

產學合作案結案報告書

華機械 104 產學字第 011 號

精密加工之可調刀具夾持座及其抗 振性研究

甲方：鋒運實業股份有限公司

乙方：中華學校財團法人中華科技大學

機械系

計劃主持人：吳正鵬

目次

圖次	2
摘要	4
第一章 研究緣起與背景	4
第二章 研究方法及過程	9
第三章 結論	16
參考文獻	16

圖 1 車床刀具固定架結構示意圖	17
圖 2 車床刀具固定架結構詳細構造圖	18
圖 3 車床刀具固定架結構底邊構造圖	19
圖 4 刀具承座調整組構造圖	20
圖 5 車床刀具固定架軸桿構造圖	20
圖 6 車床刀具固定架受力結構圖	20
圖 7 車床刀具固定架徑向受力結構圖	22
圖 8 車床刀具固定架切線受力結構圖	23
圖 9 車床刀具固定架組合受力結構圖	24
圖 10 車床刀具承座在中間位置構造圖	25
圖 11 調整螺桿外伸最大示意圖	26
圖 12 螺桿與刀具承座之內槽面幾合關係圖	26
圖 13 車床刀具承座分解圖	27

圖 14 習見的車床刀具夾持座之結構圖 · · · · · 27

圖 15 刀具尖點高度與工件之旋轉中心對齊示意 · 28

圖 16 刀具高於或低於旋轉中心示意圖 · · · · · 28

圖 17 車床對心的流程方法圖 · · · · · 29

摘 要

本研究之可調刀具夾持座包括持刀座頂板、刀具承座、刀座本體。刀座底板、定位銷、微調桿及調整螺桿等主要組件所構成，在持刀座頂板之四方體底緣各有一個限位凹槽之結構，該槽體之結構可與刀座本體之限位凸緣座相互嵌入；在刀具承座之底緣係以一 T 型滑座、楔形面與刀座本體之四方體側邊底緣各具有一個 T 型滑槽、楔形斜面相接觸，相互嵌入並形成刀具承座可沿著刀座本體之四方體側邊上下移動，且可與刀座本體之底緣相互配合於刀座底板之頂面；在刀座本體之側邊底緣設有一微調孔座可用以穿設一微調桿，其桿之微調定位孔合於萬向連接軸之微調定位銷中，藉由旋轉微調桿可以連動萬向連接軸，其軸之孔隙合於萬向接頭調整組之萬向定位銷中，藉由旋轉微調桿可以連動調整螺桿，使鎖固於刀具承座之定位銷的調整螺紋孔，帶動刀具承座在刀座本體之側邊底緣上作上下移動，而萬向接頭調整組之旋轉則可以斜面頂升或拉降刀具承座之高低位置，以達到調控刀具定位之高低用以對準車床心軸之中心位置者。

關鍵詞：可調刀具夾持座、萬向定位銷

第一章 研究緣起

本研究係有關一種車床刀具夾持座之結構設計，尤指一種可方便調整車刀定位高低位置，以對準車床旋轉中心之刀座，且其構造可適用於一般的車床刀座上使用，藉以提高工作效率及改善使用上的便利性，且更為安全。

在精密加工技術中有關精密單點鑽石車削的加工方式(single point diamond turning, SPDT)，其可被使用在加工無氧銅及鋁合金之平面鏡、球面鏡及非球面鏡的產品上，其加工的形狀精度可達 100nm，表面精度優於 10nmRa，是精密鏡面加工的重要方法。由於 SPDT

加工技術之材料去除率極小，且其加工精度極高，因此在進行車削加工前，刀具尖點之高度就必需與工件之旋轉中心充份對齊，如第 15 圖所示，才能使加工件達到要求的幾何精度及表面精度。如果刀具高度不能對齊於工件的旋轉中心，如第 16 圖(A)及(B)表示刀具高於或低於旋轉中心之情形，在這兩種情形下在工件的端面被加工後都會造成殘留的中心尖點之問題；而且當刀具尖點沒有對齊主件之旋轉中心時，容易引起切削之顫振及切削尺寸之不正確，使得加工表面精度不良。因此，對 SPDT 加工技術而言，對中心的操控便顯得非常重要。

想要把車刀之尖點與加工件的旋轉中心對齊，並非使用肉眼觀察即可完成，尤其是對精密加工的操作需求，其對心的流程方法可參考第 17 圖所示，其必需使用到 CCD 攝影機來放大並擷取刀尖的位置，經過電腦作影像偵測分析，對刀尖位置座標進行識別，以判斷刀尖位置是否在要求的容許誤差範圍內。經過這樣的程序重複調整，直到刀尖位置座標與中心點之差距達到預定的誤差範圍。

然而在上述使車刀尖點位置對準的程序中，有一個很重要的調校機構，這裡稱為刀具定位系統，一般 CNC 車床，其刀具在床台運動方向上係具有伺服控制機構，配合影像系統就可以達到精確的中心位置之對準，但是因為車床之刀座只有兩軸向之運動，在垂直於這兩軸向的方向(即刀尖位置之高度方向)則無法做伺服調整，一般在此方向上的高度對心調整，係使用各式厚薄不同的墊片做為調整刀具尖點高度之工具，這種調整方法受限於墊片厚薄尺度之種類，難以作精確的調整，另且這種方法只能調高刀尖之對心位置，無法調低，更使其調整操作受到更大的限制。

一般習見的車床刀具夾持座之結構如附圖 14 所示，其係以刀座本體之上頂板和下承座之間來置放車刀刀具，為了調整車刀刀尖之高度位置以對準車床心軸中心，以確保車削加工之效能，通常在車刀刀柄下方墊以數片厚薄不等的金屬墊片，以完成切削點高度位置的定位調整，然後將上頂板之刀具鎖固螺栓旋鎖以固定刀把；惟其在鎖緊的過

程中，由於墊片的平整性不一，常會因螺栓鎖固的下壓力作用，而將刀具往下壓，使刀尖之中心位置又失去其正確的高度位置，以致每次調校車刀刀尖位置時，常需藉助經驗判斷，預先將刀尖的位置高度墊的比正確位置還要稍微高一點，以期鎖定後其刀尖位置恰在所需的中心高度位置；這樣的刀座結構，在定鎖刀具時不但需要依賴高度的經驗判斷，而且在調校的過程中又極不方便，耗時又費工。

此外，若當車刀中心高度位置定位不夠精準時，其進行車削加工時，將會導致刀具切削刀角之變動使刀具易於磨耗而降低刀具壽命，工作物切削尺寸之精度控制不正確，以及加工工作物之表面粗糙度不良等使切削效能不彰的問題。

有鑑於此遂，有先進者針對車刀固定器進行改善，如本國專利公告號 027440[1]，是一種車刀架固定及微調簡便裝置，包含車刀架夾持座、偏心鎖緊栓、微調螺栓、車刀架、等主要元件；其結構是以車刀架夾持座夾持固定於車床之車刀座上，藉微調螺栓調整車刀刀尖與工作物圓心點之準確，以偏心鎖緊栓及車刀架迫緊車刀，使車刀穩定，併藉墊高調整螺栓之調整功用，使車刀側面與車刀架夾持座側面全面接觸，增高車刀在工作進行中的穩定性，減低震動現象。

