中華民國第 56 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國中組　生活與應用科學科

第三名

030810

從魏碑出發——數據化的書法世界

學校名稱：新北市立二重國民中學

作者：	指導老師：
國二 陳宥儒	鍾兆晉
國一 康桐維	陳盈秀

關鍵詞：魏碑、幾何、模擬字體

摘要

在本研究我們分析出魏碑前後期的幾何差異，再與草書、楷書、行書、隸書等各種字體進行幾何的比較。發現楷書分別影響魏碑前期及魏碑後期，但魏碑前期及魏碑後期的特色卻大不相同，而魏碑後期字體特色更與草書相似。我們利用Font Creator開發「魏碑前期字體」供Windows使用者使用，除了將碑文留存的字庫進行數位典藏，並把未在歷史上保存的字按照數據復原模擬造字。我們還以Labview撰寫程式讓利用機械手臂模擬書寫，試圖以幾何意義與力學的角度去探討魏碑體前期為何歷史上僅存在短暫的時間。我們發揮在數學、自然、國文、藝文、資訊課堂所學，讓書法美學進行數據化以及墨跡再現。本研究是中小學科學展覽中第一個與書法相關的研究，也是少數與人文結合的科學探究作品。

Abstract

My project is “Begin with Weibei──Digital Calligraphy World.” First, I analyzed the difference between the early stage and the late stage of Weibei. Then, I count the area, angle and length of each fonts- Clerical script, Regular script, Semi-cursive and Cursive. Although the early stage and the late stage of Weibei were both influenced by Regular script, the characteristics between them are very different. I also used my robotic arm to write early stage of Weibei and tested its force in writing. Finally, I measured its printing time and ink spending amount for each different fonts. The most important thing is that I used Font Creator to make the early stage of Weibei for Windows System users. This is the first scientific study of calligraphy and it also the first combines humanities in National Primary and High School Science Fair.

壹、 研究動機

書法在中國是個流傳已久的傳統藝術且在世界上頗具盛名，豐富且多元的字體更是讓人津津樂道。

一天，我們在國文老師的辦公室中看到了一幅書法字畫。對書法充滿好奇心的我們看到了這幅字畫，便覺得上面的字體似乎很像楷書但又與楷書略微不同。心中更是充滿了困惑。看起來我們必須查詢各種網路資料以及各種書籍來解開我們心中的疑惑。

參考了文獻資料詢問過老師，我們才知道原來那是魏碑體，但看完了魏碑體的簡介後我們的疑惑越來越多。為什麼魏碑體流傳的時間會如此短暫？裡面是否有什麼科學、數學的原理隱含在其中呢？而魏碑體在書寫上又有什麼優、缺點呢？它和我們現今常用的字體又有什麼不同之處呢？

為了解開我們心中的疑問，我們決定要配合數學課、資訊課、自然課所學更深入的研究，解開這項中國傳統藝術的奧秘。

貳、 研究目的

一、釐清魏碑前後期的字體特色。

二、分析魏碑前後期與行書、楷書、草書及隸書的差異。

三、模擬魏碑前期的字體。

四、以 Labview 撰寫程式呈現數據化後的書法美學。

五、探討魏碑體書寫、印刷時的特色。

參、 文獻探討

一、魏碑體介紹

(一) 起源

魏碑來自魏晉南北朝時期（公元420-588年）流行於北朝碑版上的字體。又叫「北

魏、北書」乃鮮卑族部分居民所發明，該字體始祖最早可追溯至「碑刻」。而碑刻是將字刻在石碑上，以用來紀念或弔祭。

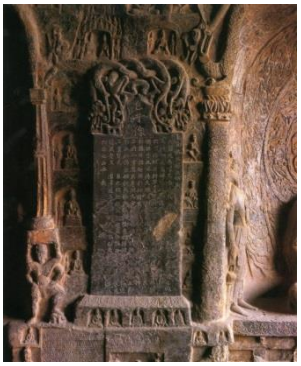
(二) 魏碑前期

魏碑體在前期結合了公元前 111 年已不廣泛流行的隸書，早期的魏碑仍保有隸書特徵——「橫平豎直」。橫畫多繼承隸書筆法而成不明顯的上挑波狀，在鉤、挑等的寫法上，往往是順勢平推。

1. 代表作品：《龍門二十品》：指在龍門石窟中發現的北魏時期二十方「造像記」，這些作品被認為是魏碑書法的代表作。

2. 篇目包括〈比丘慧成爲亡父始平公造像題記〉、〈魏靈藏薛法紹造像題記〉、〈孫秋生劉起祖二百人等造像題記〉、〈楊大眼爲孝文皇帝造像題記〉、〈長樂王丘穆陵亮夫人尉遲爲亡息牛橛造像題記〉、〈一弗爲亡夫張元祖造像題記〉、〈北海王元祥造像題記〉、〈司馬解伯達造像題記〉、〈北海王國太妃高爲孫保造像題記〉、〈雲陽伯鄭長猷爲亡父母等造像題記〉、〈高樹解伯都卅二人等造像題記〉、〈比丘惠感爲亡父母造像題記〉、〈廣川王祖母太妃侯爲亡夫賀蘭汗造像題記〉、〈馬振拜等卅四人爲皇帝造像題記〉、〈廣川王祖母太妃侯造像題記〉、〈比丘法生爲孝文皇帝並北海王母子造像題記〉、〈安定王元燮爲亡祖等造像題記〉、〈齊郡王元祐造像題記〉、〈比丘尼慈香慧政造像題記〉、〈比丘道匠造像題記〉。

3. 其中〈比丘慧成爲亡父始平公造像題記〉、〈魏靈藏薛法紹造像題記〉、〈孫秋生劉起祖二百人等造像題記〉、〈楊大眼爲孝文皇帝造像題記〉(圖一)又被選為《龍門四品》。



圖一、 龍門四品之楊大眼為孝文皇帝造像題記。

(三) 魏碑後期

孝文帝結合了草書以及部分隸書的一些特徵，將魏碑帶入新穎的潮流，似亂又不亂，似齊卻又不齊，從那時便有許多經典的作品。後來更淘汰碑刻，將魏碑字體適用在紙上。其字體更名為「新體楷書」，簡稱「魏楷」，魏楷和晉朝楷書、唐朝楷書並稱三大楷書字體。清朝書論家劉熙載認為「南書溫雅，北書雄健」；與唐楷相比，唐楷注重法度，用筆和結體趨於規範統一，魏碑則用筆任意揮灑，結體因勢賦形，不受拘束。自新體楷書普及後，魏碑也可算是就此沒落。代表作品為：

1. 《張猛龍碑》：字形結構變化很多，鉤、直皆與楷書相似。每個筆畫強勁、雄強，是魏碑書法經典，有「方筆之最」美稱。
2. 《馬鳴寺碑》：北魏正光四年立於今山東省廣饒縣大王橋。碑文記載根法師一生事蹟。此碑現存於山東省石刻藝術館。

二、Justfont介紹

基本字擴充字集：

中文字有上萬個，通常不會一個一個做，雖然字數繁多，但其實可以適度的拆解成為部首之間的組合。也就是說，理論上，做好了一定一組部首，便可以將這些部首彼此重組為更多字。這就是「基本字」的重要性：作為將來擴充字數的基礎。

提到基本字，必須要能夠實驗理想的空間分配所以不是隨便哪個字都可以成為這些字的。通常在漢字設計時，會挑選「今、三、力、永、東、國、酬、愛、鬱、靈、鷹、袋」這些字展開設計。

雖然電腦時代可以每個組件複製後貼上到下一個字，但這不是說中文字型就是一個高度自動化的生產過程。因為漢字裡的每一個字，其實都是一副圖畫。從別的字來的部首，常常還是要修改很久，才能夠符合這個字合理的平衡佈局。也就是說，要一個字一個字手動拼。字型還是很接近手工藝的產業。

三、ImageJ介紹

ImageJ 是一個基於 java 的公共的圖像處理軟體，它是由美國衛生研究院開發的。可執行於 Microsoft Windows，Mac OS，Mac OS X，Linux，和 Sharp Zaurus 等多種平台。其基於 java 的特點，使得它編寫的程式能以 applet 等方式分發。

ImageJ 能夠顯示、編輯、分析、處理、儲存，列印 8 位元，16 位元，32 位元的圖片，支援 TIFF, PNG, GIF, JPEG, BMP, DICOM, FITS 等多種格式。ImageJ 支援圖像棧功能，即在一個窗口裡以多執行的形式層疊多個圖像並列處理。只要記憶體允許，ImageJ 能開啟任意多的圖像進行處理。除了基本的圖像操作，比如縮放、旋轉、扭曲、平滑處理外，ImageJ 還能進行圖片的區域和像素統計、間距、角度計算，能建立柱狀圖和剖面圖，進行傅立葉變換。

肆、 研究設備及器材

器材名稱	**用途**
電腦	分析、測量魏碑字體
魏碑前後期字帖、楷書字帖、草書字帖、行書字帖、隸書字帖	進行實驗分析
ImageJ	測量字體各邊長、角度
魏碑前後期字庫	進行實驗觀察、模擬字庫
樂高機器人	模擬書寫魏碑體
Labview	撰寫樂高程式
印表機	進行印刷實驗
碼表	計算列印時間
Font creator	創造魏碑前期字體

伍、 研究過程與方法

一、釐清魏碑前後期的字體特色。

(一) 收集魏碑圖片編輯字庫。

將蒐集的魏碑字體照字體的年代分為前期、後期並做成字庫。前期字庫使用作品為龍門四品；後期則為王斑墓誌。(附件一、二)

圖二、魏碑前期、後期重疊面積示意圖。紅色區域為重

(二) 魏碑前期與魏碑後期的相似度實驗。

使用影像處理軟體 ImageJ 分析書法主要八個筆畫：

側（點）、勒（橫）、努（直）、趯（鉤）、策（仰橫）、掠（長撇）、啄（短撇）、磔（捺）。

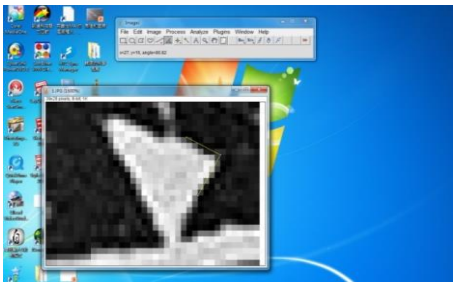
圖三、 測量區域示意

1. 測量筆畫重疊率。

   (1) 將魏碑前期與魏碑後期的各個筆畫利用 Power Point 附屬程式手繪多邊形工具繪製圖案外框並水平置中重疊，且在重疊部份以小畫家將其填滿顏色。(圖二)

   (2) 以 ImageJ 附屬程式 Plugins 進行調整使圖片僅剩下紅色部分。

   (3) 計算兩者重疊部分面積，及整體面積，並計算重疊率。


圖四、角度測量示意圖。

2. 分析魏碑前後期筆畫角度。

   (1) 從字帖找出書法基本八個筆畫，分別分析各個筆畫角度。為了方便測量，將各個筆畫對準坐標軸，由第一象限開始順時鐘方向測量。(圖三)

   (2) 以 ImageJ 測量角度的工具，在每個筆畫的尖端都放上測量工具。(圖四)

   (3) 記錄並分析各字體實驗數據。

圖五、邊長測量示意圖。

3. 分析魏碑前後期筆畫的邊長。

   (1) 使用剪取工具，取需要的筆畫，再使用 ImageJ 的曲線工具。

   (2) 依筆畫輪廓構製出線，並記錄每段數值，加總後得知各個筆畫的邊長長度。(圖五)

