

自動化加工系統

高中組應用科學科第三名

省立霧峰農工

作者：蘇榮華、陳隨統
黃碧岳、鄭獻廷
指導教師：廖繼意、林豐隆

一、研究動機

目前工業學校電子科與機工科等，均缺乏自動化之機器設備，尤其在政府大力提倡工業升級的今天，高工學生實在急須一套實用之自動化教學設備以便學習現代之科技，是故我們幾位對自動化機械有興趣的同學經討論後向老師建議，決定電子科與機工科多位同學配合研究以機械手為主及改良後的第二代之 CNC-2 複合機，加上自動送料系統與空壓系統組成一套由電腦控制之全自動化無人加工生產教學設備，希望可實際應用於生產線上，為我國的工業升級盡一點力量。

二、研究目的

- (一)嘗試高工學生研製自動化生產設備與教學教具之理論與實際配合的能力。
- (二)結合電腦與機械為一體之自動化作品，提供廉價之自動化生產設備與學校自動化課程之教學設備。
- (三)研究之作品除供學生深入研習與控制外，更可用於不同的生產工廠，及具危險性的加工場所或大量生產用。
- (四)提供高工學生對自動化研究之風氣。
- (五)學生創造實用自動化教學設備，可供老師教學用。

三、研究範圍

- (一)研究範圍
 - 1 微電腦軟體與硬體應用控制設計。

2. 直流馬達與驅動電路研究。
3. 空壓系統控制。
4. 開迴路與閉迴路控制。
5. 精密滾珠導螺桿及滑軌滾動摩擦之應用。
6. 機械結構設計及應用。
7. 加工流程之管制與問題探討。
8. 加工尺寸與公差檢驗。
9. 機件組合調整之技術。
10. CNC 與機械人及送料系統自動加工應用程式之研究與發展。

(二)名詞解釋：

本研究專業性名詞，儘求採用標準教材所用名詞。

技術性研究人員之溝通，現僅就一些較含糊的名詞於本研究報告中本人所持的看法作說明。

1. AMS—AUTOMATIC MANUFACTURE SYSTEM

2. 機械手—各國所持定義，沒有一定標準有人稱爲機械手。也有人稱之爲機械人，在日本一般人認爲凡能代替人自動加工的機器就稱爲機械人，本人看法是一必須具有人腦簡單功能者，才稱之爲機械人。

