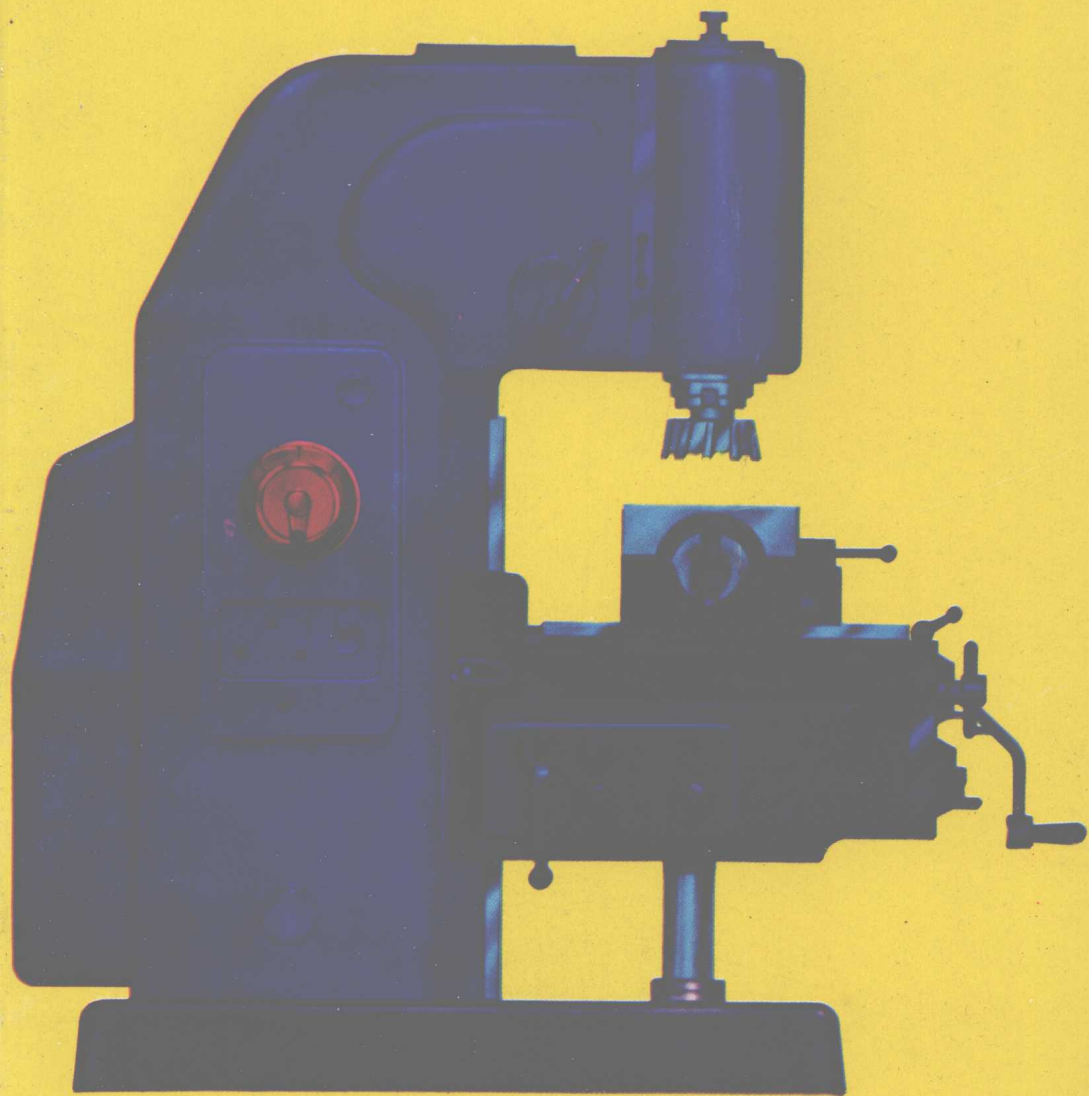


銑床

工具・加工篇

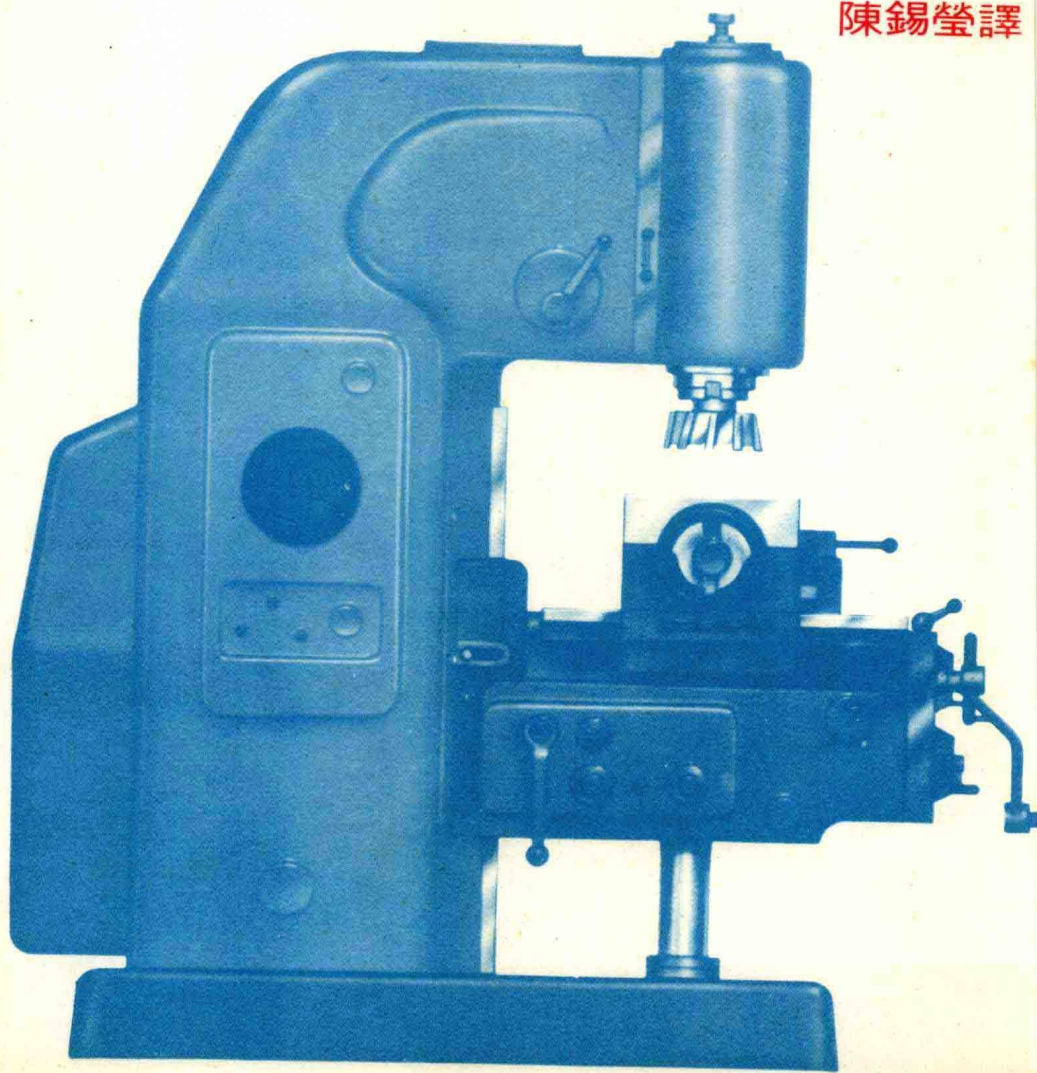
陳錫瑩譯



銑床

工具·加工篇

陳錫瑩譯



序

幾乎沒有其他工作機械可如銑床般做多種類的加工。除了平面外，在我們周圍常見的凹凸曲面，直槽，螺旋槽，凸輪，齒輪等形狀亦概可以銑床銑削而得。

相反地，在使用上亦無其他工作機械較銑床困難。原因之一乃其機種種類變化多。小者如桌上銑床乃至大者如龍門銑床，有柱膝型亦有台座型，有立式亦有臥式，即使同稱為萬能銑床亦分成幾種型式。其次，其附件之種類亦極多。某些特定機械，附屬裝置即使熟練人員亦未能使用。銑床加工工作之難易關鍵即在此。

