

中華民國第四十八屆中小學科學展覽會
作品說明書

高職組 機械科

090907

三點式調整虎鉗

學校名稱：國立瑞芳高級工業職業學校

作者： 職二 黃依婷 職二 徐嘉駿 職二 柯齊益	指導老師： 吳坊雄 王鳳義
---	-----------------------------

關鍵詞：三點式、虎鉗、調整虎鉗

摘要

此作品是針對鑽床軸心與加工平面垂直度之改良，設計出一組可以調整虎鉗之加工平面，使得鑽床軸心能與加工平面垂直。其理論乃利用三點成一面之原理，利用螺紋來調整虎鉗的高度，因為螺紋為斜面是推展，可以持續的調整高度，改善了以往之方法。

以往為了調整虎鉗加工平面高度，通常是在虎鉗下面加放墊片，但墊片之厚度不能連續，而且需另外找到墊片或適合的薄墊片。本組為提高加工精度及調整加工平面垂直度之效率，發展出這組三點式調整虎鉗來改善傳統方法，希望此改良式虎鉗能對工業界及往後精密機械加工有所貢獻。

壹、研究動機

看完師長在全國技能際賽時拍攝的影片，幾乎每個學校都在第一天的行程中，指導老師與學生都在用量表量鑽床的精度，或多或少的老師與學生會抱怨大會準備的鑽床的垂直不好，但是從老師所拍攝回來的影片裡，比賽用的鑽床是新購的，所以大家都是在同樣的條件下比賽，故不應該抱怨才是。

在全國技能競賽題目裡發現了軸心與加工平面垂直度的重要性。許多選手在工件完成後，銷插入孔中完成後組合件不能滑動的情形，造成功能性沒有發揮而不予評分。因此，本組針對此問題時，歸納了好幾種因素，但最重要的因素裡，莫過於銷與孔配合加工時，孔沒能做到與基準面平行或孔不能與加工平面垂直，則很難完成配合件有功能性的滑行動作。

在上機械製圖課程時，我們上到了垂直度，也在機械製造裡上到了公差與配合，因此本次科展研究之動機乃在鑽床主軸與加工平面的垂直度，根據以前比賽經驗我們發現老師訓練選手時為了使鑽床主軸與加工平面垂直，使用的方法為虎鉗下面加墊片。本組成員覺得此方法有些缺點仍無法克服問題，因為墊片的厚度可能無法符合每個垂直度的需求。因此為要求鑽床軸心與加工平面垂直，引發了本組顛覆傳統之研究動機。

貳、研究目的

- 一、能精準、有效率的調整鑽床軸心與加工平面的垂直度。
- 二、利用螺紋調出虎鉗任何的高度。
- 三、可以讓有孔跟軸之配合件發揮良好滑動之功能性。

參、研究設備及器材

- 一、精密磨床
- 二、精密銑床
- 三、精密虎鉗
- 四、槓桿量表
- 五、精密塊規
- 六、花崗石平板
- 七、V 型枕
- 八、直徑 $\Phi 7.9\text{mm}$ 鑽頭
- 九、鑽床
- 十、中心鑽
- 十一、直徑 $\Phi 8\text{mm}$ 銷
- 十二、游標卡尺
- 十三、分厘卡
- 十四、直徑 $\Phi 8\text{mm}$ 鉸刀
- 十五、數位相機
- 十六、量表
- 十七、鉸刀板手

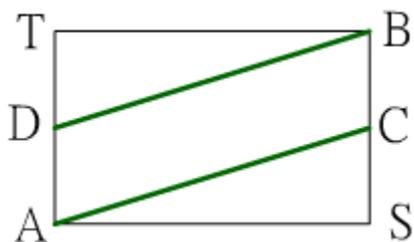
肆、研究過程或方法

在國中數學裡學到三點成一面，而且在機件原理裡也學到螺紋是利用斜面的原理，在量測實習裡也學到分厘卡內部構造是利用螺紋原理，所以本次科展研究方向為虎鉗下加裝一

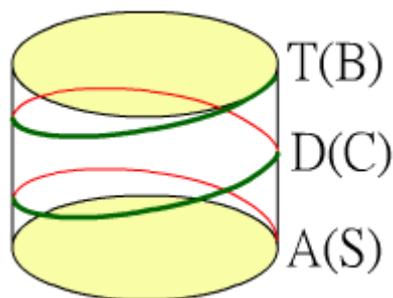
塊板子，板子上面攻三個螺紋孔，這三個螺紋孔為一個近乎正三形，然後將虎鉗固定在板子上，利用三點成一面的原理我們用三個螺紋來校正加工平面。以下介紹螺紋、量錶原理及設計流程圖。

