

摘要

作品名稱：滅火器壓力自動檢測通報系統

在本次作品中,我們將使用深度學習及影像視覺技術,結合低功耗廣域網路,建置應用自動化滅火器壓力錶檢測之物聯網系統。管理員可以從遠端管理壓力錶數值與維護數支滅火器設備,若設備壓力呈現異常時,系統將發出警示通知管理員前往維修,以降低整體維護及檢測成本,並提升滅火器的使用效能。

專題內容

一、前言

中國詩詞中有句很有意境的詩句---「春江水暖鴨先知」，意喻著事情都有徵兆，本小組引用這句話並將其改成---**銑刀鈍化 A 先知**，其中「A 先知」若用台語發音，整句話的意思是表示當銑刀鈍化時，透過我們設計的刀具監測系統就可以先知道(A 的發音和台語的”可以”相同)；其中「A 先知」若用中文發音，表示當銑刀鈍化時，馬達負載電流可以先知道(A 代表電流)。

(一)研究動機

近年來隨著科技技術的日新月異，工廠正朝著自動化系統方向發展，除了可以大量地減少工作人員降低人事成本的需求，也可以透過自動監測設備對於生產線進行檢測，其中，在工業自動化的進展下，有許許多多的學術機構、研究團體積極投入研究自動化工廠中刀具狀態監測，執因，加工刀具若磨損或斷裂，會產生工件大量不良品流入後方生產線，將造成產品品質低落信譽不良的後果，增加後續品管困難，最終，拉低該工廠產品良率及產能(葉書華，2008)。因此，在薄利高品質的加工環境中，自動化工廠的刀具狀態監測技術是在競爭激烈產業界生存下去的一個救生圈。

在切削過程中，刀具一方面從工件表面切下切屑，另一方面刀具本身也會被切屑、工件所破壞，然而刀具磨損或斷裂，必定會對工件或工具機造成一定程度的損傷，更可能會影響到工件的尺寸精度和表面粗糙度，因此，在自動化工廠製程中的刀具磨損或斷裂不僅影響工件品質，嚴重時甚至會影響整個加工系統的運作，造成龐大的損失。如果本小組能夠提早偵測到刀具磨損或斷裂的狀態，及時更換刀具，則對於自動化生產工廠不但可以節省時間成本、並且能提升產品加工及生產運作整體精度、可靠性與安全性(鄭芳田、丁顥、楊浩青、蘇柏丞，2017)。

現今自動化生產技術如遇到刀具磨損或斷裂的情形，除非有明顯的刀具斷裂聲或是工件受損，否則很難察覺，因此，為避免刀具磨耗程度直接影響加工精度品質，現階段自動化工廠普遍的做法為提前換刀，但過早更換刀具將造成浪費 (簡俊宏，2012)，使得廠商必須投入大量的成本在刀具添購與重新修磨；若延後更換刀具則必須承擔斷刀、崩裂所引發的機台故障、停機，甚至是加工出大量廢品的財產損失風險。然而，提早替換未劣化的刀具會造成刀具成本的浪費，而過晚替換已劣化的刀具則需要承擔加工件品質不佳而成為廢品的風險，兩者都會造成業者成本支出的增加與資源

機械領域優等(2)

的浪費。

目前業界常用的刀具更換時機判斷方式，在大量生產的加工中，常見以達到固定加工零件數而換刀的計數方式；而中小型的加工廠則多是憑加工者經驗，透過加工聲音、工件表面或肉眼觀察刀具狀況等的方式來判斷。前者方式通常會對於刀具使用相對保守，屬於提早替換刀具，造成刀具成本浪費；後者方式則是有每次更換時機皆不同的情形，並且需要人工方式判斷而增加人力成本(鄭芳田、丁顥、楊浩青、蘇柏丞，2017)，都不符合自動化生產的核心價值。

因此，本小組認為研究刀具監控系統是一個很好的題材，在自動化系統中是個值得去探討的題目，不但可以克服上述刀具磨損或斷裂給自動化工廠所帶來的問題，更可幫助自動化生產技術更加完善。