使用銑床不能僅憑手工精練。最重要的乃瞭解其加工基礎。在作業中應有靈活的應用能力。

本書前篇詳述銑床及銑刀銑削之基本。後篇乃銑床加工之設計法，並將先進之寶貴經驗予以納入，可誇稱是有獨特之內容。非但初學者，即使富經驗人士亦可引為參考資料。

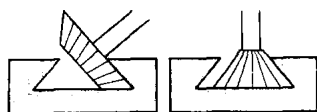
銑床之最佳使用法40條原則

- 1 對毛胚物雙口不作淺削。
- 2 毛胚物是用逆銑法來切削。
- 3 爲要有有效的固定工作物，故要將固定螺栓靠近工作物。

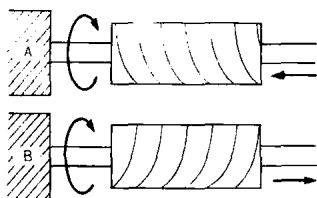


- 4 要不使工作物移動而固定時，要利用固定在臺上之固定擋板（stopper）。
- 5 鞍（Saddle）與圓柱（Column）間之引導面爲不使切屑直接進入，故需作蓋。
- 6 在訂出工作順序之前，要擦拭上臂（Over arm）與進入其圓柱鳩尾槽（孔）之灰塵，並塗上一層薄薄的油。在鳩尾槽有損傷時，是無法定心的。
- 7 上臂之推拔（Taper）部有損傷或污穢時不能放入主軸孔。
- 8 床臺之位置是要在工作物大小容許範圍而使接近圓柱。床臺愈接近圓柱面，在加工中之機械剛性愈大。
- 9 粗削時要使用螺旋形之銑刀，這能減少振動且能完美的完成，直形刀之刀寬爲13mm以上者應避用。
- 10 深槽時用錯齒銑刀較方便，不會振動同時能完美的完成加工。
- 11 在主軸端之驅動鍵是使心軸（Arbor）作強力的驅動，故只依賴推拔之摩擦來驅動是不良的。
- 12 心軸，軸環（Collar），套合部份及銑刀都要拭淨。如污穢時會產生心振。
- 13 銑刀之間隔調整用墊片是要使用尺寸及其他部份均有良好加工者。
- 14 鳩尾槽加工時，要使用剛性高之銑刀，且能短時間而增加切削量之萬能

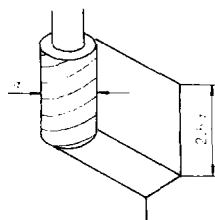
主軸附件 (Attachment) 與單角銑刀。



15. 刀雙數過多時，會發生振動等，而不能工作。
16. 能用小徑銑刀來工作的，而用大徑銑刀是浪費的，用大徑者是會成為長移動距離。
17. 螺旋形銑刀 (Helical cutter) 要如 A 圖樣來裝置。如此之切削的軸推力會將銑刀及心軸推壓向主軸。如裝成 B 圖樣時，會拉出主軸。
18. 心軸與心軸支座儘可能使用大的。
19. 切削開始前要確認銑刀是否有心振。
20. 寬度狹小之銑刀，鍵的長度不是僅有銑刀寬度，應使用達到兩側心軸軸環的長鍵。如使用僅有銑刀寬度之短鍵時，銑刀容易滑動。
21. 使用長心軸時，在中間要放心軸支座。
22. 對長且薄的工作物作無理的鎖緊時，會引起彎翹，工作物與床臺之間墊紙也是一種方法。
23. 為要檢查銑刀與工作物等之關係位置，如使用薄紙時，要用長一點的紙，以免傷到手指。
24. 工作物是要在虎鉗鉗口中央而夾持，這樣能使加在工作物之壓力均勻。
25. 在鑄鐵或鋼時要使用鉛之錙頭，鋁等之輕金屬時要用合成樹脂或皮製錙頭。
26. 有障碍物，切削長度有限制時，必需使用停止進刀工具，事先定出進刀長度。
27. 銑刀必需完整的密套在心軸上，不能有翹動，套合在心軸上之銑刀絕不能用錙頭敲打。
28. 所有的銑刀是要放入鍵後才裝在心軸上，軸環是要以心軸端的螺帽而鎖緊，但不能過緊。
29. 切削力是對向裝置具有剛性部份或直接承受切削力之部分。