另，有本國專利公告號 062140[2]，為一種可調式之車刀固定裝置，包括：一主刀座、一持刀座、主刀座凹槽、持刀座凸緣、滾筒、彈簧、調整上下之垂直螺栓、襯套等元件，其特徵在主刀座固持於車床之刀抬座上，持刀座則固持夾緊車刀，主刀座與持刀座之穩固結合，係以主刀座凹槽與持刀座凸緣密合，並以一調整螺栓、二螺帽、二襯套、一螺栓、一彈簧及一套筒來連結，以維操作之穩固，主刀座上並以固定持刀座水平螺栓放鬆及鎖緊而可調整上下垂直螺栓，將持刀座作上下各五公厘的微調，迅速帶動車刀對正工作物中心點，持刀作槽可容納各型車刀，並有校正線，用以校正，避免車刀傾斜者。

另，本國專利公告號 280219[3]的車床之車刀調整結構，其係裝設於刀座上而包括有連結座、夾座、調整螺絲及鎖固螺帽等，其中連

接座，其正面由上而下設有一長形槽，且其由頂面到底面垂直設有一貫穿上述長形槽的通孔，而其側面垂直設有柱體者；夾座其係一 L 型座體，且該座體外側的兩相鄰邊具有槽道，且該座體在槽道側邊具有固定孔，再於座體內側面具有凸塊而得置入連接座的長形槽內，且該凸塊垂直開設有螺孔者；調整螺絲，其係由連接座的通孔一端穿過夾座的螺孔而將夾座與連結座連接成一體者；固鎖螺帽，其固定於調整螺絲的端部而得一併轉動者；據而，連接座藉其柱體固定於刀座上，且夾座的槽道上固定有車刀，而得直接旋轉調整螺絲以調整夾座與刀座之間的高低相對位置，致其可達便於調整車刀、工件間相對位置之目的。

以上三件習知之技術特徵，其均是在一刀把前端設有主刀座，而使用調整螺栓及固定螺栓以調整夾持車刀的持刀座使刀尖對正工作物中心者，惟其持刀座係以懸空方式被固鎖於主刀座上，也就是刀具係在一種無下支承之懸空情形下進行切削加工，容易於加工時產生搖晃、振動及剛性不足等現象，而使得切削表面劣化，尺寸不易精確控制，以及可能因固鎖機構之鬆脫而發生工作危害等問題。

另且，由於其主刀座及持刀座之結構輪廓需外伸於刀座之外，由於外伸長度較長，使刀座受切削力作用在各方向上所受之力矩值亦隨之增加，刀座有不穩固之憂慮。

其次，有從刀座結構來建立調校刀具中心之機構者，如本國專利公告號 376795[4]，為一種車刀座改良結構，主要包括一主刀座與至少一刀座，該刀座分別藉由一固定結構固設於主座上；其特徵在於該固定結構包括有可沿嵌合方向相互嵌合滑套之第一嵌合部與第二嵌合部，該第一嵌合部固設於主座上，第二嵌合部固設於刀座上；其中，第一嵌合部具有一平行於嵌合方向之縱孔，縱孔上段形成有內螺紋，及一垂直於嵌合方向之橫孔，橫孔由縱孔下段貫穿而出；一楔形塊，容置於縱孔中，具有一楔形面；一調整螺桿，具有外螺紋，螺設於縱孔上段內螺紋內，並頂抵於楔形塊上；以及一推塊，容置於橫孔中，

具有一楔形面俾與楔形塊之楔形面相互楔合，及一頂推面頂抵於第二嵌合部。惟此結構中因刀架嵌合於滑套內，僅靠一調整螺桿，螺設於縱孔上段的內螺紋內，而將調整螺桿向下鎖緊時，可推動一上下滑動的楔形塊，藉由斜面效應在推動橫孔內的推塊，而推塊被頂出，頂推面頂抵於第二嵌合部，然這樣的鎖緊方式僅靠其接觸面間的摩擦力來夾持，對於負荷重切削時，可能導致刀具滑動造成危險，十分不妥當。另且，該持刀座部分亦為懸空設置，對於垂直刀面之切削力並無穩固之支承，易導致切削振動現象，影響切削之效能。

另一，本國專利公告號 110335[5]為一種免墊片高低可調式車床四方刀座，也是對車刀座進行改良，其結構係主要包括有：一下底座，其底面設有數貫穿螺絲固定孔藉以上底座螺合，而頂面四側邊另設有數螺桿容納孔藉以容納螺桿者；一上底座，其頂面係與夾刀架上部固定螺絲座連結成一體，底面與下底座之貫穿螺絲固定孔相對之處各設一螺孔，而其四側邊與下底座螺桿容納孔相對之處各設有一外徑不同之同心圓孔，其中該同心圓孔之較大圓孔在上底座側邊並行成一缺口使容納其中之調整盤外緣露出一部，而該同心圓孔之較小圓孔在較大圓孔缺口同側另鑽有一孔並打入一凸梢以卡制螺桿者；一組螺桿，其數目係與上底同心圓孔數目相同，其外緣設有外螺紋及由上至下之凹溝，其頂端並固定有一墊片者；一組調整盤，其數目與螺桿相同，其內緣設有內螺紋以與螺桿配合螺動者；如是組合之發明，其特徵係在於螺桿凹槽係卡制於上底座同心圓孔之較小圓孔凸梢內，調整盤係卡制於上底座同心圓孔之較大圓孔中並由其缺口露出一部外緣，藉撥動調整盤使螺桿或上或下移動而達車刀定心之功效者。

這樣的結構設計雖已達到了快速調整刀尖位置高低的功用，惟因其刀具是放置於兩根調整螺桿所承起的平板上，再經由撥動調整盤使調整螺桿上下移動，而達到車刀定心的功能，也會因調整不均勻，而使平板形成前後傾斜，造成車刀後斜角不準確；此外在平板下方只有靠兩根調整螺桿支持著，其刀具切削之作用力完全由該螺桿之螺牙所

之支撐，對於一般調整用之螺紋型式，通常無法用來承受重負荷，因而使該結構之螺紋易於脫牙損壞。

根據習知車床刀座之車刀中心的調校結構[1-6]，其主要問題為缺乏穩固之刀具支承或是支承構易於變形和調校功效不彰等；本研究因應該等缺失而設計之具可調承座之車床刀具夾持座的結構，其可達成之目的如下：

