

機 械 工 作 法

東北政委會工業部

吉林工業專門學校編審委員會編

# 機械工作法

吉林書店 刊行

1948

## 實用機械製造工作法

## 目次

第一章 總論	
1. 機械製造工作法之意義.....	1
2. 材料.....	1
3. 機械製造之程序.....	2
4. 機械製造工場一般之組織.....	2
第二章 鍛工	
第一節 概論	
5. 鍛工之意義.....	4
6. 鍛鐵及鋼之鍛冶性質.....	4
第二節 鍛爐	
7. 磚砌鍛爐.....	5
8. 鑄鐵製鍛爐.....	6
9. 反射爐.....	7
第三節 鍛工之用具	
10. 手工具.....	7
11. 機械工具.....	12
第四節 鍛造及鍛接法	
12. 鍛造法.....	17
13. 鍛接法.....	19
14. 鍛造之實例.....	21
15. 沖型鍛造法.....	26
16. 鍛造機械.....	27
第五節 鍛工之其他工作	
17. 軟化法.....	27
18. 外層硬化法.....	27
19. 硬化及反淬.....	29
第三章 鍋爐及管工	
第一節 鍋爐工	
20. 概說.....	33
21. 鍋爐工所用之機械.....	33
22. 剪斷及孔去鑽孔.....	37
23. 鉚接.....	37
24. 薄鐵板之平正及形鋼之彎曲.....	38
25. 鉚接及銼斷.....	39
26. 電氣鉚接法.....	43
27. 特尼密特鉚接法.....	45
第二節 管工	
28. 概說.....	46
29. 管之製法.....	46
30. 管之彎曲擴大及其他.....	47
第三節 銲接	
31. 概說.....	49
32. 銲接鐵.....	49
33. 銲接法.....	51
第四章 鑄工	
第一節 概論	
34. 鑄工之意義.....	52
第二節 木型製造	
35. 木型之材料.....	52
36. 木材之性質.....	52
37. 木材之乾燥及收縮.....	53
38. 木型製造所用之機械.....	54
39. 木型製造所用之主要手工具.....	55
40. 鑄物尺.....	56
41. 木型製造上之注意.....	57
42. 木型製造之實例.....	58
第三節 鑄型製造	
43. 鑄型之種類.....	59
44. 製造鑄型之材料.....	60
45. 砂之調和.....	62
46. 鑄型鑄型之工具.....	62
47. 由木模製造鑄型法.....	65
48. 由迴轉炭製造鑄型法.....	65
49. 由刮板製造鑄型法.....	70

50. 乾燥鑄型製法..... 71

51. 乾型鑄..... 75

    (3) 潤滑 鑄 造

52. 鑄 造..... 76

53. 鐵質鑄物..... 79

54. 鑄造用鑄物之分類..... 81

55. 鑄造合金之影響..... 82

56. 冷室鑄物..... 83

57. 可鍛鑄物..... 84

58. 珠鑄鋼鑄物..... 85

59. 鋼鑄物..... 86

60. 合金鑄物..... 88

61. 鑄物之試驗..... 93

    (第3節) 鑄工用之特殊機械

62. 混砂用機械..... 94

63. 鑄型製造機械..... 95

64. 芯子製造機械..... 95

65. 混淨機..... 96

66. 煮砂機..... 96

    第五章 機 械 工

    第一節 概 論

67. 機械工之意義..... 95

68. 工作機械之分類..... 98

    第二節 車床及其工作法

69. 車床之種類..... 100

70. 車床各部分之名稱及其作用..... 101

71. 工作物之起吊..... 103

72. 工作物之修飾..... 104

73. 工作物旋轉速度之變換..... 107

74. 安裝工作物之機構..... 112

75. 車床之檢查法..... 115

76. 圓心孔之鑽削法..... 117

77. 螺絲之工作法..... 119

78. 傾斜工作物之切削法..... 120

79. 曲面及球面之切削法..... 127

80. 曲拐銷之切削法..... 129

81. 車床用刃物..... 130

82. 切削速度 切削之 深切削之 送刀及 切削方..... 136

83. 車床之大小與所要馬力之關係..... 139

84. 新 式..... 139

85. 新式..... 140

    (第4節) 鉋床及其工作法

86. 鉋床之種類..... 140

87. 鉋床之構造..... 141

88. 鑽孔鉋法..... 144

89. 鑽孔工作法..... 146

90. 鑽柄套..... 149

91. 正孔器..... 150

92. 孔 型..... 151

    (第4節) 鉋床及其工作法

93. 鉋床之種類..... 152

94. 平鉋床..... 152

95. 成形鉋床..... 155

96. 立鉋床..... 157

97. 鉋床工作及其他..... 158

    (第5節) 鑽床及其工作法

98. 鑽床之種類..... 160

99. 鑽床之構造..... 160

100. 指示盤之使用..... 162

101. 鑽床刃物..... 164

102. 刃物軸..... 165

103. 鑽床一般之工作法..... 166

104. 平面切削法..... 170

105. 正背輪切削法..... 171

106. 螺旋齒輪切削法..... 174

107. 行星齒輪切削法..... 176

108. 行星齒輪切削法..... 177

109. 行星齒輪切削法..... 179

110. 其他切削法..... 180

    (第6節) 銼機及其工作法

111. 鋸機之構造及其工作法	180
第七節 研磨機及其作法	
112. 研磨機之種類及其構造	181
113. 砂輪	182
114. 研磨工作法及砂輪使用上之注意	184
第八節 關於機械工之測度器	
115. 規	185
116. Box square	185
117. 測徑規	185
118. 定規	188
119. 諸種測驗器	189
120. 限度規	192
第六章 鉗工	
第一節 概論	
121. 鉗工之意義	196
第二節 鉗工工具及其工作法	
122. 鑿子及手錘	196
123. 鋸刀	196
124. 刮刀	198
125. 定盤	199
126. 水平器	199
127. 虎鉗	199
128. 扳子	200
第三節 嵌合工作法	
129. 概論	200
130. 嵌合方式之規定	206
131. 平面之嵌合	206
132. 於工作圖上嵌合之記入法	206
133. 模範規之精度	207

## 第一章 總論

### 1. 機械製造工作法之意義

機械製造工作法 (Work shop practice) 者，即鐵工場 (Iron work) 製造一般機械之法也。蓋凡機械製造之順序，方法，與所用諸種工具或機械之名稱，及其使用法，以及工場內種種之設備等，莫不包括之。

當製造某一機械時，首先必須設計 (Design) 即依必要之目的，而計劃其全部構造及各部之大小。但同時於工作之難易，及材料之節省，亦須考慮之。蓋一機械製成，不惟適於應用，而其成本，亦須務求低廉也。

設計既就，即行製造。但製造非一人或一種工作所能成功，必須分工合作，即經歷若干分工，始能完成一機械也。

製造機械者，學識與經驗並重。於讀書研究外，尚須親身工作，或常參觀工人工作，或受有經驗職工之指示，否則鮮有不遭失敗者。

### 2. 材 料

機械製造所用之材料，以金屬為主。其他如木材、皮革、橡皮、石棉、玻璃、布及紙等，有時用以為補助。

金屬材料之最主要者為鐵 (銅亦包含在內) 與鋼。其次為錳、錫、鉛、鋁、鎳及銀等。鐵於構成地殼之元素中，佔百分之四十七，鋁佔百分之七十四。鐵之產額，雖較鋁少，但以提鍊容易，價格低廉，故今用之甚廣。設將來能發明鋁之容易精鍊法，以鋁代鐵，亦未可知。銅之純粹者，用途甚少，普通多用其合金 (Alloy) 如：黃銅 (Brass) 砲銅 (Gun metal) 及白銅 (White metal) 等是也。各種金屬之性質，成分，及製法等，另有專籍研究之，除於本書第二章鍛工及第四章鑄工，略有記載外，餘不贅述。

於普通工場所用之金屬材料，多為塊、板、桿、管、絲等形狀。其價額以重量計。至於尺寸大小，雖無一定，而製售者，依當地一般之用途，均有一定之範圍。(於五金店即可查

知)

### 3. 機械製造之程序

機械製造，首先設計，既如上述。設計完訖，則作工作圖 (Working drawing)，分送於各工場，使之製造。普通製造機械部分之工作，大別為次之三種：

- A. 鍛工 (Forging)，
- B. 鑄工 (casting)，
- C. 機械工 (Machining)。

鍛工所用之材料，多為鍛鐵或鋼。以此等材料，置入鍛鐵爐內，熱之使柔軟，用錘擊成所要之形狀。鑄工所用之材料，多為鑄鐵及他種金屬或合金。以此等材料，投入鑄鐵爐中，高溫熱之，使熔解為液體，而注於鑄型內，凝固之，以成所要之形狀。製作鑄型，通常須使用模型。故鑄工區別之，又可分為模型製造 (Pattern making) 鑄型製造 (Moulding) 及鑄造 (Founding) 三部也。由鍛鑄二工所成之物，僅略具粗形，須以機械工精製之。即以工作機軸 (Machine tools) 依工作圖所標之尺寸，精密切削或研磨之 (精製有時以手工即俗稱鉗工補助之)。機械各部分品，既精製後，裝配之，則一機械完成矣。

### 4. 機械製造工場一般之組織

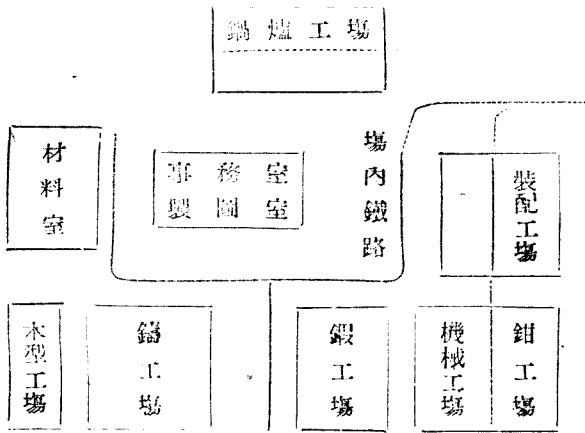
依上述機械製造之程序，工場一般之組織，可分下列諸部：

- (1) 設計及製圖部 (Design and drawing office)
- (2) 模型工場 (Pattern shop)
- (3) 鑄工場 (Moulding and casting shop or Foundry)
- (4) 鍛工場 (Forging shop or Smithy)
- (5) 機械工場 (Machine shop)
- (6) 立製工場 (Erecting shop)
- (7) 裝配工場 (Fitting shop)

上列諸部，為第一流機械製造工場之主要者，但有時以特殊種類或目的，而缺其一二部

，或僅設一二部。至若規模較大之機械製造工場，尙有設置工具修理場 (Tool shop)，銅工場 (Copper smithy)，及鍋爐工場 (boiler shop) 等。此諸部之配置，於工場之生產力，甚有關係，當建設工場時，須十分考慮之。茲舉一例，如第1圖，以資參考。事務室須

第 1 圖



位於全場中央。以便分配各部工作，設計與製圖，普通多附於事務室內。庫房為貯藏材料之處，須與成形工場（即鑄工或鍛工）接近，以便領取原料。精製工場（即機械工與鉗工）須接近於裝配工場，而裝配工場，又須近於場門，以便搬運製品，或成品。大規模工場，場中多設鐵路，來

料去貨，更為便利。鐵路分布，如圖所示，須將各部聯成一氣也。



## 第二章 鍛工

## 第一節 概論

## 5. 鍛工之意義

金屬灼熱後，體質軟化，而增大其延性 (Ductility) 及展性 (Malleability)。吾人利用此等性質，打擊壓縮或伸展之，可以製造種種形狀。此等工作，謂之鍛工。其以蒸汽錘或機力錘擊打大形物品者，謂之 Forging。以人力手工製造小形物品者，謂之 Smithing。於普通機械製造工場，鍛工所用之金屬，以鍛鐵或鋼為最適宜，且其應用亦最廣。故本章僅就此二者之鍛冶法論述之，其他從略。

## 6. 鍛鐵及鋼之鍛冶性質

鍛鐵及鋼之性質，其關於鍛冶者，有下列數種：

(1) 可鍛性 (Malleability) 灼熱金屬，在未鎔狀態時，以外力 (打擊或壓縮) 將其分子間之凝聚力擊破之，而使分子移動，變更其外形。凡具此種性質者，謂之可鍛性。所加外力之強，須在金屬彈性限度 (Elastic limit) 以上，破壞強度 (Breaking strength) 以下。否則，外力不達彈性限度時，金屬不能成永久變形。若外力超過破壞強度時，則金屬破壞，不能用矣。鍛鐵之可鍛性最大，軟鋼次之，而硬鋼則甚堅硬，不易鍛造。故普通鍛造物，多用鍛鐵及軟鋼。

(2) 常溫脆性 (Cold shortness) 及赤熱脆性 (Red shortness)

鍛鐵及鋼，常含有其他物質。如鋼內含有 0.1% 以上之磷，於普通溫度，常呈脆性，此謂之常溫脆性。又如鋼內含有 0.04% 以上之硫，於赤熱時，亦呈脆性，此謂之赤熱脆性。此二種性質，鍛鐵亦常有之，特不如鋼之甚耳。

(3) 鍛接性 (Weld ability) 鍛鐵或鋼，於高溫灼熱時，使二片密接，加以壓力或打擊力，則二片即行接合為一。此種工作，謂之鍛接 (Welding)，金屬適於鍛接之性質，謂之鍛接性。鍛鐵及鋼之鍛接性，均甚大，惟於鍛接時，被接材料之成分或種類而異。普通鍛接，

多視火色，而判別加熱溫度。茲示鋼鐵及銅火色溫度，大略如下：

色	溫度C	色	溫度C
微暗紅色	533	鮮紅色	899
暗紅色	566	淡鮮紅色	941
暗櫻實紅色	635	黃色	996
濃櫻實紅色	677	淡黃色	1080
純櫻實紅色	746	白色	1204
淡櫻實紅色	843		

依上列之火色，鍛接之溫度，鍛鐵為白色，軟鋼為淡黃色，中鋼為黃色，硬鋼為淡櫻實紅色。由此而上，決不可再加熱。蓋鍛鐵及鋼，於高溫，固可增其可鍛性。但若溫度過高，超過其限度，則組織粗大，成為推爐(Furnt)狀態，即不堪使用矣。故鍛接之優良，須俟工作之熟練也。又鍛鐵及鋼，於 300c°—400c° 附近時，其表面常呈青色，此際質極脆弱。名此為青脆性 (Blue shortness) 若於此時擊打，最易破壞，或表面生裂癟。故於此溫度以前，即須中止工作。倘尚須加工，非再熱之不可。

鍛接性以純粹金屬為最大，含他種物質愈多則此性愈減少。故各種鐵材中，以含炭及他物質少者，容易鍛接。

## 第二節 鍛爐 (Hearth)

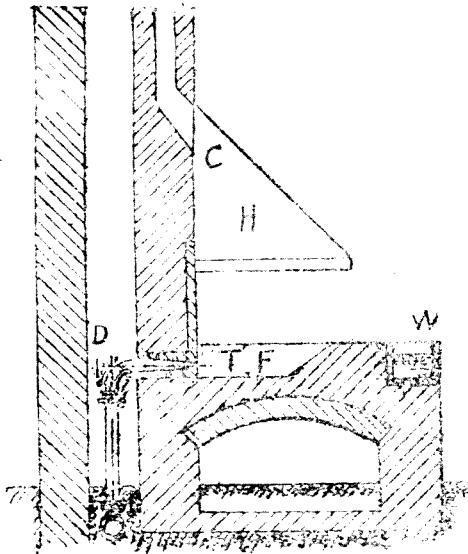
加熱於所鍛造之鍛鐵或鋼，所用之爐，謂之鍛爐。鍛爐形式，約有三種，茲述如下。

### 7. 磚砌鍛爐 (Brick-built hearth)

如第 2 圖所示之鍛爐，全體由磚砌成。F 為灼熱工作物之火床，於其底部側面，開一風口 T。F 之上方，罩以鐵板製之蓋 H，燃料之煙，即由此處，經過 C 而放出。前面 W 為鑄鐵製之水槽。後面 D 為可往復移動之鐵板，以調節由 T 口吹出之風。此種鍛爐所用之燃料為焦煤或碎煤。因工作物與燃料直接接觸，故所用之焦煤，以含硫少而質真者為佳。否則，含硫稍多，於鍛鐵或鋼熱時，與硫化合，則增其脆性。甚有害於工作物。故於此種爐所用之

燃料，不可不加選擇。

第 2 圖



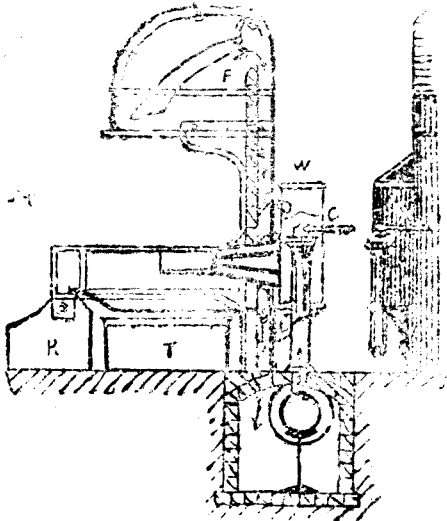
此種鍛爐燒之法有二：

- (1) 開火式 (open fire) 加熱於小形工作物用之。以周圍已燃之燃料，遮蔽工作物，然後送風，使燃料盛燃。
- (2) 閉火式 (Closed fire) 加燃料於大形工作物用之。此際之燃料，多用碎煤。即以碎煤厚包工作物，成弧形，於其內部點火，外周澆水濕之，以防火氣外散。如欲接近於火之碎煤，漸次變為樵煤。而加強火力。於此燃燒之碎煤，富有粘着性。故其灰滓易除去之。

### 8. 鑄鐵製鍛爐 (Cast iron hearth)

磚砌鍛爐，係定着一處，而不能移動。鑄鐵製鍛爐，則可任意挪移。如第3圖，於風口

第 3 圖



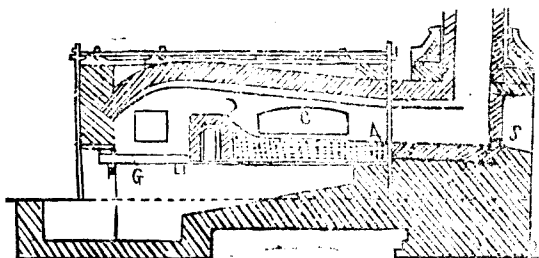
之周圍，蔽以外套，通於水槽W，以防風口過熱鎔化。燃料所生之煙經F而集於爐下煙道，由特設之煙突放出之。進風管經過煙道，被熱後，由風口吹出。其風壓以Cock C 調節之。T為水槽。R為箱形前脚，可以貯藏燃料。

以上二種鍛爐，皆用打風機吹風。若用風箱吹風，將風箱直立於風口之後即可。又如第3圖之排煙，係用排煙風扇者。(Exhaust fan) 若煙口厚而放出不可

能時，通以管，可由他處放出也。

9. 反射爐 (Reverberatory furnace)

第 4 圖



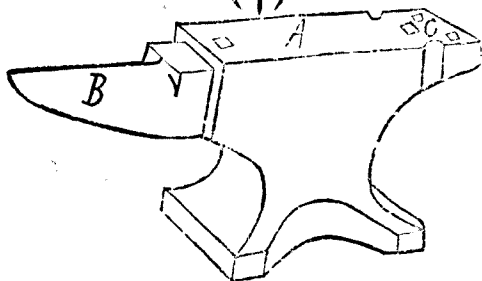
以上所述之二種鍛爐均係加熱於小形工作物，若大形工作物，則非用反射爐不可。蓋工作物形體既大，欲其平均加熱，固非普通爐所能勝任也。

反射爐如第 4 圖，係其縱斷

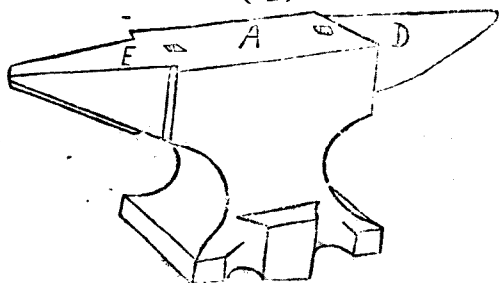
面。G 火床為燃料之處，C 為工作物裝入口。A 為置工作物之處，滿鋪以厚層砂。D 為火橋，內支以鑄鐵製骨架，外覆以耐火磚。S 為取鉛滓之口。此爐全體為磚砌，內加鐵骨，以增其強。所用之燃料，為無粘着性之有烟煤，或煤氣。因工作物不與燃料直接接觸，故煤中雖有硫，亦無大礙。於火床 G 之燃料既燃，所發生之熱煙或氣，經火橋 D 而入爐室中，加熱

第 5 圖

(甲)



(乙)



於工作物與爐之內壁。爐內壁之反射熱，復加於工作物上。故工作物得平均灼熱。

第三節 鍛工之用具

鍛工用具，種類甚繁，約分為手工具及機械工具二種。茲述之如下：

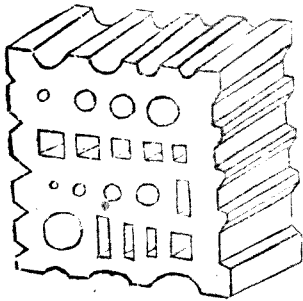
10. 手工具

(1) 鐵砧 (Anvil) 俗名砧子，普通以鍛鐵或軟鋼製。上面鑄接以硬鋼層，堅化之，而增加表面硬度。又有以鑄鐵或鑄鋼製者，其表面亦施行堅化。(堅化者即使表面堅硬也，詳於本章第五節。)

鐵砧形狀有英國式及法國式二種。如

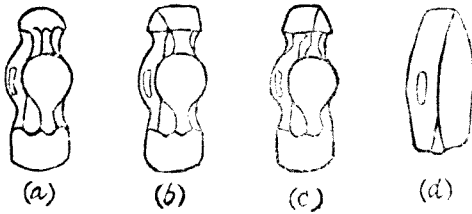
第5圖(甲)爲英式式鐵砧，上面有數孔，便於工作。(2)爲法國式鐵砧，而上孔較少，須設置蜂房台(Swage block)也。圖中A爲面(face)，B爲角或嘴(Horn or beak)，C爲尾(Tail)，D圓形角爲(round horn)，E爲稜形角(Square horn)。普通鐵砧，多置於土台或木台上，(木台有埋於地中者)以免打錘時，鐵砧震動。

第 6 圖



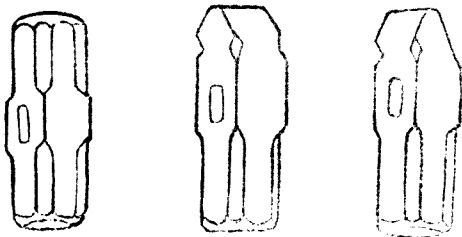
(2) 蜂房台(Swage block)又名模砧，其形狀如第6圖，貫穿各種孔形有如蜂房，故以之爲名。普通以鑄鐵製，厚爲4吋至5吋，寬長無定。其大小以重量表之，普通用者爲40~400 磅。用時置於鐵砧或鐵台上，使工作物通過其孔，或適合其凸凹部分，即可得所要之形。

第 7 圖



(3) 錘(Hammer)鍛工手用之錘有二種：即單手錘(hand hammer)及雙手錘或曰商錘(Sledge hammer)也。如第7圖係示單手錘之各種形式，其重量約爲0.25~1.5 磅，柄長約0.35 呎。專爲單手執之，擊物之用。其下端平面，謂之端面(Face)。上端成圓形或楔形，謂之尖端(Pene)。端面用以擊平面，或握柄。尖端用以打釘或擊凹處。如第8圖

第 8 圖



係示雙手錘各種形狀，其端面及尖端之形式，一如單手錘。特重量加大，普通爲2.5~10 磅。柄長約1 呎餘。錘之大小，均以重量計。依現今之習慣，有一磅錘，五磅錘，十磅錘，及十二磅錘等。製錘之材料，多爲

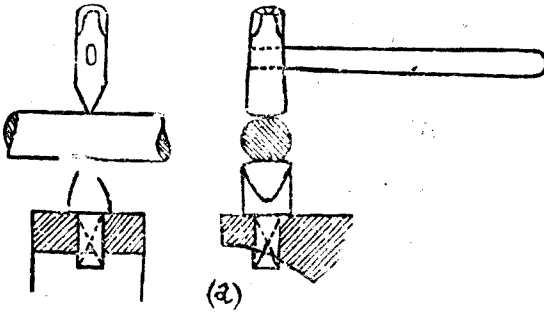
鑄鋼，而其兩端皆須硬化。

(4) 錐子(Chisels)又名底刃，有二種，一爲切斷冷鐵之用，如第9圖。一爲切斷熱鐵之用，如第10圖。前者錐刃之角，約在60°內外。後者30°且不堅七。研磨錐刃須注意者，

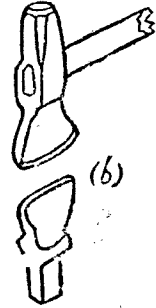
不准成60或30°，且須如第11圖(c)中央凸起，決不可如(d)之成凹形也。

第 9 圖

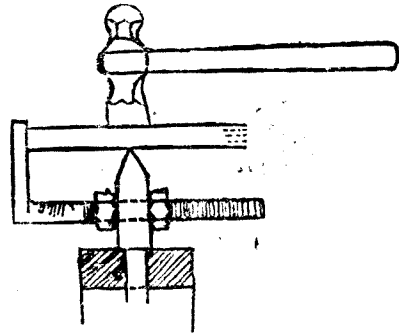
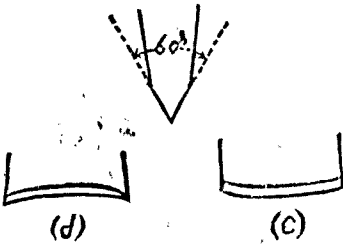
第 10 圖



第 11 圖



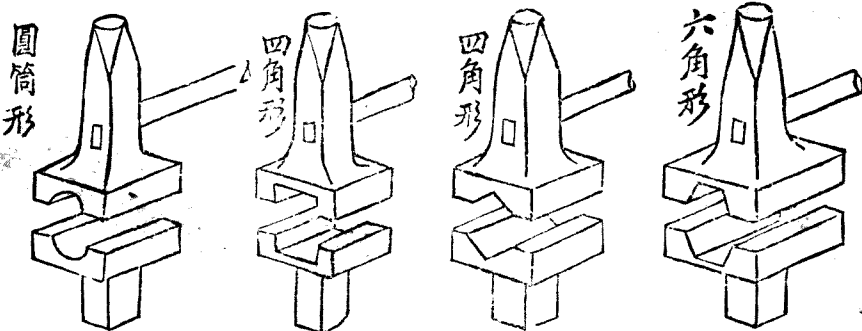
第 12 圖



如第12圖所示，名之為Hardie，專為切斷鐵棒之用。其下端之柄，插於鐵砧或蜂房台之孔中。中央穿以螺絲桿，以左右螺帽固定之。螺絲桿一端，向上彎曲，以掃所欲切斷之鐵棒。用此工具，切斷等長之鐵棒，甚為便利，可免每次度量工作物尺寸之煩也。

(5) 型 鐵 (Swage)，此為規正工作物之形狀所用之工具也。其形狀有圓筒四角及

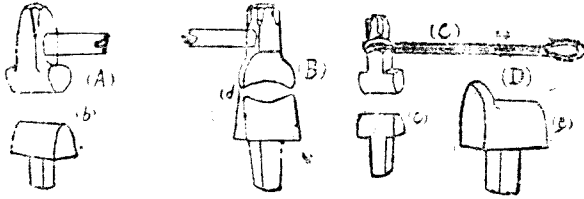
第 13 圖



六角等。每一組由上型鐵及下型鐵，組合而成。如第13圖所示。即普通所常用者也。

(6) 圓減鐵 (Fuller)，此為規正工作物之溝形或延伸之工具。其形如第14圖，圓刃

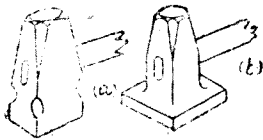
第 14 圖



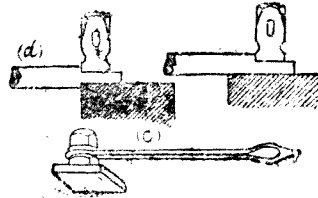
之直徑普通為  $\frac{3''}{8}$ 。每一組由上圓減鐵及下圓減鐵相合而成。惟於本圖 (D)，無上圓減鐵。

(7) 平減鐵 (Flatter) 此為光平工作物平面之工具，其形如第15圖。於 (a) 之形

第 15 圖



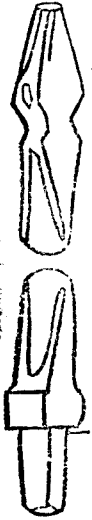
第 16 圖



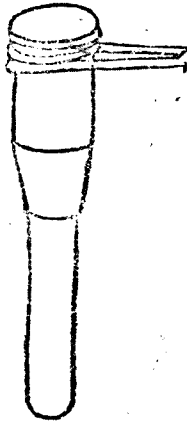
狀，恰如鎚，特名之曰坐鎚 (Set hammer)。(b) (為方形)，手柄為木製。第十六圖 (c) 亦為方形，而手柄為鐵索製。平減鐵之用法，如第16圖。(d) 一人執之，置於灼熱之工作物上。他人以錘擊此減鐵，則工作物之面，即可光平。

(8) 圓鑿及錘子 (gouger and punch) 此為穿工作物之孔之工具，其形如第17圖，名爲圓鑿，係穿大孔用者。如第18圖，名爲錘子，係穿小孔用者。均於工作物灼熱時，一人執之，立於工作物上。一人錘擊其上端，即可穿孔。惟圓鑿一如減鐵，有上下二個，錘擊時須使相對。而錘子亦須相對。其用法如第19圖。

第 17 圖



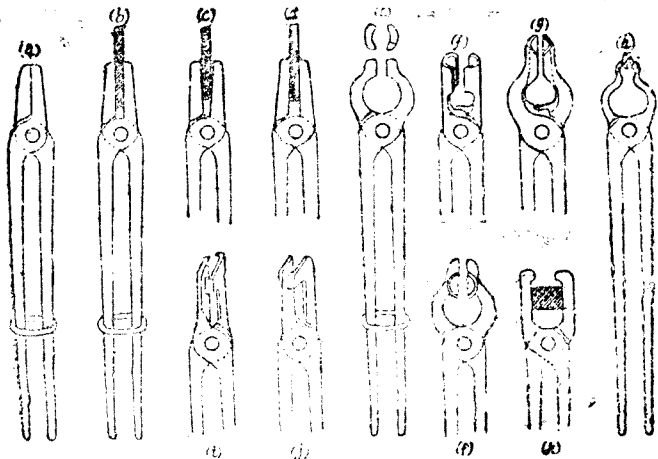
第 18 圖



(9) 鉗子(Tongs)此為夾持工作物之工具。

工作物形狀不一，故鉗子嘴之形狀大小亦異。第 19 圖所示，為普通鍛工場所常用者。(a)及(b)謂之平嘴鉗。其嘴之兩片，須均平行。決不可如(c)或(d)之形狀，以免擊打時，工作物碰跳。(e)及(f)為圓嘴鉗。

第 19 圖



(10) 卡鉗及直角規(Caliper and square)於鍛工所用之卡鉗，如第 20 圖(a)，全體為扁鐵製。其用法與普通卡鉗同，用以量粗細長短，甚為便利。直角規如圖(b)，其用法與普通者同，多為鋼製者。

(11) 用於機械鍛造之手工具



圖 20

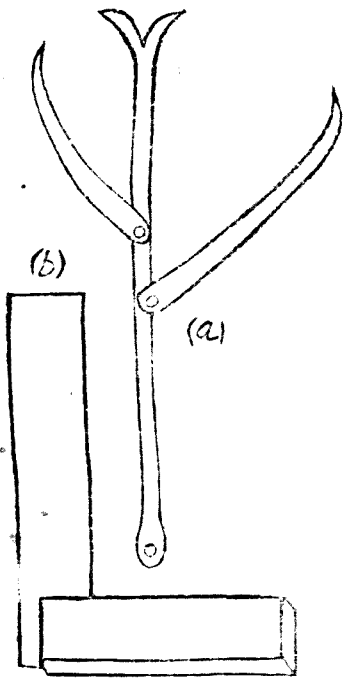
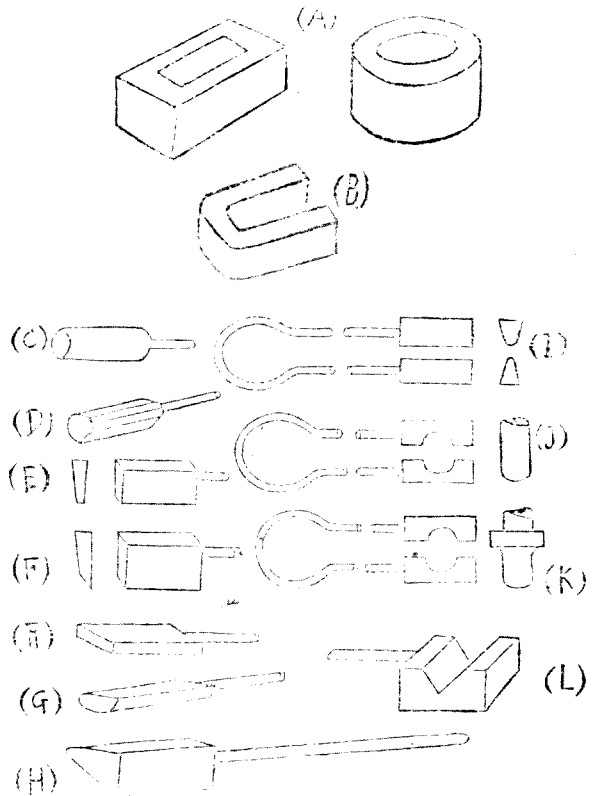


圖 21



於機械鍛造所用之手工具，與前所述者，稍異。茲舉其重要者，如第21圖所示。(A)為鐵打墊台，(B)為蹄形墊台，(C)為圓柱減鐵，(D)為鑿子，(E)為切刀，(F)為半減鐵，(G)為半圓減鐵，(H)為圓減鐵，(I)上下圓減鐵(J)及(K)為圓型鐵，(L)為方型鐵。此等工具之用法，與前所述之諸種型鐵減鐵相同，惟均用於製造大形工作物。所加之擊力，係由於下述之機力錘或蒸汽錘，故此等工具，形體較大，且石亦須堅硬。普通多以鋼製，其手柄長約1呎至2呎。

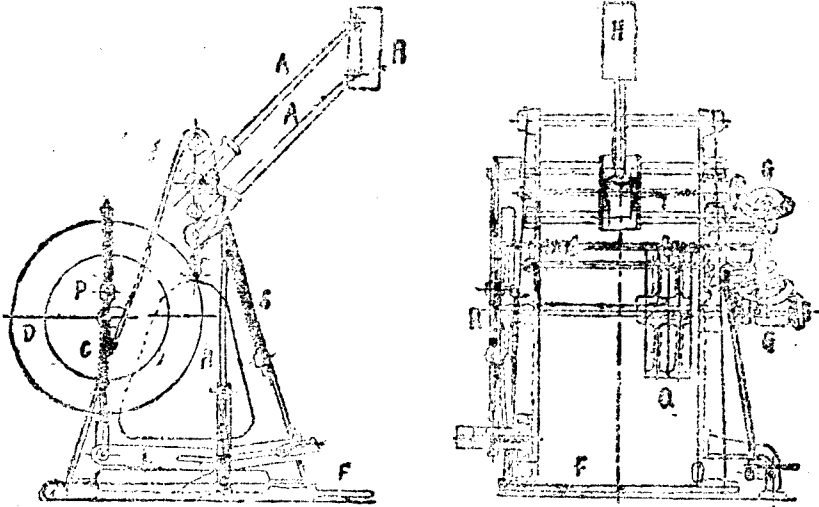
### 11. 機 械 工 具

以人力鍛造，所得之功效，終屬低小。故於大形工作物，非用機械力不可。

鍛工所用之機械工具，普通為錘及壓延機。茲舉常用者，略述如下。

(1) 平行跳錘 (Parallel hammer)

第 22 圖

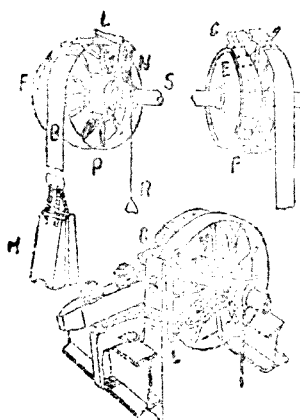


如第22圖，鉗頭H以二臂A，A支持之。AA為平行運動，無論在何位置，H之下端面，常居水平方向。故能平落於砧上，此為是機之特徵。F為腳踏板（Foot rail）。用脚踏下，則由R棒引A降下，H即可下擊。AA常受彈簧S之力，向上推送。故F足力一去，A即自動的，復歸原位。若用機械力時，於皮帶盤Q，挂以皮帶迴轉之。則其軸端之曲拐圓板（Disc crank）D，亦隨之迴轉。乃由曲拐銷P，牽動槓桿L，上下運動。而R聯於L之溝，因之亦得上下運動。故H可自動的起落也。又H及AA以螺絲桿T及傘形齒輪GG，可左右任意移動，於工作上，殊為便利。

(2) 落下錘 ( Drop hammer )

此種錘之機構，如第23圖。以手牽曳繩R，而迴轉槓桿L。則帶B左側之槓桿c，被轉動，使帶F緊貼於輪E上。但輪E固定於S軸上，C與帶B聯於同一小軸，從而此際R，C，F，E，S為一體。故S軸以矢之方向迴轉時，S之迴轉運動，由E，F，C而傳至B。於是B沿遊動輪（Loose pulley）P之面而捲繞，即引鉗頭H上昇。若將R繩鬆緩，槓桿L，以彈簧N之力，復歸原位。則帶F與輪E離開，P於S軸上，以錘之重力空轉。錘隨落下，施行擊打作用。R繩係繞於P之殼上，設而定其下端，隨P之向上迴轉而鬆懈，因槓L失其牽引力，錘始落下。此錘已下

第 23 圖

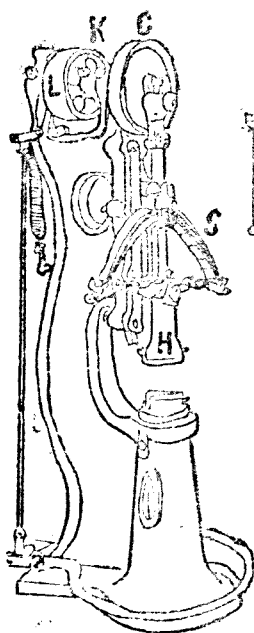


落，施行打擊後，錘又繞上，牽引L，又引上錘頭。如是S軸以一定方向，迴轉不止，而錘頭亦自動的上下運動不停。又錘頭兩側之溝，係次於二立柱間，沿之上下運動，以免錘頭逸出軌道。

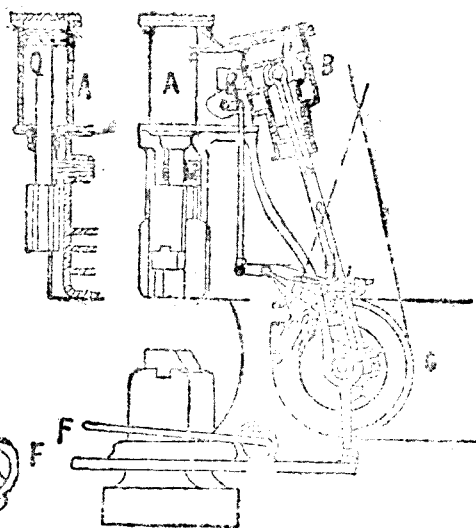
(3) 彈簧錘 (Spring power hammer)

如第24圖，錘頭H與齒形圓板C之間，以弓形彈簧S聯結之。L為遊動輪，當摩擦聯結器，(Friction clutch) k，不與其內面相接觸時，可自由空轉。若以足踏F，則L即相密接，因KC固定於同一軸上。故L之迴轉運動，得傳於C，而使錘頭上下起落。此種錘打擊次數較多，於小形之鍛

第 24 圖



第 25 圖



造物，甚為便利

(4) 空氣錘 (Pneumatic hammer)

此錘之構造，

係將彈簧錘之彈簧，代以壓縮空氣者。如第25圖，由脚踏閥板C之迴轉運動，而與鞴P以往復運動，使之壓

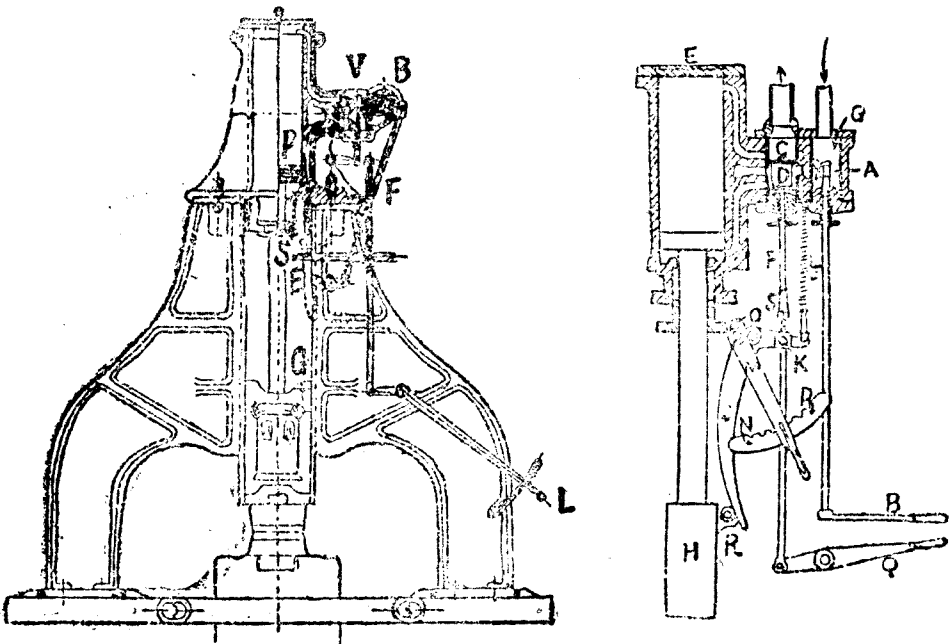
縮筒內之空氣。用足踏閥F，或推手把H，可使閥(Valve R) 轉動位置，以送入或斷絕壓縮空氣於A筒內。如H在1之位置時，由A筒內鞴P之下部，送入壓縮空氣，推上鞴P因H錘頭上升。若移於4之位置時，即生反作用，錘頭下降，施行擊打作用。H在2之位置時，

AB之聯絡斷絕，空氣僅於鞴輪之上下出入，而錘停止運動。若漸近於3之位置，於鞴輪Q之上下方，交互送入空氣，則錘頭隨之一起一落。及達到3之位置而閥R全開時，可與以最大之打擊力。C之廻轉，普通多以電動機，較之蒸汽錘，可免裝設鍋爐之煩，故較便利也。

(5) 蒸汽錘 (Steam hammer)

蒸汽錘為蒸汽機之變形，即將十字頭 (Cross head) 用以為錘頭也。如第26圖，(甲)由手把L，移動汽閥 (Steam valve) V，送入蒸汽，使鞴輪P上下運動，以施行錘打。G EF為節約蒸汽之機構。錘頭上昇時，其G部擠壓E，使F向上推動B閉汽閥 (Cut-off valve)，遮斷蒸汽，以阻止不必要蒸汽之進入。又S為保安裝置，一觸錘頭，即動V閥，使鞴輪P之

(甲) 第 26 圖 (乙)



下方，通於大氣。上方與蒸汽管聯絡，以防P與汽笛蓋衝突。以上所述，係以手動者，多用於重量大之汽錘。普通重量小者，多備自動閥裝置 (Automatic valve gear)。如第26圖 (乙)，手把M在NP間之位置時，錘形槓桿J與架於錘頭H之小轉輾R相接觸。當H上昇之際，R與J以O為中心，向右轉動。因J之短臂K與閥桿F相聯，F與V同被上舉，乃得行錯汽作用

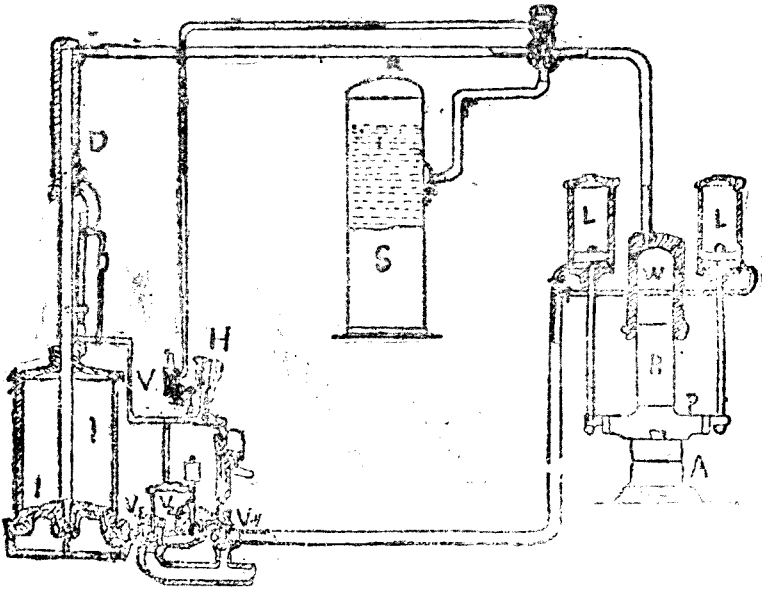
若欲使之行程大且速，可將M移至N端，由N端向P移動，間之行程小，錘之打擊，亦漸慢。及至P端，則自擊錘打，即完全停止矣。故欲以手制錘打時，即將M移至P位置可也。

蒸汽錘之重量，以噸（即1000磅）計，即錘頭，鞣鞣及鞣鞣桿三者重量之和也。通常所用者，為 $\frac{1}{4}$ —15噸。打擊次數，每分約300上下。由蒸汽錘打擊，所生之震動頗大，故其地基，須充分堅固，且其本身與砧台之地基，須分別建築，以免株連震壞。又因其震動大，於15呎以上，用者甚少，多以水壓機代之。

(6) 水壓機 (Hydraulic forging Press)

第27圖，係示水壓機之骨幹。A為砧台，P為壓頭 (Press head)。R為Ram，插入水筒 (Water cylinder) W中。LL為舉筒 (Lifting cylinder)，係引P上昇者。S為空氣筒

第 27 圖



(Air vessel)，內盛水，水面上充灌壓縮空氣。I為強壓筒 (Intensifier)，其體積小於水筒D內。H為操縱手把 (Handling Lever)，移動之，可自由開閉V<sub>1</sub>、V<sub>2</sub>、V<sub>3</sub>及V<sub>4</sub>等閥，以與R以任意行程。將H向右移動，蒸汽由L<sub>1</sub>鞣鞣下方進入，引上P。同時W內之水，經過S內。向左移動H，則蒸汽進入L<sub>2</sub>鞣鞣下方，壓下鞣鞣，以其鞣鞣將水筒D內之水，而送入

W內，壓下R，施行壓榨作用。D之直徑，較I甚小。故W內之水，壓力極高。加於P之壓力，可達至數百磅或數千磅。例如1200磅之水壓機，其行程由0至50cm，變化之。此短行程，每分鐘可往復100次。而其水之壓力為39kg/cm<sup>2</sup>蒸汽力不過為10kg/cm<sup>2</sup>而已。

第四節 鍛造及鍛接法

12. 鍛造法

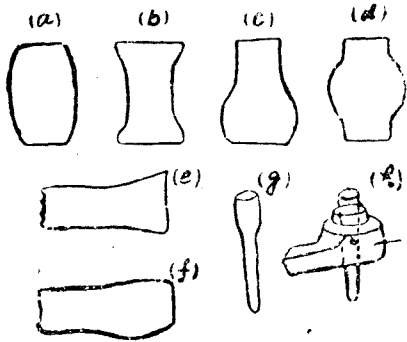
鍛造金屬，成種種形狀，其工作之繁簡，依工作物之形狀，各自不同。茲舉基本工作方法，歷述如下。

(1) 縮粗法 (Up setting or Jumping up)

此法即將鐵材加熱後，直立於砧上，而以鎚擊其上端，使之縮短而加粗。但原鐵材不過長，否則恐行彎曲。此縮粗之形態，隨加熱而異。如第28圖，(a)為充分加熱者，(b)

第 28 圖

為加熱不足之形態。(c)及(d)僅加熱於一部分



者。(一端或中部)(e)為加熱適度時之形狀。(f)為加熱不適度者。(g)及(h)為以較細之圓鐵，製造螺釘頭之形狀。

(2) 延細法 (Drawing down)

此法與(1)相反，即粗大之鐵材，延伸之使細長也。如第29圖，(a)(b)及(c)所示，係延伸較細小工作物之法。(d)係由粗大之(甲)部，經過(乙)(丙)部，而製成(丁)部。

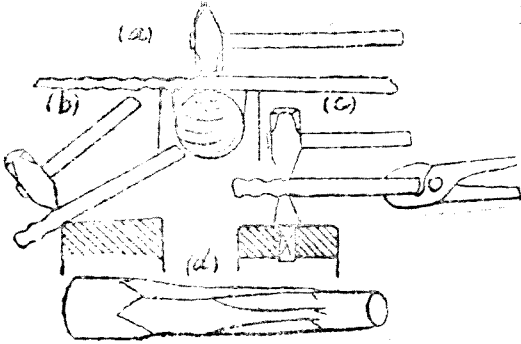
(3) 四角形鍛造法 (Squaring up)

第30圖所示，為鍛造四角形工作之順序。先鍛造(a)為(b)，再如(c)所示矢之方向，以鎚擊之，即成四角形。

(4) 彎曲法 (Bending)

如第31圖，由(a)之直棒，直接彎曲之，則得如(b)或(c)之形狀。故欲如(d)之

第 29 圖

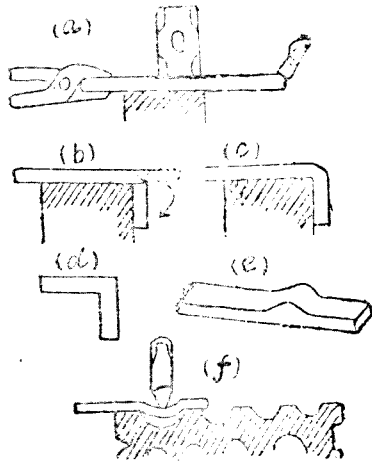
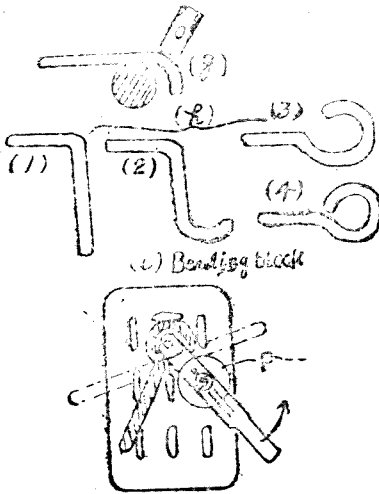


形，須經過 (e) 及 (f) 之工作 (g) 及 (h) 爲彎曲圓形之法。(i) 係彎曲幾環之法。若欲多製圓形物，可用如 (j) 之彎曲板，殊爲便利

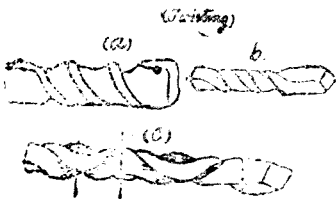
第 30 圖



第 31 圖



第 32 圖 (Twisting)



(5) 撚扭法 (Twisting)

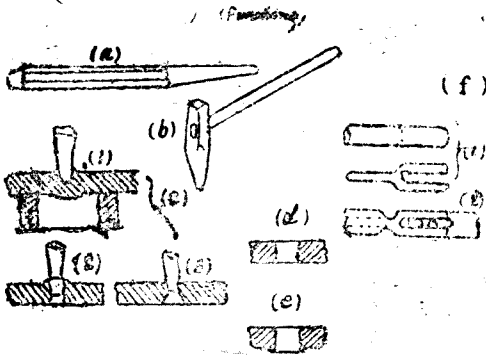
撚扭鐵棒，其最應注意者，爲棒全體，須均等加熱。撚扭時，一端以鉗或虎鉗堅持之，他端以手鉗挾之。依所要之撚數，徐徐回轉手鉗，即成如第 2 圖之形。

(6) 穿孔 (Punching)

第 33 圖之 (A) (B)，爲穿孔用之錘子 (Punch

(A) 係穿薄板者，(B) 係穿厚板者。(C) 係用錘子之順序，即由板之兩面貫穿時，可設知 (D)

第 33 圖



13. 鍛 接 法

之孔形。若由板之一面穿孔，則成如 (e) 之形狀。

以上所述之諸種鍛造法，所應注意者，為各工作物之尺寸，須比工作圖略大幾分，即須加入精製價（詳於後第四章鑄工）也。由多年之實地經驗，精製價以  $\frac{1''}{16} \sim \frac{1''}{4}$  為適宜。

將鍛鐵或軟鋼之二片，以高溫熱後，使之相接，而加以壓力，則二片即可接合成為一塊。

如是者，謂之鍛接

鍛鐵或軟鋼，於高溫時，與空氣接觸，其表面易於氧化。且燃料中之不純物，亦或附著於其表面，因而常有不能鍛接者。故普通於鍛接面，多撒布接合劑 (Welding flux)，使氧化物或不純物，溶解為液體，覆蓋表面，以防氧化。蓋此液體，一經壓力，即由接縫處擠出，使兩新鍛接面，直接接觸。因之鍛接容易，且可堅固。故無論接合部形狀如何，當鍛接時，須先自中央加壓力或擊打，而後漸及周圍，以便接合劑熔液充分擠出。茲將常用之接合劑，列舉如下。

左表中所列之接合劑，(1) 為鋼與鋼鍛接用者。(2) 及 (3) 為普通鍛接鍛鐵所用者。(4) 為鍛鐵與鋼鍛接用者。

又表中數字，係示其成分之比例。常用之鍛接法，約有數種，茲述如下。

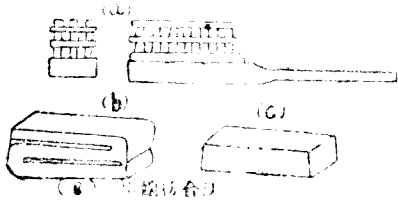
品名	種別	1	2	3	4
硼酸		41.5	—	—	35.6
硼砂		—	10.0	8.0	—
滿砂		—	1.0	1.0	—
食鹽		35.0	—	—	30.1
燒曹達		8.0	—	—	—
青酸鉀		15.5	—	1.0	35.6
松香		—	—	—	7.6

(1) 堆積法 (Fagot or pile welding)

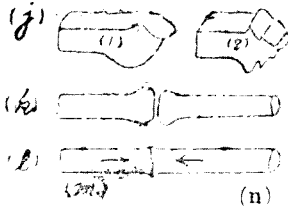
此法為以碎鐵或薄鐵片，堆積之，



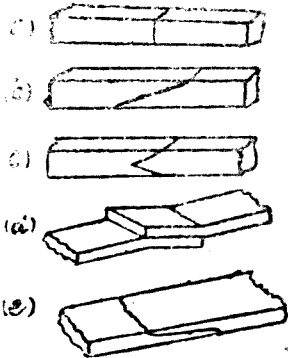
第 34 圖  
(Fagot or pile welding)



第 35 圖



第 36 圖



此種接法為最堅固者。如第37圖，(f)及(g)為薄板形之鐵或鋼相接合，於發車或工具等之鍛接多用之。(h)及(i)為鍛接圓鐵或方鐵者常用者。

而使成一大塊之鐵塊也，如第31圖，(a)係積碎鐵於一鐵上。全部入爐中熱之，以錘打使成一塊。(b)為曲打薄鐵板，重疊鍛接，使成(c)形。

(2) 兩端接合法

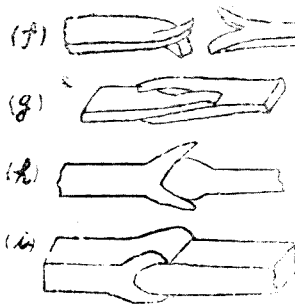
此法大致有(三)：

(A) 直端接合 (名爲Butt welding) 如第35圖，(k)兩接合端成球形，接合後如(l)圖。此種鍛接法，極不堅固，故普通不用之。

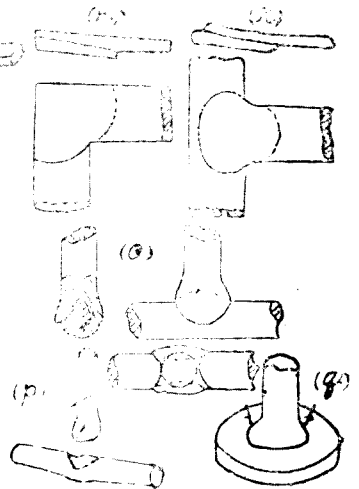
(B) 斜端重合 (Scarf or lap weld) 如第36圖，(a)為圓鐵，(b)及(c)為方鐵，(d)及(e)為鐵板。其鍛接面之中央，切成球面形，以便接合處液之擠出。若鐵板較厚時，無須作斜面，即如圖(d)可也。

(C) 交叉接合 (Fork weld)

第 37 圖



第 38 圖



### (3) 直角接合法

以前所述，二個鍛接物，係相平行，或成一直線者，此則成直角形。如第38圖，(m)及(n)為扁鐵之鍛接。(o)及(p)為圓鐵之鍛接。(q)為圓鐵與鐵板相接合之形。於此接法之注意者，凡鍛接面之凹處，勿使氧化物或不純物落入，否則，鍛接甚困難也。

以上所舉之鍛接法，不過為其概要。於實際工作時，每種工作物，各有其特殊方法及注意點，要皆在於經驗及熟練也。茲再將普通一般所應注意者，撮要列舉如下：

(1) 工作物由鍛爐中取出以前，所有應用工具及其他用品，須預備齊全。設如灼熱工作物，已置砧上，始尋取鉗鉗等物。工作物稍微冷卻，即不可鍛接矣。

(2) 灼熱工作物，一置砧上，立即以錘擊之。萬勿失鍛接之溫度。

(3) 普通鍛接部分之強，約為原有強之75%。

(4) 鐵材加熱後，以氧化作用，略有損失。故於截取鍛接材料時，須照其所損失者增大之。此增大之部分，名為餘裕部分。餘裕部分之多少，依加熱之時間及溫度而定。普通餘裕部分為 $\frac{1''}{4} \sim \frac{3''}{4}$ 之厚層。

## 14. 鍛造之實例

鍛造為製造機械部分品之粗形者。製造品既無一定，故其鍛造法，亦因之而異。茲舉數實例鍛造法，以為參考。

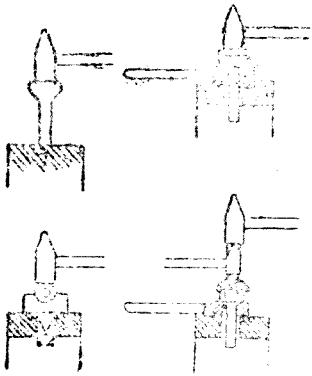
### (1) 螺釘頭 (Polt head)

第39圖，為自圓鐵而製螺釘頭之工作順序圖。先將圓鐵赤熱其一端，以錘擊之，如(A)圖。次如(B)圖，使成扁圓。然後置於六角型鐵上，擊成六角形。最終以同扣子，使上而成球面形狀。

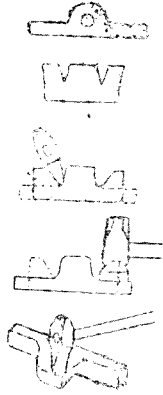
### (2) 栓梁 (Cock piece)

如第40圖，(A)為所要之形狀。製造此物，須先如(B)圖，以刮子刮二缺口。次如(C)圖，以錘減鐵，擊成圓角。然後打延之，如(D)圖，以平鐵錘平坦之。最終如(E)

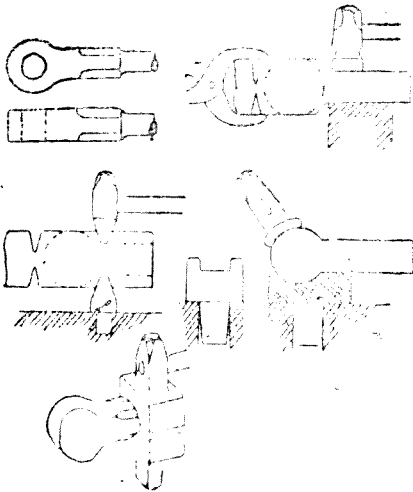
第 39 圖



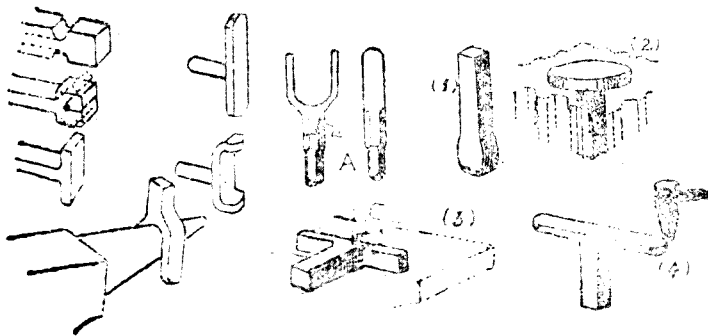
第 40 圖



第 41 圖



第 42 圖



圖，均去棱角，加工修正即成 (A) 圖之形狀。此其孔普通多以鑽床穿之。

(3) 繫桿之孔端 (Eye end of the tie rod)

鍛造此物，先截取適當鐵材，如第 41 圖 (B) 之一端作相連之接口，他端以錘減鐵，壓成缺口，次如 (C) 圖延伸之，以平減鐵壓平其頭部，切成圓形。然後如 (D) 圖修正之，其頭部如 (E) 圖，以三角型鐵，壓成六角形。即可得如 (A) 圖之物。此物加工之時間較長，工作未竟，業已冷卻，故須加熱數次。又其尺寸，須常以卡測量之。柄部普通多以鋼鐵鍛接之。

(4) 叉形端 (Fork end)

鍛造叉形，須先製成 T 形 (T-end) 製造 T 形，其法有二，即如第 42 圖 (A) 之壓延法及 (B) 之制切法也。

(A)(1) 使方鐵一端加粗。

(2) 置蜂台或砧上擊成圓形。

(3) 由圓板形而擊成T形。

(4) 以剝子切成圓端。

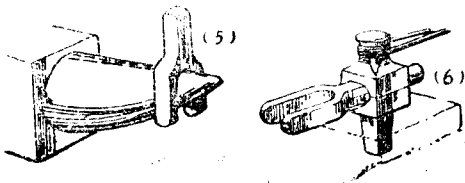
(B)(1) 以銼子製二缺口。

(2) 延平柄部，如點線割切之。

(3) 將割切所餘部分，擊成T形。

(4) 製成圓端。

第 43 圖



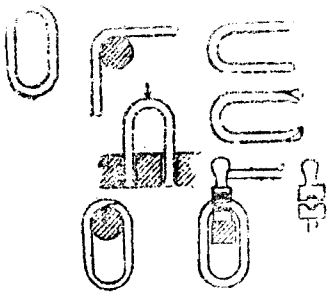
既製成T形，再如第43圖，(5)

之工作，即成叉形。若欲其柄為六角形

。如(6)圖製之可也。

(5) 索(Chain)

第 44 圖



先將圓鐵，以適當之長截斷之。熱其中央部分如第

44圖(A)(B)彎曲之。次熱其兩端，插入型鐵之相當

孔中，(預先特製者)置於砧上，如(C)圖，依矢之

方向擊之，使其兩端粗大。再如(D)圖將斜線外之餘

部切去，即置於砧之圓角上彎合之，如(E)圖。然後再

加熱鍛接，以型鐵修正之，如(F)圖，即成(G)圖之

形。

上圖係製造索環工作之順序。於實際彎合之前，須將其連接之索環套入。多數索環相聯，始成一索。

(6) 手柄之頭部(The boss of lever)

如第45圖，為所要之形狀。其頭部之製法，有種種。如第46圖，為堆積法。第47圖為打

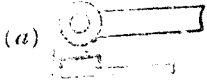
延法。第48圖為壓型法(Stamp work)。惟第46及47圖，所成之形，其初頭部，皆為四

角形。須切減之，使漸成圓形。第48圖為多製同一品，最便利之法。不惟大小一致，工作迅

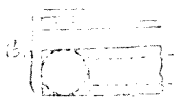
速，而原價亦因之低廉。特所用之壓力，係機力鏈蒸汽鏈或水壓機等，非大規模工場，不能

具備也。

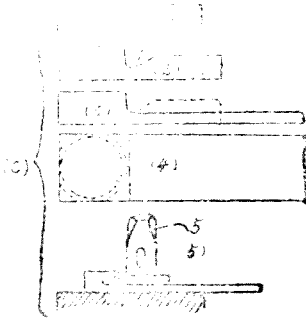
第 45 圖



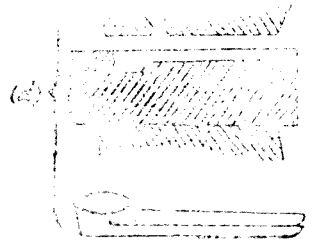
第 46 圖



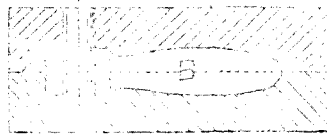
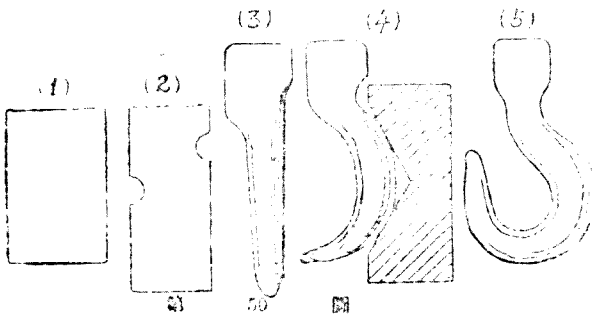
第 47 圖



第 48 圖



第 49 圖



(7) 鈎 (Hook)

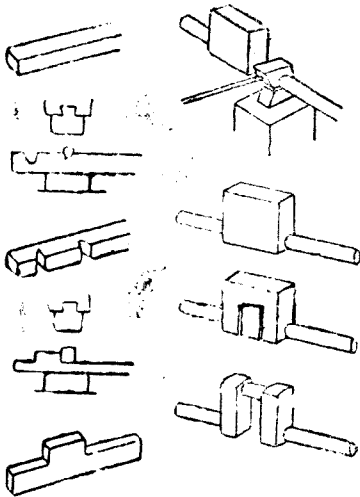
是種者，為起重機(Crane)所用之鈎，其大小雖有種種，而形狀大致相同，普通多用鑄型法製之。如第 49 圖 (1) (2) (3) (4) (5) 等，為製成其形狀之工作順序。次將 (E) 圖所示之工作物，全體加熱，置於型鐵內所鑄之土型於其一端，貫鐵棒穿孔，即成所製之鈎，如第 50 圖之 (A) (B) 所示者。