(二)研究目的

本研究為了解決上述問題，提出以下四點做為研究目的：

1. 找出一種能方便且即時的監控工作中刀具狀態的方法。
2. 設計一個刀具監控系統能正確判斷刀具更換時機，讓自動化工廠節省刀具費用，也可提高產品良率及產能。
3. 設計一個刀具監控系統將複雜資料簡單化，讓操作者或工程師能直覺判斷工作中刀具的狀態，縮短判斷刀具更換的時間。
4. 透過本研究的刀具監控系統再進化，能讓自動化工廠更進一步往自動化生產的目標邁進。

二、文獻探討

(一) 刀具監控機制(略)

(二) 銑削速度(v)、主軸回轉數(N)、主軸運轉功率(P)與電流(I)的關係(略)

(三) 切削動力的相關因素(略)

三、研究方法

本研究採用經文獻探討後之實驗研究法。本小組經過收集、閱讀相關文獻和多次實驗的數據，印證馬達功率及電流量的數據，是較容易理解、擷取和運用(符合高職學生的程度)，建構出可以即時地監控工作中刀具的銳利度的模組，初步實現自動化工廠的生產需求，讓學校所學的知識更貼近實際生產的現場。

茲將本小組製作過程紀錄如下：

1. 職務分配：本小組依照各個成員專長的部分，進行專業分工與垂直整合，並且請每位成員分別找些相關資料進行分析。
2. 設計、組裝研究設備及準備工具、材料：
 - (1) 原型機：基於研究的安全性與便利性，本小組設計出小型的機台作為原型機模型(如圖 1)，模擬銑床的作動以方便測試各項訊息進行分析及製作成模板(標準線型)，用以比對銑刀鈍掉時候的線型。再請指導老師協助指導、修正

機械領域優等(2)

一些安全疑慮及穩定機台的問題，設計的差不多時開始收集材料與工具。

- (2) 資訊盒：將偵測到的馬達功率和電流訊號轉換成數位訊號輸入筆記型電腦，讓我們用 Microsoft Visual Basic(如圖 2)寫的程式能使用。資訊盒內(如圖 3)包括：電流、電壓、電功率、電量偵測單元(如圖 4)，以利將訊號讀入 Microsoft Visual Basic 程式中而轉換成線型(如圖 5)，本小組將此程式稱之為「電腦偵測軟體程式」。
- (3) 轉速計：用來和線型比對，以判斷銑刀的磨損情形或已經斷掉。本小組經討論後決定現階段因為不須讀入程式中，先使用非接觸性(紅外線式)轉速計(如圖 6)
- (4) 刀具和模板材料：為了製作成模板(標準線型)用來比對實際工作中馬達的電流、電壓、電功率的線型，本次研究本小組先用端銑刀為刀具，並以鋁(Al)、鐵(Fe)、紅銅(Cu)來作為模板材料。



圖 1 原型機模型

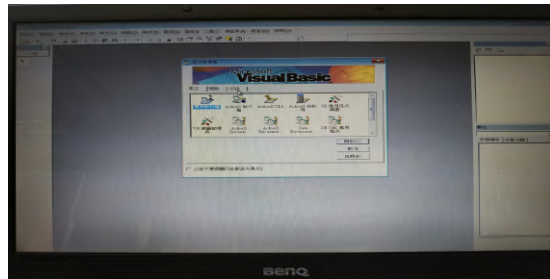


圖 2 Visual Basic 程式電腦畫面

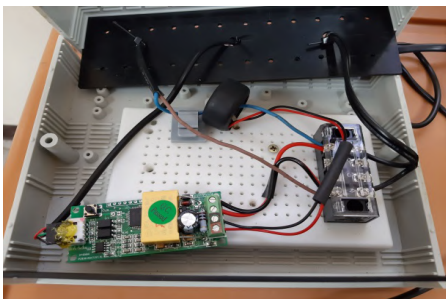


圖 3 資訊盒內部構造



圖 4 電流、電壓、電功率、電量偵測計

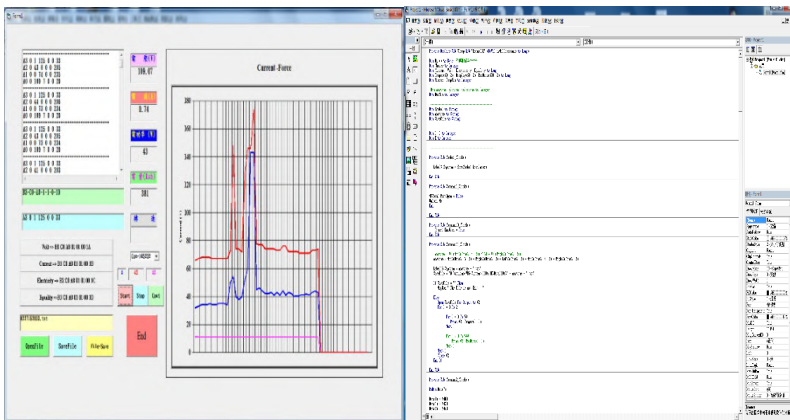


圖 5 電腦偵測軟體程式



圖 6 轉速計

機械領域優等(2)

