

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會

作品說明書

高職組 機械科

090908

切削液自動加注停止裝置

學校名稱：國立大湖高級農業工業職業學校

作者： 職二 傅家得 職二 林子堯 職二 賴禹宗 職二 葉易昇	指導老師： 范揚志 廖文鵬
---	-----------------------------

關鍵詞：搖擺機構、角度控制、配重

摘要

在現在的社會中，能夠有效率的掌握事物是最重要的，每次在練習車床當中都會遇到手腳忙不過來的問題，尤其是在使用自動進刀的時候，常常需要一邊看牙標的刻度，還要一手加切削液，又要時時刻刻注意工件，這種問題卻無法有效的改善…只能依循最基本的手持切削液…除了可能因此發生危險之外，亦可能造成車傷工件。

在使用銑床中也同樣有類似這種問題，在傳統銑床上切削液系統無法使用的，皆是需要親自手動注入…其實銑床跟車床的問題點都大同小異；若是在競賽中更會造成操作機器上的不便。

所以我們試著去討論做出一個可以解決這個問題，並且增加工作效率及避免手忙腳亂的器材。雖然有種種的困難，尤其是在機構上，要如何讓它變成自動化更是一大困擾……。

壹、研究動機

在學校中常常在實習課時要使用切削液，但畢竟是學校學習，通常是不會用到車床本身的切削液系統，又或者是車床本身老舊，此系統已經損壞，大多都是使用油壺手動注入。但也因此需要兩手並用，不但麻煩，也可能會因為如此而造成疏忽，並發生危險。

上實習課的時候，曾經看到同學正在車螺紋的時候，因為一隻手在加切削液，另外一隻手要調整刻度，還要注意牙標的位置，導致手忙腳亂，最後就發生意外了。

尤其是在使用導螺桿車牙的過程中，除了要注意牙標的刻度，又要顧著手桿，還要注入切削液，常常會因為如此而反應不及，把工件損壞了。

這個問題一直困擾著我們，在思考了一陣子，想到說：「如果我們在使用車床的時候，不需要再用手動切削液，並且能在我們使用自動進刀時，自動化的自動加注，當停止進刀時，而讓切削液自動停止。」

在討論如何安裝的情況下，也希望用到現有的工具來做衍生…我們想到了磁力座。只需要製作一些裝置，讓它裝置在**磁力座**的桿上，而造成有很大的通用性，則不需要再去重新設計一個裝置在整台車床上的東西。也可以節省造價。

而我們希望這樣的一樣物品可以增加我們車削的效率，而達成：**快速、自動、省時的效用……。**

貳、研究目的

- 一、節省時間。
- 二、減少危險疏忽，如車壞工件，斷刀等情形。
- 三、構造簡單、價格便宜、重量輕巧且隨身攜帶的特性
- 四、便利性
- 五、提高工作機械之靈活運用與切削範圍
- 六、可讓操作人員更有效率的運用自動進刀把手
- 七、傾斜角度可以自行調整
- 八、可以讓此構想使用在車床銑床上面

參、研究設備及器材

在研究所使用的設備與器材係以學校現有設備為主，分述如下：

一、加工機器設備

主要以學校現有設備，完成全部零組件之加工：

- 車床
- 鑽床
- 立式銑床
- 平面磨床
- **CNC** 數值控制銑床

二、使用工具及刀具

主要以學校技藝選手工具車上現有之刀具與工具，完成全部零主件之加工：

- 車刀（外、內徑車刀）
- 銑刀（ $\varnothing 6$ 、 $\varnothing 8$ 、面銑刀）
- 鑽削（鑽頭、鉸刀）
- 鋸切（鋸弓、鋸條）

三、檢驗儀器設備

主要以學校量具室現有的設備完成檢測工作：

- 分釐卡（內、外徑分釐卡）
- 槓桿式量錶
- 花崗岩平板
- 塊規
- 高度規
- 精密虎鉗

四、電腦軟體設備

- 繪圖軟體 **Autodesk Inventor 2008 / Autodesk Inventor 2010**
- 雷射印表機

五、使用材料

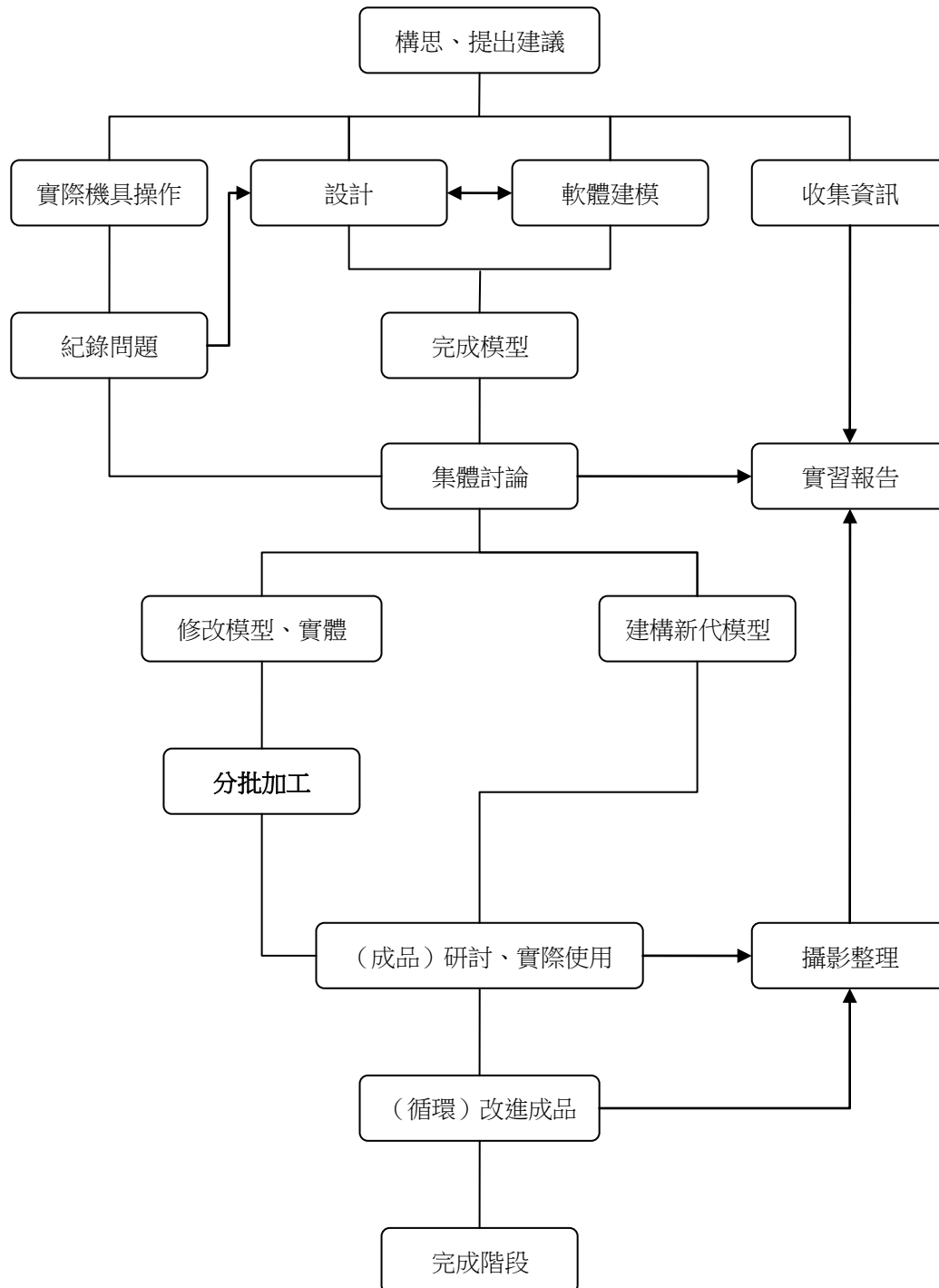
- 鐵材 **S45C** $\varnothing 40 \times 8$
- 培林
- 鋼珠