(8) 拐 軸 (Crank shaft)

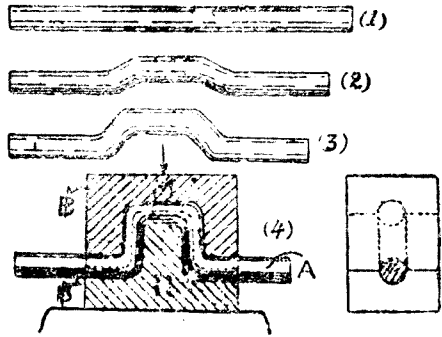
拐軸之鍛造法有種種，茲舉一法如下。

(甲) 如第 51 圖 (A) 之方法，以圓鐵，於適當位置，鑿一缺口，如圖 (B) 及 (C) 次如 (D) (E) 之方法，其軸部 (D) 之形狀，以圓型鋼之半徑，製成 (F) 及 (G) 兩圓鋼之半徑，以後兩圓鋼橫接之，如 (H) 以鐵線鑽成小孔，貫斷之，而除其半圓部分。再以半徑剖之，即得如 (I) 圖之拐軸。

第 51 圖



第 52 圖



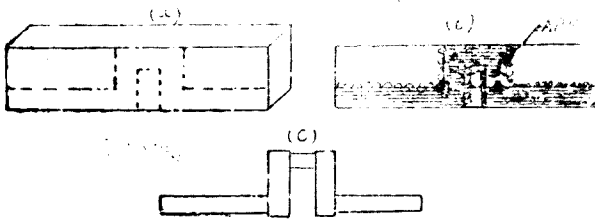
(乙)如第2圖，先熱(1)圓鐵之中央部，置於下型鐵N上。以上

型鐵M，漸次壓如(2)(3)之形狀。最後壓如(4)形，即成拐軸矣。

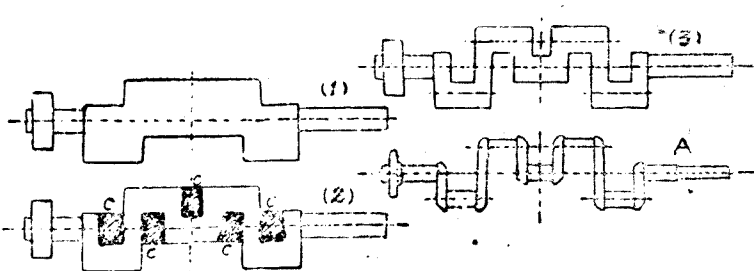
(丙)如第3圖，(a)為一無底厚鐵板，以鑽床沿點線，穿數多小孔。截去其餘部，如(b)圖。然後以車床制成拐軸，如(c)圖。此法完全用機械工，而不用鍛工。於工作

上雖屬方便，但如(B)圖所示鐵之纖維，係成平行者。於拐軸之臂部(Arm)對於牽引力之抵抗，甚為微弱。故普通多不用之。

第 53 圖

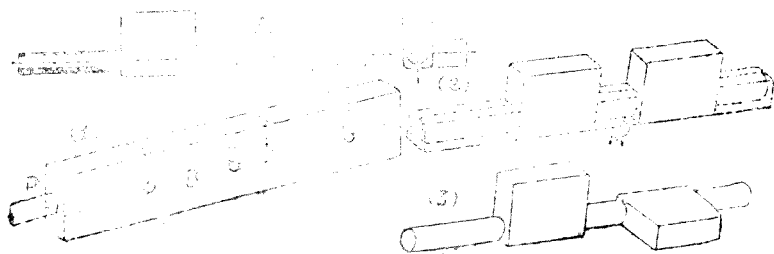


第 54 圖



以上所舉者，係單拐軸之製法。至於複拐軸，如第54及55圖所示者，其製法

第 55 圖



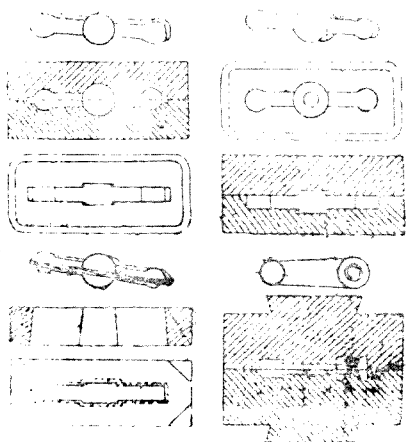
與單拐軸  
同。即  
之(A)、  
係由鍛工  
造成之略  
。此後則

以機成工，順次製之，即得需要之拐軸

15. 壓型鍛造法 (Drop forging or Stampin')

此為以模型鍛造多數同形工作物之法。其模型(Dies)以軟鋼或硬鋼製之。每一模型鑄後，須加以硬化。(軟鋼用表面硬化法，硬鋼用壓淬法。)普通簡單工作物用者，僅上下兩型，相合為一組。若複雜或須加工多次之工作物，須備多數模型，順次用之。茲舉一例以明壓型鍛造法之概要。

第 56 圖



如第56圖(A)所示之槓桿，先以普通鍛造法，製如(B)圖之略形。次自熱此略形，置入荒型(Elder)(C)內，以落下錘或其他機械鎚強打之，即得D圖之形。

於C型凹部之周緣，須設寬約15m.m以上1mm之間隙，以容納多餘之材料。如D圖所示者，置於(E)型(Strapping es)內，切去其多餘部分。再置於F型中，鎚打之，即得需要之形。

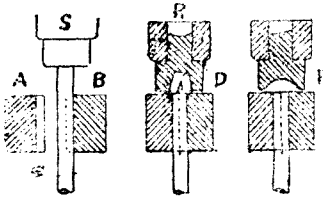
本例係先用普通鍛造，次用壓型鍛造。但有時始末均用壓型鍛造者。於壓型鍛造中，其多餘之材料，實難全除。其多餘部分，謂之Fin或Flash。如本例係於加工途中切去之。但亦有時，至工件最後始除去也。

工作物之材料，依溫度而有脹縮。故製造模型時，須照所要之大小，放大125%。又對於某種工作物，須用如何之模型。加工可分幾次，而變形之順序如何，均須熟練。且模型之精製，多恃手工，是則非有特殊技能不可。

### 16. 鍛造機械 (Forging machine)

此為自動鍛造所用之機械。蓋欲迅速而多量鍛造某種工作物，常用一特殊機械。今之通用者，為鍛造螺釘及鏢釘之機械。茲述其要領如下。

第 57 圖



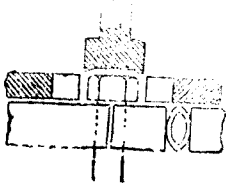
如第 57 圖，AB 為銜夾圓棒之半圓筒 (Jaw) B 係固定

，A 可左右略移動，以開閉之。先將圓棒 C 之一端赤熱之。夾於 AB 間。同時其上端，觸於擋鐵 (Stopper) S，使其突出之長一定。次將 S 取去，加置型鐵 D，而以 Ram R 壓之，使成 D 形。再換置型鐵 F 壓之，即成所要之半球形。此種動作，除最初插入圓棒 C 用人力外，其餘咸用曲拐 (Crank) 或凸輪 (Cam) 等機械之力。

又如第 58 圖，為鍛造螺帽之圖。其要領與前相同。惟製帽時，用三 Ram，由三方同時

第 58 圖

加力壓迫，一次即可得所要之形。工作既迅速大小形狀亦一致。惟此機械之構造，更為複雜自不待言。



### 第五節 鍛工之其他工作

#### 17. 韌化 (Annealing)

既經鍛造之鍛鐵或鋼，常呈脆性，其質既弱，且不耐久。故須恢復其本性，始可使用。此恢復本性之方法，謂之韌化。

韌化普通將鍛鐵熱至  $700^{\circ}\text{C}$  (約  $1300^{\circ}\text{C} \sim 650^{\circ}\text{C}$ )，暫行保持其溫度。然後徐徐冷卻之，則其質內外可均勻，而失却脆硬性。冷卻之法，普通埋工作物於鍛爐或火爐之殘餘灰渣中。或置於盛石灰或木炭粉末之箱中。若大形者，則置於特設之冷卻爐中。冷卻時間，依工作物之大小而定。蓋小形者 4~10 時，大形者須 8 時以上也。

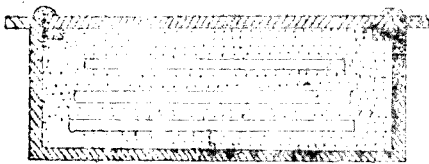
#### 18. 表面硬化 (Case hardening)



軟鋼之外層，使炭素滲入，即成硬層，其內部仍能保持其強韌性。如此工作，謂之表面硬化。凡欲表面耐磨耗，而有強韌性之機械部分品，如齒輪之齒，車輪之軸等，莫不用此法，以硬化其外層。施行此法，工作物之材料，以含炭量0.1—0.2%之軟鋼為主，此外亦有用特別鋼者。

此法可用之器具，為一鐵板製之箱，如第59圖。工作時，先於箱底鋪約40耗厚之給

第 59 圖



炭材料層，上置工作物。再於工作物上，覆以約30耗厚之給炭材料。如是交互疊置，最後覆以給炭材料，蓋上鐵板，用粘土封閉其縫，以防空氣吸入。又工作物與工作物及工作物與箱壁間之距離，約皆為30耗。鐵箱裝置既畢置入

爐內熱之。於此所用之爐，以容易調整溫度，而火爐不直接接觸鐵箱為佳，於普通多用反射爐。爐內溫度，約950 C上下，長時間加熱，則炭素即可滲入工作物之外層。

給炭材料，普通多用木炭之粉末。亦有用骨炭、草炭或炭酸錫黃血<sup>①</sup>等者。即將此等物品，以適當之量混合之，較木炭為有效也。

以適當時間加熱後，由爐中取出鐵箱，立即開箱取出工作物，投入水中，是謂之直接硬化。或於爐內冷卻至650 C，再加熱達770 C—820<sup>②</sup> C，入冷水或油中硬化之，是謂之復熱硬化。前者工作費較廉，但因長時間加大熱，立刻硬化，恐有缺乏強韌性之虞。且外皮與心部，不免常有龜裂。故欲得良質之工作品，以用後法為佳。後法又有反復硬化者。即第二次由650 C達900 C—950 C硬化後，再加熱至770 C—820<sup>③</sup> C，再硬化之。如是可得組織均勻最良質之工作品。

炭素滲入之深，即硬化皮層之厚，依給炭材料之種類，加熱溫度之高低，及加熱時間之長短而異。茲舉一列如下表，以為參考。最大滲入量，於700 C時為0.5%，900 C時為1.

加熱時間	於加熱溫度700 C時炭素滲入之深(耗)		
	木 炭	草 炭	炭酸錫及木炭末
2	0.71	1.14	1.40
4	1.07	1.57	2.21
8	1.57	2.03	2.82
12	1.73	2.79	3.18

5%，1100 C時為2.5%。軟鋼滲炭層之深，依加熱之時間而異。如第60圖所示，給炭材料為炭酸錫與木炭粉末之混合物（4與6之比例）。

第 60 圖



又欲工作物表面上之一部不硬化，可於該部分塗粘土。或於製造時，於該部分，依滲炭之厚預留一薄層。及硬化完竣後，以車床或研磨機削去之。

19. 硬化(又名燒入Hardening)及回火(又名燒戻Temper)

含多量炭素之鋼，熱熱之，投入水中或其他液體中冷却之，則可增加其硬度。如是者，謂之硬化(俗稱燒火)。此法主要之用途，即堅硬刀刃或工具等。既硬化之鋼，以其冷却過急內外收縮不一，外部常受內部壓力。表面之質既脆，最易破壞。是以普通所用之工具，須依種類而稍減其硬度。此謂之回火(俗稱退火)。

製造工具，所用之鋼材，多為高炭素鋼及高速度鋼，統稱之曰工具鋼。高炭素鋼，係由坩鍋煉鋼法製之，其質較良。由平爐製者，質稍劣。炭素含有量約0.5-2.0%。因其炭素量有多寡，則其性質及用途亦異。故鍛造硬化溫度亦不同，略如下表。

炭素含有量(%)	用 途	性 質	最高鍛造溫度	
			溫度(C°)	火 色
0.750	打拔型，壓縮型，鑄石錐， 錐。	鍛 接 容 易	950	輝黃赤色
0.875	鍛工工具，大剪刀，鑄石錐， 型機等。	鍛 接 不 難	900	黃 赤 色
1.000	鍛工工具剪刀，花崗岩錐， 衝子等。	鍛接時要注意	875	輝 赤 色
1.125	鑽頭車刀，銑刀，小剪刀， 螺絲擰子等。	鍛接要特別注意	850	赤 色
1.250	車刀，鉋刀，鑽頭，銑刀 等。	不 能 鍛 接	825	輝 櫻 色
1.350	剃刀，精車及鉋刀，錐刀 錐等。	不能鍛接，且鍛 造時要注意	800	櫻 色
1.500	螺絲特別機用型板	同 上	—	—

用高炭素鋼製造工具所用之材料，以含硫黃少者為佳。依上表溫度熱之，強力擊打，即可鍛成。推至發出清脆聲音時，須立刻停止擊打。再入爐中熱之，始可繼續工作。但以再熱之次數，愈少愈佳。鍛造完畢，再熱至800°C施行軟化。軟化後，再加熱至670 C 700 C，

急投入水或其他液體中，冷却之，施行硬化。硬化溫度，含炭素多者愈低。若加熱溫度高，硬化後，鐵粒粗大，其質脆弱。故施行硬化工作多者之工場，常設置專修硬化爐。其燃料，為重油或可燃氣體，使工作物不與火焰直接接觸，以防發青發質。且設置溫度計，以精確加減其溫度。

欲得適當之硬度，須行適當之冷却。故冷却之重要，與加熱同。普通行油冷却，即法之傳導迅速而硬化者，用鹽水、清水，或油等。若將冷却用之液體，依硬化之硬度，將其排列如次：鎔錫液、水銀、食水、汽水、油、脂肪、酒精、煤渣Coal tar。即用鎔錫液則硬度最大，依次用水銀食水等冷却，硬度順次漸小。而以Coal tar 冷却，硬度為最小。又鹽水85°C 所得之硬度，與淡水55°C 所得之硬度相當。有時用混合液以冷却者，如水上而，浮以1~2吋之油層，於油中冷却，較水中為速。亦熱鋼徐徐挿入時，油則附着於鋼之表面，而與水不能直接接觸。故可得較大之強韌性。

硬化時，最應注意者，無論加熱或冷却，以各部均等為佳。且插入液體時，須使工作物與液面垂直，勿令傾斜。

即硬化之鋼，欲防止其內應，須施行回火。回火之溫度，亦以炭素含量及工具之種類而異，普通以加熱之火色（即加熱時，生於鋼表面，氧化鐵薄層之色）表之。此火色稱為回火色。茲將各種工具回火所用之適宜溫度，列表如下。

反淬色	溫度(c°)	工 具 之 種 類	於回溫度時鎔錫合金之成分	
			錫	錳
淡黃色	220	車床用工具（削錫鋼用），鉋床用工具（削鋼用）。	7.5	4
黃色	230	剃刀，鉋床工具（削鐵用），鉋床工具，鑽頭。	8	4
濃黃色	240	公螺絲切型，鑽頭，車床工具（削鐵用）。	10	4
暗黃色	255	母螺絲切型，螺絲工具，木工用工具。	14	4
褐黃色	256	衝孔器，鉋，回火。	18	4
紫褐色	270	車床用工具（削錫鋼用）鑽錫鋼，螺絲鑽頭。	19	4
薄紫色	275	大錐，刀劍類。	20	4

濃紫色	2 9 0	手斧，鑿（鑿鋼及鑄鐵用）發條（普通用）	48	4
濃青色	3 0 0	鑿（鑿鐵用）鋸（小形）發條（鐘錶用）	100	4
鼠青色	3 1 5	無須大硬度，而必得有強韌性之機械部分品	—	—
青色	3 2 5			

回火之冷却方法，與硬化同。上表中附記鉛錫合金之於同溫度溶解者，即為試驗反淬溫度，是否達於所要者之用。或有時如發條之回火，加熱後，於其表面，塗以油或蠟，由其着火點，亦可知其溫度。於簡單施行反淬時，普通以既加熱之鋼，不俟其全部冷却，即其內部，尚餘一部分之熱（此熱由刃端火色可察知）。俟其至相當之回火色時，立即投入水中，而冷却之。此法多應用於車刀鑿子及鏈等。

小形工作物，硬化後，施行回火，可用下列之熱。

(1) 木炭火 (2) 熱砂 (3) 錫與鉛之合金溶液（如上表） (4) 着火點 $50^{\circ}$ 、 $600^{\circ}$ C之熱重油。（合金溶液，若長久用時，於其表面，可撒以木炭末，以防氧化。）

既硬化之鋼，再加熱至硬化溫度。於一定時間內，保持此溫度。以後徐徐冷却之，則可恢復硬化以前之性質。此工作即所謂軟化。故硬化與軟化所加之溫度相等，特冷却遲速之不同耳。以上係高炭素鋼硬化及回火之大略，茲再就高速度鋼略述之。

高速度鋼者，以之製造切削工具，雖於高速度，仍能切削，故以之為名。蓋以普通鋼製造工具切削速度較高，因摩擦生熱，刃端硬度大減，即不能切削。於高速度鋼，雖其刃端熱至呈暗赤色，其硬度亦無大變化，仍能繼續切削。故今之機械工場，莫不重視之。高速度鋼之發明，距今不過六十餘年。（1865年英人模塞特發明）其初僅為含炭素2%，銀5%錳1.5%及少量鎢之特殊鋼。迨後1900年頃，經美人帖拉及赫維特二氏改良，世人始知其用。及今用者既廣，而種類亦繁。至其成分，更無一定。茲將普通所用者，舉一例如下。

錳	鈾	錳	鎢	炭	錳
18.5~19.5%	0.1~0.35%	1.5%以下	5.25~6.0%	0.55~0.75%	0.11%以下
磷	硫				
0.02%以下	0.02%以下				

高速度鋼之特徵略如下列。

(1) 約熱至  $1000^{\circ}\text{C}$  (淡黃色) 衝風或煤油中冷卻之，可得刃刃之硬炭。故高速鋼一名空氣硬化鋼。對於此名稱，高炭素鋼亦稱水硬化鋼。

(2) 既硬化之高速鋼，雖熱至  $700^{\circ}\text{C}$ — $800^{\circ}\text{C}$ ，(暗赤色) 其硬度亦不少變。(此名之為赤熱硬性 (Red hardness) 此性質為高速鋼所獨有，前於高速度能切削者，即因此也。

(3) 其鋼硬化或鍛造，雖加熱至白色，亦無害於其質。蓋因其組織緻密，此為工具鋼之大利點。

高速鋼鍛造之溫度，為  $1000^{\circ}\text{C}$ — $1100^{\circ}\text{C}$  冷至  $750^{\circ}\text{C}$  (赤色) 則不此鍛造，須再行加熱，始可鍛造。鍛造後，須徐徐冷卻。

硬化時，須先徐徐加熱，約至  $400^{\circ}\text{C}$  (櫻色)，再速加熱，使成白色。此際其尖端，稍呈熔解狀態。如欲強熱之高速鋼，衝風冷卻之，依衝風壓力之大小，可得適當之硬度。或衝風冷卻赤熱，再投入油中，急冷卻之亦可。但近來多於自然時，直接油中，急冷卻之，為使刃端增強韌性也。

普通車用之高速鋼工具，僅硬化，不施回火。就車用之工具及螺紋鑽頭或螺絲板等，於硬化後，須再熱至  $230^{\circ}\text{C}$ — $315^{\circ}\text{C}$  而施以回火。

高速鋼軟化及硬化之溫度，同為  $1100^{\circ}\text{C}$ 。時行軟化時，須極徐緩之冷卻。

### 第三章 鍋爐及管工

#### 第一節 鍋爐工

##### 20. 概 說

凡製作或修繕鍋爐，烟筒，水槽，水櫃以及鐵架鐵骨等之工作，謂之鍋爐工。（俗稱鑄工）其工場謂之鍋爐工場（Boiler shop）。鍋爐工場工作之主要者，為剪斷，切斷，衝孔，鑽孔，彎曲，鎖打，及銲接銲斷等。所用之材料，以鍛鐵及軟鋼為主。現今因製鋼之發達，軟鋼之強度及展延性等等，均較鍛鐵為優，而價值又相差無幾，殆有全用軟鋼之勢。

軟鋼材料之形狀，除板、管棒等外，其橫斷面有為L形、T形、U形等形狀者。通稱之為L形鋼，T形鋼，I形鋼，U形鋼。於鍋爐所用者，以板管為主，其他為補助。

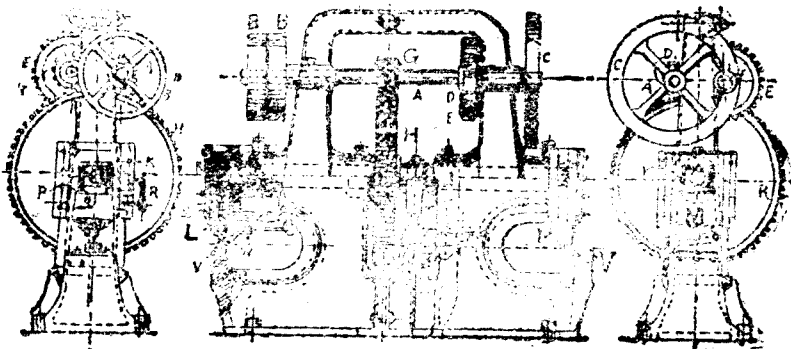
##### 21. 鍋爐工所用之機械

鍋爐工之工作，大半恃機械力，有時以人力補助之。爰將通用機械，略述如下。

##### (1) 剪斷機及衝孔機 (Shearing and punching machine)

此機之外形，如圖61所示。中央S及右端M司剪斷，左端L司衝孔。其作用由皮帶輪B之迴轉運動，經齒輪G及一中間齒輪，而傳至J輪上之齒輪H。如本圖乙，丙，J軸兩端，附以小軸KK，各插入可上下滑動之ML中。ML之下端，各固定以刀刃及衝錘。是以J軸迴轉，ML上下運動，因得剪斷或衝孔。於M端載工作物台V上，固定一向上直立之刀刃，

第 61 圖

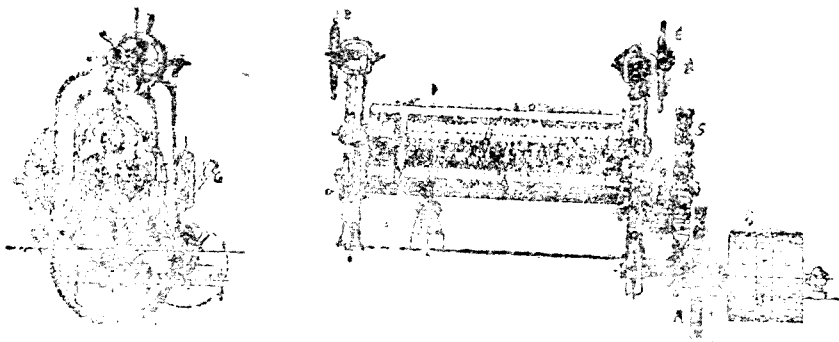


而與M之刀刃相對，成剪刀形，故得剪斷鐵板。又於L器之工作物台V上，有一孔，與衝錐同一中心線，上端直徑較衝錐略大，孔內面漸下漸大，以便衝下之材料落下。中央S為特設剪斷形鋼（即LT等之形鋼）處。其上下運動，由於J軸上之偏心輪T。又S及L，均設有特種機構，可得變更其行程（Stroke），形鋼或鋼板既置於台V上，而以刀刃對準剪斷或衝孔處。然後以最大行程，剪斷或衝擊之。

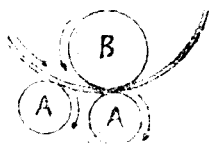
(2) 彎曲機械 (Plate bending roll)

如第62圖A（二個較小）B（一個較大）為轉棍（Roller），將鋼板夾於其間，轉棍之，即彎成筒形。支持B之軸承S，迴轉手輪E，（Hand wheel）可任意上下移動。因之所彎曲之筒，得任意定其半徑。B之左端支架F，一側為擺錘H，一側以螺釘G固定之。如圖挪移G外出，可得迴轉F，以便取出彎成之筒。

第 62 圖



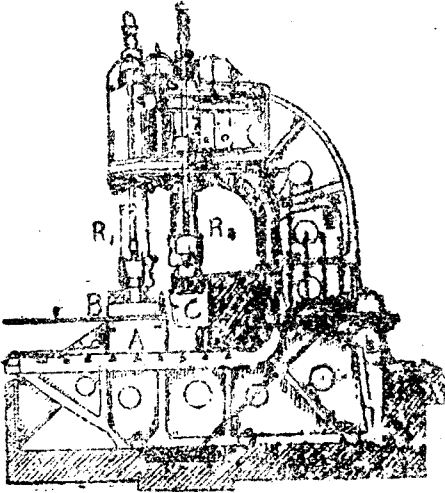
第 63 圖



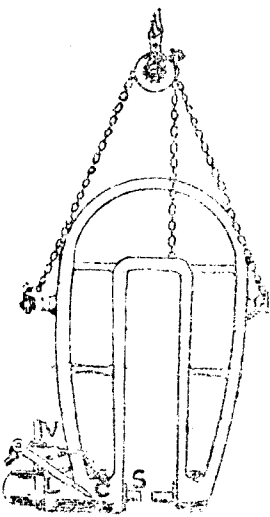
轉棍之迴轉運動，由於皮帶輪L及數個齒輪RSMN。觀之相對迴轉方向，如右圖所示。A右轉，B左轉，則鋼板向右移動。又大形鐵道，鋼板之厚，約在30吋以上。此須極大壓力，非上述之機械所能勝任。有用水壓機移動鋼板而彎曲之者。但此為特殊機械設備所為。

彎曲鋼板兩頭板（End plate）之彎曲，所用之機械，亦用水壓機。如第64圖，RamR<sub>1</sub>之頭B，緊壓鋼板於砧台A上而以RamR<sub>2</sub>之頭C，強壓之，即可彎成緣邊之一部。如是

第 64 圖



第 65 圖



將鋼板徐轉一周，則得全部，緣邊，而蓋成矣。

(3) 鑽孔機 (Drilling machine)

此機為鑽孔之用，即用普通之鑽孔機(詳於第五章機械工)可也。又有一種多鑽孔機 (Multiple Spindle drilling)，專為鑽焰管或水管板孔之用。

(4) 鉚打機械 (Riveting machine)

如第65圖，C為水壓筒，由手把L而開閉水閥V。於C筒內鞣輪之兩側，交互送進壓縮水，往復推動鞣輪，使鉚鏈(Snap)S，左右衝動，施行鉚打作用。

本圖所示，係較小者。用索練聯於活動起重機，以便搬運使用。至大形者，概為定置。

以上所述之諸種機械，其原動力，用機械力或水力。但近世其用機械力者，多代以電力。即於皮帶輪處，換置電動機。用水力者，多代以高壓空氣(即壓縮空氣)殊為便利。

鍋爐工所用之機械，除上述者外，尚有邊削機械 (Edge machine)，以切削長鋼板之兩邊。圓鋸機 (Circular saw)，以截斷形鋼。帶鋸機 (Band saw) 以截斷圓鐵，或剖截鐵板。但其用途不廣，而機構與第四章38條所舉者略同。故茲從略焉。

(5) 風力工具 (Pneumatic tool)

風力工具者，係利用壓縮空氣之壓力，(普通約在7氣壓上下)而行鑿削，切斷 鑽孔

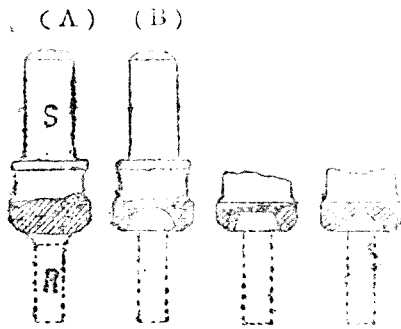


第 66 圖



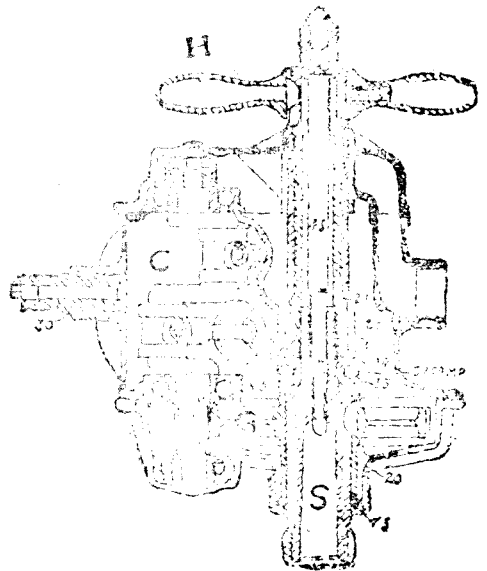
及鑄打等諸工作也。其應用之範圍頗廣。如第66圖，爲風鏈 (Pneumatic riveter) (俗名風臥子)之外形 C 爲氣筒，P 爲進風口，與外纏鉛絲膠皮風管 (Armored hose) 相聯。當打壓迫H，開放空氣閥，則壓縮空氣 (俗名風) 由膠皮管入 C 筒內。筒內轉軸，以高速度往復運動，使其前部揮打鑄鏈，行鑄打作用。鑄鏈之形狀，如第67圖，S 爲挿入 C 筒前部穴內之柄。R 爲鑄釘 (Rivet) (A) (B) (C) (D) 等，即示鑄鏈，各

第 67 圖



適於鑄釘頭之諸種形狀也。鑄鏈以上具鋼製，表面硬化，以防摩擦。若以錘子代鑄鏈，挿入 C 內，得行鑿削及切斷工作。

第 68 圖

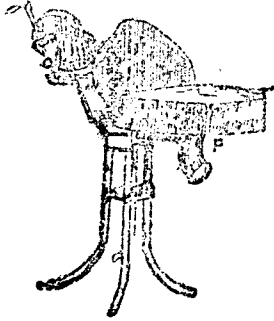


第68圖爲風鑽 (Pneumatic drill) 之斷面圖。由壓縮空氣，推動轉軸，而迴轉曲柄 (Crank) C。此迴轉運動，經齒輪 G，而傳主軸 S。於 S 下端之錐穴 (Socket)，挿以鑽頭。迴轉手把 H，可使鑽頭前進。鑽之迴轉速度及方向，以閥可任意加減之。此鑽一人容易搬運。於鍋爐之修補，及狹窄處之鑽孔工作，殊爲便利。

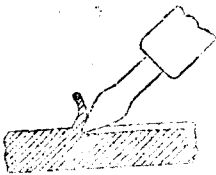
(6) 鑄打機 (Rivet pot)

鑄打工作，須用熱力。於此應用之機，多如第69圖所示。C 爲手搖打風機，風由火

第 69 圖



第 70 圖



中央之口上吹。火床圍以鐵皮板，中置燃料，投鋼釘於火中，即可灼熱。此爐甚輕便，可任意移動。

### 22. 剪斷及穿孔

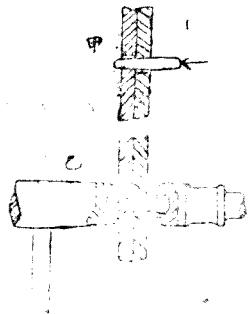
剪斷或切斷鋼板及形鋼，其方法不一。板之厚為10~20託，而剪大部分之幅不寬者，固可用剪斷機，俾工作迅速。若剪去及所留用部分之幅，均甚寬大，而剪斷機不能容納時，則非用如第70圖之風盤切斷，或以吹管鋸斷之不可。（吹管鋸斷僅於25託）又板之厚在20託以上時，以鋸斷為最便利。於2~3託厚之薄板剪斷，以人力用平盤剪之即可。至若圓鐵及形鋼等之切斷，則多用鋸機。而鋼板亦可以鋸機鋸斷之。

於鋼板上，開大孔，如汽鍋上之安全閥孔時，可沿孔之圓周線，穿多數小孔。所餘鋸齒狀之周緣，可以整平之。穿小孔能用衝孔機時固佳，不能則可用鑽孔機。惟用衝孔機所穿之孔，邊緣不平，孔內多少成圓錐形，而其中心亦欠正確。且其邊緣之材質，以機械衝擊作用，增加脆硬，而減少韌性。故於精密處之穿孔，甚不相宜。但以正孔器（Reamer）擴削之，去其變質部分，或以軟化法，恢復其韌性。亦可救正其弊害。若用鑽孔機穿孔，則無上述之弊害。但工作手續較煩，多費時間，而不如衝孔機之迅速耳。鑽孔機詳於機械工，於茲從略。

### 23. 鉚 打

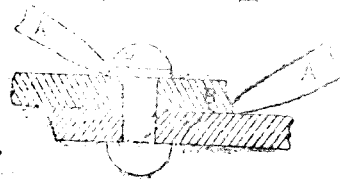
鉚釘（Rivet）之形狀，如第67圖點線所示各種。釘孔直徑，須較鉚釘大5%~10%，以更容易穿入。鉚打方法，先重合所欲鉚接之二鐵板，對準二鐵板之釘孔。而於適宜位置，以螺釘緊固之。此螺釘之間隔，愈小愈佳。否則既有害於二板之密接，而鉚接必不能完善。相重二釘孔，若有偏錯，須以正孔器插入擴正之。或如第71圖甲，以圓衝子（Drift pin）插入，矯正之。但若二板重合後，始以鑽孔，固無須此也。二板及釘孔，既重合正確。乃由鉚釘爐取出灼熱鉚釘，叩落其附着之養化物及其他不純物，即急插入釘孔中。如第71圖乙，

第 71 圖



鉚釘頭以頂鐵C頂壓之、其端以鉚錘擊打、成所要之形。遂完成一釘之鉚工。就上所述、燒熱鉚釘、執撐頂鐵及鉚錘之擊打、至少須三人為一釘。若不用風錘、而以人力、尚須四人。即必須一人執掌頂子（即成鉚釘頭之壓鐵）也。鉚釘既終、須檢查其結實良否。即以小手錘、輕叩鉚頭。若鉚接良好、發聲即擊着（其與叩鐵板之音相同）否則發濁音。且以指尖接觸而輕叩之、指尖即感覺震動。此略有經驗者、容易辨出。設不良時、須再鉚打。

第 72 圖



鉚釘之加熱、其不足者、不能充滿訂孔。過熱者、呈焦燒（Burnt）現象、釘體脆弱。又於爐中所熱之鉚釘、同時不可太多。

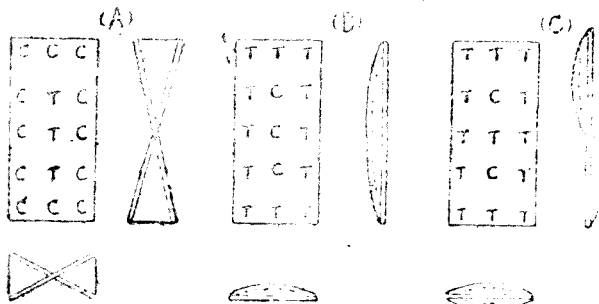
鉚接後、其接合部分、常不免有間隙。如第72圖之B、與下板不相密合、須行塞隙工作（Calk）。即將塞隙頭A、（Calking tool）插於風力工具中。其尖端觸工作物處成錯文形。如圖使A叩擊板之一端、即可着實密接。又鉚釘頭同線、亦可使密接於板面上。於汽鍋、氣箱、及水櫃等之氣密及水密、均以此法製作之。製作完竣、再以水壓試驗檢查之。須完全密接、始可使用。又於板之重合面、常覆有鐵銹或氧化面（即 Scale）等、難望其密接。故預先須以稀硫酸洗其面、除去之。

### 21. 薄鐵板之平正及形鋼之彎曲

於厚2-3托之薄鐵板、常欠平正。如第73圖A、以縱軸為中心線、向左右推轉。B係中央凸起、C為前二者合形成。此不過舉其主要之變形、其他尚有種種。但其糾正法、以此為例、其他可類推。

圖中記C處、為受壓縮之部分。於記T處壓進或擊加之

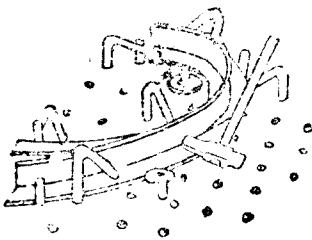
第 73 圖



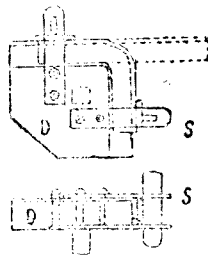
，即可舒展平正。普通壓延，多用壓棍。擊伸即將鐵板，置於定器上。以手鏈或減鐵擊打之，徐徐除其牽引力，即可漸次平正。惟手鏈及減鐵之擊面，須略具凸形，是為至要。

形鋼之彎曲，其法如第74圖。於大形定盤諸孔中，依所要之曲線位置，插入小圓鐵柱，若僅依小圓鐵柱，不能得所要之曲線時，如圖中A，可以任意大之鐵環，套於小圓柱上。工

第 74 圖



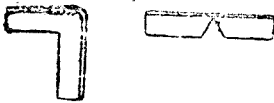
第 75 圖



作時，將赤熱之形鋼，沿小圓柱外側，彎曲之，即可得所要之形。如本圖所示，係以鏈擊而彎曲者。若以移動式水壓機代鏈，其工作更為迅速。

第75圖，為彎曲形鋼成直角之法。D係鑄鐵製之直角模型。SS為固定形鋼者。如圖之點線，將赤熱形鋼一端固定後，以鏈依矢方向，擊成直角形，即固定彎曲端。俟其冷卻，

第 76 圖



達成所要之形。若欲直角正確時，可如第76圖，於彎曲部分之內側，作45度角之缺口（Web）。迨彎曲後，再銲接此缺口之對縫。於此所用之形鋼，僅其彎曲部分加熱。而爐內火床，以平廣為佳。

## 25. 銲接及銲斷

利用氣體燃燒熱，以銲接或銲斷金屬之法，近世頗為發達。蓋其工作簡易，工效宏大，故各大工場莫不用之。

燃燒之氣體，有數種。而一般所常用者，為氧氣與電石氣（又名乙炔Acetylene）之混合氣體，或氫氣之混合氣體。氫發生之裝置繁雜，且價昂，溫度較低。（詳於後）。故普通多用前之混合氣體。

電石氣（Acetylene  $C_2H_2$ ）為炭氫化合物，加水於二碳化鈣，即可製成，即 $CaC_2 + 2H_2O = C_2H_2 + Ca(OH)_2$ 也。此氣體無色而有毒及惡臭。與空氣混合，點火則發爆音。

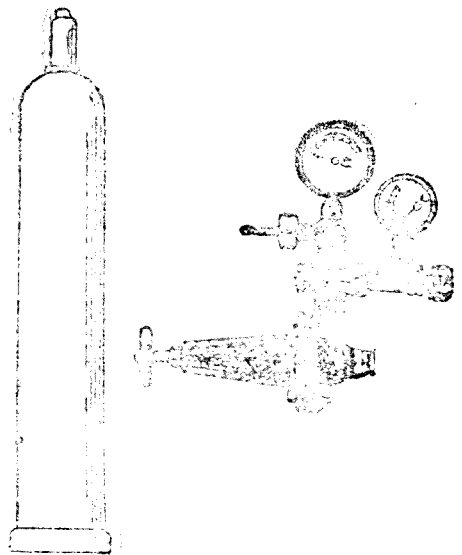
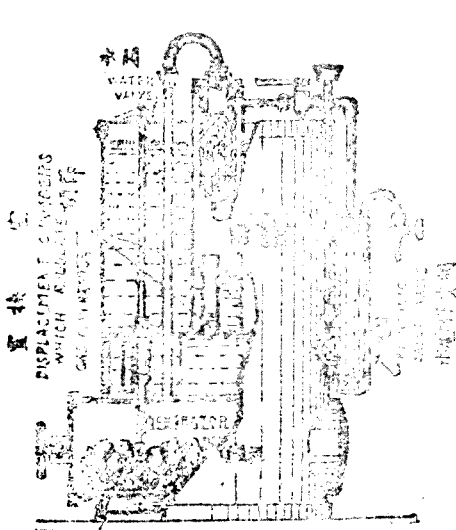
與氧氣混合燃燒之，則生 $3100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之高熱，略與電弧之溫度相等，較氧氣焰之溫度稍高。(氧氣焰 $3100\text{ }^{\circ}\text{C}$ )於普通所用固體燃料(如煤焦炭等)之爐，最高溫度，不過 $1500\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。則此焰溫度之高，可想而知，故易於溶解金屬。

電石氣與氧氣之混合氣體，有用高壓及紙壓者。用高壓時，將電石氣以 $10$ 氣壓之壓力，溶解於丙酮(Acetone)中，使之吸收。以瓶或罐裝密蓋之，可任意取用。於間斷使用，甚為適宜。若電石氣以高壓壓縮甚難，故須溶解於他物中。用低壓時，由電石氣發生器所生者，直接用之。發生器連續發生，即可連續使用。凡長久使用時，以此法為宜。

電石氣發生器如第77圖所示。圓筒之下部，貯藏二碳化鈣(Calcium carbide)。水由水閥經水管，徐徐注入。所發生之電石氣，由氣管經過過濾器，依筒內水之壓力，自所用之外管口噴出，以與氧氣混合。氧氣多用市上所售者。如第78圖，為盛氧氣之鋼罐。此中所盛者，

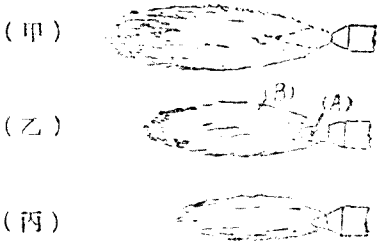
第 77 圖

第 78 圖



容積約 $6$ 立方呎，加 $150$ 氣壓壓力之氧氣，其重量者，計氣 $200$ 磅以上。電石氣與氧氣之合之比，大約為 $1.0:1.8$ 。若電石氣過多，則溶解容易，起裂之亦用。若氧氣過多，則起裂作用。均能減少接合部之強。故於鑄接時，務須配合適當，而得中性之焰。此中性焰，普通

第 79 圖



以焰之形狀辨別之。如第79圖，甲為電石氣過多之焰，乙為中性焰，丙為氧氣過多之焰。於中性焰之內部，A 成圓錐形者，為： $C_2H_2 + O_2 \rightarrow H_2 + 2CO$ 。外部B成帶形者， $CO + O \rightarrow CO_2$ 及 $H_2 + O \rightarrow H_2O$ 。

電石氣與氧氣之混合，及發焰，普通咸用吹

第 80 圖

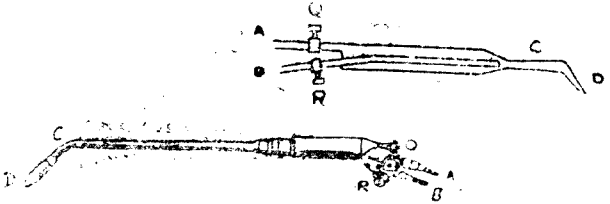
管 (Blow pipe)，吹管之構造

，如第80圖(甲)，外形如圖(

乙)。其要部為青銅製之內外二

重管 AB。A 為送電石氣者，B

為送氧氣者。二氣體於 C 處混合，由赤銅製之吹口 D，噴出燃燒，以熱工作物，Q R 為焰之調整閥，即加減二氣體配合之量也。

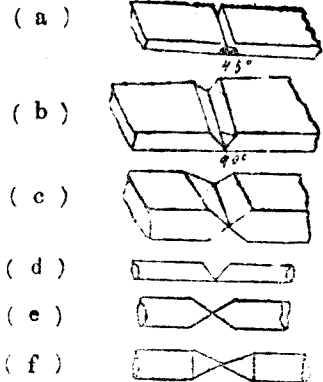


得行銲接之金屬，為鋼，鐵，銅，黃銅，青銅，鉛及鋁等。所用之補充料，即銲接棒 (Welding rod)，一般多與銲接金屬同質。其形狀為直0.5吋之圓棒方棒或扁平棒。又銲接時，常用接合劑，其用途與銀接同。成分以硼砂為主，用時多製成糊狀，塗於銲接棒上。但普通銲接鋼與鐵，多不用接合劑。

第81圖

由吹管所發之焰。射及銲接金屬面上，其範圍甚狹。於厚大物品，須先製成如第81圖所示諸形，使之易於通焰。該部分以銲時，即將補充料銲解，填補之。俟其填滿，即完成銲接矣。如第82圖，即示補充後各種之形狀也。

銲接後，於適當期間，以錘擊之，可增其延性。錘擊之溫度，鐵及軟鋼，約在950°C，與800°C之間。(



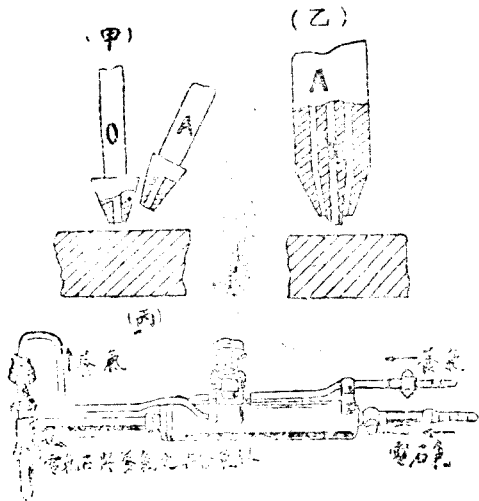
輝櫻色)若冷却,須以吹管加熱,恢復其鏈擊溫度,始可再擊。

應用吹管銲接之物品,其主要者為機械器具,管類,鍋爐,及齒輪等之製作或修理。其他如鑄物中氣孔之填補,鑄造困難各部分品之組合,及氣液體容器之製造等,亦可應用吹管也。

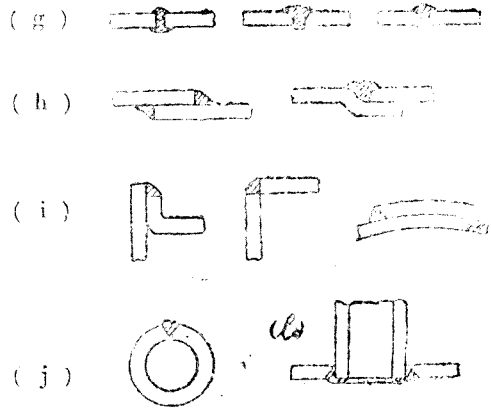
利用吹管,又可銲斷金屬。蓋金

屬於空氣中,皆可氧化。而於高溫,其氧化更甚。但除鐵及鋼以外之金屬,其氧化物銲解斷甚高,銲斷頗為困難。故一般之銲斷,僅限於鐵及鋼。銲斷與銲接異,先將金屬以吹管加熱之,即急劇吹送氧氣。則金屬氧化燃燒而被切斷矣。

第 83 圖



第 82 圖



銲斷所用吹管之構造,與銲接者稍異。

如第83圖(甲)之A管,為赤熱金屬所用之吹管,與前所述者相同。O管為噴射氧氣者。圖(乙)係將二管以同心圓相組合,為普通所用者。圖(丙)即示圖(乙)之外形也。用時,先將氧氣與電石氣,以適當之量混合,燃之前吹於工作物上。俟工作物加熱後,再將高壓之氧氣吹出。則其部分,即可銲厚一孔。順吹管吹口徐徐沿所銲之管移動,則工作物即由畫線處斷。

銲斷之幅,不及10託。故於斷面上,無甚大凸凹。惟溫度甚高,傳於周圍之熱頗速。若含有多量碳素之鋼,於其表面,常有硬化之傾向。故於必要時,須施行回火,或削去其硬化部

分。

於銼斷工作上，當注意者。如下所列。

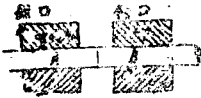
- (1) 表面上之氧化鐵或砂土等，須充分剝落之。
- (2) 工作由中間開始時板厚在50耗以上者，須先以鑽穿一小孔，使火焰達於裏面。
- (3) 銼斷時，須避工作物之孔穴等空隙處。

應用銼斷之主要物品，為拐軸，機械部分品，鐵骨。橋梁。鍋爐，機車及船之甲板等，要亦為今之工業界重要之工作也。

### 26. 電氣銼接法

電氣銼接法有二種，一係利用金屬抵抗電氣所生之熱，一係利用電弧之熱。利用電氣抵抗銼接法，又分三種，茲述之如下。

第 84 圖

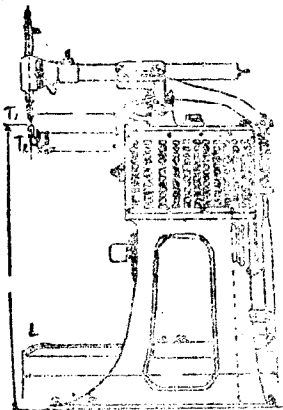


#### (1) 對頭銼接法 (Butt welding)

如第84圖，AB 為所銼接之物品。一為陽極，一為陰極。通以電流，則 AB 相接觸之部分，電氣抵抗甚大，因而發熱。迨達於銼接溫度，由 AB 兩端加壓力，即可完全銼接。銼接部分之效率，約為95%~100%。凡軟鋼工具，如硬鋼之刀端，及電

線之接續等，多用此法，甚為便利。加壓力於 AB，至

第 85 圖 (乙)

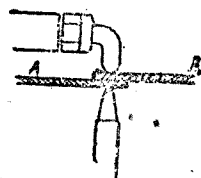


兩極鉗口。此全機構造，與第85圖 (乙) 相似。

#### (2) 點銼接法 (Spot welding)

如第85圖 (甲)，於電氣通路之兩極，置重合之金屬

(甲)



板。通電流則板與兩極相接觸之部分，生大抵抗，因而發熱。俟白熱時，加壓力於兩極，即可銼接。本圖 (乙)，為此銼接機

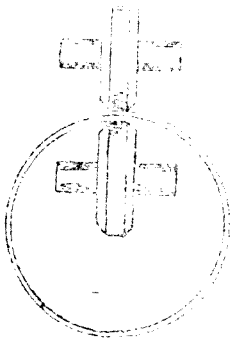


之一例 (T<sub>1</sub>T<sub>2</sub>) 爲電極 T<sub>1</sub> 爲是陽極，踏之可使 T<sub>1</sub> 加壓力於工件物，且可同電路起電引，即加壓力時，電路開，電流斷，而行銲接。一處銲接訖，再移於他處。若將此機用 T<sub>2</sub> 兩極，代以開口，則可進行夾合銲接。

(3) 連續銲接法 (Sewer welding)

此種銲接法，爲(2)之變形。如第86圖，以二銅輪，代出之 T<sub>1</sub>T<sub>2</sub> 兩極。將銲接之金屬

第 86 圖



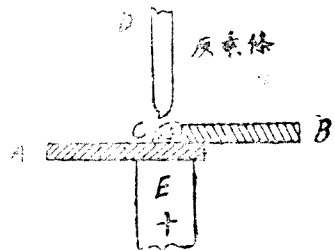
板重合之，衝於二輪間。通以電流，則板以抵抗之熱而自熱。此際依是管 T<sub>1</sub> 使二輪間，有相當壓力，以壓迫自熱之金屬板。且同時，金屬板以相當速度前進，故重合之金屬板，得如縫或機之縫接，而被銲接矣。此法係連續銲接，須備循環涼水之裝置，冷卻二輪，以防其過熱。

以上三法，所用之電極，皆係銅製。而(2)(3)所用者，因加壓力，常有損傷，須時時檢查修理之。又於此所用之電流，一般爲單相交流，但亦有用三相交流之一相者。電源與銲接機之間，須置變壓器，以減低電壓，而送大容量之二次電流於銲接機。電流之強弱，依所銲接物品之粗細厚薄而異。普通將變壓器分爲數段，以調整電流。又上(2)及(3)之法，僅適於銲接薄鐵板。如筒槽等之製作，頗著功效。

第 87 圖

利用電弧熱，銲接金屬，與用次管銲接法類似。

即以焰之熱，而代以電弧熱。如第87圖，先將銲充材料，置於銲接部分 C，而置銲接物於陽極台上，正與陰極之碳素條相對。通以電流，則二極間即生電弧。因之金屬被熱而行銲接。兩極間電弧熱之溫度，約 2000 C



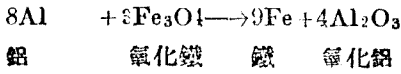
~1000 C。而以陽極中心之溫度爲最高。故可以銲接銅等。銲接鐵或銅時，可以鐵或銅之銲接棒，替在碳素條，工作更輕便。故今之電氣銲接多用之。

由電弧射出之光極強，帶有紫外線，使人頭昏目眩，且工作時，火花亂飛，傷人皮膚。

。故工作者，須使全身皮膚，不得露出。包頭之物，嵌以綠色眼鏡。此工作良否，專視工作者之熟練。蓋兩極間之距離，通電之時間，及移動之遲速，與工作成績，均有密切關係。

### 27. 特厄密特銲接法 (Thermit Welding)

鋁與氧化鐵粉末之混合物，謂之鋁熱劑 (Thermit)。此混合物。點以火，則起激烈之化學變化。銲鐵既行遊離，而溫度亦可達至3000°C。其反應式爲。

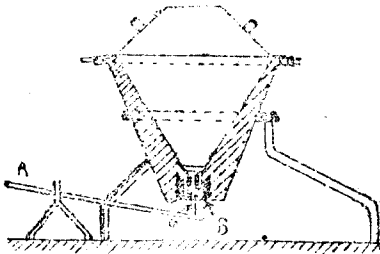


將此銲鐵，注於鋼或鐵之接合部中，即行銲接。此銲鐵名之爲特厄密特鋼 (Thermit steel)。其成分大略爲炭素0.1%，硅0.0%，錳0.08%，磷0.04%，硫0.03%。

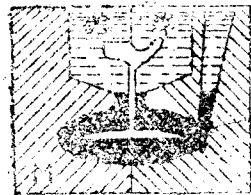
此法所銲接金屬之主要者，爲鐵與鋼。而所用之材料爲鋁，其價較貴，不甚經濟。自吹管焰及電氣銲接法發達後，此法已多不採用。惟鐵道軌條之銲接，尙仍用之，茲略述梗概如下。

如第88圖，爲製特厄密特鋼之裝置。圓錐形坩鍋，外包鐵板，內塗鐵粉。底之中央，設一鑄鐵石之管B。管中入一鐵製栓P。管孔上端，覆以石棉與鐵相重之板。板上以砂壅塗之。用時，預先充分加熱，裝入配合就之特厄密特。(約鋁3，氧化鐵10之配合)再於其上撒二三匙之點火劑。然後以鮮赤熱鐵棒，觸點火劑。點火劑既燃，而鋁熱亦始行燃燒。蓋鋁熱劑，燃燒溫度爲1200°C，非通常焰火所能點燃，故須用點火劑。普通點火劑爲過氧化鋁與鋁

第 88 圖



第 89 圖



銲鐵

之混合粉末。鋁熱劑既燃燒，(此際操作者須帶色眼鏡)則迅速起化學反應。歷10--20秒後，俟其全部燃燒，即灼熱面上，不見有黑點時。所生之特厄密特鋼銲液，因體重溜貯於坩

鍋底部。氯化鉛則浮於上部。下接橫桿R左端，使右端上舉P棒，開放B管口，則鎔錫即流出。

鎔接工作，先接觸鐵軌之兩鎔接端，如第89圖所示，置於鑄型內。（此鑄型與鋼端物鑄型同，詳於鑄工）將前述坩鍋之B管口，與其注口相對。則由坩鍋放出之鎔液，即可流入鑄型內。鐵重下沉，鎔液輕上浮。鎔液而至鐵軌頭端之下部，可停止鎔液之流入。此際鎔液已包圍鐵軌頭端，溫度甚高，足可達至鎔接溫度。故若於鐵軌兩端，加以壓力，自易接合也。

第二節 管工

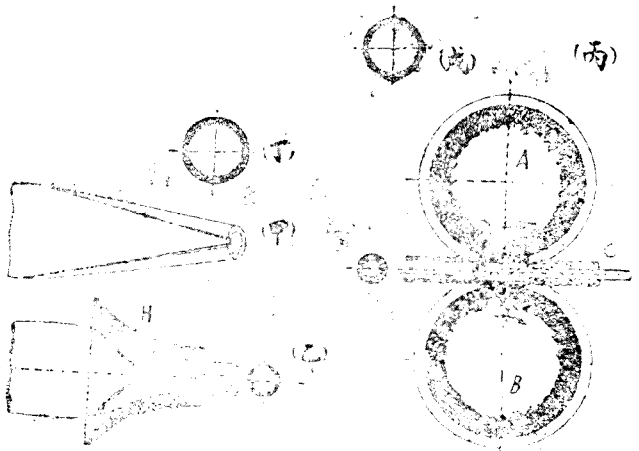
28. 概 說

以鐵或銅，製造各種管，或以銅，黃銅製造管或桶類（Tank）等之工作，統稱之曰管工。於普通機械工場，管工並非重要者，多附屬於鍋爐工內。如機車及船舶製造場之用管或桶多者，始特設獨立管工場。以其所用材料，以銅為多，故有時稱為銅工。

29. 管 之 製 法

第 90 圖

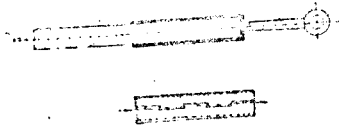
製造銅，黃銅，鐵或銅等管，有接縫及不接縫二法。接縫管之製法，如第90圖。（甲）係將赤熱之金屬板，彎成漏斗形。（乙）為通過漏斗模型H，使成管形。再黃熱之置於如圖（丙）之二輪AB間。



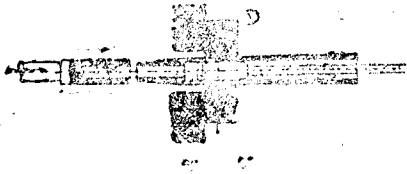
內置草棒（Mandrel）C，以論觀察之既均勻規正其厚薄，凡瓦管之長，接合其縫。隨輪轉而前進，即可成一管。其接縫如圖（丁），為對頭接合，（Butt weld）普通氣管用之。圖（戊）為搭銲合（Lap weld）多用於蒸汽管，草棒C之粗，約為一定輪AB溝之距。

可厥次狹小，故管之外徑及厚薄，可任意規定。

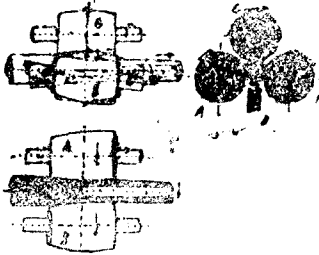
第 91 圖



第 92 圖



第 93 圖



於銅或黃銅管之接縫，亦可如第91圖，製成鋸齒形。吻合後，施行銜接，（詳於後）再以輪壓平之。

不接縫管之製法，分冷工與熱工二種。冷工者，為

引拔法。（Solid drawn）先鑄造成短且厚之筒，

以水壓機引拔之。如第92圖，D為模型，每

組數筒，其孔徑順次縮小。將鑄筒先通過最

大孔，依次再通過其他各孔。由是管之外徑

漸次縮小，而管身亦漸長且薄。C為墊棒，

係規定管之內徑者。此工作以製銅管為主，

於管之全體，殆不加熱。但材料常行硬化，故工作後，須軟化之。

熱工者，專製鋼管，所謂曼耐斯慢法（Mannesmann process）是也。如第93圖，以黃熱之鋼棒，插入三

轉軛之間。轉軛AB，為圓錐形，其軸互相傾斜。轉軛

C，僅為維持管之位置之用。鋼棒由AB之細端插入，

粗端透出。其所以能成管形者以轉軛直徑大，表面圓周速度高。因而鋼棒由左向右進行時，

其圓周速度亦高。故轉軛僅能移到鋼棒表面之材質，使之向右前進，恰如一種迴轉螺絲作用

，遂使中心部成孔形。由此法所製之管，其厚難免不均，不能如引拔法之正確也。

### 30. 管之彎曲廣大及其他

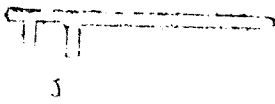
管之彎曲，須先備一所需形狀之曲型。此曲型以細軟鋼絲製之。軟鋼絲之直徑為2或3耗

者，可以手容易彎曲。若為45耗者，則用如第94圖之工具，將鋼絲挾於丁口內，彎曲之，

甚為便利。

管之細者，可以手彎曲。較粗者，與形鋼之彎曲略同。即於定盤之諸孔中，挿以小圓鐵

第 94 圖

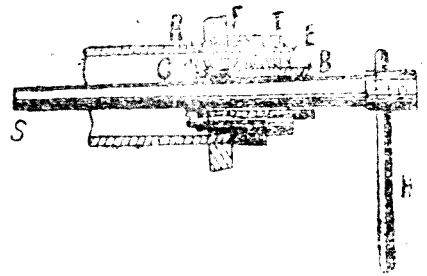


柱，使其行側，或所要之曲線形。置半熟之管，於曲  
 之外側，徐徐彎曲之可也。若置入之銅管，其一端須以  
 鋼索固定；他端以手管車，(Hand winch) 徐徐引轉  
 之。此際以所定之曲型，對於管之中心線位置，以規正

其曲度。管之彎曲部分斷面，當成橢圓形。欲免此弊，於彎曲前，以細砂或大粒砂，填充  
 中。管之兩端，塞以木栓。管彎曲僅加熱於彎曲部。若直徑小管，於彎曲以外之部分，尚  
 注冷水冷却之，以防其軟化。但此為鐵管之現象，若於銅或黃銅管，冷却之，而反軟化。利  
 用此性質，於銅或黃銅管，加工後，注冷水，可防其彎之硬化。

管之兩端，普通多附以突緣 (Flange)，  
 以便聯結。於銅或黃銅管突緣之製作，普通用  
 鑄接法。(詳於後) 鑄管之突緣，以管端之雌  
 螺絲，與突緣內面之雄螺絲，相結合而成。或  
 將管端插入突緣內，以擴張器，(Pipe expander)

第 95 圖



如第 95 圖。器之本體 B 與蓋 C 之間，支持三個轉棍 (Roller) R。中心插入心棒 S。用時，先  
 將管口長，緊靠突緣 R 面上。鬆開螺釘 T，使 K 正對突緣。B 之位置正確後，緊固螺釘 T。  
 乃迴轉手把 H，使 S 棒向管內壓進。因 S 為錐體，向外壓迫轉棍。同時 R 與 S 以摩擦作用，亦  
 同迴轉。故管口周圍，得一樣擴大。露出突緣之管頭，宜削去之。而於重要部分之管，其  
 緣端面，常以車床精削之。

過粗之管，直徑在 1 呎以上，如汽機之排汽管等，普通以黃銅或銅板製之。即將銅板  
 成筒形，而銲接其合縫。若為彎管，須將彎曲部分用圓筒管行面上。磨去多餘部分，置於  
 角鐵砧上，以木槌擊成所要之形。然若用行鑄接。一次彎曲多處者，可用如鑄工之各種  
 挽板，(參看第 18 章) 以規正曲管外形形。若管之彎曲甚多，以簡單之鐵砧，不能  
 要之曲面。須用特准而管之模型，以代鐵砧。於大徑管，製成模型時，以目觀測，其

甚難正確。須預作一突緣關係位置之木型，裝置突緣，甚為便利。至於突緣與管之接合，係用錫接法，固不待言。

無論如何管類，必須氣密或水密，於完工後，以水壓試驗之。如高壓蒸汽管，常帶危險性。其試驗水壓力之大小，各有一定規定。（普通由管理機關，以公令佈之）試驗水壓時，所宜注意者，於管部置時，雖能耐所定之壓力，但於震動時，或有洩漏者。故於試驗時，須常用手錘，輕叩各部，驗其是否洩漏，是為至要。

### 第三節 銲 接

#### 31. 概 說

如上述以銅、鋅、黃銅鐵等薄板，製造管箱罐或其他各種器具時，其兩片之接合，多用銲接法。銲接法單加熱於兩接合片，直接銲接甚難，須用銲接錫（Solder）接合兩片。蓋之銲解溫度，較接合金屬甚低，無須加大熱，故工作簡易。但接合部之強較弱，不適於強大壓力之用耳。

#### 32. 銲接錫 (Solder)

銲接錫常用者有二種，一為軟錫，(Soft solder) 於赤熱以下之溫度銲解。一為硬錫，(Hard solder) 於赤熱以上之溫度銲解。軟錫用於鐵、鋅、錫、銅及黃銅等薄板之接合。其成分為錫與鉛，銲解溫度，依成分配合之比例而異，略如下表。

錫	1	1	1	3	2
鉛	3	2	1	2	1
銲解溫度 (C°)	250	227	188	168	171

硬錫之成分，依所銲接金屬之種類而異。普通有黃銅鐵洋銀鐵，金銀鐵及鉛鐵四種。其銲解溫度皆高於軟錫，而接合部亦較軟錫所接合者為強。黃銅鐵由黃銅細末與鋅相混合而成，為銲接銅黃銅及鐵之用，係硬錫中銲解溫度之最低者。有時加少量之錫，以減低銲解溫度。其成分略如下表。

銅	3	1	4	55	60	2
鋅	1	1	3	40	16	1
錫	—	—	1	5	4	—
附註	其硬	硬	軟	鑲銅用	鑲鐵鋼用	鑲鐵用

洋銀鐵係鑲接洋銀或鋼鐵之用。成粉末狀，熔解溫度比錫高，其壓力亦較大。若以銀，則熔解溫度更高。其成分如下左表。

銅	47	33	銀	4	1	32	66.3	30
鋅	42	50	銅	1	1	—	3.4	10
鎳	11	12	黃銅	—	—	32	32.3	—
附註	普通者	用於要壓力者	錫	—	—	2	—	—
附註			附註	普通用	鑲銅銀用	銀軟鐵	金銀用	鑲鐵

金銀鐵之主要鑲接物，為金銀之細工。而有時用於銅黃銅及鋼等者。其成分如上右表。

鋁鐵專為鑲接鋁板之用，其成分如下表。鋁之氧化難易，而其氧化物之熔解溫度甚高，且遇濕氣極易腐蝕，於其接觸處為困難。故操作須預先塗，始能奏效。又鑲接後，其部分，須熱之塗以錫膜。或加物之，以錫，以防氧化。

鋁	30	20	12	9
銅	30	15	8	—
黃銅	—	—	—	6
鋅	50	65	80	85

可 鑲 接 之 金 屬	鑲 劑
鑄鐵 鋼 鐵等	硼砂 氯化錫 氯化鉛
銅 黃銅 白金等	硼砂 氯化錫 氯化鉛
錫 鐵	氯化錫 氯化鉛
鋅	氯化錫
鉛	氯化錫 氯化鉛 氯化鎳
金 銀	硼砂

普通於鑲接工，其操作，溶化鑲接面之氧化物，以使其鑲接。此種溶劑，依其性質，其種類如左。

將錫與鐵量等，置於酸中，成糊狀，謂之錫鐵。

(Soldering Paste) 保存及使用，均甚便利。較軟鐵應用更廣。

### 33. 錫 接 法

錫接之方法，使用軟鐵與使用硬鐵稍異。使用軟鐵時，先研磨接合面，去其銹及塵埃，使二面密接。然後以銅製之熱錫鐵，（俗名錫烙鐵。加熱用之燃料，以焦煤或木炭為佳，煤火最不適宜。）鎔解錫接鐵。蘸之而塗於接合部上。反復塗抹，即可錫接。錫鐵之形狀，如第9圖所示，（甲）為普通用以燃料火加熱者。（乙）為近來用之電氣鐵，以電氣加熱者。鐵之加熱以青熱為佳。蓋赤熱時，鐵被燃燒，而錫接不能也。

