

投稿類別：工程技術類

篇名：
戶外洗臉噴頭

作者：
周子皓。台北市立高級工農職業學校。機械科三年級智班。
林子恩。台北市立高級工農職業學校。機械科三年級智班。
楊智堯。台北市立高級工農職業學校。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

現在的社會環境，因各種工業以及汽機車排放的髒空氣會在皮膚表面產生覆蓋，導致毛孔阻塞，進而造成皮膚的不健康。而洗臉就有助於臉部的清潔及提神作用。在家洗臉時，都有洗臉盆可以使用，在外洗臉時，若是有個類似噴頭的輔助器能幫助我們清潔臉部，會非常方便。

一、研究動機

我們在學校體育課打完球後常會滿身大汗，都會跑去洗手檯洗臉，洗臉時，大家都是用手捧水洗臉，每一次洗臉都會漏失很多水資源，因此，本學期的專題製作課，我們就針對這個缺點，想設計一個方便攜帶又能快速拆卸的洗臉噴頭，解決戶外洗臉時浪費水資源的缺點。

二、研究目的

基於上述研究動機，我們想利用在學校所學的機械相關知識與技能，設計並製造可以在一般外面公共水龍頭上使用的洗臉噴頭，並且兼具著能夠省水的功用。

三、研究流程圖

本研究訂定題目後，便開始蒐集相關資料，並整理討論，接著利用 3D 繪圖軟體 SolidWorks 繪製模擬立體圖，再與老師進行討論。待完成工作圖後，即利用 3D 列印機進行零件製作及組裝，並測試成品是否有達成目的，再將過程逐一整理紀錄，寫成研究報告，其流程圖如圖 1 所示：

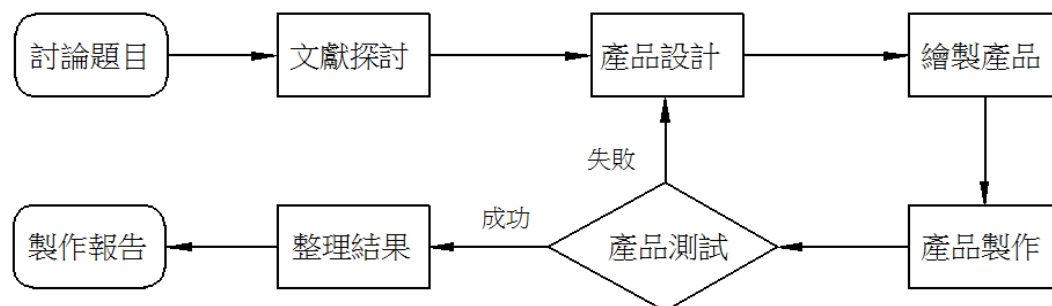


圖 1 研究流程圖

貳、正文

一、文獻探討

為達研究目的，本組針對有關噴頭內部的流路原理及接頭的裝卸裝置進行相關文獻的探討。

(一) 連續定理

在穩定流動的狀態下，管內之任一截面（A）所通過流體流量（Q）恆為一定，謂之「連續定理」（許宗銘，2001）。根據連續定理則可得：管之截面積與流體之流速（V）成反比，即：管之截面積大時，流速慢；截面積小時，流速快。