一. 具有穩固的刀具支承座，無因懸空夾持刀具而可能發生刀具滑動或振動之憂慮。

二. 利用 T 型滑座、楔形面及 T 型滑槽、楔形斜面等結構組成，作為調校刀具位置高度之機構，不但穩固且無受力變形之慮。

三. 利用定位銷及調整螺桿等結構組成，藉由微調桿之旋轉運動，連動萬向連接軸之旋轉，而帶動萬向接頭調整組轉動，同時連動刀具承座上下移動。

四. 組成結構簡單，調校之操作方便，其結構組成更可適用於一般車床之刀座上，應用性廣泛。

第二章、研究方法及過程

本研究「超精密車削之可調刀具夾持座的抗顫振性設計」，其包括持刀座頂板、刀具承座、刀座本體、刀座底板、定位銷、微調桿及調整螺桿等主要組件所構成，在持刀座頂板之四方體底緣各有一個限位凹槽之結構，該槽體之結構可與刀座本體之限位凸緣座相互嵌合；在刀具承座之底緣係以一 T 型滑座、楔形面與刀座本體之四方體側邊底緣各具有一個 T 型滑槽、楔形斜面相接觸，相互嵌合並形成刀具承座可沿著刀座本體之四方體側邊上下移動，且可與刀座本體之底緣相互配合於刀座底板之頂面；在刀座本體之側邊底緣設有一微調孔座可用以穿設一微調桿，其桿之微調定位孔合於萬向連接軸之微調定位銷

中，藉由旋轉微調桿可以連動萬向連接軸，其軸之孔隙合於萬向接頭調整組之萬向定位銷中，藉由旋轉微調桿可以連動調整螺桿，使鎖固於刀具承座之定位銷的調整螺紋孔，帶動刀具承座在刀座本體之側邊底緣上作上下移動，而萬向接頭調整組之旋轉則可以斜面頂升或拉降刀具承座之高低位置，以達到調控刀具定位之高低用以對準車床心軸之中心位置者。

依據本研究技術手段的結構，為能更進一步說明本研究之特徵，茲舉一實施例，配合圖示及各元件符號之標示，詳述如後：

第一圖所示為本研究具可調承座之車床刀具固定架結構示意圖，圖中揭露出持刀座頂板(1)，其詳細構造可由第二圖了解，此結構上方有十六個刀具固定螺絲孔(12)，而正中央鑽有一軸通孔(11)貫穿刀座本體之本體中心軸通孔(35)，其作用是要裝置於車床上使用，在持刀座頂板之限位凹槽(13)之結構，該槽體之結構可與刀座本體之限位凸緣座(36)相互嵌合，而在下方的四個側邊，各有銑製一組 T 型滑槽(31)、楔形斜面(32)，其作用是要易於裝置一刀具承座調整組(2)；而其構造可由第三圖了解，在底邊有一 T 型滑座(21)、楔形面(23)，T 型滑座，其用途是為了嵌合於刀座本體之 T 型滑槽(31)、楔形斜面(32)內，是為了能使刀具承座調整組(2)固定而限制只能上下移動，是屬於本研究之主體，此結構為了和刀座本體之 T 型滑槽(31)、楔形斜面(32)互配合滑動，其構造可由第四圖了解，有一，T 型滑槽(31)、楔形斜面(32)、微調孔座(34)和一本體中心軸通孔(35)；微調孔(34)內部製有微調定位銷，方便和微調桿之微調定位孔(62)配合傳動。在第六圖(A)、(B)、(C)顯示定位銷(5)微調桿(6)、調整螺桿(7)、萬向接頭調整組(10)之構造和與其配合固定方式之結構示意圖，微調桿(6)表面上銑製兩不同定位孔，一為萬向定位孔(61)，和一微調螺紋定位孔(62)，而內端的微調螺紋定位孔(62)則嵌合於微調螺紋定位銷(13)內，而外端的萬向定位孔(61)，則嵌合於萬向連接軸之萬向定位銷內，藉由微調桿(6)之旋轉運動，可以連動萬向連接軸(12)，而帶動萬向接頭調整

組(10)，使刀具承座之定位孔(22)鎖固定位銷(7)的調整螺紋孔(51)，可以連動調整螺桿(7)，帶動刀具承座(2)在刀座本體(3)之側邊底緣上作上下移動，而萬向接頭調整組(10)之旋轉可在刀具承座(2)之口型凹槽(24)及刀座本體(3)之 U 型滑槽(33)內移動，可以斜面頂升或拉降刀具承座之高低位置，而帶動刀具承座(2)前後移動。

另，刀座底板(4)構造如第二圖所示，中央鑽有一底板中心軸孔(41)及底板方槽(42)，而為預防鬆脫發生，則再嵌合上一定位方鍵(11)，以便安裝。刀座底板(4)的作用是與刀座本體中心(3)及持刀座頂板(1)相結合固定；將刀座本體中心(3)，置於刀座底板(4)上，將底板方槽(42)由下方穿入定位方鍵(11)和刀座底板(4)，相互固定位置。將結合好的本體置於車床刀座上，因車床刀座上有一凸出的螺紋固定桿，穿過後再鎖上刀座固定板手(8)，藉由底下內螺紋(82)鎖合固定；另，刀座固定板手(8)由把手固定螺絲孔(83)與把手固定螺絲(85)相互鎖固，而刀具固定螺紋桿(9)則鎖入刀具固定螺紋孔(12)內，用以鎖固車刀。

所以由第六圖之結構中，可以很明顯發現其刀具承座(2)與刀座本體(3)除了承受夾持刀具之受力外；同時也需承受刀具在切削時所發生之進給方向力、徑向力與切線力之作用，而這些切削時所發生之作用力是遠大於刀具之夾持力的。因此，在作刀具承座(2)與刀座本體(3)之結構設計時，除了要考量其利用斜面組合以達成調整車刀具定位高低位置的功能外；其結構體所受的作用力及振動可能造成的效應，尤其是在精密車削加工的應用上，應特別加以一併考量。由於刀具切削工件是使工件發生大塑性變形以分離切屑，刀具從工件部份承受一個阻力。這個阻力稱為切削阻力，其方向及大小係受加工方法、刀具角度、切削條件及加工材料等條件之不同而變化。若以車刀切削圓棒材料時，其所發生之切削阻力一般包括三部份，第一部份是作用於刀具切削方向之切削力，一般稱為切線力 F_t ；如第七圖所示，第二部份是作用於工件軸向(也就是進給方向)之切削力，又稱為進給力 F_f ；第三

部份是作用在工件徑向之切削力，簡稱為徑向力 F_r 。

第七圖及第八圖中，其中作用在刀具上的徑向力 F_r 和切線力 F_t 兩作用力之向量所形成之平面上，可以用一徑向力和切線力之合力 F_{tr} 來表現 F_r 和 F_t 之合成，而這個合力 F_{tr} 的作用方向，也就是剛好會使刀具承座(2)在刀座本體(3)上發生相對滑移的作用力。然而，就刀具承座(2)和刀座本體(3)兩構件之設計功能而言，一方面是要容許刀具承座(2)能在刀座本體(3)上進行滑動，作為調整刀座高低位置之操控；另一方面當這個高低位置一旦被調整完成之後，那麼刀具承座(2)的位置就應被固定，此時，在持刀座頂板(1)的鎖固螺栓(9)就對刀把施加鎖固壓力 P 。而當刀具在進行切削時，又會有切削的作用力作用在刀具上；其中作用在刀具之進給力 F_f 因作用方向係與刀具承座(2)的滑動方向成正交，故進給力應不會造成刀具承座(2)之滑動。然而其他的兩個切削作用力、切線力 F_t 及徑向力 F_r ，因其作用方向恰與刀具承座(2)之滑動方向相同，所以對刀具承座(2)而言，這兩個切削作用力的作用，有可能大過於刀具承座(2)與刀座本體(3)接觸面間之嵌持力，因而使刀具承座發生滑動。

