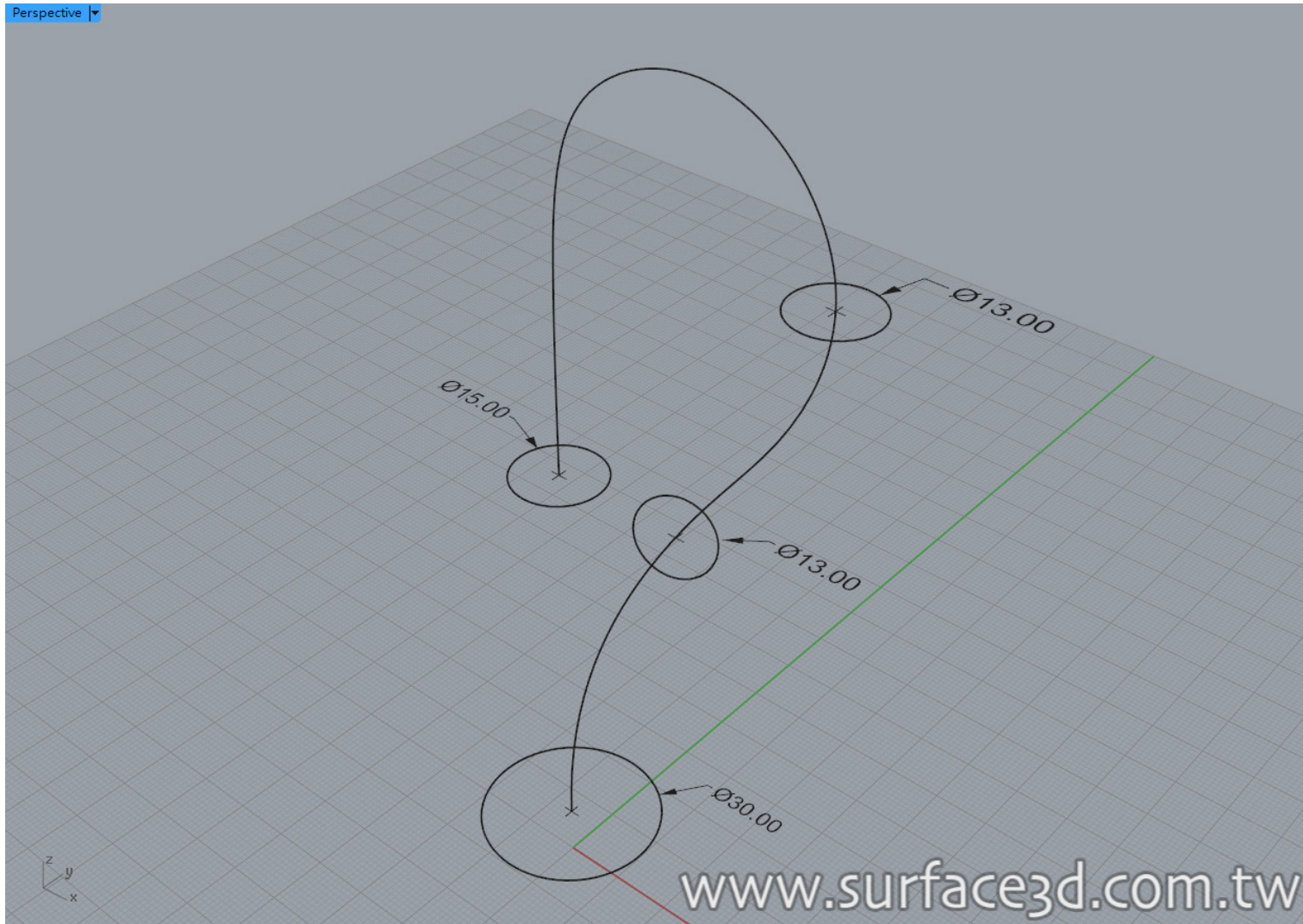
使用指令 (Circle 圓 : 中心點、半徑) , 在其位置繪製, 請參考圖例, 可自行調整位置以及圓的大小。

 (Circle 圓 : 中心點、半徑)



直徑參考圖，若需要將圓定位至曲線上，可以使用指令 (OrientOncrv\_Perpendicular 垂直定位至曲線)。

 (OrientOncrv\_Perpendicular 垂直定位至曲線)

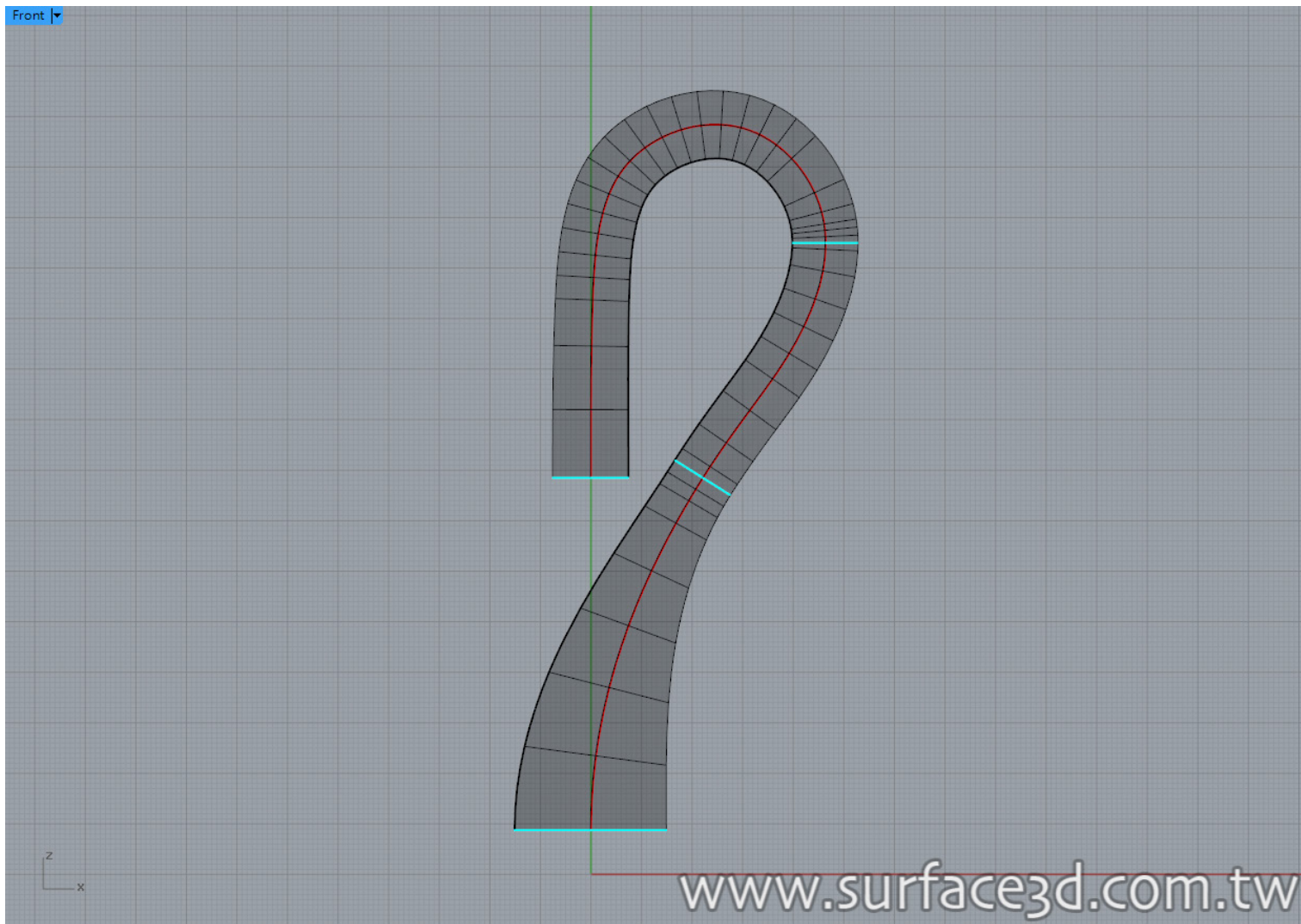




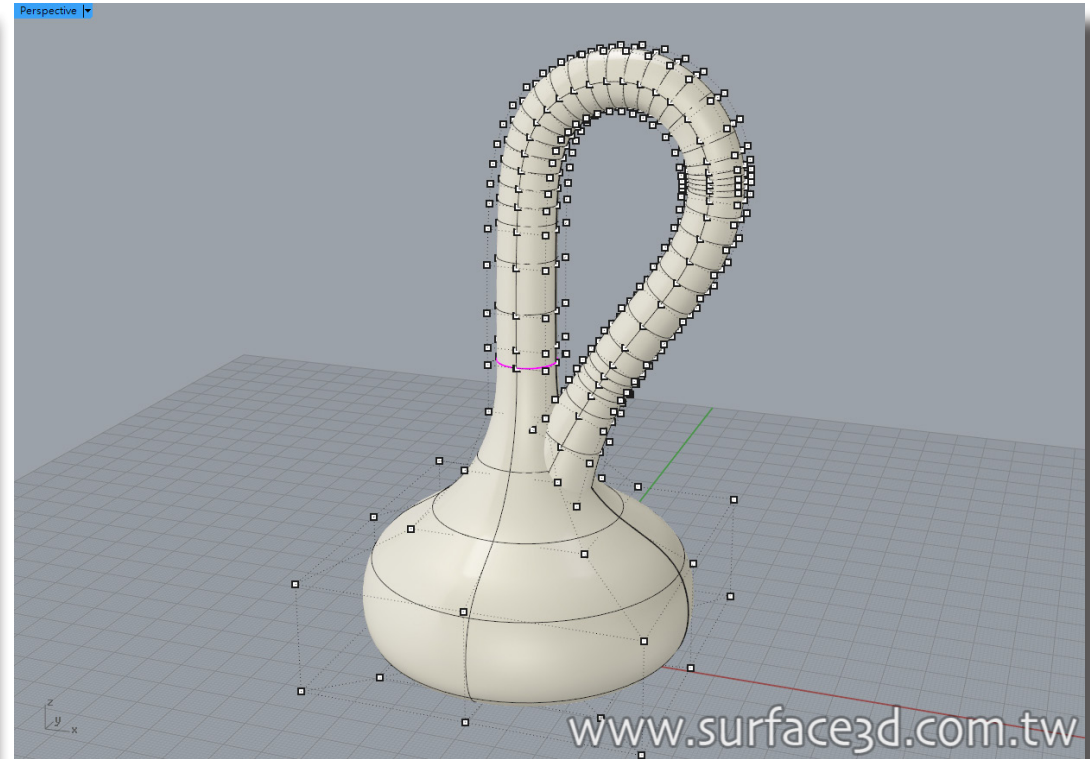
使用指令 (Sweep1 單軌掃掠)，紅色線為 " 路徑 "，青色線為 " 斷面曲線 "。