$$Q_1 = Q_2 = A_1 \times V_1 = A_2 \times V_2 = \text{常數}$$

$$\text{流速 (V)} = \frac{\text{流量 (Q)}}{\text{水管截面積 (A)}}$$

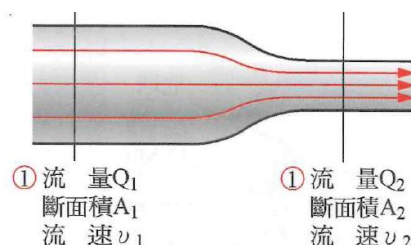


圖 2 連續定理

（資料來源：許宗銘（2011）。
液氣壓原理與實習（2-7）。新北市：台科大圖書。）

連續定理的應用在生活中很常見，例如：澆花時為了能將水噴至遠處，都會將橡皮水管前端壓緊，這就是運用到連續定理。

(二) 錐度原理

錐度的定義是，「當工件的直徑，沿其軸心線均勻的產生增大或減小時，則稱此工件具有錐度」（林鴻儒，2008）。若直徑差越大，錐度長越短，錐度值會愈大，其公式如下：

$$\text{錐度 (T)} = \frac{\text{大直徑 (D)} - \text{小直徑 (d)}}{\text{錐度長 (L)}}$$

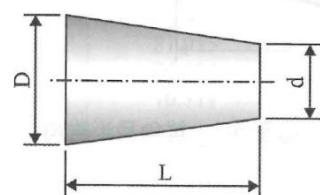


圖 3 錐度的定義

（資料來源：林鴻儒（2008）。
車床實習（49）。新北市：台科大圖書。）

由連續定理知，水流量一定時，流道截面積愈小，其通過的流速會愈大，所以流道如設計成如圖 3 錐度狀，當水由左流向右時，出水口水速會增加。

(三) 出水阻力

水在水管中流動時，每當「入口處若有尖角，容易產生分離現象，流況會形成渦流，水龍頭損失係數亦會較大」(朱佳仁，2001)，反之，水龍頭損失係數越小，所以我們將底部做成彎曲形狀，以減少直角所產生的阻力。

(四) 斜向拋射運動

物體與水平軸成任一夾角被拋出時，若不計空氣阻力，物體因受地心引力作用，會形成拋物線的軌跡，並「做水平等速運動和垂直上拋運動所合成的平面運動」(李榮華，2013)。如圖 4，若仰角角度越大及初速度越大拋射的高度就能越高，其公式如下：

$$\text{最大高度}(h) = \frac{\text{初速度}(v_0)^2 \times \sin^2 \theta}{2 \text{ 倍重力加速度}(g)}$$

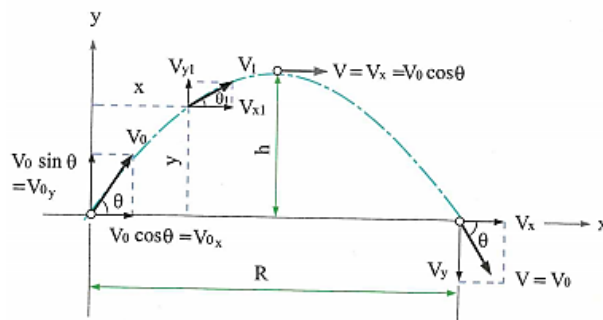


圖 4 斜向拋射運動

(資料來源：李榮華 (2013)。機械力學(165)。新北市：龍騰文化。)

(五) 密封裝置

坊間常見的「密封裝置用以防止流體洩漏」(李建義 譯，2001)，密封裝置有很多種款式，我們選用了三種不同裝置，分別比較其差異及優缺點：

1. 蝸桿式管子束

「管子束主要用於液或氣壓管路上，以接和接頭及管路」(吳國銘，1987)，此裝置運用到的是蝸輪蝸桿裝置，蝸桿與蝸輪是用於不平行且不相交，但互相垂直之兩軸傳動，此裝置利用蝸桿來傳動帶有齒形的束帶，以縮小管子束來達到鎖緊的目的，具有強度較強不易鬆動的優點。

2. O 形環




O 形環的主要原料為橡膠，「利用橡膠本身的反彈力，使其壓著於壁面，而達到密封的效果」(李建義 譯，2001)，具有安裝簡單密封性能優異的優點，但僅適合於軸之安裝。

3. 自製熱熔膠環

熱熔膠是一種在一般狀態下為固體，具有黏合速度快且可塑性高等優點的接合劑，所以適合塗於孔的內壁以製作成類似於 O 形環功能的套環，因為可塑性高，所以易於加工成所需的外型。

將上述所參考的方法我們選用了幾種密封裝置加以比較，並實際加裝實驗，在比較各自的優缺點後，因為我們選用的產品材質為 PLA，是一種高硬度、低韌性的材質，所以蝸桿式管子束並不適合本產品，而 O 形環僅僅適用於軸，自製熱熔膠環則因可塑性高而能達到類似 O 形環的功用，所以我們選用自製熱熔膠環做為我們產品的密封裝置，比較表如表 1 所示。

