

屏東縣第 62 屆中小學科學展覽會
作品說明書

科 別：生活與應用科學科(二)(環保與民生)

組 別：國中組

作品名稱：**速速換**-燈管置換器

關 鍵 詞：燈桿、燈管、換燈管

編號：B7005

摘要

換燈泡、燈管是日常生活中常需要做的事情，如果是天花板上的燈具，置換時一定要拿樓梯，挑高建築，甚至還要出動伸降梯，只是換個燈泡或燈管而已，既費時又費力，還有一定的危險性，於是有人發明了抓燈器，可不用爬樓梯就可置換圓形燈泡，但燈管類的置換器還是無人發明，於是我們利用家裏的海棉拖把及壞掉的好神拖把桿，以3D列印的技術，設計、列印零件，螺絲接合零件加以改裝，針對彈簧及卡式燈腳座燈座組作設計，以海棉拖把改裝，針對彈簧燈腳座的燈管置換器，一開始只能拆燈管而無法順利裝燈管，後來我們將燈座也稍微改裝，就可以置換燈管了，而以好神拖把改裝針對卡式燈腳座，則相當輕鬆就能置換燈管了，而且整個燈管置換器，針對彈簧燈腳部分我們只花了195元，加上如果拖把為新品，那就是915元，針對卡式燈腳部分，則為0元，如果加上新品拖把，則為343元真是經濟又實惠。

壹、研究動機

燈泡、燈管是消耗品，一段時間故障後就需更換，複雜的電器可以請專業的水電師傅來處理，但燈泡、燈管這類簡易事項自己買來置換就好，如果是天花板上的燈具，換時需拿梯子，挑高建築所需梯子的高度就更高，像大禮堂甚至還要出動伸降梯，否則使用一般梯子也換不到，在以前的新聞中我們發現，大安區公所員工為了節省置換燈泡的時間，自行發明了高空燈泡更換器（圖一），為一長桿加上保特瓶、菜瓜布就可輕輕鬆鬆換燈泡，這樣就不用爬上爬下的，市面上也有販售爪燈器（圖二），但是家裏、教室的燈大部分為LED日光燈管或傳統日光燈管（圖三），市售爪燈器只能換傳統燈泡、LED燈泡、冰淇淋燈等圓形燈泡，不能換日光燈管，所以我們決定製作一枝，可以不用爬梯子，就能輕鬆置換日光燈管的長桿。



圖一



圖二




圖三

貳、研究目的

- 一、研究燈管結構及拆下時和裝上時的步驟。
- 二、製作出能順利拆下及裝上燈管的長桿。

參、研究設備及器材

		
<p>海棉拖把</p>	<p>鑽床</p>	<p>3D 列印機</p>
		
<p>彈簧燈腳座日光燈座組</p>	<p>尖嘴鉗</p>	<p>角鋼螺絲、螺帽</p>
		
<p>PLA 線材</p>	<p>游標尺</p>	<p>鋼尺</p>
		
<p>好神拖拖把柄</p>	<p>卡式燈腳座 LED 燈座組</p>	<p>十字螺絲起子</p>

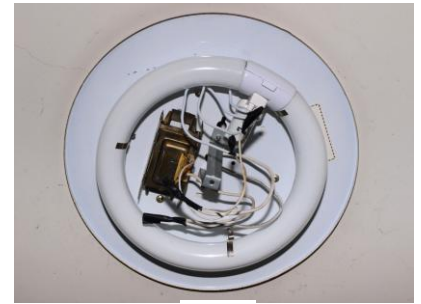
肆、研究過程及方法

一、研究燈管結構及拆下時和裝上時的步驟。

我們拿了幾組日光燈座組，仔細研究它的結構及拆下時和裝上時的步驟，將結果整理如下：

(一) 燈座結構：

我們發現日光燈燈座構造很簡單，主要是靠燈管兩端的燈腳，插入管座支撐（圖五），管座有多種型式，圖五由左而右分別為彈簧燈腳座、卡式燈腳座及環型燈腳座，前兩個是長條形燈管的燈座，而最後一個是環狀燈管（圖四）的燈座，我們主要研究長條形燈管換裝，所以決定以彈簧燈腳座及卡式燈腳座來做設計。



圖四



圖五

1.彈簧燈腳座：彈簧燈腳座裏面有彈簧，可向外側壓入後彈出，使燈管能卡住不掉落。

(1)卸燈管步驟：


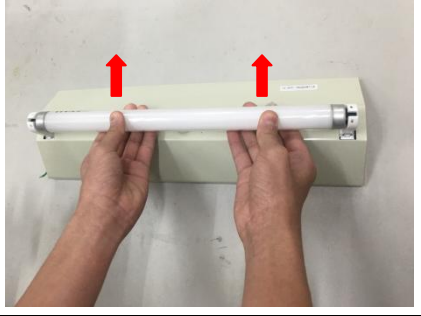

<p>a.將燈管往一側推，按壓另一側燈座。</p>	<p>b.順勢將另一側燈腳移出燈座。</p>	<p>c.順利卸下燈管。</p>

(2)裝燈管步驟：




<p>a.燈管一側燈腳先插入燈座孔洞。</p>	<p>b.按壓將另一側燈座。</p>	<p>c.將另一側燈腳插入燈座。</p>

2.卡式燈腳座：卡式燈腳座是利用旋轉燈管方向，來決定燈腳是否能卡住，燈腳呈水平能卡住，呈垂直就會掉落。

(1)卸燈管步驟：

		
a.將燈管旋轉 90°，使燈腳呈垂直狀態。	b.順勢燈燈腳由燈座下方縫隙移出燈座。	c.將燈管完全移出燈座。

(2)裝燈管步驟：

		
a.將燈管燈腳旋轉成垂直狀態	b.燈管燈腳先由下方縫隙推入燈座。	c.燈管旋轉 90°，使燈腳呈水平狀態。

(二)燈桿需具備功能

綜合以上觀察結果，我們發現所設計出的燈桿需要有下列功能：

1.彈簧燈腳座

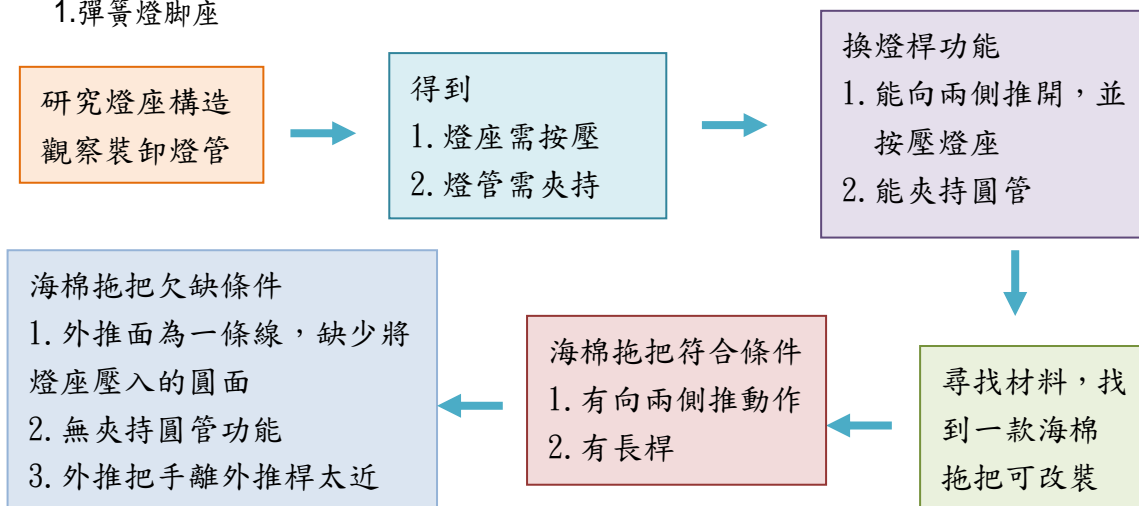
- (1)能向兩側推開：因為不管是拆卸燈管，或是裝上燈管，都需要按壓燈座，使彈簧內縮。
- (2)能夾持燈管：因為不管是拆卸燈管，或是裝上燈管，都需要拿著燈管，使燈管不掉落。