因此，最理想的刀具承座(2)與刀座本體(3)間之斜面角度 β 之設計，應是與切線力 F_t 與刀具鎖固力 P 和徑向力 F_r 三者之合力 F_c 與垂線所形成之夾角 θ_c 有關，最佳情況下為 $\beta = \theta_c$ 如第七圖所示。也就是當 $\beta = \theta_c$ 時，整個作用在刀具上的合力 F_c ，恰與刀具承座(2)之滑動方向形成垂直，因此可以去除合力 F_c 對刀具承座(2)嵌持刀具之穩定性之影響。但是由於切線力 F_t 及徑向力 F_r 之大小是隨切削條件及刀具角度而有不同，因此很難明確的確定其大小，而據以設計出適當的 β 角度。然而由切削學的觀點，其切線力 F_t 及徑向力 F_r 之間係約成一定比關係，也就是可以大約設定 $F_t/F_r \approx 6 \sim 7$ ；此外，刀具的鎖固壓力 P 則是可視為一可測得之定值，從而能估算出第八圖中之 F_t+P 及 F_r 值之比關係，並進一步由三角關係獲知 θ_c 角之範圍，那麼斜面角 β 之設計就介於 θ_c 角的範圍內。

依據第九圖之組成結構，其中斜面角 β 已由 θ_c 角之範圍設定；而當刀具承座(2)作右移(或左移)時，同時刀具承座(2)也會順著刀座本體(3)之斜面作上昇(或下降)，其上昇(或下降)之幅度則以 h 表示， h 值也就是刀具位置可以變動的最大高(低)位置，也就是用這個高低位置的調整，而使刀具光點對準工作物之旋轉中心；然而 h 值也是設計此結構時，是所需給定的一個功能要求數值(一般約為 5mm)；若代表刀具承座(2)在刀座本體(3)作滑動時最大的水平右移(或左移)的距離則以 a 表示之， a 值則可由 β 、 h 及 a 三者之關係，在 β 及 h 均已知之情形下，所需的最大水平移動距離之間隙值 a 可由下式得之： $a=h \times \cot \beta$

再由第九圖之結構圖觀察之，其定位銷(5)位置的設計，關係到調整螺桿(7)的自由端是否會與刀具承座(2)之內槽面(25)發生干涉；因為當刀具承座(2)作圖面之右移(或稱上移)時，刀具承座(2)的位置會由第六圖(A)的位置(或稱中間位置)上移到第六圖(B)的位置(或稱最高位置)，在這個過程中，調整螺桿會逐漸伸長凸出於定位銷(5)的部份，並且其原來的螺桿斜角 α 也會逐漸增加到一個 $\alpha_{\max}$ 的角度；使得調整螺桿形成為高舉且更凸伸出於定位銷(5)之位置，此時，若其定位銷(5)中心與內槽面(25)之間距設計尺寸(y)不足，則易造成調整螺桿(7)與內槽面(25)發生干涉之問題。同理如果定位銷(5)中心與刀具承座(2)之下端面(26)的間距設計尺寸(x)不足，當刀具承座(2)下移到如第六圖(C)的位置(或稱最低位置)時，且其螺桿斜角 α 會減少到一個 $\alpha_{\min}$ 的角度時則其可能發生刀具承座(2)下移之位移量大於調整螺桿(7)於中間位置時外伸於定位銷(5)中心之長度 k ，在於最低位置時，調整螺桿(7)將會發生脫離與定位銷(5)之螺合狀態，因而發生故障的情形。

對定位銷(5)之位置設計而言，因為定位銷(5)的位置會影響到調整螺桿(7)之操控，為了不發生干涉或脫離的問題，其定位銷(5)中心與內槽面(25)之距離 y ，及與刀具承座(2)之下端面(26)之距離 x

兩者必需以演算法所得之尺寸做為依據。

由於根據已給定的 β 、 h 及 a 三者具有外觀功能的設計值；因此由微調桿(6)之折轉中心(63)位置到定位銷(5)中心位置間的垂直距離 $(n+y)$ 及水平距離 m 係為固定值。當任意給定一組初始的設計值 m 及 n 值，以及刀具承座(2)在中間位置時調整螺桿(7)外伸於定位銷(5)之長度為 k 值三者；因為調整螺桿(7)之總長是一定值 (s) ，故調整螺桿(7)外伸於定位銷(5)之長度將隨刀具承座(2)之位置的不同而有變化，並不一定保持為 k 值；參考第十圖所示，當刀具承座(2)在中間位置時，其折轉中心(63)到定位銷中心(5)之距離為 $(m^2 + n^2)^{1/2}$ ；當刀具承座(2)在最低位置時，則其折轉中心(63)到定位銷中心(5)之距離為 $[(m+a)^2 + (n-h)^2]^{1/2}$ ，這也是設計上折轉中心(63)到定位銷中心(5)之最長距離，所以此最長距離可以定為與調整螺桿(7)之總長 (s) 一致，調整螺桿(7)之總長即為： $s \geq [(m+a)^2 + (n-h)^2]^{1/2}$ 此時其螺桿斜角為 $\alpha_{\min}$ ；在於最低位置時，為了不使調整螺桿(7)將會發生脫離與定位銷(5)之螺合狀態，調整螺桿(7)之總長 s 就必須滿足此一限制範圍。

當刀具承座(2)在最高位置時，其折轉中心(63)到定位銷中心(5)之距離則為 $[(m-a)^2 + (n+h)^2]^{1/2}$ ，而其螺桿斜角則為 $\alpha_{\max}$ ，此時調整螺桿(7)外伸凸出於定位銷(5)之長度則變成 $k_{\max}$ ，如第十一圖所示，此狀態為調整螺桿可凸伸出之最大長度 $k_{\max}$ ，這個最大長度可以由在 $\alpha_{\min}$ 下之 s 值減去在 $\alpha_{\max}$ 狀態下之折轉中心(63)到定位銷中心(5)之距離 $[(m-a)^2 + (n+h)^2]^{1/2}$ 所獲得；表示式如下： $k_{\max} = s - [(m-a)^2 + (n+h)^2]^{1/2} = [(m+a)^2 + (n-h)^2]^{1/2} - [(m-a)^2 + (n+h)^2]^{1/2}$

