

投稿類別：工程技術類

篇名：

隨處掛—多功能掛鉤

作者：

姚泓瑋。台北市松山高級職業學校。機械科三年級智班

江來恩。台北市松山高級職業學校。機械科三年級智班

陳志軒。台北市松山高級職業學校。機械科三年級智班

指導老師：

陳添財老師

胡銘軒老師

壹、前言

現代人出門大都會隨身攜帶包包，方便放置自己的隨身物品，但是包包裡的东西一多了，就會有背負重量的困擾，對於部分的女性和老弱婦孺是個嚴重的負擔，尤其在搭乘大眾交通工具時，如遇尖峰時段沒有位子可坐，只能站著時，因包包繁重的關係，常導致車廂搖晃時手無法抓穩扶桿造成因重心不穩而跌倒的情況，這時若有懸掛包包的裝置，便可解決這些困擾。

一、研究動機

本組組員之一的媽媽因為乳癌開刀，每當提重物時，傷口就會明顯感到不適，尤其是上下班通勤時，因為須搭乘捷運，常因無座位，必須手提包包，當包包裡東西放多了就會不舒服，在屢次家常閒聊時都有提及這方面困擾，因此當我們這學期專題製作課程要選定主題時，我們就想到要利用所學的专业知識及技能，設計出能夠隨處使用的掛鉤，以解決像組員媽媽類似情況的困擾。

二、研究目的

基於上述研究動機，本研究的目的乃在設計出方便攜帶，且能夠隨處使用的多功能掛鉤。

三、研究方法與流程

本研究主要採用比較、分析的方法，針對目前坊間三種常見掛鉤的結構及其優缺點，加以整理比較，截其優點，再運用我們在學校所學的機械相關知識及技能，設計製作改良式多功能掛鉤，其研究流程圖，如圖 1 所示。

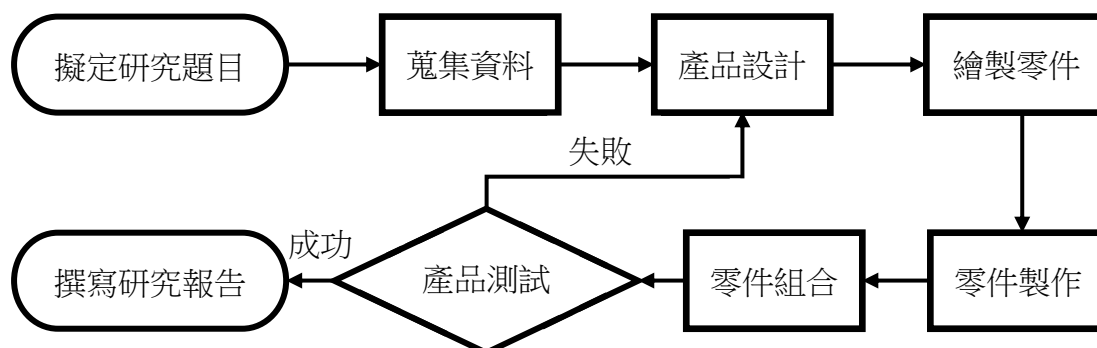


圖 1 研究流程圖

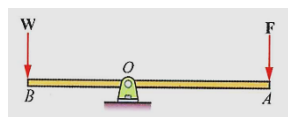
貳、正文

一、文獻探討

本研究乃在設計方便攜帶，且能夠隨處使用的多功能掛鉤，並針對我們設計之多功能掛鉤所使用到的原理，作深入探討；另對製作時所需之自攻螺釘及 3D 列印機，也作了資料蒐集與了解。有關文獻資料如下：