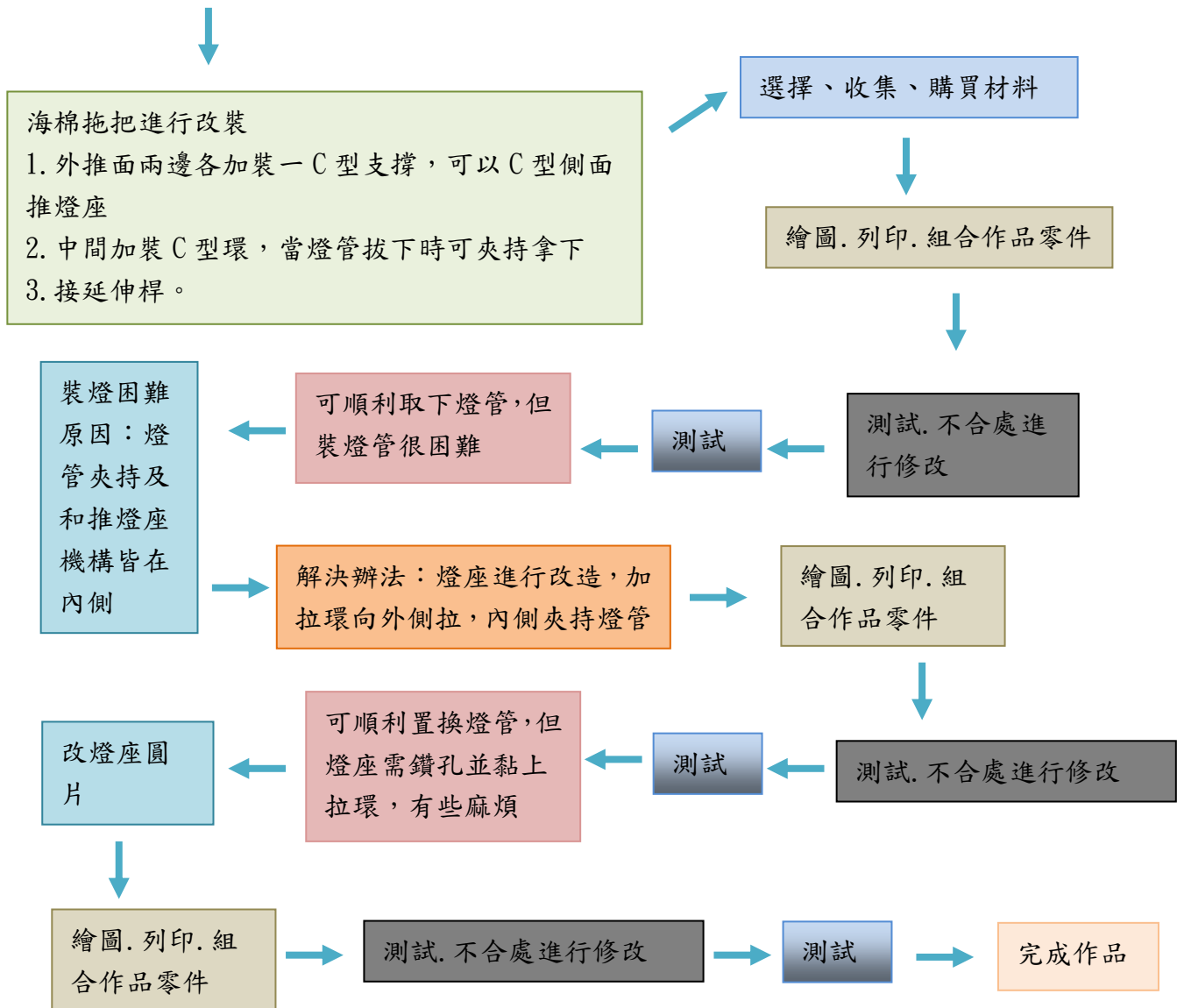
2.卡式燈腳座

- (1)能夾持燈管：因為不管是拆卸燈管，或是裝上燈管，都需要拿著燈管，使燈管不掉落。
- (2)能旋轉燈管：因為燈脚是否能在燈座上卡住，由燈脚方向來決定。

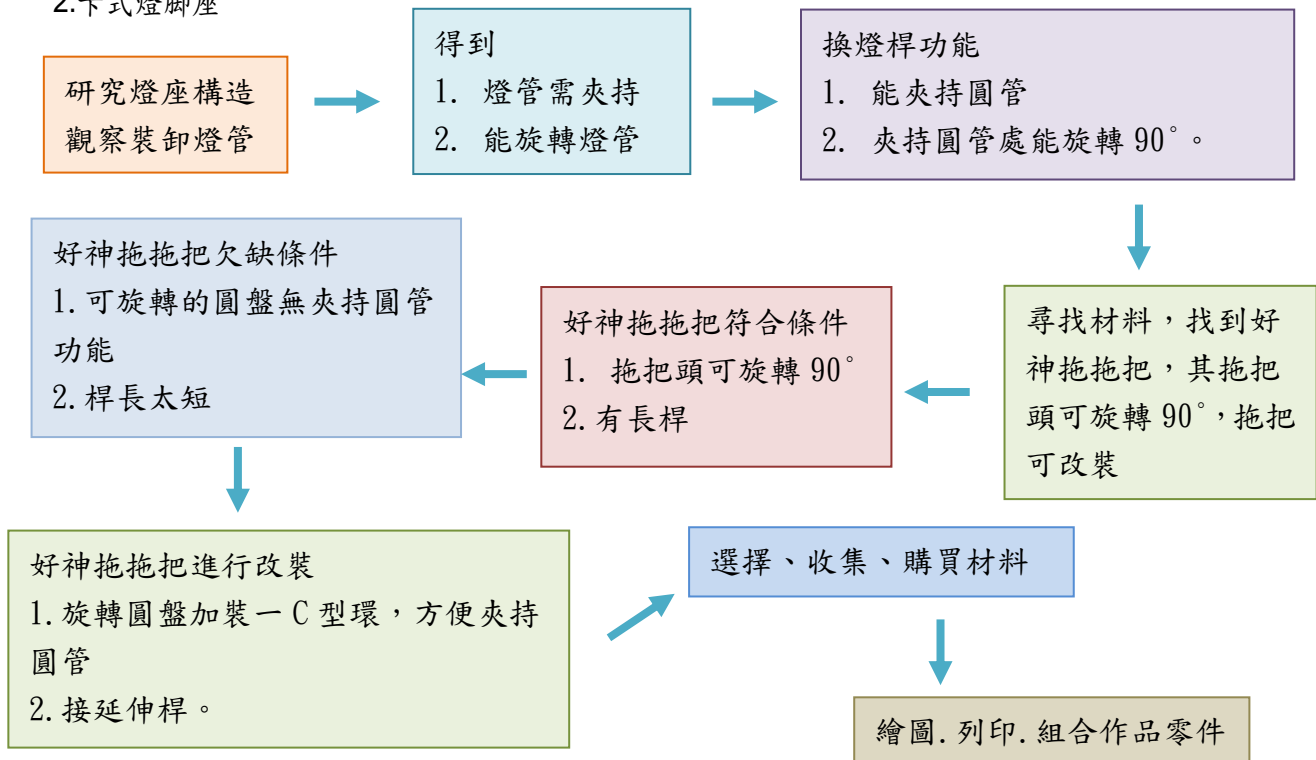
(三)研究流程圖