一、螺旋原理

螺旋（screw）為斜面原理的應用，又稱螺紋（thread）由一張直角三角形紙片旋繞圓柱體上作實驗，其三角形的斜邊在圓柱表面所形成的曲線就成為一螺旋線。如果將矩形ASBT(下圖一)捲成圓柱體，讓TA和BS緊密黏接，AC和DB的C點會接連D點，並形成圓柱表面上的螺旋線(下圖二)。



圖一



圖二

斜面原理的應用之一

分厘卡



分厘卡 (Micrometer) 又稱為測微器或千分尺，是常用的測量儀器。一般分厘卡測量精度為 0.01mm，若附加游標可達到精度為 0.001mm。其測量原理是利用螺紋的迴轉角度和直徑，把長度的變化量放大，並將此放大長度製成刻度，故利用分厘卡就可讀取微小長度的變化量，通常標準型精度為 0.01mm，分厘卡的心軸螺紋節距是 0.5mm，並把套管分 50 等份，因此每轉套管 1 刻度，心軸移動 0.01mm。

既然三點能成一面，理論上一定可以讓鑽床主軸與加工平面垂直，我們用傳統方法把方鐵夾在虎鉗上，直接在方鐵上鑽三個不同高，直徑 7.8mm 的孔，最後鉸成直徑 8.00mm 的孔；之後利用基準板，再利用量表在基準板上利用三個螺紋調整高度，來校正平面，當平面調整完成後再同樣鑽三個孔來比較前後的誤差。

二、量錶原理

普通針盤指示錶又簡稱量錶，其精度有 0.01、0.005、0.001mm，主要用以測量工件之真平度、真圓度、偏心度及錐度等。普通型量錶由測量軸之上下移動，透過齒輪系之傳動後將測量軸之直線運動轉換成指針轉動，連續型錶面刻劃一圓共有 100 個刻度，每個刻度代表 0.01mm 當指針轉動一圈時表面短針正好轉動一小格代表 1mm。下圖為指針量錶。

