

# 臺灣二〇〇八年國際科學展覽會

科 別：工程學

作品名稱：萬用虎鉗夾具

得獎獎項：佳作

學校 / 作者：國立新竹高級工業職業學校 陳柏岐  
國立新竹高級工業職業學校 蔡維鴻

# 目

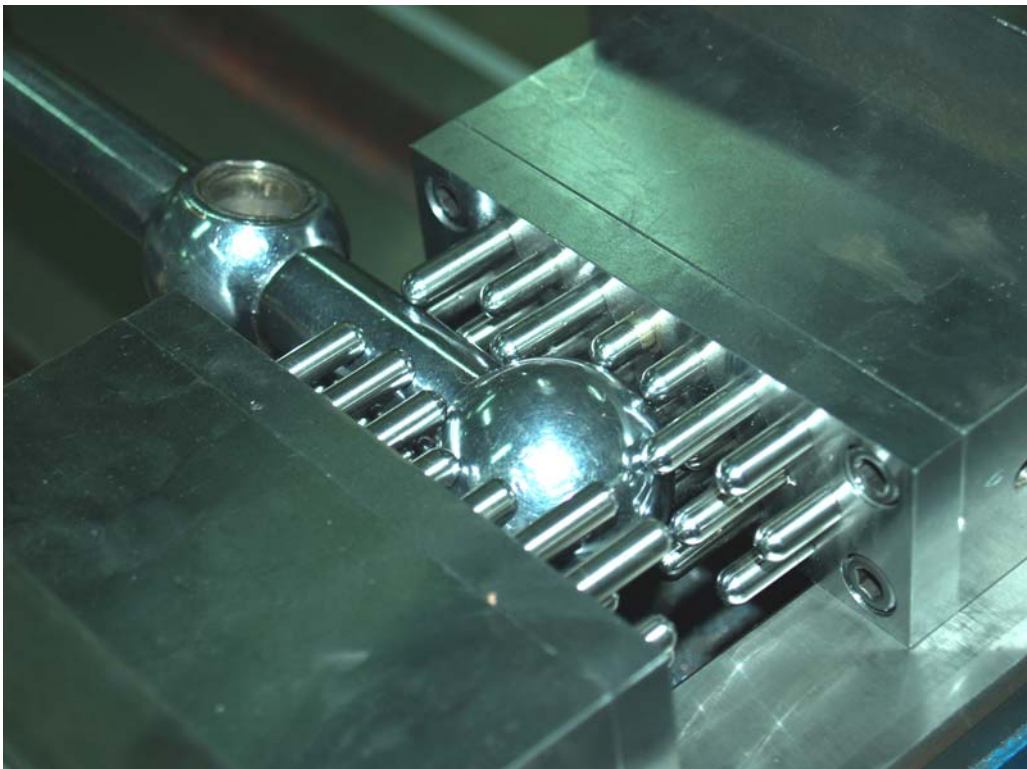
# 錄

目錄	I ~ II
作者簡介及照片	III ~ III
英文摘要	01 ~ 01
中文摘要	01 ~ 01
一、前言	02 ~ 05
(一) 研究動機	02 ~ 02
(二) 研究目的	03 ~ 03
(三) 研究設備及器材	04 ~ 05
二、研究方法與過程	06 ~ 19
(一) 研究方法	06 ~ 06
(二) 研究過程	07 ~ 07
(三) 研究步驟	08 ~ 08
(四) 研究發展過程	09 ~ 12
(五) 研究原理和實務基礎	13 ~ 15
(六) 設計的尺寸決定	16 ~ 18
(七) 決定熱處理溫度	19 ~ 19
三、研究結果與討論	20 ~ 26
(一) 作品說明	20 ~ 20
(二) 作品零件表	20 ~ 20
(三) 作品組合圖	21 ~ 21
(四) 作品零件圖	21 ~ 23
(五) 條件說明	23 ~ 23
(六) 使用說明	24 ~ 25
(七) 測試說明	26 ~ 26

# 目

# 錄

四、結論與應用	27~34
(一) 本作品之優點	27~27
(二) 本作品之缺點	27~27
(三) 本作品之進化論與遇到問題之克服	27~28
(四) 試驗	28~28
(五) 本作品之應用	29~30
(六) 本作品之應用範例	31~34
五、參考文獻	35-35



## 作者簡介及照片：

作者一：陳柏岐

我就讀新竹高工，在一次巧合下有機會碰觸到銑床，也開始對機械產生了極大的興趣，在高中時遇到和我志同道合的朋友，在一次實習課中，發現到使用虎鉗夾持不規則工件的困擾，使我們決定要著手進行這方面的研究，過程中往往會遇到挫折，但我們秉持著『精誠所至，金石為開』的精神，使我們對於這項設計的研究非常成功。最後，要感謝老師給我的指導，學校給我的鼓勵，讓我可以再機械學程上邁進一步。

作者一：蔡維鴻

我本身對機械就有極大的興趣，因為我們家也是走機械學方面的工作，所以小時候我的第一志願就是新竹高工，希望可以在機械方面有更多的了解，而在我高一的時候，第一次接觸鉗工，深深的體會機械學的實用與方便性，當下，就決定要在傳統機械有所突破，所以不斷的思考要如何創新，而發明了萬用虎鉗。



## 英文摘要 (Abstract) :

When handling workpieces in complicated and irregular shape in the mechanical process, users are unable to make it with ordinary vises. V-block and clamping block might help, while some others do not work at all. In such cases, the user has to tear the vise apart and then do some correction, which is complicated and time-wasting.

The strength of this design is that there is no need to replace the vise. The user just puts this device on the vise clamp to clamp the irregular object. The vertical clamping force makes the piece at work stable and allows no slipping. With this device, no special fixture or further correction is needed. It can also be used for a parallel block if necessary. In other words, as a fixture of multiple functions, the device makes the processing work simpler and more efficient than ever.

## 中文摘要 :

機械加工過程中往往遇到形狀複雜工件，無法用一般虎鉗夾持進行加工。若需加工複雜工件時，需使用 V 形槽、壓枕……等等夾具加以輔助，但有些夾具根本無法夾持。若用特殊夾具需拆除原有之虎鉗，而且還必須校正，工作繁雜又浪費很多時間。

本設計之優點為不需更換虎鉗，直接放在虎鉗鉗口即可夾持不規則的物體，利用正向力的作用夾持而不打滑，輕易達到夾持時之穩定和足夠之夾持力，以達迅速、不需使用特殊夾具、不需再校正、可當平行塊之多功能夾具，使複雜形狀之工件加工簡單化、迅速化之設計。

# 一、前言

## (一) 研究動機：

- 1、每次機械實習過程中，常遇到夾持圓桿會產生晃動、夾持圓球無法夾持，以致於無法鑽孔或銑切，不然就是夾傷工作物。當遇到這些問題時，常常問老師該如何加工、如何穩定的夾持才能達到鑽孔時不會偏離造成鑽頭之折斷，銑切時因夾持力之不足而銑成曲面或夾傷工作物！老師的回答是「用 V 型枕和 C 型夾等夾具來夾持」，但遇到球形之物體呢？我們一直在想有什麼方式不需要 V 型枕和 C 型夾等特殊夾具，就可以輕易克服以上種種問題。因為這些夾具不但占空間，且夾持不方便、浪費時間。而且加工時夾具極佔空間又限制加工空間，更無法穩固夾持加工球體和曲桿、曲柄等工作物。基於以上種種原因，我們心中一直想著如何研究一種夾具，讓虎鉗夾持工作物輕易達到加工之便利性和簡單化。
- 2、銑切工件時常因工件之厚薄而需要用平行塊，有時平行塊因上一組同學未歸位，或使用不同組的平行塊以致於不能平行，造成每次為了平行塊而大傷腦筋。所以我們常想著，如果能設計一個虎鉗不必使用平行塊就可以夾持工作物，那真的就太棒了。基於以上原因，我們一直想要設計一個可以夾持複雜工件又可以當平行塊的虎鉗夾具。
- 3、每次加工不同工作物時，都需要校正虎鉗，以達到加工之準確性。而每次校正要花好多時間，而且虎鉗又重，搬來搬去真的很累，常需要別人幫忙抬虎鉗，有時一校正又要花半小時，不校正銑出來的工件又差那麼多，於是我想把虎鉗設計的構想轉化成設計為一個較輕的夾具，以方便夾持物體，而且不需把虎鉗在拆來拆去，又笨重又費時。若設計虎鉗又須製作螺桿、螺帽和搖桿等，需要很多費用、時間和材料，才能完成此工件，且不具備方便性與實用性和便宜的條件。
- 4、之前學長經老師指導，有做出一組虎鉗夾具，但其缺點為（1）兩塊一組搭配使用，太佔空間，並且會因工受力而移動，大大影響夾持力；（2）漏油；（3）夾持力不足。所以我們設計為可單一或兩塊成組一起使用，再利用可調式螺桿將夾具固定於虎鉗，使我們的夾具不會因受力而移動，致使加工不良，影響精度。