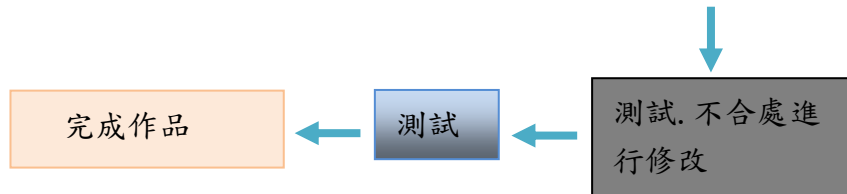
1.彈簧燈腳座



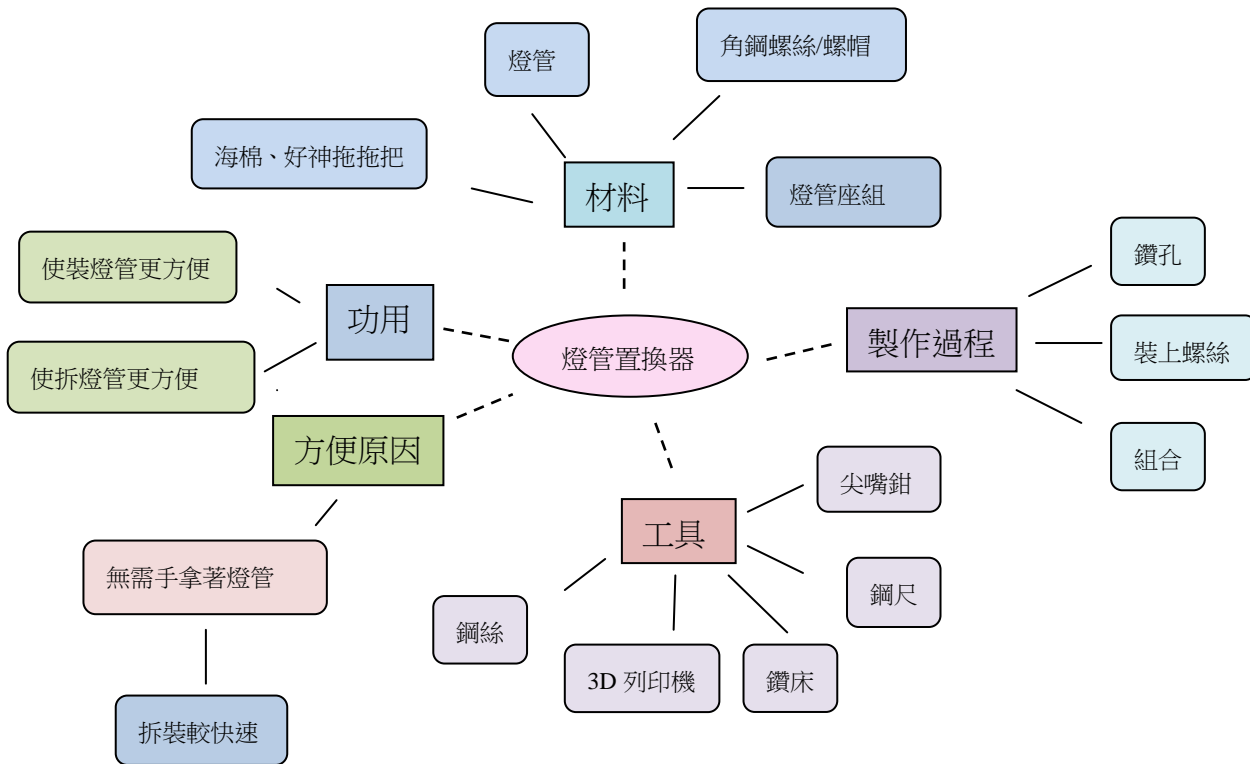


2. 卡式燈腳座





(四) 作品心智圖

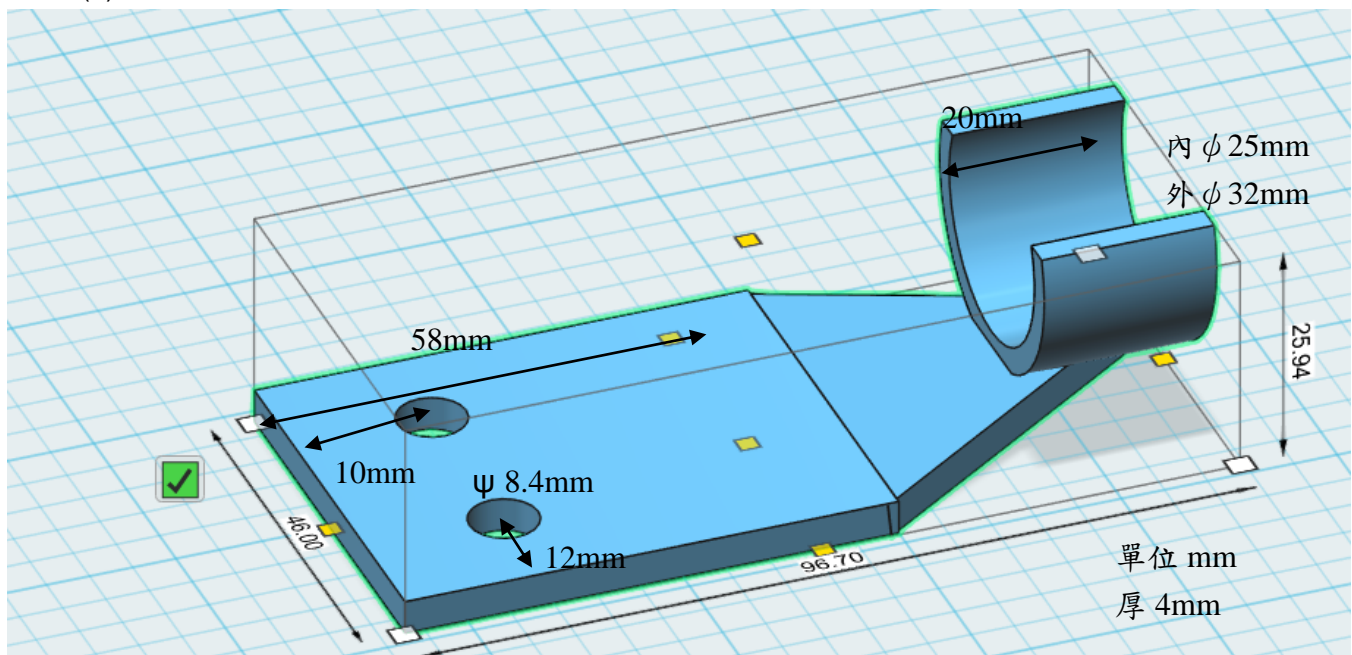


二、製作出能順利拆下及裝上燈管的長桿

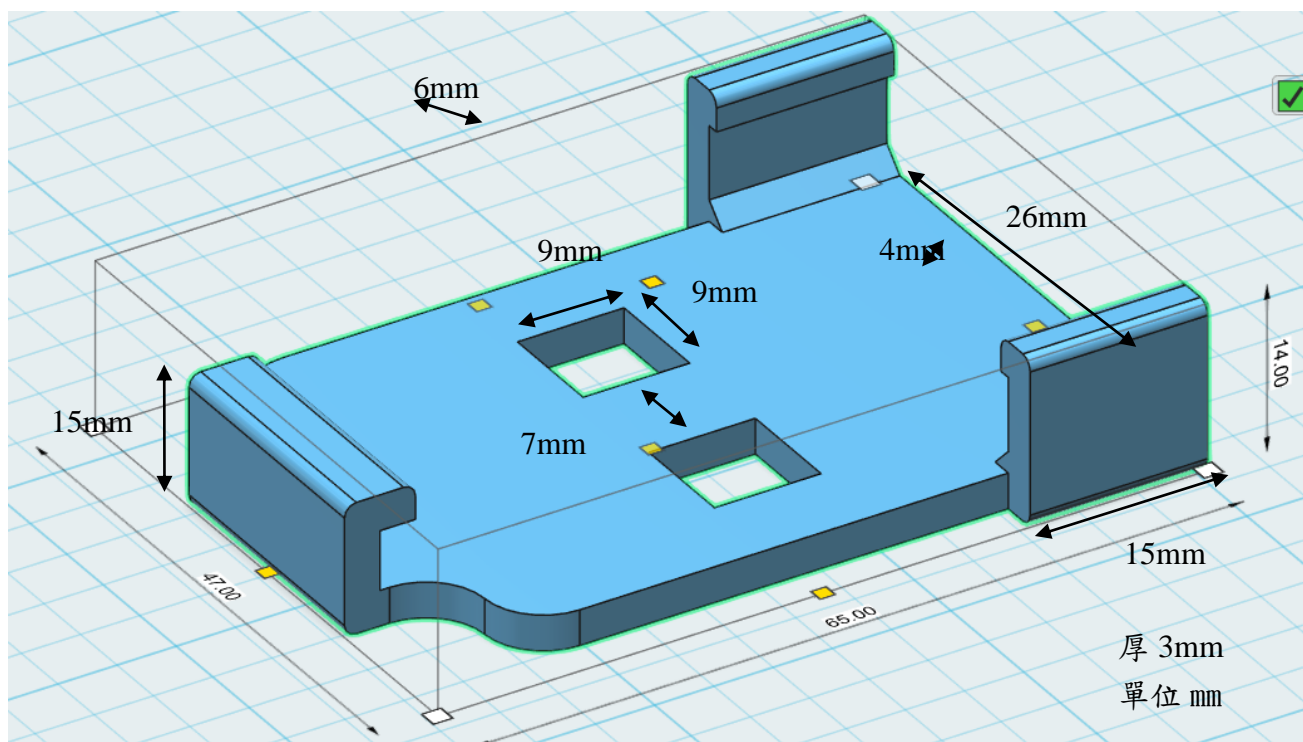