3. 穩定性—即一物在任何時間、空間使用下，能保持其不變的功能。

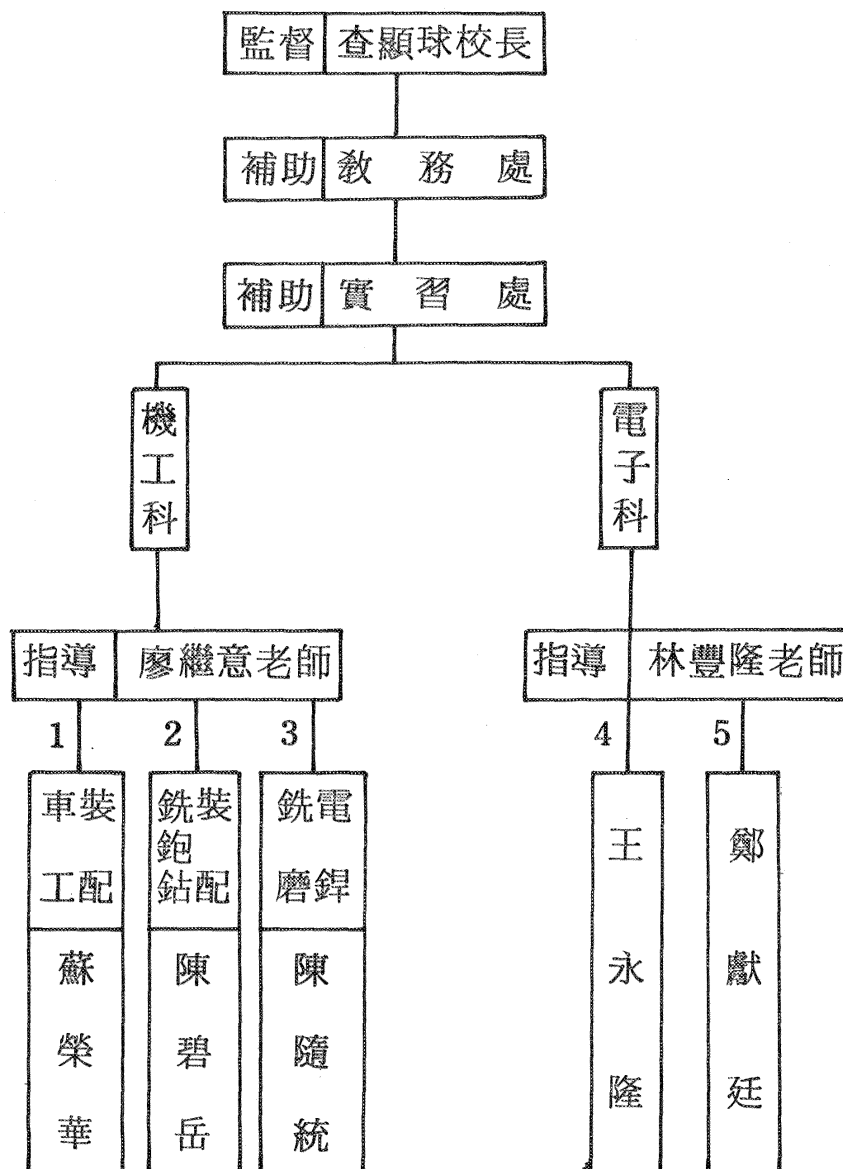
4. 流 程—指完成一件事情或物品，從開始到完成之中的每一過程。

5. 動作與動作區別：如步進馬達開始作動作迴轉動作。

四、研究設計與實施

(一)研究設計、過程、方法

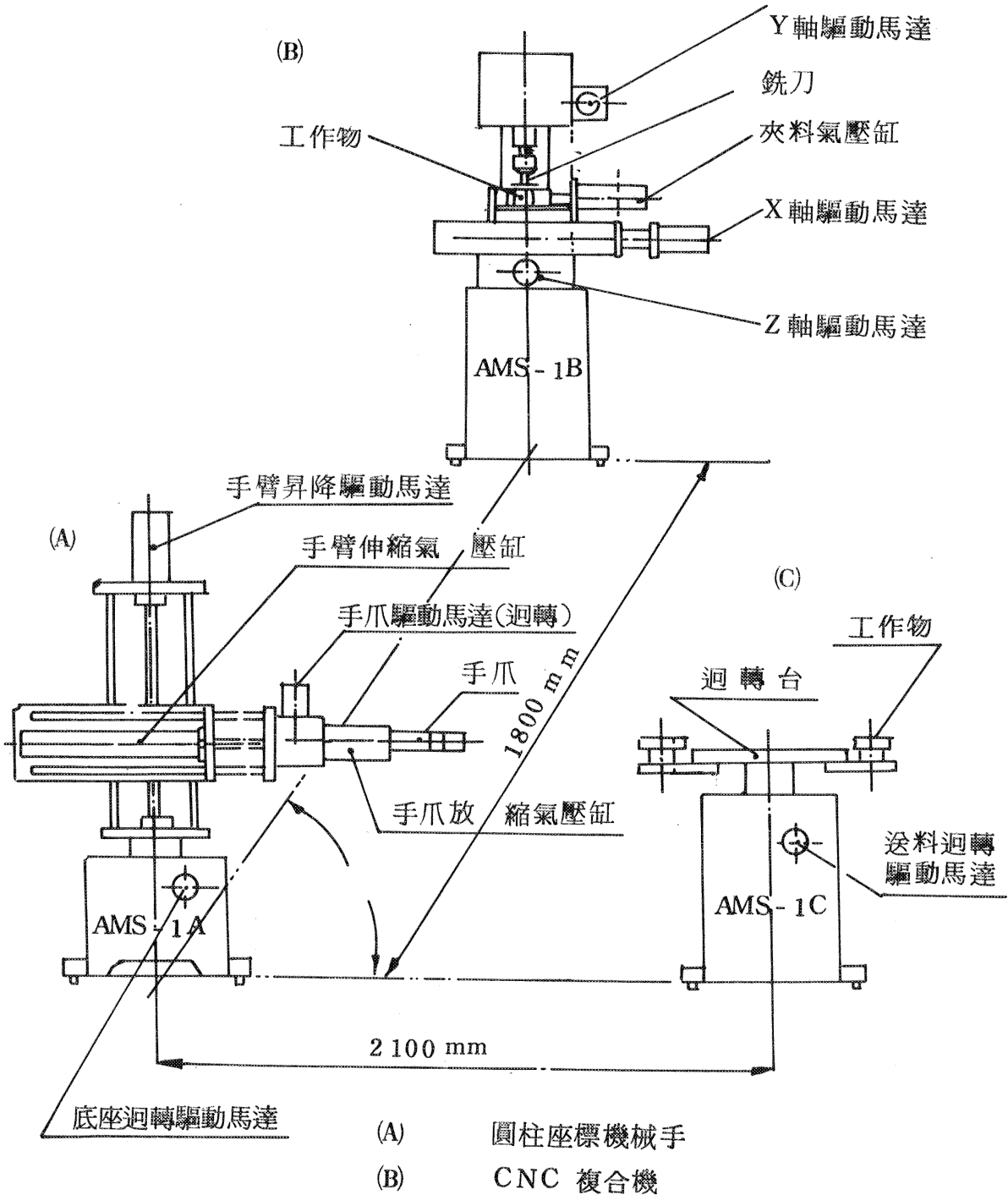
AMS-1 自動化系統研究小組人事組織表



1：每星期六下午 1：30 召開小組會議，討論工作進度、問題研究、分配安排下一步工作。

2：1 號、4 號負責聯絡、協調、安排工作。

AMS-1 自動化系統位置圖各部名稱



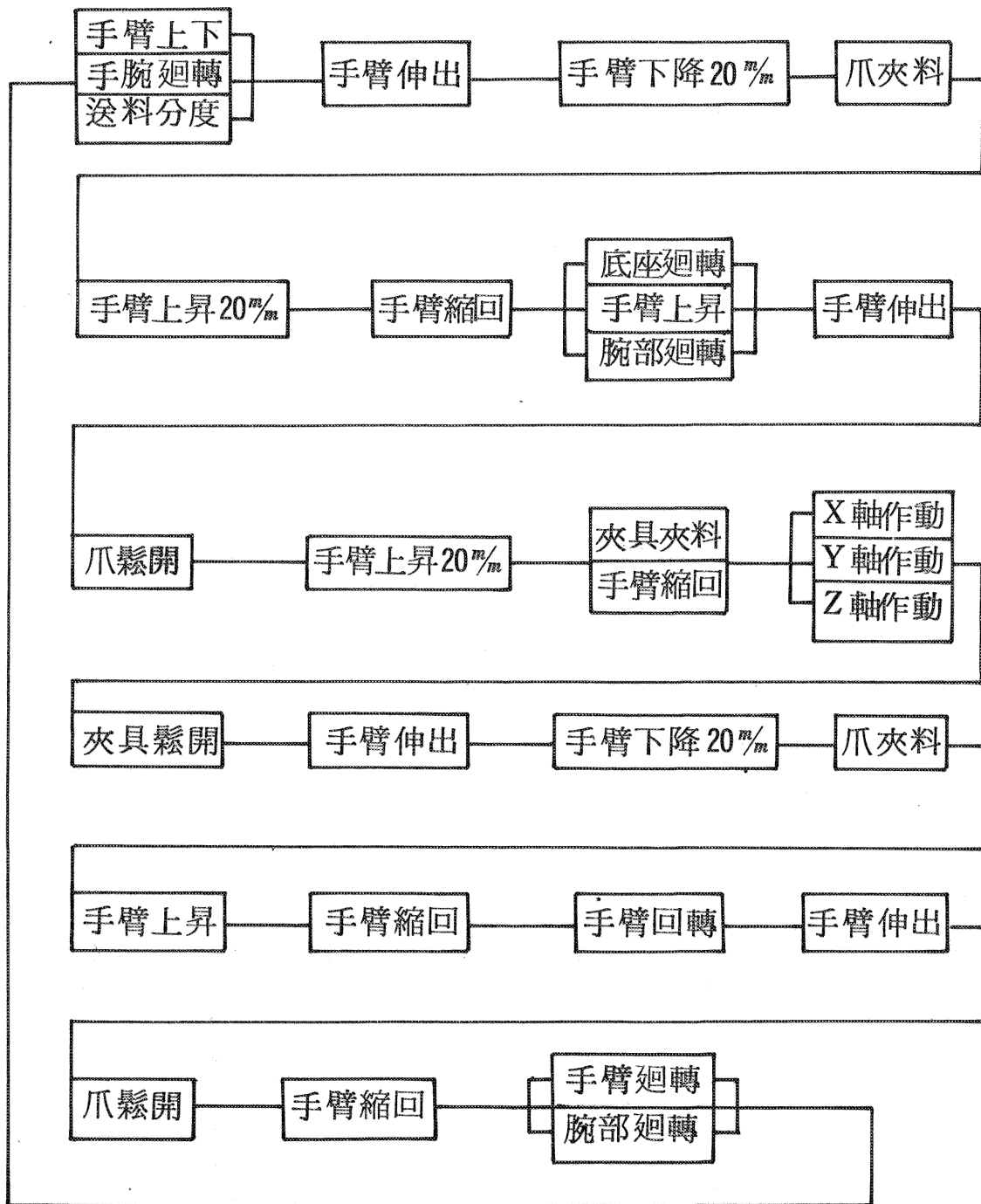
AMS-1 種類、名稱、動作流程圖

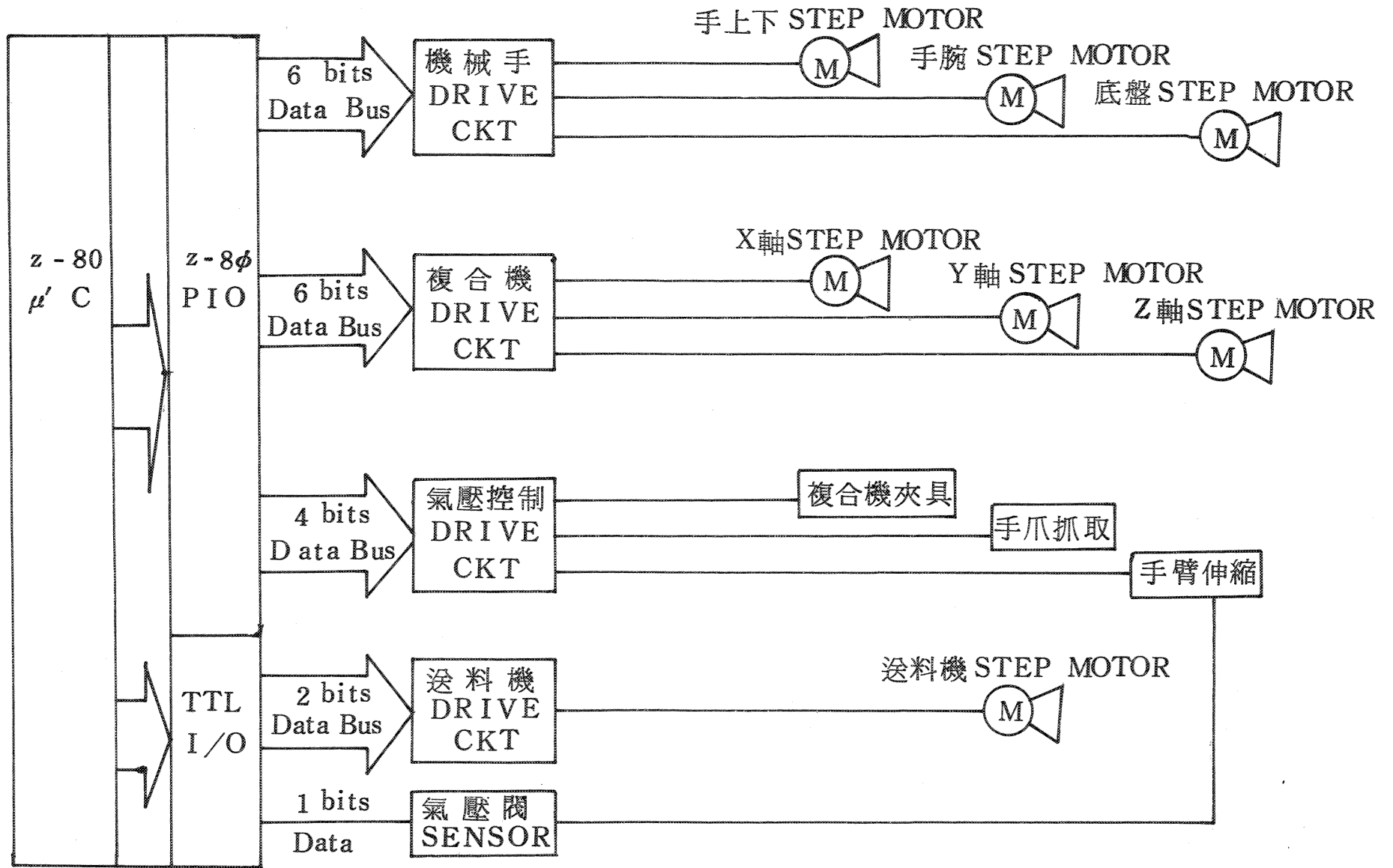
1 AMS - 1 : AUTOMATIC MANUFACTURE SYSTEM
NO1

2 AMS - 1 自動化加工系統種類名稱：

- (1)機械人 (2)自動送料裝置 (3)CNC 複合機
(4)空氣壓縮機 (5)電腦控制系統(1) (6)電腦控制系統(2)

3 AMS - 1 動作流程：

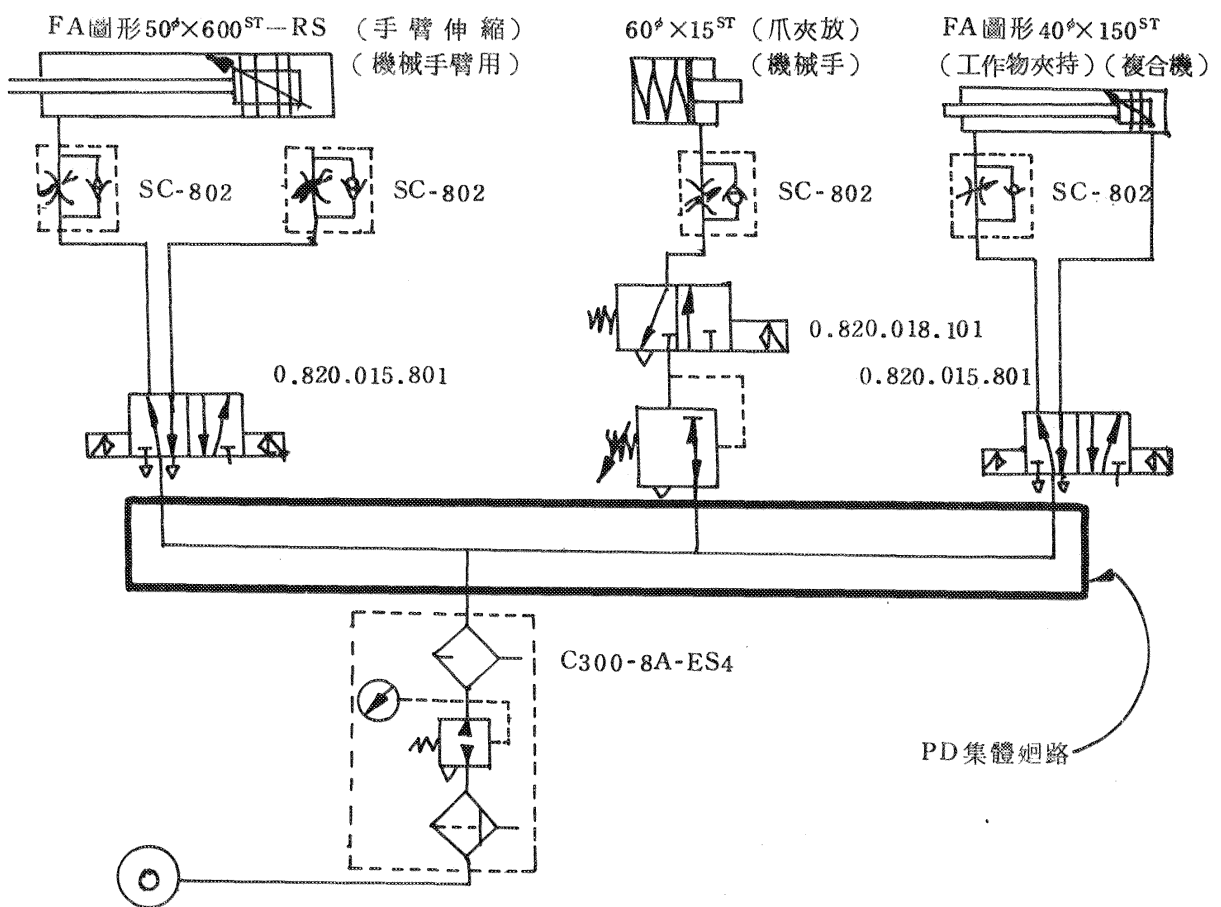




AMS 自動化系統氣壓迴路圖 (機械手臂、複合機)