表 1 密封裝置比較表

	蝸桿式管子束	O 形環	自製熱熔膠環
比較物圖片	 <p>標準型 (資料來源：吳國銘 (1987)。扣件與接合 (52)。台北市：機械月刊社。)</p>		
優缺點	適合用於軟水管或彈性材料	適和裝置於軸，較不易裝於孔內	可塑性高，方便調整，適合用於孔

二、產品設計

(一) 接頭設計

我們一開始的構想是想直接將產品裝於出水口的部位，但考慮到若是水壓太大，可能會直接將產品沖垮，所以之後決定要選用外徑 18 mm 的水龍頭做為標準，並將產品設計成包住水龍頭的前半部。如圖 5 所示，我們將接頭的轉角設計成一個較小的 R 角以保留較大的轉彎區，而不是直接設計成跟水龍頭一樣的形狀，主要是因為在旋轉上去時會因過度接觸而無法裝上去，接口的地方則以熱熔膠填補成 18mm，如圖 6 所示，是因為熱熔膠的彈性較大，所以能保持其接觸密合。

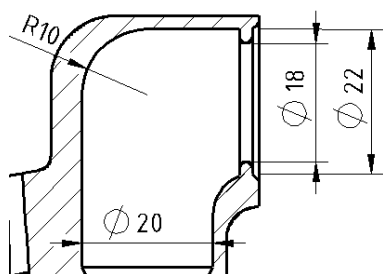


圖 5 接頭設計

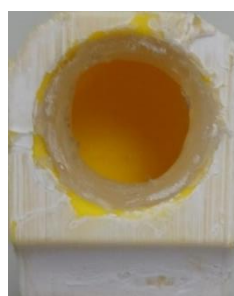


圖 6 接口填補

(二) 流路設計

為了讓水流平順，我們將本來是垂直的底部改成帶具斜度的 U 型整流道，也是因為水若是遇到有尖角的部分會產生分離現象，而導致水流的力道損失，所以我們將流道設計成圓弧的轉折面已達到此目的，如圖 7、8 所示。

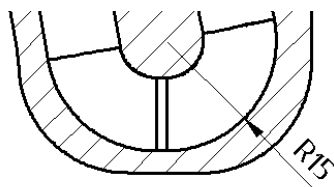


圖 7 流路設計

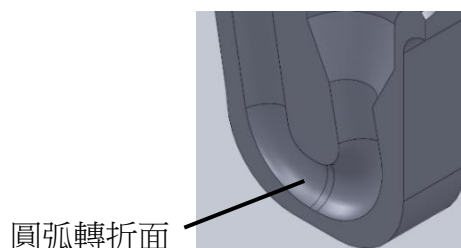


圖 8 流路實體圖

(三) 噴頭設計

為了讓水有足夠的壓力能沖到大範圍我們在出水口的部分做了增加流速、擴大噴水面積以及最大出水高度的三項設計，並進行說明，其詳細內容如下。

1、增加流速

依據連續原理知，流速一定時，面積若是縮小，流速就能增加，為了使水流的流速增加，所以本研究之噴頭流道設計成如圖 9 所示，流道入口縮小成 1cm，並將原出水口設成四個直徑 0.25cm 的小孔及一個直徑 0.3cm 的主出水口。如圖 10 所示，根據中華民國國家標準 CNS 8088 省水型水龍頭出水性能試驗，流量最大不得超過 9.0 L/min，亦不得小於 0.5 L/min，因為水龍頭的流量大小是以操作者來手動控制，所以我們只取用最大流量來做計算，再帶入流速公式除以水龍頭截面積得出最大速度約為 75 cm/s，在把最大速度帶入連續定理公式，水龍頭的孔徑為 1.6cm，所得截面積約 2 cm²，以最大速度約 75 cm/s 再除以出水口截面積約 0.29cm² 得出出水孔最大速度約為 517cm/s，其計算結果如下所示，用此雙次縮小孔徑增壓的方法就可以射水至足夠的距離到臉部。