※ 請記得開啟紀錄建構歷史，若對造型不滿意，可以編輯路徑曲線的控制點，以求最佳化。

 (Sweep1 單軌掃掠)

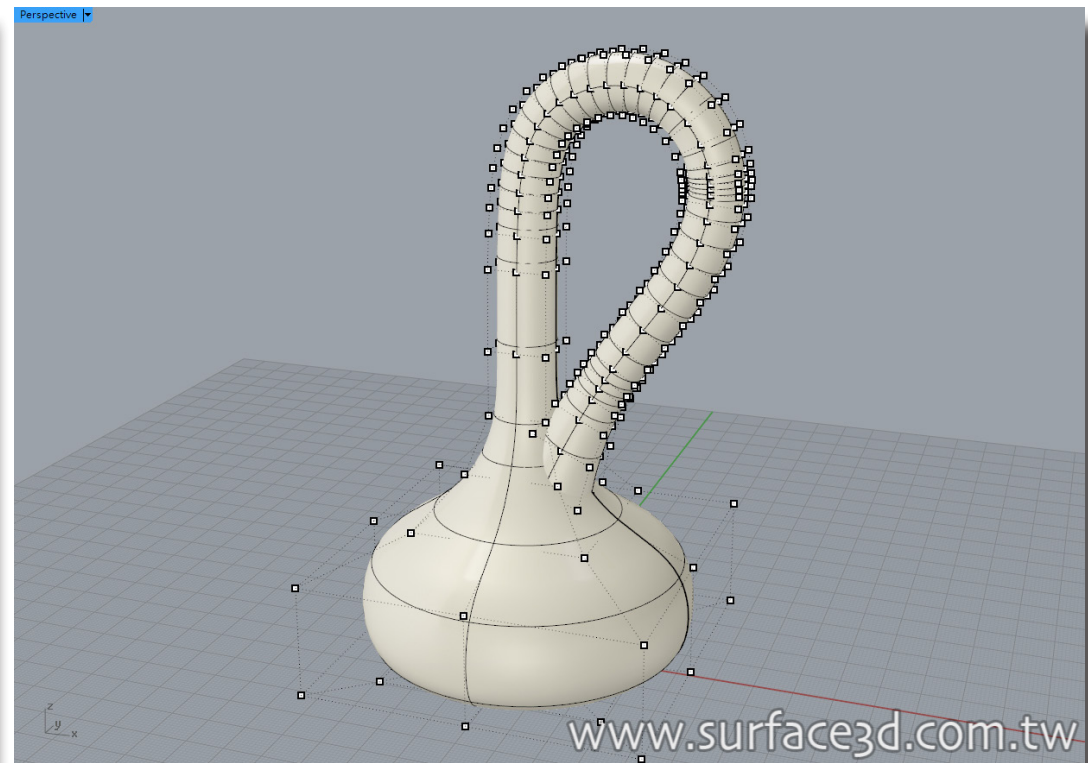


旋轉成形的瓶身加上單軌掃掠的瓶頸即可以得到一個尚未組合克萊因瓶。



使用指令 (MergeSrf 合併曲面) 將瓶身與瓶頸合併，即可以得到一個單一曲面，按下 F10 打開曲面的控制點，可以整理曲面的控制點，可自行增減控制點。

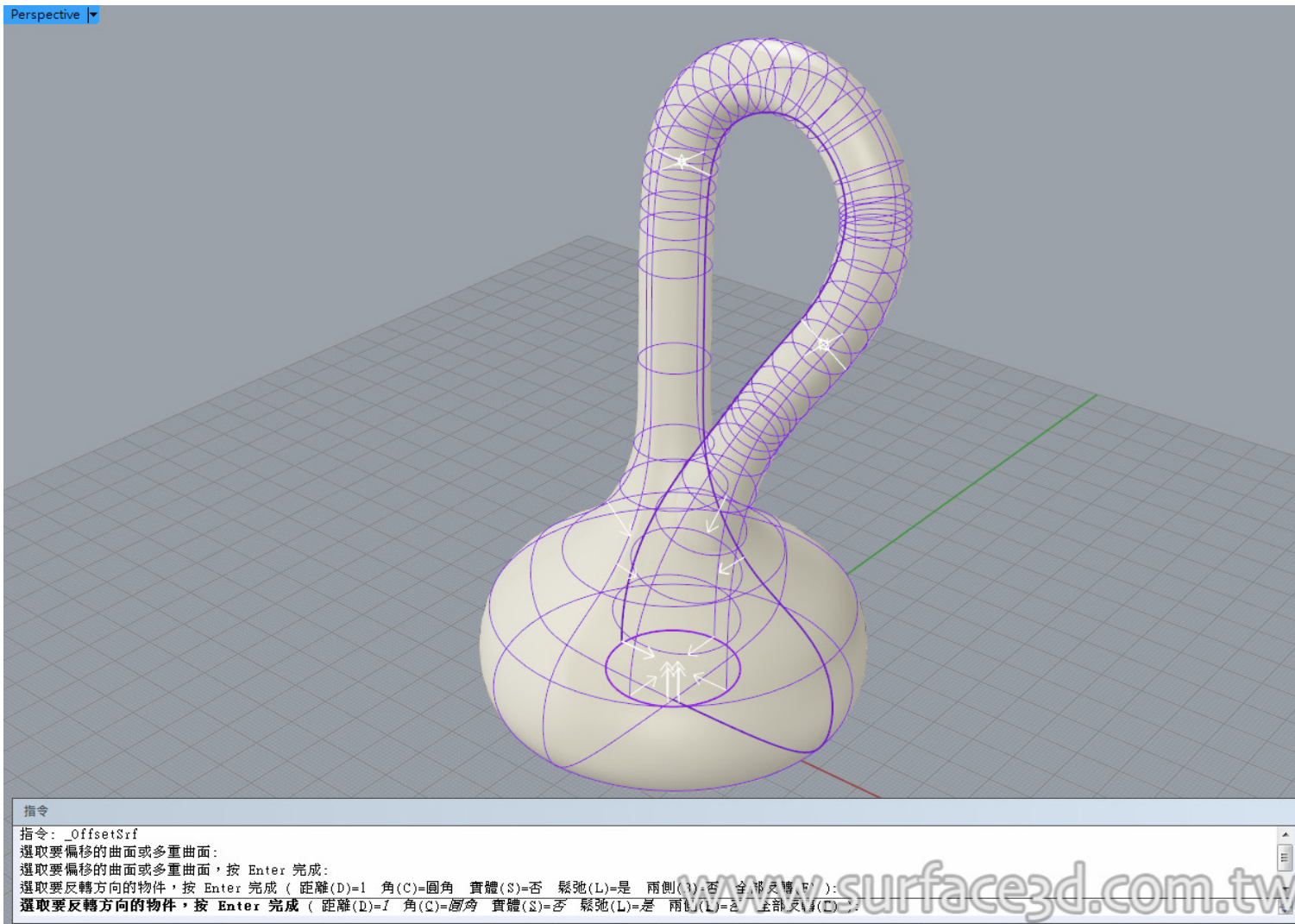
 (MergeSrf 合併曲面)



因為要將其變成實體，我們需要將曲面產生厚度，使用指令 (OffsetSrf 偏移曲面) 將單一曲面進行往內偏移。

參考選項：距離 1、實體：否、鬆弛：是、兩側：否。

 (OffsetSrf 偏移曲面)