使用硬鐵時，先將鐵及鎔劑以水和之。或以糊狀之鎔劑，塗於接合面上。俟其乾燥後，入於爐中，或以吹管赤熱之。鐵即鎔解，均等流布接合面上。冷卻之遂行錫接蓋此錫接，不

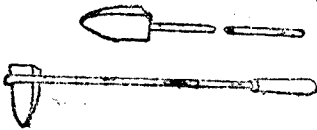
用錫接鐵也。

於錫接工，無論使用軟鐵或硬鐵，其一般注意之點，如次所列。

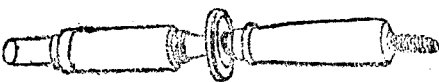
- (1) 接合面充分研磨清淨。
- (2) 選擇適宜之鎔劑。
- (3) 於錫接鐵加適當之熱。
- (4) 接合面充分密接。

第 96 圖

(甲)



(乙)





## 第 四 章 鑄 工

### 第 一 節 概 論

#### 34. 鑄工之定義

鑄工者，以鑄好鑄鋼或其他金屬，由鑄造而製成工作物之工作也。其概要已略述於第一章。由其工作程序，可分為木型製造，鑄形製造及鑄造三大部分。茲依次詳述於後。

### 第 二 節 木 型 製 造

#### 35. 木型之材料

製造木型，所用之木材，須備下列三條件。

- (1) 產額豐富而價廉者。 (2) 易於加工者。 (3) 有耐久性而不易變形者。

適於以上之三條件者，厥為松杉。但亦有時用檜櫟櫟等木者，特為數不多。至於鑄造多量同形工作物時，可用金屬製模型。若修理品之換型或成品仿作時，可以原物代木型。

#### 36. 木材之性質

將木材以鋸橫斷之，觀察其斷面，如第97圖，可分白身 (Sap wood) 與赤身 (Heart

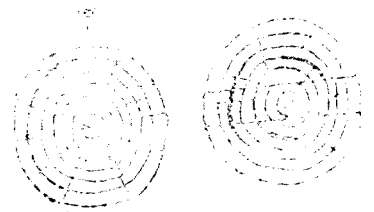
第 97 圖



wood) 二部。前者接近樹皮，色白質性柔。後者居於木材中心，色赤質堅而緻密。故白身部分較赤身部分，容易變形。

木材常有死節，拔節，濕蝕，乾蝕，及蟲傷等之缺點。於購買及使用時須注意選擇，而避免之。

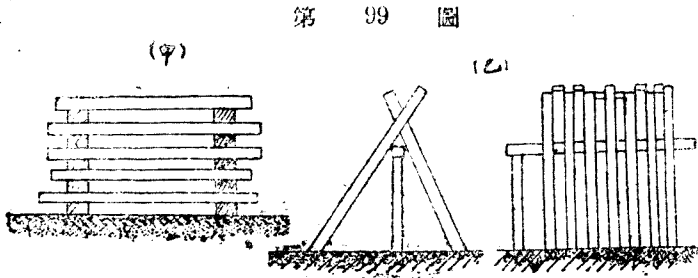
第 98 圖



鋸制木材，如第98圖(甲)由樹心向外成放射線而鋸制者，謂之心割，(Heart-shake)或曰星割，(Star-shake)如圖(乙)謂之輪割。(Ring-shake)木材之裂開，與其乾燥時之收縮，甚有關係。於鋸制時，須考慮之。

### 37. 木材之乾燥及收縮

普通之木材，多含水分，用之甚易變形。故於使用前，須施行乾燥。其法有天然乾燥，水浸乾燥，蒸汽乾燥，及熱氣乾燥等。而一般所用者，多係水浸乾燥法。即將木材浸於水中



，使水透出樹汁。然後取出，如第99圖（甲）（乙）所示之法堆積之，置於流通空氣中，（但不要直接日光）使其乾燥。

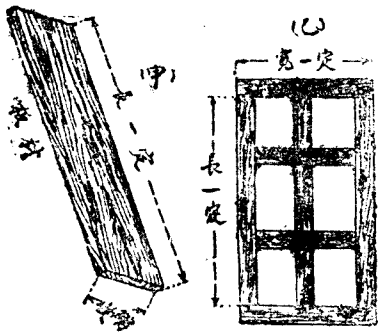
一二年後，即成佳材。

#### 木材之收縮

木材乾燥後，其形態必生變化。沿木理縱方向收縮較小，橫方向即與木理成直角之收縮

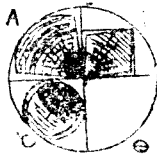
第 100 圖

甚大。如第100圖（甲）之木板，其長因收縮極小，可視為一定。而寬則收縮甚大，較原形必窄小。是以普通之木框，多如圖（乙）之形製之。



第 101 圖

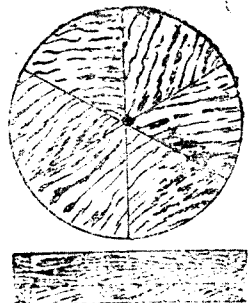
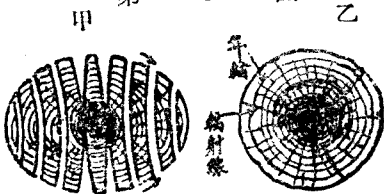
新伐之樹，用心制法鋸割者，乾燥後，其收縮如第101圖。用輪制法鋸割，乾燥後，其收縮第102圖（甲）。依如圖（乙）所示第 103 圖



之年輪（Year ring）之方向收縮大。輻射線（Medu

laryray）方向，收縮小。

第 102 圖

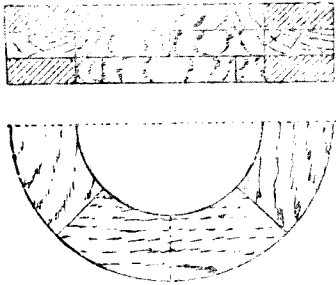


由上述木材之轉縮，故在製造木型之前，須先審察木理，而設法防其收縮與變形。茲舉二三例，以作參考。

例1 · 爲圓板木型，其製法如 第10 圖。如是組織可永保其正確狀態。

例2 · 爲中央有孔之圓板，其組織法與上略同，如 第10 圖所示。

第 14 圖



第 15 圖



例3 · 爲普通用三角板，其組織如 第15 圖。此係單層板，三邊之長，雖無變更，但常

欠平正。例1及2，則無斯弊。

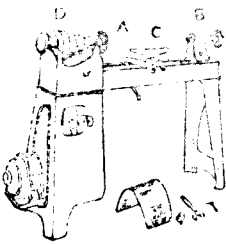
### 38. 木型製造所用之機械

木型製造，以手工工具爲主，而以木工機械補助之。普通所用之木工機械，種類無多。以下所舉數種，已足效用。

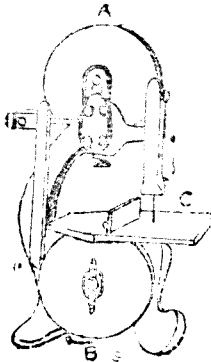
#### (1) 木工車床 (Wood lathe)

此爲旋削圓形物之機械。如第106圖，A爲活心台。(Head stock 俗稱車頭) B爲受

第 106 圖



第 107 圖



心台，(Tail stock 俗稱車尾) 可以左右移動。工作物夾於 A B 間，由階輪 D 迴轉之。手執刃物，(Tool 俗稱旋刀或車刀) 置刃端於刃物台 (Tool rest) C 上，左右移動，可旋削所要之形。C 之底座，可任意左右移動。且其本體，又可任意高低，均以螺釘固定之。工作物迴轉速度，由階輪加減之。大約每分

鐘700次上下。

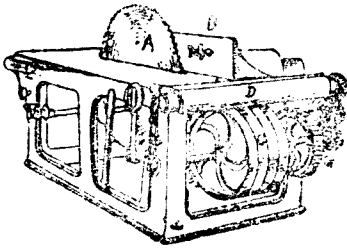
(2) 帶鋸 (Band saw)

帶鋸如第07圖，於二轉輪A B上挂帶形鋸條D 迴轉輪B，使鋸條D，如矢之方向運動。則於工作物台C之木材，即被鋸割。鋸條D為強韌硬鋼製，幅寬依機械之大小而異，約13~35耗，轉輪AB之直徑，通常為530~915耗。其速度每分鐘在1000~1500耗間。

(3) 圓鋸 (Circular saw)

圓鋸或稱輪鋸，其形狀如第103圖。A為鋸輪，其迴轉運動，由於皮帶輪C。B為導板

第 103 圖

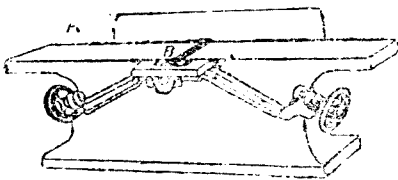


，工作物沿之進行，可得規正之形。轉棍D及聯動齒輪G，為工作物自動進行之用。鋸輪之速度每分鐘約2400耗。

(4) 鉋機 (Wood planer)

此機為鉋削平面之用，其構造如第109圖。置工作物於台A上，由A之一端向他端運送。則台中央之鉋刀B，以高速度迴轉，即可鉋削之。鉋刀係植入一迴轉軸上，有三枚或四枚者。其速度每分鐘1200~1500耗。本圖係以手壓送，鉋削一面

第 109 圖



。此外尚有自動送削，或同時鉋削上下兩面者。

木工機械，除上述者外，其他如切削面而者，有曲面鉋機。精光木型表面者，有砂紙研磨機。及磨刃面之砂輪，膠縫之緊固器，穿孔之鑽地機，切

口器等，均為大木型工場所宜設備者，於茲從略。

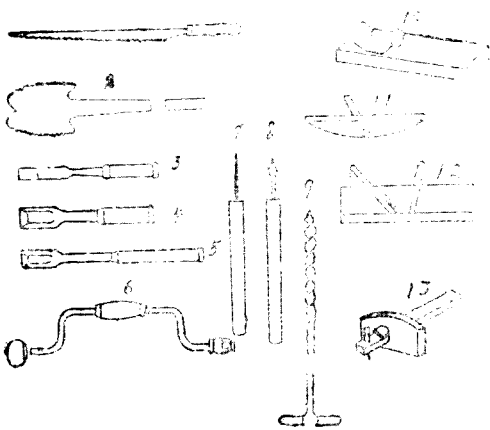
39. 木型製造所用之主要手工具

木型製造所用之手工具，其主要者。如第110圖所示諸種。茲將其概要，略述如下。

(1) 鋸 (Saw) 大別為縱挽鋸 (Rip) 與橫挽鋸 (Cross-cut saw)。二種前者齒粗，為縱剖木材之用，後者齒細，為橫斷之用，鋸齒依次向左右稍傾斜，使鋸口較寬，以免鋸身被狹。此等鋸身多為條形，而以鋸架引張者。又有鋸身甚寬，兩側具二種齒，而一端有手把者。此外如第110圖(1)迴挽鋸，為鋸割犄角處用。(2)非挽鋸為鋸平面之突出者均有特殊之用

途也。

第 11) 圖



- 1. 錐攪錐
- 2. 畔攪錐
- 3. 齒攪錐
- 4. 平 鑿
- 5. 突 鑿
- 6. 手 鑽
- 7. 四稜錐
- 8. 三稜錐
- 9. 螺攪鑽
- 10. 外錐鉋
- 11. 反台鉋
- 12. 邊 鉋
- 13. 畫線規

(2) 鉋 (Planner)，普通鉋平面者用平鉋。其台背以硬木製。鉋刃之傾斜，依工作物之軟硬而定。於硬木約50度，軟木約40度。木型之形狀，千差萬別，所用刃之種類亦多。除第110圖 (10)(11)(12)所示之外則鉋反台鉋及邊鉋外，尚有內圓鉋溝槽鉋及線鉋等，要皆有特種之用途。

(3) 鑿 (Chisel)，鑿除用以鑿孔外，若有鉋削不能之處，亦可以鑿削之，故可分為叩鑿及突鑿二種。如平鑿厚器而待鑿及直入鑿等，均須以錘擊叩，是謂之叩鑿。刻鑿而扶鑿，以手執刃削，是謂之突鑿。

(4) 鑽 (Drill) 普通用者，為三稜錐，四稜錐，圓錐及螺絲錐等。如第110圖 (7)(8)(9)是也。圖(6)為手鑽 (Grace)。其下部打鑿處，有口稱窩 (Socket)，可以各種之錐或鑽頭插入而更換之。

木型製造之手工具，除上述者外，尚有虎譜，木譜，三角規，圓脚規，螺絲擰子，手鉗，木鑽，釘或砒仔等，不勝枚舉。且各之形狀及使用法，均極簡單，茲從略焉。

40. 鑄 物 尺 (shrinkage)

金屬及其合金，由液態加工冷卻，而後固態時，極易收縮。其固態或液態物，必由固態形

木型，縮小幾分。是以於木型製造所用之尺度，較普通尺度，須照鑄物收縮量放大之。則所得鑄物，始能與原形相符。此種放大之尺度，謂之鑄物尺。惟各種金屬收縮量不同，茲將用於鑄物者之平均值，列舉如下。

金屬材料	鑄鐵	鑄鋼	砲銅	黃銅	鋅	銅	鉛	錫
每呎之收縮量(耗)	6-10	15-20	12	15	24	17	20	22

欲得正確之工作物，每一種

金屬，應各有一鑄物尺。但於普通鑄物所用之材料，多係鑄鐵，其尺度之1呎為普通米尺1.01呎。而鋅黃銅等之鑄物尺，1呎為普通者1.02呎。

#### 41. 木型製造上之注意

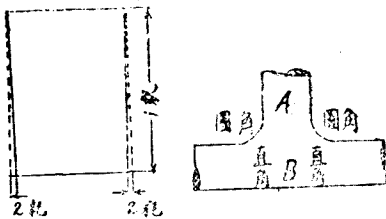
當製造木型時，對於工作物精製上之工程，須加考慮。茲舉其注意點如下。

(1) 精削價 凡於欲機械精製或手工精製之部分，其木型之尺寸，須比圖面所標者，放大幾分。其放大之量，謂之精削價。普通圖面所標記之尺寸，皆係精製後者。於精削價附加之部分，多以色線區別之。精削價依工作物之種類及材料而異，一般所採用者，如下所列。

鑄鐵3~5耗      鑄鋼3~6耗      黃銅1.3~3耗

(2) 拔型價 (Draft) 木型由砂箱取出，為其容易起見，普通於縱向略微傾斜，如第

第 1.1 圖 第 112 圖 111 圖。其傾斜之量，謂之拔型價。普通每縱長1



呎，上下端相差4耗。但容易拔出之木型，則無須乎此也。

(3) 圓角 (Fillet) 如第112圖，A、B二部相接連處，若成直角，甚易折斷。是以普通木型，多製成圓角。

(4) 木型之接合 簡單形狀之木形，用一塊木材即可。但形狀複雜者，為便於由砂箱中取出起見，非分割數部分不可。但某工作物，宜分幾部，當如何接合，則無定法，全恃經驗。普通於接合面，多以小木棒聯結之。

(5) 木型表面之磨光 木型表面，宜用木賊或砂紙磨光之，以防砂粒之附著，而使鑄物面光平。又精緻之木型，其表面常塗以漆油 (Varnish)，以防潮濕。若金屬模型，宜以礮砂

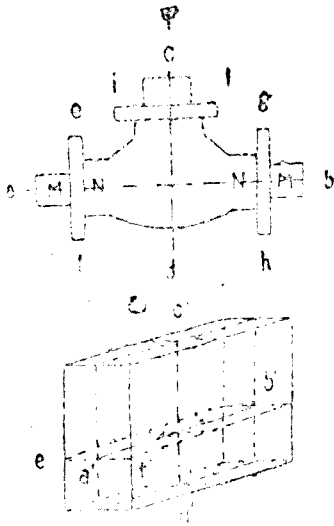
(Sal ammoniac) 溶液，洗去其表面之銹，然後熱之，塗以木蠟，可以持久。

(6) 木型之保存 普通機械製造工場，所有之木型，為財產之一部，須加意整理安插而保存之。蓋日後製造同樣之物，或改造其一部分時，取用既便，且甚經濟也。

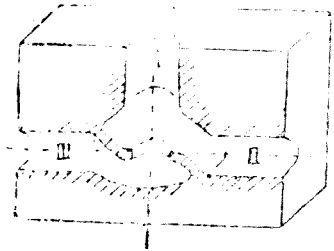
### 42. 木型製造之實例

鑄輪形狀甚多，因而木型種類亦夥。每一木型，各有其製法，非實地經驗製造，不能習得。茲舉二三實例，以資參考。

第 113 圖



第 114 圖



得。茲舉二三實例，以資參考。

#### (1) 止閥 (Stop Valve) 之木型

如第113圖 (甲)，為止閥外形之木型，製法取木板二塊，長寬等於(甲)圖之ab及ed，厚為突緣 (Flange) ef 直徑之半。以此二板膠合如圖(乙)取 a'b' 為 ab 軸，以木工車床，旋削閥之兩端 MMNN 及突緣efgh等部，再取c'd' 為cd軸，同樣旋削 RS 及突緣ij等部，如呈略形既具，乃以手鉋，削成枋錘狀，即成所要之形狀。惟用手鉋切削時，須以型板，時時測之，可得正確形狀。

此閥芯子木型，如第114圖，I, II, III等部成圓筒形，係以車床旋削，他部用圓盤錐刻，而以型板測定。本圖所示，係型之一片。製芯子時，須用上相對合之二片也。

上例係小形木型，僅由一木塊製成一若大形者，須數木塊拼合也。

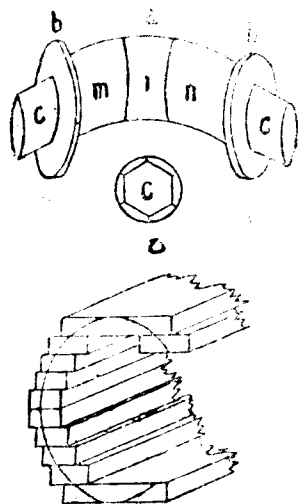
#### (2) 粗大曲管之木型

此木型之外形，如第115圖 (甲)，斷面如圖 (C)。其製法如圖 (乙)，以板重疊，而膠合之。大體製成後，以錐削其外面成筒形。突緣之製法，一如前例，用錐削而木型有

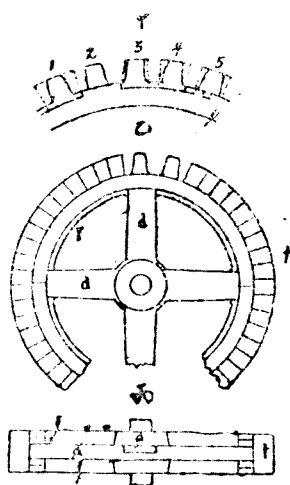
，固定於型之兩端。b 之外側，再植以圓筒 c，全型遂成。

若管之彎曲較大時，一片之板不能彎曲，可如圖分 min 三部製之。各部略似直線，接合

第 115 圖



第 116 圖



後，再以鉋精削之。

(3) 齒輪之木型

此木型之製法，先如第116圖（乙）（丙），作十字形之輻（Arm）dd。其外端以約四分之一圓弧形緣邊（Rim）r 膠合聯結。再膠合以鞣而以車床正確旋削其外周。於此外周面上，膠植木片 t

。再以車床，按所定之尺寸，正確旋削其外周及厚。齒形照工作圖之形狀，以薄板或厚紙，剪一模型。以此模型，用鉛筆畫於 t 之兩側，但須正相對。然後鋸去其多餘部分，而以小刀精削之，木型遂成。

插植齒之方法有數種，如本圖（甲），（1）係上述之法。（2）為既已作成齒形，僅用膠粘於外周面上。（3）及（4）為每一齒插一木片，而後精削者。（5）與（4）同，惟木片之尾箭，（Dove tail joint）插入外周之  $\Sigma$  形溝中，較（4）堅固也。轂（Boss）及轂孔之木片，旋成後，膠於 dd 中央部，其製齒之木材，與鞣輻轂等異，以不變形者為佳。

第三節 鑄型製造

將上述所製之木型，埋於潮濕砂中。取出木型，則印於砂中之形，即為所要之鑄物模型。稱此模型，為鑄型。

43. 鑄型之種類

製造鑄型，非僅用木型，以其他方法亦可製造，特用木型時多半。茲將其種類，列舉如



下。

(1) 生砂型 (Green sand mould)

以生砂 (即普通之細砂) 所製之鑄型，謂之生砂型。此種鑄型，製法極簡，易於崩壞，所含水分過多，且氣密性，且使鑄物表面，易於冷塌。故非簡單之結構，不常用之。

(2) 乾砂型 (Dry sand mould)

此種鑄型，可以補救生砂型之缺點。即將生砂型之表面，以炭火、柴火、石油火等熱之，使其乾燥。或將全型入乾燥爐中熱之，充量逐去其水分。如是鑄型既較堅實，而鑄物亦少缺陷。(詳見 61 條) 故於複雜或大型之鑄物，多用此法。

(3) 翻砂型 (Loam mould)

翻砂型者，以泥模板 (Template) 翻於砂床面上，所製之鑄型也。(其製法詳於後。) 蓋此型不用水型，而得規正之圓形型。於工作費甚高而精，故工場常用之。

(4) 潑播型 (Strike mould or strickle)

潑播型者，係以潑播板於砂床上來往盪動，所成之鑄型。於製直管鑄型多用之。(製法詳於後) 其利益與 (3) 同。

(5) 金屬型 (Metallic mould)

此型係以金屬製造鑄型者。蓋欲多數製造同形工作物時，宜用此型。普通用者，以鑄鋼為主。

(6) 芯子 (Core)

內部空洞鑄物之鑄型，由外型及內部芯子，相合而成。外型面常入，通氣較易。但芯子而留甚小孔居內部，不易通氣。故製芯子所用之物料，須具多孔性者。(如添加炭粉末等) 又以其容易崩壞，多加錫絲等藥，以預防之。

#### 41. 製造鑄型之材料

製造鑄型，所用之材料，分生砂、型砂、模用砂及粘土。茲將之如下。

(1) 鑄型砂 (Moulding sand) 之生砂 (Green sand) 此種砂型為普通使用之砂。凡河之

江岸之面砂，皆可使用。但須具備下列之性質。

- (a) 須容易通過空氣、水蒸汽及其他氣體等。
- (b) 須耐溶解金屬之高熱，而不為之溶解。
- (c) 於高熱之下，與金屬不起化學變化。
- (d) 所鑄成鑄面之表面須光平。
- (e) 附著於鑄物表面者，須容易剝落。
- (f) 濕時須有粘着力，搗之堅硬，以支持木型及鑄物。

鑄型砂之成分，主要者為硅酸 (Silica) 、鋁 (Alumina) ，其次為鎂 (Magnesia) ，鐵之氧化物，石灰及鈉等。此外尚含有有機物少許，懸舉一例如下。

成 分	用 途	鑄 鐵 用			鑄 銅 用
		小型 %	中型 %	大型 %	小型 %
硅	酸	82.21	85.85	88.40	78.87
	鋁	9.48	8.27	6.30	7.89
發	化 鐵	4.25	2.32	2.00	5.45
石	灰	0.68	0.79	0.76	1.96
	鎂	0.32	0.81	0.50	1.18
其	他	3.06	1.91	2.02	4.66

硅酸與以多孔性及耐火性。鋁及鎂則增其粘着性。於使用時，此等性質，須行考慮，而適當調合之。

鑄型砂又有肌砂，床砂之分。肌砂者，為以細篩篩出之細砂，與木型直接接觸，而使鑄物表面平滑。床砂者，即堆積於鑄物工場中之砂，為鑄型之主要部分。

(2) 分隔砂 (Parting) 鑄型由數部分合成時，其各部分相接之處，須以乾燥河砂分隔之。否則鑄型合而不能分，而木型即無由取出矣。此種砂曰分隔砂。

(3) 粘土 (Clay) 粘土富於耐火性，於鑄工場用途頗廣。用時將細粘土溶於水中，成為糊狀。凡芯子，乾燥迴挽型，及盪攝型等，皆以之為結合材料。而鑄鐵爐內所塗者，亦多用

此粘土。

(4) 鑄型內面塗布材料 (Facing and Backings)。塗布鑄型內面之目的是 (a) 防止鑄液，注入鑄型時，可防止其燃燒。(b) 可使鑄物表面平滑，而使之剝落容易，以省除砂時間。塗布材料，於生土已澆及已焙乾等，用石灰，焦炭，木炭，黑鉛，或雲母之細粉末，稱之為面層材料 (Facing)，於乾型及芯子等，用木炭或黑鉛之粉末與粘土相混合。稱此混合物為黑粉 (Backing)。此等物於高溫，不易熔解，能將氣體放出。用時與粘土水調合後，成稠液狀。以毛刷或水筆，塗於鑄型面上。又於鑄物之鑄型，亦有用矽石粉末者。

(5) 芯子結合材料 (Core binder) 製造芯子之砂，極易崩落。結合時，須設法與以粘性。普通結合材料，用粘土水，面粉，糖蜜，陳啤酒，松脂，亞麻仁油等。

#### 45. 砂 之 調 合

砂之調合，依鑄型之大小形狀而異。大體以鑄物砂 (即熟砂為已用過者) 與川砂 (即生砂為未經使用者) 混合後，而混和少許面粉及煤末等。若再加以粘土水，糖蜜水，及陳啤酒等，則可增其粘着性。故舉此砂調合之一例如下。

鑄物砂 1      川砂 1      面粉  $\frac{1}{30}$       煤粉末  $\frac{1}{30}$

以上所混合之砂，在厚約10厘米之厚。其外即可填充鑄型砂。又欲增鑄型之強時，可加鋸屑皮糠或碎屑等。此等物乾燥後，於鑄造時將鑄液再燃燒，可作通氣孔之用。

製造芯子，或複雜鑄型，或複雜之鑄型，所用砂之調合，其法如下。

耐火砂 3      鑄物砂 2      藥精  $\frac{1}{10}$

將上列之混合物，和以粘土水，即可使用。於焙乾時，即可脫水，乾燥後，甚堅固亦可作芯

子及殼型之用。其調合之比例如右。川砂 2      鑄物砂 1      面粉  $\frac{1}{12} - \frac{1}{18}$ 。

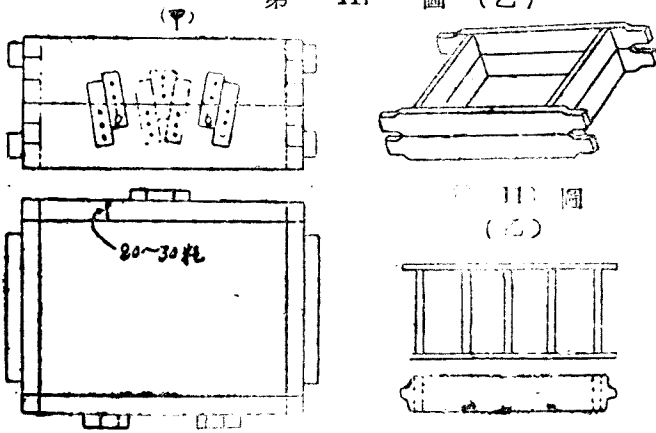
#### 46. 製 造 鑄 型 之 工 具

於鑄型工場，普通應用之工具如下。

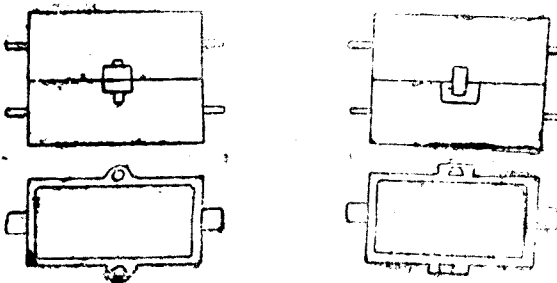
- (1) 篩 (Sieve and riddle) 篩有二種，大者曰 Riddle，以篩選生砂。小者曰 Sieve，用以篩洗砂。
- (2) 吊揚機或曰起重機 (Crane) 為起揚或運移大形之鑄型諸物及木型者。
- (3) 乾燥室 (Drying stove) 用以乾燥鑄型者。(參看第51條)
- (4) 搬運車 (Truck) 搬運大型鑄型於乾燥室者。
- (5) 型箱 (Moulding box or Moulding flask) 以鑄型砂製造鑄型時，其外所圍之四框，謂之型箱。其形狀及大小，由鑄物而定。材料概用木材或鑄鐵。茲將普通所用者，略舉如下。

(a) 木製型箱 如第117圖 (甲) 為小形之鑄型箱。板之厚為20~30耗。上下箱之接合處，釘以木索，(如圖所示) 以免合箱時錯裂。較大形之木製型箱，其構造如圖 (乙)。兩端有手把，以便拾取。或置橫木數條，以防砂之脫落，如第118圖。

第 117 圖 (乙)



第 119 圖



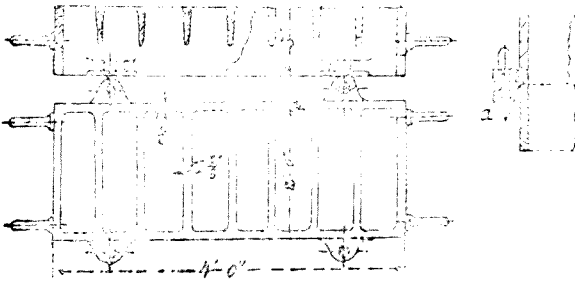
鑄型分三部製造時，所用之三型，曰上型箱中型箱下型箱。

(b) 鐵製型箱

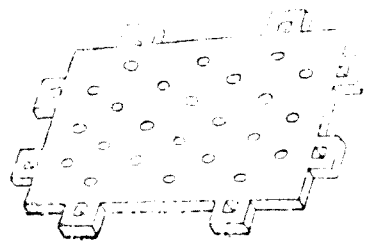
如第119圖所示，為小形鐵製型箱。其厚為10耗，高為100耗，或125耗。寬與長約為 600×360

或400×450耗。第120圖，為中形及大形之型箱。其尺寸大小雖各不同，而構造大致無甚差別。又於過大之鑄物，多不用型箱而圍以鐵板。如第121圖，鐵板之耳，貫以鐵桿，以螺絲帽緊固之。此外就砂坑或砌耐火磚

第 122 圖



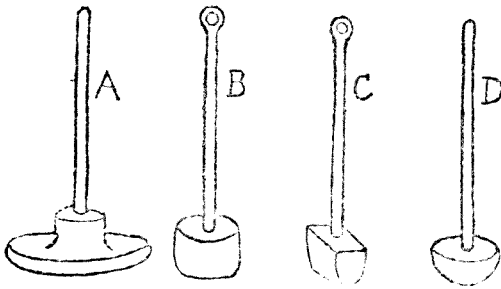
第 123 圖



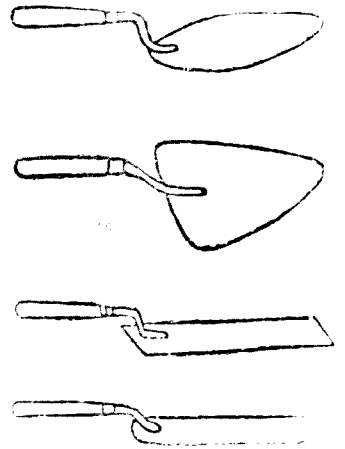
皆可製鑄型。其搬運多用起重機或搬運車。

(6) 搗錘 (Rammer) 填入型箱中之砂，而為疏鬆，須以錘搗之使堅實。此錘謂之搗錘。普通用者，為如第122圖A、C、D所示數種，其材料錘以鑄鋼製，錘桿為銀鐵。

第 122 圖



第 123 圖



(7) 鏝 (Trowel) 使鑄型表面光滑，或修鑄型破裂之處，所用之工具，謂之鏝。其形狀有種種，略如第123圖。

(8) 提鉤 (Cleaner) 鑄型狹小之處，光滑或修繕所用之工具，謂之提鉤。其形狀甚多，如第124圖所示諸種，為鍛鐵或銅製。

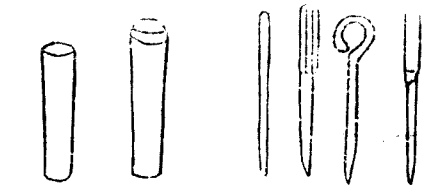
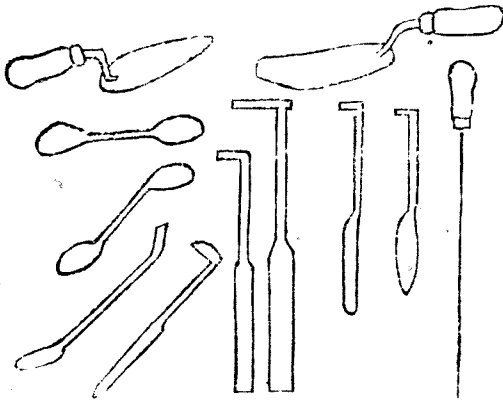
(9) 注口棒 (Gate plug) 鑄造注口所用之木棒，其形如第125圖。

(10) 拔型棒 (Raising bar) 以兩錐尖端，擊入木型內，而由砂中取出木型。其形如第126圖所示諸種。

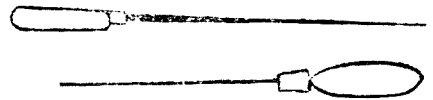
第 124 圖

第 125 圖

第 126 圖



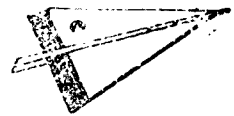
第 127 圖



(11) 氣孔錐 (Vent wire) 此為用於鑄型穿氣孔者，其形如第 127 圖。但普通多兼拔型用。

(12) 手風袋 (Bellows) 此為吹鑄型內塵砂之用者，其形如第 128 圖。

第 128 圖



製造鑄型，所用之工具，除上列者外，其他如水桶，蠟

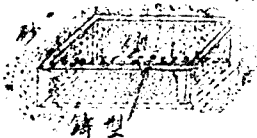
燭，鏡，筆，刷，銅管及載型板等，均為鑄型工場，不可少之物。

### 47. 由木型製造鑄型法 (即生砂或乾燥型)

由木型製造鑄型之法，約分三種，即露注法 (Open sand moulding)，封注法 (Bedding-in) 及合箱法 (Turning-over) 是也。於生砂型，此三法皆適用，乾燥型僅可用封注法。澆挽及澆搖型，則用封注及合箱法。

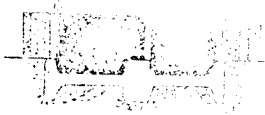
(1) 露注法 此法如第 129 圖，鑄型就砂坑製之。其上面無蓋，係暴露者。凡粗糙簡單之物，多用此法。本圖所示，係鑄製型箱之鑄型。鑄液自四角傾注之。

第 129 圖 地面



(2) 封注法 此法係將前法所製鑄型之上面，封蔽以蓋。鑄液由預留之孔 (稱為注口) 注入。凡龐大之物，埋木型於床砂中，而欲使其上光平者，皆用此法。如第 130 圖，為一輪之鑄型，其上以型箱 A 封蓋之。鑄液由 B 口注入。

第 130 圖 C 形開口，以驗鑄汁是否充滿者。



圖，為Veeblock鑄型之製法

(3) 合箱法 此法應用極廣，且極普通，為鑄型工場之最重要者，故特詳述如下。合箱法由二個以上之型箱組合，其製造鑄型者也。茲舉實例，以明其工作順序。如第 131 圖，(a) (b) …… (i) 等順序，其法自明。

第 131 圖

(a) 木型 (b) 木型置於嵌型板上 (c) 以粗砂包埋木型，以手按實之

(d) 安放下型箱，填入床砂而搗實之於其上，以木板刮平

(e) 將型箱翻轉之於現在之面上，撒以分制砂。

(f) 於下型箱上，安放上型箱，置一注口棒。加前撒粗砂後，乃填床砂而搗實之

(g) 以氣孔錐通上數孔，再於注口下端，接成漏斗狀。將注口棒取出，兩型箱分離之（下箱如）

(h) 此為下型箱之上面平面圖，於適宜位置，將注入溝及小坑。

(i) 將木型取出，下型箱倒置於下型箱上，鑄型完成。

關於以上製法，應注意者，如下所列。

- (a) 木型對於型箱之位置，須先將注口安放何處，而後定之
- (b) 撒粗製砂，包圍木型全周時，須後到下部者
- (c) 鑄型砂之軟硬，依鑄物之形狀，大小、重量，及砂之種類或新舊而異。蓋砂之

堅。有害於多孔性，通氣困難。過軟則不能支持鑄物，且易崩壞。鑄型底面，受鐵汁壓力成凹形，則鑄物即生凸形或畸形。故攪砂時，於下型箱稍硬，上型箱稍軟。

(d) 以氣孔鑽貫穿氣孔時，勿使鑽達及木型。約距木型10—25耗為佳。

又氣孔之設，不限於上型箱。有時於下型箱，亦貫穿之。兩箱接合處，特設一溝以通之。若就床砂所製之鑄型，於其傍置一氣管，如第132圖所示。

(c) 如第132圖AB為注口，C為流路。C與鑄物之關係最大，蓋其位置之適否，直接影響鑄物之良窳。位置適宜，則鐵汁可充分貫注鑄型全部。又流路於冷凝後，為其容易擊落，而不傷鑄物，以淺為佳。但有防於鐵汁之注入，故常分岐為數條，如第132圖(D)。

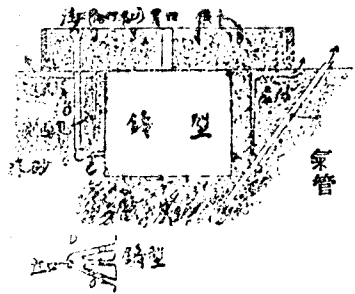
又於大形鑄物，有設二個以上之注口者，於鑄造時，同時注入鐵汁。各注口之位置及流路之數，依鑄物之形狀而異。要之法無一定，全恃實地之經驗也。

(f) 冒口者為驗鐵汁是否充滿鑄型也。此外之目的有：(i) 放散型內氣體。(ii) 除去型內塵芥。(iii) 增加壓力，使鑄物質緻密。凡高形鑄物，如汽機汽筒，水壓機水筒等，其鑄型皆須留冒口，否則不能得完全鑄物。冒口之製法，與注口同。

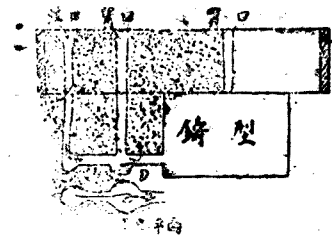
(g) 於金屬鎔液中，多少含有不純物或渣滓，浮於表面上。與空氣接觸時為尤甚。當鎔液注入鑄型時，須除去此等不純物或渣滓。如第133圖D之部分，即為此而設。此部分名之為淨滓盤。(Shimming chamber or shimming gate) 蓋鎔液流至此處，即生渦旋。與不純物或渣滓留一隙，可上浮至冒口。惟餘純粹鎔液，流入鑄型。

(h) 由鑄型取出木型時，先以拔型錐，擊入木型之中點。然後如第134圖矢之方向，以小錐左右輕敲錐之下端，使木型與型砂略有間隙。再隨敲隨直上提錐，則木型即隨錐拔出。

第 132 圖



第 133 圖





矣。

第 134 圖

(i) 木型拔出後，鑄型或有損壞處，可用滾滾水，輕揉壞處，填補細砂，以鐵或提鈎修理之。



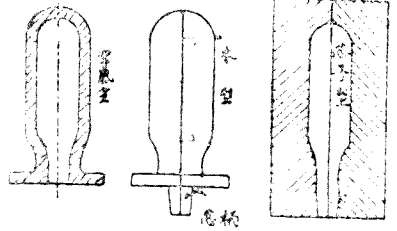
(j) 鑄型製成後，於型前下，須塗以砂層，或置於平坦處。不然恐鑄型脫落也。

(k) 相接合之型箱，須附以接合記號普通以泥塗接合縫，而則細溝數道。

(6) 再舉用芯子鑄型之實例，以明其製法。如第135圖，為抽水機之空氣室。述其鑄型及芯子之製法如下。

第135圖 第136圖 第137圖

第136圖之木型，由中央分為二片。取其一一片如前述之工作手續，作成如第138圖之形。合上其他一片，安放上型箱，灌注口棒口棒，填以砂床砂。所用手續，一如前述。最終得如第139圖之形。

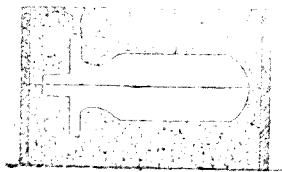


第140圖之芯子，係由第137圖之木型所製者。

第 138 圖



第 139 圖



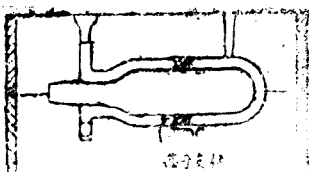
外面塗黑粉，乾燥之，置於第139圖鑄型中，此工作全部，遂完成焉。(如第141圖所示)惟於鑄型內支

第 140 圖



持芯子之法，除第141圖用支柱支持外，倘有如第142圖(甲)，以芯鐵及圖(乙)以兩端芯柄支持之。以芯柄支持者，空氣室之上端，須行堵塞。

第 141 圖



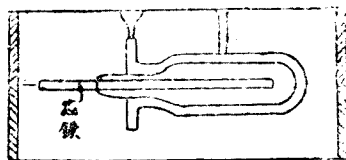
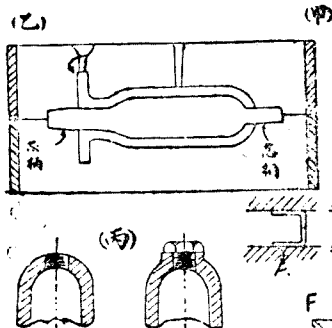
用之堵塞法也。

芯子支柱，普通鑄壞後，係留於鑄物內者。其形狀如第143圖所示諸種。

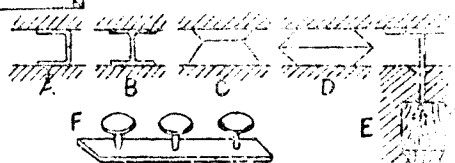
### 48. 迴挽板製造鑄型法 (即迴挽型)

鑄物之主部，為迴轉體者，如皮帶輪帶率及汽筒等，其鑄型之製造，以用迴挽板為雙

第 142 圖



第 143 圖



第 144 圖

。試舉一例，以明其製法。

(a) 第144圖為滑車之實在形狀。

(b) 第145圖為所用之迴挽板。

(c) 第146圖為型箱之底板，係鑄鐵製，

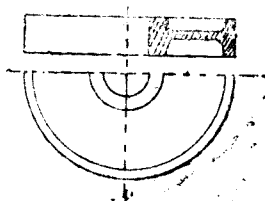
形圓，中央有孔。將此底板，平置砂床面上。如第147圖

底板上置圓型箱，於其中央孔間

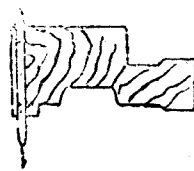
，直立迴挽板。(此迴挽板軸之上尖端，頂於馬架之頂端穴內，下端尖入於一鐵棒上端穴內。此鐵棒直徑約20耗，長約150耗，係預先挿入地中者。)

於是填砂平均按實之，旋轉迴挽板，即得下型箱鑄型，如第148圖。上型箱鑄型製法與下型箱同，惟多設一注口。

第 145 圖



第 147 圖



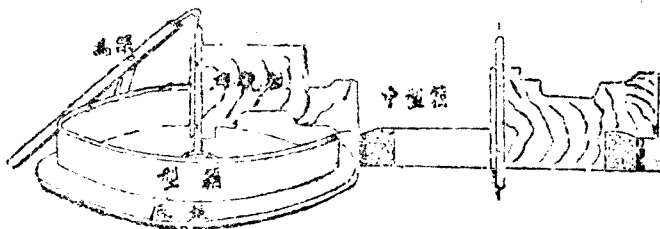
第 148 圖



第 149 圖

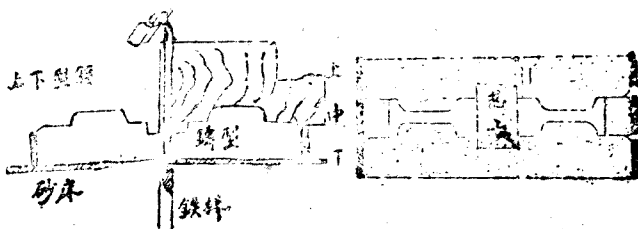
(d) 用迴挽板之其他一邊，製中型箱之鑄型。其製法順序與前同，如第149圖。

(e) 將上述製成之三型箱，依上中下次序，正確重合之。且於其中央，置一芯子。即成所要之鑄型，如第150圖。



第 150 圖

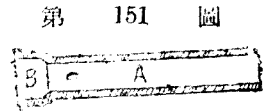
第 150 圖



49. 由刮板製造鑄型法 (即盪搔型)

凡鑄物之主部，對於某平面為對稱者，多用刮板製造鑄型，較為便利。茲舉鑄鐵管之鑄型，以明其製法。

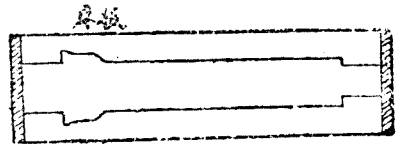
(a) 第151圖，為鐵管之縱斷圖。



(b) 第152圖，為製此管鑄型所用之床板。

第 152 圖

(c) 第153圖，為所用之刮板。

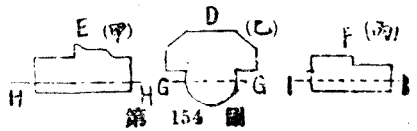


(d) 先填砂於長方形型箱中，而搗實之，其上載以床板。以甲丙二刮板，置床板之兩端，刮板之端軸以二木條支持之。如第154圖，即其平面圖也。

第 153 圖

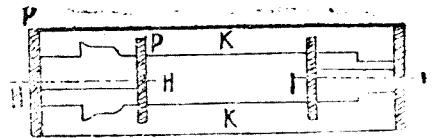
(e) 迴轉甲丙二刮板，作成鑄型兩端。

而其中間部分，以刮板乙，往復盪搔之，則下型箱鑄型成矣。其立斷面，如第155圖。



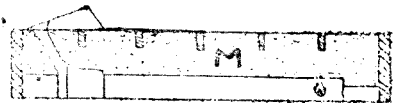
(f) 上型箱鑄型製法與上同，如第156圖。

圖。



第 155 圖

第 156 圖

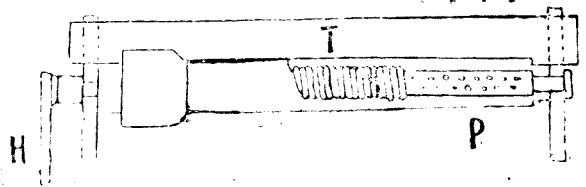


(g) 木鑄型之芯子，可用

第 157 圖

迴挽法以製之。如第157圖，先

將有多數小孔之通氣管，纏以麻繩，於其上塗芥子砂，用手按壓



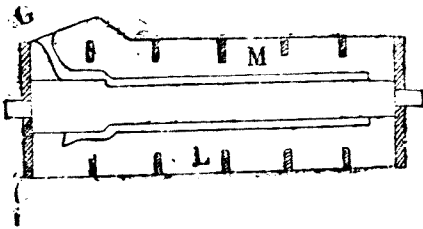
，使之密着。然後置其兩端於一架上，如圖所示，固定刮板，迴轉芯子全體，即成所要之型。

取下乾燥後，於其表面，施以帆布材料，芯子遂成。

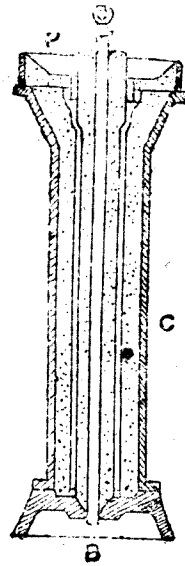
(h) 以製成之芯子，置於下型箱鑄型內，重合上型箱，則成所要之鑄型，但此種鑄型，須於其底塞砂，傾斜置之，使鎔液容易流入而充滿，如第158圖(甲)。

(附記)若欲製造多數同一形狀之鐵管，其鑄型可如第158圖(乙)，較為便利。先將鐵管

第 158 圖

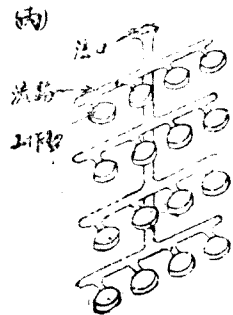
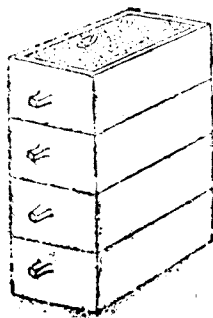


原型，置於鐵座B上，而以鑄鐵製筒箱C包圍之。C係沿縱軸分割為二，包圍後，以螺釘結合者。次則於原型與C間，填砂而搗實之。拔出原型，內面敷以黑鉛粉，中央置如第157圖之芯子，上端置注口箱P，鑄型遂成。鎔鐵由P注入，而流向芯子周圍，即成管形。



同時鑄造多量同一之物，不若如上法，鑄型製法簡易，尙有如第158圖(丙)之聚合鑄型法。

(Multiple moulds)本圖係四型箱重合鑄型。每型箱有四鑄型，共一流路。而四流路又共一注口。故一次注入鎔液，可得多數工作物。於此種鑄型之應注意者，為注口及流路之設置地位，務使各鑄型同等且急速充滿鎔液。



### 50. 乾燥鑄型製法

茲就乾燥鑄型，舉三實例，以明其製法。

#### (1) 大型飛輪鑄型之製法

(a) 於砂床之下，置設炭層，以與通氣。其上鋪床砂，填實而以迴挽板刮平之。

(b) 鑄型周圍，分為多數之小段。每一段鑄法，如第159圖所示之型箱。填箱其中，填實之。去BC二板，取出鑄型，以火焙乾之，即成型之一小段。

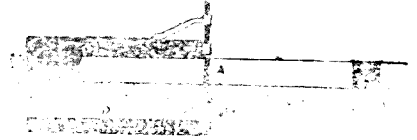
(C) 將改小之型 第 160 圖

第 160 圖

型，沿圓周排列之。

如第160圖，以迴挽板F

，規正其由中心之距離



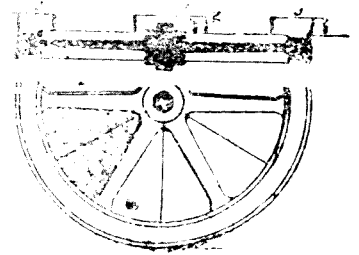
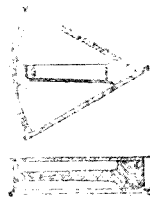
。其內徑須較飛輪外徑略大，以便填至迴挽所用之砂（即L，m）。然後迴挽迴挽板，刮平鑄型之周圍。

第 161 圖

第 162 圖

(d) 輪輻鑄型之製法，如第161

圖所示之型箱。先將輻之木型，置於箱內。合上下及兩側之板，填箱填實之。然後除去上下兩側及圓弧與殼等



部分之板。輻之木型，於G接合處分離，由兩端拔出。

遂成一扇形輪輻鑄型，乾燥後，即可使用。扇形鑄型之個數與輻數等。如本圖輻數為六，故扇形鑄型亦須六個也。

(e) 將所成之六個扇形鑄型，將鑄孔順次排列。鑄孔用生砂型，中央置芯子，上置土型箱K，設注口S。如第162圖，則鑄型大體完成矣。

第 163 圖 第 164 圖

(f) 製造輪周土型箱之鑄型，須用如第163圖之木型及如

第164圖之型箱，亦為多數小段，拚合而成者。須設四五層口

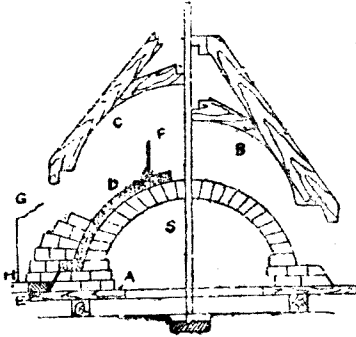


，以防鑄物缺陷。

### (2) 大形鑄型之製法

如第165圖，大形鑄型全部之製法。鑄型或板A，置於木合上。於其上以磚砌成圓形，此形以迴挽迴挽板，規正之。磚頂表面，塗以挽型砂（即Loam，以B刮平而乾燥之。其次

第 165 圖



鋪以鑄型砂，其塊約厚二三寸，表面以迴轉板 C 刮平之。惟鑄型砂易於崩壞，於塊邊緣，甚難規正。故於此處混以磚之小細塊，或以木型代鑄型砂均可。鑄型砂之表面 D 甚軟弱，不能支持上型磚之重。須鏟平塗粘土水而乾燥之，務使其充分堅固為佳。此下型之製法也。

上型之製造，先以鑄製環形四方有耳之板 E，置於 A 上，以為上型砌磚之基。次於 D 表面上塗油，撒分割砂，再鋪以薄層挽型砂。然後砌磚，即成上型。上型由下型取去之法，普通以鐵索，貫穿 H 耳，吊於起重機上。將上型取去，即入乾燥室中或以炭火乾燥之。下型則去其頂面之鑄型砂。兩型有不平滑處，以錐修理之。最後復以上型覆於下型上，而鑄型全部告成。至於注口，繞頂部周圍，多數設置。務使鑄液同時向四處流注。

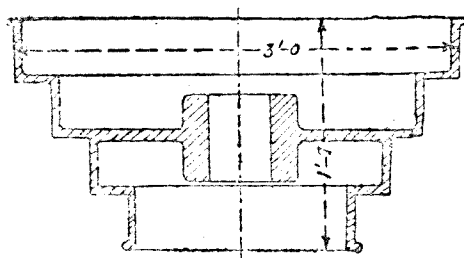
又以抵抗鑄液之壓力起見，於鑄型之四周，圍以鐵板，中填生砂。或於頂部，加置重物，以防型之破裂。又以防鑄液之浮力，有以螺釘固結上下型者。

此種鑄型，於鑄造時，最當注意者，於注入鑄液時，所有之可燃性氣體，悉集於 S 處。設有不慎，輒行爆發，甚為危險。是以如圖所示，架置於木台上，使可燃性氣體，自由逃散，可免危害。又於其下，多設氣管亦可。

(3) 大形階輪 (Driving cone or step wheel) 鑄型之製造法

如第 166 圖，為所要階輪之縱斷面形。第 167 圖，為製成鑄型之斷面形。此鑄型由四部分組成，即圓板 A 上所置鑄型之主要部分 E，上型 C，中型 D 及芯子 E 也。FF 為加置鑄型之台。此四部分之製法，略如下。

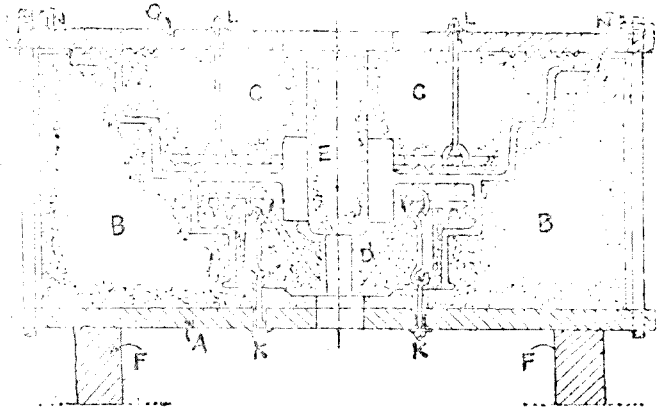
第 166 圖



(a) 上型C之製法如

第 167 圖

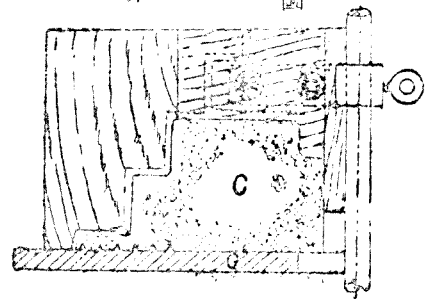
第168圖，先將有孔之圓鐵板，着實放平，一如前述塌鑄型製法之手續，初時塗挽型砂，而以時時更換板，即得如圖之形。圓板G，周有四耳，以為鬆吊或以螺釘與下



設多數突起，以防砂之脫落。又此型係例題者，如第167圖所示，於其中置一有孔鐵圓板，釘得螺帽，而固定於G板上，以防鑄型崩落。

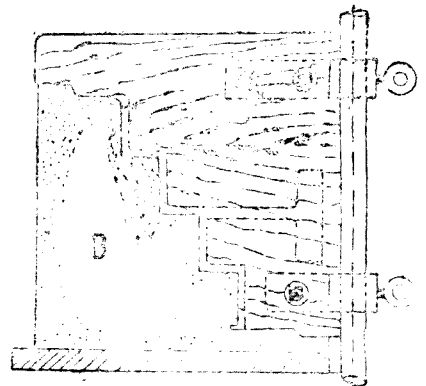
(b) 下型B之製法 此型製法，與(a)相同，如第169圖。

第 168 圖



(c) 中型D之製法與上同，如第170圖。但型體不用磚，僅用挽型砂。於其中設置鐵骨，如第167圖所示，以防崩壞。製造時，先將木型H，埋於砂中，然後以如圖之迴挽板削平之。但共鐵骨，如第167圖所示，以鐵桿固定於A板上，不然恐其移動而鑄物變形也。

第 169 圖



(d) 芯子E之製法 芯子製法，與普通者同，不復贅述。

(e) 四部之組合 先將中型D，置於下型B內，正確後，緊固螺絲帽KK。次將上型C，正確合上。於C之中央，插入芯子E，周圍穿上鐵桿MM，推壓以NN，即成型之矣。至

於注口流路氣孔口等，與普通者同，故從略。

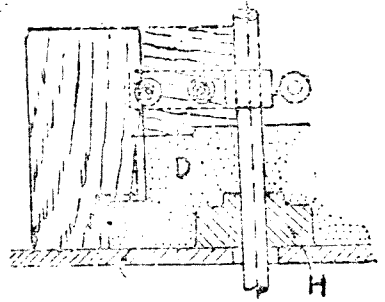
而全型各部，均須乾燥，固不待言。

### 51. 乾燥爐

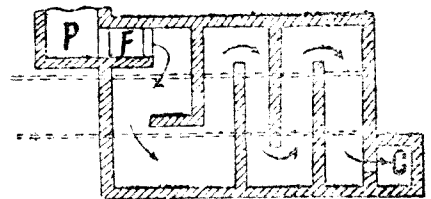
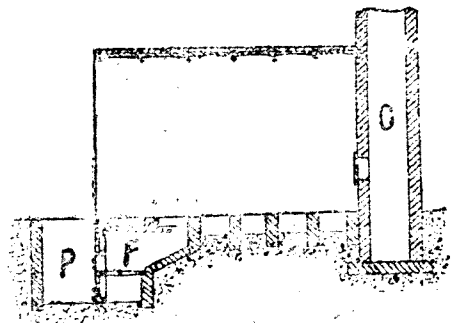
乾燥鑄型之爐謂之乾燥爐。普通分大形及小形二種。大形者，為乾燥大形鑄型之用。其構造如第171圖，上方及左右後三方，以磚砌成。前方有鐵板製之門。下方鋪鐵板E，上敷鐵軌，以便鑄型之運送。於火床F上，焚燒煤或煤炭。所生之熱煙，經鐵板E下之煙道，由烟筒C放出。當熱煙經過煙道時，傳熱於鐵板E，使F上乾燥室之空氣溫度增高，則鑄型即可迅速乾燥。若使熱煙，直接接觸鑄型，其表面不免着煙煤，致鑄物面粗糙。故爐壁及E之板縫，須十分嚴密，以免洩入熱煙。

小形者，以乾燥芯子為主。其形狀如第172圖，係其一例。全部鐵板製，內分數層橫格。每層格之門，中央有軸，可以迴轉。門連於半圓之鐵格，為置鑄型之處。迴轉門，使半圓鐵格外出。置放鑄型後，再向內迴轉，送入爐內。同時門亦關閉，殊為便利。燃料為煤炭木炭或可燃氣體，由爐底P部送入。此爐之熱氣，與鑄型直接接觸，故所用之燃料，以無煙者為佳。

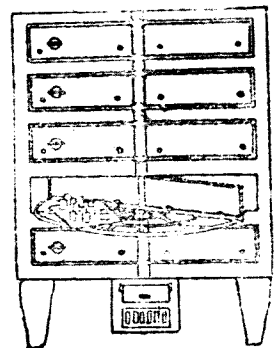
第 170 圖



第 171 圖



第 172 圖





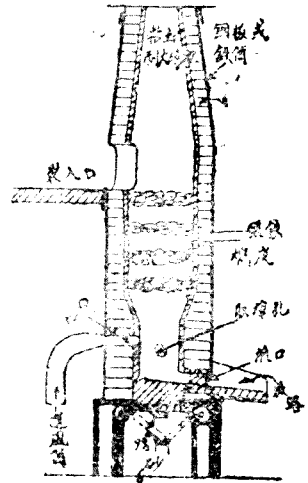
第 四 節 鑄 造

52. 鑄 爐

鑄解金屬之爐，謂之鑄爐。其種類甚多，普通所用之主要者，可分下列四種。

- (1) 鑄鐵爐 (Cupola Furnace)
- (2) 坩堝爐 (Crucible Furnace)
- (3) 反射爐 (Reverberatory Furnace or air Furnace)
- (4) 電氣爐 (Electric Furnace)

第 173 圖



(1) 鑄鐵爐

此爐用以鑄解熟鐵 (Pig iron) 者，故以之為名。其構造依種類而異，但主要部分，大致相同。茲舉普通用大形之一種，如第173圖，以明其概要。如圖所示，外面包圍以鋼板或鑄鐵圓筒。內砌耐火磚，磚面塗粘土（使用一次，塗一回）。爐底有一活門，使用完時，以便取出所餘鐵分或灰滓，爐下部傍面，設有二孔。一與送風管相聯，送入高壓空氣，使焦炭充分燃燒。一為取鑄滓或視察鑄解狀況之孔。爐之上部，設一裝入口，為裝入熟鐵與焦炭之用者。但小形爐，無此裝入口，熟鐵及焦炭，由上口投入之。

用此爐鑄解熟鐵作業之手續，先置炭火於爐內，充分驅逐其濕氣。然後將所有之孔開放，堆積焦炭，高至風口。其上置焦炭 (Cokes)，厚約300、400磅。由渣口點火，俟焦炭全體燃着時，（可由取滓口視察）再添加焦炭，高約在風口上層100磅。歷一小時半或二時，爐內全熱後，乃以預先配合之熟鐵及焦炭塊投入，於其上再鋪焦炭。於是一層熟鐵，一層焦炭，重疊填至裝入口為止。每次投入熟鐵與焦炭之量，在時之大小及其他狀況而定。蓋焦炭之量，約為熟鐵與渣塊十分之一。蓋普通以增加鑄液之動流性，及除去燃料中之硫黃，

常行投入鎔劑。爐既裝訖，除流口外，所有之孔，均須封塞，然後開始送風，使燃料盛燃。俟流口有鎔鐵出現，乃以粘土閘，堵塞流口。銑鐵及舊鐵塊，漸次鎔解，爐上部各層隨之漸次下降。可如前述之次序，繼續再添裝焦炭銑鐵及鎔劑等。鎔液溜存爐底，鎔滓浮於上面，由取滓口取出。取鎔液時，先停止送風，除去泥閘，鎔液即可流出。鎔解作業完畢後。開放爐底活門，將殘滓悉數取出。俟爐冷卻後，再將爐壁附着之滓刮去，修繕耐火磚，塗上粘土，以備再用。

鎔爐之大小，鎔解量，風力，風量，及送風機所要之動力，依各種狀況而異，初無一定。茲舉實例如下表，以資參考。

爐之內徑 耗(約)	一時間之鎔解量 坨	風 水柱之高(耗)	風 每分鐘立方呎	動 力 K. W
600	2.400~2.700	400~500	40~45	8~11
800	3.500~3.900	∕	53~65	11~15
1.000	5.700~6.400	∕	95~107	16~23
1.200	9.000~10.000	∕	107~107	25~35

使用鎔劑，(詳53條)其投入方法不一。有每投一次鐵，而用一回者，有開始及最終時不用，而於中間時，每次用一回者。通常以後者為最多。即開始時，暫不投入鎔劑。俟鐵之鎔解量，已過全量六分之一時，始每投一次鐵，即投一層鎔劑，及至最終一二次時，乃停止之。使用鎔劑之量，依銑鐵之成分純否為增減。蓋純粹清潔者用量少，不純而雜質多者，用量多。茲將通常所用銑鐵焦炭及鎔劑之比概數，列表如下。

銑 鐵 1 屯 (1 = 1000 坨，坨讀為噸)

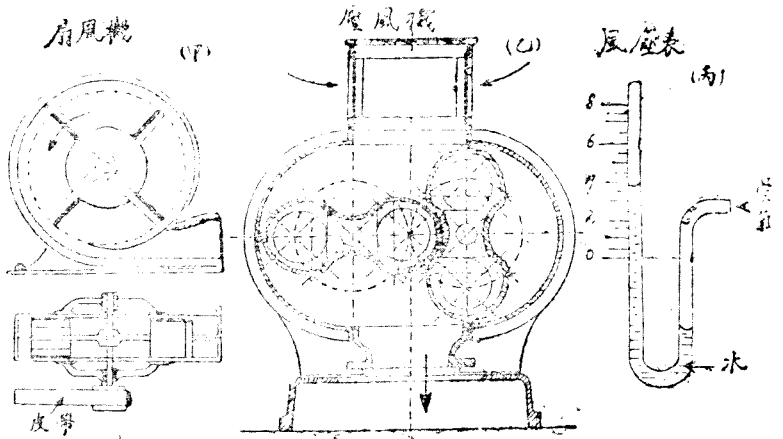
焦 炭 90~113 坨

鎔 劑 13~45 坨

鎔爐之大小，以每一小時所鎔解鐵之坨數表之。如二坨鎔爐，即一小時間，能鎔解二坨銑鐵也。附屬於鎔爐所用之器具，其主要者為送風機及取桶。送風機者，即送風於爐內所用之扇風機也。機之出風口，以送風筒，通於爐之下部風口。其軸聯於一迴轉軸上，軸迴轉時

，橫軸之輪葉  
 ，亦隨之迴轉  
 ，壓送空氣於  
 爐中。空氣吹  
 入之壓力，普  
 通用 U 型風壓  
 計（如第 174  
 圖（丙）為其  
 略形）測之。

