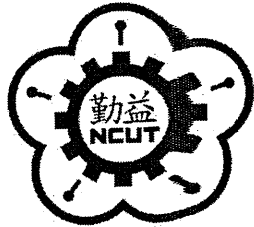


DT
448.6
4434.2
100
225273

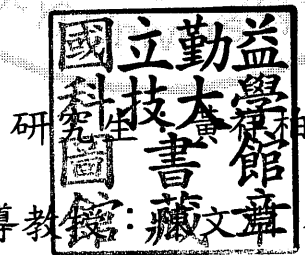


國立勤益科技大學
電子工程系碩士班

碩士論文

可程式噴水座之 CCD 影像刀長辨識系統

Automatic Spray Nozzle Angle Control System Using
Image Identification Techniques



指導教授：藏書文章教授

中華民國一百年七月

國立勤益科技大學圖書館



225273

勤 益 科 技 大 學

博碩士論文全文上網授權書

(提供授權人裝訂於紙本論文書名頁之次頁用)

本授權書所授權之論文為授權人在勤益科技大學
電子工程系 _____ 組 99 學年度第 2 學期取得碩士學位之
論文。

論文題目：可程式噴水座之CCD影像刀長辨識系統
指導教授：陳文淵

■ 同意

本人具有著作權之論文全文資料，非專屬、無償授予本人畢業學校圖書館，不限地域、時間與次數，以微縮、光碟或數位化等各種方式重製與利用，提供讀者基於著作權法合理使用範圍內之線上檢索、閱覽、下載及列印。

論文全文上載網路公開之範圍及時間：

校內區域網路	<input checked="" type="checkbox"/> 立即公開
校外網際網路	<input checked="" type="checkbox"/> 中華民國 105 年 8 月 23 日公開

授權人：黃祥柏

簽名： 黃祥柏

中 華 民 國 100 年 8 月 24 日

國立勤益科技大學
研究所碩士班
論文口試委員會審定書

本校 電子工程系 碩士班 黃祥柏 君

所提論文 可程式噴水座之 CCD 影像刀長辨識系統

合於碩士資格水準，業經本委員會評審認可。

論文口試委員會：

召集人：鍾金河

委員：許文瑞

王川木

鍾金河

指導教授：許文瑞

所長：電子系主任 林熊徵

中華民國一百年七月二十三日

可程式噴水座之 CCD 影像刀長辨識系統

研究生：黃祥柏 指導教授：陳文淵博士

中文摘要

高速加工技術在工具機業已形成一種趨勢潮流。如何有效率帶走因切削作用在加工件間所產生的熱，使刀具壽命增加、加工表面粗糙度良好，是工具機廠重要的課題。傳統工具機在其高速主軸側邊增加冷卻液噴嘴以冷卻切削加工產生的熱，當刀具裝置在主軸上時，依刀具長度手動調整冷卻液噴嘴角度，當更換刀具時，則必須再次手動調整噴嘴角度，使用上極為不便。本研究係將一減速機構裝設噴嘴固定於主軸側邊，搭配 CCD 影像辨識系統量測刀具長度回授至控制器端，利用三角函數計算出馬達須旋轉角度，使噴嘴旋轉至切削刀尖部位，達到自動角度調整的功能及自動化生產的目標。

關鍵字：減速機構、CCD 影像辨識系統、自動角度調整

Automatic Spray Nozzle Angle Control System Using Image Identification Techniques

ABSTRACT

The high speed process technology already forms one tendency tidal current in the machine. How carry off the heat which produces by cutting action in the job, improve tool life, and enhance the processing surface roughness is a kernel topic. The traditional machine set up the refrigerant spray nozzle in its high speed spindle side for cool down the temperature. Due to amount the cutting tool need according the tool length to adjust the angle of the refrigerant spray nozzle, it is very inconvenience. Thus in our research, a reduction gear the spray nozzle is mounted in the side of the spindle, a CCD image identification system, and a control system used to create a Automatic Spray Nozzle Angle Control System. The system can automatic adjust the spray nozzle angle and achieve the goal fully automated production.

Key words: The reduction gear, The CCD image identification system, The automatic angular adjustment

誌謝

本文承蒙指導教授 陳文淵 院長在兩年研究期間的不吝指教，並逐字斧正，使臻於成，使我在研究上保持著積極嚴謹的態度，更得以如期的完成我的研究論文。恩師除了在專業技能及知識上為我解惑外，在求知態度上更是受益良多。浩瀚師恩，永銘於心，在此謹致上由衷的敬意與謝意。

感謝嵩富機具廠有限公司的栽培，使我在職場生涯中能夠有再次深造的機會。感謝勤益科大 王圳木 主任對本文的不吝指正，並在研究上給予適切的協助與建議，感謝口試委員鍾教授的寶貴建議，使本研究更加完美。再來要感謝的是 竣鴻、文鴻、學承、珀瑋、家慶、南宏 六位同班同學的鼎力協助，不管是在課業上或學校行政事務上的相互照應，大家同心協力以力求如期畢業為首要目標而努力。

最後，謝謝最愛的吾妻及我的家人給予莫大的鼓勵與支持、體諒與關心，陪伴我渡過這段歷程，讓我無後顧之憂，激發我求知的慾望，全力完成學業，僅以本文獻給我最敬愛的父母親、家人以及所有關心我的師長、同學、朋友，願與你們一起分享這份得來不易的榮耀。

黃祥柏 謹致

于國立勤益科技大學電子工程系研究所

中華民國一〇一年七月二十三日

目 錄

中文摘要.....	I
英文摘要.....	II
誌謝.....	III
目錄.....	IV
表目錄.....	VI
圖目錄.....	VII
第一章 緒論.....	1
1.1 研究背景與動機.....	1
1.2 研究目的.....	5
1.3 文獻探討.....	5
1.4 論文架構.....	9
第二章 噴嘴結構設計與控制.....	10
2.1 切削加工機系統結構.....	10
2.2 傳統的噴嘴結構設計配置.....	12
2.2.1 切削液的主要功用.....	12
2.2.2 理想的冷卻劑應具備性質.....	14
2.2.3 傳統噴嘴配置使用.....	15
2.3 可程式自動調整噴嘴配置設計.....	17
2.3.1 測試刀具類別.....	18
2.3.2 可程式噴水座系統架構.....	20

2.3.3 減速機構.....	23
2.3.4 三角函數計算.....	26
第三章 刀長偵測演算法.....	29
3.1 影像前處理.....	31
3.2 刀具物件偵測.....	33
3.3 刀具長度計算.....	35
第四章 實驗模擬結果.....	38
4.1 環境設定.....	38
4.2 實驗結果.....	40
第五章 結論與未來發展.....	58
參考文獻.....	59
作者簡歷.....	62



表目錄

表 2-1	可程式噴水座零件表.....	21
表 2-2	減速齒輪箱零件表.....	24
表 4-1	機械規格表.....	38
表 4-2	圓鼻球刀之刀長辨識研究測量值.....	43
表 4-3	端銑刀之刀長辨識研究測量值.....	45
表 4-4	端銑刀之刀長辨識研究測量值.....	48
表 4-5	錐柄圓鼻球刀之刀長辨識研究測量值.....	51
表 4-6	直柄鑽頭之刀長辨識研究測量值.....	54
表 4-7	工件量測探頭之刀長辨識研究測量值.....	57



圖目錄

圖 1-1	主軸中心出水示意圖.....	2
圖 2-1	切削加工機之系統結構圖.....	11
圖 2-2	手動噴嘴提供切削液實例圖.....	12
圖 2-3	一般手動噴嘴配置設計.....	15
圖 2-4	手動調整噴嘴角度示意圖.....	16
圖 2-5	機台配置可程式噴水座系統結構圖.....	17
圖 2-6	測試刀具影像.....	18
圖 2-7	可程式噴水座分解圖.....	20
圖 2-8	可程式噴水座裝配成品圖.....	21
圖 2-9	機台主軸側配置可程式噴水座示意圖.....	22
圖 2-10	減速齒輪箱分解圖.....	23
圖 2-11	減速齒輪箱組成品圖.....	24
圖 2-12	噴嘴與刀長相對尺寸圖.....	26
圖 2-13	可程式噴水座近接開關配置圖.....	27
圖 2-14	裝設可程式噴水座之機台應用實例.....	28
圖 3-1	刀長影像偵測演算法.....	30
圖 3-2	切削加工機刀具鑽頭部分影像.....	29
圖 3-3	影像前處理流程圖.....	31
圖 3-4	輸入之原始影像.....	32
圖 3-5	擷取之特定影像之灰階影像.....	32
圖 3-6	擷取特定影像之二階化影像.....	32

圖 3-7	切削加工機與數位攝影機相對位置圖.....	33
圖 3-8	切削加工機特定區域之灰階化影像.....	34
圖 3-9	圖 3-8 之二階化影像.....	34
圖 3-10	圖 3-9 之直方圖.....	35
圖 3-11	鑽頭 DA 與 DB 長度之示意圖.....	36
圖 4-1	配置機台外觀.....	39
圖 4-2	圓鼻球刀原始測試影像.....	40
圖 4-3(a)	彩色轉灰階影像.....	41
圖 4-3(b)	彩色轉灰階影像.....	41
圖 4-4	二階化之影像.....	41
圖 4-5	圖 4-4 之直方圖.....	42
圖 4-6	端銑刀原始測試影像.....	43
圖 4-7(a)	彩色轉灰階影像.....	44
圖 4-7(b)	彩色轉灰階影像.....	44
圖 4-8	二階化之影像.....	44
圖 4-9	圖 4-8 之直方圖.....	45
圖 4-10	圓鼻長柄刀原始測試影像.....	46
圖 4-11(a)	彩色轉灰階影像.....	46
圖 4-11(b)	彩色轉灰階影像.....	46
圖 4-12	二階化之影像.....	47
圖 4-13	圖 4-12 之直方圖.....	47
圖 4-14	錐柄圓鼻球刀原始測試影像.....	49

圖 4-15(a) 彩色轉灰階影像.....	49
圖 4-15(b) 彩色轉灰階影像.....	49
圖 4-16 二階化之影像.....	50
圖 4-17 圖 4-16 之直方圖.....	50
圖 4-18 直柄鑽頭原始測試影像.....	52
圖 4-19(a) 彩色轉灰階影像.....	52
圖 4-19(b) 彩色轉灰階影像.....	52
圖 4-20(a) 二階化之影像.....	53
圖 4-20(b) 二階化之影像.....	53
圖 4-21 圖 4-20(b)之直方圖.....	53
圖 4-22 工件量測探頭原始測試影像.....	55
圖 4-23(a) 彩色轉灰階影像.....	55
圖 4-23(b) 彩色轉灰階影像.....	55
圖 4-24(a) 二階化之影像.....	56
圖 4-24(b) 二階化之影像.....	56
圖 4-25 圖 4-24(b)之直方圖.....	56

第一章 緒論

1.1 研究背景與動機

隨著科技不斷的日新月異，材料的應用環境不斷的提昇，高強度、韌性、耐蝕性等的材料被廣泛使用於航太、汽車及模具等工業，這些藉由添加合金元素及熱處理方法，達到強化材料機械及物理特性的鋼材，卻因高切削阻力及高切削溫度造成切削加工的困難，導致刀具因高溫而快速磨耗，增加生產成本。想要成功的對高硬度鋼材進行切削，除了高精度與高剛性之工具機及刀把、適當的切削條件外，以切削加工技術而言，必需充份了解刀具材料的特性及切削性能，方能有效的運用。

在切削加工過程中，選擇適切的切削液，可改善刀具、切屑及工件之間的摩擦情況，提升散熱條件，並有效的降低切削力、切削溫度與刀具磨損情況。解決摩擦最直接也最有效的方法即是添加潤滑劑，也因此切削液在切削加工中扮演著不可或缺的角色，其主要作用即在於使刀具與切屑間產生潤滑膜，降低切屑及刀具兩者間之摩擦，提高加工表面粗糙度與光潔度，延長刀具壽命，以降低生產成本。切削液的另一功能在於降低切削溫度，刀具切削時因溫度的降低可以保持原有的強度，避免因刀具磨耗及熱膨脹而造成的精度變化，其它像帶走切屑等附加功能也使得切削液在切削加工過程中成為不

可或缺的一環。

刀具在高速切削加工時會因為切削深度、切削速度、進給速度及主軸轉速等加工條件因素影響，在刀具刃部產生高溫，使刀具軟化造成磨耗而影響加工精度【1】。一般的改善方式為在工具機主軸頭處加裝一分油座設計，並以萬向曲管手動調整噴嘴角度，進而讓切削冷卻液有效的帶走加工時所產生的高溫【2】。如果刀具的切削角度與切削條件是正確的，在切削加工過程中溫度將會被切屑帶走，切削液主要的目的就是降溫，因為當切削加工時因工作物的複雜性，可能會使用到很多不同尺寸及類型的刀具，所以必需調整切削液水柱到最適當的位置。然而可評估選用有"中心出水"的刀具(如圖 1-1)，出水的壓力越大越好，冷卻效果與刀具壽命會因而提昇【3】。

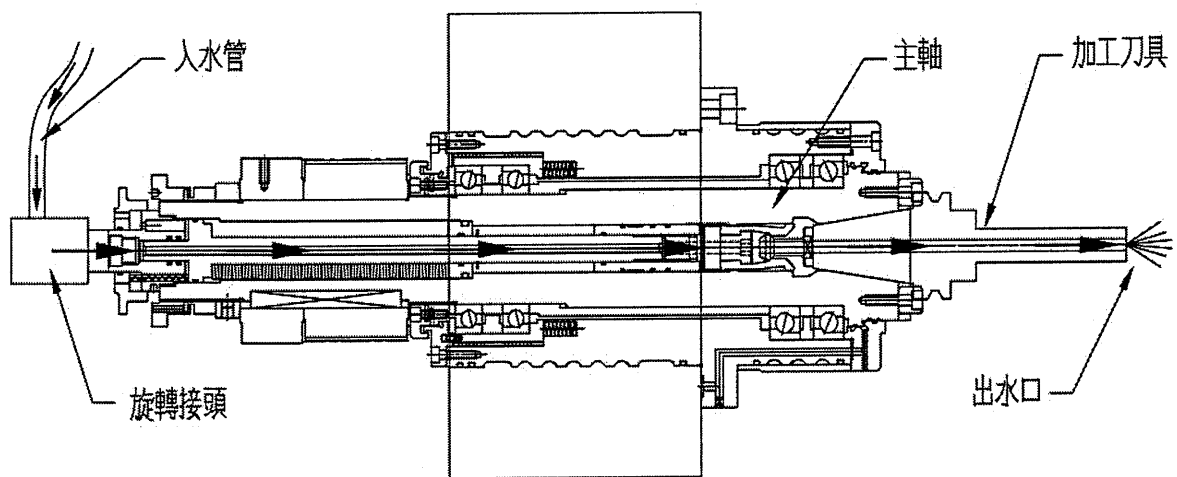


圖 1-1 主軸中心出水示意圖

如果刀具尺寸較小則沒辦法用"中心出水"的設備，只好手動調整切削液噴嘴。切削液的另一個目的是要將切屑沖走，以免留在精修面而產生刮痕，且切屑會因高溫將切屑粘結在刀口造成刀具壽命減短，造成加工表面粗糙度不佳。

CNC 機械在精密加工時刀具轉速快，切削進給量少，溫度容易升高，如果切削液冷卻不足會因熱漲冷縮而影響加工件之精準度。粗加工時溫度也同樣會上升，但粗加工會預留精加工尺寸，所以切削液不足也不致於影響加工精度，但對於刀具壽命卻有相當程度的影響。如果工件的外型尺寸很細小，那切削液就成重要關鍵。所以精加工時，必須調整切削液噴出位置有效冷卻，使刀尖潤滑，達到最佳的加工精度及表面細緻度。另外，水壓也並不是大就好，要看工件形狀以及刀具大小而定，避免妨礙排屑，造成積屑產生溫升。

然而冷卻液並不是達到良好冷卻效果的唯一考慮，但如果冷卻液沒有依合適的溫度和壓力傳送【3】，即冷卻液沒有正確定位、合適的噴嘴及所使用的過濾系統與所加工的工件不相匹配，那麼將無法達到預期的冷卻效果。冷卻液的使用效率決定加工任務的成敗，在鑽孔加工中尤其重要。對於可供冷卻液的鑽頭而言，將冷卻液輸送至切削刀只完成了任務的“一半”，而任務的“另一半”則是如何有效地將切屑排出孔外，這就意味著必須同等地考慮