3. 組裝研究設備：在設計完成後就開始採購材料並加工至需要的大小及尺寸，再來準備工具開始按照設計開始組裝，以便進行進行模板線型的製作和一連串的實驗。如圖 7 就是本小組完成的專題研究設備。



圖 7 專題研究設備

4. 測試及修改：組裝完成後，開始進行多次的測試，並將測試過程中的失誤及問題紀錄下來做更正，記錄的問題都解決並且完善後再繼續進行反覆的測試，每次都記錄下當次測試所產生的數據，並逐步整理得出模板材料線型的製作資料，進一步做為實驗結果的分析。
5. 重大問題的克服：整個研究及實驗過程進行的還算順利，經過一些缺失的修正後，原型機模型的運作也一次比一次穩定，但期間本小組卻遇到了銑刀運轉銑削虎鉗的模板材料時，原型機模型容易因為馬達運轉時的抖動影響，造成夾在上面的模板材料脫落或切削困難而受損(如圖 8)。後來經過判斷，發現問題點是出在虎鉗旁的地方少了固定的物品，所以才那麼容易因為震動而鬆開工件，於是本小組先將原型機模型虎鉗之一側加上固定器(如圖 9)，但效果還是不理想，於是和指導老師討論後，決定在原型機模型虎鉗之另一側加上另一組固定器(如圖 10)。



圖 8 虎鉗鬆動造的工作件受損狀況



機械領域優等(2)

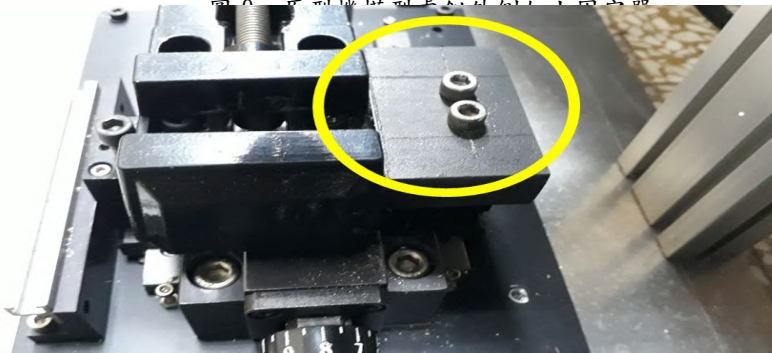


圖 10 原型機模型虎鉗之內側加上固定器

6. 製作報告書：根據長時間收集來的資料和實驗所記錄下來的數據，製作成書面報告，將實驗所得到的結果及特性清楚的描述並記錄在報告書上。
7. 研究完成並報名參賽：將實驗數據全部分析完成，並且將作品修正得更加完善。

四、結論

本小組經過收集、閱讀相關文獻和多次實驗的數據，印證馬達功率及電流量的數據，是較容易理解、擷取和運用(符合高職學生的程度)，確實可以即時地監控工作中刀具的銳利度，並在老師指導下利用 Microsoft Visual Basic 軟體程式製成本小組研究的工具——「電腦偵測軟體程式」將數據轉化為圖形呈現，讓操作者或工程師可以直覺判斷工作中刀具需更換與否(符合研究目的第三點)。

目前自動化生產工廠已經不像以往一樣需要大規模的員工才能正常運作了，但自動化生產還有許多盲點，如本次研究的刀具監測系統，因為目前的生產技術多半還無法利用這些數據即時判讀，而刀具磨損或斷裂的情形通常是突然發生，產生的原因可能是切削負荷過大、顫動或振動的衝擊作用、切削溫度超過其高溫硬度的極限或刀具本身即存在微裂縫的瑕疵……等等，因此要檢查工作中的刀具狀況可能會有些許的困難，如在刀具停止時用肉眼判斷，也只能等到刀具大部分都受損才能容易觀察出來。如果能將本研究再進化與網路結合，工程師就能夠從任何地方查看目前工廠內工具機的刀具狀況了，一旦刀具出現異常就能即時發出訊息，讓工程師不論在何地點都能在第一時間知道，也能迅速反應和處理。