## (二) 研究目的：

想要設計一個夾具來滿足下列要求

- 1、可夾持不規則之工件：如曲柄、搖桿、球體……等，形狀不規則工件。
- 2、可當平行塊使用的夾具：可避免因厚度不同工作物而需更換平行塊之困擾。
- 3、可直接放在虎鉗上使用的夾具：不需因加工工作物形狀需更換不同虎鉗，既浪費時間且浪費金錢。
- 4、具有多種虎鉗夾具功能：使用時不需時間校正、不需更換虎鉗，不需其他夾具之便利性。
- 5、構造簡單：價格便宜、重量輕巧可隨身攜帶的特性。

綜合上述主要目的，以期加工方便性、簡易化、不占空間，而且可利用原有的設備即可夾持加工複雜之工件。並充分運用發揮學校所學的物理、機械材料、機件原理、電腦繪圖、機械力學、汽油壓實習、車床實習、銑床實習等觀念和理論和學校所擁有的設備來達到學以致用和克服困難，解決問題之學問、技術和毅力。

### (三) 研究設備及器材：

我們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：

#### A、加工機器設備

以學校現有設備完成全部零組件之加工，如，車床、銑床、平面磨床、熱處理爐與外圓磨床……等。（詳如下表所列）

#### B、使用工具及刀具

以學校技藝（能）競賽儲備選手工具車上現有之刀具與工具，完成全部零組件之加工，如車刀、銑刀……等。（詳如下表所列）

#### C、檢驗儀器設備

以學校量具室現有的設備完成檢測工作，如分厘卡、量錶、平板、塊規、高度規……等。（詳如下表所列）

#### D、使用材料

本創作設計之初即考慮到加工問題，故除 O 型環與標準零件（螺釘、彈簧）自外購得外，其他零件因注重於研究，亦不刻意採用正式之材料，以實習材料及材料室多餘之材料為主。（詳如下表所列）

### ■ 研究設備及器材清單

編號	名稱	單位	數量	規格	備註
一	機器設備				
01	高速車床	台	01	楊鐵 400×550	
02	銑床	台	01	砲塔 1.8 #	
03	鑽床	台	01	φ 13mm	
04	熱處理爐	台	1	可加熱至 1100 度	
05	平面磨床	台	1	250×500	
06	外圓磨床	台	1	400×550	
二	工具與刀具				
07	外徑粗車刀	支	04	19mm 高	
08	外徑精車刀	支	04	19mm 高	



編號	名稱	單位	數量	規格	備註
09	外徑倒角刀	支	04	19mm 高	
10	鍍鈦端銑刀 (粗銑)	組	01	$\phi 2 \sim \phi 20\text{mm}$	
11	鍍鈦端銑刀 (精銑)	組	01	$\phi 2 \sim \phi 20\text{mm}$	
12	鍍鈦鑽頭組	組	01	$\phi 2 \sim \phi 13\text{mm}$	
13	螺絲攻組	組	01	M3~M12	
14	鉸刀組	組	01	$\phi 2 \sim \phi 10\text{mm}$	
三	測量儀器				
15	外徑分厘卡	組	01	0~150/0.01	
16	內徑分厘卡	組	01	0~50/0.01	
17	附錶游標卡尺	組	01	0~300/0.01	
18	量錶	組	01	0~100/0.01	
19	高度規	組	01	0~300/0.01	
20	平板	組	01	300×300	
21	塊規	組	01	108 塊 A 級	
22	角度規	組	01		
四	材料				
23	本體	個	02	SAE1045 40×45×115	研磨
24	蓋板	個	02	SAE1045 40×10×115	研磨
25	頂桿	支	44	$\phi 8 \text{ g}6 \times 55$	研磨
26	側板	個	02	SAE1045 40×70×67	研磨
27	壓縮彈簧	條	44	$\phi 8 \times 40\text{L}$	
28	液壓油與空氣	CC	50	R30	
28	內六角螺絲	支	8	M6×50L	
30	內六角螺絲	支	8	M6×20L	
31	沉頭螺絲	支	8	M6×10L	
32	沉頭螺絲	支	8	M6×20L	

## 二、研究方法與過程：

我們的創作係採系統方法，本組採用客觀態度，從一系列的設計流程中瞭解問題並進而解決問題，其目的在求設計的合理化與效率化。不同的創作需要不同的設計方法，結構愈複雜，問題愈多的設計，需要系統性的工作程序來解決。

### (一) 研究方法：

#### 設計→研究

##### 1. 問題瞭解

- (1) 發現問題
- (2) 尋求原因
- (3) 牽涉組件

##### 2. 設計轉換

- (4) 整體外型之組件
- (5) 組件解決之問題
- (6) 界定系統
- (7) 系統歸納
- (8) 可變性決定
- (9) 界定設計重點

##### 3. 構想發展

- (10) 組件構想
- (11) 解答組合
- (12) 構想評估

#### 設計→實現

## (二) 研究過程：

### 1. 問題瞭解

對於問題作初步的研究，從發現問題到瞭解問題的過程。

- (1) 發現問題，問題探討，對於再設計能引導具有突破性的方向，發現問題的原則。
  - a、訪問或調查使用者、製造廠商及有經驗者的意見。
  - b、設計人員對於產品作相當深度的瞭解。
  - c、藉實驗及觀察的方式。
  - d、藉由「操作流程」作有系統的探討問題。
- (2) 尋求原因可由所謂的『why? why? why? method』，藉著連續問 why 尋求其原因，其目的在於提供改善方法的方向，使構想能有所依據。
- (3) 找出牽涉組件，列出關於問題的原因或結果所牽涉的組件。

### 2. 設計轉換

把相關的問題歸類，化繁為簡，進而從繁雜的問題中界定出設計重點，進而解決原有之問題。

- (4) 整體外型的組件，列出組件按照它們的相關性排列。
- (5) 可解決之問題，列出每個組件所牽涉的問題，進而討論所牽涉的問題。

### 3. 構想發展

由設計重點作構想，進而想出各種解決方法，確定其可行性，然後進行分析，結合成整體之造型，並遴選其最佳者。

- (6) 組件構想，針對一個或兩個系統作深入研究和構想，研究創造新系統，回饋構想所能解決的問題。
- (7) 選擇最合適的組合，個別的組件與次系統，選擇一種最合適的組合製造。

### (三) 研究步驟：

#### 1. 資料蒐集：

我們先開會決定後決定蒐集資料的地點，並於指定的時間內完成資料的收集。

#### 2. 資料分析與整理：

將個人蒐集的資料利用開會時間向組員解說，再集思廣益思考有無更完善的方式，並且記下重點資料加以檢討。

#### 3. 初步設計：

經過多次蒐集資料並開會討論後，開始作匯集的工作，在經討論與統整的過程，發展出我們的初步機構雛形，並繪出初步的機構圖形。

#### 4. 確定機構設計：

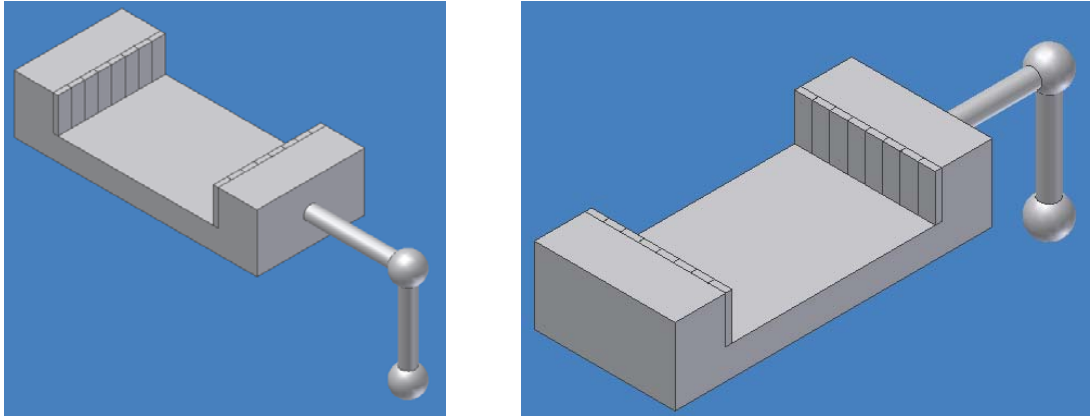
在繪完初步圖形後我們在召開會議，經會議討論後的機械結構大致底定，接下來就準備著手進行加工與製作。