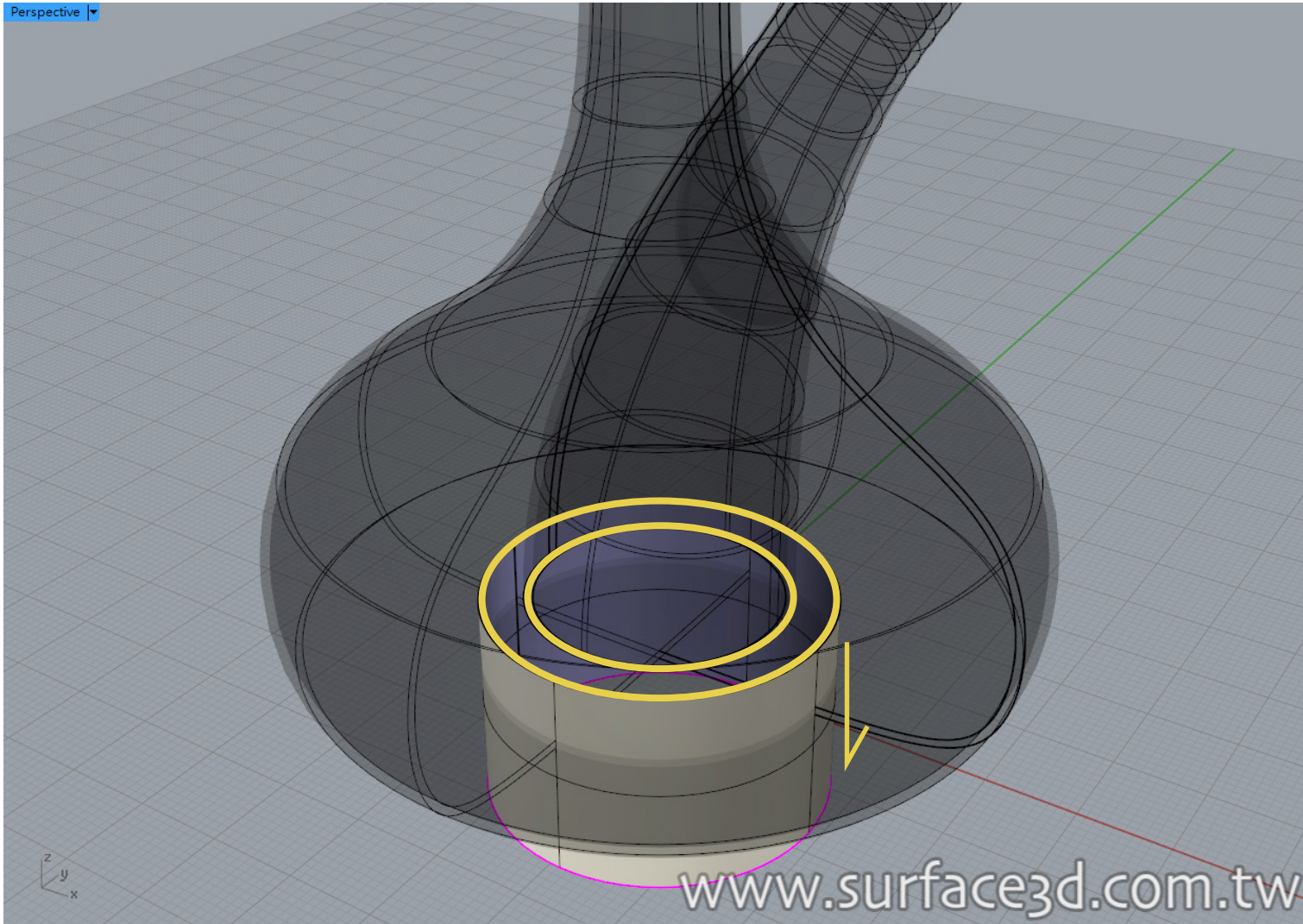
偏移曲面之後即可以得到兩個單一曲面，如圖所示。



將底部的圓 (Offset 偏移曲線) 尺寸請參考圖例，將外圈的曲線往下方 (ExtrudeCrv 直線擠出)。

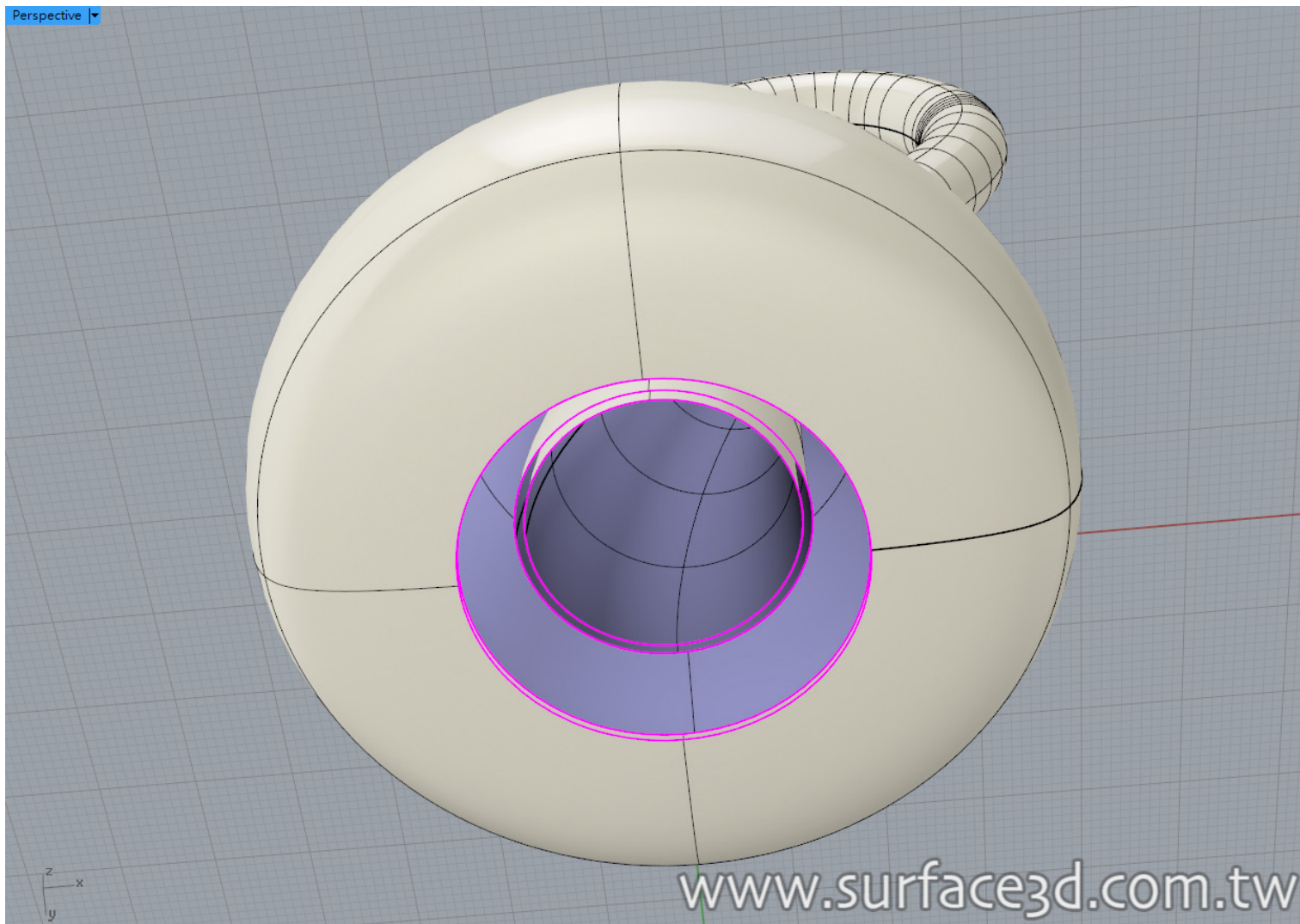
 (Offset 偏移曲線)

 (ExtrudeCrv 直線擠出)