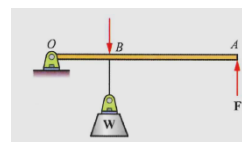
(一) 槓桿原理

阿基米德說過：「只要給我一個支點，給我一根足夠長的槓桿，我也可以撐起地球。」本組所設計的掛鉤同樣是利用槓桿原理，只要給我們的掛鉤一個能夠抓住的地方，它就能為民眾解決包包的負擔。槓桿是一個非常簡單的機械，在一根桿子上，具有支點、施力點以及抗力點就可以稱為槓桿。槓桿又分為三類，第一種槓桿、第二種槓桿以及第三種槓桿。而我們的多功能掛鉤是運用其中的第二類槓桿，其定義為「**第二種槓桿：抗力點位於施力點與支點間之槓桿者，其抗力臂恆較施力臂長，且機械利益恆大於 1**」(柯雲龍、潘建安，2012)。本組所設計的掛鉤是利用第二種槓桿其機械利益恆大於 1 之優點，讓我們的掛鉤能穩穩的掛在桿子上。圖 2 為一般常見的第一類槓桿及其公式，圖 3 為本組採用的第二類槓桿及其公式。



$$\begin{aligned} \therefore \Sigma M_O &= F \times OA - W \times OB = 0 \\ \therefore F \times OA &= W \times OB \\ \text{得 } M_a &= \frac{W}{F} = \frac{OA}{OB} \end{aligned}$$

圖 2 第一類槓桿及其公式
(資料來源：柯雲龍、潘建安(2012)。機件原理 II(15-2)。新北市：台科大。)



$$M_a = \frac{W}{F} = \frac{OA}{OB} > 1 \quad (\because OA > OB)$$

圖 3 第二類槓桿及其公式
(資料來源：柯雲龍、潘建安(2012)。機件原理 II(15-3)。新北市：台科大。)

(二) 摩擦力

「相互接觸兩物體之表面，發生相互運動(或具有此傾向)，導致一種阻止其運動之反作用力，稱為摩擦力」(李榮華，2015)，如圖 4。摩擦力又分為三種；靜摩擦力，物體受到作用力而尚未運動，阻力與作用力相等，最大靜摩擦力，物體受到作用力即將轉為運動狀態的瞬間，產生的阻力，動摩擦力；物體受到作用力轉為運動狀態，此狀態下不管作用力多大，摩擦力為定值，作用力與摩擦力之關係，如圖 5。「**摩擦力 = 摩擦係數 x 正壓力**」(張國彬，2014)，當正壓力不變時摩擦力取決於摩擦係數。我們原先設計的掛鉤

為掛鉤與桿子直接接觸，但發現因摩擦係數不足，造成掛鉤下滑之現象。又「**摩擦係數與物體接觸面間的粗糙度及性質有關**」（張國彬，2014），因此我們在掛鉤與桿子間加上橡皮，增加摩擦係數以改善此現象。

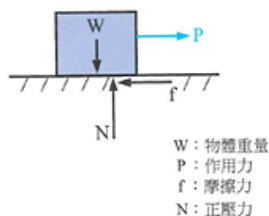


圖 4 摩擦力之關係示意圖

(資料來源：李榮華(2015)。機械力學(104)。新北市：龍騰。)

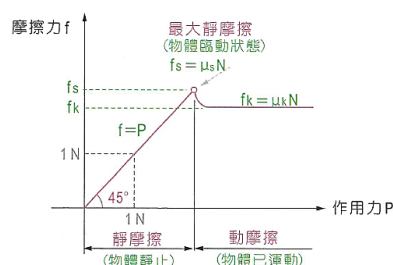


圖 5 作用力與摩擦力之關係圖

(資料來源：張國彬(2014)。機械力學(99)。新北市：科友。)

(三) 自攻螺釘

使用自攻螺釘是因為先前已使用強力膠作為橡皮與掛鉤之結合測試，測試過程發現有鬆脫現象，繼續一段時間後發現橡皮已完全脫離，導致滑落，因此決定使用自攻螺釘「**適用於軟金屬、塑膠及薄板之連結工作**」（柯雲龍、潘建安，2012）之特性作結合，排除這個問題。

自攻螺釘之材質為硬化鋼料。種類可大致分為錐形頭、短粗頭及自鑽頭，如圖 6。規格大小與機螺釘相同，並經過精製。自攻螺釘只需鑽出或衝出毛孔（孔徑須略小於螺釘外徑），並用力旋入，螺釘即可自動攻出內螺紋並鎖緊，也因此較為節省工作時間，工作程序如圖 7。