#### 5. 撰寫報告：

分工進行繪圖、寫報告等工作。

#### (四) 研究發展過程：

1. 初次設計之虎鉗為鉗口往前平移，多塊移動之整體性移動。此種構造為每個長條型夾持塊可以平行個別往前移動夾持工件。



優點：可夾持不規則工件之物體

缺點：(1) 對圓球不易夾持，只有 2 點接觸。

(2) 加工不規則工作物需更換一般虎鉗，耗時、增加加工成本。

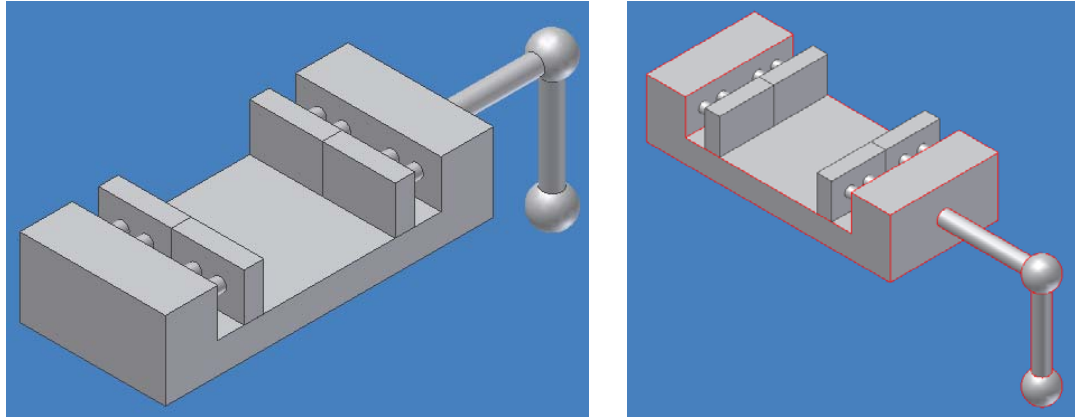
(3) 整體型使用時需換虎鉗不方便又需重新校正，浪費時間。

(4) 虎鉗設計不易加工，因為設計為整體型，製作虎鉗成本增加。

(5) 部分利用正向力，但垂直受力仍利用摩擦力，所以需要很大之夾持力。

註：經過我們上網查「經濟部發明專利」可夾持不規則工件，只有一件而且和我們第一個設計類似，但因其缺點太多所以我們放棄，再思考改良創新設計。

2.改良簡易型虎鉗：此種結構採用每邊為二軸式之液壓傳動裝置與萬向接頭連接。（利用機件原理之球面連桿概念設計而成）



優點：(1) 缸數少，加工容易。

(2) 結構簡便。

(3) 可夾持斜面和有些不規則工件。

缺點：(1) 無法夾持圓球。

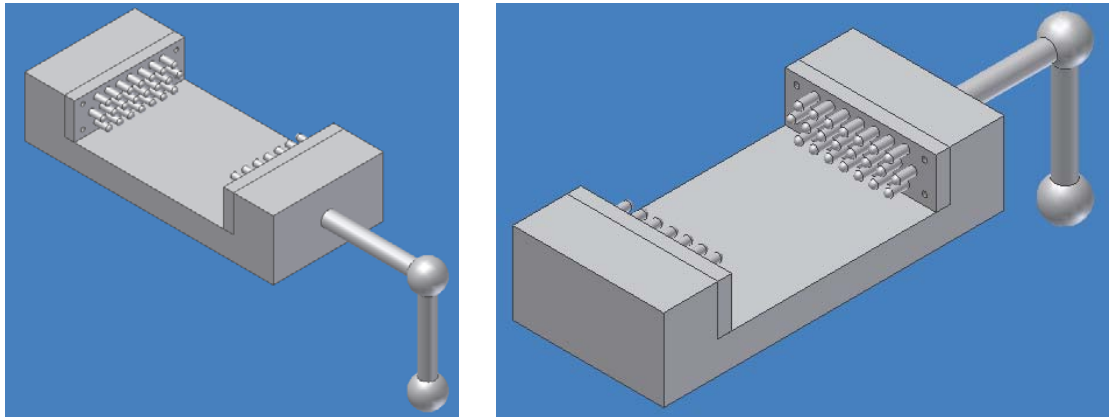
(2) 加工規則工作物需更換一般虎鉗，耗時、增加加工成本。

(3) 整體型使用時需換虎鉗不方便又需重新校正，浪費時間。

(4) 虎鉗設計不易加工，因為設計為整體型，製作虎鉗成本增加。

(5) 仍是利用摩擦力之夾持方式，需較大之夾持力。

3. 第三次改良型構想：此設計利用多點頂桿頂出機構，為達到夾持圓球之多點式設計。



優點：(1) 可夾持不規則之形狀和圓球，可達到3點以上之接觸，接觸面穩定。

(2) 可當平行塊來夾持，支撐物體，增加設計之實用性。

(3) 利用正向力之夾持方式，所以夾持力不用太大。

缺點：(1) 構造較複雜，需考慮各頂桿之距離。

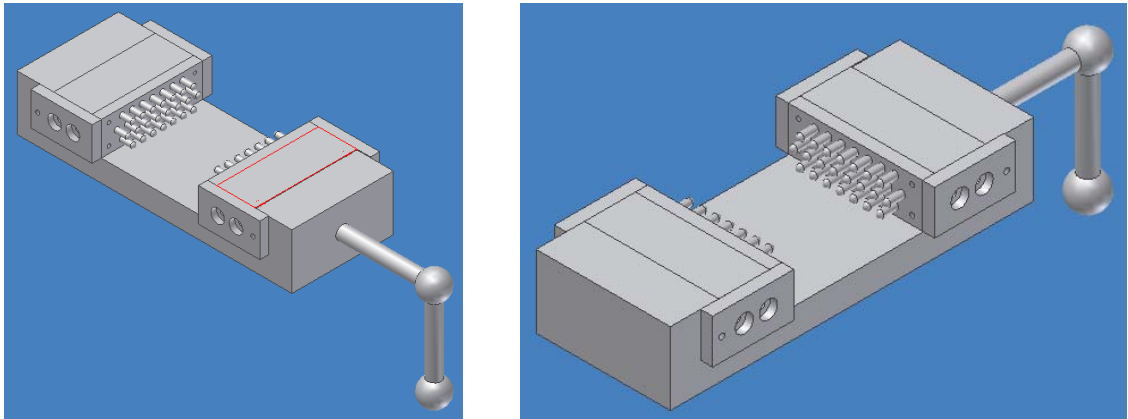
(2) 加工規則工作物需更換一般虎鉗，耗時、增加加工成本。

(3) 整體型使用時需換虎鉗不方便又需重新校正，浪費時間。

(4) 虎鉗設計不易加工，因為設計為整體型，製作虎鉗成本增加。



4. 第四次構想夾具：本設計為改良前一設計之缺點，避免使用時因夾持力不足有左右平移之顧慮。



優點：(1) 可單一或二個一套使用，只用一個可節省空間，以利加工較大之工件。

(2) 本機構為活動型設計，使用時不用拆卸虎鉗。

(3) 可夾持圓球和達到不規則物體的三點以上之接觸，增加穩定性。

(4) 可當平行塊使用，加工時不需使用平行塊。

(5) 具有體積小、構造簡單、成本低廉、配合一般虎鉗即可使用。

(6) 左右兩側各設計一個附件，以避免因工件加工時產生左右移動而造成加工不精準情形。

(7) 利用正向力之夾持方式，夾持力大。

缺點：(1) 缸數太多增加加工之難度與漏油問題之可能性。（增加油封防止漏油）

(2) 缸數太多影響到整體之強度。（盡量減少缸數）

(3) 頂桿之伸出應增加剛性與強度。（加大頂桿直徑克服）

註：本次構想已成熟，係根據前幾項構想改良而成，係為本組決定發表之作品。

## (五) 研究原理和實務基礎：

「萬用虎鉗夾具」係利用物理的連通管原理和水壓機的帕斯卡原理（Pascal's law）和化學的波以耳定理之空氣壓縮體積變小的觀念。帕斯卡原理為「在密閉容器內當一邊受到壓力，壓力會均勻的傳到每一點，而且壓力均相同」，當高二時，經過學會了鉗工、銑床和車床，終於對製造和觀念上有了具體的把握，當學校教完氣油壓和機件原理，知道用「O型環」來阻止漏油，這些學校所學的課程讓我可以充分利用在我的構想中。由應用力學之正向力來夾持非而用摩擦力，並用圓頭來自動調整中心而機械製圖和電腦繪圖更使我的創意容易了解和設計容易更改，而在設計演化上也利用到萬向接頭的原理來評估設計的概念，並由材料力學的應力觀念來設計材料的尺寸幾乎學校教授的理論和實習全部都用到，真的是學以致用之設計。

### 問題了解→克服問題的技巧與方法：

#### 1、如何克服頂桿掉出來：

為了克服伸縮缸不掉出來，把當初原構想之圓柱改成為二段式階級頂桿，利用本體外加一個擋板來克服頂桿的脫落掉出問題。即伸縮缸採用階級式並用擋板來克服問題。

#### 2、伸縮缸採用階級式之尺寸直徑變小的強度問題：

因為採用階級使得前端尺寸變小、強度變弱，為了使強度增加，乃採用機械材料的熱處理，利用中碳鋼的材料加熱到 A1 變態點上方 30 度到 50 度持續 1 小時，在放入水中急冷，可得到麻田散鐵組織來增加強度，克服剛性、變形的問題。

#### 3、克服漏油的問題：

利用機件原理所學的標準零件，並加上機械便覽上查出之 O 型環來克服漏油問題。乃在頂桿上車一小凹槽，再把 O 型環置入，以達到防止漏油的目的。（為防止漏油本設計每支頂桿採用二個 O 型環，每個 O 型環可承受 100 公斤油壓壓力，二個合併使用可承受 10000 公斤油壓壓力）