第 174 圖

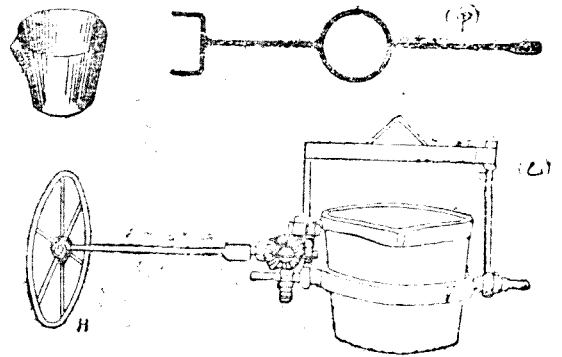


即觀察水柱之高低，而知風壓之大小也。

普通所用之送風機有二種，一曰扇風機，(Centrifugal fan) 於小形熔爐用之。一曰壓  
 風機 (Rotary Pressure blower) 用

於大形熔爐，如第 174 圖（甲）及（乙）  
 。即示二者之構造略形也。扇風機  
 所生之風力，依其迴轉數而定。送風  
 量則因送風口抵抗之大小，而有增減  
 。壓風機之迴轉數概為一定，而其送  
 風量，無論抵抗如何，亦為一定。此  
 二者送入爐內之風量，均由送風管中  
 節風板 ( Damper ) 加減之。

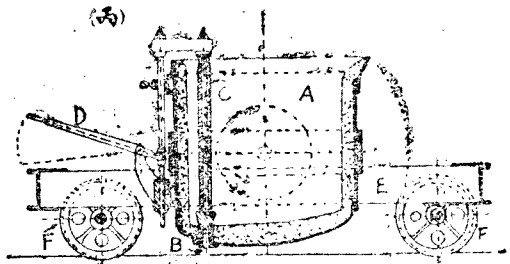
第 175 圖



取桶 (Ladle) 者，即接取由爐中流下之熔液，而注入球型所用之桶也。如第 175 圖  
 （甲），為通常用之小形者。外皮以銅板或鑄鐵製，內面塗鉛土。用時置於兩側帶昇之鐵圈內  
 ，搖運及傾注熔液，甚為便利。同圖（乙），為較大者。其外掛於起重機上，懸起由空中  
 撥運之。傾注時，旋轉手輪 H，以傳動傘形齒輪作用，取桶使其傾斜，過上之取桶，如圖（

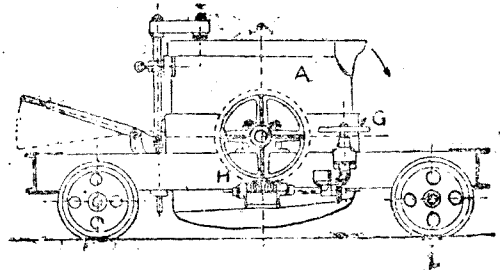
丙) 所示。A 爲取桶，載於車 E 上。  
 B 爲流出口。C 爲關閉口之立桿。  
 D 爲上下 C 之手把。G 爲手輪，廻轉之，由傘形齒輪及 Worm 之傳動，廻轉齒輪 H 可使 A 左右傾斜。

第 175 圖

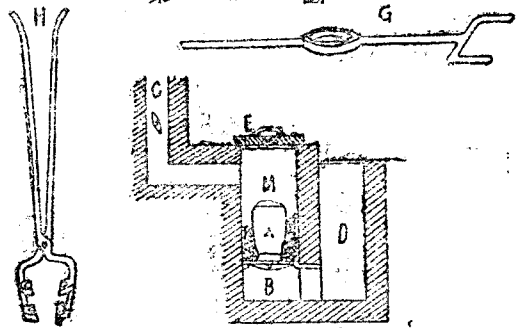


(2) 坩鍋爐

銅銻黃銅及砲金等之鑄造，普通用坩鍋鑄解之。如第176圖，將已盛金蜀黑鉛製之坩鍋 A，由爐口 E，置於火床 B 上。其周圍投入焦炭或木炭，點火燃之，蓋閉 E 口。則坩鍋被熱，即可鑄解金蜀。於實際數個坩鍋，並列置之，每一坩鍋設一煙突。由爐內提出坩鍋，用挾鉗 H。用抬桿 G 搬運。



第 176 圖



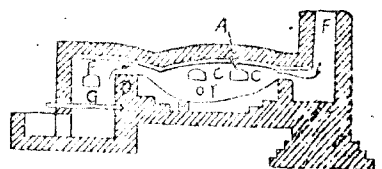
使用坩鍋主要之鑄造，爲良質

鋼及合金鑄物。例如黃銅，係由銅與銻相合而成。但銅與銻鑄解點各異，鑄製時不能同時裝入。須先將鑄解點高（1090°C）之銅，先行鑄解。及注入鑄型前，始可將鑄解點低（410°C）之銻，以鑄挾入而拌合之。

(3) 反射爐

第 177 號

反射爐之構造，如第177圖。F 爲爐門，燃料由此投入。G 爲火床，於此燃燒所生之火焰，經火橋 D，沿爐之上壁 A，向有方進行之際，以其反射熱，將置於 M 處之鐵鑄解之。鑄液由 T 口流出。銑鐵

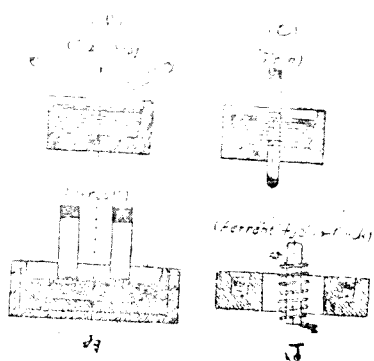


由C再裝入。其用途與一般鋼相同，是將鋼中有害之混合物。此爐亦作製多量可鍛鑄鐵（詳於後）之用。於製造特別鋼時，則以其為不潔，而不可設者也。

(4) 電氣爐

第 178 圖

電氣爐之使用，最近始有之。其優點在於(1) 鉻(Cr) 鈦(V) 鈳(W) 鈷(Ni) 等之加入，頗為便利。其溫度，溫度既容易增減，而渣料(金屬或合金)之輕重，亦可免混於鑄物內。電氣爐之形式約有三種。如第178圖(甲)為弧光爐，係利用弧光熱者，(乙)及(丙)為抵抗爐，係利用電氣抵抗熱，(丁)為感應爐，係利用感應電流所生之熱也。



53. 燃 料 及 鎔 劑

鎔爐所用之燃料，以發熱量高，含不純物少者為佳。蒸煤中，含硫黃多者，既有害於鎔液之流動性，且增加鐵之脆弱。含灰分多者，發熱極小，且多灰滓。含水分多者，因蒸發水分，而耗失熱量。故鎔爐不用煤，而咸用焦炭(Coke) 至若木炭，較煤弊害雖少，但火力太弱，不甚經濟。上等焦炭1噸，可鎔鐵13噸。中等者，可鎔鐵8噸，下等者6噸。設有時缺乏焦炭，可以含量較少之無煙煤代用。此可當一時之急，不可為常例。通常用之焦炭，含固形碳素85%以上，灰分12%以下。硫黃1%以下。若良質之焦炭，以含灰分10%以下，硫黃0.7%以下為準則。

當鐵鎔鎔解時，鐵及燃料中混合之生石灰及矽石之不純物，與灰分混，而浮游於鎔液表面。此等浮滓，粘滯性極大，甚有礙於鎔液之流動。此等矽石及石灰，與之化合，則粘性大減，而增加流动性。且此化合物，復易於散佈，是易於氧化。故普通皆以石灰石為鎔劑(Flux) 惟此化合物，若堆積太多，則減少之熔解量，故以時時由浮滓中取出之石灰石之量，約以燃料中灰分之1.5~2.0倍為相宜。例如含10%灰分之焦炭 100噸，須用石灰石15~20噸也。

54. 鑄造用銑鐵之分類

普通市上所售之銑鐵，概分等級。其分法由製鐵工場規定之。依銑鐵斷面之色澤，及結晶之狀態，而附以號數。按其號數，即可知鐵中含硅素多少。蓋斷面之色澤，為最濃厚鼠色，結晶粒最大者，為第一號銑鐵。含硅素及黑鉛礦素均多，為最良鑄造用之銑鐵。色澤漸淡，結晶粒漸小，則依次為第二第三……等號銑鐵。此等分類法，各製鐵工場，各不相同。例如中國漢陽鐵工場及日本釜石工場，自第一號至第三號為鼠色銑鐵，以下為白色銑鐵。英國來德卡 (Redcar) 製鐵工場，自第一號至第三號，為鼠色銑鐵，第四號為斑色銑鐵，以下為白色銑鐵。是以欲購某號銑鐵須記明某工場之第某號，方免差誤。茲列普通標準等級如下。

銑鐵等級表

號數	種類	性質及用途
第一號 第二號 第三號	鼠色銑鐵 (Gray pig iron)	質柔韌，流動性大。 適於普通鑄物。
第四號	斑色銑鐵 (Mottled Pig iron)	性質在三五號間。 適於強硬鑄物。
第五號 第六號 第七號 第八號	白色銑鐵 (White pig iron)	質脆硬，流動性小。 適於可鍛鑄物及製鋼之原料。

使用銑鐵時，依左表之等級選擇

，頗欠正確。今之各大工場，於重要鑄物所用之銑鐵，多用化學分析法，考察其成分中硅素及硫黃之多少，以定取捨。今將普通所用銑鐵之標準分析表，列如下。

銑鐵標準分析表

產地	號數	黑鉛	結合炭素	全炭素	硅素	磷	硫黃	錳
中國漢陽	第一號	2.94	0.06	3.00	2.44	0.17	痕跡	0.70
	第二號	2.40	0.19	2.59	2.50	0.17	痕跡	0.54
	第三號	2.79	0.13	2.92	2.42	0.18	痕跡	0.81
日本釜石	第一號	2.85	0.62	3.47	2.82	0.13	0.03	0.40
	第二號	2.24	0.84	3.08	1.83	0.13	0.06	0.33
	第三號	1.36	1.47	2.83	1.06	0.12	0.12	0.32
英國來德卡	第一號	—	—	3.82	2.33	1.56	0.06	0.71
	第二號	3.10	0.20	3.30	2.10	1.50	0.05	0.70
	第三號	—	—	3.73	1.45	1.07	0.07	0.58

55. 銑鐵成分之影響

鉄鐵中所含成分之主要者，爲炭、矽、錳及硫黃五種，此外尚含鎳、鉻、錳、銅等少許。此五種主要之成分，對於鑄鐵之影響如次。

(1) 碳 (Carbon) [C] 鐵於高溫度鑄解時，所有炭素，咸行鑄解。迨冷却凝固時，碳之狀態，始生變化。其大部分與鐵分離，成爲黑鉛，夾存於薄板狀結晶之鐵粒間。此黑鉛碳，形成灰色鑄鐵，稱爲遊離碳素。又一部分，當鐵冷却後，其狀態與高溫度時同，不生任何變化，不與鐵分離。是謂之結合炭素，存於白色鑄鐵冷鋼鑄物及鋼中。此二種碳素，影響於鑄鐵者，如次之對比表。

(甲) 含遊離碳素多者：一質柔軟有粘性 鑄解增流動性 結晶粒粗

(乙) 含結合碳素多者：一質脆硬少粘性 鑄解流動性弱 白色質密

此二種碳素生成之多少，由於冷却之迅速。蓋冷却急速者，結合碳素多。遲緩者，遊離碳素多。

(2) 矽 (Silicon) [Si] 矽與多量碳素，同時存在，則碳素可變爲黑鉛。蓋冷却時，因矽與鐵結合，而將碳素分離也。故於鑄造時，常加含矽多量之鑄鐵，可多生黑鉛碳素，使成灰色鑄鐵，且能增鑄液之流動性。故矽對於鐵，爲有益之物。

(3) 錳 (Manganese) [Mn] 錳之作用，與矽相反。即含錳多之鐵，於冷却時，尚有與碳素結合之力。更使黑鉛鐵素減少，而增加結合碳素，促成白色鑄鐵，故錳爲有害之物。但錳與氧氣及硫黃之化合力頗強，故常用之，以除去鐵中之氧氣及硫黃。

(4) 磷 (Phosphorus) [P] 磷能硬鐵脆弱，爲有害之物。但能分離鐵中黑鉛炭素。鑄解溫度低可增鐵之流動性。且有長、保持溫度之特性。故於困難之鑄物，多少加以磷。

(5) 硫黃 (Sulphur) [S] 硫黃能增加結合碳素，甚有害於鑄鐵之流動性。又能助長鐵之收縮孔或氣穴（即砂眼），而使鑄物惡劣。故硫黃對於鐵，爲害殊甚，而無一益。普通於含硫黃多量之鑄鐵，須多加錳，使變爲硫化錳，以除去之。

鑄鐵成分，種種不一，已如上述。若適當配合，可得增減碳素及矽之含有量，以作成所要求成分之鑄物。惟鑄鐵每經一次鑄解，除硫黃外，其他各原素之含有量，多少不免減少。

於配合時，此點亦須顧及之。每鑄解一次，各原素所生之變化，依當時之各種狀況，雖無一定。但大體炭素減0.4%，硅減0.02%，錳減0.01%。而硫黃因由焦炭侵入一部分，反增0.01%，磷將無增減。

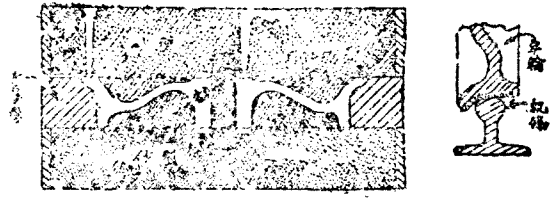
舊鐵塊為已經一度鑄解者，用時宜混於含多量硅素之鼠色銑鐵內，以助其黑鉛之生成。惟舊鐵塊之成分，多不明瞭，普通依其破面精狀判別之。但此非經驗熟練者，難正確。又於舊鐵塊混以銅，則可得質密強韌之鑄物。惟銅含碳素甚少，且僅為結合碳素。故混用時，須混以含碳素硅素多者之銑鐵，以助增其黑鉛成分。但須注意，勿使失於柔軟，

### 56. 冷剛鑄物 (Chill d casting)

鑄物表面，使其一部或全部堅硬，且有耐久性者，謂之冷剛鑄物。其堅硬部分，使變為白色鑄鐵。而其他部分，仍為柔軟之鼠色鑄鐵。

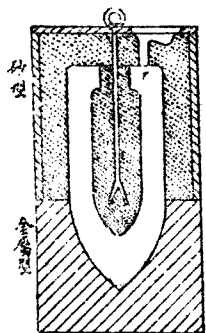
普通冷剛鑄物，其冷剛部分之鑄型，多用金屬型。蓋鑄鐵與金屬型相接觸，以金屬之傳熱速，急行冷卻，鐵中碳素，無暇分離，悉為結合碳素，故僅此部分剛硬也。此種鑄物，冷剛部分，甚能抵抗摩擦，其他部分，仍不失其強韌性。故凡受震動而相摩擦之機件，莫不用之。如展延機之軋子，車輪之踏面，

第 179 圖



及砲彈之尖端等，均施行冷剛也。如第19圖，為車輪踏面，第180圖，為砲彈尖端，施行冷剛，所用之鑄型及其他冷剛鑄型，與此略同。普通金屬

第 180 圖



型，多以鑄鐵製，重量約為製品之六倍。於使用前，須熱至100 C

以上，以去其水分。

剛部分之深，依鑄鐵成分之配合及金屬型質量之大小而異。普通用者，深約30-40托，其化學成分如次表。

成分	品名	冷剛軋子	冷剛軋子
全炭素		2.65	2.12
結合炭素		0.80	1.75
硅素		0.642	0.73
磷		0.31	0.534
硫黃		0.094	0.055
錳		0.11	0.74



57. 可 鍛 鑄 物 (Malleable cast iron)

將白鑄(即白色鑄鐵)鑄物，以赤鐵礦之粉末包被之，長時間加熱，則其表面結合碳素之一部分，被由赤鐵礦遊離之氫氣所還原，而除去之。於是白鑄鑄物，變為如鋼鑄物之組織，增加韌力，而生延性。又以亞細鋼殼或鍛造時所生之鐵屑，(氧化鐵之細末)包埋之，亦長時間加熱。則結合碳素被轉化，成為韌化碳素。(Annealing carbon or temper carbon)而鑄物之性質，亦與鋼相似。此二者，總稱之為可鍛鑄物。前者之斷面，外皮如狀銅色，內部白色，謂之白心可鍛鑄物。(White heart malleable casting)後者之斷面，全部深灰色，謂之黑心可鍛鑄物。(Black heart malleable casting)白心可鍛鑄物，盛用於歐洲。其原料為含硫黃較多之白鑄。以通常熔爐熔解之。茲將白鑄之成分，示一例如下。

全碳素2.5% 硅素0.5% 磷0.05% 硫黃0.25% 錳(微量)

黑心可鍛鑄物，盛用於美國。原料為硫黃較少之優良白鑄，以反射爐或平爐(詳於後)熔解之。茲示其成分之一例如下。

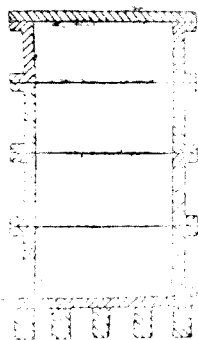
全碳素2.75% 硅素0.45-1.00% 磷0.225%以下 硫黃0.07%以下 錳0.30%以下

下。

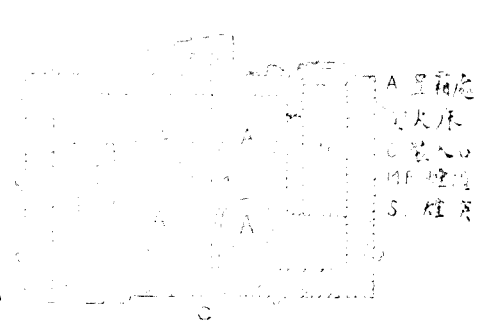
製造可鍛鑄物，所用之方法，與第二章第五節鍛工之軟化法略同，又名之曰回火或韌化(Annealing)如第181圖，為置白鑄鑄物之鑄鐵製箱，名之曰回火或韌化(Annealing box)將白鑄

鑄物置於此箱內，填充前途之包被物，然後嚴封之，而置箱於如第182圖之燒爐內，長時間加熱，則白鑄鑄物，即變成可鍛鑄物。燒爐溫度及

第 181 圖



第 182 圖



A 呈箱處  
B 火床  
C 裝入  
D 爐底  
E 爐蓋  
S 煙管

加熱時間，依爐之構造而異。如第182圖所示，於製造黑心可鍛鑄物時，加熱時間，由爐之

燃起，歷24~36小時，溫度約達750°C。以此溫度，保持60小時，冷卻約40~80小時。若製造白心可鍛鑄物，因行除碳作用，須加熱至850°C，保持此溫度歷100~120小時，然後徐徐冷卻之。此爐內部之溫度均等，熱煙由二次床GG發生，經煙道FF，而入爐床之下方，與M相合，自煙突S放出。煙突中設有節風板(Damper)，以調節通風。裝入口C上，設一窺視孔，以便視察爐內狀況。回火可以改善可鍛鑄物之物理性質，使其牽引應力達至每平方耗30坳以上。故對於如車軸部分品，管接手，及農具等之受衝擊部分，咸重用之。

### 58. 塞密鋼鑄物 (Semisteel Casting)

以鑄爐熔解鐵時，加入軟鋼屑塊，而調節其成分。則得有韌性，且耐衝擊及摩擦之物，是謂之塞密鋼鑄物。於發動機水壓機等之汽筒(Cylinder)及受強力之機械部分，多用之。其原料須含硫黃少之優良鼠色鐵。又添加軟鋼，促氧化鐵發生，於鑄造注入鑄型時，常多放出氣體。故特加錳鐵以防之。或於取桶內，加少量錳之細末，以為還原劑。於熔解作業，以爐用鼠鐵，溫度宜高，故須用良質煤炭。又鼠鐵與軟鋼熔解溫度不同，於混合時，須使二者一樣熔融為佳。軟鋼屑塊，宜用含硫黃少之舊鍋爐片或橋梁之板塊。其混合之比，普通為10%~25%。茲示塞密鋼成分之一例如次。

	結合炭素	遊離炭素	硅 素	磷	硫 黃	錳
%	0.80~0.90	2.50~3.0	1.00~1.30	0.80~0.40	0.04~0.05	0.50~0.60

上記成分之塞密鋼物，其牽引應力約每平方耗為22~24坳。

### 59. 鋼鑄物 (Steel Casting)

鋼鑄物與軟鋼同樣，有牽引應力。故於受牽引力或衝擊之部分，如車輛船艦之部分品，或橋梁建築等，咸多用之。惟以鑄造，有種種困難，不能得如鑄鐵之輕薄鑄物。鋼之熔解點，約為1500°C。鑄造時，發生氣體甚多，於所用之鑄型，須特別注意。即鑄型須用粗粒耐火之硅酸砂，以粘土水糖蜜等，增其粘性。鑄型概須乾燥，而通氣孔，更須特別完善。此鑄型既甚堅固，鑄物不得自由收縮，於細薄部分，常行引裂，須設法避免之。普通於該部鑄型，用混木炭之砂。迨鑄型乾燥後，該部較為脆弱，鑄物收縮，即行崩裂，可免傷損鑄物。鑄

型內面所塗之材料，普通用黑鉛，但亦有時用加細密之石英粉或長母粉者。芯子與鑄鐵用者同，惟須選強力大而充分耐高溫之材料。鑄液之流动性，較鑄鐵弱。注入鑄型，充實亦較遲。故鑄型之注口流路及冒口等，須較鑄鐵鑄型略大。而冒口時有遠及鑄物之半量者。鋼鑄物之成分，示一例如次。

鋼鑄物鑄造後，組織較粗

，使用時，頗有破損之虞。故

	炭 素	硅 素	錳	硫 黃	磷
(%)	0.28	0.45	0.63	0.032	0.06

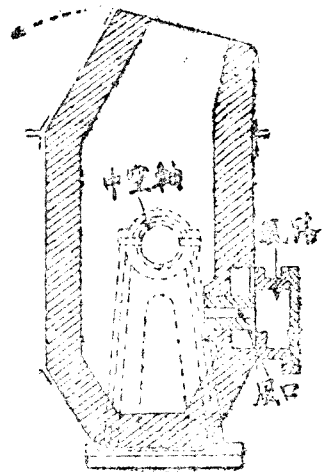
須入回火爐，以950°C附近溫度，歷7小時，冷卻約10小時，以回火。於此所用之回火裝置，一如第181及182圖所示。

鑄解鑄鋼所用之爐，有轉爐平爐坩堝爐及電氣爐等。坩堝爐及電氣爐，用以製少量良質之鑄鋼，其構造已詳於前，不復贅述。轉爐及平爐為製大量普通鑄鋼之主要者，茲述如下。

(1) 轉 爐 (Converter)

第 183 圖

轉爐之構造，如第183圖所示。外面以鐵板包圍，內面塗以如硅酸等之酸性物。爐之下部側面開數個風口，(有一列或二列者)通以同一風路，而風路與爐之中空軸相聯，送風機即由此中空軸送入強壓之風。



此爐之作業，先將爐如矢之方向，以中空軸為軸，向左迴轉，使上口下傾。注入以由鑄爐所鑄解之鐵液。鑄液面約達至風口上或下數寸為度。於是開始徐徐送風，則鑄液中所含之碳素硅素及錳等，激烈燃燒，火焰由爐上口吹出。約15乃至20分鐘時，碳硅錳等，悉被氧化，而鑄鐵遂變為軟鋼。此時停止送風，將爐倒轉，傾注鑄液於立桶內。再投入硅酸鐵

錳化鐵等，以施行脫氣作用。同時並調合鑄液之成分，注入鑄型內，即得所要之鑄物。

硫黃及磷於轉爐內，概不受任何變化，良質之鋼，此等成分，須在0.05%以下。故須選含硫磷極少之鐵鐵作原料為佳。又含硅素須多，(普通多選含2.5%者。)蓋依其燃燒，可保持爐之高溫也。茲將原料鐵鐵之成分，舉一例如次。

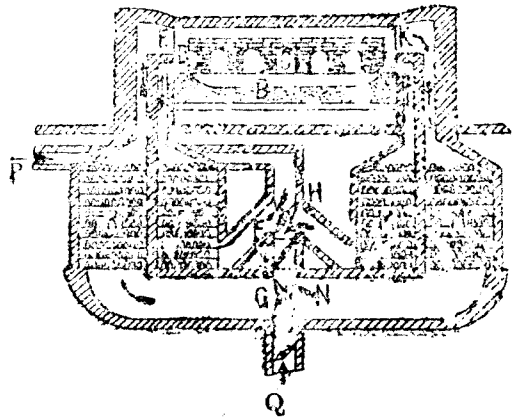
碳素	硅素	錳	磷	硫黃
3.0%	2.50%	0.60%	0.05%	0.05%

## (2) 平爐 (Openhearth or Siemens-Martin's furnace)

平爐之構造如第184圖所示。爐牆以良質之耐火磚砌成，外面覆以鐵板。C 為一系列五個裝入口。R 為舟形之爐床，為停蓄熔液之處。燃料概用煤氣 (Gas)，其發生器聯於管 P，煤氣由 P 經 F 而入蓄熱室 R。吸收蓄熱

第 184 圖

室之熱，增高其溫度，由 D 入燃燒室燃燒之。加熱於爐床 B 上銑鐵後，經 L 與 K，而入蓄熱室 MM。此際以其餘熱，加熱於 MM。最終由煙突 N，逃於外方。其次迴轉 GH 板，煤氣即入 M，吸收其蓄熱，經 L 至燃燒室燃燒，加熱於 B 床上後，經 D 入 R，放其餘熱，亦由煙突 N 放出。煤氣燃燒



所用之空氣，由 Q 管進入。經外層蓄熱室 R 或 M，溫度增高後，由 E 或 K 入爐內，與熱煤氣混合而助燃燒。GH 板對於 R 或 M，同時開放。故空氣與煤氣亦同時進入。如是左右蓄熱室 RM，交互作用，可以繼續保持爐內高溫。此爐比普通鑄爐，殊節省燃料蓋自煙突逃出之廢氣溫度，不過 150°C 上下。而大部分熱，盡存於二蓄熱室中。

此爐之作業，先入銑鐵，置爐床 B 上。再加少量之軌條塊或鋼碎片。然後通煤氣與空氣而燃燒之。迨銑鐵全溶解時，常投以鐵鑛塊，使銑鐵中之硅炭等，起氧化作用。於是熔液盛發二氧化碳，(即碳酸氣)起沸騰現象。此沸騰現象停止時，所得之鋼為硬質鋼。若再歷數小時，則得軟質鋼。當此作業之際，須時時以長柄匙形取桶，取出熔液，冷卻之。由其斷面，檢查其可鍛性及粘性。再依化學分析法，迅速檢定其碳素量之多寡。若欲充分減少碳素，則暫就現在熔液，增高溫度，與以流動性，而除去上面浮滓可也。

此爐之F床，塗以如砒酸之酸性物者，謂之酸性爐。亦以如菱鐵礦（Magnesite）之鹽基性物者，謂之鹽基性爐。前者與前爐同，鑄鋼中之硫質等，不宜變化，故須用良好鐵鐵為原料。後者混入石灰石，可氧化硫磷，頗為良質原料。大部分出舊鐵質，再加幾分鐵鐵及鐵鑛石可也。由此二種爐可得之熔液，於注入鑄型時，均須加氧化錳及錳化劑等，以調合其成分，與轉爐相同。

平爐之熔解量，小者 5~10 噸，大者 50~100 噸。於機械製造或甲鋼較多之工場，甚適用。

### (3) 銅鑄物之注意點

(a) 銅之收縮甚大，由液體而凝為固體時，每長 1 呎，收縮量為 15~25 吋。鑄鐵之最大收縮量，每呎不過 10 吋許。故銅鑄物之鑄型，其熱度之甚，須鑄造 1.5~2.5 倍。

(b) 銅之熔解溫度甚高，約為攝氏 1500 度。（2700°F）而鑄鐵僅 1150°C，（2100°F）故鑄型須以耐火之矽酸砂製之，表面塗以石英粉末或蚌灰等。

(c) 銅之熔液，流動性頗小，而冷却較速。

(d) 易於疎鬆，於鑄型須設較大之冒口。且通氣孔要特別多。

(e) 鑄型均須乾燥。且於潤角處，均須圓角。並常有設置鐵骨者。

(f) 鑄物之厚，於設計時，務求均等。

## 60. 合金鑄物 (Alloy Casting)

融合二種以上金屬，所成之鑄物，謂之合金鑄物。用於合金金屬之熔解溫度，常較鐵甚低。故鑄型所用之砂，以含砒酸少之細粒砂為佳。除大形者用乾泥類外，普通多用生砂型。塗布材料，成爲粉狀。其收縮，較鐵甚大，故鑄型須特別放大。

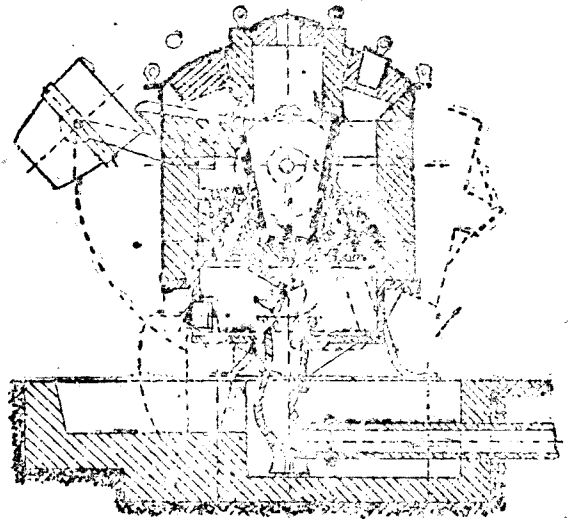
合金之熔解溫度既低，普通用鐵鍋，即可鑄鑄。若用耐火泥製，熔解溫度稍高，則多用坩堝爐及反射爐。於此所用之坩堝，其上成層均用灰泥。坩堝內者，謂之白坩堝，主成分爲黑鉛，外面塗耐火粘土及焦炭末，白色者，謂之黑坩堝。此坩堝可造合金，以坩堝爲主。其大小以號數表示之，如 5 號坩堝，即其熔解量爲 5 噸。坩堝內其熱氣。於使用

前，須充分熱之。而於新品，更須入乾燥爐，長時間熱之。務驅盡濕氣，然後始可使用。

轉爐內亦有裝置坩堝者，如第

第 185 圖

185 圖，即示其構造也。此爐名爲迴轉式坩堝爐。(Tilting furnace) 燃料用油或煤氣時，由耳軸(即中空軸)噴入爐內。用焦炭時，如圖以焦炭包圍坩堝下部，由爐底鐵管送風。又有合金直置爐內，而不設置坩堝者。此金屬熔解較速，雖屬便利。但與燃料直接接觸，氧化劇烈，損失不免較大。



合金中之成分金屬，(即作成

合金之金屬)其熔解溫度各異。普通先將熔解溫度高者熔解後，再逐次加入熔解溫度低者。但有時爲熔解迅速起見，而同時裝入者，此依金屬之種類而定。

銅錫銻及其合金等，於高溫度時，與空氣接觸，易於氧化。故於其熔液表面上，宜覆蓋藥灰，木炭粉末，食鹽或硼砂等以防之。又此等合金，於熔融狀態時，多半含氧化物或吸收氧氣，以致鑄物惡劣。是以於鑄造前，須加脫氧劑，以除去之。普通用之脫氧劑如次。

- (1) 硅素 用含10%~12%硅素之硅素銅
- (2) 鋁 用單體金屬
- (3) 鐵 用含5%鐵之鐵銅
- (4) 錳 用含20%~50%錳之錳銅
- (5) 磷 用含10%~15%磷之磷銅
- (6) 鉍錫 用此等金屬之單體。(此專爲青銅之脫氧劑)

當合金凝固時，其成分金屬，常有遊離傾向。故鑄造後，冷卻須迅速。但又須避免熔解

點以上之過熱溫度。

合金種類繁多，不勝枚舉。但於機械工業上，應用之主要者，為黃銅（又名銅鋅）（Brass），及青銅（Bronze）。茲就此二者之機件，以明合金之大意。此二者主要成分為銅，故謂之銅合金。（Copper alloys）其他成分為錫、鉛、鎳，而對於合金之影響如下。

（1） 錫量少時，合金硬度不相改，而能增加流動性，多時，於常溫可增其可鍛性，而於高溫，則不能鍛造。錫之量若在1%~2%時，可得良質鑄物。（即黃銅）

（2） 錫量增加，合金硬度，亦隨之增加。且色漸次淺白，即

銅分 100%~95%	錫分 0%~5% 之合金為赤色
〃〃 95%~90%	〃〃 5%~10% 〃〃〃〃 稍黃色
〃〃 90%~85%	〃〃 10%~15% 〃〃〃〃 黃金色
〃〃 50%以下	〃〃 50%以上 〃〃〃〃 白色

（3） 鉛可使合金粘性增加，微削鋸削均甚容易，但鉛量過多，則合金性脆。

（4） 磷可增加合金之流動性及強度。且可減低空氣之氧化作用，而得良好鑄物，如磷青銅是也。故磷對於鑄鐵，雖為害物，而對於合金則為益物。

（5） 硅與磷有同等之作用，且可增合金之電導性，如硅青銅是也。

（6） 錳與硅磷有同樣之脫氧作用，可增加合金之粘性及強度，如錳青銅。

（7） 鋁於銅鑄時，能分解一氧化銅。而於鑄造時，有阻止氣體發生之性。

且影響合金之強硬，較錫為大，有抵抗海水侵蝕之作用。於含 3%~10% 鋁之合金，亦熱時，甚易鍛鍊。若含 10% 以上者，則反脆硬。若逐此種合金，謂之鋁青銅。

茲將黃銅青銅及其他重要合金之成分及用途，列表如下，用資參考

#### （A）黃 銅（Brass）

成分 (%)				色	用途
銅	錫	錫	鉛		
70~67	0~33	—	—	黃	藥笈 (黃銅中之展延性最大者)
60	40	—	—	赤黃	船板
70~66	30~34	—	—	黃	管及線 (能抵抗高壓及化學之侵蝕)
70	25.5	2.5	2.0	黃	普通黃銅 (爲砂型鑄造者)
60	33	—	2.0	赤黃	黃銅鑄物 (須精製者)
88~76	10~8	2~7	0~12	薄橙	作栓 (Cock) 及閥 (Valve) 用
77	—	8	15	青黃	軸承
66	33	—	1	赤黃	機車用銅管
78	21	1	—	青黃	冷凝器用銅管 (最良)
68	32	—	—	黃	同上 (普通)
87	4	9	—	薄橙	螺絲釘

(B) 青銅 (Bronze)

成分 (%)				色	用途
銅	錫	鋅	鉛		
95	4	1	—	—	貨幣及獎牌用
89~91	11~9	1.5以上	—	—	砲銅 (Gun Bronze)
80~77	20~23	—	—	—	鐘用青銅 (Bell Bronze)
65	10	10	20	—	美術用青銅 (Art Bronze)
88.5	5.5	3.5	2.5	—	機械用青銅又名砲金 (Gun metal)
61	1	—	—	—	軟砲金
12	1	—	—	—	測定裝置用
32	3	1	—	—	唧筒用
16	2.5	—	—	—	唧筒閥桿
10	1	—	—	—	齒輪
64	7	1	—	—	機車軸承用
112	13	0.25	—	—	機械軸承用
88	12	3	—	—	閥及栓用
86	10	4	—	—	最良青銅
8	1	—	—	—	硬砲金軸承用
32	5	1	—	—	大軸承
5	1	—	—	—	硬軸承
83	12	—	5	—	小軸承
2	1	—	—	—	鏡用青銅 (Speculum metal)
99.94	0.03	—	硅素0.03	—	電報線 (電導力爲銅之98%牽引應力45 $\frac{Kg}{mm^2}$ )
97.12	1.14	1.12	硅素0.05	—	電話線 (電導力爲銅之34%牽引應力84 $\frac{Kg}{mm^2}$ )



(C) 其 他 特 殊 合 金

名 稱	成 分						鐵	錳	其 他
	銅	錫	錫	鉛	鎳	錳			
Ormolu	2.5~9	1							
Muntz metal(鑄用)	60	40							
Naval brass	61	40	1						
red brass(薄板)	71	2							
Aich metal	60	35	2						
Sterro metal						3			
Delta metal	55	58.4	43			1	1		
Galves metal	60	80.2				1.8			
Hailys metal	32	2	5						
Silver bell metal	80	6	10	4					
鑄錫銅	90							錫10	
砂錫	82		10	7.5	0.125	0.125		錫0.25	
錳黃銅(精製用)	67	13					18.5		
同上(擴大者用)	88		10				2	錫1.25	
白銅(Packforg)	75				25				
同上(鑄造)	55	17			23	3			
洋銀(german silver)	60	35			15				
同上(上等品)	80	25			25				
Silver steel	25				67.5	1.5	2.5	錳0.2	
Argentan(鑄造用)	40.4	25.4			1.5	2.6			
同上(板用)	62	10			13	4~5			
同上(硬質者)	57.4	25			13	9			
Electro	8	3.5			4				
洋銀線(大粒粉狀)	8	7.5			4				
Mohel metal	23.5				72	1.5			
Constantan	60				40				
White metal	1		10					錳1	
White bronze	5.5		83.5					錳11	
銅字牌合金(英國)			20.2	61.3				錳18.8	
同上	1.7		9.1	60.2				錳19.5	
雷電連板			96					錳4	
金銀用合金			9以上	10以下					
Organ pipe			70	30					

(D) 貴 重 金 屬 合 金

用 途	成 分				
	白 金	銀	銅	鐵	錳
鑄造尺度及貴重合金	75~90			5~10	
鑄造用	90			10	
同上	90				10
白金銀用	5	87.5	12.5		
金銀用	91.2				
銀用	2				
銀用	1/2			1/2	

附記常用各種金屬之熔解溫度 (C°) 如下

鍛鐵	1800~2400	金	1063	鋅	419
鋼	1800~2250	鉑金	1040	鉛	327
白金	1755	黃銅	1010	錫	232
銀	1450	銀	962~999	(硫黃)	112
鑄鐵	1200~1500	鉛	650	(水)	0
銅	1083~1090	錫	631	水銀	-38.5

通常用熔解熱之溫度 (C°)

電弧溫度	5500	轉爐之熔鋼溫度	1649
普通熔爐之最高溫度	1900	平爐之熔鋼溫度	1583

### 61. 鑄物之缺陷

鑄物由金屬或合金之液體狀態，而變為固體時，常生有種種缺陷，須設法避免之，茲述如下。

(1) 鑄巢(Blow hole) 俗名砂眼，蓋金屬或合金於熔融狀態時，含有氧氣氫氣等種種氣體，及冷卻凝為固體，即行放出。若鑄造時，熔液溫度過低，注入鑄型，立時凝固，而此等氣體，無暇逸出，閉困於鑄物內，則生鑄巢。鑄型通氣孔不充足，亦生此結果。鑄巢大有害於鑄物之強，須設法避免之。即首須定鑄造適宜溫度，於鑄型充分設置通氣孔，冒口須大，且加適量之脫酸劑也。

(2) 收縮管或收縮孔(Shrinkage pipe or hole) 鑄物之凝固，由接於鑄型之外面，漸次向內部冷卻，而內部常向外膨脹，遂致最後凝固之部分，生出空隙。於長形鑄物，此空隙成管形，謂之收縮管，或收縮孔。此等現象，於鋼鑄物或合金鑄物常見之。孔之內表面，成粗鬆結晶狀，與前述表面平滑鑄巢，一見即可區別。除去此缺陷，須充分設置冒口。

(3) 龜裂 此蓋由外部之收縮及內部之脹力而生。鑄物之結晶，大抵垂直於表面者多。尖銳隅角處，質不充實，因生裂面。又由厚薄不均，而收縮程度大。以鑄物內部膨脹力過大

。凡此種原因，皆足致鑄物龜裂。如正輪之輻，常於接輪周或輻之兩端處折斷，即此原因。除去此缺點之法，凡鑄造製品，當設計時，須避免有激變化之部分或形狀。如隅角處，須用圓角。於鋼鑄物之鑄型，須設特種裝置，使其收縮自由。後鑄造後，須施行燒鈍。

(4) Ingotism 鑄造溫度過高或冷卻速度過緩，則鑄物內部，生粗大之結晶粒，而強度因之減少。此種現象，謂之Ingotism。救正之法，於鋼鑄物，可用鏈擊壓延等之機械工作，以調整其質。於普通鑄物，用鑿鈍法，亦可稍為恢復之。

(5) 凝滲 (Segregation) 及鎔雜 (Liguation) 鎔液中不純物過多，或成分金屬之凝固溫度不同，於凝固時，此等不純物或凝固點低之金屬，即行分離，而有集合於最後凝固部分之傾向。此種現象，謂之凝滲，其補救法與(4)同。鎔融合金時，其鎔解溫度低者，先行鎔解，而與鎔解溫度高者分離。此種現象，謂之鎔雜。於鎔解合金時，常攪拌之，則可除去此弊。最著之合金，為銅與錫，銅與鉛及錫與鉛等之合金。其無凝滲現象者，為銅與鋅及金銀等之合金。

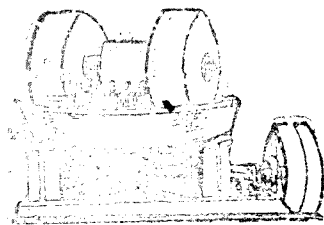
### 第 五 節 鑄工用之特種機械

於鑄工除木型製造之諸種機械及鑄造用之送風機外，於鑄型製造及鑄物落砂工作，尚有多數特種機械，茲略述如下。

第 186 圖

#### 62. 混 砂 用 機 械

此種機械之主要者，為乾燥機 (Dryer) 篩機 (Shifter) 磁石片分離機 (Electromagnet separator) 碎砂機 (Crushing roller) 及混砂機 (Sand mixer) 等。篩機之形式有一種，即 (i) 由滾筒面與齒輪以水平法運動，(ii) 齒輪與以斜角運動，及 (iii) 以滾筒容氣筒而以螺旋狀旋轉。此種分類法，其中心有以別於入砂之鑄鋼鐵釘鐵塊等，而施之於。此種機之形式，如圖 186 圖。於鑄造之自由，而生砂之量，其太砂者，破碎為細砂。有時用之板，(Paddle) 同時可施行混砂作用。混砂機者，於鑄製箱之中

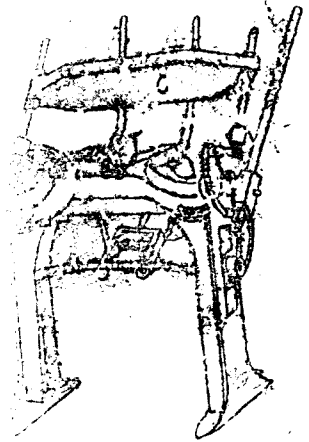


與，貫一鐵軸。軸上固定鐵板，迴轉之，砂即被攪而混合。以上各種機械，於大規模工廠，多以一聯動裝置，自動的工作。其原動力用機械力或電力。

63. 鑄型製造機械 (Moulding machine)

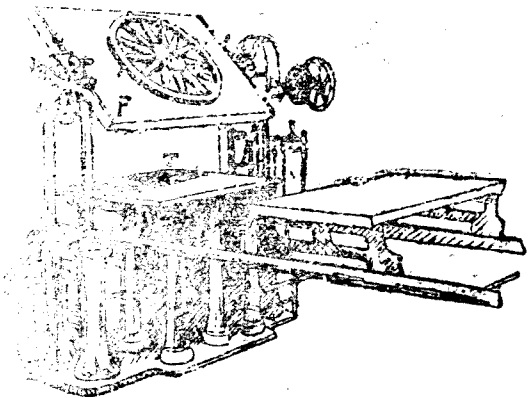
第 187 圖

凡鑄型鑄型，多以機械製之。可於短時間，製造多量鑄型，甚增工作能率也。此機依填砂法及拔型法，而異其構造。其動作有用手力者，有利用槓桿者，有應用水壓力空氣壓力及電力者。如第187圖，為利用槓桿之一例。於台T載底板與型箱，底板上，置木型之半片，充分填型砂(此砂不被壓，容積縮小，須多量填入)。由槓桿A，引槓板C下擊，拍實型砂。此機以板C代撞錘，搗砂迅速，於短時間，可製多量鑄型。又有將A取下，以他之槓桿，押上鑄型之裝置。



第 188 圖

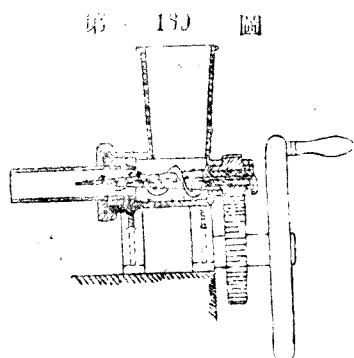
第188圖。為應用壓縮空氣，製造鑄型之機械。載型板P，係懸於上方，而與空氣筒轉輪相聯。轉輪依空氣閥V，可得極速之微振動。將型箱載於下台T上，填砂(與普通同以手填之)後，以P板與木型覆蓋之。下台T成轉輪形，入於中央空氣筒中，開空氣閥，可上下激烈振動。由此激烈振動，型砂既可擊實，而木型亦印入砂中。木型拔取，以P之極速微振動，木型與砂自易分離。一鑄型製就，如圖所示之軌道，取出之，再換製他鑄型。由一木型而製多量鑄型，甚為迅速。



由此激烈振動，型砂既可擊實，而木型亦印入砂中。木型拔取，以P之極速微振動，木型與砂自易分離。一鑄型製就，如圖所示之軌道，取出之，再換製他鑄型。由一木型而製多量鑄型，甚為迅速。

64. 芯子製造機械 (Core making machine)

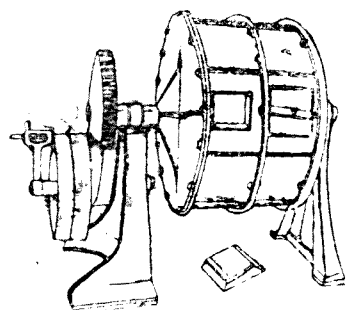
第189圖為製造芯子機械之一種，芯子砂由直立漏斗狀之容器投入，迴轉右方手輪。則砂依漏斗底部之螺旋，自動的向左移動，由左方之管排出。砂之硬度，由管內面之摩擦加致之，可得一定之硬度。此機械可製簡單棒狀芯子，頗為迅速。於專製鑄鐵管之工場，多用之。



第 190 圖

65. 混淨機 (Tumbling mill or barrel)

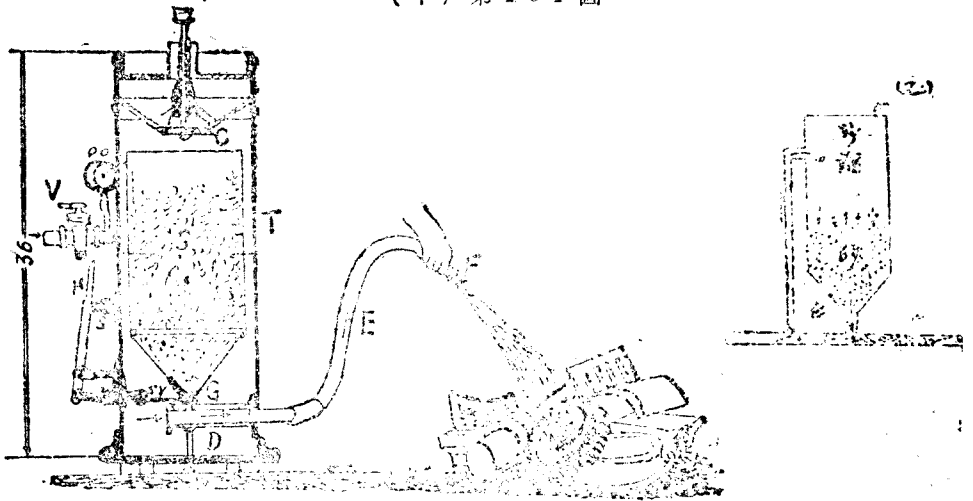
混淨機如第190圖，於鐵製圓桶中，投入鑄物及鐵球。由皮帶輪及齒輪之迴轉，而徐徐轉動圓桶。則鑄物與鐵球相衝擊，使附着於鑄物之砂脫落，得清潔鑄物。此機於大形及易崩壞之鑄物，甚不適宜。於此等鑄物，多用撒砂機。



### 66. 撒砂機 (Sand blast machine)

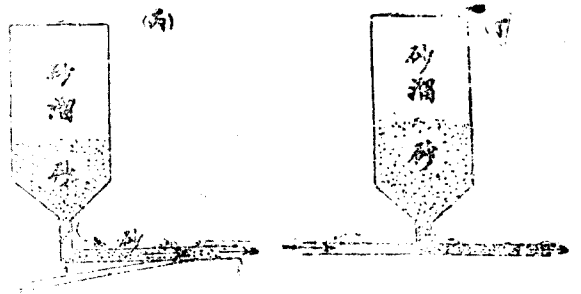
撒砂機不僅脫落鑄物之砂，且可剝除鐵銹，磨光鍍金物面，及製造玻璃曇色等。其種類頗多，約可分為壓出式撒砂機 (Pressure system sand blast machine)，重力式撒砂機 (Gravity system sand blast machine) 及吸出式撒砂機 (Suction system sand blast machine) 三種。各種主要之構造，如第191圖 (乙) (丙) (丁) 所示。其中 (丙) (丁) 二種構造，雖較簡單。而於鑄工場用甚有缺點。故普通多用如 (乙) 之壓出式撒砂機。此機之詳細構造及用法，如第191圖 (甲) 所示。T為鐵製之氣筒。由壓縮空氣機所壓縮之空氣，經脹V入T筒內。由筒底管D，經軟管E，至噴口F噴出。砂由上口C入砂箱S。鑄物S底部口G，砂即落D管內，隨壓縮空氣，由F口噴出，而擊落鑄物之砂。所用空氣之壓力，每平方呎約1.2呎。噴口砂量，由砂粒之大小而異。約1呎壓力一時間噴氣量17立方呎，砂量為0.985立方呎。

(甲) 第 191 圖



以撒砂機可借鑄物細小部分，完全落砂。但同時大量激起塵埃飛散，甚為不便。普通置鑄物於鐵製室內，室壁穿一風口。執口 F 對之噴砂，則場內可免塵埃飛散。或有特建一掃除室者，工作者戴一面具

，入室內工作。此機可與混淨機並用，即置鑄物於轉桶後，隨行迴轉，隨行吹砂。如是於短時間，可得完全落砂。



## 第 五 章 機 械 工

### 第 一 節 概 論

#### 67. 機 械 工 之 意 義

將前所述之鑄造物或鍛造物，依工作圖所配之尺寸，切削磨錯或穿孔或鑿穴等工作，謂之精製。精製分二大部分，即機械工與鉗工。鉗工既費時間，欠精確，而於大形製品，亦感困難。故普通工場以機械工為主，而以鉗工補助之。

施行機械工所用之工具，謂之工作機械 ( Machine tool )。工作機械之主要作用，約有六項。

- (1) 於新興之點，或所要之目的上，積蓄動力或重力，例如發條彈簧落下體等。
- (2) 增加運動之速度，例如皮帶輪齒輪等。
- (3) 引延動力，例如傳動軸槓桿連接臂等。
- (4) 變換運動，例如拐軸如意頭等。
- (5) 縮短勞力時間。
- (6) 獲得正確之工作。

於實際使用各種工作機械，須知其各部裝置，諸種刃物，及其裝置作用之三要素；即以諸種刃物，由各部裝置之作用，而達吾人所要工作之目的。此三要素互相之關係，操機械工作者，非充分了解不可。

#### 68. 工 作 機 械 之 分 類

工作機械由使用之目的，可分為二大類。

(1) 成形者，為加工於金屬木材，及其他工業用之材料，而使變為所要形狀之機械。如板機鏡、車河機、鑽機、等是也。

(2) 精製者，係由鑄造，鍛造，及其他方法所製之粗形工作物，而後加以精製之機械。如車床、鉋床、鑽床、研磨機、銼床、等是也。

普通於木材用者，特謂之木工機械 (Wood working machinery)。於金屬用者，始謂之工作機械。以工作機械之行之工作種類既繁，而所用之機械亦夥。茲舉其類型如下。

(1) 旋削及穿孔工作 凡刃物固定，而切削旋轉工作物之表面者，謂之旋削 (Turning) (俗曰車)。切削內面者，謂之鑽孔 (Boring) (俗曰車孔)。此等工作所用之主要機械，為各種車床 (Lathe) 及各種穿孔機 (Boring machine) 等。

(2) 平削工作 切削工作物表面成平面者，謂之平削 (Planing) 或曰鉋削。其主要之機械為鉋床或曰平削機 (Planing machine or planer)，摺動鉋床 (俗呼牛頭鉋床) (Shaper) 及縱削機 (Slotter) 等。

(3) 銼削工作 以形如齒輪之刃物，迴轉之，切削工作物之平面或曲面者，謂之銼削工作。所用之機械為銼床 (Milling machine)。刃物曰銼刀 (Milling cutter)。

(4) 鑽孔工作 以高速度迴轉鑽頭或錐而穿孔者，謂之鑽孔工作。所用之機械為鑽床，或曰鑽孔機 (Drilling machine)。

(5) 研磨工作 以高速度迴轉之圓形砥石 (俗曰砂輪)，而研磨工作物之表面者，謂之研磨工作。所用之機械為研磨機 (Grinding machine)。

(6) 壓穿工作 以大壓力穿板孔者，謂之壓穿工作。所用機械為衝孔機 (Punching-machine) 如第一章第 61 圖。

(7) 剪斷工作 此係剪斷鐵板之工作。所用機械為剪斷機 (Shearing machine)。

(8) 鋸截工作 此係以鋸截斷金屬者。所用機械有鋸機圓鋸及帶鋸等數種。

(9) 壓縮工作 置金屬葉或板於模型內，壓縮之，以製所要之形。普通所用之機械為水壓機或機力鎚。

施行以上諸種工作，工作物與刃物，各有一定之關係運動 (Relative motion)。即 (a) 工作物固定，刃物運動，(b) 工作物運動，刃物固定，及 (c) 工作物與刃物共運動也。其運動有迴轉者，有直線往復者。迴轉運動軸或方向，有垂直者，有水平者。茲列表如次，以明主要之工作機械之運動狀態。惟其種類既繁，而個個之構造及性能，本書不能詳述，須就



名專經研之；本書之任務，以機械工作法為主。

機件種類	工作物之動者	刀物之動者	工作物與刀物共運動者
水平軸之迴轉運動	各種車床，自動切削機	精削機床，橫式穿孔機，研齒機，各種齒機	鉋床精削機床，高能研齒機
垂直軸之迴轉運動	立式穿孔機	鑽床，立式穿孔機床	鉋床，立式精削機床
水平方向之往復直線運動	橫式鉋床（即大鉋床）	粗鉋鉋床（即牛頭鉋床），複齒切削機，特種齒輪切削機	
垂直方向之往復直線運動		縱削機，壓床機，切斷機，水壓機，機力鉗	

## 第 二 節 車 床 及 其 工 作 法

### 69. 車 床 之 種 類

車床為機械工場之重要工作機械，應用極廣，凡旋削，切斷，穿孔，鑽孔，切削螺絲及研磨等，莫不用之。以其使用不同，其構造亦有種種，茲舉其名稱如下。

機力車床（又名旋床） Engine lathe or Power lathe	模型車床 Copying lathe
正面車床 Face lathe	車軸車床 Axle lathe
轉塔車床 Turret lathe or Capstan lathe	車輪車床 Wheel lathe
螺絲車床 Screw cutting lathe	手車床 Hand lathe
	足踏車床 Foot lathe

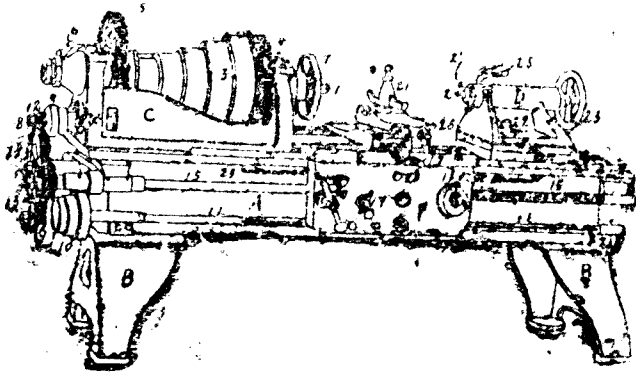
機力車床，即機械工場普通所用者也。由外來動力，迴轉工作物，以固定於刀架之刀物切削之。而刀物台，能自動的左右或前後移動（俗曰走刀），正面車床與機力車床，大致相似。惟車頭特大，專為切削工作物正面之用。轉塔車床，或名轉動刀架車床，於一工作台上，同時設置刀物。轉動刀架，順次用之，以切削工作物。螺絲車床，專為切削螺絲之用，其形與機力車床同。模型車床，為作一重要形狀之複製，使刀物隨其模型而動，以切面工作物，得與模型相同之形狀。足踏車輪車床，專為切削鐵路用車輪軸及輪之用，為鐵路工場所不

可試者。手及足踏車床，係以手繞或足踏為動力，而旋削小物品或木製品者。

### 70. 車床各部分之名稱及其作用

各種車床之細微構造雖異，而其主要作用之理則同。又同為機力車床，因製造工場或國度之不同，而構造亦異。如美國式英國式或德國式，各有其特點。茲舉 6 呎機力車床為例，以明其各部之名稱及作用。如第 192 圖，甲為該車床之外形。其上所標記之名稱及作用，如下所列。（本例之車床為美國式）

第 192 圖



- (A) 床 (Bed) }  
 (B) 床足 (Legs) } : 一為車床之木體，所有之機件，皆安置於其上或前後面。
- (C) 握心台或傳動台俗名車頭 (Fast head stock) : 此為裝載傳動裝置及變速裝置者，其上之機件為：
- (1) 活心 (Live center) : 支持工作物之左端者。
  - (2) 鏡盤或花盤 (Face plate) : 使工作物迴轉者。
  - (3) 傳動踏輪 (Driving cone) : 以皮帶與中間軸聯結，而傳動於活心者。
  - (4) 慢盤前齒輪 (Driving gear) : 使工作物速度變慢者。
  - (5) 慢盤後齒輪 (Pack gear) : 作用同(4)
  - (6) 慢盤後齒輪手把 (Back gear handle) : 移動慢盤後齒輪者。
- (D) 受心台俗名車尾 (Tail stock or Movable head stock) : 此台可於床面上左右

移動，其上之機件爲：

- (2) 死心 (Dead center)：支持工作物之右端者。
- (2) 受心台軸 (Tail stock spindle)：握持死心者。
- (28) 手柄 (Tail stock spindle clamp)：堅固受心台軸者。
- (23) 手輪 (Hand wheel)：加減死心與活心間之距離者。
- (22) 螺釘 (Bolt)：固定受心台於床面者。
- (27) 同上：橫向移動受心台者。

(E) 刃物台 (Carriage)：爲握刃物 (Tool) 之處，其上之機件爲：

- (21) 刀架 (Tool post)：固定刃物者。
- (26) 複式刃物台，順行搖手柄 (Compound Rest handle)。
- (19) 刃物台橫行 (Cross feed) 搖手柄 (Slide rest handle)。

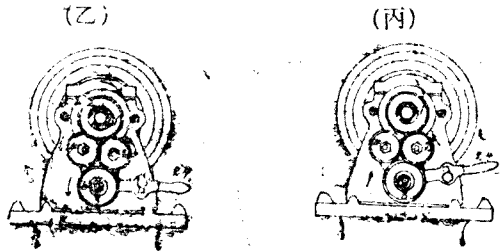
(F) 前被部俗名擋板 (Apron)：在車床前面，與刃物台成垂直方向相聯。其上之機件爲：

- (16) 刃物台順行 (Feed) 搖手柄。(Travers handle)
- (17) 刃物台自動順行時用之手柄。(Travers lever)
- (18) 使用誘導螺絲桿之手柄。(Lead screw lever)
- (20) 刃物台橫行自動螺絲桿。(Cross feed knob)
- (25) 齒架俗名牙板 (Feed rack)：固定於車床，而使刃物台及前被部，左右移動者。
- (15) 誘導螺絲桿 (Lead screw)：其削螺絲送刀用者。
- (11) 刃物台順行軸 (Feed rod)：普通送刀用者。
- (9) 托軸上送刀用者輪 (Feed cone on stud)
- (10) 於順行送刀軸上之啮輪，以皮帶與(9)相聯。
- (12) 交換齒輪 (Change gear)：置換此齒輪，可加減切削螺絲之絲距。(Pitch)。

- (13) 於誘導螺絲桿上之交換齒輪：同上。
- (14) 中間齒輪 (Intermediate gear)
- (24) 變更送刀進行方向之手柄：如第192圖 (2)，手柄平置時，階輪之迴轉運動，由中空軸齒輪(1)，經中間齒輪 (4) (2)，而傳至(3)，如矢之方向迴轉。若手柄向上移動，如第192圖 (丙)，則迴轉運動，僅經齒輪 (2)，使 (3) 之迴轉，與前反對。

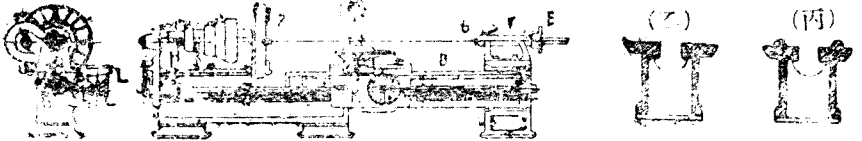
第 192 圖

以上各部，咸置於床A上，A之断面形狀，如第193圖(乙)。上面成平面者，為英製式 (English type)。上面成A形者，為美製式。(American type) 本圖(甲)為英製式車



床之外形。其床面於攝心合處切斷，以便切削幅面較大之工作物。此種車床，謂之切落車

第 193 圖



床 (Gap lathe)。

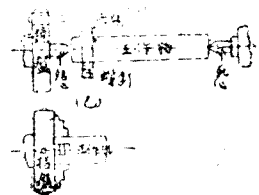
車床主要之作用，約可分為三項。即工作物之迴轉，及物台之移動，及工作物迴轉速度之變換也。茲分述之於後。

### 71. 工作物之迴轉

裝置工作物於車床上之法，普通有二種：

- (A) 工作物較長，而為圓柱或棒形者，則於其兩端，各穿一穴。使活心及死心伸入穴內而挾持之。於活心端，套以卡頭 (Dog)，以螺釘與工作物固定。卡頭之曲柄，入鏡盤之孔或缺口中。如第 194圖 (甲)，工作物隨鏡盤而迴轉，因之得旋削工作。

第 194 圖

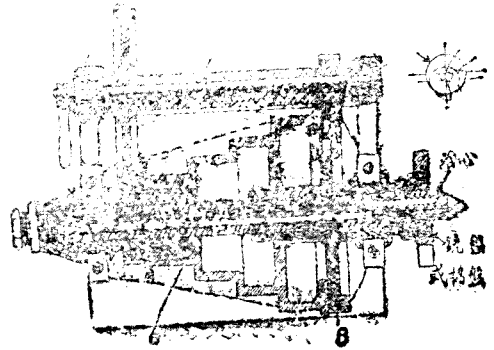


(B) 工作物粗重，而為合形者，如第194圖(乙)，將工作物，緊夾於滑盤 (Chuck) 中，即可隨滑盤迴轉，而旋削其正面。

工作物依上述二法裝置訖，即可使之迴轉，以行旋削。而其迴轉部分之結構，如第195圖所示。鏡盤或滑盤，固定於中空軸之一端。而中空軸上，以鍵楔 (Key)

固定齒輪B。階輪於中空軸上，可任意迴轉。今以螺釘A，使階輪與齒輪相結合時，則以皮帶，由副軸 (Counter shaft) 傳來之迴轉運動，經階輪齒輪，而達於中空軸。故鏡盤或滑盤與工作物，共得迴轉。

第 194 圖



### 72. 刃物台之移動

- 刃物台移動之類別，略如次表：
- |          |   |         |
|----------|---|---------|
| (1) 手動裝置 | { | (a) 順行者 |
|          |   | (b) 橫行者 |
| (2) 自動裝置 | { | (a) 順行者 |
|          |   | (b) 橫行者 |

(1) 手動裝置 以手迴轉手柄，刃物台可任意向左右或前後移動。其移動之機構，(a) 如第195圖，為順行者。刃物台E之底面，突起部分有一孔，中貫螺絲，螺絲之前端置一搖手柄 (16)，後端固定齒輪G。而齒輪G與齒牙 (19) 相嚙合。故搖動手柄 (16)，迴轉齒輪G，則因G與 (19) 嚙合，得驅動刃物台E，於床面A上滑動。

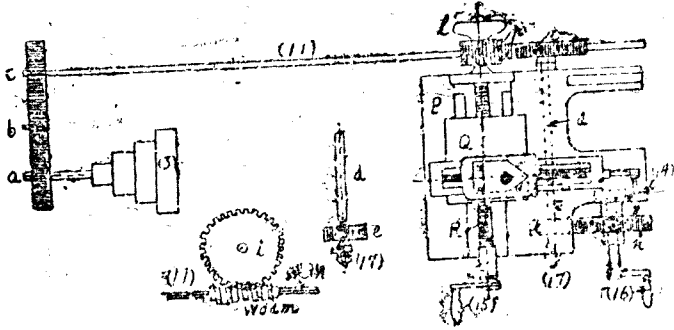
第 195 圖



(b) 橫行者，如第196圖，為刃物台之平面圖。刃物台Q之底面中央突起，有螺絲孔，中貫螺絲絲R。以手迴轉R之手柄 (15)，則刃物台，以其底面離螺絲之作用，可於台板P前後滑動。複式刃物台之順行機構，與橫行者同。即迴轉手柄 (14)，以刃物架 (13) 底面離螺絲之

關係運動，可使刃物架，於Q上左右移動。

第 197 圖



(2) 自動裝置

刃物台不以手力，而藉機械力以自動者，謂之送刀 (Feed)。普通有順行者，僅謂之送刀 (Feed)。橫行者，謂之橫送刀 (Cross feed)。茲述其機構如下。

(a) 順行自動送刀有二種，即普通切削圓棒表面之送刀及切削螺絲之送刀也。普通切削送刀之機構，如第197圖。階輪(3)之迴轉運動，經齒輪abc，而傳至順行軸(11)。(此軸如本例係在車床後側，又有在前側者，如第192圖，以小階輪傳齒輪之迴轉運動。)此軸上有一能左右滑動之螺絲輪 (Worm)，以縱楔隨軸迴轉，而與齒輪和啮合i。齒輪i之軸d，橫貫刃物台底板，前端有一螺絲栓(或手柄)(17)。緊固此栓(或手柄)，則d軸上之齒輪e，與d為一體(否則齒輪e，可自由迴轉)。齒輪e又與搖手柄(16)之桿上之齒輪h相啮接。故軸(11)之迴轉運動，由Worm經齒輪i，軸d，齒輪eh，而傳至(16)之桿。於此與手動同樣之作用，刃物台可自動的左右移動。惟階輪迴轉速度頗大，經過abc等齒輪，漸次減小。至齒輪ieh及g，則更小。故刃物台所得之移動甚微。茲示階輪之迴轉速度，與刃物台移動距離(Feed)之關係如次。設以各齒輪之代表文字代其齒數，齒桿每一吋之齒數為n。則階輪迴轉一周時，各齒輪之迴轉數為：  
 a 為1周，b 為  $1 \times \frac{a}{b}$  周，  
 c 為  $\frac{a}{b} \times \frac{b}{c} = \frac{a}{c}$  周。由是階輪迴轉一周，軸(11)可迴轉  $\frac{a}{c}$  周但軸(11)迴轉一周，齒輪i僅能進轉一齒，即迴轉  $\frac{1}{i}$  周。是以軸(11)迴轉  $\frac{a}{c}$  周時，齒輪i之迴轉數，為  $\frac{a}{c} \times \frac{1}{i} = \frac{a}{ic}$  周。而齒