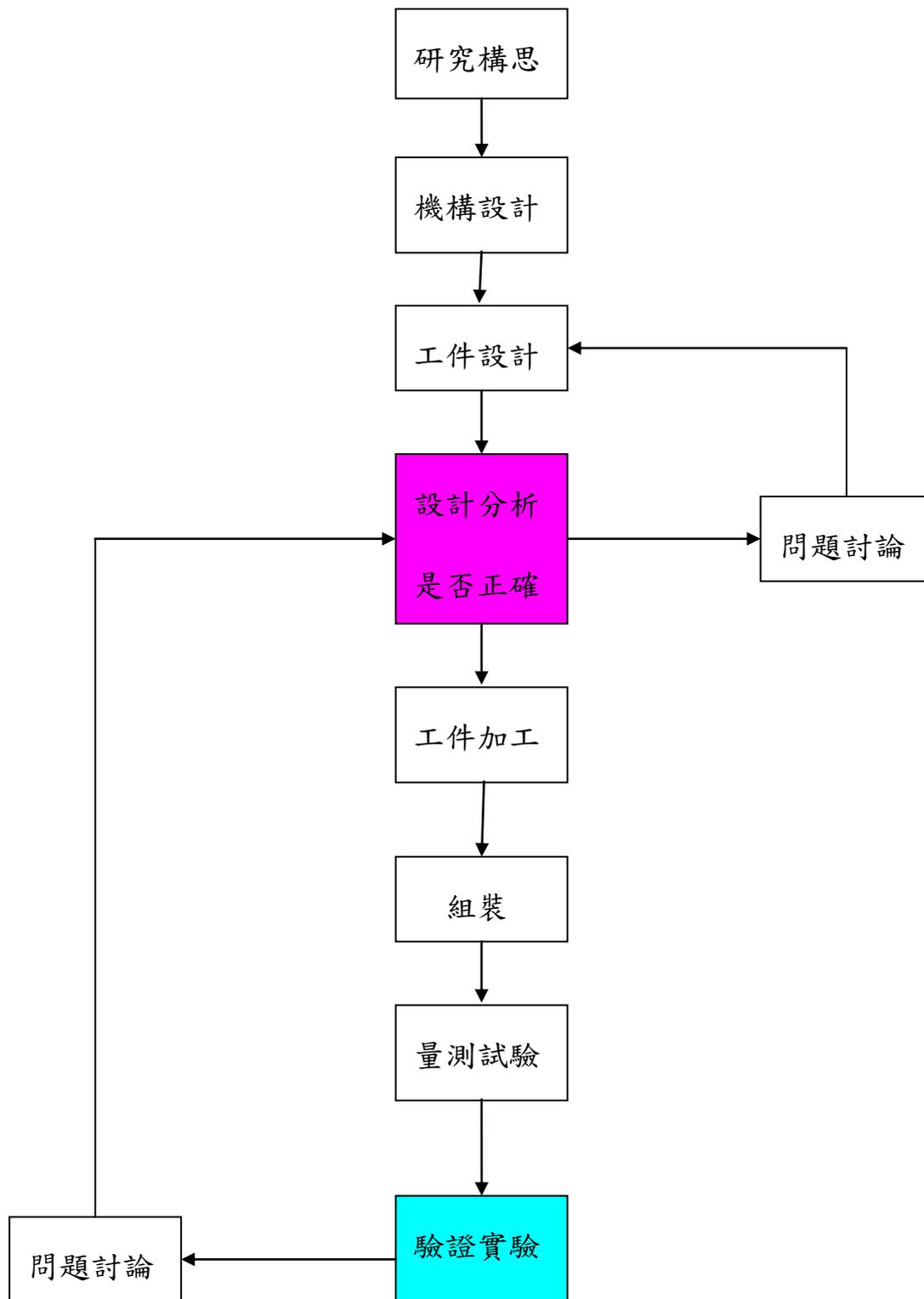


槓桿量錶顧名思義乃是利用槓桿原理，以達到放大目的。槓桿量錶其測頭與測桿為細小，可用於狹窄或較深部位，量測測頭接受微量作動之方向和測軸位移方向垂直，而一般指示量錶測頭作動方向與測軸位移方向相同。槓桿量錶的原理當測頭受到微量擺動時，透過支點經由槓桿原理傳至扇型齒輪加以放大，最後在刻度盤上呈現量測數值。下圖為槓桿量錶。



本實驗利用螺紋原理配合量錶量測之觀念，擷取螺紋斜面為連續之原理，改進傳統虎鉗直接鑽孔或虎鉗下方直接放墊片，及不能找到合適墊片之缺點，設計出一簡便調整鑽床軸心與加工平面垂直之虎鉗附件，以達到快速與準確之目的。研究流程圖如下。

三、設計流程圖



研究流程圖

(一)、研究構思

爲了改善傳統虎鉗的缺失，本組利用腦力激盪法大家思考了一個可以解決加工平面與中心鑽垂直的方法，設計出一座簡便虎鉗希望能達到良好之效果。



(二)、工件零件設計依據機構設計概念依序設計相關零件。

(三)、零件設計後利用電腦輔助繪圖軟體將零件繪出以便進行加工零件圖如下：

本零件主要是要求垂直度，故沒標尺寸公差所有公差爲一般公差

1.圖三爲方鐵

2.圖四爲扁鐵

3.圖五爲本組所研究之虎鉗底座

利用傳統桌上型鑽床加上 $\Phi 8$ 鉸刀完成孔之加工。加工步驟如下：

1.銑床加工：銑床是利用多刃的迴轉刀具對進給中的工件做切削的工具機，可以做平面、階級、形狀、齒面、尺形等加工。因為本實驗要求的工件尺寸在於工件之垂直度，所以工件在做銑削的時候，一定要照之前所做的六面體及平面銑削步驟，才能銑出接近垂直的平面，之後再用磨床加工。

