

修平科技大學四年制機械工程系

專題製作報告

數控電火花線切割

指導教師： 劉南明 老師

班級：機械三甲

組員： 陳匯壬 YA99047

組員： 王韋捷 YA99031

中華民國一百零二年六月 二九日

修平科技大學 機械工程系

一百零一年度專題製作及實務專題報告

數控電火花線切割

學號	姓名
YA99047	陳匯壬
YA99031	王韋捷

本報告業經口試委員審查及口試合格特此證明

指導教授：

系主任：蔡德昌

中華民國一百零二年 月 日

目

錄

- 第一章：前言 1
- 第二章：工作原理 2
- 第三章：實驗設備 3
- 第四章：實驗過程 7
- 第五章：結果與討論 10
- 第六章：參考文獻 12

一、前言

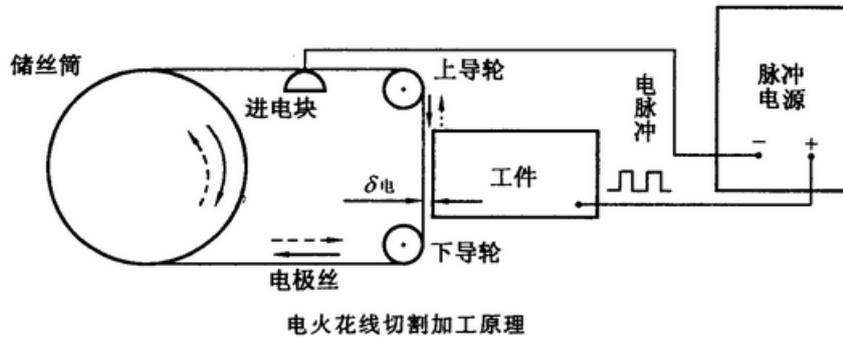
由於工作的關係，所以接觸數控電火花線切割，以及電火花成型加工機床，依此工作原理、工藝特點及應用範圍，說明介紹數控電火花線切割、電火花成型加工機床的基本組成及各部分作用。

我在這份工作上所學到的事物很多，也是我的第一份工作，因為工作熟悉放電加工中的主要影響因素，開始有了興趣，也多方了解，以掌握數控電火花線切割、電火花成型加工工藝及操作方法，進階能編制一般零件的數控程序，也以此作為本次報告的研究方向。

二、工作原理

基本原理

利用一根運動著的金屬絲(直徑為0.02~0.3mm的鉬絲或黃銅絲)作為工具電極，在金屬絲與工件間施加脈衝電流，產生放電腐蝕，對工件進行切割加工。工件接高頻脈衝電源的正極，電極絲接負極，即採用正極性加工，電極絲纏繞在儲絲筒上，電機帶動儲絲筒運動，致使電極絲不斷地進入和離開放電區域，電極絲與工件之間澆注工作液介質。當電頻脈衝電源通電後，隨著工作液的電離、擊穿，形成放電通道，電子高速奔向正極，正離子奔向負極，於是電能轉變為動能，粒子間的相互撞擊以及粒子與電極材料的撞擊，又將動能轉變為熱能。在放電通道內，正極和負極表面分別成為瞬時熱源，達到很高的溫度，使工作液介質汽化、熱裂分解、金屬材料熔化、沸騰、汽化。在熱膨脹、局部微爆炸、電動力、液體動力等綜合作用下，蝕除下來的金屬微粒隨著電極絲和移動和工作液的沖洗而被拋出放電區，於是在金屬表面形成凹坑。在脈衝間隔時間內工作液介質消電離，放電通道中的帶電粒子復合為中性粒子，恢復了工作液的絕緣性。由於加工過程是連續的，步進電機受控系統的控制，使工作台在水平面沿兩個坐標方向伺服進給運動，於是工件就逐步被切割成各種形狀。



三、實驗設備

3-1 數控電火花線切割機床的主要組成部分

數控電火花線切割機床包括機床、脈衝電源和數控裝置三大部分

3-2 機床部分：

機床是在床身的支撐下由下列各部分組成。

3-2.1 運絲機構：

運絲機構的作用是将繞在貯絲桶上的鉬絲通過絲架做反復變換方向的送絲運動，使鉬絲在整體長度上均勻參與電火花加工。以保證精度的穩定性，同時可延長絲的使用壽命。貯絲桶的轉動是由一隻交流電機帶動，絲速分兩檔，為高速運絲和低速運絲。高運絲利於排屑，低運絲傳動平穩。

3-2.2 絲架導絲機構：

它的作用是通过絲架把鉬絲支撐成垂直於工作台的一條直線，以便對零件進行加工。有些機床絲架上有兩個拖板（U、V）分別由兩個步進電機

帶動，可用來加工錐體。任一拖板超出行程範圍時，由行程開關斷開步進電機電源，致使兩拖板停止運動。

3-2.3. 數控坐標工作台：

用於安裝並帶動工件在工作台平面內作 X、Y 兩方向的移動，工作台分上下兩層，分別與 X、Y 向絲槓相連，由兩個步進電機分別驅動，變頻系統每發出一個脈衝信號，其輸出軸就旋轉一個步距角，再通過一對變速齒輪帶動滾珠絲槓轉動，從而使工作台在相應的方向上移 0.001mm。