(一) 作品設計圖

1. 彈簧燈腳座

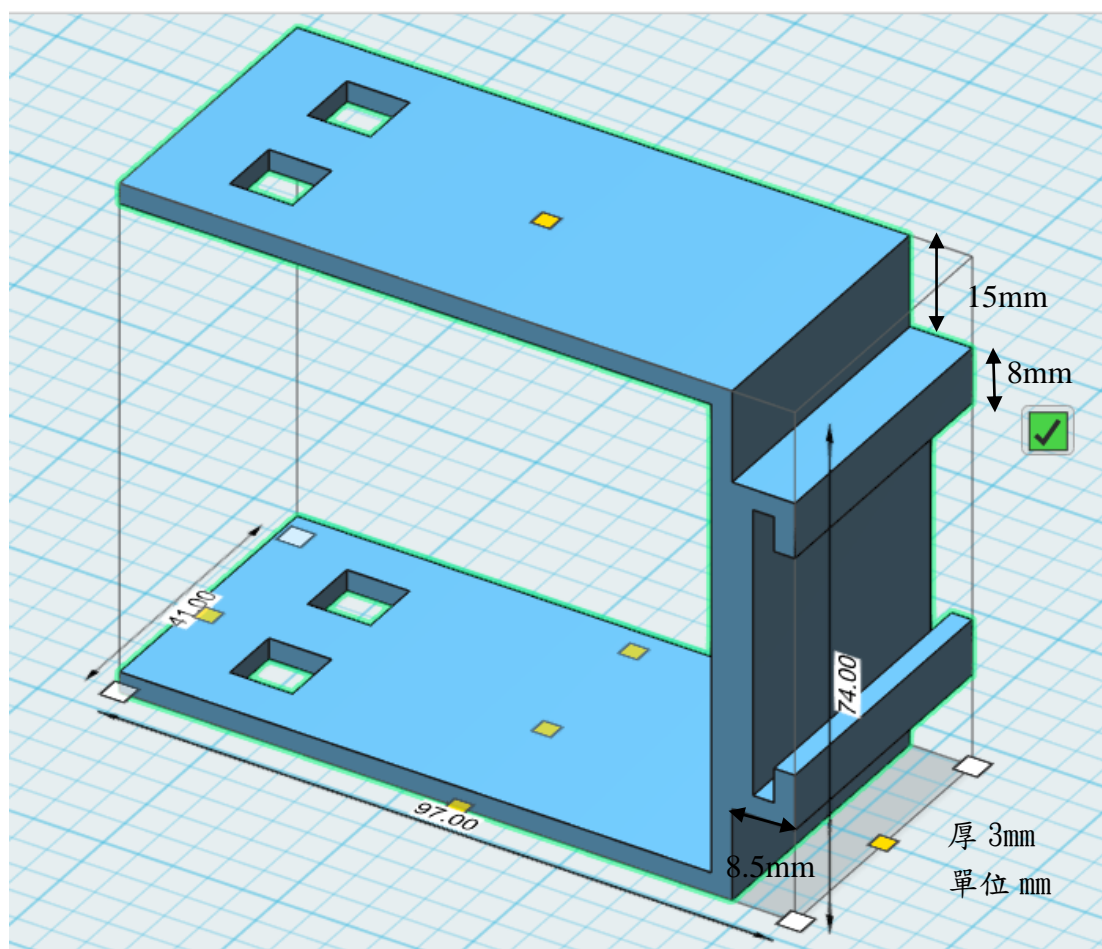
(1) 外推片部分：用途為推壓燈座，共兩片。



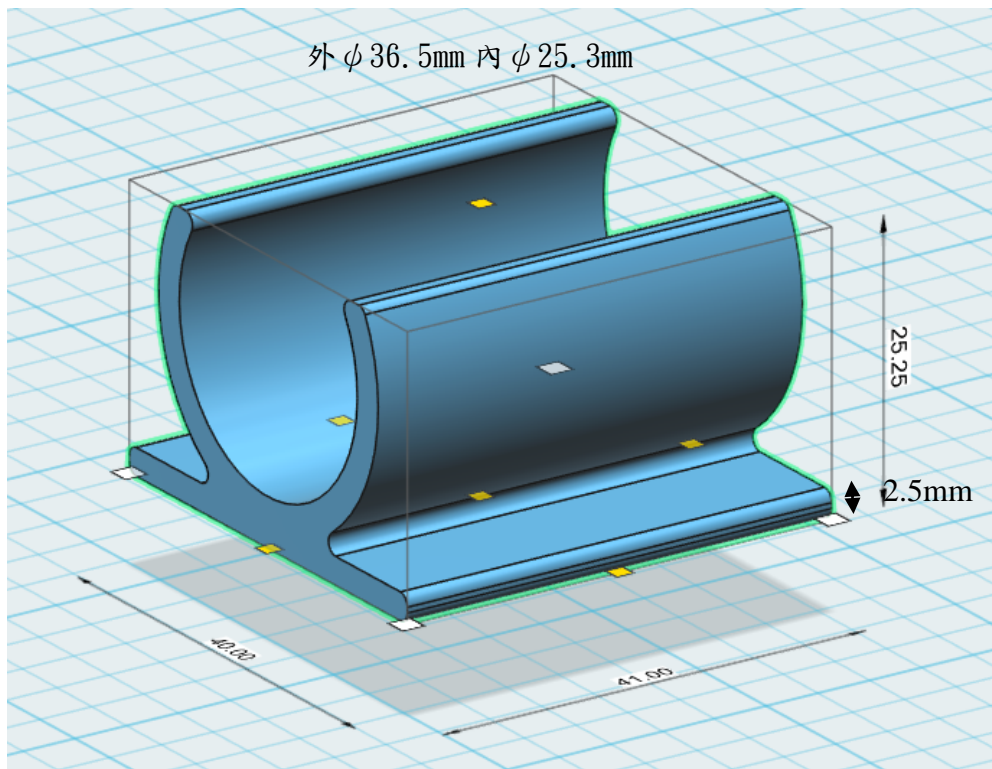
(2)側板：避免破壞拖把結構，固定U型支撐片用，共兩片。



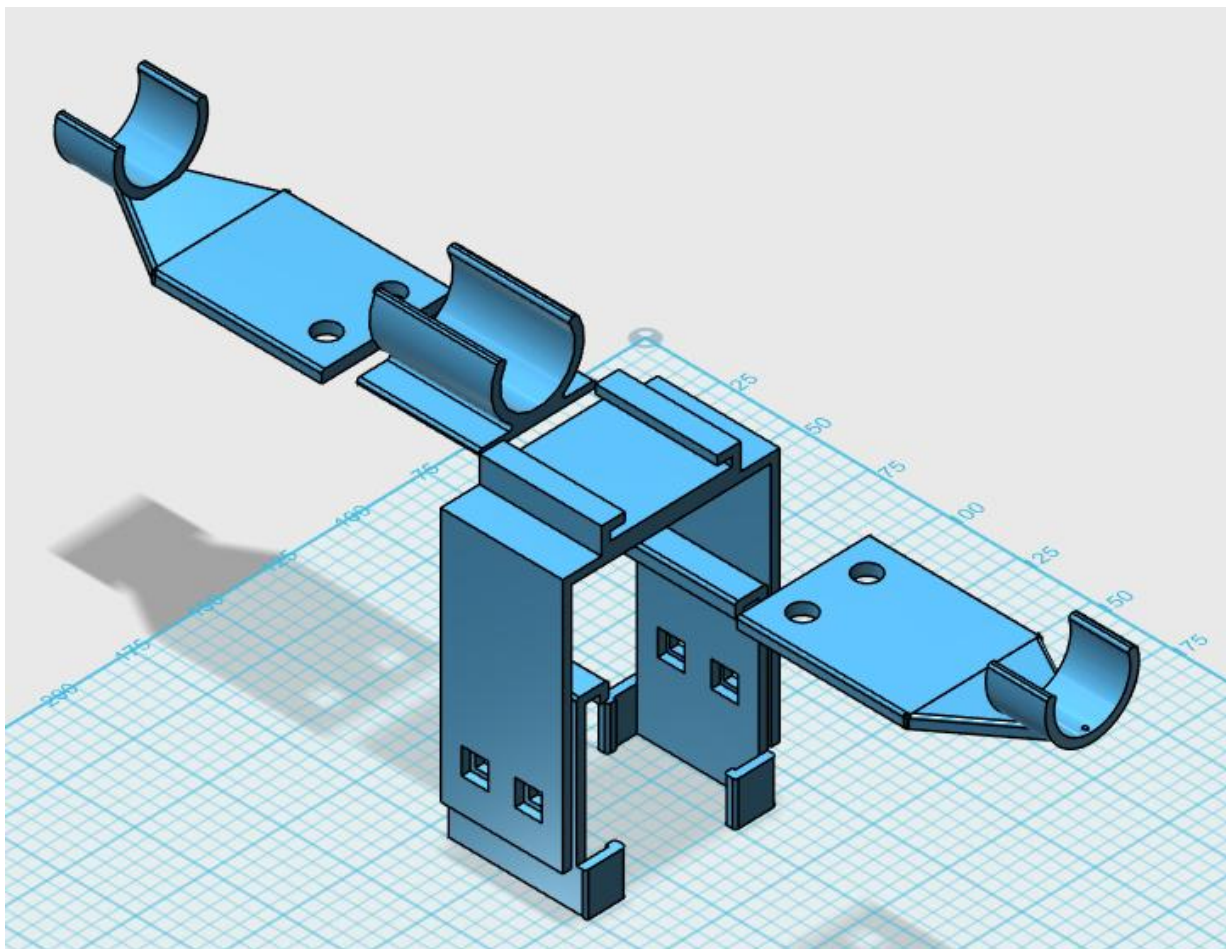