2.磨床加工：研磨加工利用磨床研磨及精密虎鉗夾持，以達到工件鄰面垂直之效果再利用鑽床加工。

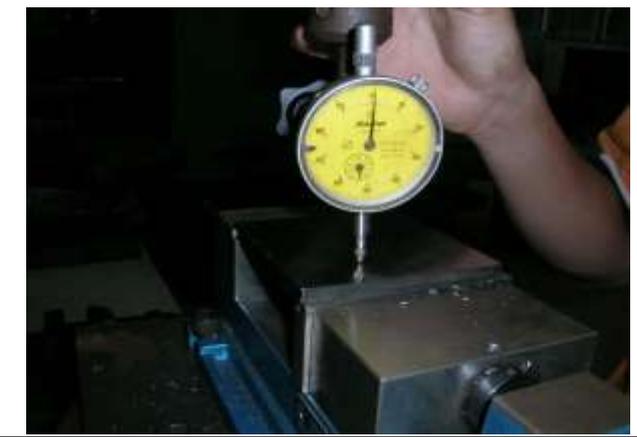
3.鑽床加工：利用鑽床在工件面上做鑽孔加工，在工件上所鑽的孔分兩組：

第一組：傳統鑽法，也就是說虎鉗夾持工件直接做鑽孔動作。

第二組：改良式的鑽孔法，也就是調整虎鉗，利用指示針量錶以達到鑽床軸心與加工平面垂直度之要求。

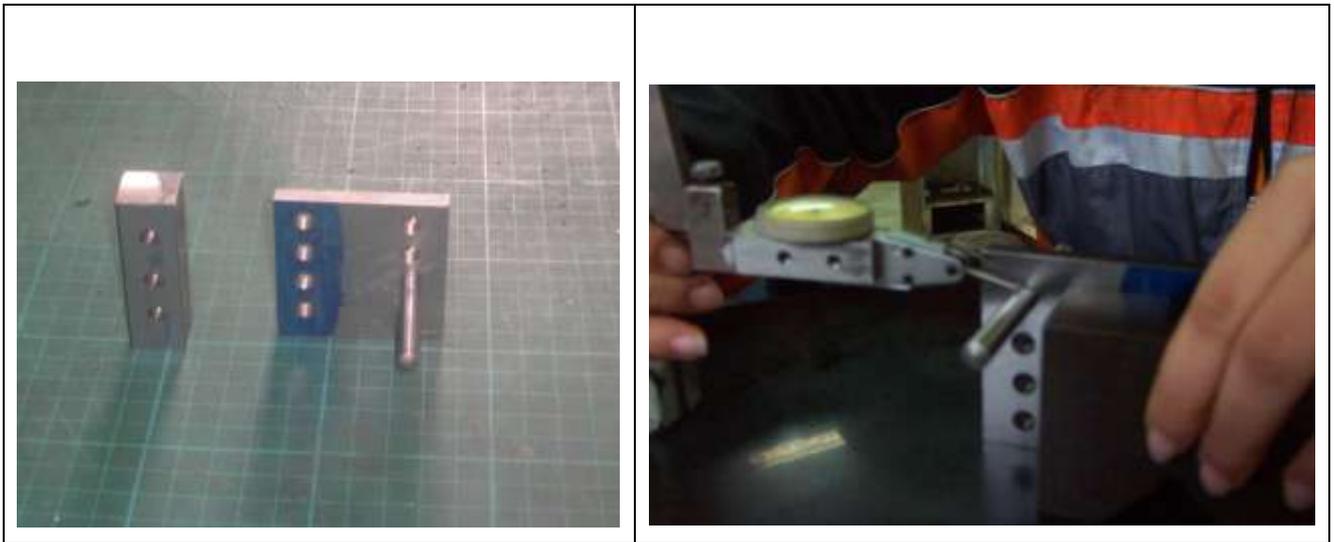
4.鉸刀加工：加工孔的最後一個過程乃是利用鉸刀加工，以達到最後尺寸及孔表面粗糙度之要求。



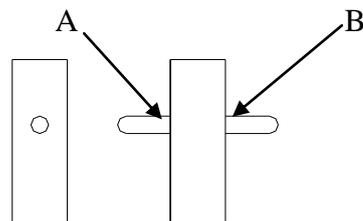


伍、研究結果

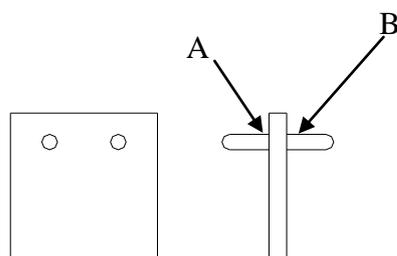
兩機件在裝配前所產生的尺寸差異關係稱為配合，本組孔、軸間之配合採用鬆配合鉸刀為 $\Phi 8H7$ 。本組研究為了取樣說服力，因此使用三台鑽床，分別在每台鑽床上加工同樣的試片。



本組將長、寬、高 25*25*75mm 的方鐵與長、寬、高 75*75*9mm 的扁鐵完成實驗所需之加工，我們將 $\Phi 8H7$ 的銷插入所鑽的孔，然後將所有要量測比較之工件在花崗石平板上作量測之動作，本組比較下圖六、七中之 A、B 兩點之高度。為確保本實驗的精準度，本實驗量測前先對本組所使用的 V 形枕，用高度規裝上一般量錶測量平板與 V 形枕是否垂直。確定垂直然後在方鐵的部分我們做了三個數據，分別取距基準面 15mm、30mm、45mm 的孔；及扁鐵上做了四個數據，分別取距基準面 15mm、30mm、45mm 及 60mm 的孔。