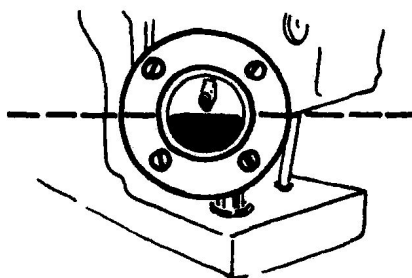


30. 要儘可能以床臺之長程進刀而切削，以膝型 (Knee) 之上下推送而作切削是不恰當的。
31. 順銑法 (Down cut) 時，不能以沒有順銑法用之陽螺旋 (Male screw) 齒隙 (Back-lash) 消除裝置，就是有此裝置也要確認其動作是否確實，才能做。
32. 爲不損及銑刀內徑，要掛在浸油之木製釘上，不能雜亂的堆放在床臺之上面。
33. 要鬆開心軸時，先鬆開連在拉桿 (Draw Bar) 之螺帽 2~3 圈，再輕敲桿之頭部，而從主軸之推拔部取出，然後再拔取心軸。卸下螺帽後，再強敲拉桿而拔取是不恰當的。
34. 爲了要減少端銑刀之振動，在作與軸半徑方向之切入要儘量淺一點，又銑刀柄 (Cutter shank) 要儘可能短一點。
35. 雙刃端銑刀要以銑刀徑之 2.5 倍以上的長度來作切削。
36. 要以逆銑法作深槽切削且是彎曲時，應改爲順銑法。
37. 平銑刀 (Plain milling cutter) 是要使用外徑之圓筒度良好者。這是爲了要作出作品之平行度。
38. 爲了取得有良好的加工完成面，不能作圓筒切削。應作正面切削。
39. 雙刃端銑刀是以約徑之 $\frac{2}{3}$ 作切削爲佳。
40. 要作圓周之偶數分度時，應注意定中心。

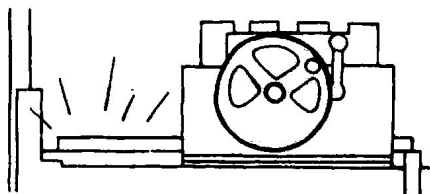


關於銑床之禁則54條

1. 機械不能安裝在日光會直接照射之場所。
2. 不忘安裝要正確。
3. 在地震後不能忘了要作水平檢查。
4. 機械之基礎螺栓不能鎖過緊。
5. 沒有檢查之銑床不能運轉。
6. 需用二條以上之V形皮帶時，不能使用不齊（不一樣）者。
7. 皮帶不能張拉過緊。
8. 不能忘了摩擦聯結器之拉桿要拉到底之後才使復原（不能作半離合）。
9. 不能作緊急制車。
10. 變速齒輪之嚙合不能過深或過淺。
11. 機械不能浪費的使轉動。
12. 要注意主軸之溫度的過度上昇。
13. 不用切削油之乾式切削時，在床臺之端所有的儲油之罩不能忘記蓋上。
14. 要作乾式切削時，尤其是圓柱座所有之儲油蓋不能忘記蓋上。
15. 要注意污染之油。
16. 不能用過量之油。
17. 不能忘記油面之檢查。
18. 不能使用指定以外之油。
19. 有油流出時就要再加油。
20. 不能在切入中停止機械。
21. 不能在進刀中停止機械。
22. 不能對切削面之注意有所疏忽。
23. 對刀具之取換不能不精細。

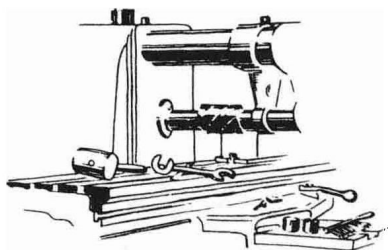


- 24. 工作物之夾持不能過度。
- 25. 鎖緊虎鉗類不能加過大之力。
- 26. 在虎鉗手把不能套入鐵管。
- 27. 不能胡亂的作分解保養。
- 28. 引導面不能放置鐵屑，灰塵，異物，工具或材料。