本小組的後續研究運用在自動化自動化工廠的刀具監測系統，因為自動化工廠全天候加工，工程人員下班後或無人看管的狀況時，刀具磨耗超出公差、刀具磨損、斷裂或切削超過負載時，可經由感知器與電腦程式判讀，自動做出做出刀具退刀即時處理，並由網路系統通知工程師做後續處理，因此可減少機具破壞與效率的損失，並結合 AI(人工智慧)進而發展成智慧型機械用在自動化生產線上，那就更完善了！

綜上論述，本研究具有以下五個優點：

機械領域優等(2)

1. 研究主題與課程高度相關：本小組利用物理和計算機概論課程所學，設計以電流功率法為研究的主體，其理論淺顯並容易理解；在實驗進行上，我們於實習課所學的能力也剛好可以加工製作原型機模型，並進行相關實驗。(符合本研究目的第一點)
2. 符合機械群產業界之需求：在自動化工廠的產業趨勢下，刀具監控系統是必須且必要的，不但可以節省刀具成本還可以提高產品良率及產能。(符合本研究目的第二點)
3. 整合性電腦軟體程式與工具機：運用 Microsoft Visual Basic 軟體程式製作成本小組研究的工具---「電腦偵測軟體程式」，建構可供直覺判斷的人機介面。
4. 富有創新性的直覺判斷：本研究運用圖形視覺理論，將系統中感測到的數據轉化為圖形呈現，讓操作者或工程師可以直覺判斷工作中刀具需更換與否，不但具有創新性，更具實務性和研究價值。(符合本研究目的第三點)
5. 具後續研究的價值性：本研究初期可結合網路功能升級為遠端監控技術，進一步更可以朝 AI(人工智慧)發展成智慧型機械用在自動化生產線。(符合本研究目的第四點)

因為我們是高職機械科的學生，雖然對於機械加工具有實務上的經驗，但對於影像辨識、編解碼和中級的程式設計，基於能力的不足是很難去理解和製作，所以指導老師考慮到這點，認為畢竟高職階段還是著重在學習及演練研究設計和問題解決，所以建議(引導)本小組以電流功率法為研究的主軸，雖然也有別的研究也做這個區塊，使用電流功率法來監控銑刀是否磨損或斷裂，但他們輸出的訊號都是以數值呈現，不利於操作者或工程師的判斷，但本小組將研究加入數據圖形化的創意，可以讓操作者或工程師做直覺判斷和反應，是別的研究所沒有的。



銑刀鈍化 A 先知

---自動化工廠監控工作中刀具狀況之研究

一、前言

中國詩詞中有句很有意境的詩句——「春江水暖鴨先知」，意喻著事情都有徵兆，本小組引用這句話並將其改成——**銑刀鈍化A先知**，其中「A先知」若用台語發音，整句話的意思是表示當銑刀鈍化時，透過我們設計的刀具監測系統就可以先知道(A的發音和台語的「可以」相同)；其中「A先知」若用中文發音，表示當銑刀鈍化時，馬達負載電流可以先知道(A代表電流)。

(一)研究動機

近年來隨著科技技術的日新月異，工廠正朝著自動化系統方向發展，除了可以大量地減少工作人員降低人事成本的需求，也可以透過自動監測設備對於生產線進行檢測，其中，在工業自動化的進展下，有許許多多的學術機構、研究團體積極投入研究自動化工廠中刀具狀態監測，執因，加工刀具若磨損或斷裂，會產生工件大量不良品流入後方生產線，將造成產品品質低落信譽不良的後果，增加後續品管困難，最終，拉低該工廠產品良率及產能(葉書華，2008)。因此，在薄利高品質的加工環境中，自動化工廠的刀具狀態監測技術是在競爭激烈產業界生存下去的一個救生圈。