冷卻液的流動和切屑的流動。

若加工件較為複雜且非單一刀具時，則須規劃多刀具加工，刀具長度亦不盡相同，切削冷卻液噴嘴角度則必須手動經常調整，於連續加工的機台上使用極為不便。高速自動化是工具機發展的趨勢，因資源開發工業，航太工業的蓬勃發展，這些產業相對需求的高速高精度加工中心機蔚為主流，不論刀具特性或機械元件的發展，皆往高速高精密度研發【4】，故本論文為改善使用上便利性，藉由研究的過程將機械、影像辨識及電控加以整合設計，以滿足工具機全自動化生產所需。



1.2 研究目的

在加工過程中，如何改善刀具磨耗及切削溫度對於加工精度的嚴重影響，以延長刀具使用壽命，降低生產機械因更換刀具所減少的設備價動率，且高速自動化生產已是新一代工具機發展的趨勢，有鑑於此本研究係將一減速機構裝設噴嘴固定於主軸側邊，搭配 CCD 影像辨識系統【5】量測刀具長度回授至控制器端，利用三角函數計算出馬達旋轉輸出訊號次數，使冷卻液噴嘴旋轉至切削刀尖部位，此設計針對加工件複雜，使用刀具較多時，可省略人員手動調整噴嘴的時間。

1.3 文獻探討

隨著電子、感測器及軟體技術的快速發展，影像辨識技術已經在業界廣泛的被使用，在無人化工廠的管理上，智能化及自動化技術就必須有足夠的基礎設備來因應各種突發的狀況。影像辨識處理檢測技術廣泛的應用在許多專業領域上，例如：醫學影像檢測、生物檢測、自動控制檢測、交通工程等。

黃氏【6】是以特徵臉辨識法為基礎，結合三種前級處理器，包括使用傳

立業譜補償臉部旋轉情況、邊界運算子正規化臉部大小、同態濾波器消除光源不均的影響，來建立人像辨識系統。

王氏【7】是研究以視覺為基礎的即時車輛影像辨識之自動追蹤系統。此系統使用移動物件偵測方法由連續的影像中偵測移動車輛，再由移動車輛中以特徵辨識方法辨識出車輛的車型，並提出一套交疊車輛影像切割法，解決車輛影像交疊的問題，並依據車輛的外型進行車型辨識，最後再以追蹤演算法來執行車輛追蹤。

吳氏【8】是使用雷射掃描儀應用於影像辨識安全監控運輸場站旅客的可行性。雷射掃瞄的原理是利用雷射光的反射偵測物體的距離，所得為行人的絕對座標，不但多台儀器所得資料易於整合，而且雷射光受到環境光線的影響較小，所以可以利用多台掃瞄儀來解決光線變化和互相遮蔽的問題。

葉氏【9】是利用影像擷取與處理的方式，透過影像擷取設備作遊戲操作介面的空間定位，影像偵測操作介面能讓使用者可做大肢體的空間活動，此研究利用網路攝影機(Webcam)來擷取影像，經過一系列的影像處理後，利用偵測光點的方式，取出待測物的座標，再將所計算的座標送入以立體視覺為基礎的虛擬實境平台，進而將遊戲介面之位置與動作表現在螢幕上，使之與遊戲結合。

陳氏【10】是以 CCD 擷取工件輪廓影像，透過影像處理技術，建立輪廓軌跡路徑，以驅使機器手臂沿著輪廓運行，進行品質檢測或加工。研究採用實驗方法，探討兩種做法的結果，第一種做法是以架設於工作平台上之固定 CCD 擷取工件之輪廓影像，第二種做法是以 CCD 貼附於機器手臂上，隨機器手臂移動擷取工件輪廓影像。並將上列兩種方法所擷取的影像，經由細線化、鏈化等影像運算處理，建立輪廓軌跡路徑，並驅動機器手臂沿軌跡運行，以探討並比較由兩方法所建立的軌跡路徑之結果。

陳氏【11】提出應用至 DOC2 機器人之五子棋、象棋和西洋棋辨識整合系統，使用者可藉由此整合系統與機器人長時間的進行互動於對奕五子棋、象棋和西洋棋。此研究所提出辨識系統利用特殊設計的定位點與棋子，使棋盤得以快速且準確的定位與辨識。

吳氏【12】針對國內鋪面養護相關單位對於鋪面損壞調查評估的正確性進行探討，除了研究鋪面檢測車之檢測與影像處理原理與設備外，針對鋪面損壞嚴重程度與鋪面損壞種類做更進一步的實驗與驗證，以探討鋪面檢測系統的穩定性與可行性，達到規範所要求的檢測精確度。

王氏【13】提出一種檢測辨識方法，應用影像處理空間濾波找出系統性缺陷群聚圖樣，再利用座標轉換，取得在晶圓圖上，對於結構性與方向性具

有代表性的特徵值，運用向量餘弦相似度檢測與分類相似的晶圓圖。藉由分析晶圓圖缺陷群聚圖案的樣式，可以找出低良率、機台或製程參數異常的問題。

鄭氏【14】將網路監視系統、影像辨識系統與資料庫作結合，架構出一套『結合影像辨識於網路監視系統』，此系統可以提供使用者利用網路攝影機，透過中介軟體抓取影像，並將影像透過遠端資料存取技術傳輸到系統資料庫，影像辨識系統則即時對進入資料庫的影像進行辨識，最後將辨識結果回傳給監視系統。

林氏【15】提出一個以內容為基礎的影像檢索方法(Content-Based Image Retrieval, CBIR)，透過錠劑藥物數位影像中形狀(shape)、大小(scale)、顏色(color)等特徵之擷取，結合類神經網路的分類功能，建立一個錠劑藥物外觀影像檢索模型，以服務醫療人員或一般民眾。

1.4 論文架構

本研究主要是探討可程式噴水座結合CCD影像刀長辨識系統整合之研究，

下列將本研究每章節主要內容做簡單概述如下：

第一章 緒論

本章說明相關文獻的回顧及研究動機和目的。

第二章 噴嘴結構設計與控制

本章說明切削液噴嘴的比較及結合減速機及馬達後，達到角度分割定位功能的設計。

第三章 刀長偵測演算法

本章說明攝影機擷取測試影像然後經由彩色影像轉灰階步驟，以二階化的步驟產生二階影像，使用濾波器將雜訊消除，以獲得完美的物件影像，利用公式即可求得刀具長度並加以輸出。

第四章 實驗模擬結果

本章整合可程式控制噴嘴機構及CCD影像辨識系統進行模擬測試，比較不同刀具長度下，切削冷卻液噴嘴自動旋轉角度至刀尖點位置之切削冷卻及沖屑效果。

第五章 結論及未來發展

第二章 噴嘴結構設計與控制

2.1 切削加工機系統結構

切削加工機系統主要結構如圖2-1所示，其中包含構成切削加工機之五大鑄件及必要之關鍵零組件。

1. 主軸頭為固定高速主軸及驅動馬達之承載結構，以進行垂直Z軸移動。
2. 高速主軸是切削加工機最重要的組件之一，加工刀具固定其上以高速旋轉將加工件切削成型至所需精度尺寸。
3. 立柱上配置有一軌道及Z軸傳動螺桿機構以驅動主軸頭進行Z軸移動。
4. 工作台為承載加工件進行X軸向水平位移之平台。
5. 鞍座設有軌道及X軸傳動螺桿機構以驅動工作台進行X軸向移動。
6. 底座為切削加工機之基礎結構，其上設有軌道及Y軸傳動螺桿機構，以驅動鞍座及工作台進行Y軸向移動。
7. 鈹金外罩是機械結構的外部保護殼體，以阻絕使用者與機械直接接觸所造成之危險發生。
8. 加工刀具為切削加工時之必要元件，也是本研究的可變因子。
9. Webcam是本研究之主要元件之一，功能為用以擷取刀具長度，輸入控制器端計算噴嘴旋轉角度。

10. 可程式噴水座以自動旋轉控制方式將切削液有效且準確的提供至切削刀
具位置。

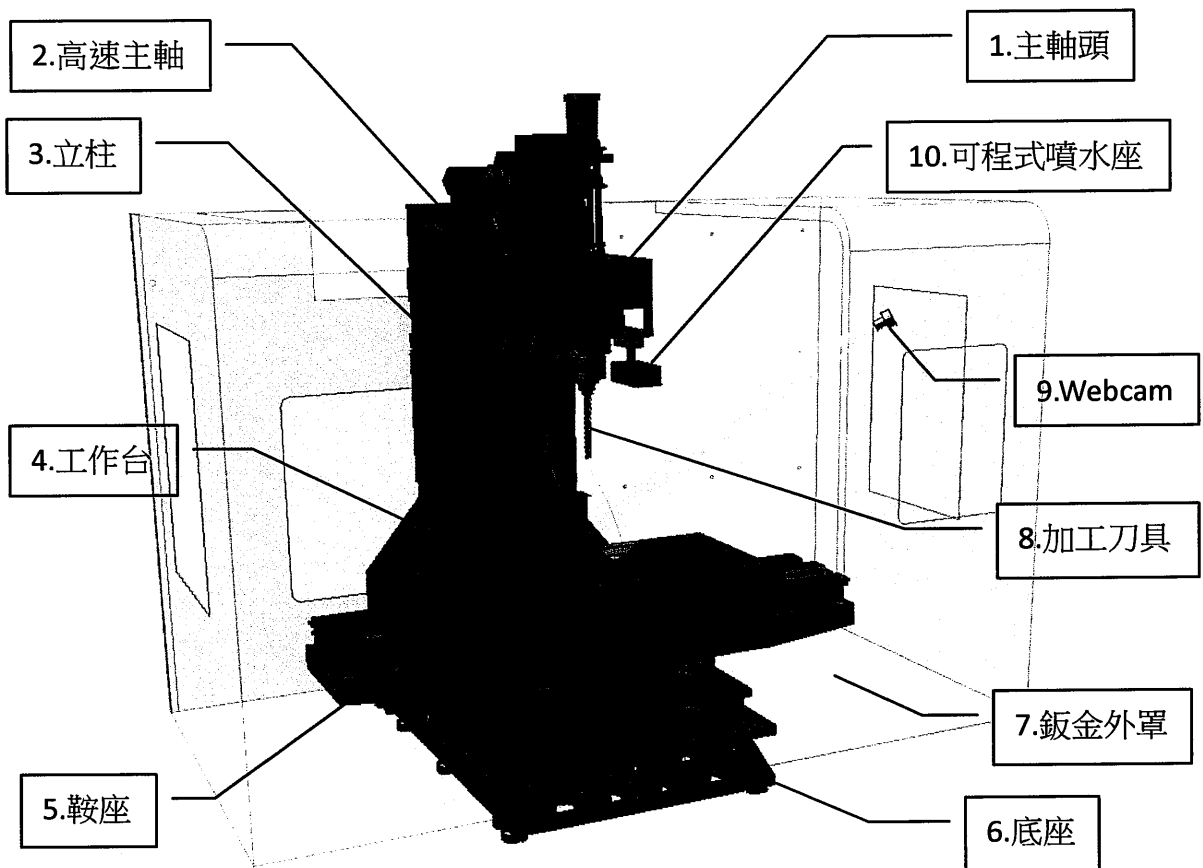


圖2-1 切削加工機之系統結構圖

圖中1至8項為構成切削加工機主要之結構部件，本研究新增9、10項配置設計，
並加以整合控制，達到全自動化加工生產需求。

2.2 傳統的噴嘴結構設計配置

為使加工過程中所產生的切削熱可以有效率的帶走，冷卻液的使用效益常常是決定加工任務的成敗因素。冷卻液的功用除了冷卻刀具外，並可以保護刀具提供潤滑效果及排除積屑等功效【1】。如圖 2-2 為加工過程中切削液由噴嘴噴出提供冷卻及潤滑實例。



圖 2-2 手動噴嘴提供切削液實例圖

2.2.1 切削液的主要功用【16】

一般而言，切削液在切削過程中之主要功用有下列數項：

1. 潤滑功能：

當切削液進入加工區以後，會在刀具與切屑間形成一層液態潤滑膜，

避免刀具與切屑間的固態表面直接接觸，降低接觸面的摩擦，進而減少刀具磨耗，並減少切屑與刀具的黏結現象並抑制刀刃口積屑 BUE(Built up edge)的產生，改善工件表面光度以及增進刀具使用壽命。

2. 冷卻功能：

在切削過程所消耗的能量中 90%以上都轉化為切削熱。當切削液進入切削區時，切削熱由切削液帶離，進而降低刀具刃口溫度並減少刀具、切屑與工件間的摩擦所產生之熱，並冷卻工件的溫度而減低其熱變形的可能，確保工件的精度。

3. 沖除切屑：

因為加工過程中所產生的切屑會累積大量的熱，故切屑的移除是減少熱量累積的重要因素，特別是高速切削加工時有 80~95%的切削熱被切屑帶走，如果不立即移除，熱量會傳遞至刀具與工件中。故切削液必須調整至最適當的流量、壓力及位置，即時將切屑移除。

4. 形成保護膜：

切削劑在剛切削形成的切削表面形成薄膜，隔開刀具及工件與周圍環境的接觸，避免氧化或與其他元素產生化學作用而生銹，以保護新形成的切削面。

2.2.2 理想的冷卻劑應具備性質【17】

金屬切削過程中，切削液發揮冷卻及潤滑的作用，並於使用時不傷害操

作人員與機械，因此切削劑應具備下列的性質：

1. 不會對人體產生健康及安全之危害。
2. 不易發揮。不起泡沫，不會發臭。
3. 不損害加工機械〔尤其油漆部分〕、切削刀具及工作物。
4. 高溫時，不易燃燒著火。常溫時，儲存容易。
5. 具優良之熱傳導能力，亦即須有良好的冷卻力。
6. 具有良好的潤滑效果。



2.2.3 傳統噴嘴配置使用

切削加工機於主軸側一般皆設有一分油塊，於分油塊下方裝置可任意調整長度、角度、變換口徑的可輸送流體（液體、氣體）的萬向曲管，如圖 2-3 所示。

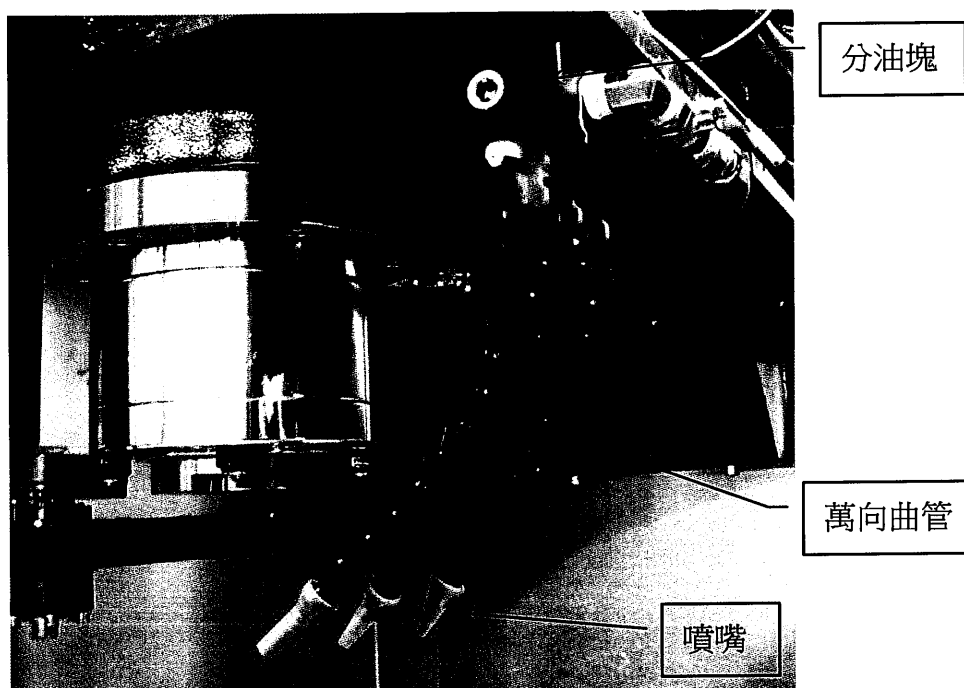


圖 2-3 一般手動噴嘴配置設計

圖 2-3 的設計方式在使用上會因為刀具長度、工件形狀及加工方法而須手動調整噴嘴角度(如圖 2-4)，使切削液可確實冷卻刀具及達到沖屑效果，但執行加工中的機器則必須停止，造成機台連續加工的不便且浪費工時。為解決傳統噴嘴必須手動調整的問題，將噴嘴噴射角度設計可程式自動調整，即為本文的主要研究目的。