二、分析魏碑前後期、行書、楷書、草書及隸書的差異。

(一) 分析各筆畫面積。

1. 將圖片匯入 PowerPoint，等比例放大至寬度為 8.78 公分。
2. 使用手繪多邊形工具沿欲測量筆畫周圍圍繞成封閉圖形。
3. 將圖形內部填滿，再使用 ImageJ 測量填滿部分面積。

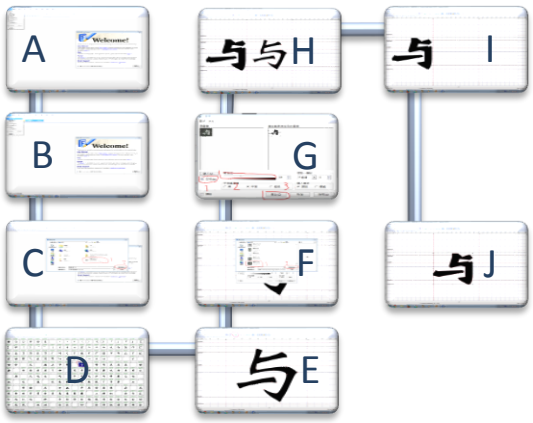
4. 紀錄並分析數據。

(二) 分析各筆畫角度。

1. 將筆畫對準坐標軸，從第一象限開始順時鐘方向測量。
2. 使用 ImageJ 測量角度的工具，在每個筆畫的轉折處放上測量工具。
3. 記錄並分析各字體實驗數據。

(三) 分析各筆畫的邊長。

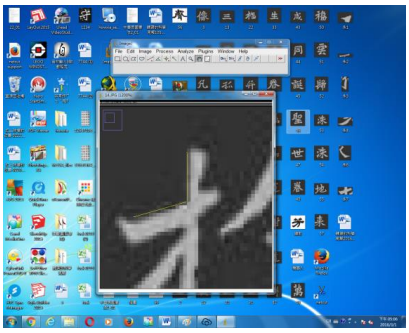
1. 使用剪取工具，取需要的筆畫，再開啟 ImageJ 的曲線工具。
2. 依筆畫繪製線條，並記錄其數值，加總後得知各個筆畫的邊長長度。



圖六、以 Font Creator 製作字體流程圖。

(四) 魏碑前後期字體與 windows 系統魏碑體之相似度比較。

1. 將欲測量的 windows 系統字體轉成圖片檔，匯入 powerpoint 後等比例放大至 7.87 公分寬。
2. 使用特殊多邊形工具將欲測量筆畫圍繞成封閉圖形。
3. 魏碑前後期字體亦使用上述方法，完成後分別與 windows 系統之魏碑體重疊並以 imageJ 測量重疊部分面積。
4. 記錄並計算重疊率。



圖七、筆畫之間角度的測量。

圖八 A、剪取各個筆畫示意圖。B、筆畫對照圖。

三、模擬魏碑前期的字體。

(一) 數位典藏。

1. 以 Font Creator 讓魏碑前期字體呈現於 Windows 系統。

(1) 從 Font Creater 開啟 windows 字型—文鼎粗魏碑進行模擬字體。(圖六 C)

(2) 以現有的龍門二十品拓本匯進 Font Creater。(圖六 G)

(3) 將輔助線固定，按住 Ctrl 讓拓本依等比例放大。並將原 windows 字體移

除。 (圖六 H)

(4) 移至輔助線範圍並調整。(圖六 I)

(5) 完成並儲存。(圖六 J)

(二) 綜合數據造字。

若拓本尚未出現的字，則以下列方法進行模擬：

1. 魏碑前期筆畫之間的角度、間距測量。(圖七)

(1) 以 ImageJ 計算魏碑前期字庫筆畫和筆畫之間各個角度及筆畫間距並將實驗數據以表格記錄。

(2) 將魏碑前期字庫裡的碑帖以剪取工具取下字體的筆畫並歸類。使用「四」的橫、「孤」的仰橫、「於」的鉤、「門」的直、「咸」的短撇、「眷」的長 撇、「像」的捺、「榮」的點。(圖八)

2. 拼字：

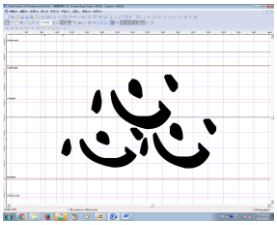
將各個筆畫依先前數據及筆畫之間的角度對照重新拼湊成另一個字。(圖九)

圖九、拼字完成圖。

3. 數位造字：

(1) 從 Font Creator 開啟原有 windows 字型－文鼎粗魏碑並挑選拓文內沒有的字。

(2) 調整後以 ImageJ 進行驗證，若該字體角度邊長面積皆和先前數據一樣，此字體便為魏碑前期(圖十)



圖十、數位造字完成圖。

四、以 Labview 撰寫程式呈現數據化後的書法美學。

(一) 利用機器人模擬書寫情形。

圖十一、第一代機器人書寫示意

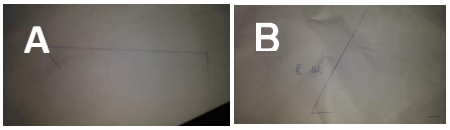
我們以書法的八個筆畫設計八套程式，讓機器人模擬書寫筆畫的情形。

1. 根據先前測量的數據，將線段畫在紙上，讓機器人沿著線段移動，描繪出筆畫。(圖十一)

2. 除了橫畫和直畫外，其餘筆畫因接近三角形，所以編程時僅需行經兩個路徑即可完成筆畫。(圖十二)

(二) 測量機器人書寫魏碑體時的力道。

以第二代機械手臂進行測量。我們將電子秤放置於機器人下方，測量起筆和收筆時的力道變化。



圖十二 A、橫編程路徑圖。B、長撇編程路徑圖。

五、探討魏碑體書寫、印刷時的利弊。

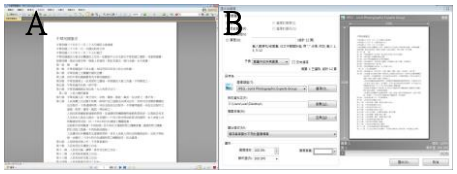
(一) 比較五種字體印刷的時間量化討論。

將「魏碑」這兩個字設定為 246 號字並套用在不同種字體上，分別為文鼎粗魏碑、標楷體、文鼎中隸、文鼎中行書及新細明體，且列印三次並算出平均值及標準差，將實驗結果統計在表格。

(二) 比較五種字體的印刷面積量化討論。

1. 取一篇 900 字的文章設為 12 號字，各調成五種不同的字體，將文章轉為 PDF 檔，再使用 ImageJ 測量面積。(圖十三)、(圖十四)
2. 將測得的數據進行比較。