因為 $k_{\max}$ 代表調整螺桿(7)外伸於定位銷(5)之最大長度，為了確保這個最大長度 $k_{\max}$ 不會使調整螺桿(7)與刀具承座(2)之內槽面(25)發生干涉，所以必需對其與定位銷(5)之垂向距離 y 之設計尺寸給予限制範圍的依據，其依據的方程式，參考第十二圖所示可知其關係

式應為： $y > k_{\max} \cdot \sin \alpha_{\max} y > \{s - [(m-a)^2 + (n+h)^2]^{1/2}\} \cdot \sin \alpha_{\max} y > \{[(m+a)^2 + (n-h)^2]^{1/2} - [(m-a)^2 + (n+h)^2]^{1/2}\} \cdot (n+h) / [(m-a)^2 + (n+h)^2]^{1/2} y > (n+h) \{[(m+a)^2 + (n-h)^2]^{1/2} / [(m-a)^2 + (n+h)^2]^{1/2} - 1\}$

由第六圖(A)~(C)觀察得知調整螺桿(7)外伸於定位銷(5)之長度 k ，會因螺桿斜角 α 之變化而有不同的水平方向的距離，為了使調整螺桿(7)之自由端不會因為刀具承座(2)之移動到不同位置時，而發生外凸超過刀具承座(2)之外端面的情形，那麼定位銷(5)中心到刀具承座(2)之外端面之距離 x 的範圍亦應有限制。

首先是當刀具承座(2)在中間位置時(亦即第六圖(A)之位置)，其螺桿斜角為 α ，調整螺桿之外伸長度為 k ，則 x 之範圍應為：

$$x \geq k \cdot \cos \alpha \quad x \geq [s - (m^2 + n^2)^{1/2}] \cdot \cos \alpha \quad x \geq [s - (m^2 + n^2)^{1/2}] \cdot m / (m^2 + n^2)^{1/2} \quad x \geq \{[(m+a)^2 + (n-h)^2]^{1/2} - (m^2 + n^2)^{1/2}\} \cdot m / (m^2 + n^2)^{1/2} \quad x \geq m \{[(m+a)^2 + (n-h)^2]^{1/2} / (m^2 + n^2)^{1/2} - 1\}$$

其次，係當刀具承座(2)在最高位置時(亦即第六圖(B)之位置)，此時其螺桿斜角為 $\alpha_{\max}$ ，調整螺桿之外伸長度為 $k_{\max}$ ，則 x 的範圍值為：

$$x \geq k_{\max} \cdot \cos \alpha_{\max} \quad x \geq \{s - [(m-a)^2 + (n+h)^2]^{1/2}\} \cdot \cos \alpha_{\max} \quad x \geq \{[(m+a)^2 + (n-h)^2]^{1/2} - [(m-a)^2 + (n+h)^2]^{1/2}\} \cdot \{m-a / [(m-a)^2 + (n+h)^2]^{1/2}\} \quad x \geq (m-a) \{[(m+a)^2 + (n-h)^2]^{1/2} / [(m-a)^2 + (n+h)^2]^{1/2} - 1\}$$

最後，係當刀具承座(2)在最低位置時(亦即第六圖(C)之位置)，因為在這個位置下，調整螺桿(7)之自由端恰與定位銷(5)中心切齊，而無外伸之情形，故在這個位置下，調整螺桿(7)一定不會凸出於刀具承座(2)之外端面，因而得以免予考慮在這個狀態下的 x 範圍值。經由刀具承座(2)在中間位置及最高位置兩位置下其 x 值的範圍限制，應同時滿足這兩狀況下的限制，其條件綜合如下：

$$x \geq m \{ [(m+a)^2 + (n-h)^2]^{1/2} / (m^2 + n^2)^{1/2} - 1 \} \text{ 或 } x \geq (m-a) \{ [(m+a)^2 + (n-h)^2]^{1/2} / [(m-a)^2 + (n+h)^2]^{1/2} - 1 \}$$

依據前述之演算程序，可以明確計算出各功能性設計之結構的幾何位置及設計尺寸，這種參數型的結構設計方法，有利於結構之運動分析，並對當有修改結構某一尺寸時，可以很容易的獲得其他部位尺寸的相對變更值；此外，其設計之結構同時考慮到切削之受力狀態，使結構體的組成是在抗力作用的最佳狀態，有助於達成抗顫振性之功效，特別是對 SPDT 切削技術而言，更具有對心準確方便及切削穩定之功能。

第三章、結論

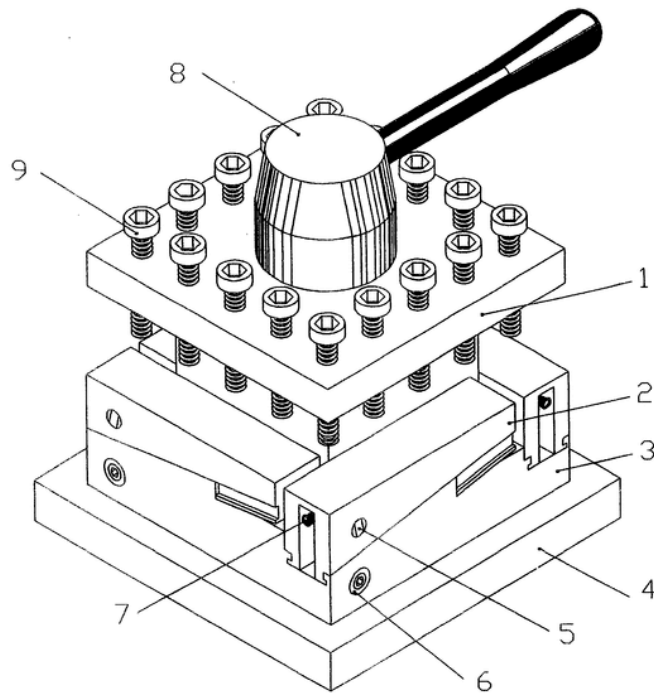
因應 SPDT 加工時必須具備精密的對心操作之要求，尤其是在車床旋轉中心高度位置的調校工作，頗為困難。本研究利用斜面與調整螺桿機構組合，配合幾何形狀、受力分析及運動干涉分析等限制條件之建立，已被證實能研製出具有對心功能的車刀夾持座，如第 17 圖之實物照片所示，其將使得車床工作之刀具對心操作變得更為容易，且更為精準，完全不需依賴經驗技術也能輕易達成；其功效是對心操作上的一大突破。