使用設備及器材詳細清單

編號	名稱	單位	數量	規格與廠牌	備註
一、	加工機器設備				
1	車床	台	1	威赫車床	
2	靈敏鑽床	台	1	CHEVALIER	
3	立式銑床	台	1	松順銑床	
4	平面磨床	台	2	CHEVALIER	
5	CNC 數值控制銑床	台	1	西門子機台	
二、	使用工具及刀具				
1	外徑粗車刀	支	1	P30	
2	外徑精車刀	支	1	半陶瓷	
3	內徑粗車刀	支	1	P30	
4	內徑精車刀	支	1	半陶瓷	
5	外徑倒角刀	支	1	SIB	
6	鑽頭組	組	1	Ø5.8 鑽頭(高速鋼)	
7	端銑刀	支	3	Ø12 端銑刀	
8	端銑刀	支	1	Ø6 碳化鎢端銑刀	CNC 用
9	鉸孔刀	支	1	Ø8 鉸孔刀	
10	面銑刀	支	1	三刃面銑	
11	鋸弓與鋸條	組	1	18 齒(H S S)	
三、	檢驗儀器設備				
1	外徑分厘卡	支	1	0~25mm 25~50mm	
2	內徑分厘卡	支	1	5~25mm 25~50mm	
3	槓桿式量錶	個	2	精度 0.01mm	
4	大理石平板	塊	1	65x300x300	
5	塊規	組	1	A 級塊規	
6	高度規	個	1	300mm 高	
7	精密虎鉗	個	1		
四、	電腦軟體設備				
1	Autodesk Inventor 2008	套	1		繪圖軟體
2	Autodesk Inventor 2010	套	1		繪圖軟體
3	雷射印表機	台	1		
4	碳粉列表機	台	1		
5	掃描機	台	1		
五、	使用材料				
1	鐵材 S45C	塊	6	D = Ø40 L = 8mm	廢鐵材利用
2	培林	個	6	內徑 Ø 6 外徑 Ø10	
3	鋁材	塊	2		廢材利用

肆、研究過程或方法

一、過程簡易系統圖



實際加工是由 4 組員同時分批加工，其中包含：銑削、車削、鑽削、研磨、NC 銑床銑削等…其設計是由實際操作時提出問題，並參考資訊再建模出圖交由加工製作…組員各自擁有崗位

二、實際問題與過程情況

(一) 切削液

在討論的過程當中，大家心裡都藏著一個問號，就是為什麼要加切削液呢？

雖然有同學知道這個答案，但也說不出所有的原因。

所以我們就上網查了一下資料，發現加注切削液的真正功用。

切削液主要功用：冷卻與潤滑，降低切削溫度以保持刀具之硬度，並防止工件過度熱膨脹而影響精度。可減少切屑、刀具與工件間之摩擦現象，並提高表面粗糙度。可避免或減少積屑刀口之形成；可沖除切屑；可延長切削刀具之使用壽命。具有防銹之功能。

因此理想的冷卻劑應：不會對人體產生健康及安全之危害。具優良之熱傳導能力，亦即須有良好的冷卻力。具有良好的潤滑效果。不易發揮。不起泡沫，不會發臭。不損害加工機械、切削刀具及工作物。高溫時，不易燃燒著火。常溫時，儲存容易。

(出自 <http://www.ffs.url.tw/Q&A.htm> 切削液、切削油疑難解決)

因此，我們列出了一個表格，說明為什麼要加切削液：

	工件變形量	表面粗糙度	切 屑	切 削 速 度	刀 具 壽 命
有加切削液	較 小	較精緻	較 少	較 快	較 長
無加切削液	較 大	較粗糙	較 多	較 慢	較 短

(二) 車床



此圖係沒有使用
『切削液自動加注停止裝置』
的正常情況：

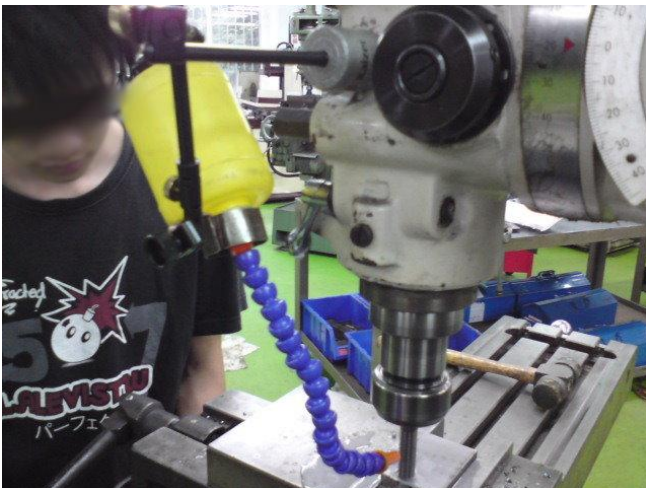
除了要注意刻度和工件，
兩手還要控制把手與切削液，
且方刀塔也與主軸非常接近，
有時候真的會來不及。
為此才有這樣的構想。