輪 e 與 i 係一體，其迴轉數亦為  $\frac{n}{ic}$  周。齒輪 h 與 g 為一體，而 h 與 e 相嚙合，則二齒輪之迴轉數，共為  $\frac{n}{ic} \times \frac{e}{h} = \frac{ne}{chi}$  周，即階輪迴轉一周，齒輪 g 迴轉之數也。但齒輪 g 迴轉一周，

於齒桿上，前進 g 齒，即移動刃物台前進  $\frac{g}{n}$  吋。若齒輪 g 迴轉  $\frac{ne}{chi}$  時，刃物台前進  $\frac{ne}{chi} \times \frac{g}{n} = \frac{aeg}{chi n}$  吋。且即為階輪迴轉一周，送刀之吋數也。普通車床 a e g h i n 等皆為定數，今設

$\frac{aeg}{hin} = K$ ，則  $\frac{1}{C} \times K = \frac{K}{C}$ 。由此式可知僅更換齒輪 c，吾人即可得任意送刀距離。例如有 6 呎車床，其各齒輪及齒桿之定數為 a = 18, e = 17, g = 16, h = 58, i = 42,

$$n = \frac{8}{3}$$

則  $K = \frac{aeg}{hin} = \frac{18 \times 17 \times 16}{58 \times 42 \times \frac{8}{3}} = \frac{153}{203}$ 。故此車床置換齒輪公式為  $\frac{153}{203C}$  吋。

例題 1. 設自動刃物台順行軸上齒輪之齒數為 90，階輪一週轉，送刀距離若干吋。

〔解〕 依前例公式，  $C = 90$   $K = \frac{153}{203}$ 。故送刀距離 =  $\frac{153}{203 \times 90} = \frac{1}{120}$  吋。

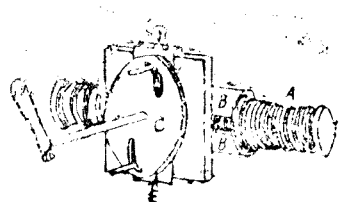
例題 2. 今欲送刀距離為  $\frac{1}{128}$  吋，問刃物台順行軸上，須用幾齒之齒輪。

〔解〕 依公式  $C = X$   $K = \frac{153}{203}$  則  $\frac{153}{203X} = \frac{1}{128}$

故  $X = \frac{153}{203} \times 128 = 96.4$  即所用齒輪之齒數為 96。

切削螺絲送刀之裝置，其理與刃物台橫行之機構同。即以誘導螺絲為雌螺絲，而雌螺絲固定於前被部之內面，其形狀如第 198 圖。A 為誘導螺絲桿，B 為雌螺絲套（俗名扣瓦），分為上下兩片。上片固定於滑動板 D 上。下片固定於滑動板 E 上。D E 各有一短棒，插入圓板 C 之弧形長孔中。不切削螺絲時，如圖所示之位置，二棒距 C 之中心稍遠，D B 與 E B 上下分離，雌螺絲不相銜接，故刃物台可左右任意移動。若將手柄 18，向左迴轉。則二短棒，因圓板 C 之迴轉各於長曲孔中，漸向 C 之中心移動。於是 D B 與 E B 之雌螺絲與螺絲桿相嚙合。螺絲桿迴轉，固定於 B 之刃物台，即被移動。至於螺絲桿迴轉速度與送刀之關係，詳於切削螺絲法中。此誘導螺絲桿，亦可作普通送刀用。

第 198 圖



(b) 橫行自動送刀，與手動橫行者，同一之裝置。如前197圖，螺絲 R 之後端置一齒輪 p 及螺絲栓 1。緊固 1，則 p 與 R 為一體。否則，p 可自由旋轉。又 p 與齒輪 i 相啮合。階輪 (3) 之迴轉運動，經齒輪 a b c，軸 II 及齒輪 i p，而達於螺絲 R。因而刀物台，得前後移動。階輪迴轉運動與送刀之關係如下。

階輪迴轉一周時，齒輪 i 之迴轉數為  $\frac{a}{ic}$  周。(見前)

設令 p 之齒數為 p，R 每一吋之螺絲改為 r

則階輪一週轉時，R 可得  $\frac{a}{ic} \times \frac{i}{p} = \frac{a}{cp}$  週轉。

由是可知刀物台移動之距離為  $\frac{1}{r} \times \frac{a}{cp} = \frac{a}{rcp}$  吋。

但 a p r 為常數，令  $\frac{a}{pr} = k$ ，則  $\frac{a}{rcp} = \frac{1}{c} \times k = \frac{k}{c}$  吋。

故階輪迴轉一周時，橫送刀 (Cross feed) 為  $\frac{k}{c}$  吋。

例如某 6 呎車床， $a = 18$ ， $p = 12$ ， $r = 4$ ，故  $k = \frac{a}{pr} = \frac{18}{12 \times 4} = \frac{3}{8}$

例題 1. 設齒輪 c 之齒數為 90，問橫送刀幾吋。

〔解〕 依公式  $k = \frac{3}{8}$ ， $c = 90$  故橫送刀 =  $\frac{3}{90 \times 8} = \frac{1}{240}$  吋

例題 2. 設橫送刀為  $\frac{1}{128}$  吋，問齒輪 c 宜幾齒。

〔解〕 依公式  $k = \frac{3}{8}$ ， $\frac{3}{8c} = \frac{1}{128}$  故  $c = \frac{3 \times 128}{8} = 48$  齒

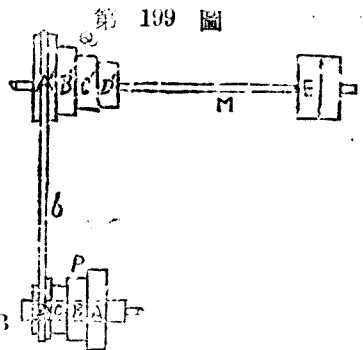
### 73. 工作物迴轉速度之變換

工作物之迴轉，由於握活心之握心軸 (Spindle) 而握心軸之迴轉，特於階輪。蓋由原動機傳來之迴轉速度，本為一定，階輪即變換此迴轉速度者也。若欲迴轉速度之變換增多或迅速，更須用變盤後齒輪或急換裝置，茲述之如下。

#### (1) 階輪 (Cone pulley)

如第 199 圖，P 為車床上之階輪，Q 為傳動之階輪

各階輪之直徑為 A, B, C, D, A', B', C', D'，且  $A + D' = B + C = C + B' = D + A'$ 。此兩階輪，以皮帶 (Belt) h 聯結之。E 為傳動之皮帶輪，(Pu-





ley)即副軸(Main shaft or line shaft)之迴轉運於軸(Counter shaft M)者。今設副軸M每分鐘之迴轉數為m。皮帶b於DA'階上時，P每分鐘之迴轉數為d。則階D之圓周線速度為Dd。階A'之圓周線速度為A'm。二者運轉同一皮帶b，且視為毫無滑動，其圓周線速度必相等，則  $Dd = A'm$  故  $d = \frac{A'}{D} \times m$  .....(1)

3. 將皮帶依次移於C B A各階時，各階每分鐘之迴轉數，設為cba，與上同樣得  $c = \frac{B'}{C} \times m$  .....(2)  $h = \frac{C'}{B} \times m$  .....(3)  $a = \frac{D'}{A} \times m$  .....(4)

由上四式，可知車床階各階之迴轉數，與自身之直徑為反比，與傳動階之對應階直徑為正比。故副軸有一種迴轉速度，而車床即有與階數相等種類之迴轉也。又普通  $A' = A$ ,  $B' = P$ ,  $C' = C$ ,  $D' = D$  故前之四式可謂為

$$d = \frac{A}{D} \times m, \quad c = \frac{B}{C} \times m, \quad b = \frac{C}{B} \times m, \quad a = \frac{D}{A} \times m$$

例題 某6呎4床階輪，各階之直徑，設為  $A = 8 \frac{3}{8}$  B = 7'' c =  $5 \frac{1}{2}$ ''

D =  $4 \frac{1}{8}$ '' 試求各階之迴轉數。但副軸每分鐘之迴轉數設為m。

(解) 依前述之公式  $a = \frac{D}{A} \times m = \frac{4 \frac{1}{8}}{8 \frac{3}{8}} \times m = \frac{33}{67} m$

$$b = \frac{C}{B} \times m = \frac{5 \frac{1}{2}}{7} \times m = \frac{11}{14} m$$

$$c = \frac{B}{C} \times m = \frac{7}{5 \frac{1}{2}} \times m = \frac{14}{11} m$$

$$d = \frac{A}{D} \times m = \frac{8 \frac{3}{8}}{4 \frac{1}{8}} \times m = \frac{67}{33} m$$

但m之值，由發動機及主軸之迴轉而定。其舉實例以明之。

石油發動機皮帶輪之直徑 =  $12 \frac{1}{8}$ '' 石油發動機每分鐘之迴轉數 = 200

主軸皮帶輪之直徑 =  $37\frac{1}{4}$  求得主軸每分鐘之迴轉數 = 91.4

主軸上傳動皮帶輪之直徑 =  $10\frac{11}{16}$

副軸上傳動皮帶輪之直徑 = 10 求得副軸每分鐘迴轉數  $m = 100.9$

故此車床通常四種迴轉數  $a = \frac{33}{67} \times 100.9 = 49.6 = 50$  (每分鐘)

$$b = \frac{11}{14} \times 100.9 = 79.2 = 79 \text{ (每分鐘)}$$

$$c = \frac{14}{11} \times 100.9 = 128.4 = 128 \text{ (每分鐘)}$$

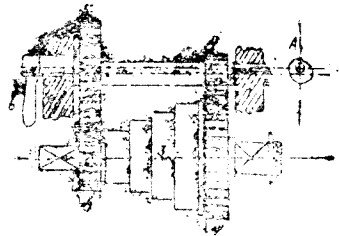
$$d = \frac{67}{33} \times 100.9 = 204.8 = 205 \text{ (每分鐘)}$$

階輪之作用及原理，既如上述。吾人欲工作物之迴轉，由速變慢，或由慢變速，逕移動皮帶 b 可也。

第 200 圖

(2) 慢盤後齒輪 (Back gear)

如上述，僅用階輪，速度之變換，只有四種。於普通工作上，尚不敷用，通常多置慢盤後齒輪，以補助之。如第200圖，齒輪(4)固定於階輪(3)上，而與後列齒輪(5)相嚙合。後列齒輪(5)及



(5') 為一體。(5') 與固定於握心軸上之齒 (4) 相啮接。階輪 (3) 及齒輪 (4) 於握心軸上，可任意轉動。其迴轉運動，由齒輪 (4) 經 (5)(5')(4')，而達於握心軸及工作物。

今設階輪每分鐘之迴轉數為  $n$ 。齒輪 (4) (5) (5') (4') 之齒數，依次為  $a$   $b$   $c$   $d$ 。則階輪迴轉  $n$  周時，齒輪之迴轉數，(4) 為  $n$ ，(5) 及 (5') 為  $\frac{na}{b}$ ，(4') 為  $\frac{nac}{bd}$  周。即階輪  $n$  迴轉時，工作物之迴轉數為  $\frac{nac}{bd}$  周也。

例題 某 6 呎車床，慢盤齒輪之齒數為  $a=25$ ， $b=68$ ， $c=25$ ， $d=68$ ，試求階輪  $n$  迴轉時，工作物之迴轉數。

[解] 依前公式，工作物之迴轉數為  $\frac{nac}{bd} = \frac{n \cdot 25 \cdot 25}{68 \cdot 68} = \frac{625}{4624}n$  周 (每分鐘)

由前例 $n$ 數為四種，即50、79、128、及205。將此數代入式(1)，亦得此種迴轉數，依次命為 $a'$ 、 $b'$ 、 $c'$ 、 $d'$ 。則各種每分鐘之迴轉數，為

$$a' = \frac{625}{4524} \times 50 = 6.75 \text{ 周}, \quad b' = \frac{625}{4624} \times 79 = 10.68 \text{ 周},$$

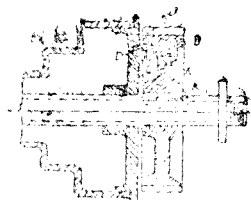
$$c' = \frac{625}{4624} \times 128 = 17.30 \text{ 周}, \quad d' = \frac{625}{4624} \times 205 = 27.79 \text{ 周}。$$

不使用慢盤後齒輪時，齒輪(5)(5')與(4)(4')，不相啮接。若使用時，將手柄(6)，略向前迴轉。則二對齒輪，即行嚙合，如第200圖所示之位置。此種機構，係利用偏心(Eccentric)之理。即支軸與齒輪之軸，非同一中心線。其偏心距(Eccentricity)之二倍，即為二對齒輪分離最大之距離。其平面圖，如本圖A所示。

於不使用慢盤後齒輪時，階輪直接傳動於握心軸。但如前述，階輪可任意轉動於握心軸上。而其傳動機構，如第201圖。於階輪右面圓板上，有一突起

第 201 圖

D，開一缺口。前例齒輪(4')之輻板上，有一長孔A，其中貫以螺釘B。欲階輪與齒輪(4')為一體時，可將螺釘B鬆解，向外略行推移。以手轉動階輪，使B之左端，陷入突起D之缺口內。再緊固B，齒輪(4')即可與階輪為一體。而齒輪(4')



係以楔K，固定於握心軸者，故可由階輪直接傳動也。若用慢盤後齒輪時，將B鬆解，向軸心移動，可脫離D，則齒輪(4')與階輪無關係。其際階輪之迴轉運動，須經過慢盤後齒輪，始達至齒輪(4')及握心軸也。

### (3) 急換慢盤後齒輪(Quick change back gear)

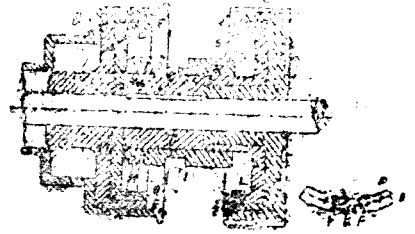
前述之慢盤後齒輪，若正在工作時更換，必須停車。(此係俗稱，即停止車床迴轉)既費手續，又耗時間，於工作之效率，甚不經濟。而急換慢盤後齒輪，即補救此缺點也。此種裝置有二種，即(甲)就前述階輪及慢盤齒輪與握心軸之裝置，加以改良。(乙)將慢盤後齒輪，置於階輪內也。

(甲)之裝置，如第202圖，B為階輪，C為慢盤前齒輪，二者於握心軸上，均可自由旋

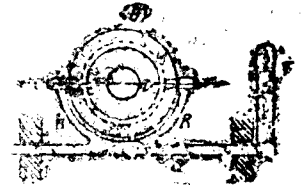
轉。D為固定於握心軸上之筒，位於BC之間。

第 202 圖

其兩端各有一附緣牆之圓板 (Disc plate)，一係與D同體鑄造，一係用螺釘固定。此二緣牆外面，各有握持摩擦輪環E之凹溝。摩擦輪環截為二段，其相對之端，均成反對傾斜，如本圖(A)每段一端，用螺釘F，固定於D之凹溝中，他端任



其開放。二固定端相對，其間插楔K以螺釘L，固定於D之緣牆上。此楔K為調整摩擦輪環之用。二開放端相對，其間插楔G。楔G有拐臂H，其末端，伸入遊動筒M之穴中。M於DE，可左右滑動，以搖動拐臂HH'，而使G或G'向外



壓迫E或E'。故E或E'可得與B或C相接觸。遊動筒M左右移動之裝置，如本圖(B)。於手柄T之桿S上，有一叉形臂R，其末端短棒，伸入M之溝中。是以向左推T，M向左移動。因而壓迫HG，使E緊貼於B之內壁(此際E'與C已脫離關係)。故B之迴轉運動，由E經D而傳於握心軸。若將T向右推動，去E之壓力。則E以收縮彈力，與B之內壁分離。同時壓迫H'G'而令E'張開，緊貼於C之內壁。故C之迴轉運動，由E'經D而傳至握心軸。設T柄在中央，EE'與BC，均不發生關係。B或C雖迴轉，而握心軸靜止不動。又EE'之面，甚易摩擦，須時時檢查，而以楔K調整之。

(乙)之裝置如第203圖。於階輪B內，固定以有長轆(Boss)A之輪R，對於握心軸C，可自由迴轉。A之右端，以楔與齒輪D結合。D與齒輪EE'啮合，EE'之軸FF'固定於圓板(Disc plate)H上，與EE'為一體之齒輪H'，聯接於齒輪J。J係固定於握心軸C上者。今設圓板H不動，則B之迴轉運動，由R經齒輪D, F, I, J而傳至握心軸C。此處齒輪DEIJ等，與前述之慢盤後齒輪，完全相當。其迴轉數之變化，為  $\frac{d}{o} \cdot \frac{1}{j}$  (但deij各為DEIJ等之齒數)。若圓板H隨握心軸迴轉時，則齒輪DEIJ等，成為一體，而不生關係運動。此與不用慢盤後齒輪時相同，即B與C之迴轉運動一致也。故握心軸迴轉運動之變換，由於H之固定

或隨C迴轉。使H迴轉與否之裝置，如本圖右端所示。H之長形G上，有一遊動聯結器(Clutch)K，以縱楔(Feather key)定置之，不能自由迴轉，而可左右移動。其兩端面，均為半圓形。K之左方，有一固定於樞心C右止之聯結器M。

第 204 圖



右方有一固定於樞心C上之聯結器N。此二聯結器與K之接觸面，均有相恰吻合之圓形。K之外周有一溝，一如第205圖之(B)所示，手柄上以多條螺釘之螺釘，伸入此溝中。是以將手柄向左推，使K向左移動則KM之面而相合。樞心C雖迴轉，而HG以縱楔之作用，仍靜止不動。故齒輪DEIJ得行緩慢作用。若將手柄，向右推進，K向右移動，KN齒面相合。因而BRDEIJCHN及K等，共為一體，故FC之迴轉一致。然若手柄直立於中央，KM與KN之關係，均行斷絕。則H雖行迴轉，而FC靜止不動。至M及N之齒形面，有似以摩擦輪(Friction cone)者。蓋取共變換時，傳動平穩。惟勿削中，驟然增加抵抗力，常有滑動之虞。

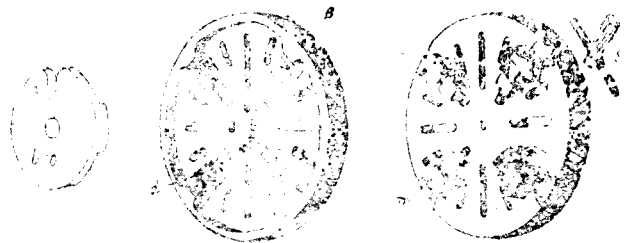
### 74. 安裝工作物之機構

#### (1) 鏡盤 (Face plate) 與指盤 (Check)

此二者之用途，已詳於前工作物之迴轉節內，不復贅述。茲舉二者之構造，如第204及205圖。第204圖(A)，為最簡單之鏡盤，又名撥盤。缺a及孔b，係容納卡頭之尾柄，或挾持工作物之螺釘者。(B)為普通用之鏡盤，又名指盤。其長孔C中貫以螺釘d係挾持五稜固工作物者。第205圖，為普通指盤。有四個挾持工作物之階形螺爪e，內貫螺絲桿，以螺絲板了S，可使之向內或外移動，以緊固或鬆解工作物。本圖之螺爪，係

第 204 圖

第 205 圖

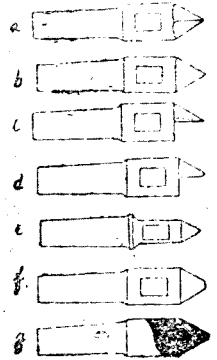


每個獨自移動。倘有四個同時移動者，謂之Universal four jaw chuck，於挾持圓形工作物，尤為便利。

第 206 圖

(2) 頂心 (Center)

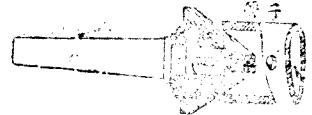
頂心者，即活心 (Live center) 與死心 (Dead center) 之總稱，俗名頂針。二頂心聯結之直線，須與車床軸線平行。頂心前端，普通為硬鋼製，以研機精磨之。且行硬化，以防其磨耗。其尖端之角度，於英國式為90度，美國式為60度。但於大形工作物為75度。蓋普通於大形工作物，用角度大者，小形工作物，用角度小者。茲舉常用之頂心，如第206圖所示數種。其柄均略傾斜，以便插入捏心軸之spindle內。圖中a及c，為穿削工作物端面心穴之錐。d係Half center，為銑削工作物端面時之用。其他均為普通用者，惟g兼作Half center之用。



(3) 管子頂心 (Revolving center)

第 207 圖

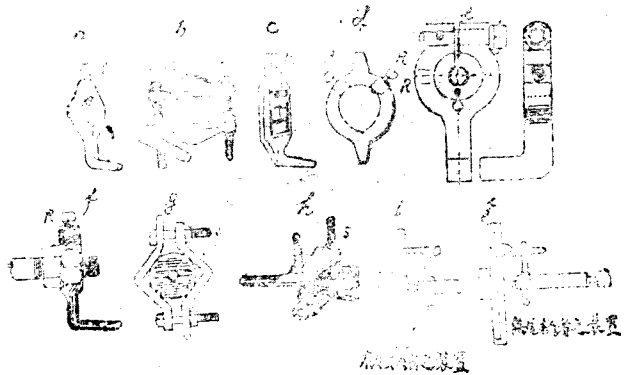
如第207圖，頂心前部A部，插入於管子之一端而隨之迴轉。B部插入受心台內，係固定者。A B之間，置球軸承C，以便A之迴轉。A之內面，極易磨耗，須時加檢查修正，以免心之不正確。



(4) 卡頭 (Dog)

第 208 圖

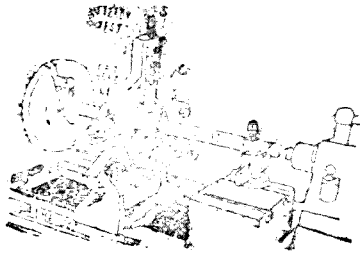
卡頭之種類，如第208圖，具有尾柄（即卡頭之彎柄）者，即尾柄種人鉗之孔中。無尾柄者，以螺絲桿及螺帽聯結而固定於鏡筒上。其上之小螺釘R或螺絲桿S為緊固工作物者。



(5) 中心支架 (Center rest)

切削較長之棒或管，僅由兩頂心支持，其中間部分，以自重或受刃物之壓力，常有彎曲

第 209 圖



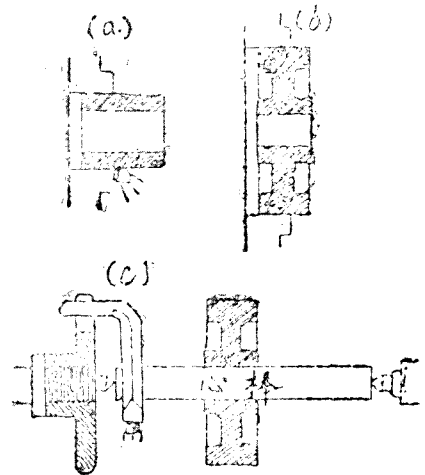
。是以多用如第 209 圖之中心支架，支持之。用時先開放上半部 C，而置下半部之兩足於車床面上。將工作物正實其中心，再復閉上半部 C，緊固螺釘 R 且以螺釘 S，調整其中心。於工作時，與工作物接觸之部分，須時時注油，以減輕摩擦。

使用指盤或卡頭，工作物不能全部切

削。如第 210 圖 (a)，切削一端 C，解下，緊固 C 端，再切削他端，如是一解一裝，甚費時間及手續。又如本圖 (b)，以指盤緊固後，僅可切削側面，而於輪面之切削，甚覺困難。若如本圖 (c)，先將工作物之孔，精密削記，中貫以中棒，挾持於兩頂心間，一如通常之切削。則上述之困難，自可免去。

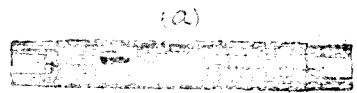
(6) 心棒 (Mandrel)

第 210 圖



第 211 圖

(一) 心棒之形狀，依用途而異。如第 211 圖，(a) 為固定心棒 (Solid mandrel)，以工具鋼製，表面以研磨機精磨之。全長略帶傾斜，其中央部直徑之尺寸，刻記於大端端面及兩端面，均設直線之中心孔，以便容納頂心。用時以壓力機，壓入於工作物孔中，依工作物孔徑之大小，可固定於相需之傾斜部分上。(b) 為自動固定心



第 212 圖



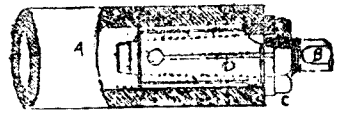
棒之全長直徑均等，並無傾斜。以圓楔置於表面溝中，插入工作物孔中時，向左稍迴轉，即相固定。若逆迴轉，即行鬆緩。於使用上，甚為便利。但工作物孔徑較大時，外周切削後中心常偏，是其缺點。

第 212 圖為擴張心棒 (Expansion mandral)，亦為工具鋼製。於心棒 C 之表面上，有四條帶傾斜之溝，以鋼條 B 如 A 所示，插入之。B 與溝之接觸面，亦帶傾斜。故押入 C 時，將 B 向外迫出，而使緊着於工作物孔之內面，即與之相固定。鋼條 B 之大小，可以任意更換。故同一心棒，可適用於數種工作物之孔。惟於使用中，B 易變形，須注意之。

第 213 圖，為管子心棒 (Pipe mandral)，係擴張心棒之一種。於圓筒 D 上，切相錯之溝縫數條，其內面附有傾斜。將帶傾斜之心棒 B 押入時，D 被壓擴張，而密着於工作物 A 之內面，遂相固定。若欲拔出 B，可迴轉螺帽 C

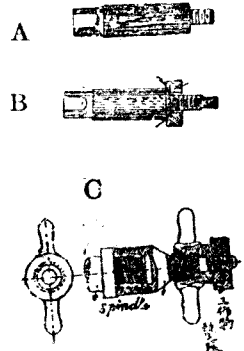
第 213 圖

第 214 圖為螺絲心棒 (Screw mandral)。A 係最簡單者，於心棒之一端，切成螺絲，而以螺帽與其肩部，挾持工作物。惟工作物之側面，與其軸線相垂直與



否，原無一定。是以切削之面，常欠正確。如本圖 B，心棒之肩部，成球面形。於工作物間，置墊環 (Wssher) 以調整之。可使其側面與軸線，常相垂直。惟扭轉螺絲，頗感困難如本圖 C 可除去此困難。即於墊環內亦設螺絲，其絲距 (Pitch) 較工作物之絲距大。由鬆緩墊環，使與工作間生微隙，可容易拔出工作物。

第 214 圖



### 75. 車床之檢查法

於車床無論新製或日常使用者，其各部正確與否，須檢查之。而於修理部分，尤為必要。茲將普通檢查法，略述如下。

(1) 握活心之中空軸，其方向是否與二頂心之聯結線一致

此檢查法，用如第 215 圖之圓棒。以其柄 E，正確插入中空軸內。AB 二部之直徑，完全



相等。當圓棒讀至空軸之端時，則B部之直徑，亦  
 分給齊，與A部完全一致，則可保證中空軸之方向  
 正確。否則，方向不正，於操活心之部分，須修理之。

第 2 1 5 圖



(2) 握活心之中空軸，其方向是否與平面平行

(1) 之檢查，既已正確，乃施行此種檢查，即將量針固定於刃物台上，使針尖與對於A  
 部之上面C (或下面C) 點。移動刃物台，使針接近B部，檢查針尖，及B部上之C (或C  
 ) 點，其狀態是否與對於A部時相同。即可證明中空軸方向，是否與平面水平方向平行。依  
 同法，使針尖與A、B部側面D點相接觸，可檢查其垂直方向，之平行。

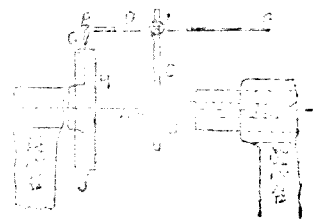
(3) 刀架橫向運動，與中空軸方向，是否垂直

此檢查法，用一大鏡盤，固定於中空軸端，輕微切削其面，而以直角規檢查之。設其削  
 面充分平滑，則可知刀架橫向運動正確。若更欲充分證明其正確，特用一無削刃 (即刃面平  
 坦) 之車刀，固定於刀架上。先使之接近於鏡盤中央附近之面，令二者間，僅可通過紙片。  
 然後前進 (或後退) 刃物台，至鏡盤外緣附近，再以紙片通過之。檢查其狀態，是否與於鏡  
 盤中央時相同，即可證明刀架橫向運動，與中空軸之垂直，是否充分正確。

(4) 受心台軸與中空軸是否一致

第 2 1 6 圖

當施行本檢查時，鏡盤須正確固定於中空軸端。於受  
 心軸上，插以第216圖之檢查針。此針端部A之柄，  
 精密適合於受心軸。若C插於A部之孔中，則針即正，  
 可任意任意位置。針D插入C端之孔中，以螺釘固定  
 之。自量時，如圖所示狀態，將受心台向螺釘方向



移動。其尖部，接觸於鏡盤上面G (或下面C)，檢查其傾斜。傾斜之程度，與前是否相同，  
 即可知傾斜之高低，是否一致。依同法，亦可證明其垂直。當量時，以針尖F與鏡  
 盤上面G (或下面C) 接觸，檢查針尖與盤接觸，是否良好，即可知量時之準確，是否

一致。

(5) 傾斜切削(詳於後70條)完畢後,受心台復歸原位之檢查

此檢查法,將受心台依其背後所附之標線,復歸於相當位置。乃以如第215圖之圓棒,挾於兩頂心間,使刃物前後位置不變,而輕切棒之A、B兩部。以卡鉗或精微卡尺(Micrometer caliper)精測A、B之直徑,設二者不等,則知受心台不正,尚須調整之。若已完全相等,可知受心台已正確復歸原位。此檢查法,入抵施行二次即可。

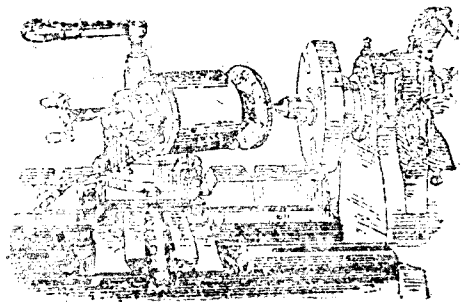
(6) 活心之動作,是否正確

以較長之圓棒,挾持於二頂心間,於卡頭附近,旋削一狹小部分。取下顛倒之,使棒之右端,置於活心上,再挾持之而檢查此際棒右端(即前次之左端)之旋削部分(普通用畫針,置於車床面上,針尖輕觸旋削部分)。若此部完全正確,可知活心之動作,亦必正確。此圓棒之頂心孔,以頂心孔擴入器(Reamer)正確穿削,而其端面亦正確削平之。

通常車床之二頂心,維持其良好狀態頗難。而於精密工作,保持其良好狀態,尤為必要。蓋活心隨工作物迴轉,雖無甚磨耗。而死心則常受壓迫,極易磨耗,故須常修削而砥化之。修削普通用研磨機。於每研磨後取

第 217 圖

下時,須在頂心及其握軸上,作一記號,以便再插入時,復其原位。不然,位置一有變動,恐其或欠正確也。於此所用之研磨機,以如第217圖所示之小型電動研磨機為最便利。即於小電動機軸端,置一玻璃輪,用時固定於刃物台上,通電迴轉之可也。

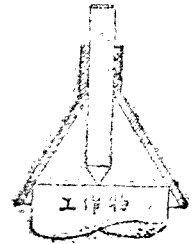


76. 頂心孔之鑽削法

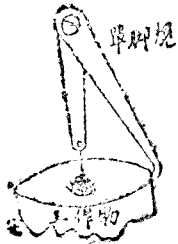
被二頂心支持之工作物,其兩端面正中央,須各鑽一孔,謂之頂心孔(Center hole)。於細小工作物,端面既小,其頂心孔之位置,或可以肉眼估定,暨一標點(Mark)而,開

之。若於粗大或數量較多之工作物，普通多用各種器具，殊為便利。如第 218 圖，名為錐形頂心孔鑿 (Bell center punch)，於正確切斷面之工作物，甚為相宜。即如圖將此器直立於工作物端面上以錘輕擊其上端，則可得正確之中心。惟工作物端面之周緣，設有突凸處，須鑿平之。此法甚為迅速，於求多量工作物之端面中心常用之。

第 218 圖



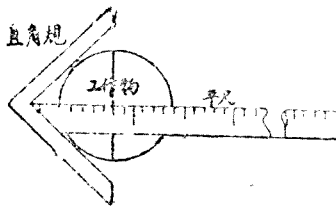
第 219 圖



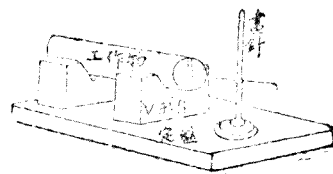
如第 219 圖，為用單脚規以求中心者。先將工作物端面，滿塗粉筆末，如圖，畫三角形之三弧線。中心即在此三弧線所包圍之面內。畫弧二三次，所包圍之面愈縮小，不難求得真正中心。若工作物直徑過大，可知第 220 圖 (甲)，為用求心直角規 (Center square)，如圖所示，以裁針貼平尺畫一線。將工作物起轉 90 度，再畫一線。此二線之交點，即所求之中心。圖 (乙) 為裁工

第 220 圖

(甲)

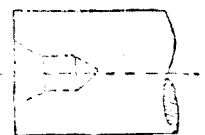


(乙)



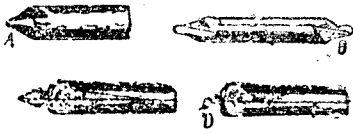
作物於定盤上之 V 形台上，以高約工作物半徑之裁針尖，水平畫一線。將針尖之高為一定，每工作物旋轉 90 度，畫一線。如圖共畫平行線兩對，其中央小正方形內之中心，即所要之中心。

第 221 圖



工作物端面之中心點，既已確定，以盤盤一標對準中心點，鑽一小圓孔。其直徑依工作物之大小而異，普通約 3、4 倍。然後以頂心孔擴大器，削成圓錐形，如第 221 圖所示之形狀。

第 222 圖

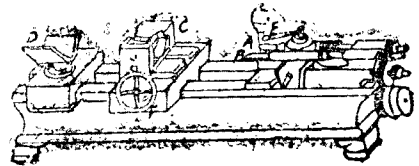


鑽穿頂心孔所用之鑽頭及擴大器如第 222 圖所示諸種。D 為鑽頭，A 為擴大器，B 及 C 為兼備鑽孔及擴大二作用者。此等工具之迴轉，普通多用高速車床及敏銳鑽床。於大工場，或有特備頂心孔鑽穿機者，第 223 圖即

示其外形。A B 為二握心軸 (Spindle)，一插鑽頭，一插擴大器。於台上均以其上之手柄，移於或移開中軸位置，以便鑽削或擴削。工作物置於 C 內，迴轉手輪 F，可緊握之，同時且可正確其中心。尾方之 V 形 D 架，為支持工

作物自由端之用。此機工作物直徑在 150 耗，長 1.6 呎以內，均可適用。若太長之工作物，可於機外立支架支持之。

第 223 圖



## 77. 螺絲之切削法

螺絲之形式，分英國基本螺絲 (British standard thread 又名 Whitworth thread) 美國基本螺絲 (U.S. standard thread 即 Sellers thread) 及米突式基本螺絲 (International standard thread) 三種。蓋螺絲山之或谷之角度，於英國式為  $55^\circ$ ，美國及米突式為  $60^\circ$ 。而各種之絲距 (Pitch) 亦相異。故於切削螺絲之際，其為何種形式螺絲，不可不知。

現今普通所用之螺絲，多為英國式。於通常之車床，皆能切削。切削之順序，首先選定刃物，即於英國式者，其尖端為  $55^\circ$ ，美國式者為  $60^\circ$ 。(切削各種螺絲之區別，不在車床，而在刃物。) 次則置換齒輪，此為切削螺絲之最重要作業，茲詳述如下。

所置換之齒輪，於英式車床，普通之齒數由 20 起，順次遞加 5 齒，如 25, 30, 35 以至於 120。其中惟 60 齒之齒輪兩個，合計 22 個。於美國式車床，其齒數亦由 20 起，但順次遞加 4 齒，如 24, 28, 32 等是也。

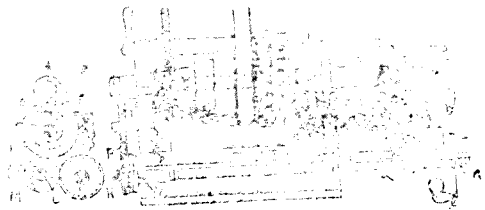
置換齒輪方法，分單式 (Single gearing) 及複式 (Compound gearing) 二種。單式用於切削粗絲螺絲，複式用於切削細絲螺絲，茲分述如下。

### (A) 單式置換齒輪

如第 224 圖，齒輪 F 及 H，即係互置接合。F 即 Lead gear，H 即 Lead's crew gear。階筒 B 之迴轉運動，一方迴轉工右物 W，一方經齒輪 A、P、K、D，而迴轉引導螺絲 (Lead screw) G。若將階筒部上之切削螺絲手輪 S 緊閉，則引物台與階筒 G 迴轉，向左或右移動。因而 FH 之齒數，選定適當，即可得

第 224 圖

倒轉之螺絲。齒輪 D'，為變換誘導螺絲迴轉之方向者。即齒輪 A'DD'C' 屢次相啮合時，與除去 D' 而 ADC' 直接啮合時。H 之迴轉方向適相反。D' 可以手柄 Q 移動之。齒輪 K 僅為聯絡 F 與 H 之用，可固定於溝 M 中之任意位置。



置換齒輪選擇齒數之原則，如第 225 圖，設 Stud F 之迴轉數與 H 為相同，

所欲切削螺絲距 (Pitch) = w

第 225 圖

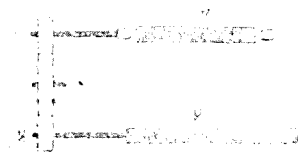
誘導螺絲距 = p

F 之齒數 = f

H 之齒數 = h

所欲切削螺絲之山數 (每吋) = t

誘導螺絲之山數 (每吋) = \tau



則置換齒輪與誘導螺絲桿之關係，可以次式表之  $\frac{W}{p} = \frac{T}{t} = \frac{f}{h}$  .....

若知誘導螺絲桿之螺距為  $\frac{1}{2}$  吋之切削螺絲為  $\frac{1}{16}$  吋之螺絲，求 FH 之齒數。

$$\text{由 A) 式 } \frac{f}{h} = \frac{w}{p} = \frac{\frac{1}{16}}{\frac{1}{2}} = \frac{1}{6} = \frac{1}{1} \times \frac{2}{6} = \frac{1}{3} \times \frac{2}{2} = \frac{2}{6}$$

令齒輪 F 之齒數為 2，若令 H 之齒數為 6

依 1 之解法，求切削螺絲之山數，為  $\frac{2}{6}$  或  $\frac{1}{3}$  而 H 齒數為  $\frac{1}{2} \times 12 = 6$  則 F 齒數為

但實際須按所使用之車床，所備齒輪之齒數，而選用之。如前所述英式車床，齒輪之齒數，由20起。故本例以10乘2，而得20，用其最小者。以此類推，若以15或20乘之亦可，得 $\frac{30}{90}$ 或 $\frac{40}{120}$ 均適於用。然以他任意數如2.7.9……等乘之，雖亦合理。但因英式車床之齒輪齒數，為5之等差數，故不適於實用也。

前例係由絲距而求定置換齒輪者。若以每吋之山數，亦可以(A)式求得之。例如誘導螺絲每吋之山數為2，切削螺絲每吋之山數為3，5。依(A)式

$$\frac{f}{h} = \frac{2}{3.5} = \frac{3 \times 10}{2.5 \times 10} = \frac{20}{75}$$

即Stud gear之齒數為20，Lead screw gear之齒數為75也。

(B) 複式置換齒輪

第 225 圖

第22圖為複式置換齒輪之機構。Stud gear-

A與Lead screw gear B之間，插入二齒輪C、D之迴轉由於A、B之迴轉由於D。而CD與第224圖之K同業，可任意固定於M溝中，以與AB恰相啮合。第227圖與第225圖同樣，指示A、B、C、D之互相關係，其公式為



第 227 圖

$$\frac{W}{P} = \frac{T}{t} = \frac{a \times d}{c \times b} \dots \dots \dots (2)$$

但 a = Stud gear A 之齒數

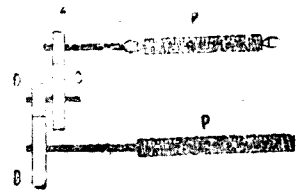
b = Lead screw gear B 之齒數

c = 中間齒輪 C 之齒數

d = 中間齒輪 D 之齒數

W、P、T、t 代表者與 (1) 式相同。

例如以絲距 $\frac{1}{6}$ 之誘導螺絲桿，而切削絲距 $\frac{1}{6}$ 之螺絲。其置換齒輪之齒數，為 $\frac{a \times d}{c \times b}$



$$= \frac{1}{\frac{6}{6}} = \frac{6}{6} = \frac{2 \times 3}{5 \times 12} = \frac{2 \times 2}{5 \times 2} \times \frac{3 \times 1}{12 \times 1} = \frac{4 \times 30}{10 \times 12}$$

即A之齒數為40，C為100，D為30，B為12；若A為30，C為120，D為10，B為10亦可。

〔注意〕 誘導螺絲桿之絲距，普通於英國式車床為  $\frac{1''}{2}$ ，而歐式車床為  $\frac{1''}{4}$  或  $\frac{1''}{8}$ 。

以英式或美式車床，亦可切削米突式之螺絲，其方法與上述無異。惟1吋為25.399547耗，即約為1吋 = 25.4 =  $\frac{127}{5}$  耗。以之換算米突式之絲距為吋數，仍用前因之法，求置換齒輪之

齒數。例如以絲距  $\frac{1''}{2}$  之誘導螺絲桿，而切削絲距5耗之螺絲，則於單式置換齒輪  $\frac{f}{h} = \frac{\frac{5}{127} \times 5}{\frac{1}{2}} = \frac{5 \times 5 \times 2}{127} = \frac{50}{127}$  即Stud gear之齒數為50。Lead screw gear之齒數為127。因此12

7齒之齒輪，須特別備置。若所要之螺絲，不必求甚正確時，1耗 =  $\frac{5''}{126} = \frac{2.5}{63}$  吋，亦可使用。

例如以  $\frac{1''}{2}$  絲距之誘導螺絲桿，而切削絲距10耗之螺絲，則於複式置換齒輪，為

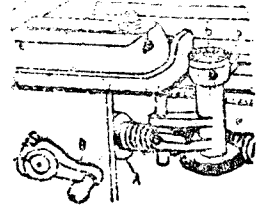
$$\frac{a \times d}{c \times b} = \frac{\frac{2.5}{63} \times 10}{\frac{1}{2}} = \frac{2.5}{7} \times \frac{20}{9} = \frac{25 \times 10}{7 \times 9} \times \frac{20 \times 5}{9 \times 5} = \frac{25 \times 100}{7 \times 9 \times 5}$$

此際所起之誤差，每吋僅為0.2耗。於普通所用之螺絲桿或帽，固無大妨也。

無論切削何種螺絲，刃物之橫送刀，均非一次，須返復數次切削之。最初切削一淺溝線，以尺測其絲距，而驗置換之齒輪，有無錯誤。當每次切削終了，即將刀架退後，使刃物離開工作物，移刃物台於切削開始之位置。於此移動刃物台之方法有二：（1）以手撥動誘導螺絲桿通轉手柄，使之逆轉，則刃物台即徐徐向回移動。迨旋歸原時，稍橫送刃物，再將逆轉手柄反正，即行第二次之切削。（2）若所切削之螺絲較長時，為節省時間起見，可同放誘導螺絲套（即短瓦）。以手移動刃物台復歸原時，稍橫送刃物，再將螺絲套向前閉，而行第二次切削。惟關閉誘導螺絲套時，稍有不妥，即將已切削之螺絲由割落。故於誘導螺絲套及所切削螺絲之關係，須熟知而注意之。如所切螺絲之齒數，每吋為2。而所切削之螺絲，其齒數為2, 4, 6等。係2之倍數，固可任意用其誘導螺絲套。若為3, 5, 7等，非2之倍數。則用單螺絲套之時機，不可漫無限制也。於此等普通車床中，之螺絲指示器（Thread indicator）其為便利。其裝置如圖228圖，與誘導螺絲桿齒輪之配合

上，有一指示盤。四等分其面上之圓周，而標以1,2,3,4等字樣。再於其間分以相當度數。普通此齒輪之齒數，為誘導螺絲每吋山數之四倍。因而刃物台沿誘導螺絲移動1吋，則指示盤迴轉一字，即迴轉 $\frac{1}{4}$ 之圓周。茲述其使用法如下。

第 228 圖



(1) 切削螺絲之山數，為誘導螺絲山數之倍數者，可任意關閉誘導螺絲套，而於指示盤無視可也。

(2) 誘導與切削螺絲山數共為偶數。刃物台無論移至何處，指示盤上之度數，須與印記O相合，始可關閉誘導螺絲套。

(3) 切削螺絲之山數或誘導螺絲之山數，為奇數，須1 2 3 4等標記，與O相合，始可關閉誘導螺絲套。

(4) 切削螺絲之山數，為 $2\frac{1}{2}$ 吋，其關閉誘導螺絲套之時機如下表。

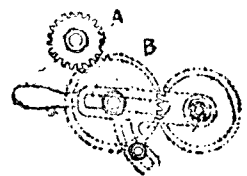
切削開始之時機	關閉誘導螺絲套之時機
1與O相合	3與O相合或1與O相合
2與O相合	4與O相合或2與O相合

(5) 除以上所舉者外，凡誘導螺絲套關閉之時機，視指示盤迴轉之位置，須與切削開始之位置（即原位置）相同。否則切削行程紊亂，而工作物損壞矣。

車床未附螺絲指示盤者，於切削之前，鏡盤與其軸承及誘導螺絲母與其軸承，其表面須各畫以相對記號X。迨第二次切削，若此四記號完全相合，則可知刃物台正確復歸原位，此時關閉誘導螺絲套，自無舛錯。

切削二重螺絲或三重螺絲，其注意點，與上略同。惟切削之順序，於二重螺絲，先切削一重螺絲，既畢，在各絲之間，（每山之高，須預先測定。）再切削他重螺絲。若三重螺絲，於已切削之名絲間，切削螺絲二重。此與前所述差異之點，即

第 229 圖



切削第二或第三螺絲開始時，須迴轉Stud gear。如第229圖，A為Stud gear，B為中間齒輪。切削第一重螺絲時，於開始之前，AB啮接處，各畫記1及0，切削第二重螺絲時，仍先使1與0相對，然後將A拔出，與B脫離，迴轉半圓，使1與B之0相對，再與B啮合，始行第二重螺絲切削。若切削三重螺絲，將A之齒數三等分之，即每切削一重，迴轉三分之一可也。



於此所應注意者，當選擇齒輪選用 Steel case 之材料時，兩者須均等，兩者須之倍數也。

英式齒絲，其齒深谷，略帶圓角。若用此物製造，須知此物，按普通用之第 20 齒形刃物，以迴轉齒部，甚為便利。

前述之方法，於絲車，變更時，或行上，束管等，另行更換齒輪。第 230 圖

。手續既繁，徒費時間，並不經濟。於此種情形，為一以補此缺點。

如第 231 圖，為使用最廣之 Norton 式螺絲，其在用列例 (甲)

，階輪之迴轉運動，經齒輪 abcd 而傳於齒輪 f。於 f 之心軸上，

如圖 (乙)，有一可左右自由滑動、之齒輪 P。誘導

之階齒輪 Cone gears

(R)，每個以中間齒

輪 Q、E，可與 P 相聯

結。如圖 (乙) 之手

柄 n，即使齒輪 P 於

上左右滑動，而與 R

之任何階齒輪相聯絡

者也。

今將 R 之齒輪個

數為 12，則誘導螺絲

桿 B，於滑輪一週轉

時，而有十二種不同

之迴轉。故僅以手柄

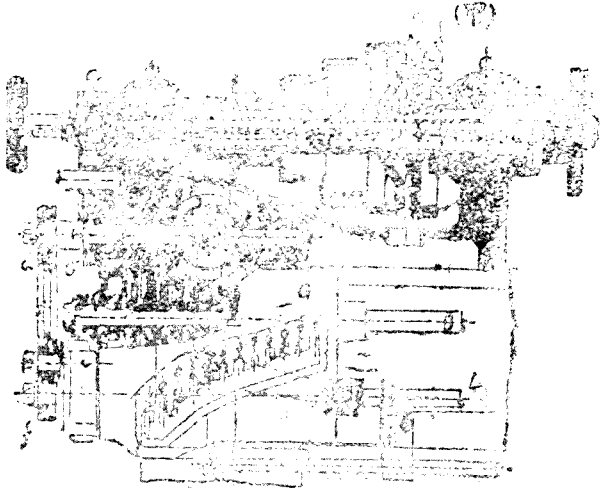
n 移動齒輪 P，可切

削十二種絲距和長之

絲絲。若更置齒輪

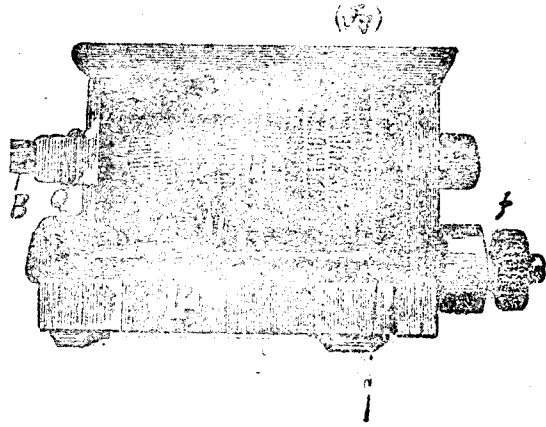


第 231 圖



d及f之商數，則可得  
2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837, 838, 839, 840, 841, 842, 843, 844, 845, 846, 847, 848, 849, 850, 851, 852, 853, 854, 855, 856, 857, 858, 859, 860, 861, 862, 863, 864, 865, 866, 867, 868, 869, 870, 871, 872, 873, 874, 875, 876, 877, 878, 879, 880, 881, 882, 883, 884, 885, 886, 887, 888, 889, 890, 891, 892, 893, 894, 895, 896, 897, 898, 899, 900, 901, 902, 903, 904, 905, 906, 907, 908, 909, 910, 911, 912, 913, 914, 915, 916, 917, 918, 919, 920, 921, 922, 923, 924, 925, 926, 927, 928, 929, 930, 931, 932, 933, 934, 935, 936, 937, 938, 939, 940, 941, 942, 943, 944, 945, 946, 947, 948, 949, 950, 951, 952, 953, 954, 955, 956, 957, 958, 959, 960, 961, 962, 963, 964, 965, 966, 967, 968, 969, 970, 971, 972, 973, 974, 975, 976, 977, 978, 979, 980, 981, 982, 983, 984, 985, 986, 987, 988, 989, 990, 991, 992, 993, 994, 995, 996, 997, 998, 999, 1000

又如本圖(甲)  
，於包被階齒輪R之  
箱壁上，穿有缺口及  
圓孔，以容納手柄u，  
而使R與Q, P, 之  
嚙合確實。其個數同



於R之齒輪數。此等缺口上方，附置一表以表明每缺口插置手柄u時，切削螺絲之山數(每  
時間)。此表名為指示板(Ind x plate)，茲舉一例如下。

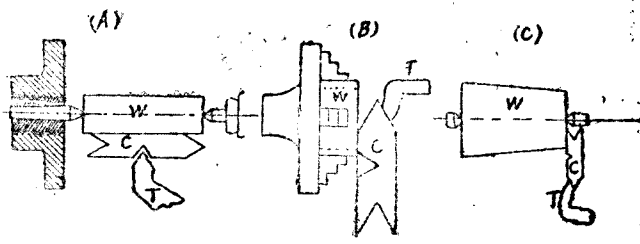
THE HENDEZ MACHINE CO., TORRINGTON, CT., U.S.A.													
Stud 120	Screw 30	5	4 1/2	4	3 1/2	3 1/4	3	2 3/4	2 1/2	2 1/4	2	1 3/4	1 1/2
∅ 10	∅ 30	20	18	16	14	13	12	11	10	9	8	7	6
∅ 30	∅ 120	10	72	64	56	52	48	44	40	36	32	28	24
∅ 36	∅ 69												11 1/2
W.P. Norton's Patent March 8 1892 May 15 1894 Leads-6 Times Threads Per Inch													

表中Stud欄中之數字，為齒輪d之齒數。Screw欄中之數字，為齒輪f之齒數。其他欄中之數  
字，均表示每吋之螺絲數也。

切削螺絲之刃物，其中心線須與工作物之軸線垂直，而刃之上面須與之成水平。故當固  
定刃物於刃物台上時，以中心定規(Center gauge)調整之，頗為便利。其法先正確切削工  
作物之表面及兩端面。次如第 232圖(A)所示，以中心定規順貼於工作物表面上，而以刃  
尖伸入定規之三角缺口內。此缺口角度一定，由刃之兩鋒，與缺口兩邊，是否全相接觸。即  
可知刃物之位置，是否正當。

第 232 圖

本圖(B)為切削螺絲，調  
整刃物之形狀。(C)為切削  
圓錐形螺絲，調整刃物之形  
狀。此二者均以工作物之端  
面，覓正刃物之位置。故於工  
作物端面之切制，須十分正  
確。



78. 傾斜工件之切削法(即切削圓錐形之工件)

切削帶有傾斜度之工件，其法有種種，茲略舉如下。

(1) 橫向移動死心之方法

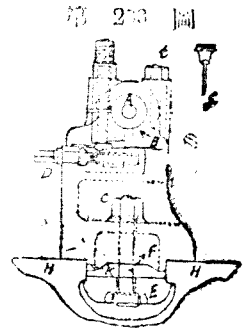
如第 233 圖，調整受心台之位置與絲 D，依需要之傾斜度，而移動死心 A，離開車床之中心線。其離開之距離 X，可以下式求之。

$$X = \frac{(D-d)L}{2l}$$

式中文字，如第 234 圖所示，L 為全長，l 為傾斜部分之長，Dd 為兩端之直徑。例如 L=360 耗，l=240 耗，D=60 耗 d=40 耗

$$\text{則 } X = \frac{(60-40) \times 360}{2 \times 240} = 15 \text{ 耗}$$

即死心由車床之中心線離開 15 耗



第 233 圖

第 234 圖

第 25 圖

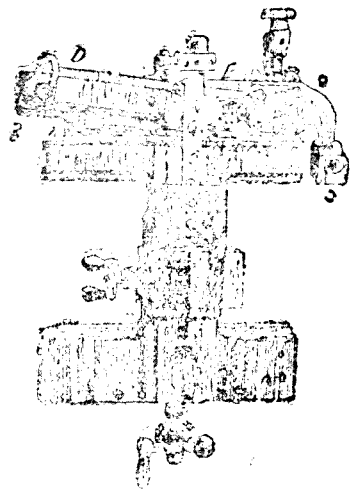


此方法雖甚簡單，但欠精密，其誤差隨傾斜度而增大。故欲求其精確，於精削前，須修正受心台之位置(此全恃經驗)。其缺點不僅此也，如第 235 圖，工件之心孔與頂心之接合偏倚。於工作中，心孔與頂心，其易偏磨，常有脫離之處。又此法於工件之兩端，須正確切削，與軸中心線成直角。

第 236 圖

(2) 應用誘導裝置

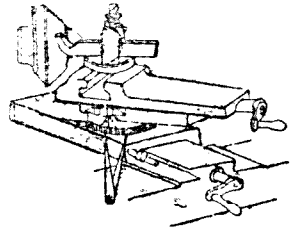
用此裝置，(1)之缺點，既能除去，且可得正確傾斜之工件。如第 236 圖，D 為誘導棒，以其中央為中心，可前後轉動。轉動之角度，視分度表 K，即可查知。刀架 A 以聯結桿 G 與滑動於 D 之套 E 相聯結。刃物台左右移動，而刀架以 D 之傾斜度，亦左右移動，遂得切削需要之傾斜工件。如 D 之傾斜角度，為所切工件傾斜之半數，須注意之。若不切削傾斜工件時，可將螺絲釘旋松，使 A 與 G E 之聯結鬆弛，而將螺絲釘 J，則此刀與普通車床無異。



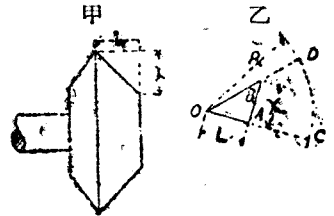
(3) 迴轉複式刀架

第 257 圖

此法係切削較大斜度，而形為台體者。例如第2.7圖，為切削傘形齒輪之狀。工作時，以所與之斜度，迴轉刀架。然後手執手柄H，徐徐送刀切削，即得所要之斜面。刀架迴轉之角度，雖可計算求得，然不如用畫法求之，既較簡便，且少錯誤。如第238圖，甲為所欲切削之傾斜工作物，乙為所用之畫法。即於平板上，作三角形AOB，使OA=L，AB=X。以O為中心，以第237圖A之半徑R為半徑，作圓弧CD，與OA，OB之交點為C，D。則弧CD即與於A之刻度所要刀架迴轉之角度相當也。普通用兩脚規，量度CD之長，以之測計A之度數。



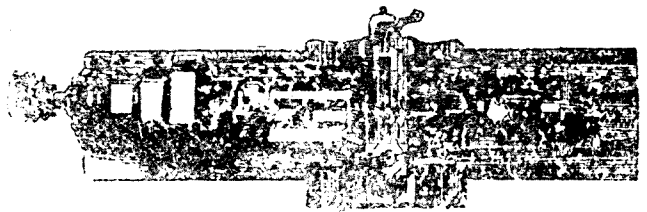
第 233 圖



(4) 縱橫送刀同時施行

此法於普通車床行之甚為困難。蓋須有相當置換齒輪之裝置，所選之齒數，須使誘導螺絲桿之迴轉數，與刀架自轉送刀螺絲桿之迴轉數，恰相當所切削之斜度。換言之，即刀物台縱運動，與刀架橫運動之合成運動，恰為切削之斜度。此雖有一定之算式，但實際用者甚秘，故從略焉。

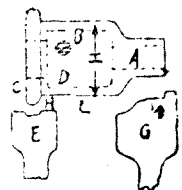
第 231 圖



(5) 特種切削斜度車床

此車床主要之機構，如第2.9圖。截握心台及受心台之床，在轉刀物台之床之內方。其中夾有立軸，可以迴轉，與外方之床，使成所欲切削之斜度。此刀物台與普通者，雖無甚差異。但兩心聯結之直線，與車床軸線，可成相當角度。故能切削傾斜工作物。此車床兼備(1)及(2)法之優點，即大斜度及較長工作物，且能精密切削也。

第 240 圖



79. 曲面及球面之切削法

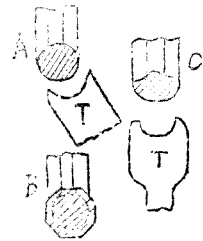
以車床切削曲面或球面，所用之刃物及送刀法非如，切削普通工作物之簡單。茲舉數例，以明其作法。

(1) 如第241圖之工作物，先將A部固定於插床上，而將一具孔一次高削內面B於D部削成螺絲。再將取下一具大小與螺絲心棒，插入於D及A部內，扶持於兩心間，開始切削。先以成形刃物E，切削直徑C及削圓頂部，再以成形刃物G，切削其曲部，而直徑H與F部相等為度。最終以普通刃物切削部，其部以螺絲，則以成形刃物EG一併為一個製作之。但此刃物之可耐程度，與螺絲之普通刃物是第一次，其後則之部即可也。

使用成形刃物要加注意者，工作物之量極及把柄須齊等。否則，工作物之形不正，於切削之際，刃物及工作物，易起震動，難得精良製品。而使用刃物之寬窄，要以工作物材質之堅軟，及車床之支架為定。此則全賴經驗，固不可以理論也。

成形刃物宜而面研磨，使成鏡形。於切削時，先除去工作物之結鐵層皮，刃物可得耐久。

第 241 圖

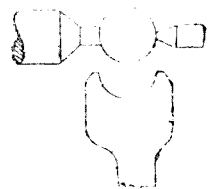


(2) 如第241圖A，為手輪之斷面形。欲削成此形，先用普通刃物，削成如圖B之八角形。然後用成形刃物T，切削二次，即成圓形。若如圖C之半圓光面者，切削一次可也。此際工作物迴轉之力量，較(1)之切削，尤為必要。蓋手輪直徑既大，而切削壓力亦大，其反撥必更甚。故迴轉稍欠平衡，即難得精良製品。

(3) 球面之切削法

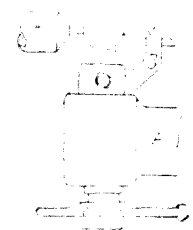
切削球面有數法，如第242圖，為最簡單者。以成形刃物，切削圓錐體而成球面。其以兩頂心扶持者，製成後留有頂心孔穴。若以指端扶持，切削完成，修整球與柄相連之口，可得完整之球面。但於切削時，須時時檢測其直徑，始能得精確之球。

第 242 圖



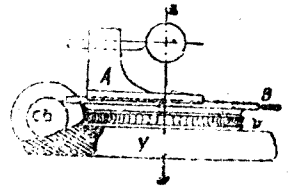
第 243 圖

用如第243圖之刀架，可以普通刃物切削球面。將刀架A為固定於工作物台之上，其迴轉則切削之件，則以手扶持之。切削時，以刃尖接觸工作物球面中心，且令刃尖與工作物之中心線一致。工作物，同時徐徐迴轉，且切刃沿一徑切移動，即可得球面。此法較前法球面更準，且刀尖充當，尚須以成形刃物，修整之也。



第244圖，為切削較大球面之工具，係固定於刃物台之座上者。A為刀架，B為調整刀架之螺絲桿，C為轉軸，D為迴轉台之螺輪。於C附以手柄，板轉之，則以D之作用，而A可得迴轉運動，因之可得球面切削。使用此工具時，工作物軸線與迴轉中心線，須正確垂直相交。而切尖距迴轉台中心之距離，即所要球面之半徑也。

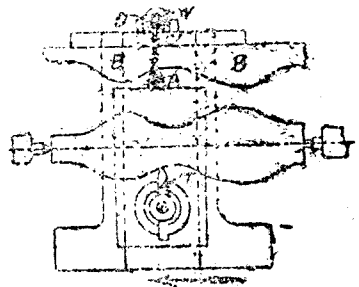
第 244 圖



(4) 不規則曲面之切削法

工作物各部直徑，既無一定，而全甚長，不宜使用成形刃物。如是可用如第245圖之裝置，得切削任意圓錐形曲面。BB為導板，與刃物台座無關係，而獨自固定於床面者。A為接觸頭，固定於刀架上，可與BB相接觸。W為重錘，為保持A與BB常相接觸，以索C繞滑車D，而聯結於A。切削時，刀架之橫動，全恃錘W與接觸頭A。即刃物台由右向左縱行時，A隨之沿BB曲線亦向左動。因之刃物T，亦如BB之曲線，切削工作物，遂得所需之曲面形。施行此工作時，須先將刀架底之橫動螺絲桿取去，刀架始能前後自由行動。

第 245 圖



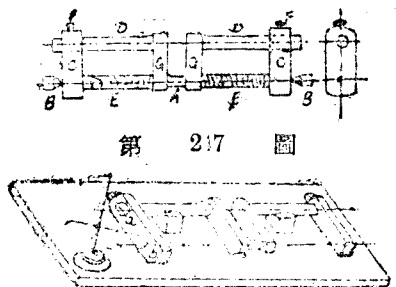
於此所述之切削法，為以車床用模範導板之常則，所切削之形狀，欲其一如導板之精密，當然不可能，故此法宜於不求甚精密之工作物。

第 246 圖

80. 曲拐銷 (Crank pin) 之切削法

工作物夾持於兩頂心間之工作，以切削曲拐銷為最難。此工作法既難，其他各種，自易了解，故特舉以為例。如第247圖，為一倒曲拐之軸。切削曲拐銷A時，須一法夾持於二頂心B間。因此於

第 247 圖



軸DD兩端，各固定一頂心板 (Center fixture) CC，其頂心孔之中心線，須與A之中心線相一致。裝法先將DD精密旋削，於其兩端，作適當小孔，以便嵌入CC時，緊固螺釘FF，

而使CD相固定。將此側面GG部分，既已飽平。乃如第247圖，載於平台（Leveling plate）上，令成水平位置。精密測曲柄銷中心之高，以畫針於頂心孔CC之外側面，畫水平線ab。若側面GG，尙未飽平，可如本圖所示，載軸DD於V形台上，再畫水平線ab。當畫水平線ab時，決不可使曲柄軸，稍有移動。且須預以畫針檢查DD兩端面中心之高，與曲柄銷之中心，是否確在水平位置。水平線ab既畫訖，則以兩腳規，取轉軸行程（Stroke）之二分之一為半徑，DD端面之中心為中心，於CC外側面畫弧。此弧與水平線ab之交點，即曲柄銷之中心線於此面之點，亦即所求頂心孔之位置也。

當兩頂心挾持CC板時，常受頂心及切削之壓力，甚有撓屈之虞。故須如第246圖，在C與G之間，以硬質木料EE支持之。

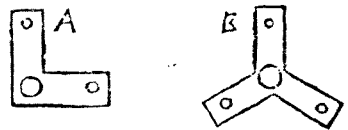
切削A所用刃物之長，須由G之底邊達及A。於工作中，因DD之偏重，常致工作物之迴轉欠圓滑。故須於鏡盤上，於曲柄銷之反對方向，附平錘錘以調劑之。

於一曲柄軸上，有二及三或以上之曲拐者。曲拐與曲拐之方向，大抵成90度及120度之角。因之所使用之頂心板，須如第248圖所示之形狀。A為二曲拐所用成90度角，B為三曲拐所用，成120度角者。第249圖，為求二曲拐軸之一曲拐銷頂心孔位置之形，其作法與前相同，茲不贅述。

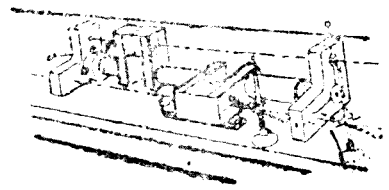
### 81. 車床用刃物 (Lathe tool)

車床用之刃物（俗稱車刀）其種類及形狀，由使用之目的而異。一般應具之性質，（i）切削爽利，（ii）刃器持久，（iii）削面無疵。刃端尖銳，切削固較爽利。但於堅硬工作物，易於磨出鈍。反之，刃端圓鈍，切削雖屬不利，而能持久。故於刃端之形狀及角度，須加研究。同一之刃物，以其材質之不同，亦影響於持久性。如高速度鋼及普通碳素鋼，兩相比較，固高明矣。至於刃面之粗糙，幾分之多寡，以及切削速度之大小，與刃物之持久性，均有密切關係。故刃物形狀之選擇，於機械工作上