圖六

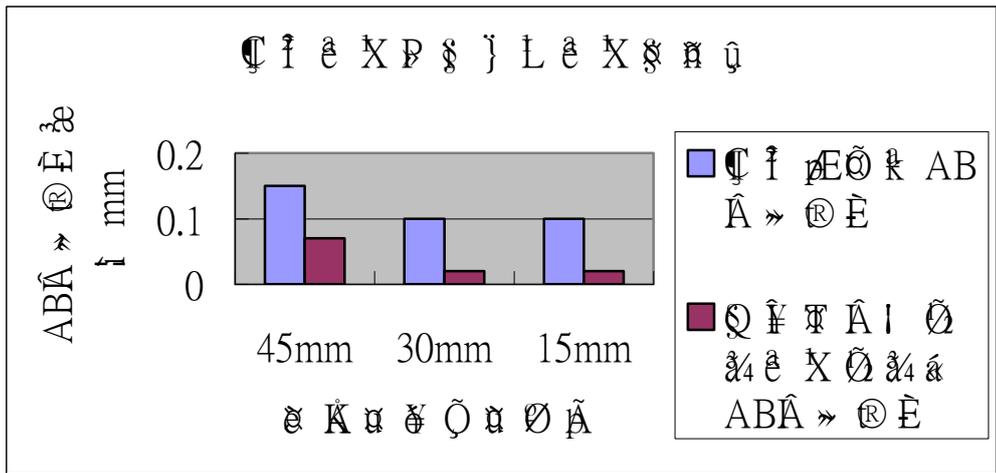


圖七

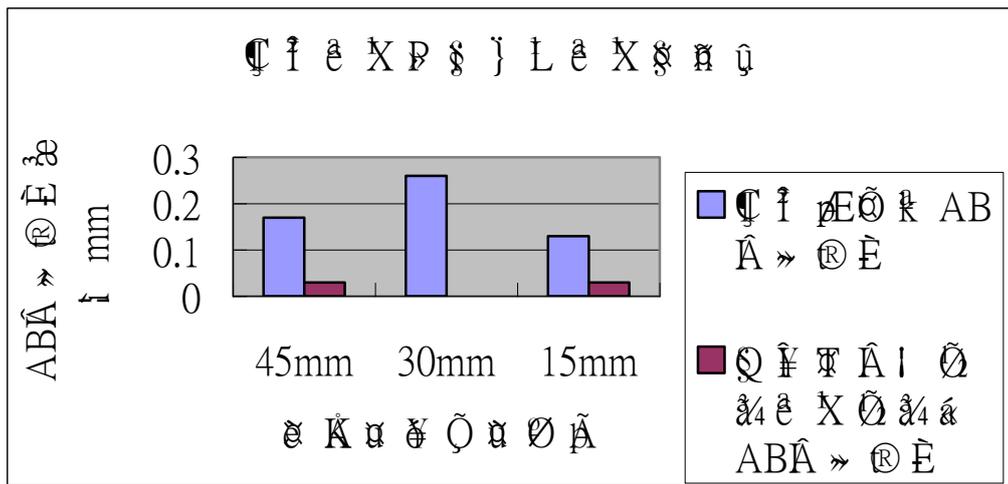
所得方鐵 A、B 兩點之誤差值如下表一及 A、B 兩點之誤差圖分別如圖八、九、十。

表一

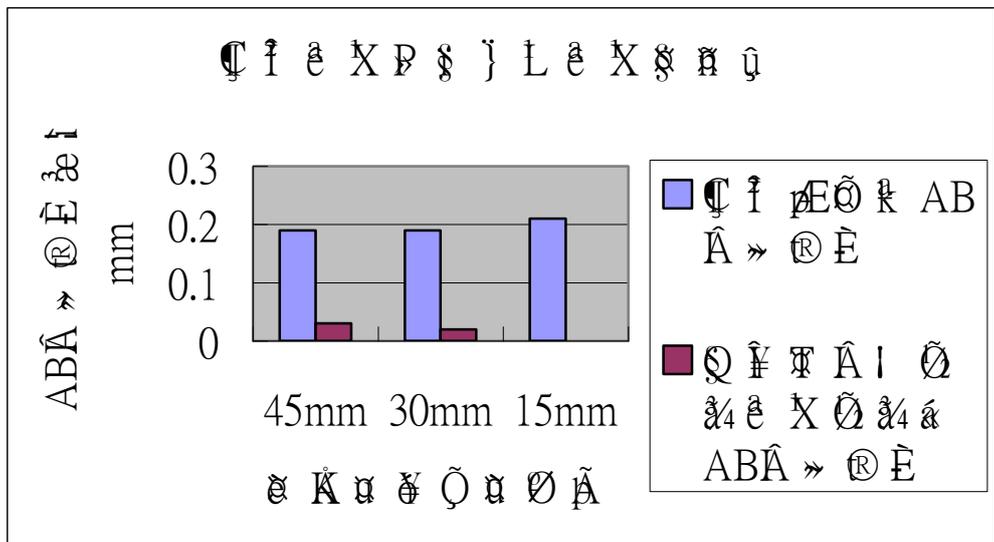
方鐵中心孔的高度	傳統鑽孔法 AB 點誤差	利用三點式調整虎鉗調整後 AB 點誤差
45mm	0.15mm (A 鑽床)	0.07mm (A 鑽床)
	0.17mm (B 鑽床)	0.03mm (B 鑽床)
	0.19mm (C 鑽床)	0.03mm (C 鑽床)
30mm	0.10mm (A 鑽床)	0.02mm (A 鑽床)
	0.26mm (B 鑽床)	0.00mm (B 鑽床)
	0.19mm (C 鑽床)	0.02mm (C 鑽床)
15mm	0.10mm (A 鑽床)	0.02mm (A 鑽床)
	0.13mm (B 鑽床)	0.03mm (B 鑽床)
	0.21mm (C 鑽床)	0.00mm (C 鑽床)