(三) 銑床



此圖係沒有使用
『切削液自動加注停止裝置』
的正常情況：

除了要注意刻度和工件，
兩手還要控制把手與切削液，
加上銑床所銑削出來的鐵屑非常灼燙，
兩手都用上了，沒辦法做防止鐵屑的措施
所以希望此裝置也能用上銑床。

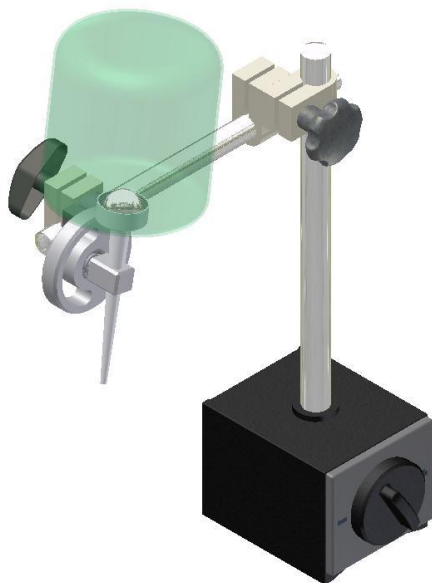


再討論過程中，我們是希望能用與車床
裝置架構的相反模式，就是讓裝置是控制水
流開關，而不是利用傾倒方式使切削液注射
的方式…

而我們有大致上做出此想法的雛形。如
圖所示：這就是期望銑床切削液自動加注停
止裝置…。

三、概念圖

以下為原型的概念圖：



藉由配重，與搖擺機構使之移動讓它傾倒，停止時，利用水的**重力**再讓它彈回垂直狀態，此時瓶中的彈珠（鋼珠）會因重量沉入而堵住出水口，讓切削液停止流出。

傳統加工過程均須有經驗之技術人員才勝任。即使有經驗之技術工人來做此類工作，也常有下列現象：

- （一）經常因為兼顧四件事情而導致注意力不集中。
- （二）在控制尺寸時，會產生偏差。
- （三）若加工步驟不妥，經常會生危險。
- （四）**一般老舊的車床把手裡的蝸桿蝸輪在使用自動進刀時較不容易嚙合**，這時加切削液又要退刀，會使自己手忙腳亂。
- （五）有時開自動進刀的**進給速率太快**，會導致工件過熱，工件有可能會發生變形的現象。

功能：

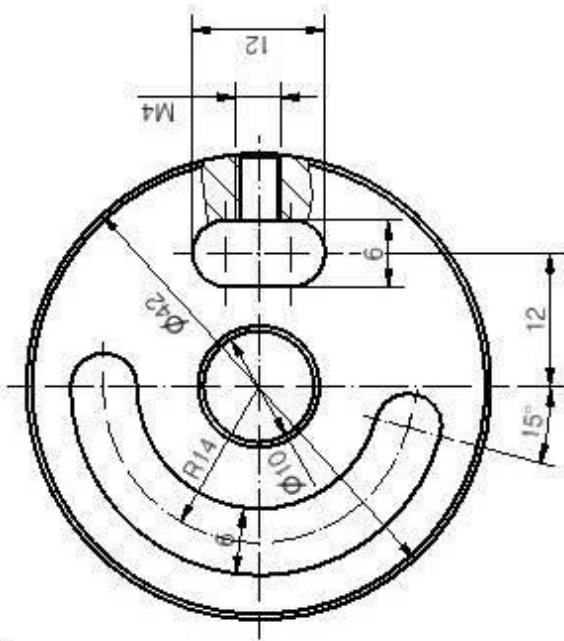
為了要準確的控制精度，我們全心全意的投注在自己的工件上，這時因為要加切削液，要注意牙標，控制把手，所以為了不讓自己手忙腳亂，就讓靈敏的機構代替自己加切削液，這樣不必擔心會因為這樣而失去專注力。

潤滑與冷卻如何兼顧？

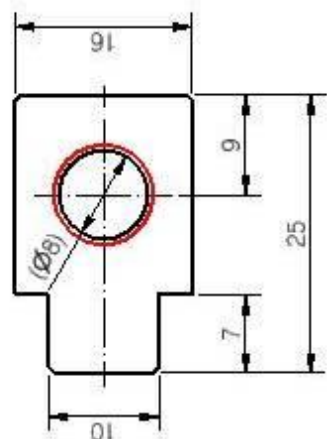
潤滑是用來減少切削時的阻力，冷卻是用來防止刀片軟化，但每種刀具所能承受的溫度並不相同，像鑄鐵必須乾切，如果切削對象是含鎳鉻元素的難切材料，切削時會產生高熱，此時若使用切削液冷卻，會產生硬化，反而更增加切屑排除的困難，所以切削這款材質要以潤滑為主，好增加排屑，有些時候會用高週波或以噴氣來來取代切削液，可以排屑又不讓切屑硬化，這些都須視情況調整。

四、零件圖一覽

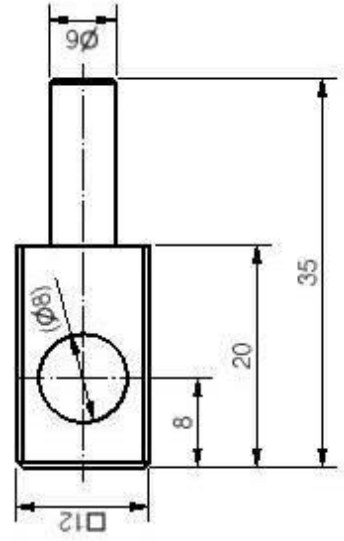
1



2



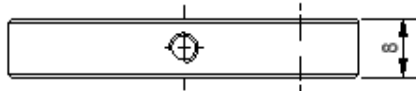
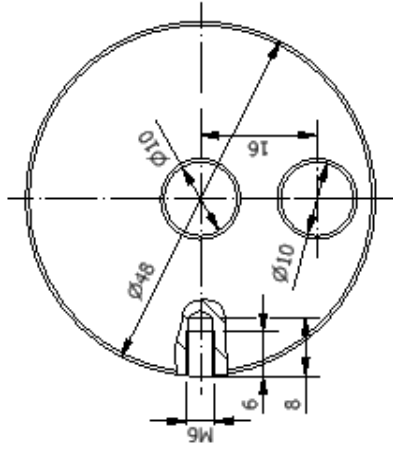
3