#### 4、伸縮缸的回位問題：

(1) 本構想乃在各油壓缸內放置彈簧，使其頂桿可以自動回位。（頂桿不回位並不影響任何功能）

(2) 利用空氣、油體混合式，利用化學所得的波以耳定律的氣體可壓縮性，當外力增加時，氣缸可以因為氣體受壓縮而體積變小而達到各缸受到壓力相同，當外力除去時因壓力變小，氣體體積變大，而達到自動回位的功能。

(3) 增加一個類似氣油壓元件的蓄壓器（accumulator）或油壓槽，利用空氣可壓縮原理來儲存壓力使之歸位。

#### 5、各缸的連通問題：

由本結構體底端兩邊鑽孔來使各缸之間流通，再利用攻牙方式將孔封住。使液壓油一邊受力時可傳到其他壓缸，而且壓力大小均不變的連通管和帕斯卡原理的混合使用。（加工過程中因鑽頭長度不夠，解決方法只好採用兩邊均鑽孔的方式）

#### 6、取代平行塊功能：

把油壓缸體設計成多排，並利用錯開方式來達到夾持不規則物體，亦可當平行塊之多功能設計，並且因各缸徑的距離因採用交錯排列方式，也因各缸間距離變長，又可以增加本體之結構強度。（缸體孔徑加工時須使用銑床加工，孔位公差直接影響平行度，孔位需控制在 0.01mm 以內）

#### 7、移動工件之和夾持力問題：

利用圓頭設計，直接產生正向力來夾持工件，而不是利用摩擦力來夾持，因為工件表面光滑，當加工力量過大時就會移動，為了避免工件移動而要增加夾持力，但若摩擦係數太小，仍會產生移動，所以本設計係利用正向力圓頭設計來直接夾持工件。其觀念源自機件原理之半圓鍵可以自動對準中心，球面底座螺帽、球面滾子（滾針）軸承都可以自動對準中心，所以我採用圓頭設計使得夾持時都會產生正壓力來夾持，所以圓頭設計乃是本設計最重要的概念。

#### 8、夾持移動之問題：

為了克服本設計虎鉗夾具因加工受力而朝受力方向產生虎鉗移動，我們在本設計左右外加一個擋片，擋片利用固定螺絲鎖緊於虎鉗上，則

夾具就不會因加工時所造成之左右移動。

#### 9、精密度無法達成之問題：

若製作精密度較低會產生漏油情形，為了避免精密度不足情形，所以我找技藝競賽同學加入，所有零件（除標準零件 O 型環、彈簧和螺釘、機油外）皆自行加工而成，本團隊成員專長相輔相成，過程中學習到競賽選手的加工技能係為額外之收穫而且大家分工合作，有生產部門和設計部門每週開會三次並彼此討論研究，充分團結分工，結合是本團隊最佳化的原因。

## (六) 設計的尺寸決定：

由材料力學的第九章應力公式、氣油壓和物理公式探討：

$$\text{應力 } \sigma = \frac{\text{力量 } P}{\text{面積 } A}$$

$$\text{剪應力 } \tau = \frac{\text{剪力 } P}{\text{面積 } A}$$

$$\text{安全係數 } n = \frac{\sigma_{\text{破壞}} \langle \text{破壞應力} \rangle}{\sigma_{\text{容許}} \langle \text{容許應力} \rangle}$$

$$\text{流量 } Q = A_1 V_1 = A_2 V_2 \text{ (續流原理)} \quad \therefore Q = AV = \pi d^2 / 4 \times V \quad \therefore d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}}$$

$$\text{帕斯卡原理 } \frac{f}{a} = \frac{F}{A} = \text{壓力相同}$$

$$\text{功率} = FV = \sigma \times A \times \left\langle \frac{Q}{A} \right\rangle = \sigma \times Q \quad (\sigma = \text{壓力}, Q = \text{流量})$$

$$\text{波以耳定理 } P_1 V_1 = P_2 V_2$$

### ■ 強度計算

W = 夾持力 (或舉起之重量)

F = 施力

R = 搖桿半徑 (手柄長)

L = 螺桿之導程

由  $F \cdot 2\pi R = WL$ , 若一人出力為 F, 本虎鉗規格

手柄長 R=8cm 導程 L=6mm

機件原理螺旋起重機之觀念：由本具虎鉗規格 (夾持力 2800kg), 所

以  $F \times 2\pi \times 80 = 2800 \times 6$  則施力  $F = 33.4\text{kg}$  又  $2800\text{kg} = 2800 \times 9.8$  牛頓

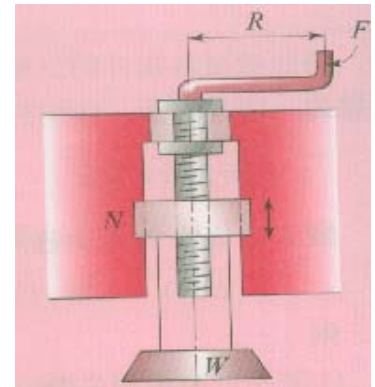
=27440 牛頓

### ■ 若只有三根夾持：考慮桿子的強度

$$\sigma = \frac{P}{A} = \frac{27440}{3 \left( \frac{\pi}{4} \times 6^2 \right)} = 323.7\text{MPa}$$

則應力

1. 由查表 S45C 水淬火, 其抗拉強度=803.2MPa

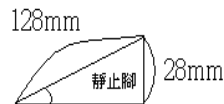


$$n = \frac{803.6}{323.7} \cong 2.48$$

每根桿子的安全係數

一般虎鉗之夾持力為利用摩擦力，需要很大之夾持力，而本虎鉗乃是利用正壓力，所以本夾具夾持不需要太大的夾持力

2. 由摩擦係數試驗用本材料做成之斜面和另一研磨過之材料，放在斜面上，慢慢抬高到下滑時之角度，由實驗知剛好下滑，所以



$$\sin \theta = \frac{28}{128}$$

$$\text{靜止角 } \theta = 12.6 \text{ 度} \quad \therefore \mu = \tan \theta = 0.223$$

所以本油壓虎鉗夾持時最大摩擦阻力  $f = \mu$

$$N = 0.233 \times 2800 = 652.4 \text{ Kg}$$

$$\sigma = \frac{P}{A} = \frac{652.4 \times 9.8}{3 \left( \frac{\pi}{4} \times 6^2 \right)} = 75.4 \text{ MPa}$$

若以此力為作用力則

$$n = \frac{803.6}{75.4} = 10.65$$

此安全係數 倍

當然棒子強度要高可採用鎳鉻合金鋼如 S40NiCr

抗拉強度為 1323MPa，其強度為本材料的 1.65 倍 若以此為桿子

$$n = \frac{1323}{323.7} = 4.08$$

以一人最大施力狀況安全係數 倍

### ■ 考慮油壓

若三根桿子夾持

$$\text{由 } \sigma = \frac{P}{A} = \frac{27440}{3 \left( \frac{\pi}{4} \times 8^2 \right)} = 182 \text{ MPa}$$

因為內壓力 182MPa 和抗拉強度 803.1MPa 差距很大，不致本體因內壓力而破裂

考慮桿子的剪應力

由夾持力=2800kg，所以每根受力= $\frac{2800 \times 9.8}{3}=9146\text{N}$

$$\text{剪應力 } \tau = \frac{P}{\pi dt} = \frac{9146}{\pi \times 6 \times 10} = 48.5\text{MPa}$$

一般材料抗剪強度約為抗拉強度之一半，依此材料抗拉強度為803.6MPa

抗剪強度約400MPa，抗剪應力48.5MPa比起來，不致於剪力破壞。

#### ■ 壓力造成螺釘剪應力

因為螺紋鎖入之長度為12mm以上

$$\therefore \tau = \frac{P}{A} = \frac{9146}{\pi \times 6 \times 12} = 40.4\text{MPa}$$