本氣壓迴路零件除爪夾故用缸 $\phi 60 \times 15$ 及集體迴路板自製外，其餘皆為標準零件，估價後外購。

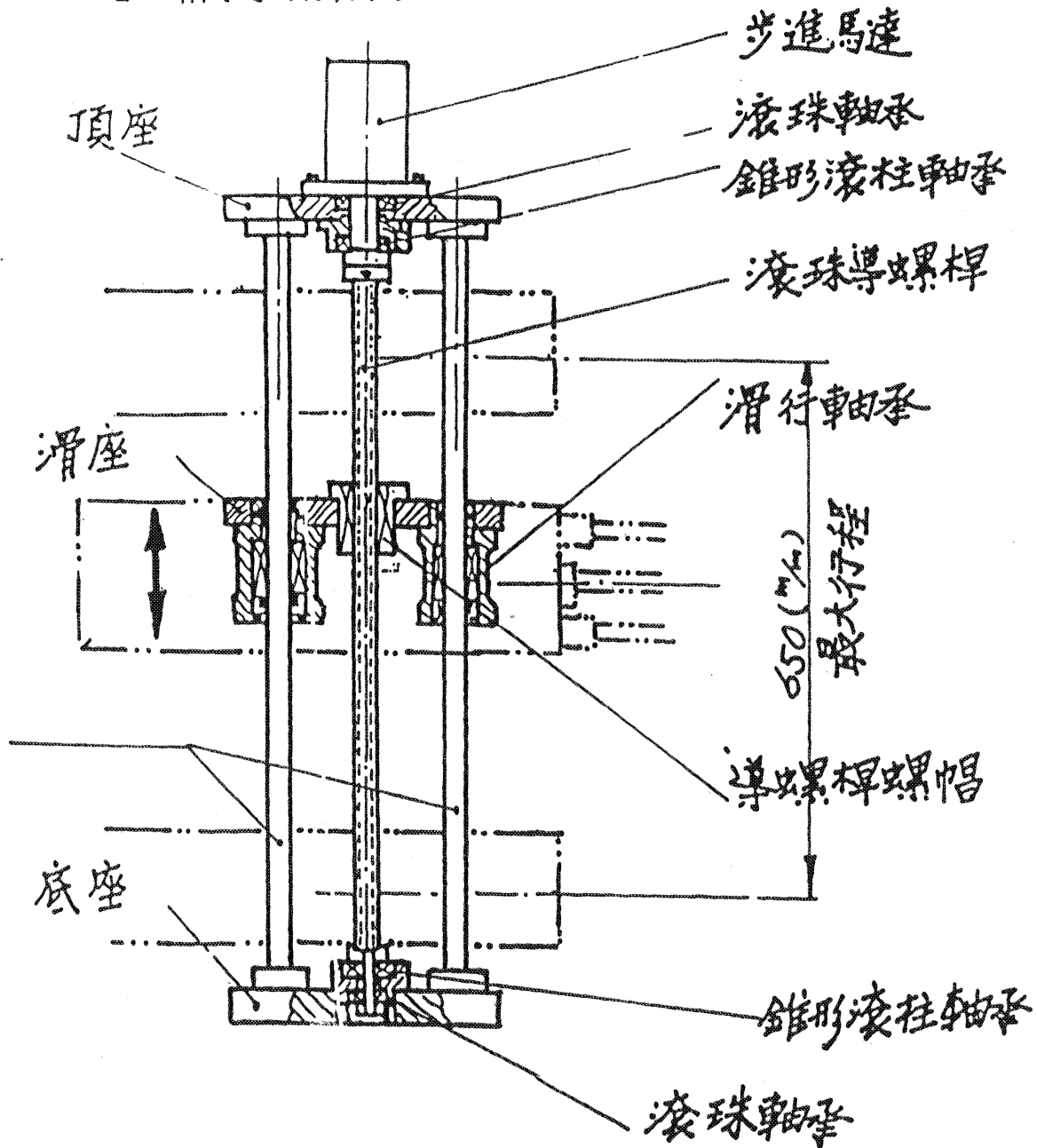
爪夾放氣壓缸係利用自製搪磨頭 (Honging Head) 裝上強力鑽床搪磨加工。



註：本迴路編號 (零件)，是依據德國 BOSCH-PNEUMATICS 型錄編寫。

(二)機械結構分析

1. Z 軸 (手臂升降)



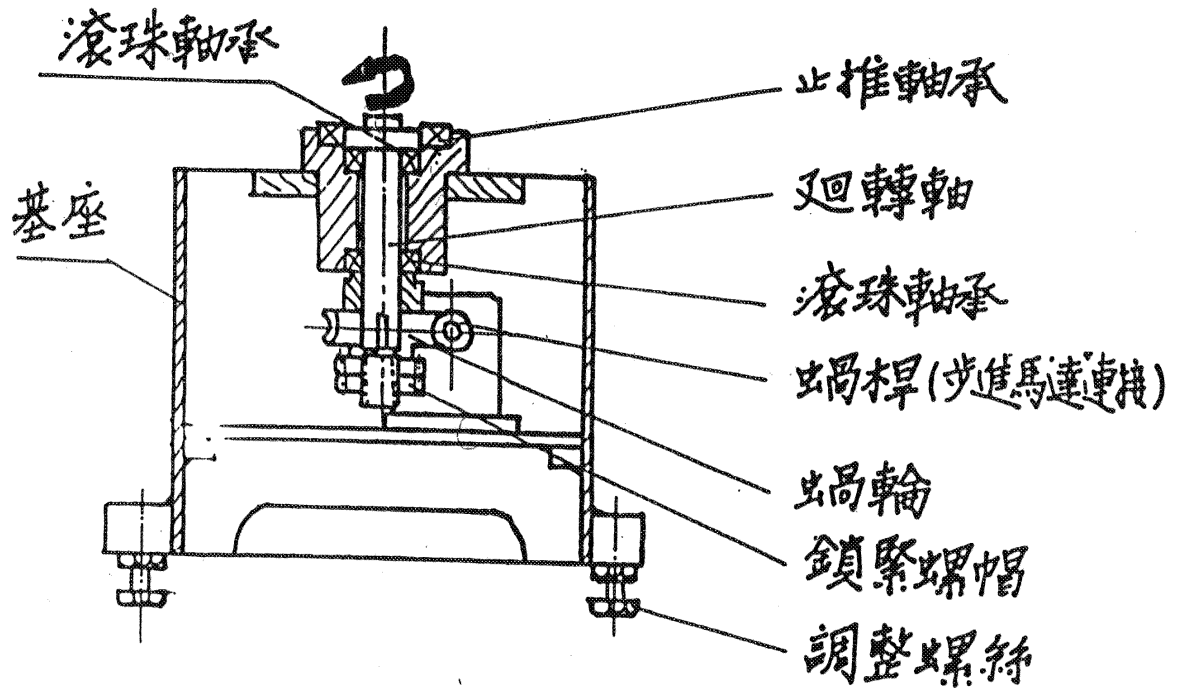
說明：(1)此軸係用何豐公司製造導螺桿傳動，長 1000 mm，節圓直徑 $\phi 25$ mm，導程 10 mm 由一 80kg-cm 的步進馬達帶動，目的是使手臂上下運動。

(2)滾珠導螺桿遠比傳統導螺桿具有下列之優點：

- | | | |
|----------|-----------|------------------------------------|
| 1. 使用壽命長 | 2. 只需低驅動力 | 3. 低磨擦 ($\mu = 0.002 \sim 0.01$) |
| 4. 產生較少熱 | 5. 高移動速率 | 6. 無阻滯滑移效應 |
| 7. 高定位精度 | | |

(3)滑行軸承上、下加裝刮塵器。

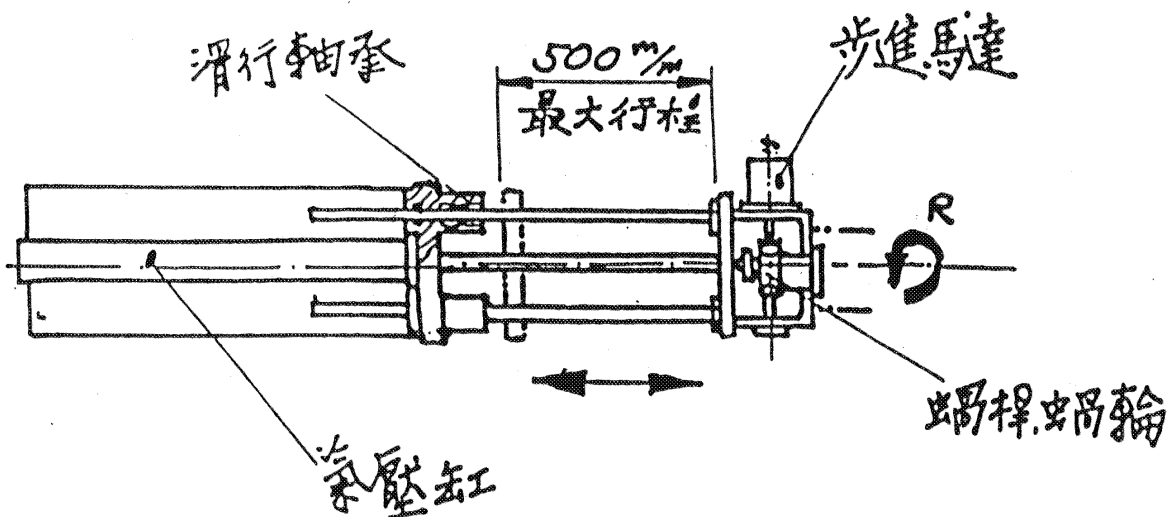
2. 迴轉座 (θ 軸)