3-2.4. 冷卻系統：

冷卻系統由工作液、工作液箱、工作液泵和循環導管組成。工作液起絕緣、排屑、冷卻的作用。每次脈衝放電後，工件與鉬絲之間必須迅速恢復絕緣狀態，否則脈衝放電就會轉變成穩定持續的電弧放電，影響加工質量。工作液可把加工過程中產生的金屬顆粒迅速從電極之間沖走，使加工順利進行。工作液還可以冷卻受熱的電極和工件，防止工件變形。

3-2.5 1.2.2 脈衝電源

脈衝電源是電火花線切割加工的工作能源，它由振盪器及功放板組成，振盪器的振盪頻率、脈寬和間隔比均可調。根據加工零件的厚度及材

料選擇不同的電流、脈寬和間隔比。加工時鉬絲接電源的負極，工件接電源的正極。

3-2.6 1.2.3 數控裝置 數控裝置是數控機床的核心，它接受輸入裝置送來的脈衝信號，經過數控裝置的系統軟件或邏輯電路進行編譯、運算和邏輯處理後，輸出各種信號和指令，控制機床的各個部分進行有序的動作。

3-2.7 BKDC7725e 電火花線切割控制系統簡介

概述 BKDC7725e 快走絲電火花線切割控制系統控制軸數為 X、Y、U、V 四軸聯動控制，可切錐體。輸入方式：串行輸入、磁盤輸入、鍵盤輸入。代碼方式：ISO、3B 或 DXF 代碼方式，加工時採用 G 代碼指令，另外具有自動對邊、自動找正孔中心、自動回垂直。圖形可正、反向切割，加工時有圖形跟踪、坐標顯示、參數顯示、加工長度、時間、速度顯示，短路可自動回退，斷電全狀態記憶等功能。控制機的外形見圖 3-1。控制系統主機硬盤上安裝了兩套軟件：

- ①. 控制切割軟件 BKDC 。
- ②. 編程軟件 CAXA—WAP2000 。

BKDC 控制機的基本操作 BKDC 絕大部分操作都是通過鍵盤進行的，

本節介紹 BKDC 的菜單結構，掌握本節就可以上機進行一些基本操作。

3-2.8 控制機的開啟與關閉

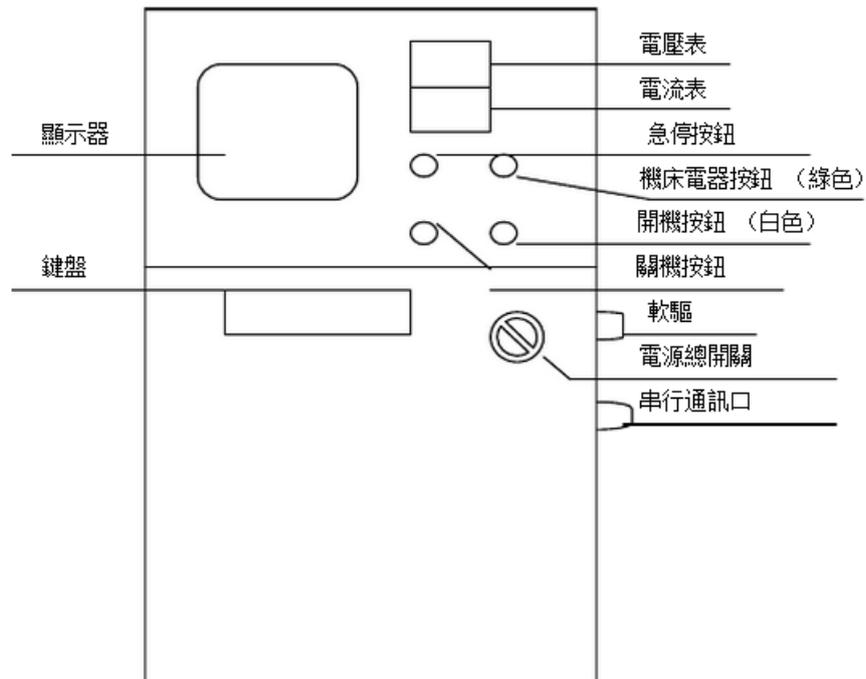


圖 3-1 BKDC 控制機外形圖

四、實驗過程

4-1 電極絲的繞絲、緊絲操作

具體步驟如下：

- ① 將購回的絲盤上的電極絲繞在儲絲筒上；
- ② 使儲絲筒移動到其行程的一端，把電極絲通過導絲輪引向儲絲筒端部的螺釘處並壓緊；
- ③ 打開張絲電機啟停開關，旋動張絲電壓調節旋鈕，調整電壓表讀數至電極絲張緊且張力合適；
- ④ 旋轉儲絲筒，使電極絲以一定的張力逐漸均勻地盤繞在儲絲筒上；
- ⑤ 待儲絲筒以至其行程的另一端時，關掉張絲電機啟停開關，從絲盤處剪斷電極絲並固定好絲頭。