圖 6 自攻螺釘頭部形狀

(資料來源：柯雲龍、潘建安(2012)。機件原理 I(3-8)。新北市：台科大。)

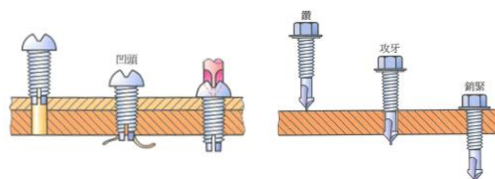


圖 7 自攻螺釘工作程序

(資料來源：柯雲龍、潘建安(2012)。機件原理 I(3-9)。新北市：台科大。)

(四) 3D 列印機

我們使用 3D 列印作為製作的方法是因為「**3D 列印機為方便快速的塑膠模型生產機台**」（詹世良、張桂瑛，2016），所謂的 3D 列印技術就是將產品概念或是將現有的實體圖檔轉成 STL 檔案格式，輸入 3D 列印機進行加工。將 STL 檔案輸入後，「**3D 列印機會將材料在水平斷面輪廓上**，以

分層的方式堆積，所以可加工實體、薄殼等形狀」(姜禮德，2014)，每層約 0.01 至 0.1mm 的加工高度。如圖 8 所示，以加熱頭將塑膠線材(熱可塑性塑膠)熔化、擠出，加熱頭依斷面輪廓移動同時，擠出塑膠線材，一層一層堆疊至工件完成。

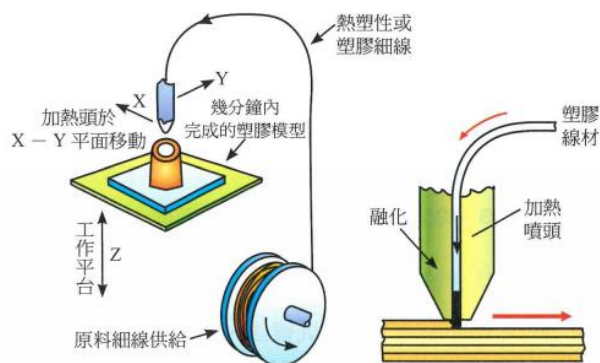





圖 8 3D 列印—熔合沉積法

(資料來源：姜禮德 (2014)。機械製造 II (292)。新北市：龍騰。)

二、市面常見掛鉤分析及優缺點比較

本研究針對目前市面上較常見掛鉤的結構及其優缺點，加以整合比較，彙製成如表 1 所示。

表 1 常見掛鉤比較表

名稱	S 型掛鉤	露營燈鉤	功能扣環
圖示			
優點	造型簡易/收納方便/ 佔用空間小能多個組合使用。	有別於一般掛鉤，可使用於 直立桿。	除了能扣在桿子或 圓環上，還能將包包 勾在桌子邊緣。
缺點	只適用於橫桿，應用 範圍較小。	使用範圍小，只能在直立桿 上使用，且無法掛上重物。	因扣環封閉，無法快 速使包包脫鉤。

由表 1 可知坊間各掛鉤的優點及缺點，而我們設計的多功能掛鉤截取了各掛鉤的優點，並以 S 型掛鉤為出發點結合功能扣環能夠掛於桌緣的原理，再融合露營燈鉤能夠掛於直立桿的特性，作為多功能掛鉤設計的依據。