- 29. 在膝型之下，圓柱座之上不能放置工具或材料。
- 30. 不能以空氣作滑動面之清潔。
- 31. 不能懶於清除切屑。
- 32. 不能用手撥除切屑（要使用毛刷）。
- 33. 不能使切屑加在齒輪上。
- 34. 用刮刀刮過之引導面不能堆積切屑或塵埃（要覆蓋）。
- 35. 安全裝置不能無理由的卸下。
- 36. 機械之旋轉中不能帶手套工作。
- 37. 運轉中不能作危險處之保養。
- 38. 旋轉中不能用破布擦拭工作物。
- 39. 銑刀旋轉中不能將手伸過銑刀。
- 40. 雖慢的旋轉，也不能疏於注意。
- 41. 劃線臺之尖端一定要向下，不能在以外之位置而收存。

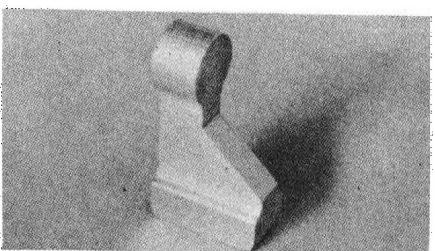
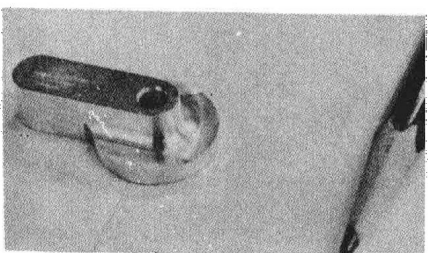
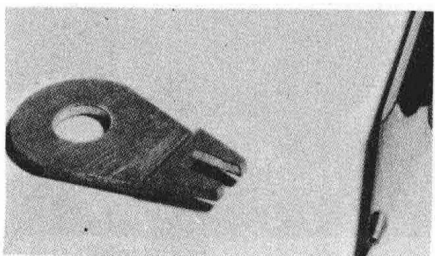
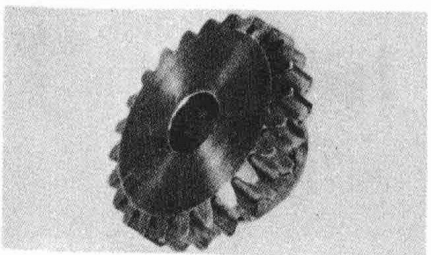
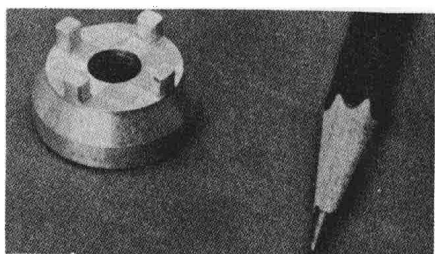
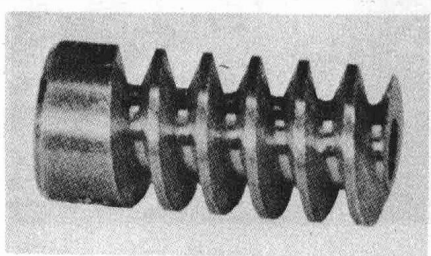
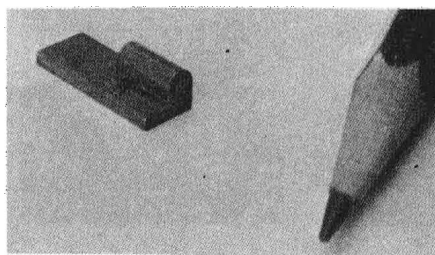
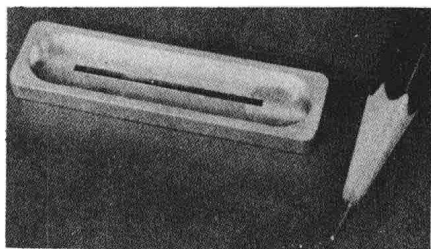
- 42. 扳手不能套入鐵管來使用。
- 43. 不能用銼刀來敲擊毛邊。
- 44. 不能混用其他機械之附屬零件。
- 45. 工作終了後不要忘記收拾整理。
- 46. 不能以機械當鐵砧用。
- 47. 機械床臺上不能直接放置工具。
- 48. 不能以扳手來代替鉗頭。
- 49. 不能疏於機械及附屬零件之清掃與保養。