(3)U型支撐片：跨過拖把兩側，鎖在兩側板上，頂端有凹槽，可裝卸C型環。



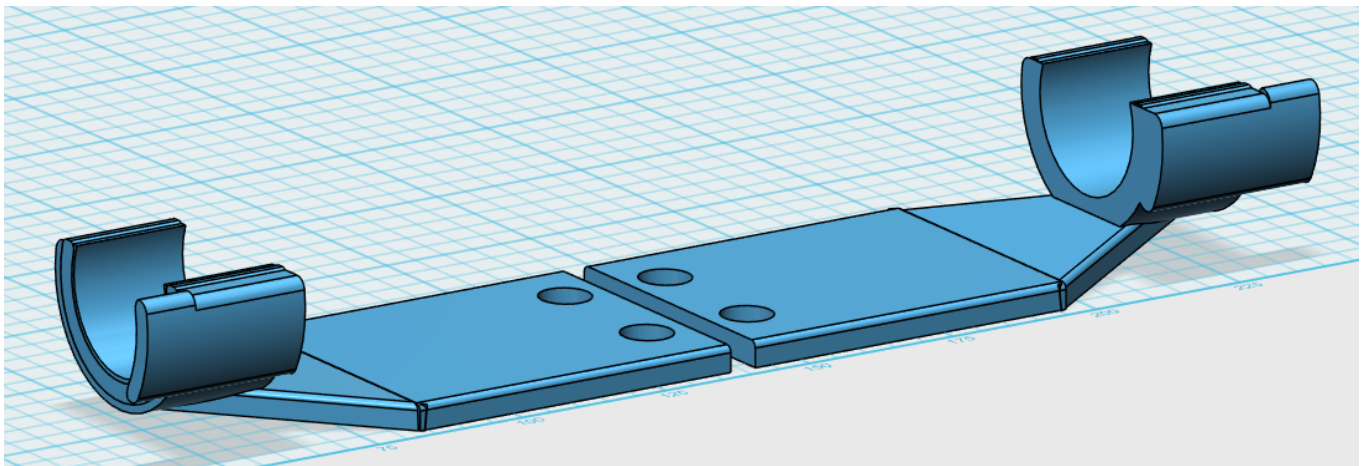
(4)C 型環：持燈用。



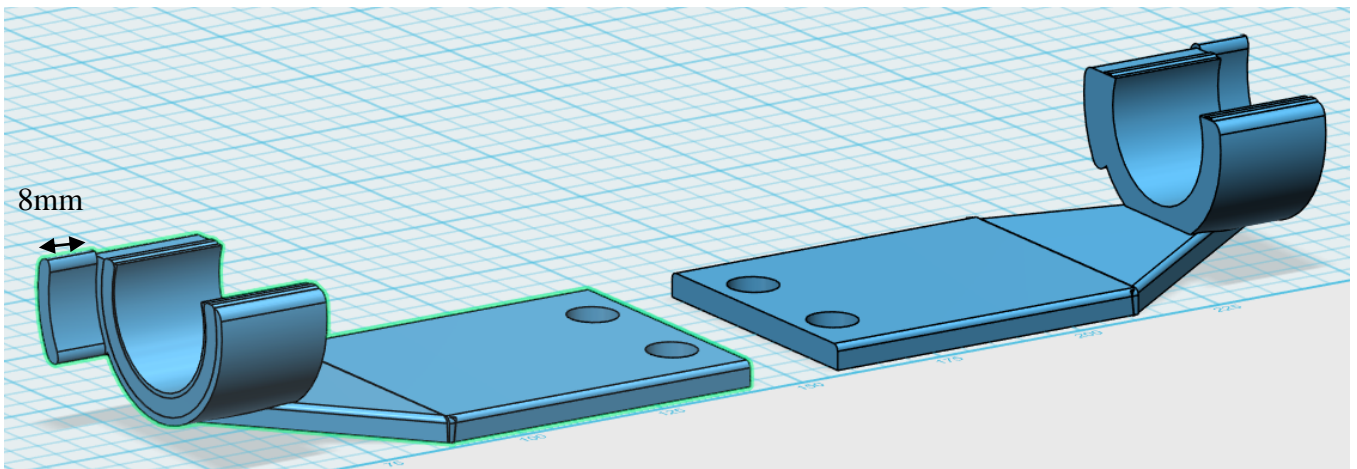
(5)組合：兩個側板、兩個外推片、一個門型支撐片和一個 C 型環，組合後的相對位置如下圖。