三、產品設計

(一) 應用原理

1、直立桿之懸掛原理

如圖 9，掛鉤是抗力點在施力點和支點之間的第二類槓桿，並以物重 W 所產生的抗力 F 作為正壓力 N ，使掛鉤懸掛於直立桿而不下滑。其關係式如下。

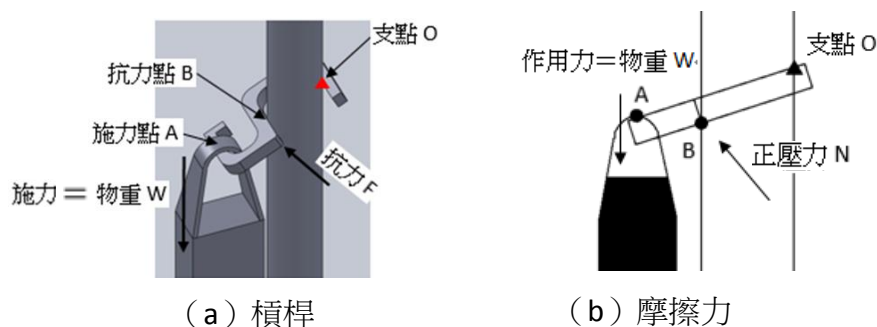


圖 9 掛鉤受力示意圖

$$F = \frac{OA \times W}{OB}$$

$$F_k = \mu \times N$$

$$\text{抗力} = \frac{\text{施力臂} \times \text{物重}}{\text{抗力臂}} \quad \text{摩擦力} = \text{摩擦係數} \times \text{正壓力}$$

故物重 W 與抗力 F (正壓力 N) 成正比；物重 W 愈大，正壓力 N 愈大，摩擦力愈大。

2、桌緣及橫桿之懸掛原理

將掛鉤安裝於橫桿及桌面的原理，是透過重心作用線通過支點，使力矩為零，才能穩定地懸掛在桌緣或橫桿，如圖 12。

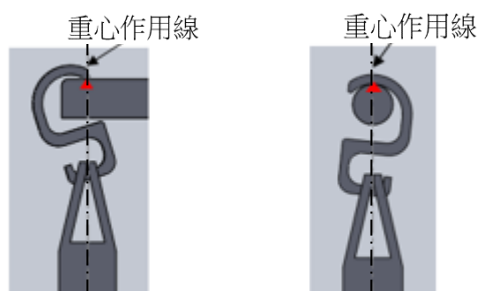


圖 10 桌緣及橫桿側視圖

(二) 外形設計

多功能掛鉤外型，如圖 11。其設計要素有三，分別為圓弧狀之設計、小圓弧面之設計、掛鉤下半部之設計等，其詳細說明如下。

1、圓弧狀之設計

若外型設計為方形，如圖 12，則會有從側邊滑出的疑慮，因此外型設計為貼近桿子形狀的圓弧，使桿子能卡入掛鉤之圓弧，並排除從側邊滑出的疑慮，如圖 13。

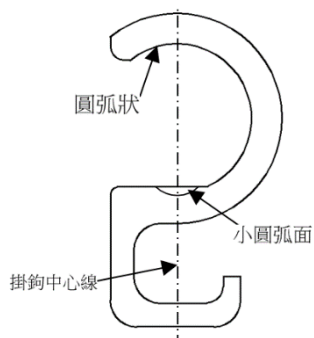


圖 11 多功能掛鉤

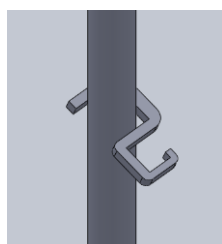


圖 12 方形

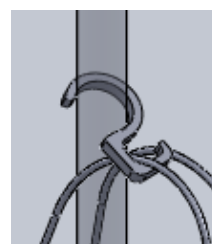


圖 13 圓弧狀

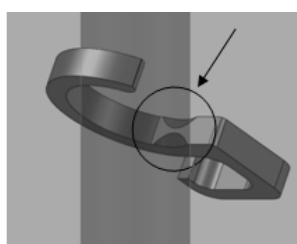
2、小圓弧面之設計

PLA 塑膠材料在常溫為固體的高分子塑膠，與直立桿間的摩擦係數較小，因此為了增加摩擦係數，我們決定採用軟性塑膠中的橡皮，因為橡皮可在受外力時，依據接觸面作塑形調整以增加摩擦係數，如圖 14。

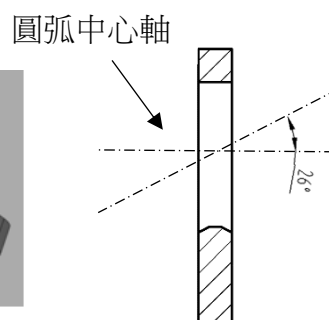
掛鉤上半部下側圓弧之外型設計成與圓弧中心軸夾 26° 角的小圓弧面（依據捷運桿子所計算之角度），如圖 15。使橡皮與直立桿間產生較大的接觸面積，進而提高摩擦係數。在兩側皆設計為以上敘述，因應每人慣用手的不同。