說明：(1) 此軸由步進馬達帶動 1/30 之蝸輪組，使整個機械手臂作 360° 迴轉。

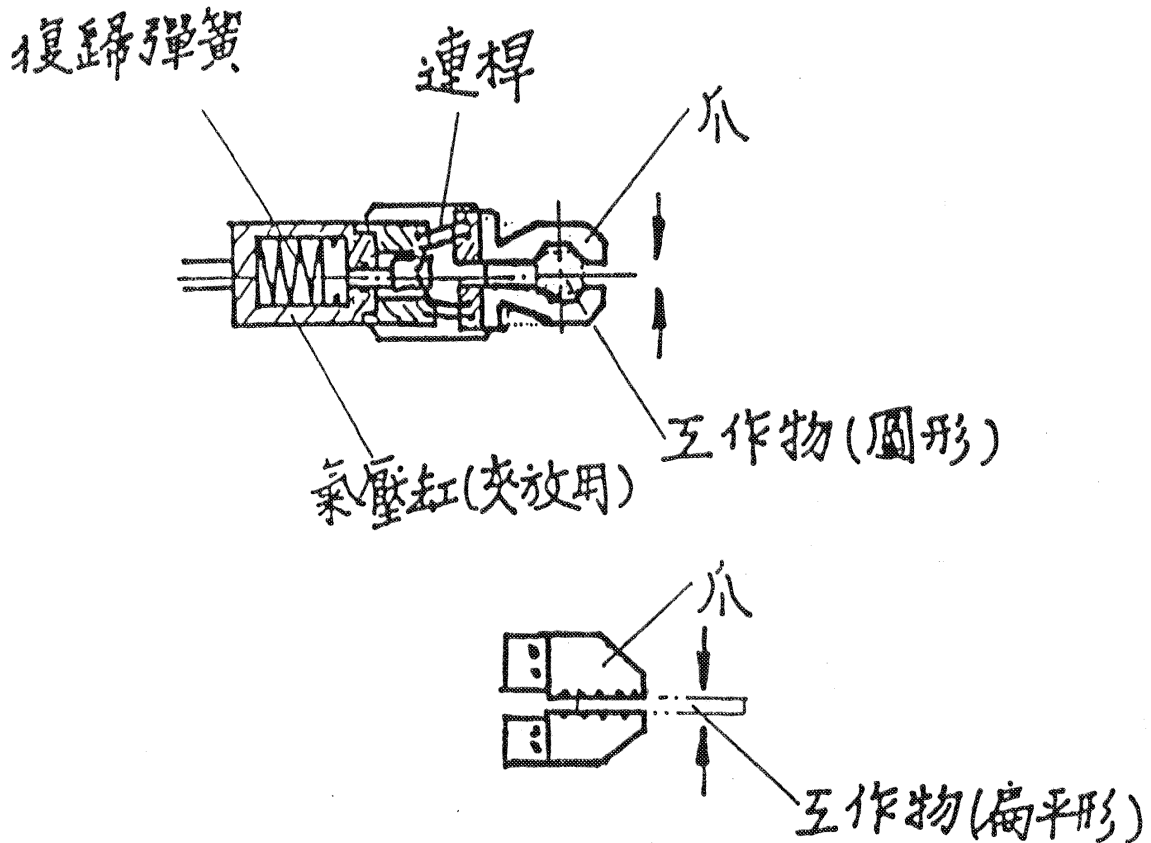
(2) 迴轉軸上部凸緣和 Z 軸底座孔配合，由六角沈頭螺絲連接。

3. X 軸 (手臂伸縮) 與 R 軸 [手腕 (爪) 迴轉]



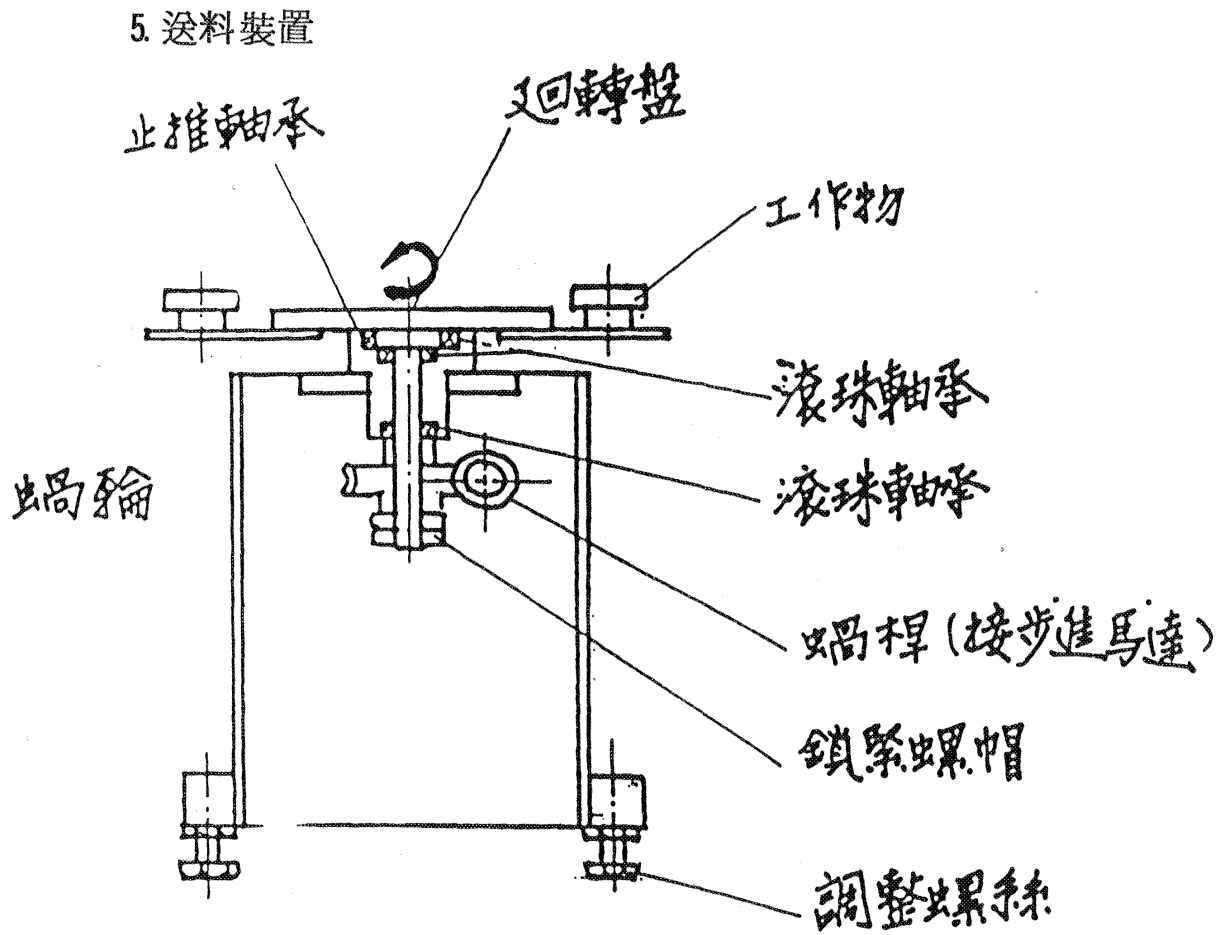
- 說明：(1) X 軸係利用一 $\phi 50 \text{ mm} \times 500 \text{ mm}$ 電磁感應氣壓缸傳達運動，目的使手臂伸縮以便取料。
- (2) R 軸係利用一 20 kg-cm 之步進馬達，帶動齒輪比 $1/24$ 之蝸輪組，目的使爪作 360° 迴轉。

4. 手爪



註：以上係機械手臂之結構。

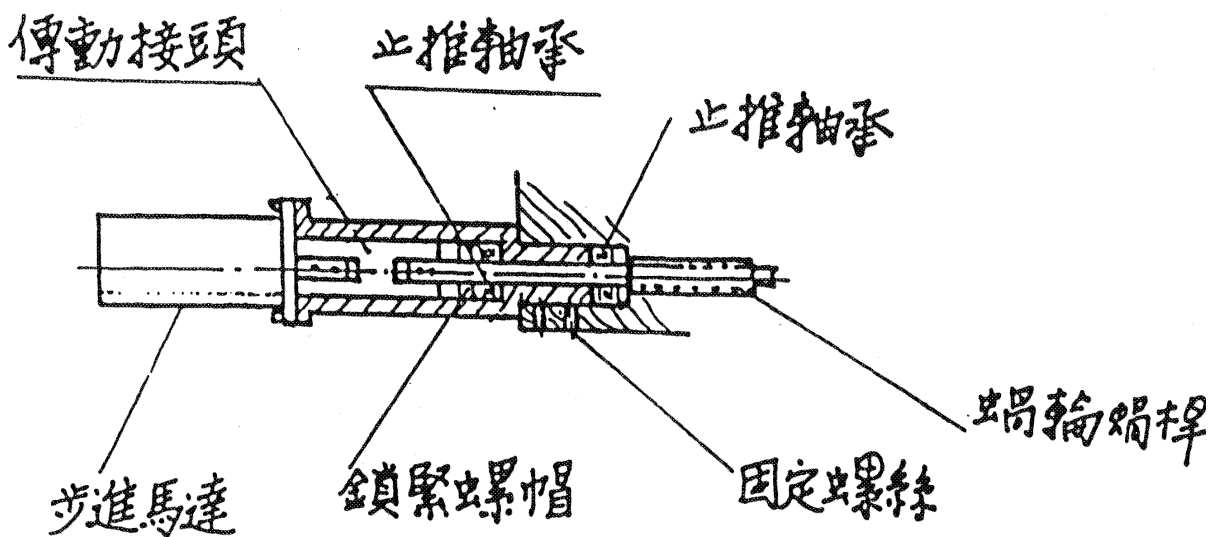
- 說明：(1) 本手爪係利用自製單動氣壓缸 ($\phi 60 \times 15 \text{ mm}$) 傳動連桿平行機構，以使爪夾放工作物。
- (2) 手爪之設計，適於夾放圓形、扁平之工作物，即爪可拆換。
- (3) 爪夾料尺寸範圍：
- 圓形： $\phi 30 \sim \phi 80$
 - 扁平形： $5 \text{ mm} \sim 45 \text{ mm}$