圖八



圖九

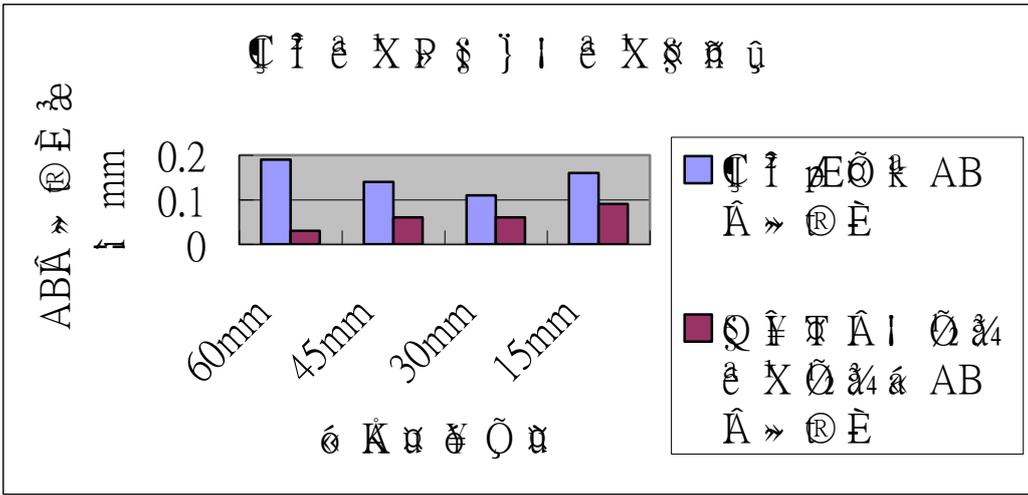


圖十

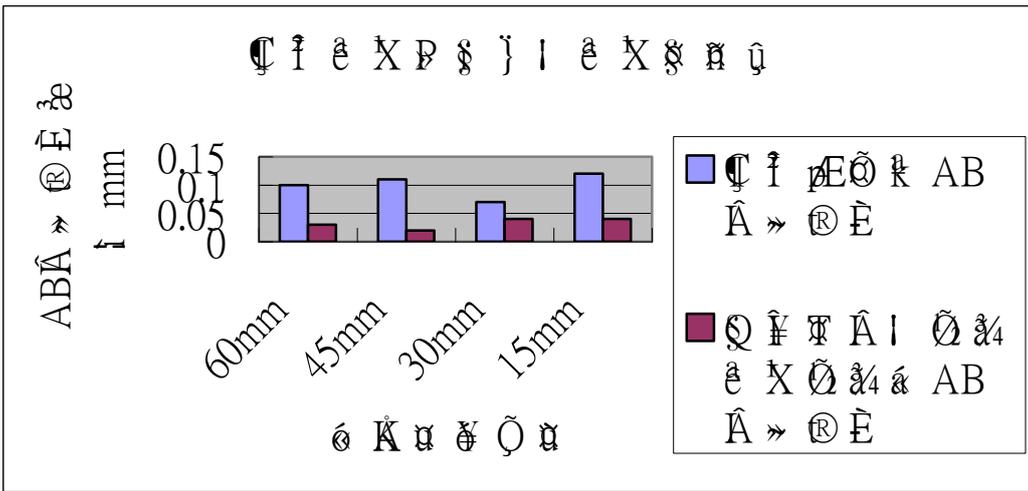
扁鐵 A、B 兩點之誤差值如下表二及 A、B 兩點之誤差圖分別如圖十一、十二、十三。