圖 14 增加摩擦用橡皮



(a) 立體圖



(b) 剖面圖

圖 15 箭頭處為小圓弧面

3、掛鉤下半部之設計

為了使掛鉤不因為包包過度偏移重心，而產生較大力矩，導致掛鉤翻轉脫離桿子，如圖 16。本組將掛鉤之下半部改短，使包包之重心能更接近掛鉤中心線，如圖 17。

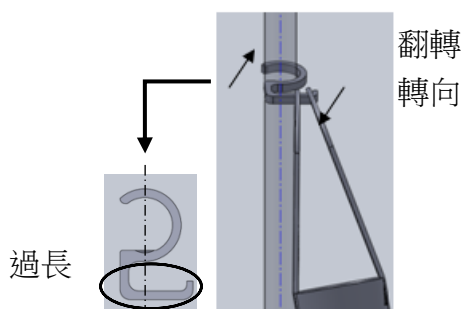


圖 16 掛鉤翻轉脫離桿子示意圖

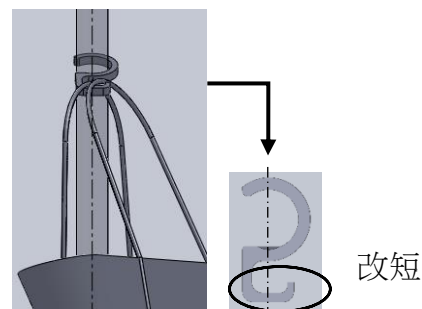


圖 17 改良後示意圖

四、零件製作

(一) 研究設備與器材

多功能掛鉤需使用之設備與材料，皆本科及組員現有，不需外購。

- 1、設備與工具：電腦、3D 列印機、細銼刀、 $\phi 1.5$ 鑽頭、鑽床、螺絲起子、虎鉗。
- 2、零件與材料：M2 自攻螺釘、15mmx100mm 橡皮條、PLA 塑膠一卷。

(二) 零件製作

我們使用 3D 列印機時，須將畫好 Solidworks 的圖檔，如圖 18，轉成 stl 檔，並將圖放入 3D 列印軟體中，再調整切層設定為高密度，以提升強度來承受負重，之後模擬切層及切層時間，確定無誤後，進行下一步。將轉出的 stl 檔案，透過 SD 卡將程式灌入 3D 列印機內，將基本參數設定好後，即可進行 3D 列印，列印完成品如圖 19。

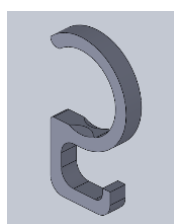


圖 18 掛鉤 Solidworks 圖檔



圖 19 掛鉤列印完成圖

(三) 零件組合

列印完成的掛鉤於上下圓弧各鑽上兩個洞，如圖 20，再以自攻螺釘鎖上作為防滑墊的橡皮，如圖 21，即完成組合。雖然使用自攻螺釘不須鑽孔與攻螺紋，但我們為了讓螺釘更順利的鎖入，才決定預先鑽 $\phi 1.5$ 的孔。



圖 20 鑽孔



圖 21 鎖上橡皮

五、產品測試

本研究設計製作之多功能掛鉤於完成後，實際分別做了防滑測試、負重測試、桌緣及橫桿的安裝測試。


(一) 防滑測試

我們將多功能掛鉤掛於捷運上做測試，測試掛鉤經過十分鐘後，會不會因捷運車廂搖晃或者其他因素導致掛鉤下滑。其測試結果為平均一分鐘下滑 0.2cm。

(二) 負重測試

為了測試我們的所設計的掛鉤在各種負重下能夠正常發揮功能，因此我們使用裝水的寶特瓶作為負重來做測試。測試結果如表 2 所示，當負重達到 4.5kg 會下滑，最大負重約為 3kg。

表 2 實驗結果

測試負重	是否下滑	測試方法
空罐子約 (0.04kg)	否	 <p>(3kg 懸掛狀況)</p>
約 0.5kg	否	
約 1.5kg	否	
約 3.0kg	否	
約 4.5kg	是	