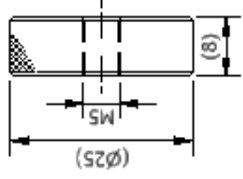
1 未註之倒角皆為 $0.5 \times 45^\circ$

3	1	軸	描述
2	1	扣	描述
1	1	本體	描述
項目	數量	零件號碼	描述
全國中小學科學展覽會			
圖名	切創液自動加注停止機構		

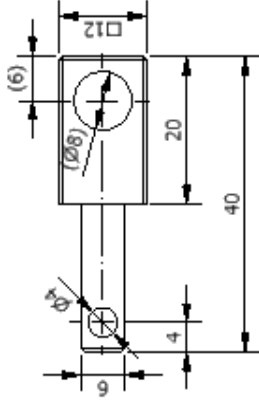
1



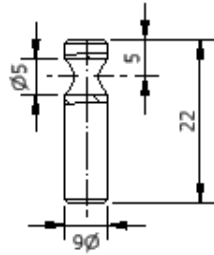
6



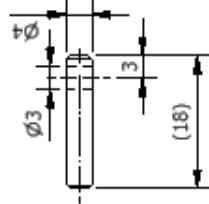
2



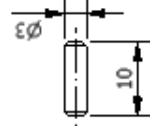
3



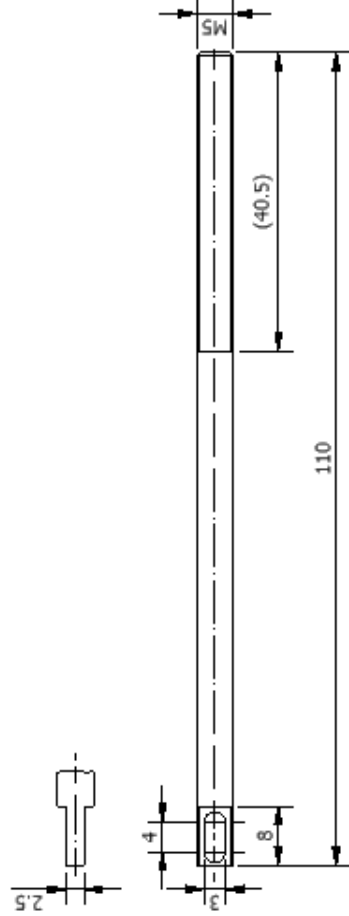
5



5



4



1. 未註之倒角皆為 $0.5 \times 45^\circ$

2. 尺寸為參考尺寸者請依加工者而定

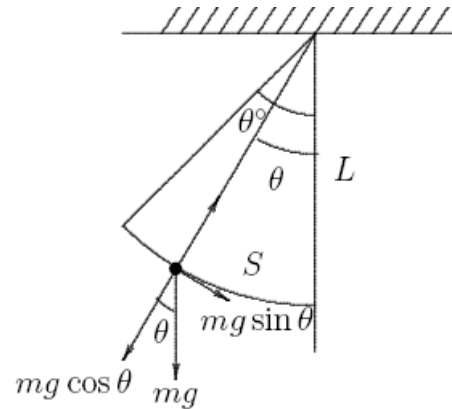
項目	數量	零件號碼	描述
6	1	軸	
5	1	軸4	
4	1	軸3	
3	1	軸2	
2	1	軸	
1	1	基底	
全國中小學科學展覽會			
圖名		自動加注射液裝置	

五、參考公式

鐘擺之運動方程式：

單擺是一理想化物體，假設有一質點，以不能伸長之細繩（表示細繩之質量可以忽略）懸之。然後將擺錘拉往平衡位置之一側後釋放，單擺由於重力的影響而作左右來回振盪之運動，試問其運動方程式？

由力的分解（也就是平行四邊形法則），可以將擺錘之重力 mg 分解成法向量 $mg \cos \theta$ 與切向量 $mg \sin \theta$ 兩部分，法向量與細繩之張力互相平衡，故唯一有作用的力是 $mg \sin \theta$ ，因此回復力為



圖一

$$F = -mg \sin \theta \quad (2.1)$$

另一方面擺錘之加速度可以這麼看，因為位移就是弧長 $x = L\theta$ ，故加速度 a 等於

$$a = \frac{d^2x}{dt^2} = \frac{d^2(L\theta)}{dt^2} = L \frac{d^2\theta}{dt^2} \quad (2.2)$$

由牛頓第二運動定律 ($F = ma$) 可以導出單擺之運動方程式

$$mL \frac{d^2\theta}{dt^2} = -mg \sin \theta \quad \text{或} \quad \frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{g}{L} \sin \theta = 0 \quad (2.3)$$

它表示所考慮的量 θ 是隨時間 t 按規律 (2.3) 而變化，這是一個二階非線性常微分方程 (second order nonlinear ordinary differential equation)。這個方程式看起來簡單，但實際上卻有很深刻的數學內涵。值得提醒的是方程式 (2.1) 告訴我們：回復力 F 不與鐘擺移動的角度 θ