在切削過程中，刀具一方面從工件表面切下切屑，另一方面刀具本身也會被切屑、工件所破壞，然而刀具磨損或斷裂，必定會對工件或工具機造成一定程度的損傷，更可能會影響到工件的尺寸精度和表面粗糙度，因此，在自動化工廠製程中的刀具磨損或斷裂不僅影響工件品質，嚴重時甚至會影響整個加工系統的運作，造成龐大的損失。如果本小組能夠提早偵測到刀具磨損或斷裂的狀態，及時更換刀具，則對於自動化工廠不但可以節省時間成本，並且能提升產品加工及生產運作整體精度、可靠性與安全性(鄭芳田、丁穎、楊浩青、蘇柏丞，2017)。

現今自動化生產技術如遇到刀具磨損或斷裂的情形，除非有明顯的刀具斷裂聲或是工件受損，否則很難察覺，因此，為避免刀具磨耗程度直接影響加工精度品質，現階段自動化工廠普遍的做法為提前換刀，但過早更換刀具將造成浪費(簡復宏，2012)，使得廠商必須投入大量的成本在刀具添購與重新修磨；若延後更換刀具則必須承擔斷刀、崩裂所引發的機台故障、停機，甚至是加工出大量廢品的財產損失風險。然而，提早替換未劣化的刀具會造成刀具成本的浪費，而過晚替換已劣化的刀具則需要承擔加工品質不佳而成為廢品的風險，兩者都會造成業者成本支出的增加與資源的浪費。

目前業界常用的刀具更換時機判斷方式，在大量生產的加工中，常見以達到固定加工零件數而換刀的計數方式；而中小型的加工廠則多是憑加工者經驗，透過加工聲音、工件表面或肉眼觀察刀具狀況等的方式來判斷。前者方式通常會對於刀具使用相對保守，屬於提早替換刀具，造成刀具成本浪費；後者方式則是具有每次更換時機皆不同的情形，並且需要人工方式判斷而增加人力成本(鄭芳田、丁穎、楊浩青、蘇柏丞，2017)，都不符合自動化生產的核心價值。

因此，本小組認為研究刀具監控系統是一個很好的題材，在自動化系統中是個值得去探討的題目，不但可以克服上述刀具磨損或斷裂給自動化工廠所帶來的問題，更可幫助自動化生產技術更加完善。

(二)研究目的

本研究為了解決上述問題，提出以下四點做為研究目的：

1. 找出一種能方便且即時的監控工作中刀具狀態的方法。
2. 設計一個刀具監控系統能正確判斷刀具更換時機，讓自動化工廠節省刀具費用，也可提高產品良率及產能。
3. 設計一個刀具監控系統將複雜資料簡單化，讓操作者或工程師能直覺判斷工作中刀具的狀態，縮短判斷刀具更換的時間。
4. 透過本研究的刀具監控系統再進化，能讓自動化工廠更進一步往自動化生產的目標邁進。

二、文獻探討

1. 刀具監控機制(略)
2. 銑削速度(v)、主軸回轉數(N)、主軸運轉功率(P)與電流(I)的關係(略)
3. 切削動力的相關因素(略)

三、研究方法

本研究採用經文獻探討後之實驗研究法。本小組經過收集、閱讀相關文獻和多次實驗的數據，印證馬達功率及電流量的數據，是較容易理解、擷取和運用(符合高職學生的程度)，建構出可以即時地監控工作中刀具的銳利度的模組，初步實現自動化工廠的生產需求，讓學校所學的知識更貼近實際生產的現場。