參考文獻

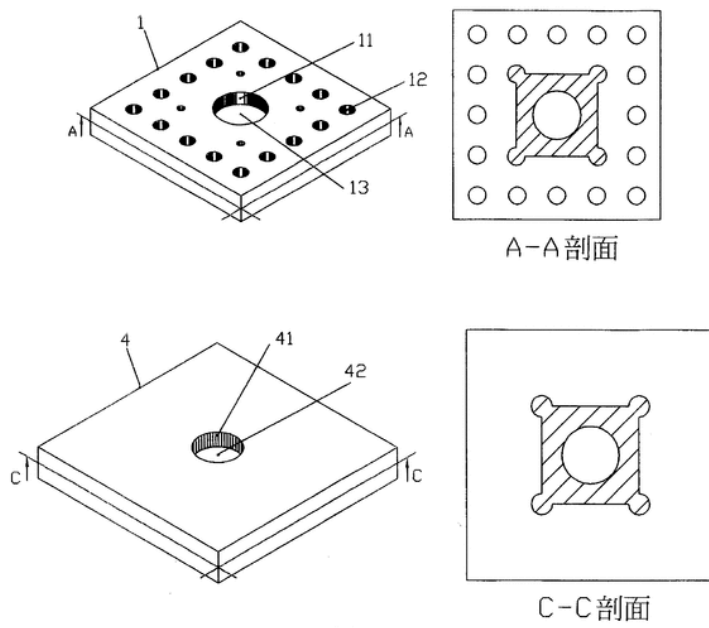
- [1] 胡文宏，”車刀架鎖緊及微調簡便裝置”，中華民國專利，公告編號：27440，1979。
- [2] 陳樂山，”可調式車刀架”，中華民國專利，公告編號：62140，1984。
- [3] 許富美，”車床之車刀調整結構”，中華民國專利，公告編號：280219，1996。
- [4] 徐瑞芳，”車刀座改良結構”，中華民國專利，公告編號：376795，1999。
- [5] 楊世吉，”免墊片高低可調式車床四方刀架”，中華民國專利，公

告編號：110335，1989。

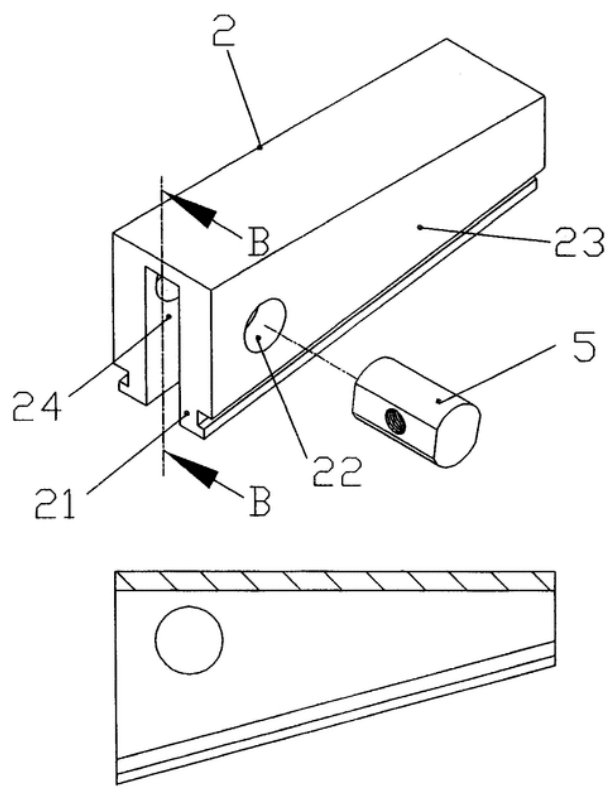
[6] KRANJAC ROMANO, "Tool post", United States Patent, US6230595,
2001



第 1 圖

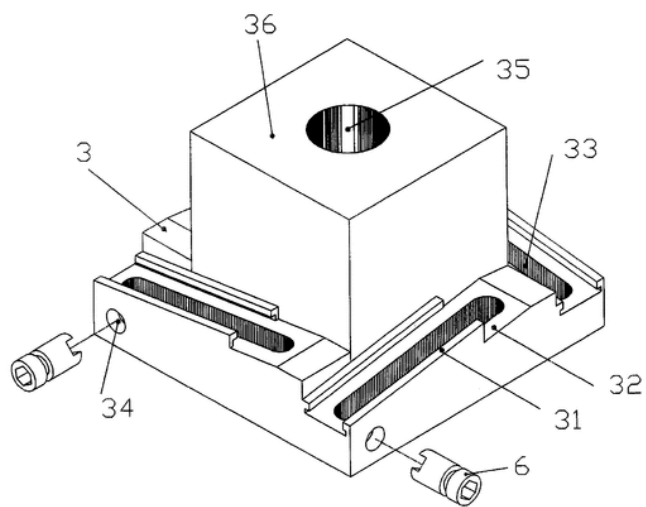


第 2 圖

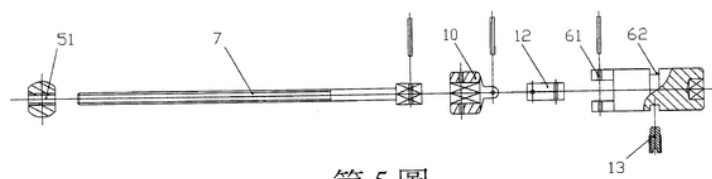


B-B 剖面

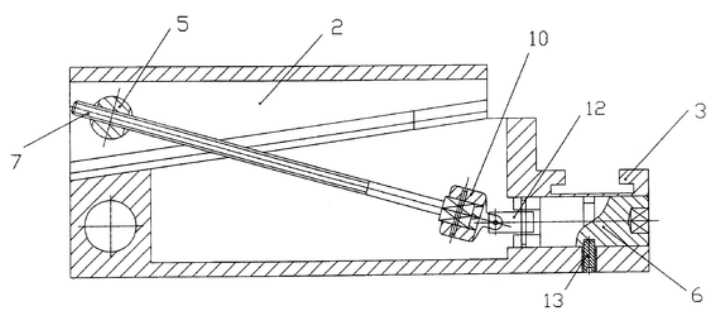
第 3 圖



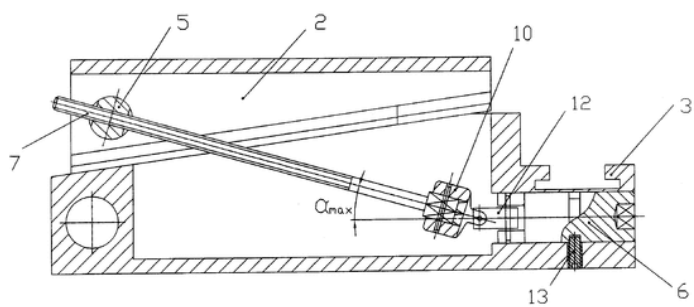
第4圖



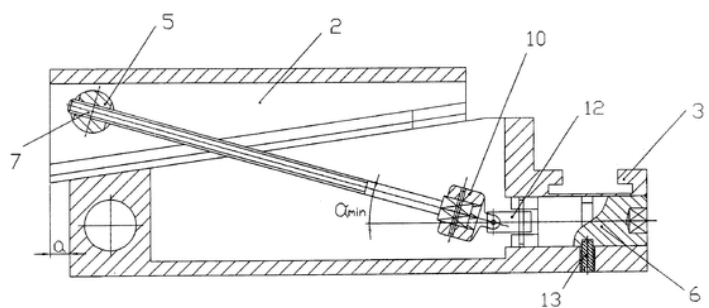
第5圖



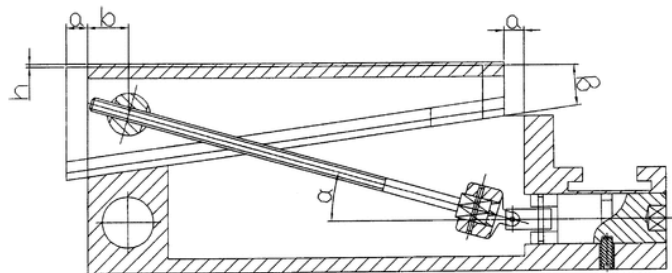
第6圖 (A)