六、加工過程圖片部分一覽



車削加工



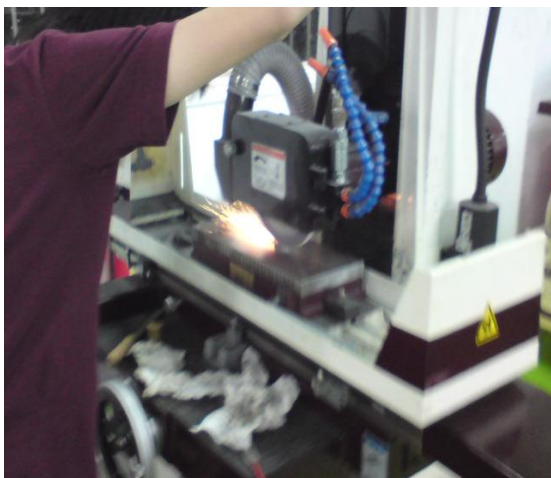
鑽削加工



銑削加工



C N C 加工



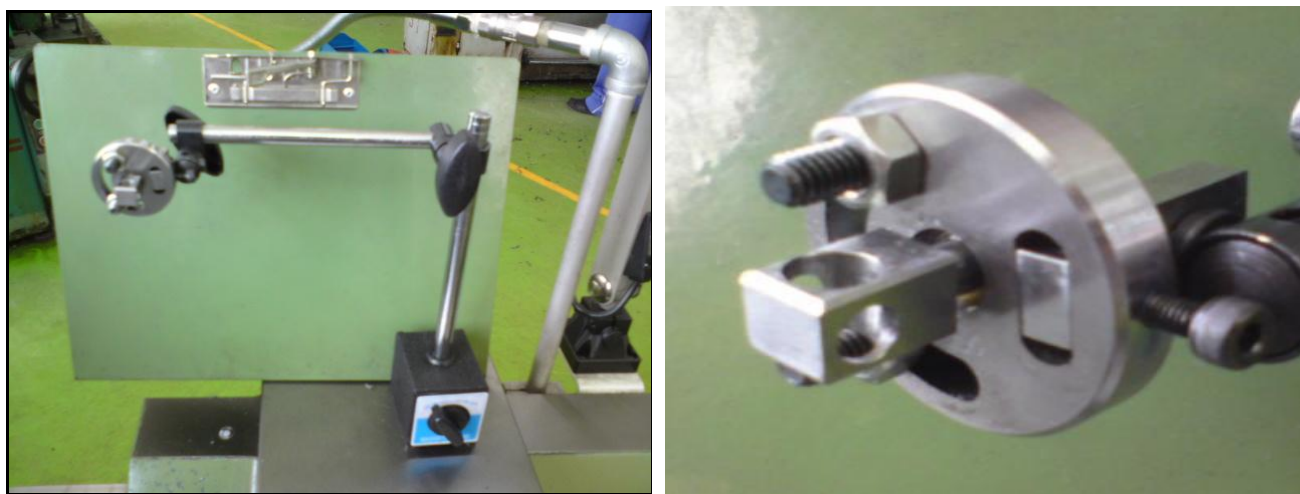
磨床加工



剉削

伍、研究結果

一、【原型】切削液自動加注停止裝置 - 傾倒 / 配重



此圖為第一代原型，是用螺絲來固定傾斜角度，希望利用水的反彈力將油壺轉正。但實際測驗之後發現其水壺過重無法彈回，加上其車床移動速度過慢，無法讓水有晃動情形。

	狀況	問題	原因
第一次測試	使用自動進刀	傾斜，但無法歸回	油壺水量過重床軌移動過慢
第二次測試	一般手動進刀	傾斜，同無法歸回	油壺水量過重
第三次測試	傾斜時	過重、磁力座撐不住而傾倒	油壺水量過重

再幾次的測試後，發現水量過重是最大原因，單靠水的重量力量不足以讓她回歸垂直狀態，甚至可能因為這樣讓磁力座而傾倒。也因此利用水的反彈力將他返回垂直的方法無法成立，希望用其他方法代替。

配重與傾斜角度：

	儲水量(ML)	油壺的傾斜角(度)	切削液流出量多寡
測試一	300ml	20 度	可流出 100ml
測試二	200ml	20 度	可流出 70~75ml
測試三	150ml	20 度	可流出 40~50ml
測試四	100ml	20 度	可流出 10~20ml
測試五	75ml	20 度	

在實驗的過程當中，我們發現了油壺裡的水壓關係到水流量，如果水壓越大，表示流的水量越多，但是水量的多寡也是一個問題，如果水量越多，那麼機構所要承受的重量也越重。

優點：

- (一) 有可調整式的槽可以自行調整角度。
- (二) 因培林相當的靈敏，開自動進刀時可自動加注切削液。
- (三) 有磁力底座吸附在橫向進刀座上，可以隨著床台的移動加切削液。

缺點：

- (一) 因為水有重力的狀態之下，所以退刀時切削液經常不會停止。
- (二) 在油壺上沒有施加壓力，所以切削液滴的很慢。
- (三) 油壺裡的彈珠重量過輕，不易止水。

二、【二代簡易表達圖】切削液自動加注停止機構 - 拉繩



此為第二代的簡易圖，主要使用後方的紅繩牽引，當車床往前移動時，會拉住油壺嘴，讓它傾倒，進而讓切削液流出。紅繩固定方式為用磁鐵吸附在床軌，藉此讓他會跟著床台移動，當停止進刀時，彈簧會將油壺推回垂直狀態，注意此圖的彈簧是由橡皮筋代替。

經過第二代的出現後，水量過重還是一大議題，在安裝的過程中也增加了幾樣幾乎算上沒有意義的物品，因為當油壺裡切削液用完需換下一個時，還要將物品拆下再裝置。實在極不方便。

同樣，雖然解決了大部分無法歸回的問題，但也增加了不便性。

	狀況	問題	原因
測試一	自動進刀	停止後需將床台往後移動使紅繩鬆脫	紅繩牽引停止時同樣拉住
測試二	油壺彈回	油壺裝滿切削液則無彈性將之推回	油壺水量過重彈簧彈性不足
測試三	裝置時	需多裝磁鐵失去了即裝即用之意義	需多安裝幾樣物品，磁鐵、繩

配重與傾斜角及繩拉動距離之數據：

	容器容量	油壺的傾斜角	切削液流量	繩子拉動距離
測試一	200ml	15 度	第三	5cm
測試二	200ml	18 度	第二	7cm
測試三	200ml	20 度	最多	10cm
測試四	200ml	25 度	無	5cm
測試五	200ml	30 度	無	4cm

在這個測試中，我們發現油壺的傾斜角跟切削液所流出的量還有繩的可拉動的距離有很大的關係，有很多的數據都是成正比的，像切削液所流出的多寡與繩子可拉動的距離；經過這個測試之後，我們發現傾斜角 20 度水流量會是最多的時候。

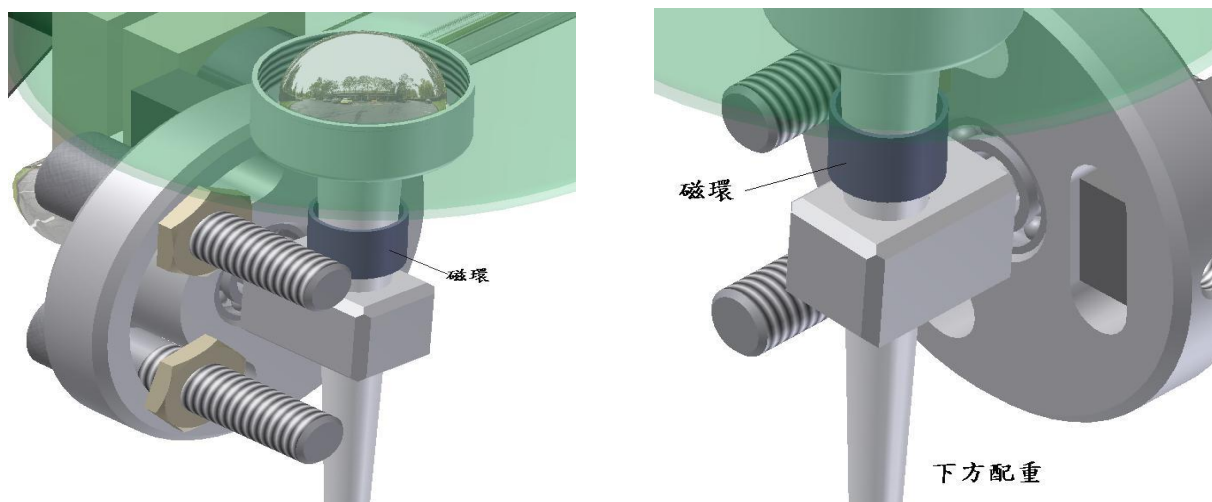
優點：

- (一) 有可調整式的槽可以自行調整角度。
- (二) 在油壺上有一個繩子的拉力，所以切削液會很平順的流。
- (三) 退刀時，因為床台晃動，加上培林很靈敏，所以切削液會自動停止
- (四) 彈珠的重量過輕，所以我們改用鋼珠，可以成功的止水。