由於剪應力小，不致於螺釘被剪斷。

#### ■ 蓋板之厚度

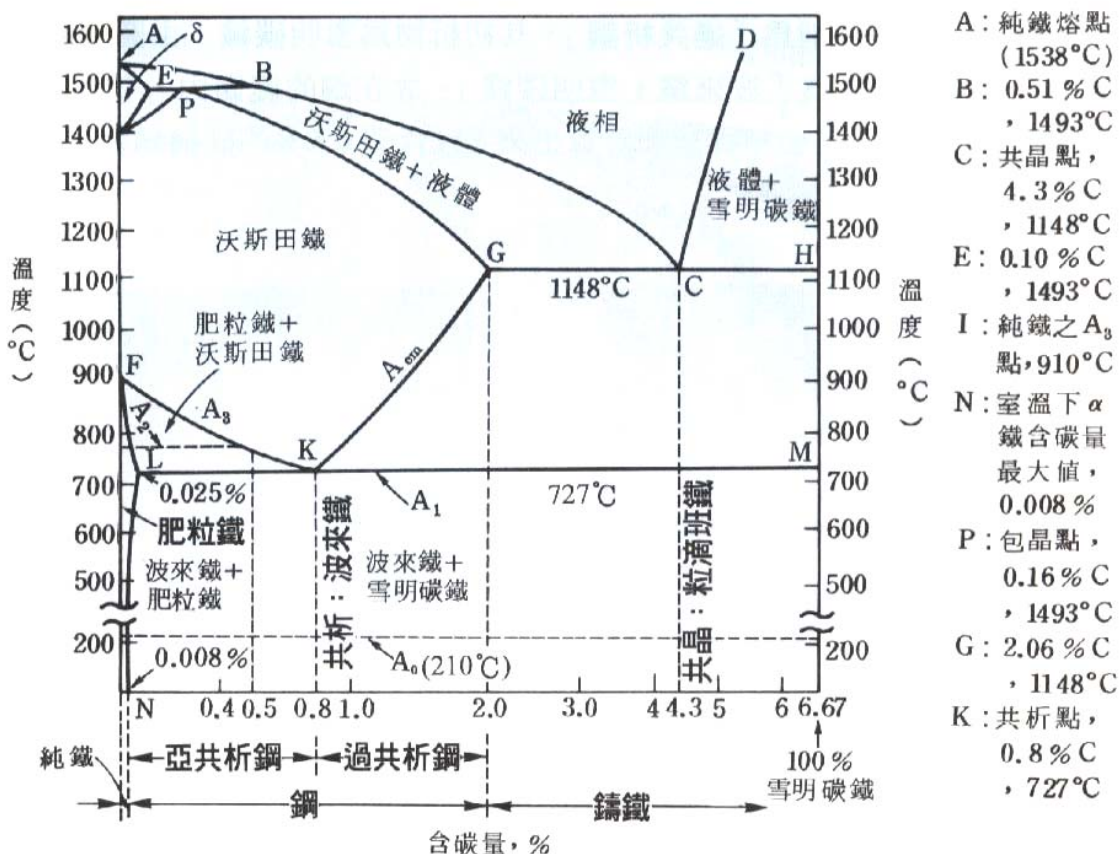
$$\text{由 } \tau = \frac{P}{A} = \frac{9146}{\pi \times 6 \times 10} = 48.5\text{MPa}$$

厚度10mm之蓋板考慮剪應力時不致被剪斷。



### (七) 決定熱處理溫度：

由鐵碳平衡圖，本材料使用 0.45% C 之中碳鋼，依下表所示熱處理溫度劃線約得到 800 度，但為求變態完全，所以依熱處理定義應在此上方 30 度到 50 度來熱處理，所以我們先選用 840 度加熱到此溫度，丟入水中急冷，來得到麻田散鐵 (martensite) 之硬化組織。(若溫度太低材料未全部變成沃斯田鐵而無法淬火硬化，溫度太高則桿子變形太大)



### 三、研究結果與討論：

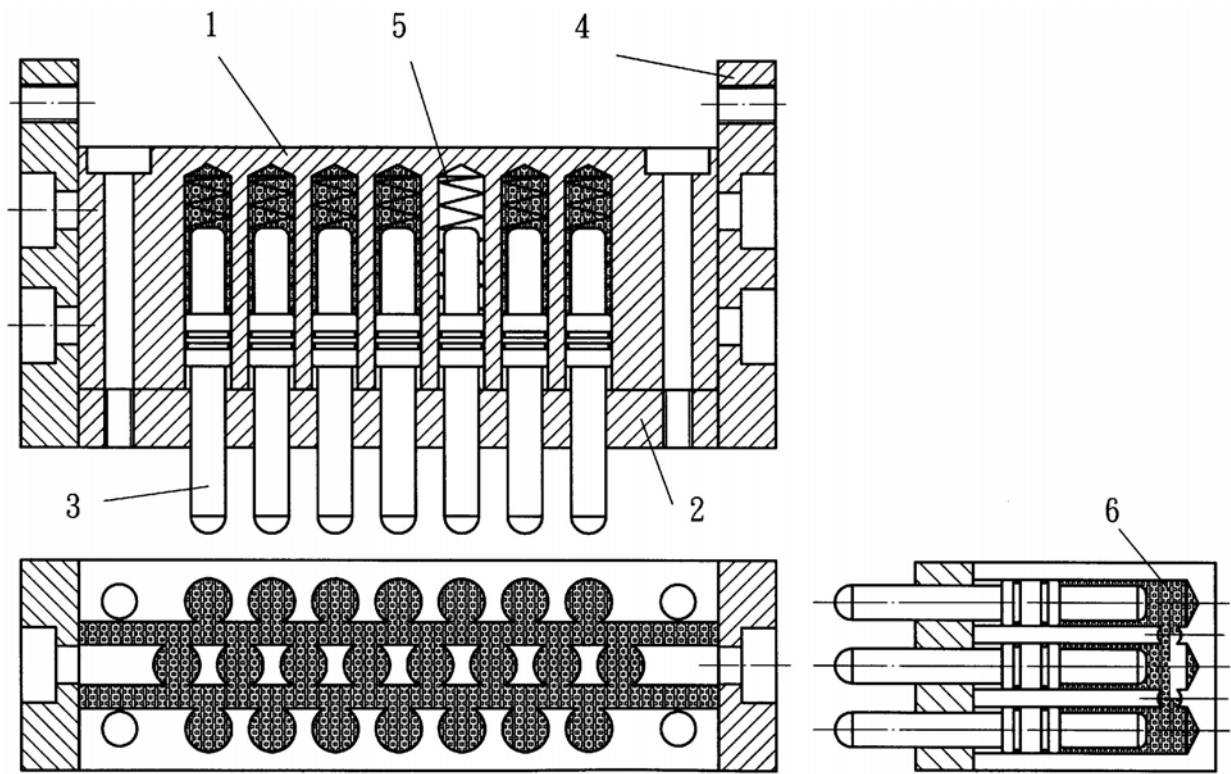
#### (一) 作品說明：

1. 本設計可單獨與成雙使用來夾持工作物。
2. 頂桿設計三層，每層可單獨或合併來夾持工件。
3. 未夾持工作物之頂桿可以當平行塊之平行機構使用。
4. 單邊由 22 根夾持頂桿組成，可依工件的大小由一根或多根夾持來完成夾持工作。
5. 可以直接置於虎鉗上，使用時不需拆卸虎鉗，也不需再校正。
6. 可夾持圓球等不規則形狀工作物，多點式接觸夾持穩固。
7. 構造與操作簡單、重量輕、便於攜帶。
8. 利用正向力之夾持方式，而不是摩擦力夾持方式，不會產生切削時之移動。
9. 利用檔板避免夾具受切線方向切削力而移動。