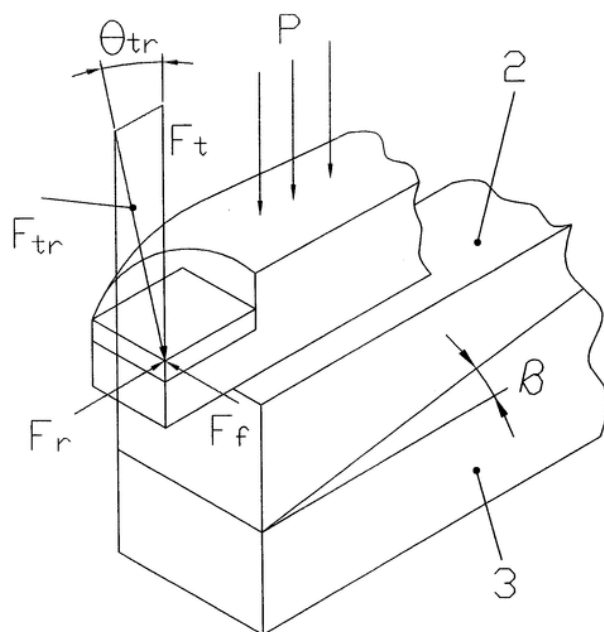
第 6 圖 (B)



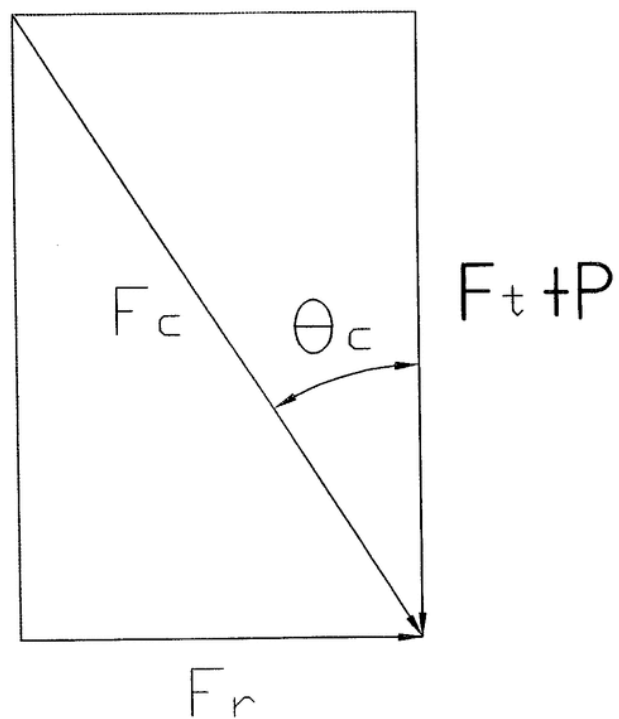
第 6 圖 (C)



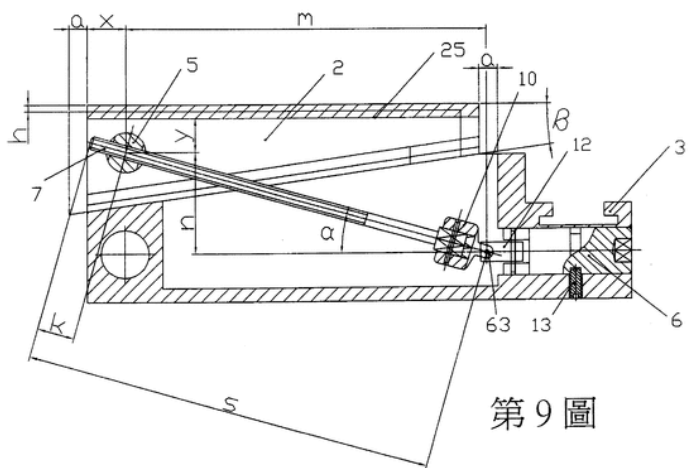
第 6 圖 (D)

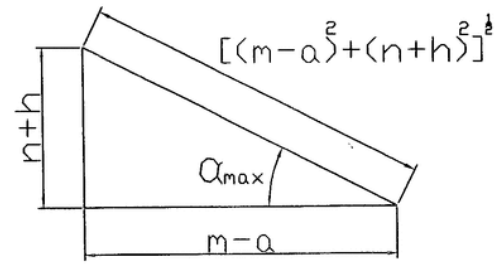
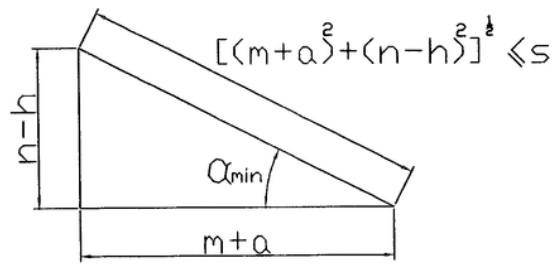
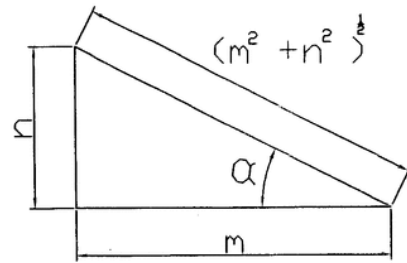