缺點：

- (一) 有繩子的拖綁，在加工過程中因有鐵屑的產生，可能繩子會跟鐵屑纏繞，會有危險的發生。
- (二) 這樣要車牙或使用自動進刀時不好架構，且失誤率還是會有。

三、【三代構想圖】切削液自動加注停止機構 - 磁環



此圖為第三代構想圖，增加了磁環這項東西，其目的是為了讓油壺接近垂直時，確保能保持垂直狀態，而不會又因為過重或者晃動又傾倒了，但考慮到磁性太強，導致雙雙吸死，無法傾倒，所以採用磁吸鐵的方式，而下方則是需要做個配重，使其能讓上方切削液重量能解決單方向過重的問題。

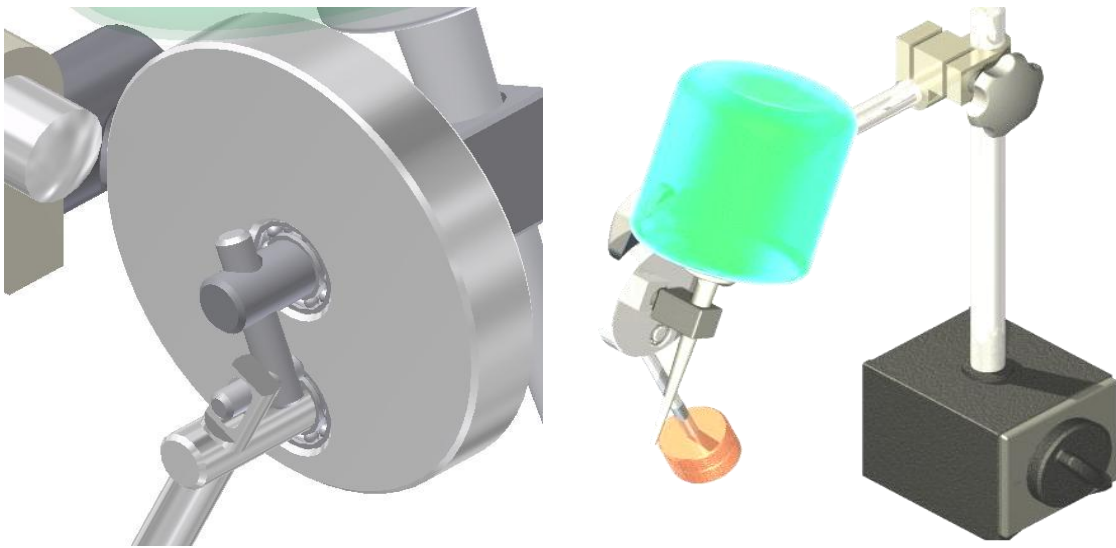
	狀況	導致	採用方式
考慮因素一	磁環吸不吸的牢？	若不牢將導致此零件是完全無意義的	先以磁鐵吸鐵方式 若不夠再做調整
考慮因素二	配重是否更麻煩？	油壺拆裝麻煩配重與工件干涉到	裝置在心軸上而非噴嘴之上

雖然採用磁環增加垂直的可能性，但是否會因為如此而造成拔出油壺時，還要拆掉上方的附件，而造成繁雜的小事情呢…？

如果有成功的結果，此裝置就可以達到自動化，進而節省加工者時間。若是沒又較好的改良成果，則形成半自動的裝置，這樣的話，則用本身車床的切削液系統跟本裝置就沒有任何異同了……。

但此第三代主要還是要解決不能百分百垂直置放的可能性，解決重量不均的問題。

四、【四代原型】切削液自動加注停止機構 - 搖擺 / 配重



此圖為第四代更改，所有零件重置與設計重製，開槽部分已經淘汰，正式改為配重關係…其使用上圖的方式讓它在床台移動時，可以讓下方的配重（銅塊）往磁力座方向擺動，進而讓上方的軸轉動，使油壺嘴向刀具傾斜…。

本體部分的固定，其槽部份也已更改過，改為直接在圓面上鑽削螺紋孔，並使用磁力座及附件固定。節省銑削圓槽的加工。

其優點主要其實就是上面所說的減少銑削圓槽加工，以及隨意調整配重的銅塊，在圓桿上的槽可以確定性的讓油壺擺動，不必再使用螺絲的方式控制角度，也減少調整的麻煩。

在調整塊上本為鐵材，後來因為可能會因為磁力關係吸附，所以改為銅材，除了增加了重量，也解決了磁力座吸附的問題……。

至於擺動如何讓它固定於一角度，使之能持續流出，則是靠著磁鐵吸附調整桿，再利用慣性定理使磁力吸附脫落。



優點：

- (一) 省去調整螺絲部份
- (二) 減少銑削槽之部分
- (三) 容易調整配重的重量

缺點：

- (一) 有時鋼珠會因為壓力關係，而造成有時流出，有時阻塞。

(左圖為實際成品照片)