表二

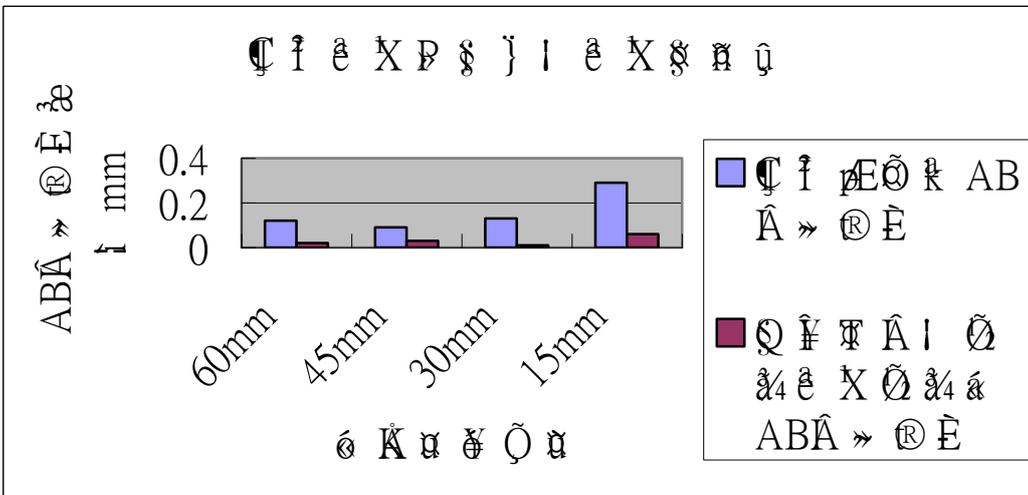
扁鐵中心孔的高度	傳統鑽孔法 AB 點誤差	利用三點式調整虎鉗調整後 AB 點誤差
60mm	0.19mm (A 鑽床)	0.03mm (A 鑽床)
	0.10mm (B 鑽床)	0.03mm (B 鑽床)
	0.12mm (C 鑽床)	0.02mm (C 鑽床)
45mm	0.14mm (A 鑽床)	0.06mm (A 鑽床)
	0.11mm (B 鑽床)	0.02mm (B 鑽床)
	0.09mm (C 鑽床)	0.03mm (C 鑽床)
30mm	0.11mm (A 鑽床)	0.06mm (A 鑽床)
	0.07mm (B 鑽床)	0.04mm (B 鑽床)
	0.13mm (C 鑽床)	0.01mm (C 鑽床)
15mm	0.16mm (A 鑽床)	0.09mm (A 鑽床)
	0.12mm (B 鑽床)	0.04mm (B 鑽床)
	0.29mm (C 鑽床)	0.06mm (C 鑽床)



圖十一



圖十二



圖十三

陸、討論

- 一、在實驗前，本組先校正鑽床主軸與鑽床虎鉗的支承平面，量錶夾持在鑽床主軸繞一圈 A 鑽床誤差為 0.20mm、B 鑽床誤差為 0.17mm、C 鑽床誤差為 0.08mm，由此可知，直接鑽孔是不能達到孔與工件平面垂直。經調整虎鉗底座螺紋後，量表夾持在鑽床主軸繞一圈誤差為 0.00mm，所鑽出的孔與加工平面垂直度改良甚多。
- 二、經實驗之結果如表一與表二發現，不論是方鐵或扁鐵所得資料誤差都能大大減少。
- 三、經本實驗讓組員得知鑽床主軸與工件平面垂直面的的誤差，本組探討不能讓鑽孔與工件平面達到絕對的垂直原因有很多。比如操作者技術不熟練、鑽床震動、中心鑽太短、鑽頭剛度不夠、鑽頭本身沒直等。
- 四、由表三發現 C 鑽床經調整後改善效果比 B 鑽床、A 鑽床好，可能是因為原始未調整前主軸與工件平面垂直度 C 鑽床是誤差最少的、A 鑽床是誤差最大的。理由是因為鑽頭本身重量會產生撓度，當主軸旋轉起來鑽頭靜點處會產生偏差。
- 五、本組也有討論到是否有牽涉鑽床本身床台的剛性，實驗結果發現預留床台撓度量不是很需要。
- 六、操作人員之技術也可能會是很大的因素，因為同一塊試片不同的孔，理論上會有相同的誤差才對，所以人員技術及鑽頭之磨耗也都是深值得探討因素。