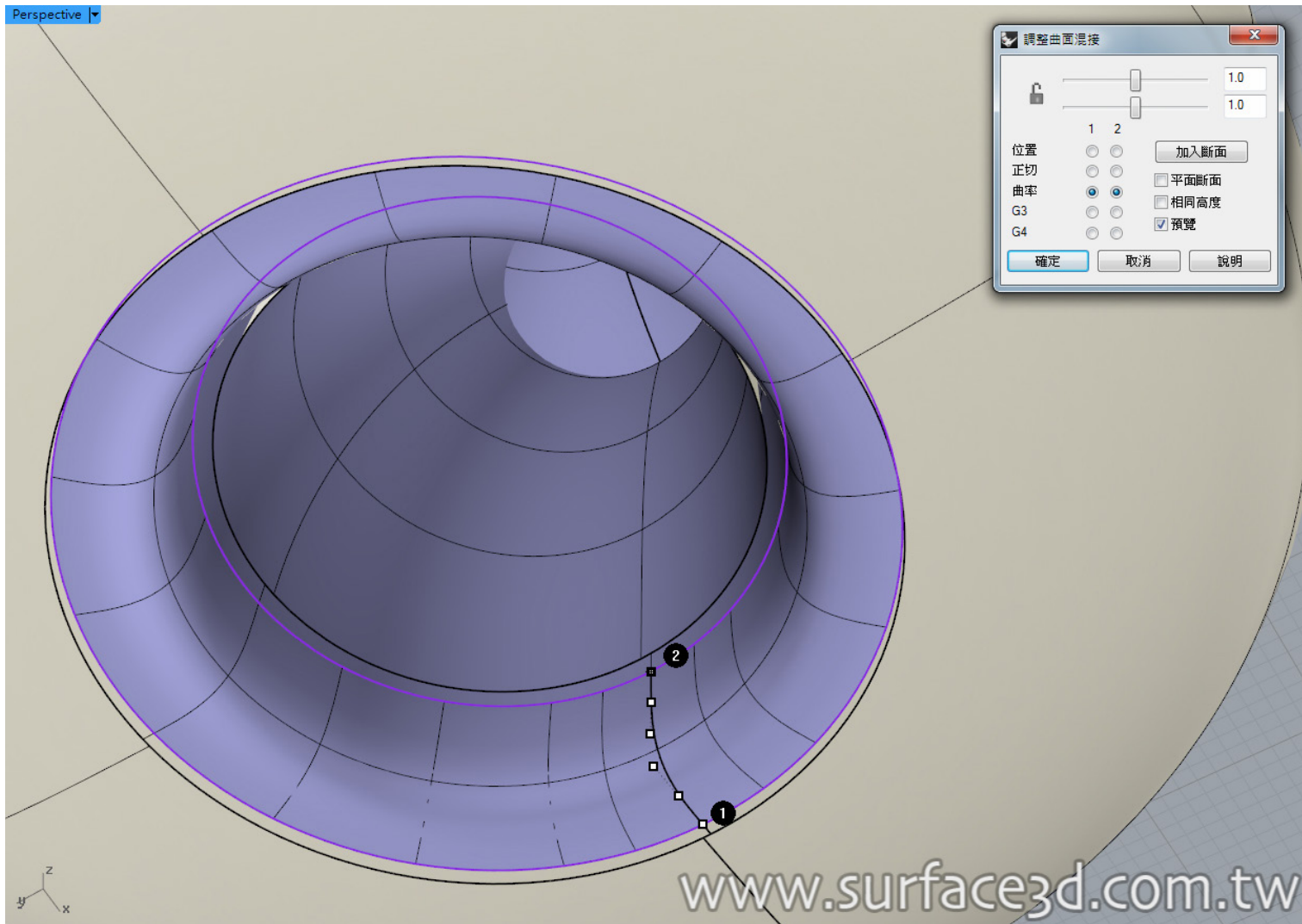
使用剛剛擠出的曲面 (Trim 修剪) 瓶底的曲面。

 (Trim 修剪)



使用指令 (BlendSrf 混接曲面) 將內層混接，混接選項可參考圖面。  
此範例的曲面連續性選擇：曲率連續

 (BlendSrf 混接曲面)

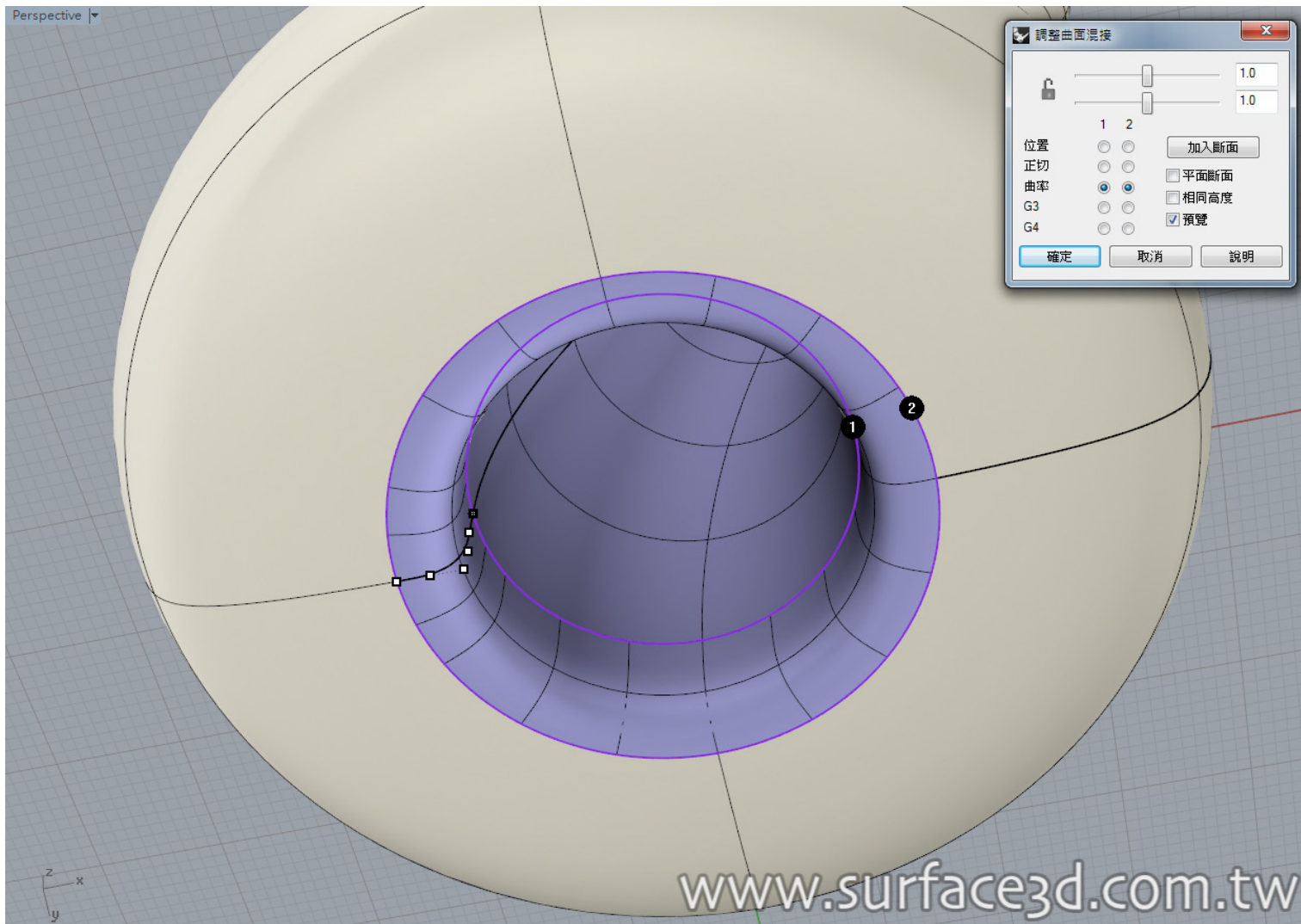




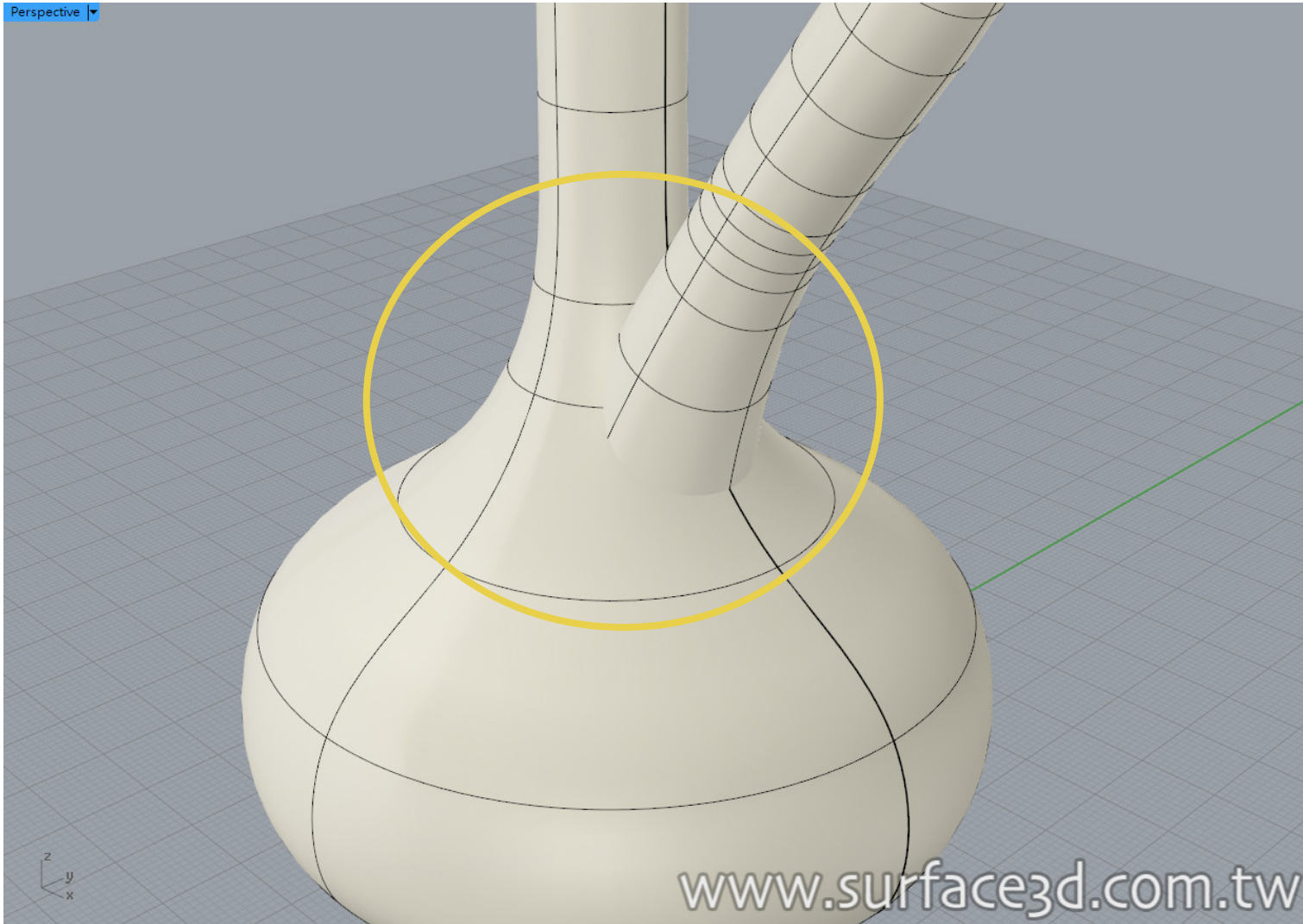
使用指令 (BlendSrf 混接曲面) 將外層混接，混接選項可參考圖面，內外層混接完成，即可以得到克萊因瓶的樣式。