說明：(1)此送料係用步進馬達帶動一 $1/30$ 之蝸輪組等分 8 等分
分割。每等分 750 個脈衝。

(2)工作物係由定位銷或治具定位於每一等分座上。

6. CNC 複合機 Z 軸

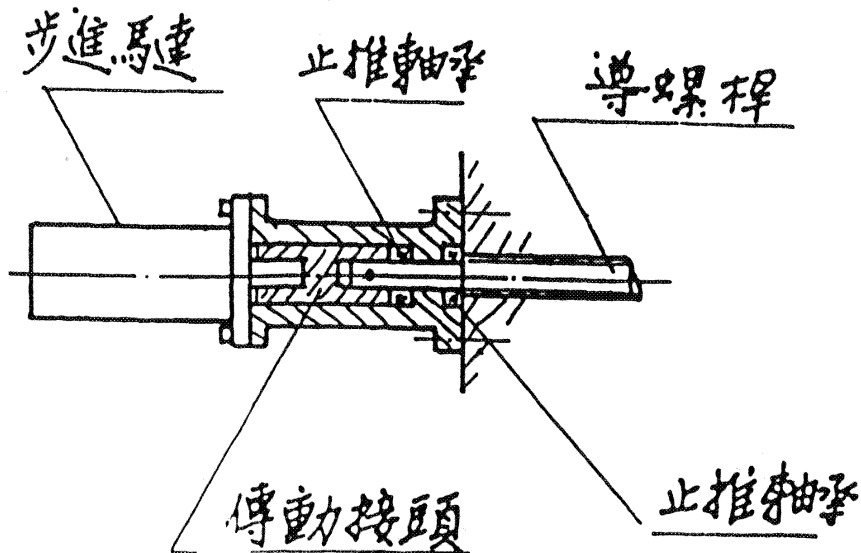


說明：(1)本複合機機體為榮富公製造，買來後把手動，改裝由步
進馬達傳動。

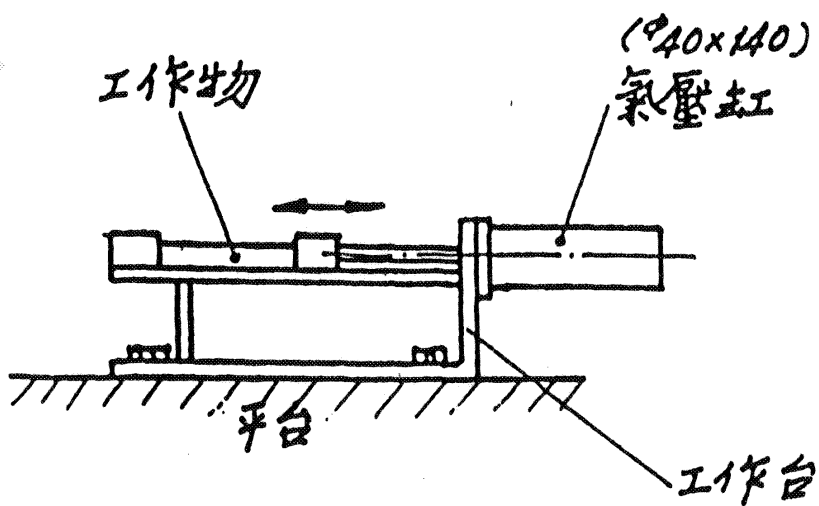
(2)改裝必須考慮地形、地物的利用，且不失其結構性。

(3)物料裝却須自動且定位精度要高。

7. CNC 複合機 X 軸 Y 軸



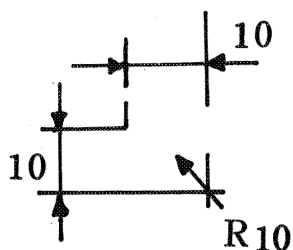
8. 工作物夾具



—製造加工程序表—

零件名稱	機座	圖號	DW 09	指導	廖繼意
材料	S30C 3/16 × 400 × 692-2塊	零件號	A412	分析	陳隨統
使用設備 工具量具	電銲機、氧氣功割機、 C形夾捲尺、小鋸頭。	工作重點	避免電銲熱能產生 變形到最低程度。		

工 作 簡 圖



B部詳細

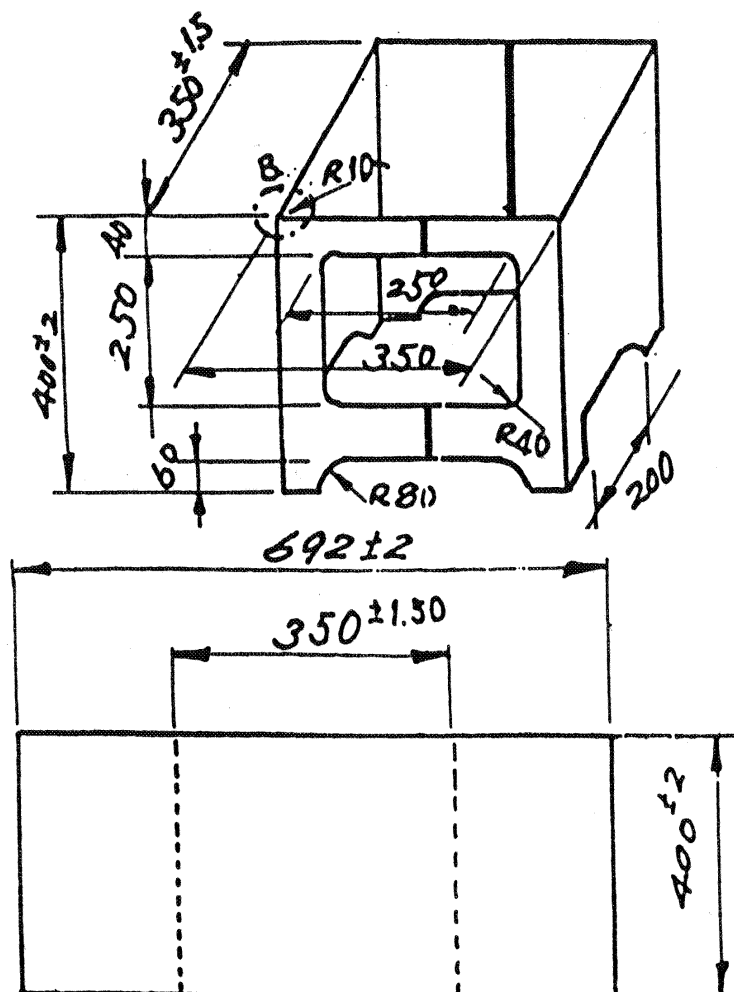
本圖周表

$$= \frac{2R}{4} = \frac{2 \times 314 \times 10}{4}$$

$$= 15.7 \text{ mm}$$

和直角長度相差

$$20 - 15.7 = 4.30 \text{ mm}$$



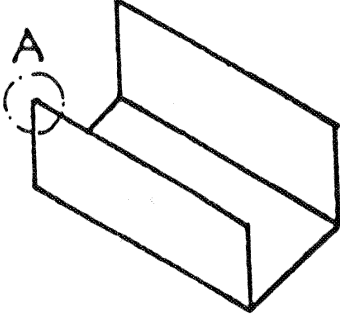
板金展開圖 (2塊)

加 工 程 序 圖 說

OP1 (板金成形)

A 部詳細

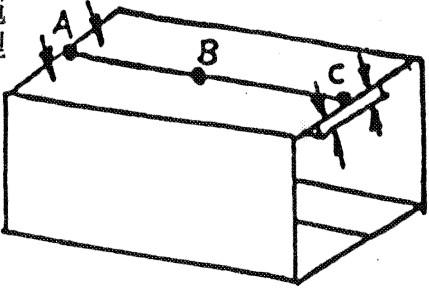
C3 A



如 A 部詳細
焊接部位；需倒角

OP2 A,B,C表示焊接之前之點
焊以防變形

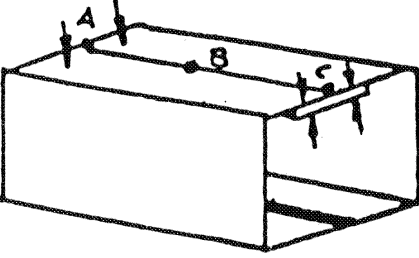
(電焊)



箭頭指 C 形夾

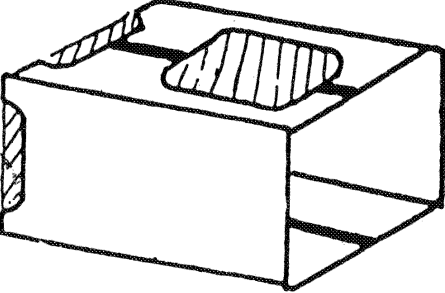
OP3 OP2操作完後，先矯正形
狀後再行焊接另一邊 (OP3)

(電焊)



OP4 焊接好後；需再矯正形狀

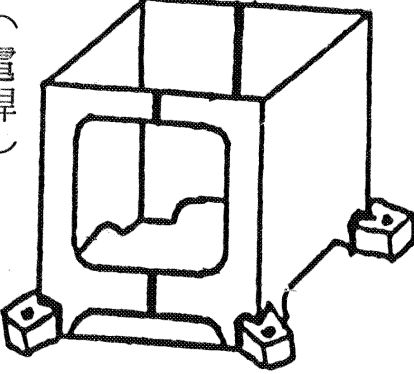
(氧氣切割)