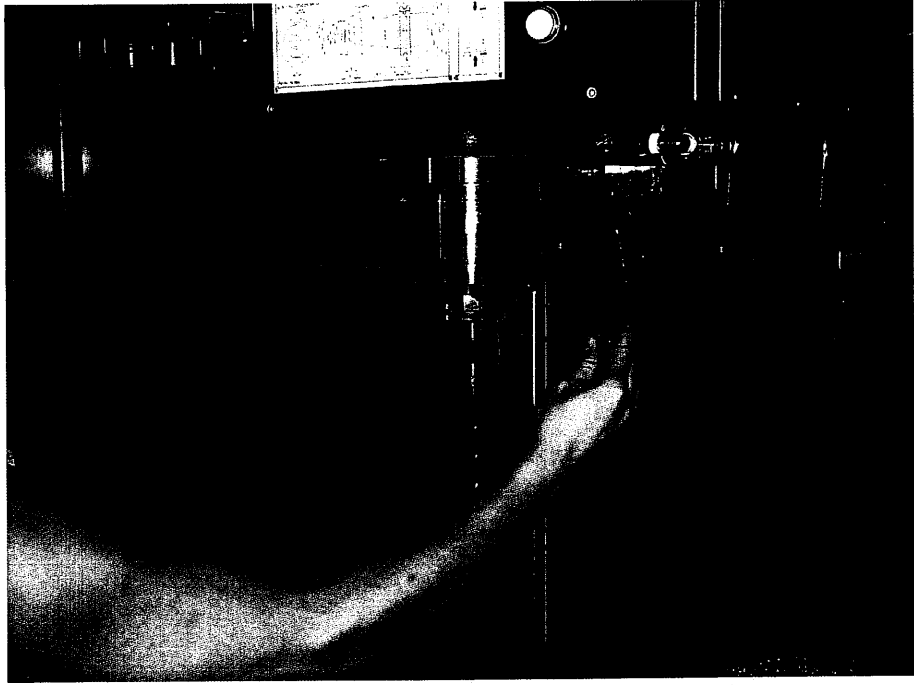


圖 2-4 手動調整噴嘴角度示意圖

2.3 可程式自動調整噴嘴配置設計

本研究之主要構成元件由加工刀具、Webcom及可程式噴水座所組成，如圖2-5。

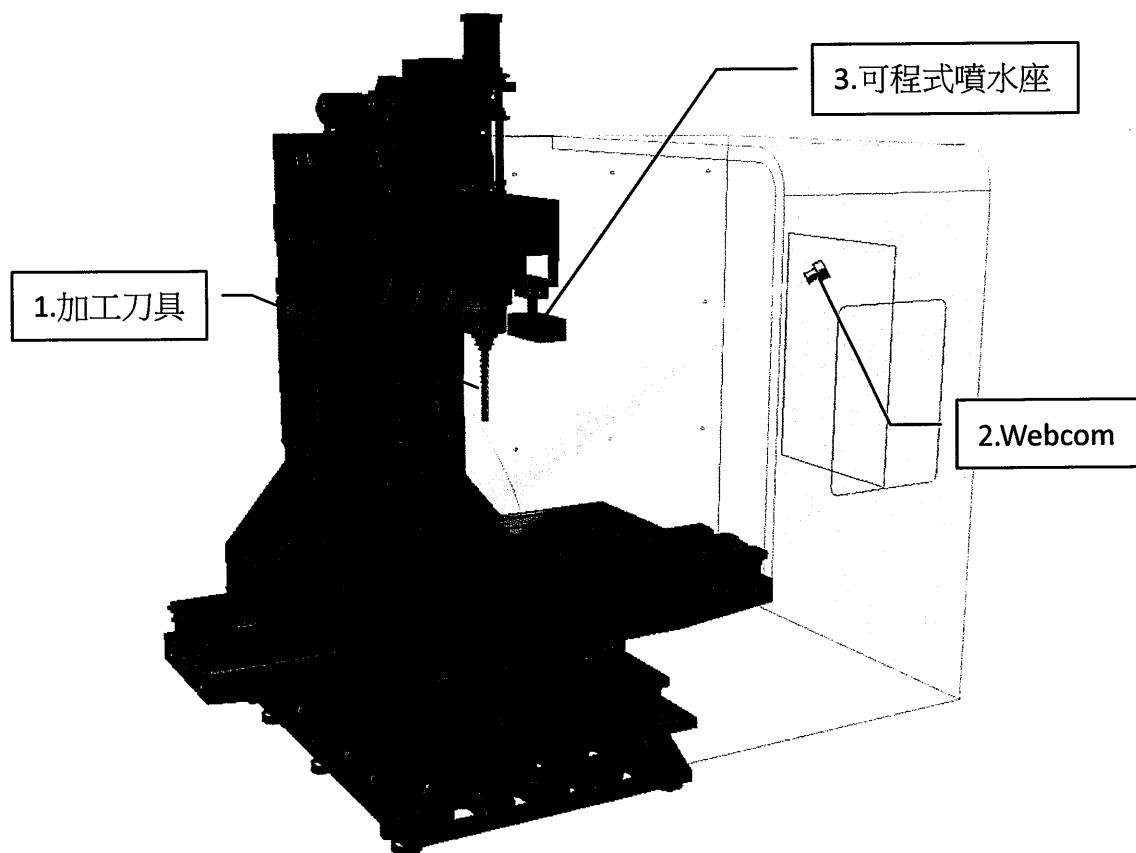


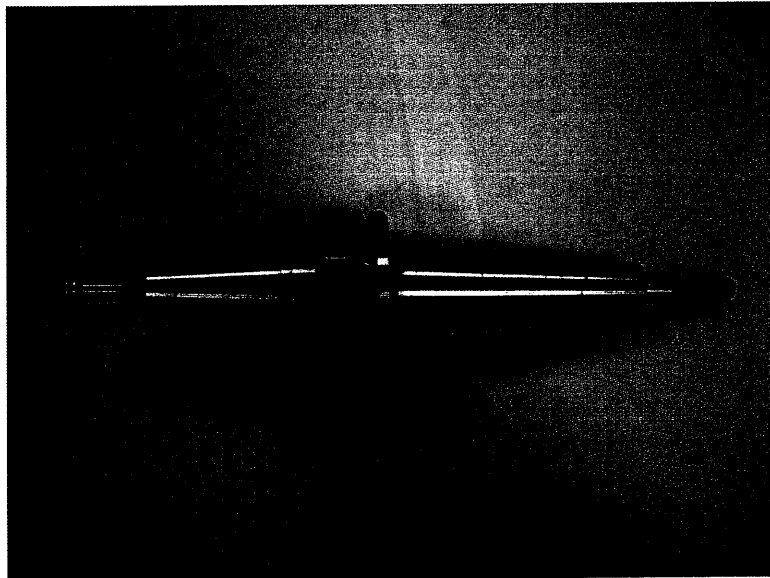
圖2-5 機台配置可程式噴水座系統結構圖

圖2-5為機台配置可程式噴水座系統結構圖，本研究之重點為[1.]加工刀具長度的變化，經[2.]Webcom影像擷取處理後，由控制器端計算出[3.]可程式噴水座需旋轉之角度，達到全自動角度旋轉的功能。

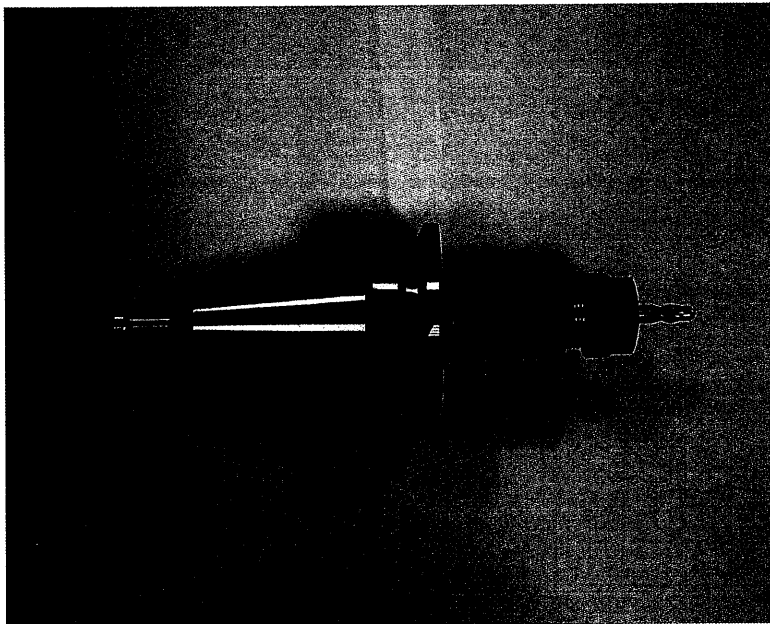
2.3.1 測試刀具類別

加工過程中，為因應各種不同的加工需求，則必須使用相對應的加工刀

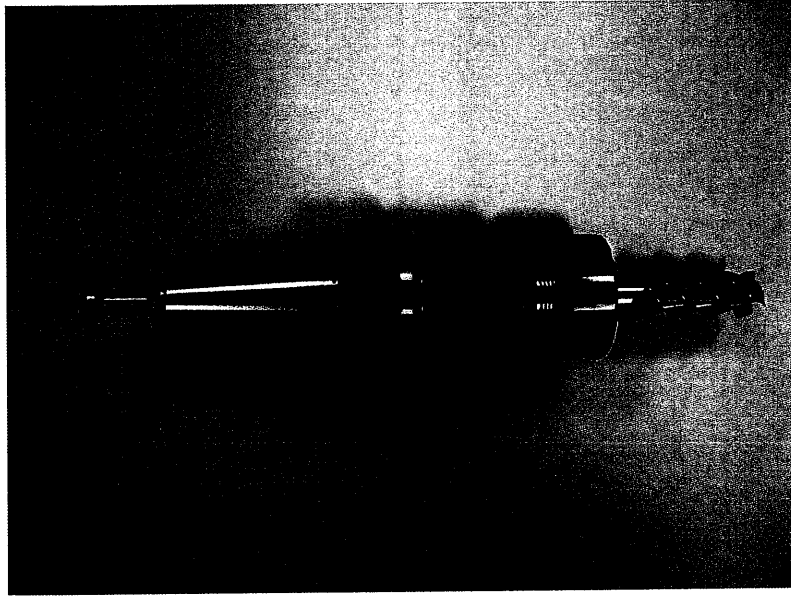
具進行切削作業，本研究測試之刀具如下：



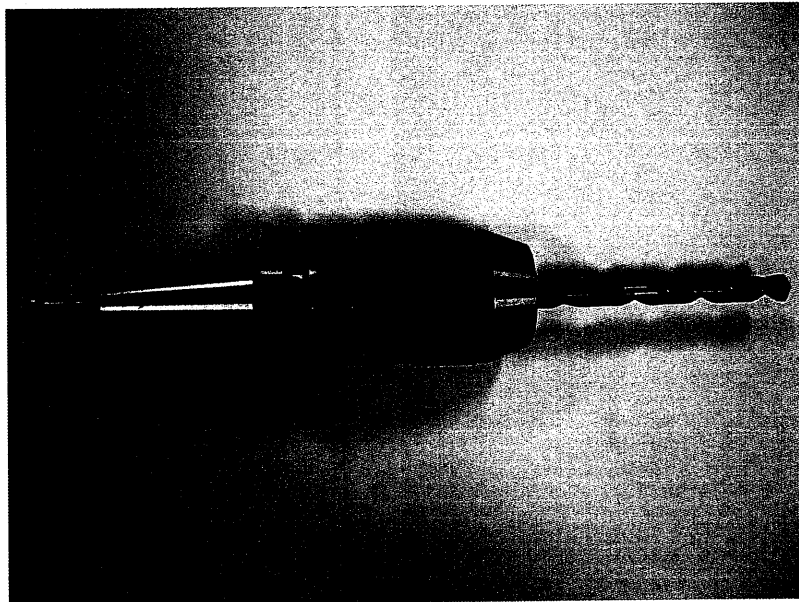
(a)



(b)



(c)



(d)

圖2-6 測試刀具影像：(a)錐柄圓鼻球刀 (b)圓鼻球刀 (c)端銑刀 (d)鑽頭

2.3.2 可程式噴水座系統架構

可程式噴水座分解圖如圖2-7，其中1. 微型齒輪減速機為交流感應馬達搭配減速機構之元件，為主要驅動裝置。2. 連接管是固定 7. 高壓萬向噴嘴之流道管件。5. 近接開關主要為判定馬達旋轉回授訊號及噴嘴角度原點確認功能。10. 感應片為提高馬達角度分割精度之元件。12. 分水塊為固定 1. 微型齒輪減速機及 2. 連接管之部件，於其中設有流道，可由外部輸入切削液經連接管由 7. 高壓萬向噴嘴輸出。其餘部件為一般結合件。圖2-8為可程式噴水座裝配完成後之成品。

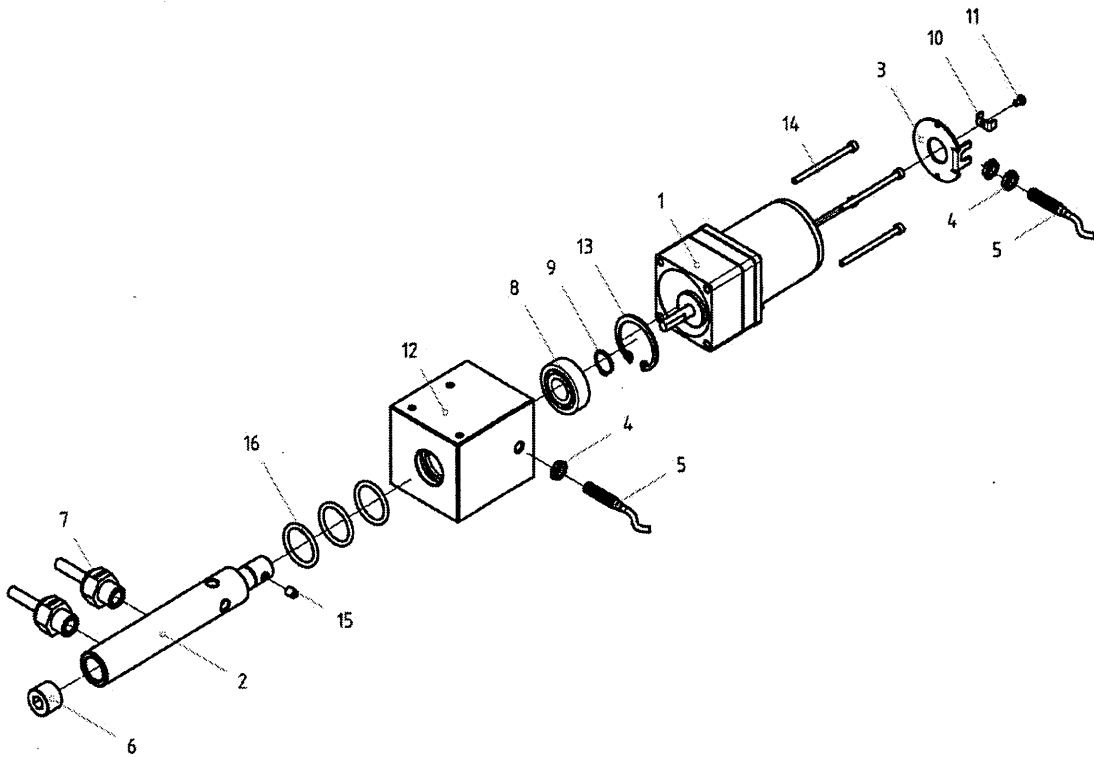


圖2-7 可程式噴水座分解圖

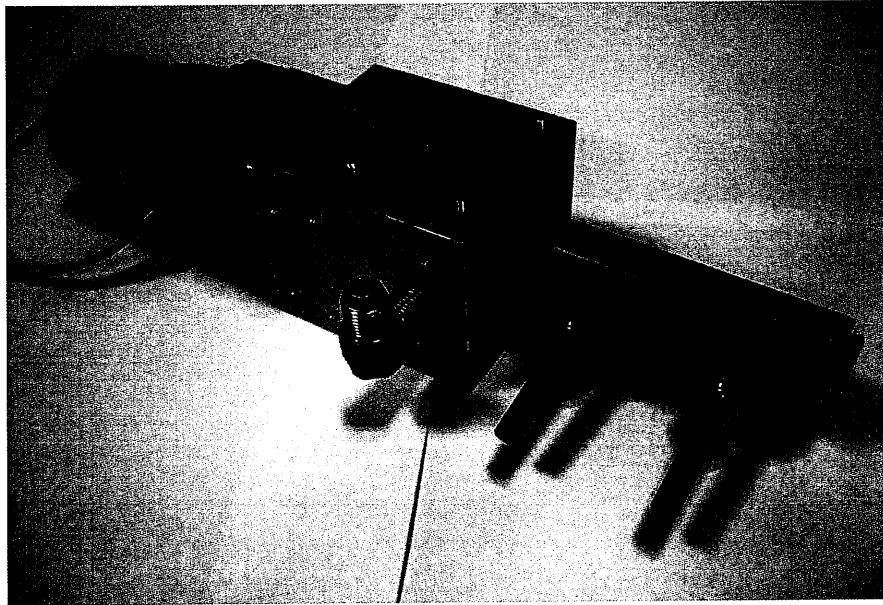


圖2-8 可程式噴水座裝配成品圖

表2-1 可程式噴水座零件表

1	微型齒輪減速機	1	9	C型扣環	1
2	連接管	1	10	感應片	1
3	近接開關座	1	11	半圓頭內六角螺絲	1
4	螺帽	3	12	分水塊	1
5	近接開關	2	13	C型扣環	1
6	塞頭	1	14	圓頭內六角螺絲	4
7	高壓萬向噴嘴	2	15	固定螺絲	1
8	軸承 6203ZZ	1	16	O型環	3
項目	件名	數量	項目	件名	數量