(6)改良外推片：裝燈時發現會旋轉過頭，而在外側多加一擋片。

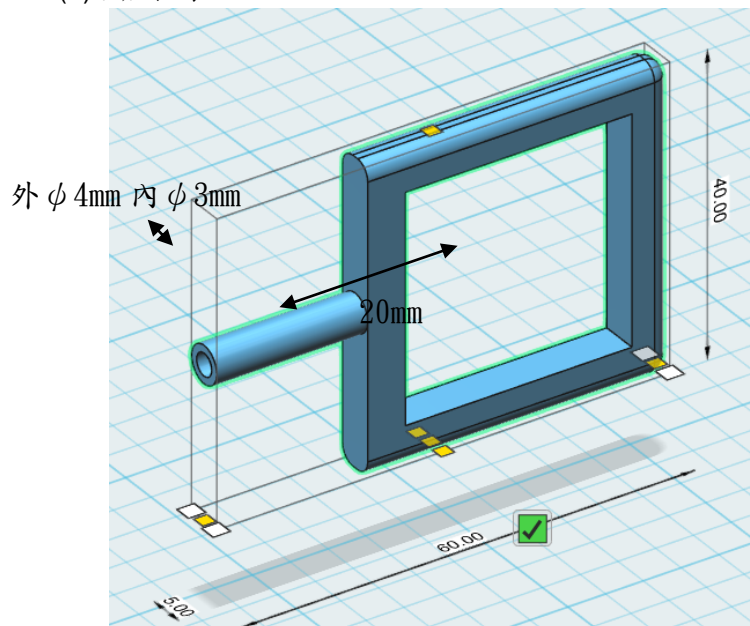


正面

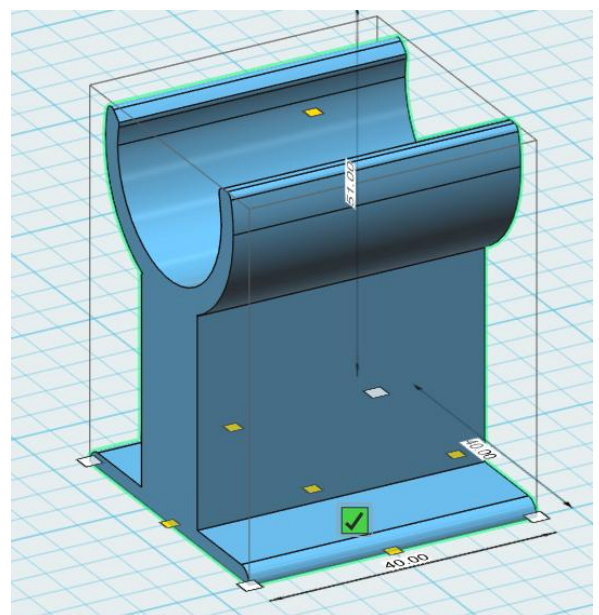


背面

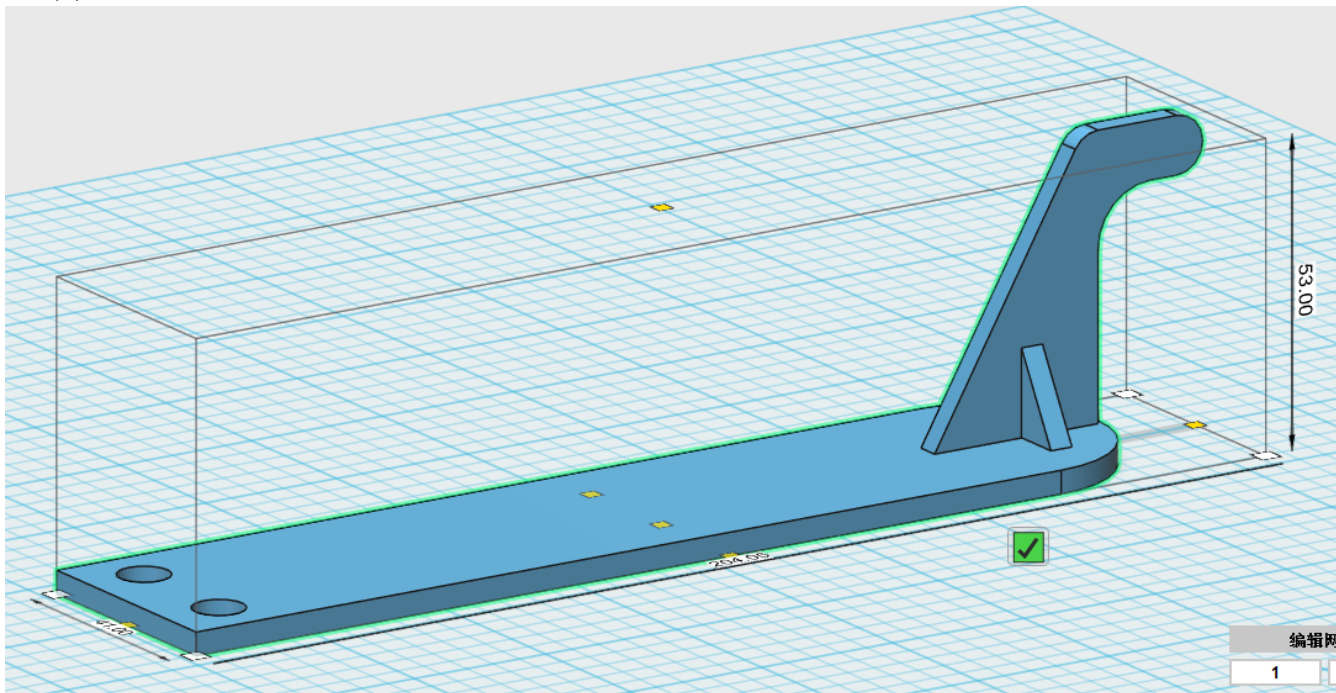
(7)燈座拉環



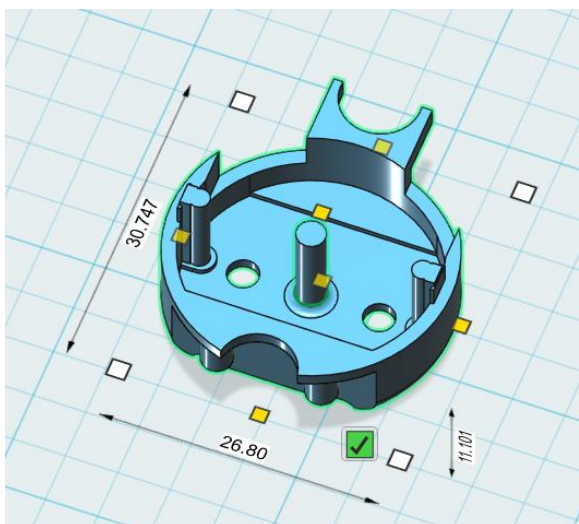
(8)持燈管 C 環：用於夾持燈管



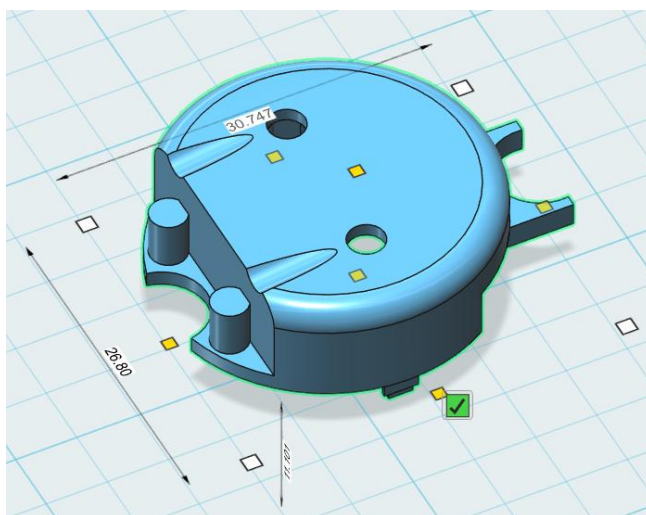
(9)拉環外推片：配合燈座拉環使用。



(10)燈座圓片



背面



正面

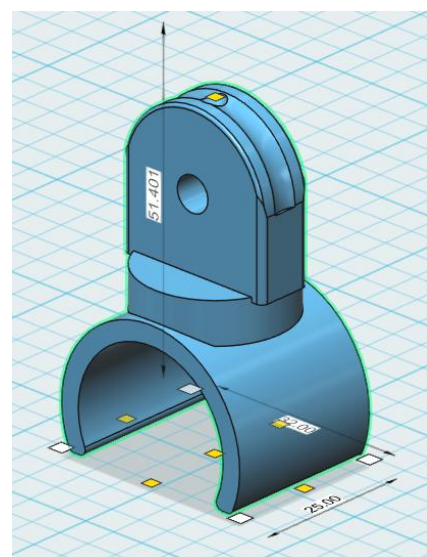
2.卡式燈腳座：圖六此零件可旋轉 90° 又可夾持圓管。

(二) 製作步驟

1.彈簧燈腳座

(1)改裝海棉拖把

根據功能需求，我們發現家中一款海棉吸水拖把可以將海棉彎折摺乾，再向兩邊推出，好像可以符合第一點功能要求，於是和媽媽借了拖把來加以改裝，以下為改裝步驟：



圖六

		
<p>a.將海棉拖把海棉條先拆掉。</p>	<p>b.以 123D*design 設計各部分零件。</p>	<p>c.3D 列印機列印出零件。</p>
		
<p>d.以角鋼螺絲組合零件。</p>	<p>e.重複 b~d 不斷修正零件尺寸，直至符合尺寸，圖為列印失敗或尺寸不合之零件。</p>	<p>f.零件組裝後之拖把。</p>

(2) 燈座加拉環



圖七

裝燈時，燈腳常無法順利卡入燈座孔洞內，所以還要再改進，我們思考原因，因為壓燈座的機構和持燈管的機構，都同樣在燈座內側，所以造成燈管無法有效插入燈座，如果分開效果應該會好些，持燈管的機構一定要在燈座內側，那壓燈座的機構一定要在燈座外側了，如果是在外側那麼就不能壓燈座，而是拉燈座，我們研究了一下燈座內部構造（圖七），發現它就是一彈簧頂著一片塑膠，如果我們從放彈簧的孔洞，伸出一拉環與塑膠片連接，那就可以從外側拉動燈座了，以下為燈座改造步驟：

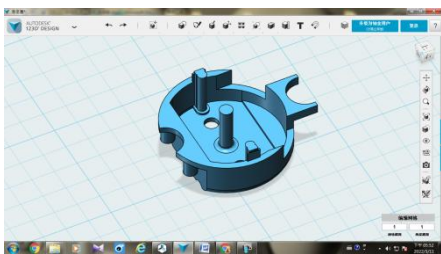
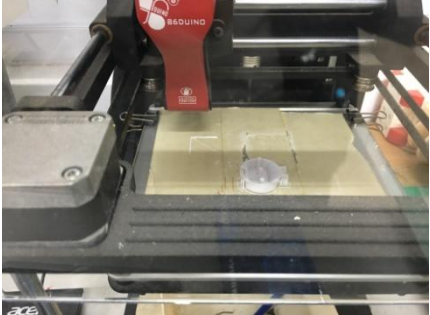


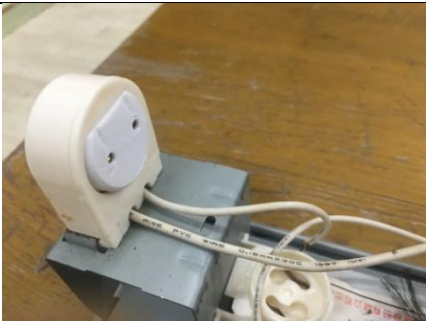
		
(a) 打開燈座，拿掉中間彈簧。	(b) 燈座中間孔洞鑽穿。	(c) 中間支柱上快乾膠
		
(d) 拉環裝上燈座	(e) 改良後燈座	(f) 改良後外推片及持燈管 C 環

(3) 改燈座圓片


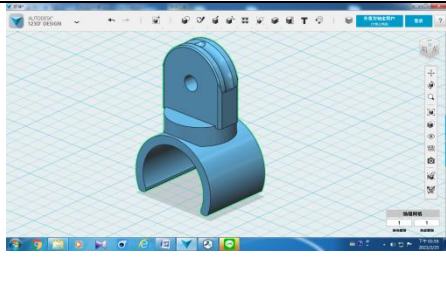
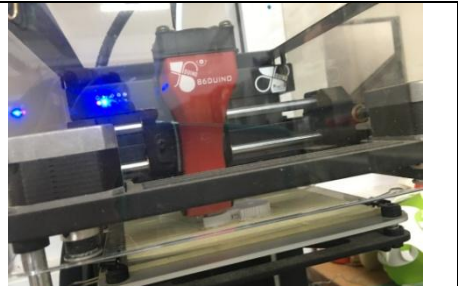