※但製作完成後，隨後便出現新的構想。

五、【五代附件】切削液自動加注停止機構 - 流量控制閥 / 針閥



在發現鋼珠有時會因為負壓關係造成無法溢出的情況，討論之下加裝了流量控制閥，同時便裝於油壺底部。

而在流量控制閥上也可以輕易的調整水流出的多寡，這樣一來就可以視材料而定再調整水流量…

單向流量控制閥：

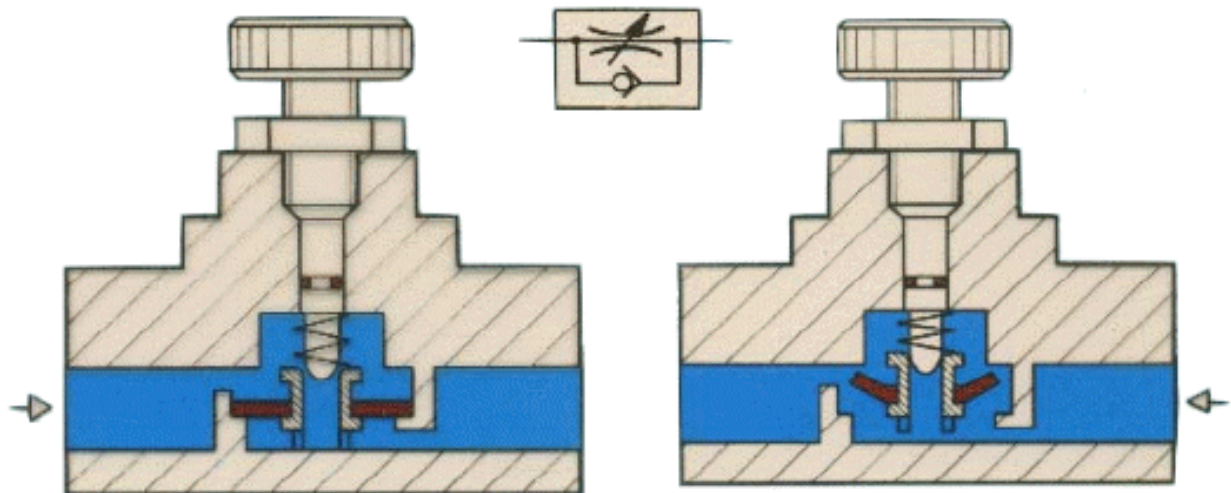
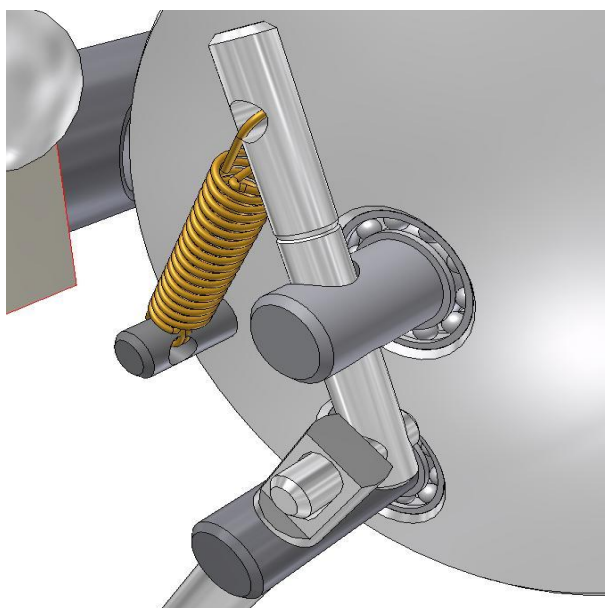


圖 1 單向流量控制閥

如圖 1，由一止回閥和可調節開口節流閥所構成。圖(b)空氣由右邊進入經止回閥和節流閥自由流到左邊，不受節流閥限制流量。圖(a)空氣由左進入，止回塊被頂在閥座上，空氣只能經由節流閥流到右邊，流量被節流閥祖流口之大小所限制。通常應用在單方向速度控制的驅動器或者系統中作單向流量的控制。

六、【六代】切削液自動加注停止機構 - 頂置



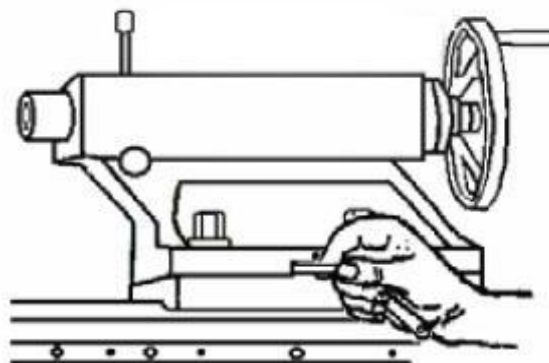
一開始我們設計是退刀時不要讓切削液流出，但是後面我們發現在退刀時其實也可以加切削液的，為了要讓工件冷卻，使我們在測量時不會有熱漲冷縮的誤差，且不會讓工件及刀具過熱，而增加刀具的壽命；所以最後我們決定退刀時也要加切削液，退到一個定點時，可以讓切削液停止加注。

在這代的作品中我們提出了兩個不同的構想，一個是直接尾座上裝鑽夾然後夾著一根圓桿來當作切削液加注停止的機構，另外一個的圓桿則是直接設計在機構上，根據這兩個機構我們作了一些實驗且紀錄下來當作數據呈現。