圖2-9為切削加工機主軸頭側邊配置可程式噴水座之安裝方式，而原有之手動調整噴嘴亦可取消或保留，以利操作者使用。



圖2-9 機台主軸側配置可程式噴水座示意圖

2.3.3 減速機構

圖2-10為微型齒輪減速機之減速機構系統詳圖【18】。減速方式為馬達驅動齒帶動 B齒輪⑨，B齒輪與C齒輪⑩為結合件，故再由C齒輪帶動D齒輪③，且D齒輪與出力軸②亦為結合件並將動力傳達至出力軸，利用齒數比搭配以達到減速效果。圖2-11為減速齒輪箱組合後之成品圖。

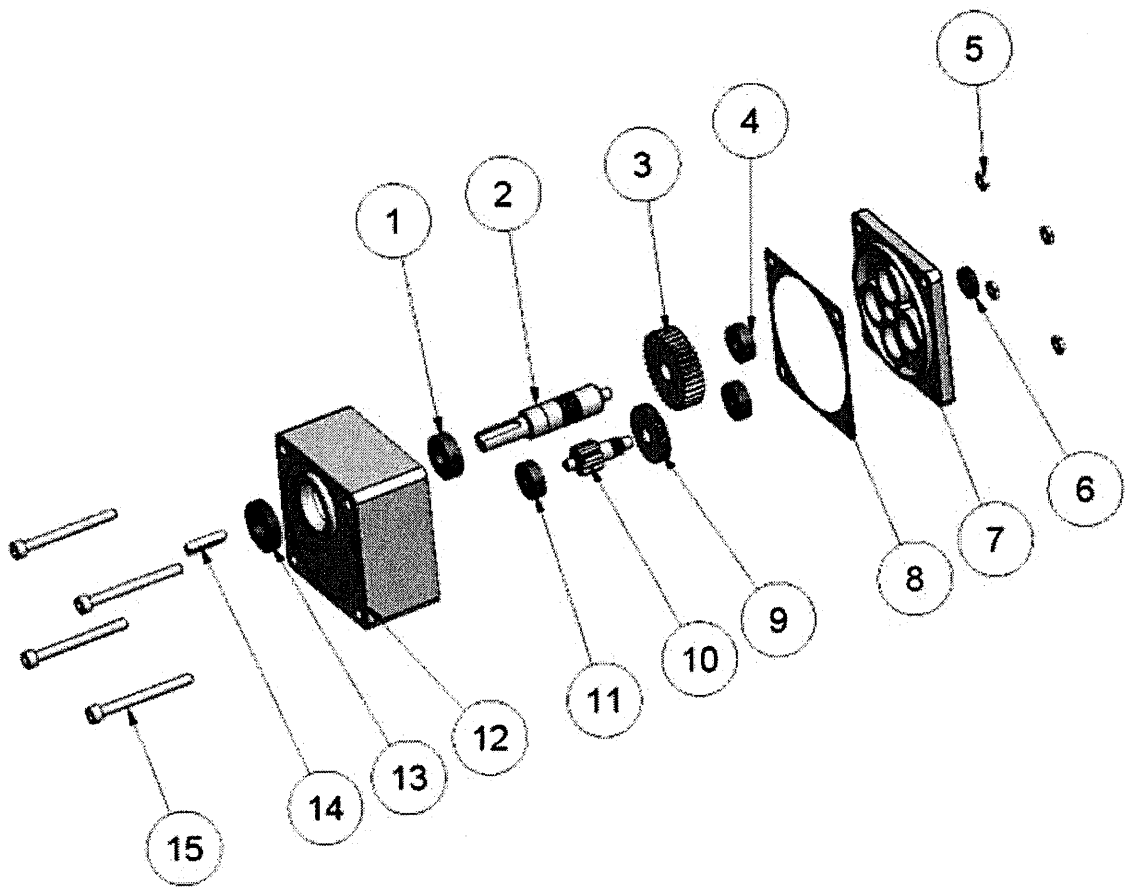


圖 2-10 減速齒輪箱分解圖



圖 2-11 減速齒輪箱組成品圖

表 2-2 減速齒輪箱零件表

項次	品名	項次	品名
1	滾珠軸承	9	B齒輪
2	出力軸	10	C齒輪
3	D齒輪	11	滾珠軸承
4	滾珠軸承	12	齒輪箱
5	外六角螺帽	13	油封
6	油封	14	單圓鍵
7	後蓋	15	六角承窩頭螺絲
8	防油墊片		

減速比計算公式

減速機輸出轉速為配合可程式噴水座角度定位迅速確實之需求，必須選擇最適合的減速比，以符合實際加工需求。

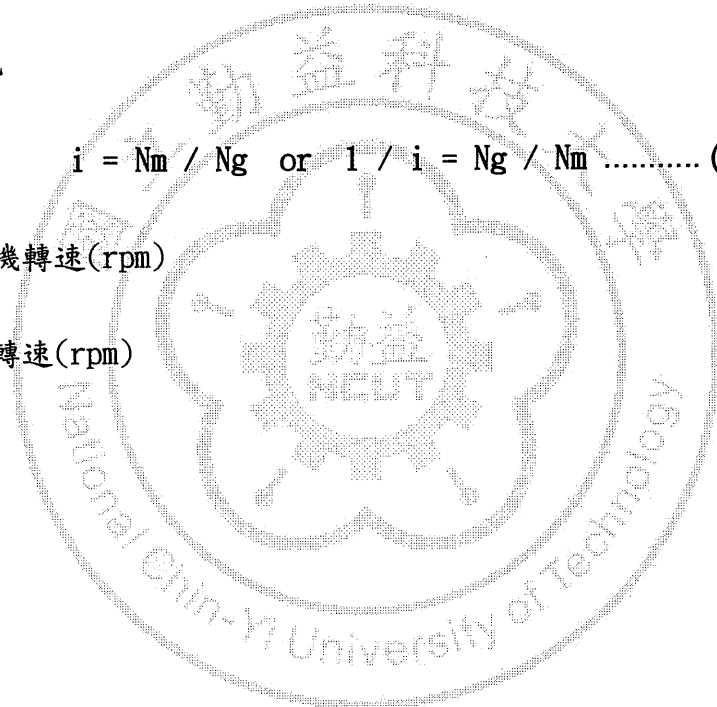
減速比愈大，轉速愈慢，角度定位分割較精細，反之減速比愈小，轉速愈快，角度定位分割較粗糙。(馬達定轉速)

i : 減速比

$$i = N_m / N_g \quad \text{or} \quad 1 / i = N_g / N_m \quad \dots\dots\dots (2-1)$$

N_g : 減速機轉速(rpm)

N_m : 馬達轉速(rpm)



2.3.4 三角函數計算

圖2-9為噴嘴與刀具長度相對尺寸圖，利用三角函數關係法，將固定已知鄰邊 a 及可變已知對邊 l ，以反正切函數計算出夾角 θ 值。

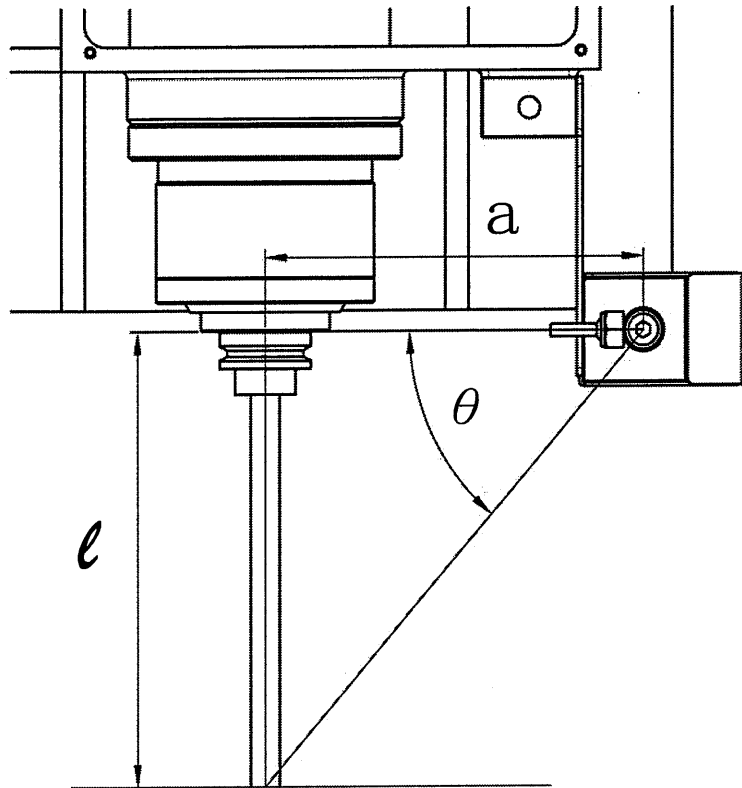


圖2-12 噴嘴與刀長相對尺寸圖

a ：為主軸中心至噴嘴旋轉中心距離(固定已知)

l ：為刀具長度(可變已知)

θ ：噴嘴旋轉角度

$$\theta = \tan^{-1}(l/a) \dots \dots \dots (2-2)$$

使用減速機構減速比 1 : 90

$$1 : 90 = 4 : 360 = 2 : 180 \dots \dots \dots (2-3)$$

∴ 故當馬達旋轉 360° 時，減速機(噴嘴)旋轉 4°

但如以馬達旋轉一圈輸出一個訊號做為角度分割精度，則刀長控制精度略顯粗糙，故於馬達尾端設計一感測Sensor，使馬達旋轉一圈時輸出兩個訊號，以提高角度分割精度(如圖2-10)。

∴ 即當馬達旋轉 180° 時，減速機(噴嘴)旋轉 2°

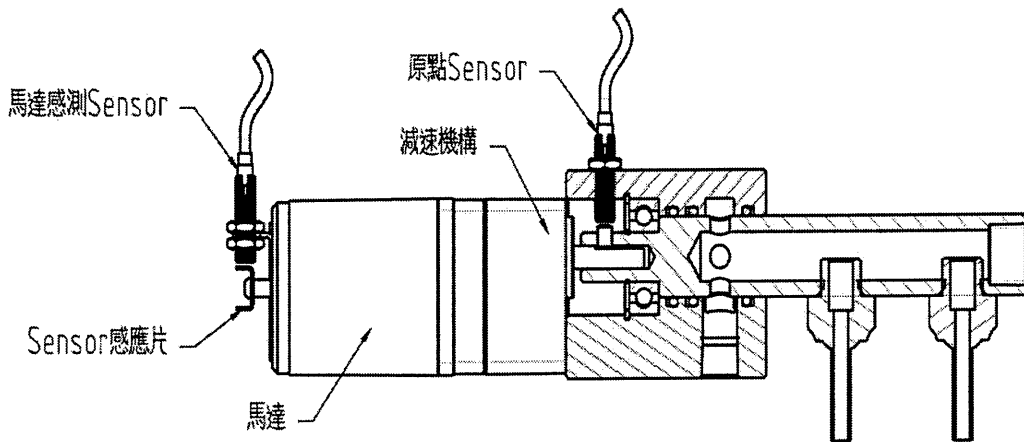


圖 2-13 可程式噴水座近接開關配置圖

$$N(\text{馬達感測輸出訊號}) = \theta / 2^\circ (\text{四捨五入取整數}) \dots \dots \dots (2-4)$$

並且於噴嘴水平0度位置增設一原點位置Sensor(如圖2-10)，功能為在刀具更換後，噴嘴即回復原點0度角，等待刀具長度量測後，重新計算噴嘴旋轉角度。

利用(2-2)(2-3)(2-4)公式將刀具長度量測得知後輸入控制器端，即可控制噴嘴旋轉至所需角度位置，達到自動化加工需求【19】。

例如：

已知主軸中心至噴嘴距離 a 為 260mm，刀具長度 l 為 300mm，馬達轉速 1600rpm

則夾角 $\theta = \tan^{-1}(300/260) = 49^\circ$

馬達感測輸出訊號 $N = 49/2 \div 25$ (旋轉一圈輸出兩個訊號，故馬達旋轉 12.5 圈)

噴嘴定位時間 $t = 12.5 / (1600/60) = 0.47s$

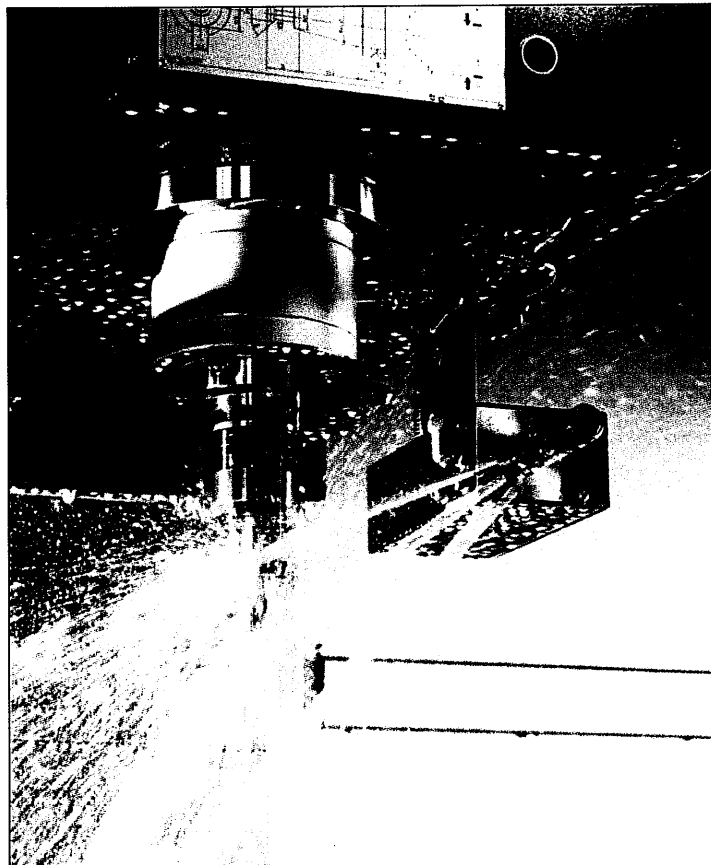


圖 2-14 裝設可程式噴水座之機台應用實例

第三章 刀長偵測演算法

切削加工機刀具自動冷卻系統流程如圖 3-1 所示。使用影像處理技術應用於刀具自動冷卻噴水結構，因此在機構上架設一部數位攝影機，以擷取刀具位置及長度計算之用。由於攝影機是架設在切削加工機上，因此所擷取之刀具部位之影像會固定在數位攝影機所取影像之固定位置。如圖 3-2 所示。為了加速影像處理，所以擷取感興趣(ROI)之區域進行處理。

由於二階影像較彩色影像更容易處理，因此將 RGB 影像先轉換為灰階影像再轉換成二階影像。繼之以膨脹與侵蝕技術濾除雜訊，影像處理至此已獲得刀具重點影像。將此影像經由直方圖運算，即可輕易求得刀具部位之影像。最後經由像素運算與比例法計算出刀具的長度及自動冷卻系統之噴嘴旋轉角度。