我們又想到，如果燈座塑膠壓片可以改成斜面，並且有導軌（圖八紅線）讓燈腳卡入應該裝燈管時就能更容易，這需要設計、列印新的塑膠片，以下為改造步驟：



圖八

		
a. 設計燈座圓片	b. 3D 列印出圓片	c. 將燈座原來圓片拆除
		
d. 裝上新圓片	e. 完成的燈座	

2. 卡式燈腳座

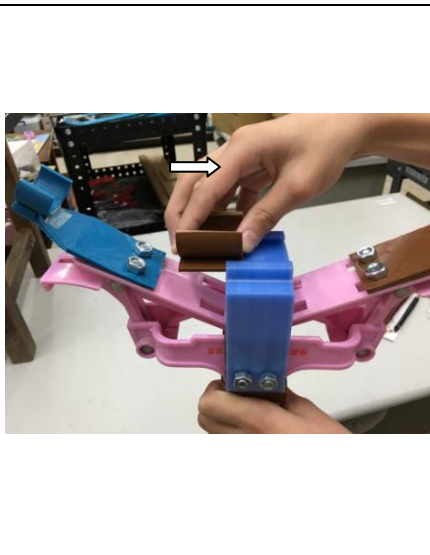

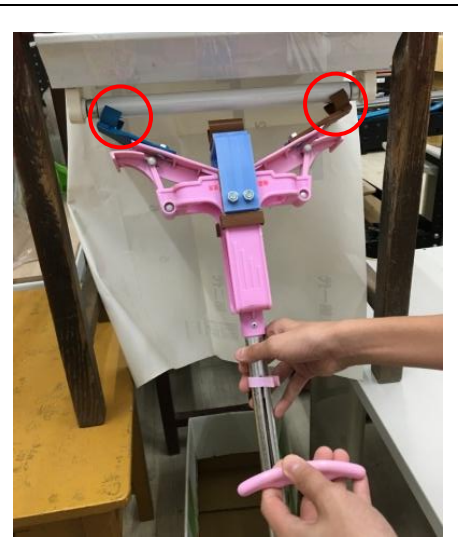
		
<p>(1)將斷裂的好神拖拖把圓盤零件拆下。</p>	<p>(2)以 123D*design 設計零件。</p>	<p>(3)3D 列印機列印出零件。</p>
		
<p>(4)列印出來的零件裝上拖把柄。</p>	<p>(5)塗上熱融膠來止滑。</p>	<p>(6)完成卡式燈腳座燈管置換器。</p>

伍、研究結果

一、彈簧燈腳座

(一)由內側推燈座

1、卸燈管

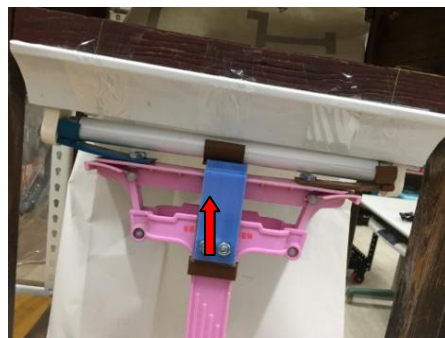
		
<p>(1)C 型環塞入口型支撐片溝槽。</p>	<p>(2)海棉拖把拉桿拉下，使推桿略呈內凹狀態。</p>	<p>(3)桿子用力上頂，使外側推片上的 C 環扣住燈管。</p>



(4) 拉桿上拉，使兩側推桿向外拉直，燈座彈簧被壓入。



(5) 整枝拖把用力向上頂，使中間 C 型環也扣住燈管。



(6) 繼續向上頂，使燈管脫離燈座。



(7) 拖把向下拉，燈管順利拔下。



(8) 完全拔下。

2、裝燈管







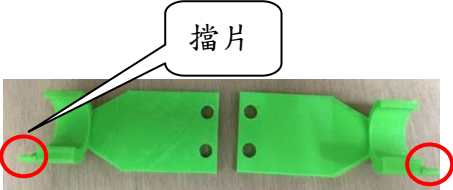

(1) 卸下 C 型環。




(2) 海棉拖把拉桿拉下，使推桿略呈內凹狀態。




(3) 燈管輕放於外推片 C 環處，並旋轉燈腳呈水平狀態。







		
<p>(4)一端燈腳先插入燈座。</p>	<p>(5)拉桿上拉，使兩側推桿向外拉直，燈座彈簧被壓入，另一端從上方旋入燈腳也插入燈座。</p>	<p>(6)桿子輕拉，確定燈腳已插入燈座，燈管已固定。</p>
		
<p>(7)將桿子拿下，燈管安裝完畢。</p>	<p>(8)步驟5中，燈管未插入燈座的那端燈腳需由燈座上方旋入，但是旋入時常過頭，所以我們又改良兩側推片的C環，增加一擋片，設計圖如圖六，使燈管能更好插入燈座。</p>	<p>(9)有時燈腳無法順利卡入燈座孔洞，需再進行改良。</p>

(二)以拉環拉燈座
1、裝燈管

		
<p>(1)換燈桿裝上持燈C環，並將燈管放於C環上</p>	<p>(2)外推片外勾插入拉環</p>	<p>(3)外推片往外推，使拉環往外拉，燈座彈簧內縮，拉動燈管使燈管燈腳順利卡入燈座</p>



		
(4)外推片放鬆，拉環回原位，燈座彈簧彈回卡住燈腳	(5)換燈桿拿離燈座	(6)燈管成功裝上



2、卸燈管

		
(1)換燈桿裝上持燈 C	(2)外推片外勾插入拉環	(3)外推片往外推，使拉環往外拉，燈座彈簧內縮，燈管脫離燈座，被 C 環接住
		
(4)外推片放鬆，拉環回原位	(5)換燈桿及換下燈管拿離燈座	(6)燈管已卸下

(三)新燈座圓片

1. 裝燈管

		
a. 以好神拖把柄改裝的燈管置換器持燈管，並使燈腳呈水平狀態	b. 使一邊燈腳先插入燈座孔洞，並用力向側推	c. 另一側燈腳順勢沿導軌向上，進入孔洞

		
<p>d. 如無法順利上推，可移持燈 C 環至另一側上推</p>	<p>e. 燈管成功裝上</p>	


2. 卸燈管：需使用海棉拖把改裝置換桿，步驟與由內推燈座卸燈管相同。

三、卡式燈腳座

1. 裝燈管

		
<p>(1) 燈管裝上持燈 C 環，並使燈腳呈垂直狀態。</p>	<p>(2) 使燈腳插入燈座凹槽。</p>	<p>(3) 上推到底。</p>
		
<p>(4) 旋轉持燈 C 環，使其呈 90°，此時燈管也會旋轉 90°。</p>	<p>(5) 將燈管置換器水平移離燈管。</p>	<p>(6) 燈管成功裝上。</p>

2.卸燈管

		
(1)將持燈 C 環夾住燈管。	(2)旋轉持燈 C 環。	(3)燈桿下拉。
		
(4)如果燈管無法卸下，向另一側旋轉持燈 C 環，再向拉。	(4)燈管旋轉 90°，自動脫離燈座。	(5)完成卸燈管

三、三種方式比較

方式	由內側推燈座	以拉環由外側拉燈座	換燈座圓片	旋轉燈管
適合燈座型式	彈簧燈腳座			卡式燈腳座
燈座是否需改造	不需要	需要鑽一小孔，裝上拉環	需換上新圓片	不需要
卸燈管時外推片按壓燈座程度	較小，燈腳容易卡住因硬拉而歪斜	較大，兩邊燈腳可同時脫落	方式與由內側推燈座相同較小，但因為有導軌，燈腳不會卡住	無外推片
裝燈時難易度	較難，需一側燈腳先插入，再放另一側燈腳，如果距離遠，容易對不準燈腳洞，另一側也很難旋入燈座	較易，燈管兩邊燈腳同時放入，燈腳對不準洞時，因燈管還在持燈 C 環上，可輕輕移動一下使燈管卡入	難易度比由內側推燈座容易些，但比拉環和旋轉燈管難	非常容易
外推片長度	較短	較長	裝燈時無外推片，卸燈時與由內側推燈座相同	無外推片
持燈 C 環	卸燈管時需要，裝燈管時不需要	裝卸燈皆需要		
優點	不破壞原來燈座	換裝燈管較容易	不破壞原來燈座，只是	不破壞原來燈座，裝卸