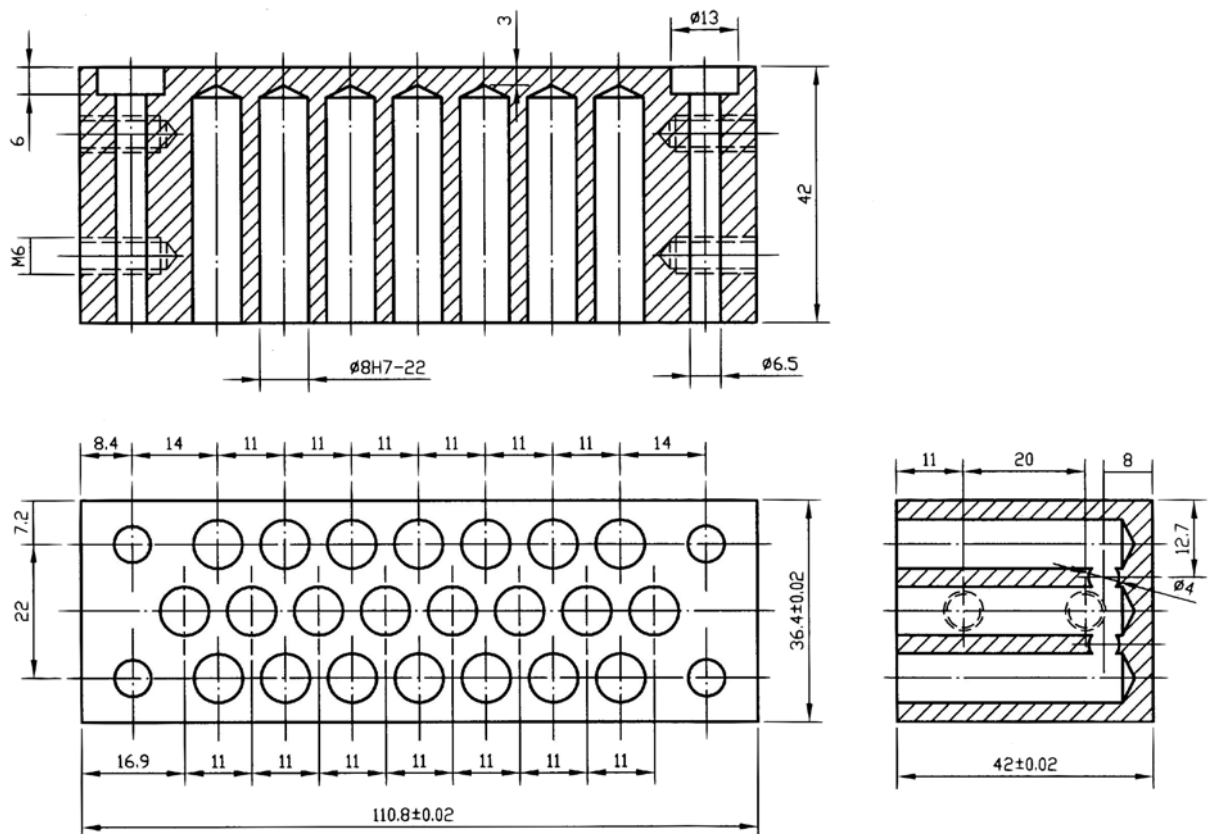
#### (二) 作品零件表：

編號	名稱	單位	數量	規格	備註
01	本體	個	02	SAE1045 40 × 45 × 115	研磨
02	蓋板	個	02	SAE1045 40 × 10 × 115	研磨
03	頂桿	支	44	φ 8 g6 × 55	研磨
04	側板	個	02	SAE1045 40 × 70 × 67	研磨
05	壓縮彈簧	條	44	φ 8 × 40L	
06	液壓油與空氣	CC	50	R30	
07	內六角螺絲	支	8	M6 × 50L	
08	內六角螺絲	支	8	M6 × 20L	
09	沉頭螺絲	支	8	M6 × 10L	
10	沉頭螺絲	支	8	M6 × 20L	
11	沉頭螺絲	支	8	M4 × 1L	

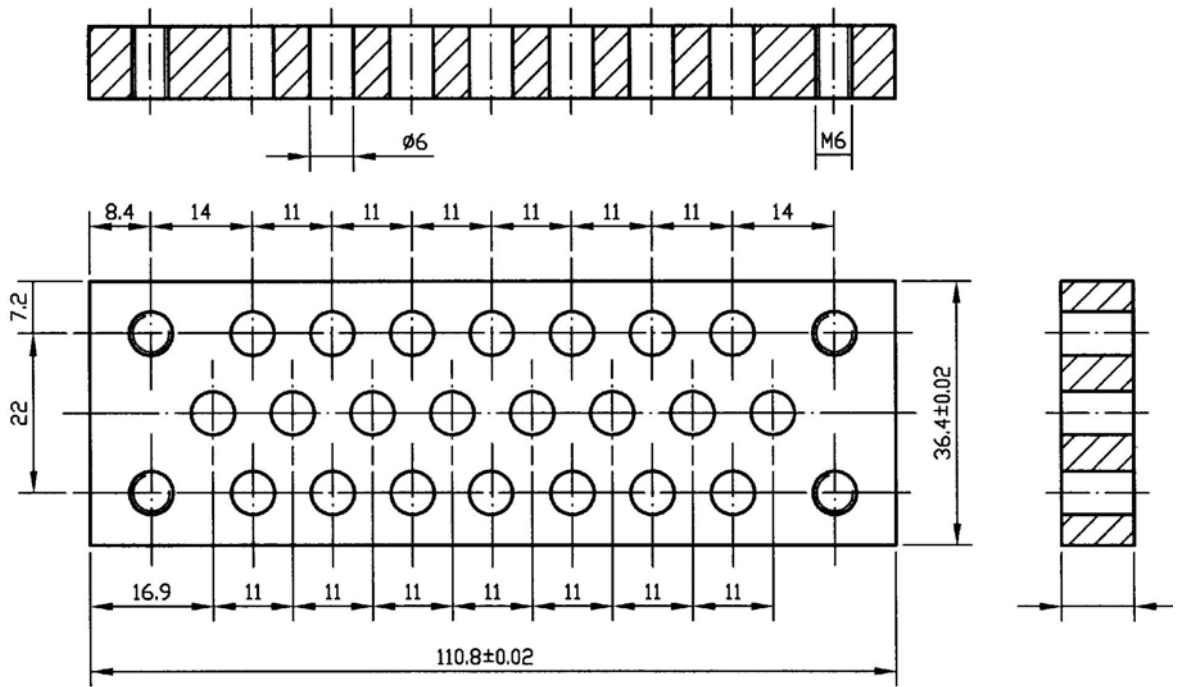
(三) 作品組合圖：



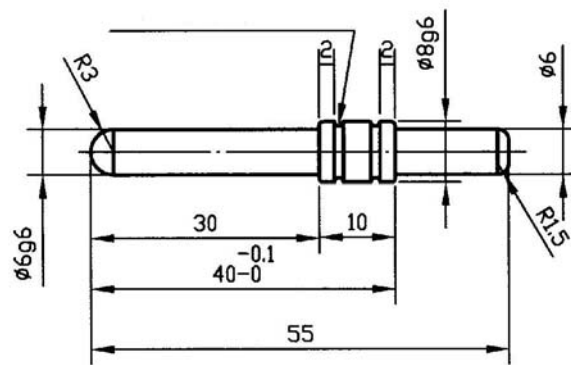
■ 零件一：本體 2 個



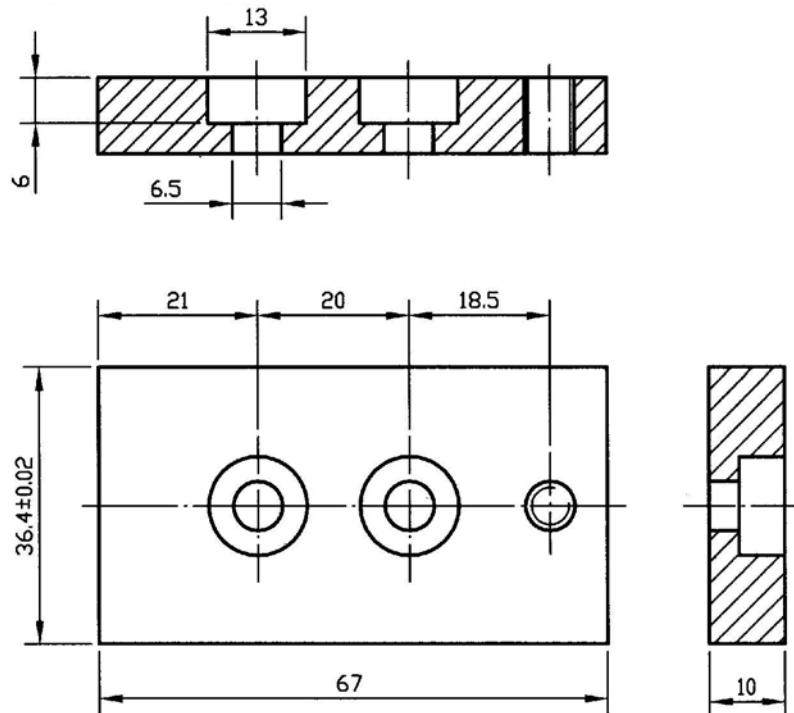
■ 零件二：蓋板 2 個



■ 零件三：頂桿 44 支



■ 零件四：蓋板 4 個



(五) 條件說明：

1. 因為每個虎鉗的規格不同，本設計以學校現有虎鉗的最大可夾持量來決定本創作之尺寸。選用學校現有鉗口寬 108.8mm，長度可三段調整之油壓虎鉗，其最大可夾持長度為 200mm。因本創作本體加上頂桿長度共 72mm，若只用一組來夾持工作物，鉗口長至少要 72mm 以上。（可選用規格較大之虎鉗，即可增加可夾持範圍）
2. 使用本設計前，虎鉗鉗口必須沒有鐵屑而且已校正好。（本項為一般加工之基本需求）

## (六) 使用說明：

### 1. 液壓油之選擇：

液壓油之黏度低，較容易造成漏油情形；若選用號數較高黏度較大之液壓油則可避免因缸體油封漏油情形，但是因黏滯力大各缸間運動反應較不靈活。（克服漏油情形，我們的創作使用每支頂桿二個油封設計）

虎鉗夾持時不需要快速移動，所以選擇黏度較大之液壓油較佳，而且因使用液壓油不會有生鏽之情形，並可潤滑各缸體。但各缸若只加入液壓油卻無法使各缸頂桿後退，無法夾持工件。（克服壓缸無法自動前進後退情形，我們的創作使用彈簧並將液壓油與空氣混合使用）

### 2. 氣壓之選擇：

氣壓之優點是具有可壓縮性，由波以耳定律知道「 $PV=常數$ ，壓力和體積成反比」，所以當內裝氣體時，可以吸收缸體之頂桿退縮時之空間體積，因體積變小而增加壓力達到夾持之目的。當虎鉗後退時，因夾持壓力變小，可使各缸內之氣體體積變大，形成恢復力，使缸徑自動伸出回位。氣體體積雖然有壓縮性，但因O型環之緊迫張力，頂桿退回時需要有較大之力量，若頂桿無法退回時，只會影響外觀並不影響其夾持力。但若全部選用氣體當填充物，則因氣體體積壓縮量之大小而有限影響到夾持力之大小。若全部為氣體則此夾具較易生鏽，易造成漏氣導致損害。