(三) 以造像記、碑刻、摩崖觀察內中文字，並進行揣測魏碑的適用場合，探討魏碑體流傳時間短暫的原因



圖十三 A、字體轉換圖檔示意圖。B、圖檔匯出示意圖。

圖十四 A、面積測量示意圖。B、測得面積。

陸、 研究結果

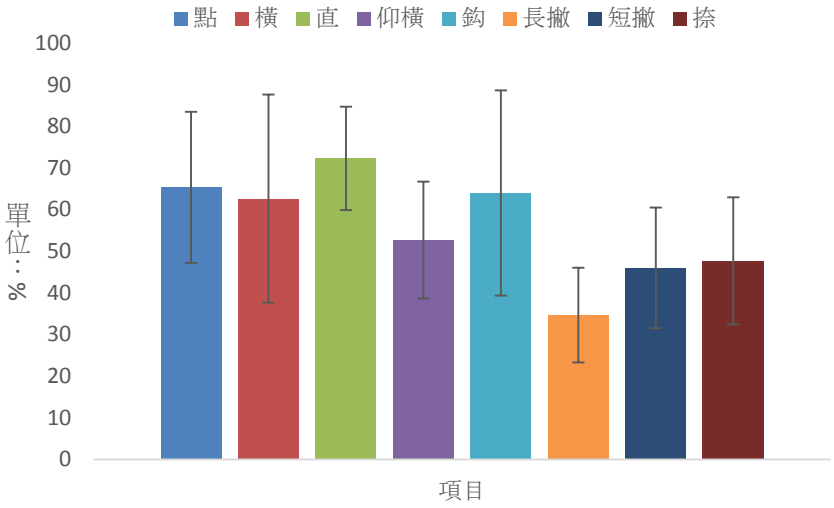
一、釐清魏碑字體的特色。

(一) 收集魏碑圖片編輯字庫。

詳見附件一、二

(二) 魏碑前期與魏碑後期的相似度實驗。

1. 測量筆畫重疊率。



圖十五、魏碑前後期重疊率比較圖。由圖可發現「直」的重疊率為 72%為之最。

2. 分析魏碑前後期筆畫角度(圖十六)。

3. 分析魏碑前後期筆畫邊長(圖十七)。

二、分析魏碑前後期與草書、行書、楷書及隸書的差異。

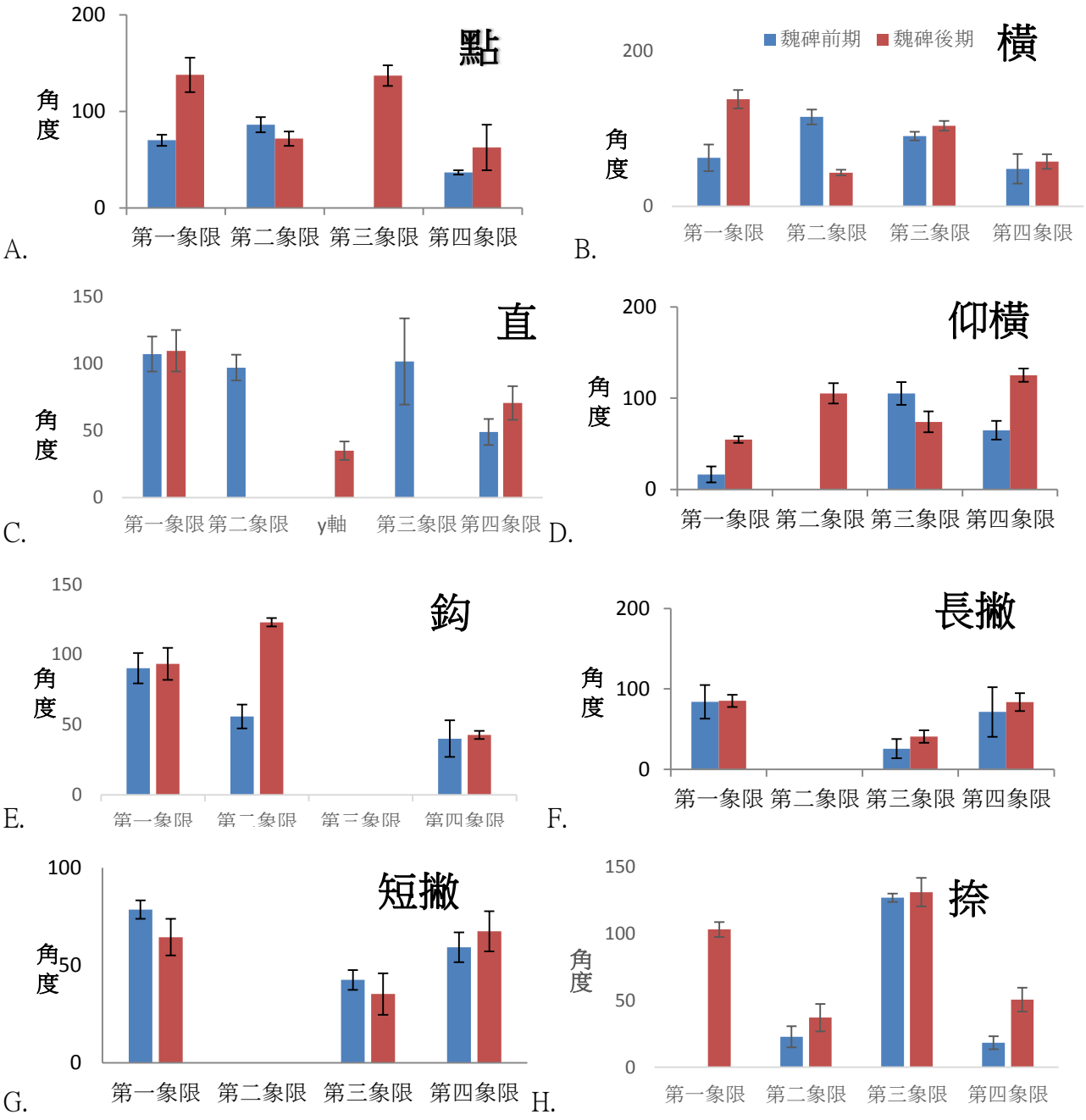
(一) 分析各筆畫面積(圖十八)。

由以上實驗發現行書在五個筆畫中面積最大，其次為隸書，有三個筆畫面積最大。

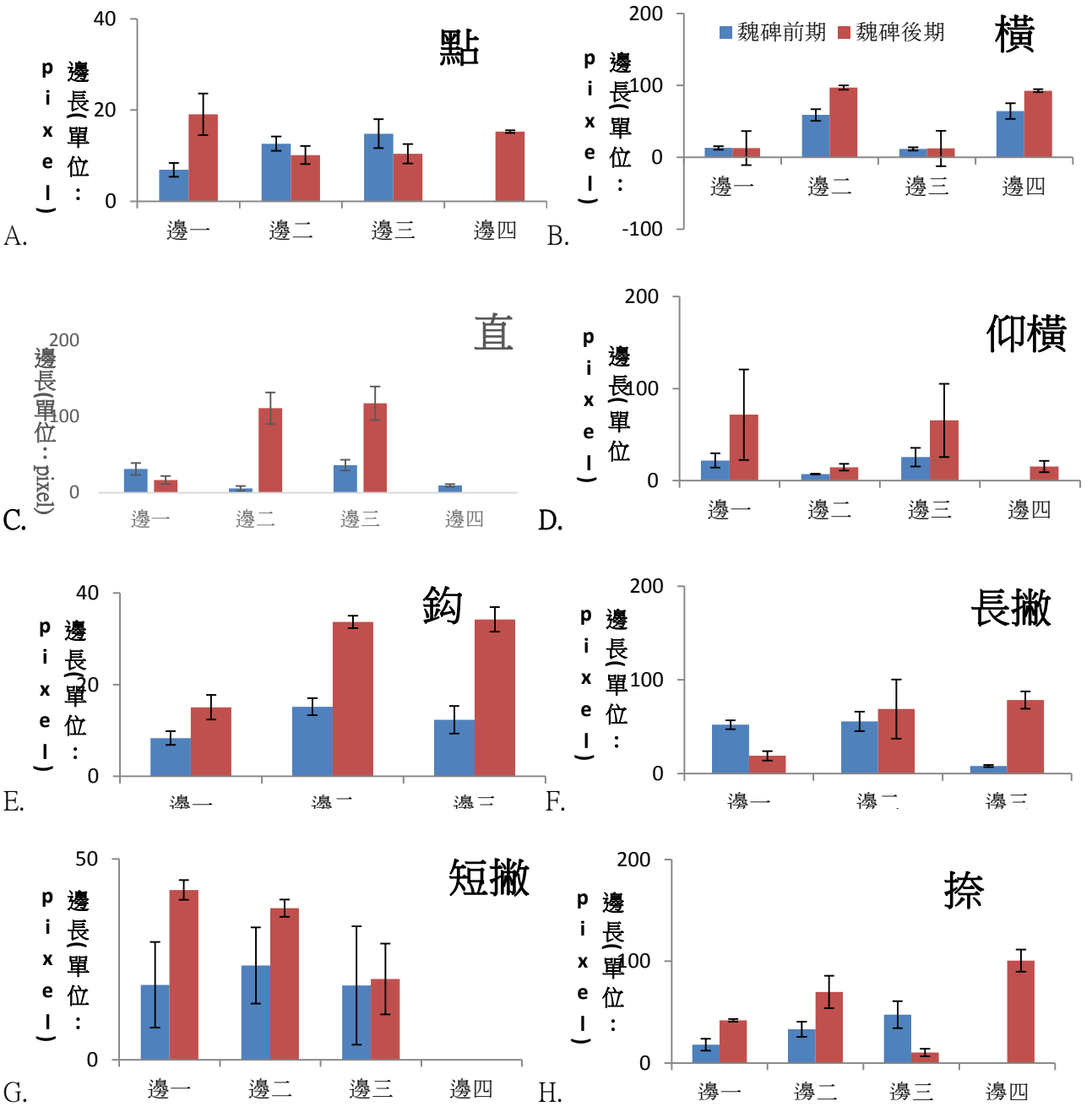
(二) 分析各筆畫角度(圖十九—圖二十六)。

使用影像處理軟體 ImageJ 測量

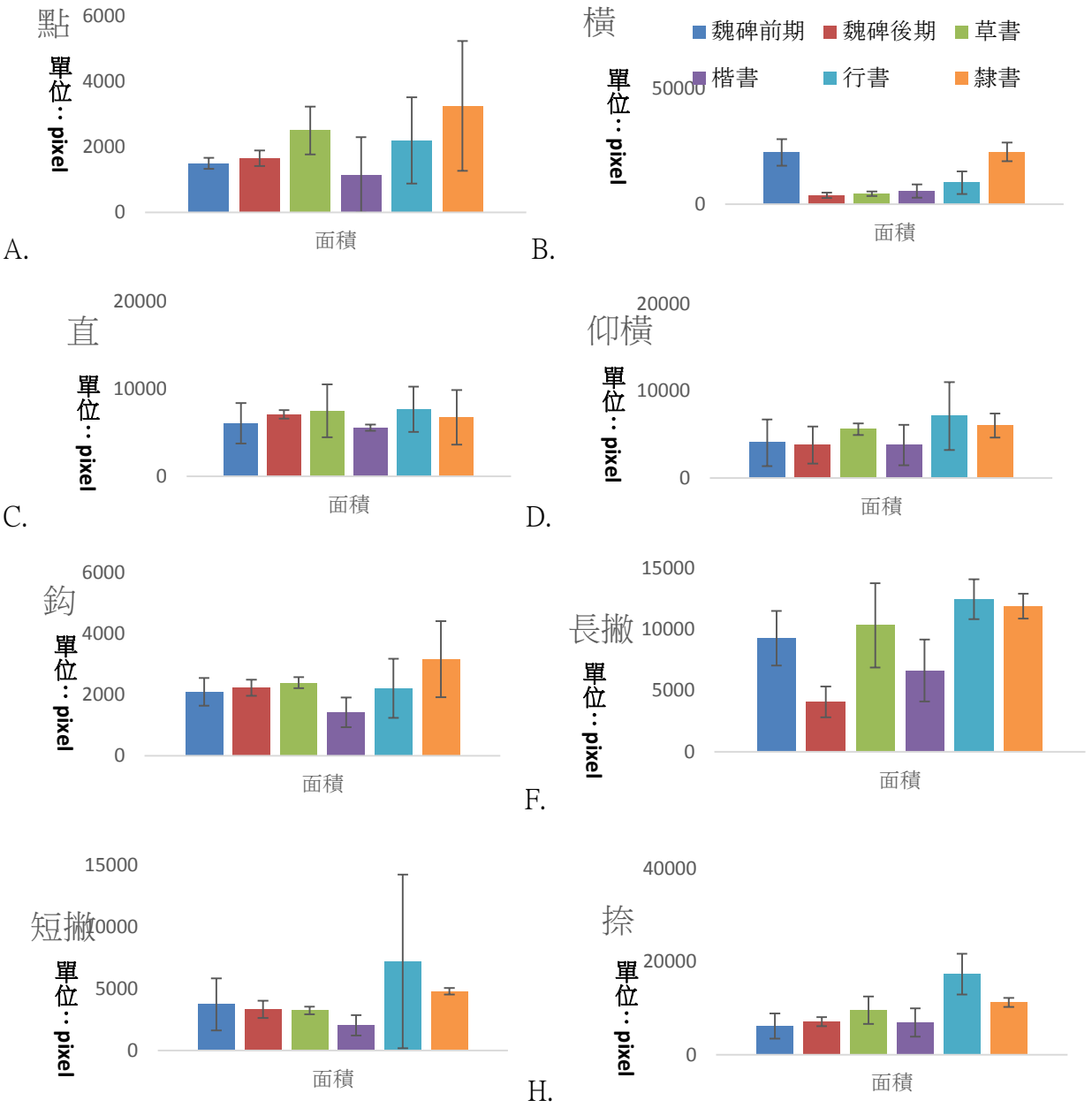
(三) 分析各筆畫邊長(圖二十七—圖三十四)。



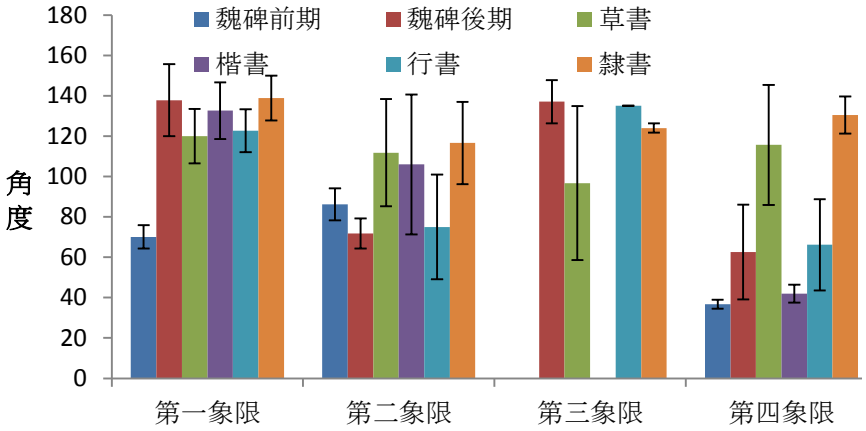
圖十六、魏碑前後期各筆畫角度比較。A、點：由圖可發現魏碑前期的筆劃結構為三角形，後期則為四邊形，且為第一象限＞第二象限，第三象限＞第四象限。B、橫：由圖可發現魏碑前期的測量數據為第二象限＞第一象限，第三象限＞第四象限；魏碑後期則是第一象限＞第二象限，第三象限＞第四象限。C、直：由圖可發現魏碑前期的字體結構接近四邊形，且數據為第一象限＞第二象限，第三象限＞第四象限；而魏碑後期的筆劃結構則是接近三角形。D、仰橫：由圖可發現魏碑前期字體的筆畫結構接近三角形，且數據為第三象限＞第四象限＞第一象限；魏碑後期則是接近四邊形且數據為第二象限＞第一象限，第四象限＞第三象限。E、鉤：由圖可發現魏碑前期第二象限的數據為銳角，而後期則是鈍角。可推測出魏碑前期在此筆畫書寫時需要較大的轉折。F、鈎：由圖可發現魏碑前期的數據都較後期來的小，因此書寫時的轉折要較後期大。且數據為第四象限＞第三象限，魏碑後期為第四象限＞第三象限。G、短撇：由圖可發現魏碑前期外觀結構較接近三角形，且數據為第四象限＞第三象限，魏碑後期外觀結構亦接近三角形，且數據為第四象限＞第三象限。H、捺：由圖可發現魏碑前期的幾何形狀為三角形，後期則為四邊形，且測得的數據為第一象限＞第二象限，第三象限＞第四象限。