$$\text{流量}(Q) = 9.0 \text{ L/min} = 150\text{cm}^3/\text{s}$$

$$\text{水龍頭最大流速}(V1) = \frac{Q}{A} = \frac{150\text{cm}^3/\text{s}}{(0.8)^2\text{cm} \times \pi} = \frac{150\text{cm}^3/\text{s}}{2\text{cm}^2} \cong 75\text{cm/s}$$

$$\text{出水口截面積} = \frac{(0.25)^2 \times \pi}{4} \times 4 + (0.15)^2 \times \pi = 0.29\text{cm}^2$$

$$150\text{cm}^3(\text{流量}) = 75\text{cm/s}(V1) \times 2 = \text{出水口流速}(V2) \times 0.29$$

$$\text{所以最大出水口流速}(V2) = 517\text{cm/s}$$

註:單位為公分(cm)

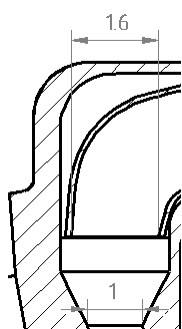


圖 9 噴頭流道

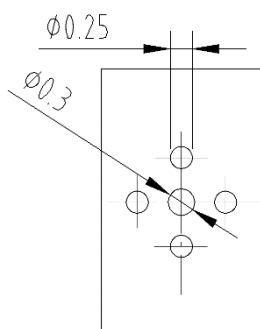


圖 10 出水口

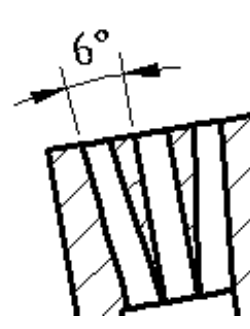


圖 11 出水口角度

2、擴大噴水面積

為了能讓水噴至整個臉部，我們並沒有將每個錐孔擺成平行，而是將其設計成偏轉 6 度來使水噴射的範圍加大，如圖 11 所示，我們用圖內的比例換算出向外側擴散的值大約為 42mm，如圖 12 所示。





圖 12 擴散寬度

3、最大出水高度

我們根據拋物線公式得知角度越大噴的越高且射程越短，反之角度越小噴的較低射程較遠，但為了能配合洗臉時的方便及舒適度，並且不使水噴出洗手槽的範圍外，我們將流道後半設計成稍具斜度，並將上述所算出的最大速度代入拋物線公式，分別算出及比較 50 度 60 度 80 度時，各自的噴水範圍及高度，如表 2 所示。

經過我們的測試，我們發現 50 度及 60 度的水龍頭會因為角度太低使得不方便洗臉及容易使水超出水槽範圍，而 80 度的噴頭角度則最符合我們一開始所構想的目標。

表 2 噴頭噴水角度比較表

	50 度噴頭	60 度噴頭	80 度噴頭
實際出水狀況			
出水高度	約 0~104 公分	約 0~118 公分	約 0~134 公分

所以我們最後的產品，出水孔面積選用 0.27cm^2 的大小，出水孔斜度為 80 度，偏轉 6 度，就能增加流速、擴大噴水面積以及最大出水高度，以達成我們所設定的目標。

三、產品製作

(一) 繪製立體圖

由於3D列印機的程式所需，我們必須先將繪製好的2D工程圖如圖13所示，再以3D立體圖的方式繪製出來，並且轉換成.STL檔。

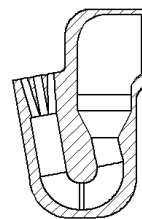


圖 13 2D 工程圖

(二) 設定列印參數

將由立體圖轉好後的.STL檔放入震旦3DPrinter程式中，設定切層方式:擺放方向、物件類型、列印速度、填充密度、支撐材圖案、填充圖案和勾選是否列印支撐材，最後開始模擬切層，切層完畢後轉成.GCO檔並存於記憶卡中。

(三) 校正工作平面

將記憶卡插入 3D 列印機後，接著需要先透過調整底下如圖 14 所示之翼型螺帽校正底座距離噴頭位置至同一水平面上，校正平面是所有工作中最為重要的一個步驟之一，因為要是沒有校正工作平面，於作業時會因為平面的微小偏差而使列印過程產生懸空部分，進而導致列印出來的成品不符合我們所需，校正完畢後開始列印，校正過程如圖 15 所示。