此範例的曲面連續性選擇：曲率連續

 (BlendSrf 混接曲面)

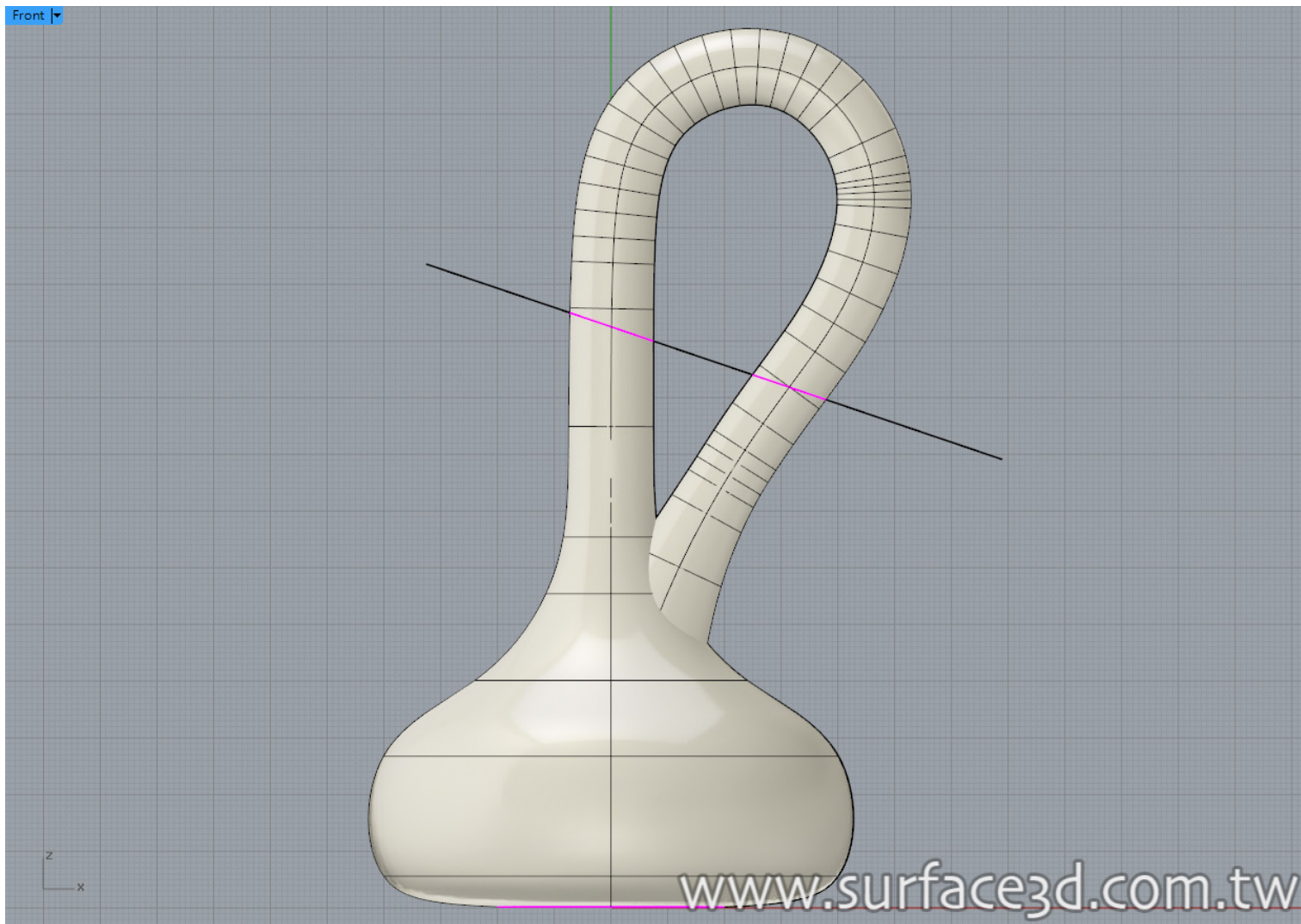


接下來，我們要處理瓶頸的交界部分，將曲面整理至可以組合成為實體。

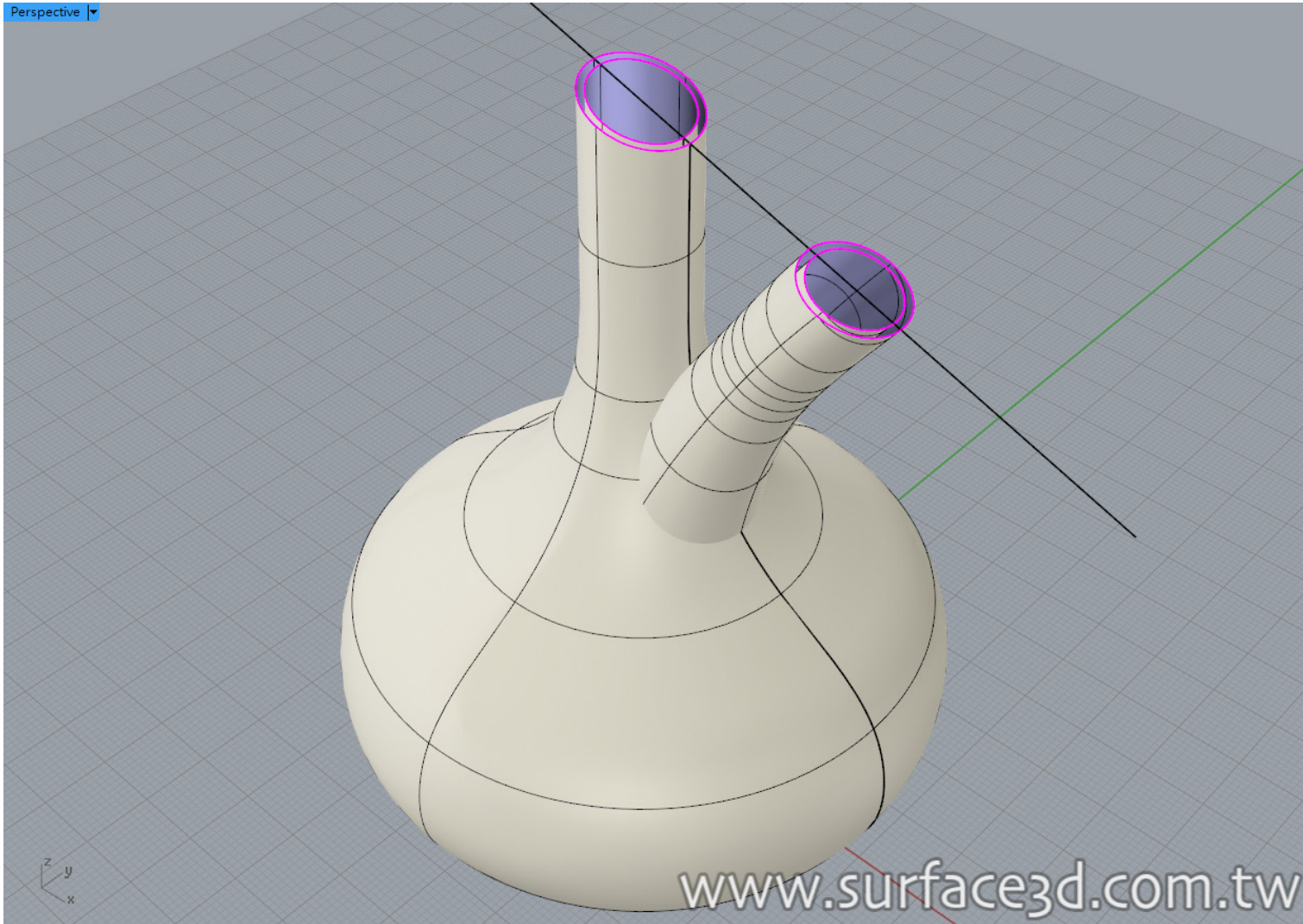


在 Front 前視圖繪製一條直線，使用指令 (Split 分割) 將內外層瓶頸分割。

 (Split 分割)