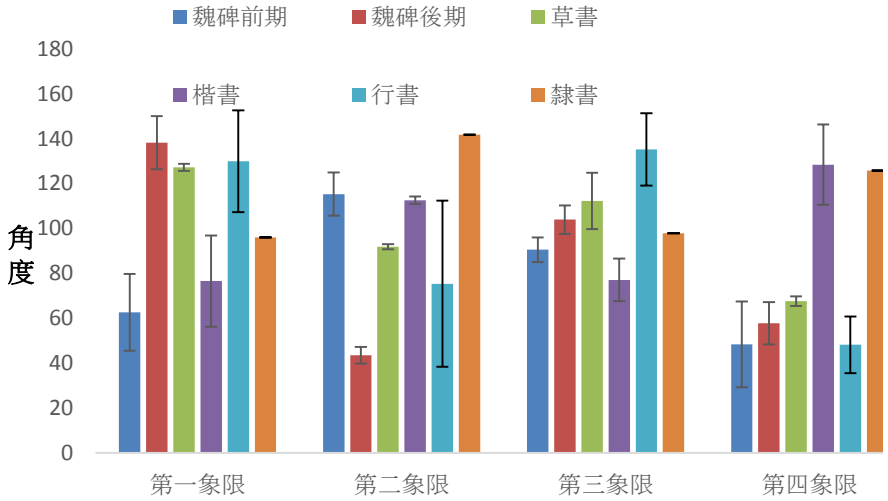
圖十七魏碑前後期各筆畫邊長比較。A、點：由圖可發現魏碑後期邊長比較：邊一＞邊四＞邊三＞邊二；魏碑前期則是：邊三＞邊二＞邊一。B、魏碑前後期邊長比較—橫。由圖可發現魏碑後期邊長比較：邊二＞邊四＞邊三＞邊一；魏碑前期則是：邊四＞邊二＞邊三＞邊一。C、直：由圖可發現魏碑後期邊長比較：邊三＞邊二＞邊一；魏碑前期則是：邊一＞邊二，邊三＞邊四。D、仰橫：由圖可發現魏碑後期邊長比較：邊一＞邊三＞邊四＞邊二；魏碑前期則是：邊三＞邊一＞邊二。E、鉤：可發現魏碑後期邊長比較：邊三＞邊二＞邊一；魏碑前期則是：邊二＞邊三＞邊一。F、長撇：由圖可發現魏碑後期邊長比較：邊三＞邊二＞邊一；魏碑前期則是：邊二＞邊一＞邊三。G、短撇：由圖可發現魏碑後期邊長比較：邊一＞邊二＞邊三；魏碑前期則是：邊二＞邊三＞邊一。H、捺：由圖可發現魏碑後期邊長比較：邊四＞邊二＞邊一＞邊三；魏碑前期則是：邊二＞邊一＞邊三。



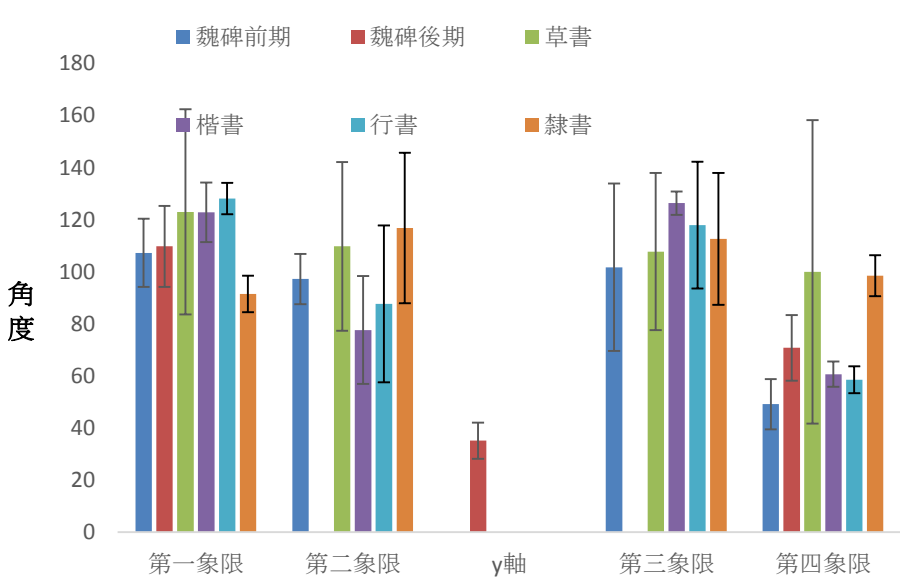
圖十八、分析各字體筆畫面積比較。A、點：由圖可發現隸書面積最大；第二為草書。B、橫：由圖可發現魏碑前期面積最大，其次則為隸書。C、直：圖可發現行書面積最大，草書次之。D、仰橫：由圖可發現行書面積最大；第二則為隸書。E、鉤：由圖可發現隸書面積最大；第二則為草書。F、長撇：由圖可發現行書面積最大；第二則為隸書面積。G、短撇：由圖可發現行書面積最大；第二則為隸書面積。H、捺：由圖可發現行書面積最大；第二則為隸書面積。



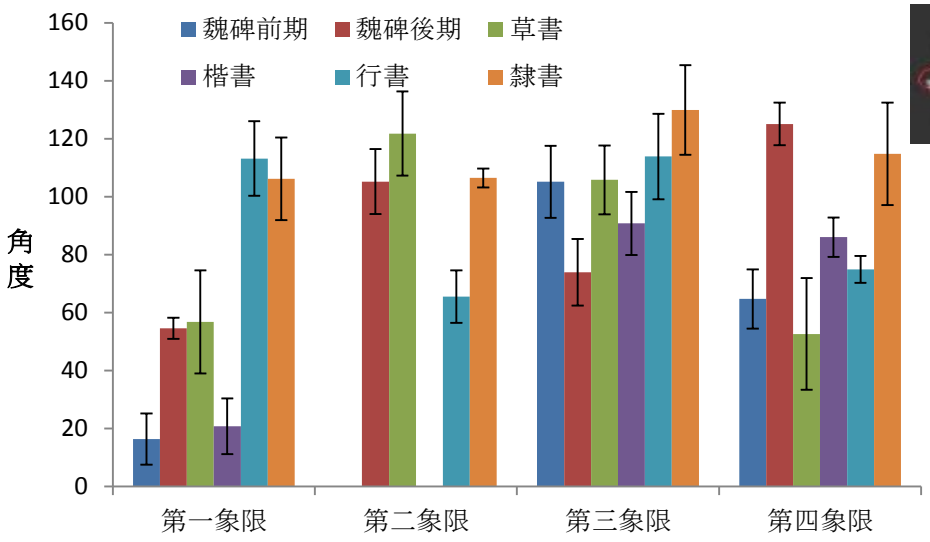
圖十九、六種字體之點角度比較圖。由圖可發現魏碑後期、行書的數據為第一象限＞第二象限，第三象限＞第四象限，而草書和隸書的數據則是第一象限＞第二象限，第四象限＞第三象限。



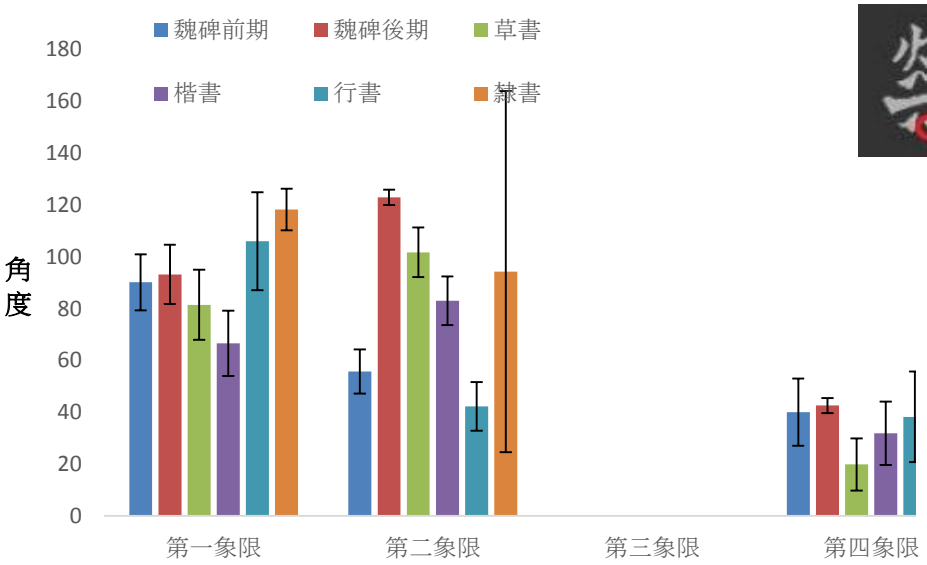
圖二十、六種字體之橫角度比較圖。 由圖可發現魏碑前期的數據為第二象限＞第一象限，而魏碑後期、草書、行書的數據皆為第一象限＞第二象限，第三象限＞第四象限。楷書、隸書則是第二象限＞第一象限，第四象限＞第三象限。



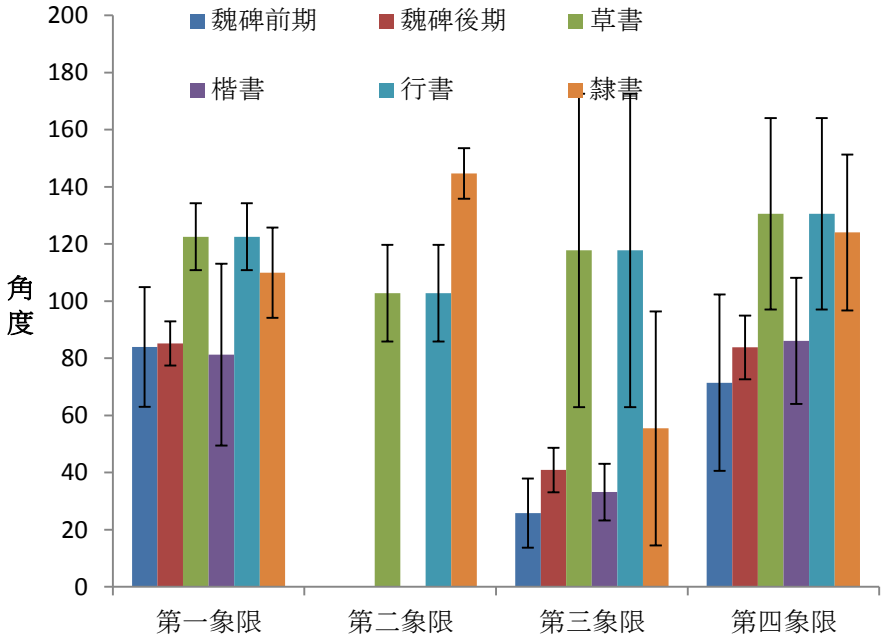
圖二十一、六種字體之直豎角度比較圖。由圖可發現除魏碑後期外，其餘幾何形狀皆偏向四邊形。其中魏碑前期、草書、楷書、行書測得的數據皆為第一象限＞第二象限，第三象限＞第四象限。