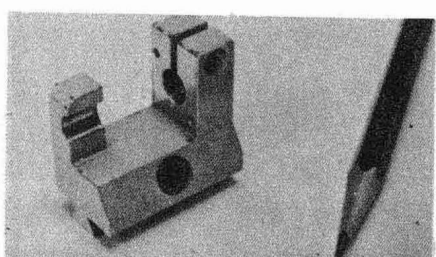
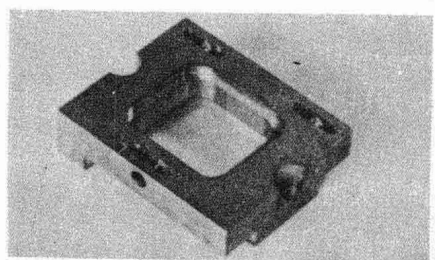
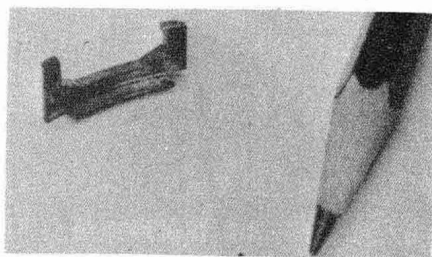
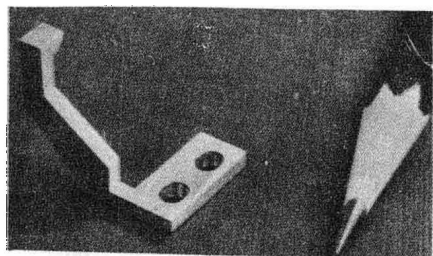
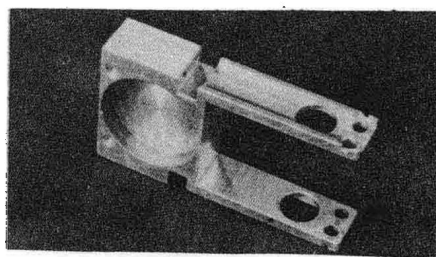
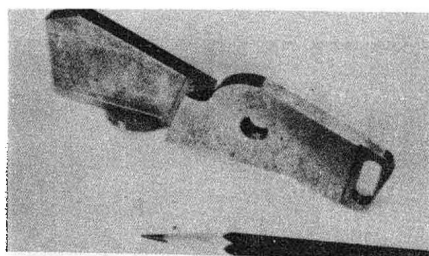
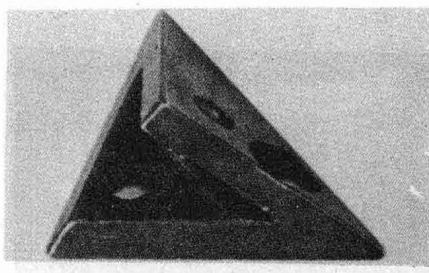
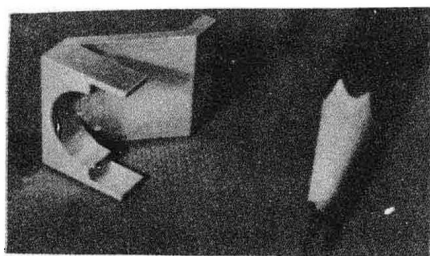