第 248 圖



第 249 圖

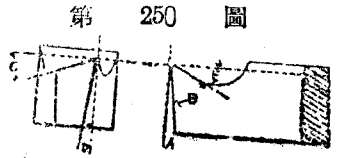


頗為重要，茲述其概要如次。

如第250圖，為刃端形狀之一例。A 謂之前面間隙角 (End Clearance)，B 謂之切削角 Cutting angle，

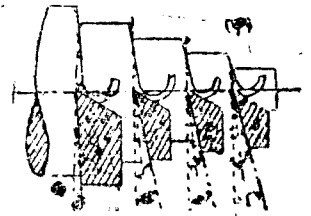
C 謂之側面傾斜角 (Side rake)，D 謂之側面間隙角 (Side Clearance)，E 謂之前面傾斜角 (Front rake)。又有 AB 合稱為切削角 CE 合稱為上面傾斜角 (Top rake) 者。

側面間隙角，為刃端切入工作物時，使刃物之側面，不與工作物接觸。但實際之側面間隙角，依工作物直徑之大小而變更，觀第251圖 (甲)，可一目瞭然矣。刃端之形狀，既由使用，而有差異。其種種形式甚繁，不能一一列舉。茲將其大體標準，列表如下。



第 250 圖

第 251 圖

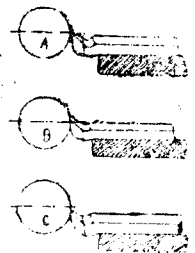


工作物之質	鍛 鐵	軟 鋼	鑄 鐵	黃 銅
切 削 角	55°~25°	65°~75°	70°~80°	80°~85°
間 隙 角	5°~10°	5°~10°	5°~10°	3°~6°

詳察刃物切削工作物之狀態，如第251圖 (乙) 所示。加於刃端之力 E，恰如楔之擊入物體，同為垂直於面之方向。若切削角小，則易於壓入工作物之內部。若工作物之質不勻，因而於堅硬部分刃端常行竄入，呈一種連續急突現象，切削面甚難光平。故切削角，不宜太銳。又刃物台之送刀螺絲栓，若有遊隙，更能夠長此現象。故於此栓，須緊固之。刃物由刀架伸出過長，如穿孔之刃物，易起屈撓，亦多呈此現象，須注意之也。

第 252 圖

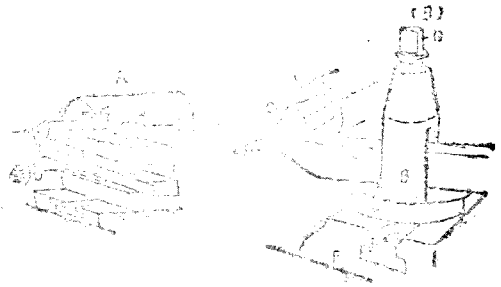
刃物與工作物接觸之位置，於理論宜比工作物之中心線，略高幾分。而實際一般多於與中心線等高之位置，亦無妨礙。如第252圖 A 為一般正當之位置。B 為理論上之位置，刃端雖易切入，但其側面有觸於工作物之處。C 為刃端在工作物中線以下之位置，切削既劣，而刃物及工作物均易折損，故須注意之。





加減刃端高低，使與工作物中心線等高，其裝置有種種。於切削時處，有成平面者，下墊鐵片。有成球面形者，下墊以球形鐵。第 253 圖所示，即二者之情形也。刃端位置正確後，扭轉螺釘 G 固之。

第 253 圖



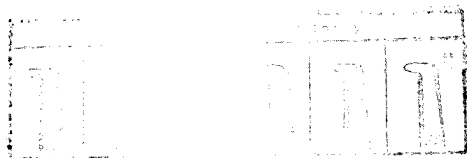
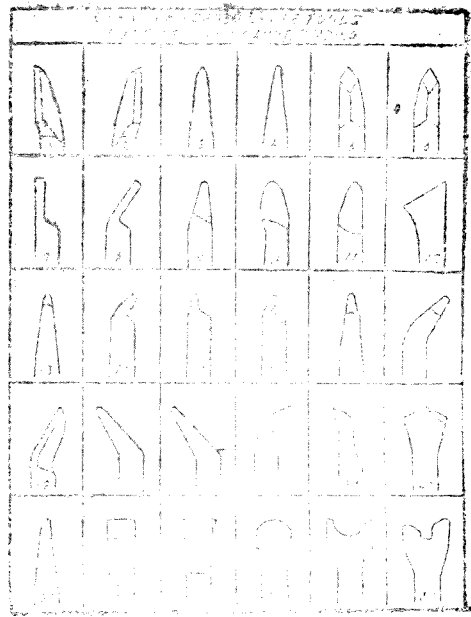
刃物之種類及刃端之形式，普通用者，如第 254 圖。

上圖 1 至 30，為切削工作物外面

第 254 圖

或雄螺絲者，其用途略如下列。

1. 切削右端面。
2. 切削左端面。
3. 切削平面或端面。
4. 為圓刃，粗削精削小形鋼鐵及黃銅之工作物。
5. 右菱形刃粗削用者。(因刃部成菱形故名)
6. 左菱形刃，粗削用者。
7. 切斷用。
8. 刃端彎曲，切斷用。
9. 小形粗削車刀。
10. 大形粗削車刀。
11. 粗削用者。
12. 精削頂心者。
13. 切削尖頭美式螺絲。
14. 同上，而刃端彎曲者。
15. 切削方頭螺絲。
16. 同上，而刃端彎曲者。



- 17. 切削29°螺絲者。
- 18. 同上。而刃端彎曲者。
- 19. 同1，而刃端彎曲者。
- 20. 同3，而刃端彎曲者。
- 21. 同4，而刃端彎曲者。
- 22. 同5，而刃端彎曲者。
- 23. 右半菱形刃，粗削用。
- 24. 穿頂心孔用者。
- 25. 小形精削車刀。
- 26. 大形精削車刀。
- 27. 切入成溝形用。
- 28. 成形刃物，切削凹面者。
- 29. 成形刃物，切削凸面者。
- 30. 成形刃物，切削不規則形者。

本圖21至26，為切削工作物內面或螺絲者，其用途如下。

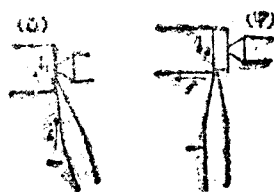
- 31. 穿孔用。
- 32. 切削內部垂直面者。
- 33. 切削內面之溝者。
- 34. 切削尖頭或美式螺絲者。
- 35. 切削方頭螺絲者。
- 36. 切削29°螺絲者。

上列之諸種刃物，以4為常用者。其刃部無上面傾斜角，前面間隙角約10度。於粗削時，送刀大，削面粗糙。精削時，送刀小，削面光平。刃端之形，對於中心線係對稱。故如第255圖(甲)所示，與工作物之軸線成直角時，得向左或右送刀。以此刃物工作物之端而，如本圖(乙)，對於工作物軸線，則稍微傾斜。圖中之矢，係示工作物迴轉及送刀之方向者。又此刃物若附以前面傾斜角，可用以切削鋼物。再更附以側面傾斜角，可粗削直徑較大之工作物。然通常粗削，多用9形刃物。大徑工作物，多用10形刃物。

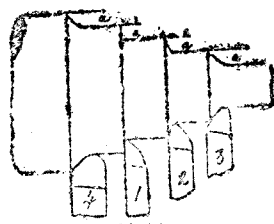
第256圖，為用種垂直刃物粗削，其切入之深，均為

第 255 圖

a，而究其得失。(1)之切削，刃物垂直於工作物。削幅既狹，切削爽利。自無突動之患。但刃尖銳易折，且殘留溝痕，是其缺點。(3)及(4)接觸工作物之處較寬，切削面雖光平，而所加之力過大，常起突動現象。(2)者較(1)稍為改良，其尖端為圓角。切削時，既少突動，刃尖不易折，而切削面亦光平，故以此為最善也。



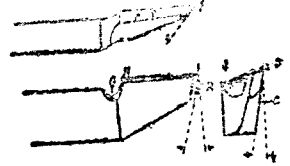
第 256 圖



第254圖1，謂之右側刃物，專為切削工作物右端面或削部(Shoulder)之用。其詳細形狀，如第257圖。用法如第258圖，(甲)為切削小徑工作物之右端，係

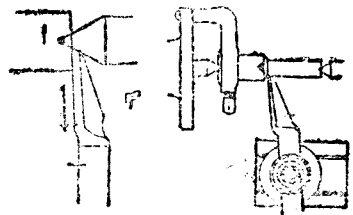
一次切削其全面者。(乙)為切削局部之狀。若工作物直徑較大，則刃物之一部(如第257圖之A部)須突出以製之，俾此部接觸於工作物端面。否則，加於刃物之力過大，甚或使動之也。

第 257 圖



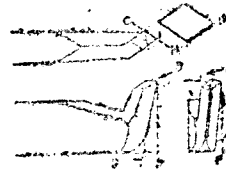
第254圖2，謂之左側刃物，專為切削工作物左端面或槽者。與右側刃物用法相同，惟方向相反耳。普通車工幾刀，多自右向左。故此種刃物，除特別規定外，用者甚稀。

第 258 圖



第254圖5及6，謂之菱形刃物，其詳細形狀，如第259圖(甲)，用法如圖(乙)。本圖所示係切削鑄鐵用者，切刃GH之尖端，稍帶圓角，故可得平滑切面。至其粗削及精削，亦由這刀之大小而分。

第 259 圖

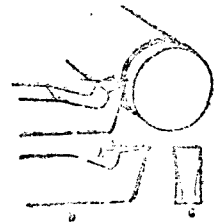
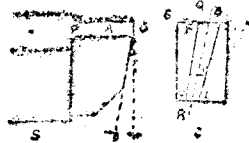


第 260 圖



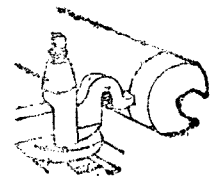
第 261 圖

第254圖7及8，謂之切斷刃物，幅狹而厚，且端部刃根略廣，以免刃身與工作物側面接觸。15及16謂之方頭螺絲刃物，其形與7、8略同。惟刃身較厚，上下傾斜，如第262圖所示，須合於螺絲之傾斜。



第 262 圖

第254圖之13、14、17、及18等，謂之螺絲刃物。刃端之形狀，以Standard screw thread gauge (譯於後)測定而製之，須正確合於所要螺絲之形。於裝此刃物於刀架上時，須以中心定規(Center gauge)而確定，(如第262圖A)始可固定。



第254圖之25及26，謂之精削刃物，第261圖即示其使用法也。此種刃物，皆係用制

淺，透刀較大。如26之鑼較廣，切削時，刃鋒常陷入傾向。故可用如第262圖之彈簧刃物 (Spring tool) 以避免之。蓋刃根以彈力作用，即便工作物材質不勻，亦不能陷入，因而可得平滑切剖面。

第254圖之28、29，及30等，為成形刃物，均依所要工作物之形狀而特製者。31以下，為切削工作物內面或穿孔者。此等刃物，刃柄較長，易起突動。故透刀宜小而切入須淺也。

近世因工業之進步及工作之需要

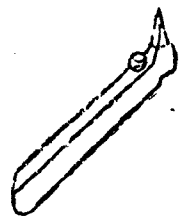
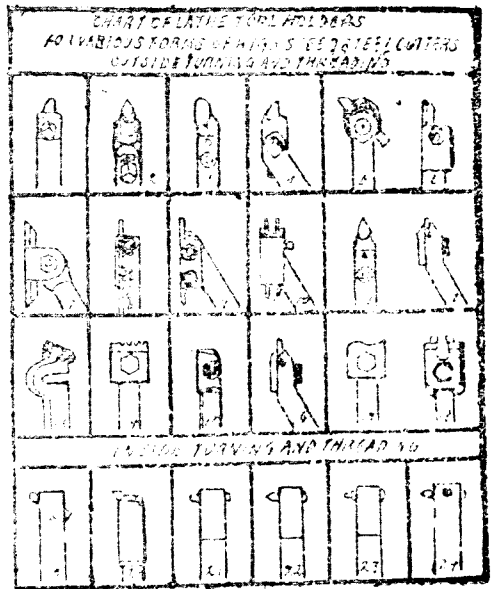
，刃物多以特殊鋼 (Special steel) 或高速鋼 (High speed steel) 製之。其價既較炭素鋼昂貴，若刃物全體，咸用此等鋼，殊不經濟。故近來多用如第263圖所示之諸種刃物保持器 (Tool holder) 以握刃物。此器為軟鋼製，而以特殊鋼或高速鋼所製之小形刃物，插入於一端，用螺釘固定之。

右圖均為高速鋼持其器，1至18，係用以切削工作物外面，或雄螺絲，19至24為切削工作物內面或雌螺絲者。

又有時刃物之體，以軟鋼製。其尖端以特殊鋼或高速鋼製，而銲接之，亦一經濟之法。惟尖端用盡，而刃物即作廢矣。故不用握持器較便利也。

刃物使用頻繁，運行禿鈍，須時時研磨之。刃物之研磨工作，須熟練。否則徒傷刃端，仍不適用。故一般大工場，多以專門職工行之。研磨刃物所用之砥石，多為輪形，以工場之原動力或電力迴轉之。此輪俗稱砂輪 (英名Silicate或Vitrified w-

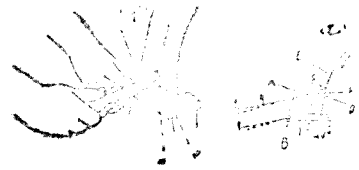
第 263 圖



heel) 其粒度約為24、36、直徑50~60 呎，輪4~5 呎，轉速每分鐘約120~1500 呎。鼓聲時音亮物之出現，以圖其概要。如第26

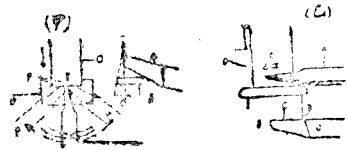
第 264 圖

4圖 (甲) 所示，係面磨刃端成圓角形者。若帶前面間隙角，先如本圖 (乙) 所示之點線，刃尾稍下落，俟拾刃端，即可得所要之圓角。次如實線，刃端稍下落，乃順次研磨側面間隙角。研磨前部圓角，可如第265圖 (甲) E



第 265 圖

F 之尖。左右擺盪之。磨前上面傾斜角，可如本圖 (乙) 之 F 尖左右擺動之。當研磨時，須將工件離輪稍高，徐徐磨之。高不可強壓或固定一處，以免工件發高熱，起灰澤作用。或擦傷研磨面。普通防其發熱，多注以水，若不用水，務須注意其發熱。



砂輪之轉速甚高，若偶一不慎，身體與之接觸，輒受傷害。故普通多圍鐵板，以防危險。又砂輪之側面，非萬不得已時，決不可使用，亦通常磨工，以用側面研磨，較為利便，恆使此處磨，須力矯正之。

82. 切削速度，切入之深，送刀及切削力

切削速度 (Cutting speed) 依工件物之材料及大小，工件物之形狀及精實，與粗制精制等而變比。此外與切削之深淺，送刀之大小，以及車床之能力，均有密切關係。故其數值，頗難一定。至於切削之深 (Depth of cut) 及送刀 (Feed)，亦在同樣情形。例如錐狀與狀形之切削速度，自不相同。即同為軟鋼，而因工件物為普通鐵鋼或高強鋼，則其切削之深，送刀及切削速度，均大相異。故於實際工作，多就既知之大體標準，而斟酌行之。至於決定合適之切削速度，切削之深及送刀，則非由素目之觀察不可。茲將切削速度與送刀之關係，舉例表示如下，以供參考。此係依某車床而為定者，而非各國均皆適用也。此表上示切之深，蓋普通工作，多在3 呎以下，於此範圍內參酌之可也。又所用刃物，若為高速鋼，其

值雖較大，亦可應用，自不待言。

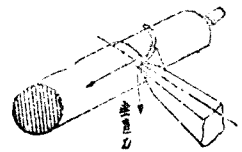
切削速度與送刀之關係表

材 質	工作物之直徑 (耗)	粗 削		精 削	
		切削速度 (每分秒)	送 刀 (耗)	切削速度 (每分秒)	送 刀 (耗)
軟 鋼	25以下	6.0	1.0	6.0	0.85
	25~50	5.5	1.0	5.5	0.85
	50~75	5.5	1.0	4.5	0.85
	75~150	4.5	1.25	4.5	0.85
銀 鐵	25以下	10.5	1.0	11.5	0.85
	25~50	7.5	1.25	9.0	0.85
	50~100	7.5	1.25	7.5	1.0
	100~150	7.0	1.25	7.0	1.0
	150~300	6.0	1.65	7.0	1.25
	300~500	5.5	2.10	5.5	1.55
鑄 鐵	25以下	11.5	1.25	11.5	1.25
	25~50	10.5	1.25	10.5	1.55
	50~100	9.0	1.25	9.0	2.0
	100~150	7.5	1.55	7.5	4.20
	150~300	6.0	1.80	6.0	4.20
	300~500	6.0	2.50	6.0	6.25
黃 銅	25以下	36	1.0	33	1.0
	25~50	30	1.0	30	1.0
	50~100	24	1.0	30	1.0
	100~150	21	1.0	21	1.0
	150~500	18	1.0	21	1.0
銅	25以下	105	1.0	120	1.0
	50~125	75	1.0	90	1.0
	125~300	60	1.0	60	1.0
	300~500	45	1.0	45	0.85

切削力 (Cutting force) 者， 切削之際， 加於刃物之力也

第 266圖

。如第 266圖， 此力由三分力而成， 即垂直於床面及縱送刀與橫送刀等三方向之力也。而縱橫送刀方向之 力， 不過為垂直力之四分之一， 故普通所稱之切削力， 僅指此垂直而言， 其他二力從略為。



切削之深與送刀相乘之積， 謂之切削面積 (Area of cut) 。 切削面積與切削力之關係

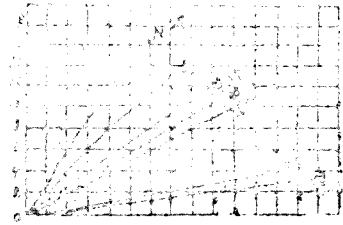
， 以式表之， 為  $V = KA$

但  $V$  = 切削力 (即加於刃物之垂直力)  $Kg$ ，  $A$  = 切削面積  $mm^2$   $K$  及  $n$  為常數

K及n之值，依切削之某種條件而定。由實驗之結果，略如下表（但於實驗所用之工件，其切削角為70.5度，材質為高速鋼，切削速度為70 (m/min)）

材 質	K	n
軟 鋼	211	0.90
錫 鐵	160	0.90
40~70號鋼	122	0.90
鋁	110	1.10
青 銅	98	1.00
錫 鉛	59	0.95
鉛	23	1.00

第 237 圖

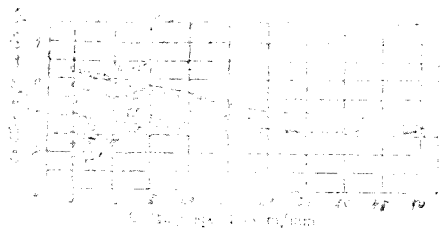


又對於各種金屬，切削速度與切削面積之關係，以直角坐標法表之，如第 237圖。於橫軸取為切削面積，單位為平方耗。縱軸取為切削力，單位為耗。

以上係切削力與切削面積關係之概要。至於切削力與切削速度及切削角之關係，當切削力隨切削速度之增加而減少，依切削角之加大而增多。但據實驗之結果，以切削角為40度時，切削力最小。

切削力與切削速度之關係，學者各異其說。就錐、鋁及錫鐵，以高速鋼之工件而實驗之，得如次之結果。即對於錐之切削力為0.581耗，錫鐵為0.12耗，鋁之切削力為0.18耗。於錐切削速度對於切削力，毫無影響

第 238 圖



而鋁亦相同此。至於錫鐵，如第 238圖，其切削力隨切削速度之增加而減少。由是可見切削力與切削速度之關係，依工件物之材質不同而變化，故難定一般之法則也。

第 239 圖

切削力與切削角之關係，於錐大約切削力隨切削角之加大而增加。於鋁亦有同樣情形，以切削角40度時，切削力為最小。



如第 239 圖及第 239圖所示

錐、鋁及錫鐵，三者之切削角，於85至

6J度間，保有相對之關係。即隨切削速度之減小，而切削力量初急激減少。殆後之減少，則徐緩幾分。

刃物之不施反淬者，於開始切削不入，切削力即行增加。此情形於碳素鋼特著。若施以反淬，對於切削力，殆無影響。

### 83. 車床之大小與所要馬力之關係

如前所述，切削力依工作物之材質及大小，使用工具之種類，切削速度，切削深淺及送刀，以及其他種種條件而異。故運轉車床，須若干馬力，甚難決定。雖經學者作出種種實驗式，但所算出之數值，每與實例不合，難供實用。又大小同一之機械，依製造者指定之馬力，亦有差異，而不一定。故供一般應用之式，實難選定。茲舉一實驗式，以資參考。設KW = 所要之基羅瓦特 (Kilo watt 係電動力之單位)

H = 車床之中心高 (Height of center) 耗

則於大力量車床 (Heavy duty lathe)  $KW = 0.0149 (H - 127)$

中  $/// (Medium \quad // \quad //) KW = 0.0293 (H - 127)$

小  $/// (Light \quad // \quad //) KW = 0.0147 (H - 127)$

### 84. 注 油

如鐵或鋼等之具有脆性者，於加工時，一般均不注油。惟如銅或鋁等之，帶粘性者於切削時，非注油不可。即有例外，亦屬甚稀。蓋注油之益有三，即：(1) 奪取切削時所發生之熱。(2) 減少刃端之摩擦，以延刃物之壽命。(3) 切削而可光平是也。

注油所用之液體，通常為碳酸鈉水 (Soda water) 肥皂水 (Soap mixture) 豚油 (Lard oil) 及鯨油 (Sperm oil) 等。此外有用乳狀液體之Soluble oil者，有用白紋油種油等之植物油者，或數種混合而用之者，不勝枚舉。但其中主要之作用，如鈉 (即曹達) 可防銹，油可減摩擦，水可冷卻工作物。其混合者，種類亦多，茲示一例如次。碳酸鈉8磅，豚油1立特，軟肥皂1立特，水40立特，混合而煮沸之，約二時間即可使用。

茲將何種材質，於何種工作，應當注油與否，及應注者宜為何種液體，撮其重要而常用者，略如下表。



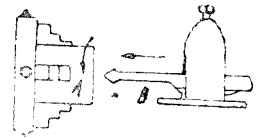
材	質	普通車床切削	切削螺絲	鑽	孔	鑽	孔
硬	鋼	或注油或不注油	注油或普通水	注	油	注	油
軟	鋼	不注油或注普通水	注普通水	注油或普通水		注	油
銀	鍍	不注油或注普通水	注普通水	注普通水或普通水		注	油
錫	鐵	不注油					
黃	銅	不注油					

### 85. 穿 孔 工 作

用車床亦可成切削筒及管穿之內面。如第 270圖為

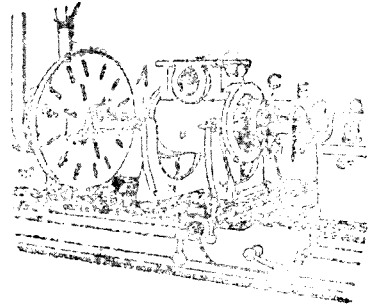
第 270 圖

穿孔工作之輪形，將工作物A，固定於磨盤上，迴轉之，徐徐向左移動錐形刃物B，即可得所要之孔。第 271圖，為切削汽輪內面之形狀。此工作恰與普通之手續



反對，即將工作物B，固定於刃物台上。Foring bar A，貫穿工作物，而由兩頂心支持之。Foring bar A上，固定以Boring head，刃物C則固定於此上。A之內，有送刀螺絲桿(Ford Screw) E，由其右端之齒輪及中間齒輪B，而與固定於受心台頂心之上之小齒輪G相聯絡。是以其迴轉A，而施行送刀作用。此例係工作物固定，而刃物迴轉切削且行送刀者。又有刃物隨迴轉切削，不使送刀，而工作物左右移動者。又有於Boring head上，同時固定數刃物者，一切物切削完畢後，直可以他刃物繼續切削，甚為便利。

第 271 圖



於穿孔工作所當注意者，Boring bar務須粗大，以免彎曲。且工作一開始，由此端一為切削至彼端，於中途決不可停止。

### 第三節 鑽床及其工作法

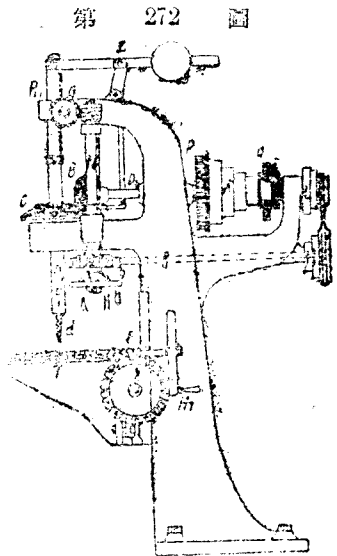
#### 86. 鑽 床 之 種 類

鑽床又名鑽機( Drilling machine )，大別之有手式及電動式二種。如手鑽( Hand drill )，電氣鑽( Electric drill )，空氣鑽( Pneumatic drill )及頭上移動鑽( Overhead

travelling drill) 等之可任意移動者，謂之移動式鑽床。床上鑽 ( Bench drill ) 壁上鑽 ( Wall drill ) 直立鑽 ( Upright drill ) 旋臂鑽 ( Radial drill ) 及多鑽 Multiple spindle drill ) 等之不能移動者，謂之定置式鑽床。其中普通使用最廣者，為直立鑽及旋臂鑽，茲就二者構造說明之，以概其餘。

### 87. 鑽床之構造

第 272 圖為普通直立 ( 或柱狀 ) 鑽床之構造圖。R 為垂直柱 ( Column )，即全機之支架 ( Frame )。T 為工作物台 ( Table ) 乃載工作物之處。A 為階輪 ( Cone pulley ) 以皮帶與副軸相聯。PQS 為後列慢齒輪 ( Back gear )。D<sub>1</sub> 為鑽軸 ( Drill spindle )，係裝插刃物 ( 即俗稱鑽頭 ) 之處。D<sub>2</sub> 為傳動軸 ( Driving shaft )，傳 A 之迴轉運動於 D<sub>1</sub> 也。LM 為送鑽之階輪 ( Feed cone )，傳 A 之迴轉運動，經齒輪 DG 而達於 R。W 為平衡錘 ( Counter weight )，以牽持 D<sub>1</sub> 及鑽頭之重量，而免下墜 ( 此際對於支點工之兩力率相等 )。



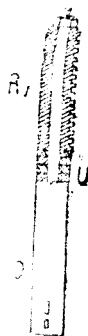
第 272 圖

鑽頭 D<sub>1</sub> 之迴轉運動，由階輪 A，經傳動軸 D<sub>2</sub> 傘形齒輪 FC，而隨鑽軸 D<sub>1</sub> 之迴轉。D<sub>1</sub> 之上下運動，可迴轉手柄 H，由齒輪 G 使齒桿 ( Rack ) R，上或下移動，因之 D<sub>1</sub> 亦上下運動。

第 273 圖

D<sub>1</sub> 與 R，相聯之構造，如第 273 圖。D<sub>1</sub> 上部直徑較小，而插入 R 之筒中，上端以螺帽固定，使不下落。中間扁部與 R 下端相接處，墊數鐵片，以防磨損。R<sub>1</sub> 係固定者，D<sub>1</sub> 可任意迴轉。

自動送鑽，可緊固螺釘 K，使齒輪 D 與立軸 N 為一體。則階輪 LM 之迴轉，經 Worm 及齒輪 D，立軸 N，齒輪 G，而達 R<sub>1</sub>，於是 D<sub>1</sub> 即徐徐上行。

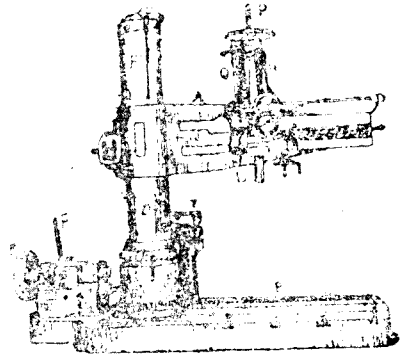


工作物台 T 之上下運動，可迴轉手柄 H<sub>1</sub>，則 Worm F，迴轉齒輪 E。而齒輪 R 又迴轉固定於 T 之小齒輪。此小齒輪又與固定於垂直柱 R 之

其桿相嚙合，故T得上下運動。

第274圖為通常所用之旋臂鑽床。此機大部由台盤 (Ped) B, 工作物台 (Table) T, 筒柱 (Column) C 臂架 (Arm) A 及頭架 (Head) H 所組成。支持臂架 A 之外筒 C 下端，載於內筒 S 底部之棍輪 (Roller) 上，(參看第270圖) 故 A 得左右迴旋。

第 274 圖



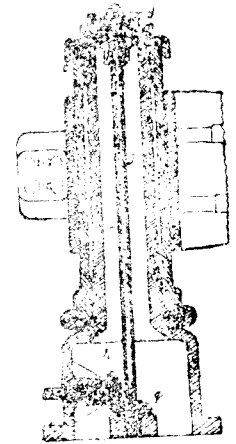
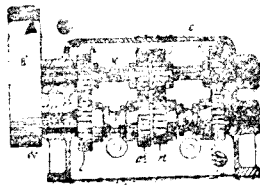
頭架 H, 可沿 A 之前面，左右移動。而 A 又可沿筒柱 C 上下移動。A 之上下移動機構，如第277圖所示。螺絲桿 I, 貫於 A 體內之雌螺絲孔中。而 I 上端固定以齒輪 g', 與立動軸 J 上端之齒輪 g 相嚙合。是

以軸 J 迴轉，而 A 自動的上下移動。若二齒輪 gg' 相離開，以手把迴轉螺絲桿 I, 則可以手動昇降臂架 A。

第 275 圖

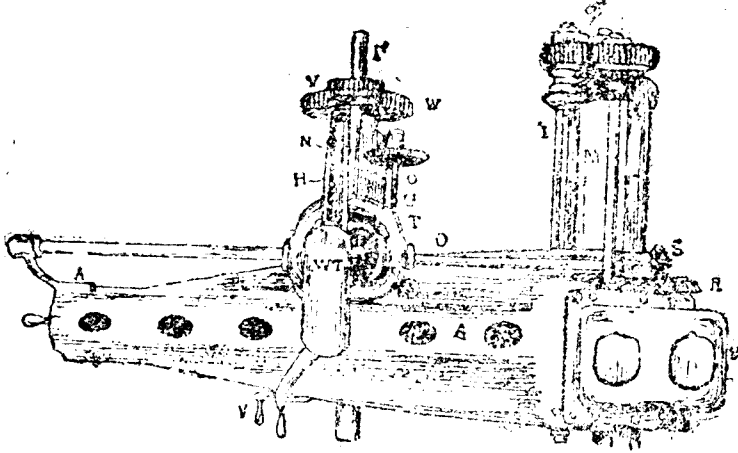
第 276 圖

動軸 J 之迴轉，如第276圖，由於橫軸 L 及傘形齒輪 hq。驅動橫軸 L 者，以皮帶輪或惰輪，與場中之原動輪相聯，或以電動機直接驅動之。於茲所示者，為皮帶輪，其迴轉數之變化，由於第 275 圖所示之聯動齒輪。扳移手柄 F (參看第274圖) 可得四種迴轉數。



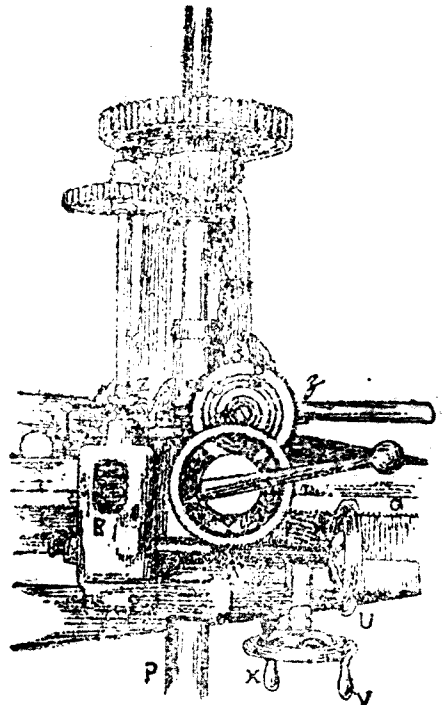
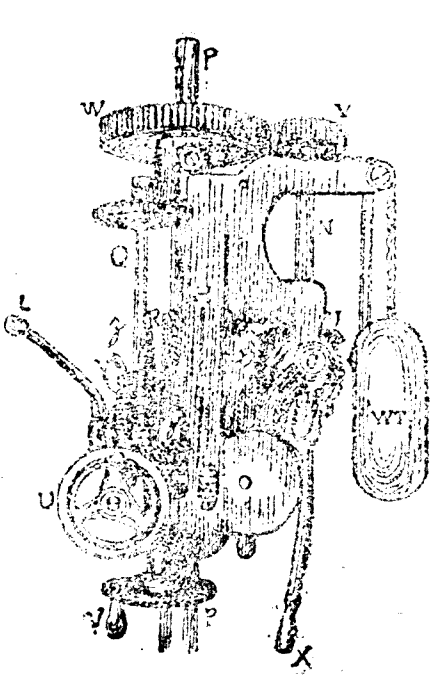
橫軸 L 之迴轉運動，亦來自橫軸 I。蓋 I 之迴轉運動，經傘形齒輪 hq, 立軸 J 而用齒輪 g (參看第275圖) 由以齒輪傳至外部立軸 M (277圖)，經 D 箱中之齒輪及傘形齒輪 R S, 而傳至橫軸 O。而 O 更經傘形齒輪 TU, 立軸 N, 齒輪 VW, 而傳至 P 軸。計 P 軸迴轉速度之變化，一部分由於 J 軸，一部分由於 D 箱中之相重齒輪，共計

第 277 圖



第 278 圖

第 279 圖



可得八種、於工作中，無庸停止機械之運轉，即可更換其迴轉速度

直棧P軸，尚能迴轉時，以爲切齒之用。如第278圖，於O處，與傘形齒輪T相對，尚有一傘齒輪形X，以手柄S，使T與X，可任意與傘形齒輪U嚙合，故T軸得有反對之迴轉運動。

自動送錐，由於P軸之迴轉齒輪，以齒面而傳於立錐Q（如第278及279圖，Q之迴轉運動，經E上之三傘形齒輪，Worm輪W，螺旋齒輪y，及其內小齒輪Y，而傳至齒頭Z與Z同軸，有一小齒輪與P軸之齒輪R相嚙合，故P軸迴轉，同時即下行移動而送錐也。於E內設有一列齒輪，於P軸每一種迴轉，W輪之八種速度，且W之一端，附有手柄U，以爲手動送錐之用。即於E內齒輪與W輪之嚙合逐漸，而迴轉手柄U可也。又將手柄I，向裏移動，使齒輪Y與WormW分離，則錐L，可使錐頭迅速上升或下降，WT爲平高錐，平於P軸之高度，爲其用於昇降。

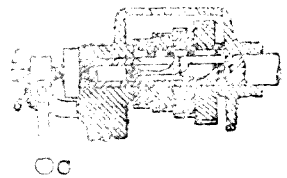
頭架H，於背架A上之左右移動，其在動時蓋非必要，普通多以手動。如第279圖，迴轉手柄V，以Worm輪時小齒輪n，用滑油G之作用，即可使H沿A移動也。

此錐於齒頭Z上，附有測深計（Depth gauge）如第279圖，依此計之工程（Die）Dd，可定所鑽孔之深度。蓋鑽至所規定之深時，送錐即自動的停止。但此計與P軸之一體無關係，依所要之深，而隨時定其零度。

於背架D及E中，所設置之齒輪列，名曰配偶齒輪，能使P軸由十六種迴轉速度。則P軸每分鐘之迴轉數，由17至277，成等差級數。齒輪箱E中之滑動楔齒輪（Sliding key gear）裝置，如第280圖。此等齒輪與其中一固定輪之齒輪相嚙合。齒箱E之內部，附有滑動楔A，A之背有一彈簧維持其位置。今按手柄C，而送轉與P相嚙合之齒輪G，移向B與A，則所啮之齒輪，固定於其軸上，而回轉之P軸，之齒輪與齒輪相嚙合，而即可得四種送錐。

又依滑動楔A之位置，使送錐之長加倍，即鑽頭每一送錐，其送錐由  $\frac{7}{100}$  至  $\frac{21}{100}$  吋，亦成等差級數，共計八種。

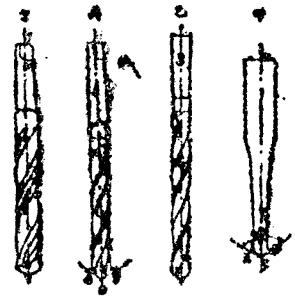
第 280 圖



88. 鑽頭或錐 ( Drill )

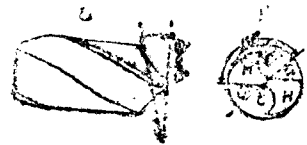
鑽床所用之刃物，大別分平鑽頭 (Flat drill) 及螺旋鑽頭 (Twist drill) 種。如第231圖甲為平鑽頭，其尖端之角度，為 $100^{\circ}\sim 120^{\circ}$ ，鍛造之，由使用之目的，而加減其硬度。此種鑽頭，其刃端側面平直，無誘導部分，所鑽之孔，易於曲斜。刃端磨耗較大，其角度變化亦甚。且除取切屑，須時時拔出鑽頭，甚有害於工作能力。故普通多用螺旋鑽頭。螺旋鑽頭 (俗稱麻花鑽頭)，如本圖乙丙丁。S為插入鑽柄套 (Socket) 之部分，於乙成圓柱形，謂之Straight shank，丙丁成圓錐形，謂之Taper shank。G為溝，切屑即沿此溝而捲上。刃端之角度，為 $113^{\circ}\sim 120^{\circ}$ ，錐身成圓筒形，以便行誘導作用。上部直徑較下部略小，使圓筒形微帶傾斜，以免與工作物相摩擦。G溝上部較淺，以強錐身。其螺旋Pitch，全身同一惟漸近柄部略大。J圖之D，為油路，由此注油於刃端，於高速度迴轉時，多用之。

第 281 圖



第282圖甲，係刃端之平面圖。GG為切刃，CC為溝，HH為錐身之圓筒部分。乙係其側面圖，刃端一如車床刃物，亦有切削角，普通約為 $12^{\circ}\sim 15^{\circ}$ 。

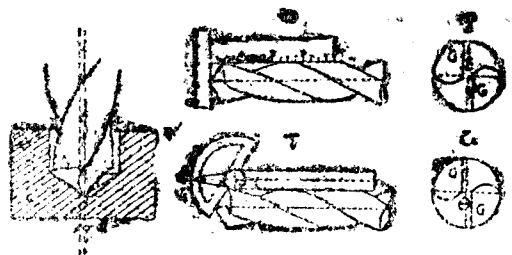
第 282 圖



鑽之刃端研磨頗難，若其幅左右不均，則得如第283圖所鑽之孔，必較錐甚粗大。若角度偏差，則僅一方切刃有切削作用，他方切刃遊動，最易磨耗。故研磨刃端，須特別審慎，觀察刃端會合線E之傾斜，而判斷是否適用。如第284圖甲，E線垂直於切刃G，即知切削間隙角過大。如圖乙又過小。以E與G成 $135^{\circ}$ 度角為最相宜。此者用如圖丙丁之直角尺及半圓規，測定之可也。

第 283 圖

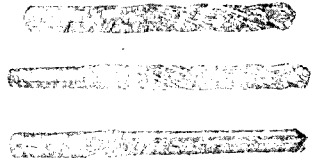
第 284 圖



圖所鑽之孔，必較錐甚粗大。若角度偏差，則僅一方切刃有切削作用，他方切刃遊動，最易磨耗。故研磨刃端，須特別審慎，觀察刃端會合線E之傾斜，而判斷是否適用。如第284圖甲，E線垂直於切刃G，即知切削間隙角過大。如圖乙又過小。以E與G成 $135^{\circ}$ 度角為最相宜。此者用如圖丙丁之直角尺及半圓規，測定之可也。

以上所述之螺旋鑽頭，係普通用之三種者。此等尚有  
 有三溝四溝及直溝者（如第285圖所示）。前二者，為鑽  
 大徑孔用。後者專為鑽薄板或薄鋼板孔用，並為更利。

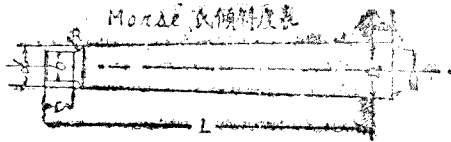
第 25 圖



茲舉螺旋鑽頭尺寸之一例如下表

直徑(耗)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
長度(耗)	140	145	155	155	160	165	170	175	180	195	215	225	235	255	275	290	305	300
Morse 式 傾斜度	No. 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	No. 2	2	2	2	No. 3	3	3

(附註) Morse 氏式傾斜度，為普通機械工業所常用者，茲詳於下。

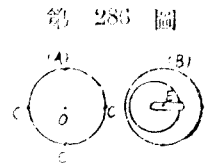


Taper	D		d		L		b		C		R		a	
	mm.	Ins.	mm.	Ins.	mm.	Ins.	mm.	Ins.	mm.	Ins.	mm.	Ins.	mm.	Ins.
No. 0	9.045	0.356	6.115	0.211	56.3	2.217	3.90	0.154	6.40	0.253	4	0.158	3.20	0.126
No. 1	12.065	0.475	8.973	0.353	62.0	2.441	5.20	0.205	9.50	0.374	5	0.197	3.50	0.138
No. 2	17.781	0.700	14.000	0.554	75.5	2.983	6.30	0.248	11.10	0.437	6	0.233	4.00	0.158
No. 3	23.823	0.938	19.133	0.753	93.5	3.681	7.90	0.311	14.30	0.523	7	0.270	4.50	0.177
No. 4	31.269	1.231	25.156	0.990	117.7	4.570	11.80	0.463	15.50	0.624	9	0.354	5.30	0.209
No. 5	44.451	1.743	39.549	1.431	140.2	5.543	15.30	0.62	19.00	0.743	11	0.433	6.30	0.243
No. 6	63.250	2.494	52.422	2.064	209.6	8.252	19.00	0.743	28.91	1.122	17	0.669	7.90	0.311
No. 7	83.061	3.270	68.215	2.682	285.5	11.243	28.51	1.122	35.1	1.373	21	0.787	9.50	0.374

### 89. 鑽孔工作法

於工作物上鑽孔，首先須定孔之位置。普通以冲子 (Punch)，於孔之中心，壓一穴字 (Mark)。置鑽頭端尖於此穴印上，而鑽削之。欲鑽頭端尖，正對穴印之中心上，可知

第236圖 (A)，於穴印之周圍，畫與孔徑相等之圓。復於圓周上，衝小穴印C四。若欲得孔之位置更精確，於 (A) 之圓外，再畫一圓，設孔徑較大，可於 (A) 之圓內畫一小圓。以證所鑽之位置，果否正確。



鑽孔工作，開始不久。設發覺鑽頭尖端，偏於穴印外時，宜立即停止鑽之運轉。以烏口藍子，如本圖 (B)，藍一小溝E。於E下端，衝一正確穴印，再行鑽削而修正之。但若稍遲延，即難修正；須特別注意。

鑽大徑而較深之孔，通例以約孔半分粗之鑽頭，先鑽一小孔。然後再以與孔徑等大之鑽頭，鑽削所要之孔。蓋此法於粗大鑽頭，不僅更於得正確之位置，且可除去鑽頭尖端唇部，切削不充分之摩擦作用。於斯工作，用三或四溝之螺旋鑽頭，最為相宜。

於鑽孔工作中，鑽頭忽發異音或噪響，宜速停止運轉，以檢查其原因。普通多因鑽頭刃鈍或削屑堆積過多，防礙鑽之動作所致。若儘自繼續工作，由摩擦釀生高熱，須要過度迴轉力，而鑽頭易起不當之疲耗。故鑽頭鈍者，須研磨而銳利之。削屑多時，須速將鑽頭提上，而取出之。於螺旋鑽頭，自能排出削屑。而平鑽頭無此能力，須以匙杓，不時掏出。

於鑽大孔工作中，設鑽頭刃部，偶有折損，則切削壓力，立即減少。此際須立刻停止送錐或運轉，將鑽頭拔出，取出碎片。不然將碎片壓入，或折損鑽頭或破壞工作物，或抑止機械之運轉。三者必居其一，須注意之。

鑽孔工作，於鋼及鍛鐵，須注油潤澤之。於鑄鐵及黃銅，則無須注油。注油者，為削刃滑潤，減摩擦而少生熱也。若油不注至刃端，則殊少效力。故螺旋鑽頭有附以油溝者即此故也。

螺旋鑽頭每分鐘之切削速度(即刃端迴轉時外周線的速度)，其變化與車床切削同樣，由於種種條件。普通於實際常用之基本速度，於軟鋼及鍛鐵為7.650呎，鑄鐵為9.170呎，黃銅為16.720呎。或有採用7.90, 10.100及18.350者，甚不一致。茲舉普通用螺旋鑽頭迴轉速度表如下列，以資參考。惟此表中之迴轉數，不過為其標準概數。而於實地工作，以材料之軟硬



及工作上種種情形，尚須斟酌變通。

鑽徑 (吋)	每分鐘之迴轉數			9/16	170	293	373	13/8	67	83	153
	軟鋼及 鋁鐵	鑄鐵	黃銅								
1/16	1536	1824	3360	5/8	154	182	333	11/2	64	76	140
1/8	768	912	1680	3/4	139	166	305	13/4	55	65	120
3/16	512	608	1120	13/16	118	140	258	21/8	45	55	102
1/4	384	456	840	7/8	109	130	230	21/4	42	51	93
5/16	307	365	672	15/16	102	122	224	23/8	40	48	88
3/8	256	304	560	1	96	114	210	21/2	38	44	82
7/16	219	261	480	11/8	81	111	183	23/4	35	41	73
1/2	192	228	420	11/4	73	91	168	3	31	33	70

關於送錐之深淺，亦依孔徑及工作物材質之軟硬而而定。通例鑽頭每一迴轉，送錐約需 0.1~0.5 耗。據學者研究之結果，送錐減少、迴轉數增加，較多實效。茲將  $\frac{1}{8}$  吋~4 吋之螺旋鑽頭，鑽削鋁鐵及軟鋼，鑽徑及送錐迴轉數之關係，略如下表。

鑽頭直徑 (吋)	1/8	3/16	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	5/8	3/4	7/8	1	1 1/8	1 1/4	1 3/8	1 1/2	1 3/4	2	2 1/2	3	3 1/2	4	
25.4 吋厚 1 吋之送錐 所需迴轉 數	300	200	150																			100

又於高速鋼螺旋鑽頭，迴轉數與送錐之關係，試舉一例，略如下表

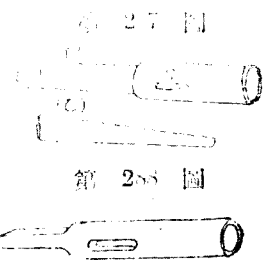
鑽頭直徑 (吋)	普 通 鑄 鐵		鋁 鐵 及 軟 鋼		硬 鋼	
	一分鐘之 迴轉數	送錐 1 吋所 要之迴轉數	一分鐘之 迴轉數	送錐 1 吋所 要之迴轉數	一分鐘之 迴轉數	送錐 1 吋所 要之迴轉數
1/4	1200	165	1025	150	720	200
5/16	90	160	875	150	625	190
3/8	805	160	750	100	545	190
7/16	750	160	650	100	450	190
1/2	600	110	550	100	380	145
5/8	500	110	450	100	320	145

3/4	430	110	375	100	265	140
7/8	175	110	325	100	220	140
1	320	85	275	75	180	135
11/8	290	85	250	75	175	105
11/4	260	85	225	75	160	105
13/8	230	85	200	75	140	100
11/2	200	85	175	75	120	100
13/4	175	85	150	75	100	95
2	155	85	135	75	90	95
21/4	140	65	120	60	85	95
21/2	125	65	110	60	75	80
23/4	115	65	100	60	70	80
3	100	65	90	60	65	80
31/4	95	65	85	60	60	80
31/2	90	60	80	60	55	70
33/4	80	60	70	60	50	70
4	70	60	60	60	40	70

90. 鑽柄套 ( Drill Socket )

鑽床上鑽軸 ( Spindle ) 之套 ( Socket ) ，其大為一定，不能使用異徑之鑽頭。欲用異徑之鑽頭，須用如第 287 圖之鑽套。其圓筒之內面，成圓錐形，恰與異徑鑽柄適合。其內端容納鑽柄舌部之溝，傍有斜孔，以本圖 ( 乙 ) 之楔貫入，容易押出鑽頭。此套柄部，恰與鑽軸套適合。蓋每一鑽

軸套，有一定之直徑。其內圓錐面之大小，依鑽頭 Morse 之傾斜度，而有六種，鑽柄套即依此而製者。若鑽柄套過細，可套以如第 288 圖之副筒 ( Sleeve ) 以適合鑽套。設鑽柄與柄套不適合，則因接觸面無抵抗，而鑽軸之迴轉力，僅及鑽柄之舌部。於鑽頭工作，難期正確，故須注意之。



第 288 圖

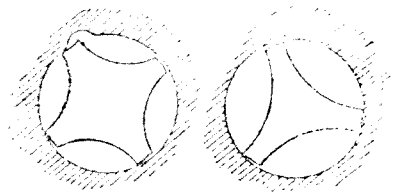
91. 正孔器 (Reamer)

鑽床所鑽之孔，其內面常凸凹不平，而欠精確，須用正孔器以修整之。又稍不合之孔，常相偏錯，亦須以正孔器通之。故正孔器為精密工作，固不可缺者。

此器專供精削之用，其按着工件物規定尺寸而精削者，謂之標準正孔器 (Standard reamer)。專為修整用者，謂之修整正孔器 (Siding reamer)。由於使用上，分手用及機械用二種。手用者，刃部甚長，柄之端部成四角形。機械用者，柄短，而與鑽頭之柄略同。又由構造上分固定削刃正孔器 (Solid reamer) 及活瓣削刃正孔器 (Expansion) 二種。前者之削刃乃於鋼上，用銑床削成。後者係每一削刃分別製成，而夾持於本器座上。

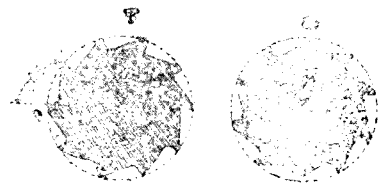
正孔器之刃數，須在五以上，普通多為六至二十四刃。若三刃與四刃，如第 289 圖，孔內面若有凹處，刃鋒陷入，正孔器中心之位置偏倚，即不能得正確之孔。故普通多如第 290 圖，刃鋒皆向中心。又於刃鋒接於孔內面之部分，須留寬 0.25 耗之平面，以誘導正孔器之直入。

第 289 圖



第 290 圖

標準手用正孔器 (standard hand reamer) 如第 291 圖 (甲)，削刃全長 A C 間之  $\frac{1}{4}$  A B 部分，略奉斜度，即 A 部之直徑，較規定之尺寸略小 0.25 耗。B C 間向 C 部亦略傾斜，以防孔之擴大。柄之直徑亦較規定尺寸小 0.025 耗，以為換鉗器之代用。機械用正孔器 (Machine reamer) 如第 291 圖 (乙)，其刃形及長，與手用正孔器無異。惟柄為錐形，削刃無斜度，略不同耳。



第 291 圖

甲

乙

以正孔器精削等徑孔，其削刃之圓錐度，不可超過 1 耗，且其刃部之圓錐度，亦不可超過 1 耗。

修整極精密等一之孔，普通先用直徑略小（約比規定直徑小0.13~0.18耗）之修整孔器，精削一次。然後用規定正孔器，以求得真正圓孔。用正孔器剝削完竣，欲拔出時，須仍依剝削時迴轉方向而迴轉之。若逆向迴轉，削刃與孔面之隙間，常夾削屑，或有如楔之作用，而損壞削刃。於手用正孔器，若由孔之下端拔出，則免此患。

使用正孔器，於鋼及鍛鐵製之工作物，須注油潤澤之。於鑄鐵及銅，則無須此，但若少許注油，亦可得較佳之孔面。

機械用正孔器。使用於車床時，以工作物固定於鏡盤或指盤上而迴轉之。挿正孔器於死心軸內，推動受心台，即可剝削，但不能得正確之孔。蓋此孔之中心線，與車床軸線，頗難精密一致。常使孔兩端之直徑不等。若使用於鑽床時，孔心與鑽軸中心，須相一致，始可得正確孔。否則，正孔器稍有偏倚，即成橢圓形。故普通非至不得已時，不用機械正孔器也。

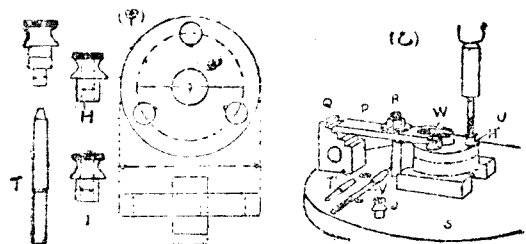
### 92. 孔型 (Drilling jig)

以鑽床鑽孔時，如前所述，須先將鑽尖，落於穴印中（此穴印之位置，以畫針或兩脚規規定之）。然後迴轉鑽床，作一皿形穴，而檢查其中心，是否與所畫線之交點相合。若不相合，可如第292圖，於皿穴內近於中心處，鑿一溝其尖端達及中心。再落鑽尖於此新穴印，繼續工作。如是反復檢查修正，亦可得正確中心之孔。但手續繁瑣，徒費時間。而於多量同類之工作物，更不相宜。故普通多用孔型，手續既簡便，而孔之中心亦正確。如第293圖（甲）為平板孔型（Plate jig），用以鑽Flange之孔，本圖（乙）即示即其工作狀況也。先將孔型N（預先選定或預製者）載於工作物上，以小絲W固



第 2 9 2 圖

定之（此際工作物上，W插入之孔，係以前法鑽通者）。上以P板壓緊，再以筒H，插入孔型之孔中。伸鑽於H筒中，開始工作，即得所要之孔。



第 2 9 3 圖

### 93. 鉋床之種類

切削平面所用之機械，其主要者為平鉋床（又名平削機Planing machine or planer），成形鉋床（俗名牛頭鉋床，又名成形機Shaping machine or shaper）及立鉋床（又名縱削機Slotting machine or slotter）三種。其用雖皆切削平面，而各有其特點。如切削廣大平面，用平鉋床。小物用成形鉋床。楔道等之為溝形者，則非立鉋床不可。茲述此等機械之概要如次。

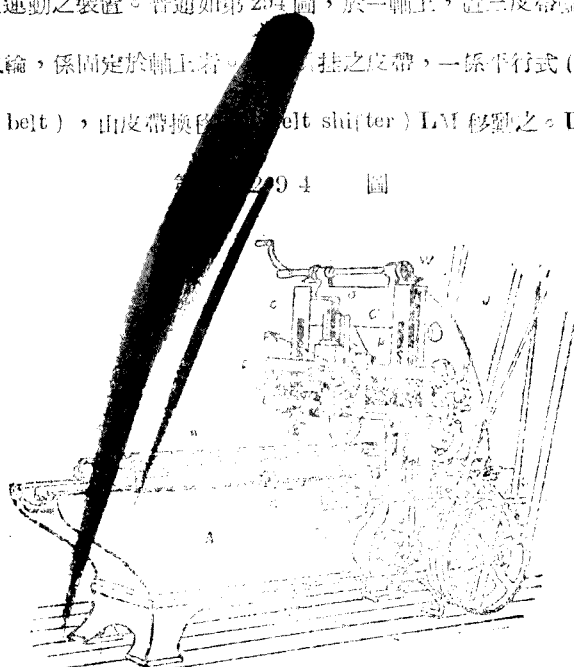
### 94. 平鉋床

此機形式大小雖有種種，而其主要構造大體相似。即載工作物之台，沿床上面V字形溝，往復運動。刃物架可滑動於一橫梁上。此梁可沿床兩側之立柱，上下運動，故可任意定着刃物之位置。今固定工作物於台上，適當所定着之刃物（刃端向下），工作物台往復運動，而工作物即被切削焉。

#### (1) 機 構

此機重要之機構，即工作台往復運動之裝置。普通如第294圖，於一軸上，置三皮帶輪。中央之輪可於軸上遊動，其兩邊二輪，係固定於軸上者。由一掛之皮帶，一係平行式（open belt），一係交叉式（Crossed belt），由皮帶換位器（belt shifter）LM移動之。L M聯於逆轉桿（Reversing lever）N。而N之他端，與固定於台B側面之床卡（Table dog）KK，相銜突，得向左或右突進，使二皮帶同時移動，而軸即可正轉或逆轉（當平行皮帶在一固定輪上時，則交叉皮帶移於中間遊動輪上。交叉皮帶在一固定輪上時，平行皮帶亦然）。但軸上有一齒輪（在內面），

圖 294



以中間齒輪與齒輪p相嚙合。而P又與台B下面之固定齒桿 ( Rack ) 相啣接，故工作物台B，得往復運動。立柱下部，有一圓盤Q自動送刀之裝置。即於Q溝中之螺絲桿上，有一滑片。此片以桿H，聯於一 Rack 之一端。而此 Rack 能迴轉送刀螺絲桿。故若滑片在Q之中央，Rack不動，Q雖迴轉，而不能送刀。滑片偏倚，依其與Q中心距離之大小，而 Rack 之移動，亦隨之增減，即送刀亦因之不同。故送刀之大小，可任意定之。又橫梁 ( Cross rail ) 之上下，可迴轉手柄U。

(2) 平鉤床之急還裝置 ( Quick return motion )

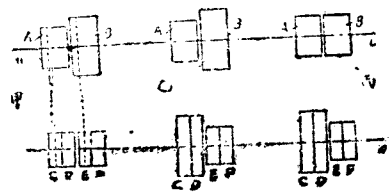
平鉤床之工作物台，一往復運動，分切削行程及復歸行程。復歸行程，毫無工作，其運動所空費之時間，以少為佳是以有種種急還裝置。其最簡單者，如第 295 圖，由大小不同之皮帶輪，而使復歸行程較速。A B 為主軸或副軸上之皮帶輪。CDEF 為平鉤床上之皮帶輪。CF 與軸相固定，DE 可任意迴轉。皮帶掛於CE時，為切削行程。掛於DF時，為復歸行程。因皮帶輪之大小差異，得達到急還目的。如圖甲乙丙三者，即示皮帶輪大小差異之種類也。

現今平鉤床急還裝置，多用其本身所備之機構，大別有如次之三種。

第一如第 296 圖，司切削行程之皮帶輪L，固定於 I 軸上。L 之迴轉運轉，由齒輪 A，經齒輪 FCD 而傳於齒輪 E，以移動齒桿 T。

第 295 圖

惟 T 係固定於工作物台底面者，故工作物台得直線運動。司復歸行程之皮帶輪 M，與齒輪 F 為一體，可直傳迴轉運動於齒輪 D 及 E。以齒數之關係，E 之迴轉較速，故復歸行程亦較速也。

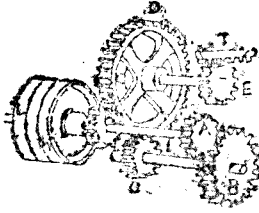


第二如第 297 圖所示，工作物台 T 之下面，固定一雌螺絲套，中貫螺絲桿 S。由 S 之迴轉，即可使 T 移動。皮帶輪 L 迴轉傘形齒輪 AB，而使 S 迴轉，以成切削行程。皮帶輪 M，迴轉傘形齒輪 C D，使 S 逆迴轉，而成復歸行程。蓋 D 較 B 甚小，故復歸行程速度甚大。

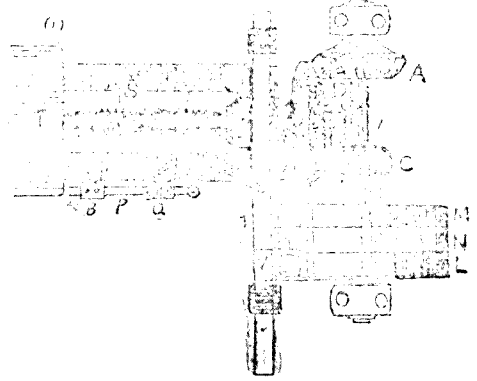
第 296 圖

第 297 圖

第三爲  
第二之變形  
，即將雌螺  
絲套及螺絲



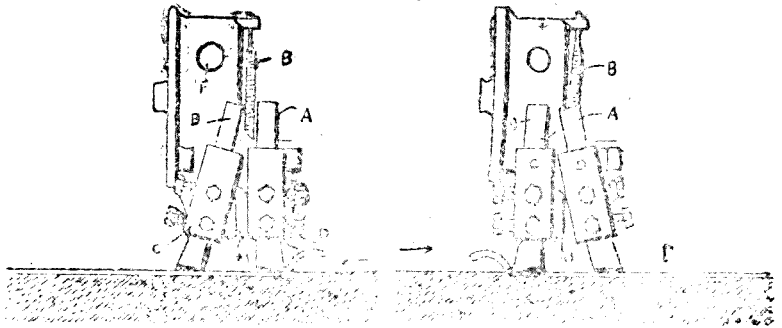
程，而代以螺旋小輪(Spiral pinion)及齒桿  
( Rack)。其運動甚圓滑，較他二種爲優。



以上所述工作物台之各種急還裝置，於  
行動之兩端，其運動方向之變換甚急，與機械以大衝擊。故於急還行程之終，設有彈簧以緩  
和之。即彈簧於急還行程時，吸收運動能力 ( Kinetic energy )。至切削行程開始，將此能  
力放出。即得緩衝，且始動容易。於運動方向逆轉時，所生之衝擊，其主要之原因，爲皮  
帶輪之重量，

第 2-9 8 圖

故皮帶輪以輕  
爲佳。工作物  
台往復行程，  
均行切削作用  
，其刃物之裝  
置，如第 298



圖所示之刀架。一方刃物切削時，他方刃物隨之推前，於此更無須用急還裝置也。

(3) 刃 物

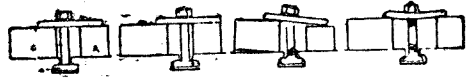
平面床及後進之成形刨床及立刨床等，其刃物之刃物，大抵與車床相同。惟選刀時期，  
僅爲往復行程終了與切削行程開始之瞬間，刃物之面磨，與工件接觸之機會甚少。故磨面  
間隙角，以小爲佳。

(4) 裝置工作物法

小形工作物，以虎鉗緊持之，而固定

第 299 圖

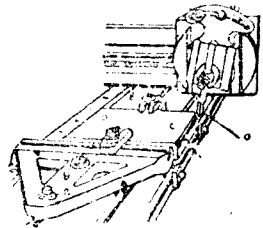
虎鉗於工作物台上。大形工作物，可利用  
工作物台上之 T 形溝，以螺釘固定之。如



第 299 圖，左端為正當之裝置法，其他均不良，須避免  
之。

第 300 圖

切削工作物側面之裝置，如第 300 圖。以 (T-Fixture  
re) A 與工作物相並，固定於工作物台上。BB' DE 即固  
定所用之螺釘。

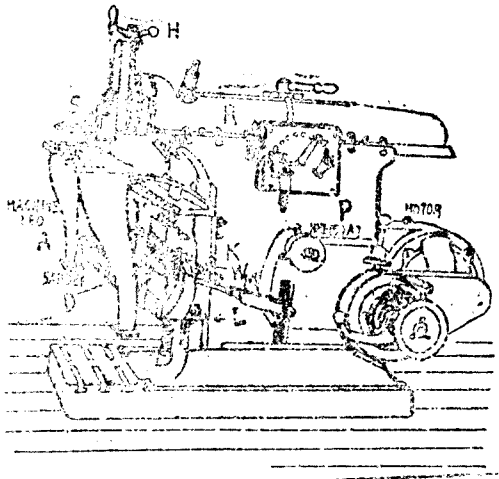


以上僅舉二例，其他尚有多種。要之，工作物之形狀及切削之面既不同，而其裝置亦各  
異。裝置時，用種種工具，須熟練敏捷，於裝置工作物既正確固定，而切削之操作，固甚簡  
單也。故職工對於平鉋床之技術，亦以裝置工作物為主要。

### 95. 成形鉋床

此機之構造，亦有種種。如刃物台  
僅能往復運動者（例如 Geared shaper-  
及 Crank shaper 等），謂之 Pillar sha-  
per。刃物台兼能移為直角方向運動者  
，謂之 Traverse shaper。如第 301 圖，  
即 Pillar shaper 之一例，茲述其各部  
作用如下。

第 301 圖



如圖所示，R 為 Ram，前端設刃物  
台，以往復運動而行切削行程及復歸行  
程。P 為機柱 (Pillar)，其前面 Cross

rail K 上之 Saddle D，為裝置工作物之處。K 可上下或左右移動，即迴轉 W 軸，左右移動  
。迴轉 L 軸上下移動也。



自動進程（此際工作物左或右移動，刃輪不能左右動，與車床之銼刀迥異）。依機柱P內之機溝，使柱M往復運動。而M端有一爪形物，伸入W軸上齒輪之縫間。故每一切割行程終了，W軸微轉一次，則D即向左或右竄送一次，遂得送程焉。

S為刃輪台，能左右迴轉，由刻度盤T，可以知其迴轉角度。欲上下移動刀架，則轉手柄H可也。

工作物之裝置，如本圖所示，係垂直固定於台前面者（本圖之工作物，係鑄鐵之是Machine leg）。如小形工作物，可裝置於跑床虎鉗（Shaper vice）上，而此虎鉗係水平固定工作物台上者。

本圖所示之原動力為電動機（Motor），甚普通用階輪者多，即由皮帶聯於馬車之主軸（Main shaft）而傳遞轉運動於P內也。

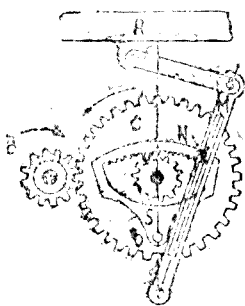
此機Ram R為往復運動及急還行程之機構，有數種，茲就普通所用者，舉一例如如下。

(A) 鏈形式成形刨床(Link shape or crank shaper)如第302圖所示，B為原動齒輪，其迴轉運動由於如前所述之電動

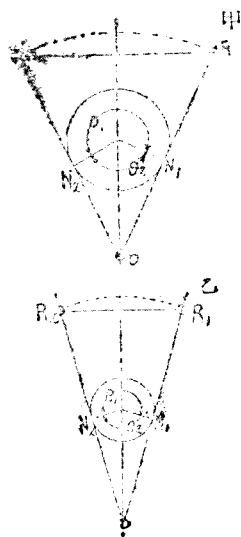
機或階輪與B相啮合之齒輪C上，一扇形片S其內方之齒與齒輪P相啮合，內齒之左端，有一小齒N，插於鏈輪M之溝中。S以D（固定於C上）為中心，M以O為中心。若迴轉P，可使S與M，向左迴轉，以變換Ram R行程之距離。