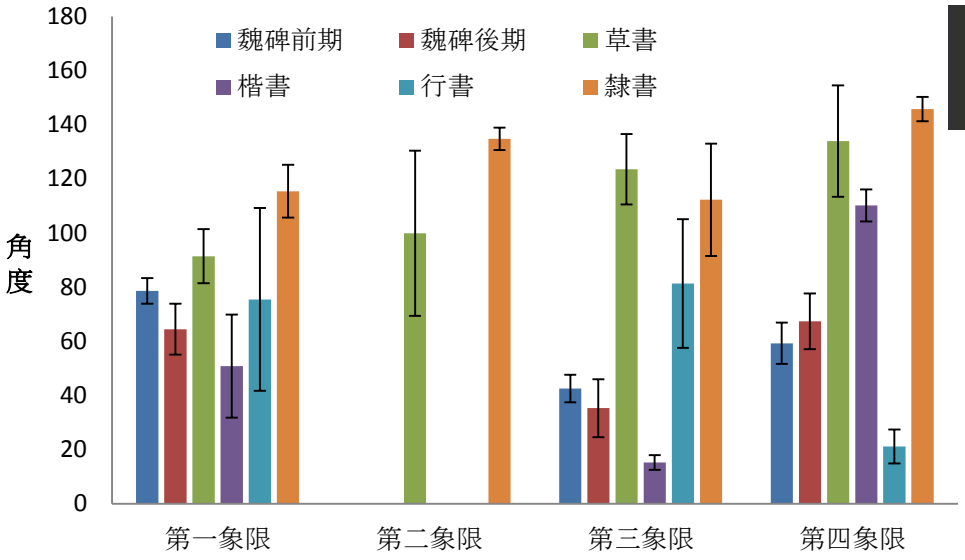
圖二十二、六種字體之仰橫角度比較圖。由圖可發現魏碑前期和楷書的幾何形狀都偏向三角形，且測得的數據皆為第三象限＞第四象限＞第一象限。草書、隸書則是第二象限＞第一象限，第三象限＞第四象限。



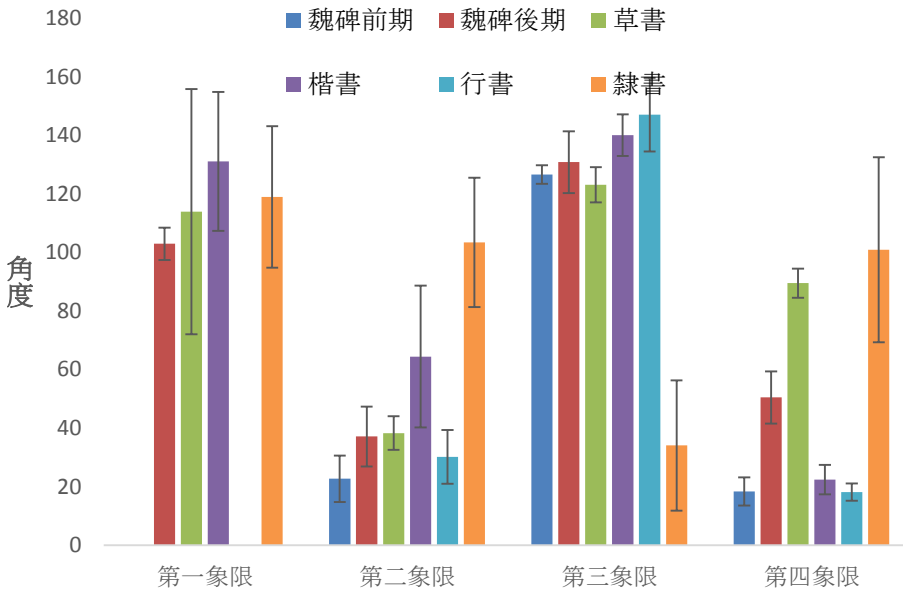
圖二十三、六種字體之鉤角度比較圖。魏碑前期、行書皆為第一象限＞第二象限＞第四象限，魏碑後期、草書、楷書為第二象限＞第一象限＞第四象限，隸書則為第一象限＞第四象限＞第二象限。



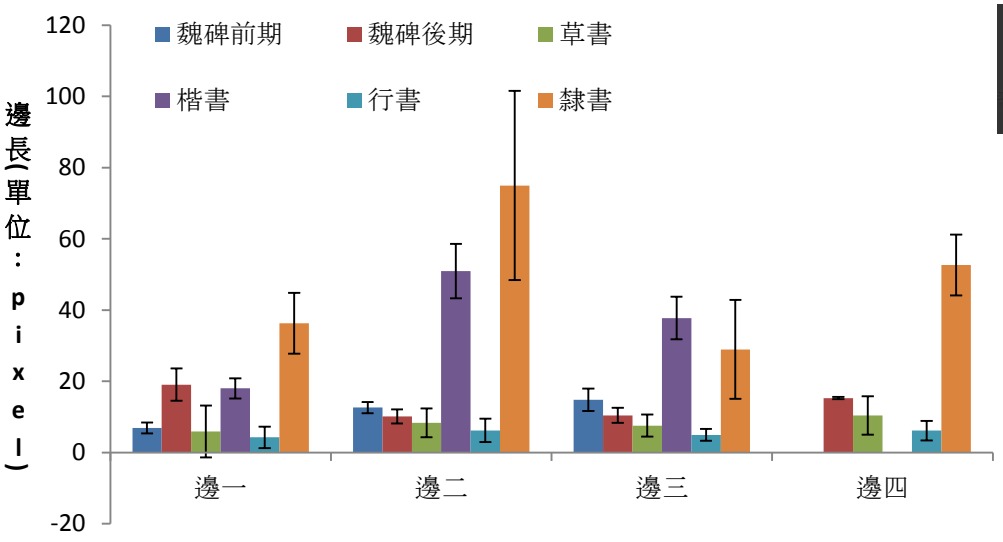
圖二十四、六種字體之長撇角度比較圖。由圖可發現魏碑前後期測得的數據皆為第一象限＞第四象限＞第三象限。而草書、行書測得的數據則是第一象限＞第二象限，第四象限＞第三象限。



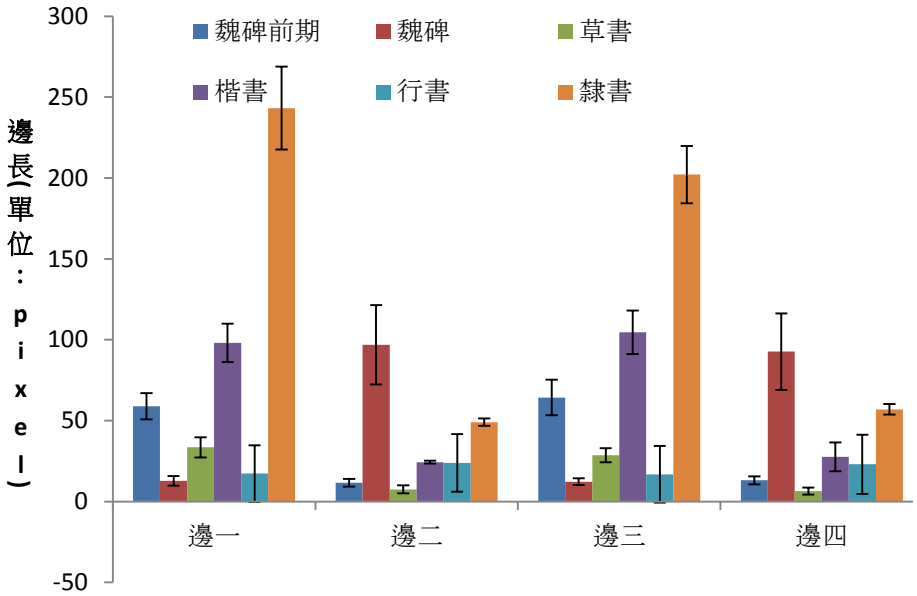
圖二十五、六種字體之短撇角度比較圖。由圖可發現草書和隸書形狀接近四邊形，且測得的數據皆為第二象限＞第一象限，第四象限＞第三象限。而魏碑後期和楷書的數據則是第四象限＞第



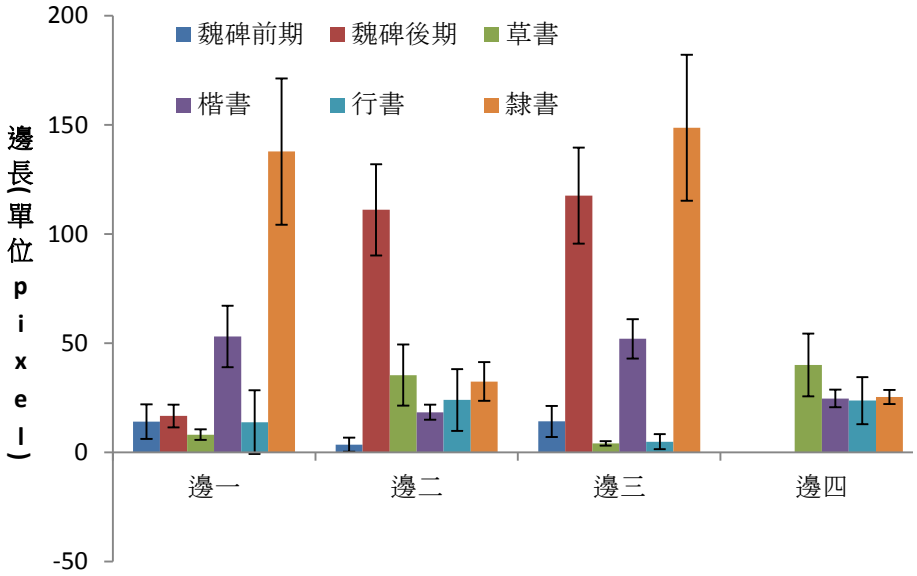
圖二十六、六種字體之捺角度比較圖。由圖可發現魏碑前期和行書的形狀都為三角形，且皆為第三像限＞第一象限＞第四象限。魏碑後期、草書和楷書則是第一象限＞第二象限，第三象限＞第四象限。



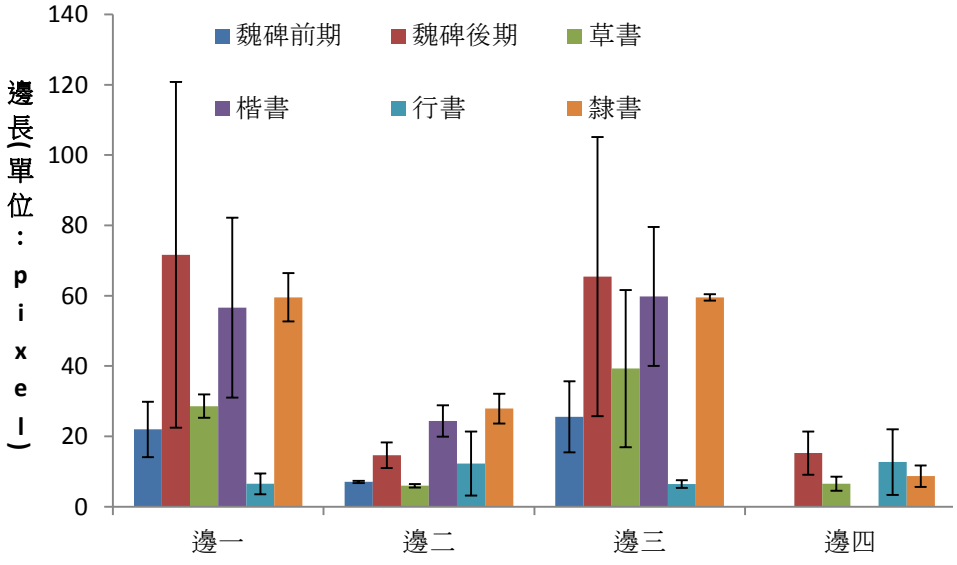
圖二十七、六種字體之點邊長比較圖。由圖可發現草書、行書和隸書皆為邊二＞邊一，邊四＞邊三。