### 3. 液壓油和氣壓的混合：

液壓和氣壓之混合使用，可使夾具本體具有自動回縮之退回空間與兼具潤滑防鏽之功用。當工件夾持時，因壓力的增加使得氣體體積縮小可達到增加壓力與夾持力之效果，當工件放鬆時，因壓力減少，使得氣體體積變大，形成恢復力，自動讓缸徑頂桿退回。

氣體和油的體積比例影響到夾持力和夾持回縮量，當氣體含量太多時，氣體壓縮到最大量時其體積變化量與壓力之變化量成反比，若氣體體積最大只能收縮3倍，夾持壓力只能增加3倍，所以氣體太多影響到夾持力。當液壓油太多時，氣體所占空間之多寡，影響到頂桿退回之體積，而影響到可夾持工件的可夾持量，所以我們選用液壓油和氣體之混合當填充物，但須考慮液壓油在油氣之混合中較易變質，所以經長期使用後需考慮液壓油之更換。



#### 4. 蓄壓器之選用：

本缸體旁邊有螺絲孔、預留孔可再接一蓄壓器管，達到退縮頂桿之作用，以達到設計有問題時的控制改良之工作。

#### 5. 增加夾持力方法：

缸體中之孔洞可放入一壓縮彈簧，其作用略可增加夾持力（由虎克定律  $F=KX$  之彈簧常數  $K$  和壓縮量  $X$  決定），亦可產生作用力，使缸體可因彈簧產生回復力，使頂桿伸長，使工件較平整、好看。所以使用彈簧具有雙重作用：

(1) 增加夾持力

(2) 因使用氣體回覆力不夠時，彈簧推力可推出桿件



## (七) 測試說明：

### 1. 頂桿部分：

頂桿之前端採圓形設計，工作物表面油污與鐵屑不影響加工精度為本設計附加優點。缸體孔徑與頂桿直徑需特別注意設計為滑動配合，如軸徑太小或孔徑過大會漏油與當平行塊使用影響平行精度之困擾。

### 2. 夾持試驗：

在夾持不規則物體，其夾持力因虎鉗之施力逐漸增加而達到本設計夾持不規則工作物之特性。本設計可使用一個或二個成一組使用，兩種方式均可達到夾持不規則工作物之效果（一個即可夾持不規則工件），但當夾持 10mm 以下的球體時，因頂桿和頂桿間距離大於 10mm 而無法達到夾持之效果，這是設計時所遇到的困難和需克服的地方。（要改進之方法為桿徑變大，減少間距）

### 3. 平行度測試：

雖然在設計時均以 1 條（0.01mm）當設計製造所用的公差，但因  $S = r \times \theta$  和製造上的誤差，平行度是我們所考慮的重點，當工件夾持時利用平行桿和量表來測量，每 100mm 之平行度高低誤差為 0.01mm 算是可以接受的數字，但仍有可以改善的空間，因為鑽孔時孔位和頂桿之變形誤差應盡量減至最小。本體平行度之測試此工件左右、前後平行度測量結果在長 110mm 中平行度高低差在 0.01mm 以內，寬度 42mm 中平行度高低差亦在 0.01mm 以內，表示製造上非常精確，公差符合要求。

### 4. 垂直度測試：

本夾具因與虎鉗固定邊相接觸，所以要做垂直度測量，經量測結果在高度 36mm 中其垂直度公差在 0.005mm 以內，顯示其製造上符合製造上的公差。

## 四、結論與應用

### (一) 本作品之優點：

1. 可單獨一具即可夾持不規則之物體亦可兩具同時使用，具有方便性與簡便性。隨時要加工複雜工作物，只要拿出來夾具一個即可達到夾持複雜面加工之目的。
2. 使用時不需更換虎鉗也不需要再校正，既省時又省力。
3. 頂桿利用三層之設計可以當平行塊使用，具有附加價值。
4. 構造簡單、重量輕、成本低、可隨意攜帶。
5. 可以使用在所有虎鉗之夾具。
6. 本夾具作品旁有預留孔可以更換機油亦可以做任何比例之油、氣混合比例之調整。
7. 若要增加夾持力時，可以在孔洞中加入彈簧來增加夾持力。
8. 本夾具一件即可達到夾持複雜形狀之功能。

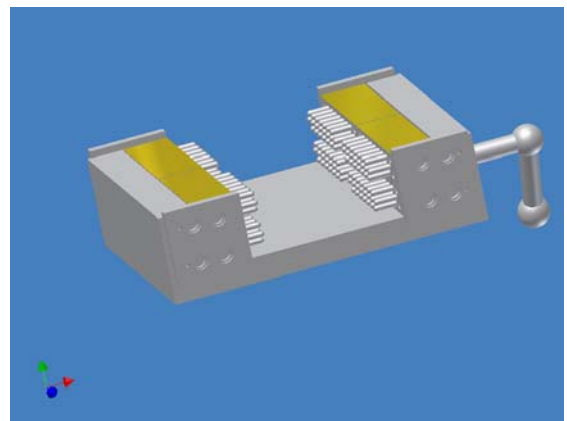
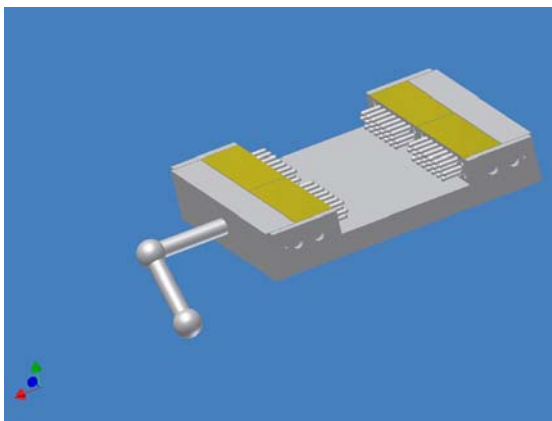
### (二) 本作品之缺點：

1. 太小的鋼珠（10mm 以下）無法夾持，因為頂桿與頂桿之間距離為 10mm 所以直徑太小的鋼珠無法夾持。可使用間距較小之缸體設計即可夾持小鋼珠或把小鋼珠用銅片或鉛來包住在加工即可。
2. 配合虎鉗若精度不佳，直接影響組合夾具之加工精密度，若需要精密加工時，需要有一具精密度較高的虎鉗。（註：一般銑床上之虎鉗精密度都非常高）

### (三) 本作品之進化論與遇到問題之克服：

1. 精密度不佳之問題：找兩位技藝競賽選手來協助製造，並討論改良，我們發現他們要做到一條（0.01mm）內竟然輕易達到，而且一直提供我改良之方法，讓我深刻體會他們不只有技術高超、智慧也非常聰明使我們的作品非常精密優良。

2. 漏油問題：(1) 設計成兩組 O 型環來克服缸體漏油回顧。
- (2) 本體增加 6 個螺絲來固定，使蓋板不會因為出力太大而只有四邊之螺絲支撐，造成蓋板彎曲變形增加，漏油之問題。
- (3) 蓋板厚度增加：蓋板厚度增加承受彎曲變形之力量增加。
- (4) 用牛油加熱到入孔內，當液壓油
3. 加工移動問題：設計擋版來避免因加工受力而產生夾具移動，並可利用螺絲固定在虎鉗上。
4. 適應性問題：因擋版尺寸固定，為了適應其他虎鉗寬度不同之問題，我們設計了 2 個附件，可依不同規格之虎鉗均可使用。
5. 夾持力不足和變形量太小時之無法夾持之問題：利用彈簧加入來使頂桿回位增加夾持力，一舉兩得。
6. 再進化或再多樣化之未來式：
- (1) 本作品旁邊有四個孔，可以在改變擋板之形式來增加多樣性。
- (2) 利用 2 個或 3 個、4 個本作品排成一列來加工其他較長之不規則工件，其實就是利用側面之孔來設計其他功能，而不改變本體，來增加加工之多樣性。



#### (四) 試驗：

本作品經過多加工不規則工件之試驗，其夾持力大，不偏轉，達到當處各項設計目的，而且經過上列在 6 次之進化，其適應性大大提升到我們所需要之設計，並可再進化增加其實用性。

## (五) 本作品之應用：

老師說作任何東西都需要花錢，因學校經費有限，設計的東西需經老師與團隊所有同學確認方可動手加工。我們經由數次腦力激盪討論與資料蒐集後，就完成我們初步的設計，經過五次的構想發展與六次的測試改良後，呈現在各位面前的就是我們的最佳設計。

在經過不斷的檢討和改良、設計才有此作品展出，符合我們當初所要求：

- (一)、可夾不規則工件
- (二)、成本低
- (三)、多功能（可當平行塊）
- (四)、操作方便、重量輕，易攜帶
- (五)、省時，不需再校正而浪費時間
- (六)、所有虎鉗均可使用