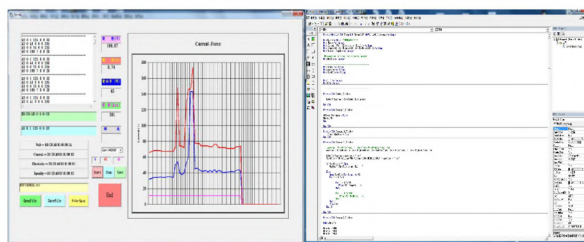
茲將本小組製作過程紀錄如下：

1. 職務分配：本小組依照各個成員專長的部分，進行專業分工與垂直整合，並且請每位成員分別找些相關資料進行分析。
2. 設計、組裝研究設備及準備工具、材料：

- 原型機：基於研究的安全性與便利性，本小組設計出小型的機台作為原型機模型，模擬銑床的作動以方便測試各項訊息進行分析及製作成 模板(標準線型)，用以比對銑刀鈍化時候的線型。再請指導老師協助指導、修正一些安全疑慮及穩定機台的問題，設計的差不多時開始收集材料與工具。
- 資訊盒：將偵測到的馬達功率和電流訊號轉換成數位訊號輸入筆記型電腦，讓我們用Microsoft Visual Basic寫的程式能使用。資訊盒內包括：電流、電壓、電功率、電量偵測單元(如圖4)，以利將訊號讀入Microsoft Visual Basic程式中而轉換成線型，本小組將此程式稱之為「電腦偵測軟體程式」。
- 轉速計：用來和線型比對，以判斷銑刀的磨損情形或已經斷掉。本小組經討論後決定現階段因為不須讀入程式中，先使用非接觸性(紅外線式)轉速計
- 刀具和模板材料：為了製作成模板(標準線型)用來比對實際工作中馬達的電流、電壓、電功率的線型，本次研究本小組先用端銑刀為刀具，並以鋁(Al)、鐵(Fe)、紅銅(Cu)來作為模板材料。



原型機模型



用Microsoft Visual Basic寫的電腦偵測軟體程式



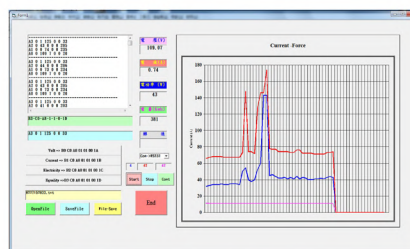
資訊盒內部構造



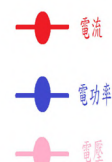
本小組認為若要解決CNC工廠自動化製程中刀具磨損或斷裂造成生產損失的問題，就必須能即時發現刀其何時鈍化或斷裂，所以必須研究出一套監控工作中刀其銳利度的即時監測系統，專門立即判斷刀具的狀況。而本次研究是通過銳利刀具切削模板材料時，原型機模型中馬達電流及功率的變化，利用電腦偵測軟體程式將其線型化，製作成模板(標準線型；如圖11)用來比對實際工作中馬達的電流、電壓、電功率的線型，就可以運用圖型容易辨識的直覺判斷方法，簡單又容易的知道刀具狀態，進而決定更換刀具的時機。



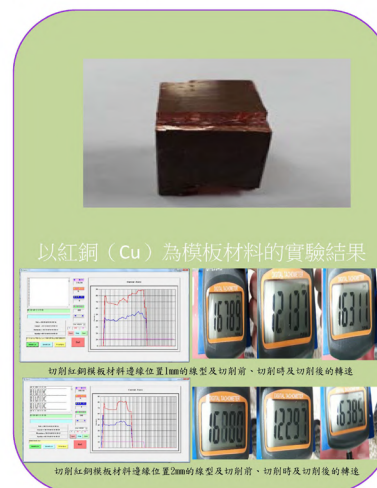
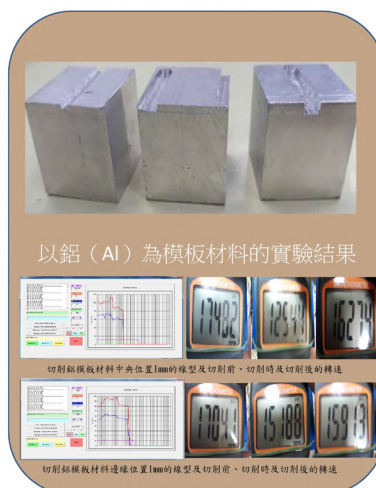
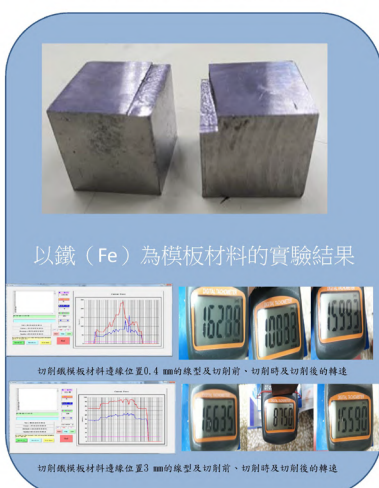
本專題研究設備