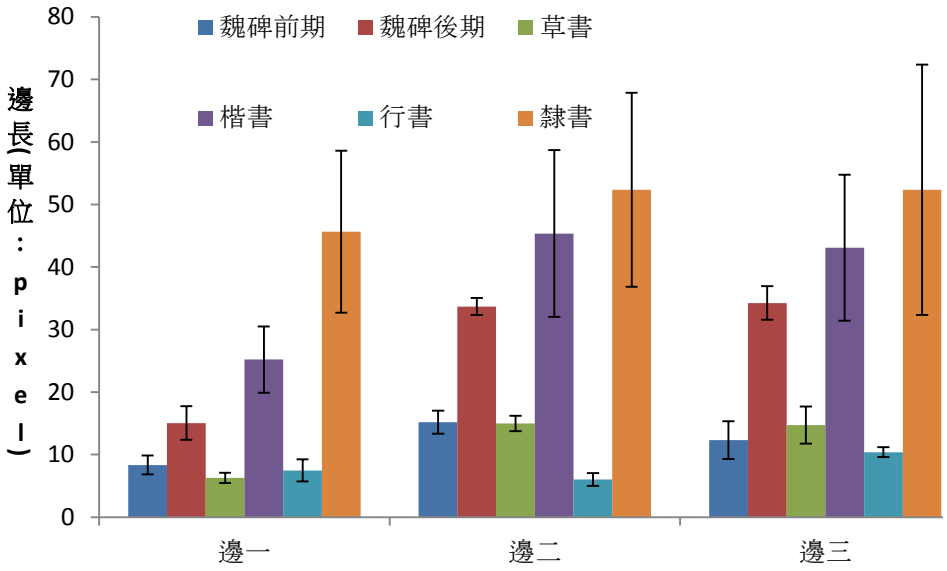
圖二十八、六種字體之橫邊長比較圖。由圖可發現魏碑後期和行書皆為邊二＞邊一，邊四＞邊三，其餘都為邊一＞邊二，邊三＞邊四。



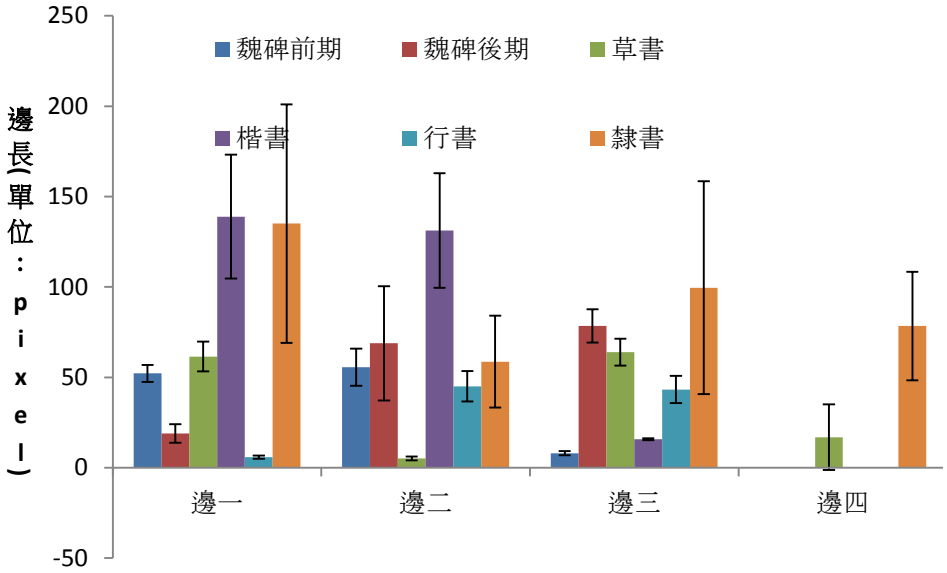
圖二十九、六種字體之直邊長比較圖。由圖可發現草書、行書的數據皆為邊二＞邊一，邊四＞邊三；而楷書、隸書則是邊一＞邊二，邊三＞邊四。



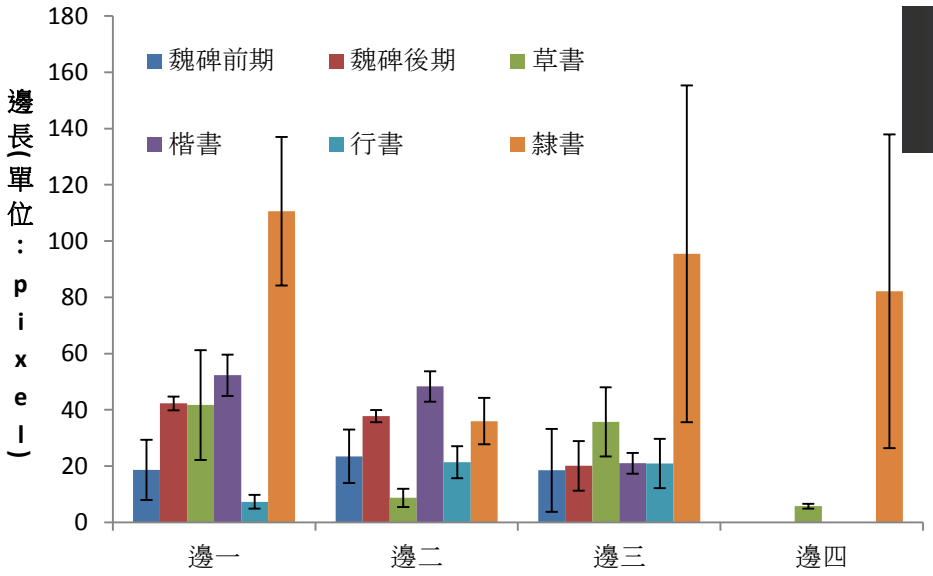
圖三十、六種字體之仰橫邊長比較圖。由圖可發現魏碑前期和楷書的形狀與三角形相似，且皆為邊三＞邊一＞邊二，其餘字體皆偏向四邊形，且皆為邊一＞邊二，邊三＞邊四。



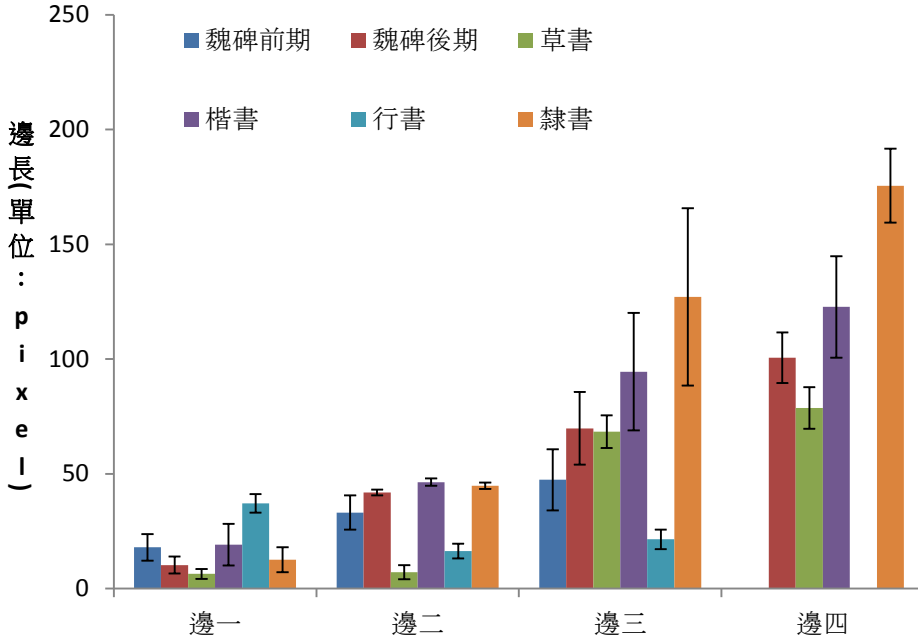
圖三十一、六種字體之鉤邊長比較圖。由圖可發現魏碑前期、草書、楷書、隸書的數據皆為邊二＞邊三＞邊一。



圖三十二、六種字體之長撇邊長比較圖。由圖可發現魏碑前、後期的數據皆為邊二＞邊三＞邊一。



圖三十三、六種字體之短撇邊長比較圖。由圖可發現魏碑後期和楷書的數據皆為邊一＞邊二＞邊三。



圖三十四、六種字體之捺邊長比較圖。由圖可發現魏碑後期、草書、楷書、隸書的數據皆為邊四＞邊三＞邊二＞邊一。。

表一、六種字體角度、邊長數據比較表。(圖案相同表示幾何性質相似)

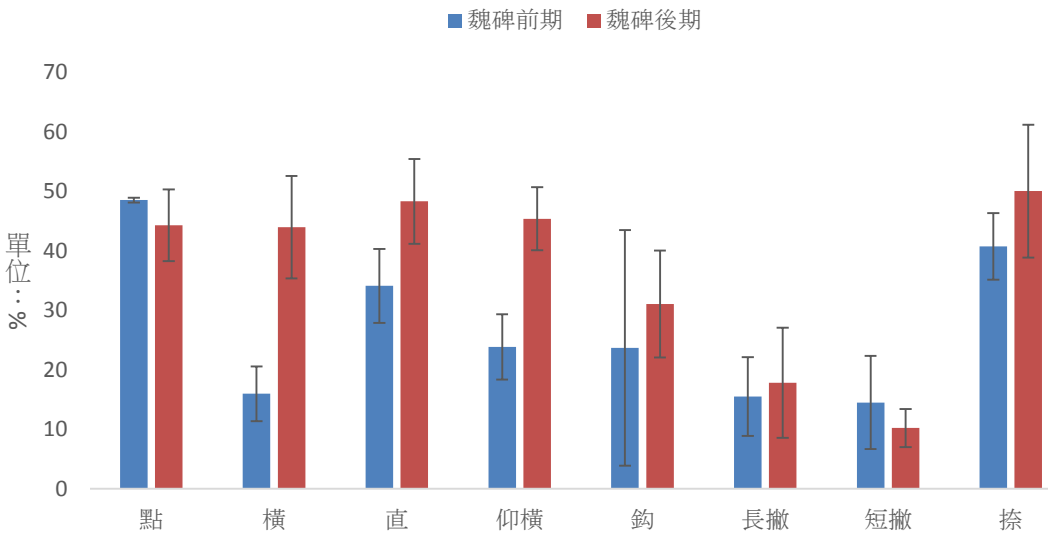
筆畫 / 字體	點		橫		直		仰橫		鉤		長撇		短撇		捺	
	角度	邊長	角度	邊長	角度	邊長	角度	邊長	角度	邊長	角度	邊長	角度	邊長	角度	邊長
魏碑前期	▲	□	▲	△	■	○	■	□	■	△	■	△	◆	□	■	□
魏碑後期	■	○	●	□	◆	◎	▲	△	●	□	■	△	■	△	●	△
草書	●	△	●	△	■	△	●	△	●	△	●	□	●	○	●	△
楷書	◆	◎	■	△	■	□	■	□	●	△	▲	○	■	△	●	△
行書	■	△	●	□	■	△	◆	△	■	○	●	◎	▲	◎	■	○
隸書	●	△	■	△	▲	□	●	△	◆	△	◆	◇	●	◇	◆	◎