(三) 桌緣及橫桿安裝測試

將多功能掛鉤分別安裝於桌緣及橫桿後，即懸掛約十分鐘測試多功能掛鉤能否如預期正常使用。桌緣之安裝測試，如圖 22，橫桿之安裝測試，如圖 23，其測試結果皆能如預期發揮正常功能，懸掛於桌緣及橫桿。



圖 22 桌緣之測試



圖 24 橫桿之測試

參、結論

一、研究結果

經過一連串實驗後，我們針對多功能掛鉤作出了以下三點的總結。

(一) 車廂搖晃會微量下滑

我們所設計的掛鉤在捷運上能夠確實地勾住直立桿，克服了坊間一般鉤子無法於直立桿使用的缺點。但經過測試後發現搖晃會使掛鉤有一定程度的下滑，可經由加長產品設計提到的施力臂來提高摩擦力，以克服搖晃的狀況。

(二) 最大承受負重約為 3kg

經由測試發現，在承受 3kg 負重時仍不會下滑，但負重加至 4.5kg 時因作用力大於最大靜摩擦力，而導致下滑。多功能掛鉤雖然能於直立桿使用，但是負重太重或是受到衝擊，可能會下滑或因鋼固性不足被折斷。

(三) 多功能掛鉤能懸掛於直立桿、橫桿及桌緣等場合

經實驗結果證實，我們所製作的掛鉤不僅能夠於直立桿上使用，並且在橫桿及桌緣也能夠如預期的發揮功效。由實際安裝測試可知，我們設計的掛鉤成功地融合了我們當初所截取的優點。

二、未來展望

未來我們希望能夠依研究結果所發現的問題做出改善，接下來我們分別針對改良掛鉤材質、改良為可調式掛鉤及加入工業設計等三個方向進行討論，其詳細的說明如下：

(一) 改良掛鉤材質

改用又輕又穩固的鋁合金再配合雙色陽極氧化，賦予特定區域不同的顏色。雖然程序複雜，成本較高；但通過雙色之間的對比，更能展現出產品的優美、獨特外觀。

(二) 改良為可調式掛鉤

本組設計的掛鉤其尺寸原是針對捷運直立桿所設計的為固定參考直徑，因此無法運用於比捷運桿子直徑大的桿子，我們希望將來能夠做可調式掛鉤，能應用於不同桿徑之場合，擴大其應用範圍。

(三) 加入工業設計

本組對於外型之改良構想如下，例如將掛鉤的外型設計與受歡迎的動畫人物做結合，和時下流行的潮流品牌合作推出限定款掛鉤或是將外型設計成一些動植物的剪影等等，藉此吸引更多方面的客群，使我們掛鉤產品化後的賣點和競爭力能夠大幅提升。

如能照上述所說設計出特別款式的掛鉤，在使用之餘還能夠做為吊飾掛在包包上，如此一來就不必為了多放一個掛鉤而特別從包包中清出空間來，或在雜亂的包包中翻找掛鉤，須使用時直接取下即可。

未來也可朝新增掛鉤功能方向著手，結合手機架的功能或設計成可摺疊型式的掛鉤，讓我們的掛鉤不只能夠替使用者承受包包的重量，還能當作使用者們生活中方便的小工具來使用，提供更多功能、更容易收納或是更輕便的掛鉤，使購買我們掛鉤的人覺得我們設計的掛鉤真的符合多功能掛鉤的名號。

肆、引註資料

- 一、柯雲龍、潘建安（2012）。**機件原理 II**。新北市：台科大。
- 二、李榮華（2015）。**機械力學 I**。新北市：龍騰。
- 三、柯雲龍、潘建安（2012）。**機件原理 I**。新北市：台科大。
- 四、詹世良、張桂瑛（2016）。**高手系列-學 SOLIDWORKS2016 翻轉 3D 列印**。新北市：全華。
- 五、姜禮德（2014）。**機械製造 II**。新北市：龍騰。
- 六、張國彬（2014）。**機械力學 I**。新北市：科友。