	安裝時間	優點	缺點
用鑽夾夾圓桿	約 20 秒	可用尾座微調圓桿的伸長量	步驟多
圓桿設計在機構上	約 6 秒	少一步手控回歸距離	較難定位

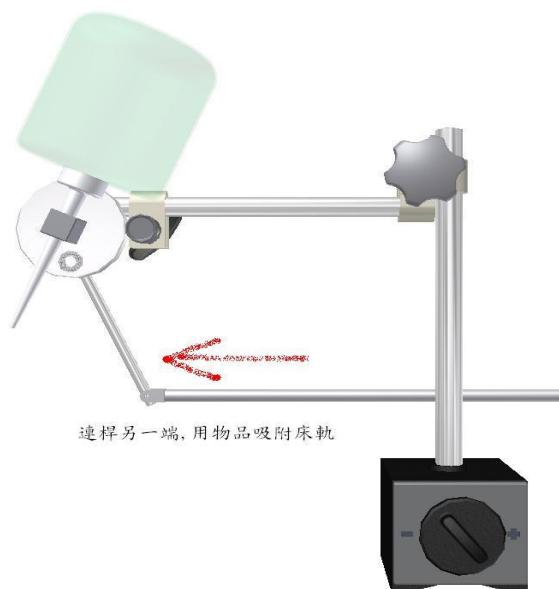
右圖為車床尾座的示意圖

其頂置的圓桿即是使用尾座固定，並伸長使用，此種方法雖然可以確定性的將連桿推動，但是使用前的安裝時間多，需要準備較多東西…。

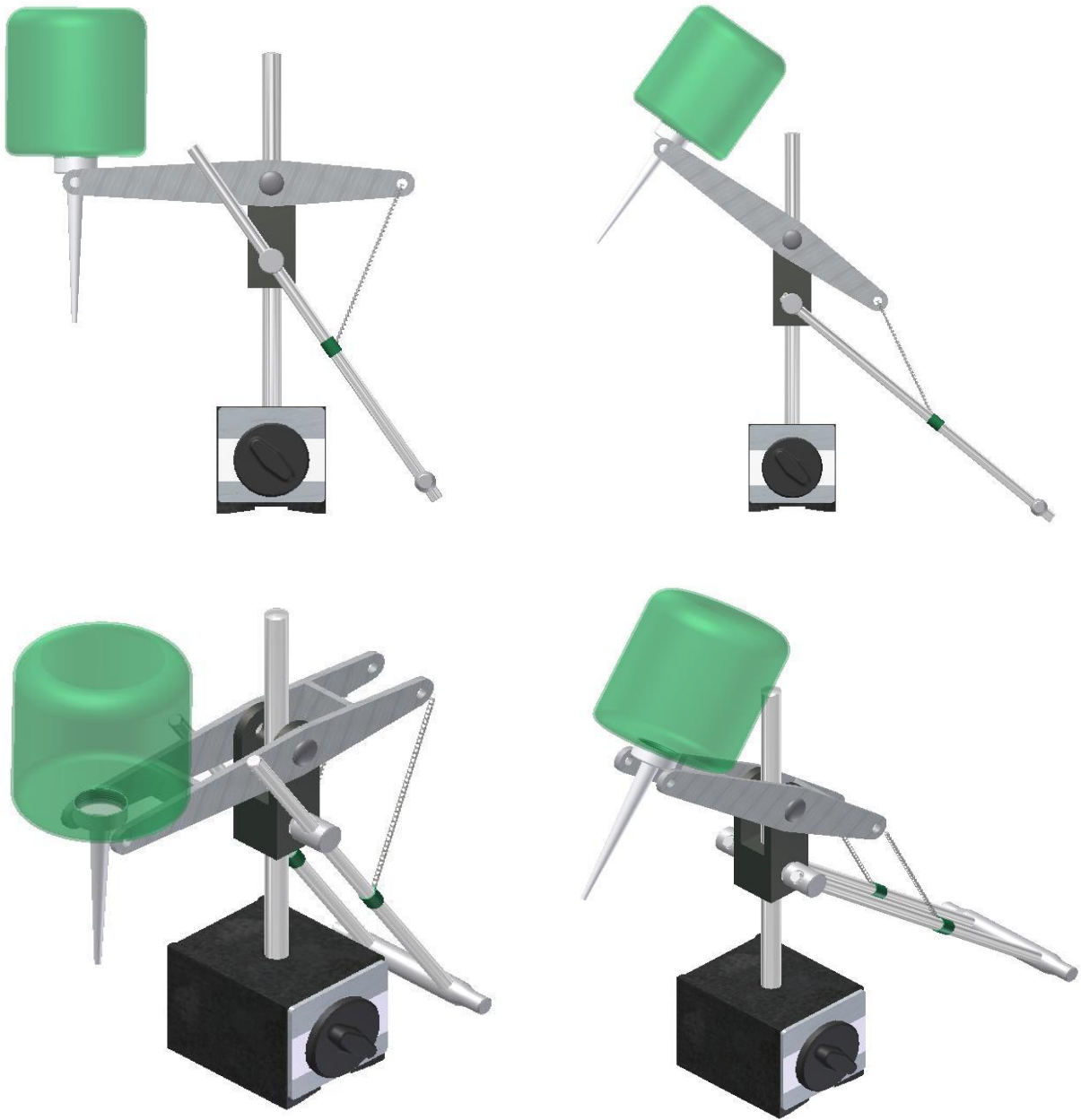


左圖所示圓桿設計在機構上

它使用前安裝時間較少，但缺點是連桿會過長，加工不易…置放也不方便。



七、【七代構想圖】切削液自動加注停止機構 - 槓桿



這裡部份就直接交由圖片解釋：

左圖為將車床後退之後的情形；右圖為開始進刀後長桿被拉住而產生的連桿作動

因為此機構正是第二代拉繩部分的更新版，只是將繩的部份改為槓桿式的裝置，惟不同之處在於方便拆卸；當然包含了油壺的更換方便性。

其尾端就是裝置重物或者磁鐵並吸附在床軌上，磁力座則是吸附在進刀座上，不同於二代的是必須吸附在進刀座旁的鞍座，因此必須吸附同一地方。

而其鏈繩的安裝位置，可能需要更改並改進，力臂過短，可能無法舉起有重量的切削液，除非必須將裝置在尾端的物體加重，或者增強磁性…。

陸、討論

一、原先構想與改良：

- (一) 本作品原用方形外觀的外型，但因圓形有它的一些效用，除了在油壺左右搖擺的時候不會阻礙之外，增加美觀性，以及增加調整自由度的空間。
- (二) 油壺固定的部份原構想是用套環來固定，但發現此作法會讓裝置失去配重的方法，以及搖擺的問題，因此而改為插入噴嘴固定的方法。
- (三) 在角度控制的部分，本是在心軸部份增加一些限制，讓其軸心只能在自訂的角度限定內活動，但又因為零件過小，不易加工，最主要的目的是因為如果使用開槽式的，可以隨意用螺絲來調整角度，除了增加便利性，也免除了重複製作的過程。
- (四) 在油壺倒立的時候，我們不知道如何將水止住，本來用玻璃珠來堵住出水口，但又因重量過輕，而改用為鋼珠來替代。
- (五) 在討論當下，本來是設計在床台的尾座，但因為距離主軸太遠，後來決定使用磁力座吸附在橫向進刀座上，進而產生磁力座的衍生附件。

柒、結論

本裝置經由各個老師的提議和小組全員參與加工而做了許多改良，經過多次討論後，雖然無法解決所有的問題，但也是因為嚐過了好幾次失敗，才能達到這樣的構思地步，而最後此裝置的優缺點大致上就如同下列的表格了：

此裝置所能形成的優點：

- ◆ 增加便利性
- ◆ 增加效率
- ◆ 更能專心加工
- ◆ 不必心驚膽跳
- ◆ 構造簡單而便利
- ◆ 加工較為容易

此裝置所能形成的缺點：

- ◆ 需要裝置時間
- ◆ 普便性不佳
- ◆ 配重問題難調整
- ◆ 無法回歸

在一次又一次的失敗與編修，將我們所學過的一個一個應用在作品上…。零件才因而有較完整的整體。

捌、參考資料及其他

機件原理（一）：

第四章 鍵與銷

第六章 軸承與連接裝置

機械力學（二）：

第八章 功與能

第九章 應力與應變

機械製造（一）：

第二章 材料與加工

鐘擺之運動方程式：

http://www.math.sinica.edu.tw/math_media/d272/27205.pdf

切削液、切削油疑難解決：

<http://www.ffs.url.tw/Q&A.htm>

車床實習（二）：

第四章 內徑車削鑽削

CNC 數值控制機械銑床實習（一）：

第三章 CNC 銑削

尾座圖片來源：

<http://www.cimart.com.cn/upfile/fck/Image/102.jpg>

流量控制閥圖片及說明：

<http://>

www2.kuas.edu.tw/prof/mau/www/complete/element/control/throttle/throttle.htm

【評語】 090908

此作品乃針對無法自動注入切削液的加工機床提供一種簡便的設計。使其具備可自動在刀具切削位置注入切削液的功能。在解決問題方面，其採用的方法與研究過程符合科學的要求，藉由道具的使用，在作品說明表達方面亦生動明確，惟此研究受限於其特定用途，實用價值頗受限制。若能基於原始概念進行適當的調整與修改，並應用到其他高附加價值的應用領域，將有機會產生更大的實用價值。