將此比較表在進一步做成以下表格進行分析：

表二、角度、邊長性質相似個數統計表：

	魏碑前期	魏碑後期	草書	楷書	行書	隸書
魏碑前期	16					
魏碑後期	2	16				
草書	3	5	16			
楷書	5	5	7	16		
行書	3	2	5	2	16	
隸書	2	1	4	4	1	16

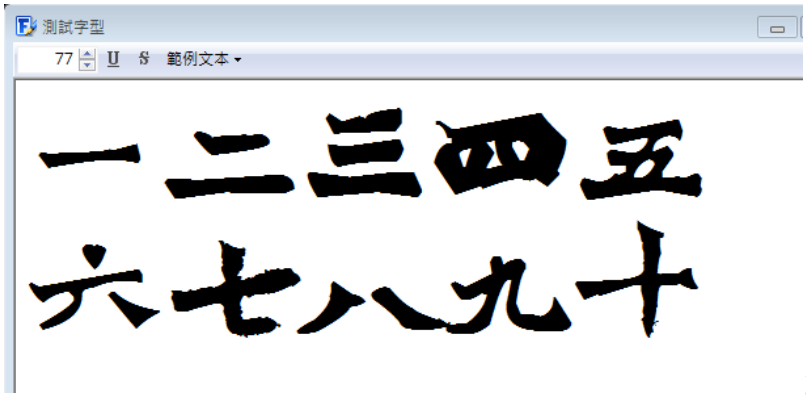
(四) 魏碑前後期字體與 windows 系統魏碑體之相似度比較。



圖三十五、魏碑前後期字體與 windows 系統魏碑體之相似度比較。由圖發現魏碑後期重疊率有六個筆畫大於魏碑後期。可推測 windows 系統上的魏碑體較接近於魏碑後期。

三、 模擬魏碑前期的字體。

(一) 數位典藏



圖三十六、匯入魏碑前期字體。

(二) 綜合數據造字。

1. 魏碑前期筆畫之間的角度、間距測量。

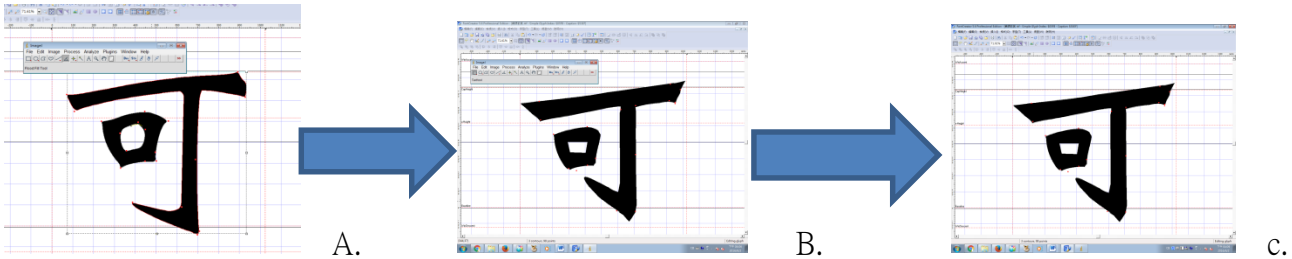
表三、魏碑前期字庫筆畫之間角度及間距的測量。

筆畫之間	角度平均	間距平均(單位：pixel)
橫與直	89.2±14.31	*
直與鉤	77.55±5.3	2.64±0.74
仰橫與長撇	69.34±6.64	4.05±1.3
短撇與捺	97.45±3.92	6.27±0.4
長撇與捺	77.01.44±7.01	8.9±1.2
長撇與直	148.5±0.24	5.55±4.68
橫與橫	**	6.05±0.04

*因為橫與直接近垂直，故不測量間距。

**因橫與橫接近平行，故不測量筆畫之間的角度。

2. 拼字。



A. B. c.

圖三十七 A、原 windows 系統字體。外圍橫與直的間距為：124.8；直與鉤為：149.77；口字橫與橫間距、角度：50.88、115.66。B、調整筆畫之間角度。圖四十六 C、完成字體並儲存。

四、以 Labview 撰寫程式呈現數據化後的書法美學。

(一) 利用機器人模擬書寫情形。

1. 第一代機器人編程圖。

a.

b.

c.

d.

e.

f.

g.

h.

圖三十八 a、點書寫程式示意圖。b、橫書寫程式示意圖。c、直書寫程式示意圖。d、仰橫書寫程式示意圖。e、鉤書寫程式示意圖。f、長撇書寫程式示意圖。g、短撇書寫程式示意圖。h、捺書寫程式示意圖。

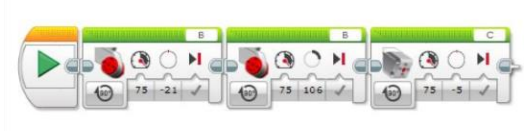
2. 第二代機器人機械手臂編程圖。

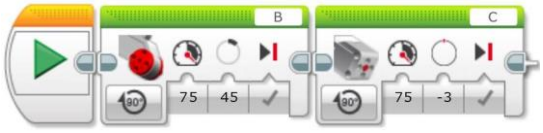
a.

b.

c.

d.



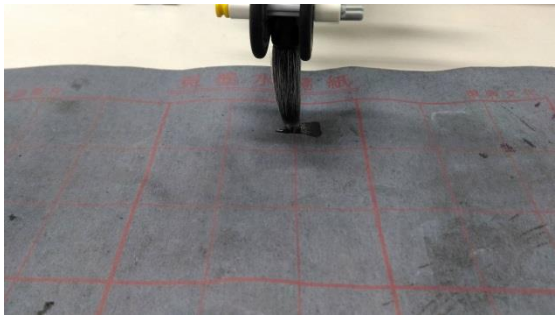
e. 

f.

g.

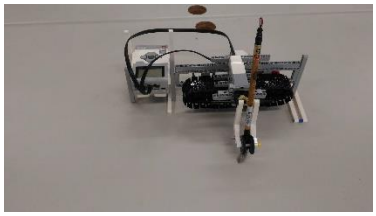
h.

圖三十九 a、點書寫示意圖。b、橫書寫示意圖。c、直書寫示意圖。d、仰橫書寫示意圖。e、鉤書寫示意圖。f、長撇書寫示意圖。g、短撇書寫示意圖。h、捺書寫示意圖。



圖四十、第二代機械手臂書寫示意圖。

表四、第一代與第二代及第三代比較表。

名稱 / 項目	第一代機器人	第二代機器人—機械手臂
		
優點	機動性高、可隨意移動	固定式底座，穩定性高、橡皮輪胎將毛筆垂直固定、程式撰寫簡易
缺點	易夾紙、運行不穩、無法垂直運筆、程式撰寫複雜、只能寫出一個筆畫	機動性低，必須在範圍內書寫、手臂部分過重，導致重心不穩、需不停移動才能完成單一字

(二) 測量機器人書寫魏碑體時的力道。

表五、第二代機械手臂書寫時力道使用情形。(力道單位：公克)

筆畫 / 項目	點	橫	直	仰橫	鉤	長撇	短撇	捺
起筆力道	21.45667	29.66667	20.89333	26.54333	38.38	33.16667	30.17333	33.66333
中間變化		25.82667						
收筆力道	28.83667	30.86333	23.30667	19.98667	31.8	21.45333	38.81333	43.53
變化幅度(%)	1.34	0.87	1.12	-0.75	-0.83	-0.64	-1.29	1.29
		1.2						

五、探討魏碑體書寫、印刷時的特色。

(一) 五種字體用噴墨印刷機列印出的時間。

表六、五種字體印刷時間統計表（單位：秒）

字體 次數	文鼎粗魏碑	標楷體	文鼎中行書	文鼎中隸	新細明體
第一次	89.75	79.34	75.00	90.00	88
第二次	90.65	85.83	81.36	94.00	89.86
第三次	91.00	85.63	81.63	92.00	89.64
標準差	0.53	3.01	3.06	1.63	0.83
平均值	90.47	83.60	79.33	92.00	89.17

2. 魏碑體的表面積與其他五種字體的表面積比較。

表七、魏碑體與其他字體面積的比較。

字體：	文鼎粗魏碑	標楷體	文鼎中行書	文鼎中隸	新細明體
面積 （單位：pixel）	434432.00	383493.00	270728.00	364254.00	378793.00

(二) 探討魏碑體流傳時間短暫的原因。

1. 統計魏碑的使用場合。

造像記：內中文字記錄製造佛像的緣由。

摩崖：我們觀察摩崖經典作品：《鄭文公碑》、《石門銘》摩崖指刻在山岩上的書法作品。內中文字大多都記述官員功績或地方事業等。

碑刻：有墓碑、墓誌。墓碑：立於墓前記述逝者事蹟功業。墓誌：放置於墓中記述逝者事蹟功業。

2. 魏碑體流傳短暫的因素。

經過先前的實驗以及文獻探討後，整理出人文和科學方面流傳時間短暫的可能原因，如下表：

表七、魏碑體流傳短暫的因素。

項目	**原因**
人文	外族入侵、用於墓誌銘、造像記，且只有君王及社會有功者才具使用資格。
科學	筆畫、轉折、耗墨量多，書寫時需要不斷轉筆、易傷筆。

柒、 討論

一、 書法的筆畫大致分為八類，分別為點、橫、直、仰橫、鉤、長撇、短撇、捺，細分可分

三十多類，而字體使用八類的比率較高，因而取之作為實驗，例如在橫折鉤、凹折方面我們可以直接取橫、鉤完成。

二、 由實驗一－(二)－1 測量前後期面積相似度實驗中發現魏碑前期與魏碑後期筆畫面積重疊最高的筆畫為「直」，但在實驗二中，魏碑前後期在筆畫直中未被歸為同類，可能兩者只有測得面積數據相似，幾何性質方面不屬於相似形；仰橫在實驗二中角度、邊長性質方面都被歸為同類，但筆畫重疊率卻是八個筆畫中最低的，由此推測魏碑前後期的仰橫筆畫外型接近相似形。

三、 從實驗二點的數據方面，面積最大為隸書；依角度性質把魏碑後期和行書歸為一類，因測得的數據皆為第一象限＞第二象限，第三象限＞第四象限，草書和隸書歸為另一類，因測得的數據皆為第一象限＞第二象限，第四象限＞第三象限；邊長性質方面，我們將草書、行書、隸書歸為一類，因測得的數據皆為邊二＞邊一，邊四＞邊三。

四、 從實驗二橫的數據方面，面積最大為魏碑前期；依角度性質把魏碑後期、草書、行書歸為一類，因測得的數據皆為第一象限＞第二象限，第三象限＞第四象限，楷書和隸書歸為另一類，因測得的數據皆為第二象限＞第一象限，第四象限＞第三象限；邊長性質方面，我們將魏碑前期、草書、楷書、隸書歸為一類，因測得的數據皆為邊一＞邊二，邊三＞邊四，其餘兩種則歸為另一類，因測得的數據皆為邊二＞邊一，邊四＞邊三。