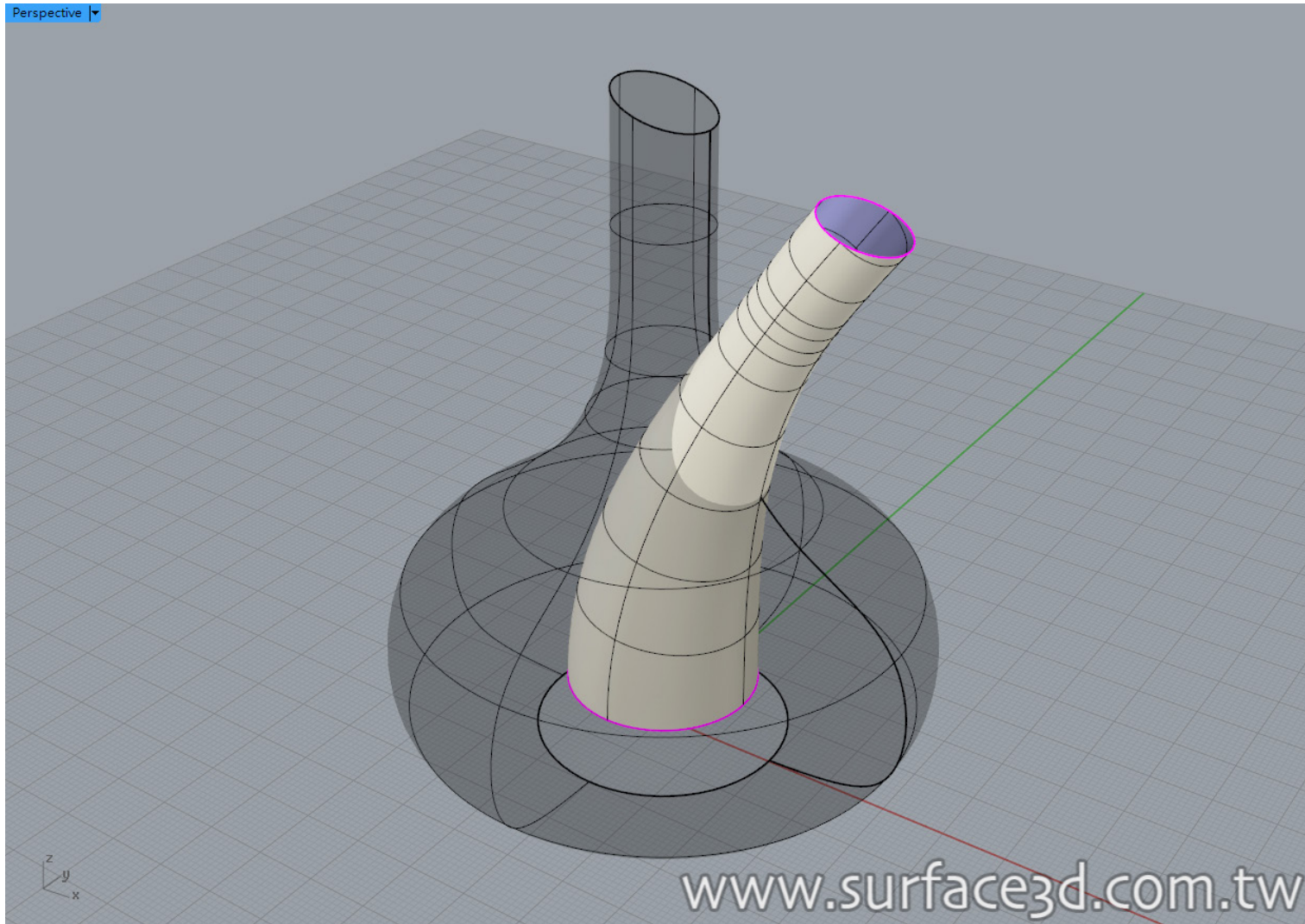
分割之後如圖所示，接下來要處理瓶頸曲面交集部分。



留下最外層的瓶身跟瓶頸。

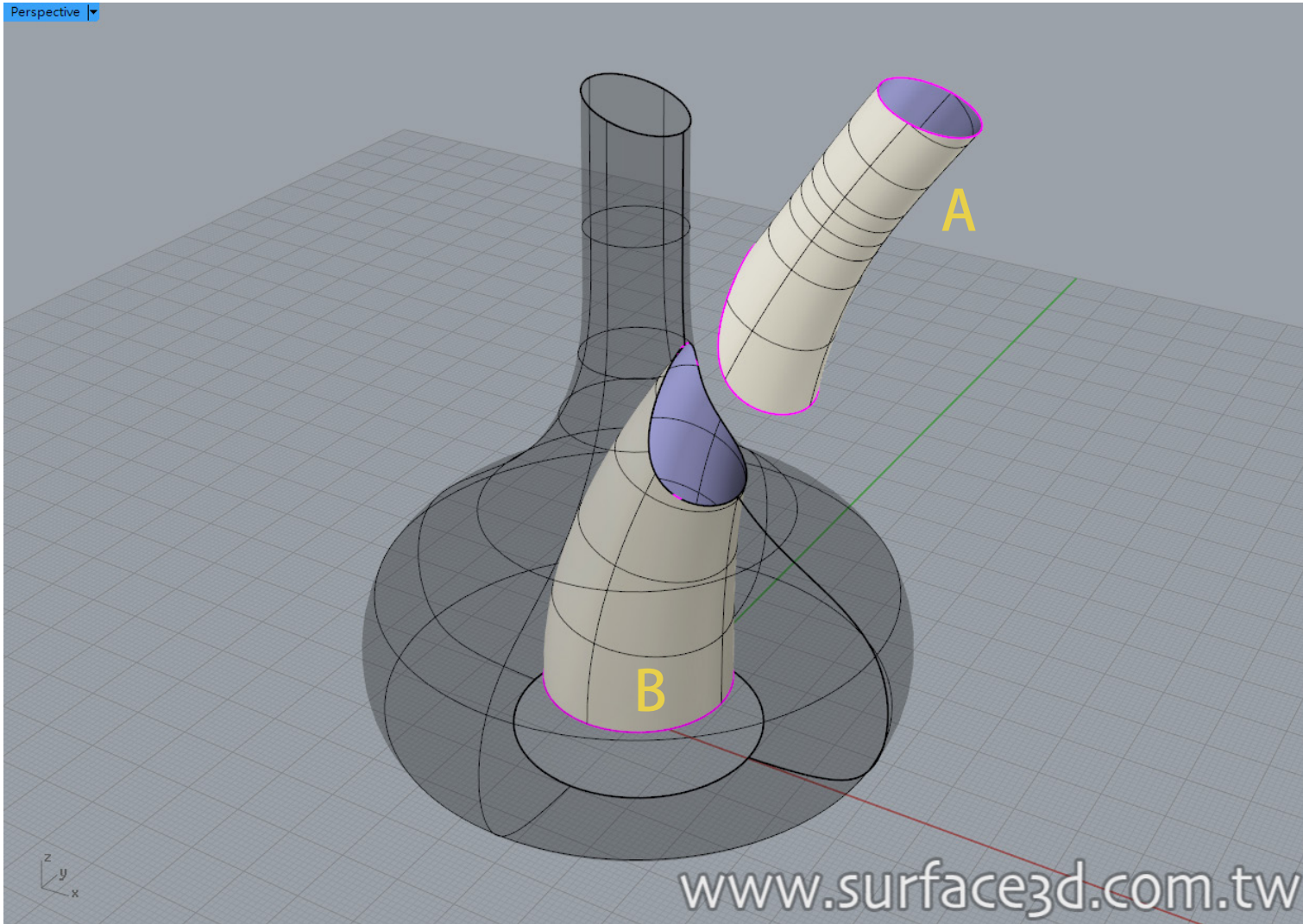
※ 提示小技巧：選取物件之後，使用 (Invert \_Hide 隱藏未選取的物件)，可以快速留下所需要用的物件。

 (Invert \_Hide 隱藏未選取的物件)



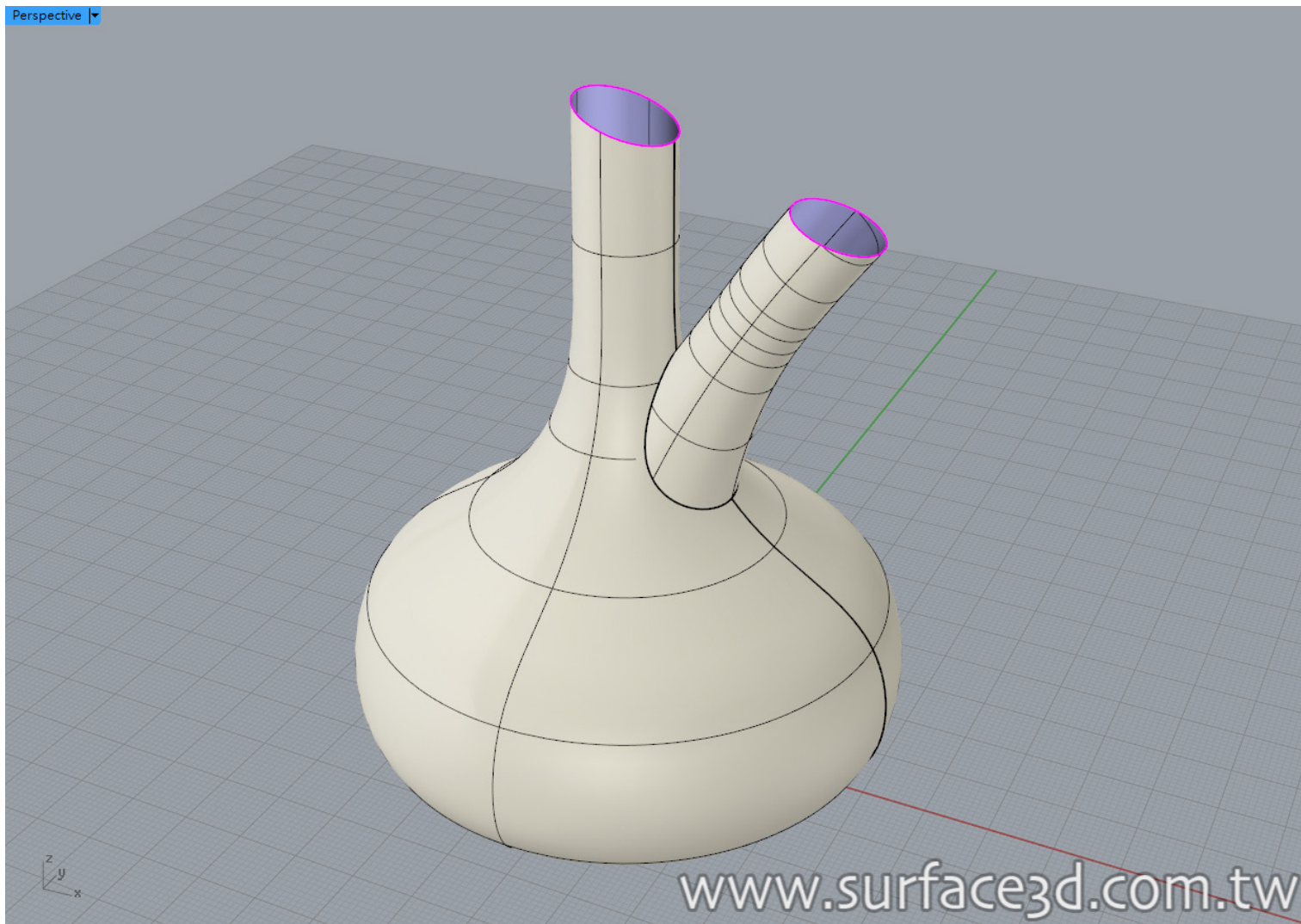
使用瓶身將瓶頸處 (Split 分割) 成 A&B 兩個部分，使用瓶頸將瓶身交集處的曲面修剪。