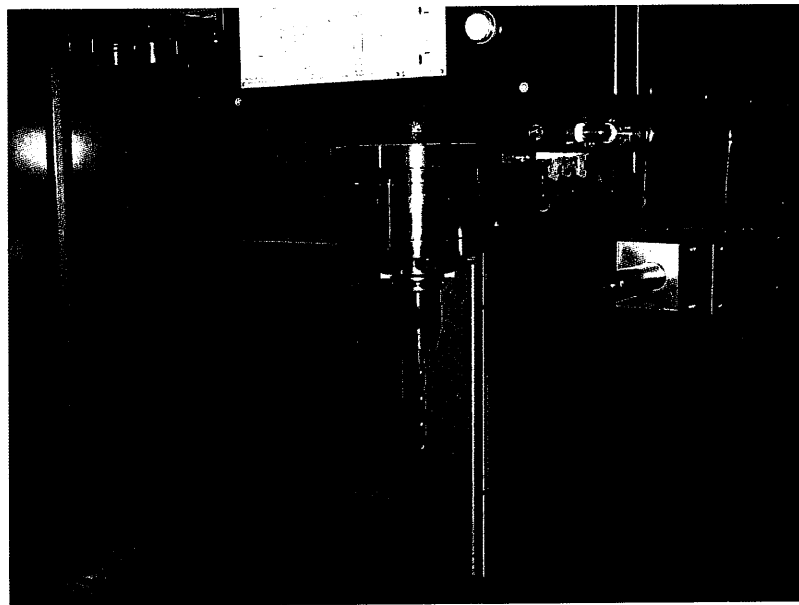


圖 3-2 切削加工機刀具鑽頭部分影像

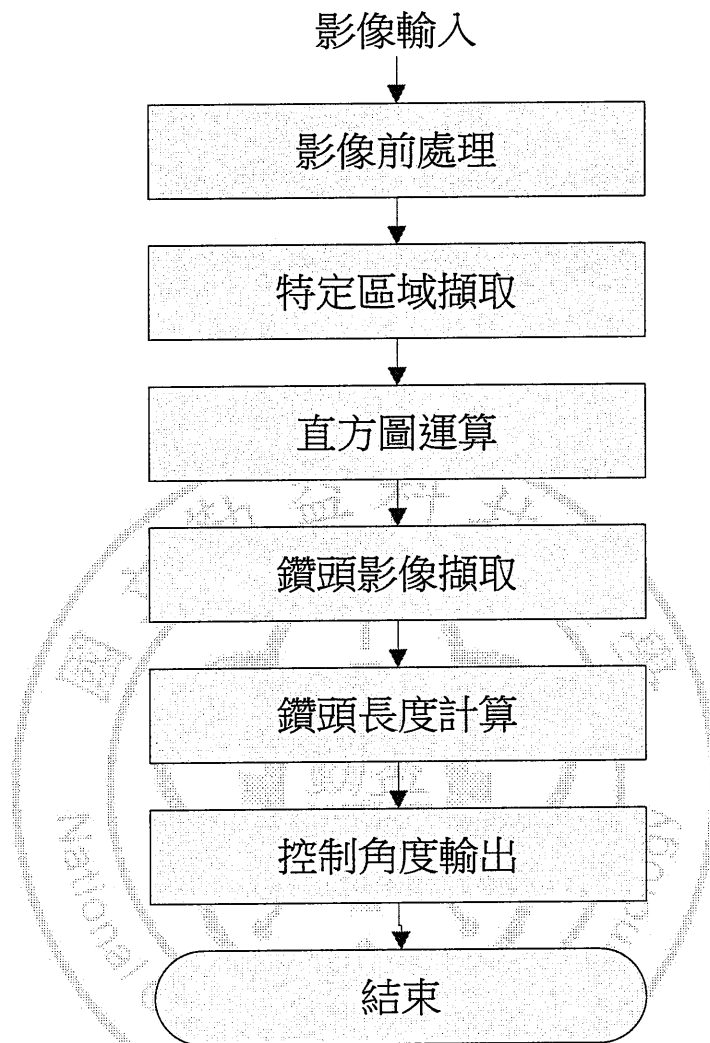


圖 3-1 刀長影像偵測演算法

3.1 影像前處理

本研究方法之影像前處理流程如圖 3-3 所示。首先由數位攝影機或網路攝影機擷取切削加工機刀具區域的映像輸入系統中進行運算。由於數位攝影機架設於切削加工機之上，因此經由調整適當角度與位置，便能輕易取得較佳的影像進行處理。也因此我們可擷取刀具物件的影像(稱為標的影像)，進行簡化影像處理的工作。

二階影像較彩色影像容易取出物件，所以我們進行彩色影像轉換為二階影像的步驟。另外消除雜訊有益於物件的辨識與取出，所以雜訊濾除的步驟是需要的。經由影像前處理，我們已獲較佳的標的物影像，詳細做法如後續說明。

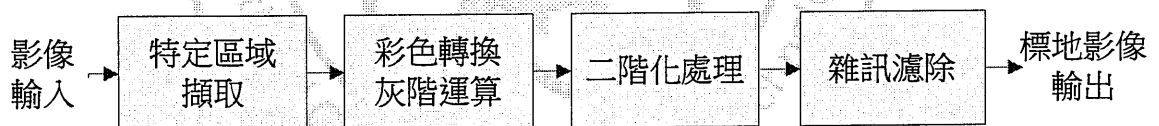


圖 3-3 影像前處理流程圖

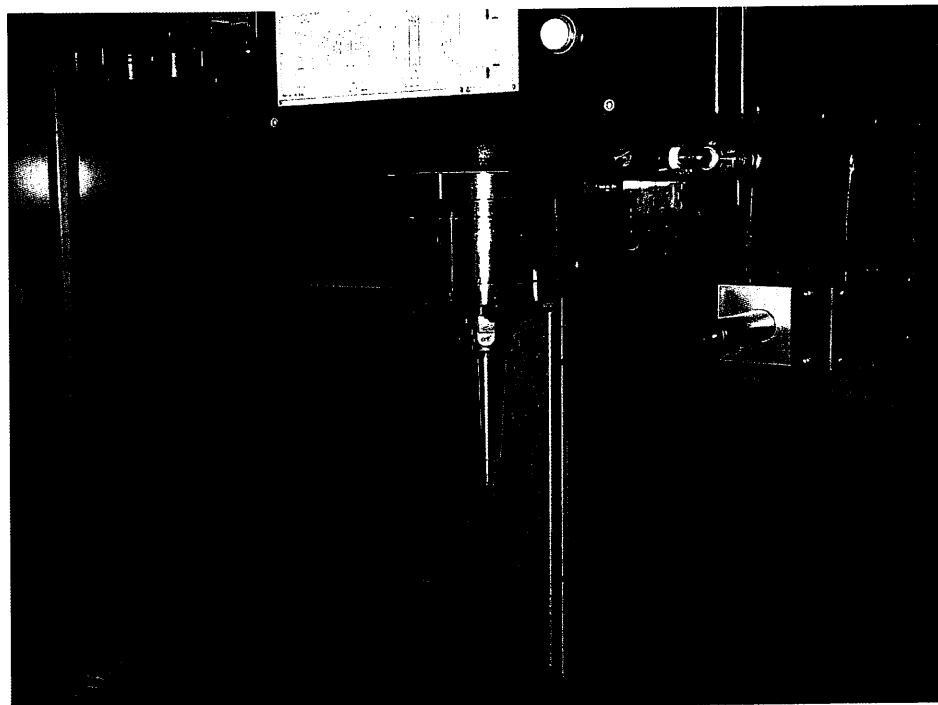


圖 3-4 輸入之原始影像

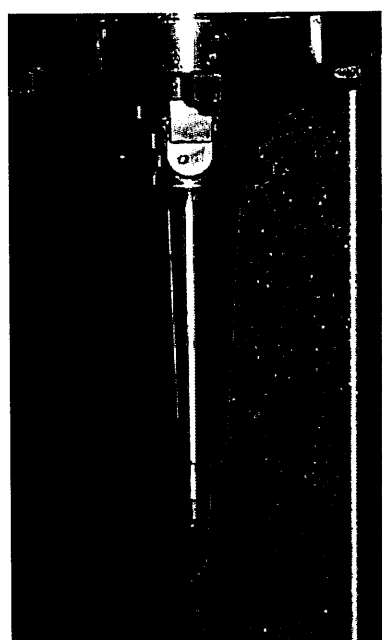


圖 3-5 擷取之特定影像之灰階影像

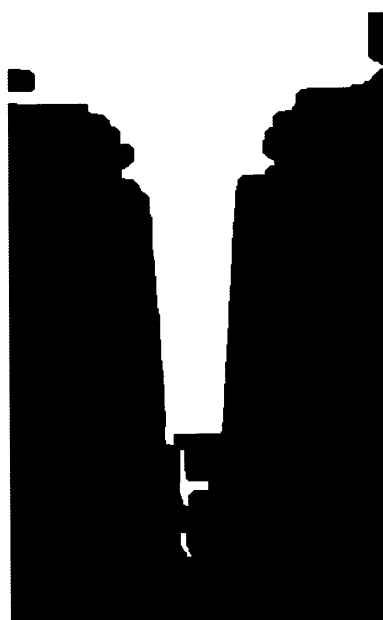


圖 3-6 擷取特定影像之二階化影像

3.2 刀具物件偵測

為了讓刀具物件影像容易辨識，我們採用較佳的結構設計，將數位攝影機架設在切削加工機固定的位置，如圖 3-7 所示。此結構讓數位攝影機能夠正確的擷取切削加工機之刀具區域。圖 3-8 為切削加工機特定區域之灰階化影像。有了灰階影像，採用二階分類法則，便能很輕易的將灰階影像轉換成二階影像。圖 3-9 是圖 3-8 之二階化影像。依據二階化影像，我們很容易由刀長計算步驟，求得刀具之長度，詳細說明如後。

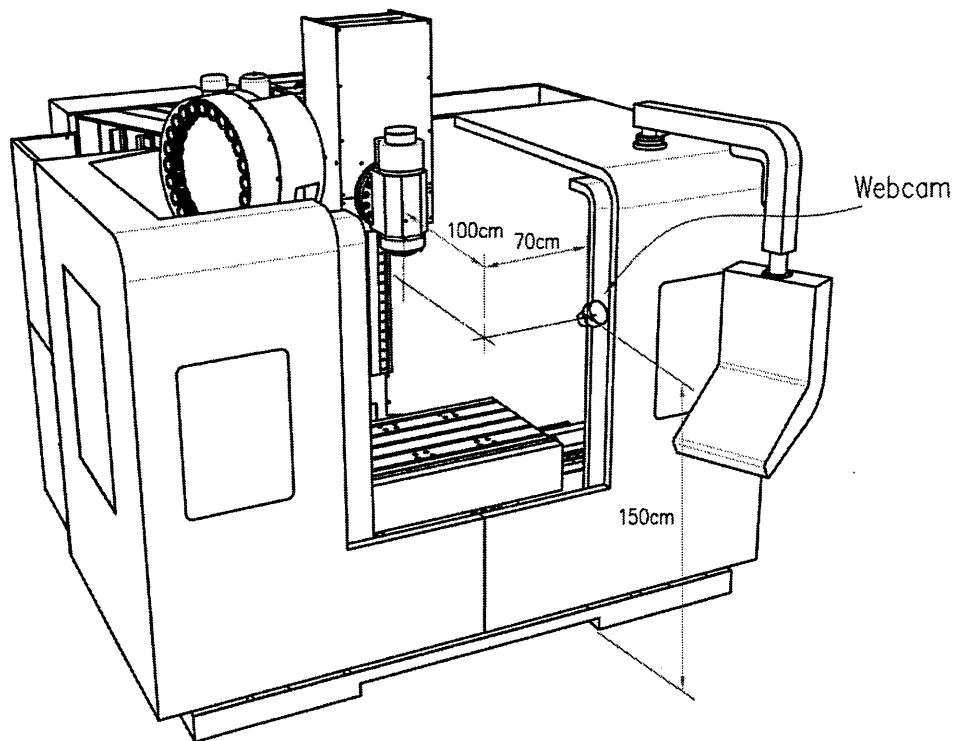


圖 3-7 切削加工機與數位攝影機相對位置圖

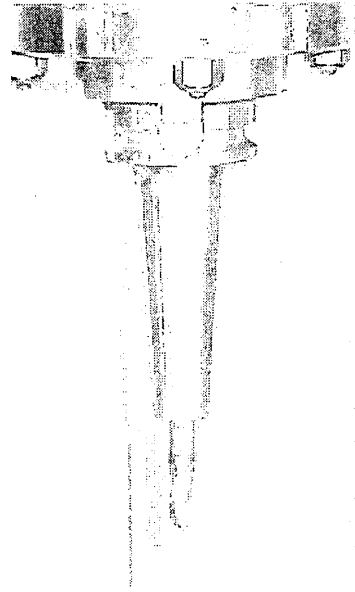


圖 3-8 切削加工機特定區域之灰階化影像

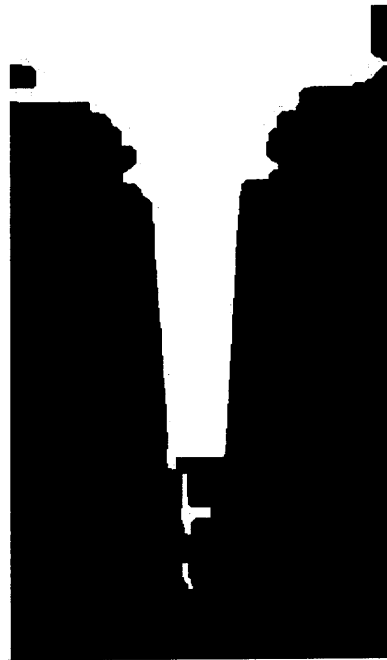


圖 3-9 圖 3-8 之二階化影像

3.3 刀具長度計算

鑽頭刀具之長度計算方法如圖 3-10 所示。圖 3-10 是切削加工機特定區域之直方圖(如圖 3-9 所示)。由直方圖所示，我們採計直方圖中數據最大之 Y 軸座標為起始點 Y_{max} ，直方圖中數據最小(不為零)之 Y 軸座標為終止點 Y_{min} ，刀具長度之影像像素距離為 $Y_{min}-Y_{max}$ 。例如公式(3-1)中的 P_S 或 P_T 。在我們的刀長計算時，程式先以初始條件依經驗設定之刀長(如 l_S)及相對應之刀具長度之影像像素 (P_T)，再以公式(3-1)算出待測物之刀長。詳細計算說明如後所述。