五、 從實驗二直的數據方面，面積最大為行書；依角度性質把魏碑前期、草書、楷書、行書歸為一類，因測得的數據皆為第一象限＞第二象限，第三象限＞第四象限；邊長性質方面，我們將草書和行書歸為一類，因測得的數據皆為邊二＞邊一，邊四＞邊三，楷書、隸書則歸為另一類，因測得的數據皆為邊一＞邊二，邊三＞邊四。

六、 從實驗二仰橫的數據方面，面積最大為行書；依角度性質把魏碑前期和楷書歸為一類，因測得的數據皆為第三象限＞第四象限＞第一象限，草書和隸書歸為另一類，因測得的數據皆為第二象限＞第一象限，第三象限＞第四象限；邊長性質方面，我們將魏碑前期和楷書歸為一類，因測得的數據皆為邊三＞邊一＞邊二，其餘四種則歸為另一類，因測得的數據皆為邊一＞邊二，邊三＞邊四。

七、 從實驗二鉤的數據方面，面積最大為隸書；依角度性質我們將魏碑前期和行書歸為一類，因測得的數據皆為第一象限＞第二象限＞第四象限，魏碑後期、草書、楷書歸為另一類，

因測得的數據皆為第一象限＞第四象限＞第二象限；邊長性質方面，我們將魏碑前期、草書、楷書、隸書歸為一類，因測得的數據皆為邊二＞邊三＞邊一。

八、 從實驗二的長撇數據方面，面積最大為行書；依角度性質我們將魏碑前後期歸為同一類，因測得的數據皆為第一象限＞第四象限＞第三象限，草書和行書歸為一類，因測得的數據皆為第一象限＞第二象限，第四象限＞第三象限；而邊長性質方面魏碑前後期被歸為同一類，因測得的數據皆為邊二＞邊三＞邊一。

九、 從實驗二的短撇數據方面，面積最大為行書；依角度性質我們將魏碑後期與楷書歸為一類，因測得的數據皆為第四象限＞第一象限＞第三象限、草書和隸書歸為一類，因測得的數據皆為第二象限＞第一象限，第四象限＞第三象限；而邊長性質方面，魏碑後期與楷書被歸為同一類，因測得的數據皆為邊一＞邊二＞邊三。

十、 從實驗二捺的數據方面，面積最大為行書；依角度性質我們將魏碑前期和楷書歸為同一類，因測得的數據皆為第三象限＞第一象限＞第四象限，魏碑後期、草書、楷書歸為一類，因測得的數據皆為第一象限＞第二象限，第三象限＞第四象限；邊長性質方面，我們將魏碑後期、草書、楷書歸為一類，因測得的邊四＞邊三＞邊二＞邊一。

十一、 從實驗二的數據中，我們發現魏碑前期有 2 個性質與魏碑後期相似，與草書之間有 3 個，與楷書之間有 5 個，與行書之間有 3 個，與隸書之間有 2 個，可推測魏碑前期影響楷書較深；魏碑後期與草書之間有 5 個性質相似，與楷書之間有 5 個性質相似與行書之間有 2 個，與隸書之間有一個，可推測魏碑後期與草書、楷書較為相似。

十二、 由先前實驗我們發現魏碑前期及隸書的「橫」寬度較魏楷、行書、草書、楷書來的細，而這六種字體外觀結構皆偏四邊形。這點我們可以從實驗二的角度、面積、邊長的數據發現，而從邊長數據可以判斷魏碑後期和行書收筆皆為從右上方往左下方收筆。

十三、 從實驗二－(四)魏碑前後期與 windows 系統上的魏碑體比較，發現魏碑後期：橫、直、鉤、仰橫、長撇、捺。此六個筆畫的重疊率皆大於魏碑前期，可推測 windows 系統上的魏碑體應為魏碑後期。

十四、 由實驗三所使用程式 Font Creator 目前我們所造的魏碑前期字體有 100 於字屬於數位典藏字體；其餘屬於參照數據造字。數位典藏字體目前有：魏、碑、天、地…等；綜合數據造字的字體目前有：什、仁…等。

十五、 由實驗三的不同造字法則我們發現數位典藏造字最簡便易學，這簡單的方法不僅可以保存不廣泛流行的魏碑前期字體，更能使其運用於生活上；拆字法則我們發現需要部首較完整的字，如此一來拼字方面也方便許多。如：「今、三、力、永、東、國、酬、愛、鬱、靈、鷹、袋」。

十六、 這次實驗我們之所以使用 FontCreator，因為此工具可將造好的字形匯入 windows 系統中使用，且修改幅度大，可以去除原拓文上的污點、畫面呈現方式為向量，放大後較不會模糊，十分容易操作。

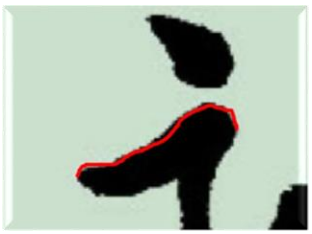
十七、 對於業者沒有開發魏碑前期字體，我們認為有兩種可能性：一是前期拓文數量不夠；二為業者可能將魏楷整體視為魏碑體，因此我們設計魏碑前期字體，解決於 windows 系統無法使用前期字體的問題。

十八、 從實驗四-(一)-3 中的第一代機器人有許多缺點，但有機動性高這項優點；第二代雖然改善了第一代的缺點，機動性卻不如第一代，且一、二代只能書寫單一筆畫，若要組合成字必定要花費時間。我們希望可以改良成可前後、左右移動的手臂，就可以增加移動範圍並完成一個完整字體的書寫。

十九、 由實驗五發現魏碑體雖分為前期和後期，但流傳時間卻仍是非常短暫，且消失原因眾說紛紜，所以在歷史上並沒有正確的答案，但我們結合人文、科學的角度研究認為：魏碑體可能因撰寫不便，費時，以及它是由鮮卑族所發明的字體較無人願意使用，因此魏碑體退出歷史舞台。

圖四十一、書法演進史。

二十、 經由先前實驗我們推測出魏碑前後期皆有影響楷書的發展，因此我們以仰橫測量此三種字體筆畫的轉折次數。(圖四十二)



圖四十二、魏碑前期(左)的轉折次數為七次；魏碑後期(中)的轉折次數為四次；楷書(右)的轉折次數為三次。

二十一、 使用了 ImageJ 進行了許多實驗，此軟體是由美國衛生研究院開發，原先是用來進行生物方面的影像分析，如計算組織細胞個數。但我們這次嘗試使用它來計算字體筆畫的邊長、角度、面積，並做成下列表格比較此工具的優缺點。

表八、工具優缺點比較表。

優缺點 / 項目	優點	缺點
角度工具	測量方式簡單、方便。	若要進行其他動作，顯示數據的欄位就會消失。
線段工具	能分段測量，適合用在測量曲線長度。	無法一次計算個線段加總的數值。

二十二、 我們的研究主題可以幫助魏碑體更方便的推廣，例如將魏碑體匯入電腦中使用，使大家能在生活中更頻繁的接觸魏碑體，讓人們更能欣賞魏碑體的美。

捌、 結論

我們分析了魏碑前後期字體在面積、角度、邊長等幾何性質上的相異之處，證實前期與後期確實為不同的字體；並將魏碑前後期與草書、楷書、行書、隸書等各式書法字體比較，我們研判發楷書對魏碑前期與後期有不同的影響。在過程中我們透過機器手臂模擬魏碑前期的書寫，並測量書寫時的力道變化，並進行印刷時間及面積的測量，綜合比較判斷，並從我們也從人文、科學兩大觀點推測魏碑體流傳時間短暫的原因，人文方面可能因為當年外族入侵、政治動亂導致無法廣泛流傳，科學方面可能因為筆畫轉折大、容易傷筆、施力困難等，導致無法該字體在歷史上流傳時間短暫。我們利用 Font Creator 將碑文上的魏碑前期字體進行數位典藏，同時將未在歷史上留存的漢字，我們以幾何意義進行模擬造字，成功建立 Windows 系統的「魏碑前期」字體，使魏碑前期字體可以更方便的運用在生活中，也讓更多人認識魏碑前期字體。

玖、 參考資料

一、網路資料

(一) 維基百科 （魏碑體流傳時間概況）：2015 年 10 月 10 號取自：

https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%AD%8F%E7%A2%91

(二)國立臺灣師範大學機構典藏 （數位化字型符號之創作與研究(以書法魏碑─張猛龍碑之書法風格為例)）及（龍門二十品及其書法風格探析—兼論其在隸楷變易中的承啟地位）：2015 年 10 月 13 號取自：

http://ir.lib.ntnu.edu.tw/retrieve/48161/metadata_04_03_s_05_0023.pdf

(三)中國書法通史網 （魏碑體特色、結構、整體介紹）取自：

http://yingyulunwentimu.com/

(四) 書法第一網（魏楷字體）取自：

http://www.wx135.com/zh-tw/wxes/7032

二、書籍

(一) 馬于強, 周杰（西元 2003 年）。中國書法字體教程—楷書魏碑卷。

(二) 弓超(西元 2003 年) 。經典魏碑楷書結構筆法指要《崔敬邕墓志》全碑解析。

(三) 方紹武(西元 1989 年) 。魏碑大觀。

(四) 南一書局(西元 2012 年)。南一版國文一下學期語文常識(二)：書法欣賞。台北市。

(五) 康軒出版(西元 2012 年)。康軒版數學三上學期第一章：相似形。台北市。

(六) 南一書局(西元 2012 年)。南一版自然與生活科技第六章：力。台北市。

(七) 翰林出版(西元 2012 年)。翰林版社會：中國的歷史第三章：三國與魏晉南北朝。台北市。

(八) 翰林出版(西元 2012 年 5 月)。翰林版藝術與人文：文字之美。台北市。

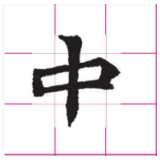
壹拾、 附錄

附件一、魏碑前期字庫舉隅。：p.29
附件二、魏碑後期字庫舉隅。p.30
附件三、魏碑前後期重疊部分面積原始數據。
附件四、點之角度與邊長原始數據。
附件五、橫之角度與邊長原始數據。
附件六、直之角度與邊長原始數據。
附件七、仰橫之角度與邊長原始數據。
附件八、鉤之角度與邊長原始數據。
附件九、長撇之角度與邊長原始數據。
附件十、短撇之角度與邊長原始數據。
附件十一、捺之角度與邊長原始數據。
附件十二、魏碑前後期與其餘字體幾何性質相似個數統計表。
(附件三～十二，詳見 https://drive.google.com/folderview?id=0B2oyKTdlS6NJRmNFQVNNd0wtZlk&usp=sharing)

附件一、魏碑前期字庫舉隅。

造		石		像		一		區	
凡		及		眾		形		藏	
		梃		三		於		孤	
峰		秀		合		門		榮	
		流						葉	
命		達		曠		世			
生		元		眷		屬			
道		群		咸		五		樹	

附件二、魏碑後期字庫舉隅。

魏	將	故	南	秋
諸	事	於	史	州
河	淚	五	銘	也
疾	字	穆	鳥	君
景	帝	太	中	之
				
孫	黃	安	墓	誌
永	春	不	降	丹

【評語】030810

1. 表達流暢，利用電腦程式分析魏碑有創意，但分析方法和定義宜多做說明。

2. 表一分析筆畫圖有重複造成判讀困擾。

3. 座標定義不清楚，無法看出象限差異。

4. Labview 程式圖示過小。

5. 能用機器人書寫字體，若能模擬人書寫字序的力道會更好。