實驗時電腦偵測軟體程式的模板線型



本小組經實驗後，證明了當刀具遇到磨損時，原型機模型中馬達作用的電流確實會大幅的提升，而且不同材質的工件進行切削，也會因為不同材質的切削力也會不同，當然原型機模型中馬達電流也有變化，利用電腦偵測軟體程式可以明顯的察覺，並且讓操作者或工程師可以快速的做出即時反應。接著便是製作模板以利比對，所以，本小組設計原型機模型裝上端銑刀，切削了不同的模板材料和不同進刀深度，透過電腦偵測軟體程式作成模板線型。由於本台原型機模型馬達功率不大，在考慮後續研究要執行故挑選常見的鐵(Fe)、鋁(Al)和紅銅(Cu)作為模板材料。以下是本小組製作模板實驗結果之呈現：



四、結論

本小組經過收集、閱讀相關文獻和多次實驗的數據，印證馬達功率及電流量的數據，是較容易理解、擷取和運用(符合高職學生的程度)，確實可以即時地監控工作中刀其的銳利度，並在老師指導下利用Microsoft Visual Basic軟體程式製作成本小組研究的工具——「電腦偵測軟體程式」將數據轉化為圖形呈現，讓操作者或工程師可以直覺判斷工作中刀其需更換與否(符合研究目的第三點)。

目前自動化生產工廠已經不像以往一樣需要大規模的員工才能正常運作了，但自動化生產還有許多盲點，如本次研究的刀具監測系統，因為目前的生產技術多半還無法利用這些數據即時判讀，而刀具磨損或斷裂的情形通常是突然發生，產生的原因可能是切削負荷過大、顫動或振動的衝擊作用、切削溫度超過其高溫硬度的極限或刀具本身即存在微裂縫的瑕疵……等等，因此要檢查工作中的刀具狀況可能會有些許的困難，如在刀具停止時肉眼判斷，也只能等到刀具大部分都受損才能容易觀察出來。如果能將本研究再進化與網路結合，工程師就能夠從任何地方查看目前工廠內工具機刀具狀況了，一旦刀具出現異常就能即時發出訊息，讓工程師不論在何地點都能在第一時間知道，也能迅速反應和處理。

本小組的後續研究運用在自動化工廠的刀具監測系統，因為自動化工廠全天候加工，工程人員下班後或無人看管的狀況時，刀具磨耗超出公差、刀具磨損、斷裂或切削超過負載時，可經由感知器與電腦程式判讀，自動做出做出刀具退刀即時處理，並由網路系統通知工程師做後續處理，因此可減少機具破壞與效率的損失，並結合AI(人工智慧)進而發展成智慧型機械用在自動化生產線上，那就更完善了！

綜上所述，本研究具有以下五個優點：

1. 研究主題與課程高度相關：本小組利用物理和計算機概論課程所學，設計以電流功率法為研究的主體，其理論淺顯並容易理解；在實驗進行上，我們於實習課所學的能力也剛好可以加工製作原型機模型，並進行相關實驗。(符合本研究目的第一點)
2. 符合機械產業界之需求：在自動化工廠的產業趨勢下，刀具監控系統是必須且必要的，不但可以節省刀具成本還可以提高產品良率及產能。(符合本研究目的第二點)
3. 整合性電腦軟體程式與工具機：運用Microsoft Visual Basic軟體程式製作成本小組研究的工具——「電腦偵測軟體程式」，建構可供直覺判斷的人機介面。
4. 富有創新性的直覺判斷：本研究運用圖形視覺理論，將系統中感測到的數據轉化為圖形呈現，讓操作者或工程師可以直覺判斷工作中刀其需更換與否，不但具有創新性，更具實務性和研究價值。(符合本研究目的第三點)
5. 具後續研究的價值性：本研究初期可結合網路功能升級為雲端監控技術，進一步更可以朝AI(人工智慧)發展成智慧型機械用在自動化生產線。(符合本研究目的第四點)

因為我們是高職機械科的學生，雖然對於機械加工具有實務上的經驗，但對於影像辨識、編解碼和中級的程式設計，基於能力的不足是很難去理解和製作，所以指導老師考慮到這點，認為畢竟高職階段還是著重在學習及演練研究設計和問題解決，所以建議(引導)本小組以電流功率法為研究的主軸，雖然也有別的研究也做這個區塊，使用電流功率法來監控銑刀是否磨損或斷裂，但他們輸出的訊號都是以數值呈現，不利於操作者或工程師的判斷，但本小組將研究加入數據圖形化的創意，可以讓操作者或工程師做直覺判斷和反應，是別的研究所沒有的。