今S如圖之位置，齒輪B依矢之方向迴轉，則C及P隨之，一同迴轉，而M以N之牽制，得左右搖動（此際N於M溝中，上下滑動）。故Ram R隨之往復運動。

第 302 圖



第 303 圖



R往復行程之大小，依N與C中心Q之距離而變更。如第303圖（甲），以NQ以為半徑

。由O引此圓之二切線ON<sub>1</sub>R<sub>1</sub>及ON<sub>2</sub>R<sub>2</sub>，而取OR<sub>1</sub>及OR<sub>2</sub>等於M之長。則R<sub>1</sub>R<sub>2</sub>即R行程之長，而角 $\frac{G_1}{O_2}$ 為急還行程之比。設將N移至與Q最近之處（中心線OQ上），依前法作圓及切線，如第303圖（乙）所示， $\overline{R_1R_1}$ 及 $\frac{G_1}{O_2}$ 均見減小，此即R行程極小也。

(B) 惠特攪司式急還裝置 (Whitworth's quick return motion)

此裝置於成形鉋床及立鉋床多用之。如第304圖，齒輪E，以A軸為中心而迴轉。有溝之鏈條 (Link) G，以P為中心，由固定於E之釘B而迴轉。Link R之一端O，緊固於G之溝內。他端S，聯於Ram G之迴轉由於與階輪同軸之小齒輪F。G迴轉一周，則S同Ram成一往復運動。其急還之理，如第305圖所示。釘於B<sub>1</sub>及B<sub>2</sub>位置時，則O移於O<sub>1</sub>及O<sub>2</sub>之位置，此際S在行程之兩端。故E之迴轉，當B釘由B<sub>1</sub>至B<sub>2</sub>時，為復歸行程。由B<sub>2</sub>至B<sub>1</sub>時，為切削行程。若E以等速迴轉，則復歸行程與切削行程速度之比為角 $\frac{G_2}{O_1}$ 。

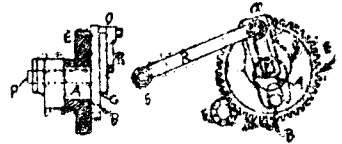
又O於G溝中，可來往移動，而行程之大小，依PO之距離而變更，與復歸切削行程之比無關，此其特徵也。

96. 立 鉋 床

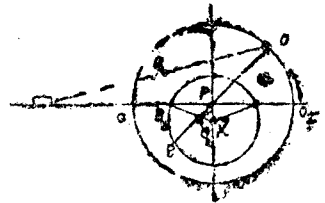
此機專為切削垂直面及孔中稜溝之用，其機構及作用，大致與成形鉋床相似，特Ram係垂直方向，為不同耳。茲取一例，如第306圖，以明其概略。階輪S之迴轉運動，經齒輪P、Q，而傳於圓板D。D上有拐銷，以鏈條C，與Ram R相聯。是以階輪迴轉而R得往復運動。

D與C之關係，如第307圖所示。C之下端，隨D之

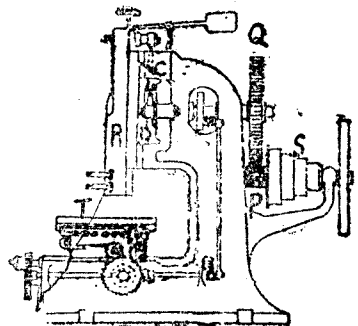
第 304 圖



第 305 圖



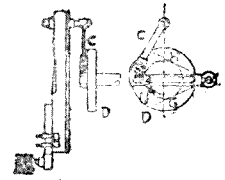
第 306 圖



迴轉，成圓周運動。上端係於Ram，成上下直線運動。其行程由釘N之位置而變化，即N漸近於D之中心O，則行程漸次減小。若與O重合，則D雖迴轉，而Ram不動。以N依矢之方向，由G迴轉至H時，為切削行程。由H至G，為急還行程。

工作物台T，於水平方向，前後左右，皆可移動，且可轉動。關於此等動作，均備有手動及自動裝置。

第 307 圖



### 97. 鉋床工作及其他

鉋床之工作，首先將工作物固定於鉋床之工作物台上。或以虎鉗挾持之，而定置於台上。其固定之法，依工作物之形狀而異，原無一定。要以固定合法，始能得精確工作。

於鉋床之工作物，常生變形，其原因有二。一由於固定不合法，受不等之壓力。及工作完畢，解放之，即恢復其舊態，不能得正確之剖面。故於固定時，須特別注意。一由工作物之內部，潛藏鑄造或鍛造時之收縮或變形。及鉋去外皮，則此等收縮或變形，即行發現，亦不能得正確剖面。故於鉋床工作物，須預留粗削皮層。先粗削之，解除其變形潛力。然後精削，始可免變形之患。

工作物切削面之部位有種種，而刃物之形狀，亦因之名異，茲舉數例，用資參考。

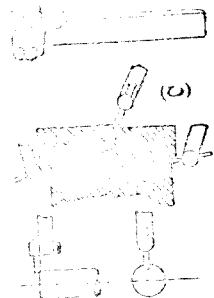
第 308圖之刃物，成長嘴形，為剝削楔溝者。其前部須粗大，而刀架露出之部分須細小，以免惹起反撥作用。

第 308 圖



第 309圖(甲)為以刃身固定於刃物柄者。此種刃物，可任意更變刃身之方向，以應切削之需要。如末圖(乙)，凡工作物之頂面，左右側面，及斜削剝溝等，均可用同一刃物切削。且更換他形刃身時，亦甚便利。

第 309 圖(甲)



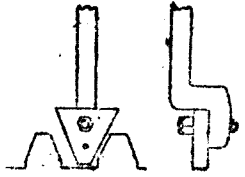
第 310圖，為平鉋床特殊刃物，專為削車床之V形溝者。其刃部須寬，易起反撥。故其刃身彎曲如圖形。

第 311圖為鉋床最大，用之精削刃物。如圖示，刃部

頗寬。AB 隅角略成圓形。而底面亦略有間隙。

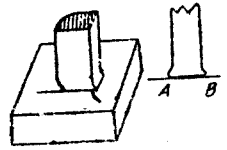
第 310 圖

於鉋床切削之際，刃物常起反撥現象。如第 123 圖 (甲)，以 A 為反撥力支點，向矢方向反撥，刃尖有陷入傾向。欲矯此弊，須如本圖 (乙)，彎曲刃頸部，使刃尖正當中心線 AB，或在其後。以彎曲部之彈力，可免刃尖陷入。由是可得平滑削面，且可免除噪響。



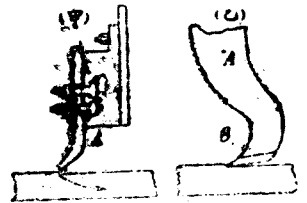
立鉋床之刃物，通例如第 313 圖，為方鋼所鍛成。其角度與車床及平鉋床之刃物頗異。端面 P 角，為供切削肉層之用。斜角 A 為刃物削入工作物面時，留有間隙，以免接觸。且角 A 一如平鉋床刃物，能防止刃尖陷入及發噪響。

第 311 圖



立鉋床刃物，於復歸行程時，刃部與削面接觸，不免增其疲耗。故普通多用如第 314 圖之刃物以減輕之。此刃物為切削箱溝內部之用，刃身 T 插於柄 P 下端，而以二螺釘頂固之。P 之上面，有彈簧 S 壓迫，以保持其正當位置。於復歸行程時，刃物得於底部搖擺，故能減輕其疲耗。

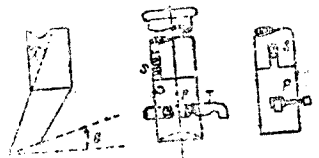
第 312 圖



第 313 圖

第 314 圖

第 315 圖為切削半圓溝之刃物。於 C 部之厚，若較 10 耗小，不免起反撥作用。故於 A 之部分，如點線 B，增加其寬，以加大強度。



第 315 圖



無論使用何種鉋床，於工作物台之面，須十分注意保護。如鎚擊棒打，或工作物墜落，均是擊傷台面。設台面某部受傷，固定工作物時，難得穩固。須多費手續

，且特加慎審始可。否則不能得正確削面。又使用之前，於台面，須拂拭潔淨，慎勿使鐵屑等硬物，置於其上。蓋於台面上，常推動工作物，因此恐鐵屑劃傷台面也。

第五節 銼床及其工作法

## 98. 銑床之種類

銑床切削工作，其主要之動作，如第316圖所示。W 為工作物，T 為刃物（即銑刀），固定於S軸上。T及S由機力迴轉，同時工作物亦由機力，如矢之方向，自動前進，遂得切削焉。

第 316 圖



施行銑床切削工作之機械，謂之銑床，又名旋刀機（Milling machine）。此種機械，甚優於他種切削機。其優點為：

- (i) 一刃物有多數削刃，鋒刃之磨耗既可減輕，而切削亦正確。
- (ii) 刃物連續切削，能率人為增進。
- (iii) 削刃之形，依工作物之形製造，得切削複雜形狀之工作物。
- (iv) 此機動作，多係自動，一人可監視數台。

其種類由形式上分之，大別如下：

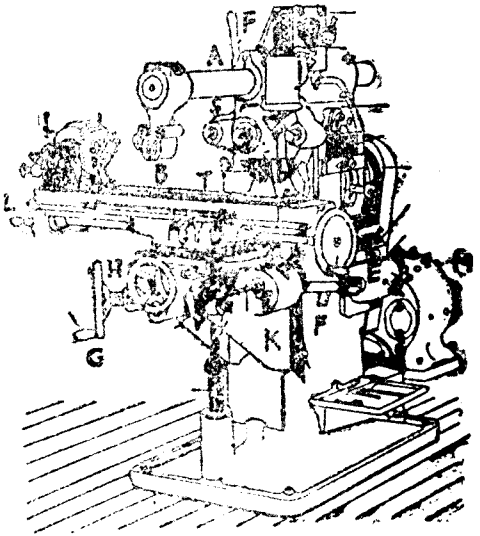
- (i) Column and knee type (柱型) 此為通用者，又分普通型 (Plain type) 及萬能型 (Universal type) 二種。
- (ii) Vertical type (豎型) 此者刃物軸 (Spindle) 係垂直方向，為切削內面用。
- (iii) Profiling type (成形型) 為(ii)之一種，刃物軸被導於型板上，切削與型板同一之面者。
- (iv) Plainer type (平鉋床型) 此為平鉋床之變形，即將平鉋床之刀架，變為銑刀軸也。
- (v) Lincoln type (車床型) 此為車床之變形，即將車床頂心間，裝以銑刀軸，而能上下移動也。
- (vi) Special type (特殊型) 為專切削某種物之特殊機械，如齒輪螺釘頭或螺絲等之專用切削機也。

## 99. 銑床之構造

茲舉萬能銑床 (Universal milling machine) 之構造及作用，以概其餘。此機不能自行

大型工作物，但如雌螺絲刀 (Tap)，正孔器 (Reamer)，螺旋鑽頭及各種大小齒輪等之小型工作物，以之切削，甚為便利，如第317圖，刃物軸支持於S B之間。S之迴轉運動，由於皮帶輪 (8) 及電動機M。S前端之插刃物軸 (Cutter mandrel) 之孔，具有標準傾斜。故凡具有標準傾斜之刃物軸，皆可適用。

迴轉手柄 F，鬆解其螺釘，可使 Arm A 迴轉，或前後滑動。若不用 B 時，可旋轉使之向上。B 之孔中，有時插置頂針，以挾持刃物軸。有時迴插刃物軸於其中。



第 317 圖

工作物台 T 之左右移動，可以手動或自動。且其底部，一如車床之複式刃物台，有一圓盤，可左右迴轉，惟兩方各限於45度以內之角。手輪 G 則 T 之升降，H 則 T 之前後移動，手柄 L 則 T 之左右移動，而手輪 Q 則 T 之急速左右移動。自動進程，由於電動機，經由輪 (Feed Gear) E，聯結料 U，及膝部 (Knee) K 之側面所設之齒輪箱 N，而傳於各部。U 為望遠鏡式之活動桿，雖 K 之位置變動，而亦不影響其運動。工作物固定於 T 上，或挾持於指示頭 (Index head) I 與尾架 (Foot stock) P 之間 (I 及 P 係以螺釘固定於 T 上者)。

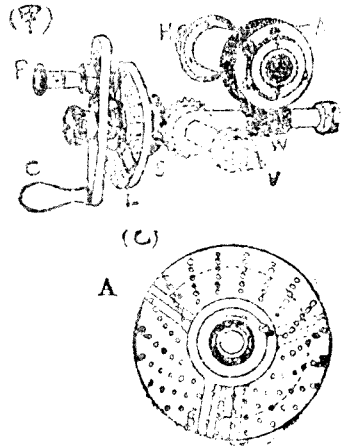
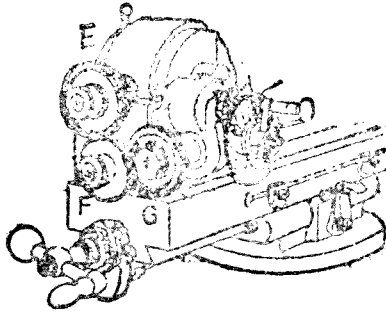
指示頭 I，為切削齒輪所必要者，其外形如第318圖。主要之機構如第319圖 (甲)。H 為與尾架相對，支持工作物之指示軸 (Index Spindle)。迴轉曲拐 (Crank) C，則 H 由 Worm W 及 Worm 齒輪 A 之作用，可方右任意迴轉。又 H 亦可由水平方向俯仰，向下 5°，向上 10°。於 Worm 軸上，固定一如本圖 (乙) 所示之指示盤 (Index plate)，L 上穿多數小孔。又於軸上游動曲拐之指示針 (Index pin) P 可插入 L 之小孔中，以定曲拐與指示盤之關係位置。此際指示盤隨曲拐一同迴轉。又指示盤與曲拐之間，有二 Sector arm AB，各

以齒心為中心

第 318 圖

第 319 圖

，單獨迴轉，  
緊固螺釘 C (本圖乙)，可  
付 A B 開度一  
定，迴轉其一  
；而其他亦隨



之迴轉。指示盤之小孔，係按圖15, 16, 17, 18, 19, 20 (如  
第319圖 (乙)) 或21, 23, 27, 29, 31, 33 或其他等分之數  
。如此不同之指示盤，備置數枚，以應種種切削之用。

### 100. 指示盤之使用法

指示盤者，為等分工作物周圍之用。其分法有三，茲述如次。

(i) 單指示法 (Plain or simple indexing) 如前所述，曲拐上之Worm與Worm輪相嚙合，其迴轉之比為 $\frac{1}{40}$ 。即Worm40迴轉，而Worm輪一迴轉也。今設欲將工作物周圍15等分之，則於工作物 $\frac{1}{15}$ 迴轉，而曲拐須 $\frac{40}{15} = 2\frac{10}{15} = 2\frac{2}{3}$ 迴轉，即2迴轉又一圓周之 $\frac{2}{3}$ 。求此 $\frac{2}{3}$ 迴轉，先於指示盤上，取一周孔數為3之倍數，如15或18者。將指示針P，固定於其處。然後迴轉曲拐2周，再由P之原插入孔之次孔起，繼續迴轉10或12孔。遂得迴轉 $2\frac{2}{3}$ 周，即工作物得迴轉 $\frac{1}{15}$ 。如此挨次反復15次，則工作物之周圍，可15等分矣。但於數孔數時，既費時間，而以肉眼數之，亦易錯誤，并用Sector arm以補救之。即將其一臂置於P之左側，他臂送於第10或12孔之右側，以螺釘C固定之。如前所述，而拐2迴轉既終，再由Sector之一臂起，轉至他臂側 (此際Sector不動)。次再將Sector送回起點，如前次與P相當之位置。此法僅可用於工作物之等分數，與指示盤各周之孔數，無相當之因數者。於實際工作，尚有用。

(ii) 複指示法 (Compound indexing) 如上述，此係用兩單指示法之不足者。例如下

作物之等分數為96，工作物迴轉 $\frac{1}{96}$ ，而齒輪須迴轉 $\frac{40}{96} = \frac{5}{12}$ 周。但指示盤之周孔，無有為12者

。是則可用 圓周，迴轉二次，其求法如下。

$$\frac{40}{96} = \frac{5}{12} = \frac{2+3}{3 \times 4} = \frac{2}{3 \times 4} + \frac{3}{3 \times 4} = \frac{1}{6} + \frac{1}{4} = \frac{1 \times 3}{6 \times 3} + \frac{1 \times 4}{4 \times 4} = \frac{3}{18} + \frac{4}{16}$$

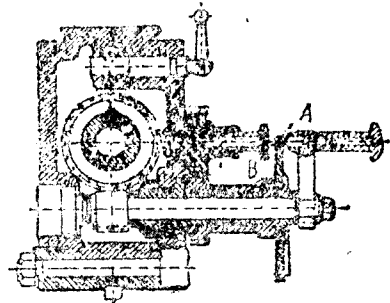
即第一次依18孔之周，迴轉3孔。第二次依16孔之周，繼續迴轉4孔。此二次迴轉之和，即可得工作物 $\frac{40}{96}$ 迴轉也。

又如工作物之等分數為69，其1等分所須齒輪之迴轉為 $\frac{40}{69}$ 。但指示盤無此周孔數，可用下法以求之。

$$\frac{40}{69} = \frac{33-23}{3 \times 23} = \frac{63}{3 \times 23} - \frac{23}{3 \times 23} = \frac{21}{23} - \frac{1}{3} = \frac{21}{23} - \frac{1 \times 9}{3 \times 9} = \frac{21}{23} - \frac{9}{27}$$

即第一次依23孔之周，正迴轉21孔。第一次，則依27孔之周，逆迴轉9孔。二次迴轉之差，而工作物即可得 $\frac{40}{69}$ 迴轉也。

第 319 圖 (丙)



施行二次迴轉時，須用如第319圖(丙)所示之背栓 (Back pin) B。如二次迴轉和之例，先將指示栓 P 插於18孔周之一孔中。背栓 B 插入16孔周之一孔中。P 迴轉3孔後，乃退出 B，再迴轉指示盤，俟 B 經過3孔，再插入第4孔中，即得所要之迴轉。若於二次迴轉差

之例，與前略同。惟第一次迴轉23孔周上之21孔後，乃逆轉指示盤，使背栓於27孔周上，經8孔，而插入第9孔中，則工作物即可迴轉 $\frac{40}{69}$ 。

於實際如上述之計算法，依等分數，列為一表，較為便利。但有時略生誤差，或計算出之分母數，與指示盤之孔數，不相當者。於是差動指示法，以救濟之。

(iii) 差動指示法 (Differential indexing) 於複指示法，依背栓所數之孔數，易生差誤。或起等分之誤差。而差動指示法，則無此憂。如第318圖，於指示軸上，一如車床，有一交換齒輪 E。其運動經中間齒輪 F，而傳於齒輪 G。齒輪 G 係固定於 V 軸上者 (參看第3



19圖甲)。其運動經傘形齒輪S，更傳於指示盤L。是以若齒輪EG之齒數相同，則指示軸1週轉，而指示盤亦1週轉，又於中間齒輪，若為一個時，則面枋與指示盤同方向週轉，若為二個時，則反對方向週轉。故當用一個中間齒輪時，面枋40週轉，指示軸1週轉。此際面枋與指示軸之週轉關係，與前所述單指示法或複指示法，無少變更。而面枋與指示盤之關係週轉數，則生變化。即面枋39週轉 ( $40 - 1 = 39$ ) 時，而指示盤40週轉。若用二個中間齒輪時，面枋41週轉時 ( $40 + 1 = 41$ )，指示盤40週轉。於此計算等分時，不能取40為分子，須取39或41，為分子而計算也。若變換齒輪EG之種種齒數，或用二段齒輪，可得任意之分子數。利用此等關係，無論任何等分，均可完全求得，而毫無誤差。於實際，須熟知此等關係，依所要之等分，而決定齒輪之齒數及合用之指示盤。至於週轉面枋及利用Sector，其操作固甚簡單也。

#### 101. 銑床刃物 (Milling cutter)

銑床刃物，俗稱銑刀。由其用途及形狀，可分四類。

(i) 切削表面或平面者 (Face or plain milling cutter)

(ii) 切削側邊或放射狀者 (Side or radial mill)

(iii) 切削角度者 (Angular cutter)

(iv) 成形者 (Formed milling cutter.)

以上四類之主要形狀，如第320圖所示1及2，刃幅寬，成螺旋形，專為切削平面之用。3及4，刃幅狹仄，成直線形，專為切斷之用。此等刃物之前面間隙角，均甚小，普通為4~7度。

人形刃物，全以高價鋼製之，甚不經濟。故普通多如2或3之形，木體以軟鋼或鑄鐵製，而植插高價鋼之刀片。又1為精削用。2為粗削用，於刃設有缺口，以便切屑碎斷。3以二枚刀片所組成，磨耗幅仄，可調整之。

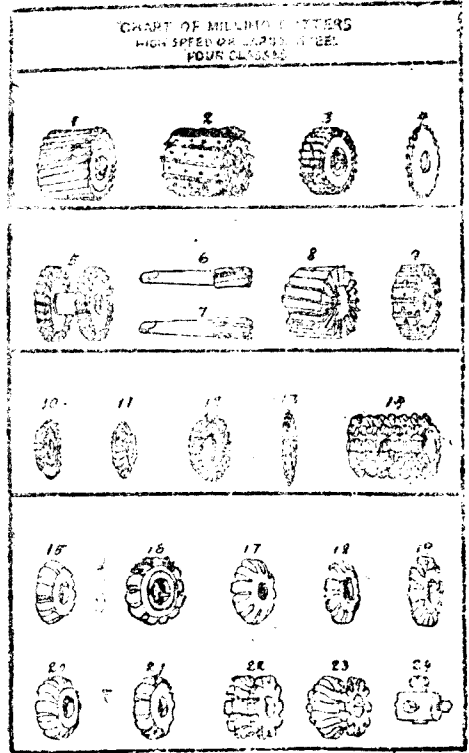
5, 6, 7, 8, 9, 為 Radial mill。切削垂直於刃物軸之面者。前面間隙角特小，約為

2~4度。\*端面之刃，集向中心，略成皿形。惟6之端面中央有孔，於切削平面一部分之滯時，恰如鑽床之鑽孔。其中央部之孔，於工作物面上，所殘留之部分，使工作物不得前進。故於工作之先，依此孔之大小，於工作物表面，須掘一穴。7則異於是，其端面有刃，可免此弊。此類刃物，用其側面，亦可切削平面。

10.11.12.13.14.爲Angular mill。

如10爲單刃，11爲雙刃，專爲切削刃物之刃。單刃之傾斜角，對於其軸線，成45° 50° 60° 70°或80°。雙刃爲40°與12°，或48°與12°。13爲切削螺絲，14爲切削齒輪之用。

第 320 圖

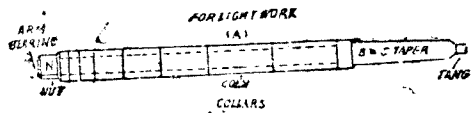


15至24爲成形刃物，各依所要工作物之形狀而製作。其刃形務須正確，勿使稍變，此爲其特殊條件。即以含其軸線之平面，無論如何截之，而所得之斷面，均爲同形。故此等刃物無前面間隙角，若切削頑鈍時，僅研磨刃齒側面可也。

102. 刃物軸 (Arbor)

刃物軸如第321圖所示，以研磨機，正確精研之圓棒上，套入數圓筒 (Collars)。將刃物夾於相當位置之二圓筒間，緊固螺帽N則刃物即固定於軸上。軸之一端，帶傾斜部分，係插於銑床動軸之Spindle內。他端以曲臂之頂針支持之。

第 321 圖

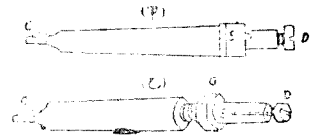


MILLING-MACHINE ARBOR FOR CUTTERS WITH PLAIN HOLES LIGHT WORK

如第 322 圖 爲小刃物軸之二例，其外部成圓錐形，

第 322 圖

一如鑽頭。本圖 (甲)、固定刃物處，成圓柱形，其端  
有螺釘 D，頸部有楔 E，均爲固定刃物用者。圖 (乙)  
與 (甲) 大致相同，惟固定刃物處，略有傾斜，成錐狀



。頸部有一六角螺帽，以爲脫出刃物之用。此二種軸，均以柄部 C 插入銑床動軸內，使端固  
定刃物，而行旋削，甚適於輕微工作。所用刃物，以短小爲佳。若長而大，剖面難精確。

### 103. 銑床一般之工作法

銑床之工作，其刃物之大小，迴轉速度之遲速，切削之深淺，及工作物送程之多寡，於  
剖面及生產量上，均有至切之關係。但以金屬之軟硬，刃物配置之疏密，機械及刃物軸之強  
弱，以及其他種種情況，甚難定一定之法則。當工作時，須斟酌種種情形定之，要以經驗爲  
重。如迴轉速度與工作物送程之關係，速度緩慢，送程較大。若速度大，則送程宜小。於工  
作效率上，二者雖可得同一結果。但送程關於剖面之精粗，故粗削時，用大送程，慢速度。  
精削時，以小送程快速度爲常例也。

普通刃物迴轉之速度，即圓周線速度，其範圍對於軟銅及銀鐵每分鐘約爲 9~12 呎，軟鑄鐵  
約 12~18 呎，黃銅約 24~30 呎，若用高速鋼刃物，則照前列之數，增加 50%~75%。工作物  
之送程，依工作上種種情形而異。其範圍於刃物圓周線每一呎，約爲 1.0~1.5 呎。例如刃物  
迴轉速度，爲每分鐘 12 呎，則一分鐘切削之厚爲 12~18 呎。茲將二表如次，藉資參攷。

對於常用金屬刃物速度及工作物送程表

		黃 銅	銀 鐵 鋁	錫	錫 銅
速 度 (每分鐘呎)	粗 削	24.4	12.2	9.15	6.10
	精 削	30.5	18.3	12.2	7.03
送 程 (每分鐘呎)		73.5	19.05~50.8	12.7~38.1	6.35~12.7

切物直徑及其切削速度表

每分鐘 直徑 吋	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
	每分鐘之迴轉數									
1/2	38.2	76.4	114.6	152.9	191.1	229.3	267.5	305.7	344.0	382.2
5/8	30.6	61.2	91.8	122.5	153.1	183.7	214.3	244.9	275.5	306.1
3/4	25.4	50.8	76.4	101.7	127.1	152.5	178.0	203.4	228.8	254.2
7/8	21.8	43.6	65.5	87.3	109.1	130.9	152.7	174.5	196.3	218.9
1	19.1	38.2	57.3	76.4	95.5	114.6	133.8	152.9	172.0	191.1
1 1/8	17.0	34.0	51.0	68.0	85.0	102.0	119.0	136.0	153.0	170.0
1 1/4	15.3	30.6	45.8	61.2	76.3	91.8	106.9	122.5	137.4	153.1
1 3/8	13.9	27.8	41.7	55.6	69.5	83.3	97.2	111.1	125.0	138.9
1 1/2	12.7	25.4	38.2	50.8	63.7	76.3	89.2	101.7	114.6	127.1
1 5/8	11.8	23.5	35.0	47.0	58.8	70.5	82.2	93.9	105.7	117.6
1 3/4	10.9	21.8	32.7	43.6	54.5	65.5	76.4	87.3	98.2	109.1
1 7/8	10.2	20.4	30.6	40.7	50.9	61.1	71.3	81.5	91.9	101.9
2	9.6	19.1	28.7	38.2	47.8	57.3	66.9	76.4	86.0	95.5
2 1/4	8.5	17.0	25.4	34.0	42.4	51.0	59.4	68.0	76.2	85.0
2 1/2	7.6	15.3	22.9	30.6	38.2	45.8	53.5	61.2	68.8	76.3
2 3/4	6.9	13.9	20.8	27.8	34.7	41.7	48.6	55.6	62.5	69.5
3	6.4	12.7	19.1	25.5	31.8	38.2	44.6	51.0	57.3	63.7
3 1/2	5.5	10.9	16.4	21.8	27.3	32.7	38.2	43.6	49.1	54.5
4	4.8	9.6	14.3	19.1	23.9	28.7	33.4	38.2	43.0	47.8
4 1/2	4.2	8.5	12.7	16.9	21.2	25.4	29.6	34.0	38.1	42.4
5	3.8	7.6	11.5	15.3	19.1	22.9	26.7	30.6	34.4	38.2
5 1/2	3.5	6.9	10.4	13.9	17.4	20.8	24.3	27.8	31.3	34.7
6	3.2	6.4	9.6	12.7	15.9	19.1	22.3	25.5	28.7	31.8
7	2.7	5.5	8.1	10.9	13.6	16.4	19.1	21.8	24.6	27.3
8	2.4	4.8	7.2	9.6	11.9	14.3	16.7	19.1	21.1	23.9

9	2.1	4.2	6.4	8.6	10.8	12.7	14.9	17.0	19.1	21.2
10	1.9	3.8	5.7	7.6	9.6	11.5	13.4	15.3	17.2	19.1
11	1.7	3.5	5.2	6.9	8.7	10.4	12.2	13.9	15.6	17.4
12	1.6	3.2	4.8	6.4	8.0	9.6	11.1	12.7	14.3	15.9
13	1.5	2.9	4.4	5.9	7.3	8.8	10.3	11.8	13.2	14.7
14	1.4	2.7	4.1	5.5	6.8	8.1	9.6	10.9	12.3	13.6
15	1.3	2.5	3.8	5.1	6.4	7.6	8.9	10.2	11.5	12.7
16	1.2	2.4	3.6	4.8	6.0	7.2	8.4	9.6	10.7	11.9
17	1.1	2.2	3.4	4.5	5.6	6.7	7.9	9.0	10.1	11.2
18	1.1	2.1	3.2	4.2	5.3	6.4	7.4	8.5	9.6	10.6
19	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.1	10.1
20	1.0	1.9	2.9	3.8	4.8	5.7	6.7	7.6	8.6	9.6
21	0.9	1.8	2.7	3.6	4.5	5.5	6.4	7.3	8.1	9.1
22	0.9	1.7	2.6	3.5	4.3	5.2	6.1	6.9	7.8	8.7
23	0.8	1.7	2.5	3.3	4.1	5.0	5.8	6.6	7.5	8.3
24	0.8	1.6	2.4	3.2	4.0	4.8	5.6	6.4	7.2	8.0
25	0.8	1.5	2.3	3.1	3.8	4.6	5.1	6.1	6.9	7.6
26	0.7	1.5	2.2	2.9	3.7	4.4	5.1	5.9	6.6	7.3
27	0.7	1.4	2.1	2.8	3.5	4.2	5.0	5.7	6.4	7.1
28	0.7	1.4	2.0	2.7	3.4	4.1	4.8	5.5	6.1	6.8
29	0.7	1.3	2.0	2.6	3.3	4.0	4.6	5.3	5.9	6.6
30	0.6	1.3	1.9	2.5	3.2	3.8	4.5	5.1	5.7	6.4

切削之厚，爲以刃物齒數，除刃物一週時工作物之進程所得之商。例如一週轉之進程爲9耗，刃物之齒數爲30，則切削之厚爲 $\frac{9}{30}=0.3$ 耗。此於車床或銼床，固爲極薄。但於鑽床，則非此不可。且於車床及銼床及成形銼床等之寬刃刃物，以刃物台或工作物台及橫梁之反撥，切削之深，常被限制，必須輕淺。而於此機，有時刃力較寬數倍，以刃物軸之反撥，其切削之深，更受限制。故無論粗制或精制，均須輕淺。

鐵刀刃齒密接，齒間常被削屑填塞，以致生熱，而妨刃力之作用。如是須注油潤澤之，

以散去其熱。近時多用刃齒疎少之刃物，不注油亦可。

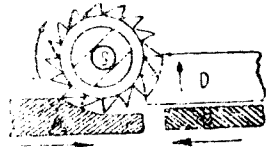
銼刀削刃，稍失銳利，疲耗頓增。對於工作物，易起反撥，不能得整齊剖面，須注意之。又刃與齒正孔器相同，對於背壓力，甚為薄弱，易於崩壞。故於切削中，不可逆轉。又鑄造及鍛造物之表面，常覆鑄屑及銹皮，對於刃物，亦甚有害。於工作必要時，鑄鐵及鍛鐵之工作物，以稀硫酸浸之，黃銅以稀硝酸浸之。則可除去鑄屑或銹皮。

凡用軸心銼刀（如第323圖1及2）精削時，迴轉速度須大，而工作物送程宜小。於放射狀銼刀（即切削端面銼刀），送程宜稍大。依切削狀態，勿使剖面不均。

以螺帽固定於刃物軸上之小銼刀，其迴轉方向，須與螺絲緊固之方向，相一致。若以楔固定之大銼刀，其迴轉方向，可以任意。

第 323 圖

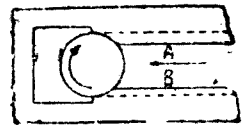
對於刃物迴轉，工作送程之方向，如第323圖。A之送程方向，由削刃之前面向後進行，能免除工作物台送程螺絲桿與雌螺絲之逆問，既無背動，故可得正確之送程。若B之送程方向



，工作物由削刃之背面送來，刃物壓迫工作物，有向下之傾向。以致螺絲桿與雌螺絲，生有逆問，而不能得正確送程，即工作物向前移動較多也。又A之切削，直由削刃前面，切削爽利。B則與削刃前面，不能直接接觸，以鑄物或鍛造品之堅脆表皮，易使刃鋒禿頓。D為示切削端面送程之方向。此者工作物壓力向下，於工作物穿諸連接部分，便有緊縮傾向。故切削平滑，而送程亦確實。惟工作物對於刃物有搖動傾向。於工作物台各部，須精密緊固以防之。

第 324 圖

第324圖，為同時切削內側上下兩面者。其送程方向，對於削刃，上下側各不同。因而上下側之切削厚，亦須相異。如圖所示矢之方向，上側A，宜較下側B異厚。蓋上側較下側切削作用



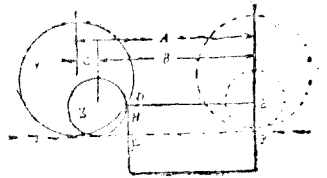
大，如是始可平衡得平滑切削而送程確實也。若欲B側切削較厚時，可將刃物逆轉之。

裝置銼刀於刃物軸上時，銼刀及環坐之面，均須搽拭乾淨。設有塵埃夾於其間，緊固螺帽，刃物即起曲撓傾向。以其反撥，刃物不能得整齊迴轉。又環坐之面，係互相平行者，須

常保持此狀態。若其面一有損傷、迴轉時、易起刃物之反撥。至於裝置刃物軸或托木軸時，亦同樣注意拂拭之。

切削平面，用軸心或放射狀鋸刀均可，其功效相同。軸心鋸刀之切齒，較放射狀刀齒，雖易研斲及能保持工作常態。但切齒壓力，對於切面成直角方向。以切刃之高低及工作物之質地不同，易變其切削作用。以致工作物之反撥，而難免切面不平。若放射狀鋸刀，其切齒之切削壓力，殆加於途徑方向，故無此患。

第 325 圖



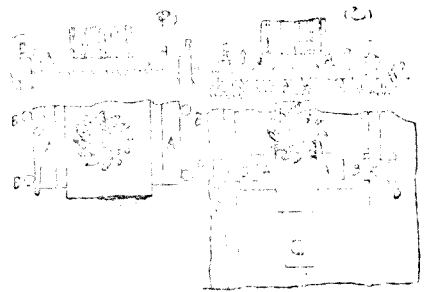
鐵刀之直徑，依其強度及使用上之便宜，以小為佳。如第325圖，切削工作物DEFG部分。先用鐵刀X，一次切削完了時，工作物移動之距離為B。若用較大鐵刀Y，則距離為A。A較B為大，其損益可知。故於短小之工作物，用大徑鐵刀，刃物迴轉較久，徒費時間。且小徑鐵刀之製造費既較廉，而迴轉所用之力亦小。故鐵刀以直徑小者，利益較大。

第 325 圖

### 104. 平面切割法

平面切割，大別為二種，茲略述如下。

(1) 以端面鐵刀切削者，如第326圖，刃物軸與切面垂直，迴轉刃物，移動工作物台，漸次而切割全面。工作物之固定法如圖（甲），為最簡單者。於工作物台之孔中，每側



各插圓箍B二枚。BB間置二矩形板AA，夾持工作物，並以一C壓固之。AA長於工作物之邊，須有斜面，以免與刃物相觸。此等矩形板，長寬大小相異者，須備若干塊，以應臨時選用。

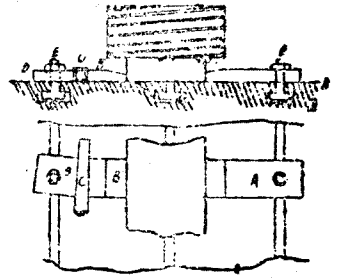
上述之固定法，宜於薄工作物。若較厚者，須用圖乙之裝置。即於夾持工作物之矩形板AA上，復以二矩形板BB之一端壓之。BB之他端，以一D。而以T形螺釘，固定於工作物台之T形溝中。此等物件，亦須備置若干組。蓋依工作物之長短，同時或用數組也。每二組之間隔，約0.5~0.75呎。

(2) 以側面鋸刀切削者。此法如第327圖，刃物軸與削

面平行，迴轉刃物，前進工作物，即得切削平面。固定工作物之法，以T形螺釘E，貫入工作物台之T形溝中。而以螺帽緊固矩形板A及方形板D。再置矩形板B及楔C，緊夾工作物。

以上所述之平面切削法，為普通所用者。其他尚有多種，依工作物之形狀而異，殊難備述。於茲所舉，不過略為參考而已。

第 327 圖

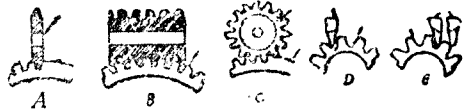


### 105. 正齒輪切削法

齒輪之齒形，分漸伸線式 (Involute system) 及擺線式 (Cycloidal system) 二種。前者相啮合，齒輪之中心距離，雖有變化，而其嚙合作用，仍無何等障礙。後者則直與以惡影響。故今之用者，多以前者為主。但無論何種齒形，於切削時，須選相宜刃物。齒齒形固由刃物所削成也。

齒輪切削法，大別如第328圖所示五種。A之切削，由於Milling (即普通鐵床)。B由於 Hobbling，C由於Shaping，DE則由於Planing。

此五種切削，所用之機械及刃物雖各異，而關於齒輪之性質則同，茲述其概要如下。

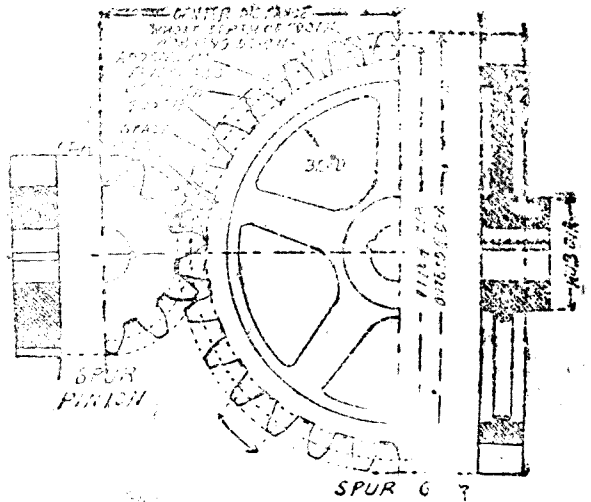


第 328 圖

如第329圖，為正齒輪 (Spur gear)

與正軸輪 (Spur pinion) 相啮合之狀。其各部之名稱，如圖所標記。二齒輪之軸線，與輪齒相平行。無論如何迴轉，而二節圓 (Pitch circle) 始終相切。故須用同一系統之齒式，即同屬於漸伸線式或同屬於擺線式。僅齒數與節圓相異而已。

第 329 圖



相啮合之二齒輪，不僅須同一齒式，且須同一齒輪係數。(



Module or Modulus) 齒輪係數者，以米突法計算齒輪各部尺寸所用之常數，即以齒數除節圓直徑所得之商也。例如齒數為N，節圓直徑為 $D_p$ ，則齒輪係數M，為

$$M = \frac{D_p}{N} \dots\dots\dots (1)$$

而  $N = \frac{\pi D_p}{P}$  (P=Circular pitch 之長可譯為圓節)

$$\text{故 } N = \frac{D_p}{\frac{\pi D_p}{P}} = \frac{P}{\pi} \dots\dots\dots (2)$$

普通多用(2)式，即每組相嚙合之齒輪，其齒數雖各不同，而Circular pitch必須一致。此值(普通單位多用mm.)既已規定，由(2)式求得M之值，然後始能規定下列各種。

$$\text{節圓直徑 } D_p = N \times M \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{齒輪外徑 } D = D_p + 2M = (N + 2) \times M \dots\dots\dots (4)$$

$$\text{Addendum } C = M \dots\dots\dots (5)$$

$$\text{Dedendum } e = 1 \frac{1}{6} \times M \dots\dots\dots (6)$$

$$\text{齒 高 } b = C + e = 2 \frac{1}{6} \times M \dots\dots\dots (7)$$

$$\text{齒 幅 寬 } i = \frac{P}{2} \dots\dots\dots (8)$$

$$\text{二齒輪中心距離 } E = \frac{\text{甲齒輪齒數} + \text{乙齒輪齒數}}{2} \times M \dots\dots\dots (9)$$

例題 設齒輪係數為10，二齒輪之齒數甲為50，乙為20，試求二齒輪各部分之尺寸。

解。依前九諸式，求得各值如次。

- $P = \pi \times M = 3.1416 \times 10 = 31.416\text{mm.}$
- $D_p = N \times M = 20 \times 10 = 200 \text{ mm. 乙齒輪}$
- $D_p = N \times M = 50 \times 10 = 500 \text{ " " 甲 " "}$
- $D = (N + 2) \times M = (20 + 2) \times 10 = 220\text{mm. 乙齒輪}$
- $D = (N + 2) \times M = (50 + 2) \times 10 = 520 \text{ " " 甲 " "}$

$$i = \frac{P}{2} = \frac{31.416}{2} = 15.63 \text{ mm}$$

$$b = 2 \frac{1}{6} \times M = 2 \frac{1}{6} \times 10 = 21.6 \text{ mm.}$$

$$C = M = 10 \text{ mm.}$$

$$e = 1 \frac{1}{6} \times M = 1 \frac{1}{6} \times 10 = 11.66 \text{ mm.}$$

$$E = \frac{20 + 50}{2} \times 10 = 350 \text{ mm.}$$

若齒輪各部之尺寸，以英吋計算，而與上列諸式相當之關係，為下列諸式。直徑節

$$(\text{Diametral pitch } Pd = \frac{\text{齒數}}{\text{圓直徑}} = \frac{N}{D_p})$$

$$D_p = \frac{N}{P_d}$$

$$D = \frac{N}{P_d}$$

$$C = \frac{1}{P_d}$$

$$e = \frac{1.157}{P_d}$$

$$b = \frac{2.157}{P_d}$$

$$E = \frac{\text{甲齒輪齒數} + \text{乙齒輪齒數}}{2} \times \frac{1}{P_d}$$

米突式之齒輪係數M，與英式之直徑節，恰為反數，英式於計算上，甚不方便，故普通多用米突式。

以普通銼床，切削正齒之輪，所用之銼刀，其形狀如第330圖所示，正恰合於二齒輪之空隙。欲得正確之齒形，每一種齒形，須用一種銼刀。但每種齒形，備置一種銼刀，甚不經濟。普通於每一齒輪係數，由12起，至齒桿（Rack）間之齒數，分為若干段。對於同段齒數之齒輪，用同一銼刀。由是所得第330圖者，係近似齒形。於普通不必十分精密之機械，均

可使用。若欲切削更精密之齒輪，非用後述之Hobbing machine不可。普通齒刀之分段法，依製造場，各有差異。茲舉一例如次。

鋸刀號數	1	2	3	4	5	6	7	8
齒輪齒數	12 至 13	14 至 16	17 至 20	21 至 25	26 至 34	35 至 54	55 至 134	135 以 上

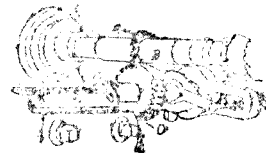


上表齒輪係數係在 9 以下者。若在 9.5 以上，其分段法，略如下表。

鋸刀號數	1	$1\frac{1}{2}$	2	$2\frac{1}{2}$	3	$3\frac{1}{2}$	4	$4\frac{1}{2}$	5	$5\frac{1}{2}$
齒輪齒數	12	13	14	15~16	17~18	19~20	21~22	23~25	26~29	30~34

6	$6\frac{1}{2}$	7	$7\frac{1}{2}$	8
35~41	42~54	55~79	80~134	135以上

第 331 圖



用以上所述之刃物，切削正齒輪，其工作法如第 331 圖所示。先於刃物軸 B 之相當位置，固定以相當刃物 A 正確修正台架尾架，在同一直線上，而使工作物位於刃物之直下。再將膝部徐徐上昇，至刃物尖端與工作物將欲接觸時停止之。合其垂直標尺 (Vertical index) 於零，移動工作物離開刃物 (向左或右)；由垂直標尺再將膝部上昇，至齒形之高。乃移工作物近於刃物，與以工作物台自動送程。則開始動轉，而施行切削。一溝切削終了，將工作物台復歸原狀。以前所述之指示盤，使工作物迴轉一齒，再行第二次切削。如是反復工作，工作物迴轉一周，則成一齒輪矣。而切削一齒，須檢查其有無誤差。若有誤差，須調整之。

以上所述，係一度切削而成功者。若欲齒形精密時，須行二度切削。即粗割時，用粗割刃物，而切削尺寸，較規定者略淺。精割時，用精割刃物，送程較前略小。

106. 螺旋齒輪一切削法

用銼床亦可切削螺旋齒輪。此種齒輪，係不在一平面上之二軸（普通多成直角方向），傳動所用也。其特徵為迴轉數之比，與節圓之大小無關，而與齒數成反比。且嚙合平滑，運動少發音響。其切削法，與切削正齒輪相同，惟所異者，工作物對於刃物齒軸傾成相當角度，及工作物須與以自動迴轉而已。

工作物對於刃物軸所傾斜之角，即齒之方向，與齒輪軸線所成之角，謂之螺旋角 (Helical angle) 設為  $\alpha$ 。此種齒輪之節 (Pitch) 有二種，一為圓周節，即等分螺旋齒輪端面圓周者，亦為一種等分節 (Divided pitch)，設為  $P_c$ 。一為垂直節 (Normal pitch)，即垂直於齒方向之斷面，所成齒形之圓周節，設為  $P_n$ 。又設  $M_n$  為垂直於齒斷面之齒輪係數。  $M_c$  為齒輪端面之齒輪係數。則此等之關係為

$$\cos \alpha = \frac{P_n}{P_c} = \frac{M_n}{M_c}$$

若齒輪之齒數及  $M_c$  為已知數，則如正齒輪，可以求得其他諸部分之尺寸。

於切削螺旋齒輪，首先須選定刃物。選定時，以其垂直於齒之斷面齒形，視為正齒輪之齒形。依其垂直節，而知其齒輪係數。再依次式，以求選定刃物所用之齒數。然後始能規定用何種銼刀。所求之齒數 =  $\frac{\text{螺旋齒輪之齒數}}{\cos^3 \alpha}$

例如所求之齒數為 100，齒輪係數為 5，則於前頁齒輪係數在 9 以下之表上，可規定為 7 號銼刀。

刃物既已選定，其施行切削之手續，大致與切削正齒輪相同。惟須如第 332 圖 (甲)，依工作物台 (Table) 下部之分度盤，迴轉工作物之軸，使與刃物軸，成螺旋角  $\alpha$ 。再與工作物以相當迴轉運動及送程。迴轉刃物，即得所要螺旋形之溝。

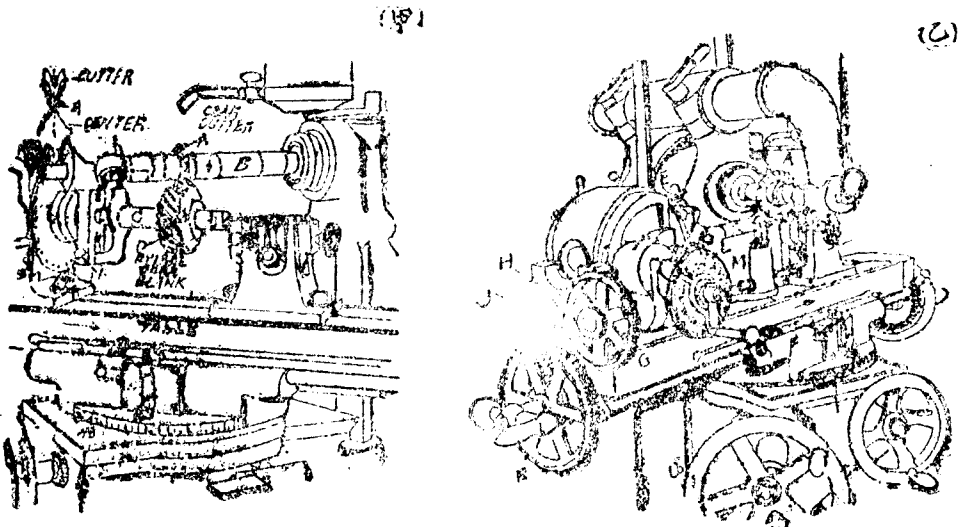
工作物之迴轉與送程之關係，一如車床之切削螺絲。如第 332 圖 (乙) 所示之交換齒輪 G H J K。設其齒輪為  $g h j k$ 。又指示軸與 Worm 輪迴轉之比為  $\frac{1}{40}$ ，指示軸之迴轉數為  $N_2$ ，送程螺絲之迴轉數為  $N_1$ 。則此等之關係式為

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{k \times h}{j \times g} \times \frac{1}{40}$$

例如設  $g h j k$  等齒數相同，則  $N_2$  為 1 時， $N_1$  須為 40。若送程螺絲之節 (Pitch) 為  $\frac{1}{4}$  吋

第 332 圖

UNIVERSAL MILLING MACHINE

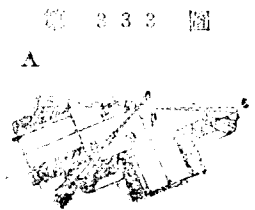


則表示軸亦即工作物 1 週轉時，而工作物台亦即工作物前進  $\frac{1}{4} \times 40 = 10$  吋。利用此等關係，選擇相當齒數之交換齒輪。使工作物於 1 週轉時，齒輪前進 1 齒距 (Axial Pitch，即一螺絲節)。如是既定螺旋角，復須交換齒輪。此後則一如切削正齒輪，反復切削。至一周切削訖，即得所要之螺旋齒輪。

但交換齒輪之配合，於普通鐵床，多附以表，不必一一計算。

### 107. 傘形齒輪切削法

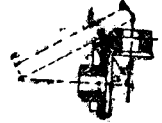
於切削傘形齒輪 (Bevel gear)，宜用傘形齒輪削成機 (Bevel gear generating machine)。設未備置此種機械，以設床亦可切削。所得齒形，雖不甚正確，而於不須精密處，亦可使用。



傘形齒輪為傳達相交二軸迴轉運動之用，普通二輪以前表 (此種齒輪之要領如第 333 圖所示。齒之部分，Pinion 與 gear，同立於圓錐形 OAB 及 ODC 上。此二圓錐頂點共通為

O，因而齒形由外方內，即向頂點 O 傾斜，漸次縮狹。按理論其齒形之曲線，當屬於球面擺線 (Spherical cycloid)，或球面漸伸線 (Spherical involute)。但實際上，甚難求其正確。故實用上，均以如第 3 3 4 圖所示，以背圓錐半徑 (Back cone radius)  $ab+bc$  為半

第 3 3 4 圖



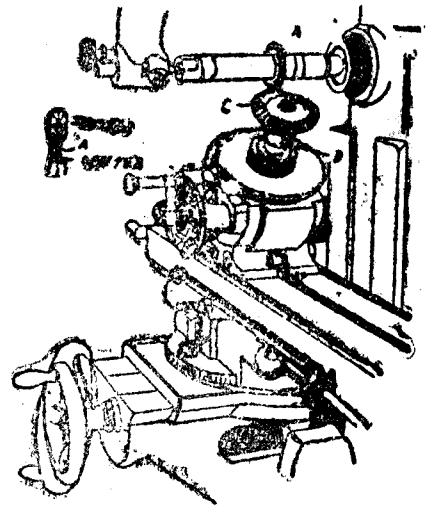
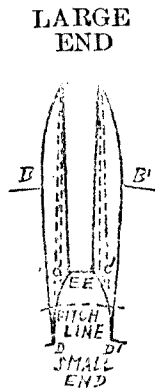
徑，所成正齒輪之齒形以代之。齒幅 BH (參看第 333 圖)，通常在 OB 之  $\frac{1}{3}$  以下。

如上所述，傘形齒輪之齒形，外端較內端既大。則所用之刃物，與切削正齒輪者稍異。即刃之形，適合於外端。而刃之厚，較內端齒溝略薄。否則，不能通過齒溝。

第 335 圖，為以銑床切

第 3 3 5 圖

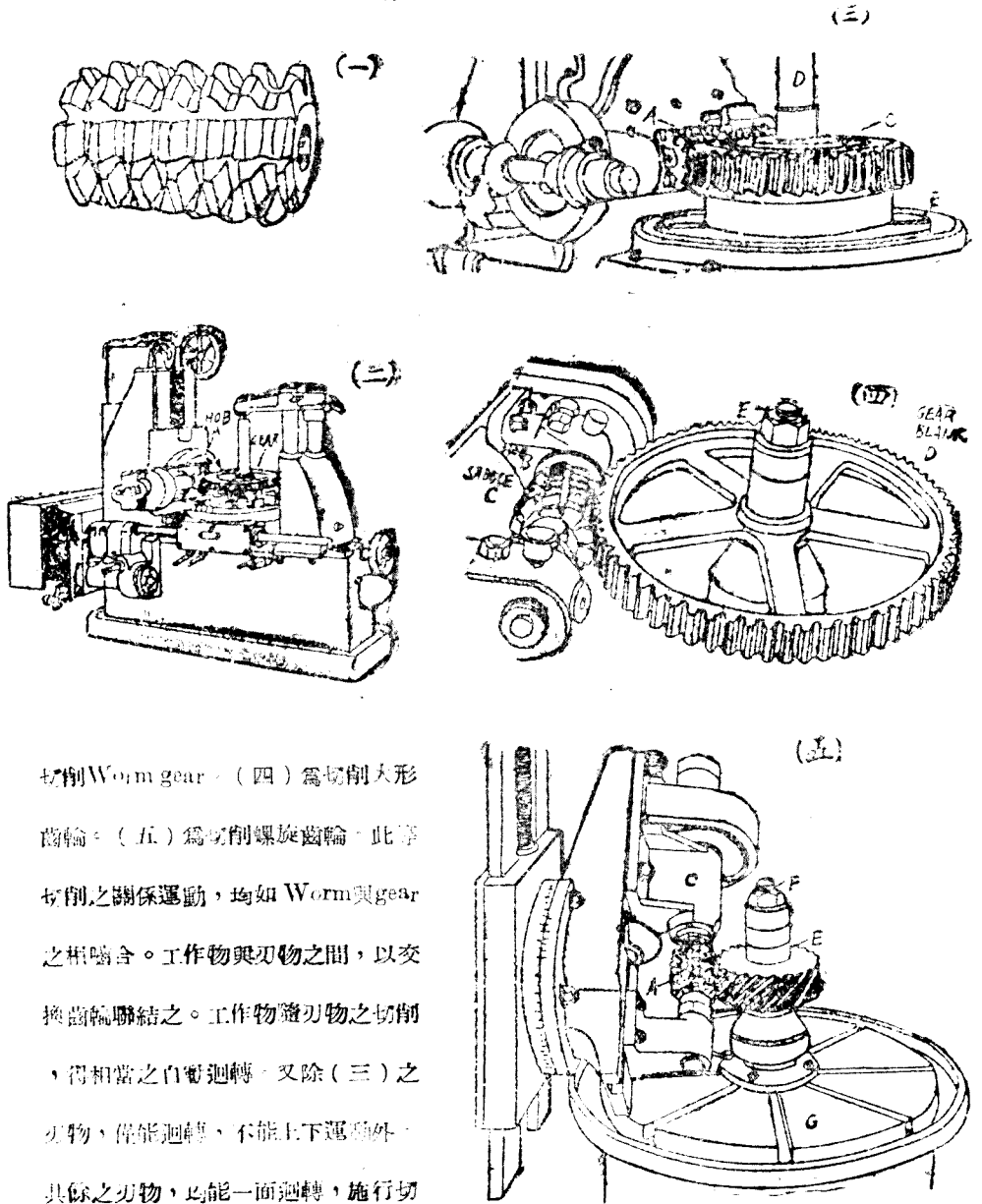
削傘形齒輪之狀。工作物 C，固定於指示頭之 Spindle D 上，使之對於水平傾斜，成如第 335 圖之 D 或 B 角，此角稱為 (Cutting angle) 齒之切削，由內向外。所切削之溝，僅如刃厚。此溝外端須寬於內端。故須加以修正，此即用 Milling



切削不便之點也。其修正法，稍微橫工作物合 (或進或退)，再微轉工作物。使內端齒之側面，觸於刃物剖面。此際刃物與工作物之中心，不相一致。齒之側面，對於刃物，略微傾斜。從而刃物切削，漸向外端，齒之側面，被削愈多，故齒溝漸向外擴大。次則與前反對方向，稍微橫送工作物，所送之量，與前相等。同樣得擴削那齒之側面。如是一齒之兩側面，既已擴削。測其外端之厚，設比規定尺寸太時，可再稍微橫送工作物，復行擴削。則外端之齒，可得必要之形。其內之 Addendum，須如第 335 圖 AC A' C' 點線所示，以錯削去之。

以此機余傘形齒輪不能切削外，無論何種齒輪皆可切削。手續簡單，工作迅速，最為便利。至如直徑1呎以上之大齒輪，則非此機不可。其工作之大要，如第336圖所示諸狀：（一）為用於此機之刃物，名曰Hob，係一種Worm之變形。（二）為切削正齒輪之狀。（三）為

第 336 圖



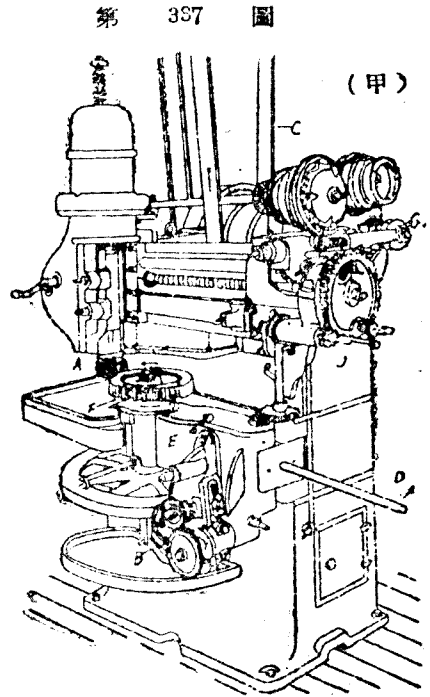
切削Worm gear。(四)為切削大形齒輪。(五)為切削螺旋齒輪。此等切削之關係運動，均如Worm與gear之相啮合。工作物與刃物之間，以交換齒輪聯結之。工作物隨刃物之切削，得相當之自轉迴轉。又除(三)之刃物，僅能迴轉，不能上下運動外，其餘之刃物，均能一面迴轉，施行切

削作用，一面上下運動，施行送刀作用。刃物軸除（五）臨時規定所要之傾斜度外，其餘均照水平略微傾斜。其傾斜度，由刃物之刃對於其軸線大小而定。又工作物齒之方向垂直，而刃物之刃，亦須垂直。

於工作時，所最當注意者，非切削完畢，不得停止機械之運轉。設中途停止切削，因機械各部鬆解，刃物位置稍微移動，則齒面必生階稜。故製Hob所用之材料，須優良之鋼。且須慎重熱處理，以免切削中，齒刃發生障礙。

109. 以Shaping machine切削齒輪法

此機專為切削齒輪之用，而傘形齒輪亦非此機不能精確。如第 337 圖（甲）為此機之外形，（乙）為其切削正齒輪時之要領。以所要齒形之刃物，依矢之方向，上下運動，以切削工作物。及達所要之深時，將刃物與工作物稍微迴轉，再切削其次之齒。此等動作，均由機械自動。於機械發動之前，須與以相當置換齒輪。

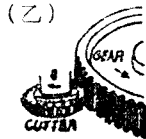


第 337 圖

(甲)

以此機精確切削傘形齒輪之要領，如第338

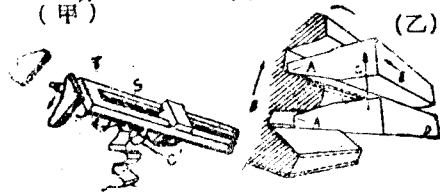
圖所示。此法分用一刃物與



二刃物之別。用一刃物者，如本圖（甲），刃物 C 常依

導板 (Slide) S，向傘形齒輪之頂點 (Apex) 運動。導板 S 又沿所要擴大齒形之模型板 (Turret) T 移動。從一刃物一往復運動，同時導板亦自移動，遂得 一 要之齒形。用二刃

第 338 圖



物者，如本圖（乙）即與前同樣用一刃物，先精削齒之一側面。然後再逆動機械，精削他



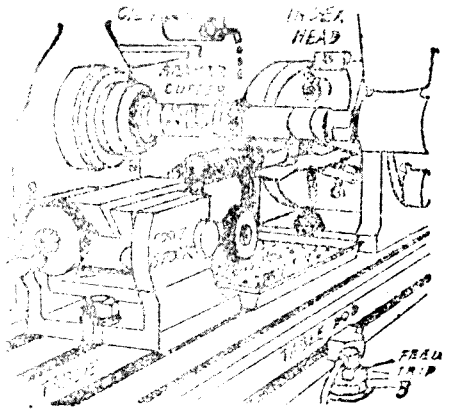
側面。又同時可切兩側面，刃物AA之運動，常向齒輪之頂點。此等運動，皆係自動，故甚節省人力也。

110. 其他切削法

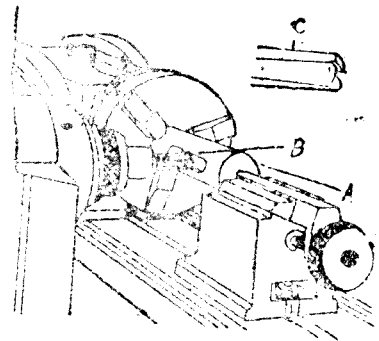
關於鐵床之工作，除上述數種重要者外，其他切削工作尚多。茲再舉二例，以資參考。

第339圖，為以Reamer cutter，切削手用正孔器 (Hand reamer) 之狀。第340圖，為以端面鐵刀，切削淺溝之狀。若用圖中 C 之 Cutter mill 時，須以錐預開一穴，切削即由此穴開始。第341圖，為以三種鐵刀，切削螺釘頭或帽之狀。(甲)為用軸心鐵刀切削者，(乙)為用端面鐵刀切削者，(丙)為用兩刃鐵刀同時切削兩面者。比較此三法，各有優劣。於實地工作時，當係選用可耳。

第 339 圖

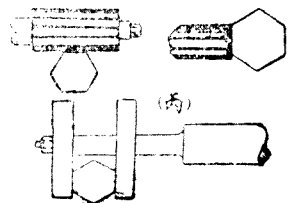


第 340 圖



第 341 圖

(甲) (乙)



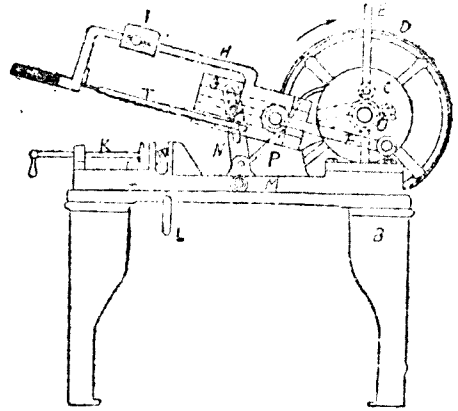
第六 節 鋸機及其工作法

111. 鋸機之構造及其工作法

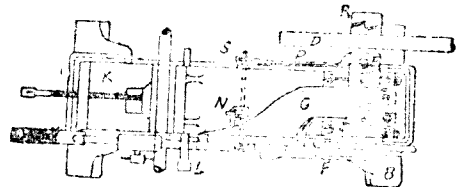
鋸斷工作物所用之機械，謂之鋸機 (Metal saw)。凡軟鋼及其他金屬棒等，皆可以此機鋸之。其構造之概要，如第342圖所示。T 為鋸齒，D 為傳動皮帶輪，C 為齒別圓板，M 為鋸床架。所欲截斷之棒 W，以螺絲母 K，固定於 M 上。皮帶輪 D，於中心軸上不固定，而其形殼，與固定於機上之半形 R (多者半面圓) 相吻合。兩形中間，以彈簧之作用，常加矢之方向壓迫 D。

此壓力由桿E及P之力平衡之。今由皮帶迴轉皮帶輪D，則曲拐圓板C，亦隨之迴轉。經連桿F而與鋸架H及鋸條T，以往復運動。鋸架H上，有一重錘I，為助鋸齒切入之用。鋸之一度切削終了時，G之一部，觸及床架之突起物。其運動經P傳於E，使床架上之突起物，入於E之下部穴中。於其彈簧失其平衡，而以力使R與D離開。因之D輪空轉，而鋸之運動，亦停止焉。

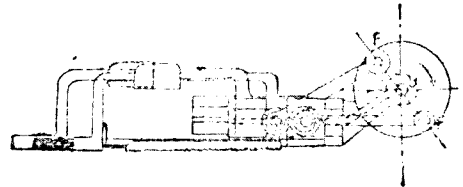
第 32 圖



又如第 343 圖，以C之中心U，與鋸架上之銷V，不在同一水平面上。當拐軸F在水平線以上時，則G稍被上引。從而鋸齒與工作物，不相接觸。故如圖所示，當F在水平時，向左迴轉，鋸齒與工作物接觸，行切削行程。及轉至水平以上，行復歸行程時，鋸齒已離開工作物，不能切削。此為鋸機重要之點。設兩行程，均行切削作用，不啻有損鋸齒，且與鋸機以大震動也。



第 343 圖



第七節 研磨機及其工作法

112. 研磨機之種類及其構造

研磨工作，近來應用頗廣。如內燃機拐軸之精確部分，非經此種精研工作不可。施行此種工作之機械，曰研磨機 (Grinding machine)。其種類大別為四，即

- (1) 萬能研磨機 (Universal grinding machine)
- (2) 外面研磨機 (Surface grinding machine)
- (3) 刃物研磨機 (Tool grinding machine)