劃線後切割

OP5 (手提砂輪修整毛邊)

(電焊)



焊接四個腳座

OP6

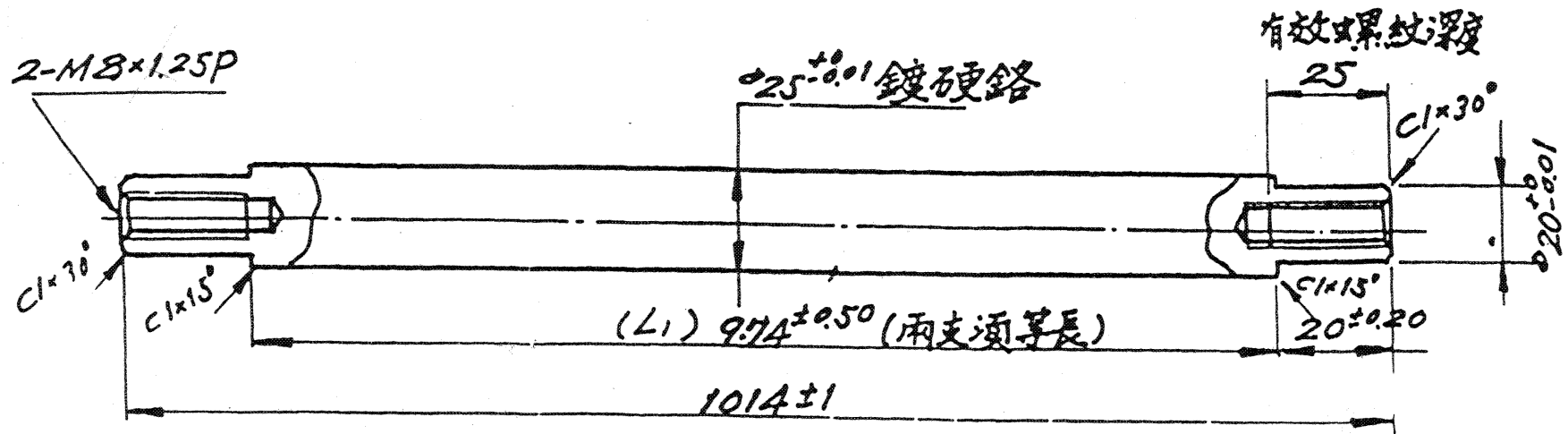
檢 討	預定完成日	實際完成日	原 因	完成	✓	原 因
	721103	721102		失敗		

※本表工作前預先填好後送交老師審核COPY，然後發回供工作中參考。

—製造加工程序表—

零件名稱	滑柱	圖號	DW03	指導	廖繼意
材料	φ25 × 1017 (2支) S45C	零件號	A 107	分析	蘇榮華
使用設備 工具量具	車床、鑽頭 φ6.8. 螺絲次 M8 × 1.25P 夾具、量錶、分厘卡、游標尺。	工作重點	2支導柱之 L ₁ ; 需等長，故須定位再加工。		

工 作 簡 圖



加 工 程 序 圖 說

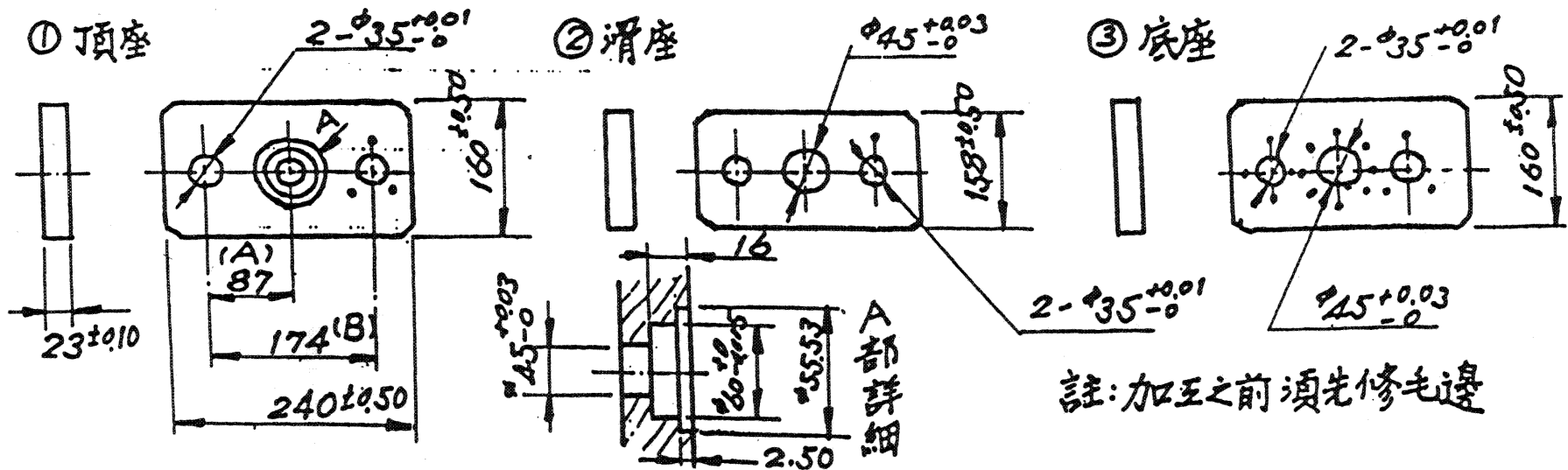
<p>OP1</p> <p>(車外徑)</p>		<p>OP2 (倒角、鑽孔 $\phi 6.8$)</p> <p>(車)</p>				
<p>OP3 (坎絲)</p> <p>(車床上)</p>		<p>OP4</p> <p>換車削 B 端，同 OP1.2.3 步驟</p> <p>(另外一支同理)</p>				
<p>OP5 (控制 2 支 L_1 長度)</p>		<p>OP6</p> <p>以上共 14 個步驟 (因工作物太長，不能用兩心間工作法，故用輔助夾具並作定位夾緊用)。</p>				
檢 討	預定完成日	實際完成日	原 因	完成	✓	原
	721004	721004		失敗		因

※本表工作前預先填好後送交老師審核 COPY，然後發回供工作中參考。

— 製造加工工程序表 —

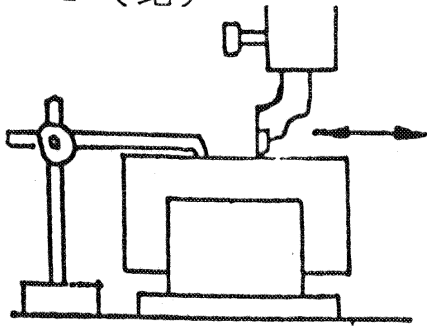
零件名稱	頂座、滑座、底座	圖 號	DW01	指導	廖 繼 意
材 料	1×163×243(3塊) S45C	零件號	A101, A102, A103	分析	蘇 榮 華
使用設備 工具量具	鉋床、銑床、銲接、車床、鑽床、內經分鉋刀、 銑刀、搪孔刀、鑽頭、車刀、游標尺、缸體規。	工作重點	三塊之A, B尺寸要一樣須先接合再搪孔		

工 作 簡 圖



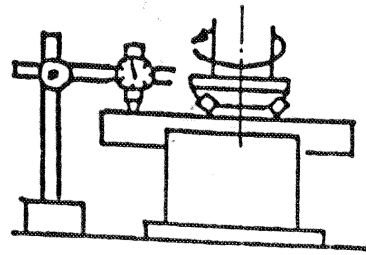
加工程序圖說

OP1 (鉋)



化面
鉋床加工鉋除切割硬

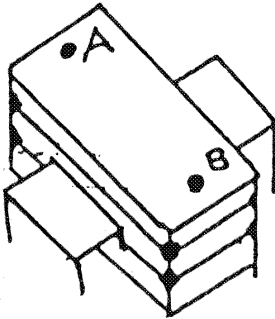
OP2 (銑)



銑床面銑刀銑平面

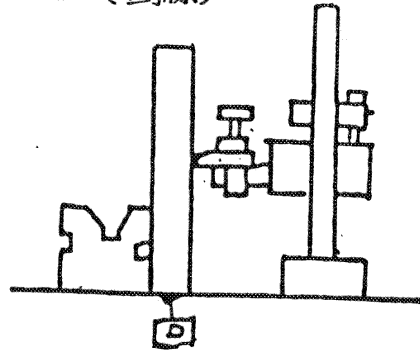
OP3 (鐸)

鐸接部分須先倒角



C用虎鉗夾緊後
A B處鐸接並

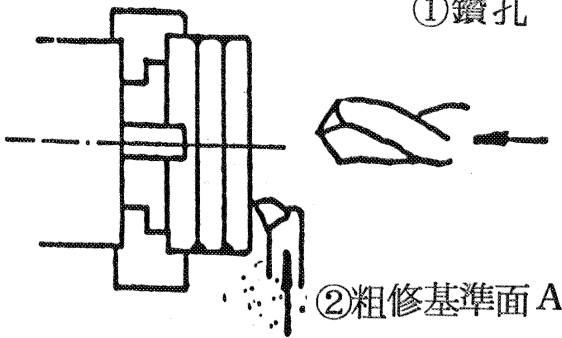
OP4 (劃線)



劃線(之前D面先銑平)

OP5 (車)

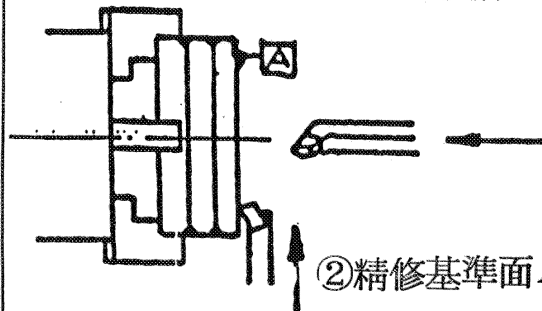
①鑽孔



②粗修基準面A

OP6 (車)