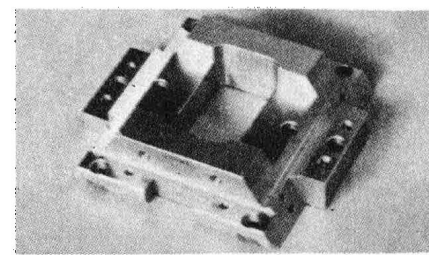
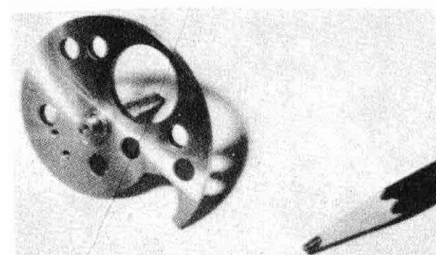
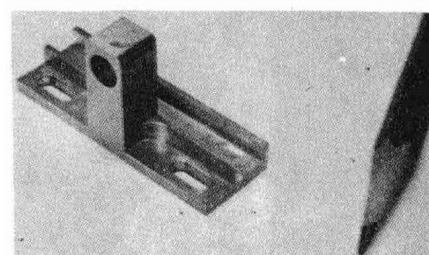
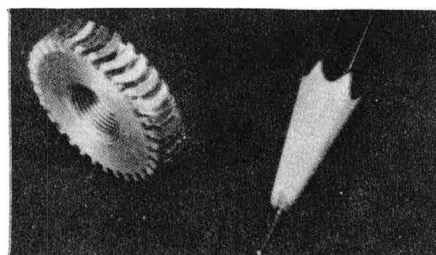
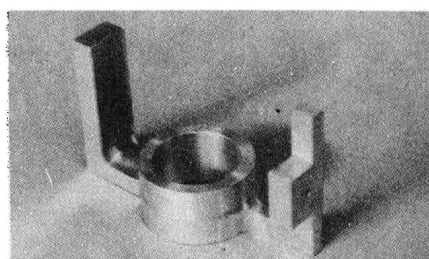
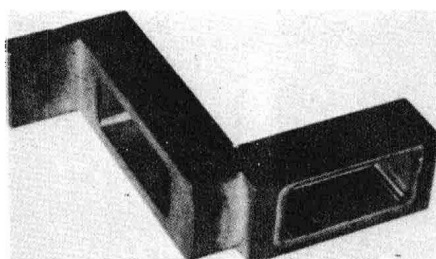
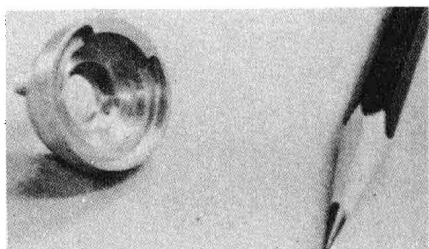
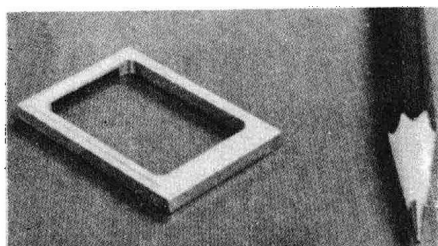
- 50. 當停電時，不要忘記切開（OFF）主開關。

- 51. 不能使銑刀逆轉。
- 52. 裝在機械之電動機室之門蓋不能打開。
- 53. 卸下大的銑刀時，不能用空手（應以布來保護手）。
- 54. 金屬開縫銑刀（**Metal slitting saw**）來切斷工作物時，銑刀不能在床臺槽以外之處作切割（應使銑刀在槽上作切割）。

銑床能作這樣的加工







目 錄

第一章 銑 刀

1. 銑刀之種類與各部份之名稱	2
① 銑刀之分類	2
(1) 依構造之分類.....	2
(2) 依切刃位置之分類.....	3
(3) 依背隙加工方法之分類.....	3
(4) 依裝置法之分類.....	4
② 銑刀各部份之名稱	6
③ 銑刀之種類	7
2. 銑刀之設計	13
① 正面銑刀之設計	13
(1) 垂直斜角（實際斜角）與切刃傾斜角.....	13
(2) 漸近角（外周切刃角）.....	14
(3) 副切入角（正面切刃角）.....	15
(4) 隙 角.....	15
(5) 刃 數.....	15
② 輪廓型銑刀之設計	16
(1) 外徑之決定法.....	16
(2) 刃 槽.....	16
(3) 背隙量（下降距離）(h)與背面曲線.....	17
(4) 刃數及刃寬.....	17
3. 銑刀用材之選擇	19
① 高速工具鋼	19
② 碳化物合金	20
(1) 切削用碳化物合金.....	20

(2) 銑刀用碳化物合金·····	27
(3) 其他之碳化物合金·····	30
③ 瓷金屬合金 (Cermet) ·····	31
④ 陶瓷 (Ceramics) 材料·····	32