(四) 密封防漏

將列印完畢的成品從平板上面拆下來後，我們需先將成品外部的殘留底板清除並且除去內部的支撐材料，因為 3D 列印本身會有一些微小的縫隙以及成品不具有彈性的緣故，所以我們使用熱熔膠來將我們的接口的地方塗至成稍小於 18mm，如圖 16 所示，以防止水因為管徑縮小的而產生接口處漏水的現象，並將成品外部塗上一層底漆，用以堵住周圍的微小縫隙，並在外加黏止滑墊以增加握持力。



圖 14 翼型螺帽



圖 15 校正平面

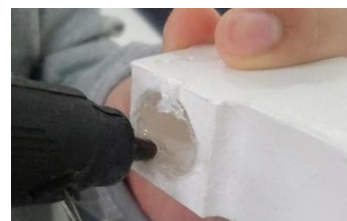


圖 16 接口加工

四、產品測試

(一) 實驗設計

為了測試本研究之產品，我們設計了一個實驗，此實驗設計是以用手捧水和使用戶外洗臉噴頭之比較，我們以相同的測試者分別測試用手捧水及使用戶外洗臉噴頭，我們在水龍頭上作上記號，以作為相同的出水量之依據，然後我們使用坊間同廠商所發同款的洗面乳試用包作為固定洗面使用量之依據來測試洗臉時所需使用掉的水量。

(二) 實驗結果

由實驗結果得知用手捧水時所需用掉之水量約莫 1550 毫升，而用戶外洗臉噴頭噴出洗臉時所需之水量約莫 850 毫升。如下表 3 所示，因為用手捧水時，會因為在捧水時的過程中水龍頭的水仍會不間段的流逝，而導致多餘的浪費，反之用本噴頭則因為可以不斷的將水送至臉部，所以可以較快達成把臉洗乾淨的目標，進而能達到省水的效果。

表 3 有無使用噴頭之比較表

	洗臉方法	完成所需用水量
使用戶外洗臉噴頭		 約 850 毫升
未使用		 約 1550 毫升

參、結論

一、研究結果

我們研究目的是想讓人們在外出洗臉時能更加的方便，雖然這只是一個初步的構想，但產品做出後也能達到本研究最初之動機與目的，而為了能使產品的效果最理想化，我們多次修改了本產品的各個部位，最終選定熱熔膠為密封裝置，噴頭仰角選用 80 度，流道選用彎曲水道，以及縮小出水孔孔徑，經過我們的測試，我們的戶外洗臉噴頭能比用手捧水省下約莫一半的用水(700ml)，可看出確實能節少水資源的浪費。

二、未來展望

雖然有利用專題製作的課程經過多次的修改與校正，但仍有許多的地方需要我們改進，如材料的選用，如果都是選用 3D 列印製作，產品容易因內部的結構鬆散，導致水資源的浪費，若是能利用鑄造法，就能改善狀況的發生，還有接合的部分，我們希望能改成不需要接合材料就能固定的方法，但這還須重新設計接頭才能解決，還有內部每個錐孔分散的角度，都還需一個一個的作測試，才能選取到最佳的角度。

產品的清潔也是我們需要知道的，因為內部目前不能擦乾，只能靠手甩將水甩乾，因此容易有細菌孳生，結果造成產品的損壞。希望在未來擁有更多的資料和知識時，更能夠對產品做出最佳的改良，使產品之功能更為多元與完善。

肆、引註資料

一、許宗銘 (2011)。液氣壓原理與實習。新北市：台科大圖書。

二、林鴻儒 (2008)。車床實習。新北市：台科大圖書。

三、李榮華 (2003)。機械力學。新北市：龍騰文化。

四、李建義 譯 (2001)。機械設計製圖便覽。新北市：全華書局。

五、吳國銘 (1987)。扣件與接合。台北市：機械月刊社。

六、朱佳仁 (2001)。工程流體力學。台北市：科技圖書。