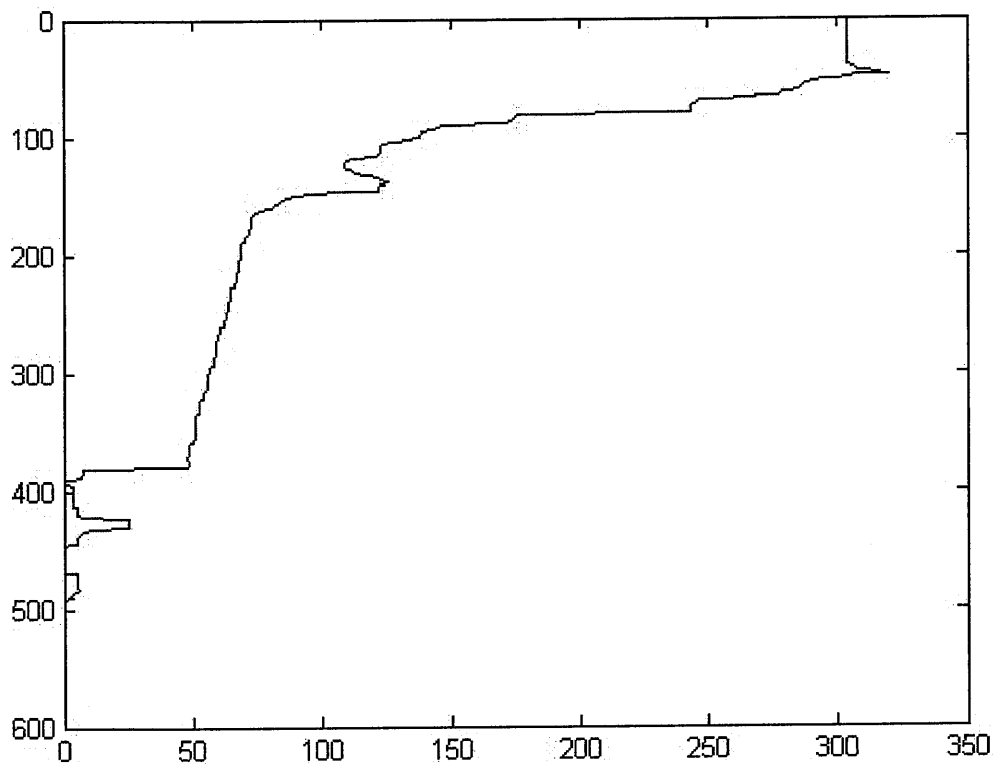


圖 3-10 圖 3-9 之直方圖

圖 3-11 為鑽頭長度示意圖。已知 DS 實際長度 l_S ，利用直方圖所得知的影像像素，依比例法利用公式(3-1)求得 DT 的長度。

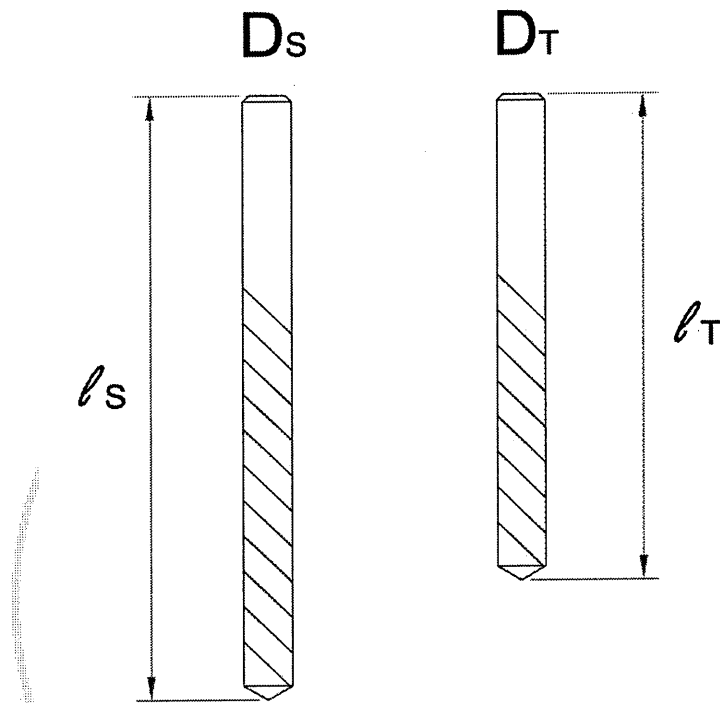


圖 3-11 鑽頭 DS 與 DT 長度之示意圖

$$l_T = l_S \times \frac{P_T}{P_S} \dots \dots \dots (3-1)$$

l_S :代表標準鑽頭 DS 之長度

l_T :代表待測鑽頭 DT 之長度

P_S :代表標準鑽頭 DS 長度之影像像素

P_T :代表待測鑽頭 DT 長度之影像像素

例如：

$$l_s = 150mm$$

$$P_s = 385pixel$$

$$P_T = 316pixel$$

$$l_T = 150 \times \frac{316}{385} = 123.12mm \dots\dots\dots (3-2)$$



第四章 實驗模擬結果

4.1 環境設定

機械部份說明：

- 本研究使用機台為立式綜合加工中心機(三軸硬軌機型，全密閉式外罩設計)。

機械規格表如表4-1所示：圖4-1為實驗模擬之機台配置外觀。圖4-2是測試機台所擷取之測試影像。

表4-1 機械規格表

	機型	SV116
工 作 台	工作台尺寸	1300x610
	行程範圍 (X/Y/Z mm)	1140/610/610
	工作台最大載重量 (KGS)	850
	主軸端面至台面距離 (mm)	110~720
主 軸	推拔，刀把及拉頭	ISO40
	主軸內徑 (mm)	Ø 70
	主軸中心到立柱 (mm)	675
	主軸轉速 (rpm) 皮帶	60-8000 (10000)
	拉刀力 (Kgf)	950
三 軸	主軸馬達 (con/30min kW)	7.5/11
	快速進給率 (XY/Z m/min)	30/30/24
	切削速率 (X/Y/Z mm/min)	10000
軸	發那科	β22/2000is 2.5 (α12/3000i 3.0)
刀 具	刀具最大直徑 (mm)	Ø100/Ø90
	刀具最大長度 (mm)	250
	刀具最高重量(Kgs)	8

電子部份說明：

- 模擬影像計算採用 PC-486 個人電腦, 攝影機採用羅記公司之網路攝影機

QuickCam web-camera with size 640*480 it is produced by Logitech Company.

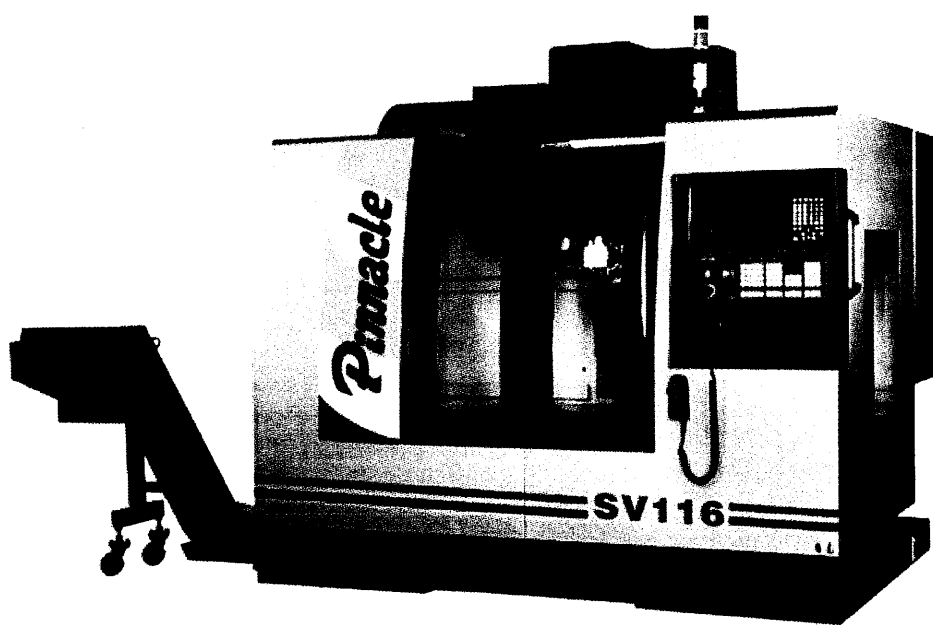


圖4-1 配置機台外觀

4.2 實驗結果

經由機械環境與電子影像環境設定完成後。我們以圖 4-2 之機台影像作為實驗之測試影像。圖 4-2 為原始之測試影像，圖 4-3(a)、圖 4-3(b)為圖 4-2 彩色轉灰階之影像，圖 4-4 為經二階化之影像。依據圖 4-5 之直方圖便能計算出刀具變化長度，並依變化之長度加以調整，實驗證明可穩定良好之加工件。

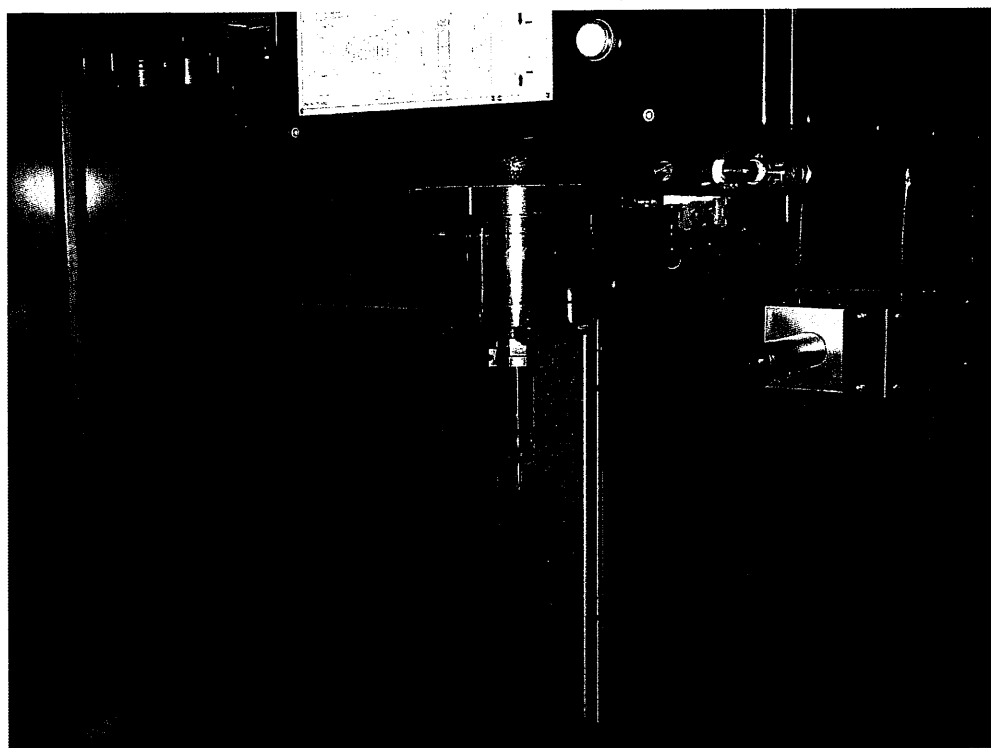


圖4-2 圓鼻球刀原始測試影像

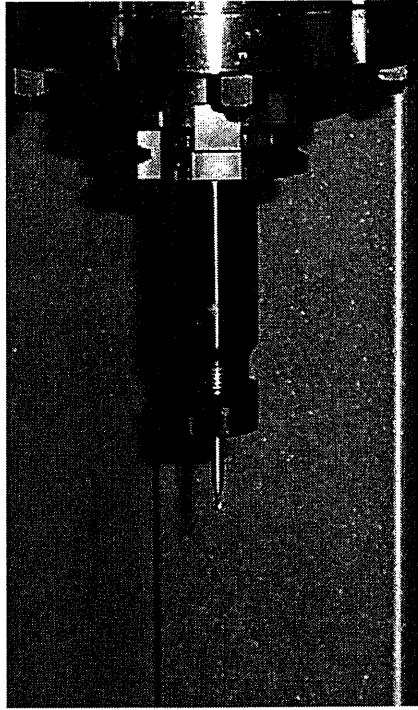


圖4-3(a) 彩色轉灰階影像

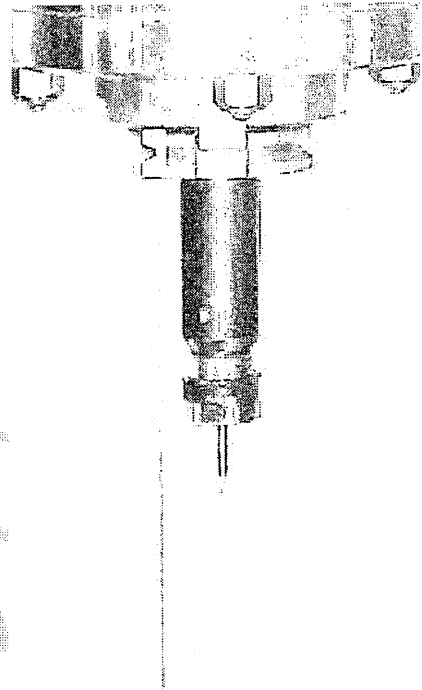


圖4-3(b) 彩色轉灰階影像



圖4-4 二階化之影像

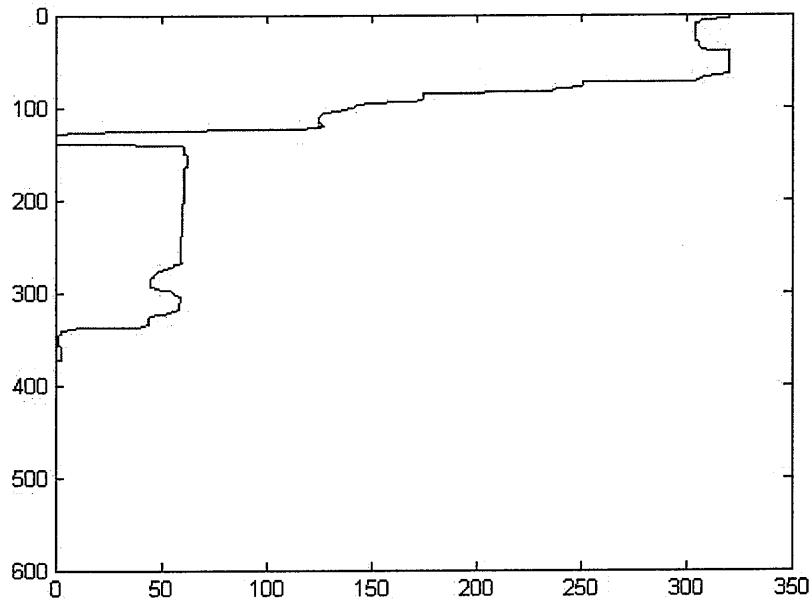


圖4-5 圖4-4之直方圖

已知100mm之影像像素為230 *pixel*，利用公式(3-1)計算出圓鼻球刀影像辨識

刀長如下：

$$l = 100 \times \frac{372}{230} = 161.74 \text{ mm}$$

$$\theta = \tan^{-1}(161.74 / 260) = 31.9^\circ$$

馬達感測輸出訊號 $N = 31.9/2 \doteq 16$ (旋轉一圈輸出兩個訊號，故馬達旋轉 8 圈)

$$\text{噴嘴定位時間 } t = 8 / (1600/60) = 0.3 \text{ s}$$

表 4-2 圓鼻球刀之刀長辨識研究測量值

項次	實驗測量項目	實物尺寸	研究方式計算	誤差率%
1	刀具長度	160mm	161.74mm	1.1%
2	抵補值	-	1.74mm	-
3	距離 a	260mm	260mm	-
4	角度 θ	31.6°	31.9°	1%

實驗案例二：

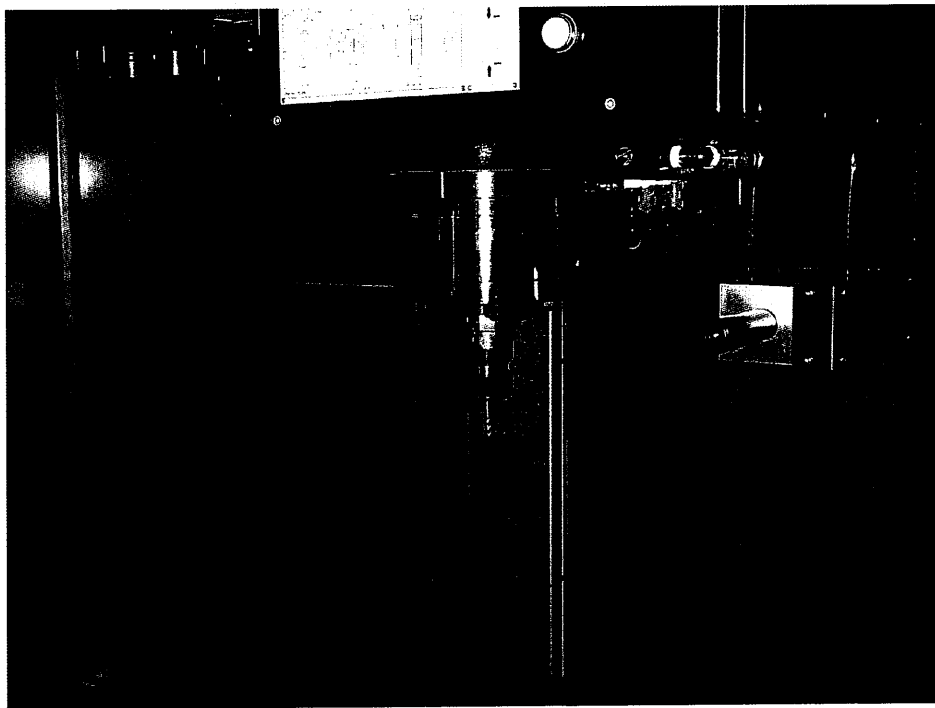


圖 4-6 端銑刀原始測試影像



圖 4-7(a) 彩色轉灰階影像

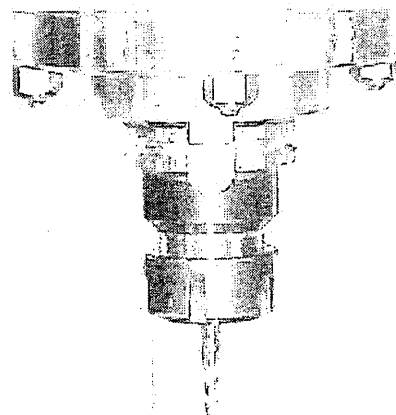


圖 4-7(b) 彩色轉灰階影像



圖 4-8 二階化之影像

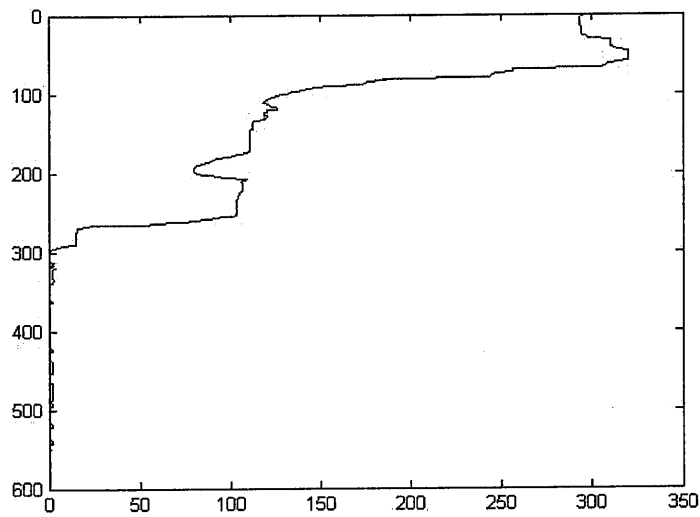


圖 4-9 圖 4-8 之直方圖

已知100mm之影像像素為230 pixel，利用公式(3-1)計算出圓鼻球刀影像辨識

刀長如下：

$$l = 100 \times \frac{329}{230} = 143.04mm$$

$$\theta = \tan^{-1}(143.04 / 260) = 28.8^\circ$$

馬達感測輸出訊號 $N = 28.8/2 \div 14$ (旋轉一圈輸出兩個訊號，故馬達旋轉7圈)

$$\text{噴嘴定位時間 } t = 7 / (1600/60) = 0.26s$$

表 4-3 端銑刀之刀長辨識研究測量值

項次	實驗測量項目	實物尺寸	研究方式計算	誤差率%
1	刀具長度	140mm	143.04mm	2.2%
2	抵補值	-	3.04mm	-
3	距離 a	260mm	260mm	-
4	角度 θ	28.3°	28.8°	1.8%