 (Split 分割)

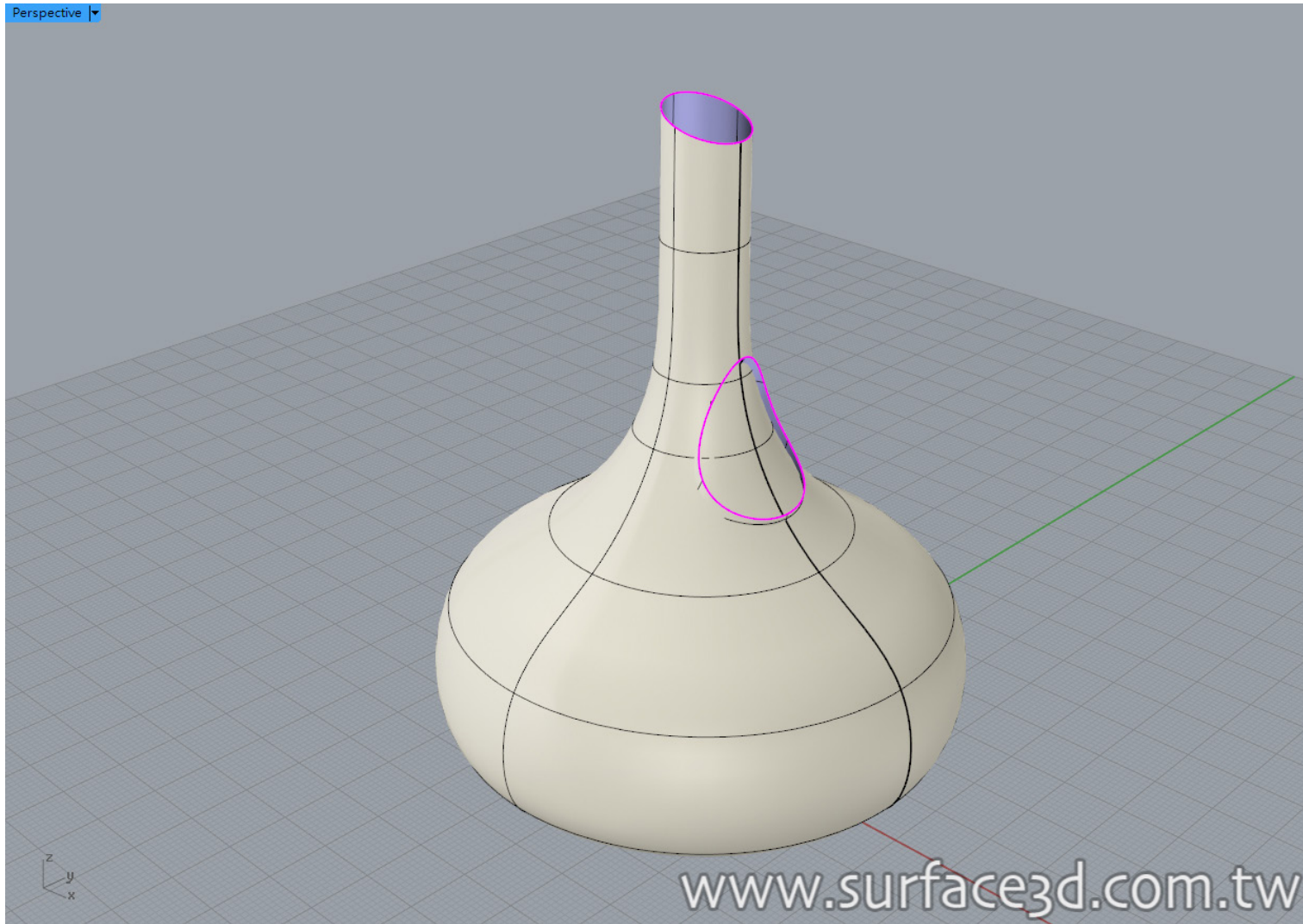


將外層的瓶頸與瓶身 (Join 組合) 得到一個開放的多重曲面。

 (Join 組合)



留下內層曲面以及剛剛分割出來的 B 部分曲面。

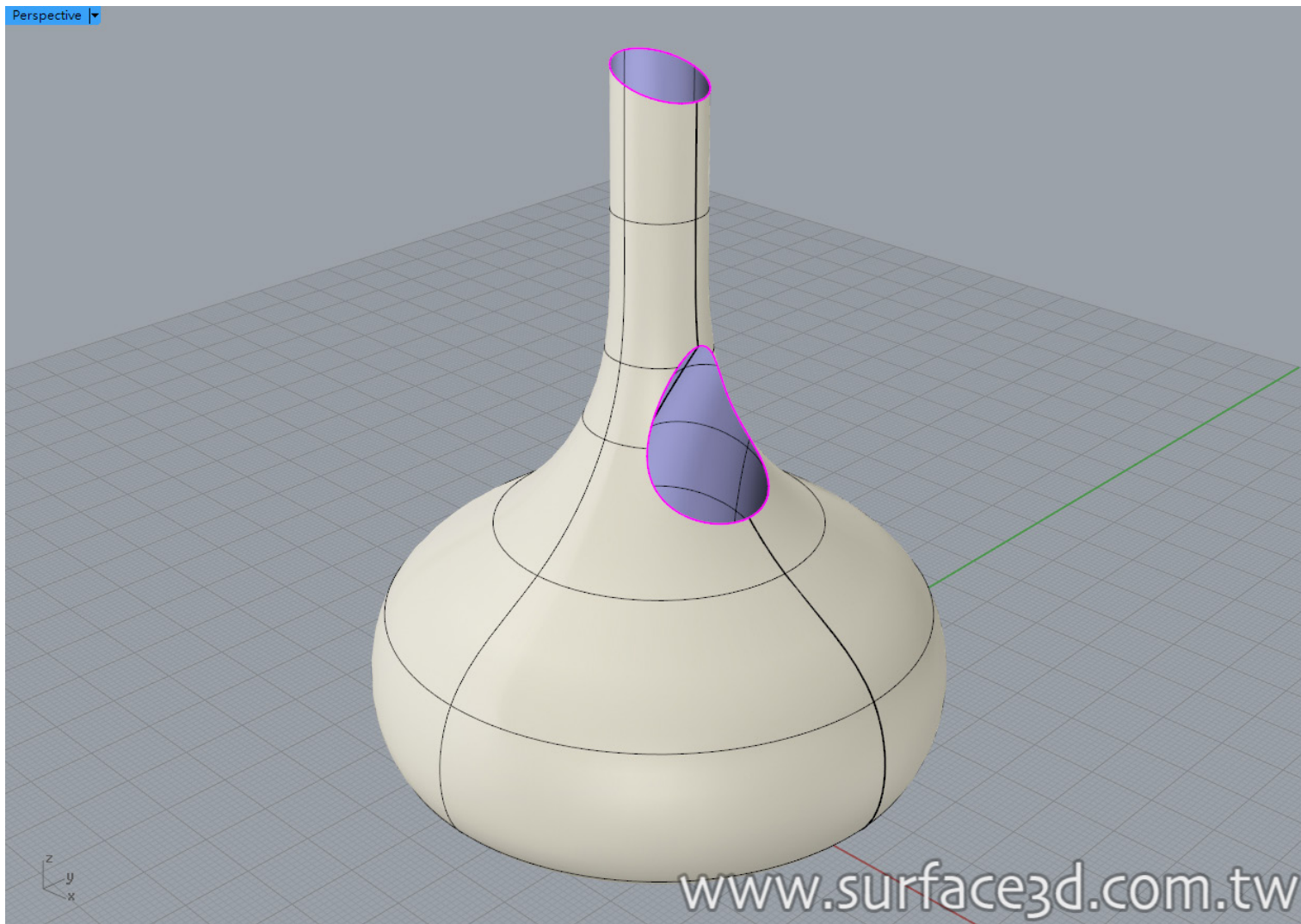




使用 (Trim 修剪) 指令，互相修剪得到此結果，之後將其 (Join 組合) 起來，可參考圖面。

 (Trim 修剪)

 (Join 組合)