柒、結論

表三

方鐵中心孔的高度	傳統鑽孔法 AB 點誤差	利用三點式調整虎鉗調整後 AB 點誤差	改善
45mm	0.15mm (A 鑽床)	0.07mm (A 鑽床)	53.33%
	0.17mm (B 鑽床)	0.03mm (B 鑽床)	82.35%
	0.19mm (C 鑽床)	0.03mm (C 鑽床)	84.21%
30mm	0.10mm (A 鑽床)	0.02mm (A 鑽床)	80.00%
	0.26mm (B 鑽床)	0.00mm (B 鑽床)	100.00%
	0.19mm (C 鑽床)	0.02mm (C 鑽床)	89.47%
15mm	0.10mm (A 鑽床)	0.02mm (A 鑽床)	80.00%
	0.13mm (B 鑽床)	0.03mm (B 鑽床)	76.92%
	0.21mm (C 鑽床)	0.00mm (C 鑽床)	100.00%

表四

扁鐵中心孔的高度	傳統鑽孔法 AB 點誤差	利用三點式調整虎鉗調整後 AB 點誤差	改善
60mm	0.19mm (A 鑽床)	0.03mm (A 鑽床)	84.21% (A 鑽床)
	0.10mm (B 鑽床)	0.03mm (B 鑽床)	70.00% (B 鑽床)
	0.12mm (C 鑽床)	0.02mm (C 鑽床)	83.33% (C 鑽床)
45mm	0.14mm (A 鑽床)	0.06mm (A 鑽床)	57.14% (A 鑽床)
	0.11mm (B 鑽床)	0.02mm (B 鑽床)	81.82% (B 鑽床)
	0.09mm (C 鑽床)	0.03mm (C 鑽床)	66.67% (C 鑽床)
30mm	0.11mm (A 鑽床)	0.06mm (A 鑽床)	45.45% (A 鑽床)
	0.07mm (B 鑽床)	0.04mm (B 鑽床)	42.86% (B 鑽床)
	0.13mm (C 鑽床)	0.01mm (C 鑽床)	92.31% (C 鑽床)
15mm	0.16mm (A 鑽床)	0.09mm (A 鑽床)	43.75% (A 鑽床)
	0.12mm (B 鑽床)	0.04mm (B 鑽床)	66.67% (B 鑽床)
	0.29mm (C 鑽床)	0.06mm (C 鑽床)	79.31% (C 鑽床)

改善=(傳統鑽孔法 AB 點誤差-三點式調整虎鉗調整後 AB 點誤差)/ 傳統鑽孔法 AB 點誤差

- 一、在傳統虎鉗之鑽孔法，只要鑽床支承平面沒與鑽床主軸垂直所鑽出的孔不會與工件平面垂直。
- 二、只要工件平面與鑽床主軸不垂直，所鑽的孔愈深其 A、B 兩點之誤差愈大。
- 三、由方鐵實驗結果得知，利用三點式調整虎鉗調整後 A、B 點誤差與傳統鑽孔法 A、B 點誤差方鐵改善程度如表三 A 鑽床平均改善為 71.11%；B 鑽床平均改善為 86.31%；C 鑽床平均改善為 91.23%，可說極為完美的改良。
- 四、由扁鐵實驗結果得知，利用三點式調整虎鉗調整後 A、B 點誤差與傳統鑽孔法 A、B 點誤差扁鐵改善程度如表四 A 鑽床平均改善為 57.64%；B 鑽床平均改善為 65.34%；C 鑽床平均改善為 80.41%，也是極為成功的改善。
- 五、由 A 鑽床平均改善為 57.64%；B 鑽床平均改善為 65.34%；C 鑽床平均改善為 80.41%得知 C 鑽床改善程度優於 B 鑽床優於 A 鑽床可能是因為之前所探討鑽床本身軸心與工件平面的垂直度的關係。
- 六、效率方面：車床、銑床調整一次軸心與工件平面垂直度約費時 15 分鐘~30 分鐘，而本組所使用之調整虎鉗僅需費時 1~2 分鐘。
- 七、未來方向，本組希望未來製造虎鉗之工廠，能將虎鉗底座附加三個螺紋孔，需要時就可以直接調整工件平面與鑽床主軸之垂直面。

捌、參考資料及其他

王獻彰等，機械製造 II：龍騰文化。

李榮華，機件原理 I：龍騰文化。

陳文峰等，鉗工實習 I：台科大圖書。

陳勤仁等，銑床實習 I：台科大圖書。

江元壽，機械材料 I：台科大圖書。

楊仁聖，機械基礎實習：科友圖書。

羅應弘，精密量測：勁園文化。

王雪娥等，AutoCAD2006：全華圖書。

【評語】 090907

1. 作品針對虎鉗工作面不水平問題提出簡單解決方案，具有不錯成效。
2. 由三點螺絲尾端接觸面形成平面，具學理效果，惟有一些可改進事項。
3. 建議該三點接觸面一考慮桌面磨耗，應力集中，和螺絲鬆動等問題改進。
4. 可考慮由滑軌擔任調整角桿，再由螺絲鎖緊，以解決部分問題。