4-2 電極絲垂直校正

在具有U、V軸的線切割機床上，電極絲運行一段時間、重新穿絲後或加工新工件之前，需要重新調整電極絲對坐標工作台表面的垂直度。校正時使用一個各平面相互平行或垂直的長方體，稱為校正器。

具體步驟如下：

- ① 擦淨工作檯面和校正器各表面，選擇校正器上的兩個垂直於底面的相鄰側面作為基準面，選定位置將兩側面沿 X、Y 坐標軸方向平行放好；
- ② 選擇機床的微弱放電功能，使電極絲與校正器間被加上脈衝電壓，運行電極絲；
- ③ 移動 X 軸使電極絲接近校正器的一個側面，至有輕微放電火花；
- ④ 目測電極絲和校正器側面可接觸長度上放電火花的均勻程度，如出現上端或下端中只有一端有火花，說明該端離校正器側面距離近，而另一端離校正器側面遠，電極絲不平行於該側面，需要校正；
- ⑤ 通過移動 U 軸，直到上下火花均勻一致，電極絲相對 X 坐標垂直；
- ⑥ 用同樣方法調整電極絲相對 Y 坐標的垂直度。

4-3 線切割機床操作步驟及內容

- ① 開機，檢查系統各部分是否正常，包括高頻點、工作液泵、儲絲筒等工作情況；
- ② 裝夾工件，根據工件厚度調整 Z 軸至適當位置並鎖緊；

- ③ 進行儲絲筒繞絲、穿絲和電極絲位置校正等操作；
- ④ 移動 X、Y 軸坐標確立電極絲切割起始坐標位置；
- ⑤ 開啟工作液泵，調節噴嘴流量；
- ⑥ 繪圖輸入或調用加工程序；
- ⑦ 確認程序無誤後，進行自動加工；
- ⑧ 加工結束後，取下工件，將工作台移至各軸中間位置；
- ⑨ 清理現場
- ⑩ 關機

五、結果與討論

5-1 斷線問題

目前大部份的線放電加工機都使用純水為加工液，有少部份的線放電加工機使用燈油當加工液。使用純水為加工液時加工速度快，但容易發生電解現象，所以一般的線放電加工機，通常都有一套純水循環系統。

由於切割加工時，如果加工液流動不良或是線材過度振動，都會造成線材斷裂現象，一旦線材斷裂，操作員通常必須重設新設定穿線，如此反覆的動作將會降低加工效率與加工精度。為克服斷線問題，廠商已研發出自動穿線系統，不僅無須人工操作，而且可以記憶斷線的位置重新穿線，將大幅提高加工效率及精度。

5-2 切割直角時產生圓弧的問題

當切割直角時，雖然線切割放電加工機 XY 軸可控制行走 90 度的轉角，但是在放電過程，特別是轉角處通常都會產生圓弧的現象。雖然控制放電狀況或利用更微細線可儘

量避免圓弧狀況發生，但是改善的程度仍有限，因此應致力於解決高精度的線切割加工時，轉角所產生的圓弧現象。

5-3 超微細線切割加工

目前一般線切割放電加工機大部份使用 $\phi 200 \mu\text{m}$ 黃銅線，也有少部份使用 $\phi 150 \mu\text{m}$ 以下細銅線。當然若使用的銅線愈細微，斷線的機率就愈大，但是為了切割更微細的工件，目前也有不少廠家使用約 $\phi 30 \mu\text{m}$ 鎢線進行微細切割加工，雖然鎢種線材極為昂貴，但是應用於附加價值高的精密加工，未來將積極開發 $\phi 20$ 、 $\phi 10$ 等線材。

5-4 高厚度的線切割加工

線切割加工時，若工件的厚度愈厚，線的振動程度愈大，就越容易斷線。目前部分國外廠商已經推出可切割厚度 1 公尺以上工件的線切割放電加工機，除可連續切割且不斷線外，也不會影響加工精度。

六、心得

匯壬:我所學的數控電火花線切割也學了1年多的，雖然一開始也學得很辛苦，只是我覺得說學到的都是自己的，不管學的多或少都是一樣，有時在工作時因為做錯都會被師父給小念了一下，只是我在這段時間我學了很多，雖然在工作時沒事就被絲線給割到手，酸然很痛只是我學得很快樂，師父也說我的實力也可以買機台自己做了，因為我做快半年時我是一個人要顧台6機台，準確率也跟上師傅了，自己有時覺得學的不夠多，還想再多學一些。

韋捷:我覺得線切割是一個很不錯的技術，是可以把模具做到一我覺得線切割是一個很不錯的技術，是可以把模具做到一個想要的模具，然後在下去加工做成一個成品，如果學成了以後一定是不錯的一門技術。