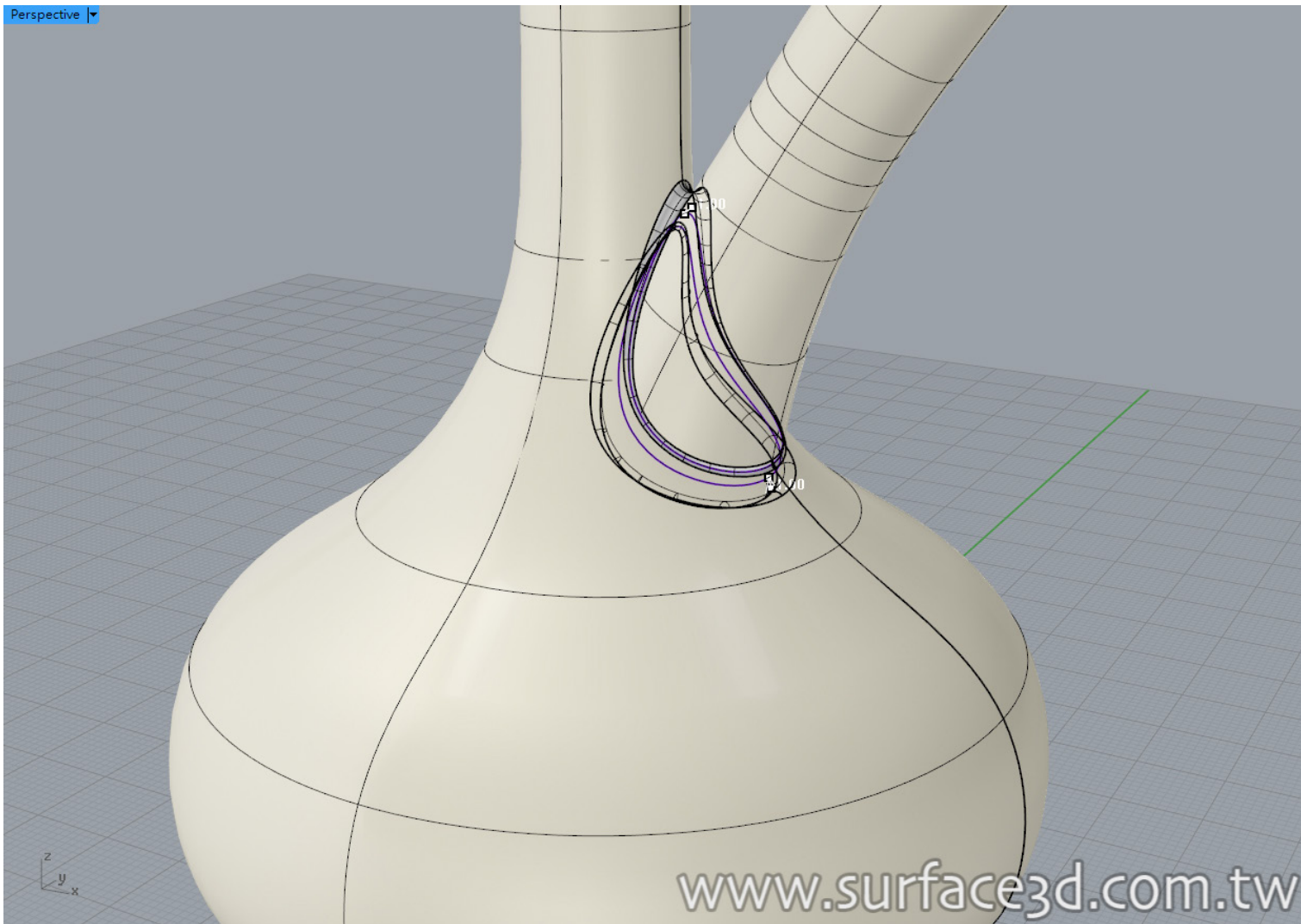
將所有的曲面取消隱藏，之後把所有的曲面（Join 組合），即可以得到一個封閉的多重曲面（實體）。

 (Join 組合)



在交界處部分可以追加細節，使用指令（FilletEdge 不等距邊緣圓角）將交界處導圓角。

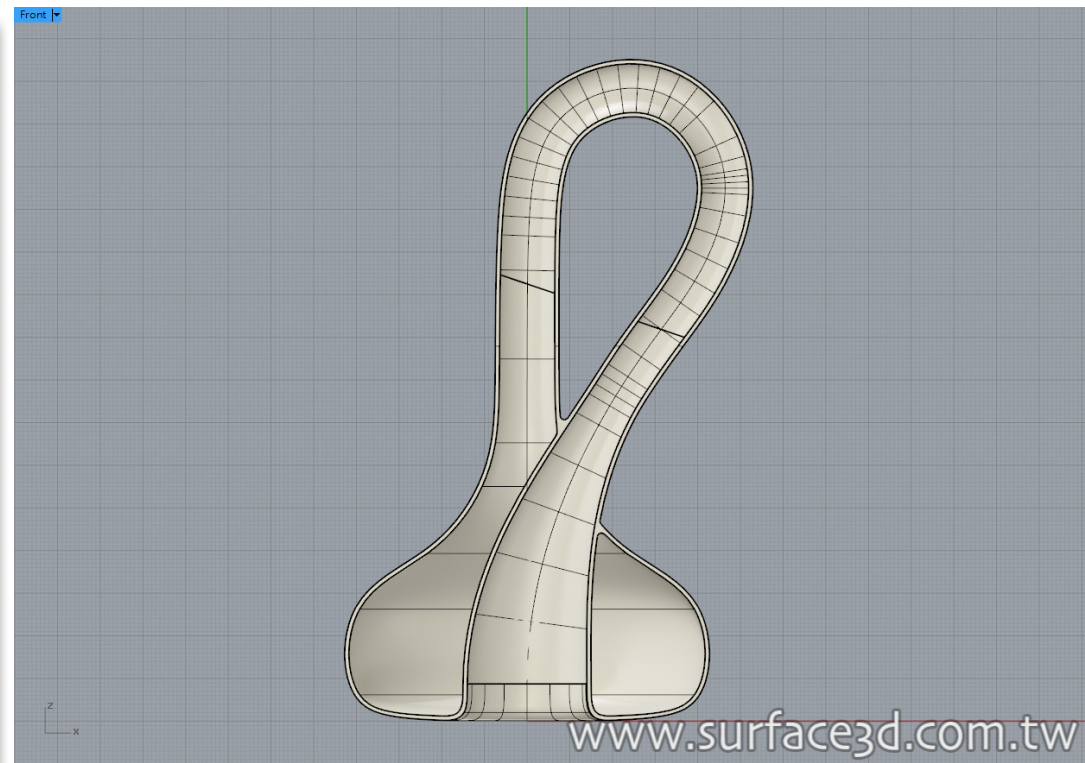
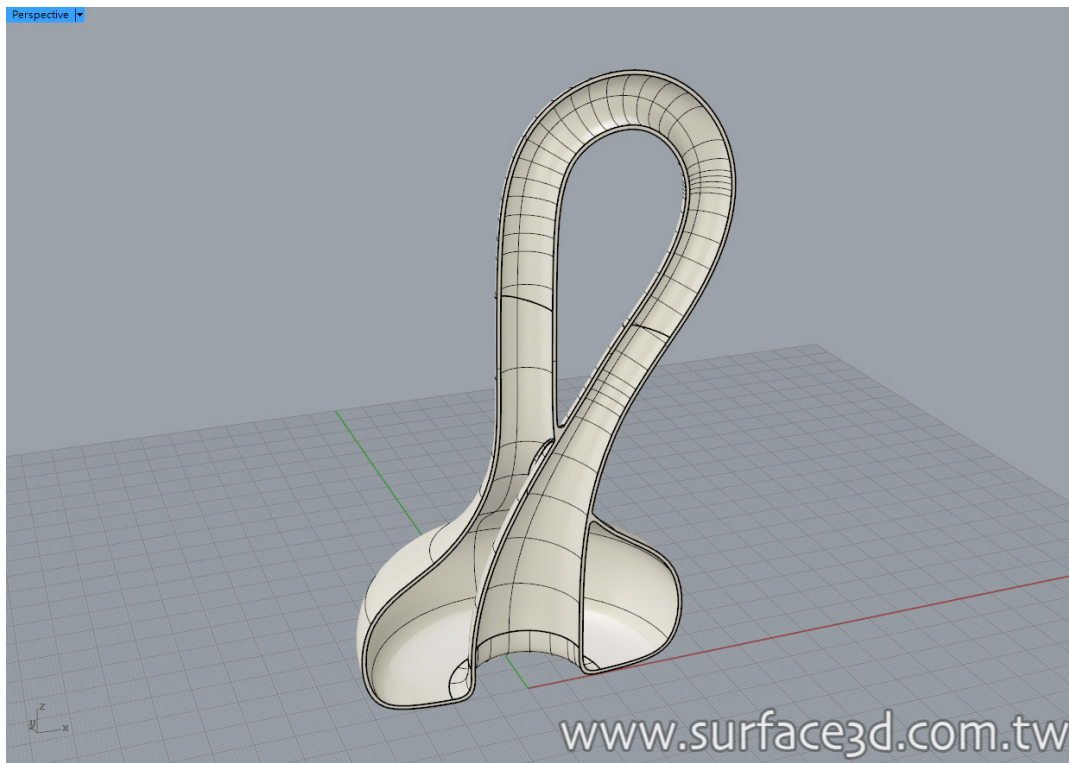
 (FilletEdge 不等距邊緣圓角)



將細節處理完畢之後，即可以得到一個完整的克萊因瓶，動手打造您自己的克萊因瓶吧！



您也可以將克萊因瓶剖半，即可以得到半邊的克萊因瓶模型，用以 3D 列印講解克萊因瓶的構造。



此篇教學，同步刊登於曲面實業討論區、曲面實業粉絲專頁，若有問題上討論區或者粉絲專頁討論。

曲面實業 Surface3d 粉絲專頁 <https://www.facebook.com/surface3d.tw/>

曲面實業 Surface3d 討論版 <http://www.surface3d.idv.tw/surface3dpBB3/>