實驗案例三：

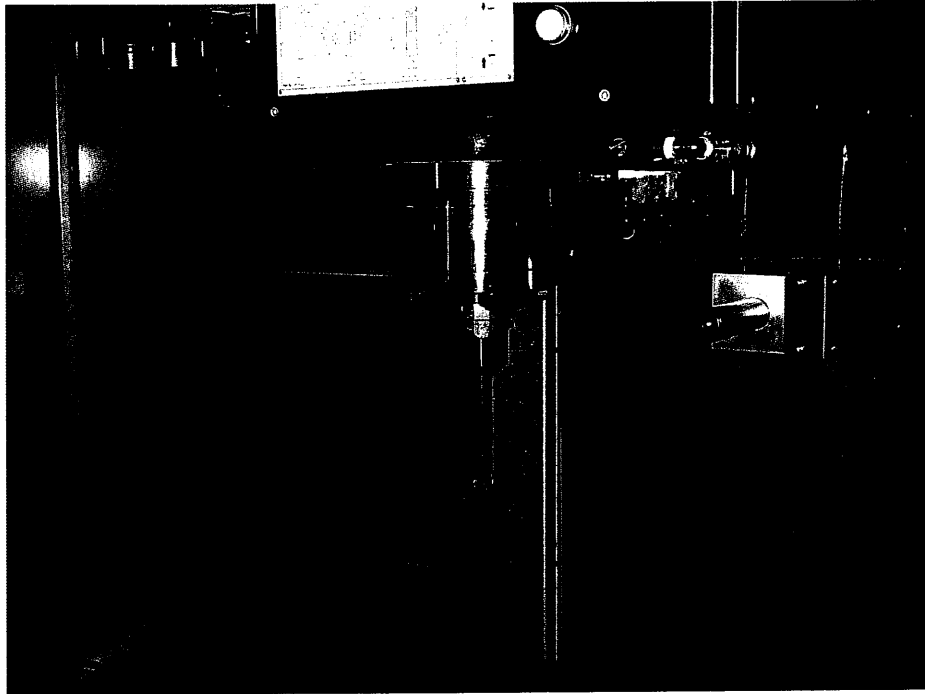


圖 4-10 圓鼻長柄刀原始測試影像

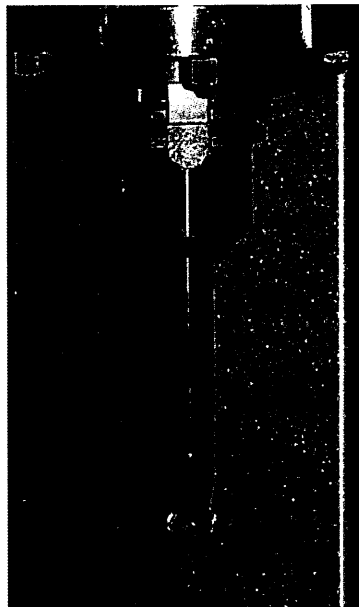


圖 4-11(a) 彩色轉灰階影像

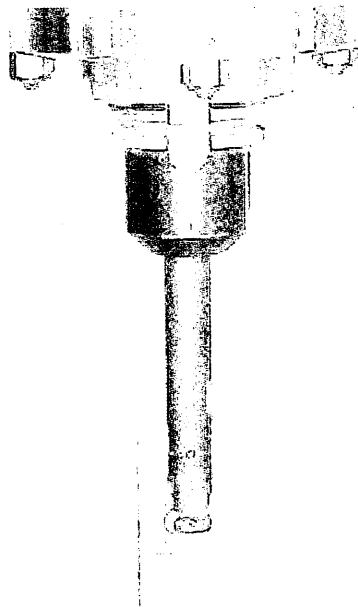


圖 4-11(b) 彩色轉灰階影像



圖 4-12 二階化之影像

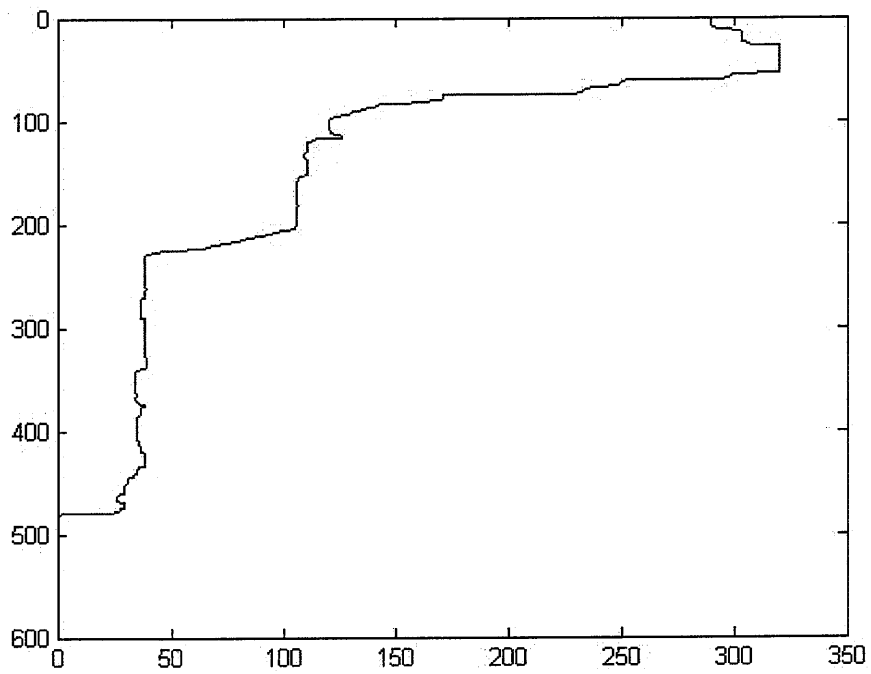


圖 4-13 圖 4-12 之直方圖

已知100mm之影像像素為230 *pixel*，利用公式(3-1)計算出圓鼻球刀影像辨識

刀長如下：

$$l = 100 \times \frac{472}{230} = 205.21\text{mm}$$

$$\theta = \tan^{-1}(205.21 / 260) = 38.3^\circ$$

馬達感測輸出訊號 $N = 38.3/2 \approx 19$ (旋轉一圈輸出兩個訊號，故馬達旋轉 9.5 圈)

噴嘴定位時間 $t = 9.5/(1600/60) = 0.37\text{s}$

表 4-4 圓鼻長柄刀之刀長辨識研究測量值

項次	實驗測量項目	實物尺寸	研究方式計算	誤差率%
1	刀具長度	200mm	205.21mm	2.6%
2	抵補值	-	5.21mm	-
3	距離 a	260mm	260mm	-
4	角度 θ	37.6°	38.3°	1.8%

實驗案例四：

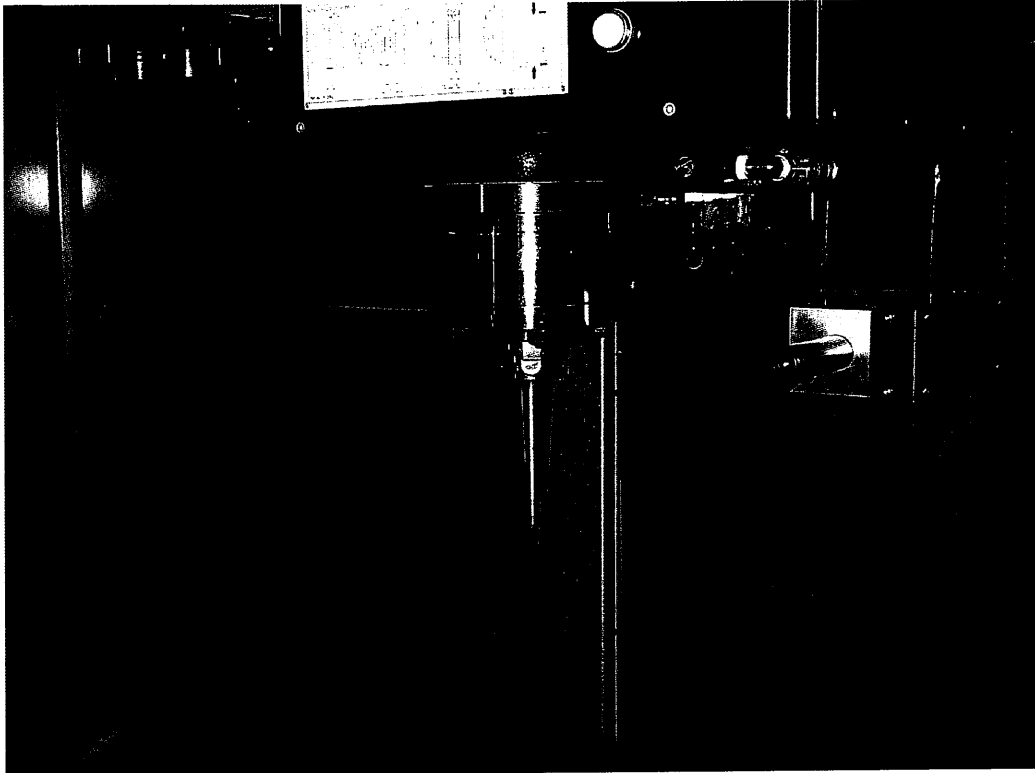


圖 4-14 錐柄圓鼻球刀原始測試影像

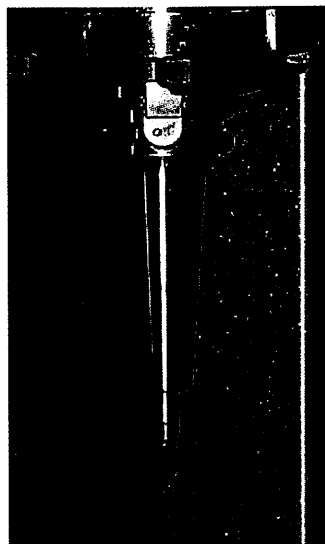


圖 4-15(a) 彩色轉灰階影像

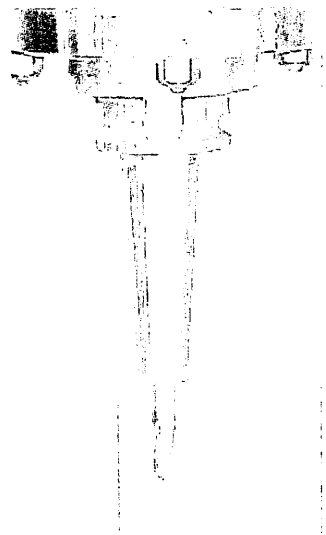


圖 4-15(b) 彩色轉灰階影像

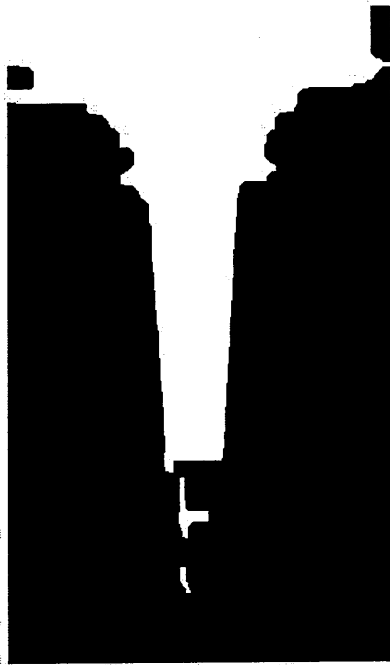


圖 4-16 二階化之影像

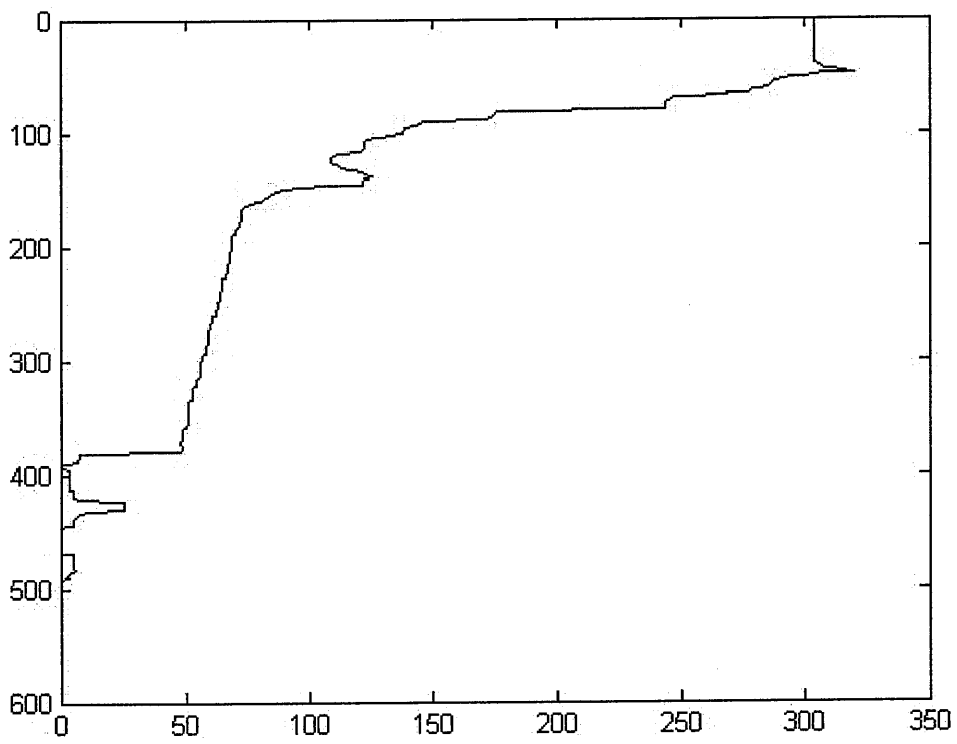


圖 4-17 圖 4-16 之直方圖

已知100mm之影像像素為230 pixel，利用公式(3-1)計算出圓鼻球刀影像辨識

刀長如下：

$$l = 100 \times \frac{490}{230} = 213.04mm$$

$$\theta = \tan^{-1}(213.04 / 260) = 39.3^\circ$$

馬達感測輸出訊號 $N = 39.3/2 \doteq 20$ (旋轉一圈輸出兩個訊號，故馬達旋轉 10 圈)

噴嘴定位時間 $t = 10 / (1600/60) = 0.38s$

表 4-5 錐柄圓鼻球刀之刀長辨識研究測量值

項次	實驗測量項目	實物尺寸	研究方式計算	誤差率%
1	刀具長度	210mm	213.04mm	1.4%
2	抵補值	-	3.04mm	-
3	距離 a	260mm	260mm	-
4	角度 θ	38.9°	39.3°	1%