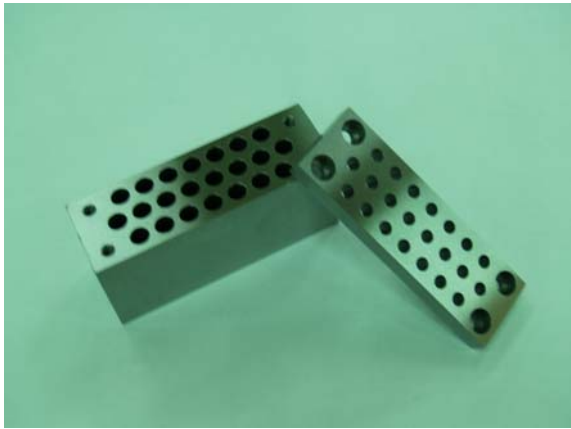



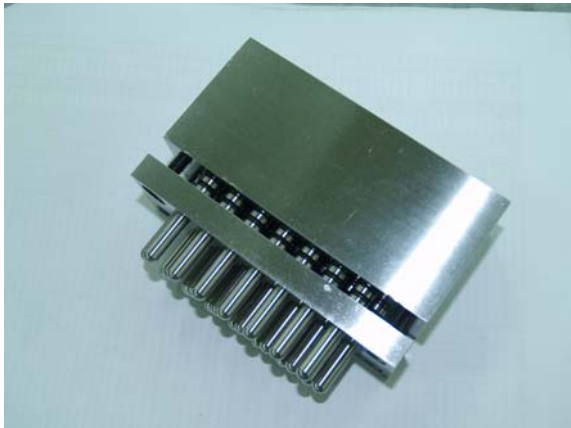

製造和設計上若沒有學校三年的理論和實務基礎是無法達到此成品之實現的，其中包含：

- (一)、物理之帕斯卡原理和連通管原理
- (二)、機械材料的熱處理觀念和方法
- (三)、機械設計上的 O 型環
- (四)、機械力學的(材料力學部分)力量分析與強度分析
- (五)、電腦繪圖 (Auto CAD) 之設計
- (六)、氣油壓概論之油和氣體觀念和波以耳定律
- (七)、機械實習上的鉗工、銑床、車床、磨床加工
- (八)、精密量測之平行度和垂直度檢查

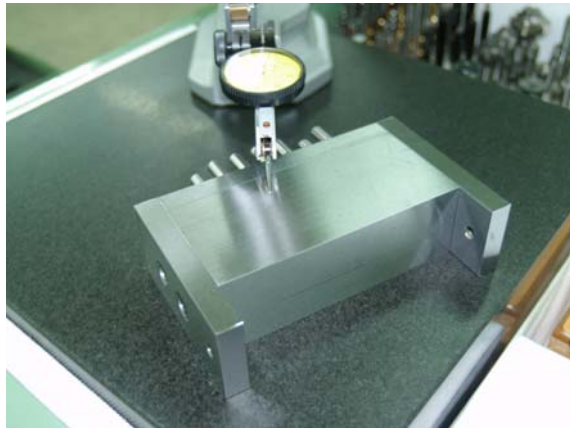
我們的設計若沒有沒有上述理論和實務互相配合勢必無法達成，我們覺得學校所學的東西的非常實用而且有其必要利用學校所學習的知識和技術竟然可以實現我的設計。只要我們團結並體會團隊合作的重要性，沒有事情可以難倒

我們。我們會再接再厲觀察實習或日常生活中需改良之處，利用我們所學的設計理念與製造方法，發明或改良更簡單、更便利的其他作品來學以致用，才不會浪費三年學校所辛苦培養、栽培，達到學有所用、學以致用和對科學的思考力、創造力、與技術創新能力的目標。

(六) 本作品之應用範例：

	
<p>本體與蓋板</p>	<p>左右側板</p>
	
<p>頂桿、彈簧、O型環</p>	<p>本作品所有零附件</p>
	
<p>開始組合</p>	<p>開始加油並調整與空氣最佳混合比</p>





平行度測試



垂直度測試



頂桿平行度與定位精度測試



測試完畢！！組合完成



一個就可使用



成雙使用效果更佳

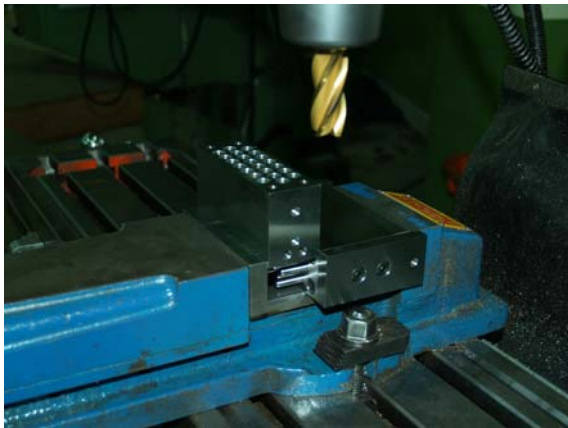




配合油壓虎鉗夾持不規則工件範例



配合油壓虎鉗夾持不規則工件範例



單一平行塊夾持範例



成雙平行塊夾持範例



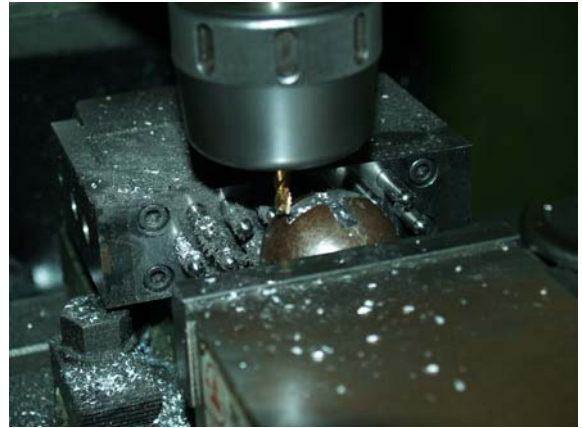
配合油壓虎鉗夾持不規則工件加工



配合油壓虎鉗夾持不規則工件加工



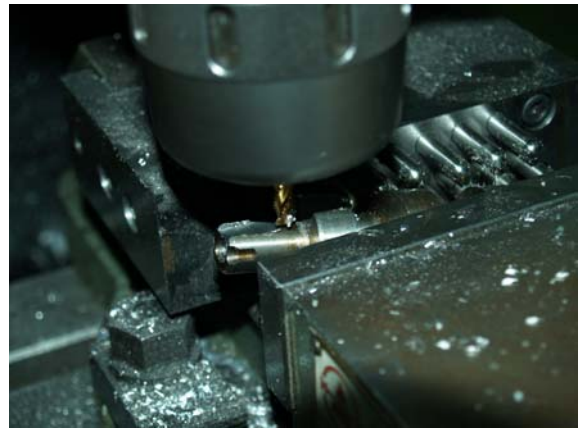
配合油壓虎鉗夾持不規則工件加工



配合油壓虎鉗夾持不規則工件加工



配合油壓虎鉗夾持不規則工件加工



配合油壓虎鉗夾持不規則工件加工



配合油壓虎鉗夾持不規則工件加工



配合油壓虎鉗夾持不規則工件加工

## 五、參考文獻：

- (一) (1) 金重勳 (2) 高工熱處理 (3) 初版 (4) 台南市 (5) 復文書局  
(6) P. 17-21 (7) 2001 年
- (二) (1) 小栗富士雄 (2) 標準機械設計圖表 (3) 四版 (4) 日本 (5) 臺隆書局  
(6) 13-17~13-28 (7) 民國 64 年
- (三) (1) 李國安, 汪秋文 (2) 氣油壓概論 (3) 二版 (4) 台北市  
(5) 全華科技圖書股份有限公司 (6) P180 (7) 民國 91 年
- (四) (1) 吳思達 (2) 機械設計大意 (3) 再版 (4) 台北市  
(5) 全華科技圖書股份有限公司 (6) P27~P29 (7) 民國 81 年
- (五) (1) 張志榮, 劉瑞興 (2) 精密量測 (3) 二版 (4) 台北縣  
(5) 龍騰文化事業股份有限公司 (6) P81~P85 (7) 民國 91 年
- (六) (1) 黃達明, 何孟軒 (2) 機械力學 (3) 初版 (4) 台北縣  
(5) 台科大圖書股份有限公司 (6) P3~P7 (7) 2002 年
- (七) (1) 葉美珍, 柯士山 (2) 高職物理 I (3) 六版 (4) 台北縣  
(5) 龍騰文化事業股份有限公司 (6) P108~P112 (7) 民國 91 年
- (八) (1) 謝文隆 (2) 機工精密量測學 (3) 三版 (4) 三文出版社 (5) P103  
(6) 民國 72 年
- (九) (1) 許全守 (2) 機械基礎實習-鉗工 (3) 三版 (4) 全華基金會 (5) P85  
(6) 民國 85 年



## 評語

本作品創作出一治具，利用多管套筒做爲與工具接觸壓緊的機構，而該系統的伸縮則以油壓及彈簧回力做爲平衡。該夾具可成功地使用於曲面工件的夾持，其應用價值值得推薦。