①搪孔



②精修基準面A

OP7

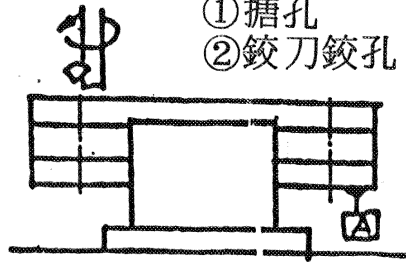
鑽 $1\frac{1}{4}$ 2孔



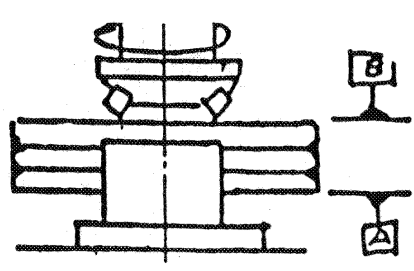
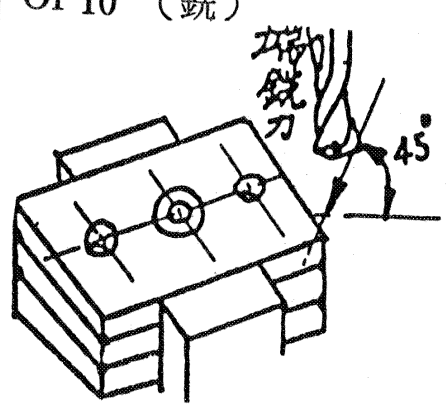
(強力鑽床)

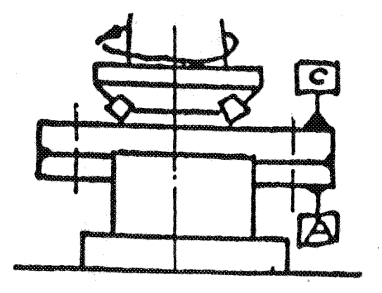
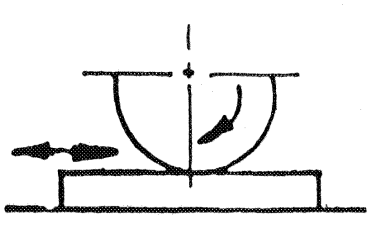
OP8

①搪孔
②鉸刀鉸孔



(銑刀代替磨床)

<p>OP9 (銑)</p>  <p style="text-align: right;">以 B 基準面 以 A 基準面為基準銑銷</p>	<p>OP10 (銑)</p>  <p style="text-align: right;">先拆第一塊</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>OP11 (銑)</p>  <p style="text-align: right;">以 A 為基準面銑削 C 基 準面</p>	<p>OP12 (磨)</p>  <p style="text-align: right;">絲孔見 MO: 02 磨各面之前先鑽各螺 以各塊基準面為基準研</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>OP13</p>	<p>OP14</p>
-------------	-------------

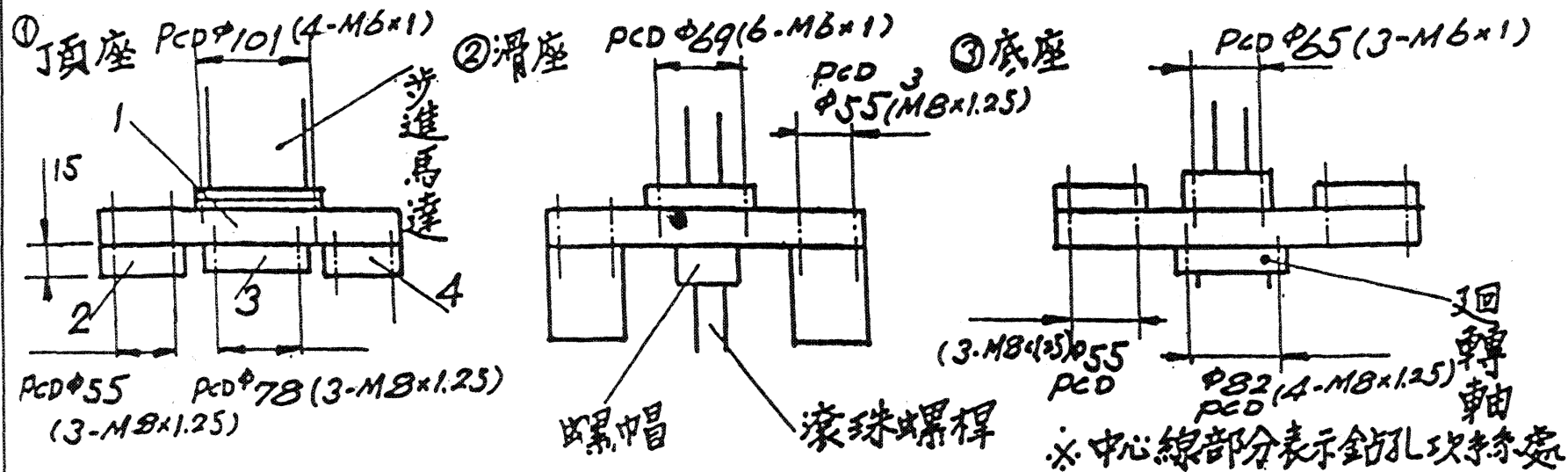
檢 討	預定完成日	實際完成日	原 因		完成	✓	原 因
	720924	720922			失散		

※本表工作前預先填好後送交老師審核 COPY，然後發回供工作中參考。

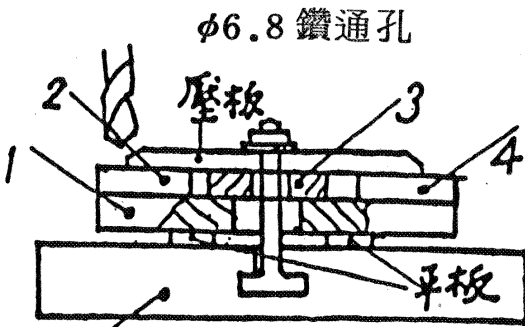
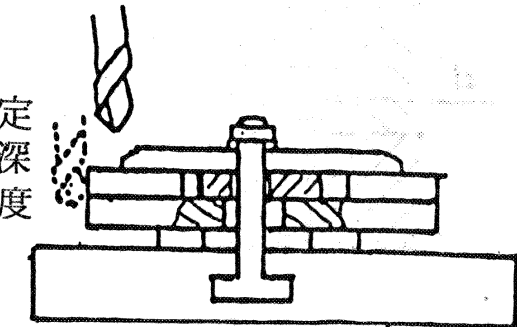
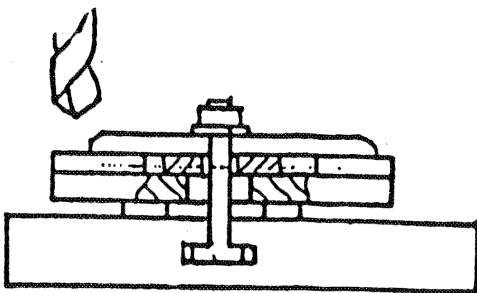
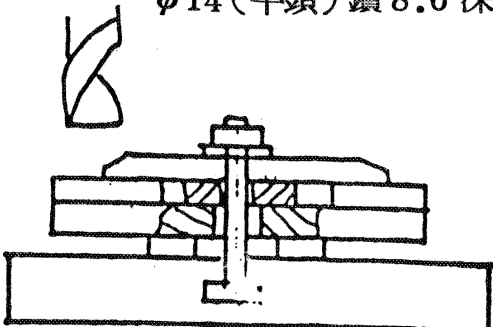
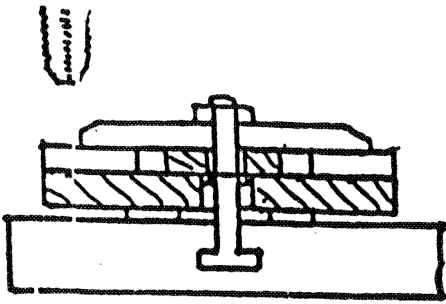
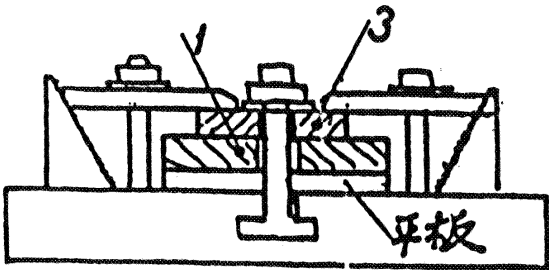
— 製造加工程序表 —

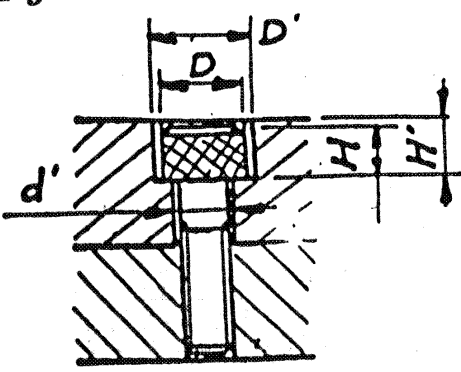
零件名稱	頂座、滑座、底座	圖 號	DW01, DW02	指導	廖 繼 意
材 料	1 × 163 × 243 (3塊) S45C	零件號	A101, A102, A103	分析	蘇榮華、黃碧岳
使用設備 工具量具	強力鑽床	φ6.8, φ9, φ14 鑽頭、鑽夾、板手 M8 × 1.25 絲坎、板手、壓板、中心沖	工作重點	步進馬達、滾珠螺孔迴轉軸因太長不能夾起來同時鑽，只能裝在一起後割線。	

工 作 簡 圖



加工程序圖說（舉頂座加工爲例）

<p>OP1</p> <p>$\phi 6.8$ 鑽通孔</p>  <p>鑽床迴轉台</p>	<p>OP2 $\phi 9$ 鑽 $16 \frac{m}{m}$ 深</p>  <p>定深度</p>
<p>OP3 $\phi 14$ 鑽 $8 \frac{m}{m}$ (或 $6 \frac{m}{m}$) 深</p> 	<p>OP4 $\phi 14$ (平頭) 鑽 8.6 深</p> 
<p>OP5 M8 \times 1.25 坎絲</p> 	<p>OP6 側視圖</p>  <p>平板</p>
<p>OP7</p> <p>注意：2、3、4件之孔中心距離於車工加工時用車刀劃線。</p>	<p>OP8</p> <p>②滑座③底座 鑽孔以此類推</p>

OP9			OP10																							
			<table border="1"> <tr> <td></td> <td>d'</td> <td>D</td> <td>D'</td> <td>H</td> <td>H'</td> </tr> <tr> <td>M6 × 1</td> <td>6.6</td> <td>10</td> <td>11</td> <td>6</td> <td>6.5</td> </tr> <tr> <td>M8 × 1.25</td> <td>9</td> <td>13</td> <td>14</td> <td>8</td> <td>8.6</td> </tr> </table>							d'	D	D'	H	H'	M6 × 1	6.6	10	11	6	6.5	M8 × 1.25	9	13	14	8	8.6
	d'	D	D'	H	H'																					
M6 × 1	6.6	10	11	6	6.5																					
M8 × 1.25	9	13	14	8	8.6																					
OP11			OP12																							
OP13			OP14																							
檢 討	預定完成日	實際完成日	原 因	提 前 因 銑 方 面 之 前 加 提 前 完 成	完成	✓	原 因																			
	720925	720924			失敗																					

※本表工作前預先填好後送交老師審核 COPY，然後發回供工作中參考。

—工作日報表—

零件號	A 401	工 作 圖	
圖號	DW 23		
材料	φ100×223 SCM 4		
發表日	72.10.13.		
預完成日	72.10.18.		