第 7 圖

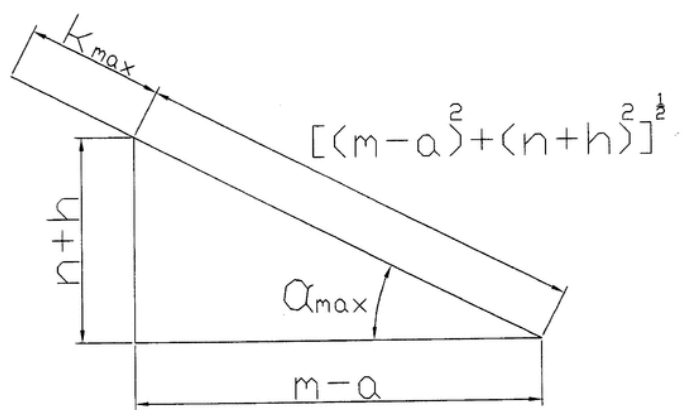


第 8 圖

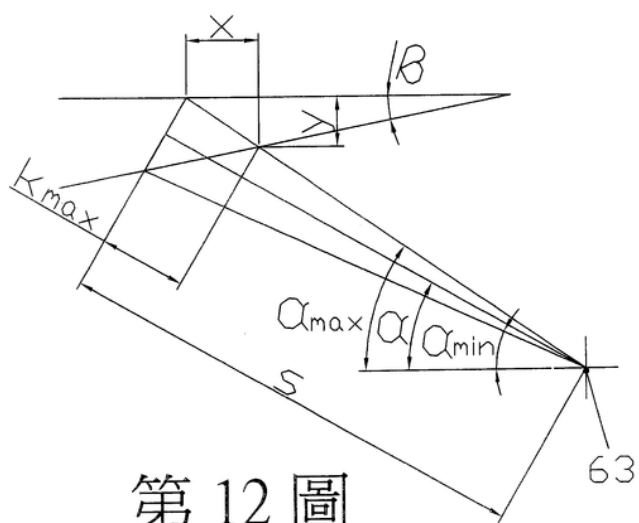




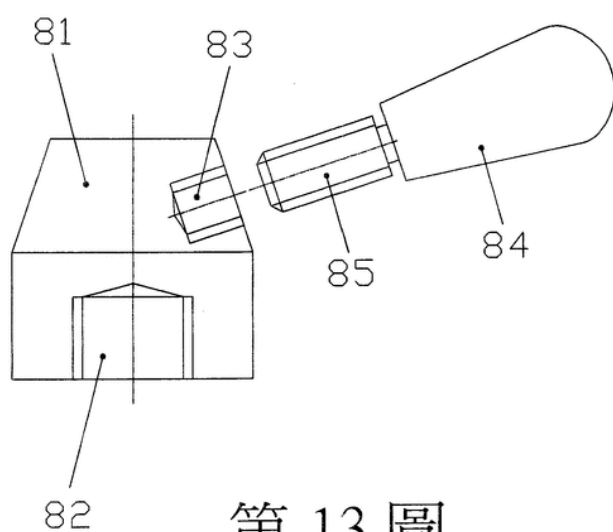
第 10 圖



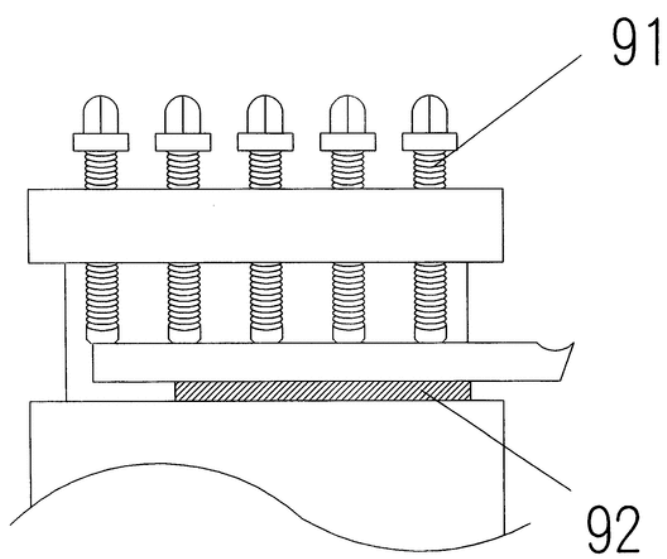
第 11 圖



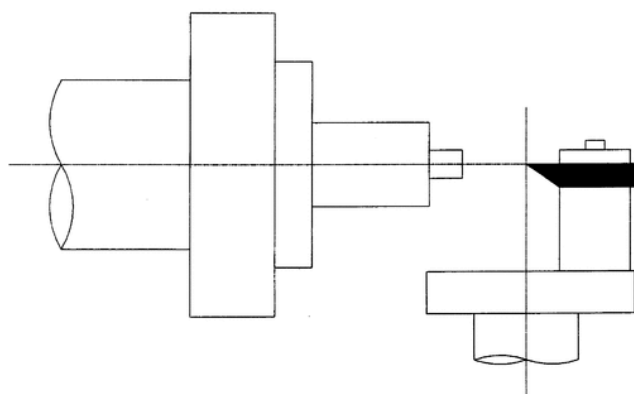
第 12 圖



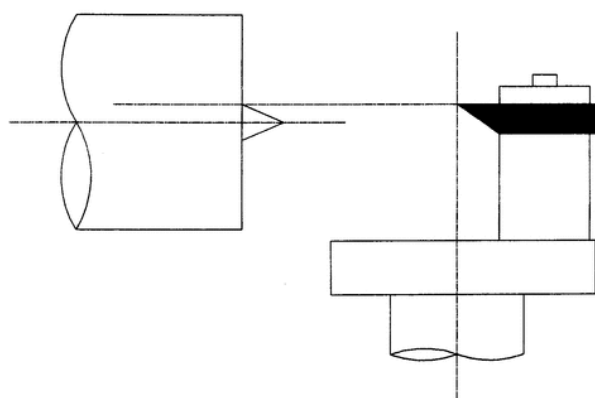
第 13 圖



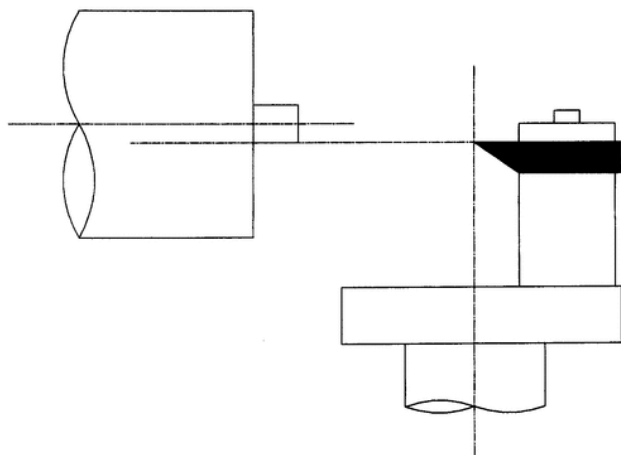
第 14 圖



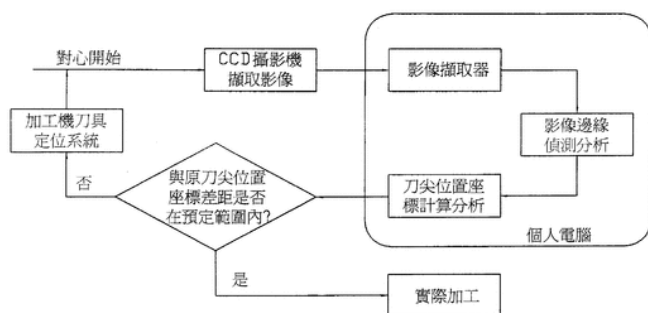
第 15 圖



第 16 圖 (A)



第 16 圖 (B)



第 17 圖