第二章 銑刀切削

1. 銑刀切削之基本與切削諸元·····	38
① 銑刀雙口之軌跡·····	38
② 雙口切削弧之長度·····	39
③ 切削厚度·····	41
④ 切削阻力·····	41
⑤ 逆向切削與順向切削·····	43
(1) 對壽命之影響·····	44
(2) 對切削阻力之影響·····	44
(3) 對加工面精光度之影響·····	46
(4) 結論—優點與缺點·····	46
⑥ 銑刀切削之諸元的決定·····	48
(1) 切削諸元·····	48
(2) 切削諸元之決定·····	50
2. 銑刀之壽命·····	55
① 壽命判斷基準·····	55
② 壽命特性·····	56
(1) 斷續切削之影響·····	56
(2) 斜角之影響·····	58
(3) 雙隅倒角之影響·····	58
(4) 刃數之影響·····	59
3. 銑刀切削之加工面，微小振動及切削油劑·····	61
① 加工面精光度之理論·····	61
② 使理論精光度變亂之因素·····	61
(1) 依工作機械而引起者·····	61

(2) 依被削材而引起者·····	61
(3) 依工具及用法而引起者·····	61
[3] 依碳化物銑刀使加工面之進步·····	65
(1) 漂 刃·····	65
(2) 精加工專用正面銑刀·····	65
(3) 鑄件用精加工銑刀·····	66
[4] 切屑與切屑袋·····	67
(1) 切屑形狀·····	67
(2) 斜角與切削形狀·····	68
(3) 動力與切屑形狀·····	68
(4) 切 屑 袋·····	70
[5] 微小振動·····	71
(1) 微小振動之分類·····	71
(2) 自勵振動·····	72
(3) 不等節距·····	74
[6] 切削油劑·····	75
[7] 碳化物銑刀之切削油劑·····	76
4. 銑刀之再研磨·····	79
[1] 再研磨時期之管理·····	79
[2] 機械設備與夾持具·····	80
[3] 高速工具鋼之研磨條件·····	81
[4] 再研磨之注意事項·····	83
[5] 隙角之選定·····	86
[6] 再研磨後之檢查·····	87
[7] 碳化物銑刀之再研磨·····	88
(1) 再研磨時期之設定·····	88
(2) 研磨機械·····	89
(3) 研磨砂輪之選擇·····	89
(4) 研磨條件·····	89

(5) 搪 磨 (Honing)	90
(6) 檢 查	90

第三章 基本作業

1. 作業之準備	92
[1] 工具之裝置方法	92
(1) 正面銑刀之裝置方法	92
(2) 推拔柄用筒夾 (Collet)	93
(3) 依速換 (Quick Change) 方式之方法	94
(4) 依長心軸 (Long arbor) 之裝置方法	94
[2] 工作物之裝置方法	96
(1) 依虎鉗之夾持作業	96
(2) 直接夾持在床台上之作業	100
(3) 依夾持具之作業	101
2. 平面及槽加工	102
[1] 平面加工	102
(1) 要求平坦之正面銑刀切削	102
(2) 要求效率之正面銑刀切削	105
[2] 側面加工	106
(1) 依側銑刀之側面加工	106
(2) 依端銑刀之側面加工	107
[3] 槽 加 工	108
(1) 依側銑刀之槽加工	108
(2) 依雙刃端銑刀之槽加工	108
3. 彎曲面加工	109
[1] 彎曲面加工之種類	109
[2] 依廣用機之二次元手動進刀切削	109
[3] 依輪廓型銑刀之加工	109
[4] 使用圓盤或分度頭之加工	111

4. 孔加工	113
① 在孔加工之構造上的問題	113
② 孔加工之順序	114
(1) 夾裝尺寸	114
(2) 孔加工之位置決定方法	114
③ 孔加工之方法與種類	115
④ 絞刀加工	116
(1) 種類與用途	116
(2) 絞刀加工之一般性注意事項	116
⑤ 搪 孔 (Boring)	118
(1) 搪 桿 (Boring Bar)	118
(2) 搪桿之剛性	118
(3) 搪孔加工之振動	119
⑥ 依雙刃端銑刀之孔加工	120
5. 應用銑刀加工	121
① 依銑刀之應用加工	121
(1) 依刀把 (Tool Holder) 之鋼材切削	121
(2) 以一支車刀之切削	123
(3) 組合銑刀	123
② 從工作物之形狀來看的應用加工	123
(1) 薄板切削	123
(2) 孔端面之精切削	124
(3) T形槽之切削	125
6. 做做銑床作業	126
① 做做之原理	126
② 銑刀, 模型, 探準器	127
(1) 銑 刀	127
(2) 模 型	128
(3) 探準器與描畫針	128