實驗案例五：

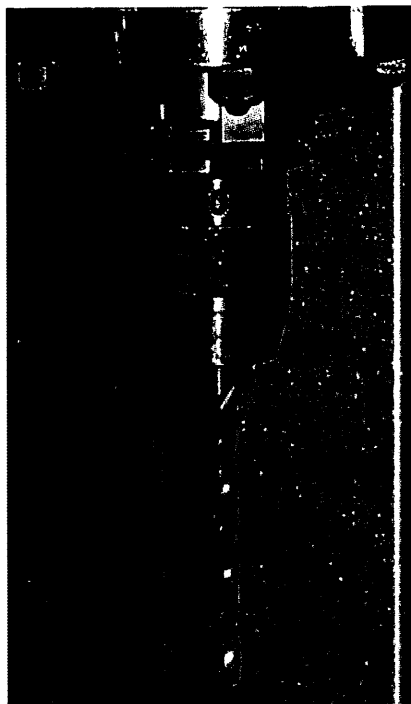


圖 4-18 直柄鑽頭原始測試影像

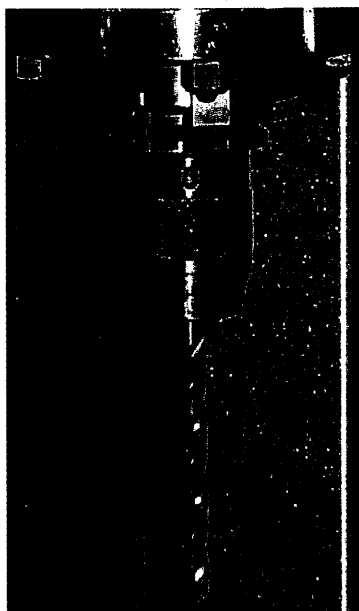


圖 4-19(a) 彩色轉灰階影像

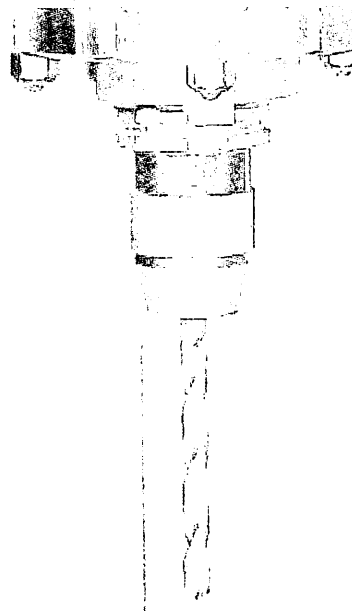


圖 4-19(b) 彩色轉灰階影像

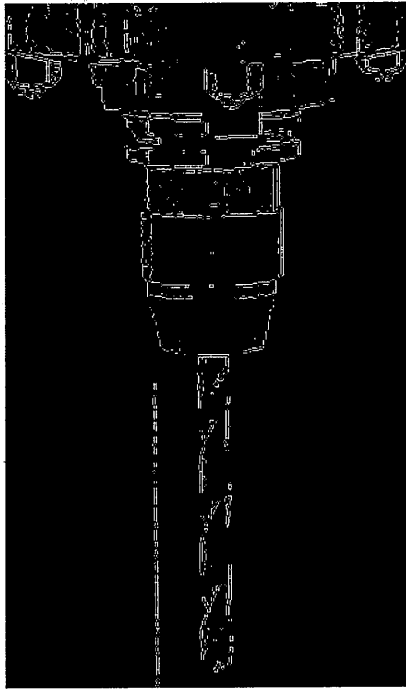


圖 4-20(a) 二階化之影像

圖 4-20(b) 二階化之影像

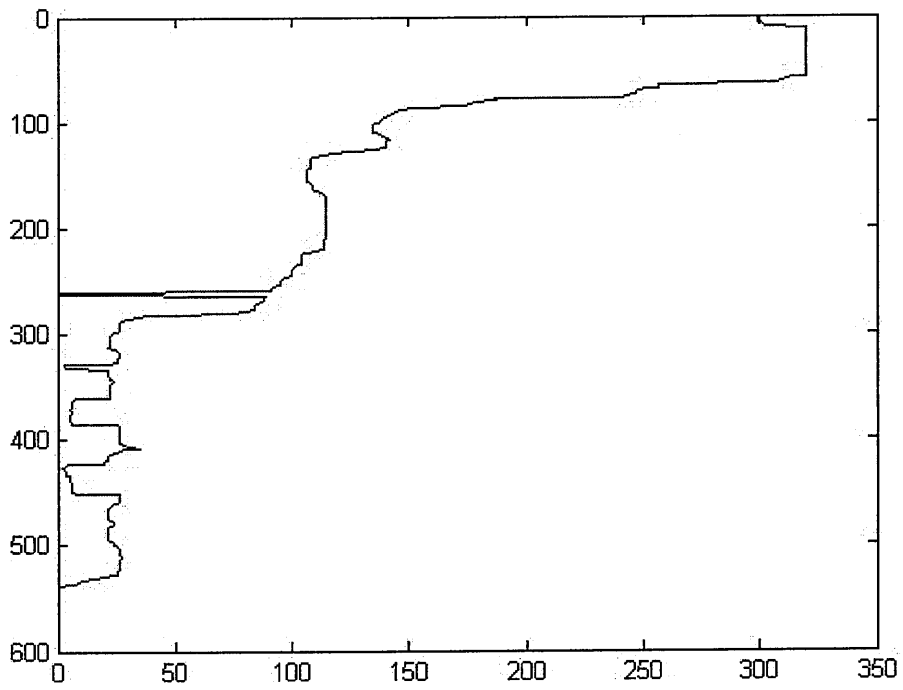


圖 4-21 圖 4-20(b)之直方圖

已知100mm之影像像素為230 *pixel*，利用公式(3-1)計算出圓鼻球刀影像辨識

刀長如下：

$$l = 100 \times \frac{542}{230} = 235.65\text{mm}$$

$$\theta = \tan^{-1}(235.65 / 260) = 42.2^\circ$$

馬達感測輸出訊號 $N = 42.2/2 \doteq 21$ (旋轉一圈輸出兩個訊號，故馬達旋轉 10.5 圈)

噴嘴定位時間 $t = 10.5 / (1600/60) = 0.39\text{s}$

表 4-6 直柄鑽頭之刀長辨識研究測量值

項次	實驗測量項目	實物尺寸	研究方式計算	誤差率%
1	刀具長度	230mm	235.65mm	2.4%
2	抵補值	-	5.65mm	-
3	距離 a	260mm	260mm	-
4	角度 θ	41.5°	42.2°	1.7%

實驗案例六：

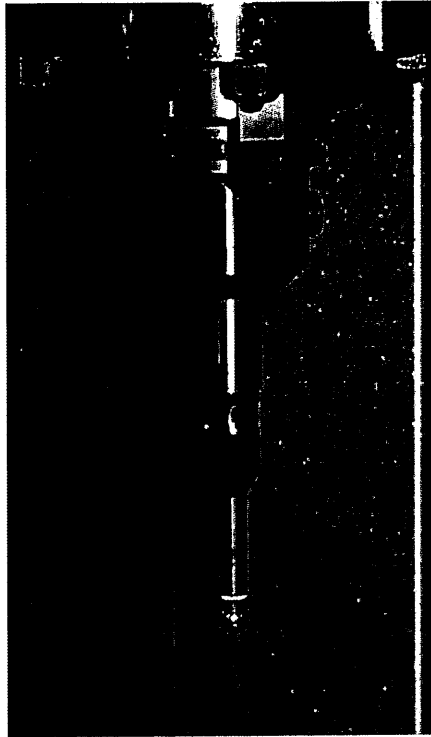


圖 4-22 工件量測探頭原始測試影像

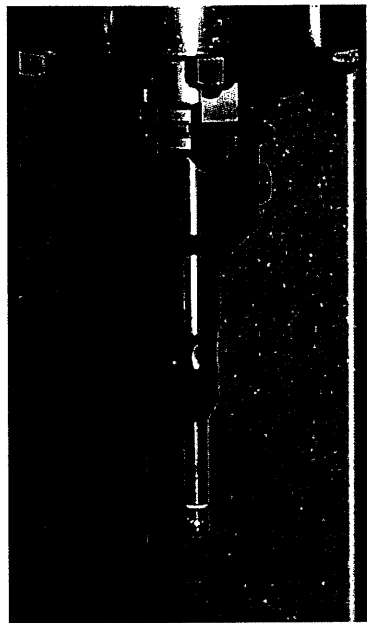


圖 4-23(a) 彩色轉灰階影像

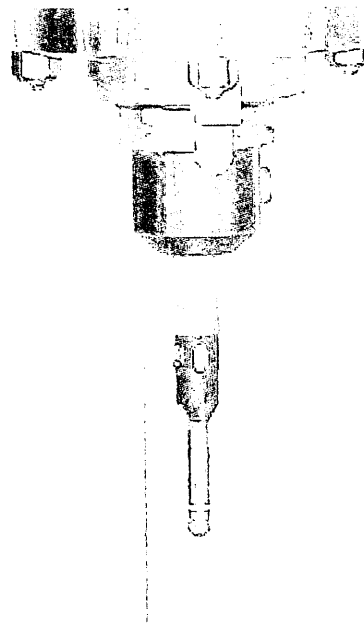


圖 4-23(b) 彩色轉灰階影像



圖 4-24(a) 二階化之影像

圖 4-24(b) 二階化之影像

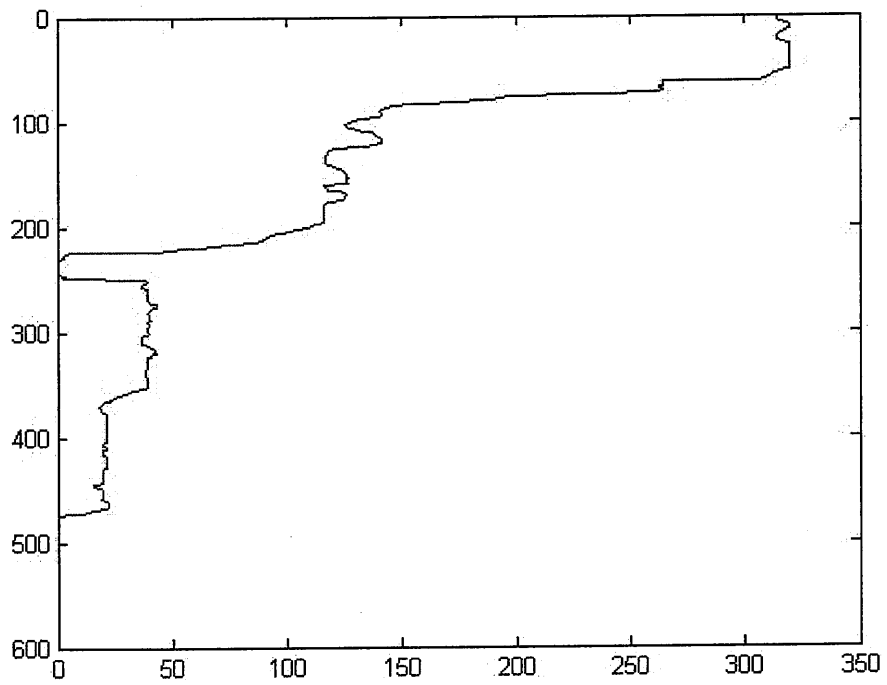


圖 4-25 圖 4-24(b)之直方圖

已知100mm之影像像素為230 *pixel*，利用公式(3-1)計算出圓鼻球刀影像辨識

刀長如下：

$$l = 100 \times \frac{468}{230} = 203.48\text{mm}$$

$$\theta = \tan^{-1}(203.48 / 260) = 38.1^\circ$$

馬達感測輸出訊號 $N = 38.1/2 \div 19$ (旋轉一圈輸出兩個訊號，故馬達旋轉 9.5 圈)

噴嘴定位時間 $t = 9.5 / (1600/60) = 0.36\text{s}$

表 4-7 工件量測探頭之刀長辨識研究測量值

項次	實驗測量項目	實物尺寸	研究方式計算	誤差率%
1	刀具長度	200mm	203.48mm	1.7%
2	抵補值	-	3.48mm	-
3	距離 a	260mm	260mm	-
4	角度 θ	37.6°	38.1°	1.3%

第五章 結論與未來發展

隨著電子、感測器及軟體技術的快速發展，自動化工具機技術已經在業界廣泛的被使用，在無人化工廠的管理上，智能化及自動化技術就必須有足夠的基礎設備來因應各種突發的狀況。本研究整合了減速機構、馬達、近接開關及影像辨識系統模組，利用三角函數計算出不同刀具長度下，噴水座旋轉之對應角度，並以可程式控制方式達到刀具冷卻、沖屑以提高加工刀具的使用壽命，使加工件保持穩定的尺寸精度品質。

影像辨識系統可提供遠端監控功能，使操作者可即時掌握機台加工情況，在異常發生後在第一時間做出正確的問題排解對策，以提高工具機的附加價值及競爭力。

參考文獻

- 【1】 吳拓，“金屬切削加工及設備”，機械工業出版社，台北，2006。
- 【2】 嵩富機具廠有限公司機械安裝說明書，台中，2010。
- 【3】 葉欣，“高速切削冷卻液的適當供給方式”，機械技術雜誌，第五期
pp. 189~193，1998
- 【4】 工業技術研究院機械與系統研究所，精密運動控制技術研討會，新竹，
2010。
- 【5】 CCD圖像感測器國家級重點實驗室、江進優，“CCD圖像感測器技術與應用”，
電子科技大學出版社，北京，2004。
- 【6】 黃士銓，“灰階人臉辨識之研究”，碩士論文，國立交通大學電機與控制
工程研究所，2002。
- 【7】 王駿逸，“即時車輛影像辨識之自動追蹤系統”，碩士論文，國防大學中
正理工學院電子工程研究所，2006。
- 【8】 吳宗彥，“應用影像辨認及雷射掃瞄於運輸場站旅客安全監控”，碩士論
文，東南技術學院防災科技研究所，2006。
- 【9】 葉哲榮，“以影像偵測做為遊戲操作介面應用於立體擬真運動遊戲之研
究”，碩士論文，國立臺北教育大學玩具與遊戲設計研究所，2006。

- 【10】陳建男，“以機械視覺建立工件輪廓軌跡之研究”，碩士論文，南台科技大學機械工程研究所，2006。
- 【11】陳柏琮，“智慧型機器人之五子棋、象棋及西洋棋對奕影像辨識技術”，碩士論文，國立臺灣科技大學機械工程研究所，2006。
- 【12】吳健碩，“道路鋪面破壞影像辨識系統之研究”，碩士論文，龍華科技大學機械系研究所，2005。
- 【13】王麒鈞，“利用影像辨識方法實現晶圓缺陷點群聚圖案之檢測系統”，碩士論文，聖約翰科技大學，電機工程系碩士在職專班，2010。
- 【14】鄭兆暘，“結合影像辨識於網路監視系統之研究與實現”，碩士論文，中華大學資訊工程研究所，2009。
- 【15】林建弘，“使用類神經網路的錠劑藥物影像檢索”，碩士論文，國立台北護理學院資訊管理研究所，2006。
- 【16】陳健峰，“微量潤滑劑之高速銑削實驗探討”，碩士論文，國立中興大學機械工程學研究所，2002。
- 【17】陳念舜，“淨化再生切削液鋪設工具機綠色之路”，機械技術雜誌，2010。
http://mm.asia-info.net/mm_Periodical_Detail.aspx?id=10108
- 【18】利茗機械股份有限公司，微型齒輪減速機說明書 Compact AC

GearMotor Series，台中，pp.H1~H39，2010

【19】嵩富機具廠有限公司，“具可程式旋轉噴嘴裝置之工具機專利”，台中，

專利證書M359392，2008。



作者簡歷

姓名：黃祥柏

籍貫：台灣省台中縣

出生日期：民國 67年 5月 11日

學歷：省立東勢高級工業職業學校機械科



國立虎尾技術學院動力機械工程系(二專部)

國立勤益科技大學機械工程系(進修學院二技部)

國立勤益科技大學電子工程系98秋光機電產學碩士專班

經歷：台灣櫻花股份有限公司生產技術部助理工程師

永進機械股份有限公司組立工程員

數格科技股份有限公司工程師

車王電子股份有限公司機構工程師

現職：嵩富機具廠有限公司設計組長

通訊處：台中市大雅區民豐街154巷2號6F-4

聯絡電話：(04)-25668228

論文發表：

陳文淵、黃祥柏，"可程式噴水座之CCD影像刀長辨識系統"，第六屆智慧生

活科技研究會(ILT2011)，2011年6月，pp. 1945~1948。