311

編號	流程名稱	尺寸代號	尺寸公差	實測尺寸	不良原因			完成日時	操作人	驗收人
					過大	過小	其他			
OP1	精車外徑	A	$\phi 98 \pm 0.10$	$\phi 98.07$				10/13 晚5:00 (下午)	蘇榮華	
		B	$\phi 45 \begin{matrix} +0.03 \\ -0.07 \end{matrix}$	$\phi 44.94$						
	"	C	$\phi 60 \pm 0.10$	$\phi 60.04$				10/13 晚5:00	"	
		D	$\phi 40 \begin{matrix} +0.25 \\ +0.26 \end{matrix}$	$\phi 40.22$						
	"	E	$\phi 39.80 \pm 0.05$	$\phi 39.78$				10/13 晚5:00	"	
		F	29 ± 0.10	29.06						
	"	G	191 ± 0.20	191.08				10/13 晚5:00	"	陳隨統
		H	220 ± 0.30	220.24						
OP2	銑鍵槽	J	$7 \begin{matrix} +0 \\ -0.10 \end{matrix}$	6.98				10/13 下午 7:00	陳隨統	黃碧岳
		K	$4 \begin{matrix} +0.05 \\ -0.05 \end{matrix}$	4.04						
OP3	鑽孔坎絲	I	$80 \begin{matrix} +0.08 \\ -0.09 \end{matrix}$	80.04				10/14 下午 6:00	黃碧岳	廖繼意
OP4	熱處理	HRC80 60	HRC58 60	HRC58				10/19 上午 10:00	中日金屬	廖繼意
OP5	研磨	D	$\phi 40 \begin{matrix} +0 \\ -0.01 \end{matrix}$	$\phi 39.995$				10/19 下午 6:30	陳隨統	
			判定	允收						
不良原因 (重作)	①圓周磨床研磨 因筒度差0.04 ②車床頂心未頂好			重作記 錄次數		延遲原因	①送外熱處理，必須等相同的材質多量時一起熱處理。 ②重作。			
<p>註：(1)以上表格於本報告是重新整理過後再填表。</p> <p>(2)本表格上之 編號、流程名稱、尺寸代號、尺寸公差 由老師來填(發表格時)。 、材料、發表日、預定完成日、圖零件號</p> <p>(3)性質較類似，或必須先完成之零件，列為優先發表，有時一次共發6張。</p> <p>(4)本表格可供成品記錄參考，以分析學生檢驗誤差率。</p>										

(二)資料處理

1 使用機器、設備、量具、工具、切削刀具種類名稱：

表 1 使用機器設備

編號	工作名稱	使用機器	所屬單位
01	車削	車床(揚鐵)	機工科
02	銑削	立式、臥式銑床(永進、大立)	"
03	鉋削	鉋床(三和)	"
04	平面研磨	①平面磨床(建德)②手提砂輪	"
05	外徑研磨	內外圓磨床(大光)	"
06	搪磨(兩壓缸)	強力鑽床裝上自製搪磨頭	"
07	鑽孔	強力鑽床(遠東)	"
08	銲接	電銲機	"
09	鋸切	帶鋸機(連豐)	"
10	氧氣切割	氧氣切割機	農機科

註：熱處理，電鍍是送外加工，但因時間拖太長，以後即停止。

表 2 使用量具、檢測儀器

編號	工作名稱	使用量測儀器	所屬單位
01	內外徑 厚度、深度	游標尺、內外徑分厘卡、深度分厘 卡、塊規	機工科
02	劃線	高度規、萬能角度儀、單腳、塊規、 直角規	"
03	圓筒度真圓 度(同心度)	圓筒度測試儀、真圓度檢測儀、 (亦可測同心度)	金田公司 (建教工廠)
04	硬度	洛氏硬度機	崇銘公司 (建教工廠)
05	表面粗糙度	表面粗糙度測試儀	"
06	同心度	兩心間測試儀	和大公司 (建教工廠)
07	長工作物	米尺、捲尺	機工科
08	螺紋	螺紋分厘卡	機工科

表 3 使用工具

編號	工作名稱	工具名稱	所屬單位
01	大角沈頭螺絲	六角板手	機 工 科
02	大角頭螺絲	活動板手	"
03	大角頭螺絲	梅花板手、開口板手	"
04	鑽 孔	鑽夾與板手	"
05	坎 絲	螺絲坎板手	"
06	①打中心孔等②裝配等	①金屬鉚頭②塑膠鉚頭	"
07	電銲、鑽孔	C夾夾萬能鉗	"
08	劃 線	圓規、單腳卡、中心沖	"
09	機器螺絲	螺絲起子	"
10	扣環裝配	固定扣主置用鉗	"

表 4 使用切削刀具

編號	工作名稱	使用切削刀具	所屬單位
01	內外徑車削	內外徑 粗車刀 精車刀	個 人
02	①溝槽車削 ②切斷	①內外車槽刀 ②切 斷 刀	"
03	①螺紋 ②倒角	①螺紋刀(內、外) ②內外倒角車刀	"
04	①圓弧車削 ②鑽 孔	①圓弧車刀②圓弧銼刀 ③鑽 頭	個 人 科 機 工 借
05	鉸 削	①直鉸刀②錐度鉸刀(錐度銷) ③膨脹鉸刀	② 外 借 "
06	銑 削	①面銑刀 ②端銑刀 ③成形銑刀	"
07	鉋 削	①高速鋼 鉋刀 ②碳化鎢	"
08	坎 絲	①標準用螺絲坎 ②管螺紋螺絲坎	① 外 借 ② 外 借

2 學生零件加工、裝配自製率：

AMS 系統自製率不包含標準零件，因為工業界大公司也沒有必要每一零件都由自己製造，如此只有增加成本，尤其標準零件應由專業生產。如果以某機器設備國內自製率，則須考慮包含標準零件。

AMS 自動化系統須加工零件自製率

系 統 名 稱	加工 零件 總數	加工 流程 總數	送外加工零件流程 名 稱	所佔較零件 加工流程數		自製率
				單位數	總數	
機 械 手 臂	108	648	① 渦輪、渦桿、滾齒 ② 渦輪、渦桿、心軸 鍵槽 ③ 板金形成 ④ 熱處理、電鍍	① 4 ② 9 ③ 3 ④ 2	18	$\frac{648-18}{648} \times 100\% = 97\%$
送 料 裝 置	46	276	① 渦輪、渦桿、滾齒 ② 渦輪、渦桿、心軸 鍵槽 ③ 板金形成	① 2 ② 3 ③ 1	6	$\approx 98\%$
複合機 (包括 工作物 夾具)	16	96	心軸插內孔鍵槽	2	2	$\approx 98\%$
總 計	170	1010			26	97%

註：渦輪、渦桿送外加工之滾齒、插鍵槽，只佔零件流程的一部分，故自製率應以流程總數計算，每件流程數以最保守之平均值 6 Cyle / 每件計算（包括裝配）

3. 學生加工零件不良率：

AMS 自動化系統零件加工不良率

系統名稱	總件數	尺寸不良數			尺寸過大重修後 總不良率
		尺寸過大	尺寸過小	其他	
機械手臂	108	4	10	2	$\frac{13}{108} \times 100\%$ = 12%
送料裝置	46		5		$\frac{5}{46} \times 100\%$ = 10.8%
複合機	16	1	2		$\frac{2}{16} \times 100\%$ = 12.5%
總計	170	5	17	2	$\frac{21}{170} \times 100\%$ = 12%

註：1 本表格係根據收回之工作日報表（重作記錄次數）與成品檢驗之結果統計。

2 表格上其他係指變更設計所造成。

五、結 論

- (一) 證實高工學生技術合作下，具有研究與製造自動化教具設備的理論與實務能力。
- (二) 由於機電的分工與合作，終於建立了一套實用的電腦自動化教學教具。
- (三) 伺服馬達在 CNC 機械工具機上已將取代馬達，是故應朝伺服馬達控制上多努力。
- (四) 我們將積極地推動學生自動化方面的研究與製作，盼望有多方面的協助與支援。
- (五) 教育廳和學校如能在經費上支援配合，高工學生可為學校自製

廉價之自動化教學設備。

(六)如能加裝上感測器，使其更具智慧型之機械人。

(七)抓物重量未能達 10kg 以上。

(八)本自動化設備可應用於：

1. CNC 機械加工工廠。
2. 高工電子科、機工科、工專、電機、機械科教學用。
3. 具有危險性、高溫、污染性之加工工廠。
4. 零件加工複雜之大量生產工廠。

評語：一本作品含機械手及電子控制之製作再加控制程式以形成整個系統具 7 個功能。

二本作品分三大部份，以電子硬體、軟體及機械三個部門。

三作者在硬體、軟體方面多由五人討論後再分層負責去完成。

四本作品現場操作及表達均佳。