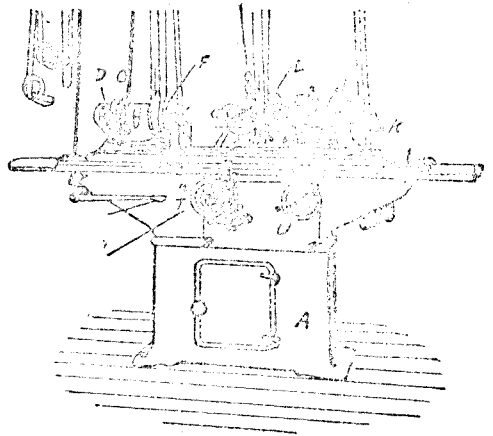
## (4) 平面研磨機 (Plan grinding machine)

此四種機構，大致相同。茲就高能研磨機，述其要領，以概其餘。

此機外形如第 344 圖，大抵與車床

第 344 圖

相似。工作物以 Head stock D，與 Foot stock J 支持之。與車床刃物台相當之處，裝置能左右移動之研磨砂輪 (Grinding wheel)。Table C 上有 Swivel table C，於研磨傾斜工作物時，對於縱向偏倚，可得所要之角度。Head stock D 及砂輪台 L 之下，有刻度圓盤，可依所要之角度迴轉之。U 為縱送台



C 之手輪，T 為橫送砂輪之手輪。此等運動，與車床同樣，皆係自動。而砂輪之送程極小，於每行程終止時，施行之。

## 113. 砂 輪

砂輪由天然產或人造金鋼砂 (如 Emery, Corundum, Alundum, Alomite, Carborundum, Crystolon, 及 Carbolite 等)，以適當材料，結合而成。製造砂輪所用之物質，總稱之曰磨料 (Abrasive)。用同一之磨料，由其粒度硬度及製造法之不同，而異其性質。粒度者，為示粒之大小，即分別砂輪之粗細也。普通以 25 耗 (即 1 英吋) 間，所容篩網孔之數表之。例如粒度為 32，即表示砂粒之大，能通過 25 耗間有 32 網孔之篩也。硬度依混合磨料結合材料之多寡，及其組織而定。砂輪之製造，大抵有下列數法。

(1) 過燒法 (Vitrified) 此法以粘土或砂等，為結合材料，混合磨料後，入於所要形之模型中。以  $1650^{\circ}\text{C}$  之高溫，長時間加熱即成。由此法所製之砂輪，呈赤褐色，銳利而不易鈍，適於研磨硬鋼。

(2) 硅酸鹽法 (Silicate) 此法所用之結合材料為硅酸鈉，以  $158^{\circ}\text{C} \sim 200^{\circ}\text{C}$  溫度燒成之，呈灰色。製法簡單，較過燒法為廉。蓋砂輪直徑在 760 耗以上者，非用此法不可。使用時

，宜注水研磨之。

(3) 彈性法 (Elastic) 此法結合材料用蟲膠 (Lac) 溶成之薄片 (Shellac)，以與 (2) 法同溫度燒成之。色黑，富於韌性，是其特徵。可製 1 耗厚之薄砂輪。故凡小工具及狹仄部分之研磨，非此不可。

(4) 獸膠 (Tanite—為由皮革之廢屑所製成之黑硬粒) 法，硬化橡皮 (Vulcanite) 法及假象牙 (Celluloid) 法 此等法各以獸膠，橡皮與硫黃，假象牙等，為結合材料，均以低溫度燒成之。其使用獸膠砂輪與硅酸鹽砂輪同樣。其他二種，均同於彈性砂輪。

影響於砂輪性質之最重要者，為硬度。對於粒磨影響尚小。硬度之分類及稱呼，依製造場而異。普通多用英字母或數字或二者併記以表之。茲舉一例，如次表。

	過 燒 法 Vitrified	硅 酸 鹽 法 Silicate	彈 性 法 Elastic
極 軟 Very soft	E	3/4	3/4 E
	F	1	1 E
	G	1 1/4	1 1/4 E
	H	1 1/2	1 1/2 E
軟 Soft	I	1 3/4	1 3/4 E
	J	2	2 E
	K	2 1/4	2 1/4 E
	L	2 1/2	2 1/2 E
通 常 Medium	M	3	3 E
	N	3 1/2	3 1/2 E
	O	4	4 E
	P	4 1/2	4 1/2 E
硬 Hard	Q	5	5 E
	R	5 1/2	5 1/2 E
	S	6	6 E
	T	6 1/2	6 1/2 E
極 硬 Very hard	U	7	7 E

上表之區分，不過示其大體，而不能劃清界限。例如知 M 類之砂輪，較 L 為硬。但硬之程度如何，固無從得知。然此亦足應用於硬幾度非必要者也。

砂輪之形狀，依工作之目的而定。茲示其主要者，如第 345 圖。有為圓盤形者，有為杯形

及傘形者。其用法，於直線及傾斜部分，用圓盤形。平面用圓盤或杯形。圓頭刀物等，此三種形，可分別選用。如汽筒內面之倒滑宜用小徑圓盤形。凡此不勝枚舉，要在臨時選擇耳。

114. 研磨工作法及砂輪使用上之注意

研磨工作最重要者，為砂輪之選擇，務須適合於工作物之硬皮。否則，稍有不合，砂輪表面滑動，不盡磨削，即呈明滑 (Glazing) 現象，結果徒加熱於工作物。或過度磨耗砂輪，難望工作精確。但何種工作，用何種砂輪為適當，亦難規一定。大體於粗磨磨削，用硬砂輪。精密磨削，用軟砂輪為佳。要之砂輪之粒較粗大者，不易起明滑現象。結合材料，確實握固磨料，不易磨耗。而磨料於起明滑現象之前，由結合材料脫離者，非良好砂輪。

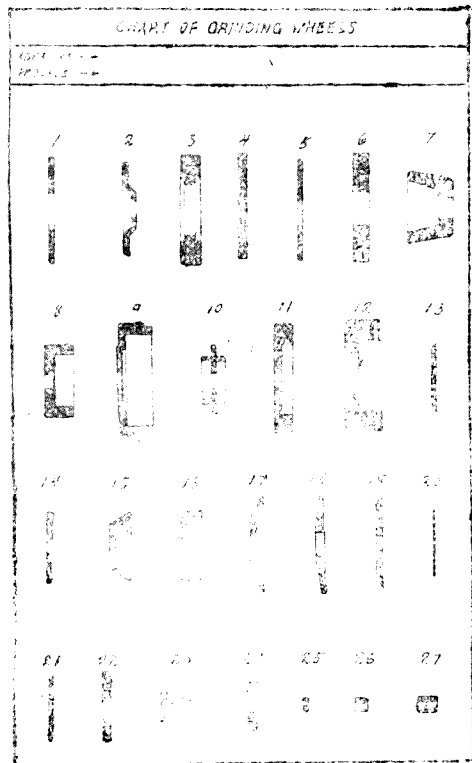
普通砂輪質甚脆硬。以極高速度迴轉，若不注意，易起災害。於市上所售之砂輪，雖有製造場嚴密平衡試驗之證明。而使用時，亦須檢查其有無瑕疵。

砂輪之圓周速度愈高，而研密狀態愈佳，普通約在1500呎~2000呎每分鐘。工作物對於此之圓周速度依材質及砂輪之種類而異，大抵每分鐘為 4.5~18呎。

砂輪與工作物迴轉之關係，如第 346圖所示。研削之層極薄，於粗研磨時約0.025~0.100耗，精研磨時，為0.006~0.12耗。工作物之被送程，依砂輪之結及工作之種類而異。普通於粗研磨時，工作物一迴轉，其送程為砂輪幅之  $\frac{1}{2} \sim \frac{3}{4}$ 。精研磨時，為  $\frac{1}{4} \sim \frac{1}{3}$ 。

施行研磨時，有時注水，有時不注水。但欲工作物研磨光滑，減少摩擦熱，並因膨脹所生之誤差小，而以注水為佳。

第 345 圖



第 346 圖



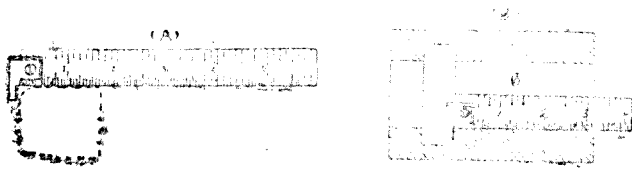
第八節 關於機械工之度量器

於機械工，依工作之精粗，有種種之度量器。茲舉其主要者，略述於後。

115. 尺 (即米突尺)

尺普通所用者，為300耗 (mm) 500耗及1耗 (m) 三種，多以木及鋼製之。木製者，

第 347 圖

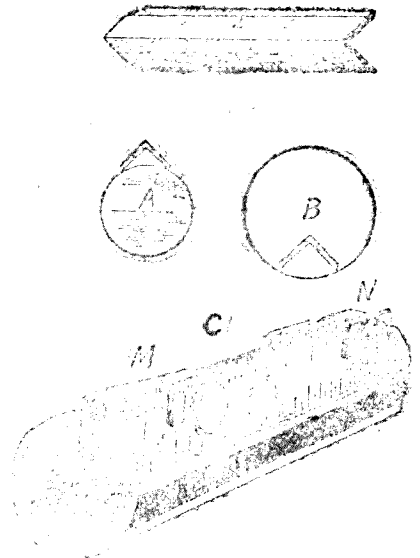


為折尺，携帶便利。惟使用日久，折轉處弛緩，尺度鮮望正確。鋼製者，皆施行熱處理，亦為折尺形者。如第347圖，為機械工場特用之鈎尺 (Hook rule)，其用法說明自明。

116. Box Square

第 348 圖

如第348圖，為斷面成L形之尺，其用法如圖(A)(B)所示，於圓棒表面，或圓筒內面，而引平行於其軸線之線者，為榫溝 (Key seat) 畫線之必要工具。同圖(C)，係以螺釘而固定短臂MN於尺上者，其用法與上相同。惟所刻之尺度：一邊為呎，一邊為英尺。鬆緩螺釘，可任意固定短臂MN於尺之任一邊。



117. 測徑規 (Caliper)

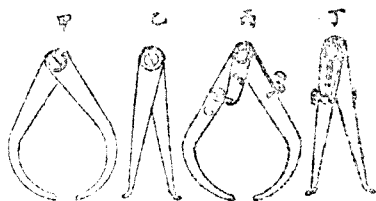
此規俗稱卡鉗，其種類大別可分為二，茲述之如下。

(1) 測外尺寸者，為外徑規。此規如第349及351圖所示諸種。其中凡如第349圖(甲)之形狀者，謂之外徑規 (Outside Caliper) 俗稱外卡。如(乙)之形狀者，謂之內徑

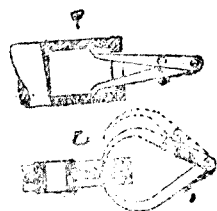
規 (Inside caliper 俗稱內卡)。多由鋼板製，尖端施行硬化，與兩腳規同樣，可以開閉。當其兩尖端閉時，須正確接合。又如木調 (丙) (丁)，有一特殊裝置：其使用法如第 350 圖所示，以外徑規測輪輻之厚。先以短腳 B 重於

C 腳上，兩者由螺釘 A 固定之。與普通定測時同樣，使兩尖端夾觸輪輻。其次鬆緩螺釘 A，如點線開 C 腳，使規與輪離開，正確復合 B 與 C 則依其此際兩尖端之距離，即可測知輪輻之厚。螺釘 D 為輕微加減兩腳開度之用。以內徑規測度縮口圓筒內徑，如本圖 (甲) 所示，其手續與上相同。

第 349 圖

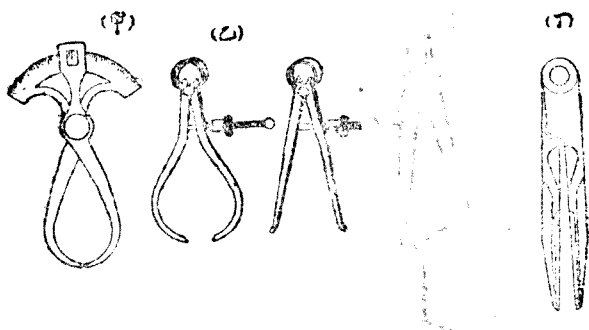


第 350 圖

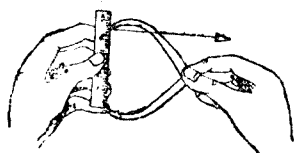


其他如第 351 圖甲乙丙丁等，各有特殊作用。甲為刻度測徑規 (Registered calipers) 如第 350 圖乙之測輪輻厚，亦可以此測之。乙為彈簧測徑規 (Spring caliper)，迴轉螺釘組，可以精密加減兩腳之開度。若以兩

第 351 圖



第 352 圖



指，捏壓兩腳，此螺釘組可輕快迴轉，得迅速加減兩腳之開度。丙為單腳規，用以求圓面橢圓之中心者。丁為分度規，與製圖用之分度規相同，其尖端較硬耳。

使用測徑規，須要熟練。蓋經驗日久者，0.01 毫之誤，亦可察知。測度時，以指尖輕持用之。先以一脚接觸於工作物，然後察視他脚，相當與否，加減開度，以調理之。務使兩脚同時輕觸於工作物，測取時之體時，兩腳尖端連結之直

線，須與其軸線垂直。量度兩脚開度之尺寸時，宜如第 352 圖，先將一脚直於尺之一端。他脚所當之尺寸，須平視之。即視線垂直於尺邊緣，否則不免有誤差。

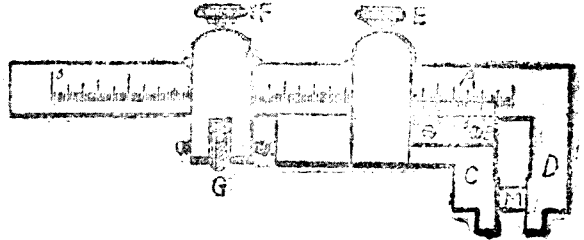
(2) 標記尺寸者 此類測徑規，一般所用者，又分二種。

(A) Vernier caliper

。如第 353 圖，由普通規 A 及副尺 B 相合而成。以硬鋼製。顎口 C D 之面精密研磨。

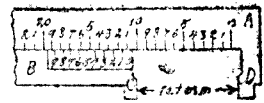
。副尺上之螺釘 E F 弛緩時，C D 可自由開閉。今設欲測工作物 M 之厚，可開 C D 較 M 略大。緊固螺釘 F，輕微加減螺釘 G 當 C D 確實挾持 M 時，再緊固螺釘 E。於是察視 AB 之尺寸，即可知 M 之厚。

第 353 圖



第 354 圖

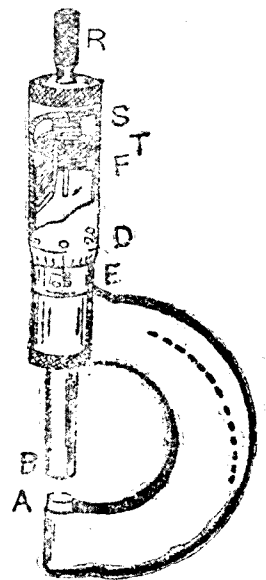
用副尺能測知 0.1 耗之長度。其法如第 354 圖所示 A B 之位置。工作物之尺寸為 10.7 耗，即因 AB 相合之刻度為 7 也。其理由蓋副尺 B 之刻度，為 9 耗之十等分。即每一刻度之長為  $\frac{9}{10}$  耗。A 與 B 刻度長之差為  $\frac{1}{10}$  耗。又二者 O 與 O 相合時，顎口 C D 恰相接觸。B 之 O 與 A 之 10 相合時，C D 之距離為 10 耗。B 之 1 與 A 之 11 相合時，C D



之距離為 0.1 耗。(此際 A 之 10 耗刻度，至 B 之 O 刻度為  $\frac{1}{10}$  即 0.1 耗) 以此類推，B 之 7 與 A 之 17 相合時，則 A 之 10 刻度與 B 之 O 刻度和相距  $\frac{7}{10}$  即 0.7 耗。故工作物之尺寸。為 10.7 耗。此例為測  $\frac{1}{10}$  耗者，其他尚有測  $\frac{1}{20}$  耗者，更為精密。

第 355 圖

(B) Micrometer caliper 此種測徑規，普通所用者，其構造如第 355 圖所示。圓筒 E 固定於 M 腕上，近 M 端刻有耗之橫線。F 筒前端 D 部周圍，50 等分之。後端聯於螺絲桿 S 上。S 又與筒 B 相聯，其絲距 (Pitch) 為 0.5 耗，即 1 耗間，有絲二條。故 F 筒二迴轉，則 B 及 F 前進或後退 1 耗，若迴轉 D 周圍之 1 刻度，則 B 及 F 前進或後退  $\frac{1}{100}$  耗即 0.01 耗。是以用此測徑規，可測  $\frac{1}{100}$  耗之距離。觀察尺寸之法，如第 356 圖所示。設 F 筒之端



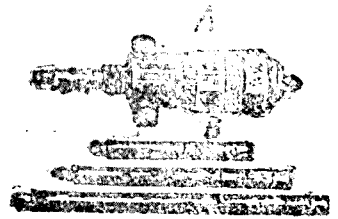
。觀察尺寸之法，如第 356 圖所示。設 F 筒之端



邊及縱線 O，恰與 E筒上之刻度 5 及其縱線相合。由此迴轉 F筒，至第二進轉，刻度 15 與 O 之縱線相合。此際 AB 之距離為  $5 + (0.50 + 0.15) = 5 + 0.65 = 5.65$  耗，即為所測之尺寸。若迴轉 F筒使之前進。迨其端邊及其縱線，恰與 E筒之 O 及縱線相合時，則 B 之端面，恰與 A 之端面相觸，即距離為 O 之時也。

使用此規最當注意者，以手加減 0.01 耗，易生誤謬。迴轉 F筒，挾持工作物僅憑手之感覺，難期正確。故第 355 圖所示，R 柄上，有一 Ratchet wheel T，貼於 F筒之內面。若 B 緊觸工作物，而不能前進時，則僅 R 空轉，而 F 不動。由此使 B 壓迫工作物有一定，即可少生誤差。

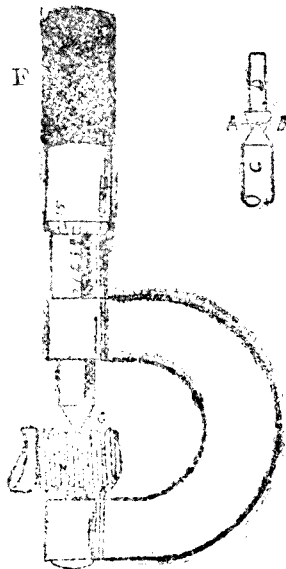
第 357 圖



上述之測徑規，係測外徑者。測量內徑，可用如第 357 圖所示之規。A 為本體，其構造與上相同，不過更其外形耳。B 為長短不同之柄，可插入 A 內，以便測大小內徑更換之用。此規可測至 0.001 耗。

第 358 圖

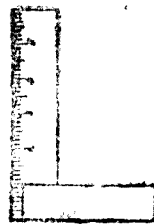
第 358 圖為 Screw thread micrometer，用以測螺絲山與谷之平均直徑者。挾持螺絲山之部分，依螺絲之種類及 Pitch 而異。又欲求山及谷之外徑，依山之高，加減之可也。



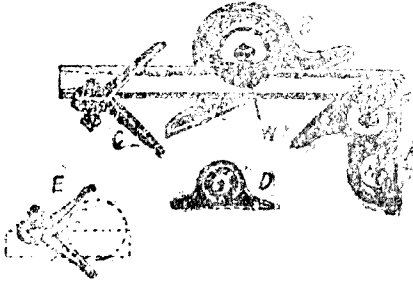
### 118. 定 規

(1) 直角定規 (Square) 第 359 圖

如第 359 圖，為檢查工作物直角之用。其上刻有尺寸，以便畫線於工作物上。此定規須時時檢查其直角有無差錯。檢查之法，於一平面上畫一直線，使



第 360 圖



規之一邊相合，引一垂線。再翻轉之，同樣畫一垂線。此二垂線若相重合，則可知規之直角正確。否則，不正確，須加修正。

(2) 組成定規(Combination set) 此器有種種用途，如第 360圖，將BC取去，可作直角定規。AC取去，可作分度器。AB取去，可如E，

畫線於圓面上，以求圓之中心。又A及B上，有水準器W，為求水平與垂直方向之用。

(3) Universal bevel protractor (萬能測角規) 此定規之外形：如第361圖(甲)，可測度或挪移種種角度。其用法如本圖(乙)所示諸種。但此不過略舉其一般，其他使用法尚多，於茲從略焉。

119. 諸種測驗器

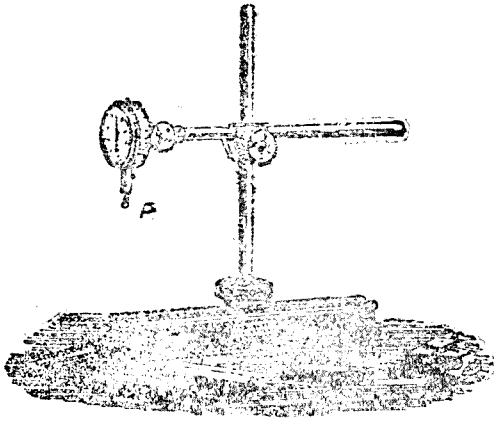
(1) Dial test indicator 此器如第362圖，外表宛如時鐘。其表面圓周，刻有等分度數

第 361 圖



。每一刻度，指示0.01耗；即P端向上折0.01耗時，而指針轉動一刻度。將此P端，觸於平面上，左右移動之，即可測知平面上，有無凸凹；及於工作物裝置之正否；軸之中心有無偏倚，以此測驗，甚為便利

第 362 圖



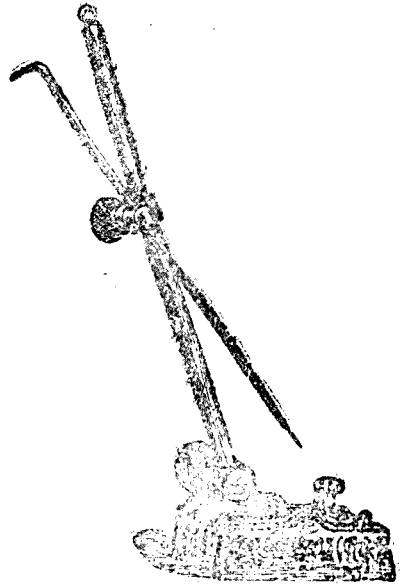
(II) Surface gauge (俗稱畫針) 此器形狀，如第 363 圖，為普通常用者。其作用與上述者同，即以肉眼觀察針尖與工作物之間隙，以定軸心之正否。但此欠於精密，而其主要之用途，為滑動於平台上而畫工作物之線。

(III) Depth gauge (測深器) 此器如第 364 圖，專為測工作物穴深之用。又有以 Micro meter 代其尺寸者，其測度更為精密。

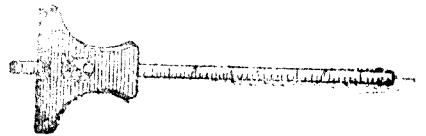
(IV) Thickness gauge (測隙器) 此器如第 365 圖，於厚薄不同之鋼製薄片，各標記其厚之尺寸。插入間隙內，視察其標記數字，即可知間隙之大小。例如軸與軸承面之間隙，插入相當鋼片，即可知其距離。若間隙大時，可插入數片，加各片上之數字，即為間隙之距離數。

(V) Screw pitch gauge 此為測量螺絲 Pitch 之用。蓋螺絲由粗大時，固可以尺測之。若細小時，以尺測度，不惟太費時間且亦易誤差。若用如第 366 圖所示之 gauge，依次取出與工作物相

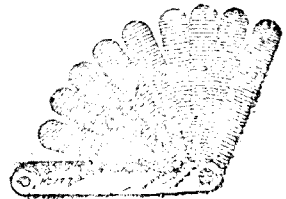
第 363 圖



第 364 圖



第 365 圖



第 366 圖



吻合。選其吻合完全而正確者，視其刻記之數字，直可知工作物之 Pitch。如是既省時間，且無錯誤，殊便利也。

(VI) Wire gauge 此為測金屬絲（即銅絲或鐵絲）之粗細所用者。其形如第367圖，貫金屬絲於其孔中，視察相當孔口之號數，即可知其直徑（孔口之尺寸，依號數附列一表，或刻記於其背面上。）普通所用者，有BWG ( Birmingham wire gauge ) 及 BS ( Brown and sharp wire gauge ) 二式。其粗各異，須注意之。

(VII) Standard screw thread gauge。如第368圖，係用於美國形平頭螺絲者。每一缺口，即螺絲谷漸面之形狀。其上所記之數字，為 1 英寸間之山數。例如欲切削每吋 8 山之螺絲，可將刃物，送入記載數字 8 之缺口中，檢查相合與否。若不相合，即取出修理之，務使相合而後已。

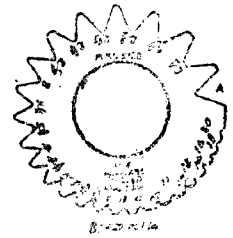
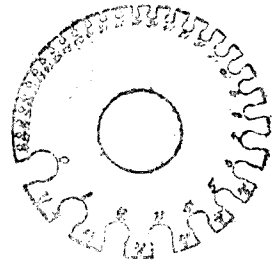
第 367 圖

第 368 圖

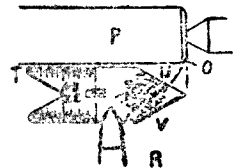
(VIII) Center gauge

其形如第369圖。原來之用途，為測驗切削尖頭螺絲之刃物者，與(VII)同樣為thread gauge。但於美國螺絲之角度為 $60^\circ$

，而其小形車床頂心之角度，亦為  $60^\circ$ ，常以之測驗頂心，故有此稱。於實際兩方均可使用。圖中之刻度，為測螺絲山數之用。所附之數字，為美形螺絲深之二倍，以便知螺絲谷之直徑。例如 11 數字之右為 1.57，設螺絲之間隔為  $\frac{1}{8}$  即 0.125，則  $0.125 - 0.157 = 0.468$ ，即谷之直徑。而 11 為 1 吋間之螺絲數。

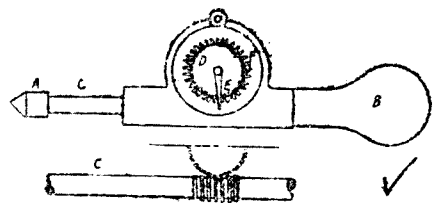


第 369 圖



第 370 圖

(IX) Speed indicator (記速器)此器為記軸迴轉數之用。如第370圖，A端為橡皮，押入 C 端面之中心穴內，或套於其尖端上。B為手柄，用時以手握之，輕壓 A 於軸端面中心穴中，則軸之迴轉運動，由 A 經 C，傳於迴轉盤 D。依 E 針所



指之刻度 (D 一週轉, E 計進一刻度), 可知 D 之週轉數。再由刻度, 即可計算軸之週轉數。但同時須記錄時間, 始能推定每分鐘之週轉數。

C 與 D 之關係, 如本圖下方所示。D 之下面, 有一 Worm 輪, 與 C 上之 Worm 相啮合。若以 C 一週轉, D 即週轉一齒。普通此 Worm 輪, 為 100 齒, 故軸 100 週轉時, D 週轉一周。於 D 之圓周, 有 100 等分之刻度。D 盤之中心, 有數十較深之刻度。E 計當時插入此刻度溝中。迨 D 週轉一周時, 其上之突起, 頂起 E 針, 即可使 E 週轉一刻度。

(X) Standard cylindrical gauge. 此器與 Caliper 作用相同, 亦為測內外徑者。蓋製多量同一工作物時, 其內或外徑, 皆須合於

第 371 圖

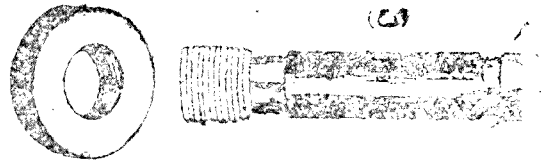
標準尺寸。若用測徑規測之, 甚費時間。故普通工場, 依所要之尺寸, 製如第 371 圖之圓棒與圓套。用時即插入 (測內徑) 工作物中, 或套於 (測外徑) 工作物上可也。既省手續, 又省時間, 甚為便利。於普通工場, 備置此器甚多, 依刻記之尺寸, 排列之。用時依所要之尺寸, 可直接選取。



(XI) Standard thread gauge

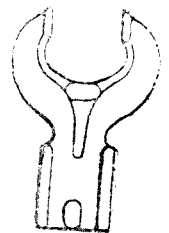
(甲) 第 372 圖

此器如第 372 圖, 為切削精密螺絲時, 試驗之用。本圖 (甲) 為試驗雌螺絲, (乙) 為試驗雄螺絲。其 A 端則為測驗未切削雌螺絲前, 工作物之孔穴者。此於工場中, 亦常備多數, 以應臨時選用。



(XII) Standard caliper gauge. 此器如第 373 圖所示之形, 以硬鋼製, 而硬化之, 預防磨耗。其用為定內或外兩脚規之開度者, 其精確可定 0.001 吋之開度。普通用尺定兩脚規之開度, 全恃手之靈敏, 不可免有誤差, 難得正確。若欲極正確之尺寸, 非此器不可。

第 373 圖



200. 限度規 (Limit gauge)

近來機械, 日益精密複雜。且如汽車工業, 其部分品, 須有交

換性。因而限度規之應用，頗為重要。大工作物按圖之尺寸，正確精確，極費手續與時間，為甚困難之工作。但於實際上，工作物不必正確合於圖之尺寸，即可容許至其程度之誤差。此誤差依工作物之異，其用以規定所容許誤差之程度者，即限度規也。

限度規最重要之用途，為二工作物之配合 (Fit)。於二工作物配合之際，例如圖之尺寸為10耗，而工作物精製後，為10.001耗，仍可使用。此0.001耗之誤差，即所謂容許誤差 (Allowance) 也。若容許誤差之最大者，為+0.001，最小者，為-0.001，則其差之和0.002，謂之公差 (Tolerance)。又二工作物接觸面之間隙，謂之遊隙 (Clearance)。例如10耗之孔，而以9.99耗之軸配合之，則其遊隙為0.01耗。以上所述之三名詞及其意義，為配合工作之最要者，須注意之。

配合之種類，依國及人各異，而無一定。大別為以孔徑為基準 (Standard bore system) 及以軸徑為基準 (Standard shaft system) 二種。依德國通例，以孔徑為基準者，最小孔徑，誤差為0，即恰與圖之尺寸一致。於各種配合，依此定其最大誤差 (即容許誤差)，常較圖之尺寸大，而軸徑隨之增減。以軸徑為基準者，與前反對，最大軸徑，誤差為0，即與圖之尺寸一致。於各種配合，依其粗而減小，以定其最大誤差 (即容許誤差)，而孔徑隨之增減。茲舉德國通用配合標準表，如次頁所示，以資參考。此二表各分I II III IV四級，而每級又分為數種。各欄中英文字母所表示之意義如次。

F 為除用如水壓力之機械力外，不能拔出者。

T 為除用大錘叩擊外，不能拔出者。

H 為用手錘擊出者。

S 為以木槌或手力得拔出者。

G 為以手得輕易轉動者。

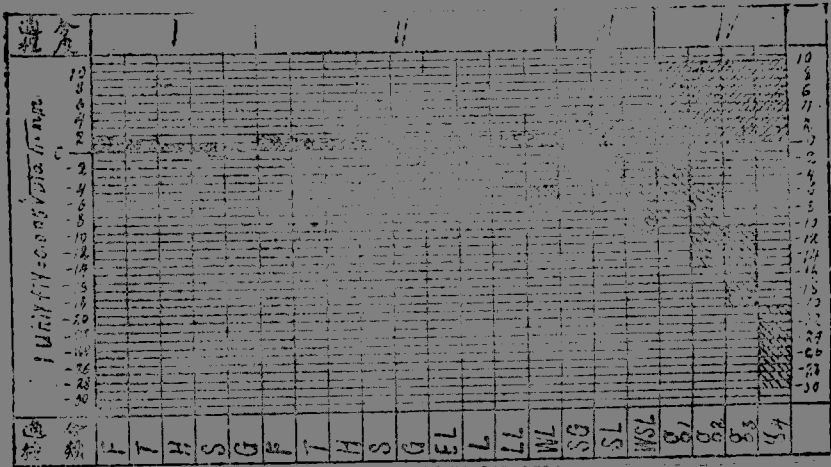
EL 為微有遊隙者。

LL 為有相當遊隙者。

WL 為有充分遊隙者。

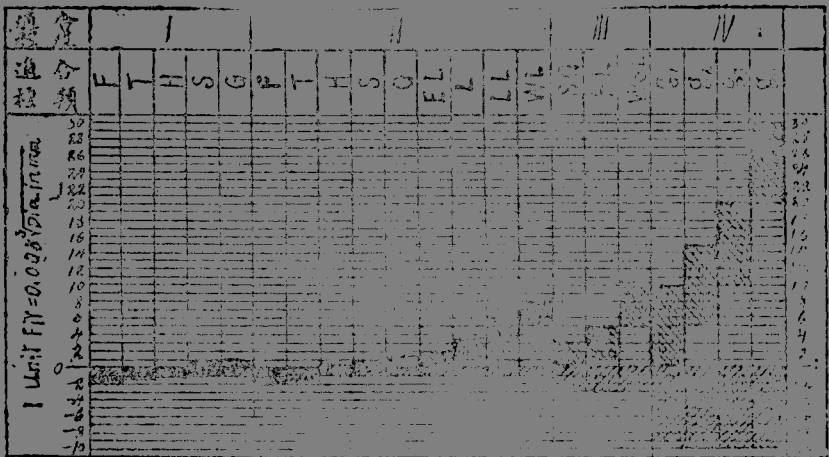
表上所示之公差，均以限度規，規定其範圍。於規定孔徑所使用者，如第374圖，名之曰

適合之標準 (以孔徑為標準者)



孔徑之公差      軸徑之公差

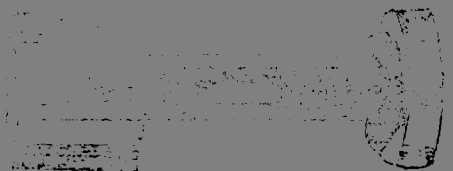
適合之標準 (以軸徑為標準者)



軸徑之公差      孔徑之公差

第 57 圖

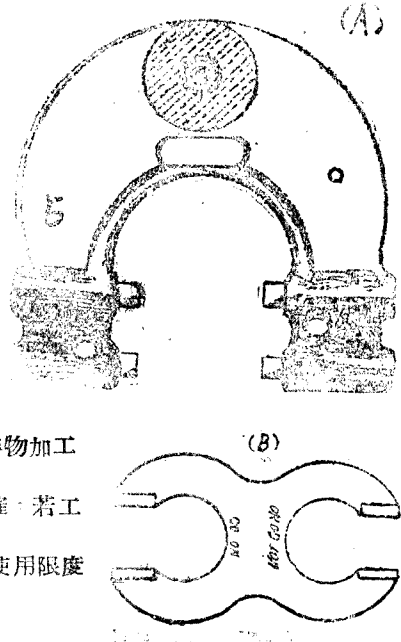
內限度規 (Cylindrical limit gauge) 用於軸者，如第375圖。名之曰外限度規 (Snap Limit gauge)，茲示二種形狀，如本圖 (A) (B)。於內限度規之一端，記GO IN字樣者



徑較小，可以插入工作物內。他端記NOT G  
 O IN者，徑較大，不能貫入工作物內。於外限  
 度規，一方記GO ON，兩腳距離較大，工作物  
 可以通過。他方記NOT GO ON，兩腳距離較  
 小，工作物不能通過。此等限度規，依形式而  
 異其製法。當置備時，須審查適合之種類，而  
 選購之。

使用限度規之最當注意者，為工作物之溫  
 度。蓋限度規之在規定尺寸時，其溫度 $20^{\circ}\text{C}$ 。工作物加工  
 後，其溫度雖不甚炙手。但於此際測度，既已正確。若工  
 作物冷却至常溫時，輒與限度規之尺寸不合。故使用限度  
 規，須俟工作物冷却至常溫時也。

第 375 圖





## 第 六 章 鉗 工

### 第 一 節 概 論

#### 121. 鉗工之意義及用途

鉗工者，以手工精製工作物，而補助機械工之不足。因固定工作物，全恃虎鉗，故以之爲名。蓋普通由機械工所成之製品，其尺寸多少略有誤差，兩配合面亦多少略有凸凹。以此等部分品裝配之，難得完全之機械或器具。故須加手工，以修正之。近世機械，日益精確，所製之工作物，或無須再加修正，則鉗工僅可裝配而已。是以鉗工，多附屬於裝配工場，而無獨立者。至如工作物之製造，以鉗工爲主，而以機械工爲輔者，此等工場，近世極少。茲就其修正工作所用之工具，略述如下。

### 第 二 節 鉗工工具及其使用法

#### 122. 錘子 (Chisel) 及手錘 (Hand hammer)

此二工具，已詳於鍛工手工工具中，茲不復贅。惟錘子之形狀，於鉗工用者，如第376圖所示。此係整削鑄造或鍛造物表面之厚層者。其用法，以左手輕握錘身，使錘刃密接工作物面。錘身傾斜，與工作物面，約成45°~75°角。右手握錘，擊打其上端面，即可整削。

第 376 圖

#### 123. 錯刀 (File)

錯刀又名鑿，爲錯削工作物之表面者。其外形如第377圖所示者。其於硬鋼表面上，刻有錯紋。錯紋之粗細，及錯刀之兩端大小之形狀，依所使用之目的而異。茲將其大小尺寸，舉一例如次頁之表。

第 377 圖

現在各種管錯之大小，係依其全長，即身長加柄長之數。且有標，多以英寸爲單位。例如12寸者，即指全長爲12寸也。



鋸刀尺寸表

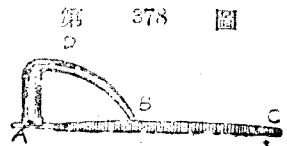
形 狀	扁		半圓		圓	方	三角	柄長 (約)	扁刀身 圓鋸柄 徑(約)
	長	幅	厚	幅	厚	徑	邊		
100	12	4	12	4	4	4	10	45	6.5
150	17	5	17	5	6	6	12	55	8.5
200	22	6	22	6	8	8	15	65	10.0
250	26	7	26	7	10	10	17	70	12.0
300	30	8.5	30	8.5	12.5	12.5	20	80	14.0
350	34	10	34	10	15	15	22	90	5.0
400	36	11	36	11	18	18	25	100	16.0

鋸紋之粗細，與切削價之多少，及鋸削面之精粗，均有密切關係。於工作時，須注意選擇之。茲舉其規格之一例，略如左表。

身 長 鋸 紋 類 耗	1mm間距上之齒數(約)							上鋸紋 之角度 (約)
	100	150	200	250	300	350	400	
粗鋸紋	14	12	10	9	8	7	6	70°
中鋸紋	19	17	15	13	11	10	9	72°
細鋸紋	28	25	22	19	17	15	14	75°
油鋸紋	45	38	34	30	26	23	21	80°

鋸紋之粗者，鋸削難易，而鋸削面粗糙。故於粗削時，用粗紋或中紋鋸。精削時，用細紋或油紋鋸。鋸紋之方向，有於鋸面，僅刻一條平行線者。此於鋸削軟金屬或金屬板之端面，甚為相宜。而普通均為互相交叉二列平行線，如第377圖(1)，ab方向之鋸紋，謂之下紋。bc方向之鋸紋，謂之上紋。鋸紋與切線所成之角，謂之鋸紋角。下紋之鋸紋角，約40°~45°，紋之齒數，約上紋為之80%~95%。鋸接近世多以機械切之。其以手工切者，昔時多行之，今則甚少。有以重切特大之鋸形文者，用以鋸削木材皮革等。

鋸柄普通嵌以木把。有時工作物較鋸身過長，此木把甚有妨礙。於此如用第378圖之鋼製手把，則可免去此患。手把A部成溝形，以鋸柄插入，B端直觸鋸面上。用時以



手按壓D部，則銼身即可隨手把往復運動。

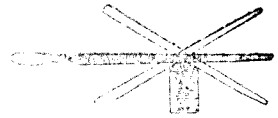
銼削工作物之位置，以與手腕等高為原則。若銼削橫大時，全身之力，集於兩腕。則工作物之位置，以較低為宜。反之，宜較高。銼之使用法，以右手執柄端，左手按壓前端，而兩端成水平為原則。但若銼削深孔之內面，及精細加工時，亦可以一手握執之。

第 379 圖



第 380 圖

銼削孔或曲面，須用圓銼或半圓銼。銼之圓弧，以與曲面近似為宜。其移動方向，如第379圖所示，由A移於B，再由B移於A，反復銼削，即得一光滑曲面。若銼削圓棒，可如第380圖，左右輕銼，成為波紋，即可得一圓棒。設用



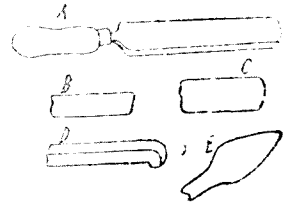
力較大，則不能得正確圓形。

銼削鋼物摩耗銼紋最激。故於新銼，宜先用以銼錫鐵。俟其紋銳利稍殺，再銼削鋼物，似較經濟。又銼紋間，易塞銼屑，宜常用鐵絲刷掃除之。

#### 124. 刮刀 (Scraper)

此工具之形狀，如第381圖 (A)，厚約3~5耗，由硬鋼鍛成之。前端以砥石，磨如 (B) (C) 形，而施以硬化。如 (B) 前端刮刃之角度，約90°上下，如 (C) 微成圓弧形。若刮刃以油石磨之太銳，則刮削惡劣。(D) 之形與 (A) 有同樣之情形及作用。(E) 為刮削曲面 (如軸承面等) 之用，成葉形，沿邊均係刮刃。

第 381 圖



使用刮刀之目的，與銼相同，亦為光平其表面之表面等。例如光平平面時，將該面覆於定盤 (Standard surface plate) 上，往復推擦之。但於定盤面上，薄塗紅粉 (即鉛丹 (Red lead) 和亞麻仁油之糊狀物)，工作物表面之凸高部分，有紅粉附着即可以刮刀刮平之。如是反復行之，俟工作物表面，所附着之紅粉一樣時，即知成一精密平面矣。刮光平面最後

第 382 圖



之工作，如第382圖所示。用刮刀先刮成(A)形。次以直角方向刮之如(B)形。最後刮成(C)形，則得一精細平面。若光平曲面，可以定形規(Gauge)代定盤，其工作與上同。

### 125. 定盤 (Standard surface plate)

定盤者，為於工作物畫線或光平平面之用。其形狀及大小不一，茲示一例如第383圖。此工具之邊稜及面，最忌傷損。於保存時，勿使生銹及被其他堅硬物碰擊，且勿置於濕與激變之處。製造定盤，同時須製三塊。設所製相同之三定盤為ABC。先合AB二定盤，除去二者面上之凸凹。次合BC，再合CA。如三者之中，無論任何二定盤之面，均相密接時，則知三定盤之面，皆精確焉。其密接與否，均由所塗之紅粉察知，固無待言。

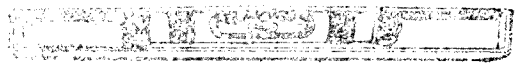
第 383 圖



### 126. 水平器 (Level)

水平器又名泡準器，為測度工作物面，是否成水平也。普通用者，如第384圖，以鑄鐵製之，接於工作物之處，保一平面。其中央上部，有一玻璃筒，兩端密閉，內盛酒精，而預留一氣泡。此氣泡在玻璃筒正中央時，即知工作物面為水平，故有泡準或水準之名。

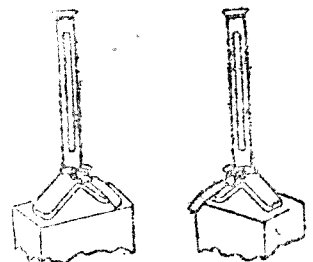
第 384 圖



第385圖，為兩脚式水平器 (Hydro-static level)。

凡不能用普通水平器，或測定距離較遠之二水平面時多用之。其構造如圖所示，於直立二玻璃管中，盛以酒精，管底以橡皮管聯結之。因而二玻璃管中之液面，當在同一水平面上。由管上之刻線，即可知工作物之水平面。

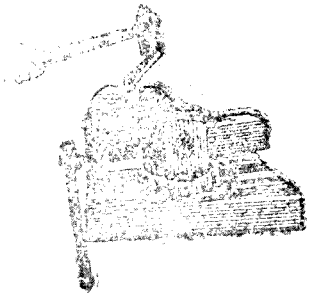
第 385 圖



### 127. 虎鉗 (Vise)

虎鉗之種類甚多，如手虎鉗 (Hand vise) 立虎鉗 (Leg vise) 旋轉虎鉗 (Swivel vise) 及彈簧虎鉗 (Spring vise) 等，均為普通所用者。如第386圖，為普通使用較廣之台用虎鉗。鉗口頗寬，為鋼製。旋轉手柄，可加減其開度，或緊持工作物。當夾持工作物時，務選鉗口適合之面。若工作物為黃銅，五金等軟金屬，或較精緻者，於鉗口須墊以薄銅片，以免工作物受傷。

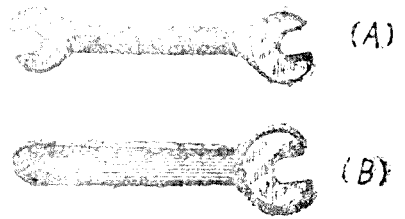
第 386 圖



128. 扳子 (Spanner or wrench)

此工具為扳轉螺帽 (Nut) 之用，種類極多，大別為固定及活動二種。如第387圖，(A) 及 (B) 屬於前者，C 屬於後者。(A) 為雙頭，B 為單頭，均以墜鍛法 (Drop forge) 製之。其大小普通以口徑計，如  $\frac{5}{8}$  扳子，其口徑即為  $\frac{5}{16}$  也。(C) 名曰活動扳鉗 (Monkey)，轉動螺釘 S，頸 T 可來往移動。因而其口，可大可小，甚便於用。

第 387 圖



以上所述之鉗工工具，均係主要而常用者。其由常用之工具尚多，不悉枚舉。大半係以手力製小工作物，而替代機械工作者。如螺絲板 (Screw plate) 螺絲公母 (Tap) 管螺絲刀 (Pipe Dies and stock) 等，用以代車床。手鑽 (Hand drill) 手鑽 (Hand drill) 等，用以代鑽床鑽孔。手鋸 (Hand saw) 手剪 (Hand shear) 等，用以代切斷金屬之機械。凡此等工具，其構造均極簡單，便而耐用，利便於用。

第 三 節 照 合 工 作 法

129. 概 說

當機械之裝配，以與接大孔之止卸者最多。凡此與接者，其止卸者，其端開口嵌合

，或曰配合 (Fit)。近世各國，對於配合，均重視而研究之，各定其獨自之規格，但為一般所常採用者，為德國之配合規格，茲略述之如下。

於製作機械部分品，欲所要之尺寸正確，為非常難事。例如製一直徑10耗，長40耗之銷 (Pin)。欲精製求其正確，則首當須備有精確之測徑器，以測其直徑。即常用之千分機，亦必十分精準，而後或可達所要之目的。然如此加工費必昂，甚不經濟。且吾人普通所用之機械，於如此之精確，原非必要，即於其範圍內，雖與名義尺寸 (Nominal dimension) 相違，亦無大差，此種情形甚多。故工作物依其使用之目的，較名義尺寸，相差若干，可自定其範圍。但於有交換性之部分品，要以近於名義尺寸為宜，自不待言。名義尺寸者，即工作圖所標示之尺寸，如前例銷徑10耗者。與此名義尺寸相差之限度，謂之限度尺寸 (Limit)。

一工作物普通有大小二限度尺寸，以示其精度。其大者，稱為最大尺寸 (Maximum size)，小者稱為最小尺寸 (Minimum size)。第200條之限度規，即規定此最大最小之尺寸者，公差 (Tolerance) 即此最大最小尺寸相差之數也。此等關係

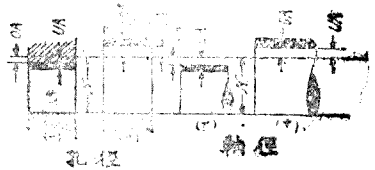
第 389 圖



，如第389圖所示，G為最大尺寸，K為最小尺寸，T即公差也。又如第390圖，N為名義尺寸，OA為最大尺寸與名義尺寸相差之數，名曰上差 (Upper variation)。UA為最小尺寸與名義尺寸相差之數，名曰下差 (Lower variation)。

上差與下差，各有正負 (即圖中所示之十一號)。又於工作物實測之尺寸，謂之實際尺寸 (Actual size)。此等術語既明，則於配合諸問題，自易了解。

第 390 圖



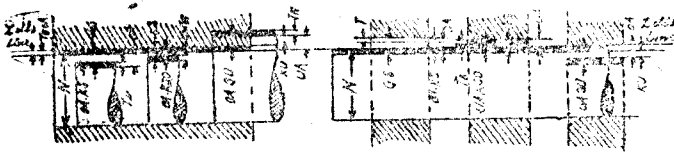
配合者，如上所述，為軸嵌入於孔內之關係。其情形有三種，即 (1) 軸小於孔，(2) 軸等於孔，及 (3) 軸大於孔也。(1) 之情形，軸與孔之間，常有遊隙存在。於孔之最大尺寸與軸之最小尺寸之差，謂之最大遊隙 (Maximum clearance)。孔之最小尺寸與軸之最大尺寸之差，謂之最小遊隙 (Minimum clearance)，此又稱之曰公差 (Allowance)。

。(3)之情形，軸既較孔大，當有緊縮量 (Tightness or negative clearance)。於軸之最大尺寸與孔之最小尺寸之差，謂之最大緊縮量 (Maximum tightness)。軸之最小尺寸與孔之最大尺寸之差，謂之最小緊縮量 (Minimum tightness)。無論遊隙或緊縮量於其最大最小之間，有種種階級。依其階級，可生種種嵌合。如軸與孔間，有適當遊隙，可以互相運動者，總稱之曰遊隙嵌合 (Clearance fit)，而迴轉嵌合 (Running fit) 及滑動嵌合 (Sliding fit)，屬於此類。遊隙極小，而存有緊縮量者，總稱之曰靜止嵌合 (Interference fit)，如衝入嵌合 (Push fit)，擊入嵌合 (Adhering fit)，強擊入嵌合 (Driving fit)，壓入嵌合 (Force fit)，及強壓入嵌合 (Heavy force fit) 等，屬於此類。如是嵌合之種類既多，而每種更依其精度之等差，復有一級嵌合二級嵌合三級嵌合及四級嵌合之四種區分。此區分係由公差之大小而定者，故同一名稱之嵌合，既既不同，而公差亦異。

嵌合之方式，如第 200 條所述，有孔基準式及軸基準式二種。於孔基準式，凡同一等級之嵌合，其孔之公差為一定。於軸基準式，凡同一等級之嵌合，其軸之公差為一定。詳言之，於孔基準式，以孔之名義尺寸，為最小尺寸，即下差為 0，上差等於公差。其軸之上差，等於最小遊隙 (緊縮量最大) 而下差如公差之大小 (緊縮量最小)。茲舉實例，以明此等關係。設孔之名義尺寸為 60 耗，公差為 +0.03 耗。則孔之下限度尺寸即最小尺寸為 60 耗，下差為  $60 - 60 = 0$  耗，上限度尺寸，即最大尺寸為  $60 + 0.03 = 60.03$  耗。此際軸之上差，設為 -0.03 耗，下差為 -0.06 耗，則軸之上限度尺寸，依最大尺寸 - 名義尺寸 = 上差，即最大尺寸 - 60 = -0.03，故最大尺寸 =  $60 - 0.03 = 59.97$  耗。同理軸之下限度尺寸即最小尺寸 =  $60 - 0.06 = 59.94$  耗。軸之公差，為上下兩限度尺寸之差，即  $59.97 - 59.94 = 0.03$  耗。而最小遊隙，為上差之絕對值，即 0.03 耗也。

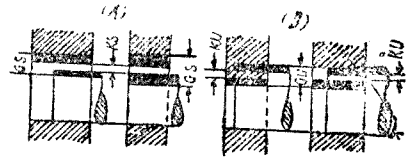
於軸基準式，以名義尺寸為軸之上限度尺寸，下限度尺寸，如公差之大小。故上差為 0，下差之數值，等於公差。此際孔之下差，等於最小遊隙 (最大緊縮量)。上差如孔之公差之大小 (最小緊縮量)。此等關係，如第 391 圖所示。N, O, A, U, A, 與第 390 圖相同。GS 為最大遊隙，KS 為最小遊隙，GU 為最大緊縮量，KU 為最小緊縮量，T<sub>p</sub> 為孔之公差，T<sub>w</sub> 為軸之

以孔為基準 第 391 圖 以軸為基準



公差。而與名義尺寸相當之線，謂之零線（Zero line）。測定嵌合諸尺寸，均以此線為基準。規定零線位置之法有二。第一法，於孔基準式，為公差區域之對稱線，換言之，即最大最小尺寸，在名義尺寸之兩側也。第二法，如前所述，零線為公差之界限線。此法較為明顯，於異等級，同名稱之嵌合，具同一之公隙，故有交換性，甚為便利。此關係如第 392 圖所示。（A

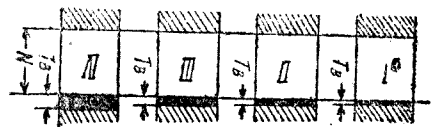
第 392 圖



) 為迴轉嵌合，最小遊隙（即公隙），係相同。而最大遊隙則異。（B）為壓入嵌合，最大緊縮量相同，而最小緊縮量各異。故若等級異，公隙或最大緊縮量相同，為必要條件時，則可容許異等級間之交換。

等級依公差之量而異，此關係如第 393 圖

第 393 圖



所示。此圖係孔基準式之例，以究嵌合之性質。於公差大時，以公差之平均量（即遊隙或緊縮量之平均值），而判定嵌合之性質，甚屬合

理。若公差近於最大或最小遊隙，或近於最大或最小緊縮量，則失嵌合之性質矣。如後所述之滑合，即係此例。公差愈小，即嵌合等級愈高，可使遊隙或緊縮量之平均值狹小。從而可保持所要嵌合之性質。

於同等正確之嵌合處，而以軸或孔之尺寸大者，便於工作。故實際上，公差及遊隙之大小，於孔或軸之直徑有極大之意義，德國於嵌合規格，定嵌合單位如次式。

$$I \text{ 嵌合單位} = 0.0015 D \quad (D \text{ 為孔或軸之直徑})$$

例如於 II 級嵌合時，其公差為 0.003 D，即直徑為 5 吋之孔，其公差為



$0.005\sqrt[3]{64} \times 1.5 = 0.005 \times 4 \times 1.5 = 0.03$  (註：凡如此任意嵌合，任意直徑之公差及遊隙，可依194頁所示之圖計算之。茲舉德國嵌合規格之孔基準式一級及二級公差表，以資參考。

孔基準式一級公差表 (單位 = 0.01mm.)

直徑區域 mm.	孔				軸									
	eB		B		G		F		T		H		S	
	界 限 上 下	界 限 上 下	界 限 上 下	界 限 上 下	界 限 上 下	界 限 上 下	界 限 上 下	界 限 上 下	界 限 上 下	界 限 上 下	界 限 上 下	界 限 上 下	界 限 上 下	
1~3	+6	0	+9	0	+15	+10	+10	+6	+9	+3	+6	0	+3	-3
3~6	+8	0	+12	0	+22	+15	+15	+18	+12	+4	+8	0	+4	-4
6~10	+10	0	+15	0	+30	+20	+20	+10	+15	+5	+10	0	+5	-5
10~18	+12	0	+18	0	+38	+25	+25	+12	+18	+6	+12	0	+6	-6
18~30	+15	0	+22	0	+45	+32	+30	+15	+22	+8	+15	0	+8	-8
30~50	+18	0	+25	0	+60	+40	+35	+18	+25	+9	+18	0	+9	-9
50~80	+20	0	+30	0	+75	+55	+40	+20	+30	+10	+20	0	+10	-10
80~120	+22	0	+35	0	+90	+65	+45	+22	+35	+11	+22	0	+11	-11
120~180	-	-	+40	0	+135	+80	+50	+25	+40	+13	+25	0	+13	-13
180~260	-	-	+45	0	+150	+100	+60	+30	+45	+15	+30	0	+15	-15
260~360	-	-	+50	0	+155	+120	+75	+35	+50	+18	+35	0	+18	-18
360~500	-	-	+60	0	+180	+140	+80	+40	+60	+20	+40	0	+20	-20
嵌合單位	+1	0	+1.5	0			+2	+1	+1.5	+0.5	+1	0	+0.5	-0.5

孔基準式二級公差表

直徑區域 mm	孔				軸									
	eB		B		G		EL		L		LL		WL	
	界 限 上 下	界 限 上 下	界 限 上 下	界 限 上 下	界 限 上 下	界 限 上 下	界 限 上 下	界 限 上 下	界 限 上 下	界 限 上 下	界 限 上 下	界 限 上 下	界 限 上 下	
1~3	+6	0	+9	0	0	-6	-3	-9	-9	-18	18	-30	-30	-50
3~6	+8	0	+12	0	0	-8	-4	-12	-12	-25	-25	-40	-40	-60
6~10	+10	0	+15	0	0	-10	-5	-15	-15	-30	-30	-50	-50	-75
10~18	+12	0	+18	0	0	-12	-6	-18	-18	-35	-35	-60	-60	-90
18~30	+15	0	+22	0	0	-15	-8	-22	-22	-45	-45	-70	-70	-110
30~50	+18	0	+25	0	0	-18	-9	-25	-25	-50	-50	-80	-80	-130
50~80	+20	0	+30	0	0	-20	-10	-30	-30	-60	-60	-100	-100	-150
80~120	+22	0	+35	0	0	-22	-11	-35	-35	-70	-70	-120	-120	-180
120~180	-	-	+40	0	0	-25	-13	-40	-40	-80	80	-140	-140	-200
180~260	-	-	+45	0	0	-30	-15	-45	-45	-90	90	-150	-150	-220
260~360	-	-	+50	0	0	-35	-18	-50	-50	-	30	-170	-170	-250
360~500	-	-	+60	0	0	-40	-20	-60	-60	-	40	-200	-200	-280
嵌合單位	+1	0	+1.5	0	0	-1	-0.5	-1.5	-1.5			-5	-5	-7.5

於嵌合工作，如電動機之Hub，嵌於軸上時之強壓嵌合，及車輪套嵌入輪心之燒嵌嵌合。其強壓嵌合者，依強力之水壓機嵌入，而強固程度，可無須加楔 (Key)。但以嵌合部分品之材質，表面加工之程度，嵌合部分之長，及外側部分品之厚等，均可與嵌合以大影響。故此等嵌合，與前所述稍異。即其公差，依  $\frac{3}{\sqrt{D}}$  之比例而規定，為不可能。於德國標準規格，僅依二級嵌合而決定之，即前表G欄中所示者是也。其公差隨直徑之增加，而急激加大。蓋此全基於實驗而定。

其燒嵌嵌合者，將部分品加熱，使孔徑擴大，而以軸嵌入。迨部分品冷卻收縮，即與軸相固定。此與強壓嵌合同樣，受種種之影響。是以定一定之規格，甚為困難。一般先測定孔之實際尺寸。軸之直徑，較孔實際之直徑D大1.75%D，1.1% (3%D或1.150%D可也。宜取何值，須依部分品於實際上所要求者而決定。於德國關於燒嵌，依經驗與實驗，得次表所揭之值。但孔為二級嵌合，軸之下差為1/1000 (D+12.5)。

直徑區域 mm	基準孔H		燒嵌		緊縮量	
	上差	下差	上差	下差	上差	下差
1~3	9	0	13	12	5	13
3~6	12	0	25	18	6	25
6~10	15	0	30	22	7	30
10~18	18	0	38	25	7	38
18~30	22	0	50	35	13	50
30~50	25	0	70	50	25	70
50~80	30	0	100	80	50	100
80~110	35	0	130	110	75	130
120~180	40	0	190	160	120	190
180~260	45	0	260	230	165	260
260~360	50	0	350	320	270	350
360~500	60	0	480	440	380	480

德國嵌合規格，對各種機械等之粗糙品，亦設有規定。凡此均屬於四級嵌合以上之粗糙嵌合，自不待言。其公差之最小時，分為0.5mm, 1mm, 2mm, 3mm, 及4mm 五段。於此不用如上述之名義，而用軸或孔直接相當尺寸。例如公差為1耗者，設孔徑為50耗，則軸直記49耗。此種公差，如下表所示。惟所記之尺寸，於孔為最小，於軸為最大。換言之，於孔下差為正數，於軸上差為零，而下差為負數。其公差如次表。

孔之直徑	7~18	18~30	30以上
上 差	+3	+0.4	+0.5
下 差	0	0	0

軸之直徑	7~18	18~30	30以上
上 差	0	0	0
下 差	-0.3	-0.4	-0.5

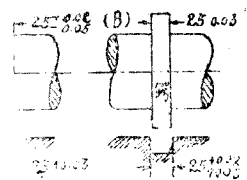
130. 嵌合方式之選定

於嵌合工作物時，宜採用軸基準式或孔基準式。須先就 (i) 構造上之關係，(ii) 材料之選擇，(iii) 工具之製作及其修繕費，(iv) 工作費，(v) 裝置及修繕之關係 (vi) 試作之實際等種種方面，而研究之。依所與之條件，權其利害得失，而選定一相當嵌合方式。例如以多數皮帶輪 ( Pulley ) 或聯結器 ( Coupling ) 而固定於傳動軸 ( Transmission line ) 上時，用軸基準式，較為便利。若就模範工具而言，於孔基準式所用者較驟，但其對於工作物之加工費，又較軸基準式為昂。再就修理及試作比較之，而孔基準式便利處甚多。要之，孔基準式，於製作所用之模範工具費少。軸基準式對於軸之製作，運動或大遊隙之嵌合，其製作費，可以減輕。孔基準式，於工作機械，機車及自動車等之製作，甚為便利。軸基準式，則甚適於傳動軸農業機械及紡織機械等。

131. 平面之嵌合

以上所述者，係軸與孔關係之嵌合。但於互相接觸之平面間，亦可適用。例如楔與楔溝間，及推力鈔 ( Thrust collar ) 與其承面間之關係，亦為嵌合之一種。於此規定長度之公差，以零線為界限線，與依孔或軸基準式所表現之法均異。依孔基準式時，楔溝或導路 ( Guide ) 等內側尺寸之下差為零。對於上差，須附以正之符號。嵌入之部分品，於能運動即有遊隙時，其運動部分之外側尺寸，其上下差，均須以負數表之。反之，嵌入部分品，若係固定時，則上下差，表以正數。設依軸基準式之法則，楔或鈔之嵌入部分，其外側尺寸之上差為零，下差附以負號。與此相接內側之尺寸，於能運動時，上下差為正。固定時，上下差為負。由是可知最小之遊隙及最大之緊縮量。

94 圖

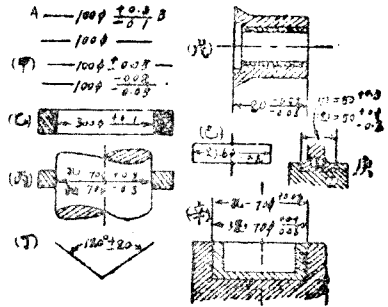


如第 94 圖，(A) 係依孔基準式，鈔與溝之嵌合。  
 (B) 係依軸基準式而嵌合者。兩者對比，上述之意自明。

132. 於工作圖上嵌合之記入法

於工作圖上，公差之記入法，係附記於尺寸之後，或附記以嵌合之略號（如第 395 圖庚）。第 395 圖，即示此種之記入法也。於表示直徑，在尺寸後附一中字。無論正負，上差記於 A 字線上側，下差記於下側。若為零，則不記。此法則不僅用於軸與孔，即角或長度，亦可應用之。

第 395 圖



表示嵌合之部分，如圖（丙）軸與孔之上下差，各有一為零者，可共通用一尺寸線。又如圖（辛），嵌合部分，均有上下差者，則尺寸線須各自獨立。惟孔或外側之尺寸，宜記於上方。若於部分品之名稱，號數及記號，必須記入時，可如（丙）（庚）（辛）之記法。

### 133. 模範規之精度

測定嵌合孔及軸之直徑，所用之模範規（Gauge），已於第 100 條述其概要。於工廠實際製作所用者，謂之工作用模範規。測孔徑者，為軸形限度規（Plug limit gauge），扁平限度規（Flat limit gauge），及球面限度規（Bar limit gauge）等。測軸徑者，為外限度規（Snap limit gauge）。此等模範規，亦以機械製作之。與規定之尺寸，絕對相符，頗屬困難，多少亦容許有公差。此公差依嵌合之等級，而異其精度。即一級嵌合，所用限度規之公差，較二級以下者為小。而規定公差之法，（1）於通部即記有“GO”之側，以其磨耗，得在與之反對之公差。（2）不通部即記有“NO GO”之側，於理論尺寸之兩側，而有公差。其大小與通部同樣規定。換言之，即對於軸形，扁平，及球面限度規之通部，與以正之公差。外限度規之通部與以負之公差。於不通部，全部與以正負同值之公差。蓋模範規之通部，使用時，常與工作物，互相接觸摩擦。使用日久，自不免磨耗。是以於通部，須有與磨耗反對之公差。此關係如次表所示，其公差之值，與前舉嵌合公差比較之，則其精度，自易看出。

工作用檢規之製作公差表(單位=0.01mm.)

直徑區域 mm.	容 許 差						嵌 合	
	外 限	外 限	外 限	外 限	外 限	外 限	外 限	
1~3	-1.5	±1.6	-2.5	±1.7	+2.0	±1.3	-2.5	±1.3
3~6	-1.5	±1.6	-3.0	±1.7	+2.0	±1.3	-3.0	±1.5
6~10	+2.0	±1.9	-4.0	±2.1	+4.0	±2.0	+4.0	±2.0
10~30	+1.5	±1.7	-4.5	±2.3	+4.5	±2.0	-4.5	±2.3
30~50	+3.5	±1.5	-5.0	±2.5	+5.0	±2.5	-5.0	±2.5
50~80	+4.5	±1.8	-6.5	±2.8	+6.5	±2.8	-6.5	±3.3
80~120		±2.3	-8.5	±4.3	+8.5	±4.3	-8.5	±4.3
120~180					+10.0	±5.0	-10.0	±5.0
180~260					+12.0	±6.0	-12.0	±6.0
260~360					+16.0	±8.0	-16.0	±8.0
360~450					+18.0	±9.0	-18.0	±9.0
450~500					+20.0	±10.0	-20.0	±10.0

與工作用檢規相同者，以有工場檢查器及採用檢查器者。工場檢查器者，為工場檢查成品良否之用，其檢規規定亦相同。其磨耗程度，多規定幾分，以避免檢查者與錫工關於精度之爭論。採用檢查器者，為鑄造機械品所用者。其通部之尺寸，與已磨耗之工作用檢規相同。不通部，於孔檢規，依理論尺寸再加上所容許之最大製作公差。於軸檢規，則依理論尺寸而減去此最大公差。鑄造品，合格與否，均以此決定也。

以上所述之諸種測定器具，與溫度均有關係。即因溫度之變化，而其長度或伸或縮。因此須規定標準溫度，普通均以攝氏溫度為標準。即此諸種檢規，均係20°C時之尺寸。故使用時，亦宜於此溫度，施行測定工作。