			置換燈座圓片，卸燈方式與由內側推燈座相同，但更容易	燈管很容易
缺點	卸燈管時可能弄彎燈腳，且裝上燈管成功率低	需改裝燈座，因為要裝上拉環，需拿掉細彈簧，導致彈力不夠，保留下來的粗彈簧需再加強彈性，或者燈管裝上後，輕敲拉環就可讓燈腳卡得更進去	裝燈與卸燈必須使用不同長桿，裝燈時需有些技巧，如果燈具太高，很難對準燈腳洞	卸燈時有時燈腳會卡住，需持燈 C 環往另一側旋轉才能將燈管脫離燈座

綜合上表分析，我們覺得燈座如果是彈簧燈腳座，以我們目前所製作出來的燈管置換器還不理想，而燈座是卡式燈腳座我們的燈管置換器已經可以輕鬆置換燈管了。

陸、討論及結論

一、燈座卡住燈腳的方式並不相同，此燈管置換器是否適用所有不同型式燈座？

日光燈燈腳座有很多種型式，最常見的有彈簧燈腳座及卡式燈腳座（圖九~十），後者燈腳插入後需要旋轉燈管 90° 才能卡住，我們針對這兩種燈腳座分別設計出燈管置換器，彈簧燈腳座置換器我們研發了 3 代置換器雖然有進步，但還有改造空間，而卡式燈腳座置換器，我們只研發了一種就已經非常實用了。



圖九



圖十

二、整枝燈管轉換器的製作成本是否很高？

我們的材料只用到海棉拖把、好神拖把桿、角鋼螺絲及 3D 列印線材，價格如下表，如果海棉拖把為新品，總價為 715 元，好神拖把為 343 元，價格並不高，我們這次所用的拖把是家裏舊有或是壞掉的，所以只花了 195 元，但以後如果要加上延長桿，那可能和市售的摘果器一樣價格了。

材料	海棉拖把	好神拖把	PLA (200g) 線材	刀鋼螺絲、螺帽
數量	1 枝	1 枝	1 卷	8 組
價格	520 元	343 元	175 元	20 元

三、海棉拖把拉桿與推片距離是否太近，那就失去不用爬梯子就可置換燈管的用途？

我們所改裝的海棉拖把拉桿與推片距離太近（圖十一，箭頭長度），我們想要找到其他替代品，結果發現跟親戚借的摘果桿（圖十二）好像可以進行改裝，因為都是拉動內部一長桿（圖十三、十四紅圈處）來造成動作，如果長桿是相連的，就可以順利縮展推片了，受限於機具我們無法對金屬進行加工，而好神拖把只要將類似圖十四長桿一節一節接上就可延長。



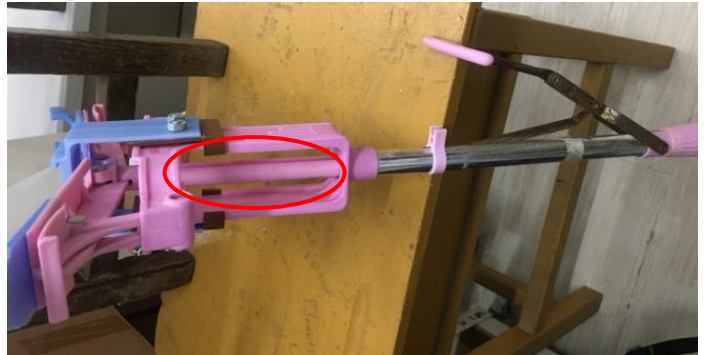
圖十一



圖十二



圖十三



圖十四

四、有燈罩的燈管座，適不適合使用該燈管置換器？



圖十五



圖十五的燈管座，有燈罩或有金屬管套在燈管上，此類的燈管，我們的燈管置換器無法使用，必須先用梯子爬上後將燈罩拿掉再換燈管，既然已經爬上靠近燈具旁了，用手直接換燈管就好，也不需要我們的燈管置換器了。

五、使用 PLA 線材列印，強度是否足夠？

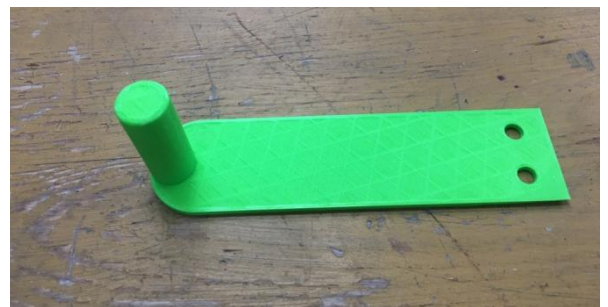
一開始列印出來的零件確實有測試後就斷裂的情形發生，我們調整了列印密度使零件不再斷裂，以拉環外推片為例，在推拉環時，外推片還是有彎曲情形，如果燈管愈長，所需的推片要更長，也愈容易變形，所以外推片形狀、厚度還要修正，或改用金屬片才行，因此燈座拉環外推片我們就改了好幾個板本，以下是我們改變過程：



外推時會彎曲

→

改



燈座拉環會從上方滑走

↓

改



測試多次後，會從最細處斷裂

←

改



六、對於彈簧燈腳座，不管是由內側推燈座、以拉環由外側拉燈座和換圓片方式，裝燈管時，燈腳都有無法順利卡入洞內的問題，要如何解決？

目前以拉環由外側拉燈座的方式，由於裝燈時也需要持燈 C 環，所以只要移動一下燈管就可卡入，可惜燈座改造較麻煩，而換圓片很簡單，但要對準燈腳洞有些困難，雖然現階段我們的作品還不太理想，但每一次改造都有進步，這留待我們繼續研究更理想的方式。

七、燈管有各種尺寸（圖十六），此燈管置換器是否適用所有尺寸燈具？

由於燈管有不同的規格，所以我們特別設計外推片及持燈 C 環是拆卸式的，例如外推片是以螺絲鎖在拖把上，所以只要根據燈管長度，換不同長度的外推片，就可以置換不同長度的燈管，較細的燈管，換上直徑較小的 C 環，也可夾持細燈管。



圖十六

八、彈簧燈腳座需改裝燈座，那消費者購買燈管後，還要請水電工改造燈座，那是否非常麻煩？

最好是能和燈管製造商合作，在工廠製作燈座時就先將拉環做好，如果是自己改裝，購買燈管置換器時就附上拉環，消費者需在燈座鑽小孔，並以快乾膠黏上即可，如果是換圓片，那就非常簡單，只要將燈座像門一樣的構造打開，換上新圓片就可，可是需要兩種置換桿，但卡式燈腳座就沒有這個問題，或許我們的卡式燈座燈管置換器普遍後，彈簧燈腳座的燈具就慢慢淘汰了。

九、此項研究最困難點在何處？

3D 列印的速度很慢，例如小的燈座拉環也要 30 分鐘，大的零件如外推片甚至要 6 小時，列印途中如果斷線又要重新印，印好了尺寸不合修過後又要重印，所以耗費了很多時間。

十、此次研究那些部分是屬於原創？

我們研究過程中所製作出來的零件和想法，市面上都沒有，所以這些都是原創，除了海棉拖把借了它原本可折疊延伸的功能，及好神拖把頭可旋轉功能。

柒、參考資料及其它

一、麗維家（2017 年 8 月 20 日）。日光灯的构造及工作原理。

取自：<http://www.liweijia.com/zixun/9493.html>

二、鑫部落（2019 年 5 月 22 日）。跟傳統日光燈管說再見，免換燈座，立即升級馬上省錢！取自：

<https://newguest88.pixnet.net/blog/post/350278072#6>

三、達億機械（2018 年 6 月 8 日）。cura 支撐材之高階設定。取自：

<http://www.mastech3d.com/new-blog-1/2018/6/8/cura-support-setting>

四、魯班到家（2018 年 12 月 14 日）。日光燈更換及燈座維修方法介紹。每日頭條。取自：

<https://kknews.cc/zh-tw/home/b84oapo.html>

五、G. T. Wang（2013 年 3 月 6 日）。自己更換脆化碎掉的環形日光燈燈腳。GTW 部落格。取自：

<https://blog.gtwang.org/diy/diy-change-lamp-press/>